

[平成 25 年度 関西大学若手研究者育成経費による研究の成果概要]

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	中学生の市民性の形成に関する実証的研究
研究代表者	文学部・准教授・若槻 健

研究成果の概要

本研究の目的は、国際的な認知テスト・意識調査を通じて、日本の生徒の「市民性」の実態とその形成過程を把握することである。また「市民性」を把握するための「日本版」評価指標を作成する準備として聞き取り調査を行う。

そのために、①IEA の国際調査 ICCS2009 の訳出、②「生徒調査」：中学 2 年生を対象にした市民性の認知テスト・意識調査を行い、かれらの市民性の形成度を量的・質的に把握する。認知テストと意識調査は、IEA の国際調査を参照し、比較対象とする。③「聞き取り調査」：文献のレビュー、教育研究者・実践者、政策担当者へのヒアリングを通じて、日本版「市民性」評価の指標を作成するための基礎資料を作成する。

①IEA 調査の訳出については、生徒質問紙調査、認知テストを訳出した。ICCS2009 の認知テストは、「市民の原則」「市民社会とシステム」といった法・制度に関することに加えて、「参加」「アイデンティティ」といったシティズンシップの側面も織り込んでいること、専門的な知識理解を要する難問ではなく、市民として社会に関わっていくために必要な基礎的な知識やそれを現実社会に適用していく推論・分析力であることを明らかにした。

②生徒調査については、予備的な調査として大学生を対象にした認知テストと質問紙調査を行った。解答時間や問題の選択等、実施にむけて解決しなければならない問題点が明らかになった。今後の中学生調査の実施へとつなげていきたい。

③については、文献や実践校での聞き取りを通じて、次のことを明らかにした。すなわち、人権教育にとっての市民性教育は、多様な人々の声、特にマイノリティの立場にある人々の声に耳を傾け、公共的な議論に付し、より多様な生き方が保障される社会づくりに参画していく市民を育成することである。そのためには、自己を認め、他者を認め、物事を肯定的にみる習慣を育む「あたためあう関係」は不可欠である。同時に、他者の声を受け取りそれに応答していく場として、地域住民との交流や地域社会参画型の授業は欠かせない。さらには、世の中で何とかやっていくという観点からの基礎学力の保障も欠かせないだろう。

研究成果の公開状況

- ・若槻健，市民性教育の類型化について，関西大学教育学会，2013年12月14日，関西大学
- ・若槻健，関西大学出版会，未来を切り拓く市民性教育，2014，166

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	アジア地域統合と後発 ASEAN 諸国の地場経済の発展戦略
研究代表者	経済学部・教授・後藤 健太
研究成果の概要	
<p>本研究では、東南アジアの低所得国であるラオスに注目しながら、その地域投合下における発展可能性をグローバル・バリュー・チェーンの理論的枠組みを用いて考察してきた。</p> <p>世界経済に目を向けてみると、WTO 体制の深化を背景に、90年代に入って急速に財および生産要素のグローバル化が進展し、それとともに国境を越えた生産ネットワークを特徴とした国際経済秩序が形成された。東南アジアにおいては、2015年に施行予定である ASEAN Economic Community (AEC) という制度枠組みが、その地場経済をグローバルな生産ネットワークに組み込む主要なメカニズムの一つとなると予想され、域内のモノやサービスの移動を自由化するのと同時に、労働力としてのヒトの国境を越えた移動も大幅に加速するとみられている。</p> <p>このような形の地域統合は、アジア地域を世界の成長エンジンとして不動のものにし、そこに含まれる国々の成長ポテンシャルも飛躍的に拡大させるものと考えられている。ただし、同時に国内外の格差拡大が循環的・累積的に進展するという懸念が大きいのも事実である。アジアの中でも最も所得レベルが低く、一次産業比率の高いラオスでは、特にその地方・農村経済（農村の非農業部門を含む）が直面しうる負の問題に対する関心が高い。こうした背景のなか、本研究ではラオスの農村を主体とする地場経済が、地域統合において直面する開発課題と発展可能性を明らかにしようとするものである。またその際、こうした新たな国際経済秩序の展開の前で、国家の役割と開発政策の可能性と限界についても考察する。</p> <p>本研究では、ラオスの地場経済を研究対象としたことから、現地でのフィールドワークに基づいた一次資料の収集が研究活動の中心となった。本案件の実施期間が1年であったことを勘案し、一次データの収集はラオス国立大学の協力のもと、首都ビエンチャンの農村地帯における比較的小規模なサンプル調査を、2013年5月及び9月に実施した。具体的にはラオスの比較的都市部に近い農業（米）部門の生産・流通ネットワークを明らかにしうる質問票を作成し、そこで得られたデータを分析することで、ラオスの地場産業が国際的なバリュー・チェーンにつながることでどのような影響を受けているのか、そして発展の課題がどこにあるのかを考察する。サンプル調査では、100世帯分のマイクロデータを収集できた。</p> <p>本研究課題の研究期間が1年と比較的短かったため、現段階ではまだサンプルデータの収集とその基礎的な整理を終えたばかりである。今後、このデータを加工・分析し、論文（英文）にまとめ上げ、最終的には国際学術誌に投稿予定である。</p> <p>なお、本研究の実施過程で得られた予備的な知見と過去の研究成果をもとに、平成26年度科研費の申請（申請は平成25年度中）において、すでに基盤研究（B）海外学術調査及び挑戦的萌芽研究に応募した。結果としては、前者は不採択だったものの、後者については3年間の研究課題として採択されるに至った</p>	

(研究課題：グローバル化時代の国家と企業－国際経済秩序形成とグローバル・バリュー・チェーン－、平成 26 年度～平成 28 年度)。

研究成果の公開状況

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	消防団管理に関する萌芽的研究-消防団活動の安全管理と活性化策-
研究代表者	社会安全学部・准教授・永田 尚三

研究成果の概要

【当該年度中の研究実施状況】

当該年度中に、①東日本大震災被災地（宮古市、山田町、岩泉町、田野畑村、釜石市、塩釜市、七ヶ浜町）調査及び、②全国消防本部へのアンケート調査を実施した。被災地調査では、研究協力者の姫路市消防局職員の方にも同行いただき、実務家の視点からの意見も参考にしながら調査を行った。

【本研究の成果】

本研究の成果としては、①被災地市町村における消防団管理の実態及び、②全国的な消防団管理の現状を明確に出来たことと、③問題の解決に繋がると思われる方式を明らかにしたことである。

第一に、被災地市町村では一部事務組合で消防行政を実施している市町村が多く、消防団の管理事務は個々の市町村が行っている。その結果、消防団活動の安全性の判断を安全管理の専門性を持っていない市職員が行い、そのプロセスに現場活動の専門家の助言や消防団の意見表明をする機会が含まれていなかったことが明らかになった。

第二に、全国的アンケート調査からは、全国 800 消防本部の内、35%の消防本部管内で消防団管理を個々の市町村が行っており、特に一部事務組合を結成し消防事務の共同処理を行っている地域では 70%が、消防団の管理事務を個々の市町村で行っている実態が見えてきた。

第三に、宮古地区広域行政組合の調査から、宮古市以外の地域では、組合消防職員が構成市町村の消防団管理部局の職員も併任し、消防団管理を行い併任辞令方式が採用されていることが分かった。併任辞令方式を採用することにより、消防団の安全管理のプロセスに現場活動のプロである消防職員の声を反映させることが可能である。ところが、このような併任辞令方式を採用している消防本部は、全国消防本部の 22%に過ぎない。今後、特に組合消防本部においては本方式の導入、全国的普及が重要であると思われる点を明らかにした。

研究成果の公開状況

- ・永田尚三，消防団の現状と課題－共助体制の要である消防団の衰退を食止めることは可能なのか－，武蔵野大学政治経済研究所年報，無，第7号，2013，P77-111
- ・永田尚三，行政の消防団管理の研究，日本行政学会「防災と科学部会」第2回研究会，2014年2月2日，同志社大学

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	発展途上国における持続的な防災体制構築のための実証的研究—ネパール国を事例に—
研究代表者	社会安全学部・助教・城下 英行

研究成果の概要

本研究では、発展途上国の生活様式が持つ防災力を維持しつつ、先進国が持つ防災の知恵を共有することを可能とする防災教育の実現を目指し、理論的検討ならびにネパール国カトマンズ・ダハチョーク地区をフィールドとした教育実践を行った。

理論面では、社会経済的な発展段階の違いに関わりなく、専門家と市民が協働することの意義について防災の観点から明らかにした。その上で、学習論の1つである正統的周辺参加論を基礎に、ネパール国における理想的な両者の協働のあり方について検討した。ネパール国のような発展途上国においては、災害の被害軽減のためにはハードウェアによる対策が大きな力を発揮するといえる。しかし、単にハードウェアを導入するだけでは、市民にとって防災対策がブラックボックス化してしまい、結果として専門家依存を生み出す危険性がある。防災対策がブラックボックスとならないように、ハードウェア導入の前提として住民中心の防災体制を構築する重要性を示した。

フィールドワークでは、ダハチョーク地区において発生する危険性が高い土砂災害による人的被害の軽減を目指し、雨量観測を行なう住民グループを形成した。最初にワークショップを開催し、住民による土砂災害ハザードマップ作りと現地で容易に調達できる材料を用いた簡易雨量計の作成を行った。その後、ダハチョーク地区内の9箇所に作成した簡易雨量計を設置し、住民らが日降水量の記録を行う態勢を構築した。

半年後にインタビュー調査を行ったところ、9箇所のうち8箇所で雨量観測が継続されていた。住民らは、雨量計が破損しても自ら修理を行うなどして、観測を継続していた。また、ワークショップに参加しなかった住民らの中にも、雨量観測グループの活動に興味を持ち、雨量計を自作して観測を開始した者もいるとのことであった。以上から、ダハチョーク地区においては住民中心の雨量観測態勢が構築されつつあると評価できる。

今後は、本研究で得られた成果をもとにして、住民中心の防災活動を長期的に継続するための方策と雨量観測データの避難情報への活用の方策について検討する予定である。

研究成果の公開状況

研究成果の公開状況	
-----------	--

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	経験知習得のための思考の追体験学習支援システムの開発-デザインパターンを対象にして-
研究代表者	システム理工学部・准教授・小尻 智子

研究成果の概要

経験知としてオブジェクト指向プログラミングにおける良い設計であるデザインパターンを対象とし、学習者自身で思考の追体験ができる経験知の学習支援システムを開発すると共に、その学習手法と支援方法の有効性を明らかにした。

学習手法の提案

デザインパターンとは熟練者が様々な問題を試行錯誤して経験的に生み出したソフトウェア設計の優れた設計方法の集合である。学習者がデザインパターンの意味や適用条件を深く理解するためには、デザインパターンを生み出した熟練者と同じような経験ができればよいが、実際は不可能である。そこで、学習者にデザインパターンを用いたプログラムのクラス図を試行錯誤的に変形させることで、同じ動作をするがデザインパターンを用いない代替設計のクラス図を作成させるという学習手法を提案した。代替設計は熟練者がデザインパターンを作成する過程で生成したあまり良くない設計方法とみなすことができるため、学習者に代替設計を自ら作成させることで、熟練者の体験を逆方向に追体験することとなる。

学習支援システムの構築

デザインパターンを用いたクラス図を変形することができるインタフェースを構築した。インタフェースでは、与えられたクラス図にクラスや関連を追記したり、既存のクラスや関連を削除したりできる。また、学習者がアドバイス生成ボタンを押すと、システムの保持している代替設計を生成させるようなアドバイスを提示する。アドバイスではまずヒントとしてシステムの代替設計に存在していないクラスや関連がある場合、その存在を通知する。それでも学習者が代替設計を作成できない場合は、具体的なクラス図の変更方法を指示する。システムが複数の代替設計を保持している場合は、学習者のクラス図と相違が一番小さい代替設計へ誘導するようにした。

学習手法と学習支援システムの有効性の検証

評価実験の結果、システムによるクラス図間の相違の特定方法は、人間が意識する相違に対して妥当であるとの結果が得られた。また、学部生・院生を被験者として実施した学習手法の有効性に関する評価実験の結果では、システムを利用することでデザインパターンにおける特徴的なクラスの役割を適切に説明できるようになった被験者が増加した。また、アンケート結果より、本学習手法の意義を多くの被験者が実感したことが明らかになった。

研究成果の公開状況

・大江洋希, 小尻智子, 瀬田和久, 別解作成に基づいたデザインパターン学習における学習者の別解特定機構の構築, 情報処理学会第76回全国大会, 2014年3月13日, 東京電機大学

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	高性能ダウンフロー式熱交換器の除熱限界に関する研究
研究代表者	システム理工学部・助教・網 健行

研究成果の概要

多くの沸騰関連機器を設計する際に、限界熱流束は設計限界をあたる非常に重要なパラメータの一つとなる。そのため、限界熱流束に対しては多くの知見が得られているが、これまで下降流を対象とした研究はあまり多くなく、それが現状である。蒸発管内で下降流が発生すると、流動条件によっては、液と蒸気が対向する複雑な流れが形成される。そのため、流れの様相に強く依存する限界熱流束は発生機構そのものも複雑となり、これまでの研究で得た知見は、下降流動場に一律に適用できない。本研究は垂直下降流を対象とした限界熱流束実験を行い、系統的なデータを蓄積するとともに、限界熱流束発生機構の解明を試みるものである。

本実験で用いた実験装置は、作動流体をイオン交換水とする強制流動沸騰ループであり、リーザーバタンク、ポンプ、ローターメーター、プレヒーター、タービンフローメーター、テストセクション、セパレーターから構成される。テストセクションは内径 15mm、外径 17mm、加熱長さ 400mm のステンレス製の円管であり、交流の直接通電により等熱流束加熱を行った。実験条件は系圧力 0.3MPa、入口流体温度 60°C、質量流束 30～240kg/m²s である。

本研究では、垂直上昇流と垂直下降流の限界熱流束実験の結果を比較・検討することにより、以下の結果を得た。質量流束が低い条件では、管内は入口側まで蒸気が逆流しているが、テストセクション圧力損失は落ち着いている。これらのことから管内では非常に安定した流下液膜が形成され、液膜ドライアウト型の限界熱流束が発生する。したがって、管最下流部で温度逸走が生じる。これよりも質量流束が増加した条件では、テストセクション圧力損失は変動幅が大きく、時折蒸気が上部まで逆流していることから、フラッドイングが発生したものと考えられる。これにより液供給が阻害されるため、下流部で温度逸走が生じる。そして最も質量流束が高い条件では蒸気の逆流はみられないが、限界熱流束発生位置での局所熱平衡クオリティをみると、0 付近の低クオリティあるいはサブクール域で限界熱流束に達している。これらのことから、発生した蒸気の停滞により局所的な液供給の制限が発生するため、管中央部で温度逸走が発生した。

以上のように、本実験により得た結果により、まずは垂直下降流における限界熱流束を発生機構ごとに分類することが可能となり、重要な知見の蓄積につながったものと考えられる。

研究成果の公開状況

- ・原田貴之，網健行，梅川尚嗣，小澤守，伊藤大介，齊藤泰司，垂直下降流における限界熱流束，一般社団法人日本機械学会 関西学生会 学生員卒業研究発表講演会，2014年3月17日，大阪府立大学
- ・原田貴之，藤吉翔太，網健行，梅川尚嗣，小澤守，伊藤大介，齊藤泰司，垂直下降流における限界熱流束

の分類, 一般社団法人 日本機械学会 動力エネルギーシステム部門 第19回 動力・エネルギー技術シンポジウム, 2014年6月26日, 福井県福井市

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	フレキシブル吸盤型ロボットハンドの開発
研究代表者	システム理工学部・助教・高橋 智一
研究成果の概要	
<p>流通業界では搬送や組立作業にロボットハンドが用いられている。工場では多様な形状・大きさ・重さをした物体を把持する必要がある。一般的に使用されている真空吸着グリッパは他のロボットハンドに比べ、把持力が高い、制御が容易、低コストという利点がある。しかし、このグリッパは柔軟性が低いため曲面の把持ができない。そこで様々な形状をした複数の物体を単一のハンドで把持するには、複数のグリッパを物体に合わせて配置する必要がある。したがって工場内では把持対象物の数に合わせてハンドを作製、保管しなければならない。単一もしくは数種類のハンドによって把持することができれば、産業的に非常に有用となる。</p> <p>そこで本研究ではタコのように柔軟に物体を把持できるハンドを提案した。このハンドは従来と同様に真空ポンプを使用するが、ハンドが柔軟であるため物体形状に沿わせて把持が可能である。ただし従来のハンドでは吸盤を通して外界の空気を吸引していた。そのため吸盤毎にセンサによって圧力を計測しバルブ制御する必要があった。しかし本研究では吸盤が膜によって仕切られているので外界の空気を吸引しないので、各吸盤を個別に制御する必要がない。これは仮にハンドにある複数の吸盤のうち、一部が密着できなくても圧力低下が起きないためである。したがって、このハンドを用いれば高度な制御が必要ない。</p> <p>申請者らは申請前に直径 6mm の吸盤をもつロボットハンドを作製し、3.5kg の平板や直径 38mm、0.8kg の瓶などの把持に成功している。しかし、数 mm の凹凸をもつ物体を把持することができなかった。本申請では以下の性能を持つロボットハンドを目標とした。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 10mm の段差、10mm の曲率半径を有する対象物をそれぞれ把持する。 2) 吸着力は 12N (1.2kgf) ，ただし、到達真空度を - 80kPa の真空ポンプを用いたときとする。 <p>ハンドの大きさは 40mm×40mm×1mm とし、吸着圧力は 60kPa (真空ポンプの到達真空度の 60%) を目指す。以上の目標を達成するため、直径 500 μm と微小な吸盤を格子状に並べることを計画した。これを実現するため、MEMS 技術を用いハンドを作製した。しかし、作製した吸盤は機能せず、平板の把持もできなかった。これは吸盤の直径が小さいため、吸盤膜が変形しないため吸着力が得られなかったと考えられる。そこで吸盤直径を 6mm に戻すが、ハンドの柔軟性をさらに高めることにより、段差に対応できるようにした。ハンドの柔軟性の向上には、1) 従来よりもヤング率の低いシリコーンゴムを用いる、2) ハンドの外形を円柱から半球に変更した。これにより 4mm の段差をもつ物体の把持に成功した。より高い段差を把持するにはハンドの柔軟性をさらに高める必要があると考えられる。また最大吸着力は 26N (2.65kgf) と高い値を示した。また曲面を持つ物体 (たとえば前述の 0.8 kg の瓶) には過去に作製したハンドよりも吸着する確率が高く、安定した把持が可能となった。</p>	

研究成果の公開状況

- ・ 高橋智一、菊池智史、鈴木昌人、青柳誠司，タコの吸盤を模倣した真空吸着グリッパの開発，精密工学会誌，有，79，2013，970-971
- ・ 菊池智史、高橋智一、鈴木昌人、青柳誠司，タコを模倣した真空吸着グリッパの作製，第19回日本ロボット学会学術講演会，2014年3月15日，兵庫
- ・ 新産業創造研究機構主催 大学の研究と中小企業のマッチングフェアにて本研究について講演（2013年11月15日）

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	微量軽元素による非鉄金属疲労特性の「鉄鋼化」計画
研究代表者	システム理工学部・准教授・高橋 可昌
研究成果の概要	
<p>非鉄金属は、鉄鋼材料とは異なり、明確な疲労限度（疲労寿命線図上の折れ点）を示さない。非鉄金属に対して疲労限度を付与できれば、長期信頼性が必要とされる機械構造体の基幹材料として非鉄金属の用途は拡大し、省エネルギー化への貢献は極めて大きい。このような目標を達成するには、大きく分けて(i)疲労限度発現の微視的メカニズム解明、(ii)この知見を利用した疲労限度を持つ非鉄金属合金の開発、を遂行する必要がある。</p> <p>本研究（単年度計画）では、当初予定よりも踏み込んで、これらのいずれにも着手した。報告者は、疲労限度の存在は「ひずみ時効能の有無」「繰返しすべりモード（疲労亀裂進展形態）」と強い相関があると仮定し、非鉄金属の代表であるアルミニウム合金（6061合金）に微量元素（マグネシウム）を添加した新合金を作製した。</p> <p>本合金の高サイクル疲労特性を調査したところ、微小な人工欠陥（表面孔）を有する試験片には、微小亀裂の停留および明確な疲労限度が出現した。さらに、この試験片にはコーキング現象（時間依存型の疲労強度向上現象）が存在することが明らかになった。従来、これらの現象は鉄鋼材料に特有のものとされてきたことから、極めて興味深い。微量元素の添加によってサブミクロンスケールでの繰返しすべりモードの優位な変化が観察され、微小亀裂停留を引き起こしている可能性が示唆された。一方、微小亀裂先端の局所領域を対象にWDS分析を実施したが、添加元素の偏析は（10ppmオーダーの検出精度内では）観測されず、ひずみ時効説（添加元素による局所強化機構）を直接的に証明するには至らなかった。また、試験片表面を鏡面仕上げした場合、上記の特異現象は認められなかったことから、疲労限度の発現には形状因子（力学因子）も強く関係していることが示唆された。</p> <p>以上のように、限定的ながらも、非鉄金属に疲労限度を付与できる可能性を示したことは意義深い。今後、より精度の高い分析手法を適用して疲労限度（停留亀裂）発現とひずみ時効説の関係を詳細に検証すると共に、新たな事項（形状因子）を検討項目に加え、より一般性の高い疲労限度テクノロジーへと発展させていくことが望まれる。</p>	
研究成果の公開状況	
<ul style="list-style-type: none"> ・ Y.Takahashi,H.Yoshitake,T.Shikama,H.Noguchi,M.Takuma, Giga-cycle property of a new age-hardened aluminium alloy containing excess solute magnesium, Key Engineering Materials, あり, 577-578, 2014, 293-296 ・ Y.Takahashi,H.Yoshitake,R.Nakamichi,T.Wada,M.Takuma,T.Shikama,H.noguchi, Fatigue limit investigation of 6061-T6 aluminium alloy in giga-cycle regime (投稿中, H26年度中に公表予定), Materials Science and Engineering A, あり ・ 宅間正則, 原田直樹, 齋藤賢一, 脇田昌志, 松井淳基, 高橋可昌, A6061合金の疲労過程でのAE特性に関する 	

る研究－結晶粒径の影響－，第 19 回 AE 総合コンファレンス，2013.12.5，関西大学

・中道亮太，高橋可昌，宅間正則，志鎌隆広，野口博司，A6061-T6 合金の超音波疲労下における疲労限度の発現，日本機械学会関西支部第 89 期総会・講演会，2014.3.19，大阪府立大学

・和田拓也，高橋可昌，宅間正則，志鎌隆広，野口博司，高強度アルミニウム合金のギガサイクル領域における疲労限度機構，日本機械学会関西学生会，2014.3.17，大阪府立大学

・川田祐司，高橋可昌，宅間正則，志鎌隆広，野口博司，高強度アルミニウム合金の高サイクル疲労特性に及ぼす添加元素の影響，日本機械学会関西学生会，2014.3.17，大阪府立大学

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	標的分子を認識してシグナル応答する新規 MRI プローブの設計
研究代表者	化学生命工学部・助教・河村 暁文

研究成果の概要

本研究では、分子に応答してコントラストが変化する核磁気共鳴イメージング (MRI) プローブの基本設計の確立を目的として、内分泌かく乱化学物質の疑いのあるビスフェノール A (BPA) に応答して粒径変化するゲル微粒子の合成とゲル微粒子へ導入可能なアクリロイル基を有する Gd キレート剤 (アクリロイル化ジエチレントリアミン 5 酢酸 : アクリロイル化 DTPA) の合成について検討した。

まず、Gd をゲル微粒子に導入するためのアクリロイル化 DTPA の合成について検討した。Wang Resin を用いて 4 段階の反応により DTPA のモノアミノ化を行った。その結果、収率 77% でモノアミノ化 DTPA を得ることができた。しかし、アクリロイル基を導入した DTPA を高収率で単離することは困難であった。今後は、アクリロイル化 DTPA を高収率で単離するために、樹脂担体上での DTPA へのアクリロイル基の導入法の検討が望まれる。

次に、BPA に応答するゲル微粒子の合成について検討した。既報を参考に合成したアクリロイル化 CD と N-イソプロピルアクリルアミド (NIPPAAm) , N,N'-メチレンビスアクリルアミドとの沈殿重合により CD 含有ゲル微粒子を合成した。重合条件の最適化により、均一な粒径分布を有する CD 含有 PNIPAAm ゲル微粒子の合成に成功した。その粒径は CD 含有率に依存し、CD 含有率の増加に伴って粒径が増大することが明らかとなった。また、モノマーとして N,N'-ジエチルアミノエチルメタクリレート (DEAEMA) を用いた無乳化剤乳化重合によって均一な粒径分布を有する CD 含有 DEAEMA ゲル微粒子が合成できることも明らかにした。得られたゲル微粒子に BPA を添加したところ、いずれのゲル微粒子も BPA に応答してその粒径が減少した。しかし、CD を含まない DEAEMA ゲル微粒子は BPA 存在下で粒径が変化しなかったのに対して、PNIPAAm ゲル微粒子は BPA 存在下で粒径が減少することが明らかとなった。これは、疎水性の BPA と PNIPAAm 鎖との疎水性相互作用によるものと考えられる。以上の結果から、CD 含有 DEAEMA ゲル微粒子は CD を認識して粒径が減少することが明らかとなった。

研究成果の公開状況

- ・ A. Kawamura, S. Ueno, T. Uragami, T. Miyata, Preparation of Smart Gel Particles that Recognize an Intracellular Environment, International Symposium on Smart Biomaterials, 2014 年 3 月 24 日～2014 年 3 月 25 日, NIMS, Tsukuba, Japan
- ・ A. Kawamura, Y. Hata, T. Uragami, T. Miyata, Synthesis of Biomolecule-responsive Bioconjugated Gel Particles for Biomedical Applications, The 247th ACS National Meeting & Exposition, 2014 年 3 月 16 日～2014 年 3 月 20 日, Hyatt Regency, Dallas, Texas, USA

・上野峻佑, 河村暁文, 浦上忠, 宮田隆志, 細胞内ドラッグデリバリーキャリアへの応用を目指した二重刺激応答性ゲル微粒子の合成, 第 18 回関西大学先端科学シンポジウム, 2014 年 1 月 23 日~2014 年 1 月 24 日, 関西大学 100 周年記念会館, 吹田

・鶴田一弘, 白木裕介, 河村暁文, 川野竜司, 浦上忠, 宮田隆志, 内分泌かく乱化学物質に対する認識能を有するマイクロゲルの開発とマイクロシステムへの応用, 第 18 回関西大学先端科学技術シンポジウム, 2014 年 1 月 23 日~2014 年 1 月 24 日, 関西大学 100 周年記念会館, 吹田

・河村暁文, 上野峻佑, 浦上忠, 宮田隆志, 生体環境を認識して応答する刺激応答性ゲル微粒子の合成とその応答挙動, 第 25 回ゲル研究討論会, 2014 年 1 月 22 日~2014 年 1 月 23 日, 東京大学 山上会館, 東京

・河村暁文, 秦佑太, 浦上忠, 宮田隆志, 標的分子を認識して迅速に粒径変化する刺激応答性ゲル微粒子の合成とその応答挙動, 第 51 回高分子と水に関する討論会, 2013 年 12 月 9 日, 東京工業大学 大岡山キャンパス, 東京

・ A. Kawamura, T. Miyata, John Wiley & Sons, Inc. , Biologically Stimuli-responsive Hydrogels: In Intelligent Stimuli-responsive Materials: From Well-defined nanostructures to Applications (ed. Q. Li) , 2013, 486

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	企業の国外離脱と租税条約による規制
研究代表者	会計研究科・准教授・中村 繁隆
研究成果の概要	
<p>1、 <u>具体的な内容</u></p> <p>わが国の法人インバージョン(corporate inversion. 以下、「インバージョン」という)に対する規則は、租税特別措置法 66 条の 9 の 6 等に定める国内法による片務的規制である。一方、アメリカは国内法による片務的規制だけでなく、租税条約による双務的規制も有する。具体的には、2004 年のアメリカ - バルバドス租税条約、及び、アメリカ - オランダ議定書、2006 年のアメリカモデル租税条約、2010 年のアメリカ - ハンガリー租税条約の各改訂に散見される。アメリカはこれらの改訂を通じて、インバージョン対策として条約便益制限条項(Limitation on Benefit Clause. 以下、「LOB 条項」という)に管理支配テスト(management and control test)を導入した。管理支配テストは、公開取引テスト(publicly traded test)と呼ばれるテストにおいて、ある会社がその居住地国に「実質的な存在(substantial presence)」を有することを要求するテストである。管理支配テストは、先行研究で片務的規則として有効であると指摘されているが、執行上の問題から片務的規制では使用しづらいと指摘されていた。そこで、アメリカは同テストをあくまで双務的規制の局面で使用している点に特徴がある。この方法は、わが国現行法ともうまく整合できそうであり、わが国にとっても有効な双務的規制となりうると考えられる。</p> <p>2、 <u>意義</u></p> <p>インバージョンに関するわが国の先行研究では、国内法による片務的規則については数多く論じられてきているが、租税条約による双務的規則については見当たらず、また、LOB 条項との関係でインバージョンを論じたものも見当たらない。本研究は、これらの点で新規性を有しており、研究の意義が認められる。</p> <p>3、 <u>重要性</u></p> <p>わが国の法人実効税率の高さは、アメリカに次いで世界第 2 位であるから、アメリカと同様、インバージョン対策はわが国にとっても喫緊の課題である。今後、わが国が租税条約の締結や改定を行う際には、インバージョン対策に配慮した LOB 条項の導入や見直しが必須の考慮要素になると考えられる。</p>	
研究成果の公開状況	

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	DDS 材料を目指したナノゲル骨格を有するリポソームの設計
研究代表者	先端科学技術推進機構・PD・高橋 明裕
研究成果の概要	
<p>本研究は、DDS 用材料の一つとしてよく知られる細胞膜を模倣した脂質集合体であるリポソームの物理的安定性の向上と、薬物徐放性の付与を目的として行った。その結果、骨格となるアルキル基導入ナノゲルに成功した。このナノゲルを用いてナノゲル骨格リポソームを調製した結果、ナノゲルが崩壊してリポソームと複合化した可能性が見出された。期間全体における達成度は 60%であった。各検討事項の達成度を以下に示す。</p> <p>i : ナノゲルを内水層骨格として用いたリポソームの構造安定化</p> <p>(1) オリゴ乳酸結合多糖の合成 (ナノゲル調製のベースポリマーの合成) (達成度 : 100%)</p> <p>アルキル基導入デキストランを合成し、デキストラン 1 分子中に 20 分子アルキル基を導入した目的物が定量的に得られた。このアルキル基導入デキストランにオリゴ乳酸を導入し、1 分子中にオリゴ乳酸が 5 分子導入されたアルキル基導入オリゴ乳酸結合多糖を収率 93%で得た。</p> <p>(2) ナノゲルを骨格としたリポソームの調製 (達成度 : 80%)</p> <p>前項で得たポリマーを用いて透析法によりナノゲルを調製し、凍結乾燥して白色粉末を収率 80%で得た。乾燥脂質フィルムを調製し、そこにナノゲルを再分散したリン酸バッファーを添加し、超音波を照射してナノゲル骨格リポソームを調製した。粒子径を測定した結果、100 nm 程度の粒子径であり、ナノゲル単体 (260nm) よりも小さい結果であった。この溶液を大気中で AFM 観察した結果、粒子は観察されず脂質膜と考えられる像が観察された。</p> <p>(3) ナノゲルを骨格としたリポソームの安定性評価 (達成度 : 70%)</p> <p>前項で得たリポソーム溶液を凍結乾燥して再分散したところ、大きな凝集が見られリポソームの安定性向上は見られなかった。</p> <p>ii : ナノゲル骨格リポソームの標的細胞中における薬物徐放挙動の検討</p> <p>(4) 制癌剤内包ナノゲル骨格リポソームの細胞評価 (達成度 : 0%)</p> <p>前項まででナノゲル骨格リポソームが得られず、検討に至らなかった。</p>	
研究成果の公開状況	
<ul style="list-style-type: none"> • Akihiro Takahashi, Masaya Umezaki, Yasuyuki Yoshida, Akinori Kuzuya, Yuichi Ohya, A macromolecular prodrug-type injectable polymer composed of poly(depsipeptide-colactide)-g-PEG for sustained release of drugs, <i>Polymers for Advanced Technologies</i>, 有, 未定, 2014, 未定 • Akihiro Takahashi, Yuta Ozaki, Akinori Kuzuya, Yuichi Ohya, Impact of Core-Forming Segment Structure on Drug Loading in Biodegradable Polymeric Micelles Using PEG-b-Poly(lactide-co-depsipeptide)Block Copolymers, <i>BioMed</i> 	

Research International, 有, 一, 2014, 1-10

・ Akihiro Takahashi, Masaya Umezaki, Yasuyuki Yoshida, Akinori Kuzuya, Yuichi Ohya, The effects of molecular structure on sol-to-gel transition of biodegradable poly(depsipeptide-co-lactide)-g-PEG copolymers, Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 有, 25, 2014, 444-454

・ 高橋 明裕, 葛谷 明紀, 大矢 裕一, 細胞内トラフィック制御による薬物配送を目指した還元的環境下で崩壊するオリゴ乳酸グラフト化デキストランナノゲル, 第 35 回日本バイオマテリアル学会大会, 2013 年 11 月 26 日, タワーホール船堀(東京)

・ 北村 拓朗, 高橋 明裕, 葛谷 明紀, 大矢 裕一, 中島 祐, 龔 劍萍, 組織工学的応用を目指した生分解性ダブルネットワークゲルの調製, 第 35 回日本バイオマテリアル学会大会, 2013 年 11 月 26 日, タワーホール船堀(東京)

・ 吉田 泰之, 高橋 明裕, 葛谷 明紀, 大矢 裕一, 両親媒性生分解性ブロック共重合体の温度応答型ゾルーゲル転移挙動に及ぼす荷電基および静電相互作用の影響, 第 35 回日本バイオマテリアル学会大会, 2013 年 11 月 25 日, タワーホール船堀(東京)

・ 熊谷 泰起, 高橋 明裕, 葛谷 明紀, 大矢 裕一, PEG および多糖類からなるグラフト共重合体のステレオコンプレックス形成によるヒドロゲルの調製, 第 35 回日本バイオマテリアル学会大会, 2013 年 11 月 25 日, タワーホール船堀(東京)

・ Akihiro Takahashi, Akinori Kuzuya, Yuichi Ohya, Biodegradable Oligo(lactide)s-grafted Dextran Nanogels Collapsing under Reductive Condition for Intracellular Traffics Controlled Drug Delivery, NMMS2013, 2013 年 10 月 8 日,9 日, 東京大学本郷キャンパス(東京)

・ Takuroh Kitamura, Akihiro Takahashi, Akinori Kuzuya, Yuichi Ohya, Tasuku Nakajima, Jian Ping Gong, Preparation of Biodegradable Double Network Gel for Application in Tissue Engineering, NMMS2013, 2013 年 10 月 8 日,9 日,東京大学本郷キャンパス(東京)

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	天神橋筋商店街における災害脆弱性とレジリエンスの検討
研究代表者	社会的信頼システム創生センター・PD・安部 美和
研究成果の概要	
<p>平成 24 年度に実施した高齢化率の算出に加え、本年度は平成 22 年度国勢調査の結果をもとに、高齢化率だけではないリスクについても分析を加えた。追加した項目は、昼夜間人口比率、平均年齢、単身世帯の割合である。その結果、昨年までの研究で脆弱性が高く示された地域をより重層的に捉えることができ、下記 2 点が示された。</p> <p>①昼夜間人口比率および平均年齢の高い地域が、大阪駅周辺に集中している。このことから災害発生時の時間帯によって、対応が全く異なるエリアが示された。</p> <p>②単身者割合の高い地域は、区の南側に位置している。逃げ遅れの把握に困難をきたす、避難所での孤立が予測される。</p> <p>上記のことより、大阪駅周辺では昼間の企業の防災対策への参加方法の検討や夜間人口減となった場合の対策を行政と講じる必要があり、また、区の南側では単身者の情報収集を実施できるシステムの構築が必要であるといえる。特に今年度の研究で予定していた天神橋筋商店街界隈は、こうした単身者割合が高い地域が隣接する場所になっているため、商店街でのイベントや活動に参加できる仕組みを検討することで巻き込みを図れる可能性が示唆される。しかし、商店店主への聞き取りでも聞かれたように、店主自身がこの地域に居住することをやめ、他地域から通っているケースが多い。天神橋筋商店街も例外ではなく、現在も居住している店主の多くが 65 歳以上の高齢者ばかりという実態である。従来からのつながりは保てるが、新規のつながり形成にはいたりにくいという課題が明らかになった。</p> <p>本研究は、平成 26 年 1 月までの調査研究にとどまった。そのため、当初予定していた商店経営者へのフォーカスグループディスカッションは実施していない。天神橋筋商店街が位置する地域の脆弱性について、昨年度の結果に新たな分析結果を加え災害対応に関する知見を示したが、地域のレジリエンスの検討に至ることはできなかった。</p>	
研究成果の公開状況	
<ul style="list-style-type: none"> ・安部美和, 都市におけるマンション居住と震災時の高層階避難困難者の検討—大阪市帰宅における居住階層別高齢化率の可視化—, 自然災害科学, 有, 32-4, 2014, 323-336 ・安部美和, 都市における居住形態を反映した高齢化率の算出, 国際ガバナンス・カンファレンス: ローカルガバナンスの現代的課題, 平成 26 年 5 月 16 日, 熊本大学奥窪記念ホール ・安部美和, Vulnerability between Residence Height and Aging Rate in Urban Area - A Case of Osaka, Japan -, 5th International Disaster and Risk Conference IDRC 2014, 平成 26 年 8 月 26 日 (予定), ダボス (スイス) 	

申請区分	個人研究(研究期間 1年)
研究課題	集落景観からみる東アジア的世界観－沖縄本島を事例として－
研究代表者	アジア文化研究センター・PD・松井 幸一
研究成果の概要	
<p>本研究では沖縄本島を調査対象地として集落景観に具現化される東アジア的世界観の検証をおこなった。名護市仲尾次・稲嶺の両集落を対象とした調査では衛星写真や空中写真，地質図，字図などを用いながら GIS を利用してリモートセンシングによる集落の立地場所の検討をおこなった。その結果，両集落ともに後背部に山があり前面に海があるという風水思想の「背山臨水」の適地であり，自然条件を巧みに利用した立地であることが明らかとなった。また稲嶺集落を対象とし 1857 年におこなわれた風水見分の記録『久米村神山里之子親雲上様式ヶ村風水見分之時諸事日記』の分析をおこなった結果，家屋や門の位置，家屋構造，街路の形状などについて詳細に指示されていることから当時の集落が風水思想に適うように指向されていることが明らかとなった。しかしその一方で，家屋の建築様式・構造，魔除けの空間分布の現地調査からは実際の集落景観を大きく規定する家屋の向きが集落聖地の位置に強く影響されていることが明らかとなるとともに，魔除けである石敢當は両集落ともに偏在することなく分布していたが，集落の形成過程からみると集落の主軸となる街路により多く分布していることを確認できた。したがって本研究からは沖縄本島の集落景観は単に一つの思想から構築されるのではなく，土着の集落形成の思想と伝統的地理観に，東アジア一帯に普及する風水思想が組み合わさって複層的に構築されていること，魔除けなどの構造物が伝統的地理観の残存を空間的に考察する際の具体的な指標となることを示すことができた。</p> <p>これらの成果の一部は IGU2013 KYOTO RESIONAL CONFERENCE にて発表をおこない，「琉球における集落形成思想と伝統的集落景観」として森隆男編『住まいと集落が語る風土』に執筆した。また本研究では集落内街路を同一基準で撮影し，デジタル処理することによって集落景観を客観的な指標から分析することもおこなっている。今後はこの考察を通じて東アジアに共通する集落景観の複雑性を明らかにする予定である。</p>	
研究成果の公開状況	
<ul style="list-style-type: none"> ・松井幸一，伝統的集落景観における複雑性の考察－沖縄本島北部を事例として－，野間晴雄編『東アジア沿海科研論集』，無し，2014，未定 ・松井幸一（分担執筆），関西大学出版会，『住まいと集落が語る風土』，2014，336 頁 	

[平成 25～26 年度 関西大学若手研究者育成経費による研究成果の概要]

申請区分	共同研究(研究期間 2年)
研究課題	最適失業保険の効率性とモラル・ハザードについての経済実験
研究代表者	経済学部・教授・小林 創
研究分担者	経済学部・准教授・稲葉 大

研究成果の概要

本研究ではまず当該領域における理論的な先駆的研究である Hopenhayn and Nicolini(1997)を簡略化したモデルを構築し、実験を実施する。これにより Hopenhayn and Nicolini(1997)で提示された最適な失業保険がクラウド上で再現される実験においても失業保険制度がない場合に比べ、経済効率性が高くなるかを検証した。結果的には、失業保険のあるなしにかかわらず、被験者は同程度の努力投入を行うという事実を観察した。こうした結果が起こった背景として考えられるのが、最適な失業保険制度は失業期間の増加とともに、微少額ずつスムーズに上昇するという構造を持っているために、追加的な 1 期間の努力投入を調整するという手間に見合わないということがあると推測される。

さらに、こうした繰り返しモラルハザード問題についての実験をクラウド上で行うにあたって、次のような 3 つの問題を解決した。第 1 に、被験者の職探しの努力費用の推定の問題がある。努力費用の水準は被験者ごとに異なり、かつ、連続的に変化するものである。また、その水準は観察者である研究者が直接観察することはできない。そのため、ウェブ上でスライドバーの操作をする作業を複数用意し、それについての費用の大きさをすべての作業について記入し、その後ランダムにどれか一つの作業が選ばれ、実際にその作業を実施するというメカニズムを設計することで、真実告白を担保しながら、一人の個人から

多くのデータを得るという方法を開発した。第 2 に、本研究における職探しには不確実性が伴うため、各個人の不確実性についてのリスク回避度を計測する必要がある。これについては、Holt(2004)によって提示された方法を用いており、その追実験となっている。つまり、複数の 2 つのギャンブルの組を用意して、それぞれどちらが良いかあらかじめ被験者に選ばせた後、ランダムにどの組を実行するかということと、

その組のうち被験者が選んだ方のギャンブルを実際に実行するという方法で、個人のリスク回避度を質的応答モデル (Quantal Response Model) を用いて推定した。第 3 に、上記二つの基礎実験および失業保険についての本実験をクラウド上で実施する上でいくつかの問題を解決した。たとえば、クラウド上で実験を行うにあたっては、通常の実験室実験と異なり、学歴、収入等の被験者の属性が多様で、行動の統制が困難な点がある。これらを解決するにあたり、実験インストラクションに実施する理解度テストを通じて被験者の適切な選抜を実施し、さらに実験での謝金額をパイロット実験を数回実施することで、調整を図った。

研究成果の公開状況

・小林 創、Information Accumulation in Repeated Games with Imperfect Monitoring、経済学セミナー、2014年11月21日、日本大学

申請区分	共同研究(研究期間 2年)
研究課題	マイクロピペットを用いた単軸引張によるヒト赤血球の変形能評価
研究代表者	システム理工学部・准教授・田地川 勉
研究分担者	システム理工学部・准教授・山本恭史 藍野大学・医療保健学部・講師・郡 慎平

研究成果の概要

研究成果

赤血球はごくわずかな応力により容易に変形することができ、自身の大きさよりも小さい毛細血管内をスムーズに変形して流れることができる。赤血球の変形能の低下は血液循環機能の低下を引き起こすため高血圧や各種循環器病の原因となる。このため赤血球の変形能を知ることは極めて重要であるが、その定量的な評価方法は未だ確立されていない。本研究では、変形能評価指標として、単軸引張における赤血球の見かけのヤング率と形状回復時定数の同時評価を提案しており、これら2つの物理的パラメータをほぼ同時に同一血球に対して測定することで、互いの関係について調べた。

実験では図1に示すように2本のマイクロピペットで赤血球両端から単軸引張ひずみを与え、その時の引張応力を測定することで、フックの法則から見かけのヤング率を算出した。そして引張から解放されて元の形状に回復する過程において経過時間とひずみを測定し、標準線形固体モデルを基に、形状回復時定数を求めた。

その結果、計測した全赤血球サンプルについて、図2に示すようにその見かけのヤング率と形状回復時定数は共に、対数正規分布を示していた。一般的に、赤血球の直径や体積などの大きさの指標が対数正規分布を示し、これは赤血球の加齢の影響と考えられていることから、見かけのヤング率と形状回復時定数共に、加齢の影響を受けていることが示唆された。これらの物理指数が対数正規分布であるとした時の最頻値を示す幾何平均値は、見かけのヤング率が16.0 Pa、形状回復時定数が113.4 msであり、特にヤング率については細胞骨格を有する様な一般的な細胞のそれと比べると極めて小さな値を示していることがわかった。次にグルタルアルデヒドを用いて膜を硬化させた赤血球を対象に、見かけのヤング率測定を行った結果、硬化度合いの上昇に伴い見かけのヤング率は上昇した。これらの結果を基に、見かけのヤング率と形状回復時定数の関係をまとめたところ、図3に示すように力学的に予想される反比例関係が示唆された ($R^2=0.794$)。決定係数が十分に高くない原因として形状回復時定数が赤血球の粘性特性の影響も加味されているとが原因と考えられた。このことから更にサンプル数を増やすことで、両者の関係がより明確になると予測される。

共同研究の実施体制

研究代表者の田地川勉（システム理工学部機械工学科）と分担者の山本恭史（システム理工学部機械工学科）、郡慎平（藍野大学医療保健学部臨床工学科）および研究協力者の関西大学 流体工学バイオメカニクス研究室 大学院生数名により実施し

た。郡が実験を、山本が画像処理を担当し、田地川がそれらを総括し、週1回の報告会によって、各作業の進捗や問題点を常に共有し、フィードバックをかけた。これにより、通常非常に時間を要する実験および画像解析を、短時間で終わらせることが出来るシステムを構築でき、マイクロピペットを使った実験としては非常に多くの血球サンプルを対象とした実験・解析が可能となった。

研究成果の公開状況

- ・ 郡慎平、加藤陽介、田地川勉、山本恭史、板東潔、単軸引張によるヒト赤血球の変形能の測定－見かけのヤング率と形状回復時定数の測定－、生体医工学、有、53(1)、2015、印刷中
- ・ 田地川勉、可視化による赤血球変形能の定量評価：形状回復時定数を使った個々の血球の粘弾性特性の測定、可視化情報、無、34(134)、2014、114-119
- ・ 増田豊行、田地川勉、光ピンセットを用いた赤血球の粘弾性特性の測定、日本機械学会関西支部 第90期定時総会講演会、2015/3/15、京都大学桂キャンパス
- ・ 永井勇大、郡慎平、田地川勉、板東潔、山本恭史、大友涼子、加藤陽介、単軸引張試験によるヒト赤血球の見かけのヤング率の測定－膜硬化の影響－、日本機械学会第27回バイオエンジニアリング講演会、2015/1/9、新潟朱鷺メッセ
- ・ 能田卓弥、田地川勉、池本敏行、田窪孝行、マイクロチャンネル法によるヒト赤血球形状回復時定数の測定－赤血球変形能に対する糖尿病の影響－、日本機械学会第27回バイオエンジニアリング講演会、2015/1/9、新潟朱鷺メッセ
- ・ 郡慎平、加藤陽介、田地川勉、山本恭史、板東潔、単軸引張によるヒト赤血球の変形能の測定－見かけのヤング率と形状回復時定数の測定－、生体医工学シンポジウム2014、2014/9/26、東京農工大学小金井キャンパス
- ・ Tsutomu Tajikawa、Maki Kubota、Takuya Nota、Toshiyuki Ikemoto、Takayuki Takubo、Measurement of erythrocyte deformability as a visco-elastic properties by micro-channel technique(Influence of MCV, MCHC and glycation on relaxation time)、7th World Congress of Biomechanics、2014/7/10、アメリカ・ボストン
- ・ 能田卓弥、田地川勉、池本敏行、田窪孝行、マイクロチャンネル法によるヒト赤血球変形能の評価（糖尿病患者における血液検査値と形状回復時定数の関係）、第37回日本バイオレオロジー学会年会、2014/6/5、大宮ソニックシティビル

申請区分	共同研究(研究期間 2年)
研究課題	低環境負荷材料 CZTS を用いたナノワイヤ太陽電池の形成と評価
研究代表者	システム理工学部・准教授・清水 智弘
研究分担者	室蘭工業大学・助教・埴田 芳広 先端科学技術推進機構・特任研究員・原 安寛
研究成果の概要	
<p>本研究では低環境負荷太陽電池材料 CZTS の高エネルギー変換効率化を目指し、ナノワイヤ状に形成した CZTS を光吸収層とした太陽電池の作製・評価を試み、さらにはナノワイヤの形状や密度などを制御することで、ナノワイヤ太陽電池の高効率への指針を得ることを試みた。</p> <p>H25 年度にはナノワイヤ化に先立ち、薄膜での CZTS の作製条件や硫化熱処理上の検討を行った。これまで硫化熱処理では、危険ガスである硫化水素ガスなどが硫化源として用いられてきたが、本研究で初めて取り扱いが比較的容易な硫化炭素を硫化源として CZTS を形成する条件を見いだした。さらに得られた CZTS 作製条件を用いて、陽極酸化アルミナナノホール中に CZTS を埋め込み形成したが、熱処理中にボイドが発生し、CZTS ナノワイヤが断線してしまうことが明らかとなった。</p> <p>そこで H26 年度では計画をやや修正し、新たな CZTS ナノ構造配列の形成方法を提案した。この構造に関しては特許申請を行った。シリコンナノワイヤ上に CZTS の薄膜を形成することで、ナノシリンダー状の CZTS 配列の形成に成功した。CZTS ナノシリンダー配列は薄膜と比較し、光吸収率の増加を示すことを確認した。さらに、薄膜とナノシリンダーを Eu 水溶液中での光電流測定により比較したところ、ナノシリンダー配列構造のみ明瞭な光応答性を示すことを明らかにした。また、本研究では CZTS の形成中に CuSn の合金が樹木状に成長することを見出した。このような CuSn の樹木状成長の報告は現在までのところ他に無い。</p> <p>本研究では、安全性の高い CZTS 薄膜の形成方法、ナノシリンダー太陽電池構造の提案、さらにはシリンダー構造を用いた高効率太陽電池の可能性を示した。</p>	
研究成果の公開状況	
<p>・ C. Wang, S. Tanaka, T. Shimizu and S. Shingubara、Fabrication of vertical Cu₂ZnSnS₄ nanowire arrays by two-step electroplating method into anodic aluminum oxide、Journal of Materials science & nanotechnology、有、1、2014、1-4</p>	

- Y. Hara, T. Shimizu, and S. Shingubara, Nitridation of Si Surface at the bottom of submicron trench using nitrogen neutral beam, Jpn. J. of Applied Physics, 有, 2015, Accepted
- C. Wang, S. Tanaka, K. Saito, T. Shimizu and S. Shingubara, Fabrication of ordered arrays of anodic aluminum oxide pores with interpore distance smaller than the pitch of nano-pits formed by ion beam etching, J. Mater. Sci. & Nanotech., 有, 1, 2014, 1-5
- T. Yamaguchi, T. Shimizu, Y. Morosawa, K. Takase, T. Chen, H. Chien and S. Shingubara, Morphology dependence of optical reflectance properties for a high-density array of silicon nanowires, Jpn. J. Appl. Phys., 有, 53, 2014, 06JF10-1-4
- T. Shimizu, A. Kondo, S. Shingubara, S. Tanaka, Formation and evaluation of optical properties of CZTS nanocylinder arrays using Si nanowire arrays, International Conference on Nano-Molecular Electronics, 2014年12月18日, 神戸
- A. Kondo, C. Wang, Y. Hara, T. Shimizu, S. Shingubara, Formation of Ordered Cu₂ZnSnS₄ Nanowire arrays using Textured Si, 29th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 2014年9月24日, アムステルダム(オランダ)
- T. Shimizu, C. Wang, A. Kondo, Y. Hara, K. Takase, S. Tanaka, S. Shingubara, Formation of Cu₂ZnSnS₄ nanostructure using Textured Si substrate, International Union of Materials Research Societies – The IUMRS International Conference in Asia 2014, 2014年8月25日, 福岡
- C. Wang, A. Kondo, T. Yamaguchi, S. Tanaka, Y. Tanimoto, Y. Hara, T. Shimizu, S. Shingubara, Formation of vertical Cu₂ZnSnS₄/Mo/Si Nanocylinder arrays using a patterned Si, E-MRS Spring Meeting 2014, 2014年5月28日, リール(フランス)
- 田中規寛、近藤彰人、大塚慎太郎、原安寛、清水智弘、新宮原正三、メタルアシストエッチングで作製したシリコンナノワイヤの機能素子化検討、電気化学会 2014年秋季講演大会、2014年9月28日、北海道
- 田中規寛、清水智弘、新宮原正三、金ナノ粒子を用いたシリコンナノコーンの形成と反射率特性の評価、第62回応用物理学会春季学術講演会、2015年3月13日、神奈川
- 清水智弘、王スウガ、近藤彰人、谷本優輔、高瀬浩一、新宮原正三、Siナノロッド配列上に形成したCu₂ZnSnS₄ 薄膜の光学特性、第75回応用物理学会秋季講演会、2014年9月18日、札幌
- 光電変換素子、および光電変換素子の製造方法、清水智弘、関西大学、特願 2014-180575、2014年9月4日、国内