

研究課題名	動的共有結合化学的アプローチによる完全自己修復性高分子材料の創製
研究機関・部局・職名	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授 (元 九州大学・先導物質科学研究所・准教授)
氏名	大塚 英幸

研究概要:

(1) 研究の背景

材料に入った亀裂や傷を復元できる特性は「自己修復性」と呼ばれる。身の回りにあるプラスチックに代表される様々な高分子材料に自己修復性を付与できれば、長寿命化により地球温暖化の緩和やエネルギー消費の低減化に大きく貢献できる。また、修復の際に熱や光などの刺激が不要となれば、補修機会を低減でき、刺激による修復が困難な人工臓器や宇宙機材にも展開可能となる。

(2) 研究の目標

本研究では「動的共有結合」と呼ばれる、組み換え可能な特殊な化学結合を導入することで、共有結合を用いた世界初となる刺激不要の「完全自己修復性」をもつ高分子材料の創製を目指す。さらに、その動作原理を分子レベルで化学的に解明し、完全自己修復性材料の設計指針を提案する。

(3) 研究の特色

完全自己修復性を実現するためのツールとして、申請者が最近見出した刺激なしで自発的に組み換わる特別な動的共有結合を利用する。本系は酸素や水分の影響を受けない、画期的な自己修復性高分子材料を実現できる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

低炭素化を実現するための鍵となる革新的な手法であり、医療・宇宙分野といった最先端技術の基礎となる一面も有する。高分子材料の安全性や信頼性が大きく向上されれば、安全・安心な社会の実現にも繋がる。

【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>DABBF 骨格を高分子に導入した、外部刺激なしに自己修復できる完全自己修復材料を独自に構築し、合成手法の確立、構造や物性の解析、バルクおよび薄膜材料の機能評価について、当初の研究計画に沿って成果が順調に得られている。研究全体の進捗については、ほぼ当初の予定通りである。</p> <p>ここで提案している完全自己修復材料に関する研究およびその概念をさらに大きなステージに進めるためには、今後の指針を明確に示す必要がある。それによって、本補助事業の残余期間内で、より一層研究を進展させる必要である。すなわち、研究対象が少し限定的であり、指摘事項にも種々あるように、研究成果をもっと一般化、実用化できるような視点が求められる。</p> <p>知的財産権取得に向けて、特許の出願が少ない。今後、所属機関の知財部門と協力し、積極的に知的財産権を取得する努力が必要である。</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>研究代表者が独自に見出した DABBF 骨格を高分子に導入し、外部刺激なしに自己修復できる材料、すなわち完全自己修復材料を構築し、その合成手法を確立し、構造や物性の解析ならびにバルク材料の機能評価に関して、当初の目的および研究計画に従って研究成果が順調に得られている。研究全体の進捗は、当初の予定通りである。しかしながら、指摘事項に挙げられている一般化、汎用化のための礎石となる研究成果、例えば、DABBF 以外の構造の活用や自己修復材料として総合的な材料評価および応力による共有結合開裂と応力緩和・再結合による修復の基礎科学的な理論解明などについては、一部しか実施中でない。その解決のために、残された補助事業期間内で研究をさらに広げる必要がある。</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>国際的な一流雑誌に数多くの論文を発表しており、その研究成果の先進性、優位性が極めて大きい。</p> <p>DABBF 骨格が熱や光などの外部刺激がない条件でラジカル機構により自発的に組み換わる動的共有結合ユニットとして機能することを確認し、そのユニットを架橋高分子に組み込むことで、従来にない新規な自己修復性高分子材料となることを、世界に先駆けて見出しており、技術的に先進性・優位性があると認められる。</p> <p>DABBF 骨格が組み込まれた架橋高分子材料において共有結合系で初めて完全自己修復性高分子材料の開発に成功したことは、特筆すべき研究成果として挙げられ、ブレークスルーと呼べる成果である。</p> <p>DABBF 骨格を組み込んだ高分子に力学的な刺激を与えると、解離してラジカル由来の着色が発現し、数時間で元の色と形状に戻ることから、メカノクロミック高分子材料としての可能性が見出されており、今後新しいテーマとなりうる。これは、特記すべき研究成果であり、大きなブレークスルーでもある。</p> <p>さらに高いステージに研究を進めるためには、要求される材料特性に合わせることでできる解離・結合性のユニットの開発が不可欠である。DABBF 以外の材料の開発が望まれる。全く異なる構造の化合物に対する検討だけでなく、類似の化合物や一連の置換体等についても検討を行い、自己修復の本質に強く作用し、解離平衡を調節できる要因を明確化し、一連の誘導体について合成法、構造物性相関を確立し、本概念をさらに拡張することが必要である。</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 checked="" type="checkbox"/> 見込まれる ・ <input type="checkbox"/> 見込まれない) <p>自己修復材料の開発は、2000 年以降、多くの研究グループによって様々なアプローチが報告され、関連分野は急激な展開と広がりを見せている。DABBF 骨格を有する架橋高分子が、水や酸素の影響を受けにくい完全自己修復性材料となることが示され、その作動原理が分子論的に解明されたことは、従来にない新しいコンセプトに基づく自己修復性材料であり、この研究分野の発展に大きく寄与するであろう。</p> <p>自己修復性材料の創製は、刺激による修復が困難とされる材料分野 (医療・宇宙) への展開と波及効果が期待できることから、社会的にも経済的にも大きく貢献が見込まれる。ただ、実用に向けた材料開発には、化学的なアプローチだけでなく、応用技術の観</p>

点からの評価、要求特性についても評価が必要であり、社会的課題ならびに経済的課題の解決には、さらに研究の高度な展開が必要であるが、本課題が置かれている状況や研究開発のステージを考慮すると、必ずしも本研究課題の成果をそれらへの貢献に直結させる必要はなく、基本的な理念の確立と関連する現象の深い理解を優先するべきである。

当初の目的にあり、まだ達成されていない今後の課題として、(1) 一般的材料（汎用性高分子等）への適用、(2) 反応メカニズムの分子論的解明、(3) 薄膜への適用、などがあげられるが、これらに対する対応策が必ずしも明確かつ具体的ではない。これらの課題への適切な取り組みが必要である。

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）

4ステージよりなる研究推進計画に従い適切に研究が進められ、各ステージにおける研究成果も順調に得られている点から、研究目的の達成は可能であると判断される。研究の実施体制では、博士研究員の雇用、大学院生の指導、平成25年度の東工大への移動後も博士課程の大学院生を特別研究学生として受け入れることで、研究が滞りなく実施できる体制を適切に整えている。

毎年の未執行予算額が大きく、特に設備備品の購入の遅れがある。本研究代表者の所属が変わったことを考慮したとしても、もう少しスムーズに予算執行が行われても良かった。特に、電子スピン共鳴装置を最終年度に導入しても、その効果は若干疑問である。

特許が出願されているが、少ない。論文発表、会議発表は、期待通りの大きな成果があがっている。さらに、一般雑誌や一般的な公開シンポジウムでの研究成果の積極的な公表も行われており、研究成果の発信は適切であり、国民との科学・技術対話の実施に対する努力も十分にされている。

研究課題名	ジオミメティクスによる環境材料の創成
研究機関・部局・職名	九州大学・大学院工学研究院・教授
氏名	笹木 圭子

研究概要：

(1) 研究の背景

鉱物資源に乏しい我が国において、希少元素回収のための捕捉材料や先端産業を支える排水浄化材を開発し、それらを再生する技術が必要となっています。微生物がつくる鉱物、動物の骨および産業廃棄物（ジオミメティクスと総称）は、鉱物に似た性質をもちながら、経済的供給性に優れ、天然鉱物にはない特徴もあり、優れた素材として有望なものがあります。

(2) 研究の目標

本研究では、ジオミメティクスに対して最小限の処理を加えることにより、反応性が高く、再生可能なリチウム、フッ素、放射性核種の捕捉材料を合成し、その性能や持続性、安全性を評価します。

(3) 研究の特色

廃棄物や未利用資源の平易な加工プロセスをナノテクノロジーにより詳細に検討し、ジオミメティクスの構造特性とその反応性を捕捉対象ごとに明らかにしていきます。これにより、新しい学問領域「ナノジオサイエンス」を資源循環や環境修復の視点から捉えていきます。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

この成果は、海水の50倍以上の濃度をもつ地熱水から燃料電池に利用するリチウムの回収や、半導体産業等から排出されるフッ素の吸着除去、ウラン等の放射性核種の漏洩拡散防止等、未だ決定的な捕捉材料が見出されていない資源エネルギー・環境分野へ応用が期待されます。

【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>マンガン酸化微生物により合成されるバーネサイトによるリチウムイオン回収、魚骨材を焼成して得られるヒドロキシアパタイトによる放射性ストロンチウムバリア材の開発、マグネシアをベースとしたフッ素、ホウ素の除去剤開発の3項目の実施を通じ、安全なジオミメティクスから環境汚染物質の不動化や希少金属回収に資するグリーンイノベーションを目指しており、所期の目的は概ね達成され、短期間で多くの優れた成果をあげられ、著名なジャーナルに多くの論文を掲載できていることは非常に高く評価される。</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>研究目的は、生体鉱物を含む化学物質と無機系産業廃棄物との反応機構を原子レベルで明らかにすることで、吸着材の開発や環境汚染物質の不動化、それにLiなど希少金属の回収を目的としている。多くの研究成果の論文を著名なジャーナルに掲載しており、成果の価値が高いことが証明されている。研究目的を達成するために残されている課題への対応方策も明確にされており、所期の目的は達成できると考えられる。</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）		
①マンガン酸化微生物により合成されるバーネサイトによるリチウムイオン回収、②魚骨材を焼成して得られるヒドロキシアパタイトによる放射性ストロンチウムバリア		

材の開発、③マグネシアをベースとしたフッ素、ホウ素の除去剤開発のいずれも、インパクトファクターの高い学術雑誌に成果が公表されており、先進性・優位性のある研究成果が生み出されていると考えられる。

よりマイルドな条件で生体鉱物からリチウムイオン交換体が合成でき、リチウムの吸着容量をチャンピオンデータに匹敵するほど大きくできたこと、国内に豊富にあるドロマイトを原料にして再生可能な層状複水酸化物を合成し、これをホウ酸やフッ化物の吸着体として利用できるようになったことと、その吸着メカニズムを明らかにでき、さらに吸着容量を最大化できる焼成条件を見出したことは、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と考えられる。

マグネサイトのアナロジーとして用いたドロマイトは当初の予定にはなかった材料であるホウ酸やフッ化物の吸着体として有効であることがわかったことは、当初の目的の他に得られた成果があると考えられる。

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)

マンガン酸化細菌が合成するパーネサイトを原料にマイルドな条件でリチウムイオンシーブが合成できるという本研究の成果は、バイオミネラリゼーション等の関連研究分野の進展に大きく寄与するものと考えられる。また、層状複水酸化物とジオミメティクスの関連付けにより、新たな研究分野への波及効果が見込まれる。

Liイオン電池の材料であるLi資源の確保、放射性核種の捕捉、フッ素とホウ素の不動態化は、資源の安定供給、レアメタルを用いる最先端産業の発展、環境の保全、健康的な生活環境の確保などに貢献でき、持続発展的な社会の構築に向けての重要課題の一つであり、本研究課題の成果は社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれる。

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	数値モデルによる大気エアロゾルの環境負荷に関する評価 および予測の高精度化
研究機関・部局・職名	九州大学・応用力学研究所・准教授
氏名	竹村 俊彦

研究概要:

(1) 研究の背景

大気中に漂っている煤や黄砂などの微粒子（エアロゾル）は、人類および他生物の呼吸器系等に悪影響を及ぼしたり、視界悪化を招いたりする。さらに、気候変動を引き起こす物質でもある。しかし、日々のエアロゾル濃度を的確に予測したり、どの程度の気候変動を引き起こすかを把握したりすることは、依然として非常に困難である。

(2) 研究の目標

本研究では、主に数値シミュレーションにより、エアロゾルによる大気汚染および気候変動を高精度で評価する。

(3) 研究の特色

エアロゾルと雲の関係に特に着目した次世代エアロゾル数値気候モデルを開発して、気候変動評価の高精度化を図る。また、観測データを混在させて数値シミュレーションを行うデータ同化手法を用いて、越境大気汚染を高精度で予測する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

エアロゾル濃度の予測結果は、ホームページ等を通して一般に公開され、健康影響対策をはじめとする様々な対策コストを最低限に抑える効果が期待でき、国民生活にとって有益な情報提供となる。また、本研究の成果は、国際的な気候変動対策の科学的根拠資料である「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」による評価報告書に採用される可能性が極めて高く、将来の気候変動予測を的確に行うことに寄与する。

【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>研究計画やその実施体制は妥当なものであると判断できる。重要な研究分野に対して主体的に問題に取り組み、期待される成果を十分に得ていると判断できる。また、IPCC 報告書、放射性核種の大気拡散、エアロゾル濃度予測など、社会的にも重要な課題に的確に対応している。予算の未執行額が多いこと、今後エアロゾル週間予測システムの運用を行わなければならない、などの状況をふまえると、未執行額の柔軟な使用方法などを検討し、システム運用がうまく行われるような工夫を期待する。</p> <p>なお、最終報告書においては、研究計画に基づいた研究の進捗や達成と AR5 に対する貢献を分けて示すとともに、本研究でなされた改良がどのようなアウトプットの向上につながったのかが分かるように明確にすることが望まれる。</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>本研究課題の目的は、ビンモデルの導入による SPRINTARS の改良と、データ同化による短期予報精度の向上である。研究代表者が開発・利用してきたモデルに基づく研究であるため、ややこれまでの研究の延長線上的な部分もあるが、新たにビンモデルを開発するなど更なる改良を重ねている。しかし、改良により、どの程度現状再現や予測が良くなったのかが検証された記述がない。作業としては順調に進行したが、目的に対しての貢献がどれほどであったかはわかりにくい。</p> <p>平成 25 年度はデータ同化手法を適用したエアロゾル週間予測システムの運用を計画しているが、これまでの進行状況から考えて、十分に達成可能と推測される。</p> <p>また、当初計画になかった福島第一原子力発電所からの放射性物質の大気拡散シミュレーションなどにも対応している。</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>SPRINTARS と本研究代表者は、エアロゾル研究において世界的優位性を持っており、それは現在も変わるところがない。また、研究成果が IPCC 報告書に貢献することが見込まれるなど研究内容は世界レベルでも先端的といつてよい。</p> <p>放射性物質の輸送に関するシミュレーションを行った内容は、事故前の研究開始当時には計画されていなかったが、モデルの検証の観点からも有用な成果であるといえる。</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 checked="" type="checkbox"/>見込まれる ・ <input type="checkbox"/>見込まれない）
<p>SPRINTARS は、非常に実用的で信頼性が高いと評価されており、陸性物質の沈着量など、海洋を含む生物地球化学分野への貢献は非常に大きい。また、エアロゾルの輸送とその大気での挙動理解は IPCC 報告書でも取り上げられている重要な観点であり、広く気候変動問題の解明に寄与している。</p>
<p>⑤ 研究実施マネジメントの状況</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・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>中堅クラスの研究者が取り組んだプロジェクトとしてみると、研究計画やその実施体制は妥当なものであると判断できる。また、研究代表者自身が中心的に成果を出しており、独立性を持ってプロジェクトが推進されていると思われる。</p> <p>雑誌論文や会議発表が十分に行われているとともに、研究内容が非常に多くの新聞や雑誌等にも取り上げられており、成果の発信は適切におこなわれていると判断できる。</p>

研究課題名	高品質立方晶窒化ホウ素が拓く高温高出力エレクトロニクス
研究機関・部局・職名	九州大学・大学院総合理工学研究院・准教授
氏名	堤井 君元

研究概要:

(1) 研究の背景

我々の身のまわりの家電製品や携帯機器の電力制御には、シリコン (Si) を用いたダイオードやトランジスタなどの素子が使われている。しかし Si 素子は電力損失が大きいうえ、次世代電気自動車等に要求される二百度以上での動作ができない。そのため Si 素子よりも理論的性能が優れる炭化ケイ素 (SiC) 素子やダイヤモンド素子の実用化に向けた研究が、全世界で進められている。

(2) 研究の目標

SiC 素子やダイヤモンド素子の性能を凌駕する可能性をもつ立方晶窒化ホウ素 (cBN) 素子の開発に取り組む。cBN 素子の高性能化と単結晶 cBN 膜作製技術の確立により、大気中五百度以上でも動作可能な高温高出力素子を実現する。

(3) 研究の特色

従来の cBN 膜の作製法は、膜表面に強いイオン照射を与える必要があり、低品質な膜しか得られなかった。それに対し本研究独自の作製法は、弱いイオン照射を与えるだけで良いため、従来よりも高品質な膜が得られる。ゆえに cBN 本来の優れた特性を引き出し、素子性能を格段に高めることができる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

cBN 素子は低損失、高出力、高温酸化性雰囲気での動作を可能とするため、エネルギー利用効率が高く、高温大気中でも利用可能な電子機器の実現が期待できる。また次世代電気自動車の駆動力や燃費の向上にも有用である。つまり大幅な省エネルギー化と CO₂ 排出抑制により、グリーン・イノベーションを推進できる。

【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>研究計画の遅延状況から脱しつつあり、一定の進展もあると認められる。しかし、得られたcBNの評価と本計画の骨子である高密度低圧プラズマCVDプロセスの効果は未だ明確ではなく、エピタキシャル成長技術の開発についての成果も今後委ねられている。研究体制・設備の整備は完了しており、所期の目的の達成は十分可能な状況となっていると考えられる。最終年度で研究が一気に進展することを期待すると共に、本研究課題で得られた成果の次への展開も見据えた研究の遂行が望まれる。</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>「平成 22・23 年度における進捗状況」で指摘された状況よりは、研究の進展があると認められるが、所期の研究計画に対しては、未だ遅れがあり、当初の予想の低気圧プラズマ CVD では十分な研究成果が得られず、当初の計画に無い中気圧プラズマ CVD 装置の導入を平成 24 年度に行うという進捗状況であり、所期の目的の達成は今後の努力次第であると考えられる。</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 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）		
<p>新たに開発した多結晶 cBN ダイオードの高性能化に資する動作機構の調査と p 型ドーパントの導入による高伝導率の実現については一定の成果が得られており、先進性・優位性があると考えられる。</p>		

現在までの研究成果では、ブレークスルーと呼べるような特筆すべきことはないと考えられる。

現在までの研究成果では、当初の目的の他に得られた成果があるとは云えない。

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)

新たに開発された多結晶 cBN は、関連する研究分野への波及効果が見込まれる。

プラズマ CVD プロセスを用いた高性能半導体・誘電体薄膜の形成技術への進展に大きく寄与でき、社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれる。

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)

東日本大震災のような不可抗力的な要因もあったが、研究計画の中で根幹を成す高密度低圧プラズマ CVD 成膜装置の導入・改良と、得られた材料の評価手段の開発に関する検討が十分ではなかったと考えられる。

助成金の活用については、プラズマ CVD 装置の設計・作製が、研究結果に基づいて進めざるを得ない部分もあり、仕様変更や納品の遅れはやむを得ない部分もあるが、XRD 測定のような当初から必要性が担保されている評価装置については、より早目の導入が望ましかったと考えられる。

論文発表や会議発表は行われている。しかし、本プログラムは次世代・次々世代の産業の進展に繋がる内容が目標とされていることから、知的財産権の確保は非常に重要であるが、現時点で特許の出願はなされていない。

国民との科学・技術対話を積極的に行って欲しい。

研究課題名	反応速度の壁を突破する炭素資源の低温迅速ガス化
研究機関・部局・職名	九州大学・先導物質化学研究所・教授
氏名	林 潤一郎

研究概要:

(1) 研究の背景

ガス化は、石炭やバイオマス等の固体炭素資源を高効率発電、液体燃料・化成品製造の双方に適したクリーンガスに変換する技術である。その変換効率を極限まで高めることができれば、今我々が直面する地球規模の環境問題と資源制約問題のいずれの解決にも大きく寄与する。

(2) 研究の目標

原料の一部を燃やして高温を作り出す必要がある現在のガス化では、原料が持つエネルギーの 20%以上が失われる。本研究では、ガス化反応を低温で進行させ、その低温反応が高温反応で発生する熱を再生する原理を実証し、ガス化のエネルギー損失を 3%未満にできることを示す。

(3) 研究の特色

三つの新概念＝固体の活性が極めて高まる瞬間のガス化剤アタック、固体とガスの間で生じる化学相互作用の強化と排除、固体とガスの間を移動するモバイル触媒の適用、を実現する新しい反応器システムを開発し、従来認識によるガス化の反応速度論的限界（壁）を突破する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

低温・迅速ガス化を実現し、この技術を次世代のガスタービン、燃料電池と組み合わせることによって、発電のための石炭の消費を 4 割削減できる。さらに、セメントや製鉄産業で発生する高温ガスの熱を水素などのクリーンエネルギーや化学原料に再生することも可能になる。

【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>本研究課題では、研究代表者が新規に発想した二段クエンチガス化により、出口ガス温度 400℃以下での反応システムの実現可能性をベンチ規模実験により検証し、化学エネルギー損失を現比 1/10～1/5 とする第 3 世代ガス化の概念を実証することを、当初の目的としたものであった。研究の進捗に伴い、最初に想定した計画を大きく超えた発展を成し遂げたことは高く評価できる。プロジェクト自体は本年度で終了するが、本研究課題の最終目的はこれを実用化することによって社会に貢献することにある。すでにその取り組みにかかっているようであるが、最後まで責任を持って遂行していただきたい。また、生成した水素と CO の利用方法についても検討が必要である。燃料電池との組み合わせを実現するためには、本研究グループが主導的に活動することが必要であると思われる。</p> <p>また、実用化を目指すには、スケールアップとコスト面での検討が不可欠である。特に処理量に関しては、実用化レベルでは、数万～数十万トン/年の能力が要求される。現時点の 2～3g/分から、どのようにスケールアップするのか（どの程度の大きさの装置でどの程度の量の処理が可能か）を最終報告に向けて、明らかにすることを要望する。</p> <p>さらに、得られたガスについても、どのような組成のガスが望まれているかを明らかにし、それに近づく設計・操作条件を検討することが望まれる。原料については、指摘事項で示されているが、全ての炭種に対応できないにしても、最終報告書では、本研究課題でどの範囲の原料組成であれば対応可能か（例えば、硫黄含有量など）を明確にされたい。</p> <p>実用化も視野に入れた評価を行う段階に向かうことが推奨される。この場合、装置コストやオペレーション精度（コスト）の従来法との比較や純酸素製造をどうするのか、後段の燃料電池システムの被毒が懸念される硫黄などのヘテロ原子の処理など、かなり具体的な評価項目を設定する必要があるだろう。こうした検討は、指摘事項に対する回答にもなるであろう。</p>		

② 目的の達成状況

・所期の目的の達成の見込みが（ある ・ ない）

研究代表者は、1、2年度の成果を踏まえ、ガス化・燃料電池スーパー複合発電を実現する触媒ガス化（追加報告書では第3世代ガス化）や、亜臨界水中の触媒ガス化についても、新たな研究目的として追加し研究を進めており、当初予定以上の成果が期待できる。

新たに設定した目標を含め、現時点で未達成な項目は、第4世代ガス化に関するチャーの完全ガス化と、第5世代ガス化に関する条件の最適化のみである。これらについては、追加調査票に今後の計画が明確に示されており、今年度中の達成が期待できる。

研究課題に当たっては具体的な数値目標が設定され、順調にクリアしてきている。さらに、研究の進捗状況を把握しつつ、新たな研究の進展に対してフレキシブルに対応している。

よって、所期の目標以上の成果の達成が可能と見込まれる。

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）

炭素資源の有効活用はエネルギー・資源に関する緊急の問題解決に直接つながる。本研究課題は、炭素資源の活用につて、これまでの常識を覆す成果などもあり、十分な先進性・優位性が認められる。また、ガス化プロセスをクローズドなシステムとして見た場合、系外に排出されるガスと固体分が持ち出す熱が熱損失となる。その意味で、系の出口温度を評価として化学エネルギー損失ができるだけ小さくなるような手法（2段化学クエンチ法）を提案していることは手法として先進性がある。比較的低温で、タールを発生させずに高効率でかつ簡単にガス化できる技術の開発が、褐炭やバイオマスなどの低品位・未利用資源の有効活用につながると考えられる。

研究の特徴である「2段クエンチガス化」、「カリウム触媒の利用」については、研究計画書にも記載されているが、これらのアイデアが実際に有効であることを実証した意義は大きく、ブレークスルーとなる。

炭素資源溶解物の接触水熱ガス化は当初目的としなかった新たな成果である。

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)

石炭やバイオマスのガス化は、多くの研究者が長年携わっている研究分野であって、タール分を出さずにガス化することや化学エネルギー損失を極力抑えた反応プロセス構造は、この分野の研究者に大きなインパクトを与えられられる。炭素資源を合成ガス(あるいは水素)へ誘導する概念は、石炭・バイオマス・廃棄物など多くの分野で共通しているものであり、これに対するインパクトは幅広い研究分野の進展に寄与することが期待される。ただし、本研究課題は技術的なものであり、当該分野がそうした技術を取り入れる方向に進路をとることで寄与が大きなものとなる。また、本研究課題は、石炭やバイオマスのガス化に関する実用化に近い研究であり、研究代表者が「補助事業期間終了後の研究の取組」にも記しているように、企業との共同研究、実用化研究に進む可能性が高く、エネルギー問題という社会的に重要な問題解決への大きな貢献が期待できる。

資源・エネルギーに乏しい我が国にとって、資源利用の徹底的な効率化は社会的な課題であり、これが実現されれば、その貢献は大きいものと考えられるが、一方で、実用化までのハードルがクリアされて初めて、経済的課題の解決への貢献が評価されるものと考えられることに留意する必要がある。

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)

進捗状況に応じて、目標をフレキシブルに設定し、これに応じた研究実施体制を順次構築しつつ実施しており、そのマネジメントは適切と考えられる。

論文発表はやや少ないように感じられる。残された補助事業期間での取りまとめに期待する。研究成果をより広く知らしめるための戦略として、インパクトファクターの高い複数のジャーナルに積極的に発表するように期待する。

研究課題名	価格性能比と消費電力効率を極限まで追求した超並列計算機システムの実用化に関する研究
研究機関・部局・職名	長崎大学・先端計算研究センター・准教授
氏名	濱田 剛

研究概要:

(1) 研究の背景

現在のスーパーコンピュータ（スパコン）事業は、日米欧中各国の激しい競争に晒されている。スパコンの利用は現代の高度化された科学技術研究においては必須であるが、今後のスパコン開発・運用の国際競争を勝ち抜くためには製造・運用にかかる経済コストと環境コストの削減が大きな課題である。

(2) 研究の目標

- ・大量生産品を最大限に活用した価格性能比・消費電力に優れたスパコンの開発、実用化
- ・開発したスパコンによる、クリーンエネルギー創成や地球温暖化対策などの地球環境調和型の応用研究の推進
- ・今後の国際競争を勝ち抜くための、次々世代スパコン開発の基礎技術の確立

(3) 研究の特色

これまで一般的なスパコンには用いられなかった画像処理ユニット（GPU）のような大量生産部品を徹底的に活用することで、価格性能比を現在の計算機より一桁引き上げることができ、更に消費電力効率も2倍以上に引き上げることが可能となる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

我が国のスパコン開発競争力が高まるとともに、これまで高コストなため限定的な利用しかされてこなかったスパコンが新規薬剤開発（創薬）、材料設計、災害・気象予測、天体现象解明、映像制作等の一般的な分野においても普及し、これらの産業・科学技術分野が大きく発展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>既存 GPU スパコンのシステム技術の改良、ソフトのパッケージ化やユーザーグループとの協調などに見るべきものがあり、高く評価できる。</p> <p>実施状況報告書では技術的革新性について、結果として高いパフォーマンスの創出を示しているが、一方で、どのような工夫によって高性能なスパコンが低コストで実現可能なのか、に不明確さが残り、内容の革新性の正確な判断が難しい部分がある。また、ソフトウェアの新規性についても現状の GPU のソフトウェア技術に比べて、どのような新しい手法を創出したかを明確にする必要がある。</p> <p>次世代の GPU 型スーパーコンピュータの開発競争では、既に追いつかれ、追い抜かれた印象がある。GREEN500 の 2012 年度 6 月版では世界 22 位、2012 年 11 月版および 2013 年 6 月版ではエントリされておらず、35 位程度と推察される。2013 年 6 月版では 1 位と 2 位を欧米の GPU 型スーパーコンピュータが獲得している。さらに、2013 年 6 月版では GREEN500 に限らず高性能スパコンランキングである TOP500 においても、トップクラスをアクセラレータベースのスパコンが獲得している。</p> <p>総合的に観ると、年次進行に伴って研究の重点が次世代 GPU 型スーパーコンピュータの研究開発から、出口戦略にシフトしたような印象を受ける。</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>革新的な GPU 型グリーンスパコンの開発自体が遅れており、順調とは言い難い。既開発の DEGIMA に改良を加えた GPU 型スパコンが消費電力当り 1.38Gflops/W を達成し、良好な成績（GREEN500 の 2011 年 6 月版世界 3 位、2011 年 11 月版世界 6 位）を認定されている。しかしながら、2013 年 6 月版ではトップ（GPU 型スーパーコンピュータ）は既に消費電力当り倍以上の 3.2Gflops/W を達成しており、次世代 GPU 型スーパーコンピュータ DEGIMA-2 が所期の目的を達成する根拠となる基本構成方式・スペックが明確に述べられていない現段階では、期待はするが、所期の目的の達成が見込めるとは言い難い。</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 type="checkbox"/> ある ・ <input checked="" 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>研究前半のスパコン省エネ化に対する取り組みの一つとして、DVFS (Dynamic Voltage and Frequency Scaling) の独自の方式を提案し、電圧・周波数を細粒度で調整を可能にした。DEGIMA システムの評価結果は、スパコン省エネ性能ランキングにおいて 2 期連続で国内第一位の省エネ性能を達成 (2011 年 6 月および 2011 年 11 月)。また、アクセラレータベースのスパコンとして世界で最も省エネ性能が優れているスパコンに認定された。これらはいずれも高く評価できる。さらに、3 千万化合物データをシステムに標準装備することで直ちに計算を開始できるようになっている他、創薬研究等において使い勝手に関しても洗練されており、優れた研究成果であると思われる。</p> <p>GPU スパコンに関するパッケージ化の技術の開発やユーザーグループの育成の成果は、当初の目的の他の研究成果として評価できる。</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>計算科学の分野を、裾野広く推進する効果大きい。さまざまな応用に対して、廉価に高性能計算の環境をハード・ソフト含めて構築した功績は認めて良い。</p> <p>創薬や構造物計算、環境シミュレーションなど、多くの応用があり、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 (<input checked="" type="checkbox"/> 行われている ・ <input type="checkbox"/> 行われていない)	
<p>すべて汎用技術を採用したグリーンスパコンであり、FPGA 設計や独自設計のプリント基板だけでは DEGIMA からの質的向上が少ないと言われても仕方がない。半導体テクノロジー (プロセス) の進展が短期間で進む汎用技術を採用しているため、汎用技術自体の大きな性能向上に対し研究成果による性能向上は主導権を握りにくくなっており、もっと明確な対応の説明が不可欠である。なお、出口戦略は明確となり適切と思慮される。</p> <p>知的財産権の出願・取得が全く無いのは遺憾である。また、論文発表・会議発表に関しては応用問題に関するものが主体で、新たな革新的超並列計算機の基本構造自体に関するものが少なく、量的に判断しても積極的な公表とは言えない。</p>	

研究課題名	琉球島嶼沿岸生態系のリスク評価と保全再生戦略構築：生物群集—複合因子関係の数理解析を基軸に
研究機関・部局・職名	東北大学・災害科学国際研究所・准教授 (元 琉球大学・亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構・特命准教授)
氏名	坂巻 隆史

研究概要:

(1) 研究の背景

亜熱帯域に属し極めて高い生物多様性を有する琉球列島の沿岸域では、人間活動や気候変動の影響により、サンゴの死滅に代表されるような生態系の劣化が多くみられる。様々な環境因子（水温、土砂の堆積、水質等）の変化に対する生態系の応答を予測し効果的な対策を行うには、生物と環境の関係を数理的に解明し、将来的な生態系の劣化リスクを評価することが急務である。

(2) 研究の目標

琉球列島のサンゴ礁等の沿岸生態系において生物と複数の環境因子の関係を解析し、生物生息の支配因子や因子の複合影響等を明らかにしたうえで、生態系劣化リスクの評価手法を確立する。さらに、琉球列島沿岸の生態系劣化リスクを評価し保全再生の戦略を提案する。

(3) 研究の特色

工学・生物学・地球化学の研究者が連携し、琉球列島沿岸で多地点・多項目の大規模調査データを取得する。そして、環境変化に対する生物の応答を多角的に評価するための新たな解析手法を適用することで、亜熱帯域沿岸における新たな生態学的知見の獲得をめざす。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

亜熱帯域の沿岸生態系の保全再生事業や環境影響評価の確実性が向上し、保全再生等に関連する事業への社会的合意形成の円滑化がもたらされる。長期的には、建設や環境アセスメントの産業部門でグリーンイノベーション推進への寄与が期待される。

【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>島嶼部の沿岸生態系についての貴重なデータが多く収集され、その成果が学術発表されている点は評価できる。しかしながら、生態系劣化リスク評価モデルを構築し、それに基づき生態系劣化リスクを定量評価し、保全再生戦略を提案するための多変量解析、時系列解析がどの段階まで進んだか、またそれに伴う課題点が現地調査にどのようにフィードバックされたか、さらに生物群集予測モデル、確率論リスクモデルについてどこまで進捗したのか報告書からは明らかではない。劣化していく沿岸生態系に影響を及ぼしている環境因子を明らかにし、その影響度を評価する過程が十分に進捗していないように感じる。</p> <p>指摘を受け、現在検討している河川および河口域での生態系影響についてより集中的な調査を行い、人為的インパクトとの関係解明により注力すべきと思われる。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（□ある ・ ■ない）		
<p>本研究第1の課題は野外調査を実施し、その調査結果に基づいてサンゴ礁および潮間帯砂泥底質場における生物群集に対する複数因子の相対的な影響の大きさを定量的に解明すること、および、沿岸の生物群集及び非生物的環境の時空間変動パターンを明らかにすることである。この点、現地での生態データと環境データの入手は進んでいると判断される。</p> <p>一方、第2の課題は、生態系劣化リスク評価モデルを構築し、それに基づき生態系劣化リスクを定量評価し、保全再生戦略を提案することである。しかし、その情報に基づく多変量解析、時系列解析がどの段階まで済み、課題点が現地調査にどのようにフィードバックされているのか、報告書からは明らかではない。当初の研究計画によれば、平成24年度にはリスク評価モデルを作成し、結果の比較を行うとなっているが、その具体的な成果が不明である。平成25年5月の段階で、「魚類や貝類の生物群集に対する各種環境因子の影響や空間プロセスの影響に関する解析では群集の生態学的機能分類群ごとに大きく異なる結果が得られ、」とあるように、生態学的機能分類群の区分け方</p>		

法を得るに止まっており、生物群集予測モデル、確率論リスクモデルについての進捗状況も明らかではない。

さらに、野外調査では、成体の存在調査と食物連鎖系調査が主体となっており、対象生物の生活史を考慮した調査ではない。生態系劣化リスクを評価する基礎データとしては不足しているため、残された補助事業期間で目標とする事項について所定の成果を得ることは難しいと懸念される。

また室内実験で底質の含有率と粘着性の実験が行われているが、なぜその環境因子が重要なのか、現地調査の統計的解析がなされていない時点での合理性と今後追加される実験予定が明らかとなっていない。

何の因子が沿岸生態系の変化に影響をおよぼしているのかの仮説が出てこないとその定量的な影響性をモデルとして評価することは難しく、最終年度に全てのデータがそろってから統計解析するのではまとまらないのではないかと懸念される。

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 (ある なし)

同一グループが島嶼沿岸域生態系のデータを多量に集めた努力とその情報量は価値があると考えられる。

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)

同一グループが島嶼沿岸域生態系のデータを多量に集めた努力とその情報量は価値があると考えられる。沿岸生態系の基礎的研究には役立つと思われる。

しかしながら、劣化する生態系へのインパクト因子との関係や寄与度が定量的に明らかにされるかは不明確である。また絞り込まれたインパクト因子で実験的に明らかにする対象は、現在のところ堆積粒子のみであり、他の因子の影響を再現できる研究に発展できるか不明確である。したがって、社会的にこの因子を抑えることで沿岸生態系が回復できるという示唆を与える結果が出てくるか不明確である。

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）

大規模な調査のために人員を雇用し、調査を計画的に企画、実行している点は優れている。しかし、生態系に影響を与える因子解析が提案されたようには進んでいない印象がある。その具体的な成果や関連する発表がなされているのか不明確である。

影響因子が多岐にわたり、調査点も多岐にわたるため、指摘を踏まえた河口生態系への河川の影響を人為的影響に絞り込む点は理解できる。したがって、その現地調査もその範囲に合わせて集中化すべきであるが、従来の沿岸生態系という広範囲のデータ収集に時間と労力が費やされている感がある。また河川のインパクトを具体的に検討しているのが土壌粒子の物理性状に限られているように思われる。研究マネジメントには、研究の推進に加えて、研究課題の方向に向かわせることも欠かせないが、後者の配慮が不足している。

生態構造のひずみと環境との因子解析、リスク評価が最も重要であるが、研究代表者とポスドク2名で行うこととなっているが、体制の強化が必要と思われる。

研究課題名	単一光子-半導体量子ドット電子スピン集団励起間の革新的量子インターフェースの実現
研究機関・部局・職名	慶應義塾大学・理工学部・准教授
氏名	早瀬（伊師）潤子

研究概要:

(1) 研究の背景

「情報爆発」時代に向け、膨大な情報を高速・安全かつ省エネルギーに通信する新しい技術の開拓が急務となっている。そこで従来とは全く異なる革新的な通信技術として、量子力学の原理を積極的に活用した量子情報通信技術の実現が世界的な課題となっている。

(2) 研究の目標

本研究では、微弱な光と半導体ナノ構造との相互作用を量子力学的に明らかにすることで、量子情報通信技術の実現に必要な不可欠な「量子インターフェース」を実現するための新たな技術を開拓する。半導体ナノ構造中の電子スピン集団励起を利用することで、デバイス化・小型化が可能な固体量子インターフェースの実現に挑戦する。

(3) 研究の特色

非線形分光法と呼ばれる高度な分光技術を駆使することで、今まで活用が困難であった電子スピン集団励起の活用を可能にし、従来よりも広帯域・高時間帯域幅積かつ高効率な量子インターフェースの構築を目指す。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究における光と半導体との相互作用の研究は、量子力学など基礎科学の発展に多大に寄与するだけでなく、量子情報通信技術の実現や光電変換の高効率化、微弱光の検出・制御・発生技術の高度化を可能とし、安全かつ省エネな高度情報化社会の実現へ大きく貢献すると期待される。

【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>量子ドットの集合体への量子情報の記録と再生を、フォトンエコー法を用いて実現することを目的とし、優れた研究成果をあげている。概ね順調に計画を進行している。最終年度の計画で、有望な材料として研究を進めているはずの窒素空孔センター試料でのフォトンエコー計測の計画が無いことが、残念な点である。</p> <p>評価の高い雑誌への投稿を含め研究成果の発信に、より一層、取り組んでいただきたい。世界初の素晴らしい成果を上げているので、読者の多い雑誌への論文発表を心がけていただきたい。また、研究期間内に目に見える成果を求められる現状では、会議発表と論文に注力することになり、特許に関しては後手に回ってしまう事情はある程度は理解できるが、本研究内容と成果は、量子情報処理の基盤技術となりうるのであるから、特許申請の可能性も是非検討していただきたい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>研究計画書によれば、明確な目標値が設定されており、ラマン型フォトンエコー過程を用いて、帯域 1THz、コヒーレンス時間 1 μs、時間帯域幅積 10^6、効率 1%で、通信波長帯の光子により、直接転写可能な量子インターフェースの実現可能性を示すとある。これに対し、報告書によれば、帯域 1THz、時間帯域幅積 10^3、効率 0.02%で転写可能な量子インターフェースを実現したとあることから、順調に研究が進展しており、目標値もほぼ達成している事がわかる。数値的に未達成の項目に対しては、今後改善を試みることから、当初の目的はほぼ達成されると見込まれる。</p> <p>設定されている数値目標で達成できていないのは、時間帯域幅積 10^6、効率 1%であり、表記されていないのがコヒーレンス時間 1 μs である。このうち、時間帯域幅積については、1桁の改善を試みているが、その手法については明記されていない。効率については、ビーム径最適化及び量子ドットの試料への光共振器付加により信号増強を行うとしているが、どの程度の改善が見込まれるかは明確でない。</p> <p>ただし、細かな数値でなく、革新的インターフェースの確立自体が本研究課題の中心</p>		

と考えれば、全体のパフォーマンスの改善に取り組む事は重要である。

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)

試料と検出系双方の改良により、単一光子レベルの微弱光でフォトンエコーの測定を成功させた点は、世界初であり、先進性のある結果であると言える。また、途中から採用したダイヤモンド薄膜を用いた試料は、コヒーレント時間を長くできる可能性があるが、他の研究グループでは取り組んでいないため、先進性・優位性を有するとしているが、そのエビデンスを示すところまでは至っていない。

既存のフォトンエコー量子インターフェースの帯域は 5GHz であるのに対し、本研究課題では 1THz を達成している。特に、不均質であるためこれまで使われていなかった量子ドット集合体を試料として用いた点が、新たな展開につながる可能性を秘めている。

当初の研究計画にはなかったが、途中から、今後の発展が期待できるダイヤモンド薄膜の窒素・空孔中心に着目し、その試料作製技術を確立した。当初の目的の他の成果として、今後の進展が期待される。

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)

量子信号処理は、通信・情報処理分野に革新的な進歩をもたらすと期待されている。本研究は、光の量子状態を固体試料に記録し必要に応じて再生する道を開くものであり、同分野の進展に寄与が見込まれる。また、通信・情報処理の進展の社会・経済への寄与は明白であり、そのさらなる進歩は、社会的・経済的に好影響を与えられられる。

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)

試料作製から測定まで、着実な研究計画がされており、成果もあがっている。試料作製は外部研究機関との共同研究であるが、外部に丸投げする事無く、学生を派遣して技術を共有する等、全体の進捗が把握できるよう心がけている点は評価できる。また、試料作製から測定までのバランスをうまく保って成果につながっていると評価できる。助成金の利活用については、主要設備は本研究に不可欠の物であり、適切に執行されていると思われる。

会議発表については精力的に行われていると評価できる。論文発表も、会議のプロシーディングを中心に十分行われている。しかし、それらの多くは一般には公開されておらず、成果の公表としての意味は不十分であると考ええる。

研究課題名	サステナブルエネルギー社会を実現するナトリウムイオン二次電池の創製
研究機関・部局・職名	東京理科大学・理学部第一部・教授
氏名	駒場 慎一

研究概要:

(1) 研究の背景

サステナブルエネルギー社会の実現に向け、蓄電池の高性能化が求められている。実用蓄電池の中ではリチウムイオン電池のエネルギー密度が最も高いが、リチウム原料の価格が急騰し、日本はその全量を輸入に依存しているため、より低コストで高性能なポストリチウムイオン蓄電池の研究開発が必要である。

(2) 研究の目標

リチウムの代わりにナトリウムを使う「ナトリウムイオン蓄電池」の実現を目指して、新材料の開発を行う。具体的には、正極材料にはナトリウムと鉄を主成分とする酸化物やリン酸塩、負極材料には炭素材料等、電解液にはナトリウム塩を含む有機電解液に着目し、それぞれの電池機能の発現メカニズムを解明することで、さらなる高性能化を図る。

(3) 研究の特色

低コスト、レアメタルフリーかつ環境適合性の高い材料のみで高性能蓄電池を目指す点に特色がある。しかも、現状ではナトリウムイオン蓄電池に関する成功例は殆ど知られていない。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

車載用電源はもちろん、自然エネルギー利用のための据置型蓄電設備に適用可能な革新的蓄電池としての応用が期待できる。そのため、地球温暖化の克服に寄与しつつ、我が国の電池・環境技術の強化と産業界への波及効果も期待できる。

【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>研究題目にある「サステナブルエネルギー社会を実現する」ためには、185 Wh/kg 以上の性能や充放電耐久性を実証してリチウム電池に代わる高性能ナトリウム電池を実用化・産業化する具体的指針が必要である、また企業などとのさらなる連携強化を必要とする。多くのプロジェクトで新たな材料を見出しても、なかなか事業化には進まない。このことを勘案すると、企業との共同研究の推進が重要である。</p> <p>電解質も電極材料とともに極めて重要であるが、その分子構造や混合分率などが、どのような機構でリサイクル特性に関係するのか、電池系でのナトリウムイオンの還元・酸化に溶媒和がどう効いているのか、あるいは高分子電解質で電荷のみ移動させると、どうなるのか、など化学的観点からの詳細な検討と解明が必要である。</p> <p>論文発表、会議発表、知的財産権の出願・取得、一般雑誌等による研究成果の公表等が、積極的に進められている。</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>ポストリチウム電池の有力候補として期待されているナトリウム二次電池の開発に正極・負極材料と電解液という総合的観点から具体的目標をもって独創的・系統的に取り組んでおり、長寿命・レアメタルフリー・高エネルギー密度の実現に向けて、順調に成果を出している。</p> <p>二次電池という性質上、数値目標は明確化されており、平成 23 年度は、正極として 130mAh/g 以上（100 サイクル）、負極として 230mAh/g 以上（200 サイクル）が設定されており、平成 24 年度末ではこれ以上の目標が期待される。正極に関しては、研究の成果が明確に示されており、研究代表者による Nature Materials 論文発表の正極活物質 $\text{Na}/\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ が最高容量を達成している。しかし、論文報告では、最高値の 200mAh/g に近い初期容量が 30 サイクルでおおよそ 150mAh/g まで劣化している状況から、数値目標の「100 サイクルで 130mAh/g 以上」のレベルに届いたとは考え難いが、今後のさらなる発展に期待される。</p> <p>また、二次電池は極めて実用志向の研究であり、素材の高性能化だけでは実用につな</p>		

がない場合が多いが、この研究では、正極の高容量化開発と同等以上に負極の開発が重要である。研究代表者も理解しているように、リチウム電池において負極にLi箔を使う場合と違って、安全上もNa金属を負極にしてセルの実用化はできず、負極があつてこそその正極開発である。報告される達成値は論文を見ると対極がNa金属である。実用にはNa金属に替わるカーボン系負極等の開発が必須である。カーボン系負極の開発についても進展があつたことが報告されており、2,000mAh/gのレベルに届いた成果が示されている。

企業との共同研究を推進し、特許出願を進め、順次その成果を開示しているのも、大型フルセルでの利用を想定した耐久性、サイクル性などのデータも、そろそろ発表すべきフェーズになっている。

目標の100サイクルまでの安定なサイクル性へ向けてNa活物質もしくは電解液を改善するための対策が取られている。また、Na金属に替わる負極活物質（本提案ではハードカーボン）を高容量化、サイクル性改善に向けてどう設計するべきかについても具体策が取られている。

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）

Naイオン二次電池の研究は、二次電池の将来技術として現在極めて活発化している。中でも本研究者が開拓した正極素材である190mAh/gまでの高容量化を達成する $\text{Na}/\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ については、Naイオン二次電池の分野で先進的な成果であった。厳しい見方をすると、対向するリチウムイオン二次電池を凌駕できそうな基礎技術は、エネルギー密度とサイクル性の点では、まだ見えていない。

次のような成果は、独創的で先進性だけでなく、次世代エネルギー分野で優位性がある。ナトリウムイオン電池の電解液溶媒としてpropylenecarbonate、ethylene carbonate / diethylcarbonate (1:1)、が、最適で良好なリサイクル特性を示すことを見つけ、室温で安定充放電を実現した。正極材料として鉄マンガン系を新しく開発し、世界最高エネルギー密度を実現した。負極材料としてポリアクリレートをバインダーとするスズ粉末電極を開発した。

ナトリウムイオン電池は、ポストリチウム電池の有力候補として期待されているが、その研究開発はごく最近までほとんどなかった。本研究代表者らがこの分野を世界的に先導しており、レアメタルフリーの新しい正極材料、電解液の最適化、負極材料などの開発によりエネルギー密度や充放電特性を大幅に向上させた成果は、実用化へのブレークスルーと呼べるものである。

さらに ethylenecarbonate の水素原子を一個フッ素に置き換えた

fluoroethylencarbonate を propylencarbonate 電解液に 10% 添加するとリサイクル特性が大幅に向上するというのも実用化を考えると特記すべき成果である。

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)

Na イオンの可逆的吸脱着を高容量で行う「材料」の創製という点では、この技術を他のデバイス（電気化学キャパシタなど）に横展開できる可能性はある。しかし、リチウムイオン電池をコスト、性能面、そして安全性の点で置き換えるという経済的貢献へは、現状技術の延長では難しいと思われる。しかし、本研究代表者による新たな取り組みがあるので期待できる。

レアメタルフリーの新しい正極材料や合金系負極材料などは、まだまだ改良の余地や新しい構造の可能性もある。二次電池分野はもちろん無機機能材料など関連研究分野の進展に寄与が見込まれる。

ナトリウムイオン電池では、充放電の際電極と電解液間を移動するのは、海水などに無尽蔵にあるナトリウムイオンであり、正負電極材料もレアメタルフリーや合金などで実用化されれば、我が国のエネルギー・資源における自立に寄与し、電気自動車や自然エネルギー発電の蓄電分野など社会的・経済的効果は極めて大きい。

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)

全体的には、研究は当初の計画以上の達成度と速度で進展しており、研究実施体制やマネジメントは適切であり、助成金の活用も極めて有効である。

一流のジャーナル（Nature Materials 誌など）を含む論文、特許出願、新聞・テレビ・一般雑誌への報道・掲載、会議発表など研究成果の発信は適切に、かつ活発に行われている。しかし、この研究が、明るい期待だけでなく、既存の高コストのリチウムイオン二次電池の代替えに向けて、まだ重要な対策課題を残していることの正確な発信がされたかが問われる。

リチウム電池も高性能化は着実に進んでおり、「それに匹敵する性能を持ち、リチウム系との差異化を進める」という目的を達成するためには、充放電リサイクル特性に支配的影響をもつ電極材料と電解液について、さらに進んだ構造の開発と制御、添加剤の分子論的役割、反応機構や劣化機構の解明などが必要である。この点は、本研究代表者の別のプロジェクトで並行して検討をしているので、その成果が期待できる。

研究課題名	イオン液体を利用した二酸化炭素物理吸収プロセスの構築
研究機関・部局・職名	日本大学・工学部・准教授
氏名	児玉 大輔

研究概要:

(1) 研究の背景

地球温暖化対策技術の一つとして、二酸化炭素を分離回収し隔離・貯留する技術開発が進められているが、現状の技術では、火力発電所等の大規模固定排出源から排出される二酸化炭素を選択的に分離吸収する液体の再生コストに著しい問題がある。

(2) 研究の目標

本研究では、室温程度で駆動可能なガス吸収液(イオン液体)を合成し、ガス溶解メカニズムを解明するとともに、推算モデルからガス吸収効果を明らかにし、低コスト型温室効果ガス吸収プロセスの構築を目指す。

(3) 研究の特色

イオン液体を利用し二酸化炭素を回収する方法は、温度、圧力変化のみの簡便な操作でプロセスを構築できる。また再生により回収される二酸化炭素も、常圧ガスとしてではなく、隔離・貯留に有利な液化炭酸あるいは任意の高圧状態の二酸化炭素として回収できる。したがって、ガス吸収液再生に多大なエネルギーを要する従来技術と比較し、エネルギーコストの大幅な削減が可能である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究の成果によって、電気化学デバイス、化学反応溶媒、触媒としての利用などイオン液体の高度利用が飛躍的に増加し、環境負荷の高い揮発性有機化合物(VOC)を利用したプロセスからの脱却、環境調和型プロセスへの切り替えが期待できる。

【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>イオン液体の溶解度・相平衡および輸送物性に関する基礎研究では、国としての技術的レベルの確保が重要である。その意味で本研究課題の独自性・重要性は高い。一方、イオン液体を利用した二酸化炭素の吸収プロセスは、すでに世界中で注目され活発な研究が行われており、その中で本研究の独創性や優位性をいかに世界に発信していくかが重要である。</p> <p>本研究課題が東日本震災の影響で研究が遅れたことは残念であるが、研究環境は徐々に回復してきていると思われるので、実験の精力的継続を強く要請するとともに、論文を通じての成果発信を期待する。</p> <p>研究目的に、二酸化炭素の吸収プロセスに対しイオン液体を用いると、従来の手法に比べ、大幅なエネルギー効率の削減を達成できるとされているが、定量的な議論が望まれる。</p> <p>また、本研究課題では、これまで世界中の研究者が主に使用してきたイミダゾリウム系のイオン液体が高価であることを指摘し、安価なイオン液体を合成することを目的の一つとしている。しかしながら、本研究で使用するリチウムカチオン系のイオン液体は、最も高価なフルオロスルホンアミド系のアニオンを用いており、安価なイオン液体の開発合成とどのようにつながるのかを明らかにすることが望まれる。</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>現時点までの研究の進捗状況は十分とは言えない。ただ、この種の基礎研究は装置作成に時間が掛かると考えるのが一般的であり、装置が完成したので、研究が大いに進むことを期待して目標達成の見込みがあったとした。</p> <p>また、本研究課題における最大のポイントは、従来のアミン系の吸収プロセスに対して、イオン液体という新しい素材を導入することによって、具体的にどの程度のエネルギー効率の削減に繋がることを定量的に示すことにあるが、現状では、その目的が達成されていない。</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 type="checkbox"/>創出されている ・ <input checked="" 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>基礎研究の面からみると、非対称混合系の高圧相平衡関係と同じ条件での飽和液体密度・粘度の同時測定を可能にする装置開発は世界的にも類を見ない。実用面では、二酸化炭素の大気中濃度増加抑制の基礎技術の吸収媒体として、より有効なイオン液体分子の探索も期待できる。ここに先進性、優位性がある。</p> <p>イオン液体がメタンハイドレートの生成を促進する成果は、学術的にも工業的にも意味のある成果であると考えられる。本研究チームが最初に発見したものであれば、早急に特許化する必要がある。</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>イオン液体を用いた二酸化炭素分離精製のための基礎研究という観点では、大気中二酸化炭素濃度増加の抑制技術開発研究に有効な選択肢を提言する可能性が高い。有効な選択肢が示せば、二酸化炭素の長期安定隔離プロセスや二酸化炭素の積極的利用技術に関する研究が進展する可能性がある。</p> <p>排煙中の二酸化炭素を高圧力下で吸収し、省エネルギープロセスでの脱離を実現できる分離媒体探索の可能性を拡大する本課題は評価できる。イオン液体の物性解明に関する研究は、溶液論あるいは分子レベルの観点から世界中で行なわれており、本研究課題が目的通りの成果が上げられれば、世界に与えるインパクトは十分にある。</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>
<p>予期していなかった天災と原子力発電所事故の影響で計画通りに進まなかった面があるが、総合的判断ではほぼ順当なマネジメントが行われていると考えられる。</p> <p>ただし、研究成果のほとんどが、イオン液体系における二酸化炭素の溶解・吸収挙動に費やされており、二酸化炭素の物理吸収プロセスとしての評価がほとんど定量的になされていない。特に、全体の研究計画スキームでは、平成23年～24年度にプロセスシミュレーションを実施することになっているが、その成果が具体的に見られていない。以上の点を留意して、研究を進めて欲しい。</p>

研究課題名	高次元 p 進ディオファントス近似と整数格子クリプトシステム
研究機関・部局・職名	日本大学・理工学部・教授
氏名	平田（河野）典子

研究概要:

(1) 研究の背景

携帯電話やメール、クレジットカードなどの利用が日常化された今日、暗号は安全な暮らしを守るために重要なものになっています。暗号では安全性つまり解読しにくいことが大切ですが、暗号のからくりの理論そのものはせいぜい数種類しかありません。次世代の安全なクリプトシステム（暗号の構造）を支える新しい理論の創成を願ったことが、本研究の強い動機として背景にあります。

(2) 研究の目標

ディオファントス近似と呼ばれる考え方を元に、暗号化に用いる不等式と、解読にあたる整数格子（整数の組）の決め方について考究し、暗号の新しい指導原理を作ることが本研究課題の目標です。

(3) 研究の特色

p を素数（1と自分自身だけでしか割り切れない2以上の整数）とします。高次元 p 進ディオファントス近似という理論を応用して暗号を作ります。これは、従来の暗号を支える数学の理論とは根本的に異なります。素数 p を取り替えば異なる暗号構造になるので、更新が容易で安全性を保ちやすいことが特色です。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

情報化社会の中で広く用いられている暗号を安全にすることは、世の不安を取り除き、事故を減らし、生活の質を高める効果があります。本研究の新しい提案でひとびとを守りたいと、心から思っています。

【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>数学的基盤研究において所期の目的を十分に達成したが、それを活かして応用面の目的を達成するには、更に努力が必要である。そのためには、多くの応用面の研究者の関心を引き付けることから開始すべきであろう。</p> <p>応用面、特に工学関係の日本人研究者の反応が今一つであるのは、「高次元 p 進ディオファントス近似」という数学的に深いトピックに対する十分な理解力を持つ研究者が少数で、しかも、何とか理解できる研究者はおおむね忙しい、という現状による部分が多い。従って、応用面研究者（特に若手）への一層の布教を通じて暗号構造に関心を持つ研究者の数を増やすこと、が重要であると判断する。</p> <p>研究代表者が、海外研究者と共著で、応用面の論文を工学的な側面の強い雑誌に投稿しているのは、具体策の一つとして評価したい。</p> <p>しかしながら、代表者の目的に対する優れた研究成果が浸透するのは、数学者の間でも時間がかかると予想されるので、目的に挙げられた、工学面との連携が必要な応用面に対する成果は不十分ではあるが、工学サイドに伝わるまでには更に時間がかかるのはある程度仕方ないことと考える。本研究においては、主目的であると考えられる、原理面の目的における研究は順調に進展して、所期の期待を超える著しい成果が既に得られている点は評価する。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（□ある ・ ■ない）		
<p>研究目的は</p> <p>①高次元 p 進ディオファントス近似の確立</p> <p>② ①を応用した新しい暗号構造の提唱</p> <p>③ ②で提唱された暗号の解読に関するアルゴリズムの研究である。</p> <p>原理面での目的である①に関しては、p 進楕円対数の一般個数の一次結合に関するディオファントス近似不等式を得ている。</p> <p>一方、応用面の目的②に関しては、スローガンの提唱を行った段階にとどまり、</p>		

応用面の関係者の強い関心をひいているとは言え、応用の現場との接触にまでは到っていない。

総合すると、最も重要である数学的基盤研究において目的①を達成したが、それを活かして応用面の目的②、③を達成するには、更に努力が必要である。計算法を整理し考えを深めることや、計算例を蓄積することは必要と思われる。目的のすべてを平成 25 年度までには達成できそうにないという点で、「所期の目的の達成は見込まれない」という判断をする。

具体的な暗号構造の構築、それを支える目的③に関する成果の充実が早急の課題である。

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)

p 進楕円対数の一般個数の一次結合に関する厳密なディオファントス近似不等式が初めて証明された。

日本数学会の編集する邦文雑誌「数学」に代表者の論説が掲載されることが決定しているが、論説の掲載には、当該分野（代数学、特に整数論）の複数人の権威による推薦が必要である点を考慮すれば、この成果の重要性が広く認識されていることに間違いはない。

一方、数学における重要な新成果が得られたのは間違いがないが、極端に新規性に富む成果ではない。また、応用面に関しては、まだ十分な成果が得られているとは言いがたい。これらを勘案すると、特筆すべき成果が創出されたとは言えない。

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)

p 進楕円対数の一般個数の一次結合に関する厳密なディオファントス近似不等式の確立は、研究目的を達成するものであり、「高さ」関数の意義、ディオファントス方程式の具体的な整数解決、楕円関数の S 整数格子点の具体的な配置など、関連する多くのトピックへの更なる探究を促すだけでなく、その証明の分析を通じて、今後の整数論や代数幾何学などの分野を中心とした数学研究への寄与が見込まれる。

原理的には重要な成果が既に確立されているので、応用面での具体的な成果は現時点で

はまだ少ないものの、長期的視野に立てば、情報産業を中心とした人間社会における社会的・経済的課題の解決に関し、この研究成果の貢献が見込まれるのは疑いない。しかし、現状では工学面での良いパートナーと巡り合えておらず、研究開発の方向が見当違いの方向になっているという危険性も捨てきれず、短期的には貢献の見込みは薄いと判断する。

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）

毎年の執行状況から、非常に着実なマネジメントが行われているという印象を持つ。代表者が、理論面における自身の深遠な結果の証明とその取りまとめに忙しく、応用面では熟練の暗号学専門家からの援助が受けにくい現状の中で、才能ある臨時職員を雇って計算に当たらせているのは妥当な処置であろう。また、これは平成 22、23 年度の進捗状況確認において指摘された応用面での立ち遅れにも、一応対応するものである。

平成 23 年度からの毎年の会議発表数が 5 件以上であり、数学者（特に整数論の研究者）としては多い方である。この点から、研究成果の積極的な発表が行われていると判断する。

国民との科学・技術対話については、平成 23、24 年度の対話の件数をみると、理論的な数学者としては飛びぬけた数の一般向け公演を行っている。半分程度は高校生向けであり、国民に向けて、研究内容に繋がる数学を伝えようとする研究代表者の情熱を感じる。数学しかも整数論という高度に抽象的な研究に携わる者としては非常に柔軟な姿勢である点は高く評価できる。

研究課題名	超高性能インクジェットプリンテッドエレクトロニクス
研究機関・部局・職名	早稲田大学・理工学術院・教授
氏名	竹延 大志

研究概要:

(1) 研究の背景

インクジェット法は、必要量の材料を必要な個所にのみ塗布する印刷技術であり、本手法をエレクトロニクスに応用すると大幅な省資源・省エネルギーにつながる。そのため、日本・ヨーロッパを中心に精力的な研究が行われているが、実用に耐えうる高性能な素子作製は極めて困難である。

(2) 研究の目標

カーボンナノチューブ薄膜や有機単結晶などの優れた材料を用いて、高性能な電子素子・光素子およびエレクトロニクスを構築する上で必要な様々な要素をインクジェット法により試作する。

(3) 研究の特色

本研究においては、材料・基板表面・作製雰囲気など様々な観点からインクジェット法の可能性および適用範囲を広げる。そして、インクジェット法を用いた高機能なカーボンナノチューブ薄膜や有機単結晶の作製、それらを用いた高性能な素子作製を実現する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

インクジェット法を用いたエレクトロニクスは、大幅な省資源・省エネルギーにつながる。加えて、柔軟なプラスチック基板上に素子作製が可能のため、全く新しい価値や機能を有する電子素子や光素子への発展などが期待される。

【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>新しいプロセス技術として、印刷形成デバイスと回路の技術的進展への大きな寄与が期待できる技術であり、特に、単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を利用したプリントドエレクトロニクスのネックになっていたトランジスタ（高いキャリア易動度、大きなOn/Off比）を実現した点は高く評価できる。今後のさらなる発展が期待できる。本研究では、半導体CNTの特性発現にはイオンゲルの併用で成功しているが、今後は、可能ならば全固体化を行っても特性発現が可能な技術の開発も期待したい。</p> <p>多くの論文発表とは対照的に、特許出願が全く無いというのは研究の性格から不適切であり、改善を求めたい。</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>基板の疎水・親水パターンニングに基づきSWCNTのパターンプリント、乾燥制御によるSWCNTの配向膜形成、電子供与ポリマーによるドーピングなどに成功し、インクジェットによる素子パターンニングの基盤技術開発に成功している。イオンゲルを用いた静電遮蔽の方法で半導体的SWCNT薄膜のトランジスタ作成にも成功している。高いキャリア易動度と高いOn/Off比の両方が実現された。また、折り曲げ可能な基板上にこのトランジスタを形成させることにも成功している。発光素子については今のところ大きな進展がないため、モデル的高性能実デバイスの開発までには至っていない。将来の実用に向けた要素技術開発という点で所期の目的達成が見込まれる。</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"/>ない）</p>		

<p>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 type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない)</p>
<p>インクジェット法によるデバイス作製は、高価値の機能材料を最小限量利用し、高機能と高効率、低環境負荷が実現できると期待される中で、本研究では実際に、基本的にインクジェット法のみで要素素子の作成に成功し、さらに基本動作が確認できるデバイス作製にほぼ成功しており、技術的な優位性が明らかに認められる。</p> <p>半導体特性 CNT の活用において、イオンゲルによる電場伝搬ならびにドーピング技術を獲得したことは、デバイス開発の技術的一般性から鑑み、特筆できる成果と見受けられる。</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>プリントドエレクトロニクス分野では、キャリア易動度が高く、且つ、On/Off 比の高いトランジスタ作成技術の模索が続いていた状況の中で、その作成技術の開発に成功したことは、この分野を進展させる大きなきっかけとなる。</p> <p>プリントドエレクトロニクスは微細化が困難なものの環境負荷の少ない安価な技術という点で社会に貢献するに違いない。トランジスタ作成の成果はプリントドエレクトロニクス技術を大きく一歩前進させる。</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>
<p>モデル的実デバイスの作成までは今のところ到達していないものの、多くの論文発表、目標とした研究項目の大方の達成、研究方向や開発時期を適宜変更したことなど、おおむね適切な研究開発マネジメントが実施されていると判断される。</p> <p>非常に多くの論文発表、会議発表など、積極的に研究成果を公表している。但し、将来社会に利用されるデバイスの要素技術開発という研究の性格を考えると、特許出願が今のところ無いというのは適切とは思われない。</p>

研究課題名	キラル液晶の動的交差相関：機構解明とエネルギー変換デバイスの作製
研究機関・部局・職名	早稲田大学・理工学術院・教授
氏名	多辺 由佳

研究概要：

(1) 研究の背景

液晶は、液体でありながら、透過する光の性質を自在に変えることができるため、薄型テレビや携帯電話に広く使われている。一方、生物の体内には天然の液晶組織があり、その代表である生体膜は、環境に応じて形を変えたり、特定の物質を膜の内外に移動させたりすることによって、生命活動を担っている。生体に比べ、現在の液晶製品は、液晶の性能を最大限利用しているとは言えず、さらなる応用発展が模索されている。

(2) 研究の目標

生体内の液晶のように、熱を流したり物を通過させたりすると動く液晶デバイス、また逆に、電気や光を与えると熱や物を輸送する小型液晶を、作製する。

(3) 研究の特色

液晶の駆動には、現在、電気や磁石の力が使われている。それに対して、物や熱の流れという、これまで使われなかったエネルギー源を利用して、液晶を動かす点、また液晶を物質の輸送に使う点が、本研究の特色である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

廃熱や、拡散による物の流れは、通常捨てられてしまうものである。これら廃エネルギーを利用して液晶を回転させ、これをタービンとするナノマシン・マイクロマシンを作ることができる。さらに生体由来の液晶を用いれば、薬品のカプセルにも適用でき、医療分野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>1 分子測定（電子顕微鏡観察および時間分解顕微鏡観察）と逆過程（液晶の回転から流れを生み出すこと）の検証が計画より取り残され、平成 25 年度の解決課題となっているが、所期の目的が達成できない状況ではないと考え、平成 25 年度の努力を期待する。</p> <p>残余 1 年の平成 24 年度の時点において、理論的解析に基づく要因究明は進み熱流による高速回転を実現し、この分子回転から流動に至る機構を示唆する検証を得て、特許出願にまで至ったことは評価できる。しかし、自走するベシクルの作製にはイオン透過材料の見直しが必要であること、計画された分子運動の動的挙動を実証する計測技術については時分割偏光解消計測への高感度物質の選択や合成、キラル液晶の瞬間凍結による電子顕微鏡観察などにハードルの高い課題があり、流動現象の確認と制御からこれを引き起こす分子運動の動的挙動の解明に至るには、高感度物質の選択や合成など、より一層の工夫と努力の集中が必要である。残余 1 年であることを考慮すると、物質開発と計測技術の面においては最先端の企業や研究者に協力を仰ぎ、集中的な材料開発と最先端計測による実証的解明を突き詰める必要があるものとみられる。</p> <p>他面、本研究課題は、視点を変えてみると、(a) 動的交差相間の原理と法則の解明、という理学的な側面と、(b) 廃エネルギーを再利用するデバイス開発、という工学的な側面をもつ。現在、成果として出ている内容は、(a) の理学的なものが主で、工学的な (b)、特にデバイスに結びつくものは少ないように見える。たとえば、企業との共同開発を進めている高効率熱駆動液晶フィルムについても回転エネルギーの取り出し方および利用方法について未定のままである。作製されたフィルムの使用用途がはっきりしないというのは、工学的な視点としては、重要な点がかけているように見える。</p> <p>平成 25 年度からは工学的視点を持ち、デバイス開発としての進展を期待したい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（■ある ・ □ない）		
本研究課題の目的は、温度や物質の空間的に緩やかな不均一性を、キラル液晶を用い		

て利用可能なエネルギーに変換するデバイスを開発することである。その目的は①キラル液晶の動的交差相間のしくみの解明、②拡散流を回転エネルギーに変換するキラル液晶デバイスの開発、の2つに大別できる。

目的①については、分子動力学を補助手段として1分子レベルで液晶の運動を観測し動的公差相間のしくみを解明することを目指している。分子動力学については計画通りの成果が上がっているが、1分子レベルの観測については、静的測定（電子顕微鏡観察）動的測定（時間分解顕微鏡観察）、の双方とも十分な成果が上がっていない。しかし、動的測定については、分子動力学にもとづく解析から測定装置の測定限界との関連や測定試料の特性に基づいた問題点の洗い出しなど、問題解決に向けた試みが積極的になされている所は評価できる。結果として1分子測定が未達成であっても、取得データを検討することで1分子測定技術の発展に寄与できるとともに、非平衡統計力学への貢献も期待できる。研究開始時の研究計画では明示されていなかった、液晶の粘・弾性とキラル液晶の運動の関係といった1分子レベルではない流体力学的なスケールでの現象論的アプローチで成果をあげており（Leslie de Gannes 理論の修正等）、電子顕微鏡測定および時間分解顕微鏡測定ができていない状況を十分に補っている。但し、液晶の構造的な知見と物性的な知見で、動作交差相関の仕組みを解明するには、理論的な解析も含め一層の努力が必要。

目的②については、ほぼ目的①と独立に展開されている。1分子レベルではない流体力学的なスケールでの現象論的アプローチの成果が有効に働いていると推測されるが、目的（1）の停滞の影響を受けているようにみえない。拡散流を回転エネルギーに変換するデバイスの開発においては、コレステリック液晶滴の実験系をエネルギー変換のデバイスプロトタイプとして評価できるかは微妙であるが、熱流によりキラル液晶を回転させ、さらにその回転効率を上げる方法を考案するなど、ある程度順調に推移していると考えられる。また、目的②に含まれる、逆過程（液晶の回転から流れを生み出すこと）の検証については十分な精度では成功していない。マンパワー不足による停滞であり、平成25年度より解消されているようなので、目的達成が期待できる。（ただし、逆過程の検証については平成25年度の研究計画書には未記載で、追加調査票のみに記載されている。）この逆過程を利用した自走ベシクルも平成25年度計画となっているので、平成25年度については、回転モードの結果を踏まえた再考も含め一層の努力が必要となる。

以上より進捗状況は必ずしも順調ではないが、年度ごとに具体的な目標を設定し直し、研究計画を研究目的に向かった的確に修正していることがうかがえるので、残余期間の一層の努力により最終目的の達成を見込むことができると考える。

特に対応方策が必要と考えられる課題は①1分子レベルの測定、②キラル液晶の回転による熱流・物質流の生成（逆過程の検証）、③自走ベシクルの作製、の3つである。①については、分子動力学にもとづく解析から測定装置と測定試料に必要な条件を洗い出し、測定可能と思われる試料を同定し、平成25年度計画に取り入れている。②については、マンパワー不足に起因する停滞で、平成25年度には解消している。③については、ベシクル作製については平成24年度の問題点を解消する方法が発案されているようなので作製そのものは可能であると期待できるが、実験装置の性能に依存

する部分大きい。

以上、対応策が必要な課題に対しては、一応適切な対応がされていると判断できる。

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)

ナノ領域の動的挙動がマクロ現象に繋がる動的規序を解明する画期的な挑戦である。

①キラル液晶の動的交差相間のメカニズムについて、流体力学的スケールにおける現象論で従来理論を修正するとともに、未解決な点を解明した。具体的には、交差相間により駆動される運動が、液晶の配向運動だけではなく重心運動も駆動すること、さらに、これらを選択的に駆動できることを示した。

②動的交差相間の原因が、分子キラリティーにあるか、マクロ螺旋にあるかという以前からの論争に対し、実験的にどちらもその原因になり得ることをしめした。その結果に基づき、膜圧の変化で液晶の回転方向を制御する方法を提案している。

③熱流下のコレステリック相—等方相二相共存状態中の等方相中のコレステリック液晶滴において、液滴が回転する運動と液滴内の配向の回転の2種類があることを発見した。この運動のタイプは液晶滴内の螺旋軸の向きで決定され、その制御方法も考案した。配向の回転では高い効率を得ることができた。

このように、研究成果は挙げているが、残念ながらブレークスルーとなるような成果にはとどいていないと考える。現在の研究計画では、今年度に予定されている自走するベシクルの作製は、ブレークスルーとなる可能性をもつものとして期待している。

以上、本研究課題は、キラル液晶系の研究であり、液晶は使用できる材料のスペクトルが広く、構成成分の比率を変えることで多様な液晶が作成できる。多様な構造を相転移的に形成する多形をその構成成分と温度、圧力、イオンなどの因子から決定する理論は知られていない。その中で、この研究はキラル液晶が環境因子からどのような力を受けるかについて、有力な知見を与えており、これは、やや目的に合致はするものの、当初目的の他に得られた成果として特筆すべきと考えて良い。

熱流下のコレステリック相—等方相二相共存状態中の等方相中のコレステリック液晶滴において、液晶滴には規則正しいマイクログローブが刻まれており、液晶滴が回転するとともにこのグローブも回転することを発見している。これは、今後色々な応用が期待できる発見である。

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)

本研究課題での成果は、先行研究のない独創的なものでありこの実証と機構解明の試みは、成功の是非に関わらずナノ領域の分子などの動的挙動から、マクロ領域の機能発現に至る、グリーン・バイオ・ものづくりなどあらゆる分野の知見の拡充に資する。

特に、液晶の粘性・弾性・配向ピッチ・熱伝導率といったマクロ（流体力学的な）なパラメータやガスの透過量、試料の境界条件といったマクロな物理量とキラル液晶の運動の関係といった1分子レベルではない流体力学的なスケールでの現象論的なアプローチに基づく実験結果の解析は、非平衡熱力学の発展に寄与することが期待できる。

民間会社と共同で高効率熱駆動液晶フィルムの開発を進めていると報告されているが、回転エネルギーの取り出し方および利用方法についてもアイデアがない状態である。この取り出し方と利用方法が社会的・経済的課題解決には重要な点なので、現状では、残念ながら、開発されたフィルムの用途がわからず、それらに対する貢献は見込めない状況である。しかし、平成25年度の成果次第では、自走するベシクルとともに、社会的・経済的課題解決に貢献するものになる可能性をもっている。

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)

東日本大震災関連のトラブルで、装置の購入・ポスドクの雇用等に遅れが生じ、その後も人員確保に苦心している様子がうかがえる。人員確保については、多少見通しの甘さがあり、研究の進捗が遅れる主要因になっているとはいえ、問題が生じた後の対応はしっかりしており、マネジメント全体が不適切といえるほどの問題は出ていないと考える。

雑誌論文6報、会議発表15件、図書1件で、現状としては適切であると考えられるが、原著論文としての公表がより強く望まれる。

国民との科学・技術対話については、これから国の将来を担う高校生との対話は大変重要であり、研究期間終了後も、機会を逃さずかつ工夫を凝らして継続的に高校生との対話を続け、多くの高校生に液晶科学のすばらしさと可能性を伝えて欲しい。

研究課題名	低炭素社会基盤構築に資するイノベティブ物質変換
研究機関・部局・職名	名古屋大学・物質科学国際研究センター・教授
氏名	唯 美津木

研究概要:

(1) 研究の背景

様々な物質合成に貢献する化学産業は、多くが物質変換を助ける触媒によって実現されている。持続可能な社会を構築し支えるためには、地球上の限られた資源から余計な副産物を作らず必要な物質を効率合成できる新しい触媒開発が必要であり、社会の要請に応じた低炭素社会基盤構築、低環境負荷に繋がるイノベティブ物質変換の実現が望まれている。

(2) 研究の目標

固体表面と金属との相互作用を積極的に活用して、従来にない新未来型触媒として新しい金属ナノ構造や酵素インスパイアード表面を創り出し、これまで困難であった高難度反応及びメタンやCO₂活性化を実現しうる新触媒機能を開拓する。また、触媒のダイナミック構造変化を直接捉えることのできる放射光最先端計測法を駆使し、イノベティブ物質・エネルギー変換を担う触媒のダイナミック機能を世界に先駆けて解明する。

(3) 研究の特色

本研究の特色は、イノベティブ物質変換に発展しうる、分子レベルで構造が制御された新金属ナノ構造や酵素インスパイアード表面を生み出す方法を開拓し、申請者が切り開いてきた放射光最先端計測法で触媒のダイナミック機能を理解して、触媒開発研究のブレークスルーを狙う点である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究は、天然ガス資源（メタン）有効利用や資源利用の革新的効率化、CO₂排出削減等を実現する新プロセス創出や、医薬・農薬・機能性材料等の高効率合成を可能にする新未来型触媒の創出に繋がる。我が国の化学製造業が一層強化されると共に、持続可能な低炭素社会基盤の構築が期待される。

【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>表面修飾による多数の機能触媒の設計を精力的に行っており、XAFS を中心とした構造解析に基づいた機能と構造の関連を明らかにするところに特徴がある。多数の論文を報告しており、個々のレベルは高い。研究自体は精力的に行われ、研究課題の成果も十分であり評価できる。ただし、他の類似研究と比較してどこにオリジナリティーがあるかを明確にしていくことが必要であろう。研究対象が多数に分散しており、研究課題の「低炭素社会基盤構築」との具体的な関連が見えない。</p> <p>研究全体がキャラクタリゼーションのための触媒開発研究になっている印象で、研究のための研究の感があり、研究課題名にある「低炭素社会基盤技術構築」から期待できる成果とはずれているように思われる。低炭素社会構築、二酸化炭素排出削減、省エネルギー技術開発、持続可能な社会の建設、グリーンプロセス等々に対応した研究の成果が期待される。</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>研究自体は精力的に行われおり、研究成果も評価でき、上記評価となった。</p> <p>目的の達成に向けて残されている検討課題がまだ多くある。研究代表者が平成 25 年 4 月に異動し、また、平成 24 年度まで雇用していた博士研究員を全員転出させているため、新しい職場において当初の目的の達成するためには、残余の補助事業期間での一層の努力を必要とする。</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）		

<p>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 type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない)</p>
<p>詳細な触媒構造の時間解析と触媒作用との相関性についての研究は先進性がある。in situ 時間分解 XAFS の成功は大きなブレークスルーで高く評価できる。</p> <p>ただし、いろいろな手法で触媒反応ダイナミクスを追跡する研究が多く行われており、研究代表者がこのことについて計画書の段階から一言も触れていないことには強い違和感を覚える。分子レベルで機能触媒を設計する指針の確立に関しても同様であり、表面を機能性分子・錯体で修飾する試みは他でも数多く行われており、酵素をモデルとしたものも少なくない。また、研究課題名 (低炭素社会基盤技術構築・・・) に相応する触媒反応が見あたらない。</p> <p>SPring-8 と共同で、KB ミラー集光顕微 XAFS 法を用いた実触媒粒子の構造解明において、1 粒における Ni 触媒の酸化鉄状態の違いを捉えた点は、評価される。しかし、研究の進捗が遅れており、他の成果については実験中であるためプロジェクト終了後の評価が望ましい。</p> <p>当初の目的の他に得られた成果は特にない。</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>触媒構造の解析、機構解明の観点からは、既に見出されている触媒反応・作用の正確な理解のための寄与が期待できる。機能性触媒開発は他でも多く行われていることは先に述べたとおりであるが、XAFS による解析と組み合わせた研究は本研究課題の特徴の一つであり、関連する分野の進展に寄与することが見込まれる。また、触媒構造の解析、機構解明の観点からは触媒化学の発展への寄与が期待できる。</p> <p>本研究課題はリーン物質変換を目指した触媒機能の開発が第一目的であるので、貢献が期待できるが、研究対象が多くの反応系に分散し、それぞれの可能性を示した段階と思われるので、プロセス化を含めた今後のより詳細な検討に期待したい。</p> <p>SPring-8 の共同研究者と進めている計測技術は、現時点において世界最高レベルを保持しており、固体触媒に内在する現象をミクロな視点から明らかにする技術は確立している。関係者にその技術を波及させ、関連する研究分野の進展に寄与できるようにすることが期待される。但し、現時点の主要な成果は、1 粒における Ni 触媒の酸化鉄状態の違いを捉えた計測技術であり、社会的、経済的課題の解決への貢献につながりにくいと思われる。</p>
<p>⑤ 研究実施マネジメントの状況</p>

・適切なマネジメントが（行われている ・ 行われていない）

一般に一流と言われているジャーナルに多数の論文を報告していることから、基礎的研究に関しては、マネジメントは悪くはない。

以前の指摘事項「全体の方向性が不明確」に関して対応は十分とは言えない。キャラクターゼーションのための触媒開発研究になっている印象があり、大きな目標である「低炭素社会基盤技術構築」に向けた検討ができるように適切な研究員にアドバイザーの参加を求める等対応をして欲しい。

研究課題名	地球炭素循環のカギを握る土壌炭素安定化：ナノ～ミリメートル土壌団粒の実態解明
研究機関・部局・職名	独立行政法人農業環境技術研究所・物質循環研究領域・任期付研究員
氏名	和穎 朗太

研究概要：

(1) 研究の背景

土壌中に存在し、炭素を主とする有機物は、植物の生育に不可欠な養分や水を保持する働きを持っています。温暖化問題を背景に、大気中 CO₂ の約 2 倍の炭素を貯留する土壌炭素が注目されています。土壌炭素はナノ～ミリメートルの微細な鉱物粒子と結合し、団粒と呼ばれる 3 次元構造を作って炭素の安定化を可能にしていますが、この分解・蓄積機構には不明な点が多く、地球炭素循環モデルの大きな不確定要因となっています。

(2) 研究の目標

本研究では土壌炭素の安定化の仕組みを解明することが目標です。その為に、世界で最も高い炭素蓄積量を持つ火山灰土壌と一般的な非火山灰土壌から、ミクロ・ナノサイズの団粒を分離し、下記の先端分析技術を駆使して自然界における炭素安定化機構を抽出します。そして、抽出された各安定化機構を模倣したモデル物質同士の生成反応実験を行い、生成した人工団粒（有機物と鉱物の複合体）の分解抑制作用を定量的に調べます。

(3) 研究の特色

近年飛躍的に向上している分光法（光の吸収・発光特性から物質の性質を調べる方法）技術を利用することで、ミクロ・ナノサイズの土壌粒子の、一粒の中に存在する有機物と無機物の形態を、その微細構造を破壊せず明らかにできる可能性があります。この解明と、同位体分析から得られる炭素の分解速度、および団粒生成実験の情報を組合せることで、土壌有機物研究が格段に進展すると考えています。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

土壌で普遍的に起こっている微細鉱物粒子と有機物の反応様式を解明することは、炭素循環モデルの精緻化に重要であると同時に、土壌の団粒化・安定性を高める技術の開発に繋がる可能性があります。つまり、土壌団粒の実体と土壌有機物安定化機構の解明は、地球温暖化予測の向上を図り、世界中で広く進行している砂漠化に対して土壌の養分・水分保持機能を回復させるための、必須な基礎的、基盤的な知見となります。

【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>本研究代表者はかなり難しい課題に取り組み、いくつかの新知見や成果を得ており、全体としては高く評価できる。ただ、それぞれの研究がまだ個別の成果であり、団粒構造との関係、微生物と有機物の関係、物理的吸着の問題等、多くの点が消化不良と感じる。</p> <p>土壌有機物に関する多くの研究が従来よりなされてきたが、本研究課題がそれらのうちのどの部分に新たな成果として貢献できるのか、全体像をより明確にすべきである。残された補助事業期間を考えると、再度、全体の中での位置付けを明確にして欲しい。また、「土壌有機物の安定化」の定義を明確にし、そのメカニズムを解明するには土壌の団粒構造のナノ～ミクロスケールの研究が重要であることを明示して欲しい。</p> <p>また、重要な新知見を幾つか導出している割には、論文発表が必ずしも多くないようにも見受けられる。本補助事業期間終了後にも、この成果を更に発展させて積極的に公表されることが望まれる。</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>本研究課題は、土壌の団粒構造との関係で土壌有機物の安定化メカニズムを明らかにするため、所期の目的の通り化学組成が大きく異なる2種類の黒ボク土（アロフェン質、非アロフェン質）、熱帯強風化土壌（アルティソル）、草原土壌（モリゾル）、熱帯および亜熱帯ポドソルの集積層における分析が順調に進んでいる。</p> <p>その結果、黒ボク土に関して世界をリードする新知見を得つつある。しかし、黒ボク土以外の土壌に関しては、分画後の分析に若干の遅れが生じているようである。各土壌タイプから分画された団粒のうち、炭素貯留の高い部分（シルトサイズ団粒や中比重団粒）についての化学分析の一部が残されているが、団粒の表面および内部の炭素・窒素携帯や化学組成に関しては、EPMA および XPS を使って分析が進んでいる。また、比重分画試料に関しては、既に XPS 分析から団粒表面およびスパッタリングによる内部の化学組成に関する良好な結果が得られており、残された課題への対応方策は明確である。</p>		

ただ、土壌の物理的性質、年代、表面特性等の評価と有機物と鉱物の反応評価・培養実験によって土壌有機物の安定化のメカニズムに新たな仮説を実証しようとしているが、「土壌有機物の安定化」とはどの程度の時間スケールを指すのか、その定義についてさらに検討されたい。

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）

土壌団粒構造の内外での土壌有機物の違いに注目した点は評価できる。ただし、微生物がアクセスしやすい環境と有機物の分子構造との関係、また分解の温度依存性との関係については更なる検討が必要である。

また、黒ボク土の団粒に階層構造があることを実証したことも高く評価できる。

団粒構造と微生物代謝の関係についての知見には新規性があるが、植物残渣の燃焼に由来する土壌有機物への寄与の評価は、すでに黒色炭素粒子という視点での研究があり、新規性は乏しいと思われる。

植物残渣の燃焼炭化、炭化物の微生物培養実験、モデル化によるシナリオ解析を行なうことにより、人類が長期間に亘り野焼きを繰り返してきたことが土壌に炭化物を蓄積した可能性を検証した。その過程で、炭化物の残存量、化学組成、分解性は燃焼温度に支配されること、300-400°Cでの燃焼炭化が毎年起これば、現在の黒ボク土の炭素貯留量を説明できることを解明した点は評価すべき研究成果と言える。

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）

土壌の微細構造および土壌を構成する粒子自体が、比重、粒径、化学組成、反応性の異なる有機物・鉱物集合体として存在することを解明しつつあり、ミクروسケールでの土壌粒子の特徴と、土壌タイプや土壌管理形態との関係を明らかにしている。これらの新知見は土壌に関する幅広い環境問題（放射性セシウム、農薬や重金属の挙動）の解明に大きな波及効果をもたらすといえる。

また、土壌有機物や土壌炭素の長期的な安定化機構に関する本研究の知見は、土壌への炭素隔離技術の開発や、農耕地における土壌有機物の貯留量を増やす技術として温暖化防止に貢献する。さらに、土壌の肥沃度を改善させる効果を生じるため、農作物の生

産性や食料の安定供給に貢献することを通じて経済的な効果も極めて大きいと言える。

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）

このプロジェクトで走査型電子顕微鏡／エネルギー分散型 X 線分析装置を購入している。これにより、各分画の中の植物残渣と炭化物の区別、一次鉱物粒子と団粒化した鉱物の区別や形状観察、共存する主要元素の組成情報について重要な新知見を導出しており、この支出は有効に利活用されていると言える。また、当初予定していた外部との研究協力体制も環境変化の状況に応じてその都度適切に変更して対応しており、その意味でも適切なマネジメントが行われていると思われる。

本研究課題からの成果に関して、掲載済みの雑誌論文が計 4 編（査読有り 3、査読無し 1）、図書が 1 件、発表されており、これ以外に専門家向けの会議発表が 21 件実施されている。また、所属研究所の刊行物に研究成果の一部（温暖化による土壌有機物分解の速度変化の規定因子の解明）が公表されている。さらに、農水省のホームページや農業試験場への配布冊子でも、この研究成果が紹介されており、研究成果の発信は、それなりに適切に行われていると言える。

ただ、重要な新知見を幾つか導出している割には、論文発表が必ずしも多くないようにも見受けられる。本補助事業期間終了後にも、この成果をさらに発展させて積極的に投稿・公表されることが望まれる。

研究課題名	f 電子系有機分子の物質科学
研究機関・部局・職名	独立行政法人物質・材料研究機構・ 先端的共通技術部門・主幹研究員
氏名	小林 由佳

研究概要:

(1) 研究の背景

希土類元素(レアアース)は、現在、多くの工業材料の中で活躍しています。これは、重い元素であるレアアース特有の「f 電子」が大きく関係しています。この電子がもたらす優れた効果に着目して、これに習い、類似した効果を軽い元素によって実現できれば、科学技術の進歩に大きく貢献します。

(2) 研究の目標

有機物に f 電子は存在しませんが、多種多様な分子の形や、その並び方を自在にコントロールできる利点があります。そこで本研究では、f 電子の有する特徴を巧みに捉えた電子の状態を人工的にデザインし、レアアースのように高い物理効果を獲得する有機分子の開発と基礎原理の確立を目標と致します。

(3) 研究の特色

これまでに申請者らは、f 電子の有する複数の特徴を併せ持つ有機物質群を見出しています。その学術的な物質科学はほとんど知られていないため、ここで概念的に「f 電子系有機分子」と呼びますが、工業材料としての大きな可能性を秘めることが分かっております。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

もしも、地球上に豊富に存在し、かつ、軽量な有機物で、レアアースのような高機能の物質が創出できれば、私達の日常生活に浸透するグリーン・イノベーションを担う次世代材料として極めて重要な存在となることが期待されます。

【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>希少元素を基盤とする物質創製および物性制御という世界的な大きな流れに流されることなく、有機分子が本来もつ特徴を十分に活かした独創性の高い研究であり、その応用にも大いに期待できる成果が得られている。これは、資源が少ない我が国の科学技術の発展にとって、大変重要な研究成果である。ただし、現在、世界で、本研究と同じベクトルの研究は本当に行われていないのか、もし行われているとすれば具体的にどのような内容なのか、という情報を明確にすべきである。</p> <p>総合的に、当初の計画を上回る成果が大いに期待できる研究課題である。新たな物質の合成と物性測定を通じ、f 電子系有機分子の物質科学を開拓した成果は高く評価できる。今後の学問的および経済的な波及効果も、大いに期待できる。</p> <p>ただし、研究対象が TTF カルボン酸アンモニウム塩とその誘導体に限られており、しかも本研究課題の申請以前からの研究の延長の感が強い。本研究課題により、極めて興味深い物性が見つかったのは大きな成果ではあるが、これも従来の研究の継続、発展という意味が大きく、本研究課題による画期的な新しい成果とは、言い難い。さらに新しい化合物の分子設計・合成、およびその機能発現に関する深い考察と、それに基づく研究が必要である。</p> <p>投稿論文数、学会発表が、成果から考えて若干少ない印象がある。</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>当初の目的として、「高い物理効果を獲得する有機分子の開発と基礎原理の確立」を掲げ、「より高い物性値を約束する分子設計を提案すること」を成果とする研究課題である。高伝導性、室温での磁性を有する化合物として、すでにいくつかのテトラチアルフルバレンカルボン酸塩を合成している。特に、テトラチアルフルバレンカルボン酸アニリンは高伝導性で、透明電極としての実用レベルにある。また、強磁性スピンの発生による負性磁気抵抗の発生を確認し、これがスピントロニクス材料となる可能性を示している。</p>		

一方、もう一つの主要な目的である、新しいドナー分子や n 型導体の合成については、ほとんど手つかずの状態である。

総合的に見て、キャリア発生の起源や熱起電力、磁性等について、オリジナリティーの高いインパクトのある研究成果が出始めており、このペースで研究を遂行することができれば、初期の目的を達成できる可能性は極めて高い。

本研究課題は、希少元素と類似の物性を、有機物で置き換えることにより、これまでに例のない画期的な基本コンセプトを提供することにある。すでに、従来の物性発現機構とは異なる物質・現象を発見しており、最終年度に向けた準備は十分になされていると判断する。平成 25 年度の研究計画・方法には、残されている課題ならびにそれへの対処方法が、明確に述べられており、研究のさらなる進展が期待できる。

進捗管理における指摘をもとに、改善の努力があった。

ただ、当初の目的にあった新しいドナー分子や n 型導体の合成が行われていない。さらに、興味深い特性を示した新規化合物（縮環型 TTF 誘導体と思われる）についての記述が報告書にほとんどない。その構造の優位性の説明が必要であり、考察が不十分である。

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）

最近の希少元素に対する戦略には限界がある。単体として取り出すことが技術的に難しいためコスト高であり、また、産地が偏在しているため、さまざま問題が山積している。本事業は、このように問題のある希少金属を用いる流行にとらわれることなく、有機物の多様性に着目し、f 電子系を実現しようというものであり、本基礎研究によって基本的コンセプトが創出されれば、社会的にも極めて大きな波及効果を与える。その意味において、先進性・優位性がある。

テトラチアフルバレンカルボン酸塩に関し、電熱性、伝導性、磁性において優れた性質を有することを示し、さらにそのメカニズムを明らかにしている。伝導性については、プロトン欠陥が起源であり、これまでに知られていた電荷移動相互作用や、巨大な共役系とは異なるメカニズムであることを明らかにしている。テトラチアフルバレンカルボン酸塩は薄膜化が可能で透明性を有することから、タッチパネルやディスプレイなど、ITO や IGZO に代わるフレキシブル透明電極としての活用が期待される。フレキシブル透明電極として、すでに相当数の特許出願に至っており、技術的な先進性は非常に高い。今後の産業的利用への期待も高い。また、電気伝導性、電熱特性の関する機構の解明は学術的にも高く評価される成果であり、研究代表者が日本化学会の女性化学者奨励賞と文部科学大臣表彰若手化学者賞を受賞したことに繋がった。

本研究課題において、当初の目的をすでに達成し、それ以上の成果が期待出来る。この成果に加え、テトラチアフルバレンカルボン酸アンモニウム塩の大きな熱電応答に関し、分子スピンによる熱電応答に加えイオンキャリアによる熱電効果が併発していることを明らかにし、高い伝導性と高い熱電能が両立する新しい関係式を提案した。これは、新規な物質の合成と物性測定を主とする研究課題において、理論的な考察として特筆すべきものである。国際的な一流雑誌に論文を発表しており、特に物性測定に関する研究成果の先進性、優位性は極めて高い。

これまでは困難とされていた室温での磁性発現の達成は、この分野でのブレークスルーである。

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)

若干抽象的な評価となるかもしれないが、科学の歴史を見るに、研究分野の創出や発展は、まったく新しいコンセプトの物質の発見によりなされることが多い。その意味において、本研究から現在は予想もしない分野の出現や発展につながる可能性がある。材料科学分野や機能材料分野への寄与が大きく期待でき、関連する他研究への貢献が大きい。世界の潮流に翻弄されることなく、日本発の物質群となることができれば、その社会的経済的貢献は計り知れない。

テトラチアフルバレンカルボン酸塩は、電荷移動相互作用や共役系とは異なる原理による電気伝導性の物質である。また、巨大な熱起電力および負性磁気抵抗など、非常に興味深い物性を示す物質である。研究成果において、これらの物性の原理的背景が明らかにされていることから、今後当該分野および関連分野において研究の大きな進展が期待できる。新たな原理に基づく電気伝導性有機物の合成は、ITO や IGZO などの希少金属を材料とする透明電極に、大きな応用価値が見込まれる。また、室温熱電素子や室温スピントロニクス素子への応用が期待され、極めて高機能な物質群の開発として、大きな経済効果をもたらすであろう。すなわち、実際の材料に活かされれば、資源問題、エネルギー問題など、大きな社会的要請に応えることになる。

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)

新規な物質の合成と物性測定が主となる研究において、合成を専門とする研究員と物性を中心とする研究員からなる研究チームの構成は適切である。また、物性測定において他の研究者の協力を得ていることは、研究を効率的に進める上で重要である。

本研究代表事業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。東日本大震災の影響を受けたにもかかわらず、予算執行も順当に行われ、新規に購入した設備類も有効に機能している。「研究計画が漠然としている」という指摘については、実施状況報告書においても、依然として具体的な内容に乏しく、分かり難い。もっと具体的な化合物を示して、その構造と物性との関係を詳細に考察することにより、実際の材料としての利用や、さらに高性能の物質探索の鍵になり、他の学術分野への波及効果も大きい。

研究の中心が、研究者の発想に基づく新規な物質の合成と物性測定であるため、有能な研究者および補助員の雇用と、物性測定のための機器購入は、助成金の使途として妥当である。

産業界への情報発信にも努めている結果であろう、十分な数の特許を出願している。投稿論文数、会議発表が、成果から考えて若干少ない印象があるが、特許取得を優先する立場からはやむを得ない。学会での招待講演があることは、本研究が多くの研究者から注目されていることを示す。

国民向け情報発信として、一般向けサイエンスカフェ、一般向けおよび企業向けポスター発表、メディア報道があり、研究者としての情報発信としては十分である。ほとんどは所属機関や学会等主催の企画への参加であり、自らが率先してそのような機会を作っていないことに若干の物足りなさを感じる。

研究代表者は、女性化学者奨励賞を受賞していることから、女子高校生のキャリアモデルとなり得る存在であるが、その機会に恵まれていないことは非常に残念である。SSHやSPPの取り組みが停滞期にあり、新しい展開が求められている現在、適当な組織が、本研究代表者と受け入れ側の橋渡し役となる必要がある。

研究課題名	機能性シリコンナノ複合材料を利用した次世代高効率太陽電池の開発
研究機関・部局・職名	独立行政法人物質・材料研究機構・ 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点・グループリーダー
氏名	深田 直樹

研究概要:

(1) 研究の背景

現在の太陽電池の主流はシリコンであるが、材料の種類・構造等の革新なくしてはこれ以上の性能向上は見込めない。また、中国、インドの企業が太陽電池産業での攻勢を強めており、従来通りの太陽電池では価格競争に太刀打ちできない。日本が再度、太陽電池産業のトップに立つためには、日本が得意とするものづくりを最大限に生かした付加価値の高い材料開発を行う必要がある。

(2) 研究の目標

本研究では、シリコンナノ構造体を機能的に複合化した安価で環境負荷の小さい高効率太陽電池材料を開発し、シリコンの理論変換効率を超える次世代の太陽電池開発へ繋げる。

(3) 研究の特色

次世代の太陽電池材料として、シリコンナノ構造体を機能的に複合化し、グリーン・イノベーション推進のためのシリコン材料の削減による低コスト化および変換効率向上を両立した、これまでに無い新しい太陽電池材料の開発を世界に先駆けて開発する点が特色である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

生産コストの大半を占めるシリコン材料の大幅削減と変換効率の大幅改善を同時に達成できる。したがって、産業面での波及効果が高く、クリーンエネルギーの開発といった面でも意義があるといえる。また、ナノ構造体を用いた材料開発は太陽電池のみならず、次世代の高速トランジスタ実現に繋がる重要な研究課題でもある。

【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>東日本大震災による被害を乗り越えて、計画にあった作業の約 2/3 を着実に進めた点は評価できる。但し、これまでの技術的障害の克服や、ブレークスルーを起こす事実の発見や技術の創成がなく、高効率の太陽電池の実現に近づくことを可能にする成果が創出されているとは考えられない。所期の目標に掲げた高効率太陽電池開発の終着点を考慮し、イノベーションの社会実装まで含めた研究戦略の再構築が必要であると考えられる。</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>Si 量を大幅に削減可能な高効率太陽電池を開発するために、3、4種類の Si ナノ構造体の作成、位置制御されたドーピング、エネルギー変換効率などの測定など、震災による遅れはあったものの実施できている。しかし、作成、測定の実施までに留まっており、目立った成果がない。研究の性格上、最終的にエネルギー変換率がバルク Si のそれに近い、それ以上にならないと、試みたというだけに終わってしまうので、変換効率の向上に向けた解析と対策が必須であるが、そこまで研究は進んでいるとは云えない。平成 25 年度の研究が進捗すれば所期の目的は達成できると考えられる。</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 type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" 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 type="checkbox"/>創出されている ・ <input checked="" 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 type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない）</p>		
平成 24 年度に欧文誌 ACS Nano に掲載された 2 件の論文には、学術的に高い価値が含		

まれているが、その内容は、技術の先進性・優位性の観点ではなく、材料物性の特性評価から見た学術性であり、材料分野の基礎研究の一つに過ぎないので、先進性・優位性があるとは判断できない。

研究者個人の研究成果としては妥当であろうが、本プログラムとしての理念から鑑みると、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とは判断できない。

当初の目的の他に特記すべき研究成果がないと判断される。

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)

新しい角度からの有用な知見を含んでおり、関連する太陽電池の材料物性に関する研究分野への波及効果が見込まれると考えられる。

これは太陽電池には多くの競合技術があると同時に、コスト面からの競争も厳しいため、軽量、フレキシブル、高効率化を模索する必要があり、直ちに解決の貢献は困難と思われ、社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれているとは判断されない。

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)

全体的な研究実施マネジメントは概ね適切に行われていると判断するが、熟慮の上に計画したテーマを、指摘事項により直ちに中止する姿勢は研究目的の達成に向けて研究計画が、並びに、指摘事項への対応状況が適切とは云えないので、研究実施マネジメントを改善する必要がある。

研究課題名	タービン燃焼効率改善のための高温用温度感知型変位制御材料の設計
研究機関・部局・職名	独立行政法人物質・材料研究機構・ 環境・エネルギー材料部門・グループリーダー
氏名	御手洗 容子

研究概要:

(1) 研究の背景

国内の二酸化炭素排出量のうち約34%がエネルギー部門から、20%が運輸部門から排出されている。化石燃料の消費量を抑え、二酸化炭素の排出量を削減するため、これまで火力発電や航空機のジェットエンジンなど燃焼機関の燃焼効率を上げる耐熱材料の耐熱温度の上昇が行われてきたが、これには限界があり、さらに燃焼効率を上げる新たな取組が必要である。

(2) 研究の目標

新たな取組の一つに燃焼機関のガス流量制御や機器の隙間からのガス漏れ抑制などがあげられる。そのために温度により隙間を制御するクリアランス制御が必要であり、この制御には温度を感知して形状変化する形状記憶合金が有効であるが、現時点ではタービン内の高温下で使用可能な形状記憶合金がない。本研究では、燃焼効率向上の鍵となる高温形状記憶合金の開発を行う。

(3) 研究の特色

本研究は、燃焼効率向上の新しい方法として、クリアランス制御に着目し、そのために必要な高温形状記憶合金開発を行う点が斬新である。従来の形状記憶合金は最高100℃くらいまでしか使えないが、高温形状記憶合金の候補として新たな化合物に着目し、400-600℃の高温での使用を目指した材料開発が特徴的である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

高温形状記憶合金の開発によりクリアランス制御が可能となり、従来の耐熱材料の耐熱温度上昇による燃焼効率向上とあわせることで燃焼効率が数%上昇するとも言われ、二酸化炭素削減に大きな効果がある。また、高温形状記憶合金はモーター等の動力なしに温度を感知して形状変化するため、燃焼機関以外の様々な高温機器で使用可能である。

【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>3年間の研究進捗を総合的に見れば、その目的とするところに沿って実施されており、計画を逸脱したり、未達が目立ったりすることはなく、研究課題の成果は着実に得られており、研究はほぼ順調に進捗していると考えられる。補助事業期間内に、作製した合金はタービン燃焼効率改善にとってどの程度まで有効なのか、あるいはどの程度不足しているのかを明確にして、温度感知型変位制御タービン材料の設計指針を確立することが望まれる。</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>材料組成の改善によって性能向上が得られる道筋を発見し、残された課題が熱処理法や耐酸化性向上であることを明らかにする等の研究成果が見られ、今後の努力により所期の目的の達成の見込みがあると考えられる。</p> <p>課題として形状記憶合金としての「繰り返し特性（疲労）」を挙げているが、組成制御、組織制御で改善を目指すにしても、繰り返し劣化を支配している因子を特定し、特性劣化改善の指導原理を見出し、さらに、トレーニングの条件等を含めた特性改善手法を確立させるには相当の研究期間が必要と考えられるが、具体的な計画・工程が明示されていない。</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 type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない）</p>		

優れた形状記憶合金の特性をもつ Ti-Pt 系、Ti-Pd 系合金の作製に成功し、これら合金の金属学的知見や力学的知見を総合的に得ると共に、新しく作製した試験機を用いて特性の評価をしている点は先進性・優位性を含んでいると考えられる。

組成のスクリーニングを行い、変態温度の向上を図り、形状回復の仕事量の高温域での増強を得た等、温形状記憶合金に新境地を開いたことは特に評価でき、高温下での歪みや形状変化の測定にも新しい手法を編み出している等、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と判断される。

当初の目的の他に得られた成果があるとは判断できない。

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)

優れた Ti-Pt 系、Ti-Pd 系合金を作製し、基本的特性を解明しており、これら研究成果により用途の幅が従来よりも広い温度領域まで広がるので、形状記憶合金に関連する研究分野への波及効果が見込まれる。

研究成果の実用化についてメーカーとの共同研究を進める等、課題解決を進めれば社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれる。

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)

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	イオン液体を用いた電気透析法による革新的海水リチウム資源回収システムの研究
研究機関・部局・職名	独立行政法人日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門・研究副主幹
氏名	星野 毅

研究概要:

(1) 研究の背景

小型化や高性能化が必要な携帯情報端末や電気自動車の電源として、リチウムイオン電池は不可欠である。原料のリチウムは、全原子 112 種の内、特に希少なレアメタル 31 原子の一つであり、レアメタルの確保は世界各国の国策課題となっている。日本では海外輸入に 100% 頼っており、リチウムの国内安定確保は、我が国の産業発展のため戦略的に取組むべき課題である。

(2) 研究の目標

リチウムは、南米では塩湖から回収しているが、海水にも微量に存在する。四方を海で囲まれた我が国の利点を活かし、海水からリチウムを効率的に回収する革新的資源回収技術の実用化を目指す。

(3) 研究の特色

リチウムのみを選択的に通す性質を持つイオン液体に着目し、本液体をリチウムの分離膜として利用し、減塩醤油製造等で実用化されている電気透析技術を応用した新手法を提案した。特に低消費電力でのリチウム回収が可能であり、高効率リチウム回収システムが構築できる点が革新的である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

使用済リチウムイオン電池等の都市鉱山からの効率的リサイクルが可能になり、資源の有効活用による経済的効果が期待されるとともに、他のレアメタル回収に適したイオン液体を用いることによって、様々なレアメタルが海水から回収可能となる。

【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>概ね当初計画どおり順調に進展しているが、当初計画で予定されていた多段回収装置に関する研究がなされていないなどの問題があるので、最終年度にこれらを解決する必要があると思われる。電気透析法は、食塩濃縮で使用されている既存プロセスであり、新規性は、イオン流体を隔膜に用いる点にあるが、そのLi選択性、膜での保持性など基礎的な課題と電気透析操作の運転時の操作因子が明示されていない。膜の電気泳動による透過現象には、界面での輸送現象と水輸送があり、選択性と濃縮比に与える影響因子は多い。研究成果の発信については、早期に特許を申請し、成果公表の件数・範囲を拡大することが望まれる。</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>平成 24 年度までの当初目標は、①イオン液体を用いた膜の最適化、②実験室規模の電気透析装置の製作と Li 原料精製、③パイロットプラント規模の電気透析装置の製作および実験であった。①、②については概ね達成されたと判断できる。③については、当初計画で予定されていた多段回収装置に関する研究がなされていないなど一部未達成の課題があるので、所期の目的の達成するためには、最終年度まで一層の努力が必要である。</p> <p>平成 25 年度の「システム実用化への検討」における具体的な目標もまだ設定されておらず、追加調査票には韓国の研究に対して「その経済性は不明瞭である」と、また「事業採算性の有する技術」との記述があり、コストが具体的な目標であると推定されるが、コストについての具体的な目標は示されていない点は改善すべきである。</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 ・ □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>海水からのリチウム回収に関する研究は多々あるが、主力は吸着剤を用いた研究であり、電気透析法や電気分解を用いた研究は数が少なく、またリチウムイオンを選択的に分離回収する分離膜を考案したことについても先進性・優位性があると考えられる。</p> <p>リチウムを含む海水からリチウムを選択的に効率よく回収するため、リチウムイオンを選択的に分離回収する分離膜を考案したこと、及び工業化が容易な電気透析法を採用し、実験室規模ではあるがリチウム回収を実現したことは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と考えられる。</p> <p>当初の目的の他に得られた成果があるとは考えられない。</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>査読付き掲載論文は1件のみであり、また平成25年度研究計画書によれば研究目的は「システムのプラント化に必要なデータを取得すること」であり、研究という面から見た場合現時点では研究分野の進展に大きく寄与していると判断できない。</p> <p>補助事業期間終了後に、パイロットプラント建設時に技術的支援を表明している企業が少なからず存在しているとのことであり、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する。</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>研究開発マネジメントは実施されているが、下記の点で適切とは判断できない。</p> <p>(1) 平成25年度研究計画書によれば、研究目的は「リチウム資源回収システムのプラント化に必要なデータを収集する」とあるが、収集だけでは目標としては不十分で、具体的な目標設定が不可欠である。</p> <p>(2) 掲載済み査読付き論文が1件であり、十分指摘事項に対応したとは云えず、研究成果の発信については、研究成果を積極的に公表するとともに、早期に特許を申請することを望む。</p>

研究課題名	高エネルギー量子ビームによる次世代突然変異育種技術の開発
研究機関・部局・職名	独立行政法人理化学研究所・仁科加速器研究センター・チームリーダー
氏名	阿部 知子

研究概要:

(1) 研究の背景

豊かな持続性社会の実現のためには、エネルギー・環境・食糧問題をグリーン・イノベーションによって解決することが急務である。植物や微生物はそのための基盤材料であり、目的に適するように改良する「育種技術」は、グリーン・イノベーションにおいて必須の基盤技術である。

(2) 研究の目的

グリーン・イノベーションの材料となる有用な植物や微生物の新品種を迅速につくる次世代突然変異育種技術、すなわち、変異率を自然突然変異率 (10^{-6}) の約 1000 倍とし、育種目的の形質のみを改良する技術を開発する。

(3) 研究の特色

本技術は日本で開発した世界を先導する独創的な育種技術である。通常は、新品種育成には数万個体を試し 10 年を要する。本技術では、新品種育成は数百個体で可能となり、期間も 3 年に短縮される。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

収量の多い植物、塩害や高温に強い植物などが育成でき、環境や食糧問題の解決策として期待される。新しい色や長く咲く花など「日本ブランド」の新品種は、世界市場に素早く対応できるため、国際競争力を持ち経済効果も大きい。また新品種より新たな遺伝子が発見できると、エネルギー・食品・医療分野への波及効果も期待される。

【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>4 個の小課題「LETmax 照射技術の開発」「一遺伝子破壊技術の開発」「オンデマンド変異誘発技術の開発」「グリーンイノベーションのための高品質変異体の育成」を挙げて研究に取り組んでいる。LETmax 照射により一遺伝子破壊できることを実証していること、タンDEM遺伝子の欠失も可能であることを示していること、津波被災地で耐塩性イネの栽培試験を開始していることなどから、計画以上に進捗しており、目的の達成が見込まれる。</p> <p>今後更に日本が得意な重イオンビームを用いた突然変異育種の技術開発を通し、日本の技術の優位性をさらに確立するためにも、いろいろな作物・園芸植物等で効率のよい目的の変異系統がえられる技術開発・育種計画のグランドデザインも考慮し確立していただきたい。特に、オンデマンド変異誘発技術の開発が望まれる。これらの技術を国内外の研究者と連携してグリーンイノベーション創出の材料として供給していただきたいと希望する。</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>加速器研究センター（RIBF）で発生する重イオンビームの核種とエネルギー準位を選択することにより線エネルギー付与（LET）を精密に制御することができる。この特性を利用して、①LETmax 照射技術の開発、②一遺伝子破壊技術の開発、③オンデマンド変異誘発技術の開発、④グリーンイノベーションのための高品質変異体の育成、を目的とした。遺伝子破壊②及びタンDEM遺伝子の欠失③のオンデマンド変異誘発技術の開発が十分にオンデマンドになっていない点はあるが、進捗状況は順調であり、所期の目的の達成が見込まれる。</p> <p>但し、本研究課題での支援がどのように研究開発を加速したのかが、不明確である。目的が明確であるが故に、本研究課題開始以前から相当な開発が開始されており、その時点で開発目標が明確であったと認められる。本研究課題の支援がなくても、時間的なことは抜きにすると、相応の成果が得られたのではないかと考えられる。最終報告書</p>		

では、その辺りを明示し、国民へのアカウンタビリティを果たしていただきたい。

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)

重イオンビーム照射技術の開発により、一遺伝子破壊系統や、染色体上隣接する複数の遺伝子やスーパー遺伝子族を一挙に破壊する手段を提供でき、他の突然変異誘発手段では得られない独自の手法が提案でき、先進性や優位性は明らかである。これらの変異系統から新規な生命現象を解析する変異系統がえられるものと期待される。

これらの成果は、今日重要課題となっている農業関連の優位性を担保するものとして重要であり、TPP問題ともからみ、今後国策として本テーマが進捗することを期待する。

また、直鎖上に配置されている遺伝子群をまとめて欠失させたり、スーパー遺伝子族の破壊系統が実際えられてはいるが、本研究課題開始前に見出されていたので、特筆すべき研究成果とは言えないが、指導原理として重要である。

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)

研究目的とする遺伝子において、ピンポイントに破壊する一遺伝子破壊技術、隣接する複数遺伝子のまとめた破壊やスーパー遺伝子族を構成する染色体領域の欠失は、遺伝学的基礎研究ばかりでなく、応用研究にも測り知れない効果をもたらす。

方法論的には、ほぼ確立していると思われるが、今後の数値解析を含む機能解析研究の更なる推進に期待する。

本研究課題に関連した技術には、さまざまなノウハウが蓄積され、本研究課題に関わる改良コンソーシアムユーザーに利用可能となっている。グリーンイノベーションのための高品質変異体の育成が可能となり、社会的・経済的貢献が大きい。既に、販売を開始しているものもある。また、宮城県の良食味イネ品種にLETmax照射を行い耐塩性系統を選抜し、津波被災地で栽培試験を行い実用化を目指している点も高く評価できる。

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）

現在までの研究は適切なマネジメントに基づき当初の計画の目標を達成している、今後の展開も納得のいくものになっている。

また、論文発表、会議での発表、特許等の出願・取得、一般雑誌・新聞等への公表等積極的に行われている。

国民との科学・技術対話は、小中高生をはじめとした若者や一般の国民と技術対話を積極的に行っていると評価できる。更なる全国各地での対話の実施を望む。

研究課題名	環境計測の基盤技術創成に向けた高機能テラヘルツ分光イメージング開発
研究機関・部局・職名	東京工業大学・量子ナノエレクトロニクス研究センター・准教授 (元 独立行政法人理化学研究所・基幹研究所・研究員)
氏名	河野 行雄

研究概要:

(1) 研究の背景

テラヘルツ (THz、 10^{12} ヘルツ) 波の計測技術は、大気汚染ガスや廃棄物中有害物質の検知・分析等への利用が期待されている。ところが、THz 波の技術は他の周波数帯に比べて発展が後れている。特に環境計測への応用には、動画撮影が可能な THz カメラや分光素子 (各周波数における THz 波強度を測定する技術) の開発が今後の大きな課題になっている。

(2) 研究の目標

本研究は、半導体やカーボン材料の特徴を活かした THz カメラ・分光素子の開発を目的とする。具体的には、高感度、高解像度、広帯域 (広い周波数帯域で検知可能) という優れた性能を持つ技術の開発を目指す。

(3) 研究の特色

従来手法では高価で複雑な構成を持つ機器を購入しなければならず、THz 技術の一般的な普及にまでは至っていない。本技術の他にはない特色はコンパクトなワンチップ型にある。つまり、微細加工した半導体やカーボン材料が基本となるため、出来上がる装置はポータブルで使い勝手が良いものになる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

THz 計測は、環境分野だけでなく、医療 (がん・歯科検査等) や半導体検査などへの応用も期待されている。これまでは前述の通り、高価で専門家にしか使えない装置が実用化の阻害要因になっていた。ワンチップ型でコンパクトな本技術は、環境計測のみならず医療や工場現場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>研究計画書で掲げられた目標とそのような機能・能力を持つデバイス開発、周辺技術開発という観点からは十分な成果が得られている。平成 25 年度の計画も順当であると判断する。</p> <p>特に研究成果の先進性、優位性については高く評価してよい。今後は開発したテラヘルツ電磁波の分光素子、イメージング技術の実用化が念頭にあり、企業との連携が計画されているようであるが、その具体的な成果が望まれる。</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>全体の目標として掲げたワンチップ THz 撮像分光素子の開発を実現するために①2次元電子ガスや量子ドットを用いた高感度検出（ナノ構造の採用で 20 倍の信号補強）、②近接場を用いた高空間分解能イメージング（μmより優れた分解）、③広帯域チューナブル検出の 3 つの具体的な目標を設定している。それぞれの目標に対して所期の目的を達成したとみられる成果が上がっており、そのいくつかは論文として公表に至っているため、順調な進捗状況と言える。</p> <p>当該研究の主幹部分は、カメラや分光素子の要素技術開発であり、感度、空間分解能、周波数帯域など THz 波の検知技術に関しては、原理実証のレベルで大きな成果が上がっているが、汎用的な計測法としての完成度を高めること、実用に密着した応用を広げることが課題として残されている。これらの課題に対して、技術的な面では、半導体微細加工において専門技術者と協力するなど、産学協同が進んでいる。</p> <p>また、応用的な計測に関しては、主に試料提供を通じて、学内学外、外国の研究機関と連携関係があり、高分子の高次構造や、カーボンナノチューブなどへの応用を進めている。したがって、残された課題について十分な自覚をもって対応方策を講じていると認められる。</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>アパーチャーと金属製平面プローブを半導体2次元電子ガス検知器に集積した近接場イメージング素子は、波長の数百分の一の高い空間解像度を持ち、アクティブ計測(外部 THz 光源を用いるもの)、パッシブ計測(試料から自発的に放射される微弱な THz 波を対象とするもの)両方の目的に使用可能な優れたものであり、他の技術に比べて明らかな優位性が認められる。</p> <p>また、量子ドットにアンテナ構造を合体した素子では、アンテナを用いない場合に比較して 20 倍の感度を実現している。いずれも研究代表者の独自の発想によるものであり、極めて高い独創性と先進性が見られる。</p> <p>特筆すべきは、単層グラフェン膜におけるランダウレベルを利用した波長可変検知器を試作し、磁場とゲート電圧を変化させることにより、普通の半導体では実現不可能な高周波領域までの広帯域(0.76~33THz)で検出周波数をチューニングできることを実証した。これは、素子そのものに分光機能を持たせたものであり、位置と波長を一度に選別できるワンチップ検知素子の原型として注目に値する。</p> <p>グラフェンは発見されて間もない新素材であり、エレクトロニクスへの応用が期待されてはいるが、未だ応用例は多くない。その中で、いち早くその特性に着目して応用に結びつけた意義は大きい。アレー化による2次元分光撮像素子への展開も考えられる。炭素はシリコンにも勝る安価、安全な材料であるので、産業への利用にも大きな期待が持てる。</p> <p>当初の目的の他の特筆事項としては、グラフェンにおける電子波の位相干渉効果を THz 応答で観測したと報告されている。もし事実であれば、全く新しい原理に基づく THz 波の検出なども可能性があるため、将来に期待できる。但し、現時点では研究内容の詳細が論文等として公表されていないので、正確な価値判断はできない。</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 checked="" type="checkbox"/>見込まれる ・ <input type="checkbox"/>見込まれない) <p>いくつかの先駆的な成果が上がっているので、関連分野への大きな寄与が期待される。アパーチャー付位置敏感検知素子、アンテナ付高感度検知素子、炭素ナノチューブによる近接場分光、チューニング機能を持つグラフェン検知素子など、いずれもユニークなもので、それぞれ発展の可能性を持っている。産業界との適切な連携による展開が望まれる。</p>

テラヘルツ技術は、研究計画の中でも述べられているように、化学、環境、安全管理など幅広い分野での利用が期待されている。実用を目指した技術開発が意識的に行われるようになってから日が浅いので、現在は幅広く基盤技術を育てていくフェーズにある。特に、光源技術に比べて検知技術は世界的に開発が遅れているので、このような状況の中で、いくつかの原理的に新規な提案を行って実証実験に成功している点は高く評価できる。「社会、経済」への直接的な貢献には未だ少し時間がかかるかもしれないが、日本発の世界に通用する新技術として完成されていくことに期待したい。

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）

ワンチップ THz 撮像分光素子の開発という最終目標に対して、3つの要素技術開発を具体的な個別目標として設定しており、それぞれの個別目標は着実に達成しているので、研究計画は適切であったと言える。技術開発や実験を中心とした研究の実施は、大学の研究センターという性格から、大学院生に負うところが多いと思われるが、研究代表者の基本的アイディアとリーダーシップのもとに、適正に行われたと見られる。

また研究代表者が平成 23 年度に現所属に異動したのに合わせて、基本的な設備投資を行うことができたことで、研究全体が円滑に推進できたと考えられる。

更に「今後の生産性やコストの課題解決、適切な連携」などの指摘事項に対しても真摯に対応している。ただし、未だ黎明期にあるこの分野において、コスト意識まで要求するのは、やや時期尚早であり、現在はむしろ原理的な立場から新規な技術を提案実証していくフェーズにあると考えられる。「開発のフェーズに応じて適切な連携を」という指摘に関しては、今回の補助事業機関の終了後に、丁度フェーズが入れ替わるものと思われるので、本研究課題の中では、研究代表者が報告しているとおり、部分的な連携とその必要性の認識で十分と思われる。

発表論文の数は多くはないが、それぞれ内容が吟味された独創性の高い論文であり、成果の発表は十分適切に行われていると言える。招待講演や新聞雑誌報道の件数が多いのは、学界からも一般社会からも、この研究課題の研究成果が評価されていることを意味している。

国民との科学・技術対話については、東京工業大学における一般向け公開講座や大学祭（工大祭）での公開講演会などで過大なエフォートを割かない範囲で実施している。

研究課題名	南極氷床コアからさぐる過去2千年の太陽活動に関する分野横断的研究
研究機関・部局・職名	独立行政法人理化学研究所・仁科加速器研究センター・研究ユニットリーダー
氏名	望月 優子

研究概要:

(1) 研究の背景

氷床コア（南極大陸などに降り積もった雪が固まった氷床から円柱状に切り出した氷の試料）中のイオンや分子の濃度を分析すれば、過去におきた大気成分の変動がわかる。申請研究者らは、南極ドームふじ基地にて2001年に掘削された氷床コア中の硝酸イオン濃度変動のデータを解析し、過去の太陽活動周期の情報が含まれていることを見いだした。

(2) 研究の目標

掘削されたばかりの新しいドームふじコアを用いて、イオンと気温の指標となる酸素同位体比（質量数の異なる酸素の量の比）を分析し、過去2千年間の太陽活動とその気温との関係を探究する。本研究により、ドームふじコア中の硝酸イオン濃度が過去の太陽活動の代替指標になるという我々の仮説を立証し、さらに硝酸イオン濃度変動上に生じるスパイクの起源について、理論面から定量的に解明を試みる。

(3) 研究の特色

天体（爆発）現象が引き起こす大気化学反応から大気循環、氷床コア分析までを理論・観測・実験的手法を駆使して統合した、国際的にも類がない分野横断的研究である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

地球温暖化において人為的要因（CO₂の増加）と自然的要因（太陽活動）のどちらが主因であるか、科学者のあいだで大きく意見が分かれている。本研究は、気候変動の真の理解に必要な、過去2千年にわたる太陽活動と気温の代替指標の精度よい基礎データとその解析を提供する。

【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>研究は概ね順調に進められていると思われる。当初計画以上の分析を実施し、従来の研究知見を質量両面から検証した点は関連分野研究の進展に大いに貢献したといえる。</p> <p>ただ、これまでの研究成果は従来研究の繰り返しにとどまる部分が多いと思われる。また、氷床コアでの 15N/14N 分析が太陽活動の別の代替指標となるためには、確実な証拠や関連する解釈がやや不十分と思われる。</p> <p>多数のベテランの研究者や研究機関が参加した分野横断的研究体制を目指しており、残された期間において経験豊かな共同研究者と真の分野横断的議論を重ね、有為な示唆の下に研究目的が達成されることを期待する。</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>2001 年と 2011 年に採取した南極「ドームふじ」の氷床コアの硝酸イオンの解析から正確な年代を確定し、その年代を用いた硝酸イオン濃度と酸素同位体比の分析から、過去 2,000 年間の太陽活動と南極の気温との関係を解明する。また、硝酸イオン濃度のゆらぎから太陽活動の周期性と強度を復元する。200 年の周期性について、酸素同位体比分析から追跡する。さらに、森林火災や人類の影響をうけない¹⁵N の超微量濃度分析に挑戦し、硝酸イオン濃度との関係を検証することを目的としている。このための 2 つのコアの分析は平成 25 年 5 月までに既に終了し、現在はデータの比較検討を行っている状況であり、所期の目的は達成できると見込まれる。</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"/>ない）</p>		

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>ドームふじのコアについて新しい年代軸を構築し、過去 2,000 年間をカバーする硝酸陰イオン分析と酸素同位体比分析を終了し、10年の周期的気温変動を明らかにした。さらに¹⁵Nの超微量分析にも成功した。特に氷床コアの¹⁵Nの超微量分析は世界で2例目になされたことであり、特筆すべき成果である。</p> <p>なお、火山噴火シグナルをもとにアメリカの研究者と共同でより詳細な確度の高い年代軸が構築される点も当初の目的にはない成果と思われる。</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 (<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>気候変動に太陽活動が大きく貢献していることはこれまで指摘されてきた。しかし、産業革命以降の気候変動にも人為的なCO₂の増加のみでなく、太陽活動が大きく貢献していることを提示できれば、IPCCなどにおける気候変動の議論にきわめて有用と思われる。酸素同位体比変動は太陽周期などの理解に重要であり、地球温暖化に関する将来予測精度をあげることができると期待される。</p> <p>本研究は太陽活動に関する重要な基礎研究であるものの、宇宙の理解および気候変動に関する国民の科学的理解を深め、ひいては環境行政にも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 (<input checked="" type="checkbox"/> 行われている ・ <input type="checkbox"/> 行われていない)
<p>研究開発のマネジメントは概ね適切に行われている。助成金も有効に使用されている。</p> <p>研究体制において、ベテランの研究者や研究機関が多数参加され、分野横断的研究を目指している。残された研究期間において経験豊かな共同研究者と真の分野横断的議論を重ね、有意な示唆の下に研究目的が達成されることを期待する。</p>

研究課題名	スピントロニクス技術を用いた超省電力不揮発性トランジスタ技術の開拓
研究機関・部局・職名	独立行政法人産業技術総合研究所・ナノスピントロニクス研究センター・半導体スピントロニクスチーム・研究チーム長
氏名	齋藤 秀和

研究概要:

(1) 研究の背景

近年、コンピュータに代表されるハイテク IT 機器の出荷台数が急激に増大しており、それに伴う消費電力の増大が深刻な問題となりつつあります。例えば、2020 年には全 IT 機器の消費電力は CO₂ 換算で 2 億トンを超えると予想されており、その省電力化は緊急の課題となっています。

(2) 研究の目標

現行の IT 機器は主に揮発性(電源を切れれば情報が失われる)の半導体により構成されており、そのため消費電力の約 9 割は待機中に消費してしまっています。本研究では、スピントロニクスと呼ばれる新技術を用いて、不揮発性(電源を切っても情報を保持する)の超省電力トランジスタ技術を開拓します。

(3) 研究の特色

スピントロニクスは電子の持つ磁石の性質(スピン)を積極的に利用して新機能を生み出す新しい技術分野です。本研究では、この新技術を電子の電荷のみが利用されてきた半導体デバイスに大胆に導入することにより、従来技術では困難であった消費電力の劇的な削減に繋がります。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究によりスピンを利用した不揮発性トランジスタの実現が見込まれ、将来的には待機電力がほぼ零である「ノーマリー・オフ・コンピュータ」に繋がることが期待されます。

【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>本研究課題は超省電力不揮発性トランジスタの実現を念頭に、「IV 族半導体への室温でのスピン注入・検出技術の確立」を目的としている。スピン緩和時間が極めて短い Ge において、単結晶 Fe/MgO をスピン注入ソースとして電気的スピン注入に成功している点や新たなトンネル障壁層として GeO₂ を開発し、スピン注入に必要な電流密度を 3 桁程度、削減している点は評価に値する。一方、当初の目標である「GaAs における研究展開」が著しく遅延しており、その進展が求められる。</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>本研究課題は、待機電力ゼロを実現するスピントロニクスデバイス開発に向けて、まずは III-V 族半導体へ、最終的には IV 族半導体への室温でのスピン注入とその検出を具体的な目標として設定している。途中、東日本大震災により長期間研究の中断を余儀なくされたにも関わらず、IV 族半導体である Ge への室温でのスピン注入に世界で初めて成功しており、最大の目標値をほぼ達成している。また、その実現手法は、酸化膜の品質を向上させるという独自性の高いものであり、今後の発展も期待させる事から、現時点で本研究課題の目的はほぼ達成されていると判断できる。</p> <p>その一方で、計画では最初の実現する予定であった III-V 族半導体へのスピン注入の実験が、当予算で購入した最も高額な III-V 族半導体成膜装置の不調から未だ実現しておらず、その点は好ましい状況とは言い難い。早急に当該装置の本格稼働を実現し、計画年度内にそれをういた成果があがることを期待したい。</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 type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない）</p>
<p>本研究課題で、IV 族半導体への室温でのスピン注入に成功したのは、絶縁酸化膜を制御し、界面に生じる固有の界面状態密度を小さく抑えた、高品位の電極を作製した事が主要因であると結論している。地道な取り組みが先端の成果を生んだと言えるが、作製されたスピndeバイスの挙動は、既存のスピン拡散モデルでは記述できない事から、スピndeバイス設計モデルの修正が必要である可能性も出てきた。これらの成果は、本研究課題の成果の高い先進性によるものと判断できる。</p> <p>主要な半導体である、IV 族半導体に室温でスピン注入するという、極めて重要で基本的な成果が得られており、今後のスピndeバイス実用化に向けて、大きなブレークスルーとなる成果であると言える。</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>本研究成果の結果として、「半導体への効率的スピン注入のための障壁層材料の指針（酸化物／半導体界面の不完全性の低減）」が得られており、今後のデバイス設計に有用である。また、得られた結果を基にして、従来理論の見直しを迫っており、「実験と理論の有機的連携」が期待される。</p> <p>本研究の目的はグリーン・イノベーションに寄与する「超消費電力不揮発性トランジスタの実現」であり、それに向けた必須の要素技術である「半導体への電气的スピン注入」が成果として得られている。一方、半導体における電子スピンは量子演算素子において重要な役割を担うことから、将来的に本成果の社会的・経済的な課題の解決への貢献が期待される。</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>
<p>研究計画における GaAs 製膜装置導入の意義が見えづらい。本課題提案前から、アメリカ等で IV 族スピントロニクス研究の報告は既に幾つかなされており、また、本研究においても研究スタート後に IV 族デバイスの重要性、優先度が高いとし、GaAs 研究を保留し、Ge、Si を用いたデバイス研究を前倒ししている。GaAs デバイスによる研究は、既に開始時点で必要性が低下しており、また、装置トラブルで研究が進展していない。IV 族デバイスの重要性は近年高まっているが、GaAs 製膜装置も本研究の主な導入装置であり、IV 属デバイス研究とのバランスを取りながら、GaAs 製膜装置を有効利用した研究も今後望まれる。</p>

研究課題名	太陽エネルギーの化学エネルギーへの革新的変換技術の研究
研究機関・部局・職名	独立行政法人産業技術総合研究所・エネルギー技術研究部門・研究グループ長
氏名	佐山 和弘

研究概要:

(1) 研究の背景

地球温暖化や化石資源枯渇の問題を解決するため、太陽エネルギーを直接水素等の化学エネルギーに変換・蓄積できる人工光合成技術が注目されている。しかし従来技術は、効率が低すぎる、複雑系で大面積化が困難、貴金属の大量使用などの問題があり現実的ではなかった。

(2) 研究の目標

本研究では、高効率・簡便で大面積化に有利な太陽光水素製造技術を確立し、「太陽光発電+水電解」よりも圧倒的に低コストで現実的な水分解水素製造が可能であることを実証する。

(3) 研究の特色

申請者の独自技術である「レドックス媒体を用いる光触媒-電解ハイブリッドシステム」および「超高性能なナノ多孔質半導体光電極」は効率や経済性を兼ね備えた最も実現可能性が高い太陽光水素製造技術である。光電気化学的手法による新規半導体の高速自動探索システムを活用することで迅速に高性能な半導体材料を開発することができる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本技術が確立できれば、枯れずに安定な材料を用いて、植物の光合成より著しく高い効率で太陽エネルギーを変換蓄積でき、植物が育たない砂漠や海上を有効利用した大規模な人工光合成システムの実現が期待できる。将来的に日本および世界のエネルギー問題の解決へ貢献できる。

【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>太陽光エネルギーを利用した低コスト水素製造を実現するために、有望な物質群を多数見出しており、効率の良い光電極の開発に成功する等、基礎的貢献だけでなく社会的な貢献が期待できる一定の成果が認められる。これまでのところ、計画通りに順調に進展していると判断される。しかし、太陽光水素製造技術のロードマップや開発シナリオが明確に提示されていないため、本技術が社会に役に立つか不明である。早急に本成果を基にしたロードマップや開発シナリオが作成されることが期待される。</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>所期の研究計画では、光電気化学的手法による新規半導体の探索と多孔質半導体光電極の高性能化と、レドックス媒体を用いる光触媒-電解ハイブリッドシステムが挙げられていた。前者については高速スクリーニング装置を活用して 77 種類電荷分離効率の高い新規材料群を見出し、目標数（100 種類）の達成に向けて順調に進捗している。また、BiVO_4 系材料を用いて、全ての n 型光電極の中で世界最高の太陽エネルギー効率（1.35%）を達成している。後者については、粉末系光触媒における新規レドックス媒体を見出し、高い量子収率を達成しており、所期の目標であった太陽変換効率には及んでいないが、研究課題全体として順調に進捗していると判断される。</p> <p>また、研究目的を達成するために残されている課題への対応方策は明確にされている。</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 type="checkbox"/>創出されている ・ <input checked="" type="checkbox"/>）</p>		

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>開発してきた高速自動材料探索装置が、半導体材料の探索に有効であることが示されており、この研究分野の他の研究者にも積極的に採用される可能性があり、先進性・優位性があると考えられる。</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創出されているとは考えられない。</p> <p>当初の目的の他に特筆すべき研究成果は上げられていないと考えられる。</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 (<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>レドックス媒体を用いた光触媒－電解ハイブリッドシステムの可能性を示唆した点が評価され、光電極に関して n 型酸化物半導体の性能向上の可能性を示唆した実験結果を提出されており、多孔質酸化物半導体の研究開発が今後活発になり、関連する研究分野への波及効果が見込まれる。</p> <p>わずか数パーセントでもエネルギー変換効率が向上すれば、世界規模でのエネルギー利用に影響を及ぼすことは必須であり、エネルギー変換効率を高めたことは、社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれる。</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、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実施されており、研究実施マネジメントはほぼ適切に実施されている。但し、指摘事項への着実な対応が求められる。</p>

研究課題名	衛星アイソトポマー観測による地球環境診断
研究機関・部局・職名	独立行政法人情報通信研究機構・電磁波計測研究所・主任研究員
氏名	笠井 康子

研究概要:

(1) 研究の背景

温暖化物質や汚染物質にはアイソトポマー（広義には同位体）が存在する。アイソトポマー存在量比は発生起源と変遷プロセスの現象を追跡する強力なトレーサーとして用いられている。本研究では独自の衛星「高精度」観測を実現、宇宙からの包括的な大気環境監視を行う。

(2) 研究の目標

衛星観測データからアイソトポマー比を高精度で導出する。世界の教科書として通用する「地球大気圏におけるアイソトポマーグローバル分布の標準」を作成。アイソトポマー観測に最適化したテラヘルツ放射計を開発、日々の衛星環境診断学の実現を目指す。

(3) 研究の特色

本研究の独創的な点は、これまで局所的であったアイソトポマー観測に対して、宇宙から包括的に観測を行うことである。将来的には、例えば、米国西海岸で起きた光化学スモッグにおける日本から放出された汚染物質の影響度などを推定・予測する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

将来的に、地球大気-生態系における物質循環の状態変化を連日グローバルに検査することが可能になれば、地球環境異常の早期発見が可能になる。温暖化や汚染物質の「むやみな排出規制」を「効率の良い規制」にするための参考データの一つとなり、結果として国民が文明生活レベルを維持したまま環境に与える影響を抑制する事に貢献する。政府や企業がグリーン・イノベーションを推進する際の有効な情報ツールとなる。

【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>当初の目的に向け、順調に研究が進展している。しかし、平成 25 年度までに優れた成果を挙げ、目標を達成するためには、最終段階の研究が円滑に進むことが不可欠と判断する。</p> <p>また、アイソトポマーによる新たな地球診断技術、とくに地球規模よりリージョナル規模で短期間の時間スケールでの診断に本技術ができるだけ早く役に立つようになることを期待する。ただ、本課題の概念的な重要性は理解できるが、現実のどのていど環境診断に役に立つのか、さらに議論を深めて欲しい。</p> <p>なお、国民との科学・技術対話を効果的に行なうため、公開されているビデオへのリンクをウェブサイトに張るとともに、4 件の講演内容の概要や抜粋を公開するなど、所属機関による支援活動の強化が望ましい。</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>衛星を用いた高精度なアイソトポマー観測による地球環境診断を目的として、衛星によるアイソトポマー観測データの高精度解析アルゴリズムの開発と新規アイソトポマー衛星観測に向けた装置試作と実証観測を目標として研究を進めている。</p> <p>新たに開発した高精度解析アルゴリズムを国際宇宙ステーション搭載サブミリ波サウンダ SMILES で得られたアイソトポマー観測データに適用し、成層圏オゾン同位体比を高い精度で求め、その誤差解析と検証研究によって観測の確度と精度を確認した。また、GOSAT 温暖化観測衛星で得たデータからメタンの同位体比を高い精度で求める新たな解析アルゴリズムを開発し、赤道域と高緯度域での差異を検出した。新規アイソトポマー衛星観測に向けた小型軽量サブミリ波サウンダの仕様を決定し、試作を始めている。</p> <p>アイソトポマーによって、これらの化合物の起源や動態がさらに詳細に把握できることが可能になれば、地球環境観測という国の政策にも大きく貢献する。研究は概ね順調に進んでおり、当初の目的を達成できると評価できる。ただし「グローバル分布の標準」</p>		

を導出としているが、どのような分布が得られれば、標準あるいは、ベースと言えるのか明確にすることが望まれる。

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）

アイソトポマーによる地球環境診断技術の開発は、世界で例がない点は評価できる。新たに開発した高精度解析アルゴリズムを国際宇宙ステーション搭載サブミリ波サウンド SMILES で得られたアイソトポマー観測データに適用して求めた成層圏オゾン同位体比の確度と精度は従来に比べて格段に向上し、各々数%であることを確認した。また、GOSAT 温暖化観測衛星で得たデータからメタン同位体比を高い精度で求める新たな解析アルゴリズムを開発し、赤道域と高緯度域での差異を検出した。これらの結果は、アイソトポマー存在量比のグローバル分布とその変動の観測研究分野において高い先進性・優位性を有しているといえる。

アイソトポマー存在量比を求めるため、従来はアイソトポマーの各種の存在量を各々求めていた。しかし、本研究課題では発想を転換してアイソトポマー存在量比を直接求めるアルゴリズムを開発し、その有効性を実証している。このことは、本研究課題の問題解決型ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果である。

現在環境変動・気候変動における地球環境観測・診断と予測が重要で、特に、リージョナルや環境診断の必要性に、本技術が寄与できると期待できる。

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）

本研究課題の成果によって高精度なアイソトポマー存在量比のグローバル分布とその時間変動の観測が可能になり、地球温暖化物質や環境負荷物質の分布変動の監視と発生起源・変遷プロセスが推定できるようになる。このことを通して、地球温暖化物質や環境負荷物質の監視と発生起源・変遷プロセスの推定が可能となり、地球環境変動の予測精度の向上や保全対策の策定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）

当初の研究計画に応じて予定通りに進捗していると判断する。このことから、研究計画・研究実施体制は適切であり、適切なマネジメントが行なわれていると判断する。平成 22 年度～24 年度の助成金執行状況から助成金は有効に利活用されていると判断する。直接経費配分額が全体申請額より 8000 万円減額となっていることに対応して、基盤的な研究に集中するよう、適切に研究計画の見直しを行なっている。

ただ、研究実施における本来業務と時間配分等の関係が不明確であり、データの解析にどの程度時間をかけられるのか、独立行政法人の中での研究遂行に関する保証がやや不明確である。

研究課題名	エネルギー再生型海底下 CO ₂ 地中隔離（バイオ CCS）に関する地球生命工学的研究
研究機関・部局・職名	独立行政法人海洋研究開発機構・高知コア研究所・グループリーダー
氏名	稲垣 史生

研究概要:

(1) 研究の背景

産業的に排出される温室効果ガスを削減する一つの手法として、海底下地層中への二酸化炭素隔離が検討されている。一方、海底下堆積物中には、地球の全バイオマスの約10%を占める微生物群集が確認されており、地球の炭素循環や生態系バランスの維持などに重要な役割を果たしていると考えられている。

(2) 研究の目標

地球深部探査船「ちきゅう」により、下北半島八戸沖の海底下に広く分布する石炭層や砂岩層を採取する。掘削により得られた試料を用いて、二酸化炭素から天然ガスへの変換を可能にする、エネルギー再生型二酸化炭素隔離法（バイオ CCS）の確立を目指す。

(3) 研究の特色

これまでに、海底下深部地層中への二酸化炭素隔離と微生物学的な炭素循環機能について研究した例は皆無である。海水面下 3000m を超える、大深度地層の現場環境を想定した、「二酸化炭素-鉱物-生命」相互作用に関する応用研究を展開する。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

下北半島八戸沖と同様の海底下石炭層環境は、西太平洋沿岸域のアジア諸国に広く分布しており、世界規模でのインパクトが期待できる。地球生命圏に関する基盤的知見の拡大のみならず、地球工学や生物工学を融合した新領域「地球生命工学」の創成に繋がる。

【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>東日本大震災のために、本研究課題の最初の目的である試料採取が一年以上の遅れをとったが、バイオリクター実験などを進めることによって、研究の大きな遅延を防ぐ努力をしており大きく評価される。また、そのバイオリクター実験を通じて、二酸化炭素のメタン化に関する特許の取得、工業的実現に向けた重要な結果の報告があり、今後のさらなる研究の進展が期待される。最終的な研究目的に対して、多くの課題を解決しなければならないが、どの程度のCO₂を地中貯留（CCS）できる可能性があるのかを評価すること、また海底下における微生物活動の評価等、今後の成果に期待される。</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>石炭層を根源とする大陸沿岸の炭化水素循環システムの解明、地下深部微生物の炭素循環に関連する代謝機能の解明、海底下地層中への二酸化炭素隔離ポテンシャルと「CO₂-水-鉱物-生命」相互作用の解明による新しい持続的炭素循環システムの創出に関する地球生命工学的研究への展開を目指した課題である。東日本大震災による調査期間の延期に伴い、一部目的の達成は遅れており、地下生命圏における微生物活動をバルクではなく、むしろこの微生物におけるメタン生成能力や炭素固定の力の評価を行うことの計画について、平成25年度の研究計画書にも含まれておらず、所期の研究計画から残されている課題への対応策としては不十分なところもあるが、今後の継続的な研究により、所期の研究目的は達成できると判断される。</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）		

<p>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 type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない)</p>
<p>地下生命圏が海底下 2、000 メートルまで広がっていることを明らかにしたことは、本研究課題の重要な成果の 1 つである。第 337 次研究航海では、深海掘削の世界最高到達深度 2,466 メートルまでの堆積物試料の回収に成功しており、外来微生物の汚染の影響除去を上記方法で成功した時には、さらに深い層準からのメタン菌などの検出が期待でき、金属の腐食反応を用いた二酸化炭素のメタン化の基礎実験は、余剰二酸化炭素を堆積物中に注入せず、工業的に二酸化炭素のメタンへの変換の可能性を示すものであり、今後のさらなる展開が期待される。東日本大震災以降、火力発電が重要性を増しており、そのための二酸化炭素放出が問題となっている。その解決への糸口となり得る研究結果の先進性・優位性があるとともに、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と判断される。</p> <p>現状では、所期の目的の他に特記すべき研究成果が上げられているとは判断されない。</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>地下生命圏が海底下 2、000 メートルまで広がっていることを明らかにし、現在の地球科学分野でも最もホットな課題に対して重要な情報を提供しており、継続的に展開される生物活性測定や分子科学的な研究によって、地下深部での炭素物質循環の解明につながる可能性、メタンハイドレートの生成メカニズムの解明に関して重要なデータが提供される可能性があり、関連する研究分野への波及効果が見込まれる。</p> <p>本研究が発展すれば我が国のエネルギー資源の状況を改善できる可能性を秘めており、社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれる。</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>
<p>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、適切な研究マネジメントが実施されていると考えられる。</p>

研究課題名	単電子・小数電荷制御によるシリコン低消費電力ナノデバイス
研究機関・部局・職名	日本電信電話株式会社・NTT 物性科学基礎研究所・量子電子物性研究部・グループリーダー
氏名	藤原 聡

研究概要:

(1) 研究の背景

パソコンや携帯機器など情報処理端末の飛躍的性能向上は、我々の社会生活に大きな変革をもたらしていますが、その一方で、端末を構成する半導体集積回路で消費される電力は増加の一途をたどっており、地球環境・エネルギーコストの視点から大きな問題となっています。

(2) 研究の目標

半導体材料であるシリコンを1メートルの1億分の1のサイズに微細加工し、そこを流れる電荷の最小構成粒子である電子を1個単位で正確に操作・検出する技術を開発することにより、電子1個1個の動きを利用した究極的な低エネルギー電子回路の基盤技術を提供します。

(3) 研究の特色

従来型の回路とは異なる原理での動作を実現するため、電子1個の操作精度の評価などの精密な測定により電子1個1個の振舞いを明らかにし、その制御技術を確立します。また、現在の応用技術の主流であるシリコンテクノロジーを駆使することにより、実用化への展開が容易で、工業的価値の高い技術を構築します。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

従来と比べて桁違いに消費エネルギーの小さい電子装置の実現につながり、家庭用電子機器や携帯端末の低消費電力化が期待できます。また、超高感度センサーや電気量の標準などの高感度・高精度なエレクトロニクスの実現に貢献します。

【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>目標とする4つの革新的要素技術（単電子転送、単電子乱数、単電子検出、光電子融合）を総合的に達成する目標設定に対しての研究成果は評価される。しかし、これらの要素技術が達成できた際にどのように革新的なデバイスが実現できるか具体的な例示とともに示されることが望ましい。</p> <p>転送ビットエラーの低減が最も大きな課題であると判断できる。これを実現するために多くの試みを進め、転送ビットエラーが10^{-4}まで低減できたことは非常に高く評価できる。しかし目標値が10^{-8}と4桁も小さく、それを実現するにはパルス振幅低減による電流プラトー形状の改善が最も効果的と報告されていることに対応して、これを実現するには何をどのようにするべきかの具体的な提示をすることが望まれる。</p> <p>現時点では所望の目的を達しているとは言い難いが、計画にそった着実な実験の遂行に伴う今後の研究の進展に期待したい。また、関連して見出された、MOSFET構造を利用する直接遷移発光の増強強化あるいは電界制御の可能性は新たな素子開発につながるものと期待されるため、さらなる研究の展開を望む。</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>目標値を達成できない部分があるものの、目標とする4つの革新的要素技術（単電子転送、単電子乱数、単電子検出、光電子融合）を総合的に達成する目標設定とそれに対する研究成果は評価される。</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"/>ない）</p>		

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)

単電子デバイスのエラー率の絶対評価はこのデバイスの実用化を達成するには必須の技術であり、本研究がそれを実現し、その手法を用いて転送エラー率 10^{-4} が得られたことは高く評価できる。また、単電子転送を局在準位の利用により実現したことも、局在準位量を制御することにより転送効率を可変出来るという新しい知見に繋がった。さらに、ノイズを利用して信号を検出する確率共鳴デバイスの実現、薄層シリコン MOS-FET 構造による発光ダイオード等、物性面からデバイスまで多くの先進性・優位性が見られる。また、間接遷移型とされる Si 材料を用いて薄層化した MOS-FET 構造を実現する事によりバルクタイプに比べて 800 倍という直接発光遷移が得られたことは、Si をベースとした電子デバイスと発光デバイスのハイブリット化が実現出来ることに繋がり、新しいブレークスルー、イノベーションが実現するものと期待できる。当初の目的の他に得られた成果として、ノイズを逆手に利用した確率共鳴デバイスも特筆すべきものと考えられる。シリコン細線によるインパクトイオン化現象を利用することにより急峻スイッチを実現し、そのトランジスタ特有のヒステリシスとその確率的な振る舞いを利用することにより、1 種類のノイズでデバイス並列化による能力向上を実現した。高速・高精度単電子転送技術の一つとして、転送エラーの絶対評価に成功した点は先進的な成果であると言える。また、薄層シリコン MOSFET 構造を用いて発光ダイオードを作製して、直接遷移発光を増強できることを見出した点は先進的かつ優位性のある成果であると考えられる。

単電子トランジスタの新しい素子コンセプトとして、困難な挑戦が続いてきた単電子 FET 素子ではなく、単電子転送素子に注目して成果を絞っている点は注目に値し、特に、実際に単電子転送を行い、そのエラー率を測定した点は実験技術の開拓を含めて評価される。今後、これらの単電子転送素子を実現できる次世代デバイスを具体的に提示することが重要である。

素子の作製技術や単電子検出技術は高いレベルで実現されており、これらの素地の上に実用デバイス実現に直接寄与できる画期的な成果を期待したい。

当初の目的の他に得られた成果である確率共鳴による SN 比の改善は、今後の低 SN 比動作を強いられるナノデバイス全般にとって有益と思われる。しかし、本研究課題においては、まだ必ずしもその効果は明確とは言えず、今後の研究の進展を期待したい。

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)

究極のナノデバイスは単電子で動作するトランジスタであることは周知の事実である。しかし、その道筋は極めて厳しく、外乱による不安定動作に振り回されていた。それらの外乱を解析し、低減させることがこのデバイスの実用化に繋がるものと考えら

れ、本研究課題の成果は、単電子トランジスタの多くの課題を解決するのに役立つ。

単電子で動くトランジスタはデバイスから発する発熱も小さく、デバイス自体も超微細化可能で、市場性を考えれば超巨大メモリ、超微細高速動作 CPU など多くの展開が期待できる。本研究の成果は今後の日本の半導体の歩むべき姿を示唆しているものと考えられる。世界的レベルでの当該分野の進展はやや停滞しているのに対し、本研究課題の成果は、所望の目的に至らないとはいえ、着実かつ有効に研究活性化に寄与していると判断される。さらに、本研究課題の成果は、次世代の新規電子デバイス開発に対する有益な知見をもたらし、近い将来の社会的・経済的課題を解決に導くものと期待される。

単電子転送を実験で直接測定した学術的な価値は高い。また、 10^{-4} のエラーレート実証は十分にインパクトがある。乱数発生素子を含め単電子トランジスタ技術の新しい可能性を提示しており波及効果は高い

本研究課題の成果により、次世代デバイスとしての単電子素子の技術的なポテンシャルをアピールし、引き続き社会や産業から期待されて発展していく技術であることを示すことが重要である。

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）

概ね適切にマネジメントされた体制のもと、各個別テーマに基づくチーム連携研究がうまく遂行されている。

しかし、知的財産権の出願が少ないようである。デバイス構造、新規のデバイス理論などは特許出願していないと諸外国に模倣されてしまうことは避けられない。今後の検討を期待したい。

また、現状では要素開発に注力することで良いと思われるが、今後単電子転送デバイスを中心に目標の軽重に応じて技術の取捨選択とリソース再配分など研究マネジメントの適否が重要になるとと思われる

研究課題名	スピンによる磁気と熱エネルギー変換機能を有する磁性機能材料の開発
研究機関・部局・職名	株式会社東芝研究開発センター・機能材料ラボラトリー・主任研究員
氏名	齊藤 明子

研究概要:

(1) 研究の背景

冷蔵庫や冷房などに利用される冷凍技術では、気体冷媒の圧縮膨張を応用した気体冷凍が幅広く利用されてきた。しかし、フロン類を始めとする気体冷媒のオゾン層破壊や地球温暖化への影響が懸念されると共に、エネルギー消費の観点でも地球環境へ高い負荷をかけているのが実状であり、昨今、環境に優しく高効率で安全な新しい冷凍技術の創生が強く求められている。

(2) 研究の目標

気体冷媒の代わりに磁性体を用いる新しい原理の磁気冷凍技術を、民生の汎用の冷凍技術に適用することを目指し、これを可能にする鍵となる高性能な磁性機能材料の開発研究を行う。具体的には、①高性能材現候補；LaFeSi系物質の量産可能な作製方法の提案を行うと共に、②磁性材料の物性と冷凍機能の相関を明らかにし、この知見を物性設計に反映させて③更に高性能な磁性機能材料の探索と提案を目指す。

(3) 研究の特色

本研究は磁性材料に関わるが、磁気スピンを磁気ストレージや信号として利用するのではなく、磁気と熱のエネルギー変換機能として利用する原理に基づいた新規な冷凍方法の実用化を目指す研究の一環である。単に材料の物性研究の枠内には収めず、冷凍サイクルにおける機能と物性を相互に確認しながら総合的な視点から物性研究を行うことを特徴としている。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究によって高性能な磁性機能材料が発掘された場合、低磁場で動作する小型な磁気冷凍システムの実現が可能となり、クリーンで高効率で安全な冷凍技術の実用化につながる。冷凍倉庫、冷蔵庫、空調など汎用の冷凍機器への適用が期待できる。

【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>当初の目的に向けて研究が進展しており、一定の成果が見込まれると判定できる。本研究の最初の目標、高性能候補材 $\text{La}(\text{Fe}, \text{Si})_{13}$ 系物質の作製プロセスでは、放電プラズマ焼結法によりこれまで 10 日を要した熱処理プロセスを数時間に短縮することに成功したことは大きな成果といえる。一方、当初の目標にあった新材料の提案がまだ見当たらず、残りの補助事業期間で大いなる進展が望まれる。</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>本研究課題は、原理的に高効率期待できる磁気冷凍技術を民生用を対象とする冷凍技術へ適用することを目指している。そのため、高性能な磁気と熱のエネルギー変換機能を有する磁性機能材料の基礎物性検討から冷凍サイクル応用まで一貫した研究を行うことを目的としている。具体的には、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 高性能候補材 $\text{La}(\text{Fe}, \text{Si})_{13}$ 系物質の作製プロセスの簡便化 2. 磁性材料の物性と冷凍機能の相関の明確化 3. 高性能な磁性機能材料の探索 <p>が掲げられている。</p> <p>目標の1に関しては、これまで 10 日間要した熱処理プロセスを放電プラズマ焼結法により数時間に短縮することに成功し、同時にニアネットシェープ加工をあわせて行うことも可能とした。プロセス簡便化の目処がたち、所期の目的の達成が見込まれる。また、大口径試料における組成均一化も原料粉の組成適性化で可能と思われる。</p> <p>目標2に関しては千葉大学の協力により計算手法による評価が可能となってきたが、新材料開発への指針はまだ具体性が乏しく、明確ではないように思われる。あと一步の努力が必要と思われる。</p> <p>目標3に関しては新材料の提案がまだ見当たらない。人手不足は、ポスドクレベルの人員の投入が不可欠で、対応策にある実験補助・資料整理の人員 1 名の補強では不十分と思われる。</p>		

全体計画の中にある「基礎物性検討から冷凍サイクル応用まで一貫した開発研究を行う」、「La 系物質の実用課題である作製プロセスをクリアして磁気冷凍システム研究に供することを可能とする」を達成させるためには、研究環境の充実を含めた更なる努力が必要であると思われる。

各年度の達成状況に関する報告書の内容はやや具体性に欠ける感がある。また論文等の成果が少ないことも懸念される。

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)

本研究課題で対象とした材料の開発そのものは当初から予想されていたものであるが、その製造技術を大幅に短縮・低コスト化する手法を確立している。高性能候補材 La(Fe, Si)₁₃ 系物質の作製プロセスにおいて、これまで 10 日間を要した熱処理プロセスを放電プラズマ焼結法により数時間に短縮することに成功し、同時にニアネットシェープ加工をあわせて行うことも可能にした。これは、本物質の製造工程を簡便化できるのみならず、消費電力の大幅削減にもつながるものであり、先進性・優位性が認められる。なお、製造方法の国際特許も出願している点からも技術的な優位性は高いと思われる。

なお、本研究では新たな磁性材料の開発のための評価手法等を開発しようとしており、これにより新たな材料が開発される可能性を有している点も優位性は高いといえる。

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)

高性能候補材 La(Fe, Si)₁₃ 系物質の作製プロセスにおいて、これまで 10 日を要した熱処理プロセスを放電プラズマ焼結法により数時間に短縮することに成功した。世界で研究されている磁気冷凍システムに安定的に La(Fe, Si)₁₃ 系磁気冷凍材料を供給することが可能となり、磁気冷凍技術の実用化に向けた研究が加速することが期待される。したがって、関連する研究分野の進展に大きな寄与が見込まれる。

磁気冷凍技術は、フロン全廃後に冷凍技術がかかえる様々な問題に一石を投じる技術である。民生用途として実用化した場合、クリーン、高効率で安全な冷凍技術が社会に提供され、グリーン・イノベーションの推進へ寄与する。

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）

研究実施体制はとして研究代表者と千葉大グループしかみえないように思われる。

また、「高性能な磁性機能材料の探索」に関しては遅れている。プロジェクトを遂行する上での人的サポートが必ずしも十分でないことが研究の進展を遅らせているように思われる。研究目的の達成に向けて十分な体制ではないと思われ、例えば本予算によるポストドクレベルの研究者の投入が適切であったと思われる。

（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）省エネ研究プロジェクトとの棲み分けは適切で、その面では適切なマネジメントが行われている。

助成金は、本研究を推進するために物性評価システム（PPMS）、材料作製用の原料や東レリサーチセンター化合物の組成評価に有効に利活用されている。

一方、論文等の公表が余り進んでいないように見受けられる。海外の国際会議等は積極的に参加されているようなので、国際的な公表を行うべきであろう。

生物系

研究課題名	植物におけるミネラル輸送体の蓄積/偏在メカニズムの解明と利用による作物生産性の向上
研究機関・部局・職名	北海道大学・大学院農学研究院・助教
氏名	高野 順平

研究概要:

(1) 研究の背景

植物は根でミネラル(無機栄養素)を吸い上げ、体内を循環させて利用する。植物がミネラルを効率的に獲得し利用するためには、様々な細胞の生体膜においてミネラルの膜透過を促進するタンパク質<ミネラル輸送体>が適材適所に配置されることが重要である。しかし、植物のミネラル輸送体の蓄積と配置の制御メカニズムについてはほとんど明らかでない。

(2) 研究の目標

本研究では、植物の細胞膜(細胞の内外を隔てる生体膜)内で各ミネラル輸送体が適正量、適切な位置に配置されるメカニズムを明らかにする。さらに、得られた知見を応用して輸送体を細胞膜内の特定の領域に人為的に配置する技術を開発する。これによってミネラル利用効率のより高い植物を作出する。

(3) 研究の特色

ミネラル輸送体の量を単純に増やして植物のミネラル利用効率の向上を目指す試みは世界で数多くなされているが、成功例は少ない。本研究では、輸送体の蓄積と配置の基本メカニズムを解明することで、輸送体を人為的に適材適所に配置することを可能にする。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

我が国の作物生産は多量の肥料の投入によって成り立っているが、肥料の原料であるミネラル資源について国際的な争奪戦が起きており、安定確保が危ぶまれている。作物のミネラル利用効率向上は、肥料の投入量の低減を可能にし、ミネラル資源を輸入に頼る我が国の農業に多いに貢献できる。さらに、世界の土壌のうち大部分をしめる貧ミネラル土壌における農業生産性向上に貢献できる。

【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>植物にとって必須元素であるホウ素のトランスポーターBOR1 ならびにホウ素チャネル NIP1;5 の発見を起点として、これらの輸送体の蓄積、偏在のメカニズムの解明し、人為的な調節を通して、作物生産性を向上させる基盤の構築を目指した研究で、注目すべき成果を挙げつつある。ホウ素の輸送体の蓄積、局在と機能を明確にしつつあることは、無機元素のホメオスタシス理解への展開も期待され、その意義は大きい。BOR1 の分解や局在にかかわる要因の解明では、分解を制御する BOR1 内の複数のアミノ酸配列を同定するなど、予期せぬ発見に加え、輸送体 BOR1 自体がホウ素センサーとして機能する可能性も示した。さらに、NIP5:1 の N 末端領域が偏在性にかかわることを新規に明らかにし、この領域を用いて様々な輸送体に人為的に偏在性を付与する道を開いた。現時点では、作物生産性の向上に結び付けるには、多少とも距離があるものの、ホウ素に関連した濃度制御型の養分吸収メカニズムの解明は、実際の農業技術にも将来的につながることを期待できる知見となる。輸送体の分解による制御機構はインパクトのある成果であり、この成果に基づいたメカニズムのより詳細な解明とその制御手法の開発の一層の加速が求められる。HAK5 と放射性セシウムに関連性についての見解が述べられているが、カリウム濃度とセシウム濃度の関係と HAK5（その他のカリウムトランスポーターも含めて）の挙動の解析はいまだに被災地においては喫緊の研究課題である。成果の公表にはある程度の時間を要することは理解できるが、課題全体を通して、できるだけ早期に公表するよう努めていただきたい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（■ある ・ □ない）		
<p>本研究課題の目的達成のために、①BOR1 蓄積制御メカニズムの順遺伝学的解析、②ホウ素濃度センサー候補 WAK の逆遺伝学的解析、③NIP5;1、BOR1 の偏在の順遺伝学的解析、④NIP5;1、BOR1 の結合タンパク質の探索、⑤ミネラル輸送体の蓄積/偏在の制御に重要な因子の解析と改変を具体的項目とし、達成目標を設定して研究を展開している。3年度目において、計画に対して多少遅れていた課題が解決しつつあり、最終年度</p>		

には、計画目標に達するものと期待できる。

①、③に関してはメカニズムに関与する遺伝子を明らかにするための複数の変異体を取得し、その解析を行って有望な責任遺伝子にたどり着いていることから当初目的にはおむね到達可能であると考えられる。また、新規な発見もなされている。②については、WAKの中にホウ素濃度センサーを見出すことには成功していないが、BOR1がホウ素濃度センシング機能を有する可能性を見出している。④については多くのタンパク質の中からの絞り込みに取り組んでいる。

⑤に関しては、①③の成果と関連して、NIP5;1のN末端を利用して水チャネルPIP1;2など他の輸送体への偏在性を付与することを可能とするとともに、高親和性カリウムトランスポーターの一つであるHAK5の局在性に関する可能性も示している。

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）

ホウ素輸送体量の制御メカニズムに関与する複数の変異体、細胞内での偏在性に関する変異体も獲得している。それらの解析から、輸送体の分解や、偏在性に関与する遺伝子領域を明らかにし、その偏在性を制御可能なことを示した。これらの解析は当該分野で先駆的であり、申請者らの優位性が認められる。このメカニズムの詳細が明らかにされれば、その他の類縁のミネラルにおいても同じようなメカニズムが働いて、植物のミネラル輸送が制御されていると期待され、本研究課題の先進性が見てとれる。

①ホウ酸輸送体BOR1の分解機構について新たな知見を得たこと、②植物膜タンパク質における新発見である、ホウ酸輸送体NIP5;1の偏在性についてN末端が重要であることを突き止めたことは、重要な知見である。ホウ素は植物にとって必須元素であるが、濃度によっては害作用を持つ。植物体内で輸送体が蓄積、偏在することがホウ素濃度を制御しているという。植物の元素の欠乏と過剰を輸送体の生産と排出を制御すると同時に輸送体を偏在させていることにもよっていることが明らかになり、類縁のミネラルについても同様なメカニズムが働いていると推察することができる。

さらに、当初の御目的外の成果として、NIP5;1の細胞膜偏在性に関する変異体解析から細胞構造（細胞壁、内膜）においてD-ガラクトースが関与していることが示されたことが挙げられる。特に細胞内膜構造での役割の解明への手がかりになることが期待される。

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)

ホウ素に関しての知見を基礎として植物のその他の必須元素、非必須元素への応用が期待できるため、関連する研究分野に大きな貢献が期待される。特定の元素の吸収制御、体内での移行分配制御にまで将来的につながることを期待される。カリウム輸送体 HAK5 についても研究し、高濃度のカリウムに応答して細胞膜から液胞に移行して分解する可能性を示した。これはホウ素の研究から応用した成果である。カリウムに類似した性質を持つセシウムの植物への吸収、輸送、蓄積に新しい方向性を示唆する可能性がある。さらに、他のミネラル吸収利用機構との比較を行うことにより、これらの制御メカニズムが普遍的であるのか否かも含めて植物の養分吸収における全く新しい学説になる可能性がある。

この課題はメカニズム的な研究が中心であるが、成果が将来貧栄養耐性作物やミネラル過剰耐性作物の作出に応用できる。また、本研究課題のホウ素、カリウム輸送体の研究の進展は、放射性セシウム輸送体の研究へのつながる可能性を持っており、今後の研究の進展に期待する。

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)

研究マネジメントについては、大学院生、ポスドクも適切に配置され、緊密に議論して、的確に指示して研究を展開している印象である。また指摘事項について誠実に対応している。

助成金の活用については、スクリーニングの効率化を意識して、必要な機械の購入に適切に使われている。

成果の公表については、雑誌論文 5 件 (内査読あり 4 件)、会議発表 35 件。雑誌論文がやや少ないが、論文の発表には時間がかかるので、今の時点で評価するのは難しい。確実にデータを取れているので、今後いい論文が期待できる。学会発表は国内外で活発に行われていた。

一般社会への発信については、高校生向け授業およびオープンラボをそれぞれ 1 件ずつ開催しており、新聞、一般雑誌等への掲載も 2 件ある。成果も随時 Web で公開していることは評価できる。国民との科学・技術対話に対する努力がなされているが、さらにわかりやすい内容をより多くの方に知ってもらおう企画を期待する。

研究課題名	植物根の水分屈性発現機構の解明とその利用による植物成長制御の革新
研究機関・部局・職名	山形大学・理学部・准教授 (元 東北大学・大学院生命科学研究科・助教)
氏名	宮沢 豊

研究概要:

(1) 研究の背景

産業革命以降、地球環境は劣化の一途をたどり地球規模で食料・環境・エネルギー問題が発生している。課題の解決には植物生育域の拡大が必須であり、水資源に限られる現状を鑑みると、現存する水を有効に利用できる植物育成技術開発が必要である。

(2) 研究の目標

植物は独自の水センサーにより土中の水の多い方向を感知し、根をその方向へ伸ばす能力（水分屈性）を発揮する。本研究では、水分屈性に必要な分子を理解し、水分屈性のメカニズムを明らかにする。そして、水分屈性能のコントロールにより節水型植物育成技術の基盤を確立する。

(3) 研究の特色

水欠乏に対する現存の克服法は乾燥耐性植物の育成である。これに対して本研究は、積極的に水を求める植物の能力を基にした、乾燥地のみならず植物工場など人工的な環境での植物育成にも有効な技術を与える世界に例のない未来指向の課題解決法である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

水分屈性を利用した植物育成法の確立は、植物への効率的な水分供給を可能にし、現存の克服法の限界を超える技術に発展し得る。これは地球規模での植物生産力の向上と植物生育域の拡大につながる。本研究で明らかになる植物の水センサーは、鋭敏なバイオセンサーとして種々の工業製品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>発見した水分屈性制御分子 MIZ1, MIZ2 を鍵として、根の水分屈性発現機構を解明し、植物の成長制御に革新をもたらそうという取り組みである。①新規水分屈性制御分子の取得とその環境刺激情報処理に伴う動態解析、②水分情報感受細胞の同定と水分センサーの探索、③水分屈性分子機構のモデル化とグリーンイノベーションへ向けた技術基盤の確立という目標を掲げて、研究を展開している。当初、東日本大震災により被害を被ったため研究に遅れが見られたが、その後回復して当初計画に従い精力的に展開している。MIZ1 についてはかなりの進展が見られ、今後の応用研究が期待されるところであるが、MIZ2 については進展が少なく、当所に予定していた研究成果を十分に得ることは難しい状況でもある。MIZ1 に関する研究において、発現制御機構、発現時期、部位、機能様式を概ね明らかにしたことは、研究の主目的に応える成果として評価できる。植物の根の水分屈性の発現機構研究としては、国際水準の順調な研究展開であると判断する。今後は、MIZ1 変異を抑圧する変異体や LC-MS/MS 等を用いた解析から、MIZ1 や MIZ2 に関する重要な相互作用因子が単離され機能解析できれば、MIZ1 と MIZ2 の分子レベルの機能解明が可能になると考えられる。水分屈性制御細胞の同定と、そこで発現する遺伝子の網羅的解析による新規水分屈性制御分子の同定については、十分な成果が得られていない。また、「水分屈性制御分子改変による水分屈性強化作物の作出」に関わる研究課題についても、計画した成果を挙げるに至っていない。それぞれに「ある 1 段階を画するという目標」をさらに明瞭に示して取り組むこと、作物等への今後の応用研究を期待したい。</p> <p>得られた成果は積極的に公表していると思受けられるが、次世代研究開発支援という趣旨からして、よりレベルの高いジャーナルへの論文発表は必須である。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（■ある ・ □ない）		
研究目的では miz1, miz2 の変異を抑圧する変異体の取得とその原因遺伝子の同定を一つの目標としている。miz1 については、その所在解析や、過剰発現体の作出、解析		

による機能解明などが行われており、かなりの進展が見られる。しかし、当所の目的にある変異原因遺伝子の同定、候補遺伝子間の多重変異体の作出およびその解析 *miz2* に関する研究は進んでいない。

残された課題を解明するためには、*MIZ1* や *MIZ2* の分子的機能を明らかにすることが重要と考えられる。これらの機能の解明が、水分屈性制御細胞の同定につながると考えられる。相互作用タンパク質等の機能解析が進むことで研究の進展が見られる可能性がある。植物根の水分屈性に働く細胞の特定にあたって、当初予想の細胞破壊によって水分屈性低下を調べようとしたところ、屈性低下が検出できなかった。この原因の仮説提示、新たな細胞単位での破壊の研究計画が述べられている。これが研究目的達成に直ちにつながるか否かは明らかではないが、新たな謎の提示と課題解明の提案があることに疑問の余地はなく、残されている課題への対応方策の一つとして妥当であると考えられる。

研究開始時に所属していた大学における東日本大震災による休校措置、停電、実験装置の損壊、サンプルダメージ、その後の所属機関変更（転勤）による実験室整備など、主に外的条件による避けられない研究遅滞があった。これらが「進捗が順調である」としえない主要因である。これらの条件のもとで、研究計画の再編を経て研究が進められている。当初計画が概ね達成された小課題と当初の見込みと異なる結果の得られた小課題がありつつも、所期の目的に向けて進捗していると評価する。

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）

この研究課題は、本課題の申請時以前に世界に初めてとなる水分屈性遺伝子の発見と水分屈性が遺伝的に制御される現象であることを見出したことが契機となっている。水分屈性制御分子 *MIZ1* についての多くの新知見は、根の水分屈性に関する独創的研究を深化させている。*MIZ1* 遺伝子の発現誘導や *MIZ1*-GFP 融合タンパク質の発現システムを用いて解析することで、水分屈性の初期応答に機能すると考えられる *MIZ1* の機能の一端が明らかにされた。*MIZ1* の所在や機能解明が進み、過剰発現させた個体での機能も分かってきており、将来、有望な遺伝子だと考えられる。

MIZ2 の機能解明に関しても、ある1段階を画するという段階には至っていないが、多くの情報を得ている。これらには、新規性、先進性があり、この研究課題における独創性、優位性を示すものである。

今後、*MIZ1* 変異を抑圧する変異体や LC-MS/MS 等を用いた解析から、*MIZ1* の重要な相互作用因子が単離できれば、植物の根の水分屈性の制御機構の解明という、本研究の目的を達成する研究成果が得られると期待される。

MIZ1 遺伝子についてはシロイヌナズナ以外の植物での研究結果があるとさらに応用性が高まるものと思われる。

MIZ1 の発見の重要性をブレークスルーと呼ぶならば、本研究課題はその後継研究に位置づけられるもので、「これまでの研究の延長線上での、活発な研究活動とより深い現象の理解」として重要ではあるが、2つ目のブレークスルーと呼ぶインパクトを持つには至っていないというべきであろう。第2のブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が得られるためには、今後の解析が重要と考えられる。

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)

植物根の水分吸収、水分生理は、農作物、樹木を問わず、生物と環境に関わる幅広い境界領域の研究課題であり、本研究の知見が関連研究の進歩に与える影響は大きい。

一方、社会的・経済的な課題の解決の波及効果については、現段階までの成果では社会的または経済的な課題の解決に貢献できるかは非常に不透明である。MIZ1 の過剰発現体の利用は、今後乾燥耐性作物の開発に役立つ可能性を持っているが、作物を用いた今後の研究の進展が重要である。作物種に応用ができて、初めてその方向性が示されると考える。

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)

研究マネジメントについては、所属や身分の変更に伴う、博士研究員、技術補佐員の雇用の組み換えなども、思慮深く機動的になされている。

東日本大震災による休校措置、停電、実験装置の損壊、サンプルダメージ、その後の所属機関変更（転勤）による実験室整備などの困難に対処しながら、10 報の研究論文をはじめとする成果を上げていることから、研究開発マネジメントは適切であると判断する。

助成金の活用については、適切に運用されている。

成果の公表については、雑誌論文 10 件、会議発表 21 件（内一般向け 1 件）は、概ね妥当である。よりレベルの高い雑誌に掲載される成果を期待する。

一般社会への発信については、国民との科学・技術対話を 13 件実施しており、努力していることがうかがえる。

研究課題名	放線菌を利用した実用レベルの有用物質生産基盤技術の開発
研究機関・部局・職名	筑波大学・生命環境系・准教授
氏名	橋本 義輝

研究概要:

(1) 研究の背景

放線菌は、抗生物質や免疫抑制剤を始めとする多種多様な有用生理活性物質を工業的に生産する最も重要な微生物群である。また、大量生産型汎用化成品や医農薬原料の工業生産に使用されている重要な放線菌群も存在する。これら放線菌の基礎研究用の育種改良ツールはいくつか開発されているものの実用的な育種改良ツールは極めて限られている。

(2) 研究の目標

本研究では、(有用物質生産の原動力となる)強力なプロモーターを探索し、ベクタータイプの有用物質生産基盤技術およびゲノム DNA 組込タイプの有用物質生産基盤技術を新たに開発し、有用物質生産性が実用レベルまで向上した放線菌を育種する基盤技術・周辺技術を開発する。

(3) 研究の特色

これまで、(遺伝子の数を増やすために使用されてきた)プラスミドを利用せずに遺伝子数を増やすことが可能となるこれまでとは異なるタイプの育種改良ツールの開発も行い、放線菌を利用した有用物質生産基盤技術シリーズとして揃える点も本研究の特色の1つである。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

放線菌でしか生産されない産業用酵素・生理活性物質・医薬品などが存在することから、本研究で得られる成果は放線菌を利用したグリーンバイオプロセスの推進や、放線菌が生産する医薬品の研究開発・実用化に極めて有効である。

【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>当初の設定目的は①二次代謝産物の高生産性菌株開発のための育種ツール開発、②蛋白質・酸素などの高分子物質の高生産性実現のための分泌高発現システムの開発、の二つであった。放線菌は、応用酵素や抗生物質の生産工場として産業上重要な位置を占めている。その物質生産能を向上させるための基盤技術開発（企業では自社の問題解決に向けた研究が主なので、普遍的な技術開発をアカデミアで遂行する意義がある）は重要である。特に、Streptomyces 属、Rhodococcus 属で高発現し、大腸菌での操作が可能なシャトルベクターの構築は、基礎研究、応用研究の両面で重要である。</p> <p>放線菌の改良についてのゲノムをベースにした基盤的研究は、発想法及び要素研究の個々については既存知見をベースにしなが、この連結で目的達成を目指す点で、概ね順当に推移したと見る。一方、実用レベルの展開に結び付けるには、開発したベクター等の機能の検証は必須であるが、プロジェクトの最終年度に入ってなお、具体的なデータが提示されていないことは遺憾である。目的とするタンパク質で、従来法と比べて何倍くらいのタンパク質が発現できたのかという具体的データが示されていない。理想とする、「タンパク質を大量発現し、分泌型のシャトルベクター」まで到達しなくても、途中段階での具体的データを示し、何を改善したので何倍の生産性が達成できたかという検討は必要である。</p> <p>実施状況報告書において特許出願に触れられていない点、これまでの達成状況、残された補助事業期間を考えると、本研究課題の目的の達成は、極めて困難と考えられる。今後、最大限の努力が求められる。</p> <p>基盤研究とグリーン・イノベーションのための実用化との間に段差があり、その上、この段差をどのようにクリアーするのかの考え方や方策が具体的に明示されていない事が大きな課題ではないか。研究とイノベーションは別という事になりかねない懸念がある。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（□ある ・ ■ない）		

有用物質の大量生産のための大型発現ベクターや分泌型高発現ベクターの開発等は、若干の遅れはあるが、まずは概ね順調に推移していると考ええる。但し研究課題名に明記されている「実用化」レベルにどう成果が繋がるかが未だ明確になっていない点が懸念材料である。残されている課題は明らかだが、それへの対応策は現状では不明確である。即ち、関連ベクター類の検索、同定や、これらを連結させて有用物質大量生産能を持つ放線菌類への形質転換に向ってのプロセスや実施状況は概ね順当だが、これらの成果をどう実用化に繋げるのか、これが本研究課題の目的達成の鍵になるが、その対応が明示されていない。計画には具体的な目標が設定されている。しかし、生産性の向上に向けて、どこまで研究成果が得られているのかは不明確である。研究代表者は、モノ作りに前倒しで取り組むとのことであるが、具体的対象などが示されておらず、取り組みの姿勢が不明確である。本研究課題が所期の目的を達成することは極めて困難であると懸念される。

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）

強力な構成型プロモータを複数取得することに成功し、それらを利用した Rhodococcus 属放線菌用の4種の構成型発現ベクターを構築するとともに、分泌型高発現の構築に必要な分泌シグナル配列を検索・同定を行い、いくつか候補として取得した。また、「特定のタンパク質をコードする遺伝子」を用いて高度タンデム化 DNA 断片の作成を行い、一部の作成断片については、目的のタンパク質の発現量が増加した微生物の育種に成功したことが述べられているが、具体的なデータは示されていない。同様な発想に基づく研究、技術開発は現状世界中の研究機関や企業で展開されている。その中で本研究開発が既存の研究成果と競合面での比較検討の観点からの言及が無いので、本研究の成果面での先進性、優位性が判断出来ない。研究レベルでのプロセスそのものには特段の先進性は無いと判断する。

基盤技術の開発という課題なので、単に論文発表を目指すのではないことは理解するが、これだけの予算を使って論文も特許（平成 22. 23 年度の進捗状況の報告では出願が計画されていた）もないという状況は遺憾である。

本研究課題は有用物質大量生産型への改良という、いわばツールの開発であり、従って社会的にどのようなブレークスルーが実現出来るか、現状では判らない。派手さは必要ないが、本当にこの技術が完成すれば、既存技術を凌駕して基礎研究でも応用研究でもブレークスルーとなるはずである。その点の展望を語ってほしい。

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）

放線菌に関する学術上の研究の推進や、効率的に産業上の利用開発を目指す気運の醸成に結びつく可能性がある。但し、本研究課題の有用な実用化とそのレベル如何による。現時点では社会的、経済的課題やその解決に向っての貢献は見込むことは出来ない。目標が達成されれば、社会的・経済的課題の解決に貢献することができよう。現段階では見込めない。もっと産学連携によって産業界のパワーを活用することが望まれる。

放線菌における高発現あるいは分泌型のベクターが開発されれば、放線菌を生産工場として物質を作ろうとしている研究者（アカデミア、インダストリーの両方）には、重宝されると思うが、現状では、関連研究分野の進展に寄与も見込むことはできない。

かつて、日本は応用酵素や抗生物質の生産に関わる産業で、世界を牽引していた。しかし、最近では、発酵産業の活力が衰えているので、どのような業種でどのようなタンパク質の発現向上が求められているかを考慮する必要がある。その問題解決に貢献するテーマだと思うので、一層の奮起を期待したい。

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）

研究マネジメントについては、次世代研究開発支援プログラムと銘打って、高額な研究費でかつ柔軟な運用の認められている研究課題において、知的財産権の出願、論文成果がないという状況は遺憾である。研究課題の性格からして、知的財産権の取得が優先すると考えられ、学術論文としての公表が少ないことは理解できる。昨年度の進捗状況確認時点では、研究代表者は、「得られた成果については、特許申請と並行しながら学会発表、論文発表を行って行く予定である」と報告している。しかしながら、今回の中間評価時点では、知的財産権についての出願計画も示されていない。客観的評価を受けた研究成果がない現時点では、マネジメントが適切に行われていると言いはし難い。本研究費で採用するポスドク、技術員（テクニカルスタッフ）には、課題達成に向けて工程表を作成するなどして、明確な進捗管理が必要である。

研究代表者が、どの技術（What）をどのような戦略で（How）いつまでに（When）完成させるか、という明確な方針を共同研究者に伝えてあるのかどうか疑問である。

助成金の活用については、概ね妥当であると判断するが、23年度約620万円、24年度約980万円の謝金・人件費が使われている。これに対し、成果の公表が極めて低調であり、費用対効果の面では疑問が残る。

成果の公表については、専門家向け会議発表5件、学術論文の発表及び知的財産権の出願は全くなく、成果の公表は極めて低調である。

一般社会への発信については、「つくば科学フェスティバル」への参加など5件のアウトリーチ活動を行っているが、十分とは言えない。もっとも効果的なことはホームページでの露出と思う。残念ながら、インターネットで検索しても、本プログラムの研究に関しては表示されない。ぜひ、ホームページで本開発技術を紹介して、意義を産業界の方、一般の方に理解していただく努力をして欲しい。

研究課題名	光合成電子伝達の最適化による植物バイオマス増進の技術基盤研究
研究機関・部局・職名	埼玉大学・大学院理工学研究科・准教授
氏名	川合 真紀

研究概要:

(1) 研究の背景

近年、大気中の二酸化炭素濃度の上昇が社会的問題として取り上げられ、二酸化炭素を吸収し、物質生産を行う植物の光合成機能が注目を集めている。この反応には律速要因が存在することから、光エネルギーを効率よく生物エネルギーや還元力に変換する為の「光合成電子伝達系の最適化」が、植物のバイオマス増大のための鍵と考えられるが、その技術的手法は確立されていない。

(2) 研究の目標

本研究では、植物の光合成能力、物質生産能力向上のための手法の確立を目指す。そのため、代謝工学による葉緑体内還元カプールの増大と物質代謝の改変を試みる。これにより、高二酸化炭素吸収、高バイオマス生産能力を有する植物の分子育種のための基礎を築く。

(3) 研究の特色

細胞内で酸化還元を担う補酵素は、動物等で寿命の決定に関与し、物質代謝系の制御に関わる重要な因子である。本研究では、植物の葉緑体内の補酵素量を増加させるような代謝改変を試みる点に特色がある。また、環境中への外来遺伝子の拡散の問題が回避できる葉緑体遺伝子の改変を試みる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究は、実用植物としても、モデル植物としても注目されるイネを中心として研究を行う。将来的には、バイオ燃料材料としてのイネの不可食部（稲わら）のバイオマス増加への貢献、他の工業用作物（アブラナ、樹木類）への手法の適用によるバイオマス増進の実現が期待できる。

【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>植物のバイオマス生産の増大に光合成機能は本質的な役割を果たす。本研究課題は明反応の生成物である ATP と NADPH のうち、NADPH の産生の増量と還元力維持により光合成機能の改良、ひいてはバイオマスの増産に結び付けようとする挑戦的研究テーマであり、基礎的研究・応用的展開としても興味深い。</p> <p>また、NADPH を増加させる NADK2 遺伝子機能とそれに波及する代謝経路の生化学的・細胞学的解析は、詳細に行われており、この点は評価できる。しかし、研究目的に述べられている、「葉緑体の代謝改変による光合成電子伝達系の最適化により、植物の二酸化炭素吸収能力の増大を試みる。また、固定さらに二酸化炭素が植物バイオマス増産に結び付くことによる、可食部、非食部への炭素分配についても迫る。さらに加えて、葉緑体還元カプールのさらなる増産をめざした代謝改変研究も試みる」点についての具体的記述がない。植物の光合成能力の増大とバイオマス増産には複雑なシステムが関与しているはずであり、とりあげた遺伝子が <i>NADK</i> と <i>Psbs</i> であるのは物足りない。また、光合成電子伝達系の最適化ということであれば、いろいろな視点での定性、定量的な解析が必要であるが、公表論文からしても、本課題と直接関係した成果と判断できる具体的なデータが示されたものが少ない。実績のある研究者なので、最後の追い上げに期待したい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>葉緑体内の NADP (H) 量を増やす代謝改変が植物光合成能力に性的効果を有すること、<i>Psbs</i> を過剰発現させたイネでは、熱放散が増加することを明らかにしたこと、今後、これらの因子を複合的に扱うことによって、光合成電子伝達の最適化に迫る計画となっている。しかしながら、平成 22 年度の実施状況報告書では、以前に作成していた <i>NADPK2</i> 高発現イネ系統において、1.1~1.3 倍のバイオマス増加が再確認されているが、本課題と直接関係していると考えられる具体的な成果を示すデータが示されていない。新規の葉緑体ゲノムに組み込む高発現株や NAD 合成酵素の共発現株などの準備については、</p>		

報告書に言及がなく、達成状況、進行状況については読み取れない。本研究課題の成果として、実際にどの程度、目的としたバイオマス向上に貢献したかが明確でなく、課題の具体的な対応策が読み取れない。また、実施状況報告書のなかのこれまでの発表論文において、研究代表者の責任論文として発表されたものも少ない事から判断すると、本研究課題は必ずしも順調に進捗していないのではと懸念もされる。現時点の発表論文の状況から判断すると、補助事業期間内の目的達成の見込みは当初計画の一部にとどまるのではないかと危惧される。

計画全体としては、新規株の作出と、光合成能や代謝ネットワークの解析が両輪と考えられる。

本研究課題の遂行に必要な系統が整いつつあると見受けられることから、残された補助事業期間において意義ある成果の得られるよう、最大限の努力を期待する。

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）

葉緑体内（細胞質ではなく）の NADPH プールを増大させることが植物の光合成能力や物質生産性を亢進させる能力に効果があることは示している。該当遺伝子導入系統の詳細な成長調査や、代謝物の定量実験は評価に値する。光合成の熱放散に関与するという PsbS のイネにおける役割と株間のちがいと、NAD キナーゼ高発現株でその熱放散の抑制が起こることは、ユニークな成果である。NAD キナーゼの高発現と還元力プールの強化をつなげるのは、やや強引な論法に思えるが、野心的でよい。それだけに、進捗が遅れている葉緑体ゲノムでの高発現株や NAD 合成酵素の強化などによって、より詳しいメカニズムの解明に立ち入って欲しい。このレベルに到達すると、圧倒的な優位性が期待できる。現時点では、先進性、優位性があるとは判断しがたい。

具体的なデータを早期に論文として発表して客観的な評価を受け、本研究課題の成果として認知を受けることが求められる。現在までのところ、代表者が主たる著者として発表された論文は少なく、acknowledge されているものの、本研究課題に直接関わる成果であるか否か、判断しがたいものがある。

また、NADP (H) 量増加による光合成能力向上は、以前から研究代表者のグループが提唱している仮説であり、本研究がこれまでの知見を越えるどのようなブレークスルーをもたらしたのかが、明確ではなく、先進性、優位性についても具体的なデータの提示を待たなければ評価できない。

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)

本研究課題の目標を達成することによって、光合成の明反応関連、植物の酸化・還元反応の研究の進展に寄与が見込まれる。光合成機能を、還元力と代謝調節につなげる研究として、波及効果が期待できる。

光合成の調節にかかわる種々の機能の改変は、バイオマス生産に直接つながる可能性が高く、現時点で、1.1~1.3 倍の増収が認められており、本研究課題のさまざまな取り組みは、直接もしくは間接的に解決への貢献につながる可能性が期待できる。

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)

研究マネジメントについては、妥当な範囲内ではある。しかし、植物の光合成能力の最適化をどうとらえるか、難しい点であるが、総合的に関連する代謝経路を最適化する(当初の研究計画のごとく)とするとマネジメントとして足りない点を指摘せざるをえない。

助成金の活用については、適切に活用されている。

成果の公表については、雑誌論文 11 件、会議発表 30 件と積極的に公表し、また、知的財産権の出願が 1 件ある。ただ、雑誌論文では代表者が主たる著者として発表された論文は少なく、本研究課題が acknowledge されているものの、本研究課題に直接関わる成果であるか否か、判断しがたいものが多い印象を受ける。

一般社会への発信については、高校生向け、市民大学等、10 件の講座を開くとともに、新聞、一般雑誌への掲載など、積極的に発信している。

研究課題名	昆虫媒介性病原体のホストスイッチング機構の解明と新規防除戦略の構築
研究機関・部局・職名	東京大学・大学院農学生命科学研究科・特任准教授
氏名	大島 研郎

研究概要：

(1) 研究の背景

地球上で生産可能な食糧の約12%、8億人分の食糧が植物の病気により毎年失われている。中でも、昆虫によって媒介される植物病原体は、地球の気候変動とともに、その感染範囲を拡大させており、こうした植物の病気を防ぐことが近年の重要な課題となっている。

(2) 研究の目標

昆虫によって媒介される植物病原体は、植物と昆虫の2種類の宿主に交互に寄生する「ホストスイッチング」により感染を拡大する。本研究は、昆虫媒介性の植物病原体である「ファイトプラズマ」をモデルとして、ホストスイッチングの分子メカニズムを解明し、防除技術確立のための基盤構築を目的とする。

(3) 研究の特色

昆虫媒介性の植物病原体は、昆虫と植物の宿主内という2つの全く異なる環境下において生存が可能である点が非常に興味深い。なぜホストスイッチングが必要で、それをどのように達成しているのだろうか？ ゲノム情報を駆使することでこれらの疑問をブレイクスルーしようとする点が、本研究の大きな特色である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

病原体のホストスイッチングを抑えることができれば、植物病の拡散を防ぐ新技術として持続的な食糧生産へ寄与することが期待される。また、これまで植物病が問題となっていた地域での植物育成を可能にすることで、新たな産業を創出する可能性も秘めている。

【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>本研究課題は、植物病原であるファイトプラズマ属細菌が昆虫－植物という2つの宿主を移動する「ホストスイッチング」の分子機構解明を目的とし、この機構を阻害・抑制することによる新規防除技術の構築を目指している。</p> <p>従来全く解明されていなかったファイトプラズマがいかに植物と昆虫という全く異なった生物内で自分の代謝をスイッチできるかを解析するという目的に対して、新たに全ゲノムデータやアレイ解析などを駆使することにより制御因子を特定することができている。また、昆虫と植物体における遺伝子発現変動についても解析できており、スイッチングに関わる転写因子の機能を明らかにし、論文として完成し、発表している。ファイトプラズマの網羅的遺伝子解析系・転写因子解析系が確立された点が、本研究課題のこれまでの特筆すべき成果であり、順調に進捗していると言えよう。</p> <p>増殖抑制につながる知見も得られているが、新規防除技術の構築に関しては不十分であることをきちんと認識しており、実用化に向けての課題も明確で、さらなる進展を期待したい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>本研究課題においては、従来全く解明されていなかったファイトプラズマがいかに植物と昆虫という全く異なった生物内で自分の代謝をスイッチできるかを解析するという目的に対して、新たに全ゲノムデータやアレイ解析などを駆使することにより制御因子を特定することができている。また、植物体の遺伝子発現変動についても解析できており、多くの点で目的を達成している。部分的には、所期の目的を上回る成果が得られていると言える。</p> <p>これから残された課題としては、実際に制御因子で制御されている遺伝子のプロモーター領域と今回明らかになった制御因子が結合するかどうか、その結果をゲノム情報から予測できるかなどのポイントが一点、もう一つは浸透圧調節以外のメカニズムでファイトプラズマを抑制することの2点である。前者については、今後、in silico の解析</p>		

と in vivo と in vitro でのタンパクと DNA 相互作用解析が予定されていて十分に解明されるものと思われる。後者については分泌タンパクをターゲットに研究を行うことが明確になっており、十分に対応がなされているといえるが、時間的にゆとりがあるとは言えないので、一層の努力が求められる。また、当初計画にあった内容で、いまだ検討されていない部分（特に昆虫宿主の発現変動解析やヨコバイのファイトプラズマなど経済的に重要な対象の研究）もあり、これらへの積極的な取り組みも期待したい。

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）

研究の目的は明確にされており、その目的に沿って研究が遂行されている。ファイトプラズマの網羅的遺伝子解析系・転写因子解析系が確立されたことにより明らかにされた主な成果には、以下のものがあげられる。

1. ファイトプラズマの遺伝子発現を網羅的に調査し、異なる宿主への適応を遺伝子発現変化から明らかにし、ホストスイッチングに係わるタンパク質の機能阻害によるファイトプラズマ増殖の部分的抑制に成功した。
2. ファイトプラズマの二つの転写因子がホストスイッチング機構に係わっていることを明らかにし、その遺伝子発現調節における役割を明らかにした。
3. 植物におけるファイトプラズマ感染の病徴（形態異常）発現に、植物のホメオティック遺伝子の発現に係わっていることを明らかにした。

ファイトプラズマが感染した植物と昆虫では遺伝子発現パターンが大きく異なることが解明された。

ファイトプラズマの網羅的遺伝子解析系・転写因子解析系の確立は、本微生物の基礎研究の今後の進展に大きく貢献する特筆できる研究成果と言えよう。また、花の形成に関わるホメオティック遺伝子群の発現変動を明らかにして報告している点も、特筆すべき成果と言えよう。ファイトプラズマ感染に伴う植物の遺伝子発現解析から、花器官の形態形成に係わるホメオティック遺伝子群が発現変動していたことを明らかにした。これにより、ファイトプラズマ感染による形態変化をともなう病徴の発現を説明できる。本研究の過程で見いだされてきた宿主側の因子の変動、特にホメオティック遺伝子が調節されていることを明らかにしたことは、当初の目的以上にエキサイティングなブレークスルーである。なぜなら天狗巣症状や葉化症状などのファイトプラズマ病特有の症状が実際に花形成遺伝子群の発現調節によってなされていることは、従来推測はされていても誰も証明することはできなかった仮説であったが、その理由を初めて具体的に明らかにしたのが本研究の極めて重大な発見であり、植物病理学および基礎生物学に与えるインパクトは大きい。

また、培養ができない病原体の遺伝子発現を網羅的に解析する系を確立したことも、他の難培養性病原体への応用を可能にする大きな手がかりとなるブレークスルーであると言える。

本研究課題で明らかになったホストスイッチングを司る制御因子の特定と実際の遺伝子発現解析はこれまで難培養性植物病原微生物では前例がなく、きわめて先進性に富んでいる上、諸外国研究者との競争の上で優位に研究を進める強い武器になることは明らかである。

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)

本研究課題の成果並びに研究手法は、下記に挙げる点において関連研究分野に対して、寄与するところが大きいと考えられる。

1. 難培養の細菌や寄生細菌の研究に寄与すると考えられる。ファイトプラズマの研究では、先端的な研究であり、波及効果があると思われる。
2. 病原体が植物の花形成遺伝子に具体的に働きかけていることをあきらかにしたのは本研究が初めてであり、植物の形態形成や生理学的な調節機構解明への大きな寄与が予想される。

一方、社会的、経済的な問題解決への貢献、波及効果については、今後、研究がどのように進展するかにかかっている。

部分的とはいえ、浸透圧調節によって病原体を制御する道が開けたことは、ファイトプラズマによる植物の病害を抑制するための新たな方策が得られたことになり、これは従来のベクターを抑制や抗生物質に頼った制御などとは全く異なる新たな防除方法が可能であることを示している。しかし、現時点では、社会的、経済的課題の解決への貢献に関しては、ちょっと距離があると思われる。本研究の成果が直接的に経済的課題の解決、すなわち当初の目的としていた『ファイトプラズマ病の新規防除技術の構築』に結びつくにはもう一段の研究が必要と感じられ、今後の課題と言えよう。

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)

研究マネジメントについては、研究計画、実施体制ともに適切である。計画は具体的で目標が明確であり、それらが年度ごとに計画的に実施され目的を達成しつつあり、適切なマネジメントが行われていると言える。助成金についても、高額な備品などが購入されているがそれらを駆使してデータを得て解析がなされている。特に遺伝子の発現解析は十二分になされていると言える。

なお、研究の独自性を発揮することを目的として、新たな研究材料を導入することの指摘への対応として *Phytoplasma oryzae* と培養細胞系の確立しているツマグロヨコバイ(宿主)の系を導入して研究を展開しているとのことであり、適切な対応である。この点に関する学会発表等のデータがあれば、あるいはなされればより完璧と感じた。

助成金の活用については、適切に活用されている。

成果の公表については、雑誌論文 20 件 (内査読あり 15 件)、専門家向け会議発表 20 件と積極的に行っている。

一般社会への発信については、一般向け会議発表 1 件、一般雑誌掲載 5 件、サイエンスカフェなどによる紹介 6 件と活発に行っている。

研究課題名	放線菌の潜在能力の発掘・活用による有用物質の微生物生産に向けた基盤研究
研究機関・部局・職名	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授
氏名	大西 康夫

研究概要:

(1) 研究の背景

発酵・醸造工業をはじめとした微生物利用技術において、我が国はこれまで世界をリードしてきた。しかしながら、近年、環境にも優しい省資源化技術の1つとして、新たな微生物利用技術が世界中で模索されており、日本の優位性が脅かされつつある。様々な方面で次世代微生物利用技術を開発することは我が国の喫緊の課題である。

(2) 研究の目標

本研究では、将来期待される微生物利用技術のうち、「医薬品や高分子原料などの有用物質の微生物生産」に焦点を絞る。抗生物質などの多種多様な低分子化合物の生産能に優れた土壌細菌である放線菌を研究対象とし、化学合成プロセスのバイオ化や新規化合物の微生物創製に資する革新的シーズの創出を目標とする。

(3) 研究の特色

「ユニークな反応を触媒できる新規酵素の取得」と「放線菌の遺伝子発現制御システムの解明」という2つの異なる方向から、新しい方法論に基づく様々な手法を駆使して、放線菌の潜在能力の発掘と「ものづくり」への活用を目指す点が本研究の特色である。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究は医薬品や機能性高分子素材の開発および新規バイオプロセスによる化成品製造法の開発につながるものであり、その成果は将来的に環境調和型社会の実現に大きく貢献すると期待できる。

【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>放線菌を対象にして有用物質生産を最終ターゲットに、①ユニークな部分構造を持つ化合物の目的部分の生合成酵素の取得と、②潜在している生合成能力を顕在化させるための遺伝子制御システムの解明、の二つのプロセスでの展開を行う。放線菌の潜在能力の発掘と利活用を目指し、そこに革新的な視点と独創的な視点を見出すべく多彩な研究が展開され、全体としてはほぼ予定に沿って進んでいる。一プロジェクトとしてはまとまりに欠ける感は否めないが、いずれについても極めて精力的に取り組み先進的な成果を多数挙げている。例えば、生合成酵素の研究では CYP102 のようにユニークな反応を触媒する酵素を複数同定しており、<i>S. griseus</i> 研究では二次代謝・形態形成に関わる遺伝子発現制御機構の理解を大幅に深化させ、<i>A. missouriensis</i> 研究では本希少放線菌の分子生物学の基盤をつくった。研究成果の発信状況についても、原著論文 17 報、会議発表 52 件と順調であり、今後も本プロジェクトの成果として多くの論文発表がなされると考えられる。研究目的の達成はほぼ確実で、最終的には当初目的を超える成果を挙げることも十分に期待できる。</p> <p>次の放線菌研究の在り方、延いては次世代の応用微生物学の方向性を示す上で大きな成果が提供されたと考える。</p> <p>総花的な様相の研究から、その成果を一つの生物学的原理に収斂させることは難しい問題であるが、そうした研究が展開されたことには十分な評価を与えて良いと思われる。ただ、基礎的研究の色彩がかなり強く、これがイノベーションにどう繋がるのか、気にかかる点である。応用のための基盤研究であることを意識して、可能なものについては知的所有権の取得を積極的に進めていただきたい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（■ある ・ □ない）		
<p>研究は計画以上に進行しており、今後は未達成部分について当初計画通りに進めることと、研究成果を発信していくことで問題ない。終了時までには計画を超えた成果を挙げる事が十分に期待できるが、これを踏まえて、応用展開を考慮して産業界と連携を深</p>		

める、新たな遺伝子発現研究を立ち上げつつあるなどの対応がとられている。対応方策は十分であると考えられる。

『生合成研究』では、「新規構造を起点としたアプローチ」と「ゲノム配列を起点としたアプローチ」の二点をテーマとし、『遺伝子発現制御研究』では、「*S. griseus*」と「*S. missouriensis*」の二点を研究テーマとしている。「新規構造を起点としたアプローチ」では、新規生合成酵素を最低10個を取得・解析することを目指しているが、現時点においてユニークな部分構造をもつ6個の化合物についてその合成系をほぼ解明すると共に、従来から全く不明であった反応に関わる遺伝子クラスターを多数見出している。「ゲノム配列を起点としたアプローチ」では、60個程度の生合成酵素遺伝子の解析に取り組み、その中、10個について触媒反応を明らかにするとしているが、これも達成近い状況にある。『生合成研究』については、ほぼ順調に進展しており、残された課題への対応も明確になっている。他方、『遺伝子発現制御研究』では、代表的な放線菌「*S. griseus*」と希少放線菌「*S. missouriensis*」の生理的・形態的分化に関する遺伝子発現制御系の全体像の把握と個々の制御系の詳細を解明することを目標に研究を進め、前者では、新しい遺伝子発現制御系分野の開拓に大きな布石を構築し、後者では、運動性胞子の解析に重点を置いて、放線菌研究の新たな分野を開拓するに値する実直な進展がみられる。これからの重要な研究分野でもあるため、「残されている課題」という認識ではなく、先を見据えた試行錯誤の中の停滞と考えるべきであろうし、また、その方向性も打ち出されている。

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）

放線菌は抗生物質をはじめ複雑な化学構造の物質を多く産出するが、それら物質の構造のある部分に着目して、それを生合成する酵素系を選出し、更に基質特異性を改変することによって、化学合成では難しい化合物を生合成に導く考え方は評価出来る。

又、潜在している生合成能力を顕在化させる遺伝子発現現象そのものは既知事項だが、このシステムの詳細の解明は、応用範囲の拡大を予感させるものがある。

研究代表者による *S. griseus* を対象とした二次代謝・形態形成に関わる遺伝子発現制御研究は以前から世界をリードしてきた研究であり、本プロジェクトによりそれをさらに発展・深化させた。AdpA と BldA の正のフィードバックループの発見などの重要な成果を挙げるとともに、放線菌シグマ因子研究の新たな方向性を見出すなど、研究成果の先進性・優位性は確固たるものがある。また、未知であった benzastatin 類の生合成経路の解析でも、BezC による5員環と6員環の作り分けについて、ゲラニル基の水酸化が関与することを示唆するなど先進的な成果を挙げている。

*S. missouriensis*の研究は、運動性胞子の研究を中心に展開され、新たな分子生物学的成果に加えて、生理活性物質を生産する放線菌の世界を拡大する重要な知見の蓄積が進んでいる。「希少放線菌の分子生物学」という新たな研究領域の開発にも接近している。著名な放線菌や希少放線菌を対象に、この分野での優位性を誇示するに足る多くの、重要な知見が得られている。基礎、応用両面での新たな研究分野の創生につながるものであり、ブレークスルーと言える研究成果である。単なる珍しい微生物ではなく、有用二次代謝産物のソースとしての可能性が指摘されてきた産業上重要になり得る微生物であるため、その意義は大きい。

一方、微生物による物質生産という観点からすると、先進性、優位性の真の評価は実用上どれだけインパクトを与えるかにある。これら研究が真にブレークスルーと言えるか否かは、実用段階の価値にある。従って未だ判断出来ない。本研究の価値を決める上で、研究成果の産学連携による実用化推進は大きな意味を持つと考える。

本研究においては、多くの重要な成果が挙げられているが、当初から目的としていた範囲内にあり、目的以外の成果とはし難い。

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)

研究代表者らによる *S. griseus*の遺伝子発現制御研究は常に世界をリードしており、関連研究分野の進展への寄与は疑いのないところである。新規性が高いと考えられる酵素を複数同定しており、例えば多様な基質に対して酸化反応を触媒する CYP102 のように、応用展開を検討する酵素も得られている。新規有用低分子の生産につながる可能性のある成果を挙げていると言える。遺伝子発現制御については学術的な波及効果が大きい。本研究で得られた成果は、先端的な科学の潮流を意識した優れた成果であり、放線菌のみならず、微生物全般の関連研究分野の発展に大きな貢献が期待できる。

希少放線菌の研究は、*Streptomyces coelicolor* や *Streptomyces griseus* に代わる、新たな放線菌の機能の地平を開発する上で重要である。成果の発信を十分に行えば、新規の研究分野を切り開いた先駆研究として認められ、今後多くの研究者の参入が期待されるものである。

本研究課題の成果は、産業界にあるレベルのインパクトを与える可能性はあると考えられる。但し相当に基礎研究に偏っているイメージの現状なので、期間中にグリーン・イノベーションにふさわしい形に進むか否か、その為の課題とその解決策が求められよう。

放線菌での新しい知見をベースに他の微生物（細菌，酵母，糸状菌，etc）へ横展開したとき、どのような機能の微生物が創出されるか、関心がある。但し、それは放線菌による本研究が立派な実用化に繋がり、その有効性が強く立証される必要がある。

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）

研究マネジメントについては、ユニークな構造を持つ有機化合物の、化学合成法では難しい（環境面、エネルギー消費面等からの判断）部分を、生合成出来る酵素群の把握、活用と、微生物の持つ顕在化していない機能（特に生合成能）を顕在化する目的と、その実現のためのプロセスは妥当と判断出来る。同時並行で独立した複数のテーマを遂行し、平成 25 年 5 月時点で目的達成がほぼ確実でさらに発展が見込めるレベルまで研究を進展させた。マネジメントは極めて適切であったと判断できる。研究開始時に、「この研究は総花的で重心がない」と云う指摘がなされた。この指摘に対する対応と研究の再構築がなされているが、個々の研究成果を一つの考えに収斂させるもう少し踏み込んだものが必要であったかも知れないが、十分な研究成果が得られている。「個々の」研究目的に対する研究計画は、概ね「適切」であり、研究実施体制、研究に対するマネジメントも優れている。敢えて言うならば、グリーン・イノベーション進展の一環としての研究であれば、当然実用化が最終目的になるが、基礎的研究の成果を実用化に繋げるステップが現時点では不明確で、最終目的に向っての取組みの範囲が広すぎるきらいがある。

助成金の活用については、適切に行われている。

成果の公表については、雑誌論文 17 件（内査読あり 15 件）、会議発表 69 件で、積極的に公表している。研究内容から知的財産権の取得を目指すことが望まれる。

一般社会への発信については、サイエンスカフェや中高生向け市民講座を 4 件実施している。研究推進とのバランスを取りながら実施しており、適切であると判断する。

研究課題名	アイソトープイメージング技術基盤による作物の油脂生産システム向上に向けての基礎研究
研究機関・部局・職名	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授
氏名	中西 友子

研究概要:

(1) 研究の背景

これからのエネルギー資源の安定確保や価格の安定、また低炭素社会を実現するためには、バイオ燃料としての植物由来の油脂生産の向上を図ることが日本のみならず世界的に緊急かつ重要な課題となってきている。

(2) 研究の目標

穀物とは別にかつて日本各地で栽培されてきたアブラナ科植物を対象に、その油脂生産効率の向上を図るための技術を開発することによりバイオ燃料の効率的な生産方法を開発する。

(3) 研究の特色

これまで農業現場における生産技術開発、すなわち植物の生育過程で、①どの養分元素が、②いつ、③どの位の量が、④どのように吸収されるか、という基本データに基づく技術開発は殆ど行われてきていない。本研究は、これまで開発してきたリアルタイムイメージング技術を適用して植物の養分元素の吸収動態過程を初めて定量的に解析し、生育のみならず、効率的な油脂生産のための現場の技術開発を行おうとするものである。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

作物の生産現場における効率的な養分元素の施肥法の開発、ならびに、油脂生産の最適な育成条件を求めることは、これからの農作物生産向上や農業と環境との調和を図る上で極めて重要な技術であり、グリーン・イノベーションに大きく貢献するものである。

【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>本研究課題は、植物の栄養状態と油脂生産との関係を明らかにすべく、以下の3つの項目が計画されていた。①養分元素についての定量的な利用効率ならびに作物体内、土壌内での動態を可視化、定量的解析を行う。②^{14}Cを用いて、葉ならびに鞘のどこからどのように呼応合成によって固定されていくかを調べるために、イメージング装置を改良する。③イメージングされた^{14}Cの化学形を分析し、代謝経路と輸送経路を解析して、どのような代謝産物を経て種子中の油脂へと変化し蓄積されるかを化学的分析により解析する。また、申請時点において、P, Ca, S, Cd, Fe についてもイメージングできるめどが立っていることが述べられている。</p> <p>前半の研究の進捗は順調である。平成24年度までに、改良したマクロ-RRISを用いて、^{14}C、^{35}S等のエネルギーが小さい核種の検出を可能にし、シロイヌナズナの光合成による^{14}Cの吸収・移行の可視化に成功するとともに、モンテカルロシミュレーションによる定量についても手法の確立に目処をつけている。また、マイクロ-RRISのイメージングの蛍光物質とRIの同時検出の開発についても、平成25年5月現在では、既に光学画像（蛍光画像）とRI分布画像を同時に取得する技術が確立されており、イメージング技術の開発は順調に進捗し、優れた成果が挙げられていると言える。</p> <p>一方、油脂生産システム向上への応用を目指す基礎技術開発という点からすると、栄養素の吸収移動とともに、同化産物の植物体内動態、すなわち代謝産物の定性的、定量的分析も不可欠である。計画では、LC/MSによる同定と定量を行うことになっているが、現時点では困難に直面していることが述べられているのみで、問題点が明らかにされているのか否かが明らかでなく、解決に向けた具体的な取り組みの提示がない。モンテカルロシミュレーションによる定量では、^{14}C量として評価することはできても、具体的な化合物とその量を示すことはできないと考えられる。シロイヌナズナでの油脂生産に関しては、ショ糖の脂肪酸へのまた脂肪酸から油脂への変換にかかわる酵素遺伝子や油脂貯蔵にかかわるタンパク質の遺伝子がすでに明らかにされている。このような遺伝子群の発現制御を含めた油脂合成システムに対する栄養素の影響を調べることで、養分元素の機能が明確になるものと考えられる。発現遺伝子の解析と組み合わせるなどの検討も必要ではないか。いずれにしても、本研究課題の趣旨においては、最終的には、油脂生産過程の産物の定性、定量的解析は必須である。MSによる光合成産物のメタボローム解析においては、^{13}Cを用いることが多い。同位体濃度の問題、検出感度の問題、直</p>		

接的な化合物の同定・定量の優位性等にも考慮して、直面している問題点の解決に全力を尽くしていただきたい。

研究計画調書での指摘事項では、「基礎研究ではあるものの、油脂生産能向上へ向かっての具体的な取り組みの明示を求めたい」と指摘されている。残りの補助事業期間で、これに応える養分元素の動態と油脂生産向上を結びつける十分な取り組みが行えるかどうか、懸念される。

② 目的の達成状況

・ 所期の目的の達成の見込みが（ある ・ ない）

本研究課題は作物の油脂生産システム向上に向けての基礎研究となっているが、実際に実行された研究の内容は RI を用いた植物体の元素イメージング手法の開発が大半を占めている。イメージング手法の開発においては、十分に目的を達成していると評価できる。一方、イメージングによる計測結果の生理的な説明が少ない。イメージングした養分元素の分布・動態と油脂生産との関連が明示されていないため、油脂生産に対しての技術的情報の提供が行えるかどうか大きな疑問が残る。開発したイメージング技術を具体的にどのように利用するのか、油脂生産のための栽培や環境制御の最適化、効率化のためにどのように利用するのかを示して欲しい。

本研究課題では、研究代表者が、「定量的な解析が行えるからこそ油脂生産との関係を求めることができる」と述べているように、油脂生産と関連づけるために、イメージングされた ^{14}C 化合物を動的、定性的、定量的に分析することが重要な意味を持っている。イメージングによって動的解析は可能になっているが、どの部位で、いかなる化合物がどれだけの量が生産されているか、という情報は得られていないように思われる。

本研究課題の最終的な目標は養分元素の動態と分布から油脂生産の効率化を向上させる手法を提供することにある。油脂生産のための栽培や環境制御の最適化、効率化に関する記述がなく、どのような環境条件にすれば根かの栄養成分の吸収、成長、さらに油脂生産が増大するか（最大になるか）などを示すことは難しいと思われる。

また、研究計画書の研究計画・方法に記載されたレーザーマイクロダイセクションについての研究の準備状況や進捗の報告が見られなかった。

本研究課題で計画した3つの項目のうち、①および②のイメージング技術の開発に関する部分は十分に目標を達成しているものの、③の「イメージングされた ^{14}C の化学形を分析し、代謝経路と輸送経路を解析して、どのような代謝産物を経て種子中の油脂へと変化し蓄積されるかを化学的分析により解析する。」については、目標達成の目処が立っているとは判断し難い。

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 type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない） <p>従来、植物の根からの栄養成分の吸収、体内移動、蓄積の挙動（動的な応答）を把握するのは困難であったが、開発された RI イメージング装置は、いろいろな元素のアイソトープを用いて、植物を非破壊で、栄養イオンの挙動を画像処理技術で可視化しているので、解析が大幅に進むと思われる。これらの技術には先進性・優位性がある。</p> <p>本装置を利用して植物の生理、代謝、生産等の解析が進めば、ブレークスルーと呼べる何らかの新しい知見が得られる可能性がある。しかし、現状ではこれらの成果の記述がないので、特筆すべき研究成果は不明である。</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 checked="" type="checkbox"/>見込まれる ・ <input type="checkbox"/>見込まれない） <p>特筆される知見として、①多くの RI 核種でシロイヌナズナの吸収・移行動態をリアルタイムに可視化することに成功している、また、②弱いβ線放射核種である ¹⁴C 等の定量手法の確立に目処をつけている、さらに、③マイクロRRIS のスーパーインポーズ技術により微小元素の動態を明示する技術を開発している。これらの技術開発は研究事例がなく新規性が高いこと、農学、薬学、医学分野へと応用範囲も広く、関連分野への波及効果が期待される。</p> <p>養分動態のリアルタイム観察ばかりでなく、養分元素の定量も可能にする技術であり、養分の移行部位も明確に知ることができるため、土壌肥料学、植物栄養学、植物生理学等に寄与することができる。植物の選択的吸収について解明でき、生育ステージと吸収元素及びその量、蓄積部位が明確となるため、上記の学問分野には多大な貢献をすることができよう。また、マイクロRRIS により植物体各部位に入る元素を詳細に観察できることから、転流の機構の解明にも貢献できるものと考えられる。</p> <p>既に福島県に於ける原発事故由来の放射性セシウムの動態について本技術が応用され、成果を上げていることは社会的課題解決への貢献として重要な成果である。</p>
<p>⑤ 研究実施マネジメントの状況</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・適切なマネジメントが（<input type="checkbox"/>行われている ・ <input checked="" type="checkbox"/>行われていない）
<p>研究マネジメントについては、研究計画書に記載の計画に対し、イメージング技術の</p>

開発に重点が置かれ、油脂生産システム向上への意識が希薄ではないかと思われる。マネジメントに関しては、ポスドク研究員の雇用は研究の進展に合わせ適切に行われており、概ね適切に行われているが、下記の点を指摘しておきたい。

1. 本研究課題は、植物の油脂生産性向上についての技術的基礎を与えるべく計画されたものである。「本研究は、未だ概ね基礎研究の段階にあると認識する。したがって、油脂生産能向上に向かった具体的な取り組みの段取りの明示を求めたい」との指摘に対しては「研究期間終了後に植物種をナタネに変え、本格的な油脂生産に向けての開発を行う」とあるのみである。指摘事項は、本研究期間での段取りを問うているものであり、段取りを明示したとは言えない。
2. 今後の研究の推進方策とその次年度の研究計画との間に齟齬が見られる。例えば、平成 24 年度の実施状況報告書では、イネの分枝数が異なる変異体を用いるとなっているが、平成 25 年度の研究計画ではこの計画は除外されている。全体的な研究計画のつながりが希薄であると感じる。
3. 単年度の未執行金額が大きい。このあたりは計画の甘さがあったようにも思われるが、研究をより効果的に遂行する過程で、適切な機材購入のための支出計画の変更は致し方ないところがある。25 年度には繰越金を含めた納得のいく支出を行って頂きたい。

助成金の活用については、上記 3. の通り。

成果の公表については、雑誌論文 6 件、会議発表 13 件で、概ね適切に行われている。装置開発改良が大きな比重を占めるこれまでの研究内容からして、知的財産権の取得も考慮する必要があるのではないかと考えられる。

一般社会への発信については、市民文化講座等で 7 件以上、新聞・一般雑誌掲載 4 件と積極的に発信している。

研究課題名	森林のメタボ判定：ハイスループット硝酸同位体比測定による森林窒素循環の健全性評価
研究機関・部局・職名	東京農工大学・大学院農学研究院・准教授
氏名	木庭 啓介

研究概要：

(1) 研究の背景

近年、人間活動の増大に伴い、森林に不足していた窒素が降水を通じて大量に供給され、窒素を使い切れず下流生態系へ流出させてしまう森林が報告されています。この森林はいわば「メタボ」の状態だと考えられますが、人間同様、森林が「メタボ」になると、温室効果ガスの削減能力が減少するなどの悪影響が懸念されています。

(2) 研究の目標

日本の森林がどれだけ「メタボ化」しているかについては、その重要性にもかかわらず、判定が大変困難であるためにほとんど把握されていません。そこで本研究では、どれだけ「メタボ化」が進んでいるか、より具体的には、降水硝酸がどれだけ森林に利用されずに下流生態系へと流出してしまうのか、について、容易に診断できる新手法をつくり、日本の森林の「メタボ化」の状況を明らかにします。

(3) 研究の特色

降水硝酸は重窒素を多く、土壌硝酸は少なく含まれることがわかっています。この違いを利用して、森林がメタボ化している可能性があるかを、渓流水に含まれる硝酸の重窒素存在比の高低によって、迅速に診断することを可能とします。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

森林の窒素循環の健全性を容易に診断できることから、健全な森林の維持管理にむけて、窒素循環をどう管理して行けばいいかという重要な情報を提供でき、温室効果ガス削減に貢献できると期待できます。

【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>本研究課題は、アジアモンスーン地域の森林の窒素飽和状態を評価するための一次スクリーニングに供する窒素飽和判定指標を作成すること、この指標を用いて、渓流水の調査を行い、国内の窒素飽和状況を把握し、窒素飽和森林への対策に不可欠な情報を提供することを目標として展開されている。</p> <p>森林の窒素飽和状態を簡便な方法で評価するという初期の目的は、着実な実験の実施ととりまとめのためのデータ解析を通じてほぼ達成されつつあり、今後も大きな成果が期待できる。ただし、森林流域における$\delta^{18}\text{O}$、$\delta^{15}\text{N}$、$\delta^{17}\text{O}$などの安定同位体の動態は、それ自身が現象把握を進める研究段階にあり、直ちに「『森林の窒素飽和』の概念に関わる指標を作成する」には困難が多いと思われる。それ故、「より良い指標作成」が完成するかどうかは不明といわざるを得ず、この評価視点に立てば「所期の目的の達成が見込まれる」と容易には言い難い。しかし、「森林流域における$\delta^{18}\text{O}$、$\delta^{15}\text{N}$、$\delta^{17}\text{O}$などの安定同位体の動態解明」を先進性、優位性を確保して飛躍的に進捗させており、その進捗が「『森林の窒素飽和』の概念に関わる指標を作成する」とする目標設定によるところが大きく、「所期の目的の達成が見込まれる」との評価が妥当と判断される。</p> <p>森林の窒素保持指数 NRI の理論的検討とマッピングについては現状ではもう少し時間がかかると思われるため、この点により一層注力し発展させて頂きたい。</p> <p>研究目的に掲げた「『森林の窒素飽和』の概念に関わる指標を作成する」ことの更なる困難性を示す知見が得られた場合、それに正面から向き合う研究展開を期待したい。</p>		
② 目的の達成状況		
・ 所期の目的の達成の見込みが（ <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない）		
<p>本研究課題はハイスループット硝酸同位体比測定により森林集水域の窒素循環の健全性をすみやかに判定させるための手法を開発することを目的としており、着実な実験の実施ととりまとめのためのデータ解析を通じてほぼ達成されつつあると言える。</p> <p>本研究課題の最終的なアウトカムは NRI マップを提示し、施策に寄与することにあるはずであり、その見込みが立ちつつあるという印象を受ける。しかし、具体的な NRI</p>		

の理論的背景やその妥当性の検討がまだ不十分で、NRI がモンスーン地域限定仕様なのか、グローバルに通用するものなのか未だ不明確である。また、NRI の例としてそのパラメータに傾斜、林令、降水量が盛り込まれているが、うまく指標作成が行えるか明確でない。さらに NRI に組み込むべきパラメータは f_{atm} と上記 3 つとは必ずしもならないであろう。これらの点については、課題実施者もすでに認識しており、特に富栄養化の度合いの幅を広げる努力、さらに人為の及ばぬ地域への調査の拡大、大出水期などのイベント時における調査の充実もふくめて、よく対応されている。また、外部評価の意味を含めたシンポジウムを開催するとしている。ここでの進展を期待したい。

また PnET-CN モデルを用いてシミュレーションし、解釈が妥当であるか検討する、としているがシミュレーションモデルはあくまでモデルであり、そこで仮定されていることの妥当性そのものも含めて NRI に適用する際注意が必要である。この研究課題が終了した後、各パラメータの寄与度の検討やその評価のための観測体制の強化など今後の展開に期待したい。

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)

本研究課題は、研究代表者がこれまでに蓄積した水サンプルの同位体分析技術とそれに基づく優位性のある知見を背景に、提案されたものである。

森林とその森林が成立する流域の諸要因が影響するが、その評価を「森林の窒素飽和」の概念に関わる指標の作成により進めることを研究目的としている。この指標化に、雨水、渓流水中の $\delta^{18}O$ 、 $\delta^{15}N$ 、 $\delta^{17}O$ などの安定同位体情報を用いて進めることが、本研究の先進性、革新性の根幹である。申請者により提案された「森林の窒素飽和度の簡便な評価法」そのものが、独創的で、応用性に優れている。

国内で 20 以上の森林集水域における降水、渓流水の試料の同位体比測定を含む水質分析資料を蓄積していることは、先端研究助成基金なしには達成されなかった。特に、 $\delta^{15}N$ をはじめとする同位体分析の自動測定環境の実現によるこれらのデータ集積が、国際学会の招待講演、総説執筆や海外研究者からの共同研究依頼に結実し、本研究の先進性・優位性の基盤となっていると評価される。

また、 NO_3^- の $\delta^{17}O$ を用いた集水域内の窒素循環の解析は、新規性の高い研究成果といえよう。また、現在投稿中の論文では集水域の硝化と脱窒を定量的に議論しているとのことであり、これが受理されれば世界的に高く評価されるだろう。

この研究で生み出された脱窒と硝化の定量的な現象把握は、新規性が高く、海外の研究を先導するものと評価される。

これまでの野外観測を主体とした窒素循環研究では、着目する集水域が窒素負荷状態

にあるかどうか判断するのに大きな労力と時間を要していたのに対し、この研究成果を用いて分析すれば比較的容易に判断可能となるだろう。酸素や硝酸の同位体比を用いて降水と土壌の流入・流出比を見積もる技術自体はこの研究課題で確立されたものではないが、それを多点で行い一般化しようとする試みは先んじていると思われる。

しかし、「ブレイクスルー」の語を文字通りに重くとらえて評価するならば、本研究でこれまでに達成された成果は「これまでの研究の延長線上での、活発な研究活動とより深い現象の理解」にとどまるところであり、「大きいインパクトを与えるブレイクスルーの達成は今後の成果に期待することになる」との評価が適当である。

多数のサンプルの窒素同位体分析を可能とする分析システム構築や、森林流域の物質循環における $\delta^{17}\text{O}$ の動態の解析など、特記すべき研究成果といえるかもしれない。ただし、これらは研究の副産物というより、本研究の本体であると見て、「当初目的の他に特記すべき成果はなし」と評価する。

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)

植生の維持・発達にとって窒素成分が重要であり、山林における窒素状態を渓流水中の窒素に含まれる2種の窒素安定同位体を識別することにより判定するというアイデアは興味深く、実際に調査、研究を通してその有用性が証明されつつある。成果は、現在までに得られている範囲でも森林流域の窒素動態について新規の知見を大きく増加させており、関連研究分野への様々な寄与が期待される。上流にある森林流域から流れた水が辿る下流の河川、湖沼、沿岸域の窒素動態への寄与のみならず、温暖化気体である N_2O の生態系内での生成消失の実態把握にも役立つ。研究成果の一部はすでにインパクトの高い国際誌に複数掲載されており、波及効果も高いと考えられる。実際国内外からの共同研究依頼が既に複数寄せられていることから今後の展開が期待できる。高価な測定機器を必要とする問題点はあるが、そのアイデアそのものは応用性に富み、汎用性があるので、機器の共同利用体制(専門技術者、運転資金)を整備すれば、さらにこの分野の研究が発展することが期待できる。

社会的、経済的な課題解決への波及効果としては、下記のような効果が期待できる。

①自然環境としての山林の健全性を維持することは、その流域全般への直接的、間接的な利益をもたらす。現段階ではまだ準備段階であるが、窒素循環健全性マップが公表されれば、森林が持つ生態系サービス(森林行政では、「森林の多面的機能」評価)に役立ち、国・地方行政単位での対策を立てる際の具体的指針となり、大きな貢献が見込まれる。国内外の人工林管理、森林の二酸化炭素吸収のための海外大規模植林の環境影響評価などを改善するための基盤的な知見を提供することがきたされる。ただし、このような施策に直接的にも寄与する類の研究成果は一人歩きする危険もあることを十分に考慮しつつ、公表後のフィードバックによってさらなるバージョンアップを常に図るた

めにも積極的に公開していくべきであろう。

②原子力発電所事故で放出された放射性セシウムの森林内での動態、森林流域からの流出を評価する上でも、この研究で得られた窒素動態の理解は重要な知見となることが期待される。

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）

研究マネジメントについては、計画停電やヘリウムガスの供給不足などいくつかの不安材料を乗り越えつつ、人材雇用も含め適切なマネジメントが行われている。物品費の中で大きい部分を占める同位体分析装置とその稼働は、大震災後の電力事情など幾つかの困難を克服して、当初計画に近い実績をもたらしている。博士研究員雇用など人件費の活用も状況に応じて順調に進展している。各地の森林流域での水質資料収集は多くの他大学研究者との連携の中で進める計画であり、本研究課題の一つの特徴になっているが、円滑な連携がはかられて進んでいるなど、研究実施体制は適切なマネジメントがなされており、助成金の利活用を含め適切と判断される。

助成金の活用については、適切に活用されている。

成果の公表については、雑誌論文 17 件（内査読あり 12 件）、会議発表 5 件で、いくつかはインパクトの高い国際誌に掲載されているおり、研究成果発信は適切であると判断される。

一般社会への発信については、学園祭で技術展への出展 2 件。このような大きな規模の研究では国民の理解を積極的に得る努力も怠ってはならない。サイエンスコミュニケーターやマスコミの利活用をもう少し積極的に行って頂きたい。

研究課題名	シングルセル・ゲノミクスの確立による環境微生物の遺伝子資源化と生態系解明
研究機関・部局・職名	東京工業大学・大学院生命理工学研究科・准教授
氏名	本郷 裕一

研究概要:

(1) 研究の背景

微生物は人類にとって重要な生物資源だが、99%以上の微生物種は培養不能なため機能未知であり、産業応用できない。この潜在的生物資源を有効利用し、また地球生態系の基盤を成す微生物群集の真の役割を理解するためには、培養を介さない、革新的な微生物機能解析系の確立が必要である。

(2) 研究の目標

培養できない微生物種の1細胞から全遺伝情報（ゲノム）を解読し、遺伝子として資源化する手法を確立する。

(3) 研究の特色

微生物群集全体のゲノムを、種を区別せずに網羅的に解析する手法は既存だが、その手法では個々の微生物種の機能は明らかにできない。本研究では、微生物種ごとの機能解明と遺伝子資源化を目指しており、種間相互作用の解明や、複数遺伝子が関与する機能の産業利用、培養成功に必要な情報の取得など、より高度な研究開発が可能となる。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

地球上の微生物群集の大部分を占める、培養不能種を遺伝子資源化することで、これまで“ブラックボックス”であった地球生態系の詳細な基礎研究が可能となり、また産業利用を目指した応用研究も可能となる。それにより、廃材などからのバイオ燃料開発や、医薬品・食品開発、汚染環境浄化法開発など、微生物機能の利用が不可欠な様々な分野において、イノベーションをもたらさずはばずである。

【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>自然災害の影響による機器購入の遅れや、博士研究員の採用が開始時期の関係で遅れる等の不可抗力による制限要因で、大事な初期2年の進展が遅れた。その後、方法をセルソーターとマイクロマニピレーターの2つに絞って技術開発を進め、成果が挙がってきている。この分野も世界的に競争の激しい分野であり、その意味で当初の目的であったより確度の高い先進性の明確なシングルセル・ゲノミクスの技術を残し研究期間で確立して欲しい。また、次世代シーケンサの使用にあたっては、その迅速な情報解析が大きなカギを握っている。この点での強化が望まれるが、すでにシロアリ共生生物において興味深い結果を得ているので、新規技術の確立とともに、シングルセル・ゲノミクスでしか出来ない研究成果を期待する。</p>		
② 目的の達成状況		
<p>・ 所期の目的の達成の見込みが（<input type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない）</p>		
<p>不可抗力による機器購入の遅れや採択時期の遅れによる人的資源の確保の困難さがあり、さらに当初多くの手法を並行して検討することを行ったため、手法の確立が遅れている。その後、方法をセルソーターとマイクロマニピレーターの2つに絞って技術開発を進め、技術の進展とそれを利用した研究成果が挙がってきている。当初の目的である独自性の高い、確実性のあるシングルセル・ゲノミクスの確立に出来るだけ努力するとともに、その技術を使ったシロアリ共生生物の課題での論文発表を期待する。</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 type="checkbox"/>創出されている ・ <input checked="" 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）

ここでの技術開発の主目的であるシロアリ共生系における、共生生物のメタゲノム解析とシングルセルゲノム解析が成功することにより先進性のある研究となることが期待される。一方、他機関でも既に標準化されているセルソーターに加えてマイクロマニピュレーター＋光ピンセットによる分離技術が確立できればより研究としての先進性が高まるが、現在のところその達成点は明確ではない。

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）

シングルセル・ゲノミクスは難培養微生物での機能解析に必須の手法であり、土壌、海洋などでの微生物機能の研究に広範な応用が可能な技術である。また、シロアリ共生系でのこの研究は新規の物質や遺伝情報の獲得による、例えばセルロース分解に関する様々な応用研究の基盤となることが出来る。

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）

当初博士研究員の採用などに困難があったが、指摘事項に適切に対応して研究を重点化することで研究実施体制を確立し、平成 24 年度には研究メンバーの多くが学会等で研究発表出来るまでになっており、適切なマネジメントがなされていたと考える。一方、同年の学術誌への発表は少なく、また、本課題は技術開発の側面が大きいことから特許出願を積極的に期待したい。

研究課題名	異種間精原細胞移植を用いた大型食用海産魚種苗生産の低エネルギー化技術の開発
研究機関・部局・職名	東京海洋大学・先端科学技術研究センター・准教授
氏名	竹内 裕

研究概要:

(1) 研究の背景

マグロ、ウナギ、ブリなどの回遊魚は、海から天然の稚魚を捕獲して養殖しています。高品質で安全な国産養殖魚は、海外での評価も高く輸出量も増えています。しかし近年、近隣諸国でも養殖業が盛んになり、天然稚魚の争奪・乱獲が続いています。また、原油高騰、魚価低下、漁業者の高齢化などの影響により、国内の養殖産業は疲弊しています。

(2) 研究の目標

魚の養殖技術では世界屈指の日本でも、マグロなどの大型魚に卵を産ませ、稚魚を育てて養殖・放流する技術は発展途上です。私たちは、「体が小さく水槽内でも産卵するサバの体を借りて、マグロの卵を作らせる」ことを最終目的とし、世界初かつ独自の研究“代理親魚技術の開発（ある魚に、違う種類の魚の卵を作らせる）”を行います。

(3) 研究の特色

淡水魚ではヤマメにニジマスの卵を作らせる実験に成功し、この成果は絶滅の危機にある希少なサケを蘇らせる研究に応用されています。しかし、サケ科以外での成功例はありません。本研究では、体長1mを超す大型食用海水魚から、卵のもとになる細胞を取り出し、体長20cmの小型海水魚に移植することで、その卵を作り出すことを目指します。

(4) 将来的に期待される効果や応用分野

親マグロの飼育には年間数億円が必要です。サバがマグロの卵を産み、マグロを飼う必要が無くなれば、飼育コストは年間数百万円以下となり90%以上削減できます。また、サバは1歳で親になるため、マグロの卵を得るまでの期間も短縮できます。小さいスペースで、早く・安く・楽に大型食用海水魚の稚魚を作る技術を実用化し、世界的な食料・環境問題の解決、魚食文化の復興・発展に貢献します。

【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>小型魚を用いて大型魚の種苗生産を行う代理親技術を開発するという点では、所期の目標に対しての進捗状況は極めて厳しいものがあるが、将来の発展につながる成果も得られており、本研究の意義と重要性は薄れるものではない。研究プロジェクトの全体像は大変ユニークなものであり、将来の産業化への期待も大きい。そうした大きな目標に向かう中で本研究がどのように位置づけられるのか、必ずしも明確になっていないが、こうした地道な努力を積み重ねて高い成果につなげて欲しい。本研究課題の遂行には、時間を必要とし、本補助事業期間内に多くを実施できないのは致し方ないと思われる。しかし、それと平行して、生理的あるいは分子生物学的な研究を進めれば、より多くの成果を達成できると思われる。「目的の達成にむけて残されている課題への対応方策」の課題②において、「異種間由来のドナー精原細胞が配偶子形成を開始できない直接的な分子メカニズムについて本補助事業期間内に明らかにすることは困難であるとかんがえられるが・・・」とある。この点は、本補助事業期間内に明らかにできないとしても、できる限り努力し、次につながるデータを得ていただきたいと考える。</p> <p>最終目標を達成できた場合の社会的、経済的貢献は計り知れない。徹底的に、より網羅的に研究を行うべきである。また、特許化への細心の注意を払う必要がある。論文化の前に特許でどのようにこの技術を守るのかを、最終ゴールも含めて、弁理士など関係各方面とも協議しつつ、研究を推進することを強く望む。</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>代理親を利用して次世代を得るという目的に向けた研究の主要部分については、ある程度進んでように見える。しかしそれもそれまでの蓄積の上に立ったもので、本研究課題の中でどれだけの進展があったのか、必ずしも明確でない。研究が実際の応用に展開する段階で輕輕に対策を論じることが出来ない様な大きな壁にぶつかっている。達成目標を明確にして展開してきているが、当初計画の通りには進展しておらず、初期の目標達成は困難と考えられる。しかし、水産資源科学の分野から見ても、この研究はとても</p>		

大切な課題であり、且つ迷走しながらも成功への可能性に繋がる微かな間接的成果の積み上げを感じる。成功への大きな基礎を築けるワンステップになっていると思う。本研究課題の初期のころはビックジャーナルへの掲載が見られていたが、この補助事業期間での業績は取り立てて見るべきものは無い。しかし、これはブレークスルー出来るような大きな現象を発見するまでは致し方ないものとする。有効な研究対策を考える際、なぜこうなるのか？に対する明確な回答が必要になる。しかし、本研究課題に対する実験方法は細胞移植を中心にした現象面を追う作業が主体である。そのため、現象を支配する網羅的な生理生化学の情報が無いため、「なぜ」の解答は得られない。この点については、遅まきながら、今後の取り組みとして考えられているので、その成果に期待したい。

今後の研究の進展に伴い、生着と免疫の関係の詳細な解析、宿主の性決定の機構とドナーの性決定の関係も明らかにされる必要がある。また、本研究の最終的な出口として魚類養殖への貢献となるが、それについても、いくつかの課題がある。

研究目標の大きさから、当然一筋縄では行かない大きな壁が予想されるため、最終目標到達のためにはより多くの時間と経費が必要ではないかと思う。基礎研究の部分と応用展開の部分を十分に認識し、本研究課題の現状と将来の展開を踏まえて、本補助事業期間中に明らかにすべき課題を明確にして進めていただきたい。

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）

先進性・優位性があったが、これは本研究課題を含む研究代表者グループ全体に対する評価というべきであろう。本研究課題において、精原細胞移植には生殖細胞欠失ニベ-シログチ雑種のような完全不妊化した魚が有効など、本研究をサポートするような周辺研究では成果が出ている。異種間の生殖細胞移植に関して、その成功の条件を絞り込み、その配偶子形成の機構を解析する材料が得られると考えられる。

この材料を用いた研究を展開する一方で、多様なドナーを受け入れる宿主を探す方が有意義である可能性もあり、検討する必要もあろう。

この研究課題では、なぜ雑種では不妊化するのか、とか、交雑が出来る組み合わせと、出来ない仕組みの生理機構などが問題の根本になってくる。しかし、これはある意味、生物学の基礎に根ざしているため、かなり深く調べなければ判らない部分だと思う。このような基礎生物学の部分も、より詳細に調べることでブレークスルーを見出すことが出来るような気がする。

これだけ興味深い研究を、代理親による養殖魚の生産という狭い範囲での応用にとどめておくのはいかにも惜しい。もっと波及効果が見込めるはずである。特に、基礎研究

への貢献という側面が弱いのが残念である。

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)

現段階では、まだ残念な状況であるが、基本的な研究目標などは重要であり、且つ独創的である。代理親魚技術においては、成功例、不成功例を積み重ね、技術のさらなる確立を図ることが重要で、魚種は多くないものの、本研究は新規の知見を提供していると考えられる。魚の養殖技術における、代理親魚技術の開発に向けた研究で、本研究の発展は魚類の安定的生産などにつながるものである。

本来、この研究課題は様々な分野に大きなヒントを与えるものである。しかし、報告書等を見る限り、そのことに研究代表者が気付いていないように思える。

例えば精原細胞が精子にも卵子にもなり得るという現象に着目するなら、性分化は宿主によってのみ規定されることを示しており、ドナーの性（例えばXXなのかXYなのか）とは関係がない。性が宿主のどのような仕組みで決まるのかは、性決定機構の解明に大きなヒントを与えるはずである。免疫関係についても新たな研究が期待される分野である。本当に免疫寛容が成立しているのか、成立するとしたらどのような機構によるものか、極めて興味深い。

研究課題体の大きな目標からすれば、大きな社会的貢献が期待される。ただし、本研究の範囲内で評価をするなら、低エネルギー化という視点からの検討は不十分と言わざるを得ない。

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)

研究マネジメントについては、この研究課題において一番問題なのは体制であろう。この巨大な目標に向けた研究におい従事している研究員の数が少ない。当初の申請課題に関して、「他の研究者の協力を得ながら研究を推進する必要がある」との指摘があった。これは、本研究代表者が、基礎データの蓄積に重きを置いていないことに対して、ポストドクを補強して生物学的パラメーターの解析を行ったり、他のグループとの協力により基礎的なデータをとる必要性が指摘されていると考える。この指摘への対応は十分とは言えない。他の指摘項目は適切に遂行されているものと推察でき、真摯に対応していると思われる。

補助金の活用については、概ね適切である。

成果の公表については、雑誌論文8件（内査読あり、7件）、会議発表19件、知的財産権の出願1件で、研究論文は必ずしも多くはないが、長い年月を要する研究であり、

止むを得ない面もある。ユニークなテーマであり、あまり小さくまとめようとせず、大きな論文を書いて欲しい。大きな研究費（税金）を投入した研究であるからには、優れた成果を挙げるとともに、日本の国民に還元されるように特許権で保護され、且つ国外で利用される場合はライセンス生産を取らせるようにしなければならない。知的財産権の出願が1件のみなのは疑問が残る。

一般社会向け発信については、十分過ぎるほど対応している。限られた人数の附属施設でのこうした活動は大変であるが、逆にその利点を生かした広報活動が可能であり、効果的に行われている。