



# 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電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  
先進エネルギー国際研究センター長

Profile

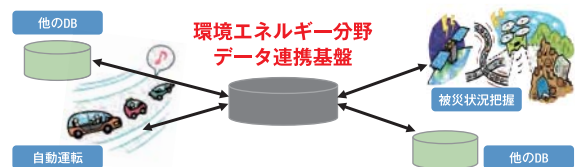
2007年東京工業大学大学院教授、09年同大先進エネルギー国際研究センター長、10年一般社団法人低炭素投資促進機構理事長、11年一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター理事長、12年同大特命教授・名誉教授。

## 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

エネルギーマネジメント研究会を中心に、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共に、テーマ(B)、(C)の新技術実装により移動する車載蓄電池への走行中給電の制御や高性能のパワエレ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着目し、異分野の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を提案する。

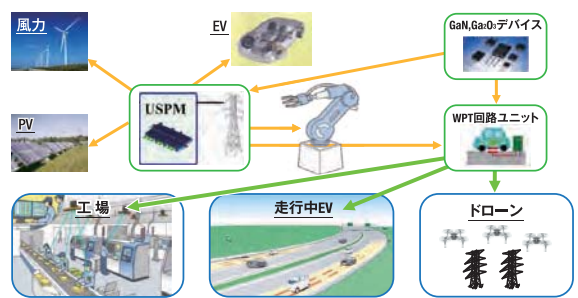
●最適なエネルギーマネジメントで必要となるデータ連携のイメージ



### (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、GaNデバイスおよびMHz・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。

●エネルギー変換・伝送システムの実用例のイメージ

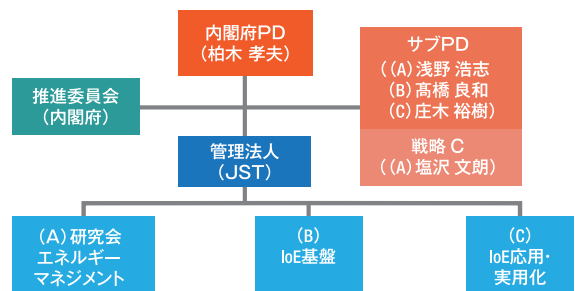


### (C) IoE応用・実用化研究開発

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マネジメントの実現に向けて、①屋内センサー・情報機器等、②走行中EV、③飛行中ドローンについて、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。

## 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。



## ☑ 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、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。

## 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

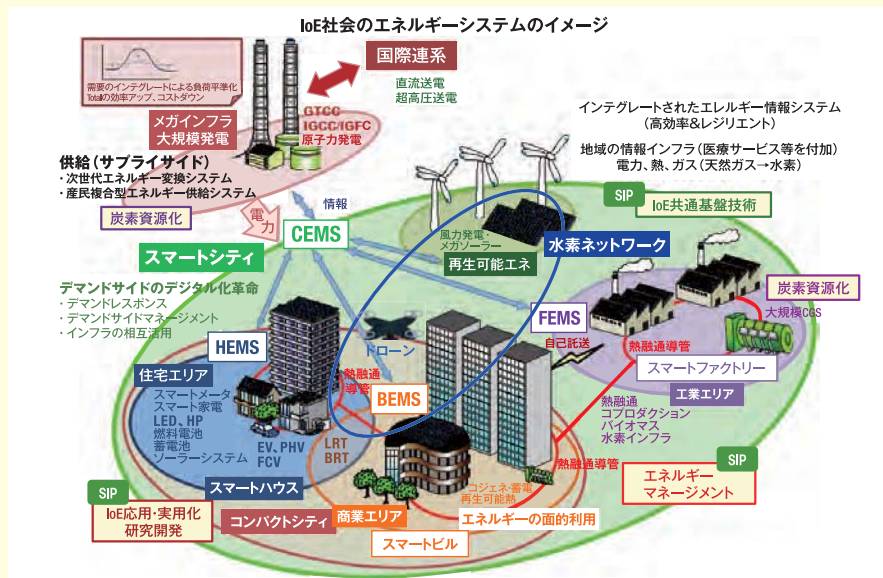
- ・太陽光発電(PV)、蓄電池、水素発電、EVなど分散型資源がパワーエレクトロニクスを介してつながるIoE社会におけるエネルギー管理システムをデザインし、各産業の本分野に係る研究開発や社会実装の推進に貢献する。
- ・さまざまな分野のデータを活用し、例えば、センサーやEV、ドローン等のあらゆるデバイスに対していつでもどこでも給電ができるユニバーサル給電が可能となるなど、エネルギー、交通、水素、熱等のセクターカップリングを実現するデータ連携基盤を構築する。

### ☑ (B) IoE共通基盤技術

IoE社会では、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・開発期間の増加等による投資の増大が予想される。USPMは日本の高性能WBG半導体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、フルカスタム化を実現することにより、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ってエネルギーネットワーク上での連携が容易となり、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。USPMを導入した電気機器の普及により、省エネルギー化および変動電源の利用促進が見込まれる。また、ここで言うMHz帯を用いたワイヤレス電力伝送システムの基盤技術の研究開発成果により、IoE社会で多様化する電力消費要求に応えるとともに、社会全体のエネルギー管理効率化、脱炭素化に寄与する。

### ☑ (C) IoE応用・実用化研究開発

- ① 屋内センサーや情報機器等へのWPTシステムの開発  
機器・装置等の給電用ケーブルの制約が解消されるため、センサー・情報機器等が自由に設置でき、利便性・生産性の向上に貢献する。
- ② EVへの走行中WPTシステムの開発  
移動中の給電を可能とすることにより、バッテリー容量の課題克服に寄与するとともに交通の利便性向上、EVの普及に貢献する。さらに、再生エネルギー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も利用が期待できる。
- ③ 飛行中ドローンへのWPTシステムの開発  
橋梁や工場電力系統等の長時間連続点検・監視への活用等が見込まれる。これにより、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する。





## エネルギーの利用を最適化する、画期的な革新を。 再生可能エネルギーを制御して無駄なく使える強靱な都市の実現を目指します。

最新のIoTやAIを活用し、デマンド(需要)側をきめ細かくコントロールすれば、再生可能エネルギーを多く取り込む、脱炭素型のスマートシティやスマートコミュニティが構築できる。そんなエネルギーシステムのグランドデザインについて、柏木 孝夫PDにお話を伺いました。

### 「電力化、脱炭素化、 デジタル化するエネルギー」

Q—それでは、最初に、「IoT社会のエネルギーシステム」という課題の概要と狙いをお聞かせください。

PD—現在のエネルギー世界を俯瞰的に見ると電力化の方向に進んでいる。そして、脱炭素化の方向に向かっている。もうひとつ、インフラが変革期を迎えていて、アナログからデジタル化に向かっている。

これらを考え合わせると、やはりこれからの電力システムに貢献できる内容に絞り込んだほうが一体感が出てくるということで、IoTすなわちインターネット・オブ・エナジーという言葉を使ってみました。

普通、IoTというとインターネット・オブ・エブリシング、すべてのものをインターネットにぶら下げるということになりましたが、エネルギーのインターネット化という「IoT社会のエネルギーシステム」というタイトルにさせていただきました。

Q—地球規模で見ると、省エネはなかなか進んでいないということですね。

PD—気候変動問題の基準の年にしようとする動きがあったのが1990年です。あの時の世界全体の電力消費量が10兆キロワットアワー。昨年度が22兆キロワットアワー、世界全体で2.2倍に伸びたわけです。省エネを推進しようと言っているにも関わらず、2.2倍に伸びてしまっている。

その中で、特にアジアの伸びているのが大きい。これが4倍。それらを考え合わせると、やはり合理的に電力量を制御ができるようにしていくことが非常に重要になってくると思います。

もう1つ重要なことは、脱炭素化。世界中で、石炭による火力発電の割合は30パーセント。そう考えると、石炭を抜きにはできない。中国では70パーセント位が石炭火力ですから。

脱炭素化と電力化の社会の中にあって重要となる再生可能エネルギーを取り込んでいくためには、共通基盤の新しいパワーエレクトロニクス技術が必要と言えます。

例えば、太陽光はさんさんと輝いて、電気が余っていても、買い手がいない。その時に共通基盤があれば、デマンド(需要)のほうに、「今、乾燥機を稼働させよう」、「今、食器洗い機を使おう」という指令を出せるわけです。余剰になったり、不足したりする自然エネルギーが無駄なく使えるようになるわけです。これは、今までと全く違った社会を築くということになります。

### 「青色発光ダイオードの技術が ワイヤレス給電の基盤技術に」

Q—なるほど。それはエネルギー消費を合理化することですね。

PD—今回、共通基盤で2つの課題を設けました。1つがこのような再生可能エネルギーの、不規則な変動電源にも常に高効率の対応が可能な、現在の電力変換器に替わる「USPM」(ユニバーサル・スマート・パワー・モジュール)の開発です。すなわち、スマートで低コストかつ高速デジタル制御が可能となるWBG系MOSET(電界効果トランジスタの一種)の開発です。これには、新しい材料である酸化ガリウムを用います。

もう1つが、ワイヤレス給電など、給電の多様性のための基盤技術ということで、青色発光ダイオードの技術を応用したMHz帯からマイクロ波帯の電力伝送システムの開発です。



これもガリウム系で、ガリウムナイトライドを用いて磁気共鳴させることにより、磁気で電気をやりとりができ、すごく長距離の、ギガヘルツ級の、マイクロエーブまで出せるものです。ノーベル賞の青色発光ダイオードの技術がワイヤレス給電の基盤技術に使われるという、大変なアプリケーションだと思います。これが応用できれば、工場内だけではなく家庭での機器も変わります。テレビがどこでも見られる。ドライバーも好きなところでかけられる。ライフスタイルも変わってくると思います。

### 「ワイヤレス給電は 自動運転にもつながっていく」

PD—もう一つ大事なのが車の給電。今は大きなバッテリーの固まりですがバッテリーをかなり小さくできる。

Q—電気自動車が軽くなれば、それだけ燃費性能もよくなるわけですね。

PD—いろんな調査がありますが、車が走っている時の、概ね4分の1ぐらいが交差点付近を通過している、あるいは止まっている場合が多いといったデータもあります。大きな交差点のところがワイヤレス給電地域になれば、ここを通るときには充電され、自動課金される。課金オフにしておけば充電しないシステムにすることも可能になります。

Q—次のワイヤレス給電地域までもてばいいわけですね。

PD—バッテリーを小さくできるということで、自動運転との兼ね合いも非常にいいと言われていています。こういう実証を、社会実装まで含めてやっていきたいと考えています。

もう一つがドローンです。ドローンは今、電力会社を中心となって研究していますが、電線をチェックするのに、バッテリーがなくなってしまうと、墜落する危険がある、鉄塔に設置した給電スポットから電波を出して給電をすることなどによってワイヤレス給電がうまくいけば、ドローンが高所を全部チェックできるようになります。ドローンによるスマート物流、見守り・駆けつけ、ケータリングサービスも出てくるかもしれません。

いろんな意味で、長寿高齢化社会にいて豊かさが味わえる、こういう社会を、目的にしていると言っていいと思います。

Q—先生が描く、近未来の都市のスマート化は？

PD—やはり都市は、自分のゆとりと豊かさが味わえる空間でなければいけないわけですね。そういう意味で何があっても安心して暮らせる場所であるという意味で強じん化が必要だと私は思います。

そのための3つのキーワードがあります。

デマンドサイドの「スマート化」を図ること。そのスマート化を図るための「デジタル化」。そして「強じん化」です。強じん化、すなわちオフグリッド化ということです。停電などになっても大丈夫な都市をこれからは目指さないとはいけません。

### 「オフグリッドしても生活できる 強じんな都市を」

PD—最近、気候も随分亜熱帯的になってきている。台風の強さも変わっている。そうすると、やはり、オフグリッドしてもその中でどうにか生活できるデマンドサイドの強じん化がすごく重要になっていると言えます。

もちろん、IoEの中には自然エネルギー系もたくさん入れるということになりますから、IoE社会のエネルギーシステムを目指す以上に、もっと広がりをもった日本の国土全体の充実が図れる、スマートコミュニティ、あるいはスマートシティが創出できればいいと考えます。最終的な目標は、何があっても大丈夫な国土を造っていくということだと思います。