

**エネルギーに関わる
先端技術を分野融合、
国際協働で開発します**

Integrated research for energy and environment advanced technology.

センター長 宮崎 康次

研究概要 ①

背景・社会的重要性・緊急性

近年、深刻さを増している地球温暖化はエネルギー問題と直結しており、エネルギー変換技術に関わる研究の社会的重要性、緊急性は世界的にも益々高まっている。とりわけ電気エネルギーが生活と切り離せない現代社会において、発電技術の開拓は科学技術に求められている重要課題と言える。現在、火力発電をはじめとして、熱エネルギーを力学的エネルギーとし電気エネルギーへ変換する技術が主流である。これに対し、太陽電池に見られるように光エネルギーから電気エネルギーを半導体により直接変換する技術が実用化され、再生可能エネルギー利用が現実味を帯びている。様々な分野で光－熱－物質－電気エネルギーを効率よく直接変換する研究開発競争が世界中で激しさを増しており、研究の中心が「もの」から「エネルギー」創りへシフトしている。単独の研究グループ、学術分野だけでは大きな成果を得ることが難しく、センター化して学際的にエネルギー変換に関わる研究を推進する必要性に迫られている。

学術的な特徴や独創的な点

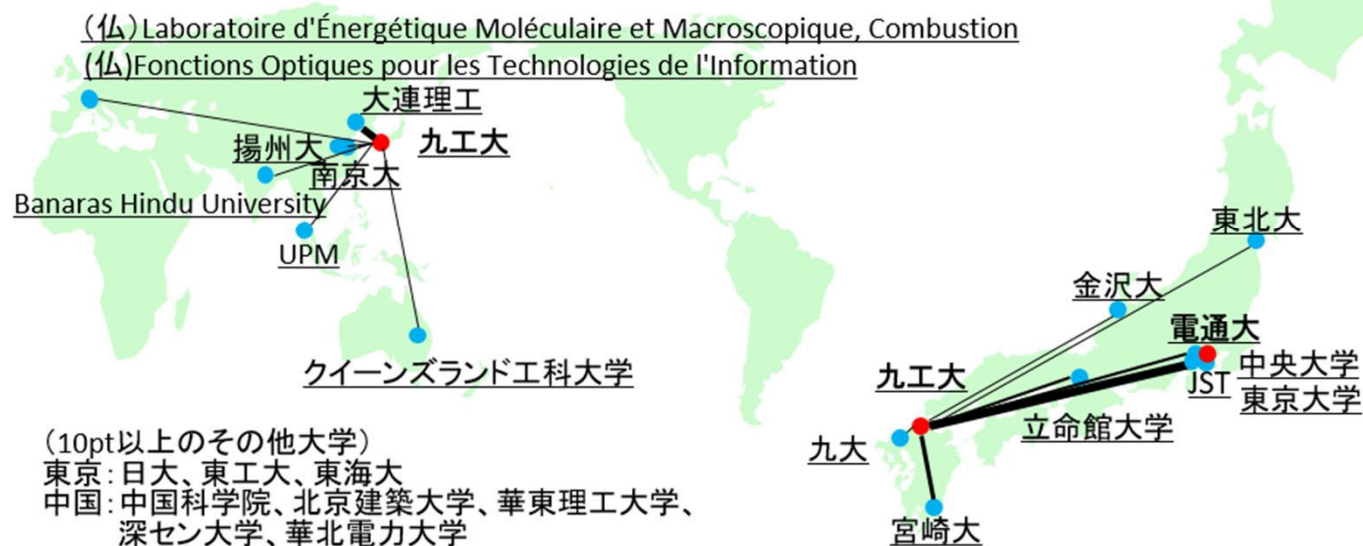
本センターが目指すエネルギー直接変換技術は物質を介した現象を利用するが、センター構成員は物質生成から物性評価と理解、デバイスの作製まで行う強みを有している。物質開発拔きにデバイスの特性は高められないが、一方で物質開発だけを推し進めてもデバイスとしての性能を高めることは難しい。基礎から応用まで取組むことがデバイス性能を高める上で必須であり、学術的な特徴と独創性を生み出す原動力となっている。センター構成員は科学研究費補助金のみならずJST、NEDOの研究助成を受け、さらには企業と共同で研究を進めており、学術的な特徴や独創性が認められているだけでなく、その研究成果の実用化まで期待されている。

研究概要 ②

世界的な研究拠点形成に向けての戦略

世界の研究開発競争において、中国とインドの存在感が年々高まっている。センター構成員の馬は中国に、パンディーはインドに強いネットワークを構築している。他構成員もフランス、スペインなどの欧州、アメリカの研究者と共著論文を有しており、既に拠点形成に向けた素地はできあがっている。センターで国際ワークショップを開催し著名研究者を招聘して本学の研究を広めるとともに、若手研究者（博士課程学生、ポスドク）を派遣さらには先方若手研究者の受入れまでを実現することで、構成員の研究レベルと知名度を一段高めることは必須である。さらに研究活動を通じた高度な教育により世界で活躍できる博士研究者（留学生を含む）を世界へ輩出すれば、自ずと世界的な研究拠点が形成される。

2014-2019 連携大学(10pt以上:Scopus調べ)



研究概要 ③

予想される成果と意義

太陽電池を代表例として光－電気エネルギー変換に特化した研究グループは多くみられるが、光－熱－電気－物質と幅広いエネルギー変換技術をカバーして、太陽光や熱などの自然エネルギーを利用したエネルギー貯蔵システム及びオンサイトでの電力供給を可能にする総合的システム開発するセンターは国内外を見ても他に例がなく、世界をリードする国際連携研究拠点となる大きな可能性を有している。この幅広い技術のキーワードは、物質を介したエネルギー直接変換で共有できる知識や情報が多い。センターにおける集中した情報交換と共同研究の推進で、これまで提案されてこなかった新しい切り口での研究成果が期待できる。本学は重点分野の一つに環境・エネルギーを掲げており、関連技術のセンター設置を通じた情報発信で対外的に成果を強調できることは、本学の社会における存在感を高め、外部獲得資金の呼び水にできるなどセンター存在意義は高い。

研究体制 ①



国立大学法人

九州工業大学

工学研究院（戸畑）

- ・ 宮崎康次 教授【熱-電気エネルギー変換】
- ・ 矢吹智英 准教授【熱-電気エネルギー変換】
- ・ 横野照尚 教授【光エネルギー利用物質生成】

情報工学研究院（飯塚）

- ・ 永松秀一 准教授【有機半導体化合物の創成】

生命体工学研究科（若松）

- ・ 馬廷麗 教授【光-電気エネルギー変換】
- ・ 村上直也 准教授【材料物性測定】
- ・ 飯久保智 准教授【物性理論計算】
- ・ Pandey Shyam S. 准教授
【光-電気エネルギー変換】



国立大学法人

電気通信大学

- ・ 早瀬修二 教授【光-電気エネルギー変換】
- ・ 沈青 教授【量子ドット構造材料物性】

◇ 光-電気エネルギー変換

- ・ 馬廷麗 教授【生命体】
- ・ Pandey 准教授【生命体】
- ・ 永松秀一 教授【情報工学研究院】
- ・ 飯久保智 准教授【生命体】
- ・ 早瀬修二 教授【電気通信大】
- ・ 沈青 教授【電気通信大】

◇ 光エネルギー物質変換

- ・ 横野照尚 教授【工学研究院】
- ・ 村上直也 准教授【生命体】

◇ 熱-電気エネルギー変換

- ・ 宮崎康次 教授【工学研究院】
- ・ 矢吹智英 准教授【工学研究院】

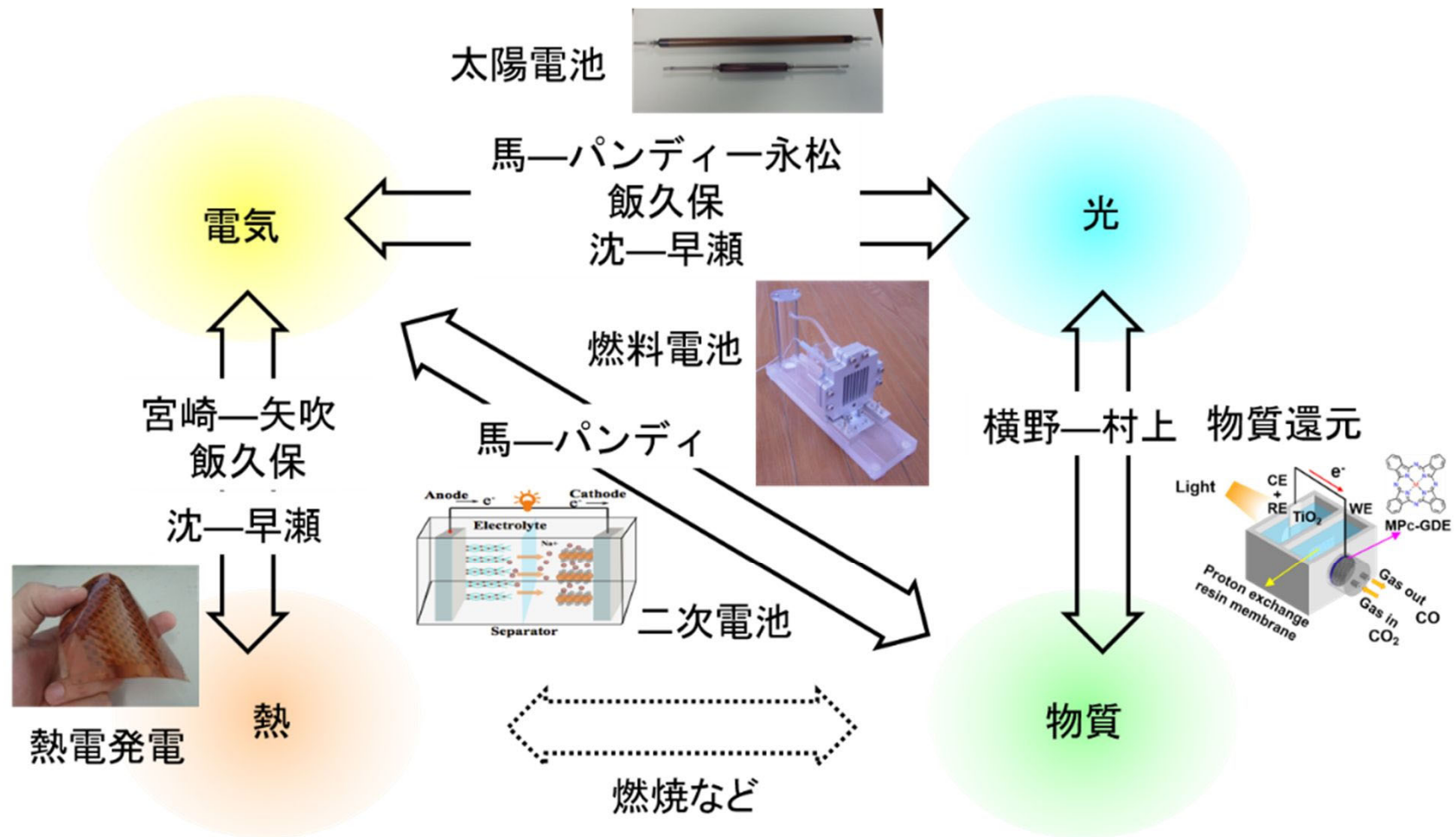
◇ 物質-電気エネルギー変換

- ・ 馬廷麗 教授【生命体】
- ・ 飯久保智 准教授【生命体】
- ・ Pandey 准教授【生命体】

◇ 理論解析

- ・ 飯久保智 准教授【生命体】
- ・ Pandey 准教授【生命体】
- ・ 宮崎康次 教授【工学研究院】

研究体制 ②



研究内容 ①

光 - 電気エネルギー変換

光 - 電気エネルギー変換技術として太陽電池の開発が挙げられる。近年は塗布できるフレキシブルなデバイス開発競争が盛んであり、馬-パンディ-永松-飯久保の九州工大グループと沈-早瀬の電通大グループとでペロブスカイト太陽電池や有機材料太陽電池の研究を行う。材料開発から量子ドット構造や配向性を制御した薄膜生成などナノ構造制御を通じた太陽電池の高効率化に取り組み、フレキシブルな特性を活かした太陽電池を開発する。



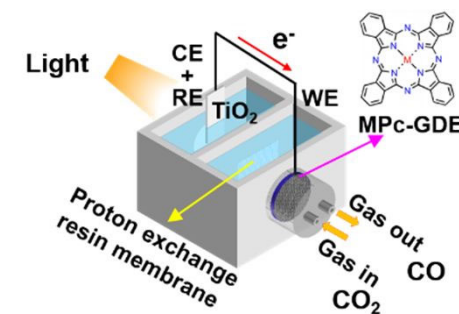
太陽電池実用化例(円筒型)

光エネルギー物質変換

横野-村上グループで光触媒反応を利用した物質還元に関わる研究を進め、太陽光を利用してCO₂を還元する光触媒デバイスを開発する。炭化水素燃料を燃焼してCO₂が発生するようにエネルギー利用は物質酸化反応であるため、物質還元反応はエネルギー再生技術に大きく寄与できる。具体的にはCO、HCOOH、CH₄、CH₃OHなどの有用物質に連続的に変換する。次世代の燃料電池の燃料としても注目されている過酸化水素を酸素と水より製造する光触媒電極プロセスの開発にも取り組む。



フレキシブル熱発電デバイス



CO₂還元デバイス概略

研究内容 ②

熱 - 電気エネルギー変換

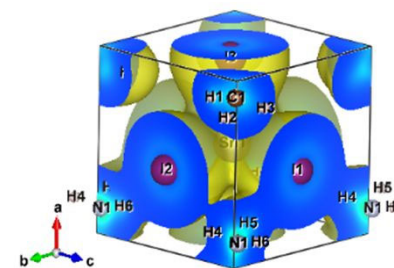
宮崎-矢吹グループで熱から直接電気エネルギーを生み出す熱電変換技術の研究を進める。特に早瀬-沈の電通大グループと共同で世界でもほとんど検討されてこなかったペロブスカイトの熱電応用を進めることで、塗布できる熱電発電デバイスの研究に取り組む。発電メカニズム理解に飯久保が取り組む。

物質 - 電気エネルギー変換

馬一飯久保ーパンディーグループで、燃料電池や二次電池など、物質から電気エネルギーを直接生み出す研究を進める。物質開発が中心となるが、特に埋蔵量の少ない白金の代わりとなる触媒を見つける研究、電池の特性を高められる電極材料の研究を解析と併せて進めることを計画している。

理論解析

物質を介するエネルギー変換、物質変換の高効率化には変換メカニズムの解明が必須である。物質内の電子構造を解析して必要な物性を得ることは、メカニズム解明の強力なツールである。さらに物質の安定構造や原子の運動を捉え、物質生成や熱エネルギー輸送を深く理解し、さらに機械学習法の援用により新物質探索へと展開することができる。飯久保がパンディー、宮崎らと連携しながら解析に取り組む。



物性理論解析

上記の重点テーマ以外にも、光 - 熱エネルギー、熱 - 熱エネルギー変換など実に様々なエネルギー変換現象があり、センターメンバー間で勉強会を実施し、創エネルギーに寄与できる様々なエネルギー変換技術の理解にも取り組む。