

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

IoE 社会のエネルギーシステム

研究開発計画

2022 年 4 月 28 日

内閣府

科学技術・イノベーション推進事務局

目次

研究開発計画の概要.....	1
1. 意義・目標等.....	1
2. 研究内容.....	1
3. 実施体制.....	3
4. 知財管理.....	3
5. 評価.....	3
6. 出口戦略.....	3
1. 意義・目標等.....	5
(1) 背景・国内外の状況.....	5
(2) 意義・政策的な重要性.....	7
(3) 目標・狙い.....	12
① Society 5.0 の実現に向けて.....	12
② 社会面の目標.....	12
③ 産業的目標.....	12
④ 技術的目標.....	13
⑤ 制度面等での目標.....	13
⑥ グローバルベンチマーク.....	13
⑦ 自治体等との連携.....	14
2. 研究開発の内容.....	15
3. 実施体制.....	39
(1) JST の活用.....	39
(2) 研究責任者の選定.....	40
(3) 研究体制を最適化する工夫.....	40
(4) 府省庁連携.....	41
(5) 産業界からの貢献.....	41
4. 知財に関する事項.....	41
(1) 知財委員会.....	41
(2) 知財権に関する取り決め.....	41
(3) バックグラウンド知財権の実施許諾.....	41
(4) フォアグラウンド知財権の取扱い.....	41
(5) フォアグラウンド知財権の実施許諾.....	42
(6) フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾について.....	42
(7) 終了時の知財権取扱いについて.....	42
(8) 国外機関等(外国籍の企業、大学、研究者等)の参加について.....	42

5. 評価に関する事項.....	42
(1) 評価主体.....	42
(2) 実施時期.....	42
(3) 評価項目・評価基準.....	43
(4) 評価結果の反映方法.....	43
(5) 結果の公開.....	43
(6) 自己点検.....	43
6. 出口戦略.....	44
(1) 出口指向の研究推進.....	44
(2) 普及のための方策.....	45
7. その他の重要事項.....	46
(1) 根拠法令等.....	46
(2) 弾力的な計画変更.....	46
(3) PD及び担当の履歴.....	47

<添付資料>

○資金計画及び積算

研究開発計画の概要

1. 意義・目標等

「パリ協定」を実現するためには、現状の削減努力の延長上だけでは間に合わず、これまでの削減技術とは非連続的な技術も含めて、世界全体での排出量の抜本的な削減を実現するイノベーションを創出することが不可欠であるとされている。

このような状況の中で、我が国が強みを有するエネルギー・環境分野において革新的なイノベーションを創出し、社会実装可能なコストを実現、これを世界に広めていくために、「革新的環境イノベーション戦略」が2020年1月に策定され、デジタル技術を用いた強靱な電力ネットワークの構築に関して、高効率・低コストなパワーエレクトロニクス技術等の開発などが盛り込まれた。

2020年10月には、菅総理の所信表明において、我が国は2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言。また「革新的環境イノベーション戦略」に掲げる技術の研究開発を加速するために、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が2020年12月に策定された。グリーン成長戦略を支えるのは、強靱なデジタルインフラであり、半導体・情報通信産業を成長分野として育成していく必要があるとした。さらには、2021年3月に策定された「科学技術・イノベーション基本計画」では、デジタル化の推進やカーボンニュートラル実現など循環経済への移行を目指すことが盛り込まれるなど、エネルギー・環境分野におけるイノベーションの創出への期待はますます高まりを見せている。また、2021年10月には、2050年カーボンニュートラル(2020年10月表明)、2030年度の46%削減、更に50%の高みを目指して挑戦を続ける新たな削減目標(2021年4月表明)の実現に向けて、5年ぶりに地球温暖化対策計画が改訂され、基盤的施策として地球温暖化対策技術開発と社会実装が取り上げられており、再生可能エネルギーの最大限の導入に向けた技術の加速度的普及や革新的イノベーションを強力に推進するとされている。

エネルギー・環境分野でイノベーションを創出するためには、温室効果ガスの大きな排出削減に寄与する有望技術を強力に開発・導入していくことに加え、それら個別技術の確立・実用化と合わせて、個々の技術をネットワーク化し、エネルギーシステム全体として最適化を図ること、すなわち、Society 5.0における、エネルギーと情報が融合する社会(IoE社会)のエネルギーシステムをデザインすることが求められる。

本課題では、Society 5.0のIoE社会の基盤技術システムをさらにシステム化することにより相乗効果を最大化することが極めて重要であると考えており、まさにIoE社会実現のための”System of Systems”を着実に実践し、社会実装することを目指す。

2. 研究内容

本事業では、Society5.0時代のエネルギーシステムであるIoEを実現するために、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、その実現に必要な共通基盤技術の開発、および顕在化している社会実装が必要な研究開発に取り組む。

テーマ(A) : IoE社会のエネルギーシステムのデザイン

エネルギーマネジメント技術に関しては、これまで国が先導し、ホームエネルギー管理システム(HEMS)、ビルエネルギー管理システム(BEMS)、スマートコミュニティ(環境配慮型都市)事業、仮想発電所(VPP)事業等、点から面までの各事業(実証事業が中心)が行われてきているところであり、運輸部門の電動化、自動運転が進み、交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングが大きなテーマになりつつある。当課題に関しては研究会を中心に、そのエネルギー利用率や非エネルギー便益の評価を試みるとともに、エネルギーマネジメントを効果的に行うためのボトルネック課題を特定し、下記テーマ(B)、(C)の新技术実装により高性

能のパワーエレクトロニクス機器普及による再生可能エネルギーの一層の利用促進効果等を明らかにする。また、エネルギーシステムのサイバー層に注目し、環境エネルギー分野のデータ基盤を考慮した分野間データ連携を取り込むアーキテクチャを含むエネルギーシステム設計手法およびガイドラインを提案する。

また、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おいては、エネルギー消費の地域特性、再エネの導入可能性に係る地域特性に応じ、また、広域連携(クロスボーダー)、エネルギー需要部門間の連携(クロスセクター)を考慮した地域エネルギーシステムの構築が重要であり、そのデザインを可能とするデータの収集・整備及びデザインのためのガイドラインの策定を、デザイン実証を含め実施する。

テーマ(B) : IoE 共通基盤技術

再生可能エネルギーを組み合わせたエネルギーシステムを構築する共通基盤技術として、エネルギー変換に不可欠なユニバーサルパワーモジュール(USPM)、それを可能とする酸化ガリウムパワーデバイスと電力伝送の多様化に応えるエネルギー伝送システム、それを可能とする窒化ガリウム(GaN)パワーデバイスに関する基盤技術開発を行う。

- (1) 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で、最新パワー半導体スイッチング素子の優れた特性を極限まで発揮でき、低コストで高い機能性、汎用性に富む USPM の開発のため、①ワイドバンドギャップ(WBG)系半導体向け高速デジタルコントローラの開発、②高パワー密度、高温動作可能で①のデジタルコントローラに対応可能なパワーモジュールの開発、③WBG 系半導体スイッチング素子として、炭化ケイ素(SiC)並みの低損失をシリコン(Si)程度のコストで実現する酸化ガリウムパワーMOSFET(電界効果トランジスタの一種)の開発を実施する。
- (2) 再生可能エネルギーを中心とするエネルギーシステムの電力ネットワークにおいて、多様な電源供給の要望に応え、かつ柔軟なエネルギーマネージメントの実現に寄与する電力伝送技術として、ワイヤレス電力伝送(WPT)システムの基盤技術を開発する。特に機器の小型・軽量化を可能とする高周波、すなわちMHz帯からマイクロ波帯の周波数を用いるワイヤレス電力伝送システムの実用化に必要な GaN パワーデバイスおよび回路システムについて要素技術の研究開発を行い、その機能実証を行う。

テーマ(C) : IoE 応用・実用化研究開発

テーマ(A)との連携により、IoE 社会におけるエネルギーマネージメントシステム(EMS)に対する WPT システムによる便益について、①強靱化、②利便性・経済性、③脱炭素・省エネの観点での評価・定量化を行う。この結果により、EMS における WPT システムのポジションや有効性を明確化し、遠距離・高効率・大電力で安全なワイヤレス電力伝送を用いたエネルギーマネージメントの実現に向けて、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。特に、①屋内での給電(センサーや情報機器等)、②ドローンへの給電(インフラ維持・管理)で実証を行う。デバイスなど基盤要素技術の研究開発から WPT システム技術としての研究開発、安全性確保、標準化に向けた取組など実用化技術の研究開発から社会実装まで一貫した取組を実施する。特に、府省連携が必要な制度整備・標準化については、制度整備・標準化 WG においてテーマ間の横連携による取組を実施する。

なお、WPT システムの社会実装に向け、デバイスなど基盤要素技術の研究開発についてはテーマ(B)と連携する。

3. 実施体制

柏木 孝夫プログラムディレクター(以下、「PD」という。)は、研究開発計画の策定や推進を担う。PD が議長、内閣府が事務局を務め、関係府省庁や専門家で構成する推進委員会が総合調整を行う。国立研究開発法人科学技術振興機構(以下、「JST」という。)が交付金を活用した公募により選定した実施機関により研究開発を推進するとともに、JST のマネジメントにより、各課題の進捗を管理する。エネルギーマネジメントについてはサブ・プログラムディレクター(以下、「サブ PD」という。)およびイノベーション戦略コーディネーター(以下、「戦略 C」という。)を中心とした研究会、それ以外の各課題については、サブ PD を中心とした分科会を JST 内に設置し、研究開発を効果的に推進する。

4. 知財管理

知財委員会を JST に置き、発明者や産業化を進める者のインセンティブを確保し、かつ、国民の利益の増大を図るべく、適切な知財管理を行う。

5. 評価

ガバニングボードによる毎年度末の評価の前に、PD 等による自己点検および専門家による専門的・客観的ピアレビューを実施し、自律的にも研究計画の改善に務める。

6. 出口戦略

テーマ(A) : IoE 社会のエネルギーシステムのデザイン

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 IoE 社会のエネルギーシステムのデザインに取り組む。

産業部門、運輸部門(交通を含む)、民生部門のエネルギー消費の地域特性、再エネの導入可能性に係る地域特性に応じた社会実装可能な地域エネルギーシステムのデザイン／実証を行う。また、SIP 終了後も社会実装を進めるための体制構築に向けて、複数の自治体との連携や研究成果の活用事例を蓄積する。

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。

テーマ(B) : IoE 共通基盤技術

テーマ(A)の要求事項に対し、産学官の連携で、社会実装の出口を見据えて、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、事業終了後には、当該コンソーシアムを核とした大学発ベンチャー企業での基幹パワーデバイスの実用化や、参画ベンチャー企業や大手民間事業者を中心とした再生可能エネルギー、産業機械や電気自動車(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。

テーマ(C) : IoE 応用・実用化研究開発

SIP 事業期間内に、IoE 社会における EMS への便益を明確化した上で、人体などの存在する環境における高安全・高効率の屋内無線給電技術、ドローンへの無線給電技術など、実証試験を実施し、社会実装に必要な枠組みやプロセスを明確化することにより、早期の実用化・社会実装につなげる。また、無線給電技術の利用可能性や効果については、他課題(例えば、国家レジリエンス(防災・減災)の強化)で検討している防災・減災に向けたシステムについてヒアリングを行い、WPT システムの利用の可能性やその効果について検討する。その中で、本課題(IoE 社会のエネルギーシステム)側の成果を直接的に生かせるもの、将来的な

WPT システムとしての利用効果があるもの等について分類する。また、本課題の成果を直接生かせそうな国家レジリエンス課題側のシステム・利用形態に対しては、社会実装のシナリオに追加等を検討する。

SIP 終了後には参画した企業を中心に事業化するとともに、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。また、屋内無線給電技術に関しては、参画企業が主体となって協議会を設立し、SIP 終了後の研究成果の社会実装に向けて、他の無線システムとの運用調整や WPT の普及促進を進める体制を構築する。

1. 意義・目標等

(1) 背景・国内外の状況

2015 年末に開催された国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議 (COP21) では、地球温暖化問題の主要因である人為的な温室効果ガス排出の大幅な削減を目指し、2020 年以降の新たな国際枠組みである「パリ協定」が採択された。同協定では、世界共通の長期目標として世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも 2°C 高い水準を十分に下回るものに抑えること(「2°C 目標」)、加えて同気温上昇を 1.5°C 高い水準までのものに制限する努力を追求すること、世界全体の温室効果ガスの排出量が出来る限り速やかにピークに達すること、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡達成への取組が言及されている。

「パリ協定」を実現するためには、現状の削減努力の延長上だけでは間に合わず、これまでの削減技術とは非連続的な技術も含めて、世界全体での排出量の抜本的な削減を実現するイノベーションを創出することが不可欠であるとされている。

このような状況の中で、我が国が強みを有するエネルギー・環境分野において革新的なイノベーションを創出し、社会実装可能なコストを実現、これを世界に広めていくために、「革新的環境イノベーション戦略」が 2020 年 1 月に策定され、デジタル技術を用いた強靱な電力ネットワークの構築に関して、高効率・低コストなパワーエレクトロニクス技術等の開発などが盛り込まれた。

2020 年 10 月には、菅総理の所信表明において、我が国は 2050 年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言。また「革新的環境イノベーション戦略」に掲げる技術の研究開発を加速するために、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が 2020 年 12 月に策定された。グリーン成長戦略を支えるのは、強靱なデジタルインフラであり、半導体・情報通信産業を成長分野として育成していく必要があるとした。さらには、2021 年 3 月に策定された「科学技術・イノベーション基本計画」では、デジタル化の推進やカーボンニュートラル実現など循環経済への移行を目指すことが盛り込まれるなど、エネルギー・環境分野におけるイノベーションの創出への期待はますます高まりを見せている。また、2021 年 10 月には、2050 年カーボンニュートラル(2020 年 10 月表明)、2030 年度の 46%削減、更に 50%の高みを目指して挑戦を続ける新たな削減目標(2021 年 4 月表明)の実現に向けて、5 年ぶりに地球温暖化対策計画が改訂され、基盤的施策として地球温暖化対策技術開発と社会実装が取り上げられており、再生可能エネルギーの最大限の導入に向けた技術の加速度的普及や革新的イノベーションを強力に推進するとされている。

エネルギー・環境分野でイノベーションを創出するためには、温室効果ガスの大きな排出削減に寄与する有望技術を強力に開発・導入していくことに加え、それら個別技術の確立・実用化と合わせて、個々の技術(機器・設備等)をネットワーク化し、エネルギーシステム全体として最適化を図ること、すなわち、Society 5.0 における、エネルギーと情報が融合する社会(IoE 社会)のエネルギーシステムをデザインすることが求められる。

テーマ(A) : IoE 社会のエネルギーシステムのデザイン

社会・産業の構造変革の大きな潮流として、平成 28 年 1 月に閣議決定された「第 5 期科学技術基本計画」でも示された通り、近い将来、モノのインターネット(IoT)、人工知能(AI)、ビッグデータ解析技術、情報通信技術(ICT)等の急速な発展とその社会実装が進展する。個別の製品や技術、更には複数の異なるシステム同士が容易に連携協調できるようになり、そこで作り出される様々なバリューチェーンを通じて、社会に対して新たな付加価値が提供され、人々に豊かさをもたらす「Society 5.0」(超スマート社会)の実現に繋がるものと期待されている。

エネルギー・環境分野においても、有望な温室効果ガス排出削減技術を、その意義、効果の大きさを踏まえつつ開発・導入していくことが重要である。さらに、それら個別技術の社会実装と合わせて、IoT によりあらゆるエネルギー機器や電源の状態監視やリアルタイム制御が可能になるため、エネルギー関連の機器や設備をネットワーク化し、エネルギーシステムとして統括的に捉え、システム全体として最適化を図る取組が求められる。

テーマ(B) : IoE 共通基盤技術

エネルギーと情報が融合する社会(IoE 社会)の総合的なエネルギーマネジメントにおいて、再生可能エネルギー電源を中心とする電力システムでは、発電および蓄電技術に加え、地域的、時間的な需給変動に柔軟に対応する電力の変換/制御技術と電力伝送技術が必要となる。テーマ(B)「IoE 共通基盤技術」では、テーマ(A)で検討される再生可能エネルギーを中心とするエネルギーシステムおよびエネルギーマネジメントに必要となる基盤技術として、(1)「電力変換/制御技術」と(2)「電力伝送技術」の開発を行う。

(1) 電力変換/制御技術の中核を担っているパワーモジュールは、現状、アプリケーション毎のカスタム品が多く、今後予想されるアプリケーションの爆発的増加に対し開発者不足・開発効率の悪化が予想される。また、アナログ制御に対応しているため不規則な電源変動などに対応した瞬時フィードバック、予測、パワーエレクトロニクスネットワーク間での通信には不向きである。これらの欠点をブレイクスルーするために、超高速デジタル制御とコアパッケージおよび安価が期待される酸化ガリウムパワーデバイスを自在に組み合わせることでユニバーサル性とスマート性を両立させ、IoE 社会でのエネルギー変換のイノベーションを創出し、当該パワーエレクトロニクス製品の開発効率の向上にも寄与するユニバーサルでスマートなパワーモジュールの開発が期待されている。

現状、パワーモジュールの要素技術については我が国の水準は世界最先端レベルであるが、諸外国でも汎用性があるパワーモジュール、最適駆動制御の研究開発や製品化に向けた取組が進められており、我が国としても取組を進めなければ、諸外国に先を越されてしまうおそれがある。

(2) 総合的なエネルギーマネジメントが行われる IoE 社会の電力伝送技術として、様々な分野の多様な機器に対する電力の自動供給や、空間的・時間的に分散する電気エネルギー源をエネルギーシステムに取り込む技術が必要となる。ワイヤレス電力伝送技術は柔軟な接続性と制御性を持ち、これら要求を満たす技術として期待されている。この技術はすでに一部の携帯機器への充電や停車中 EV の給電技術として実用化がなされているものの、異なる利用環境や用途への展開が求められている。例えば、Society5.0 の社会で活用が期待されるドローンや小型のモビリティ車両に適用することにより、その利便性向上や時間的効率が高まる点で社会的貢献度が高い。一方、この技術の適用分野を広げるためには、ワイヤレス電力伝送システムの小型・軽量化と伝送可能な電力の大容量化が望まれる。このことから高周波動作が可能な GaN パワーデバイスを適用した MHz 帯およびマイクロ波帯を用いるワイヤレス電力伝送技術の開発が期待されている。

テーマ(C) : IoE 応用・実用化研究開発

「Society 5.0」(超スマート社会)での要求として、「あらゆるものに効率的・効果的に電力供給を行う E2E (Energy to Everything)が実現できること」、「二酸化炭素排出が削減できること」、「電力・社会インフラが強化、ライフラインが安定化できること」などがあげられる。これらの要求に対して、WPT により解決されることが多い。例えば、Society 5.0 社会に利用される自動運転、ロボット、ドローン、IoT センサなど全てのモ

ノ(Everything)へエネルギー供給を行うことにより、充電・給電を意識しない社会が実現でき、WPTによるイノベーションも創出できる。また、5G(第5世代移動通信システム)情報&電力を統合したワイヤレスネットワークを構築することにより、最先端の電力制御・安全利用のためのマネージメントシステムを実現できる。将来のエネルギーシステムにおける省エネ・脱炭素化の観点では、例えば、EVの普及が進むと、EV蓄電池活用による再エネ増加による系統電力安定化への活用や災害時の非常用電源としての利用が期待できる。また、電力や温湿度、熱、照度などをセンシングするIoTセンサにワイヤレス給電を利用することにより、電源のないところにも柔軟かつ自由にセンサを配置でき、エネルギーシステムの効率的運用やきめ細かなマネージメントが可能になり、その結果として省エネ・脱炭素効果が期待できる。この他、ドローンへのワイヤレス給電の実現により、インフラの保全革新による社会コストの抑制が可能になり、災害時物資救援等への活用による迅速な対応と安心な社会の実現にも貢献できる。以上から、WPTシステムの社会実装に対する期待は大きい。

現状、WPTシステムの要素技術については我が国の水準は世界最先端レベルであるが、諸外国でもWPTシステムの研究開発や製品化に向けた取組が進められており、我が国としても取組を進めなければ、諸外国に先を越されてしまうおそれがある。特に、安全性確保など社会実装に必要な課題を早期に解決することにより世界市場的な視点での我が国の優位性を確保することが可能となるため、基盤要素技術からシステム技術、実用化技術まで一貫した研究開発を実施し、社会実装につなげることに意義がある。

(2) 意義・政策的な重要性

エネルギー・環境分野でイノベーションを創出するためには、温室効果ガスの大きな排出削減に寄与する有望技術とその脱炭素化に及ぼす効果の大きさを把握しつつ強力に開発・導入していくことに加え、それら個別技術の確立・実用化と合わせて、個々の技術(機器・設備等)をネットワーク化し、エネルギーシステム全体として最適化を図ること、すなわち、Society 5.0における、エネルギーと情報が融合するIoE(Internet of Energy)社会のエネルギーシステムをデザインすることが求められる。

また、これからの社会に求められる要件として、スマート化(Smart)、デジタル化(Digital)、強靱化(Resilience)が挙げられ、IoE社会ではSDRに富んだ社会の実現が望まれる。

ここでのIoE社会とは、エネルギー情報もインターネットにより結合され、情報交換することにより相互にエネルギーの需給が管理される社会である。電気、熱、化学エネルギー等を含めた様々なシステムの集合体であり、総合的なエネルギーマネジメントを実現するために、グランドデザインの策定が望まれている。

本課題では、Society 5.0のIoE社会の基盤技術システムをさらにシステム化することにより相乗効果を最大化することが極めて重要であると考えており、まさにIoE社会実現のための”System of Systems”を着実に実践し、社会実装することを目指す。

テーマ(A) : IoE社会のエネルギーシステムのデザイン

エネルギーマネジメント技術に関しては、これまで国を中心として、ホームエネルギー管理システム(HEMS)、ビルエネルギー管理システム(BEMS)、スマートコミュニティ(環境配慮型都市)事業、仮想発電所(VPP)事業等、点から面までの各事業(実証事業が中心)が行われている。今後は電力マネジメントのみならず、熱・化学反応(水電解等によるグリーン水素製造を含む)、ヒートポンプなどのエネルギー転換技術もより重要になってくると想定される。当課題に関しては、研究会を中心に、エネルギーマネジメントを効果的に行うためのボトルネック課題を特定するとともに、下記テーマ(B)、(C)のエネルギー利用最適化に資するエネルギーシステムのグランドデザインを取りまとめて公表する。その際には、テーマ(B)、(C)の技術

を活用することでどの程度カーボンニュートラルを達成可能か、あるいは前倒しできるのかの見通しを、再エネ導入量やコスト等の定量的な評価に基づくロードマップによって提示する。

また、Society5.0 を具現化するための IoE 社会のエネルギーシステムのデザインは、地域の産業構造、エネルギー需給構造や再エネの導入可能性に係る地域特性に即して行うことが必要である。このため、地方自治体や地域エネルギーシステムの運営主体が、デザインにあたって利用可能な IoE 社会の地域エネルギーシステム構築のためのガイドラインやモデル等のデザインに資する情報やツール等を整備することは重要な課題である。

更に、新型パワーエレクトロニクス技術を活用したスマートインバータの適用により、分散型資源から大規模洋上風力まで多様なスケールの再生可能エネルギー電源や蓄電システムの高度制御を可能にする再生可能エネルギー中心のエネルギーシステム構築につなげる。

テーマ(B) : IoE 共通基盤技術

エネルギーと情報が融合する社会(IoE 社会)の総合的なエネルギーマネジメントにおいて、再生可能エネルギー電源を中心とする電力システムでは、電源・変換器の種類、数が急増し、それに対応する開発者・設計者などの不足、開発費、開発期間の増加、種類が増えることによるコストの増大が予想される。

USPM は日本の高性能酸化ガリウムパワーデバイスを適用したユニットモジュールを超高速デジタル技術により組み合わせることによって、フルカスタム化による上記の弊害を解消し、アプリケーション技術者の開発・設計の簡素化を図る。また、超高速デジタル技術を駆使することによりエネルギーネットワーク上、すなわちサイバー空間上での連携が容易となり、IoE 社会でのスマート化の構成要素の役割も担う。

そこで、今後は、以下の性能を持つ USPM の開発を行う必要がある。

① WBG 系半導体向け高速デジタルコントローラの開発

(パワーモジュール部分のみの最適設計・開発に頼ることなく瞬時デジタル駆動制御技術により WBG デバイスの動作状態や不安定な入力電源状態などを常に監視し、瞬時にフィードバックコントロールすることで WBG デバイスの持つ優れた性能を極限まで活用)

② 高パワー密度、高温動作可能で①のデジタルコントローラに対応可能なパワーモジュールの開発

(パワーエレクトロニクス応用装置自体の高効率化、高機能化、汎用化、設計コストの大幅削減)

③ WBG 系半導体スイッチング素子として、炭化ケイ素(SiC)並みの低損失をシリコン(Si)程度のコストで実現する酸化ガリウム MOSFET(電界効果トランジスタの一種)の開発

USPM のような技術は、諸外国でも研究開発が進められているが、未確立である。世界に先駆けた革新的な USPM を開発し有効性を実証することにより、世界市場の獲得が期待できる。さらに、モジュール結合時に課題となる、温度バランス変化等の不安定要因に対するモジュール間特性のばらつき補償をリアルタイムのオートチューニング(自動制御)等による制御で解決することで、サーバインフラ、産業機械、自動車等の電力効率及び長期信頼性を更に高め、我が国産業基盤の強化に寄与する。

USPM 技術が求められている現場の代表例は、大きく以下4つに分類される。

① 再生可能エネルギーの電力変換装置

電源の不安定さや異なる電力容量に対し、USPM により対応可能(個別条件ごとの設計対応を軽減)。

② 電気自動車

標準化された安価な USPM により、開発リードタイムの短縮、システム全体の低価格化が可能。

③ 次世代サーバー用電源

小型化及び低損失化に伴う効率向上、冷却システムの簡略化及び個別条件ごとの設計対応を軽減。

④ 次世代産業用インバータ

産業用ロボットや環境用ロボット等の増加による電力不足や、工場での集中的な稼働から危険な作業場所での稼働といった分散化した電源の不安定さへの対応が可能で、他の電源へのノイズ等の影響の軽減が可能。

USPM : 新WBGチップ+高速デジタル制御+ユニットモジュールの組み合わせでIoE用電力変換器に対応

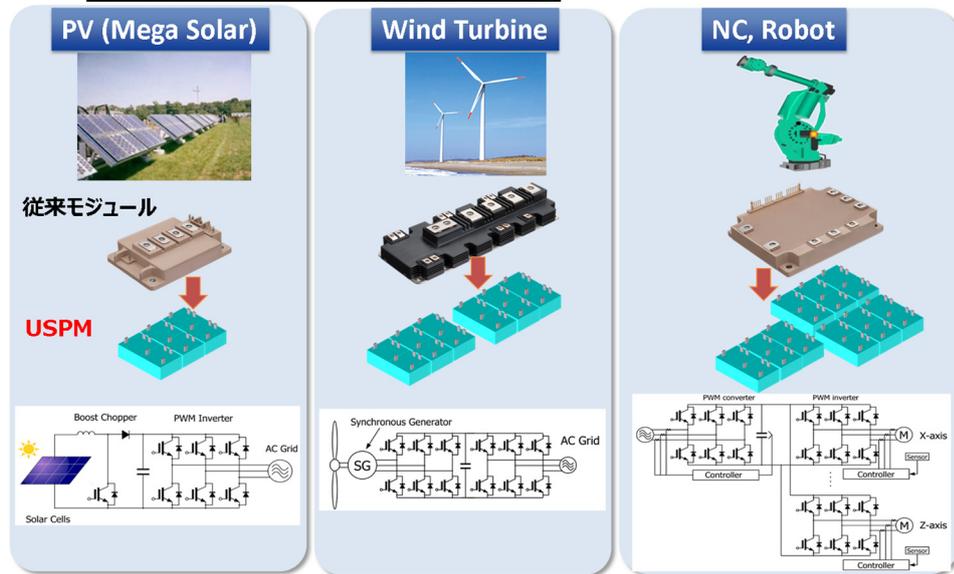


図 1-1 USPM における新 WBG チップ+高速デジタル制御+ユニットモジュールの組み合わせ例

一方、Society5.0 社会においてはスマートフォンに代表される小型モバイル機器の一般化に続き、産業機器の自動化とスマート化、交通インフラであるモビリティ車両の EV 化および自動化技術の進展が期待されている。機器の自動化やスマート化は産業機器やモビリティ車両にとどまらず、IoT 社会のあらゆるセンサ、あるいは身の回りの機器に共通するニーズであり、その電源においても自動で充電されるなど利便性の高い電源環境が望まれている。この電源環境は IoE 社会の総合的なエネルギーシステムの一つの領域を構成するものであり、高効率かつ小型のパワーエレクトロニクスデバイスおよびそれを使用したパワーエレクトロニクスシステムが必要となる。

これに対し GaN は、パワーエレクトロニクスシステムの小型化を実現する高速性を有し、送配電ネットワークから需要サイドの小型モバイル機器の充電環境にいたる幅広い分野において、エネルギー伝送の最適化や利便性を高める可能性がある。このことから GaN によるパワーデバイスと電力伝送システムの基盤技術は、本課題で検討されるエネルギー利用最適化のためのエネルギーシステムを構築するうえで重要な技術である。特に、需要サイドでは、MHz 帯からマイクロ波帯を用いたワイヤレス電力伝送技術として、IoT 社会のセンサや小型モバイル機器での電池切れを防止する自動給電、産業機器の自動化、さらに種々の社会インフラ維持コスト抑制につながるドローンによるインフラ点検の自動化・効率化など、多様な電力供給のニーズに応える技術として着実な社会実装が期待される。また、送配電ネットワークに関係する分野では、広く分布する分散電源である再生可能エネルギーシステムと系統を接続するパワーコントロールシステムや、電力の需給バランスを平準化するために EV 用車両の搭載電池を系統に連系する際のパワーコントロールシステムなど、エネルギーセクターと交通セクターをつなぐ電力変換システムでの社会実装が期待される。いずれも今後の日本あるいは世界で顕在化する社会課題の解決に寄与する可能性がある重要な技術分野である。

テーマ(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)に対し、WPT システムは①強靱化(センサーへの屋内給電による安全・安心なセンサネットワークの実現、ドローン活用による災害時等のインフラ点検・早期復旧、社会インフラ・電力網の巡視・点検・監視など)、②利便性・経済性(センサーへの屋内給電による工場での IoT 化促進、WPT センサによる生体センシングや位置把握・管理、見守り、ドローンによる物流革命の推進、ドローン活用による過疎地などへの社会貢献、農業用ドローンの活用など)、③脱炭素・省エネ(WPT センサ利用による産業負荷低減(メンテフリー)、WPT センサネットワークによる電力見える化(HEMS、BEMS、FEMS 利用)、ドローン輸送の拡大と電力負荷制御(宅配ドローン、ドローンタクシーなど)、ドローンによるメンテナンス等の産業負荷低減など)の観点での効果が期待できる。そこで、WPT システムが有効かつ求められる現場(屋内(センサー・情報機器等)、ドローン(インフラ維持・管理))において、社会実装を早期に進めることにより、Society5.0 における IoE 社会の実現を目指す。そのために、産学官が連携のうえで、WPT システム技術の研究開発・実証を行い、実用化を進めることが必要である。

WPT システムは、送電電力の高周波変換回路、ワイヤレス伝送部、受電電力の給電用変換回路からなり、それぞれの周波数帯域・方式で各部分の技術開発が必要である。本研究テーマでは、各現場での給電に適した方式の技術の研究開発を行い、遠距離・高効率・大電力で安全な WPT システムを確立する。

また、開発した WPT システム技術を求めている現場(屋内(センサー・情報機器等)、ドローン(インフラ維持・管理))への適用を見据えた実証を行い、その結果を研究開発にフィードバックすることで、同技術の確立につなげ、並行して、関連する制度整備に関する課題に取組み、国際標準化にも積極的に参画していく。

WPT システム技術が求められている現場の代表例としては以下の 2 つが考えられる。

① 屋内(センサー・情報機器等)

- ・ Society 5.0 の実現に向けて、多様なニーズに応えるため、より自由度が高いセンサー・情報機器等の開発が必要。
- ・ ケーブルの制約を受けずにどこにでも設置できるため、センサー・情報機器等の自由度が向上し、利便性・生産性の向上に貢献。
- ・ また、人や他の無線システムが存在する環境においても、高度な人体及び無線システム検知技術と高度なビーム制御技術により安心して安全に電力伝送を行うことが可能になるとともに、実効的に、高い時間効率での電力伝送を行うことが可能となり、センサーや情報機器などに対する更なる利便性の向上やそれらを活用することによる更なる生産性向上に貢献。

② ドローン(インフラ維持・管理)

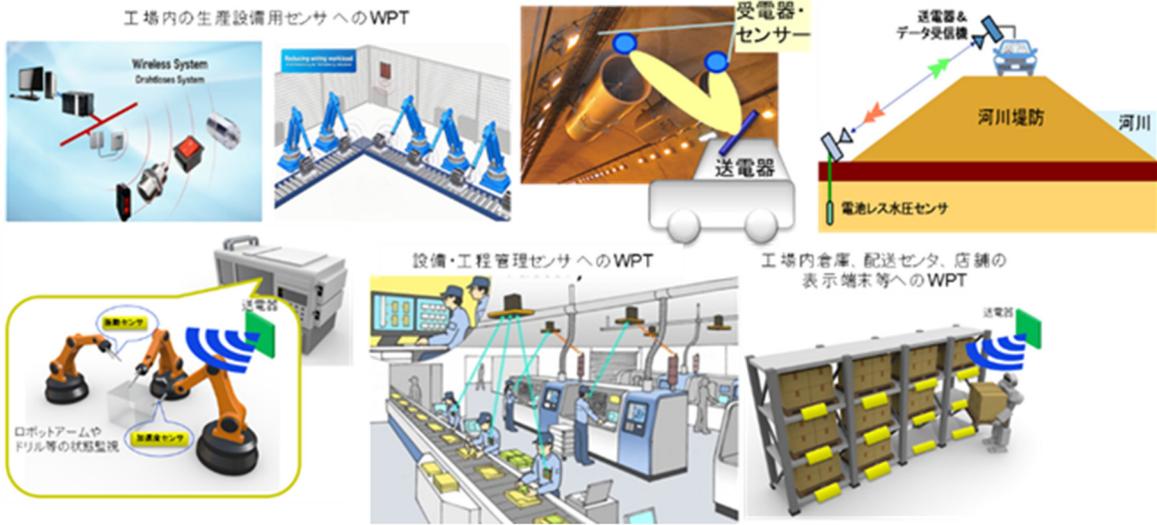
- ・ 世の中の高齢化等により、建設業は今後 10 年間、技能労働者約 340 万人のうち、約 1/3 の離職が予想されており、人口減少も相まって、労働力不足の懸念が大きい。
- ・ 工場や橋梁の点検は人力に頼る部分が多く、そもそも容易に近づけない場所での点検が難しいという問題もある。

⇒短時間かつ簡易な充電によりすぐに飛行できるドローンを活用し、橋梁や工場、電力系統等の長時間連続の点検・監視に活用。社会インフラメンテナンス技術の根本的革新、メンテナンスに係る労力の大幅削減等に貢献。

①FA/IoT

センサー、ウェアラブル機器などへの充電・給電
(給電距離拡大、電池交換不要、メンテナンスフリーに)

構造物点検センサーへ
走行車両、ドローンから送電しデータ回収
(災害防止、危険予知に貢献)



②介護・子育て見守り用途センサ

③モバイル端末(スマートフォン、タブレットなど)

センサー、ウェアラブル機器などへの充電・給電
(電池交換不要、メンテナンスフリーに)

オフィス、店舗、公共場所にいるだけで、意識
しなくても携帯情報端末等に常時充電・給電
(充電残量を気にすることなくあらゆる場所で
快適に仕事ができる環境へ)



図 1-2 屋内(センサー・情報機器等)用 WPT システムの利用シーン

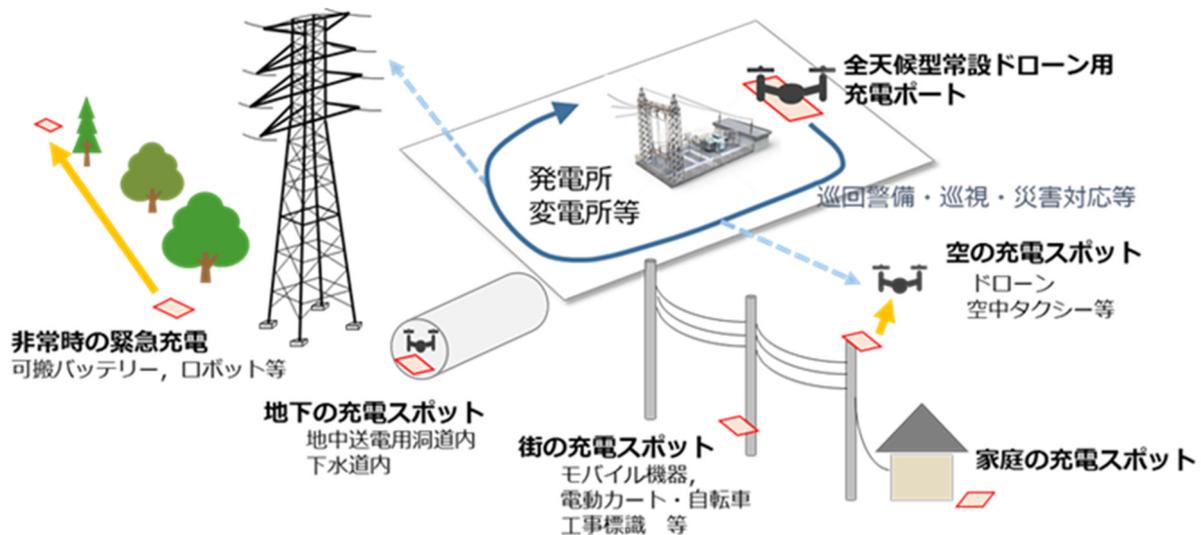


図 1-3 ドローン(インフラ維持・管理)用 WPT システムの利用シーン

(3) 目標・狙い

下記研究開発項目について、技術課題を克服することにより、IoE 社会のエネルギーシステムの実現を目指す。

① Society 5.0 の実現に向けて

上記 1. (2)意義・政策的な重要性に記載の通り、本課題では、エネルギーと情報が融合することによる社会 (IoE 社会) を最適にデザインし、それを実現するための要素技術の研究開発に取り組む。これにより再生可能エネルギーの大量導入に対応可能となり、また、電力消費ニーズが多様化していく Society 5.0 の実現に貢献する。

② 社会面の目標

- ・ IoE 社会のエネルギーシステムを具体的な構想にして示す。
- ・ USPM の特徴である基本ユニットの組合せで数百ものパワーモジュールに対応可能であることを示す。
- ・ 社会実装の前に WPT の人体への影響・安全性を説明する策を講じる。

③ 産業的目標

- ・ IoE 社会のエネルギーシステムとはエネルギーの OS またはデータプラットフォームの様なものである。エネルギー (電力、熱、化学物質等) 利用の最適化の観点から、社会実装に向けて効率的なエネルギーシステムの姿を打ち出し、各産業の本分野に係る研究開発や社会実装の推進に貢献する。
- ・ 高パワー密度、高温駆動可能なパワーモジュールと高速デジタル駆動制御技術及び低コストで高い性能の MOSFET を統合化することで、低コストで汎用性のあるパワーエレクトロニクス応用装置の創出に寄与する。また、モジュール間特性のばらつき補償をリアルタイムでオートチューニング (自動制御) 等による制御で解決することで、サービインフラ、産業機械、自動車等の電力効率と長期信頼性を更に高め、我が国産業基盤の強化に貢献する。
- ・ WPT システムを無人化工場のロボットやセンサー、ドローン等に応用することで、建設、ものづくり、物流等の現場の生産性の抜本的向上に貢献する。

④ 技術的目標

- ・ IoE 社会のエネルギーシステムについてのアーキテクチャーをデザインする。
- ・ 低コストで高い機能性に富む高耐圧な USPM に必要な要素技術と統合設計技術を確立する。
- ・ SiC 並みに低損失で Si 程度の低コストな酸化ガリウムパワー-MOSFET を製品化する。
- ・ SiC の利用が難しい MHz 帯以上での高周波駆動が可能な縦型 GaN パワーデバイス製品化する。
- ・ WPT 技術の規格策定および国際標準化。
- ・ 実証システム下におけるセンサネットワークおよびモバイル機器への WPT システムを確立する。
- ・ WPT システムを搭載したドローンへの遠隔 WPT システムを確立する。

⑤ 制度面等での目標

- ・ 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。また、国際電気通信連合 無線通信部門 (ITU-R) やアジア・太平洋電気通信共同体・無線グループ (AWG) などで国際制度化、国際協調に向けた取り組みを実施する。
- ・ 「制度整備・標準化対応 WG」を立ち上げ、以下の取り組みを実施する。
 - 法規制に係る関係府省庁との協議、課題抽出を行った上で、制度整備のシナリオ・実施体制づくりを行う。
 - 標準化の場の明確化とその実施計画・体制づくりを行う。
 - 社会実装に係る関係団体・組織との協議、課題抽出を行った上で、社会実装の方法の検討などについて取り組みを実施する。

⑥ グローバルベンチマーク

テーマ(A) : IoE 社会のエネルギーシステムのデザイン

電源構成はこれまでの集中型電源に加え、PV(太陽光発電)など変動型再生可能エネルギーを中心とした分散型資源が急速に増加しつつあり、同時にエネルギーのデジタル化も急速に進展している。(国際エネルギー機関(IEA)の「Digitalization & Energy」によると、2040年までに10億世帯と110億のスマート家電品が相互接続された電力システムに乗り入れ、電力消費行動を変えられるようになり、デマンドレスポンスによりエネルギーをマネジメントすると、185GWの調整力を提供し、電力インフラ投資2700億米ドルの節約につながると見られている。)欧州で交通部門とのセクターカップリングは志向されているが、その効果の把握や実用化に向けた取り組みは行われていない。一方、我が国では、これまで、電力を中心としたエネルギーマネジメントシステムの要素技術開発に取り組んできているものの、IoTを活用し、交通部門と連携したエネルギーシステムの構築に向けた取り組みはなされていない。

こうした状況を踏まえ、再生可能エネルギーと電動車両を中心とする新しいエネルギーシステムの最適化、および熱キャリアとも連携して分散型(変動型)電源を活用するエネルギーシステム構築の観点から、社会実装可能な経済合理的なエネルギーシステムの姿を打ち出すことを目指す。

連邦制や歴史的に地域コミュニティを中心として発展してきた欧米の都市・集落の一部においては、地域の産業構造やエネルギー需給構造にマッチした地域エネルギーシステムの構築が図られているところがあり、それらの状況については研究の参考とすることを考えているが、IoT技術を活用した地域エネルギーシステムの構築は、まだどの国においても試行段階であり、IoT技術をフルに活用した日本の地域特性にマッチしたエネルギーマネジメントシステムの構築のための基盤を整備することは、日本として、また、日本と同様の環境にある国々にとって重要な試みである。

テーマ(B) : IoE 共通基盤技術

USPM の研究開発は諸外国でも活発に進められており、技術確立に向け、研究開発が加速する見込みである。技術的な根拠を考慮したグローバルベンチマーク調査によって、我が国における要素技術の優位性だけでなく弱点についても確認し競争力強化につなげるべく、世界に先駆けたUSPMの有効性の実証・技術確立による技術規格の策定や国際標準化の先導を目指す。

MHz 帯を用いたパワーエレクトロニクス技術およびワイヤレス電力伝送技術は、システムの小型化につながるものであり、電力伝送機器の小型・軽量化が望まれる EV 車両への超高効率・急速給電、ドローンへの急速充電等において期待される技術である。この技術の実用化には、MHz 以上の高速スイッチング可能なゲート駆動回路や同期整流技術が必要となるが、kW クラスの電力伝送をターゲットとしたこれら大容量かつ高速制御性を要する技術開発は前例がない。また、マイクロ波による放射型ワイヤレス電力伝送技術に関する検討は古くからなされているものの、大容量化に対する難易度が高く、限定的な応用に対して研究されているにすぎない。そのため大電力用途に最適化した実用的な整流素子やアンテナを含めた受電回路の開発は例が無い。本研究開発では、IoE 社会の新しいエネルギー伝送技術としてMHz帯からマイクロ波帯を利用する電力伝送システムを実用化するため、他に先がけてその基盤技術確立し国際競争力の確保を目指す。

テーマ(C) : IoE 応用・実用化研究開発

センサーや情報機器用の屋内給電に関しては、米国などでデモレベルでの実証試験は行われており、一部実用化も進められているものの、諸外国のシステムは、人体や他の無線システムの存在する環境では限定的な利用しか行えず、十分な電力供給は行えていない。これに対して、本研究では、人体や他の無線システムの存在する環境において安全かつ安心して高い時間効率で利用できるシステムの実現に向けた研究開発を行う。また、いまだに構築されていない、WPT システムとしての標準化についても取り組む。

ドローンへの給電に関しては、カナダなどで基礎的な実験が行われている程度である。本研究では、産業応用に必要な送電電力の形成、小型化・軽量化などの研究開発を進める。更に、社会実装に不可欠な送受電マネジメントや電力及びビーム制御などのシステム開発についても世界に先駆けて取り組む。

以上のような状況であり、グローバルベンチマーク調査を行うことによって最新の状況を把握し、それを踏まえて、我が国の高い技術力を用いた新たなワイヤレス電力伝送製品の実用化を世界に先駆け実現し、国内市場のみならず世界市場の獲得を目指す。

⑦自治体等との連携

地域の資源や実情に合わせた地域エネルギーシステムの社会実装を促すため、自治体や地方のエネルギーシステム運営者の協力を得て、彼らが活用できるエネルギーシステム構築のガイドラインを策定する。

また、WPT システムが有効かつ求められる現場(ドローン(インフラ維持・管理))、屋内(センサー・情報機器等))における実証の際は、企業のみならず必要に応じて自治体等と連携する。

(A)① : エネルギーマネジメント研究会

研究会メンバー :

民間企業、大学、国立研究開発法人

関係府省庁 :

内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省

研究開発内容 :

Society 5.0により、エネルギーと情報が一体化する社会のエネルギーシステムのプロトタイプ設計を行う。

各省庁の取組み状況を把握し、また情報システムのアーキテクチャー設計者からヒアリングし、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融合に関する IoE 社会のデザインに取り組む。

加えて、エネルギー消費、再エネの導入可能性に係る地域特性に応じた社会実装可能な地域エネルギーシステムのプロトタイプ設計/実証を行い、今後、地域のエネルギーシステム設計の担い手となる地方自治体、あるいは地域での新たなエネルギーシステムの構築に参加する民間事業者向けに、幾つかのモデル地域における設計例を含めた、地域エネルギーシステムをデザインするためのガイドラインを作成する。

テーマ(B)、(C)の新技术実装により高性能のパワーエレクトロニクス機器普及による再生可能エネルギーの一層の利用促進効果等を明らかにする。エネルギー利用効率化などエネルギー面での便益に加えて、レジリエンス強化など非エネルギー便益(Non-Energy Benefit, NEB)の評価を試みる。

また、エネルギーシステムのサイバー層に注目し、環境エネルギー分野のデータ基盤を考慮した分野間データ連携を取り込むアーキテクチャを含むエネルギーシステム設計手法およびガイドラインを提案する。その際、分野間データ連携を念頭にエネルギーシステムアーキテクチャの概念モデルを設計し、各層でのデータ交換の標準化を視野に入れたプラットフォーム構築の指針を示す。

(A)② : 再生可能エネルギー主力電源化に向けた革新的エネルギーデバイスの便益評価

研究責任者 :

安部 征哉(国立大学法人九州工業大学 大学院工学研究院 准教授)

参画機関 :

九州工業大学、中部大学、(一財)電力中央研究所、(国研)産業技術総合研究所

関係府省庁 :

内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省

研究概要 :

パワーエレクトロニクス(PE)技術が再生可能エネルギー普及に貢献する度合いを定量的に示すことを目的とした、“再生可能エネルギー中心社会のPE技術貢献ロードマップ”を策定する。そのために、適宜実データも活用しながら以下を中心に取り組む。

■ 国内外における各要素技術(半導体素子、受動素子、パッケージ、回路方式、制御、通信等)の研究開発状況の調査等に基づき、PE技術が電力システムの品質に与える影響・価値を評価。PVや蓄電池などの分散型エネルギー資源が連系する配電システムにおける電圧制御や洋上風力などを含む基幹システムレベルのシステム安定性などを考慮したシミュレーション分析を行い、再生可能エネルギー中心社会(CN社会)実現に次世代PE技術がどのように貢献するかを明らかにする。

■ その際、MARKALベースで分析可能な国レベルの長期的な限界CO₂排出削減費用などを補完する形で、配電システムの配電線レベルなどより空間分解能を上げて、より詳細な電力ネットワーク構造・制

約をモデルで表し、PV など変動性再生可能エネルギーの系統接続可能容量(hosting capacity)や PV 発電電力量の利用可能量を評価できるモデル分析手法を開発する。

- 要素技術の組合せによる新しい付加価値(高周波スイッチングや高耐圧等)やコスト低減を切り口として、新しい PE 技術の普及による社会的・経済的インパクトを評価。

目標 :

【最終目標】(2022 年度末時点)

再エネ中心社会に向けた PE 技術貢献ロードマップの作成

- ・ 構築した評価モデルを用いて、革新的エネルギーデバイスが適用されたエネルギー供給システムの経済的便益を算出する。
- ・ 抽出した技術的課題を整理し、革新的エネルギーデバイスが適用されたエネルギー供給システムの技術ロードマップを作成する。

(A)-③ : 地域エネルギーシステムデザインのガイドラインの策定

研究責任者 :

中田 俊彦(国立大学法人東北大学 大学院工学研究科 教授)

参画機関 :

東北大学、(一財)日本エネルギー経済研究所、早稲田大学、宇都宮大学

関係府省庁 :

内閣府、国土交通省、環境省、経済産業省、資源エネルギー庁、文部科学省

研究概要 :

関係府省庁、関係自治体、地域内エネルギー連携について検討している民間団体等の協力を得つつ、

- 全国の市区町村のエネルギー需給の特性を、地域社会の自然環境や産業構造に基づいて分析・推計し、地域エネルギー需給データベースを作成。
- 隣接地域を含む広域で(クロスボーダー)、エネルギー資源の相互補完が可能な(クロスセクター)、従来よりも空間分解能の高い地域間連携モデルを検討。(幾つかのエネルギー需給に特徴ある地域を対象に事例研究の形で実施。)
- サステイナブル・シティやスマートシティの社会実装に向けて、再エネベースの持続可能社会の構築に向けた地域エネルギーシステムデザインのガイドラインを策定。

自治体、および地域におけるスマートシティ推進団体、インフラ事業者の協力を得て、以下の課題に取り組む。

- 交通事業者の収集するモビリティデータ、および、送配電事業者の収集するスマートメータデータなど、面的データの利活用を通じた電力・交通セクターカップリング手法の検討と、電力・交通データ連携型地域エネルギーマネジメントシステムプラットフォームの設計指針を構築。
- 電力・交通データ連携型地域エネルギーマネジメントシステムプラットフォーム適用時の便益評価指針構築と地域におけるモビリティデータとエネルギーデータを利用したエネルギー/ノンエネルギー便益の試算。

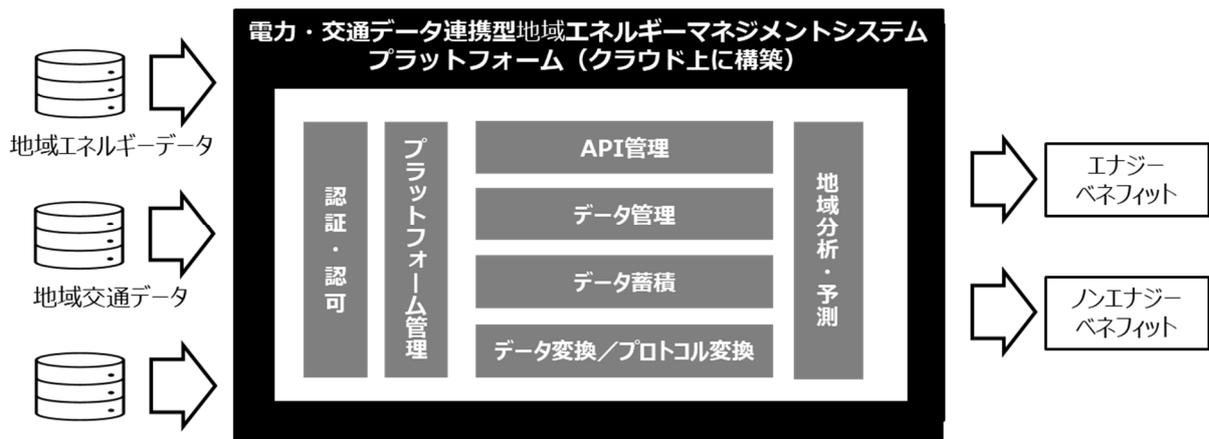


図 2-2 電力・交通データ連携型地域エネルギーマネジメントシステムプラットフォーム
(イメージ図)

目標 :

【最終目標】(2022 年度末時点)

- ・ 地方自治体等において進められる、分散型地域エネルギーシステムの構築のためのデザインの指針とその材料を、「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(仮称)」の形で提供する。
- ・ 電力・交通データ連携型地域エネルギーマネジメントシステムプラットフォームについて設計指針とデータ連携に基づく便益評価指針を提供する。

テーマ(B) : IoE 共通基盤技術

研究開発期間 :

2018 年度～2022 年度

担当サブ・プログラムディレクター(サブ PD) :

高橋 良和(国立大学法人東北大学 国際集積エレクトロニクス研究開発センター 研究開発部門長 教授)

(B)-① : エネルギーデバイスへの応用を見据えた IoE 共通基盤技術

代表 :

伊東 淳一(国立大学法人長岡技術科学大学 大学院工学研究科 教授)

研究概要 :

再生可能エネルギーを含めた多様な入力電源に対応可能な、USPM(汎用性のある高機能パワーモジュール)の開発により、パワーシステムの総コスト低減を目指す。また、材料技術の進展を活用した高速でのスイッチングが可能な USPM を開発する。

<USPM の具体的な機能>

- (1) ユニバーサル性 : コアパワーモジュールと高速デジタル駆動制御を駆使し、WBG デバイスの優れた特性を極限まで活かし、数々の異なるパワーエレクトロニクスアプリケーション、機種に対応。
- (2) スマート性 : デジタル制御により負荷状況やユニット間特性差に応じて最適に制御可能。
- (3) 低コスト : コアパワーモジュールを標準化し個別設計を最小限とする。

<開発の技術的ポイント>

(1) WBG 系半導体向け高速デジタルコントローラの開発

(パワーモジュール部分のみの最適設計・開発に頼ることなく瞬時デジタル駆動制御技術により WBG デバイスの動作状態や不安定な入力電源状態などを常に監視し、瞬時にフィードバックコントロールすることで WBG デバイスの持つ優れた性能を極限まで活用)

- ① センシング情報の遅延時間を低減する技術開発
- ② 電源回路の高速スイッチングに向けたデジタル制御演算の高速化
- ③ リアルタイムオートチューニング(自動制御)機能の組込み

(2) 高パワー密度、高温動作可能で(1)のデジタルコントローラに対応可能なパワーモジュールの開発(パワーエレクトロニクス応用装置自体の高効率化、高機能化、汎用性化、設計コストの大幅削減)

- ① 耐圧 1200V 以上
- ② 200°C以上の高温動作可能
- ③ 高パワー密度

(3) WBG 系半導体スイッチング素子として、SiC 並みの低損失を Si 程度のコストで実現する MOSFET の開発

(SiC に優位性のある鉄道等の高耐圧領域を除く、産業機械や電気自動車、家電製品等の中耐圧領域で Si の置き換えを実現)