

Research Report No.18

Mie University Social Cooperation Research Center

三重大学社会連携研究センター

研究報告

I 研究成果報告

1. 平成21年度 三重大学における共同研究・
受託研究の成果報告
2. 共同研究実績(資料)

II 平成21年度 活動報告

1. 産学官連携アドバイザー・コーディネーター等
からの報告
2. センターとしての取り組み

III 平成22年度 センターの概要

1. センターの紹介
2. センターのご利用について



2010

Research Report No.18

Mie University Social Cooperation Research Center

三重大学社会連携研究センター

研究報告

I 研究成果報告

1. 平成21年度 三重大学における共同研究・
受託研究の成果報告
2. 共同研究実績(資料)

II 平成21年度 活動報告

1. 産学官連携アドバイザー・コーディネーター等
からの報告
2. センターとしての取り組み

III 平成22年度 センターの概要

1. センターの紹介
2. センターのご利用について



2010

社会連携研究センター の活動

平成21年度の三重大学社会連携研究センターの活動報告書をお届けします。

平成16年の法人化以降、大学を取り巻く状況は大きく変わってきており、大学の教職員には、従来の教育と研究の推進に加えて、かつてないほどの積極的な「社会貢献」が求められています。その社会貢献の一つに産学官民連携活動があり、教職員が自治体や企業、さらに民間団体等と一緒に研究活動を進め、大学の教育と研究の進展だけでなく、我が国および地域社会の産業、文化、福祉の向上に役立てようとするものです。また、教職員の研究活動については、その透明性を高め健全な発展を図るため、研究成果は可能な限り社会に公表し、国民の理解を得る必要があります。

社会連携研究センターは、こうした教職員による産学官連携活動を積極的に推進し、得られた研究成果（＝知的財産）の創出や活用を図ることを目的としており、次のような活動を行っています。

1. 知的財産の創出、管理と活用
2. 知的財産の民間事業者への技術移転の推進
3. 新産業創出のための独創的な研究開発の推進

4. 高度な専門的職業能力を持つ創造性豊かな人材の育成

5. ベンチャー企業の創出、育成と支援

こうした状況の下、三重大学の産学官連携活動はめざましく、平成21年度の産業界との共同研究件数は全国の国公立大学の中で215件（15位）、研究費額では395,562（千円）（第13位）となり、地方国立大学としては最上位に位置づけられる高い実績をあげております。

本研究報告書には、三重大学の教職員による平成21年度の共同研究・受託研究の成果報告、産学官連携アドバイザー・コーディネーター等からの活動報告、当センターの活動報告とともに、社会連携研究センターの概要と利用法等を掲載しています。

読者の皆様におかれましては、当センターをこれまで以上に積極的に活用し、皆様の教育と研究、社会貢献がより一層進展することを願っております。

三重大学社会連携研究センター長
三重大学理事・副学長(研究担当)

鈴木宏治

Koji Suzuki



—ごあいさつ—

社会連携研究センターの活動
 社会連携研究センター長 鈴木宏治

I 研究成果報告

1 1. 平成21年度 三重大学における共同研究・受託研究の成果報告

- 1 中部国際空港開港後の経済効果調査
河上哲
- 5 地域資源を活用した南三重の活性化にむけて
渡邊明
- 13 農商工連携の研究
渡邊明
- 17 南伊勢町の活性化にむけて
渡邊明
- 23 こんにゃくのおいしさに影響する要因
平島円/山本真理子/磯部由香/佐々木幸太郎
- 29 地域ICTを利活用したモデル事業構築を目指して
山守一徳
- 33 先天性甲状腺機能低下症に関する検査及び調査研究
平山雅浩/東英一/駒田美弘
- 35 先天性副腎過形成症に関する検査及び調査研究
平山雅浩/東英一/駒田美弘
- 37 ウルソール酸加工弾性ストッキングが看護師のストレスに及ぼす影響
小森照久/井上英昭/岩崎徹治
- 41 大径骨頭を用いたメタル・オン・メタル人工股関節後の血中金属イオン濃度
長谷川正裕/吉田格之進/若林弘樹/須藤啓広
- 45 二光子レーザー顕微鏡を用いたGFPマウスにおけるDSS誘発性大腸粘膜障害のリアルタイムイメージング
田中光司/問山裕二/溝口明/楠正人
- 51 羽毛品質の改善に関する検討
河田敏勝/落合穰/松浦信男/榊宏之/西村訓弘
- 57 空気・飛沫感染予防用のN95マスクの実質的な有効性の検証とその有効性改善策
榊宏之/大村佳之/松浦信男/河田敏勝/落合穰/山田知美/臧黎清/西村訓弘
- 61 熊野灘海藻資源による合成化合物不使用スキンケア製品の研究開発
松浦信男/苔庵泰志/榊宏之/河田敏勝/落合穰/西村訓弘/荒木利芳
- 67 国立大学病院の機能強化の新しい手法の模索
落合穰/田澤光夫/松浦信男/河田敏勝/榊宏之/西村訓弘

- 71 **ゼブラフィッシュを用いた奥田脳神経薬の再評価**
奥田正/守金大蔵/臧黎清/山田知美/西村訓弘
- 75 **ゼブラフィッシュを用いた薬剤の経皮吸収性評価モデルの構築**
守金大蔵/奥田正/臧黎清/西村訓弘
- 79 **地震・津波観測監視システム 尾鷲市古江町陸上局の『防災教育・人材育成のための地域拠点』としての基本構想策定に関する共同研究**
浅野聡/松浦健治郎/奥野真行
- 85 **歴史的地区における景観法の活用調査～旧東海道沿道における町並みの特徴と旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道における重点地区(案)及び景観形成基準(案)の提案～**
浅野聡/稲垣勝也/橋場徹広/黒田康史/北川亮/東條雄太/車京星
- 89 **コネクタ寿命に対する微摺動摩耗現象における 摺動距離の影響**
齋藤寧/澤田滋/玉井輝雄/飯田和生/服部康弘
- 95 **切削加工後のWC-Co超硬工具表面に現れる自発磁化測定**
岡本壮平/小竹茂夫/鈴木泰之/中西栄徳
- 105 **フュームドシリカ/二元ブロック共重合体混合系の相分離挙動**
鈴木駿介/鳥飼直也/浅田光則/鎌田洋平/石井孝浩
- 109 **業務用エアコンにおける期間エネルギー消費量予測の高精度化に関する研究**
廣田真史/宮田秀俊/渡邊激雄/徳田匡彦/中山浩/宮岡洋一
- 115 **市民に親しまれる四日市港づくりのための市民ワークショップ**
松浦健治郎
- 121 **鉄系形状記憶合金の負荷条件に対する変形挙動**
吉川高正/岡山幸弘/成澤麻人/稲葉忠司
- 125 **三重県における森林所有者を対象とした林業に対する意識調査**
板谷明美/石川知明
- 129 **ヒト胃癌細胞 (KATOⅢ) およびヒト肺癌細胞 (LU99) に対する Ganoderma lucidum (靈芝) 由来の活性ステロイドによるアポトーシス誘導作用**
伊藤浩子/幹渉/柿沼誠/中田福佳/佐々木啓之/伊藤均
- 135 **次世代型バイオ燃料開発に向けたセルロソーム生産菌ゲノム解読**
田丸浩/山本康介/川出雄二郎/三宅英雄
- 139 **廃ペットボトルの新規なリサイクル法の開発**
久保雅敬/小西司真/中野征孝
- 145 **熊野市で取り組むウエストメジャーリーグ事業の広域化、実用化のための実証的研究 (ウエストメジャーリーグ in 伊勢)**
松井純/富樫健二/上井大輔
- 153 **限界集落における獣害及び獣害対策の調査研究**
山本好男/児玉守広/田邊博明/池端紀行

159 2. 共同研究実績 (資料)

平成21年度 三重大学共同研究件数

平成21年度全国大学等 民間企業との共同研究実績(件数別・研究費別)

平成21年度全国大学等 共同研究実績(中小企業対象・外国企業対象)

平成21年度全国大学等 民間企業との受託研究実績(件数別・研究費別)

II 平成21年度 活動報告

163 1. 産学官連携アドバイザー・コーディネーター等からの報告

- 163 職業人として順調なスタートを切るために
産学官連携アドバイザー/財団法人三重県産業支援センター 産業人材育成コーディネーター 村上一仁
- 171 平成21年度四日市フロント産学連携活動報告
社会連携研究センター 産学連携コーディネーター 伊藤幸生
- 177 環境・食・文化の研究拠点を狙って
社会連携研究センター 産学連携コーディネーター 人見一晴
- 181 中小企業の“ものづくり”技術とTLOの役割
株式会社三重ティーエルオー 代表取締役 円城寺英夫
- 189 三重大学における共同研究の実態に関する考察（平成21年度）
三重大学知的財産統括室 助教 八神寿徳

193 2. センターとしての取り組み

みえ産学官研究交流フォーラム 2009
三重大学発産学官連携セミナーin 伊賀 2009
第2回三重大学発産学官連携セミナーin 伊賀 2009
第3回三重大学先端研究シンポジウム
行事報告
出版物
三重ティーエルオーからの報告

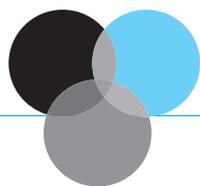
III 平成22年度 センターの概要

205 1. センターの紹介

三重大学の社会連携体制と社会連携研究センター
産学官連携アドバイザー・コーディネーター等紹介
設備概要（センター現有機器）
建築概要
キャンパス・インキュベータ紹介

215 2. センターのご利用について

研究協力制度について〈共同研究・受託研究・受託研究員・寄附金〉
三重大学の利用方法〈産学官連携を進めるために〉
科学技術相談〈三重大学科学技術相談申込書〉



I 研究成果報告

1. 平成21年度 三重大学における共同研究・受託研究の成果報告

2. 共同研究実績(資料)

I . 研究成果報告

1. 平成21年度三重大学における共同研究・受託研究の成果報告

■ 中部国際空港開港後の経済効果調査

河上 哲

■ 地域資源を活用した南三重の活性化にむけて

渡邊 明

■ 農商工連携の研究

渡邊 明

■ 南伊勢町の活性化にむけて

渡邊 明

■ こんにゃくのおいしさに影響する要因

平島 円／山本真理子／磯部由香／佐々木幸太郎

■ 地域ICTを活用したモデル事業構築を目指して

山守一徳

■ 先天性甲状腺機能低下症に関する検査及び調査研究

平山雅浩／東 英一／駒田美弘

■ 先天性副腎過形成症に関する検査及び調査研究

平山雅浩／東 英一／駒田美弘

■ ウルソール酸加工弾性ストッキングが看護師のストレスに及ぼす影響

小森照久／井上英昭／岩寄徹治

■ 大径骨頭を用いたメタル・オン・メタル人工股関節後の血中金属イオン濃度

長谷川正裕／吉田格之進／若林弘樹／須藤啓広

■ 二光子レーザー顕微鏡を用いたGFPマウスにおけるDSS誘発性大腸粘膜障害のリアルタイムイメージング

田中光司／問山裕二／溝口 明／楠正人

■ 羽毛品質の改善に関する検討

河田敏勝／落合 穰／松浦信男／榊宏之／西村訓弘

■ 空気・飛沫感染予防用のN95マスクの実質的な有効性の検証とその有効性改善策

榊 宏之／大村佳之／松浦信男／河田敏勝／落合 穰／山田知美／臧黎清／西村訓弘

■ 熊野灘海藻資源による合成化合物不使用スキンケア製品の研究開発

松浦信男／苔庵泰志／榊 宏之／河田敏勝／落合 穰／西村訓弘／荒木利芳

■ 国立大学病院の機能強化の新しい手法の模索

落合 穰／田澤光夫／松浦信男／河田敏勝／榊 宏之／西村訓弘

▪ ゼブラフィッシュを用いた奥田脳神経薬の再評価

奥田 正/守金大蔵/臧黎清/山田知美/西村訓弘

▪ ゼブラフィッシュを用いた薬剤の経皮吸収性評価モデルの構築

守金大蔵/奥田 正/臧黎清/西村訓弘

▪ 地震・津波観測監視システム尾鷲市古江町陸上局の『防災教育・人材育成のための地域拠点』としての基本構想策定に関する共同研究

浅野 聡/松浦健治郎/奥野真行

▪ 歴史的地区における景観法の活用調査～旧東海道沿道における町並みの特徴と旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道における重点地区(案)及び景観形成基準(案)の提案～

浅野 聡/稲垣勝也/橋場徹広/黒田康史/北川 亮/東條雄太/車 京星

▪ コネクタ寿命に対する微摺動摩耗現象における摺動距離の影響

齋藤 寧/澤田 滋/玉井輝雄/飯田和生/服部康弘

▪ 切削加工後のWC-Co超硬工具表面に現れる自発磁化測定

岡本壮平/小竹茂夫/鈴木泰之/中西栄徳

▪ フュームドシリカ/二元ブロック共重合体混合系の相分離挙動

鈴木駿介/鳥飼直也/浅田光則/鎌田洋平/石井孝浩

▪ 業務用エアコンにおける期間エネルギー消費量予測の高精度化に関する研究

廣田真史/宮田秀俊/渡邊激雄/徳田匡彦/中山 浩/宮岡洋一

▪ 市民に親しまれる四日市港づくりのための市民ワークショップ

松浦健治郎

▪ 鉄系形状記憶合金の負荷条件に対する変形挙動

吉川高正/岡山幸弘/成澤麻人/稲葉忠司

▪ 三重県における森林所有者を対象とした林業に対する意識調査

板谷明美/石川知明

▪ ヒト胃癌細胞(KATOⅢ)およびヒト肺癌細胞(LU99)に対するGanoderma lucidum(霊芝)由来の活性ステロイドによるアポトーシス誘導作用

伊藤浩子/幹 渉/柿沼 誠/中田福佳/佐々木啓之/伊藤 均

▪ 次世代型バイオ燃料開発に向けたセルロソーム生産菌ゲノム解読

田丸 浩/山本康介/川出雄二郎/三宅英雄

▪ 廃ペットボトルの新規なリサイクル法の開発

久保雅敬/小西司真/中野征孝

▪ 熊野市で取り組むウエストメジャーリーグ事業の広域化、実用化のための実証的研究(ウエストメジャーリーグ in 伊勢)

松井 純/富樫健二/上井大輔

▪ 限界集落における獣害及び獣害対策の調査研究

山本好男/児玉守広/田邊博明/池端紀行

中部国際空港開港後の経済効果調査

An Research on Economic impacts after the Opening of the Chubu Centrair International Airport

河上 哲¹⁾

Tetsu Kawakami¹⁾

1. はじめに

空港整備などの大規模プロジェクトは、企業の立地も含めた生産計画、貿易構造、様々な財・サービスの価格、生産にかかる費用・技術構造などに大きな変化をもたらす。したがって空港整備と航空貨物取扱増大による地域の生産活動への影響として、単に既存の経済構造のもとで貨物輸送費用を節約したり、海外需要を受けて地域の生産を誘発したりするにとどまらず、企業の生産活動に構造的な変化をもたらしながら、地域が生み出す付加価値の中長期的な増大（成長効果）を促すことが期待される。本調査では、特に地域製造業に構造的な変化を大きくもたらすと考えられる国際航空貨物の取扱いを対象とし、中部国際空港開港に伴う航空物流環境の改善が、いかに東海3県における市町村地域経済の成長を促したかを、成長回帰分析の手法を用いて分析する。調査のイメージを図-1に示す。

地域レベルでの経済成長にかかる空港の役割を議論するにあたっては、空港整備や路線・便数拡大による航空貨物の取扱能力増大に加えて、地域と空港を結ぶネットワークやアクセスも同時に考慮することが必要である。航空貨物は港湾貨物より迅速性が要求されることが多いことから、空港アクセスの考慮は一層重要である。さらに空港開港の地域成長への寄与は、地域がもつ産業構造にも依存する。すなわち、航空貨物をより多く扱う業種に特化する割合が多い地域ほど、近接地に空港が開港することにより大きくプラスの影響を享

受するものと考えられる。以上のことから、調査では空港の地域経済成長へ影響を及ぼす側面として、①航空貨物取扱容量、②空港アクセス、③地域の産業構造を同時に考慮に入れた「空港アクセシビリティ指標」を導出する。そして成長回帰分析モデルに、地域の生産環境を規定する変数として求めた空港アクセシビリティ指標を導入することにより、空港がもたらす地域経済成長への影響を評価する。

2. 東海3県における航空物流環境

東海3県各市町村地域における国際航空貨物の物流環境を、空港アクセシビリティ指標を導出することによって把握する。特に2001年と2007年の指標をそれぞれ導出することにより、中部国際空港開港以前と開港後における航空物流環境の変化を捉える。

アクセシビリティとは一般に、「ある特定の距離あるいは移動時間以内に利用可能な機会の数」（Hanson, S. ed. (1995) *The Geography of Urban Transportation*, Guilford Press）のことをいう。すなわちアクセシビリティ指標とは、取引機会が増えれば増大し、（あるいは／同時に）距離や移動時間が減れば増大するような、経済活動の機会の大きさと距離・移動時間を同時に考慮に入れた複合指標である。

指標の一般的記述はつぎのようである。

$$ACC_i = \sum_j P_j \cdot f(d_{ij})$$

1) 三重大学人文学部

ACC_i : i 地域におけるアクセシビリティ指標、

P_j : j 地域における取引機会の規模、

d_{ij} : i 地域と j 地域間の距離、あるいは移動費用。

関数 $f(d_{ij})$ は距離（移動費用）減衰型の関数で本調査では最もシンプルに、つぎのような **inverse distance** 型の関数型によりアクセシビリティ指標を導出することとする。

$$f(d_{ij}) = d_{ij}^{-1}$$

上記の概念を応用し、中部 3 県各市町村における航空物流環境を、①地域製造業が生産する品目に関する、成田・中部（名古屋）・関西の各空港の国際航空貨物利用ポテンシャルと、②市町村から各空港までの最小時間ルートで測った移動時間を同時に考慮に入れた複合指標（空港アクセシビリティ）として、以下のように表現する。地域 i における空港 j に関する空港アクセシビリティ ACC_{ij} は、

$$ACC_{ij} = \frac{\text{地域}i\text{における空港}j\text{の利用機会規模（利用ポテンシャル）}}{\text{地域}i\text{から空港}j\text{までの時間費用}}$$

i = 東海 3 県の 143 市区町村、

j = 成田国際空港（N）、中部国際空港または名古屋空港（C）、関西国際空港（K）。

特に輸出航空貨物について、導出した空港アクセシビリティの変化率（2001 年から 2007 年）を図 2 に示す。成田国際空港へのアクセシビリティについては、愛知県、三重県のほとんどの地域で利用ポテンシャルが増大している一方、岐阜県の利用ポテンシャルは大きく減少している。関西国際空港についても、利用ポテンシャルの変化率と同様に、三重県全域のポテンシャルが大きく増大したのに対し、岐阜県と多くの愛知県の地域で減少している。名古屋空港利用時から中部国際空港利用時へのアクセシビリティ変化率は、名古屋空港に近接していた愛知県名古屋市・尾張地域、岐阜県岐阜・中濃地域の一部で減少している。一方、三重県北勢・中勢・伊勢志摩地域、愛知県知多・西三河・東三河地域は大きく増大している。特に中部国際空港に近接する知多地域は、非常に大き

な増大率を示している。

3. 中部国際空港開港に伴う成長効果

(1) 分析モデル

中部国際空港開港後における東海 3 県市町村の航空貨物物流環境が、地域製造業の成長にどれだけ影響を及ぼしたのかを成長回帰分析によって分析する。回帰分析により得られるパラメータをもとに、特に 2001 年の名古屋空港利用時から 2007 年の中部国際空港利用時への物流環境改善が、その間の地域製造業にどれほどの成長効果をもたらしたのかを推計する。

一般に成長回帰分析では、各地域（国）の経済成長率を、分析対象期間における初期時点の所得水準と、地域の生産環境を決定づけると考えられる要因（人口成長率、投資率、教育水準、社会資本の整備状況、技術水準など）とに回帰させる分析モデルを推定する。本分析では、地域製造業の成長率を決定づける地域の生産環境として、国際航空貨物の物流環境を考慮する。地域の航空物流環境は、前節で導出した空港アクセシビリティ指標により捉える。成長回帰分析モデルの推定式は以下のとおり。

$$\frac{1}{T} [\ln(y_{i,07}) - \ln(y_{i,01})] = \alpha + \beta \ln y_{i,01} + \gamma_1 \ln EXACC_{i,07} + \gamma_2 \ln IMACC_{i,07} + \varepsilon_i$$

被説明変数：

2001 年から 2007 年の製造業従業者一人当たり粗付加価値額の実質平均成長率

説明変数：

$y_{i,01}$: 初期時点（2001 年）における製造業従業者一人当たり実質粗付加価値額。

$EXACC_{i,07}$: 2007 年における輸出航空貨物空港アクセシビリティ。

$IMACC_{i,07}$: 2007 年における輸入航空貨物空港アクセシビリティ。

なお、 ε_i は上記説明変数だけでは説明しきれない確率的な予測誤差部分である。

(2) 分析結果

最小二乗法（OLS）及び一般化モーメント法（GMM）により推計された中部国際空港アクセシビリティにかかる係数 γ_2 をもとに、2001年の名古屋空港利用時から2007年の中部国際空港利用時へ、空港アクセシビリティが変化したことによる地域製造業の付加価値増大効果を推計する。東海3県別に、推計結果を表-1に示す。表には、アクセシビリティ変化に伴う付加価値増大効果とともに、付加価値の増大額が2001年の付加価値水準より何%変化したのかも合わせて示してある。

(3) 分析結果のまとめ

中部国際空港開港に伴う航空物流環境の変化による地域製造業の県別成長効果について、分析結果のまとめを記す。

- ・中部国際空港の開港により、名古屋空港利用時と比較して、国際線便数や路線の拡大、輸出入貨物手続の効率化等が実現するとともに、地域

と空港を結ぶアクセス道路の整備も相まって、航空物流環境が著しく改善した。

- ・航空物流環境の改善は、既存企業の生産計画の改善・国際分業化、高付加価値財産の立地促進など、製造業に生産活動の構造的変化をもたらした。
- ・中部国際空港建設が本格化した2001年と、同空港が定着し旺盛なアジア向け国際航空貨物を中部国際空港から輸送できるようになった2007年の実績に基づく、物流環境改善による製造業付加価値増大効果は、東海3県で約1兆1,343億円（2001年の製造業付加価値額の6.83%に相当）と推計された。
- ・東海3県を個別に見ると、地域別の付加価値増大効果は、必ずしも空港からの距離に比例しておらず、製造業の集積がある三重県や東三河地域においても大きい値となっている。

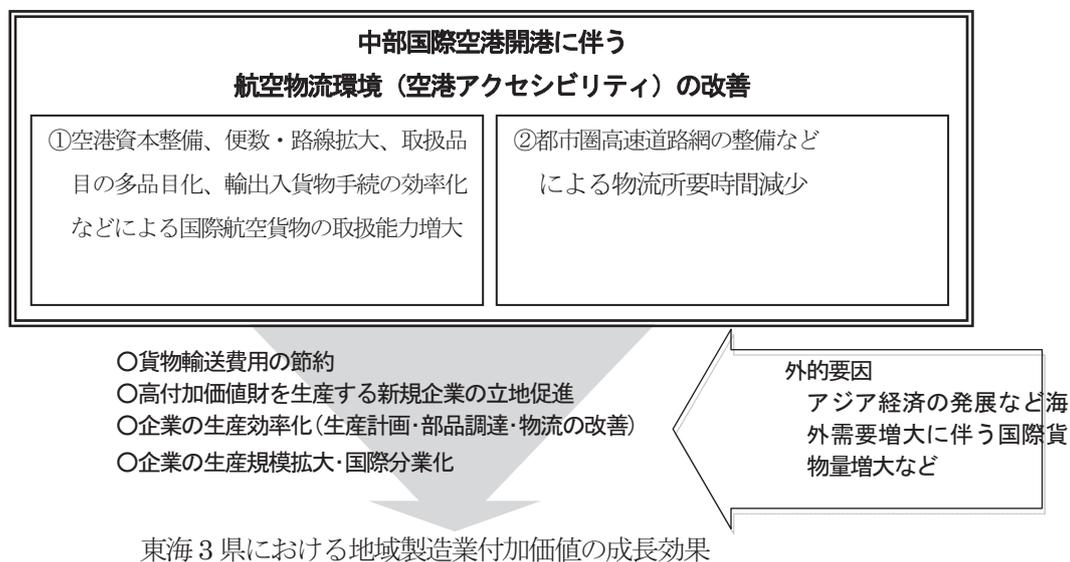


図-1. 調査イメージ図

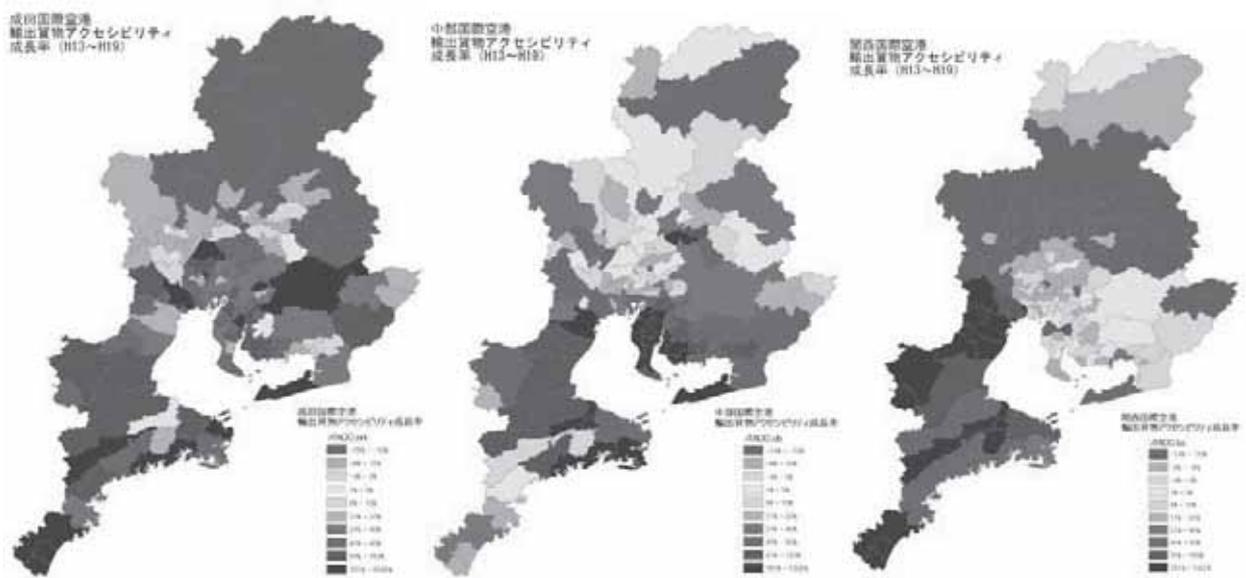


図-2. 東海3県の輸出航空貨物空港アクセシビリティ変化率
(2001年-2007年)

表-1. 中部国際空港開港に伴う物流環境改善による経済成長効果^{※1}

	岐阜県 ^{※2}	愛知県 (うち名古屋市)	三重県 ^{※2}	東海3県 ^{※2}
製造業付加価値額 (2001年、単位：百万円)	2,001,850	12,055,590 (1,580,468)	2,540,410	16,597,851
製造業付加価値 増大効果 (単位：百万円)	78,969	809,214 (50,685)	246,094	1,134,277
製造業付加価値 増大効果 (対2001年、単位：%)	3.94%	6.71% (3.21%)	9.69%	6.83%

※1 2001年の名古屋空港利用時から2007年の中部国際空港利用時へ物流環境が改善したことによる効果の総計。

※2 岐阜県飛騨地域、三重県南勢・東紀州地域は、国際航空貨物動態調査において航空貨物の取り扱いが非常に少ないことから、これら地域を除いた効果である。

地域資源を活用した南三重の活性化にむけて

Activation of Minami Mie using regional resource

渡邊 明¹

Akira Watanabe

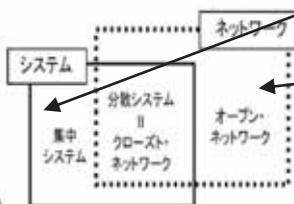
1 はじめに

現在展開している中部電力との研究では、そのコンセプトを「20世紀の延長線上にない、21世紀型の若者を育てる」「20世紀の延長線上にない、21世紀型の産業構造を考える」というところに求めている。USTによる動画配信やSNSの代表的存在である

mixiを利用して非公開のコミュニティを開設計し、個々の講座の内容を議論する場所をインターネット上に設定する。こうすることでネットワークの経済性を利用して「創発」を引き出そうとしている。

システムとネットワーク

- システム
 - 有機体モデル
 - 有限の要素
 - 全体への統合
 - 境界がある
- ネットワーク
 - 分散したノード(節)
 - 水平に結合
 - 出入り自由(オープン・ネットワーク)



シナジー効果が主として支配する領域

創発的効果が発揮できる領域

この部分を認識して産業政策を作らないと今後の産業政策としては効果がない。

コンセプト

概念図

注：井上・林・渡邊編著『ユビキタス時代の産業と企業』政務経理協会の作成過程で議論したペーパー

2 研究の発想の原点

我々の研究のスタートは、以下の共通認識によっている。

- 津以南の高速が無料になったことを受けて、三重県南部のシナジー効果を高めるためには、バッティングしないブランド商品が必要になる。そのためには、国の認定した地域資源を生かした「商品づくり・物語づくり」が必要になる。

- 観光資源や財源が乏しい三重県南部の地域振興を実現するための足がかりとしては、食によるブランド化が一番効率的であるとの認識。このため、南伊勢町で現在の実績を積み重ねると共に、紀北・大紀町においては住民を中心に新たな食品開発を冷凍機や燻製機などを活用し先行させる。
- 経産局の「広域的な地域ブランド創作事業」と協働し、南伊勢・紀北・大紀町

1 三重大学名誉教授 Emeritus Professor, Mie Univ.

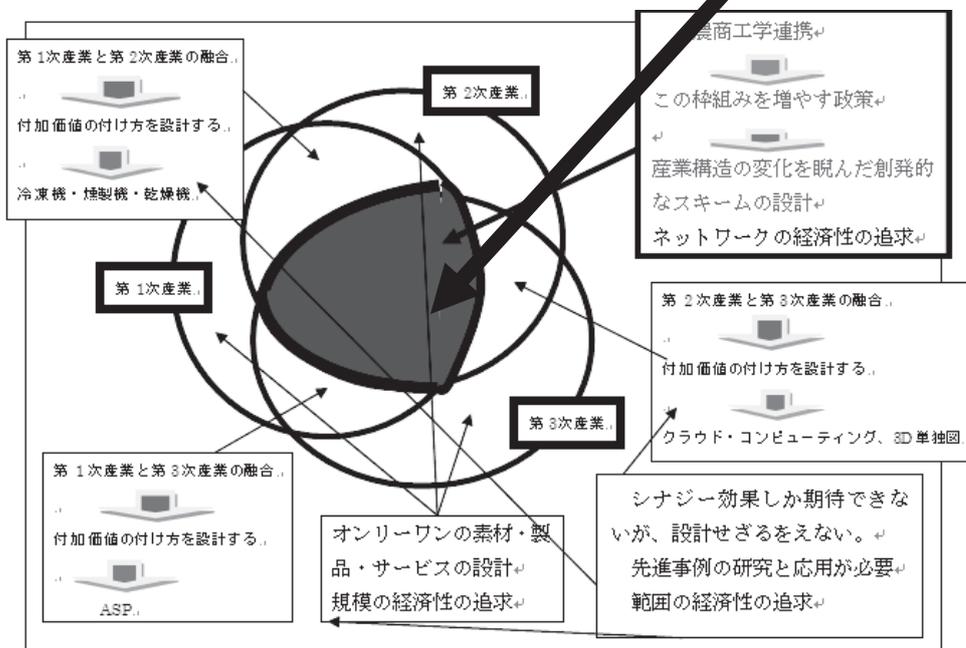
にも多方面からのアプローチも考えていく。

近年、企業規模や業種、地域により景況に格差が見られるなか、地域の活性化を図るためには、地域経済の中核をなす農林漁業者や中小企業者の活性化を図ることが必要である。このため、農林漁業者や中小企業者が有機的に連携し、互い

の経営資源を有効活用することで、新商品・新サービスの開発や販路開拓等を促進することが重要になる。この点を踏まえ、農林水産省と経済産業省が連携して、農林漁業者と中小企業者のつながりを応援し、それぞれの強みを発揮した事業活動を促進するための措置を講ずることとなった。

【農商工学連携のスキーム】

我々は、農商工学連携の手法からの地域おこし方策として、この部分の政策を考えている。



3 A 食品（株）とコラボした新商品開発

～コンセプトは、食品廃棄率の改善と老化防止及び健康維持食品の試作～

我々は、政策ミックスの実践を以下の内容で行っている。これなしでは、個々の企

業のプロダクト・ミックスが成立せず、商品構成が貧素になるからである。

政策ミックス

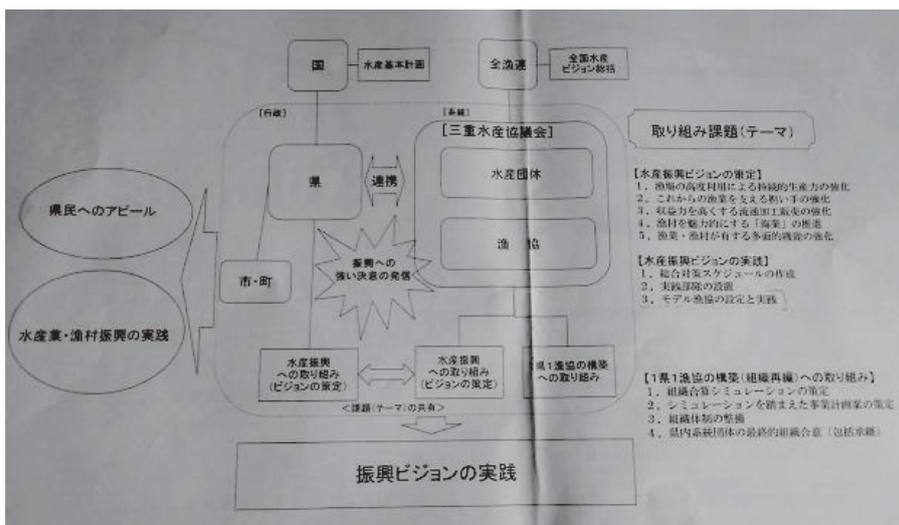
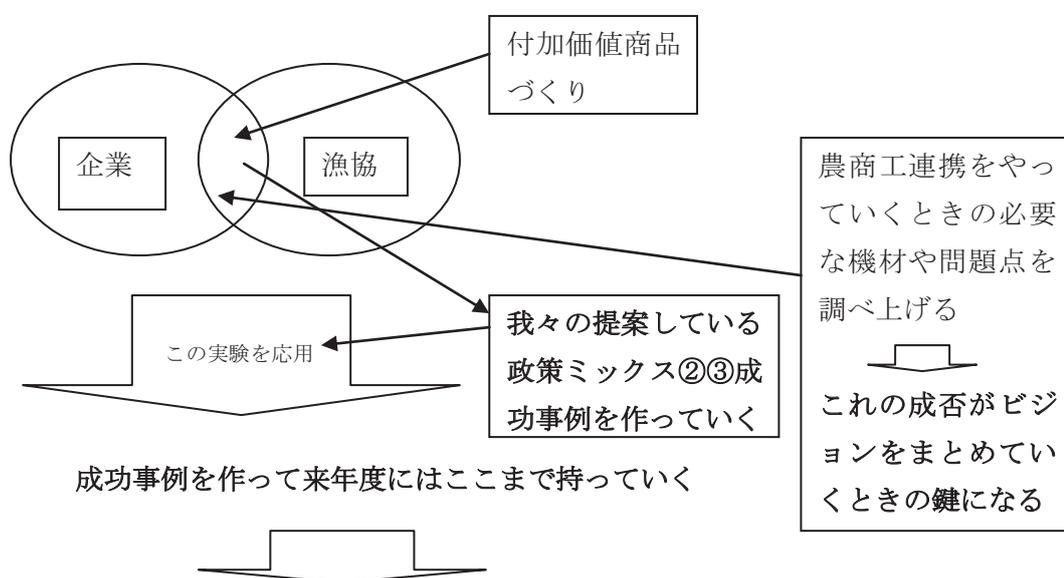
- ① 大量生産的発想もだいじである ← 今までの発想（価格変動に弱い）
- ② 特定なターゲットを狙い付加価値ある大量生産 ← 新しい発想（価格変動に強い）
- ③ 特定なターゲットを狙った少量生産 ← 更に新しい発想（価格変動には決定的に強い）

②③の政策を実践するためには、環境適応が速く、腕のいい料理人と栄養士が相当数存在する企業の協力を仰いだ。

国崎の「アロビ研究会おべん」とテクニカン社の冷凍機を使った商品開発をA食品及び渡邊との間で考えることになった。その場合、経済産業省と農林水産省の実施している施策の地域資源活用プログラムと農商工連携の事例を徹底的に研究し融合して

いこうということに主眼をおいた。将来的には、国・県・漁連・漁協の政策に即した活動になるが現時点では成功例を作ることが先決であると考えた。

その場合、県全体のビジョンづくりの前段階として以下のようなデザインとすばやい実行が必要であると言う共通認識を中部電力と渡邊とは確認している。



インターセクター・ディスカッションを行いながら展開している我々の活動は、マ

スコミでもとりあげられ各方面から協力の申し込みがある。その提案を受けて新しい

コラボレーションのプロジェクトが走り始めている。小規模なプロトタイプを作って大きなビジョンに昇化させないと戦略は失敗してしまうのがシステム論の常識である。

そのため、以下のような商品群を作って、伊勢神宮ネットワークに流して実験している。

1.すくな南瓜米麺

米麺)レイク・ルイズ	岐阜県産ハツシモ100%使用の米麺
すくな南瓜)JAひだ	高山市丹生川町で収穫されたすくな南瓜

☆すくな南瓜米麺は、南瓜を加工する際に出る端材を原料に粉末化して米麺に使用する。
 ☆南瓜は昔からボケ防止に役立つと言い伝えがある。

すくな南瓜米麺に、トマトソース。(パスタ)	
トマトソース)ツツモ農園	岐阜県産ルネッサンスの規格外品を使用したトマトソース
養老山麓豚	養老山麓豚のパンチェッタをトッピング
伝統野菜のすくな南瓜を微粉末にして県産ハツシモ100%の米粉に混ぜ込み米麺にした。	

☆トマトソースは、偽物の規格外の物を使用する。
 ☆トマトには、リコピンが多く含まれ、抗酸化作用により老化防止に役立つ。

枝豆のクリームパスタ	
米麺)レイク・ルイズ	岐阜県産ハツシモ100%使用の米麺
枝豆	岐阜の特産品。岐阜県産を使用
養老山麓豚	養老山麓豚のパンチェッタをトッピング

☆岐阜県産の枝豆を使用

2.食竹炭米麺

米麺)レイク・ルイズ	岐阜県産ハツシモ100%使用の米麺
食竹炭)楠竹炭工房(三重県)	食竹炭の微粉末

☆食竹炭は、便通改善、排泄物の消臭効果があり、介護者の負担軽減に役立つ
 ☆食竹炭は、高脂血症に効果があり健康維持に役立つ

食竹炭米麺に、アオサのつゆ(そば)	
浜一水産(三重県)	アオサ
芭蕉水わさび	わさび
地元大垣の食材と三重県の食材のコラボ	

☆立体型わさび栽培の為、川虫の被害を防ぐことが出来る。
 ☆大垣の地域資源の地下水(過年13℃前後)創造の泉を使用し、わさび栽培に適した水温で栽培されている。
 ☆わさびの茎は安価で殺菌作用、抗がん作用がある。
 ☆あおさは、食物繊維、カルシウム、ビタミンAが豊富に含まれている。

食竹炭米麺に、カレー(うどん)	
まるけんミート	飛騨牛すじ
飛騨牛の牛すじを使用し、カレーうどん風に	

☆牛筋は油抜きをして長時間煮込むことで柔らかく、コラーゲンたっぷりで美容に良い

各地の食材とコラボしています。
 テクニカン社の冷凍(リキッドフリーザー凍眠)を多用しています。
 農商工連携の観点から食品廃棄率の改善と老化防止及び健康維持食品の試作を行っています。

3. 鮎米麺パスタ

米麺)レイク・ルーズ	岐阜県産ハツシモ100%使用の米麺
鮎斗鮎保存会	国崎の鮎斗鮎(伊勢神宮に納めた端材)

☆鮎斗鮎を作る際にでる端材を粉末化し米麺に練りこんだ

鮎米麺に、鮎の肝ソース(パスタ)	
米麺)レイク・ルーズ	岐阜県産ハツシモ100%使用の米麺
鮎斗鮎保存会	伊勢神宮に納めた鮎斗鮎の肝

☆鮎斗鮎を作る際にでる鮎の肝を使用した肝ソース

鮎米麺のざるそば	
米麺)レイク・ルーズ	岐阜県産ハツシモ100%使用の米麺
東海スチール工業株式会社	芭蕉水わさび

☆鮎斗鮎の米麺をシンプルにざるそば風に

この商品をメインに伊勢神宮奉納を行う。

4 介護食事業のデザインと南三重の開発

近年の少子高齢化の進行により、日本の高齢者人口の割合はますます高まっている。世界保健機関(WHO)の分類によれば、総人口に占める 65 歳以上の高齢者の比率によって、①7%以上 14%未満は「高齢化社会」、②14%以上 21%未満は「高齢社会」、③21%以上は「超高齢社会」に分けられている。

特に日本は高齢化のスピードが速く、1970 年に高齢化社会となってから 94 年に高齢社会となるまでの年数は、24 年と世界各国の中でも特筆すべき短期間となっている。

欧米諸国 において高齢化率が 7%から 14%になるまでに要した年数は、フランス 114 年、スウェーデン 82 年、アメリカ 69 年(推定)、イギリス 46 年である。高齢社会が進むにつれて、高齢者の「食」の重要性が高まってくる。高齢化に伴う歯の喪失や嚥む力・嚥下能力の低下に対し、食事も対応が迫られている。また高齢者は何らかの

疾病を持つ人が多く、病院に入院して医師の処方による「治療食」が必要になる場合もある。さらに老人ホームなどの施設で暮らす高齢者にとっても、「食」の問題は避けて通れない問題である。現在、要介護高齢者は 300 万人、2010 年には 400 万人、2025 年には 500 万人を超える推計になっている。

高齢者の「食」のニーズは高齢者の増加とともにさらに高まり、市場も大きくなることが推定される。高齢者の「食」は、ビジネスの面でもますます注目を集めることは間違いないと言える。

介護ビジネスの市場規模は、『図解革命! 業界地図最新ダイジェスト 2009 年版』(高橋書店)では、介護サービス業界の業界規模は 5 兆 8,743 億円とされている。また、『最新業界地図がまるごとわかる本 2008 年度版』(高橋書店)によれば、介護サービス業界について「市場規模は 10 兆円ともいわれる」と記されている。

介護給付・予防給付の総件数、総費用額、総支給額等および介護保険の要介護（要支援）者認定数については、過去数年分のデータが厚生労働省 HP 内の介護保険事業状況報告に掲載されています。介護保険事業状況報告（全国計）（平成 19 年度版）によれば、介護給付・予防給付の総件数は 1 億 153 万 9,884 件、費用額は 6 兆 4,457 億 6,919 万 1 千円、総給付費（費用額から利用者負担分を除いた額）は 5 兆 8,368 億 6,819 万 4 千円である。また、要介護（要支援）認定者数は 440 万 1,363 人である。この他、サービス業基本調査報告（平成 16 年版）によれば、「老人保健・介護事業」の会社の総収入額は 3,422 億 9,800 万円、個人事業所の総収入額は 8,700 万円となっている。同報告では、老人保健・介護事業の事業所数は 1 万 7,002 箇所、従業者数は 61 万 7,638 人（うち常用雇用者数が 58 万 420 人）である。

なお、福祉用具関連産業の市場規模については、日本福祉用具・生活支援用具協会 HP に掲載される 2008 年度福祉用具産業市場規模調査の結果の概要によれば、2008 年度の福祉用具産業の市場規模は 1 兆 1,921 億円である。

最近の動向としては、『日経産業新聞』（日本経済新聞社 日刊）2010 年 1 月 22 日号で介護食市場を取り上げている。現在、介護食は、毎年 1 割強のペースで伸びており、調査会社富士経済では、2009 年の市場規模を 148 億円と予測している。

我々の今後の研究ターゲットは、大量生

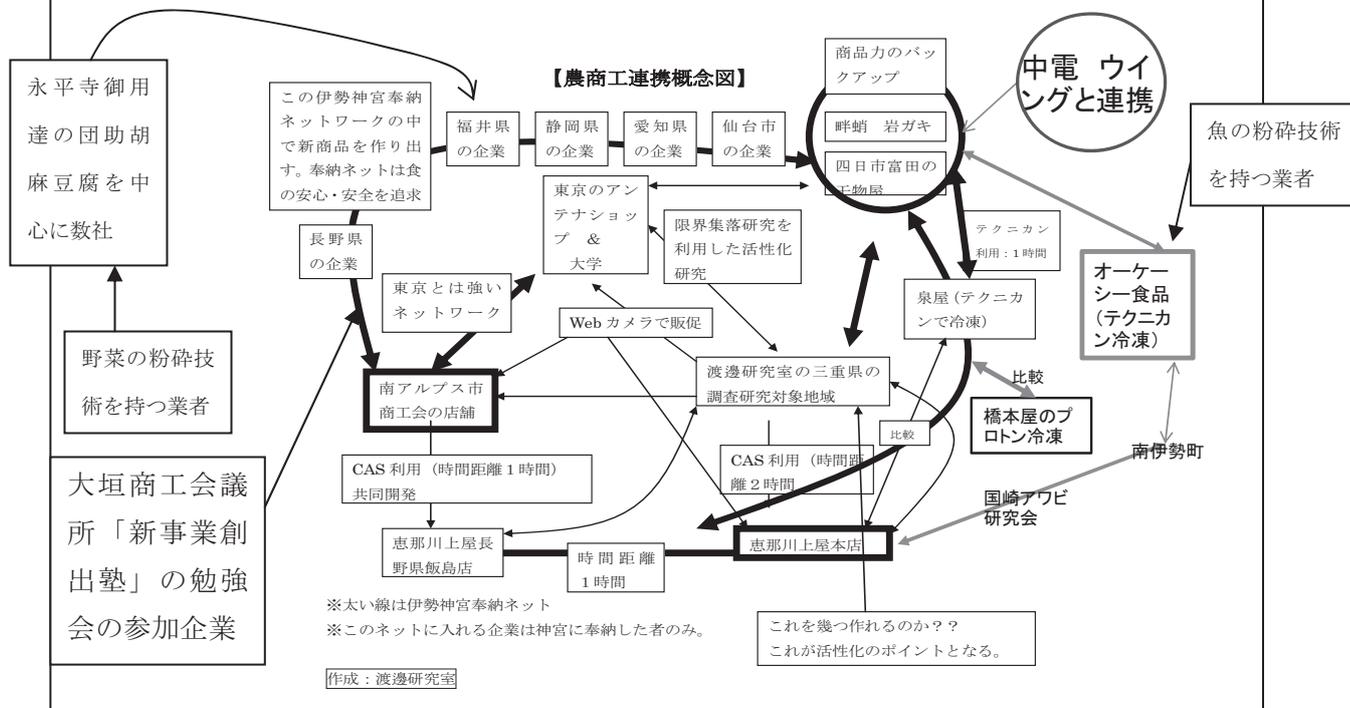
産の可能な介護食市場に向けた事業のデザインである。

5 おわりに

SCM（サプライチェーン・マネジメント）とは、主に製造業や流通業において、原材料や部品の調達から製造、流通、販売という、生産から最終需要（消費）にいたる商品供給の流れを「供給の鎖」（サプライチェーン）ととらえ、それに参加する部門・企業の間で情報を相互に共有・管理することで、ビジネスプロセスの全体最適を目指す戦略的な経営手法、もしくはそのための情報システムであると定義されている。

企業にとっての具体的な目的は、納期短縮・欠品防止による顧客満足の向上、流通在庫を含む在庫・仕掛品の削減によるキャッシュフローの最大化などが挙げられる。我々の場合は、これに加えて廃棄物とも思えるものを回収・利用して食の安心・安全のスキームで付加価値をつけていく創発効果の構築に向けた SCM 研究がある。SCM というコンセプトの根幹には、サプライチェーンの鎖の 1 つ 1 つ（サプライヤ）の個別最適ではなく、“全体最適”を図ることがある。最終需要や販売力が弱いのに、製造単価を下げるといって生産量を増やしても不良在庫を増やすことになり、逆に強力な販売網を構築しても、部品不足や生産計画の不備により商品供給ができなければ販売機会を喪失することになる。この無駄をいかに解消するのが今後の SCM 研究のテーマである。

SCMのための仕組みの構築へ向けて



する法律施行令及び同法の施行期日を定める政令、2008

- ・農林水産省、経済産業省、農商工連携事業88選、2008
- ・農林水産省、平成15年度食料品消費モニター第2回定期調査結果の概要について、2003、
http://www.maff.go.jp/www/press/cont2/20040811press_2.htm
- ・農林水産省消費安全局、食品のトレーサビリティシステムの構築に向けた考え方（食品トレーサビリティに関するアドバイザリー会合検討結果報告）、2004
- ・農林水産省統計部、2005年農林業センサス第1巻青森県統計書、農林統計協会、2007
- ・農林水産省東北農政局企画、東北地域農政懇談会編著、地域に生きる－農商工連携で未来を拓く、農山漁村文化協会、2005
- ・農林水産省東北農政局、平成19年度東北農政局地産地消費優良活動表彰「東北農政局長賞」受賞者の活動概要、2008

<http://www.maff.go.jp/tohoku/press/seisan/nousan/pdf/080303-01.pdf>

- ・博報堂地ブランドプロジェクト編著、地ブランドー日本を救う地域ブランド論、弘文堂、2006
- ・波積真理、一次産品におけるブランド理論の本質ー成立条件の理論的検討と実証的考察、白桃書房、2002
- ・平山弘、ブランド価値の創造ー情報価値と経験価値の観点から、晃洋書房、2007
- ・二村宏志、地域ブランド戦略ハンドブック、ぎょうせい、2008
- ・北海道函館市商工観光部観光振興室観光課、平成18年度観光アンケート調査結果、北海道函館市、2006

<http://www.city.hakodate.hokkaido.jp/syoukan/kankou/h18questionnaire.pdf>

- ・牧瀬稔、板谷和也編著、地域魅力を高める「地域ブランド」戦略、東京法令出版、2008
- ・三重県、食の安全安心に関するアンケート調査、2004

農商工連携の研究

Study on Objectives of Collaboration between Agriculture
(including Forestry and Fishery), Commerce and Industry

渡邊 明¹

Akira Watanabe

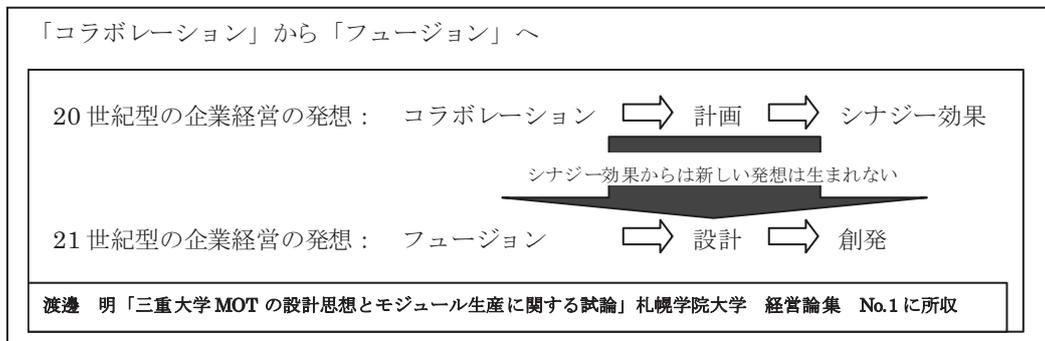
1 はじめに

戦略的パートナーシップをデザインすることが三重県の産業政策でも重要な論点になっている。今までは、第1次産業、第2次産業、第3次産業に対して別々の独立した産業政策を作っていた。これからはどのように融合させるのが課題となる。一時期、第6次産業と言われた時代もあるが、それはあくまで農業の経営形態の新しい形として提唱された形態であった。将来起こるであろう産業構造の大変化を前提するとさらにきめ細かい政策・デザインの研究が要求される。1+1=3 的なシナジー効果の

追求をやめ、比喩的に言うと「1+1=犬」のようなものを設計する創発的な政策が必要である。第三銀行との間で行っている共同研究が三重県産業政策作成のための一助となればと思っている

2 研究上のスキーム

農商工学連携の枠組みで行ってきた活動の基本コンセプトは、以下の図のように見たこともないものを作り出すということが研究会の合い言葉である。そのねらいは「コラボレーションからフュージョンへ」を追求することである。



我々の研究は、第1次産業と第2次産業及び第3次産業のフュージョン（融合）から見たこともないような新商品の開発と産業構造の革新を考えていくことになる。

3 見たこともない商品をデザインする ～光機械製作所の燻製機～

光機械製作所で行った新商品発表会の内

容は、以下のような文書を県庁の記者クラブに流した。

「三重大学と第三銀行は、農商工連携の勉強会・研究会を通じて、地域の企業とのコラボレーションを追求してきました。その過程で、新商品の開発をおこない、地域の活性化をデザインしようとしてきました。そこでのコンセプトは、参加していただい

1 三重大学名誉教授 Emeritus Professor, Mie Univ.

た色々な企業との戦略的連携をとりながら、インターセクター・ディスカッション（異なる業態の方々との議論）を頻繁に行い、見たこともないような創発効果をねらった商品開発をめざしてまいりました。最終的な目標は、燻製、乾燥、ペースト、冷凍技術を駆使して、農商工連携、または地域資源活性化のスキームに合う商品を開発することです。

研究会が始まってから1年たちましたので、以下の要領で、中間報告として新商品の発表会と研究会を行いたいと思います。

日時：2010年5月7日 14:00～

場所：光機械製作所会議室（江戸橋駅 名古屋方向の踏切の近く）

三重県津市一身田中野8-1 TEL. 059-227-5511(代)

地図は、下記のURLにあります。

<http://hikarikikai.co.jp/access.html>

当日、発表する新商品の内容とコンセプトは、以下の通りです。

■魚+燻製技術+冷凍技術（商品価値がない魚を燻製して付加価値をつける）

冷燻、光機械製作所の温燻のできる燻製機を利用して商品を作り、テクニカン社の冷凍技術で長期保存を可能にしたもの。

アジ・さば・カジキマグロの冷燻、マンボウどんぶり、etc.の冷凍食品

■イノシシ肉・鹿肉+燻製技術+冷凍技術

冷燻、光機械製作所の温燻のできる

燻製機を利用して商品を作り、テクニカン社の冷凍技術で長期保存を可能にしたもの。

■魚介類+冷凍技術（値段の下がった魚介類の活用商品）

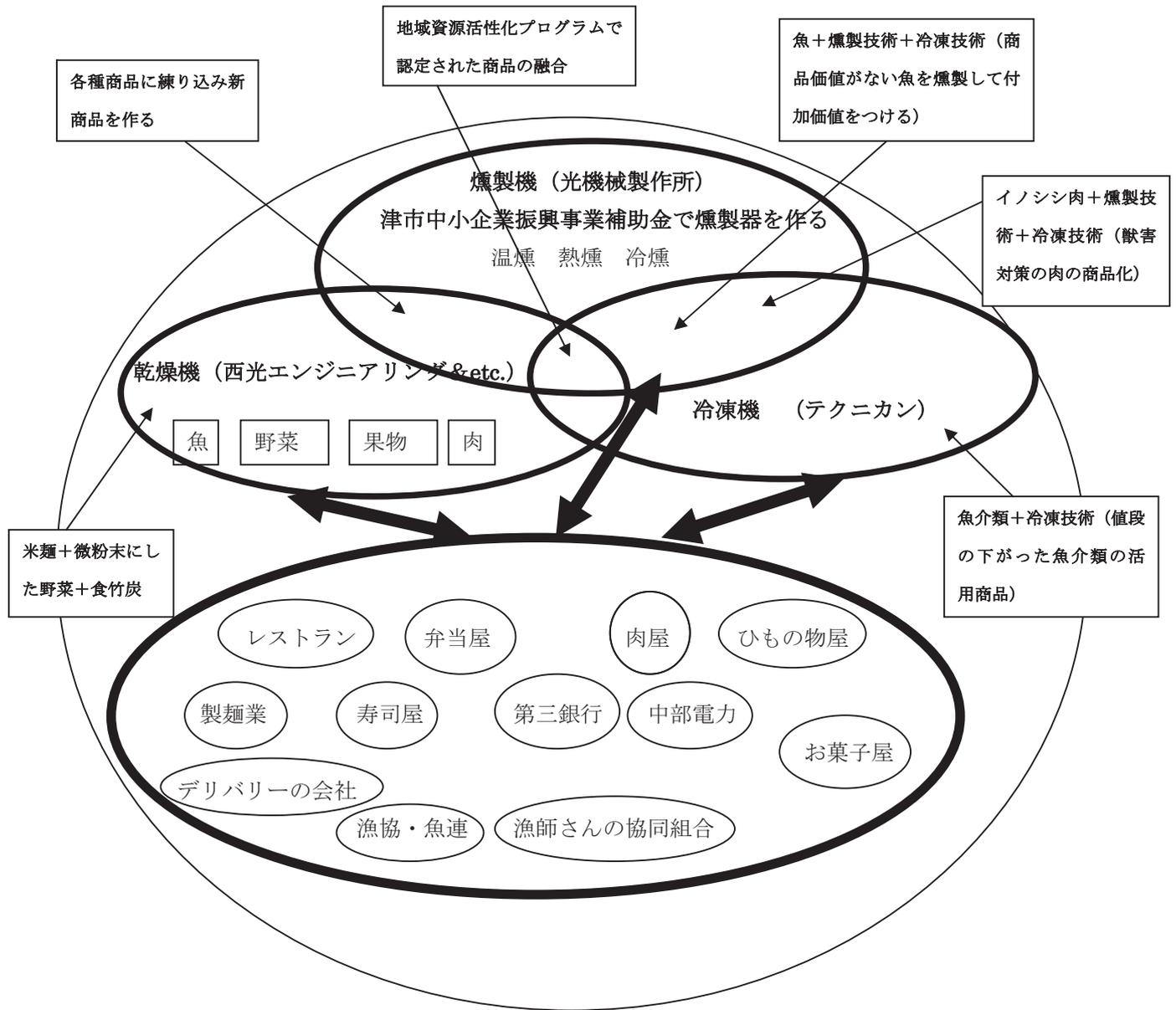
テクニカン冷凍の牡蠣雑炊、テクニカン冷凍の鮎雑炊

■その他 渡邊が考えていることを検討します。」

これらの商品は、本来ならゴミとして廃棄されたり、形が悪く商品化できないので廃棄されたりするものに何らかの加工を行って付加価値をつけてより高度な商品を作るための研究のスタートであると位置づけている。

地場の第二次産業のリソースを徹底的に調べ上げることが必要になる。その過程で研削盤を作っている光機械製作所が「燻製機」の製作を行ったという事実と迫り着いたのである。現在、津商工会議所の『中期ビジョン』作成のお手伝いをしているが、ここでも地場の第二次産業の徹底したリサーチを要求している。ここでの成果と第一次産業の融合を図ることが地域活性化をデザインする大学の責務であると考えている。その場合、第三次産業との融合も前もって考えておかなければならないことは言うまでもない。そのための装置を別の研究で「伊勢神宮ネットワーク」として用意している。売れなければ作った製品は「ゴミ」と同様だからという発想に常に立っているからである。

第三銀行との実験の内容は、以下の図のように示される。



作成：三重大学 渡邊 明

南伊勢町の活性化にむけて

Activation of Minami Ise-cho using regional resource

渡邊 明¹

Akira Watanabe

1 はじめに

南伊勢町とは、総合計画策定以来のお付き合いである。それ以来、地域ブランドの研究を行ってきた。その狙いは、現代の社会が、少子高齢化・人口減少社会を迎えており、国・地方を通じて財政の危機的状況などにより、先行きが見えにくい状況下にあるという認識から、それを何とか打破しようと研究を設定したかったからである。

地域間競争の時代になった現在、地域の経済活動や行政の事業優先度の判断により、地域間格差が生まれてくる。団塊の世代が定年を迎える 2007 年からの 3 か年で、約 700 万人が退職し、次の人生を過ごす場所選びを始めようとしている。自らの個性・価値を明確にし、市民間で価値観を共有・発信できることである。結果として地域内外から「価値あるもの」と評価され「選ばれるまち」になることが課題になってきた。地域の「ブランドづくり」が県をまたいで行なおうとしている農商工学連携のもとでの競争力の強化につながると考えられるのである。

【2009 年度の活動】

2009 年

4 月 7 日 }
4 月 21 日 } 三重大学で会議（中部電力提供番組会議）

5 月 9 日 恵那川上屋で会議（畔蛸の北川さん同席）

5 月 17 日 恵那川上屋工房祭に参加

5 月 19 日 光機械製作所を庁舎に同行（地震情報伝達機械のヒアリング）

5 月 21 日 ブランド委員会出席（場所：浮島）

5 月 28 日 南伊勢町ビデオ撮り（中部電力提供番組用）

6 月 14 日 南伊勢ブランド選定委員会

7 月 7 日 南伊勢ブランド町長へ答申

7 月 10 日 南島庁舎で会議 紀北町職員と渡邊が訪問（紀北町ブランド委員会設置について）

7 月 25 日 三重大農場に山本さん、田所さんが第三銀行の農商工連携研究会に出席

内瀬みかんの田所さん、光機械製作所の西岡さん、中小機構の PM をゲストに招き新商品開発に向けたインター・セクター・ディスカッション的な議論をおこない、農商工学連携の仕組みづくりをキックオフしました。今回は、牡蠣や蜜柑のような一次産品にどのような機械 加工を加えたら 1+1=3 のようなシナジー効果が出るのかを検討しました。

7 月 27 日 工学部事務へ南伊勢町の調査・研究の説明

8 月 27 日 光機械製作所で燻製機の見学

1 三重大学名誉教授 Emeritus Professor, Mie Univ.

- 9月11日 三重大学で南伊勢町と会議
- 10月2日 ブランド委員会と大津の東レへ行く
- 10月23日 南伊勢町で恵那川上屋収穫祭イベントに参加するための会議
- 11月6日 光機械製作所で燻製作り見学
- 11月29日 恵那川上屋の収穫祭のイベントに南伊勢町の業者に参加してもらった

2010年

- 1月25日 西本課長と打ち合わせ
- 2月15日 南伊勢町ブランド認定会議
- 2月22日 南伊勢町のブランド委員会と紀北町のブランド委員会を作ろうと思っている有志の懇談会を設定
- 3月13日 食竹炭と大垣市の「オーケーシ

一食品」を農商工連携の商品を作ることでマッチングさせた。米麺に食竹炭を練りこんだ商品（生パスタ）を作った。7月29日に新聞発表する。

- 3月21日 南伊勢町の商品展示会 テクニカン冷凍が欲しいと出店業者は言っていた。

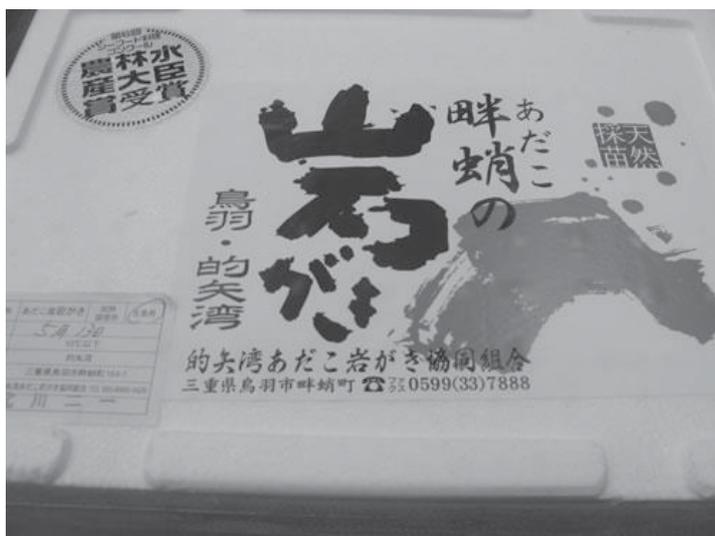
2 恵那川上屋のイベントに参加 恵那川上屋の Blog

「9日に、いつも大変お世話になっている三重大学の渡邊先生とご一緒に三重県からお客様がみえました。（写真は左から、北川さん、中日新聞記者、南伊勢町山本さん、渡邊）



向かって左に見える方が北川さんです。北川さんは民宿の経営のかたわら、「的矢湾あだこ岩がき協同組合」の組合長もされている現役の漁師さんでもあります。そんな北川さんとは、昨年の伊勢神宮奉納がご縁でお付き合いが始まりました。北川さんが

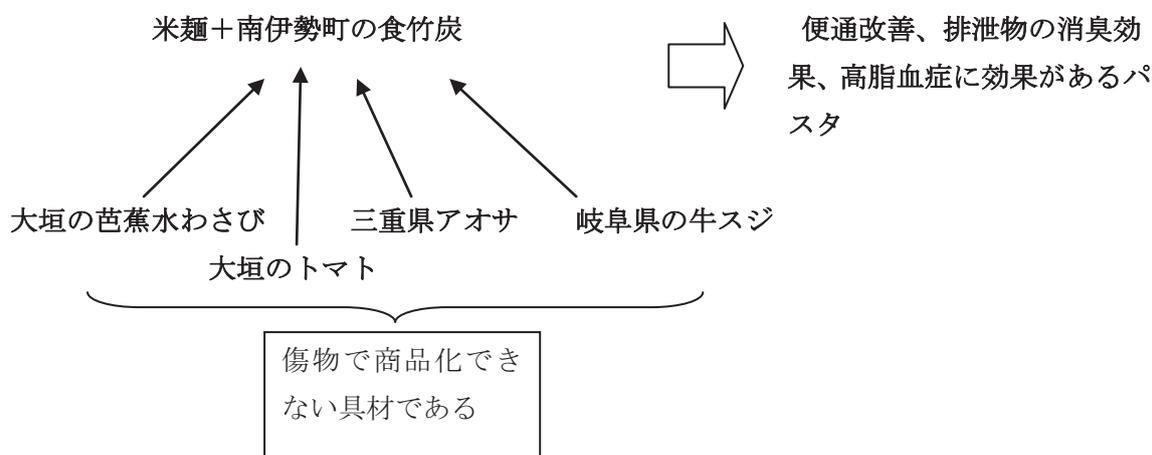
組合長を務めるあだこ岩がきも、平成19年に伊勢神宮に奉納されており、弊社が奉納の際は細かいことまでいねいにいろいろと教えていただきました。今回は、わざわざその「あだこ岩がき」を三重から持ってきてくださいました。



「かき」と言えば、秋から冬場のものというのが一般的ですが、「あだこ岩がき」は4月から7月が旬の「夏かき」です。山の幸で菓子を作るワタシたちが、海の幸を生業とする北川さんと伊勢神宮がご縁で知り合い、「工房感謝祭」でコラボをすることになりました。当日は、南伊勢町の干物業者の方とあだこ岩がき協同組合の方が、新鮮な「ひおうぎ貝」を焼いてくださいます。山と海のコラボをぜひお楽しみくださいね。」

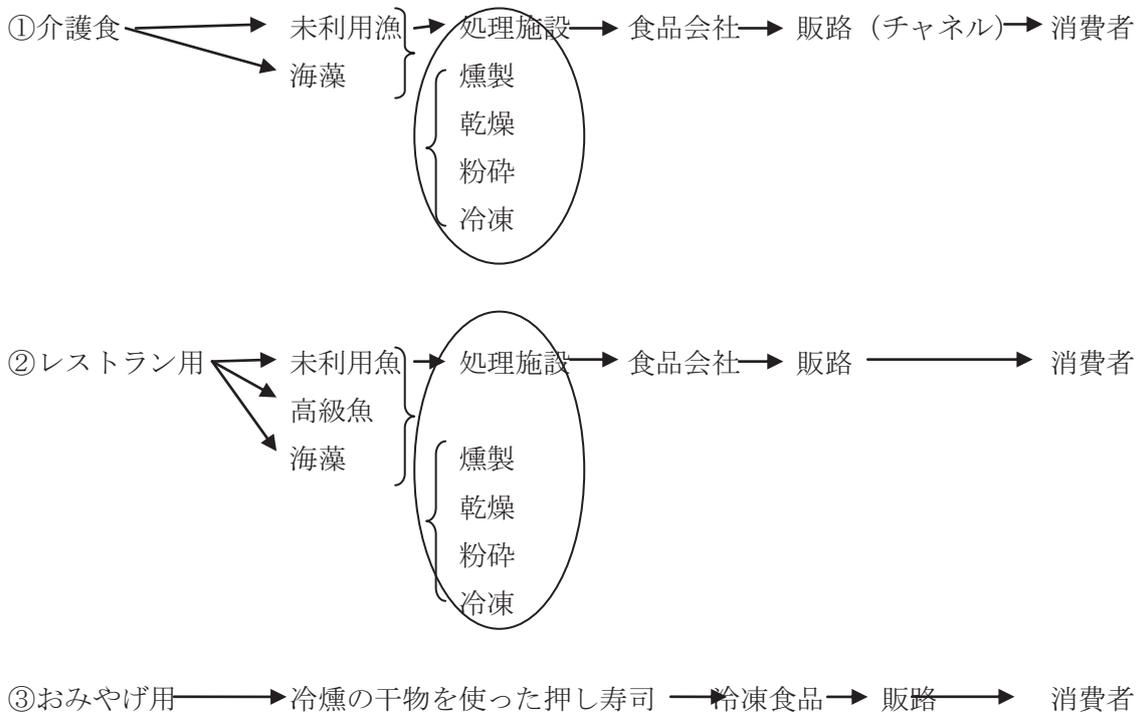
3 食竹炭と米麺のコラボレーション

南伊勢ブランドに認定されている「食竹炭」と、国の地域活性化プログラムで認定されている岐阜県のレイクルイーズ社の米麺と、A食品（株）とのコラボで以下のような商品を作って新聞発表を行った。米麺は生パスタ風に加工してあり、料理済みの海鮮パスタに急速冷凍をかけたものである。竹炭の色でパスタ風の黒い米麺にトマトの赤のソースがかかって配色は非常に素晴らしいものである。



県外企業とも連携しながら以下の3つの流れを農商工学連携で設計して成功事例として提示する事が今後も研究課題になる。

その場合、製品の物語づくりの必要性もあるので、大学を含めた地域の総合力が見えてしまうことになる。



4 おわりに

1 地域ブランドの必要性

地域を主に経済的な側面から捉えたときの、生活者が認識するさまざまな地域イメージの総体である地域ブランドは、地域の持つ素材力や商品力に対する「気づき」を醸成するのに極めて有効に機能するものである。地域ブランド化に早めに気付いた南伊勢町の先行事例を南三重全域に作って

ただこうと努力しているところである。

我々は、①高速道路延伸及び無料化との関係、②他地域の商品と融合させ農商工連携を図るために地域ブランドが是非とも必要だと考えている。今回の食竹炭と米麺のコラボが比較的素早く実行できたのも食竹炭が南伊勢町の地域ブランドの認定をされていたからに他ならない。

【地域ブランドが必要性とされる理由】

○高速道路延伸及び無料化との関係

- 地域を売りに出す ⇨ 連続した商品開発
 - ⇨これがすぐ出できれば、その企業はもうかるから地域ブランドはいらない。
 - 資金力があれば、地域ブランドは、いない
 - ⇨スピードがない場合は、地域ブランドは必要

■サポーターが必要

新商品の物語を創る ⇨ 心理的距離を知覚する工夫

○他地域の商品と融合させ農商工連携を図るため

信用性がない商品は、受け入れてもらえない

2 地域ブランドとは何かという勉強より動くスピードが重要

今年度、南三重の町と地域ブランドの制度設計を行っていたが、その動きは速いものではなかった。以下の3社は、「自立・分

散・協調」的に動き私たちの予想を遥かに超えるものであった。現在動いているこれら3社の事例研究を2010年度の課題にしたいと考えている。

- A 食品の事例
 - B 産業の事例
 - C 管財の事例
 - 大学の事例
- } 地域の産業との戦略的提携の活動を徹底して研究していく必要がある。
- ⇨ 使い方で生きる

その場合、以下の3つの発想が研究過程では必要になる。

- ① 商品設計には、製品ミックスとマーケティング・ミックスの発想が必要になる。
- ② 商品設計には、チャンネル設計が同時に必要になる。
- ③ 売れなければ商品はゴミである。

こんにゃくのおいしさに影響する要因

Factors affected the konjac tastes

平島円¹⁾、山本真理子¹⁾、磯部由香¹⁾、佐々木幸太郎²⁾

Madoka Hirashima¹⁾, Mariko Yamamoto¹⁾, Yuka Isobe¹⁾, Kotaro Sasaki²⁾

Keyword: こんにゃく、味、におい、テクスチャー、ゲル強度

1. はじめに

食品の構成要素の存在状態、集合状態、分散状態、配列状態など口腔内で感覚される力学的その他の物理学的性質を「テクスチャー」という¹⁾。テクスチャーは、嗜好性の評価の30~40%を占める²⁾とされ、食べ物の「おいしさ」を決定するのに重要な役割を持っている。

早川ら³⁾が行った日本語の食感表現に関するアンケート、文献調査、インタビューにより収集・整理したテクスチャー表現は445語に上った。英語のテクスチャー用語は約80語である⁴⁾ことから、日本語にはテクスチャー用語が非常に多いとわかる。このように日本人のテクスチャー表現が多彩であることは、日本人がテクスチャーに対して繊細で、こだわりを持っていることの表れといえる⁵⁾。

日本の伝統食品として、豆腐や寒天、かまぼこ、こんにゃくなどのゲル状食品が多く挙げられる。日本人の感性では、これらのゲル状食品の歯ごたえや噛みごたえなどのテクスチャーを楽しむことが、「おいしさ」の重要な要素の一つであるとされる⁶⁾。

日本の伝統食品の中でもこんにゃくは独特のテクスチャーを持つ。そのため、こんにゃくは煮物、鍋物、和え物、酢の物、炒め物や焼き物といった様々な料理に使われている。しかし、家庭で用いられる場合は和食を中心とした伝統的な料理に限定されていることが多い。

そこで本研究では、これまでとは異なる料理に利用できるこんにゃく製品の開発を目的とし、こ

んにゃくのテクスチャーがおいしさに与える影響について検討した。今回は肉の代替品としてのこんにゃく製品に着目し、こんにゃくをスライスしたものを試料とした。これより、こんにゃくスライスの厚さがテクスチャーとおいしさに及ぼす影響について検討した。

2. 方法

(1) 試料

試料のこんにゃくは(有)上野屋で製造したものをを用いた。試料こんにゃくは縦30mm×横25mm、厚さを1mm、3mmおよび5mmに成型して用いた。

(2) 引っ張り試験

レオメーターCR-200D (株)サン科学)を使用し、室温25°Cにて、伸張速度0.5mm/sで試料こんにゃくを引っ張り、破断する時間とその時の荷重を得た。これより伸長破断応力(σ_e)と伸長破断歪(ϵ)を求めた。各試料は引っ張り時の滑りを防ぐために紙やすりをはさんだ留め具を用いて固定した。

(3) においの測定

ハンディにおいモニターOMX-SR (神栄(株))を用いてにおいの強さを測定した。長さ16cm×14cm、厚さ0.045mmのポリエチレン製の袋に試料を10枚ずつ入れ、60°Cの恒温水槽中で60分間静置したのち、測定を行った。

(4) 官能検査

官能検査パネルには三重大学教育学部の学生および教員を選んだ。それぞれの官能検査のパネルの詳細を表1に示す。性別では女性が多く、年代は10代と20代が多かった。したがって、分析は

1) 三重大学教育学部 Faculty of Education, Mie University

2) (有)上野屋 Uenoya Inc.

性別や年代により分けて行わず、全員の結果をあわせた。試料こんにやくには、生のもつゆで処理および焼き処理したものを用いた。沸騰した湯の中で1分間ゆでたものをゆでこんにやくとした。180°Cに温めたホットプレートで片面を30秒間ずつ焼いたものを焼きこんにやくとした。

表1 生、ゆで、焼きこんにやくの官能検査パネルの男女別および年代別人数

試料こんにやく	パネル数	男	女	10代	20代	30代
生	22	0	22	7	14	1
ゆで	18	0	18	9	8	1
焼き	22	1	21	16	6	0

(単位：人)

厚さの異なる3種類のこんにやくの嗜好性を調べるためにセマンティックディファレンシャル(SD)法を用いた。外観(見た目のよさ)、風味(香り・味の強さ)、食感(噛み切りやすさおよび歯ごたえのよさ)、味(味および後味の強さ)に関して-2から+2点の5段階で、総合評価(嗜好性)については1から10点の10段階で評価した。官能検査用紙の例を図1に示す。

こんにやくの官能検査

次の設問の該当するところに○をつけてください。
 その際、3種類の試料を比較し、評価してください。
 ※A-H-Wの順に検査してください。

性別 1:男 2:女
 年齢 10 20 30 40 50 60代
 こんにやくの好み 1:大好き 2:好き 3:どちらでもない 4:嫌い 5:大嫌い
 こんにやくを食する頻度 1:週に3回以上 2:週に1~2回 3:2週に1回程度
 4:月に1回程度 5:2~3ヶ月に1回程度 6:ほとんど食べない
 こんにやくの食べ方 1:さしみ(生) 2:煮物 3:焼 4:炒め物 5:和え物
 (複数回答可)

質問項目	評価基準	A	H	W	質問項目	評価基準	A	H	W	
Q1(外観) 見た目のよさ	よい ややよい ふつう ややわるい わるい	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	Q6(食感) 噛み切りやすさ	つよすぎる ややつよい ふつう ややよわい よわすぎる	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2
Q2(風味) 香り・風味のつよさ	つよすぎる ややつよい ふつう ややよわい よわすぎる	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	Q7(総合評価)	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
Q3(食感) 歯ごたえ	よい ややよい ふつう ややわるい わるい	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	Q8(味) 味のつよさ	つよすぎる ややつよい ふつう ややよわい よわすぎる	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2	2 1 0 -1 -2

図1 こんにやくの官能検査用紙例

3種類のこんにやくにおける評価の差の有意差検定は χ^2 検定にて行った。また、こんにやくのおいしさの総合評価に影響を与える要因については回帰分析から相関係数(r)および影響度 t 値の絶対値($|t|$)を用いて分析した。

3. 実験結果および考察

(1) 厚さの異なるこんにやくのゲル強度

厚さ1mm、3mmおよび5mmの試料こんにやく(それぞれ1mm、3mmおよび5mm)の伸長破断応力(σ_e)と伸長破断歪(ϵ_e)の値を図2に示す。 σ_e の値は、3mmがもっとも大きく、5mmがもっとも小さかった。 ϵ_e の値は、1mmと3mmではほとんど変わらず、5mmがもっとも大きかった。したがって、3種類の厚さの試料こんにやくの中では、3mm厚さのこんにやくがもっともかたくてもろく、5mm厚さのこんにやくがもっともやわらかくしなやかであるとわかった。

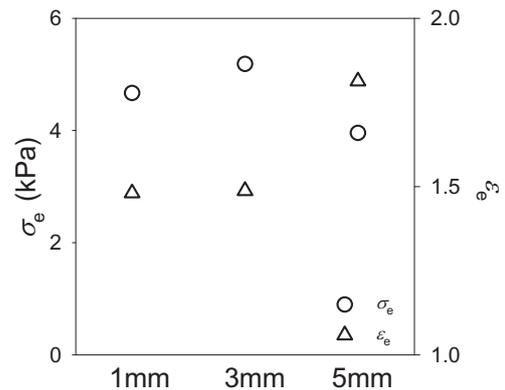


図2 厚さの異なるこんにやくの伸長破断応力(σ_e)と伸長破断歪(ϵ_e)

測定温度: 25°C, こんにやくの厚さ: 1mm, 3mm, 5mm

厚さが大きくなるほどこんにやくはかたくなると予測されたが、かたさは厚さに依存しなかった。試料こんにやくは成型後に殺菌のため加熱されたため、加熱により脱水あるいは収縮が起こり、厚さの小さいこんにやくほどその影響を大きく受けたと推測される。そのため、厚さと脱水・収縮の相対する効果により本研究で用いた試料の中で中間の厚さである3mm厚さのこんにやくがもっともかたくなつたと考えられる。

(2) 厚さの異なるこんにやくのにおい

試料こんにやくのにおいにおいては厚さが大きくなるに伴い強くなった(図3)。これは、測定に用いた試料の枚数は同じでも厚さが大きくなるほど試料の質量が大きくなったためと考えられる。

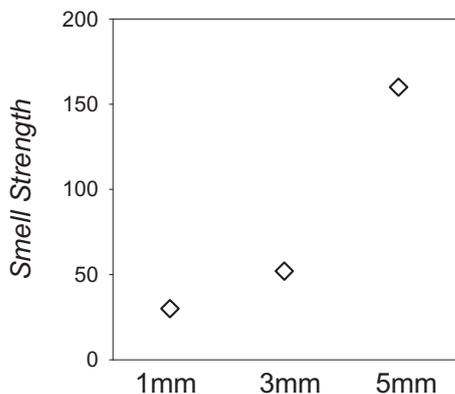


図3 厚さの異なるこんにやくのにおい強度
測定温度: 60°C, こんにやくの厚さ: 1mm, 3mm, 5mm

(3) 厚さの異なるこんにやくの官能評価

試料こんにやくの生、ゆでおよび焼きこんにやくのSD法による官能検査の総合評価の平均点を図4に示す。生のこんにやくでは5mm、ゆでたこんにやくでは3mmと5mm、焼いたこんにやくでは5mmの総合評価の平均点が高かった。しかし、3種の厚さのこんにやくの平均点に有意差はなく、いずれの厚さのこんにやくが好まれるのか特定できなかった。

また、厚さ別にこんにやくの総合評価の平均点を比べると、1mmではゆでたこんにやくの平均点が高かった。3mmと5mmでは生のこんにやくが高かった。1mm厚さの薄めにスライスされたこんにやくではゆでたほうが好まれ、3mm厚さと5mm厚さの厚めにスライスされたこんにやくは、生のほうが好まれるとわかった。

次に、こんにやくのおいしさに貢献する要因について具体的に検討するために生、ゆでおよび焼きこんにやくの各官能検査項目の平均点について検証した。

官能検査による生の試料こんにやくの評価の平均点を図5に示す。「外観のよさ」では、3mm

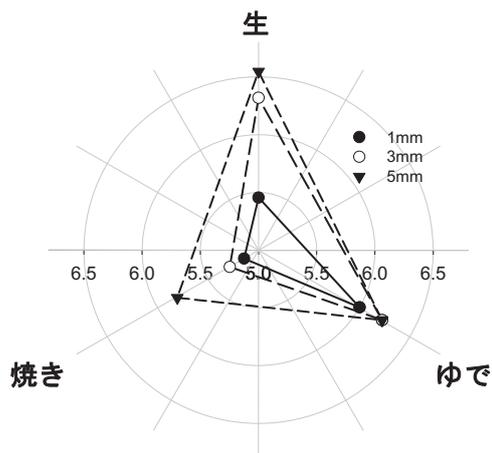


図4 厚さの異なる生こんにやく、ゆでこんにやくおよび焼きこんにやくの官能検査の総合評価の平均点
こんにやくの厚さ: 1mm, 3mm, 5mm

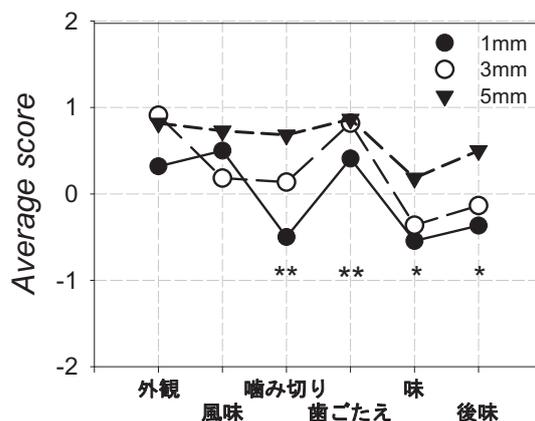


図5 厚さの異なる生のこんにやくの官能検査の項目別平均点
こんにやくの厚さ: 1mm, 3mm, 5mm,
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

と5mmの平均点が高かった。1mm程度の厚さの小さいこんにやくは見慣れていないと考えられる。「香り・風味の強さ」では、5mmはもっとも風味が強く(2点は「強すぎる」という評価基準、図1)、3mmがちょうどよい(0点が「ふつう」という評価基準、図1)という評価であった。「噛み切りやすさ」では、5mmの平均点が有意に高かった($p < 0.01$)。引っ張り試験において5mmの σ_e がもっとも小さいこと(図2)より5mmがやわらかく噛み切りやすいと示唆される。「歯ごたえのよさ」では、3mmと5mmの平均点が高く、

1mmよりも有意に好まれることがわかった ($p < 0.01$)。引っ張り試験 (図2) では、3mmがもっともかたくてもろく、5mmがもっともやわらかくしなやかだという結果であり、これらの機器測定による物性評価は異なった。しかし、いずれも歯ごたえに影響し、その好みはパネルによると考えられる。味の強さについては、1mmは「味」および「後味」が「弱く」、5mmの「味」および「後味」は「強い」と評価された (いずれも $p < 0.05$)。5mmは他の2種よりも試料こんにやく1枚の質量が大きいため味が強いと考えられる。

各官能検査項目と総合評価との相関係数 (r) の値および各官能検査項目の影響度 (t 値の絶対値、 $|t|$) では噛み切りやすさをもっとも大きく、「噛み切りやすさ」が総合評価に与える影響は高いことがわかった。したがって、総合的には5mm厚さ、3mm厚さ、1mm厚さのこんにやくの順で好まれた (図4) と考えられる。

以上の結果から、生のこんにやくのおいしさには「噛み切りやすさ」、「歯ごたえのよさ」および「味の強さ」が影響するとわかった。したがって、厚めにスライスされた3mm厚さと5mm厚さのこんにやくの歯ごたえがよく、味が強いいため、総合評価 (おいしさ、図1) に影響することがわかった。また、5mm厚さのこんにやくは噛み切りやすいため、生のこんにやくにはもっとも好まれる結果になったと考えられる。

ゆでたこんにやくの「外観」では、3mmの平均点が高く、もっとも「よい」と評価された (図6)。また、「香り・風味の強さ」の平均点は5mmがもっとも高く、「強すぎる」という評価になり、1mmが「ちょうどよい」という評価となった (図1)。においの測定において、60°Cで加熱すると5mmのにおいがもっとも強かった (図3)。したがって、官能検査と機器測定の結果は一致するとわかった。「噛み切りやすさ」では5mmの平均点をもっとも高く、ゆでたこんにやくでも5mmのものが噛み切りやすいとわかった。「歯ごたえのよさ」では3mmの

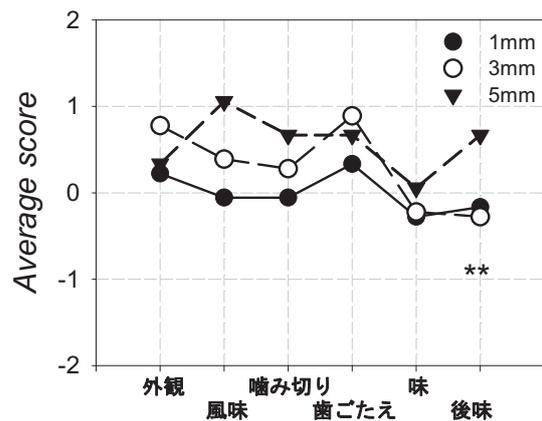


図6 厚さの異なるゆでたこんにやくの官能検査の項目別平均点
こんにやくの厚さ: 1mm, 3mm, 5mm,
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

平均点をもっとも高かった。「味の強さ」では生のこんにやくと同様に5mmの平均点が高く、味を強く感じるということがわかった。「後味の強さ」でも5mmの平均点は有意に高かった ($p < 0.01$)。総合的には3mm厚さと5mm厚さのこんにやくが同点で、1mm厚さのこんにやくよりも好まれた (図4)。

それぞれの r および $|t|$ の値からは「外観のよさ」が総合評価に大きく影響するとわかった。

したがって、「外観のよさ」と「味の強さ」の2つの要因により、厚めにスライスされた3mm厚さと5mm厚さのこんにやくが、ゆでたこんにやくでは好まれる結果になったと考えられる。

図7に焼いたこんにやくの各官能検査項目の平均点を示す。「外観のよさ」では、ゆでたこんにやくと同様に3mmの平均点が高かった。また、3mmと5mmの「香り・風味」は「強すぎ」、1mmが「ちょうどよい」とわかった。5mmは有意に「噛み切りやすく」 ($p < 0.05$)、もっとも好まれた。また、3mmと5mmは「歯ごたえがよい」と評価された。5mmは「味」および「後味」が「強すぎる」という評価となった。総合的には「噛み切りやすさ」と「歯ごたえ」のよさから5mm厚さ、3mm厚さ、1mm厚さの順で好まれた (図4) と考えられる。

r の値は「香り・風味の強さ」と「歯ごたえの

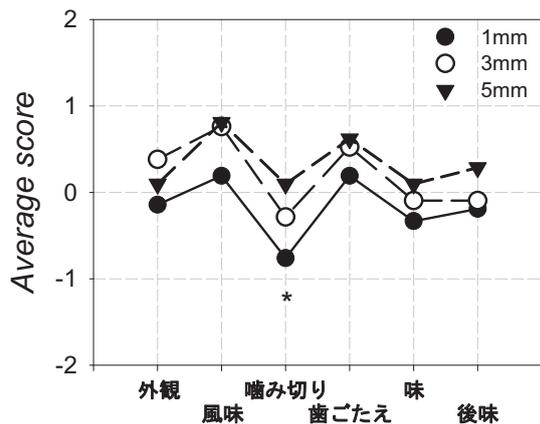


図7 厚さの異なる焼いたこんにゃくの官能検査の項目別平均点
こんにゃくの厚さ：1mm, 3mm, 5mm,
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

よさ」が大きく、 $|t|$ 値は「歯ごたえのよさ」がもっとも大きかった。

以上の結果から、焼いたこんにゃくのおいしさには、「香り・風味の強さ」や「食感のよさ」が影響するとわかった。したがって、5mm厚さのこんにゃくでは、においが強く、もっとも噛み切りやすく、歯ごたえもよいため、焼いたこんにゃくにはもっとも好まれる結果になったと考えられる。

4. まとめ

こんにゃくスライスの厚さを1mm、3mmおよび5mmに変化させ、こんにゃくのおいしさに影響を与える要因について検討した。

こんにゃくの引っ張り試験から3mm厚さのこんにゃくがもっともかたくてもろく、5mm厚さのこんにゃくがもっともやわらかくしなやかであるとわかった。

また、こんにゃくにおいては厚さが大きくなるほど強くなることわかった。

官能検査では、生のものとゆで処理および焼き処理をしたこんにゃくで5mm厚さのこんにゃくが好まれる傾向にあるとわかった。生のこんにゃくのおいしさには「噛み切りやすさ」、「歯ごたえのよさ」、「味の強さ」が大きく影響するとわかった。また、ゆでたこんにゃくのおいしさは「外観のよさ」と「味の強さ」が、焼いたこんにゃくのおいしさは「香り・風味の強さ」および「食感の

よさ」に左右されるとわかった。

以上の結果を参考材料とし、肉の代替品として炒め調理専用のスライスした「黒にんにやく」(榎上野屋)が販売されることとなった(図8)。



図8 商品化された黒にんにやくの写真

参考文献

- 1) Mohsenin, N. N.: 食品素材のレオロジーおよびテクスチャー. 「食品の物性」, 光琳(東京), 298-369 (1982)
- 2) Szczesniak A. S. and Kleyn, D. H.: Consumer awareness of texture and other food attributes, *Food Technol.*, **17** 74-77 (1963)
- 3) 早川文代, 他: 日本語テクスチャー用語の収集. 日本食品科学会誌, **52** 337-346 (2005)
- 4) Bourne, M.: "Food Texture and Viscosity 2nd Edition", Academic Press (USA) (2002)
- 5) 早川文代: 現代日本の食感表現. 日本家政学会誌, **601** 69-72 (2009)
- 6) 吉村美紀, 西成勝好: こんにゃくのレオロジー. 食の科学, **260** 27-31 (1999)

地域 ICT を利活用したモデル事業構築を目指して

Aiming at Construction of a Business Model using Local Information and Communication Technology

山守 一徳¹⁾

Kazunori Yamamori¹⁾

1. まえがき

本研究は、総務省から津市に平成19年度から21年度の3年間計画により委託を受けた地域ICT利活用モデル構築事業の中の一部の活動であり、平成19年度にはシステムを構築し、平成20年度には構築したシステムを使って諸活動を行い、平成21年度には、ビジネスモデルの構築を目指したものである。特に、子育て、子育てを支援する活動に注力してきており、平成21年度の津市と三重大学との共同研究のタイトルは、「地域流通情報(子育て、子育て)調査、情報交流活性化研究」である。本報告では、平成21年度に行った活動について主に報告する。

2. 構築してきたシステム

平成19年度から構築してきた ICT システムは、テレビ会議システム、テレビ電話システム、SNS サイト、ブログサイトなどである。これらを使って、地域住民が情報を共有し合って、子育て、子育てに役立てることを目指した。テレビ会議システムやテレビ電話システムは、小児科医院や幼稚園・保育園間で通話し合って、各種相談が行えるようにし、SNS サイトでは、図書館の子ども向け本の紹介を行い、ブログサイトでは、ブロガーによって子ども向けや親御さん向けの記事の提供を行った。2009年3月8日には、「元気っ津まつり」を津市まん中交流館・まん中広場周辺で開催し、「子育てと子育て」をテーマとしたシンポジウムや各種ステージで多くの親子が参加する活動を行った。この時、SNS サイトでは、GPS 携帯による地点案内が投稿できる機能を実装した^[1]ため、SNS サ

イトの中には、津市内の地点案内情報が多数蓄積された。その中で、3年計画で目指していた「ICT 利活用モデル構築事業」へ移行すべく、平成21年度には、将来的に採算性が合う事業にしていこうと、参加費を集められる子ども料理教室等の活動に着手した。

3. 平成21年度の活動概要

ビジネスモデルとしていくためには、集金のできるシステムにしていく必要がある。そこで、活動の参加費を集めることが比較的容易な料理教室に着目した。行った活動を表1に示す。

1件目の活動の試食講習会は、子ども向けのお弁当作りのポイントを、親御さんを対象に講演していただいた。場所を料亭で講演していただくことで、料亭の作るお弁当も提示し、試食することができ、お弁当代を含めて受講料を徴収することができた。単なる講習会では、参加費が有料の場合には参加者募集が大変難しくなるが、お弁当付きということで、有料に対して納得していただけたと思う。

4件目の試食講習会においては、ねぎ味噌作りを加え、昼の食事をしていただくことで、有料の講習会とした。東京から著名な講演者を呼ぶと費用が嵩むが、この時の食事は、料亭弁当ではなく、料理教室で作った津餃子定食として、参加費を講演費用の一部に回すことができた。対象は一般としたが、予定人数まで集まらなかったのが残念である。津餃子定食を作る作業に津市職員の方に協力していただいたため、参加者はねぎ味噌作りだけを行い、参加者の拘束時間は、2時

1) 三重大学教育学部情報教育課程 Course for Information Science Education, Faculty of Education, Mie Univ.

間の短時間内で収まっている。

表1. 実施活動一覧

日時	教室名	場所	受講料	参加者数
9月29日(火) 11:00-13:00	「食を体験することの大切さ」 レシピ付試食講習会 講師：磯部由香（三重大教育学部・准教授）	津市大門料亭 「茂波」	1,200 円	20
10月17日(土) 10:00-13:00	子ども料理体験教室「じぶんで つくとおいしいよ！ おこ め編」 講師：食生活改善協議会	津市中央保健セン ター 栄養指導室	1,500 円	17
10月18日(日) 10:00-13:00	子ども料理体験教室「じぶんで つくとおいしいよ！ おや さい編」 講師：食生活改善協議会	津市中央保健セン ター 栄養指導室	1,500 円	21
10月24日(月) 11:00-13:00	「元気をつくる食事の仕方」試 食講習会 講師：永山久夫（食文化研究家）	橋北公民館 研修 室A（アストプラ ザ4階）	1,500 円	15
11月8日(日) 10:00-13:00	子ども料理体験教室「じぶんで つくとおいしいよ！ おさ かな編」 講師：志摩のおかみさん会	津市中央保健セン ター 栄養指導室	2,000 円	20

2件目、3件目、5件目の子ども料理教室では、子ども用の専用包丁を用意し、親子一緒になって料理をしていただいた。スタッフとして、高田短大の学生の支援も受けた。対象とする子どもは、4歳から10歳程度までの年齢制限を行った。最も教育的効果が高い年齢であるからである。実際に包丁を使って料理をするため、やはり指を切ることがあった。絆創膏を貼って止血する傷ではあるが、怪我をしないようにするには、親御さんをはじめスタッフの注意が大変必要であると改めて思った。それでも、複数回、参加していただいた親子もあり、参加者にはとても好評な活動であった。受講料は、食材代金と講師謝礼にほぼ匹敵し、採算性が最も良い活動であった。

表1の中に掲載できなかった活動として、農業体験の活動がある。11月14日(土)津市役所を

バスで出発し、美杉町大洞菜園へ行き、大根掘り体験と焼き芋焼きを行う活動であったが、当日天気が悪く中止となった。参加者まで募って楽しみにしていた活動であったが、天候には勝てず残念であった。

4. 今後に向けて

平成22年度は、「ICT利活用モデル構築事業」の実現に向けて、さらに活動を進めていく必要がある。それには、ICTシステムの維持費を抑えなくてはならず、テレビ会議システム、テレビ電話システム、SNS サイト、ブログサイトから成るシステムを見直し、SNS サイト+ホームページの構成へ変更することにした。これまで、テレビ会議システム、テレビ電話システムは、特にレンタル費が高く、費用対効果の面から継続しないこととした。SNS

サイト、ブログサイトに関しては、サーバのレンタル費および運用保守費が、業者へ毎年支払われてきており、本格的サーバであったため買い取る場合の価格も高額となる。そこで、パソコンベースのハードウェアを新規に用意することで、高額な買い取り価格よりも安価な方法でサーバを構築することにした。サーバの運営には、三重大学地域情報化リサーチセンターに協力していただくことにしている。このようにして、ICT システム関係の出費を激減させ、平成22年度には、子ども料理教室の継続、農業体験活動の実施などを考えている。

ICT システムの利活用に関しては、SNS の参加者を増やそうと、SNS 内で提供する情報を更新し続けている。津市のイベント情報案内のページ <http://genkids.edu.mie-u.ac.jp/public/speccommu.php?commuid=30>

では、リニューアルされた「元気っ津+Plus」の SNS である <http://genkids.edu.mie-u.ac.jp/home/> の中の「イベント情報広場」コミュニティの記事を SNS 会員以外でも見えるようにしたものであるが、最も多くの人に読まれている情報の一つである。他にも、「子育て協賛店舗紹介」「子育て活動団体紹介」「健康相談・検診」「本屋紹介」「図書館紹介」などのコミュニティがあり、子育てに有益と思われる情報を提供し始めている。

5. まとめ

ICT を利活用したビジネスモデルの構築に向けて、平成22年度は、子ども料理教室などの活動を行った。子ども料理教室は、採算性が最も良く、出費少なく継続することが可能な活動である。その参加者集めに、ICT を利活用することができるようになれば、目標としてきた事業に近くなると思われる。

現在のところ、ICT の利活用は、SNS 内での情報共有活動や、ホームページでの情報発信活動しか具体策がないが、他の SNS との連携や、他の団体活動との連携を通して、情報伝達に ICT が貢献できれば、様々な活動を周知させるのに必要なコストが減っていくと同時に、人集めが用意

になり、活動も活発化できると思われる。

SNS などのネット活動の活発化が、人集めコストの低減になり、子ども料理教室以外の活動にも役に立つことができると考えている。

参考文献

- (1) 山守一徳：子育て支援のための GPS 携帯を用いた地域情報収集・表示機能を持つ SNS システムの実装、三重大学社会連携研究センター研究報告 第17号 P.33-34 (2009年12月)

先天性甲状腺機能低下症に関する検査及び調査研究 An Examination and Research about Congenital hypothyroidism

平山雅浩 東 英一 駒田美弘
Masahiro Hirayama Eiichi Azuma Yoshihiro Komada

Key Word:

新生児マススクリーニング、クレチン症、TSH

1. はじめに

先天性甲状腺機能低下症は通称クレチン症といい、甲状腺ホルモンの先天性欠乏によって起こる疾患である。甲状腺ホルモンは体内の代謝調節を行う重要なホルモンで、生後数年以内の成長発育に重大な役割を演じ、とりわけ神経系の発達には生後早期に必須であり、これを欠くと修復不能の知能障害をきたす。本症の早期発見、早期治療することによって知能障害を予防できることから、新生児マススクリーニングの最適な対象疾患の1つである¹⁾。

欧米では当初推定では7,000人に1人と予想されたが、実際のマススクリーニングの結果では約4,000人に1人であった。日本では1979年よりマススクリーニングが開始され、1987年厚生省母子衛生課の発表によると、検査新生児数10,218,468人のうち、1,384人の患者が発見された。つまり、7,400人に1人ということになる²⁾。欧米に比して、日本の頻度が少ない原因としては、人種差があること、ヨード摂取量の違い、あるいは検査精度の違いなどがあげられるが不明である。

先天性甲状腺機能低下症は放置すると心身の発達に多大の影響を及ぼすため、新生児に対して血液によるマス・スクリーニング検査を行うとともに、疾患に関する研究を行う。

2. 測定原理および方法

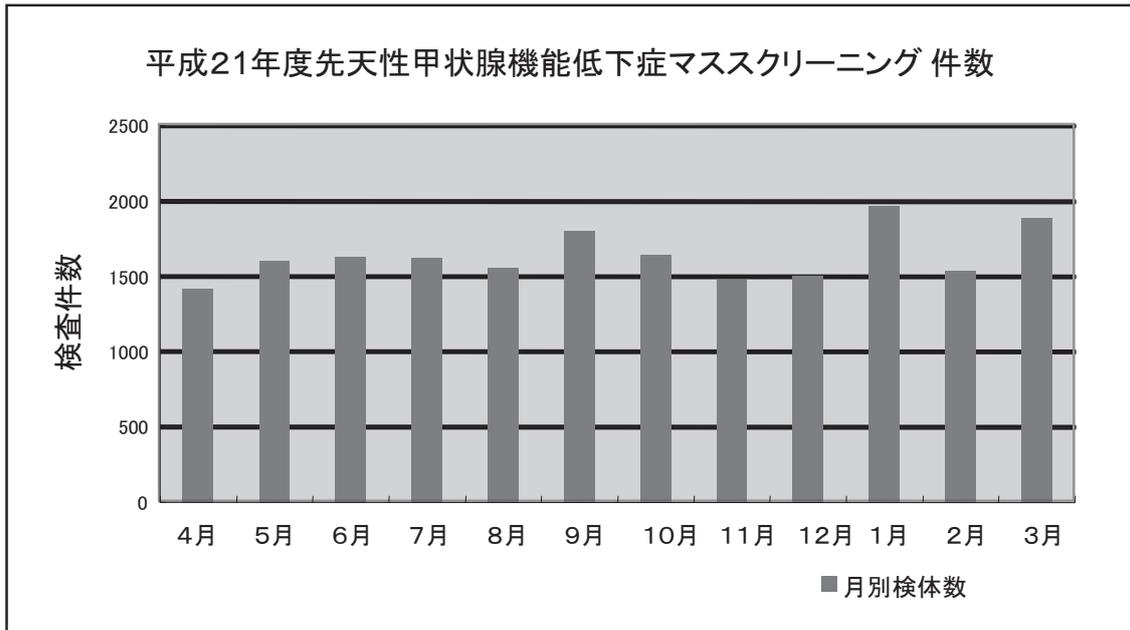
クレチン症の新生児では、原則として血中T4およびT3(甲状腺ホルモンでそれぞれサイロキシンとサイロニンといい、甲状腺にて産生される)の低下がみられ、原発性のもはそのフィ

ードバックにより、TSH(甲状腺刺激ホルモンで、脳下垂体から産生される)の上昇がみられる。日本では検査感度のいいELISA法で、新生児の血液を湿らせた濾紙からTSHを測定している³⁾。

三重県下で出生した新生児において、哺乳開始後3-4日過ぎた時点で新生児の足底から採血した血液を濾紙にしみ込ませる。それを乾燥して産院および病院から三重県保健環境研究所に送付される。採血乾燥した濾紙の一部が三重大学大学院医学系研究科小児発達医学分野のマススクリーニング測定部門に送られる。それをELISA法を用いて測定する。測定にあたっては不適切な時期での採血(たとえば、哺乳が十分でない時期や感染症などで抗生剤投与中の児の採血)あるいは未熟児のため再評価が必要な場合では再提出依頼をする。また、初回スクリーニングで基準値(9 μ U/mLあるいは5パーセントイル)以上の場合を再検査とする。同一検体で再検査して12 μ U/mL以上確認された場合あるいは初回検査で30 μ U/mL以上の異常高値の場合を精密検査が必要と判定する。今回、平成21年4月から平成22年3月までの1年間に三重県で出生した新生児を対象とした。

3. 結果

平成21年度分の総検体数は16,530検体で、うち検体の再検査が必要であったのは1.9%の314検体であった。更にそのうち、明らかな高値のため、病院に受診して精密検査を必要としたのは22例であった。月別の検体数を図に示した。



また、再検査となった314検体のうち、検体の不備（十分な哺乳が進んでいない時期の採血や血液が濾紙にしみ込んでいるスポットが小さすぎて検査不能なものなど）が26件にみられた。

4. 考察

三重県におけるクレチン症と診断される頻度は高値を示した22例の追跡調査の結果を待たねばならないが、このうち1/5～1/10ぐらいがクレチン症と考えると発症頻度としては4,000～8,000名に1人との計算になり、過去の全国集計と矛盾しない結果と言える。三重大学医学部附属病院小児科では内分泌専門外来を開設しており、年間2・3例の新規のクレチン症を治療している。マススクリーニングで高値を示した紹介患者のうち、従来外来の頻度より7,8分の1程度がクレチン症と診断されていることから、上記の予測値を得た。

三重大学においてこのクレチン症のマススクリーニングの研究を行っている意義としてはスクリーニング検査を行った結果抽出された異常例は更なる精密検査を要するが、三重大学医学部附属病院小児科内分泌専門外来にて行うことが出来る。更にこのうち治療を要する例は引き続き三重大学小児科にて治療が可能であり、途切れの無い患者への対応により早期

発見、早期治療に繋げることが出来ており、引き続き実践可能となっている。

マススクリーニング検査の精度管理としては第三者機関として公衆衛生協会より毎月10検体の陽性検体が送られており、その検査を行うことで、検査の精度を保っている。

また、採血の不備がこの1年間で26検体みられたが、各施設にフィードバックし、適切な採血を指導する必要も考えられた。クレチン症は早期発見することで知能障害を回避できる疾患であることから、採血不備等を少なくし、検査精度を高めることで、一層の社会貢献が出来るものと考えられる。

参考文献

- 1) Irie M, Enomoto K, Naruse H: Measurement of thyroid stimulating hormone in dried blood spot. *The Lancet* 2: 1233-1237, 1975
- 2) 入江実, 他: 先天性甲状腺機能低下症の早期発見に関する研究班報告. *日内分泌誌*, 56: 1000, 1980
- 3) Suzuki N, Yokota M, Shirane H: Enzyme immunoassay of TSH for neonatal screening. *Advance in Neonatal Screening*, Elsevier Science, 1987

先天性副腎過形成症に関する検査及び調査研究 An Examination and Research about Congenital adrenal hyperplasia

平山雅浩 東 英一 駒田美弘
Masahiro Hirayama Eiichi Azuma Yoshihiro Komada

Key Word:

新生児マススクリーニング、先天性副腎過形成症、17-OHP

1. はじめに

先天性副腎過形成症は副腎皮質におけるステロイドホルモンの産生過程に必要な酵素が先天的に欠損しているためにおこる疾患で、先天性ホルモン代謝異常症である。いくつかの亜型に分けられるが21-水酸化酵素欠損症が最も多く、全体の85%以上を占めている¹⁾。病態としては塩喪失症状、色素沈着、男性化現象であり、特に塩喪失症状では電解質異常に伴う哺乳力低下、体重増加不良、嘔吐、下痢、脱水、循環不全、ショックなどの症状が急速に進行し、生命を脅かす重篤な状態をきたす。早期に適切な治療をすることでこれらの問題に対処することが可能な疾患であり、新生児マススクリーニングの対象疾患の1つである²⁾。

マススクリーニング可能な21-水酸化酵素欠損症では欧米で67,000人に1人、日本では45,000人に1人とこれまでに報告されている³⁾。

先天性副腎過形成症は放置すると心身の発達に多大の影響を及ぼすため、新生児に対して血液によるマス・スクリーニング検査を行うとともに、疾患に関する研究を行う。

2. 測定原理および方法

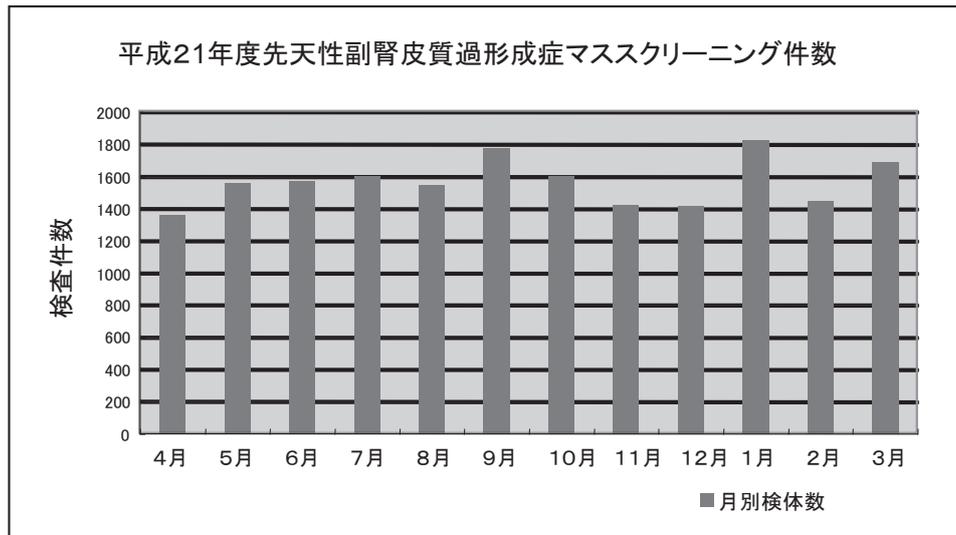
21-水酸化酵素は17-ヒドロキシprogesteron (17-OHP) から11-progesteron、更に11-deoxycorticosteroneの代謝を触媒する酵素であり、この酵素が欠損していると、cortisolとaldosteroneの産生が障害される。代謝経路よりこの酵素が欠損することで、

血中に17-OHPが高値となる。この病態を利用し、ELISA法で、新生児の血液を湿らせた濾紙から17-OHPを測定している⁴⁾。

三重県下で出生した新生児において、哺乳開始後3-4日過ぎた時点で新生児の足底から採血した血液を濾紙にしみ込ませる。それを乾燥して産院および病院から三重県保健環境研究所に送付される。採血乾燥した濾紙の一部が三重大学大学院医学系研究科小児発達医学分野のマススクリーニング測定部門に送られる。それをELISA法を用いて測定する。測定にあたっては不適切な時期での採血（たとえば、哺乳が十分でない時期や感染症などで抗生剤投与中の児の採血）あるいは未熟児のため再評価が必要な場合では再提出依頼をする。また、初回スクリーニングで基準値（5 ng/mLあるいは5パーセントイル）以上の場合を再検査とする。同一検体で再検査して10 ng/mL以上を確認された場合あるいは初回検査で50 ng/mL以上の異常高値の場合を精密検査が必要と判定する。今回、平成21年4月から平成22年3月までの1年間に三重県で出生した新生児を対象とした。

3. 結果

平成21年度分の総検体数は16,530検体で、うち検体の再検査が必要であったのは0.95%の157検体であった。更にそのうち、明らかな高値のため、病院に受診して精密検査を必要としたのは35例であった。月別の検体数を図に示した。



また、再検査となった157検体のうち、検体の不備（十分な哺乳が進んでいない時期の採血や血液が濾紙にしみ込んでいるスポットが小さすぎて検査不能なものなど）が18件にみられた。

4. 考察

三重県における先天性副腎過形成症と診断される頻度は高値を示した25例の追跡調査の結果を待たねばならないが、このうち1/10ぐらいが経過観察の対象で、更にその1/10が酵素欠損と考えると発症頻度としては約5,000名に1人が酵素欠損を含めた一過性の17-OHP高値例であり、50,000名に1人が実際の患者ということになり、これまでの報告と矛盾しない結果となる。三重大学医学部附属病院小児科の内分泌専門外来では、年間5例程度の新規の17-OHP高値例を診察している。ほとんどが一過性17-OHP血症であり、半年か1年の経過で改善していく。しかしこのうち10%程度は酵素欠損を伴っており、嚴重な治療管理を要する例が含まれている。

三重大学においてこの先天性副腎過形成症のマススクリーニングを行っている意義としてはスクリーニング検査を行った結果抽出された異常例は更なる精密検査を要するが、三重大学医学部附属病院小児科内分泌専門外来にて行うことが出来る。更にこのうち治療を要する例は引き続き三重大学小児科にて治療が可

能であり、途切れの無い患者への対応により早期発見、早期治療に繋げることが出来ており、引き続き実践可能となっている。

マススクリーニング検査の精度管理としては第3者機関として公衆衛生協会より毎月10検体の陽性検体が送られており、その検査を行うことで、検査の精度を保っている。

また、採血の不備がこの1年間で18検体にみられたが、検査精度を高めることで、更にマススクリーニングの意義を高めるべきと考えられる。

参考文献

- 1) Pan S et al: Worldwide experience in newborn screening for classical congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Pediatrics*,81: 866-874,1988
- 2) 諏訪城三, 他: 先天性副腎皮質過形成症の実態調査, 第4編, 主症状の検討. *日児誌*, 86: 2162-2167,1982
- 3) 諏訪城三, 他: 先天性副腎皮質過形成症の実態調査, 第1編, 頻度に関する検討. *日児誌*, 85: 204-210,1981
- 4) Maeda M et al: Enzyme-linked Immunosorbent assay for 17 α -hydroprogesterone in dried blood spotted on filter paper. *Clin Chem*,33:761-764,1987

ウルソール酸加工弾性ストッキングが看護師のストレスに及ぼす影響

Effects of the compression stockings coated with ursolic acid microcapsules on stress among nurses

小森照久¹⁾ 井上英昭²⁾ 岩寄徹治²⁾
Teruhisa Komori¹⁾ Hideaki Inoue²⁾ Tetuji Iwasaki²⁾

1. はじめに

近年、精神疾患の増加などを背景にメンタルヘルスやストレスケアの重要性が高まってきている。特に、看護師は、精神的にも肉体的にもストレスフルな職業であるとされており、平均的日本人労働者の仕事ストレスを1.0として医療従事者のストレスを数値化すると、医師1.09、事務職0.89であるのに対して、看護師は1.55と医療従事者の中でもっとも高く、肉体的負担に加え、時間的プレッシャーや責任といった精神的ストレスの高さが指摘されている¹⁾。

本研究では、動物実験により経皮的なストレス抑制効果が確認されているウルソール酸に着目し、ウルソール酸加工したストッキングが勤務中の看護師のストレスに及ぼす影響を検討した。

2. 方法

(1) 被験者

三重大学医学部付属病院脳神経外科病棟に勤務する女性看護師3名。

(2) 調査期間

2009年4月～5月

(3) 方法

ウルソール酸を加工したストッキングと未加工のストッキングをそれぞれ勤務中に2日間続けて装着させ、各装着日ごとに勤務前、昼休み、勤務後における唾液中コルチゾールを測定した。各ストッキングともに無臭であり、単盲検クロスオーバー法で実施した。

勤務形態は、日勤(08:30～17:15)に限定し、それぞれのストッキングを、休日明けから2日間連続した勤務日に装着した。ストッキングは、ウルソール酸加工、未加工ともにパンティーストッキングタイプで、足首14mmHg、ふくらはぎ10mmHg、大腿中央7mmHgの段階的圧迫力を有している。段階的圧迫機能を持つストッキングは、浮腫や疲労を軽減する効果があることが知られているが^{2,3)}、圧力を高めると交感神経が亢進する懸念があり⁴⁾、圧迫がストレスとなる可能性がある。今回は、ストレスに対する圧迫の影響を極力抑えるため、浮腫軽減や肉体疲労軽減を期待できる最も低い圧力を採用した。

ウルソール酸は、マイクロカプセルに内包させて繊維表面に加工してあり、加工濃度は2.5～3.2%o. w. f.とした。また、各装着日におけるウル

1) 三重大学医学部看護学科成人・精神看護学

Dept. of Adult Health & Psychiatric Nursing, School of Nursing, Faculty of Medicine, Mie University
Alcare co. Ltd. Medical Engineering Laboratory

2) アルケア株式会社医工学研究所

ソール酸濃度や装着感を一定に維持するため、ウルソール酸加工、未加工ともに、毎回新品のストッキングを用いた。

唾液は、採取の前1時間の飲食を禁じ、勤務前、昼休み、勤務後にサリベットを用いて採取し、冷凍保存した。コルチゾールの分析は株式会社エスアールエルで実施した。

(4) 統計処理

唾液中コルチゾールの測定結果に対して、二元配置分散分析 (ANOVA) を実施し、交互作用が認められた場合は、各測定時間で対応のある t 検定を実施した。それぞれの有意水準は 5% とした。検定は、SPSS 11.5J (SPSS 株式会社) を用いた。

3. 結果

唾液中コルチゾールは、すべての被験者で勤務前がもっとも高く、昼休み以降に低くなる傾向がみられた。二元配置分散分析の結果、ウルソール酸加工の有無と唾液中コルチゾール測定時間の間には交互作用が認められた ($p=0.020$)。また、勤務前、昼休み、勤務後それぞれについて、ウルソール酸加工と未加工の間で t 検定を実施した結果、勤務前、昼休みに差はなかったものの、勤務後はウルソール酸加工のほうが有意に低値を示した ($p=0.014$) (図 1)。

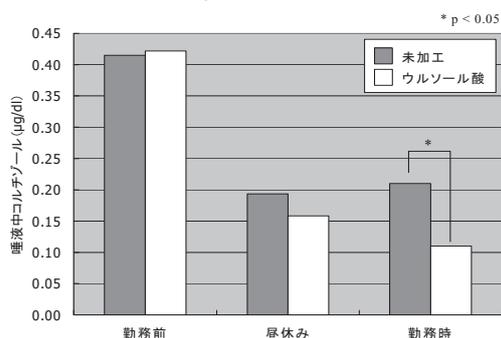


図1 唾液中コルチゾールの変化

4. 考察

ウルソール酸加工したストッキングが看護師の職務ストレスに及ぼす影響を、唾液中コルチゾー

ルを指標として検討した。その結果、ウルソール酸加工の有無と唾液中コルチゾール測定時間の間には交互作用が認められるとともに、ウルソール酸加工ストッキングを装着したときのほうが勤務後の唾液中コルチゾールが有意に低値を示している、ウルソール酸加工ストッキングが看護師の職務ストレスを軽減していることが示唆された。

近年、ストレス評価の重要性が高まり、免疫系、内分泌系などのさまざまなストレス指標が提唱されているが、コルチゾールは、ゴールドスタンダードとして古くから利用されてきた指標のひとつである。特に、唾液中コルチゾールは、非侵襲ながら血中遊離コルチゾール量を反映しているとされており、ストレスに関する多くの研究で用いられてきている⁵⁾。

コルチゾールには、日内変動があり、起床時前後がもっとも高く、午前に減少し、午後は低く安定するというサーカディアンリズムを持つことが知られている⁶⁾。今回は、勤務形態を日勤に限定していたことから、勤務前がもっとも高く、昼休み、勤務後は低値を示すというサーカディアンリズムに沿った傾向がみられているものの、被験者内の比較に対する影響は小さいと思われる。

今回注目したウルソール酸は、ローズマリーをはじめとする植物の葉や果実などの蠟状物質中に広く分布する白色粉末状物質である。30年以上にわたり薬理効果が研究されてきており、抗糖尿病作用、抗炎症作用、抗白血病作用、抗腫瘍作用、中枢神経鎮静作用など、さまざまな生理作用が報告されていて⁷⁾、食品添加物や化粧品などに広く利用されている。また、ヒトの社会心理ストレスに相当するといわれている過密環境負荷動物を用いた実験で、バリア回復遅延、皮膚血行の低下、胸腺萎縮と副腎肥大、ストレスホルモンであるアドレナリン濃度の上昇を有意かつ用量依存的に抑制しており、経皮投与されたあと速やかに血中に移行し、全身的なストレス反応を抑制すると報告

されている⁸⁾。

ウルソール酸の加工に用いたマイクロカプセルは、生体類似構造を持つホスホリルコリン基含有ポリマーとウレタンポリマーを壁膜材料としており、平均粒径は約 $1.7\mu\text{m}$ である。繊維表面に加工したマイクロカプセルは、繊維と皮膚の摩擦により崩壊して内包物を放出すると考えられており、放出された内包物が皮膚表面に移行することが確認されている⁹⁾。

ウルソール酸が皮膚に移行してから生理活性を示すためには経皮吸収が不可欠となるが、一般的に、分子量の小さい物質ほど皮膚浸透や経皮吸収がされやすく、分子量500以下の物質は特に浸透性や吸収性が高い。また、皮膚は脂質で充たされた組織であることから、親油性物質であることが経皮吸収に有利に働く¹⁰⁾。ウルソール酸は、分子量456.7の油溶性であることから経皮吸収を期待することができ、さらに、マイクロカプセルに経皮吸収促進剤を添加することで経皮吸収特性の向上を図っている。

本研究の結果から、ウルソール酸加工ストッキングが看護師の職務ストレスを軽減することが示唆された。看護師がウルソール酸加工ストッキングを装着すると、マイクロカプセルから放出されたウルソール酸が速やかに経皮吸収され、血中に移行して生体に作用することで、勤務中の看護師におけるストレス反応を抑制していると推測される。

ただし、今回は被験者が3名と少ないことから、今後、被験者を増やして検証を進めるとともに、自律神経機能など他のストレス指標との相関や看護師の活動量との関係などについても検討を進めていく予定である。

謝辞

本論文の内容はストレス科学研究 25:59-62(2010)に既発表であり、財団法人パブリックヘルスリサーチ

センターおよびストレス科学研究編集委員会の承認とご好意により再掲した。

参考文献

- 1) 山田茂樹, 柴野昌子, 宮下孝子: 「努力-報酬不均衡モデル」を用いた地方自治体病院における医師と看護師の職業性ストレス評価. 病院, 68: 406-411(2009)
- 2) 栗山可奈, 杉下知子, 手塚圭子: サポート・ストッキング着用による脚の周径の生理的増加の減少効果に関する研究. 母性衛生, 35:241-246(1994)
- 3) 川内ツル, 藤井信男, 西山敬太郎: 弾性ストッキングによる筋疲労予防効果. 四国医学雑誌, 4:120-125(1993)
- 4) Miyatsuji A., Matsumoto T., Mitarai .S et al.: Effects of clothing pressure caused by different types of brassieres on autonomic nervous system activity evaluated by heart rate variability power spectral analysis. J. Physiol. Anthropol. App.I Human Sci., 21:67-74(2002)
- 5) Kirschbaum C., Hellhammer D.H.: Salivary cortisol in psychoneuroendocrine research: recent developments and applications. Psychoneuroendocrinology, 19: 313-33(1994)
- 6) 横山富士男: 健康小児における唾液中コルチゾール値の日内変動. 医学と生物学, 113: 183-187(1986)
- 7) 義平邦利: 天然添加物[第95回] これからの天然添加物(82) 食品工業, 47: 80-87(2004)
- 8) 石田均司, 松本克夫: ストレスによる皮膚機能低下を改善する天然物由来素材-ストレスによる皮膚機能低下の発生機作と ursolic acid の改善効果-. 香粧会誌, 27:186-188(2003)
- 9) 番戸博友: 繊維用マイクロカプセル加工剤「ネオアージュ」シリーズ. 繊維機械学会誌, 57: 269-271(2004)
- 10) 山田圭祐, 杉林堅次: 芳香成分の経皮吸収. アロマトピア, 17: 2-6(2008)

大径骨頭を用いたメタル・オン・メタル人工股関節後の 血中金属イオン濃度

Serum metal ion levels after metal-on-metal total hip arthroplasty with large diameter head.

長谷川正裕 吉田格之進 若林弘樹 須藤啓広

Masahiro Hasegawa Kakunoshin Yoshida Hiroki Wakabayashi Akihiro
Sudo

はじめに

メタル・オン・メタル人工股関節置換術(THA)はポリエチレン摩耗に起因する問題が回避できるが、金属濃度の上昇や金属過敏症等の問題がある¹⁻⁴⁾。今回は術後の安定性、可動域拡大が期待される大径骨頭を使用できる Cormet (Corin)を用いたメタル・オン・メタル THA 後早期の血中金属濃度を測定し、金属濃度上昇の危険因子を検討した。

対象と方法

平成 20 年 5 月以降に、ソケットは Cormet でステムは CTiII (Corin)を用いたメタル・オン・メタル THA を施行し、反対側に THA を受けた例や人工膝関節置換術等の他の人工関節を受けた例を除外し、術後 3 カ月以上経過した 57 例を対象とした。CTiII は近位部にポーラスコーティングを有したチタン合金製ステムで

ある。コバルト(Co)クロム(Cr)合金製の骨頭とソケットはハイカーボン(0.35%)で、鑄造である。クリアランスは 100 μ m である。

性別は男性 7 例、女性 50 例で、年齢は平均 64 歳(40-84 歳)、BMI は平均 24kg/m² であった。骨頭径は 40mm から 52mm で、平均 44mm であり、ソケット外転角度は平均 42 度(27-55 度)、前方開角は平均 14 度(1-28 度)であった。

臨床評価は JOA スコアを用い、術前、術後 3 カ月、1 年に調査した。Co、Cr の血中金属濃度を術前と術後 3 カ月、1 年に測定した。Co は誘導結合プラズマ質量分析法で Cr は原子吸光法を用いた。測定限界は 0.2 μ g/l であった。これら金属濃度の上昇する因子について、性別、年齢、BMI、骨頭径、ソケット設置角度、JOA スコアについて検討した。

統計解析は Wilcoxon の符号付順位

検定、Mann-Whitney の U 検定、Kruskal-Wallis の検定、Spearman の順位相関を用い、 $p < 0.05$ のとき有意差ありとした。

結果

JOA スコアは術前平均 43 点、術後 3 カ月で平均 80 点、術後 1 年で平均 84 点と有意に改善した ($p < 0.01$)。術後の脱臼例はなかった。

Co 濃度の中央値は術前 0.3 $\mu\text{g/l}$ から 3 カ月で 1.5 $\mu\text{g/l}$ 、1 年で 2.0 $\mu\text{g/l}$ と有意に上昇した ($p < 0.01$)。Cr 濃度の中央値は術前 0.2 $\mu\text{g/l}$ から 3 カ月で 1.4 $\mu\text{g/l}$ 、1 年で 2.1 $\mu\text{g/l}$ と有意に上昇した ($p < 0.01$)。

術後 3 カ月の Co 濃度上昇の危険因子は男性と JOA スコア高値で、Cr 濃度上昇の危険因子は JOA スコア高値であった。JOA スコアの項目では、Co は可動域と ADL に有意差があり、Cr 濃度は可動域、歩行、ADL に有意差があった。

術後 1 年での Co 濃度上昇の危険因子は男性であり、Cr 濃度上昇の危険因子も男性であった。金属濃度は年齢、BMI、骨頭径、ソケット設置角度との相関はみられなかった。

考察

メタル・オン・メタル THA 後の血中金属濃度は、Metasul (Zimmer)、Ultamet (DePuy/J&J)での報告では術後 3 カ月から 2 年で、Co 濃度は 0.7-2.3 $\mu\text{g/l}$ 、Cr 濃度は 0.3-1.7 $\mu\text{g/l}$ である。当科の Ultamet を用いた結果は Co 濃度は 3 カ月で 0.7 $\mu\text{g/l}$ 、1 年で 1.1 $\mu\text{g/l}$ であり、Cr 濃度は 3 カ月で 0.6 $\mu\text{g/l}$ 、1 年で 0.8 $\mu\text{g/l}$ であった (表 1)^{1,2,4,6)}。Ultamet の CoCr 合金は Cormet と同じくハイカーボン (0.35%) であるが、鋳造ではなく鍛造である。クリアランスは 80-120 μm である。骨頭径は 36mm であった。

表1 Metal-on-metal THA後の血中金属イオン濃度

著者(年)	機種	術後	Co ($\mu\text{g/l}$)	Cr ($\mu\text{g/l}$)
Witzleb et al (2006) ²⁾	Metasul	3カ月	2.2	0.8
Savarino et al (2002) ¹⁾	Metasul	2年	1.3	1.7
Antoniou et al (2008) ⁵⁾	Ultamet	6カ月	1.8	0.3
		1年	2.3	0.4
Isaac et al (2009) ⁶⁾	Ultamet	1年	0.8	0.7
Imanishi et al (2010) ⁴⁾	Ultamet	3カ月	0.7	0.6
		1年	1.1	0.8
今回の検討	Cormet	3カ月	1.5	1.4
		1年	1.8	2

大径骨頭の Cormet を用いたメタル・オン・メタル THA 後の血中 Co、Cr 濃度は術後 1 年まで有意に増加した。現在術後 1 年以降の変化を検討中である。今回の検討において、男性と JOA スコア高値例で金属イオン濃度が上昇しており、活動性に影響されることが示唆された。金属イオン濃度はインプラントの特性以外にも患者要因や手術手技にも影響される。

メタル・オン・メタル THA の問題点として、pseudotumor と aseptic lymphocyte-dominated vascular associated lesion (ALVAL) 発生がある³⁾。これらの原因は明らかでないが、金属過敏症や血中の金属イオン上昇の影響も考えられている。

まとめ

- 1) 大径骨頭を用いたメタル・オン・メタル THA57 関節の術前、術後 3 カ月、術後 1 年の血中 Co、Cr 濃度を測定した。
- 2) 血中 Co、Cr 濃度は術後 1 年まで有意に増加した。
- 3) 男性と JOA スコア高値例で金属イオン濃度が上昇していた。

文献

1) Savarino L, Granchi D, Ciapetti G, et al. Ion release in patients with metal-on-metal hip bearings in total joint replacement: a comparison with metal-on-polyethylene bearings. *J*

Biomed Mater Res. 2002;63:467-474.

2) Witzleb WC, Ziegler J, Krummenauer F, et al. Exposure to chromium, cobalt and molybdenum from metal-on-metal total hip replacement and hip resurfacing arthroplasty. *Acta Orthop.* 2006;77:697-705.

3) Kwon YM, Thomas P, Summer B, et al. Lymphocyte proliferation responses in patients with pseudotumors following metal-on-metal hip resurfacing arthroplasty. *J Orthop Res.* 2010;28:444-450.

4) Imanishi T, Hasegawa M, Sudo A. Serum metal ion levels after second-generation metal-on-metal total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010 Jan 29. [Epub ahead of print]

5) Antoniou J, Zukor DJ, Mwale F, et al. Metal ion levels in the blood of patients after hip resurfacing: a comparison between twenty-eight and thirty-six-millimeter-head metal-on-metal prostheses. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90 Suppl 3:142-148.

6) Isaac GH, Brockett C, Breckon A, et al. Ceramic-on-metal bearings in total hip replacement: whole blood metal ion levels and analysis of retrieved components. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:1134-1141.

二光子レーザー顕微鏡を用いた GFP マウスにおける DSS

誘発性大腸粘膜障害のリアルタイムイメージング

Intravital imaging of DSS-induced cecal mucosal damage in GFP-transgenic mice using two-photon microscopy

田中光司¹⁾、問山裕二¹⁾、溝口 明²⁾、楠 正人¹⁾

Koji Tanaka, Yuji Toiyama, Akira Mizoguchi, Masato Kusunoki

Key words: two-photon laser scanning microscopy, green fluorescent protein (GFP), dextran sodium sulfate (DSS), bacterial translocation

1. はじめに

二光子レーザー顕微鏡（以下 TPLSM; two-photon laser scanning microscopy）は、エネルギーが低い長波長レーザーを光源として用いるため、組織侵襲性が低く、組織透過性が高い。すなわち、生きたままの組織や細胞の観察が可能（低光毒性）で、組織表面から数百マイクロメートルといった深部の観察が可能（高透過性）である。

これまでは、脳神経領域において神経活動依存性のシナプスの形態変化の研究に用いられ画期的な進歩をもたらしてきた(1, 2)。一方、我々の専門領域である腹腔内臓器の二光子レーザー顕微鏡を用いた観察の報告はほとんどない(3, 4)。その理由の一つとして、マウスの呼吸運動、心臓の拍動による画像への影響が挙げられる。そこで我々は神経再生医学教室との

共同開発により、呼吸、心拍による動きを最小限にする腹腔内臓器固定法を確立し(patent number: 2007-129723)、TPLSMによる腹腔内臓器、とくに消化管の高倍率、高分解能な生体内リアルタイム画像を得ることに成功した(5)。

さらに、TPLSMは数百マイクロメートルまでの深部観察可能であることから、マウス大腸壁を漿膜から管腔側の粘膜まで観察する方法（漿膜アプローチ法）を確立した。これにより、大腸を切開することなく粘膜から漿膜までの各層の細胞レベルの観察が可能となった(3次元断層イメージング)。

漿膜アプローチ法に加え、開腹、大腸の創外脱転、固定、閉腹の各ステップの工夫による手術侵襲の最小限化と、癒着防止フィルムを用いることで同一マウスにおける大腸を経時的に

1) 三重大学医学部 消化管・小児外科学

2) 三重大学医学部 神経再生医学

TPLSM で観察できるようになった。つまり、同一マウスの大腸を生理学的、機能的に‘生きた細胞’の状態の数日後、数ヵ月後も繰り返し観察でき、病理組織標本画像に勝るとも劣らない形態学的評価を可能にした。

本研究では、TPLSM を用いた腹腔内臓器の生体内リアルタイム画像の実際を紹介し、GFP-アクチン-トランスジェニックマウスを用いた、デキストラン硫酸ナトリウム(DSS; Dextran Sulfate Sodium)誘発大腸炎における大腸菌の bacterial translocation の生体内リアルタイム画像を報告する。

2. 方法

2-1. 実験動物

C57BL/6 GFP-アクチン-トランスジェニックマウス (以下、GFP マウス) を用いた (Okabe, M., et al., FEBS Lett (1997) 407:315-319)。

2-2. 腹腔内臓器固定法

GFP マウスを開腹し、標的臓器を創外に脱転させ、平座金(平ワッシャー)に固定する(patent number: 2007-129723)。必要に応じて接着剤を用いる。

2-3. TPLSM セットアップ

TPLSM は Spectra Physics 製の Mai Tai Ti: サファイアレーザーと Olympus 社製の BX61WI と FV1000-2P を用いてセットアップした。

2-4. DSS 誘発大腸炎

2% (w/v) の DSS (MP Biomedicals, Solon, OH; MW 36,000–50,000) を GFP マウスに 7 日間自由飲水させることで作成した。

2-5. RFP 標識大腸菌

E.coli DH5 α Competent Cells と pDsRed2 (Clontech, Mountain View, CA)を用いて作成した。

3. 結果

図1

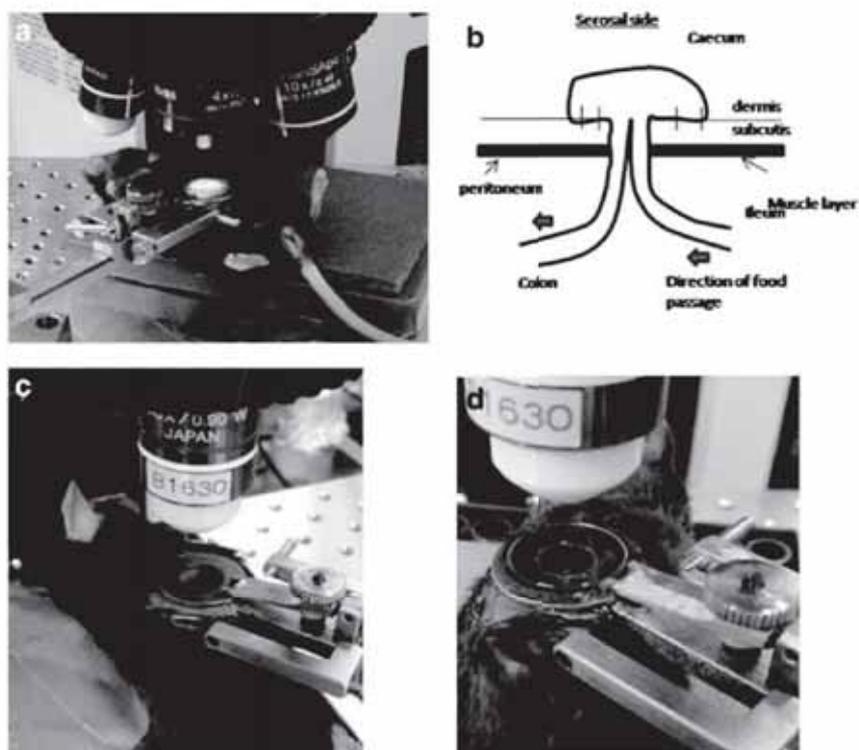


図2

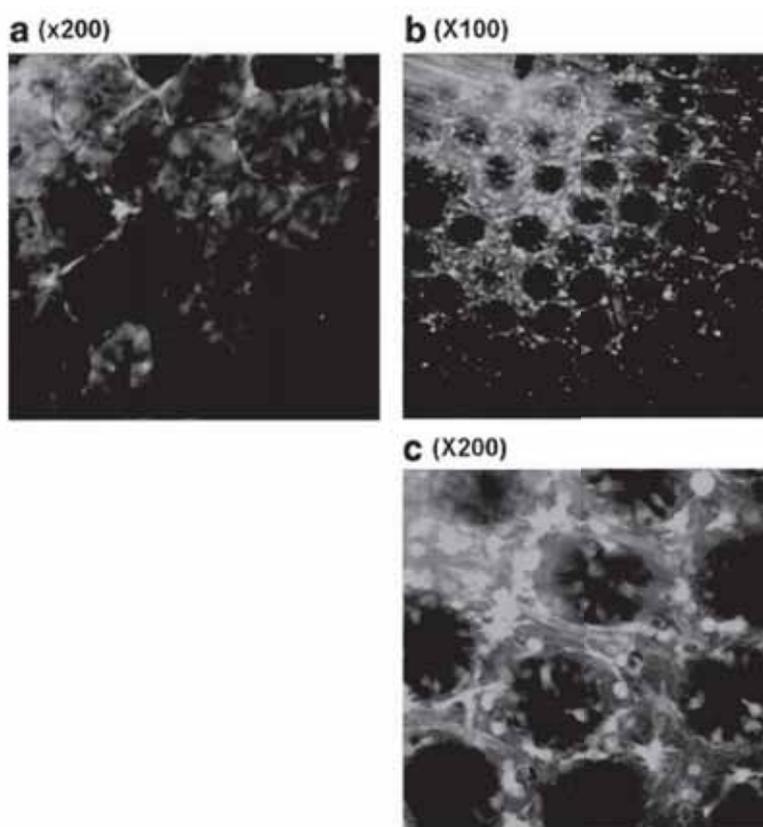


図3

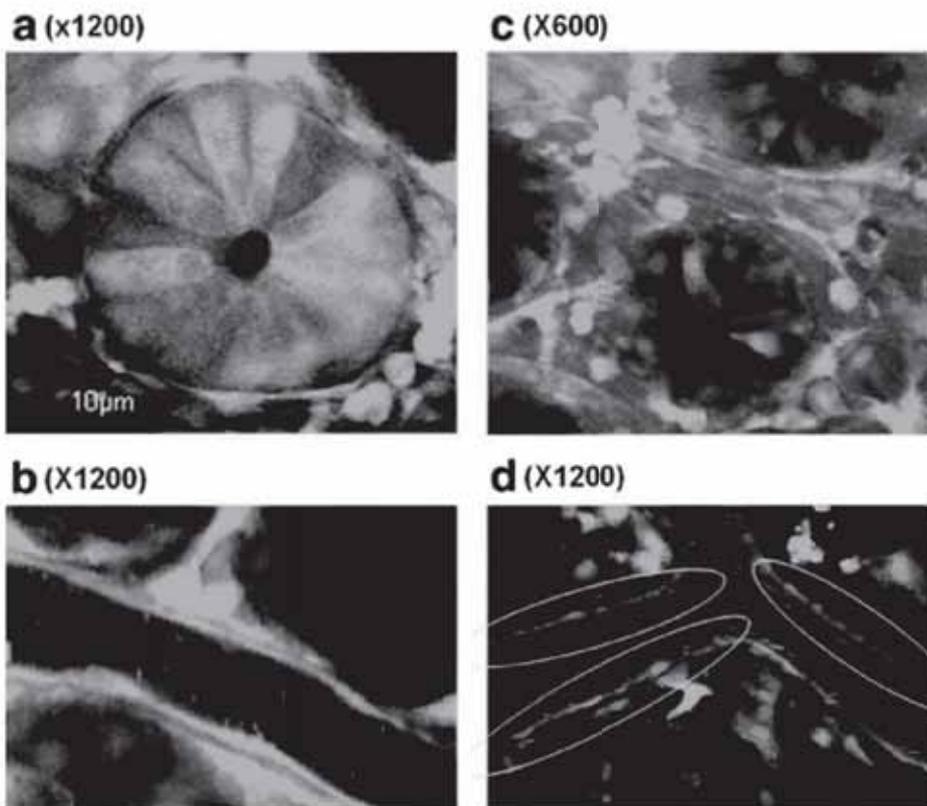
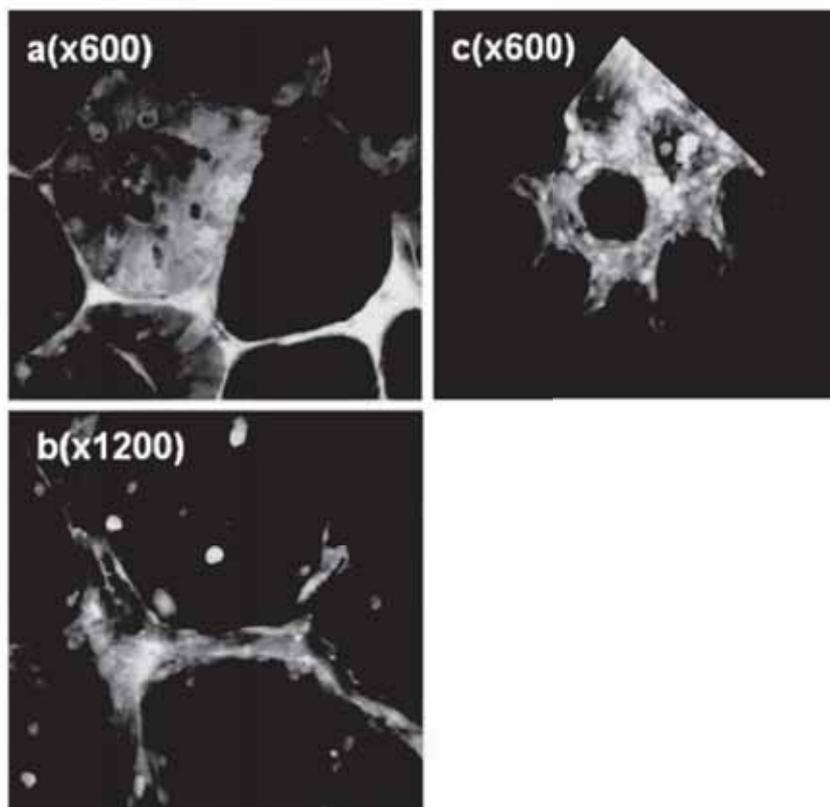


図4



3-1. 図 1-a: 腹腔内臓器固定法、b: 漿膜アプローチ法による盲腸壁の観察、c: 肝臓の観察、d: 脾臓の観察

腹腔外に脱転し、平座金による固定により 600 倍の生体内リアルタイム画像が得られる。

3-2. 図 2-a: 正常大腸粘膜断層像 (X200)、b: 3 日目の DSS 誘発大腸炎 (X100)、c: 7 日目の DSS 誘発大腸炎 (X200)

大腸粘膜固有層に白血球浸潤、陰窩の破壊、白血球の rolling、血管壁への接着、陰窩上皮細胞間隔、血管内皮細胞間隔の開大を認めた。

3-3. 図 3-a: 正常大腸陰窩 (X1200)、b: 正常粘膜血管壁 (X1200)、c: DSS 誘発大腸炎の陰窩 (X600)、d: DSS 誘発大腸炎下の血管壁 (X1200)

図 2 の強拡大像

3-4. RFP-*E. coli* を用いた bacterial translocation model : 図 4-a: 正常大腸陰窩 (X600)、b: DSS 誘発大腸炎 (X600)、c: DSS 誘発大腸炎 (X1200)

正常粘膜では、RFP 標識 *E. coli* は陰窩上皮細胞内に存在していたが、DSS 誘発大腸炎では粘膜固有層の血管壁に接着していた。また、RFP 標識 *E. coli* が管腔から炎症により開大した陰窩上皮細胞間隙より血管内へ侵入する像を動画で捕えた。

4. 考察

我々が開発した腹腔内臓器固定 (patent number: 2007-129723) 併用、TPLSM による腹腔内臓器観察法により、高倍率、高分解能な生体内リアルタイム画像を得ることができる。今回、難病の一つである潰瘍性大腸炎の動物モデルである DSS 誘発大腸炎において bacterial translocation のメカニズムの解明に TPLSM を用いた生体内リアルタイム画像が有用であった。すなわち、DSS 誘発大腸炎では炎症により陰窩上皮細胞間隙が開大し大腸管腔内に存在する *E. coli* はその間隙から直接血管内に侵入することを生体内リアルタイム画像として捕えることができた (5)。

今後、潰瘍性大腸炎の治療薬による効果を同一マウスにて、長期間繰り返し観察することにより、生理学的、機能的に‘生きた細胞’の治療反応を形態学的に評価できるが可能性がある。

このシステムを用いることにより、腹腔内臓器疾患の病態の変化や治療過程が‘生体内’で‘リアルタイム’に細胞レベルでの観察が可能となり、疾患の病態解明だけでなく、新規治療薬の生体内リアルタイム評価法に応用できると思われる。

5. 参考文献

1. Pan F, Gan WB. Two-photon imaging of dendritic spine development in the mouse cortex. *Dev Neurobiol.* 68: 771-8 (2008)
2. Bollmann JH, Engert F. Subcellular topography of visually driven dendritic activity in the vertebrate visual system. *Neuron.* 61: 895-905 (2009)
3. Starodub OT, Demitrack ES, Baumgartner HK, Montrose MH. Disruption of the Cox-1 gene slows repair of microscopic lesions in the mouse gastric epithelium. *Am J Physiol Cell Physiol.* 294: C223-32 (2008)
4. Xue L, Aihara E, Podolsky DK, Wang TC, Montrose MH. In vivo action of trefoil factor 2 (TFF2) to speed gastric repair is independent of cyclooxygenase. *Gut.* 2010 Jun 29. [Epub ahead of print]
5. Toiyama Y, Mizoguchi A, Okugawa Y, Koike Y, Morimoto Y, Araki T, Uchida K, Tanaka K, Nakashima H, Hibi M, Kimura K, Inoue Y, Miki C, Kusunoki M. Intravital imaging of DSS-induced cecal mucosal damage in GFP-transgenic mice using two-photon microscopy. *J Gastroenterol.* 45: 544-53 (2010)

羽毛品質の改善に関する検討

Study for improvement of the feather quality

河田敏勝¹⁾²⁾, 落合 穰¹⁾, 松浦信男¹⁾, 榎 宏之¹⁾, 西村訓弘¹⁾
*Toshikatsu Kawada¹⁾²⁾, Yutaka Ochiai¹⁾, Nobuo Matsuura¹⁾, Hiroyuki Sakaki¹⁾,
Norihiro Nishimura¹⁾*

1) 三重大学大学院医学系研究科生命医科学専攻環境社会医学講座トランスレーショナル医科学

2) 河田フェザー株式会社

1) *Translational Medical Science, Social and Environmental Medicine, Graduate School of Medicine, Mie University*

2) *Kawada Feather Co., Ltd.*

1. 羽毛についての基礎知識

羽毛製品に使われている羽毛は、一羽の鳥から採取できる羽毛の量が限られている為、食肉産業からの副産物を利用しているのが実情である。また、ダウンと呼ばれる綿毛は水鳥しか持っておらず、食肉として用いられている家禽は、ガチョウ(グース)とアヒル(ダック)とマスコビーの3種類だけである。

具体的には、キバシハイイロガン (*Anser anser anser*)から家禽化されたヨーロッパガチョウと、サカツラガン(*Anser cygnoides*) から家禽化されたシナガチョウの2種類から、現在登録されている54種類のガチョウ(ハイブリッドを入れると94種類)とマガモ (*anas platyrhynchos platyrhynchos*)から家禽化された60種類以上のダック、並びにノバリケン (*cairina moschata*)から家禽化されたマスコビーが食肉として用いられている家禽化された水鳥であり、羽毛製品に利用される羽毛を採取する品種としては、こ

れらの他には各種ダックとマスコビーのハイブリッドのムーラー(不妊)だけである。

2. 羽毛供給の現状

昨今は、動物愛護の間違った認識と動物愛護協会の意図的な情報操作が激しい状況となっており、これらを受けて行われる極端な抗議活動を避ける為に、環境破壊を覚悟に、多くの地域で、ハーベストダウン(換羽期の手詰め)の収穫量が極端に減ってきている。この為、現在では屠殺時に採取される羽毛がほとんどの供給源となってきた。また、世界中におけるコスト競争により、食肉産業は、如何に短期間に、最小限の飼料を使って、可能な限りの肉を回収できるかという国際競争に明け暮れ、水鳥飼育もブロイラー化、品種改造による短期間飼育に移行してきている。一部では、日照時間と温度管理により、一日を23時間として飼育し、飼育期間の短縮を図ることも行われている。このような環境下では、羽毛自体の

成長は二の次になる為、食肉用に飼育された水鳥からの羽毛では、短期間飼育による換羽回数の減少などにより、ダウンの小粒化、羽枝の低密度が進み、品質が大きく低下してきている(Fig.1、2参照)。特にグースでは、長期間の飼育期間が必要となることから、食肉用としての生産量自体の減少も進んでいる。



Fig.1 正常なダウン



Fig.2 低品質のスモールダウン

(参考) ダウン素材の分類

ガチョウ、マスコビーとダックのダウンのマーケットでの使われ方は、下記の分類により取り決められている。

○トップクラスのダウン(綿毛)

ガチョウのハーベストダウン(ガチョウの飼育期間が長いものから採取される)

ダウンのサイズ:600-1000個/g

○上級クラスのダウン(綿毛)

ガチョウから採取される。

ダウンのサイズ:1200-1800個/g

○中級クラスのダウン(綿毛)

ガチョウの良くない羽毛、飼育期間の長いダックとマスコビーから採取される。

ダウンのサイズ:2000-2800個/g

○ボリュームゾーンに使用されるダウン(綿毛)

ダックとマスコビーから採取される。

ダウンのサイズ:2500-4000個/g

○低価格帯のダウン(綿毛)

ダックの飼育期間の短い物及び加工度が低い物、選別残の再選別物。

ダウンのサイズ:3000-5000個/g

3. 嵩高の良い羽毛を作るために

羽毛を取り巻く環境の変化に伴いダウンを取り扱う上でも種々の問題が発生してきており、特に下記の課題が懸念されている。

1. トップクラスの羽毛の生産が大きく減少し、需要も大きい為、供給に問題がでてくる。
2. 上級クラスの羽毛がガチョウ(グース)のみで、数量の多いダックが使えない。

著者らは、これらの課題解決に取り組み、それぞれに対して有効な解決策を見出し、事業への適応を果たしている。以下にその詳細を示した。

3-1. トップクラスの羽毛の減少への対策

上述の1の課題については、未熟羽毛の含有量が、ガチョウのハーベストダウンでは2%以下であるため、未熟羽毛の選別排除を行う

理論と方法を考えれば良い結果が出ることが考えられてきた。このような考え方に立ち世界中で何十年と努力はされてきたが、理論ができていなかったため、これまでは適切な方法が開発されてこなかった。これに対して著者らが関わっている河田フェザー(株)では、新たな理論を構築し、それを実現した方法によって課題を克服している(理論及び方法は社内秘)。

3-2. グース以外からの上級ダウンの取得

課題2については、品質の良い羽毛がガチョウ以外でも存在することは知られていたが、羽毛の選別が難しく、これまでは加工度の低い状態(低品質のダウン)で使われていたのが実情であった。しかしながら、近年では技術進歩により、羽毛の形状が顕微鏡下で目視により確認できるようになったため、その性質の推定も容易となってきている。著者らは、グース以外の羽毛からの上級ダウンを取得する試みを種々行っており、既に事業化にも成功している。下記に、その一つの成功事例を示した。

(事例)

フランスのピレネー地方で飼育されているムーラー種は、飼育期間が長く、フォアグラ生産にも良質の肉としても用いることができる非常に優れた品種であり、マスコビー種の血筋であることから、羽毛の小羽枝が長く、飼育期間も13-14週と長いので、非常に丈夫な羽枝になっている(Fig.3参照)。フォアグラ生産の為には、飼育期間は短くできず、肉も高級肉用で、飼育期間が12週と少し短くなると味が落ちる為、マーケットでは受け入れられない。このような事情から飼育期間が安定しているので、ム

ラー種の羽毛は品質も安定して、非常に嵩の良い羽毛であると考えられていた。しかしながら、ムーラー種の羽毛は、フェザーにもダウンにも、小羽枝に3本突起の節が多く存在し、飼育期間が長い為節も大きく成長しているため、非常に絡み易く、ダウンとフェザーの選別が難しい羽毛として知られていた。また、フェザーは羽軸が太くて固いため、大きな羽毛の混入が起こり、品質上において大きな問題となっていた。

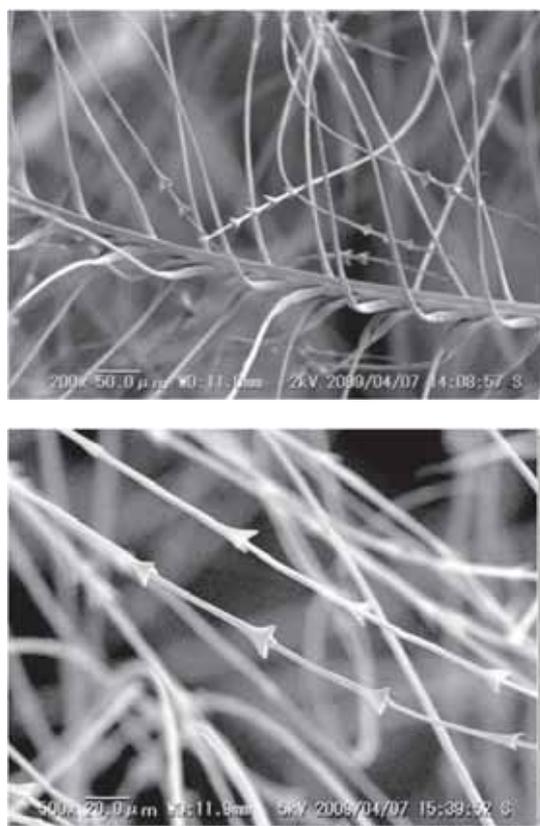


Fig.3 ムーラーの顕微鏡写真

屠殺時に羽毛を取り除く為には、1) 水に5分ほど浸した後、熱水に2分-3分浸して、皮膚を加熱し、皮膚から羽毛が抜けるようになるか、2) 熱水に1分ほど浸すと同時に超音波を使って一気に皮膚を湯に曝す方法がある。前

者には羽毛に水がしみ込み、羽毛が非常に柔らかくなり傷まないという特徴があり、後者には節水できるという利点はあるが、太く大きな羽毛の中心まで、水がしみ込まないので、フェザーが固く脆く、ブラッキングにより壊れ易いという特徴がある。

水が高価で、屠殺時に大量の水が使い難いフランスの国情から、フランスでは、大きなフェザーの羽枝に水がしみ込んで柔らかくならない内に、羽毛のブラッキングマシーンにかけてしまう食肉処理場が多く、固い羽枝が折れて生じるフェザーファイバーが大量に混入してしまいう問題が生じていた。また、屠殺時の熱水とブラッキング時のシャワーを混ぜてしまい、脂肪分、体液が入った熱水の中に羽毛が浸かることを招いていたため、羽毛が変質し、嵩高もなくなり、使用できる用途が限られるという状況であった。

以上のような状況を鑑みて著者らは、ムーラ一種から良質なダウンを作る方法について考察を行い、

- 1) フェザーファイバーを減少させる
- 2) 脂肪、体液と羽毛を熱水中で混ぜない
- 3) ダウンとフェザーの選別方法を改善する

ことが必要であるとの結論に達し、これらの措置について下記の対応策を実行した。

まず、フェザーファイバーを減少させるための措置として、湯付とブラッキングマシーンとの間に時間を取るように食肉処理場での処理方法に改善を行い、羽毛に十分に水分が染みるようにする対策を施した。次に、脂肪、体液と羽毛を熱水中で混ぜないための措置として、ブラッキング時のシャワー水と熱水及び体液の

混じった他の水を別排水経路とするように食肉処理場での改善を促し、混入防止と排水処理方法の負担軽減を同時に行ってもらい(少量でも負担の大きな体液の入った排水と処理負担の少ない羽毛の入った排水を分けて排水処理をする)ことを徹底させた。

ダウンとフェザーの選別方法の改善への措置としては、現在使われている選別理論の改善とそれを実現するための技術開発が必要であると判断し、実行した。

羽毛の性質上、湿度が下がると選別が難しくなることは分かっていたが、その理由はほとんど理解されていなかった。しかしながら、昨今の電子顕微鏡の発達により、ダウンの形状が明らかになり、容易にその理由が推定されるようになってきた。著者らは、これらの新たな知見を基にし、下記の対策を実施した。

3-3. ダウンとフェザーの選別方法の改善

選別し難いものの特徴としては、下記の内容が知られている。

1. 羽枝、小羽枝の多さとそれぞれの小羽枝についている節の総数が多い羽毛
2. 節の形状が幅広の物

成熟した羽毛は、上述の両方の問題点を持っており、特にダックは節の形状が幅広で、絡みやすい。毛綿ガモ類は、小羽枝の根元から先まで、節が有り、羽枝も小羽枝の数も多く、一つのダウンに大量の節がついており、羽毛どうしが絡み合い、繋がり塊状になる。

ガチョウの繋がる羽毛だけを手選別して塊状にしたものを標準室(20℃、65%)の状態に置くと、ほとんど繋がらなくなった。また、ガ

チョウにおける節の幅がダックより狭いため、塊状態のダックの羽毛は多少標準室で変化したが、ガチョウと比較すると繋がりはかなり残ることが分かった。顕微鏡下で羽毛を拡大しながら湿度を上げた状態を観察すると、湿度とともに、小羽枝が閉じていくことが明らかとなった。羽毛の温度調整機能は、湿度の変化により、小羽枝が開いたり閉じたりすることで、1)断熱層である空気の小部屋を多くしたり減らしたりすることと、2)吸湿発熱により生じた温度上昇を用いて空気の流れを作り、湿度を周りへ移動させることの複合的な作用によって、全体が調整されていると考えられる。

以上の観察結果より、絶対湿度をある程度のレベル以上に高めれば、ダック、マスコビーの羽毛といえども、小羽枝が閉じて、羽毛同士の繋がりが減ってくるのが考えられた。以上のような理論に基づき、新たな羽毛選別機を開発し、グース以外からの上級ダウンの取得する方法を確立した。

3-4. 新たな羽毛選別機の開発

現在の羽毛選別機では、羽毛は風を受けて持ち上げられ、次の部屋へつながる壁を越えるか超えられないかで選別される。この部屋をいくつもつなげて、順次重い物からより分けて行き、最後の部屋に軽いものを取る。このように選別されたものがダウンの含有量の多い羽毛となる。しかしながら、この方法では良質のダックの羽毛は、絡みやすいダウンと絡み易い小さなフェザーが最後の工程まで残るため、選別に限界があり、絡んでいる羽毛をバラバラにする必要があった。そして、羽毛の選別中に、

もし、大きなハネが入っていれば、それが羽毛どうしの繋がりを断つように働くのではないかと推察した。

以上の考察を経ることで発想を変え、最初に2室の選別機でダウンを取り除き、手前の部屋に残ったフェザー類をさらに従来の選別機に移動して、大きなフェザーから小さなフェザーと一部ダウンが混ざったフェザーに分離するという2段階選別を行うことを考案した。また、ダウンとフェザーの分離を良くするために、壁をフェザーが隣の部屋まで到達できない高さとした(通常4-6メートルの立ち上がりを12.5mまで高めた)。このような羽毛選別機では、軽いフェザーは、その形状から時々バランスを崩し、2-3m落ちてはまた上がってくることを繰り返しながら上昇するが、乱気流を発生しやすい様に壁に中途から上部に突起を付けることで、10m以上にはなかなか上がれなくなるため、2室目に入るフェザーの量は極稀に少なくなる。上記の検証より、湿度が或る一定以上に高い環境下で、12.5m以上の立ち上がりを持った2室式選別機を用いれば、良質なダックダウンの選別が可能となることを確認した。

次に、温度20℃、湿度65%における羽毛の絡み具合について確認を行った。この結果、静止状態ではダックのダウンは絡みがかなり少なくなり、ガチョウのダウンはほとんど絡まなくなることが確認された。羽毛が動いている間は、放湿性が高くなるのか、動いていない時よりも羽毛が絡みやすく、20℃、湿度65%では、選別が不可能であった。羽毛が動いている状態で色々試してみると、温度25℃、相対湿度80%以上で、全く絡みのない理想的な選別が

できることが判明した。選別を確認して行くと、25℃、70%以上なら、フェザーの含有料が5%以下に選別できることが確認できた。また、温度が低下しても湿度が上がるため、夜間の温度が下がった場合の選別にも、問題がでないことが確認できた。昼間の湿度が25℃、湿度70%以上の状況であれば、選別可能であり、昼間の温度が25℃、湿度80%以上であれば、フェザーの含有量が4%以下の理想的な選別が可能になると結論づけた。

以上の改良と検証を進めることで、従来技術では、ダウン率88%、かさ高160mmが限界であったが、検証の結果明らかにした理想的な気候状態では、ダウン率92%以上、かさ高165mm以上の羽毛が、無人で24時間、生産可能となった。

4. まとめ

本検討では、高価なガチョウの羽毛を使用しなくても良質の羽毛を作成する技術について考察と検討を行い、上級クラス或いはトップクラスで使用可能なガチョウ以外の羽毛を作ることになった。また、本技術によって作製した羽毛は、その繊維の圧縮回復性の良さから、今までにない、軽量でボリュームのある羽毛素材であり、まったく新しい高品質羽毛を創出したことになる。

以上のような技術基盤を確立することで、著者らは世界的な原材料の獲得競争状態にある羽毛業界において、事業継続さらには勝ち残るための高い優位性を獲得することができている。

空気・飛沫感染予防用のN95マスクの実質的な有効性の検証 とその有効性改善策

*The verification of the actual effectiveness of N95 mask for the prevention of
air and droplet-infection and the improvement of its effectiveness*

榎宏之^{1),2)}, 大村佳之¹⁾, 松浦信男¹⁾, 河田敏勝¹⁾, 落合穰¹⁾,
山田知美¹⁾, 臧黎清¹⁾, 西村訓弘¹⁾

*Hiroyuki Sakaki¹⁾²⁾, Yoshiyuki Omura¹⁾, Nobuo Matsuura¹⁾, Toshikatsu Kawada¹⁾,
Yutaka Ochiai¹⁾, Tomomi Yamada¹⁾, Liqing Zang¹⁾, Norihiro Nishimura¹⁾*

1) 三重大学大学院医学系研究科生命医科学専攻環境社会医学講座トランスレーショナル医科学

2) 株式会社サカキ L&E ワイズ

*1) Translational Medical Science, Social and Environmental Medicine,
Graduate School of Medicine, Mie University*

2) Sakaki L&H Wise Co. Ltd.

現在、N-95マスクは空気・飛沫感染する結核菌や、インフルエンザ感染対策用として用いられ重要な役割を担っている。しかしながら、臨床的なニーズを充足できていない点も有しており、その一つとして、近年その感染拡大が社会問題となっているインフルエンザの感染対策に対するN95マスクのフェイスフィット性が挙げられている。また、メーカー毎にサイズ、構造にもばらつきがあり、実際のパンデミックの際に個人に対して最適なフェイスフィット性のマスクを提供することに困難を極めることが指摘されている。本研究では、マスクのサイズと、その構造に着目し、人の体格、顔の形状などを検討することで、より多くの人にフィットする最適サイズを検討すると共に、人の呼吸を利用し理論的にフィット性を高めるマスクの構造について検討を行った。検討結果を基に、外周の隙間からの吸込みを防止する構造のマスクを考案し、その試作品を作製した。試作マスクは、体格、顔の形状が異なる幅広い対象者に対してフィット性が高く、感染防御に有効であることが確認され、この結果から、N95マスクを改良した試作マスクの構造原理を基に開発を進めることで、パンデミックの際にも1サイズでより多くの人にフィット性の高いマスクの創出が可能であることが示唆された。

はじめに

N95マスクはウイルスの大きさが約 $0.3\mu\text{m}$ ~ $0.6\mu\text{m}$ とされていることから、N95マスクのフィルター効果の規格は、「 $0.3\mu\text{m}$ の粒子を95%以上遮蔽する」と定められており、N95マスクは、ウイルスの空気・飛沫感染に対して予防効果があるとされている。

呼吸に伴い吸入される空気の100%がN95マスクのフィルターを通して体内に取り込まれるのであれば、ウイルス感染に対する予防効果はかなり高くなると考えられるが、実際には、N95マスクは多くのメーカーから製造・販売されており、フィルター性能は全て 0.3μ の

粒子を95%遮蔽できる能力を有しているが(Nioshにて証明)、そのサイズ、構造は各メーカーによりまちまちである。このため、市販されているいずれのN95マスクであっても、体格、性別、顔の形状が異なる多種多様な個人に普遍的にフィットし、隙間無く全ての呼気がフィルターを通して呼吸されているとは言いがたく、各個人にとってはN95マスクであればどれでも感染予防に有効であるとは言いがたく、自分の顔の形状に最適な製品を選択することが必要となっている。

以上のような現状を考慮し、著者らは現在最も標準的に用いられているN95マスクを対

象としてフィット性のテストを行うと共に、各メーカーのマスクの構造やサイズの実測を行うことで形状とフィット性の関連性について考察を行った。考察の結果を基に、幅広い人を対象にフィット性を有する形状とサイズのマスクを新たに考案し、その試作品を作成した。さらに試作品に対してもフィット性試験を行い、標準品との比較を行うことで、新考案した試作品マスクが従来品に対して高い性能を有することを確認した。試作品は幅広い体格、顔の形状の被験者に対してフィット性が高く、本試作品を基に製品化を進めることで、パンデミックの際にほとんどの人を対象に適用できる普遍的なマスクが構築できる可能性が示唆された。

1. 方法

1-1. 顔サイズと既存マスクの調査

男性 110 名、女性 106 名を対象として、顔サイズの測定を行い、体格と顔サイズの差がどの程度あるのかを実測することで、個人間での顔サイズの分散について考察を行った。また、複数の企業から入手した市販品マスクについて形状の測定を行った。

1-2. 新考案マスクの設計と試作

上記調査で収集したデータ群を題材として既存マスクの構造における問題点の洗い出しを行い、既存メーカーの問題点を解消する構造理論に基づくマスク(新考案マスク)の基礎設計を実施した。

次に、基本設計に基づいて、マスク周辺の顔との接地面に排気弁と同じような効果を与える素材を取り付けたマスク(新考案マスク)を試作した。試作では、膜素材として、メルトブロー不織布、спанレース不織布、спанボンド、パラレルспанレース、シリコンゴムについて比較試験を行い、最適なものを選定した。尚、マ

スク本体は、オリジナル成型により作製した。

1-3. 装着フィット性能に関する比較試験

現在、最も使われている市販品の N95 マスク(3M 社製のカップ型 N95 マスクの Small サイズ、レギュラーサイズの 2 種類)を多数の人に装着させフィッティングテスター(MT-20)で呼気の漏れ試験を呼気中に含まれる $0.3\mu\text{m}$ ~ $0.5\mu\text{m}$ 径粒子の漏れ率を計測することで行った。さらに新考案のオリジナル N95 マスクでも同様の漏れ試験を MT-20 フィッティングテスターにて測定し、標準品とのフィット性の比較を行うことで、新考案の N95 型マスクの感染防御能について評価を行った。

2. 結果

2-1. 顔サイズの調査結果

男性 110 名、女性 106 名を対象として、顔サイズ(頭高と頭幅)の測定を行い、頭高の測定結果を表 1、頭幅の測定結果を表 2 に示した。

表 1. 頭高に関する調査結果

身長階級 (cm)	男性			女性			男性値 /女性値 X 100
	人数	平均身長 (cm)	測定値 (cm)	人数	平均身長 (cm)	測定値 (cm)	
182.5~187.4	1	183.9	23.4	0	-	-	-
177.5~182.4	15	179.2	23.5	0	-	-	-
172.5~177.4	21	174.3	24.3	1	173	23.9	101.6
167.5~172.4	43	169.8	23.9	2	168.3	23.1	103.6
162.5~167.4	24	165.2	23.8	26	164.5	23.2	102.6
157.5~162.4	6	160.5	24.1	33	159.5	23.1	104.1
152.5~157.4	0	-	-	32	154.7	23.1	-
147.5~152.4	0	-	-	10	151.5	22.9	-
142.5~147.4	0	-	-	2	144.5	22.1	-
全体	110	170.6	23.9	106	158.5	23.1	103.6

体型別の分布状態を把握するために、各表では身長別に測定値(平均値)を表記した。この結果、男性、女性ともに身長差によって頭高と頭幅が大きく異なることはなく、ほぼ一定であることが明らかとなった。さらに、男女間での差

異もほとんどなく、最大でも4%程度の差異であることが明らかとなった。

以上の結果から、顔サイズには体型による差異はほとんどないことが明らかとなり、全体の平均値的な構造のマスク形状(本体構造)が、ほぼ全ての人に対してフィットする可能性が示唆された。

表2. 頭幅に関する調査結果

身長(年齢) (cm)	男性			女性			男性値 /女性値 × 100
	人数	平均身長 (cm)	測定値 (cm)	人数	平均身長 (cm)	測定値 (cm)	
182.5~187.4	1	183.9	16	0	-	-	-
177.5~182.4	15	179.2	16	0	-	-	-
172.5~177.4	21	174.3	16.3	1	173	15.9	102.9
167.5~172.4	43	169.8	16.2	3	169.6	16	101.4
162.5~167.4	24	165.2	16.1	25	164.5	15.7	102.8
157.5~162.4	6	160.5	16.2	33	158.5	15.6	103.8
152.5~157.4	0	-	-	32	154.7	15.5	-
147.5~152.4	0	-	-	10	151.5	15.3	-
142.5~147.4	0	-	-	2	144.5	16.1	-
全 体	110	170.6	16.2	106	158.5	15.6	103.9

2-2. 既存マスクの調査結果

市販されている既存マスクを購入し、その形状の測定を行った。写真1には各マスクの写真を羅列した。

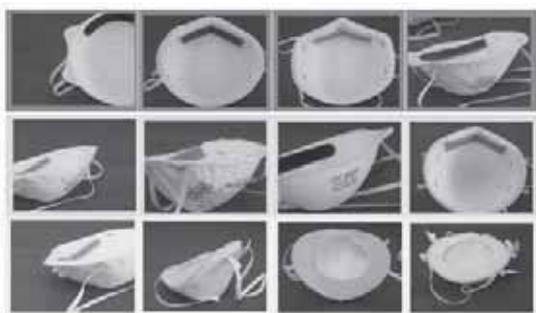


写真1. 市販されているカップ型 N95 マスク

写真1に示した市販品カップ型 N95 マスクの接地面を見ると、下段右側の2種類は内側に大きくヒダをつけることで接地面を広くしているが、大半は5mm程度の接地面となっており、ゴムで後方から引っ張り押し当てるような構造にな

っていることが分かった。また、接地面の広い構造にしているマスクの方が当然フィット性、すなわち漏れ率が少ないことも MT-20 フィッティングテスターを用いた漏れ試験によって確認した。

以上の観察から、フィット性を高くする工夫としては接地面を広くする工夫以外はなされていないことが明確となった。表3には、各市販品マスクの内寸(縦、横、対角線、高さ)値を一覧した。

メーカー名	サイズ	内寸			
		縦	横	対角線	高さ
マークライト	S	100	117	105	47
	R	112	124	122	50
3M	S	100	115	110	42
	R	115	125	120	44
CL	R	111	126	122	51
興研		74	76	77	29
シゲマツ		100	130	124	55.5
バイリーン		98	120	122	38
Kuroto		110	117	120	46
トヨー		97	105	117	42

表3. カップ型 N95 マスク市販品の実測値

2-3. フィット性を向上させる構造の考察

顔サイズが男女共に大きな差が認められなかったことから、1種類のサイズではほぼ全ての人の顔を対象にフィットさせることができると推察した。この考えに立ち、顔の実測値の結果と各社から販売されている市販品の実寸値を総合的に考察することで、3M社から市販されている S サイズとレギュラーサイズの間隔的なサイズが「汎用性サイズとなる可能性がある」と判断し、縦:110mm、横:120mm、対角線長 115mm(全て内寸)をマスク本体の最適サイズと決定した。

次に接地面における空気漏れを防ぐことについて考察を行い、呼吸に着目することでマスクの周辺の接地面に排気弁と同じような効果を示す素材を取り付けることを考案した。即ち、

マスク周辺にヒダ上の素材を取り付けることで、排気の際にはマスク周辺から呼気が抜けやすくまた、吸気の際にはマスク周辺の隙間を顔の表面に張り付けさせることで隙間を埋めることができると考え、このような構造の接地面を持つマスクの開発を試み、写真2に示す試作品を作成した。尚、空気漏れを防ぐためにマスク周辺に取り付けた膜の素材には、パラレルスパンレースが最適であると判断し、採用した。



写真2. 試作した新考案マスク

2-4. フィット性能装着比較試験

体型(顔の形状)が異なる9人のモニターを対象として2種類の3M社製マスクと新考案マスクを実際に装着させ、各マスク装着時における漏れ率をMT-20フィッティングテスターで測定し、結果を図1に示した。市販品である3M社製の標準サイズ・カップ型N95マスク(Normal Mask (regular))の場合では、漏れ率が14%から94%と幅広く分布し、平均値が58.92%(標準偏差28.31)、3M社製小サイズ・カップ型N95マスク(Normal Mask (small))では漏れ率が11%から78%と分散し、平均値が35.45%(標準偏差20.85)であった。これに対して新考案マスク(New design)では、漏れ率が5%から31%の範囲にあり、平均値が15.90%(標準偏差9.51)であった。以上から、新考案マスクが市販品に比較して高い除去性

能を持つことが確認された。また、除去性能に個人差が認められなかったことから、1サイズでも被験者の全てに対して高いフィット性を示すことが確認された。

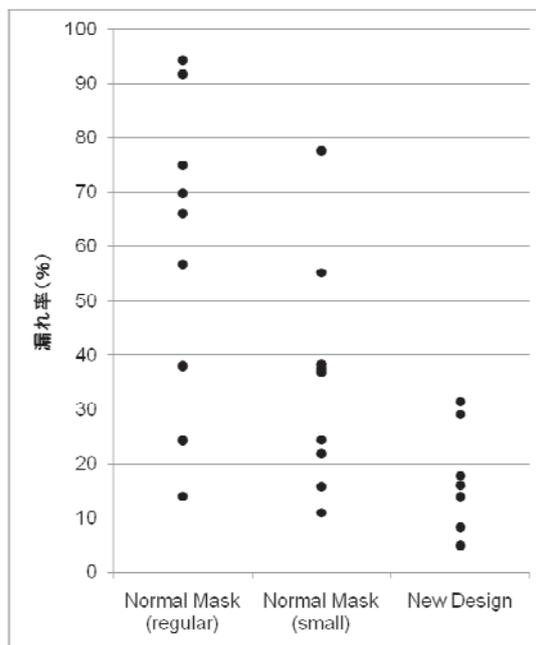


図1. 市販品と新考案マスクの性能比較

以上の検討から、新考案マスクに付与した「膜構造」が、呼気吸引時には顔に密着することで粒子除去フィルターとして機能するため、新考案マスクが装着者の顔形状の影響を受けずに安定的に高い粒子除去機能を実現することが明確となった。

参考文献

AIST人材寸法データベース
日本人人体寸法データベース 1997-98, 通商産業省工業技術院くらしとJISセンター

謝辞

謝辞 今回の実証試験、実地測定及び論文作成にあたり、多大なるご協力を賜りました三重大学医学系研究科トランスレーショナル医科学の諸先生方、また学生の皆さんに対し厚く御礼申し上げます。

熊野灘海藻資源による合成化合物不使用スキンケア製品の研究開発 *Research and Development of Skin Care Products without Synthetic Compounds made from Marine Resources in Kumano-nada, Central of Japan*

松浦信男¹⁾²⁾, 苔庵泰志³⁾, 榊宏之¹⁾, 河田敏勝¹⁾, 落合穰¹⁾,
西村訓弘¹⁾, 荒木利芳⁴⁾

*Nobuo Matsuura¹⁾²⁾, Yasushi Kokean³⁾, Hiroyuki Sakaki¹⁾, Toshikatsu Kawada¹⁾,
Yutaka Ochiai¹⁾, Norihiro Nishimura¹⁾, Toshiyoshi Araki⁴⁾*

1) 三重大学大学院医学系研究科生命医科学専攻環境社会医学講座トランスレーショナル医科学

2) 万協製薬株式会社

3) 三重県工業研究所 医薬品・食品研究課

4) 三重大学大学院生物資源学研究科生物圏生命科学専攻水圏生物利用学研究室

*1) Translational Medical Science, Social and Environmental Medicine,
Graduate School of Medicine, Mie University*

2) Bankyo Pharmaceutical Co., Ltd

3) Mie Prefecture industrial Research institute

*4) Laboratory for the Utilization of Aquatic Bioresources, Department of Life Science,
Graduate School of Bioresources, Mie University*

はじめに

三重県尾鷲市は世界遺産に認定された熊野古道の入り口であり、豊かな自然に恵まれ海産物をはじめとする多くの地域資源を有している。さらに海洋深層水の取水が行われていて、それらを関連付けた地域ブランドの開発や新産業創出による地域経済の発展に期待が高まっている。特に、海洋深層水を用いて実用化されたハバノリの陸上養殖は全国初である。

さらに昨年度から三重県では、熊野灘沿岸に生育する海藻であるヒロメを地元漁協などと協力して養殖試験を開始しており、利用可能な大きさに成長させ得ることを確認している。これら地域資源を有効利用した食品などの開発に取り組むとともに、その成果を本地域の特産物として広めることで地域への経済効果を期待している。しかし、上述したような一般的な食品を目的とした生産だけでは、コストや知名度などの問題から尾鷲の地域資源(深層水、ハバノリ、ヒロメ)を全国的に展開し地域ブランドとして普及することは難しい。そこで、食品素材より付加価値を持つとされる化粧品素材への利用を考えた。一方、現在の

化粧品の多くは合成高分子化合物を使用しており、残留溶媒のヒトへの影響が懸念される。そこで、海藻から得られる高分子化合物を利用することによって、合成物を使用しないスキンケア製品を生み出すことが求められている。

そこで、食品としてだけではなく、より付加価値の高い化粧品素材への利用を考えた。また、現在の化粧品の多くは合成高分子化合物を使用しているが、昨今は粘性や保水性に優れた海藻粘質物などの天然素材を使用したスキンケアに対する要望が高まってきている。

このような研究背景を持ち、三重県で万協製薬株式会社が行なっている技術と、三重大学及び三重県工業研究所が研究を進めている本テーマについて共同で研究開発することにより、熊野灘の海藻資源を有効活用した、合成化合物不使用の天然素材スキンケア製品の開発を目的として、次のような研究開発を実施した。

1) ハバノリの細胞壁分解酵素の開発

褐藻の細胞壁はセルロースと粘質多糖であるアルギン酸およびフコイダンで構成されている。

また、褐藻の粘質多糖は食品、医薬品、化粧品などに広く利用されている。本研究ではこれら粘質多糖を素材としたスキンケア製品の開発を目的として、三重県の特産品であるハバノリとヒロメからこれら粘質多糖を効率よく抽出するための方法を検討した。

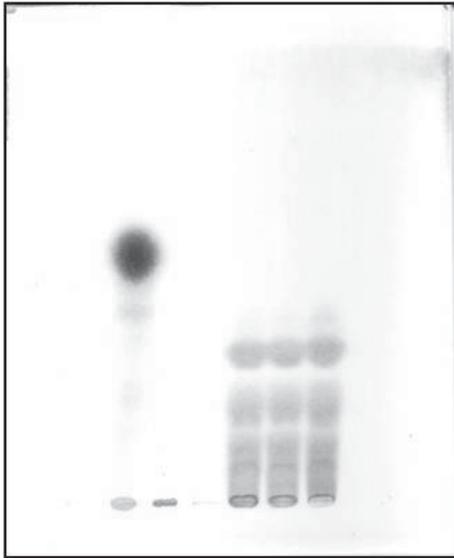


図1. アルギン酸リアーゼによるアルギン酸分解

海洋細菌 *Vibrio* sp. AL-429 株と *Vibrio* sp. MA-138 株のゲノム DNA からそれぞれアルギナーゼ (*algA*) 遺伝子とセルラーゼ (*cel8B*) 遺伝子をクローニングした。*algA* 遺伝子は 1026 bp の塩基からなり、341 残基のアミノ酸をコードし、推定分子量は 37,430Da、推定等電点は 4.73 であった。*cel8B* は 357 残基のアミノ酸をコードする 1074bp からなり、その推定分子量は 40,932Da で、糖質分解酵素(GH)ファミリー8 に属していた。両酵素遺伝子を pET システムで発現させ、酵素学的性質を調べた。組換えアルギナーゼ(rAlgA)は至適 pH が 8.0 で至適温度は 35°C、アルギン酸を脱離反応によって分解し、種々のオリゴ糖を生ずるリアーゼであることが判明した(図1参照)。

2) 酵素処理技術を活用したハバノリ・ヒロメの有効成分の効率的な抽出精製技術の開発

ヒロメ粉末からのアルギン酸抽出に関してはアルカリ抽出法が熱水抽出法より収率が高く、また粘性も高かった。ヒロメ粉末はセルラーゼで前処

理することにより粘性が増大した。ヒロメアルギン酸の濃度と粘度の関係を調べた結果、クリーム製造には約1%濃度が適していることが判明した。また、ヒロメからのフコイダンの抽出ではセルラーゼで前処理することにより、メタノールの使用量を減少させることができた。ヒロメとハバノリからフコイダンとアルギン酸の連続抽出を試みた結果、フコイダンとアルギン酸抽出には酵素前処理が効果があることが判明した。また、粗フコイダン抽出物のアルギナーゼ処理は、フコイダンの精製に効果があった(図2, 3参照)。

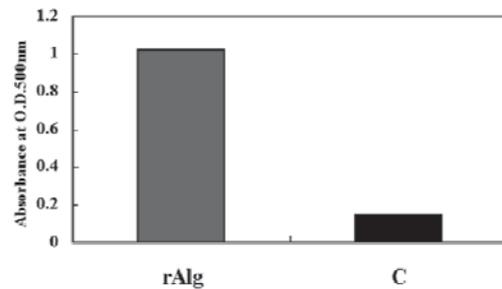


図2. アルギン酸リアーゼ反応後の活性比較

rAlg: 粗フコイダン抽出液に rAlg430F・全長を作用させた区、C: rAlg430F・全長の代わりに蒸留水を作用させた区

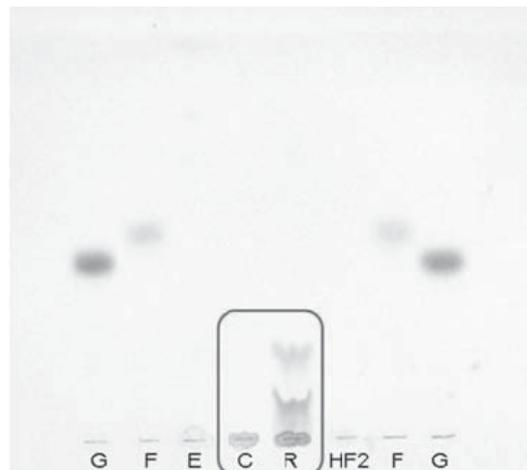


図3. フコイダン粗抽出液にアルギン酸リアーゼを作用させた時のTLC

G: グルコース水溶液(0.1%)、F: フコース水溶液(0.3%)、E: enzyme、C: control(無処理)、R: アルギン酸リアーゼ処理、HF2: 二回目抽出液をアルギン酸リアーゼ処理したもの

3) ハバノリとヒロメを対象とした高粘性物質抽出法の検討

(a) 海藻エキス成分の分子量分布の把握

尾鷲市産ヒロメ(平成20年5月産天然、養殖、平成20年4月産養殖)および尾鷲市産ハバノリ(平成20年4月、7月産養殖)を研究試料とし、アルギン酸ナトリウムを主な目的成分として、粘性物質を抽出した。抽出法は、一般的なアルカリ抽出法の抽出温度や、抽出後のアルギン酸ナトリウムの回収法を変更することにより、最適な抽出条件を検討した(図4参照)。抽出したアルギン酸ナトリウムの推定分子量は、サイズ排除クロマトグラフィー(SEC:Size Exclusion)により分析した。抽出物の精製の判断は、FT-IR分析により、抽出前後の共雑物の吸収スペクトルの減少で判断した。

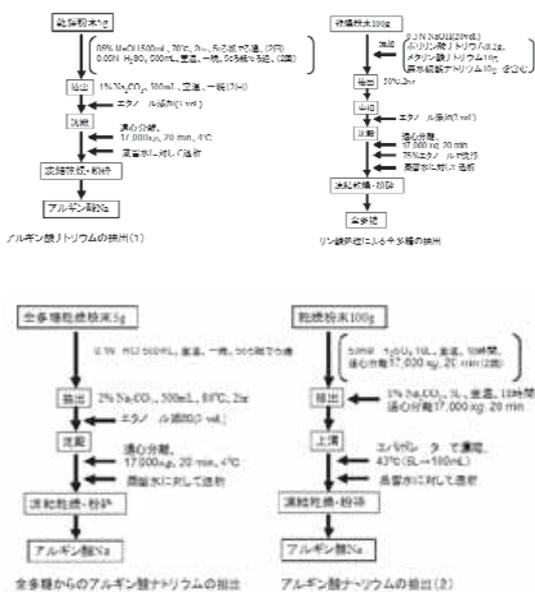


図4. アルギン酸ナトリウムを主な目的成分とする粘性物質の抽出法

抽出法に関しては、室温で18時間アルカリ抽出後に、減圧濃縮することで、効率的にしかも分子量の大きなアルギン酸ナトリウムを抽出できることが明らかとなった(改良法)。このときのアルギン酸ナトリウムの推定分子量は、養殖ハバノリ、養殖ヒロメ、天然ヒロメでそれぞれ約159、81~101、92~149kDaとなった。さらに抽出温度を80℃に

することで、抽出時間が2時間に短縮できることも明らかとなった。

(b) 海藻エキスの物性評価

抽出したアルギン酸ナトリウムの粘度特性、乳化特性、保水性および超音波処理による物性変化を明らかにした。

抽出検討の結果得られたアルギン酸ナトリウムの粘度は、養殖ハバノリ、養殖ヒロメ、天然ヒロメ(スペクトルは図6を参照)で、それぞれ約74~82、50、130~180mPa・s(1%w/v)となった。スキンケア製品に天然ヒロメ由来アルギン酸ナトリウムを1%(w/v)添加すると、試作品の粘度は77,300mPa・sとなった。同様に養殖ハバノリ(スペクトルは図7を参照)より抽出したアルギン酸ナトリウム1%(w/v)添加では80,100mPa・sとなり、いずれも万協製薬での社内基準(50,000~200,000mPa・s)を満たす値であった。これらのことから、実際にアルギン酸ナトリウムのみの水溶液では粘度が一般的にスキンケア製品に用いられている合成増粘剤の粘度(カルボキシビニルポリマー、粘度:1%水溶液で12,000~155,000 mPa・s)より低くても、十分に製品に利用可能であり、スキンケア製品に適したアルギン酸ナトリウムの分子量は、約150万Da程度であると判断した。

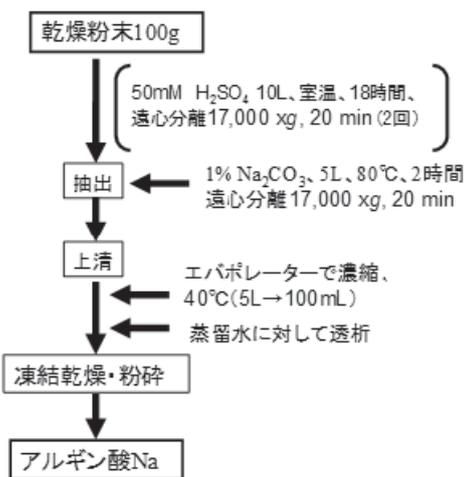


図5. アルギン酸ナトリウムの抽出

乳化性は、改良法(図5を参照)で抽出した養殖ハバノリ、養殖ヒロメ、天然ヒロメでは、それぞれ

約 94、88、88%となり、他の方法で抽出したアルギン酸ナトリウムより優れていた。乳化安定性は、原料の種類や抽出法による変化は示さなかったが、100%もしくはそれに準ずる値を示し、乳化安定剤として良好な結果となった。

アルギン酸ナトリウム溶液(1%w/v)の超音波処理では、天然ヒロメ由来アルギン酸ナトリウムの粘度は容易に減少したのに対し、養殖ハバノリ由来アルギン酸ナトリウムでは粘度低下に対して抵抗性を示した。また、天然ヒロメ由来アルギン酸ナトリウムは、粘度が低くても保水性が保持されることが明らかとなった。

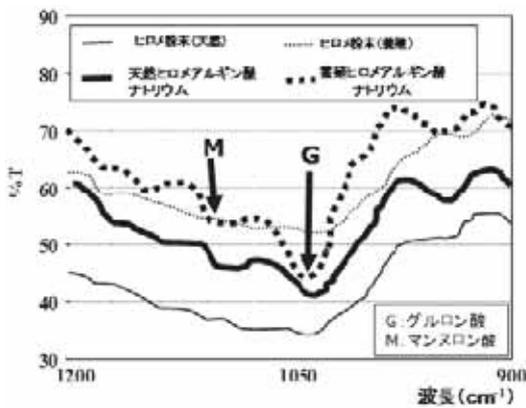


図6. アルギン酸ナトリウムの FT-IR スペクトル (ヒロメ)

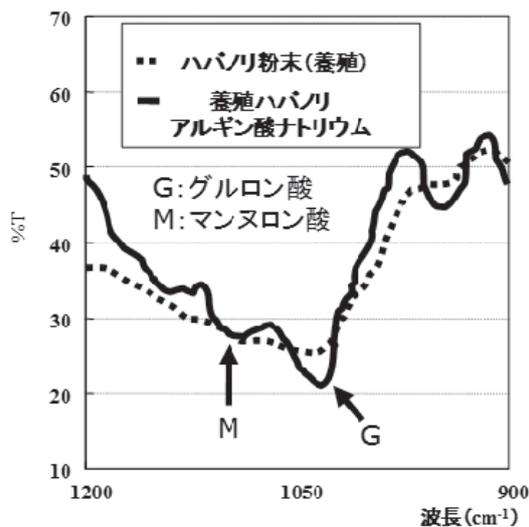


図7. アルギン酸ナトリウムの FT-IR スペクトル (ハバノリ)

4) 合成高分子化合物を使用しないスキンケア製品の開発

(a) 抽出高分子(海藻エキス)の粘度特性および乳化能の確認

ヒロメ及びハバノリ抽出液について、製品化を行なう上で、最適な粘度及び配合量を確認した。表1に示すように、アルギン酸ナトリウム(市販品)1%配合品したものでは、合成高分子(カルボマー)0.2%に近い粘度を有したため、海藻抽出液も配合量1%前後が最適ラインだと考えられた。展延性は合成高分子との間に差はなく、pHも弱酸性であり、pH調製をする必要はなかった。

表1: 検討クリーム剤の粘度、pH、安定性

クリーム剤	w/v	粘度(mPa·s)	展延性	pH(室温)	安定性
カルボマー使用(0.2%)		135,200	41.0	5.9	◎
アルギン酸ナトリウム(市販品)1%		106,700	43.0	5.6	◎
高分子不使用品		28,000	54.0	7.5	×
天然ヒロメ抽出液1%	TU-1	77,300	47.0	5.6	◎
天然ハバノリ抽出液1%	TU-1	91,100	43.0	5.5	◎
天然ヒロメ抽出液0.5%	U-1	24,800	52.0	5.5	○
天然ハバノリ抽出液1%	YJ P	50,700	41.5	5.7	○

以上から、海藻抽出液は1%~1.5%の範囲で配合を検討するのが妥当だと考えられる。次に、ヒロメ及びハバノリ抽出液について、ヒトへの短期保湿簡易評価試験を行った。

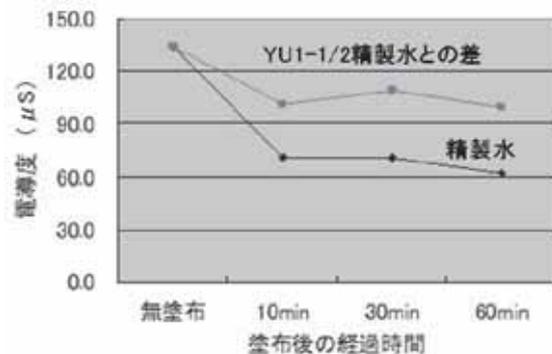


図8. ヒロメ抽出液(TU-1/2)の保湿性簡易測定

測定後、塗布部位について経過観察を行なった。その結果、紅斑や腫れは認められなかったことから皮膚への安全性が簡易的に確認された。

また図8に示すように、ヒロメ抽出物には角質水分量の低下を抑制する効果があると考えられ

る。しかしながら、無塗布時より、角質水分量が減少している。このため、高精度の結果を得るには、対象人数を増やし、最適な測定環境下での保湿評価試験が必要であると考えられた。

(b) 配合剤の安定性(安全性)確認

ヒロメ及びハバノリ抽出液について、ラットへの単回経口投与毒性試験をおこない、各抽出液を配合したクリーム剤及びローション剤については、ウサギへの連続皮膚刺激性試験をおこない、その安全性を確認した。

ハバノリ抽出物 1%溶液では投与回数を重ねるごとに皮膚反応がみられはじめたことから、ハバノリ抽出物 1%溶液は皮膚累積刺激性を有すると考えられる。また、ハバノリ入りクリームおよびヒロメ入りクリームでもともに投与回数を重ねるごとに皮膚反応の評点が継続および上昇していることから、ハバノリ入りクリームおよびヒロメ入りクリームは、皮膚累積刺激性を有すると考えられる。しかし、クリーム基剤でも同程度の皮膚反応を示していることから、ハバノリ入りクリームおよびヒロメ入りクリームでみられた皮膚反応は、クリーム基剤が引き起こした皮膚反応であると考えられる。なお、ハバノリ抽出物 1%溶液は皮膚累積刺激性を有しているにもかかわらず、ハバノリ抽出物 1%含有ローションで刺激がみられなかったが、これはローション基剤により刺激性が緩和されたことによると考えられる。

(c) パッチテストによる試作品の評価

ローション剤及びクリーム剤に関して健常人 40 名を対象とした閉塞法皮膚貼付試験を行った。

各抽出液配合品は、ベース基材(抽出物無配合品)との間に差はなく、各ベース基材も精製水との間に差は認められなかった。このことから、ハバノリあるいはヒロメ抽出液配合クリーム及び配合ローションは市場での安全性を十分に有すると考えられる。

今後は、本処方に万協製薬においてすでに実績のある、防腐設計を導入することで、より安全性の高い製品が供給できると考えられる。

(d) ハバノリ抽出物およびヒロメ抽出物及び配合剤の短期保湿評価試験

ハバノリ抽出物およびヒロメ抽出物の皮膚に対する物理的な保湿効果及び、各抽出液を配合したクリーム剤及びローション剤(図9及び図 10 参照)について、その保湿効果の差を調べるべく、健常人 20 名を対象とした短期保湿評価試験を行ない、保湿性の有無を確認した。

各測定部位、測定時間毎に被験者 20 人の平均値を算出し、 $t=0$ (塗布前)の値からの増加率を求めた。その結果、クリーム群 > ローション群 > エキス群、の順にキャパシタンスの増加率が高い結果となった。エキス群、ローション群、クリーム群ともに、ハバノリおよびヒロメ抽出物を配合した試験品とコントロールとして用いた試験品の間には差は認められなかった。

測定部位が手首に近いほうがキャパシタンスの値が大きい傾向がみられ、 $t=0$ の測定値が増加率に及ぼす影響が大きいと考えられたため、同様にして $t=0$ の値からの増加量を求めた。その結果、増加率と同じ傾向がみられ、クリーム群 > ローション群 > エキス群、の順にキャパシタンスの増加量が高かった。しかし、ハバノリ及びヒロメ抽出物を配合した試験品とコントロールとして用いた試験品に差は認められなかった。

以上のように本試験においては、剤型の違いによる保湿効果の違いは認められたものの、エキス(ハバノリおよびヒロメ抽出物)を配合した試験品とコントロールとして用いた試験品の保湿効果に違いはなかった。今回、用いた配合濃度においては両エキスには短期間での物理的な保湿効果は認められなかったものの、エキスの生物学的な作用(例えば NMF や角層細胞間脂質の増加、バリア機能の向上など)により、肌状態の改善が期待されるため、長期保湿試験において再評価する必要がある。

4) 製品イメージと今後の課題及び展望について

本研究により、前述のような研究成果物を得ることができた、今後の市場展開を進める足がかりとして、県内の地域物産店や地域物産展示会な

どを利活用し、通常の化粧品とは、異なる販売ルートで情報を発信しながら、新しい販路を開拓していく予定である。



図9. 海藻抽出物配合スキンケアクリーム



図10. 海藻抽出物配合スキンケアローション

Appl. Glycosci., 54, 84-90.

4) アルギン酸の化学構造、アルギン酸塩の性質:大野正夫編著、「有用海藻誌」、内田老鶴圃、pp444-445、2004

謝辞

本研究開発では、ヒロメ及びハバノリの養殖に当たり尾鷲市新産業創造課奥村英二氏をはじめとする地元漁師並びに漁協関係者から多大なる協力を受けた。これらの方々に深く感謝を申し上げたい。また、本研究は、中部経済産業局からの委託事業として、同局からの支援を受けて実施したものであり、この縁を頂けた事に深謝します。

最後に、今回の実験及び論文の作成にあたり、多大なご指導を賜りました三重大学大学院生物資源学研究科生物圏生命科学専攻水圏生物利用学研究室、三重大学創造開発研究センター、三重県工業研究所 医薬品・食品研究課の諸先生方に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Tako M, Kiyuna S, Uechi S, and Hongo F (2001) Isolation and characterization of Alginic acid from Commercially Cultured *Nemacystus decipiens* (Itomozuku), Biosci. Biotechnol. Biochem., 65, 654-657.
- 2) Shiroma R, Uechi S, Taira T, Ishihara M, Tawata S, and Tako M (2003) Isolation and characterization of Fucoidan from *Hizikia fusiformis* (Hiziki), J. Appl. Glycosci., 50, 361-365.
- 3) Shiroma R, Uechi S, Tawata S, and Tako M (2007) Isolation and characterization of Alginate from *Hizikia fusiformis* and Preparation of its Oligosaccharides, J.

国立大学病院の機能強化の新しい手法の模索

The grope of the new technique for the functional enhancement of the National University hospital

落合 穰¹⁾²⁾, 田澤光夫²⁾, 松浦信男¹⁾, 河田敏勝¹⁾, 榊 宏之¹⁾, 西村訓弘¹⁾
Yutaka Ochiai¹⁾²⁾, Mitsuo Tazawa²⁾, Nobuo Matsuura¹⁾, Toshikatsu Kawada¹⁾, Hiroyuki Sakaki¹⁾, Norihiro Nishimura¹⁾

1) 三重大学大学院医学系研究科生命医科学専攻環境社会医学講座トランスレーショナル医科学

2) 株式会社中部メディカル

1) *Translational Medical Science, Social and Environmental Medicine, Graduate School of Medicine, Mie University*

2) *Chubu Medical Co. Ltd.*

1. はじめに

これまでの国立大学の附属病院は国の管理下に置かれ独自の医療サービスや設備投資が非常に困難であった。しかしながら、今日では国立大学の独立大学法人化によって、各国立大学病院の特色を生かし産学連携の手法を使うことによって、高度な先進医療の提供が可能になってきた。

以上の背景を受け著者らは、三重大学医学部附属病院に対して、ガンの先進的な治療法として注目されている放射線治療に基づく先進医療の提供と放射線科医師育成機能を合わせ持つ施設〈地域圏先進医療センター(仮称)〉の提案を過去に行っている。残念ながら、三重大学での施設設立は実現しなかったが、本提案を通して、地域社会に必要とされる先進医療施設を国立大学が主導して設立するための新たな手法を考案し、可能性を提示することができた。本報では、著者らが提案した三重大学におけるケースをモデル事例として考察を行い、地方国立大学が国の予算措置等に頼らずに、地域社会に必要とされる新たな高度先進医療を提供するための仕組み作りについて提言を行う。

2. 放射線治療を取り巻く現状

ガンの先進医療における放射線治療は IMRT (強度変調照射) や治療計画装置と連動可能な可動型マルチリーフコリメーター等の登場によって、5年生存率は外科的手術とほぼ変わらなくなり、ガン治療の選択肢として注目を集めている。海外の先進国ではガン患者の60%程度に対する治療実績があるにも関わらず、日本国内では僅か25%と低い治療実績しか残していない。これは、首都圏と地方の医療格差が一つの要因と考えられる。地方に住みながら先進の医療を享受するには、各地域の医療体制の核となる国立大学等の附属病院において、先進の医療が受けられること、又、先進医療を担う医療従事者が大学の附属病院などの高度医療機関において育成可能なことが必要不可欠である。

現状では、地域の各病院に確定診断を行う画像診断を専門とする放射線科医師は存在するが、放射線治療を専門とする放射線科医師が少ないという状況が認められる。このため、ガン患者に対する治療の選択肢として放射線治療が提案されにくいことが、我が国において放射線治療の治療実績が低い原因の一つとして推測される。

放射線治療は、外科的手術や化学療法に比べ患者の身体への負担が少なく、外科的手術に比

べ患部付近の臓器機能の温存が可能であり、患者の QOL (Quality of Life) に大いにメリットがある。しかしながら、長期に渡る治療や経過観察が必要であり、治療施設までの距離が患者への肉体的及び経済的負担となっている実情も存在する。

3. 著者らが行った提案の概要

三重大学に対して行った提案の骨子は、民間の資本と医療機関を活用することで、三重大学医学部附属病院の敷地内に高度先進医療が可能な施設を設置し、IMRT (強度変調照射) が可能な放射線治療装置や MRI、CT などの治療及び診断装置を完備し、診断治療を迅速に行う体制を構築することであった。

本提案における大学側のメリットは、1) 診断治療に必要な医師の派遣と患者の紹介を担保することが主たる負担であり、資金的な義務が発生しないこと、2) 高度先進医療施設の運営は民間の医療法人が請負うことにし、大学側には施設運営にかかる費用並びに職員等の人件費負担がかからないこと、さらに、3) 県内において需要が急増すると思われる放射線科医師を教育訓練するための設備を大学内に保有できることである。

施設運営を請負う民間医療法人には、高額な治療装置や各種診断装置を購入維持管理していく費用負担及び医師以外の職員の人件費負担を負うリスクはあるが、1) 放射線治療は保険点数が高く大学附属病院との連携によって患者数の確保が十分に見込まれることから採算事業として成り立つこと、2) 附属病院との医療連携によって放射線科医師の教育と派遣等に円滑な協力体制が構築できるため地域医療に貢献するという社会的評価が得られることなどのメリットがある。

地域住民にとっても、県内国立大学の附属病院に高度な放射線治療施設が設置されるため、県内移動のみで先進医療を享受することが可能であり、働きながらガンの治療ができるなど、治療中の

QOL が大幅に向上するメリットが期待される。

図1に著者らが行った提案概要の基本スキームを示した。このスキームで示したように、地方国立大学に自己資金が無い場合であっても、高度先進医療の対象となる地域内患者を大学に集中させることで事業採算性を担保し、地域金融機関、事業会社等からの資本導入を可能とすることで、地域に必要とされる高度先進医療施設を大学附属病院内に設置できることを示唆している。

施設について

提案した計画では、国立大学の敷地内に治療診断施設を建設することによって、大学病院に勤務する忙しい医師の移動や大学病院からの患者移動の利便性を実現している。本計画では、施設用地を国立大学から無償貸与することで設立コストを大幅に削減することを想定した。大学敷地内への民間企業設備の設置には国立大学法人法に基づく制約があるため、計画終了時には当該施設を大学側に無償寄付することを前提に PFI 方式の特定目的会社 (SPC: 施設を所有し管理する会社) を設立し、事業収入から月々固定費を徴収し、設立資金を返済する仕組みを取った。

設立資金について

設立資金は地域企業からの出資と地元地方銀行、都市銀行のシンジケートローンなどの融資を募ることで調達を試みた。また、施設の設備機器についてはリース会社とリース契約を結び、事業収入より月々支払うことを計画した。

運営について

施設運営については民間医療法人が行うことにより民間手法を取り入れた採算性を重視した運営を心掛け、計画終了時までには施設資産償却の完了を目指すことにより、終了時におけるスムーズな大学への資産の無償寄付を可能としている。施設運営は、地域で医療活動を行う民間医療法人に委託することになるが、民間医療法人側には、附

属病院から患者紹介を受けることで患者数の確保が可能であり、十分に採算が取れる事業であることを示すこと、及び、ガン治療に関して大学との医療

連携が取りやすくなるメリットを与えることで、本事業への参加を誘導する。

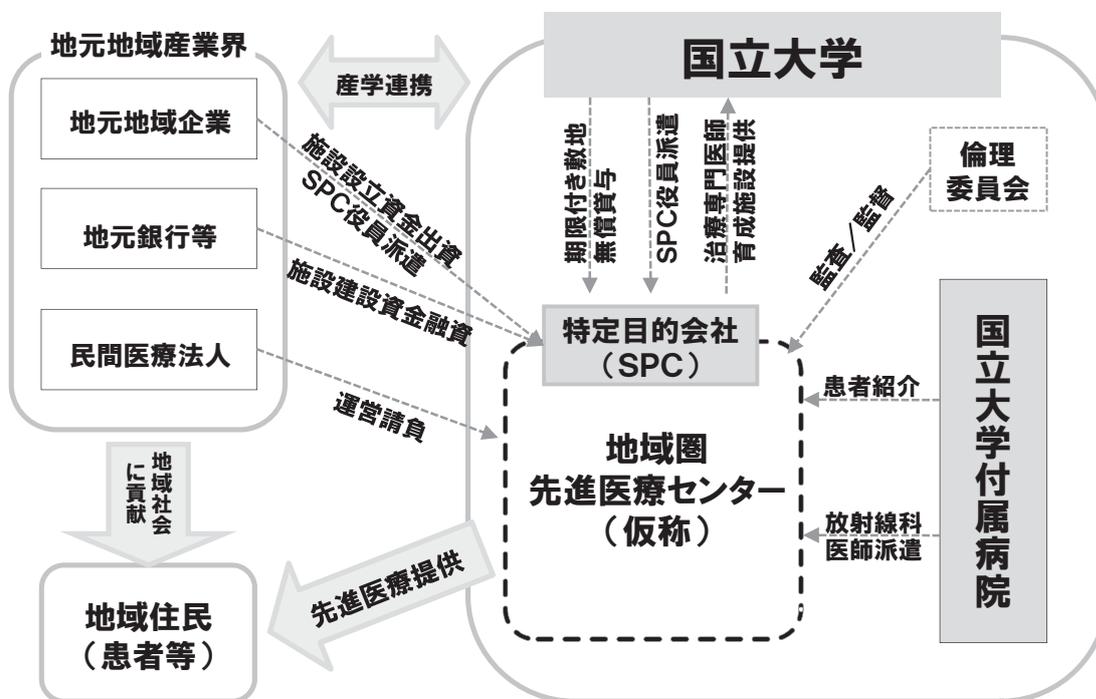


図1. 基本スキーム

4. 結果と考察

(1) 日本の資金調達の実状

今回の計画を進めるにあたり、最大の問題点は、運営を請け負う民間医療法人への信用力評価が金融機関側の最大の関心事となったことである。これは、日本における金融機関による融資が担保主義であり、事業の採算性を考慮した考え方に立っていないことに起因すると推察された。計画当初より都市銀行及び地方銀行に対して計画の打診を行い、当該事業の評価と融資の可能性について検討を依頼したが、民間金融機関側は、当該事業の運営を請負う民間医療法人の財務状況や信用力を最重視しており、計画案として提示した当該事業の採算性などの成立性についての評価はその次の段階であると判断された。一方では、本事業の提案初期において民間医療法人以外の参画事業会社が決定していなかったこと、さらに、資金

調達の中心となるシンジケートローン等の幹事銀行を計画初期段階で確定できなかったことも、当該事業の成立性に対して民間金融機関による信用が確立できなかった要因となった。

(2) 施設運営の問題点

PFI方式の施設運営においては、いくつかの失敗事例が報告されており、運営を適正に管理するための複数の仕組みを設置する必要性も問題となった。事業主体が実質的に国立大学となるため、例えば、特定目的会社の役員等の人選や倫理委員会の設置等、さまざまなチェック機能(国立大学法人法などの法規並びに倫理面での配慮)が必要となり、大学内外での調整が難航した。

(3) 計画の実現性

今回の計画では金融機関以外の事業会社からの出資を明確にできなかった点も計画の実現性に

において問題視された。通常の PFI 方式では、事業全体を取り仕切る大企業(幹事企業)が存在し、幹事企業の信用力において全てのステークホルダーや主要構成員が決定され、事業全体の体制と信用力が構築される。これに対して今回の計画では、事業採算性を重視し、事業規模を十数億円のプロジェクとと絞ったため、大企業を取り仕切るほどの事業規模とならず、結果的に計画実現性の不安要因と判断された可能性がある。また、地元の有力企業への積極的な出資要請を行わなかったことも、計画実現に不安を感じさせたのかもしれない。

5. おわりに

本研究では、国立大学病院の機能強化のための新しい手法として、PFI 方式を取り入れた医療施設の設立手法について、過去の失敗事例を題材として考察した。

実現可能な計画には、設立趣旨の明確化が重要であり、「地域社会が支える医療」を強く打ち出す必要性を感じた。そのためには、1) 広く地元地域の企業からの出資を募り、地元地方銀行を中心とした融資団(都市銀行等も含む)を結成することで確実な資金調達を担保すること、2) 国立大学附属病院の敷地内に期限付き無償貸与にて施設建設することで設立コストを抑えながら必要な医師を確保し患者が集積しやすい環境を確保すること、3) 当該施設を所有させる特定目的会社の役員として大学執行部及び地元企業の経営者を迎えることで社会的信用力がある運営管理体制を整えることが重要であり、以上のような準備を整え、確実に収益性が確保できる仕組みを組み上げてから、地域で医療活動を行っている民間医療法人を対象として当該施設についての運営を委託する方式が望ましい。

さらに、大学内において当該事業への理解を得るためには、確保された収益を活用することで施設設置の初期投資として必要な建設費と設備費を

事業計画期間中に無理なく償還する計画とし、事業期間終了時には、当該施設を大学に無償譲渡(寄付)することを盛り込む必要がある。

また、計画当初において金融機関による融資団が結成できているか否かが事業実現の成否に大きく影響すると考えられる。特に地域内の主要な地方銀行による事業計画に対する適切な評価と協力が無ければ成立しない。この場合、金融機関自体による事業評価能力が問われるが、今までの担保主義の考え方を続ける限り、当該事業の評価に基づく融資は期待できないのが現状である。このため今後は、地方銀行においても、欧米のように事業計画の採算性の評価を第一義とし、事業収益を担保として融資決裁を行う方式に切り替えて行くことが期待される。

以上を踏まえ、本研究からの提言としては、本報で紹介したような国立大学病院の機能強化のための新しい手法を実現するための根幹として、「地域社会が全体で支える医療」を全面に押し出した計画を組み立て、地域関係者全体の参加を募ることが重要であると強く主張したい。

参考文献

- 1) 佐藤一雄:「不動産証券化の実践 完全版」(ダイヤモンド社)p211-239(2004)
- 2) 藤瀬裕司:「新しい流動化・証券化ヴィークルの基礎と実務」(株式会社ビーエムジェー)p32-121(2006)

謝辞

本研究で、三重大学医学部附属病院への施設設立計画に関わった関係者の方々にこの場をお借りして心より感謝申し上げます。尚、三重大学医学部附属病院において平成 21 年度の国家予算で複数台の最新型放射線治療装置の導入が決定し提案した施設が無くても地域住民が先進医療を享受できることが可能となった事は大変喜ばしいことであり、ご報告申し上げます。

ゼブラフィッシュを用いた奥田脳神経薬の再評価

The reevaluation of the Okuda cranial nerve medicine by using a zebrafish

奥田正¹⁾²⁾, 守金大蔵¹⁾, 臧黎清¹⁾, 山田知美¹⁾, 西村訓弘¹⁾

*Tadashi Okuda¹⁾²⁾, Daizo Morikane¹⁾, Liqing Zang¹⁾, Tomomi Yamada¹⁾,
Norihiro Nishimura¹⁾*

1) 三重大学大学院医学系研究科生命医科学専攻環境社会医学講座トランスレーショナル医科学

2) 奥田製薬株式会社

*1) Translational Medical Science, Social and Environmental Medicine,
Graduate School of Medicine, Mie University*

2) OKUDA PHARMACEUTICAL CO., LTD.

ゼブラフィッシュ(Danio rerio)疾患モデルを評価系に利用するホール・アニマル・ドラッグ・スクリーニング法を適用することで奥田脳神経薬の薬効に記されていない肥満抑制効果について評価を行った。検討では、ゼブラフィッシュの肥満誘導課程に、奥田脳神経薬および奥田脳神経薬の各主成分を4週間投与することで肥満抑制効果を調べた。この結果、肝臓組織のOil Red O染色からサンソウニンが肝臓への脂肪沈着を抑制することが示唆された。長期間の販売実績によって安全性が立証されている奥田脳神経薬の再評価を行うことで、主成分として処方されている各成分に、これまで知られていなかった新たな薬効が保有されている可能性を示すことができた。

奥田脳神経薬は、1956(昭和31)年に奥田製薬株式会社より発売された生薬と洋薬の複合系の薬剤であり、耳鳴り、めまい、頭痛などに対して効果が認められている。奥田脳神経薬の鎮静作用は、主としてブロムワレリル尿素によるものと考えられているが、耳鳴り、めまいに対する作用機序は不明な点が多い。また、奥田脳神経薬は、ルチン、インヨウカク、サンソウニン、チョウトウ、グリセロリン酸カルシウム、サイシン、ニンジン末、プロバリン、シンイ末、テンナンショウ、含水カフェインを主たる構成成分として含有する複合系薬剤であり、鎮静作用以外にも確認されていない薬効を含んでいる可能性が推察される。このため本研究では、三重大学大学院医学系研究科にて確立している肥満モデル・ゼブラフィッシュを評価系として用いることで、奥田脳神経薬が保有する肥満抑制などの新たな機能を見出すこと

を試みた。肥満抑制効果などの新たな効果を見出すことができれば、奥田脳神経薬に新たな付加価値を創出する可能性がある。

本研究は、肥満モデル・ゼブラフィッシュに奥田脳神経薬を投与することで肥満ストレスに対する反応性を定量的に解析するとともに、鎮静作用以外の確認されていない薬効(肥満抑制等)について探索を行うことで、奥田脳神経薬の高付加価値化に寄与する新たな知見を得ることを目的として実施した。

方法

肥満ゼブラフィッシュの誘導

肥満ゼブラフィッシュを作出するための個体として生後3ヶ月齢のAB strainのメス個体を用いた。肥満モデル作成は、4週間の食餌抑制を施した後、6週間、高脂肪食を1日に3回与えることで、肥満誘導を行った。この誘導を

行う肥満ゼブラフィッシュに供試成分を肥満誘導 2 週間目から投与することで、供試成分による肥満に対する応答性を評価した。

供試成分を含有する餌の作製

奥田脳神経薬の用量である「大人(体重 60 kg)に対して 1 日に 10 錠(2700 mg)」を換算することでゼブラフィッシュ(体重 600 mg)への投与用量を算出した。換算値として算出したゼブラフィッシュ用の用量を基に、10 倍用量、100 倍用量の奥田脳神経薬、及び、奥田脳神経薬の各主成分がそれぞれ 100 倍用量となる供試成分含有餌を、グルテン、ヒカリクレストキャット粉末(味付け餌)、水を加えて混合し、固体状に成形し、 -80°C で一晩静置することで作製した。このように作製した供試成分含有餌をフリーズドライヤー DC400(ヤマト科学株式会社)で 1 日凍結乾燥し、乳鉢で 0.5~1 mm ほどに粉砕することで、ゼブラフィッシュへの投与用の各成分の供試成分含有粉餌とした。

供試成分の評価

4 か月齢のゼブラフィッシュを 15 群(正常コントロール、肥満コントロール、ルチン、インヨウカク、サンソウニン、チョウトウ、グリセロリン酸カルシウム、サイシン、ニンジン末、プロバリン、シンイ末、テンナンショウ、含水カフェイン、10 倍量奥田脳神経薬、100 倍量奥田脳神経薬)、各 5 匹に分け、別々の水槽で飼育した。肥満誘導開始から 2 週間後から、コントロール群へはグルテンと、ヒカリクレストキャット粉末の練り餌を投与し、それ以外は各群に各々の薬剤を練り込んだ餌を 1 日 3 回とし、4 週間与えた。

肥満誘導食の摂食量測定

供試成分等による摂食への影響を確認するために試験期間中の各試験群における高脂肪食の摂食量を測定した。高脂肪食原液中の

個数を顕微鏡下で計数し、この値から摂食後の各水槽水に含まれる高脂肪食残数を差し引くことで摂取率を算出した。

体重、BMI の測定

肥満誘導時(0 週)から毎週の体重、体長を測定した。体重は検体の水分を拭き取った後、電子天秤で測定し、体長は検体の頭部から尾部までを測定した。測定した体重、体長から体重増加率および BMI 増加率を算出した。

血液生化学分析

各検体から Heparin をコートしたガラスキャピラリーで約 $3\mu\text{L}$ を採血した。このうち $1\mu\text{L}$ から、グルテスト Neo センサー(三和化学研究所)によって血糖値を測定した。残りの $2\mu\text{L}$ から、トリグリセライドキット(L タイプワコー TG・M:和光純薬工業)、LDL コレステロールキット(L タイプワコー LDL-C・M:和光純薬工業)を用いることで、トリグリセライド濃度、LDL 濃度を測定した。なお、採血後の検体は開腹し 4%ホルマリン固定液にて 4°C で一晩保存した。

肝臓組織の脂肪染色

各検体から肝臓の連続切片を、クリオスタット HM550(Microm)を用いて作製した。肝臓は乗法に従い、Oil Red O で染色した。染色後の肝臓組織は、Aquatex(メルク社)を用いて封入し、顕微鏡(Olympus BX51)下で観察した。

統計解析

体重増加率、BMI 増加率、摂食量、血液生化学分析において肥満コントロールと各薬剤投与群でマンホイットニー U 検定を行った。

結果と考察

供試成分による摂食量への影響

供試成分投与前で肥満誘導群のいずれも

約 8 割を摂取しており、各個体群の摂食意欲に大きな差はなかった。同様に、供試成分投与後で食欲が大きく減退した個体群は見られず、各投与成分による食欲抑制の有意差は認められなかった。以上から、本試験群において有意に食餌誘導による肥満形成が行われていることが確認された。

供試成分による体重増加への影響

体重増加の比較からは、肥満誘導開始から 2 週目において正常コントロール群の体重(約 0.30g) に対して、全ての肥満誘導群が有意に体重増加(約 0.45g)し、試験群での肥満誘導に成功していることが確認できた (Fig.1-A)。供試成分投与後(2~6 週)の体重増加率の比較からは、テンナンショウ、グリセロリン酸カルシウムを供与した個体群で体重増加が低下することが確認された (Fig.1-B)。

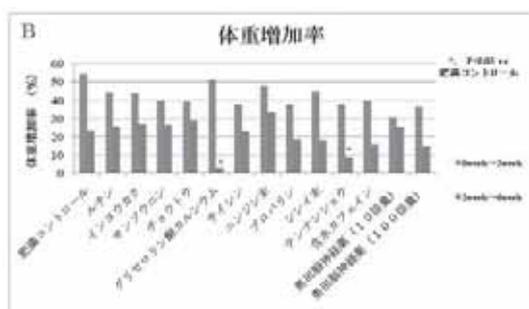
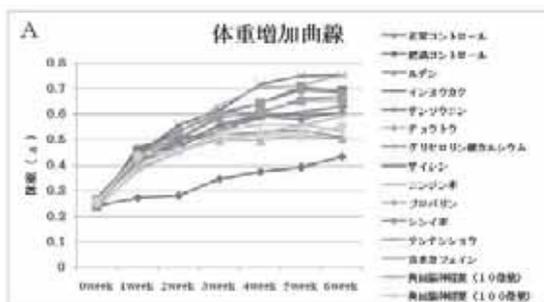


Fig.1 各群の体重増加

各個体の BMI は、供試成分投与前(0~2 週)に正常コントロール群で約 0.30g/cm²、肥満誘導群で約 0.40g/cm² であり、2 週間で有

意に肥満誘導されていることが BMI 測定値からも確認された。グリセロリン酸カルシウム、プロバリン、シンイ末、テンナンショウ、含水カフェイン、奥田脳神経薬(100 倍)の投与群が、肥満コントロールに比較して BMI 増加率が有意に低いことが確認され、これらの成分が BMI 増加を抑制する可能性が示唆された。

血液生化学分析

実験終了時の各検体から採血を行い、血中の血糖値、LDL 濃度、TG 濃度を各群 n=5 で測定した。尚、奥田脳神経薬(10 倍量)は 5 週目の体長体重測定時に死亡したため n=4 となった。正常コントロール群と肥満コントロール群間、および肥満コントロール群と供試成分投与群間でマンホイットニー U 検定を行った。この結果、肥満コントロールに対し、テンナンショウ、奥田脳神経薬(100 倍量)において血糖値させる傾向が確認された。LDL の分析結果からは、肥満コントロールに対し、チョウトウは LDL 濃度を低下させ、テンナンショウは LDL 濃度を増加させることが分かった。トリグリセライド(TG)の分析からは、正常コントロールと肥満コントロール間、及び、肥満コントロールと各成分の間のいずれでも有意差は認められなかった。

肝臓組織の脂肪染色

実験終了後の各検体より採取した肝臓組織標本に対して Oil Red O 染色を行った。各群で 3 検体ずつ染色した。正常コントロール (Fig.2 参照) に対し、肥満コントロール (Fig.3 参照) では肝臓組織細胞内に脂肪が顕著に沈着していることが観察された。一方、供試成分投与群では、サンソウニンを投与した個体において肝臓組織細胞への脂肪沈着がほとんど観察されず、サンソウニンによる肝臓組織への脂肪沈着に対する抑制作用が示唆された (Fig.3)。

尚、脂肪沈着の判定は3検体中2検体が一致するものとした。

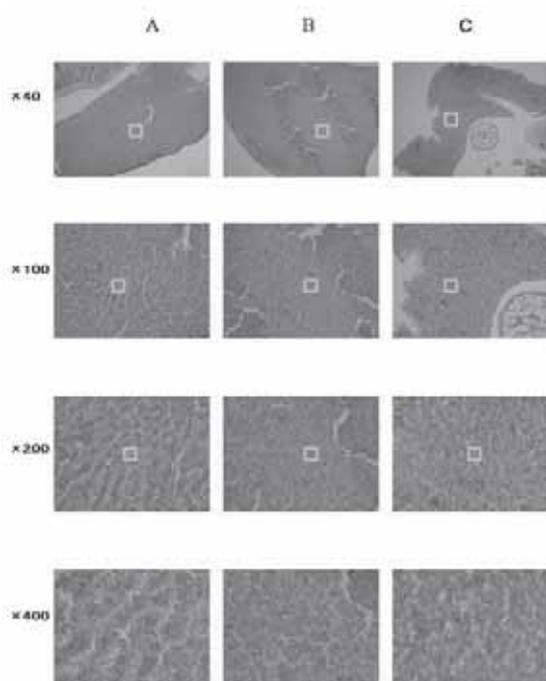


Fig.2 正常コントロールの肝臓脂肪染色

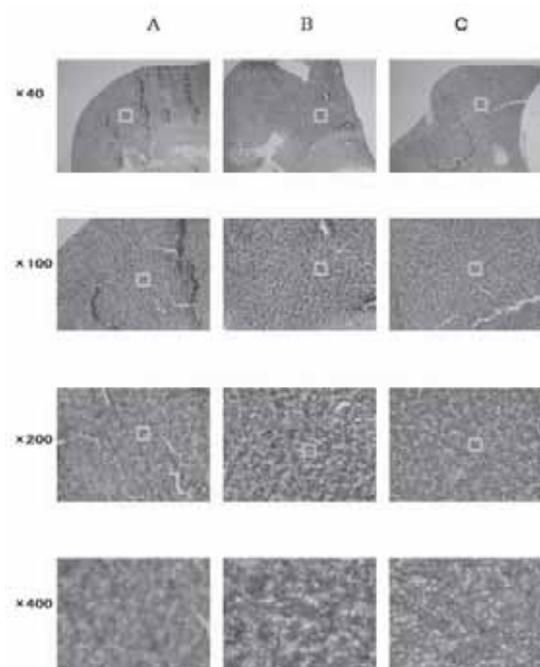


Fig.3 肥満コントロールの肝臓脂肪染色

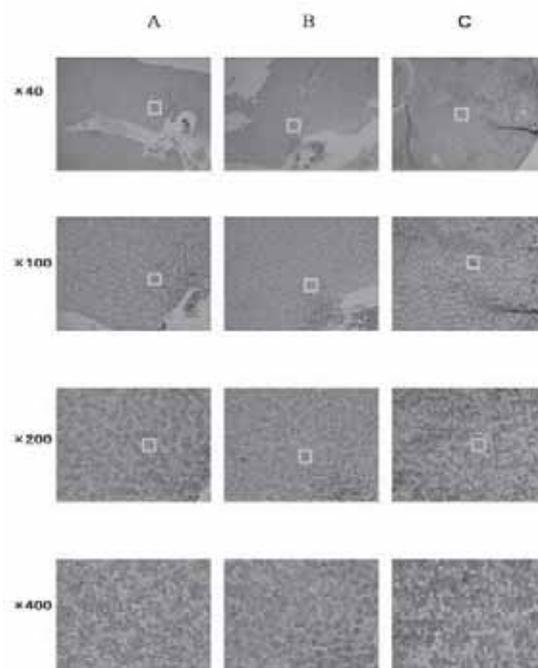


Fig.3 サンソウニン供試群の肝臓脂肪染色

以上のように、奥田脳神経薬の肥満抑制効果を再検証した結果、新しい知見として、主成分であるサンソウニンが肝臓への脂肪沈着を抑制することが見出された。

本研究では、長期間の販売実績がある「古い薬」でも再評価を行うことで、これまで知られていなかった新たな薬効が見出されることを示した。このような新事実をしっかりと現代医学の評価方法によって裏付けていくことが、「古い薬」に新たな付加価値を賦与し、ビジネスの拡大へと繋がっていくかもしれない。

謝辞

本研究は、全国中小企業団体中央会のものづくり中小企業製品開発等支援補助金(実証等支援事業)の支援を基に行ったものであり、ここに感謝申し上げます。

ゼブラフィッシュを用いた薬剤の経皮吸収性評価モデルの構築

THE DEVELOPMENT OF EVALUATION METHOD FOR TRANSDERMAL ADSORPTION TEST USING ZEBRAFISH

守金大蔵¹⁾²⁾, 奥田正¹⁾, 臧黎清¹⁾, 西村訓弘¹⁾

Daizo Morikane¹⁾²⁾, Tadashi Okuda¹⁾, Liqing Zang¹⁾, Norihiro Nishimura¹⁾

1) 三重大学大学院医学系研究科生命医科学専攻環境社会医学講座トランスレーショナル医科学

2) ダイヤ製薬株式会社

*1) Translational Medical Science, Social and Environmental Medicine,
Graduate School of Medicine, Mie University*

2) DIA PHARMACEUTICAL CO., LTD.

はじめに

医薬品において貼付剤や液剤をはじめとする経皮吸収型の外用剤においては、皮膚から薬剤が吸収されないと有効性が得られないことから、経皮吸収性試験は、重要な評価項目の一つである^{1,2)}。この評価方法としてよく使われる試験は、人もしくは、人の皮膚に近い構造を持つ哺乳類（主に、ラット、マウス、ブタ、サル等）を用いて、皮膚から透過した薬剤の血中濃度や皮膚透過量を評価することで行われる³⁾。

開発初期段階のスクリーニングでは、少ない薬剤の量で、より短期間に結果が判明することが望まれるが、人を用いた試験は、非常に高価であり、また、倫理的な問題もあり、また、厚生労働省のガイドラインでも示される通り、専ら上記の動物を用いた実験が行われているが、哺乳類を用いる試験は、時間、費用もかかり、さらに、動物愛護の面からも、代替法が望まれている。

このような背景をもとに本研究では、簡易に、安価に且つ迅速に薬剤の経皮からの吸収性を確認する評価方法としてヒトとの相同性が高い魚類であるゼブラフィッシュを題材として、皮膚経由での薬剤投与の効果を測定するためのモデル（経皮吸収モデル）の構築を目的として研究を行っ

た。ゼブラフィッシュは魚類であるが、全ゲノム配列ではヒトと80%の相同性があり遺伝子数もヒトとほぼ同じである。主要臓器・組織の発生・構造もヒトと良く似ており、受精卵から分化して各臓器が形成される過程が透明な体を通して観察できる。このような特徴から、ゼブラフィッシュは、主に発生学の研究題材として使用されてきたが、近年、ヒトとの遺伝子レベルおよび疾患表現型の相同性が実証されてきたことから、マウス、ラットに続く第三のモデル動物であると認知されており、ゼブラフィッシュを利用したヒト疾患モデルが多数形成され研究に用いられるようになっている。

試験材料及び方法

1) ゼブラフィッシュ経皮吸収性モデルの構築

ゼブラフィッシュは魚類であり水中で薬剤に暴露する必要があるが、頭部には口、エラがあり、これらの部分を介して、体内に薬剤が吸収される可能性がある。また、皮膚表面には人間の耳に相当する有毛細胞につながる微細な穴が数多く開いており、その部分を通じた薬剤吸収の可能性が考えられた。このため、本研究では、毛細血管が綿密に張り巡らされている尾部のみを特異

的に薬剤暴露する方法を考案し、その性能を確認した。具体的な方法は以下の通り。

○材料：試験を行ったゼブラフィッシュには3カ月齢AB strain(091103生まれ)のメスを使用した。

○手順

1. ゼブラフィッシュに麻酔を施すため0.168mg/ml Tricaine 溶液に個体を浸した。
2. 麻酔を施したゼブラフィッシュを、0.5mlPCRチューブの下部を切断したものを括らせ、頭部と鰓を穴から出した後、チューブの中に溶融した Agarose を注入し、尾部のみがPCRチューブ内に入るようにした。その後、尾部のみが入っているPCRチューブ内に、1mM 濃度、5mM、10mM の DASPEI (蛍光試薬) 溶液をそれぞれ 100 μ l を注入し、蓋をした (Fig.1 写真右を参照)。
3. このようにゼブラフィッシュ尾部のみをPCR中部内で DASPEI (蛍光試薬) 溶液に暴露した状態で、ゼブラフィッシュをチューブ立てに挿し、頭部を薄めた Tricaine 水(0.06mg/ml)中に沈めることで呼吸を確保し、3 時間曝露した (Fig.1 中央参照)。
4. 曝露後、Agarose 固定を解除し、PCRチューブから取り出したゼブラフィッシュを、飼育水を流水循環した飼育槽の中で泳がせることで30 分間洗浄した。
5. ゼブラフィッシュを再び麻酔し、蛍光顕微鏡で観察した。
6. 蛍光顕微鏡下で観察を行った後、ゼブラフィッシュ個体から全身の血液を採取し、3,000rpm で遠心した。上澄み部分の血漿を50 倍希釈し、Varioskan で吸光度を測定することで血中への DASPEI の移行の有無を確認した。



Fig.1 ゼブラフィッシュの尾部からの経皮吸収方法の検討

2) ゼブラフィッシュ経皮吸収モデルの評価

前項1)で構築したゼブラフィッシュ経皮吸収モデルに対して、ヒトでの経皮吸収型の薬剤であるフェルビナクと、ヒトでは皮膚を介した血中への移行が認められていないグリチルレチン酸を投与することで、これらの薬剤の経皮吸収の有無を確認した。

○被検薬剤:

フェルビナク ($C_{14}H_{12}O_2$: 212.24g/mol) ⁴⁾

グリチルレチン酸 ($C_{30}H_{42}O_4$: 470.68g/mol) ⁵⁾

○材料: 4 カ月齢のゼブラフィッシュ Rose Strain のメスを使用した。

○手順

前項1)で構築した試験方法を用いて、各薬剤の投与濃度を1mM、5mM、10mMとし、曝露時間は3時間とした。

○分析方法:

各薬剤に曝露させたゼブラフィッシュの血液を採取し、HPLC 法で有効成分の血中濃度を測定した。

3) ゼブラフィッシュ経皮吸収モデルを用いたパップ剤の評価

ダイヤ製薬株式会社が開発している貼付剤技術を確認するために、尾部への薬剤投与を目的に調製したパップ剤に、前項1)に改良を加えることで試験個体を曝露し、パップ剤による経皮吸収に対する能力を確認した。ゼブラフィッシュは4 カ月齢の Rose Strain のメスを使用した。

結果

1)ゼブラフィッシュ経皮吸収性モデルの構築

3時間の暴露後に、30分間、十分に洗浄を行った各ゼブラフィッシュ個体を蛍光顕微鏡下で観察し、結果を Fig.2 に示した。

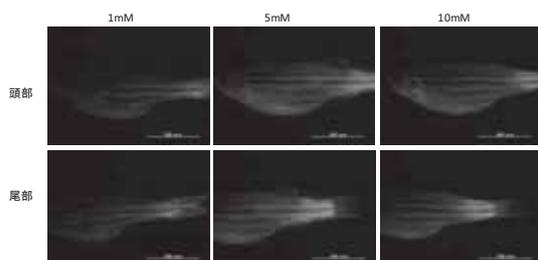


Fig.2 3時間暴露後の各ゼブラフィッシュの蛍光顕微鏡観察結果

この結果、各個体の尾部のみが蛍光を発していることが分かり、頭部への蛍光物質(DASPEI)の流出(漏れ)がなかったことが確認できた。このため、尾部の表面からの蛍光物質(DASPEI)の血中への移行を確認するための実験系が十分に確立できていることが確認できた。また、血中におけるDASPEI濃度を算出するためにDASPEIの吸収ピークであるOD450との相対値を求めるための検量線を作成した(Fig.3)。

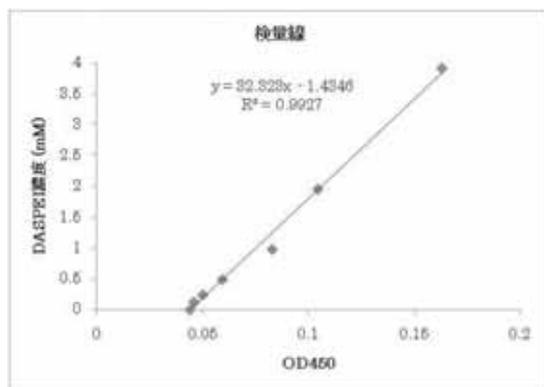


Fig.3 DASPEI と OD450 との相関

検量線を基に、各濃度の DASPEI 溶液に暴露したゼブラフィッシュから採取した血清中に含ま

れる DASPEI 濃度を OD450 の値から算出し、Fig.4 に結果を示した。

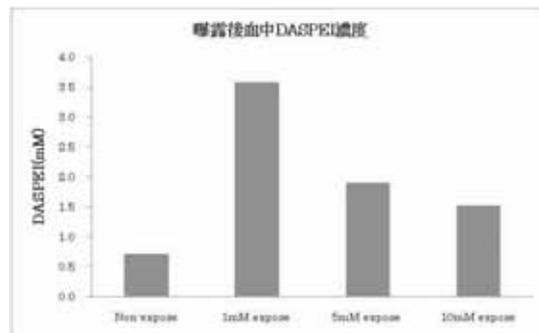


Fig.4 3時間暴露後の各ゼブラフィッシュの血中から検出された DASPEI 濃度

この結果、微量であり、濃度応答は確認できなかったが、明らかに血中に DASPEI が血中に移行していることが確認され、本方法が「経皮吸収モデル」として利用できる可能性が示唆された。

2)ゼブラフィッシュ経皮吸収モデルの評価

前項1)で確立したゼブラフィッシュ経皮吸収モデルを、ヒトでの経皮吸収型薬剤であるフェルビナクと、ヒトでは皮膚を介した血中移行が認められないグリチルレチン酸に暴露したところ、グリチルレチン酸では暴露した 1mM、5mM、10mM のいずれの条件下でも血中からはグリチルレチン酸が検出されなかった。これに対してフェルビナクでは、各血漿中からフェルビナクが濃度応答に検出されることが確認できた。(Fig5)

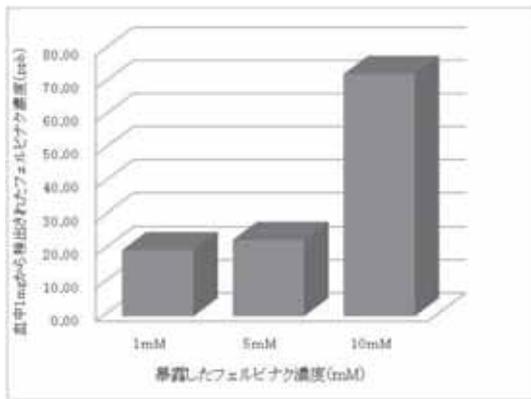


Fig.5 3 時間暴露後の各ゼブラフィッシュの血中から検出されたフェルビナク濃度

3) ゼブラフィッシュ経皮吸収モデルを用いたパップ剤の評価

ダイヤ製薬株式会社が開発している貼付剤技術を用いることでフェルビナクを含有させたパップ剤を、ゼブラフィッシュ経皮吸収モデルに適用したところ、3 時間暴露後に採取した血漿中から 158.79ppb フェルビナクが検出された。

結論

本研究では、ヒトとの相関性が高い魚類であるゼブラフィッシュを題材として、皮膚経由での薬剤投与の効果測定のためのモデル(経皮吸収モデル)の構築を目的として研究を行った。さらに、ヒトで用いられている薬剤を用いて、ゼブラフィッシュ経皮吸収モデルの性能確認を行った。

この結果、ゼブラフィッシュの尾部だけを薬剤溶液に特異的に暴露する経皮吸収の評価法を開発し、本法によって尾部の毛細血管から、薬剤が吸収され血中に移動することが確認できた。以上から、ゼブラフィッシュを題材とすることで、皮膚経由での薬剤投与の効果測定のためのモデル(経皮吸収モデル)が構築できることを示した。

さらに、ヒトで利用されている経皮吸収型の薬剤と、経皮吸収されない薬剤を本ゼブラフィッシュ経皮吸収モデルに経皮投与することを試みたところ、ヒトで利用されている経皮吸収型の薬剤のみが血中に移行することが確認され、ゼブラフィッシュを用いることがヒトでの現象を再現できそうであることが示唆された。

また、ダイヤ製薬株式会社が開発している貼付剤技術を確認するために、フェルビナクを含有させたパップ剤を尾部に暴露したところ、フェルビナクが良好にゼブラフィッシュ経皮吸収モデルに吸収され血中に移行したことから、薬剤を用いた製剤についても、薬剤の経皮吸収性評価試験が実施可能であることが確認された。

参考文献

- 1) 森本雅憲、他：新しい図解薬剤学. 株式会社南山堂、(1997)
- 2) 橋田充：ドラッグデリバリーシステム. 櫛化学同人(1995)
- 3) 谷口彰敏：最新・経皮吸収剤. 株式会社情報機構(2008)
- 4) 第十四改正日本薬局方(2006)
- 5) 日本薬局方外医薬品規格 2002(2002)

謝辞

本研究は、全国中小企業団体中央会のもづくり中小企業製品開発等支援補助金(実証等支援事業)の支援を基に行ったものであり、ここに感謝申し上げます。最後に、今回の実験及び論文の作成にあたり、多大なご指導を賜りました三重大学大学院医学系研究科環境社会医学講座トランスレーショナル医学の諸先生方に厚く御礼申し上げます。

地震・津波観測監視システム 尾鷲市古江町陸上局の『防災教育・人材育成のための地域拠点』としての基本構想策定に関する共同研究

Earthquake and Tsunami Observation System - A joint study about fundamental plan of Furue base in Owase city as "local base for education for disaster prevention and bringing up the able persons"

浅野 聡¹⁾ 松浦 健治郎²⁾ 奥野 真行³⁾

Satoshi Asano¹⁾ Kenjiro Matsuura²⁾ Naoyuki Okuno³⁾

1. はじめに

独立行政法人海洋研究開発機構（以下、JAMSTEC と略することがある）によって、文部科学省の受託研究（平成 18 年度～平成 21 年度）として「地震・津波観測監視システムの構築」プロジェクトが取り組まれている。これは、海溝型巨大地震である東南海地震の観測体制の強化のためのプロジェクトであり、1944 年の東南海地震の震源域に位置している紀伊半島沖熊野灘を中心に、緻密なリアルタイム観測を行う「海底ネットワークシステム」を構築することを目指している。

このシステムは、高精度の地震計、水圧計（津波の早期検知や海底地殻変動のモニタリングを

目的として設置）などで構成した観測点を 20 箇所設置し、全ての観測点を海底ケーブルで面的につなぐとともに、給電とデータ伝送はリアルタイムで陸上局を介して行われるもので、平成 22 年度より連続観測を開始する予定である（図 1）。陸上局は、尾鷲市古江町の旧古江小学校敷地内（講堂跡）に整備されることが決定している。

東紀州地域は「防災教育・人材育成のための地域拠点」の不在という課題を抱えており、東海・東南海・南海地震に対応するための人材育成の一層の推進等が強く求められている。もし陸上局を「防災教育・人材育成のための地域拠点」として活用することが可能であれば、課題の一部が解決されることが期待されるとともに、その存在をひろく三重県内に PR し、また施設を有効に活用していく上でも有効と考えられる。

本研究は、文部科学省からの受託研究として独立行政法人海洋研究開発機構が整備予定の「地震・津波観測監視システム 尾鷲市古江町陸上局」を研究対象として、同陸上局の「防災教育・人材育成のための地域拠点」としての活用方策に関する基本構想として、普及啓発スペースの活用計画（案）を策定することを目的としている。



図 1：地震・津波観測監視システムのイメージ
（出典：地震・津波観測監視システム 東南海地震の観測体制の強化 独立行政法人海洋研究開発機構）

1) 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・自然災害対策室

Department of Architecture, Faculty of Engineering, Disaster Mitigation Office, Mie University

2) 三重大学大学院工学研究科建築学専攻 Department of Architecture, Faculty of Engineering, Mie University

3) 三重県防災危機管理部地震対策室 Department of Disaster Prevention and Crisis Management, Mie Prefecture

2. 「地震・津波観測監視システム 尾鷲市古江町陸上局」の概要

(1) 立地場所

尾鷲市古江町は、同市中心部より約20km程度離れた場所にあり、熊野灘沿岸特有のリアス式海岸沿いに点在する集落の一つである。陸上局の建設予定場所は、「みえ尾鷲海洋深層水アクアステーション」西側の高台に位置している。

(2) 施設の概要

陸上局の施設規模(予定)は、鉄骨造・平屋建て、延床面積は約264㎡である。施設は、システム管理のための観測・機器室、研究室などから構成される。その他、普及啓発のための展示室も併設される予定となっている。普及啓発のためのスペースは、約100㎡程度が想定されている。陸上局舎は、平成22年3月末竣工(予定)に向けて、現在建設が進められている。

(3) 整備予定場所

陸上局は、尾鷲市古江町内の旧古江小学校敷地内の南寄りの部分(旧講堂跡)に整備される予定となっている(図2)。整備予定場所は、国道311号沿いにあり、敷地内へは、国道より進入するスロープが整備されている。同一敷地内には、旧古江小学校校舎を活用した「おわせ深層水 株式会社モクモクしお学舎」がある。旧校舎前のスペース(旧校庭)は、現在、北半



図2：尾鷲市古江町陸上局の整備予定場所

分が地元住民のためのスペースに、南半分がしお学舎への来訪者のための駐車スペースになっている。整備予定場所は、海拔約10m程度の場所に位置している。これは、東海・東南海・南海地震発生時に想定される津波に対する陸上局の安全性や利用継続を考慮したものである。三重県が平成16年3月にとりまとめた、東海・東南海・南海地震が同時発生した場合における津波浸水予測結果によると、防潮施設等を考慮しない場合でも、同整備予定場所における津波浸水は予測されていない。

3. 「防災教育・人材育成のための地域拠点」としての活用方策の検討

(1) 東紀州地域に特有の現状と課題

尾鷲市古江町陸上局の『防災教育・人材育成のための地域拠点』としての活用方策について検討する上で、東紀州地域特有の現状と課題について、いくつかの観点から考察を行う。

1) 被害想定 - 大津波による甚大な人的被害

今後30年以内の地震発生確率が87%(政府地震調査委員会による平成22年1月1日時点での長期評価による)である東海地震をはじめ、東南海・南海地震等の南海トラフを震源とする海溝型巨大地震は、将来必ず発生し、三重県に大きな影響を与える地震である。

三重県が平成17年3月にとりまとめた地震による被害想定結果によると、東海・東南海・南海地震が同時発生した場合、三重県内での人的被害(死者)は、約4,800人に及びと想定されている。約1,700人は強震動による死者であり、約3,100人は津波による死者(地震が早朝に発生し、防潮施設等が機能する一方、住民の津波避難意識が「低い」場合を想定)である。このうち、東紀州地域(ここでは、紀北町から紀宝町にかけての地域のことを指す)における被害の特徴は、地震発生後短時間のうちに沿岸に襲来する大津波によって、甚大な被害が想定されていることである。東紀州地域における津波による死者(1,738人)は、県内全体

の津波による死者（3,147人）の半数超を占めている。一方、住民による津波からの避難意識が高まれば、東紀州地域においては、それだけで津波により想定される人的被害が約半分程度にまで軽減されることもあわせて提示されている。津波避難意識の向上による東紀州地域における被害軽減（減災）分は、県内全域のその約半数程度を占めている。津波に関する啓発や意識向上が、被害軽減のためにいかに重要かを示している。

2) 地域社会 - 過疎化・高齢社会の進行

地域社会の観点から、東紀州地域において現状及び今後の課題として考えられるのは、「地域全体で過疎化、高齢化が進行」していることである。国立社会保障・人口問題研究所による「日本の市区町村別将来推計人口（平成20年12月推計）」によれば、東南海地震の発生可能性が確率的に最も高くなる2035年頃、東紀州地域の全体人口は、現在の約6割程度にまで減少すると推計されている。また、65歳以上の高齢者が社会に占める割合は、2005年の31.2%から、30年後の2035年には45.1%にまで上昇すると考えられ、社会の「約半数」を高齢者が占める状況となる。すなわち、超高齢社会の状況の中で、大規模地震を迎える可能性が高くなっており、地域を復旧・復興させることが困難となる可能性も指摘されている。

3) 立地条件 - 様々な面で大きなハンディ

以上のような課題のほか、地理的かつ根本的な問題として、三重県の県都である津市と東紀州地域との間には、100kmを超える距離や複数の峠が立ちはだかっていることがあげられる。同地域に至る主要幹線道路は国道42号一本のみである等、交通インフラの整備は大きく遅れている。東紀州地域は、東京からの「時間距離」が約13時間であり、「情報収集」や「人的交流」等、立地条件に関する様々な面で大きなハンディが存在している。

(2) 東紀州地域における「防災教育・人材育成のための地域拠点」の現状と課題

上述したような、東海・東南海・南海地震の発生により想定される甚大な被害を軽減するためには、住民・地域レベルでの「自助・共助」による地震防災の取組が必要不可欠である。一方で、今後三重県全体が立ち向かうべきこれらの海溝型巨大地震は、今後ある一定期間内には必ず発生し、三重県に大きな影響を与える地震であるが、東海地震については、「いつ起こってもおかしくない」といわれつつ、東南海・南海地震等の発生可能性が確率的に最も高くなるのは、今から約30年程度先であるともいわれている。

今後、減災対策が推進、促進されていくには、住民・地域レベルでの「自助・共助」による地震防災の取組が「持続可能」である必要がある。そして、その実現のためには、以下に例示するように、「複数の流れ」による地域防災力を継続的に向上させるための「異なる世代」での人材の育成・確保が極めて重要である（図3）。

地域防災力を継続的に向上させるためには、「ヒト」、「コト・モノ」の観点からの取組が必要である。まず「ヒト」の観点について、地域における防災に関する人材育成や普及・啓発の現状について概略を把握することを目的として、平成21年10月26日に尾鷲市役所防災危機管理室からのヒアリングを実施した。その結果、地域住民への周知・啓発はもとより、特に児童への防災教育を重要視しており、学校現場における防災教育を市と県との連携により実施していること、今後の方向性として、防災教育を継続的なものとして推進していくために、



図3：地域防災力を継続的に向上させるための「複数の流れ」による「異なる世代」での人材の育成・確保のイメージ

上述の「海学」的な要素も含めた定期的な総合学習の場の実現について模索していることがわかった。次に、「コト・モノ」に関して、現状をみてみると、防災に関する人材育成のためのより多種多様なプログラムや地震防災啓発を目的としたイベント等は、県庁所在地である津市を中心として展開されており、東紀州地域を基準とすれば、地理的・距離的なハンディがあると考えられる。さらに、これは、東紀州地域に限ったことではないが、『防災教育・人材育成のための地域拠点』は、同地域には不在であるのが現状である。

以上のようなことを考慮すると、住民・地域レベルでの「自助・共助」による地震防災の取組が「持続可能」であるとともに、地域防災力が継続的に向上していくためには、「ヒト」という観点から、地域における取組が推進されていくとともに、その取組がより効果的に推進されていくための枠組みの一つとして、「コト・モノ」という観点から、『防災教育・人材育成のための地域拠点』の存在が必要である。

(3) 古江町陸上局における「防災教育・人材育成のための地域拠点」としての活用の意義と可能性

以上のように、東紀州地域に共通する課題として「防災教育・人材育成のための地域拠点」の不在があげられる。「地震・津波観測監視システム」によって得られた成果等を活用しながら、古江町陸上局を「防災教育・人材育成のための地域拠点」として活用することが可能であれば、その意義は大変に大きく施設が有効に活用されることが期待される。また「海学」の観点から「おわせ深層水 株式会社モクモクしお学舎」や「みえ尾鷲海洋深層水アクアステーション」と連携することにより、より多くの市民等によって有効に活用される地域拠点にもなりうると考えられる。

4. 「地震・津波観測監視システム 尾鷲市古江町陸上局」における普及啓発スペースの活用

計画(案)の提案

(1) 普及啓発スペースの活用計画(案)の検討

1) 活用主体と活用テーマ

古江町陸上局を活用する視点から活用主体と活用テーマについてまとめると、まず活用主体としては「古江町地区住民と自主防災組織」¹⁾、「尾鷲市民(東紀州地域県民を含む)」²⁾、「尾鷲市内の小学校・中学校・高等学校の教員と生徒」³⁾、「観光客」⁴⁾が考えられる。

次にそれぞれの主体の活用テーマとしては、「古江町地区住民と自主防災組織」および「尾鷲市民(東紀州地域県民を含む)」による「自主防災組織の会議、防災に関する勉強会・講演会・ワークショップ」⁵⁾、「尾鷲市内の小学校・中学校・高等学校の教員と生徒(東紀州地域の小学校・中学校・高等学校の教員と生徒を含む)」による「防災学習」(小学校の場合は総合学習の一環として)等が考えられる。

また、陸上局には「海学」という観点から共通する施設(「おわせ深層水 株式会社モクモクしお学舎」⁶⁾「みえ尾鷲海洋深層水アクアステーション」⁷⁾)が近接して立地しており、これらの施設とも連携して活用をはかることにより、より多くの市民等が有効に活用することが可能と考えられる。JAMSTECは、地震や津波のみならず海洋生物や気候変動など「海学」全般についても幅広い研究成果を有しており、「海洋深層水」も含めて熊野灘の「海学」についても併せて情報提供することが可能といえる。従って活用テーマの補足として「古江町地区住民と自主防災組織」¹⁾、「尾鷲市民(東紀州地域県民を含む)」²⁾、「尾鷲市内の小学校・中学校・高等学校の教員と生徒(東紀州地域の小学校・中学校・高等学校の教員と生徒を含む)」による「海学に関する勉強会・講演会・ワークショップ」⁵⁾また「観光客」による「海洋深層水イベント」⁴⁾が考えられる(表1)。なお災害時においては、「古江町地区住民・古江町地区施設の従業員・観光客」が「一時避難場所」として活用することが考えられる。

2) 提供主体と提供テーマ

次に提供する視点から提供主体と提供テーマについてまとめると、まず提供主体としては「JAMSTEC」「三重県」「尾鷲市」「(株)モクモクしお学舎」「三重大学」が考えられる。

次に提供テーマとしては、「JAMSTEC・三重県・尾鷲市・三重大学」による「自然災害(地震・津波)系テーマ」、「JAMSTEC・三重大学」による「海学系テーマ」、「(株)モクモクしお学舎・みえ尾鷲海洋深層水アクアステーション・尾鷲市・三重県・三重大学」による「海洋深層水系テーマ」が考えられる(表1)。

以上のように提供テーマは3テーマにまとめることが出来、これらのテーマが活用主体によって適宜選択出来るように提供することが出来れば、陸上局が有効に活用されるものと考えられる。

3) 活用のイメージ

展示室の平面計画

現在の展示室の平面計画案について、整理する。展示室は大きく2つに分割ができるように

設計されている。天井高は3000mmで、一部3500mmとなっている。開口部は東面：4カ所、南面：4カ所、西面：2カ所であり、全て幅800mm、高さ2160mmである。展示室と玄関ホールは連続的に空間が続くように設計されている。

活用のイメージ

展示室の活用イメージについて、大きく3つの使い方を想定する。

a) 活用案1：2室利用(展示+講座)

まず、2つの可動間仕切り壁を設置することによって、2室空間とする使い方が考えられる。玄関ホールと隣接する手前の空間を展示空間、奥の空間を講座ができるような空間としてレイアウトを検討した(図4)。

手前の展示空間の壁面には展示ケースと展示パネルを置くことができる。また、展示室の中央部には大きな展示ケースの設置が効果的である。展示空間の奥には液晶テレビとDVDプレーヤーを設置し、防災や海に関する多くの映像ライブラリーを自由に視聴できるようにした。

表1：「地震・津波観測監視システム 尾鷲市古江町陸上局」における普及啓発スペースの活用計画(案)

時期	活用主体	活用テーマ+内容	提供テーマ+内容	提供主体	整備内容
日常時	<ul style="list-style-type: none"> 古江町地区住民・自主防災組織 尾鷲市民(東紀州地域農民を含む) 尾鷲市内小・中・高校の教員・生徒(東紀州地区内小・中・高校の教員・生徒を含む) 観光客 	<ul style="list-style-type: none"> 自主防災組織会議 防災勉強会・講演会・ワークショップ 海学勉強会・講演会・ワークショップ 自主防災リーダー会議 防災勉強会・講演会・ワークショップ 海学勉強会・講演会・ワークショップ 防災学習 海学学習(小学校は総合学習の一環) 海洋深層水イベント 	<ul style="list-style-type: none"> ※活用主体によって、適宜、以下のテーマが選択できるように提供する。 (1)自然災害(地震・津波)系テーマ <ul style="list-style-type: none"> 地震津波観測監視システム(観測結果の年度報告書等) 防災・減災対策全般 (2)海学系テーマ <ul style="list-style-type: none"> 大気循環・気候変動・環境変動 海洋生物・微生物等 (3)海洋深層水系テーマ <ul style="list-style-type: none"> 深層水の製造方法・製品化 深層水全般等 	<ul style="list-style-type: none"> JAMSTEC 尾鷲市 三重県 三重大学 JAMSTEC 三重大学 おわせ深層水株式会社モクモクしお学舎 みえ尾鷲海洋深層水アクアステーション 尾鷲市 三重県 三重大学 	<ul style="list-style-type: none"> [室内整備] <ul style="list-style-type: none"> 机・イス・ソファ 演台 パソコン プロジェクター スクリーン ホワイトボード スピーカー 液晶テレビ DVDプレイヤー 上映用DVD 観測監視システムデータ等の表示モニターと説明パネル テレビ会議システム 展示ケース 展示パネル [屋外整備] <ul style="list-style-type: none"> 案内サイン パーキング(アクアステーションのパーキング利用)
災害時	<ul style="list-style-type: none"> 古江町地区住民 古江町地区施設の従業員 観光客 	<ul style="list-style-type: none"> 一時避難(敷地全体) 	<ul style="list-style-type: none"> - 	<ul style="list-style-type: none"> JAMSTEC おわせ深層水株式会社モクモクしお学舎 尾鷲市 	<ul style="list-style-type: none"> -

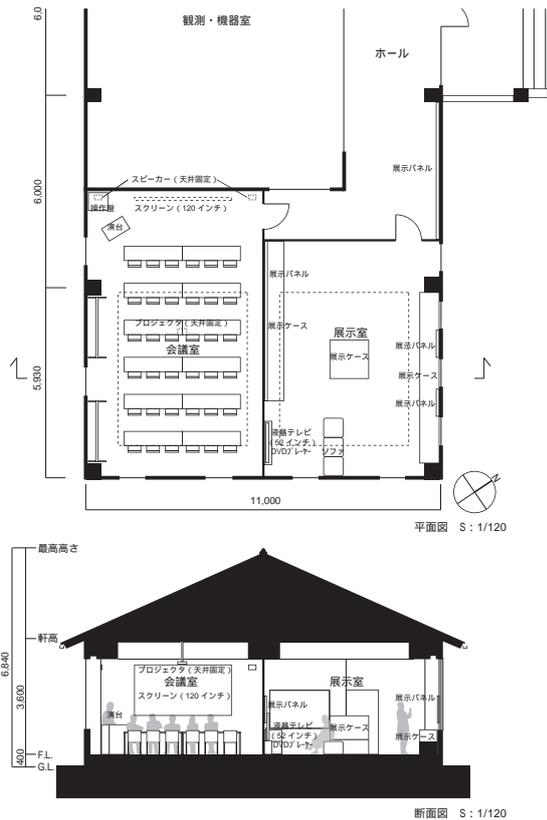


図4：展示室の平面図・断面図（2室利用（展示+講座））

奥の講座ができる空間には、36名程度が収容できる椅子とテーブルを設置した。プロジェクターによる講義を想定して、天井据え付けのプロジェクター、スクリーン、スピーカー、操作盤を設置した。TV会議システム等の機能拡充も考えられる。

b) 活用案2：2室利用（展示+ワークショップ）

2室利用（講座+展示）と基本的には同じで、玄関ホールと展示空間の間の間仕切り壁をなくし、一体の空間とした。また、奥の空間を講座ではなく、ワークショップができるようなレイアウトを検討した。具体的には12人グループで議論ができるように、テーブル、椅子、ホワイトボードを2組レイアウトした。

c) 活用案3：1室利用（展示+ ）

間仕切り壁を取り払えば、1室としても活用できる。例えば、壁面に展示物を配置すれば、広い空間ができるため、講座・ワークショップ・イベント等の多目的な利用が可能となる。

(2) 実現に向けて

1) 「(仮)尾鷲市古江町陸上局運営協議会」の準備と立ち上げ

表1にまとめた活用計画（案）を実現するためには、まず関係者（JAMSTEC・尾鷲市・三重県・三重大学等）で準備会を設け、検討することが必要である。準備会における検討を通じて、活用計画（案）実施の見通しがたった後は、準備会を「(仮)尾鷲市古江町陸上局運営協議会」として発展的に解消し、同協議会における検討を通じて、年度ごとの活用計画の策定、活用事業の実施、活用結果の振り返り（成果と課題の洗い出し）などに取り組むことが必要である。また地域住民とは、日常時および災害時の陸上局の活用や管理に関する協力体制づくりを構築することも必要と考えられる。

2) 段階的な充実と展開

活用計画の内容は、表1に示した内容については短期的（1～3年）あるいは中期的（3～5年）的には概ね一通り整備されることを目指すとともに、長期的（5～10年）には内容がより深化するように、段階的に充実、展開させるように配慮することが必要である。なお長期的には、和歌山県沖（紀伊半島潮岬西方）にも「地震・津波観測監視システム」が整備される予定であり、両システムの連携による提供内容の充実化をはかることも可能と考えられる。

謝辞

研究を進めるにあたり、独立行政法人海洋研究開発機構地震津波・防災研究プロジェクトプロジェクトリーダー・金田義行氏、尾鷲市防災危機管理室室長・川口明則氏に貴重なご助言を頂いた。ここに記し、感謝申し上げます。

参考文献

1) 三重大学・三重県防災危機管理部地震対策室：「地震・津波観測監視システム尾鷲市古江町陸上局の『防災教育・人材育成のための地域拠点』としての活用方策に関する基本構想策定」報告書（2010）

歴史的地区における景観法の活用調査

～旧東海道沿道における町並みの特徴と旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道における重点地区(案)及び景観形成基準(案)の提案～

A Study on Use of the Landscape Law in the Historic District

～The Proposal of the important Zone and the Standard of Landscape Formed In Kameyama Castle Town and the Tokaido～

浅野 聡¹⁾ 稲垣 勝也²⁾ 橋場 徹広²⁾ 黒田 康史²⁾ 北川 亮¹⁾ 東條 雄太¹⁾ 車京 星¹⁾
 ASANO Satoshi INAGAKI Katsuya HASHIBA Tetsuhiro KURODA Yasushi KITAGAWA Ryo TOJO Yuta CHE JingXing

1. はじめに

三重県亀山市は、旧関町と旧亀山市が合併し「亀山市」となった。現在、亀山市は旧東海道を軸とした景観まちづくりの為に亀山市景観計画を策定中である。旧関町では伝統的建造物群保存地区である関宿保存対策調査を通じてその景観現況は十分に研究が行われてきた一方で、旧亀山市では旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道の調査による旧亀山市の景観現況の研究は行われてこなかった。

2009年1月に、亀山市における旧東海道沿道全域が対象範囲である「亀山市歴史的風致維持向上計画」が「地域における歴史的風致維持及び向上に関する法律」に基づく国認定を受けた。これを踏まえて、本調査対象地区を亀山市歴史的風致維持向上計画の対象範囲と整合させ、2008年度、2009年度において旧東海道沿道全域の町並み調査を行った。

本研究は、亀山市における旧東海道沿道全域を含む旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道を対象とし、町並み調査を通して建築物の種類・高さ・形態・意匠等を把握し、亀山市景観計画における重点地区(案)及び景観形成基準(案)を提案することを目的とする。

2. 建築物を中心とした景観の特徴

2章は、旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道における建築物を中心とした景観の特徴を明らかにすることを目的とする。

2-1 建築物の調査

(1) 調査の対象地区

亀山市における旧東海道沿道全域を6つの地区に区分する。本調査の対象地区は、旧亀山城址周辺(D地区)を中心に、京側、江戸側に伸びるそれぞれの旧東海道沿道(A、C、E、F地区)の5つの地区を本調査の対象地区とする。

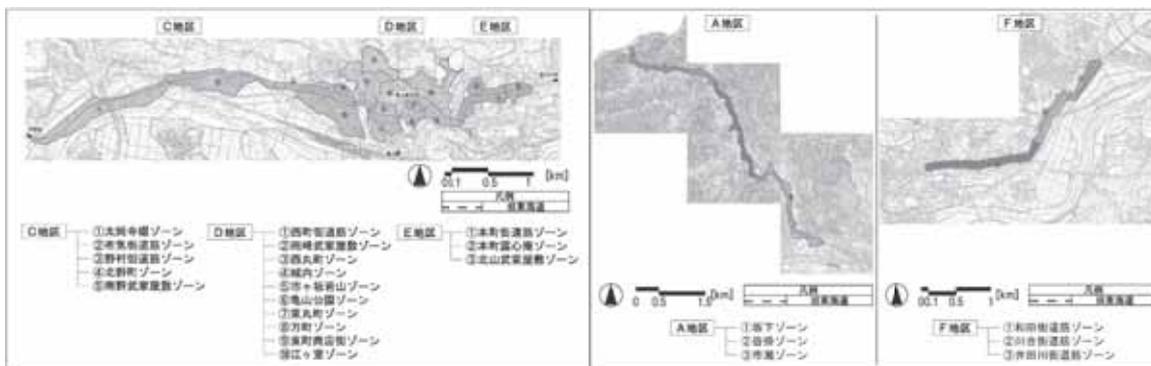


図1 東海道沿道地区及び亀山城下町地区(本調査対象地区)

本調査の対象地区における対象建築物は全 3,388 件であった。また、本研究では、旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道において近世の土地利用¹⁾を踏まえてゾーン分けを行った。図1に本調査の対象地区を、表1に各ゾーンにおける近世の土地利用と対象建築物の件数を示す。

表1 各ゾーンにおける近世の土地利用と対象建築物の件数

A地区			E地区		
ゾーン名	土地利用(近世)	件数[件]	ゾーン名	土地利用(近世)	件数[件]
①坂下	宿場町	100	⑦東丸町	町人地(近世以降)	38
②沓掛	街道沿い集落Ⅰ	119	⑧万町	町人地	85
③市瀬	街道沿い集落Ⅰ	108	⑨東町商店街	町人地	140
小計		327	⑩江ヶ室	武家地	190
C地区			小計		
小計			910		
D地区			E地区		
ゾーン名	土地利用(近世)	件数[件]	ゾーン名	土地利用(近世)	件数[件]
①太岡寺隈	街道沿い集落	24	①和田街道筋	街道沿い集落Ⅱ	335
②布気街道筋	町人地	337	②川合街道筋	街道沿い集落Ⅱ	146
③野村街道筋	町人地	241	③井田川街道筋	街道沿い集落Ⅱ	100
④北野町	武家地	56	③北山武家屋敷	武家地	581
⑤南野武家屋敷	武家地	419	小計		493
小計		1,077	F地区		
D地区			小計		
ゾーン名	土地利用(近世)	件数[件]	小計		
①西町街道筋	町人地	140	1,077		
②南崎武家屋敷	武家地	97	3,388		
③西丸町	武家地	65			
④城内	城郭	32			
小計			3,388		

(2) 調査内容

図2に調査の内容として本調査の調査項目を示す。

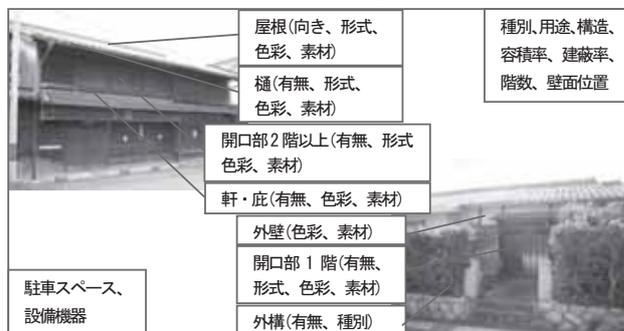


図2 本調査の調査項目

1) 三重大学大学院工学研究科 Graduate School, Faculty of Eng., Mie Univ.
 2) 亀山市産業建設部まちづくり推進室 Kameyama City Office

2-2 優位性の高い傾向にある要素

町並み調査の結果をゾーン毎に整理し、各ゾーンにおける優位性の高い傾向にある要素を明らかにする。まず、旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道における建築物の調査結果において、60%以上の割合を占めている要素を優位性の高い傾向にある要素として取り上げる。次に、旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道における建築物の調査結果において、各地区の平均よりも5%以上割合が高くなる要素を優位性の高い傾向にある要素として取り上げる。各地区における特徴的なゾーンを例にして、優位性の高い傾向にある要素を表2、表3に示す。

表2 優位性の高い傾向にある要素 (60%以上)

地区名	A地区		C地区		D地区		E地区		F地区	
	② 沓掛	② 布気街道筋	③ 野村街道筋	④ 南崎武家屋敷	⑧ 万町	① 本町街道筋	③ 井田川街道筋			
種別	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
用途	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
階数	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
壁面位置のセットバック	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
屋根	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
軒・庇	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
開口部(1階)	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
開口部(2階以上)	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
外構	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
植栽スペース	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
外観	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
加飾要素	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表3 優位性の高い傾向にある要素 (平均値+5%以上)

地区名	A地区		C地区		D地区		E地区		F地区	
	② 沓掛	② 布気街道筋	③ 野村街道筋	④ 南崎武家屋敷	⑧ 万町	① 本町街道筋	③ 井田川街道筋			
種別	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
用途	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
階数	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
壁面位置のセットバック	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
屋根	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
軒・庇	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
開口部(1階)	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
開口部(2階以上)	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
外構	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
植栽スペース	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
外観	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
加飾要素	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆

2-3 建築物の主要な要素におけるゾーンの特徴

表2、表3における調査項目から、景観に特徴を与える項目を抜粋し、各ゾーンの景観の特徴を明らかにする。本調査において挙げる事ができた8種類の建物種別と定義を表4に示す。以下、表2、表3に示す7ゾーンの中から5ゾーンを例にして、ゾーンの特徴を示す。

A地区②沓掛は1・2階建てで切妻屋根や黒・灰色系の和瓦を使った平入りの住居系建築物を多く有し、壁面位置がセット

表4 建物種別と定義

武家屋敷型建築物	町屋型建築物Ⅰ	町屋型建築物Ⅱ
旧武家地に立地し、主屋が通りに対して後退・対面して建ち、門や塀、生け垣等の外構や庭を持つ建築物	旧町人地や宿場町(関宿)に立地し、間口が狭く奥行きが長い敷地上に、主屋の正面が直接通りに面して建つ建築物	宿場町(坂下宿)や街道沿い集落Ⅰ(沓掛、市瀬)に立地し、主屋の正面が直接通りに面して建つ建築物
		
町屋・農家中間型建築物	農家型建築物	土蔵
街道沿いの和田、沓掛、市瀬、布気などの集落に立地し、主屋が通りに対して後退・対面して建ち、塀や生け垣等の外構や庭を持つ建築物	農村に立地し、主屋が通りから後退して建ち、塀や生け垣等の外構や庭を持つ建築物	土蔵として建てられた建物
		
社寺型建築物	近代建築	
寺院あるいは神社として建てられた建築物	明治・大正・昭和に入り、従来の木造建築物とは異なる意匠等で建てられた近代的な建築物	
		

バックせずに連続して建ち並んでいる。また、町屋型建築物Ⅱを残しているという特徴が見られた。(表5)

表5 建築物の主要な要素の特徴/ A地区②沓掛

ゾーン名	② 沓掛		判断基準	60%以上	平均値+5%以上
土地利用(近世)	街道沿い集落Ⅰ				
判断基準	60%以上	平均値+5%以上	屋根	向き	平入り
種別	-	町屋型Ⅱ	形式	切り妻	切り妻
用途	住居系	-	色彩	黒灰	黒灰
階数	1・2階	-	素材	和瓦	和瓦
壁面位置のセットバック	-	なし	出桁	有無	なし
			外構	有無	あり
			種別	-	-

C地区②布気街道筋は1・2階建てで平入りや黒・灰色系の和瓦を使い、壁面位置をセットバックした住居系建築物を多く有している。また、町屋・農家中間型建築物を残しているという特徴が見られた。(表6)

表6 建築物の主要な要素の特徴/ C地区②布気街道筋

ゾーン名	② 布気街道筋		判断基準	60%以上	平均値+5%以上
土地利用(近世)	町人地				
判断基準	60%以上	平均値+5%以上	屋根	向き	平入り
種別	非伝統的	中間	形式	-	入母屋
用途	住居系	-	色彩	黒灰	-
階数	1・2階	-	素材	和瓦	和瓦
壁面位置のセットバック	あり	あり	出桁	有無	-
			外構	有無	-
			種別	-	植栽

D地区②南崎武家屋敷は1・2階建てで平入りや壁面位置をセットバックした住居系建築物を多く有し、石垣など武家地の特徴である外構を多く有している。また、武家屋敷型建築物を残しているという特徴が見られた。(表7)

表7 建築物の主要な要素の特徴/ D地区②南崎武家屋敷

ゾーン名	② 南崎武家屋敷		判断基準	60%以上	平均値+5%以上
土地利用(近世)	武家地				
判断基準	60%以上	平均値+5%以上	屋根	向き	平入り
種別	非伝統的	屋敷型	形式	-	寄棟
用途	住居系	-	色彩	黒灰	黒灰
階数	1・2階	-	素材	-	-
壁面位置のセットバック	あり	あり	出桁	有無	あり
			外構	有無	あり
			種別	-	石垣

E地区①本町街道筋は1・2階建てで切妻屋根や黒・灰色系の和瓦を使った住居系建築物を多く有し、壁面位置がセットバ

ックせずに連続して建ち並んでいる。また、町屋型建築物 I を残しているという特徴が見られた。(表 8)

表 8 建築物の主要な要素の特徴/ E 地区①本町街道筋

ゾーン名 土地利用(近世)	①本町街道筋		判断基準	60%以上	平均値±5%以上
	町人地				
判断基準	60%以上	平均値±5%以上	向き	-	妻入り
種別	非伝統的	町屋型 I	形式	切妻	切妻
用途	住居系	-	色彩	黒灰	黒灰
階数	1・2階	-	素材	和瓦	和瓦
壁面位置の セットバック	-	なし	有無	なし	なし
			外構 種別	-	コンクリート塀

F 地区③井田川街道筋は 1・2 階建てで黒・灰色系の和瓦を使い、壁面位置をセットバックした住居系建築物を多く有し、街道沿い集落 II の特徴である外構を多く有している。また、農家型建築物を残しているという特徴が見られた。(表 9)

表 9 建築物の主要な要素の特徴/ F 地区③井田川街道筋

ゾーン名 土地利用(近世)	③井田川街道筋		判断基準	60%以上	平均値±5%以上
	街道沿い集落 II				
判断基準	60%以上	平均値±5%以上	向き	-	-
種別	その他	農家型	形式	-	-
用途	住居系	-	色彩	黒灰	-
階数	1・2階	-	素材	和瓦	-
壁面位置の セットバック	あり	なし	有無	あり	-
			外構 種別	-	-

2-4 小括

2 章では、旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道における建築物を中心とした景観の特徴について明らかにすることができた。

A 地区では、宿場町であったゾーンに町屋型建築物 II が比較的多く残っており、街道沿い集落 I であったゾーンに町屋型建築物 II と共に外構を有する町屋・農家中間型建築物が残っていた。C 地区では、農家型建築物を残し建築物が外構を有する景観から、町屋型建築物を残し建築物が連続して建ち並ぶ景観へと、その変化が見られた。D 地区では、城郭であったゾーンに公共施設が建ち、残存する城郭建築はわずかであった。武家地であったゾーンに武家屋敷型建築物はほとんど残っていなかったが、外構を有するという武家地の特徴は残っていた。町人地であったゾーンに比較的多く町屋型建築物 I が残っていた。E 地区では、町人地であったゾーンに比較的多く町屋型建築物 I が残っていた。F 地区では、街道沿い集落 II であったゾーンに植栽等の外構を有する農家型建築物が比較的多く残っていた。

以上の特徴から、近世の土地利用が現在の建築物を中心とした景観の特徴に影響を与えていることが確認出来た。また、近世の土地利用を色濃く表す建物種別を挙げることが出来た。

3. 重点地区(案)及び景観形成基準(案)の提案

3 章は、旧亀山城址周辺及び旧東海道沿道における建築物を中心とした景観の特徴をふまえて、亀山市景観計画における重点地区(案)及び景観形成基準(案)を提案することを目的とする。

3-1 重点地区(案)の提案

亀山市は、亀山市景観計画(素案)により市全域が景観計画区域として位置づけられている。また、景観計画区域のうち、積極的に景観形成に取り組んでいくことにより亀山市の景観の特徴がより明確となる地区を景観形成推進地区(案)とし、東海道沿道地区、亀山城下町地区、関宿周辺地区、坂本棚田地区、国道 1 号地区の 5 地区が景観形成推進地区(案)として位置づけられている。この内、東海道沿道地区及び亀山城下町地区は亀山市の景観まちづくりにおける最重要地区であり、

本調査対象となっている。ここでは、東海道沿道地区及び亀山城下町地区において重点地区(案)を設定する。

東海道沿道地区及び亀山城下町地区におけるゾーン毎に基本となる建物種別を整理した。基本となる建物種別と調査対象地区の関係を図 3 に示す。図 3 に示すゾーンの内、基本となる建物種別が挙げられた計 20 ゾーンを重点地区(案)として設定する。

3-2 建物種別毎の景観形成基準(案)の提案

(1) 建物種別毎の景観形成基準(案)の設定

表 4 に示す 8 種類の建物種別の内、近代建築においては景観(外観)上、他の建物種別と大きな違いがあるものの、建築物毎に意匠が大きく異なり基本となる景観形成基準(案)の設定が難しい為、建物種別毎の景観形成基準(案)から除外する。建物種別毎の景観形成基準(案)は武家屋敷型建築物、町屋型建築物 I、町屋型建築物 II、町屋・農家中間型建築物、農家型建築物、土蔵、社寺型建築物の 7 種類に対して設定する。

(2) 建物種別毎の景観形成基準(案)の適用地区

7 種類の建物種別毎の景観形成基準(案)と適用地区の関係は、図 3 で示す通りである。

重点地区(案)の内、東海道沿道地区においては、半数を超えるゾーンで町屋・農家中間型建築物が現れることにより、基本となる建物種別が 2 種類挙げられるゾーンが見られた。一方、亀山城下町地区においては、原則、基本となる建物種別は 1 種類しか挙げられないが、D 地区③西丸町においては基本となる建物種別が 2 種類挙げられた。これら基本となる建物種別が 2 種類挙げられた地区において、どちらの建物種別に対する景観形成基準(案)を適用する事が望ましいかの判断は、ゾーン毎における建物種別の分布の特徴等を考慮して判断することとする。

土蔵及び社寺型建築物においては全地区に現れる為、土蔵及び社寺型建築物に対する景観形成基準(案)は全地区で適用することとする。



図 3 基本となる建物種別と調査対象地区の関係

コネクタ寿命に対する微摺動摩耗現象における 摺動距離の影響

Influence of Fretting Corrosion on Lifetime of Tin Plated Connectors

齋藤 寧¹⁾ 澤田滋¹⁾ 玉井輝雄¹⁾ 飯田和生¹⁾ 服部康弘²⁾

Yasushi Saitoh¹⁾ Shigeru Sawada¹⁾ Terutaka Tamai¹⁾ Kazuo Iida¹⁾ Yasuhiro Hattori²⁾

1. はじめに

私たちが日常使用している自動車に搭載されている電気電子機器は増加しており、その制御は電子化が進み、さらに動力にも電気が使われている。それらを接続するためには、電線やコネクタが必要で、その数も増加している。そのため、自動車の信頼性を考慮する上で、コネクタの接続信頼性は益々重要なものになってきている。

コネクタは小型化が進んでおり、それに伴い接触荷重の低減が要求されている。その要求によってコネクタ接触部で引き起こされる問題として微摺動摩耗現象により接触抵抗が上昇し、不具合の発生することがある。微摺動摩耗現象による高抵抗化した接触抵抗については今までの研究でよく知られている¹⁻¹⁵⁾。

本研究ではコネクタの信頼性という観点から初期の安定した状態から急速に接触抵抗が上昇し始める摺動回数を寿命として微摺動摩耗現象へ摺動距離が与える影響を検討した。

また、摺動距離が短い長寿命時の表面状態について詳細に観察を行い、摺動時の表面状態の推移について検討を行った。

2. 実験方法

本実験では摺動距離をパラメータとして微摺動摩耗実験を行った。実際の自動車内のコネクタ接点上では路面状態による振動やエンジン駆動による振動など異なる摺動距離が多く存在するという事実がある。

実験装置は専用の微摺動摩耗試験機を用い、試料に微摺動摩耗を生じさせ、そのときの接触抵抗の変化を測定した。使用した試験装置の概略を図1に、試料形状と測定方法を図2に示す。

試料は平板側、エンボス側の2枚を一組とし、ともに $3\mu\text{m}$ のスズめっきが施されている銅合金板を用いた。エンボス側には曲率半径 $R=1\text{mm}$ の打ち出しがある。試料は両側とも測

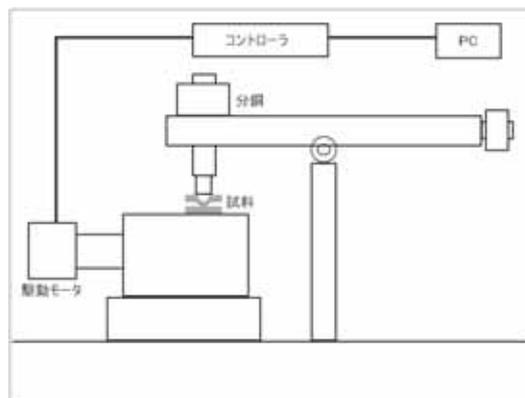


図1 微摺動摩耗試験機

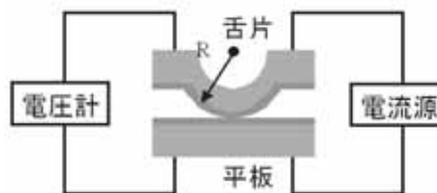


図2 試料形状、測定方法

1) 三重大学大学院工学研究科社会連携講座 車載ネットワーク技術研究室

Vehicle Network Technology Laboratory, Graduate School of Engineering, Mie University

2) ㈱オートネットワーク技術研究所 回路接続研究部

Circuits and Connection R&D Division, AutoNetworks Technologies, Ltd.

定用の電線をはんだ付けした後、アセトンを使用した超音波洗浄を5分行った。

洗浄後、下側の試料となる平板側はモータと連結された台にねじで固定した。上側の試料となる舌片側は接着剤で装置固定端の取り付け面に接着固定し、固定後、天秤を用いて垂直方向から分銅により接触荷重を加えた。

接触抵抗測定には図2のように四端子法を用い(通電電流 10mA、開放端電圧 1V)、摺動 10 回毎の測定結果をコンピュータに出力させた。

モータによって試料に起こす微摺動の摺動周波数は 1Hz、摺動波形は正弦波、荷重は 3N と一定とし、摺動距離を 7.5 μm から 1000 μm まで変化させて行った。

本研究では、図3のように接触抵抗値が微摺動初期の安定した抵抗値から上昇し2倍となる摺動回数を接触抵抗の急激な上昇が始まる摺動回数に対応するとし、この摺動回数を

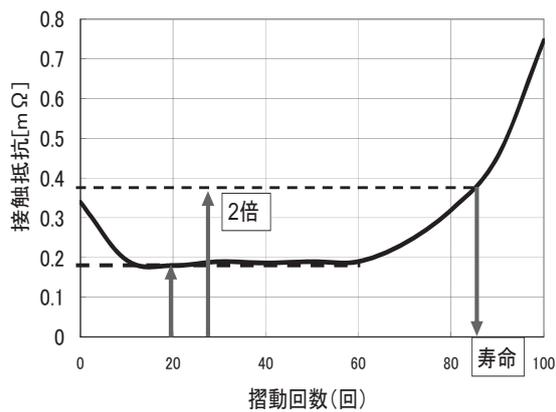


図3 寿命の定義

接点の寿命と定義した。

3. 実験結果と考察

3.1 摺動距離の微摺動試験

摺動周波数を 1Hz として固定し摺動距離を 7.5 μm 、10 μm 、20 μm 、50 μm 、100 μm 、500 μm 、1000 μm と変化させたときの微摺動試験を行った。それぞれ 10 回行った微摺動試験結果の平均の寿命を図4に示す。図4から、摺動距離が小さくなればなるほど寿命が伸びることが確認できる。

微摺動時には接触面積が摺動の行き帰りで重なり、大気中への接触面の曝露が軽減されるガスタイト性が考えられる。そのため、接

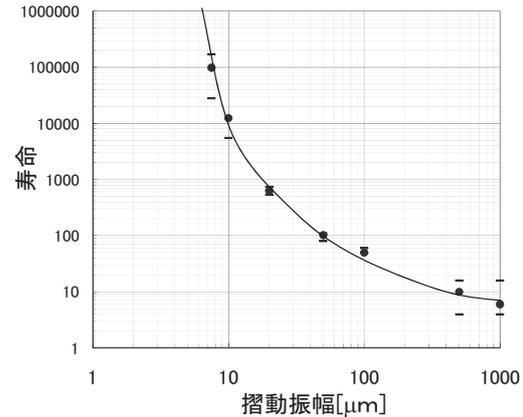
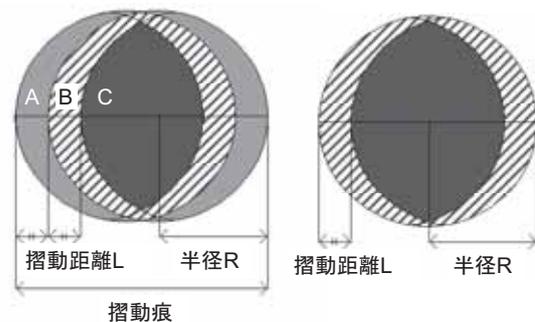


図4 寿命曲線平均

触抵抗上昇の原因であるスズの酸化が起こりにくくなり接触抵抗の上昇が抑制される。これが摺動距離と寿命の関係の原因と考えられる。この微摺動におけるガスタイト性は接触面の状態で異なる。図5のように摺動距離が短い時には平板側に3種類の接点状態が形成されると考えた。

- 摺動により接触面が大気中に曝露されるため、ガスタイト性がない非ガスタイト面。(図5中のA部分)
- 摺動により接触面自体は曝露されないが、非ガスタイト面に存在するスズと摺動の過程で接することで間接的に大気に暴露され、ガスタイト性における酸化の抑制効果が減少する非完全ガスタイト面。(図5中のB部分)
- 摺動により接触面自体暴露されず、かつ、間接的にも非ガスタイト面と接触しない完全ガスタイト面。(図5中のC部分)

この3種類の接触面の性質からも、摺動距離が短くなるほど接点のガスタイト性が強くなり、酸化の抑制効果が大きくなることが考



(a) 平板側

(b) エンボス側

図5 接点表面

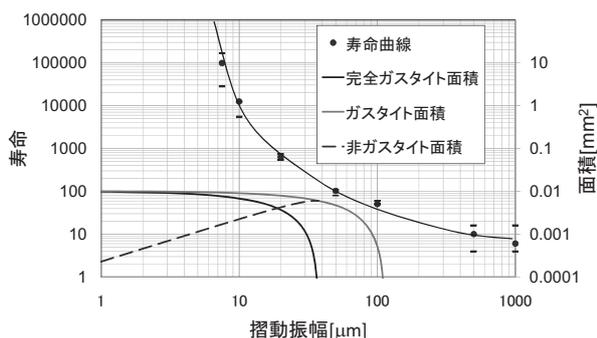


図6 寿命曲線とガスタイト面

えられる。

そのため各面の面積変化が寿命にどのような影響を与えているかをみるために、先ほどの図4の寿命曲線に各面の面積変化を書き加えると図6のようになる。

図6から完全ガスタイト面がほぼ飽和するとき、微振動摩耗現象の影響による寿命は十分長い。完全ガスタイト面積の減少に伴い寿命も顕著に減少する。完全ガスタイト面がなくなると寿命は100回以下となり非完全ガスタイト面の減少に伴い緩やかに減少する。ガスタイト面積が完全なくなると寿命は非常に小さな値となる。このことからガスタイト面と寿命には相関性があることがわかる。

この寿命について振動回数ではなく寿命に至るまでに動いた総振動距離に注目してグラフを描き直すと、図7が得られる。

この図7から完全ガスタイト面が形成されていない状態では一定の寿命距離となっており、振動距離と寿命の積は一定となる。完全ガスタイト面が形成されると寿命距離が飛躍的に向上する。そのためガスタイト性について詳細に観察するために、完全ガスタイト面

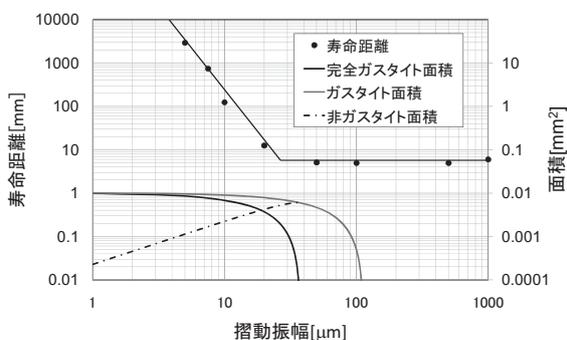


図7 寿命距離とガスタイト面

を形成している振動距離 10 μ m の振動時の表面状態の詳細な観察を行った。

3.2 接触抵抗の時間変化のモデル化

完全ガスタイト面を形成する条件である振動距離 10 μ m の振動試験の接触抵抗変化のグラフの10回の平均を図8に示す。振動回数3000回程までは接触抵抗の上昇は見られず、その後、接触抵抗は振動回数の増加と共に増

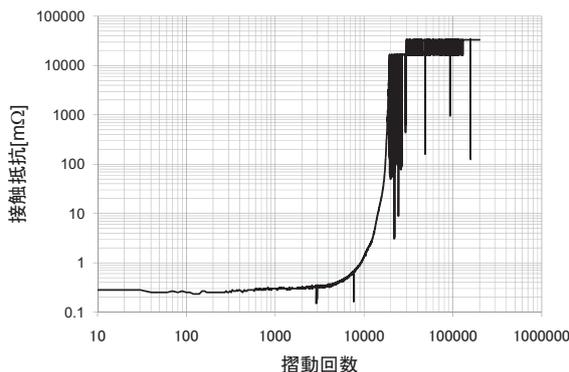


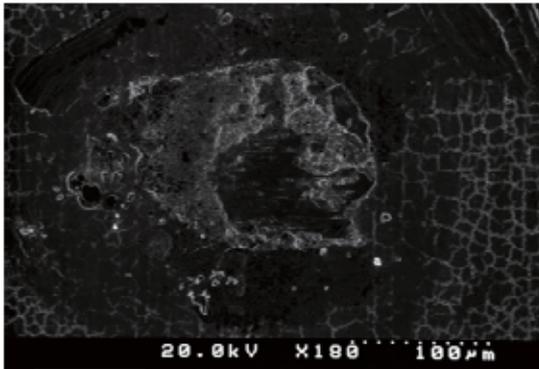
図8 接触抵抗変化

加した。

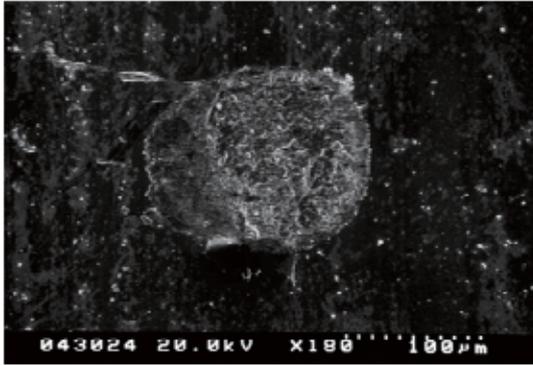
振動時の表面状態がどのように推移していくのか様子を観察するために振動回数100、1000、5000、10000回の表面状態について走査型電子顕微鏡 (SEM) により表面観察を行った。

まず、振動回数100回の表面状態を観察した。振動回数100回では接触抵抗は上昇していない。図9に振動回数100回のSEM像を示す。エンボス側、平板側共にスズが激しく凝着しているのがわかる。また、端部ではスズ自体押し出されており、振動回数100回では摩耗粉はほとんど生成されていない。そのため、振動回数100回では接触はスズ同士の接触と考えられる。次に振動回数1000回の表面状態を観察した。

振動回数1000回では振動回数100回の時と同様にまだ接触抵抗は上昇していない。図10に振動回数1000回のSEM像を示す。100回の時と同様にエンボス側、平板側共にスズが凝着しているのがわかる。また、端部では100回と同様スズ自体押し出されており、振動回数1000回でも摩耗粉はほとんど生成されていない。そのため、振動回数1000回では接触はスズ同士の接触といえる。

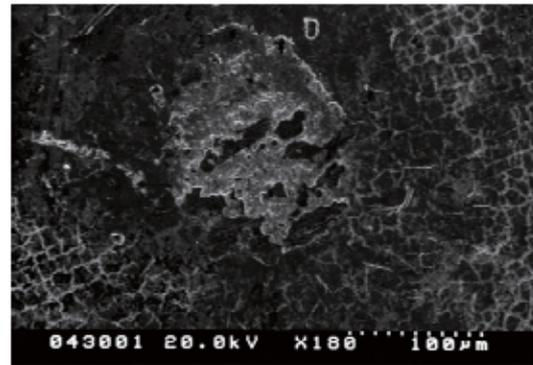


(a) エンボス側

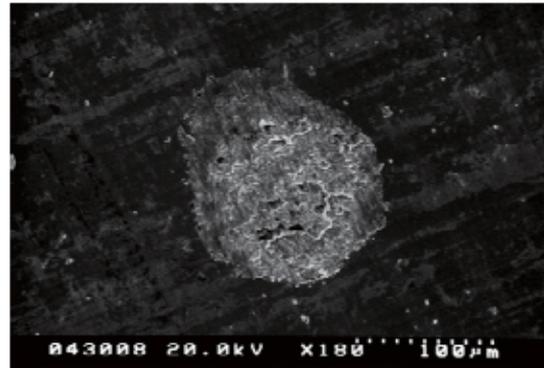


(b) 平板側

図 9 摺動回数 100 回

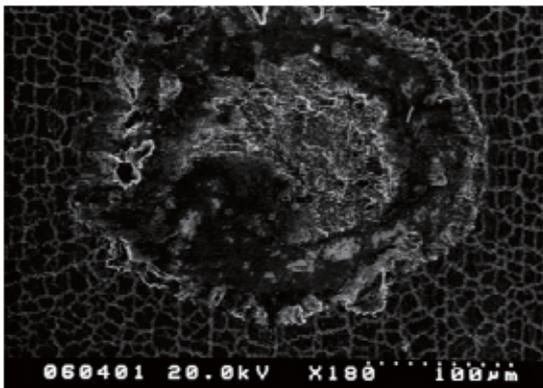


(a) エンボス側

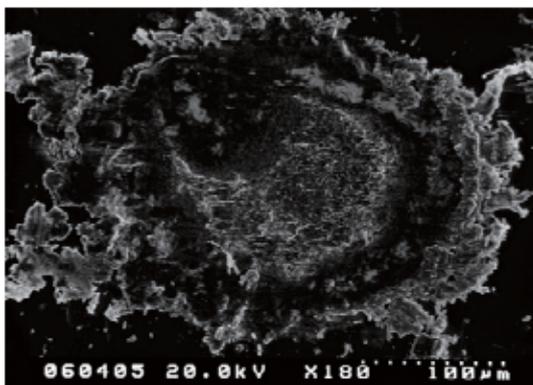


(b) 平板側

図 10 摺動回数 1000 回

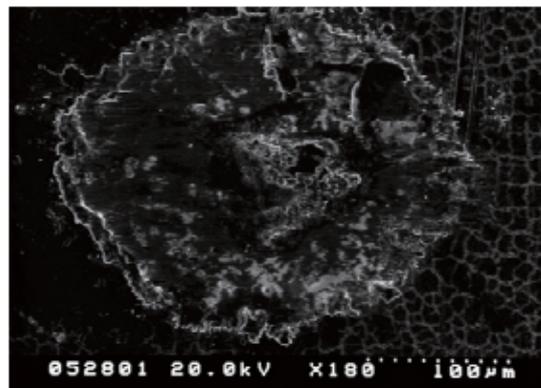


(a) エンボス側

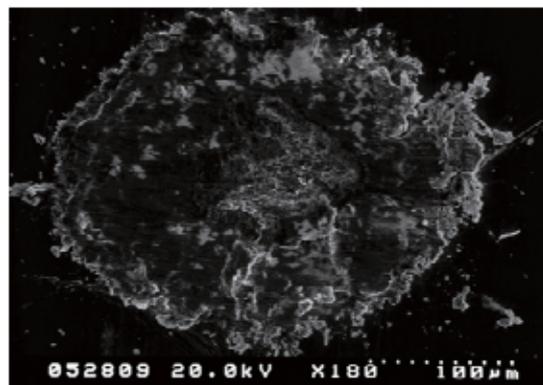


(b) 平板側

図 11 摺動回数 5000 回



(a) エンボス側



(b) 平板側

図 12 摺動回数 10000 回

次に、摺動回数 5000 回の表面状態を観察した。摺動回数 5000 回では摺動回数 1000 回までとは異なり接触抵抗の上昇が起こり始めている。

図 11 に摺動回数 5000 回の SEM 像を示す。摺動回数 5000 回では摩耗はかなり進行しており、それに伴い、接触面積が大きくなっている。また、接触痕外部に酸化スズ摩耗粉と思われる押し出しがみられ、接触痕内の外周側では酸化スズ摩耗粉と思われる堆積がみられる。しかし、中央部ではほとんど摩耗粉がみられず、100 回までで見られた凝着痕が観察された。

このことは摩耗粉が接触部の応力が高い部分でできるため摺動痕の外周部で摩耗粉の堆積が始まり、そこから摩耗粉は酸化され摺動により内部への引き込みや、外部への押し出しが進行するためだと考えられる。しかし、摺動回数 5000 回では摩耗粉の内側への引き込みによる堆積はまだ中央部にまで達しておらず、そのため中央部ではスズ同士の接触であり、接触部全体の面積に対してこのスズでの接触の部分の割合が高いので導通性が保たれ、接触抵抗がそれ程には上昇していないと考えられる。

最後に、摺動回数 10000 回の表面状態を観察した。摺動回数 10000 回では接触抵抗は本研究の寿命の抵抗値であり、初期の安定した値の 2 倍となっている。

図 12 に摺動回数 10000 回の SEM 像を示す。摺動回数 10000 回では摩耗はさらに進行しており、酸化スズ摩耗粉は摺動により内部への引き込みや、外部への押し出しが増加している。内側への引き込みの増加に伴い、中央部のスズ同士での接触部分が減少しており、この中央部のスズ同士の接触部の減少に伴い、接触抵抗が上昇し始めたのではないかと考えられる。

各摺動回数の SEM 結果から、微摺動摩耗現象は摺動回数が少ない段階ではあまり摩耗粉が生成されず、堆積も起きないため接触抵抗は低い値を示す。徐々に摩耗が進行していくと摩耗粉の生成、堆積が応力の最も大きい接触痕外周部分から始まる。生成された摩耗粉はその後酸化されて内部に引き込まれたり、外部に排出され始める。しかし、この段階では電流は接触痕の中央部にあるスズ同士の接

触により導通しているため接触抵抗は低いままである。さらに進行が進むと、接触痕の中央部のスズ接触部が小さくなるため接触抵抗は上昇し始める。

このことから微摺動摩耗現象における接触抵抗の上昇のメカニズムは摩耗による摩耗粉の生成、堆積、酸化、引き込みによりスズ同士の接触部が減少し、スズの間に摩耗粉を挟み込むことで起こっていると考えられる。

4. まとめ

本研究では、スズめっき接点における寿命の要因として摩耗粉の生成、堆積、酸化が挙げられる中で、摺動距離に着目した。

摺動距離の変更に伴い、エンボスと平板の摺動痕や接触面が変化し、摺動時にエンボスと平板が常に接触し、大気に曝露されていない部分(ガスタイト面)ができ、酸化抑制効果が得られる。その効果による寿命の変化は以下の通りである。

摺動距離を変更することで、ガスタイト面が変化する。ガスタイト面中の完全ガスタイト面となる部分が存在しないとき寿命は寿命距離が一定の値となり摺動距離と寿命の積は一定値となる。完全ガスタイト面が存在すると寿命距離が飛躍的に向上し、そのため寿命も急激に延びる。

完全ガスタイト面を形成している時の微摺動摩耗現象での接触抵抗上昇のメカニズムは、摩耗粉の生成、堆積、酸化そしてそれが内側に引き込まれることでスズ同士の接触となる部分が減少し起こることがわかった。

参考文献

- 1) J. M. Hooyer, and K. Peekstok. "THE Influence of Practical Contact Parameters of Fretting Corrosion of Tin-bass Low-Level Connector Contacts", Proc. Holm Conf on Electrical Contacts, P.43, 1987.
- 2) A.Lee, M.S.Mamrick, and A. Mao. "Fretting Corrosion of Tin at Elevated Temperatures", Proc. Holm Conf on Electrical Contacts, pP.87, 1988.
- 3) A.Lee. "Thermal Cycling Induced Wiping Wear of Connector Contacts at 150 degrees C", Proc. Holm Conf on Electrical Contacts, P.132, 1997.
- 4) J. L. Queffelec, N. BEN Jemma, and D. Travers. "MATERIALS AND CONTACT SHAPE STUDIES FOR AUTOMOBILE CONNECTOR DEVELOPMENT", Proc. Holm Conf on Electrical Contacts, P.225, 1990.

- 5) J. Swingler, and J. W. McBride. "The Degradation of Road Tested Automotive Connectors", Proc. Holm Conf on Electrical Contacts, P.146, 1999.
- 6) T.Ito, et.al. "Microscopy Study of Fretting Corrosion of Tin Plated Contacts", Proc. IEEE Holm Conf on Electrical Contacts, P.218, 2007.
- 7) 佐藤尚幸,他, "スズめっき接点における微摺動摩耗現象とその周波数依存性", 第 82 回継電器・コンタクトテクノロジー研究会技術資料, No.82-4 2007.
- 8) Y.Saitoh, et.al. "Frequency Influencing of Fretting Corrosion of Tin Plated Contacts", 7th International Session on Electromechanical Devices, P.1, 2007.
- 9) 佐藤尚幸,他, "スズめっき接点における微摺動摩耗現象とその周波数依存性", 第 88 回継電器・コンタクトテクノロジー研究会技術資料, No.88-5 2008.
- 10) 佐藤尚幸,他, "微摺動摩耗現象による接触抵抗変化の機構に関する研究", 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2007-119, Vol.107, No.485, 2008.
- 11) N.Sato, et.al. "Study of Behavior of Contact Resistance of Fretting Corrosion" Proc. ICEC 2008.
- 12) 池田博榮,他, "錫めっきコネクタの寿命に対する微摺動摩耗の影響", 第 94 回継電器・コンタクトテクノロジー研究会, No940-3, 2008
- 13) N.Sato, et.al. "Study of Fretting Corrosion in Early Stage" Proc. ISEMD 2007, sendai.
- 14) 伊藤大二,他, "微摺動摩耗現象によるコネクタ寿命の研究", 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2008-123, Vol.108, No.434, 2009.
- 15) 野々川正輝,他, "微摺動摩耗現象への流動パラフィンの効果の研究", 電子情報通信学会技術研究報告, EMD2008-147, Vol.108, No.466, 2009.

切削加工後の WC-Co 超硬工具表面に現れる自発磁化測定

Evaluation of Spontaneous Magnetization of WC-Co Cemented Carbide Tool after Machining

岡本壮平¹⁾, 小竹茂夫¹⁾, 鈴木泰之¹⁾, 中西栄徳²⁾
Souhei Okamoto¹⁾, Shigeo Kotake¹⁾,
Yasuyuki Suzuki¹⁾ and Eitoku Nakanishi²⁾

Key Words: Cutting Force, Residual Stress, Magnetic Measurement, Experimental Mechanics

1. 緒言

金属材料の切削加工においては、切削工具と被削材との間に局所的で大きな加工応力が加わるため、刃物先端の温度は大きく上昇し、機械的、熱的な反応によって、すくい面磨耗や逃げ面磨耗、欠損、溶着、熱亀裂といった損傷が生じることが知られている¹⁾。刃物の損傷は被削材の加工精度に関わるだけでなく、生産性の向上とも密接に関係するため、刃物の損傷をその場で評価できる技術の開発は重要となる。

従来、切削過程における刃物および被削材の切削抵抗は、刃物を保持するシャンクに掛る3分力を評価することが多かった。しかし、この3分力はあくまで工具全体に掛る力の総和であって、実際に工具の各領域に掛る局所的な応力状態を評価することとは異なる。加工の際の局所的な応力は被削材との摩擦や磨耗、熱応力と密接に関わるため、切削過程を理解するうえで重要となるが、これまでの手法では切削時の接触面を直接観察できないことから明確な評価ができていない。

切削時の工具の応力状態の解析には、有限要素法を用いた数値解析があり、多くの成果を上げている²⁾。しかし、加工硬化や熱的影響による材料パラメータの変化に未知な部分が多く、加工の際に形状や接触状態等の境界条件も経時的に大きく変化するため計算が困難であり、さらに実験的なデータとの比較が難しいために結果の信頼性に課題が残る。

一方、切削後の残留応力の評価法として X 線応力解析法が知られている³⁾。しかし X 線は金属を透過しにくいいため、工具数 μm の最表面の応力しか測定することができず、一般に数百 μm に及ぶ加工残留応力を評価するこ

とは難しい。また X 線を絞るレンズ等の光学部品が存在しないことから、一般には低い分解能でしか測定できない。また装置が大掛かりで高価になるため、旋盤やマシニングセンタに取り付けることは難しく、実際の刃面に掛かる局所的な応力分布を実験的に明らかにした例はあまり見受けられない。

一方、鉄鋼材料や超硬合金のバインダーである Co や Ni を始め多くの工業用材料は、強磁性体であるため、強磁性材料の特徴を生かした様々な測定法が提案されている⁴⁾⁶⁾。強磁性体には、応力の負荷により内部磁化が変化する逆磁歪効果と呼ばれる性質がある。近年、これを応用して、破壊現象や塑性加工時における残留応力の評価⁶⁾が試みられている。しかし、負荷応力が自発磁化分布にどのように影響するかを詳細に検討した例は少なく、理論式と具体的な実験データの比較から、自発磁化と負荷応力の関係を明らかにする必要がある。

他方、切削加工においても、工具刃先に局所的に強い荷重が負荷されることから、超硬工具の場合、バインダーである Co が負荷応力の効果により内部磁化が変化するものと期待される。しかし切削などの従来の研究において、磁化分布の変化を測定した例はあまり見受けられない。切削時の負荷応力は、値も大きく、方向も定まっていることから、負荷応力の自発磁化分布への影響を評価する良い具体例となり得、基礎的な研究を進めるうえでも、工具への具体的な適応が期待される。

そこで本研究では、強磁性体である超硬材料の持つ逆磁歪効果に着目し、切削前後の超硬工具表面の3次元残留磁化分布の状態から、切削後の残留応力の評価を行った。その際、切削時における切削抵抗の3分力を測定し、

1) 三重大学大学院工学研究科 量子物性工学研究室 Dept Mechanical Eng., Mie Graduate Sch Eng.

2) 三重大学大学院工学研究科 集積加工システム研究室 Dept Mechanical Eng., Mie Graduate Sch Eng.

切削抵抗の向きと大きさから負荷応力と磁束分布との関連について調べ、自発磁化の変化から切削時の負荷応力を評価する可能性について考察をおこなったさらに被削材に強磁性体の S45C と非磁性体の A5056 を用い比較することにより、被削材の磁気特性との磁化分布の関連について考察を行った。

れる。この現象については様々なモデルが提案されているが、ここでは Jiles により提案された自由エネルギーによるモデル⁽⁸⁾を中心に考察する。

一般に強磁性体内部の Gibbs の自由エネルギーは、以下の式によって表現される。

$$G = \Psi(M) + HM + \frac{\sigma^2}{E} + \frac{3}{2}\lambda\sigma\left(\cos^2\theta - \frac{1}{3}\right) - TS \quad (1)$$

ここで、 $\Psi(M)$ は強磁性内部のスピンの相互作用による磁化エネルギーであり、ここでは簡単に $\alpha M^2/2$ とす

る。また μ_0 は真空の透磁率、 H は外部磁場、 M は内部の磁化、 σ は応力、 E はヤング率、 λ は磁歪、 θ は応力と磁束ベクトルのなす角、 T は絶対温度、 S は物質内部のエントロピーである。磁歪は、飽和磁化 M_s 、磁歪定数 λ_s により次式で表現される。

$$\lambda = \lambda_s \left(\frac{M}{M_s} \right)^2 = \gamma M^2$$

(2)

この自由エネルギーの磁化による偏微分により、応力負荷下での有効磁場 H_{eff} が以下のように求められる。

$$\begin{aligned} H_{eff} &= \frac{\partial G}{\partial M} = H + \alpha M + 3\gamma M\sigma \left(\cos^2\theta - \frac{1}{3} \right) \\ &= H + \alpha M + H_\sigma = H + \alpha M + \beta\sigma \end{aligned} \quad (3)$$

つまり、外部応力の負荷が有効磁場の変化分 (H_σ)

となって影響し、 H_σ が保磁力 (H_c) を越えた際に内部磁化の変化が現れる。また多結晶の Co の磁歪定数は負 ($\lambda = -62 \times 10^{-6}$) であることから、圧縮応力

2. 応力による内部磁化の影響

強磁性体の磁気履歴に及ぼす応力の影響については、実験、理論の両面から広く研究が行われており⁽⁷⁻⁹⁾、その効果は、外部磁場と等価な影響を与える可逆的な作用と、ピン止めされた磁壁を平衡位置に移動させ非履歴 (anhysteresis) 磁化曲線へと近づける不可逆的な作用とに分けら

($\sigma < 0$) の方向が磁化容易軸となり、引張応力方向が磁化困難軸となる。

一方、Jiles⁽⁸⁾、Pitman⁽⁷⁾の研究により、応力負荷後の磁化は非履歴磁化 (M_{an}) へと不可逆的に近づくこ

とが知られている。非履歴磁化曲線は、磁壁のピン止め等の非平衡な因子が取り除かれた平衡状態での磁場と磁化の関係式であり、一般に以下で示すランジュバン関数 ($L(x)$) によって表現される。

$$\begin{aligned} M_{an}(H, \sigma) &= L\left(\frac{H + \alpha M + \beta\sigma}{a}\right) \\ &= M_s \left[\coth\left(\frac{H + \alpha M + \beta\sigma}{a}\right) - \frac{a}{H + \alpha M + \beta\sigma} \right] \quad (4) \\ &\approx \frac{M_s}{3} \left(\frac{H + \alpha M + \beta\sigma}{a} \right) \end{aligned}$$

ここで $a = k_B T / M$ 、 k_B はボルツマン定数である。

近似式より、 M_{an} の応力微分は

$$\frac{\partial M_{an}}{\partial \sigma} \approx \frac{M_s \beta}{3a} = \frac{\gamma M_s M^2}{k_B T} \left(\cos^2\theta - \frac{1}{3} \right) \quad (5)$$

となる。一方、Jiles によれば⁽⁸⁾、磁化は、磁化と非履歴磁化の差が離れているほど応力により大きく変化することから、以下の関係式が成り立つ。

$$\frac{\partial M}{\partial \sigma} = \frac{\sigma}{3E\xi} (M_{an} - M) + c \frac{dM_{an}}{d\sigma}$$

(6)

ここで ξ は、実験から定まる係数である。磁化 M が小さい場合、右辺の第 2 項が無視できることから、この式を解いて以下の関係式が得られる。

$$M = M_{an} - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{6E\xi}\right) \approx M_{an} + \frac{\sigma^2}{6E\xi}$$

(7)

つまり、 H_{eff} が H_c を越えた後、応力が増加するに従って、磁化は非履歴磁化に漸近することが予想される。以下では、磁化が外部応力の負荷によって変化するこれらの効果を、広く“逆磁歪効果”として表現する。

3. 実験方法

3.1 測定試料 測定試料は実際の市販品である WC-TaC-TiC-Co 系超硬工具（三菱マテリアル製，TNGG160404R 材種：UTi20T，ISO P20~P30 相当）と TaC，TiC が混入されていない WC-Co 系超硬合金（材種：G4）を規定の工具形状に成型した WC-Co 系超硬工具（シルバロイ製）を使用した。後者は特注品のため、精度やコーナー半径は旋削用インサートの規格外である。以後、前者を UTi20T 工具、後者を G4 工具と呼ぶ。チップの寸法と磁束分布の測定範囲を図 1 に示す。

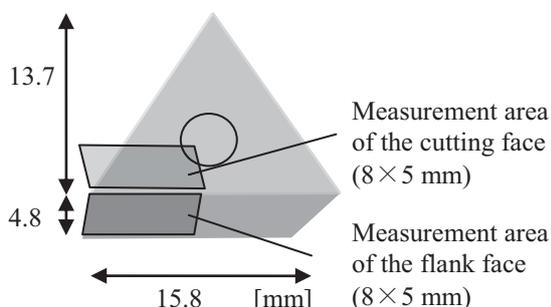


Fig. 1 Schematic figure of the cutting tool

3.2 実験方法 切削加工を行う前に試料工具の残留磁化を消磁する必要がある。今回、外部磁界を交番させながら、強度を減少させていくことにより、試料の残留磁束を消す交流消磁法を用いた。試料の保磁力はそれぞれ異なるため、UTi20T 工具は定置有芯交流消磁（電磁石、約 700mT）の後に回転交流消磁（ソレノイドコイル、約 66mT）を用いて交流消磁を行った。また、G4 工具は回転交流消磁のみで消磁を行った。

試料工具による切削加工は汎用旋盤で行った。切削条件を表 1 に示す。この際、切削油は使用しなかった。また切削の際に工具に掛る切削抵抗の主分力 (F_c)・送り分力 (F_s)・背分力 (F_t) を

3 分力測定装置（共和電業製 TD-500KA）にて測定した。これら 3 分力の方向を図 2 に示す。

Table 1 Cutting conditions of the experiments

Work: S45C (Ferromagnetic)				
Cutting speed V [m/min]	Feed f [mm/rev]			
	115~130	0.077	0.153	0.307
Cutting depth t [mm]	0.25	●	●	●
	0.5	●	●	●○
	1.0			○
	1.5			○

Work: A5056 (Non magnetic)				
Cutting speed V [m/min]	Feed f [mm/rev]			
	70~78	0.077	0.153	0.307
Cutting depth t [mm]	0.5	●		●

○ : UTi20T ● : G4

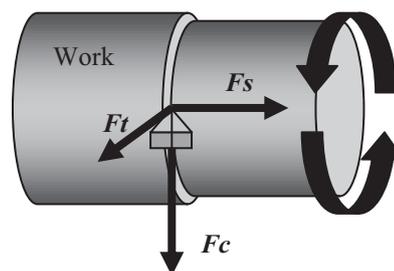


Fig. 2 The three components of cutting resistance

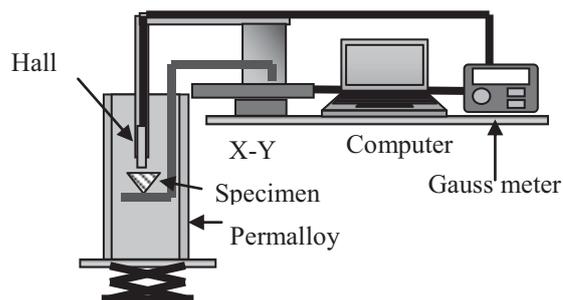


Fig. 3 Apparatus used for the measurement of leaked magnetic flux vectors

3.3 残留磁化測定 消磁後切削前および切削後の各工具試料の残留磁化を図 3 に示す装置を用いて測定を行った。装置は、自動 X-Y-Z ステージと 3 次元磁場測定用のガウスメータ（エーデーエス製 HGM-8900S），パーマロイ 3 重管

からなる磁気シールドからなる。試料は内部の磁界が 10nT 以下まで防磁されている磁気シールド内中央部の非磁性試料台に設置した。3次元方向の磁束密度測定には、プローブ先端に取り付けられた測定領域 $70\mu\text{m}$ の3つのホール素子が、測定面を XYZ それぞれの方向に設置されたセンサーを用いた。パソコンからのプログラム制御により、水平に置かれた測定面上を X-Y 方向に 0.1mm 間隔でセンサーを走査させ、各測定位置における漏れ磁束ベクトルの分布を測定した。測定におけるホール素子と測定試料表面との距離は 1mm と一定に保持した。

4. 実験結果

4-1 消磁後の工具刃面の残留磁束分布

交流消磁後の UTi20T 工具と G4 工具刃面の残留磁束分布を図4に示す。

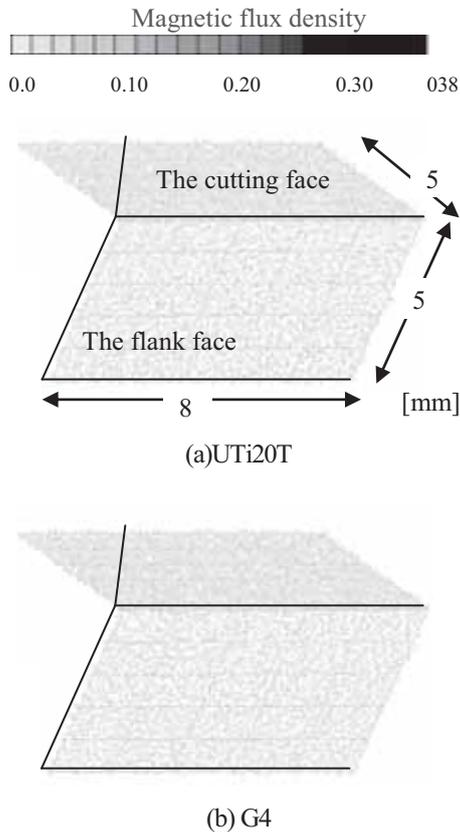


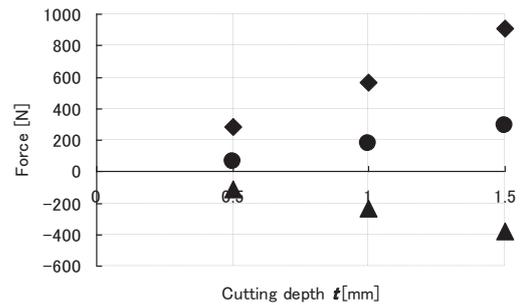
Fig. 4 Distribution of leaked magnetic flux vectors at the surface of the tool after demagnetizing. The maximum magnetic flux densities are (a) 0.038 and (b) 0.183mT

図の上面が工具のすくい面に、下面が逃げ面に対応する。実験結果から、両試料共に残留磁化が地磁気以下に均質に消磁されたことが分かる。これ以降

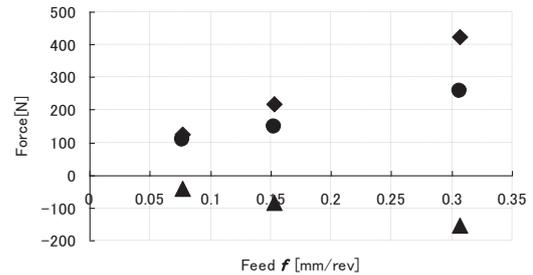
の磁束分布図の寸法と磁束密度のスケールは図4と等しくした。

4-2 切削抵抗と自発磁化の関係

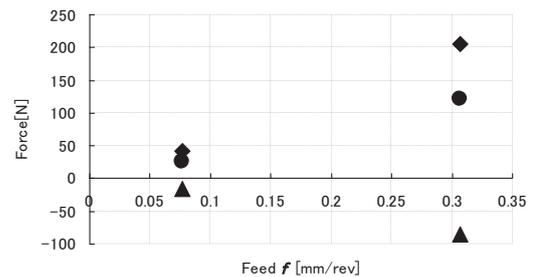
各試験条件で切削した際に負荷した3分力をまとめて図5に示す。ここで図5(a)は工具に UTi20T, 被削材に S45C を用い、送り量 $f=0.307\text{mm/rev}$ を一定とし、切り込み t を変化させた際の3分力である。また図5(b)は工具に G4, 被削材に S45C を用い、切り込み $t=0.5\text{mm}$ を一定とし、送り量 f を変化させた際の3分力であり、



(a) Work : S45C, tool : UTi20T, $f=0.307\text{mm/rev}$



(b) Work : S45C, tool : G4, $t=0.5\text{mm}$

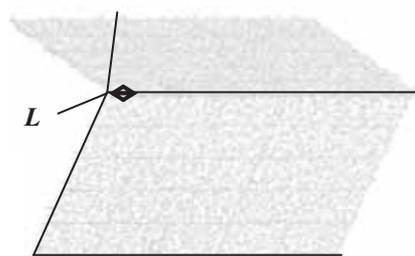


(c) Work : A5056, tool : G4, $t=0.5\text{mm}$

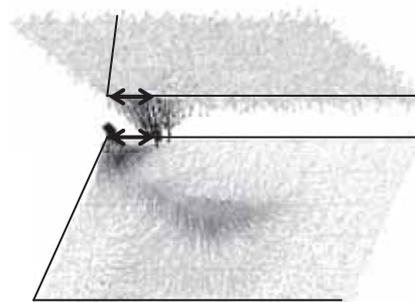
Fig. 5 Relationship between cutting speed and the three components of cutting resistance, ◆ : F_c , ● : F_s , ▲ : F_f

図5(c)は工具に G4, 被削材に A5056 を用い、切り込みを $t=0.5\text{mm}$ と一定とし、送り量 f を変化させた際の3分力である。全ての条件で共通に切込み量や送

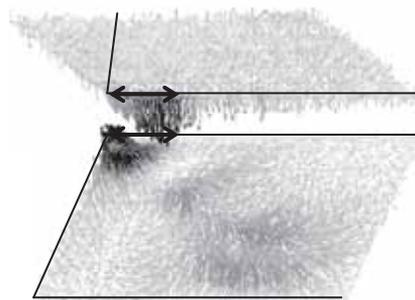
り量が増えると 3 分力も比例的に増加することが分かった。



(a) $f=0.5\text{mm}$



(b) $f=1.0\text{mm}$



(c) $f=1.5\text{mm}$

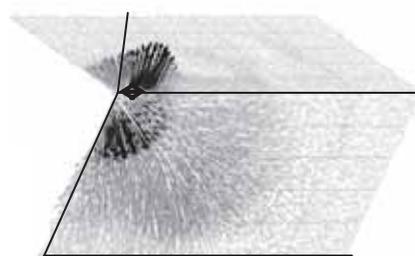
Fig. 6 Distribution of leaked magnetic flux vectors at the surface of the UTi20T tool after cutting S45C under $f=0.307\text{mm/rev}$. The maximum magnetic flux densities are (a) 0.037, (b) 0.183 and (c) 0.150mT

次に図6に工具に UTi20T, 被削材に S45C を用い, 送り量を $f=0.307\text{mm/rev}$ で一定とし, 切り込み量 t を変化させて切削実験を行った工具試料における切削後の工具刃面の残留磁束分布を示す. 図中の矢印は被削材との接触部であり, 長さは L である. 切り込み量 $t=1.0, 1.5\text{mm}$ の場合には, 刃面接触部を中心に 0.1mT を超える局所的な自発磁化の発現が確認され

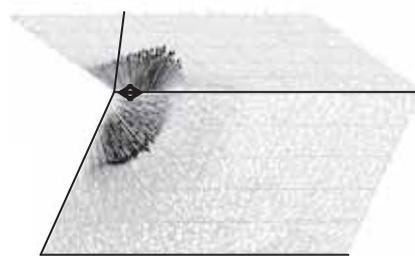
たが, $t=0.5\text{mm}$ の場合には磁化の発生が確認できなかった。

図 5(a)より切り込みに対して切削抵抗が比例的に増加していることから, この自発磁化の発生の違いには切削抵抗の大きさが関与していると考えられる。

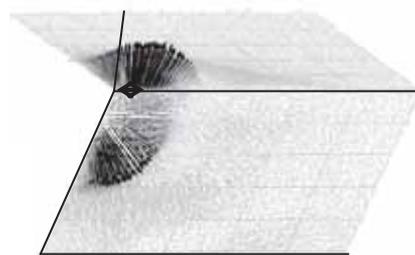
次に工具に G4 被削材に S45C を用い, 切り込み量を $t=0.5\text{mm}$ と一定にし, 送り量 f を変化させた切削実験における切削後の工具刃面の残留磁束分布を図 7 に示す. 前述の UTi20T 工具の場合には, 300N の切削抵抗では自発磁化が現われなかったが, G4 工具の場合は 200N 以下の切削抵抗でも自発磁化が現われ,



(a) $f=0.077\text{mm/rev}$



(b) $f=0.153\text{mm/rev}$



(c) $f=0.307\text{mm/rev}$

Fig. 7 Distribution of leaked magnetic flux vectors at the surface of the G4 tool after cutting S45C under $t=0.5\text{mm}$. The maximum magnetic flux densities are (a) 0.289, (b) 0.398 and (c) 0.450mT

接触部近傍で特に強い磁化が確認できた。送り量を変化させた場合、磁束分布には大きな違いがないものの、自発磁化の強度は切削抵抗の増加とともに上昇した。以上のように工具の材種や切削抵抗の変化によって自発磁化の生成に違いが現れた。

4・3 非磁性体の被削材の切削 G4 工具を用い、非磁性体 A5056 を被削材、切り込み量 $t=0.5\text{mm}$ を一定とし、送り量 f を変化させて切削した工具刃面の残留磁束分布を図 8 に示す。 $f=0.077\text{ mm/rev}$ の場合には、自発磁化は確認できなかったが、 $f=0.307\text{mm/rev}$ の場合には、接触部近傍で磁化の発現が確認できた。この磁束分布の傾向は磁性体 S45C を切削した場合と同様であったものの、ほぼ同様の切削抵抗が負荷した図 8(b) と図 7(b) と比べると、非磁性体 A5056 を切削した方が、生成した磁化強度が 0.3mT 以上弱かった。これにより工具の自発磁化は切削抵抗による影響以外にも、被削材の磁気特性が密接に関わっていることが分かった。

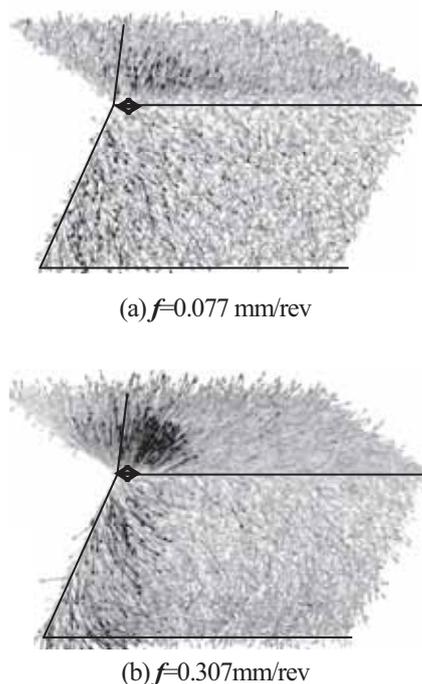


Fig. 8 Distribution of leaked magnetic flux vectors at the surface of the G4 tool after cutting A5056 under $t=0.5\text{mm}$. The maximum magnetic flux densities are (a) 0.050 and (b) 0.064mT

5. 考 察

5・1 切削抵抗と自発磁化の関係 図 9 に UTi20T 工具と G4 工具の切削実験における切削抵抗と測定された最大漏れ磁束密度の関係を示す。図の示すように切削時の負荷応力である切削抵抗に比例して自発磁化が大きくなる傾向を示した。自発磁化が、外部応力に比例して増加することは、式(7)とよく一致するものの、UTi20T 工具と G4 工具で点線の傾きや応力の閾値は大きく異なる。小さい切削抵抗では磁気弾性エネルギーが保磁力による磁場エネルギーを越えることができず自発磁化が生成されにくいと考えられることから、応力の閾値は有効磁界が工具の保磁力を越える位置に相当すると考えられる。UTi20T 工具の場合は、バインダー金属は合金化されていることから保磁力が大きく、一方 G4 工具は不純物が少ないことから工具の保磁力が小さいために、磁気弾性エネルギーによって容易に自発磁化が現れたものと考えられた。一方、UTi20T 工具では、外部応力に対する自発磁化の飽和が観察されたが、外部磁界の影響と考えられる。

一方、直線の傾きは、ピン止めされた磁壁の外力による解放率に相当し、同様な機構である保磁力と密接に関係するものと考えられるが、 ξ の決定を始め、機構の詳細については今後の研究に期待したい。この様に工具に発生する自発磁化の大きさには切削抵抗と材質が大きく関わっていることが明らかになったが、具体的な残留応力値を推定することはできなかった。

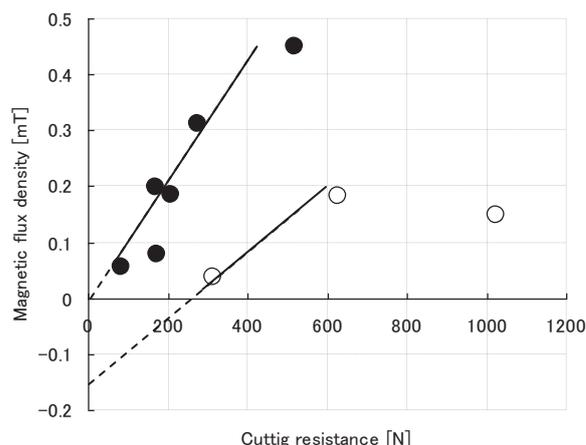


Fig.9 Relationship between cutting resistance and maximum magnetic flux density, \circ : UTi20T, \bullet : G4

他方、切り込み深さを増加させた場合、工具が受ける面積も増加することから、切削抵抗の増加は切

削圧力の増加を必ずしも意味しない。今回、切り込み深さに比例して磁束密度の増加が観察されたが、これはプローブの空間分解能が低いために、磁化範囲の広がりによって磁束密度が増加した可能性が考えられる。

5・2 工具内部の残留応力と自発磁化の方向の関係

切削によって工具の接触部付近に強い磁化が現れた。六方晶 Co の多結晶体の磁歪定数は $\lambda < 0$ であることが知られていることから⁽¹⁰⁾、磁束ベクトルが圧縮応力方向に向くことで、磁気弾性エネルギーは安定化する。

一方、図 6, 7 に示すように、今回測定された自発磁化は、工具逃げ面とすくい面の両方で刃面に対して、垂直方向に現われた。また図 10 に示すように、S45C を切削した後の(a)UTi20T 工具と(b)G4 工具の逃げ面には、接触部近傍以外に曲線状または広範囲に強い自発磁化が確認でき、この際、磁束ベクトルは逃げ面に対して垂直方向に現れた。

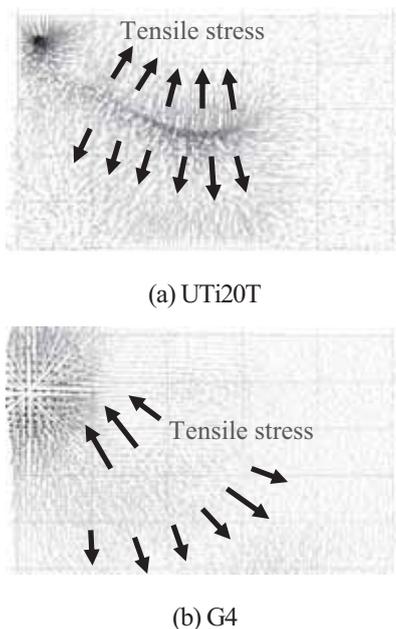


Fig. 10 Distribution of leaked magnetic flux vectors at the flank face of the tool after cutting S45C, $t=0.5\text{mm}$, $f=0.307\text{ mm/rev}$

一般に、切削時における主分力は、図 11(a) に示すように、逃げ面全体に圧縮応力として掛る。一方、磁歪による残留磁束ベクトルは、圧縮応力方向に向くことから、逃げ面の中央部には広く引張応力が残

留しているものと推察された。切削時に掛る応力と切削後に現れる残留応力が逆向きであることから、逃げ面の残留応力は、切削による圧縮応力負荷時の塑性変形により、切削後に現れたスプリングバックによる引張応力であると推察された。また残留磁束ベクトルは、残留する引張応力による非履歴磁化の発現によって生じる逆磁歪効果であると考えられた。また図 10(a) に現れた曲線状の特徴ある磁束分布は、切削加工の際、工具中腹部に塑性変形が集中したものと推測された。切削後の残留応力による自発磁化の様子を図 11(b) に示す。

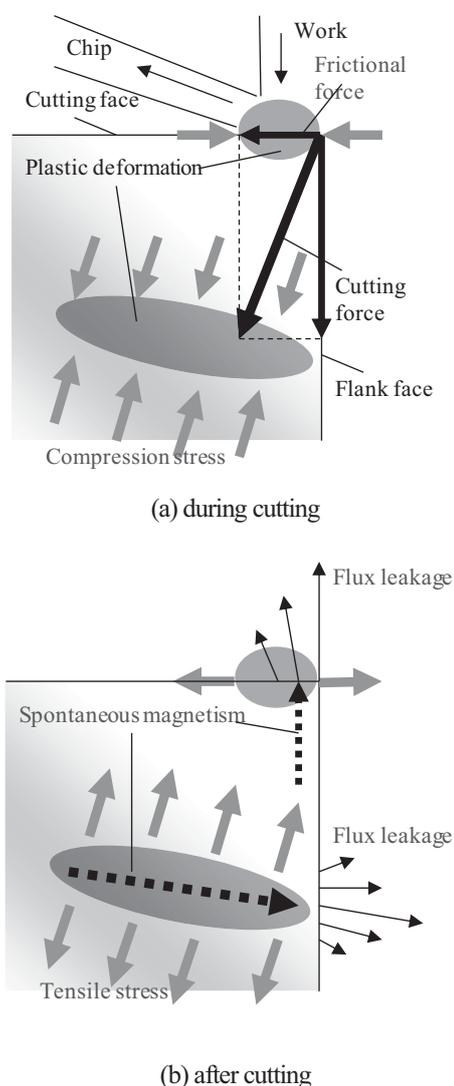


Fig. 11 Schematic figure of cutting resistance, stress and leaked magnetic flux vectors (a) during, and (b) after cutting

一方、切削時のすくい面においては、刃先先端部で直に切りくずと接触するために、すくい面表面に摩擦力が集中する。これにより、刃先先端部では、すくい面に対して平行方向に圧縮応力が生じると考えられる。切削抵抗時に圧縮応力を受けた工具の刃先先端領域は塑性変形し、加工後、周囲の弾性変形（スプリングバック）により、逆の引張方向の残留応力が生じるものと考えられる。図 11(b)に示すように、切削後の工具の Co バインダーには、すくい面に平行に引張応力が残留することにより、逆磁歪効果により、すくい面垂直方向に磁束ベクトルが向いたものと考えられる。

すくい面に負荷した摩擦力は、切削抵抗の主成分方向成分に比べると小さいと考えられるものの、今回行った切削実験の傾向として、すくい面刃先先端の漏れ磁束は、逃げ面の被削材接触部近傍で測定された漏れ磁束と同程度の磁束密度が観測された。逃げ面における漏れ磁束は接触部以外でも広範囲に確認できることから、工具内部全般の塑性変形により生じたものと推察される。一方すくい面においては、先端部の局所的な領域に逃げ面と同等の磁気弾性エネルギーが得られたことから、被削材接触部においてのみ、局所的に負荷された摩擦力により、刃先先端部が塑性変形に達したものと考えられた。

5・3 被削材の磁気特性による自発磁化の変化

図 8 に示すように非磁性体を切削した場合でも、工具表面の磁束分布に同様な影響が表れるが、磁性体を切削した場合に比べ自発磁化の大きさは弱かった。

2 節の理論で示したように、今回の自発磁化は、応力による内部磁化の非履歴磁化への漸近として理解できる。式(4)に示すように、外部磁界が大きくなるほど、非履歴磁化が大きくなることから、非磁性材を被削材とする場合には、十分な外部磁場が得られなかったことが原因であると考えられる。今回の切削実験では磁気遮蔽を施していないため、地球磁場の影響は免れないものの、それだけでは有効磁場

H_{eff} が各具材の保磁力 (H_c) を越えるには十分でなかったものと考えられる。一方、S45C 等の強磁性材料を切削した場合は、被削材そのものが持つ内部

磁化が工具に対する外部磁界として働き、 H_c を越えるだけの H_{eff} が与えられたものと考えられた。

今回、他の組成の超硬工具でも、切削後の自発磁化の測定を試みたが、工具によっては強切削条件でも磁化が発現しない例が見受けられた。非磁性体の切削を始め、これらの例が示す様な自発磁化分布が僅かにしか見られない場合については、外部から積極的に磁場を印加することで、応力分布に対応する自発磁化の発現が起こる可能性があり、応用の観点からも今後の研究に期待したい。

6. 結 言

本研究により超硬工具の切削後に生じる自発磁化測定を行ったところ、以下のことが明らかになった。

1. 消磁した超硬工具刃面には、切削加工後に自発磁化が生じる。この自発磁化は一定の閾値後に応力に比例して増加する傾向が観察された。
2. この磁化の要因は主として切削後の残留応力負荷下で磁化が非履歴磁化に漸近する逆磁歪効果によるものとして、負荷応力による磁化の増加が説明された。
3. 自発磁化における応力の閾値は、工具の材質によって大きく変化した。小さい切削抵抗では磁気弾性エネルギーが保磁力による磁場エネルギーを越えることができないことから、応力の閾値は保磁力と密接に関係することが示唆された。
4. 応力による自発磁化の増加率は、ピン止めされた磁壁の外力による解放率に相当し、保磁力と密接に関係するが、具体的な残留応力値を推定するには至らなかった。
5. 超硬工具表面で測定された漏れ磁束は、逃げ面では主として切削時の主応力によって生じた圧縮応力の、またすくい面では被削材との摩擦力による圧縮応力のスプリングバックによって発生した引張応力による逆磁歪効果であると推察された。
6. 大きな切削抵抗を負荷した場合、すくい面工具中腹部に曲線状の特徴ある磁束分布が観察され、これは Co バインダーの塑性変形が集中

した領域であると推測された。

以上の結果から、切削加工後の超硬工具加工面の漏れ磁束分布測定から工具内部の残留応力分布の評価が可能であることが推察された。

文 献

- (1) Usui, E., *Modern Machining Theory* (in Japanese), pp.14-78, Kyoritsu Syuppan, (1990).
- (2) Usui, E., Kitagawa T., Maekawa, K., Obikawa, T. and Shirakashi T., Study on Analytical Prediction of Cutting Tool Life, *Journal of the Japan Society of Precision Engineering*, Vol. 48, No. 9, pp. 1231-1237, (1982).
- (3) Inoue, Y., Amemiya T. and Kashiwaya K., Evaluation of X-ray Residual Stress in High-Speed Heavy Cut Surfaces Using Machining Center, *Journal of the Society of Materials Science, Japan*, Vol. 49, No. 9, pp.963-969, (2000).
- (4) Yamasaki, T., Ikeda, M. and Fukuoka H., Stress Dependence of An hysteretic Permeability and Its Application to Nondestructive Residual Stress Measurement, *Transaction of the Japan Society of Mechanical Engineers, Series A*, Vol. 60, No. 571, pp.777-783, (1994).
- (5) Jiles, D.C., Review of Magnetic Methods for Nondestructive Evaluation, *NDT International*, Vol. 21, No. 5, pp.311-319, (1988).
- (6) Hase, H., Kotake, S., Ohota, M., Kawakami, H., and Suzuki, Y., Evaluation of Fracture Surface of 11/4Cr-1/2Mo Steel by Residual Magnetization Induced from Inverse-Magnetostrictive Effect, *Key Engineering Materials*, Vol. 340-341, pp.549-554, (2007).
- (7) Pitman, K.C., The Influence of Stress on Ferromagnetic Hysteresis, *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. 26, pp. 1978-1980, (1990).
- (8) Jiles, D.C., Theory of the Magnetomechanical Effect, *Journal of Physics D*, Vol. 28, pp. 1537-1546, (1995).
- (9) Smith, R.C., Dapino, M.J. and Seelecke, S.,

Free Energy Model for Hysteresis in Magnetostrictive Transducers, *Journal of Applied Physics*, Vol. 93, No. 1, pp. 458-466, (2003).

- (10) Lacheisserie, E.T., *Magnetostriction*, p. 141, CRC Press, (1993).

(日本機械学会論文集 C 編, 76, pp.438-445, (2010) 掲載)

フュームドシリカ/二元ブロック共重合体混合系の相分離挙動

Phase-Separation Behavior of Fumed Silica/ Diblock Copolymer Composites

鈴木 駿介¹⁾ 鳥飼直也¹⁾ 浅田光則²⁾ 鎌田洋平²⁾ 石井孝浩²⁾
 Shunsuke Suzuki¹⁾ Naoya Torikai¹⁾
 Mitsunori Asada²⁾ Yohei Kamata²⁾ Takahiro Ishii²⁾

キーワード ブロック共重合体, ミクロ相分離構造, フュームドシリカ, 高分子吸着

(1)はじめに

非相溶な成分から成るブロック共重合体は、異種の高分子が分子内で化学的に結合しているために、バルク中や濃厚溶液中で凝集して、分子スケールで規則正しく配列したミクロ相分離構造を形成することが知られている。これまでにミクロ相分離構造については、高分子多成分系のモルフォロジー制御を目的に、分子構造の異なる種々のブロック・グラフト共重合体や、それらのホモポリマーとの混合系など数多くの研究がなされている¹⁾。

一方、高分子に無機粒子を添加することで、材料としての機械的強度の向上や新たな機能の付与を目指した種々の有機/無機ハイブリッド材料の開発研究が進められている。このようなハイブリッド材料の性質や機能は、個々の材料の性質のみならず、材料中の凝集構造の形成、粒子の分散状態などに大きく左右される。

本研究では、有機/無機ハイブリッド材料の一つとして、ブロック共重合体にフュームドシリカを添加し、それが示す複雑な相分離挙動を透過型電子顕微鏡(TEM)、小角 X 線散乱(SAXS)で明らかにする。ここでは、高分子の固体表面への吸着に関する知見²⁾を利用して、系内のシリカの分散状態の制御を試みる。

(2) 実験

(2-1)試料、試薬

試料には、Polymer Source 社のスチレン-イソプレン二元ブロック共重合体(PS-*b*-PI)で組成の異なる以下の 3 種を用いた。

- a) Mn(PS-PI)=124k-6.5k f(PS)=0.94
- b) Mn(PS-PI)=128k-40k f(PS)=0.74
- c) Mn(PS-PI)=142k-81k f(PS)=0.61

ここで Mn は数平均分子量、f(PS)は分子中の PS ブロック鎖の体積分率を表す。以後、PS-*b*-PS の違いを f(PS)で表記する。

また、添加剤には、比表面積が $200 \pm 30(\text{m}^2/\text{g})$ のヒュームドシリカ H18 (Wacker)を使用した。その表面はポリジメチルシロキサンで疎水化され、シラノール基の表面数密度は $0.18(\text{nm}^{-2})$ である。

(2-2)サンプル調製

モルフォロジー観察用の試料フィルムについては溶媒キャスト法により調製した。キャスト溶媒には、PS、PI の共通良溶媒であるトルエンと、PS に対する選択溶媒である p-ジオキサンを使用した。ブロック共重合体に対してシリカを 5wt% 添加し、これら混合物の 4vol% 溶液をデシケーター中に静置しキャスト膜を調製した。得られたキャスト膜をそれぞれ半分に

1) 三重大学大学院工学研究科分子素材工学専攻 Department of Chemistry for Materials, Graduate School of Engineering, Mie University

2) 株式会社クラレくらしき研究センター Kurashiki Research Center, Kuraray Co.,Ltd.

カットし、その一方は熱処理せず as-cast フィルムとして、残りについては減圧下 150°C で 24h 熱処理した。

(2-3)測定装置および条件

TEM は三重大学電子顕微鏡センターの JEM1011(日本電子)を使用し、加速電圧 80kV で測定を行った。

SAXS 測定は SPring-8 フロンティアソフトウェア開発専用ビームライン BL03XU の第二実験ハッチで、X 線の波長 1Å、カメラ長 1749mm の条件で行った。X 線のビームサイズは縦 140 μ × 横 170 μ m であった。検出器には CCD カメラ付き X 線イメージインテンシファイア V7739P(浜松ホトニクス)を用いた。

(3)結果

(3-1) ブロック共重合体単独

(A) キャスト溶媒にトルエンを用いた場合

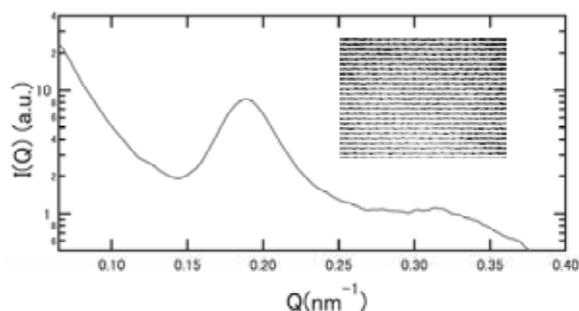


Fig.1 トルエン溶液から調製した $f(\text{PS})=0.94$ の熱処理後の TEM 写真と SAXS プロファイル

Fig.1 に $f(\text{PS})=0.94$ の結果を示す。染色剤に用いたオスミウム酸は PI を選択的に染色するため、PI の球状ドメインが PS マトリックス中に分散していることが TEM 写真から分かった。SAXS プロファイルからは、球状ドメインの正確な充填様式までは同定できなかったが、高次の Bragg ピークが観測されたことから球状ドメインが規則的に配列していること

が示唆された。

$f(\text{PS})=0.74$ の SAXS プロファイルには、高次の Bragg ピークが複数観測され、それらの相対ピーク位置($1:\sqrt{3}:2:\sqrt{7}$)は、六方最密充填したシリンダー構造に一致した。SAXS からドメイン間隔は約 46nm と見積もられた。

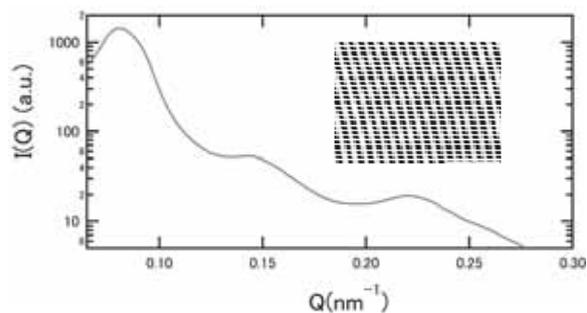


Fig.2 トルエン溶液から調製した $f(\text{PS})=0.61$ の熱処理後の TEM 写真と SAXS プロファイル

Fig.2 に $f(\text{PS})=0.61$ の結果を示す。TEM 写真から PI 相と PS 相が交互に配列したラメラ構造が観察された。SAXS プロファイルにも、ラメラ構造を示唆する、相対ピーク位置が整数比($1:2:3$)の Bragg ピークが観察された。Bragg ピークの位置より、ドメイン間隔は約 79nm と見積もられた。

これら 3 種類の組成の異なる PS-b-PI で観察されたマイクロ相分離構造は、過去に詳細に調べられた同種の二元ブロック共重合体を示すモルフォロジーの組成依存性³⁾と矛盾しない結果が得られた。

(B) キャスト溶媒が p-ジオキサンの場合

Fig.3 に $f(\text{PS})=0.74$ の as-cast フィルムの TEM 写真を示す。トルエンをキャスト溶媒に用いた場合にはシリンダー構造が形成されるのに対し、p-ジオキサンの場合には PI の球状ドメインが PS マトリックス中にランダムに分散した構造が観察された。TEM 写真は示して

いないが、他の組成の異なる PS-b-PI でも同様の構造が観察された。Fig.4 に 3 種類の PS-b-PI の as-cast フィルムで得られた SAXS プロファイルと比較する。組成によらず SAXS プロファイルは同様となり、どれも $Q \sim 0.125 \text{ nm}^{-1}$ 付近に単一のブロードなピークを示した。このピークがドメインの形状に由来すると仮定し、その大きさを見積もると約 $50 \text{ nm} (= 2\pi / 0.125)$ であり、TEM 写真から見積もった約 60 nm に近い値であった。

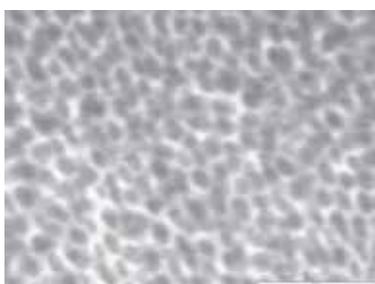


Fig.3 p-ジオキサン溶液からキャストした $f(\text{PS})=0.74$ の as-cast フィルムの TEM 写真

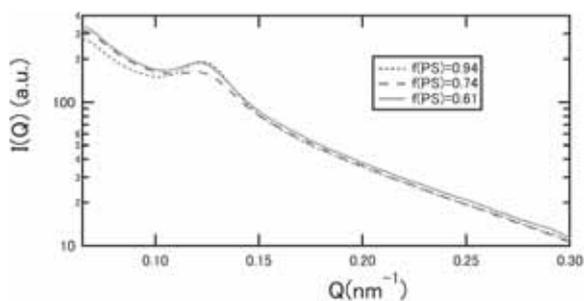


Fig.4 p-ジオキサン溶液からキャストした 3 種類の PS-b-PI の as-cast フィルムに対する SAXS プロファイル

Fig.5 に熱処理後の SAXS 結果を示す。熱処理をすることで、as-cast フィルムで観測されていたピークは消失し、その代わりに新たな位置に幾つかのピークが観測された。これらは、トルエン溶液からキャストした場合に観測されたプロファイルとよく似ていることから、選択溶媒の p-ジオキサンにより作りだされた非

平衡構造が熱処理によって、共通良溶媒のトルエンを用いた場合に得られる平衡構造に近づいていく様子が観測された。

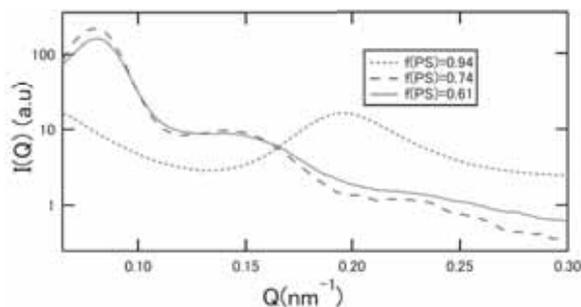


Fig.5 p-ジオキサン溶液からキャストした 3 種類の PS-b-PI の熱処理後の SAXS プロファイル

(3-2) フェームドシリカを添加した系
(A) 溶媒にトルエンを用いた場合

Fig6 に $f(\text{PS})=0.74$ にシリカを添加した系についての熱処理後の TEM 写真を示す。比較的大きな凝集体を形成したシリカがランダムに分散し、その間の空間を規則性の低いブロック共重合体のマイクロ相分離構造が埋めている様子が観察された。



Fig.6 トルエン溶液からキャストした $f(\text{PS})=0.74$ のシリカ添加系の熱処理後の TEM 写真

Fig.7 に示した SAXS プロファイルも、特徴が少なく、基本的に散乱強度は単調に減少した。ピークを示した $f(\text{PS})=0.74$ 系についても、単一のブロードなピークしか観測されないことから構造の規則性は低く、そのピーク位置はシ

リカを添加していない系よりも大きな構造を反映して低い Q 領域で観測された。

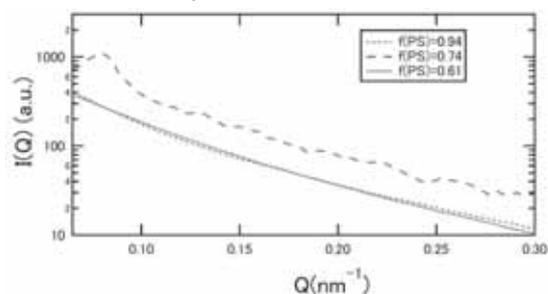


Fig.7 トルエン溶液からキャストした 3 種の PS-b-PI のシリカ添加系に対する熱処理後の SAXS プロファイル

(B)溶媒に p-ジオキサンを用いた場合

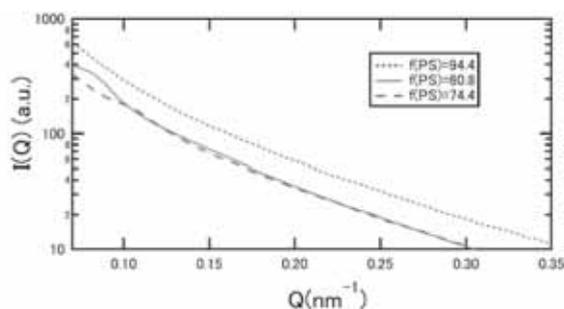


Fig.8 シリカを添加し p-ジオキサン溶液からキャストし 3 種の PS-b-PI の熱処理後の SAXS プロファイル

Fig.8 にシリカ添加系について、溶媒に p-ジオキサンを用いた場合の SAXS 結果を示す。トルエンを溶媒に用いた場合と同様に、組成によらずどれも特徴の少ない SAXS プロファイルが得られた。

(4)まとめ

組成の異なる 3 種の PS-b-PI 二元ブロック共重合体について、共通良溶媒であるトルエン、PS に対する選択溶媒である p-ジオキサンをキャスト溶媒に用いて、フェームドシリカ添加の有無による相分離構造の変化を TEM および

SAXS より観察した。その結果、ここに示した条件の範囲においては、PS-b-PI の組成およびキャスト溶媒の種類によらず、添加したフェームドシリカはマイクロドメイン中に分散せず、比較的大きなシリカの凝集体の間の空間をブロック共重合体の規則性の低い相分離構造が単に埋めることが分かった。

マイクロ分離構造中にシリカが分散しない理由の一つに、ここで用いたフェームドシリカは単体でブロック共重合体を作るドメインサイズより遥かに大きな凝集体を形成することが考えられる。今後、シリカへの PS の吸着溶媒かつ PI に対する選択溶媒であるシクロヘキサンをキャスト溶媒に、100nm 程度の比較的大きさの揃ったコロイダルシリカを用い、それらの相分離構造への影響を明らかにする。

謝辞 本研究で TEM 観察を行うに当たり御指導いただいた、三重大学医学部電子顕微鏡室の小川覚氏に厚くお礼申し上げます。またフェームドシリカは旭化成ワッカーシリコーン株式会社のご厚意により提供して頂きました。

参考文献

- 1) 高性能ポリマーアロイ (先端高分子材料シリーズ 3), 高分子学会編, 丸善株式会社, 1991 年 3 月
- 2) 高分子の界面・コロイド科学, 川口正美著, コロナ社, 1999 年 9 月
- 3) Hasegawa H. et al.: Bicontinuous microdomain morphology of block copolymers. 1. Tetrapod-network structure of polystyrene-polyisoprene diblock copolymers, *Macromolecules*, 20, 1651-1662 (1987)

業務用エアコンにおける期間エネルギー消費量予測の 高精度化に関する研究

Improvement of Seasonal Energy Consumption Prediction for Air-conditioners of Business Use

廣田真史¹⁾ 宮田秀俊¹⁾ 渡邊激雄²⁾ 徳田匡彦²⁾ 中山 浩²⁾ 宮岡洋一³⁾
Masafumi Hirota¹⁾ Hidetoshi Miyata¹⁾ Choyu Watanabe²⁾ Masahiko Tokuda²⁾
Hiroshi Nakayama²⁾ and Yoichi Miyaoka³⁾

Annual Energy Consumption, Multi-type Air-conditioners for Buildings, Partial Thermal Load Performance, Coefficient of Performance, JIS

1. 緒言

事務所ビルや量販店舗といった業務用建物では、全エネルギー消費量の 30%から 40%が空調により占められている⁽¹⁾。近年、これらの建物の空調にもパッケージエアコンやビル用マルチエアコンといった個別分散空調が用いられるようになってきており、こうした業務用エアコンの省エネ性向上は、建物におけるエネルギー消費量削減の観点から重要な課題である。これまでは、機器の省エネ性の基準を定めたトップランナー方式の導入により、定格運転時におけるエネルギー消費効率の高いエアコンが開発・製品化されている。しかし、省エネルギー性の向上を追求するためには、定格運転時のみではなく、実際のエアコンの稼働状況である部分負荷運転時の性能を考慮に入れたエネルギー消費効率を的確に評価する必要がある。

このような背景のもと、定格冷房能力が 10 kW 以下のルームエアコンについては 2005 年に、同能力が 28 kW 以下の電気式パッケージエアコン (EHP) と 85 kW 以下のガスヒートポンプ (GHP) については 2006 年に、年間の総合空調負荷を総合エネルギー消費量で除した年間エネルギー消費効率すなわち APF (Annual Performance Factor) による機器の性能表示が義務づけられ、その算出方法

が JIS 規格に規定された。

著者らは、これまで定格冷房能力が 56 kW のビル用マルチエアコン (1 台の室外機に複数台の室内機が接続できる大容量の業務用エアコン) について、室内空調負荷と外気温度を任意に設定できる試験装置を用いた部分負荷性能試験を実施し、詳細な部分負荷性能を明らかにしてきた。その結果に基づき、JIS による期間エネルギー消費量評価方法の妥当性についても検討し、JIS の算出基準を上記のビル用マルチエアコンに適用した場合、低負荷時における COP (成績係数 = エアコンの冷・暖房能力 / エネルギー消費量) の低下が予測できず年間エネルギー消費量が過小評価されることを見出した⁽²⁾⁽³⁾。APF の問題点はより小容量のエアコンについても指摘されており、新しい性能評価方法も提案されている⁽⁴⁾。本研究では、EHP 式ビル用マルチエアコンについて、より高精度化が期待できる期間エネルギー消費量の予測手法を提案するとともに、その有効性について検証した。

2. 試験装置および試験方法

エアコンの性能試験は、中部電力エネルギー応用研究所内に設置された大型空調設備試験装置を用いて行った。図 1 と表 1 に空調試験装置の概要

1) 三重大学大学院工学研究科 機械工学専攻 Department of Mechanical Engineering, Mie University

2) 中部電力 (株) エネルギー応用研究所 Energy Application R&D Center, Chubu Electric Power Co., Inc.

3) 中部電力 (株) 名古屋支店 Nagoya Branch, Chubu Electric Power Co., Inc.

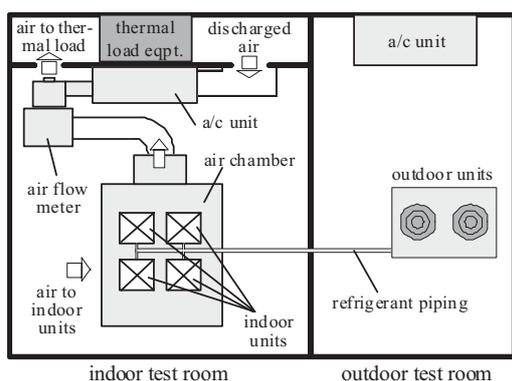


Fig. 1 Schematic diagram of testing apparatus

Table 1 Specifications of testing apparatus

Types of Tested Air-Conditioners	Multi-type, Packaged	
	Test Range	Cooling Capacity
	Heating Capacity	10 ~ 67 kW
	Humidifying Capacity	Max. 0.035 m ³ /h
	Air-flow rate	10 ~ 160 m ³ /min
Range of Temperature and Humidity	Indoor Air	+2 ~ +50 °C 30 ~ 90% RH
	Outdoor Air	-20 ~ +60 °C 30 ~ 90% RH
Dimension	Indoor	11.8 m (L) × 8.8 m (W) × 4.0 m (H)
	Outdoor	16.8 m (L) × 16.4 m (W) × 11.7 m (H)

とその仕様を示す。試験装置は室外側試験室、室内側試験室、および熱負荷室から構成される。室外側試験室には室外機を、また室内側試験室の受風チャンパーには1台から4台の天井カセット型室内機を設置し、56 kW までの冷房能力と 67 kW までの暖房能力を空気エンタルピー法により測定することが可能である。また、本装置では室外側試験室の吸込空気温度・湿度、および室内側試験室の空調熱負荷を任意に設定できるため、外気温度によるエアコンの性能変化や部分熱負荷時の冷暖房性能を、エアコン自身に室内温度を制御させる実際の運転状況を模擬した状態で評価することができる。試験機には、従来の研究⁽²⁾と同様に定格冷房能力 56kW、定格暖房能力 63kW で製造者

Table 2 Conditions of partial load tests

Type of Test	Outdoor Air Temperature D.B.T. / W.B.T.	Thermal Load Ratio (%)
Cooling	20 °C / -	25, 50, 75, 100
	25 °C / -	25, 50, 75, 100
	30 °C / -	25, 50, 75, 100
	35 °C / -	25, 50, 75, 100
Heating	2 °C / 1 °C	25, 50, 75, 100
	7 °C / 6 °C	25, 50, 75, 100
	12 °C / 11 °C	25, 50, 75, 100

Table 3 Conditions of performance tests provided in JIS B 8616:2006

Cooling Performance Tests				
Capacity	Outdoor Air		Indoor Air	
	D.B.T.	W.B.T.	D.B.T.	W.B.T.
Rating	35 °C	-	27 °C	19 °C
Half (50 %)	35 °C	-	27 °C	19 °C
Heating Performance Tests				
Capacity	Outdoor Air		Indoor Air	
	D.B.T.	W.B.T.	D.B.T.	W.B.T.
Rating	7 °C	6 °C	20 °C	15 °C (max)
Half (50 %)	7 °C	6 °C	20 °C	15 °C (max)
Standard (Low temp.)	2 °C	1 °C	20 °C	15 °C (max)

の異なる 2 機種の電気式ビル用マルチエアコンを用いたが、紙数の都合上ここでは 1 機種の結果を主に示す。なお、圧縮機回転数の制御はいずれの機種でもインバータで行っている。今回は、1 台の室外機と 4 台の天井カセット式室内機から構成されるシステムを用いた。

表 2 に本研究で実施した部分負荷性能試験の試験条件を示す。冷房性能試験においては、室外側試験室の吸込空気温度を 20°C から 35°C まで変化させ、各外気温度に対し定格冷房能力実測値の 25%~100% に相当する冷房負荷 (顕熱比 0.85) をエアコンに与えた状態で、試験するエアコン自身に室内側試験室の吸込空気乾球温度が 27°C になるように温度制御させた。暖房性能試験は、室外側空気の乾球/湿球温度を 2°C/1°C から 12°C/11°C まで変化させ、定格暖房能力の 25%~100% に相当

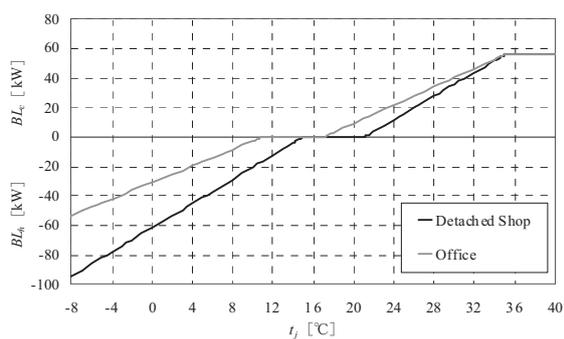


Fig. 2 Thermal load models in JIS B 8616:2006

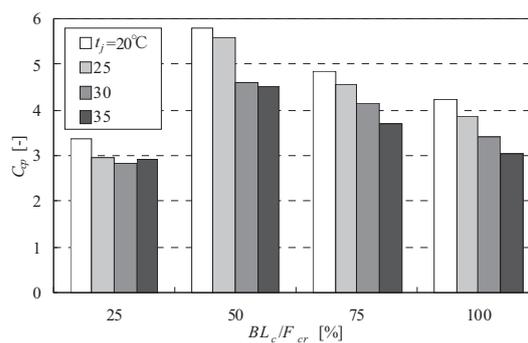
する暖房負荷をエアコンに与えた状態で室内側空気温度が 20°C になるように制御させた。

表 3 は JIS B 8616:2006⁽⁵⁾ に定められた試験条件である。表中の中間性能 (Half capacity) 試験とは、圧縮機の回転数を能力が定格値の半分となる値に固定して行う試験であり、試験するエアコン自身に室内温度を調整させる部分負荷試験とは運転条件が異なる。部分負荷性能試験では、エアコンの能力や室内温度が定常状態に至るのを確認した上でデータを取得し、圧縮機が断続運転となる場合は能力などに周期性が出現するのを確認後、1 サイクルにわたる平均値から COP 等を算出した。

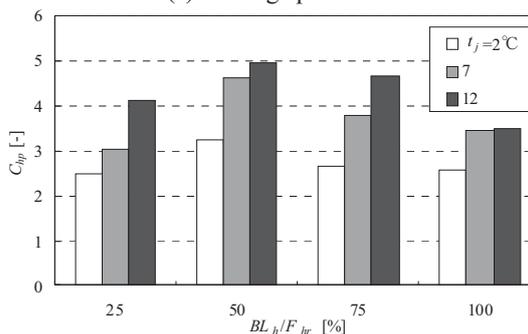
エアコンの COP は外気温度と空調負荷により変化するため、エアコンの期間エネルギー消費量を評価するためには、実際の使用状況を模擬できる空調負荷と外気温度データを与える必要がある。本研究では、JIS B 8616:2006 に採用されている空調負荷モデルから、事務所と戸建て店舗のモデルを選択した。図 2 に示すように冷房負荷 BL_c および暖房負荷 BL_h は外気温度 t_j に対する一次関数として与えられるが、戸建て店舗では事務所に比べて暖房負荷が大きく設定されている。また、外気温度 t_j の年間出現時間数には、JIS の名古屋市における標準気象データを用いた。

3. 部分負荷性能試験の結果

図 3(a) は部分負荷性能試験で測定された冷房運転時の成績係数 COP (C_{cp}) の結果であり、空調負



(a) Cooling operation



(b) Heating operation

Fig. 3 COP measured in partial load performance tests

荷率 BL_c/F_{cr} (BL_c : 冷房負荷, F_{cr} : 定格冷房能力実測値) と外気温度 t_j に対する変化を示す⁽⁵⁾。空調負荷率を一定にした場合、COP は外気温度の低下に伴い上昇する。また、同一室外温度で比較した場合は、COP は負荷率が 100% から減少するに伴い増大し、負荷率 50% で最大値に達するが、負荷率 25% では最小値にまで急減している。暖房性能試験の結果を図 3(b) に示す。COP (C_{hp}) は t_j の上昇に伴い大きくなり、また冷房運転時と同様に空調負荷率 50% で最大値に達し負荷率 25% では急減している。

以上の COP 実測値を、外気温度と空調負荷率を変数とした 2 次曲面で整理した結果 (COP 曲面) を図 4 に示す。図の底面には事務所における空調負荷と外気温度の関係 (負荷直線) を、また COP 曲面上にはこの負荷直線の投影線と表 3 に示した JIS の試験条件 (丸印) を併記した。これらの関係より、JIS の試験条件では低負荷時における COP の予測が困難なこと、またとくに暖房性能の試験

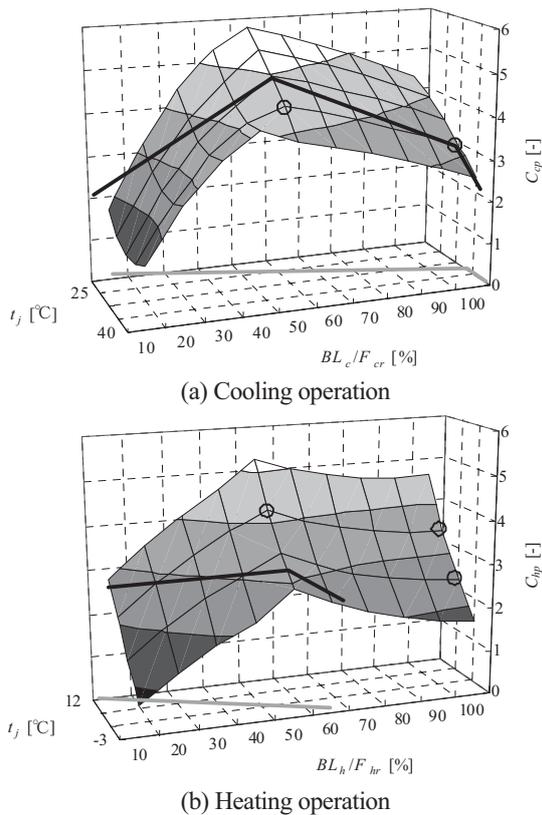


Fig. 4 COP surfaces and testing conditions in JIS

条件が負荷直線から遠い点に設定されていることが理解される。本研究では、こうした JIS の試験条件の欠点を補い、可能な限り少ない試験条件で外気温度と空調負荷率に対する COP の変化を表現する方法について考案する。

4. 新たな評価手法の概念

図3と図4に示したように、本研究で試験したエアコンの COP は、冷房運転・暖房運転ともに負荷率 50% で極大値に達する。したがって、COP 曲面は負荷率 50% の線を境界として二つの領域に分割できる。そこで著者らは、冷房と暖房について表4に示す各4条件で部分負荷性能試験を実施し、それにより測定した COP を用いて COP 曲面を再構成することを考えた。図5に上述の COP 曲面とこれらの試験条件で測定された COP との関係を示す。本試験条件で得られた COP は、図中に

Table 4 Testing Conditions for New Evaluating Method

No.	Cooling tests		Heating tests	
	Outdoor air temp.	Thermal load ratio	Outdoor air temp.	Thermal load ratio
I	35 °C	100 %	2 °C	100 %
II	35 °C	50 %	2 °C	50 %
III	25 °C	50 %	7 °C	50 %
IV	25 °C	25 %	7 °C	25 %

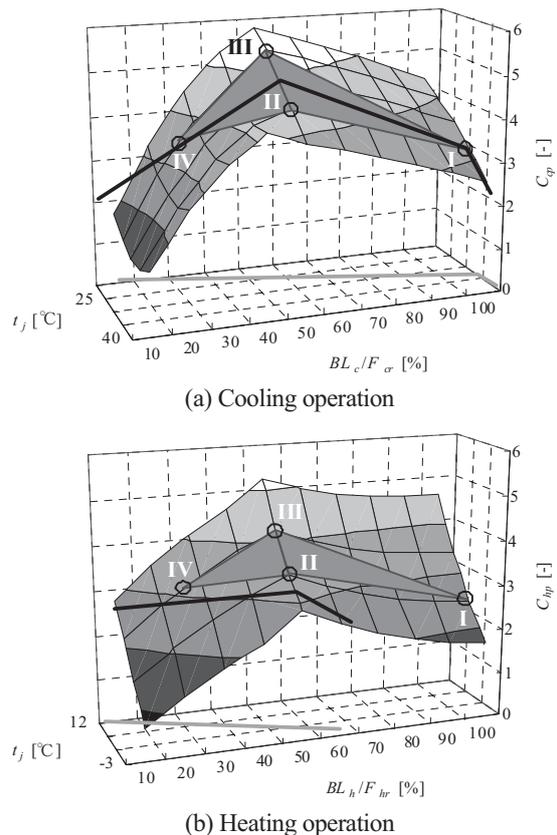
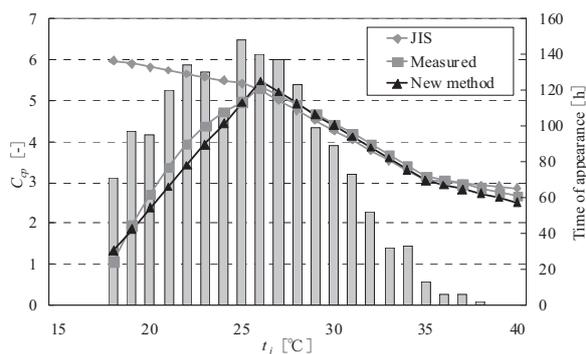
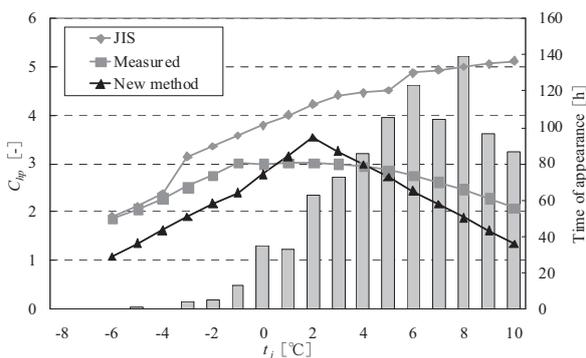


Fig. 5 COP surfaces formed by the new testing conditions

丸印と番号 [I, II, III, IV] で示した。ここで提案する評価手法では、負荷率 50% 以上の COP 曲面を、面上に示した [I, II, III] の 3 点を通る平面で近似する。一方、負荷率 50% 以下の COP 曲面については、[II, III, IV] を通る平面で近似する。これら二つの平面で COP 曲面を近似することにより、JIS の評価手法では再現できない低負荷時における COP の低下を予測することが可能となるとともに、



(a) Cooling operation



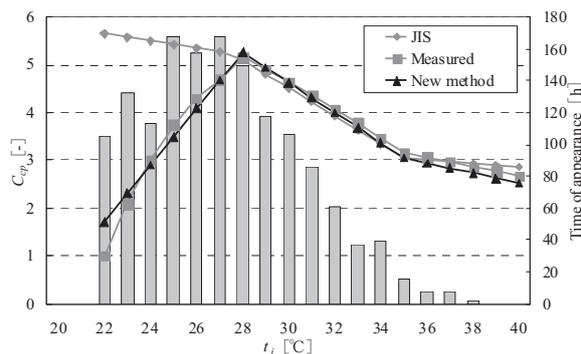
(b) Heating operation

Fig. 6 Comparisons of COPs measured by the partial load performance test and predicted by JIS and the new method (building use: office)

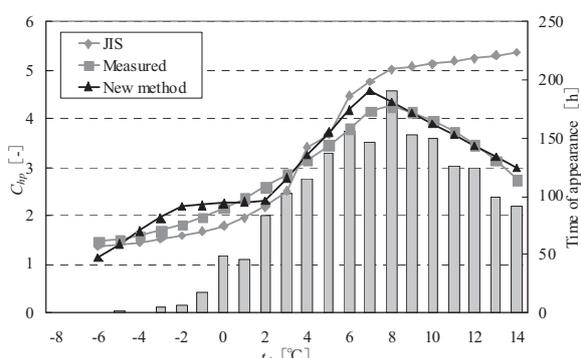
性能試験条件と空調負荷との不整合を解消することもできる。次章では、この新たな評価手法の有効性について検討する。

5. 新評価手法の検証

図 6(a)に冷房運転について部分負荷性能試験により実測した COP, JIS B 8616: 2006 に基づき算出した COP, および新評価手法により求めた COP の外気温度 t_j に対する変化を示す。建物用途は事務所であり、図中には冷房期間における t_j の出現時間数も棒グラフで併記した。空調負荷は外気温度に比例して増加するため、本図の COP は t_j と BL_c 両者の影響を反映した値となっている。JIS により予測される COP は、外気温度とそれに対応した冷房負荷が低下するにつれて単調に上昇している。しかし、部分負荷試験による COP 実測値は、



(a) Cooling operation



(b) Heating operation

Fig. 7 Comparisons of COPs measured by the partial load performance test and predicted by JIS and the new method (building use: detached shop)

空調負荷率が約 50%となる $t_j = 26^\circ\text{C}$ 付近で最大値を示した後、 t_j の低下とともに減少していく。したがって、JIS による COP 予測値は、外気温度が 26°C 以下の低負荷領域で実測値との乖離が大きくなる。 t_j の出現時間数は低温側に偏っているため、この温度域の COP 予測値が実測値と大きく異なることは、期間エネルギー消費量予測値の精度低下を招く。本研究で提案する新しい評価手法では、こうした低温度・低冷房負荷領域における COP の低下を良好に再現できており、期間エネルギー消費量の予測精度の向上が期待できる。

図 6(b)は暖房運転時の結果である。JIS による COP 予測値は外気温度が上昇するにつれて増加していくが、COP 実測値は空調負荷率が約 50%となる $t_j = 0^\circ\text{C}$ 付近で最大値に達した後、外気温度の上昇に伴い低下していく。JIS による手法は、全温度

Table 5 Prediction errors included in seasonal energy consumption efficiencies and APF

Building use	Office		Detached shop	
	JIS	New method	JIS	New method
Cooling	+9.7%	-2.9%	+14.7%	+0.6%
Heating	+57.1%	-8.7%	+2.2%	+1.9%
APF	+21.8%	-4.9%	+6.2%	+1.5%

領域で COP を過大予測している。一方、新評価手法では、全般に COP が過小予測される傾向が認められるが、実測値との差異は JIS による予測値に比べて全温度域で小さくなっており、暖房期間においてもエネルギー消費量の予測精度は大幅に改善されると考えられる。

次に、建物用途を事務所から暖房負荷が大きな戸建て店舗へ変更した場合の結果を図 7 に示す。冷房運転の場合、図 6(a)と同様に JIS では低温度域で COP が過大予測されるのに対し、新手法により求めた COP は全温度域で実測値とほぼ一致している。暖房運転では、空調負荷の変化に伴い外気温度に対する COP の分布特性も変化し、暖房負荷の大きい低温度域では JIS の予測値と実測値は図 6(b)に比べて良い一致を示している。しかし、高温度域では冷房運転と同様に JIS の手法は COP を過大予測するのに対して、新評価手法による COP は実測値とほぼ一致した値を示している。

表 5 に、各建物用途について JIS および新評価手法で求めた期間エネルギー消費効率と APF の予測誤差を示す。建物用途が事務所の場合、JIS による暖房期間エネルギー消費効率の予測誤差は 57%にも達し、APF も 20%以上過大評価されるが、著者らが提案する新評価手法によれば APF の予測誤差は約 5%に減少している。戸建て店舗においては、JIS による APF の予測誤差は約 6%であり事務所の場合に比べて小さいが、新評価手法による誤差は 1.5%にまで低下している。なお、別の機種で評価した結果も同程度の精度を示した。

5. 結言

本研究では冷房・暖房各 4 試験条件で求めた COP に基づき COP の変化特性を表現する手法を提案し、その手法を EHP 式ビル用マルチエアコンに適用したところ、機種や建物用途にかかわらず APF の予測誤差は JIS に比べて減少し 5%以内に収まることを明らかにした。

参考文献

- (1) 業務用ビルにおける省エネ推進のてびき, 省エネルギーセンター, 東京 (2007) .
- (2) 廣田真史・渡邊激雄・古川正英・永松克明, ビル用マルチエアコンの期間性能評価に関する研究—第 1 報: EHP における期間エネルギー消費, 日本冷凍空調学会論文集, Vol. 24, No. 4, 1 (2007).
- (3) 渡邊激雄・大橋英一郎・永松克明・中山浩・廣田真史, ビル用マルチエアコンの期間性能評価に関する研究—第 2 報: EHP と GHP の比較, 日本冷凍空調学会論文集, Vol. 26, No. 3, 225 (2009).
- (4) 堀江勇人・飛原英治, 空調機の期間効率と性能評価方法, 日本冷凍空調学会年会講演論文集, 15 (2009).
- (5) JIS B 8616:2006, パッケージエアコンディショナー, 日本規格協会, 東京 (2006).

市民に親しまれる四日市港づくりのための市民ワークショップ

The citizen workshop to make Yokkaichi Port familiar to citizen

松浦健治郎¹⁾

Kenjiro Matsuura¹⁾

1. はじめに

本稿は、四日市港管理組合と三重大学都市計画研究室との共同研究である「市民に親しまれる四日市港づくりのための市民ワークショップ」の内容を取りまとめたものである。

四日市港管理組合から本ワークショップのお話を伺った時には、正直な所、難しい課題だと感じた。四日市港を市民が親しまれる港にしていきたいという話だったと記憶しているが、現在、稼働中の工業港に市民が足を運ぶ必然性を感じられなかったためである。霞ヶ浦地区には、霞ヶ浦緑地や四日市ドームなどがあり、市民が集える空間整備がされているが、いわゆる旧港と呼ばれている地区には、潮吹き防波堤や末広橋梁などの近代化遺産はあるものの、資源が点在しており、平日には貨物用トラックなどが行き交うことから、四日市市民にはなじみの薄い地区である。四日市市民にとって、旧港は遠い存在であり、週末に遊びに行く対象として考えにくい場所と言える。

このようなネガティブなイメージを抱きながら、市民ワークショップを企画したわけだが、参加者からの積極的な意見や提案に耳を傾けていく内に、旧港をなんとか市民に親しまれる港にしていく方策を検討していきたいと考えようになった。

2回に分けて行ったまち歩きを踏まえて行った2回のアイデア検討の結果を基にして、最終的に100のアイデアをカード形式として取りまとめることが出来た。問題点を改善するアイデアや空間資源を活かすアイデアまで多様なアイデアが参加者から出された。これらのアイデアの中には実現不可能に思われるものや、すぐに実現が可能なものまで様々である。

来年度以降、すぐにできそうで、かつ効果的だと思われるアイデアの実現化に向けた取り組みを官民協働で実施していくことが重要である。また、100のアイデアを市民に発表する機会を積極的に設けて、今年度の取り組みの輪を広げていくことが大切である。仮説的に提示したシナリオや実施主体については、さらなる検討が必要と思われる。

なお、本稿では紙面の都合上、報告書¹⁾の一部を抜粋して紹介する。

2. 活動経過の概要

第1～2回ワークショップでは、四日市港北東方面・四日市港南方面のまち歩きにより、地域資源を発見した。第3回ワークショップでは、まち歩きの結果を踏まえて「市民に親しまれる四日市港づくりのためのアイデアカード」の検討を行った。第4回ワークショップでは、これ

1) 三重大学大学院工学研究科建築学専攻 Department of Architecture, Faculty of Engineering, Mie University

までの検討結果を踏まえて「市民に親しまれる四日市港づくりのためのアイデアカード(案)」を発表し、修正意見を検討した。

(1) 第1回市民ワークショップ

3つのグループに分かれて四日市港北東方面のまち歩きを実施した。まず、各グループに分かれて、まち歩きのルートを決め、発表係・カメラ係等の役割分担を決めた。グループ会議の後、1時間半ほどかけてまちを歩いた。10分休憩の後、見てきたもののまとめを行った。具体的には、資源だと感じたもの、問題だと感じたものを模造紙に書き込んでいった。最後にグループ毎の全体発表が行われた。

(2) 第2回市民ワークショップ

3つのグループに分かれて、四日市港南方面のまち歩きを実施した。まず、各グループに分かれて、まち歩きのルートを決め、発表係・カメラ係等の役割分担を決めた。グループ会議の後、1時間半ほどかけてまちを歩いた。10

分休憩の後、見てきたもののまとめを行った。具体的には、資源だと感じたもの、問題だと感じたものを模造紙に書き込んでいった。最後にグループ毎の全体発表が行われた。

(3) 第3回市民ワークショップ

2回のまち歩き結果の発表を行った後に、3つのテーマ(広報・アクセス、イベント、スポット整備)に分かれて、これまでの結果を元にまちづくりのアイデアカードの検討を行った。具体的には、各テーマ毎にまち歩きで出た意見を基にしたアイデアカードを元に、加筆修正意見を検討した上で、アイデアカードについて効果的だと思われるカードを一人10個程度選んでシールを貼ることによって、重要なアイデアカードの抽出を行った。次に多く貼られたカードについて、1)段階(短期(1~3年)・中期(3~10年)・長期(10~30年))、2)役割(誰がやるか)、3)実現化するための課題、を検討した。最後にグループ毎の全体発表が行

	実施日	検討内容
第1回 ワークショップ	2009年 11月21日	<p>まち歩きによる資源・問題点の発見</p> <p>まち歩き(四日市港北東方面方面)</p>
第2回 ワークショップ	2009年 12月13日	<p>まち歩き(四日市港南方面)</p>
第3回 ワークショップ	2010年 1月21日	<p>市民が四日市港を訪れるためのアイデアの検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アイデアカードの加筆修正意見の検討 ・重要なアイデアカードの抽出 ・重要なアイデアカードの実現シナリオの検討
第4回 ワークショップ	2010年 3月4日	<ul style="list-style-type: none"> ・アイデアカードの最終案の発表 ・最終案に対する修正意見の検討 ・重要なアイデアカードの実現シナリオの検討

図1:ワークショップの流れ

われた。

(4) 第4回市民ワークショップ

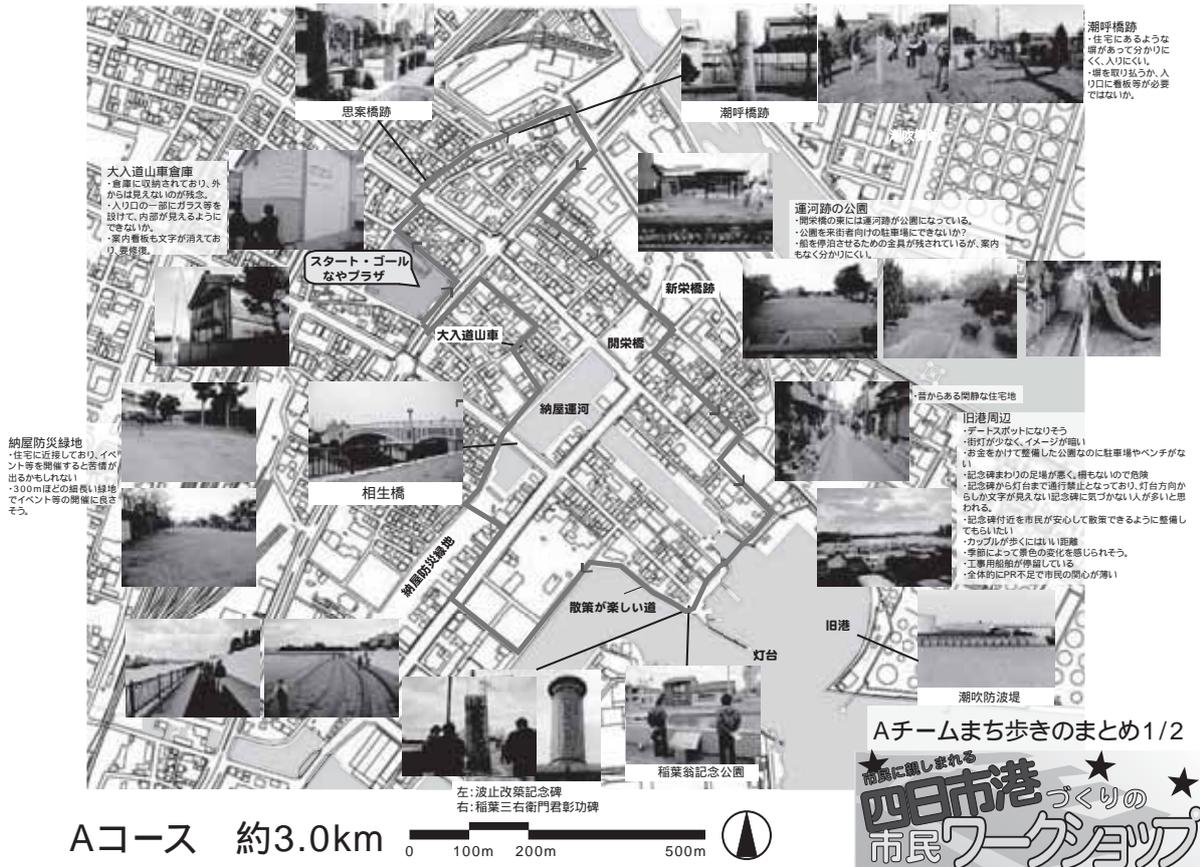
前回のワークショップの結果発表を行った後に、アイデアカードの最終案の発表があった。後半は、3つのテーマ（広報・アクセス、イベント、スポット整備）に分かれて、アイデアカードの最終案に対する修正意見の検討が行われた。

参考文献

- 1) 三重大学都市計画研究室・四日市港管理組合：「市民に親しまれる四日市港づくりのための市民ワークショップ」報告書（2010）



写真1：ワークショップの風景



アイデアカードの検討

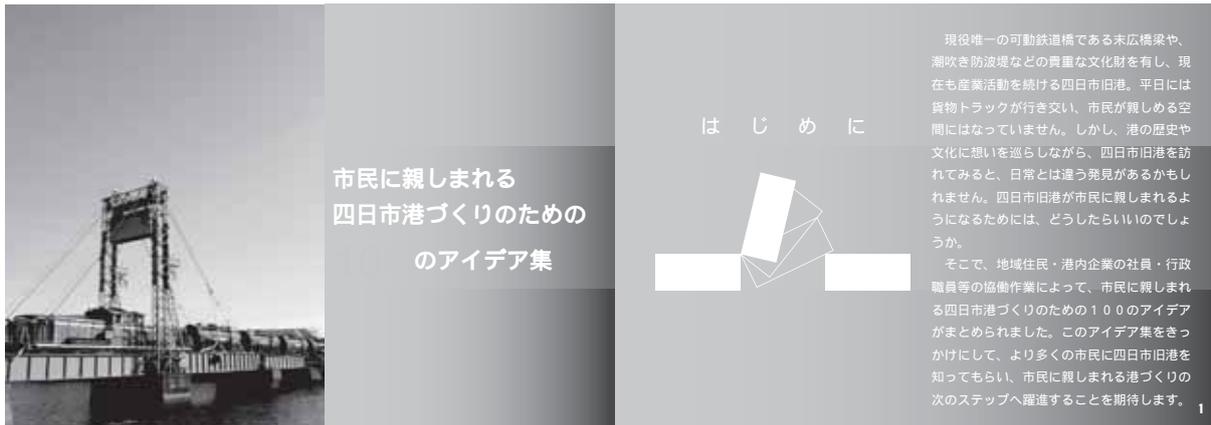
駐車場・アクセスの確保 駐車場の確保 関連企業の協力により土日に駐車場を提供してもらう 四日市駅からの定刻バスを運行させる 中部空港へのアクセスポートを	夜景を活用 コンビナートと港の夜景のきれいな四日市港 コンビナート施設のイメージアップ(夜景など) 釣り・ウォーキング・イベント 魚釣公園やウォーキングコースの整備 ・釣り場 ・歩ける雰囲気づくり 全ての史跡を巡ればポートビル14階の入場料を無料とするようなイベントを考える必要あり 語り部	マップ・案内板づくり 山歩きをするところがあるような地図と歩くところと何分とかの看板をたてる 市民が自由に気楽に訪れることができるような案内図やルートを作成し、PRする。 マップの作成 マップや看板の作成 中心となる観光スポットを決めて、そこから各地に誘導するように コアとなる施設 or 場所を整備する(駐車場・入り口・ルート) 潮吹防波堤: 価値あり。見るに値する。面白い	ランドマーク・眺望 近鉄駅からの眺望(東方向・海側) コスモの煙突ではなくポートビルのような建物。伊勢湾の眺めを売りにしたものを 休憩所 無料休憩所、トイレなどの設置 広報・PR 市民の活用
---	---	---	---

まち歩きの感想

住宅地のイメージ 静かで良い コミュニティの強さを感じる 少人数で散歩するには良い ゴチャゴチャした感じ(住宅地) 民家との混在 民家が入り組んだ路を散策するのに了解が必要だと思う 大人数の散策には向いていないと思う	歴史的資源 歴史ある施設が多く残されているのが良かった
来街者のアクセスの問題 車で入りにくい 国道23号線で東西が分断されているイメージ 駐車場がない、交通の便が悪い。 市街地からの動線が長い	ランドマーク コスモの煙突(ランドマーク) ランドマークとしてはイメージダウン
散策する上での課題 看板が少ない 案内不足 史跡がバラバラ、番号を付けて連携すべき 散策コースなどの設定があれば利用しやすくなると思う(PR不足)	

Aチームまち歩きのまとめ2/2

図2: 第1回ワークショップまち歩きのまとめ(Aチーム)



はじめに

市民に親しまれる
四日市港づくりのための
アイデア集

現役唯一の可動鉄道橋である末広橋梁や、潮吹き防波堤などの貴重な文化財を有し、現在も産業活動を続ける四日市旧港。平日には貨物トラックが行き交い、市民が親しめる空間にはなっていません。しかし、港の歴史や文化に想いを巡らしながら、四日市旧港を訪れてみると、日常とは違う発見があるかもしれません。四日市旧港が市民に親しまれるようになるためには、どうしたらいいのでしょうか。

そこで、地域住民・港内企業の社員・行政職員等の協働作業によって、市民に親しまれる四日市港づくりのための100のアイデアがまとめられました。このアイデア集をきっかけにして、より多くの市民に四日市旧港を知ってもらい、市民に親しまれる港づくりの次のステップへ躍進することを期待します。

アイデアカードの読み方

アイデア名称
アイデアの名称を示しています。

重要度
アイデアの重要度を、3段階で表現しています。

分類
アイデアの分類を示しています。下へいくほど詳細な分類になります。

イメージ図
アイデアのイメージを、図や写真を用いて表現しています。

シナリオ
アイデアの具体的な内容や、実現するためのシナリオや課題などを整理しています。

アイデアの場所
場所を特定できるアイデアについて、アイデアを実現できる可能性の高い場所を示しています。

実施主体
アイデアを実施する可能性の高い主体を示しています。

実施時期
アイデアを実施する時期を示します。

番号
アイデアの番号を示しています。

重要度： 知ってもらおう、広報を充実させる、四日市旧港を知ってもらおう

分類： 知ってもらおう、広報を充実させる、四日市旧港を知ってもらおう

シナリオ： 観光協会、四日市市役所観光課、商工会議所、四日市大学等の公的な組織を中心としたフィルム・コミッションを立ち上げて、四日市旧港を舞台にしたドラマや映画を撮影することによって、全体的に四日市旧港をPRします。そのためには、映画やドラマの舞台になることが想定される倉庫の保安が必要となり、倉庫保安のための施策を検討することが求められます。

実施主体： 公的な組織（観光協会、四日市市役所観光課、商工会議所、四日市大学等）

実施時期： 中長期

番号： 市民に親しまれる四日市港づくりのためのアイデアカード 1/100

アイデアカードの全体像

知ってもらおう

四日市旧港を知ってもらおう

来てもらおう

アクセスを整備する

自動車によるアクセスを整備する

公共交通機関によるアクセスを整備する

船によるアクセスを整備する

近鉄四日市駅・JR四日市駅と四日市旧港を結ぶ

楽しんでもらおう

イベントを開催する

歴史的遺構を活用したイベントを開催する

アートを活用したイベントを開催する

海や船を活用したイベントを開催する

その他のイベントを開催する

スポーツを整備する

オープンスペースを充実させる

歴史的遺構を活用する

空き倉庫を活用する

ランドマークを整備する

観光のための環境づくりをする

四日市港アイデアマップ

- 来街者用駐車場の確保
- 納屋防災緑地を市民の集う広場に
- 倉庫群周辺の空き倉庫の活用
- 末広橋梁・臨港橋の活用
- 運河周辺の親水空間整備
- 第一埠頭を芝生広場に
- 旧管理組合庁舎の活用
- ボードウォークの延伸
- 観光回廊をつくる
- JR四日市駅に四日市港をPRする仕掛けを施す
- JR四日市駅から四日市港までのアクセス空間を整備する
- 潮呼橋の場所を分かりやすくする
- 納屋運河周辺を水と緑と歴史の軸にする
- 快適に散策できるプロムナードづくり
- 稲葉翁記念公園付近に安全に散策できるように
- 潮吹き防波堤の上を歩けるようにする
- 観光・交流ゾーンの設定
- 観光ゾーン
- 工業ゾーン
- 住宅ゾーン

ワークショップの概要

	実施日	検討内容
第1回ワークショップ	2009年11月21日	まち歩きによる資源・問題点の発見 まち歩き（四日市港北東方面方面）
第2回ワークショップ	2009年12月13日	まち歩き（四日市港南方面）
第3回ワークショップ	2010年1月21日	市民が四日市港を訪れるためのアイデアの検討 ・アイデアカードの加筆修正意見の検討 ・重要なアイデアカードの抽出 ・重要なアイデアカードの実現シナリオの検討
第4回ワークショップ	2010年3月4日	アイデアカードの最終案の発表 最終案に対する修正意見の検討 重要なアイデアカードの実現シナリオの検討

市民に親しまれる四日市港づくりのための100のアイデア集

2010年3月発行

編集：三重大学 都市計画研究室
松浦 建治郎
小野 晋平
鈴木 悠平

発行：四日市港管理組合（振興課）
〒510-0011 三重県四日市市轟二丁目1-1
059-366-7022

図3：市民に親しまれる四日市港づくりのための100のアイデア集の一部その1

フィルム・コミッションを立ち上げて 四日市旧港を舞台にしたドラマや映画 を誘致する

重要度：

知ってもらう

広報を
充実させる

四日市旧港を
知ってもらう

8



シナリオ

観光協会、四日市市役所観光課、商工会議所、四日市大学等の公的な組織を中心としたフィルム・コミッションを立ち上げて、四日市旧港を舞台にしたドラマや映画を誘致することによって、全国的に四日市旧港をPRします。そのためには、映画やドラマの舞台になることが想定される倉庫の保全が必要となり、倉庫保全のための施策を検討することが求められます。

アイデア
の場所



実施主体

公的な組織（観光協会、四日市市役所観光課、商工会議所、四日市大学等）

実施時期

中長期

市民に親しまれる
四日市港づくりのための
アイデアカード

1/100

9

来街者用の駐車場を整備する

重要度：●●●

来てもらう

アクセスを
整備する

自動車による
アクセスを
整備する

42



シナリオ

四日市港に自動車で訪れる人々のために駐車場を、公的な組織（四日市市役所、四日市港管理組合など）が整備します。例えば、なやプラザの駐車場を活用し、そこから徒歩で四日市港を散策することが考えられます。また、観光スポット毎に分散的に駐車場を整備することも考えられます。

アイデア
の場所



実施主体

公的な組織が整備
（四日市市役所、
四日市港管理組合）

実施時期

短期

市民に親しまれる
四日市港づくりのための
アイデアカード

18/100

43

語り部の案内で四日市旧港を歩く

重要度：

楽しんでもらう

イベントを
開催する

歴史的遺構を
活用したイベント
を開催する

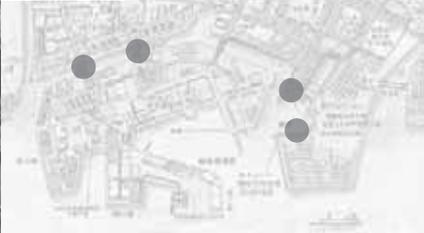
74



シナリオ

四日市旧港を語り部に、歴史や文化について案内してもらいながら散策します。このような取り組みは、みたとサポーターによって、実施されており、また四日市観光協会は年に数回バスツアーに組み込んだ形で実施されています。しかし継続的な実施には、語り部の体制を維持するマンパワーが必須となります。また、様々な人に来てもらうにはルート内の安全確保や、バリアフリー化が求められます。

アイデア
の場所



実施主体

みたとサポーター、四日市観光協会

実施時期

現在もやっている

市民に親しまれる
四日市港づくりのための
アイデアカード

34/100

75

プロムナード沿いや船の見える場所にベンチやテーブルを設置する

重要度：

楽しんでもらう

スポットを
整備する

オープンスペース
を充実させる

128



シナリオ

市民が日常的に散歩をしたり、観光客が散策を楽しんだりする際に休む場所が必要ですが、四日市港周辺には落ち着いて一息つく場所が少ない現状があります。そのため、プロムナード沿いや船の見える場所にベンチやテーブルを設置します。設置は四日市港管理組合が行い、清掃等は地元住民等が協力します。高波や台風の際に流されないようにアンカー付きの物を設置し、津波等の場合は人々に危険を知らせる警報装置の設置が求められます。

アイデア
の場所



実施主体

公的な組織（観光協会、四日市市役所観光課、商工会議所、四日市大学等）

実施時期

中長期

市民に親しまれる
四日市港づくりのための
アイデアカード

61/100

129

図4：市民に親しまれる四日市港づくりのための100のアイデア集の一部その2

鉄系形状記憶合金の負荷条件に対する変形挙動

Deformation Properties of Fe-based Shape Memory Alloy for Loading Conditions

吉川 高正¹⁾, 岡山 幸弘¹⁾, 成澤 麻人¹⁾, 稲葉 忠司¹⁾

Takamasa Yoshikawa¹⁾, Yukihiko Okayama¹⁾, Asato Narusawa¹⁾, Tadashi Inaba¹⁾

Keywords: Fe-based shape memory alloy, Martensitic transformation, Plastic deformation

1 緒 言

形状記憶合金とは、負荷による変形のうち除荷後に残留した変形を加熱することで元の状態に戻すことのできる形状記憶特性を有する合金である。形状記憶合金は、金属材料としての実用的強度を備えるとともに、形状記憶挙動によって得られる回復力が数百 MPa に及ぶため、新しい駆動素子への応用が期待されている¹⁾²⁾。

形状記憶特性が発現する合金として Ti-Ni 系、鉄系、銅系などが確認されてきた。特に Ti-Ni 系形状記憶合金は、形状記憶特性のみならず、機械的特性や生体適合性に優れるため、機械・電気産業から医療機器産業にわたる幅広い実用化がなされている。しかしながら、Ti-Ni 系形状記憶合金は難加工性材料であるため、製品の成形は鋳造に依存する。鋳造成形においては組成元素の比重や融点の差による重力偏析のため、製品の部位によって組成比に差が生じうる。Ti-Ni 系形状記憶合金の組成比率に対する変態温度の感度は極めて高いため、製品部位によって形状記憶特性に差が生じやすい。以上の点から、実用化されている Ti-Ni 系形状記憶合金製部品は小型で単純な形状に制限されている。

一方、鉄系形状記憶合金は形状記憶特性では Ti-Ni 系形状記憶合金に及ばないものの、素材自体が安価であり、鉄鋼やステンレス鋼の大量生産設備を利用して生産できる工程も多いため、コストを Ti-Ni 系形状記憶合金よりも遥かに低く抑えることが可能である。また良好な加工性を有するため、自由な形状の製品を製造することが容易である。そのため、鉄系形状記憶合金は Ti-Ni 系形状記憶合金では実現困難であった大型構造用材料としての応用が期待され、実用化の検討が進んでいる。現在実用化を目指した鉄系形状記憶合金としては、形状記憶特性の向上、加工性や耐食性の改善、変態温度の調整を目的として組成開発が進められてきた Fe-28Mn-6Si-5Cr(mass%)合金が

主流となっている³⁾。

ところで、一般に材料が構造用材料として実用化される時、その材料は単軸負荷だけではなく、多軸の複雑な負荷条件下におかれることを考慮しなければならない。鉄系形状記憶合金の機能を活かした製品設計や塑性加工成形を実現するためには、多軸負荷条件下における力学特性・形状記憶特性の解明が重要である⁴⁾⁵⁾。そのためには構成方程式の構築を視野に据えた基礎的な力学特性の解明が必要不可欠である。

以上から本研究では Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金に着目し、各種単純負荷条件下における基礎的な力学特性について実験的に解明することを目的とした。そこで、負荷条件として単軸引張り、単軸圧縮、単純ねじり変形を与え、変形の後、除荷し加熱する一連のプロセスにより、本材料の形状記憶特性と塑性変形にかかわる負荷条件の影響を確認した。

2 実験方法

本研究で用いた Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金(淡路マテリア製)の合金組成を表 1 に示す。

本材料に形状記憶熱処理を施したのち、切削加工によって図 1 に示す形状に成型したものを力学試験片とした。試験片は単軸引張り、単軸圧縮に加え単純ねじり試験を行うため、25mm の標線間部は外径 7mm、内径 5mm の中空丸棒形状であり、試験機への固定のため両端に M12 のねじ部が施されている。

形状記憶熱処理として、昇温速度 10°C/min で 950°C まで加熱したのち 30 分間保持し、その後氷水で急冷した。形状記憶熱処理後の材料の変態温度を示差走査熱量計(DSC-50: 島津製作所製)で確認した。示差走査熱量計測は、形状記憶熱処理後の材料を少量切り出した試験片によって行った。試片を十分冷却して試料をマルテンサイト変態させたのち、185°C まで加熱することで逆変態温

1) 三重大学大学院工学研究科機械工学専攻 Dept. Mechanical Engineering, Mie Univ. Graduate Sch. Eng.

度を計測した。逆変態温度計測後、 -60°C まで冷却することでマルテンサイト変態温度を確認した。示差走査熱量計測の結果(図2)から、本材料はマルテンサイト変態開始温度 $M_s=15.5^{\circ}\text{C}$ 、マルテンサイト変態終了温度 $M_f=-14.7^{\circ}\text{C}$ 、逆変態開始温度 $A_s=126.2^{\circ}\text{C}$ 、逆変態終了温度 $A_f=155.6^{\circ}\text{C}$ であることが確認された。

Tab. 1 Alloy composition of specimen.

Fe	Mn	Si	Cr	others
60.8	28.2	6.1	4.8	0.1

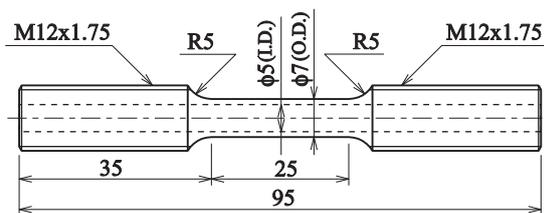


Fig.1 Shape of specimen.

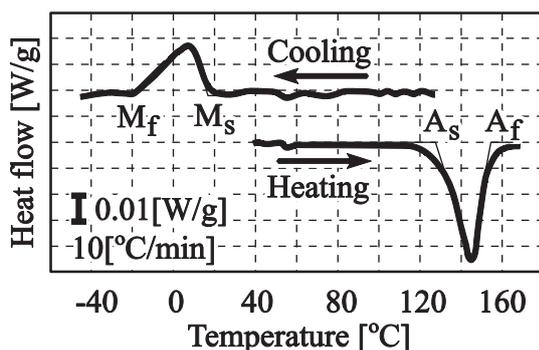


Fig.2 Temperature of phase transformation of Fe-28Mn-6Si-5Cr shape memory alloy by DSC.

本研究では、形状記憶特性を調査するために、負荷によってマルテンサイト変態を生じ、加熱によって逆変態を生じさせる必要がある。このため、形状記憶熱処理を施した材料を力学試験片に加工したのち、 A_f 点よりも十分に高い 300°C まで加熱し、これを室温(22°C)に冷却した試験片によって以下の力学試験を行った。すなわち、力学試験開始前において材料は母相の状態である。

力学試験の手順は以下の通りである。

室温において所定の von Mises の相当ひずみに達するまでクロスヘッド速度一定で単純負荷を加えたのち、荷重 0 N まで除荷した。本研究では基礎的な応力円を得ることを一つの目標とするため、負荷は単軸引張り、単軸圧縮および単軸ねじりとした。次いで力学試験機付帯の高温炉を用いて 250°C まで加熱し、形状回復させた。加熱時は荷重を 0 N になるように試験機を微動制御し

た。さらに室温まで炉冷し、ひずみの変化を確認した。

力学試験は環境制御型複合負荷試験機オートグラフ(AG-10TC: 島津製作所製)によって行った。本試験機は軸方向駆動のクロスヘッドとともに試験片にねじり負荷を加える機構を備えており、多軸負荷条件による材料の力学特性を計測できるとともに、付帯した電気炉によって材料の環境温度を変化させることができる。

また、ひずみ計測は高温用箔ひずみゲージ(KFU: 共和電業製)を用い、負荷を施す常温から材料が形状回復挙動を示す高温での変形を精度よく計測した。

3 実験結果および考察

図3に単軸引張試験における応力-ひずみ・温度-ひずみ関係を示す。図の横軸はひずみ(%)であり、図中ひずみ軸を境に上側が応力-ひずみ関係を示し、下側に形状回復過程における温度-ひずみ関係を示す。すなわち、応力-ひずみ関係において縦軸は応力[MPa]であり、温度-ひずみ関係において縦軸は試験片温度[$^{\circ}\text{C}$]である。なお、温度軸は下方向を正としてある。

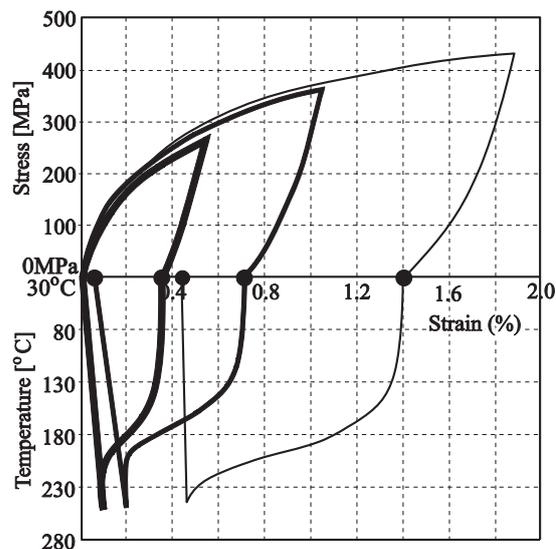


Fig.3 Stress-strain curves and temperature-strain curves of Fe-28Mn-6Si-5Cr shape memory alloy.

図3には、常温でひずみ0.5%、1.0%、2.0%に達するまで負荷を加え、除荷後、加熱による形状回復を行った試験が併記されている。いずれの試験についても常温の負荷過程では、初めにひずみと応力が線形に増加したのち、ひずみに対する応力の増分が緩やかになり、所定のひずみ量に達するまで応力が増大することが確認された。

また、加熱過程において除荷後残留したひずみは 130°C 付近から減少し始め、200°C を超えると熱膨張による直線に漸近した。

常温での負荷—除荷過程で残留したひずみと、加熱—冷却後に残留したひずみの差は形状回復ひずみであり、加熱—冷却後に残留し、もはや形状回復しないひずみは負荷過程で生じた塑性ひずみであると考えられる。

付与した変形によって到達した応力値が低い試験片は加熱過程によって形状が完全に回復し、加熱—冷却後に塑性ひずみは認められなかった。一方、負荷過程で大きな応力を付与された試験片は形状回復ひずみが增大するとともに塑性ひずみも大きくなることが確認された。以上の傾向は単軸圧縮、単純ねじり試験においても同様に認められた。

そこで、与えた変形によって到達した応力に対して、形状回復ひずみおよび塑性ひずみの関係を整理した(図 4)。図 4 において横軸は付与した相当ひずみのときに到達した相当応力 [MPa] であり、縦軸は相当ひずみ (%) である。それぞれ (a) 単軸引張負荷、(b) 単軸圧縮負荷、(c) 単純ねじり負荷について、形状回復ひずみと塑性ひずみを併記した。今回調査したおよそ 400MPa までの応力において、形状回復ひずみと塑性ひずみはいずれの負荷条件に対しても、付与された応力に対してほぼ線形に増大していた。また、単軸引張および単軸圧縮試験(図 4(a), (b))において顕著であるが、塑性ひずみの発生は形状回復ひずみよりも高い応力で生じることが確認された。

すなわち、本研究で用いた Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金は、負荷によって最初に形状回復をもたらす応力誘起マルテンサイト変態が生じ、さらに大きな負荷が加わると塑性変形が生じ始めることが分かる。また、およそ 400MPa までの負荷に対して形状回復ひずみと塑性ひずみはともに併存して増大していくことが確認された。

図 3 における応力—ひずみ関係において、負荷過程初期の線形的な領域では、除荷のみでひずみが回復するため、弾性変形域であると考えられる。図 4 において塑性ひずみよりも先に形状回復ひずみが発現することから、本材料の応力—ひずみ関係において弾性限は形状回復をもたらす応力誘起マルテンサイト変態を開始する応力を与えるものと考えられる。Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金の応力—ひずみ関係は緩やかな曲線を描き、弾性限が明瞭でない。そこで弾性限は 0.02% 耐力から求めた。すなわち、本材料の応力誘起マルテンサイト変態開始応力は 0.02% 耐力をもとに推定することができる。

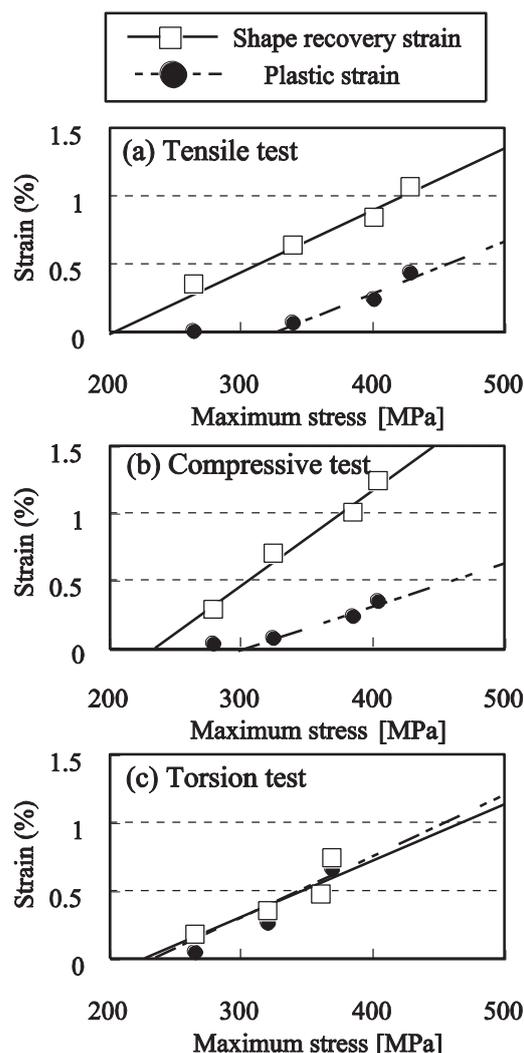


Fig. 4 Shape recovery strain and plastic strain of Fe-28Mn-6Si-5Cr shape memory alloy with loading stress on (a) tensile, (b) compressive and (c) torsion test.

一方、図 4 から、形状回復できない塑性ひずみが発生する塑性開始応力を推定することができる。すなわち、図 4 において線形的に変化する塑性ひずみ—負荷応力関係の近似直線が応力軸と交差する点は、塑性ひずみが発生し始める応力を示していると考えられる。

そこで、単軸引張、単軸圧縮および単純ねじり試験における応力—ひずみ関係から推定された応力誘起マルテンサイト変態開始応力および図 4 の塑性ひずみ—負荷応力関係から得られた塑性開始応力を応力平面に示した(図 5)。

図 5 において (a) は応力誘起マルテンサイト変態開始応力の応力円であり、(b) は塑性変形を開始する応力円、すなわち降伏曲面を示す。それぞれ横軸は垂直応力、縦軸はせん断応力である。セ

せん断応力は von Mises の相当応力で示してある。また、図 5 には□および●によって示された実験結果とともに、単軸引張負荷を基準に得られた von Mises および Tresca の応力円を併記してある。

図 5 から、Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金について、0.02%耐力から推定される応力誘起マルテンサイト変態開始応力は単軸引張、単軸圧縮およびせん断負荷についてほとんど等しい値を示しており、von Mises の応力円によく合致していることが分かる。一方、図 4 の塑性ひずみ-荷重応力関係から推定された降伏応力に関しては、単軸引張と単軸圧縮負荷でほぼ等しい値を示すのに対してせん断応力が低く、Tresca の応力円によく合致することが確認された。以上の結果は Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金の応力誘起マルテンサイト変態と塑性変形の開始を左右するメカニズムを示唆するものであると考えられる。

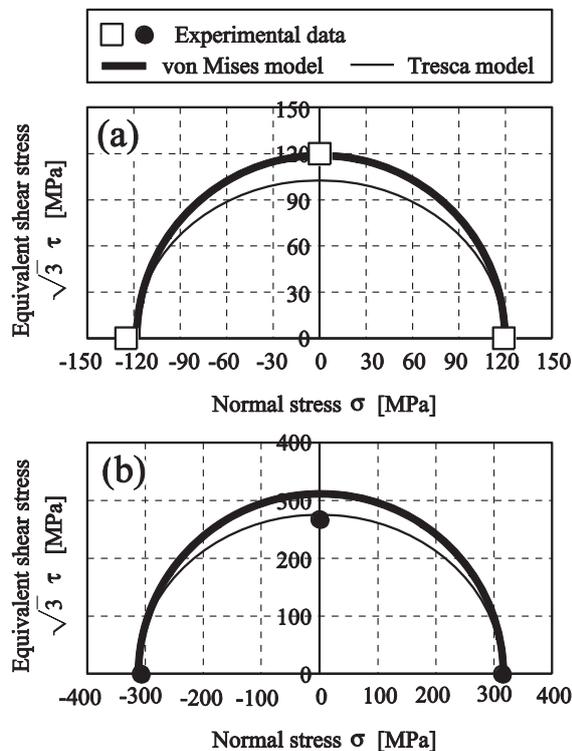


Fig.5 (a) Martensitic transformation stress surface and (b) yield surface of Fe-28Mn-6Si-5Cr shape memory alloy.

4 結 言

大型機械構造用材料への応用が期待される Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金の多軸負荷条件下における降伏曲面および構成方程式の構築を視野に据え、基礎的な各種単純試験における形状回復および塑性変形に関する力学特性を調査した。その結果、以下の結論を得た。

- 1) Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金は負荷によって弾性限を越えると、まず応力誘起マルテンサイト変態が生じ、その後、負荷の増大で塑性ひずみが発生する。
- 2) Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金に塑性ひずみが発生し始めたのち、本研究で調査された応力範囲(およそ 400MPa まで)において形状回復をもたらす変態ひずみと塑性ひずみはともに併存し、負荷された応力とともに線形的に増大する。
- 3) Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金の応力誘起マルテンサイト変態が開始する応力は、垂直応力およびせん断の相当応力においてほぼ等しく、せん断ひずみエネルギーが閾値を越えることによって変形メカニズムが変化する von Mises の理論によく合致する。
- 4) Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金の塑性変形が開始する応力は、引張と圧縮の垂直応力においてほぼ等しく、せん断の相当応力は垂直応力よりも若干低く現れる。実験結果は、塑性変形を生じる転位のすべりが、せん断応力の閾値を越えることで発現すると説明する Tresca の降伏条件によく合致する。

以上の結果は Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金の実用化において不可欠となる多軸負荷条件下の変形挙動を解明する上で基礎となる重要な知見である。今後、複合負荷条件とともに、より大きな変形に対する形状回復ひずみおよび塑性ひずみの相関を調査することで、Fe-28Mn-6Si-5Cr 形状記憶合金の機能を活かした適切な設計に対する指針を提示できるものと考えられる。

謝 辞

本研究の遂行にあたって、(独)科学技術振興機構 平成 21 年度シーズ発掘試験研究(課題番号 08-130)からの支援を受けた。謝してここに記す。

参 考 文 献

- 1) 船久保熙康編. 形状記憶合金, 産業図書, 1984.
- 2) 田中喜久昭, 戸伏壽昭, 他. 形状記憶合金の機械的性質. 養賢堂, 1993.
- 3) 淡路マテリア株式会社. Fe-Mn-Si 系形状記憶合金の特性と応用, 淡路マテリア株式会社 HP, <http://www.awaji-m.jp/r-and-d/about.html#alloy>.
- 4) 直井久, 丸山忠克. 鉄系形状記憶合金の変形特性, 塑性と加工, 45:697-701, 2004.
- 5) 和田学, 他. FeMnSi 基形状記憶合金薄板の二軸引張変形に対する形状回復特性, 塑性と加工, 47:865-869, 2006.

三重県における森林所有者を対象とした 林業に対する意識調査

Survey of private forest owners for forest management in Mie prefecture

板谷明美¹⁾ 石川知明¹⁾
Akemi Itaya¹⁾ Tomoaki Ishikawa¹⁾

1. はじめに

わが国では長期的に国産材需要や木材価格が低迷し、その結果として森林所有者の施業意欲が低下し、適切な間伐が実施されないなどの状況が一部にみられる他、林業就業者の減少・高齢化が進むなど林業を取り巻く状況は大変厳しい（日本林業協会，2008）。

三重県は、県土の65%を森林が占め、さらにスギとヒノキを中心とする人工林が62%と全国平均（平成13年度末）の46%を大きく上回っている（三重県，2008，2009）。地域別では、三重県南部地域の森林率は特に高く、例えば尾鷲熊野地域では森林率86%、人工林率69%である（三重県，2008）。三重県において、特に南部地域において森林は有用な資源であり、またその利活用は地域振興において重要な役割を果たすと考えられる。

そこで、本研究では、森林管理の主体となる森林所有者に対する有効な支援について検討するために、森林所有者を対象とした林業に対する意識調査を行った。

2. 材料と方法

三重県内の森林所有者を対象として、所有する森林に対する森林管理の実態についてア

ンケートを行った。アンケートは森林組合を通して森林所有者に30通配布した。

3. 結果と考察

（1）回答者のプロフィール

配布したアンケートの内、21名（内1名は女性）の森林所有者から回答を得た。回答者のプロフィールは40代が最も多く42.9%を占め、職業別では会社員が最も多く47.6%を占めた（図—1，2）。また、5ha未満の小規模所有者が3割を占めた（図—3）。

（2）森林管理状況について

自分が所有している森林に「ここ1～2年以内のうちに行った」と回答した割合は76.2%であった。一方、一度も行ったことがないという森林所有者も1名いた（図—4）。

「ここ1～2年以内に行った」と回答した人は、その目的として「山林の状況（森林の生育状況，災害発生の有無等）を見るため」，「境界などを確認するため」と回答した人が65.6%を占め、実際に森林作業のために行った人の割合は少なかった（図—5）。

自分が所有している森林に「しばらく行ってない」，「一度も行ったことがない」と回答

1) 三重大学大学院生物資源学研究科 Graduate School of Bioresources, Mie University

した人は、その理由として「時間に余裕がないため」、「一人で行くのが困難あるいは不安だから」と回答した割合が高かった(図一6)。

(3) 森林整備状況について

所有している森林の現状について、「ある程度手入れされている」と回答した人が約60%いる一方で、「あまり手入れされていない」と回答した人が約30%いた(図一7)。

(4) 森林整備の課題について

所有している森林を守り育てるための課題は、「木材価格の低迷」(42.9%)、「保育経費」(26.2%)と考えている人の割合が多かった(図一8)。

(5) 今後の森林整備の方向について

今後の森林整備の方向について、「支援があれば手入れを行いたい」、「積極的に手入れを行いたい」と答えた人が9割いた一方で、「皆伐して雑木林にしたい」という回答もあった(図一9)。

(6) 森林整備に必要な支援について

森林整備に必要な支援は、「森林の手入れや再造林などへの資金」40.5%、「林道、作業道、歩道などの整備」21.4%という回答が多くを占め、既存の支援に対する強化を希望する回答が多い結果となった(図一10)。

(7) 森林の多面的な機能に対する認識について

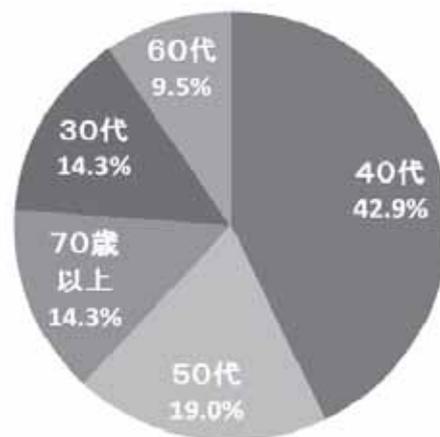
回答割合が一番多かったのは、「豊かでおいしい水を供給したり、川や海の生き物を育む働き」27.0%、ついで「木材を生産する働き」22.2%、「洪水や土砂崩れなどの災害を防止する働き」19.0%、「二酸化炭素を吸収することにより、地球温暖化防止に貢献する働き」14.3%であった(図一11)。

(8) 三重の森林を守り育てるための具体的手段について

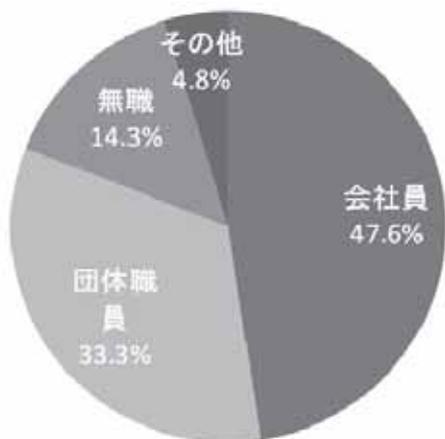
「人工林に対する間伐等の手入れ」25.4%や「放置されている伐採跡地に対する植林」20.6%など、森林作業の推進が三重の森林を守り育てるために必要であるとする回答が多くあった(図一12)。

4. まとめ

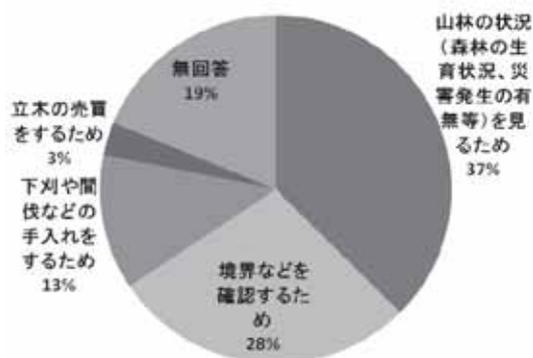
森林所有者に対するアンケートの結果から、木材価格の低迷が森林管理において大きな課題となっていることがわかった。多くの所有者が、所有している森林の整備についてその必要性を十分に理解しており、また今後も整備を行いたいと考えているが、木材価格の低迷などが不安材料となっていることがわかった。「皆伐して雑木林にしたい」(30代、男性、会社員)と回答した人もおり、長期間にわたって安心して森林管理を所有者が行えるような支援システムが必要ではないかと考えられた。



図一1 回答者の年齢



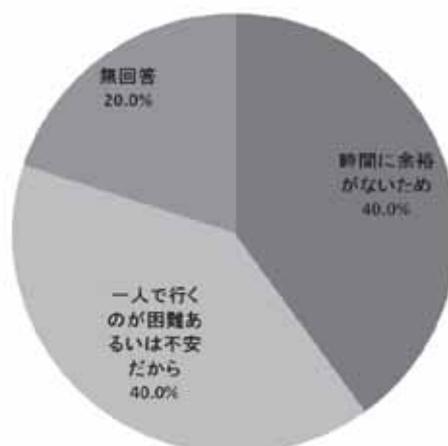
図—2 回答者の職業



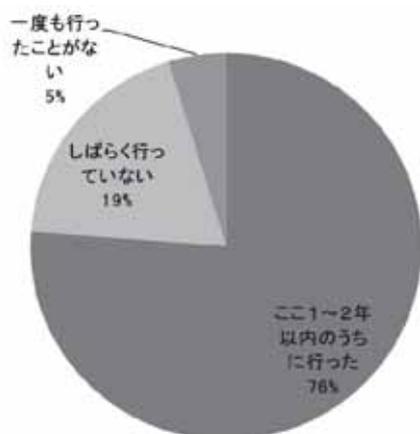
図—5 所有森林へ行った理由



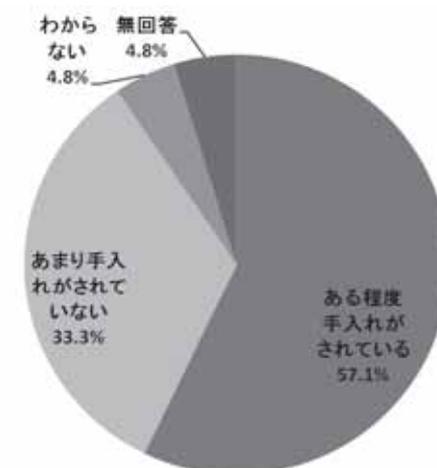
図—3 回答者の所有森林面積



図—6 所有森林へ行かない理由



図—4 所有森林へ行った回数



図—7 所有している森林の現状

ヒト胃癌細胞(KATOⅢ)およびヒト肺癌細胞(LU99)に対する *Ganoderma lucidum*(霊芝)由来の活性ステロイドによる アポトーシス誘導作用

Induction of Apoptosis by an Active Steroid Prepared from *Ganoderma lucidum* (Reishi) in Human Stomach Cancer KATO III and Human Lung Cancer LU99 Cells

伊藤浩子^{1),4)}, 幹渉¹⁾, 柿沼誠¹⁾, 中田福佳²⁾, 佐々木啓之³⁾, 伊藤均⁴⁾
Hiroko Itoh^{1),4)}, Wataru Miki¹⁾, Makoto Kakinuma¹⁾, Fukuyoshi Nakata²⁾,
Hiroyuki Sasaki³⁾, Hitoshi Ito⁴⁾

キーワード：霊芝，赤芝，ヒト癌細胞，アポトーシス誘導

はじめに

霊芝はサルノコシカケ科のマンネンタケ (*Ganoderma lucidum*) の子実体から得られる生薬であり、中国最古の薬物書といわれ、「神農本草経」の上品に記載されている。古来、人参と共に最も貴重な霊薬と考えられ、漢方では、強壯、補血、精神安定、利水、補肝作用があるとされ、咳嗽、気管支炎、関節炎などの多様な疾病に有効とされている¹⁾。

1977年、世界で初めて著者ら²⁾は、梅の古木で人工栽培された「古梅霊芝」から得られた多糖体や中国吉林省白山の山に自生している松杉霊芝³⁾や五岳霊芝⁴⁾が、マウスのSarcoma 180移植固型癌に対して抗癌作用を示すことを報告した。

近年、癌研究の分野ではアポトーシス、すな

わち細胞自滅に関する研究が盛んに行われている。アポトーシスは生物個体発生における組織、臓器の形成、生体の恒常性の維持と防衛に重要な働きをしているだけでなく、多くの病気の発生に深い関係があることが、解明されつつある。今回は抗癌作用が確認されている霊芝から抽出したステロイド画分を用いて、ヒト胃癌細胞および肺癌細胞におけるアポトーシス誘導作用について検討した。

実験材料および実験方法

1. 被検物質

「神農本草経」の分類は、その色の違いによって赤芝、黒芝、青芝、白芝、黄芝、紫芝などと区別されているが、これらは全て、原植物が異なるわけではなく、系統、生育条件などの相

- 1) 三重大学生物資源学部海洋生物化学研究室 Laboratory of Marine Biochemistry, Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie, 514-8507, Japan
- 2) パワフル健康食品株式会社 Powerful Healthy Food Corporation
- 3) 株式会社リンクス Rinks Corporation
- 4) 菌類薬理研究所 Research Institute of Mycology and Pharmacology, Tsu, Mie, 514-0033, Japan

違によるものもある。

著者らは直井幸雄⁵⁾により、1968年から1992年にかけて五岳靈芝GY(瑤輪)系に属する品種が分類固定されている赤芝(パワフル健康食品株式会社提供)を用いた。

アポトーシス誘導物質の抽出は前報⁶⁾に準じて行った。実験では赤芝100gに50%クロロホルム・メタノール等量混合液を900ml加えて、室温で5分間ホモジナイズし、50-60℃に温度を保ちながら、5時間攪拌を行った。これを4℃で10分間、9000×gで遠心分離し上清液を得た。得られた上清液を50℃で3時間、エバポレーターで減圧濃縮し、さらに図1に示した抽出法により、最終的に得られた活性ステロイドをミリポアフィルター(0.22μg)で濾過滅菌し、真空凍結乾燥したものを被検物質として実験に用いた。

2. 癌細胞増殖抑制の測定

癌細胞としては培養ヒト胃癌細胞(KATO III)⁷⁾およびヒト肺癌細胞(LU99)(JCRB0080)[Health Science Resources Research Bank(HSRRB), Species; Human (Japanese), Tissue: Lung cancer]を10%牛胎児血清(Gibco Laboratories, USA)、ペニシリンG(50IU/ml)および、ストレプトマイシン(50μg/ml)が含まれたRPMI1640培地(Sigma, USA)で培養した。被検物質をそれぞれ、胃癌細胞および、肺癌細胞(5×10⁶ cell/ml)を含む培地に添加し、37℃で5% CO₂を含むインキュベーター内で3日間培養後、癌細胞の増殖抑制率を算出した。

3. アポトーシス誘導作用の測定

癌細胞増殖抑制の測定と同様に3日間培養した細胞浮遊液を、それぞれ5分間、3000×gで遠心分離を行った。遠心分離後、上清を除去して残った細胞を採集し、これをPBS(-)(Sigma, USA)で1回洗浄した。得られた細胞ペレットに細胞融解用バッファーを20μl加え、細胞を融解させた。次に融解させた細胞にRNase A溶液

(DNA free)[Funakoshi, Japan]を加え、50℃で2.5時間反応させた後、プロテイナーゼK液(Roch, USA)を加え、50℃で2.5時間反応させ、DNA断片を抽出した。更に、アポトーシス誘導作用を形態学的に検討するために、得られたDNA抽出液10μlにゲルローディング液2-3μlを混合し、その混合液を2%アガロースゲル板のウェルに添加し、100Vで電気泳動を行った。電気泳動後、ゲルを水に浸し、UVトランスイルミネーターでエチジウムブロマイド蛍光を発するDNAを検出し、検出されたDNAの分布状態を写真撮影した。

何れについても、1%グルタルアルデヒド(Nacalai tesque, Japan)で癌細胞を固定し、ヘキスト33258色素(Nacalai tesque, Japan)で染色した後、フジピクトグラフィー3000とCCDデジタルイメージシステムカメラ(Olympus, Japan)で蛍光写真撮影を行った。

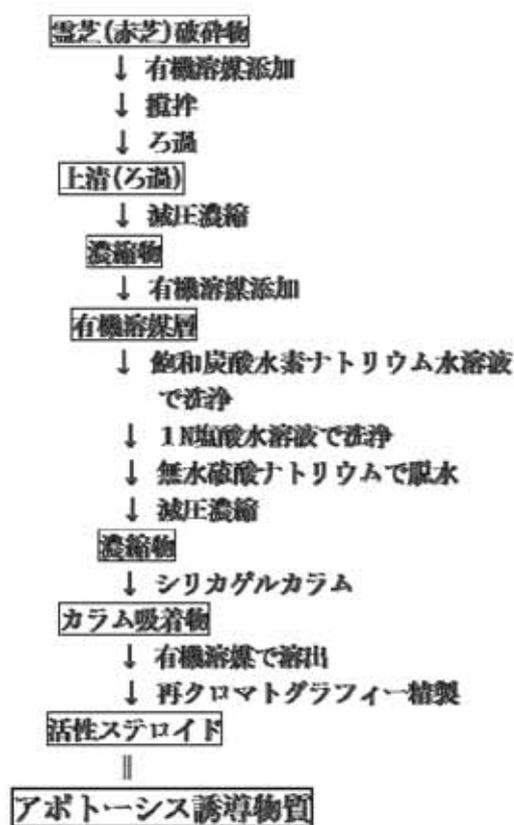


図1 アポトーシス誘導物質の抽出方法

実験結果

1. 活性ステロイドのヒト癌細胞増殖抑制作用

ヒト胃癌細胞(KATOⅢ)およびヒト肺癌細胞(LU99) 5×10^6 cell/ml を含む細胞浮遊液に、生理食塩液に溶解させた活性ステロイドを0(対照), 25, 50 および $100 \mu\text{g/ml}$ をそれぞれ添加し、 37°C のインキュベーター内で3日間培養して、細胞増殖抑制率を算出した結果を図2に示した。

活性ステロイド $25 \mu\text{g/ml}$ の濃度では、ヒト癌細胞の死滅は認められなかった。しかし、 $50 \mu\text{g/ml}$ では、ヒト胃癌細胞で42%、ヒト肺癌細胞で58%の増殖抑制率が得られ、 $100 \mu\text{g/ml}$ では、胃癌細胞で71%、肺癌細胞で80%と何れも対照と比較して癌細胞数が著明に減少した。

2. 活性ステロイドのヒト癌細胞に対するアポ

トーシス誘導作用

活性ステロイド ($100 \mu\text{g/ml}$) のヒト胃癌細胞(KATOⅢ)とヒト肺癌細胞(LU99)に対するアポトーシス誘導作用を形態学的に検討した結果を図3に示した。写真A(未処理のヒト胃癌細胞)、C(未処理のヒト肺癌細胞)、B(活性ステロイド $100 \mu\text{g/ml}$ 添加・ヒト胃癌細胞)、D(活性ステロイド $100 \mu\text{g/ml}$ 添加・ヒト肺癌細胞)は培養開始から、約10時間後にDNAの断片化が起こり、3日後でほぼ完全に癌細胞が死滅するのが観察された。矢印はアポトーシス小体を示している。

次に、エチジウムブロマイド蛍光を発するDNAを検討したところ、活性ステロイド $100 \mu\text{g/ml}$ 添加・ヒト胃癌細胞およびヒト肺癌細胞にDNAの断片化が発現し、特に肺癌細胞においてアポトーシス誘導作用がより強い傾向にあることが確認された(図4)。

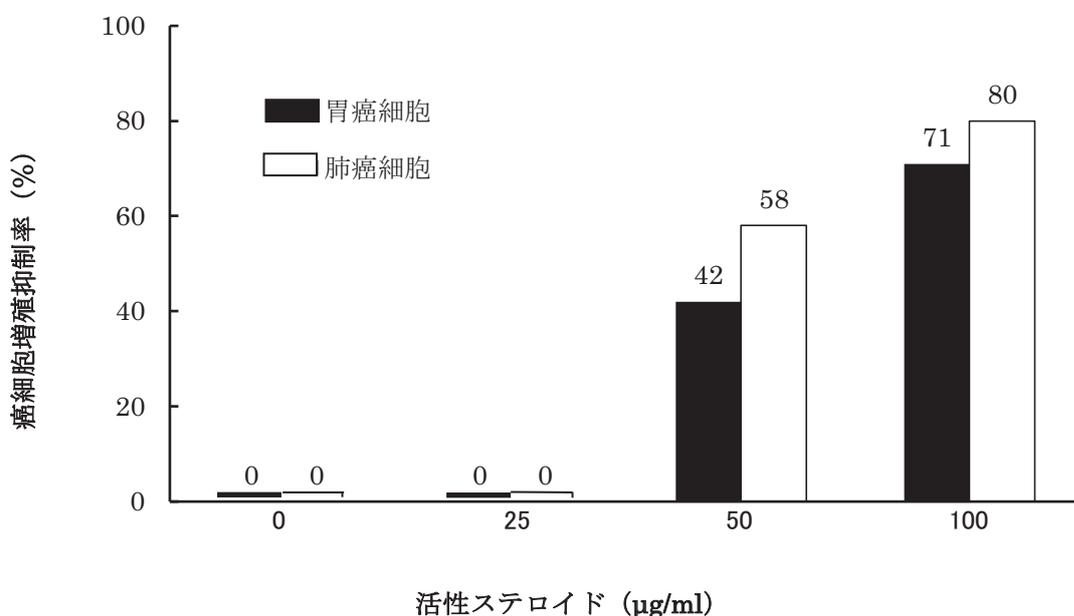


図2 活性ステロイドのヒト癌細胞増殖抑制作用

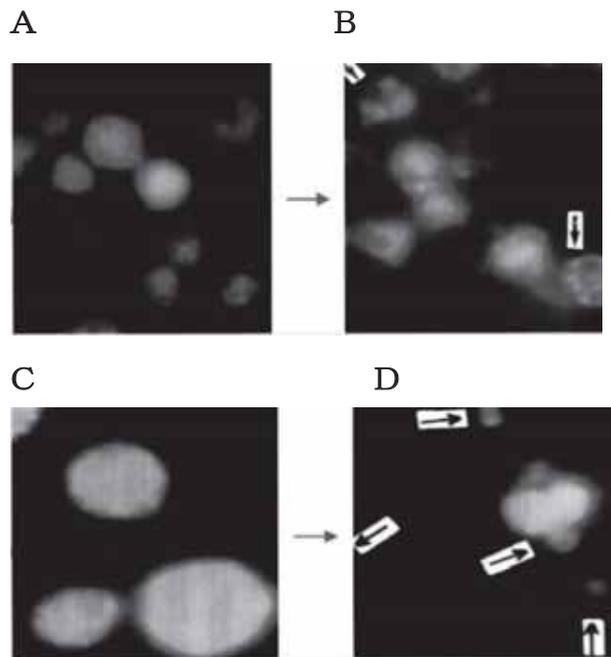


図3 ヒト癌細胞の形態学的変化

- A ; ヒト胃癌細胞 (対照)
 B ; 活性ステロイド(100 μ g/ml) 添加・ヒト胃癌細胞
 C ; ヒト肺癌細胞 (対照) ,
 D ; 活性ステロイド(100 μ g/ml) 添加・ヒト肺癌細胞
 矢印 (→) はアポトーシス小体を示す。

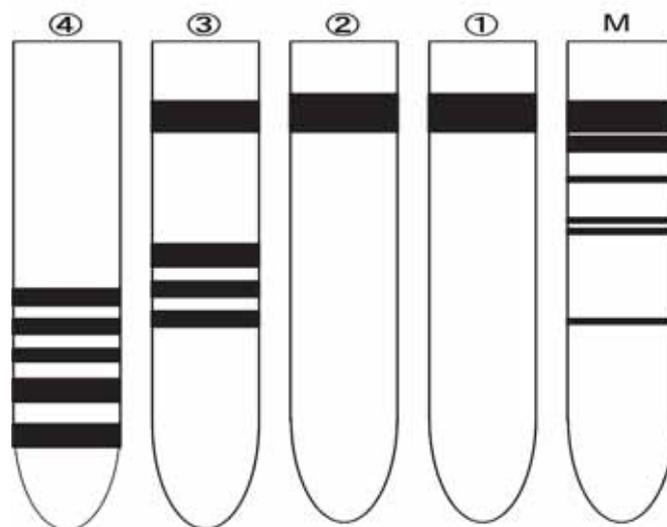


図4 エチジウムブロマイドによるヒト癌細胞の DNA フラグメントの検出 (模式図)

- M ; DNA 分子量マーカー, ① ; 活性ステロイド(25 μ g/ml) 添加・ヒト胃癌細胞,
 ② ; 活性ステロイド(25 μ g/ml) 添加・ヒト肺癌細胞, ③ ; 活性ステロイド(100 μ g/ml)
 添加・ヒト胃癌細胞, ④ ; 活性ステロイド(100 μ g/ml) 添加・ヒト肺癌細胞

考察

最近、靈芝の栽培生産の成功によって大量供給が可能となり、漢方とは別のむしろ現代医学的な立場から、種々の疾病に適用された結果、高脂血症、狭心症、慢性気管支炎、肝炎、克山病、白血球減少症、神経衰弱、風湿性関節炎、硅肺、消化性潰瘍、腎炎、糖尿病、甲状腺機能亢進、脳發育不全症、網膜色素変性、不整脈、進行性筋栄養不良、萎縮性筋強直症など、多様な疾病に有効とされる⁸⁾。

「神農本草經」によると、本実験に用いた赤芝は「胸中の結するものを治し、心気を益し、中を補い、智慧を増し、忘れなくする」とあり、紫芝は「耳聾を主り、関節を利し、神を保ち、精気を益し、筋骨を堅くし、顔色を好くする」効があると記載されている。

近年、癌研究の分野ではアポトーシス、すなわち細胞自滅に関する研究が盛んに行われている。アポトーシスは生物個体発生における組織、臓器の形成、生体の恒常性の維持と防衛に重要な働きをしているだけでなく、多くの病気の発生に深い関係があることが解明されつつある。

著者らはこれまでに種々の植物から抗癌活性を持つ化合物のうち、アポトーシス誘導によって癌細胞を死滅させる作用のある物質を見出してきた^{6,9)}。最近の「人口動態統計」によると、悪性新生物（癌）による死亡数は男性では、第1位が肺癌、第2位が胃癌で、女性ではこの順序が逆転しているが、男女とも、これらの癌による死亡数が圧倒的に多い。そこでこれらの癌に対する作用を検討した。

靈芝由来のステロイドを加えたヒト胃癌細胞（KATOIII）とヒト肺癌細胞（LU99）において、無処理の癌細胞と比べて、DNAの断片化がより顕著に認められた。

DNAとは細胞核の中の染色体を構成する基本物質のことで、全ての遺伝子情報が二重らせん状につながった塩基配列の中に書き込まれている。

このDNAの一部である遺伝子に何らかの障害

が起こると、正常であった細胞が異常細胞へと変化し、さらに運悪く悪性化すると、癌細胞が異常な速さで増殖したり、血液の流れによって他の器官にまで移動し、転移という現象を引き起こす。

しかし、細胞の遺伝子には、ダメージを修復しきれず癌化してしまった細胞に「自殺」の命令を出す特殊な機構が備わっている。

すなわち、エンドヌクレアーゼと呼ばれる酵素の働きによって、司令塔の役割をする遺伝子が活性化され、「もう修復できない。自殺しなさい」という命令が癌細胞に送られる。その結果、癌細胞はその命令に従わざるを得なくなり、DNAの糸が細かく切断され、細胞自体も断片化して小さくなる。そこに、免疫細胞の一種であるマクロファージが急行し、細かくなった癌細胞をひとつ残らず食食する。これが、「細胞の自殺」、アポトーシスと呼ばれる現象である。

この一連のメカニズムの中で、靈芝の活性ステロイドはエンドヌクレアーゼの働きを助ける役割を担い、アポトーシスのプログラムが組み込まれた遺伝子の働きを活性化する、アポトーシス誘導作用を持つことが認められた。

最近、靈芝のステロイド画分の主体は24-メチルコレスタ-7,22-ジエン-3β-オールであり、エルゴステロールと24-メチルコレスタ-7-エン-3β-オールは副成分であるとされ、さらにステロイドとして、ガノデステロンを含有していると報告されている。

著者らの赤芝より得られたアポトーシス誘導を起こす活性ステロイドは、これらの単一成分か複合成分、あるいは新規成分によるものか、今後の解明が望まれる。

現在、癌細胞の増殖を抑えるために用いられている既存の抗癌剤には、様々な副作用があり、苦痛をとまなうばかりか、白血球や血小板の減少など、生命の危険につながる副作用も少なくない。このような現況の中で、靈芝に含まれる天然成分を、癌の治療に応用することは有用と考えられる。

結論

最近、靈芝の健康食品としての利用が高まっている。漢方では靈芝は強壯、補血、精神安定、利水、補肝作用があるとされ、咳嗽、気管支炎、関節炎、耳聾などの治療に用いられている。本報では靈芝（赤芝）より得られた活性ステロイドのヒト胃癌細胞(KATOⅢ)およびヒト肺癌細胞(LU99)に対するアポトーシス誘導作用につき検討した。

活性ステロイドで処理したヒト胃癌細胞およびヒト肺癌細胞では、アポトーシス特有の形態学的変化が認められた。活性ステロイドによる胃癌細胞と肺癌細胞のDNAの断片化はアポトーシスの特徴である、オリゴヌクレオサイズの断片であり、濃度と時間依存性である。これは、靈芝（赤芝）より得られた活性ステロイドがヒト胃癌細胞およびヒト肺癌細胞に対して、アポトーシスを誘導することを明らかにした最初の報告である。

この事実は、活性ステロイドによる増殖阻害は、これらのヒト癌細胞におけるアポトーシス誘導に基づく結果であることを示唆する。

靈芝から得られた多糖類は動物移植癌に抗癌活性を示す。そのグルカンについて、構造活性相関が検討された結果、抗腫瘍性を現す最低単位は、分枝した(1-3)- β -D-グルコピラノシル-(1 \rightarrow 3)- β -D-グルコピラノシル残基の存在が必要で、特に分枝の頻度が活性にとって重要と結論された。今回、靈芝のステロイド画分に、ヒト癌細胞に対するアポトーシス誘導作用が認められたことは、癌治療における有用性が期待される。

文献

- 1) 中国科学院北京植物研究所北京医学院薬理教研組
編著：靈芝 科学出版社 北京 1976
- 2) H. Ito, S. Naruse, K. Shimura : Antitumor effect of the polyccharides preparations from *Ganoderma lucidum* on mouse sarcoma 180. *Mie Med. J.* 26 147-152 1977
- 3) G. Wang, J. Zang, T. Mizuno et al. : Antitumor active

polyccharide from the Chinese mushroom *Songshan Lingzhi*, the fruiting body of *Ganoderma tsugae*. *Biosci. Biotech. Biochem.* 57 894-900 1993

- 4) 佐々木啓之, 直井幸雄, 伊藤浩子, 伊藤均 : 五岳靈芝に属する GYN, GYK, GYG 由来多糖体の抗ガン作用 *医学と生物学* 137(1) 1-3 1998
- 5) 直井幸雄(芝僊) : 如意靈芝療法 p283-286 善文社 東京 1997
- 6) H. Itoh, M. Fujishima, Y. Arakawa, H. Hibasami, F. Nakata, H Ito : Induction of Apoptosis by Blazein of a New Steroid Isolated from *Agaricus blazei* Murrill (Himematsutake) in Human Colon Cancer COLO201 cells. *Medicine and Biology* 154(7) 310-316 2010
- 7) H. Hibasami, T. Fujikawa, H. Takeda, S. Nishibe, T. Satoh, T. Fujisawa, K. Nakashima : Induction of Apoptosis by *Acanthopanax senticosus* HARMS and its component, sesamin in human stomach cancer KATOⅢ cells. *Oncology Rports* 7 1213-1216 2000
- 8) ヒキノヒロシ: 靈芝の薬理 漢方医学 10 26-32 1986
- 9) 樋廻博重, 松本紘斉, 伊藤均, 伊藤浩子 : 梅肉エキス成分によるヒト胃癌細胞におけるアポトーシス誘導 *医学と生物学* 147(6) 91-95 2003

Analysis of the cellulosome-producing *Clostridium cellulovorans* genome
toward the development of next-generation biofuel

田丸 浩^{1,2,3)} 山本 康介¹⁾ 川出 雄二郎¹⁾ 三宅 英雄^{1,2,3)}

Yutaka Tamaru^{1,2,3)} Kousuke Yamamoto¹⁾ Yujiro Kawade¹⁾ Hideo Miyake^{1,2,3)}

1. はじめに

温室効果ガス 25%削減を達成するためには、化石燃料依存の化学産業は微生物などの生体触媒を用いた産業（ホワイトバイオテクノロジー産業）への技術革新が必要になっている。ガソリンに代わる燃料としてアメリカやブラジルを中心に“バイオエタノール”が急速に普及し始めているが、使用するバイオマスがデンプン質や糖質などの食料であるため食料問題と競合している。そのため、農作物の残渣や廃材などを利用したセルロース質からのバイオ燃料の生産など“バイオリファイナリー”への基盤形成が急務となっている。

セルロースは難分解性の高分子多糖で、堅固な結晶構造を取っているため、前処理として酸・アルカリを使った化学的処理、爆砕、亜臨界状態における物理化学的処理などが必要である。しかしながら、これらの手法は環境負荷で高エネルギーが必要なため、微生物前処理糖化法の開発が必要とされている。一方、ある種の嫌気性微生物には、これらの分子多糖を非常に効率よく分解できる酵素複合体“セルロソーム”を分泌・生産することが明らかとなった。分子生物学、生化学等の技術を駆使した最近の解析により、セルロソームは骨格タンパク質をベースに多数の高分子多糖分解酵素が結合した構造を取り、これらの複数の酵素が共役してセルロースに作用することで、非常に高い多糖の分解活性を示すことが明らかになっている。

細菌から糸状菌にわたる多くの微生物でセルロース分解酵素を生産することが報告されており、それらは土壌や草食動物の消化管などに生息し、植物細胞壁などのセルロースを分解している。セルラーゼは、糖の O-グリコシル結合を加水分解する酵素であり、セルラーゼ (EC 3.2.1.4)、β-グルコシダーゼ (EC 3.2.1.21)、グルカン 1,4-β-グルコシダーゼ (EC 3.2.1.74)、セルロース 1,4-β-セロビオシダーゼ (EC 3.2.1.91) の 4 種類が確認されている。セルロ

ース分解性微生物は菌体外に作用機構の異なる多種多様なセルロース分解酵素を生産し、それらの協同作用や相乗効果によってセルロースを分解する。しかしながら、セルロース繊維は強固な結晶構造をとる領域が多く、これらの酵素を使って効率よくグルコースまで糖化する技術は未だ確立されていない。

セルロソームに関する研究は、1981年に嫌気性菌 *Clostridium thermocellum* 由来のエンドグルカナーゼが精製され¹⁾、1983年に Lamed らによって初めてセルロースに結合する高分子複合体“セルロソーム”について報告された²⁾。1980年代後半になって、カリフォルニア大学デイビス校の Doi らによって世界で初めて *C. cellulovorans* 由来のセルロソームの骨格タンパク質 (Cellulose-binding protein A: CbpA) 遺伝子がクローニングされた³⁾。セルロソームは骨格タンパク質をベースに多数の高分子多糖分解酵素が結合した構造を取り、これらの複数の酵素が共役してセルロースに作用することで、非常に高い高分子多糖の分解活性を示すことが明らかにされた。その後、マサチューセッツ工科大学の Demain らによって *C. thermocellum* 由来の *cipA*⁴⁾、フランス・マルセイユ CNSR の Belaich らによって *C. cellulolyticum* 由来の *cipC*⁵⁾、三重大大学の宮・栗冠らによって *C. josui* 由来の *cipA*⁶⁾ から同様のセルロソーム骨格タンパク質遺伝子がクローニングされ、各種の *Clostridium* 属におけるセルロソームの存在が証明された。

そこで本研究では、セルロソーム生産菌であり、中温性嫌気性菌 *Clostridium cellulovorans* の全ゲノムの解読を行い、既に報告されたセルロソーム生産 *Clostridium* 属ゲノムとの比較を行った。

2. 方法

(1) *C. cellulovorans* ゲノムの調製

定法にしたがって *C. cellulovorans* 743B (ATCC 35296) を 37°C で一定時間培養し、ゲノム抽出を行った⁷⁾。

1) 三重大学大学院生物資源学研究所生物圏生命科学専攻 Dept. Life Science, Mie Univ. Grad. Bioresour.

2) 三重大学生命科学研究支援センター バイオインフォマティクス部門 Dept. Bioinforma., Mie Univ. LSRC

3) 三重大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー バイオテクノロジー応用 Lab. Appl. Biotech., Mie Univ. VBL

(2) 塩基配列の決定

ロシュ社製 Genome Sequencer FLX 454./Roche sequencing (GS-FLX version) およびイルミナ社製 Genome Analyzer II and sequencing kit 36-Cycle Run を用いて、塩基配列を決定した。

(3) 塩基配列のアッセンブリ

得られた塩基配列をロシュ社製 GS De Novo Assembler version 1.1.03.24 を用いてアッセンブリを行った。さらに、得られた配列を基に既報の *Clostridium* 属ゲノムを参考にしながら、より精度の高いアッセンブリを行った。

(4) 相同遺伝子の検索

CRITICA (version 1.05b) および Glimmer 2 (version 2.10) を用いて、相同遺伝子の検索を行った。また、最終的に In silico Molecular Cloning Genomic Edition ver. 3.0.26 software を用いて、他種の *Clostridium* ゲノムとの相同遺伝子の解析を行った。

3. 結果

(1) *C. cellulovorans* ゲノムの解析

2種類の次世代シーケンサーを用いて、最終的に 101,749,598 bp およびゲノムの約 20 倍に当たる 381,514 リードの塩基配列領域に集約された。これをさらに 123,892 ペアエンド・シーケンスタグまでアッセンブリし、最終的に 20 個のスキフォールドまで集約された。そこで、全ゲノム配列が決定されていた *Clostridium botulinum* E3 strain Alaska E43 (accession no. NC_010723) を基にして、ゲノム配列を完成させた⁸⁾。

(2) セルロソーム生産 *Clostridium* 属の比較ゲノム解析

植物細胞壁を効率よく分解するには、セルロソームおよびノンセルロソームの両方の酵素成分が必要である。そこで、これまでにゲノム解析が終了しているセルロソーム生産菌 *C. cellulolyticum* および *C. thermocellum* と今回ゲノム解析が完了した *C. cellulovorans* について KEGG パスウェイ解析を行い、代謝に関連する酵素を全て導き、それ以外にゲノム中に含まれるセルロース系バイオマスを分解するのに必要な糖質加水分解酵素と多糖リアーゼの総数を調べた。その結果、*C. cellulovorans* は、セルロソームな糖質加水分解酵素と多糖リアーゼの合計は 29 個と一番少なかったが、ノンセルロソームな糖質加水分解酵

素と多糖リアーゼの合計は 61 個と最も多く、*C. thermocellum* の約 4 倍近くあった。そして、それらの多くがヘミセルラーゼであった (表 1)⁹⁾。

表 1. セルロソーム生産 *Clostridium* 属の比較ゲノム解析

Organism	Genome size (Mb)	No. genes	Cellulosomal GHs+PLs	Noncellulosomal GHs+PLs
<i>C. cellulovorans</i> 743B	5.10	4220	29	61
<i>C. cellulolyticum</i> H10	4.07	3390	47	43
<i>C. thermocellum</i> ATCC 27405	3.84	3191	53	16

GHs: Glycoside hydrolases

PLs: Polysaccharide Lyases

さらにゲノム情報を詳細に比較・検討したところ、*C. cellulovorans* は多種多様な分泌型のノンセルロソームを使ってバイオマスに含まれるヘミセルロースを分解し、内部に埋もれているセルロースを露出させて効率的に分解すると予想された。また、セルロソーム関連遺伝子については、CbpA のようなセルロソームな酵素が 9 つ結合可能な骨格タンパク質以外にも、セルロソームな酵素を 1 つ結合できる HbpA、さらに新規な遺伝子であり、HbpA と同じくセルロソームな酵素が 1 つ結合可能な CbpB、CbpC の合計 4 種類が明らかになった (図 1)。なお、CbpA に関してはバイオマスに応じて他の *Clostridium* 属よりも少ない組み合わせからなるセルロソームな酵素群を構築すると考えられ、これら大小異なるセルロソームを使って露出したセルロースを効率よく分解すると推測された。

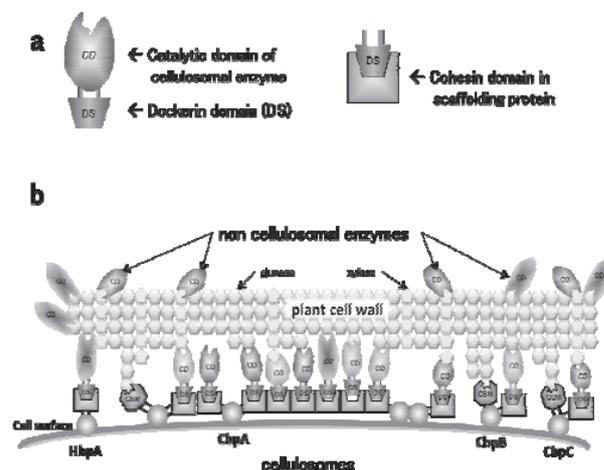


図 1. *C. cellulovorans* セルロソーム構成タンパク質の概要. a: バイオマスに応じて、触媒ドメインを持つセルロソームな酵素を発現する. b: 細胞表層に大小異なる 4 種類のセルロソーム (HbpA, CbpA, CbpB, および CbpC) を発現させ、バイオマスに応じてセルロソーム、ノンセルロソームな酵素を組み合わせることによって糖化の効率を上げると予想される。

(3) セルロソーム生産中温菌 *Clostridium* 属のセルロソーム遺伝子クラスターの比較

セルロソーム生産 *Clostridium* 属のゲノム解析では、中温菌である *C. cellulovorans* に 22kb 以上にもおよぶセルロソームな遺伝子クラスター¹⁰⁾ が発見されており、今回の *C. cellulovorans* ゲノム解析の結果においても同一の遺伝子クラスターがゲノム中に存在していた。また、*C. cellulovorans* と同じ中温菌である *C. cellulolyticum* のゲノム情報も米国エネルギー省 JGI (Joint Genome Institute) によってゲノム情報が解読され、*cipC* を含むセルロソームな遺伝子クラスターが見つかった⁵⁾。さらに、別の中温菌 *Clostridium* 属である *C. josui* にもセルロソームな遺伝子クラスター¹¹⁾ が見つかり、興味深いことに中温菌である *C. acetobutylicum* はセルロソーム生産菌ではないが、偽遺伝子として *cipA* が存在している¹²⁾。これらはいずれも中温菌のセルロソーム生産 *Clostridium* 属に共通して保存された遺伝子クラスターであった (図 2)。このように、セルロソームな酵素の組み合わせを探ることで効率的なバイオマス分解の戦略を導き出せようである。また一方、セルロソーム生産性高温菌である *C. thermocellum* ATCC 27405 は、JGI によってゲノム情報が完全解読されたが、中温菌の *Clostridium* 属に見られるセルロソームな遺伝子クラスターはゲノム中に存在しなかった¹³⁾。

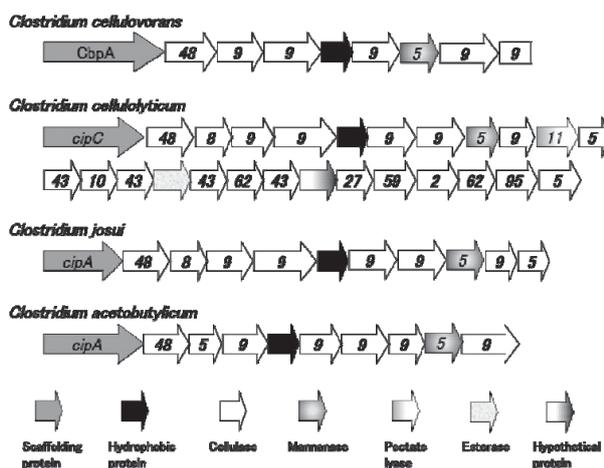


図 2. 中温菌 *Clostridium* 属ゲノム中存在するセルロソーム遺伝子クラスター。矢印内の番号は、CAYz のファミリーナンバーを示す。

4. 考察

ソフトバイオマス、ハードバイオマスに含まれるリグノセルロースには、主にセルロース、ヘミセルロース、リグニンなどから構成されおり、それぞれ約 40%、30%、20%の割合でそれぞれ含まれているが、植物の種類や季節によってその割合は変動する。一般的にソフトバイオマスはハードバイオマスよりもリグニンの含有量が少ないため酵素による反応が促進しやすい。ヘミセルロースはセルロースに比べ様々な種類があるため、ヘミセルロースを糖化するには多種多様なヘミセルラーゼが必要である。ソフトバイオマスを完全分解し、発酵微生物を使ってアルコールや酸などに変換する“バイオリファイナリー”を効率よく行うためには、C6 糖からなるセルロース、C5、C6 糖からなるヘミセルロースをグルコース、ガラクトース、キシロースなどの単糖にまで分解する必要がある。一方、米国エネルギー省 JGI では、2002 年からゲノムの相互作用からエコシステムの変化まで、あらゆるレベルの知識の統合体を構築するという微生物を利用した国内のエネルギー需要に画期的な解決法の開発を目指す GTL (Genomes to Life) プログラム¹⁴⁾に取り組んでおり、ゲノム情報を基にしたバイオリファイナリー研究の競争がますます激化しそうである。

上述のように、リグノセルロース系バイオマスの組成は植物の種類やその部位ごとに千差万別であるが、*C. cellulovorans* は細胞壁多糖の組成を察知し、様々な酵素を組み合わせながらセルロソームを構築することで、さらに多種多様な基質特異性を有するノンセルロソームな酵素と協同してソフトバイオマスを分解していることが、今回のゲノム解析から推察された。そのため、各種バイオマスに対して分泌されるセルロソームやノンセルロソームの構成成分の解析が重要であり、どのようなセルロソームあるいはノンセルロソームが発現しているかを定量的に計測するためのトランスクリプトーム解析やプロテオーム解析が必要である。これらはすべてゲノム情報、すなわち細胞の設計図に直ちに立ち戻ることができるため、各種バイオマスに対して実際にどのようなセルロソームやノンセルロソームの構成成分が必要であるかを *C. cellulovorans* から学ぶことができる。さらに、バイオマス由来の植物細胞壁多糖の分解にセルロソームが必須であることから、再構築の場としてより発現量の多い酵母を用いた細胞表層工学あるいは嫌気性菌発現系を活用した組換え微生物などが必要になると考えられる。また実バイ

オマスに関しては、稲わらなどのソフトバイオマスを炭素源として培養すると菌大量が増大し、直接分解される¹⁵⁾。これらの結果から、*C. cellulovorans*のセルロソームおよびノンセルロソームを詳細に調べることで、ソフトバイオマスを完全糖化する方策を見つけ出すことができると考えられる。さらに、各種バイオマスに適したデザインブルセルロソームを構築することで、最終的にはバイオマス前処理・糖化に微生物そのものを活用する、いわゆる“微生物前処理糖化法”への応用が期待される。

参考文献

- 1) Petre J. et al.: Purification and properties of an endo-beta-1,4-glucanase from *Clostridium thermocellum*. *Biochimie*. 63(7):629-639 (1981).
- 2) Lamed, R. et al.: Characterization of a cellulose-binding, cellulase-containing complex in *Clostridium thermocellum*. *J. Bacteriol.* 156(2):828-836 (1983).
- 3) Shoseyov, O. et al.: Primary sequence analysis of *Clostridium cellulovorans* cellulose binding protein A. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 89(8):3483-3487 (1992).
- 4) Gerngross, U. T. et al.: Sequencing of a *Clostridium thermocellum* gene (*cipA*) encoding the cellulosomal SL-protein reveals an unusual degree of internal homology. *Mol. Microbiol.*, 8(2):325-34 (1993).
- 5) Pagès, S. et al.: Interaction between the endoglucanase CelA and the scaffolding protein CipC of the *Clostridium cellulolyticum* cellulosome. *J. Bacteriol.*, 178(8):2279-2286 (1996).
- 6) Kakiuchi, M. et al.: Cloning and DNA sequencing of the genes encoding *Clostridium josui* scaffolding protein CipA and cellulase CelD and identification of their gene products as major components of the cellulosome. *J. Bacteriol.*, 180(16):4303-4308 (1998).
- 7) Sleat, R., R. A. Mah, and R. Robinson. 1984. Isolation and characterization of an anaerobic, cellulolytic bacterium, *Clostridium cellulovorans* sp. nov. *Appl. Environ. Microbiol.* 48:88-93.
- 8) Tamaru, Y., H. Miyake, K. Kuroda, A. Nakanishi, Y. Kawade, K. Yamamoto, M. Uemura, Y. Fujita, R.H. Doi, M. Ueda. Genome sequence of the cellulosome-producing mesophilic organism *Clostridium cellulovorans* 743B. *J. Bacteriol.* 192(3):901-902 (2010).
- 9) Tamaru, Y., H. Miyake, K. Kuroda, A. Nakanishi, C. Matsushima, K. Yamamoto, R.H. Doi, M. Ueda. Comparison of the cellulosome-producing mesophilic *Clostridium cellulovorans* with other Clostridial genomes. *Microb. Biotechnol.* in press (2010).
- 10) Tamaru, Y. et al.: A large gene cluster for the *Clostridium cellulovorans* cellulosome. *J. Bacteriol.*, 182(20):5906-5910 (2000).
- 11) Nölling, J. et al.: Genome sequence and comparative analysis of the solvent-producing bacterium *Clostridium acetobutylicum*. *J. Bacteriol.*, 183(16):4823-4838 (2001).
- 12) Fujino, T. et al.: Nucleotide sequences of the celB gene encoding endo-1,4-β-β-glucanase-2, ORF1 and ORF2 forming a putative cellulase gene cluster of *Clostridium josui*. *J. Ferment. Bioeng.*, 76(4):243-250 (1993).
- 13) Bayer, E. A. et al.: From cellulosomes to cellulosomes. *Chem Rec.* 8(6):364-377 (2008).
- 14) <http://www.jgi.doe.gov/>
- 15) Tamaru, Y. et al.: Comparative genomics of the mesophilic cellulosome-producing *Clostridium cellulovorans* and its application to biofuel production via consolidated bioprocessing. *Environ. Technol.*, 31(8-9):889-903 (2010).

廃ペットボトルの新規なりサイクル法の開発

Development of Novel Recycling Methodology of PET Waste

久保 雅敬¹、小西 司真²、中野 征孝³
Masataka Kubo, Kazuma Konishi, Seikou Nakano

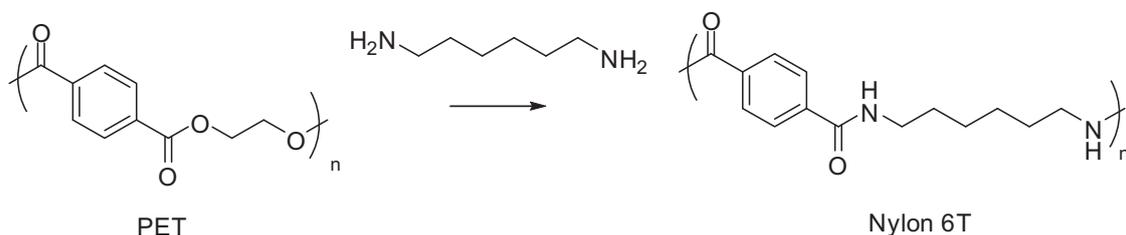
キーワード：PET、リサイクル、アミド交換反応、アラミド

1. はじめに

プラスチックは、日用品から家具・家電、自動車、電子部品材料など、幅広い分野で使用されており、その生産量は年々増加している。それに伴い、大量のプラスチックが製造・廃棄されることになるので、石油資源の枯渇やプラスチック廃棄物による環境汚染などの社会問題が起こってきた。近年になって、プラスチックのリサイクルがその一つの問題解決法として注目されてきている。その代表的なものが、ポリエチレンテレフタレート（PET）である。飲料用容器等に使用されている PET ボトルについては、1997 年 4 月に施行された「容器包装リサイクル法」によって対象事業者（容器製造事業者、容器利用事業者）に再商品化が義務づけられてい

る¹⁾。しかし、PET のリサイクルにおいては、塩ビ製ボトルやキャップ等の異材質との分離、洗浄、ラベルの除去、粉碎、精製洗浄、乾燥等の多くの工程を経てフレーク状の再生 PET 樹脂となり、ペレット化してからポリエステル繊維としてリサイクルされている。すなわち、PET の回収には多くのコストが必要となっている。

そこで、回収後の PET に高付加価値を持たせることができれば、再生プロセスにおけるコストを回収することが可能になる。そのような発想から、中野らは、PET へ付加価値を加えることを目的とし、PET を原料として、より高性能・高機能な樹脂に変換する試みを行った。その結果、PET と脂肪族アミンとの反応から、PET をナイロン 6T へ誘導できることを見出した²⁾。



¹ 三重大学大学院地域イノベーション学研究科
Graduate School of Regional Innovation Studies, Mie University

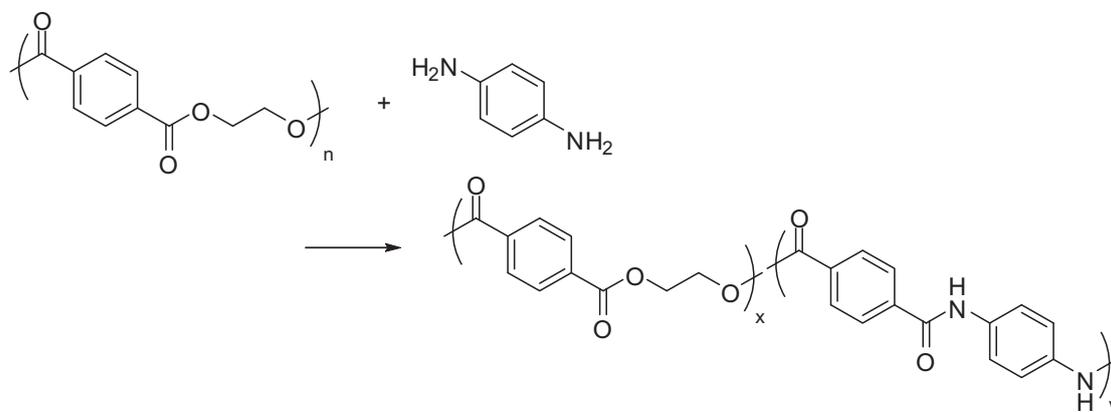
² 三重大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Mie University

³ エムアンドエス研究開発株式会社
M & S Research and Development Co., Inc.

さらに、Kim らは、PET と芳香族ジアミンである *p*-フェニレンジアミン (PDA) から、高性能樹脂であるアラミドへ変換することを検討した^{3,4)}。アラミドは全芳香族ポリアミドの総称である。特に、米国デュポン社によって開発された *p*-フェニレンジアミンとテレフタル酸クロリドとの縮重合によって得られるアラミドはケブラーとして知られている。ケブラーは結晶性のポリマーであり、一般の有機溶媒に溶解せず、耐熱温度が高く熱による成形も困難であるため、硫酸に溶かして成形する。分子構造が剛直で直鎖状の骨格を持ち、周囲のポリマー鎖との芳香環の部分的なスタッキングやアミド基による水素結合を形成するので、鋼鉄の 5 倍の引っ張り強度を有し、耐熱・耐摩擦性に優れる。ケブラーは、このような優れた特性のために、耐火服、耐熱フェルト、タイヤ・ゴム資材、コ

ンクリート補強剤、各種スポーツ用品などの広範囲にわたる製品として利用されている。

本研究では、回収された PET に高付加価値を持たせるという観点から、PET を原料として、高性能樹脂であるアラミドへ誘導する検討を行うことにした。Kim らは、溶媒としてドデシルベンゼンを用い、四酢酸鉛を触媒として用いることで、PET からアラミドへの 59% の転化率を報告している。しかし、反応条件の詳細については十分な検討を行っていない。本報告では、PET からアラミドへの変換反応において、反応溶媒やエステル交換触媒の探索実験を行い、ゲル化を引き起こすことなく、高い転化率を与える反応条件の検討結果をまとめた。また、高い転化率が得られたものについて、赤外吸収スペクトル、熱分析、溶液粘性についても検討した。



2. 結果と考察

2.1 転化率の算出

図 1 及び 2 に、それぞれ、原料の PET 及び市販のアラミドであるポリ(*p*-フェニレンテレフタルアミド) (帝人 TWARON) の IR スペクトル (1800~1400 cm^{-1}) を示した。PET

にはエステルカルボニルに由来する 1710 cm^{-1} のピーク、アラミドにはアミドカルボニルに由来する 1510 cm^{-1} のピークが観測される。PET からアラミドへの転換率 (%) は、これらの特徴的なピークの強度比を利用して、式 (1) によって算出した。

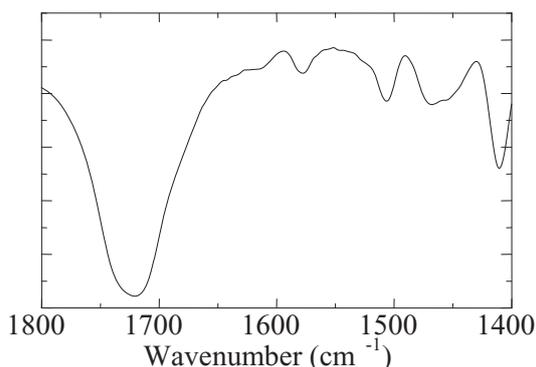


Figure 1. IR spectrum of PET.

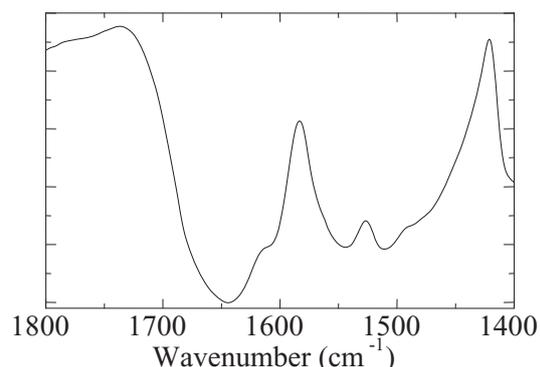


Figure 2. IR spectrum of TWARON.

$$\text{conversion (\%)} = \frac{\lambda_{1510}}{\lambda_{1510} + \lambda_{1710}} \times 100 \quad (1)$$

2.2 大気圧下におけるPETとPDAのアミド化反応

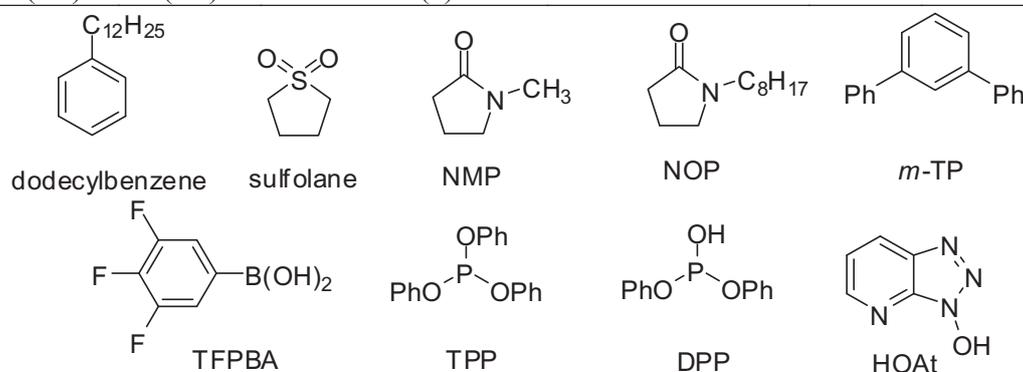
大気圧下におけるPETとPDAの反応結果

を表1にまとめた。転化率は上述したように、赤外吸収スペクトルの特徴的なピークの強度比から算出した。

Table 1. Reaction between PET and PDA at Atmospheric Conditions

run	PET, g (mmol)	PDA, g (mmol)	solvent (mL)	catalyst, mg (mmol)	temp., °C	time, h	conv, (%)
1	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	dodecylbenzene (7)	none	210	8	0
2	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	none	210	15	59
3	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	ZrCl ₄ , 121(0.52)	210	24	85
4	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	Pb(OAc) ₄ , 68 (0.15)	210	21	70
5	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	Sc(OTf) ₃ , 128 (0.26)	210	22	67
6	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	TFPBA, 92 (0.52)	210	41	72
7	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	NiCl ₂ · H ₂ O 120 (0.52)	210	24	75
8	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	DPP, 0.12 (0.52)	210	24	77
9	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	TPP, 0.16 (0.52)	210	24	75
10	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (9)	DMAP 50 (0.52)	210	24	60

11	1.0 (5.2)	0.84 (7.8)	sulfolane (10)	ZrCl ₄ , 121 (0.52)	210	24	84
12	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	NMP (10)	ZrCl ₄ , 121 (0.52)	200	24	83
13	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (10)	ZrCl ₄ , 121 (0.52)	210	72	89
14	1.0 (5.2)	0.62 (5.7)	sulfolane (10)	ZrCl ₄ , 121 (0.52), HOAt 70 (0.52)	210	24	85
15	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	sulfolane (5)	ZrCl ₄ , 121 (0.52)	210	24	85
16	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	<i>m</i> -TP (5g), NOP(1), NMP(3)	ZrCl ₄ , 121 (0.52)	270	30	92
17	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	<i>m</i> -TP (5g), NOP(1), NMP(3)	TFPBA, 92 (0.52)	275	18	91
18	1.0 (5.2)	0.56 (5.2)	<i>m</i> -TP (5g), NOP(1), NMP(3)	TFPBA, 92 (0.52)	270	48	91



触媒を全く添加しない場合、溶媒がドデシルベンゼンの場合には全くアミド化反応が進行しなかったのに対し (run 1)、非プロトン性高極性溶媒であるスルホランを溶媒として用いると、59%の転化率でアミド化反応が進行することがわかった (run 2)。Kim らが触媒として用いた四酢酸鉛を用いた場合、溶媒をスルホランとすることで、70%の転化率が得られた (run 4)。この値は、Kim らの報告値 (59%) に比べて 10%以上向上している。このことから、スルホランの有効性が実証された。また、スルホランの熱分解温度以下である 210 度の反応では、四塩化ジルコニウムが最も効果的な触媒であることがわかった (run 3)。特に、反応時間を 72 時間とすることで、90%近い転化率を達成することがで

きた (run 13)。揮発する PDA のことを考慮し、PDA の仕込量を増やしたり、溶媒をスルホランと同様な非プロトン性極性溶媒である NMP に変えて実験を行ったが、顕著な差は認められなかった (runs 11 and 12)。また、副生するエチレングリコールを系外により排出し、平衡を生成系に片寄せ、アミド化反応を促進する目的で、反応温度を 270 度まで上げて実験を行った。触媒の違いにかかわらず、91%程度の転化率が得られた (runs 16 and 17)。また、反応時間を延ばしても転化率の向上は認められなかった (run 18)

2.3 減圧下における PET と PDA のアミド化反応減圧下におけるアミド化反応の結果を表 2 にまとめた。

Table 2. Reaction between PET and PDA at Reduced Pressure

run	catalyst, mg (mmol)	temp., °C	Pressure, mmHg	time, (h)		conv, (%)
				1st step	2nd step	
19	none	210	300	2	8	65
20	ZrCl ₄ , 120 (0.52)	210	300	2	8	74
21	ZrCl ₄ , 120 (0.52)	210	420	24	6	83

Conditions: PET = 1.0 g (5.2 mmol), PDA = 0.56 g (5.2 mmol), Solvent = sulfolane (9 mL).
1st step: Atmospheric pressure, 2nd step: Reduced pressure

大気圧下でアミド化させた後、反応により生成するエチレングリコールを排出させるため減圧下で反応させた。触媒を添加しない場合の転化率は65%であり、大気圧（窒素気流下）の反応における59%に比べて若干の向上が認められた（run 19）。しかし、触媒として四塩化ジルコニウムを用いた場合、減圧度を変えて実験を行っても、大気圧のときと比べて顕著な差は認められなかった（runs 20 and 21）。

スペクトルを合わせて示している。PETとPDAの反応生成物は、400度に至る前から重量減少が観測されているが、500度における重量減少は約30%であり、PETのそれが60%であることから、耐熱性が向上していることがわかる。これは、ポリマーを構成している結合がエステル結合からアミド結合へ変換することにより、ポリマー鎖間に水素結合が可能になるので、結果として、分子間相互作用が生じたためであると解釈できる。すなわち、エステル結合からアミド結合へ変換することで耐熱性の向上を確認することができた。

2.4 熱的性質 一例として、表2のrun 18（転化率91%）で得られたポリマーのDTA曲線を図3に示す（赤色）。参考のため、原料のPET（緑色）及びTWARON（青色）の

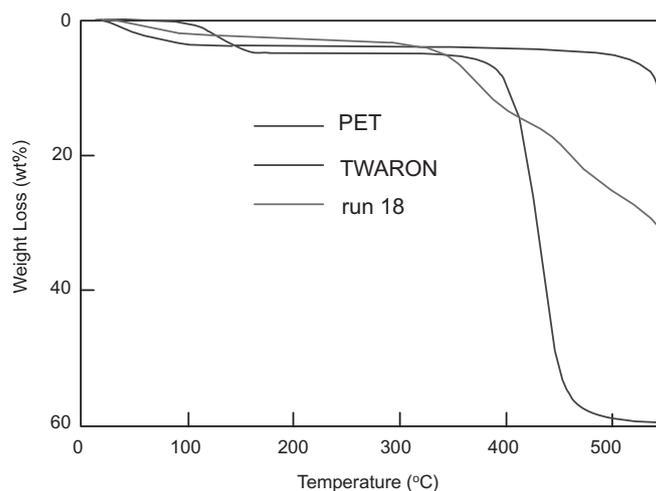


Figure 3. DTA of PET, TWARON, and product obtained from run 18 (Table 2).

2.5 溶液粘性

85%以上の高い転化率が得られたサンプルについて、硫酸溶液の粘度測定を試みた。しかし、いずれの場合も10%硫酸溶液の粘性は低く、紡糸加工できるものではなかった。このことは、最終的に得られた生成物の分子量が低いことに由来するものと考えられる。すなわち、エステル結合からアミド結合への変換過程において、鎖の切断が起こっていることを示唆している。エステル結合からアミド結合への変換反応は、PDAの一方のアミノ基がエステルカルボニル基を攻撃する過程と、次に、PDAのもう片方のアミノ基がテレフタル酸エチレングリコールエステルのカルボニル基を攻撃する過程の二つの段階から構成されている。今回の実験では、後者の過程が円滑に進行せず、結果として、ポリマー鎖の切断が起こっているものと考えられる。従って、後反応として、固相熱反応などを利用することによって、エチレングリコール分子の脱離反応を促進することができれば、鎖を伸長が可能となり、アラミドとしての材料特性が発現するものと考えられる。

3. 結論

ポリエチレンテレフタレート (PET) と p-フェニレンジアミン (PDA) との反応による

アラミド合成反応を検討した。反応溶媒としてスルホランを使用し、種々のエステル交換触媒を用いて実験を行った。触媒として四塩化ジルコニウムを用いることで、ゲル化を引き起こすことなく、90%以上の転化率でエステル結合をアミド結合に変換できることを見出した。また、減圧条件でなくとも、窒素気流下の反応において十分な転化率を達成できることがわかった。今後は固相熱脱離反応などの手法によって、鎖の伸長反応を行うことが材料開発の鍵になるものと思われる。

4. 参考文献

- 1) PET ボトルリサイクル推進協議会. PET ボトルリサイクル年次報告書 2009 年度版
- 2) S. Nakano and T. Kato: A new process for producing polyamide from polyester, *J. Polym. Sci: Part A: Polym. Chem.*, 37:, 1413-1423 (1999)
- 3) Y. Kim, H. D. Roh, and H. C Lee: Conversion of polyester into heat-resistant polyamide by reacting with aromatic diamine compound, *J. Appl. Polym. Sci.*, 91: 2502-2512 (2004)
- 4) Y. Kim and Y. J. Choi: Conversion of polyester into heat-resistant polyamide by reacting with aromatic diamine compound II. semibatch reaction by nitrogen gas sweeping process, *J. Appl. Polym. Sci.*, 94: 2223-2232 (2004)

「熊野市で取り組むウエストメジャーリーグ事業の広域化、 実用化のための実証的研究（ウエストメジャーリーグ in 伊勢）」

The Experimental Study for the Extensive and Practical Use of “the Waist Measure League” in the city of Kumano(Waist Measure League in Ise)

松井 純¹⁾ 富樫健二²⁾ 上井 大輔¹⁾
Matsui Jun¹⁾ Togashi Kenji²⁾ Uei Daisuke¹⁾

1. 研究実施者および共同研究者

- ・三重大学社会連携研究センター
- ・三重大学教育学部
- ・有限会社 石周メッツ
- ・皇學館大学教育学部
- ・熊野市健康・長寿課

2. 研究期間

平成 21 年 11 月～平成 22 年 3 月

3. 研究概要

本研究は以下に書くウエストメジャーリーグを伊勢市内フィットネスクラブにて行い、その有用性を見だし、広域化、実用化を図るための条件を調査研究するものである。11 月下旬に熊野市での取り組みについて勉強会を行い、伊勢市内企業(有)石周メッツ社員への指導を行う。また、ウエストメジャーリーグ実施後は、三重県内のフィットネスクラブ等への広域化について考察し、地域の大学が指導的立場に立って事業運営が可能かどうかを考察する。

(1) 本研究におけるウエストメジャーリーグの実施内容

①目的

- ・参加者が生活習慣病の改善に資する知識を得ること。
- ・参加者が生活習慣病の改善に資する行動を実践すること。

②対象者

- ・20 歳～69 歳の市民で 3 人 1 組のグループか 1～2 人の

個人参加および企業参加

③評価指標と測定方法

- ・体重；全身体脂肪計で計測
- ・体脂肪率；全身体脂肪計で計測
- ・腹囲；メジャーで計測

④プログラム

- ・開会式：2010 年 1 月 24 日：開会式、講演会

腹囲・体重・体脂肪率の測定、参加者に対し、消費カロリー表示型万歩計を配付、プログラムの説明する。BMI25 以上で肥満と判定されている場合、3 ヶ月間で体重の 5%を減少させることを目標とする。体重や生活習慣記録用紙を配付する。支援 E メールとして、期間中 2 回の支援 E メールを送る。

- ・中間測定

腹囲・体重・体脂肪率の測定、運動指導を行う。

- ・閉会式

腹囲・体重・体脂肪率の測定、体重や生活習慣記録を回収する。結果発表・表彰式を行う。

(2) 研究の背景

生活習慣病は、毎日のよくない生活習慣（食べ過ぎ・運動不足・たばこ・アルコールの飲みすぎ・ストレス）の積み重ねによって引き起こされる病気である。代表的な生活習慣病には、脳卒中・心臓病・糖尿病・高脂血症・高血圧があり、特に高脂血症、糖尿病、高血圧の 3 つの症状はサイレントキラー（沈黙の殺人者）とも呼ばれ、自覚症状がでにくいため放置される場合が多く、動脈硬化から脳卒中や心臓病の原因にもなる。予防のためには、

1) 三重大学社会連携研究センター Mie University Social Cooperation Research Center
2) 三重大学教育学部 Mie University Faculty of Education

生活習慣を見直す必要があるが、なかなか取り組めないのが一般的状況である。

4年前から熊野市健康長寿課が単独事業で「ウエストメジャーリーグ」を行っている。このウエストメジャーリーグは生活習慣病予備軍を対象としてダイエットを自主的に行わせるのが狙いである。対象である市民に自主的参加を呼び掛け、3人一組で募集しウエスト周りや体重等の減少を競う。これに先立ち事前に健康調査、食事指導等を行う。

4. 研究の必要性

熊野市で行う2年間は50名、79名と参加者が推移している。熊野市がこの事業に支出する経費も減額され、40万円/年となっていて、対応している職員は保健婦2名である。市としては、経済効果を生まない事業の継続は難しい。そこで、ウエストメジャーリーグ事業を商業化して、社会に根差したサービスとして確立させる必要がある。

5. 研究の新規性

商標「ウエストメジャーリーグ」(指定役務：主催旅行の実施、スポーツ興行の企画、運営または開催、健康診断)登録を2009年6月5日に(株)三重ティエルオーが申請した。これまでに、様々な生活習慣病対策が提案されているが、熊野市で市民対象に3年間行っている実績は特記に値する。また、先に放映された日本医師会による「テレビ健康講座：国民に克つ～運動・食事・地域の医療の充実で、メタボ・糖尿病予防～」でも取り上げられ、高い評価を得た。

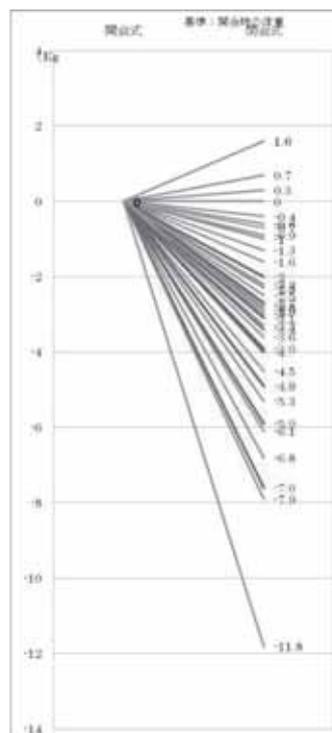
このような取り組みを一地域のみに留めることなく、全県的に、全国的に広域化させるためには、サービスの向上とともに商業的發展を求めなければならない。そこで、本研究は初めての実証的研究であり、「いかに地域の企業が行うか、市民に浸透させるのか」伊勢市をフィールドにして行うものである。

6. 研究結果

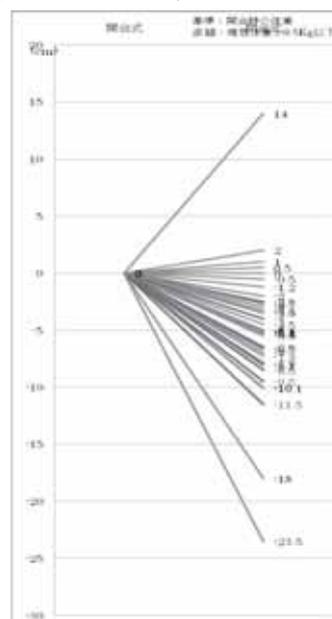
(1) 参加チーム数、参加者数

開会時参加チーム数	20チーム
開会時参加者数	60名
閉会時参加チーム数	15チーム
閉会時参加者数	45名

(2) 体重の変化



(3) ウエストの変化

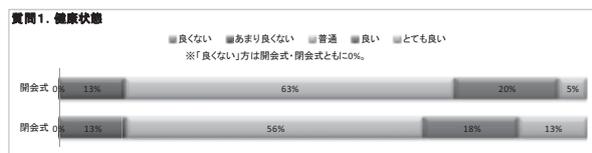


(4) 表彰チームとその内容

表彰名	チーム名	備考	賞品
「足並みを揃えてがんばりま賞」	カレーは飲み物	足並みを乱したメンバーがいるものの トータルの目標体重は好成績であった。	ベリーチョコ おすすめ6種類入りセット
「スリムな体を維持しま賞」	メタロバイバイ	メンバーはみなさん、このままスリムな 体型を維持して下さい。	ベリーチョコ おすすめ6種類入りセット
「リバウンドに気をつけま賞」	脂肪トルマリナーズ	がんばって痩せた分、今後のリバウンド が心配なチームです。	ベリーチョコ おすすめ6種類入りセット
「チームワークの勝利で賞」	SLIM TRJ	個人差をチームワークでカバー。最優秀 チームよりトータル数値は勝っている。	ベリーチョコ おすすめ6種類入りセット
「マイナーリーグ降格で賞」	TEAM iTV	3名のうち2名が太ってしまいました。	ベリーチョコ おすすめ6種類入りセット
最優秀チーム賞	メタポリッカーズ	3名全員が揃ってバランスよく目標体重 に近かった。	骨盤ベルト

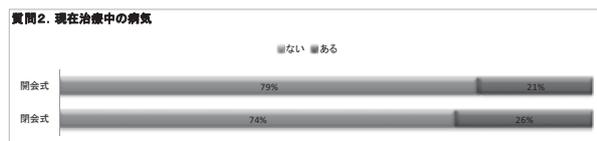
(5) 生活習慣アンケート（開会式・閉会式の比較）

質問1. あなたの健康状態について教えてください



質問1	良くない	あまり良くない	普通	良い	とても良い
開会式	0人 (0%)	7人 (13%)	35人 (63%)	11人 (20%)	3人 (5%)
閉会式	0人 (0%)	5人 (13%)	22人 (56%)	7人 (18%)	5人 (13%)

質問2. 現在治療中の病気はありますか？

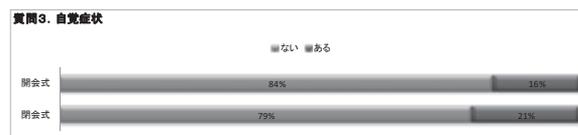


質問2	ない	ある
開会式	44人 (79%)	12人 (21%)
閉会式	29人 (74%)	10人 (26%)

<質問2. 現在治療中の病気の内訳>

- ・開会式；胆石、糖尿病、喘息、バセドー病、高血圧、高脂血症、アトピー性皮膚炎、IgA腎症、高尿酸症、椎間板ヘルニア、痛風、関節炎、慢性腎炎、不整脈
- ・閉会式；胆石、糖尿病、高血圧、高脂血症、アトピー性皮膚炎、igA腎症、椎間板ヘルニア、関節炎、不整脈、花粉症、風邪

質問3. 気になる自覚症状はありますか？



質問3	ない	ある
開会式	46人 (84%)	9人 (16%)
閉会式	31人 (79%)	8人 (21%)

<質問3. 自覚症状の内訳>

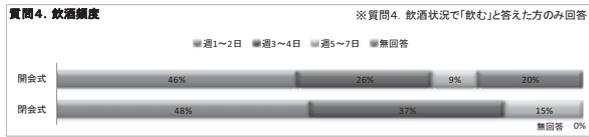
- ・開会式；足が痛い、飲みすぎ、眠気、しびれ痛み、首の痛み、全身の痛み、肩こり、いびき、生理痛
- ・閉会式；眠気、肩こり、血圧が高い、足の指先のしびれ、動悸、脈がとぶ、頭痛、関節が痛む

質問4-1. 飲酒の状況を教えてください



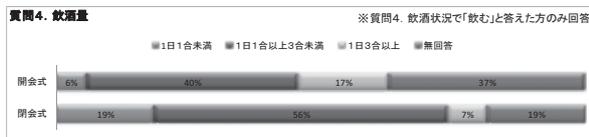
質問4	飲まない	飲む
開会式	21人 (38%)	35人 (63%)
閉会式	12人 (31%)	27人 (69%)

質問4-2. 飲酒頻度（質問4. 飲酒状況で「飲む」と答えた方のみ回答）



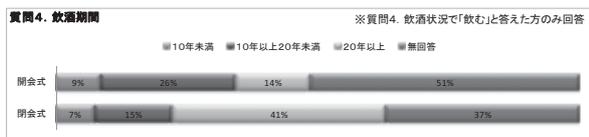
質問4	週1~2日	週3~4日	週5~7日	無回答
開会式	16人 (46%)	9人 (26%)	3人 (9%)	7人 (20%)
閉会式	13人 (48%)	10人 (37%)	4人 (15%)	0人 (0%)

質問4-3. 1日あたりの飲酒量（質問4. 飲酒状況で「飲む」と答えた方のみ回答）



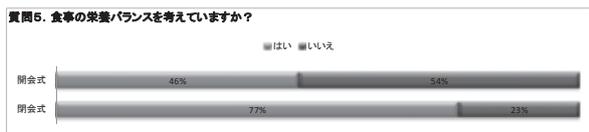
質問4	1日1合未満	1日1合以上3合未満	1日3合以上	無回答
開会式	2人 (6%)	14人 (40%)	6人 (17%)	13人 (37%)
閉会式	5人 (19%)	15人 (56%)	2人 (7%)	5人 (19%)

質問4-4. 飲酒期間（質問4. 飲酒状況で「飲む」と答えた方のみ回答）



質問4	10年未満	10年以上20年未満	20年以上	無回答
開会式	9人 (9%)	9人 (26%)	5人 (14%)	18人 (51%)
閉会式	2人 (7%)	4人 (15%)	11人 (41%)	10人 (37%)

質問5. 食事の栄養バランスを考えていますか？



質問5	はい	いいえ
開会式	26人 (46%)	30人 (54%)
閉会式	30人 (77%)	9人 (23%)

質問6. 緑黄色野菜を使った料理を1日に2回以上食べていますか？



質問6	はい	いいえ
開会式	19人 (34%)	37人 (66%)
閉会式	17人 (44%)	22人 (56%)

質問7. 果物をよく食べていますか？（みかんなら1日2個、りんごなら1個程度）



質問7	はい	いいえ
開会式	23人 (41%)	33人 (59%)
閉会式	7人 (18%)	32人 (82%)

質問8. 食事は10分以内に食べ終わりますか？



質問8	はい	いいえ
開会式	32人 (57%)	24人 (43%)
閉会式	20人 (51%)	19人 (49%)

質問9. 間食や夜食をよく摂りますか？



質問9	はい	いいえ
開会式	35人 (63%)	21人 (38%)
閉会式	12人 (31%)	27人 (69%)

質問10. 夕食は就寝3時間前までに終わらせますか？



質問10	はい	いいえ
開会式	19人 (34%)	37人 (66%)
閉会式	19人 (49%)	20人 (51%)

質問11. お菓子、スナック菓子等をよく食べますか？（1日に2種以上）



質問11	はい	いいえ
開会式	23人 (41%)	33人 (59%)
閉会式	7人 (20%)	28人 (80%)

質問12. ジュース、清涼飲料水、缶コーヒー、栄養ドリンクをよく飲みますか？（1日2本以上）



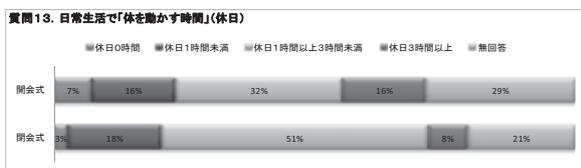
質問12	はい	いいえ
開会式	28人 (50%)	28人 (50%)
閉会式	15人 (43%)	20人 (57%)

質問13. 日常生活で「普通に体を動かさず※」時間がどれくらいありますか？

※家事をする、庭いじりをする、歩く、自転車に乗るなど、スポーツをするは除く



項目	平日0時間	平日1時間未満	平日1時間以上3時間未満	平日3時間以上	無回答
開会式	3人 (5%)	23人 (41%)	18人 (32%)	8人 (14%)	4人 (7%)
閉会式	1人 (3%)	18人 (46%)	9人 (23%)	6人 (15%)	5人 (13%)



項目	休日0時間	休日1時間未満	休日1時間以上3時間未満	休日3時間以上	無回答
開会式	4人 (7%)	9人 (16%)	18人 (32%)	9人 (16%)	16人 (29%)
閉会式	1人 (3%)	7人 (18%)	20人 (51%)	3人 (8%)	8人 (21%)

質問14. 日頃から運動やスポーツをしていますか？



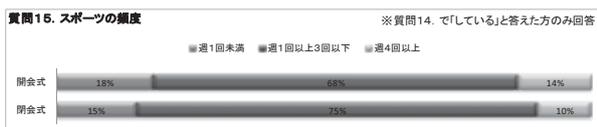
項目	していない	している
開会式	33人 (60%)	22人 (40%)
閉会式	15人 (43%)	20人 (57%)

※質問14.で「している」を選んだ方のみ回答。スポーツの種類()内は人数。

質問15-1. どのような運動。スポーツですか？

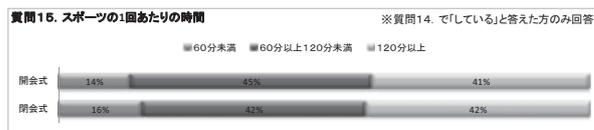
- ・開会時；バスケット(2)、ウォーキング(3)、水中ウォーキング(1)、ゴルフ(4)、バドミントン(2)、テニス(4)、ソフトボール(1)、フットサル(1)、マラソン(2)、筋トレ(1)、サイクリング(1)、パレーボール(2)、フラメンコ(1)
- ・閉会時；ウォーキング(3)、水中ウォーキング(3)、ゴルフ(4)、バドミントン(2)、テニス(4)、ソフトボール(1)、マラソン(2)、山登り(1)、野球(3)、筋トレ(1)、ジム(1)

質問15-2. 週に何回程度していますか？



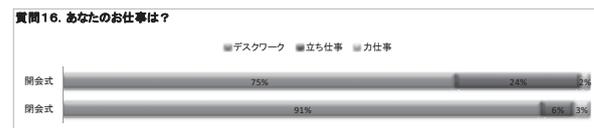
項目	週1回未満	週1回以上3回以下	週4回以上
開会式	4人 (18%)	15人 (68%)	3人 (14%)
閉会式	3人 (15%)	15人 (75%)	2人 (10%)

質問15-3. 平均した1回あたりの実施時間はどのくらいですか？



項目	60分未満	60分以上120分未満	120分以上
開会式	3人 (14%)	10人 (45%)	9人 (41%)
閉会式	3人 (16%)	8人 (42%)	8人 (42%)

質問16. あなたのお仕事について教えてください



項目	デスクワーク	立ち仕事	力仕事
開会式	41人 (75%)	13人 (24%)	1人 (2%)
閉会式	30人 (91%)	2人 (6%)	1人 (3%)

(6) 満足度調査アンケート

質問事項	集計
質問1. ウェストメジャーリーグに参加されて、どのように感じられましたか？(複数回答可)	
健康や運動に対する意識が変化した。	30
食生活が変わったと感じている。	25
運動の習慣が身に着いた。	13
病気や自覚症状が改善したと思う。	3
その他	3
質問2. 今後このような事業があれば参加してみたいと思われますか？	
YES	39
NO	0
質問3. 質問2でNOと回答された方に質問します。本事業がどのように改善されれば参加されますか？	回答なし
質問4. 民間スポーツクラブを過去に利用されたことはありますか？	
YES	23
NO	16
質問5. 民間スポーツクラブでの開会式や閉会式の開催について、どのように感じますか？その理由も合わせてご回答ください。	
良かった	30
良くなかった	1
未記入	8
質問1 その他	
○時間なく、はずかしい	
○やせるきっかけになった	
○とても良いので、これに旅行を組み合わせたスピリチュアルダイエットツアーをしてください!	
質問5 良かった ()内は回答数を表す	
○運動する機会が増えた	
○ジムを体験できて良かった(4)	
○地域密着で、良いコミュニケーションがとれたと思う。	
○きれいでスタッフの対応もすばらしく気持ちいい(2)	
○運動しなければという気になる(3)	
○施設の設備が整っている	
○きっかけとして良いと思う	
○知らない世界を知った	
○モチベーションが上がりました。	
○民間の施設の方がリラックス出来る良い	
○知識がふえた(2)	
○雰囲気ややる気にさせる(3)	
○スポーツクラブが身近に感じられた	
質問5 良くなかった	
○時間が長い(あいさつ等)	

(7) 事業者向けアンケート結果

・アンケート回答人数...5人

(内訳：管理職・1人、管理職 兼 スタッフ・1人、スタッフ・3人)

質問1. 普段のクラブ会員と比較して、ウェストメジャーリーグにはどのような特徴の方が参加されていましたか？全体的な傾向と、もし気になった参加者がいる場合は、その方の特徴も合わせてお書きください。

全体的な傾向

・定期的な運動習慣、もしくは食事制限などの必要性を感じている方が中心。

・これを機に取り組んでみたいという意識を持った人が大半。しかしクラブ会員に比し、運動に対する取り組み姿勢は受け身的な印象。

・全体的に BMI 値が標準より高く、筋肉量が少ない方が多かった。開会式等で座った姿勢を見ると身体の柔軟性に欠しく、普段の運動量は少なく、代謝等も改善する必要があると思った。

・夜遅い時間に食事をされる方や、お酒をよく飲む方が多く、腹まわりに脂肪がついている方（ウェスト 85cm オーバーの方）が多かった。

気になった参加者の特徴

・イベントとして考えている人は、気合いが入りすぎている傾向あり。→リバウンドの見込み大。

・「自分のカラダを何とかしないと…」という人は、継続しないといけないという意識傾向が強い。

・運動を始めた場合、膝等に関節障害を発症する可能性の高い方がいた。

質問 2. 今回のウェストメジャーリーグ参加者の年齢層は適切だと思いますか？

YES・5 人 NO・0 人

YES の理由

・本来メタボ対策が必要な年齢層が中心（30～50 歳）
・仕事も忙しく、運動する時間がないけど、「仲間が居れば！！」という気持ちと、「楽しく」という余裕があるのは、この年齢層。「年齢別」でも楽しいと思う。

・生活改善するのに適当な年齢。

質問 3. スタッフとして参加者に接した際、彼らの表情はどうでしたか？開会式から閉会式までの変化など、何かお気づきになった点がありましたら教えてください。

・継続ができない人は逆にプレッシャーになっていた様子。

・女性は表彰されることが目的でなく「痩身できたかどうか」が本音。その運動習慣を維持するために、クラブ入会する傾向は男性より強かった。

・開会式から閉会式までの期間中、体重を落とす事だけに意識がいきってしまい、食事コントロール（無理な食事制限）をされていた方が多く、辛い表情をしていた。定期的な運動を継続された方は、達成感と自信に満ちた表

情をしていた。

・チームの結束力が強い所は結果がでていたし、みんなやる気があり、元気がよかった。

質問 4. 参加者への連絡、受付、開会式、中間測定、最終測定、閉会式など、事業の運営にあたって困ったこと、もしくは今後の皆さまのお仕事に役に立ったことなどがございましたらご記入ください。

『参加者への連絡』について

・参加者への連絡が取りにくいことが課題。（全回答者の意見一致）

・参加者への連絡方法や接点をより具体的にできるような「仕組み作り」の重要性を感じた。結果的に脱落者を減らすことに繋がると思われる。

・携帯メールを利用してはどうか？

・連絡することが逆にプレッシャーにもなる様子だった。

『受付、開会式、中間測定、最終測定、閉会式』について

・測定が混雑してしまった。

・最終測定から閉会式までの時間が短く、集計が大変だった。

・開会式、閉会式は時間が早く参加できなかった方が多くみえた

『お仕事に役に立ったこと』について

・運動や食事に対し、一般の方とクラブ会員の意識の違いがあることがわかった一方、クラブ会員でも自分なりの取り組み方法で結果が出ないことで悩みを抱えている実態がわかり、スタッフも日々の接客を見直すいい機会となった。

質問 5. 今回は三重大学の研究という形で事業を進めました。今後ビジネスとして考えた場合、貴社で取り組む価値はあると思われますか？

YES・5 人 NO・0 人

YES の理由

・当初は新規会員獲得のためのツールとして考えていたが、既存会員向けのサービス（有料&無料）として取り組んでいく価値も大きいと思われる。

・食事の重要性、運動の重要性をもっと深く理解してもらい、10年後の自身の QOL を上げる「動機づけ」として取り組めれば良い。

・施設側も、もっと発信していかなければならない。（実

際、会員様の中でも同じ悩みを抱えている方も多い)

・きっかけ作り+教室として一緒にがんばる仲間を作ってあげて成果をだしてあげることで満足が得られると考える。ビジネスとしてなら有料で価値のある値段をつけてやる必要がある。

・1人ではなくチームでダイエットに取り組むことができるので継続につながって参加者のためにもなると思います。

質問6. ウェストメジャーリーグ事業の一連の活動にご協力いただき、誠にありがとうございました。終了後の感想をいただければ幸いです。

・メジャーリーグの取組みは広い意味で業界に興味を示す顧客層を発掘するにはうってつけの企画であり、アイデア次第では今後の拡がりを感じた。

・即、クラブ運営上増収につながるわけではないものの、「健康」というテーマは永遠に続くものであり、顧客へのアプローチ方法の一つとしてより深く研究し、チャレンジしていく価値があるのではないかと感じている。

・「健康」への取り組みは、需要は高まる一方。ただ、「ポッコリお腹」だけを気にする方が多く、メタボリックシンドロームの「本当の恐さ」を理解していかないと、継続して行うのは難しい。

・食事だけでコントロールした方が多く運動をしながらダイエットをすることができたら最高だと思う。

・日頃の意識の変化がとてもみられました。(少しでも歩こう、間食をへらそう、など)

質問7. その他、ご意見・ご質問がございましたらお書きください。

・今後も新たな取り組みがあればチャレンジしたい。引き続きご指導よろしくごお願い申し上げます。

・年齢別で行うのも一つの方法だと思います。年齢により、代謝量・体力等の差があり、強度の低い運動でも、キツく感じてしまい継続が難しくなってしまうと思う。それらをふまえて取り組む段階を変えていく必要があるが、「動機づけ」になると思う。

・ウェストメジャーリーグといういいネーミングをぜひ全国のみんなで取り組んでいけるような企画にして欲しい。

・市町村・県の単位で取り組めたら good!

質問8. あなたの職務について教えてください。

管理職・・・1人

管理職兼スタッフ・・・1人

スタッフ・・・3人

7. 結果考察と今後の展開

(1) 糖尿病患者の流れ

一般的に糖尿病と診断された後、放置あるいは治療中断者はかなりの高い頻度で、失明、透析、切断にいたる。予防も含め、軽度糖尿病の状態から健常に戻すためには、食事療法に加えて運動療法が必須である。

このような状況下で特に熊野市においては、特に糖尿病患者が多く対応が急がれている。その中で健康長寿課が7年前からチームダイエットに取り組み、2007年度から「ウェストメジャーリーグ」を行っている。

本研究は、熊野市にて行政主体で行われているウェストメジャーリーグを伊勢市内フィットネスクラブにて行い、その有用性を見だし、広域化、実用化を図るための条件を調査研究した。

まず、熊野市での取り組みについて勉強会を行い、伊勢市内企業(有)石周メッツと協議しよりよい形を企画した。

運営主体は(有)石周メッツが行った。開会時の20チーム60名参加から、閉会時の15チーム45名まで3分の2に減ったが、大半の参加者が体重の変化、ウェストの変化共に減少傾向になった。かなり、ダイエット効果が現れたとみて良い。しかし、生活習慣の改善等のアンケート調査から分かったことは、運動習慣による体重減少ではなく、食事制限による効果であることが強く現れている。食事の栄養バランスや、早さおよび間食・夜食の頻度に関しては、改善されたことは評価できる。

また、閉会後の満足度調査では、民間スポーツクラブで行った事業として「良かった」との答えが3分の2を越え、民間スポーツクラブでの実施の可能性を確認できた。

加えて、運営主体である(有)石周メッツの管理職以下4名へのアンケートでは、多くの課題が提示された。「イベントとして考える参加者は気合いが入りすぎている」「体重が重く、運動習慣のない参加者への配慮が必要である」「定期的な運動なしに体重を落とすことだけを意識している」「ビジネスで行うのなら、年齢別で行うなど

の価値を創出できる条件を整える必要がある」など、様々な角度から事業を検証して、スポーツクラブとして会員サービスとの兼ね合いも考えた形で進める必要がある。

(2) 地域の大学が指導的立場に立って事業運営が可能か

以下の5つの課題が示された。

「糖尿病等の生活習慣病予備軍への対応となると思うが、さらに付加価値を見いだせる工夫あるいは説得力が必要である。」「広報による参加者勧誘は可能である。これは企業への働きかけが大きい、チラシのみでは難しい事が分かった。」「有料化できるまでのサービスとなるためには、上記同様、入り口となるが説得力が必要と思われる。」「事業体での継続は可能であるが、広報の仕方を考える必要がある。」「地域の大学として、健康増進プログラムの開発等、専門分野の導入が必要である。」

今回の研究では、伊勢市にある皇學館大学教育学部との連携も行われた。地元大学と三重大学が連携することによるメリットを活用していく方向も示された。また、皇學館大学教育学部は伊勢市からの委託による研究で、市内ウォーキングトレイルの開発に関わっていて、スポーツクラブでの事業の拡大にも繋がる可能性も示唆された。

(3) ウェストメジャーリーグの発展型健康増進プログラムの創出

2010年度三重県メディカルバレー構想における「みえメディカル研究会」において「健康増進プログラム研究会（主査：三重大学教育学部教授 富樫 健二）」を立ち上げる。例えば、特定保健指導（平成20年4月から、「高齢者の医療の確保に関する法律」より、医療保険者は、メタボリックシンドローム（内臓脂肪型肥満）の早期発見を目的とした健康診査（特定健康診査）を行い、健康診査でメタボリックシンドローム、あるいはその予備軍とされた人に対して、保健指導（特定保健指導）の実施を義務付けられた）を受けた人を中心にして病態改善のための運動療法のあり方を見出したい。

理想的には、次図のような疾病に対する健康増進プログラムを作り、個への対応を深めていくことにより、新たな顧客を掘り起こすと共に予防にも取り組み、生活習慣の改善を図る。



8. 参考資料

- ・伊勢市内に配付したチラシ



(本研究は、2009年度三重県健康福祉部薬務食品室が行う「みえメディカルバレープロジェクト」に伴う委託研究として行った)

限界集落における獣害及び獣害対策の調査研究

Investigation research on animal attack and preventive measures by wildlife in marginal village

山本好男¹⁾ 児玉守広²⁾ 田邊博明²⁾ 池端紀行²⁾

Yoshio Yamamoto¹⁾ Morihiro Kodama²⁾ Hiroaki Tanabe²⁾ Noriyuki Ikehata²⁾

キーワード；限界集落、野生鳥獣、獣害、獣害対策

1. はじめに

野生鳥獣による穀類や果樹野菜等の被害いわゆる獣害は国内各地で発生しており、三重県下においても深刻な問題となっている¹⁻⁵⁾。なかでも中山間地域では、過疎化、高齢化による耕作放棄値の増加や里山の荒廃により野生鳥獣の住処が増加、餌が容易に得られる人里まで下りてきて稲、野菜、果実等を食べるなど、日常的な被害が引き起こされ、経済的、精神的並びに環境的にも多くの被害がもたらされている。

国が「鳥獣による農林水産業に係る被害防止のための特別措置に関する法律」を施行したことにともない、各府県では野生鳥獣被害対策の実施に向けた基本的な方策が定められ、被害の防止、低減化が図られている。各府県あるいは市町村における基本的な考え方としては、野生鳥獣による農林水産業や自然に対する被害を防止するため、集落環境対策、予防対策、捕獲対策を地域の状況に応じて、具体的な目標に基づき総合的、複合的に実施すること、さらに捕獲した獣肉を地域の資源として有効利用する獣肉活用対策をくわえた被害対策などが推進され、有害獣と戦う集落の実現が図られている⁶⁾。対策が図れる地域では獣害、獣害対策がすすめられている⁷⁻⁹⁾が、高齢化、過疎化の進行している集落においては獣害対策の推進も困難な地域も

みられ、獣による被害が増加し、ますます過疎化に拍車をかけていることが推察される。

本研究は、高齢化、過疎化により獣害対策の推進等が困難な限界集落を対象にして、被害の実態、対策などを明らかにし、今後の獣害の防止策、害獣から農業生産等を保護する方策を検討することを目的に聞き取り調査を行ない、集計を行ったので報告する。

獣害の実態調査方法

1) 対象事業モデル地区の選定及び実態調査地

獣害の実態調査の対象地を既存の資料、現地調査・ヒアリング調査などから、多気郡大台町（上三瀬地区及び大杉谷地区）及び度会郡大紀町（藤地区、長者野地区、金輪地区）を選定し調査を行っている。

今回、これらの中から、限界集落の一つである大杉谷地区（岩井、桧原、久豆、若山、大杉の5自治区）を対象を選び、調査台帳をもとに各戸を訪問し、獣害、獣害対策の実態について聞き取り調査を行った。大台町の統計資料¹⁰⁾（平成20年4月1日）によると、この地区の世帯数は169戸、329人（男145人、女184人）である。

¹ 三重大学社会連携研究センター Iga Res. Inst., Mie University Social Cooperation Research Center

² 中部電力株式会社本店立地部地域連携グループ CHUBU Electric Power Co., Inc

結果

大杉谷地区における獣害及び獣害対策の実態に関する聞き取り調査は、128戸から回答が得られた。統計資料の戸数との間に隔たりがみられるが、長期入院、物故、転出等による空き家が多くあったことに関係している。

1. 対象地区、農業の形態などについて

大杉谷地区においては、大部分が非農家で、年齢構成も高年層特に70歳、80歳代（20歳から94歳）が圧倒的に多く、高齢者の独居世帯が多くみられることが特徴的であった（図1）。経営の現状では、専業農家0件、兼業農家1件、林業1件、自給的農家ほか50件であった。営農形態では、水稲1件、野菜6件、家庭菜園72件、果樹、家庭果樹園20、花卉4件、その他は7件であった。この集落では大部分が家庭菜園で野菜や果樹を栽培している。さらに、休耕地を有しているのは5件で、農業後継者は8件であった（図2）。

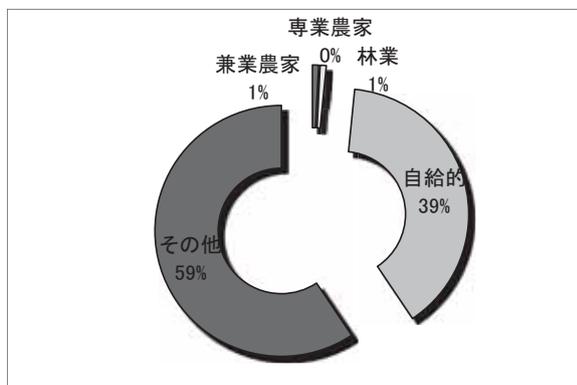


図1 大杉谷地区の農業経営

2. 被害と対策の状況について

1) 獣害については、獣害を経験した96件であった。

2) その獣の種類は、サル87件、シカ92件、イノシシ38件、鳥類5件、タヌキ1件、その他4であった（図3）。

3) 被害の内容については、食害が最も多く

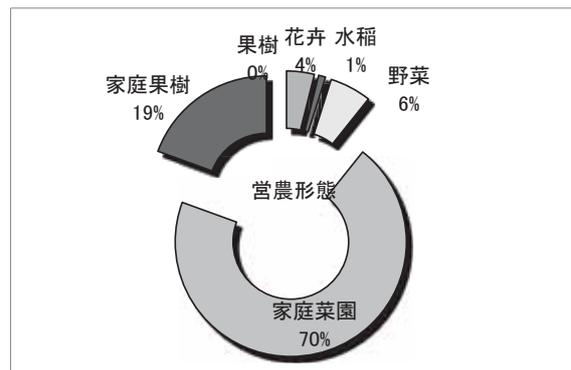


図2 営農形態

91件、果樹・花木の損壊31件、表土荒らし10件、畦畔の崩壊1件、用排水路の破壊0件、その他1件であった（図4）。

4) 最も被害が大きかったと認識している獣種は、サル64件、シカ40件、イノシシ6件、鳥類0件、その他0件であった。

また、獣害発生の原因で考えられることは、獣の数そのものが増えた29件、獣が農作物の味を覚えたから35件、猟師の数が減ったから14件、集落内に耕作放棄地が増えたから0件、その他66件であった。その他では、多くが伐採や人工林にしたことで山にエサがなくなったことを挙げていた。

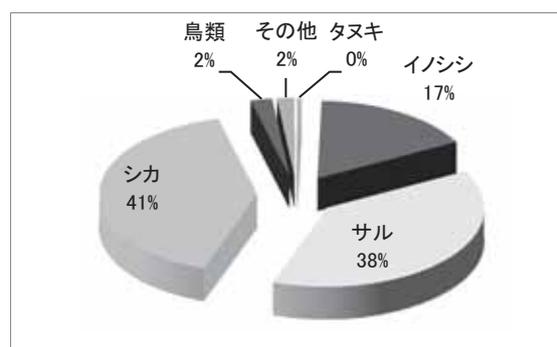


図3 被害を受けた獣の種類

3. 対策の状況について

1) 獣害対策を行っているものは91件、獣害対策を行っていないものは14件、その他1件であった。

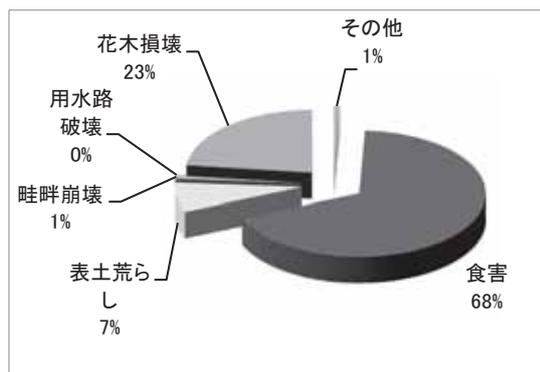


図4 被害の内容

2) 対策の方法については、ネット71件、金網（フェンス）34件、トタン板4件、有刺鉄線3件、電気柵2件、檻で駆除2件、銃で駆除2件、縄わな、くくりわなで駆除2件、ワイヤーメッシュ1件、獣の餌となるものを除去1件、農地周辺で見回り1件、動物が嫌うものをおく1件、獣の通り道を人や犬が歩く1件、除草、木の伐採で視界改善0件、ビニールシート0件、防風ネット0件であった。

3) 個人でできる対策については、ネット63件、金網（フェンス）21件、電気柵1件、ワイヤーメッシュ1件、トタン板5件、除草、木の伐採で視界改善5件、縄わな、くくりわなで駆除4件、獣の餌となるものを除去4件、防風ネット4件、有刺鉄線3件、農地周辺で見回り2件、銃で駆除2件、檻で駆除2件、獣の通り道を人や犬が歩く1件、ビニールシート0件、動物が嫌うものをおく0件であった。

4) 複数人で協力して行う獣害対策については、ネット24件、金網（フェンス）6件、縄わな、くくりわなで駆除5件、銃で駆除3件、檻で駆除2件、有刺鉄線1件、動物が嫌うものをおく1件、獣の通り道を人や犬が歩く1件であり、ワイヤーメッシュ、電気柵、農地周辺で見回り、トタン板、除草、木の伐採で視界改善、獣の餌となるものを除去、ビニールシート、防風ネット等での対策は各0件であった。

4. 獣害対策の効果について

実施した対策とその獣害防止効果で最も効果の見られたものは、ネット24件、金網（フェンス）6件、縄わな、くくりわなで駆除5件、銃で駆除3件、檻で駆除2件、動物が嫌うものをおく1件、有刺鉄線1件であり、その他、電気柵、ワイヤーメッシュ、トタン板、除草、木の伐採で視界改善、獣の餌となるものを除去、防風ネット、ビニールシート、農地周辺で見回り、獣の通り道を人や犬が歩くはいずれも0件であった。

5. 個人で実施した対策の問題点について

個人で実施した対策の問題点については、費用がかかる62件、労力がかかる60件、防止効果が低い6件、景観を害する2件、適切な方法がわからない3件、その他8件であった。

6. 今後の獣害対策に対する農家の意向について

6-1) 集団化に対する意識について（択一）は、個人でできる範囲で取り組みたい60件、周りの農家に呼びかけて複数の農家で協力して取り組みたい9件、周りの農家が呼びかけてくれればそれに参加したい4件、非農家も含めて周りが呼びかけてくれればそれに参加したい3件、非農家を含めて周りに呼びかけて集落ぐるみで取り組みたい2件、わからない6件、実施は考えていない4件、その他0件であった。

6-2) 行政機関への要望・最も望むこと（択一）については、資金や資材の援助32件、積極的駆除22件、情報提供3件、設置後の維持管理3件、法律改正への働きかけ2件、棚の設置代行2件、補償制度2件、その他31件であった。

7. 農業との関わりについて

農家でない方、家庭菜園程度の方についての質問では、以前農業に従事していた21件、時々

実家の農作業を手伝う 4 件、親戚あるいは友人が農家で時々手伝う 1 件、貸し農園などを利用している 1 件、棚田オーナー制度などの農業体験あり 0 件であった。

8. 獣害についての意見

地域の農業と住民の暮らしを守ることは大切だから関心が有る 30 件、地域住民の暮らしの安全を守ることは大切だから関心が有る 28 件、地域の農業を守ることは大切だから関心が有る 12 件、獣害に特に関心はない 12 件、わからない 3 件、その他は 1 件であった (図 5)。

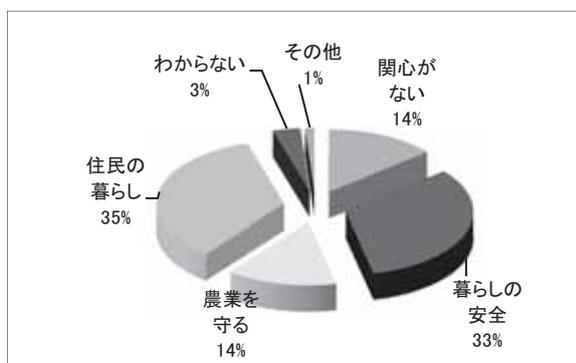


図 5 獣害についての関心

9. 獣害対策についての意見

獣害対策については、農家自身が解決を図るべき 34 件、地域全体で解決を図るべき 24 件、行政が解決を図るべき 23 件、特に対策を講じなくてもよい 5 件、わからない 5 件、その他は 2 件であった。

10. 実践できそうな獣害対策について (複数可, 図 6)。

実践できそうな獣害対策については、野外でゴミを捨てない 57 件、野生動物を見かけても餌を与えない 45 件、動物の住処となりやすい休耕地や河川沿いの草刈りを手伝う 11 件、防止柵の設置作業などの力仕事を手伝う 10 件、ボランティアとして野生動物追払い隊に参加する 8 件、

犬の散歩コースを有害獣のよく出る場所に変え犬の臭いを残す 3 件、いずれの案にも協力できない 1 件、その他 9 件であった。

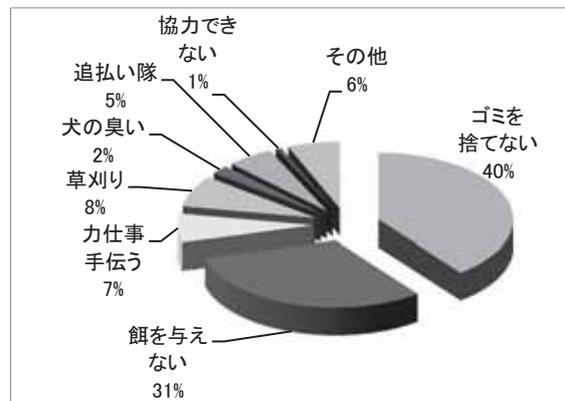


図 6 実践できそうな獣害対策

考 察

獣害問題を調査した集落は年齢 65 歳以上の高齢者が半数を超える集落で、聞き取り調査の回答者も年齢は 20 歳から 94 歳 (平均 76 歳) であった。年齢構成も高年層特に 70 歳、80 歳代の独居世帯が多くみられることが特徴的な集落であり、自給的農家として家庭菜園や果樹、家庭果樹園をもつものが多い。また、地形的にも山間の傾斜地に集落が散在するような場所でサルやシカによる食害被害を多くが経験している。

獣害発生の原因で考えられることは、獣の数そのものが増えた、獣が農作物の味を覚えたから、猟師の数が減ったから等と答えるものが多く、栄養価の高い農作物を食べて繁殖率も良くなり、猟師の数が減って捕獲数も減少し、ますます個体数の増加につながっていることが指摘されている。さらに、この集落の住民の多くが山の木の伐採や人工林にしたことで山にエサがなくなり、里に下りてきたことを挙げていた。この集落に見られる対策は、ネットや金網 (フェンス) で家庭菜園や圃場を囲い込んで獣が中に入らないようにしているものが多く、ほとんどが個人で対策を立てている。この集落に

おける対策は高年齢化していることから複数人が協力して行う作業なかでも防護柵の設置等体力・労働力を必要とするような作業に参加するのは困難であり、また住民の年齢は年々上がり、集落としての共同作業等もますます困難になるであろう。さらに、耕作地や山林管理も放棄され、その結果災害の危険性が高まり、サルやシカの世界となり獣害も増え、何の収穫物も得られないような状況がおこり、集落が消えて行きかねない。獣害対策のみならず集落自身の維持策を検討していくことも必要であろう。

この集落では、獣害を防止する対策としてネットの効果が高いことがあげられており、縄わなやくくりわなで駆除、銃や檻により捕獲・駆除も効果があることが挙げられている。したがって、各人の菜園等については、徹底した囲い込みを行うことで獣害を防止し、捕獲駆除による個体数の減少を図ることが獣害を低減化することに効果のある方法として推奨される。

また、対策を個人で行うと費用がかかる、労力がかかるとの意見が多いが、今後の獣害対策に対する意向については個人でできる範囲で取り組みたいというものが圧倒的に多くこの地区の特徴があらわれている。他の地域の集計では周りの家に呼びかけて複数で協力して取り組むとか、周りに呼びかけて集落ぐるみで取り組むという項目が多く見受けられるが、高齢で独居が多く、収入も年金等に限られていることから出費をとまなうような対策は困難である。そこで行政機関への要望として資金や資材の援助、積極的駆除が挙げられているのは妥当といえよう。行政機関も集落が消える前に種々の対策を講じることを検討する必要がある。

獣害対策に対して、大杉谷地区住民は地域の農業と住民の暮らしの安全を守るために必要であり、個人／農家自身が解決を図り、実践できそうな獣害対策については、野外でゴミを捨て

ない、野生動物を見かけても餌を与えないと身近でいつでも誰でも取り組めるところから取り組んでいくことを挙げていた。

まとめ

獣害および獣害対策に関する調査をおこなった。大杉谷地区における被害を及ぼした獣はサル、シカ、イノシシで、被害は、サル、シカ、イノシシによる食害、表土荒らし、サル、シカによる果樹・花木の損壊などであった。獣害の発生の原因は、獣の数そのものが増えた、獣が農作物の味を覚えたが多い結果であったが、その他では住民の多くが伐採や人工林にしたことで山にエサがなくなったことを挙げている。

これに対する対策として、ネット、金網（フェンス）で囲い込む方法の他、わな、檻、銃などで駆除する方法などの方法がとられている。さらに、この地区では高齢者の独居が多く、農業というよりそれぞれが家庭菜園を維持している場合が多く、獣による被害は住民の日常生活に大きく影響することから早急に効果的な防止策を検討する必要がある。

謝辞

本研究の遂行にあたり、大台町大杉出張所の寺添幸男所長をはじめ、出張所員ならびに地区区長の諸氏には調査に多大なるご協力をいただいた。ここに記して厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 武山絵美, 他: 山間農業集落における水田団地への有害獣侵入経路: 和歌山県龍神村におけるイノシシ侵入経路調査から. 農業土木学会論文集, 74:59-65(2006)
- 2) 江口祐輔, 他: イノシシの行動制御技術開発のための嗅覚・視覚刺激を用いた研究. 麻布大学雑誌, 13/14, 178-182(2007)

- 3) 木下大輔, 他: 和歌山県における獣害対策の実態と農家および非農家の意識. 農村計画学会誌 26:323-328(2007)
- 4) 神崎伸夫, 他: 山梨県におけるイノシシ、サルによる農作物被害の実態と農家の意識. 野生生物保護, 8:1-9(2003)
- 5) 三重県農水商工部, :みんなで取り組む獣害対策. とられてなるものか. (2009)
- 6) 農林水産省生産局農産振興課技術対策室: 野生鳥獣被害防止マニュアルー実践編ー. 7-36(2007)
- 7) 宮崎猛, 人間と野生動物との境界をどうつくるか. 農業と経済, 70:53-60(2004)
- 8) 寺本憲之, :鳥獣害対策は普及が要(要)!. 技術と普及, 44:12-19(2007)
- 9) 山本晃一, 他: 集落ぐるみの獣害防護柵設置に対する農家の意識. 近畿中国四国農業研究, 4:47-53(2004)
- 10) 大台町統計資料編(2009)

2. 共同研究実績（資料）

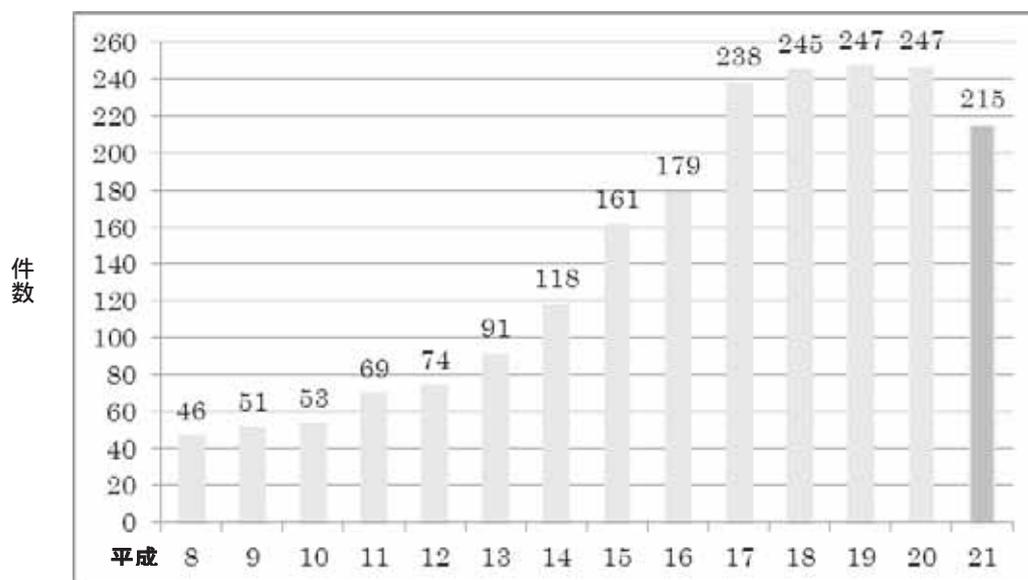
- 平成21年度 三重大学共同研究件数
-

- 平成21年度全国大学等 民間企業との共同研究実績（件数別・研究費別）
-

- 平成21年度全国大学等 共同研究実績（中小企業対象・外国企業対象）
-

- 平成21年度全国大学等 民間企業との受託研究実績（件数別・研究費別）
-

平成21年度 三重大学共同研究件数



平成21年度全国大学等 民間企業との共同研究実績

件数別			研究費別 (単位:千円)		
No.	機関名	件数	No.	機関名	受入額
1	東京大学	1,081	1	東京大学	3,938,126
2	大阪大学	717	2	京都大学	2,694,098
3	東北大学	708	3	大阪大学	2,328,664
4	京都大学	674	4	東北大学	1,948,433
5	九州大学	490	5	慶應義塾大学	1,278,122
6	名古屋大学	393	6	九州大学	1,225,357
7	北海道大学	377	7	東京工業大学	1,143,157
8	東京工業大学	359	8	名古屋大学	914,511
9	広島大学	282	9	北海道大学	711,328
10	慶應義塾大学	259	10	神戸大学	476,096
11	千葉大学	242	11	広島大学	475,096
12	筑波大学	233	12	東京農工大学	441,461
13	東京農工大学	225	13	三重大学	395,562
13	信州大学	225	14	名古屋工業大学	352,013
15	三重大学	215	15	東京理科大学	350,263
16	大阪府立大学	207	16	早稲田大学	337,256
17	神戸大学	204	17	千葉大学	302,185
18	早稲田大学	189	18	筑波大学	289,931
19	金沢大学	185	19	信州大学	283,765
19	静岡大学	185	20	岡山大学	282,001
19	名古屋工業大学	185			

平成21年度全国大学等 共同研究実績 (中小企業対象・外国企業対象)

中小企業対象

(単位:千円)

No.	機関名	受入額	件数
1	東京大学	1,007,192	231
2	京都大学	226,165	81
3	東京農工大学	212,101	79
4	大阪大学	204,171	111
5	東京理科大学	201,847	32
6	九州大学	157,678	100
7	鳥取大学	148,855	120
8	東北大学	140,591	119
9	早稲田大学	110,376	64
10	名古屋大学	97,709	49
11	東京工業大学	94,798	38
12	北海道大学	87,070	66
13	慶應義塾大学	85,011	31
14	岡山大学	82,667	74
15	三重大学	79,335	88
16	大阪府立大学	74,131	81
17	岐阜大学	66,985	92
18	広島大学	61,985	62
19	岩手大学	60,942	87
20	電気通信大学	59,706	95
21	金沢大学	57,796	57
22	茨城大学	56,652	100
23	信州大学	54,401	88
24	群馬大学	53,470	58
25	千葉大学	51,986	45
26	静岡大学	50,233	55
27	筑波大学	49,633	68
28	東海大学	45,909	65
29	首都大学東京	43,371	21
30	神戸大学	42,291	36

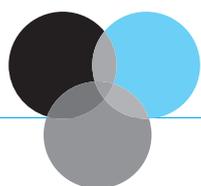
外国企業対象

(単位:千円)

No.	機関名	受入額	件数
1	東北大学	116,155	23
2	東京工業大学	71,534	9
3	金沢大学	58,900	3
4	東京大学	46,426	22
5	宮崎大学	45,070	1
6	大阪大学	40,698	9
7	筑波大学	35,335	4
8	早稲田大学	24,150	1
9	九州大学	22,985	18
10	岩手医科大学	20,000	1
11	横浜市立大学	19,000	2
12	広島大学	18,158	5
13	京都大学	17,883	8
14	中部大学	17,118	3
15	熊本大学	12,388	5
16	北海道大学	11,846	7
17	大阪市立大学	9,955	1
18	九州工業大学	9,948	3
19	東京医科歯科大学	9,752	3
20	新潟大学	9,225	1
21	名古屋大学	8,848	2
22	東京海洋大学	8,831	1
23	名古屋工業大学	8,682	4
24	一橋大学	7,546	1
25	山形大学	7,500	1
26	東京農工大学	7,022	5
27	名古屋市立大学	5,154	2
28	三重大学	4,408	1
29	日本大学	4,202	1
30	摂南大学	3,065	1

平成21年度全国大学等 民間企業との受託研究実績

件数別			研究費別 (単位:千円)		
No.	機関名	件数	No.	機関名	受入額
1	自治医科大学	220	1	慶應義塾大学	1,045,028
2	早稲田大学	191	2	東北大学	770,407
3	慶應義塾大学	170	3	早稲田大学	460,247
4	東海大学	148	4	大阪大学	390,506
5	日本大学	143	5	九州大学	322,336
6	東京女子医科大学	133	6	東京大学	295,107
7	北里大学	127	7	東京工業大学	225,205
8	立命館大学	127	8	久留米大学	187,102
9	近畿大学	126	9	東京理科大学	178,687
10	東京大学	119	10	国際大学	178,097
11	九州大学	107	11	京都大学	177,175
12	東北大学	106	12	北里大学	163,031
13	大阪大学	92	13	東海大学	162,253
14	金沢工業大学	88	14	京都府立医科大学	159,670
15	東京都市大学	84	15	名古屋大学	153,559
16	京都大学	80	16	立命館大学	144,477
17	東京理科大学	74	17	千葉大学	143,822
17	日本医科大学	74	18	日本大学	139,815
19	関西医科大学	67	19	三重大学	133,218
20	東邦大学	65	20	近畿大学	129,575
21	名古屋大学	63	21	産業医科大学	123,462
21	三重大学	63	22	筑波大学	122,750
23	東京工業大学	62	23	神戸大学	122,077
24	北海道大学	59	24	東京都市大学	116,185
25	同志社大学	58	25	鹿児島大学	113,098
26	関西大学	58	26	大阪市立大学	109,674
27	工学院大学	57	27	札幌医科大学	100,798
28	拓殖大学	56	28	横浜市立大学	97,698
28	順天堂大学	51	29	中部大学	89,552
30	大阪市立大学	49	30	自治医科大学	89,371



Ⅱ 平成21年度 活動報告

1. 産学官連携アドバイザー・コーディネーター等からの報告

2. センターとしての取り組み

II. 平成21年度 活動報告

1. 産学官連携アドバイザー・コーディネーター等からの報告

■ 職業人として順調なスタートを切るために

●産学官連携アドバイザー／財団法人三重県産業支援センター 産業人材育成コーディネーター 村上一仁

■ 平成21年度四日市フロント産学連携活動報告

●社会連携研究センター 産学連携コーディネーター 伊藤幸生

■ 環境・食・文化の研究拠点を狙って

●社会連携研究センター 産学連携コーディネーター 人見一晴

■ 中小企業の“ものづくり”技術とTLOの役割

●株式会社三重ティーエルオー 代表取締役 円城寺英夫

■ 三重大学における共同研究の実態に関する考察（平成21年度）

●三重大学知的財産統括室 助教 八神寿徳

職業人として順調なスタートを切るために

産学官連携アドバイザー／財団法人三重県産業支援センター産業人材育成コーディネーター

村上 一仁

1. はじめに

本報告は「仕事の進め方について」と題して、三重大学工学研究科の方々を対象に数年に亘り学生から社会人へと大きく環境が変わるに際して参考としていただくために講義をしてきた内容を基に纏めたものである。これから社会に巣立つ方々の将来に資するものとなれば幸いである。本報告では企業における業務の流れ、役割分担、業績評価、グローバル化を含む社会環境の変化への対応といった内容について述べている。

2. 企業における業務の仕組み

2-1 企業における業務の流れ

製造業を例に業務の流れを模式的に示すと図1のようになる。事業は競争的な環境下で注文を取り製造した物を販売し代金を受け取るという一連の流れからなっている。製品を作るにあたっては製品を設計し材料を仕入れ加工し出荷するという、より細かい工程に分けられる。サービス業であれば製品をソフトウェアやサービスと置き換えて考えることができる。

実際には注文に先立って、受注につなげるための諸活動がなされる。それを模式的に図2に示す。

マーケティング、競合分析などの企画、製品開発、製造工程・方法・設備などの開発、新たな材料の開発、顧客への新技術・新製品の紹介など様々な要素の開発、製造するための人材育成・確保、設備や原材料の調達、販売経路の開発などの生産準備があって漸く量産が可能となる。

量産段階では品質(Quality)・原価(Cost)・納期(Delivery)の生産に纏わる3要素(QCD)を中心とした管理と改善活動がなされる。そして、市場に出された製品に対しての顧客の声を次の活動に活かすためのアフタ・サービスがなされる。

このように全体の流れを見ると、製品が市場に出るまでには様々な人が関わっていることが理解される。言い換えれば、これらの一連の流れのどこかに停滞や誤りが生ずれば、製品のQCDのどこかに不具合を起し、顧客、自社の双方に重大な迷惑をかけることに繋がる。このことは会社の信用の低下に繋がり、時には企業の収益に悪影響を及ぼし、存続を危うくするものとなる。

2-2. 分業構造と人事制度

企業ではこれらの一連の業務の流れを分業化し、役割分担・権限とインセンティブ・システムを関連付けてお金、情報、物の流れが円滑に進むように運用している。図3はその様子を模式的に示したものである。この仕組みは企業間取引、企業の内部組織同士、企業の内部組織と個人の

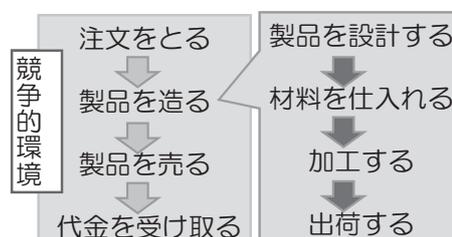


図1 製造業における業務の流れ



図2 受注につなげるための活動

間にも当てはめることができる基本的な要素である。日本的な生産システムとして代表的な TOYOTA 生産方式 (TPS) においても、これらの流れが澁みなく進むことが重要視されている。

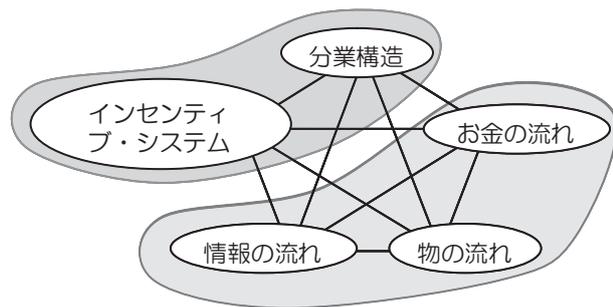


図3 業務の分業構造

会社と個人を一般的に人事制度と称し、図4にそれを模式的に示す。分業構造に対応して役割・責任が決められ、その成果・実績、能力・熱意、人間関係などの要素が評価され、その査定結果に応じて給与・賞与、昇進・役職、能力アップのための研修機会などの処遇に結び付けられている。

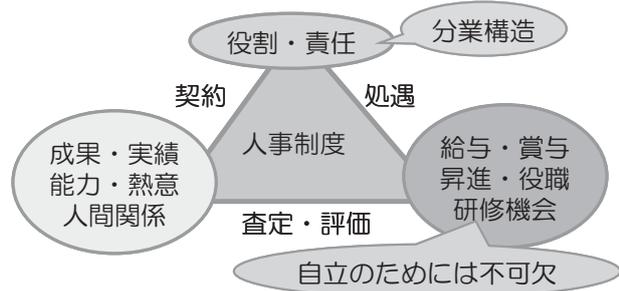


図4 会社と個人の関係：人事制度

処遇だけを目指して業務遂行することには種々意見はあると思われるが、個人が自立するためにはそれは不可欠な要素と言える。

ここで、家庭・大学・学校と企業の違いについて考えることは有意義である。

家庭・大学・学校は平等で協力を軸とする共同社会であり、進歩が遅れた場合もできるだけ引き上げる努力がなされる。そのための費用については基本的に自己負担となっている。

一方、企業は基本的に利潤追求と企業の維持・発展を目指す目的社会であり、能力、熱意、成果などによって評価され、役割が決められ、処遇(給料・ボーナス・昇格・教育訓練の機会など)が決められる。換言すれば、頑張った人とそうでない人には差がつく社会である。この点が大学時代と最も異なる要素ではないかと考える。

例えば、半年毎に上司と面接(対話)し、「自分の成果について目標通り達成できたか」、「今後、どのように仕事に取り組むか」ということを話し合う。その場合、成果はもとより、次の目標設定や評価尺度についても、自分の意見や希望を明確に説明できる能力が必要とされる。

企業が置かれている環境は常に変化しているため、当初設定した目標が最適ではなくなるという事態は常に発生しうることである。また、業務を遂行するうちに予想外の成り行きとなることも頻繁に発生することである。そのような場合には単に上司からの指示で動くだけではなく、自ら問題を発見し、関係者と情報共有し、対処する行動に出る姿勢が望まれる。

従って、会社に入ってから、仕事や産業界・社会の動きについて学び続ける、チームとして働くことを心がける、経営資源(人・物・設備・時間)を管理する、科学・技術・技能を使用する、課題に取り組んで解決すると言った日々の努力が自らを職場において居心地良くするものであり、それらが積み重なって個人の処遇の差となって現れてくる。

然し、企業は画一的な真面目人間だけを求めている訳ではない。変化が激しい時代において、沢山の人が集まって仕事をする企業においては、多様な個性と才能は重要とされている。基礎ができていないままで個人の思いに任せて活動することは地雷原を歩くようなもので、事故や品質不良につながる。そのため、早い時期にそれぞれの企業の基礎的なことに習熟し、確りした基礎の上で個性を活かし、得意なところを伸ばすよう努めることが望ましい。

将来に亘って各自がどのような業務に携わり、それによってどのように評価されるかということについて大まかに把握するために図5を参照いただきたい。高度な能力を要求される業務に携わるためには個人としての長期的な計画に基づいて、段階に対応して必要とされる技量を先行して身に付けておくことも重要な要素と言える。

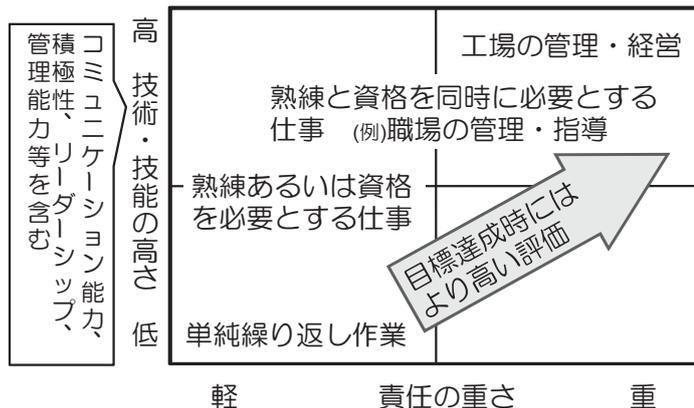


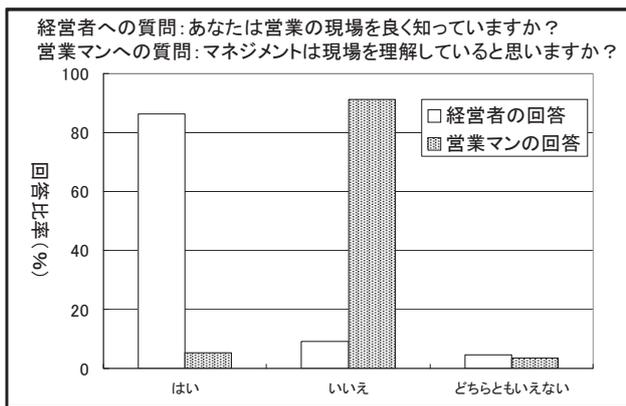
図5 企業でどのような仕事がどのように評価されるか

社会への旅立ちを控えて学生時代に何をしておくべきかと言えば世界で起きている重大な課題について関心を持ち、様々な活動に参加して豊かな人間

関係を築く機会を増やし、自主性、自分の考え方をもち、アピールする能力を持つことの大切さを理解する。そして、自分の人生ということを意識し、自分の適性に合った仕事選びの大切さ、社会では努力や忍耐が必要であることを理解するよう努めることであろうと考える。

2-3. コミュニケーションは誰にとっても難しいこと

これまで、再三に亘りコミュニケーションの重要性を説いてきたが、十分なコミュニケーションをとることは相当な程度意識的にしないと難しいことが窺われる。図6に経営者と営業マンについての意識調査をした結果の例を示す。



President 2007.2.12(Web版)記事データより筆者作成

図6 上司と部下の理解度に関する意識のミスマッチ

これによれば、90%弱の経営者が営業の現場を良く知っていることと認識しているのに対して、90%以上の営業マンが経営者は営業の現場を良く理解していないと認識している。十分なコミュニケーションはかなり意識的に努めなければ難しいことと推測される。

2-4. 企業が若い人たちに向上を期待していること

筆者がこれまでに人材育成に関して企業人へのインタビューやアンケートを通じて理解する「企業が若者に向上を期待している事柄」を挙げると図7のようになる。特に、入社して十分仕事について理解を深める前に転職してしまうことが問題視されている。2009年の調査では、大学卒業後3年以内の転職が30%、高校卒業後3年以内の転職は50%、中学卒業後3年以内の転職は70%という状態になっており、これを「七五三現象」と称している。

- ・ やる気や就業意識
- ・ 忍耐力/自分の我儘を抑制する力
- ・ 社会人としてのモラル、自覚
- ・ 自分から進んで何かをする
- ・ 新しい顔ぶれの人に話しかけ溶け込む力
- ・ 注意を素直に受け止め反省する力
- ・ 目先の利益に囚われず本質を大切にする力
- ・ 自分の人生の計画・目標をもつ
- ・ 自分の考えを表現したり説明して理解させる力
- ・ 自分のお金と時間を使って勉強する力(自分への投資)

十分仕事を覚える前に会社を辞めてしまう事に困っている

図7 企業が若者に向上を期待している事柄

若者が就職後の早い時期に退職や転職してしまうことは、企業にとって、それまでに人材育成のために投入した努力が無駄になると言う経済的損失だけではなく、転職する本人にとって不利になることが懸念される。転職を意図して退職した後に定職に付くことができなくなる危険性を孕んでいるため、社会的にも大きな問題となっている。人材の流動性が高まることは社会全体として必ずしも悪いことばかりではないが、前項で述べた、在学中に心がけておくべきとした事柄は、就職に当たってのミスマッチを事前に防止する意味では有効なことと言える。

一方で、企業サイドには景気低迷、人員削減などで図8に示すが如く、新たに入社した人材を育てようには手厚く、時間をかけて育成する余裕のない企業が増えている。このような環境下では入社した人材が早い時期に十分な力をつけ、業務や職場に馴染む前に種々のトラブルに見舞われ、不本意ながらの転職の道を選ぶことになりかねない。それを避けるためには在学時から自分の意思を明確に伝えるなどのコミュニケーション能力、自社の状況や必要とされる専門知識を自ら進んで身に付ける努力などが要求される。さもなければ、半数に近い人材が取り残されてしまうことになる。

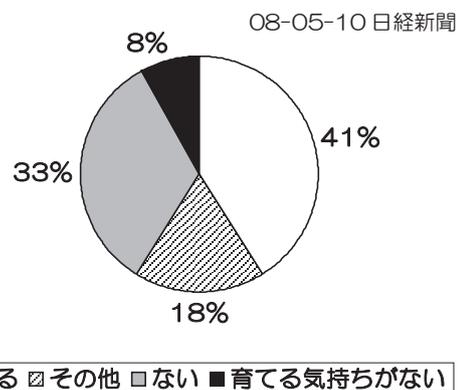


図8 企業に若手を育てる余裕はあるか

然し、新入社員側にも課題はある。図9に示すが如く、安定志向が強い、指示待ち、競い合うことを避けるといった傾向が強く、自己啓発的な意欲が必ずしも認められない点が窺われ、一層、若者の就職状況を厳しい環境に押しやっているように思われる。巷間では「ゆとり教育世代」と称されて、就職環境から敬遠されがちな要素もあるが、それがあからといって、自らそれを打ち破らなければ、待っていても救いの手は差し伸べられることは稀であり、自ら動くと言うことが不可欠であろうと考える。

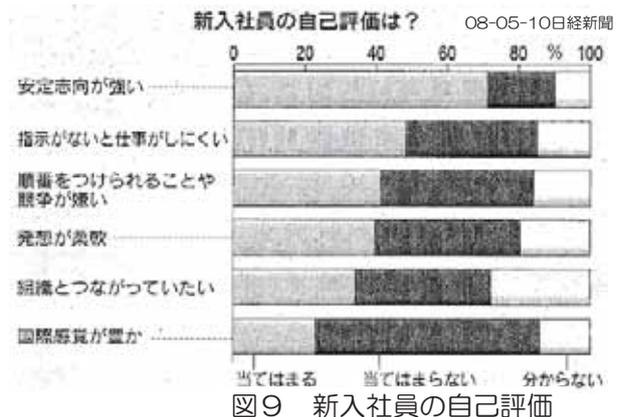


図9 新入社員の自己評価

自分が行き詰まったと感じた時には周囲にそれを発信する勇気も必要となる。ぼやく時は大声でぼやくのも良い。多くの人が連携して業務をこなしている環境で、何もかも自分だけで解決しようと抱え込むのが最も好ましくないことの一つである。また、失敗を恐れる余り、自縄自縛になるのではなく「恥は30歳までにかく」くらいの開き直りがあっても良いと考える。

2-5. 目標を定めて行動することについて

企業はいつまでに何をしなければならぬかを定め、それを達成して初めて業績が計画に伴うことになる。そして、それらは組織目標として関連付けられながら、より細かい部門の計画として分解され、さらに、個人目標にまで分解される。

多くの企業では目標管理と称して、上司と部下の間で目標設定について話し合い、いつまでにどのような成果をあげるかと言うコミットメントがされる。そして、定期的にそれを評価、見直しをすることになる。

その場合、日常から目標達成のための諸要素を具体的に示した計画とするよう習慣づけておくことが好ましい。計画を立案するに当たっては5W1Hとして示される視点から具体化し、日

常に自ら計画の進捗を振り返って見直すことが好ましい。企業では Plan-Do-Check-Action (PDCA) サイクルと呼んで経営管理手法の重要な要素として位置づけている。図10に5W1HとPDCAサイクルを模式的に示す。

諸要素を順序立てて具体的に目標設定に盛り込む能力は急に身に付けられるものではないので、日頃から意識的に習熟しておくことが望まれる。また、5W1HやPDCAを全て明確にできないからといって、曖昧なまま根拠ない内容を目標設定に盛り込むことは自らや組織の判断を誤らせることになるので、それらの点については組織全体や上司と検討を重ねて徐々に積み上げて行くようにすることが望まれる。そうすることで組織の一体感が一層強固なものになる。

PDCAサイクル

計画 (Plan) を立て、それに沿って実行 (Do) し、その結果を検査 (Check) し修正・改善して処置 (Action) すること



5W1H

Who	だれが
When	いつ(までに)
Where	どこで
What	なにを
Why	なぜ
How	どのように
	ということを具体的に示す

図10 5W1HとPDCAサイクル

計画の進捗管理については定期的なものばかりではなく、異常事態の発生、計画との差異の発見、外部環境の大きな変化の発生などがあつた場合には、適宜、関係者に報告し協力を得て解決を図ることが必要になる。そのためには日常から目標設定や進捗状況を関係者で共有しておくことが必要である。敢えて重複して述べることになるが、多くの人が関わっている環境では単に事務的なことだけではなく、日常から意思疎通を図り、精神的な一体感を醸成しておくことも必要である。最も思わしくないのは、問題を自分だけで取り込み、納期間際になって問題が顕在化することである。一人の失敗のために大勢のチームメイトの苦勞を無駄にしてしまうことさえ有り得る。このことはいくら強調しても強調し過ぎということはない。

近年では開発プロジェクトにせよ、生産活動にせよ、役割分担が大規模で複雑になっているため、判断の遅れや意思疎通の欠落を避けるために企業では「報(告)、連(絡)、相(談)」を「ほうれんそう」と称して重視している。そして、問題を顕在化させる活動を「見える化」と称し、これも日本の生産方式として重要な経営要素として捉えられている。なお、「見える化」についてはここに述べた形だけでなく、広範に亘り適用されている。

3. グローバル化について

3-1. グローバル化で何が起きているか

近年、日本において、あらゆる産業分野においてグローバル化という言葉を目にするようになったが、多くの関心は日本国内の国際的に見た場合の高い人件費を避け、安価な人件費を求めての発展途上国への生産拠点の移転や、日本市場への安価な発展途上国製品の流入に伴い、日本国内の仕事が失われることに向けられることが多い。それらの事は日本において極めて深刻な問題であるが、問題はそれらだけではない。

発展途上国に生産拠点を移しても、そこで世界市場に販売することのできる水準の製品を作るためには多くの課題を克服しなければならないし、常に日本国内の技術力が海外よりも優位に立っていないければ日本企業が存続することは難しく、どのようにして手薄になった日本国内で技術的優位を保つかといった難しい課題を突きつけられている。現に、数年前までは日本で圧倒的に優位であった金型技術も途上国がどんどん追いついてきているという実情がある。

自動車産業を例に挙げると、15年ほど前までは先進国で古くなったモデルの車種の生産設備を発展途上国に移転し、生産することで安価な車両を提供しており、それで十分な対応とされて

いた。然し、近年では世界の有力なモーターショウの様子はその日の内にインターネットを通じて世界中に配信され、発展途上国の富裕層の増大と共に、最新のモデルでなければ市場性が受け入れなくなった。そのため、自動車各社は最新モデルをほぼ同時に世界各国で提供できるようにしなければならず、部品メーカーもそれに合わせて、世界中の自動車メーカーに同一設計で同一品質の部品供給を求められるようになってきている。

これらの事象から起きる様々な課題と対応についての考え方を以下に述べる。

3-2. 企業文化の共有

企業には夫々、企業目的、企業理念、経営方針といったものがあり、関係者がそれに基づいて行動指針が決まる。例えば、企業への信頼性を重視する経営、地球環境や社会への貢献を重視する経営、株主への配当を重視する経営など多様である。

然し、海外への事業展開を図る際には、物理的に解り易い地理的な距離、時差、言語と言ったことだけではなく、宗教や習慣、教育水準、歴史的背景の違いから来る、経済的価値観、文化的価値観の違いが大きな問題に繋がることが有り得る。日本で常識と思われる経営方針が必ずしも海外拠点で素直に受け入れられないことがある。また、従業員の定着率の低さという形で現れ、日本から技術移転したことが中々期待した水準に達せず、所期の生産性や品質を確保できないため、経営上にも大きな影響を及ぼすことがある。また、意思疎通が上手くできずに、労働問題に発展することも少なくない。

これらに対処するためには技術的課題についてはデジタル化と情報・通信技術が活用されている。例えば、設計の規則やデータはデジタル化され、日本と現地設計或いは生産拠点とを光ファイバー網でつなぐことや、作業の手順をデジタル映像化して、それに現地語の説明を加えることで従業員の流動性が高くても早期に習熟できる体制を整えるなどしている企業もある。

また、企業文化的・社会的な課題については、現地拠点の中心となる経営者ばかりではなく、技能者、技術者を日本に呼び、日本のスタッフや他の海外拠点のスタッフとの交流を図るなどしている。この事は文化的な面だけではなく、技術的なノウハウの交換などを通じてのグローバルな生産性向上へとつなげる効果も持っている。

然しながら、技術課題であれ、文化的・社会的課題であれ、これらの一時的な交流では不十分であり、基本になる事は、現地での日常的な対応が最も重要である。グローバルに公平な経営尺度で、現地・現物・現実を見極めた経営指導が大切で、こういった努力が欠けるとストライキや汚職・不正といった困難を引き起こすことにも繋がる。

現地・現物・現実を重要視する経営姿勢を「三現主義」と称する。これはグローバル化に限定されず、国内業務を含む全ての業務遂行において重要視される経営思想の一つである。

生産現場は夫々持ち場によって何らかの役割と責任を持っているが、トラブルが起きたときには誰も自らは責任を回避したいと思うものであり、一部だけの人からの偏った情報を基に判断する事は極めて危険である。直ちに現地へ赴き、自らの目で確認する姿勢が必要である。それによって本質的な原因を見落とすことなく再発を防止することが期待できる。尚、これは海外拠点に限ったことではない。

一例を挙げると、ある工場では設計部門の力が強く、生産部門はそれに従う立場にあった。工場で、ある品質トラブルが生じ、検査工程をすり抜けて客先に間違った品物が届けられた。当初、品質管理部門は生産部門に責任があるとされていた。然し、再発が防げないので更に原因を調査したところ、設計が非常に作業し辛いものとなっており、生産工程は緊張して作業していても、

疲労で注意力が落ちてくると不良が多発し、検査工程でも見落としが発生していたことが判り、設計を見直すこととなって漸く再発を防止できるようになった。これは、設計者や品質管理者が生産現場を見ておれば早期に発見できたものである。また、職場内の意思疎通が十分であれば、早い段階で生産現場から設計改善を要求するのが本来の姿である。

このような事例は海外の生産拠点では日本の本社側の位置づけが高くなりがちで、日本からの設計を単に押し付けることになり易いので、現地の実情に合わせて早期に課題解決に結びつける配慮が一層重要である。

3-3. 若者の意識調査結果とグローバル化

これまで日本企業のグローバル展開について述べてきたが、産業能率大学による最近の調査によると新入社員の多くが海外での勤務を忌避する傾向が増していることが判った。

2010年の調査結果(図11)で、海外で働きたくないと感じた人の割合が49%であったのに対して、どんな地域でも働きたいと感じた人の割合が27%と夫々が2001年の調査開始以来、最高となり、二極化が進んでいることが判る。

また、地域によっては海外で働きたいとした人を加えた海外で働いても良いとした人の割合は51%と調査期間中で最低であった。

このことは、若い人の中に、内向きに閉じ籠もっている人の割合が増え、海外展開を避けられない産業界との人材のミスマッチが起きているのではないかと懸念される。

筆者の経験では、中国をはじめ、海外の若い人材は多くは母国語に加え、英語を良く理解し、日本の厚遇に対して極めて意欲的に就労機会を求め技術を習得しようとする傾向がある。彼らは短期間で日本語を習得し、海外拠点との仲立ち的な業務をも受け持つことができるようになる。日本の内向きの若者にとってはこれまで以上に就労機会を得ることが難しくなると予想される。

4. 企業社会で気持ち良く活躍するために

4-1. 目的を明確にすること

企業での業務に限らず、私たちの活動には個々の事業やプロジェクトにおいては目的があり、いつまでの何を成し遂げるといった目標を持って進む。然し、目標を設けると、いつの間にか外部環境が変化したり、当初の目算が外れて、本来なら手法や、場合によっては目標を変更しなければならぬ事態が発生することが多い。そのような場合、面子や立場を重視する余り、最初に決めた目標値や手法に拘泥してしまうことがある。最初に決めたことを貫き通そうとする意思は貴重ではあるが、目的に照らしてそのことが良いか否かを冷静に判断することが必要である。

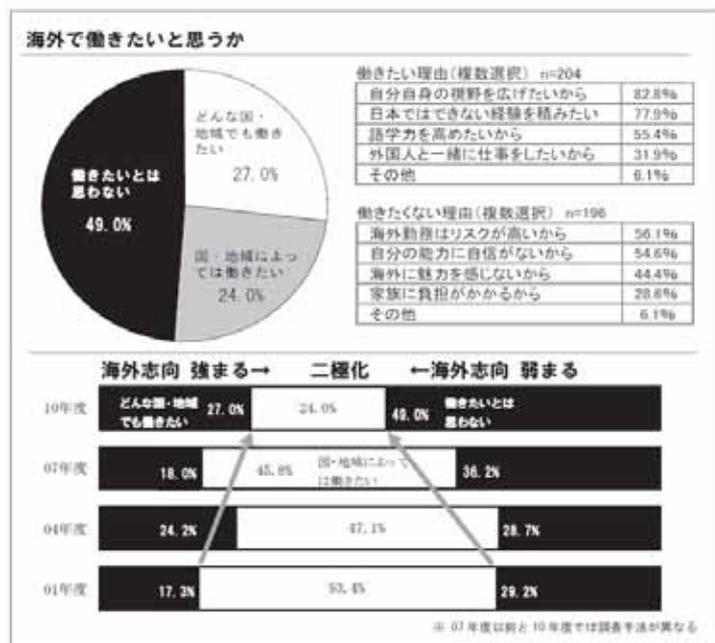


図11 新入社員のグローバル意識調査結果
(産業能率大学(産能大)による報告より抜粋)
<http://journal.mycom.co.jp/news/2010/07/29/009/>

そのような判断を下すにあたって、本来の目的が何であったかを関係者が共有しておくことは合わせて重要であり、そのためには、事業企画書といった形で誰もがホームポジションとして立ち戻って考えられるようにしておくことが有効であると考えます。

4-2. 問題を先送りしない姿勢

物事を進めるにあたり、何らかのトラブルや予測しなかった事態に遭遇することは常であるが、それら問題点をできるだけ早めに処置し、問題を拡大させたり、長引かせたりしないための配慮が必要である。例えば、生産工程で何らかの不良が平常よりも多く発生したような場合、それに気がついたものは直ぐに生産を止め、原因を究明して解決を図ることが求められる。設備や原材料に異常があって見かけ上は検査で合格しても、長期寿命において不十分な特性を盛っていたりして、何年か後に大量のリコールに繋がるということも考えられる。

また、設備の保守点検で異常が見つかったにも関わらず放置して大事故に繋がったという例は幾つも見受けられる。

4-3. 現場意識

先にも例示したが、私たちの報告は幾人もの人を経て最終的に経営者の元に届く。それまでに原情報は途中で介在する人によりその人の判断が入り、徐々に変質してゆく。そのような場合、日ごろから現場を自らの目で見ていることにより情報の変質に気づくことができる。また、重要な判断を下す場合には自ら「三現主義」で確認することも必要になる。

私たちが犯しやすいミスは、「〇〇であるはずだ」、「いつも△△だった」などといった思い込み、先入観によってもたらされる。たとえ面倒でも、その後のトラブルのことを思えば、直ぐに現場に足を運び現実を確認することが望ましい。そのようにしてこまめに現場に足を運ぶことはその職場の人たちとのコミュニケーションを通じて相互理解と信頼関係の素となり、それ以降の仕事もやり易くなると考える。

4-4. 変化への対応

企業は世の中の変化に応じて常に変化してゆかねばならない。各企業にはそれを支えてきた中核となる経営ノウハウや、技術といったものがあるが、それも、修正を加え、時には大幅に方向転換しなければならない場合がある。大きな変化は一見、突然に起きたように見えることもあるが、多くは前兆が見られるとか、人口変化のように数十年先まで予測可能な要素は沢山ある。例えば中国の自動車産業の急速な成長はその人口や技術の変化を合わせて考えればある程度の傾向は予測できる。

企業としても自分自身としても今から何をしておくのが良いかについて考えておくことが必要ではないだろうか。科学技術の進歩も、最初は単なる学問的な課題に見るが、その潜在的可能性を判断し、常に進歩の様子を捉えておくことはそのような準備に当たる。変化が誰の目にも明らかになってからそれに備えようとしても競争世界で勝ち残ることは難しいといわざるを得ない。

5. 最後に

本報告では将来必要になると思われる事柄を最小限述べた。皆さんが企業社会に入ってからこれらの事柄について更に深く、広く探求して活躍されることを期待して本稿を終わります。

平成 21 年度四日市フロント産学連携活動報告

社会連携研究センター 産学連携コーディネーター
伊藤 幸生

1. はじめに

三重大学四日市フロントは、駅前の「しばさん三重」ビルの 4 階に事務所を置き、四日市市を含む三重県北勢地域との社会連携を実践する現場として、これまで種々活動をしてきた。現在四日市市と三重大学には相互友好協力協定が締結されており、その下で四日市フロントがその窓口としての機能を、運営費補助金の支給を受けて請け負っている。図 1 に平成 21 年度の四日市市との連携状況について示す。四日市市とは、4 つの部局との間で連携を進めてきた。具体的には、四日市消防署、商工農水部工業振興課、文化国際課、四日市教育委員会の 4 つである。

四日市市は、三重県の北勢部に位置する人口約 31 万人の県下最大都市であり、日本発のコンビナートが 1959 年からスタートし現在に至っている。コンビナートの夜景は当時 100 万ドルの夜景と言われたが、四日市公害という試練も乗り越えてきた。最近は、高度部材産業地域へと

少しずつ産業シフトを行っている。この様な町四日市市への四日市フロントの開設は、三重大学が独立行政法人化して、国立大学法人三重大学になる半年前の平成 15 年 10 月であり、今年で約 7 年が経過した。

現在の四日市フロントのメンバー構成は、加藤征三特命学長補佐を顧問とし、社会連携研究センター所属の伊藤、相可コーディネーターおよび吉川事務職員。工学部所属の横森コーディネーター、生物資源所属の佐藤コーディネーターの計 6 名で構成されている。このように、各部局のコーディネーターが一堂に会して情報交換する唯一の場所となっている。場合によっては、複数のコーディネーターが連携してものごとにあたることもある。

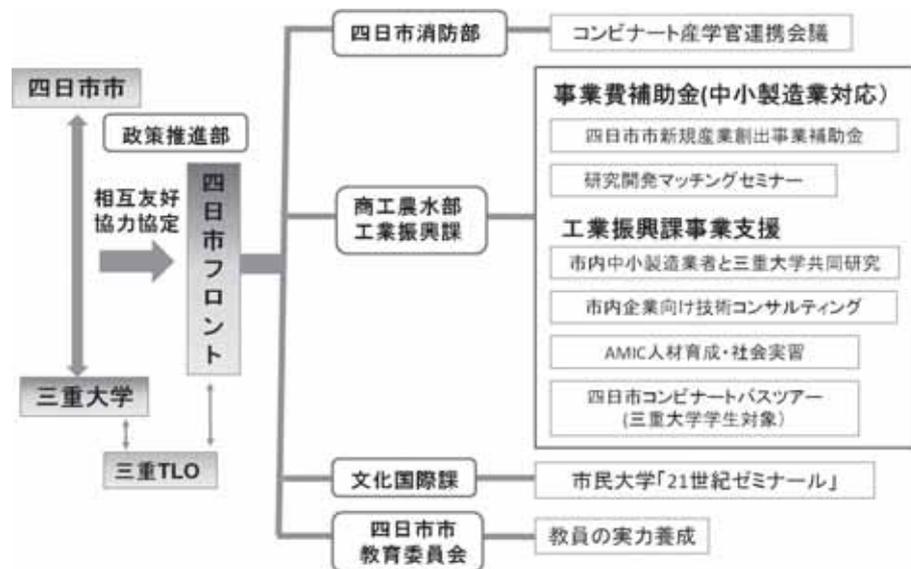


図 1 四日市市との連携状況 (平成 21 年度)

これまで、四日市フロントは「社会貢献ビジネス」を目指して活動を行ってきた。すなわち、四日市フロントが多様な社会貢献をすることにより、外部資金を受け入れ、三重大学の資金調達の一拠点となることである。このことは、国立大学法人三重大学に求められている重要な施策の1つであり、四日市市を含む三重県北勢地域の文化、産業、教育の振興に役立つと考えている。

2. 四日市フロントの活動

(1) 四日市消防署との連携

図2は四日市消防部との間で連携して進めている、コンビナート産学官連携会議の概略である。四日市コンビナート産学官連携会議は、四日市消防本部ーコンビナート企業ー三重大学の3者で構成され、立ち上げて4年近くになる。四日市コンビナートの安全対策に係る諸々の施策を検討する場となっており、今後とも継続して行く予定である。平成22年度には、工学部の大山助教の「大規模屋外危険物貯蔵タンクの新しい健全性評価手法の開発」のテーマがJSTのA-STEP FSステージ・探索タイプで採択され、危険物が入ったタンク底板の板厚測定技術の開発を進めている。また、次テーマとしては、「被覆配管の外食点検技術」を取り上げ、新たな検出技術の開発を検討して行く。

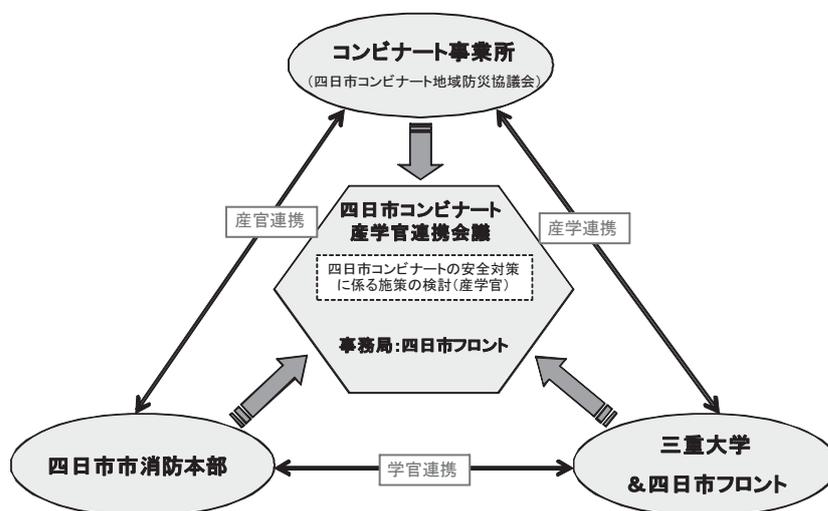


図2 四日市コンビナート産学官連携会議

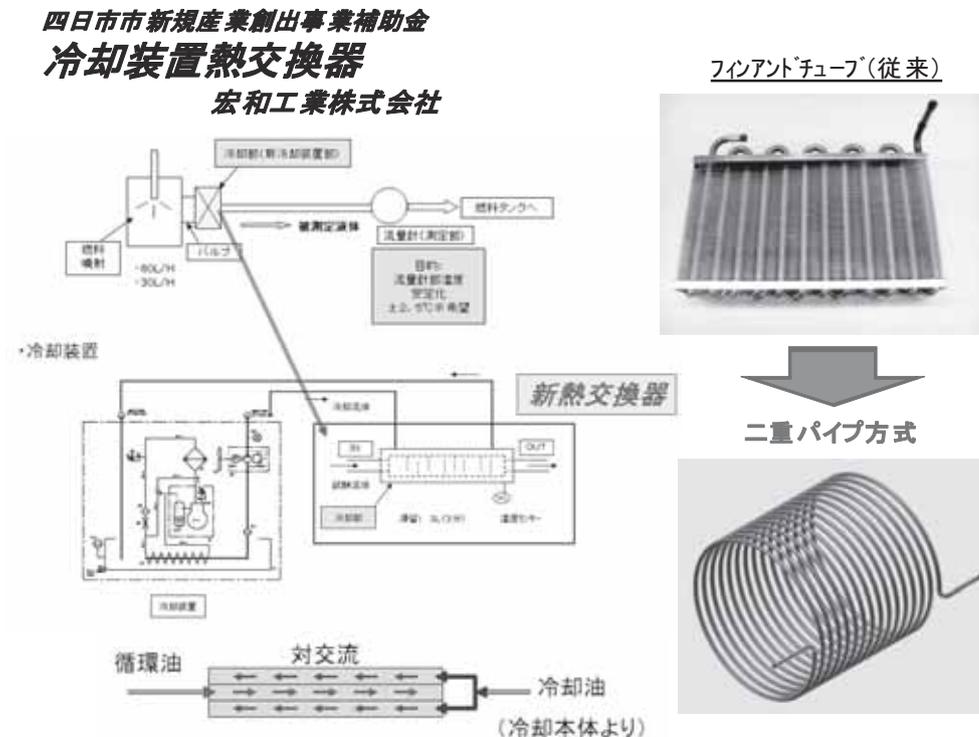
(2) 商工農水部・工業振興課との連携

工業振興課で推進している「中小製造業対応の事業費補助金」への市内中小製造業からの応募を四日市フロントが間に入って仲介してきた。平成21年度は、「四日市市新規産業創出事業補助金」と「研究開発マッチングセミナー」の2つの事業に関与してきた。セミナーは四日市市の半額補助のもとで開催することを主旨としている。

1) 四日市市新規産業創生事業への応募

四日市市新規産業創生事業においては平成21年度は、四日市フロントが仲介したテーマ1件が採択された。図3に採択された宏和工業株式会社のテーマ内容の概略を示す。冷却装置熱交換器についての技術開発である。従来は、フィンアンドチューブといって、チューブに羽根を付けて熱交換を行っていたが、ここでは二重パイプ方式という新しい熱交

換器を提案して省エネを図ろうという新しい試みである。二重パイプ方式のポイントは、冷却油と循環油を対抗して流して、冷却効率を稼ごうというものである。本テーマは、三重大学工学部機械工学科の丸山准教授との共同研究が下地となっている。



2) 研究開発マッチングセミナーの開催

① コンビナート企業向けの設備診断セミナー

主にコンビナート関連企業を対象とし、化学プラントの保全に関する設備診断技術紹介で、企業ニーズにも適合した企画となった。四日市市のコンビナート企業から 56 名来てもらい、総数 76 名を集めることができた。三重大学からは設備診断を専門とする 3 名の先生に講師を頼んだ。

② 中小製造業向けの環境・エネルギーセミナー

北伊勢上野信用金庫を母体としたコラボ産学官三重支部との共催のセミナーであった(写真 1 参照)。中小企業を対象に環境・エネルギーをビジネスにどう結び付けるかという内容でのセミナーとした。90 名の参加者があり、新聞等でも大きく取り上げられた。このセミナーを通し、最近では中小企業も環境・エネルギーに大きな関心を持っているということを認識させられた。三重大学からは環境・エネルギーを専門とする 2 名の先生に来てもらい、共同研究を進めている中小製造業との合同発表の形式を取った。

③ 農業・食品企業向けのセミナー

三重大学の食と農業、バイオ、更には環境への取り組みを紹介した。これは今話題と

なっている農商工連携を全面に出したセミナーで、これも好評であった。講師には、生物資源学部から6名の先生を呼んだ。

コラボ産学官三重支部主催 環境・エネルギー分野産学連携ビジネスセミナー

①日時、場所
 ・平成22年3月8日
 ・北伊勢上野信用金庫本部

②セミナーの主旨
 ☆中小企業が「環境」と「ビジネス」を結びつけた事業を考えるヒントを提供する！

③会場の様子



④ アンケート結果
 ・過半数の出席者より「理解できた」との回答を頂けた！
 ・「全国にはどんなコラボがあるのか」や「産産または産学との連携により成功した事例の紹介」を求める声など参加者から「産学官連携」への関心が広がっていることが実感できた！

⑤ 新聞記事(H22.3.9) ・CTYニュースで放映
 伊勢新聞 中日新聞



⑥ セミナー参加者について
 (1) 当日参加者 90名
 (2) 四日市市の企業 40名
 (3) コラボ会員 29名
 (4) 商工会議所会員 17名

写真1 環境・エネルギーセミナー

3) 四日市市内中小企業者と三重大学との共同研究推進

工業振興課が手掛ける事業への支援として、市内中小製造業と三重大学との間の共同研究がある。現在、表1に示すような6件の共同研究が進められている。これまで中小企業にとって、大学の敷居は高いものと言われてきたが、中小企業でも十分に大学との共同研究をすることは可能である、という点を大いにアピールしている。今後とも共同研究の数を増やして行きたいと考えている。

表1 三重大学との共同研究

No.	企業名	担当学科	研究者	テーマ分野
1	KK社	工学部機械工学科	丸山准教授	省エネ
2	KS社	生物資源学研究科	佐藤教授	LCA
3	GJ社	生物資源学研究科	佐藤教授	LCA
4	YS社	生物資源学研究科	前田教授	食品
5	AD社	生物資源学研究科	石黒准教授	土木

また、市内企業向け技術コンサルティングもやり、中小企業向けの技術相談窓口の役割を果たしている。現在四日市地区では表 2 に示す内容の 30 件近くの相談が来ており、私共コーディネーターの段階で解決しているものも幾つかある。

表 2 技術相談一覧

No.	企業名	相談内容	分野	No.	企業名	相談内容	分野
1	A社	茶のブランド化	アグリ・食品・バイオ	17	Q社	古紙リサイクル	化学・環境・サービス
2	B社	堆肥の高機能化		18	R社	廃スレートリサイクル	
3	C社	食品添加物		19	S社	文書管理手法	
4	D社	新酒米		20	T社	タンク健全性	
5	E社	品質管理		21	U社	繊維加工	
6	F社	新油開発		22	V社	産業廃棄物	
7	G社	施設園芸		23	W社	カーボンオフセット	
8	H社	施設園芸		24	X社	冷却制御	電機・通信
9	I社	植物工場		25	Y社	製品信頼性	
10	J社	植物工場		26	Z社	Liイオン電池	
11	K社	太陽熱利用		27	AA社	道路舗装法	建築・土木・建材
12	L社	地中熱利用		28	BB社	間伐材の利用	
13	M社	地中熱利用		29	CC社	家屋の保存法	
14	N社	バイオマス		30	DD社	新製品開発	
15	O社	微粉末技術					
16	P社	X線技術					

4) 工業振興課とのその他の連携

AMIC 高度部材センターでは、人材育成、社会実習でも協力してきた。ここでは、機械・電気・化学の各分野の技術者育成を行っている。また、三重大学学生を対象としての四日市コンビナートバスツアーでも協力してきた。ここでは 76 名の参加があった。

(3) 文化国際課との連携

市民大学「21 世紀ゼミナール」を開催している。この 2 年間はアジア経済を中心にゼミを開催してきました。平成 22 年度は、国内に焦点を絞り、財政問題、雇用、年金と現在市民が注目しているテーマを取り上げスタートしたが、市民の熱意を感じている。地域経営の 21 世紀の姿を展望することを目的としている。

(4) 教育委員会との連携

四日市市教育委員会と三重大学教育学部は、3 年前に相互友好協力協定を締結して以来、特別支援教育をはじめ、多くの科目に亘り、教員の実力養成に協力してきた。

(5) 市役所関連外の活動展開

1) NEDO、JST 関連

NEDO、JST 等の研究テーマ公募に対し、応募される先生方の支援も実施している。

- ① 【NEDO】平成 21 年度若手研究グラント第 2 次募集に、医学系研究科・島田助教が「新規がん遠隔転移モデルゼブラフィッシュを用いたハイスループット in vivo 治療標的分子探索システムの開発研究(2 年－2500 万円)」で応募し、採択された。米国オレゴン大学との国際共同研究であるため、共同研究契約締結業務及びオレゴン大学側予算管理業務について四日市フロントで支援を行っている。
- ② 【農水省】平成 21 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業に、NEC システムテクノロジーが「航空写真からの 3 次元解析に基づく森林の生育状況の広域評価・管理手法の開発(1 億円)」で応募し、採択された。生物資源学研究科・板谷准教授が分担研究で本事業に参画しているが、申請に当たっての書類作成およびプレゼンに当たってのアドバイスといった支援を四日市フロントで行った。
- ③ 【農水省】平成 21 年度 JST シーズ発掘事業で、四日市フロントコーディネーターが採択 8 件の案件を間に入って支援してきた。

2) 三重 TLO やコラボ産学官三重支部等他機関との連携

三重 TLO やコラボ産学官声支部と連携して、国または県、市の補助金を取りに行った事例も幾つかある。

- ① 経済産業省平成 21 年度「ものづくり中小企業製品実証等支援事業」には A 社の「ボイラー用 A 重油代替廃天ぷら油エマルジョン燃料製造技術の開発」で応募し採択された(1,600 万円)。本案件は、A 社が生物資源研究科の S 教授との共同研究が下地となっており、現在その事業も終盤にかかっている。
- ② 富士電機リテイルシステムズや中部電力と三重大学との間の共同研究においても、四日市フロントのコーディネーターが関与して推進しているものがある。
- ② また、残念ながら採択はされなかったが、中部経済産業局の地域イノベーション事業に三重 TLO と共同して、平成 21 年は「コジェネシステム」、平成 22 年度は「間伐材の利用システム」と異なるテーマで応募した。

3. 今後の方針

今後であるが、四日市市は、平成 22 年 6 月に「四日市市新総合計画」を発表し、平成 23 年からスタートさせるべく、現在実施計画の策定を進めてる。そこで、わが四日市フロントも、これまでの工業振興課との間の産学連携という点での連携体制から、もう少し間口を広めた社会連携としての面的な付き合いにすべく頑張っている。具体的には、これまでは市内の中小企業と大学との共同研究の橋渡しを中心に、技術的支援の側面が強かったが、これを臨海工業地帯の再開発、多文化共生、在宅医療福祉といった社会問題の点で、三重大学で協力できることがあれば、その間を取り持とうと考えている。

環境・食・文化の研究拠点を目指して

— 三重大学伊賀研究拠点の活動報告 —
社会連携研究センター 産学連携コーディネーター
人 見 一 晴

1 はじめに

三重大学伊賀研究拠点の目的は、伊賀市内をはじめとする企業の高度化や新産業の創出を実現するため、三重大学の有する「知」と企業や地域が有する「地域資源」が、人・もの・情報・知識の各段階で有機的に連携・協働し、伊賀地域の地域活性化に資する伊賀版産学官民の連携を図ることである。

基本テーマは「環境・食・文化」であり、新技術・新商品開発研究などを軸として新産業の育成を図るとともに、文化的啓発活動を通じて地域活性化に貢献することになっている。

平成21年4月3日三重大学伊賀研究拠点が入居する「産学官連携地域産業創造センター（ゆめテクノ伊賀）」の竣工式が関係者の出席のもと執り行われ、伊賀研究拠点もこの日から名実ともに活動を開始した。

地方都市と大学が連携して拠点を設け、新産業の育成を図るとともに、文化的啓発活動等を通して地域の活性化に貢献するという全国にも稀な取り組みとして活動を開始したところであるが、この1年間の活動について報告する。

2 セミナー・研究会

- ① 三重大学産学官連携セミナーin伊賀
伊賀研究拠点の活性化と産学官連携の促進を図るためセミナーを開催した。
- 第1回（H21・7・3 於：サンピア伊賀）
基調講演①
「食品企業における品質保証と企業内分析センターの役割」
講師：サントリー(株)品質保証本部・副本部長

安全性科学センター所長 但馬良一
基調講演②
「産学官連携による機能性食品の開発」
講師：三重大学理事・副学長（研究担当）
（社会連携研究センター所長）鈴木宏治
講演①

「伊賀市菜の花プロジェクトにおける産学官連携の現状と課題」
講師：伊賀市産業振興部
農林振興課 主幹 小林康志
講演②

「三重大学伊賀研究拠点の創設と展開」
講師：三重大学・生物資源学研究所
教授（伊賀研究拠点所長）前田広人

- 第2回（H22・1・29 於：サンピア伊賀）
報告①「伊賀研究拠点の活動報告」
— 現地準備事務所から拠点へ —
三重大学社会連携研究センター
准教授（伊賀研究拠点副所長）山本好男
報告②「上野高校SPP成果発表」
「三重大学PBLセミナー成果発表」
講演①「教育は百年の計」
— 出前授業と理科実験にかける第二の青春 —
講師：三重大学・伊賀研究拠点
客員教授 加藤 進
講演②「エコライフと伊賀焼き」
講師：長谷製陶株式会社
代表取締役 会長 長谷優磁
講演③「食と健康」（退官記念講演）
講師：三重大学・生物資源学研究所
教授 田口 寛

② 伊賀先端テクノロジー研究会

企業や大学が取り組んでいる先端研究について、研究者、地元企業関係者や市民等を対象にセミナーを実施した。

開催日時 平成21年9月25日

基調講演①

『北京オリンピックの100m, 200m競技で優勝したボルト選手が常食するジャマイカンヤムイモの機能性』

講師：タカラバイオ㈱前社長 加藤郁之進

基調講演②

『がん免疫療法の実用化を目指して
ー産学連携による三重から世界への発信』

講師：三重大学学長顧問

(三重大学名誉教授) 珠玖 洋

③ 環境健康学研究会

化学物質などの情報収集、健康への影響等について産学官民で研究活動を行うために、みえメディカル研究会の一研究会として立ち上げ、研究会を開催した。

○第1回(平成21年11月13日)

特別講演「環境要因による健康影響に対する新たな対策ー化学物質問題を例として」

講師：千葉大学大学院医学研究院

環境生命医学 教授 森 千里

○第2回(平成22年2月19日)

講演①「健康を理解するための病態生化学」

講師：滋賀医科大学 医学部

教授 大久保 岩男

講演②「化学物質の胎内ばく露がもたらす発達の異常」

講師：三重大学大学院 医学系研究科

教授 成田 正明

④ BDFセミナー(菜の花プロジェクト勉強会)

伊賀市が推進する菜の花プロジェクトについての勉強会を実施した。

・第1回(平成21年7月17日開催)

・第2回(平成22年3月3日開催)

⑤その他

・みえ尾鷲海洋深層水利用促進研究会 in 伊賀
(平成21年10月20日開催)

3 共同研究・受託研究等

地元企業等との間で次のテーマの共同研究・受託研究を実施した。()は担当教官。

- ・調理機会を通じた子供の成育調査研究(磯部)
- ・鹿の屑肉及び内臓等の有効活用研究(山本)
- ・獣害実態調査及び鹿肉等の活用方法に関する研究(山本、磯部、平島)
- ・ヘドロ底質の改善に関する研究(前田)
- ・おかみさんブランド商品の改良・分析・研究(磯部、山本)
- ・簡易工法による湿田の乾田化研究(山本)
- ・伊賀の集客力向上についてのアンケート調査(山本)
- ・バイオマス利活用高度化に関する調査・研究(前田、王、大原、加藤)

4 連携・支援活動

伊賀市、三重県産業支援センター等関係機関と連携し、各種セミナー・研究会を開催するとともに、未来を担う子供たちに科学技術への興味を深めてもらうため、県内小学校への出前講座の実施(9校)、「ゆめテクノ伊賀こども大学」の開催、上野高校のSPPへの協力などを行った。

また、企業からの技術相談(45社)に対応するとともに、「ものづくり中小企業製品開発支援事業」に協力し、2社が採択された。

さらに、「ゆめテクノ伊賀」内に設置され

たインキュベーションルーム(5室)の入居企業に対し技術支援等を行った。

- ・伊賀市菜の花プロジェクト (伊賀市)
- ・資源循環研究会
(三重県産業支援センター・サポート研究会)
- ・獣害対策研究会
(三重県産業支援センター・サポート研究会)
- ・食・農・いのちの市民講座「食を考える」
(J Aグループ三重)
- ・知的財産活用セミナー
(中部経済産業局・伊賀市)
- ・農商工連携セミナー
(中部経済産業局・伊賀市)
- ・伊賀市文化フォーラム 2009(全6回開催)
(三重大学・皇學館大学・伊賀市)
- ・上野高校S P P
遺伝子組換え体験講座—光る大腸菌を作ろう！
上野高校3年生の生物履修生を対象に実施。
- ・三重大学P B Lセミナー
「伊賀の観光を考える」をテーマに、生物資源学部1年生による課題探求型学習として実施。

5 イベント出展・参加

伊賀研究拠点の認知度を高めるため、各種イベント等に出展・参加した。

- ・中外医薬生産(株)夏祭り (7・31)
- ・市民夏のにぎわいフェスタ 2009「楽座」(8・23)
- ・三重県関西連携交流会 (8・27)
- ・KNS collaboration 伊賀 2009 (10・17)
- ・上野ガス・ガス展 (11・1～3)
- ・みえ産学官研究交流フォーラム (11・6～7)

6 大型備品の整備

伊賀研究拠点がオープンラボとして機能するには、先端機器の整備は重要な要素であり、以下の大型備品を購入した。

- ・ 蛍光X線分析装置 1台

- ・ ガスクロマトグラフ 2台
- ・ 蛍光分光光度計 1台

7 運営経費の確保

伊賀研究拠点が機能していくためには運営経費の確保が重要である。平成21年度においては、文部科学省の「特別教育研究経費(連携融合事業)」に採択され、専任教員等の人件費、研究活動経費、セミナー開催経費等に充当した。

また、平成21年度補正予算の「教育研究高度化のための支援体制整備事業」に採択され、研究員の採用、大型備品の整備等を行った。

さらに、間接経費及び奨学寄附金による支援等により運営経費の確保を図った。

8 おわりに

この1年を振り返って、各種セミナー・研究会の開催、共同研究・受託研究等の実施、イベント等への出展など忙しい1年であった。施設の訪問者は、開設当初ということもあって延べ3,000人を数え、伊賀研究拠点への関心度の高さが伺えた。

また、「出前授業」や「こども大学」を実施し、子供たちに科学技術に対する興味や関心を深めるのに貢献することができた。

さらに、「伊賀市菜の花プロジェクト」への協力は、1研究テーマとして新技術の開発や品質向上のための研究に取り組むことができ、今後、その成果の活用により地域の新しい産業起こしが期待される場所である。

伊賀研究拠点は歩みを始めたばかりである。地域には様々な課題があり、その解決のため共同研究や受託研究を推進し、地域の活性化に役に立つことを念願するところである。

*活動内容は以下のHPをご覧ください。

<http://www.iga.mie-u.ac.jp>

中小企業の“ものづくり”技術とTLOの役割

株式会社三重ティーエルオー 代表取締役
円城寺 英夫

この10数年来、日本の“ものづくり”産業においては、以前に経験のしたことのない状況が出現している。かつて日本が圧倒的なシェアを誇っていた造船、鉄鋼、半導体(主にメモリー素子)、液晶ディスプレイ、さらに最近ではカーナビなどの分野で、首位のシェアを韓国・台湾・中国などの東アジア諸国の企業に奪われ、低下の一途を辿っていることである。これらの国の企業は、国策と協調した積極果敢で迅速な集中投資や、価格競争力を背景にした集中的なマーケティング活動において、日本の個々の中核的大企業を凌ぐ実行力を発揮し、リスク対応の実施戦略を集中的に展開している。

ただその一方、さらにこの状況をもう少し掘り下げて見ると、半導体や液晶ディスプレイなどについて見ると、最終製品を構成する部品、部材や製造装置などは、現時点では必要量の6~7割以上の日本からの輸入に依存しているのも確かであるとともに、輸出生産の拡大とともに、日本からの“ものづくり”企業の工場移転や、日本人技術者受入れによる技術流入などにより、日本からの輸入への依存度を着々と低下する動きをしているのも事実である。

また、日本の中小企業に目を移すと、ごく最近の円高状況により、特に自動車関連産業では、親企業とともに工場の海外立地が目立ってきており、この面からも人材含めた“ものづくり”技術の国外流出が強く懸念される状況である。

“ものづくり”技術は、かつては特に戦後

の高度経済成長時代以降、大中小企業とそれに属する日本人技術者が、世界に類を見ないほどの競争力と優位性を発揮してきた分野であり、1960年以降の高度成長を実質的に担ってきた基盤でもあった。そして日本の産業の固有の特徴の一つであるが、大中小企業群は重層的に位置づけられており、各企業間では相互に切磋琢磨的な役割分担と信頼関係や、少なからずの競合関係も存在する産業構造を構築していた。しかしながら、20世紀の最後半になると、このような企業群構造もそれぞれの企業の海外進出により、その競争力・優位性の基盤が崩壊するおそれも出てきているのが現状の大きな側面なのである。

特に中小企業においては、大企業との競合／取引関係がある場合も含め、受身的な経営的判断をせざるを得ない場合も多く、さらには長期的な観点からの“ものづくり”技術の開発や、必要な投資・資源投下も困難であり、独自の経営戦略を実行することが極めて厳しくなったというのが最近の実態である。

本稿はこのような観点と状況から、中小企業を主な対象として、その“ものづくり”技術の維持・向上を取り進めるに際して、大学の研究・技術蓄積・知的財産を活用することを使命・役割とする当TLOの取り組むべき行動について、日頃のコーディネーター活動の実際を踏まえ、その考えを以下に整理してみた。

2. “ものづくり”中小企業に関する幾つかの側面

一口に“ものづくり”技術をとっても、

それを取巻く分類因子(側面)は幾つかある。後述するように、企業の性格や、課題、戦略を考える場合、ある程度その固有で多様な内容まで踏み込まないと、具体的で実効性のある対応策などが描けないことが多い。そこで議論が抽象的になるのを防ぐために、まずそれらについて述べてみる：

(1) 技術開発力から見た中小企業の分類

中小企業基本法の定義では、製造業等では、資本金3億円以下または従業員300人以下の企業が中小企業に相当する。また従業員200人以下の企業を小規模企業者と定義している。これとは別に、本題の趣旨に沿う面から、企業組織内の技術開発部門の有無により分類すると、中間に属する企業もあるが、3つの典型群に分けられよう：

A群：企業内に技術開発を専門とする部門または専任者を有す企業

B群：常時の組織などは無いが、必要に応じて技術開発を専任とする部門・専任者を設置できる企業

C群：技術開発の専任者を設置することは困難であるが、現業部門から兼任者は何とか設置できる企業。場合によったら社長が兼任することもある。

(分類軸はこの他に、親会社や供給(販売)先からの独立度・競合度などの項目がある)

一口に中小企業といっても、技術の内容と幅、技術力、開発力の格差は非常に広くて大きい、ということは認識しておく必要がある。また本稿の対象とするのは主に、国際競争の中にあり、または、大中企業との取引で競合状態や駆引き状態にある企業である。

実態としては、圧倒的に数が多い小規模事業者の大半はC群、残りがAまたはB群に属す。

(2) “ものづくり”の“もの”の分類

以下の議論を掘り下げるために、対象となる“もの”について、まず3つに分類をしておく：

- ・生産財：供給先が企業、最終的に消費財、資本財に使用される
- ・消費財：最終消費者が使用する製品
- ・資本財：“一品料理型”の製品；建造物、土木工事、大型衛生ロケット など

新商品を事業化する場合、生産財と消費財とでは、顧客はそれぞれ企業か消費者であり、マーケティング活動の取組み方は全く異なってくる。本稿では、生産財や消費財が議論の対象にする。

(3) 製品の構成・構造による分類

- ・組立て型（アセンブリー）：自動車、液晶テレビなどは大企業型であるが、小型の設備・機器の組立て生産技術の中にノウハウなどが“詰っている”
- ・部品・部品加工型：精密な機械加工や塑性成形加工による生産が主体。大手組立て企業への供給が多い
- ・素材・部材型：特殊な化学製品、機能性フィルム、など。鉄鋼や大量化学製品は大手企業の生産工程(プロセス)から生産される。

(4) 設計思想と生産工程の特徴による製品の分類

日本の“ものづくり”技術の特殊性や優位性を表現する側面からの分類である。

藤本東大教授らが長年の研究活動から、約10年前から提案してきた概念であり、日本のものづくり企業の強み・弱み・その展望を考える上で、有効な議論であると感じたので、その一部を取り上げてみた。

(詳細は「日本のもの造り哲学」(藤本隆宏 東大教授・ものづくり経営研究センター長 著 日本経済新聞出版社 2004)を参照願いたい)

製品を、その設計思想と生産工程により2つの型に分ける：

I型：

複数の部品・部材間の微妙な微調整を行う緊密な連携が要求される「擦り合わせ型」製品(=インテグラル型とも表現する)。

例としては、自動車、エンジン、超小型ベアリング、熔融亜鉛メッキ鋼板、精密測定装置、工作機械、などの組立て型や、部品・部品加工型製品が含まれる。

その他、高機能化学品、光学機能フィルムやフォトレジストも含まれる。

M型：

微調整を必要としない複数の部品・部材の組み合わせの妙を生かした「組み合わせ型」の製品(=モジュラー型とも表現)。その例としては、パソコン、携帯電話、液晶ディスプレイ、DRAM、汎用鉄鋼材料、などが挙げられる。

ここで日本の“ものづくり”産業の国際競争力について、藤本教授が述べている結論の一部を先に示すと：

「欧米主要国やアジア(特に韓国・台湾・中国)の諸国には比類のない日本の“ものづくり”産業の競争力の源泉は、複数の部品・部材

間の微妙な微調整を行う緊密な連携が要求される「擦り合わせ型」製品(=インテグラル型)の製造に、きわめて優れているという点にある」

これが藤本教授の分類の視点である。

その一方、藤本教授は、同時に日本企業は戦略思考性、リスク受容性、実行のスピード感などに欠けていることも指摘はしている。この傾向が、本稿冒頭でふれた日本企業の製品シェア低下の背景要因の大部分である、と見なしている。

(なお近著「日本型プロセス産業」(藤本隆宏ら編 有斐閣 2009)も参考になる)

一つの企業に対する場合、上記のような幾つかの側面を最初に明らかにした上で対応すると、有効な技術支援や産学官連携の共同研究が推進できると考えられる。

3. “ものづくり”技術の面から見た中小企業の課題と現状

筆者の技術開発の実務・活動は、大企業の技術開発部門への配属から始まった。途中一時期、本社の新規事業部門に転勤し、新商品開発とその事業化のため一担当者としてマーケティングや営業の実務を行った。会社退職後は、県など公的機関からの委嘱による“技術アドバイザー”や現職のTLOのコーディネーター役として、10年近く地域の中小企業の新技術・新商品の開発の推進に際して、アドバイスや技術相談を行ってきた。

このような経験や知見などから感じたことを抽出して、“ものづくり”企業を取巻く現状の課題や厳しい状況について、その幾つかを以下に挙げてみる。

3. 1 中小企業の固有の課題

(1) 技術開発や事業立上げの長期間化

経営トップとともに、いったん計画を立て、スケジュール表を作っても、なかなか予定とおりに開発活動が進捗せず、事業化が遅れていくことを、中小企業の技術相談などの過程でしばしば経験してきた。

特に2. で記したC群の中小企業でよく体験したことである。人材の不足に起因すると言ってはそれまでであるが、後述するようにこの面での対応策は、結果的に国際競争力を支えるという観点からも、大学や公設研究機関の継続的で組織的な助力が、有効性を発揮する部分であると考えられる。

(2) 技術のレベルアップとその伝承

企業が保有している技術は、“勘”やベテランの“見立て”などの形で、“人”に属している場合が多い（いわゆる属人的保有）。

従ってその技術の伝承・維持・レベルアップを目指すためには、保有する技術についての

- ① 社内での共通確認・認識から始まって、
- ② 後輩技術者への継続的な現場訓練（on-the-training）、
- ③ 測定や観察による可視化、とその裏付の理論化などの過程、

が有ってはじめて可能となる。

しかしながら、このような段取りを経て計画的な技術の伝承は行われていない、というのが実状である。これも上記(1)と同じく、一言でいえば、おもに人材不足に起因するが、長期的な観点からは、日本の基礎・基盤技術での国際競争力の相対的低下をもたらすことになる、というのが筆者の主張である。

(3) 技術開発の推進を補助する機能の不足

技術開発の過程では、素材・部品・装置などを試作して、その品質や性能を検証することがしばしばあるが、それには高度の測定・

分析や観察などの機能が求められるが多い。そしてその際には、高価な装置や設備が必要になることも多い。中小企業では検証できる人材とともに設備・装置まで配置・整備することは、一般に極めて困難であるのが実状である。この機能は外部の機関に委託することもできるが、時間と費用が必要であり大きな負担を伴う。

国際的に日本が優位性を発揮しているI型の製品(上記2.(4)参照)の分野においては、微妙な“擦り合せ”の検証とその実現・実用化のために、上記のような機能が一層に必要となる。

ここで筆者の経験をのべてみると：

入社して最初に配属された部門は、技術開発推進部隊の求めに応じて測定・分析・顕微鏡観察と、結果の解析（原因究明や仮説の検証）などを任務とする“裏方”研究室であった。技術開発の短期化に寄与するためには、精度とスピードが重要であり、他社との競争を優位に進めるための後方部隊であった。

実際に、解析の精度と速さが勝っていたために、同業他社のライバル企業に先駆けて新製品の上市が可能となり、開発競争に一番乗りを果たすことに寄与できたこともあった。ふり返ってみると、この時代の経験は、開発の基本動作を叩き込まれた、という面で今の仕事にも役に立っていると感じている。

開発の後方部隊の機能(仮説の検証、観察、分析、測定、評価・解析、開発の方向付け、など)とその能力発揮が、技術開発や新製品事業化において極めて大きい役割を果たす、というのが筆者の実感である。

一般の中小企業（B群、C群が主体）では、このような“後方部隊”を持つことは殆ど不可能である。後述するように大企業と中小企業との格差をもたらす一つの原因である。

もう一つ余談を付け加えるが、キーエンス社は観察・分析・測定・評価の機能への各企業のニーズに個別にキメ細かく対応して、各種の安価で高機能の機器、装置を新たに商品化して、水平展開による顧客開拓を行い、“エクセレントカンパニー”となった。研究・開発・製造のインフラ機能の個別ニーズへの対応について、その重要性を同業他社に比べより深く認識して、それに焦点を当てたビジネスモデルを築いた、ということができる。

3. 2 中小企業の厳しい現状

(1) 技術の海外流出

最近の円高傾向により、自動車メーカーの海外生産が加速されていく状況の中で、部品・部材加工型企业（2. (3)参照）も追従することが迫られている。“擦り合せ型”製品の生産技術も海外に移転せざるを得なくなり、“ものづくり”技術の優位性の低下が懸念される。

半導体産業では、すでに国際的優位性は失われており、それを支えた“ものづくり”企業群は、存続のために新規事業分野への進出に向け苦闘をしている。

（フォトレジストなど高機能化学品分野では、大手化学メーカーなどが当面は優位性を保持しているが、その期間は予断できない）

技術の面から、この現状に有効な対応する策はなかなか見当たらないが、その中でも特許対策（戦略的出願・維持・管理）は、無防備な流出の幾分か歯止めになる可能性はあろう。ノウハウ的な技術は、特許化がむずかしいので、有効な策を実現するためには、ある程度の経験と技能が必要である。

(2) 大企業との格差

技術開発力の格差は、3. 1(3)で一つの側面を述べたが、事業化の段階でも格差は存在する。大企業（2.(1)のA群に相当する）に

おいて人材が多いということは、人材の集中配置と分散が可能であり、事業化に必要なコストを下げるということが可能であるということの意味する。事業化においては、販売までのマーケティング活動の期間は予測とおりにならないことが多い。製品の知名度や効用・品質が客先に理解されるのに、予測できないほどの時間がかかるのである。いわゆる“死の谷”問題の主な原因の一つにもなっている。

そのような時期には、技術開発やマーケティングの担当者の一部をはずし、売れるまで他の部署に配置して、事業化コストを下げ費用対効果を上げることが可能になる。ベンチャービジネスや小規模企業では、他の部署といえる処が無く、大企業のようなマネはできず、経営への負担は相対的に大きくなるのである。

(3) 経営者の力量

中小企業では、経営資源（ヒト、モノ、カネの3つと、4つめの技術など、“見えざる資産”）はもともと小さいのは当然であるが、経営基盤（経営資源も含む）に占める経営者の力量の度合いは、大企業に比べ極端に高い。“経営者次第”ともいえる。

筆者の今までの経験（中小企業の“サラリーマン”社長の経験も含め）や企業経営者との面談などから見えてくることは、業績が順調な企業の共通点は、一口で言えば“経営者がシッカリしている”という点である。

そしてまた、“シッカリしている経営者”の共通点は、「過去に危急存亡の苦境を一回は乗り切ってきている」という点に集約される。また“ものづくり”企業においても、経営者の出身が理系か文系かは、業績にはあまり関係ない。

“力量”の内容・中味については、古来名著が

山積しており、一般的なことは述べるまでもないが、特に、“ものづくり”企業の今後の経営において、経営者が焦点を当てるべき技術の面の事項について、やや具体的に以下に独断を交え列挙してみると、次のようなことが挙げられよう：

- ① 要素技術群としての自社保有技術の認識（I型？M型？も見立てなども含む）
- ② その優位性と競争力の認識
- ③ 今後の経営戦略（I型 or M型志向の選択も含む）と、その達成に必要な技術開発の有無と内容の確認
- ④ 経営も含め、技術の継承の“作戦”を立てる。育成も図る。
- ⑤ 知財戦略への掘り下げた取組み

4. 課題解決へ幾つかの提言

以上に述べた点も含め、“ものづくり”中小企業のもつ課題の解決に、少しでも役に立ちそうな提言を具体的に幾つか示してみる。

(1) 技術人材の育成

まずは技術者として有すべき技能を明確にする必要がある。中小企業においては、**Off-the-Job-Training** をまとまって行うことはまず困難である。**On-the-Job-Training** で日常の定型的(ルーチン)作業の訓練から育成過程は始まるのが一般的である。勤務年数が長くなり **OJT** が修了する頃に、技術開発の担当者に任命するのが通常のコースであろう。

技術者として本格的に鍛えられるのは、この時点からである。身に付けなければならない知識・技能を、筆者の経験などを思い出して、具体的に例示してみると：

- ・ 材料・部材の基礎的・常識的知識

- ・ コスト計算・試算のやり方
- ・ 仮説→試作・組立て→測定などによる検証→次段階へのプランニング
(PDCA サイクルの一種)

など

余談にはなるが、以上は知識・技能の具体的な表現であるが、ほかに全人格的な面で捉える表現の仕方もある：

ある会合で筆者はかつて、“人材育成論”という題で、一人前の技術者を育成するにはどのような方法があるのか？ということ話をしたことがあったが、思いがけず多くの共感を得たことがあった。その方法とは：

「育成しようとする技術者に、解決すべき技術上の課題を与えて、”追い込まれ状態”に持ってゆき、独力でその状態を乗り越えさせる」 ことである。

ただし上司に当たる研究

管理者は、技術者の状況をよく注意しておく必要がある。最近では、怠るとその技術者は、うつ病になるケースが多くなっており、再起が容易でなくなっている。それほど大きな課題ではなかったが、筆者も入社3年後にこのような経験をさせられて、幸いにスランプ状態を脱することができて、自信がついたことを憶えている。実はこの方法の内容は、西堀栄三郎氏(第1次南極越冬隊長など歴任)の著書から引用したものであるが、大方の人が理解を示している。

この方法は、3. 2. (3)で述べた経営者の力量とも、共通点があることはすぐ分るであろう。ということは、このことは社長や技術者に限らず、営業マン、企画マンなど組織人に共通するものであり、特に目新しいことではない、ともいえる。組織内の人材の育成方法としてはこれまでも色々な提言がされてい

るが、上記の方法は有効なやり方だと思う。

(2) 技術開発補助機能の充実

3.1(3)で述べたように、技術開発の過程では、試作した材料・部材・組立装置などの品質・性能が計画とおりに、実現しているかを正確に定量的に検証することがきわめて重要である。この作業が不十分であると、誤った余分な試作を行ったり、振り出しに戻ってしまったりして、貴重な時間と金を浪費することにもなる。しかしながら中小企業においては、検証作業を十分に行う機能が不備であることが多い。

大学などの高等研究機関や公設試験機関、顧客候補に相当する外部大手企業などとの共同開発を仕組んだり、機能の整備には国の補助金・委託金などの助成制度の活用が求められる部分である。これは正に我々TLOの本来の役割の一つである。

(3) 保有する技術の科学的裏づけと、技術力の向上

この10年余り、中小企業の技術開発や商品開発の活動をいろいろの角度から“後押し”をしてきて感じることは、3.1.(2)にも述べたとおりだが、人材・設備の不足などやむをえない背景もあり、自社が保有している要素技術群（人に属して部分が多い）が、キチンと把握されてなく、他社に比べての優位性や劣位性がしっかりと認識されていないことである。

忙しい現実の中ではなかなか難しいことではあるが、自社の技術を要素技術群に仕分けてみて、それぞれの要素技術について少しでも科学的・理論的な解明や解析を行って、その実際を把握することが、長期的な重要性を持つと考えられる。経営トップ層の理解がカギ

である。

経営戦略に則って、新しい技術や商品を開発・事業化を目論むとき、その成功の可能性を高めることにもなるだろうし、排他的な独自技術に基づく知的財産戦略による市場シェア獲得の契機にもなりうる。

しかし、中小企業が自力で理論的解析やメカニズムの解明をすることは、当然のことながらさぶる困難なことである。ここに新たな使命として社会貢献をめざす大学等高等研究機関の教官・研究者が果たす役割が明らかになってくる。研究者の専門領域での論文・知見・ノウハウ・取得特許などの研究蓄積を移転・活用することにより、中小企業のこのような課題の解決に少しでも役に立つ可能性は見えてくる。

TLOの役割（具体的に言えば、実際に活動するコーディネーターの役割）はこのような研究蓄積の移転・活用を効果的にするために、両者のシーズ・ニーズの適確なマッチングを少しでも多く実現するために、フットワーク良く動き回ることであろう。

また、大学の個々の教官・研究者のこれまでの活動実績や研究蓄積をより掘り下げて調べ、できる範囲で理解していくことが、まず重要な活動内容となる。

（このように書くと、理想のコーディネーターが要求される能力と役割はキリがなくなるということになるが、実際はどこかのところで妥協することになる）

(4) 知的財産の価値

上記(3)で触れたが、知的財産の価値は、生産部門のグローバル化によって益々大きくなるだろう。技術の優位性を維持する最も有力な手段の一つである。

特許は、ふっと浮かんだアイデアから生まれることもあろうが、筆者が経験したことで

もあるが、自社の保有技術をじっくり眺めることによっても、特許化のネタが明らかになることがある。技術マップやパテントマップを戦略的に描いて、特許の請求範囲を効果的に設定して、効率的な出願・維持が可能となる。技術流出の歯止めに有効なこともある。

出願しないことも技術戦略の一つの選択肢である。筆者はかつてある技術領域でライバル企業の出願特許を調べることにより、先方の技術開発方向を推定したことがある。また、特許出願により、技術ノウハウを察知されることもある。

5. TLOの役割

すでに上記の各節でTLOの役割にも触れた。1998年に制定された技術移転促進法（略称：TLO法）の目的に込められたTLOのビジネスモデルは、米国のモデルを取り入れたものであり、大学等の高等研究機関の研究成果、ノウハウ、発見／発明を知的財産として特許化して、それらを民間企業などに移転（特許の権利を有償で譲渡する）して、技術発展による社会貢献の促進と、大学などへの研究資金の導入を図ることであった。

技術移転の意義や、大学の技術・研究シーズと企業ニーズのマッチング活動などの役割と使命は現在も変わらないが、その後のこの10年来の大きな産業基盤の変化・推移（技術流出、国際競争の激化、組立て製品のシェアの低下・・・）の中で、特に中小企業の技術開発活動への支援・バックアップが重要な役割になってきている。その内容はすでに4. に記してきたものであるが、あらためて列挙すれば次のようになる：

1. 人材の育成の支援。（三重TLOでは、企業の要請により材料やITの

面の基礎的な知識・技能について教官・研究者による“出前講義”を行っている）

2. 技術開発補助機能の提供（測定、分析などの受託や関連の技術相談を受けている）
3. 保有している自社技術の科学的裏付けと、技術開発の方向付け
4. 保有している技術の戦略的な知的財産化

その結果の一つとしては、2.(4)で述べたような日本の伝統的な強みであるI型（インテグラル型または「擦り合せ」型）の“ものづくり”技術の国際的優位性が、より長期に亘り発揮できるような中小企業の集積が持続拡大していくことが可能になることである

現在の当TLOの陣容では、各企業に対して上記のような支援やバックアップを行うのは、当面は力不足が否めないが、可能な範囲で一社一社ごと丁寧に支援・対応していくのが、今後の新しい役割と使命であると認識している。この役割・使命を少しでも達成することはコーディネーターに求められる適性の一つにも位置づけられよう。以上

三重大学における共同研究の実態に関する考察（平成21年度）

Research and Consideration on the Actual Condition of Collaborative Researches in Mie University

三重大学知的財産統括室 助教

八神 寿徳

Hisanori Yagami

1. 緒 言

平成16年4月の国立大学の法人化にとともに、大学の社会的役割として教育、研究に社会貢献が加わり、近年、日本国内の大学における共同研究の数およびその研究費規模は、大学の社会貢献をはかるひとつの指標とされている。各大学の共同研究数およびその研究費は、文部科学省が毎年集計^{(1),(2)}し、公表しており、各大学における共同研究の取組み状況や傾向をみることが出来る資料のひとつである。

三重大学においても、平成16年度～平成18年度の共同研究の実態に関して分析およ

び報告^{(3),(5)}がされており、三重県内企業や株式会社三重ティーエルオー（以下、「三重TLO」）会員との共同研究数等、三重大学の共同研究の傾向や特徴について考察されている。

本稿では、平成21年度に三重大学において実施された共同研究に関していくつかの観点による集計データを紹介するとともに、データの傾向の分析および考察をおこなった。データの集計方法については、過去のデータ^{(3),(5)}と比較できるように同一とした。各年度のデータを比較した結果、三重県内企業との共同研究数の増加等、興味深い分析結果が得られた。

表1 過去5年間の共同研究数および研究費の推移

年度		17	18	19	20	21
人文	件数	7	6	2	3	1
	金額(円)	10,519,194	2,610,320	600,000	305,000	420,000
教育	件数	7	4	4	8	12
	金額(円)	4,065,000	2,670,000	3,105,000	8,892,450	8,907,044
医	件数	44	51	64	57	60
	金額(円)	115,987,226	191,682,460	274,237,020	247,948,419	243,652,629
病院	件数	13	12	11	13	15
	金額(円)	22,133,200	11,197,333	28,434,715	9,129,200	24,233,097
工	件数	104	109	100	104	97
	金額(円)	105,011,450	105,433,247	119,003,244	118,110,162	127,539,532
生資	件数	59	60	65	60	60
	金額(円)	50,647,150	61,896,050	53,828,400	41,190,598	65,891,945
地イ	件数					5
	金額(円)					2,012,500
社連	件数	2	1	0	0	3
	金額(円)	1,155,000	420,000	0	0	2,225,000
生命	件数	2	2	1	2	3
	金額(円)	1,420,000	420,000	420,000	710,000	1,235,000
その他	件数					2
	金額(円)					1,010,000
合計	件数	238	245	247	247	258
	金額(円) 前年比(金額)	310,938,220	376,329,410 1.21倍	479,628,379 1.27倍	426,285,829 0.88倍	477,126,747 1.11倍

表2 分野別共同研究数

学部	ライフサイエンス	情報通信	環境・エネルギー	ナノテクノロジー・材料	製造技術	社会基盤	その他	合計
人文	0	0	0	0	0	1	0	1
教育	6	0	0	1	0	4	1	12
医	57	1	0	0	0	2	0	60
病院	15	0	0	0	0	0	0	15
工	6	5	11	41	19	8	7	97
生資	34	2	11	5	5	1	2	60
地イ	5	0	0	0	0	0	0	5
社連	0	0	1	0	1	1	0	3
生命	2	0	0	1	0	0	0	3
その他	1	0	0	0	0	0	1	2
合計	126 48.8%	8 3.1%	23 8.9%	48 18.6%	25 9.7%	17 6.6%	11 4.3%	258 100.0%

2. 過去5年間の共同研究数および研究費の推移

表1に過去5年間の共同研究件数および研究費の推移を示す。三重大学全体の研究費合計金額は、平成19年度まで増加傾向にあったが平成20年度は減少している。これは、平成20年9月のリーマン・ショックの影響を受けた世界的な経済不況に起因していると考えられる。リーマン・ショックによる景気の低下は平成20年秋から顕著に低下し始め、平成21年3月で景気の谷を迎えている⁽²⁾。

文部科学省の集計結果⁽²⁾によれば、全国の大学の民間企業との共同研究費は、平成20年度は前年度に比べ増加し、平成21年度は前年度に比べ減少したとの報告^{(1),(2)}がある。これは三重大学の場合、三重県地域の中小企業との共同研究が多数あるため、中小企業は景気の余波を受けやすく、平成20年度の研究費にその影響が出たと考えられる。

3. 共同研究の分野別の件数

表2は、共同研究を分野別に集計した結果である。分野は、文部科学省により毎年実施

される大学等への共同研究調査の項目を参考に分類した。ライフサイエンス分野に関する共同研究数が最も多いことがわかる。平成18年度の三重大学の共同研究の傾向に関する報告⁽⁵⁾においても、ライフサイエンス分野の共同研究数が最も多く、これは、三重大学が医学系研究科、附属病院、生物資源学研究科を擁していることや、三重県が推進する「みえメディカルバレープロジェクト」との連携といった要因が考えられる。

4. 共同研究の相手先所在地

次に、共同研究の相手先所在地を共同研究契約書に記載の共同研究員の所属部課の所在地とし、所在地は県内（三重）、東海（愛知・岐阜・静岡）、関西（大阪・奈良・和歌山・滋賀・京都・兵庫）、関東（東京・神奈川・埼玉・千葉・山梨・群馬・栃木・茨城）、その他に分類した。これにより所在地別に集計したものを表3に示す。表3より、三重県内企業との共同研究数が最も多く、全体の47%が県内企業との共同研究であることがわかる。これは、前述した「みえメディカルバレープロジ

エクト」を筆頭とした三重県との連携や三重県地域への貢献を重視している三重大学の傾向が強く出ているといえる。

なお、三重県内企業との共同研究数122件のうち、相手先が大企業は40件、中小企業は64件であった。県内中小企業との共同研究数が半数以上を占めていることがわかる。一方、平成18年度における三重県内企業との共同研究数も122件であったが、内訳は大企業33件、中小企業53件であった。平成21年度における三重県内企業との共同研究数は、平成18年度よりも大企業および中小企業ともに件数および割合が増大していることがわかる。いずれの年度も総数122件と同一の数であるが、平成18年度と平成21年度の違いは、大企業および中小企業以外の機関（地方公共団体等）との共同研究数の差が要因となっている。これは、平成18年度まで続いた「三重県地域結集型共同研究事業」に関する契約が、三重県や財団法人三重県産業支援センターとの間で多かったことや、県内自治体との防災関係の契約が多かったことが要因として挙げられる。

表3 相手先の所在地別割合

学部	県内	東海	関東	関西	他	合計
人文	0	1	0	0	0	1
教育	9	1	1	0	1	12
医	22	7	16	14	1	60
病院	9	0	5	0	1	15
工	41	24	19	8	5	97
生資	32	7	14	3	4	60
地イ	4	0	1	0	0	5
社連	3	0	0	0	0	3
生命	2	0	0	0	1	3
他	0	0	1	1	0	2
合計	122	40	57	26	13	258
	47.3%	15.5%	22.1%	10.1%	5.0%	100.0%

5. 共同研究の相手先規模

表4は、共同研究の相手先を大企業、中小企業、自治体等（自治体立病院等、自治体の協議会等、財団法人等を含む）、その他（独立行政法人、特殊法人、自治体系以外の財団法人・社団法人等）に分類した結果を示す。なお、大企業、中小企業の定義は中小企業基本法第二条に従って分類した結果である。三重大学全体での共同研究相手先は大企業が最も多い結果となっている。これは、大企業よりも中小企業との件数のほうが多かった平成18年度の集計結果⁵⁾と異なる傾向である。大企業との共同研究件数の増加は、平成18年度と比較すると医学系研究科および工学研究科においてとくに顕著であり、工学研究科に関しては大企業と中小企業の数が逆転している。工学研究科における相手先企業の傾向が平成18年度から平成21年度の3年間で大きく変化していることがわかる。

表4 相手先企業の規模別割合

学部	大	中小	自治体	他	合計
人文	0	0	0	1	1
教育	2	5	3	2	12
医	37	19	1	3	60
病院	9	6	0	0	15
工	54	34	5	4	97
生資	23	28	6	3	60
地イ	1	4	0	0	5
社連	2	1	0	0	3
生命	1	1	0	1	3
他	1	1	0	0	2
合計	130	99	15	14	258
	50.4%	38.4%	5.8%	5.4%	100.0%

6. 共同研究相手先に占める三重TLO会員数

表5は、共同研究相手先に占める三重TLO会員の割合を示す。平成21年6月時点での三重TLO会員データに基づいて分類した結果である。三重大学全体の共同研究件数に

占める三重TLO会員の割合は27%である。平成18年度の報告書⁽⁵⁾によれば、三重TLO会員の占める割合は44%であった。平成18年度の集計結果と比較して、ほとんどの各部局において三重TLO会員の件数が減少している。とくに工学研究科における減少が顕著である。これは、前章において述べたとおり、工学研究科の共同研究の主要な相手先が大企業へと変化したことと、三重県内の中小企業が主たる会員である三重TLO会員との共同研究数の減少が、相関的に関係して現れた数字であると考えられる。

- (2) 平成18年度と比較して、自治体等との共同研究数は減少している。自治体等との共同研究数は、ひとつのテーマに一定期間資金を投じて完結する国や市町特有の事業運営に大きく左右されることが要因として考えられる。
- (3) 平成18年度と比較して、医学系研究科および工学研究科では大企業との共同研究割合が増加し、とくに工学研究科では平成18年度から平成21年度にかけて大企業と中小企業の件数が逆転していることがわかった。

表5 相手先に占める三重TLO会員

学部	件数	会員	会員比率
人文	1	0	(0) 0.0%
教育	12	4	(2) 33.3%
医	60	11	(2) 18.3%
病院	15	4	(0) 26.7%
工	97	29	(1) 29.9%
生資	60	21	(0) 35.0%
地イ	5	1	(0) 20.0%
社連	3	1	(0) 33.3%
生命	3	0	(0) 0.0%
他	2	0	(0) 0.0%
合計	258	71	(5) 27.5%

文 献

- (1) 文部科学省，平成20年度大学等における産学連携等実施状況について，2009年。
- (2) 文部科学省，平成21年度大学等における産学連携等実施状況について，2010年。
- (3) 菅原洋一，三重大学における共同研究の実態に関する一考察，国立大学法人三重大学創造開発研究センター研究報告，Vol.13, pp.257-263, 2005年。
- (4) 三橋一郎・井沼崇・岡野敏和・菅原洋一，三重大学における共同研究の実態に関する一考察（その2），国立大学法人三重大学創造開発研究センター研究報告，Vol.14, pp.117-122, 2006年。
- (5) 三橋一郎・岡野敏和・岡谷佳澄・八神寿徳，三重大学における共同研究の傾向（平成18年度），国立大学法人三重大学創造開発研究センター研究報告，Vol.15, pp.155-157, 2007年。

7. 結 言

平成21年度に三重大学において実施された共同研究に関してデータを集計し、分析および考察した。結果、以下のような結論が得られた。

- (1) 平成18年度と比較して、三重県内企業との共同研究数は相手先が大企業および中小企業ともに増加している。相手先の内訳は中小企業が半数以上を占めており、三重大学が地域圏大学として県内企業と連携している実態がわかった。

2. センターとしての取り組み

- [みえ産学官研究交流フォーラム2009](#)

- [三重大学発産学官連携セミナー in 伊賀 2009](#)

- [第2回三重大学発産学官連携セミナー in 伊賀 2009](#)

- [第3回三重大学先端研究シンポジウム](#)

- [行事報告](#)

- [出版物](#)

- [三重ティーエルオーからの報告](#)

みえ産学官研究交流フォーラム2009

開催日：平成21年11月6日（金）、7日（土）

場所：四日市ドーム（四日市市 霞ヶ浦緑地内）

「リーディング産業展みえ2009」併催行事

11月6日、7日、四日市ドームにおいて標記フォーラムが開催されました。今年も「リーディング産業展みえ」との同時開催で、県内企業と大学、高専、公設試験場、支援機関が一同に集まりました。今年には地域との連携に重点をおき、「中部電力との産学連携活動」ブースを出展し、企業相談コーナーも中小企業基盤整備機構と連携して行うなど、新しい試みを取り入れました。また、産学官民連携マガジン「Yui」を配布するなど、研究・教育活動の成果を来場者に広くアピールしました。2日間を通して多くの来場者があり、7日には、中川正春文部科学副大臣も来場されました。まさに、産・学・官・民が集うイベントとして盛り上がりました。



みえ産学官研究交流フォーラム2009 出展者一覧

鈴鹿国際大学、鈴鹿医療科学大学、鳥羽商船高等専門学校、三重県立看護大学、近畿大学工業高等専門学校、中勢北部サイエンスシティ企業誘致促進協議会（津市）、（財）三重県産業支援センター、（株）三重ティーエルオー、NPO 法人みえ治験医療ネット、【三重県】林業研究所／工業研究所／農業研究所／水産研究所／知的所有権センター、【三重大学】大学院地域イノベーション学研究所／リサーチセンター／大学院工学研究科パターン情報処理研究室／大学院工学研究科システム設計研究室／大学院工学研究科エネルギー環境工学研究室／自然災害対策室(DiMO)／中部電力との産学連携活動／伊賀研究拠点／大学院生物資源学研究所、【三重大学キャンパス・インキュベータ】ピーアンドディーパートナーズ(株)／(株)機能食品研究所／(株)プリンシプル／(有)細胞外基質研究所／アンカーアセットマネジメント研究会

主催 / みえ産学官研究交流フォーラム実行委員会

（三重県、津市、（財）三重県産業支援センター、
中勢北部サイエンスシティ企業誘致促進協議会、（株）三重ティーエルオー、三重大学）

三重大学産学官連携セミナー in 伊賀 2009

主催：三重大学／共催：三重県、伊賀市、(財)伊賀市文化都市協会

開催日：平成21年7月3日(金)

場所：ヒルホテル サンピア伊賀 4階 白鳳の間

7月3日、伊賀市のヒルホテルサンピア伊賀において、標記セミナーを開催しました。セミナーでは、基調講演の「食品企業における品質保証と企業内分析センターの役割」(サントリー(株)但馬良一安全性科学センター所長)、「産学官連携による機能性食品の開発」(鈴木宏治理事)に続き、「伊賀市菜の花プロジェクトにおける産学官連携の現状と課題」(伊賀市産業振興部小林康志主幹)の報告と「三重大学伊賀研究拠点の創設と展開」(前田広人教授・生物資源学研究科)についての説明がありました。県、市、地元企業などから165名が出席し、有意義なセミナーとなりました。

開会挨拶

三重大学長 内田 淳正
伊賀市長 内保 博仁
三重県健康福祉部健康・安全分野総括室長 寺井 謙二



基調講演 1

「食品企業における品質保証と企業内分析センターの役割」
サントリー株式会社 品質保証本部・副本部長
安全性科学センター所長 但馬 良一

基調講演 2

「産学官連携による機能性食品の開発」
三重大学 理事・副学長(研究担当)
三重大学社会連携研究センター長 鈴木 宏治



講演 1

「伊賀市菜の花プロジェクトにおける産学官連携の現状と課題」
伊賀市産業振興部 農林振興課 主幹 小林 康志

講演 2

「三重大学伊賀研究拠点の創設と展開」
三重大学大学院生物資源学研究科 教授
三重大学伊賀研究拠点所長) 前田 広人



第2回三重大学産学官連携セミナー in 伊賀 2009

主催：三重大学／共催：三重県、伊賀市、伊賀市教育委員会、(財)伊賀市文化都市協会

開催日：平成22年1月29日(金)

場所：ヒルホテル サンピア伊賀 4階 白鳳の間

産学官連携の拠点となる三重大学伊賀研究拠点の活性化と共同研究の促進による産業振興をはかるために、1月29日、伊賀市のヒルホテルサンピア伊賀において、標記セミナーを開催しました。伊賀研究拠点では、環境・食・文化に関する人材育成のため、新たな試みとしてSPP(※1)やPBL(※2)を行っています。今回、その成果発表として、SPPを受けている上野高等学校理数科の生徒が、2日間体験した科学実験研修の成果報告を行いました。

また、PBLを受けている三重大学の学生は、『伊賀ブランド』と題して、実際に伊賀を訪れ、他県・他市から訪れる観光客の視点で伊賀観光の現状と改善点を報告しました。

※1：Science Partnership Program・・・高校と大学などとの連携により科学技術、理科に対する興味・関心と知的探究心を追及するもの

※2：Problem-Based Learning・・・少人数の課題探求型学習形態を取り入れた教育

開会挨拶

三重大学長 内田 淳正
伊賀市長 内保 博仁
三重県健康福祉部 健康・安全分野総括室長 寺井 謙二

報告 1

「伊賀研究拠点の活動報告ー現地準備事務所から拠点へー」

三重大学社会連携研究センター 社会連携推進戦略室

三重大学伊賀研究拠点副所長 准教授 山本 好男

報告 2

2-1) 「上野高校 SPP 成果発表」

2-2) 「三重大学 PBL セミナー成果発表」

講演 1

「教育は100年の計ー出前授業と理科実験にかける第二の青春ー」

三重大学伊賀研究拠点 客員教授 加藤 進

講演 2

「エコライフと伊賀焼」

長谷製陶株式会社 代表取締役 会長 長谷 優磁

講演 3 (退官記念講演)

『食と健康』

三重大学大学院生物資源学研究科 教授 田口 寛

閉会挨拶

三重大学大学院生物資源学研究科 教授
三重大学伊賀研究拠点所長 前田 広人



第3回三重大学先端研究シンポジウム
三重大学リサーチセンター クリスマスシンポジウム
～ バイオマスエネルギー最先端研究 ～

主催：三重大学 後援：三重県、津市、四日市市、コラボ産学官三重支部、(株)三重 TLO

開催日：平成21年12月22日（火）
場所：都市センターホテル5F（オリオン）

今回は三重大学リサーチセンター・クリスマスシンポジウムと称し、本生物学資源学研究科で行われている「バイオマスエネルギー」に関する研究内容を中心にご紹介しました。

バイオマスは、二酸化炭素の削減、循環型社会の構築など、再生可能エネルギーとして近年脚光を浴びていますが、その一方、生産活動のために必要な森林伐採や人類の食との競合などの問題もあり、自然と産業との調和に基づいた研究開発が強く望まれています。

シンポジウムでは、このような社会環境動向を鑑み、経済産業大臣政務官をお招きしてバイオマスエネルギーの現状と将来の展望に関する特別講演、関連する「バイオプロダクツ研究センター、食と農業を科学するリサーチセンター、および産業・社会インフラ施設安全技術研究センター」所属の研究者がバイオマスエネルギーに関わる最先端の研究成果についての講演を行いました。首都圏の企業、大学関係者から多数の参加をいただき、大変高い評価をいただきました。



《シンポジウムプログラム》

主催者挨拶 三重大学長 内田 淳正
特別講演「バイオマスエネルギー、その現状と将来展望」経済産業大臣政務官・参議院議員 高橋 千秋 先生
基調講演「森林の新しい価値 ～持続的工業ネットワークを導く～」生物資源学研究科 教授 船岡 正光

シンポジウム

1. 三重大学リサーチセンターの概要 理事・副学長 鈴木 宏治
2. バイオプロダクツ研究センター [センター長 教授 久松 眞]
 - 「地域活性型で未利用バイオマスから有用物質を生産する提案」地域イノベーション学研究科 准教授 三島 隆
 - 「セルラーゼ複合体（セルロソーム）の話」 生物資源学研究科 研究員 栗冠 真紀子
3. 食と農業を科学するリサーチセンター [センター長 教授 亀岡 孝治]
 - 「食と農を科学する～ALFAE活動」 生物資源学研究科 教授 亀岡 孝治
4. 産業・社会インフラ施設安全技術研究センター [センター長 教授 陳山 鵬]
 - 「安全・安心のための診断システム工学について」 生物資源学研究科 教授 陳山 鵬

行事報告

出展行事

社会連携研究センターは、各地で行われるさまざまな展示発表会に積極的に出展・参加し、三重大大学の新たな研究シーズを紹介しています。

	日 時	名 称
平成 21 年	4 月 16 日	名古屋大学／三重大学【米国特許制度セミナー】
	6 月 3 日	東海地区 大学発ベンチャーカンファレンス 2009
	6 月 11,12 日	東海 3 大学 新技術説明会
	6 月 15 日	第 2 回 東海ニューテクノフォーラム
	6 月 20,21 日	第 8 回 産官学連携推進会議
	7 月 1～3 日	第 8 回 国際バイオ EXPO
	7 月 23 日	新産業創出交流センター 第 12 回 シーズフォーラム
	7 月 30 日	コラボ産学官会員大学による 「食品・バイオ分野」研究成果発表会
	9 月 9～11 日	外食・中食設備機器フェア 2009
	9 月 16～18 日	イノベーション・ジャパン 2009
	10 月 5,6 日	北陸・東海 8 大学 特許・シーズ発表・展示会
	10 月 7 日～9 日	BioJapan2009
	11 月 11～14 日	メッセナゴヤ 2009
11 月 25～27 日	アグリビジネス創出フェア 2009	

他 多数



産学連携を紹介するブース



展示による研究紹介



三重大学商標使用権許諾商品

産学官連携による行事

社会連携研究センターは産学官連携による、さまざまなイベントを企画・実施しています。

	日 時	名 称	主 催
平成 21 年	4 月 11,12 日 10 月 4,5 日	「ウェルネスの旅 (答志島・神島)」	いとしの旅舎
	5 月 15 日	伊賀市議会伊賀研究拠点見学会	三重大学伊賀研究拠点
	6 月 22 日	平成 21 年度みえメディカル研究会総会	(株)三重 TLO、三重県健康福祉部薬務食品室 メディカルバレー推進グループ
	9 月 25 日	三重大学伊賀研究拠点セミナー 「伊賀先端テクノロジー研究会」	三重大学伊賀研究拠点
	10 月 2,16,30 日 11 月 13,20 日	三重大学「地域活性化システム論」講座	三重大学
	12 月 18 日	第 2 回みえ尾鷲海洋深層水 利用促進セミナー	みえメディカル研究会
平成 22 年	2 月 19 日	第 2 回環境健康学研究会	みえメディカル研究会、 環境健康学研究会
	2 月 26,27 日	メディカルバレーフォーラム 2010 「食と健康～ ^{うま} 美し国からの提言～」	三重県、三重大学、 鈴鹿医療科学大学、 (株)三重 TLO、みえ メディカルバレー 推進代表者会議、医 食同源みえ
	3 月 3 日	第 2 回 BDF セミナー	三重大学伊賀研究拠点、 伊賀市
	3 月 4,11,18,25 日	M i p 特許塾	三重大学知的財産統括 室、三重県、津市、 (株)三重 TLO
	3 月 12 日	三重大学大学院生物資源学研究科 セミナーin 四日市	社会連携研究センター 四日市フロント、(株) 三重 TLO
	3 月 16 日	キックオフシンポジウム	三重大学 食と農業を 科学するリサーチセン ター事務局



ウェルネスの旅



Mip 特許塾



メディカルバレーフォーラム 2010

出版物

出版物名	発行時期	発行部数
社会連携研究センター2009 紹介パンフレット	平成 21 年度 6 月	2,500
キャンパスインキュベータ パンフレット	平成 21 年度 6 月	1,000
三重大学産学官民連携マガジン「Yui-結-」 vol.3	平成 21 年度 7 月	13,000
三重大学産学官民連携マガジン「Yui-結-」 vol.4	平成 21 年度 11 月	10,000
社会連携研究センター 研究報告 No.17	平成 21 年度 12 月	600

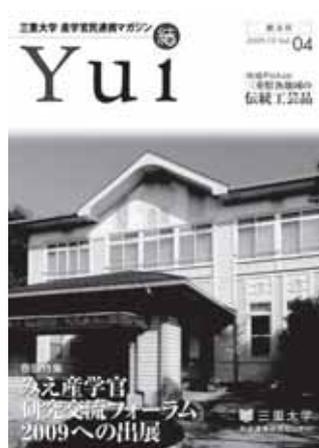
三重大学産学官民連携マガジン「Y u i-結-」について

当センターでは、平成 20 年 5 月より産学官民連携マガジン「Y u i-結-」を発行いたしました。

-Y u i-結（ゆい）とは、結ぶということ。また、結とは、相互扶助の精神を意味する言葉であり、労働力を出し合って行う田植え、稲刈りなどの生活の営みを維持していくための共同作業を指す、人々による共同体が形成される過程で生まれたとても歴史のある言葉です。

本誌「Y u i」は、地域圏大学である三重大学と地域社会との産学官民連携の取り組みのなかから、地域の良さを見つめ直し、三重地域が長い歴史の中で培ってきた潜在力を掘り起こして、未来につなげていこうとする雑誌です。

大学の研究者の研究にかける思いや地元企業が生みだしたこだわりの製品・技術など、さまざまな立場で活動する方々の生の声を拾い上げ、お届けします。人との結、産業との結、地域との結、そして、読者との結、さまざまな結びのかたちを紹介し、自治体、企業とも連動しながら、三重県に關係する人々のための「コミュニティ」づくりを目指していきます。



2009年度 株式会社三重ティーエルオー活動実績

I 営業報告

第9期営業報告（自 2009年4月1日 至 2010年3月31日）

当年度は、過去5年間続いた国（経済産業省）からの助成金（2006年度は約2000万円弱）が廃止されてから3年目にあたります。当年度は以下に示しますように、経常利益は7,862,619円となりました。当期を含め、過去3年間収支は黒字で推移し、自立経営の基盤が整いつつあると判断される状況になりました。その一方収入面で、会費収入は当社の産学官連携活動を支える主な財政的基盤の一つではありますが、一昨年秋のリーマンショック以来の世界同時不況により、会員企業の経営状態の厳しさが増し、昨年度に引き続き会費収入は減少してきており、その維持・増加は今後の課題となりました。以下、まず収入面の主な項目について説明いたします。

- ① 会員数の減少や大口の特別会費の減額などにより、昨年度に比べ2,345千円減少し11,880千円になりました。会員企業の経費節減に対応するためにも、会員のメリットが明確に伝わるような活動を一層強化することが求められていると当然ながら認識しております。
- ② 共同研究収入は、共同研究立上げ及び知財管理活動に関する大学との委託契約に基づく委託費（当年度：約7,810千円）と、マッチングファンド参加企業からの共同研究費（当年度：5,000千円；対前年度4,500千円減）との合計12,810千円となりました。
- ③ 受託事業収入（補助事業にともなう補助金・雑収入分15,309千円を含む：損益計算書で営業外収益として計上）は、ほぼ前年度並みの37,692千円となりました。主な事業は、NEDO マッチングファンド（ゼブラフィッシュ関連：15,000千円）、みえメディカルバレー研究会、医療・健康・福祉クラスター形成事業、尾鷲・紀北まるごと健康増進プログラム事業、伊賀市 BDF 高度化事業などです。なお、この内 国・県市町に対して、当社のシンクタンクの機能としての実績が徐々に蓄積され、認識されてきている状況にあります。
- ④ 特許ライセンスに関する収入は合わせて4,982千円でありました。過去最高のロイヤルティ収入があった昨年度に比べ約5百万円の減少となりました。
- ⑤ 企業・団体への技術指導（企業での技術指導・研修、技術計算、大学内研究設備の使用指導など）に関わる収入は、実施件数の増加と、内容の拡大により、大幅に増えて4,758千円となりました。特に企業の技術指導においては、企業の長期的な技術経営戦略に関わる掘り下げた内容に亘るケースもありました。指導内容の高度化の傾向が見えています。

以上の内訳の合計として、総収入は72,124千円（昨年度は83,551千円）となりました。

次に、支出について主な項目に分けて示します。

- ⑥ 人件費の支出額は、17,937千円でありました。この内、役員報酬は4,936千円でした。政府の緊急経済対策の寄与もあり、予定より支出総額はやや低く抑えることが出来ました。
- ⑦ 教官・研究室に還元する調査研究費・委託費・指導講師費などの合計は、27,348千円でした。
- ⑧ 特許ライセンス収入からの発明者・大学・研究科へのロイヤルティ還元額は、3,873千円でした。上記④との差し引きで当社には、1,099千円の収入を得ることが出来ました（この中には、TLO 単独出願の特許も含む）。
- ⑨ 支出総額（64,262千円）から上記⑥、⑦、⑧を除いた諸経費の総額は、15,104千円であります。そのうち主なものは、旅費交通費：3,537千円、消耗品費：2,292千円、寄付金2,600千円（この内2,000千円は三重大学振興基金として大学に寄付を致しました）などです。以上の結果、総収入から支出総額を引きまして、決算報告書の損益計算書に示しますように、経常利益金額は、7,863千円になりました。

損益計算書（自 2009年4月1日 至 2010年3月31日）（単位 円）

【売上高】

会費収入	11,880,000	
特許関係収入	10,000	
共同研究収入	12,809,529	
受託収入	22,385,325	
ロイヤリティ収入	4,972,129	
技術指導料	4,757,948	
売上高合計		56,814,931
売上総利益金額		56,814,931

【販売費及び一般管理費】

販売費及び一般管理費合計		64,261,783
営業損失金額		7,446,852

【営業外収益】

雑収入	638,774	
補助金	14,670,697	
営業外収益合計		15,309,471
経常利益金額		7,862,619

【特別損失】

固定資産除却損	82,786	
特別損失合計		82,786
税引前当期純利益金額		7,779,833
法人税等		2,252,300
当期純利益金額		5,527,533

II 会社の概況（2010年7月1日現在）

1. 主な事業：大学等における研究成果の産業界等への移転に関する事項
2. TLO承認：2002年4月16日に文部科学大臣および通商産業大臣から「大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律」第4条に基づく承認を受けました。
3. 株式の状況：発行する株式総数800株、発行済株式総数300株、株主数182名
4. 主な事業所：本店（津市栗真町屋町1577番地 三重大学内）
5. 従業員の状況：常勤管理者1名（代表取締役社長）、コーディネーター4名（常勤・1名、週4日勤務・1名、3日勤務・1名、1日勤務・1名）、特許流通アドバイザー1名（（社）発明協会からの派遣）、NEDOフェロー1名（NEDOからの派遣）、事務補助者3名（パートタイマー）
6. 取締役および監査役

代表取締役	円城寺英夫	取締役	鈴木 宏治	取締役	國枝 勝利
取締役会長	森野 捷輔	取締役	岡本 一郎	監査役	相可 友規
取締役	菅原 庸	取締役	村上 一仁	監査役	辻 篤

Ⅲ 国、県等からの委託事業・補助事業等

国：NEDO大学発事業創出実用化研究開発事業費補助金（NEDOマッチングファンド）

「網膜疾患の蛍光画像診断を実現する蛍光染料プローブの実用化研究」（H21～22）

中部地域の大学知財活用支援事業

県：みえメディカル研究会の運営（三重県健康福祉部委託）

みえ研究交流サロンの運営（三重県農水商工部委託）

市、商工会議所、商工会からの調査事業等の受託、共同研究仲介など

みえ産学官研究交流フォーラム実行委員会事務局

Ⅳ. 特許出願及び技術移転状況

三重TLOが承認TLOとして認定されたH14年以降の三重TLO及び三重大学の国内特許出願状況は図1に示す通りである。H19年以降、特許出願は全て三重大学から出願されており、H21年度の特許出願件数は59件であった。

H19年以降三重TLOが扱った、特許及び特許を受ける権利の実施許諾と、権利譲渡のトータル件数は図2に示す通りである。なお、図2には共同出願は含めておりません。

H21年度の実施許諾件数は2件、権利譲渡件数は5件であった。また、TLOがH21年度に企業から得たロイヤリティー収入の総額は消費税込みで約523万円であった。

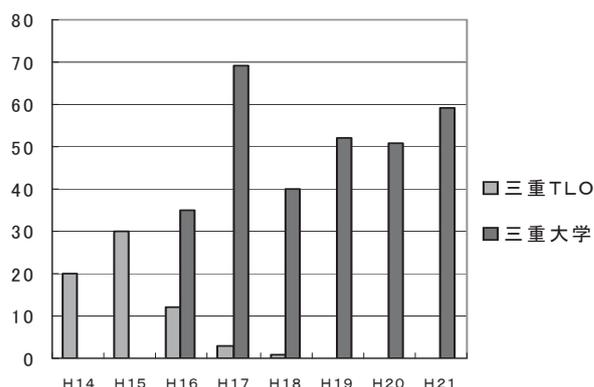


図1. 特許出願件数（年度別）

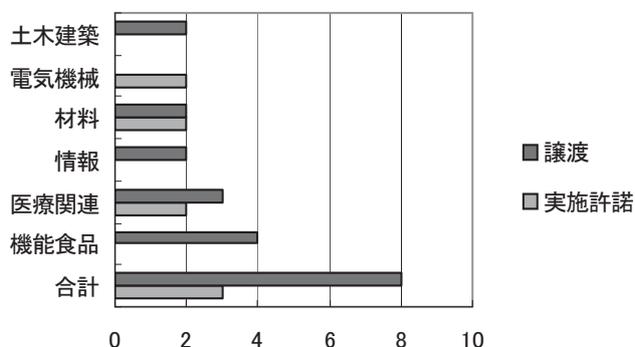


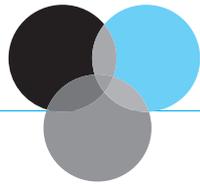
図2. 技術移転状況（H19年以降）

V 行事等

- ①三重TLO交流会の開催
- ②三重TLO技術情報クラブ会報の発行
- ③その他

みえ産学官研究交流フォーラム 2009（三重リーディング産業展で開催） 出展

（報告：杉山、國枝）



Ⅲ 平成22年度 センターの概要

1. センターの紹介

2. センターのご利用について

1. センターの紹介

- 三重大学の社会連携体制と社会連携研究センター

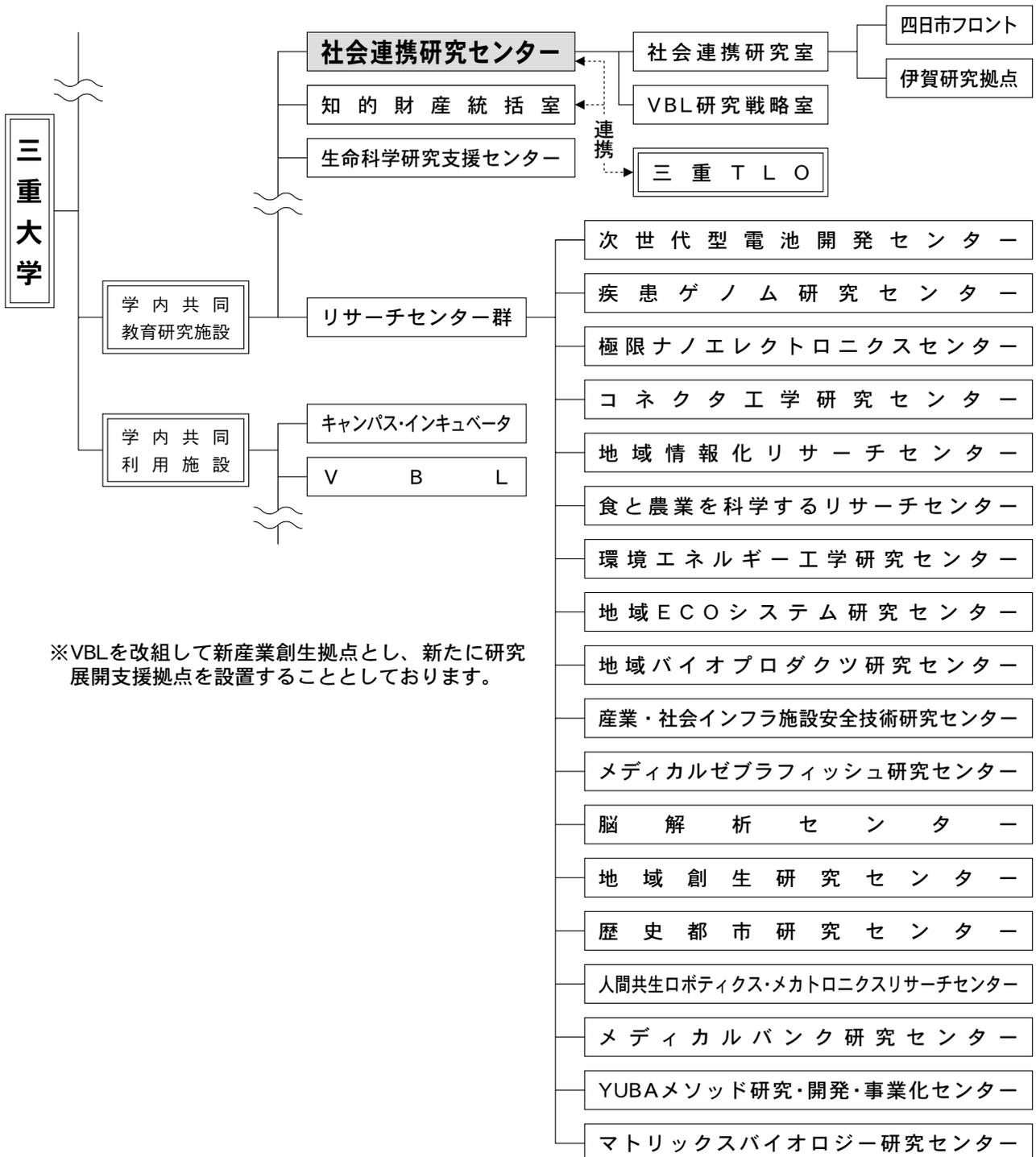
- 産学官連携アドバイザー・コーディネーター等紹介

- 設備概要（センター現有機器）

- 建築概要

- キャンパス・インキュベータ紹介

三重大大学の社会連携体制と社会連携研究センター



※VBLを改組して新産業創生拠点とし、新たに研究展開支援拠点を設置することとしております。



産学官連携アドバイザー

上野 隆二 (うえの りゅうじ)



三重大学名誉教授
 九州大学大学院農学研究科博士課程水産学専攻単位修了 農学博士
 養殖魚におけるxenobioticsの比較薬理学的研究について、約20年間にわたり基礎知見から、養殖現場への応用まで幅広い領域に貢献。また、三重大学法人化後、2年間にわたって創造開発研究センター長として、種々のセンター活動や組織作り、並びに大学間連携や大都市圏での社会連携活動等に精励してきた。
 日本水産学会進歩賞、日本魚病学会賞。

奥 久輝 (おく ひさてる)



長崎大学客員教授 兼務
 京都工芸繊維大学工芸学部、近畿大学法学部（通信）卒業
 松下電器産業株式会社にて、知財教育、発掘、事件、契約並びに法務管理を担当。同社退職後は、京都大学産学官連携コーディネータとして、京都大学知的財産ポリシー草案作成や京都大学知的財産本部事業参画、アライアンス型共同研究ほか、包括的共同研究契約締結多数をまとめる。
 中小企業の知的財産推進支援 パテントアナリシス 代表。

笠井 美孝 (かさい よしたか)



笠井中根国際特許事務所 パートナー弁理士
 香川大学農学部農業工学科卒業
 建築・土木コンサルタント企業勤務の後、名古屋の特許事務所勤務を経て、笠井国際特許・商標事務所を設立し、その後共同化して現在の笠井中根国際特許事務所のパートナー弁理士となる。弁理士として、特許の調査、出願、紛争処理等に関する専門的業務を行っている。知的財産管理に関する講演等多数。特許専門領域は防振技術を中心とする機械系。
 日本弁理士会東海支部会員、発明協会三重支部（理事）、三重県知的所有権センター知的所有権アドバイザー、三重県商工会連合会経営・技術強化支援事業エキスパート指導員、三重県産業支援センターベンチャー企業支援登録専門家（経営支援グループ）、三重県産業支援センター特許戦略研究会顧問、津商工会議所専門相談員。

加藤 浩 (かとう ひろし)



日本大学大学院知的財産研究科教授 弁理士
 東北大学大学院工学研究科修了 工学博士
 約20年間にわたり特許庁において生命工学、医療分野の審査官や有機化学分野の審判官を担当し、その間、経済産業省大臣官房への出向、米国ハーバード大学への留学、政策研究大学院大学への出向（助教授）を担当した。特許庁退職後は、日本大学法学部教授を経て、現在に至る。
 特に複雑とされるバイオ、ライフサイエンス分野の特許・実用新案審査基準の解釈、それに基づく発明の新規性・進歩性の判断、および高い専門性を必要とする拒絶理由通知に対する意見書や手続補正書の作成において、広く深い経験を持つ。
 日本知財学会、工業所有権法学会、研究技術計画学会、日本機械学会

小林 洋平 (こばやし ようへい)



ケーワイ国際特許事務所所長、弁理士
京都大学理学部生物物理系卒業

株式会社三和化学研究所勤務を経て、暁合同特許事務所入所、その後小林洋平国際特許事務所を設立した後、ケーワイ国際特許事務所に改名する。工業所有権（特許、実用新案、意匠、商標）に関する出願代理業務、審査取消訴訟等に携わる。特許専門領域は、バイオテクノロジー・化学・機械・メカトロニクス・IT関連など。

日本弁理士会東海支部会員、発明協会三重県支部理事、三重県商工会連合会経営・技術強化支援事業エキスパート指導員。

杉本 雅俊 (すぎもと まさとし)



杉本雅俊法律事務所所長、弁護士
名古屋大学法学部卒業

弁護士として、会社経営、契約、特許取得等の法務的問題に関する専門的業務を行う。その傍ら、株式会社三重ティーエルオーにおけるベンチャー支援専門家として、ベンチャー創業志望者に専門的助言なども行う。四日市公平委員会会長、三重弁護士会会長、三重県採用委員会会長、日本弁護士連合会監事等を歴任。

津家庭裁判所調停委員、三重県入札等監視委員会委員。総務大臣表彰。

中畑 裕之 (なかはた ひろゆき)



株式会社百五経済研究所 地域調査部 部長・主席研究員
名古屋大学経済学部経済学科卒業

株式会社百五経済研究所主席研究員として、経済産業動向に関する調査、産学官連携、産業振興政策、地域振興政策等に関する専門的助言などを行う。また、株式会社三重ティーエルオーと協働し、各種事業の企画・実施を担当。

中小企業診断士。中小企業診断協会会員（三重県支部理事）、財団法人三重県農林水産支援センター食の魅力づくり支援事業支援コーディネータ、SUZUKA産学官交流会理事。

服部 壮一 (はっとり そういち)



中小企業基盤整備機構中部支部 経営支援アドバイザー、経営コンサルタント
名古屋工業大学経営工学科卒業

名古屋中小企業投資育成株式会社在職時は、中堅・中小企業に対する生産管理、品質管理、JIT生産方式、事務管理（OA）等の指導及び現場密着型の改善指導、工場・企業診断、経営計画の作成指導、幹部教育等のコンサルテーションを行う。また投資審査業務にも従事。中小企業基盤整備機構中部支部においては経営支援アドバイザーとして中小企業・ベンチャー企業等に対する起業、公的支援制度、金融、マーケティング等に関する相談の直接指導も多数実施。現在経営指導、現場改善の経営コンサルタントとして活動中。

品質マネジメントシステム（ISO9001）審査員補。日本経営工学会中部支部監事。

三井 雅之 (みつい まさゆき)



三井コンサルティング経営

大阪府立大学農学部農学研究科博士課程前期修了、
奈良県立医科大学専修生修了 医学博士（奈良県立医科大学）

企業にて、医薬品や機能性食品の基礎研究、臨床試験、化合物の毒性評価（安全性試験）、毒性病理学、化学物質の発癌試験並びに発癌抑制物質の検索、医薬品の開発・申請、食品の機能性検索（動物実験並びにヒト臨床試験）などに携わる。現在、三井コンサルティングを設立し、医薬品、機能性食品の開発申請に対するコンサルティングを行うとともに、長浜バイオインキュベーションセンターにて地域連携コーディネーターにも就任。

獣医師、日本毒性病理学会認定毒性病理専門家。

宮田 令子（みやた れいこ）



名古屋大学産学官連携推進本部知的財産部 特任教授（医学・バイオ系担当）

お茶の水女子大学理学部生物学科卒業 農学博士（京都大学）

大手化学系メーカーにて、一貫して研究者として、主に遺伝子改変等微生物・酵素による医薬、化粧品等原体に関する研究、有用物質生産研究等に従事してきた。その間、医薬原料の基礎研究から実用化研究に携わり、その企業化を実現しており、その体験を強みとする。その後、グループリーダーとしてバイオ研究テーマでの研究企画立案・海外との研究連携にも携わってきた。幅広いバイオ関連技術移転、ライセンス交渉術、知財管理などバイオ関連の特許問題にも造詣が深い。法人化後、名古屋大学にて医学・バイオ系の知財の発掘～ライセンスまでの実務、戦略立案に携わっている。

日本生物工学会技術賞受賞。日本分子生物学会、日本生物工学会、日本農芸化学会、バイオインダストリー協会。

村上 一仁（むらかみ かずひと）



元 住友電装株式会社 取締役

現 三重県産業支援センター産業人材育成コーディネーター

名古屋大学工学部合成化学科卒業

金属表面処理技術、光半導体素子、自動車用配線材料・部品、電気自動車用配線材料・充電システム等の研究開発及び事業管理に携わる。

また、これまで社団法人中部経済連合会ベンチャー企業支援機構設立準備委員会委員、三重県科学技術振興センター研究評価委員、四日市市産業創出研究会委員、北勢地域経済振興会議委員を務めるなど、地域の産学協力に関する活動も広く行う。

渡辺 久士（わたなべ ひさし）



名古屋大学工学部電子工学科卒業

トヨタ自動車株式会社を退職後、名古屋大学先端技術共同研究センター教授として、利益相反管理体制を築き、且つ実務面でも、一つ一つの事例を解析し、マネジメントの基礎を作り上げた。主たる活動分野は、大学における知的財産管理、利益相反マネジメント方法。現在、渡辺久士特許事務所所長、豊橋技術科学大学産学連携推進本部客員教授を務める。

弁理士。日本弁理士会、独立行政法人工業所有権情報・研修館「大学知的財産アドバイザー派遣先大学選定・評価委員会委員長」、中部経済産業局「企業知財分析調査事業に係る支援委員会委員長」、同「中部知的財産戦略本部事業に係る技術審査委員会委員」、同「中小企業知財戦略支援モデル調査事業」を運営する総括委員会委員、愛知県「第2期あいち知的財産創造プラン（仮称）策定委員会委員」、産業財産権制度関係功労者表彰（特許庁長官表彰）。

❖❖❖❖❖ コーディネーター等 ❖❖❖❖❖

❖❖特許流通アドバイザー（株式会社三重ティーエルオー派遣）



杉山 早実（すぎやま はやみ）

元 神鋼電機株式会社知的財産室長
元 神鋼電機株式会社開発本部研究部長
三重大学教育学部卒業
知的財産、カラープリンタ技術、高圧回転機技術

❖❖産学連携コーディネーター



伊藤 幸生（いとう ゆきお）

元 大同特殊鋼株式会社 技術開発研究所 主任研究員
元 大同工業大学産学連携共同研究センター NEDOプロジェクト担当マネージャー
首都大学東京大学院機械工学専攻修士課程卒業
専門領域：NEDOプロジェクト運営、中小企業の技術開発



岩瀬 純夫（いわせ すみお）

元 三菱化学株式会社 高分子開発第1研究所第2研究室長
元 ジェイフィルム株式会社 常務取締役フィルム第一事業部長 他
元 東遠化学工業株式会社 代表取締役社長
東京工業大学理工学部応用化学課程高分子化学科卒業
専門分野：プラスチック材料開発、成形加工技術開発、用途開発



相可 友規（おうか ともき）

元 株式会社三重銀行取締役本店営業部長、元 株式会社三重銀総研専務取締役
現 四日市市教育委員会委員長
関西学院大学商学部卒業
専門領域：地域経済



奥山 哲也（おくやま てつや）

元 アイコム株式会社
元 三重県環境森林部 三重県環境学習情報センター 環境学習指導員
西日本工業大学 工学部電気工学科卒業
専門領域：ライフサイクルアセスメント、環境マネジメントシステム



國枝 勝利（くにえだ かつとし）

元 三重県科学技術振興センター工業研究部窯業研究室研究室長
名古屋大学理学部地球科学科卒業
専門領域：セラミックスを中心とした無機材料化学、非金属鋳床・産出原料と利用



佐藤 之彦 (さとう ゆきひこ)

元NKK 大阪支社 副支社長
三重大学大学院工学研究科後期博士課程修了
専門領域：溶接工学



人見 一晴 (ひとみ かずはる)

元 三重県農林水産商工部理事 (財団法人三重県産業支援センター常務理事)
元 財団法人国際環境技術移転研究センター常務理事
同志社大学経済学部経済学科卒業
専門領域：地方自治、地域経済、環境技術移転



横森 万 (よこもり よろず)

元 協和発酵ケミカル株式会社 開発部長、四日市研究所長、四日市工場長
東京工業大学大学院化学工学科修了
専門領域：高分子物性、塗料用樹脂の開発他

◆ NEDOフェロー (NEDO派遣)



齋木 里文 (さいき さとみ)

三重大学社会連携フェロー (派遣先) 株式会社三重ティーエルオー
北海道大学大学院農学研究科生物資源生産学専攻修士課程修了
専門領域：作物栄養学、植物生理学、バイオ全般

◆ 知財活用コーディネーター



西 祐一 (にし ゆういち)

岡山理科大学総合情報学部生物地球システム学科卒業
専門領域：知的財産、知的財産管理

設備概要（センター現有機器）

	設 備 名 称	説 明
1	高分解能核磁気共鳴装置 日本電子JNM A500型 	<p>本装置は、超伝導磁石と最新のコンピューター制御及び処理機能を持つフーリエ変換方式による核磁気共鳴装置 (FT-NMR) であり、高磁場・高分解能の特性を生かして、生体材料を含むさまざまな素材の固体及び溶液状態の分子構造解析を行うものである。</p> <p>超伝導FT-NMRはその抜群の感度、ケミカルシフトの広がり、そして装置の安定性から幅広い分野で利用されるようになり、化学シフトやスピンスピン結合の観測から物質中の原子配置、電子構造、分子の微細構造等に関する情報が得られる。また現代のFT-NMR装置では多様なパルスシーケンスを用いることによって、対象サンプルの情報を容易に引き出すことができる。</p>
2	多モードトポ解析システム 電子線マイクロアナライザー一式(波長分散型)、紫外線・赤外線顕微分光測定装置一式、試料調整装置一式その他 	<p>本システムは、電子線マイクロアナライザ（波長分散型）、紫外線、赤外線、赤外線顕微鏡分光測定装置、試料調整装置から構成され、各種電子デバイス、材料、生物組織の組成や特性についての詳細な知見を得るために用いられる。電子線マイクロアナライザにより、ホウ素（原子番号5番）からウラン（92番）までの元素について、組成や状態を高精度・高分解能で自動的に定量分析できる。紫外線・赤外線顕微分光測定装置により、断面構造、表面物性、結合状態等を、広い波長領域（0.24-2.1μm）の透過光・反射光・蛍光・偏光測定法で精密かつ迅速に評価した組成データと関連させて解析を行うことができる。試料調整装置により、測定に最適な試料を作製できる。</p>
3	大型構造物試験装置 ジャッキシステム一式、油圧装置一式、制御・計測装置一式、載荷用フレーム一式、その他 	<p>本装置は、実大あるいは実大に近い構造物並びに構造部材に、圧縮・曲げ・せん断・振りを伴う複合荷重を載荷する実験を通じて、構造物の示す複雑な弾塑性挙動を解明するための装置であり、鉄骨造・鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造・鋼管コンクリート造・木造などの柱・はり・平面骨組・立体骨組に複合荷重を載荷し、これら構造物に生じる核種変形やひずみを検出して、構造物の弾塑性挙動の分析に用いるものである。既に設置してある、定着して反力をとるための反力床並びに反力壁とともに使用し、対象構造物に押し・引きの静的あるいは動的な力を油圧によって加えるアクチュエーター、アクチュエーターに圧力油を供給する油圧装置、アクチュエーターをあらかじめプログラムされた荷重あるいは変位経路にしたがって作動させるための制御装置、静的あるいは動的な鉛直方向圧縮・引張荷重を載荷するための載荷用フレームよりなっている。</p>

	設 備 名 称	説 明
4	高分解能核磁気共鳴装置 日本電子JNM-ECX400P 	<p>本装置は、最新のデジタル技術と高周波技術を駆使して開発されたFT-NMR装置である。高性能・高機能分光計は、分子構造解析や材料評価といった従来のNMRの応用分野にとどまらず、新たな創薬、ポストゲノム研究、新素材開発など、将来の科学技術の発展にも対応する先進性を備えている。オートチューンユニットを用いることで、核種の切替え、温度や溶媒の違いにより必要となるプローブのチューニングやマッチングの操作がコンピュータにより自動的に実行される。オートチューン機能は、NMRの観測主要核をほとんど含む、^1H、^{19}Fおよび^{31}P~^{15}Nまでの広い周波数範囲の核種に適應できる。</p>
5	走査型X線光電子分光分析装置 アルバック・ファイ PHI Quantera SXM 	<p>本装置はX線を試料に照射することにより、試料表面から放出される光電子のエネルギーを測定することで表面の組成並びに化学結合状態に関する情報を得ることができる表面分析装置である。励起源がX線であることから基本的に非破壊検査方法であり、水素を除くすべての元素を検出することができる。また、本装置の特徴として最小径9 μmのX線ビームの走査、SXI (Scanning X-ray Image) による正確・迅速な微小分析位置の特定、絶縁物試料の帯電中和、自由なパラメータ設定による深さ方向分析やデータ解析ソフトウェアによる高度なデータ解析などをあげることができる。</p>



建築概要

◇平成5年遺伝子実験施設（現生命科学研究支援センター）と合築 （平成5年11月竣工）

構造規模	鉄筋コンクリート造3階建て
建築面積	948.56平米（遺伝子実験施設含む）
延べ床面積	2667.35平米（遺伝子実験施設含む）
1階	926.48平米（遺伝子実験施設含む）
2階	833.62平米（遺伝子実験施設含む）
3階	893.25平米（遺伝子実験施設含む）
PH階	14.00平米（遺伝子実験施設含む）

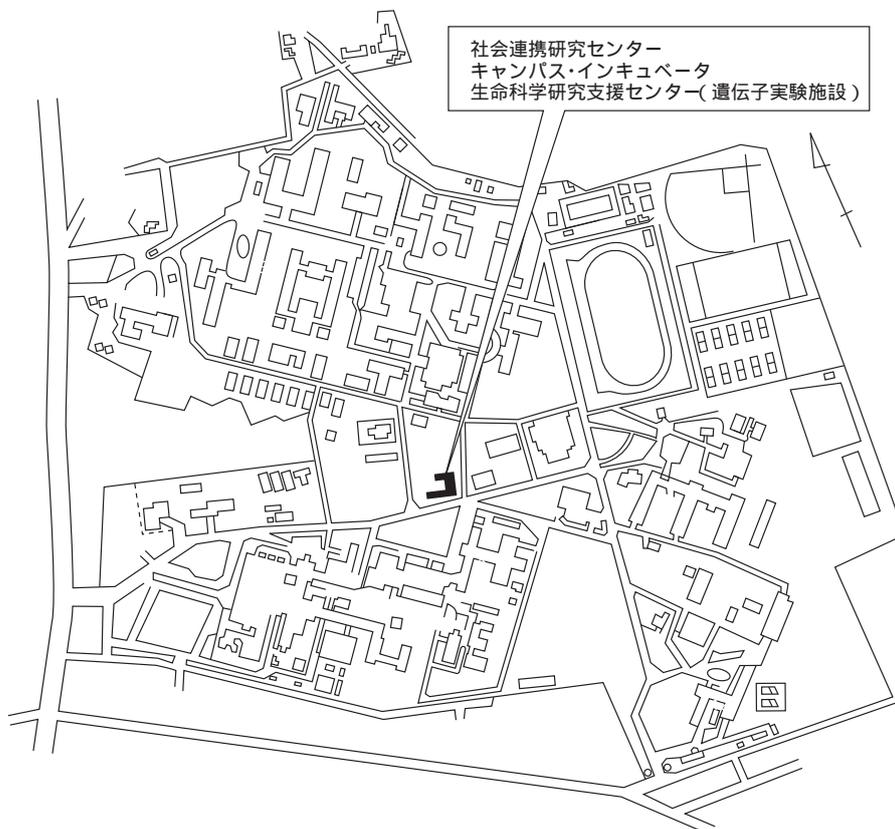


◇平成16年 キャンパス・インキュベータ増築 （平成16年3月12日竣工）

構造規模	鉄筋コンクリート造3階建て
建築面積	328平米
延べ床面積	1010平米
1階	328平米
2階	327平米
3階	327平米
PH階	28平米



キャンパス・インキュベータ



- 事務局
- 教育学部
- 総合研究棟Ⅱ
- 共通教育校舎
- 生物資源学部
- 附属図書館
- 人文学部
- 医学部附属病院
- 医学部
- 工学部
- 講堂
- 総合研究棟Ⅰ

キャンパス・インキュベータ紹介

平成22年度は、6企業の方々が「三重大学キャンパス・インキュベータ」に入居し、新事業への取り組みを意欲的に行っています。今後も、三重大学発ベンチャーとして大いなる飛躍が期待されています。

2 階

部屋	名 称	代表者	事 業 内 容
219	ピーアンドディーパートナーズ 株式会社	董 培	日本企業の中国へ事業進出サポート；日本製品の中国へ輸出及び中国で拡販の許認可取得サポート；中国製品許認可関連法規制・技術規格基準の情報提供（CRDB）
220	株式会社 プリンシプル	中 西 高 義	計測・制御・通信のコア技術をベースにした電子機器の開発事業。電動アシスト自転車、医療機器、有機EL照明機器等の開発から製造まで

3 階

部屋	名 称	代表者	事 業 内 容
319	バイオコモ 株式会社	福 村 正 之	遺伝子組換えベクター技術を用いた成人結核等の対応ワクチンのない感染症に対する新規な経鼻噴霧型ワクチンの開発
320	株式会社 ファイナルマーケット	中 川 武 志	きわめて高い透水性と意匠性など多機能な複層ポーラスコンクリート舗装「T.N.ベース」の普及拡大、技術サービス
321	うれし野ラボ 株式会社	辻 保 彦	理想的な健康と美しさをサポートし、天然由来の原料からつくりあげた安全で安心してお使い頂ける化粧品と食品の研究・開発・販売
322	有限責任事業組合アンカーアセットマネジメント研究会	常 川 善 弘 後 藤 祐 二 青 砥 澄 夫 工 藤 康 雅 酒 井 俊 典	のり面や擁壁の安定性の確保、地すべり防止等の有効な工法であるグラウンドアンカー工のアセットマネジメントに関する事業



キャンパス・インキュベータ外観



室内の様子

2. センターのご利用について

- 研究協力制度について〈共同研究・受託研究・受託研究員・寄附金〉

- 三重大学の利用方法〈産学官連携を進めるために〉

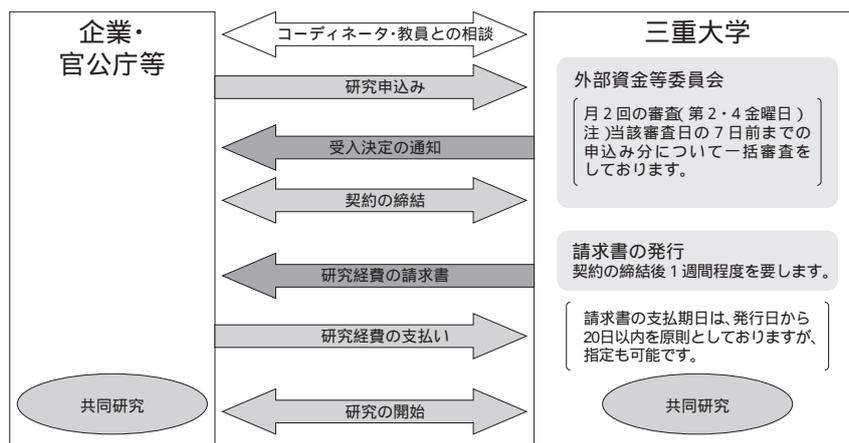
- 科学技術相談〈三重大学科学技術相談申込書〉

共同研究

1. 制度の概要

この制度は、本学の研究者と一般企業や公共団体等の研究者が対等の立場で、共通の研究課題について、「契約」に基づき「共同研究」を行い、優れた研究成果を生みだそうとするものです。

共同研究開始までの事務手続きの流れ



2. 研究の形態

- (1)大学において、双方の研究者が共通の課題について共同で研究を行います。原則として大学の施設を利用して行われますが、研究設備の都合により民間企業等の施設においても研究することができます。〔共同型〕
- (2)大学及び企業等において、各々研究者が共通の課題を分担し研究を行います。〔分担型〕

3. 共同研究区分の説明

次の3つの形式になります。

- (1)企業等の研究者（研究員）の受け入れのみで可能な研究。（大学において、直接経費を要しない場合）

必要な経費

研究員料：1人につき6ヶ月で21万円、12ヶ月で42万円が基本となっております。なお、実施期間がそれらの期間を超える場合は、その期間に応じて基本となる額を加算いたします。

- (2)大学において、企業等の研究者（研究員）を受け入れて、各々の研究者が共同して行う研究。

必要な経費

研究員料：上記(1)の研究員料に同じ。

直接経費：謝金、旅費、消耗品費、設備備品費、その他役務費、光熱水料等の直接的な経費

一般管理費：直接経費の5%

- (3)大学及び企業等において、各々の研究者が共通の課題を分担して行う研究。（研究員の受け入れなしの場合）

必要な経費

直接経費：上記(2)の直接経費に同じ。

一般管理費：上記(2)の一般管理費に同じ。

4. 研究期間

企業等との合意による任意の期間とし、翌年度以降にわたる複数年契約も可能です。なお、研究期間は概ね5年を上限とします。それ以上にわたる契約も可能ですが、事務担当とご相談願います。

また、経費についても、ある程度の分割納付契約が可能です。

5. 企業等の研究者（研究員）

現に研究業務等に従事し、本共同研究に参加が可能な研究者や在職したまま大学に派遣が可能な研究者をいいます。

6. 手続き・仕組み

(1)共同研究申込書及び共同研究員調書を社会連携チームに提出していただきます。

(2)本学委員会の審議を経た上で、受入決定を通知いたします。

(3)双方の合意の上で、契約を締結いたします。

(4)共同研究経費（研究員料、直接経費及び一般管理費）を本学に入金していただくための振込用紙（請求書）を送付します。

(5)上記(4)の所定経費を振り込んでいただきます。なお、振込手数料がかかりますので金融機関に御確認下さい。

(6)共同研究経費は本学の会計機関の下で経理いたします。

(7)上記(4)の経費の入金確認後、共同研究を開始いたします。

(8)参考：本学委員会（外部資金等委員会）

（ 毎月2回（第2・4金曜日）の審査を行っております。
（注）当該審査日の7日前までの申込み分について一括審査をしております。 ）

7. 特許の扱い

本学との共同研究に対する寄与度によって異なり、大学の所有や、大学と企業等との共有となります。また、当該企業等又は当該企業等の指定する者に限り、特許出願の時から優先的に実施することもできます。

8. 優遇税制

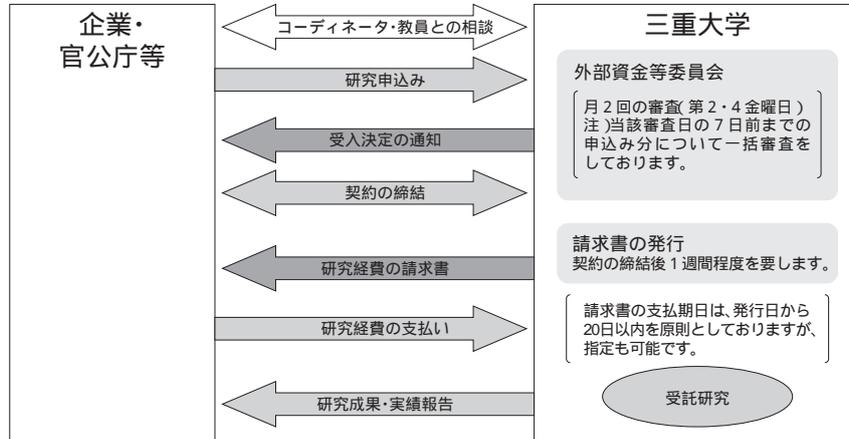
大学と企業等との共同研究において、企業等が支出した共同研究経費の一定額を法人税から控除できます。必要な方は証明書を発行しますので、事務担当と相談してください。

受託研究

1. 制度の概要

この制度は、産業界等外部から委託を受けて大学の研究者が実施する研究で、これに要する経費を委託者が負担するものです。

受託研究開始までの事務手続きの流れ



2. 経費

委託に直接必要な経費（直接経費）の他に、大学における技術料、機器損料等の間接経費（直接経費の30%相当額）が必要となります。

3. 研究期間

委託者との合意による任意の期間とし、翌年度以降にわたる複数年契約も可能です。なお、研究期間は概ね5年を上限としますが、それ以上にわたる契約も可能ですが、事務担当とご相談下さい。

また、経費についてもある程度の分割納付契約が可能です。

4. 手続き・仕組み

- (1) 受託研究申込書を社会連携チームに提出していただきます。
- (2) 本学委員会の審議を経た上で受入決定を通知いたします。
- (3) 双方の合意の上で、契約を締結いたします。
- (4) 研究経費（直接経費、間接経費）を本学に入金していただくための振込用紙（請求書）を送付します。
- (5) 上記(4)の所定経費を振り込んでいただきます。なお、振込手数料がかかりますので金融機関に御確認下さい。
- (6) 研究経費は本学の会計機関の下で経理いたします。
- (7) 上記(4)の経費入金確認後、受託研究を開始します。
- (8) 受託研究完了後、研究成果の報告をいたします。
- (9) 参考：本学委員会（外部資金等委員会）

（毎月2回（第2・4金曜日）の審査を行っております。
（注）当該審査日の7日前までの申込み分について一括審査をしております。）

5. 特許の扱い

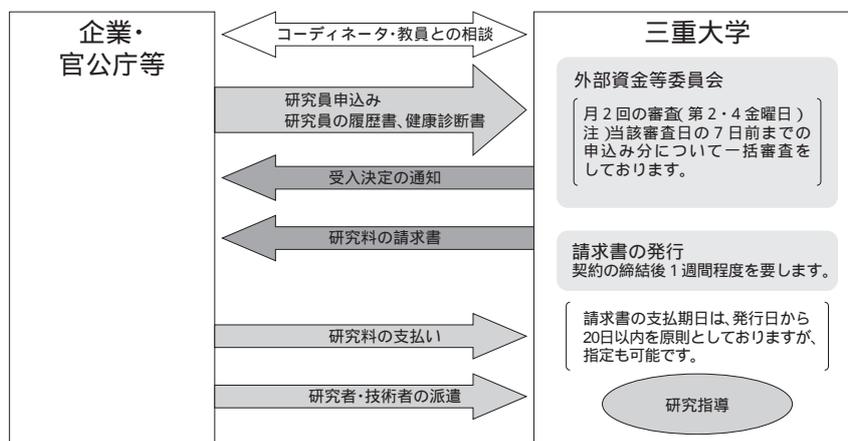
基本的に国立大学法人三重大学に帰属しますが、委託者の申し出により本学の知的財産権の一部を委託者に譲与することができます。また、委託者又は委託者の指定する者に限り、特許出願の時から優先的に実施することもできます。

受 託 研 究 員

1. 制度の概要

この制度は、産業界から現職の研究者や技術者を受託研究員として受け入れ、大学院レベルの研究の指導を行うものです。このほかに、公立大学、専門学校、私立大学、専修学校の教職員を受け入れて研究指導を行う私学研修員制度もあります。

受託研究員受け入れの事務手続きの流れ



2. 研究期間及び研究料

区 分	研 究 期 間	研 究 料
長 期	6か月を超え、1年以内	541,200円
短 期	6か月以内	270,600円
特 例	3か月以内（国の機関の一部のみ）	135,300円

注) 研究期間については、受入許可日の属する会計年度を超えることはできません。
 なお、研究継続の必要がある場合は、翌年度に向けて更新ができますが、上記研究料が別途必要です。

3. 受託研究員の資格等

現に研究業務に従事し、在職したまま大学に派遣が可能な研究者及び技術者で大学院に入学可能な者又はこれらに準ずる者としています。

4. 手続き・仕組み

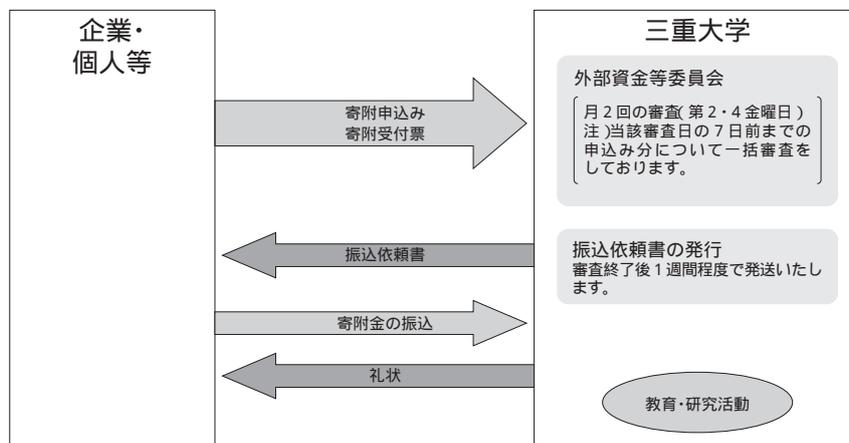
- (1) 受託研究員申込書、研究員の履歴書、健康診断書等を社会連携チームに提出していただきます。
- (2) 本学委員会の審議を経た上で受入決定を通知いたします。
- (3) 研究料を本学に入金していただくための振込依頼書（請求書）を送付いたします。なお、振込手数料がかかりますので金融機関に御確認下さい。
- (4) 上記(3)の振込依頼書により所定研究料を振り込んでいただきます。
- (5) 受託研究員を派遣いただき、指導教育職員のもとで研究をしていただきます。
- (6) 参考：本学委員会（外部資金等委員会）
 - 〔 毎月2回（第2・4金曜日）の審査を行っております。 〕
 - 〔 注）当該審査日の7日前までの申込み分について一括審査をしております。 〕

寄 附 金

1. 制度の概要

この制度は、一般企業や個人など各方面から広く寄附金を受け入れて、学術研究や教育の充実・発展及び三重大学としての事業に幅広く活用するものです。

寄附金受け入れの事務手続きの流れ



2. 対象となる機関

法人、個人を問わず広く対象となります。

3. 手続き・仕組み

- (1)寄附申込書及び寄附受付票を社会連携チームに提出していただきます。
- (2)本学委員会で審議をします。
- (3)振込依頼書及び礼状を、送付させていただきます。
- (4)上記(3)の振込依頼書により最寄りの銀行で寄附金額を払い込んでいただきます。
- (5)振り込まれた寄附金は、本学の会計機関の下で経理いたします。
- (6)参考：本学委員会（外部資金等委員会）

（毎月2回（第2・4金曜日）の審査を行っております。
（注）当該審査日の7日前までの申込み分について一括審査をしております。）

その他の注意事項（学内者のみ対象）

学内の教職員が、助成財団等から研究者に直接交付される助成金を寄附する場合は、寄附申込書と併せて採択額が明記された採択通知等の写しを提出願います。

4. 免税等の取扱い

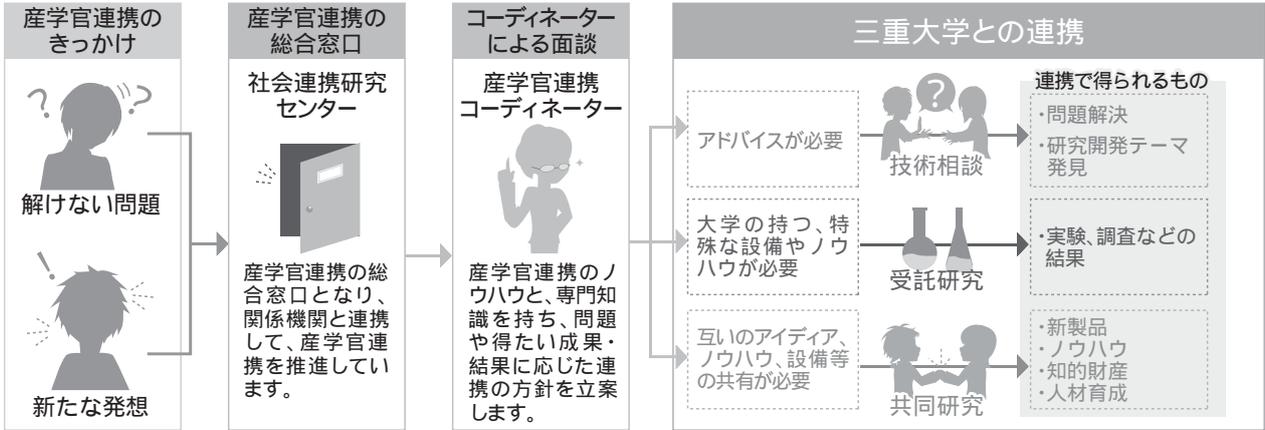
国立大学法人への寄附は、法人税法、所得税法による税制上の優遇措置が受けられます。

- (1)寄付者が法人の場合、指定寄附金に該当することから、寄附金の金額を損金に算入することができます。
- (2)寄附者が個人の場合、指定寄附金に該当することから、総所得金額から寄附金控除の適用が受けられ税金の対象となる額が軽減できます。

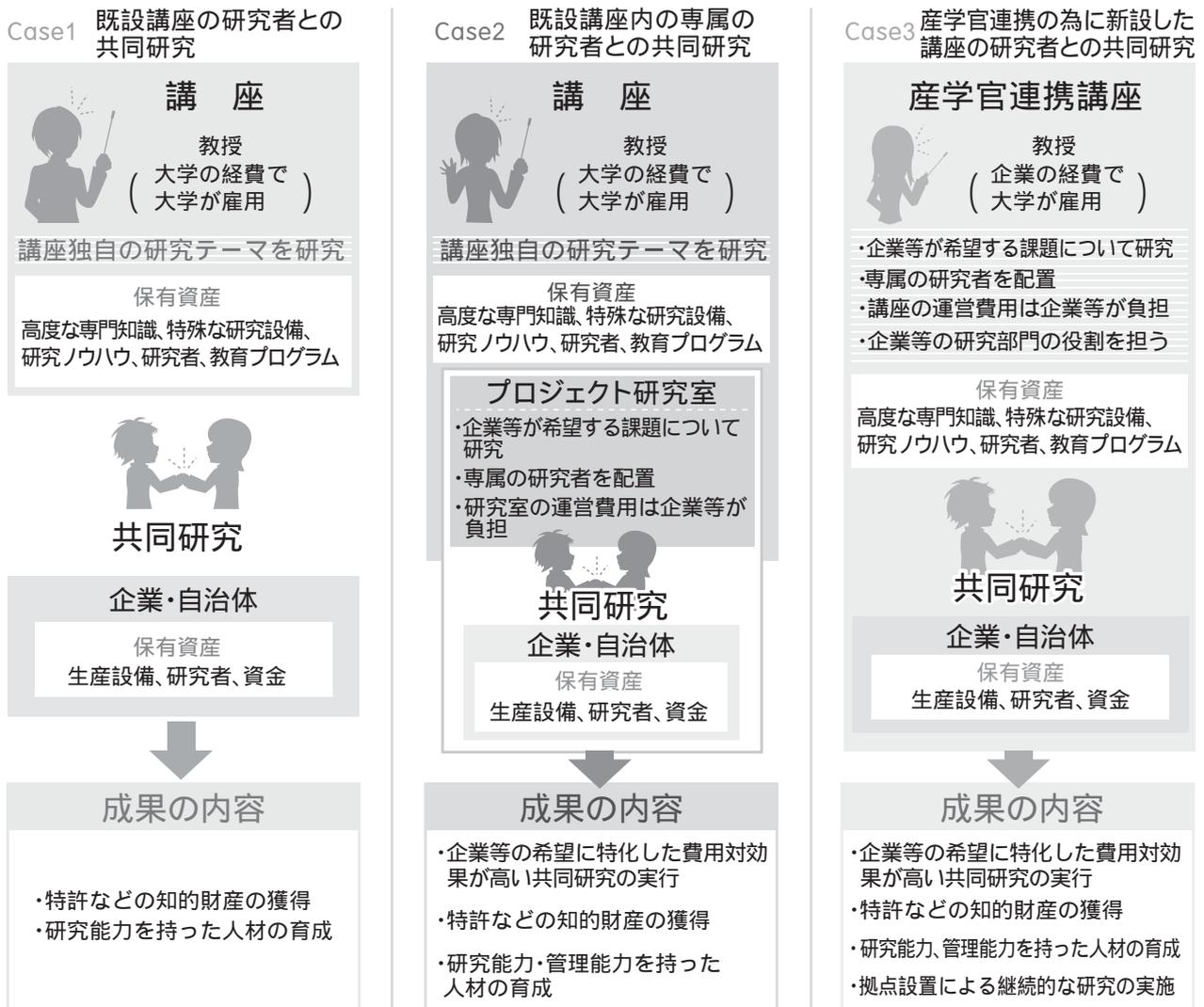
本

学の利用方法 産学官連携を進めるために

三重大学との産学官連携による研究開発の基本的な流れ



三重大学との産学官連携による共同研究の実施体制



平成 年 月 日

国立大学法人三重大学 科学技術相談申込書

本学の科学技術相談は、社会連携研究センターと株式会社 三重ティーエルオーが
共同で行っています。

国立大学法人 三重大学社会連携研究センター センター長 殿
株式会社 三重ティーエルオー 代表取締役社長 殿

下記のとおり、科学技術相談を申し込みます。

記

申 込 者	所 属			
	役 職			
	氏 名		フリガナ	
	連絡先	〒		
	T E L		F A X	
	e-mail		U R L	
相談事項（なるべく具体的にお書き下さい。）				
担当者（※記入しないでください。）				

申込書送付先

〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577

国立大学法人三重大学 社会連携研究センター 社会連携研究室

TEL：059-231-9763 FAX：059-231-9743

国立大学法人三重大学社会連携研究センター研究報告 第18号

Research Report No.18
Mie University Social Cooperation
Research Center

発行年月 2010年12月

編集者 三重大学社会連携研究センター社会連携研究室

発行者 三重大学社会連携研究センター
〒514-8507 津市栗真町屋町1577
TEL 059-231-9763
FAX 059-231-9743
URL <http://www.crc.mie-u.ac.jp>

