



IoE社会のエネルギーシステム

IoE社会実現のための”System of Systems”を着実に

Society 5.0におけるエネルギーと情報が融合する社会 (IoE(Internet of Energy) 社会) 実現のため、再生可能エネルギーが主力エネルギー源となる社会のエネルギーシステムの設計について検討し、エネルギー利用最適化に資するエネルギーシステムの構築と、その要素技術であるエネルギー変換・伝送システムのイノベーションの達成に向けた研究開発を実施し、社会実装を図る。



プログラムディレクター

柏木 孝夫

東京工業大学 特命教授・名誉教授
先進エネルギーソリューション研究
センター長

Profile

2007年東京工業大学大学院教授、09年同大先進エネルギー国際研究センター(現:先端エネルギーソリューション研究センター)長、10年一般社団法人低炭素投資促進機構理事長、11年一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター理事長、12年同大特命教授・名誉教授。

研究開発テーマ

(A) IoE 社会のエネルギーシステムのデザイン

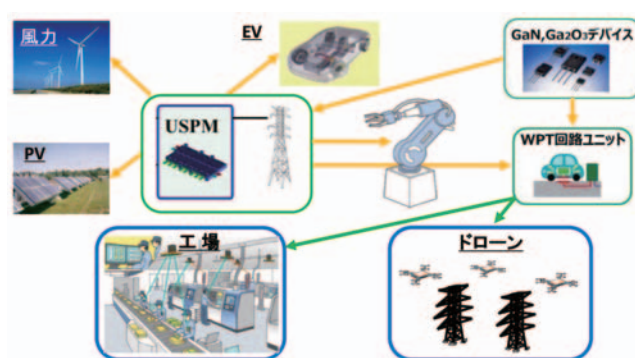
再生可能エネルギーの大量導入には電気自動車 (EV) 車載蓄電池の充放電制御に大きな効果が見込まれていることから、本 SIP では、エネルギーと交通の統合エネルギーシステムの概念設計を行う。さらに、地域分散型エネルギーシステムを設計する際に必要となるデータの収集、設計の際に考慮すべき視点、自治体など関係者の役割、設計の手順などを地域エネルギーシステムデザインのガイドラインとして策定する。

(B) IoE 共通基盤技術

再生可能エネルギー等の不規則な変動電源にも常に高効率の対応が可能な低コストかつ機能性、汎用性の高いユニバーサルスマートパワーモジュール (USPM) の実現のため、①高速デジタルコントローラ、②高パワー密度、高温動作コアモジュール、③低損失かつ低コストな MOSFET (電界効果トランジスタの一種) の開発を行う。また、ワイヤレス電力伝送 (WPT) システムへの応用を見据え、窒化ガリウム (GaN) パワーデバイスおよび MHz 帯・マイクロ波帯を用いた WPT システムの基盤技術開発を行う。

(C) IoE 応用・実用化研究開発

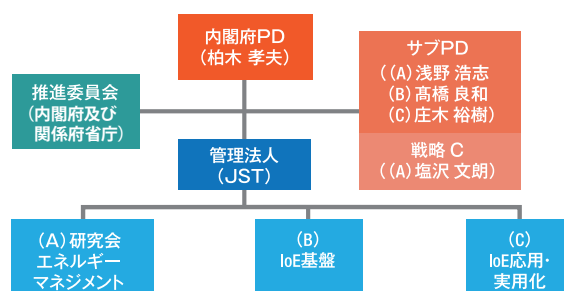
IoE 社会におけるエネルギー管理システム (EMS) に対する WPT システムの便益評価を行い、WPT システムの有効性を明確化し、遠距離・高効率・大電力で高安全を有する WPT 技術を用いたエネルギー管理の実現に向けて、①屋内センサー・情報機器等、②ドローンについて、WPT システムの送信側・受信側の高効率化、高度伝送制御技術の開発等を実施する。また、必要な制度整備・標準化について、テーマ間の連携による取組を実施する。



● エネルギー変換・伝送システムの実用例のイメージ

実施体制

プログラムディレクター (PD) が議長、内閣府が事務局を務め、関係府省庁等で構成する推進委員会が当該課題の研究開発の実施等に必要な調整等を行う。PD を補佐する者として、サブPD を選定する。また、PD は、実用化・事業化に向けた戦略を作成するために、産業動向や政策等に精通する戦略 C を選定する。国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) が管理法人としてマネジメント力を最大限発揮する。関係府省庁等、大学、国立研究開発法人、企業等により構成される研究会及び分科会を、JST 内にそれぞれ設置し、研究開発を効果的に推進する。



出口戦略

☒ **セクターカップリング**

各種エネルギー変換・貯蔵・輸送技術を含むエネルギーネットワークと交通マネジメントの部門統合（セクターカップリング）を含む
 loE社会のエネルギーシステムのデザインに取り組む。また、統合したシステムアーキテクチャの国際展開を図る。

☒ **社会実装の出口を見据えての産学官の連携**

民間事業者と大学が連携してコンソーシアム型の研究開発体制を構築し、当該コンソーシアムを核として、再生可能エネルギー、産業機械、EV、小型モビリティ、ドローン、家電製品等の分野での迅速な実用化につなげる。

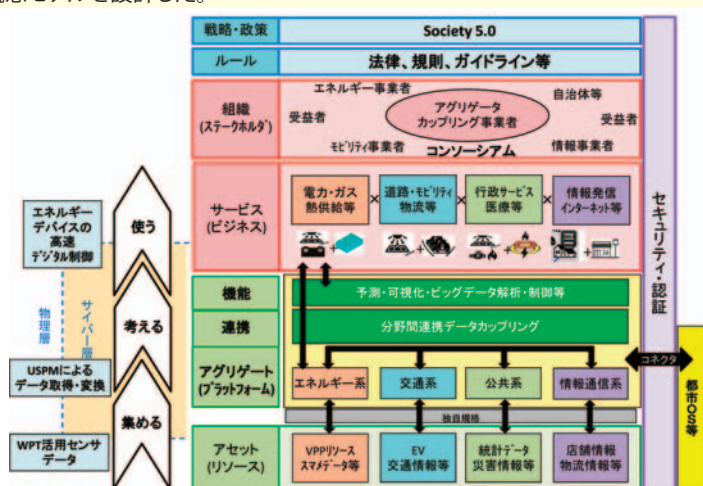
 技術規格・国際標準化

参画した企業を中心に事業化を図るとともに、研究開発成果に基づき、産学官が参画するコンソーシアムや自治体等と連携しつつ、技術規格の策定や国際標準化に向けた取組を実施する。

これまでの成果・期待される成果

☒ (A) IoE 社会のエネルギーシステムのデザイン

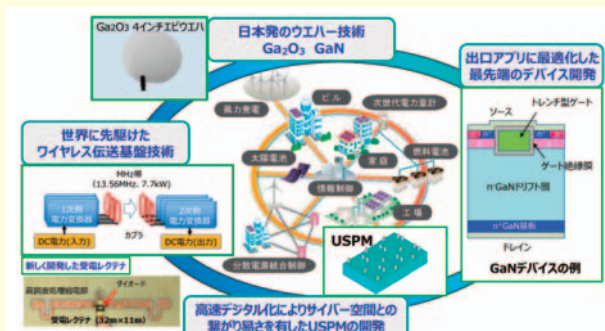
- 多様な再生可能エネルギー電源や蓄電システムを高度に制御できるエネルギーマネジメントシステム構築に向けて、電動化する交通部門とエネルギー部門を統合制御できるシステムアーキテクチャの概念モデルを設計した。
 - テーマ(B)および(C)の技術導入によるエネルギー効率向上やレジリエンス強化などの社会的便益の評価手法と課題、関連データの整理・連携のあり方を明確にした。
 - 全国1,741の市区町村別のエネルギー需給の実態を推計・整理したデータベースを作成し、公開予定。
 - 再エネ大量導入時代の地域分散型エネルギーシステムの構築に資するため、地域のエネルギー需給実態を示す(推計)データベースを作成するとともに、地域間(クロスボーダー)エネルギー連携の進め方、エネルギー需要部門間(クロスセクター)でのエネルギー連携・統合の考え方、デジタル化の進展により新たに利用が可能となったデータの活用方策等の手法を示した。地域エネルギーシステムデザインのためのガイドラインの策定を目指す。



● システムアーキテクチャの概念モデル

☒ (B) IoE 共通基盤技術

- ・酸化ガリウムトランジスタを開発し、先行する市販 SiC の特性を凌駕するチャネル移動度 (最大 $72\text{cm}^2/\text{Vs}$) を実現した。
(産業タイムズ社主催「半導体・オブ・ザ・イヤー2020」半導体デバイス部門グランプリ受賞)
- ・高速スイッチング縦型 GaN パワーデバイス特有のデバイス技術 (酸素イオン注入による低抵抗化技術等) について開発を進め、歩留まり 40% で 600V、1A 素子を実現した。
- ・アンテナ・回路・デバイスを一体設計した新たな構造の受電レクテナを開発し、5.8GHz/1W 級で世界最高の電力変換効率 92.8% (従来の効率は 70% 程度) を達成した。
- ・USPM を導入した電気機器の普及により、省エネ化や変動電源の利用が促進され、エネルギー利用の効率化に寄与する。
- ・IoT 社会のセンサや小型モバイル機器への自動給電など多様な電力消費要求に応えるワイヤレス電力伝送技術として着実な社会実装が期待できる。



● IoE 共通基盤技術の概要

 (C) IoE 応用・実用化研究開発

- ・人が居ても安全・安心に利用でき、他の無線システムと共存できるセンサ等向けの屋内給電WPTシステムの実現が目標であり、これまでに開発した人体や他の無線システムの検知および回避のためのビーム制御アルゴリズムなどの要素技術を実験システムにより機能検証した。
 - ・制度整備や標準化に向けても取り組むことにより、ケーブルレス、メンテナンスフリーのセンサネットワークシステムが広く利用され、省エネ化、省人化、生産性や品質向上などに貢献する。
 - ・電力インフラなどの監視・点検、災害時の早期状況把握などに有効なドローンWPTシステムの開発が目標であり、これまでに、受電電力360 W以上、伝送効率75%以上のシステムを開発し、送電線巡視を想定した屋外試験場にて本システム搭載のドローンによる中間実証試験を実施し、ワイヤレス充電ポートへの着陸・充電後、正常に離陸・飛行が可能であることを確認した。
 - ・最終的には、ドローンに搭載可能な受電部重量1.4kg以下で、受電電力750W以上、電力伝送効率80%以上を実現し、社会インフラメンテナンスの長時間連続点検・監視を行うドローンへ活用する。
- The figure consists of two parts. The left part, titled '屋内給電 WPTシステム' (Indoor WPT System), shows a room with a person sitting at a desk. A transmitter labeled '変電デバイス (受電機)' is on the ceiling, and a receiver labeled '他通信システム機器' is on the desk. Red dashed lines represent the power transmission path. The right part, titled 'ドローン WPTの利用イメージ' (Usage of Drone WPT), shows a drone receiving power from a ground station labeled '【世界結合方式】 中型ドローン 送電線巡視・点検' and transmitting it to a port labeled '【世界結合方式】 小型ドローン 送電所巡視・点検'. The drone is also labeled 'ポート自動着陸 無線給電の自動開始・終了 急速給電'.
- 図1 WPTシステムの概念図



- 屋内給電WPTシステム
- ドローンWPTの利用イメージ