

## 研究概要

研究課題名:CO2削減と産業発展の両立を目指した企業経営・グリーンイノベーション・制度の探求

研究者氏名:青島矢一

所属機関:国立大学法人一橋大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

1990年比25%の温室効果ガスの削減を鳩山元首相が公言し、日本は世界を先導しているかのように見える。だが、このまま無邪気に温暖化対策を進めれば、国富に壊滅的なダメージをあたえることになりかねない。それゆえ温暖化対策が、環境関連の新産業の創出を通じて経済的付加価値の増大をもたらすように、包括的なシナリオを構築することが急務となっている。

### (2) 研究の目標

自然エネルギー産業における日本企業低迷の本質的な原因を明らかにして具体的対応策を提示するとともに、制度面では、排出権取引がもたらす環境イノベーションと企業競争力への負の影響を理論的に解明する。

### (3) 研究の特色

企業経営や技術開発の具体的な現場に深く入り込み、実務担当者に対する詳細なインタビューを中心に、国内外での広範囲な調査を行う。その上で、環境問題と、産業政策、企業競争、外交政策との相互関係のメカニズムを実証的に明らかにし、実務の視点に根ざした理論構築を目指す。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

環境関連産業において企業が進めるべき技術開発の方向と技術を価値化するための事業戦略上の留意点が社会的に共有され、企業による付加価値獲得が活発化する。また、政策立案者は、産業競争力への影響に関する深い理解に基づいた的確な環境政策の立案と制度設計が可能となる。最終的に期待されることは、温暖化問題の解決と豊かな国民経済の両立の実現である。

(561字)

## 研究概要

研究課題名: 温室効果ガスの高精度モニタリングと環境メタゲノミクスの融合による $N_2O$ 削減

研究者氏名: 秋山博子

所属機関: 独立行政法人農業環境技術研究所

研究概要:

### (1) 研究の背景

亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) は二酸化炭素の約 300 倍の温室効果があり、オゾン層破壊物質でもある。 $N_2O$  の最大の人為的発生源は農業活動であり、土壌微生物の作用により発生している。今後も急激な人口増加による農業生産の増大に伴い、 $N_2O$  発生量は増加し続けると推定されており早急な削減対策が望まれている。

### (2) 研究の目標

様々な農耕地において  $N_2O$  発生量のモニタリングを行うと同時に土壌微生物等の解析を行う。これにより、農耕地で実際にどのような土壌微生物が  $N_2O$  発生に関与しているかを明らかにし、 $N_2O$  発生削減技術を開発する。

### (3) 研究の特色

現在まで  $N_2O$  発生量観測と土壌微生物研究は別々に行われてきた。本研究ではこれらを融合し、 $N_2O$  発生という現象と発生メカニズムの総合的な理解とこれに基づく  $N_2O$  発生削減を目指す。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

- 1) 発生メカニズムの解明に基づいた  $N_2O$  削減技術が開発される。
- 2) 農耕地における  $N_2O$  発生量を正確に把握することが可能となり、地球温暖化防止施策に貢献する。
- 3) どのような微生物が  $N_2O$  を発生しているかを診断するための技術が開発される。

## 研究概要

研究課題名： グラフェンの成長制御と加工プロセスを通じたカーボンエレクトロニクスへの展開

研究者氏名： 吾郷 浩樹

所属機関： 国立大学法人九州大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

( 5 1 9 字 )

## 研究概要

研究課題名: ビスマスの特性を活かした環境調和機能性酸化物の開発

研究者氏名: 東 正樹

所属機関: 国立大学法人東京工業大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

持続的発展が可能な社会の構築が急務である現在では、環境への低負荷や、エネルギーの高効率利用のための材料開発が望まれる。例えばインクジェットプリンターや超音波診断機に使われる圧電体が環境に有害な鉛を多量に含む問題、コンピューターの消費電力が増大し続ける問題、LSI 製造や光通信の分野で、熱膨張によるエラーを避けるための高度空調に多くのエネルギーが使われる問題は、材料開発で解決できる。

### (2) 研究の目標

本研究は、ビスマスという元素の特性に注目し、1. 環境に有害な鉛を含まず、既存の鉛系物質を超える性能を持つ圧電材料、2. 低エネルギーメモリーデバイスとなりうる、室温動作する強誘電・強磁性体、3. 電荷移動による負の熱膨張物質を用いた熱膨張率ゼロ材料、という、グリーンイノベーションに寄与する3つの環境調和機能性酸化物の実現を目標とする。

### (3) 研究の特色

本研究で取り上げる材料は、従来の圧電体・負の熱膨張物質の物質探索指針に縛られない、新しい機能発現メカニズムを持つ事が特色である。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

鉛による環境破壊の低減や、産業界での省エネルギーの効果を期待できる。また、機能発現のメカニズムを探る基礎的研究と、応用を指向した材料開発研究の両方の分野を活性化できる。さらに、新技術で海外との差別化を行う事で日本の産業界の競争力が高まる事を期待している。

(549 字)

## 研究概要

研究課題名： 低摩擦機械システムのためのナノ界面最適化技術とその設計論の構築

研究者氏名： 足立 幸志

所属機関： 国立大学法人東北大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

省資源・省エネルギーならびに CO<sub>2</sub> 排出削減のために、機械のエネルギー損失の多くを占める「摩擦」の低減が重要な技術課題となっている。しかし、現在は経験的な特性評価に基づく低摩擦のための材料、潤滑剤、機械設計の個別の技術開発にとどまっており、低摩擦技術の飛躍的発展のための基礎的かつ理論的な検討に基づいた汎用性を持った開発手法が強く求められている。

### (2) 研究の目標

申請者らにより考案された3つの低摩擦システムにおいて共通して見出された摩擦部での数十ナノメートル厚さの界面層（ナノ界面）に着目し、それらの自己形成機構ならびに低摩擦機構を解明することにより、低摩擦を発現し得るナノ界面創製のための最適化技術と設計論を提案する。

### (3) 研究の特色

摩擦部で起こる様々な挙動を反映した低摩擦発現ナノ界面の科学的解明に基づき提案する最適化技術とその設計論により、これまでの試行錯誤的な開発では不可能であった低摩擦技術の飛躍的発展を図る。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

低摩擦技術は、様々な機械のエネルギー損失の低減に直接貢献するのみならず、機械システムの高い信頼性と耐久性を保障し、その保全費の節減、耐用年数の延長による設備投資の節減などを通し社会に対する大きな経済効果が期待される。

(500字)

## 研究概要

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

研究者氏名: 阿部 知子

所属機関: 独立行政法人理化学研究所

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。

(475 字)

## 研究概要

研究課題名: 太陽光水素製造を実現する革新的光触媒システムの開発

研究者氏名: 阿部 竜

所属機関: 国立大学法人北海道大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

我々人類にとって、地球規模での気候変動に関わる環境・エネルギー問題の解決は、もはや不可避の最重要課題であり、化石資源に代わりうるクリーンエネルギーの開発が必須である。

### (2) 研究の目標

本研究では、無尽蔵の太陽光を利用して水を分解し、クリーンエネルギーである水素を製造するための革新的な光触媒系の開発を目標とする。

### (3) 研究の特色

光触媒（光を吸収して様々な化学反応を起こす物質）を用いた水の分解は、日本が世界に誇る先端科学技術の1つである。実用的な効率達成のためには太陽光の大部分を占める可視光線の利用が必須であるが、極めて困難であり長年達成されていなかった。当研究者は植物の光合成メカニズムを模倣した光触媒系を開発し、エネルギーの小さな可視光線を用いた水分解に世界で初めて成功した。本研究課題では、この光触媒反応系を元に、実用化の課題である(1)反応効率の飛躍的向上、(2)水素と酸素の分離生成、を克服し、太陽光水素製造の実現可能性を世界に先駆けて示すことを目的とする。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究の遂行により、化石資源に頼らない社会システムの実現に大きく貢献できるとともに、日本独自の科学技術および関連産業を創出することで、大きな経済効果も期待できる。

(500字)

## 研究概要

研究課題名: フェムト秒 4次元動画画像計測技術とその装置の開発

研究者氏名: 栗辻安浩

所属機関: 京都工芸繊維大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(576字)



## 研究概要

研究課題名: スピン波スピン流伝導の開拓による超省エネルギー情報処理デバイスの創出

研究者氏名: 安藤 和也

所属機関: 国立大学法人東北大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

現代のIT社会を支えるコンピュータは、電子の流れ「電流」により情報の伝送・処理を行っている。しかし、発熱に伴う莫大なエネルギー損失が近年深刻な問題となっており、次世代の省電力エレクトロニクス素子実現のため、全く新しい物理原理に基づく情報処理機能の開拓が急務となっている。

### (2) 研究の目標

電子の磁気の流れ「スピン流」による超省エネルギー情報演算の実現を目指す。電子は電気と磁気の2つの性質を併せ持っており、電気の流れ「電流」が金属・半導体でしか存在できないのに対し、磁気の流れ「スピン流」は絶縁体中を流れることもできる。電流の全く存在しない絶縁体中スピン流制御の開拓により、エネルギー損失を極限まで抑えた再構成可能な演算素子を実現する。

### (3) 研究の特色

全世界的にみても絶縁体を舞台としたスピン流情報処理機能の開拓は皆無である。絶縁体中のスピン流が有する高い制御性を最大限利用し、エネルギー損失が限りなくゼロに近い次世代の電子情報技術を世界に先駆けて切り拓く。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

絶縁体を舞台とした超省エネルギー情報演算は、従来の素子が抱えていた発熱によるエネルギー損失の問題を根本的に解決する。これにより環境負荷の極めて小さい電子技術が実現され、省エネルギー社会実現に貢献する。

(512字)

## 研究概要

研究課題名: トポロジカル絶縁体による革新的デバイスの創出

研究者氏名: 安藤 陽一

所属機関: 国立大学法人大阪大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

数年前、トポロジカル絶縁体という新しい種類の物質が発見された。これは、内部は電気を通さない絶縁体なのに表面には低損失で電気が流れるという変わった物質で、その表面の特長を利用した革新的な情報処理デバイスの実現が期待されている。しかしこれまでに発見されたトポロジカル絶縁体物質は、内部の絶縁性が低いなど問題点が多い。

### (2) 研究の目標

トポロジカル絶縁体に特有の表面状態にはまだ未解明の部分が多々あり、ノーベル賞級の発見も予想されている。本研究では物質特性の改善によってその解明に挑むと共に、得られる知見を革新的デバイスの創出につなげる。

### (3) 研究の特色

本研究では、トポロジカル絶縁体の新物質探索・高品質試料作製・精密物性測定を一体的に世界トップレベルで行うことによって、その学理を確立する。また具体的なデバイスのデザインや試作評価も並行して行い、デバイス応用の基礎を構築する。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

トポロジカル絶縁体の表面に現れる特殊な状態の中では、電子は従来の物質中よりも格段に電気や情報を運びやすい上に不純物に邪魔されにくいという性質を持っている。これを利用した次世代の超低消費電力トランジスタや超高速の量子コンピュータが本研究によって実現すれば、情報処理デバイス分野における大幅な省エネが達成される。

( 5 2 3 字 )

## 研究概要

研究課題名：細胞レベルから構築した微生物サスペンション力学による藻類の分布予測モデルの革新

研究者氏名：石川 拓司

所属機関：国立大学法人東北大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

藻類は地球上に広く分布し、漁業や地球温暖化、環境問題に密接に関わっている。また、藻類を利用したバイオ燃料はエネルギー革命を起こす可能性もある。しかしながら、この分野の数学・物理学による理解は極めて未熟であり、基礎理論の体系化が世界的な急務である。

### (2) 研究の目標

流れ中の藻類の単一細胞に対し、走地性と走光性、遊泳能を考慮した数理モデルを確立する。このモデルを多体問題に拡張し、藻類溶液のマクロなテンソル量をデータベース化することで、大きなスケールにおける藻類の挙動と分布を高精度で予測できる、革新的な数理モデルを開発する。

### (3) 研究の特色

1体の藻類の挙動、2体干渉、多体干渉の順で丁寧に実験と理論解析を行い、その成果を積み上げることで、これまで誰も到達できなかった濃厚溶液のマクロ特性を解明する、ボトムアップの手法が特色である。開発した数理モデルは、従来のモデルに比べ適用範囲が格段に広い点も特徴である。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

藻類の分布を予測する革新的な数理モデルは、環境問題や地球温暖化、食糧問題など、地球規模のさまざまな問題の理論予測を可能にし、問題解決を飛躍的に加速させる。また、藻類を利用するバイオ燃料用リアクターの性能を向上など、エネルギー問題解決への応用も期待される。

(513字)

## 研究概要

研究課題名: グローバルマルチスケールモデルによる無機 - 有機 - 地圏環境の強連成評価

研究者氏名: 石田 哲也

所属機関: 東京大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

人間活動の範囲が地球規模に広がる中で、人々の安全・安心な生活を支えるために様々な用途で地下空間の利用が進められている。一方、生物多様性や生態系を守るために、土壌や地盤といった地圏環境を良好に維持することは非常に重要である。

### (2) 研究の目標

本研究は地下空間における様々な自然現象および人工建造物の状態や動きを表現する数値解析モデルを組み立て、短期間で起こる建造物や土壌の安全性評価から数万年スケールの長期で発生する地球規模の環境問題に至るまで、計算機上で正確に再現することを目標とする。

### (3) 研究の特色

ミクロな世界で繰り広げられる微生物の活動や物質移動・化学反応と、人間の生活圏や自然環境を含めた地球規模の空間を直接結び付けて評価するモデルであるため、地下空間で繰り広げられる様々な現象を一括して解くことができる。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

人間活動による環境汚染の影響を評価し、その対策方法と効果を定量的に検証することができるため、現在土壌汚染対策が進まない用地の再生が可能となり、大きな社会的・経済的価値が生み出される。また地下の二酸化炭素貯留技術や放射性廃棄物格納施設の超長期安全性を評価することが可能となり、低炭素社会に向けた大きな課題の解決につながる。

(500字)

## 研究概要

研究課題名：環境エネルギーを使用する情報通信機器の組み込みプロセッサアーキテクチャと OS 制御による最適エネルギー管理技術の開発

研究者氏名：石原 亨

所属機関：国立大学法人九州大学

### 研究概要：

#### (1) 研究の背景

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

#### (2) 研究の目標

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

#### (3) 研究の特色

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

#### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(517 字)

## 研究概要

研究課題名: 芳香環連結化学のブレイクスルー

研究者氏名: 伊丹 健一郎

所属機関: 国立大学法人名古屋大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(509字)

## 研究概要

研究課題名:地球規模問題に対する製品環境政策の国際的推進を支援するライフサイクル経済  
評価手法の開発

研究者氏名: 伊坪徳宏

所属機関:東京都市大学

### 研究概要:

#### (1) 研究の背景

複雑な環境被害を経済価値で示したスターンレポートや TEEB レポートは、環境政策に多大な影響を与えた。製品の環境影響を評価する LCA(ライフサイクルアセスメント)は世界的に普及しているものの、国際的に活用できる経済評価手法は無く、わが国の優れた環境技術が国際的に認知されない要因になっている。

#### (2) 研究の目標

個別の製品や技術を対象として、地球規模の環境影響に対する評価結果を経済指標で示す標準的な手法を確立する。多数の日本企業がすでに活用しており、かつ、最先端の LCA の影響評価手法 LIME を世界共通で評価できる手法に拡張する。

#### (3) 研究の特色

- ・世界 10 地域を対象とした面接調査により環境経済評価の世界化を可能し、わが国の最先端の環境技術の導入による環境影響低減を可視化すること。
- ・自然科学に基づく分析結果を経済評価に活用し、透明性の高い評価を可能にすること。
- ・地球温暖化、水、生物多様性といった地球規模問題を一つの評価体系で分析すること。

#### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

グローバル企業が簡便に世界各地で発生する環境影響を反映した評価を行うことができる。企業の担当者は、自社製品の評価結果を相手国のグリーン購入の促進に活用することができる。さらに、これらの経験を基に環境コンシェルジュとして企業内、関係企業、相手国に説明することができる。

( 5 2 4 字 )

## 研究概要

研究課題名:環境社会最適化シミュレーションを可能にする社会最適化アルゴリズム創出とその応用

研究者氏名: 伊藤 孝行

所属機関: 名古屋工業大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(444字)



## 研究概要

研究課題名: エネルギー固定型メカノ反応の開発と余剰動力の直接化学的燃料化

研究者氏名: 伊藤 肇

所属機関: 国立大学法人北海道大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

産業革命以来、人類は石油などの化石燃料の燃焼によって動力を生み出し、便利な文明社会を築いてきた。しかしその結果、化石燃料の枯渇と、燃焼によって生み出される二酸化炭素による温室効果が切迫した問題となっている。

### (2) 研究の目標

化石燃料を燃やして動力を生むという、長年のエネルギー消費パターンを逆転させ、動力から直接燃料を生み出す方法の開発を目指す。力のエネルギーを化学的に固定する新しい化学反応「エネルギー固定型メカノ反応」の開発が本研究の成功の鍵であり、第一目標である。

### (3) 研究の特色

風力や水力発電では、動力を電気エネルギーに変換しているが、これらは大掛かりな発電機や制御機構が必要になる。しかし、この方法では、はるかに簡便で安価な装置で十分である。力学的エネルギーを化学反応の駆動力として使う研究は古くからあるが、これをエネルギーの固定に使うというのが新しい点である。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

装置の微細化が容易であるため、発電機では回収不可能であった小さな動力、例えばそよ風や人間の歩く力などをエネルギー化できる可能性がある。究極的にはメタノールなどの汎用燃料を合成できれば、固定したエネルギーを燃料電池で電力や熱として取り出すことができる。

(494 字)

## 研究概要

研究課題名: エネルギー再生型海底下 CO<sub>2</sub> 地中隔離 (バイオ CCS) に関する地球生命工学的研究

研究者氏名: 稲垣史生

所属機関: 独立行政法人海洋研究開発機構

### 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。

( 4 8 9 字 )

## 研究概要

研究課題名: 植物ホルモン・ジベレリンを利用した高バイオマス植物の作出

研究者氏名: 上口 美弥子(田中美弥子)

所属機関: 国立大学法人名古屋大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

ジベレリンは、植物の伸長に重要な植物ホルモンである。20世紀の穀物育種では、ジベレリン量や反応性を下げることによる矮化(背丈を小さくすること)を目標とした。これにより、肥料を多量に与えても倒れ難く、子実収量が倍増した。しかし、21世紀には、子実を食料として利用する育種だけではなく、茎や葉を利用する高バイオマス植物の育種が世界的な課題となっている。そのためには、新しい発想が必要である。

### (2) 研究の目標

ジベレリンの生合成の増加や反応性を鋭敏にさせるとともに、強稈性遺伝子を導入することにより、巨大で耐倒伏性にも優れた高バイオマスイネの作出を目指す。さらに、イネで得られた成果を他の植物にも応用する。

### (3) 研究の特色

従来の育種は、ジベレリン量や反応性を下げることにより子実収量の増大を図ったが、本研究では、ジベレリン量や反応性を増大させ高バイオマス植物を作るという、逆の方向性の育種である。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

バイオマス収量の増加したイネは、それ自体がバイオエタノール生産に使用できる。また、このような育種戦略は、バイオマス作物として期待されているススキやスイッチグラスへも適応可能と考えられ、グリーン・イノベーションの推進に大きく寄与することができる。

(500字)

## 研究概要

研究課題名： 安定同位体異常を用いた地球大気硫黄循環変動の解析

研究者氏名： 上野 雄一郎

所属機関： 国立大学法人東京工業大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

大気中に存在する種々の硫黄化合物は太陽光の反射や温室効果を担う。このため、大気中の硫黄が気候を左右する可能性について世界的に研究が進められているが、その化学過程について不明な部分が多く、解明に至っていない。安定同位体（質量数の異なる原子）はこの大気硫黄循環を追跡する新しい指標として近年注目されつつある。

### (2) 研究の目標

大気化学反応が硫黄の同位体比を変化させる過程とその要因を実験的に明らかにする。同位体比の情報は過去の地層に記録されているため、これと実験結果を対比する事で気候変動/環境変動と大気硫黄循環の関わりを解明する。

### (3) 研究の特色

同位体比に着目することで、これまで知られていなかった温暖化関連物質の供給源や未知の反応経路をあぶり出すことができる。またそれらの寄与率を定量化できる。地質記録との照合により大気と気候の関わりを地球史的な視野で再評価することにつながる。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

大規模火山噴火など大気への硫黄注入イベントが生じた際の気候変動予測に応用ができる。また温暖化の対抗措置として成層圏への意図的な硫黄注入が議論されている。これが実際に行われた場合に気候や環境にどのような変化が生じるかを予測する上で最も基礎となる化学過程の情報を与えると期待される。

(511 字)

## 研究概要

研究課題名: ナノ半導体におけるキャリア輸送・熱輸送の統合理解によるグリーン LSI チップの創製

研究者氏名: 内田 建

所属機関: 国立大学法人 東京工業大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

ナノ半導体(サイズが10ナノメートル以下の非常に小さな半導体)では, ナノスケールに特有の効果により, サイズに依存して熱伝導(熱の伝わり方)や発熱の特性が大きく変化すると予測される。しかし, ナノ半導体の熱伝導特性および電流によって生じる発熱の特性は, ナノ半導体を作製・評価することが難しいことから, 世界的にも殆ど調べられていない。

### (2) 研究の目標

本研究では, 発熱および熱伝導の評価に適した構造のナノ半導体を作製し, ナノサイズのヒーターと温度計を開発することで, ナノ半導体の熱伝導特性と発熱現象の詳細を明らかにする。

### (3) 研究の特色

従来個別に議論されていたキャリア輸送(電流)による発熱と熱輸送(熱伝導)の統合理解を目指す。実験用のナノ半導体には, サイズを精密に制御できるフィルム状のナノ半導体を用いる。またナノ半導体での発熱と熱伝導を明らかにするだけでなく, 得られた知見を基に, ナノ半導体の発熱を抑え, 生じた熱を素早く散逸させる構造の提案を行う。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

ナノ半導体を利用しながらも, 発熱を抑えた熱散逸の良い高性能の電子デバイス(電子機器)が実現できる。本研究で開発した低発熱かつ良好な熱散逸の電子デバイスを用いることで, 電力消費の少ないグリーンなLSIチップ(携帯電話やPCで情報処理を担う半導体集積回路)の実現が期待される。

(542字)

## 研究概要

研究課題名: Membranome に基づく革新的バイオテクノロジーの創成

研究者氏名: 馬越 大

所属機関: 国立大学法人 大阪大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(550 字)

タイトル行除く

## 研究概要

研究課題名: サステナブル化学合成を担うイオン性非金属触媒の設計と機能創出

研究者氏名: 大井 貴史

所属機関: 国立大学法人名古屋大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(496 字)

## 研究概要

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

研究者氏名: 大島 研郎

所属機関: 東京大学

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。

(523字)



## 研究概要

研究課題名: 極限環境に適応した深海微生物生存戦略のグリーンバイオケミストリーへの展開

研究者氏名: 大田ゆかり

所属機関: 独立行政法人海洋研究開発機構

研究概要:

### (1) 研究の背景

リグニンは木材や稲ワラなどに多量に含まれる地上最大級のバイオマスである。その基本構造は石油成分の構造との共通性が高く、プラスチックなどの化成品のほとんどがリグニンから作り出せる可能性がある。リグニンの有効利用技術の開発は、石油資源に頼らない社会の構築に不可欠である。

### (2) 研究の目標

リグニンを自在に作り替える機能を持つタンパク質（リグニン変換酵素）を深海微生物から新たに探し出す。これらを組み合わせて活用し、リグニンを原料とする高機能プラスチックを創生する。

### (3) 研究の特色

生物にとって、深海域は栄養源がわずかしかない極限環境であり、地表や浅海で他の生物に利用されずに海底へと沈むリグニンなどの難分解性物質を如何に効率良く利用するかが生存戦略の鍵となる。本研究では、しんかい6500などの深海調査船で取得した泥・沈降物を対象として、自ら開発した「遺伝子機能探索手法」を駆使する。このオリジナル手法により、新しいリグニン変換酵素遺伝子の発見が可能となる。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

私たちの生活に欠かせないプラスチックを非食用の植物原料から、エネルギー効率の高いバイオの力で作ることが可能になり、地球に優しい物質変換反応（グリーンバイオケミストリー）が普及する。

(500字)

## 研究概要

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

研究者氏名： 大塚 英幸

所属機関： 国立大学法人九州大学

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。

(500 字)

## 研究概要

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

研究者氏名:大西 康夫

所属機関:東京大学

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。

(500字)

## 研究概要

研究課題名： 低炭素社会実現に向けた再生可能エネルギーの経済的導入法の定量的考察

研究者氏名： 大橋 弘

所属機関： 東京大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

太陽光発電を初めとする再生可能エネルギーの普及促進への様々な支援策が、わが国を始め欧米・中国などで積極的に繰り広げられている。こうした支援策には国民負担を抑えつつ最大限の効果を挙げることが求められているが、費用対効果を勘案して政策体系のあり方を理論的・実証的な観点から評価する手法が世界的にも確立されていない現状にある。

### (2) 研究の目標

再生可能エネルギーについての導入および普及メカニズムを経済学的に解明し、更にその普及が生み出す経済的・社会的価値を評価することにより、国民負担の観点から再生可能エネルギーの普及を後押しする上で経済的に望ましい政策体系のあり方について理論的・実証的な観点から分析を試みる。

### (3) 研究の特色

わが国が目指す低炭素社会の実現に向けて、どれだけの国民負担を求めるべきなのか、そしてそうした国民負担の上に立った再生可能エネルギーの普及は社会的な観点から見て費用対効果に見合うものなのか、国民経済的な観点から事前的・事後的に政策効果をチェックすることが従来にもまして重要となっている。世界的にも知見が乏しいこうした政策の評価手法の確立を図る。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

とりわけ財政赤字と累積債務に悩む先進国では、費用対効果を考慮した政策スキームのあり方を考えることが、温暖化対策の分野を超えて切実な課題となっている。本研究の成果は、単に再生可能エネルギーにかかる政策議論の枠を超えて、費用対効果の観点から望ましい政策体系のあり方を考える上での基本的な視座を提供するものと考えられる。

( 623 字 )

## 研究概要

研究課題名: 多金属反応場での二酸化炭素をC1炭素源とする物質エネルギー創成化学

研究者氏名: 岡崎 雅明

所属機関: 国立大学法人弘前大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

資源枯渇, 地球温暖化問題に関連して, 化石燃料に頼らない持続可能な社会システムの構築が必要である。地球温暖化の原因物質とされる二酸化炭素を, 新たなエネルギーを消費することなく資源化できれば, エネルギー問題と地球温暖化を同時に解決する糸口を提供できる。

### (2) 研究の目標

植物の光合成により生成する糖類は, 人類が資源として利用しにくい。本研究では, 金属を適切に集積化した触媒を用いることで, 大気中の二酸化炭素の資源化, つまりメタンあるいは炭素鎖が伸長した炭化水素への変換を目指す。

### (3) 研究の特色

本研究の特色は, 鉄を適切に配置した集積体を触媒として用いる点にある。鉄集積体は複数の電子を貯蔵でき, 相互作用する有機分子に応じて, その電子状態と構造を自由に変換できる。これらの特性により, 大気中からの二酸化炭素の効率的捕集, 多電子還元, 炭素鎖の伸長を達成する。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

天然資源の乏しい我が国では, 入手が容易な元素を用いて, 触媒をつくる必要がある。しかし, 毒性が低く最もありふれた金属である鉄は活性が低く, 実用的な触媒としては用いられていない。本研究の鉄集積化法により, 様々な反応に適用可能で活性の高い鉄触媒の創製が可能となり, 基礎, 応用両面から波及効果は大きい。

(505字)

## 研究概要

研究課題名： レアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発

研究者氏名： 岡部 徹

所属機関： 東京大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

現代のハイテク産業や省エネルギー（・グリーン）産業はレアメタルなしには成立し得ない。我が国は多量のレアメタルを使って世界最高性能を誇るハイテク・省エネ製品を世界に供給してきた。しかしながら、国内のレアメタル鉱物資源はほとんどなく、その多くはごく限られた国に偏在する。レアメタルの継続的かつ安定的な入手は、我が国の産業競争力や安全保障にとって極めて重要となっている。

### (2) 研究の目標

本研究では、レアメタルの環境調和型の新リサイクル技術を開発し、さらに、レアメタルの循環利用を基軸とする材料科学の推進を目指す。当該分野の若手人材の育成も行い、世界をリードするレアメタル研究の国際的な最先端研究拠点を築き上げる。

### (3) 研究の特色

ハイテク製品中に含まれるレアメタルの中には、無害化処理にコストがかかり、廃棄すると環境を破壊するものも多い。本研究では、レアメタルを抽出して循環利用する環境調和型の新プロセス技術を開発し、レアメタルのリサイクルによるグリーン・イノベーションを推進する。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

「産業のビタミン」と呼ばれハイテク・省エネ製品には欠かすことのできないレアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発を通じて、世界に通用する研究者や技術者を育成する。さらに、今も世界のトップランナーであるレアメタルのプロセス技術の研究分野を一層発展させ、世界に先駆けて高度な「資源循環技術立国」の実現を目指す。

(574字)

## 研究概要

研究課題名:電流誘起スピンドYNAMIXを利用した省エネルギー次世代デバイスの開発

研究者氏名:小野 輝男

所属機関:国立大学法人京都大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

コンピューターをはじめとする情報処理装置や情報蓄積装置は、その演算過程や情報保持に莫大なエネルギーを費やしている。これらの装置の飛躍的な低消費電力化・高速化は、省エネルギーの観点から重要な課題となっている。特に高速半導体メモリーであるRAMは情報保持のために電力が必要でありコンピューター等が動いてないときでも電力を消費する問題がある。

### (2) 研究の目標

これまでのRAM等の主記憶装置と比較して省電力である「磁気コアメモリー」、ハードディスクやフラッシュメモリー等と比較して高速・省電力かつ大容量・廉価である「レーストラックメモリー」、これら2つの省エネルギー次世代デバイスの開発を目標とする。

### (3) 研究の特色

従来、磁石の向きは磁場によって制御されてきた。本研究の特色は、磁石そのものに電流を流し、磁石と電流の量子力学的相互作用を利用して磁石の向きを変える点である。これにより、飛躍的な低消費電力化が可能となる。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究で動作実証を目指すデバイスは従来の半導体技術と調和性が高く、半導体エレクトロニクス連続的な高機能化が期待される。また新規デバイスによる市場開拓による経済効果が期待されることも大きな波及効果と考えられる。

(494字)

## 研究概要

研究課題名： 水素化物に隠された物性と機能性  
- 水素の存在状態の根源的探求からエネルギーデバイス実証へ

研究者氏名： 折茂 慎一  
所属機関： 国立大学法人東北大学

### 研究概要：

#### (1) 研究の背景

燃料電池や二次電池、超伝導などの再生可能エネルギーに関連する革新的材料の研究開発を加速するために、水素を含む材料（以下、「水素化物」という）についての新たな科学的知見の獲得が強く望まれています。

#### (2) 研究の目標

水素化物中での水素の存在状態などの根源的探究を進めることで、「水素を貯める」や「イオンを動かす」などの性質を高めた新しい水素化物を合成するとともにエネルギーデバイスとしての有効性を実証します。

#### (3) 研究の特色

最も基本的な元素である水素やそれを含む水素化物には、まだ多くの隠された性質があります。わたしが世界に先駆けて提唱している“水素ダイアグラム（水素の地図）”を用いることで、「たくさんの水素を安全に貯める性質」、「水素やリチウムなどのイオンを速く動かす性質」、「高い温度で超伝導になる性質」などの、グリーン・イノベーションにとって不可欠な水素化物についての新たな科学的知見が獲得できます。

#### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

燃料電池や二次電池、超伝導などの応用分野での水素化物の研究開発が進むことで、環境対応車の社会普及、次世代蓄電・送電システムの技術革新、さらにはエネルギー・環境関連産業での材料開発競争力の強化と新たなシーズや雇用の創出、などが期待できます。

(504字)



## 研究概要

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

研究者氏名: 笠井康子

所属機関: 独立行政法人 情報通信研究機構

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。

(546字)

## 研究概要

研究課題名: 植物由来モノマー群の精密重合による新規バイオベースポリマーの構築

研究者氏名: 上垣外正己

所属機関: 国立大学法人名古屋大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(543 字)

## 研究概要

研究課題名： 高速省電力フレキシブル情報端末を実現する酸化物半導体の低温成長と構造制御法の確立

研究者氏名： 神谷利夫

所属機関： 国立大学法人東京工業大学

### 研究概要：

#### (1) 研究の背景

アモルファス酸化物半導体(AOS)は私たちが開発した純国産の新半導体であり、将来の携帯情報端末に不可欠な材料である。高性能化・低温形成・省電力化を進めることにより(4)に述べるような新技術を生み出せると期待される。

#### (2) 研究の目標

AOS 薄膜の作製過程を原子層レベルで解析・制御することで高性能化・高速化を図るとともに、性能を落とさずに作製温度を下げ、150 以下で高性能フレキシブルデバイスを作る。また、微細化により、現在のアモルファス Si の 30 倍以上の性能、3 V 以下の低電圧、1 GHz 以上の高速動作を達成する。

#### (3) 研究の特色

AOS は「酸化物」であり、今まで使われてきた Si とは全く異なる材料である。そのため、技術的な開発は急速に進んだが、酸化物に適した技術開発がされていない。本研究では、AOS の開発者であり、かつ、酸化物の専門家である提案者が、AOS の特徴を活かした高性能化・低温化・省電力化技術を開発することに特徴がある。

#### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

高性能な AOS 電子回路をディスプレイなどに集積化し、かつ、フレキシブル基板上へ作製することが期待できる。これらの技術により、「持ち運ぶときは文庫本サイズ」「広げたら iPad サイズ」で、「落としても壊れない」「数日間充電不要」な省電力で人にやさしい情報端末が実現できる。

( 535 字 )

## 研究概要

研究課題名:酸化還元系制御細菌による海洋バイオマスからの実用的エタノール生産

研究者氏名:河井 重幸

所属機関:国立大学法人京都大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

化石燃料(石油や石炭)は温暖化ガス排出の元凶である。また、近い将来に枯渇する。このため、ブラジルや米国は、「畑のバイオマス」(サトウキビやトウモロコシ)からの代替燃料(エタノール)の生産に力を入れているが、狭い日本では、これは殆ど不可能である。「山のバイオマス」(木材など)や雑草の利用も同様である。一方で、四方を海で囲まれた日本では、膨大な「海洋バイオマス」(褐藻類[ホンダワラやコンブなど])の供給が可能である。

### (2) 研究の目標

ポリウロン酸(海洋バイオマスの主成分)を食べる高度な機能を有するスフィンゴモナス属細菌 A1 株を用いて、海洋バイオマスからエタノールを生産する技術の実用化を目指す。

### (3) 研究の特色

エタノール生産過程では、電子を奪う(酸化)または与える(還元)反応が必要である。本研究では特にこれらの反応を制御し、細菌 A1 株のエタノール生産能力を強化する。細菌 A1 株を用いる本法は、ポリウロン酸から有用物質を生産する世界で唯一の最先端技術である。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

日本の海洋資源の有効活用(エタノールや他の有用物質の生産)、その促進、沿岸地域の経済活性化や雇用の創出が期待できる。温暖化ガス排出量が削減され、化石燃料枯渇の心配もなくなる。

(500字)

## 研究概要

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

研究者氏名: 川合 真紀

所属機関: 国立大学法人埼玉大学

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。

(555 字)

## 研究概要

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

研究者氏名：河野 行雄

所属機関：独立行政法人理化学研究所

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

従来の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。

( 540 字 )

## 研究概要

研究課題名: プラズマプレーPVD をコアとする次世代Liイオン電池Si系ナノ複合負極開発

研究者氏名: 神原 淳

所属機関: 東京大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

スマートグリッドを始めとする次世代社会基盤の中核を担う技術とされるLiイオン電池には、現行電池の更に1桁以上高い電池容量が求められる。電池電極にナノ複合材料を利用することで実現に近づくと期待されるが、産業展開上、これらナノ複合電極を産業移転が容易な技術にて実現することが重要となる。

### (2) 研究の目標

Liイオン電池の高電池容量化と高電池充放電サイクル化を両立しうる、Siナノ複合粉末負極材料の開発を目標と定める。また、用いるプラズマ中の高温ガス共凝縮過程と粒子成長機構の解明を通じて、ナノ粒子製造とナノマイクロ複合構造化を同時に実現するプラズマプロセスを提案する。

### (3) 研究の特色

高スループット技術でありながら、プロセス変数が多く様々なナノ粒子複合化が可能である。また、冶金級金属Si(純度99%前後で1\$/kg程度の廉価原料)の利用が可能であり、低コスト化が期待できる。更に、重工業分野での基盤技術を基礎としており、プロセスの産業移転が容易である。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

次の負極材料とされるSiOを用いたLiイオン電池の初期効率向上と高容量化の課題を解決する。また、当該プラズマ技術が適用対象ではなかった太陽電池を始めとする電子材料分野での、ナノ粒子製造技術やSi高純度化技術として、新デバイス・材料開発に寄与するものと期待される。

(539字)

## 研究概要

研究課題名: オイル中の有害物質を効率的に完全除去・回収できる革新的植物性吸着剤の開発

研究者氏名: 木田敏之

所属機関: 国立大学法人大阪大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

絶縁油中に混入したポリ塩化ビフェニル(PCB)や食用油中に含まれるトランス脂肪酸など、オイル中に混入した有害物質の除去は、安全・安心で持続可能な社会を実現するために、我が国のみならず世界規模で早急に解決すべき課題である。しかし、有効な技術は未だ開発されていない。

### (2) 研究の目標

本研究では、オイル中に混入した PCB やトランス脂肪酸などの人体に有害な物質を効率的に完全除去・回収できる革新的な植物性吸着剤の開発を行う。

### (3) 研究の特色

申請者は最近、オイル中に混入した PCB を効果的に除去できる植物性吸着剤の開発に世界で初めて成功した。本研究は、この革新的技術をもとに、これまで不可能とされてきた汚染オイル中からの有害物質の完全除去・回収を実現できる吸着剤の設計と開発を目的とするものである。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

本研究で開発される吸着剤をカラム(筒)の中に充填し、その中を有害物質で汚染されたオイルが通るシステムを組むことで、オイル中の有害物質を安全かつ効率的に完全除去・回収することが可能となり、我が国で大量に保管されている PCB 汚染絶縁油の大幅な削減ならびに安全な食用油の供給が実現できる。本技術はまた、オイルにとどまらず水や大気などの環境汚染問題の解決にも貢献できると考える。

(513 字)



## 研究概要

研究課題名： 高品質バイオ燃料と高機能生理活性物質を同時製造可能な環境配慮型反応分離技術の開発

研究者氏名： 北川 尚美

所属機関： 国立大学法人東北大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

豊富な廃棄物系バイオマスとして食用油製造工程で排出する脂肪酸油（米糠 212 万、パーム 1200 万トン/年）がある。この油には軽油代替燃料バイオディーゼルの原料となる脂肪酸と健康保持の薬理活性を持つスーパービタミン E が含まれている。しかし、既存技術ではこれらの有効成分を利用できず大半が焼却されている。

### (2) 研究の目標

化学品製造プロセス構築のための学問、反応プロセス工学を活かし、廃棄油を原料として高品質バイオ燃料と健康機能物質の同時製造技術を開発する。原料の前処理や生成物の精製処理を付随させないことで余分なエネルギー消費や廃棄物排出を防ぎ徹底的な環境配慮型技術とする。

### (3) 研究の特色

耐久性が高く継続利用できるイオン交換樹脂粒子に触媒と分離剤の 2 つの機能を発現させることで初めて原料中の油成分の燃料化と不純物成分の除去分離が同時に達成でき、前処理や精製処理が不要となる。本粒子が低濃度のスーパービタミン E を選択的に吸着できる機能も見出しており、その同時製造も可能となる。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

現行燃料製造法の問題点（原料油の制約や不純物による品質低下）を全て解消できるため、その代替となって普及を飛躍的に促進させ循環型社会構築に貢献する。かつ、現在高価で利用困難な健康機能物質を安価に同時製造できるため商品化を促進させ国民の健康増進に貢献する。

( 545 字 )

## 研究概要

研究課題名: 遺伝子発現の季節解析にもとづく植物気候応答の機能解明と予測技術開発

研究者氏名: 工藤 洋

所属機関: 国立大学法人京都大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

植物が花を咲かせて実を稔らせる年間スケジュールを植物季節という。地球温暖化とともに世界各地で植物季節の乱れが報告され、農業生産の低下や生態系の崩壊が懸念される。これに対処するには、植物季節を予測・制御する技術の高度化が急務である。

### (2) 研究の目標

遺伝子の働きを測る最先端技術と野外研究とを組み合わせることで、複雑な環境変化のもとで植物季節が巧みに調節されている仕組みを明らかにする。それにより、地球環境変化後の植物季節を予測する技術を確立する。

### (3) 研究の特色

野外に生育する植物の遺伝子の働きを、通年測定する。これまで、遺伝子の研究は主に実験室内で行われ、野外研究は進んでいない。遺伝子の機能を野外の複雑な環境下で研究することが、地球環境の変化への応答を予測するためには必須である。遺伝子の働きを指標とすることで、開花などにさきがけて起こる植物体内の変化をつかみ、より正確な予測につなげることができる。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

植物の反応を通じて地球環境を観測し、温暖化を監視する技術として利用できる。また、植物季節にかかわる全ての現象の将来予測に適用が可能である。それは、農産物の収穫量・病虫害発生予測から桜の開花予想に至るまで広い範囲の現象が対象となる。

(500字)

## 研究概要

研究課題名： 第一原理分子動力学法に基づくマルチフィジックスシミュレータの開発と  
低炭素化機械システムの設計

研究者氏名： 久保 百司

所属機関： 国立大学法人東北大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

多様なエネルギーシステム・デバイスにおいて、CO<sub>2</sub>の排出量を低減する低炭素化技術の開発が世界的に急務となっている。その実現には、機械システムにおいても、化学反応と摩擦、衝撃、応力、流体、電位、伝熱などが複雑に絡み合った現象を電子・原子レベルで理解することが必須である。しかし、それを可能とするシミュレーション手法は世界的にも開発されていない。

### (2) 研究の目標

化学反応と摩擦、衝撃、応力、流体、電位、伝熱が複雑に絡み合った現象を電子・原子レベルで明らかにすることが可能なシミュレータを世界に先駆けて開発し、CO<sub>2</sub>排出量の低減を可能とする自動車エンジン、原子力発電、燃料電池、ディスプレイの理論設計を実現する。

### (3) 研究の特色

独自に考案した電子・原子レベルのシミュレーション手法を発展させることで、これまでは不可能であった化学反応と摩擦、衝撃、応力、流体、電位、伝熱が複雑に絡み合った現象を明らかにし、その知見に基づき高精度かつ迅速に低炭素化機械システムの設計を実現する。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

低摩擦エンジンを実現した自動車、長期信頼性を有する原子力発電、エネルギー効率が  
高い燃料電池、低消費電力を実現するディスプレイなどの開発、実用化が期待できる。

( 496 字 )

## 研究概要

研究課題名: 水から水素発生するラン藻モデル細胞創成に必要な光合成レドックス代謝ネットワークの完全理解

研究者氏名: 栗栖 源嗣

所属機関: 国立大学法人大阪大学

### 研究概要:

#### (1) 研究の背景

エネルギー需要の増加にともない、化石燃料に代わる次世代エネルギー源として太陽光の利用が注目されています。光合成生物を利用して太陽光で水素ガスを生産しようとした場合、細胞内の蛋白質を目的に合わせて人工設計する必要が生じます。しかし、生体内では複数の蛋白質が協調して働いているため、細胞の中の化学反応を自在に操れるレベルにまで基本原理の理解が進んでいません。

#### (2) 研究の目標

ラン藻細胞がもつ蛋白質のうち、光を化学エネルギーに変換している膜蛋白質複合体、重要アミノ酸であるグルタミン酸をつくる酵素、そして水素を発生する酵素、の三つの蛋白質に焦点を絞って、電子伝達複合体の状態（反応中の様子に近い状態）で立体構造を解析します。これらを基に、温泉に生息する好熱性ラン藻をつかったバイオ水素生産プロジェクトに貴重な基礎データを提供します。

#### (3) 研究の特色

これまでに膨大な遺伝情報が蓄積されていますが、遺伝子産物である蛋白質の相互作用となると途端に統一的理解から程遠くなります。本研究では、より複雑な生体機能の理解へと蛋白質の構造研究をシフトする点に特色があります。

#### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

ドイツのグループと共同で、水素発生酵素の改良と水素ガス生産に適したモデル細胞の設計に本研究が応用されます。将来的に、水から水素を生産するラン藻モデル細胞を創ることが期待されます。

( 5 4 9 字 )

## 研究概要

研究課題名： ホログラフィックに制御された光ポテンシャルによる大規模2次元量子計算機の実現

研究者氏名： 上妻 幹男

所属機関： 国立大学法人東京工業大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

新材料を実際に作らずとも、その性質を詳らかにできるならば、時間・コスト・エネルギー、全てに亘って利点となる。しかし物質の性質は量子力学という不可思議な法則に支配されており、0と1だけで処理をする通常の計算機でこのようなシミュレーションは出来ない。それを可能にする量子計算機が提案されているが、その実現は見通しがたっていない。

### (2) 研究の目標

量子計算機を実現するには、量子ビットとよばれる特別な情報記憶素子が必要となる。これまで実現されてきたのは「数個の量子ビットを使った計算」であったが、ここでは単なるデモンストレーションではなく、実益をもたらすレベルである「100量子ビットを用いた計算」を実現する。

### (3) 研究の特色

電子は磁石として働き、その磁石は量子ビットとして機能する。だが地球磁場等の影響で磁石の向きが乱れると、計算は遂行出来ない。しかし核がもつ磁石は、電子の千分の1以下しかなく乱れにくい。原子一つ一つをレーザーの力で制御し、核由来の量子ビットを整然と並べ、量子計算を実現する。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

物質の性質は、構造、力によって特徴づけられる。それらを自由に制御できる系があれば、物を作らずとも新規材料の性質を詳らかにできる。未解明な磁性現象、超伝導等の物理を解明する強力な道具にもなる。スーパーコンピューターでも処理できない問題を瞬時にといてしまうことも可能となる。

(563字)

## 研究概要

研究課題名: 高温太陽集熱による水熱分解ソーラー水素製造システムの開発

研究者氏名: 児玉 竜也

所属機関: 国立大学法人新潟大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

太陽日射の豊富なサンベルト地域（米南西部，豪州，地中海沿岸，中東等）では次世代技術として，大型太陽集光システムによって得られる 1000 以上の高温太陽熱で直接，水を熱分解して水素を製造する反応システムの開発が期待されている。

### (2) 研究の目標

研究代表者の開発した新しいソーラー水熱分解反応器の原理を日本企業が開発した高温集光システムと結びつけた高効率の水熱分解ソーラー水素製造システムの原型を開発し，その実証試験を行なう。

### (3) 研究の特色

これまで二段階反応で別々のプロセスで行われてきた水熱分解反応を反応器内で同時に行うことができ，さらに反応表面積の大きい微粒子触媒が反応体として機能する新しいソーラー反応器の原理を用いることで，反応の高速化と反応器のエネルギー高効率化が可能になる。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

経済的で大量のCO<sub>2</sub>フリー水素がサンベルト地域で生産できる太陽熱水素製造の実用化が期待できる。サンベルト地域をほとんど持たない日本にとっては，海外のサンベルト地域で太陽エネルギーを水素等の燃料に転換して日本へタンカー輸送する方法に応用が期待される。

( 495 字 )

## 研究概要

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

研究者氏名: 児玉 大輔

所属機関: 日本大学

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。

(498字)

## 研究概要

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

研究者氏名: 木庭啓介

所属機関: 国立大学法人東京農工大学

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。

( 5 3 2 字 )



## 研究概要

研究課題名: 固体素子における非平衡多体系のダイナミクス

研究者氏名: 小林 研介

所属機関: 国立大学法人京都大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(487 字)

## 研究概要

研究課題名: f 電子系有機分子の物質科学

研究者氏名: 小林由佳

所属機関: 独立行政法人物質・材料研究機構

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。

( 500 字 )

## 研究概要

研究課題名: サステイ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

研究者氏名: 駒場慎一

所属機関: 東京理科大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

サステイ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。

(474字)

## 研究概要

研究課題名: 植物・微生物・昆虫三者間相互反応解析によるイネ新規抵抗性機構の解明

研究者氏名: 五味 剣二

所属機関: 国立大学法人香川大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

イネは日本をはじめ世界的に重要な作物であり、病原体によるイネの病気を防ぐ研究は、日本のみならず世界的に見ても将来の食糧確保のために非常に重要な研究である。しかしながら、イネの病原体に抵抗する遺伝子レベルでのメカニズムは未解明の部分が多い。

### (2) 研究の目標

イネの養分を吸う昆虫であるセジロウンカの短時間の攻撃によって、イネが病気に対して強くなるという、植物・病原体・昆虫の三者間の相互反応時に誘導される抵抗性メカニズムの解析を行うことによって、新規のイネ病害抵抗性メカニズムを遺伝子レベルで明らかにする。

### (3) 研究の特色

三者間相互反応研究からイネの病害抵抗性メカニズムを解明する事自体が独創的である。また、本研究関連分野が学術的、応用的に重要なものであると国際的にも認識され、高いレベルのもとで研究が進んでいるが、イネを用いた遺伝子レベルでの解析を進めているのは、国内外を通じてほとんどない。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

今後の世界的な人口増加と食糧事情を考えると、遺伝子組換え技術等を用いた育種は、高機能作物の開発という面で必要不可欠になってくると思われる。特にイネはアジア諸国の主食となっているので、本研究成果によって発見された重要な遺伝子が、今後の食糧増産技術開発の際に活用される可能性がある。

( 5 1 8 字 )

## 研究概要

研究課題名: スピンによる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開発研究

研究者氏名: 齋藤 明子

所属機関: 株式会社東芝研究開発センター

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。

(633字)

## 研究概要

研究課題名: 低コストで簡便なナノSi白色発光デバイスと高効率ナノSi太陽電池作製法の確立

研究者氏名: 齋藤 健一

所属機関: 国立大学法人広島大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

( 555 字 )

## 研究概要

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

研究者氏名： 齋藤 秀和

所属機関： 独立行政法人産業技術総合研究所

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 CO<sub>2</sub> 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。

( 478 字 )

## 研究概要

研究課題名: アジア高山域における山岳氷河変動が水資源に与える影響の評価

研究者氏名: 坂井亜規子

所属機関: 国立大学法人名古屋大学

研究概要:

### (1) 研究の背景

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

### (2) 研究の目標

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

### (3) 研究の特色

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

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

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

(514字)



## 研究概要

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

研究者氏名: 坂巻 隆史

所属機関: 国立大学法人琉球大学

### 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。

( 527 字 )

## 研究概要

研究課題名： ジオミメティクスによる環境材料の創成

研究者氏名： 笹木 圭子

所属機関： 国立大学法人 九州大学

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。

(502字)

## 研究概要

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

研究者氏名: 佐山 和弘

所属機関: 独立行政法人産業技術総合研究所

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。

(490字)

## 研究概要

研究課題名： 植物におけるエピゲノムを介した優劣性発現制御機構の解明

研究者氏名： 柴 博史

所属機関： 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学

研究概要：

### (1) 研究の背景

有性生殖によって生み出される子孫は、両親の持つ性質のいずれか一方のみを受け継ぐ場合が多く知られている。メンデルの「優性の法則」として知られる遺伝現象であるが、そのメカニズムは不明な点が多い。最近我々は、植物の受粉に関わる因子の研究を通じて、ゲノム塩基配列の変化を伴うことなく形質変異が生じることで優劣性を決定するという新しい優劣性決定機構を世界に先駆けて明らかにした。

### (2) 研究の目標

本研究では、最新の全ゲノム解析技術を駆使して、植物におけるゲノム塩基配列の変化を伴わない優劣性発現制御の実態を明らかにするとともに、その分子機構解明を目指す。そしてこれらの解析で明らかとなる情報を基に、優劣性発現を人為的に改変する手法を開発し、有用ハイブリッド作物育種の可能性を提示する。

### (3) 研究の特色

本研究は、劣性形質が DNA 配列の変異による機能欠損に起因するという従来の概念に新たな概念を提唱したものとなっており、斬新かつ独創的である。得られた成果は、ヒトを含む全ての生物で見られる優劣性発現の分子機構解明につながる事が期待される。また遺伝子組換えを使わない新しい育種法の確立にもつながる事が期待されるなど、研究・育種分野への波及効果の面からも優れている。

### (4) 将来的に期待される効果や応用分野

雑種強勢は、異なる種間や系統で交配を行った時に、その子孫が両親のいずれと比較しても優れた遺伝的形質を現している遺伝的現象を指し、家畜や農作物の優良品種作出に広く利用されている。本研究成果によって雑種強勢の制御が出来れば、有用ハイブリッド作物の作出による生産機能向上やバイオマス改良につながる事が期待されるなど、グリーンイノベーションの推進に多いに貢献すると考えている。

(691 字)