

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成22年4月1日

日本大学 総長 殿

氏 名 佐藤 徹



所属・資格 芸術学部 デザイン学科 准教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	環境型社会対応機器の研究 「食糧自給問題を解決する製品のデザイン開発」	
3 研究目的	<p>現在環境問題が深刻化している中、併せて食糧自給率や、食の安全性の問題がクローズアップされている。一般家庭においては食育も注目されてきており、園芸、レンタル畑、ベランダ栽培などが流行の兆しを見せている。これらの流行は食糧自給率の改善や食育に役立つだけでなく植物を育てる行為そのものが環境意識を高めることにつながると期待されている。しかしながら入門用家庭園芸セットでその使い方まで考慮された製品は少ない。</p> <p>本研究では安価で身近な製品の普及開発が目的であり、環境型社会に対応する製品という視点で開発を試みる。製品が開発されればそこから個人の環境問題を意識させるきっかけになるであろうと思われる。環境型社会に対応するという視点で現在の問題点を調査、分析しデザイン開発を行い実動試作を作成、その試作にてユーザー調査を行い、具体的に商品化可能な製品レベルでの提案に落とし込むことを目標とする。今年度に関しては試作までの調査、分析に重きを置き研究したい。</p>	
4 研究概要	<ol style="list-style-type: none"> 家庭園芸用品の実情調査（メーカーとの連携含む） 家庭園芸用品の活用例実地見学等 環境意識調査（対象一般） アンケートやインタビューによる意識調査 デザイン開発 設計 図面化 3Dデータ作成 試作機制作 モデル制作 最終実動試作機による調査・検証 モデルをつかったユーザー調査 実証実験 NUBICを活用しての最終提案 	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> 研究代表者 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 芸術学部

氏名： 佐藤 徹

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)



PLANTPOT II

NEW KITCHEN GARDEN SYSTEM

移動ハンドルを備え、スタッキングが可能な
キッチンガーデン用プランターポット

こんなふうに生えてくるんだね。しらなかったよ。

ねえ、これってもう食べられるの？

かんさつしながら育ててるってたのしいね。

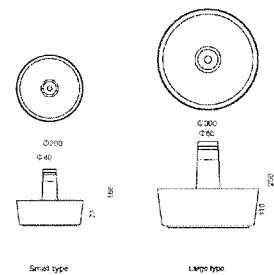
こどもとの楽しい会話がリビングを賑わせます。

今日はお天気がいいからベランダに出しましょう。

今夜の料理に使うからキッチンに持って行こうかしら。

ハンドルをもって、どこへでも簡単に移動ができ、

重ねられるから場所をとりません。



材質 コンテナ 生分解性プラスチック
ハンドル部 ABS

サイズ 小: 直径200×高さ165 ※写真の植物はイメージです。
大: 直径300×高さ250

重量 小: 350g 大: 550g

部科校名：芸術学部

氏名：佐藤 徹

研究結果 (つづき)

PLANTPOT II

STACKING GARDEN SYSTEM

食べられる野菜を育てるキッチンガーデンがブームです。

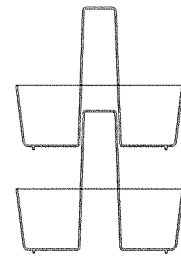
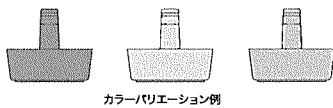
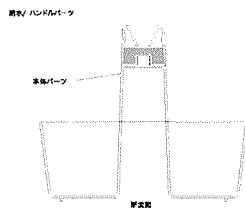
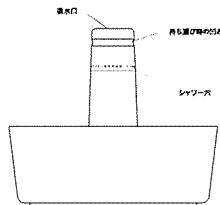
でもベランダや庭がない場合につくれないの？

スタッキングガーデンは省スペース。積み重ねられるキッチンガーデンです。

スペースがなくてもキッチンの窓辺やダイニングテーブルの上で

食べられる野菜を育ててみませんか？

観察しながら育て、収穫する。楽しみながらエコライフを実践してみませんか。



重なり断面

適した野菜

- ハーブ (バセリ/バジル/ミント他)
- ベビーリーフ・小松菜・ルッコラ
- ラディッシュ・こかぶ・ミニ大根
- ミニにんじん・みつば・万能ネギ
- ミニトマト・しそ・大葉
- スプラウト (かいわれ/ブロッコリー)
- サニーレタス・豆苗
- その他

特徴

- 中央の給水ボールをつかんで移動も楽々
- スタッキングできるので場所をとりません
- 収穫時期に合わせて管理できます (重ねる順番)
- 長期不在でも安心な自動給水システム (別売り)

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 3 月 10 日

日本大学 総長 殿

氏 名 阿久澤 騰



所属・資格 芸術学部・助手

下記のとおり報告いたします。

1 種目	一般研究(個人研究) / 一般研究(共同研究) / 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	メディアの批判的理解能力に関するファシリテーション実践の研究	
3 研究目的	<p>民主主義社会を支える市民の役割と、現在の市民生活に深くかかわりあいを持つようになったメディアの重要性と現在における問題点を分析・整理し、その上でメディア教育モデルについての検討を行う。</p> <p>歴史を振り返れば、メディアやジャーナリズムは権力の腐敗を防止し時に独裁やファシズムの芽を摘む役割を果たすと同時に、プロパガンダの道具となり民主主義的な社会を崩壊に追いこむ政治作用をも果たしたケースも少なくない。メディアのネガティブな影響力に市民が振り回されることなく批判的かつ主体的に判断できるような意識変革を促す教育機会やメディア実践への取り組みを具体的に探っていく。そのためにはメディアの政治的役割や権力作用を認識し、それについて学び深く考えることのできる姿勢や能力を人々の間に育てていく上で必要な理論や方法を整理し、効果的なファシリテーション実践のあり方を見いだすことを目的とする。</p>	
4 研究概要	<p>研究とメディアを融合する試みを行う。そこでは、研究経過と成果を発表するだけでなく、第三者からフィードバック・意見・アイデア等を得られるような参加型メディアとしての仕組みを用意する。また、具体的な学びのアイデアが得られた場合、わかりやすい解説や図などを加えて情報共有をしやすくし、教材として再利用可能な内容の蓄積も志向し、WEBサイトを活用したファシリテーション実験や実践も視野に入れる。</p>	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 否） いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：芸術学部

氏名：阿久澤 騰

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

研究結果は以下の形で発表した。

連載「文化考現論」（最終回）コミュニケーションにレバレッジをかけるPRの力

「江古田文学」71号 304-324 ページ（平成21年7月31日、江古田文学会発行）

本発表の中では、メディア・コミュニケーションとしての「広告」と「PR」を現代的な文脈から捉え直し、整理を行った。

その中で、「広告」は説得型コミュニケーション、「PR」を共感型コミュニケーションとポジショニングすると同時に、現在起こっているコミュニケーション潮流の変化についてまとめた。

とりわけ「PR」を実践していく上で重要なポイントを以下の3つにしぼり、それぞれの意味づけを行った。

- ・情報の信頼性
- ・共感醸成力
- ・関係性向上力


課題番号	個09-055
------	---------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 7 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 菅原良平 
 所属・資格 芸術学部・助教

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	放送学科新スタジオにおけるオーディオドラマの制作～ねりまの昔ばなしを題材に	
3 研究目的	平成20年度より新設された放送学科の新しい録音スタジオの機構が、音響作品の制作においてどのような可能性を持っているかを検証した。特に、5.1ch サラウンドという点に注目し、そこでの演出法や制作プロセスについて考えた。	
4 研究概要	放送学科が所有する録音スタジオを使用し、練馬区に伝わる昔ばなし（民話）を題材に、オーディオドラマ、朗読作品といった音響作品を制作した。スタジオごとに空間の広さが異なることを意識して、様々な空間表現を試み、音声の後処理についても数種類のソフトウェアを使用した。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担） 	

部科校名：芸術学部

氏名：茅原 良平

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

①制作にあたって

本学部の所在地が練馬区ということから、この土地に古くから伝わる民話を題材とした。その動機は、練馬区が地域の伝承活動を大切にしているということからだった。

練馬区教育委員会では、昭和59年に「ねりまの昔ばなし」という書籍を刊行しており、区の様々な民話を現在に伝えている。また、毎年「照姫まつり」を開催し、郷土に根付く歴史や自然、文化の背景に興味関心を促す活動を行っている。

そのような伝承活動の一端として、民話を音響作品として仕上げ、音と言葉で伝えていきたいと考えた。特に、音響作品としての仕上がりを5.1chサラウンドにおき、旧校舎に備わっていた録音スタジオではなかなか実現できなかった音響表現を目指した。

取り上げた民話は、朗読作品として「そばくい地蔵」、「焼け弁天さま」、「三枚鱗」。オーディオドラマ作品として「照姫伝説」を制作した。

②新スタジオの利便性や特徴

旧校舎の録音スタジオとの比較でいうと、旧スタジオは、元々教室だった空間をスタジオ風に改築した録音スタジオだったため、空間の広さがどのスタジオもほぼ均等で空間の利便性に欠けていた。しかし、新しい4つのスタジオは、フロア面積が大・中・小と様々で、作品の性格や場面によってスタジオを使い分けて、空間性を生かした作品作りができる。

具体的に、現在のスタジオのフロア面積は、Aスタジオ：216㎡（高さ：7m）、Bスタジオ：85㎡、Cスタジオ：74㎡、Dスタジオ：42㎡となっている。

単独の出演者、複数の出演者と作品形式を大きくふたつに分けて、スタジオの利便性を図った。今回、主な収録拠点としてBスタジオを利用することにした。朗読のようなストレートトークの収録空間として適した広さであることと、オーディオドラマの台詞収録において、スタジオとは別に、Aスタジオと兼用できる別ブースや前室がここにはあり、回線も用意されていることから選んだ。

特にオーディオドラマの場合、三室間の出演者が息を合わせて芝居をする様子を、完全に棲み分けてマルチ収録できることが、最大の利点として挙げられる。また、スタジオと別ブースは普通の会話のやりとり用の空間に使い、語り（ナレーション）やモノログには、それらよりは狭い前室を使用するといった具合に、ひとつのスタジオで空間性の違いが出せるのも、このスタジオだからできることだ。

それ以外にも、Aスタジオでは出演者の芝居の動きが広くとれるので、ステレオ収録で、左右や遠近の動きを大胆につけ、マイクロホンとの距離、発声の大きさを図りながら、広い空間の表現を試みた。また、大型の楽器の収録にも適しているため、ピアノの収録を行った。

③ソフトウェアについて

5.1chに仕上げる過程は、いくつか方法があるが、今回は、台詞(D)、音楽(M)、効果音(E)を最終的に統合していくという形式で進めた。殊に、昨今は多くのDAWにサラウンドオーサリングツールが備わっており、直感的、かつ簡便にサラウンドの音場を設計できる。しかし、ただやみくもにサウンドデザインをするのではなく、ドラマの場面の「リアリティ」、「感情」、「(物量的な)エネルギー」、「空間性」の強調を念頭に、音場の設計をした。今回の研究にあたって使用したDAW「SoundLocus」は、比較的新しいソフトウェアだが、操作性に優れ、バイノーラルエンコードなどサラウンド作成以外の点においても有効活用でき、今後このような音響制作の場には有効なソフトであると知ることができた。

課題番号	個 09-056
------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成22年4月28日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 大 淵 三 洋
 所属・資格 国際関係学部 ・ 教授



下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注:該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	トルコの EU 加盟問題に関する経済的考察	
3 研究目的	<p>①過去におけるトルコの EU 加盟問題は、政治的見地からのものではなかった。本研究は、経済的見地からトルコの加盟問題を模索するものであった。</p> <p>②純粋に、経済的見地から、トルコの加盟問題を考察した研究は、皆無に近い。本研究は、経済的側面に限定して、トルコの加盟問題を探るものである。トルコが加盟することによって、EU は、更なる発展を遂げる可能性が大きい。</p> <p>③EU は、欧州における経済連合である。その意味で、トルコを政治的見地から排除することには、無理があろう。過去においてなされなかった、経済的側面からの分析・考察することを最大の目的とした</p>	
4 研究概要	<p>①実際に、ブリュッセルの EU 本部およびトルコに渡航して、オーラル・コミュニケーションを行なった。</p> <p>②国内において、EU 寄託図書館、日本国際研究文化センターおよび是会経済研究所を訪問し、資料収集を行なった。</p> <p>③日本 EU 学会に参加し、情報交換を行なった。</p> <p>④海外および国内で収集した情報は、PC を使用し、管理・保存した。</p> <p>⑤研究結果の一部は、既に、論文として完成させており、学会誌などへの投稿を予定している。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<p>・研究代表者</p> <p>・研究分担者 (役割分担)</p>	

※ホームページ等での公開の (☑)・否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：国際関係学部

氏名：大淵三洋

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

本研究者は、既に、『欧州連合の深化と拡大に関する若干の考察－経済的側面を中心にして－』を『国際関係研究』第30巻第1号、日本大学関係学部国際関係研究所、2009年10月30日発行に発表済みである。本研究は、その後半部分を進化させて研究したものである。

本研究者は、過去のトルコの欧州連合加盟問題の議論は、欧州連合が、経済的組織であるにもかかわらず、必ずしも、経済的側面からなされてはいないとの見解である。本研究者は、2009年9月、トルコの主要都市を訪問し、経済状況を視察、情報収集を行なった。

本研究結果は、トルコを経済的側面から分析し、欧州連合加盟の条件を十分に満たしているという事である。

本研究結果の一部は、『欧州連合のトルコ加盟問題に関する若干の考察－経済的側面を中心にして－』と題し、『国際関係研究』第31巻第1号に、既に、投稿済みである。また、研究成果は、「ヨーロッパの経済」の授業においても詳細に紹介する予定である。


課題番号	個09-057
------	---------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 8 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 佐藤 マサ子 

所属・資格 国際関係学部・教授

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	「今昔物語集」に基づく比較文化史的・文化交流史的研究	
3 研究目的	『今昔物語集』等の説話文学には、古代後期から中世の政治や社会システム、生産や商業活動、人々の心情の嬗変、仏教影響下の実相が多面的に映し出されており、多岐に亘る考察対象とされてきた。これらを基盤に物語内容の考察を行い、成果を独逸語で発表してドイツの Märchen 研究との比較対照、物語モチーフの交流や生命観の比較研究に対して日本の事例を紹介し、比較文化史的意味を明らかにする。	
4 研究概要	『今昔物語集』を中心とする説話文学の中に認められる動物変容譚(Animal Transformation モチーフ)を対象に、ヨーロッパの昔話 (Märchen) との事例比較を行い、双方の物語の中に組み込まれている「生命観」や「生命倫理」の在り方の比較を行う。比較の基礎として、類例を翻訳(ドイツ語)によって提示し、これを基礎にドイツの Märchen 研究との基盤の共通化を図り、双方の研究成果を基礎に比較を行うものである。成果はドイツ語によるワークショップ(於マインツ大学)で発表討議し、成果を確認すると共に、新たな問題への多角的発展の可能性と共同研究の更なる発展について検討した。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の (可)否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：国際関係学部

氏名： 佐藤 マサ子

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

A) 研究の背景と成果

ヨーロッパでは、近年、新たな問題意識や方法に基づいた Märchen 研究(神話/昔話の研究)が活発に行われてきている。この背景には、欧州諸国での民俗学の盛んな研究活動とその成果の蓄積、国際交流による研究の広域化がある。欧州域内はもとより、域外、就中、イスラム教圏との交流の活発化により、学生や研究者の交流が日常化し、それによって共通の学術基盤の形成が進み、各分野での個別成果が深化すると共に、それらの間に相互に緊密な連絡が進む状況が展開している。従って Märchen を対象に、広域に亘る精度の高い文化比較や文化交流史研究が進展しているのは、ヨーロッパ社会の現状と緊密に結びついている。

これと相俟っているのが、方法論としてのテキスト相互研究(テキスト連鎖 Intertextualität 研究)の盛行である。この方法上に、精度の高い文化の比較研究と交流史研究の成果が齎されている。こうした状況下、日本の事例の紹介は、翻訳紹介例が少ない事情もあって、特に求められている。視点を変えるならば、国外で進展する比較研究の共通基盤の上に日本の事例を載せる事で、多くの類例の中で日本文化の意味を問い直す好機が到来しているといっても過言ではない。

報告者は、嘗てドイツ日本研究の「学史」の研究に従事し博士論文を執筆した経緯から、ドイツの各種研究プロジェクトに参加し、ヨーロッパに於ける日本研究の研究史や日本観の形成史、日本理解の変遷過程等を考察する多くの機会を得てきた。それによって、「日本を対象とする研究」ではあっても、問題意識の立脚点にはヨーロッパに於ける「学問的関心傾向」が強く反映する実情を多々経験してきた。

他方、近年、海外に於ける日本文化への関心や、それに呼応した形で進展する海外への日本文化紹介や発信の中心は、アニメや漫画に集中する傾向がある。この様な現代大衆文化の紹介や研究が、日本の伝統文化との相互関連性を解明する事と組み合わせると進展するならば、在外日本研究の蓄積との相乗効果をも生み、より確かな日本文化理解や日本理解に効果的に結びつき、持続的展開への好機になると考えられる。現今の状況ではこの点が必ずしも充分ではなく、従って現時点で必要な事は、在外の関心にも呼応し得る配慮に基づく日本古典文化研究を基盤とした研究成果の発信の活性化と各種企画の工夫、これらの地道な蓄積と推進であると考えられる。この半世紀に於ける日本の前近代史研究と古典日本文学のテキスト研究はこれに必要な充分な基礎を形成している。

今回の学術研究助成金により、海外の提携大学(Johannes-Gutenberg Universität Mainz -ドイツ/マインツ大学)の東洋研究者(Institut für Indologie-印度学研究所 Konrad Meisig 教授を中心とする)との間で、従来、この目的の為に計画し、一部実行してきた Märchen を対象にした比較研究を基盤とする生命倫理に関する共同研究を大きく推進することができた。特に当該大学の学生や、関心を持つ市民の参加をも得たワークショップの開催が可能となった事により、これ迄の研究成果の発表を行う事ができたのみならず、今後の展開への多くの協力支援や研究発展への示唆を得る事ができた。この点を第一に報告し、日本大学学術研究助成金の趣旨と今回の助成の機会に対し多謝したい。

Meisig 教授は、ドイツ学術振興会(DFG)の支援を得て、「ヨーロッパに於けるアジアの影響」に関する国際共同研究を計画遂行し、申請者もこの研究に招かれたことが、当該研究への発展の基礎となった。この研究計画の趣旨は「国際社会における日本文化理解」と緊密に関係するので、日本側からの研究発展への貢献を願って、科学研究費やその他外部研究助成金に申請を続けてきたが、採択には時間を要してきた。この様な状況下で本助成を賜った事により、今後の発展への大事な階梯が与えられたと共に、本助成を賜った事が実績となって、外部資金助成の獲得の契機となり、今後長期的に民間外部資金によるこの国際共同研究推進が可能になった事を付言させて戴きたい。

部科校名： 国際関係学部

氏名： 佐藤 マサ子

研究結果 (つづき)

B) Animal Transformation モチーフに基づく Märchen 比較研究の意義と成果

古代神話以来、「動物変身・変容譚」(Animal Transformation モチーフ)は物語モチーフとして、多くの神話や物語を生成続けている世界的にも普遍的な物語モチーフである。アニミズム的原始宗教的精神文化環境から、普遍宗教の影響下、更には近代人権意識の誕生や脱宗教化などの各時代の社会規範の変容に従って、その時々時代の思潮状況を物語に織り込みつつ、物語モチーフは姿や形を変えながら、しかし絶える事なく継承されつつ今日に至っている。

科学技術発展後の世界では、特に映像や音響を動員する事によって、マルチメディア的に変容と発展を繰り返して、現代大衆文化においては特に多様な形で受容が繰り返されている。アニメや漫画等の日本の大衆文化も素よりその例外ではない。本研究で、このモチーフを基に国際的比較文化的研究を試み、特に日本の古典文学や戯曲、各種伝承、画像資料などを対象としているのは、この物語モチーフの時空を超えた普遍性に由来している。A) で述べたように、「テキスト相互研究」が欧州で盛況な現在、日本の例を翻訳によって国際的共通研究基盤上に載せる事は、現在極めて必要な状況にある。

以上の基本認識に基づき、本研究では『今昔物語集』等の古代後期以後の各種説話文学、日本古代の神話や各種関連資料(今回は特に絵巻類)、歴史背景を探索する為の各種歴史史料を具体的な研究対象とし、ドイツ語訳を基礎に事例を報告して、ドイツ東洋学の研究成果やヨーロッパの各種 Märchen 研究の成果と対照した。これを基に以下の点を中心に比較検討を続けてきた。

- ① Animal Transformation モチーフから成る(或いは含む)物語(展開や諸要素)の構造的特色の分析
- ② この種の物語が依拠している世界観/死生観/価値観の分析
- ③ 以上を基にした全体的比較検討による分析(生命倫理要因の抽出)

これによって以下の成果が導かれた。

- (a) 物語例は殆どが初めての翻訳であり、多くの比較対象事例に日本の例を加えた構造分析の結果を導く事が可能になった。
- (b) 日本の古典文字史(資料)は詳細な内容を持ち、且つ豊富な事例を擁している為、Intertextualität 研究の方法適用により、諸資料の関連性と意味の重層性を導き出す事が可能であった。
- (c) このモチーフは「円環的」世界観や生命観を基盤とする価値観と緊密に関連する事が導かれた。

2010年1月4-5日に開催されたマインツ大学での「Animal Transformation」ワークショップに於いて、報告者は「Das Erzählmotiv des Schlangenprinzen in der Bildrolle „Buch vom himmlischen jungen Prinzen Ame-waka-hiko“ aus dem japanischen Mittelalter」(神話/説話/絵巻を中心とする蛇の変容譚に基づく構造分析)を発表した。発表内容を基に、ヨーロッパ Märchen 諸例との比較が活発に討議された。

このワークショップでは、映像メディアの分析報告も行われた。現代社会に於いて Animal Transformation モチーフがどのような形で伝統的物語構造を継承しているのか、現代社会のどのような人間の内面を表象する媒体の意味を担っているのかが、多くの映像資料を基に興味深く提示された。

このワークショップによって、神話以来のこの Märchen モチーフは、時空を超えた広がりを持ち、通時的にも共時的にも普遍性を持つ内容である事、特に大衆文化のコンテクストの中に普遍的位置を持つ実情が多方面から確認された。

今回の研究成果を基に、今後、比較対象とする物語モチーフを拡大し、継続的に比較研究を継続していきたい。それによって、Animal Transformation で得られた分析結果と対照し、より多面的に世界観や生命観、価値観を導き出し、それを基に、文化の潮流を形成するメンタリティーを捉え、文化比較や文化の相互交流の意味を考察し、「国際社会に於ける日本理解」への貢献に繋げていきたいと考えている。

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

課題番号	個09-058
------	---------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 8 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 吉 本 隆 昭 

所属・資格 国際関係学部 教授

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注:該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	政軍関係論 —ドイツ第三帝国を事例として—	
3 研究目的	ドイツ第三帝国を事例として、政治勢力と軍との関係を、史料を分析、解明して、国家の権力構造解明の重要な手段である政軍関係の基礎理論構築のための基礎資料を得る。	
4 研究概要	ドイツ第三帝国期の政軍関係を解明するために、ナチス政治組織と軍との関係と示す一次史料を入手して分析し、その関係の実態の解明を進めた。特にドイツ第三帝国の最大の政治目標であり、軍にとっても最大の軍事行動となった独ソ戦における、ナチス政治組織と東部作戦軍の作戦地域内での具体的関係を分析し、その際、軍指揮官のみならず、政治組織の各級指揮官の人物像についても、新たに入手した新史料を使って、分析を進めた。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：国際関係学部

氏名：吉本隆昭

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

学術研究助成金により購入することができたマイクロフィルムリーダーを使って、購入済みの軍のマイクロフィルム史料と今回新たにマイクロフィルムで購入、入手できた旧ベルリン・ドキュメントセンター所蔵ナチ親衛隊将校人事記録を分析して次の事項を解明することができた。

1) 軍司令部の作戦日誌を分析して、作戦軍のどの部門が、作戦地域内で行動したナチ政治組織であるSS特別行動隊との窓口になっていたか。そこを通じてどのような連絡、通報態勢が確立されていたか。実際にどのような共同行動、作戦が実施されていたか。またその際の指揮関係はどうなっていたか。

2) SS将校人事記録を元に、SS特別行動隊の隊長、及び中隊長の出自、経歴、原隊の所属を明らかにすることができ、それによって、どのような人物がどのような理由でロシアでの政治任務に参加することになったのかを明らかにする端緒を得ることができた。

3) 軍の作戦後方地域の支援部隊（軍集団後方地域司令官、軍後方地域司令官）、及び軍政実施部隊（地区司令部等）に関する史料の所在を確認できた。

平成21年度に得られた上記の成果を元に、今後は、1)については、軍側から見た関係の全体像の構築、2)については、政治組織側から見た関係の全体像を構築し、両者を対照、比較検証することによって、より精緻な関係の解明する進めることができると考える。3)については、当該史料の内、政軍関係に関する史料の収集を開始する予定である。

部科校名：国際関係学部

氏名：ホロウェル ジェイソン

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

従来のカリキュラム研究は、科目別など教育内容からの発想を主点に論じ研究されてきた。そこでは大学すなわち研究・教育機関全体の中でカリキュラム位置づけ、教職員や学生などの人とカリキュラムの関係を視点とした研究はほとんどない。そこで、本研究では、これまでにない独創的な視点として、教育管理ソフトのあり方と運用などを基軸として、カリキュラムとFD（ファカルティ・デベロップメント）、SD（スタッフ・デベロップメント）の観点から研究を進め、オープンソースオンライン教育管理と講座管理システムの開発、構築までを試みた。

学習者の視点から考えるとカリキュラムは知識を得られる為に設置されています。しかし、従来のカリキュラム設置方法は知識を得る為の機会を設置しているというより、取り組むべき教育内容であり、進むべき方向と到達点である。つまり飛び越えなければならない条件であり壁である。

そこで、本研究では、社会構成主義を元に構成されている教材管理システム、**Moodle**、の開発によってカリキュラム管理システムへの展開進展を始めました。その意義は学習者に、より自ら学びたい学習という実際の学習現場の構築を可能にすることにありました。

今後は、**Moodle**のカスタマイズパッケージ（アッドオン）をもとに開発計画書を作成し業者に開発依頼する。さらに、このシステムの開発と試験運用を行い、本学部の英語プログラム内において本システムが有効的であると確認が取れ次第、2011度からはシステム利用を大幅に広げる計画を立てている。

これまでには、教務課教職員と英語関連科目担当教員の協力を得て、英語関連科目の履修登録を本システムで使用する計画を設置し、その後英語教育プログラムの開講講座を本システム内で使用した。本システムの評価アンケートの実施、そしてフィードバック、学生の英語能力判定や進級状況などの分析を行った。英語能力判定試験問題を作成し、学期末に行う予定である。英語教育プログラム関連の情報伝達や共同開発（FD）をシステム内で常に行い、このシステムを**MoodleMootMishima**（2010年6月に国際関係学部にて開催予定）で発表予定である。

また、本研究の結果をまとめた著書（タイトル：“Moodle as a CIMS”）を、2010年度にイギリスPackt社から出版予定である。

課題番号	個 09-060
------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 10 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 陳 文 挙



所属・資格 国際関係学部 ・ 准教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	中国経済成長と産業高度化研究	
3 研究目的	中国経済は 1978 年の改革開放から 30 年以上を經過しており、経済規模（GDP）は 2010 年に日本を抜いて世界第 2 位になると予測されている。一方、中国の経済構造、とりわけ産業構造は高度成長に伴い大きく変化した。特に経済の重心は農業から工業へ変化しており、また、工業からサービス業へ移されつつある。この研究は中国の産業構造の高度化に注目し、最近 30 年間の統計資料を用いて中国の産業構造の変化の中身、特に地域の産業構造の変化状況の究明を狙っている。	
4 研究概要	本研究はいくつの段階に分けて進めている。第 1 歩のデータ資料の収集と整理はほぼ完了している。改革開放以来の中国のマクロ統計資料や産業データがかなり蓄積されてきたものの、その収集や分類、整理は大変苦労した。特に、地域別産業別統計資料の整理は時間がかかった。第 2 歩は統計資料を用いて統計分析を行ってみた。特に産業特化指数（Index of industrial specialization）や集積係数（Hoover 指数）のような常用指標で地域産業構造の変化について計測してみた。今後、経済成長や固定資産投資、外資、労働、国際貿易等の変数を使って構造変化の要因を捉えたい。最後は、中国政府の産業高度化政策を見極め、中国経済が依然として高い成長し続く中、今後中国の産業構造高度化の変化趨勢について展望してみる。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：国際関係学部

氏名： 陳 文挙

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

中国の経済発展は改革開放の1978年から始まり、今日まですでに30年以上を経た。この30年の間に中国の経済成長率は年平均にして9%以上も達し、中国の経済規模は大きく変わってきた。2008年の中国のGDP総額は300,670億元に達し、当時の為替レートでは約4.4兆ドル（1ドル=6.8346元）であった。中国の経済規模は現在アメリカ、日本に次ぐ世界第3位になったが、2010年に日本を抜いて世界第2位になると予測されている。

2008年に世界金融危機が発生し、投資拡大や国際貿易の促進による中国の経済成長パターンは限界に見えてきた。アメリカをはじめ先進国における労働集約的製品の需要が急速に縮小したため、それまで低価格低付加価値の加工貿易品輸出に依存してきた中国の輸出は大きく減速した。2009年の国際貿易総額は前年より13%以上落ち込み、中でも加工貿易が14%減少した。それによって2009年の中国の経済成長率が8.7%までに低下し、2004年以来の低水準となった。

中国政府は経済危機の打開政策として2009年に4兆元の財政投融资を抛出し、それまで外需依存の経済成長パターンを内需拡大へ転換しようとした。特に産業構造の転換および産業高度化に関して政策的支援という内容が組み込まれている。要は、中国の労働集約的付加価値加工貿易構造を資本集約的、情報知識集約的産業構造に転換し、より高度な経済産業構造を目指すことである。

本研究は、改革開放後の中国の経済発展と産業構造変化に注目し、特に産業構造とその変化要因を統計的に究明したいと考えている。2009年度は本研究の基礎とする統計資料の収集と既存研究のサーベイを行ってきた。すでにデータ入力、整理した統計資料について一部の統計分析を行ってみた。また、一部の研究成果について2009年11月に中国河南大学経済学院が主催する国際シンポジウムで発表し、中国国内の研究者に意見を求めた。以下は、一部の研究成果をまとめたものである

1、中国地域産業構造の変動についての検証：3次産業

3次産業により産業構造の考察はもっとも一般的な手法である。本研究は、まず3次産業について「地域産業特化指数」(Index of industrial specialization)を用いて検証してみたい。ここでの地域は中国省、自治区、直轄市を指し、全部で31に数える。省レベルの地域指標は中国の地域研究にもっともよく使われる指標の1つである。年次は1995年、1997年、2002年および2002年の4つの年を選んだ。

検証の結果について紙幅の関係でここでは内陸部を代表する地域の河南省と沿海部を代表する地域の上海市の結果を比べながら説明する。河南省の3次産業構造は1995年、1997年、2002年および2002年においては概ね（平均にして）他の地域の産業構造と平準化（類似性が強いこと）してきた。また、同じような現象は上海市においても言える。しかし、結果全体を見てみると、地域の間や期間においてばらつきが大きく、一部の結果について簡単に説明しきれない点もあった。おそらく一国の産業構造が複雑し過ぎて、3次産業の構造に集約して説明するのはできないと思われる。以下2、3節は、産業をさらに細分し、15の産業データおよび工業だけ（37~27の分類）について検証を試みた。

部科校名： 国際関係学部

氏名： 陳 文學

研究結果 (つづき)

2、産業15分類による検証：

紙幅の関係で検証結果についても河南省と上海市に限る。河南省の産業構造は1995年から2007年まで全国平均に近づいたものの、上海市はやはり全国平均よりその産業構造が異なった。上海市の産業構造はおそらく他地域より高度化が進んでおり、第1、第2次産業よりサービス業が中心とする第3次産業のほうが発展したと思われる。

3、工業の産業構造についての検証 (37~27分類)：

工業は一国の経済にとって重要産業部門と位置づけられており、特に中国のような発展途上国にとっては工業化の発展状況や地域間の工業化格差は重要な研究課題である。工業の産業構造の検証結果によると、地域間の工業構造は1995年から2007年までの間に大きく変化したことがわかる。産業特化指数の平均からみると、それは1995年の0.361から0.412、0.459、そして2007年に0.468まで拡大した。中では内陸部の河南省や沿海部の上海市は他地域に比べ、その産業特化指数はいずれも上昇してきた。工業部門において中国の地域間では生産の特化現象が起きていると言えよう。これは日本の高度経済成長期にも起った現象であり、中国の工業産業構造の変化は工業化過程の1つのキャッチアップ現象としても理解できる。

4、産業集約の状況：

産業集積指数は産業構造を表す1つの重要な指標である。本研究はHoover指数を用い、入手した統計資料を元に1995年から2007年までの産業集積の状況を検証してみた。

(1)、1995年から2002年までの15産業分類の計算結果をみると、Hoover指数の平均値は1995年の0.232から2002年の0.254まで拡大したので、全体として産業の集積が進んだことを示していることが分かる。しかし、国民経済の重要な工業部門はこの間に0.29から0.30まで0.01ポイントしか変化しなかったことがあり、さらなる検討が必要である。(2)、2004年から2007年まで9産業分類の計算結果をみても、工業のHoover指数が逆に0.19から0.17まで縮小し、各産業における集積状況があまり進んでいないことを意味する。これは経済発展と産業の集積が同時に進んでいくという一般的な考え方と異なる。(3)、発展途上国にとって工業は国民経済の最重要な部門であり、中では様々な部門によって構成されているため、より些細な研究が必要である。そして、工業内部の各産業のHoover指数を計算し、結果を見てみると、(1)、(2)の結果に比べ工業内部の集積状況は進んでいることがわかる。1992年、1997年、2002年および2007年の4カ年の結果をみている限り、Hoover指数の値が高く、それぞれ0.607、0.587、0.589、0.612にも達している。1960年代日本高度経済成長期において、一般機械や電気機械、精密機械の産業集積が高いと言われていたが、そのHoover指数がそれぞれ0.41、0.58、0.65であった。1960年代に比べ、現在は機械化、情報化がさらに進んでおり、中国の「交通運輸設備製造」業や「通信設備、コンピューターと電子設備製造」のような産業のHoover指数が0.86、0.79まで高く、中国の製造業における産業集積が早く、ある程度の産業高度化が起こっている。

今後、中国政府の産業高度化政策の下、中国の産業高度化はさらに進んでいくと思われ、研究の残りの課題として産業構造の変化を検証し、要因分析を行うと考えている。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 15日

日本大学 総長 殿

氏 名 高橋 亮輔



所属・資格 理工学部・助教

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	クラスター無作為化比較試験を用いたストレッチングの効果について	
3 研究目的	運動部に所属する中学生を対象にストレッチングの介入研究・調査を行い、ストレッチングの実施によりスポーツ障害の予防およびパフォーマンスの改善に効果があるか検討することを目的とした。	
4 研究概要	協力の得られた4中学校を無作為に介入群および非介入群に割り付けし、介入群には研究者側の指定したストレッチングプログラムを部活動の前に実施させた。非介入群については、日常実施しているスタティック（静的）ストレッチングを実施させた。 介入群と非介入群とをそれぞれ6ヶ月間追跡調査を実施した。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 可 / 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：高橋 亮輔

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

本研究は協力の得られた4校の中学校を無作為に介入群と非介入群とに割り付けを行い、運動部に所属する男子中学生を対象にストレッチングの効果（パフォーマンスの改善・スポーツ障害予防）について検討した。

被験者のベースライン時の比較において、非介入群の競技歴が有意に大きい値を示した以外は、身体特性、競技特性、関節可動域、ストレッチングの認識度、スポーツ障害の有無といった項目に有意差は認められなかった。この点について、本研究の被験者のベースラインデータにほとんど相違がないことを表していると考えられ、介入群と非介入群とでストレッチングの効果を検証することが可能であると考えられる。

介入群に対して提示したダイナミック（動的）ストレッチングを実施することにより、パフォーマンス、特にアジリティの改善が傾向として見られた。

関節角度の計測では可動域に顕著な左右差がある被験者が見られ、理学所見上、筋肉が硬いと評価される指標を示す被験者が見られた。成長期は骨の長軸方向への成長が筋・腱よりも早いことが報告されており、その結果として関節角度に左右差あるいは筋肉が硬いとする所見が得られた可能性が考えられる。

また、介入群に対しては、正しいストレッチングの知識を伝達したため、ストレッチングに対する正しい知識・認識度が得られていた。

スポーツ障害の予防については、障害発生要因が多岐にわたるため、本研究のダイナミック（動的）ストレッチングの介入が直接影響を及ぼしたかを断定することは難しいが、少なからずとも、正しい認識を持った上で実践すること、また、スタティック（静的）ストレッチングよりもダイナミック（動的）ストレッチングを実施することにより、スポーツ障害の予防につながる可能性があると考えられた。

先行研究によると、部活動やスポーツクラブで自分の所属するスポーツのみを行うケースが多く、そのスポーツの動作は上手に行えるが、他の類似した動作が上手にできないケースを報告している。結果、身体のバランスもそのスポーツに特異的になると考えられている。

本研究の介入群には、ダイナミック（動的）ストレッチングを、非介入群には日頃実施しているスタティック（静的）ストレッチングを実施させ、その効果について検討を行ったが、ダイナミックストレッチングを実施することにより、身体の左右をバランスよく使用したため、また全身を動かす内容であったため、パフォーマンスの改善やコンディショニングの調整に有用であると考えられた。

なお、教育的配慮から非介入群に対して、介入群と同様の指導を最終評価後に実施した。

また、本研究の介入調査が昨年度末（3月下旬）まで実施されていたため、さらに詳細な統計分析を現在も実施中である。そのため、本研究の介入効果について最終的な結論を導き出せていない。

今後、検証を進め、学会発表および論文投稿により本研究の結果について報告する予定である。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 5日

日本大学 総長 殿

氏 名 中村 正人



所属・資格 理工学部・教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	一般研究(個人研究)	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	低温での分子衝突と化学反応に関する理論的研究	
3 研究目的	低温での分子の衝突と反応についての理論的研究を行う。特に低温原子気体の再結合によって作られた「高い振動状態の分子」と原子との極低温下での衝突、反応と、極低温でのクラスター分解について考察する。	
4 研究概要	次の二つのテーマに絞って研究を行う。 (1) 低温での原子クラスターの安定性と分解過程の理論的研究 (2) 分子の低温下での衝突過程の理論的研究	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の(可) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：中村正人

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

本研究のテーマは「低温における分子衝突と化学反応」の研究であるが、次の二つのことについて研究を行った。

- 1) 極低温における原子クラスター分解反応の研究
- 2) 低温分子衝突における振動回転遷移の研究

以下1) および2) について詳説する。

1) に関する研究結果

原子の有限多体系である「原子クラスター」は原子が数個から数千集合した系である。クラスターは個々の原子分子とバルクの中間的なサイズをもつ物質として最近注目を集めている。特に現在、話題になっているナノ物質のひとつである。多価に帯電したクラスターは、ある一定の「臨界サイズ」より大きければ安定になるが、そのサイズより小さければ不安定になり分解を起こす。最近いろいろな実験で「臨界サイズ」が観測されているが、理論的な予測は十分にされているとはいえない。

そこで本研究は理論的なモデルを用いてフラーレンクラスターと希ガスクラスターについて、その臨界サイズを計算することを試みた。これまでの理論的なモデルでは、これらは「液滴モデル」と呼ばれる現象論的なモデルが用いられてきたが、これはクラスターにおける「魔法数」の存在といった微視的な効果を反映しない。特に低温、極低温での分解ではこの殻効果が重要になると考えられる。

そこで申請者はこれらに「殻効果」を取り入れることにより実験結果をより正確に再現することに成功した。ただししかしなお実験結果と理論計算との間に差異が生じるため、現在理論モデルの改良を試みている。さらにヘリウム溶媒中に閉じ込められたクラスターを考えるとその溶媒効果をどのように考えるかを検討中である。

なお本研究の成果は内外の学会の注目を集め、平成 22 年 5 月に CRC Press から出版される Handbook of Nanophysics の一章 'Clusters of Fullerenes' を執筆するよう要請された。

なお本研究を行うにあたっては、フランスのストラスブール大学のエルビュ教授およびドイツのフランクフルト大学のソロビヨフ教授と討論を行い、いくつかの有益な助言を得た。

2) に関する研究結果

レーザー冷却法の進歩に伴い、低温気体原子、さらには低温気体分子の生成が可能になった。こういった低温気体中ではさまざまな衝突過程が起こる。とくに振動回転の遷移は、気体の安定性を議論するうえで重要である。それにもかかわらず、分子衝突における振動回転遷移の厳密な理論的計算は困難である。

そこで申請者らは「ハードポテンシャルモデル」とよばれる、比較的計算が容易で、見通しのよい理論的な手法を開発した。現在、この手法をさまざまなアルカリ金属原子系に適用し、その有効性を検討中である。現在、たとえばアルカリ金属原子をリチウム、ナトリウム、カリウム、セシウムなどに変えて振動回転遷移の起こりやすさを比較している。

さらに衝突の計算には、相互作用ポテンシャル面の計算が必須であるが、目下半経験的な手法 (Diatomics-in-Molecule 法) を用いてアルカリ金属の三原子系のポテンシャルを計算している。さらに系にイオンが含まれる場合は電荷移行のチャンネルが開かれているため、そのチャンネルを含めて計算をすることが必要になる。

(なおアルカリ金属原子について計算を行っているのは、目下低温気体の研究がアルカリ金属原子を中心に行われているからである。)

部科校名： 理 工 学 部

氏名：中村正人

研究結果（つづき）

この研究については、宇宙研究開発機構の市村淳博士と、情報通信機構の梶田雅稔主任研究員、フランス、パリ南大学のタラント研究員といろいろな議論を行った。

この研究結果は本年 7 月にスペインで行われる原子分子物理学国際会議で研究発表の予定である。またできるだけ早い時期に論文発表を行いたいと考えている。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 13 日

日本大学 総長 殿

氏 名 金子 雄一郎



所属・資格 理工学部・准教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	公民連携による交通インフラ整備・運営事業のリスク分担と契約のあり方に関する研究	
3 研究目的	<p>道路や鉄道等の交通インフラ施設の整備・運営においては、事業費の増大や需要の変動など様々なリスクが発生することから、事業主体は可能な限りの対策を検討しておくことが重要である。特に近年欧米諸国を中心に普及し、我が国でも検討されている PFI (Private Finance Initiative) 方式に代表される公民連携 (PPP : Public Private Partnership) によって交通インフラ施設を整備する場合、公民間での適切なリスク分担は事業の成立上重要であり、そのためにはリスクの特定や定量化は不可欠である。</p> <p>そこで本研究では、これまで実施された道路整備事業の事後評価データを用いて事業のリスクを定量化したうえで、仮定の有料道路事業を対象に、リスクの存在による PFI 方式の成立性への影響を分析し、公民間での契約のあり方に関する知見を得ることを目的とする。</p>	
4 研究概要	<p>本研究では国土交通省の個別道路事業の事後評価データを基に、事業のリスクを適切な確率分布で表現し、モンテカルロシミュレーションを用いて、PFI 事業の成立性を公共と民間主体の 2 つの視点から評価した。その結果リスクを考慮した場合、特に民間主体の視点から PFI が成立しない可能性があることが明らかになった。そのため、民間主体に参画のインセンティブを付与する方法の一つとして契約期間を延長した場合、成立性が高まることが示された。以上の結果より、PPP によって交通インフラ施設を整備する場合、公民間での契約においてこれらの点を考慮することが重要であることが示唆された。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)		

※ホームページ等での公開の 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：理工学部

氏名：金子雄一郎

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

(1) 交通インフラ施設の整備・運営事業のリスクの抽出・定量化

平成15年度～20年度に実施された道路事業（直轄・高速道路会社・補助の各事業）の事後評価結果データ（6年間で188件）を用いて、工事期間、事業費の分布、交通需要の計画値と実績値の乖離を把握し、それらを事業の成立に関わる変動をリスクとして捉え、適切な確率分布として表現することを試みた。

まず工事期間については、7年の事業が16件と最も多く、次いで13年と14年が14件となっており、平均工事期間は14.0年（最長36年、最短3年、標準偏差7.6年）であった。キロ当りの年間事業費については、100～200百万円の事業が34件と最も多く、次いで200～300百万円の事業が25件となっており、平均事業費は567百万円（最大6,452百万円、最小17百万円、標準偏差787.8百万円）であった。また交通需要について、事前の計画値と実績値との乖離の程度を示したものを図-1に示す。

上述の事後評価結果より得られた工事期間と事業費の確率分布を推定する。適合度検定統計量については、事後評価結果の各リスクのサンプル数が少ないことを考慮して、累積分布から適合度を判定することのできるA-D検定統計量を用いた。以上に基づき、工事期間と事業費について仮定した確率分布曲線の累積分布と検定統計量等を示したものを図-2に示す。工事期間、事業費ともに対数正規分布に従うという結果となった。また、交通需要については、交通量の計画値と実績値の差を平均0の正規分布に従うと仮定し、標準偏差は9,848台/日となった。

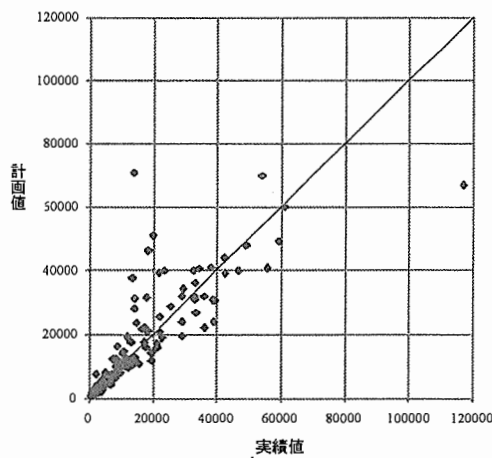


図-1 交通量の実績値と計画値の関係

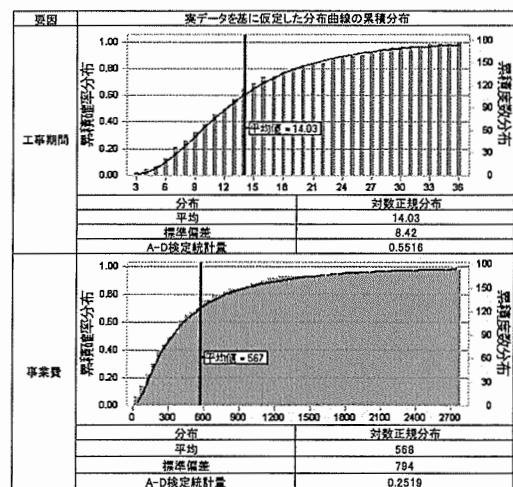


図-2 各リスク要因の確率分布

(2) 公民間でのリスク分担の検討

PFI方式によるインフラ整備事業における公民間のリスク分担について、内閣府のPFI推進委員会のWebサイトに掲載されている情報を基に現状を把握した。具体的には、まちづくり分野に分類されている駐車場、土地区画整理、下水施設の各事業を対象に、リスクごとに公民間の分担方法に違いがあるかについて整理した。その結果、多くのリスクについて分担方法に違いは見られなかったが、物価変動、金利変動、不可抗力の各リスクについては、事業によって違いが見られた。すなわちリスクの種類や分担方法次第では、民間主体の参画の判断に影響を及ぼす可能性があるものと考えられる。

(3) 柔軟性を有する契約の内容整理

民間主体の参画インセンティブを高めるような柔軟性を有する契約について、国内外のPPP（PFIを含む）による交通インフラ整備事例を整理した。その結果、物価上昇等の市場環境の変化に応じて通行料金を改定できる権利、料金収入の変動に応じて民間事業者から公共への委託料（実質的には事業税の徴収）の支払いを延期できる権利、交通量が予測値より下回った場合に収入が保証される権利などが設定されていることが分かった。

部科校名：理工学部

氏名：金子雄一郎

研究結果（つづき）

（４）契約内容がPFIの成立性に与える影響分析

1) 分析対象事業の概要

BOT (Build Operate Transfer) 方式による仮定の有料道路事業を対象にPFIの成立性に関する検討を行った。想定した有料道路事業の概要を表-1に示す。事業主体は都道府県とし工事延長は10kmとした。通行料金は「高速道路便覧」より普通車の料金を使用し、車種によらず一律とした。工事期間は10年間、評価期間は着工から30年とし、割引率を4%と設定した。また計画交通量については事後評価結果の平均を用いた。また、PFI方式では民間のノウハウを活用し、10%の交通量増加を見込めるものとした。

また初期投資、収入、維持管理運営費を表-2のように設定した。初期投資のうちPFI方式における建設費・設計監理費については、民間のノウハウにより10%の費用削減が見込めるものとした。通行料収入については、10%の交通量増加を仮定していることから、10%増加するとした。維持管理運営費については業務の合理化や人件費の削減等により30%の費用低減が可能であると仮定した。またPFI方式で事業を行った場合には表-2に記載された不動産取得税と、SPCの金利償却後利益から法人税等として納められる40.87%のうちの10.13%が、都道府県の収入として計上される。初期投資額の資金はPFI方式では、サービス提供の対価としてSPCに初期投資額の2/3を補助金として国、自治体からそれぞれ1/3ずつ得られると仮定した。

表-1 仮定の有料道路事業の概要

項目	設定諸元	備考・算出方法
共通基本条件		
事業内容	一般有料道路	
事業主体	都道府県	
工事延長(km)	10	
通行料金(円/台)	400	24.6円/km+150円(ターミナルチャージ)
工事期間(年)	10	
評価期間(年)	30	建設開始からの期間
割引率(%)	4.0	
	PSC	PFI
計画交通量		
計画交通量(台/日)	18,000	19800 評価結果平均より算出

表-2 有料道路事業の費用内訳

項目	PSC	PFI	備考・算出方法
初期投資			
建設費(百万円)	48,400	43,560	PFI低減率10%
設計監理費	2,420	2,178	建設費×5%
間接費	2,420		建設費×5%
不動産取得税		1,220	建設費×税率4%×課税標準70%
不動産登録税		183	建設費×税率0.6%×課税標準70%
初期投資計(百万円)	53,240	47,141	
収入			
通行料収入(百万円/年)	2,628	2,691	通行料金×計画交通量×365日
維持管理・運営費			
維持管理運営費(百万円/年)	288	201	PFI低減率30% 高速道路便覧平成18年度実績より算定

2) 成立性の評価指標

PFI方式の成立性を評価する指標として、公共の視点であるVFM、民間主体のうち金融機関の視点であるLLCR (Loan Life Coverage Ratio)、出資者の視点である配当IRRを用いた。ここで、VFMはPSCとPFILCCの差をPSCで除した値であり、PFIが成立するためにはVFMが0%以上である必要がある。LLCRはSPC (Special Purpose Company: PFI方式で事業を行う際に設立される特別目的会社) が借入金を返済する能力があるかを表し、PFI方式で事業を実施するにあたって妥当と考えられている水準は1.2以上である。配当IRRは出資金に対して十分な配当が得られるかを表しており、同じく水準は6.0%以上である。

3) リスクを考慮しない場合のPFIの成立性

上記の前提条件を基に、リスクを考慮しない場合のPFI方式の成立性を評価した結果を表-3に示す。公設公営方式により事業を行った場合の公共の総支出額 (PSC: Public Sector Comparator) は19,238百万円、PFI方式により事業を行った場合の公共の総支出額 (PFILCC: PFI Life Cycle Cost) は17,966百万円となり、PSCとPFILCCの差は1,272百万円、VFMは6.6%となった。その他、PFIの成立性を評価する指標はすべて妥当な水準を上回った。すなわちリスクを考慮しない場合、設定した前提条件の下で、PFI方式は成立することが示された。

4) リスクを考慮した場合のPFIの成立性

a) VFMの変化

3)で算定した結果に、事後評価結果より定量化した事業費リスク、交通需要リスクを当てはめ、モンテカルロシミュレーションを適用してPSCとPFILCCの変動を求めた。シミュレーション回数は5,000回とした。なお工事期間リスクについては、一般に事業費リスクと連動しているものと考えられることから、今回のシミュレーションからは除外した。

部科校名：理工学部

氏名：金子雄一郎

研究結果（つづき）

リスクを考慮した PSC の変動は図-3 のとおりであり、平均値 27,443 百万円、標準偏差 82,497 百万円となった。同様にリスクを考慮した PFILCC の変動は図-4 のとおりであり、平均値 21,245 百万円、標準偏差 30,579 百万円となり、平均値、標準偏差とも PSC より低くなった。以上の結果を整理したものを表-4 に示す。これよりリスクを考慮した場合、PSC は 8,205 百万円、PFILCC は 3,279 百万円それぞれ増加するが、増加額は PFILCC の方が小さい。これは PFI 方式の方がリスクの影響を受けにくいためである。なお VFM について、リスクを考慮した場合には 22.6%と高くなっているが、公共の支出そのものは増加しており、また民間主体の視点から事業の成立性が低下している可能性がある点に注意が必要である。

表-3 PFI 方式による事業の成立性評価

項目	結果(百万円)	
PSC	19,238	
PFILCC	17,966	
PSC-PFILCC	1,272	
評価指標		
項目	PFI実施妥当水準	結果
VFM(PSC-PFILCC/PSC)	0.0%	6.6%
LLCR	1.2以上	1.59
配当IRR	6.0%	15.7%

表-4 リスクの有無による PSC 及び PFILCC の違い

項目	単位:百万円		
	リスクなし	リスク考慮	差
PSC	19,238	27,443 (平均)	8,205
PFILCC	17,966	21,245 (平均)	3,279
VFM	6.6%	22.6%	

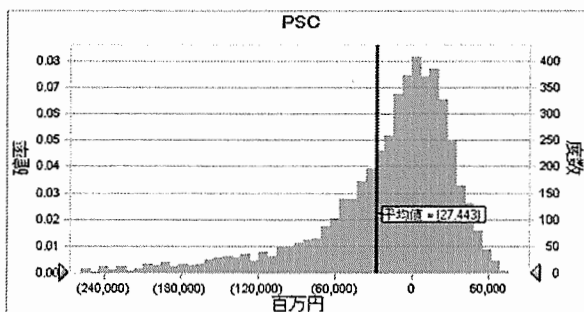


図-3 リスクを考慮した場合の PSC の変動

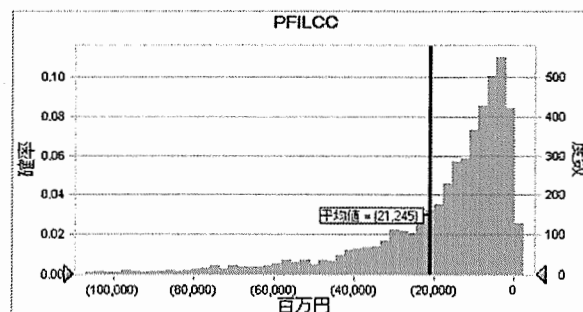


図-4 リスクを考慮した場合の PFILCC の変動

b) PFI の成立性

a) で述べたリスクを考慮した場合の PFI の成立性を民間主体の視点から評価するにあたっては、LLCR 等の算定要素である事業費と交通量が変動することから、確率で表現することとする。具体的には評価指標のうち LLCR について、妥当水準である 1.20 を下回る確率を求めた結果 32.7%となった。すなわちリスクを考慮した場合、民間主体にとって成立性が担保されない状況が約 1/3 の確率で発生することが明らかになった。また配当 IRR については、算定方法上の制約から NPV (Net Present Value ; 正味現在価値) を代理指標として算定した結果、最低条件である 0 を下回る確率は 27.2%となった。

5) 契約期間と成立性の関係

PFI 方式の成立性と公民間での契約期間との関係を把握するため、評価期間を 30 年から 35 年に 5 年延長とした場合について、4) と同様の検討を行なう。これは上述したように、PFI の成立性が低く民間主体にとって事業への参画インセンティブが生じない場合、例えば契約期間(表-1 の評価期間に相当)を延長することで、成立性がどの程度高まるかを確認するためである。その結果、VFM が 6.5%、LLCR が妥当水準 1.20 を下回る確率は 29.5%、NVP が 0 を下回る確率は 25.1%となった。すなわち評価期間が 30 年の場合と比較して、公共の視点から PFI の成立性は低下するものの、民間主体の視点からの成立性は高まることが分かった。

以上の結果より、PPP によって交通インフラ施設を整備する場合、公民間での契約においてこれらの点を考慮することが重要であることが示唆される。

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 3 月 30 日

日本大学 総長 殿

氏 名 宮本 守



所属・資格 理工学部・助手

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	都市における社会活動・整備が周辺水域に及ぼす影響の定量評価	
3 研究目的	<p>社会資本整備等による都市成長は、土地利用形態の変化や人口の増加、生活水準の高度化などをもたらし、都市部における環境変化はヒートアイランド現象に代表される大気への影響と同時に水圏へのインパクトも及ぼしている。河川の高温化は河川生態系においてバランスを変質させる可能性を持つ一方でエネルギーとしての有効利用の可能性を有した重要な課題であると言える。しかしながら、都市の人工排熱が河川水温の挙動にどの程度寄与しているのかは明らかにされていない。したがって、申請者は都市における河川の減少が生活圏の熱環境に及ぼした影響と人工排熱が河川の熱環境に及ぼした影響を定量的に評価し、今後の在り方について提案することを目的としている。</p>	
4 研究概要	<p>東京都心部に位置し多くの下水処理水が流入している荒川下流部を対象とし、実測データから水理特性、熱輸送特性を整理・分析する。さらに、1次元不定流解析と1次元熱輸送解析（移流拡散）を統合した水・熱統合モデルを構築し、荒川下流部における熱輸送特性を解明する。そして人工排熱である下水処理水が流入することによる熱影響を定量的に評価する。</p>	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 可 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：宮本 守

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

河川水の熱利用にはヒートポンプを用いることが一般的であり、そのしくみは図-1 に示す通りである。このような河川水の熱エネルギー利用は地下水や地中熱等といった他の自然エネルギー利用と比較して経済性や実現性の面において優れている。河川エネルギーの利用に関しては全国において活発に検討されている。河川水および下水処理水を利用した地域熱供給事業の事例を表-1 に示す。河川水を熱源として利用するシステムは未利用エネルギーとして期待されており、全国の数箇所において既に稼働されている。

しかしながら河川水を取水して熱源として利用された後に排水される水は本来の河川水温と異なるため、その環境変化が懸念事項となり、取水・排水温度の規制がなされている。通常は排水温度と河川水温の温度差は 5℃以内とされている。すなわち河川水熱のうちの 5℃が許可範囲である。その一方で多くの都市河川において、人工排熱等の影響により河川水温は上昇傾向にあり、河川水温の上昇は河川のエネルギーポテンシャルの増大とも考えることができる。つまり、人工排熱により水温が上昇した河川水は新たな利用可能なエネルギーを有していることになる。このエネルギーの余剰分を有効利用することは、都市の社会活動・整備による環境変化を相殺することのみならず、都市におけるこれまでの未使用エネルギーの有効利用や従来の発熱システムで大量に発生している CO₂ の削減にも繋がる経済的かつ環境に良好な手段である。

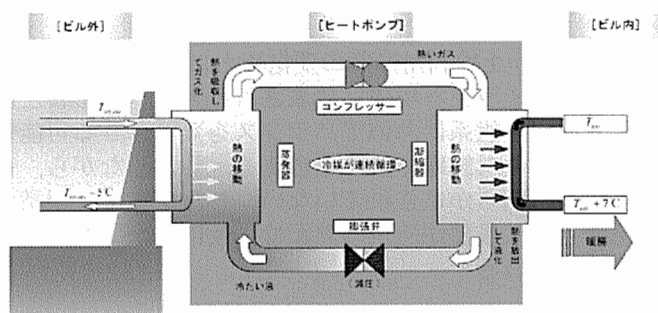


図-1 一般的な河川熱利用ヒートポンプのしくみ

表-1 河川水および下水処理水を利用した地域熱供給事業

供給区域	所在地	供給形態	利用熱源	供給面積 (ha)
箱崎	東京都	温水, 冷水, 給湯	河川水熱	22.7
幕張新都心	千葉県	温水, 冷水, 蒸気	下水処理排熱	48.9
シーサイドももち	福岡県	温水, 冷水	海水熱	35.0
千葉問屋町	千葉県	温水, 冷水, 蒸気	中水	4.4
後楽1丁目	東京都	温水, 冷水	生下水熱	21.6
天満橋1丁目	大阪府	温水, 冷水, 蒸気	河川水熱	5.1
盛岡駅西口	岩手県	温水, 冷水	未処理下水熱 変圧器排熱	7.1
富山駅北	富山県	温水, 冷水	河川水熱	15.3
高松市番町	香川県	温水, 冷水	地下水, 下水	7.8
下川端再開発	福岡県	温水, 冷水, 蒸気	中水	2.2

部科校名： 理 工 学 部

氏名：宮本 守

研究結果 (つづき)

荒川下流部において、人工排熱である下水処理水の流入による上昇熱量を新たな河川水エネルギーとして利用するためには、下水処理水の流入による河川水温の上昇温度を明らかにする必要がある。図-2は1998年から2000年の3年間の荒川における河川水温の実測値と下水処理水の流入の有無に対する各計算値である。下水処理水の流入がある場合の河川水温の計算結果は、精度良く実測値を再現できていることが確認できる。また図-3は下水処理水の流入有無による水温差を示している。すなわち、図-3は下水処理水の流入による上昇温度である。下水処理水による河川水温は特に冬期に最大で2℃以上の上昇が確認できる。

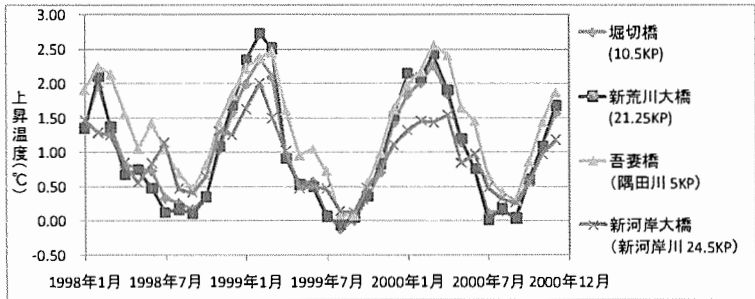
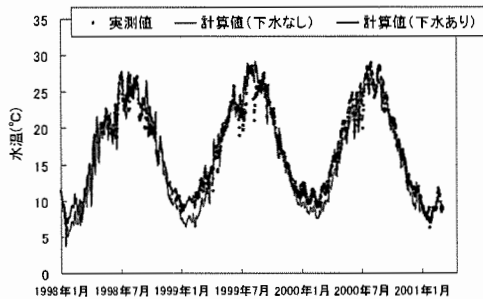


図-2 荒川における水温の再現計算結果 図-3 荒川における下水処理水による水温上昇量

荒川下流部において河川水エネルギー利用の可能性を現実的に検討するために、河川内のエネルギー賦存量と上昇熱量を明らかにした。図-4は人工排熱による上昇熱量であり、新たに利用可能な熱量である。下水処理水による水温上昇と同様に上昇熱量は冬期に顕著であり、その値は水路式水力発電等による発電量と同程度である。さらにこの熱量によるエネルギー利用は、人工排熱による熱環境変化に対する抑制効果となる。

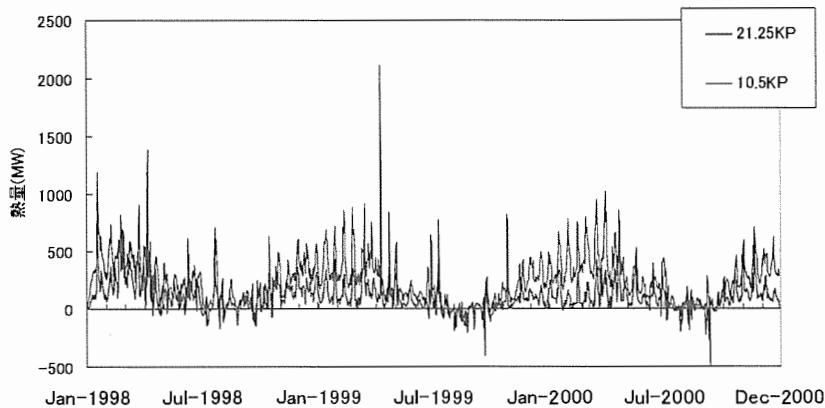


図-4 荒川下流部における下水処理水による上昇熱量

以上より、人工排熱による河川内の上昇熱量は冬期に顕著で、今後のエネルギー利用として十分な熱量であることに加え、エネルギー利用が人工排熱による熱環境変化の抑制になることが明らかになった。

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 3月 31日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 山田 雅一



所属・資格 理 工 学 部 ・ 助 教

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	地盤材料のせん断剛性の評価方法に関する研究	
3 研究目的	本研究は、バイモルフ型の圧電セラミックス（以下、ベンダーエレメント）を室内土質せん断試験装置に取り付けて、ベンダーエレメントによる各種地盤材料（砂質土、粘性土、軟岩、安定処理土など）のせん断剛性の評価方法の構築を目的とする。	
4 研究概要	ベンダーエレメントを装着した土質せん断試験装置の開発ならびに砂質土を対象としたベンダーエレメント試験を実施してせん断剛性の評価手法を確立するために、以下の研究課題を実施した。 1) ベンダーエレメントを装着した中空ねじりせん断試験装置と三軸試験装置の開発 2) 砂質土の広範な応力変形状態でのせん断剛性の評価手法の構築	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の (可) / (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：山田 雅一

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000 字以上記入してください。)

基礎構造物の設計法は仕様設計から性能設計に移行しつつあり、地盤の変形予測の重要性が高まってきた。室内土質試験で変形特性を求める方法には、静的試験と動的試験がある。静的試験とは、三軸試験や中空ねじりせん断試験のように、供試体に加速度の影響が無視できる状態で、荷重・応力・変位・ひずみを加えることにより、供試体の応答から土の変形特性を求める試験である。動的試験とは、共振法試験や波動試験のように、加速度や速度等から土の変形特性を求める試験である。

動的試験の中で、波動試験として位置付けられるベンダーエレメント試験 (BE 試験) は簡単な操作と他の装置に装着が可能というメリットから近年急速に普及している。BE 試験方法については、国際地盤工学会の技術委員会 TC29 が国際一斉試験を行い標準的な試験方法を提案しており、統一化されつつあるが未だ確立されていないのが現状である。従って、各種土質せん断試験装置に適した BE 試験方法を確立することによって、従来の土質せん断試験では測定が困難であった応力変形状態での変形特性を把握することが可能となる。また、BE 試験による変形特性の評価手法を確立することによって、地盤材料の種々の応力状態を表すことのできる構成式の発展や原地盤の変形挙動の合理的な解釈が可能となる。

【研究課題 1】

地盤内の応力変形状態の再現性に優れた中空ねじりせん断試験装置にベンダーエレメントを装着して、土供試体中を伝播するせん断波 (S 波) と粗密波 (P 波) の測定システムを構築する。飽和砂に対して、地盤内の応力変形状態を再現した異方応力条件下でベンダーエレメント試験を実施し、試験方法 (送信波形、送信周波数、伝達時間の同定法など) について検討する。また、BE 試験によるせん断剛性 G_B と中空ねじりせん断試験による静的載荷法から得られるせん断剛性 G_T を比較、検討する。さらに、BE 試験による S 波速度 V_s と P 波速度 V_p から飽和砂のポアソン比 ν を求め、既往の研究²⁾で得られた試験結果との比較を行う。

1.1 試験概要

1.1.1 ベンダーエレメント (BE)

試験に用いた BE は、幅 10 mm、自由長 (供試体貫入部) 3 mm、厚み 1 mm である。

1.1.2 試験装置

研究課題 1 で用いた中空ねじりせん断試験装置と BE 試験装置のシステム構成を図 1 に示す。装置は BE に任意の電圧波形を発生させるファンクションジェネレータと、S 波と P 波を受信するオシロスコープを中空ねじりせん断試験装置に組み合わせたものである。また、電圧増幅器をファンクションジェネレータに接続することで、送信側の最大電圧を $\pm 10V$ から $\pm 150V$ まで任意に増幅させることが可能である。さらに、受信側 BE とオシロスコープの間にチャージコンバータを接続することで、受信波を良好に観測することができる。

1.1.3 試料

試験に用いた試料は、豊浦砂 ($\rho_s = 2.631g/cm^3$, $e_{max} = 0.97$, $e_{min} = 0.62$) である。中空円筒供試体 (高さ 10cm, 外径 10cm, 内径 6cm) は、相対密度 $Dr = 50\%$, 80% を目標に空中落下法で作製した。

1.1.4 試験方法および試験条件

任意の等方応力状態と異方応力状態における飽和した初期せん断剛性を評価するために、等方圧密試験と異方圧密試験を

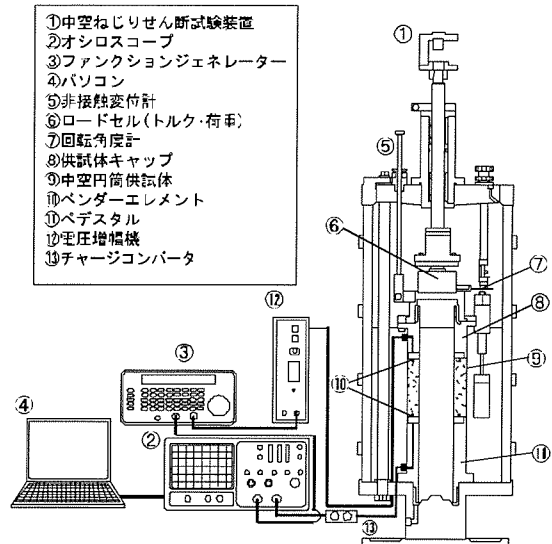


図 1 BE 試験のシステム構成

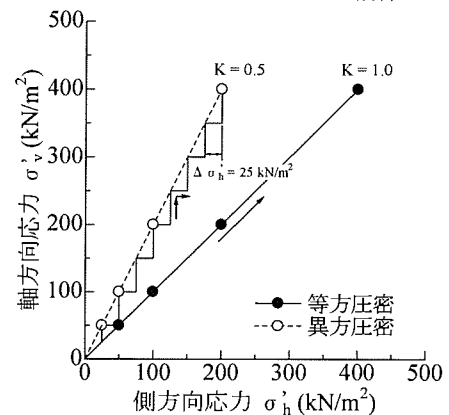


図 2 等方圧密, 異方圧密試験の応力径路

研究結果 (つづき)

実施した。図 2 に等方圧密，異方圧密試験の応力径路を示す。等方圧密試験は，図 2 に示すような応力径路(図 2 中の●印)で $\sigma'_v = \sigma'_h = 400 \text{ kN/m}^2$ まで，等方応力状態を保ったまま段階的に载荷した。異方圧密試験は，応力比 $K (= \sigma'_h / \sigma'_v)$ を 0.5 とし， $\sigma'_v = 400 \text{ kN/m}^2$ まで段階载荷した(図 2 中の○印)。各段階での圧密時間は 10 分とし，圧密後に BE 試験を実施した。また，BE 試験後に微小ひずみレベルで繰返し载荷試験を行い，静的载荷法によるせん断剛性 G_T を求めた。なお，等方圧密試験，異方圧密試験とも間隙圧係数 B は 0.96 以上であることを確認している。BE 試験は，入力電圧を $\pm 150 \text{ V}$ とし，予備試験より送信周波数は 10 kHz で波形は正弦波とした。伝播距離は BE の先端間距離 (tip-to-tip) とし，伝播時間の同定方法は送信・受信波形から S 波，P 波の送信時間と到達時間を読み取り，その時間差を伝播時間とする T.D.法(time domain technique)を用いた。また，その伝播時間は送信波と受信波の立ち上がり点の時間差 (start-to-start: S-S) とピーク点の時間差 (peak-to-peak: P-P) の 2 通りとして， V_S と V_P を求めた。図 3 に伝播時間の同定法を示した。

1.2 試験結果

1.2.1 等方圧密試験

BE 試験で得られるせん断剛性 G_B は(1)式から求められる。また，ポアソン比 ν は V_S と V_P から(2)式から求められる。

$$G_B = \rho V_s^2 \quad (\text{kN/m}^2) \quad (1)$$

ここに， ρ : 土の密度 ($\text{kN} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$)， V_S : S 波速度 (m/s)。

$$\nu = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2[(V_p/V_s)^2 - 1]} \quad (2)$$

等方応力状態での土の初期せん断剛性 G_{\max} は(3)式で表される³⁾。

$$G_{\max} = A \cdot F(e) \cdot \sigma_r \cdot (\sigma'_c/\sigma_r)^n \quad (\text{kN/m}^2) \quad (3)$$

ここに， A : 材料定数 (kN/m^2)， $F(e)$: 間隙比関数で $F(e) = (2.17 - e)^2 / (1 + e)$ ， σ'_c : 有効拘束圧 (kN/m^2)， σ_r : 基準応力 ($= 98.1 \text{ kN/m}^2$)， n : 指数。

岩崎ら⁴⁾はきれいな砂に対して共振法試験を行い，せん断ひずみ $\gamma = 10^{-6}$ ， $\gamma = 10^{-5}$ ， $\gamma = 10^{-4}$ に対する G_{\max} の実験式として，それぞれ(4)式，(5)式および(6)式を提案している。

$$\gamma = 10^{-6} : G_{\max} = 900 \cdot F(e) \cdot \sigma_r \cdot (\sigma'_c/\sigma_r)^{0.4} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (4)$$

$$\gamma = 10^{-5} : G_{\max} = 850 \cdot F(e) \cdot \sigma_r \cdot (\sigma'_c/\sigma_r)^{0.44} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (5)$$

$$\gamma = 10^{-4} : G_{\max} = 700 \cdot F(e) \cdot \sigma_r \cdot (\sigma'_c/\sigma_r)^{0.5} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (6)$$

図 4，5 は， $D_r = 50\%$ ， 80% での等方圧密試験における G_B と G_T を間隙比関数 $F(e)$ で除して正規化した $G_B/F(e)$ ， $G_T/F(e)$ と，平均有効主応力 σ'_m (kN/m^2) を基準応力 σ_r で除して正規化した σ'_m/σ_r との関係を示したものである。等方

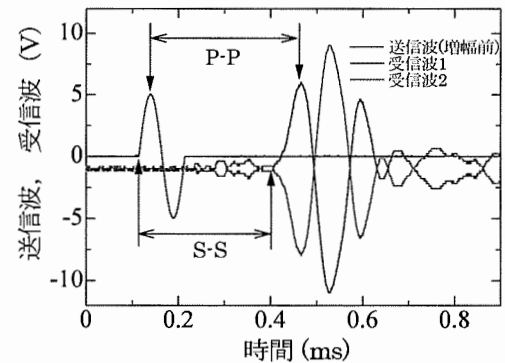


図 3 伝播時間の同定法

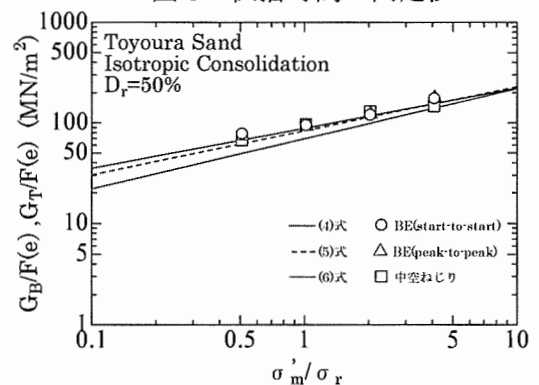


図 4 $G_B/F(e)$ ， $G_T/F(e) - \sigma'_m/\sigma_r$ 関係 ($D_r = 50\%$)

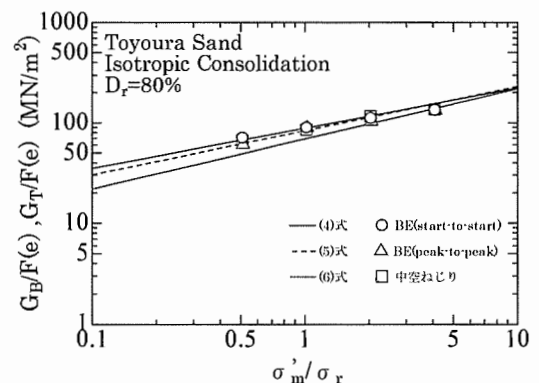


図 5 $G_B/F(e)$ ， $G_T/F(e) - \sigma'_m/\sigma_r$ 関係 ($D_r = 80\%$)

注：必要に応じて，このページをご使用ください。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：山田 雅一

研究結果 (つづき)

応力状態では $\sigma'_m = \sigma'_c$ となる. 図 4~7 中には, (4)式, (5)式および(6)式をそれぞれ実線, 破線, 赤色の実線で示した.

図 4, 5 より, 等方応力状態では S-S 法と P-P 法による値はほぼ同様な結果が得られていることから, 伝播時間の同定法による相違はないと言える. また, BE 試験により得られた G_B は, 共振法による $\gamma = 10^{-5}$ の実験式 ((5)式)と概ね良い対応が見られる. さらに, G_B は中空ねじりせん断により得られた G_T と良い対応が見られる.

1.2.2 異方圧密試験

図 6, 7 は, $Dr=50\%$, 80% での異方圧密試験における $G_B/F(e)$, $G_T/F(e)$ と平均有効主応力を正規化した σ'_m/σ_r との関係を示したものである. ここで, 異方応力状態では, $\sigma'_m = (\sigma'_v + 2\sigma'_h)/3$ である.

図 6, 7 より, 異方応力状態では等方応力状態と比較すると, S-S 法と P-P 法による G_B の値には多少の差異が見られた. また, BE 試験で得られた G_B は, 共振法による $\gamma = 10^{-5}$ の実験式((5)式)と概ね良い対応が見られる. さらに, G_B は中空ねじりせん断試験から得られた G_T と差異が認められる.

一般に, 異方応力状態でのせん断波による初期せん断剛性 G_{max} は(7)式で表される⁵⁾. そこで, 異方応力状態における本試験結果と(7)式との対応を検討した.

$$G_{max} = A_{ij} \cdot F(e) \cdot \sigma_r \cdot \left(\frac{\sigma'_i}{\sigma_r}\right)^{n_i} \cdot \left(\frac{\sigma'_j}{\sigma_r}\right)^{n_j} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (7)$$

ここに, A_{ij} : 材料定数, σ'_i : S 波の伝播方向の有効応力 (kN/m^2), σ'_j : S 波の振動方向の有効応力 (kN/m^2), n_i, n_j : 指数であり, 山下ら⁶⁾は精緻な三軸試験, ねじりせん断試験を行い, 豊浦砂に対して $n_i=0.26, n_j=0.09$ を提案している.

図 8 は, 異方圧密試験で得られた G_B と山下ら⁶⁾が提案する指数を用いて(7)式で評価したせん断剛性 G_{CAL} を比較したものである. 同図中には, 異方応力状態を σ'_m で表現した(8)式で評価した G_{CAL} との比較も併せ示した. これらの図より G_B は, 山下らが提案する指数を用い(7)式より求めた G_{CAL} よりも, (8)式による G_{CAL} に対して良い対応が見られる. 従って, 異方応力状態でのせん断弾性係数 G_B は応力異方性を平均有効主応力 σ'_m で表現した(8)式で評価できることになる.

$$G_{max} = 850 \cdot \sigma_r \cdot F(e) \cdot \left(\frac{\sigma'_m}{\sigma_r}\right)^{0.44} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (8)$$

1.2.3 ポアソン比 ν

図 9, 10 は, $Dr=80\%$ での等方, 異方応力状態における平均有効主応力 σ'_m とポアソン比 ν の関係の試験結果を示したものである. 同図中の実線は, 平山ら²⁾による豊浦砂($Dr=80\%$, 飽和状態)での三軸試験装置を用いた BE 試験から求められたポアソン比を示したものである.

図 9, 10 より, S-S 法, P-P 法ともに, 拘束圧の増加に伴いポアソン比 ν が減少しており, ν は拘束

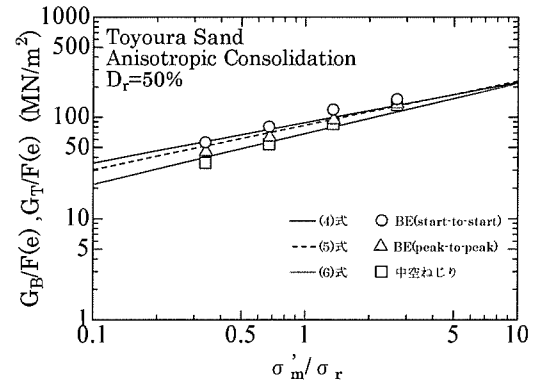


図 6 $G_B/F(e), G_T/F(e) - \sigma'_m/\sigma_r$ 関係 ($Dr=50\%$)

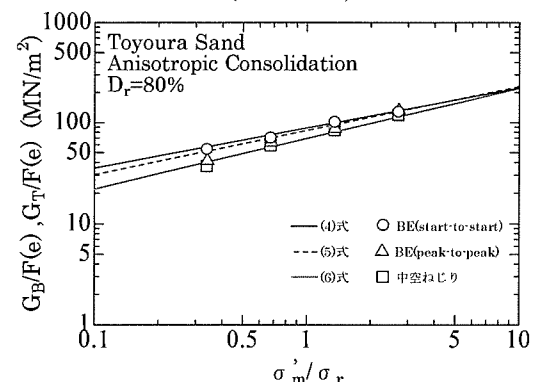


図 7 $G_B/F(e), G_T/F(e) - \sigma'_m/\sigma_r$ 関係 ($Dr=80\%$)

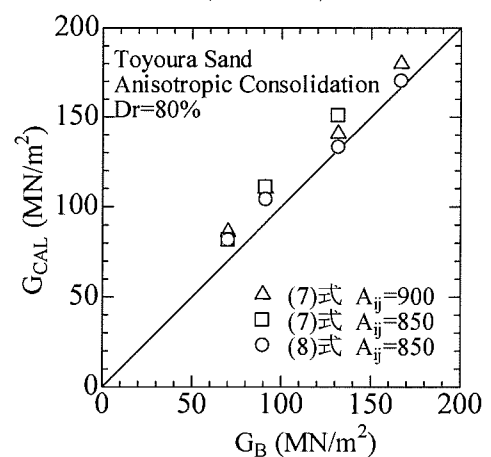


図 8 $G_{CAL} - G_B$ 関係

注：必要に応じて, このページをご使用ください。

部科校名： 理 工 学 部

氏名： 山 田 雅 一

研究結果 (つづき)

圧に依存していることがわかる。また、等方応力状態における S-S 法、P-P 法、異方応力状態における S-S 法では、 ν は約 0.5 を示しており、平山ら²⁾の試験結果とほぼ一致しているが、異方応力状態における P-P 法では ν は約 0.4 であった。ポアソン比を算出するには P-P 法より、S-S 法の方が適していると言える。

1.3 研究課題 1 のまとめ

- 1) 飽和試料に対する BE 試験の条件として、BE の自由長を短くし、入力電圧を増幅させ、受信側にチャージコンバータを接続することで、S 波および P 波速度が良好に測定できる。
- 2) T.D.法で伝播時間を同定する場合は、P-P 法より S-S 法が適切である。
- 3) 等方応力状態における S-S 法と P-P 法によるせん断弾性係数 G_B はほぼ一致し、伝達時間の同定法の差異はほとんど見られなかったが、異方応力状態では多少差異が認められた。
- 4) BE 試験から得られた等方応力状態でのせん断弾性係数 G_B は、共振法で得られた初期せん断剛性の実験式に適合する。また、中空ねじりせん断試験から得られたせん断弾性係数 G_T と概ね良い対応が見られた。
- 5) BE 試験から得られた異方応力状態でのせん断弾性係数 G_B は、応力異方性を平均有効主応力 σ'_m で表現した式で評価できる。
- 6) BE 試験による飽和砂のポアソン比 ν は、既往の研究で得られた試験結果とほぼ一致した。しかし、異方応力状態における P-P 法により求めた ν には相違が生じた。

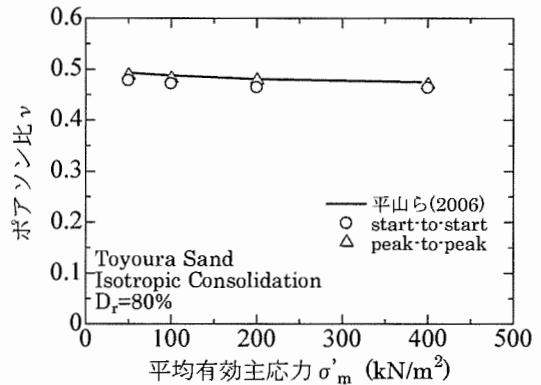


図 9 $\nu - \sigma'_m$ 関係 (等方圧密)

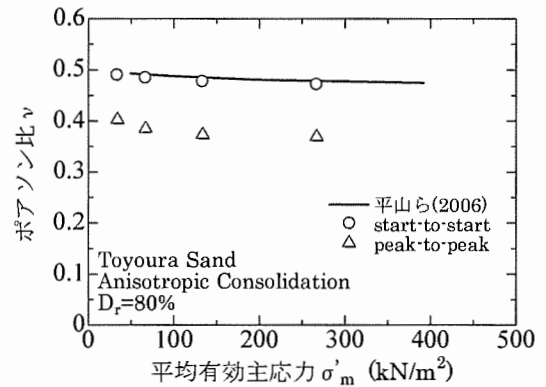


図 10 $\nu - \sigma'_m$ 関係 (異方圧密)

【研究課題 2】

実務で良く用いられている三軸試験装置にベンダーエレメントを装着して、飽和豊浦砂に対して、 K_0 圧密後に軸方向応力が一定で、側方向応力を制御 (载荷・除荷) する三軸伸張・圧縮試験を実施する。供試体が破壊状態に至るまでの広範な応力変形状態でのせん断剛性を BE 試験により求め、相対密度の影響を考慮した軸対称応力条件下でのせん断剛性低下の評価法について検討する。

2.1 試験概要

2.1.1 試料と試験装置

試験に用いた試料は、研究課題 1 と同じ豊浦砂 ($\rho_s = 2.631 \text{g/cm}^3$, $e_{\max} = 0.97$, $e_{\min} = 0.62$) である。BE を装着した三軸試験装置のシステム構成を図 11 に示す。BE は、幅 19mm、自由長 (供試体貫入部) 3mm、厚み 0.9mm であり、図 11 に示したキャップ ($\phi 5 \text{cm}$) とペダスタル ($\phi 5 \text{cm}$) の中央部分に取り付けた。

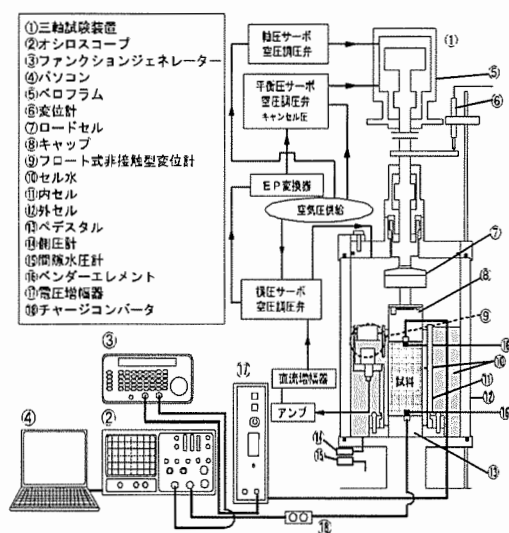


図 11 三軸試験装置と BE 試験のシステム構成

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：山田 雅一

研究結果 (つづき)

BE 試験による弾性波を確実に捉えるために、図 11 に示す電圧増幅器(⑰)とチャージコンバータ(⑱)を導入した。電圧増幅器はファンクションジェネレータと BE の間に接続することで、送信側の最大電圧を±10V から±150V まで任意に増幅させることが可能である。受信側に、チャージコンバータをオシロスコープに接続することで、受信波を良好に観測することができる。三軸試験装置は、三軸セル内に供試体の周囲を水で満たしたアクリル製の内セルを設置した 2 重セル構造になっている。

表 1 試験条件

試料	相対密度 D _r (%)	軸方向応力 σ' _v (kN/m ²)	側方向応力 σ' _h (kN/m ²)	記号
豊浦砂	50, 80	50	载荷	●
			除荷	○
		100	载荷	▲
			除荷	△
		150	载荷	■
			除荷	□

2.1.2 試験方法

軸対称応力条件下での破壊状態に至るまでの圧縮・伸張過程における飽和砂のせん断剛性を評価するために、K₀ 圧密三軸伸張・圧縮試験を実施した。供試体（直径 5cm，高さ 10cm）は空中落下法で作製し、初期の相対密度 D_r は 50% と 80% とした。K₀ 圧密過程では、内セル内部の水位変化をフロート式非接触変位計で測定して、内セルの水位が一定になるように側方向応力 σ'_h を制御した（側方向ひずみの増分は 1×10⁻⁴ 以内）。なお、間隙圧係数 B は 0.95 以上であることを確認している。

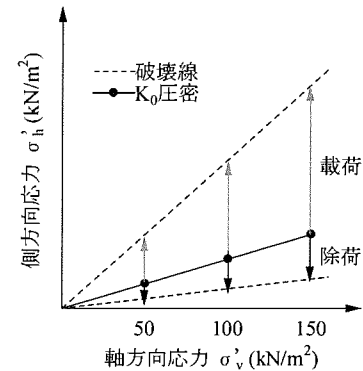


図 12 三軸試験の応力径路

K₀ 圧密三軸伸張・圧縮試験の試験条件と応力径路をそれぞれ表 1 と図 12 に示す。

三軸伸張・圧縮試験は、図 12 に示す応力径路で所定の軸方向応力 σ'_v（図 12 中の●印）まで供試体を K₀ 圧密し、軸方向応力 σ'_v を一定に保持した状態で、応力制御で側方向応力 σ'_h を载荷・除荷（図 12 中の矢印）した。なお、K₀ 圧密時の軸方向応力 σ'_v の载荷速度は 0.3 kN/m²/min であり、その後の側方向応力 σ'_h の载荷速度は 3 kN/m²/min とした。

BE 試験は、K₀ 圧密、伸張・圧縮過程での任意の応力状態で実施した。入力電圧は±120V であり、予備試験から送信周波数は 10kHz で波形は正弦波とした。伝播距離は BE の先端間距離 (tip-to-tip) とし、伝播時間の同定方法は送信波と受信波の立ち上がり点の時間差 (start-to-start) として、せん断波速度 V_s、V_p を求めた。受信波の立ち上がり点を明確にするため、いずれも受信側導線の+と-を入れ替えて測定した。図 13 (a), (b)にはそれぞれ P 波と S 波の受信波と送信波の立ち上がり点を矢印で示した。

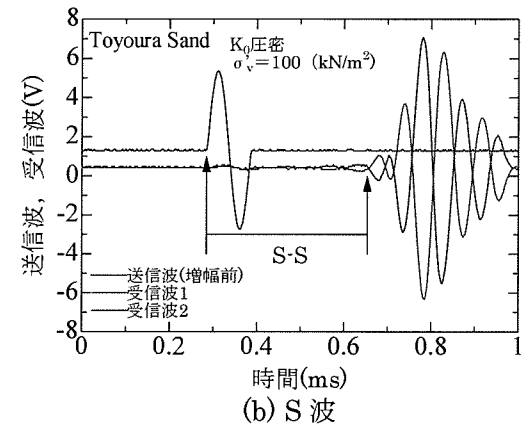
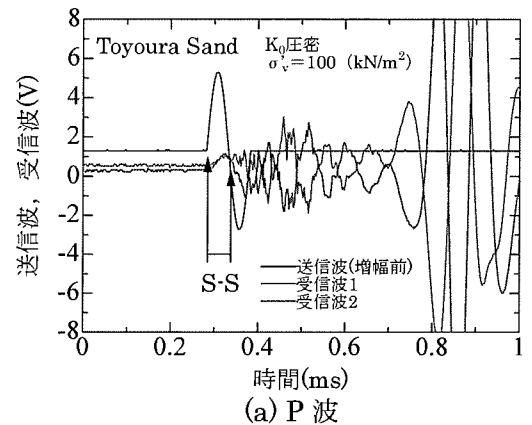


図 13 P 波と S 波の波形例

2.2 試験結果

2.2.1 圧密過程における G_B の評価

K₀ 圧密過程における飽和砂のせん断剛性を平均有効主応力 σ'_m で評価するために、D_r=50% の供試体に対する K₀ 圧密過程から得られた G_B/F(e) と正規化した平均有効主応力 σ'_m の関係を図 14 に示す。ここで、G_B は BE 試験で得られたせん断剛性、F(e) は間隙比関数で F(e)=(2.17-e)²/(1+e) で

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

部科校名： 理 工 学 部

氏名： 山 田 雅 一

研究結果 (つづき)

であり、 σ_r は基準応力(=98.1 kN/m²)である。図 14 に示した試験結果から(9)式に示す関係式が得られ、同図中に実線で併せ示した。また、Dr=80%の供試体に対しては(10)式が得られている。

$$Dr=50\% : G_E = 93500 \cdot F(e) \cdot \left(\frac{\dot{\sigma}_m}{\sigma_r}\right)^{0.45} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (9)$$

$$Dr=80\% : G_E = 79150 \cdot F(e) \cdot \left(\frac{\dot{\sigma}_m}{\sigma_r}\right)^{0.46} \quad (\text{kN/m}^2) \quad (10)$$

2.2.2 せん断過程における G_B の評価

伸張・圧縮過程における飽和砂のせん断剛性の変化を検討する。図 15 (a), (b)には、それぞれ Dr=50%と Dr=80%における伸張・圧縮のせん断過程で得られた G_B を(9)式と(10)式から求めたせん断剛性 G_E で除した G_B/G_E とせん断時の動員された内部摩擦角 ϕ_{mob} の関係を示した。また、図 16 (a), (b)には、それぞれ Dr=50%と Dr=80%の G_B/G_E と応力比 $K(=\sigma'_h/\sigma'_v)$ の関係を示した。これらの図より試験結果にはばらつきが見られるが、 K_0 圧密時は $\sin \phi_{mob} \approx 0.4$, $K \approx 0.4$ であることを考慮すると、Dr=50%では $\sin \phi_{mob} \approx 0.1 \sim 0.5$, $K \approx 0.3 \sim 1$, Dr=80%では $\sin \phi_{mob} \approx 0.1 \sim 0.4$, $K \approx 0.4 \sim 1$ の範囲であれば、それぞれ(9)式、(10)式を用いて初期せん断剛性がほぼ推定可能である。また、これらの図より、伸張側と圧縮側の G_E に対するせん断剛性の低下に着目すると、伸張側での剛性低下が圧縮側に比べ大きくなることが見て取れる。

山下ら⁹⁾は、等方圧密後に側方向応力一定で三軸圧縮試験を行い、せん断中のせん断剛性の変化を BE により測定し、供試体が破壊状態に近くなったときのせん断剛性の低下式として、異方応力状態での初期せん断剛性の一般式⁴⁾にせん断応力 τ を考慮に入れた(11)式を提案している。

$$G_{vh} = S_{vh} \cdot F(e) \cdot P_r \cdot \left(\frac{\sigma'_v}{P_r}\right)^{n_v} \cdot \left(\frac{\sigma'_h}{P_r}\right)^{n_h} \cdot f(\tau) \quad (\text{kN/m}^2) \quad (11)$$

ここに、 G_{vh} ：堆積面に対して S 波の伝播方向が垂直で、振動方向が平行な S 波速度から求めたせん断剛性、 S_{vh} ： G_{vh} に対応する異方応力状態での材料定数、 $F(e)$ ：間隙比関数で $F(e) = (2.17 - e)^2 / (1 + e)$ 、 σ'_v ：S 波の伝播方向の有効応力 (kN/m²)、 σ'_h ：S 波の振動方向の有効応力 (kN/m²)、 P_r ：基準応力 (kN/m²)、 n_v , n_h ：指数定数、 $f(\tau)$ ：せん断応力の関数で、(12)式に示した双曲線関数で表す。

$$f(\tau) = \frac{1}{1 + a \frac{D_r}{100} \left(\frac{\tau}{\tau_r}\right)^b} \quad (12)$$

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

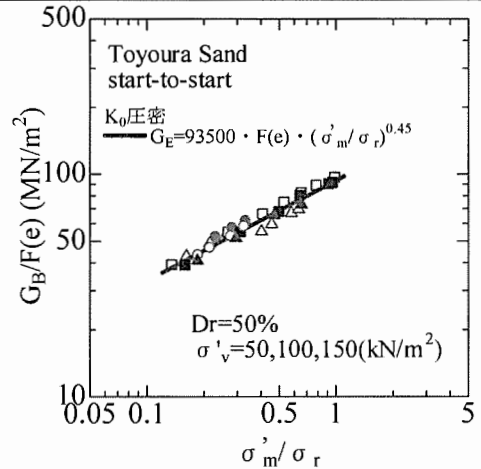
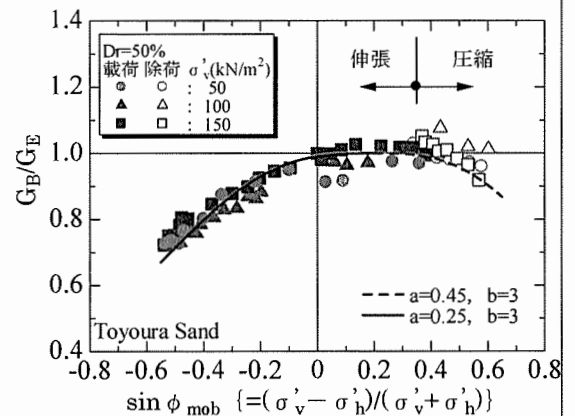
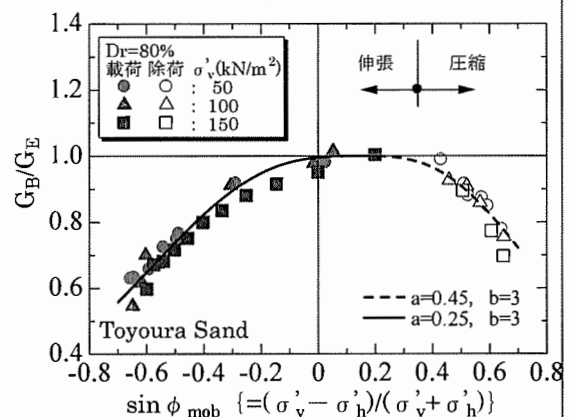


図 14 $G_B/F(e) \sim \dot{\sigma}'_m/\sigma_r$ 関係



(a) Dr=50%



(b) Dr=80%

図 15 $G_B/G_E \sim \sin \phi_{mob}$ 関係

研究結果 (つづき)

ここに、 D_r ：相対密度(%), a, b ：実験定数で $a=0.3, b=3, \tau_f$ ：せん断強度 (kN/m^2).

本研究では K_0 圧密過程の影響を考慮した(13)式, (14)式を提案する.

$$D_r=50\% : G_v = 93500 \cdot F(e) \cdot \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_r}\right)^{0.45} \cdot f(\sin \phi_{mob}) \quad (13)$$

$$D_r=80\% : G_v = 79150 \cdot F(e) \cdot \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_r}\right)^{0.46} \cdot f(\sin \phi_{mob}) \quad (14)$$

ここに、 $f(\sin \phi_{mob})$ ： $\sin \phi_{mob}$ の関数で、(15)式に示した双曲線関数で表す.

$$f(\sin \phi_{mob}) = \frac{1}{1 + a \cdot F(e)_{initial} \cdot \left(\frac{\sin \phi_{mob} - \sin \phi_{GE}}{\sin \phi}\right)^b} \quad (15)$$

ここに、 $F(e)_{initial}$ ： K_0 圧密時の間隙比を用いた間隙比関数 $F(e)$, ϕ_{mob} ：せん断時の動員された内部摩擦角, ϕ ：破壊時の内部摩擦角, ϕ_{GE} ： $f(\sin \phi_{mob})$ を双曲線関数で表すために、 G_E を(9)式, (10)式で評価できる範囲の中間点とした. 実験定数 a と b は、伸張側には $a=0.25, b=3$, 圧縮側は $a=0.45, b=3$ を用いた.

次いで、本研究で提案した(13)式, (14)式で、本試験で得られた破壊状態までのせん断剛性の変化を検討した.

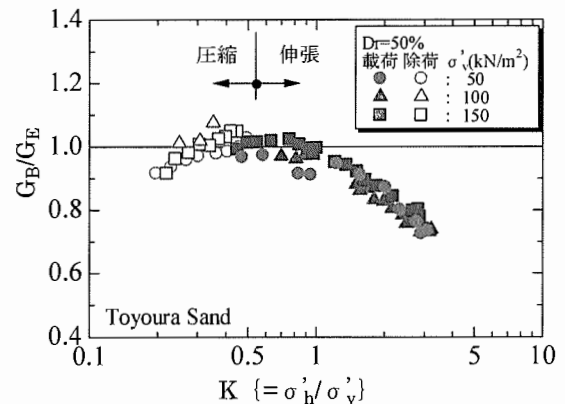
図 15 (a), (b)中には、(13)式, (14)式を伸張側は実線で圧縮側は破線で併せ示した. 図 15 (a), (b)より、(13)式, (14)式でせん断に伴う構造の低位化によって生じる G_E に対するせん断剛性の低下傾向を捉えられるようである.

2.3 研究課題 2 のまとめ

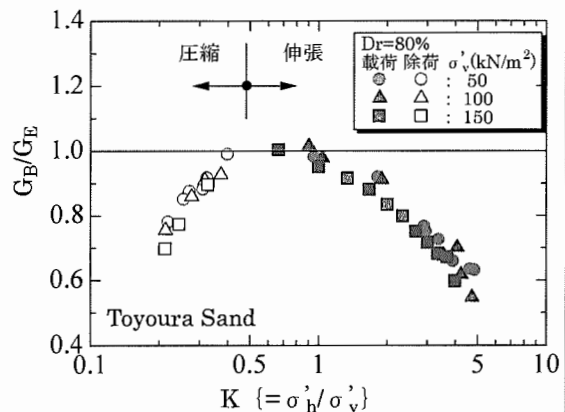
- 1)飽和豊浦砂に対して、BE 試験で K_0 圧密三軸伸張・圧縮試験で破壊状態に至るまでの圧縮・伸張過程におけるせん断剛性の変化を求めた.
- 2)砂に対する軸対称応力条件下におけるせん断に伴う構造の低位化によって生じるせん断剛性の変化は提案した(13)式, (14)式で表現できる.

【参考文献】

- 1)Yamashita,S. et al. : Interpretation of international parallel test on the measurement of G_{max} using bender elements, Soils and Foundations, Vol.49, No.4, pp.631-650, 2009.
- 2)平山知暁他：BE 試験による 3 方向の S 波速度および P 波速度の測定, 第 41 回地盤工学研究発表会, 2006.
- 3)Hardin,B.O. : Proceedings of the Geotechnical Division Specially Conference on Earthquake Engineering and Soil Dynamics, ASCE, pp.3-90, 1978.
- 4)Iwasaki,T. et al. : Effects of grain size and grading on dynamic shear moduli of sands, Soils and Foundations, Vol.17, No.3, pp.19-35, 1977.
- 5)Jamiolkowski,M. et al. : Remarks on stiffness at small strains of six Italian clays, Pre-Failure Deformation of Geomaterials, Balkema, Netherlands, Vol.2, pp.817-836, 1995.
- 6)山下聡他：堆積構造と応力の異方性が砂質土の初期せん断剛性に及ぼす影響, 土木学会論文集, No.694/III-57, pp.319-329, 2001.



(a) $D_r=50\%$



(b) $D_r=80\%$

図 16 $G_B/G_E \sim K$ 関係

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

課題番号	個 09-066
------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成22年 4月 14日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 居 駒 知 樹



所属・資格 理 工 学 部 ・ 専 任 講 師

下記のとおり報告いたします。

1	種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2	研究課題		
エアクッション型大型浮体の短波頂波中応答特性に関する基礎的研究			
3	研究目的		
本研究の目的は、エアクッションで支持された大型浮体の短波頂不規則波中での弾性応答や波流力特性が検討可能となる理論計算プログラムを開発することと、系統計算により実海域での本浮体形式の有効性を検討することである。理論計算は3次元線形ポテンシャル理論をベースとして、周波数領域での解析を行う。			
4	研究概要		
本研究では理論的に喫水の影響を考慮したエアクッション型浮体の流力弾性応答計算を実施する。そして、短波長不規則波中における弾性応答特性を系統計算により把握する。そのための、プログラムを開発する。不規則波中応答の評価にはスペクトル解析法を適用する。			
5	研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）		
<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 			

※ホームページ等での公開の 可 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：居 駒 知 樹

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

本研究では、線形ポテンシャル理論に基づいてエアクッションを有する、すなわち密閉された空気室内に自由表面を有しかつ内部圧力が浮体応答に直接的に影響を与えるような浮体の流力弾性応答を取り扱うための定式化を行い、その計算プログラムを開発した。

定式化では、エアクッション内の自由表面が通常の水面上と同レベルにあるという仮定を設け、シンプルに圧力を表現して、境界積分方程式中に直接未知変数とおく方法を提案した。

水槽実験結果等の比較により、本研究で提案した流体力解析のための定式化が妥当であることを示した。また、弾性浮体とした時の流力弾性応答特性についても検討した。通常のポンツーン型よりも広い周波数範囲で応答低減が可能であることが示された。

課題番号	個 09-067
------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 6日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 富永 茂



所属・資格 理工学部・助教

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	ドライバの「認知・予測・決断」の働きを表現する視線行動の計算モデルの作成	
3 研究目的	交通事故の発生原因の大半を占めるヒューマンエラーの発生について、ドライバの「認知・予測・決断」という運転行動過程を視線に着目して分析する。そして、その視線行動の働きを表現する計算モデルの構築を目指す。	
4 研究概要	交通事故記録装置（ドライブレコーダー）を用いて、現実の交通事故とヒヤリハットデータを収集し、事故・ヒヤリハット発生過程におけるドライバの視線行動と運転行動との関連を把握する。そして、視線の動き方に着目して、アイカメラを用いた仮想交通環境下での実験によりその特徴を解析する。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	・研究代表者 ・研究分担者（役割分担）	

※ホームページ等での公開の (可) (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：富永 茂

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

今年度は、ドライバの視線行動モデルを構築する前段階として、これまで当研究室で研究している映像記録型ドライブレコーダーデータを活用して、現実の交通事故・ヒヤリハット（結果として事故に至らなかったが事故に至る可能性が高い危険な運転行動と検出されたインシデント）発生過程のドライバの「認知・予測・決断」の実態把握を中心に研究を行った。以下に得られた結果を記す。

1. ドライバの「認知・予測・決断」の実態把握

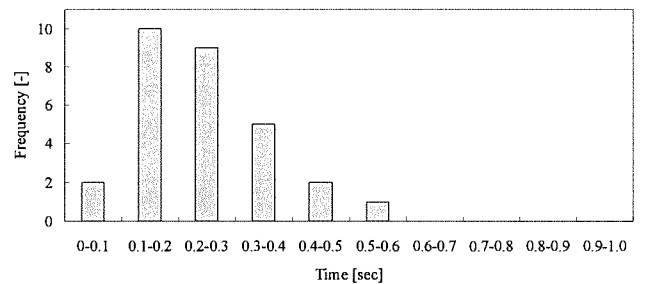
映像記録型ドライブレコーダーデータ解析から、現実の交通事故・ヒヤリハット発生の背景には、4つの代表的なヒューマンエラーが存在していることがわかった。その4つとは、認知遅れとして、①前方不注意、②注意散漫（脇見行動、カーナビ操作、エアコン・カーオーディオ操作）、③見通しの悪いコーナー、予測の誤りと決断の遅れとして、④車間距離の過小評価であった。事故・ヒヤリハット類型別で特徴パターンを分析した結果、追突類型において②注意散漫と④車間距離の過小評価が他類型に比べて頻度が高いことがわかった。

交通状況と上記のヒューマンエラーとの関連性を調べた。交通状況の指標として、車頭時間（＝車間距離／自社速度）をそれぞれの事故・ヒヤリハット例で推算した。その結果、車頭時間が1.2(s)から4.2(s)の範囲でヒヤリハットが発生していることがわかった。

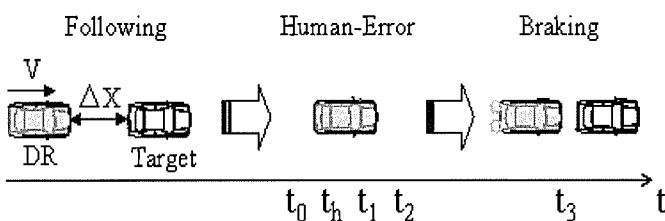
この分析結果を踏まえて、ヒューマンエラー過程を詳細に分析するために、②注意散漫の発生過程について視線行動と運転操作について時系列で詳細に分析した。図1(a)は、脇見行動によるヒヤリハット発生過程の視線の動かし方の映像データ、図1(b)は認知・予測・決断の時刻の定義を示し、時刻 t_0 が危険対象の出現、 t_1 でハザード認知開始、 t_2 は危険対象への視線到達、 t_3 でブレーキ操作である。図1(c)は危険対象の認知に要する時間(t_1-t_2)の分布を示す。同図より危険対象の認知に要する時間は、0.1(s)から0.3(s)までに多く分布しており、中央値は0.23(s)であった。図1(d)は、予測・決断に要する時間(t_2-t_3)の分布である。同図より危険対象を認知してから予測・決断に要する時間は0.2(s)から0.4(s)までに多く分布しており、中央値は0.29(s)であった。以上の結果から、現実の交通場面において、ドライバの危険対象の認知と予測・決断に要する時間分布とその平均値データを得ることができた。これは、視線行動モデルを作成する中で、特性値データとして位置づけられる。



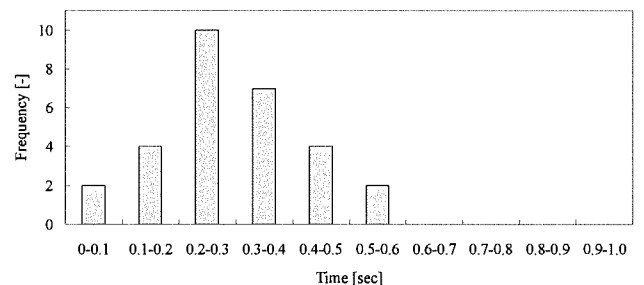
(a) 視線の動かし方の映像データ



(c) 認知の時間分布



(b) 認知・予測・決断の時刻の定義



(d) 予測・決断の時間分布

図1. 「認知・予測・決断」の時間分布の結果

部 科 校 名 : 理 工 学 部

氏 名 : 富 永 茂

研究結果 (つづき)

2. アイカメラを用いた視線行動データ収集

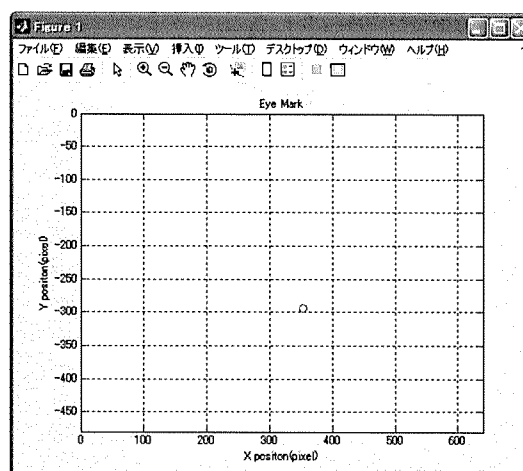
実路でのアイカメラ実験では、危険を伴うためドライビングシミュレータ運転環境下で、アイカメラを用いて視線行動データの収集を試行した。

実験は被験者1名に対して行い、事故あるいはヒヤリハットを発生させるようにプログラムを施し、シミュレータ上で実行した。被験者にはアイカメラを装着させ、通常の運転状態で指定されたコースを運転させて、視線行動データを収集した。図2(a)に収集した視線行動データの一例を示す。同図の中の(+ : 左眼, □ : 右眼)の視線行動データである。その結果より、先行車や対向車など危険対象に対して、認知・予測・決断を行う視線行動のデータを収集することができた。認知に要する時間、予測・決断に要する時間分布は現在解析中である。図2(b)には、収集した視線行動データを数値解析ソフトウェアで2次元座標データとしてマッピングするために作成したプログラム画面である。この画面が図(a)の画面と対応しており、図中の○印が視線の位置を示している。

以上より、アイカメラを用いて運転時の視線行動データを収集し、専用プログラムを作成し、2次元マッピング出力を行うところまで構築することができた。



(a) 視線行動データ例



(b) 視線行動の2次元マッピング出力

図2 視線行動データ収集と2次元マッピング出力

以上の基礎データ収集および解析結果をもとに、今後は、視線行動を予測する計算モデルの作成を行っていく予定である。

なお、本研究の成果の一部を、15th International Conference on Road Safety on Four Continents (3/28-30, アブダビ) にて発表を行った。

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 12日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 畑河内 秀樹



所属・資格 理 工 学 部 ・ 助 手

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	静電マイクロアクチュエータの試作研究	
3 研究目的	駆動力が大きく・コントロールが容易であるくし歯型の静電マイクロアクチュエータについての研究が、現在マイク機能デバイスセンターにおいてはあまり研究されていない。そこで、くし歯型の静電マイクロアクチュエータの試作を行い、マイクロ振動ジャイロなどの応用について検討する。	
4 研究概要	4inのSOI (Silicon On Insulator) ウエハを利用し、活性層に移動体をフォトリソグラフィ・ICPドライエッチングで形成し、ウエットエッチングにより中間の絶縁層を除去し、櫛歯型静電マイクロアクチュエータを作成し、駆動実験を行う。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の (可) / (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：畑河内 秀樹

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

20*20mm にカットした SOI ウェハの活性層（厚さ $60\mu\text{m}$ ）にくし歯電極を持った移動体をフォトリソグラフィ・ICP ドライエッチング・フッ酸によるウエットエッチングにより作製。移動体サイズは幅 $500\mu\text{m}$ *長さ $1500\mu\text{m}$ 、くし歯は幅 $10\mu\text{m}$ *長さ $35\mu\text{m}$ *隙間 $5\mu\text{m}$ *本数 49 本、移動体の支持ばねは幅 $10\mu\text{m}$ *長さ $1500\mu\text{m}$ である。

完成したくし歯型の静電アクチュエータに電圧 20V 印可すると動き始め、電圧を $\sim 30\text{V}$ まで変化させると、電圧に応じ移動体の変位した。くし歯型静電マイクロアクチュエータが完成した。

今後、交流電圧印加によりこのアクチュエータを振動させ周波数特性実験を行い、マイクロ振動ジャイロへの応用についての検討を行う。

また計算では、50V 印加により約 $2\mu\text{m}$ の変位であるが、実際には、計算より低電圧(20V)で駆動し始め、計算より大きな変位が得られた。移動体・ばね形状の精密測定および他のサンプルによる実験を行い、その原因を調査すれば更に大きな変位が得られるものと思われる。

その他として、失敗原因調査のため放電破壊されたサンプルについて移動体はずしてみると、幅 $10\mu\text{m}$ *長さ $1500\mu\text{m}$ の支持ばねがかなり（U字型に）変形し、Si は脆い物と思っていたが意外に柔軟性がある事も分かった。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成22年4月9日

日本大学 総長 殿

氏 名 高橋 賢一



所属・資格 理工学部 ・ 助手

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	推進薬の燃焼ガス中における着火・燃焼した固体粒子の周囲の流れ場に関する研究	
3 研究目的	ロケットの推進薬として利用されている固体推進薬に性能向上のために添加されている固体粒子（金属粒子）の燃焼表面近傍での挙動を明らかにする。	
4 研究概要	固体推進薬に添加される固体粒子（以降、金属粒子とする）は着火性が良く、推進薬の性能を向上させることができる。燃焼ガス流中で燃焼する金属粒子の挙動を明らかにすることにより、燃焼速度の向上、燃焼の安定性が期待でき、固体推進薬の燃焼効率の向上に繋がる。本研究では、金属粒子を添加した固体推進薬による着火・燃焼実験による燃焼表面近傍の温度履歴の測定を行った。また、金属粒子まわりの流れのコンピュータ・シミュレーションを行い、速度と温度の分布を得た。これらにより燃焼ガス流中の金属粒子の挙動の一部が明らかになった。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の (可) (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理工学部

氏名： 高橋 賢一

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

1. 背景

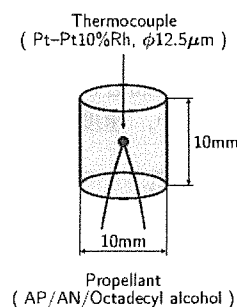
固体推進薬には推進性能を向上させるために、着火性が良く発熱量が大きい金属粒子を添加する。その固体推進薬の燃焼表面近傍の非常に薄い反応層内において、金属粒子は着火し、燃焼しながら反応層内を流れて行く。この燃焼する金属粒子は高温な熱源となり周囲の燃焼ガスの温度を上昇させる。アルミニウムのような金属粒子は周囲を燃焼ガスで覆われ、燃焼前より拡大した球状の熱源となる。このような高温の熱源が反応層内で適度に分布することにより、反応層の温度は上昇し、燃焼速度が増加する。反応層内における金属粒子の挙動を明らかにすることにより、固体推進薬の推進性能の向上と燃焼の安定が得られる。

本研究では、固体推進薬の反応層内における金属粒子の挙動を明らかにするために、反応層内の温度変動を計測し、さらに金属粒子をモデル化した3次元のコンピュータ・シミュレーションを行った。アルミニウム粒子を添加したAP系コンボジット推進薬を使用した燃焼実験を行い、固体推進薬に埋め込んだ極細熱電対により反応層内の燃焼表面近傍の温度履歴を計測した。また、燃焼ガスで覆われた燃焼するアルミニウム粒子を球形の熱源と仮定し、燃焼実験から得られた燃焼ガスの流速と温度を考慮に入れた3次元のコンピュータ・シミュレーションを行い、アルミニウム粒子まわりの速度と温度の分布を得た。

2. 燃焼実験

固体推進薬には酸化剤として過塩素酸アンモニウム (AP, NH_4ClO_4) と硝酸アンモニウム (AN, NH_4NO_3)、バインダー (燃料) としてオクタデシルアルコール (OA, $\text{C}_{18}\text{H}_{38}\text{O}$) を使用し、加えて金属粒子としてアルミニウム粒子 (AL, 平均粒径 $20\ \mu\text{m}$) を混合した。固体推進薬は 12.5MPa のもとで、直径 10mm 、高さ 10mm の円筒形に整形され、端面燃焼するように側面はエポキシ系接着剤により被覆されている。また、温度履歴を計測するために固体推進薬の中心に Pt-Pt10%Rh ($12.5\ \mu\text{m}$) の極細熱電対を挿入した。使用した固体推進薬は次図の通りである。

固体推進薬の構成： AP:AN:OA:AL=80:10:10:10 (parts)



3. コンピュータ・シミュレーション

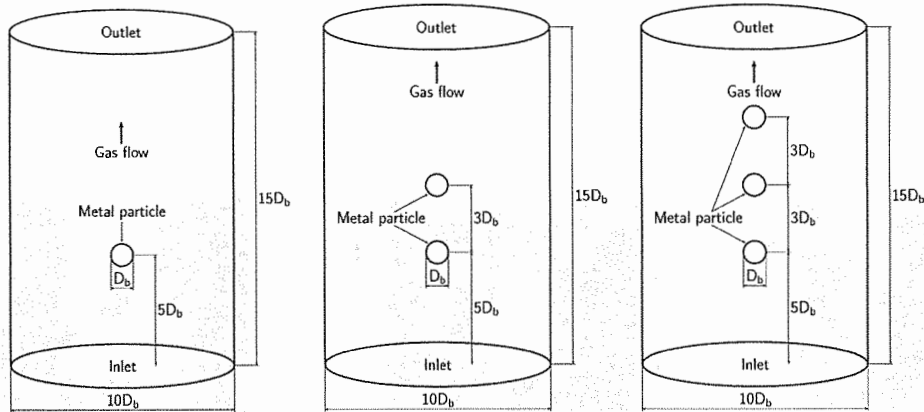
コンピュータ・シミュレーション (CFD) では OpenFOAM (OpenCFD Ltd, UK) を使用し、シミュレーションは3次元の有限体積法にて行われた。OpenFOAM に付属するソルバーの中で化学反応コードである “reactionFoam” が使用された。本研究では、化学反応と乱流モデルは使用せずに速度と温度を求めた。メッシュには四面体で構成される非構造メッシュが使用され、計算領域は円筒形、粒子は球形とした。シミュレーションの温度と速度の設定は燃焼実験の結果を考慮して設定した。流入条件は反応層内の中間値とし、速度は温度からの理論計算で求めた。動作流体は N_2 ガスとし、化学反応と燃焼残渣は考慮していない。燃焼ガスに覆われた燃焼するアルミニウム粒子は燃焼実験よりほぼ球形に観測されたので、シミュレーションでも形状を球形にした。粒子表面の温度は Yuasa *et al.* (Yuasa:2003) による結果を考慮して設定し、粒子の直径は燃焼表面近傍の高速ビデオ撮影による画像解析から設定された。粒子が1から3粒の場合においてシミュレーションが行われ、その粒子間距離は成分比、温度、速度などによる理論計算より設定された。

研究結果 (つづき)

シミュレーションの設定は次の通りである。

粒子の設定： 粒径 $D_b=200 \mu\text{m}$ (燃焼前の粒径の 10 倍) 表面温度 $T=3500\text{K}$

流入条件： 速度 $U_{in}=50\text{m/s}$ 温度 $T=1700\text{K}$



4. 燃焼実験による燃焼速度

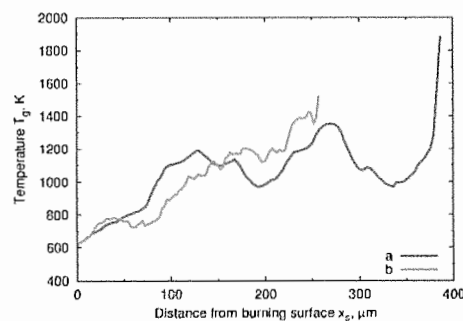
次表はアルミニウム粒子の有無における燃焼速度である。表のようにアルミニウム粒子を添加した方が約 30 %，燃焼速度が増加している。

固体推進薬	アルミニウム粒子	燃焼速度, mm/s
a	無	0.66
b	有	0.86

5. 燃焼実験による温度履歴

次図のように燃焼表面近傍の温度履歴が計測された。図中の a と b は同じ構成の固体推進薬である。

$x_s = 0 \mu\text{m}$ が燃焼表面である。局所的に凸になっている所は燃焼するアルミニウム粒子が極細熱電対の付近を通過した痕跡である。局所的な凸は幅や高さなどが不規則であり、これは燃焼する粒子が熱電対の付近を通過する際の距離、あるいは粒径の不規則さに起因すると考えられる。この凸の幅はいずれも粒子の元の大きさ $20 \mu\text{m}$ より数倍大きく、粒子が熱源として影響を及ぼす範囲が元の粒径より大きくなっていることがわかる。また凸の下流の温度勾配も増加していることが観察できる。温度履歴より、燃焼するアルミニウム粒子の通過後は燃焼ガスの温度が上昇し、さらに温度勾配が増加し、その結果として燃焼速度が増加すると考えられる。



注：必要に応じて、このページをご使用ください。

部科校名： 理 工 学 部

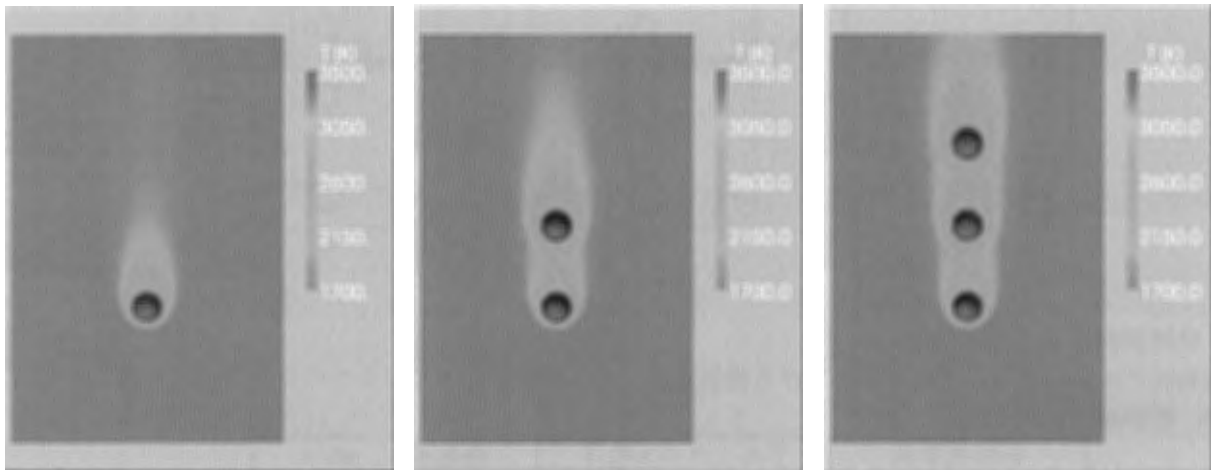
氏名： 高 橋 賢 一

研究結果 (つづき)

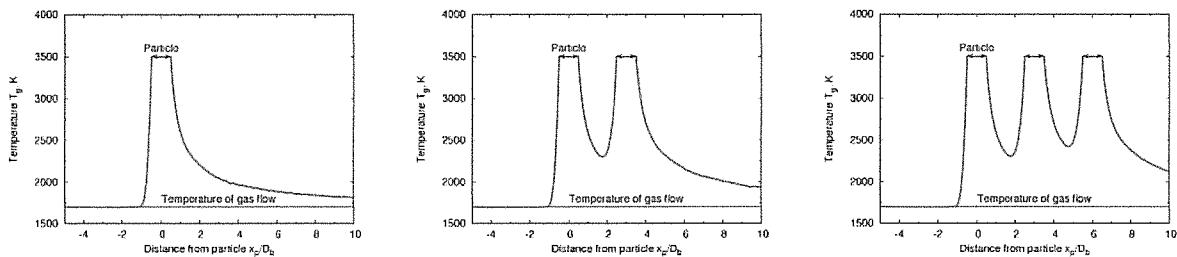
6. コンピュータ・シミュレーションによる粒子まわりの温度の分布

粒子の背後には再循環領域が形成され、再循環領域が存在する所に高温領域が形成されている。このことより、再循環領域では速度が減速することにより高温を保つことができると考えられる。

次図の中で粒子が2粒と3粒の場合に注目する。粒子間に高温領域が存在する。1粒の粒子の場合と比較すると、2粒あるいは3粒の粒子の場合の高温の領域が増加している。これは、複数粒の粒子が接近することにより再循環領域が結合し、その結果速度が減速した領域が増加し、高温領域が増加したと考えられる。また、粒子の下流には、背後から伸びる尾のような高温領域が形成されている。この尾も下流の温度上昇に寄与していると考えられる。



次図は粒子の中心を通る流れ方向の温度分布である。図のように粒子の下流の温度は上流よりも上昇している。2粒あるいは3粒の粒子の場合には、粒子間および下流においてさらに温度が上昇しており、3粒の粒子の場合には粒子間の温度は粒子を越えるごとに上昇している。このように粒子を越えると温度が上昇する結果は、燃焼実験の温度履歴に見られた結果と一致する。



7. 結論

- 燃焼するアルミニウム粒子は温度履歴に変動として現れ、周囲の燃焼ガスの温度を上昇させている。
- アルミニウム粒子が通過した後の燃焼ガスの温度勾配は増加している。
- 粒子の背後には再循環領域が形成され、同じ所に高温領域が存在する。
- 複数の粒子が連なることにより粒子間、粒子背後の温度はさらに上昇する。
- 燃焼実験とコンピュータ・シミュレーションにおける粒子通過後の温度上昇の機構は一致する。

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 15日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 尾 崎 亮 介



所属・資格 理 工 学 部 ・ 助 手

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	フォトニック結晶構造の電磁波散乱及び伝搬解析に関する研究	
3 研究目的	<p>周期的な誘電率分布を持つフォトニック結晶構造は、光や電磁波が伝搬する事によって特定な波長帯域で阻止領域(フォトニックバンドギャップ)をもっている事が知られている為、微小な光デバイスや光集積回路への応用に注目を集めている。また、フォトニック結晶構造は周期長が光の波長程度で、周期構造中に欠陥を設ける事によって光を閉じ込める事が可能となる為、様々な光デバイスとして利用する事が出来る。そこで、本研究では、フォトニック結晶構造を多層の誘電体円柱で配列された誘電体グレーティングとしてモデル化し、そのモデル化を行った構造で(1)散乱問題、(2)伝搬問題、を解析する事によって光デバイス等の設計に必要となる基礎特性を得ることを目的とする。</p>	
4 研究概要	<p>本研究では、中間層領域にのみ方形誘電体を装荷した多層円柱誘電体グレーティングの散乱問題と伝搬問題を Fourier 級数展開法と多層分割法を併用して解析し、散乱特性(入射角特性、周波数特性)と伝搬特性(Stop Band 領域付近での複素伝搬定数)に及ぼす影響について検討した。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の (可)・ (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：尾崎 亮介

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

本研究では、以下の散乱問題と伝搬問題について検討した。

(1)散乱問題

フォトニック結晶構造のモデル化として、中間層領域に方形誘電体(断面： $b \times c$)を装荷した多層誘電体グレーティングを考へて、その電磁波散乱問題を Fourier 級数展開法と多層分割法を併用して解析し、中間層領域に装荷した方形誘電体の誘電率を変化した時の入射角特性と周波数特性から共振ピークの基礎特性を検討した。具体的に解析する構造は、 z 軸方向に周期 p をもち、 y 軸方向に一様な構造で、5 層構造の円柱誘電体グレーティングとし、この層の中央には方形誘電体格子を装荷したモデルである。この構造に平面電磁波が角度 θ で入射した場合の電力透過係数について検討した。以上の解析結果より、入射角特性では、方形誘電体の誘電率を変化することで共振ピークは入射角の大きい方にシフトすることから、中間層の方形誘電体の誘電率を変化することによって共振ピークの位置を制御出来る事がわかった。また、スイッチング素子として使える事を示した。周波数特性についても方形誘電体の誘電率を変化することで、共振ピークは低周波数側にシフトする事がわかった。この結果より、入射角特性の時と同様に中間層の方形誘電体の誘電率を変化することによって共振ピークの位置を制御することが出来、低周波数側と高周波数側ともに 2 つの鋭い共振ピークが得られた事で、スイッチング素子や周波数選択デバイスとして利用出来る事を示した[1]-[4]。

(2)伝搬問題

フォトニック結晶構造の設計においては、散乱問題だけではなく、伝搬問題についても遮断域中での伝搬特性を調べておく事が重要である。本研究でも、上記(1)の散乱問題を解析した方法と同じ解法で、欠陥構造を持つ誘電体導波路の伝搬問題を解析し、中間層以外の誘電体円柱の誘電率を一定とし、中間層領域に設けた誘電体円柱の誘電率を変化した時の Stop-band 領域付近の複素伝搬定数に及ぼす影響を検討した。解析結果より、中間層領域に設けた誘電体円柱の誘電率の影響は、第 1 Stop-band 領域では上限の周波数で現れる。また、第 2 Stop-band 領域では、Stop-band 下限の周波数で影響が現れる。以上の解析結果から、誘電率を大きくすると帯域幅と減衰定数のピーク値は小さくなる事がわかった。また、中間層と中間層以外の円柱の誘電率が異なる場合には放射されながら伝搬していることがわかった。現在の解析結果より、中間層には誘電体円柱を装荷しない場合、すなわち誘電率を 1 とした場合が遮断域中での帯域幅を広くとることが出来、減衰定数は大きくなる事がわかった[5]。

○学会発表

[1]尾崎, 山崎, 日向: 方形誘電体を中間層に持つ多層誘電体グレーティングによる電磁波の散乱, 2009 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, C-1-36, 2009.

[2]尾崎, 山崎, 日向: 多層誘電体グレーティングによる電磁波の散乱-中間層に方形誘電体を持つ場合-, 2009 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, C-1-22, 2009.

[3]R. Ozaki, T. Yamasaki, and T. Hinata: Scattering of Electromagnetic Waves by Dielectric Gratings with Dielectric Rectangular Cylinders Sandwiched between Two Multilayers, Proc. of Progress in Electromagnetic Research Symposium 2009, *PIERS2009 in Moscow*, 2009.

[4]尾崎, 山崎, 日向: 中間層に欠陥構造を持つ多層誘電体グレーティングによる電磁波の散乱, 電気学会電磁界理論研究会, EMT-09-120, pp.109-114, 2009.

[5]尾崎, 山崎, 日向: 中空層領域を持つ誘電体導波路の伝搬特性, 2010 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, C-1-28, 2010.

○学術賞

平成 21 年度電子情報通信学会の総合大会 [1]及びソサイエティ大会 [2]での学会発表に対して、電子情報通信学会より「学術奨励賞」を受賞することが出来た。

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 15 日

日本大学 総長 殿

氏 名 望月 寛



所属・資格 理工学部・専任講師

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	系再構成機能を実現するインターフェースボードの開発	
3 研究目的	近年、リアルタイムでのより高度な作業を実現するために、複数のコントローラを用いた分散制御システムが注目されている。このようなシステムの高信頼化に対しては様々な検討がなされているが、本研究では、あるコントローラの故障時にその他のコントローラの計算資源余裕を利用し、機能を代行する「系再構成機能を持つシステム」の概念を提案、分散制御システムへの適用を試みる。	
4 研究概要	提案する系再構成機能を有したインターフェースボードを、プログラマブルなデバイスである FPGA/CPLD を用いて設計、実装を試みる。計算機シミュレーションを実施し、系再構成機能の基本動作を確認した後、実際に複数のコントローラ、センサ・アクチュエータを想定した分散制御システムについて、実際に FPGA へ実装したインターフェースボードを接続し、性能評価を行う。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	・研究代表者 ・研究分担者（役割分担）	

※ホームページ等での公開の 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：望月 寛

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

系再構成機能では、故障したコントローラの同定を行うためのヘルスチェック、リリースするコントローラへの機能引き継ぎなどがその主たる機能である。また、構成方法としては各コントローラの状態をサーバが一括管理するサーバ・クライアントモデルと、コントローラ間の相互の通信によって互いの状態監視を行うマルチマスタモデルとの2つがある。ここで、この系再構成機能を分散制御システムへと適用することを検討する際、次のような点に配慮する必要がある。

(1) ヘルスチェック及びリリース機能を実現するための各コントローラの処理をシンプルなものとし、本来、システムが持つ機能に対するリアルタイム性を損なわないようにする。

(2) コントローラとセンサ・アクチュエータ間の配線など、系再構成機能の適用に伴う回路規模の巨大化や複雑化を抑える。

このことを踏まえて、本検討ではサーバ・クライアントモデルを基本とした構成を採用した。次に、系再構成機能を有するインターフェースボードの概要を明らかにした。図1に示すように、インターフェースボードには分散制御システムを構成する各コントローラ、センサ・アクチュエータが接続されており、従来のコントローラ制御はこのボードを介して実現する。それに加えて、インターフェースボードにはMPUを実装し、各コントローラに対してサーバとして動作する。具体的には、各コントローラから送信された各種ハードウェア資源を制御するレジスタ情報の収集、故障診断を受けたI/O切替といったような機能を実現する。

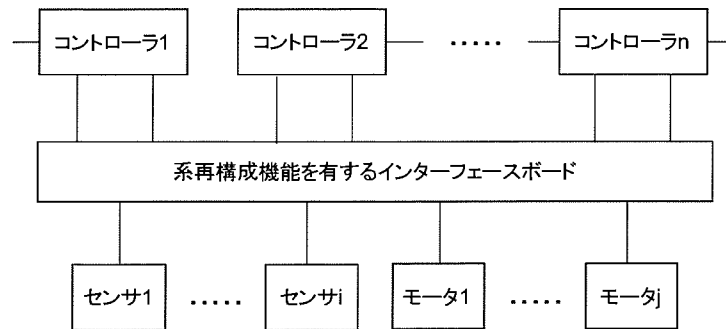


図1 系再構成機能を有するインターフェースボードを含んだシステムのブロック図

以上、ここまで述べてきた手法の基本動作を確認するために、まず、科学技術計算ソフトであるMATLAB/Simulinkによる計算機シミュレーションを実施した。シミュレーション条件は、3つのセンサから得られる情報を3つのコントローラで処理することとし、1台のコントローラに対して、電源を投入せず、故意に動作しない状態となるような模擬故障を与えた場合、系再構成機能によって他のコントローラが、機能をリリースすることとする。計算機シミュレーションを実施した結果、任意の一台のコントローラの故障に対して、他のコントローラがその機能をリリースし、システム全体として機能を失うことなく動作することを確認した。

そして、この計算機シミュレーション結果に基づいて実際にFPGAによるインターフェースボードの開発、及びその性能評価を行った。系再構成機能を有するインターフェースボードには、図2のように3つコントローラが接続されている。インターフェースボードとコントローラとは、ASK信号、ACK信号によるハートビートメッセージによってヘルスチェックを実現した。ここで、あるコントローラがインターフェースボードのASKに対して、ACK信号を返さなかった場合、そのコントローラは故障したと判断し、その他の正常なコントローラへ処理をリリースする。インターフェースボードがリリースするコントローラのプログラム選択レジスタを書き換えることにより、故障したコントローラの機能のリリースを実現した。なお今回の検討では、DCモータ駆動等で使用されるPWM信号を各コントローラが違う周期で発生する機能を有したシステムを前提とした。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：望月 寛

研究結果 (つづき)



図 2 インターフェースボードを含んだ分散制御システムの概要

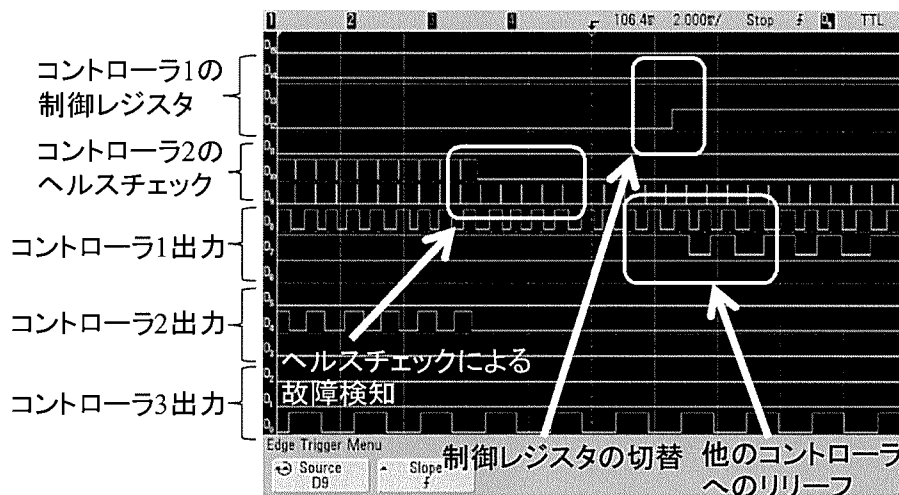


図 3 出力信号波形

計算機シミュレーションの際と同様に1台のコントローラに対して、電源を投入せず、故意に動作しない状態となるような模擬故障を与えた場合の結果として、図3のような出力信号波形を得た。この図より、インターフェースボードとコントローラ間でのハートビートメッセージ、故障したコントローラの検知、プログラム選択レジスタの書き換えによる処理のリリースなどを確認し、系再構成機能の基本仕様を満足していることを確認した。

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 8日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 青 山 忠



所属・資格 理 工 学 部 ・ 専 任 講 師

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	担持試薬を用いた新規合成プロセスによるベンゾチオフェン類の高効率合成	
3 研究目的	本研究は、担持試薬を用いてワンポット並発反応プロセスを構築することを第一の目的とした。さらにこの系内に異なる種類の担持試薬を加えることで更なる化学変換も可能になると考えられることから、ワンポット並発・逐次反応プロセスへの応用を目指し、そのモデル反応にベンゾチオフェン類のワンポット合成を行った。	
4 研究概要	本課題では並発反応プロセスの可能性を明らかにし、課題後期には逐次反応への応用を試みた。本課題で開発するワンポット並発反応の成功は、担持試薬を用いた個別反応の効果的な開発に因るところが大きい。そのために担持試薬を用いた複数の個別反応の開発を早期に効率的に行い、これらの反応条件を考慮した上で課題中期・後期にワンポット並発反応の詳細な反応条件の検討を行った。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 	

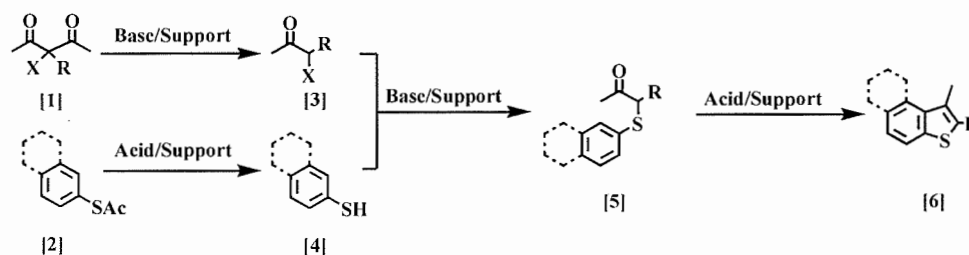
※ホームページ等での公開の 可・否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：青 山 忠

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000 字以上記入してください。)

現在までに我々は、担持試薬を用いた酸・塩基共存反応による二段階合成に成功しており、その過程でワンポットでの並発反応の可能性をはじめで見出した。本研究では、塩基担持試薬および酸担持試薬を用いて異なる基質の脱アシル化反応を行い、それらの生成物を原料としてベンゾチオフェン類合成の検討を行った(Scheme 1)。

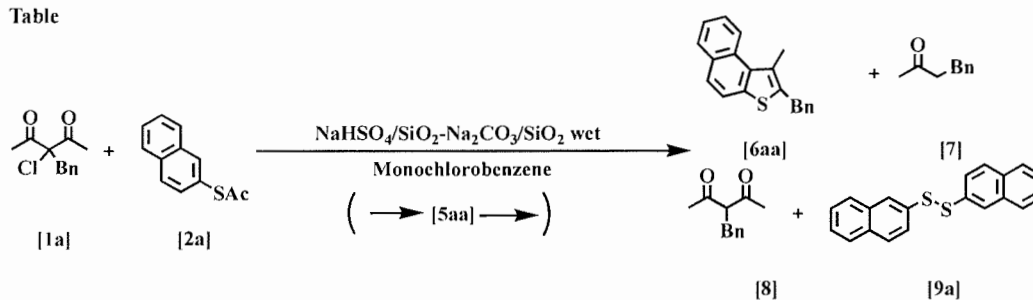


Scheme 1

種々の塩基担持試薬を用いて[1]→[3]および[3]+[4]の反応を個別に検討したところ、塩基担持試薬として $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{SiO}_2$ が効果的に脱アセチル化および置換反応を促進することが確認された。[2]→[4]の脱アセチル化反応では検討した5種の酸担持試薬のうち $\text{HClO}_4/\text{SiO}_2$ および $\text{NaHSO}_4/\text{SiO}_2$ を用いたときに4を効果的に与え、[1]→[3]の反応においては 135°C で定量的に6を生成した。そこで、 $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{SiO}_2\text{-HClO}_4/\text{SiO}_2$ および $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{SiO}_2\text{-NaHSO}_4/\text{SiO}_2$ の担持試薬系により1と3から6のワンポット合成を試みたところ、様々な副反応が進行して6を高収率で得ることができなかつた。とくに、 $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{SiO}_2\text{-HClO}_4/\text{SiO}_2$ を用いたときには酸担持試薬が $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{SiO}_2$ に含まれる水分により失活することが確認された。そこで、 $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{SiO}_2\text{-NaHSO}_4/\text{SiO}_2$ を用いてさらに検討を行ったところ、副生成物であるジスルフィド[9]の生成を抑制することが6の高効率合成を可能にするところを示唆された。9の生成を抑制するために、1に塩化物を用いたところ9の生成が抑制され6および5が主として得られた。この反応を 135°C で行ったところ1hで定量的に6が得られた(Table)。

本方法を用いて約40種のアリールチオフェン類を高収率で合成することに成功した。

Table



Run	[2] (mmol)	Reaction temperature (°C)	Reaction time (h)	Yields(%) ^{a)}				
				[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
1	1.0	50	6	65	N.D.	N.D.	N.D.	4
2	1.0	65	6	70	1	N.D.	N.D.	9
3	1.0	80	6	72	19	N.D.	N.D.	N.D.
4	1.0	100	6	48	40	N.D.	N.D.	4
5	1.0	135	1	N.D.	92	N.D.	N.D.	N.D.
6	1.1	135	1	N.D.	95	N.D.	N.D.	10
7	1.2	135	1	N.D.	94	N.D.	N.D.	14

a) [1](1.0 mmol), [2], $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{SiO}_2$ (1.5 mmol/g, 2.0 g), $\text{NaHSO}_4/\text{SiO}_2$ (2.1 mmol/g) were stirred in monochlorobenzene(10 ml). Isolated yield.

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 12 日

日本大学 総長 殿

氏 名 笠川 良司



所属・資格 理工学部・専任講師

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	多様体上の幾何構造を保つ微分同相群と幾何構造の不変量について	
3 研究目的	多様体に幾何学的構造、特に体積要素、シンプレクティック構造、接触構造が与えられている場合に、多様体に対する適当な仮定の下で、チャーン形式やポントリャーギン形式等を用いて、構造を保つ微分同相群のコホモロジー群の元を、幾何学的に構成、更には、この元の非自明性、及び様々な性質を示すことを目的とする。	
4 研究概要	主に、シンプレクティック、接触微分同相群、およびその写像類群の準同型写像を調べることで、これら群の性質を調べる。特にこれらの群のコホモロジー群に幾何学的に定義される特性類と呼ばれる元に関係の深い準同型を詳しく調べ、シンプレクティック、接触多様体の他の不変量などとの関連も視野に入れて研究していく。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の (可) (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名： 笠 川 良 司

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

(M, α) を接触形式が α である 3次元閉接触多様体とする。 α が定める接触平面場を $\xi \subset TM$ とする。 $p: \mathcal{J} \rightarrow M$ を各点 $x \in M$ におけるファイバーがシンプレクティックベクトル空間 $(\xi_x, (d\alpha|_{\xi_x}))$ の正に適合する複素構造のなす空間からなるファイバー束とする。 ξ の p による引き戻し束 $p^*\xi \rightarrow \mathcal{J}$ は自然に $U(1)$ -ベクトル束となる。 $p^*\xi$ 上の $U(1)$ -接続 A をとり、この曲率形式を F_A とする。 M の狭義接触微分同相写像のなす群 $\text{Diff}_\alpha(M) := \{\varphi: M \rightarrow M : \text{微分同相写像} \mid \varphi^*\alpha = \alpha\}$ の M への標準的な作用は自然に $\mathcal{J}, p^*\xi$ への作用に持ち上がり、 $p^*\xi$ には $U(1)$ -束同型写像として作用するので、接続 A の押し出し接続 φ_*A を考えることができる。

チャーン類 $c_1(\xi)$ が非自明、すなわち $c_1(\xi) \neq 0 \in H^2(M; \mathbb{R})$ を仮定する。ポアンカレ双対性により、 $a \cup c_1(\xi) = [\alpha \wedge d\alpha] \in H^3(M; \mathbb{R})$ を満たすコホモロジー類 $a \in H^1(M; \mathbb{R})$ が存在する。このような a を一つとり固定し、更に $[\tau] = a$ を満たす閉 1-形式 $\tau \in \Omega^1(M)$ を取っておく。仮定により $d\mu = p^*(\alpha \wedge d\alpha) - p^*\tau \wedge c_1(F_A)$ を満たす \mathcal{J} 上の 2-形式 μ が存在する。ここで c_1 は第一チャーン類に対応する $u(1)$ 上の不変多項式である。 $\text{Diff}_\alpha(M)$ の部分群 $\text{Diff}_{\alpha,a}(M) := \{\varphi \in \text{Diff}_\alpha(M) \mid \varphi^*a = a\}$ を考える。各 $\varphi \in \text{Diff}_{\alpha,a}(M)$ に対して、 $dh_\varphi = \varphi_*\tau - \tau$ と $\int_M h_\varphi \alpha \wedge d\alpha = 0$ を満たす M 上の関数 h_φ が一意的に存在する。但し、 $\varphi_* = (\varphi^{-1})^*$ とする。 p の切断 $J: M \rightarrow \mathcal{J}$ を一つとり固定する。

写像

$$\tilde{F}: \text{Diff}_{\alpha,a}(M) \rightarrow \Omega^2(M)$$

を

$$\tilde{F}(\varphi) = J^* \{p^*h_\varphi \cdot c_1(F_A) - (p^*\varphi_*\tau) \wedge c_1(\varphi_*A - A) + \varphi_*\mu - \mu\}$$

で定める。

定理 1. 3次元閉接触多様体 (M, α) において、 $c_1(\xi) \neq 0$ を仮定し、 $a \cup c_1(\xi) = [\alpha \wedge d\alpha]$ を満たす $a \in H^1(M; \mathbb{R})$ に対して、写像

$$F: \text{Diff}_{\alpha,a}(M) \ni \varphi \mapsto [\tilde{F}(\varphi)] \in H^2(M; \mathbb{R})$$

は振れ準同型であり、そのコホモロジー類 $[F] \in H^1(\text{Diff}_{\alpha,a}(M)^\delta, H^2(M; \mathbb{R}))$ は接続 A , 1-形式 τ , 2-形式 μ , 切断 J の取り方によらない。更に、一般にはこのコホモロジー類 $[F]$ は非自明である。

次にこの写像の応用を述べる。 $\text{vol} = \alpha \wedge d\alpha$ を M の体積要素としてとり、 $\text{Diff}_{\text{vol}}(M) := \{\varphi: M \rightarrow M : \text{微分同相写像} \mid \varphi^*\text{vol} = \text{vol}\}$ を体積を保つ M の微分同相写像全体の成す群とし、 $\text{Diff}_{\text{vol}}(M)_0$ をその単位連結成分とする。 $\text{Diff}_\alpha(M)$ の単位連結成分 $\text{Diff}_\alpha(M)_0$ は $\text{Diff}_{\text{vol}}(M)_0$ の部分群である。この包含の基本群における誘導準同型と体積フラックス準同型 $\text{Flux}_{\text{vol}}^\sim: \pi_1(\text{Diff}_{\text{vol}}(M)_0) \rightarrow H^2(M; \mathbb{R})$ の合成の像を $\Gamma(M, \alpha)$ と置く：

$$\Gamma(M, \alpha) := \text{Image}[\pi_1(\text{Diff}_\alpha(M)_0) \rightarrow \pi_1(\text{Diff}_{\text{vol}}(M)_0) \xrightarrow{\text{Flux}_{\text{vol}}^\sim} H^2(M; \mathbb{R})].$$

$c_1(\xi) \neq 0$ のとき、 $c_1(\xi)$ の張る $H^2(M; \mathbb{R})$ の 1次元部分空間を $\mathbb{R}c_1(\xi)$ と表す。

定理 2. $c_1(\xi) \neq 0$ である 3次元閉接触多様体 (M, α) に対して、 $\Gamma(M, \alpha) \subset \mathbb{R}c_1(\xi)$ である。

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 21 年 4 月 16 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 行方 直人



所属・資格 理 工 学 部 ・ 助 手

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	パラメトリック下方変換過程励起用高繰り返しパルスレーザー光源の開発	
3 研究目的	申請者は 1GHz を越える繰り返し動作が可能な単一光子検出器開発に成功しており、また、Type-II 型周期分極反転二オブ酸リチウム導波路を用いた偏光エンタングル光子対の生成に成功している。以上の 2 つの技術を用いて伝送距離 100km を超える長距離量子暗号通信システムの実現を目指しており、今回の申請研究課題においては偏光エンタングルメント光子対（量子光源）の高繰り返し化のために必要となる励起光源を開発することを目標とする。	
4 研究概要	Type-II 型周期分極反転二オブ酸リチウム導波路を用いて波長 1550nm の光子対を発生させるためには波長 775nm のレーザー光源が必須となる。本研究では、GHz を超える高繰り返し、波長 775nm のパルス光源の開発を行った。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の (可)・ (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名：行方 直人

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

図1に今回開発した波長775nmパルス励起光源の概念を示す。波長1550nmの外部共振器半導体レーザーから出力された20mWの連続光を電界吸収型強度変調器(以下EAM)によりパルス化する。本EAMは消光比30dB、帯域10GHz以上を有する。EAMは、周波数1GHzの正弦電圧によって駆動された場合、入力された連続光をパルス幅150ps程度のパルス光へ強度変調できる。しかし、本研究におけるパルス幅の目標値は100ps以下である。そこで、今回、X帯検波ダイオードを利用したクリップ回路および高帯域増幅器(AMP)を利用してパルスのデューティー比を下げることにした。これにより、パルス幅~70psのパルス光を出力することに成功した。EAMからの光パルスはエルビウム添加ファイバー増幅器(EDFA)により増幅される。増幅後の平均出力は~30mWを得た。EDFAは増幅するだけでなく自然放出光を出力し、出力スペクトルや位相、振幅雑音等の性能を劣化させる。よって、狭帯域フィルタ(BPF:光伸光学社製)を用いて自然放出光を除去した。BPFからの出力(波長1550nm)は、周期分極反転ニオブ酸リチウム導波路(PPLN-WG)中の第2次高調波発生過程を利用することにより、波長775nmへ変換された。PPLN-WGからの1550nmの余剰成分を干渉フィルタ(IF)により除去し、波長775nm、繰り返し1GHz、パルス幅~70psのパルス光出力を得た。本光源の平均パワーは1mWであった。

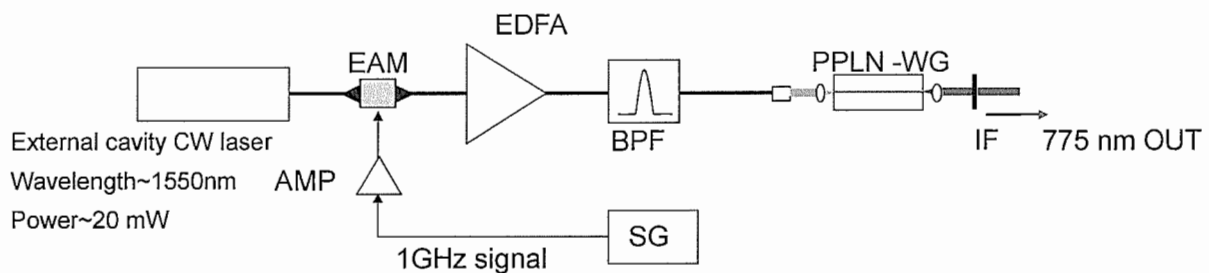


図1. 1GHz 繰り返し 50ps パルス光源

今回開発した光源の性能は平均パワーを除く開発目標をすべて達成した。平均パワーの目標値が10mW以上であるのに対して、本光源は1mWにとどまった。これは、PPLN-WGへの低結合効率とEDFAにおける利得不足が挙げられる。PPLN-WGへの結合効率においては、集光系を見直すことで改善が可能であり、EDFAの利得不足は大電力EDFAをBPFの後に挿入することで解決する。以上を改善することにより、出力パワーの目標値10mWを実現できると考えられる。

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 15 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 豊田陽己



所属・資格 短期大学部（船橋校舎） ・ 専任講師

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	時空に広がりを持つ粒子の T-duality に関する研究	
3 研究目的	Timelike な T-duality の本質がストリングのどのような性質にあるかを探り、同じ duality を示す他の模型の構築を試みる。	
4 研究概要	Timelike な T-duality の本質が弦模型とどのような性質にあるかを探り、一般的な Bi-Local 模型における T-duality 変換について検証する。また時間的な T-duality 変換を満たすような Bi-Local 模型の構築を試みる。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の (☑・否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：短大部（船橋校舎）

氏名：豊田陽己

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

従来からよく研究がなされているストリングの duality についての考察からはじめる。具体的には

- (a) 周期的境界条件にある空間における粒子の伝搬関数
- (b) 時間的 S_1 構造を持つ時空での伝搬関数
- (c) ストリング場での duality

について考察していく。

上記の(a)に関して、周期的境界条件にある空間における粒子の伝搬関数を経路積分の手法で調べていく。空間が1次元の周期 2π の空間である場合、粒子は円周上にあると考えてその位置を角度 $\phi \in [0, 2\pi]$ で表現できる。この場合、伝搬関数は ϕ と $\phi + 2\pi$ で同一の粒子であるというトポロジーの制約に従う形に表されなくてはならない。そのような系での経路積分を考え、理論を構築していく。

周期的境界条件がある空間の伝搬関数は、周期性がない空間での伝搬関を G_0 としてその重ね合わせに比例する形で表現できることがわかった。

次に(b)では、(a)の考察を踏まえ、時間的周期性を持たせた点粒子の伝搬関数について、シュレディンガー汎関数という立場から第2量子化された粒子について考えていく。時間に周期性を持つ場合についても同様で、 G_0 の一般形を導く過程でゲージ固定により現れた Teihmuller パラメータ T は、 $X(=x_f - x_i)$ の分散に関する形で4次元座標 x と結びついている。この意味で T は外部時間もしくは空間変数の広がりを持つということがわかった。

次に時間的周期性を持つ D 次元時空での第2量子化された点粒子について、シュレディンガー汎関数という立場から考えていくことにより、可約な伝搬関数 G_f 三つの規約な伝搬関数を使って表現することができた。

ここで用いた方法は広がりを持つ粒子に対しても適用が可能であり、弦模型についても、点粒子とほとんど同様の方法で議論することができた。

その結果を踏まえ、(c)は点粒子のシュレディンガー汎関数、及び伝搬関数を求める手法は、対応しているストリング場でのシュレディンガー汎関数、及び伝搬関数を求める手法と本質的に共通している。そこでストリング場について、(b)の手法を考慮にいれ、時間的周期性を持つストリングの伝搬関数を導き出し、時間的な T-duality 変換に対しての普遍性を検証したが、完全な一致ではなかった。

このように構築された理論を、標準的な相対論的2体の束縛状態を記述している Bi-Local 模型に適用することを試みた。この模型では、時間を $U(1)$ として周期性を持たせた時空での Bi-Local 模型の時間的な T-duality 変換に対応する不変性を検証した。Bi-Local 系の波動方程式は $(\alpha P^2 + \beta N^k + \omega) |\Psi\rangle = 0$ ($k=1, 2$) という形に表現することができた。このうち $k=2$ 、つまり、質量スペクトルが N^2 に比例するタイプの模型について、ストリング場と同様の変換を施すと、2次元時空に限定された模型は時間的な T-duality 変換に対して不変性を持つことが示された。

これにより、Timelike な T-duality は2次元における質量項が N に比例する形の波動方程式に従う Bi-Local 場にも適用できる性質であることが示された。また、Timelike な T-duality の要因として、内部次元、および外部次元について $D=2$ の要請が必要であることがわかった。

前者が弦模型であり、これは厳密な普遍性を示さなかったが、後者は質量スペクトルが N^2 に比例するタイプの Bi-Local 模型であり、この模型については厳密な普遍性が示された。

これは Rosse 型の散乱振幅を導く Bi-Local 模型、あるいは弦模型とは異なる質量構造であり、この模型の適用対象については今後の検討が必要である。さらに Bi-Local 系の高次元ループの T-duality への影響を調べることも重要であり、今後の検討課題である。

課題番号	個09-077
------	---------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 15日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 大貫 進一郎



所属・資格 理 工 学 部 ・ 准 教 授

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	スペースネットワーク構築に向けた大規模電磁界解析シミュレータの開発	
3 研究目的	超高速無線通信網を基盤とする信頼性の高いスペースネットワークの構築に向け、屋外環境下における自動車や航空機などとの電磁界相互作用をトータルに解析できる大規模電磁界解析シミュレータの開発を目的とする。	
4 研究概要	高速アルゴリズムをソルバーとして大規模電磁界解析シミュレータを開発した。解析モデルは商用の3D CAD ソフトにより作成し、複数台の車体や車体と屋外環境を考慮したモデルに対する数値解析結果より、その信頼性及び有用性を明らかにした。また、高速並列演算性能が注目されている Cell Broadband Engine や GPU を用いて、電磁界シミュレーションの高速化も実現した。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の (可) 否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

1. 3D CAD ソフトによる電磁界解析モデルの作成及び信頼性の検討

近年、電磁界解析において詳細な三次元シミュレーションを行う必要性が増している。本課題では商用の 3D CAD ソフトを用いて作成した電磁界解析モデルに、平面電磁波が入射した場合の散乱問題を解析し、モデルの信頼性を検討した。

解析対象物は完全導体により構成されるモデルを仮定する。電流密度 \mathbf{J} は RWG 基底関数 [1] を用いて次式により近似展開を行う。

$$\mathbf{J} \cong \sum_{n=1}^N I_n \mathbf{f}_n(\mathbf{r}) \quad (1)$$

ここで、 I_n は未知展開係数、 $\mathbf{f}_n(\mathbf{r})$ は基底関数である。未知展開係数 I_n は、インピーダンス行列 Z_{mn} 、入射ベクトル V_m より次式から求める。

$$I_n = Z_{mn}^{-1} V_m \quad (2)$$

以下では、展開係数 I_n を用いてレーダ断面積 (Radar Cross Section: RCS) と表面電流について検討を行う。

図 1 は、解析モデルの Mesh 分割数 N を変化した場合の Monostatic RCS を示したものである。解析は厳密解の求まっている導体球に対して行った。ここで、解析モデルの作成には、商用の 3D CAD ソフトである Pro/ENGINEER を用いた。形状の表面に三角形の Mesh を作成し、RWG 基底関数を適用するために必要なデータを抽出することにより解析モデルを作成した。図より Mesh 分割数 N を増加すると RCS は収束しており、 $N > 1850$ とすれば、真値との相対誤差は 10^{-3} 以下となる。次に、完全導体で構成される簡易車体モデルに $-z$ 方向から平面波が入射した場合の表面電流を図 2 に示す。入射方向に対して垂直な面となる屋根やフロント部分、また屋根を支えるピラー部分などに電流が強く分布していることが分かる。図 3 は、簡易車体モデルの $y=0$ の xz 平面における Bistatic RCS を示したものである。モデルの屋根の方向にあたる $\theta = 90^\circ$ 付近で強い値を示していること、フロント側とリア側で散乱パターンに違いのあること、を確認した。

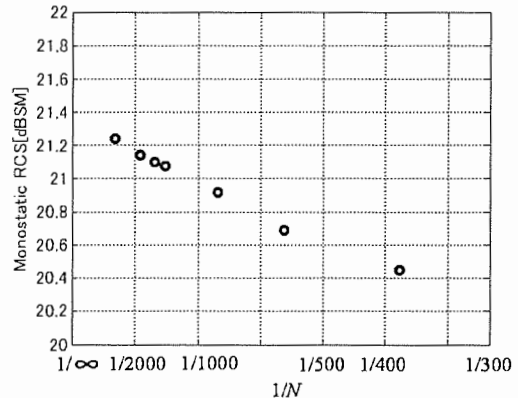


図 1 Mesh 分割数 N に対する RCS の収束

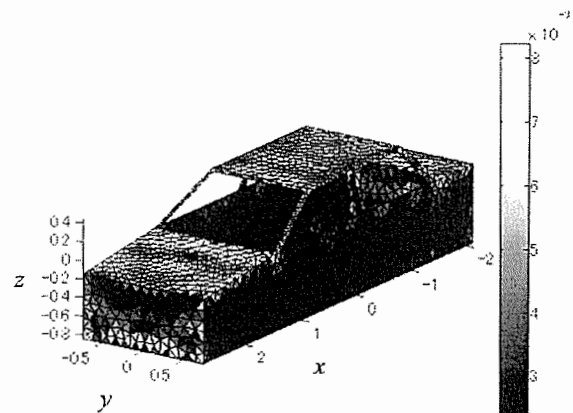


図 2 簡易車体モデルの表面電流分布

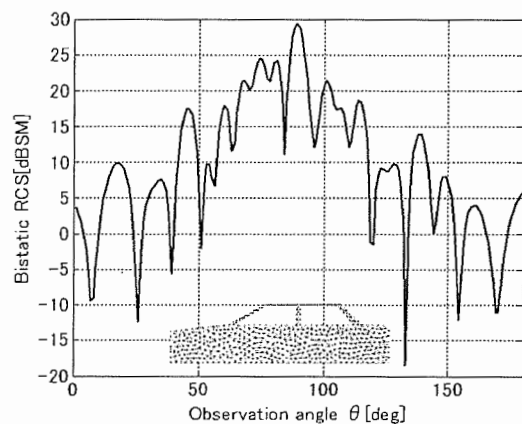


図 3 簡易車体モデルの RCS

研究結果 (つづき)

2. 大規模電磁界解析シミュレータの開発及び検証

高速アルゴリズムの一つである MLFMA (multilevel fast multipole algorithm)[2] をソルバーとして開発した電磁界解析シミュレータを用いて大規模電磁界解析を行う。MLFMA を用いることで、従来法であるモーメント法[3] に比べ計算時間、計算機メモリを大幅に減少でき、大規模な計算が可能となる。本課題では複数台の車体間や車体と地面の電磁界相互の影響を検討する。

解析対象物は完全導体とし、境界条件より次式が得られる。

$$\hat{i} \cdot \int_S \bar{\mathbf{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \cdot \mathbf{J}(\mathbf{r}') dS' = \frac{4\pi i}{k\eta} \hat{i} \cdot \mathbf{E}'(\mathbf{r})_0 \quad (3)$$

ここで、 $\mathbf{E}'(\mathbf{r}) = \mathbf{E}_0 \exp(i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r})$ 、 \hat{i} は各分割領域上の単位接線ベクトル、 $\mathbf{J}(\mathbf{r}')$ は未知電流密度を表す。 $\bar{\mathbf{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$ は自由空間中のグリーン関数 $g(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$ を用いて、次式で定義する。

$$\bar{\mathbf{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = (\bar{\mathbf{I}} - \frac{1}{k^2} \nabla \nabla') g(\mathbf{r}, \mathbf{r}')_0 \quad (4)$$

また、未知電流密度 $\mathbf{J}(\mathbf{r}')$ は未知展開係数 a_n 、基底関数 $\mathbf{j}_n(\mathbf{r})$ を用いることで以下のように表わされる。

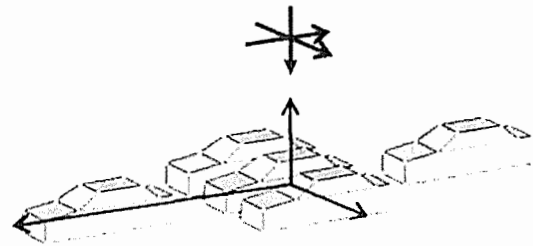
$$\mathbf{J}(\mathbf{r}) = \sum_{n=1}^N a_n \mathbf{j}_n(\mathbf{r})_0 \quad (5)$$

未知係数は式(3)の積分方程式を離散化して決定する。MLFMA ではグリーン関数を加法定理と球面波の積分公式を用いて、演算を高速化する[2]。

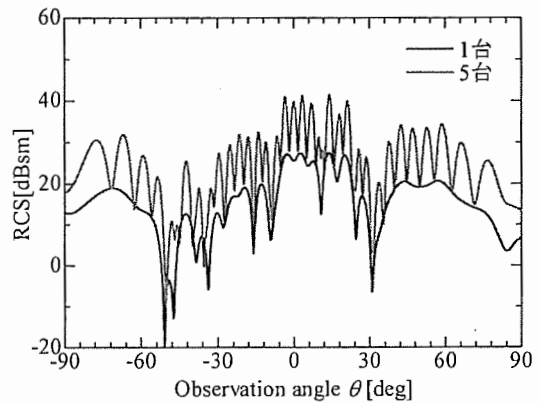
図4は解析対象物が5台の簡易車体モデルから構成で構成される例で、(a)に解析モデル、(b)にレーダ

断面積を示す。簡易車体モデルの上部方向から電磁波が入射した時、5台のモデルと1台のモデルのレーダ断面積を比較すると、5台の場合は等価的に照射面積が増えたため、すべての観測角においてRCSが大きくなっていること、車間の相互作用の影響でRCSが細かく振動していることが分かる。

図5は1台の簡易車体モデルをランダム粗面上に設置した場合の解析結果を示す。車体だけの結果と比較し、粗面の影響が全ての観測角においてRCSに強く表れること、観測角 $\theta = -45[\text{deg}]$ 付近に車体の影響が強く表れていること、が確認できる。

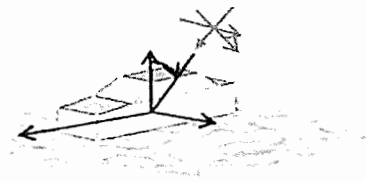


(a) 解析モデル

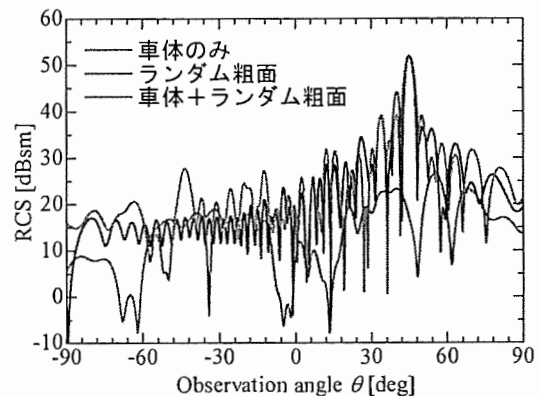


(b) レーダ断面積

図4 複数台の簡易車体モデル



(a) 解析モデル



(b) レーダ断面積

図5 簡易車体モデルとランダム粗面

部科校名： 理 工 学 部

氏名：大貫 進一郎

研究結果 (つづき)

3. Cell/B.E.による高速並列計算の検討

Cell/B.E. (Cell Broadband Engine)はマルチメディア処理に適したCPUであり、図6に示すような汎用的なCoreであるPPE一基と、演算処理に特化したCoreであるSPEを八基持つ[4]. 家庭用ゲーム機のPLAYSTATION3(PS3)にも搭載され、リアルタイム画像処理などの研究が現在盛んに行われている. 本課題では、Cell/B.E.を用いた電磁波散乱解析の高速化を、マルチスレッド、SIMD演算、マルチバツファリングの点から検討する.

電磁波散乱解析は、積分方程式法に基づく解析法で最も広く利用されるモーメント法[5]を用いた. モーメント法における未知電流 \mathbf{J} は、既知のインピーダンス行列 \mathbf{L} と既知の入射波 \mathbf{E} を用いて、次式の連立一次方程式を解くことにより求められる.

$$[\mathbf{L}][\mathbf{J}] = [\mathbf{E}] \quad (6)$$

ここで、 \mathbf{L} , \mathbf{J} , \mathbf{E} の各要素は複素数であるが、最適化の容易さなどを考慮し、次式のように変形する.

$$\begin{bmatrix} \text{Re}[\mathbf{L}] & -\text{Im}[\mathbf{L}] \\ \text{Im}[\mathbf{L}] & \text{Re}[\mathbf{L}] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Re}[\mathbf{J}] \\ \text{Im}[\mathbf{J}] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Re}[\mathbf{E}] \\ \text{Im}[\mathbf{E}] \end{bmatrix} \quad (7)$$

但し、 $\text{Re}[\cdot]$ は実数部、 $\text{Im}[\cdot]$ は虚数部である. 求解法には、メインメモリへのアクセス回数を減らす為集中計算性の高いleft-looking法でのLU分解法を採用し、単精度浮動小数点型変数で計算を行った[6].

数値解析には、PS3(CECHH0, 65nm Cell/B.E.)を使用した. 図7はモーメント法の係数行列サイズ N に対する計算時間を示す. 一切の高速化を行わないとPCよりも遅いが、高速化するとSPE一基の時と六基の時の何れもPCに比べて速く計算出来ることが確認できる. 図8にCell/B.E.のPCに対する高速化比を示す. N が増えるほど比率が上がっており、SPE六基で係数行列サイズ N が1600の時には約150倍速くなることを確認した.

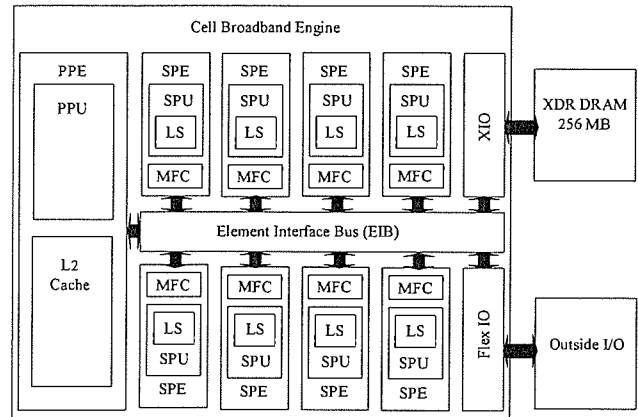


図6 Cell/B.E.の構造

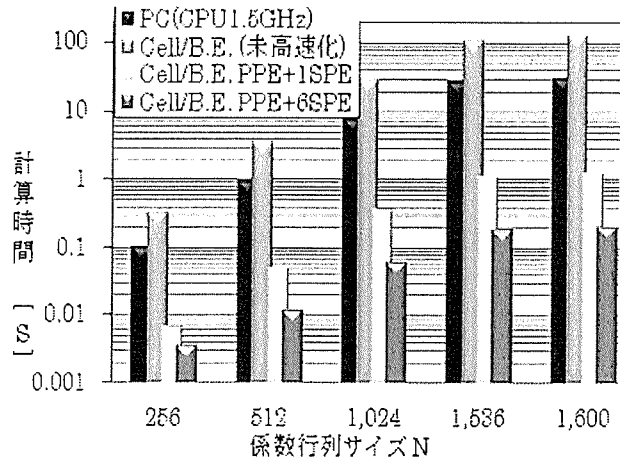


図7 モーメント法の計算時間

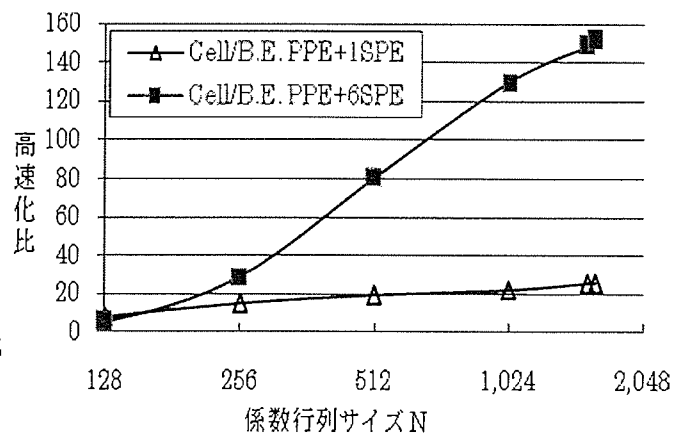


図8 Cell/B.E.のPCに対する高速化比

研究結果 (つづき)

4. GPU による高速並列計算の検討

FDTD 法 (Finite Difference Time Domain method) は微分方程式を差分化し時間領域で解く手法であり, 電磁界解析などに幅広く用いられる[7]. 近年 FDTD 法の高速化を行うために PC 内部の画像処理を専門に扱う GPU (Graphics Processing Unit) の利用が検討されている[8][9]. 本課題では FDTD 法の計算に GPU を利用した場合についての計算時間と計算精度の検討を行った. また GPU 内部での並列作業に用いるための block と thread の数に対する解析時間と計算精度の検討も行い, CPU の解析時間に比べ約 10 倍の高速化が実現できることを明らかにした.

GPU による FDTD 法の開発には NVIDIA 社から出されているソフトウェア開発環境である CUDA (Compute Unified Device Architecture) を利用した. 本解析では, まず FDTD 法の解析領域 (Computational field) を図 9 のように block と呼ばれる集合に分割した. 次に block を GPU 内部のマルチプロセッサ (MP) に割り振り, その MP 内部でこの block を thread と呼ばれる集合にさらに分解する. MP は同時実行が可能であるため, この thread を MP 内部の計算コアであるストリームプロセッサ (SP) に振り分けることで並列計算が可能となる. GPU で並列計算を行うための分割はユーザーが指定しなくてはならないため, block 数, thread 数を変化させた場合の解析速度について検討を行った.

数値解析は z 軸に一様な完全導体柱にサイン波を入射した場合について行う. 解析領域は $x-y$ 平面の正方領域とし, セルサイズは $\Delta x = \Delta y = 10$ [mm] とする. 時間間隔は $\Delta t = 100$ [ps] とし, ステップ数を 0 から 1000 まで変化させた. 図 10 に解析領域のサイズを変化させた場合の解析時間を示す. GPU 内部の block 数が 1 個, thread 数が 16 個の場合, 実線の CPU の結果に比べ解析時間は遅くなる. しかし, block 数を 16 個, thread 数を 256 個とすれば, CPU に比べ最大 10 倍程度の高速計算が可能となる. また, CPU により計算を行った結果を真値すれば, GPU の結果は単精度の丸め誤差の範囲で完全に一致していることも確認した.

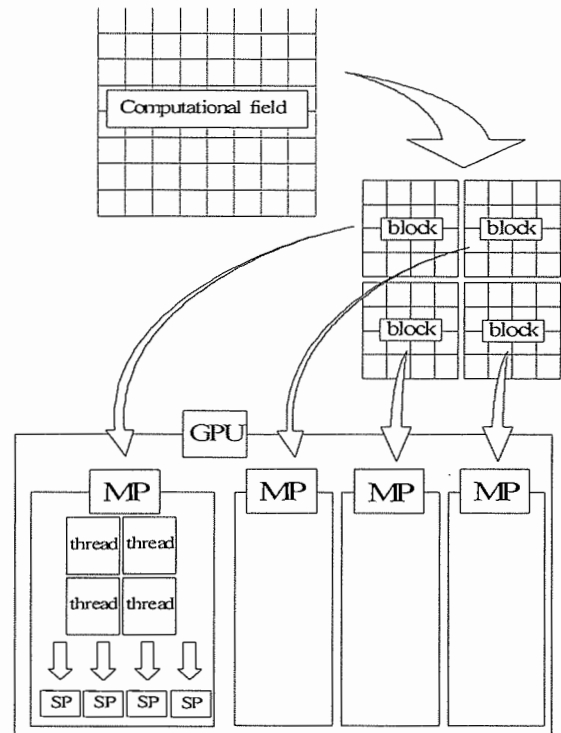


図 9 GPU による高速並列計算

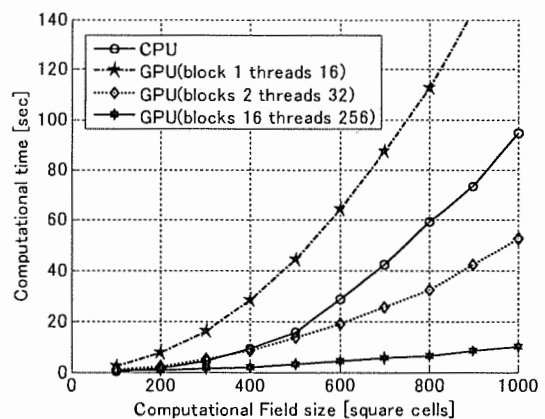


図 10 Block と thread 数に対する計算時間

部科校名： 理工学部

氏名：大貫 進一郎

研究結果 (つづき)

参考文献

- [1] S. M. Rao, D. R. Wilton, and A. W. Glisson, "Electromagnetic scattering by surfaces of arbitrary shape," IEEE Trans. Antennas and Propagation, vol. 30, no. 3, pp. 409-418, 1982.
- [2] W. C. Chew, et. al., *Fast and Efficient Algorithms in Computational Electromagnetics*, Boston: Artech House, 2001.
- [3] J. M. Song and W. C. Chew, "Moment method solution using parametric geometry," *J. Electromagn. Waves Appl.*, vol. 9, no 1/2, pp.71-83, 1995.
- [4] IBM, "Cell Broadband Engine Programming Handbook Version 1.1," *Cell Broadband Engine* 公開情報, 2007.
- [5] R.F. Harrington, *Field Computation by Moment Methods*, IEEE PRESS, New York, 1993.
- [6] 里城, 小長谷, "オンチップ並列処理を利用した密行列 LU 分解の高速化," 東京工業大学, *SACSIS 2008*, Jun. 2008.
- [7] 宇野, *FDTD 法による電磁界及びアンテナ解析*, コロナ社, 1998.
- [8] 本田, 竹中, 田中, 森山, 2008 年ソサイエティ大会講演会論文集, C-1-18, p18, 2008.
- [9] S. Adams, L. Payne, R. Boppana : IEEE Computer Society., 334-338, 2007.

平成 21 年度の研究成果

1. S. Ohnuki, Y. Kitaoka, and S. Kishimoto, "Time-Domain Analysis of Electromagnetic Scattering Problems by Numerical Inversion of the Laplace Transform," Progress In Electromagnetics Research Symposium, Xi'an, China, March 22-26, 2010.
2. Y. Kitaoka and S. Ohnuki, "Analysis of Electromagnetic Scattering Responses in Time Domain for Conducting Cylinders with Apertures," 2009 International Symposium on Antennas and Propagation, TF2, pp. 699-702, October 20-23, Bangkok, Thailand, 2009.
3. S. Ohnuki, R. Ohsawa, "Analysis of Resonant Characteristics of Conducting Polygons" 2009 International Symposium on Electromagnetic Compatibility, July 20-24, Kyoto, Japan, 2009.
4. S. Ohnuki, Y. Kitaoka and S. Kishimoto, "Transient Analysis of Electromagnetic Scattering from an Arbitrary Cylinder," IEEE International Symposium on Antennas & Propagation and USNC/URIS National Radio science Meeting, June 1-5, Charleston SC USA, 2009.
5. M. Hirano and S. Ohnuki, "Fast Computation for Electromagnetic Scattering Problems Using Cell Broadband Engine," IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC/URSI National Radio Science Meeting, June 1-5, Charleston, SC, 2009.
6. S. Ohnuki and T. Mochizuki, "Minimization of the Truncation Mode Number of the Point Matching Method," 電子情報通信学会技術研究報告, PN2009-70, pp.189-192, 2010 年 1 月, 京都大学桂キャンパス.
7. S. Ohnuki, T. Okada, Y. Kitaoka, Y. Ashizawa, K. Nakagawa, "Time -Domain Analysis of Plasmon Modes in Metallic Nanospheres," 電子情報通信学会技術研究報告, PN2009-69, pp.185-188, 2010 年 1 月, 京都大学桂キャンパス.
8. 大貫, 岸本, "曲面パッチを用いた三次元サーフェスモデルの電磁波散乱解析," 電気学会研究会資料, EMT-09-106, pp.25-30, 2009 年 11 月 26 日, 沖縄県男女共同参画センター.
9. S. Ohnuki, R. Ohsawa, "Resonant Characteristics of Conducting Cylinders with Cavities," 電気学会研究会資料, EMT-09-109, pp.43-48, 2009 年 11 月, 沖縄県男女共同参画センター.

部科校名： 理 工 学 部

氏名：大貫 進一郎

研究結果 (つづき)

10. S. Ohnuki and Y. Kitaoka, "Time-Domain Analysis of Electromagnetic Scattering from a Cylindrical Body," 電子情報通信学会技術研究報告, MW2009-44, pp. 75-80, 2009年7月30日, 旭川市民文化会館.
11. 大貫, 望月, 大澤, "点整合法による多角導体柱の電磁波散乱解析—領域分割法に対する計算精度—," 電気学会研究会資料, EMT-09-50, pp. 23-28, 2009年5月, 大分大学.
12. 岡田, 北岡, 大貫, 芦澤, 中川, "微小金属球における電磁波過渡散乱解析," 電気学会全国大会, 2010年3月, 明治大学駿河台キャンパス.
13. 市川, 大貫, "GPUによるFDTD法の高速並列計算—領域分割パラメータの検討—," 電気学会全国大会, 2010年3月, 明治大学駿河台キャンパス.
14. M.Hirano, S. Ohnuki, "Cell/B.E.によるモーメント法の高速化," 2010年電子情報通信学会総合大会, 2010年3月, 東北大学.
15. Y. Kitaoka, S. Ohnuki, "数値逆ラプラス変換法による三次元電磁波過渡散乱解析," 2010年電子情報通信学会総合大会, 2010年3月, 東北大学.
16. 大貫, 大澤, "点整合法による多角導体柱の電磁波散乱解析-陰領域にある形状変化部位の検出-, " 2010年電子情報通信学会総合大会, 2010年3月, 東北大学.
17. 荒川, 大貫, "高速多重極法による2次元電磁波散乱解析—レーダ断面積の計算精度—," 2010年電子情報通信学会総合大会, 2010年3月, 東北大学.
18. 岸本, 大貫, "曲面パッチを用いた三次元サーフェスモデルの電磁波散乱解析—メッシュ分割法による計算精度の検討—," 2010年電子情報通信学会総合大会, 2010年3月, 東北大学.
19. T. Mochizuki, S. Ohnuki, "Analysis of EM Scattering from Rectangular Cylinder by the Point Matching Method - Prediction of the Truncation Mode Number for Arbitrary Precision -," 2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-1-27, 2009年9月, 新潟大学.
20. 大貫, 大澤, "深い扇形キャビティを持つ多角導体柱の電磁界分布," 2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-1-14, 2009年9月, 新潟大学.
21. 大貫, 岸本, 岡田, "簡易車体モデルの電磁波散乱解析," 2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-1-10, 2009年9月, 新潟大学.
22. S. Ohnuki and Y. Kitaoka, "Transient Analysis of Electromagnetic Scattering Problems by MoM-FILT," 2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-1-28, 2009年9月, 新潟大学.
23. 大貫, 岡田, 北岡, 竹口, 芦澤, 中川, "数値逆ラプラス変換法によるプラズモンモードの過渡解析," 2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-1-3, 2009年9月, 新潟大学.

* 課題番号	個09-078
--------	---------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 11 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 木原 雅巳



所属・資格 理工学部・教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	コンテンツ配信サービスにおける著作権保護および著作物流通技術	
3 研究の目的	<p>美術館、公文書館などで、コンテンツのデジタル化が進んでいる。デジタル化のメリットはネットワークの発達によるコンテンツの遠隔配信の実現であるが、デメリットは劣化のない複製物が安価に大量に生成できることであり、著作権者の意思に反した違法なコンテンツ利用が問題となっている。</p> <p>本研究は、この問題を解決するために、著作権者と著作権者が許可するコンテンツを利用するエンドユーザを含む、コンテンツ配信システムを開発することを目的としている。</p> <p>本期間における具体的な到達目標は、(1)著作権者の参加を加速できる適切な著作権管理処理機構の確立と、(2)それをベースとしてコンテンツ流通を加速する著作権保護技術の開発である。</p>	
4 研究の概要	<p>本研究では、(1)ネットワーク経由で配信されるデジタルコンテンツが、電子透かしと暗号化などで個別化され、ひとつひとつのコンテンツに対して完全に独立した管理が行われること、(2)携帯電話などのモバイルデバイスの一意性を利用したエンドユーザ認証とデバイスの位置認証により、コンテンツを利用する個人を確実に認証する手法を併用して、確実な著作権管理手法を確立する。</p> <p>本研究期間は、コンテンツ配信システムの基本構成を提案し、実験用のシステムを構築して、企業、美術館などのいろいろな機関での構築したコンテンツ配信システムに対する評価を得ることにある。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)		

※ホームページ等での公開の 可 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名： 木原 雅巳

6 研究の結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

概要

本研究では、デジタル化されたコンテンツの配信方法について明らかにしている。従来のパッケージメディアでは、コンテンツの利用を希望する利用者に、すべて同じコンテンツを配信していることにより、一度コンテンツが違法にコピーされると、違法コピーの流出元を特定しにくい。

本研究では、電子透かしによるデジタル化されたコンテンツの個別化と、携帯電話などのモバイルデバイスの一意性を利用したエンドユーザ認証を利用して、確実な著作権管理手法を確立する。

本研究期間は、コンテンツ配信システムの基本構成を提案し、実験システムを試作した。試作システムにより、企業、美術館などのいろいろな機関関係者にデモンストレーションし、コンテンツ配信システムでのインターフェース、利用者認証、コンテンツ配信などの応答速度など、構築したコンテンツ配信システムに対する基本評価を得た。

1. まえがき

ネットワーク上で展開される様々なサービスの1つとして、デジタル化された画像、映像、音楽やソフトウェアといったデジタルコンテンツの配信サービスがある。本論文は、この様なサービスにおいて、著作権保有者（以後保有者）にもコンテンツ利用者（以後利用者）にも柔軟な新しい著作権管理手法を取り入れたコンテンツ配信サービスを提案した。

2. 配信サービスの提案

(1) ダウンロードサービス

現在、著作権管理の手法として色々なものが提案されている。本研究では、その手法の1つとしてダウンロードメディアターサービスというものを提案する。このサービスは保有者と利用者の中に入り、仲介役を果たす役割を担っている。保有者から預かった著作物の管理と、利用者に著作物のコピーを提供し、それに見合う対価を回収するといった運営を行う。このサービスの構成要素は、大きく分けると著作物を管理するコンテンツサーバと、保有者と利用者との仲介役を果たすインタフェースを提供する認証サーバの2つに分けられる。今回我々が提案するサービスでは保有者と利用者が保有者の定める利用制限規定に基づき直接契約をすることで、保有者が利用者毎に、自分の著作物の利用方法や制限の詳細を決めることを可能にしている。

(2) 利用者認証

著作権物をネットワーク上で配信するとき、そのコンテンツを誰がどのように利用するのかを明確にしておく必要がある。それによって著作権を侵害する不正行為、無断利用や無断複製、2次配信といったものを抑制することができる。ここで利用者の登録と利用の際の認証が必要となる。従来で最も一般的に用いられている認証は ID と PW を用いた基本認証である。しかしこれは、必ずしも個人を特定するものではなく“それを知っている人”を許可するものである。保持者と利用者との直接契約を実現するためには、基本認証のみではなく、個人を特定する情報を利用した個人認証と併用することが不可欠となる。現段階では携帯電話の固有 ID 情報を用いることを検討している。携帯電話は今や1人1台の時代であり、携帯電話の利用者は基本的に契約者と合致することから、個人を特定するツールとして利用できる。

部科校名： 理 工 学 部

氏名： 木原 雅巳

研究の結果（つづき）

(3) 著作物の管理・提供

今回提案するサービスの構成では、コンテンツサーバ内で著作物の管理を行っている。利用者は直接コンテンツサーバにアクセスするのではなく、認証サーバにコンテンツのダウンロード要求を出す。

認証サーバは利用者の情報と、利用制限規定に基づき(2)で述べた利用者認証を行う。認証を通過すると、コンテンツサーバより要求されたコンテンツのコピーを取り出し、利用者毎に個別化（例えば電子透かし・暗号化等）を行い提供する。コンテンツを個別化することにより、コンテンツ提供後の違法なコンテンツの複製に対して抑止効果があり、著作権保護を図ることができる。

3. まとめ

本研究期間は、新しい著作権管理手法を取り入れたコンテンツ配信サービスの基本構成を提案した。現段階でこのサービスのセキュリティは、デジタルコンテンツがアナログに変換されたところでのコピーや、ダウンロードされた後のファイルの管理体制において、また、暗号化に関する項目について不十分な点がある。今後この点を考慮し、改良していきたい。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成22年4月12日

日本大学 総長 殿

氏 名 出井 裕



所属・資格 理工学部・教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	一般研究(個人研究) / 一般研究(共同研究) / 総合研究	注:該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	Ti 基連続繊維強化複合材料の高強度化・高品質化	
3 研究目的	高強度・高信頼性を有する SiC 繊維強化 Ti 基複合材料 (TMC) を放電プラズマ焼結法 (SPS) により作製し、その力学的特性を評価した結果、HIP で作製した TMC より優れた強度特性を示すことを明らかにしてきた。本研究では、SPS により SCS-6/ β 21S 連続繊維強化複合材料を作製し、最適作製 (焼結) 条件、引張強さ、疲労強度などを検討した。	
4 研究概要	放電プラズマ焼結法により、SCS-6 を強化材とした β 21S 基連続繊維強化複合材料の作製条件および力学的特性を検討した結果、1)焼結温度 1000°C、焼結圧力 60MPa、焼結時間 10 分で、TMC は 99.8%の相対密度となり、緻密化した、2)TMC の引張強さおよび疲労強度は、 β 21S 合金のそれらを大幅に改善し、高強度化した複合材が得られた。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の (可)・否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理工学部

氏名： 出井 裕

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

1 諸 言

Ti合金は高比強度で、疲労強度・耐食性・耐熱性に優れている。B-787に代表される新型機では、CFRPが多用され、それに伴い、CFRPとの適合性に優れるTi合金の使用量が増加している。また原油高騰で燃費を削減し、さらにメンテナンスコストを削減するため、機体の軽量化、点検時期の延長、修理頻度の削減などが要求されている。これらの点で、機体で唯一改善の余地が多く残されている部位として、降着装置が挙げられる。これまでの降着装置の主要材料は高張力鋼であったが、新型機では一部Ti合金に置き換わってきている。これは高比強度と良好な耐食性を有するTi合金を使用することで従来の課題が改善できる可能性がある。申請者らは高強度・高信頼性を有するSiC繊維強化Ti基複合材料(TMC)を放電プラズマ焼結法(SPS)により作製し、その力学的特性を評価した結果、HIPで作製したTMCより優れた強度特性を示すことを明らかにしてきた。本研究では、SPSによりSCS-6/ β 21S連続繊維強化複合材料を作製し、最適作製(焼結)条件、引張強さ、疲労強度などを検討した。

2 実験方法

2.1 供試材料 マトリックス粉末は、平均粒径が $16\mu\text{m}$ の β -Ti合金 β 21S(米国Crucible Materials Corporation製)を使用した。また、強化繊維はSiC繊維のSCS-6(米国Specialty Materials製)を用いた。SCS-6の力学的特性は、最低引張強さが3450MPa、ヤング率が400GPaである。

2.2 TMCの作製方法 高強度グラファイト製ダイに β 21S粉末とSCS-6繊維と交互に積層し、ハンドプレスで予備加圧を加えた。TMCは放電プラズマ焼結機(住友石炭鉱業(株)製、SPS-3.20MK)で作製した。粉末と繊維を充填したダイを焼結機のチャンバーに入れ、チャンバー内の真空度が5Pa以下になった時点で、加圧と加熱を開始し、所定の加熱速度で焼結温度まで加熱・保持した後炉冷した。焼結温度は、粉末から5mm離れた位置で、熱電対(K)を用いて測定した。

2.3 各種試験方法 インストロン材料試験機(55R1125型)を用いて、TMCの引張試験を行った。室温での引張ひずみは、試験片に貼付したひずみゲージにより測定した。また高温引張試験では、大気中で赤外線照射式加熱装置により試験片を加熱し、400、600及び800°Cでの引張強度を求めた。いずれも試験とも引張速度は毎分1mmとした。次に電気油圧式サーボ式疲労試験機(島津製作所製サーボパルサ)により、TMCの疲労強度を測定した。荷重条件は、荷重制御で応力比 $R=0.1$ 、繰り返し周波数を10Hz、試験温度を600°Cとし、繰り返し数 10^7 回までの寿命を調べた。

3 実験結果および考察

3.1 TMCの相対密度に及ぼす焼結条件の影響 まず、TMCの相対密度に及ぼす加熱速度、焼結温度および保持時間の影響を調べた。焼結条件として、加熱速度と保持時間を20°C/minで0minおよび100°C/minで10min、焼結温度を900および1000°Cとした。なお、TMCの相対密度はアルキメデス法で測定した。各条件でのTMCの相対密度は900°Cで98.8%、1000°Cで99.8%となり、いずれの条件においても、TMCはほぼ緻密化していることが分かる。

3.2 各焼結条件における引張強さ 各焼結条件で作製したTMCについて、室温での引張試験を行い、その結果を図1に示す。なお繊維含有率(Vf)は約15%である。TMCの引張強さは、加熱速度が遅いほうが高い値を示し、強度のバラツキも少ない。

加熱速度20°C/min、焼結温度900°Cで作製したTMCのマイクロ組織と引張破面では、繊維の周囲にマトリックスが充填され、ポイドや割れなどの欠陥は認められず、破断面には、繊維のプルアウトがほとんど生じていない。これらのことからマトリックス/繊維間で良好な接合強度が得られていることが分かる。

研究結果 (つづき)

3.3 TMC の強度特性 まず TMC の引張強さに及ぼす繊維含有率 Vf の影響を調べるために、Vf が 15~35% に置ける引張強さを求め、その結果を図 2 に示す。図中の点線は複合則から求めた理論強度である。TMC の引張強さは Vf の増加とともに大きくなっている。また TMC の実強度は理論強度より低く、これは繊維の間隔が不均等であるため、繊維—マトリックス間の応力伝達が均等に行われないことに起因していると考えられる。

TMC の高温引張強さを図 3 に示す。試験温度の上昇に伴い、TMC の引張強さは低下するが、800℃でも 892MPa の強度(マトリックスの強度の 17.8 倍)を維持し、繊維もプルアウトもほとんど認められなかった。

図 4 は 600℃における TMC とマトリックスの疲労試験から得られた S-N 線図である。TMC は負荷応力 350MPa で、繰り返し数 10^7 回以上の疲労寿命を示した。TMC の疲労限はマトリックス β 21S 合金の 2.8 倍となり、高温で優れた疲労強度を示した。

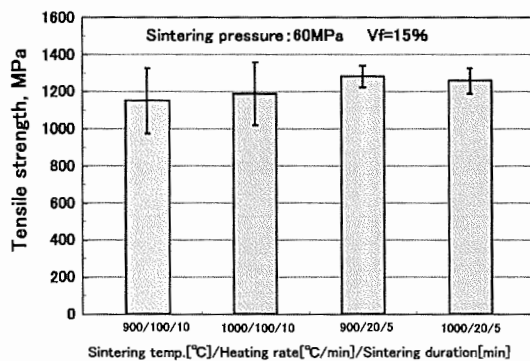


図 1. 各作製条件で作製した TMC の引張強さ

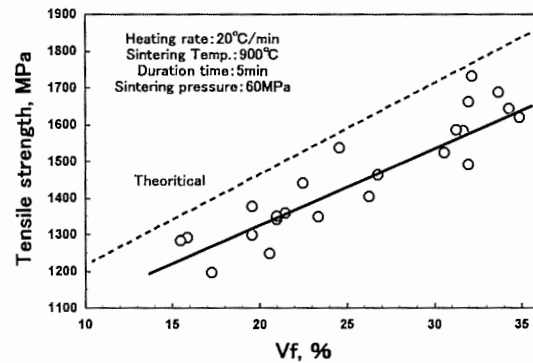


図 2. 繊維体積含有率と引張強さとの関係

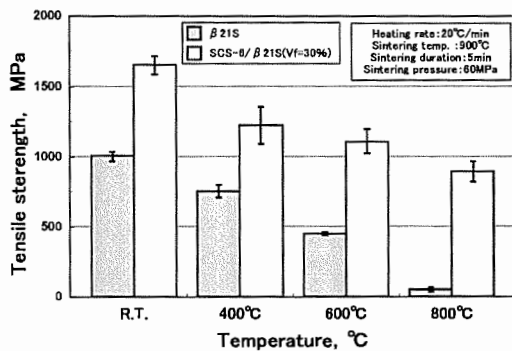


図 3 TMC の高温引張強さ

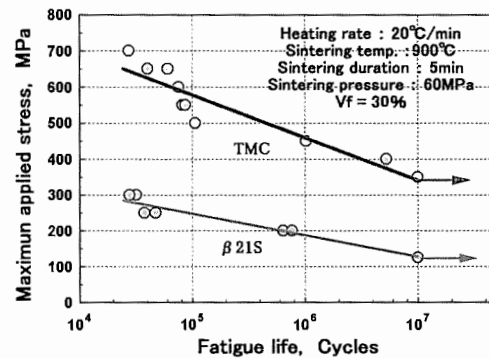


図 4 β 21s 合金と TMC の疲労強度

4 まとめ

放電プラズマ焼結法により、SCS-6 を強化材とした β 21S 基連続繊維強化複合材料の作製条件および力学的特性を検討した結果、次の知見を得た。

- 1) 焼結温度 1000℃、焼結圧力 60MPa、焼結時間 10 分で、TMC は 99.8% の相対密度となり、緻密化した。
- 2) TMC の引張強さおよび疲労強度は、 β 21S 合金のそれらを大幅に改善し、高強度化した複合材が得られた。

注：必要に応じて、このページをご使用ください。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 13日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 田 辺 光 昭



所属・資格 理 工 学 部 ・ 准 教 授

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	圧力波と高温反応との干渉現象によるガソリンノック発生のモデル化	
3 研究目的	ガソリンエンジンの燃費向上の障壁となっている高速運転時のノッキング現象について、その発生要因を特定し、エンジンの高効率化に有効な要素技術についての知見を得ることを目的とする。	
4 研究概要	圧力波の正確な動きを再現するためのFDTD（有限時間領域差分）法と高温化学反応モデルを組み合わせた数値計算を行い、低温化学反応なしでも燃焼に伴う圧力波によって自己着火が誘発されるかどうか確認する。同時に、シリンダ壁面での自己着火直前の圧力変化を実験的に検出し、高温反応と圧力波との干渉がノッキングを発生させるという仮説の妥当性を検討する。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 可 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名： 田 辺 光 昭

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

ガソリンエンジンのノッキング現象は、低回転時には低温でも発熱する低温化学反応がシリンダ壁面近傍の低温部で活性化し、エンドガスの自着火を起こし衝撃波を発生させるとする機構がほぼ妥当と考えられている。高回転時にはノッキングが頻繁にエンジン破壊に結びつくことから十分な実験が出来ず、その発生機構は不明である。前述の低温化学反応機構では、高回転時に必要条件となる着火遅れの短い自着火を説明できないため、自着火が早い高温化学反応機構でノッキング発生を説明できないかの検討が行われている。従来、温度依存性の高い高温化学反応機構では、自着火がシリンダ壁面の低温部から発生する事実を説明できなかったが、本研究では、シリンダ内の圧力振動の振幅が壁面で最大になると圧力振動が自着火を促進するという事実を合わせ、高温化学反応機構でもノッキング発生の説明が出来る点に着目し以下の2段階で検証した。

- ① 高温化学反応のみでのノッキング発生が可能か数値シミュレーションにより検証。
- ② 急速圧縮装置をもちいて高回転時相当のノッキングを発生せしめ、実際にノッキング発生前に圧力波が存在する可能性が有るかどうかが検証。

①については、圧力平衡を仮定する通常の燃焼計算ではなく、シリンダ内の圧力波の挙動を追跡できるFDTD(有限時間領域差分)法に化学反応計算を組み合わせることで、圧力波と反応との相互干渉を計算し、実際のエンジンのシリンダ内の状況をより正確に再現した。図1にシリンダ内の圧力分布の時間変化を示す。高温化学反応だけでもシリンダ壁面での自着火と衝撃波形成が再現できた。

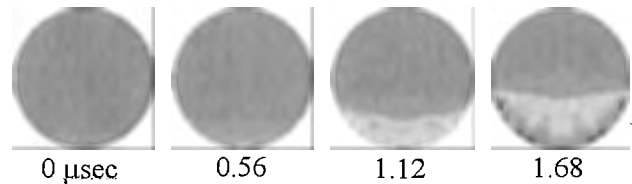


図1 高温化学反応と圧力波との干渉による壁面での自着火と衝撃波の発生 (数値シミュレーション)

②については、圧縮時間約5msの現在世界最速の超急速圧縮機(図2)でノッキングを発生させ、その際のノッキング開始直前の圧力振動の振幅を評価した。結果、圧力振動は燃料のオクタン価によって決まる振幅を有していることが判明し、圧力波の存在が検証されたと同時に、その原因として低温酸化反応による発熱が有力な候補であることが判明した。

これらの分析から、実機エンジンでも圧力波が存在し、それによってノッキングが発生する可能性があることが確認できた。

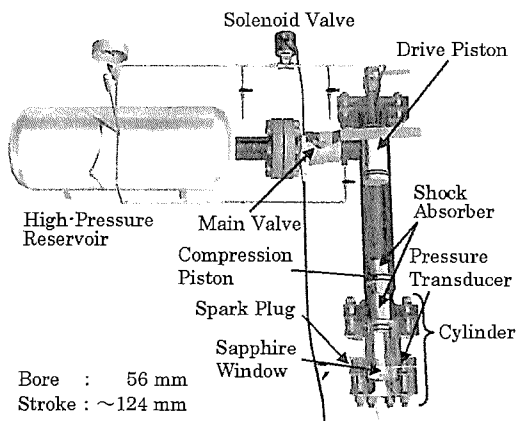


図2 超急速圧縮装置

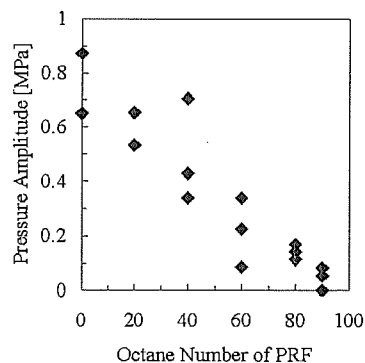


図3 ノッキング発生前のシリンダ壁面圧力振動のオクタン価依存性

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 15 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 浅井 朋彦



所属・資格 理工学部・専任講師

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	極限的高ベータプラズマにおける二流体緩和および衝撃波発生条件の実験的検証	
3 研究目的	プラズマを記述する電磁流体力学 (MHD) では、プラズマを一流体として取り扱い、束縛条件として「磁気ヘリシティ」という大域的保存量を導入する。しかし、高ベータで強いフローが存在する場合など、MHD では現実のプラズマを正確には記述できず、イオンと電子を互いに独立した流体として取り扱う「二流体モデル」が提案された。これは、現実のプラズマをよく再現する一方で、特に非平衡状態における観測結果と直接比較された例はまだない。磁場反転配位 (FRC) では、MHD では説明できない現象が発現しており、本研究の成果により磁化プラズマの平衡や緩和現象を統一的に記述する指導原理の確立の一助とすることをめざす。	
4 研究概要	本研究は、極限的に高い二流体パラメータを持つ FRC 装置、NUCTE-III を用い、(1) 実験で生成されるプラズマ中で二流体平衡が実現しているのか、(2) 二流体モデルによる衝撃波発生条件は成立しているかを観測する。これらは、MHD では予測されない、二流体モデル特有の現象であり、観測されれば二流体緩和理論の実験的な実証となる。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の 可 否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 理 工 学 部

氏名： 浅井朋彦

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

この研究では、二流体モデルにより理論的に予測される緩和および自己組織化の大きく2つの物理現象を、実験的に再現して観測し、二流体モデルの妥当性や適用範囲を検証し、磁化プラズマの指導理論となるモデルの構築に貢献することを目指した。この結果、大きく以下の3つの成果を得た。

① 二流体緩和現象の評価

FRC について円筒座標系 (r, θ, z) で軸対称性 $\partial/\partial\theta=0$ を仮定した場合、MHD では一組の特性表面 $\psi(r, z) = \text{const}$ (ψ : 磁束関数) を持つのに対して、二流体モデルではイオンと電子のそれぞれが慣性と回転速度に応じた個別のドリフト面 $Y \equiv \psi + (m/q)ru_\theta = \text{const}$ を持つことである。

研究の第一段階としては、磁気面とほぼ一致する電子のドリフト面とイオンのドリフト面の分離を確認するため、イオンドップラー分光 (IDS) システムを用いてイオン流速の空間分布のマッピングを行った。

これに加え、周辺の低温・低密度プラズマ領域のフロー計測のため、耐熱セラミックシースを有するマッハプローブを新たに開発し、この計測を行った。

この計測の結果、FRC プラズマは、アルヴェーン速度に近い高速トロイダルフローを自発的に形成することが解明された。さらにこのフロー分布は、密度の高いプラズマ中心領域ではほぼ剛体的なプロファイルを保っているが、セパトトリックス周辺に強い速度シアを有し、装置管壁付近ではほぼ静止している。

また、この速度シアは、レーザー干渉法により観測される電子密度分布や電子密度プロファイルの指標となる制動放射光などによって予測される電子密度のセパトトリックスよりも外側に位置し、FRC の強いトロイダルフローによる分離セパトトリックスの存在を示唆するものと考えられる。

今後、マッハプローブと磁気プローブを組み合わせた“ハイブリッドプローブ”の開発を進め、この分離セパトトリックスについてはより詳細な研究を行いたい。

② 超音速移送プラズマの特性

流れのある一流体平衡系では、ポロイダルフローがポロイダル磁場に対するアルヴェーン速度を超えると、双曲型方程式への特異な遷移が起こり衝撃波が現れる。これに対し、より一般的な二流体系では全く異なる結果が得られ、遷移は（ポロイダルとトロイダルの両成分を含む）フロー全体に対する音速条件で起こる。亜音速の移送が可能である FRC では、下流ミラーにおいて反射する際の再熱化およびエネルギー回生機構に関して調べられているが、MHD で音速が発生しないとされる比較的低速（ $\sim 100\text{km/s}$ ）でのエネルギー回生機構については、これまで明らかにされていなかった。

この研究では、このエネルギー回生機構の一つとして、高速移送時の背景中性粒子と FRC プラズマの相互作用に着目し、この過程によるエネルギーの回生の可能性を実験的に検証した。この過程を詳細に観測するため、新たに小型トモグラフィカメラを開発した。さらに、前述の IDS システムを用いて、FRC 反射時のイオン温度の変化を観測し、エネルギー回生システムについてエネルギーバランスに関する解析した。

部科校名： 理 工 学 部

氏名： 浅井朋彦

研究結果 (つづき)

また、背景粒子との相互作用が再生されるエネルギー量のノブとなっていることを明確にするため、高速ガスパフシステムを開発し、FRC 移送時の背景粒子量を制御し、プラズマ温度・密度の時間変化について観測した。この結果、位相速度、背景粒子量によって、移送後の FRC の密度・温度、磁束量などが変化することが解明された。

③ 安定化条件

FRC に上記のようなドラスティックな変化を与えるトロイダルフローについて、その発生メカニズムはまだ明確にはわかっていない。このトロイダルフローは、前述のように速度シアを形成することで高次のトロイダルモードやティルトモードに対する安定化効果が期待できる一方で、圧力駆動型の交換不安定性の原因ともなる。

本研究では、このトロイダルフローおよびこれによって成長する交換不安定性を安定化する手法として、磁化同軸プラズマガン (Magnetized Coaxial Plasma Gun: MCPG) を用いて FRC に対し、そのベータ値を大きく変化させない程度に磁気ヘリシティを注入し、FRC の自己組織化性を介して、FRC の軸付近に極めて高い安全係数 q を形成することを試みた。

この結果、FRC のトロイダルフローの低下と不安定性の成長速度の低下、さらにその結果として、閉じ込め性能の改善をしめす、磁束減衰時間の伸長が確認された。典型的な実験結果を図 1 に示す。図 1 (a) はプラズマからの制動放射光強度の時間発展であり、放電後半の振動は、プラズマ断面が楕円変形していることを示している。(b) はポロイダル磁束であり、FRC の閉じ込めを示す特徴的なパラメータの一つである。これらのグラフから、プラズマ断面の変形の軽減、また回転速度の低下と捕捉磁束の減衰速度の低下がそれぞれ読み取れる。

この交換不安定性の安定化の唯一の手法としてこれまで多極磁場法が知られていたが、この方法では非軸対称な径方向磁場の印加が必要であり、このため、閉じ込め性能が巨視的安定性とのトレードオフとなることが問題点であった。本研究で示された手法は、この両者を同時に解決する画期的なものであり、その結果は国内論文選考会議の審査を経て、10月に韓国で開催される国際原子力委員会・核融合エネルギー会議にて速報される予定である。

また、この安定化メカニズムについては、本研究費の申請時の計画にも示したように、本研究によって米国ワシントン大学との連携研究が開始され、今後も実験および理論の両面で、共同研究を進める計画である。

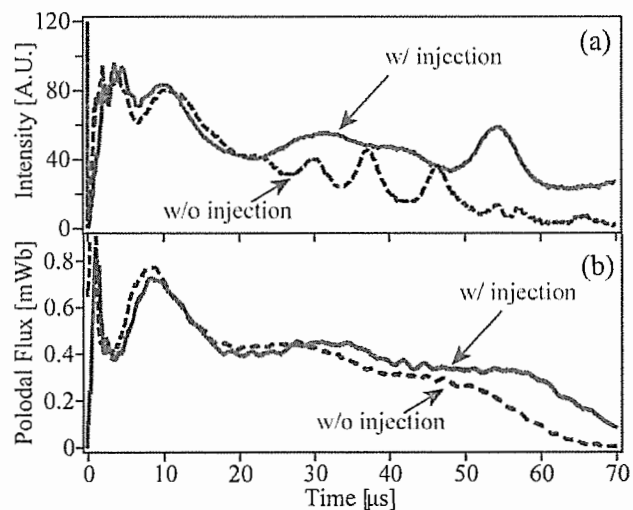


図 1 制動放射光強度 (a) およびポロイダル捕捉磁束 (b) の時間変化。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成22年4月5日

日本大学 総長 殿

氏 名 久保田 正広



所属・資格 生産工学部・教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	粉末冶金法による高機能性生体材料の開発	
3 研究目的	本研究では、高強度を維持しつつ人体骨に限りなく近いヤング率を有し、生体適応性が高いチタン系生体材料の開発の基礎的知見を得ることを目的としている。すなわち、純チタン粉末に人体骨の主要成分であるハイドロキシアパタイト粉末を粉末冶金法により複合化する。得られた複合粉末を放電プラズマ焼結法により最終形状に近い near net shape 材の作製を試みる。作製する混合粉末および near net shape 材の力学的特性と製造プロセスのパラメータの関係を評価し、最適値を見出すことを目的とする。	
4 研究概要	純 Ti 粉末をメカニカルミリング(MM)法と放電プラズマ焼結(SPS)法により作製し、その特性を評価する。次に生体適応性が優れているハイドロキシアパタイト粉末の添加量を種々変化させ、純 Ti 粉末と共に機械的に混合処理(MA:Mechanical Alloying)する。得られた混合粉末に対してX線回折を行い、添加したハイドロキシアパタイトの構造を調べる。また、同時に混合粉末の機械的性質を硬さ試験で評価する。最適条件下で創製された混合粉末を放電プラズマ焼結(SPS: Spark Plasma Sintering)装置を用いて near net shape 材の作製を試みる。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 可 / 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：生産工学部

氏名：久保田正広

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

・粉末作製条件の検討

純チタン粉末に対してステアリン酸の添加量、MM 処理時間および MM 雰囲気の違いによる粉末の硬さを調べた。MM 4 h 0.50 g 以外の条件で、Air 雰囲気の方が 15%程度硬さは高かった。また、SEM 観察から得られた粉末の平均粒子径は、全ての条件で Air 雰囲気の方が 27%以上の微細化が認められた。したがって、Air 雰囲気の方が粉末により多くの加工ひずみが導入され、加工硬化していることが示唆された。しかし、MM 4 h 0.50 g では、Air 雰囲気の方が低い値を示した。原因は不明だが、Air 雰囲気の MM 処理においても、MM 4 h 0.50 g 粉末は、他の条件と比較して半分以下の値を示した。

MM 4 h 0.25 g 粉末の構成相におよぼす MM 雰囲気の影響を調べた。MM 雰囲気を変えても、異なる化合物の生成やピークの極端なブロード化は認められなかった。また、この結果は他の条件の粉末でも同様であった。以上のことから、硬さの増加は、化合物による分散強化や固溶強化ではなく、MM 処理中のひずみの導入による加工硬化が支配的であるといえる。さらに、粉末表面に形成している酸化被膜 (TiO_2) の粉砕に伴う TiO_2 のその場合成による分散強化も寄与していると考えられる。すなわち、Air 雰囲気では MM 処理を施すことにより、 TiO_2 の生成と粉砕が繰り返し行われ、 TiO_2 粒子の微細分散によって強化されたと推察した。また、チタン表面に形成される TiO_2 は、結晶性が低く厚さが 5 nm 以下であるため、X 線回折では検出されなかったと考えられる。MM 処理時間の増加による硬さの増加は、Ar 雰囲気では MM 処理した既報と同様に α -Ti、 TiH_2 に加え、TiC が生成したことによる分散強化が寄与したためと考えられる。

・バルク材の特性

雰囲気の異なる純チタン粉末から作製した SPS 材の硬さと相対密度を調べた。MM 4 h 0.50 g 以外の条件で、Air 雰囲気の方が 13%以上高い硬さが得られた。SPS 材では、Ar および Air 雰囲気ともに MM 4 h 0.50 g で最も高い硬さが認められ、それぞれ 933 HV および 923 HV を示した。さらに、Air 雰囲気では MM 処理した粉末から作製した SPS 材においても、同様に全ての条件で SPS 材の方が MM 粉末より高い値を示した。

MM 4 h 0.25 g 粉末から作製した SPS 材の MM 雰囲気による構成相の変化を調べた。Air 雰囲気 SPS 材の構成相は、Ar 雰囲気 SPS 材と同様に α -Ti に加え、TiC および ω -Ti が生成した。他の条件で作製した Air 雰囲気 SPS 材においても、 α -Ti、TiC に加え、 ω -Ti または β -Ti が認められた。MM 処理をしていない粉末から作製した SPS 材では TiC の回折ピークは同定されなかったことから、TiC の生成は、ステアリン酸に含まれる炭素と純チタンが MM 処理中に均一に混合され、SPS 焼結中の加熱によって、固相反応が誘起され生成したと考えられる。一方、 ω -Ti および β -Ti の生成は認められなかったことから、SPS 焼結中の昇温速度や保持時間に影響されると考えられる。以上のことからバルク材の硬さの増加は、粉末と同様に酸化被膜の破碎により生成した TiO_2 粒子の分散強化が寄与していると考えられる。

課題番号	個 09-083
------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 8 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 _____ 霜山 竜一 _____



所属・資格 _____ 生産工学部 電気電子工学科・教授 _____

下記のとおり報告いたします。

1	種 目 <input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2	研究課題 位相差スペクトルイメージによる音源の3次元位置検出	
3	研究目的 視覚障害者でも、両耳聴によって到来する音の前後や方向および音源までの概略の距離を推定できることが知られている。人が、異なる2箇所の音圧値から音環境の3次元構造を認知、認識するメカニズムは、脳の聴覚中枢機能に深く関わるものと考えられる。本研究では、脳そのものを直接観察してその機能を推定するのではなく、コンピュータを用いて異なる2箇所の音圧値から音環境の3次元構造が構築される方法について検討する。音圧値のどのような情報を処理することで3次元構造が構築されるかが分かれば、聴覚による空間認識に関する聴覚中枢機能の一端が解明できると考えるからである。	
4	研究概要 本研究では、両耳に相当する位置にマイクロホンが内蔵された上半身の人体モデルを使用して、音源までの距離や水平角、仰角方向の定位に関する両耳聴によるメカニズムを模擬する。音源の位置を表示し、人の両耳聴機能との類似点について比較検討する。	
5	研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します） ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担）	

※ホームページ等での公開の 可・否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：生産工学部

氏名：霜山 竜一

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

音源の3次元位置はマイクロホンからみた音源までの距離と音源の水平角、仰角が分かれば一義的に決定される。まず近接して設置した2本のマイクロホンで距離と水平角を推定した結果、音源の2次元位置が推定できることが分かった。次に両耳に相当する位置にマイクロホンを装着した2種類のヘッドトルソ（人体モデルA,B）を用いて音源位置を推定した。スピーカの位置を変えて音源の2次元位置を推定した結果、音源が人体モデルから遠ざかり2m前方を横切る様子が確認できた。左右が対称または非対称な2種類のヘッドトルソによる実験結果を比較したところ、人体モデルの非対称性が音源の仰角検出に有効なことを確認した。

（2本のマイクロホンを用いた場合）

近接した2箇所の音圧値から音源の2次元位置が推定可能かどうかを検討した。室内の中央部でスピーカから広帯域ノイズを連続的に発生させ、同じ向きに近接して設置した1対の無指向性マイクロホンで音圧波形を同時収録した。波形間の位相差スペクトルを求め位相差値から幾何学的に音源の方向を算出した。床や天井、壁からの反響音の無視できない環境では位相差スペクトルは不連続的にばらつく傾向がみられる。このばらつきは音源とマイクロホン間の距離に依存することが分かった。ばらつきを標準偏差値で評価し、特定の周波数範囲における標準偏差の平均値が距離とほぼ線形関係にあることを明らかにした。位相差スペクトルのばらつきは音源の方向にも依存するため、音源の方向と距離に応じて標準偏差の平均値を予め測定しておき、これらの値を補間することにより音源の方向に関わらず、距離を推定する方法を提案した。距離と水平角を同時に求めた結果、音源の2次元位置が推定できることが分かった。マイクロホンを固定した状態で、スピーカの位置を移動させつつ音源の位置を推定したところ、音源が遠ざかり、2m前方を横切る様子が確認できた。音源が有する指向性が距離の推定に影響を与えることが分かった。2本のマイクロホンだけでは仰角は原理上検出できない。

（人体モデルAを用いた場合）

上半身を似せた人体モデルAを用いて音源の2次元位置を推定した。人体モデルにはB&K製、Type4128-C型のヘッドトルソシミュレータを採用した。両耳に相当する位置に模擬的な外耳があり、外耳道奥にマイクロホンが内蔵されている。モデルの形状は左右対称である。前述した2本のマイクロホンを用いた場合と同様のアルゴリズムで音源の水平方向と距離を推定した。内蔵マイクロホン間の距離を13cmとして音源の方向を求めたところ、人体モデル正面に対し約 $\pm 50^\circ$ の範囲で音源方向が推定できた。音源の方向が 50° を越える場合は方向推定値の再現性が劣化した。音源までの距離はヘッドトルソ正面では3mまで推定可能であることを確認したが、音源の方向が正面からずれると推定距離の誤差も増大した。人体モデルを用いた場合でも位相差スペクトル分布の標準偏差の平均値は音源の方向と距離に依存することを明らかにした。人体モデルAを固定しスピーカの位置を移動すると、2本のマイクロホンを用いた場合と同様に音源が遠ざかり、2m前方を横切る様子が確認できた。逆に音源位置を固定し人体モデルを前後に傾けたところ位相差スペクトル分布にほとんど変化がみられなかった。左右対称な形状の人体モデルでは音源の仰角方向の検出は難しいことが分かった。

（人体モデルBを用いた場合）

左右が非対称な人体モデルBを用いて音源の位置推定が可能かどうかを検討した。人体モデルはCPR訓練用人形(WEK-6)を採用した。両耳に相当する部位にバイノーラルマイクロホン(B&K製、Type4101)を固定し直立させて測定した。外耳は模擬されているが人体モデルAほど立体的ではなく、マイクロホンの先端部は人体モデルの外側に突き出ている。人体モデルAと同様のアルゴリズムを用いて音源の水平方向と距離が推定できた。人体モデルAの場合と異なり、方向が 50° を越えても比較的高精度に音源の方向が推定でき、音源までの距離も2本のマイクロホンを用いた場合と同様の誤差で推定できた。人体モデルBを固定した状態でスピーカの位置を移動した場合には同じように音源が遠ざかり、2m前方を横切る様子が確認できた。さらに、スピーカの位置を固定した状態で人体モデルBを前傾あるいは後傾させると位相差スペクトル分布が変化することが分かった。この傾向を利用すれば音源の仰角方向の推定できる可能性がある。左右が非対称な人体モデルを用いた音源の仰角方向の推定についてはさらに定量的な検討を行う必要がある。

部科校名： 生産工学部

氏名： 霜山 竜一

研究結果（つづき）

（人の両耳聴による空間認識との比較）

本研究ではマイクロホンの内蔵された人体モデル A を用いて音源の 2 次元位置を推定した。また音源の仰角方向の推定方法についても述べた。それらの推定結果を人の両耳聴による空間認識と比較する。

音源の方向については、正面に対し水平方向に $\pm 50^\circ$ 以内で約 4° の誤差で推定可能であった。人は後方を含め $\pm 90^\circ$ の範囲で音源方向を数度の誤差で認識できるため、推定可能な角度の範囲の狭い点は改良の余地がある。ステレオスピーカのように、同時に異なる 2 か所から同じ音圧レベルの音が発生した場合には中央に音源が定位した。この特徴は人の聴覚による空間認識と同様である。

音源までの距離については、音源が正面にある場合より、正面にない場合の方が推定距離の誤差が大きかった。部屋の反響の程度に応じて推定距離は変わりライブな部屋ほど遠く推定された。人も部屋の反響の程度に応じて距離感が 50cm 程度変わるという報告がある。

移動する音源の 2 次元位置が推定できた。音の情報だけで音源が遠ざかり 2 m 前方を横切る様子が確認できた。聴覚障害者でも両耳聴により音源の方向だけでなく距離まで認識できることが知られている。

本研究では音源としてスピーカから放射される連続的な広帯域ノイズを用いた。実環境では、非定常で様々な種類の音源が対象となるため、今後はこのような音源に対する空間的位置推定が必要である。また聴覚障害者への支援器具等への応用についても検討する予定である。

課題番号	個 09-084
------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成 2 1 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 2 2 年 4 月 1 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 秋 葉 正 一



所属・資格 生産工学部・教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	乳化剤を不要とするアスファルト乳剤の簡易製造方法の開発	
3 研究目的	近年アスファルト舗装において、CO ₂ 発生量の抑制策の一つとして、また省エネルギーあるいはコスト低減などの面で優位な材料として常温混合物を用いた舗装の構築が注目され、耐久性の高い常温混合物の開発が進められている。アスファルト乳剤は常温でのアスファルトと骨材との混合を容易にするために考案されたもので、通常ストレートアスファルトに乳化剤を混合して製造される。本研究は乳化剤を使用せずに、高温・高圧水を用いてアスファルトの粘性低下を図ることを目的としたものである。	
4 研究概要	本手法によるアスファルト乳剤の開発に当たっては、環境問題を考慮し、新規のアスファルトを使用することなく、アスファルト舗装廃材から高温・高圧水を用いて抽出されたアスファルトを再利用することを考慮した。このため、まず既存のアスファルト混合物からアスファルトを抽出し、このアスファルトの物理性状を確認する。つぎに、超臨界水を用いてアスファルトと水を反応させた場合、アスファルトの乳化の確認し、得られた生成物のアスファルト乳剤としての性能を明らかにする。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の 可 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 生産工学部

氏名： 秋葉 正一

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

本研究では、内容積が 1000cc の密閉可能な反応容器と、バンドヒーターによる反応容器の加熱が可能な装置を試作し、高温・高圧水によるアスファルトの抽出性能に関する検討を行った。供試体は、最大骨材粒径 13mm の密粒度アスファルト混合物に対してポリマー改質アスファルトH型を重量比で 6%被膜させたものを使用した。

実験では上記供試体を反応装置に 500g 投入し、簡便性及び安全性を考慮し、臨界点以下の飽和水蒸気圧下となる水を加え、350℃で反応させた。その結果を以下にまとめる。

(1)反応後にほぼ 100%のアスファルトを回収することができた。

(2)回収されたアスファルトの物理性状を調べた結果、ポリマー改質アスファルトはストレートアスファルトに類似した性状に変質していた。

(3)回収アスファルトは若干の水分が含まれていた。

以上より、アスファルト舗装廃材からアスファルトと骨材を分別回収することの可能性を本研究により確信することができた。特にアスファルトは多少含まれている水分を除去することで、再利用可能であることが今後のアスファルトのリサイクルを考える上で大きな成果と言える。

つぎに、超臨界水によるアスファルトの乳化の有無を確認した。このため、前述の反応容器を用いて、回収したアスファルトを 374.2℃・22.1MPa 以上の温度圧力状態の水（超臨界水）により反応させ、アスファルトを乳化する温度・圧力条件を検討した。その結果、超臨界領域において安定した乳化状態を可能とする温度・圧力条件を見いだすまでに至らなかったが、反応後のアスファルトには水が確実に分散し乳化していることが確認できた。

今後は、この乳化したアスファルトの常温において水分の蒸発を確認するとともに、エングラー度、ふるい残留分、付着度、骨材皮膜度、蒸発残留分および蒸発残留分に対する針入度などアスファルト乳剤の規格値に対する検討実験を実施する必要がある。またこれの性状から、表面処理用、安定処理用あるいは骨材混合用など、本生成手法により得られたアスファルト乳剤の用途について検討し、用途ごとの規格値を満足したアスファルト乳剤について、実際に骨材と混合するなどその供用性状について確認実験を実施する必要がある。

最後に、これまでアスファルト舗装廃材からアスファルトを回収しリサイクルする研究は行われてなかったが、本研究を通してそれが可能となりアスファルト乳剤のみならず一般のアスファルトとしても再利用の可能性を示唆できたことは大きな成果と考えられる。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 9 日

日本大学 総長 殿

氏 名 塩川 博義



所属・資格 生産工学部建築工学科・准教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	インドネシア・バリ島のサウンドスケープに関する研究	
3 研究目的	<p>インドネシア・バリ島のサウンドスケープ（音風景）は、音響心理学的にとっても興味ある特徴があり、建築、絵画および音楽などの芸術文化に大きく影響を与えて、バリ島の人々の生活環境にも大きな影響を与えている。特に、バリ島の人々にとって、ガムラン音楽は生活の一部であり、日常の音風景には欠かせないものである。ゆえに、その音響的構造を知ることは、バリ島の人々の音に対する好みやその考え方を知ることでもある。</p> <p>本研究は、バリ島の人々へのインタビューおよびガムランの音響的構造を明らかにして、最終的にバリ島のサウンドスケープを分析することを研究目的としている。</p>	
4 研究概要	<p>インドネシア・バリ島のガムランには、儀礼や舞踊の種類などによりさまざまな編成あるいは楽器が存在する。大きな特徴として、どの編成においても楽器2台が一組を成しており、西洋音楽と異なり、それらはうなりが生じるように調律されている。しかしながら、どのようなうなりが生じているか定かではなく、その音響的構造は明らかにされていない。本研究はインドネシア・バリ島のガムラン・ゴング・クビヤールにおける鍵盤楽器の音響的構造を明らかにして、そのうなり周波数と音程について分析している。また、演奏者や調律師に対してインタビューも行い、その変遷について考察する。</p>	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 是 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：生産工学部建築工学科

氏名： 塩川 博義

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

インドネシア・バリ島のガムランとは、多数の青銅製打楽器のアンサンブルであり、儀礼や舞踊の種類などによりさまざまな編成あるいは楽器が存在する。大きな特徴として、どの編成においても楽器2台が一組を成しており、西洋音楽と異なり、それらうなりが生じるように調律されている。また、ガムランは、同じ編成の楽器でも、その音程や音高は地域や村によって異なっている。しかし、それらの音響的構造はほとんど研究されていない。ガムランの音響的解析を行うことによって、ガムラン演奏者や楽器製作者などへのインタビューからだけでなく、客観的にガムランの音の響きの変化や地域による相違を考察できる。

本研究は、現在、バリ島でいちばん一般的な青銅製打楽器編成のガムランであるガムラン・ゴング・クビヤールを中心に解析を行っている。ゴング・クビヤールの楽器は、主に鍵盤楽器と銅鑼系の楽器で構成されている。鍵盤楽器は、各鍵盤の下に鍵盤が持つ基本周波数に合わせた共鳴管があるので、音律の研究をするには、倍音成分が多い銅鑼系の楽器を用いるよりも、鍵盤楽器を研究対象にしたほうがやりやすい。ゴング・クビヤールの鍵盤楽器は主に、5鍵盤(1オクターブ)のジェゴガン(jegogan)およびジュブラグ(Jublag)、10鍵盤(2オクターブ)のウガル(ugal)、プマデ(pemade)およびカンティラン(kantilan)で構成され、4オクターブの音域を持つ。本研究では、これら鍵盤楽器における4オクターブ分の音高および音程を求めて分析を行っている。

①ガムランの測定解析結果

調査はまず、国内にあるガムランについて測定を行った。また、インドネシア・バリ島では、中部タバナン県および北部ブレレン県を中心にいくつかガムランの測定を行った。最終的にゴング・クビヤールを中心に20セット近くのガムランを測定し、音響解析を行っている。その結果、大体、ガムランのうなり周波数は5から10Hzの間で調律されていることがわかってきた。また、ゴング・クビヤールの音高および音程も測定し、1950年代以前の古いゴング・クビヤールには、低音域ではその音高や音程にはあまり違いはないが、中音域以上では1オクターブの音程を狭く調律しているものがあることを解析結果から明らかにした。そして、SMKI(音楽高校)で1962年に製造されたゴング・クビヤールを測定した結果、上記の1950年代以前に製作されたものより、全体的に約2音分、音が高いことを確認した。また、2000年に製作された現在バリで標準的なゴング・クビヤールも、上記の1950年代以前に製作されたものより全体的に約1音分、音が高いことを確認した。このことはガムランの調律における地域性や時代による相違があることを示しているとともに、バリ島の人々が聴く音の好みも時代によって変化していることが考えられる。

②インタビュー結果


バリ島タバナン県トゥンジュク村において、ブンの集会場にあるガムラン・ゴング・クビヤールの測定のときに、村の演奏家へのインタビューから1960年代まで、このゴング・クビヤールのガンサは9鍵であったこと、同じくトゥンジュク村北部の集会場にあるゴング・クビヤールのガンサも、グループのリーダーへのインタビューから、1996年まで9鍵であったことを確認した。現在のゴング・クビヤールのガンサの鍵盤の数は、10枚として製作される。バリ島北部のシンガラジャで1915年に初めて行われたゴング・フェスティバルでは、ガンサ・プマデは7鍵であったという記録が残っている。ゴング・クビヤールより古いゴング・グデやプレゴンガンのサロンやガンサは5鍵であるので、ゴング・クビヤールの前身であったガムランのガンサも、もともとすべて5鍵で、19世紀の中ごろから徐々にプマデの鍵盤の枚数が増えていき、現在の10枚になった可能性がある。そして、バリ島北部ブレレン県のムンドック村およびリンディキット村のゴング・クビヤールは、村の演奏者のインタビューによれば1928年および1912年に製作されたもので、いずれもジェゴガンが6鍵、ジュブラグは8鍵であった。現在の一般的なゴング・クビヤールのジェゴガンおよびジュブラグはいずれも5鍵である。また、いずれの村のプマデとカンティランは皮ひもで吊ってはなく、じかに木枠の上に置いてある。このように時代や地域によってガムランの楽器形態が異なると、音の響き方や演奏方法も異なり、作曲される曲にも影響を与えているものと考えられる。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 15 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 岡 田 昌 樹 印 

生産工学部

所属・資格 応用分子化学科・専任講師

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	放電プラズマ中での炭化水素転換に関する研究	
3 研究目的	放電プラズマ中での炭化水素の反応メカニズムについて明らかにすることで、工業的利用を指向した装置設計、および放電状態も含めた反応条件の最適化を行う。当該研究では、特に炭化水素の炭素鎖成長と脱水素過程に注目し、様々な操作因子が生成物分布に与える影響を明らかとする。さらにクエンチャーの導入による生成物分布の変化や発光スペクトル測定の結果から、反応場に形成される活性種の質や量に関する知見をえて、素過程の妥当性の評価を行う。	
4 研究概要	積層型放電板を有する誘電体バリア放電装置を用い、メタンを1ポットでC ₃ 以上の炭化水素類へと変換することを検討した。放電板の積層は、逐次的炭素鎖成長の進行に寄与することが考えられることから、放電板枚数の変化が生成物分布に与える影響を検討した。また、積層型誘電体バリア放電装置を用いたメタン転換反応の反応モデルの構築を行なった。	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 可 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：生産工学部

氏名：岡田 昌樹

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

1. 放電板の積層構造が生成物分布に与える影響

1-1 放電板枚数

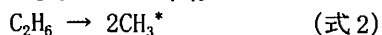
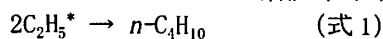
放電板積層型誘電体バリア放電装置特有の操作因子である放電板枚数の変化が反応におよぼす影響を検討した。放電板枚数の増加にともないメタン転化率は直線的に増加する傾向を示し、放電板枚数 40 枚では転化率約 10 %に達した。このとき、 C_2 炭化水素類に対する収率もまた増加する傾向を示したが、選択率に顕著な変化は確認されなかった。これらの結果は、転化率が 10 %程度の範囲では、生成物の 2 次的な反応はあまり起こっておらず、放電板枚数の増加は原料として供給したメタンの活性化頻度の増加、言換えれば、メタンの消費のみに影響を与えることが明らかとなった。

1-2 放電板間隔

放電板積層型誘電体バリア放電装置では、放電板枚数とともにその積層間隔が特有の操作因子としてあげられる。そこで、放電板の枚数を一定として設置間隔を変化させ、反応におよぼす非放電空間の影響を検討した。メタン転化率は放電板間隔（距離）の影響を受けることなくほぼ一定の値を示した。このことは、非放電場において原料メタンやメタンから形成されたラジカル種の消費が起こっていないことを示唆している。一方、生成した C_2 炭化水素類の内訳に注目すると、積層間隔の増加に伴い、エタンに対する選択率は向上し、エチレンやアセチレンに対する選択率は低下する傾向を示した。放電板枚数変化において各生成物に対する選択率に顕著な変化が確認できなかったことを合わせて考慮すると、積層間隔の増加にともなう生成物分布の変化は非放電空間における化学反応の進行を示唆している。具体的には、生成物分布の変化から、放電場で形成された水素ラジカルが不飽和結合に付加することによる水素化反応が進行していると推測される。尾上らはマイクロ波プラズマ場の後段、非放電場に白金担持アルミナ触媒を充填することで、不飽和結合を有する炭化水素類の水素化反応が進行すること、反応の進行度は放電場から触媒の充填位置までの距離の影響を受けることを報告している。放電条件やガス圧などの条件は異なるものの、本系においても同様の反応が進行し、非放電場でのラジカル分子反応の結果、生成物分布が飽和な炭化水素側へとシフトしたと推測される。

2. ラジカル-分子反応を用いた C_2 炭化水素類からの選択的 C_4 炭化水素類の合成

放電場で形成された H ラジカルが非放電場で起こすラジカル-分子反応を利用して、制御されたプラズマ反応プロセスの構築を考えた。被放電ガスとして水素ガスを、ラジカル付加を受ける分子状炭化水素としてエチレンを用いて検討を行ったところ、*n*-ブタンの有意な生成を確認することができた。これは非放電場において、エチレンに対する水素ラジカルの付加反応が起こり、形成されたエチルラジカル間のカップリング反応により *n*-ブタンが生成したと推測される（式 1）。一方、副生成物として大量のエタンならびにメタンの生成が確認された。エタンは過度な水素化の進行が、メタンはエチレンの水素化生成物であるエタンからの反応熱の除去が十分ではなく自己解離（式 2）の進行により生成したと推測される。



一連の結果から、非放電場でのラジカル-分子反応の構築には、過度な反応の抑制ならびに反応熱の除去を目的とした第 3 媒体の導入が必要であることが明らかとなった。

3. 放電板積層型誘電体バリア放電装置でのメタン転換反応の反応モデル

放電板積層型誘電体バリア放電装置内での炭素鎖成長過程の反応モデルの検討を行った。反応モデルとして、シュルツ=フローリー分布（式 3）を用いることを考え、活性化率（ α ）、炭素鎖成長確率（ β ）を実験データに基づいて設定した。そこで、放電板枚数変化で得られた実験結果の評価を行ったところ、概ね良好な相関が得られ、極めてシンプルなモデルで反応を表現できる可能性があることが示唆された。

$$[C_n] = \alpha \beta^{n-1} [C_1] \quad (\text{式 3})$$

課題番号	個09-087
------	---------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 4月 9日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 大 澤 紘 一



所属・資格 生産工学部 教授

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	鉄スクラップの高度リサイクルに関する研究	
3 研究目的	冷延鋼板の製造に際し発生する CO ₂ 排出量削減のため、鉄スクラップのリサイクルにより自動車や家電製品に再使用できる冷延鋼板の製造技術の構築が望まれるが、市中スクラップと称される鉄スクラップには Cu, Sn が多く含まれているため、冷延鋼板を製造する際に連続鑄造性、熱間加工性などの製造性や機械的性質、集合組織、そして塗装下地として施される化成処理の際の化成処理性などの品質特性に好ましくない影響を及ぼしている。そこで、鉄スクラップの高度なりサイクルを促進することを目的として、蒸気の用途に使用される冷延鋼板が具備すべき諸特性のうち、まだ十分に解明されていない化成処理性に注目し、冷延鋼板の磷酸亜鉛化成処理性と表面特性への Cu, Sn 含有量の影響を明らかにするため、本研究を実施する。	
4 研究概要	Cu 含有量を 0.02~0.52wt%、Sn 含有量を 0.002~0.052wt%の範囲で変化させた7種類の低炭素冷延鋼板について、家電製品や建材製品に使用されるスプレー型磷酸亜鉛化成処理における化成処理性を調査し、既に調査されている自動車用に用いられるディップ型磷酸亜鉛化成処理における化成処理性と比較しながら、磷酸亜鉛化成処理性に及ぼす Cu, Sn の影響を解析した。また、Sn の含有量の多い冷延鋼板では焼鈍後に表面に Sn が濃化し、化成処理性を低下させると考えられることから、焼鈍過程における Sn の表面濃化挙動をオージェ分光分析装置により分析し、Sn の表面濃化のメカニズムと焼鈍条件により Sn の表面濃化が抑制できるかどうかの可能性を考察した。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の 否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：生産工学部

氏名：大澤 紘一

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

実験室溶解により Cu 含有量を 0.02~0.52wt%、Sn 含有量を 0.002~0.052wt% の範囲で変化させ 7 種類の低炭素鋼を熱間圧延後冷間圧延して、冷延板サンプルを作成し、次いで、このサンプルを $N_2+3\%H_2$ 雰囲気中で再結晶焼鈍し、焼鈍板サンプルを作成した。そして、焼鈍板サンプルを使用し、家電製品や建材製品に使用されるスプレー型磷酸亜鉛化成処理を施して、化成処理性に及ぼす Cu, Sn の影響を調査した。なお、化成処理性は X 線分析による磷酸亜鉛付着量と SEM による磷酸亜鉛結晶の形成状況から評価した。さらに、これまでの自動車用に用いられるディップ型磷酸亜鉛化成処理についての研究から、Sn の含有量の多い冷延鋼板では焼鈍中に表面に Sn が濃化し、化成処理性を低下させると考えられることから、700℃までの焼鈍過程における Sn の表面濃化挙動をオージェ分光分析装置により分析し、Sn の表面濃化のメカニズムと焼鈍条件により Sn の表面濃化が抑制できるかどうかの可能性を考察した。

研究の結果、冷延鋼板の化成処理性に及ぼす Cu と Sn の影響については、スプレータイプの化成処理では、Cu、Sn ともに含有量が増えるに従い、化成処理性が低下する。一方、これまでの知見として、ディップタイプの化成処理では、Cu 含有量が 0.01~0.52% の範囲では Cu の影響はほとんどないのに対し、Sn 含有量が 0.011% 程度までは化成処理性への Sn の影響は小さいが、それ以上の Sn 含有量では化成処理性が著しく低下することが分っており、これとスプレータイプの化成処理と比較すると、スプレータイプの化成処理の方が冷延鋼板の化成処理性に及ぼす Cu と Sn の悪影響が大きいことが分かった。

また、冷延鋼板の化成処理性へは Cu に比べて Sn の影響が顕著であったが、このメカニズムとしては、焼鈍により鋼板表面へ Sn が濃化して、鋼板表面の化学反応性が低下し、その結果、スプレータイプ、ディップタイプ共にリン酸亜鉛結晶の核発生頻度が低下することが原因と考えられた。そこで、Sn 含有量が 0.052% の冷延板を焼鈍温度である 700℃まで加熱する過程での、各温度における表面への種々の元素の濃化挙動をオージェ分光分析により調査した。その結果、冷延板を加熱すると、500℃~650℃では S の表面濃化が著しく高濃度で表面に偏析しているが、550℃以上では Sn の表面濃化が顕著となり、700℃では Sn が S に替わって表面に高濃度で偏析するようになることが確認された。700℃に加熱後一度表面に偏析した Sn は冷却過程で変化しないことも分った。また、冷延板を 700℃までの種々の温度で加熱した後、硬さとマイクロ組織の変化から、再結晶温度は 550℃前後であったが、上記結果と合わせて考えると、Sn 含有量の多い冷延板を再結晶温度以上で焼鈍すると、表面への Sn の濃化は避けられないことが判明した。

これらの結果から、Cu, Sn 含有量の多い市中スクラップと称される一般的な鉄スクラップのリサイクルにより冷延鋼板を製造する場合には、Cu および Sn の含有量、特に Sn の含有量の上限管理が必要であると言える。本研究により、冷延鋼板の化成処理性に及ぼす Cu および Sn の影響が明らかとなった。しかし、これは実験室レベルでの結果であり、実用的なレベルでの Cu および Sn 含有量の限界値を把握するには、冷延鋼板の現場試作による調査が必要であるが、今回の研究結果や過去の知見から、良好なプレス成形性や化成処理性の得られる冷延鋼板の Cu 含有量の上限は約 0.10%、Sn 含有量の上限は約 0.01% 程度と予想される。この程度の Cu および Sn の含有量であれば、熱間脆性による割れや表面疵が問題とならないことから、それぞれの上限值以下に成分を管理すれば鉄スクラップリサイクルによる冷延鋼板の製造は可能となろう。

そして、この研究結果をベースに鉄スクラップのリサイクルによる冷延鋼板を製造した場合、どのように CO_2 排出量削減に効果があるかについて、高炉-転炉法をベースに鉄スクラップの配合率を変える方法により試算した。

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 9 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 細川 利典



生産工学部

所属・資格 教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注: 該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	システム LSI の高品質テスト生成に関する研究	
3 研究目的	システム LSI について、オーバーテストでもなく、アンダーテストでもない高品質なテスト方法を提案し、市場不良率の低減と歩留り向上を図る。また、LSI の高品質なテストを適正なコストで実行するためのテスト容易化設計法やテスト圧縮向けのドントケア抽出法を提案する。	
4 研究概要	システム LSI のスキャンテストにおいて、k サイクル間順序回路を動作させて縮退故障テストのテスト不可能故障の同定を行う k サイクルキャプチャテスト生成とテスト不可能故障の検出を抑制するためのテスト実行法を提案し、実装・評価を行う。さらに遷移故障モデルに対して、2 サイクル間順序回路を動作させる 2 サイクルキャプチャテストパターン数を削減するためテスト容易化設計である制御ポイント挿入法を提案する。また LSI の低コスト化を目指し、テストデータ量を削減するためのテスト圧縮向けのドントケア抽出技術を提案し、実装・評価を行う。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の 可 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：生産工学部

氏名：細川 利典

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

(1) k サイクルキャンプチャテスト生成

システム LSI のスキャンテストにおいて、k サイクル間順序回路を動作させて縮退故障テストのテスト不可能故障の同定を行う k サイクルキャンプチャテスト生成とテスト不可能故障の検出を抑制するためのテスト実行法の提案と評価実験を行った。研究成果を電子情報通信学会 VLSI 設計技術研究会において、「テスト不可能故障の検出数の削減のためのスキャンテスト生成法」というタイトルで、2009年5月13日に学会発表を行った。

(2) 遷移テスト圧縮のための制御ポイント挿入

遷移故障モデルに対して、2 サイクル間順序回路を動作させる 2 サイクルキャンプチャテストパターン数を削減するためテスト容易化設計である制御ポイント挿入法を提案と評価実験を行った。研究成果を電子情報通信学会ディペンダブルコンピューティング研究会において、「遷移故障テスト圧縮指向制御ポイント挿入法」というタイトルで、2010年2月15日に学会発表を行った。

(3) テスト圧縮向けドントケア抽出

LSI の低コスト化を目指し、テストデータ量を削減するためのテスト圧縮向けのドントケア抽出技術の提案と評価実験を行った。研究成果を電子情報通信学会ディペンダブルコンピューティング研究会において、「テスト圧縮指向ドントケア抽出法」というタイトルで、2009年12月4日に学会発表を行った。

課題番号	個 09-089
------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 9 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏名 _____ 南澤 宏明



所属・資格 生産工学部 教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	新規な環境調和型材料による重金属類の濃縮分離に関する研究	
3 研究目的	本研究ではアルギン酸ビーズなどの環境調和型材料に化学修飾を施した高性能な環境汚染物質の分離濃縮剤の開発を行うとともに、これらのICPやAASにおける予備濃縮材としての可能性についても検討し、より高感度なモニタリング法の開発を主たる目的とする。	
4 研究概要	海草類に含まれるアルギン酸の塩であるアルギン酸ナトリウムを塩化カルシウム水溶液に添加するとゲルが成される。このゲルビーズの希土類金属の吸着能について検討を行った。また、ゲルビーズに化学修飾を施した新規なアルギン酸ビーズを調製し、砒素などの有害物質の吸脱着挙動について詳細な検討を行った。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担)	

※ホームページ等での公開の 可 否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：生産工学部

氏名：南澤 宏明

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

(1) アルギン酸ビーズによる金属類の分離濃縮：2% アルギン酸ナトリウム溶液をビュレットを用いて0.5% 塩化カルシウム溶液に滴下した。24h マグネチックスターラーを用いて架橋反応を行い、アルギン酸ビーズを得た。これを純水で洗浄後、70℃で24h 乾燥させたものをアルギン酸ビーズとして実験を行った。吸着実験はpHを調整した1.0ppm金属標準溶液10mlに調整したアルギン酸ビーズ0.02g添加して30分浸透させた後、24時間放置させ、その後、デカンテーションにより液相と固相を分離し、液相における金属の残留濃度をICP-AESにより測定して行った。溶離実験は金属を吸着したアルギン酸ビーズを各種溶離液10mlに入れて所定時間放置し、デカンテーションにより得られた液相の残留濃度をICP-AESにより測定して行った。具体的にはその優れた特性から様々な分野で注目されている希土類金属について実験を行った。希土類金属はpH 6.0の条件ではほぼ100%近くアルギン酸ビーズに吸着され、溶離液に0.1M-EDTA溶液を用いることで、アルギン酸ビーズに吸着された希土類金属を100%の溶離できることがわかった。

同様に、アルギン酸ビーズを用いて砒素の吸着について検討したところ、吸着は認められなかったが、砒素と錯体を形成するキレート剤の一つであるDDTCをビーズに添加したところ、pH 2.0において90%近く砒素が吸着されることがわかった。次に、種々の溶離液を用いてDDTC含有アルギン酸ビーズからの砒素の溶離率について検討したが、0.1M-EDTA、1M-NaOH、1M-HCl、1M-HNO₃、などのどの溶離液を用いても30%程度の溶離しか認められなかった。

(2) キレート繊維を固相抽出剤とするSbの分離濃縮およびICP-AESによる定量方について検討を行った。キレート繊維はイミノジ酢酸や8-キノリノールなどのキレート試薬でセルロースを処理し、高分子化して調整したものであり、本研究ではカルボン酸型のキレート繊維(キレート繊維GRY)を使用した。Sbは水相のpH 3.0-7.0の範囲で良好にキレート繊維GRYに吸着された。キレート繊維GRYに吸着されたSbはメンブランフィルターで水相から分離した後、1M硝酸と1M酒石酸の混合溶液(1:1)10.0cm³を用いることで固相から溶離される。この溶離液中のSbの発光強度をICP-AESで定量する。試料溶液1000cm³を用いた際の本法による検量線は1.50ppb以下で直線関係を示した。本法は水試料1000cm³から溶離液10cm³への分離濃縮が可能である(濃縮率100倍)。本法を水試料中の微量Sbの定量に応用したところ、水道水1000cm³中の2.0μgのSbを測定することが出来た(2.0ppb)。これは、本研究で使用したICP-AESの検出下限以下であり、キレート繊維GRYを用いた固相抽出法をICP-AESにおける予備濃縮操作とすることで、機器のみの分析では定量出来ないような極微量金属の濃縮・定量が可能になった。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 5月10日

日本大学 総長 殿

氏 名 彭 國 義



所属・資格 工学部・准教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="checkbox"/> 一般研究(個人研究) / <input type="checkbox"/> 一般研究(共同研究) / <input type="checkbox"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	ウォータージェットによる高速度キャビテーション気泡流の数値解析法の確立	
3 研究目的	本研究は、水中に高速で水のジェットを噴射する「水中ウォータージェット」を研究対象として、それによる加工や処理の主要機構であるキャビテーションについて、キャビテーション気泡の発生およびキャビテーション気泡群の挙動を予測できる高速キャビテーション気泡流の数値解析法を確立し、流れ場の最適化解析により性能の良いジェット噴射ノズル開発をすることを目的とする。	
4 研究概要	高速キャビテーション気泡流は、気泡クラスターの高速膨張・圧縮によって局所的に強い圧縮性を示す。このような複雑な流れ現象の実用的な数値流体力学解法を開発するために、本研究では、気泡・液体間の相互作用の評価手法を考案し、下記のテーマを中心に研究を行った。 (1) 圧縮性混合流モデルの定式化および検証 (2) 激しいキャビテーションを伴う高速度水中ウォータージェット流れ数値解析法の確立 (3) 数値シミュレーションによりジェット噴射ノズル構造の影響の解析	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担)	

※ホームページ等での公開の 可 / 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 工学部

氏名： 彭 國義

6 研究結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

本研究では、激しいキャビテーションを伴う水中ウォータージェットの最適化解析に用いられる実用的なCFD解法を開発するために、三圧力気泡キャビテーションモデルに基づく圧縮性混合流気泡キャビテーションモデルを提案し、改良CIP-CUP法を用いてその数値解法を確立した。その上、高速度水中ウォータージェットによく使われているオリフィスノズルとベンチュリーノズルによるキャビテーション噴流の数値解析を行った。以下に主な内容を記す。

(1) キャビテーション流れを低圧縮性の液体と高速で膨張・収縮するキャビテーション気泡の混合流と見なして圧縮性混合流気泡キャビテーションモデルを提案し、液体と気体の状態方程式から気液混合流の圧力と密度を関係付けて圧縮性混合流モデルによるCFD解析法を確立した。CIP-CUP法に基づく予測子修正子分離解法を採用することにより、ほとんど非圧縮性液体と高圧縮性のキャビテーション気泡流を同時に計算する困難を克服した。さらに、実用的なk-εモデルを導入して乱流の効果を考慮し、高速度キャビテーション流れの実用的なCFD解法を開発した。

(2) 高速度水中ウォータージェットによく使われているベンチュリーノズルの噴流特性に着目し、物体適合座標系で複雑領域におけるキャビテーション流れの計算コードを開発し、ベンチュリーノズルにおけるキャビテーション流れのシミュレーションを行った。キャビテーション気泡の影響で局所圧力の変動は激しくなり、流量係数の低減が確認された。

(3) 提案された圧縮性混合流気泡キャビテーションモデルをベンチュリーノズルによるキャビテーション噴流に適用し、実験結果との比較により数値計算の妥当性を検証した。

(4) 様々な噴流条件の下でキャビテーション噴流の数値解析を行い、ノズル幾何形状および噴流パラメータの影響を調べた。しかし、キャビテーション流れは、気相が多数の気泡からなり、個々の気泡の膨張・収縮運動の代表時間と流れの代表時間は桁違いに異なるため、激しいキャビテーション流れの取り扱い是非常に難しいと認識されている。本研究で提案された圧縮性混合流気泡キャビテーションモデルは、キャビテーション数が小さくなると気泡の収縮・膨張は激しくなり、気泡の急激な収縮・膨張によって計算が発散する難点が課題として残っており、今後、キャビテーション気泡収縮・膨張の計算を改善し、圧縮性混合流気泡キャビテーションモデルを発展させてジェット噴流ノズルの最適化を展開する予定である。

上記研究成果をまとめた論文を下記にリストする。

- (1) G. Peng, S. Fujikawa, and S. Shimizu “Numerical Simulation of Turbulent Cavitating Water Jets Issued from a Submerged Orifice Nozzle”, S. Shimizu & G. Peng Eds.: Water Jetting Technology for LOHAS, pp. 139-144.
- (2) H. Ito, T. Aoyama, G. Peng, and S. Shimizu, “Observation of Cavitating Jets Issuing from a Sheathed Nozzle”, S. Shimizu & G. Peng Eds.: Water Jetting Technology for LOHAS, pp. 97-100.
- (3) G. Peng, S. Simizu, and S. Fujikawa, “Numerical Simulation of High-Speed Water Jet Flow with Cavitation by a Compressible Mixture Flow Model”, Proceedings of the 2009 American WJTA Conference and Expo, Houston, U.S.A, Aug. 18-20, 2009 (CD-ROM Paper 4-C).
- (4) S. Shimizu, T. Ishikawa, A. Saito, and G. Peng, “Pulsation of Abrasive Water-Jet”, Proceedings of the 2009 American WJTA Conference and Expo, Houston, U.S.A, Aug. 18-20, 2009 (CD-ROM Paper 2-H).

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 24 日

日本大学 総長 殿

氏 名 児玉 大輔 (印)所属・資格 工学部・准教授

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人研究) / <input type="radio"/> 一般研究(共同研究) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	イオン液体のガス吸収特性の解明と応用	
3 研究目的	<p>地球温暖化対策技術の一つとして、大規模固定発生源の排ガスに含まれる二酸化炭素を大気中に拡散させることなく分離回収し、地中や海洋に貯留隔離する技術開発が世界各国で進められている。このような大規模技術を実現するためには、分離回収コストの大幅な低減が重要な課題である。現在、アルカノールアミン類などを用いる化学吸収法が商用プラントとして一部稼働しているが、吸収液の再生コストが50%を占め、エネルギー消費が著しい問題がある。したがって、コスト削減のため、室温程度で駆動可能な低エネルギー再生型吸収液の開発が望まれている。</p> <p>本研究では、地球温暖化ガスである二酸化炭素のイオン液体に対する吸収特性について解明し、ガス吸収特性に優れたイオン液体の開発を目指す。またイオン液体と分子性液体からなる多成分系の混合液体にガスを作用させることで起こるマクロ相分離が、分離・精製や晶析技術に展開可能であるかどうか検証する。</p>	
4 研究概要	<ul style="list-style-type: none"> イオン液体に対する二酸化炭素の溶解特性と輸送物性 イミダゾール系イオン液体と比較し安価な酸-塩基型イオン液体を新規に合成し、二酸化炭素共存下におけるイオン液体のpVT、密度、モル体積、溶解度などを測定する。また、他の酸性ガスであるSO_xやNO_xのイオン液体に対する溶解性や選択性についても比較検討する。 イオン液体多成分混合液体を利用した分離精製と微粒子創製 イオン液体のガス吸収特性は、イオン液体自身が持つナノメートルオーダーのドメイン構造と密接に関連があるものと考えられる。本研究では、イオン液体-二酸化炭素混合系におけるミクロ相分離とマクロ相分離挙動の関係を解明する。 	
5 研究組織（共同研究・総合研究のみ該当します）	<ul style="list-style-type: none"> 研究代表者 児玉 大輔 研究分担者（役割分担） 	

※ホームページ等での公開の 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：工学部

氏名：児玉 大輔

6 研究結果 (総合研究の研究代表者は、4,000 字以上記入してください。)

・イオン液体に対する二酸化炭素の溶解特性

今まで、高圧下における不揮発性液体に対するガス溶解度測定を長年実施してきた。しかしながら、測定装置のセル最大容積が約 300 cm³ であるため平衡到達までに時間を要し、高価な試料を取り扱うのは困難であった。そこで、今までの溶解度測定実績を活かし、従来の測定装置と比較し小容量の体積可変セルを有し、 pVT や溶解度データを精密に測定可能な装置を作製 (平成 20 年度日本大学工学部研究費区分(1)[研究用機械・装置費]にて) した。実験装置及び実験方法の健全性を確認するため、ペンタデカンに対する二酸化炭素の溶解度を 313.15 K において測定した。さらに、イオン液体のカチオン選定基礎資料として、ジエチレングリコールジメチルエーテル (ジグライム)、トリエチレングリコールジメチルエーテル (トリグライム)、テトラエチレングリコールジメチルエーテル (テトラグライム) に対する二酸化炭素の溶解度を 313.15 K において測定した。

実験装置は、Anton Paar 社製の振動管式密度計と Ruska 社製の精密圧力計 (差圧計・空気式死荷重圧力計) を備え、可視窓を有した容積可変セル (112~161 cm³) で相変化を観察できる。

ガス溶解度 X は、液体成分を不揮発と仮定し、物質収支より以下の(1)式で決定した。

$$X = 1 - \frac{W_B}{A V_L}, \quad V_L = \frac{(W_A + W_B) - \rho_V V_T}{\rho_L - \rho_V} \quad (1)$$

なお、(1)式中の W_A は二酸化炭素仕込み重量、 W_B は液仕込み重量、 ρ_V は気相密度、 ρ_L は液相密度、 V_L は液相容積、 V_T はセルの全容積である。

先に我々の研究グループが報告したペンタデカンに対する二酸化炭素溶解度データ (既往文献) と本実験装置による実験データは良好に一致し、実験装置及び実験方法の健全性を確認した。また、図 1 に示すようにグライム類に対する二酸化炭素の溶解度は、分子鎖長の相違による差異はほとんど見られず、圧力増加に伴い増加した。一方、単位モル体積あたりの二酸化炭素吸収量は、分子量の小さい方が有利であることを確認した。

現在、本実験データに基づき、カチオンとアニオンの組み合わせやデザインを考慮したイオン液体の合成と二酸化炭素溶解特性の解明を進めている。

・イオン液体に対する二酸化炭素の輸送特性

工業的にイオン液体を利用するにあたり高圧下における粘度データは必要不可欠であるが、その報告例は少ない。そこで、現有設備である転落球式高圧粘度測定装置を利用し、四級ホスホニウム型イオン液体の粘度を 30~60℃ において測定した。

四級ホスホニウム型イオン液体の粘度は、圧力上昇に伴い増加し、温度上昇に伴い減少した。一方、高圧密度は、圧力上昇に伴いリニアに増加し、温度上昇に伴い減少した。現在、カチオン分子構造の相違が粘度に及ぼす影響について検討を進めている。

※本研究の成果の一部は、3月20日に鹿児島大学で開催された化学工学会第75年会で発表した。また、5月に中国・蘇州で開催される PPEPPD2010、6月に明治大学で開催される分離技術会年会 2010 にて発表予定である。本研究に対する研究助成に深謝いたします。

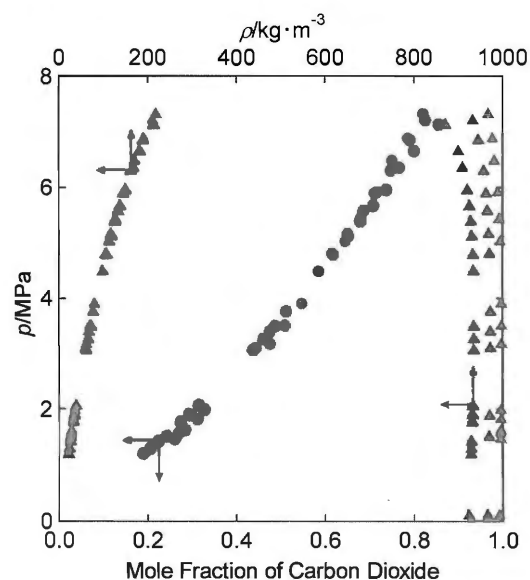


図 1 二酸化炭素溶解特性と飽和密度挙動

【溶解度】

●: ジグライム, ●: トリグライム, ●: テトラグライム

【飽和密度】

▲: ジグライム, ▲: トリグライム, ▲: テトラグライム

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 9 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 岩 田 幸 一 (印)

所属・資格 歯学部・教授
(受領時の資格)

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) / <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	下歯槽神経損傷後に発症する異常疼痛に対するMAPキナーゼの関与	
3 研究の目的	<p>脊髄後角ニューロンの extracellular signal-regulated protein kinase (ERK)は、足底部皮膚への侵害的機械あるいは温度刺激により、リン酸化されることが報告されている (Ji et al 1999)。また、このリン酸化は末梢に侵害刺激を与えた後、数分以内に誘導され、刺激強度に依存的に増加するといわれている (Ji et al 2002, Dai et al 2004, Liu et al 2004, Obata et al 2004)。このように、侵害刺激による ERK のリン酸化は、中枢神経系の侵害情報伝達において、重要な働きをなすと考えられる。しかし、その詳細な神経メカニズムについては不明な点が多く残されている。そこで、本研究では、MAP キナーゼの神経損傷後に発症する異常疼痛に対する関与について解明することを目的とした。</p>	
4 研究の概要	<p>ラットの下歯槽神経を強く結紮すると、術後1日目から口髭部皮膚の機械刺激に対する逃避閾値が有意に低下する。本研究では同モデルラットを用いて、口ひげ部皮膚への機械および温度刺激により三叉神経脊髄路核尾側亜核 (Vc) および上部頸髄 (C1-C2) 領域に発現する pERK 陽性細胞の発現様式を詳細に検索し、三叉神経損傷後に発症する疼痛異常の神経機構の一端を解明した。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の (可) / (否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：歯学部

氏名：岩田 幸一

6 研究の結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

本研究ではこれまでに我々が報告してきた、ラットの三叉神経第3枝である下歯槽神経を強く結紮ドモデル IAN モデルを用いて、三叉神経損傷後に発症する疼痛異常の神経機構の一端を解明することを目的とし、行動学および免疫組織学的解析を行った。

1. IAN モデルラットの作成と行動解析

実験には SD 系雄性ラットを用いた。ラットを pentobarbital Na (50mg/kg, i.p.) で麻酔し、顔面皮膚を切開し咬筋の一部を切除し下歯槽神経を露出後、強く2か所結紮し、その間で神経を切断した。神経切断後、顔面皮膚を縫合し翌日から口髭部に機械刺激、熱刺激および冷刺激を与え、機械刺激に対しては逃避行動閾値、熱刺激に対しては逃避潜時、また冷刺激に対してはアセトンを口ひげ部に塗付した時に生じるスクラッチング回数を測定した。その結果、機械逃避閾値は有意に低下し、熱刺激に対する逃避潜時は有意に短縮した。またアセトン刺激に対する顔面皮膚のスクラッチング回数も有意に増加した。

以上の結果は、IAN モデルラットでは口ひげ部皮膚領域に痛覚過敏およびアロディニアが発症している可能性を示している。

2. 三叉神経脊髄路核尾側亜核および上部頸髄における pERK 陽性細胞発現

Pentobarbital Na (50mg/kg, i.p.) で麻酔したラットの口髭部皮膚へ機械、熱あるいは冷刺激を与え、5分後にラットをパラフォルムアルデヒド(4%)灌流し、Vc および C1-C2 領域に発現する pERK 陽性細胞の分布様式について解析を行った。その結果、非侵害および侵害刺激後、Vc および C1-C2 領域の表層部に、多くの pERK 陽性細胞が発現した。また、これらの pERK 陽性細胞はほとんどがニューロンのマーカーである抗 NeuN 抗体に対して陽性を示した。このことから、検出された pERK 陽性細胞はニューロンであることが判明した。さらに、検出された pERK 陽性細胞は発現数および Vc から C1-C2 領域における分布領域とも、IAN ラットにおいて有意に多く、また広い範囲分布していた。

このような結果から、IAN 切断後に発症する疼痛異常には pERK 陽性細胞が重要な働きを有する可能性があるかと推察された。

3. MEK inhibitor PD98059 の髄腔内投与の影響

本研究ではさらに、pERK 陽性細胞発現および逃避行動に対する MEK inhibitor PD98059 の髄腔内投与の影響について解析を行った。

PD98059 を持続投与することによって、機械、熱あるいは冷刺激のいずれの刺激によって発現した pERK 陽性細胞数も有意に減少し、シャム処置ラットとほぼ同数の発現数を示した。

部科校名：歯学部

氏名：岩田 幸一

研究の結果（つづき）

また、PD98059 の持続的な PD98059 投与によって、機械刺激に対する逃避閾値の低下および熱刺激に対する逃避潜時の短縮が抑制された。またアセトン刺激に対するスクラッチング回数も減少した。この結果は、下歯槽神経切断後に発症する痛覚過敏およびアロディニアにはVcに分布する侵害受容ニューロンにおけるERKのリン酸化が重要な働きを有する可能性を示している。

以上の結果は三叉神経切断後の発症する痛覚過敏およびアロディニアには三叉神経脊髄路核尾側亜核に分布する侵害受容ニューロンにおけるMAP kinaseが重要な働きを有する可能性を示している。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 3月 31日

日本大学 総長 殿

氏 名 川戸 貴行



所属・資格 助 教

(受領時の資格)

下記のとおり報告いたします。

1 種 目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) / <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注:該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	骨芽細胞による骨形成と破骨細胞の分化に及ぼす血中コレステロール成分の影響の解明	
3 研究の目的	本研究では、脂質代謝異常が骨代謝に及ぼす影響を分析することを目的として、高比重リポタンパク (HDL)、低比重リポタンパク (LDL)、およびコレステロール酸化物が骨芽細胞の機能発現に与える影響について検討した。また、関連実験として、歯周病原菌が産生する短鎖脂肪酸の1つである酪酸が骨芽細胞の機能発現に与える影響についても合わせて検討した。	
4 研究の概要	骨芽細胞の血中リポタンパク刺激実験として、ヒト正常骨芽細胞 (NH0st 細胞) とマウス頭蓋冠由来骨芽細胞 (MC3T3-E1 細胞) を HDL、LDL およびコレステロール酸化物である 25-OH-cholesrol, 7β-OH-cholesrol, 7-keto-cholesrol の存在下で、7日間培養した。細胞増殖は cell counting kit を用いて細胞数を算定して求めた。アルカリフォスファターゼ (ALPase) 活性値は、p-nitrophenyl phosphate を基質とし、酵素反応の結果生じる p-nitrophenol 量を測定して調べた。石灰化 nodule 形成の確認は alizarine red 染色で行った。骨基質タンパクである I 型コラーゲン、osteopontin (OPN)、bone sialoprotein (BSP)、破骨細胞分化促進因子である macrophage colony-stimulating factor (M-CSF)、receptor activator of NF-κB (RANK) ligand (RANKL) および破骨細胞分化抑制因子である osteoprotegerin (OPG) の遺伝子発現は real-time PCR 法で調べた。また、骨芽細胞の酪酸刺激実験として、ラット骨肉腫由来の株化骨芽細胞 (ROS17/2.8) を酪酸存在下で7日間培養し、I 型コラーゲン、OPN、BSP、シクロオキシゲナーゼ (COX-1 および 2)、プロスタグランジン (PG) 受容体 (EP1-4) の遺伝子発現を real-time PCR 法で調べた。また、PGE ₂ 濃度は ELISA 法で調べた。	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者 (役割分担) 	

6 研究の結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

骨芽細胞の骨形成機能に与える血中リポタンパクの影響を調べた結果、NHOst 細胞および MC3T3-E1 細胞の細胞増殖には、HDL、LDL、25-OH-choresrol、7-keto-choresrol および 7β-OH-choresrol 刺激の影響は認められなかった。また、alizarine red の染色性は、7β-OH-choresrol 刺激で低下し、HDL、LDL、25-OH-choresrol、7-keto-choresro 刺激では変化は認められなかった。研究計画段階では、骨芽細胞の骨形成機能は、善玉コレステロールとされている HDL 刺激では促進し、悪玉コレステロールとされている LDL 刺激では抑制されると予想していたが、本実験結果では、コレステロール酸化物である 7β-OH-choresrol 刺激においてのみ、骨形成機能の抑制が認められた。そこで、7β-OH-choresrol が骨芽細胞の ALP 活性および骨基質タンパク発現に与える影響を調べたところ、ALP 活性、I 型コラーゲン、OPN および BSP の遺伝子発現はいずれも、7β-OH-choresrol 刺激で低下した。これらの結果から、7β-OH-choresrol は、骨基質タンパク発現と ALP 活性の低下によって骨芽細胞の骨形成機能を抑制する可能性が示唆された。次に、7β-OH-choresrol が骨芽細胞による破骨細胞分化調節因子の発現に与える影響について調べた結果、OPG および M-CSF の遺伝子発現には、7β-OH-choresrol 刺激の影響は認められなかったが、RANKL の遺伝子発現は、7β-OH-choresrol 刺激で上昇した。これらの結果から、7β-OH-choresrol は、骨芽細胞による RANKL 発現上昇を介して、破骨細胞前駆細胞から破骨細胞への分化を促進させる可能性が示唆された。

疫学研究では、脂質代謝異常が、動脈硬化だけでなく骨粗鬆症にも関連することが報告されている。7β-OH-choresrol は、脂質代謝異常患者の血中でその濃度が上昇し、マクロファージを泡沫化させ、アテローム性動脈硬化を引き起こすことが知られている。本実験結果は、7β-OH-choresrol が骨形成には抑制的に、骨吸収には促進的に働くことを示しており、脂質代謝異常が骨粗鬆症を促進させるメカニズムに 7β-OH-choresrol が関与している可能性が考えられた。

次に、関連実験として、嫌気性歯周病原菌が産生する短鎖脂肪酸の 1 つである酪酸が歯槽骨に直接作用することを想定し、骨芽細胞の COX 発現、PGE₂ 産生、および骨基質タンパク発現に及ぼす酪酸の影響を調べた。その結果、COX-1 および COX-2 発現と PGE₂ 産生は酪酸刺激で増加した。また、酪酸刺激時に、COX 阻害剤である indomethacin を同時に添加した場合には、COX-1 および COX-2 発現と PGE₂ 産生はいずれもコントロールレベルにとどまった。これらの結果から、酪酸は COX-1 および COX-2 発現増加を介して、骨芽細胞による PGE₂ 産生を増加させることが示唆された。EP2 発現は酪酸添加によって増加したが、EP1 発現にはその影響は認められなかった。なお、EP3 および EP4 発現は検出されなかった。I 型コラーゲンと OPN 発現は、酪酸添加で増加し、酪酸刺激時に indomethacin を同時に添加した場合には、酪酸刺激による I 型コラーゲン発現増加の 50%程度を抑制したが、酪酸刺激による OPN 発現増加には同時添加の影響は認められなかった。以上の結果から、酪酸は、骨芽細胞の COX-1 および COX-2 発現増加によって PGE₂ 産生を誘導すること、また、酪酸によって誘導された PGE₂ は EP1 または EP2 受容体を介して骨芽細胞に autocrine に作用し、I 型コラーゲン発現増加に関与する可能性が示唆された。


* 課題番号	個 09-094
--------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 3 月 31 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 津田 啓方 

所属・資格 歯学部・助手
(受領時の資格)

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	歯周病細菌病原因子である酪酸の産生とその調節に関する遺伝子の同定	
3 研究の目的	<p>歯周病病原細菌が産生する酪酸が歯肉上皮に細胞死を引き起こすことから、申請者らは酪酸が歯肉上皮を破壊する病原性を持ちうる事を発見した (<i>in press</i>)。また、酪酸は T リンパ球や B リンパ球にアポトーシスを誘導したり、歯肉繊維芽細胞からサイトカインを産生させたりすると報告されている。酪酸が高濃度に存在する大腸においては潰瘍性大腸炎の原因の一つともされていることを合わせて考えると、歯周炎発症や病態進行への酪酸の関与が強く推測される。今後の研究としては、酪酸が本当に歯周細菌の病原性となっているのか？という点を調べる必要がある。そこで、申請者らは歯周病菌の代表格とされている <i>Porphyromonas gingivalis</i> (<i>P. gingivalis</i>) の遺伝子全塩基配列データ(公開されている)より、酪酸産生やその調節に関与すると可能性のある遺伝子を推定し、それらを欠失した菌株を作成することにより動物実験(ラットの歯周病菌感染モデルと歯周病の評価法はすでに確立している)の準備を行う事を目的とする。</p>	
4 研究の概要	<p><i>P. gingivalis</i> の染色体 DNA 中に酪酸産生およびその調節に関与すると予測された遺伝子群領域が存在する。その領域中には 14 の推定遺伝子が存在する。これらそれぞれの遺伝子の欠失株を In-Fusion テクニックを用いたエリスロマイシン耐性遺伝子挿入失活法にて上記 14 遺伝子の欠失株を作成する。次に、作成した欠失株の酪酸産生能を調べる。まず、全塩基配列が既知である <i>P. gingivalis</i> W83 株染色体 DNA とエリスロマイシン耐性遺伝子ベクターを鋳型として、挿入失活部位の上流と下流、エリスロマイシン耐性遺伝子の DNA 断片を PCR 法によりそれぞれ作成し、これら DNA 断片を In-Fusion テクニックを用いて結合し、挿入失活に用いる DNA 断片を作成する。次に、作成した DNA 断片を電気的に <i>P. gingivalis</i> 内に導入し、相同組み替えを起こさせて、目的の遺伝子とエリスロマイシン耐性遺伝子を置き換える。目的的位置にエリスロマイシン耐性遺伝子が挿入されているクローンをエリスロマイシン含有培地上で選択する。各作成株における酪酸産生能が欠失しているかどうかを、クロマトグラフィーを用いて測定し、判定する。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> 研究代表者 研究分担者 (役割分担) 	

※「6 研究結果」について、ホームページ等での公開 (可) (否) いずれかを○で囲んでください。
否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：歯学部

氏名：津田啓方

6 研究の結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

一度に14の欠失株を欠損させる前に、まず、欠失株作成法が効果的に出来る条件を探った。PG1075 遺伝子 (最も酪酸産生に関与の可能性が高いものと考えられた遺伝子) の上流と下流、さらに、エリスロマイシン耐性遺伝子断片を PCR にて作成した。上記3つの断片をタンデムにつなげるように In-Fusion technique を用い制限酵素 *KpnI* でカットした plasmid pUC19 にクローニングし、大腸菌にてプラスミドを増やそうとした。

ところが、この3つの断片全てを含むクローンの取得は出来なかった。大量のクローンを探ってみたところ、PG1075 遺伝子の上流とエリスロマイシン耐性遺伝子の二つの PCR 産物を含むクローン6個を取得した。そこで、このクローニングしたものを鋳型に PCR を行い、PG1075 株の下流 PCR 断片を挿入できるような DNA 断片を得、それと PG1075 遺伝子下流 PCR 断片を In-Fusion にて結合し、クローニングすることにより、3つの断片を含むベクターのクローニングに成功した。

そのクローニングした DNA を鋳型にして、挿入失活用の PCR 断片を作成し、それを *P. gingivalis* ATCC33277 株、W83 株、FDC381 株にそれぞれ遺伝子導入した後、エリスロマイシン含有培地にて選択することにより、PG1075 欠失株の作成に成功した。それぞれの菌株における PG1075 欠失株のエリスロマイシン耐性遺伝子挿入領域の上流と下流に PCR プライマーを設定し、PCR を行ったところ、目的の大きさの PCR 断片を確認した。また、その断片中にエリスロマイシン耐性遺伝子の存在を確認した。

このようにして PG1075 遺伝子の欠失株の作成には成功したが、このような方法で残り13株を作成するのは多大な労力と時間が必要となるため、戦略を以下の様に変更した。14 遺伝子全てを含む領域とその上流下流を含む 21073bp の領域を、重複領域を持つような3つの断片 (それぞれ約9Kbp) に分けて PCR 法にて増幅した。それら断片のそれぞれを pCR BluntII-TOPO ベクターにクローニングした。クローニングしたベクターを鋳型に、エリスロマイシン耐性遺伝子を挿入出来る様に PCR プライマーを設計し、inverse PCR を行った。こうやって出来た PCR 断片 (pCR BluntII のベクター領域を含む) にエリスロマイシン耐性遺伝子を In-Fusion technique にて挿入し、クローニングした。これを pCR BluntII ベクターのクローニング領域の外側から PCR を行い、挿入失活用の DNA 断片を作成した。この方法で行えば、High-throughput ができる事が判った。このようにして、欠失予定の14の挿入失活用の DNA 断片が完成した。

これらの挿入失活用 DNA 断片を *P. gingivalis* ATCC33277 株にエレクトロポレーション法にて遺伝子導入し、エリスロマイシン含有培地にて選択しようと2度試みたがコロニーは一つも得ることが出来なかった。先に成功した PG1075 欠失用+遺伝子断片を用いてさえもうまくいかなかった。遺伝子導入時、*P. gingivalis* ATCC33277 株への遺伝子導入条件のレンジが狭いという可能性が考えられたので、現在いくつかの要因を考慮にいて、遺伝子導入を行っている所である。

* 課題番号

1009095

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22年 3月 31日

日本大学 総長 殿

氏 名 會田有希子 印
 所属・資格 歯学部・助教
 (受領時の資格)

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) / <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	ヒト正常軟骨細胞の細胞外マトリックス成分の合成に及ぼすIL-17の影響	
3 研究の目的	<p>顎関節症は、顎関節部の疼痛、関節雑音あるいは開口障害を伴う顎関節の機能障害である。この原因には、咬合性の慢性外傷性因子、外来性外傷、咀嚼筋の緊張や異常習癖および精神的ストレスなどに起因すると考えられているが、発症のメカニズムは不明な点が多い。炎症性サイトカインは炎症部位に放出され、感染部は病的な破壊が起こり、その結果、正常な軟骨代謝を変化させる。顎関節症の患者の滑液中には、炎症性サイトカインである interleukin (IL)-1, -6, -8 および腫瘍壊死因子-αなどの炎症性サイトカイン濃度が、正常な人の滑液と比較して高値を示すことが報告され、これらの因子が軟骨・骨破壊の一端を担っていると考えられている。また近年、関節リウマチ患者の関節液中に IL-17 が存在し、破骨細胞分化の促進に関与することが報告されている。そこで今回、IL-17 が軟骨細胞の細胞外マトリックス成分の合成に及ぼす影響を解明するために本研究を企図した。</p>	
4 研究の概要	<p>軟骨細胞には、米国 Cell Applications 社から供与されたヒト正常軟骨細胞を用いる。軟骨細胞の培養は、10%ウシ胎児血清、1% insulin-transferrin-selenium-X supplement および 1%抗生物質溶液を含む Dulbecco's modified Eagle medium/ Nutrient mixture F-12 を培養液として用いて、37°C、5%炭酸ガス存在下で行う。培養期間は最大 28 日間とし、軟骨細胞を刺激する際の IL-17 濃度は、Honorati らの報告 (Osteoarthritis Cartilage 12, 2004)などの文献を参考に決定し行う。IL-17 刺激後の軟骨細胞の aggrecan, link protein および type II collagen の遺伝子発現は real-time PCR で、タンパク発現は ELISA で調べる。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の 否 いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：歯学部

氏名：會田有希子

6 研究の結果(総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

顎関節症は、顎関節部の疼痛、関節雑音あるいは開口障害を伴う顎関節の機能障害である。この原因には、咬合性の慢性外傷性因子、外来性外傷、咀嚼筋の緊張や異常習癖および精神的ストレスなどに起因すると考えられているが、発症のメカニズムは不明な点が多い。炎症性サイトカインは炎症部位に放出され、感染部は病的な破壊が起こり、その結果、正常な軟骨代謝を変化させる。顎関節症の患者の滑液中には、炎症性サイトカインである interleukin (IL)-1, IL-6, 腫瘍壊死因子(TNF)- α , IL-8 などの炎症性サイトカイン濃度が、正常な人の滑液と比較して高値を示すことが報告され、これらの因子が軟骨・骨破壊の一端を担っていると考えられている。また、近年、関節リウマチ患者の関節液中に IL-17 が存在し、破骨細胞分化の促進に関与することが報告されている。しかし、顎関節症の患者からの滑液サンプルは個体差が大きく、一人の患者から何回も滑液を採取できないため、発症の機序や経日的な病態の推移は、細胞レベルで明らかにすることが求められている。申請者はこれまで IL-1 による顎関節部の軟骨破壊に着目した一連の研究を遂行し、IL-1 α が軟骨細胞の骨誘導因子受容体の発現低下によって軟骨マトリックス形成を阻害し (Aida et al., Life Sci 75, 2004), IL-1 β が軟骨細胞の matrix metalloproteinases(MMP)産生増加とその阻害剤の産生低下によって、軟骨マトリックス代謝を分解系に傾けることを報告した (Aida et al., Life Sci 77, 2005)。また、IL-1 β 濃度が高まると軟骨細胞の IL-6 産生量が増加し(Aida et al., Life Sci 79, 2006), IL-6 が軟骨細胞の軟骨マトリックス形成を促進させることを報告した(Namba et al., Conn Tissue Res, 48, 2007)。

そこで今回、IL-17 が軟骨細胞の細胞外マトリックス成分の合成に及ぼす影響を解明するために本研究を企画した。ヒト正常軟骨細胞(米国 Cell Applications 社から購入)の培養は、10%ウシ胎児血清(FBS)、1% insulin-transferrin-selenium-X supplement および 1%抗生物質溶液を含む Dulbecco's modified Eagle's medium/ Nutrient mixture F-12(DMEM/F-12)を培養液として用いて、37 $^{\circ}$ C、5%炭酸ガス存在下で行う。オーバーナイトで培養した後、軟骨細胞を上記の培養液に 0(control), 1, 10, 50 ng/ml の IL-17 添加した状態で 28 日間にわたって培養する。なお、培養回収 24 時間前に 15%FBS を 2%FBS に変え培養を行う。細胞外マトリックスタンパク成分である aggrecan, link protein および type II collagen の遺伝子発現は real-time PCR で、タンパク発現は ELISA で調べた。

その結果、IL-17 刺激によって aggrecan は培養 28 日間にわたって、link protein は培養 7 日目以降および type II collagen では培養 10 日目以降で遺伝子発現が IL-17 の濃度依存的に減少した。なお、タンパク発現については現在実験を継続している。以上により、IL-17 は軟骨細胞の細胞外マトリックス成分の合成を分解系に傾けることが示唆された。

* 課題番号	個 09-096
--------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 3 月 23 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 池田 弘子



所属・資格 助教

(受領時の資格)

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) / <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	口腔ジスキネジア発症におけるドパミン神経機構の解明	
3 研究の目的	<p>顎顔面の不随意的運動異常を伴う口腔ジスキネジアは、歯科治療を行う際に障害となるため、その対処法が重要視される。口腔ジスキネジアの発症には、大脳基底核のドパミン性神経機能異常が深く関わるとされるが、その詳細は明らかではない。</p> <p>大脳基底核機能の基礎的な研究には、ラットの側坐核のドパミン受容体を片側的に刺激して発現する turning behaviour が有用な動物モデルとして利用されている。そこで、本申請の研究では、側坐核のドパミン受容体を刺激した場合に、ドパミン神経の終末部位である側坐核と線条体のドパミン量の変化について <i>in vivo</i> microdialysis 法を用いて検討した。さらに、線条体からの GABA 性神経の投射先であると考えられている黒質網様部 (SNR) および淡蒼球外節 (GP) の役割について検討を加えた。</p>	
4 研究の概要	<p>【神経化学的手法: <i>in vivo</i> microdialysis 法】 麻酔下のラットの側坐核または線条体に薬物注入用および dialysis 用ガイドカニューレを植立した。約 1 週間後に脳微小透析プローブをガイドカニューレに挿入・固定し、各種薬物を薬物注入用ガイドカニューレを介して投与した。各脳部位からのサンプルをリンゲル液を灌流して回収し、サンプル中のドパミン量を 4 時間にわたって高速液体クロマトグラフと電気化学的検出器を組み合わせた装置で定量した。【行動薬理学的的手法: turning behaviour】 ラットに麻酔下で、SNR または GP に薬物注入用ガイドカニューレを植立した。約 1 週間の回復期間を経た後、ラットを観察用ケージに移し、環境に馴化させた後、薬物を投与した。薬物により誘発される turning behaviour の計数は 180 分間にわたって行った。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者 (役割分担) 	

※ 「6 研究結果」について、ホームページ等での公開 (可) 否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：歯学部

氏名：池田 弘子

6 研究の結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

【神経化学的手法: *in vivo* microdialysis 法】

本研究では、まず、*in vivo* microdialysis 法を用いて、側坐核 shell のドパミン受容体を刺激した場合に、ドパミン神経の終末部位である側坐核および線条体のドパミン量の変化について検討した。

まず、側坐核 shell のドパミン受容体を刺激した場合に、側坐核 core のドパミン量がどのように変化するかについて検討した。片側の側坐核 shell に生理食塩液を投与しても、同側の側坐核 core のドパミン量には変化が認められなかったが、SKF 38393 と quinpirole を併用投与すると、側坐核 core のドパミン量は持続的に減少した。

次に、側坐核 shell のドパミン受容体を刺激した場合に、線条体背側部のドパミン量がどのように変化するかを検討した。片側の側坐核 shell に、生理食塩液を投与しても同側の線条体背側部のドパミン量には変化が認められなかったが、ドパミン D₁受容体アゴニストの SKF 38393 と D₂受容体アゴニストの quinpirole を併用投与すると、線条体背側部のドパミン量は持続的に減少した。

これまでに、側坐核 shell のドパミン受容体を刺激すると、側坐核 shell と同側の線条体腹外側部のドパミン量は増加することが報告されている (Kitamura et al., *Neuropharmacology* 38, 1397-1407, 1999)。したがって、側坐核 shell のドパミン D₁/D₂受容体を刺激すると、側坐核 core でのドパミン量の減少、線条体腹外側部でのドパミン量の増加および線条体背側部でのドパミン量の減少が同時に起こるものと考えられた。

【行動薬理学的手法: turning behaviour】

上記の *in vivo* microdialysis 法により、turning behaviour の発現を惹き起こす側坐核 shell のドパミン受容体の刺激は、線条体でのドパミン量を変化させることが明らかになったので、線条体からの遠心性の投射先として知られる SNR および GP が turning behaviour の発現にどのような役割を果たすかについて検討した。

まず、turning behaviour 発現における SNR の GABA_A受容体の役割について検討した。片側の SNR に生理食塩液を投与しても turning behaviour の発現は認められなかった。片側の SNR に GABA_A受容体アゴニストの muscimol を投与すると、用量依存的に薬物注入と反対側へ向かう turning behaviour (pivoting) の発現が認められた。一方、片側の SNR に GABA_A受容体アンタゴニストの bicuculline を投与しても turning behaviour の発現は認められなかった。さらに、muscimol により誘発される pivoting は bicuculline を併用投与することで有意に拮抗された。このことから、muscimol は GABA_A受容体を介して pivoting を発現していることが明らかとなった。これまでの研究から、片側の側坐核 shell のドパミン受容体を刺激した場合にも pivoting が発現することが明らかであるので (Koshikawa et al., *Psychopharmacology*, 126, 185-190, 1996; Ikeda et al., *Neuroscience* 159, 1200-1207, 2009), SNR の GABA_A受容体は側坐核 shell のドパミン受容体刺激誘発 pivoting に重要な役割を果たす可能性が示唆された。

部科校名：歯学部

氏名：池田 弘子

研究の結果（つづき）

次に, turning behaviour 発現における GP の GABA_A受容体の役割について検討した。片側の GP に生理食塩液を投与しても turning behaviour の発現は認められなかった。片側の GP に bicuculline を投与すると, 薬物注入と反対側へ向かう turning behaviour (circling) が発現した。一方, 片側の GP に muscimol を投与しても turning behaviour の発現は認められなかった。さらに, bicuculline 誘発 circling は, muscimol を併用することで拮抗された。以上の結果から bicuculline は GABA_A受容体を抑制することにより circling を発現していることが明らかとなった。これまでの研究から, 片側の側坐核 shell のアセチルコリン受容体を刺激した場合にも circling が発現することが明らかとなっているので (Kitamura et al., Neuropharmacology 38, 1397-1407, 1999; Ikeda et al., Neuroscience 159, 1200-1207, 2009), GP の GABA_A受容体は側坐核 shell のアセチルコリン受容体刺激誘発 circling に重要な役割を果たす可能性が示唆された。

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 9 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 坪 井 美 行

所属・資格 歯 学 部 ・ 専 任 講 師

(受 領 時 の 資 格)

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) / <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	慢性顎関節痛の神経機構の解明 —ATP の関与について	
3 研究の目的	<p>顎関節症は関節や咀嚼筋の疼痛などを主要症状とする慢性疾患である。この疾患は難治性であり歯科臨床で大きな問題となっている。近年、神経障害による疼痛発現および維持に中枢神経内の microglia が関与することが報告されている (Coull et al 2005、Inoue K et al 2008、Inoue K 2008)。その機構には ATP (adenosine tri-phosphate) の受容体 P2X4 が重要であることが知られている。また、未処置のラット顎関節に ATP の受容体が存在し (Ichikawa et al 2004、Oliveira et al 2005、Staikopoulos et al 2007) 末梢での痛覚発現に対する ATP 役割が重要であることが示唆されている。顎関節への起炎物質 CFA (Complete Freund's Adjuvant) 適用は、慢性顎関節痛モデル作製として広く使われている。また、顎関節への CFA 投与後 15 日目で ATP の P2X3 受容体が小型の三叉神経節細胞に多く発現されることが報告されている (Shinoda et al 2005)。このことは、慢性炎症が存在すると ATP に対する感受性が亢進することが予想される。本研究では、まず痛覚感覚上行路のうち、その最初の末梢組織 (顎関節およびその周辺組織) を支配する末梢神経レベルでの慢性顎関節痛の神経機構に ATP の関与を明らかにすることを目的とした。</p>	
4 研究の概要	<p>上記の目的遂行のため、末梢組織への ATP 受容体のアゴニストやアンタゴニストの前投与による反射性筋活動量の変動を電気生理学的に記録し評価した。さらに、CFA を顎関節腔内に注入することにより作製した慢性顎関節痛モデル動物を使用し、反射性筋活動量の変動を電気生理学的に記録し評価した。それにより慢性顎関節痛の末梢神経機構を調べた。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者 (役割分担) 	

部科校名：歯学部

氏名：坪井 美行

6 研究の結果 (総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。)

方法:動物を麻酔(0.8-1.0%ハロタンと酸素)した後、生理食塩水または50%CFAを左側顎関節腔内に50 μ l、約60秒かけて注入した。3日後にそれぞれの群の動物を再度ガスにて麻酔した。左右の顎二腹筋、咬筋にステンレスワイヤー電極を2本ずつ筋の走行に沿うように挿入した。顎二腹筋は顎口腔領域の引き起こされる疼痛時に起こる反射性の開口(開口反射)を引き起こす筋である。一方、咬筋は物を咬むための重要な筋である。また、顎口腔領域の強度の疼痛時には噛みしめる行動が起こるが、それに関与している筋でもあるとされる。脳定位固定装置に動物を固定したのち、頭頂部の皮膚を切開し、4本のステンレスネジを頭蓋骨に挿入した。ネジと簡易マニピュレータを歯科用レジンで接着し、侵害刺激となる外耳孔、ノーズバー、イヤーパーなどの固定器具をはずした。1時間後に、PBS 10 μ l と ATP の $P_2X_{2/3}$ 受容体アゴニストである α , β methylene-ATP (α , β me-ATP) 1mM、10mM または 100 mM を 10 μ l を 5 分間隔でそれぞれ 5 秒かけて注入した。また、アンタゴニストである TNP-ATP を PBS の代わりに先行投与し、アゴニストの効果を確認した。注入前後、少なくとも 30 分以上筋電図活動を記録した。筋電図放電を日本光電社製の生体増幅器を使用し記録した。AC/DC 変換機を経て、パーソナルコンピュータに保存し、実験後 Spike2 を使用し解析した。炎症の無い動物での結果は、以下の通りである。

1) $P_2X_{2/3}$ 受容体アゴニストの濃度依存性に筋活動の増加が記録された。

2) $P_2X_{2/3}$ 受容体アゴニストの先行投与により $P_2X_{2/3}$ 受容体アゴニストにより引き起こされる筋活動の抑制が記録された。

3) 顎二腹筋では同側優位であるが、対側にも $P_2X_{2/3}$ 受容体アゴニスト投与後の筋活動の増加が認められる場合が多かった。

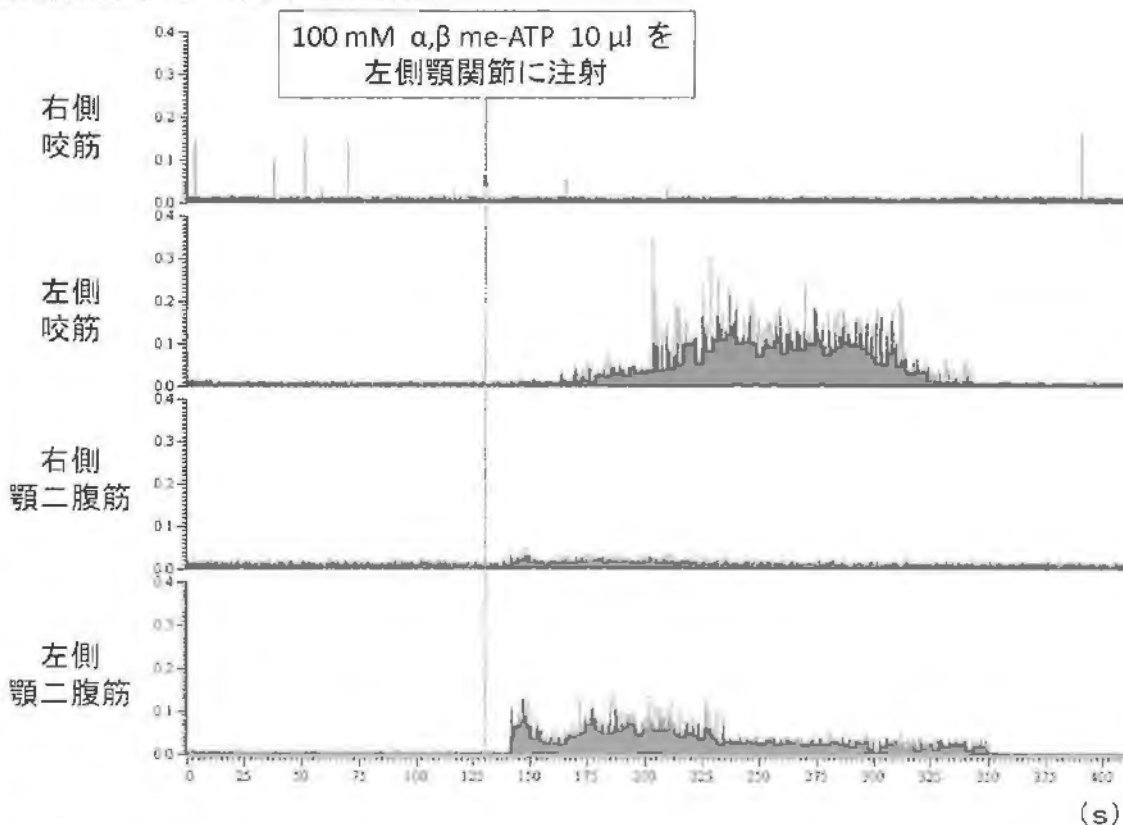
4) 咬筋では、同側に $P_2X_{2/3}$ 受容体アゴニスト投与後の筋活動の増加が主に認められ、対側に認められるのは稀であった (11.1%)。

5) $P_2X_{2/3}$ 受容体アゴニスト投与開始から筋活動が起こるまでの潜時は、顎二腹筋のほうが早かった (α , β me-ATP 100 mM 投与時、同側顎二腹筋 5.0 ± 1.2 秒、同側咬筋 10.8 ± 4.0 秒)。

6) $P_2X_{2/3}$ 受容体アゴニスト投与時の筋活動持続時間は、顎二腹筋、咬筋ともにほぼ同じだった (α , β me-ATP 100 mM 投与時、同側顎二腹筋 379.3 ± 34.6 秒、同側咬筋 388.9 ± 41.7 秒)。

以上のことより、炎症の無い場合でも顎関節内の $P_2X_{2/3}$ 受容体が機能していることが解明できた。

慢性顎関節痛モデル動物における結果



部科校名：歯学部

氏名：坪井 美行

研究の結果（つづき）7週齢のSD系ラットを使用し、次の2群に分けた。CFAの溶媒である生理食塩水を顎関節に注射した群をコントロール群とし、50 %CFA溶液を注射した群を実験群とした。動物を麻酔（0.8-1.0% ハロタンと酸素）した後、生理食塩水または50 %CFAを左側顎関節腔内に50 μ l、約60秒かけて注入した。3日後にそれぞれの群の動物を再度ガスにて麻酔した。以下のセットアップは上記の炎症の無い場合と同様である。

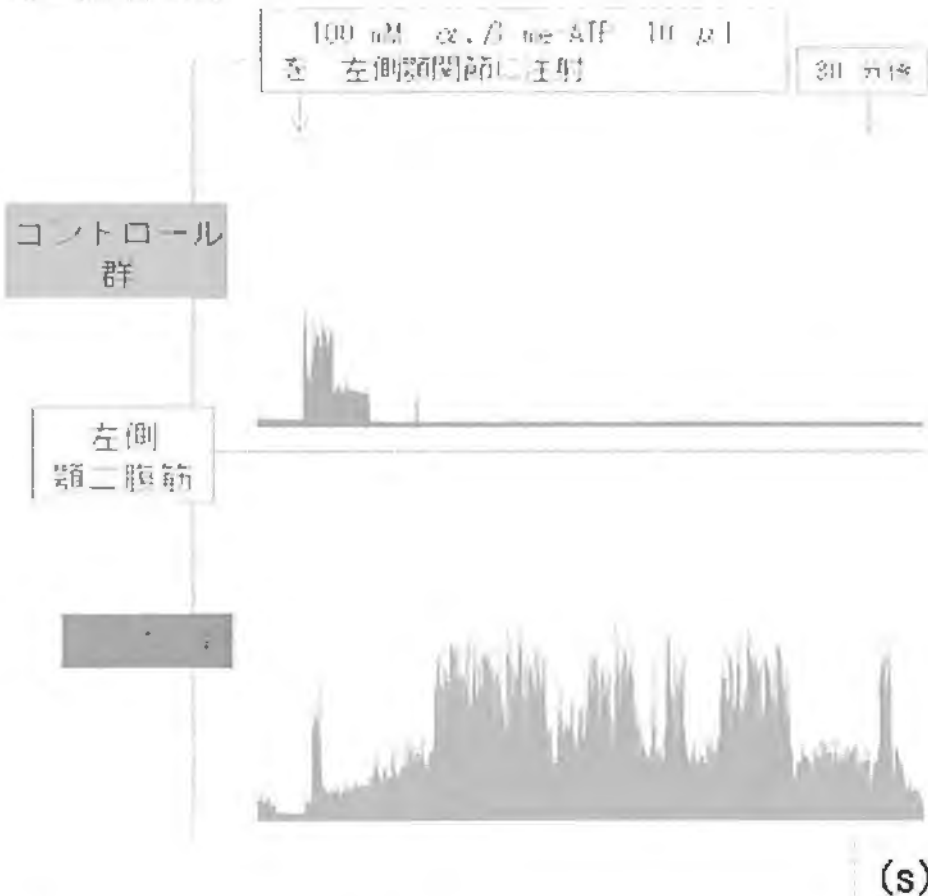
コントロールとして次のような結果を得た。上図にはコントロール動物の実際の記録を示した。

- 1) salineを注射後3日では、左顎関節付近の皮膚の発赤、腫脹は認められなかった。
- 2) 前投与した10 μ l salineに対して筋活動を示す個体も存在したが、ほとんどの動物では反応は認められなかった。
- 3) 上図に示すように、100 mM α, β me-ATP (10 μ l)の左顎関節への注射により、同側の顎二腹筋および咬筋、対側の顎二腹筋に筋活動が認められた。顎二腹筋では、短潜時でその反応が始まり、約3分続いた。炎症がない場合と同様の結果となった。

CFA群では次のような結果を得た。

- 1) CFA群では注射後3日に左顎関節付近の皮膚の発赤、腫脹が認められた動物がいた。
- 2) CFA群では前投与した10 μ l salineに対して筋活動を示す個体が、ほとんどであった。
- 3) 下図に示すように、CFA群では100 mM α, β me-ATP (10 μ l)の左顎関節への注射により、同側の顎二腹筋に筋活動が認められた。この活動は、コントロール分と比べ長く続く傾向であった。

これらのことより、CFAによる顎関節の慢性痛モデルにおいて、その疼痛発現にATPが関与していることが解った。



*課題番号	1009-098
-------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成21年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 4 月 7 日

日本大学 総長 殿

氏 名 内藤 昌子



所属・資格 助手

(受領時の資格)

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) / <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	Wnt シグナルによる骨芽細胞分化制御機構の解析	
3 研究の目的	<p>Wnt/β-catenin シグナルは、細胞の増殖と分化制御を行うことで、胎生期の発達過程と成体組織の恒常性維持に重要な役割を果たすシグナル経路である。本シグナル経路は、Wnt リガンドと受容体の結合により、細胞内シグナル伝達因子β-catenin が核内へ移行し、標的分子の発現制御をおこなう。本シグナル経路の受容体である LRP5 の機能喪失型変異は、骨粗鬆症をともなう偽性神経膠腫の原因遺伝子として同定された。またリガンドである Wnt10b および受容体 LRP5 ノックアウトマウスは骨量低下を呈し、逆に Wnt10b 過剰発現系遺伝子導入マウスは骨量増加を呈すことから Wnt/β-catenin シグナルは、骨形成に重要な役割を果たすことが明らかにされた。しかしながら、本シグナル経路による骨芽細胞分化制御機構は明らかにされていない。そこで、我々は多分化能を有する間葉系前駆細胞 (ROB-C26) の細胞分化における Wnt/β-catenin シグナルの役割を解明することを本研究の目的とする。</p>	
4 研究の概要	<p>間葉系前駆細胞 (ROB-C26 (C26)) の骨芽細胞分化および脂肪細胞分化における Wnt/β-catenin シグナルの機能と活性変化を解析した。</p> <p>① Wnt/β-catenin シグナルによる骨芽細胞および脂肪細胞分化制御機構の解析：間葉系前駆細胞における Wnt/β-catenin の機能を評価するため、C26 細胞を Wnt3a 組み換え体タンパク質存在下または非存在下で培養し分化能を解析した。間葉系前駆細胞分化における Wnt/β-catenin 経路の変動を解析するため、Dexamethasone (Dex) を用いて骨芽細胞および脂肪細胞分化を誘導し、Wnt/β-catenin シグナル経路分子の遺伝子発現および本シグナル経路の活性の指標となる TCF/LEF 結合配列を介する転写活性の変化を解析した。</p> <p>② 老化間葉系前駆細胞における Wnt 経路の活性変化：継代培養による増殖負荷を与えた C26 細胞の分化能の解析と、Wnt/β-catenin シグナル経路分子の遺伝子発現の変動を解析した。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の (是) 否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名：日本大学歯学部

氏名：内藤 昌子

6 研究の結果 (総合研究の研究代表者は、4,000 字以上記入してください。)

① Wnt/ β -catenin シグナルによる骨芽細胞および脂肪細胞分化能の変動の解析

A: Wnt3a 刺激による骨芽細胞および脂肪細胞分化能の変動の解析

間葉系前駆細胞における Wnt/ β -catenin の機能を評価するため、C26 細胞を Wnt3a 組み換え体タンパク質 (100ng/ml) 存在下または非存在下で培養した。分化能の評価は、初期の骨芽細胞のマーカーであるアルカリフォスファターゼ (ALP) 染色および脂肪染色 (Oil Red O 染色) により解析した。未処理のコントロール細胞において、培養 18 日目まで自発的な脂肪細胞分化は認められないが、弱いレベルで ALP 染色性を示した。Wnt3a 刺激により、ALP 染色性および陽性細胞数が増加した。しかしながら、長期間の Wnt3a 刺激によっても C26 細胞の石灰化や脂肪細胞分化は誘導されなかった。次に、Wnt3a により誘導される ALP の発現誘導が、骨芽細胞分化を制御する転写因子である Runx2 の作用を介するかどうか検討するために、Runx2 欠損マウス頭蓋組織由来の細胞株 (RDC2) を用いて前述の実験と同様に解析した。RDC2 細胞においても C26 細胞と同様に、Wnt3a 刺激により ALP 陽性細胞の頻度とその染色性が増加した。この結果は、Wnt/ β -catenin シグナルによる ALP の発現誘導は、Runx2 による制御を介さないことを示唆している。RT-PCR 法により骨芽細胞分化および脂肪細胞分化に関与する転写因子群の mRNA レベルの変動を解析した。Wnt3a による骨芽細胞転写因子群 (Runx2, Msx2, Dlx5) の mRNA 発現レベルの変化は認められなかった。一方、脂肪細胞分化を制御する転写因子 (PPAR γ 2, C/EBP α , β) と、PPAR γ により発現が誘導される脂肪細胞分化関連タンパク質 (aP2) の発現は、Wnt3a により発現量が低下した。以上の結果から、Wnt3a 刺激は ALP の発現を促進し、脂肪細胞分化に必須の転写因子群 (PPAR γ 2, C/EBP α , β) と脂肪細胞分化関連タンパク質 (aP2) の発現を抑制する作用を有することが明らかになった。

B: Dexamethasone (Dex) による骨芽細胞および脂肪細胞分化誘導時の Wnt/ β -catenin 経路の変動

間葉系前駆細胞 (C26 細胞) を Dex 10^{-8} M 存在下または非存在下で 18 日間培養し、骨芽細胞および脂肪細胞分化を同時に誘導させ、Wnt/ β -catenin 経路の変動を解析した。

a: Wnt/ β -catenin シグナル経路分子の遺伝子発現変化

Wnt リガンドの遺伝子発現の変動について、Wnt10b および Wnt3a の mRNA の発現は Dex 存在下または非存在下の間の発現量の変動は検出できなかった。Wnt antagonists として分類される DKK1 mRNA 発現は、Dex 刺激により培養 6 日目から 18 日目まで発現が増加した。受容体である LRP5 および LRP6 の mRNA 発現レベルは、Dex 刺激による発現量の変化は認められなかった。細胞内シグナル伝達分子の遺伝子発現の変動について、 β -catenin の分解に関与する Axin2 の mRNA 発現は、Dex 刺激に素早く応じてその発現が増加した。 β -catenin mRNA の発現量は、Dex 刺激による発現量の変動は認められない。以上の結果から、Dex は Wnt 経路の負の制御因子 (DKK1, Axin2) の発現を増加させることにより、Wnt/ β -catenin シグナルを抑制していることが推察された。

b: β -catenin タンパク質および活性型 β -catenin タンパク質の発現変動について

Wnt リガンド非存在下、または Wnt antagonists 存在下で β -catenin タンパク質は分解される。Dex 非存在下では、 β -catenin タンパク質の発現は細胞質および核内に豊富に発現が認められる。Dex 刺激後 12 日目には、Dex により誘導される PPAR γ の発現増加と関連して β -catenin タンパク質の発現が顕著に減少した。 β -catenin タンパク質は、APC, Axin2, GSK3 β 等により構成される Axin 複合体により N 末側 Ser37, Thr41 残基にリン酸化を受け、やがて分解される。 β -catenin タンパク質の非リン酸化残基を認識する抗体 (活性型 β -catenin 抗体) を用いて解析すると、活性型 β -catenin タンパク質は、Dex 刺激後 12 日目から活性型 β -catenin タンパク質の発現が僅かに減少しはじめ、18 日目までには細胞質と核内のシグナルが顕著に減少した。以上の結果から、Dex 刺激による β -catenin mRNA 発現レベルの変動は認められないが、 β -catenin タンパク質、特に活性型 β -catenin タンパク質の細胞質と核内局在が Dex 刺激により減少することが明らかになった。

c: TCF/LEF を介する転写活性の変動について

Wnt/ β -catenin 活性を可視化するため、我々は TCF/LEF 結合配列を介した転写に応じて緑色蛍光タンパク質 (GFP) を発現する TOP-GFP vector を用いて TOP-GFP/C26 細胞株を樹立した。TOP-GFP/C26 細胞を Dex 存在下で 18 日間培養すると、内在性の β -catenin タンパク質の発現量の減少と一致して、線維芽細胞様の未分化細胞と細胞質内に脂肪滴を含む顕著な成熟細胞で GFP の発現レベルは減少した。つぎに、GFP と骨芽細胞転写因子 (Runx2, Dlx5) または脂肪細胞転写因子 (PPAR γ) の二重染色を行い組織学的に解析した。GFP と骨芽細胞転写因子 (Runx2, Dlx5) の発現に関して、Dex 刺激後 Runx2, Dlx5 の発現が高い細胞集団が一部観察されるが、これらの発現レベルに関らず GFP の発現は低く観察され、Dex により誘導される骨芽細胞分化と Wnt/ β -catenin 活性の間に関連性は認められなかった。GFP と脂肪細胞転写因子 (PPAR γ) の発現に関して、Dex 刺激による PPAR γ 陽性細胞の出現と発現量の増加に関連して、GFP の発現の減少が認められた。Dex による Wnt/ β -catenin シグ

部科校名：日本大学歯学部

氏名：内藤 昌子

研究の結果（つづき）

ナル活性の抑制は、 β -catenin の分解に関与する GSK3 β を介する機序によるものか検討するため、GSK3 β に対する阻害剤 (LiCl (10mM)) を用いて解析した。その結果、Dex に加えて LiCl 処理することにより、Dex 刺激により抑制された GFP の発現量が増加し、TCF/LEF を介する転写活性の回復が認められた。この転写活性の回復に関連して、Dex により誘導される PPAR γ の発現と脂肪細胞分化が LiCl 添加により有意に阻害された。このことは、Dex による Wnt/ β -catenin 経路の抑制作用と脂肪細胞分化は、GSK3 β の活性を介していること、そして Dex により誘導される脂肪細胞分化と Wnt/ β -catenin 活性は逆相関にあることを示している。

② 老化間葉系前駆細胞における Wnt 経路の活性変化

C26 細胞の継代培養を重ねると、継代数の増加により老化した細胞のバイオマーカーである SA- β gal 陽性細胞の出現、骨芽細胞マーカー遺伝子 (Runx2, ALP) 発現の減少、脂肪細胞分化に必要な転写因子である PPAR γ 2 の遺伝子発現の増加が認められ、脂肪細胞に分化しやすくなる性質が認められた。細胞老化に関連したこの現象が、Wnt/ β -catenin シグナル経路の変動によるものか明らかにするため、本モデルを用いて Wnt リガンド、レセプター、細胞内シグナル伝達因子の遺伝子発現パターンを解析した。Wnt リガンド (Wnt10b および Wnt3a) の mRNA 発現レベルおよび受容体である LRP5 および LRP6 の mRNA 発現レベルの継代数による変化は認められなかった。Wnt antagonists として分類される DKK4 mRNA 発現と β -catenin の分解に関与する細胞内シグナル伝達分子 Axin2 の mRNA 発現は、継代数の増加によりその発現レベルが増加した。以上の結果から、増殖負荷により Wnt 経路の負の制御因子 (DKK4, Axin2) の発現が誘導され、Wnt/ β -catenin シグナル経路が抑制されていることが推察された。今後もさらに、TOP-GFP レポーターアッセイ系を用いた間葉系前駆細胞の老化に伴う Wnt/ β -catenin シグナル活性の変動の解析と、Wnt/ β -catenin シグナルによる老化間葉系前駆細胞の分化制御機構の解析を進め、脂肪細胞分化と骨芽細胞分化の相互の関係を明らかにする。

総括

間葉系前駆細胞である ROB-C26 細胞において、Wnt/ β -catenin シグナルは、初期の骨芽細胞マーカーである ALP の発現を制御するが、他の骨芽細胞転写因子の発現制御や骨芽細胞の成熟には関与しない。Wnt/ β -catenin シグナル活性は未分化な状態で高く、Dex による PPAR γ の発現誘導と脂肪細胞分化に関連して Wnt/ β -catenin シグナルの活性が消失する。また、Dex による PPAR γ の発現誘導と脂肪細胞分化は、 β -catenin の分解に関与する GSK3 β の活性に依存する。継代培養による細胞老化モデルにおいて、継代数の増加により Wnt/ β -catenin 経路の負の制御因子 (DKK4, Axin2) の発現量が増加し、老化における脂肪細胞分化と骨芽細胞分化の相互関係に Wnt/ β -catenin 経路が関与することが示唆された。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 22 年 3 月 27 日

日本大学 総長 殿

氏 名 武 市 収 印

所属・資格 歯科保存学Ⅱ・専任講師
(受領時の資格)

下記のとおり報告いたします。

1 種目	<input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) / <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2 研究課題	歯根嚢胞中の血管内皮細胞は炎症の遷延と防御を司る	
3 研究の目的	根尖性歯周炎の中には、一般的な根管治療を行っても症状が軽快しない、いわゆる難治性のものもあり、歯内外科療法や抜歯が選択される。しかし、難治性根尖性歯周炎の局所免疫機構の詳細は未だに明らかとなっていない。本研究の目的は、歯根嚢胞の肉芽組織中で血管内皮細胞が果たす役割を解明し、難治性根尖性歯周炎の病態を解明する一助とすることである。特に、炎症性メディエーターの一つである一酸化窒素 (nitric oxide: NO) と炎症の防御機構に関係する midkine に着目し、その発現と相互関係に関する解析を行うとともに、治療薬の検討を行った。	
4 研究の概要	<p>1) 供試試料：根管治療が長引き、難治性と判断された症例のうち、歯内外科処置で摘出した歯根嚢胞を供試試料とした。</p> <p>2) 病理組織学的検索：外科的に得られた根尖病巣をメスを用いて 2 分割した。その一方を中性緩衝ホルマリンで固定し、パラフィン包埋した。次いで、5μm の切片を作成し、ヘマトキシリン・エオジン重染色したのち、光学顕微鏡で検索した。毛細血管に富む幼弱な肉芽組織を有し、重層扁平上皮の裏層を伴う症例を歯根嚢胞と診断し、以下の実験に供試した。</p> <p>3) 免疫組織学的検索：2 分割した他方の歯根嚢胞を直ちに OCT コンパウンドを用いて、ドライアイス・アセトン溶液内で急速凍結し、その後クライオスタットを用いて 5μm の凍結切片を作成した。その後、抗ヒト iNOS モノクローナル抗体および抗ヒト midkine ポリクローナル抗体を用いて、蛍光二重免疫染色法を行い、それぞれの産生細胞を共焦点レーザー顕微鏡で検索した。その際、1 視野における陽性細胞数をカウントし、陽性細胞の出現率を検索した。</p> <p>4) 分子生物学的検索：凍結切片から、通法に従い Trizol を用いて total RNA を抽出した。その後、逆転写酵素を用いて相補的な DNA とし、次いで iNOS または midkine 特異的な PCR プライマーおよび DNA polymerase を用いて、real-time PCR 法を行い、定量的に解析した。</p>	
5 研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究代表者 ・ 研究分担者 (役割分担) 	

※ホームページ等での公開の 可 否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい。

部科校名： 歯学部

氏名： 武市 収

6 研究の結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

1) 供試試料及び病理組織学的検索

外科的に摘出した根尖病巣組織を2分割し、中性緩衝ホルマリンで固定後、5 μ mのパラフィン切片を作製した。次いで、ヘマトキシリン-エオジン重染色を行い、光学顕微鏡下で病理組織学的検索を行った。その結果、供試試料40例中7例は明瞭な重層扁平上皮組織を認め、その外側に肉芽組織層と結合組織層を確認したため、歯根嚢胞と病理診断した。なお、他の33例については、多数の毛細血管に富む、幼弱な肉芽組織を認めるものの、重層扁平上皮組織を認めず歯根肉芽種と診断した。

2) 免疫組織学的検索と共焦点レーザー顕微鏡所見

歯根嚢胞と診断した根尖病巣組織については、組織の2分割した他方を用いてOCTコンパウンド内に包埋し、5 μ mの凍結切片を作製した。一次抗体として抗ヒトiNOSモノクローナル抗体および抗ヒトmidkineポリクローナル抗体を用いて蛍光二重染色を行い、共焦点レーザー顕微鏡を用いて検索した。その結果、マクロファージ、リンパ球、好中球のほか、血管内皮細胞に強いmidkine発現を認めた。一方、iNOS発現は上記の細胞の他、上皮細胞で強い発現を示した。なお、iNOSを発現するマクロファージ、リンパ球および好中球などの炎症性細胞はiNOSを発現する血管内皮細胞の周囲に集積していた。また、これらの細胞は同時にmidkineを共発現しており、これらの細胞間でiNOSとmidkineが相互に作用している可能性が示唆された。

なお、健常歯肉からはiNOSとmidkineの発現は観察されなかった。

3) 分子生物学的検索

2)で行った歯根嚢胞の免疫組織学的検索の結果を元に、iNOSとmidkineの発現が確認された試料を用い、分子生物学的検索を行った。すなわち、歯根嚢胞の凍結切片を使用し、RNAを回収したのち、ヒトiNOSおよびmidkine特異的なPCRプライマーを用いて定量的遺伝子検索法である、real-time PCR法を行った。その結果、全ての試料からiNOSおよびmidkineの強い遺伝子発現が確認された。なお、その発現強度は試料により様々で、患者間での相関性は認められなかった。また、iNOSとmidkineの遺伝子発現についても相関性は認められなかった。

なお、健常歯肉からは微量のiNOSおよびmidkine発現を確認したが、これはPCR法の検出精度が高く、微量の遺伝子を検出できたものと考えられた。

結 論)

歯根嚢胞中には炎症の誘発に関与するiNOSと炎症の誘発および治癒に関与するmidkineが共に発現されており、これらが相互に作用し合うことで、歯根嚢胞の病態を調節している可能性が示唆された。

* 課題番号	個 09-100
--------	----------

注：課題番号を記入してください。

平成 21 年度 学術研究助成金実績報告書

平成 21 年 月 日

日 本 大 学 総 長 殿

氏 名 大木 秀郎 印

所属・資格 教授

(受領時の資格)

下記のとおり報告いたします。

1	種 目 <input checked="" type="radio"/> 一般研究(個人) <input type="radio"/> 一般研究(共同) / <input type="radio"/> 総合研究	注：該当する種目を○で囲んでください。
2	研究課題 T helper I 型病変のリンパ節における樹状細胞動態	
3	研究の目的 組織学的に T helper (Th1)細胞優位のリンパ球浸潤を特徴とする慢性炎症性病変には、口腔粘膜扁平苔癬 (OLP)、移植片対宿主病 GVHD などがある。しかし、これらの粘膜炎の発症メカニズムについては未だ解明されていない。 口腔粘膜上皮には樹枝状の突起を持つ樹状細胞 (DC) が存在することが報告されている。この細胞は局所において免疫の監視を行っている細胞であり、我々は DC が病変発症に関わっていると考えている。そこで我々は vivo において DC 局在と OLP 病変成立の関係を検討した。また、マウスに上記のような慢性炎症性病変と同様の病理組織像を示す遅延型過敏症を誘導し、vivo においては検索不可能な局所リンパ節での機能分析を検討する。リンパ節においての DC の動態、分泌されるサイトカインを免疫組織学的検索と real-time PCR 法を用いて検索し病変発症のメカニズムを解明することを目的とした。	
4	研究の概要 実験には、材料は臨床所見並びに組織学的所見から OLP と診断された 30 症例を使用し、Langerin, Fascin, S-100, CCR7 等の DC マーカーとなる抗体を用い、免疫組織化学的 OLP における DC の分化とその局在について検討した。そして、C57BL/6 系雌性マウスを用い、アレルギー誘発物質となる OXA のマウスへの塗布により遅延型過敏症を誘導し、頬粘膜と顎下リンパ節の摘出を行う。組織片を固定した後、凍結し、5µm の切片を作製後、ヘマトキシリン-エオジン染色を施し、組織学的検索を行う。そして前述のように作製した凍結切片にて Ia-x, Fascin, S-100 抗体を用い免疫組織化学染色を行う。また、マウス骨髄から骨髄細胞を培養し、DC を抽出する。DC の抽出には Dynabeads DC Enrichment Kit を用いそのプロトコールに従って行う。その後、QIAGEN RNeasy Mini Kit を用い RNA を抽出する。抽出した RNA と SYBR Premix Ex Taq (TakaRa) を用い、Th0 細胞の Th1 細胞分化に必須なサイトカインの発現がみられるかを real-time PCR 法を用いて検索していく。	
5	研究組織 (共同研究・総合研究のみ該当します) ・研究代表者 ・研究分担者 (役割分担)	

部科校名：歯学部

氏名：大木 秀郎

6 研究の結果（総合研究の研究代表者は、4,000字以上記入してください。）

まず始めに OLP 病変 30 例を用いて免疫組織化学染色を行い、DC のマーカーである Langerin 抗体, CD1a 抗体, Fascin 抗体, CCR7 抗体を用いて DC の局在と OLP 病変成立の関係を検討した。加えて DC の成熟に PGE₂ が関与すると過去に報告されていることから、Prostaglandin E₂ (PGE₂) 律速酵素 Cyclooxygenase-2 (COX-2) と合成酵素 mPGES-1 の発現を検討した。

・ OLP30 症例の臨床所見及び組織病理学的所見

肉眼的には口腔粘膜にレース状もしくは線状の白斑が広範囲に広がってみられた。組織的には OLP に特徴的な上皮と下在組織の境界に著明な帯状のリンパ球の浸潤がみられ、上皮脚は鋸歯状を示し不規則な形態を示した。浸潤するリンパ球の多くは CD4、CD8 抗体陽性 T 細胞であり、上皮内に侵入している。

・ OLP 病変における免疫組織化学的検出

Langerin、CD1a 抗体と S-100 抗体にて DC は上皮内でそれぞれ陽性を示したが、上皮下では Langerin、CD1a 抗体陽性細胞はほとんど認められなかった。また上皮内における Langerin 抗体陽性細胞数と CD1a 陽性細胞数において Control と比較すると OLP では有意にその細胞数は減少していた。Fascin 抗体陽性成熟 DC は Control では認められなかったが、OLP では上皮下の脈管周囲に集簇してみられた。

・ DC におけるホーミングレセプターの検出

Fascin 抗体と D2-40 抗体を用いて二重染色を行った。上皮下において Fascin 抗体陽性成熟 DC が D2-40 抗体陽性リンパ管内へ入り込む像が認められた。さらに蛍光二重染色にてリンパ管内に Fascin 抗体と CCR7 抗体陽性細胞を認めた。

・ 上皮厚さ計測

OLP 病変発症部位別にて上皮内における CD1a 抗体陽性細胞数計測を行ったが相関はみられなかった。

・ ケラチノサイトによる COX-2, mPGES-1 の発現

OLP において DC の成熟に関与する COX-2 と Prostaglandin synthase-1 (mPGES-1) の発現を検討したところ COX-2 および mPGES-1 抗体が OLP 上皮内有棘細胞の細胞質に陽性を示した。

部科校名：歯学部

氏名：大木 秀郎

研究の結果（つづき）

続いて OLP と病変が類似する遅延型過敏症モデルマウスを作製し、*in vitro*にて病変成立に対する DC の関与を免疫組織化学的および遺伝子発現について検索を行った。

・ ODPH マウス顎下リンパ節における DC の検出

ODPH マウスにおける活性型 DC の動態を検討するために、マウス頬粘膜に 1% OXA を塗布して、48 時間後に顎下リンパ節を摘出し、DC の局所リンパ節内への集簇を Control と比較した。リンパ節の大きさは実験群と Control 群で差がみられなかった。MHC class II 抗原の指標である Ia 抗体陽性細胞は、頬粘膜で 1% OXA を塗布後は明らかにその数が増加した。局所リンパ節内における Ia 抗体陽性細胞の分布は濾胞周辺に散在してみられた。成熟型 DC マーカーである Fascin 抗体の陽性細胞数も 1% OXA 塗布後に明らかな増加を示した。Fascin 抗体陽性細胞の分布は Ia 抗体陽性細胞とほぼ同様である。一方、S-100 抗体陽性細胞は、Control と比べ増加するものの、強陽性を示す細胞は、Ia および Fascin 抗体陽性細胞と比べ少数であった。しかし陽性細胞の分布はより広範囲にびまん性に認められた。

・ ODPH マウスにおける DC 関連遺伝子の検出

ODPH マウス顎下リンパ節に集簇する DC について、CCR7 および Fascin の遺伝子発現を Real-time PCR で検討した。口腔粘膜 OXA 塗布群では、48 時間後に CCR7 および Fascin 遺伝子共に発現が有意に増加した。

・ 骨髄細胞からの成熟型 DC における PGE2 の影響

DC を検出するために S-100, Fascin, CD11b と CD11c 抗体でそれぞれ免疫染色を行い観察した。その結果、PGE2 非添加および添加群で、いずれの抗体も中型ないし大型の細胞が陽性を示した。しかし、S-100 抗体の染色強度は他の抗体に比べより弱かった。つぎに、PGE2 非添加および PGE2 添加群の骨髄細胞について、Fascin, CCR7, IL-12, IFN- α , - β , - γ の遺伝子発現を Real-time PCR で検討した結果、PGE2 添加群において、Fascin および CCR7 両遺伝子の有意な発現増加を認めた。また IL-12 と IFN- α , - β においては PGE2 非添加群で発現の増加がみられ、PGE2 添加群では前者と比較しその発現の減少が認められた。

今後さらに検討し、DC から分泌されるサイトカインや Th1 細胞への分化に関与するシグナルが解明されれば、臨床においてもこの過程をブロックし発症制御することで、将来の治療に応用可能であると考えられる。