

横川 慎二	センター長・教授(専任)	情報学専攻(兼務)
曾我部 東馬	准教授(専任)	基盤理工学専攻(兼務)
澤田 賢治	准教授(専任)	機械知能システム学専攻(兼務)
市川 晴久	特任教授(専任)	i-パワードエネルギー・システム研究センター
早瀬 修二	特任教授(専任)	i-パワードエネルギー・システム研究センター
石橋 孝一郎	教授	情報・ネットワーク工学専攻
崎山 一男	教授	情報学専攻
金子 修	教授	機械知能システム学専攻
山口 浩一	教授	基盤理工学専攻

協力教員

大川 富雄	教授	機械知能システム学専攻
沈 青	教授	基盤理工学専攻
木寺 正平	准教授	情報・ネットワーク工学専攻
小木曾 公尚	准教授	機械知能システム学専攻
坂本 克好	助教	基盤理工学専攻

客員教員

Abdul Waris	客員教授	バンドン工科大学 教授
谷口 彬雄	客員教授	信州大学 名誉教授
川喜田 佑介	客員准教授	神奈川工科大学 准教授
松崎 和賢	客員准教授	中央大学 准教授

特任研究員

Muhammad Akmal Kamarudin	i-パワードエネルギー・システム研究センター
Baranwal Ajay Kumarand	i-パワードエネルギー・システム研究センター
Shamir Shahrir Razy	
Kapil Gaurav	
實平 義孝	



電気通信大学 i-PERC事務室

西3号館 105号室

Email: iperc-info@uec.ac.jp TEL: 042-443-5935

www.iperc.uec.ac.jp

ごあいさつ

2050年までに二酸化炭素の排出量を実質ゼロ化するという、「2050年カーボンニュートラル」の実現に向けて、エネルギー技術と情報通信技術の融合が加速しつつあります。i-パワーエネルギー・システム研究センター(Info-Powered Energy System Research Center, 通称iPERC)は、今後100年以上にわたって世界を支えてゆく次世代のエネルギー・システムの創出を目指し、プロファイル情報を付与してそれらと同化したエネルギー、すなわちInformation-powered energyとその基幹技術に関する研究を推進しています。再生可能エネルギーの主力電源化を実現するエネルギープラットフォームは、多階層の構造をもつと予想されます。すなわち、①エネルギーサービスを稼働させる上位のアプリケーション層と、②太陽電池、蓄電池、地熱発電などの多様な再生可能

エネルギー資源や天然資源発電を結びつける下位のエネルギーリンク層と、③上位と下位がぎじゅつ的發展や社会的進展で新しいものに置き換わ

たとしても稼働を維持できるエネルギートランスポート層から構成されるものです。それぞれの実現に向けた研究体制として、専任教員として、市川晴久特任教授、早瀬修二特任教授、曾我部東馬准教授、澤田賢治准教授を中心に、協力教員と客員教員を迎えて、エネルギーマネジメントシステムの開発、高性能太陽電池の開発、量子物理・エネルギー学・人工知能の融合、デバイス・システムの信頼性・高性能化・セキュリティ強化等に関する最先端の研究開発などを進めています。

2050年の世界に向け、iPERCの活動へのご賛同と、研究にご参加、ご助力いただければ幸いです。どうぞよろしくお願いたします。



電気通信大学
i-パワーエネルギー・システム研究センター (iPERC)
センター長
横川 慎二



専任教員紹介

蓄エネルギー分野 横川 慎二 (教授)

SHINJI YOKOGAWA

専門分野・リチウムイオン二次電池、信頼性工学、品質管理
情報学専攻、経営・社会情報学プログラム兼務



研究室・西3号館 202号室
TEL: 042-443-5974 Email: yokogawa@uec.ac.jp
http://www.yokogawa.iperc.uec.ac.jp/

創エネルギー分野 曾我部 東馬 (准教授)

TOMAH SOGABE

専門分野・エネルギー学、超効率太陽電池、人工知能、量子物理計算
基盤理工学専攻、電子工学プログラム兼務



研究室・西8号館 617号室
TEL: 042-443-5934 Email: sogabe@uec.ac.jp
http://cluster-iperc.matrix.jp

制御系セキュリティ分野 澤田 賢治 (准教授)

KENJI SAWADA

専門分野・制御セキュリティ、機械力学・制御、制御工学
機械知能システム学専攻、計測・制御システムプログラム兼務



研究室・西5号館 205号室
TEL: 042-443-5253 Email: knj.sawada@uec.ac.jp
http://www.sawada.iperc.uec.ac.jp

活エネルギー分野 市川 晴久 (特任教授)

HARUHISA ICHIKAWA

専門分野・IoT、ネットワークシステム、通信・ネットワーク工学



研究室・西3号館 101号室
TEL: 042-443-5142 Email: hichikawa@inf.uec.ac.jp

創エネルギー分野 早瀬 修二 (特任教授)

SHUZI HAYASE

専門分野・材料・デバイス(光電変換)



研究室・西8号館 419号室
TEL: 042-443-5885 Email: hayase@uec.ac.jp

蓄エネルギー分野 [横川研究室]

社会基盤を支えるデバイス・システムの高信頼化を目指して
社会基盤システムのレジリエンスと
キーデバイスの高信頼化の研究

エネルギーシステムの信頼性・安全性や品質保証をテーマとして、レジリエントなデバイス・システム・サービスの実現に向けた研究に取り組みます。

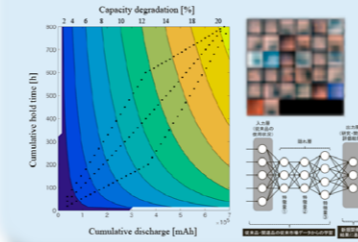
複雑な構造を有するシステムの不具合として、既存のプロセス解析や事象展開にそぐわないケースが近年増加しています。対象となる不具合事象を、単純な因果の観点から説明することが困難になってきたためです。いいかえれば、部分から全体への予測不可能性としての「創発性」によって不具合に至るのが、複雑システムの特徴の一つと考えられます。

設計されたシステムが創発性を有するか否かは、シナリオ解析や時系列のタスク解析で分析・評価することが難しいものですが、不具合の発生そのものを抑制するフォールトアボイダンスや、発生を前提に影響を極力軽減して機能を維持するフォールトトレランスなどの方策を、設計時に有効に組み込むことが難しくなります。

この創発性の発現を理解することが出来れば、複雑なシステムの設計時においても不具合の予測と制御が可能になり、前記の方策を効果的に導入することが出来るでしょう。

当研究室では、故障物理、信頼性の統計学を基盤として、上記課題における機械学習や深層学習、さらにはレジリエンスエンジニアリングの応用について研究を進めています。

研究テーマ①：電力システムの信頼性・安全性予測に関する研究

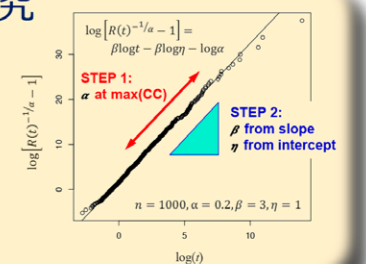


自律分散化の進んだ電力システムにおいては、リチウムイオン二次電池に代表される蓄電池や、キャパシタ、新規パワーデバイスなど、数多くの**エナジーデバイス**が用いられています。それらは多様な使われ方のもとに運用され、それに応じて特性の劣化が異なることが課題となります。この劣化を、時系列解析、機械学習、深層学習を用いて精度よく予測・評価し、保全方策を決定する方法について研究しています。

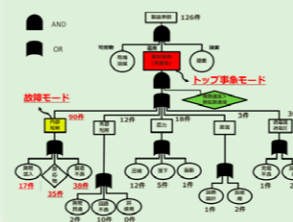
研究テーマ②：キーデバイスの省電力化・高信頼化の研究

データセンターの省電力化に向けた**超長期信頼性を実現する半導体メモリ**の開発研究や、**EVやPHEVの駆動力を支えるパワーデバイス**の高信頼化の研究を、他大学・企業との共同研究を通じて実施しています。

信頼性を予測するための劣化メカニズムの解明や、欠陥の影響に関する統計モデリングを通じて、新たなデータ解析の手法を開発し、その統計的性能評価の結果などを、積極的に国際会議で発表しています。



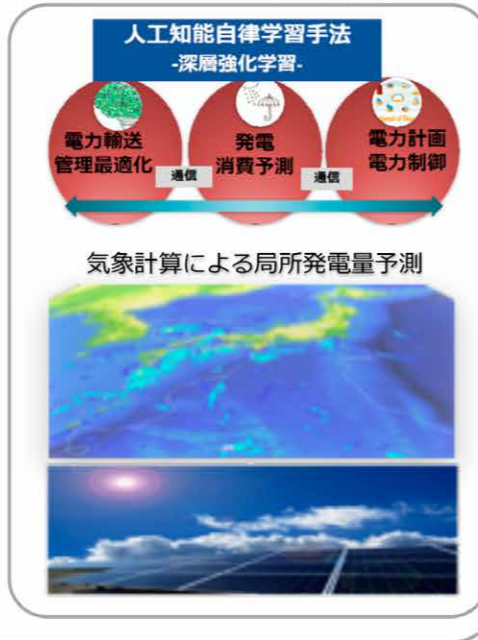
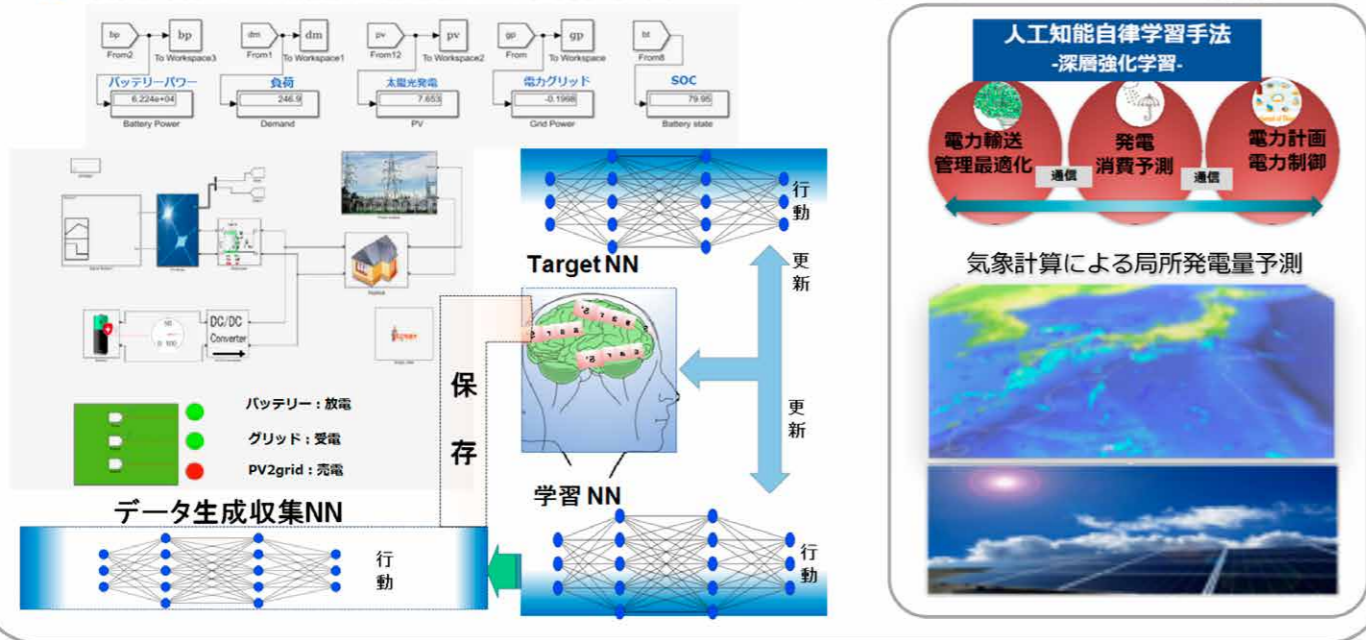
研究テーマ③：システムレジリエンスの評価・設計に関する研究



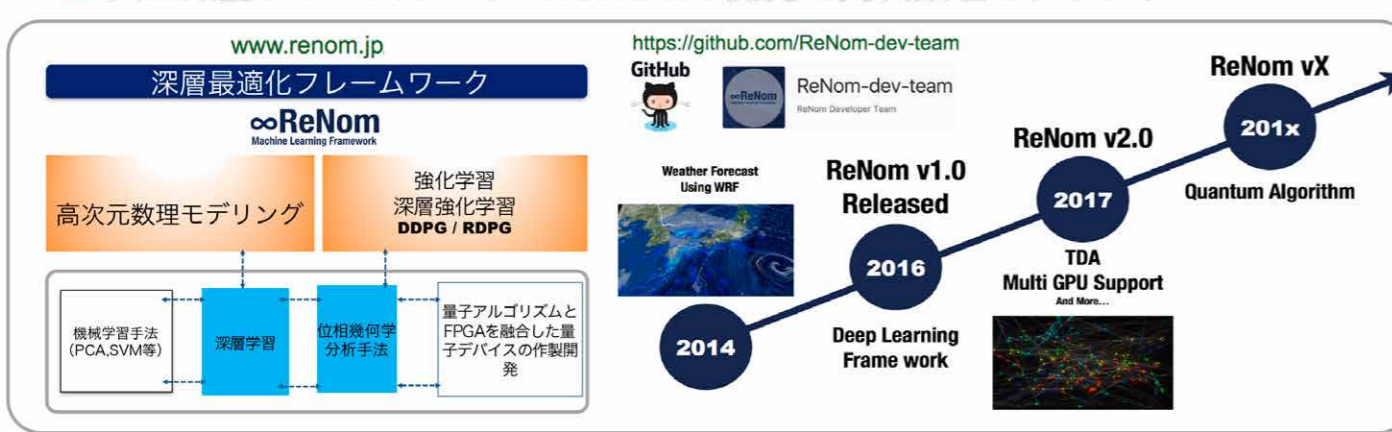
自由度の高い基盤の上にネットワークを形成した多数のセグメントが、自律分散的に稼働するとき、各機能のゆらぎの共鳴(機能共鳴)によってシステムの状態が極端な状態に振れることがあります。これに対する**“システムレジリエンス”**の評価と設計の方法を研究しています。



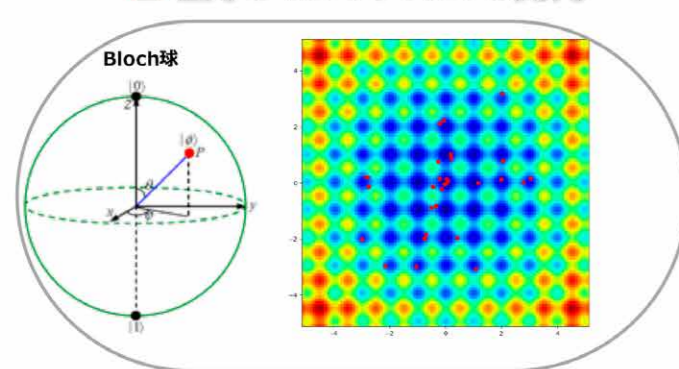
最先端人工知能を駆使した自律学習スマートエネルギーシステムの構築



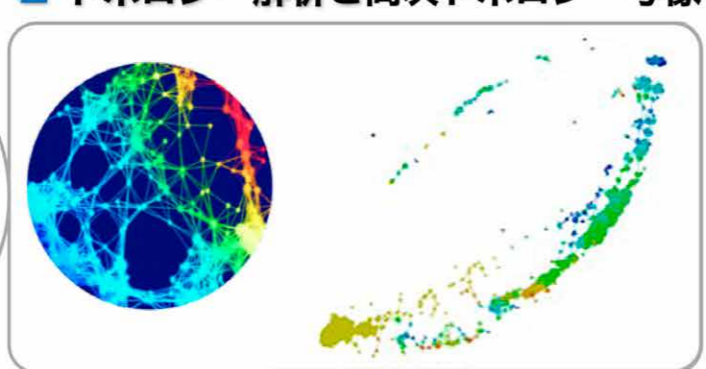
人工知能フレームワーク ReNom の開発と高次元数理モデリング



量子アルゴリズムの開発

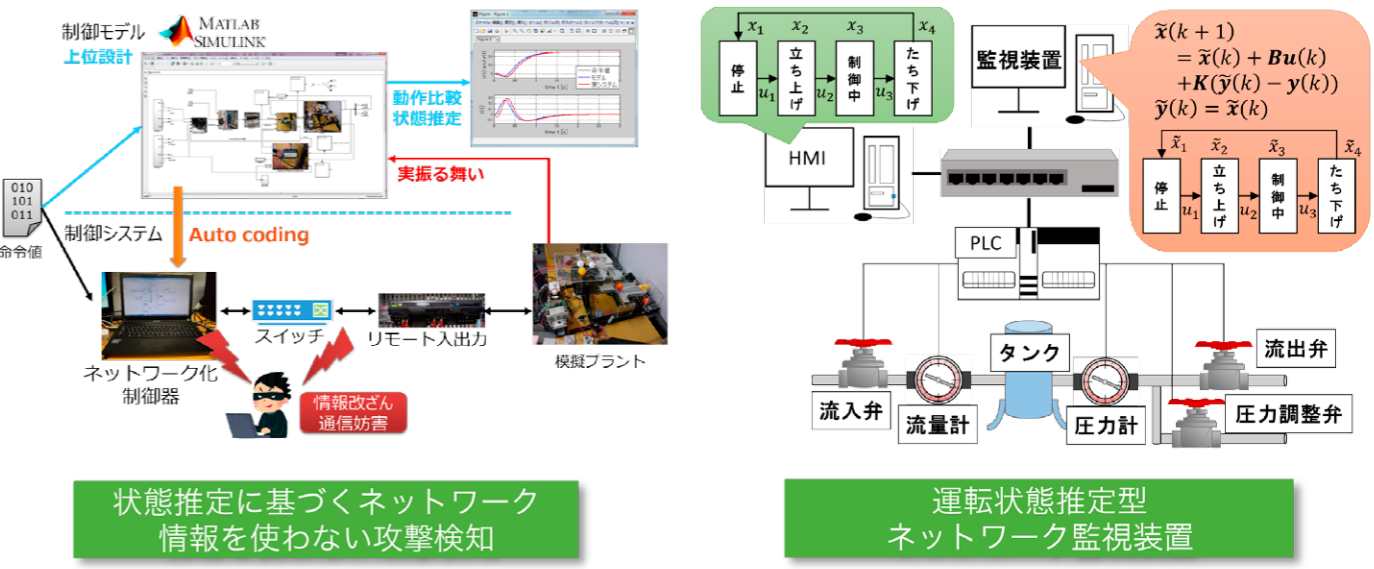
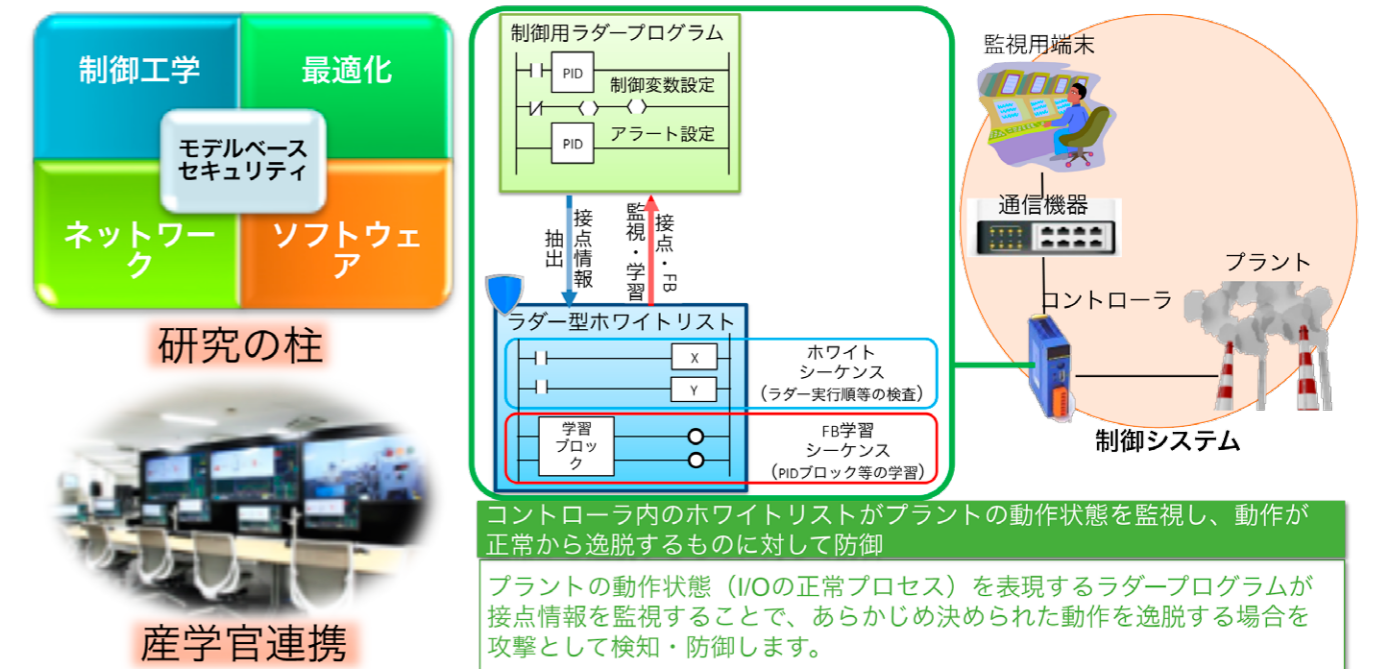


トポロジー解析と高次元トポロジー写像



IoT (モノのインターネット) 化が進む制御システムの安全・安心を支えるのはモデルベースセキュリティ技術です。エネルギーシステムなどの重要インフラに関わる技術等を研究しています。

- **ホワイトリスト**: 業界初の産業コントローラ用セキュリティ技術
- **縮退運転制御**: 通信情報を使わないサイバー攻撃検知と事後対応制御
- **モデル検証**: システム更新を前提とした制御ソフトウェアの安全検証
- **自律分散制御**: 耐故障性と利便性を両立するエネルギー運用



エネルギーを取り巻く動向

再生可能エネルギー電力利用拡大に世界が注力
無電化地域に住む12億人以上の電化需要：電力
インフラインベションの機会となる可能性

- 世界人口の7割40億人の貧困層の多くが無電化地域に住む
- 無電化地域で小規模太陽光発電システム (SHS) の普及が始まっている。SHSの容量拡大、技術革新による巨大市場誕生の可能性

継続的な2次電池への研究開発投資と需要拡大により、電池の性能向上と価格低下が続く
DC負荷が増え、高度なDC給電標準 (例：USB PD) の普及が始まっている

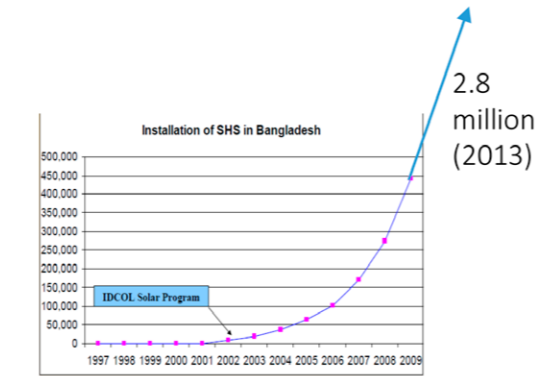
IoTシステムは電源サービスと共に発展する

バーチャルグリッド

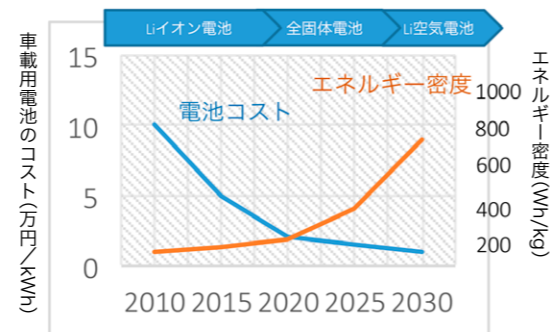
電源、2次電池、負荷を有線(USB PD/Type-C)及び無線によって動的に接続し、電力の需給マッチング制御を行うサービスをIoTシステムに提供

バーチャルグリッドの基本サービス

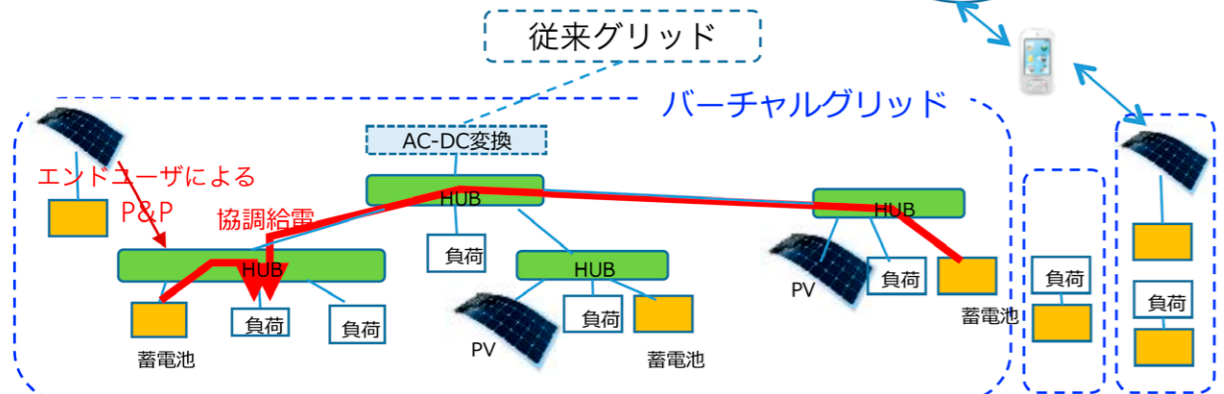
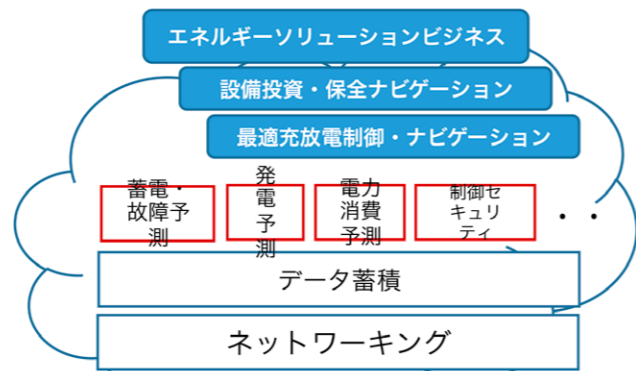
- 電池の能力制約 (出力電力、蓄電容量) を克服
- 電池の状態、電力消費の予測が見える
- ユーザ目的 (IoTサービス) を完了すべく電源及び負荷を運転
- 蓄電コストを削減：電池使用履歴管理による電池寿命延伸



バングラデシュにおけるSHSの普及



2次電池のコスト及びエネルギー密度の動向

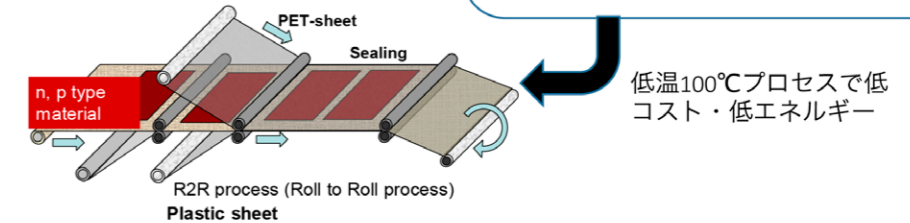


低コスト・高性能・プリンタブル太陽電池・熱電素子の研究開発 (学術的研究) と新市場の開拓 (産学連携)

従来のシリコン系太陽電池は平板型太陽電池として大規模発電等に広く使用されている。しかし無機半導体で作製されているため、自由に形を変えることができない。

対比
従来の平板型太陽電池ではできないこと

プリンタブル太陽電池 (印刷で低温で作製できる) はプラスチック基板上にも作製できるため、形を自由に变化させることができる (フレキシブル太陽電池として新しい用途)。平板型にはできない新しい市場を開拓



低温100°Cプロセスで低コスト・低エネルギー

これまでのプリンタブル太陽電池は効率が十分高くなく、耐久性が不十分という問題点があった。

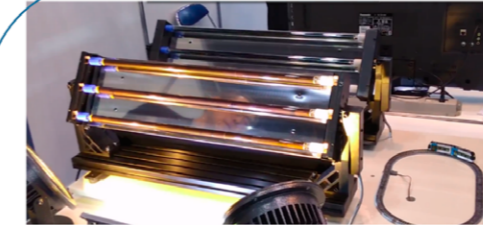
円筒形 (蛍光灯型) ペロブスカイト太陽電池を提案：上記問題点を解決

目的基礎研究 (学術的研究)

学術的研究：太陽電池の性能を下げている電荷トラップの位置とその密度低減方法を提案、効率・耐久性を向上 (効率最終・目標30%)
現状：可視光一赤外域まで光電変換しているプリンタブル太陽電池としては世界最高レベルの効率。さらに界面電荷トラップ密度を低減。

産学連携応用研究

新市場開拓・新ビジネスモデル構築



産学連携事業

- 電気通信大学
- 九州工業大学
- 株式会社フジコー
- CKD株式会社
- ウシオ電機株式会社
- 三菱ケミカル

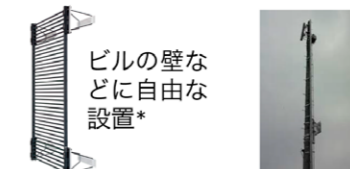
産学連携で開発中のプリンタブル円筒形太陽電池(60cm将来120cm)



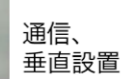
円筒形センサーネットワークシステム(IoT)として実証実験 (小面積設置・簡易設置可能)



農業・自由設置形態
作物と発電を同時に行う (ソーラーシェアリング*)



ビルの壁などに自由な設置*



通信、垂直設置

環境光発電・熱発電・分戦電源化

*写真はソリンドラー社ホームページより借用