

研究領域「新たな生産プロセス構築のための電子やイオン等の能動的制御による革新的反応技術の創出」中間評価（課題評価）結果

1. 研究領域の概要

本研究領域は、電気や光等の古典的な熱エネルギー以外のエネルギーを積極的に利用した革新的反応技術を創出することを目的とします。すなわち、電気化学、光化学、触媒化学、合成化学、材料科学、理論・計算、計測等に立脚して化学反応場における電子やイオンの能動的制御を探索し、物質合成・生産に資する革新的反応技術を創出します。

具体的には、(1) 理論・計算と計測の連携による反応機構解明およびそれに基づいた革新的反応の設計、(2) 革新的反応を可能にするための新材料の創製、(3) 新材料や新技術を活用し、電気や光等、単独のエネルギーを用いた革新的反応プロセスの構築、(4) 複数のエネルギーを組み合わせた革新的反応プロセスの合理的設計および構築、等の研究開発に取り組みます。反応原理の解明とともに電子やイオンの能動的制御法の開発や、それらに基づいた電気や光等を利用する新規合成反応の開拓を推進し、持続可能な社会の実現に向けた革新的反応技術を生み出すとともに、この分野のさらなる発展を担う研究者を輩出することを目指します。

2. 中間評価の概要

2-1. 評価の目的、方法、評価項目及び基準

戦略的創造研究推進事業・CRESTにおける中間評価の目的、方法、評価項目及び基準に沿って実施した。

2-2. 評価対象研究代表者及び研究課題

2019年度採択研究課題

- (1) 伊藤 肇（北海道大学大学院工学研究院 教授）
レドックスメカノケミストリーによる固体有機合成化学
- (2) 千葉 一裕（東京農工大学 学長）
電子移動制御による連続脱水縮合反応
- (3) 野崎 智洋（東京工業大学工学院 教授）
非平衡プラズマを基盤とした電子駆動触媒反応の創成
- (4) 依光 英樹（京都大学大学院理学研究科 教授）
不飽和結合への電子注入に基づく高度官能基化法の創出

2-3. 中間評価会の実施時期

2022年6月18日（土曜日）、7月15日（金曜日）

2-4. 評価者

研究総括

柳 日馨 大阪公立大学研究推進機構 特任教授／台湾国立陽明交通大学
講座教授

領域アドバイザー

江口 久雄 東ソー・ファインケム（株） 代表取締役社長
川田 達也 東北大学大学院環境科学研究科 教授
近藤 寛 慶應義塾大学理工学部 教授

関根 泰	早稲田大学理工学術院 教授
滝澤 博胤	東北大学 理事・副学長（教育・学生支援担当）
堂免 一成	東京大学 特別教授／信州大学先鋭材料研究所 特別特任教授
富岡 清	関西大学 客員教授／京都大学 名誉教授
西田 まゆみ	（株）ウェストコーナー 代表取締役社長
西原 寛	東京理科大学 研究推進機構 教授
長谷川 龍一	三菱ケミカル（株）分析物性研究所長 フェロー
山川 一義	東京大学大学院理学系研究科 特任研究員
四橋 聡史	パナソニックホールディングス（株）テクノロジー本部 シニアリ サーチャー

外部評価者

該当なし

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： レドックスメカノケミストリーによる固体有機合成化学
2. 研究代表者： 伊藤 肇（北海道大学大学院工学研究院 教授）
3. 中間評価結果

斬新なレドックスメカノケミストリーにより、有機溶媒を用いない固体有機合成化学を展開し、固体クロスカップリング反応や不溶性物質の有機合成反応などの傑出した研究成果を上げており、計画以上に研究を進展させている。特に、外力と圧電材料によるホウ素化反応、ボールミルによる固体基質のクロスカップリング反応や無溶媒型グリニヤール反応など、これまでの有機合成法では成し得なかった先駆的な研究を進めている。これらの研究成果はいずれもサーキュレーションの高い国際誌に報告され、国内外で高い注目を集めている。本研究のグリニヤール反応などの有機金属反応は、この分野のルネッサンスともいえるべく、重要なプレイヤーになる。研究後半では、本領域が求める効率的エネルギー付与の観点からも学理構築を展開するとともに、その学理に基づいた新たな反応開拓を発展的に継続させてほしい。

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 電子移動制御による連続脱水縮合反応
2. 研究代表者： 千葉 一裕（東京農工大学 学長）
3. 中間評価結果

逆ミセルを駆動力とし電子移動を脱水に生かすペプチド合成技術は、電極反応を活用したペプチド液相合成法として、医薬品の基礎材料合成としての社会実装が近いところまで到達している。当初の研究計画を上回る進捗である。これらの研究成果は、インパクトの高い学術誌に継続して発表されており、本研究は応用性と汎用性において大きく注目されている。一方で、ホスフィンオキサイドの還元反応のリサイクル技術は進捗が遅れている。トリフェニルアンチモンの触媒効果が見出されているので、この効果を追究したレドックス系のリサイクル技術を検討してほしい。これまでの活動の中で、チーム内の研究融合により各々のグループで新しい研究成果が創出されている。研究後半も各グループが連携して研究成果の統合を進めてほしい。また、本研究課題における成果と課題を整理しつつ、今後チームとして目指すべく非固相型ペプチド合成の新学理を明確化してほしい。

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 非平衡プラズマを基盤とした電子駆動触媒反応の創成
2. 研究代表者： 野崎 智洋（東京工業大学工学院 教授）
3. 中間評価結果

プラズマ反応場を利用する触媒反応は、二酸化炭素の振動励起やメタネーションなどで反応促進効果を確認しており、確実に研究が進展している。特に、独自に開発した *in situ* XAFS 計測による反応機構解明や流動床プラズマリアクターは工学的な新規性も評価に値する。一方で、研究のターゲットとした二酸化炭素や窒素の固定化は、社会実装においてエネルギー効率や経済性などの高い要求がある。本研究のプラズマ反応場で実現する反応温度の低温化の強みを活かすべく、他の高付加価値の有用物質合成に取り組んでほしい。また、本研究のインパクトを内外に示すべく、すべての論文発表をサーキュレーションの高い国際誌で行うようにしてほしい。研究後半では、小分子の物質変換の範囲に留まらず、本研究のプラズマ反応場を活かした有機合成反応の開発にも注力してほしい。他チームとの共同研究も視野に入れたプラズマ反応化学の幅広い応用への挑戦に期待する。

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 不飽和結合への電子注入に基づく高度官能基化法の創出

2. 研究代表者： 依光 英樹（京都大学大学院理学研究科 教授）

3. 中間評価結果

極微細化したナトリウムディスパーションを用いる電子注入法は、既知の方法では合成が不可能な構造の有機化合物の物質変換を可能にした。これらの研究成果は、不安定カルバニオン種の制御の官能基化法など有機合成化学において新たなポテンシャルを創出している。また、研究成果はサーキュレーションの高い国際誌に発表しており、学術的な波及効果も大きい。一方で、電解法や電子触媒法の開発やフラーレンの官能基化は進捗が遅れている。本研究の官能基化の反応原理を追究して、電子の能動的制御をなす反応技術の構築を目指してほしい。また、電解法に限らず、電子の触媒反応化につなげる道筋も描いてほしい。研究後半では、本研究の反応原理の合成法以外では物質変換ができない機能性化合物の合成法の開発を進めてほしい。アルカリ金属のディスパーションを用いることで切り拓かれた本研究の電子移動の合成化学をさらなる高みに発展させることに期待する。