

エネルギーマネジメントデバイス

CN 実現に資するエネルギー変換材料・デバイス・システム

中西周次

基礎工学研究科 教授



〔略歴〕

大阪大学 大学院基礎工学研究科附属太陽エネルギー化学研究センター教授
2000 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程中退、2002 年博士（理学）大阪大学、大阪大学基礎工学部助手・助教、東京大学先端科学技術研究センター特任准教授、パナソニック株式会社、東京大学大学院工学系研究科准教授、大阪大学太陽エネルギー化学研究センターを経て 2015 年より現職。科学技術振興機構・研究開発戦略センター・特任フェローなどを兼任。

〔講演要旨〕

現代社会は、数億年という長い時間をかけて蓄積された化石資源に依存するかたちでエネルギーや原料を得てきました。しかし、その大量消費の結果として、CO₂が環境中に放出され、地球規模の炭素循環に大きな乱れを生じさせています。これを是正し、カーボンニュートラル社会を実現するためのアプローチは、大きく二つに分けられます。一つは CO₂ 排出量の削減、もう一つは大気中に放出された CO₂ の有機物への還元資源化です。

例えば、再生可能エネルギー（太陽光など）由来の電力による水電解で効率的に水素を生産できれば、水素を燃料として必要な時に再び電気エネルギーを得ることができます。さらに、その水素で CO₂ を還元することで、燃料や化学原料の生産へとつなげることも可能です。ただし、真に環境調和的な水素生産を実現するためには、エネルギー変換効率が高く、製造過程における CO₂ 排出の少ない太陽電池が不可欠です。また、水電解による水素生成の際には、その高効率変換を支える優れた触媒材料が重要であり、それらは豊富な元素から構成されている必要があります。触媒の潜在能力を十分に引き出すには、適切なデバイス設計が求められ、そのデバイスもまたシステム全体の中で本来の性能を発揮しなければなりません。さらに、再エネ由来の電力を安定に利用するためには、高性能な蓄電池が重要な役割を果たします。

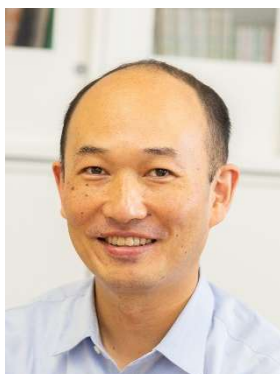
大阪大学は、このような全体構想を支える多種多様な科学技術基盤を有しています。本講演では、筆者の研究を中心に、CO₂削減および還元資源化を見据えた数々の取り組みについて紹介します。

バイオものづくりと食

バイオものづくりと食で取り組むカーボンニュートラルへの取り組み

松田史生

情報科学研究科 教授



〔略歴〕

大阪大学 大学院情報研究科 バイオ情報工学専攻教授

2002 年京都大学農学研究科応用生命科学専攻博士課程修了、日本学術振興会特別研究員 PD、理化学研究所植物科学研究センター研究員、神戸大学自然科学系先端融合研究環准教授、大阪大学大学院情報科学研究科准教授等を経て 2017 年より現職。日本質量分析学会理事、日本生物工学会理事 編書に「決定版 質量分析活用スタンダード」（羊土社、2023 年）など

〔講演要旨〕

バイオものづくり技術は、植物が光合成で固定した糖などの炭素源から、燃料、化成品原料、医薬品などの生産を目指しており、脱炭素社会の実現にむけて大きな役割を担うことが期待されている。バイオものづくり技術は食品生産のための発酵技術に端を発し、バイオテクノロジーの一部として発展してきた。

大阪大学は、前身の官立大阪工業学校が 1896 年に発足したときから、日本で唯一、醸造に関する高等教育を実施する醸造科を有し、2021 年には、醸造学・醗酵工学・生物工学の伝統と発展を踏まえた「バイオテクノロジー」を行う学科として、応用自然科学科バイオテクノロジー学科目へと改称するなど、わが国のバイオテクノロジーの発展の中心となってきた。また、バイオテクノロジーの発展には様々な学問領域との融合が重要であることから、情報科学研究科設立時には、バイオ情報工学専攻が設置され、バイオテクノロジーと情報技術の融合を目指した研究、教育活動が行われてきた。

本講演では、大阪大学において発展してきたバイオものづくり技術が、NEDO「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発」、JST「革新的 GX 技術創出事業（GteX）」などを通じて、カーボンニュートラルの実現ならびに技術革新に貢献している状況を紹介し、今後の展望を議論したい。

エネルギー供給

レーザーフュージョンエネルギー

重森啓介

レーザー科学研究所 副所長・教授



〔略歴〕

大阪大学 レーザー科学研究所 副所長・教授

大阪大学 カーボンニュートラル連携機構 副機構長

1993 年 大阪大学工学部原子力工学科卒業、1998 年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了後、米国ローレンスリバモア国立研究所博士研究員、大阪大学レーザー核融合研究センター助手、大阪大学レーザーエネルギー学研究センター准教授を経て 2018 年より現職。

〔講演要旨〕

カーボンニュートラルの実現に向けては、化石燃料に依存せず、二酸化炭素などの温室効果ガスを排出しないエネルギー源の確立が不可欠である。我が国においてもこの潮流に沿って再生可能エネルギーの導入が進められており、現在では国内の発電電力量の約 30%を占めるまでに拡大している。今後も再生可能エネルギーのさらなる普及が求められることは言うまでもないが、社会の要請や電力需要の変化に柔軟に対応可能な新たなエネルギー供給技術の確立が急務である。

大阪大学では、こうした社会的ニーズに応えるべく、複数の部局において革新的なエネルギー供給技術の研究開発が進められている。本講演では、まず本機構エネルギー供給グループの研究概要を紹介し、続いて講演者が取り組むレーザーフュージョン（核融合）エネルギー開発に関する最新のトピックスを取り上げる。

核融合エネルギーに関しては、2022 年に米国国立点火施設（NIF）においてレーザー核融合による点火・燃焼が実証されたことを契機に、各国でプロジェクト戦略の策定が進み、スタートアップ企業の参入も相次ぐなど、世界的に注目を集めている。なかでもレーザー核融合方式は、設計の自由度が高く、小型化が容易であるという特性を有しており、その応用可能性についても本講演で紹介する。

カーボンニュートラルを実現する社会システム

気候変動の緩和・適応策とフューチャー・デザインの実践

原圭史郎

工学研究科 教授



〔略歴〕

東京大学工学部都市工学科卒業、同大学院新領域創成科学研究科博士課程修了。2016年4月 大阪大学大学院工学研究科准教授、2019年10月同教授。2020年4月工学研究科附属フューチャーイノベーションセンター副センター長、2021年より同研究科テクノアリーナ最先端研究拠点部門「フューチャー・デザイン革新拠点」拠点長。この間2016年10月から2018年3月まで経済産業省製造産業専門官（転籍出向）として、産業イノベーションのための技術政策を担当。現在、近畿地域エネルギー・温暖化対策推進会議 議長、同会議フューチャー・デザイン分科会長などを務める。

〔講演要旨〕

本発表では、機構の社会システムグループの紹介と、フューチャー・デザインについて説明を行う。フューチャー・デザインとは、将来世代に持続可能な社会を引き継ぐための社会の仕組みのデザインと実践のことである。中でも有効性が示されているのが、将来世代の視点から現在の意思決定を考察する「仮想将来世代」と呼ばれる仕組みである。本発表では、仮想将来世代の手法を応用した自治体等での実践事例を紹介する。

気候変動問題は、長期かつ世代を跨ぐ課題である。すなわち、世代間利害対立を乗り越え、将来世代の利益までを考慮した意思決定や対策が求められ、現状の延長でのアプローチでは限界がある。このような背景から、京都市では、市職員が仮想的将来世代の視点を取り入れ、2050年カーボンニュートラル実現のための政策案を検討した。現在の視点から検討した場合に比べて、新たな仕組みや施策の提案が実現し、また、未来の社会目標に対する共有意識や、未来への危機意識が強まるなど、職員にも意識変化が見られた。水戸市では、市職員が2060年をターゲットにまちづくりのあり方と、気候変動緩和・適応策を統合的に検討した。議論結果から、仮想将来世代の視点を取り入れた場合、より市民参加を重視する施策へと提案内容に変化が生じ、施策の包摂性や部門横断性への効果が示唆されている。昨今では、産学官の連携により、カーボンニュートラル対策を検討するフューチャー・デザインの実践も始まっており、これらの最新事例も紹介したい。

スマートシティ

DX が導くくらしの GX

下田吉之
工学研究科 教授



〔略歴〕

大阪大学 大学院工学研究科 環境エネルギー工学専攻教授

大阪大学カーボンニュートラル連携機構 機構長

1990 年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了後、大阪大学工学部助手、大阪大学先端科学技術共同研究センター助教授、大阪大学大学院工学研究科准教授を経て 2007 年より現職。

日本学術会議会員、(公財) 地球環境産業技術研究機構(RITE)理事・研究所長、中央環境審議会地球環境部会長、内閣府 SIP「スマートエネルギーマネジメントシステムの構築」サブプログラムディレクター。公益社団法人 2025 年日本国際博覧会協会持続可能性有識者委員会委員、同脱炭素 WG 委員長 著書に「都市エネルギーシステム入門」(学芸出版社、2014 年)

〔講演要旨〕

世界が脱炭素社会を実現するためには、エネルギー供給側だけでなく需要側の取り組みが重要となる。特に人々が暮らす都市でのエネルギー消費、すなわち民生部門及び運輸旅客部門のエネルギー消費は、我が国の温室効果ガス排出の半分以上を占めるだけでなく、国際的には日本企業の技術力の高い分野が多く、これから発展が進むアジア・アフリカ諸国の都市の温暖化対策に貢献していけるポテンシャルが大きいなど、重要な分野である。

大阪大学では筆者が関係しただけでも、ダイキン工業との包括連携協定に基づく共同研究の成果として新箕面キャンパスをはじめとしたスマートキャンパスの実現、複数の ZEB 認証建物の整備、関西電力とのモビリティシステム共同研究講座における将来の電気自動車普及に伴う電力システムへの影響分析等の実績を有しており、筆者の研究室でも我が国の民生部門将来エネルギー需要予測とそれに伴う電源構成の変化予測、国の温暖化対策計画の進捗評価などをおこなってきた。

都市でのエネルギー消費は人々の生活を支えるものだけに、これまで大幅な削減は難しいと考えられているが、近年のデジタル化による生活様式の変化や高度なエネルギーマネジメントの実現は、この分野のエネルギー消費を大きく変化させる可能性を有している。講演では上記の実績を踏まえ、スマートシティグループのこれからの研究の展望を述べる。

スマートマニュファクチャリング

3D プリンティングによる環境調和型ものづくりを中心に

中野貴由

工学研究科 教授（副工学研究科長）



〔略歴〕

大阪大学 大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻教授

大阪大学 工学研究科附属 AM 研究開発センター センター長

1990 年大阪大学工学部租卒業、1992 年大阪大学大学院工学研究科博士前期課程修了後、大阪大学工学部助手（1992）、大阪大学大学院工学研究科講師（1999）、助教授（2001）を経て 2008 年より現職。日本学術会議会員、日本 Additive Manufacturing 学会会長、日本金属学会元会長、日本 MRS 副会長、日本バイオマテリアル学会常任理事（2026 年大会長）、日本骨形態計測学会理事・元会長、IUSBSE Fellow、JAXA 宇宙戦略基金 PO 補佐、NEDO 技術推進委員会委員、JST 研究開発戦略センター分野委員会委員、大阪大学教育研究評議員。著書に「バイオマテリアルサイエンス」（東京科学同人、2018 年）、「デジタル化時代の Additive Manufacturing の基礎と応用」（リプロ社、2022 年）など。

〔講演要旨〕

カーボンニュートラルの実現には、それに資する製品の開発やモノづくりプロセスそのもののスマート化が不可欠である。同時に経済成長や競争力の強化をすすめるためのグリーントランスフォーメーション（GX）社会の実現が望まれる。そのためには、資源が乏しく、再生可能エネルギーを手に入れ難い日本にとって、資源や材料の無駄をなくし、地球や自然に優しい環境調和型モノづくり関連技術の進化が望まれる。

大阪大学では、得意とするエネルギーの効率的活用、触媒技術、革新的加工技術、エコデザイン、エコプロセス、異方性モノづくりなど、サーキュラーエコノミーと関連付けて様々な取り組みがなされている。その一つである 3D プリンティング（3DP, Additive Manufacturing（AM））は、材料効率の最大化、革新的な設計、サプライチェーン最適化を図り、持続可能社会を達成するためのカーボンニュートラル推進にとって重要な新プロセスである。本プロセスは、リードタイムを最小化し、これまでできなかったような 3 次元空間でのモノづくりを可能とする設計生産の時空間最適化を推進するための夢の手法といえる。

講演では、スマートマニュファクチャリングの中でも 3DP による環境調和型ものづくりを中心に研究の展望を述べる。