

研究課題名	窒化物半導体との融合を目指したエピタキシャルニホウ化物薄膜の表面・界面研究
研究機関・部局・職名	北陸先端科学技術大学院大学・マテリアルサイエンス研究科・准教授
氏名	高村（山田）由起子

研究概要：

(1) 研究の背景

電圧をかけて光を出す半導体、発光ダイオード（LED）は、白熱灯や蛍光灯に比べて高効率、長寿命、かつ水銀等の有毒物質を使用しないことから、環境負荷の小さい照明として普及が期待されています。その実現には、LEDのさらなる性能の向上、製造コストの削減が必要です。

(2) 研究の目標

発光材料の窒化物薄膜を成長させる基板としては、現在サファイアが使われていますが、サファイアは電気が通じにくく、除熱も難しいという欠点があります。LEDの性能を向上するために、導電性、除熱に優れたニホウ化物をごく薄く被覆したシリコンを基板として高品質の窒化物薄膜を成長させます。

(3) 研究の特色

LEDの性能には、発光材料、基板の表面・界面の構造が大きく影響します。この表面・界面構造を、最先端顕微鏡観察技術を駆使して原子・元素のレベルで明らかにし、LEDの高性能化を図ります。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

LED照明は電気消費量を削減し、家庭・業務部門のCO₂排出量低減に大きく貢献します。また、熱に強いニホウ化物と窒化物半導体の組み合わせはシリコンに代わるパワー半導体としても有望で、スマートグリッドの構成部品としても期待できます。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>困難な状況でありながらも、基礎的な研究を順調に進めてきたことは評価できる。今後の研究発展が十分に期待できるので、当該分野で新たな学術領域を作り上げるために、学術論文での活発な成果公表と単独あるいは企業との共同での特許出願等を進めることを望まれる。</p>		
② 目的の達成状況		
<p>・ 所期の目的の達成の見込みが（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない）</p> <p>本研究課題において所期の目的とは異なっても、シリコンの新たな2次元結晶の発見に至った点は研究に関する取り組みの着実性がもたらした成果として評価でき、所期の目的の達成の見込みがあると判断される。</p> <p>研究目的を達成するために残された課題への対応方策は明確である。本研究成果をLED照明への適用を目指すならば、実用技術での競争が激しい分野であるから、特許出願や企業との共同研究へと発展させる努力が必要であると考えます。</p>		
③ 研究の成果		
<p>・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない）</p> <p>・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（<input checked="" type="checkbox"/>創出されている ・ <input type="checkbox"/>創出されていない）</p> <p>・ 当初の目的の他に得られた成果が（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない）</p> <p>エピタキシャルニホウ化物薄膜の表面の製造技術は世界トップレベルにあり、固体の界面・表面研究で新規な手法を提案しており、本研究課題の成果は十分な先進性と優位性を有していると判断される。</p> <p>ケイ素版グラフェン「シリセン」の発見は、実用化に不可欠となる学術体系の基盤作</p>		

りに特筆すべき研究成果であると判断される。

シリセンの存在の推測と確認はすでに報告されているが、 ZrB_2 上に形成したシリセンの確認は、当初の目的の他に得られた成果があると判断される。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が(見込まれる ・ 見込まれない)

発見された「シリセン」は新しい「二次元材料」として大きな注目を受けており、その研究成果は関連する研究分野への波及効果が見込まれると判断される。

研究成果から高効率・高輝度の発光素子の開発が可能になることは、社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれると判断される。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが(行われている ・ 行われていない)

研究目的の達成に向けて研究計画は適切に実行されており、研究実施体制は適切に組織され、各年度、研究実施上必要な設備を随時導入されており、指摘事項への対応も適切に実施されている。更に、研究成果の発信は適切に行われ、国民との科学・技術対話についても効果的に実施されており、適切な研究実施マネジメントが実施されていると考えられる。

研究課題名	微生物燃料電池による廃水からのリン除去および回収
研究機関・部局・職名	岐阜大学・流域圏科学研究センター・准教授
氏名	廣岡 佳弥子

研究概要:

(1) 研究の背景

リンは数十年以内の枯渇が予想されており、代替資源も存在しない。枯渇は食料生産の低下に直結するため、廃水などからリサイクルすることが課題になっているが、これにはエネルギーとコストがかかり、効率的な回収方法は見つかっていない。一方、廃水からのエネルギー回収技術の一つに、微生物燃料電池という技術がある。我々はこの技術において廃水から発電と同時にリンの除去もできる場合があることに気づいた。

(2) 研究の目標

微生物燃料電池におけるリン除去の詳細なメカニズムを明らかにする。また、除去したリンを効率的に回収する方法を提案する。

(3) 研究の特色

本法では廃水処理とリン回収が同時に可能となるため、従来の廃水からのリン回収技術と異なり、回収設備を追加するためのコストがかからない。また、廃水からエネルギーとリンを同時に回収することを可能とする技術は、世界初である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

リン鉱石産出国は輸出に制限をかけはじめており、全量を輸入に頼っているわが国において、リン回収を行う意義は極めて大きい。また、本研究によって得られた知識を応用することによって、廃水中のレアメタル・レアアース等の資源回収にまで発展できる可能性がある。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>本研究課題の目的は、微生物燃料電池を用いて発電と同時に廃水中からリンを除去、回収することである。研究はリンの除去・回収を主体に進められ、多くの有用な知見が得られている。また、記載された検討事項からは所期の目的を達成していると判断される。</p> <p>しかし、微生物燃料電池を対象として研究が進められる以上、発電能力や基質となる有機物の除去挙動も検討すべき事項である。発電能力を上げることは容易ではないものの、どのような微生物燃料電池の発電能力のもとでリン除去効果が得られたかについて検討することは不可欠と考える。今後は発電能力や有機物除去についてもさらに検討を進め、排水中からのリン析出効率を高めるなど、技術の効率化を旨とした研究を継続していくことが望まれる。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>微生物燃料電池を用いて、発電と同時に廃水中からリンを除去・回収することを目的としたものである。具体的には、①微生物燃料電池電極へのリンの析出（定量的証明）、②電極へのリン析出物の回収方法の検討、③リン析出物の組成分析、④電極へのリン析出に影響する因子の検討があげられている。これらの当初設定された具体的な目的、目標が順調に達成されており、記載された所期の目的は達成されると見込まれる。</p> <p>一方、本研究課題は微生物燃料電池に関するものであり、その研究目的は「発電と同時に廃水からリンを除去・回収」することである。リン除去がたとえ付加価値であったとしても、微生物燃料電池の環境技術としての本質は有機物を利用する発電、すなわちエネルギー回収のほうである。本研究でリン回収が主たる研究内容としても、発電能力（現状では微小）や基質除去性能についての情報は不可欠である。また、これらはリン析出とも当然に関係するはずであり、起電力が上がれば本研究得られている約 30%の析出量も改善される可能性がある。したがって、廃水処理を指向した微生物燃料電池に関する本来の機能の改善、すなわち起電力の増加と有機物処理についてさらに検討し、</p>		

リンの電極への析出効率（約 30%）をより向上させる研究へと展開していくことが望まれる。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ある ・ ない）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

微生物燃料電池技術の排水処理への適用自体が始まったばかりの新技术であり、本研究では廃水中のリンを微生物燃料電池の電極に析出させるとともに、そのリンを回収する新しい試みであり、先進性・優位性がある。

貴重な資源であるリンの回収法を開発していくことは重要な課題である。従来から実廃水中のリンを MAP や HAP として回収したり、通電することにより電界回収する方法がすでに実用化されている。本研究課題もこれらの方法と共通する原理を応用していると言えるが、微生物燃料電池の技術を適用してエネルギー回収をはかりながらリン回収を進める研究は特筆すべき成果と言える。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

本研究課題は微生物燃料電池の基質として養豚場廃水中の有機物を利用し、エネルギーを回収しながらリン回収もはかろうとするもので、排水処理工学や資源回収の分野などへの寄与が見込まれる。

今日の廃水処理技術では、廃水中の汚濁物質低減をはかるだけでなく汚濁物質をできるだけ資源やエネルギーとして回収することが求められている。本研究課題は廃水中処理技術の発展とエネルギー回収という課題の解決に貢献するものと期待できる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

研究目的の達成に向けての研究計画は記載された当初の目的に関しては適切に構成されていると言える。研究実施体制やマネジメントにはとくに問題となる点は見当たらず

ず、助成金も有効に利用されている。

指摘事項への対応状況については、追加調査票の 4(4)で「②指摘事項について一部対応済み」と記載されているが、対応したことと対応できていない点の仕分けを含め、必ずしも明確にされていない。

廃水中から単にリンを除去するのであれば、既に多くの方法が存在する。発電能力の向上や基質の除去挙動は、微生物燃料電池の検討においては当然の重要課題である。これらを検討事項に組み入れて研究を進めることがリン除去性能の向上ためにも望まれる。

研究課題名	野外温暖化実験と衛星－生理生態学統合研究による森林生態系機能の現状診断と変動予測
研究機関・部局・職名	岐阜大学・流域圏科学研究センター・教授
氏名	村岡 裕由

研究概要:

(1) 研究の背景

地球温暖化が顕在化した現在では、地球環境調節が期待される森林機能の的確な現状診断と気候変動影響予測は、グリーン・イノベーションの方針決定に不可欠の情報を与え、また影響予測手法は施策の立案や評価等にも役立つ。

(2) 研究の目標

本課題は、森林の二酸化炭素（CO₂）吸収能力の現状と温暖化影響を高精度に評価・予測する手法を確立することを目標として次の3つの研究から成り立つ。

①森林の光合成（CO₂の吸収）と呼吸（CO₂の放出）に対する温暖化の影響の仕組みを野外温暖化実験により解明する。②森林における温暖化影響をいち早く検出するために衛星画像の解析手法を開発する。③生態系モデルシミュレーションと衛星観測データにより森林機能の現状診断と将来変動予測を行う。

(3) 研究の特色

本課題は日本を代表するカンバやミズナラから成る森林を対象として、野外実験により温暖化が森林生態系の光合成と呼吸にもたらす影響を解明する最先端の試みである。また森林機能に関する現地観測と地球観測衛星の融合によって、日本全体の森林の機能を詳しく調査する研究手法を開発する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本課題は、国内外での地球環境の観測・予測の高度化および環境政策立案に貢献する。生態学・微気象学・環境工学の融合による統合生態系科学は、気候変動への適応と影響緩和策の創出に必要な社会科学との結合に繋がる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>本研究は総合的であり、目的に向かって無駄なく進行し、着実な成果を上げていることから、計画書上の進捗状況は順調と判断される。</p> <p>しかし、最先端・次世代の研究者としては、もう少し大きなブレークスルーを狙っても良いのではないかと感じる。本来の本補助事業（先端研究）の意味合いからは、世界をリードする、もしくは次世代への新たな（測定）技術、さらには社会的な新たな富の創出へつながる成果を期待したい。過去から継続してきた研究を先端研究の大型予算を使って拡大したに過ぎないのでないかと思われぬよう、先端的な研究成果が見えるように焦点を絞って取りまとめを行い、Nature や Science 等インパクトの高いジャーナルへ成果を発表し、『衛星-生態学』として分野を確立することを期待する。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>三つの研究目的、すなわち①冷温帯森林生態系における炭素循環プロセスの観測とモデル化、②リモートセンシング技術を活用した森林の温暖化の影響を検出し将来予測へつなげる解析手法の開発、③衛星観測-生態系モデルを融合した森林の将来予測と温暖化が及ぼす影響予測と森林生態系機能評価、が掲げられている。フィールドでの観測とモデル化、シミュレーションに若干の遅延が認められるものの、概ね予定通りに研究が進んでいる。</p> <p>ただ、若干遅延が出ている研究項目への対応が具体的に示されていない。とくに、初期計画では3か所の現地観測が予定されていたが、実質2か所となっている。更に全体通じて、研究代表者が過去から継続的に観測を継続している高山（岐阜大）に観測が集中している感がある。この対応が研究全体・成果に及ぼす影響はないのか、もしくはこれで十分と判断された理由については不明確である。この点については課題として対応策を示すか計画変更を行うべきであろう。</p> <p>LTER サイトとして統合的成果を世界に発信していくという今後の展望が述べられており、残されている課題への対応はできている。ただし、類似の研究や観測は世界に多</p>		

くある。衛星を使った広域への応用を考えた場合、日本の小規模な森林を対象とするメリット、デメリットを整理し、海外展開、ネットワークでの位置づけをしっかりとすべきであろう。また、日本のサイトの独自性、優越性を確保することも重要である。

また、フェノロジーや炭素収支に関する将来予測を行っているが、これは+5度にした操作実験の結果がもとになっている、予測された展葉時期、黄葉時期は、操作実験の値より大きな値であり、単純に考えると外挿となる。予測の社会的、科学的なインパクトを考えると、もう少し実験結果の蓄積が必要であろう。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が (あり なし)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (創出されている 創出されていない)

・当初の目的の他に得られた成果が (あり なし)

地道な現場における葉群観測等を通じてそれを大きな生態系へと集積させ、更に広域での観測へと発展させていく手法的な展開は、当初の目的に十分なものである。また、リモートセンシング技術を活用した広域観測により、温暖化による森林生態系への影響をいち早くつかむため、新たに 705nm 波長における観測が指標になりうることを明らかとした。また、温度環境の変化に伴い森林における展葉/落葉の変化を取り込んだモデルを組み込んだ森林炭素収支モデル解析を可能とした点は評価できる。

国内的には衛星-生態学の拠点であり、世界規模での同種の研究ネットワーク形成拠点として、世界規模でのデータの集積と情報交換が可能となり、森林生態系の将来予測に貢献できると期待される。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が (見込まれる 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (見込まれる 見込まれない)

森林生態系とその大気への影響評価は重要な研究課題であり、本研究で得られる成果は地球温暖化問題への基礎的な情報を提供しうる。同様な研究は世界中で展開されているため、それらと連携を図ることによって地球温暖化に伴う森林生態系の脆弱性評価と炭素循環の将来予測の精度の向上に繋がる。

なお、生物地球化学分野では、全球レベルにおける炭素収支が今世紀の最重要科学として扱われてきた。本研究課題は、生理学から衛星を用いた広域観測に至る一連のプロセスに大きな貢献があり、有意な貢献があったと考えられる。

本研究課題は、かなり純粋に科学的な貢献と見做され、直接、社会や経済に与える影

響は大きくないと思われる。しかし、例えば森林のカーボンクレジットを考える場合、モデルやそれによる予想、およびそれに係る個プロセスの実証データは、どれも必要なツールでありデータである。この意味では、得られた成果は森林生態系の持つ機能の重要性を気候変動問題の中でとらえることを可能にするものであり、環境政策の基本情報を与えうるものと期待される。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

研究は、3つのサブテーマから構成されており、その実施と言う点では一貫している。タワーの建設ができなかったことや、幹呼吸の観測ができなかったことは、研究費の交付が遅れたことも要因の一つであるが、研究計画自体に若干の無理があったのではないかと考えられる。しかし、これらの計画変更に対して適切に対処しており、研究マネジメントは適切に行われていたと判断される。

ただ、当初予定していた観測機器の変更やサイトでの観測施設の設計変更等が見られるが、これらは事前に情報を収集しておけば解決できたものではないと思われる。それに伴う計画変更が、その後の研究展開に及ぼした影響について十分に評価・検証がなされていない点からは研究全体のマネジメントが十分であったとは言えない。

助成金の使途については適切な管理の下で実施されていると判断される。

発表論文・会議での発表件数は多い。しかしながら、多くの査読付き論文も Scientific Impact Factor が付いていないものや低いものが多い。

研究課題名	芳香環連結化学のブレイクスルー
研究機関・部局・職名	名古屋大学・大学院理学研究科・教授
氏名	伊丹 健一郎

研究概要:

(1) 研究の背景

医薬、エレクトロニクス材料、太陽電池などの多彩な機能・応用が知られている芳香環連結化合物（ベンゼンなどの芳香族化合物がつながった物質）は、持続可能社会の実現に不可欠な物質である。

(2) 研究の目標

本研究では、芳香環連結化合物の化学合成と機能について新境地を拓くことを目指す。まず、有機化合物に最も豊富に存在する炭素水素結合の直接変換によって芳香環連結化合物を合成する理想的な方法を開発する。さらに、開発した新反応を駆使して、アルツハイマー病などの潜在治療薬や純正カーボンナノチューブなどの次世代材料を創製する。

(3) 研究の特色

炭素水素結合の直接変換、医薬の効率的合成、新ナノカーボンの創製は、いずれも極めて重要な課題と認識されているが、これら全てを分野横断的かつ統合的に実践しているグループは国内外を問わず皆無である。本研究の大きな特色といえる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

環境への負荷を極力減らした新しい芳香環連結反応によって、クロスカップリング（2010年ノーベル化学賞）に代表される多段階な従来法を一新できる可能性がある。また、方法論開発と並行して取り組む実践的な合成研究から、重要疾病治療薬や次世代エレクトロニクス材料となる新しいナノカーボン物質が創製できるものと期待している。

【総合判断】		
○	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>研究計画として掲げられた3つの課題(C-Hカップリング、生物活性物質の合成、ナノカーボン)のそれぞれについて、十分な研究成果が上がっており、短い研究期間にもかかわらず、多くの学術論文が公表され、また多数の特許が出願されている。</p> <p>また、目を見張る成果（ブレークスルー）を踏まえて、新たにπマテリアルの創生という課題にも着手している、従って、当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる。</p> <p>ただ、収率や触媒のTONの向上には更なる努力が必要である。従来法では不可能なものが60%の収率でできることは、間違いなくブレークスルーであり、この研究代表者が出したその数字からは数え切れない苦闘が読み取れるのではあるが、これらの向上にも、残された研究期間に達成へ向けて努力が必要である。</p> <p>国民との対話に努めており、効果的に実施している。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>当初の研究計画として掲げられた3つの課題(C-Hカップリング、生物活性物質の合成、ナノカーボン)のそれぞれについて、十分な研究成果が上がっており、また、それらは既に学術論文として公表されていることから、研究の進捗状況は順調である。</p> <p>得られた成果をさらに発展させる形で、当初計画にはなかったπマテリアル分子の創製という新たな課題にも取り組んでおり、初期の目的以上の成果が見込まれる。</p>		
③ 研究の成果		
・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（ <input checked="" type="checkbox"/> 創出されている ・ <input type="checkbox"/> ない）		

創出されていない)
・当初の目的の他に得られた成果が (<input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない)
<p>C-Hカップリング反応を可能とするニッケル触媒の開発と、開発した反応を用いた生物活性物質の合成に成功している。また、カーボンナノリングの精密合成とそれをテンプレートとした直径の制御されたカーボンナノチューブの合成、さらには3次元湾曲ナノカーボンの合成に成功しており、これらはいずれも先進性を有するものであり、同分野の他の研究と比較しても十分な優位性を有するものである。ブレークスルーと呼べる特筆すべき研究成果である。</p> <p>新たに得られた成果から、光・電子機能性芳香環連結分子による「πマテリアル」の研究が目標として加えられている。</p>
④ 研究成果の効果
・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が (<input checked="" type="checkbox"/> 見込まれる ・ <input type="checkbox"/> 見込まれない)
・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (<input checked="" type="checkbox"/> 見込まれる ・ <input type="checkbox"/> 見込まれない)
<p>研究代表者が開発したC-Hカップリング反応は、様々な芳香環の連結に応用することができ、しかも1段階で合成が可能であることから、合成化学分野における基礎反応となるだけでなく、その応用として生物活性物質の迅速合成や新たなπマテリアルの創製にもつながるものであり、これらの研究分野の進展に大きく貢献するであろう。また、カーボンナノリングからボトムアップ式に構造制御されたカーボンナノチューブの合成に成功したこと、新規なナノカーボン物質の創製に至ったことは、燃料電池やディスプレイなどの材料科学の分野においても、大きな貢献が見込まれる。社会的、経済的な課題の解決にも貢献するであろう。</p>
⑤ 研究実施マネジメントの状況
・適切なマネジメントが (<input checked="" type="checkbox"/> 行われている ・ <input type="checkbox"/> 行われていない)
<p>全体的に見て、極めて適切なマネジメントの下で、研究目的は達成されている。残された補助事業期間により大きな目標に向かって、本研究課題が進展するであろう。</p> <p>本研究課題の遂行には、合成化学、触媒化学、材料科学を統合させなければならないが、研究室のスタッフに加え、分野の異なる研究者を参加させることで、バランスの良い研究体制が敷かれている。助成金の多くは研究遂行のための物品費に充てられており、有効に利活用されている。指摘事項に関する対応も十分考慮されている。</p> <p>各年度において、論文発表、会議発表ともに十分な質と量を保ちつつ行われている。知的財産権の出願・取得についても精力的で、現在出願中のものが多数ある。その他、新聞への掲載、一般雑誌等での研究成果の発表が積極的に行われている。</p> <p>学内のオープンキャンパスやホームカミングディなどに加え、日本学術会議のサイエンスカフェ、学会支部講演会、高校、予備校でも講演会等を行って、国民との対話に努めており、効果的に実施している。</p>

研究課題名	サステイナブル化学合成を担うイオン性非金属触媒の設計と機能創出
研究機関・部局・職名	名古屋大学・大学院工学研究科・教授
氏名	大井 貴史

研究概要:

(1) 研究の背景

私達の生活の中には、有機分子が溢れている。医薬品や化粧品、香料、衣類などの、暮らしに欠かせない製品が好例である。これらは天然の原料から化学合成によってつくることができるが、それには手間がかかる上、多量のゴミの排出が避けられず、環境に大きな負荷をかけている。この根底には、現代科学の力をもってしても、欲しいものだけを効率よくつくることが困難であるという問題が存在する。

(2) 研究の目標

価値ある有機分子をつくる過程における無駄を削減し、地球にやさしい化学合成を実現する。そのために、金属を含まないイオン性の分子触媒に着目し、その形を創意工夫することで、必要な分子だけを効率的につくるための化学反応を開発する。

(3) 研究の特色

自己の数倍から数万倍の分子をつくり出す触媒としての力を備え、安定で容易にリサイクルできる有機イオンを取り上げる。さらに、この有機イオン触媒を、目的の化学反応に応じて、天然アミノ酸などの身近な分子から簡単に組み上げる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

安価で手に入り易い原料から価値ある有機分子、すなわち医薬品や化粧品、香料などの有効成分を、ゴミの排出を抑えて直接的につくることができれば、持続的に利用し得る画期的な化学合成法を提供できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>総合的に見て、所期想定を越える成果を生み出している。低環境負荷を目指した有機合成反応開発として、新規な触媒概念を提唱し、ブレークスルーと見なしうる成果を幾つか得ている。その成果の新規性・創造性は、学術的に高く評価される。</p> <p>今後は、触媒効率の向上などを果たすことによって、さらに精巧かつ実用性を目指すと同時に、新触媒にしかできない新反応に取り組むことが必要である。</p> <p>研究目的に“独自のイオン性非金属触媒の力で物質生産のムダを減らす”としていることから、工業化を視野に入れた技術開発（力量ある有機触媒の開発）を行う必要がある。</p> <p>評価の高い学会誌に論文を発表しているが、知的財産取得についても、さらなる積極性が必要である。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>所期の目的は、十分達成している。3年弱の短い期間にここまで成果を上げ、残された時間に所期の目的の達成が見込まれる所まで進展させた。</p> <p>研究目的は、本研究代表者の極めて優れた洞察力と技量に基づいて、現在の有機合成化学における最も重要な問題点に焦点を当てて定められたもので、研究ではこれに沿った極めて魅力的で独創的な方法論が展開されている。</p> <p>低環境負荷を目指した有機合成方法論の開拓として、新たな「キラルオニウム塩」を設計し、酸・塩基触媒や求核反応、有機触媒反応に用いることによって目的を達成しようとしている。アミン・ジアミンを原料としたテトラアミノホスホニウム塩、トリアゾニウム塩の合成方法を確立し、イオン性非金属触媒を不斉触媒として最適化し、有機合成プロセスに展開できている。触媒の新規性のみならず、新規な機能の創出に成功している。スルホニウム塩の合成についても目標が設定されている。</p> <p>残された所期目的（達成した新合成反応のスケールアップ、具体的な有用物質合成への応用、多段階反応の連続化）の達成はそれほど容易ではないが、すでに研究は進めら</p>		

れている。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ ■ある ・ ない）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

「不斉有機触媒」の研究は、現代の有機合成研究の中で最も競合する研究者の多いテーマであるが、本研究代表者の独創的研究には、触媒の構造、その調製法など重要な点で先進性・優位性が認められる。すなわち、「キラルオニウム塩」の分子設計により、新たな有機触媒を創製した業績は極めて高い。設定された基質が有用医薬・機能性物質合成の材料となる可能性もある。効率的かつ高エナンチオ選択的反応、そのもののポテンシャルが高く学術的価値があり、先進的かつ従来反応をしのぐ優位性がある。

ブレークスルーとして、ユニークな設計のキラルオニウム塩・アミノホスホニウム塩にキラリティを導入できていること、添加物フェノールの会合効果によるニトロオレフィンへの共役付加反応の実現と機構解明が挙げられる。トリアゾリウム塩触媒では、分子設計の巧みさもさることながら、アジリジンの不斉開環反応を成功に導いている。さらにアンモニウム塩触媒では、アザヘンリー反応を高立体選択性をもって達成している。合成基質に有用性をもたせた選択も光っている。

当初の目的以外にも、オニウム塩を不斉配位子とする新規な発想に基づき、パラジウム金属錯体へ展開し、不斉触媒的アリル化反応を成功させている。サスティナブルで、低環境負荷をうたい、遷移金属も微量触媒であれば有用であることを示し、不斉アリル化反応によるクロマン誘導體合成に展開して、キラルオニウム塩化学の幅が広がる方向を示した。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）
先導的な研究であり、成果の効果は大いに見込まれる。

「キラルオニウム塩」を非金属不斉触媒として利用できることを示し、不斉合成の新たな局面を切り開いた。有機合成の反応開発分野にインパクトを与えた。かなり独自性が高いので、すぐさま他研究者が利用するかどうか定かではないが、設計概念は広がって行くであろう。その概念の波及効果とともにグリーンプロセスとして評価が高まるであろう。

高付加価値物質の高効率的、高選択的（立体選択性やエナンチオ選択性）合成法の開発は、低環境負荷プロセスの開発（サステイナブル技術）として社会的、経済的な課題を解決すると見込まれる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

研究グループ一丸となって、課題に取り組んでおり、達成度は想定以上である。計画と実施体制は適切に機能している。助成金も有効にかつ問題なく活用されている。スケールアップ合成、特許の取得に対する指摘にも対応している。

評価の高い学術雑誌への発表も多く、会議発表（学生の学会発表）も多い。特許も申請中である。一般雑誌、プレスリリースもされている。このように成果の公表状況は良好である。

大学の行事等を利用して、積極的に研究成果を一般にPRしている。研究が一般（大衆）受けする内容ではない点で不利ではあるが、このような基礎的研究にも注意が向けられ、研究助成が得られるように、広報活動により一層の努力が必要である。

研究課題名	植物由来モノマー群の精密重合による新規バイオベースポリマーの構築
研究機関・部局・職名	名古屋大学・大学院工学研究科・教授
氏名	上垣外 正己

研究概要:

(1) 研究の背景

高分子化合物は、プラスチック・ゴム・繊維などとして現代社会を支える必要不可欠な物質であり、その多くは、石油資源から得られる有機化合物を重合する（つなぎ合わせる）ことにより合成されている。また、近年、地球温暖化や石油資源の枯渇問題を顧み、再生可能資源に基づく循環型社会の構築が重要視されてきており、植物由来の高分子化合物の重要性が増してきている。

(2) 研究の目標

植物から得られる多様な化合物群を原料とし、これらを精密に重合する方法を開発し、植物由来化合物の特有な骨格を活かした高分子化合物へと導くことで、機能や性能に優れた新規バイオベースポリマーを構築する。

(3) 研究の特色

テルペン類やフェニルプロパノイド類などの多様な植物由来ビニル化合物を、非極性オレフィン系、スチレン系、アクリル系として従来の石油由来化合物と同じように分類することで、これまでの重合と高分子化合物に関する知見を活かし、これに独自に開発してきた精密重合技術を融合することで、系統的に本研究を推進する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

自然界に大量に存在し、主に非可食の植物から得られる多様な化合物を対象とすると共に、精密重合技術として工業化に適したラジカル重合を用いることで、グリーン・イノベーションに基づく新規高分子材料の実用化、さらには光電子材料や医療用材料への応用も期待できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>研究全体の計画に従って適切に研究が実施されており、特に、重合制御・精密重合の点で配列制御重合の開拓をはじめとして特筆すべき成果が多く得られている。</p> <p>精密重合を実現することによって、高分子鎖一本の構造制御のみならず材料物性との相関を明らかにし、いかにして高分子材料化学の分野の新たな局面を切り拓いていくかが重要であり、植物由来の精製可能な資源の有効活用の一層の進展に加えて、新たな研究側面の芽が創出される可能性がある。</p> <p>会議発表の成果を纏め速やかに論文発表すること、特許出願することが必要である。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>平成 24 年度までの全補助事業期間について</p> <p>3 種類の植物由来ビニル系モノマー群、</p> <p>①β-ピネンやリモネン等のテルペンノイド類（非極性オレフィン系）</p> <p>②アネトールや桂皮酸誘導体等のフェニルプロパノイド類（スチレン系）</p> <p>③イタコン酸誘導体等のエステル系化合物（アクリル系）</p> <p>に分け、精密重合、物性評価、特殊構造ポリマーの観点から実施した研究の進捗状況、得られた研究成果（非常に高い耐熱性（高 Tm）を持ったポリマーや、高ガラス転移温度（高 Tg）、低ガラス転移温度（Tg）を有するポリマーが得られている）が示されており、当初の研究計画通りに研究が進められている。</p> <p>また、平成 25 年度の研究計画についても、各モノマー群に新しく重合する可能性が見出された化合物やカチオン重合法を用いて重合できる可能性が見出された化合物、当初研究対象でなかったが、異性化させることで重合する可能性が見出された化合物について、研究を実施する計画が示されており、成果も十分期待できる。</p> <p>指摘事項、すなわち合成したポリマーの用途について物性測定を行うことやブロックポリマーなどの特殊構造ポリマーを創製することに対応して、高耐熱性樹脂材料となりうることや熱可塑性エラストマーとして使用できることが示されている。</p>		

残された課題に対し、対応策が明確に示されている。具体的には以下に示した通りである。

①アネトールを用いた新規ポリマー合成と物性評価に対しては、リビングカチオン重合を行うことを計画している。

②新規モノマーであるピノカルボンとクロトン酸エステルを用いたポリマー合成と物性評価には、ラジカル開環選択重合などを行うことを計画している。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ある ・ ない）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

従来重合が難しいと考えられていた植物由来のビニル系モノマーを上記 3 種類の化合物群に分けて研究を進め、リビングラジカル重合技術やリビングカチオン重合技術を用いることにより 1 : 2 モノマー配列制御重合や分子量が制御できること示し、植物由来のモノマーをベースにした精密構造制御ポリマー合成が可能となったこと、さらに精密構造制御されたポリマーが高耐熱性を有するなど、これまでにない物性や機能を有する高分子材料創製につながることを示しており、先進性・優位性があると認められる。

植物由来のビニル系モノマー群は単独重合反応性が低いモノマーに分類されるが、モノマーを適切に選択して共重合を行うことや、共重合体中にそれら植物由来のモノマー単位を多く取り込むことに成功している。また、生成する共重合体中におけるモノマー単位を 1 : 2 や 1 : 3 に配列させることにより、高耐熱性高分子材料となりうることを見出し、植物由来のビニル系モノマー群の材料への応用の可能性が示された。特筆すべき成果である。

当初研究対象になかった α -ピネンが、光酸化反応によりピノカルボンに定量的に変換可能であること、更にこの化合物の重合の検討を行い開環重合して高耐熱性ポリマーになる可能性を見出している。植物から多量に採取される α -ピネンの有効利用の可能性が期待でき、バイオベースポリマー分野でブレークスルーとなる研究成果である。

各種の植物由来モノマーを原料とし、高度な精密重合技術を用いて、高耐熱性及び光学活性を有するバイオベースポリマーを開発できた。この研究成果は、従来技術に比較し、非可食なバイオマス利用の観点から先進性・優位性が高い。

従来比較的着目されることの少なかった種類の化合物にまで対象を広げ、植物由来再生可能資源の活用の道を新たに広げている。特に、テルペノイド類やフェニルプロパノイド類は豊富な資源で直接利用可能であるにも関わらず、これまで注目されなかった資源であり、本プロジェクトの成果による波及効果が大いと考えられる。

クロトン酸やイタコン酸誘導体等のアクリル系化合物については、1980 年～90 年代にもポリマー原料としての基礎研究が行われており、当時の研究との差別化を明確にす

るために、精密重合化によってポリマー材料物性に従来の汎用ポリマー材料と異なる特徴を見出せるかが、本研究課題の成果や意義を特徴づける大きな鍵となる。残り補助事業期間での新たな展開、研究の進展があろう。

現時点までの成果は、いずれも当初の目的の範囲内に含まれる成果と見なせ、計画通り順調に研究が進展していることを示すものである。しかし、予想を超えた、当初の目的と違う観点からの重要な研究成果を得るには至っていない。

精密重合によって合成した個々のポリマー材料の構造ならびに物性評価の知見の中から、新たな構造物性相関や突出したポリマー材料物性への手がかりが、当初の目的以外の特筆すべき成果として見つかる可能性は十分にある。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

リビング重合法（ラジカル及びカチオン）により、複雑な構造の化合物を配列制御重合できることは高分子合成の基礎的研究に大きく寄与する成果である。更に、ポリマーの構造制御が容易にできることから、従来にない性質や機能を有する高分子材料の創製が期待でき、材料分野の進展に寄与できる。

本研究課題で非可食の植物に存在する豊富な植物由来のビニル化合物の精密重合が可能となったこと、またこれらビニル化合物の重合により高耐熱性のポリマーが得られることや特殊構造ポリマーが熱可塑性エラストマーとしての性質を示すなど、新しいバイオベースポリマーの創出につながる。バイオベースポリマーの創出により石油をベースにしたポリマーからの脱却が図れるため、社会的にも経済的課題の解決が見込める。

複雑な骨格を有するビニル化合物の重合に成功しており、高分子重合分野の今後の進展に寄与する成果である。また、高分子材料の分野では、新規バイオベースポリマーの開発が達成できており、将来の材料開発分野への貢献が期待できる。

植物由来、特に非可食性植物由来の原料を用いたバイオベースポリマーの開発は、社会的ニーズが非常に大きいテーマであり、本研究成果は社会的課題への貢献が大きいと見込まれる。

新規な配列制御重合の開拓は、重合化学の新たな分野を拓き、国内外の高分子合成、重合化学の関連研究分野の進展に大きく寄与する。ポリマー材料化学分野への寄与については、現段階では未知数な部分が含まれ、潜在的可能性を含むものの、今後の研究分野の進展に対する指針を明確に示すための研究成果が必要である。

基礎科学的な要素が大きいと、すぐに経済的課題の解決に貢献できる可能性が高いとは言えない。材料科学の側面からのブレークスルーがあれば、従来の高分子材料が有する課題を解決することに繋がり、短期間で研究成果を社会還元できる。しかし、これらは全て仮定に話であるので、社会的課題の解決の観点からの評価は、現段階では難しい。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

准教授、助教と協力し、学生を指導する体制が整えられていること、また研究成果を1週間ごとに報告させることで研究の進捗状況の把握に努めている点から、研究実施体制上十分なマネジメントができています。

助成金については、本研究課題を進めるに当たり必要とされる設備備品が初期に購入されており、設備備品を用いたことによる研究成果が十分得られていることから、適切に使用されている。

論文発表、図書、会議発表、知的財産権の出願、一般雑誌等による研究成果の積極的な公表の観点から、成果の発信は適切に行われている。会議発表に比較して、学術論文発表がかなり少ない。本補助事業期間終了までに積極的な論文発表が必要である。

所属機関が主催する一般公開やオープンキャンパスさらには高分子学会主催の一般公開において、本研究課題の内容や研究成果が説明されている。また、出前授業を通して高校生に高分子の面白さを伝えるとともに、本研究課題に関連する話題を提供することで将来を担う若い人の啓蒙活動を行っており、国民との対話の実施は行われている。ただ、最近のインターネットの普及を考えれば、ホームページに研究成果を公開することにより、国民との対話は更に進むと期待できるので、速やかな対応が必要である。

研究課題名	アジア高山域における山岳氷河変動が水資源に与える影響の評価
研究機関・部局・職名	名古屋大学・大学院環境学研究科・特任助教
氏名	坂井 亜規子

研究概要:

(1) 研究の背景

近年の温暖化により世界各地で山岳氷河の縮小が進んでおり、それに伴う水資源の枯渇や海水準上昇への影響が危惧されている。氷河の変化量を見積もるには、氷河の面積高度分布が不可欠な情報となるが、これまで氷河分布に関する情報は、位置や面積の2次元的な情報に限られていた。このため氷河変化量を見積もる際、氷河面積の高度分布を仮定しており、このことが大きな誤差を生む要因となってきた。

(2) 研究の目標

アジア高山域において高度情報付きの氷河面積分布を作成し、河川流量に対する氷河流出の寄与を高い精度で明らかにする。

(3) 研究の特色

氷河の面積高度分布は数十年前の気候を反映していると考えられている。河川流出量における氷河流出の寄与は、その氷河面積高度分布と、現在の気候によってきまる氷河の平衡状態がどれだけずれているかによって決まる。この点に着目することで、氷河の質量変化による河川流出への寄与とその変化について広域にわたる研究を展開することができる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

将来得られる数値標高データから高度情報付きの氷河分布を再作成し、本研究の結果と比較することにより、氷河縮小による海水準への影響評価において最もデータが少ないとされるアジア高山域での氷河変化量を高精度に見積もることが可能となる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
○	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>アジア地域の氷河マップはやや遅れはあるものの、作成は進捗していて一定の成果が期待できる。しかし、学術面での貢献となるべき氷河の気候変動に対する応答や、河川流出量への寄与に関する研究が未着手のようである。</p> <p>全球レベルでのマップ作成は、現状を鑑みると本補助事業期間内に成果を得るのは困難ではないかと危惧される。全球レベルの課題は、今回は棚上げにしてもアジア地域のマップの完成とこれに続く解析・研究に資源を集中し、成果をあげる方向で進めるべきと思われる。</p> <p>本研究課題が採択された研究計画書によれば、1) アジア地域における標高付加氷河台帳の作成とそのための衛星画像からの氷河抽出方法の確立、2) 全球での氷河の面積高度分布の把握、3) 氷河質量欠損原因、4) 氷河の流量調節気候と水収支への寄与、を目的としている。しかし、1) について1年半近く作業が遅れており、現時点でも75%しか作業が進んでいないようである。また、2)～4) については論文執筆に足りる成果があがっているかどうかは不明である。3年を経過しているにもかかわらず3本の非インパクトファクター雑誌の論文しかない状況は大変残念である。本研究の目的が重要であることは間違いないので、本補助事業期間が終わっても、地道に研究を進めることで当初の目的に近い成果をあげて欲しい。</p> <p>研究管理面の不備や研究の遅れの対策として、例えば経験のあるシニア研究者に相談したり、国内外の同じ分野の研究者に協力を仰ぐべきであったと思われる。</p> <p>当初、改善すべき点として、「データベースの構築に終わるきらいがあるため、学術面にも貢献できる独創的な知見をいかに取り出すかが課題」と指摘されていたが、データベースの構築に終わると危惧される。残りの期間で、アジアの氷河とヨーロッパの氷河の水循環への寄与の違いなど、新しい科学的知見を生み出すことが望まれる。また、少なくともデータベースの作成・公開だけは達成していただきたい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input type="checkbox"/> ある ・ <input checked="" type="checkbox"/> ない）		

衛星画像の入手の遅れに加え、本研究の主眼である氷河域の抽出と標高マッピングが25年度時点で75%と1年半以上の遅れがある。衛星画像の入手の遅れは、研究前の事前準備に、また、マッピングの遅れは研究管理体制に問題があったと考えられる。研究申請時の研究計画書に記載されている全球氷河域の台帳作成（平成23年度）や数値標高データセットの構築（平成24年度）の成果は不明確である。

既存データを活用した全球レベルの高度情報付加マッピング目的のもう一つの主眼である氷河質量欠損要因の検討や河川流量への影響評価も、現段階では科学的水準に絶えうる成果がどこまで進展しているのか実施状況報告書からは不明であった。降水量データの不足という事情もあって、高所の降水量などの推定が進められているが、これが順調に進捗しないと平成25年度に予定されている流出モデルとの比較議論や、地域の水循環における氷河の役割の理解を進めることができなくなるのではないと思われる。

画像情報の入手をさらに進め、マッピング作業に人を増やし作業スピードをあげるとしているが、それらは研究開始2、3年度に手をうつべきであり、現時点での対応としては手遅れの感がある。

なお、氷河質量欠損要因や河川流出量への影響評価などは、抽出作業の終了した流域を対象にモデルの構築／検証が可能はずである。当初予定した全エリアは不可能だとしても、特定流域データを対象にしたモデルの高精度化や検証など、研究成果として積みあげるべきであろう。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ある ・ ない）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

当初の目的が達成できれば、温暖化等、気候変動に対する氷河の応答予測を行う際のプラットフォームを提示できると考えられるが、現在の進捗状況をみると、世界的に活用できるような成果が研究期間内に達成出来る可能性は低い。

なお、アジア高山域での氷河の平衡線高度分布を明らかにしたことなどは成果と見られるものの「ブレークスルー」と呼べるほどのものとは評価できない。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

当初の予定通りの成果が出れば、この研究分野を進展させる重要な研究になると期待されたが、進捗が大幅に遅れている。このため、現時点で本研究がこの氷河研究の進展に寄与するとは判断しにくい。アジア地域についてだけでも氷河面積標高分布データセットが作成され、それが公開されれば関連分野の進展に一定の寄与が期待される。

当初予定通りの成果がでれば、水収支や中央／南アジアへの経済波及効果など、非常にインパクトのある研究になると予想されるが、現時点ではその結果は出ていない。当初、成果は逐次ウェブで公開するとしていたが、そのように見えない。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

指摘事項であるグローバルレベルの対応についての計画が十分でなく、研究計画は適切とは言いがたい。降水量データの不足を推定によって補おうとする努力は評価できる。

研究の遅れは衛星画像や情報入手など、入手作業を始めてから入手困難であることが判明するなど、研究を開始する以前の情報収集や事前準備に不備があり、研究計画が周到に練られていなかったと言わざるを得ない。

また、月1回の例会とあるが、研究チームで月1回の例会ではあまりにも少ない。研究員の雇用が予定通りに進んでいるようには見えず、適切な研究実施体制が構築されているとは言いがたい。抽出作業の遅れは、ポスドクや支援者に空白が出来るなど、チーム維持面での不備があるように伺える。技術的な問題だけでなく、コミュニケーションなど研究管理体制が十分とは言えなかったと思われる。

また、データベース以外にも学術的知見を進展させて頂きたいという指摘事項に対応して研究を行ったとは言いがたく、研究目的が良いだけに非常に残念に感じられる。

成果として英語論文を3報としているが、いずれもインパクトファクターのない雑誌であり、世界に成果を発信しているとは言いがたい。

研究課題名	ナノ液体膜の微細パターンニングによる機能性薄膜潤滑システムの創成
研究機関・部局・職名	名古屋大学・大学院情報科学研究科・准教授
氏名	張 賀東

研究概要:

(1) 研究の背景

高度情報社会の発展に伴い、情報機器による消費電力は、2025年に国内総発電量の2割に達する可能性がある。とくにハードディスクドライブ（HDD）は、大容量かつ安価な情報記憶装置として現在も今後も中核的役割を果たすため、情報社会の持続的発展には、HDDの省エネが世界的な重要課題となっている。しかし、次世代HDDを実現するための潤滑技術が未確立である。

(2) 研究の目標

ディスク表面上のナノメートル（nm）厚さの液体潤滑膜に、透明・不透明部分を配置したマスクを介して紫外線を選択的に照射し、液体潤滑剤分子の運動・構造を幅100 nmオーダの照射・非照射領域ごとに巧妙に制御することにより、所望の機能を有する潤滑表面を創成し、省エネ型次世代HDDの実現を目指す。

(3) 研究の特色

選択的紫外線照射により、液体潤滑膜を異なる機能をもつ微細領域に分割し、材料に固有の特性を凌駕する新しい特性の創成を可能とする。さらに、世界で初めて発見した紫外線照射により液体潤滑膜の凹凸構造が形成される現象を応用して、潤滑特性の画期的改善を図る本研究は、斬新的で独創性に富んだものである。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

革新的潤滑技術の確立により、省エネ型次世代HDDの実用化を促進し、情報社会の持続的発展に大きな寄与が期待できる。また、世界HDD市場（約3兆円）における日本のシェアを拡大できれば、巨大な経済効果が見込まれる。さらに、自動車関連の極限潤滑や微小機械システムなど、薄膜潤滑の応用分野への寄与も期待できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>本研究課題は、所望の機能・性能を有する機能性薄膜潤滑表面を目指して、フォトリソグラフィを介して紫外線照射によるナノ潤滑膜のパターニング法を提案し、その有効性を実験と分子シミュレーションの両面から評価するとともに、潤滑剤分子の運動・構造を取り込んだ新しい機能性薄膜潤滑表面の設計論を確立しようとするものである。研究目標をほぼ達成し、先進性・優位性のある研究成果が得られている。</p> <p>本研究課題の成果の発表は雑誌論文が掲載予定も含め5件、出願中の特許が1件、また、新聞・一般雑誌等の掲載が1件であり、いずれも少ない。一層の研究成果の公表、特許取得、社会への情報発信を期待したい。</p> <p>最先端・次世代産業技術につなげるために、研究室レベルの本研究課題の成果を具体的に応用するための目標と方法を設定し、最終年度までにその実現を目指すよう努力する必要があると考えられる。そのために、革新的トライボシステムの開発・実用化を実現してきた実績のある研究者、技術者の協力を仰ぐなどの工夫が必要であると考えられる。</p> <p>なお、磁気ディスク装置については、既に開発のピークは過ぎており世界的に開発体制は縮小してきている。本研究成果の応用の範囲は広いものと考えられるので、磁気ディスク装置やマイクロマシン以外にも応用の可能性を検討することが有効であると考えられる。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>ナノ液体膜の微細パターニングにより自己保持機能と自己修復機能を有する機能性薄膜潤滑表面を実現するというアイデアを基に、実験的・理論的研究を進めている。具体的な数値目標も設定されており、研究進捗はほぼ順調と認められる。トライボロジー特性の実験的評価において、高速領域での評価に課題が残っており、シミュレーションによる評価により代替するとしており、これにより一定の成果は見込められると思われる。</p>		

<p>③ 研究の成果</p>
<p>・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない）</p>
<p>・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（<input checked="" type="checkbox"/>創出されている ・ <input type="checkbox"/>創出されていない）</p>
<p>・当初の目的の他に得られた成果が（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない）</p>
<p>ナノ液体潤滑膜の微細パターンニングが、潤滑膜の摩擦・摩耗特性を向上させることを実験的に示し、シミュレーションによりそのメカニズムを解明し、具体的な応用への適用指針を得ようとしていることは先進的・独創的である。</p> <p>軽荷重・高速条件で、ナノ潤滑膜のトライボロジー特性を安定で高精度に測定するため、超平滑な摺動子と軽微荷重条件の使用によりナノ潤滑膜の減耗・損傷を抑制でき、かつ振動発生を抑えた摺動子支持機構を有するトライボテスタを開発したことは当初の目的の他に得られた成果である。</p> <p>ハードディスク技術への適用に限れば、ブレークスルーはあるが、ブレークスルーと呼べるためには、最先端・次世代産業技術につながるものでなければならず、その意味においては、現段階ではブレークスルー程度はあまり高くない。</p>
<p>④ 研究成果の効果</p>
<p>・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（<input checked="" type="checkbox"/>見込まれる ・ <input type="checkbox"/>見込まれない）</p>
<p>・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（<input checked="" type="checkbox"/>見込まれる ・ <input type="checkbox"/>見込まれない）</p>
<p>潤滑剤分子の運動・構造を取り込んだ機能性薄膜潤滑表面の設計論を確立するという研究目的を設定しており、成果として得られた基礎学術は、直接的にはハードディスクの記録密度向上への寄与が期待され、省エネルギーなどへの貢献が見込まれる。</p> <p>固体表面の液体の拡散流動、濡れ性、潤滑や摩擦などを対象とする表面・界面科学・工学の技術分野に利用されることが期待される。</p> <p>また、本研究で開発したトライボテスタや分子シミュレーションは、汎用的に使用されることが期待される。</p> <p>基礎研究成果としては、研究分野の進展に寄与が見込まれると判断されるが、このままでは、研究室レベルの基礎研究止まりで、社会的、経済的課題解決への貢献の可能性は限定的になる恐れがある。</p>
<p>⑤ 研究実施マネジメントの状況</p>
<p>・適切なマネジメントが（<input checked="" type="checkbox"/>行われている ・ <input type="checkbox"/>行われていない）</p>

研究実施マネジメントの状況については、以下のようなものである。

- ・ 研究計画の一部変更があったが、最終目標の達成の目途をつけている。
- ・ 少人数での実施体制であるが、研究成果から見て、適切な体制である。
- ・ 頻繁に研究実施状況を把握し、計画の見直しが行われている。

以上より、研究実施マネジメントは適切であると考えられる。

研究課題名	光による半導体ナノ粒子の異方性形状制御とエネルギー変換材料への応用
研究機関・部局・職名	名古屋大学・大学院工学研究科・教授
氏名	鳥本 司

研究概要:

(1) 研究の背景

化石エネルギー枯渇問題や地球温暖化問題を解決できる最も有力な方法の一つが、太陽光エネルギーの高効率利用である。しかし、最も一般的に使用されているシリコン太陽電池では、最高でも太陽光エネルギーの約 30%しか利用できないために、より高い効率の太陽電池が切望され、世界的な開発競争が行われている。

(2) 研究の目標

本研究では、可視光域に吸収をもつ半導体ナノ粒子に着目し、これを太陽電池の光吸収材料とする量子ドット太陽電池を作製して、新たな光エネルギー変換システムを開発する。

(3) 研究の特色

半導体ナノ粒子は、サイズ・形状に依存して物理化学特性が変化する。そこで、申請者が独自に開発したサイズ選択的光エッチング技術を利用して、ナノ粒子の精密形状制御を行い、光エネルギー変換をより高効率化するための粒子サイズ・形状を、迅速に探索する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

シリコン太陽電池では、赤外光や紫外光は効果的に利用できないが、半導体ナノ粒子を光吸収層とする量子ドット太陽電池では、これらの光も有効に利用できること期待され、その理論変換効率は約 60%にまで達する。このシステムが実用化されると、単位面積あたりの太陽光発電量が数倍に増大し、化石エネルギーの使用を大幅に低減できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>安全な太陽電池デバイスの開発を目指して、安全な材料として多元素金属半導体ナノ粒子に着目し、独自のナノ粒子サイズ調整法に基づき興味深い研究成果を得つつある。太陽光エネルギー変換効率向上のため、一層の戦略的研究方策による研究努力が必要である。個別には、以下の点が指摘できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作製したナノ粒子・ナノロッド・複合ナノ粒子の粒子自体の評価（キャラクタリゼーション）がやや弱い。集合化した場合でも電気化学特性などは粒子自体の物性・構造・表面状態等が大きく影響するので、この評価は重要である。 ・粒子を集合化（アッセンブル）したデバイス作製に係る問題等については、今後の技術課題としているが、電池の効率を更に高めるためには、重要な課題である。性能との関係で何が課題であるのかを掘り下げてフィードバックする必要がある。 <p>ここまでに蓄積した微粒子合成の知見と、機能評価の技術を活かし、また本予算で整備できたきわめて充実した研究環境を存分に活かして、ぶれずに研究を推進する必要がある。</p> <p>この予算規模の研究としては、必ずしも高く評価される成果の発表先（特に発表論文）とはいえない。知的財産権の出願も数が少ないので、再検討の上で注力が必要である。</p>		
② 目的の達成状況		
・所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>太陽電池への応用が特に期待されている量子ドットデバイスに関連して、Cd系半導体など毒性が危惧される材料を避けて、比較的安全とされる多元素金属半導体に着目した点は評価できる。デバイスの効率を左右する因子について、量子ドット半導体の粒径のばらつきがキャリアの再結合の原因になるとの洞察に基づき、研究者代表者自らが見出した半導体ナノ粒子への選択的照射によるエッチング効果（サイズ制御）を適用しながら、サイズの揃った半導体ナノ粒子を調製することについては、進展が認められる。</p> <p>目標とした5-10%の光エネルギー変換効率は、達成できていないが、約2%程度ま</p>		

での系を開発しており、今後の最適化などで一定の成果が期待できる。

一方で目的機能を達成するための根拠とした「量子ドットの E_g の不均一性」、「電荷キャリアの取り出し方法」、「ナノ粒子の規則配列」に関しては、達成点が明確ではない。

量子ドット半導体ナノ粒子の調製法については、具体例を見出すことができている、ヘテロ接合による内部電場勾配の付与にも、見通しが立つ状況であるが、構築しようとする系の太陽光エネルギー変換効率を左右する最も重要な因子であるデバイス系の電荷分離、キャリアの異方的移動制御については、明確な研究展開方針が見えていない。ナノロッドへの自己集積系が有望に見えることを見出してはいるが、ナノ粒子を如何にして方向制御して配列させるかについての戦略的研究の方策が必要である。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ある ・ ない）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

多様な半導体ナノ粒子が合成され、その基礎特性が解析されており、ナノ粒子合成化学的には一定の成果である。低毒性ナノ粒子の合成とサイズ・形状制御技術では世界のトップクラスの技術を確立している

成果に関しては J. Phys. Chem. など、この分野の伝統と権威のある雑誌に発表されていて、一定の先進性、優位性があるが、この予算規模の研究としては必ずしも満足できるものではない。

多元素金属半導体ナノ粒子の調製法やサイズ制御方法など、もう一歩でブレークスルーにつながる。

従来の量子ドット系デバイス (CdS 系) に匹敵する太陽光エネルギー変換効率を、研究代表者自身が見い出した多元素金属半導体ナノ粒子系のバイアスで達成していることが、当初目的の他に特記すべき研究成果である。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）
安全な材料による太陽電池デバイス作製への寄与が認められる。

高効率な光エネルギー変換デバイスの開発に向けて着実に成果が出ている。社会的、経済的課題を解決する方向への直截的貢献には、まだまだ困難な道のりが予測される

が、研究戦略を明確に設定しながら、さらに研究努力を積み重ねることが必要である。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

研究開始が遅れた事情（研究代表者の異動）を勘案すれば、状況に対応した臨機応変なマネジメントがされている。研究実施体制は本助成金により整備され、現状では充実した陣容と研究環境が構築されている。研究のさらなる進捗があろう。

論文発表、会議発表を着実にっており、研究成果の積極的な公表という観点では適切である。知的財産権獲得に向け、特許の出願が少ないのは問題である。

CSJ フェスタやナノテク展示会等は有効なアウトリーチの場であり、これらへのポスターなどでの関与は評価できる。研究の性格(内容)上、一般の人にアピールするには、このような関与だけではインパクトに乏しい。本研究課題で作製された太陽電池を動力源として、何かを動かすことができれば興味を牽いたであろう。サイエンスカフェなど、次世代への科学・技術対話への努力が必要である。

研究課題名	環境社会最適化シミュレーションを可能にする社会最適化アルゴリズム創出とその応用
研究機関・部局・職名	名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授
氏名	伊藤 孝行

研究概要:

(1) 研究の背景

既存の社会システムや制度は、トータルな効率を意識したものになっておらず、結果として環境に対しても優しくないという問題が指摘されている。これは、我が国のみならず、世界的な課題である。

(2) 研究の目標

本研究では、環境社会システムにマルチエージェントに基づく計算論的社会メカニズム設計理論（計算機とネットワーク網を利活用することで、新しい社会システムや制度をトータルに構築することを目指す理論）を導入し、その応用と効果を明らかにする。

(3) 研究の特色

価格決定、マッチング、およびルート最適化のメカニズムを、計算機とネットワーク網を前提として設計することにより、トータルな効率化を可能とする。これらを統合して取り扱う世界初の環境社会システム最適化実現の方法論を構築する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

この環境社会システム最適化実現の方法論の構築は、複雑な物流、スマートグリッド、リアルタイム課金など計算機やネットワーク網を効果的に応用する新しい社会システムの実現につながる。さらに、国家間規模の大規模災害における復興計画支援システムなどへの応用が期待できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>本研究課題は、社会システムを作る本質的メカニズムに注目し、「環境」という視点から独創的な最適化アルゴリズムを提案したものである。複数の実用的なアプリケーションが、すでにスケジュール以上に開発を進めており、現場での実験も行っている。理論段階における構築に関しては、国際的に見て一流の論文誌や国際会議採録などの実績があり、国際的な情報発信も積極的に行っている。</p> <p>論文の発表件数は十分であるが、特許など知的財産権は積極的に出願・取得すべきである。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>電力システムや交通渋滞緩和問題から、合意形成支援に至るまで、多数のエージェントが参加する「環境社会」の最適化にむけての研究であり、個別の研究は極めて活発に進行しているものと評価できる。一方、大規模な問題に対する実応用を目指した研究とあるが、シミュレーションの規模について目標および達成状況が不明確であり、きわめて多数の参加者が関与する実社会の問題に対してどこまで迫れるか、あるいは、そのための基礎的知見として何が実際に得られるのかがやや不透明である。</p>		
③ 研究の成果		
・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（ <input type="checkbox"/> 創出されている ・ <input checked="" type="checkbox"/> 創出されていない）		
・ 当初の目的の他に得られた成果が（ <input type="checkbox"/> ある ・ <input checked="" type="checkbox"/> ない）		
多数のエージェントが関与する実問題の解決に向けて、マルチエージェントの方法論		

(最適化アルゴリズム)を駆使して解決を試みる本研究課題の進め方は、十分に先進性があると判断できる。ただし、適用を試みた研究テーマが多岐にわたっており、個別テーマによっては不明なものもある。例えば、交通システムへの応用、とりわけ経路割り当て問題については大規模実問題に対して検証すべきことが残っていると思われる。

「創出されていない」としたが、ブレークスルーに至る可能性は高いと思われる。実際、複数の戦略やメカニズムを用いる本研究課題の場合は、その組み合わせ方それ自体、問題に特化した再構成を行う必要がある、実問題の解決に向けてのメタな経験もしくは方法論を十分に予感させるものがある。一方、本研究課題ではスパコンを用いたシミュレーションの是非については一切触れられていない。すなわち、スパコンなしでも環境社会システムにおける最適化のためのシミュレーションが可能かについて不明確である。そのことが逆に、どのレベルでのブレークスルーにつながるかの判断を困難なものにしている。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が

(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が(見込まれる ・ 見込まれない)

「環境」が関与するマルチエージェントシステムの問題に還元もしくは解釈できる問題は、本研究課題で主として展開した電力システムや交通システム以外にも多いと思われる。この意味で、関連分野の進展に寄与する可能性は大であるが、一方、「環境概念」もしくは「環境要因」を様々な研究テーマに適用可能な形で取り込んだうえでマルチエージェントシステムの理論と最適化アルゴリズムを適用できるかについては、研究計画書および実施状況報告書では明確にされておらず、最終報告書では明らかにすることが求められる。

社会的、経済的課題の解決への貢献に関しては、特に電力システムに対して、様々なモデル化と最適化手法を適用すべく理論と技法を再構築した点は高く評価でき、貢献の可能性は大きいと思われる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが(行われている ・ 行われていない)

研究計画は適切である。しっかりした研究実施体制をつくっており、今後の発展が期待できる。助成金の使用にも特に問題はない。

多数の論文発表を積極的に行っており、申し分がない。

研究課題名	バクテリオナノファイバー蛋白質の機能を基盤とする界面微生物プロセスの構築
研究機関・部局・職名	名古屋大学・大学院工学研究科・教授
氏名	堀 克敏

研究概要:

(1) 研究の背景

私は、微生物が体（細胞）から出す、蜘蛛の糸のような粘着ナノ繊維を発見した。蛋白質でできたこの繊維はユニークな構造をもつ分子で、世界最強レベルの接着性を示すが、その仕組みは不明である。

(2) 研究の目標

バイオエタノールやプラスチックの原料などをつくることのできる微生物を、ナノ繊維によりスポンジなどの担体表面にくっつけ、化学反応に利用する。またレアメタルを吸着する蛋白質や化学反応を促進する酵素などをナノ繊維と結合させて、微生物や油膜上に、種々の機能をもつナノ繊維のヒゲを生やす。そのために、接着の仕組みと繊維の性質などを分子レベルで解明する。

(3) 研究の特色

新しい蛋白質の機能を解明し応用分野を開拓すれば、クラゲの蛍光蛋白質のようにノーベル賞の対象にもなる。本研究では、私が独自に発見した粘着蛋白質の機能と仕組みを解明し、応用分野を開拓し、蛍光蛋白質を凌ぐ利用価値の高い蛋白質材料にする。同様な蛋白質の研究例は他にない。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

担体に微生物を固定できるようになれば、微生物を使って、環境負荷の少ない条件で効率よく化学薬品等を生産できるようになり、化学産業からの二酸化炭素排出量の大幅削減が見込まれる。他に、バイオエタノールの生産性の向上や、微生物を利用した海水や排水からの省エネ型レアメタル回収技術の確立などが期待される。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>応用も含め、本研究は一時の遅れを挽回して順調に進捗しつつある。</p> <p>ただし、AtaA の接着メカニズムや構造解析等の基本的事項に関しては不明の点が多いので、これらの解明に尽力して欲しい。特に AtaA が何故何にでも強く結合できるのかは学術的に極めて興味深い重要な問題であり、このことを最優先課題として取り組むべきと考える。</p> <p>異種生物でのタンパク質の発現効率や固定化微生物の安定性など、応用に関する目標を達成できるかどうかのキーとなる成果や実験計画がこの報告書では見られない。バイオリクターとしての解析は実験室レベルにとどめるとあるが、安定性の結果などはこの固定化法が実用化可能かどうかを大きく左右するものであり、きちんとしたデータが欲しいところである。</p>		
② 目的の達成状況		
<ul style="list-style-type: none"> ・ 所期の目的の達成の見込みが（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない） <p>独自の AtaA ナノファイバーの発見とその機能解明、バイオプロセスへの応用と研究が加速しつつあり、研究期間内に一定の成果が見込める状況となってきているが、一層の努力が必要である。</p>		
③ 研究の成果		
<ul style="list-style-type: none"> ・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない） ・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（<input checked="" type="checkbox"/>創出されている ・ <input type="checkbox"/>創出されていない） ・ 当初の目的の他に得られた成果が（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない） <p>独自に発見した接着性 AtaA ナノファイバーに基づく研究であり、優位性は高い。た</p>		

だし、投資された研究費が多額であることも考えあわせ、結果を合理的に説明できる詳細かつ十分量のデータをそろえる必要がある。

他に例を見ない AtaA の強い接着強度は、ブレークスルーの一つと見なしうる。

純水処理により、AtaA ナノファイバーの接着性が制御できることを見出したことは当初の目的の他に得られた成果である。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が

(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

実用化が十分見込める研究内容であるが、従来のものより効率の高い排水処理や環境浄化が可能になるかどうかにつき、研究実施者は「追加調査票」に多様な「期待」を述べているが、具体性はほとんど読みとれない。きちんとしたデータの蓄積による検討が必要である。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われている ・ 行われていない)

特別不適切さは認められない。しかし、研究が総花的であり、掘り下げ不足のものも多い。残された研究期間が少ないとはいえ、項目を絞って実用化に向けたきちんとしたデータを出すことを目指すような体制を考えて欲しい。

研究課題名	固体素子における非平衡多体系のダイナミクス
研究機関・部局・職名	大阪大学・大学院理学研究科・教授 (元 京都大学・化学研究所・准教授)
氏名	小林 研介

研究概要:

(1) 研究の背景

現在、従来の半導体よりも電力損失を劇的に抑えられる等の優位性を持ち、産業界も大きな期待を寄せる次世代素子の開発が世界的に進められている。次世代素子の実現には、量子効果（電子が波動性と粒子性の両方の性格を持つことから生じる効果）等を制御すると同時に、非平衡状態（素子が動作している状態）を理解する必要がある。しかし、その手法は確立しておらず、次世代素子の開発のための統一的な指針は得られていない。

(2) 研究の目標

次世代素子の開発に必須である、量子効果が本質的な役割を果たす素子における非平衡状態を、実験的・理論的に取り扱うための新しい方法論を創出する。

(3) 研究の特色

独自に開発した高感度の非平衡状態測定システムを用いることによって、これまで検証が不可能であった理論（たとえば「揺らぎの定理」と呼ばれる理論）の確立を図る。この研究によって、非平衡状態において電子が量子効果によって影響を及ぼしあう状態を理解し、次世代素子の性能と機能を予言・設計できるようになる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

機能・消費電力の両面でグリーン・イノベーションの発展に不可欠である次世代素子の研究に包括的な指針を与え、その開発に大きく貢献することが期待される。

【総合判断】		
○	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>短期間に当初の目的を達成する優れた研究成果を発表し、スピントロニクスやメゾスコピック非平衡統計力学分野の研究に大きなインパクトを与えている。これらの研究成果は基礎的なものであるが、将来の実際のナノデバイスの応用開発には不可欠のものとなり、これらを先行実施して、将来のデバイス開発に応用できる可能性は大きく、大変優れた研究成果が得られていると判断できる。汎用的な揺らぎの定理を積極的に次世代ナノエレクトロニクスなどに応用して、社会への貢献度を広げスケールの大きな研究へと発展展開させることが期待できる。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>固体中のナノ超構造を積極的に利用し、メゾスコピック系での精緻な電流揺らぎ測定より、非平衡多体系での揺らぎの研究を固体量子素子中で計測することにより、メゾスコピック非平衡統計力学の基礎の分野を拓く研究成果を挙げている。実験技術における測定感度の改良による電流揺らぎの精密測定より、揺らぎの定理の検証と固体素子上での非平衡状態でのスピン依存伝導の解明の成果が得られている。特に近藤状態での電子散乱過程の解明、量子細線での電子—核スピン散乱の観測、ラシュバ効果によるゼロ磁場下高分極率のスピン偏極電流の生成、トンネル磁気抵抗素子での量子コヒーレント伝導の実証など多くの先駆的な研究成果がある。本研究が契機となって非平衡揺らぎの重要性が一般に認識され、大きなインパクトを与えつつある。</p> <p>所期の研究目的は、ほぼ達成されており、さらに非平衡量子ホール状態での発振現象や、スピン流に伴うスピンショット雑音等の新しい現象の発見でも成果が期待できる。今後、更なる測定精度の向上と揺らぎによる新たな物理量を計測する研究へと大きく展開することが課題となるが、それらへの対応策は明確である。</p>		
③ 研究の成果		

<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が (<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない)
<ul style="list-style-type: none"> ・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (<input checked="" type="checkbox"/>創出されている ・ <input type="checkbox"/>創出されていない)
<ul style="list-style-type: none"> ・当初の目的の他に得られた成果が (<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない)
<p>研究課題の成果として、本研究内容では、電流揺らぎ測定が有効な実験手段であることを通し、①揺らぎの定理の精密検証とメゾスコピック非平衡統計力学、②固体素子に於ける多様な非平衡スピン依存伝導の解明、③固体素子に於ける量子コヒーレントな伝導の実証、④非平衡量子ホール状態の観測、⑤トポロジカル絶縁体における量子コヒーレンス、</p> <p>⑥新しい計測手法の開発、また⑦スピン流の電氣的検出や、⑧非平衡量子ホール状態を利用した発振現象、などの成果も得られつつある。各項目において特筆すべきは、①揺らぎの定理の精密検証とメゾスコピック非平衡統計力学では、電流揺らぎを高精度に計測し、微視的可逆性が成立することを実験的に検証することに成功。また、仕事揺らぎの定理の検証実験の手法を理論家とともに共同提案。また、固体素子に於けるシュテルン・ゲルラッハ効果の実証を世界で初めて行った。②固体素子に於ける多様な非平衡スピン依存伝導の解明では、近藤状態における二粒子後方散乱の実験や角スピン散乱を直接電氣的に計測。③固体素子に於ける量子コヒーレントな伝導の実証ではMgOバリアによるTMR素子により、巨大な磁気抵抗効果の原因とされるコヒーレント・トンネルモデルの根拠の明確化。④非平衡量子ホール状態の観測では、電流揺らぎに着目し、ブレークダウンの前駆現象を発見。⑤トポロジカル絶縁体における量子コヒーレンスでは、ショット雑音の測定に着目し、エッジ状態の実態を明らかにするため弱局在や伝導揺らぎを研究し、量子コヒーレンスに関する基本的なパラメータを明確化。⑥低温高分解能での新しい計測手法の開発。及び⑦スピン流の電氣的検出や、⑧非平衡量子ホール状態を利用した発振現象等があげられる。</p> <p>当初目的外の特筆すべき結果は、⑤に記述した、トポロジカル絶縁体での電気伝導における量子コヒーレンスに関する成果、及び非平衡量子ホール状態での発振現象等の発見等である。</p>
<p>④ 研究成果の効果</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が (<input checked="" type="checkbox"/>見込まれる ・ <input type="checkbox"/>見込まれない)
<ul style="list-style-type: none"> ・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (<input type="checkbox"/>見込まれる ・ <input checked="" type="checkbox"/>見込まれない)
<p>本研究課題での成果により、非平衡分野に於ける電流揺らぎ測定が有効な実験手段であることが、大きな研究の進展に寄与すると思われる。非平衡はナノ超構造の関与する多くの分野に一般的に応用できる汎用的な概念であり、生命、触媒、人工光合成、物理、化学、電気、半導体、情報通信などの巨大な学際分野に適用でき、将来大きな研究分野</p>

に発展すると期待される。

本研究課題の成果は基礎的なものであり、汎用的に多くの研究分野に適用できることが期待されている。特に、省エネルギーデバイス（スピンエレクトロニクス【磁性半導体に於けるスピン制御、コヒーレンスによるSN比向上】、モルトロニクス、クオントロニクス）、ナノスケールやメゾスコピックスケールで起きるエネルギー創成（触媒・人工光合成・太陽電池）などの分野に一般的に適用できる可能性が大きい。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

所期の研究目的は、ほぼ達成されており、研究計画、研究体制、マネジメントが適切であったと言わざるをえない。特に理論家や国内外の共同研究者との連携がうまく行き、理論と実験がうまくかみ合ったことが良い成果につながったのではないかと思われる。また、研究途中で研究機関が変わったが、研究体制を円滑に維持できたことはマネジメント能力が高かったことによる。本助成金も有効に利活用されて、測定感度の改良等の測定技術の向上により良い成果が生まれたものと思う。

成果発表は、知財を除き適切に行われている。基礎的分野であるので、現時点で知的財産権の出願はないが、将来貢献できる内容となっている。

研究課題名	合成化学的手法による次世代型ナノエレクトロニクス素子の作成
研究機関・部局・職名	京都大学・大学院工学研究科・准教授
氏名	寺尾 潤

研究概要:

(1) 研究の背景

現在、日本の産業と技術革新を支えているのは、パソコンや携帯電話の心臓部となる微小機器を製造する微細化技術である。人類は石器時代から数十万年に亘り様々な機器を発明し、大きなものを削り小さなものへと加工する技術により、そのサイズはこの100年間で100万分の1となった。しかし、この手法では、あと10年で微細化の限界に達すると予想されており、新たな技術開発が切望されている。

(2) 研究の目標

本研究では物質の最小構成単位である原子や分子を化学的手法により、意図した配列で精密に組み上げ、有機物のみで構成された次世代型ナノエレクトロニクス素子（超微小電子機器）の新しい製造技術の開発を目指す。

(3) 研究の特色

本手法により製造される電子素子は、従来よりも遥かに小さく、その構成成分が炭素や水素などが中心であり、レアメタル（高価かつ希少な原子）を用いる必要がないことから、製造コストを大幅に抑制できると共に、環境にも優しく省エネルギー効果も絶大である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究により、原子を精密に配列させた有機分子のみによる電子素子の製造法が実現すれば、化学・エレクトロニクス産業を大きく変える革新的な微細化法となり、微小・軽量・安価な次世代型電子機器の製造が期待できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>本研究代表者が開発した被覆された分子配線手法と導電性分子ワイヤは、綿密に設計された被覆モノマー分子を巧みに重合させる新しい試みであり、先進性のある研究成果である。また、ポリマーとして最大の電荷移動度を達成し、優位性のある研究である。</p> <p>個別の項目としては、1. 被覆された分子配線手法の開発、2. 導電性分子ワイヤの合成、3. 分子デバイスの作成、を達成目標として掲げている。項目1については、綿密に練られたモノマー分子設計と重合法により、計画どおりに開発できた。ただし、配線の密度、長さの制御、断線配線の有無等の詳細な記載が無く、配線手法としての精度の判断がつかない。詳細な説明が求められる。</p> <p>項目2については、ポリマーとして最大の電荷移動度を達成した。ただし、計画において目標値が設定されていないので、これが十分な値であるか不明である。より高い電荷移動性を目指すようであるが、目標値を設定することが必要である。</p> <p>項目3については、成果が上がりつつあることが定性的に説明されているが、目標値の設定が無い。「産業と社会を大きく変える革新的なナノ分子エレクトロニクス素子の開発」であれば、定量的かつ戦略的な目標設定が必要である。</p> <p>本研究課題としては、デバイスを作り上げるところまで到達する必要がある。</p> <p>特許が少なく、研究の進展が遅れている。また、実施状況報告書（平成24年度など）に記載の研究論文は、ほとんどがこの研究に関連しない内容となっている。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>所期の目的の達成は、期待を込めて見込みがあるとした。研究申請書にはクリアすべき数字、獲得すべき性質が示されておらず、所期の目的の到達点が明らかではないため、達成の見込みがあるのか、それとも見込みがないのか判断が難しい。</p> <p>シクロデキストリンで被覆された共役分子を合成化学的に大量につなぎ合わせ、ナノワイヤを作成し、分子エレクトロニクスの実現を目指すという目的を掲げての研究であるが、被覆共役ポリマーの被覆率、直線性、重合度などの数字はどれ程のものを目指す</p>		

のかが、申請書には記載されていないため不明である。またどのような分子デバイスを作ろうとしているのか、そのためには移動度を始め、どのような数値をクリアしなければいけないのか、あらかじめ具体的な目標を設定する必要がある。またデバイスに組み上げる際には単なる物性値以上に要求される性質がある。これまでに多くの研究者たちが分子ワイヤを合成し、分子デバイスを目指した研究を展開しながら、なかなか最終ターゲットにたどり着かないのは何故か、克服すべき問題点を整理しておく必要がある。

これまでに発表した論文のうち、本研究課題に直接関連した原著論文は数報で、多くは直接関係のない有機合成に関する論文である。得られた π 共役分子ワイヤの物性測定に関する論文は、さきがけ研究の代表者、他の最先端・次世代研究の代表者との共著であり、実施状況報告書では誰がどのような役割を果たしたのか、それぞれの寄与を明らかにする必要がある。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ある ・ ない）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

これまでに得られた結果はそれなりに評価できるものであり、先進性・優位性はある。残念ながら現在のところ、真にブレークスルーとなる成果は得られていない。

分子ワイヤの構造と移動度の間にある種の相関が存在することを示すなど、一定の成果を挙げているが、合成し測定に供した分子ワイヤが単一のものであるか、構造が予測通りのものであるかを確認したのか、あるいは提案している電子移動過程の正当性を支持する証拠はあるのか、再現性はどの程度保証されるのかなど、不明な点がある。最終年度の研究実施報告ではその点を明示する必要がある。

予定した研究が良好に進捗しているが、それ以外の特記事項は認められない。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

被覆モノマー分子を逐次結合させて分子配線を行う方法論は新しく、微小配線技術に影響を与える可能性がある。分子デバイス研究で進展が見られれば、この分野における寄与が大きい。なかなか困難な道とは思われるが、粘り強く研究を進め実用的なデバイスにたどり着けば、関連分野の研究者に道筋を示すことになる。

これまでに得られている成果は基礎研究段階のものであり、これが直接社会的、経済

的課題の解決に貢献する可能性は低い。今後、分子デバイス等で大きな進展があれば、エレクトロニクス分野において貢献できる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

助成金については、最終年度に核磁気共鳴測定装置を購入しているが、それ以前には必要ないのだろうか。1年間の使用だけで約3千万円の投資には問題がある。その後、共用機器として使用するとの説明であるが、それであれば概算要求等の範疇であろう。

本研究課題の研究に直接関係しない論文については、成果に入れる必要はない。それなりにしっかりした内容の論文であれば、論文の報数に関係なく評価される。

新聞発表等で研究内容を周知する努力を行っている。国民一般を対象としたサイエンスカフェで研究説明を行ったが、参加者は多くなく、効果は限定的である。

研究課題名	ナノプロトニクス燃料電池の創成
研究機関・部局・職名	北陸先端科学技術大学院大学・マテリアルサイエンス研究科・准教授 (元 京都大学大学院・理学研究科・JSTさきがけ研究員)
氏名	長尾 祐樹

研究概要:

(1) 研究の背景

水素ガスと酸素ガスから電気を生むことができる燃料電池は、二酸化炭素を排出しない次世代の発電システムの1つとして注目を集めています。プロトニクスは、水素の特性を最大限活用した総合科学技術に位置づけられ、これを活かした燃料電池の設計・製作は、まだ十分に行われていません。

(2) 研究の目標

本研究では、プロトニクスと以下の化学素子化技術を駆使した燃料電池デザインを新規に設計・製作し、ナノプロトニクス燃料電池として、新型電池の開発を目指します。

(3) 研究の特色

本研究の特色は、トップダウンプロセスとボトムアッププロセスの融合に加え、単なる分子構造の制御から一步踏み込んで、分子配列の制御も行うことが挙げられます。また本研究では、3次元空間内において異なる機能性分子を正確な位置で接合させる、「化学素子化」という概念を開拓します。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

化学素子化により機能性分子を素子化する技術は、接合が関係するあらゆる分子科学分野に応用可能です。成熟したこの技術により、デバイスが一部壊れた際のその部分の自己修復や、回路や機能のリプログラミングが可能な時代の到来が期待されます。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
○	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>研究代表者が独自に見出したプロトン高速輸送現象と MEMS 技術とを組み合わせ、高出力密度の燃料電池を生み出そうとする当初の計画は大変優れたものであるが、実際の研究内容は現象解明と触媒形成に重点が置かれており、ナノインプリント法によるセル作製に関する検討が不十分であると言わざるを得ない。研究代表者自身の専門性によるところもあるが、当初提示した目的を達成するためには、これまでの専門性以外の部分にも自ら積極的に挑戦して、本補助事業期間全体を通して同程度の重点を置くべきであったと思われる。残りの半年ほどの期間内に、むしろトップダウンプロセスに重点を置いて研究を進め、当初の着想であるセルやスタックの実現に向けて最大限注力していただきたい。</p>		
② 目的の達成状況		
<p>・ 所期の目的の達成の見込みが（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない）</p>		
<p>研究代表者が独自に見出した高速プロトン輸送現象そのものについては様々な知見が得られ、応用上の指針を与える段階にまで達してきており、安定性の問題がクリアできれば数値目標としている 1Scm^{-1} にも達しつつある。その一方で、トップダウンプロセスについては、当初見込んでいた段階には達しておらず、残り1年で多層構造による高出力スタックが実現するのはかなり難しいと考えられる。</p>		
③ 研究の成果		
<p>・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない）</p>		
<p>・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（<input checked="" type="checkbox"/>創出されている ・ <input type="checkbox"/>創出されていない）</p>		

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

プロトンの高伝導性をもたらすメカニズムが解明できており、伝導性を制御する知見を与えたことは今後の材料設計に対して貢献するものであり、先進的な成果である。また、実際に高伝導性の部材を実現したことは優位性が高い。その意味において、プロトンの高伝導性の機構を明らかにしたことを高く評価する。今後はさらに、燃料電池セルとして実現し、当初の目標である出力密度が大幅に向上する点を実証されることを期待する。

また、MEMS 技術を用いて燃料電池を水平方向に製作する方法は新規性がある。MEMS やインクジェットを用いた製造法は大量生産に向いており、本研究が提案する燃料電池は工業的な観点からメリットが大きいと予想される。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

現状の燃料電池開発で大きな課題であった、効率アップと白金触媒量低減に対して、本研究で得られている、効率 10 倍以上、脱白金触媒化という成果は、画期的なもので十分当該研究分野の進展に寄与するものである。

今後のグリーンイノベーションの中核をなす大電力エネルギーのグリーン化に向けて本研究成果の寄与は大きい。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

セルとしての実現がまだ完成しておらず、研究の遅れが生じているが、対策はとられていることからマネジメントは適切と判断される。セルの実現は必須であることから、残り期間において適切な研究の管理が必要である。研究成果の発信に関しては、数多くの論文発表、会議発表がなされており十二分である。

基本特許は出願しているようであるが、もう少し、応用特許を出して知的財産権を強化していくことが重要である。

研究課題名	レアメタルを凌駕する鉄触媒による精密有機合成化学の開拓
研究機関・部局・職名	京都大学・化学研究所・教授
氏名	中村 正治

研究概要:

(1) 研究の背景

ノーベル化学賞で有名になった鈴木カップリングに代表される精密有機合成反応は、医薬品や液晶・有機 EL などの開発や工業生産に欠かせない技術となっています。これらの反応にはパラジウムなどのレアメタルが触媒として用いられていますが、安定供給や毒性などの懸念から、世界中で代替法の開発研究が行われています。

(2) 研究の目標

本研究では安全、安心、安価と三拍子そろった鉄を触媒として、上述のレアメタル触媒を代替、さらには、それらを凌駕する次世代触媒反応を開発することで精密有機合成化学の新局面を開拓することを目指します。

(3) 研究の特色

鉄は我々の生活と最も関わり深い金属ですが、その反応性の制御が困難なため、精密合成触媒として活用されていませんでした。我々は、独自に設計・合成した新規の有機リン化合物を鉄に結合させることで、鉄の電子状態を操り、望みの反応性を引き出せることを発見しました。本研究ではこの新たな知見をもとに、反応制御法を発展させ実用的な精密合成反応を開発します。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

鉄は毒性および環境負荷が低く、生成物からの除去も容易です。医薬品農薬原体およびその中間体、有機 EL や液晶、太陽電池増感剤、高機能性ポリマーなどの効率的な開発、そして資源を有効利用する次世代型の工業生産へ応用されると期待します。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>総合的には、所期のとおりの成果を生み出している。低環境負荷を目指した有機合成反応開発として、ほとんどの有機化学者が一度は思い描くが、実現し得ない、「鉄触媒」の開発を基本として目的を達成している。</p> <p>細やかな条件検討の上に添加物の工夫で、従来貴金属で効率的に実施されたカップリング反応を次々と鉄触媒で実現した成果はすばらしい。その創造性、学術性は高く、さらに実用性に富んでいる。一部、企業で実施が試みられた。</p> <p>目的の他に、触媒効率の向上などでより精巧かつ実用性を増すと同時に、新触媒にしかできない新反応に取り組む方向も示唆できる。</p> <p>学術論文は多いが、知的財産権出願がほとんどないのは問題である。ただ、製法特許は、ある意味で秘密の保持にはならないので、あえて特許申請しないという方針もありうる。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>新規な均一系鉄触媒を用いて新たな有機合成反応を開拓することが目的であり、学術的かつ技術的に優れた反応開発に主眼を置き、クロスカップリング（炭素炭素結合形成、炭素ヘテロ元素結合形成）、炭素水素結合活性化、不斉合成、反応解析と理論計算と盛りたくさんの計画が提案されている。その所期の目的である従来貴金属を用いて実施された合成反応を次々と鉄触媒を用いた系で実現できている。具体的には、グリニヤールカップリング、有機ホウ素化合物の共役付加、アルキンへのボラン付加を鉄触媒で実現している。特筆すべきは、トリアリールアミンの合成は、マグネシウムアミドと鉄触媒の組み合わせで実現し、機構まで提唱している。炭素水素結合活性化においても特異なジアリールアミンのクロスアミネーション反応を見出している。さらには、大量合成反応にも取り組み、芳香族グリニヤールと塩化アルキルのカップリングに成功している。鉄錯体の構造解析ならびに理論計算による考察も報告している。以上のように、所期の目的の達成に向けて、ほぼ予定どおりに研究が進められている。</p>		

予定の一部であるが、ケイ素の導入は、フッ素官能基の導入などで検討が開始されている。鉄触媒を活性化する配位子の創製についても研究が進んでいる。

目標がきわめて重要かつ明確（元素戦略）であって、しかも化学者それぞれのバックグラウンドで取り付きやすいテーマ（材料）であるため、近年関連する多くの研究が行われている。その中であって、具体的な研究の方向付け、すなわち舵取りは本研究代表者にゆだねられている観がある。本研究代表者が果たしている先導的役割は極めて大きい。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ある ・ ない）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

極めて高い先進性・優位性を持っている。すでに成果の一部は実用化されていることからそれはうかがえる。この種の研究成果は物質特許につながらないので気の毒ではあるが、触媒とその配位子として有効なホスフィンおよび触媒の製造法に関する特許申請がある。誰もが興味を抱いており、何よりも対象とする材料（鉄化合物）が安価であるため多くの研究者がそれなりの成果を上げて論文誌を賑わしている。その中で、本申請者の研究成果には、真の重要性を見据えたブレークスルーが随所に見られる。それは、公表された研究成果のうち、有力抄録誌に抄録されている率が高いことから、明らかである。

具体的には、従来貴金属系触媒で実施された反応を、安価で低環境負荷プロセスとして鉄触媒を用いて実現しつつある。特に、鈴木宮浦カップリング、根岸カップリング、菌頭カップリング、Buchwald-Hartwig 反応に世界で初めて成功している。従前技術をしのご利点が見られる。鉄触媒による、種々カップリング反応は困難である定説を覆し、さまざまな添加剤、アルキル化剤、その他条件を精査し成功に導いており、これらはすべてブレークスルーと呼ぶことができる。

鉄錯体の中間体単離、理論計算は予定の一部とはいえ、目的を越えた成果である。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

パラジウムなどの貴金属を用いたクロスカップリングは、高効率である。しかし、鉄触媒の効率が上がり、これに十分代替できる可能性が出てきた。環境調和を目指した有

機合成化学分野へのインパクトは大きい。関連分野の進展に大きく寄与する。
環境負荷低減の技術として社会的、経済的課題解決として貢献する。
見出された成果は、工業的レベルで応用されるであろう。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われている ・ 行われていない)

研究計画は適切であり達成度は高い。研究体制ならびに学術的アプローチも十分である。さらに企業とのタイアップにより工業生産に結びつけようとしており、積極的なマネジメントが行われている。新規な配位子の市販を実現している。さらに指摘するとすれば、本研究はその内容から、元素戦略に最も近い性格を持っている。その意味でまず実用的な反応の開発を進めるべきである。多くの反応補助剤を用いてまで、あらゆる反応を鉄触媒に置き換える必要は全くない。

製法特許は、ある意味で秘密の保持にはならないので、あえて特許申請しないと言う方針もありうる。雑誌論文から見て学術的成果は十分であり、会議発表も多い。新聞・雑誌報道についても多く取り上げられており、積極的は公表がなされている。

大学内における広報、体験実験に加え、出張講義など積極的に活動している。

研究課題名	究極の省電力素子を目指したスイッチング分子ナノサイエンス
研究機関・部局・職名	京都大学・大学院工学研究科・教授
氏名	松田 建児

研究概要:

(1) 研究の背景

近年の微細構造の加工技術の進歩によって、「分子」を部品とした機械を組み立て、一分子レベルでの電導挙動や発光挙動をとらえる分子スケールナノサイエンスが現実のものとなりつつある。

(2) 研究の目標

本研究では、光を当てたり電気を流したりすると形が変わるスイッチング分子を用いて、素子が分子一つ一つで構成される究極の省電力素子の作成を目指す。具体的な目標は、有機分子一分子がダイオードやトランジスタなどの素子の働きを担う、分子スケールエレクトロニクスの実現である。

(3) 研究の特色

本研究計画の特色は、自分たちのオリジナル分子を用いて、物理有機化学の視点を中心に、応用物理学、量子物理化学の研究者との連携をとり課題に取り組む点である。分子合成から物性測定までを一貫して機動力高く行うため、高い国際競争力でこの研究分野を先導できると考えている。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究で取り上げるスイッチング分子は、分子素子としての期待が大きく、分子コンピュータというものにつながる。一分子に情報が記録され、一分子の反応によって演算が行われれば、記録、演算にかかるエネルギーは劇的に小さくなり、情報処理の大幅なエネルギー削減が期待される。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>分子ナノサイエンスで基盤となる興味深い研究成果を得ており、当初の計画通り順調に研究開発が進んでおり、一定の成果が見込まれる。信頼性や再現性、解釈等に対して困難な課題が山積すると予想される研究に対して積極的に挑戦し、極めて有意義な研究成果が得られている。</p> <p>今後の研究計画にも問題はない。本研究課題終了後もこの研究ポテンシャルを活かして、さらなるブレークスルーが期待できる。</p> <p>特許出願がないことが課題である。特許を出願し、研究成果を社会に還元するべきである。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>研究計画は妥当であり、目的達成のために途中新たな内容を追加するなどしており、適切である。研究目的に対して総合的かつ系統的なアプローチがされ、順調に研究が進んでいる。</p> <p>本研究課題では、高性能有機スイッチング分子を基盤とした分子スケールナノサイエンスの発展を目的として、以下の3つの具体的な研究目標を挙げている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 楕形電極を用いた金属微粒子・有機分子ネットワークのコンダクタンス光スイッチング 2. ナノギャップ電極を用いた単一電子トランジスタの光応答 3. STMを用いた単一分子コンダクタンスの光スイッチング <p>最初の2項目に関してはすでに当初の研究計画以上に進んでおり、目的の達成が見込まれる。最後の項目に関しては、フォトクロミックジアリールエテンの反応識別の課題が残されている。現状では分子長が異なる場合、分子長の効果が大きいことが明らかとなり、反応識別がなされていない。精確な分子長を見積もることにより克服が可能であるとの方策が示されている。以上のことから、進捗状況は順調であり、当初の目的の達成が見込まれる。</p>		

他機関の研究と共同しながら研究体制をつくり、理論、実験、物性評価が精力的に行われている。

研究を進めるにあたり、諸課題が生じているが、それに対して効果的な対応がなされており、その指針は、本研究課題での単なる対応でなく、他研究者の有効な指針となりうるものが含まれている。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が (あり なし)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (創出されている 創出されていない)

・当初の目的の他に得られた成果が (あり なし)

本研究課題の研究成果は、分子スケールナノサイエンスにおいても、分子設計によりシステムの設計が可能であることを強く示唆しており、その点において先進性・優位性がある。

ナノギャップ中に金微粒子とフタロシアニンを共存させることで、単一電子トランジスタの光照射及び電圧印加によるスイッチングを見出し、そのスイッチング機構の検討から、フタロシアニンの役割を明らかにしている。このことは特筆すべき研究成果である。

光異性化により、 π 共役長と HOMO-LUMO ギャップの両方が変化する分子を設計・合成し、金属微粒子とこの分子のネットワークのコンダクタンス測定を行っている。この結果から、 π 共役長が HOMO-LUMO ギャップの大小よりもコンダクタンスに大きい影響を及ぼすことを明らかにした。この研究成果は、分子ナノサイエンスの基礎的観点から先進性・優位性が高い。更に、実験と量子化学計算を用いてコンダクタンスと交換相互作用が、どちらも分子ワイヤ中の電子のトンネリングに関連していることを明らかにした。この成果も先見性のある興味深い結果である。

分子軌道 (π 電子のトポロジー) と分子の電子物性を、光スイッチングを通じて系統的に扱っている研究例はないので、本研究の知見は大いに先進性があり、他の研究者にとっての指針となりうる。

ナノギャップ中に金属粒子やフタロシアニンを共存させるアイデアは研究途上で生まれた独自のアイデアで、かつ実証されている。単一電子トランジスタの光スイッチング挙動の実証は画期的である。

研究代表者が示した論文発表リストによれば、本研究課題の目的である分子の電子物性のスイッチングの他に、分子集合体のスイッチングや制御、構造発色機能に関する興味深い発表が含まれている。光機能分子のもつ多様な可能性について、次の新たな研究テーマにつながる多くのシーズも同時に生まれている。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が

(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

本研究課題が関連するのはナノサイエンスの分野であり、 π 共役長とコンダクタンスの関係の解明、分子コンダクタンスの新しい評価法の提案、2次元安定配列作製のための有用な手法の提示がなされている。ナノサイエンスの進展に寄与が見込まれる。

本研究課題の成果は、将来の分子スケールエレクトロニクス的基础に関連している。少し長い時間スケールで見て、分子スケールエレクトロニクスが実現されると、情報処理に必要なエネルギーが大幅に削減される。そのため社会的、経済的課題解決への貢献が見込まれる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われている ・ 行われていない)

実験研究者だけでなく、理論研究者も研究に加わっており、研究実施体制も適切である。頻繁に研究の進捗状況に関する会合が開催されており、適切なマネジメントが行われている。今後、より一層の研究成果を上げるためには、理論化学の更なる活用が必要である。

研究設備、消耗品、成果の公表に関する交通費などに、助成金は有効に活用されている。指摘事項に関しては、特許出願以外の項目には対応済みである。研究成果の内容を考えると、特許出願を焦る必要はないが、常に大学の関連部署とコンタクトを密にして、出願による社会への成果の還元を図る必要がある。

研究成果発表・発信については、適切に行われている。学会で評価の高い雑誌に論文を発表しており、本補助事業終了後もその傾向は続くと判断される。

大学の公開講座、オープンキャンパスなどで国民、特に高校生を対象として、科学・技術対話を行っている。ナノスケールエレクトロニクスの挑戦、夢などを語るには適切な場と判断する。このように研究者・技術者の育成に対する啓発的努力は十分にされている。

研究課題名	鍾乳石を用いた高時間分解能 古気候復元 -アジア水循環変動の将来予測に向けて-
研究機関・部局・職名	京都大学・大学院理学研究科・助教
氏名	渡邊 裕美子

研究概要:

(1) 研究の背景

申請者の研究グループでは、これまでに、インドネシア・ジャワ島の鍾乳石中の特殊な化学成分と過去 50 年間の雨量とを比較して、相互の関係性を見出したことで、『鍾乳石の化学成分を用いて過去の雨量を推定できる』ことをアジア熱帯域で初めて明らかにしました。

(2) 研究の目標

この研究では、インドネシアと日本の鍾乳石の化学成分を測定し、過去 1000 年間の雨量を年単位で復元します。そして、既に報告されている中国やインドのデータと比較することで、アジア全体の雨量変動を詳細に理解することを目指します。

(3) 研究の特色

近年、鍾乳石の化学成分を用いて過去の雨量を復元する研究が盛んに行われています。それらの研究では中緯度から高緯度域を対象にしていますが、この研究では赤道を中心とした低緯度域での雨量復元を行う予定です。低緯度域はエルニーニョ・ラニーニャなどにより地球全体の気象に大きな影響を及ぼすので、低緯度域の雨量の変動史を把握しておくことは極めて重要です。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第 4 次報告書では、将来の雨量予測の精度が悪く、正確な雨量予測が今後の重要な課題とされています。特に、この研究が対象とするアジアは世界で最も人口稠密な地域であり深刻な気象災害が懸念されているので、このような地域の雨量変動の予測に、この研究が提供する“過去の雨量変動の情報”は重要な役割を果たすことが期待できます。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
○	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>日本の鍾乳石を用いた古気候復元は断念することとなったが、インドネシアについては古気候復元の達成が期待される。残された期間内に、その研究成果をもとにして水理モデルの精度向上に資する研究に発展できるよう努力されたい。なお、これまでの他地域（中国・インド）における成果との整合性を調べ、本研究課題の先進性・優位性を強調すべきであろう。</p> <p>また、公開されているホームページは、本研究課題の成果を適切に公開しているとは言い難い。期待される分野であり、新たな展開が望まれる割にはあまりに成果が少ない。専門家向けの公表とともに、一般国民に向けても適切な情報発信が期待される。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>本研究課題は、インドネシア・ジャワ島西部の鍾乳石の炭素・酸素同位体比の分析から過去 1,000 年間の降水量変動を復元することを目的としている。予定に遅れはあるものの、インドネシアの試料を用いた解析により、過去 1,000 年間の雨季の降水量の変動を解明するという一定の成果をあげたものと評価できる。ただ、試料質の問題により、当初予定されていた日本の試料分析が中止されたことは残念である。</p> <p>一方、水循環モデルの精緻化は、古気候復元に対して従属的な位置にあると思われるものの、当初計画の遅れもあったためか、平成 24 年度の時点では実施されているという報告はない。残された補助事業期間でどこまで成果をあげられるか不明確である。</p> <p>研究目的を達成するための課題への対応はとられているものの、質量分析システムの導入に時間がかかり、十分な成果が得られるまでには至っていないと思われる。また、鍾乳石試料の同位体分析から得られた知見と洞窟内の環境モニタリングの相互関連性に必ずしも明確なビジョンがないように思われる。</p>		
③ 研究の成果		
・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ <input checked="" type="checkbox"/>		

ある ・ □ない)
・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (■創出されている ・ □創出されていない)
・ 当初の目的の他に得られた成果が (□ある ・ ■ない)
<p>鍾乳石試料の炭素・酸素同位体比を分析し、過去 50 年の降水量データと時系列比較した結果、雨季の降水量と有意な負の相関が認められた。その整合性は東部ジャワおよび西部ジャワの分析結果からも認められており、古気候指標としての有用性を再確認できた。</p> <p>熱帯域の鍾乳石研究に基づく古気候復元は先行事例が少ないことから、本研究によるデータ蓄積と解析が進み、同地域の復元作業が精緻化されれば優位性の高い研究となるう。</p> <p>得られた研究成果はジャワ島の早魃の証拠を明白にするなど先進性・優位性があるが、データの分析量が少なく、過去 1000 年間の降水量変動を完全に復元するまでには至っていない。</p> <p>なお、指摘によって独創性を高めるべくモデル精緻化の作業が追加されたようであるが、これに関する研究成果がまだ得られていない。</p>
④ 研究成果の効果
・ 研究成果は、関連する研究分野への波及効果が (■見込まれる ・ □見込まれない)
・ 社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (■見込まれる ・ □見込まれない)
<p>本研究課題によって熱帯地域の古気候復元のノウハウと成果が蓄積されれば、地球規模の古気候再現作業に大きく貢献することになる。また、ジャワ島の降水量変動は環太平洋地域のエルニーニョなどとの関連もあり、関連分野の発展に今後大きく貢献すると期待される。</p>
⑤ 研究実施マネジメントの状況
・ 適切なマネジメントが (■行われている ・ □行われていない)
<p>概ね、研究目的の達成に向けて研究を実施し、一応の成果を挙げたと認められる。しかしながら、年代分析に予想外の問題があったため、沖縄の調査が実施されていない。また、指摘事項に基づいて追加されたモデル精緻化の作業は未着手であり、このままだと、未完で終わると懸念される。</p> <p>ホームページでは古気候研究について公表されているが、京都大学 21 世紀 COE プログラムの成果であり、本研究課題の成果が含まれているか否かがわかりにくい。</p> <p>一方、一部の備品 (一式の価格が 50 万以上のもの) は研究の関連性と必ずしも明確でない。たとえば、水試料の分析にイオンクロマトグラフや分光光度計が利用されているが、過去 1000 年気候の復元との関係は不明確ある。また、平成 24 年度購入されたデジタルマイクロスコープ、ターボ分子ポンプの用途についても研究計画との関連が不明である。</p>

研究課題名	フェムト秒 4 次元動画像計測技術とその装置の開発
研究機関・部局・職名	京都工芸繊維大学・大学院工芸科学研究科・准教授
氏名	栗辻 安浩

研究概要:

(1) 研究の背景

最先端ものづくりでは、製品の高速かつ正確な検査技術が必要である。近年、これらの検査には 3 次元計測が世界的に有効とされている。さらに、グリーンものづくりでは、動く測定対象に対して、より詳細な情報が必要とされる。しかし、従来技術では、動く対象に対しては 3 次元の計測でさえ困難である。

(2) 研究の目標

動く測定対象の 3 次元形状だけでなく対象を構成する物質の 3 次元分布を同時かつ高速に動画像計測できる技術を創成し、その装置を開発する。その装置を用いて、省エネエンジン開発に向けてエンジン内部の燃焼の様子の可視化と計測、精密部品の省エネ検査、精密部品加工の省エネ化のためのメカニズム解明を行う。

(3) 研究の特色

創成する技術は、測定対象の 3 次元形状と物質の情報を映す光波の振動方向を表す 1 次元情報とを瞬時に得られる 4 (=3+1) 次元動画像計測技術により実現される。この技術は、申請者が特許出願済みのホログラム(キラキラと輝き、3 次元像を映し出す技術、紙幣にも付けられている薄板)と 10 兆分の 1 秒以下の極短時間だけ光を放つ最先端レーザーを用いる方法以外には無い。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

エンジン内部の様子を解明することによる超低燃費エンジンの開発、半導体部品などの早期欠陥検出による製造エネルギーの格段の低減、精密部品の加工エネルギーの格段の低減、稼働中の機械や飛行機などの乗り物の亀裂発生の計測による安全社会の実現など多分野に貢献できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>偏光情報を含む4D計測システムの基礎を開発したという点では高く評価される。しかし、その詳細総合性能を示す4D同時定量データは十分に得られておらず、以下で指摘する動作特性精度・定量性能・再現性などを把握・評価していく必要がある。またグリーンイノベーションへの具体的な応用に寄与する成果はまだ得られていない。今後の対応策が必要であり、現時点での判断としては、開発されたシステムの本研究課題への貢献度はあまり大きくないと評価せざるを得ない。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>運動する物体の3次元構造+偏光情報を時系列でホログラム撮影し、再生する技術開発が目的である。</p> <p>高価な装置（フェムト秒レーザー発振器増幅器・ストリークカメラ・超高速高解像度コマドリ偏光デジタルカメラなど）を組み合わせた、偏光（P_{0i}）情報を含めたホログラフィック時空間（x, y, z, t）計測システムを開発してきたという点では進捗状況は順調である。しかし、採択時の最終目標であるグリーンイノベーションのための具体的な応用にとって意義ある特定被測定物理量A（例えば分子密度）の定量結果データ $A(x, y, z, p_{0i}, t)$ が全変数同時情報関数として明らかに示されていない（その情報から具体的な応用にとってどのような定量改善が可能なのかも含めて）。その測定精度 $\Delta A \cdot \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot \Delta p_{0i} \cdot \Delta t$、測定可能範囲 $A_{max} \cdot X \cdot Y \cdot Z \cdot T$、測定感度 A_{min}、ダイナミックレンジなども明らかでなくそれらが具体的なグリーンイノベーション応用にとってどのように定量的に関係があるのか示されていない。加えて、偏光情報の具体的な応用測定物理量についての意義が定量的に明示されていない。</p> <p>かつ、その応用にとっての問題点・改善点と測定結果との間の定量関係が明確に4次元（4D）定量データとして示されていないため、その対応方策に対しても具体的なアイデアが提出資料からは読み取れない（提示測定図の表示が不親切である）。</p> <p>その他、①100万フレーム/秒が目標値であったがなぜ26万フレーム/秒にとどま</p>		

っているのか、その解決結果が示されていない。②干渉縞デジタル画像に対する振動の問題についての解決結果が示されていない。③燃焼効率をあげるために、燃料噴霧パターンに対して測定感度・測定精度・測定範囲・ダイナミックレンジなどの測定結果の値が定量的にどれだけ必要なのかわからず、何を定量的におさえる必要があるのかわからず。今後より具体的な改善策を示して欲しい。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性がある
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果がある
(創出されている ・ 創出されていない)

・当初の目的の他に得られた成果がある (ある ・ ない)

偏光情報を含めた4D計測システムの基礎開発という点では先進性がある。しかし提出された測定資料の図からはその結果の精度・測定可能範囲・測定感度・ダイナミックレンジ・全計測および表示必要時間・測定条件などの同時情報・基本動作定量特性が読み取れない。計測システムの開発では、総合的な動作定量特性(4D変数依存などの定量値)を提示・評価することは最低の必要条件である。これらの点が不十分である。また、グリーンイノベーション応用のために、どのようにブレークスルーできたかについての結果は得られていない。即ち開発システムによる測定結果が具体的なグリーンイノベーション応用にとってどのような革新性をもたらすのか実験実証されていない。この意味で開発システムの明確な有用性が見えない。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果がある
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果がある (見込まれる ・ 見込まれない)

偏光情報を含めた4D計測(それらの同時精度などの定量評価は不十分であるが)システムを具体的な応用目的にマッチさせ、更なる高性能に向かって開発する研究分野の進展には寄与すると考えられる。しかしながら、社会的・経済的に意義のあるグリーンイノベーション応用への具体的貢献については先が見えず、現時点では見込めない。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントがある (行われている ・ 行われていない)

本開発システムの現状を定量的に理解した上で、具体的なグリーンイノベーション応用についての問題点・解決案を、出口側からアプローチできる専任研究員の雇用研究実施体制がより効果的であると考え。既に述べた理由により、指摘事項についての対応状況は不十分であると考え。

また、計測システムの開発については、世界的にレベルの高い適切な専門誌において多数公表発表されている点は特筆と値し、高く評価される。

また、国民との科学・技術対話については、効果的とは言えないが実施している。グリーンイノベーションに直接寄与する結果を示す成果の積極的な広報活動が今後必要である。

研究課題名	Membranome に基づく革新的バイオテクノロジーの創成
研究機関・部局・職名	大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授
氏名	馬越 大

研究概要:

(1) 研究の背景

「遺伝子(Genome)」や「タンパク質(Proteome)」を基盤とするバイオテクノロジーは、バイオ分子の不安定性・短寿命等の欠点が工業利用の足枷となっている。光合成膜のように、バイオ分子の集積化により物質やエネルギーを高効率・安定に生産する「生体膜」が注目されるが、応用例は皆無である。

(2) 研究の目標

リポソーム(モデル生体膜)は、“水中に浮かぶ水のシャボン玉”と比喻できる。そのナノサイズ油膜は、各種バイオ分子を集積化して物質生産に必須な分子認識点や触媒活性点を「創発」できる(Membranome)。リポソーム膜上で化学反応ネットワークを駆使し、最小エネルギー/資源でモノをつくる革新的バイオテクノロジーを創成する。

(3) 研究の特色

世界に先駆けてリポソームを用いた人工酵素技術(LIPOzyme)を公表し、リポソームセンサ/プロセス材料等の独自基盤も整備している。LIPOzyme の高性能化により高性能・安定でシンプルな次世代グリーンプロセス(難合成医薬品やタンパク医薬の製造など)の開発が可能となる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

リポソーム膜のオーダーメイド設計により、(a)ナノ化学工場、(b)組織再生材料や次世代人工臓器、(c)環境修復材料(レアメタル回収)など、環境負荷の少ない工業プロセス開発が可能であり、現代社会の変革に役立つ技術となりうる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>当初想定された研究目的に加え、アミノ酸光学分割の可能性と人口細胞膜を利用した新規の反応工学的展開まで、全体的に順調な進捗が見受けられる。ただし、研究全体を通じて定量的記述が少なく、他の分野/技術と比較した時の本研究開発の優位性が十分に明らかにする必要がある。</p> <p>現在まで研究成果は基礎的事項が中心であり、今後は出口戦略をより明確に具体化することが望ましい。これらの成果を生かした実用製品づくりを早急な提案を期待したい。</p> <p>今後の高いステップへの発展のカギを握る課題としては、生化学的な観点での細胞膜の機能の解明が今後の長期的課題になるものと考えられる。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>人口細胞膜の広範な利用技術の可能性を示唆する研究成果が挙げられており、世界的にも注目される結果である。工学的・技術的な成果の評価は高い。研究全体にわたって順調な進捗であり初期目的は達成されるものと考えられる。</p>		
③ 研究の成果		
・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（ <input checked="" type="checkbox"/> 創出されている ・ <input type="checkbox"/> 創出されていない）		
・ 当初の目的の他に得られた成果が（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>人口細胞膜の広範な利用技術の可能性を示唆する研究成果が挙げられており、世界的にも注目される結果である。広範な分野での展開が期待されるが、とりわけ分離工学的</p>		

観点での分離場設計の可能性を示唆する結果は特筆すべき成果の一つである。また、ナノサイズ反応場設計の可能性を示唆する成果も注目すべき成果であり、人口細胞膜の触媒作用も重要な研究成果である。膜のデザインと機能評価を通じ、実用化に向けた新知見を集積しつつある膜物性などの基礎的な解析法の確率に向けた進展も期待できる。

以上、分子認識、触媒機能、無細胞物質生産、機能物質の固定化など、膜（生体膜・人工膜）の機能開拓で先進的な知見を得ており、本分野に於けるプレクスルーとなる成果が挙げられている。

ナノサイズ反応場設計の可能性を示唆する成果も注目すべき成果であり、人口細胞膜の触媒作用も重要な研究成果で、当初の目的になかったものである。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が

（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

ラセミ混合物の分離精製法については新規分離システムの開発を促す可能性があり、細胞膜構成物質の触媒作用については従来のドラッグデリバリー技術に関連して有益なヒントをもたらすと考えられる。

分子認識と触媒能をもつ膜は、多様な物質変換に利用できる可能性が高く、応用研究としては、アルツハイマー病治療など社会的にも注目すべき課題に意欲的に取り組んでおり、社会的にもまた経済的にも大きな貢献が見込まれる。また、プラント規模のプロセスを構築できれば、ファインケミカル市場の刷新につながると考えられる。

しかし、本研究課題の成果は基礎的段階のものが大部分を占めるので、社会的貢献等に至るまでには長時間を要すると予想される。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

適切な研究推進が実施されている。但し、異分野の研究者がこの技術ツールとして利用できる体制を構築することが、将来的発展の観点から重要と考えられ、そのため、関連分野の研究者をアドバイザーとして参加してもらい検討して欲しい。

研究課題名	全元素の超伝導化
研究機関・部局・職名	大阪大学・極限量子科学研究センター・教授
氏名	清水 克哉

研究概要:

(1) 研究の背景

「超伝導」は低温で物質の電気抵抗がゼロになる究極の物理現象であり、新しい超伝導体の発見は学術的にも産業的にも大きなインパクトを生んできた。しかし、どのような物質が超伝導になるのか、室温で実用できる超伝導体が存在するのか明らかでない。理論的には原子番号1の水素が高圧力状態で室温超伝導体になるとされるが、実験的な検証はなされておらず、これらは100年前の「超伝導」発見以来の課題である。

(2) 研究の目標

全ての元素を超伝導化する。つまり水素をはじめ超伝導が発見されていない元素について高圧力状態を広範囲に探索する。

(3) 研究の特色

高圧力技術はこれまで発見されていない物質の性質にアクセスできる手法であり、未踏の高圧力状態をつくり出すことで超伝導体が次々に発見されてきた。この高圧力技術を使って、物質を構成する基本単位である元素を対象に、究極の物理現象である超伝導の普遍性と可能性を追求する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

元素の超伝導のデータは、既にある超伝導体の性質の向上や新しい超伝導体の設計につながり、電子デバイスの開発やエネルギー問題の解決に応用される。特に室温超伝導が実現できれば究極の省エネルギー革命をもたらすと期待できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
○	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>「全元素の超伝導化」という単純明快な目的であるがために、進捗状況の評価規準も単純明快とならざるを得ない。マイルストーン5元素（水素、炭素、酸素、金、鉄）のうち、このプロジェクト以前に、すでに酸素と鉄については高圧下で超伝導をこのグループは発見しているので、「超伝導化」という観点からは、水素、炭素、金がターゲットとなる。しかし、これらについて未だ超伝導化はなされていない。また、酸素と鉄については、更なる超伝導転移温度の向上や、超伝導機構解明が期待されるが、現状では新たな注目すべき展開があったとは評価できない。但し、非常に重要な研究で期待も大きく、かつ歴史的にも新たな超伝導の発見は、全く理論的にも予測されていなかった所で発見されているので、是非そのような貢献を望む。そのためには、現状での技術レベルと目標達成に必要なレベルとのギャップの定量的見積りと、そのギャップをいかに埋めていくかを、グループ全体として早急に対応していく必要がある。もしも、マイルストーン5元素（水素、炭素、酸素、金、鉄）に対する取り組みが、グループの力を分散させているなら、目標の更なる絞り込みが必要である。本プロジェクトに残された研究期間中に、どれに集中し、最大の成果をあげていくべきか、早急な対応が望まれる。総花的にどれにも中途半端な取り組みを続けるべきではない。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input type="checkbox"/> ある ・ <input checked="" type="checkbox"/> ない）		
<p>本研究課題は、「全元素の超伝導化」という単純明快な目的が高く評価された。この観点から目的の達成状況を判断すると、進捗状況は順調とは評価できない。すなわち、この研究課題で設定したマイルストーン5元素（水素、炭素、酸素、金、鉄）のうち、この研究課題以前に、すでに酸素と鉄については高圧下での超伝導をこのグループは発見しているので、「超伝導化」という観点からは、水素、炭素、金がターゲットとなる。しかしこれらについて未だ超伝導化はなされていない。また、酸素と鉄については、更なる超伝導転移温度の向上や、超伝導機構解明が期待されるが、現状では新たな注目すべき展開があったとは評価できない。但し超高压の発生、高圧下での構造解析の準備は</p>		

進んでいることは確かである。

今後の対応策自身は明確だが、目的に対する対応策が適切かどうか若干疑問である。目標に向けての測定など技術的進展は得られてはいるが、目標達成にとって現状の技術レベルがどの程度なのか、定量的な見積もりと新たな具体的対応が必要と考えられる。即ち水素の加圧のための技術的困難さ、及び加圧による炭素の金属状態の未実現化等、大きな課題が現時点では提示されていない。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出されている ・ 創出されていない)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

現在までの研究成果により判明した事実には、先進性・優位性は認められるが、本研究課題の目標という観点からは、これらの多くは「副産物」あるいは本流でない研究成果という色彩が強い。また 300 気圧の超高压の発生、またその磁場下での電気抵抗測定、放射光 X 線による構造解析等、技術的進展にも先進性・優位性は認められるが、現状での技術レベルが、本研究課題の目標達成にとってどの程度に位置しているのか、定量的な見積もりがなされていない。

一方、個々の技術的側面での進展は見られ、研究グループ全体の底上げには寄与している可能性はあるものの、本研究の目的達成、即ちマイルストーン 5 元素の超伝導化は程遠い。

他の特記点としては、カルシウムの超伝導について転移温度の上昇 29K など、特記すべき結果が本研究課題の「副産物」として得られている。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

本研究課題の本来の目的達成の見通しが立っていないが、技術的進展は関連する研究分野の進展に寄与する可能性は見込まれる。省エネルギーによるグリーンイノベーションの推進への寄与は、残念ながら本研究は現状として純粋な基礎研究であり、得られた超伝導を応用することを目指すものではない。むしろ基礎科学としての立場から、超伝導の性質や磁性との関係の理解を目指している。従って、直接社会への貢献は見込まれない。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

研究開発マネジメントは、技術的進展や、「副産物」的成果が得られているので、その点から評価すれば全般的には適切である。しかし、当初目標マイルストーンの5要素についての超伝導化の達成度が十分でないという点から判断すれば、問題点がある。現状での技術レベルと目標達成に必要なレベルとのギャップの定量的見積りと、そのギャップをいかに埋めていくかを、グループ全体として早急に対応していく必要がある。指摘事項に対する対応も、マイルストーンの5要素に関してカルシウムを凌駕する成果があれば問題はないのだが、現状を見た場合には、充分とはいえない。

成果発表については、特にリチウムやカルシウムの超伝導を含む高圧物性に関して成果が得られ、適切な発表が行われている。国民との科学技術・対話については、明確な、魅力的な目標を設定した研究なので、この研究の面白さを、広い年代層に説明しているものの、また同時にこの種の研究の難しさも同様に理解してもらう必要がある。

研究課題名	走査型磁気共鳴顕微鏡を用いた単原子の元素同定法の開発
研究機関・部局・職名	大阪大学・大学院工学研究科・准教授
氏名	杉本 宜昭

研究概要:

(1) 研究の背景

物質表面の単一原子の元素同定（どの元素であるかの識別）は、触媒反応場での化学反応による生成物の確認など、様々な分野と関連する重要な技術である。これまでに、分子振動励起や化学結合力測定に基づく元素同定法が提案されているが、分子を構成する任意の原子を元素同定する手法の開発が今も挑戦的な問題として残されている。

(2) 研究の目標

原子分解能を有する顕微鏡と核磁気共鳴法（NMR）の技術を組み合わせた装置を開発し、単一の核磁気モーメントの検出に基づく元素同定法を確立する。

(3) 研究の特色

原子の大きさを識別できる高い空間分解能と絶対的な元素同定法を組み合わせた挑戦的な研究である。1個の原子の元素を明らかにするという、原子の実体が認識されてから100年の夢が実現するブレークスルー技術になると期待できる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本手法は、室温、さらには、大気・液中での元素同定へと応用することができる。このことは、極低温環境下で行われていたNMRの基礎研究が、医療の世界で活躍している核磁気共鳴画像法（MRI）へと発展したことから期待できる。将来的に、より簡便に元素を同定する機器の開発へとつながっていけば、様々な用途に利用でき、社会が抱える多くの課題解決につながると考えられる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
○	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>全般的な研究の遅れと、ヘリウムの供給ひっ迫により、液体ヘリウムの利用が出来なくなったことにより研究目的の達成が困難になっている。これに対応するために、本来の研究目的である「走査型磁気共鳴顕微鏡を用いた単原子の元素同定法」の開発を中断し、AFMを用いた従来の元素同定法を発展させた研究にシフトした研究が行なわれている。このことはそれなりに評価できる点もある。しかしながら、ヘリウムの供給不足は本研究の申請時点でも既に問題になっており、採択された時にヘリウム回収設備の設置や、共同実験室への申請など十分な手当てを行っていけば、完全な研究中断にまで至ることはなかったのではないかと疑問が払拭できない。</p> <p>ヘリウムは今年に入って供給不足が緩和してきている。また、本来の研究目的のために製作した極低温強磁場中走査トンネル顕微鏡がすでに完成しており、研究目的以外には有効利用しにくい近磁界プローブセットや高周波磁場変調装置なども導入済であることから、本来の目的である走査型磁気共鳴顕微鏡の完成とこれを用いた単一原子の元素同定の研究に注力すべきと考える。完成すれば大変ユニークな元素同定法となることから、本研究課題について研究を加速し「単原子の核スピンの検出」という極限技術に真っ向から取り組むための体制、マネジメントの見通しが必要である。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input type="checkbox"/> ある ・ <input checked="" type="checkbox"/> ない）		
<p>当初の目的は「常磁性原子を先端にとりつけた探針を用いた強磁場・極低温・超高真空 AFM/STM を開発し、単原子の核スピンを検出して単原子の元素同定を行う」である。しかし、実施状況報告書からは単原子の核スピンの検出に関する明確な成果を見いだすのが難しい。本研究課題は AFM/STM の装置開発にその労力の大半を払っており、得られた実験結果の詳細な分析、「単原子の核スピンの検出」という極限技術に真っ向から取り組むための体制、マネジメントの見通しが必要である。</p> <p>また、本年度の計画書の記載事項のうち、「走査型磁気共鳴顕微鏡」は開発できたか、その分解能・感度はどのようか、「スピン反転に伴う信号」は検出できたか、単一原子</p>		

のゼーマンエネルギーの計測はできたか、などについての報告が明確とはいえない。液体ヘリウムの供給が困難になったことから「単原子の元素同定法の開発」については、複数探針による化学結合力測定法に変えているが、イオン結合力を除いた化学結合力の成分より元素同定を行う方法に変更している。

今後の課題として、単原子の核スピンを検出するには強磁場・極低温の環境が必要であり、特に極低温については平成 24 年度の研究計画書にもあるように 5K を掲げているが、実際には 78K に留まっており、目的達成に真っ向から取り組む必要がある。

また、化学結合力の成分より元素同定を行う手法確立に際しても、どのようにして元素を同定し定量性を引き出すかの手法確立を打ち立てる必要がある。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出されている ・ 創出されていない)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

当初は、磁気共鳴を用いた新規な単原子の元素同定法を開発する計画であった。しかし液体ヘリウム供給の問題により、複数探針による化学結合力測定法へと変更された。研究代表者はすでに共著にて、「フォースカーブによる元素識別とフォース・マッピング」の題で、表面科学 (29 巻 4 号 214-220 ページ、2008 年) に研究紹介を執筆している。したがって、開発した技術の先進性が高いとは言い難い。また、複数探針で得られ化学結合力の実験結果の解析から、元素同定を行う提案に意義はあるものの、ブレークスルーと言えるほどの新規性があるとは言えない。

このような観点から、従来の元素同定法を改良して、より多くの元素を室温で同定可能な方法を提案し、酸素の同定に成功していることは評価されるが、他の元素にも広く応用できるかはまだ明らかでは無く、また従来の元素同定法の延長線上の研究であり、特記すべき成果とは言えない。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

本研究課題の走査型磁気共鳴顕微鏡の完成とこれを用いた同位体も含めた種々の原子の元素同定に関しては、成果が得られていない。しかしながら、固体表面において、どこでどのようなプロセスを経て化学反応が起こっているかを探索することは極めて重要である。本課題において、室温にて様々な原子の元素同定が行うことが可能となれ

ば、表面科学の分野の進展には寄与する。

しかしながら、本研究課題で提案された複数探針による化学結合力測定法では、共有結合とイオン性結合の分離のために必要なだけ多くの探針を用いて、化学結合力のデータを得ている。そのためには、それだけの回数の探針の交換・測定が必要と考えられる。したがって、1つの原子の元素同定にかなりの手間がかかると推察され、広く普及し、それによってグリーンイノベーションに寄与する方法になるとは言い難い。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

研究目的である走査型磁気共鳴顕微鏡の完成とこれを用いた同位体も含めた単一原子の元素同定に関する研究に関しては、液体ヘリウムの利用が不可能であったため、研究の遂行を中断している。このため、研究目的のために導入した物品のうち、近磁界プローブセットや高周波磁場変調装置などは有効に利用されているとは考えにくい。これらの装置は高額であり、そのような物品は当初の計画において購入か否かを盛り込むべきと思われる。液体ヘリウムの利用が可能となれば、研究目的を達成するための研究を行う予定であることが記載されているが、見通しは不透明であり、このような点に関して少なくとも現時点では助成金が有効に活用されているとは考えにくく、マネジメントがあまり適切ではないと考えられる。指摘事項の1つである単一原子の核スピンの読み出しに関しての理論家との議論の結果については、理解を深めているとの表現のみであり、単一原子の核スピンの読み出しが現在の装置で理論的に可能かどうかは明確になっていない。

総括として、論文発表11件、一般雑誌への寄稿7件等、研究成果の発信は適切に行われている。しかしながら、発表された内容は本来の研究目的である「走査型磁気共鳴顕微鏡の完成とこれを用いた同位体も含めた単一原子の元素同定」に直接関係するものは少ない。また、知的財産権の出願が無いというのも問題である。

研究室公開、TV、一般誌等を通じて国民との科学・技術対話は効果的に実施しているが、内容は本研究課題の成果に直接関係しているものは少ない。

研究課題名	全有機分子サイリスタ・ソレノイドのデザインと実証
研究機関・部局・職名	大阪大学・工学研究科・教授
氏名	関 修平

研究概要:

(1) 研究の背景

輸入に頼る希少元素資源の逼迫は、日本の持続的成長に大きな影響を及ぼし、特に半導体・磁性材料については、有望な代替材料の決定打に欠けている。

(2) 研究の目標

この研究では、有機分子で構成・積み上げた材料の一つの軸に沿って、「行き」と「帰り」で電気の流れやすさが異なる材料を探し出す。また、電気を流す有機分子のみでできたらせん構造の中から、金属を使わない電磁石となる材料を探し出す。

(3) 研究の特色

有機分子そのもの、またそれを積み上げた構造は、どんな化学構造を持つ分子を合成するかである程度決まってしまう。本研究では、数万気圧以上の圧力により、候補となる有機材料の積み上げ方を緩やかに変化させ、「電極を使わずに電気伝導性を測定する」ことが可能な手法を用い、さまざまな有機分子とその構造の変化による電気伝導特性を、考える最短の時間で効率的に明らかにする。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

電気をもっとも流しやすい有機分子の構造、有機分子の積み上げ方は何か？という点に決定的な答えを与えられる唯一の方法になる。この研究成果をもとに開発される有機材料は、多くの電子材料を低コスト・環境負荷の小さな有機材料に置き換えるばかりでなく、希少元素を全く使わない磁性材料へ活路を拓く。

【総合判断】		
○	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>研究目的に従って着実に成果をあげており、研究の進捗状況は申し分なく、当初の予想を超える優れた研究成果を多く挙げている。特に、Nature communication 等を始めとして、多くの著名な国際雑誌に多数の論文が掲載されていることは、特筆に値する。</p> <p>研究の進展に伴う新たな検討課題についても短期間で着実に解決し、迅速に成果を公表している。これら成果を基にした新たな共同研究、応用研究も始まりつつあり、本補助事業の残余期間内での次の大きな目標に向かった新たな発信が期待できる。</p> <p>また、国民との科学・技術の対話も前年度サイエンスカフェ等において実施されてきた。</p> <p>最終年度では、出来る範囲で知的財産権の出願・取得にも力を注ぐ必要がある。知的財産権の出願・取得は重要であり、それに対する研究代表者の積極的な姿勢が求められる。研究代表者は「特許出願が大きなメリットとならず、阻害要因となる」との認識であるが、このような姿勢は問題であり、研究代表者の認識不足とともに、大型の公的資金を受領して研究する者として、大いに反省すべきである。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>分子の積層構造・外部磁場によって、電子輸送特性を制御できる有機分子で構成された材料を設計し創製する目的に向かって研究成果を積み重ね、多数の国際誌にも論文を発表しており、達成状況は順調である。例えば、前年度、共役分子積層構造について、分子の積み上げ方、共役骨格の構造を変調させると、元の半導体の極性まで変わることを示した（Nature communication に掲載）。また、今後の材料のスクリーニングを徹底して行うための測定システムもほぼ完了している。</p> <p>前年度の成果を受けて、共役分子性材料へ外部印加圧力をかけて、分子積層構造の変調と局所電荷移動度の相関に関するスクリーニングを行い、直線的伝導軸・らせん状伝導軸の、それぞれに沿った異方伝導特性の定量解析を進め、有機サイリスタ・ソレノイドへの展開可能な分子積層構造を提案する目標への道筋が、三項目に分けて平成 25 年</p>		

度の計画に具体的に述べられている。ただし、平成 25 年 5 月末現在においては、らせん軸を有する有機材料群のすべてが、高い電子輸送能を有していないことが明らかとなっている。前年度、電荷移動度の高い有機共役材料を見出しているため、それによって目的を達成しようとしている。

これまでの取り組みによって、既に当初予定の課題の大半は解決され、大きな研究成果が得られており、それらの集約、ならびにそれによって出てくる新たな挑戦の糸口もつかんでいる。環境制御下非接触伝導度測定システムに関する研究の展開に関して、今後取り組むべき課題は多く残されているが、それらに対する方策について、明快であり、何ら問題点は見出されず、補助事業期間内に研究目標に十二分に到達できるであろう。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ あり ・ なし）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（ 創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ あり ・ なし）

研究代表者のオリジナルな測定方法を用いて、200 を超える材料の移動度を決定した。電荷輸送特性と分子構造の相関に関する知見を実験的に得た。これらの研究成果は、Nature communication、Angew. Chem. Int. Ed.、J. A. C. S. 等を始めとして、多くの著名な国際雑誌に多数掲載されている。研究成果の先進性、優位性が、多方面から評価されている。具体的には、位相変調マイクロ波伝導度測定法ならびに環境制御下非接触伝導度測定法は、いずれも、本研究代表者のオリジナルな方法であり、それを用いて得られた成果の先進性、優位性は高い。

共役高分子材料、共役材料組織体についてのスクリーニングの結果、最大 2 ケタの非等方伝導特性を示す材料、ならびに高い輸送特性と一次元非当方特性の両立が可能な材料を見つけたことは、特記すべき項目と考えられる。ただし、この成果は当初目的の他に得られたが、ブレークスルーとまで呼べるかに関しては、判断が難しい。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（ 見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（ 見込まれる ・ 見込まれない）

有機電子材料の分野において、電荷移動輸送最適化のための共役骨格構造・分子積層構造と局所電荷移動度の相関に関する知見は、電荷輸送に最適な分子積層構造の探索を行う上で有用であり、今後の同分野の研究の進展へ大きく寄与する。また、研究代表者が開発してきた圧力印加下非接触伝導度測定システムを用いた材料の評価法は、是非、

他の研究者が使えるように進化させると良い。それによって、本分野が大きく進展する。

本研究課題の成果によって、レアメタルを使わずに、半導体、太陽電池、電界発光材料等を作り出せる有機エレクトロニクス材料を、最終的に創製することができれば、社会的、政治的、経済的な面からのインパクトは、極めて大きい。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

合成化学者との連携を積極的に進めており、「ターゲットを絞って具体的な成果を出す」という課題は達成されつつある。研究代表者のリーダーシップが大きく、研究開発マネジメントは適切に行われている。

知的財産取得への積極的な取り組みについては、当初から指摘されていたにもかかわらず、結局今までその努力がされていない。

各年度の実施状況報告書助成金の執行状況を見ると、毎年、若干の未執行額があるものの、概ね、前年度の執行計画に基づいて適切に執行されている。また、活発な成果の発表状況、すなわち、発表論文、口頭発表等から判断して多くの成果が上がっており、研究計画、実施体制は適切と判断される。本研究課題に関わった若手の研究者も、順調に育っており、適切な職についている

前年度、サイエンスカフェにおいて、国民との対話を行ってきた。また、新聞などのメディアにも取り上げられた。

研究課題名	エネルギー変換場としての界面電気二重層の分子論的描像の解明とその応用展開
研究機関・部局・職名	大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授
氏名	福井 賢一

研究概要:

(1) 研究の背景

エネルギー問題を解決して持続可能な社会を構築するグリーン・イノベーションの推進のために、電気エネルギーを可能な限り損失なく蓄積する技術の重要性が高まっています。電極反応の効率を高めるには、電極と溶液の界面にできる電気二重層について従来の平均化した描像では不十分で、その起源であるイオンの局所的な分布を知る必要がありますが、有効な方法がありませんでした。

(2) 研究の目標

本研究は、界面の電気二重層を電子授受(電気エネルギー)や物質変換(化学エネルギー)が起こるエネルギー変換場として捉え、その局所的な構造や電子状態を観測する手法の開発と解析によって分子論的な描像を得て応用へと展開することを目的としています。特に、応用が期待されるイオン液体の電気二重層の解明に取り組みます。

(3) 研究の特色

微弱な力を利用して界面の電気二重層の局所構造を観測できる世界初の顕微鏡と、電子の授受に関わる電子状態を動画像として可視化できる顕微鏡を武器に、新世代の電極界面化学を切り拓いて行きます。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

リチウムイオン電池の安全な溶液として期待されるイオン液体の電子授受の障害の本質を明らかにし、開発を加速させます。また、太陽光のエネルギー変換として開発が進む色素増感太陽電池、光触媒など、界面での電子授受を伴うあらゆる応用の基盤となる情報を発信して行きます。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>全体的に見て、当初の予定より一部遅れがあるものの順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。しかし、遅れた項目に関する一層の努力が必要である。</p> <p>界面電気二重層の局所的構造の解析とその電子状態の時空間マッピングを行うための手法の開発およびこれを用いた分子論的描像の解明を主たる目的とする本研究計画は、基礎・応用の両面で現段階では窺い知ることのできない重要性と展開性をもつ。研究代表者は、これまで挑戦的課題に総力を挙げて本研究課題に取り組み、そして一定の成果をあげてきている。</p> <p>一方で、新規手法の開発は一般にどんな内容のものであれ、予期せぬ困難が生ずる場合が多く、この意味において光電子顕微鏡 (PEEM) システムの開発の当初予定からの遅れは妥当である。しかし、光電子顕微鏡 (PEEM) システムは上記の本研究計画の主たる目的を達成するための技術的両輪の一つであるので、もしマンパワーの大きさに問題があるようであれば、上記の主たる目的とは内容的に一線を画する課題（イオン液体を配位場とした新規な金属ナノ粒子活性点の構築とその触媒活性）を一時中断してでも光電子顕微鏡 (PEEM) システムの開発に積極的に取り組むのも一解決策である。</p> <p>論文件数が会議発表に比べて現時点では見劣りする。研究内容と研究代表者のポテンシャルから考えると、当該分野での突出した大きな成果が見込めるので、時機を逸することなく、論文発表に一層の努力が必要である。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>研究代表者が実施状況報告書等で記しているように、本研究計画の中核課題の一つを担う光電子顕微鏡 (PEEM) システムの開発が遅れてはいるが、他の課題に関しては概ね順調に進んでおり、所期の目的に対して一定の成果が得られる見込みがある。</p> <p>唯一残されている課題、「電子授受に関わる Fermi レベル近傍や HOMO の電子状態の時間的および空間的变化の可視化」への対応方策として、光電子顕微鏡 (PEEM) システムへの X 線源と新規電子分光器の導入を予定している。しかし、研究目的を達成するために必要</p>		

な時間分解能と空間分解能をどの程度に設定しているのか、とりわけ分子レベルで見れば、超高速反応である界面電気二重層における時間変化ないしは電子ダイナミクスをどのようにして捉えようとしているのかが、不明確である。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が (ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (創出されている ・ 創出されていない)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

電気化学 FM-AFM を用いることにより、イオン液体をゲート絶縁体とする有機半導体トランジスタにおいて分子分解能での固体側界面構造の解析に成功している。イオン液体側が界面で構造化しているのが観測され、基板分子が規則的に配列した結晶面上でも数十 nm 離れるだけでイオン液体の構造化が異なることを見出しており、ブレークスルーと呼べる研究成果である。

光電子分光測定が可能な電気化学光電子分光 (EC-PES) を開発し、イオン液体/電極界面拡散層の解明を行っている。イオン液体 (BMIM-TFSA) 中に溶かした Ag^+ イオンを電極で還元析出させるシステムに適用して、反応場である電気二重層とともに拡散層の重要性を解明している。

触媒の反応場として利点をもつメソ細孔内で、X 線照射による還元析出により均一サイズで熱安定性の高い Au ナノ粒子を形成させられることを実証している。

これらの研究成果は、先進性・優位性のあるものである。

電気化学光電子顕微鏡 (EC-PEEM) に関して、装置の納入やトラブルにより研究成果の創出が遅れている点是否めず、その成果がこれから出てくると思われる。

当初の目的のほかに特記すべき研究成果は見当たらない。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

現状の研究成果だけでは不十分ではあるが、電気化学 FM-AFM や電気化学光電子分光 (EC-PES) でこれまで得られているイオン液体/電極界面に関する研究成果は、研究分野の進展に寄与する。EC-PEEM も活用できるようになりつつあり、この装置を用いた電極界面に生じる電気二重層の局所構造に関する研究が、今後の研究分野に大きな進展をもたらすと見込まれる。

不燃性のイオン液体を利用したリチウムイオン二次電池や、有機物半導体と不揮発性

のイオン液体を組み合わせた省エネルギー動作可能なトランジスタは、今後の技術として重要である。現状では本研究課題の成果はまだ充分でないが、今後の展開により、電極界面に生じる電気二重層の局所構造に関する重要な知見が得られると見込まれる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

予期せぬ PEEM 装置の遅れと初期不良以外は順調に進展しており、また、その遅れや指摘事項に対しても適切な対応を取っている。

現場で中心になって研究を進めて行く研究者・学生の活動状況が充分ではない。連携研究者との協力・共同体制も強めて、研究を進める必要がある。適当なポスドクを雇用出来なかったことが、研究推進を遅らせている要因の一つであるとしているが、これから短い期間であるが、ポスドクレベルの雇用が難しければ、技術補佐員でも良いので、少しでも力になる人材を確保する必要がある。

会議発表は極めて活発であり、優位性を宣伝できている。学術論文に関しては、やや低調であるが、今後は成果とりまとめに向けて加速度的な論文発表が見込まれる。知的財産に関しては対応済との事であるが、実用化を見込めるものは積極的に対応してよい。サイエンスカフェなどで発表を行い、一般市民、高校生に向けた発信と対話を継続しているが、かならずしも多くの対象者に行っているとはいえない。さらに、新聞発表や一般向け講演会など効果的な宣伝やアウトリーチ活動が必要である。

研究課題名	自己組織化酸化物ナノワイヤを用いた極微デバイスによる グリーン・イノベーション
研究機関・部局・職名	大阪大学・産業科学研究所・准教授
氏名	柳田 剛

研究概要:

(1) 研究の背景

独りでの組みあがる自己組織化ナノワイヤ構造体は超低エネルギーで素子を作り上げる全く新たな手法として注目されてきたが、大きさ・特性・機能がばらつくという原理的な問題を抱えており、これは我が国のみならず世界的な課題となっている。

(2) 研究の目標

本研究では、形成メカニズムに基づいた全く新たな作製手法を導入することにより、均一な大きさ・特性・機能を有するナノワイヤ構造体を実現し、ナノワイヤを用いた低消費電力デバイス群を創出することを目的とする。

(3) 研究の特色

自己組織化ナノ材料の最も原理的な課題である“低環境負荷プロセスだが、性能は優れていない。”を打破し、“作るプロセスも生まれる機能も省エネ”であるグリーン・イノベーションに挑戦するところに本研究の特徴がある。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

大量生産が容易な自己組織化現象を介したナノワイヤ構造体を活用したグリーンエレクトロニクス群が展開。従来技術では不可能であった材料横断的なデバイス素子形成が可能となり、現在の格子整合性・プロセスという原理的な問題を乗り越える新たな手法として波及する。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>酸化物ナノワイヤに関して、成長メカニズムの解明や単一素子の作製に成功し、省エネ駆動を実証したのは高く評価できる。特に、不揮発性メモリの一種であるメモリスタの研究は、本研究課題において大いに進展し、様々な構造のデバイスにおいて、動作メカニズムが解明され、そのスケーリングについても明らかにされており、優れた成果である。しかしながら、ナノ材料の特性として、個々の素子の効率は良くても、素子1個あたりに得られる物理量の絶対量はごく僅かである。よって、素子の集積化なくして実用化はありえない。特に残された熱起電力素子の開発において、単一素子の特性を追求するだけでなく、集積化を考慮した数値目標を設定して進めていって欲しい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>本研究課題は、研究計画書において、酸化物ナノワイヤ素子創製手法の実現、室温不揮発性メモリ効果、および、高い熱電性能をそれぞれ示す環境調和型酸化物ナノワイヤの構造化、既存素子の1,000分の1の消費電力を実現する不揮発性メモリ素子および性能指数1以上の高効率熱電変換特性につながる熱電変換素子のプロトタイプ特性を実証することを目的としている。</p> <p>本研究課題では、不揮発性メモリ効果を示す酸化物ナノワイヤの構造化、これを用いた酸化物ナノワイヤ素子作製手法の構築を達成している。不揮発性メモリ効果については、バイポーラ特性を含むメモリスタ動作を実現しており10nWで駆動する低消費電力動作を可能とし、この成果はScientific Reports誌等のトップジャーナルに採録されており研究の進捗状況は大変順調である。メモリスタにおける消費電力は10nWであり、動作電圧が高く、素子構造も大きいことから、既存素子の1,000分の1の消費電力を実現する道筋について、明らかにして欲しいところである。</p> <p>一方、熱電変換素子については、実施状況報告書（追加調査票）の（1）研究目的には記載が省略されている。研究の状況としては、単一ナノワイヤの熱起電力の測定についての学会発表を行える状況となってきたところであろうか。</p>		

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ある ・ ない）

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（創出されている ・ 創出されていない）

・当初の目的の他に得られた成果が（ある ・ ない）

ナノワイヤの形成のメカニズムを明らかにして、単結晶酸化物ナノワイヤの製造に成功したこと、ならびに新しいデバイス概念を提唱して低消費電力メモリスタを実証したことなどから、Nature Asia-Pacific で注目されるハイライト研究として成果の一部が紹介されており、先進性・優位性がある研究成果を出していると判断できる。

ナノワイヤを実現して低消費電力メモリスタを実証したことは、グリーン・イノベーションにつながる可能性が期待でき、その意味でブレークスルーと呼べる特筆すべき研究成果になると期待する。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（見込まれる ・ 見込まれない）

得られた研究成果は先進性と優位性が認められ、関連研究分野の進展へ波及するものと期待される。特に、ナノワイヤ成長の基礎的なメカニズムとその応用の両面で重要な成果を出しており、そのことは関連分野へのインパクトを高めるものと期待する。本研究課題の成果として、低消費電力で動作するデバイスの可能性を見出しており、の成果が将来的には社会的・経済的課題解決に貢献する可能性があるが、現段階では波及効果の有無については不透明であり、今後の研究の発展を期待したい。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

研究目的の達成に向けて、研究の進捗に合わせて毎年、研究計画は適切に設定されている。研究実施体制としては、博士研究員の雇用が若干遅れた様子はあるが、最大で3名の博士研究員を雇用した時期もあり、研究も進捗していることから適切であると考えられる。雇用状況と照らし合わせて、適切なマネジメントが行われている。助成金の使途は妥当であり、有効に利活用されている。指摘事項の把握は適切になされており、対応しようとして試みている。当初の計画では、既存のものと比較して1,000分の1の消費電力不揮発性メモリと性能指数1以上の熱電変換素子に関するイノベーションを、酸化物ナノワイヤを用いて創出することを目指していた。不揮発性メモリについてはメモリスタの消費電力は10nWであり消費電力の低減は十分とは言えない。熱電変換素子に関する成果はまだ上がっておらず、研究実施体制の再点検を考慮されたい。

研究課題名	低コストで簡便なナノ Si 白色発光デバイスと高効率ナノ Si 太陽電池作製法の確立
研究機関・部局・職名	広島大学・自然科学研究支援開発センター・教授
氏名	齋藤 健一

研究概要:

(1) 研究の背景

急激な地球温暖化は、最近 30 年で気候変動、海面上昇、風土病の拡大など深刻な問題を引き起こしている。この危機を根本から解決できる科学・技術の開発は、世界中の研究者にとって急務である。本研究では、手法にナノテクノロジー、材料にシリコンを用い、第三世代の太陽電池と照明を簡便に製造する手法を開発する。そして、エネルギー供給と省電力の両面より、持続可能な社会の形成に貢献する。

(2) 研究の目標

大きさが「ナノ」のシリコンを材料に、高効率な太陽電池と省電力の発光素子を開発する。現在、ナノシリコンを製造し太陽電池と LED の開発に着手している。本研究では、太陽電池の変換効率と発光素子の発光効率を実用化レベルまで上げるのが目標である。

(3) 研究の特色

特色 1 : シリコンの原料は砂・石であり、安価、無毒で、資源枯渇の心配がない。特色 2 : ナノシリコンを塗布する事で太陽電池と照明を製造し、大幅なコストダウン。特色 3 : 価格低下は世界的普及を促進し、先進国はもとより新興国や途上国でもグリーンイノベーションに発展。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

市販の照明やディスプレイには、レアアースを材料とした発光体が使われている。ナノシリコンの発光体を代替材料として用いると、レアアースの供給不安を払拭し、日本の安全保障にも発展する。また、ナノ材料の太陽電池は市販の太陽電池の数倍もの変換効率が期待されている。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>独自に開発した Si ナノ結晶をベースとする素子の作製過程で高精度の評価が行えるシステムを構築し、これらを用いた素子の作製法の確立により、世界最高レベルの発光強度を有する LED などが得られており、当初の目的に向け順調に研究が進展している。研究成果も学術論文や国内外の学会で発表されている。また、特許申請も行われている。今後、素子の実用化を考えた場合の物性値の目標値を具体的に定め、その差を埋めるためにいかなる改良が必要かを考え、研究を進めることが望まれる。</p> <p>太陽電池は、既に数兆円の市場規模があり、LED も同様なレベルにまで市場規模が急拡大しつつある。このような大きなビジネスに関連した研究を行う場合、一つの研究グループで全てを担うことは難しい。事業戦略としては、資本力を含めて、連携すべき企業を十分に吟味する必要があると思われる。また、研究戦略としては、どの部分を先鋭化して、どのような特許を出すべきか、焦点を絞る必要がある。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>当初の計画通りの研究が進んでいる。EL 素子の発光効率、太陽電池の変換効率は、未だ目標値に達していないが、高いレベルまで到達しており、今後の性能向上が期待できる。なお、本研究課題の中心は、Si ナノ結晶を用いたデバイスの製造・評価であり、この部分は、非常に順調に進んでいる。</p> <p>量子ドットサイズの均一化、高分子膜の薄膜化、量子ドット層の厚膜化が課題であるが、これらを達成するための方策が明確に示されており、残りの短い期間での目標達成が見込まれる。素子作製と評価の組み合わせを効果的に行っており、残りの平成 25 年度中での進展が期待できる。</p>		
③ 研究の成果		
・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ <input checked="" type="checkbox"/>		

ある ・ □ない)
・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (□創出されている ・ ■ 創出されていない)
・ 当初の目的の他に得られた成果が (■ある ・ □ない)
<p>光電気変換で重要な、短絡電流の上昇、開放電圧の増加、曲線因子の増加に関し、シリコンナノ量子ドットデバイスの構造と作成プロセスを総合的に評価しながら、改善を図る方策を実施しており、実際に従来に比べ高効率な光電気変換デバイスの構築に成功したことに、先進性、優位性が認められる。</p> <p>しかし、Si 量子ドットを用いた素子の様々な物性値に向上は見られるが、ブレークスルーと呼べる研究結果には至っていない。</p> <p>当初の目的の他に得られた成果としては、新たに始めた Si ナノワイヤアレイ型ハイブリッド太陽電池の開発が挙げられる。</p>
④ 研究成果の効果
・ 研究成果は、関連する研究分野への波及効果が (■見込まれる ・ □見込まれない)
・ 社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (■見込まれる ・ □見込まれない)
<p>有機 LED が将来のイノベーションに繋がるのか、今のところ、予想することは難しい。しかし、高分子をベースとした塗布型の LED が市場を形成するのであれば、Si 量子ドットとの複合化は重要な技術となるであろう。通常の高分子は、光による劣化が著しい。このため、劣化の克服は、発光強度の向上とともに、重要な研究課題となる。劣化の問題は、デバイス設計にも影響を及ぼすと考えられる。</p> <p>太陽電池に関しては、Si 系でも苦戦しており、今のところ、有機太陽電池が普及する兆しは見えない。光電変換効率は、頭打ちである。一方、遮光フィルターなどの新しい機能が加われば、塗布型の太陽電池が普及する可能性がある。何れにしろ、高分子との複合化を目指すのであれば、耐久性の向上が不可欠となり、化学系企業との連携が重要となろう。</p> <p>どちらのデバイスの場合も、社会的、経済的な波及効果を議論するには、生産プラントが立ち上がる見通しが不可欠であろう。</p>
⑤ 研究実施マネジメントの状況
・ 適切なマネジメントが (■行われている ・ □行われていない)
<p>素子の作製法と評価法を完成させる研究計画は適切である。研究体制は大学院生を適宜最適なテーマに振り分けられている。毎月報告会が開かれ、研究の進捗状況や問題点が確認されているなど適切なマネジメントが行われている。助成金は、素子の作製と評価のための装置を中心に適切に使用されている。指摘事項に対しては、界面の状態の配慮や他デバイス材料に対する優位性の定量的検討を行っており、適切に対応していると考えられる。</p>

研究課題名	超高密度大気圧熱プラズマジェットを用いた半導体単結晶薄膜成長と大面積電子デバイス応用
研究機関・部局・職名	広島大学・大学院先端物質科学研究科・教授
氏名	東 清一郎

研究概要:

(1) 研究の背景

太陽電池を広く普及させるためには高い変換効率を維持しつつ発電コストの低減が急務であり、フラットテレビ製造ではメーター級の大型ガラス基板上にできる限り省エネルギーでトランジスタを作製する技術が不可欠である。これら技術課題解決には、シリコン薄膜の革新的結晶成長技術開発が不可欠である。

(2) 研究の目標

1万度以上の高温ガス流である大気圧プラズマジェットを用いた結晶成長技術によって、高い光電変換効率を有する太陽電池を現行の30分の1以下のシリコン量で実現するとともに、トランジスタ製造における結晶成長を現行の10分の1以下のエネルギーで達成することを目標とする。

(3) 研究の特色

大気圧プラズマジェットを用いた結晶成長技術は本研究代表者らのグループが世界に先駆けて開発した日本独自の技術である。従来の半導体製造技術と比較して革新的低コスト化を達成しつつ、高品質の半導体結晶成長が可能であるという大きな特徴を有する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

大量の資源とエネルギーを消費する従来の電子デバイス工場の生産方式を転換し、大気圧プラズマによる大幅な省資源、省エネルギー技術を確立する。これにより、大面積エレクトロニクスの更なる発展と、地球規模での環境負荷低減を両立可能な低炭素社会を築く。

【総合判断】		
○	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>当初の目的、計画に対して順調に研究が進められており、熱プラズマジェット（TPJ）を利用した a-Si の結晶化、プラスチック基板への転写技術の確立、高移動度の TFT トランジスタの実現、SiC 基板における不純物の活性化など、幅広い優れた成果が得られている。</p> <p>今後は、ここで開発された技術が、大面積の基板における処理速度やコスト等の点で、有効性、実用性があるかどうかを検証する必要がある。また、プラスチック基板へ転写した Si デバイスについても、他の手法によるものに対して優位性があるかどうか、どのような用途が向いているかなど検討する必要がある。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>TPJ により単結晶並みの高品質 Si 薄膜を形成し、単結晶基板上と同等の性能の Si-CMOS を実現するという目的に関しては、現時点で十分な成果が得られていると判断される。一部、超薄膜(10nm 以下)の結晶化や面方位制御の実現、TPJ で形成したポーラス Si 上単結晶薄膜の転写など未達部分はあるが、一方で、近赤外レーザー光を用いた中空構造 a-Si 薄膜の転写・結晶化同時達成や、SiC 中の不純物活性化への適用可能性実証等の当初の目的を超える成果も得られている。最終的に得られた TPJ で作製された Si 結晶薄膜状の MOSFET の良好な特性も踏まえ、総合的には計画以上の優れた成果が達成されることが考えられる。</p> <p>ただ、他所の装置を使った場合再現性ある実験結果が得られるかどうかの懸念があり、技術移転を考えた場合課題が無いとは言えない。</p>		
③ 研究の成果		
・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ <input checked="" type="checkbox"/>		

ある ・ □ない)
・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (■創出されている ・ □創出されていない)
・ 当初の目的の他に得られた成果が (■ある ・ □ない)
<p>TPJ 熱処理による結晶化の映像化による検証は非常にオリジナリティが高く、かつ新たな結晶成長領域の発見にもつながっており、先進性がある。現存する競合技術に対して、パターンングと組み合わせて 100 μm を超える単一グレインを形成することも可能で、装置コストや運用コストの面ではさらに優位性が大きい。また、TPJ による巨大グレイン形成は、シードレスの単結晶化技術として非常に大きなブレークスルーと考えられる。</p> <p>SiC ウエハの急速熱処理技術は大面積電子デバイスのみならずマイクロ波ミリ波デバイスなど他の分野での重要技術となる可能性があり、近赤外レーザー光照射による中空 a-Si 膜の結晶化・転写同時達成技術はオリジナリティ、実用性ともに高く特筆すべき成果と言える。さらに、当初の研究計画になかった SiC 基板ヘイオン注入した不純物がプラズマジェットにより活性化されることを見出した点も重要な成果である。</p>
④ 研究成果の効果
・ 研究成果は、関連する研究分野への波及効果が (■見込まれる ・ □見込まれない)
・ 社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (■見込まれる ・ □見込まれない)
<p>任意基板上に単結晶に近い高品質 Si 薄膜を形成できる可能性が広がったという意味で、関連分野の進展に寄与すると考えられる。具体的には、フレキシブルエレクトロニクスや、太陽電池、CMOS デバイスの 3D 化といった分野への波及効果が大きいと期待される。本研究課題の成果により、低コストに単結晶的な Si 薄膜をフレキシブル基板上に形成することが出来れば、急速な普及が見込まれる。また、CMOS のポスト微細化トレンドとして開発が活発化している 3D-LSI 形成のための新たな基盤プロセスとして利用することも考えられる。これらの実現に伴い半導体産業の活性化や雇用促進が期待される。さらに、CMOS のチャネル材料の形成というキープロセスであるため、知的財産権等の蓄積により国際的な競争力向上も期待される。</p>
⑤ 研究実施マネジメントの状況
・ 適切なマネジメントが (■行われている ・ □行われていない)
<p>産業界との共同研究をより強固にする必要があるとの指摘事項に対し、民間企業二社と量産向け TPJ ヘッドの開発を行うなど、マネジメントは適切に行われている。</p> <p>今後、開発された技術が、大面積の基板における処理速度やコスト等の点で、有効性、実用性があるかどうかを、アドバイザーとしてデバイス・回路・集積化システムについての企業の専門家を加えて検討する必要があるだろう。</p>

研究課題名	グラフェンの成長制御と加工プロセスを通じたカーボンエレクトロニクスへの展開
研究機関・部局・職名	九州大学・先導物質化学研究所・准教授
氏名	吾郷 浩樹

研究概要:

(1) 研究の背景

現代の半導体デバイスの多くはシリコンを材料として作製されていますが、微細化による集積化が限界に近付きつつあると懸念されています。周期表でシリコンと同じ族にあたる炭素は、シリコンよりも多様な結合状態や、高速に移動できる電子を有していることから次世代のデバイス材料として注目されています。

(2) 研究の目標

炭素からなる非常に薄いシート状物質であるグラフェンと呼ばれる材料に主に着目し、それを高度に制御して作製・加工する方法を開発します。さらに、新規な物性の発現や次世代を担う新デバイスへと発展させることを目指します。

(3) 研究の特色

炭素の合成技術を駆使して、超高品質のグラフェンや、ナノリボンと呼ばれる細長いグラフェンの選択的な作製を試みます。同時に、炭素原子ならではの精密な加工法や評価技術の開発を行います。特に、エピタキシャル成長と呼ばれる規則構造をもたせた合成法を採用する点がユニークなところです。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

身近にありながら大きな可能性を有する炭素を利用した「カーボンエレクトロニクス」という新分野で世界をリードすることが期待されます。さらに、本研究の成果が、低消費電力型のデバイスや高効率でフレキシブルな太陽電池などへと応用され、低環境負荷社会の実現に貢献できると考えています。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>合成、加工技術開発に関して当初の計画通り順調な進捗が見られる。特に、合成に関しては非常に高いレベルでの成果を出している。しかし、グラフェンの研究は合成に留まらず、物性計測、デバイス計測を通じた新規デバイス開発が必須な分野であるため、自身の研究の幅を広げるとともに、協同研究に積極的に関与していくことが求められる。</p> <p>研究課題の成果の発表状況においては、特許、査読付き専門誌、招待講演全てにおいて十分なものである。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>本研究課題の目的は1) 高品質グラフェンの合成、2) グラフェンナノ加工技術の開発、3) ナノカーボンでバイスの物性測定とデバイス応用の3点である。この3つの目標に対して、概ね順調に達成していると見られる。とりわけ、大面積高品質グラファイトの合成に関しては、完全に当初目標を達成していると言える。他方、2) の加工技術開発に関しては、金属微粒子による異方的エッチング方法の提示と、その手法の大面積グラフェンへの適用により、高密度で配向が制御されたグラフェンリボン構造の加工に成功しており、当初目的の達成に向けて順調に進捗していると言える。あとは、リボンの端形状制御、幅の完全制御が実現されることが望まれる。3) のデバイス特性測定と応用に関しては、物性測定に関してはキャリア移動度の測定等を合成された試料に対して適宜実施しており、目標の達成は成されつつあると見られる。一方、デバイス応用については、その具体的なターゲットデバイスが計画に明示されておらず、その目標に向けた進捗状況の判定が難しい。</p>		

③ 研究の成果	
・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）	
・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が（ <input checked="" type="checkbox"/> 創出されている ・ <input type="checkbox"/> 創出されていない）	
・当初の目的の他に得られた成果が（ <input type="checkbox"/> ある ・ <input checked="" type="checkbox"/> ない）	
<p>エピタキシャル銅薄膜を触媒とする CVD に技術のファインチューニングにより達成された、大面積、単ドメインのグラフェン合成は、その生成物の高品質性、さらには合成後の加工性の点で他のグラフェン合成法と比較して非常に高い優位性を有している。</p> <p>Co 薄膜に形成されたステップエッジを用いたボトムアップからのグラフェンリボン合成はトップダウンからのグラフェンリボン合成と併せて非常にユニークなものであり、グラフェンリボンを用いたデバイス応用への糸口を与え、ブレークスルーと呼べるような成果である。</p>	
④ 研究成果の効果	
・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が（ <input checked="" type="checkbox"/> 見込まれる ・ <input type="checkbox"/> 見込まれない）	
・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が（ <input checked="" type="checkbox"/> 見込まれる ・ <input type="checkbox"/> 見込まれない）	
<p>本研究課題において実施されている、大面積、単ドメイン構造を有する高品質なグラフェンの合成は、グラフェンを用いた全てのサイエンス、テクノロジーの基盤となる物であり、その波及効果として、将来的に社会的・経済的な課題の解決に向けて、グラフェンをベースとしたナノテクノロジーの更なる発展を誘起することが期待される。</p> <p>本研究成果が実用化技術へと発展すれば、カーボンエレクトロニクスが現実的になり、省エネルギーで高速動作が可能な回路が実現される。</p>	
⑤ 研究実施マネジメントの状況	
・適切なマネジメントが（ <input checked="" type="checkbox"/> 行われている ・ <input type="checkbox"/> 行われていない）	
<p>研究の着想が優れていたことがあって、3つの課題（成長法、プロセッシング技術、物性・デバイス評価）を平行して研究するスタイルが効を奏し、平成24年度に研究の目的をほぼ達成している。勿論、多いときには博士研究員3名、テクニカルスタッフ2名を活用して集中的に研究を進めたこと、また、研究の進展に合わせて、物性計測技術やデバイス作製・計測技術など申請者の研究室に不足しているところを他研究機関の研究者と共同研究体制をとって進めたことが、世界に先行する研究成果を上げ得た大きな要</p>	

因と判断する。つまり、研究実施体制を旨く整え、適切なマネジメントが行われてきた。

助成金は、研究に必要な合成装置類および計測装置類の購入、また上記のように博士
研究員、テクニカルスタッフの雇用に大部分が使われ、有効に利活用されている。

指摘事項は、1) 機能・物性測定解析グループと綿密な連携が必要、2) 合成のプロ
セスと制御技術の確立が重要、3) 本プログラムとの整合性について具体的な提示が望
まれる、であったが、1) については研究の進展に合わせて適切な連携を取り、2) に
ついては、申請者の優れた着想があつて成功裏に成果を出し、3) については、将来の
省エネルギーデバイスへの寄与を示して、的確に対応している。

研究課題名	環境エネルギーを使用する情報通信機器の組み込みプロセッサアーキテクチャと OS 制御による最適エネルギー管理技術の開発
研究機関・部局・職名	京都大学・大学院情報学研究科・准教授 (元 九州大学・システム LSI 研究センター・准教授)
氏名	石原 亨

研究概要:

(1) 研究の背景

情報技術 (IT) は先進国だけでなく新興国にも急速に浸透しつつある。2025 年には世界全体の IT 機器の消費電力は現在の約 9 倍になると言われている。この時点で、IT 機器の消費電力が全消費電力に占める割合は 15% に達すると予想されている。従来の省エネ技術だけでは世界的な化石燃料消費の増加を抑えることは難しい。

(2) 研究の目標

本研究は化石燃料を消費しない IT 機器の構築を目標とする。このために、太陽光や振動などから取り入れた再生可能エネルギーのみで IT 機器を安定利用する仕組みの構築を図る。

(3) 研究の特色

安価な太陽電池やバッテリーのみで、通常数ワットの電力を消費するネットワーク機器や情報端末などの IT 機器を安定利用する仕組みはほとんど前例がない。この仕組みでは、機器に搭載される電力管理ソフトウェアが、太陽電池やバッテリーによる電力供給と IT 機器による電力需要を適切に制御する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

環境から取り入れたエネルギーのみで IT 機器を安定動作させる仕組みが構築できれば、電力インフラが整備されていない新興国へも IT を普及させることが容易となる。これにより、日本が得意とする組み込み型 IT 機器 (マイコンやその制御ソフトウェア) の世界市場開拓と世界的なグリーン・イノベーションが期待できる。

【総合判断】		
	S	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、特に優れた成果が見込まれる
○	A	当初の目的に向け、順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれる。
	B	当初の目的に対し、計画よりも研究の進捗が遅れており、残余期間で一層の努力が必要。
	C	当初の目的の達成は困難と見られる。
【所見】		
① 総合所見（改善を要求する事項を含む）		
<p>本研究課題の遂行において、大変に有望な成果が得られており、当該研究者代表者はこの分野の若手のホープであることは間違いなく、今後の益々の活躍が期待される。ダイナミックレンジが極めて大きな電力供給環境下に耐えるプロセッサを実現したことは大変素晴らしい。本研究者はデバイスからアーキテクチャまで幅広い知識を有し、総合的デザインが本研究でなされたことは大変有意義であったと言える。ただし、本研究をより有意義なものにするためにも以下の点に留意すべきである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究計画で示された4つのテーマをどのように統合するのか、手順・方向を含めて具体的に示し、シナジー効果を見せ、統合デモを最終成果として示すことが望ましい。 2. 数百μワットで所定の動作が達成されることを、証拠とともに示してほしい。 3. OSの中身について、不透明である。特に類似のOSと比較した優位性がどのような技術によって達成されているのか等、説明の必要があろう。 4. 研究成果について、ISCA、DSN、ISSCCなどに代表されるトップクラスの国際会議で発表することを期待したい。 5. 特許を取得し、知財を確保するとともに、製品化をターゲットとした出口戦略を説明する必要がある。 		
② 目的の達成状況		
<p>・ 所期の目的の達成の見込みが（<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない）</p> <p>本研究課題は、しっかりとした進捗を見せており、ほぼすべて初期の目的の達成が見込まれ、高い評価ができる。目的に対する進捗という点では、特にハードウェア、アーキテクチャの要素技術は優れた進捗を示していると思われる。一方で、ソフトウェア、特にOSに関しては、抽象的で具体的な成果が何であるのか不明確である。</p> <p>一つ一つの技術は、革新的というよりは、改良技術の積み重ねであり、網羅的でシュ</p>		

アな印象を受ける。これは一定の評価が与えられ、合格点をつけられることではあるが、世界にライバルが多く、絶対的な優位性を明らかにするのがむずかしくなっているのではないか。特に、数百 μ ワットで所期の動作が得られることについては、報告の中では十分に説明がされているとは言いがたい。当初目標としているものと、研究発表・報告してきたものとの間には、まだギャップがあるように感じられる。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が (ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (創出されている ・ 創出されていない)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

開発している技術に優位性はあると思うが、競争が激しい分野だけに、他者より抜きんでて進んでいるかは不明。引き続き技術の完成度を上げるとともに、適切な企業等への技術移転など、実用化に向けた施策が必要であろう。

高速動作指向の CPU コアと低消費電力指向の CPU コアを混在させ、それらを状況に応じ排他制御するというアイディアは有効であると思うが、アイディア自身は単純であり、NVIDIA 社始め、他社が別の実現方法で、有効性を示していくのではないかと懸念される。その意味でも、他の項目で指摘したように、今からでも特許権利化出来る部分は積極的に権利化していくべきである。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が (見込まれる ・ 見込まれない)

省電力情報処理の方法論や、要素技術の進展に寄与する技術が含まれている。成果そのものは、世の中で役に立つものと思われるが、特許取得が無いなど、本研究に限った「見える」貢献が弱いように見受けられる。技術の問題というよりは、出口戦略の問題かもしれないが、一定の作業・努力が必要ではないか。

社会的・経済的な課題の解決への波及効果についての観点からみれば、本研究課題は、実際に工業製品に導入されるか否かが鍵となる。その意味で、半導体製造企業等との積極的な関係構築が重要であるが、現状そのような動きがなされていないのが残念である。また、企業と付き合い上で、特許や著作権による権利化は必須である。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

ポスドク雇用に関して、必ずしも予定通りでないようであるが、その分を、学生を使用して補填するなど、概ね適切なマネジメントと助成金の執行が成されている。

ハードウェアに関連した研究開発にもかかわらず、特許出願が全く無いのは遺憾である。知的財産権への配慮が必要である。