Research Report No.16
Research Center for Creation Mie University

三重大学創造開発研究センター

研究報告

Ⅰ 研究成果報告

1. 平成19年度 三重大学における共同研究・受託研究の成果報告

Ⅱ 平成19年度 活動報告

1. 専任教員・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20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

2008

産学官民連携体制を充実させ地域の発展に貢献する

この報告は、「地域の発展に貢献する」三重大学の産学官民連携の総合窓口、創造開発研究センターの平成19年度の活動内容を示したものです。ぜひご覧ください。

平成16年の法人化以降、「研究成果の社会への還元」が第三の使命として大学に求められ、創造開発研究センターはその牽引役として活動してきました。その一つの指標として、三重大学の共同研究数が全国の大学の中でも上位にあり、特に中小企業との共同研究数は全国でトップを競っている状況にあることや、共同研究、受託研究、寄付金の総獲得金額も年々右肩上がりで上昇していることなどが挙げられます。

一方で、創造開発研究センターの活動体制のさらなる充実を進めてきました。平成18年度からは研究担当理事が当センター長を兼ね、大学執行部の意志が構成員に直接伝わるようにしました。平成19年度には企画グループや社会連携戦略会議を置いて、センター長のもとに、より柔軟な対応ができる体制としました。平成20年度には、これまで三重大学が独自に進めてきた活動が評価され、文部科学省の産学官連携戦略展開事業（戦略展開プログラム）に採択されました。これは、地域圏産業の発展に実効性のある「三重地域活性化プロジェクト」を企画・推進する「地域振興プロデューサー」を配置するとともに、その候補者をOJT教育によって育成・定着させるというもので、産学官民連携の担い手が充実します。さらに、平成21年度には産学官連携による共同研究を通じて実践教育を行い、地域産業界で活躍する人材を育成する独立大学院「地域イノベーション学研究科」が設置予定で、ここにも産学官連携をまとめあげるプロを配置し、当センターの活動にも加わる予定です。また、地域との連携活性化の役割を担う地域拠点「三重大学伊賀研究拠点」にも専任教員を配置し、四月には新しい建物で本格的な活動が開始されます。これらの体制整備に加えて、産学官民連携のさらなる促進を目指して、三重大学産学官民連携マガジン「Yui−結−」を創刊し、様々な活動を情報発信する取り組みも開始しました。

このように、三重大学では産学官民連携の担い手を充実させ、体制を整えつつあります。この総合窓口として機能する当センターは、地域の発展に貢献を目指し、構成員の力を結集して社会貢献を実現します。ご期待ください。

三重大学創造開発研究センター長
奥村克純
Katsuzumi Okumura

1．平成19年度 三重大学における共同研究･受託研究の成果報告

- 企業との協働による地域づくり推進事業

渡邊　明

- 南伊勢ブランド構築に関する調査

渡邊　明

- 部分拡大機能を追加したデフォルメ地図自動生成アルゴリズム

山守一徳／矢吹英明

- 新親子手帳（母子手帳）の満足度について

足立　基／堀　浩樹／駒田美弘

- 高齢者のうつ病に対するホスファチジルセリンの効果

小森照久／山口慶一

- 農産物の高付加価値化による過疎地域活性化に関する考察

大村佳之／宇都昌志／東村篤志／西村訓弘

- 各景観地区における景観まちづくり推進のための支援ツールの作成

浅野　聡／田中政則／瀧川司篤／川部千佳／垣中良仁／和田友香

- 景観法の運用に向けて　ー伊勢らしいまちづくりをめざした景観特性の調査研究ー

浅野　聡／谷口　尚／安藤浩司／小長谷容子／矢沢祥／中家拓郎／竻道健二／富田幸恵

- 微摺動摩耗による接触抵抗変化の機構に関する研究

齋藤　寧／玉井輝雄／飯田和生／服部康弘

- Snめっき接点の繰り返し開閉時の接触抵抗挙動と表面観察

齋藤　寧／玉井輝雄／飯田和生／服部康弘

- **Marine Water Purification with Ammonia-Oxidizing and Denitrifying Bacteria Immobilized on Porous Sintered Materials from Sea Bottom Sediments**
  (微生物を担持した海底泥固化焼結剤を用いた海洋浄化)

金子　聡／勝又英之／鈴木　透／太田清久／ダブワンアーマド／今井大蔵／中野みよ

- **有機薄膜太陽電池材料を目指したカルボキシル基含有ポリチオフェンの合成と酸化チタンとのハイブリッド化反応**

渡邉嘉成／村山正樹／久保雅敬／宇野貴浩／伊藤敬人

- **ＣＶＤ法によるメタルフリーカーボンナノチューブの成長**

小塩　明

- **自動販売機の省エネルギー性評価と設計へのフィードバック**

丸山直樹／出口健太郎／石野裕二／滝口浩二／岡本元秀

- **自動販売機のリユース／リサイクルスキームの構築と省エネルギー生産に関する研究**

丸山直樹／大西祐輔／片岡沙織／中村雅昭／渡辺信広／岡本元秀

- **アオサ・アマモの有効利用に関する研究　－アオサ、アマモの収穫技術の開発－**

王　秀崙／奥村宏征／土橋靖史

- **ヒメマツタケ菌糸体抽出物のラットにおける13週間経口毒性試験**

伊藤浩子／柿沼　誠／伊藤　均

- **既設グラウンドアンカー工の維持管理に関する新手法**
  －SAAMジャッキによる面的調査－

酒井俊典／常川善弘／福田雄治／永野正展

企業との協働による地域づくり推進事業

Community building by cooperation of enterprise and the citizens

渡邊　明[1]
Akira　Watanabe[1]

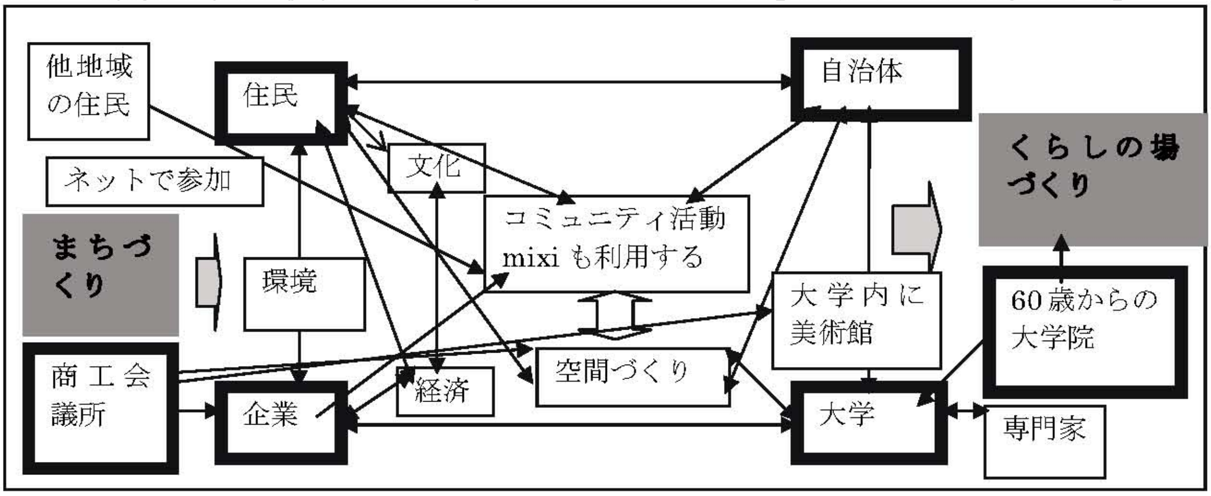
1　CSR とは
2　東京商工会議所葛飾支部のメンバーの CSR に対する考え方
3　三重県内の中小企業の CSR の考え方
4　CSR を使って何ができるのか
～「新しい時代の『公』」という観点からの検討～

****

1　CSR とは

現在では CSR を実践することが世界的な潮流となり、コンプライアンス、地球環境等を中心に CSR を考慮しない企業活動は、ある意味では許されなくなりつつある。これまでは、こうした CSR に対応した動きは大手企業を主として進められてきたが、近年では部品・資材の調達先などの、サプライ・チェーン に組み込まれている中小企業にも要請されるケースが目立っている。特に最近では、グローバルな事業展開を行っている大手企業から部品・資材調達先（サプライヤー）に対して人権、環境問題等を中心に、CSR 調達（CSR を考慮した対応を行う企業からの調達）への対応を要請される傾向が強くなっている。これに伴い、中小企業においても CSR の実践を考慮した事業活動が事実上不可欠になってきている。デリカスイト（株）の堀社長は、商工会議所の活動を通じて、水都と言われる大垣の水を利用したお豆腐の開発=>このお豆腐を使った「夕餉御膳」の開発=>お豆腐に薬草の産地の伊吹山のヨモギを入れた「お豆腐」の開発=>「ヨモギの入った油揚」の開発=>「いなり寿司」の開発=>大垣を「いなり寿司のまち」にするという活動を行ってきた。堀社長を中心とした活動は「まちづくり」を企業の社会的責任の観点から追及していこうとする発想にたったものである。商工会議所が地域の大学や自治体（大垣市）を巻き込みながら美術館を作り上げ、60 歳からの大学院を設計して戦略的 CSR を展開している。

図 1　堀社長の考える戦略的 CSR の観点からの「まちづくり」から「くらしの場づくり」



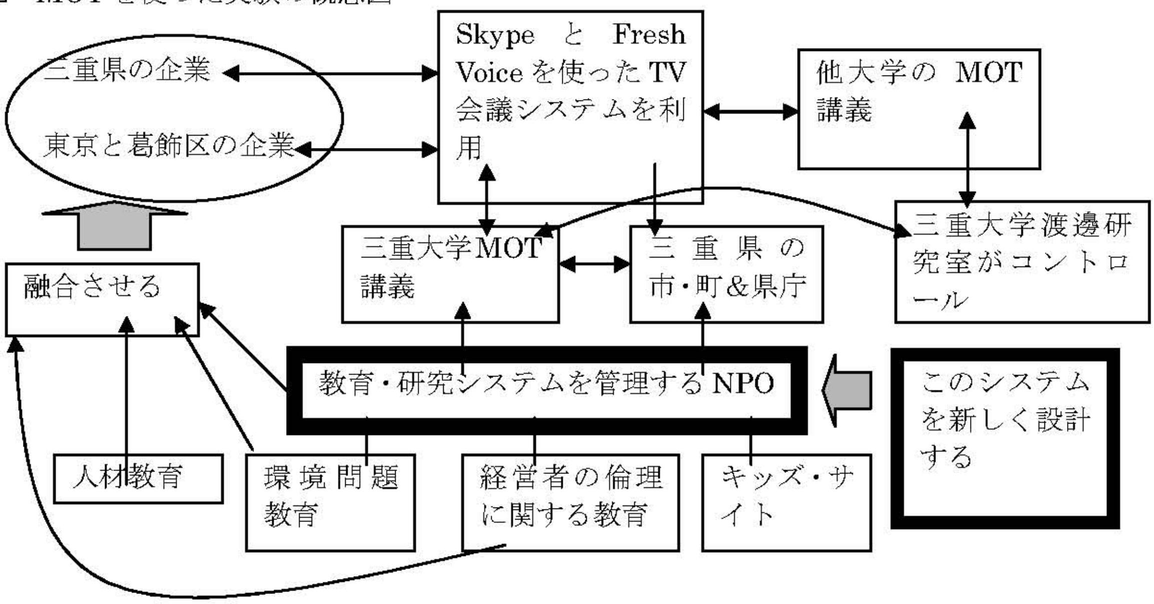
注：この図は、デリカスイト（株）の堀社長とヒアリングしながら三重大学渡邊研究室が作ったものである。

1 三重大学人文学部　The Faculty of Humanities and Social Sciences,Mie Univ.

2　東京商工会議所葛飾支部のメンバーの CSR に対する考え方

東京商工会議所葛飾支部のメンバーとの会議では、中小企業は大企業ほど人的資源がないので、社員の教育システムが必要であること、生産管理も我流でやっている場合が多いので MOT（Management of Technology）のような講座があると、中小企業の活性化に使えるのではないかという意見が多く見られた。実際、三重大学 MOT（Management of Technology）の講義を Skype と Fresh Voice を利用して企業に向け配信して、共同研究と従業員教育の効果とを調査している。

図 2　MOT を使った実験の概念図



3　三重県内の中小企業の CSR の考え方

「平成 18 年度中部地域におけるパートナーシップに基づく CSR 活動調査」（社団法人地域問題研究所）におけるヒアリングのまとめにおいて地域問題研究所は、以下のように企業の CSR 活動を総括している。

「わずか 30 例の調査結果をもとに、広範にわたる CSR 活動の分析をおこない、結果を定義することに大きな意義は見出せないが、簡単なまとめを以下に付記する。

(1) 各企業にほぼ共通していたのは、CSR 活動という特別な認識は持っておらず、企業理念や経営者の思いからスタートした活動が、CSR 活動に結実しているということであった。『結果としての CSR』、あるいは『本業＝CSR』という傾向が強く、大企業の CSR との大きな違いが見られた。

(2) 環境分野におけるネットワークを中心とした選定であったため、取り組む分野としては環境保全活動が大多数であった。環境を核として、そこから従業員、地域を巻き込んでの CSR 活動へと発展している例が多かった。しかし、中には障害者雇用、労働環境整備、マイノリティの支援などに取り組む企業も散見された。

(3) 企業業績はおおむね好調と見受けられた。ただし、好調な業績を背景に CSR に取り組むということではなく、CSR への取り組み結果が目に見えない信頼や共感を生み、業績に結びついてきているようだ。また、活動の成果が業態変革や新規部門立ち上げのきっかけになっている例も多く見受けられ、注目に値する。

(4) 活動の対象となるステークホルダーは顧客、従業員、地域社会がほとんどである。取引先からの要請やサプライ・

チェーンの一環として取り組む『受身のCSR』は、ほぼ事例中には見受けられなかった。

(5)取り組みのきっかけとして、経営者が中小企業家同友会や青年会議所等の活動を通して影響を受けている例が多くあった。また、NPO、NGO、地域社会との連携も独自のルートですでに関係が持たれており、相当数の事例が見られた。

(6)経営者の意見としては CSR に対する肯定派が圧倒的であり、活動成果の裏付けを感じるとともに、経営者の高い社会意識も感じられた。カタチではない、心の伴った CSR の実践が見られ、その地に足の着いた取り組み姿勢には感動すら覚えるものであった。」

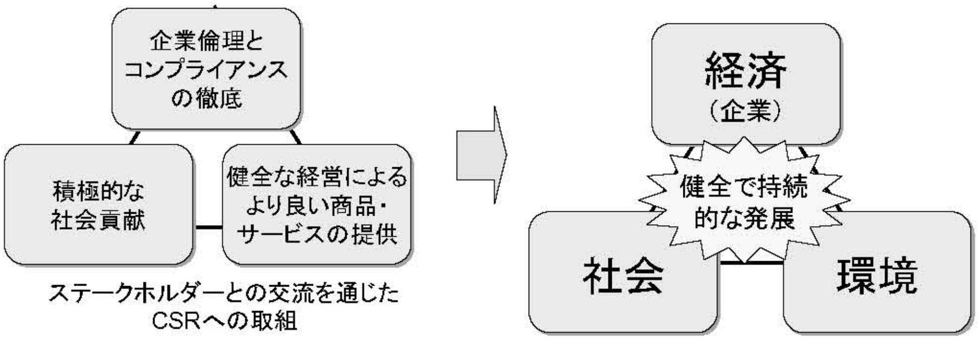
これを踏まえて、以下の図３のような戦略的CSRを設計しようと考えた。

図３　ステークホルダーとCSR

CSR（企業の社会的責任）について

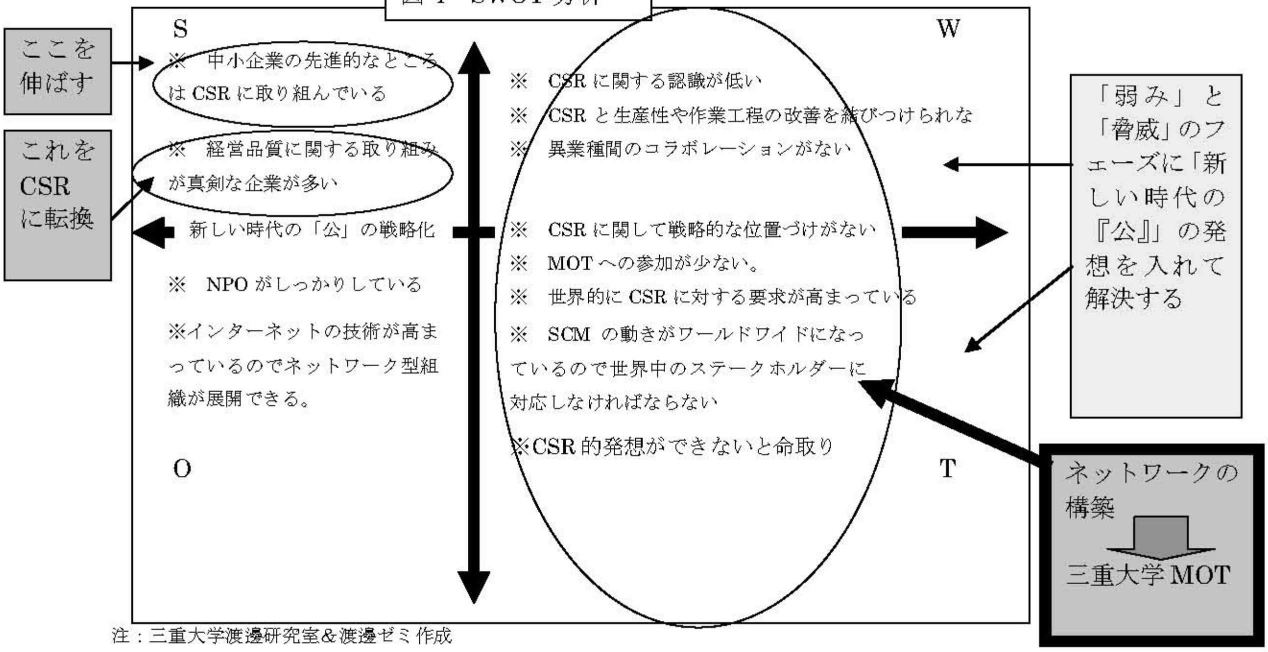
CSRとは、企業を取り巻く様々なステークホルダー※との交流を通じて、良質な製品・サービスを提供するという本来の事業を基本に、社会規範としての法令遵守はもとより、環境保護や地域活動などに積極的に取り組むことで、企業自身のみならず環境、社会の健全で持続的な発展に寄与する企業行動である。

※ステークホルダー：消費者、投資家、従業員、地域住民、NPO、政府など



三重県の中小企業の特徴を見るために図４の SWOT 分析を行ってみると<u>CSR に関する戦略的な取り組みが遅れている</u>ことがわかる。SWOT 分析における弱点に関しては、他地域との連携を促進しながら三重県の中小企業の CSR に関する認識の低さを解消する政策が必要になる。中小企業の経営者や従業員に環境経営の重要さを認識してもらうために、後述するような三重大学の MOT を利用してもらうための方法論を考えることも課題になる。既に述べた葛飾商工会議所会員に CSR についてのヒアリングを行い同時に勉強会もやった例からも分かるように、CSR に目を向けていただく人的ネットワークと情報ネットワークの構築が必要となる。また、経営品質活動を CSR 活動に転換させる施策も研究課題になる。前にも書いたように、三重大学 MOT に集まるルーズフィットな研究グループをまとめながら強いリーダーシップを揮える「あすの三重の産業を考える会（仮）」のような組織が必要になる。

図４　SWOT 分析



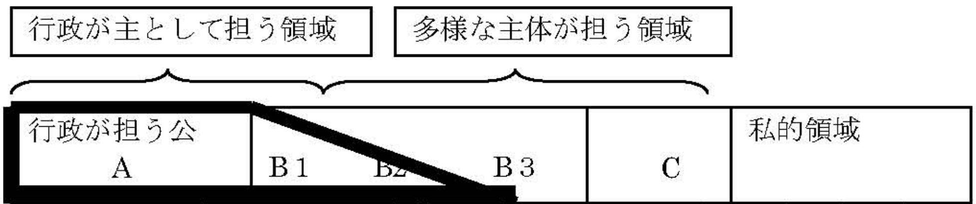
注：三重大学渡邉研究室＆渡邉ゼミ作成

４　CSRを使って何ができるのか
～「新しい時代の『公』」という観点からの検討～

『「新しい時代の公」推進に向けた検討結果（最終案）：平成17年２月』の中で、県民と行政の関わりの有無についてと言う項目で次のように述べている。（29～30ページ。）

「公（公共領域）を担い手としての行政と県民の関わりが有るか無いかと言う視点からA,B,Cの３つの領域に分けます。

図 5-1　新しい時代の「公」



A.B.Cの領域の区分は、固定的であるとは限らず、県民の活動や、状況等によって絶えず変化するものと考える必要があります。B1は行政が主体となり、県民が参加参画協力する領域です。この領域は県民の参加、参画により事業の効率性が高まるように取り組みます。B2の領域は、県民と行政がそれぞれの役割を分担する領域です。この領域では県民と行政が目的、目標を共有して双方の役割分担・責任分担。成果の帰属等を明確にして取り組みます。B3は、県民が主となり行政が支援している領域です。この領域では、県民が活動の主体であるとともに実施主体として活動します。

行政が主として担う領域は、民間や多様な主体の力が強まれば図 5-2Aのように減っていくし、それらの力が弱まれば、図5-2Bのように増大するものである。

図 5-2A　行政が主として担う領域が減少する場合

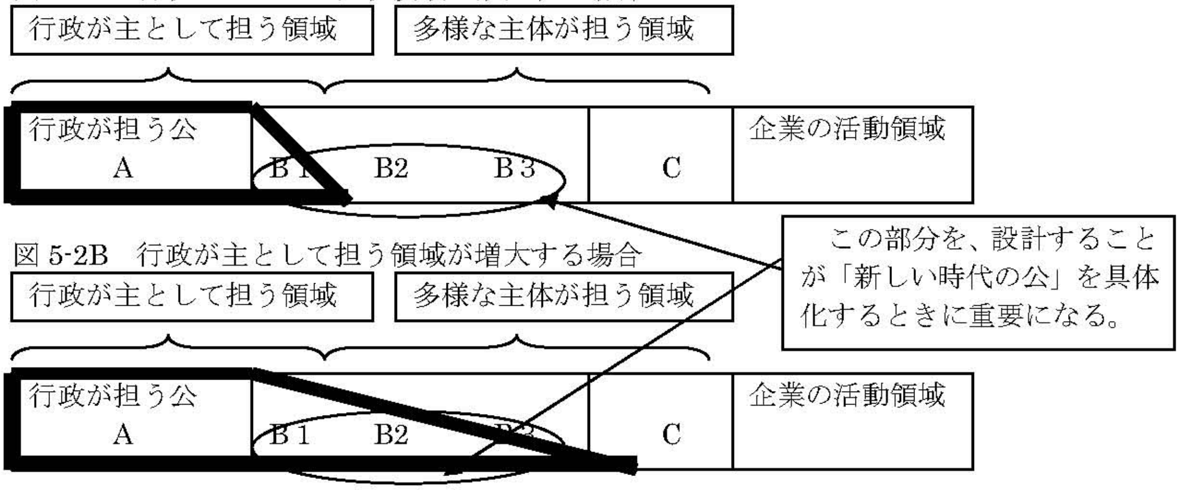


図 5-2B　行政が主として担う領域が増大する場合

A.B.C の領域の区分は、固定的であるとは限らず、県民の活動や、状況等によって絶えず変化するものと考える必要がある。「地域に存在する誇れる企業の創出」というスタンスをとる産業施策とは、B2、B3 の領域を CSR の発想を利用しながら、うまく設計することである。この考えを戦略的 CSR 型産業施策システムにブレーク・ダウンしてみると以下の図 6 のようになる。社会的システムでは、Input は同じでも、システム内の機能を変えることによって Output を、大きく変えることは可能である。Closed System を Open System にすることで構造はあまり変化させなくても、機能を大きく変化させることは可能になる。ヒアリングで見た宮崎本店のような「地域に存在する誇れる企業創出」という産業施策は、クローズド化していた民間企業をオープン化した企業 System として再設計し、その中に地域 System の一部を取り込んでいくことでもある。

システム論の発展形態であるネットワーク論を戦略的CSRの観点から見ると図6のようになる。組織は、構造が同じでも機能を変化させることができるので、境界領域がハッキリしないのでよりフレキシブルにネットワーク図を設計出来ることになる。そのネットワーク図に機能と構造を落とし込んでみると「新しい時代の『公』」の戦略が提案できるようになる。無限集合では必然的に多元的な価値観を包み込むマルチ・エージェント（多元主体）の世界になるから、統一された価値観に基づく最適化は不可能である。また無限集合であるから名前による個別管理はできず、ユニバーサルなルールに基づいて秩序を保つほかはない。オープン・ネットワーク的発想は、多元的な価値観を包み込みながら秩序と調和をめざすという意味で、21 世紀型の CSR モデルのための新しい運営方式に最も適しているものと言える。21 世紀型のビジネス・モデルは、Web2.0 に代表されるように、無料部分（限界費用が限りなくゼロに近い）と有料部分を組み合わせるものと考えられる。CSR のモデルもこれから大きく離れることはできない。

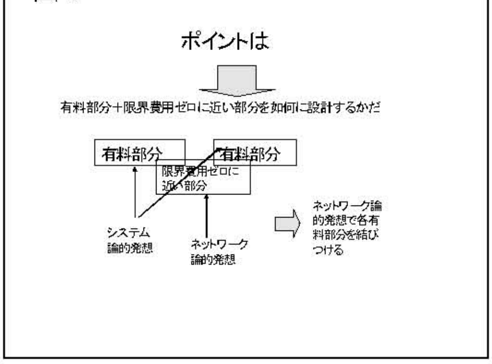


図６　21世紀のCSRモデル

図７　「新しい時代の公」型の CSR 型産業施策システムの概念図

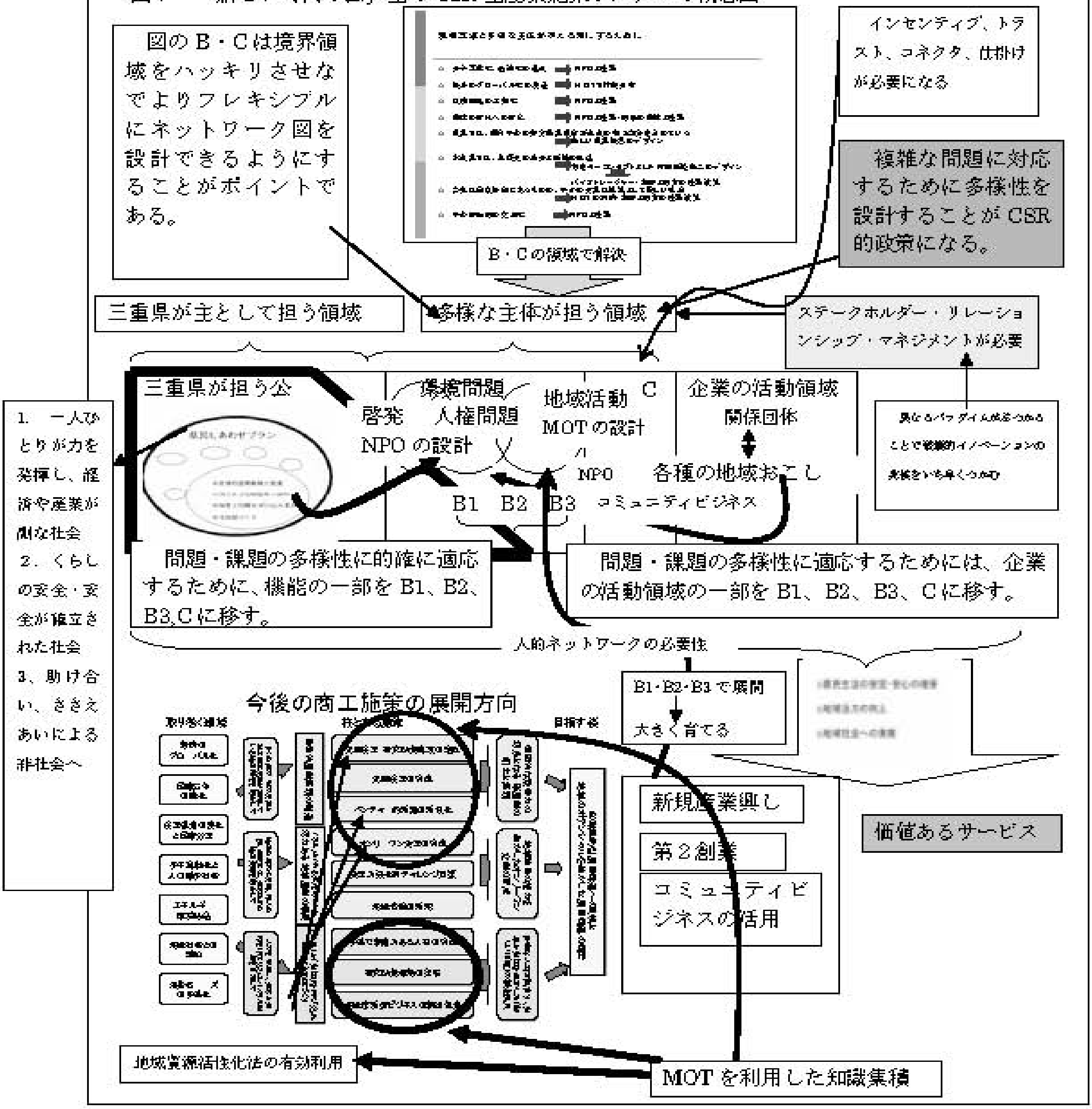
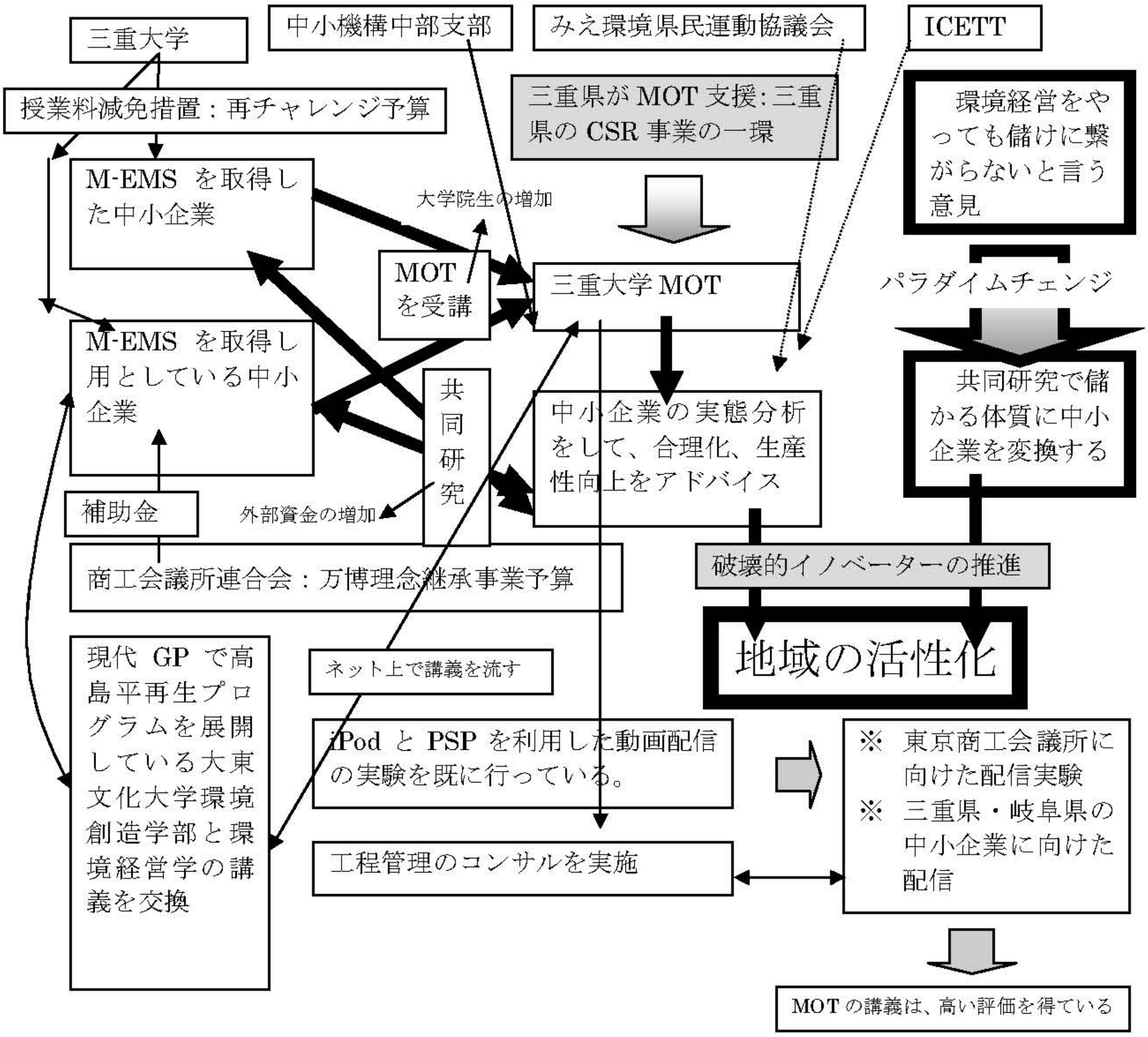


図８は、三重県の ISO14000 の廉価版の **M-EMS** 取得と CSR を関連づけたものである。その場合、「破壊的イノベーター」的モジュールを組み込むことを考えなければならない。21 世紀型の CSR モデルは限界費用がゼロに近いモジュールと有料のモジュールを組み合わせるものであることは既に述べた。図 **7** は、再チャレンジ予算で大学の講義を無料にしながら、有料の共同研究を進めることで環境問題を解決しながら CSR の意識を高め同時に生産性向上に向けたコンサルを行うことを示している。

図８　　M-EMS 取得に関連づけた施策　⇒　CSR を企業の戦略として使う。
基本は、生産性向上。



CSR と地域の活性化に関する問題提起

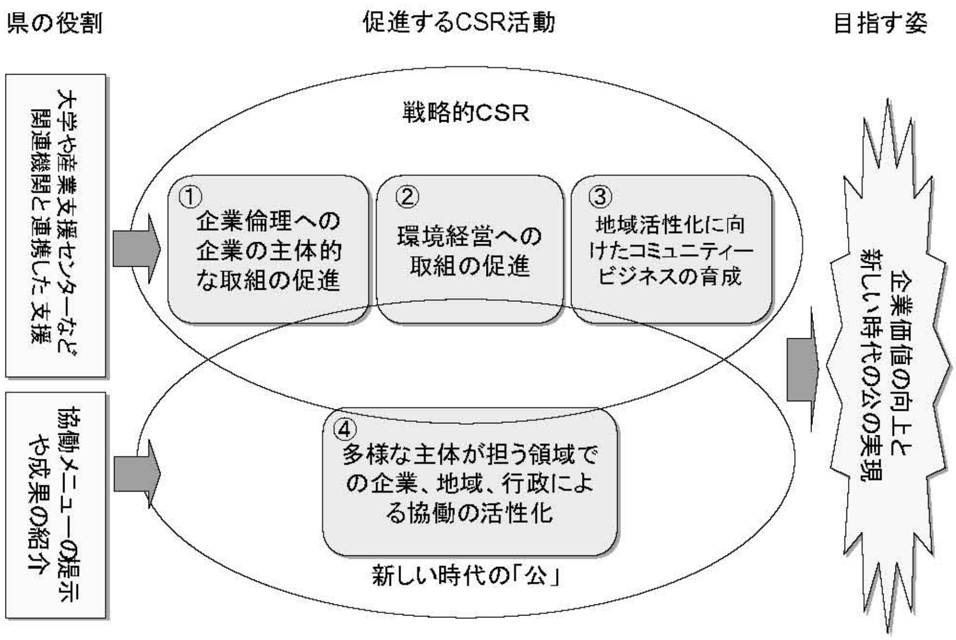
地域貢献は、CSR の重要な分野のひとつであり、「新しい時代の『公』」の観点からも、地域課題の解決や地域の活性化に向けた新しい取り組みの創出が期待されている。現在、三重県においては中山間地域など条件不利地域における農山漁村地域の活性化が、重要な課題のひとつとして位置づけられており、中でも最近「限界集落」という言葉に象徴されるように、若者の流出により高齢者ばかりとなった集落に対する状況把握や営農・生活面での支援策について、早急な検討が必要になっている。

このような状況を打破し、地域を活性化するためには、CSR を利用して農業・林業・漁業をパラダイムチェンジを含む改革をおこなうためには、「破壊的イノベーター」的モジュールを組み込み、農産漁村地域にパラダイムチェンジを含む改革を起こすことが有効である。また、地域の活性化のためには、若者と高齢者に優しい地域の設計が必要になる。

この報告書では、図９のように三重県型戦略的 CSR を推進していくうえでの４つ

の戦略を提案した。これら４つの戦略は、住民、企業、大学、及び行政が連携して、新しい時代の公をより具体的に実現していくための有力なツールとなりうると考えているが、この戦略が効果を発揮するためには、行政が地域と企業、企業と大学といった連携をうまくコーディネートすることが、必須条件となる。

図９　三重県でのCSR活動の促進に向けた4つの戦略



南伊勢ブランド構築に関する調査

Investigation to make the Minami-Ise Brand

渡邊　明[1]
Akira　Watanabe[1]

1.南伊勢ブランドを制定するポイント

南伊勢ブランドは産品だけでなく、これらを作っている事業者の方をあわせて認定し、「南伊勢町のすばらしい産品です」と情報発信している制度です。三重県の三重ブランドにならい「誰が作ったものですか？、誰が獲ってきたものですか？」ということをハッキリさせるものです。

例えば、三重ブランドは、伊勢茶については、県内に数多くの事業者がいる中で、川原製茶がすばらしいブランド化の努力をしているということで、認定されています。ヒジキもたくさんの製造業者の中から北村物産とヤマナカ・フーズの２事業者が認定されています。同様に、ヒノキについては速水林業の経営を素晴らしいものとして認定しています。南伊勢ブランドも同じコンセプトで考えています。

2.南伊勢ブランドとアンテナ・ショップ

認定制度を円滑に運営していくことが課題となっている一方で、意図的な情報発信によって、南伊勢ブランドにブランド価値を蓄積していくためのシステムを構築することが大事だと考えています。

認定品目を徐々に増加させ、消費者の目に触れる機会も増大させるこの時期がシステム構築の好機と考えられるからです。認定事業者が各々のビジネス展開の中で南伊勢ブランドの価値をＰＲできるアンテナショップを構築し、行政と認定事業者との間の協働で情報発信を進められる方法を検討しなくてはなりません。

3.南伊勢ブランドとポジショニング

南伊勢ブランドの今後の展開を考えると、ブランド・マネジメント技法の設計が非常に重要な課題となります。製品差別化の一手段であるブランドは、商品や会社、組織を消費者に識別させ消費者の需要を喚起させる要素として、マーケティング戦略の重要な要素となっています。

最近では、ブランドとは、「ブランドの認知、ブランド・ロイヤルティ、知覚品質、ブランド連想」からなるブランド・エクイティとして認識されるようになっています。財産としてのブランドに対して「あなたは何であらねばならないか？」と厳しく問いかけることが、ブランド・アイデンティティを構築する戦略にとってきわめて重要なことになります。南伊勢町の政策としては、マーケティング・コミュニケーション・プロセスを通じて消費者に向けて「何を伝達していくのか」ということを常に考えなければならないことを意味しています。

今後の課題として、南伊勢ブランドの政策運用に関して、各商品（製品）のポジショニングを冷静に考えていく必要があります。ポジショニングを決める目的は、「消費者の心にどうポジショニングされたいか？どんな風に覚えてもらいたいか？」というところにあります。それを目指して、マーケティング・コミュニケーションがデザインされることになるのです。

「競争相手の商品（製品）と異なる」だけでは、単に差別化しているというだけです。商品（製品）が「消費者にとって魅力的であるか否か」が、ポジショニングの成否に関わる問題となります。このポジショニングを考える手がかりとなるものが、選定委員会で行われる議論の内容です。今回の議論は以下のようになされました。

ここでの議論を更にのばしていき、地域のコラボレーションから地域のFusion（融熔）にまで高めることが目的です。コラボからは Emergence（創発）的な発想が出ないと考えています。

1 三重大学人文学部　The Faculty of Humanities and Social Sciences,Mie Univ.

	商品名	a1委員	a2委員	a3委員
1	a	・市場性がいま一つ不明 ・信頼性はわかるのですが	県の研究施設と三重大との共同研究からえた資料に基づいて開発した信頼性を基調とし、特許申請が成果を得れば、社会貢献度はさらに拡大されると予想できる。	・安全・安心な商品として確立されているか ・安定した供給ができるのか ・南伊勢ブランドとしてのイメージアップにつながるか ※ネーミングなどを工夫し、南伊勢の竹炭としてブランド化していく。食竹炭をメインにし、竹酢液や竹炭フラワーの活用
2	b	・PRの方法の改良 ・市場性はPR効果しだいと思う。	ヒアリング段階では評価を感じたが、時間をおいて考えると、誰でも思いつく面と、簡単な製造設備等々から、この種のものが販売力を持ったと仮定した時、ある段階に一気に類似品が各地から出される製品である。	・商品化？
3	c	・市場ニーズを調べてほしいです。 ・知名度を上げるために。	近隣に同じ事例が見当たらなかったとしても、類似品は全国に多い。吸着面の拡大についてもそれぞれが工夫を凝らしている。	・類似商品との違い
4	d	物語性は、面白いと思うので、PRの方法を考えて下さい。ゼミの学生の中には、鶴道の発音が一般うけしないのではと言う意見が多くあった。	伝承による物語性があり、地元で出る有機肥料と生活汚水の混ざらない谷水利用、そこに、他を大切にする人がいて、町として誇れる米を作っていることが評価できる。「穂原地区の美味しい米」と地区のものには、山出農園の米作り基準を洗いなおして許可ポイントを具体的項目化し、穂原という一定の地域の農家に提案することを期待する。	・鶴路米としての確立が必要(生産の過程とか、生産の地域とか条件) ・「安心・安全」なおいしい米を安定した供給を目指していくこと
5	e	・ネーミングが必要では？ ・提案された商品群をミックスして、付加価値をつけることができれば、おもしろいのではと思います。	いぶし素材も「ウバメガシ」、製法総て祖父の時代から継承文化として「熊野灘の節づくり」を守ってきたことが評価できる。灘の潮風と手間隙かけた仕上げが奇麗(少し今後ここに力点を)な、当地を感じさせる「レトロ生節」を期待する。	・「鰹生節」をベースにした、3点セットになっていけば良いと思う。 ・「ネーミング」の工夫なども考えては ・こだわりの製造過程などをPR
6	f	ネーミング等々を考えれば、おもしろい展開になる。	「量産できない一世代前の製法を継承した鰹の燻製」を売りに、食して臭覚・味覚・触覚ともにいやにはまる何か従来と違う燻製だけに、少し能書きを付け、量は現在に4分の1パック(デザインの工夫必要)ほどの商品にしてはどうか。	
7	g	ネーミング等々を考えれば、おもしろい展開になる。	ヤマカ商店として、今伸びている売れ筋だが、「生節」だけを町のブランドとして全面に出し、一方で、このしょうゆ味もありますとした方が得策ではないかと思う。全国的にしょうゆ味は各地に見られ、醤油も地元産にこだわっているところもある。	・特色あるネーミングの検討も必要 ・「食べだしたら、やめられない、とまらない」味のPR
8	h	人の手を十分にかけた、おもしろい商品たと思います。	五件の農家の息のあった町を代表する特産品であり、伊勢市の市場ですでに認知度の高さもある。木も家族の一員として、風土に合わせた土づくりと連動させ、防除も最小限で実施等、これまで以上に顔と作り方と心が感じられる広報を町に期待する。	・安定した供給ができるか ・南伊勢ブランドとして「内瀬みかん」の認知度を高める工夫をする(PR)特徴をしっかりと出していく(甘味と酸味のバランスが良いみかんのようなもの)
10	i	コピー商品が出てきた時の対策は考えてますか？	鮮度第一と地場産の追求から、何れの地も特産品の水液をくぐらせている。だが、私の勉強不足かも知れないが、一過性は別として、これで売り上げが伸びたとの事例を余り知らない。	・南伊勢ブランドにするには、もう一工夫必要か ・他社製品との違いは
11	j	この地区だけの特徴のある「大海老」にタグをつけるなど、差別化を考えられませんか？	中国に今後も良質な食材が流れて池だけでなく、世界的に起こっている水戦争での穀物生産の急速な低下と食糧難は、いよいよ日本にも多大な影響を及ぼしつつある時だけに、この企画の時を感じる。本来、ロブスターより東洋人好みの質の良い素材だけに、その大型のものは、フレンチもイタリアン、そして、和も注目を浴びる素材いになると予想する。	・南伊勢産の大海老とわかる付加価値を ・量はでのくらい、サイズはどのくらい
12	k	ネーミングで差別化を図って下さい。品質の良さを示すうたい文句が必要だと思います。	「いせひじき」と「いせあおさ」は、色艶・歯ざわり・臭い、量と何をとっても、三重県の海草の両巨匠だけに期待できる。ただ、品質の規定を山庄水産と町で基準を確立しておく必要がある。なお、販売に際してのパッケージは今後も常に工夫を重ねていく努力を続けていただきたい。	・ネーミングはどうするのか ・品質の良いものを安定して供給
13	l	特徴があって売れると思います。	創設期の四つのコンセプトが素晴らしかったこと、その追求の結果が、当然のようにこの商品を誕生させ、今日に歩ませたと考える。都会受けパッケージと当地お土産用パッケージの分類は、今後のさらなるネイチャー志向と故郷求めの振興を考えても適していたのではないかと考える。	・製品として、生産から販売まで確立されている ・南伊勢の地物を使った商品としてイメージアップ
14	m	価格とマーケットターゲットが今はマーケティングしていると思うのですが大量販売の方向に入るとターゲットと価格がミスマッチになるので、市場が不安定になる可能性が大きい。	五ヵ所を食べさせるとのコンセプトとあくなき技術開発追求力の成果と評価できる。なお、これからの高齢化社会での手軽さと、高齢者に受け入れやすい素材、健康食品の集合体だけに、社会貢献度の期待とも繋がる。	・地元産品としてのPR ・販売をどこまで拡大できるか
15	n	・体に良いものとは思うのですが、「長生き」というコンセプトと卵がマッチングするということを証明する、科学的なバックデータがほしい。 ・コンセプトと独自性がまだマッチングしていないのでは。 ・他社がこの商品をコピーしやすいのでは。	薬品でないため、商品のどこまでを具体的に「長生き名人」、即ち、アセチルコリンのことがうたえるのかが課題ゆえ、評価は高いが崩れるリスクがより高い商品である。	・南伊勢ブランドとするためには、もう少し付加価値が必要か ・他社のタマゴとの違いやイメージ

４.産業観光とブランド化

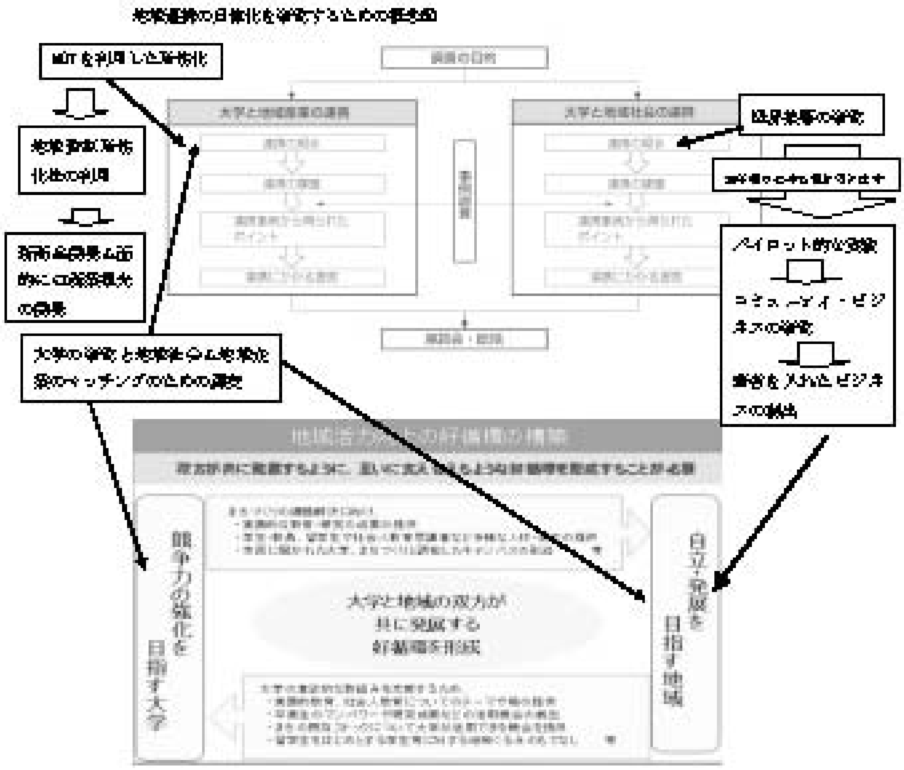
私が南伊勢の商品のブランド化や三重ブランドを構築のお手伝いをするのは、それらを産業観光に結びつけることが出来ると考えるからです。産業観光は、一つの町で出来るものではありません。いくつかの市や町が持っている地域資源を有機的に結びつける活動が必要になります。それぞれの市や町を調整するためのツールやマネジメント能力が必要になります。ツールとして以下に示すような「旬の食材」「祭り」等々の地域資源を 12 ヶ月それぞれに地図にプロットして観光ルートをセッティングすることが必要になります。そのためには、地域資源のポジショニングを考えた「商品やサービス」と「観光ルート」とをデザインしなければなりません。ここに大きな調整能力が要求されます。また、「破壊的イノベーション」で地域を活性化させるためのマネジメント能力を獲得するためのツールとしてMOTでの教育に期待しているのです。

５.むすび

大学の地域貢献には、最後の図に示すように「大学と地域産業の連携」と「大学と地域社会の連携」の２つがあります。平成20 年度の渡邉研究室の課題は、前者に関しては個々の企業のブランド・ポジショニングを提案していく事になります。今回の委員は、渡邉（委員長：三重大学：マーケティング）、大川（専門学校理事：地域の食文化の研究）、小林（伊勢新聞社長）、北村（料理研究家）、中村（三重県観光連盟専務）の５名で構成されています。これらの委員の議論を集約しながらポジショニングを考えて、それぞれの会社の製品-市場戦略を提案していくことが私の役割でもあります。

ポジショニングの発想は、非常に重要なものになります。例えば、東紀州では１年中、蜜柑が採れると言いますが、販売戦略を立てることが出来ません。以下のようなポジショニングの図を作りますと何をやったらよいのかが一目瞭然です。あらゆる商品に関してポジショニングを考えた差別化の研究が必要になります。このような発想を地域の方々と手を取り合って実行していくデザイン力が要求されていると思います。

後者に関しては、南伊勢町の限界集落を念頭に置き、「お年寄りのやる気を引き出す」ための地域活性化の施策を提案していかなければならないと思っています。本年度は、第１に遠隔操作のできるWebカメラを大東文化大学と協力して東京の高島平団地と南伊勢町及び実験的に東紀州地域とにおき、旬の食材を提供できる「葉っぱビジネス」のようなコミュニティ・ビジネスを立ち上げる所まで持っていけたらと考えています。そのためには、私が中部地方の委員長をやっている地域資源活性化法や農水商工連携法に代表される補助金を有効に投入できる仕組みの研究もあわせておこなっていかなければなりません。次は、産業観光の具体策を考えることになります。



部分拡大機能を追加した デフォルメ地図自動生成アルゴリズム

An Automatic Deformation Algorithm Adding to Partial Enlarging Function for Maps

山守　一徳[1)]　矢吹　英明[2)]
Kazunori Yamamori[1)]　Hideaki Joda Yabuki[2)]

研究成果報告

1. まえがき

カーナビの地図フォーマットとして採用されている KIWI フォーマットを用いて、任意の位置での略地図（デフォルメ地図）を自動生成するシステムの開発に取り組んでいる。広告やパンフレットに見られる店案内のためのデフォルメ地図は、道路がより単純な形状に変形されていたり、道案内に不要な道路を削除したりしながら、見易く瞬時に記憶しやすい地図として描かれている。これらのデフォルメ地図の生成には、感性を用いた判断も必要とし、人手で作成されているのが実状である。これまでに自動生成されているデフォルメ地図は、現在地から目的地までの経路を示す一本道を、そこから枝分かれしている道路を加えながら描画させたものであり、この場合には、地図領域中のすべての道路を描いている訳ではないので、道路の位相構造の維持を考慮する必要がなく、変形が容易に行えている。しかし、広告やパンフレットで用いられる店案内のためのデフォルメ地図では現在地を特定することができず、広範囲の地図領域を示す必要があるため、一本道で表現する訳にはいかず、地図領域に存在している多くの道路を表示させ、それらの位相構造を壊すことなく変形させて表現する必要がある。我々は、道路の位相構造を維持させながら、道路形状を変形させるデフォルメ地図の自動生成を目指している。これまでに、ある程度まで変形が行えるシステムを開発してきており、本研究では、さらに見やすくなる工夫を行った。本報告では、特に、中心部拡大処理手法について述べる。

2. 作成したシステム

作成したシステムの全体概要を述べる。本システムは、KIWI フォーマットのファイルを読み込み、デフォルメ変形結果を SVG 形式のファイルで出力する。SVG 形式を用いた理由は、Adobe 製の SVG Viewer プラグインソフトをダウンロードすれば、Internet Explorer の Web ブラウザを使って、結果を線画で表示することができ、拡大・移動などが容易に行えるからである。本システムは、ファイル名を指定してファイル内の全領域の地図を読み込むことができるが、ファイル内の部分領域を指定することもでき、その場合は中心位置と縦横サイズを指定する。

変形の基本は、道路中心線のデータを用い、直線近似して道路形状を単純化させ、次にできるだけ水平・垂直等の量子化された方向へ向くように線分を回転移動させることを行う。KIWI ファイルの場合には、上り・下りの 2 本の別々の線で道路が表されている箇所があり、その2本の線は一体として変形させなければならないことに特徴がある。道路の種類は、16種類のクラスに分けられており、最初に国道・県道などのクラス番号の大きい道路から変形を行い、クラス番号の小さい細い道路は後から変形を行っている。これは、道路の位相構造を壊さないようにして、できるだけ大きく変形させるためである。

3. 全体の処理の流れ

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.

2）インクリメント・ピー株式会社　INCREMENT P Corp.

図 1 に全体の処理の流れ図を示す。以下では、個々の処理を簡単に述べる。

（1）ファイル読込み

KIWI ファイルを読み込む。ファイルの中のすべての道路を読み込んでいる。起動時に表示領域を指定した場合、表示領域外のデータに関しては非表示フラグをセットして、表示させないようにしている。

（2）同一ノード情報の矯正

座標が同じでないのに同一ノードとして指定されていたりしたため、 同一ノードの情報を矯正する。

（3）拡大率の算出

SVG 形式の中で使う拡大率を表すマトリックスの値を入力データの外接四角形から算出する。この値によって、SVG 形式の表示サイズが調整される。

（4）平行線の探索

上りと下りの２本の線で表現されている平行線部分を見つける。一方通行となっている線分をまず探し、平行な形状を構成する相手の線分を探す。次に、平行線の２本のうち、片方を主、片方を従とする。以後、主の方を活用して、デフォルメ変形を行い、従の方は、主の方の移動に合わせて、後から追従して移動させることを行う。

（5）接近ノードの垂線の挿入

ノードが他の線分に近付きすぎている場合、変形結果で位相構造が壊れやすくなる。そこで、ノードと線分の間に垂線を追加することを行い、位相構造が壊れにくくする。

（6）分断直線の接続線の挿入

直線に近い形状で繋がる線分が、途中分断されているように見える場合、それらの線分間を繋ぐ線分を挿入する。

分断されたままの場合、方向量子化が線分毎に働くと、それぞれの線分が独立して方向量子化されるため、直線に近い形状に繋がったようには見えなくなってしまうため、線分間に接続する線を挿入することで、方向量子化が別々に働くことを避ける。

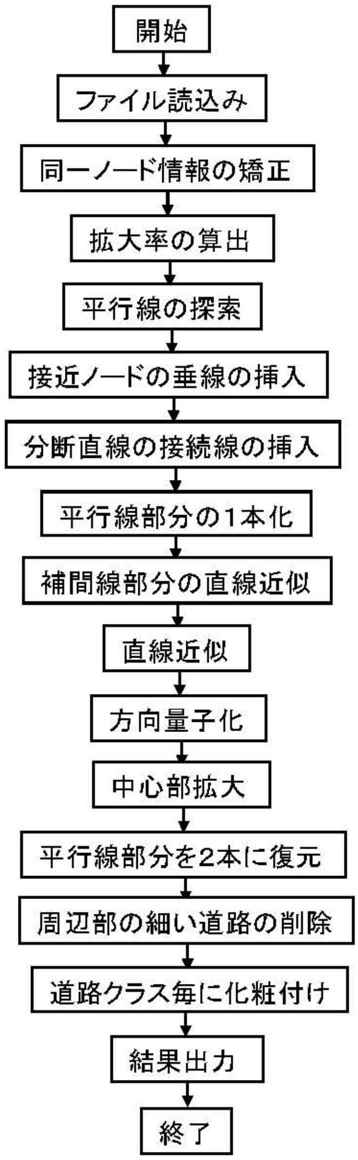


図1　全体処理の流れ

接続するノードの候補となるノードは、2つ以上の線分が60度以上の偏角で繋がっているノードもしくは、１本の線分しか繋がっていないノード（端点）である。2つのノード間に接続線を挿入する場合、直線形状に近い形で繋がるようにするため、直線ずれ度を定義し、直線ずれ度が閾値未満で最も最小値を取る相手線分を選択して接続を行う。

（7）平行線部分の１本化

平行線の2本の線をその真ん中の線に移動させる。きれいに真ん中の位置に移動させることがで

きるように、相手の線のノードに合わせ、平行線に補間点を追加している。

(8)補間線部分の直線近似

補間線の部分を直線近似する。これによって、補間点が減少する。補間点を少なくするとこの後に交点の位置を移動させやすくなるからである。ただし、補間線の部分と補間線でない部分の接続角度が 45 度以上変わりすぎる場合には、補間線でない線分から繋がる最初の補間線の線分は変形させないとする。

(9)直線近似

道路線分を直線近似する。ただし、交差点での道路の接続角度が大きく変わりすぎることを避ける。なお、KIWI ファイルの場合、同じクラスに属する道路線分ごとに、データ入力者自身の判断の元で、始点から終点までの線分列を入力していると思われる。すなわち、線分列の始点と終点をどこにするかはデータ入力者に任されているように思える。ここでは、その線分列の始点と終点をそのまま使って、直線近似を行っている。

(10)方向量子化

道路線分を直線近似した時に 1 本の直線と近似して良いと判断された線分列について、その端に位置するノードが、交点でない場合、その線分列が水平または垂直に近ければ、水平または垂直に変形する。

(11)中心部拡大

中心部分が拡大し周辺部分が縮小するように変形させる。地図の中心付近に着目する地点が存在するはずであり、その付近は大きく見せ、それ以外は小さく見せるためである。

(12)平行線部分を2本に復元

真ん中の線に移動させられていた平行線部分を2本の線で描き直す。具体的には、「平行線部分の 1 本化」の処理において、真ん中の線へ移動させたその変化量を元に戻すことによって、再び2本の線に戻している。

(13)周辺部の細い道路の削除

周辺部に位置する細い道路線分で、始点終点ともに周辺部に位置する線分については見えないようにさせる。隣接する領域に主要道路が繋がっていく様子が把握しやすくなり、全体の中の位置がわかりやすく見せるためである。

(14)道路クラスごとに化粧付け

道路クラスごとに色を変え、太さを変えて表示させることによって、より見やすくさせる。

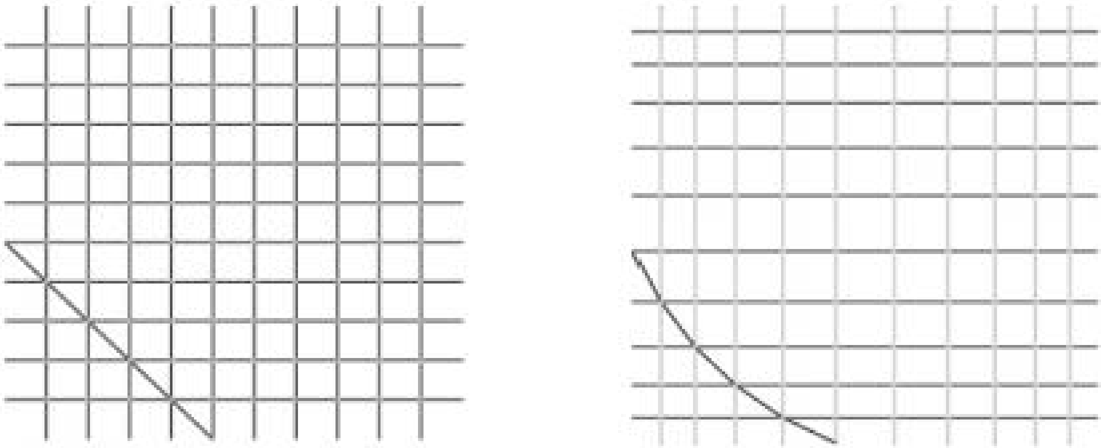
印刷する場合、プロジェクタで投影する場合、画面で見る場合、それぞれの場合によって、見やすさが異なり、色付けを切り替える。

(15)変形結果出力

SVG 形式で変形結果の地図をファイル出力する。

4. 処理詳細

中心部拡大処理のアルゴリズムを以下に示す。ここでは、x座標の場合を示すが、y座標も同様である。



(a) 処理前　　(b)処理後

図2　中心部拡大処理

Step1: 変形させるノードの座標を切り出したデータの中心からどれだけ離れているかの比で表現する。

```
hix=(double)(x - centerx)/(vmaxx - centerx)
```

Step2: 求めた比と歪ませる係数によって変形後の比を求める。

実験では歪ませる係数を 0.3 に設定している。(係数が大きいほど歪みが大きくなる)

```
hix が 0 以上の場合
newhix = (hix - keisu＊hix＊hix)/(1 - keisu)
hix が 0 より小さい場合
newhix = (hix + keisu＊hix＊hix)/(1 - keisu)
```

Step3: :変形後の比から座標の値に戻す

```
newhix＊(vmaxx-centerx)+centerx
```

5. 実験結果

改善前の処理結果と改善後の処理結果を図3から図6に示す。(a)は接近ノードの垂線の挿入、分断直線の接続線の挿入、中心部拡大、周辺部の細い道路の削除の処理を追加してない場合の結果、(b)はそれらを追加した場合の結果を示す。

6. 評価と考察

中心部拡大処理を入れたため、中心付近は見やすくなっている。しかし、斜めの直線道路が歪んでしまうという欠点があり、これに対しては、さらなる直線化が今後必要であると思われる。なお、接近ノードの垂線の挿入、分断直線の接続線の挿入によって、変形時に位相構造が壊れにくくなっている。また、周辺部分の細い道路の削除によって、隣接領域へ繋がっていく主要道路が見やすくなっている。

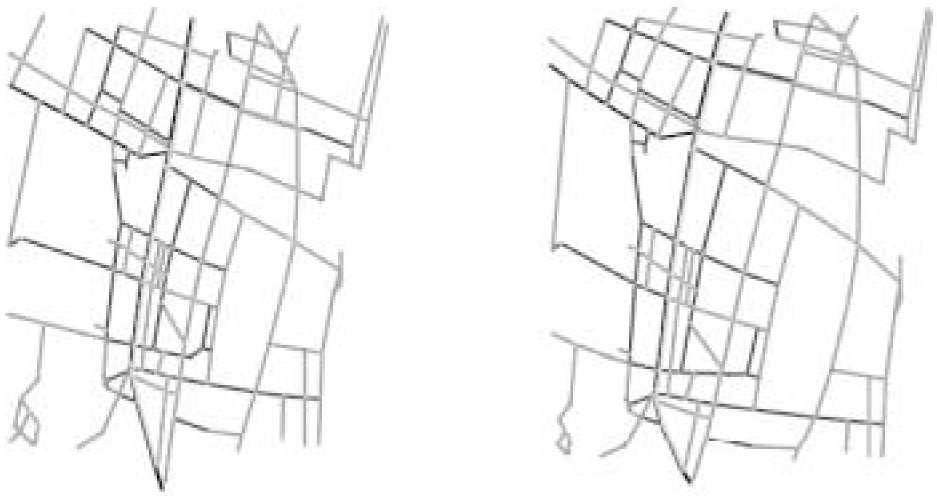
7. まとめ

位相構造が壊れないように強化するとともに、中心部をより見やすくなるように改良を行った。中心部に案内したい店が存在する場合を想定すれば、より見易くなったと思われる。

今後は、さらなる直線化が必要であり、分断直線の間に挿入された接続線を含めて、道路データの保持の仕方に依存することなく、直線に見える道路線分をひとまとまりにして扱い、一気に直線化させる必要がある。

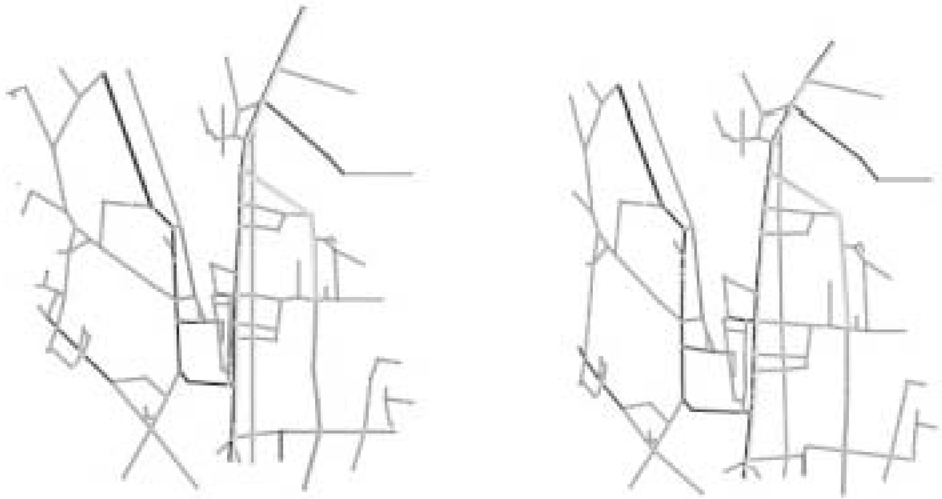
(a) 改良前　　(b)改良後

図3 津市北部の詳細道路データによる自動変形結果



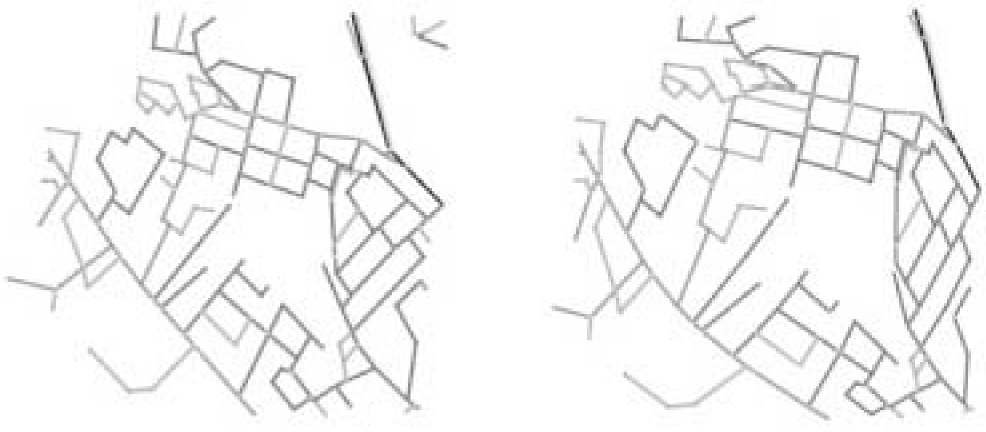
(a) 改良前　　(b)改良後

図４ 切り出し地図による自動変形結果１



(a) 改良前　　(b)改良後

図５ 切り出し地図による自動変形結果２



(a) 改良前　　(b)改良後

図６ 切り出し地図による自動変形結果３

新親子手帳(母子手帳)の満足度について

Satisfaction survey on the revised Kinan Maternal and Child Health Booklet

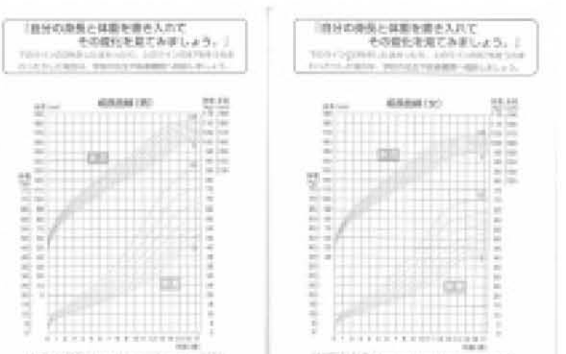
足立基[1]、堀浩樹[2]、駒田美弘[2]
ADACHI Motoi, HORI Hiroki, KOMADA Yoshihiro

地域医療、医療過疎、母子保健

平成８年、三重大学と熊野市、御浜町、紀宝町は三重県紀南地域の小児医療を維持発展させるために、紀南地域母子保健医療推進協議会を発足させた。同協議会では出生前から義務教育終了までの子育て支援を「継続ケア」と位置づけ、行政主導の子育て支援を行っている。平成16年、事業のシンボルとして従来の専門職の管理手帳から所有者自身による主体的自己管理手帳とすること目指して、独自に母子健康手帳を改訂した。

この改訂にあたり、フリースペースを新たに設け、写真を貼ったり自由に記載できる欄を大幅に増やした。また従来では記録出来なかった小学校以降の成長を記載するグラフを載せ、子ども自身が記載できるようにし(図 1)、育児に関する記載を増やした。平成 17 年 4 月からこの新しい母子手帳(親子手帳)の配布を開始し、配布時および乳幼児健診時に保護者に指導を行ってきたが、今回、出産時から新親子手帳を使っている母親を対象にアンケートを行い、新手帳の実用性について評価した。

図 1．



Ⅱ．対象・方法

1. 平成 17 年 4 月から 18 年 3 月までに新しく親子健康手帳を配布した 1 才児の紀南地域在住の保護者 300 人を対象に無記名自記筆式質問表を個別に郵送、返信用封筒で回収した(匿名全数調査)。
2. 調査項目
   i. 家族背景
   何番目の子供か、同胞の有無、同居する祖父母の有無、在住市町
   ii. 母子手帳の使用状況について
   使用する場面、父親の参加
   iii. アンケートの対象が第 2 子以降の保護者に対して、第 1 子で使った以前の母子手帳と比較して、使い勝手を尋ねた。

   フリースペースの感想、しつけに関する記述の増載について

   「しつけ、健康管理について新たに記載されています。それは参考になりましたか。」「パパママからのメッセージや写真を貼るフリースペースをどう思いますか」などの項目について、有意水準 5%とし、統計処理には SPSS14.0J を用いてウイルコクスンの順位和検定を行った。

Ⅲ．結果

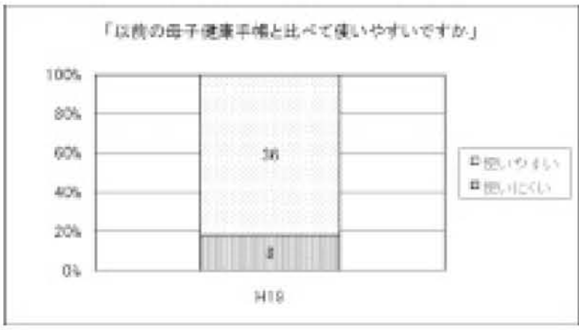
熊野市、御浜町、紀宝町の 1 才児の保護者 300 人のうち有効回答が得られたのは 115 人(回収率:38.3%)であった。回答者の 97.4%(113 人)は母親であった。手帳配布対象児が第 1 子であったものは 54 人、すでに同胞がおり第 2 子以降であったものが 57 人であった。

1. 新しい母子手帳(健康手帳)の使いやすさに

1 三重大学大学院医学系研究科地域医療学講座
2 三重大学大学院医学系研究科病態究明講座小児発達学

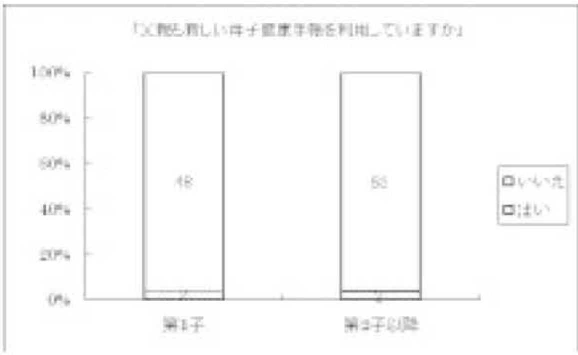
ついて

第 2 子以降の出生時に新親子手帳を使った母親の 80%以上が、使いやすくなったと肯定的な感想であった(図 2)。



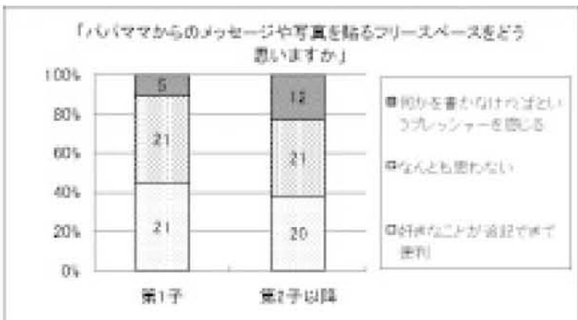
2.　　父親の参加

父親の参画は該当児が第 1 子の場合でも第 2 子以降の場合も各 2 名のみで、父親が積極的に親子手帳を使ったと答えたのは 4%と低水準であった(図 3)。

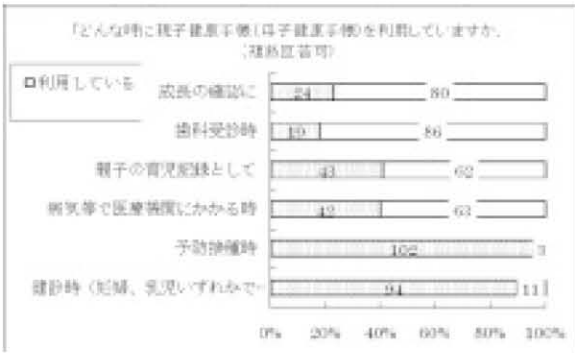


3.　　フリースペースについて

両親からのメッセージや写真を貼るフリースペースを増やしたことについて、第 2 子以降の保護者は第 1 子の保護者に比べ、「便利」よりも「プレッシャーと感じる」と答えた者の割合が多かったが、統計学的有意差は認めなかった(図4)。



4.　　「どんな時に親子手帳を利用していますか」という問いに対して、「予防接種時」「健診時」に加えて、「病気等で医療機関にかかるとき」「成長の記録として」という目的で 40%以上の母子が手帳を利用しており、前回調査時(平成17年)の 20%を大きく上回った。(図 4)



【まとめ】第 2 子以降に新手帳を使った保護者にとって、新しい親子手帳の使い勝手は良好であった。フリースペースは第 2 子以降を持つ保護者にとって、便利というよりもプレッシャーになる傾向があったが、統計学的有意差は認めなかった。父親の参画がまだ少数である。

Ⅳ. 考察

平成17年に行った母子手帳導入初期の満足度調査と比較して、調査対象が小学 1 年生と 1 歳児の保護者と異なるが、紀南地域で親子手帳を使用する場面が増加しており、健診、予防接種時以外での使用が浸透しつつあることが伺われた。しかし母子手帳の改編が健康教育につながるとするには更なる調査が必要である。

また母子家庭からの回答は 3 世帯(2.6%)のみで、母子家庭率が高いといわれている紀南地域において、母子家庭からの回答が得られなかったと考えられた。これらの世帯の意見を拾い上げることが、今後、必要と思われた。

今回、出生前から新しい親子手帳を使っている保護者にその使い勝手を、同胞のときと比べてもらったが、フリースペース等、保護者が能動的に子育てに参加してもらおうとした工夫に関して、「なんとも思わない」を含め、「プレッシャーを感じる」と、行政のお節介と解されているという一面は否めな

い。しかし継続ケアなど医療福祉サービスを提供する側にとっては、自発的に記録している状況を見ることで、その親の育児観や子育てにかかわりの姿勢がある程度推測できるため[1]、親子手帳の評価はとても重要と思われる。母親のプライバシーを保護しつつ、幼少時の健康の記録を重要な財産と考え、各個人の健康づくりに役立てられるように、地域で取り組んでいくことが継続ケアの目的に叶うことになると思われる。

---

[1]衞藤隆　母子健康手帳の上手な使い方　小児科　46巻　11号 P1862-6　2005年10月

高齢者のうつ病に対するホスファチジルセリンの効果

The Effects of Phosphatidylserine on Depression in Elderly People

小森照久[1)]　山口慶一[2)]
Teruhisa Komori[1)]　Keiichi Yamaguchi[2)]

研究成果報告

1. はじめに

ホスファチジルセリン(PS)は脳の細胞膜を構成するリン脂質の一種で、リン脂質の10%前後を占め、神経細胞膜表面のポテンシャルやイオン環境の決定に重要であり[1)]、正常な神経活動に不可欠である[2)]。こうした神経活動における重要性からPSは“brain-specific nutrient”ともいわれている[3)]。ラットでは脳内のPSが加齢とともに減少することが報告されている[4)]。神経細胞膜内のPSはprotein kinase C (PKC) の活性化に重要であり、PKC活性は年齢とともに低下するので[5)]、人においても加齢にともなうPSの減少があるのではないかと推定される。加齢による脳内のPSの減少が認知症に関連しているといわれ、認知症に対するPSの効果が報告されている[6 8)]。なお、PSの有用性は中高年に限らない。若年健康男性でPSはストレスに対する適応過程を改善し[9, 10)]、小児においてPSはADHDを改善する[11)]との報告がある。

認知症に対するPSの効果の検討のなかでうつ症状の改善がみられたことから、今回うつ病に対する効果の検討を企図した。脳内でPSが減少していると考えられる高齢者での検討が有意義ではないかと考えた。うつ病に対するPSの効果については、高齢女性について有効性の報告が既にあるが[12, 13)]、本研究の目的は、通常の治療で改善がみられず遷延しているうつ病患者に対するPSの効果を、臨床評価に加えて、唾液中コルチゾールの基礎値と日内リズムで検討することである。

2．方法

(1) 対象

以下の4項目にあてはまる三重大学医学部附属病院精神神経科外来に通院中の症例を対象とした。①65歳以上、②6ヶ月以上通常の抗うつ薬主体の治療を行っても十分な改善が得られない（17項目ハミルトンうつ病評価尺度＝HAM-D17で25%以上の改善がみられない）、③現在のHAM-D17が18点以上でDSM-IVの大うつ病に該当する、④年齢相応の脳の萎縮以外に器質的背景が認められない。本研究は三重大学医学部研究倫理委員会の承認を得て、インフォームドコンセントを得られた人だけを対象とした。

(2)PSの投与

抗うつ薬などによる従来の治療はそのまま継続し、PS100mgを含有するサプリメント（株式会社アヴ・オヴォ製ケファリン プラス™; PSの他に必須脂肪酸 DHA・EPA・DPA、γ—リノレン酸、アスタキサンチン、パームトコトリエノールを配合）を1日3回服用した。

(3)症状評価

PSを3ヶ月間服用し、2ないし4週ごとに

1)三重大学医学部看護学科成人看護学講座 Department of General Nursing, School of Nursing, Faculty of Medicine, Mie University
2)株式会社アヴ・オヴォ　ab ovo Inc.

HAM-D 17 で評価した。

(4)唾液中コルチゾールの測定

2ないし4週ごとの受診日に起床時、起床から1時間後、2時間後、3時間後にサリベット(Sarstedt, Germany)に唾液を含ませ、ただちに凍結保存し、クーラーボックスにて持参した。起床から4時間後に受診し、サリベットを使用した。これらから遠心分離にて唾液を採取し、ただちに−20℃にて測定まで保存した。GammaCoat RIA method (Nihon Shering, Japan)にてコルチゾールレベルを測定した。性や年齢に差のない正常対照群についても、起床後の唾液中コルチゾールを測定した。

(5)統計処理

HAM-D 17 を2ないし4週毎の受診時に評価し、PS 投与開始前の値と Wilcoxon の1標本検定によって比較した。唾液中コルチゾールは起床後4時間の値を基礎値として比較検討し、PS 投与開始前の値と分散分析によって比較するとともに、正常対照と t 検定によって比較した。起床時から起床4時間後までの日内リズムについては頂値がいつかを比較した。

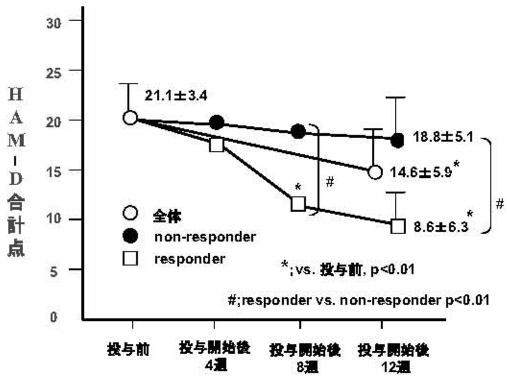


図1 HAM-D の変化

2. 結果

(1) HAM-D 17

図1に示すように、PS 服用後3ヶ月の HAM-D17 は 14.6±5.9 であり、PS 服用開始時の 21.1±3.4 に比べて有意に低下していた。個々の症例についてみると、HAM-D17 の改善が 25%未満にとどまった non-responder 10 人と、25%以上の改善がみられた responder 8 人に分けることができ、responder の HAM-D17 は 8.6±6.3、non-responder は 18.8±5.1 であり、共分散分析により有意な差であった。この2群では PS 投与開始後8週でも有意差がみられた。responder と non-responder では性、年齢、罹病期間などに差はみられなかった。

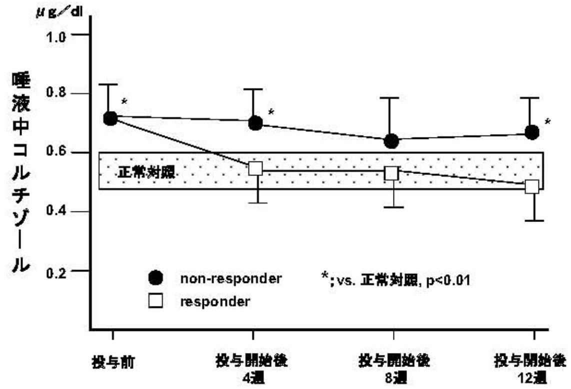


図2 唾液中コルチゾールの変化

(2)唾液中コルチゾール

図2に示すように、2ないし4週ごとに唾液中コルチゾールを測定した結果、性、年齢に差のない正常対照に比べて、non-responder では PS 投与開始後4週、8週で有意に高いが、responder では PS 使用開始後4週から正常化がみられた。起床時から4時間後の結果では、図3に示すように、responder でも non-responder でも PS 使用開始前には頂値が起床時にみられない人が多かった。図4に示すように、PS 使用後3ヶ月では responder では頂値が起床直後にみられたが、non-responder では頂値が起床時にみられない人が多かった。

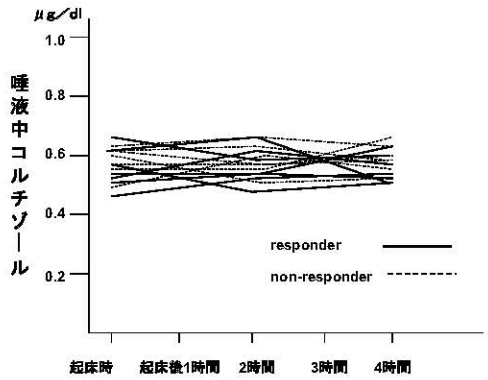


図 3　PS 開始時のコルチゾール日内リズム

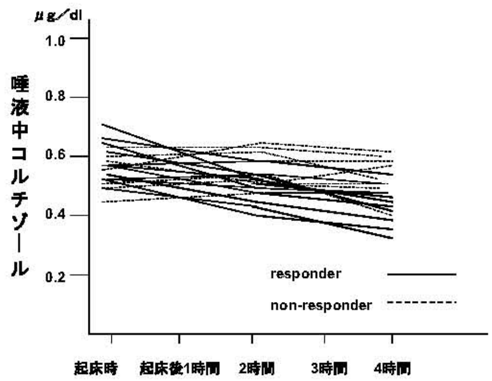


図 4　PS3 ヶ月服用後のコルチゾール日内リズム

考察

本研究の結果から、PS が有効な高齢者うつ病の一群があると考えられる。Maggioni らは [12] 10 人の高齢女性のうつ病患者に対して PS を 300mg/日、30 日間投与し、有効であったと報告している。アミン代謝産物に変化はみられなかった。Brambilla らは [13]10 人の高齢女性のうつ病患者に対して PS を 300mg/日、30 日間投与し、有効であったと報告している。免疫機能に変化はみられなかった。本研究結果はこれらの報告と一致する。本研究ではアミン代謝産物や免疫機能を測定していないが、唾液中コルチゾールの基礎値と日内変動を検討した。うつ病では視床下部—下垂体—副腎皮質(HPA)軸の機能亢進と日内リズムの乱れがしばしばみられ、こうしたうつ病の生物学的異常が PS によって改善したことはこれまで報告がない。HPA 軸については、若年健康な男性で PS はストレスに対する適応反応を改善する。3 つの二重盲検試験で若年健康な男性アスリートに強い運動負荷を与え、PS はコルチゾール産生を減少させた [14-16]。また、高齢男性で PS が甲状腺刺激ホルモンやプロラクチンの分泌リズムを一部回復した [17]。今回見られたコルチゾール値の所見は、うつの改善に伴う改善であるほかに、PS には神経内分泌機能の乱れを補正する作用があることを示しているかもしれない。

今回の研究は高齢者を対象にしているので、認知障害が以前よりあって、PS がそれを改善したことがうつの改善として現れた可能性が考えられるが、対象に認知障害は認められなかった。高齢者に対する PS の効果が認知に対する効果なのかうつ病に対する効果なのかについて、強制水泳試験において PS 投与によって無動時間の短縮がみられ、迷路試験で効果がみられなかったことから、PS は cognitive enhancer ではなく antidepressive enhancer であると考えられる [18]。

最近の報告から次の 2 つが PS の作用機序として考えられる。1)細胞膜に対する作用、2)神経伝達物質に対する作用。細胞膜の脂質構成が加齢によって変化する。つまり、リン脂質が減少し、コレステロールが増加する [4]。その結果、細胞膜の正常な粘性が変化し、膜に結合している多くの酵素や輸送系が 影響を受け [19,20]、酵素活性と輸送が低下し、学習や記憶などの脳機能が低下する。高齢ラットの大脳皮質において神経伝達物質に関連する protein kinase C を PS が活性化する [21]。ATPase も PS によって活性化される [22,23]。ATPase は 細胞内と細胞外の間のナトリウム/カリウム勾配とカルシウム/マグネシウム勾配を調節するので、PS の投与は老齢に到ってからのニューロンの興奮性と細胞内のメッセージ伝達を維持する助けになる。神経伝達物質を産生するニューロンの減少が PS の投与によって防がれ、特にアセチルコ

リン量の維持が PS が認知症に有用である機序の１つといわれている[24-27]。PS がドーパミン放出を回復させるとの報告がある[28]。またグルタミン酸の作用による神経伝達を促進する[29]。こうした神経伝達に対する作用がうつ病に対する効果と関連しているかもしれない。PS の長期投与によって加齢に伴うラットの海馬における樹状突起棘密度の減少を予防できることが報告されていて[30]、こうしたことも作用機序に関与しているかもしれない。

本研究では PS が高齢者のどのようなプロフィールのうつ病に有効なのかを明確に示すことはできなかったので今後明らかにしていきたい。臨床的に高齢者のうつ病ではしばしば通常の薬物療法が奏功せず遷延する。高齢者のうつ病では加齢による脳の変化が病態に関与していると考えられ、PS によるニューロン機能の改善が有効なうつ病の一群が存在するのではないかと考えられる。

参考文献

1) Blusztajn J.K., Richardson U.I., Liscovitch M., Mauron C., Wurtman R.J.: Phospholipids in cellular survival and growth. In: Hanin I., Ansel G.B. (eds.), Lecithin: technological, biological, and therapeutic aspects. pp.85-98, New York, Plenum Press (1987)

2) Siegel G.J., Agranoff B.W., Alberts R.W., et al.: Basic neurochemistry. Philadelphia, Lippincott-Raven (1999)

3) McDaniel M.A., Maier S.F., Einstein G.O.: "Brain-specific" nutrients: a memory cure? Nutrition 19: 957-975 (2003)

4) Salvador G.A., López F.M., Giusto N.M.: Age-related changes in central nervous system Phosphatidylserine decarboxylase activity. J Neurosci Res 70: 283-289 (2002)

5) Pascale A., Govoni S., Battaini F.: Age-related alterations of PKC, a key enzyme in memory processes: physical and pathological examples. Mol Neurobiol 16: 49-62 (1998)

6) Amaducci L., SMID Group.: Phosphatidylserine in the treatment of Alzheimer's disease. Results of a multicentric study. Psychopharmacol Bull 24: 130 (1998)

7) Cenacchi T., Bertoldin T., Farina C., Fiori M.G., Crekaldi G., et al.: Cognitive devline in the elderly; A double-blind, placebo-controlled multicenter study on the efficacy of phosphatidylserine administration. Aging Clin Exp Res 5: 123-133 (1993)

8) Crook T.H., Tinklenberg J., Yesavage J., Petrie W., Nunzi M.G., Massari D.C.: Effects of phosphatidylserine in age-associated memory impairment. Neurol 41: 644-649 (1991)

9) Moeteleone P., Beinat L., Tanzillo C., et al.: Effects of phosphatidylserine on the neuroendocrine response to physical stress in humans. Neuroendocrinology 52: 243-248 (1990)

10) Monteleone P., Maj M., Beinat L., et al.: Blunting by chronic phosphatidylserine administration of the stress-induced activation of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis in healthy men. Eur J Clin Pharmacol 42: 385-388 (1992)

11) Kidd P.M.: A review of nutrients and botanicals in the integrative management of cognitive dysfunction. Altern Med Rev 4: 144-161 (1999)

12) Maggioni M., Picotti G.B., Bondiolotti G.P., et al.: Effects of phosphatidylserine therapy in geriatric patients with depressive disorders. Acta Psychiatr Scand 81: 265-270 (1990)

13) Brambilla F., Maggioni M.: Blood levels of cytokines in elderly patients with major depressive disorder. Acta Psychiatr Scand 97:309-313 (1998)

14) Burke E.R., Fahey T.D.: PhosphatidylSerine: Promise for Athletic Performance. New Canaan, :Keats Publishing (1998)

15) Monteleone P., Beinat L., Tanzillo C. et al.: Effects of phosphatidylserine on the neuroendocrine response to physical stress in humans. Neuroendocrinology 52: 243-248 (1990)

16) Monteleone P., Maj M., Beinat L. et al.: Blunting

by chronic phosphatidylserine administration oh the stress-induced activation of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis in healthy men. Eur J Clin Pharmacol 42: 385-388 (1992)

17) Masturzo P., Murialdo G., de Palma D., et al.: TSH circadian secretions in aged men and effect of phosphatidylserine treatment. Chronobiologia 17: 267-274 (1990)

18) Joao C., et al.: Phosphatidylserine: an antidepressive or a cognitive enhancer? Prog NeuroPsychopharmacol Biol Psychiatry 28:731-738 (2004)

19) Lynch R.D.: Utilization of polyunsaturated fatty acids by human diploid cells aging in vityo. Lipids 15: 412-420 (1980)

20) Stubbs C.D., Smith A.D.: The modification of mammalian membrane polyunsaturated fatty acid composition in relation to membrane fluidity and function. Biochim Biophys Acta 77: 89-137 (1984)

21) Kaibuchi K., Takay Y., Nishizuka Y:. Cooperative roles of various membrane phospholipids in the activation of calcium-activated, phospholipids-dependent protein kinase. J Biol Chem 256: 7146-7149 (1981)

22) Tsakiris S., Deliconstantios G.: Influence of phosphatidylserine on (Na^+/K^+)-stimulated ATPase and acetylcholinesterase activities of dog brain synaptosomal plasma membranes. Biochem J 220: 301-307 (1984)

23) Specht S.C., Robinson J.D.: Stimulation of the (Na^+/K^+)-dependent adenosine triphosphatase by amino acids and phosphatidylserine: chelation of trace metal inhibitors. Arch Biochem Biophys 154: 314-323 (1973)

24) Vannucchi M.G., Casamenti F., Pepeu G: Decrease of acetylcholine release from cortical slices in aged rats: investigations into its reversal by Phosphatidylserine. J Neurochem 55: 819-825 (1990)

25) Ppeu G., Giovanelli L., Giovaaini M.G., Pedata F.: Effects of Phosphatidylserine on cortical acetylcholine release and calcium uptake in adult and aging rats. In; Horrocks, L.A., Freysz, L., Toffano, G. (eds.), Phospholipid research and the nervous system. Biochemical and molecular pharmacology, pp.265-271, Padova, Liviana Press (1986)

26) VCasamenti F., Mantovani P., Amaducchi L., Pepeu G.: Effect of phosphatidylserine on acetylcholine output from the cerebral cortex of the rat. J Neurochem 32: 529-533 (1979)

27) Casamenti F., Scali C., Pepeu G.: Phosphatidylserine reverses the age-dependent decrease in cortical acetylcholine release: a microdialysis study. Eur J Pharmacol 194: 11-16 (1991)

28) Mazzari S., Battistella A.: Phosphatidylserine effects on dopamine release from striatum synaptosomes. In: Benedetta, C., Balazs, R., Gombos, G., Porcellani, G. (eds.), Multidisciplinary Approach to Brain Development, pp.569-570, Amsterdam , Elsevier/North Holland (1980)

29) Cohen S.A., Müller W.E:. Age-related alterations of NMDA-receptor properties in the mouse forebrain: partial restoration by chronic phosphatidylserine treatment. Brain Res 584: 174-180 (1992)

30) Nunzi M.G., Milan F., Guidolin D., Toffano G.:. Dendritic spine loss in hippocampus of aged rats. Effect og brain Phosphatidylserine administration. Neurobiol Aging 8: 501-510 (1987)

農産物の高付加価値化による過疎地域活性化に関する考察

Consideration of the activation of depopulated area by adding higher value to farm products

大村佳之[1]，宇都昌志[1]，東村篤志[2]，西村訓弘[1]
Yoshiyuki Omura[1], Masashi Uto[1], Atsushi Higashimura[2], Norihiro Nishimura[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[1]
株式会社ナコス研究部[2]
Translational Medical Science, Social and Environmental Medicine, Graduate School of Medicine, Mie University[1]
Nacos Co., LTD.[2]

現在、三重県南部地域における高齢化と過疎化の問題は深刻であり、経済成長率が高い北部地域との生活格差が増加しており、三重県における南北問題として軽視できない状況にある。また，同地域では農業の担い手不足から多くの耕作放棄地が存在する。このため著者らは、かつては三重県南部地域の主要な産業であった農業のあり方を再評価することで、同地域における深刻な現状を改善させる具体策について継続的な検討を行っている。

消費者が野菜を購入する際には、価格はもちろんのこと、鮮度や味が重要視されてきた。しかし近年、健康志向が高まっており、外観や味だけではなく野菜自身が持つ機能性にも関心が高くなる傾向がみられ、中でも、抗酸化等の機能性が注目され始めている。また、京野菜など地域特性を活かして作られる特産野菜に対しても希少価値、ブランド・イメージが好感され、特に富裕層を中心に需要が高まっている。

以上のような背景から、本研究では、農業の活性化を通した過疎地域の再生を実現するための一手段として、農作物の高付加価値化による農業の競争力向上について考察を行った。具体的には、「高い機能性が期待される農作物」として「新品種として開発された茎ブロッコリー」を選定し、この新品種が三重県南部の気候・土壌特性に適合するかを試験栽培によって確認するとともに、収穫野菜の成分分析を行うことで野菜が持つ機能性について考察を行った。以上のように本研究では、機能性が高い野菜を過疎地域の特産品として生産する農業について試行と考察を行った。

調査方法

ブロッコリーはβ-カロテンやビタミンCの含量が多い[1)]ことで知られており、抗酸化等の機能性が期待できる。そこで、ブロッコリーを中心として野菜種子の品種改良（育種）の取組みで事業を展開している㈱ナコス（三重県津市）と連携することで、同社が開発した茎ブロッコリーの新品種（品種名：アレッタ）を三重県南部地域で試験栽培することにした。本研究では、同地域の気候、土壌の特性と試験作物との相性を調査するとともに、収穫した野菜の成分分析を行った。尚、試験栽培は三重県度会郡南伊勢町道方の農家から借り受け

た休耕田（実験圃場）で、地元農家の協力を受けることで実施した。

調査結果

栽培を行った品種（アレッタ）は、茎ブロッコリーの一種であり、通常のブロッコリーとの相違点として、一株当たりに数十個の長い側花蕾（茎ブロッコリー）を実らせるため、単位面積当たり並びに単位株当たりの収量が高い。試験栽培では、約 8a の土地に 2,000 株のアレッタを定植し、約７ヵ月間の栽培で計 267 kgの茎ブロッコリーを収穫した。この結果、南伊勢町の気候と土壌で良好にアレッタを栽培できることが確認できた（写真参照）。アレッタは試作段階にある新品種であり、アレッタの栽培を全国に先駆けて三重県南部地域で実施できれば、希少価値というブランド･イメージを付与した競争力のある農業が実現できる可能性がある。

試験栽培した茎ブロッコリー「アレッタ」

次に、アレッタに特徴的な成分および機能性の有無を検討するため、成分分析及び抗酸化能の測定を行った。尚、比較としてアレッタおよびブロッコリーと同じアブラナ科野菜である白菜の分析も行った。

実験試料

成分分析を行ったアレッタは、南伊勢町の実験圃場にて試験栽培したものを用いた。ブロッコリーと白菜は、南伊勢町内の農家が栽培しているものを用いた。

成分分析法および抗酸化能測定法

（1）ビタミン C 濃度の測定

100g のサンプルに 10%メタりん酸を 160ml 加えた。さらに、Milli Q 水を 151ml 加え、粉砕、撹拌した。これらのサンプルを濾過し、小型反射式光度計（RQflex plus, メルク社）および専用の試験紙を用いてビタミン C 濃度を測定した。

（2）糖度の測定

サンプル 100g をミキサーにかけた後、キッチンクロスにサンプルを移した。キッチンクロスを搾り、サンプルの搾り汁を採取した。この搾り汁の糖度を糖度計（APAL-1）にて測定した。

（3）硝酸濃度の測定

サンプル 100 g に Milli Q 水を 400ml 加え、粉砕、撹拌した。これを三角フラスコに移し、遮光し、80℃のウォーターバスにて 30 分間放置した。30 分後、サンプルを流水にて室温まで冷やし、濾過した。濾液のうち 30ml をビーカーに移し、小型反射式光度計（RQflex plus,メルク社）および専用の試験紙を用いて硝酸濃度を測定した。尚、濾液の残りはそのまま抗酸化能の測定に用いた。

（4）抗酸化能の測定

硝酸濃度測定時に作製したサンプルを

2倍から64倍まで希釈し測定に用いた。DPPH（1,1 diphenyl 2 picrylhydrazyl）分光測定法[2]により、DPPHラジカル消去能を測定した。

結果と考察

図1に、アレッタとブロッコリー、白菜の成分分析の結果を示した。

ビタミンCに関しては、アレッタとブロッコリーには有意な差は見られず、アレッタはブロッコリーと同様にビタミンC含量が高いことが分った。一方、アレッタと白菜の比較では、アレッタの方が1%水準で有意に高かった。糖度については、アレッタとブロッコリーに有意な差は見られなかったが、アレッタと白菜の比較では、アレッタの方が1%水準で有意に高いという結果となった。硝酸濃度に関しては、藤原ら[3]によるブロッコリーの硝酸濃度の測定値は20 30mg/100gとなっている。このことから、今回サンプルとして用いた三重県南部産のブロッコリーとアレッタの硝酸濃度はかなり低いことが分かる。ブロッコリーとアレッタでは有意な差は認められなかったが、アレッタと白菜の比較では、白菜の方が1%水準で有意に高かった。

抗酸化能では、アレッタとブロッコリーに有意な差は認められなかったが、アレッタと白菜の比較では、アレッタの方が1%水準で有意に高かった。

以上の結果より、測定を行った全ての成分と抗酸化能でアレッタはブロッコリーに対して有意な差は認められず、従来のブロッコリーと同等の機能性を有することが明確となった。

一方、アレッタと白菜の比較では、高含有量が望まれるビタミンC濃度および糖度、抗酸化能についてはいずれもアレッタの方が1%水準で有意に高いという結果となった。これは、アレッタと白菜が同じアブラナ科野菜ではあるが、アレッタは白菜に比べて野菜の機能性という面で有利であることを示唆している。

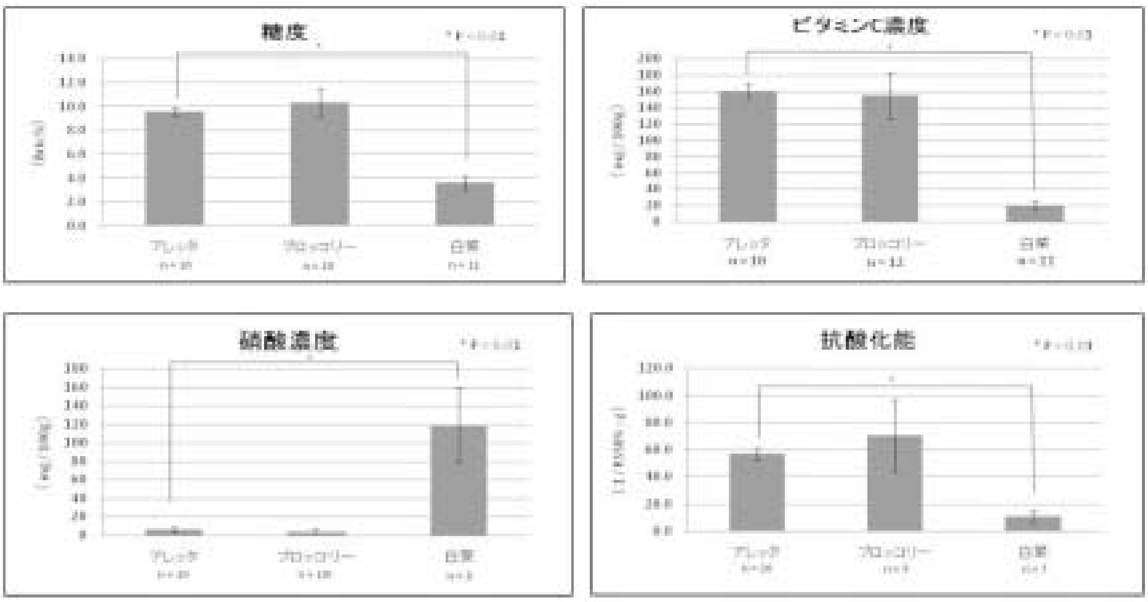


図1. アレッタとブロッコリー、白菜の成分分析結果

まとめ

本研究では、過疎地において農業の活性化を通した地域振興を実現するために、昨今の健康志向の観点から、それらのニーズに合致し、健康増進への機能性を有することでブランド化が進められるような新品種の農作物を選定し、栽培・収穫した作物の成分分析を行うことで特徴を浮き彫りにした。

当初の予想通り、高含有量が望まれるビタミンC濃度、糖度、抗酸化能において、同じアブラナ科に属する白菜と比較し、ブロッコリーは優位に高い値となった。また、試験栽培した「アレッタ」とブロッコリーとの比較を行った結果、いずれも有意な差は認められなかった。このことから、ブロッコリーの新品種であるアレッタにおいても一般的なブロッコリーと同等の機能性が期待できることが分かった。

以上のように、三重県南部地域において試験栽培した農作物の成分分析を行うことで、その作物が持つ機能性を浮き彫りにすることができた。即ち、含有成分を明確にすることで農作物の差別化を図り、「機能性」という付加価値を付与することで農作物の競争力が高められる可能性がある。さらに、成分分析の測定値を農作物に対して明記することが、野菜が持つ有効な機能とともに負の成分（硝酸含有量など）についても包み隠さず伝えることになり、このような取り組みはこれからの農産物に求められるものであり、消費者視点での商品への差別化や安心に繋がることになるだろう。

また、今回試験栽培を行ったような新品種の作物を地域の特産として独占的に栽培することができれば、さらに強い差別化に繋がり、競争力の強い農業が過疎化地域においても実現できる可能性がある。

地域特性に適した機能性の高い野菜を地域の特産品として優先的に栽培するような農業を三重県南部地域において実践することは、その地域における農作物のブランド化による強い農業を実現し、強い農業が過疎地域の活性化へと展開していく可能性がある。機能性の高い農作物を特産品として栽培することで農業の収益性を高めるなど、過疎地域でも農業のあり方を再評価することが、過疎化の深刻な現状を改善させる具体策に繋がっていくことを期待している。

参考文献

1)　香川芳子：「五訂増補食品成分表 2007」（女子栄養大学出版部）

2)　堀江秀樹：「食品の機能性評価マニュアル」（農林水産省）p16-18（1998）

3)　藤原孝之ほか：「ブロッコリーの機能性に関わる特性の品種間差異の評価」（三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告,No.31,p84-87　(2007)）

謝辞

本研究では、農作物の栽培に当たり南伊勢町農業委員である下社裕基氏、茶屋澄夫氏をはじめとする地元農家並びに農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。

各景観地区における景観まちづくり推進のための支援ツールの作成

A Study on the Support Tool for the Citycape Promotion

三重県　伊賀市　城下町　景観計画　景観地区

浅野　聡[1)]　田中　政則[2)]　瀧川　司篤[2)]　川部　千佳[2)]　垣中　良仁[2)]　和田　友香[1)]
ASANO Satoshi[1)] TANAKA Masanori[2)] TAKIGAWA Moriatsu[2)] KAWABE Chika[2)] KAKINAKA Yoshihito[2)] WADA Tomoka[1)]

研究成果報告

1．研究の目的

1-1　背景

三重県伊賀市上野城下町地区は多くの文化財、史跡等と共に、上野城下町の基盤や歴史的な町並みが残されている地域である。近年、町屋などの伝統的建築物が減少し続ける一方で、歴史的町並みにおける高層マンション建設に対して住民が反対運動を起こすなど、歴史的景観保全の意識が高まりつつある。こうした状況を受け、伊賀市は平成 18 年 12 月に三重県の市町初の景観行政団体となり、景観計画を策定し、新たに景観地区を指定することを検討している。

景観地区指定にあたり、平成 18 年度の共同研究においては、第 1 に景観地区の候補となりうる伊賀上野城下町地区を調査対象に、建築物等に対する現地調査から町並みの現況を明らかにすること､第 2 に景観重要建造物の候補を整理すること、第 3 に町並みの現況調査の結果と現行の景観コントロールを照合し、景観地区 (案) の提案を行うことを目的として取り組み、10 の景観地区案および 4 種類の景観形成基準案を提案している。

1-2　目的

本研究は、平成 18 年度の継続研究であり、伊賀市城下町地区における景観地区（案）の内容について、地域住民が主体的に景観まちづくりについて検討を行うことを支援するツールとして、景観まちづくりの現況、必要性、内容などについて学習するためのスライドを作成することを目的とする。

2．景観まちづくり学習用スライドの作成方針

2-1　学習用スライドの基本的位置づけ

学習用スライドの作成にあたり、その基本的位置づけとして、形式、目的、編集についての留意点をまとめると、以下に示す通りである。

（1）形式：スライド（Microsoft Office Power Point）

（2）目的：地域住民主体の組織である「うえのまち風景づくり協議会」（後述）の全体会議、同協議内の部会や自治会などにおける検討の場において活用することにより、景観まちづくりの現況、必要性、内容、先進事例などについて学習し、理解を深めると共に自主的な議論を推し進めることが出来るようにする。

（3）編集：①指定した方法で印刷を行うとそのままテキストとなるようにする。②テキストとして活用するため、出来るだけ見開きのページでストーリーが展開出来るようにレイアウトする。③住民が内容に親しみを持ち、専門的な内容についても理解しやすくするために、文章中心とせずに視覚的資料（写真・図表･イラスト）を入れるようにする。(図 1)

2-2　学習用スライドの構成

学習用スライドの構成を表 1 に示す。全体は 3 部から成り、第 1 部においては町並み現況調査の結果について、第 2 部においては景観まちづくりの必要性について、第 3 部においては景観まちづくりの内容について､それぞれ解説を行っている。

2-3　学習用スライドの配布方法

配付資料については、うえのまち風景づくり協議会の事務局（伊賀市建設部都市計画課）に各自治会、部会ごとに必要部数を申し出て受け取る方法を基本とする。電子データについては CD-RM 等で配布し、パソコンを活用してスライドを上映し、印刷資料と併せて使用することにより学習効果が上がるように留意しているが、希望があればパソコン、プロジェクターといった機材を事務局が貸し出すことが出来るようにしている。

3．作成した景観まちづくり学習用スライド

前述の作成方針にもとづいて、作成したスライド例を 3 頁～ 6 頁にかけて示す。

1) 三重大学大学院工学研究科　Graduate School, Faculty of Eng., Mie Univ.
2) 伊賀市建設部都市計画課　Division of City Planning, Iga City Office

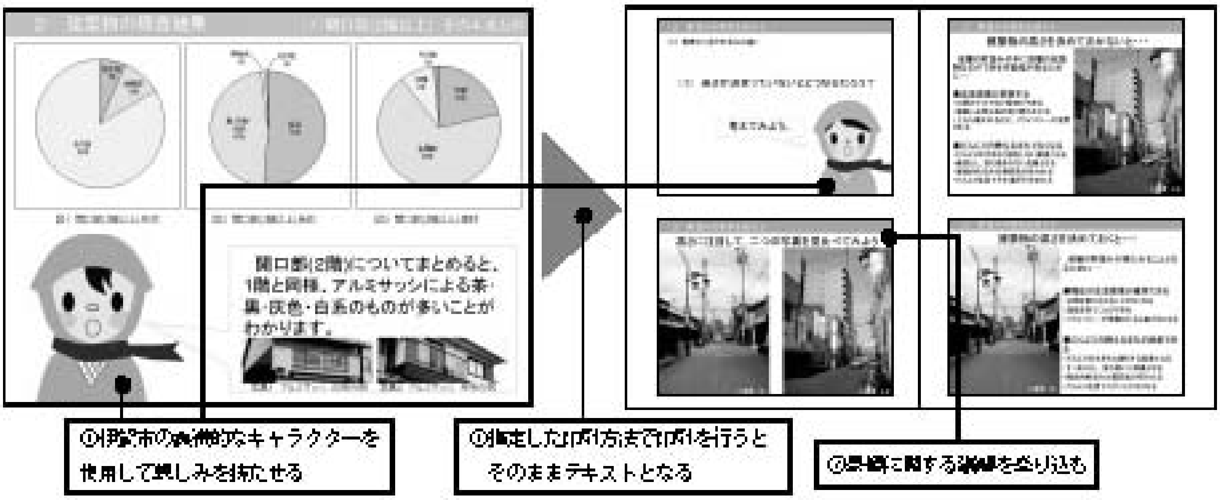


図1　資料の概要

第1部　町並みの現況を知ろう

1　町並み調査の概要
　1-1　調査の経緯と対象範囲
　1-2　調査の目的
　1-3　調査の内容
　1-4　調査対象範囲
2　建築物の調査結果
　(1)　構造
　(2)　階数
　(3)　壁面位置
　(4)　屋根
　(5)　軒・庇
　(6)　開口部（1階）
　(7)　開口部（2階以上）
　(8)　外壁
　(9)　塀
　(10)　駐車スペース
　(11)　外構
　(12)　設備機器
3　屋外広告物の調査結果
　(1)　有無
　(2)　形式
　(3)　色彩
　(4)　素材
　(5)　まとめ
4　建築物の主要な要素における地区の特徴
　(1)　本町
　(2)　二之町
　(3)　三之町
　(4)　新町
　(5)　寺町
　(6)　農人町・車坂町
　(7)　銀座通り
　(8)　まとめ
5　調査結果より得られた伊賀上野城下町地区の特徴

第2部　景観まちづくりの必要性を考えよう

1　景観まちづくりの必要性を考えよう
　1-1　町並みの変化に気付いていますか？
　1-2　町並みの変化が及ぼす影響に気付いていますか？
　　(1)　城下町文化への影響
　　(2)　生活環境への影響
　1-3　景観まちづくりの必要性を考えよう
　　(1)　中心市街地活性化施策と景観まちづくり
　　(2)　目に映るまちの姿について考えるまちづくり
　1-4　同じような問題に直面する松阪市
　　(1)　松阪市の城下町における高層マンション建設
　　(2)　松阪市の御城番屋敷周辺における2階建て住宅建設
　1-5　動き始めた松阪市の城下町
　　(1)　住民による地区計画制度の提案
　　(2)　住民による提案の実現
2　町並みの要素を知ろう
　2-1　町並みをつくる要素ってなんだろう？
　2-2　要素別に見た町並みの違い
　　(1)　高さが決まっていないとどうなるだろう？
　　(2)　壁面位置、屋根、外壁が決まっていないとどうなるだろう？
　　(3)　その他の要素が決まっていないとどうなるだろう？
　2-3　まとめ

第3部　景観まちづくりの内容を考えよう

1　景観まちづくりをする範囲を考えよう
　1-1　伊賀上野城下町の特徴を確認しよう
　　(1)　上野天神祭のルート
　　(2)　伊賀市ふるさと景観条例の推進地区
　　(3)　景観重要建造物候補の分布
　　(4)　景観まちづくりを行う範囲(案)
　　(5)　景観まちづくりを行う範囲のゾーニング(案)
2　景観まちづくりの内容を考えよう
　2-1　町並みを形成する基準の種類を考えてみよう
　　(1)　建築物の種類
　　(2)　町並み形成基準(案)の種類
　2-2　町並みを形成する基準の仕組みを考えよう
　2-3　町並みを形成する基準
　　(1)　町屋型建築に対する基準(1)
　　(2)　町屋型建築に対する基準(2)
　　(3)　屋敷型建築に対する基準
　　(4)　社寺建築に対する基準

参考資料

全国の景観まちづくりの実態を知ろう

表1　資料の構成

図２　景観まちづくり学習用スライド　第１部の例

図3 景観まちづくり学習用スライド 第2部の例

図4　景観まちづくり学習用スライド　第3部の例

図5 景観まちづくり学習用スライド 参考資料の例

4．うえのまち風景づくり協議会の設立と展望

平成 20 年 1 月 11 日（金）に伊賀市中央公民館において景観地区候補地区内および周辺地区内の全ての自治会代表者が集まり、「伝統と風格ある伊賀上野城下町の風情を市民生活との調和を図りながら後世に引き継ぎ又は創り上げていくため、そこに居住する方々を中心に関係ある方々も含めた地域の住民が景観まちづくりについて自ら考え行動することにより、よりよい生活環境づくりを進めていくこと」を目的として、うえのまち風景づくり協議会が設立された。（図6）

当日は、役員選出の後、今回作成した景観まちづくり学習用スライドの解説を行い、今後、このスライドを適宜活用しながら、自治会・部会ごとに協議を進めていくこととなった。住民主体の議論が重ねられ、近い将来に住民合意のもとで景観地区として地区指定されることが期待される。

<謝辞>
本研究を進めるにあたりご協力頂きました伊賀市景観審議会の皆様、うえのまち風景づくり協議会の皆様に感謝の意を申し上げます。

<参考文献>
1．三重大学浦山研究室・伊賀市：伊賀市景観計画 景観地区(案)、2007年3月

第１回うえのまち風景づくり協議会

図6 第１回うえのまち風景づくり協議会 写真

景観法の運用に向けて　－伊勢らしいまちづくりをめざした景観特性の調査研究－

A Study on the Characteristics of Landscape in Ise

三重県　伊勢市　景観法　景観地区

浅野 聡[1)]　谷口 尚[2)]　安藤 浩司[2)]　小長谷 容子[2)]　矢沢 祥[1)]　中家 拓郎[1)]　珎道 健二[1)]　富田 幸恵[1)]

ASANO Satoshi　TANIGUCHI Hisashi　KONAGAYA Yoko　YAZAWA Sachi　NAKAYA Takuro　CHINDO Kenji　TOMITA Sachie

1．はじめに

三重県伊勢市は平成17年11月に伊勢市・二見町・小俣町・御薗村が合併し「新伊勢市」となった。平成20年3月に伊勢市は景観行政団体へ移行し、広域で連携する景観まちづくりが具体化しつつある。

本研究は、旧伊勢市、旧二見町が進めてきた景観関連計画及び景観関連施策の評価と共に、伊勢市において歴史的町並みの残る宇治地区、二見地区、小俣地区の3地区において、各地区における景観形成に関連する景観地区施策の現状と課題の分析を行い、町並み調査を通して景観地区（案）を提案することを目的とする。なお本稿では、紙面の都合上、小俣地区は割愛し、宇治地区と二見地区を取り上げることとする。

2．宇治地区

2-1　宇治地区における景観形成の取り組み

宇治地区の中心である内宮おはらい町地区におけるまちづくりは、昭和54年に「内宮門前町再開発委員会」が結成されたことを契機とし、平成元年に伊勢市まちなみ保全条例が策定され、条例に基づいた内宮おはらい町まちなみ保全事業により町並みづくりが進められている。

伊勢市まちなみ保全条例は、「伊勢市のまちなみの保全、形成のため必要な事項を定め、もって地域性豊かな魅力あるまちづくりに資すること」を目的として全12条からなる。平成元年に伊勢市まちなみ保全条例が制定されてから、平成19年現在、まちなみ保全地区として地区指定が行われているのは、平成2年に指定された内宮おはらい町まちなみ保全地区のみである。そのため、伊勢市におけるその他の歴史的町並みの保全には至っておらず、内宮おはらい町地区に限定した運用となっている。平成2年に「内宮おはらい町まちなみ保全地区および同保全計画」が告示されてから、平成19年現在までに、おはらい町通りの無電柱化事業、石畳の道・内宮地下参道工事等の景観整備、保全事業等が行われている。また、保全地区内における内宮おはらい町まちなみ保全整備基準に基づいた家屋の修景に関しては、平成20年3月までに、合計85件の届出があり、このうち条例による資付申請は合計15件であった。

現在、まちなみ保全地区に指定されているのは、内宮おはらい町地区の一部のみである。近年、内宮おはらい町まちなみ保全地区以外の内宮おはらい町地区において、内宮おはらい町まちなみ保全整備基準に調和していない店舗が建築されるなど、新たな課題が生じてきている。内宮おはらい町地区において、一体的な景観の形成を図るため、保全地区の区域拡大の検討をする必要があると考えられる。

写真1　内宮おはらい町

写真2　おかげ横丁

1)　三重大学大学院工学研究科　Graduate School, Faculty of Eng., Mie Univ.
2)　伊勢市都市整備部都市計画課　Division　of City Planning, Ise City Office

2-2　宇治地区における景観形成に関連する地区指定施策の現状と課題

宇治地区における景観形成に関連する地区指定施策及びその現状と課題を図１で示す。

2-3　宇治地区における町並み調査

伊勢市宇治地区の中心である内宮おはらい町地区及びその周辺地区を対象とし、建築物の用途・形態・意匠等、建築物に付属する屋外広告物の形態・意匠その他の道路占用物の種別等を把握し、町並みの特徴を明らかにすることを目的とする。調査の期間は、平成 19 年１月９日～19 日である。（図１）

2-4　地区別における町並みの特徴

宇治地区において建築物の形態・意匠、用途、構造、階数、壁面位置及び伊勢特有の伝統的意匠（軒雁木板・出格子・杉刻み囲い・南張り囲い）を整理し、町並みの特徴を明らかにした。

①建築物の形態･意匠（種別･屋根･伝統的意匠）における町並みの特徴：切妻・妻入りの伝統的意匠を持つ町屋型建築物の割合が比較的高い地区、切妻・平入り及び切妻・妻入りの屋敷型建築物の割合が比較的高い地区、その他の建築物の割合が比較的高い地区の３つに分けられる。

②建築物の用途における町並みの特徴：商業系建築物の割合が比較的高い地区、住居系建築物の割合が比較的高い地区、住居系建築物と商業系建築物の割合が同程度の地区、工業系建築物の割合が高い地区の４つに分けられる。

③建築物の構造における町並みの特徴：木造建築物の割合が比較的高い地区、木造建築物及び判断不能の建築物が同程度の割合の地区、判断不能の建築物の割合が高い地区の３つに分けられる。

④建築物の階数（高さ）における町並みの特徴：３階（10m）以下の建築物の割合が高い地区、４階（10m以上）の建築物の割合が比較的高い地区の２つに分けられる。

⑤建築物の壁面位置における町並みの特徴：道路境界面から約２m以上セットバックしていない建築物の割合が高い地区、セットバックしている建築物としていない建築物が同程度の割合の地

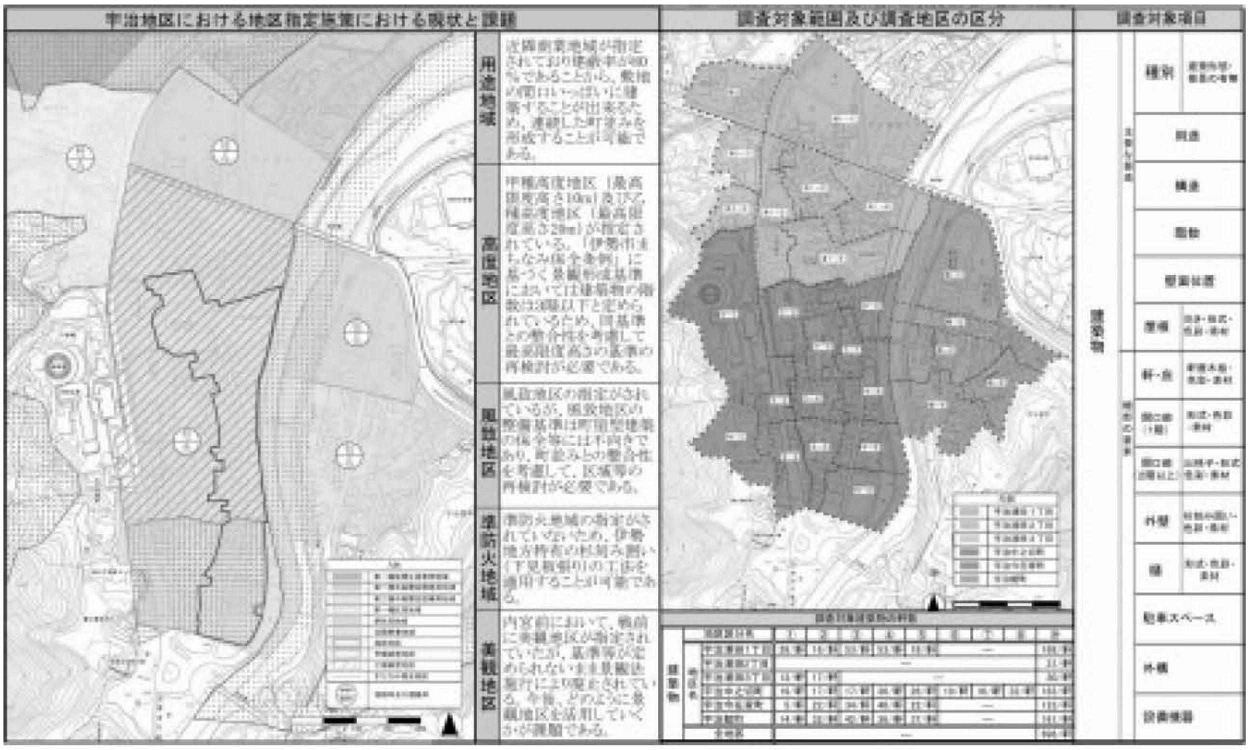


図１　宇治地区における地区指定施策の現状と課題及び町並み調査の概要

区、セットバックしている建築物の割合が高い地区の３つに分けられる。

以上を総合すると、宇治地区の町並みは、大きく町屋型伝統的建築物及び商業系建築物の割合が高い地区（内宮おはらい町地区）、屋敷型建築物の割合が比較的高く住居系建築物の割合が高い地区（御幸道路東地区、宇治館町南地区）、その他の建築物の割合が高い地区（宇治浦田交通広場地区、御幸道路西地区、宇治館町北地区）の３つに分けられ、計６地区に区分できる。

2-6 宇治地区における景観地区（案）の提案

前章の結果を踏まえて、６地区（内宮おはらい町地区、御幸道路東地区、御幸道路西地区、宇治浦田交通広場地区、宇治館町北地区、宇治館町南地区）を景観地区（案）として提案する。なお、風致地区と景観地区（案）の指定区域の重複部分については、風致地区の指定の解除をすることが考えられる。（各景観地区（案）における景観形成基準（案）については、本稿では紙面の都合上割愛する。）（図２）

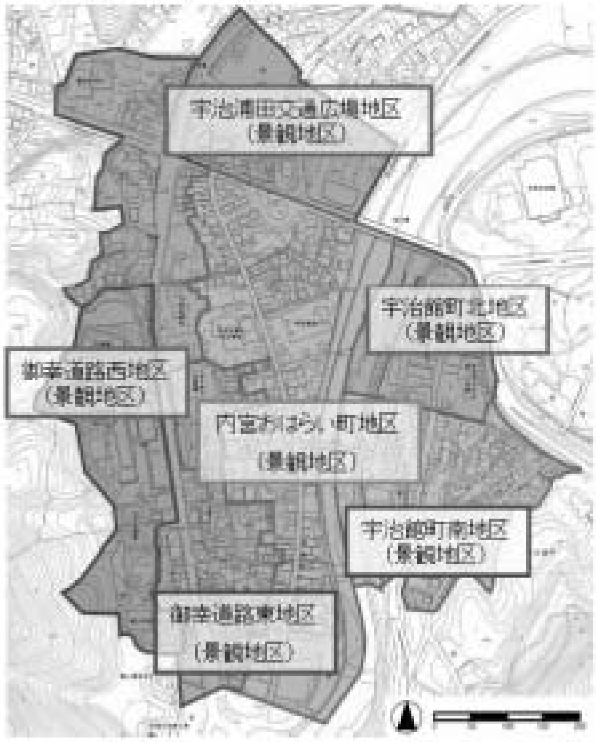


図２　宇治地区景観地区（案）指定区域

3. 二見地区

3-1 二見地区における景観形成の取り組み

二見町では昭和 25 年頃から増え始めた修学旅行客に合わせて旅館の建替えや改築が行われ、旅館の近代化が進み伝統的な木造３階建ての町並み景観が失われつつあった。また、昭和 49 年のオイルショックを境に来訪者が減り始めたため、平成９年頃から町に人を戻す方法を地域住民と協議した結果町並みの修景をすることとなり、二見町地域住宅計画の策定に取り掛かった。これを契機に、平成 13 年度に「伊勢志摩空間快適性向上計画」が策定され、平成 14 年度から「街なみ環境整備事業」に取り組むこととなった。これに取り組むため「二見町の景観文化を守り、育て、創る条例（以後、二見町条例とする）」を制定するに至り、本格的なまちづくり活動が始まった。

二見町条例は、「二見町の伝統的環境と景観を保全、育成、創出することにより、歴史と自然に育まれた魅力ある町づくりを進め、町民文化の維持及び向上に資すること」を目的として全 20 条からなる。平成 13 年に二見町条例が制定されてから、平成 19 年現在までに、景観形成地区として地区指定が行われているのは、条例制定時に地区指定を行った区域のみである。平成 19 年現在までに、賓日館整備事業、二見浦公園の整備、二重交通研修所跡地の利用、旧二見館の跡地利用、市道茶屋１号線等の整備事業（道路の美装化、案内板整備、電柱の移設）、街なみ整備助成事業等が行われている。街なみ整備助成事業に関しては、平成 20 年３月までに、合計 40 件の届出があり、このうち条例による修景補助金の交付は合計 22 件であった。

二見町条例において、景観形成基準は基準が緩やかな「修景基準（１）」と基準が厳しく助成の対象となる「修景基準（２）」の２段階の基準を設けている。しかし、１種類の基準内容であるため、３階建ての木造旅館や２階建ての土産物屋、

研究成果報告

町屋等の多様な建築物に対応した景観形成を図ることが難しい。また、景観形成地区内において、二見町条例の制定以前に、条例に適さない建築物が建設され、周囲の歴史的な町並みを崩している。景観法に基づかない条例による届出制度であることや罰則規定がないため、法的実行力に乏しく、今後も景観形成地区内において条例に適さない建築物が建設される恐れがある。

写真3　木造旅館

写真4　土産物店

3-2　二見地区における景観形成に関連する地区指定施策の現状

二見地区における景観形成に関連する地区指定施策及びその現状を図3に示す。

3-3　二見地区における町並み調査

二見地区を対象とし、宇治地区と同様な目的のもとで町並み調査を行った。また、二見地区においては、景観形成地区をもとにした詳細な調査を行うA地区とその周辺において簡易な調査を行うB地区に分けて調査を行った。調査の期間は平成19年8月11日～9月11日である。（図4）

3-4　地区別における町並みの特徴

二見地区において建築物の用途、構造、階数、壁面位置を整理し町並みの特徴を明らかにした。

①建築物の用途における町並みの特徴：商業系建築物の割合が比較的高い地区、商業系・住居系建築物の割合が同程度の地区、住居系建築物の割合が比較的高い地区、工業系・公共系の建築物の割合が比較的高い地区、その他の建築物の割合が比較的高い地区の5つに分けられる。

②建築物の構造における町並みの特徴：木造建築物の割合が高い地区、防火建築物の割合が高い地区、準耐火建築物の割合が高い地区、防火建築物及び耐火建築物の割合が同程度の地区、準耐火建築物と耐火建築物の割合が同程度の地区の5つに分けられる。

③建築物の階数（高さ）における町並みの特徴：1階の建築物の割合が高い地区、2階の建築物の割合が比較的高い地区、3階の建築物の割合が比較的高い地区の3つに分けられる。

④建築物の壁面位置における町並みの特徴：道路境界面から約2m以上セットバックしていない建築物の割合が高い地区、セットバックしている建築物の割合が高い地区、セットバックしている建築物とセットバックしてない建築物が同程度の割合の地区の3つに分けられる。

以上を総合すると、二見地区の町並みは、A地区において、大きく3階建てなどの大規模な商業系建築物の割合が高い地区（A 旅館地区①②）、2階建てで土産物屋などの商業系建築物と住居系建築物が混在している地区（A 土産物屋地区）、比較的、セットバックをしていない2階建ての町屋型の住居系建築物の割合が高い地区（A 住宅地区①②）、1階建ての公共施設、工業系建築物の割合が高い地区（A 準工業地区）、1階建てでセットバックをしている建築物の割合が高い地

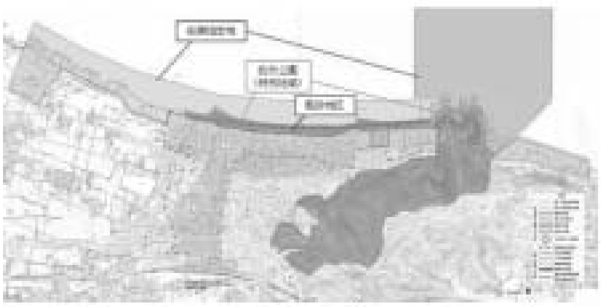


図3　二見地区における景観形成に関連する地区指定施策

図4　二見地区における町並み調査対象地区

区(A 駅周辺住宅地区)の5つに分けられる。

また、B地区において、2階建ての住居系建築物の割合が高い地区(B 公共施設・住宅地区①②)、1階建て、3階建ての住居系建築物の割合が高い地区(B 駅周辺住宅地区①②)、3階建ての観光商業施設等の商業系建築物の割合が高い地区(B 観光商業地区)の3つに分けられる。

よって、A地区とB地区を合わせて計8地区に区分できることが明らかとなった。

3-6 二見地区における景観地区（案）の提案

前章の結果を踏まえて、9地区(A 旅館地区（景観地区）、A 土産物屋地区（景観地区）、A 住宅地区①（景観地区）、A 住宅地区②（景観地区）、A 準工業地区（景観地区）、A 駅周辺住宅地区（景観地区）、B 公共施設・住宅地区（景観地区）、B 駅周辺住宅地区（景観地区）、B 観光商業地区（景観地区）)を景観地区（案）として提案する。(各景観地区（案）における景観形成基準（案）については、本稿では紙面の関係上割愛する。)（図5）

4．まとめ

本研究では、伊勢市において歴史的町並みの残る宇治地区、二見地区、小俣地区の3地区において、旧伊勢市、旧二見町が進めてきた景観関連計画及び景観関連施策の評価と共に、各地区における景観形成に関連する地区指定施策の現状と課題の分析を行い、町並み調査を通して景観地区（案）を提案することができた。(前述の通り、本稿では小俣地区については割愛する。) 今後は、本研究では対象外とした他の歴史的町並みの残る地区においても同様に景観形成に関する提案を行っていく必要がある。

【謝辞】

本研究を行うに当りご協力頂いた、調査対象地区の地域住民の皆様を記して感謝の意を申し上げます。

【参考文献】

(1)「景観法の運用に向けて　伊勢らしいまちづくりをめざした景観特性の調査研究　第一部宇治地区」三重大学浅野研究室 伊勢市 平成20年

(2)「景観法の運用に向けて　伊勢らしいまちづくりをめざした景観特性の調査研究　第二部二見地区」三重大学浅野研究室 伊勢市 平成20年

(3)「平成19年度三重大学大学院修士論文　伊勢市における景観まちづくり推進のための景観法の活用に関する研究　歴史的町並みにおける景観地区の提案」矢沢祥　平成20年

図5　二見地区景観地区（案）提案図

微摺動摩耗による接触抵抗変化の機構に関する研究

Study of Behavior of Contact Resistance of Fretting Corrosion

斎藤　寧[1)]　王井輝雄[1)]　飯田和生[1)]　服部康弘[2)]

Yasushi Saitoh[1)]　Terutaka Tamai[1)]　Kazuo Iida[1)]　Yasuhiro Hattori[2)]

１．はじめに

自動車は人や物を運ぶ大きな機械であるが、その制御は電子化が進み、さらに動力に電気が使われるなど、今日では電気電子機器の塊となっている。そこでこの電気電子機器の塊と化した自動車の信頼性を考える上で、電力、信号の伝送を担うネットワーク部品の一つであるコネクタの電気的な接続とその信頼性は益々重要なものとなってきている。

近年、コネクタの小型化に伴って、接触荷重の低減が求められている。低接触力での電気接点で起こる典型的な問題として微摺動摩耗と呼ばれる現象があり、微摺動摩耗により接触抵抗が上昇し、不具合が発生することがある。この微摺動摩耗が接触力に影響されることはよく知られている[1)]。低接触力の自動車用コネクタを開発するためには微摺動摩耗現象がどのようなメカニズムで発生するかを明らかにする必要があり、微摺動摩耗の研究がこれまでもなされてきた[2,3)]。

本研究では、従来の研究をふまえて、自動車用コネクタに広く用いられているスズめっき接点における微摺動摩耗現象のメカニズムを明らかにすることを目的としている。

２．実験

まず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。

用いた試験装置を図１に、試料形状と測定方法を図２に示す。

試料は平板側、舌片側の２枚を一組とし、ともに３μｍのスズめっきが施されている銅合金板を用いた。舌片側には曲率半径R=1 mmの打ち出しがある。試料は両側とも測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る接触荷重を加えた。

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、摺動幅は50μm、荷重は 3N とした。

次に、微摺動摩耗試験後の試料を試験機から取り外し、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて微摺動摩耗痕の表面状態を詳細に観察した。

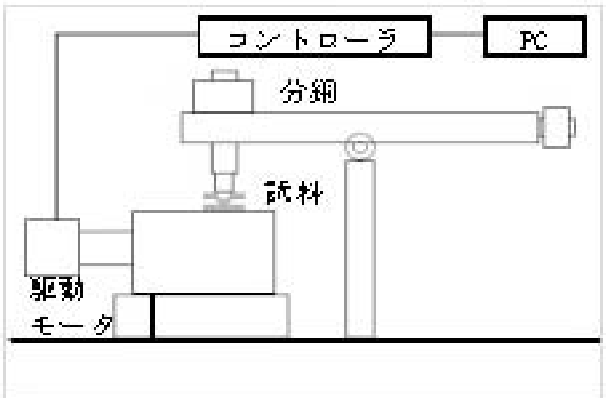


図１ 微摺動摩耗試験機

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.

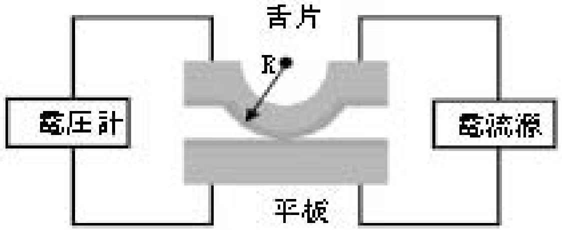


図2 試料形状、測定方法

3．実験結果と考察

3.1 微摺動試験

微摺動摩耗試験を十数回行った際の接触抵抗変化の平均を図3に示す。

荷重をかけたのみの初期状態での接触抵抗は0.3mΩであった。接触抵抗は微摺動が発生するとわずかに低下し、その後摺動回数が増えるに従い、上昇を始める。しかし、一旦上昇した後接触抵抗はある摺動回数から低下に転じる。

このように微摺動摩耗によって接触抵抗は変動するが、一様に上昇するのではない。摩耗粉の発生、堆積によって、接触抵抗は上昇し続けるものではないことがわかる。

微摺動が進み、接触抵抗が低下するのは接触部での摩耗粉が堆積から排出にかわるためだと考えられる。これはめっきのスズ、スズの摩耗粉、母材の銅合金、めっきと母材からの金属間化合物の硬度が異なり、硬いものが柔らかいものを激しく削るためとの仮説を立てた。

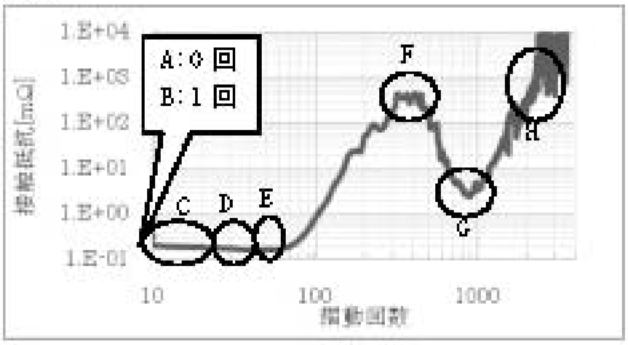


図3 微摺動摩耗による接触抵抗変化

3.2 摺動痕観察

摺動部の摩耗状態、摩耗粉の堆積を調べるためにSEM観察を行った。微摺動摩耗試験機を用いて作製した摺動回数0回、及び摺動回数1、10、20、30、40、50、60回の試料表面写真を図4に示す。

1回摺動の試料では、スズが摺動外部に押し出されている様子が観察できた。10回、20回、30回と摺動が進むと、外部に押し出されるとともに、摺動部の摩耗の度合が増している。この時、酸化したスズめっきの最表面が微摺動により摩耗し、接触抵抗がわずかに低下すると考えられる。

しかし、40回になると、スズが外部に押し出され、摩耗が進むだけではなく、摺動部に摩耗粉の堆積が見られるようになる。

さらに50回、60回と摺動が進むにつれ、摺動部に堆積する摩耗粉の量が増加する。摩耗粉の堆積が始まることにより、接触抵抗は上昇し始めるが上がり方は小さい。これは摩耗粉の酸化の度合いが小さいためと考えられる。

次に、図4-3に接触抵抗の一回目のピーク時((9)F)、低下後のボトム時((10)G)、接触抵抗再上昇時の表面写真((11)H)を示す。

3.3 微摺動摩耗メカニズムの検討

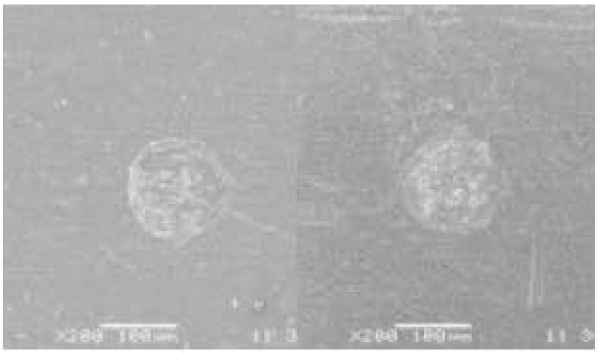
図4の(8)60回摺動、(9)350回摺動、(10)900回摺動、(11)2500回摺動の微摺動摩耗試験後の試料の硬度測定を行った。その結果を表1と図5に示す。かっこ前の各値は平均値、かっこ内の各値は測定値の範囲を示す。

めっきのスズ、スズの摩耗粉と比較して、スズの酸化摩耗粉は硬度が高いことがわかる。また、スズ酸化摩耗粉よりもめっきと母材からの金属間化合物のほうが硬度が高いこともわかった。

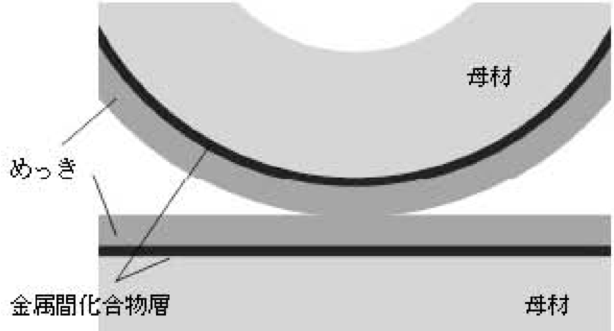
摺動痕観察結果と硬度測定結果をふまえ、微摺動摩耗のメカニズムを検討し、接触抵抗変化のメカニズムのモデルを図4に並列して示す。

初期の数回において、スズめっき表面が擦れ合い、めっき最表面に存在する酸化膜が削れることにより、新鮮面同士の接触となり、接触抵抗がわずかに低下する(B)。同時に、スズが摺動部外に押し出される。摺動が進むとスズが摩耗し摩耗粉が発生し始める(C)。

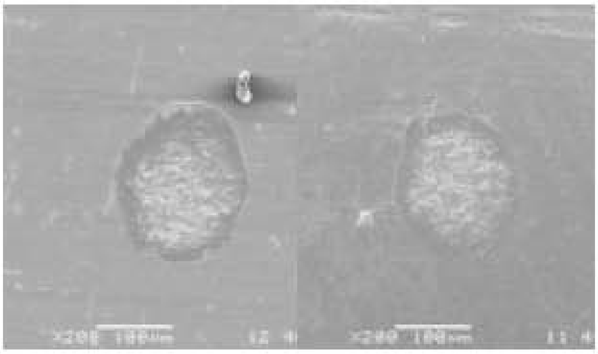
摩耗粉は摺動回数が増えるに従い増加し、摺動部外に排出されるとともに、摺動部にも堆積し始める(D)。



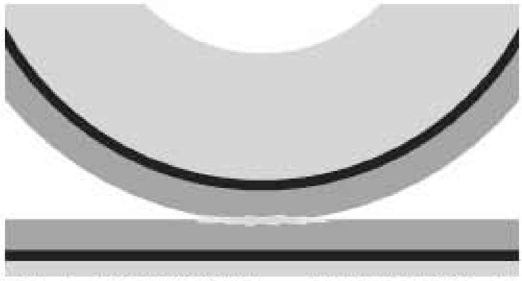
(1)摺動無し(0 回)



(A)

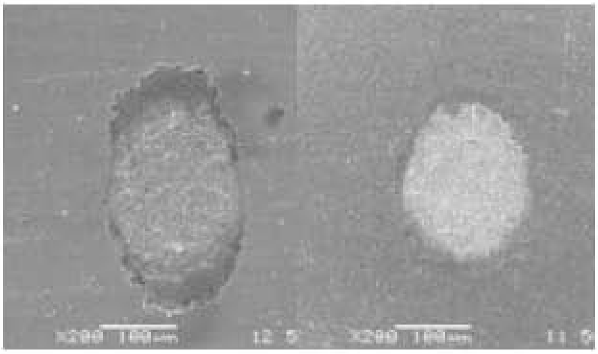


(2)1 回摺動

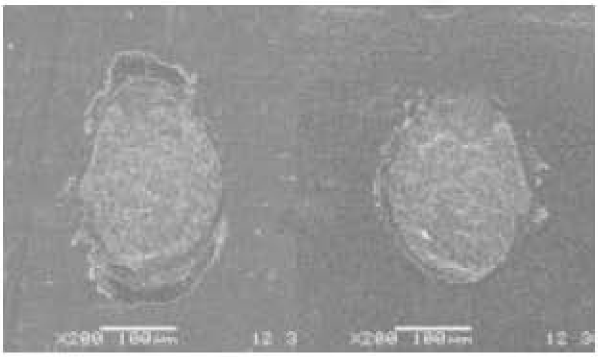


最表面の酸化膜が削れ、接触抵抗がわずかに低下。

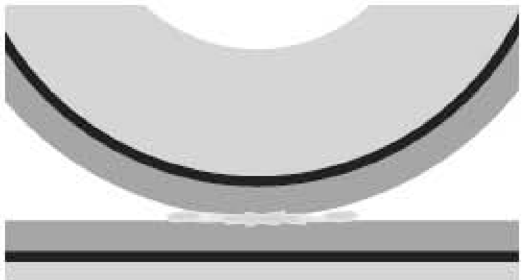
(B)



(3)10 回摺動



(4)　20 回摺動

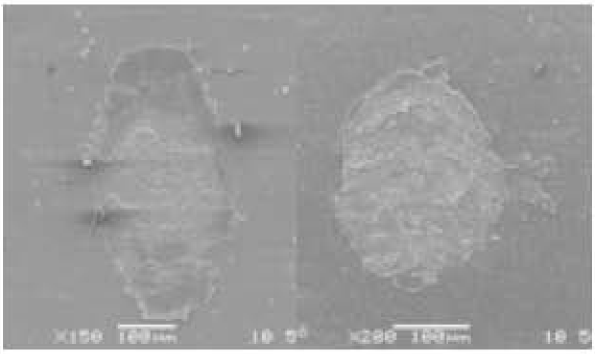


スズの新鮮面同士の接触となり、接触抵抗は低い。

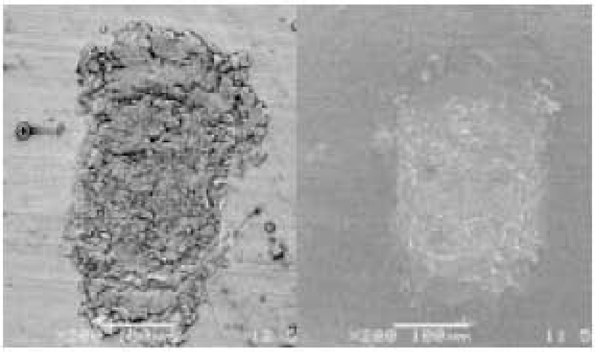
(C)

濃灰：めっき
黒：金属間化合物層
淡灰：母材

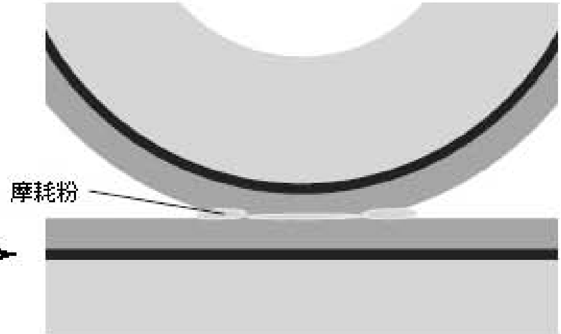
図 4 1　微摺動摩耗初期の摺動痕観察結果,微摺動摩耗のモデル
平板側(左)、舌片側(右)



(5)　30回摺動

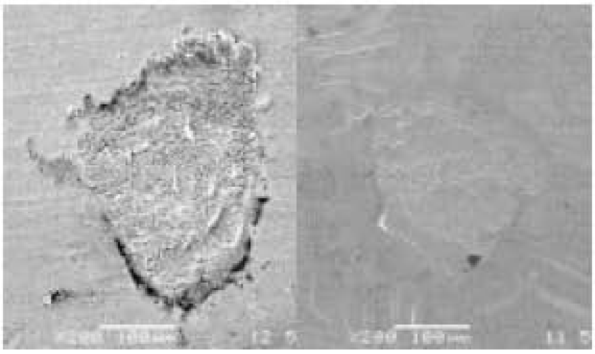


(6)　40回摺動

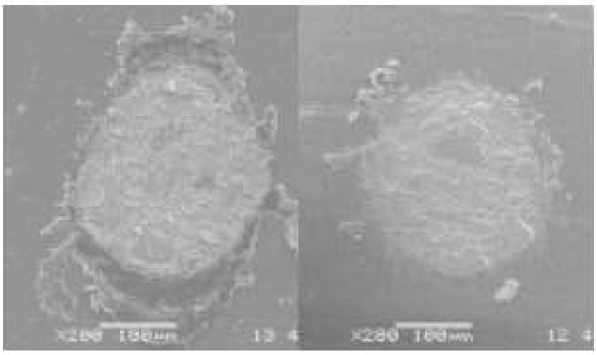


摩耗粉は発生するがまだ接触面内に堆積はしていない。接触抵抗は低いまま。

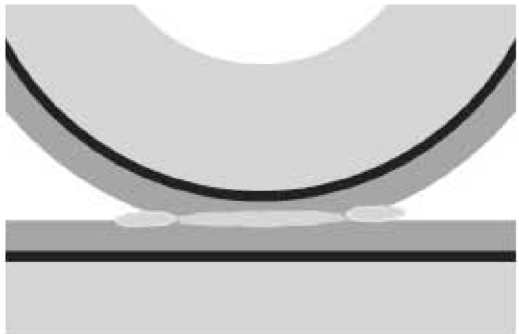
(D)



(7)　50回摺動



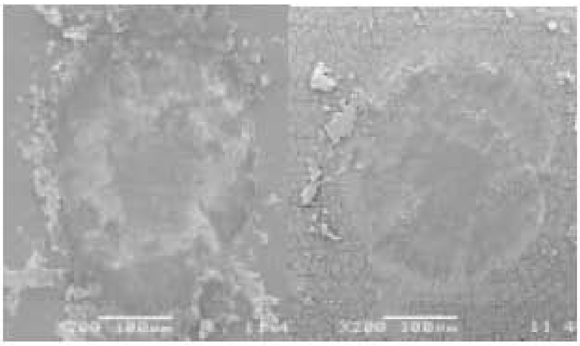
(8)　60回摺動



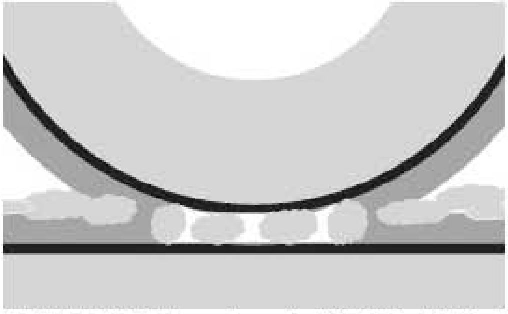
摩耗粉は外部に排除されるとともに接触面内に堆積し始める。接触抵抗が上昇し始める。

(E)

図４２　微摺動摩耗初期の摺動痕観察結果，微摺動摩耗のモデル
平板側(左)、舌片側(右)

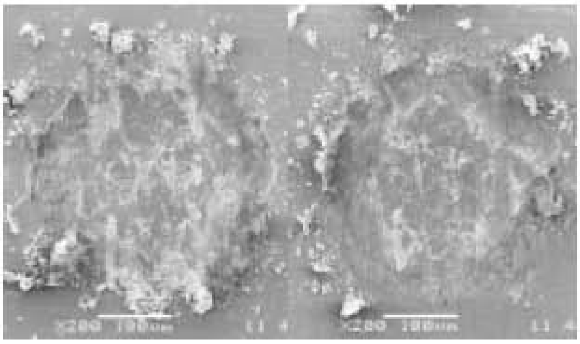


(9)　接触抵抗ピーク時；350回摺動

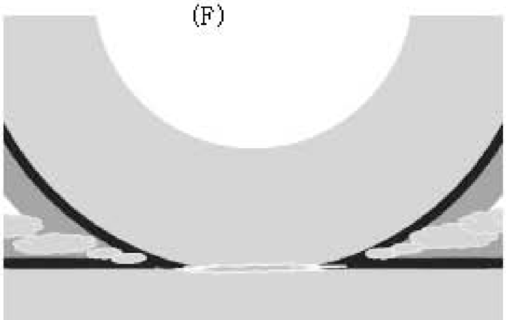


金属間化合物層までめっきが摩耗し堆積摩耗粉の厚さがピークとなり、接触抵抗もピーク

(F)

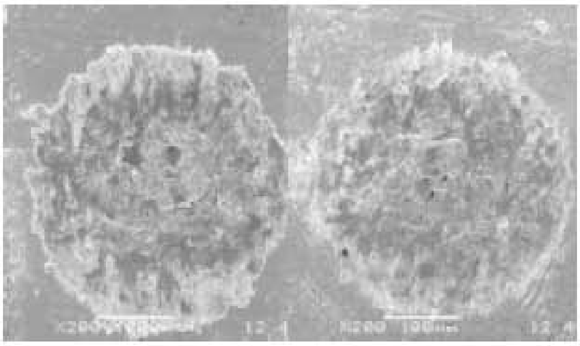


(10)　接触抵抗ボトム時；900回摺動

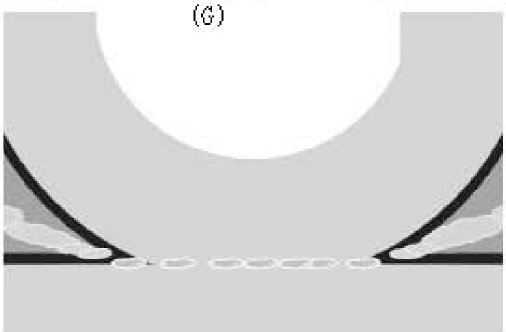


堆積した摩耗粉が排出され、接触抵抗はボトムとなる。母材同士の接触となる。

(G)



(11)　接触抵抗最上昇時；2500回摺動



母材同士の摩耗が進み、接触抵抗が再度上昇していく。

(H)

図４３　微摺動摩耗初期の摺動痕観察結果,微摺動摩耗のモデル
平板側(左)、舌片側(右)

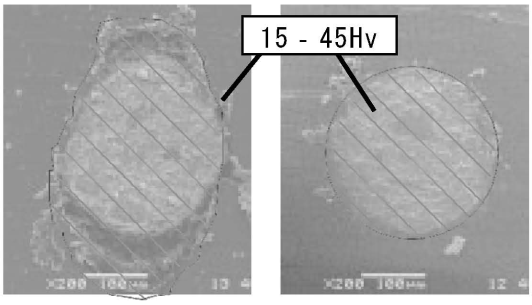
摩耗粉が酸化し始め、酸化摩耗粉は硬いために、それに削られ摩耗が加速される。そのため接触抵抗が上昇し始める(E)。

さらに摺動すると、摺動部のスズめっきの大半が摩耗し、めっきと母材との金属間化合物層にまで摩耗が進行する。このとき、摺動部に堆積した酸化摩耗粉の厚さが最大となり、接触抵抗もピークとなる(F)。

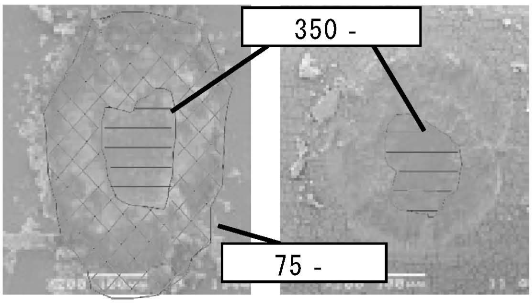
その後、酸化摩耗粉より硬い金属間化合物層によって、酸化摩耗粉の堆積層が削られ、摺動部外へ排出されていく。酸化摩耗粉の堆積量が減るため接触抵抗は低下していく(F～G)。

摺動部の酸化摩耗粉が排出されると、金属間化合物層同士の接触、摩耗となり、接触抵抗はボトムとなる(G)。

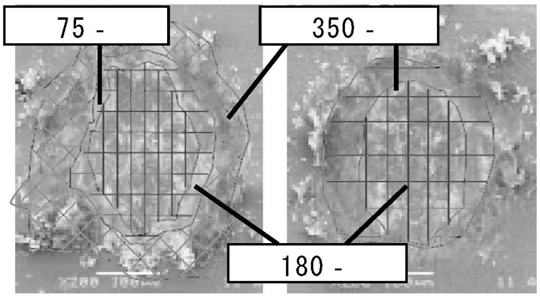
金属間化合物層が摩耗し、母材まで摩耗が進むと、母材同士の接触となり、摩耗すること



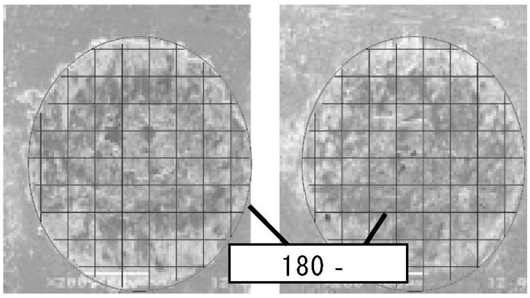
(a)　60 回摺動



(b)　接触抵抗ピーク時；350 回摺動



(c)　接触抵抗ボトム時；900 回摺動



(d)　接触抵抗最上昇時；2500 回摺動

図 5 硬度測定結果

表 1 硬度測定結果

スズ（めっき）	30Hv (20-40)
スズ摩耗粉	30Hv (15-45)
スズ酸化摩耗粉	120Hv (75-150)
金属間化合物層	500Hv (350-630)
母材	230Hv (180-300)

で接触抵抗が再度上昇していく(G～H)。

４．結論

スズめっき接点において、微摺動摩耗が起こると接触抵抗は変化するが、摺動部に摩耗粉、酸化摩耗粉が堆積し、次いで排除されることにより、接触抵抗変化のピークとボトムを形成すると考えられる。

摩耗にかかわるめっきのスズ、スズの摩耗粉、スズの酸化摩耗粉、金属間化合物、母材の硬度の違いが原因となり、微摺動摩耗の進行度合いによって削られるものが異なっていくことが明らかになった。

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, p.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研究会技術資料,No.88-5 (2008).

Snめっき接点の繰り返し開閉時の接触抵抗挙動と表面観察

Contact Resistance Characteristics of Tin Plated Contacts with Switching Operation and Surface Observation

齋藤　寧[1)]　玉井輝雄[1)]　飯田和生[1)]　服部康弘[2)]

Yasushi Saitoh[1)]　Terutaka Tamai[1)]　Kazuo Iida[1)]　Yasuhiro Hattori[2)]

1．はじめに

接触抵抗の理論及びその定式化についてはホルム(R. Holm)氏の研究[1)]をはじめとしこれまでに多くの研究がなされている。そして接触抵抗は表面の凸部同士の接触点に電流が集中することによる集中抵抗と、接触界面に存在する抵抗層による皮膜抵抗の和であるということが広く認識されている。一方貴金属材料による接点特性やその腐食など具体的な接点の研究も数多くなされてきている[2-4)]。しかしながら理論が緻密、精微であればあるほど、接触抵抗を決定付ける各要因の高精度な情報が必要となる。

近年の車は安全から娯楽機能までその制御の大半がエレクトロニクスに依存している。それらに関わる機器を電線とコネクタによる伝送システムで繋いでいるため接続の信頼性はますます重要になってきている。これらの要求に応じて、既にコネクタ接点の接触抵抗特性への理論の適用性について様々な研究がなされており[5-7)]、実際のコネクタ設計の観点から簡便に利用できるような理論式が構築され、設計に用いられている[8)]。

コネクタ接点では、低抵抗であることに加えて耐食性や、耐衝撃性などの機械的な特性が強く要求される。そのため車載用のコネクタ端子と同じ銅下地にSnめっきした試料を用いて基本的な特性である荷重　接触抵抗(以後ＦＲ)特性を知ることが重要であると考え、その一環として本研究では車載用コネクタと同じSnめっき接点を繰り返し開閉した時のＦＲ特性についてめっき厚、接触荷重、接触速度、電流をパラメータとした検討を行った。また繰り返し開閉する際の開離直前に接触抵抗が急減する特性を確認した。この現象では極低荷重でも高荷重時同等の低抵抗状態を長時間に渡り保つことができるという興味深い結果が得られた。さらに接点開離時の様子について走査型電子顕微鏡(SEM)で観察することができたのでここに報告する。

2．実験方法

ＦＲ特性試験機（AIKOH ENGINEERING 製 MODEL 1605ＮＡ）を用いてパソコン(NEC 製 MY30V/R 3)上からコントローラ(AIKOH ENGINEERING 製 EXPROLER、STAND CONTROLLER 4502R)を制御しロードセルを上下に移動させることで試料に垂直荷重を加え、次に設定荷重まで到達したら荷重を除去していき、荷重がゼロになるまで電源(Agilent 製 6612C)より定電流を流しながらデジタルマルチメータ(Agilent 製 34420A)で電圧を測定し接触抵抗を測定した。この一連の操作を繰り返し行った場合、接触抵抗の挙動を調べた。試験装置と試料形状および測定方

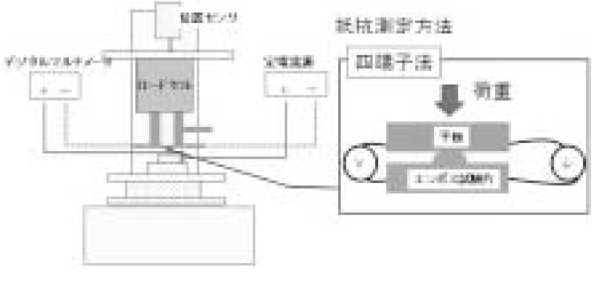


図１　試験装置と試料形状および測定方法

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.

法を図1に示す。

試料は平板試験片側に3μm、エンボス試験片側に1μmのSn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=3mmの打ち出しが設けてある。試料はどちらもアセトン、エタノール、蒸留水でそれぞれ5分間洗浄した後、測定用の電線をはんだ付けした。洗浄後、下側の試料となるエンボス試験片側を台座に接着剤で固定し、上側の試料となる平板試験片側を接着剤でロードセルに固定し、5分後に繰り返し測定を100回行った。接触抵抗測定は四端子法(通電電流10mA、開放端電圧20mV)を用い、ロードセル移動速度は0.1mm/min、最大荷重40Nまでの往復時の値を測定した。

次に、繰り返し測定時の接点開離直前に見られた接触抵抗が急減する現象について詳細に測定するために、オシロスコープ(横河電気製DL750)を用いて開離時の接触抵抗特性を測定した。また接触抵抗が急減した位置でロードセルの移動を止め、抵抗値の経時変化を観察した。その後FR測定における各パラメータ(試料のめっき厚、荷重、開放端電圧・電流値、移動速度)を変化させた場合の検討、SEMによる接点開離時の観察からこの現象のメカニズムについて考察を行った。

3. 実験結果

3.1 100回繰り返しF-R測定の結果

100回繰り返しFR測定から1、10、20、30、50、100回の繰り返し時の結果を図2に示す。接触抵抗は荷重印加時よりも除加時に低い値を取る(図2に矢印で例示)。

接触抵抗は繰り返して接点を開閉することによって上昇し、また接触抵抗変化の傾きが急峻になっていくことがわかる。この現象に対していくつかの仮説を立てて検証を行った。まずは、アーク放電が開離直前に発生し表面を損傷してゆくのではないかと考え、オシロスコープで接点開離時の電圧 時間特性を観察し典型的なアーク放電の波形と比較した(図3)。その結果本試験での電圧特性(図3(a))はアーク発生時の特徴的な電圧特性(図3(b))とは異なっているように見られる。また接触部の開閉動作で放電に関わる電気現象を考えた場合、アークが発生する領域ではない[7]ため、アークは発生しないと考えられる。この時、接点開離直前に電圧が急激に低下する現象(図3(a)の矢印部)が確認された。

次に開閉による機械的な接触表面の荒れが原因

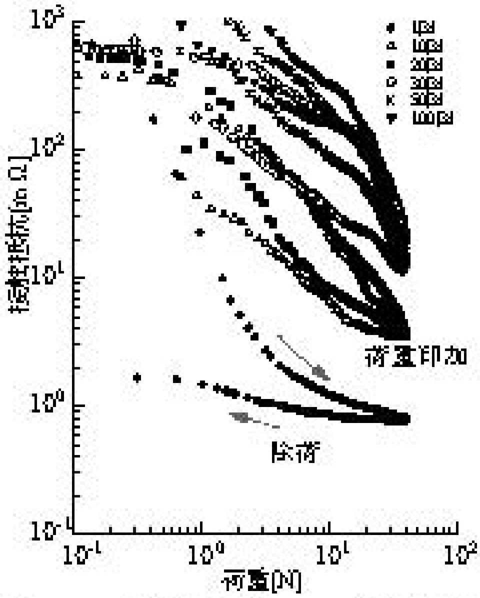
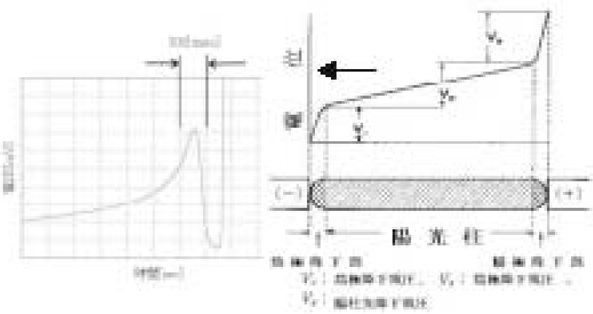


図2　100回繰り返し時のFR測定結果



(a)　(b)

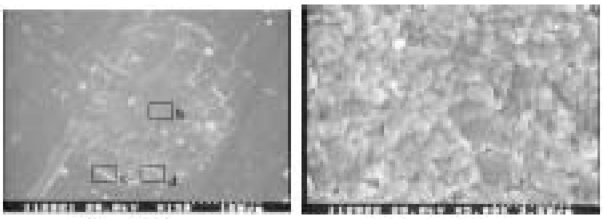
図3　開離時の電圧挙動の比較

ではないかと考えて試料表面をSEM(日立:S4000)により観察した結果を図4、5、6に示す。

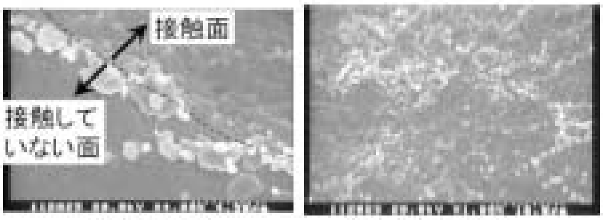
図4より、1回測定後では圧痕の中心部(図4(b))は鱗状の模様がみられ、これは結晶粒界が破壊し結晶粒がバラバラになった状態と考えられる。図4(c)は接触面と非接触面の境界が見られ、結晶粒が外側へ押し出されたように見える。また図4(d)は破断した結晶粒が図右上方向からの圧力によって押し出されているように見える。

図5より、2回測定後の中心部に塊で抜けたような跡が観察できる(図5(b))。図5(c)は直接荷重が加わっていない部分でも平板に加わる応力により結晶粒界の割れ目から結晶粒が押し出されている様に見える。図5(d)は接触面と非接触面の境界が見られ、図4(c)と同じ状態であると考えられる。

図6より、3回測定後の全体の中央部(図6(b))に白い部分がいくつか存在し、それは図4、5でも確認した結晶粒が集合体となったもので、高さがあ

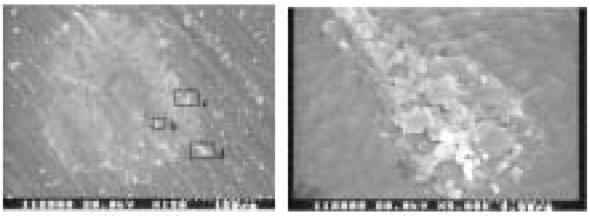


(a) 全体　　(b) 中央部

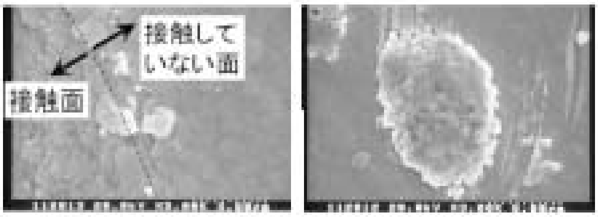


(c) 境界部　　(d) (c)の内側

図４　１回測定後の圧痕

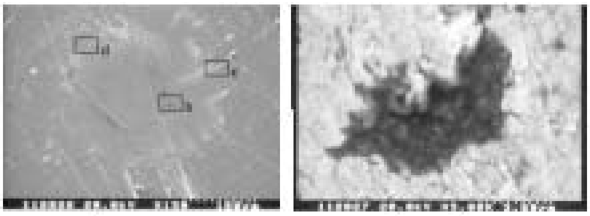


(a) 全体　　(b) 白色部

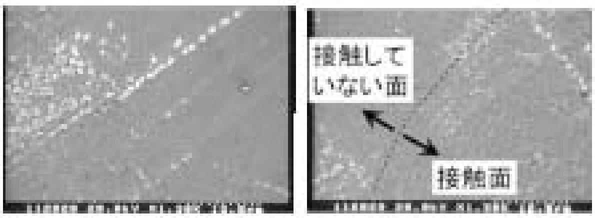


(c) 境界部　　(d) 接触外部

図６　４回測定後の圧痕



(a) 全体　　(b) 黒色部



(c) 接触外部　　(d) 境界部

図５　２回測定後の圧痕

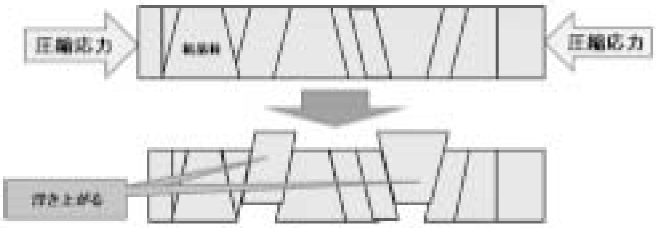
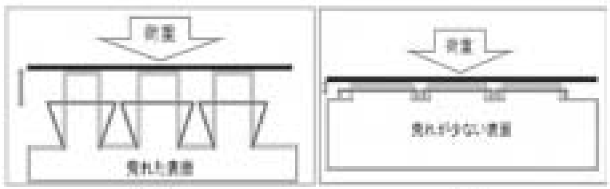


図７　結晶粒の押し出し模式図



(a)　　(b)

図８　繰り返しＦＲ測定中の表面模式図

る。これは摺滑によってもう一方の試験片から転移してきたもの、もしくは摺滑していた部分が開離時に引き上げられ破断し残った部分ではないかと考えられる。図6(c)は図4(c)と同じ状態と考えられる。図6(d)は結晶粒の塊が付着しているが接触部の外側にあるため繰り返し測定したことではがれた塊が付着したものと考えられる。

以上のSEM観察の結果より、繰り返し開閉時には接触面中央付近では垂直応力を受けることにより結晶粒界の界面が破断し粒界がバラバラになる。接触面周辺部においては外向きに加わる応力によって結晶粒が押し出されており、接触面近傍の外側では圧縮応力により、連続した結晶粒からいくつかの結晶粒が押し出されたと考えられる(図7)。繰り返し測定により接触抵抗が上昇するのは、この様な数回の開閉ですらSn表面は非常に大きく損傷し凹凸に変化していることが原因と考えられる。更に、表面の凹凸が粗ければ荷重を加えることによる接触面積の変化が大きく(図8(a))、これにより接触抵抗の傾きが大きくなり、平滑であると、接触面積の変化が小さく接触抵抗の傾きが小さくなるのではないかと考えられる(図8(b))。

3.2 接点開離直前における接触抵抗の急減

次に図3において触れた接点の開離直前の接触抵抗の急峻な減少について述べる。繰り返し開閉することによって、接点の開離直前に抵抗値が減少することが確認された。文献調査の結果、これと類似の現象が1974年にSimeonらによって報告されている測定グラフ中に見つかった[7]。しかしながら彼らはこの低下自体については単にスズめ

研究成果報告

っきで見られたということ以外は言及しておらず、現象の詳細な調査も行われていない。そこで、抵抗が減少した瞬間にロードセルの移動を停止させ接触抵抗の経時変化を見た。その結果を図9、10に示す。

図9からわかるように、接点開離直前の極低荷重において接触抵抗が40Nの荷重を加えた時に匹敵する低い値に低下した。また、ロードセルの移動を停止させた状態で測定を続けると、図10のように約1日に渡って、極低荷重で低抵抗状態を保持することができた。

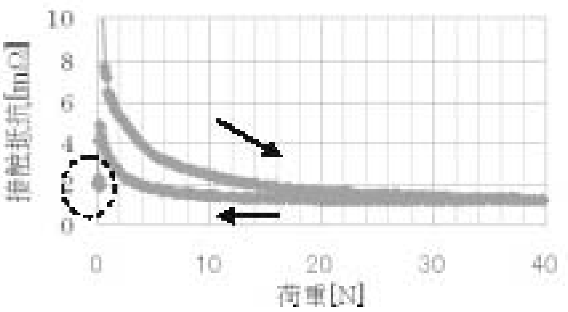


図9　開離直前の接触抵抗の低下

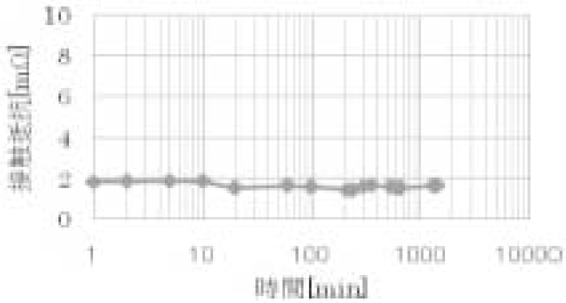


図10　ロードセルの移動停止後の抵抗変化

3.3 パラメータによる現象検討

3.2 の現象が何に起因するものなのかを解明するため、繰り返し(10回)FR測定で各パラメータを表1、2、3、4に設定して行った(●:実施、　、未実施)。なお、あるパラメータを変える際、それ以外は基本条件として最大到達荷重40N、ロードセル移動速度 0.1mm/min、開放端電圧 20mV、測定電流10mA、エンボス試験片のめっき厚を3μm、平板試験片めっき厚を1μmと設定した。これは3.1 の測定時のそれぞれの値である。なお、以下では開離直前の抵抗値を R2、低下した最小値をR3、抵抗低下保持時間をΔTとして現象を観察した(図11)。まず、めっき厚をパラメータとしたときのR2からR3への低下値Δ(R2 R3)、継続時間ΔTを図12、13に示す。次に、最大到達荷重を変化させた場合の継続時間ΔTを図14、ロードセルの移動速度を変化させた場合のΔTを図15、開放端電圧、測定電流を変化させた場合のΔT、Δ(R2 R3)を図16、17にそれぞれ示す。各グラフはN−3の平均値である。

表1　めっき厚の組み合わせ

		エンボス[μm]			
		0(Cu合金)	1	3	5
板[μm]	0	●	●	●	●
	1	●	●	●	●
	3	●	●	●	●

表2　最大到達荷重[N]

1	2	3	4	5	10	20	40
●	●	●	●	●	●	●	●

表3　ロードセル速度[mm/min]

0.1	0.2	0.5	1	2	5
●	●	●	●	●	●

表4　開放端電圧と測定電流の組み合わせ

	10mV	20mV	50mV	100mV
1mA	●	●	●	●
10mA	—	●	●	●
50mA	—	—	—	●
100mA	—	—	—	—

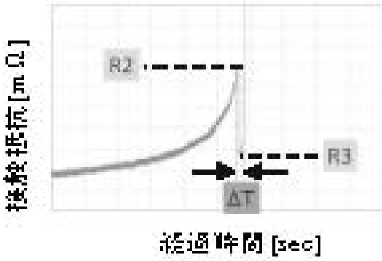


図11　各値の定義

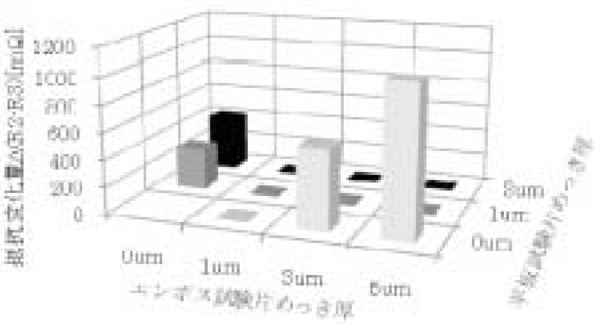


図12　接触抵抗の低下量Δ(R2 R3)

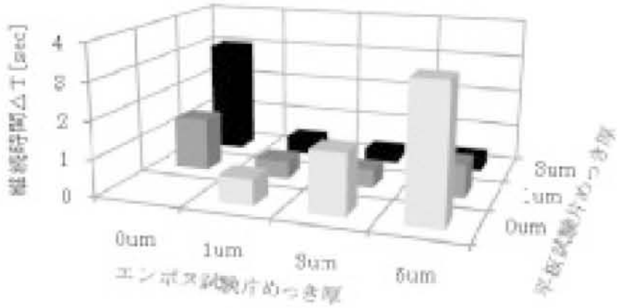


図 13　抵抗低下継続時間ΔT

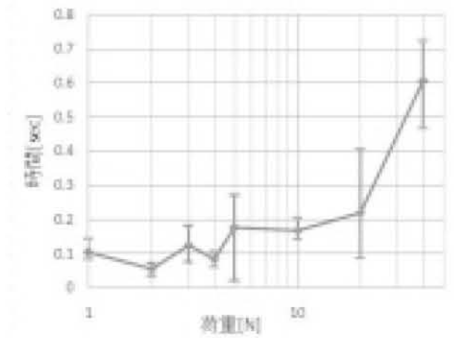


図 14　抵抗低下継続時間ΔT

めっき厚をパラメータとした場合、接触抵抗の変化Δ(R2-R3)は銅合金同士の接触以外でこの抵抗値が急減する現象が確認できた。エンボス試験片または平板試験片のどちらか一方が0μm(銅合金)でもう片方がめっきの試料の場合、めっきしている試料片のめっき厚が厚いほど、抵抗の低下Δ(R2-R3)が激しく、また低下継続時間ΔTが長い傾向が見られた。各パラメータとも、開離直前に接触抵抗が急減する現象が確認された。図 14 より接触部に高い荷重を加えることによって継続時間ΔTが長くなっている。また図 15 より接点の開離速度が速いほどΔT が短くなる傾向がみられる。図 16 からは 100mV-50mA、50mV-10mA、20mV-1mA で高い抵抗値Δ(R2-R3)をとり、図 17 からは 100mV-1mA の継続時間から低い電圧、高い電流値にむかって継続時間が長くなっていることから、接触抵抗が急減する現象は発生しやすい開放端電圧-測定電流の組み合わせが存在するのではないかと考えられる。

以上の結果より、まずめっき厚による差異ではめっきの無いものと最も厚いものの組み合わせで現象が顕著である(図 12、13)。これより、硬度差の大きい硬い表面と軟らかい表面が接触することで軟らかい側の表面の変形が大きくなることに依存しているのではないかと推測される。同じ理由

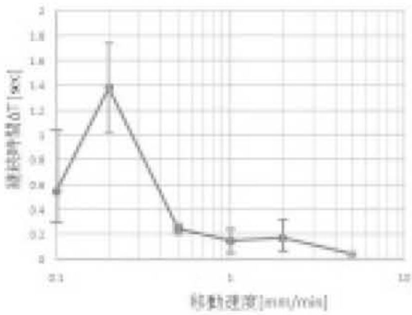


図 15　抵抗低下継続時間ΔT

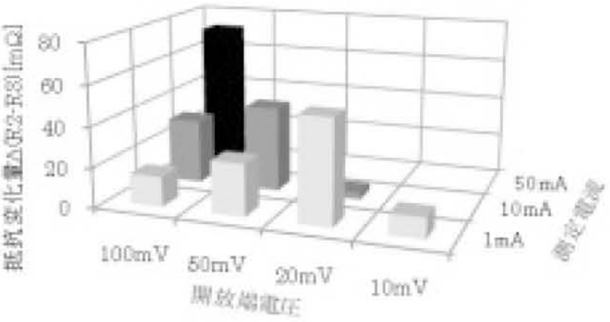


図 16　抵抗低下継続時間ΔT

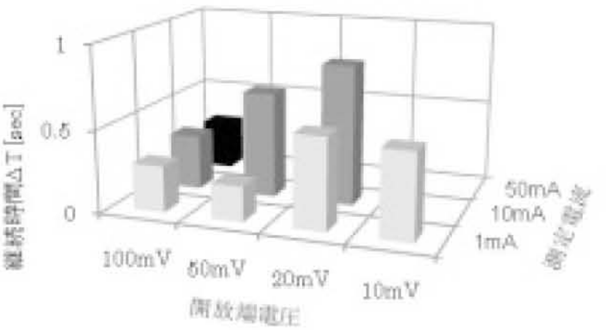


図 17　接触抵抗の低下量Δ(R2-R3)

で、最大到達荷重の大きいほうが表面の変形が大きいので継続時間ΔTが長く(図 14)、荷重の加わっている時間が短いほうが、ΔTが短い(図 15)と考えられる。このように、この接触抵抗の低下現象は接点の荷重による変形がその原因の一つであると考えられる。

一方、電圧、電流の観点からみると電圧－電流の組み合わせに継続時間ΔTが長くなり、接触抵抗低下Δ(R2-R3)が大きいものが存在することが見られる(図 16、17)。すなわち、ある電圧値に対してΔTが極大となる電流値が存在することであり、この電圧-電流依存性については今後の検討課題である。

3.4 接触の観察

上述のように接触抵抗が下がる現象は荷重が表面に与える影響に大きく依存していると考えられる。そこで、接点開離時の様子を抵抗低下継続時間が長い傾向が見られたSnめっきと銅合金の組み合わせを用いて接点開離時の様子を光学顕微鏡で観察した。その結果を図18に示す。このように、接点が離れる直前に両接点表面を結ぶような柱状のつながりが接触周辺部で発生しているように見える。これをSEM(JEOL製 JSM 6480LA)でも観察した。試料はSnめっきに対してエンボス片から先端曲率半径0.5mmのPtプローブに変更して、接触、開離の動的観察を行った。その結果を図18、19、20に示す。但し、SEMでは観察の阻害となるため通電は行っていない。

試料をエンボス試験片からPtプローブに変更した理由は試料の先端の曲率を小さくすることで観察の際に陰になる部分を小さくするためである。また3 2の結果より抵抗低下現象は硬度差が大きいほど顕著であったためである。接触の過程では、接触部周辺の表面に動きが見られ、繰り返し測定の圧痕(図4、5、6)で観察された結晶粒がだんだんと盛り上がっていく過程がわかる。接触終了時の観察では、周辺の結晶粒の押し出しが顕著に見える。そして、引き離す過程では開離直前にPtプローブとSnめっきの間に柱状のつながりができているのが観察された。恐らく、このような柱状のブリッジがいくつも形成されており、これが接触抵抗の急減をもたらしているものと推測される。このようなブリッジを形成する現象の更なる詳細については今後の研究課題と考えている。

4. まとめ

F R試験の結果から、Snめっき接点における繰り返し荷重 接触抵抗特性は繰り返しが増えるにつれ接触抵抗が上昇していくということがわかった。この現象は繰り返しによる表面の損傷に密接に関わっていると考えられる。

また接点開離直前に接触抵抗値が急減する現象が確認され、極低荷重の場合でも高荷重の場合と同等の低い接触抵抗を一定時間持続させることができることを見出した。そして、硬度差の異なる金属を用いて接触の開閉時の挙動を観察したところ、接触後の圧痕周辺の結晶粒の盛り上がりの過程や開離直前のブリッジ現象を観察することができた。このブリッジ現象は試料の硬度や、加える荷重といった機械的要因に大きく影響しており、開離直前に抵抗が急激に減少する原因ではないかと考えている。

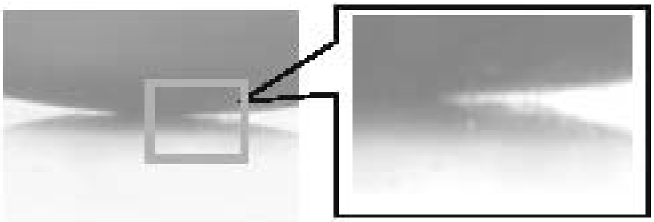


図 18　光学顕微鏡写真

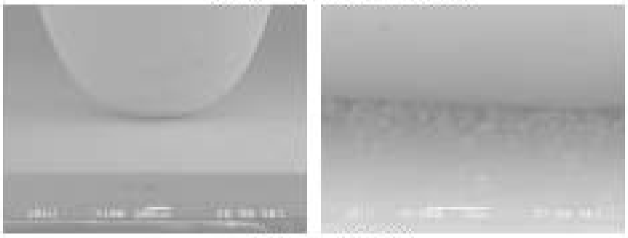


図 19　接触時

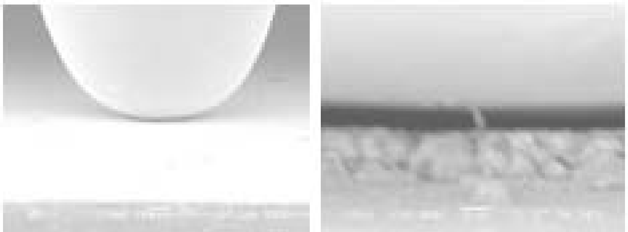


図 20　開離直前

参考文献

1) R.Holm, Electric Contacts　Theory and Application, Springer Verlag, Berlin (1967)
2) Simeon J. Krumbein "Contact Properties of Tin Plate", Proc. Holm Seminar on Electrical Contacts, pp.38 49, (1974)
3) K.G.Compton and R.G.Baker, "The use of electroplated metals in static contacts ", Proc. Engineering Seminar on Electrical Contacts, State college, USA, pp.13 31, (1960)
4) J. W. McBride, 'The Loaded Surface Profile: A new technique for the investigation of contact surface", Proc. ICEC 2006, no.4.5, pp.150 156, Sendai, Japan, June, (2006)
5) 原田征吾, 真野国夫, コンタクトの表面粗さを考慮した集中抵抗について, 昭和 40 年電気四学会連合大会予稿集, no.194 (1965)
6) 真野国夫, コンタクト工学(1), 内燃機関, Vol.20, No.245, pp.57 65, Jan (1981)
7) 保科正吉, 応用物理, Vol.29, No.2, pp.130-131, (1960)
8) Y. Saitoh K. Iida S. Sawada K.Shimizu, and Y. Hattori 'Dependency of Contact Resistance on Load" Proc. Holm Conf. On Electrical Contacts, no.3.3, pp.70 75, Pittsburgh, USA, Sept. (2007)
9) T. Tamai, 'Peculiar Patterns of SiO_2 Contamination on the Contact Surface of a Micro Relay Operated in a Silicone Vapor Environment", IEICE TRANSACTIONS on Electronics, vol.E82 C, no.1, pp.81 85, Tokyo, Japan, Jan. (1999)
10) 中村真也, 山下祐司, 斎藤亨, 玉井輝雄, 飯田和生, 服部康弘, "Snめっき接点の繰り返し開閉時の接触抵抗特性," 第88回継電器・コンタクトテクノロジ研究会, no.88 6, (2008).

Marine Water Purification with Ammonia-Oxidizing and Denitrifying Bacteria Immobilized on Porous Sintered Materials from Sea Bottom Sediments

微生物を担持した海底泥固化焼結剤を用いた海洋浄化

Satoshi Kaneco,[1)] Hideyuki Katsumata,[1)] Tohru Suzuki,[2)] Kiyohisa Ohta,[1,2)]
Ahmed H. A. Dabwan,[3)] Daizo Imai,[3)] Miyo Nakano[3)]

金子聡 [1)] 勝又英之 [1)] 鈴木透 [2)] 太田清久 [1,2)] ﾀﾞﾌﾞﾜﾝｱｰﾏﾄﾞ [3)]

今井大蔵 [1,3)] 中野みよ [3)]

1. INTRODUCTION

N-containing compounds are ecologically important nutrients which frequently constrain micro- and macro-algal productivity over most of the world's oceans. A great many transformation reactions that are involved in the organic mineralization of N are catalyzed by a group of bacteria. Biological nitrogen removal involves nitrification of ammonia nitrogen (NH_4-N) to nitrate nitrogen (NO_3-N) followed by denitrificaton of nitrate nitrogen to nitrogen gas (N_2) which is released into the atmosphere. It has been realized that nitrification is an aerobic process and performed by the autotrophic bacteria, whereas denitrification occurs in the absence of oxygen and is carried out by the heterotrophic bacteria. While microbial nitrogen fixation is the major source of biologically available N, denitrification can normally be considered as the ultimate and quantitatively most important sink for available N in marine environments. Benthic nitrogen mineralization constitutes a significant component for oceanic nitrogen removal and N_2 formation. Therefore, effective bacteria have been explored for the removal of marine N and N_2 formation. Nakano et al. [1] have investigated a consortium of ammonia-oxidizing bacteria (AOB) and denitrifying bacteria (DB) obtained from organically-enriched marine (Ago Bay) sediment. In the study, a consortium of AOB combined with DB was constructed using a long-term, three-step incubation sequence, and analysis of media components provided definitive evidence of nitrogen removal through denitrification and ammonia oxidation throughout the incubation period.

On the other hand, since the dredged sea-bottom sediments normally give off a horrible smell, the limitation of disposal places has become a serious problem in Japan. Therefore, there is a need for the development of an alternative system for treating dredged sea-bottom sediments.

One such alternative method is conversion of the dredged sediments into valuable products such as the carrier of bacteria for nitrogen removal from seawater [2]. Because commercial carriers for bacteria consist of a variety of chemical components, their settlement in lakes, rivers, and bays may sometimes lead to secondary pollution at a later date because they are not normally removed from the aquatic system. Since there is no possibility of secondary pollution by sintered carrier products made from sea sediments, it is unnecessary to remove the carrier from the aquatic

1) Department of Chemistry for Materials, Graduate School of Engineering, Mie University 三重大学大学院工学研究科分子素材工学専攻 2) Environmental Preservation Center, Mie University 三重大学環境保全センター 3) Mie Industrial & Enterprise Support Center 三重県産業支援センター

place after the biotreatment. The development of "value-added" recycled products offers particular benefits both in terms of resource recovery and protection of the environment.

In the previous work [2], the sintered solid products from sea-bottom sediments were applied as carrier materials for the removal of nitrogen using a consortium of AOB and DB. The initial concentrations of NO_3^- and NH_4^+ ions were both approximately 500 μmol L^{-1}. The concentrations of both NO_3^--N and NH_4^+-N decreased sharply with treatment time. As the concentrations of these N-compounds decreased, the concentration of NO_2^--N increased during the first 12 h. Beyond 12 h, its concentration started to decrease. After the treatment time of 126 h, the concentrations of NH_4^+-N, NO_3^--N, and NO_2^--N were 52, 18, and 2.5 μmol L^{-1}, respectively. Because the dissolved inorganic nitrogen concentration (sum of NH_4^+-N, NO_3^--N, and NO_2^--N concentrations) was about 73 μmol L^{-1}, the concentration was diminished more than tenfold compared with the initial value. The nitrification and denitrification activities of the microorganisms immobilized on the sintered solid carrier from sea-bottom sediments were sustained during the treatment (until about 130 h). It was postulated that the reason for the sharp decrease in the concentrations of NO_3^--N and NH_4^+-N seems to stem from the addition of ethanol. However, since ethanol carbon sources were initially added in the treatment system, it was not clear in the previous work whether the ethanol carbons courses have a considerable effect on the nitrification and denitrification activities of the microorganisms.

The present study reports the obvious impact of ethanol carbon sources on the nitrogen removal performance with ammonia-oxidizing and denitrifying bacteria immobilized on porous sintered materials from sea sediments.

2. EXPERIMENTAL

Fabrication of sintered solid carrier

Sea-bottom sediments from Ago Bay were dredged and collected in August 2005. The main chemical components of the sea-bottom sediments in Ago Bay have been reported to be as follows: SiO_2 (51.09%), Al_2O_3 (16.54%), CaO (13.41%), Fe_2O_3 (5.63%), K_2O (3.52%), SO_4 (3.32%), MgO (2.35%), Na_2O (1.58%), TiO_2 (0.57%), P_2O_5 (0.20%), SrO (0.10%), ZnO (0.02%), Cl (1.63%), Br (0.01%), Pb (12 ppm), As (4.7 ppm), and Cd (0.40 ppm) [2]. The components of the sediments dredged in the present work were essentially the same as those reported previously, and the low concentrations of toxic metal elements including lead, cadmium, and arsenic therein did not pose a serious problem. Moreover, toxic organic pollutants such as agrochemicals, pesticides, and dioxin were not detected in these sediments.

An electric furnace (Koyo Box Furnace, KBF828N, Nara, Japan) was used for sintering at 700 °C under an air atmosphere. The sea-bottom sediments (dry-based water content: 150 wt%) were allowed to dry naturally. Then, sodium silicate (3.0 g; technical grade, JISK1408 type #1) and water (1.5 mL) were added to the dried sediments (4.5 g). Furthermore, P-25 titanium dioxide (1.0 g; Degussa, Germany) was also added. The sodium silicate served as a binder. The furnace was heated from ambient to the final sintering temperature of 700°C at a rate of 4 °C/min and then the temperature was kept constant for 2 h. The specific surface area of the sintered products was approximately 10 m^2 g^{-1}.

Bacteria

A consortium of AOB and DB was used for the removal of nitrogen from seawater. These bacteria were obtained from an organically-enriched enclosed coastal area located within Ago Bay in the Mie region of Japan. Detailed information has been previously reported elsewhere [1].

Cultivation and immobilization

Sterilization was performed using an autoclave (121°C, 0.18 MPa, KTS-2346, As One Corp., Japan). All glass vessels, chemicals, media, sintered solid products, and seawater were sterilized for 2 h. In order to prepare the cultivation and immobilization medium for the above bacteria, 5 mmol $(NH_4)_2SO_4$, 2.5 mmol $NaNO_3$, 0.5 mL of phosphate buffer (0.5 mmol L^{-1}), 3.5 mL of carbonate buffer (2.5 mmol L^{-1}), 0.4 mL of ethanol (95%), and 1 mL of trace mineral solution, and several drops of indicator phenolred were placed in a 1 L volumetric flask and diluted to volume with

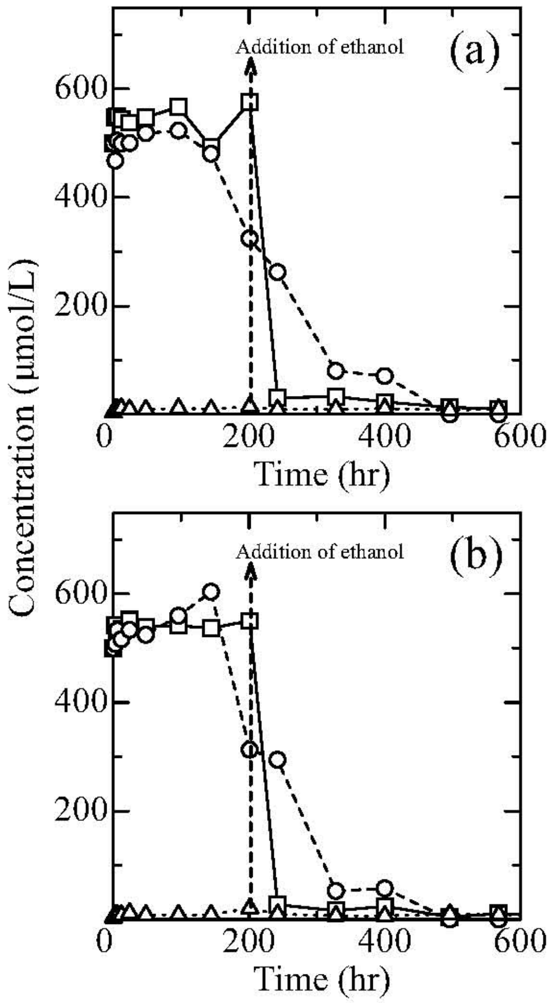


Fig. 1. Simultaneous nitrification and denitrification by bacteria immobilized on a sintered solid carrier from sea-bottom sediments. Circles: NH_4^+-N, squares: NO_3 -N, triangles: NO_2 -N. (a) weight ratio; sediment (wet-based water content: 25 wt%) 60 wt%, TiO_2 10 wt%, sodium silicate 30 wt%. (b) weight ratio; sediment (wet-based water content: 25 wt%) 70 wt%, sodium silicate 30 wt%.

sterilized seawater (pH 7.5~8.0). Phenolred was used as a coloring agent to enhance the visual detection of cultivated bacteria. Phosphate buffer (pH 8.2) was prepared by dissolving 68.0 g of KH_2PO_4 and 87.1 g of K_2HPO_4 in 1 L of pure water. Carbonate buffer (pH 8.2) was prepared by dissolving 50.4 g of $NaHCO_3$ and 63.6 g of Na_2CO_3 in 1 L of pure water. Trace mineral solution (pH 7.0) was prepared by dissolving 50 g of ethylenediamine-*N,N,N',N'*-tetraacetic acid, disodium salt, dehydrate (EDTA·2Na), 5 g of $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 1.6 g of $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 5 g of $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, 1.1 g of $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$, 50 mg of H_3BO_3, and 50 mg of $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ in 1 L pure water.

The cultivation and immobilization processes were carried out as follows. First, a cultured consortium solution of AOB and DB (10^6 and 10^8 cell/mL, respectively) was diluted tenfold with the medium. Then, approximately 10 g of the sintered solids were added to 100 mL of the cell suspension solution. During cultivation at 25°C for 2 weeks, the consortium of AOB and DB was immobilized on the sintered solid products. The color of the solution containing the sintered solids changed from light-pink to light-yellow after 2 weeks.

Removal of nitrogen in seawater

A tested solution consisted of sterilized seawater containing both NO_3^- and NH_4^+ ions at concentrations of 0.5 mmol L^{-1}. The solid products bearing the immobilized bacteria were added to the tested solution (180 mL) for the removal of nitrogen. The biotreatment was performed at 25°C without the illumination. After 200 h, 0.082 mL of ethanol (95%) was added in the solution. Aliquots (5 mL) of the solution were periodically sampled and filtered through Advantec disposal syringe filters (DISMIC, cellulose acetate type, 0.45 μm) to evaluate the progress of nitrogen removal. The concentrations of NH_4^+, NO_3^-, and NO_2^- in the tested solutions were measured by means of a Traacs 2000 analyzer (Bran & Luebb, Germany). The total nitrogen concentration was evaluated by a Simadzu TN analyzer (TNM-1, Japan).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Since the initial concentrations of NO_3^- and NH_4^+ ions and ethanol was 0.5, 0.5, and 10 mmol L^{-1} in the tested sample solution in the previous study [2], the carbon/nitrogen ratio was 10, respectively. Furthermore, Nishio et al. [3] have presented that the optimal carbon/nitrogen ratio was ten using sodium acetate as the carbon source in nitrification and denitrification by the immobilized heterotrophic nitrifying bacterium *Alcaligenes faecalis OKK17*. Consequently, ten C/N ratio of ethanol was adopted as the carbon concentration in the present work.

Impact of ethanol carbon sources

Fig. 1 shows the effect of ethanol carbon sources on the simultaneous nitrification and denitrification by the consortium of AOB and DB immobilized on the sintered solid carrier from sea-bottom sediments. In Fig. 1 (a), the concentration of NO_3^--N decreased suddenly and sharply after the ethanol carbon sources were added in the tested solution. The concentration of NH_4^+-N started to decrease beyond 150 h of treatment time. The NO_2^--N concentration kept very low (approximately 5 μmol L^{-1}). After 200 h, the NH_4^+-N concentration decreased with the same rate as that observed in the time of 100~200 h. We could confirm the general facts that the addition of ethanol was effective for the denitrifying processes of the bacteria [3,4]. After the denitrification processes for the initial NO_3^- ions were completed on the 240 h treatment time, the ammonia-oxidizing processes by AOB immobilized on the sintered carrier continued to advance at the almost same rate beyond 240 h. The results mean a little potential that the ethanol carbon sources give the positive effects on the ammonia-oxidizing processes of the bacteria. Fig. 1 (b) illustrates the results on the simultaneous nitrification and denitrification by bacteria immobilized on a sintered solid carrier without TiO_2. The trend of nitrogen removal performance with ammonia-oxidizing and denitrifying bacteria was almost the same as that with TiO_2. The chemical component of TiO_2 did not affect the removal of nitrogen with the bacteria.

Removal of total nitrogen

The removal of total nitrogen from seawater in the simultaneous nitrification and denitrification by the consortium of AOB and DB immobilized on the sintered solid carrier from sea-bottom sediments was investigated. The results are shown in Fig. 2. The total nitrogen concentration decreased gradually with the treatment time until 200 h, and sharply beyond the time (after the ethanol carbon sources were added). It seems that the ammonia-oxidizing and denitrification activities of the microorganisms immobilized on the carrier produced the nitrogen gases. Therefore, it was concluded that the activities for the consortium of AOB and DB corresponded to the removal of nitrogen out of the system as the nitrogen gases.

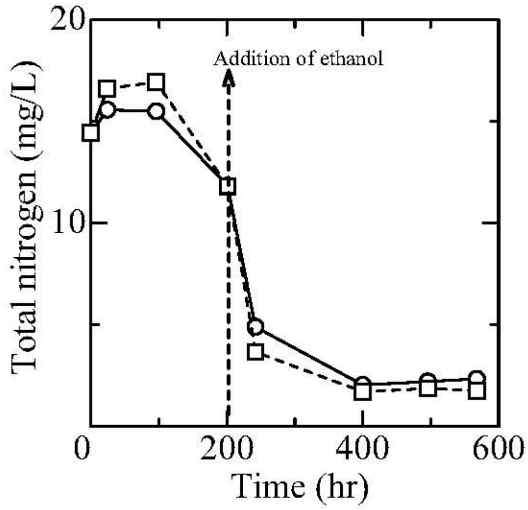


Fig. 2. Time course of total nitrogen in the simultaneous nitrification and denitrification by bacteria immobilized on a sintered solid carrier from sea-bottom sediments. Circles: sediment (wet-based water content: 25 wt%) 60 wt%, TiO_2 10 wt%, sodium silicate 30 wt%. Squares: sediment (wet-based water content: 25 wt%) 70 wt%, sodium silicate 30 wt%.

Current conventional ammonium removal in wastewater treatment plants involves nitrification ($NH_4^+ \rightarrow NH_2OH \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$) by autotrophs under aerobic conditions and denitrification ($NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$) by heterotrophs under anaerobic conditions [3,4]. This treatment requires one aerobic tank and one anaerobic tank. In the present work, the remediation activities by the consortium of AOB and DB immobilized on sintered solid carrier materials were shown to be maintained for 500 h. Moreover, the denitrification process was found to be accelerated by the addition of ethanol, and the possibility that the addition of ethanol had the positive effect on the ammonia-oxidizing process may be present in the present bioremediation.

4. CONCLUSIONS

In the biotreatment using the consortium of AOB and DB immobilized on sintered carrier solids from sea sediments, the addition of ethanol carbon sources may be effective for the activities of both AOB and DB. When the carrier is deposited in a shallow aquatic place, the photocatalytic purification is possible after the bioremediation.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was partly supported by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology of Japan. All experiments were conducted at Mie University. The present work was performed as part of the join collaboration research projects, entitled "Environmental Restoration Project on the Enclosed Coastal Seas, Ago Bay", supported by the CREATE (Collaboration of Regional Entities for the Advancement Technological Excellence) activity program organized the Japan Science and Technology Agency. Any opinions, findings, conclusions, or recommendations expressed in this paper are those of the authors and do not necessarily reflect the view of the supporting organizations.

REFERENCES

1. M. Nakano, Y. Shimizu, H. Okumura, I. Sugahara, and H. Maeda, Biocont. Sci., *Biocontrol Science*, in press.
2. K. Nakahama, M. Nakano, D. Imai, A.H.A. Dabwan, S. Kaneco, T. Suzuki, H. Katsumata, and K. Ohta, *ITE Lett.*, **8**, 729-734 (2007).
3. T. Nishio, T. Yoshikura, H. Mishima, Z. Inouye, and H. Itoh, *J. Ferment. Bioeng.*, **86**, 351-356 (1998).
4. H.-S. Joo, M. Hirai, and M. Shoda, *J. Biosci. Bioeng.*, **100**, 184-191 (2005).

有機薄膜太陽電池材料を目指したカルボキシル基含有ポリチオフェンの合成と酸化チタンとのハイブリッド化反応

Preparation and Hybrid Formation with Titanium Oxide of Carboxyl-Containing Polythiophene Derivative for Polymer-Based Organic Solar Cell

渡邊嘉成[1]　村山正樹[2]　久保雅敬[1]　宇野貴浩[1]　伊藤敬人[1]
Yoshimasa Watanabe[1] Masaki Murayama[2] Masataka Kubo[1] Takahiro Uno[1] Takahito Itoh[1]

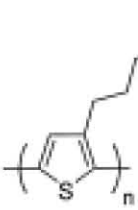
キーワード：ポリチオフェン / 有機薄膜太陽電池 / 酸化チタン / ハイブリッド

研究成果報告

1. はじめに

色素増感太陽電池や有機薄膜太陽電池は、シリコン系太陽電池と比べると、大規模な製造設備を必要とせず、低コストで製造できるため、次世代太陽電池として期待されている。これらの非シリコン系太陽電池の場合、適当な電子受容性物質と電子供与性物質の組み合わせを利用して光発電を行うものである。しかし、現在のところ、発電効率は10%以下であり、20%を超える結晶性シリコン系太陽電池に比べて低い。さらに、発電効率の他に、耐久性能や実験の再現性といった点についても多くの課題が残されており、20 年近く開発研究が進められているにもかかわらず、実用レベルには達していないのが現状である。

非シリコン系太陽電池材料として、最も広く研究されている高分子材料が、ポリ(3-ヘキシルチオフェン)（P3HexTh）である。P3HexTh は、高い電荷移動係数、幅広い可視光吸収スペクトル、高い吸光係数を有するばかりでなく、有機溶媒への溶解性が優れている。そのために、酸化チタンをベースとした太陽電池において、ヘテロ接合型 p 型半導体や正孔輸送層として用いられている。



P3HexTh

本研究では、P3HexTh に基づいた太陽電池の発電効率の向上を目的とし、P3HexTh と酸化チタンとのハイブリッドから構成される太陽電池を考案した。具体的には、P3HexTh のヘキシル基末端にカルボキシル基を導入することで、酸化チタンとの間でエステル結合が生成し、スムーズな電子移動が可能となり、結果として発電効率が向上すると考えた。本報は、P3HexTh へのカルボキシル基導入反応と、得られたポリマーと酸化チタンとの相互作用の発現についての検討結果をまとめた。

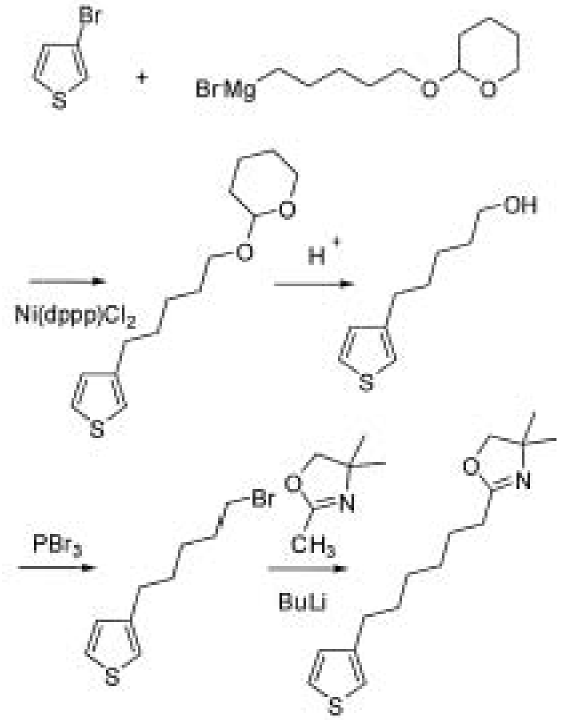
2. 実験及び結果

2.1 カルボキシル基含有 P3HexTh の合成

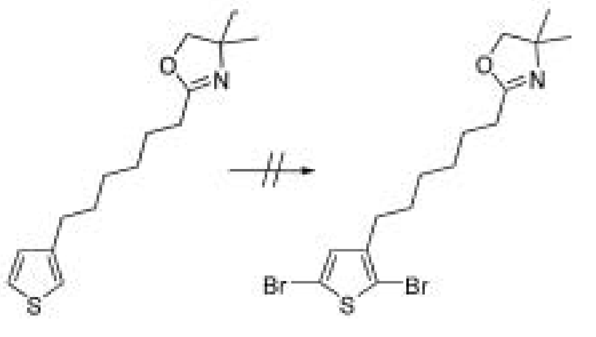
P3HexTh のヘキシル基にカルボキシル基を導入するにあたって、まず、カルボキシル官能基がオキサゾリンによって保護されたモノマーを調製し、共重合後に脱保護反応を行い、カ

1)　三重大学大学院工学研究科　Graduate School of Engineering, Mie University
2)　三重県工業研究所　Mie Prefecture Industrial Research Institute

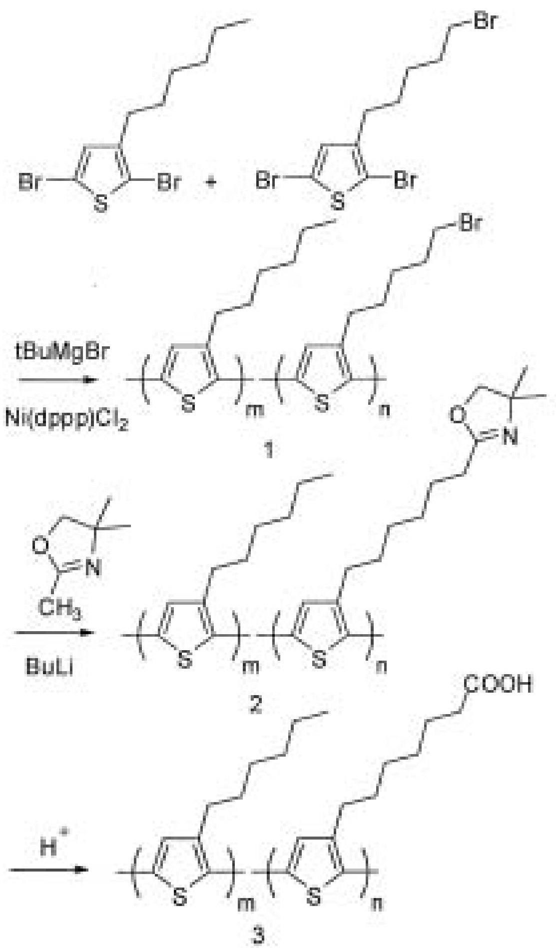
ルボキシル基に変換する合成経路を検討した。



3-ブロモチオフェンを出発物質とし、ブロモペンタノールの水酸基をテトラヒドロピラニル基で保護してから、グリニャールカップリング反応を行い、その後の加水分解によって、3-(5-ヒドロキシペンチル)チオフェンを調製した。三臭化リンによって、水酸基をブロモ基に変換してから、ブチルリチウム存在下でメチルオキサゾリンとの反応を行い、オキサゾリン部位を導入した。しかし、この化合物の2位と5位を臭素化する反応において、酸性条件下で不安定なオキサゾリン部位の分解反応が起こり、目的とするモノマーを得ることができなかった。



そこで、次の合成経路として、カルボキシル基に変換可能な官能基であるブロモ基を有するポリチオフェン誘導体を調製してから、その後、高分子反応によって、カルボキシル基へ変換することにした。



2,5-ジブロモ-3-ヘキシルチオフェンと2,5-ジブロモ-3-(5-ブロモペンチル)チオフェンとの共重合をグリニャールカップリング法によって行った。再沈殿によって、ポリスチレン換算で数平均分子量が7,600のポリマー（**1**）を単離した。その ^{1}H NMRスペクトルの積分比から、m : n = 40 : 1であることがわかった。次に、ブチルリチウム存在下でメチルオキサゾリンとの反応を行い、オキサゾリン含有P3HexTh（**2**）へ誘導した。最後に、塩酸酸性条件下における加水分解反応によって、オキサゾリン部位の加水分解を行い、目的のカルボキシル基含有P3HexTh（**3**）を得ることができた。

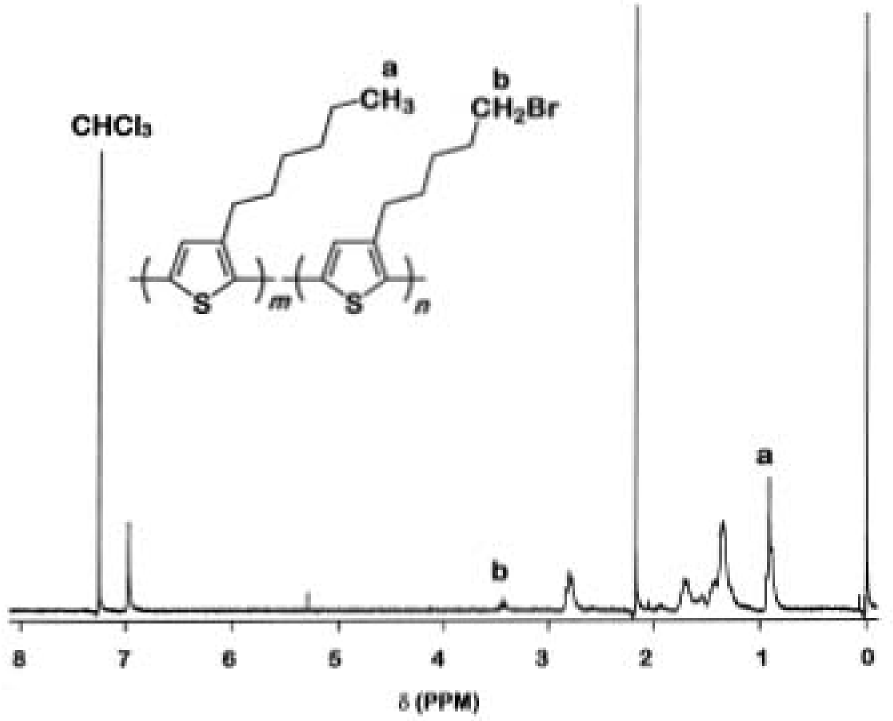


図 1　^{1}H NMR spectrum of polymer **1** in $CDCl_3$.

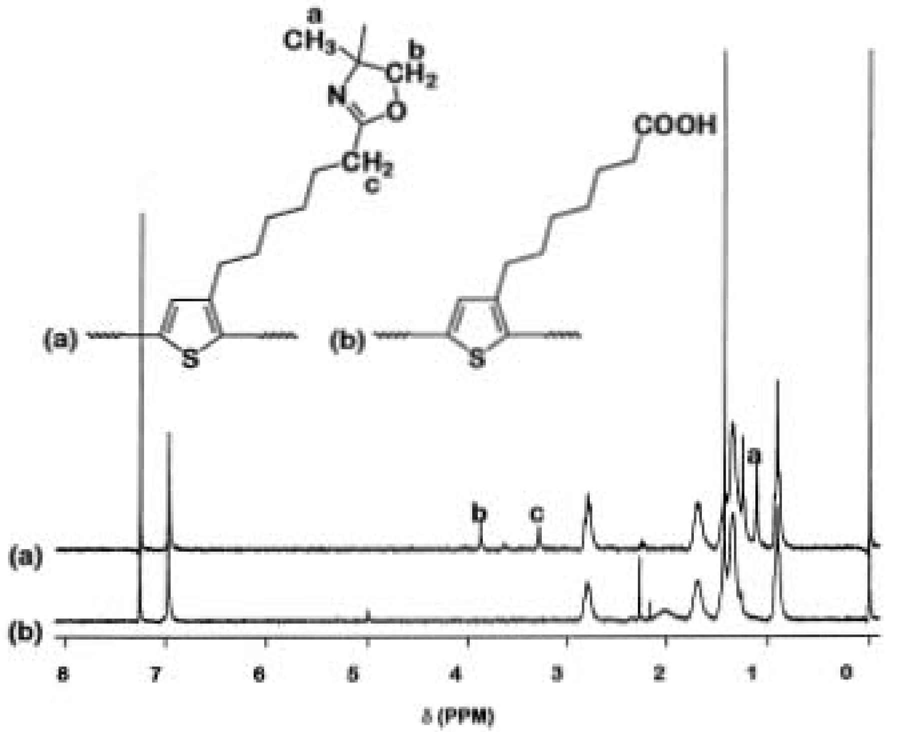


図 2　^{1}H NMR spectra of (a) polymer **2** and (b) polymer **3** in $CDCl_3$.

図 1 は、ポリマー **1** の ^{1}H NMR スペクトルを示している。共重合組成は、メチルプロトン（a）とメチレンプロトン（b）の積分比によって決定した。図 2 は、ポリマー **2** 及び目的とするカルボキシル基含有 P3HexTh **3** の ^{1}H NMR スペクトルである。ポリマー **3** では、オキサゾリンに由来する吸収が全て消失しており、オキサゾリン部位が定量的にカルボキシル基に変換されていることを示している。さらに、赤外吸収スペクトル測定の結果、加水分解後に、オキサゾリン環に由来する C=N 吸収（1664 cm^{-1}）が消失し、カルボキシル基に由来する C=O 吸収（1707 cm^{-1}）が出現したことを確認した。

2.2 ゾルゲル法による酸化チタンとの混和性

P3HexTh に導入されたカルボキシル基が、酸化チタンとの混和性を向上する効果を発現するかを確認するために、ゾルゲル実験を行った。すなわち、カルボキシル基含有 P3HexTh（2 mg）の存在下でテトラブトキシチタン（2.2 μL）の共加水分解反応（テトラヒドロフラン, 3 mL; 1*N* HCl, 50 mg; temp., 20 °C; time, 18 h）を行った。また、比較のために、カルボキシル基を有さないポリマー **1** の存在下で同様な実験を行った。その結果、カルボキシル基含有 P3HexTh を用いた場合は、オレンジ色の均一なゾル液が得られたのに対し（図 3B）、カルボキシル基が存在しない場合、ポリマーの凝集が観測された（図 3A）。

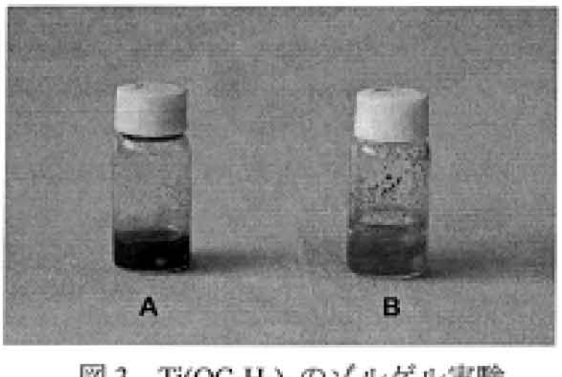


図 3　$Ti(OC_4H_9)_4$ のゾルゲル実験

2.3 酸化チタン粒子上への吸着効果

次に、市販の太陽電池材料である酸化チタン粒子への吸着実験を行った。具体的には、ポリマー **3**（6 mg）をテトラヒドロフラン（6 mL）に溶解し、酸化チタンが塗布されたガラス板を室温で 30 分間浸して吸着を行った。比較のために、同様な実験を、ポリマー **3** の代わりにポリマー **1** を用いて行った。その結果、**3** を用いた方が着色が濃く、より多くのポリマーが吸着したことがわかった（図 4）。

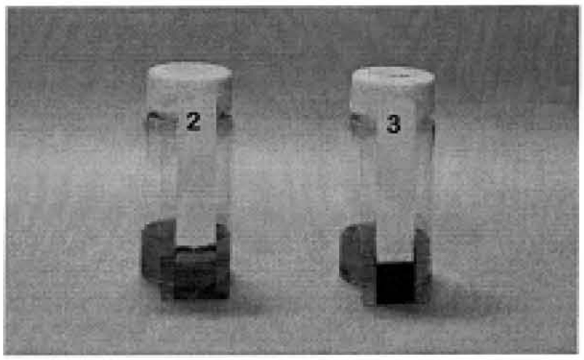


図 4　TiO_2 への吸着実験

3. まとめ

P3HexTh のヘキシル基の一部にカルボキシル基を導入することで、酸化チタンとの親和性が大きく向上した。これは、COOH 基と TiOH 基との間でエステル結合が形成され、両者の間で化学結合が生じたためであると説明される（図 5）。このような状況下では、両者の間の電子移動がより容易になると予想され、P3HexTh と酸化チタンとのハイブリッドを用いることで発電効率の向上が期待される。

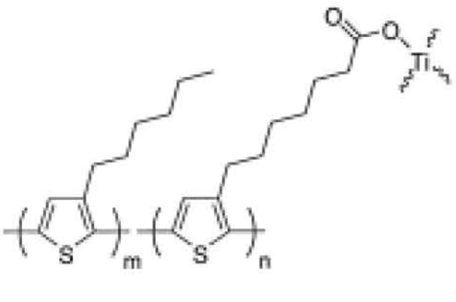


図 5　P3HexTh と TiO_2 との間の結合形成

CVD 法によるメタルフリーカーボンナノチューブの成長

Growth of Metal-free Carbon Nanotubes by CVD

小塩　明[1)]
Akira Koshio

キーワード：カーボンナノチューブ、カーボンナノファイバー、CVD

1. はじめに

一次元ナノカーボン物質であるカーボンナノチューブ（CNT）やカーボンナノファイバー（CNF）の有力な生成法の一つとして、化学気相成長（CVD）法が挙げられる。CVD 法によって CNT や CNF を成長させるためには、触媒となる金属微粒子が不可欠であり、実際、触媒金属微粒子の種類や粒径を制御することによって、高効率成長や垂直配向成長、CNT ならびに CNF の直径制御などが実現されている。現在のところ、触媒金属微粒子は CNT/CNF 成長において最も重要な研究課題であり、触媒金属を用いずに効率的な成長はできないと考えられている。

CNT に関しては CVD 法以外のごく限られた方法で、金属触媒を用いなくとも成長することが知られている。例えばアーク放電法による炭素電極の蒸発では、その陰極堆積物中に多層 CNT が生成する。そもそも CNT は最初、金属触媒を用いない、このアーク放電堆積物から発見されたのである[1)]。また筆者らも、高周波プラズマ法によって炭素棒を直接蒸発することで、多層 CNT を高効率成長させることに成功している[2)]。このように金属触媒がない環境でも CNT が成長するプロセスが存在することは知られているが、それを CVD 法で実現することは未だ達成されていない。

わずかな例ではあるが、熱分解法によって金属触媒を用いず CNT 成長をさせた報告がある。Gogotsi らはフェノール樹脂の熱分解による炭素化により形成したロッド状炭素物質の先端部に、多層 CNT が成長していることを発見している[3)]。また、Botti らは炭素ナノ粒子を、加熱した Si 基板上に堆積することで CNT が成長することを報告している[4)]。

一方、筆者らはエタノールと二硫化炭素の蒸気を熱分解するという簡易な方法で、極めて高効率で CNT を成長できることを見出している[5)](図 1)。方法としては、従来の金属触媒を用いた CNT 成長のための CVD 法とほとんど変わらないが、硫黄含有の蒸気を原料に用いていることが特筆すべき相違点である。これにより、金属触媒をまったく用いることなく、しかも高収率で CNT を成長させることを実現している。本研究では、その詳細な成長条件を明らかにするため、CVD 装置の改良をおこない、各条件で成長する CNT の構造を解析した。そして、メタルフリーCNT 成長メカニズム解明への足がかりを得ることを目的として、研究をおこなった。

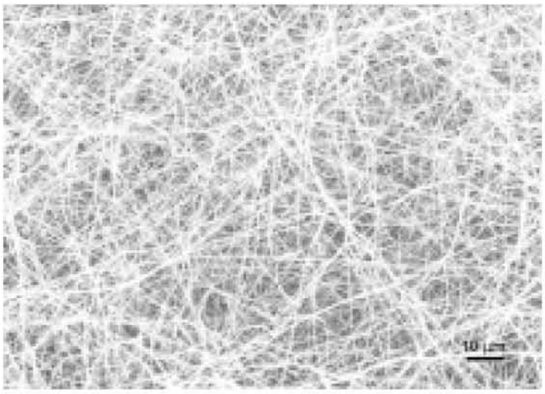


図 1. メタルフリーCNT の SEM 像.

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

2. 実験

2.1 CVD 装置の改良

本研究では精密な成長制御ができるよう、まず既存のCVD装置にいくつかの改良を施した(図2)。この改良により、原料である二硫化炭素とエタノールの蒸気をそれぞれ独立して、マスフローコントローラーで精密に制御し導入することが可能となった。また、エタノールの蒸気圧を制御しやすくするための恒温槽による予備加熱や、配管途中での再凝集を防ぐためのヒーターによる加熱などを付加した。さらに 2 種類の蒸気を効果的に混合するために、ガス混合器を設置した。これらの改良の蓄積よって、メタルフリーCNT の精密な成長条件の検討と、大量合成へ向けた研究の次ステップへ移行できるようになった。

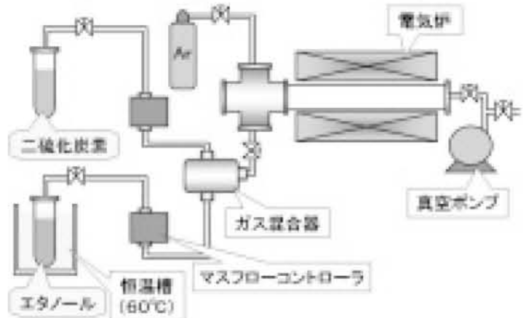


図2. 改良型メタルフリーCNT 合成用 CVD 装置.

2.2 生成条件と生成物の分析・評価

反応用石英管内をロータリーポンプで排気した後、エタノールと二硫化炭素の混合蒸気をマスフローコントローラーで制御・導入した。そして、石英管内を電気炉によって、800-1050℃に加熱することで混合蒸気を熱分解した。また、エタノールと二硫化炭素の流量を変化させ、生成物の収率や構造に与える影響を調べた。生成物は主に電子顕微鏡（走査型電子顕微鏡（SEM；日立 S-4000）、透過型電子顕微鏡（TEM；日立 H-800, H-9000)）によって分析・評価をおこなった。

3. 結果と考察

3.1 生成条件の検討と構造解析

改良型 CVD 装置を用いた場合も従来法と同様に、極めて高純度のメタルフリーCNT が作製可能であることが確認できた。エタノールと二硫化炭素蒸気の流量を変化させたところ、エタノール 80 ml/min、二硫化炭素 20 ml/min が最適な流量であることがわかった。

次に最適な成長温度を調べるために、加熱用電気炉温度を 50℃ずつ変化させた。その結果、成長温度が上がるにつれ明白な CNT の直径増加が観測されたとともに、CNT 構造にも成長温度依存性があることがわかった。図 3(a)は各温度で成長させた後の生成物の SEM 像である。メタルフリーCNT は 850-1050℃の範囲で成長し、800℃以下あるいは 1100℃以上ではまったく成長しないことが明らかとなった。また、成長温度が高くなるにつれて直径の増加と、直進性の向上がみられる。低温領域では細く縮れた構造であるのに対し、高温領域では太くまっすぐな構造になる傾向がある。この傾向は TEM 観察（図 3(b)）によっても確認できた。さらに、すべての生成物が中空構造となっていることも TEM 像から明らかである。また、アモルファスカーボンなどの不純物が、非常に少ないのも特長である。

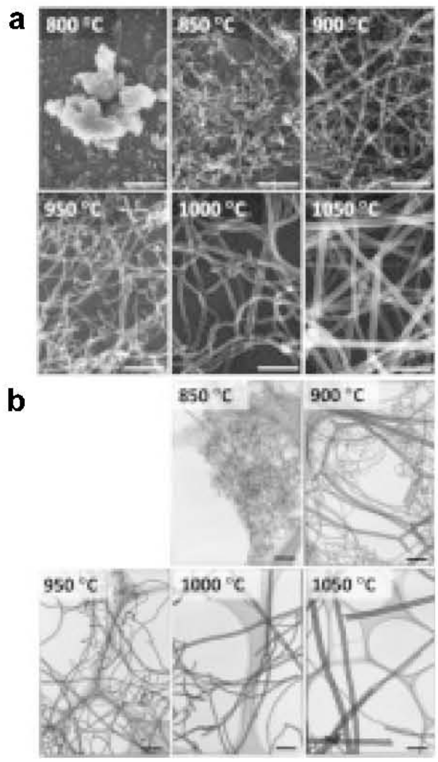


図3. 各温度で成長したメタルフリーCNT の(a)SEM 像と(b)TEM 像.

各成長温度における CNT の直径分布を調べたところ、950℃と 1000℃を境に大きく変化することがわかった（図 4(a)）。低温領域では分布の幅が狭く比較的そろった直径であるが、1000℃を超えると直径分布がブロードになる。平均直径と成長温度との関係（図 4(b)）を見ても、950-1000℃における不連続性が明らかである。この直径分布の変化は低温領域と高温領域で成長する CNT 構造の違いに起因していることがわかった。

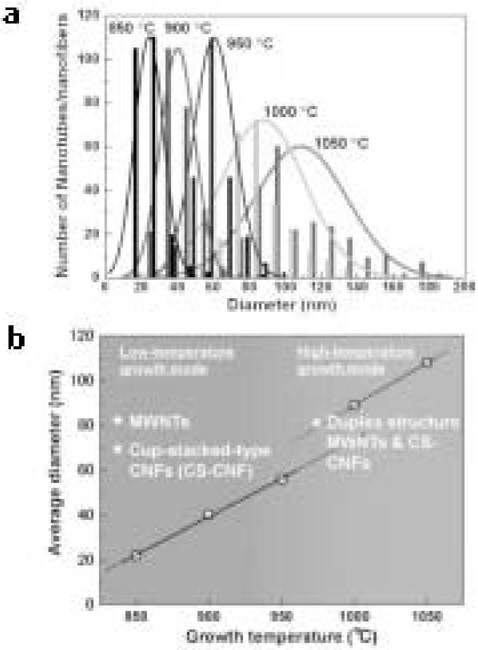


図 4. (a) 直径分布のヒストグラムと(b) 成長温度と平均直径の関係を示すグラフ.

各成長温度で得られた試料について高分解能 TEM（図 5）によって構造を解析したところ、850-950℃の低温領域では多層型（MWNT）（図 5(a)）とカップスタック型（CS-CNT）（図 5(b)）、1000-1050℃の高温領域では MWNT と CS-CNT の二重構造型（CS-CNT@MWNT（@は MWNT の内部に CS-CNT が内包されていることを意味する））（図 5(c)）となっていることが明らかとなった。これら 3 種類の構造の完全な選択的生成には至っていないが、成長温度を制御することによって、おおよその作り分けが可能となった。

これら 3 種類の構造は温度によって、それぞれ異なったプロセスで成長するものと考えられる。次項でも述べるが、低温領域では硫黄含有微粒子からのグラファイト層析出による、触媒グラファイト化、いわゆる VLS（Vapor-Liquid-Solid）プロセスによる成長が優位に働いており、高温領域ではそれに加え、熱によるグラファイト化の進行が考えられる（図 6）。低温の場合、成長の初期段階で形成される硫黄含有微粒子の形状と成長速度の違いによって、MWNT 型と CS-CNT 型の 2 種類の構造が形成する。微粒子と成長する表面との相互作用が小さく球状の微粒子が形成され、成長速度が比較的速い時は、MWNT 型が成長する。また表面との相互作用が大きく、球状から歪んだ微粒子が形成され成長速度が遅い場合は CS-CNT 型が成長する。さらに高温になると、いったん成長した CNT の表面、あるいはそれらの触媒的成長と並行して、炭素源であるエタノール分解物が最外層に

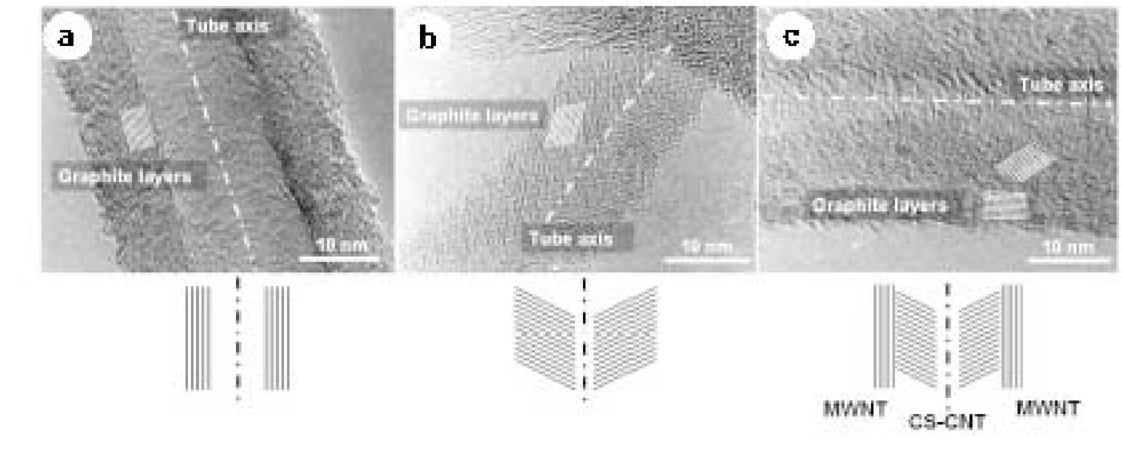


図 5 成長温度によって異なる 3 種類の構造. (a) 多層型 (MWNT), (b) カップスタック型(CS-CNT), (c) 二重構造型（CS-CNT@MWNT）.

吸着することによって、熱的なグラファイト化が徐々に進行し、MWNT型とCS-CNT型の二重構造が形成される。これらの成長プロセスは、現在のところあくまでも推測に過ぎないが、これらの構造の成長時間依存性を調べることにより、検証を進めているところである。

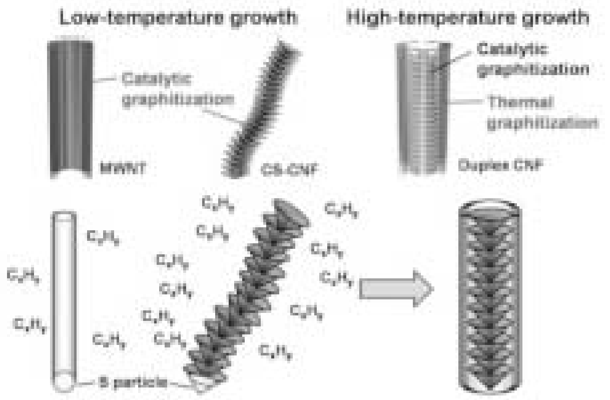


図6. 温度によって異なる3つの成長プロセス

3.2 触媒微粒子の確認

金属触媒粒子を必要とする通常のCVDによるCNT生成法では、成長後にCNTの先端や根元付近に残存する触媒粒子を解析することによって、その成長メカニズム等を考察することができる。一方で、本方法のメタルフリーCNT生成法では成長後に残存する触媒粒子を見つけることはできない。これは低沸点の硫黄が成長の触媒となるため、反応後にすべて蒸発してしまうためである。図7はメタルフリーCNT先端部の電子顕微鏡像である。本方法で得られるCNTの先端部は、すべて開端構造となっている。さらに開端構造の多くは凹型と凸型のどちらかの形状になる傾向がある。詳細な電子顕微鏡観察によって、成長の先端部が凹型で、根元が凸型であることがわかった。これは前述したように、球状から歪んだ触媒微粒子の形状を反映している証拠でもある。この両端が開端の構造は特別な後処理を施さなくても、CNT内部への物質内包や、ナノサイズのパイプとして利用できるなどの可能性を秘めている。

この特徴的な先端構造やCNT構造の形成メカニズムを解明するためには、先端部あるいは根元部に残った触媒微粒子を解析することが最も有力な手段の一つであるが、本方法では甚だ困難である。しかし、本研究では始めて、成長途中にCNT内部に取り残された触媒微粒子を見つけることに成功した（図8）。これは安定した連続的な原料供給が、達成できたことに起因していると考えられる。現在のところこの粒子の解析には至っていないが、今後詳細な触媒粒子観察を進めることが可能となった。

図7. 開端構造となっているメタルフリーCNTの先端部

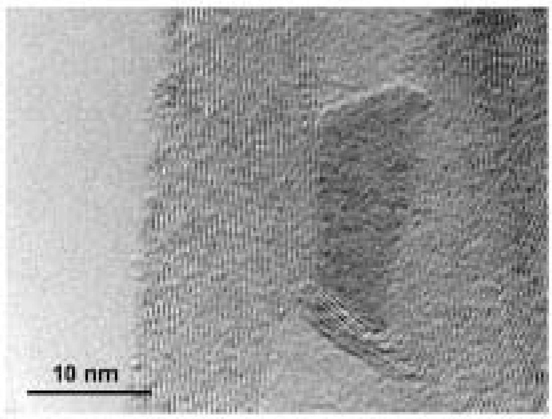


図8. メタルフリーCNT内部に残存した硫黄含有微粒子と思われる触媒微粒子.

3.3 表面状態に依存した高効率成長

メタルフリーCNT は電気炉中心の高温部分に位置する、反応石英管内部の表面に成長することがわかっている。そこで様々な材質の表面上に成長を試みたところ、成長効率は表面の組成にはよらず形状（粗さ）に大きく依存していることが明らかとなった。シリコン基板など完全に平滑な表面では成長効率は低く、μm オーダーの粗い表面に効率よく成長することがわかった。これは成長初期段階における触媒粒子の表面拡散と、トラップによる粒子形成が重要な因子となっていることを意味する。そこでサンドペーパーで研磨した細い石英管数本を反応場中に設置することで、成長できる表面積を増すことを試みた。その結果、さらに収量を増やせることが確認できた。これは今後のさらなる大量製造へ向けた糸口となるだろう。

4. まとめ

CVD 法によって金属触媒を用いることなく、CNT を成長させることに、初めて成功した。本研究では特に、CVD 装置の改良をおこない、原料であるエタノールと二硫化炭素の導入を精密に制御できるようになった。その結果、安定した成長の実現と、詳細な成長条件とそれに依存した CNT 構造の変化を明らかにすることができた。また、触媒粒子の詳細な解析、そして成長メカニズム解明へつながる結果も得られ、今後の研究へ展開を図る予定である。

謝辞

本研究は（独）科学技術振興機構　地域イノベーション創出総合支援事業　平成 19 年度「シーズ発掘試験」としておこなわれた。本研究を遂行するにあたり、三重大学大学院工学研究科の小海文夫教授、神木亨、丹後佑太、鈴木健太郎、山崎貴之の学生諸氏に協力いただいた。また三重大学医学部電子顕微鏡室の小川覚氏には電子顕微鏡の技術的指導でお世話になった。

参考文献

1) S. Iijima: Helical microtubules of graphitic carbon, Nature, 354: 56-58 (1991).

2) A. Koshio, M. Yudasaka and S. Iijima: Metal-free production of high-quality multi-wall carbon nanotubes, in which the innermost nanotubes have a diameter of 0.4 nm, Chem. Phys. Lett., 356: 595-600 (2002).

3) Y. Gogotsi, J. A. Libera, N. Kalashnikov and M. Yoshimura: Graphite polyhedral crystals, Science, 290: 317-320 (2000).

4) S. Botti, R. Ciardi, M. L. Terranova, S. Piccirillo, V. Sessa, M. Rossi and M. Vittori-Antisari: Self-assembled carbon nanotubes grown without catalyst from nanosized carbon particles adsorbed on silicon, Appl. Phys. Lett., 80: 1441-1443 (2002).

5) 特願 2007-120991, 繊維状カーボンナノ構造体の製造方法及びそれにより製造された繊維状カーボンナノ構造体, 小塩明, 小海文夫, 神木亨, 丹後佑太, 国立大学法人三重大学.

自動販売機の省エネルギー性評価と設計へのフィードバック

Performance Evaluation of Vending Machine from an Energy Saving Standpoint and Feedback to the Optimum Design

丸山　直樹[1)]，出口　健太郎[1)]，石野　裕二[2)]，滝口　浩二[2)]，岡本　元秀[2)]

Naoki Maruyama, Kentaro Deguchi, Yuji Ishino, Koji Takiguchi and Motohide Okamoto

Keywords: Vending machine, Energy saving, Field-test, Optimum design

研究成果報告

１．研究目的と概要

自動販売機の省エネルギー性向上に関し，従来からの JIS に沿った試験評価とは別に，自販機設置環境に適した機器設計，制御の可能性を目的に，過去２年間にわたり自販機を屋外に設置して消費エネルギー測定の実験，分析を行ってきた．これまでの研究により，気温，日射量に基づく消費電力量算出実験式の構築，省エネルギーに対する設置環境支配因子の提案を行ってきた．本研究では特に，

1) 消費電力量予測式の精度向上
2) ピークシフト・ピークカット（PS・PC）の最適化による省エネルギー効果の把握

に着目した．

２．研究内容

2.1　実験装置および実験条件

自販機本体には，缶自販機 BF0625UB（25 セレ缶自販機）の塗装が青と白に加え，赤外線透過塗料を塗布した青色自販機を導入した．図 2.1 に試験機を示す．設置に際しては，とくに各自販機表面の相互作用をできるだけ避けるように配慮した．

測定器の系統図を図 2.2 に示す．測定には，消費電力量計（クランプオンパワーハイテスタ），温度計（T熱電対とメモリハイロガー），気象観測装置を使用した．これらにより，1 分間隔でデータを収集した．本年度は，表面温度の影響をより詳細に検討するため，筐体表面の温度を詳細に測定した．

図 2.1　試験機設置状況

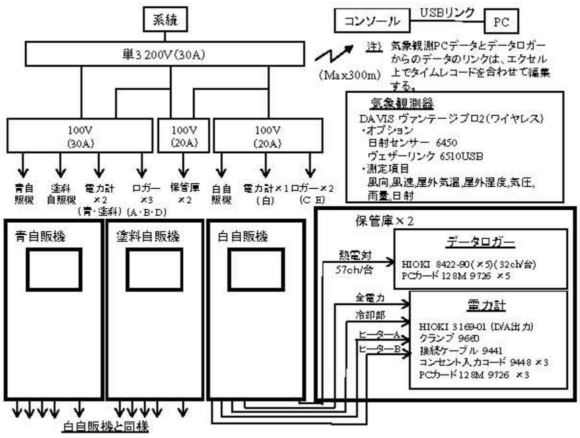


図 2.2　実験装置系統図

実験条件としては，

1) 商品容量：全充填
2) ピークシフト／ピークカット（PS/PC）制御

---

1)　三重大学大学院工学研究科　Graduate School of Engineering, Mie University
2)　富士電機リテイルシステムズ（株）　Fuji Electric Retail Systems Co., LTD.

の有無

3) 季節に応じたCCC，CCH，CHH運転（自販機庫内は3室に別れており，それぞれの室をC：冷却，H：加熱制御することができる）

に関してデータを収集した．

2.2 実験結果及び考察

1) 消費電力量予測式の精度向上

消費電力量の予測式構築には，従来からの研究に基づいて外気温と日射量による影響を個々に分析し，これらを総合して実験式を構築した．

外気温による消費電力量の変化を分析するために，外気温 T_a [℃]に対する CCC 運転時の冷却機消費電力量 $P_{C,ccc}$ [Wh/h]を3機種分とった散布図を図2.3に示す．消費電力量は1時間単位の積算値，気象データは1時間単位の平均値とした．3機種ともに外気温 T_a が上昇するに従って消費電力量 $P_{C,ccc}$ が増加していることより，消費電力量の支配因子の1つは外気温であるといえる．

図2.4，2.5に，晴天日と曇天日の日射量 I と CCC 運転時の冷却機消費電力量 $P_{C,ccc}$ の積算値を示す．晴天日と曇りの日の消費電力量積算値をみると1日で1 [kWh]以上の差異が現れ，日射，すなわち表面温度が消費電力量の支配因子の1つであるといえる．塗布色も表面温度に影響を与えている．雨量による影響も検討したが，外気温による影響に比して小さいものであった．

以上の結果をふまえ，消費電力量予測式の構築を行った．以下に，実験式構築のためのフローを示す．詳細については，参考文献を参照されたい．データは1分間隔で測定しているが，消費電力量は1時間単位の積算値，その他のデータは1時間単位の平均値を用いた．

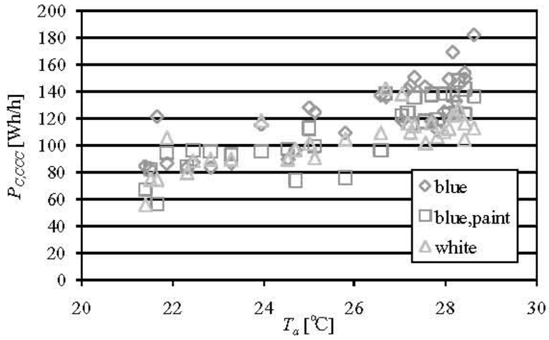


図2.3 外気温に対する冷却機消費電力量の変化

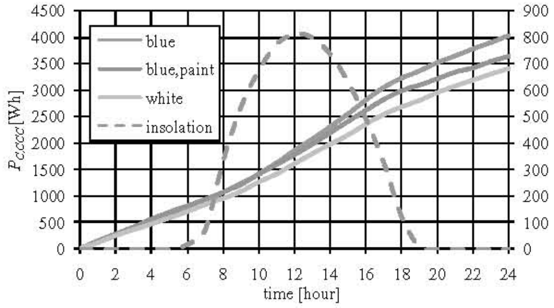


図2.4 晴天日（2007/8/11）における冷却機消費電力量積算値の推移

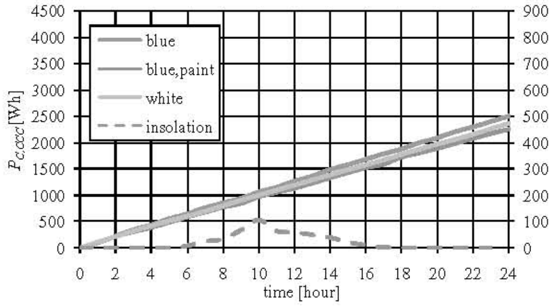


図2.5 曇天日（2007/9/2）における冷却機消費電力量積算値の推移

手順1. 自販機外壁面温度 T_S を，外気温による自販機外壁面温度上昇 $T_{S,a}$ と日射量による自販機外壁面温度上昇 $T_{S,I}$ の関数 $T_S(T_{S,a}, T_{S,I})$ と仮定する．

手順2. 日射量の無い時間帯の自販機外表面温度 T_S と外気温 T_a より，外気温による自販機外壁面温度上昇 $T_{S,a}$ を，T_a の関数 $T_{S,a}(T_a)$ として算出．

手順3. 日射量による外壁面温度上昇 $T_{S,I}$ の値を，自販機外壁面温度 T_S と外気温による外壁面温度上昇 $T_{S,a}$ の差で表し，$T_{S,I}$ を日射量 I の関数 $T_{S,I}(I)$ として算出．

手順4. 冷却機（またはヒータ）消費電力量 P を自販機外壁面温度 T_S と庫内設定温度 T_{set} の関数 $P(T_S, T_{set})$ として測定値より算出．

手順5. 手順1～3より，自販機外壁面温度予測値 T_S' を，外気温 T_a と日射量 I の関数 T_S' (T_a, I) として算出する．手順4より

冷却機（またはヒータ）消費電力量予測値 P' を外気温 T_a と日射量 I，設定温度 T_{set} の関数 P'（T_a，I，T_{set}）として算出．

具体的な算出方法は省略するが，これにより各色自販機の消費電力量算出式を構築した．例えば，青色自販機の CCC 運転の冷却機消費電力量は，

$$P'_{C,CCC,blue} = 4.58T_a + 0.231I(S_{east}\beta_{n,east} + S_{north}\beta_{n,north} + S_{west}\beta_{n,west} + S_{up}) - 4.72T_{set} + 13.9$$

で算出することができる．ここで，T_a [℃]は外気温，I [W/m^2]は日射量，S [m^2]は自販機の方角面積，β は日射の配分率，添え字 n は時刻を示す．

このように，自販機本体色，運転モードに関して立式することで，これらの組み合わせによりすべての運転モードにおいて冷却機及びヒータ消費電力量が予測できるようになった．

これら予測式の妥当性の検証を行うために，予測式により算出した消費電力量 P' [Wh/h]と実際に測定した消費電力量 P_{ex} [Wh/h]との比較を行った．結果を図 2.6 に示す．1 日当たりの実験値の積算値と予測値の積算値の差を実験値の積算値で除した結果，その誤差は最大 3.0%（100 Wh）であった．その他の運転モードに対する検証でも，1.7〜2.5%の誤差に収まった．

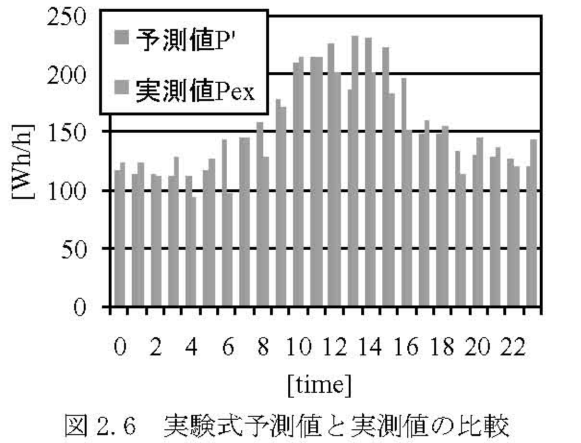


図 2.6　実験式予測値と実測値の比較
（青機消費電力量 2007/9/9 晴天）

2) ピークシフト・ピークカット（PS・PC）の最適化による省エネルギー効果

夏季昼間の最大消費電力を低減するために，ピークシフト・ピークカット制御では，10 時〜13 時までの 3 時間で商品の冷やし込み（ピークシフト制御，以降 PS 制御）を行い，13 時に冷却機を停止させて（ピークカット制御，以降 PC 制御），その後商品温度が 8 ℃程度になった時点で冷却機を再稼働させる．しかしながら実測すると，冷却機の再稼働時間は多くの場合 14 時頃であり，1 時間程度しか冷却機を停止できていない．また，昨年の実験において，PS・PC 制御を行うことにより，多くの場合 1 日あたりの消費電力量が通常運転に比べて増加することがわかっている（図 2.7 参照）．一部，曇天日には PS・PC 制御を行うことで 1 日あたりの消費電力量が下がる場合もある（図 2.8 参照）．これは，冷やし込み量が少なくかつ日射量や気温が低いために庫内温度を低い状態に長く維持できるためである．すなわち，冷やし込み量を気象条件に合わせて適切に制御することが省エネ運転に結びつくと考えられる．

実際の冷やし込み運転制御では，気象条件に関係なく 10 時に開始されている．このため，曇天日のような場合には規定の庫内温度（約 1 ℃）に達した後，この温度を維持するように制御される．このため，庫内を低い温度で維持するための時間が発生し，電力消費を増加させる．これに対応するためには，PC 開始の 13 時直前に規定冷却温度に達するように冷やし込み開始時刻を遅らせることが有効と考えられる．

また，13 時の PC 開始時の庫内温度によっても，PC 時間長が変化することがわかった．すなわち，図 2.9 に示すように，低い温度の状態で PC に入るように制御することで PC 時間を長くでき，消費電力量を抑えることができることが認められた．

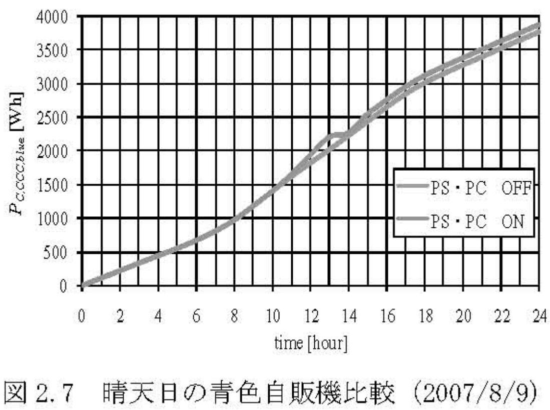


図 2.7　晴天日の青色自販機比較（2007/8/9）

研究成果報告

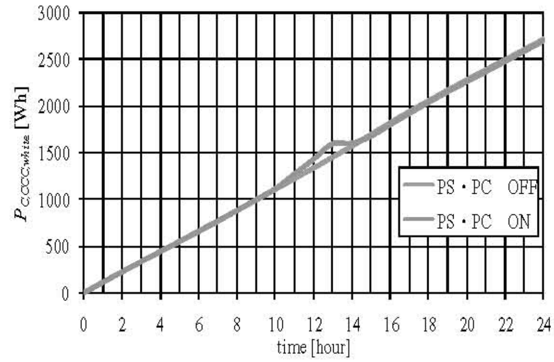


図 2.8　曇天日の白色自販機比較（2007/9/6）

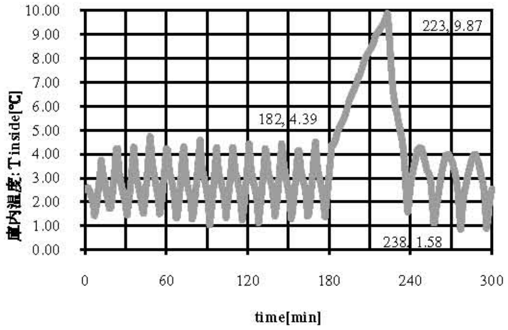
3．まとめ

本研究では，気温，日射量に基づく消費電力量算出実験式の構築，省エネルギーに対する設置環境支配因子の把握，省エネ運転のための具体的な施策について提案した．以上をまとめると，

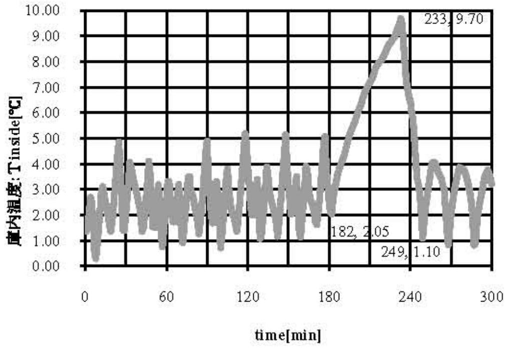
1）消費電力量は外気温及び日射量が支配因子であり，表面温度と庫内温度の温度差によって発生する熱伝達と消費電力量の関係を分析することが望ましい．これより，自販機壁面温度を日射量によるものと外気温によるものに分別すると共に，日射角度を考慮に入れた壁面温度算出法を導入して消費電力量を見積もった．これにより，各運転モードにおける冷却機およびヒータ消費電力量予測式を塗色別に導出し，1 日あたり 3%以下の誤差で消費電力量を予測することが可能となった．

2）従来，PS・PC 制御により消費電力量が増加することが把握されている．しかしながら，気象状況に適した冷やし込み開始時刻の設定，ならびに PC 制御に入る 13 時に庫内温度が最も低い状態になるよう制御することで，通常運転への復帰時刻を遅らせることができる．これにより省エネルギー化が可能であると示唆された．机上計算によりこの効果を示した．

今後，これら提案の実証試験を行うことで，省エネ効果を定量的に示し設置環境に適した設計に役立てる．



(a) 高い温度で PC 開始例



(b) 低い温度で PC 開始例

図 2.9　PC 制御開始時庫内温度と PC 制御時間の関係（10 時を 0 分と示してある）

参考文献

1）出口健太郎，自動販売機の設置環境による消費電力量の評価と省エネルギー設計，平成 19 年度三重大学工学部機械工学科卒業論文，(2008)，三重大学.

2）小松信幸，自動販売機の設置環境に伴う消費電力量の分析と予測式の構築，平成 18 年度三重大学工学部機械工学科卒業論文，(2007)，三重大学.

自動販売機のリユース／リサイクルスキームの構築と省エネルギー生産に関する研究

Reuse and Recycle Scheme of Used Vending Machine and Energy-saving Production

丸山　直樹[1)]，大西　祐輔[1)]，片岡　沙織[2)]
中村　雅昭[3)]，渡辺　信広[3)]，岡本　元秀[3)]
Naoki Maruyama, Yusuke Onishi, Saori Kataoka
Masaaki Nakamura, Nobuhiro Watanabe, Motohide Okamoto

Keywords: Vending machine, Reuse, Recycle, Energy-saving, Optimum production

研究成果報告

１．研究目的

製品の開発設計では，リサイクルを考慮に入れた製品ライフサイクルにわたる環境とコストの最適化を目指すため，エコデザインや DfE (Design for Environment) への取り組みが重要となっている．しかしながら，企業にとってリサイクルを行うことによる具体的なメリットを示すことは容易ではない．

本研究では，まず，リサイクルの詳細分析が可能で，設計者が利用しやすくかつ拡張性を持つ LCA ソフトウェアを構築することを目的とする．そして，企業にとって重要なコスト評価も導入する．また，富士電機リテイルシステムズ（株）が２００７年に認証取得をしたエコリーフに準拠した環境負荷の算出が行える製品評価ソフトウェアの構築を行う．これは，上記 LCA ソフトウェアに組み込まれ，設計者に大きな負担を強いること無くエコリーフを意識した設計ができるようにすることを目的とする．

次に，自動販売機には多くの樹脂系材料が含まれているが，シュレッダー処理などの後混合物としてサーマルリサイクルされる場合が多い．このため，樹脂系部品をリサイクルすることによる環境負荷低減効果を検討する．

最後に，企業にとって省エネルギー生産は，環境負荷低減のみではなくコスト削減にも結びつく．製品製造工程のエネルギー消費を分析し，省エネルギー生産のための指針を提案する．

なお，本報告では具体的な数値の記載は略す．

２．研究内容

2.1　リサイクル評価を加えた LCA ソフトウェアの構築とエコリーフ対応

2.1.1 リサイクル評価導入の目的

環境負荷の削減には，かねてよりリサイクルの必要性が指摘されているが，その手法を判断する必要がある．

リサイクルにおいて最初に考える必要があることは，製品をどのように処理するかである．製品は様々な材質の部品によって構成されているため，製品の解体・分別度合いを決定する必要がある．また，分別の方法によって製品へのリサイクル方法も決定されるため，製品を解体する段階も決める必要がある．そこで，解体段階を決定するためには解体時間をパラメータとして評価する．製品を解体し部品を取り除いていくと，より質の揃ったリサイクル材料を取り出すことができ，環境負荷の低減につながる．逆に，分解にかかる行程とコストは増加していく．このため，製品の適正解体量はこれらのバランスによって求めることができると考えられる．

本研究では，これらを評価に加えた環境影響評価ソフトを構築する．また，開発，設計者が比較的容易に操作できると共に，問題点を把握しやすくするために，機種比較などの機能の充実させた．このソフトウェアでは，環境影響負荷を２つの環境影響評価手法 NETS と LIME によって統合化できる．それぞれの統合化の単位は，[NETS] と [Yen] である．各段階の二酸化炭素排出量も表示でき，製品の各工程における二酸化炭素排出量がわかり，エコリーフの評価にも役立つ．

2.1.2 評価ソフトウェア

ソフトウェアの起動画面と本ソフトウェアの評価範囲をそれぞれ図 2.1，2.2 に示す．本ソフトウェアでは，JEMAI（（社）産業環境管理協会）原単位とエコリーフ準拠の評価を行うことができる．また，LCA の基本的な手順や用語は，国際的に規格化されている ISO14040 シリーズに従うように構成されている．本ソフトウェアでは，製

1)　三重大学大学院工学研究科　Graduate School of Engineering, Mie University
2)　三重大学工学部　Faculty of Engineering, Mie University
3)　富士電機リテイルシステムズ（株）　Fuji Electric Retail Systems Co., LTD.

品ライフサイクルを「材料調達・部品製造」「製品組立」「使用段階」「解体工程」「リサイクル」「廃棄」「最終処分」「輸送」の8行程に分けている．調査範囲の設定において，評価したいステージを選択することで，各種データの入力を容易に行える．

図 2.1　起動画面

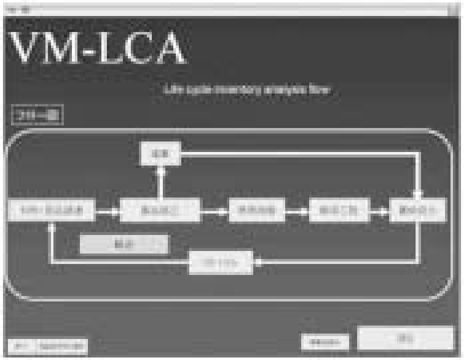


図 2.2　評価行程と範囲

2.1.3　影響評価

影響評価では，インベントリ分析結果をもとに二酸化炭素排出量，環境影響負荷の結果を表示できる．最大6機種までの比較が工程ごとにできる．表示例を図2.3に示す．

2.1.4　コスト評価

自販機のインベントリ分析をもとにLCC評価を行った．製品にかかる内部コストと環境負荷LIMEを統合して算出，表示できる．内部コストと環境負荷を統合評価した結果においても，自販機の場合には使用段階が大きく，負荷低減のための改善ポイントである．このように，具体的な改善点を指摘できる．

2.1.5　解釈

自販機の場合，ライフサイクル評価では，二酸

図 2.3　結果表示例

化炭素排出量も環境負荷も使用段階が大きい．しかし，リサイクルによって資源調達に対する環境負荷低減が可能である．リユースが困難な場合は，材料の性質も勘案して可能な限りのマテリアルリサイクルが有効である．

2.2　樹脂部品のリサイクル有効性評価

2.2.1　樹脂系材料のリサイクルの問題点

自販機には多くの樹脂系材料が含まれている．しかし，大半の樹脂系材料はシュレッダー処理などの後鉄スクラップと一緒に電気炉などに入れられており，現在のリサイクルの方法では樹脂を有効にリサイクルできているとはいえない．その他では，サーマルリサイクルなどが行われているのが現状である．このため，樹脂系材料の有効なリサイクル方法（マテリアルリサイクル）を考える必要がある．

2.2.2　電照板に用いられるPMMA樹脂

今回，取り外しが容易で価値の高い電照板に用いられるPMMA樹脂のリサイクルに着目した．電照板は自販機の中で単一のPMMA樹脂でできており，重量もまとまっていることからリサイクルに期待がもたれる．しかしまず，リサイクル後の使用方法をあらかじめ検討しておくことが重要である．資源を有効に使うためには，リサイクルによって元の部品を作ることが最良と考えられるが，樹脂系材料の多くは経年劣化が他の材料（金属など）よりも大きいために困難である．そこで今回は，自販機の内部に使われる樹脂部品に使うことを考え，それらの環境性について評価する．

評価は，比較のために，未使用，使用期間2年未満，10年以上，塗料ありの4種類の樹脂を対象にした．PMMA樹脂ペレットを図2.4に示す．

図 2.4　樹脂ペレット

2.2.3　環境影響負荷評価

2007 年機種 30 セレ自販機の電照板を対象に，樹脂のリサイクル処理全工程（破砕，押出し，洗浄）によるペレット化に要するエネルギーと環境負荷を求めた．具体的な数値については省略する．

評価は，環境負荷 NTES，LIME および二酸化炭素排出量で行い，リサイクル製品の使用方法は元の電照板に戻す場合，蒸発皿に使用する場合，バージン材の ABS 樹脂と混合して蒸発皿に使用する場合を仮定して検討した．その結果，それぞれの再利用方法において，大きな削減効果が期待できることがわかった．

2.3　省エネルギー加工工程の提案

2.3.1　最適加工工程提案の目的

これまでの製造段階に関する LCA は，工場全体の消費電力，燃料・水の使用量，排水の量といった大まかなインベントリ（インプットデータ及びアウトプットデータ）を工場単位で収集して平均的な評価を行うのみで，各加工に対してはあまり行われてこなかった．しかし，製造企業にとって製造段階に要するエネルギーの比率はたいへん高く，製品に適した省エネルギー加工が望まれる．そこで，製造工程の消費電力量に着目して，板金，溶接，塗装の各プロセスにおける詳細な消費電力量を測定することにより各加工段階の細部にわたる評価を可能にし，製造工程の省エネルギー化について提案することを目的とする．

2.3.2　消費電力量の測定

加工エネルギーを評価するにあたり，1 加工毎の消費電力量を算出するために消費電力量を 1 秒間隔で測定した．しかし，全ての加工機に対して測定を行うことは困難であるため，理論的に求めた消費電力量予測式と実測値の比較および分析を行い，消費電力量評価式を構築する．これによって，任意の加工機の仕様に対しても製品図面から加工に必要な消費電力量の算出を可能にする．本研究で用いた測定対象加工機を表 2.1 に示す．

表 2.1　加工測定機種

板金加工	プレスブレーキ（油圧式）	加圧能力 80 [tonf]
		加圧能力 150 [tonf]
	シャーリング機	加圧能力 150 [tonf]
	NCT（パンチングプレス）	加圧能力 30 [tonf]
溶接	スポット溶接機	電源容量 120 [kVA]
塗装	複合システムのため，システムの消費エネルギーと塗装面積より算出する．	

2.3.3　消費電力量評価手法及び評価式

各加工について，測定結果をグラフ化し，消費電力量の定式化を行った．また，これに力学的考察を加えることにより消費エネルギー算出式の構築を行った．評価の例としてＶ曲げ板金加工について示す．

Ｖ曲げ加工にはプレスブレーキを用いるが，実測される消費電力量とＶ曲げに要する理論エネルギーとの間には大きな差がある．このため，エネルギー消費の観点から加工１サイクルを待機，アイドル時，ダイ上昇，曲げ，加圧の５段階に区別して考える．実際の加工機に電力計を設置し，加工内容（加工能力別，被加工材材質，板厚，加工長など）を用いて評価実験式を構築した．

図 2.5 は，80 [tonf]プレスブレーキのある１日の消費電力量である．このときの作業内容に対して，事前に構築した評価実験式により各作業段階の消費エネルギーを分析した．加工段階を区別することにより，消費エネルギーを精度よく算出することができた．図より，加工に直接関与しないアイドル時の消費電力量が約 70％を占めており，この部分を低減することが望まれる．すなわち，省エネルギー加工のためには，加工量に適した加工機を採用することの重要性が定量的に示された．しかしながら，加工用量が変化する度に加工機を導入するのは現実的でない．

例えば，現状で可能な省エネ加工対策について検討してみる．80 [tonf]の加工機の場合，加工機の電源を Off にした場合，消費電力量は待機消費電力量のみになりアイドル時の約 1/5 になる．そして電源を On にしたときは直後の 1 秒間に通常の待機時消費電力の約 2 倍を消費したのち，通常の待機の場合と同じ消費電力量になる．このことから単純に考えれば，3 秒以上操作を行わない場合は，電源を Off にした方が消費電力量を削減できるといえる．しかし，このことを実際の作業に導入するには，作業性，安全性も考慮に入れる必要がある．

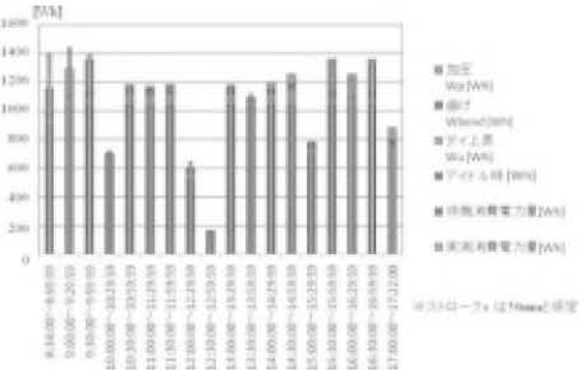


図 2.5　消費電力量実測値と評価値の比較
（80 tonf，V曲げ加工）

2.3.4　省エネルギー加工ソフトウェアの構築

加工量に適した加工機を提案するため，提案型のソフトウェアを構築した．V曲げ加工を例に挙げて，ソフトウェアの内容を説明する．図 2.6 にスタート画面を示す．スタート画面から評価を行いたい加工を選択する．例えば，板金加工の場合，評価を行いたい加工機，加工寸法など評価に必要な項目の入力を行う（図 2.7 参照）．結果として，消費電力量の予測，加工を行うために最適な加工機及び最適な加工機を用いた場合の消費電力量の予測結果を表示する（図 2.8 参照）．この評価結果に基づいて，加工機を選定することができる．

図 2.6　スタート画面

図 2.7　入力画面例

図 2.8　評価結果例

3．まとめ

従来の LCA ソフトウェアに対してリサイクルを評価に加え，自販機ライフライフサイクル全体の環境負荷算出が可能になった．さらに，結果をグラフで表示することで，様々な角度からの評価や環境負荷の要因となるものを指摘することも可能になった．今回構築したソフトウェアを用いることにより，設計者が LCA の専門的な知識を要することなく環境負荷の評価を行うことが可能となり，製品のエコ設計に大いに貢献できる．また，自販機構成部品の樹脂リサイクルの有効性についても定量的に示した．これらの結果は，製品設計に役立つばかりでなく，環境配慮製品としてのアピール，設計者の環境配慮意識の向上にも貢献するものと考える．

加工工程分析による省エネルギー生産に関しては，板金加工工程を中心として消費エネルギー分析を行い，任意の部品製造に対する評価ソフトウェアを構築すると共に，加工エネルギー低減のための提案を行った．

謝辞

本研究遂行には多くの実測データを必要としました．このため，富士電機リテイルシステムズ（株）開発部門ならびに製造部門の方々に多大なご協力を得ました．ここに記して感謝の意を表します．

参考文献

1)　大西　祐輔，製品リサイクルの環境性・経済性統合評価指標の提案とリサイクルスキーム構築支援ツールの作成，平成 19 年度三重大学工学部機械工学科卒業論文，(2008)，三重大学．
2)　片岡　沙織，製品製造工程のエネルギー分析と省エネルギー加工の提案，平成 19 年度三重大学工学部機械工学科卒業論文，(2008)，三重大学．

アオサ・アマモの有効利用に関する研究

―アオサ、アマモの収穫技術の開発―

Study on the Utilization of Sea Lettuce and Eelgrass

— Development of Harvester for Sea Lettuce and Eelgrass —

王　秀崙[1]・奥村宏征[2]・土橋靖史[2]

Xiu Lun Wang[1], Hiroyuki Okumura[2] and Yasushi Tsuchihashi[2]

キーワード：アナアオサ，アマモ，収穫機械，収穫ツール

[Keywords] sea lettuce, eelgrass, harvester, harvesting tools

1. はじめに

伊勢湾に面している三重県の沿岸をはじめ，日本の各地沿岸では生活排水が流入することによって富栄養海域が形成され，アナアオサをはじめとする多くの海藻が大量に繁殖している．海浜公園，海水浴場，住宅団地付近の湾内に大量のアナアオサが浜辺に打ち上げられ，浜辺の景観を損ねることや衛生上の問題のみならず，腐敗して異臭を漂わせるため，周辺の住民から苦情が出ている．海浜公園に打ち上げられたアナアオサをかき集め，焼却処分をしてところもある．こんなに大量に繁殖しているアナアオサは，その極一部を食用の青のりとして加工して出荷しているが，そのほとんどが利用されていない．アナアオサの利活用に関する研究が行われているが，これといった利用法はまだ確立されていないのが現状である．アナアオサは食品，飼料として利用できる可能性があるほか，バイオマスエネルギーやバイオマスマテリアルとしての利用も考えられる．今後，エネルギーや材料としての利用が注目されると思われる．したがって，近い将来，海藻の利活用が見込まれるという観点から，利用しやすいように環境を整える必要がある．そこで海藻の採取(収穫)・洗浄(異物除去)・乾燥・破砕などといったプロセスが必要である．本研究では，海に浮遊しているアナアオサと海底に着生しているアマモを収穫するツールを開発することを目的としている．アナアオサやアマモの収穫を考えるとき，まずその物理的生育環境と性状の情報を取得する必要がある．それからこれらの情報を基に，収穫ツール(器具)の機能設定と，収穫ツールの開発を行い，性能試験を用いてアナアオサやアマモの収穫の可能性を検証する．

2. アナアオサの収穫技術

これまで主にアナアオサの物理的生育環境について調査を行った．調査の結果，写真1に示すように，浜辺に打ち上げられたものと，水中に浮遊しているものがある．浜辺に打ち上げられたアナアオサを集めると，砂や貝殻等がアナアオサに付着しているので，選別・洗浄する必要があるが，海中に浮遊しているアナアオサを掬い上げれば砂や貝殻等が落とされ清浄なアナアオサを収穫できることがわかった．収穫後の洗浄時間を省くために，海中に浮遊中のアナアオサを収穫することを決めた．

アナオアサの生育環境や浜辺に打ち上げられた後の状態を調査した結果，アナアオサを海中に浮遊しているときに収穫すると結論付けた．アナアオサを

1)　三重大学大学院生物資源学研究科エネルギー利用工学 Energy Utilization Engineering, Graduate School of Bioresources, Mie University.

2)　三重県水産研究所 Mie Prefecture Fesheries Research Institute.

収穫するためのツールを T 字型とし，収穫したアナアオサを容易にツールから離脱させるように工夫した．T 字型の横棒は縦棒の方向へ折り畳むことのできるように設計した．縦棒の一端を引っ張ると横棒が開き，水中のアナアオサを横棒に引っ掛けて陸上に上げる．それから縦棒のもう一端を引っ張ることによって横棒が縦棒の方向へ畳み，横棒に引っ掛かったアナアオサが落とされる．写真2は開発した収穫ツールを示す．実際のアナアオサの収穫風景及びアナアオサが収穫ツールから離脱する風景を写真3と写真4に示す．収穫プロセスとして，T 字型の一端に付いているロープを手に持って，収穫ツールをアナアオサの浮遊している海に投げ入れる．それから手に持っているロープを引っ張り，T 字型の横棒にアナアオサが引っ掛かり，陸上に揚げる．それから縦棒のもう一端を持ち上げると，横棒が畳み込み，横棒に引っ掛かっているアナアオサが滑り落ちる．これは，横棒からアナアオサを手で離し取るプロセスを省略し，時間を節約することができる．したがって収穫効率の向上に繋がる．

写真１　水中浮遊しているアナアオサ

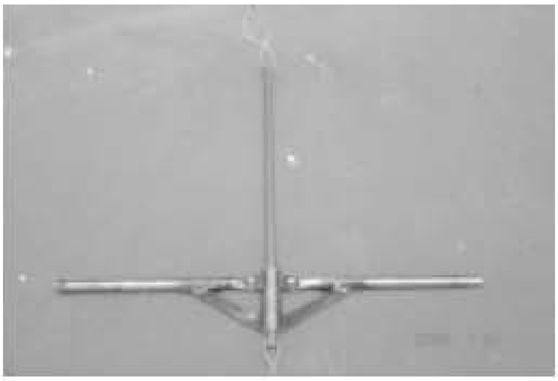


写真２　開発した収穫ツール

写真３　陸揚げされたアナアオサ

写真４　収穫ツールからの離脱

開発した収穫ツールを使って収穫試験を行った結果，アナアオサを十分収穫でき，且つ収穫したアナアオサを収穫ツールから容易に離脱させることができた．当初設定した機能と性能の目標に達することができた．本研究で開発した収穫ツールの特徴は，海中に浮遊しているアナアオサを収穫部に引っ掛けて引っ張ることによってアナアオサに付着している砂や貝殻等が落とされ，清潔なアナアオサを収穫することができ，収穫したアナアオサをツールから離脱さ

せる労力を省くことができることである．また，アマモの収穫については，海の博物館への調査や学会出席等を通じて収穫ツールの開発に関する情報を収集し，次年度その収穫ツールを開発し，性能試験を行って，その適用性を確認する．以上を総合すると、本研究で開発した収穫ツールは，浮遊しているアナアオサを収穫でき，アナアオサに付いている砂や貝殻等を落とすことのできることと，収穫したアナアオサを容易にツールから離脱させることができるものにするために，収穫時に T 字型になるが，収穫したアナアオサをツールから落とすときに T 字型の縦棒を逆方向に引けば T 字型の横棒が折り畳んでアナアオサが滑り落ちるメカニズムを考案した．収穫試験の結果より，考案したメカニズムは設計通り機能し，アナアオサの収穫と離脱を実現できることが分かった．

3. アマモの収穫技術

本研究では，海中に植生しているアマモを収穫するために，動力型アマモ刈取り機を考案した。試作機を製作しアマモ刈り取り性能試験を行い，収穫の可能性を検証した。

アマモは水深約 10 メートルまでの海底に生えている。海水の富栄養を吸収し、水質の浄化に役立てている。しかし、アマモを陸上に揚げなければそのまま海水中で腐敗して水質浄化にならない。したがって、アマモを収穫して陸上に揚げて利用する必要がある。ここでまずアマモを収穫して陸上に揚げることを考える。写真５に示すように，海底に植生しているアマモの性状から茎の部分を切断して収穫する方法を考案した。まず駆動部は草刈払い機の駆動部を採用し，刈取り部には円盤式カッターとバリカン式カッターを使用するアマモ収穫機を試作し，刈取り試験を行った。写真６はバリカン式アマモ収穫機を示す。

上記のように開発したアマモ収穫機を用いて刈取り試験を行った。まず刈取り部は円盤式のカッター付の刈取り機を用いて収穫試験を行った結果，水中で円盤式カッターが回転することによって海

写真５ 海底に植生しているアマモ

写真６ バリカン式動力型刈取り機

写真７ アマモ刈取り試験

水から大きな抵抗力を受け，回転が止まってしまい，アマモの収穫はできなかった。そこで写真６に示すようにバリカン式の収穫機を用いて収穫試験を行った結果，バリカンの２枚刃の往復運動で海水から受ける抵抗が小さく，アマモの刈取りができた。刈取り試験は，写真７に示す通り，水産研究所内で水深約１m の所に植生しているアマモ対し行われたが，刈取り時のエンジンの回転等から水深が深くても抵抗が小さく刈取り作業は可能

研究成果報告

であると判断した。刈り取ったアマモが海面に浮かんでいるので，熊の手のようなツールで掻き集めることができるが，大量の場合，JLC 社が開発した写真８に示すような海藻回収船を用いて集めることもできる。

写真８　JLC 社製の海藻回収機械

4. 結言

本研究で開発したアナアオサ収穫ツールはアナアオサの収穫ができ、アナアオサをツールから簡単に離脱させることもできる。したがって，少量収穫の場合，このツールを使えばある程度の量を陸上から収穫することができれば，ボートの上からも収穫することもできる。波等によって浜辺に打ち上げられたアナアオサを収穫することも考えられるが，砂や貝殻等の雑物が混入されるので，水中に浮遊しているアナアオサを収穫したほうがよいと考えている。将来，アナアオサの利用が開発されれば，大量に収穫する必要が出てくる。その場合も水中に浮遊しているアナアオサを，写真８に示すように JLC 社製の海藻回収船で効率よく収穫することができる。

アマモの収穫については，水深 10m までの海底に生育しているので，ツールでも機械でも相当の困難が伴うと予想される。一つは深いところにあるアマモを水面上で収穫しようとすると，アマモの生育状態や海底の地形等を識別する必要がある。海面から見える深さの海底に生えているアマモの場合は，人間が目で判断できるが，海面から見えない深さとなると，難しくなる。もう一つは水圧の問題である。海底での収穫作業は水圧の抵抗を克服しなければならない。ツールにしても機械にしても大きな労力や動力が必要である。特に機械の場合は，動力系統に海水が入らないように工夫する必要がある。本研究では、最初に試みた回転式刈取機によるアマモ刈取作業は海水の抵抗が大きいため収穫は出来なかった。そこで、往復運動のバリカン式動力型アマモ刈取り機の使用を考案し、水深 1m の深さでアマモを刈り取った。その結果、海水の抵抗が小さくアマモの刈取りに適していることが分かった。刈取り時のエンジンの回転数等から深い海底での刈取りも可能であると思われる。このバリカン式刈取機の動力部分が水面上にあるので、海底まで動力伝達部分を延ばせば刈取が可能である。刈り取ったアマモが海面まで上昇し、海面に浮かぶことになる。このように海面に浮かんできた刈り取ったアマモを回収するには，JLC 社製の海藻回収船が有効であると思われる。

参考文献

1) 蒲郡市・アオサバイオマス研究会： 平成17年度アオサ活用に関する調査報告書，2005
2) 能登谷　正浩: アオサの利用と環境修復, 2001
3) JLCジャパンレイクアンドキャナル株式会社：水辺環境開発コンサルタント商品カタログ，2005

ヒメマツタケ菌糸体抽出物のラットにおける13週間経口毒性試験

A 13-Week Oral Administration Toxicity Test of Mycelial Extract from *Agaricus blazei* Murrill in Rats

伊藤浩子[1),2)]，柿沼誠[1)]，伊藤均[2)]
Hiroko Itoh[1),2)], Makoto Kakinuma[1)], Hitoshi Ito[2)]

キーワード：ヒメマツタケ，培養菌糸体，90日間毒性

研究成果報告

はじめに

学名・*Agaricus blazei* Murrill （和名・ヒメマツタケ[1)]）の種菌は、1965年の夏、ブラジル・サンパウロ・ピエダーテから日本に送付され、1975年に岩出博士らによってキノコ子実体の人工栽培[2)]が成功した。著者らは、1978年菌糸体の液体培養に成功[3)]、この菌糸体由来の多糖体（ATOM ；Antitumor organic substance Mie）が、マウスの移植腫瘍に対して顕著な抗腫瘍活性を示す事を報告した[4)]。

その後、ヒメマツタケは癌の民間療法的食品[5)]として、広く利用されている。

最近、医療の分野においても所謂、健康食品と称される物が使用されてきている。

しかし、安全性が高いと思われているキノコ類を配合した健康食品にも副作用の症状が発現することが指摘されている。そこで、安全性を裏付ける根拠が必要不可欠となっている。

今回、我々は天野エンザイム株式会社メディカル開発部より提供されたヒメマツタケ菌糸体抽出物のラットにおける13週間経口毒性試験を実施したので報告する。

実験材料および実験方法

1．被検物質

本試験には1978年以降、抗腫瘍活性および、その他の免疫学的生物活性が確認されている *Agaricus blazei* Murrill（ITO-S 株）[6)]より分離された菌糸を天野エンザイム株式会社にて液体培地でタンク培養されたヒメマツタケ抽出物（固形成分18−20％含有）を実験に供した。以下、ABM-M と略す。

2．実験動物および飼育条件

供試したSlc:SDラット（日本エスエルシー株式会社）は、４週齢で購入し、約７日間の予備飼育の後、一般症状観察、及び尿検査で異常が認められなかったラットを試験に供した。試験開始時のラットの体重は雄では86−95g、雌では79−85gであった。

ラットは温度23±2℃，相対湿度55±5%，12時間暗照光，換気回数20回/hr、12時間照明（午前7時点灯、午後7時消灯）のバリアシステムの環境下の飼育条件下で１群10匹とし、プラスチックケージに２匹ずつ同居させ、固型飼料（ク

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）菌類薬理研究所　Research Institute of Mycology and Pharmacology, Tsu, Mie, 514-0033, Japan

レア CE-7）と水道水を自由に摂取させた。

3. 投与量の設定および方法

ABM-M のヒトへの試飲試験についての臨床適用例では通常、9,000mg/日の経口投与がなされている。すなわち、成人一日9.0g、体重50kgとすれば、180mg/kg/日の服用となる。したがって、この量を低用量投与群とし、公比3.3で中用量投与群を600mg/kg/日、高用量投与群を2000mg/kg/日と設定した。

投与経路は臨床適用経路と同様の経口とし、被検物質の ABM-M 水溶性懸濁液を胃ゾンデを用い、経口投与を行った。また、1週間毎に体重に応じて ABM-M の濃度に補正を加えつつ、各用量を連日、13週間、胃内に強制投与した。

4. 観察、測定および検査

1）一般症状の観察

全動物について毎日2回観察し、13週間にわたり中毒症状の有無、行動異常等を観察記録した。

2）体重，飼料摂取量および飲水量

体重、飼料摂取量とも投与開始から投与終了まで毎週1回、測定した。飲水量は投与後、6および12週に1日量を測定した。

3)眼科学的検査

投与開始直前および投与後13週にハロゲン検眼鏡を用いて角膜、結膜、強膜および虹彩について検査した。また、対照群および高用量投与群の動物については眼底検査を実施した。

4）血液学検査

投与終了時に実施した。採血前、動物は約16時間絶食させ、エーテルで麻酔し、開腹後、腹部大動脈から採血し、その初血に Ka-EDTA を添加して検査に用いた。赤血球数（RBC）、ヘマトクリット値（Ht）、ヘモグロビン量（Hb）、血小板数（BP）、平均赤血球容積（MCM）、平均赤血球血色素量（ＭＣＨ）および平均赤血球血色素濃度（MCHC）、白血球数（WBC）は BM-9020（日本電子，全自動多項目分析装置）で測定した。白血球百分率（好中球，リンパ球，単球，好酸球，好塩基球）は血液塗沫標本を作製して、ギムザ染色を行い、顕微鏡下で鑑別し、白血球の分類を行った。また、血液凝固検査として血漿プロトロンビン時間（PT）を CA-1500（シスメックス全自動多項目凝固分析装置）を用いて測定した。

5)生化学的検査

上記4）で得られた大動脈血から血清を採取し、検査を実施した。

S-GOT, S-GPT, ALP, Sodium, Potassium, Chloride, Calcium, Inorganic phosphate, Glucose, Blood urea nitrogen, Creatinine, Total cholesterol, Total protein, Albumin, Total bilirubin は AU-5400(オリンパス，全自動多項目分析装置)で測定した。

6）尿検査

投与終了時、強制的に排尿させた新鮮尿で沈渣を検査し、24時間の蓄尿で尿量、色調、濁度を測定するとともに、マルチスティックス試験紙（バイエルメディカル株式会社）を使用し、ウロビリノーゲン，蛋白質，pH，潜血，ケトン体，ビリルビン，ブドウ糖の半定量分析を行った。

7）臓器湿重量および臓器湿重量・体重比

脳、心臓、肺臓、肝臓、腎臓、脾臓、胸腺、副腎、甲状腺（上皮小体を含む）、精巣、卵巣、前立腺、子宮、下垂体について、各個体の臓器湿重量（実重量）を測定した。また、体重100gあたりの体重比（相対重量）；(臓器湿重量／体重）×100を算出した。

8）病理組織学的検査

投与終了時にエーテル麻酔下で放血屠殺し、病理解剖を行った。病理解剖では肉眼的異常部位を記録した。

病理組織学的検査は、重量測定した臓器に加え、大脳、小脳、唾液腺、耳下腺、脊髄、気管、軟骨、気管支、骨格筋、胃、胃平 滑筋、十二指腸、小腸、大腸、膵臓、膀胱、精巣上体、リンパ節、皮膚、大腿骨（骨髄を含む）、坐骨神経、眼球、網膜、尿管、神経節について行った。これらの臓器は10%中性ホルマリン液で 固定し、常法に従い組織標本を作製し、Hematoxylin-Eosin 染色を施し、鏡検した。鏡検は対照群および各投与群について行った。

5．統計分析

被検物質投与群の体重、飼料摂取量、血液学検査値、生化学検査値、尿検査値（尿量）、臓器重量および臓器重量・体重比は Student-*t* 検定を用いて対照群との間の有意差を検定した。

実験結果

1．一般症状の観察

投与期間中、いずれの群においても、中枢神経系（驚き反応、挙尾反応、ふるえ、痙攣）、自律神経系（瞳孔径［縮小・散大］、流涙、立毛、皮膚色）、消化器系（下痢、便の色［出血］、硬さ）、意識（鎮静、睡眠、群意行動欠如）、気分（身づくろい、攻撃性［いらだち］、運動性（自発運動、触反応）、運動障害性（よろめき歩行、運動失調）について観察をした。

すべての項目において雌雄のいずれの群にも異常は認められず、死亡例もなかった。

2．体重

雄ラットの体重変動はFig.1 に示した。実験開始時における対照群ラットの体重は90.7±3.8g、ABM-M 180mg/kg，600mg/kg，2000mg/kg 各投与群では88.5±3.7g，90.1±4.5g，89.3±4.2gであった。

13週間投与後における雄ラットの体重は対照群では469.3±31.6g、ABM-M 180mg/kg，600mg/kg，2000mg/kg 各投与群では468.1±32.5g，467.4±28.1g，470.6±40.3gであった。体重増加率では、対照群 517%、ABM-M 180mg/kg，600mg/kg，2000mg/kg 各投与群では529%、519%、527%を示した。

また、雌ラットの体重変動はFig.2に示した。実験開始時における対照群ラットの体重は82.5±3.9g、180mg/kg，600mg/kg，2000mg/kg 各投与群では81.7±4.2g，82.2±5.1g，79.8±4.5gであった。

13週間投与後における体重は対照群では267.5±20.3g、ABM-M 180mg/kg，600mg/kg，2000mg/kg 各投与群では260.3±17.6g，265.4±30.9g，270.8±21.2gであった。体重増加率では、対照群324%、ABM-M 180mg/kg，600mg/kg，2000mg/kg 各投与群では319%、323%、339%を示した。ABM-M 投与群において、いずれも平均体重の増加傾向が見られたが、その変動は軽微であり、統計学的有意のある用量相関性の変動ではなかった。

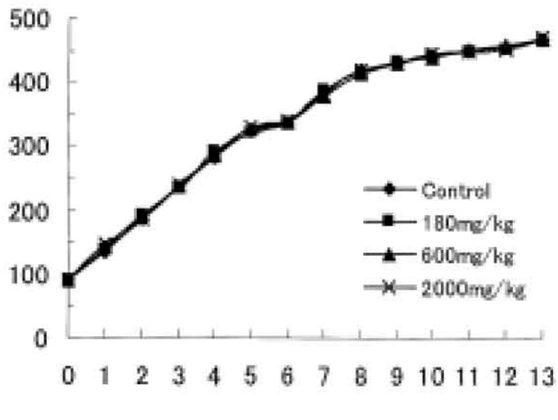


Fig.1 Changes in mean body weights of male rats during 13 weeks of oral administration of ABM-M

研究成果報告

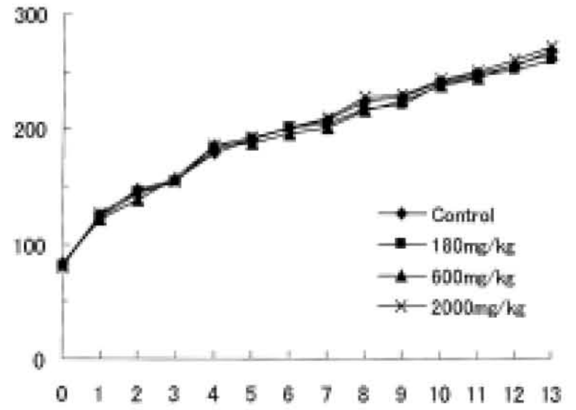


Fig.2 Changes in mean body weights of female rats during 13 weeks of oral administration of ABM-M

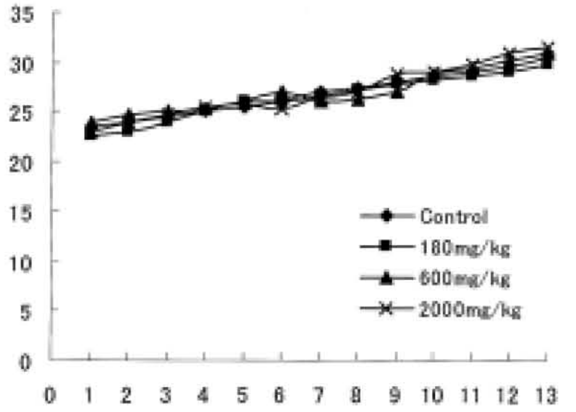


Fig.3 Changes in mean food-intake of male rats during 13 weeks of oral administration of ABM-M

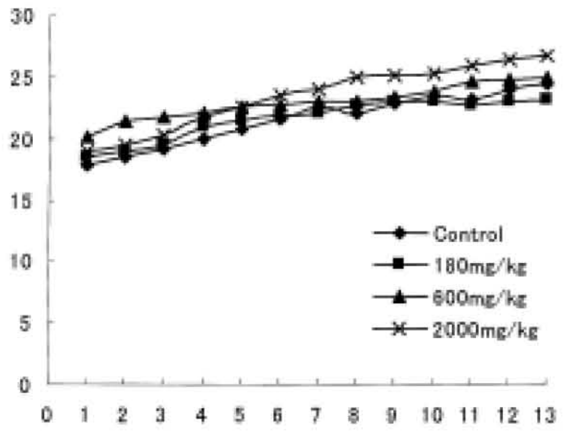


Fig.4 Changes in mean food-intake of female rats during 13 weeks of oral administration of ABM-M

3. 飼料摂取量

雄ラットの飼料摂取量はFig. 3に示した。実験開始1週間後における一日あたりの群別平均飼料摂取量は対照群では23. 5g、ABM-M 180mg/kg, 600mg/kg, 2000mg/kg各投与群では22. 5g、24. 0g、23. 0gであり、13週後では、それぞれ30. 5g、29. 8g、31. 0gおよび31. 5gであった。

また、雌ラットの飼料摂取量はFig. 4に示した。13週間経口投与した雌ラットの一日あたりの群別平均飼料摂取量は対照群では24. 5g、ABM-M 180mg/kg, 600mg/kg, 2000mg/kg各投与群では23. 2g、25. 0g、26. 8gであり、ABM-M投与量の増量に伴い、増加傾向が示された。

4. 飲水量

飲水量はTable 1に示した。投与後6週の測定で、雌の ABM-M 600mg/kgおよび2000mg/kg投与群でわずかに増加したが、雄ではいずれの測定時期とも群間で差が認められなかった。

5. 眼科学的検査

角膜、結膜、強膜、虹彩について、投与前および投与終了時に対照群および ABM-M 各投与群の雌雄ラットに対して検査を実施した結果、いずれにも異常動物は認められなかった。眼底検査の結果、対照群および ABM-M 2000 mg/kg投与群の雌雄いずれも異常は認められなかった。

6. 血液学検査

血液学検査はTable 2-1、およびTable 2-2に示した。対照群と比較して、雌ラットの ABM-M 低用量および中用量投与群では MCV（平均赤血球容積）がわずかに増加した。

また、雄ラットの ABM-M 投与群では、相対的に好中球比率および単球比率が減少し、リンパ球比率の増加が認められたが、安全性評価の点から問題となる数値ではなかった。

その他の各投与群の赤血球数、ヘマトクリット値、ヘモグロビン量、血小板数、平均赤血球容積、平均赤血球血色素量、平均赤血球色素濃度、白血球数、白血球百分率（好中球、リンパ球、単球、好酸球、好塩基球）、血漿プロトロンビン時間について測定したが、いずれの投与群においてもこれらの数値は対照群の変動の範囲内の変化であり、統計学的有意差は認められなかった。

7. 生化学的検査

各投与群につき、血漿中トランスアミナーゼ（S-GOT,S-GPT），アルカリフォスファターゼ（ALP)，ナトリウム，カリウム，塩素，カルシウム，無機リン，ブドウ糖，尿素窒素，クレアチニン，総コレステロール，総蛋白質，アルブミン，総ビリルビンについて測定した。

生化学的検査結果をTable 3-1、およびTable 3-2に示した。雄ラットのABM-M 180mg/kg投与群では、S-GOT、S-GPT の増加、ALP、総蛋白質の減少、600mg/kg投与群ではナトリウムの増加、カリウム、無機リン、ブドウ糖、総蛋白質の減少、2000mg/kg投与群では、カリウムの減少が認められた。

また、雌ラットのABM-M 180mg/kg投与群では、ALP、塩素、ブドウ糖の増加、総蛋白質の減少、600mg/kg投与群ではナトリウムの増加、無機リンの減少、2000mg/kg投与群では、塩素の増加、総蛋白質の減少が認められた。しかし、いずれの数値もほぼ対照群の変動の範囲内の変化であり、用量相関性のない変動値であった。

8. 尿検査

尿検査結果はTable 4-1、Table 4-2 に示した。雄ラットのABM-M 600mg/kg、2000mg/kg投与群および雌ラットのABM-M 600mg/kg投与群では尿量の増加が認められたが、用量相関性のない変化であった。その他、各投与群の尿の色調，濁度，PH，潜血，ケトン体，ブドウ糖，蛋白質，ビリルビン，ウロビリノーゲン、および尿沈（強拡大 ×400で検査）の比較をしたが、いずれも雌雄ラットの対照群と比較して、差異は認められなかった。

9. 臓器湿重量および臓器湿重量・体重比

臓器湿重量（実重量）をTable 5に、臓器湿重量体重比（相対重量）をTable 6に示した。実重量は雄ラットのABM-M 180mg/kg投与群で脾重量がわずかに増加したが、600mg/kg、および2000mg/kg投与群の変化は対照群の変動の範囲内の変化であった。雌ラットでは600mg/kgおよび2000mg/kg投与群で副腎重量、および2000mg/kg投与群で卵巣重量がわずかに増加したが、いずれも用量相関性のない変化であった。

相対重量は雄ラットの180mg/kg投与群で脾重量・体重比が増加し、雌ラットでは600mg/kgおよび2000mg/kg投与群で副腎重量・体重比が、2000mg/kg投与群で卵巣重量・体重比がわずかに増加したが、用量相関性のない変化であった。その他、各臓器重量および各臓器相対重量とも対照群の変動の範囲内にとどまる変化であり、被検物質であるABM-Mの特定の臓器に対する影響は認められなかった。

10. 病理組織学的検査所見

肉眼所見では、ABM-M 投与の影響として指摘される病変は全く認められなかった。また、ABM-M 180mg/kg，600mg/kg，2000mg/kg投与ラットの組織学的所見においても、明確には指摘できる変化は認められず、観察された変化は対照群も含め、群間の差は全く認められなかった。各臓器について特に詳細に観察した病理組織学的検査所見の結果をPhoto. 1-30（雄ラット2000mg/kg投与群，但し、Photo. 23, 24は雌ラット 2000mg/kg投与群）に示した。

肝臓は脳と共に生体内でもっとも大きな器官である。代謝の中枢的な役割を果たしており、その実質細胞は蛋白質の合成等や薬物代謝に関

Table 1 Water consumption in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Sex	Dose level (mg/kg)	Weeks of experiment	
		6	12
Male	Control	20±2.1	28±4.5
	180	22±3.6	31±4.3
	600	25±2.4*	30±5.7
	2000	25±2.3**	31±3.4
Female	Control	16±2.6	19±2.2
	180	17±2.9	18±3.3
	600	17±3.0	18±2.4
	2000	17±3.1	19±1.9

Unit : g/day

Difference from control is statistically significant (*P<0.05, **P<0.01).

Table 2-1 Hematology in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Item	Sex	No. of animals (Male(M)=10, Female(F)=10)			
		Control	180mg/kg	600mg/kg	2000mg/kg
RBC ($\times 10^4$/mm^3)	M	904±40.8	892±39.7	909±42.6	882±34.1
	F	798±29.7	766±38.5	801±34.3	798±24.7
Ht (%)	M	45±1.5	47±1.9	44±1.6	44±1.7
	F	43±1.3	42±1.4	43±1.2	42±1.5
Hb (g/dℓ)	M	15.6±0.53	15.2±0.47	15.1±1.17	15.9±0.81
	F	15.3±0.46	15.5±0.45	15.4±0.40	15.7±0.51
BP ($\times 10^4$/mm^3)	M	112±9.7	105±9.1	106±15.2	103±10.6
	F	97±9.9	98±13.2	95±10.7	96±10.5
MCV (cμ)	M	49.6±1.31	50.7±1.40	49.8±0.97	49.5±1.99
	F	52.1±1.21	53.6±1.12*	54.9±0.98**	53.5±0.93
MCH (γγ)	M	17.2±0.94	18.4±0.65	17.1±0.87	17.9±0.80
	F	18.9±0.57	19.8±0.43	19.3±0.65	19.1±0.57
MCHC (%)	M	35.5±0.89	35.1±0.92	34.9±0.98	35.2±0.88
	F	36.3±0.36	36.8±0.68	35.8±0.68	35.9±0.66
WBC ($\times 10^2$/mm^3)	M	112±10.9	106±11.4	108±14.2	111±13.7
	F	89±11.3	82±10.1	79±10.6	91±11.7

All values are expressed as mean ± standard deviation.

Difference from control is statistically significant (*P<0.05, **P<0.01).

Table 2-2 Hematology in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Item	Sex	No. of animals (Male(M)=10, Female(F)=10)			
		Control	180mg/kg	600mg/kg	2000mg/kg
Differential leukocyte count (%)					
Neutrophils	M	22±4	18±3	16±3**	17±2*
	F	24±7	26±6	25±5	27±11
Lymphocytes	M	73±6	81±9**	82±5**	81±8**
	F	75±11	73±8	74±6	73±5
Monocytes	M	3±1	0±0*	2±1*	2±1*
	F	0±0	0±0	0±0	0±1
Eosinophils	M	2±1	1±0*	0±0	0±0
	F	1±0	1±1	1±1	0±0
Basophils	M	0±0	0±0	0±0	0±0
	F	0±0	0±0	0±0	0±0
Coagulation PT(sec)	M	15.2±0.4	15.1±0.3	15.6±0.6	15.4±0.5
	F	16.5±0.8	16.2±0.6	16.4±1.2	16.4±0.8

All values are expressed as mean ± standard deviation.
Difference from control is statistically significant ($^{*}P$<0.05, $^{**}P$<0.01).

Table 3-1 Serum biochemistry in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Item	Sex	No. of animals (Male(M)=10, Female(F)=10)			
		Control	180mg/kg	600mg/kg	2000mg/kg
S-GOT(IU/ℓ)	M	67±9.8	71±13.3*	64±9.7	62±8.7
	F	62±8.8	64±5.7	63±8.9	66±8.1
S-GPT(IU/ℓ)	M	31±6.5	38±11.0*	33±7.3	29±9.5
	F	29±8.7	28±10.1	31±9.7	30±5.9
Al-P(IU/ℓ)	M	298±39.7	224±60.3*	267±49.9	237±57.4
	F	158±68.7	183±94.1*	163±52.6	168±84.9
Sodium(mEq/ℓ)	M	142±2	141±3	146±3***	141±4
	F	141±2	143±1	145±3***	140±2
Potassium(mEq/ℓ)	M	5.1±1.1	4.9±0.8	4.8±0.5***	4.8±0.7***
	F	4.9±1.7	4.8±0.4	4.9±0.5	4.8±0.5
Chloride(mEq/ℓ)	M	105±1.4	107±1.1	106±1.3	107±1.1
	F	107±1.5	109±1.3*	108±1.1	109±1.2*
Calcium(mg/dℓ)	M	10.5±0.6	10.4±0.5	10.4±0.3	10.3±0.5
	F	10.3±0.3	10.8±0.5	10.3±0.4	10.7±0.5
Inorganic phosphate (mg/dℓ)	M	5.7±1.0	5.5±0.6	4.9±0.8**	5.6±0.8
	F	4.8±0.7	5.1±1.3	4.6±1.4**	5.0±0.6

All values are expressed as mean ± standard deviation.
Difference from control is statistically significant ($^{*}P$<0.05, $^{**}P$<0.01, $^{***}P$<0.001).

Table 3-2 Serum biochemistry in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Item	Sex	No. of animals (Male(M)=10, Female(F)=10)			
		Control	180mg/kg	600mg/kg	2000mg/kg
Glucose(mg/dℓ)	M	174±17.8	177±27.8	158±30.1*	182±34.3
	F	154±16.7	186±43.2**	176±17.3*	159±32.1
Blood urea nitrogen (mg/dℓ)	M	17±1.5	16±2.1	16±1.8	16±1.4
	F	18±2.8	16±2.5	16±1.8	17±2.3
Creatinine(mg/dℓ)	M	0.73±0.8	0.74±0.9	0.79±0.5	0.74±1.0
	F	0.71±0.6	0.75±0.1	0.73±0.4	0.74±1.1
Total cholesterol (mg/dℓ)	M	79±11.2	77±9.8	80±10.6	80±9.7
	F	89±17.5	83±14.9	81±16.3	84±13.3
Total protein(g/dℓ)	M	3.1±0.4	2.7±0.5*	2.7±0.4*	3.0±0.5
	F	3.7±0.4	3.1±0.6*	3.6±1.0	3.1±0.7*
Albumin(g/dℓ)	M	3.0±0.3	2.9±0.2	3.1±0.2	3.1±0.3
	F	3.2±0.4	3.2±0.2	2.9±0.3	3.1±0.3
Total bilirubin(mg/dℓ)	M	0.27±0.05	0.29±0.04	0.27±0.05	0.26±0.05
	F	0.28±0.16	0.30±0.17	0.29±0.21	0.29±0.24

All values are expressed as mean ± standard deviation.
Difference from control is statistically significant (* $P<0.05$, ** $P<0.01$).

Table 4-1 Urinalysis in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Item	Sex	No. of animals (Male(M)=10, Female(F)=10)			
		Control	180mg/kg	600mg/kg	2000mg/kg
Volume (ml)	M	7.05±2.7	6.85±2.16	8.44±3.75*	8.62±4.19*
	F	5.92±3.60	5.85±2.52	6.67±2.29*	6.06±4.07
Color Slight yellow	M	10	9	9	10
	F	10	10	10	10
Yellow-brown	M	0	1	1	0
	F	0	0	0	0
Turbidity Clear	M	10	10	10	10
	F	10	10	10	10
pH 5.0	M	0	0	0	0
	F	0	0	0	0
5.5	M	0	0	0	0
	F	0	0	0	0
6.0	M	1	0	1	1
	F	2	0	0	1
6.5	M	7	6	7	8
	F	7	5	6	6
7.0	M	2	4	2	1
	F	1	5	3	1
7.5	M	0	0	0	0
	F	0	0	1	2
Occult blood Negative	M	10	10	10	10
	F	9	10	10	10
±	M	0	0	0	0
	F	1	0	0	0

Values of color, turbidity, pH, and occult blood are expressed as No. of animals, the other values are expressed as mean ± standard deviation.
Difference from control is statistically significant (* $P<0.05$).

Table 4-2 Urinalysis in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Item	Sex	No. of animals (Male(M)=10, Female(F)=10)			
		Control	180mg/kg	600mg/kg	2000mg/kg
Ketone	M	5	2	3	4
Negative	F	10	10	9	9
5mg/dℓ (±)	M	4	7	6	6
	F	0	0	1	1
15mg/dℓ (1+)	M	1	1	1	0
	F	0	0	0	0
Glucose	M	10	10	10	10
Negative	F	10	10	10	10
Protein	M	0	0	0	0
Negative	F	0	0	0	0
±	M	0	0	0	1
	F	2	3	1	1
30mg/dℓ (+)	M	3	2	3	2
	F	5	6	4	3
100mg/dℓ (2+)	M	4	6	6	6
	F	3	1	5	6
300mg/dℓ (3+)	M	3	2	1	1
	F	0	0	0	0
Bilirubin	M	0	3	2	0
Negative	F	1	0	1	0
	M	10	7	8	10
1+	F	9	10	9	10
Urobilinogen					
(Ehrich unit/dℓ)	M	10	10	10	10
0.1	F	9	10	10	10
1	M	0	0	0	0
	F	1	0	0	0
Microscopic examination of sediment					
Erythrocytes	M	10	10	10	10
Negative	F	10	10	10	10
Leukocytes	M	10	10	10	10
Negative	F	10	10	10	10
	M	0	0	0	0
1+	F	0	0	0	0
Epith. cells	M	10	10	10	10
Negative	F	10	10	10	10
Cast	M	10	10	10	10
Negative	F	10	10	10	10
Bacteria	M	0	0	0	0
Negative	F	1	1	0	0
+	M	10	10	10	10
	F	9	9	10	10
Mucous threads	M	10	10	10	10
Negative	F	10	10	10	10
Others	M	0	0	0	0
Negative	F	0	1	0	0
+	M	10	10	10	10
	F	10	9	10	10

Values of ketone, glucose, protein, bilirubin, urobilinogen and microscopic examination of sediment are expressed as No. of animals.

Table 5 Average organ weights in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Item	Sex	No. of animals (Male(M)=10, Female(F)=10)			
		Control	180mg/kg	600mg/kg	2000mg/kg
Body weight (g)	M	469.3±31.6	468.1±32.5	467.4±28.1	470.6±40.3
	F	267.5±20.3	260.3±17.6	265.4±30.9	270.8±21.2
Brain (g)	M	2.337±0.051	2.343±0.058	2.295±0.050	2.349±0.049
	F	1.760±0.065	1.749±0.079	1.699±0.053	1.753±0.068
Heart (g)	M	1.296±0.087	1.281±0.047	1.301±0.102	1.294±0.095
	F	0.797±0.048	0.776±0.057	0.763±0.069	0.796±0.102
Lungs (g)	M	1.315±0.067	1.310±0.092	1.309±0.082	1.325±0.156
	F	0.914±0.041	0.899±0.065	0.915±0.115	0.918±0.170
Liver (g)	M	13.421±0.694	13.267±1.936	13.007±1.726	13.361±1.823
	F	7.263±0.785	7.086±0.591	7.198±1.337	7.286±1.351
Kidneys (g)	M	2.767±0.0437	2.776±0.0531	2.736±0.090	2.781±0.089
	F	1.625±0.071	1.610±0.095	1.599±0.055	1.636±0.097
Spleen (g)	M	0.791±0.093	0.835±0.084**	0.795±0.069	0.793±0.097**
	F	0.468±0.071	0.472±0.076	0.470±0.064	0.472±0.061
Thymus (g)	M	0.244±0.061	0.239±0.048	0.247±0.055	0.255±0.063
	F	0.227±0.055	0.218±0.030	0.219±0.044	0.224±0.046
Adrenals (mg)	M	89.397±3.64	89.259±4.55	88.804±4.28	89.412±3.68
	F	74.932±3.20	76.098±3.15	82.351±4.10**	78.535±2.57*
Thyroid (mg)	M	14.079±3.4	14.042±4.0	14.015±3.9	14.128±3.0
	F	13.365±2.9	13.015±3.4	11.986±3.6*	13.415±3.7
Testes (g)	M	4.107±0.358	4.018±0.415	4.203±0.379	4.217±0.405
Ovaries (g)	F	73.417±5.41	76.090±4.83	74.099±7.44	79.148±5.58*
Prostate (mg)	M	572.46±49.5	571.092±60.5	569.078±56.2	571.729±45.5
Uterus (mg)	F	389.210±110.1	392.436±190.6	390.045±114.7	400.025±210.1
Pituitary (mg)	M	10.376±0.95	9.989±1.05	10.176±2.08	10.147±2.70
	F	11.910±1.93	11.959±1.67	12.015±2.00	12.114±1.98

All values are expressed as mean ± standard deviation.
Difference from control is statistically significant (*P<0.01, **P<0.001).

Table 6 Relative organ weights in male and female rats after 13 weeks of oral administration of ABM-M

Item	Sex	No. of animals (Male(M)=10, Female(F)=10)			
		Control	180mg/kg	600mg/kg	2000mg/kg
Body weight (g)	M	469.3±31.6	468.1±32.5	467.4±28.1	470.6±40.3
	F	267.5±20.3	260.3±17.6	265.4±30.9	270.8±21.2
Brain (%)	M	0.496±0.052	0.504±0.041	0.482±0.045	0.503±0.057
	F	0.659±0.034	0.676±0.049	0.603±0.055	0.631±0.048
Heart (%)	M	0.272±0.028	0.263±0.049	0.280±0.051	0.275±0.048
	F	0.287±0.029	0.295±0.053	0.284±0.028	0.297±0.047
Lungs (%)	M	0.278±0.029	0.280±0.021	0.276±0.030	0.281±0.065
	F	0.337±0.015	0.342±0.027	0.345±0.031	0.339±0.028
Liver (%)	M	2.837±0.084	2.821±0.090	2.796±0.093	2.840±0.078
	F	2.678±0.103	2.684±0.082	2.715±0.171	2.696±0.150
Kidneys (%)	M	0.584±0.028	0.596±0.041	0.579±0.017	0.593±0.019
	F	0.603±0.029	0.615±0.048	0.589±0.017	0.613±0.016
Spleen (%)	M	0.167±0.008	0.177±0.008**	0.170±0.009	0.169±0.006
	F	0.175±0.009	0.182±0.009	0.180±0.007	0.178±0.008
Thymus(%)	M	0.052±0.009	0.050±0.014	0.053±0.020	0.050±0.015
	F	0.081±0.027	0.082±0.023	0.079±0.020	0.083±0.033
Adrenals (%)	M	0.019±0.001	0.018±0.001	0.019±0.001	0.019±0.001
	F	0.028±0.003	0.029±0.005	0.031±0.003*	0.030±0.003*
Thyroid(%)	M	0.003±0.001	0.003±0.001	0.003±0.001	0.003±0.001
	F	0.005±0.002	0.005±0.001	0.005±0.001	0.005±0.001
Testes (%)	M	0.903±0.087	0.895±0.095	0.921±0.083	0.918±0.099
Ovaries (%)	F	0.027±0.003	0.030±0.003	0.029±0.005	0.031±0.005**
Prostate(%)	M	0.122±0.036	0.122±0.040	0.120±0.035	0.123±0.047
Uterus (%)	F	0.144±0.052	0.150±0.060	0.149±0.058	0.154±0.065
Pituitary (%)	M	0.0022±0.0005	0.0021±0.0004	0.0023±0.0004	0.0022±0.0003
	F	0.0044±0.0004	0.0045±0.0005	0.0045±0.0005	0.0045±0.0004

All values are expressed as mean ± standard deviation.
Difference from control is statistically significant (*P<0.01, **P<0.001).

Photo. 1　皮膚表皮の上皮細胞の過角化（角質層の増殖）は観察されず、真皮では乳頭層は凸凹しており、表皮の基底部とかみ合っていて、炎症細胞浸潤は認めなかった。毛包、皮脂腺、立毛筋は正常な形態である（H-E×100）。

Photo. 2　皮質にリンパ小節、皮質と髄質は明瞭に観察され、被膜の真下の辺縁洞には細網細胞、大食細胞が観察された。リンパ濾胞の過形成、強い炎症は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 3　胃粘膜には壁細胞、主細胞および表層粘液細胞の異常はなく、胃粘膜の充血、糜爛、潰瘍は観察されなかった。胃腺や胃小窩の萎縮は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 4　肝小葉間の線維組織の増殖、肝細胞の壊死、炎症細胞の浸潤は認めなかった。脂肪滴を有する肝細胞は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 5　気管の粘膜に多列線毛上皮、杯細胞が存在し、粘膜の充血、炎症細胞の浸潤は認めなかった（H-E×200）。

Photo. 6　胸腺の皮質と髄質は明瞭に観察され、皮質の萎縮像は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 7　大腿筋肉の筋線維の変性や萎縮は観察されず、筋横紋は明瞭に観察され、筋線維の肥大や周囲の炎症巣は認めなかった（H-E×400）。

Photo. 8　子宮粘膜の増殖期であって、子宮腺は良く発達している、子宮粘膜細胞の異型および炎症細胞の浸潤は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 9　食道粘膜の偏平上皮で覆われ、粘膜筋板が発達している、扁平上皮の異常増生、粘膜下層に炎症細胞浸潤は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 10　心筋線維の空胞変性、脂肪化や萎縮は観察されず、心筋細胞の介在板および横紋は明瞭に観察され、筋線維の肥大や周囲の炎症巣、壊死は認めなかった（H-E×400）。

Photo. 11　腎臓の尿細管上皮細胞の肥大、変性および異型化細胞は観察されなかった。糸球体の線維化および尿細管内ガラス様物質の沈着は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 12　肺細気管支の内炎症細胞の浸入・充満は観察されず、肺胞の滲出物・線維化は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 13　精巣に各生殖精細管は良く発達している、性上皮細胞の脱落および精細管の硝子化は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 14　尿管の筋層は良く発達している、粘膜下層に炎症細胞浸潤は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 15　前立腺上皮細胞の異常増生、粘膜下層に炎症細胞の浸潤は観察されず、組織の線維化・うっ血は認めなかった（H-E×100）。

Photo. 16　副腎皮質に球状帯、束状帯、網状帯は明瞭に観察され、皮質と髄質において細胞の過形成、腺腫、アミロイド変性は認めなかった(H-E×100)。

Photo. 17　唾液腺の萎縮、膿性滲出物・線維化は認めなかった(H-E×100)。

Photo. 18　脾臓には赤脾髄と白脾髄が明瞭に観察され、泡沫状の細胞質をもつ大型マクロファージは認めなかった。脾索の線維性肥厚、脾嚢胞は観察されなかった(H-E×100)。

Photo. 19　小脳皮質では分子層、プルキンエ細胞層、顆粒層には異常がなく、プルキンエ細胞は数多く存在し、神経細胞および神経線維の変性、萎縮、脱落は認めなかった(H-E ×100)。

Photo. 20　大脳海馬皮質ではCA1, CA2, CA3野には細胞配列の異常がなく、顆粒細胞は数多く存在し、錐体神経細胞、アミロイドおよび神経線維の変性、萎縮、脱落は認めなかった(H-E×100)。

Photo. 21　脊髄の前角神経細胞の空胞変性、脱落および神経線維の変性、萎縮、脱落は認めなかった(H-E×200)。

Photo. 22　卵巣には各期卵子が存在し、卵胞の拡大、粘液性腺腫、出血は観察されなかった(H-E×100)。

Photo. 23　卵管の膨大部の粘膜は良く発達している。上皮細胞の変性、損傷は観察されなかった(H-E×100)。

Photo. 24　卵管の卵管采の粘膜は良く発達している。上皮細胞の変性、脱落は観察されなかった(H-E×100)。

Photo. 25　膵臓の膵管の拡大および蛋白栓は観察されず、腺房細胞の変性、萎縮、脱落は認めなかった。内分泌部のランゲルハンス島が多数存在し、特に病理変化は認めなかった(H-E×100)。

Photo. 26　精巣上体管の上皮の増殖、壊死は観察されず、上体管には精子が蓄えられている(H-E×100)。

Photo. 27　神経節には神経節細胞の空胞化、核濃縮、細胞体の腫大は観察されなかった。神経線維の変性、萎縮、脱落は認めなかった(H-E×100)。

Photo. 28　小腸粘膜に出血、うっ血、潰瘍は観察されず、粘膜下組織に炎症細胞浸潤は認めなかった。腸腺の異常増生と膿瘍は観察されなかった(H-E×100)。

Photo. 29　大腸粘膜および粘膜下組織に炎症細胞浸潤、陰窩膿瘍、血管拡張は認めなかった。腸腺の異常増生と膿瘍は観察されなかった(H-E×100)。

Photo. 30　膀胱粘膜の異常増殖、粘膜下組織に炎症細胞浸潤、膿瘍、血管拡張は認めなかった(H-E×100)。

研究成果報告


Photo.1

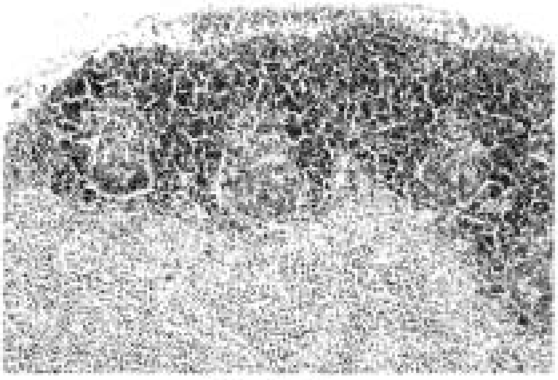


Photo.2

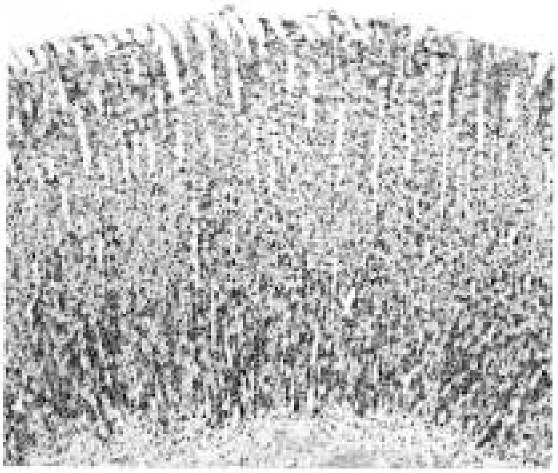


Photo.3

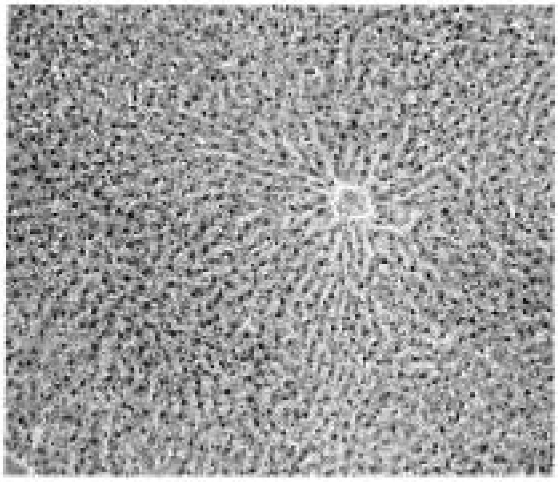


Photo.4

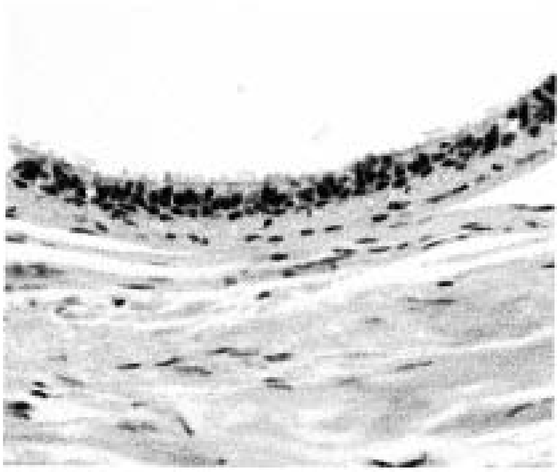


Photo.5

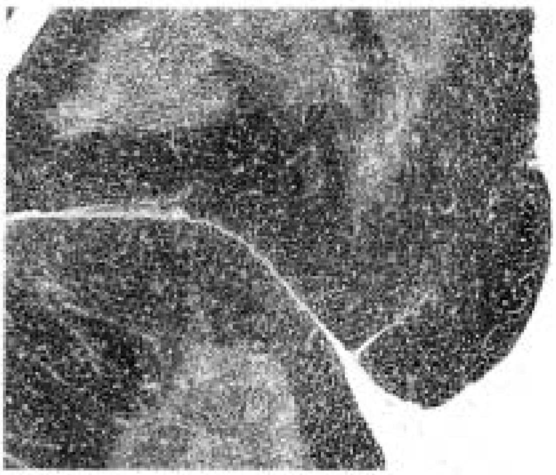


Photo.6

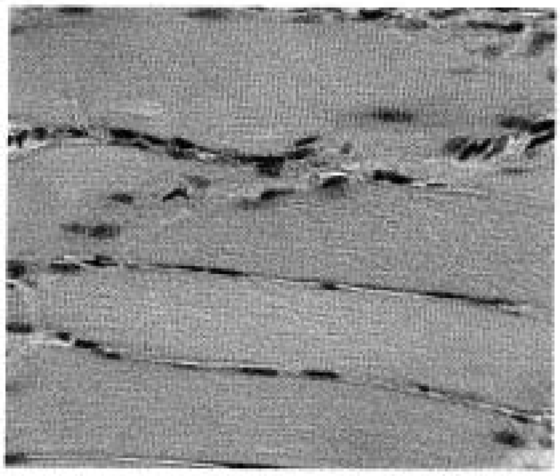


Photo.7

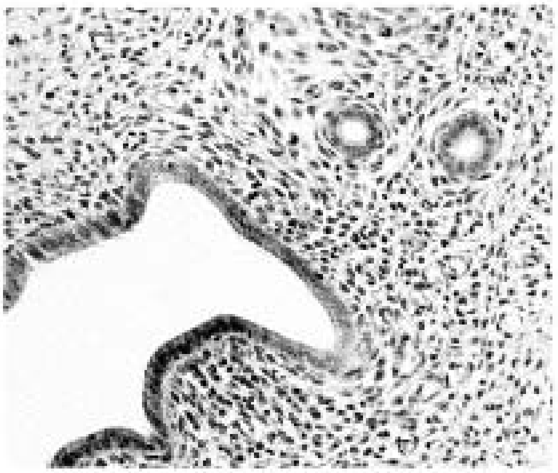


Photo.8

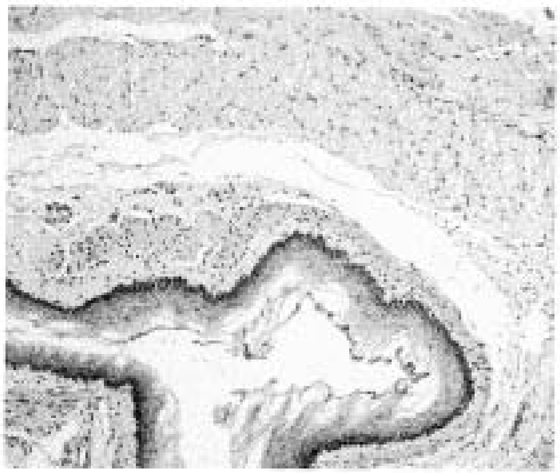


Photo.9

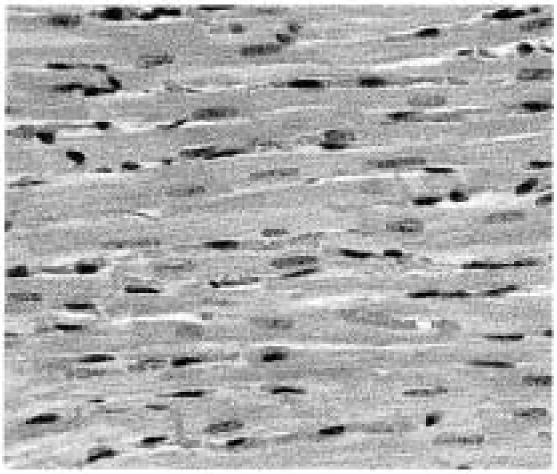


Photo.10

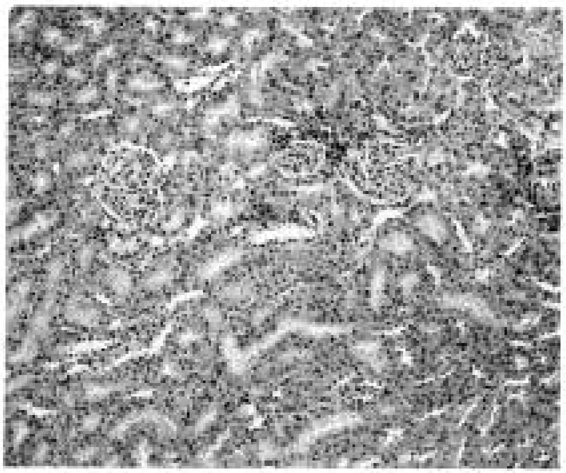


Photo.11

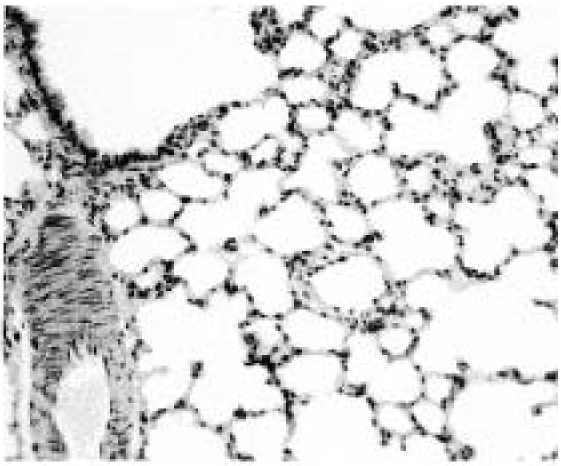


Photo.12

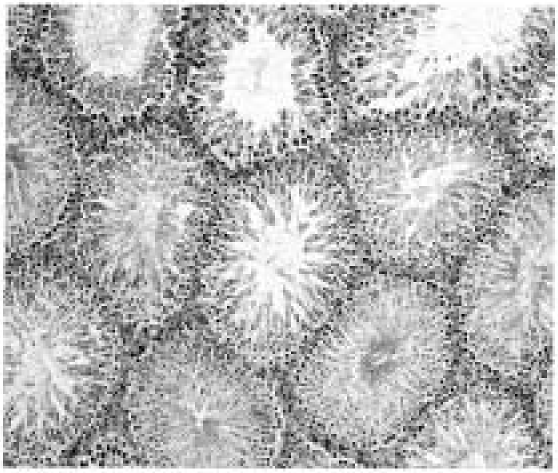


Photo.13

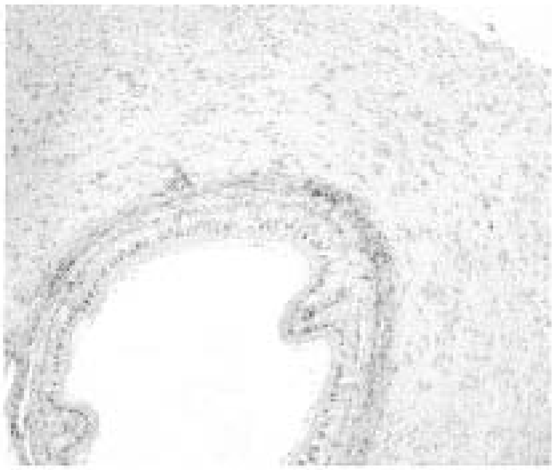


Photo.14

Photo.15

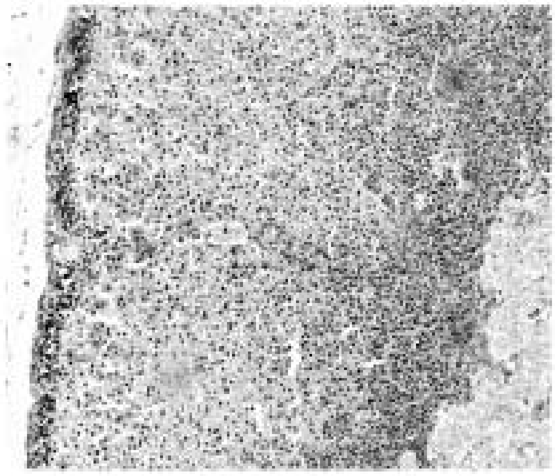


Photo.16

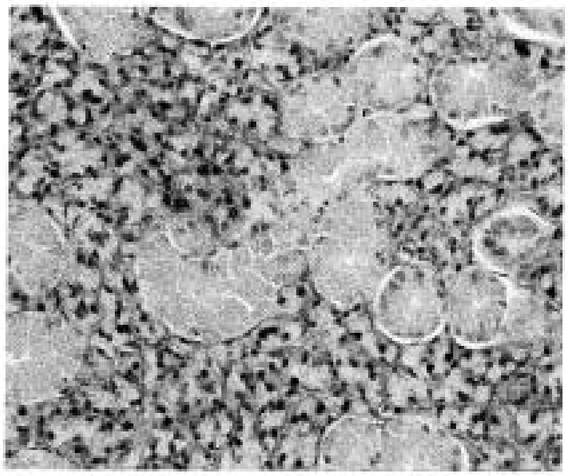


Photo.17

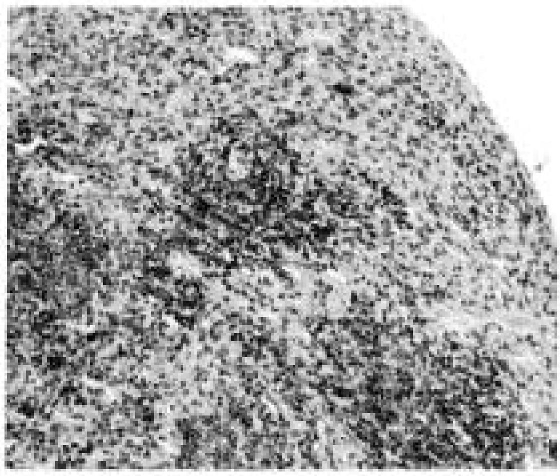


Photo.18

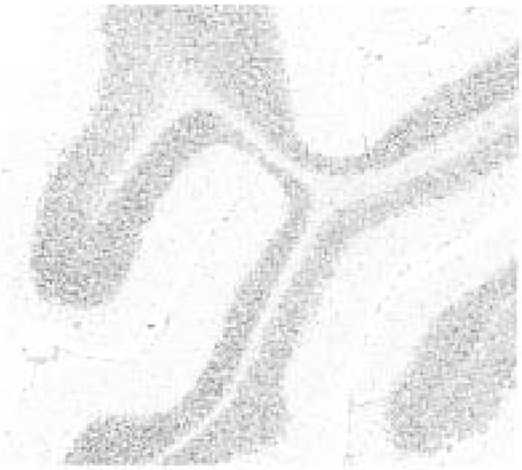


Photo.19

Photo.20

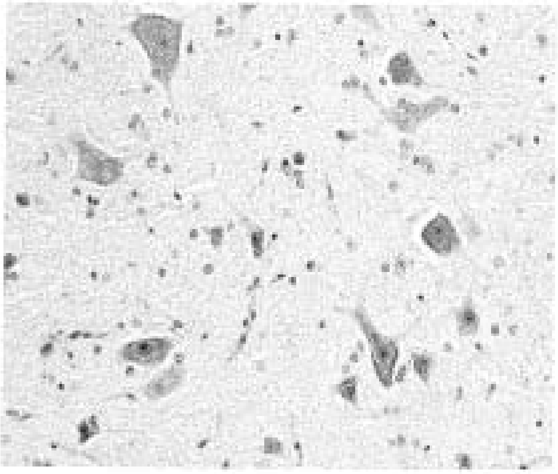


Photo.21

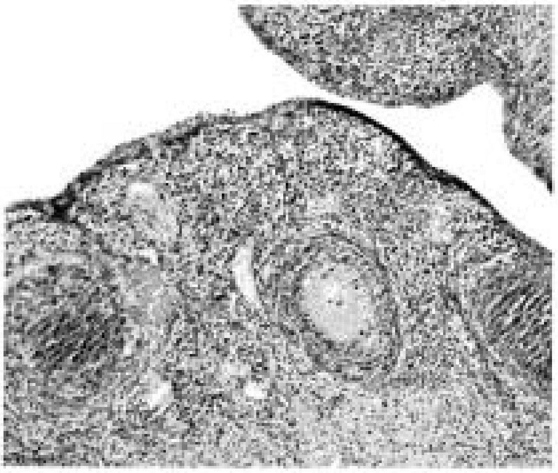


Photo.22

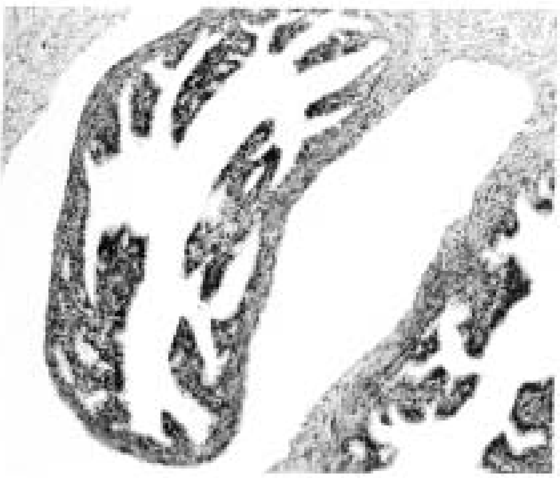


Photo.23

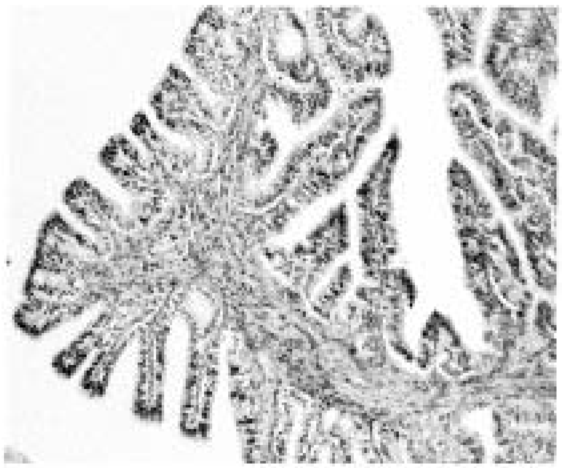


Photo.24

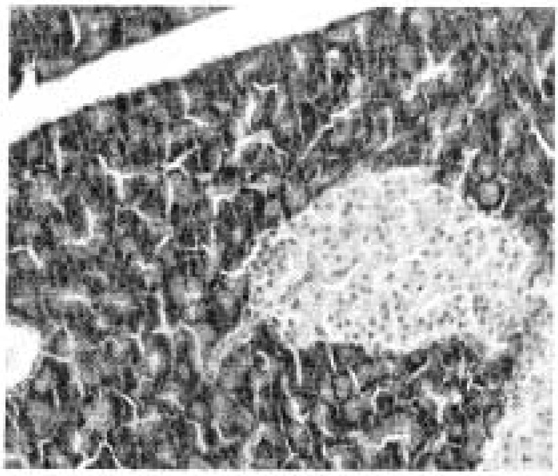


Photo.25

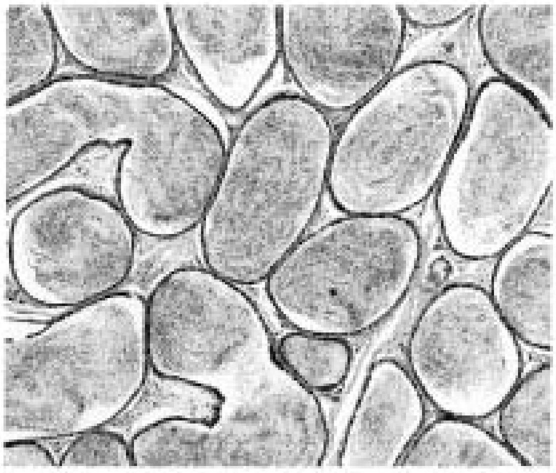


Photo.26

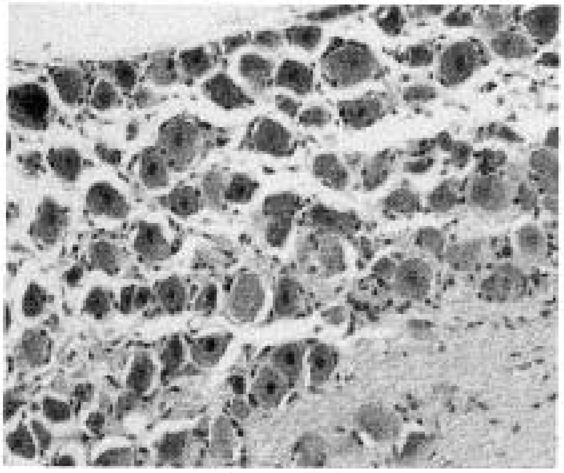


Photo.27

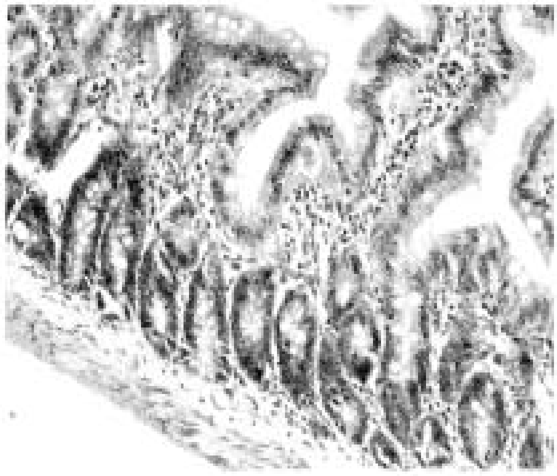


Photo.28

Photo.29

Photo.30

連した微細構造成分に富み、各種の酵素も多い。反面、化学物質の標的になる場合も多く障害を受けやすい。

肝臓の組織学的所見では、対照群を含むすべての群において、肝小葉間の線維組織の増殖、肝細胞の壊死、炎症細胞の浸潤は認められなかった。脂肪滴を有する肝細胞は認められなかった（Photo. 4）。

腎臓は構築単位であるネフロン、すなわち腎小体、近位尿細管、Henle 係蹄、遠位尿細管および集合管の集合を主体とし、さらに血管、間質より成立している複雑な臓器である。ネフロンの各部位はそれぞれ異なった機能を有しているが、総合的に生体内環境の組成、浸透圧、酸塩基平衡等を恒常に保つ上で重要な役割を演じている。

ABM-M 2000mg/kg投与群の腎臓においても、腎臓の尿細管上皮細胞の肥大、変性および異型化細胞は観察されなかった。糸球体の線維化および尿細管内ガラス様物質の沈着は認めなかった(Photo. 11)。

脾臓は血液循環系に介在する大型の血節(hemoral node)のようなもので、胃、左腎及び横隔膜の間に位置している。元来、血液の貯留ならびに濾過の為に特異の分化をとげた器官である。

近年、脾臓での細胞免疫反応の解析過程で、脾臓においてもリンパ濾胞はＢ細胞系に脾髄ー動脈周囲リンパ鞘はＴ細胞系に属することが明らかにされている。

対照群および各投与群とも、脾臓には赤脾髄と白脾髄が明瞭に観察され、泡沫状の細胞質をもつ大型マクロファージは認めなかった。脾索の線維性肥厚、脾嚢胞は観察されなかった(Photo. 18)。

肺臓では、肺細気管支の内炎症細胞の浸潤・充満は観察されず、肺胞の滲出物·線維化は認めなかった(Photo. 12)。

心臓は心筋線維からできている。また、心臓は血管の一部であるから、血管の基本的構造と同様に３層から成る。心臓の場合は心内膜、心筋層、心外膜と呼ばれている。

心臓では、心筋線維の空胞変性、脂肪化や萎縮は観察されず、心筋細胞の介在板および横紋は明瞭に観察され、筋線維の肥大や周囲の炎症巣、壊死は認めなかった(Photo. 10)。

胸腺は近年、免疫担当細胞として、またリンパ球産生器官として、骨髄とともに最も重要視されているため、さらに詳細に検討したが、胸腺の皮質と髄質は明瞭に観察され、何ら障害像は認められなかった（Photo. 6)。

考察

ヒメマツタケの子実体、菌糸体あるいはその培養物から得られた水抽出物は、苦味料として使用されている既存許可添加物であり、国立医薬品食品衛生研究所の変異遺伝部長（林真）らによる「既存天然添加物等の変異原性を中心とした安全性研究」（厚生科学特別研究事業）においてもヒメマツタケの安全性が確認されている。また、抗変異原性食品として公知である（中田福住ら； 特許第2814209号　平成10年8月14日)。

さらに、ヒメマツタケ抽出物（子実体・菌糸体複合成分）のラットを用いた安全性については国立医薬品食品衛生研究所の黒岩らの研究[7]がある。

さらに著者らはヒメマツタケ抽出物の癌患者への投与による、免疫学的パラメータの改善作用[8]その安全性と有用性[9]についても報告している。今回はヒメマツタケの菌糸体抽出物の安全性を評価する目的でラットにおける13週間経口毒性試験を実施した。

その結果、雌雄各投与群とも投与期間中、ABM-M 投与に起因すると考えられる特異的な症状は認められず、対照群を含む、すべての試

験群で死亡例はなかった。体重および飼料摂取量にもABM-M投与による差は認められなかった。

飲水量は投与後6週の測定において雄の600および2000mg/kg投与群でわずかな増加が認められたが、12週の測定では対照群と有意差はなかった。

眼底検査の結果は、すべての投与群で異状は認められず、眼底検査を実施した雌雄の2000mg/kg投与群においても異常ラットは認められなかった。

血液検査では、雌の180mg/kgおよび600mg/kg投与群でMCVがわずかに増加し、雄では相対的に好中球および単球比率が減少し、リンパ球比率の増加が認められたが、生理学的範囲内の軽度の変化であり、安全性評価の点から問題となる数値ではなかった。

生化学的検査では雄の180mg/kg投与群でS-GOT、S-GPT、ALPおよび総蛋白量にわずかな数値変動が認められたが、高用量2000mg/kg投与群では、いずれも対照群との差がなかった。

また、雌の2000mg/kg投与群において、塩素の増加、総蛋白質の減少が認められたが、いずれの数値もほぼ生理学的範囲内の変化であり、用量相関性もなく、病理組織学的検査においても肝臓、腎臓を含め、その他の臓器の変化は認められないことから、被験物質による変化とは考えられない。

尿検査の結果では、雌雄とも600mg/kg投与群で尿量が有意に増加したが用量相関性は認められなかった。

また、尿沈渣を含めたその他の尿検査結果を総合して、ABM-M投与の影響を検討したが、対照群と比較して差異は認められなかった。

臓器湿重量および臓器湿重量・体重比（相対重量）の測定の結果、雄の低用量180mg/kg投与群で脾重量がわずかに増加したが、雌雄共通に見られるものではなかった。

近年、脾臓での細胞免疫反応の解析過程で、脾臓においてもリンパ濾胞はB細胞系に、脾髄ー動脈周囲リンパ鞘はT細胞系に属することが明らかにされている。

古くから、担腫瘍状態下のマウスに免疫賦活剤（BCG[10]，Picibanil[11]，*Broncasma Berna*[12]，AB-P（ヒメマツタケ子実体由来多糖体）[13]，十全大補湯[14]）を投与すると、細網内皮系機能が賦活され、脾臓、肝臓、胸腺重量の増加することが知られている。しかし、ABM-Mの高用量2000mg/kg投与群ではいずれの臓器とも対照群の変動の範囲内であり、被験物質の影響はないと考えられた。

雌の高用量群で副腎および卵巣の軽度の増加が見られたが、病理組織学的検査において対照群と変化は全く認められないことより、毒性的意義はないことが示唆される。

副腎（腎上体）は皮質と髄質でそれぞれステロイドホルモン、アドレナリンという異なるホルモンを産出し、細胞の代謝、交感神経系の緊張などに関係する重要な内分泌腺である。

雌の高用量投与群で副腎重量の増加が認められたが、雌雄とも副腎皮質に球状帯、束状帯、網状帯は明瞭に観察され、皮質と髄質において細胞の過形成、腺腫、アミロイド変性は認められず、組織学的な異常は全く観察されなかった。

また、病理組織学的検査は、重量測定した臓器に加え、大脳、小脳、唾液腺、耳下腺、脊髄、気管、軟骨、気管支、骨格筋、胃，胃平滑筋、十二指腸、小腸、大腸、膵臓、膀胱、精巣上体、リンパ節、皮膚、大腿骨（骨髄を含む）、坐骨神経、眼球、網膜、尿管、神経節について行ったが、これらの臓器についても被検物質ＡＢＭ-Ｍ投与に起因すると推察される障害を示す所見は全く認められなかった。

結論

ABM-M をラットに13週間経口投与し、亜慢性毒性試験を実施したところ、体重、飼料摂取量、飲水量、血液学検査、血漿生化学的検査、臓器湿重量、臓器湿重量・体重比において、その変動は、生理学的範囲内の軽度の変化であった。また、病理組織学的検査においても、被検物質によると考えられる特定の臓器の障害を示唆する所見は全く観察されなかった。

従って、雌雄ラット生体に対して2,000mg/kg/日投与では無影響と判断され、成人体重50kgとして換算すれば、13週間経口投与すると、100,000mg(100.0g)/日と推定され、極めて安全性の高いことが推定できる。

謝辞

病理組織学的検査にご協力を賜りました、徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部発生発達医学講座 馬寧博士および被検物質をご提供頂きました、天野エンザイム（株）メディカル開発部に厚くお礼申し上げます。

文献

1) 今関六也，本郷次男 ：原色日本新菌類図鑑(1)， 150-151 保育社 大阪 1987

2) 岩出亥之助 ：ヒメマツタケについて．日菌報 23: 544-546 1982

3) 伊藤均 ：抗腫瘍作用を有する蛋白多糖体の製造方法．特許第1442648号 1988

4) 伊藤均，志村圭志郎，成瀬千助 ： 抗腫瘍性多糖の研究（第28 報）．第39回日本癌学会総会記事，東京 50 1980

5) 伊藤均 ：ヒメ（姫）マツタケ（岩出101株）［学名：*Agaricus blazei* Murrill］の抗腫瘍効果と生物活性．Biotherapy 14(10) 1009-1015 2000

6) 中間法人菌類薬理研究所，志村圭志郎 ：姫マツタケITO-S株．商標登録 第4834693号 2004

7) Y. Kuroiwa, A. Nishikawa, T. Imazawa et al. :Lack of subchronic toxicity of an aqueous extract of *Agaricus blazei* Murrill in F344 rats. Food and Chemical Toxicology 43 1047-1053 2005

8) H. Ito, N. Fujita, S. Suzuki et al. : Immunological studies on antitumor effect of Himematsutake [Iwade strain 101] powder with cancer patients. 三重大学地域共同研究センター研究報告 11 45-50 2004

9) 坂牧純夫，伊藤浩子，湯上進 ：「姫マツタケATOP-ITO-S株」の末期癌患者への投与の安全性と有用性． 医学と生物学 150(12) 452-457 2006

10) L. J. Old, B. Benacerraf, D.A. Clarke et al. :The role of the reticuloendothelial system in the host reaction to neoplasia. Cancer Res. 21 : 1281-1300 1961

11) 木村郁郎：抗癌剤と溶連菌製剤の併用．最新医学28 941-951 1973

12) 伊藤均，杉沢裕子，志村圭志郎：*Broncasma Berna* による網内系機能の活性化とくにＭＦＣ療法における併用効果．Chemotherapy 28(10) ： 1334-1350 1980

13) 川出光生，隅谷利光，志村圭志郎ら：ヒメマツタケ由来・抗腫瘍性多糖体による細網内皮系機能の活性化 医学と生物学 109 (5) ： 299-302 1984

14) H. Ito, K.Shimura et al. :Antitumor effect of Juzen-taiho-to and other Kampo medicines. "Recent advances in the pharmacology of Kampo medicines ed." by Hosoya E. and Yamamura Y. Publ. International Congress Series 854 Excerpta Medica 281-290 1988

研究成果報告

既設グラウンドアンカー工の維持管理に関する新手法 －SAAM ジャッキによる面的調査－

Developed new maintenance method for ground anchor - Examination on slope surface using SAAM Jack -

酒井　俊典[1]　常川　善弘[1]　福田　雄治[2]　永野　正展[2]
Toshinori Sakai[1] Yoshihiro Tsunekawa[1] Yuji Fukuda[2] Masanobu Nagano[2]

キーワード：グラウンドアンカー，維持管理，リフトオフ試験，残存引張り力，面的調査

研究成果報告

1．はじめに

安全で快適な社会･経済活動を維持するため，既存施設を有効かつ長期的に利用できることが重要である．この中で，グラウンドアンカー工は，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として広く利用されてきた重要な社会資本である．しかし，永久アンカーに限っても既に施工から十数年以上の年月を経たものが多く，老朽化が進展しているものの存在が考えられている．

現在，既存施設の維持管理の必要性が求められる中，アンカーの維持管理に必要な健全度評価には，目視点検に加え，センターホール型ジャッキを用いたリフトオフ試験による残存引張り力の調査が実施されている．しかし，センターホール型ジャッキを用いたリフトオフ試験では，足場の仮設，クレーン等による搬入・撤去，場合によっては道路の通行規制が必要な大がかりな装置を利用する必要があるため，のり面全体の 5～10%程度のアンカーしか実施されておらず十分ではない[1]．これに対し，従来の機器と比べ大幅な小型・軽量化を図り，従来はリフトオフ試験が困難であったのり面でさえ足場を必要とせず，人力での搬入撤去により，短期間で迅速に緊張力調査のためのリフトオフ試験の実施が可能な，新型メンテナンスジャッキ（SAAM ジャッキ）の開発を行い，はじめて既設アンカーのり面の残存引張り力の面的調査を可能にした[2]．

本報文では，新規に開発を行った SAAM ジャッキの概要を示すとともに，実際にアンカーが設置されたのり面で実施した，SAAM ジャッキの作業状況調査と，既設アンカーの残存引張り力の面的調査についての報告を行う．

2．SAAM ジャッキの概要

SAAM ジャッキは，グラウンドアンカーの維持管理を目的としたリフトオフ試験専用油圧ジャッキで，従来のセンターホール型ジャッキと比べ，小型・軽量，および高い汎用性を有し，迅速に既設グラウンドアンカー工の残存引張り力の確認を行うことができる装置である．図-1 に SAAM ジャッキおよび従来のセンターホール型ジャッキによるリフトオフ試験の状

1)　三重大学大学院生物資源学研究科
2)　株式会社相愛

(a)　SAAM ジャッキ

(b)　センターホールジャッキ

図－１　リフトオフ試験状況

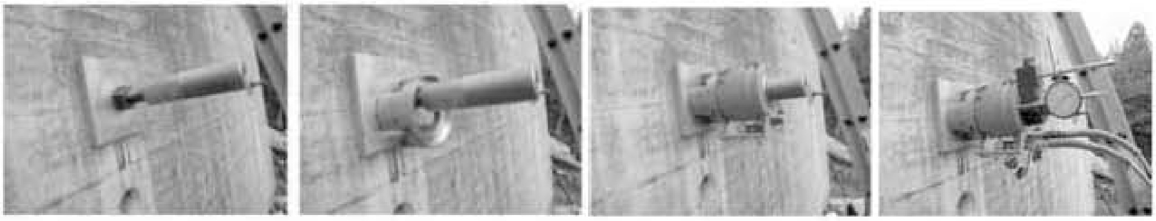
表－１　SAAM ジャッキとセンターホールジャッキの比較

種類	新型メンテナンスジャッキ (SAAMジャッキ)	センターホール型ジャッキ (JC600-200)
最大荷重(KN)	618.3	590
最大ストローク(mm)	10	200
ジャッキ重量(N)	300*	560
備考	シリンダー：240N ラムチェアー：60N	

＊　ジャッキ重量はシリンダーとラムチェアーの合計

況を，また表-1 に 600kN の引っ張り能力を有する SAAM ジャッキと従来のセンターホール型ジャッキとの規格の比較を示す。従来のセンターホール型ジャッキは，重量が約 560N であるのに対し，本機は，237N のシリンダー部と 60N のラムチェアー部を分離することができ，トータルでも約 300N と軽量・小型となっている．このように SAAM ジャッキは、小型・軽量であるため、リフトオフ試験を実施する場合，基本的に人力のみでの搬入・撤去、および設置・移設が可能で、従来のセンターホール型ジャッキのようにクレーン等での搬入や、単管パイプ等による試験用足場の仮設、通行規制の必要がなく、簡便かつ迅速に多くのアンカーに対してリフトオフ試験を実施することができる。

図-2 は，SAAM ジャッキ N タイプのアンカ



(a)アタッチメント装着　(b)ラムチェアー設置　(c)ジャッキの設置　(d)装着完了

図－２　SAAM ジャッキの設置状況（N タイプ）

一への設置状況を示したものである．設置は，①まずアタッチメントをテンドン余長（あるいは定着具）と螺合した後，②ラムチェアーを設置し，③ジャッキを設置した後，④最後にナットで螺合するのみである．また，本機は，アタッチメントを変更することで，ナット定着方式のアンカーだけでなく，クサビ定着方式のアンカーなど，様々なタイプのアンカーに対し試験が実施できるようになっている．

3．SAAM ジャッキによるリフトオフ試験の作業状況

調査地点は，コンクリート吹付工に施工されたアンカーで（図-3），定着部の地質は砂岩・泥岩互層である．アンカーは勾配が 1:05 の急勾配ののり面に 18 本の SEEE アンカー(F70UA)が施工され，前面には防護ネットが設置されている．本地点は，勾配が 1:0.5 と急で，かつ高所に多数のアンカーが設置されているとともに，防護用ネットがあるため，従来のセンターホール型ジャッキを用いたリフトオフ試験では，足場の仮設，クレーンによる試験機器の搬入・撤去が困難であると考えられる．これに対し，SAAM ジャッキを使用した今回の試験では，はしごを用いた人力での搬入・撤去，移設により，18 本全数のリフトオフ試験調査を 1 日で実施できた．

図－3　SAAM ジャッキを用いた
高所での作業状況

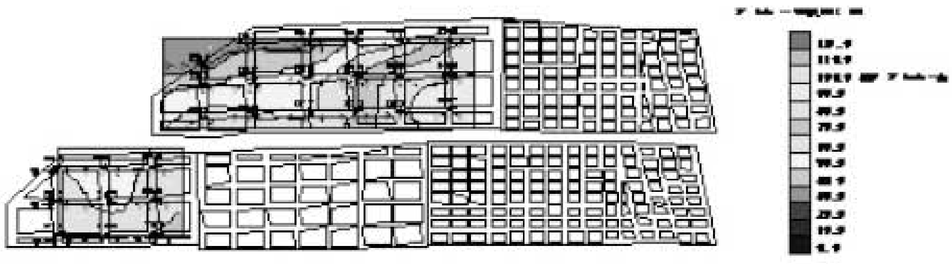
4．SAAM ジャッキを用いた面的分布調査

図-4 に面的調査実施状況を示す．調査地点は現場打ちのり枠工に施工されたアンカーで，勾配が 1:1.0～1.2 ののり面に 27 本のスパーフローテックアンカー（SFL-3）が施工されている．定着部の地質は，三波川結晶変岩類に属す

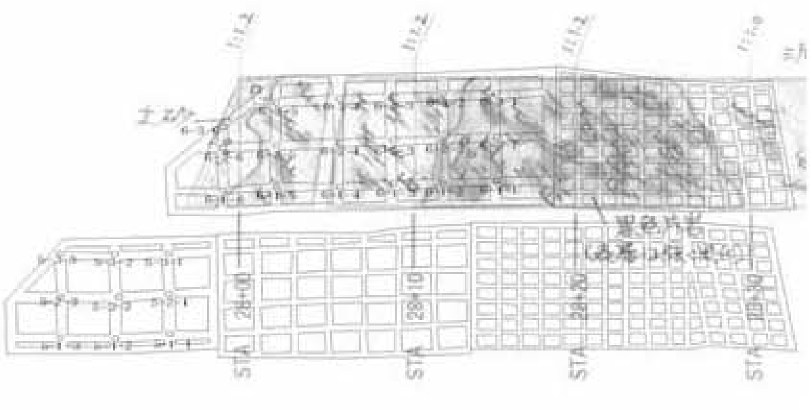
図－4　面的調査地点の状況

図－5　のり面の地質状況

研究成果報告



(a)　残存引張り力分布図



(b)　地質状況のスケッチ

図－６　面的調査結果

る泥質～砂質片岩で，のり面は図-5 に示すように,切土のり面の中央～終点側では硬質かつ新鮮な岩が露頭しているものの,切土のり面左側では,強風化し土砂状あるいは礫状を呈する状況である．また，この両者の境界に含水が高く指圧で容易に変形する厚さ 5cm 程度の粘土が存在し，これがすべり面となっている．

SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験により求めた,のり面の残存引張り力の分布状況を図-6(a)に示す．残存引張り力は、のり面中央から左側にいくに従い低下し,特に上段左上の３カ所のアンカーは,設計アンカー力に比べ40%以下に低下している．これに対し，のり面中央部付近のアンカーは,ほぼ設計アンカー力に近い 80%以上の残存引張り力を示している．また,本のり面のアンカーは、のり面中央部から左側に行くに従い,設計アンカー力に対する残存引張り力は漸次低下する傾向が見られる．このように，SAAM ジャッキによる面的調査の実施により,はじめて一様ではないのり面の残存引張り力の分布状況を明らかにすることが出来た．

また，本結果と図-6(b)に示すアンカー施行時の地盤状況との比較から,のり面中央付近の硬質かつ新鮮な岩が露頭しているカ所では,残存引張り力の顕著な低下は見られないものの,のり面左側の強風化で土砂状あるいは礫状を呈するカ所では,残存引張り力が大きく低下し,

設計アンカー力に対し 80%程度以上の残存引張り力を示す境界と，すべり面位置と考えられている新鮮岩と強風化層との境界がほぼ一致するなど，SAAM ジャッキによるアンカー残存引張り力の面的調査の実施により，地質状況と緊張力との関係が明らかになった．今後，この調査方法を基に，既設アンカーのり面の健全度評価の可能性が考えられる．

５．おわりに

新しく開発を行った小型・軽量の SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験について検討を行った結果，以下の結果を得た．

① 従来の試験では，大型クレーン等の使用および足場の仮設に伴う通行規制が必要な場所でも，搬入・撤去を全て人力で可能で行える SAAM ジャッキでは，通行規制もなく迅速に試験が行える．また，現場条件によっては１箇所当たりが平均 15 分程度と極めてスピーディーにリフトオフ試験を行うことができる．

② SAAM ジャッキにより迅速に数多く試験を実施できるため，既設アンカーのり面の健全度を評価する上で必要な残存引張り力の面的分布を容易に調査でき，これによる既設アンカーのり面の健全度評価の可能性が考えられる．

本研究を進めるにあたり，試験フィールド等のご協力いただいた国土交通省紀勢国道事務所および中日本高速道路株式会社名古屋支社の関係各位に記して深謝致します。

参考文献

1) グラウンドアンカー工法設計施工指針 森北出版株式会社，pp.272，1996.

2) 酒井俊典・中村和弘・福田雄治・竹家宏治：小型・軽量新型アンカーメンテナンスジャッキの開発，土と基礎，Vol.55，No.4，pp.39～41，2007.

国立大学法人三重大学創造開発研究センター研究報告　第16号

Research Report No.16
Research Center for Creation
Mie University

発行年月　2008年12月

編集者　三重大学創造開発研究センター社会連携創造部門

発行者　三重大学創造開発研究センター
〒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