

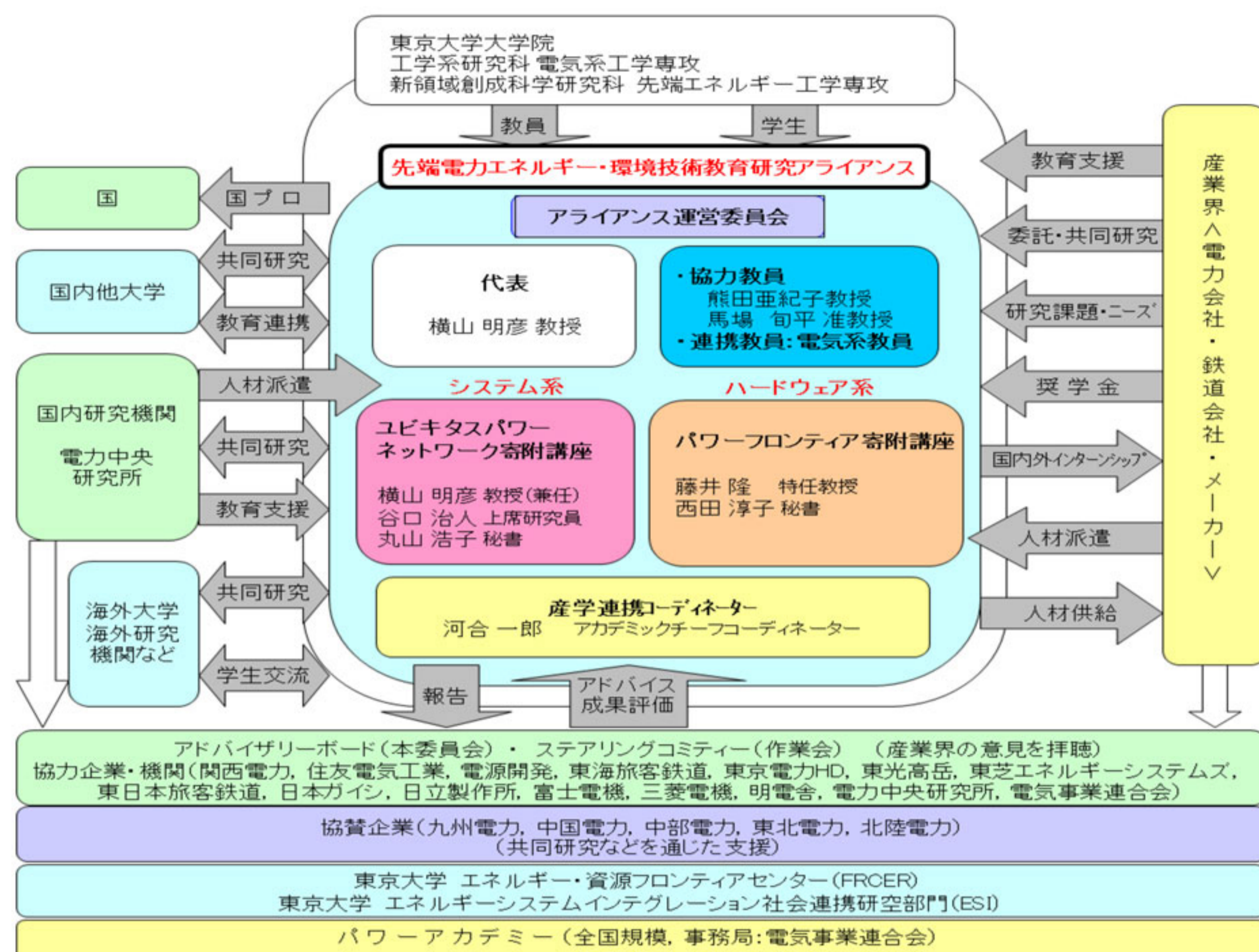


APETの概要・目的

先端電力エネルギー・環境技術教育研究アライアンス

(APET)の目的は、産学連携による教育・研究を実践し、電力システムおよび電力機器に関する幅広い知識を備えた学生を育成して、将来の電力エネルギー分野を支える人材を社会に届けることにあります。

APETは、電気系工学専攻に開設した「ユビキタスパワーネットワーク寄附講座」および「パワーフロンティア寄附講座」を中核とし、これら二つの寄附講座を支援している電力エネルギー分野の産業界（電力会社、鉄道会社、電力機器メーカー）との連携による教育・研究を推進しています。



ユビキタスパワーネットワーク寄附講座による研究

Research Activities under Ubiquitous Power Grid Endowed Chair

システム面に視点を置き、日本型先進スマートグリッドの概念構築を行い、その基盤となる革新的なネットワークシステム技術、省エネルギー技術、インテリジェントな監視・制御技術の研究を推進しています。

- 日本型先進スマートグリッドの概念構築と要素研究
 - 再生可能エネルギー、分散型電源、蓄電池装置の統合制御
 - EVの蓄電池を活用した自立分散型系統周波数制御
- 電力システムの安定運用に関する研究

パワーフロンティア寄附講座による研究

Research Activities under Power Frontier Endowed Chair

材料や設計などのハード技術面に視点を置きつつ、基盤となる学理、極限的なハードウェア技術、インテリジェント計測技術や新しい構成材料を提案・統合する実践的かつ基礎的研究を推進しています。

- 環境にやさしい電力機器（遮断器の性能向上）
- 世界最高信頼性を守る機器診断（診断技術の向上）
- 先端材料・技術の電力機器適用
- 電力システムの高効率化をめざす過渡現象解析
- 非接触電力伝送（ワイヤレス給電）技術

APETイブニングセミナー

APET Evening Seminar

APETでは、電力エネルギー・環境の最新トピックをご紹介するセミナーを定期的開催しています。著名な専門家の方々を講師にお招きし、楽しく分かりやすいご講演を頂いています。

近年のセミナー実績

- ・雷放電研究と雷害対策技術の最新動向
- ・電力取引の最新状況
- ・電力システム用自動変換器の最新技術について
- ・電力レジリエンスの最新状況
- ・卒FIT後の再生可能エネルギーの拡大策



イブニングセミナーの風景

学生見学会

Factory Visit

講義を受け、研究に取り組むだけでなく、世の中の実際の「もの」を見たり、「ひと」に話を聞いてみたい、という学生さんの要望に答え、APETでは電力エネルギーに関連深い企業、機関の見学会を開催しています。



東芝 府中事業所



電源開発 郡山布引高原風力発電所

海外短期留学・研修プログラム

Overseas Short-term Studying and Training Program

協力企業の海外事業所への短期研修や海外大学への短期留学などを支援することによる「国際感覚豊かな学生の育成」を目指し、本プログラムを2014年度より開始しています。

近年の留学・研修プログラムの実績

2019年	英国 企業	ST40 での高磁場体実験におけるリコネクション加熱に関する調査
	米国 企業	カリフォルニアにおける水素社会実現に対する取組の調査

E&Eニュースレター

E&E News Letter

エネルギー・環境・宇宙に関する最先端の研究テーマや卒業生の進路・就職状況、研究室の学生の声など、学生生活にとって有益な情報をニュースレターとしてお届けしています。



2020年4月号 Vol.23

◆ APETは下記パートナーの協賛・協力をいただいています ◆



明日のエネルギー技術を担う

APETは、世界のトップランナーとなる技術の研究開発、そして電力エネルギー・環境技術に貢献する技術者・研究者を育成することで、電力エネルギー・環境分野の夢や魅力の『見える化』を行い、持続可能な社会の実現に向けて活動しています。



馬場研究室(Assoc. Prof. Jumpei Baba)

Advanced Power Electronics and Power System Laboratory

URL:http://www.asc.t.u-tokyo.ac.jp/

学部 電気電子工学科 本郷
大学院 新領域 先端エネルギー工学専攻

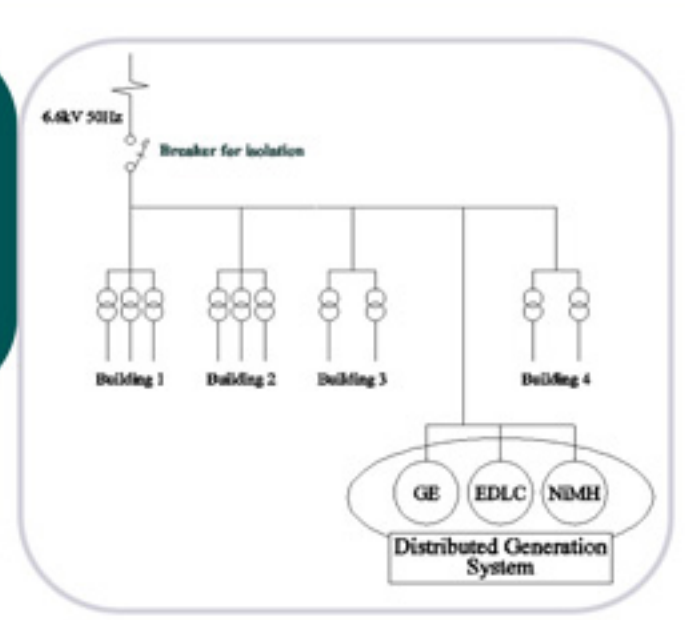
工学部2号館12F122C1

Bldg. Eng-2 2F Room 122C1

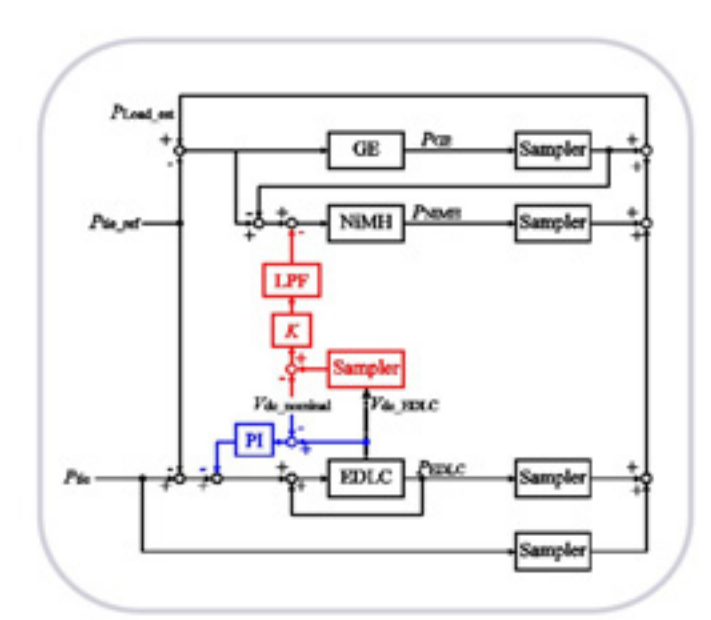
研究概要

エネルギーを制御する

- スマートグリッド
- ユビキタスパワーネットワーク



マイクログリッドの例



分散型電源の統合制御

エネルギーを貯蔵する

- 電力貯蔵装置
- EDLC (電気二重層キャパシタ)
- 蓄熱槽



ヒートポンプ給湯機



フライホイール

エネルギーを変換する

- 分散型電源
- ヒートポンプ
- 電力変換器



太陽光発電パネル



可倒式風力発電

再生可能エネルギーの活用 エネルギー効率の向上

分散型電源の連系拡大

問題点

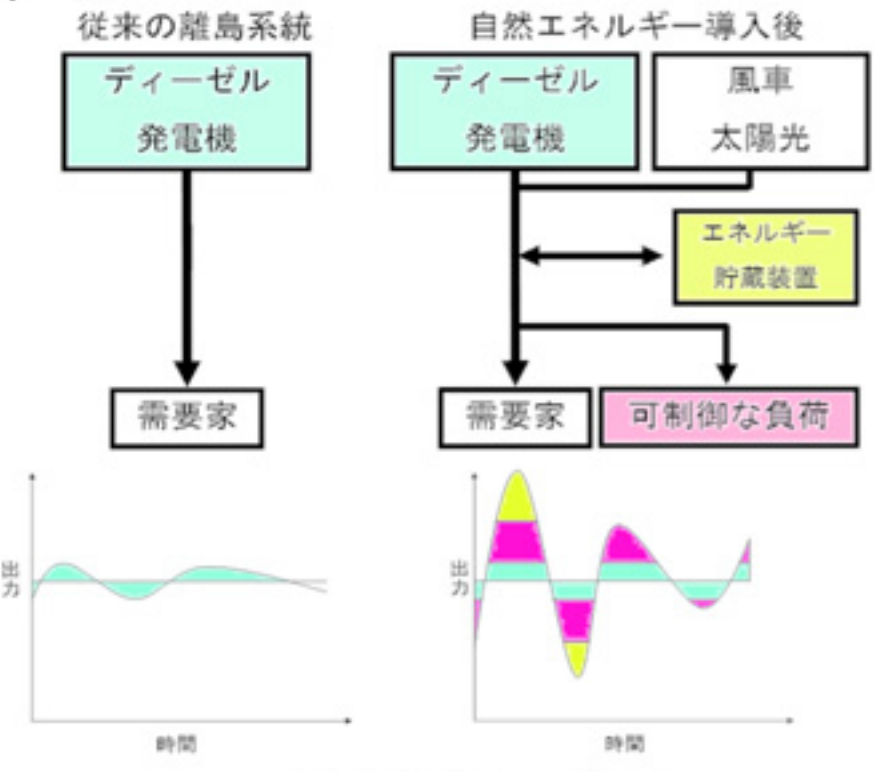
- 現在の電力システムでは発電機は上位システムに接続が前提
- 分散型電源がシステムの末端に接続された場合、従来のシステム運用・制御技術のみでは安定した電力供給が困難

ソフト・ハード両側面からアプローチ

電力システム安定化

離島系統における電力システム安定化

風力や太陽光発電の大量導入には天候に依存する発電量変化への対策が鍵となります。例えば風力・太陽光発電の導入が進む離島部では、消費電力の半分を風力でまかなうような離島電力システムを低コストで実現する手法を研究しています。



離島系統の構成

海水淡水化装置を用いた変動抑制

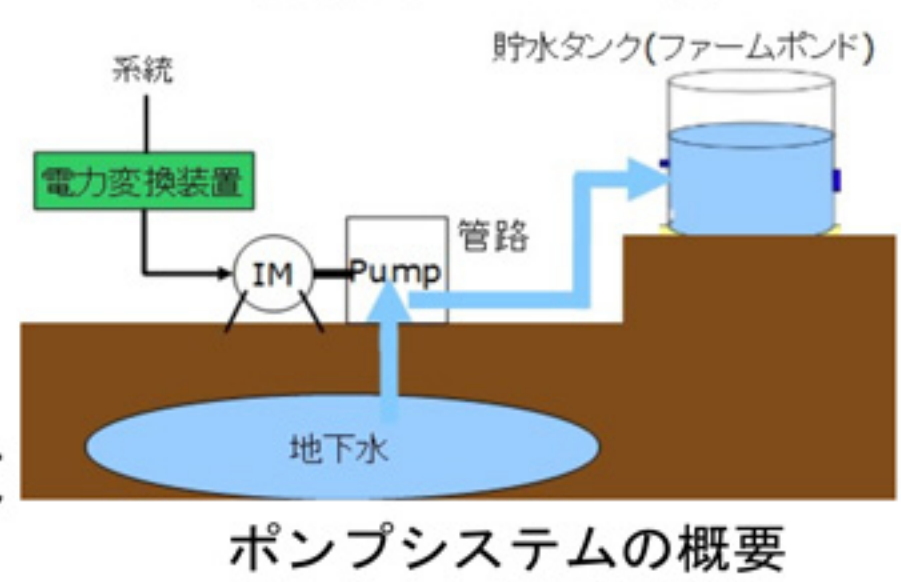
多くの離島で既に使われている海水淡水化装置を風力の発電に合わせて消費電力を変化させれば、少ないコストで貯蔵装置で補償すべき変動を小さくできます。消費電力のモデル化や模擬海水淡水化装置での実験、現地調査等を行っています。



模擬海水淡水化装置

ポンプシステムを用いた離島系統安定化

主に水を組み上げるポンプの消費電力を制御した離島系統安定化手法も見当しています。電力変換装置を用いてポンプの回転数を制御することで消費電力を制御します。応答性が早く、比較的早い周期の電力変動も補償でき、また貯水タンクが非常に大きいためポンプの制御による利用者利便性が損なわれません。



ポンプシステムの概要

熱負荷機器を用いた研究

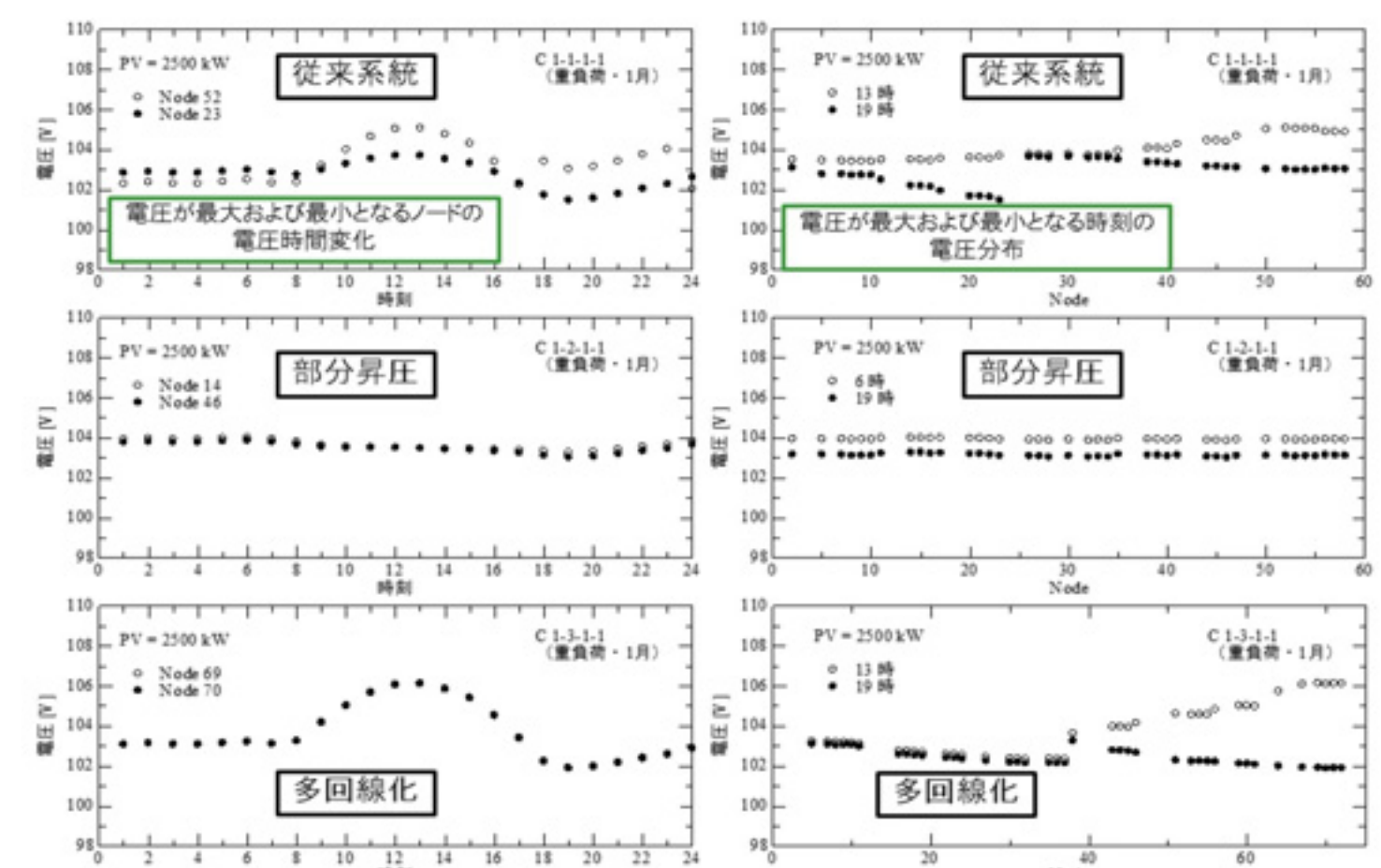
温泉施設のシャワー給湯用のヒートポンプ温水機や製氷用の冷凍機に用いられるヒートポンプの消費電力を制御する検討も行われています。



ヒートポンプ給湯機

次々世代配電システム電圧制御

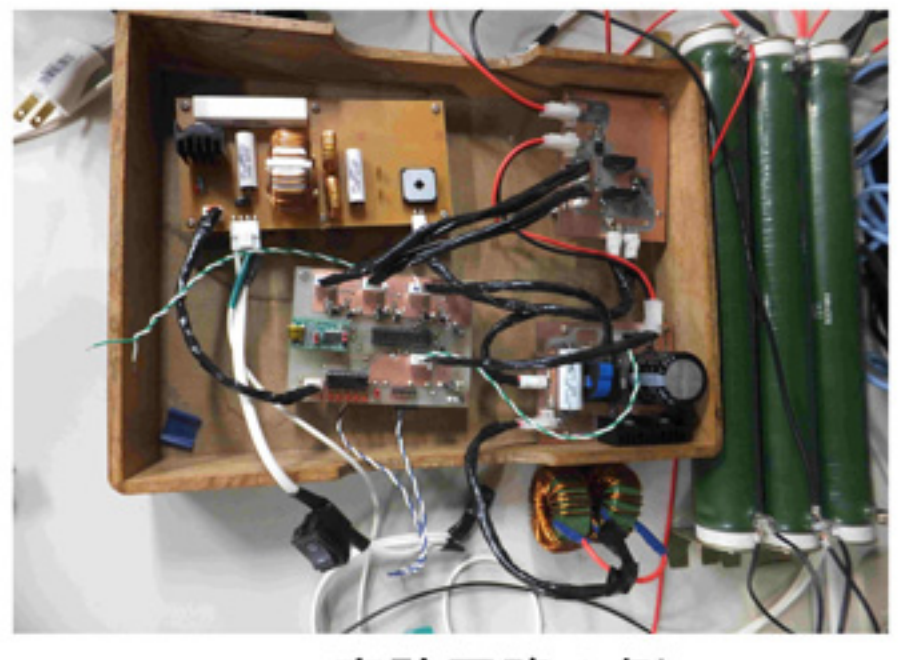
分散型エネルギー一次世代電力網構築実証事業
分散型電源の導入により発生する問題の一つに配電システムの電圧が上昇することがあります。電圧上昇を解決する複数の方法を比較検討し、より低コストな対策を導くことに取り組んでいます。



東北大飯岡先生提供

負荷機器を用いた電圧制御

これまで電圧制御に寄与していなかった負荷機器に電圧制御機能を追加し、低コストで電圧上昇対策ができないか検討しています。シミュレーションでの検討に加え、実際に機器を製作し、実験を行うことで機能の実証をしています。



実験回路の例

系統機器制御

日本版スマートグリッドの構築

分散型電源を含む小規模な電力システムであるマイクログリッドの技術をベースに、負荷機器の制御を行い電力システムの安定化への貢献を目指します。

蓄電池・キャパシタを用いた変動抑制

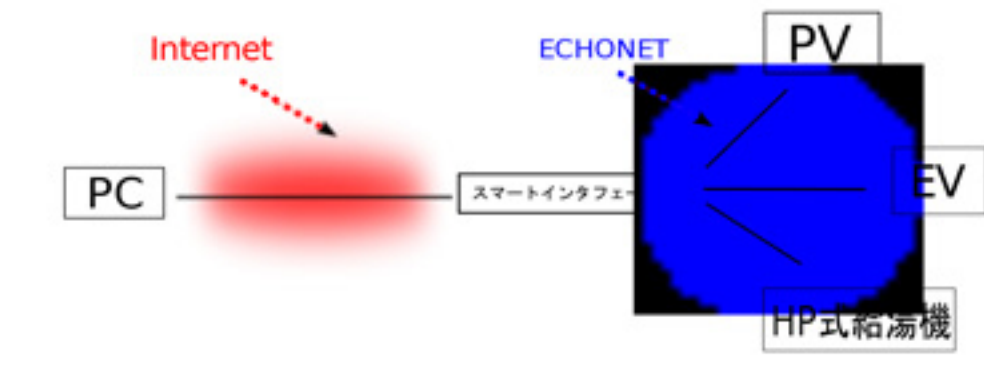
蓄電池・キャパシタは電力の出し入れを高速に行うことができます。こうした電力貯蔵装置の特性を利用し、太陽光・風力の電力出力変動を吸収する検討を行っています。



NaS電池

通信遅延・通信損失を考慮した制御設計

系統側から負荷機器に消費電力変更指令を通信を介して送信することが考えられています。指令を送る際に通信遅延・通信損失がシステムの制御にどう影響を与えるか検討を行っています。



通信を介した制御の概念

新しい技術の電力応用

パワーエレクトロニクスやエネルギー貯蔵技術、ICTなど新しい技術を電力分野に適用し、より良い電気エネルギーシステムの構築に資する研究をしています。実際に離島などに出向いて実験をするなど、ハードウェアに近い研究をしています。



藤井研究室(Prof. Takashi Fujii)

High Voltage Laboratory

*熊田研究室と共同運営



URL: <https://www.hvg.t.u-tokyo.ac.jp/>

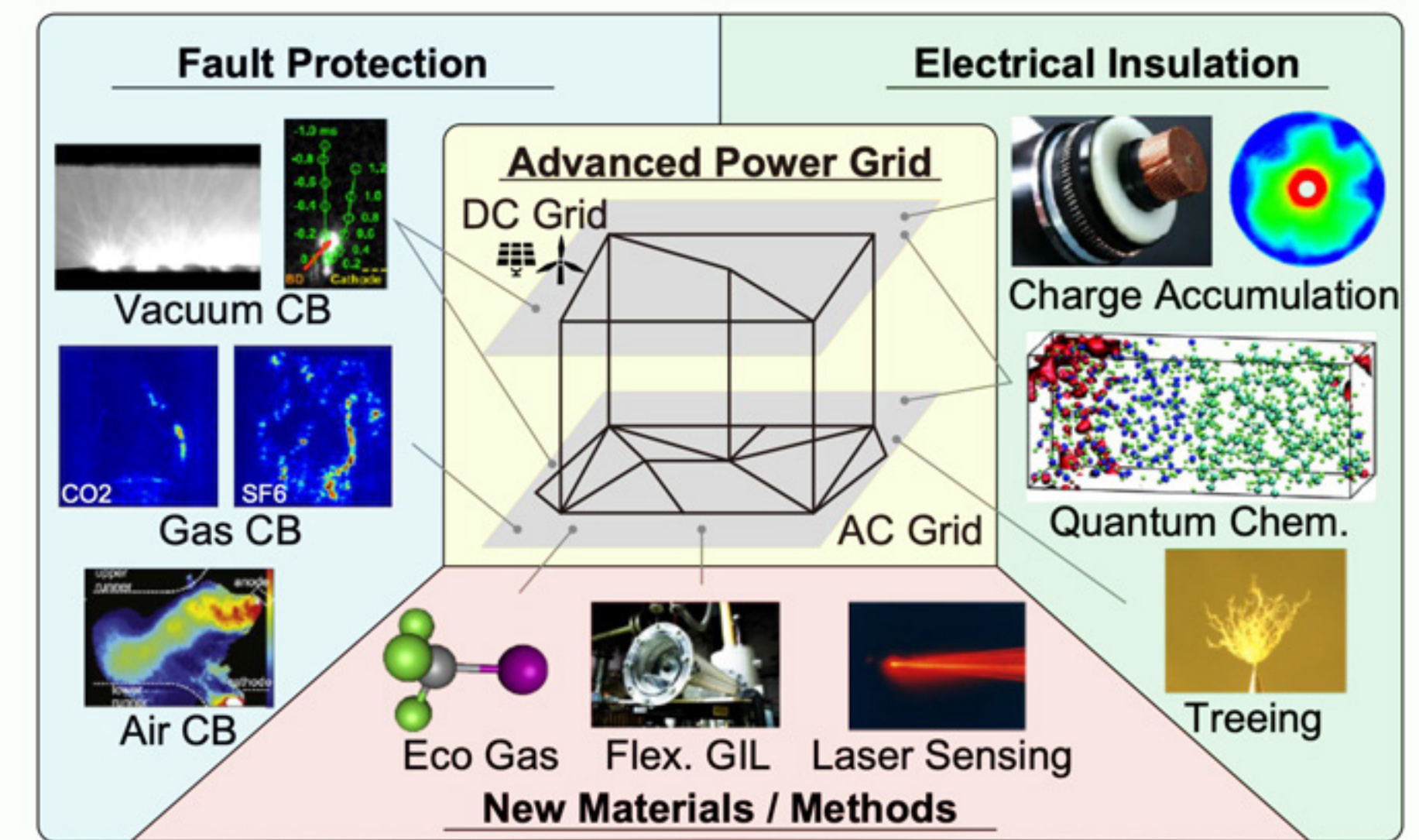
工学部13号館3F303
Bldg. Eng-13 3F Room 303

研究内容の概略

熊田藤井研究室では、高電圧・放電プラズマ現象を対象として計測手法の開発、物理現象の解明、現象の工学的制御、新しい応用分野の創出など、様々な研究テーマに取り組んでいます。基盤、そして応用先ともに広範な学問領域が広がっています。

研究領域の魅力

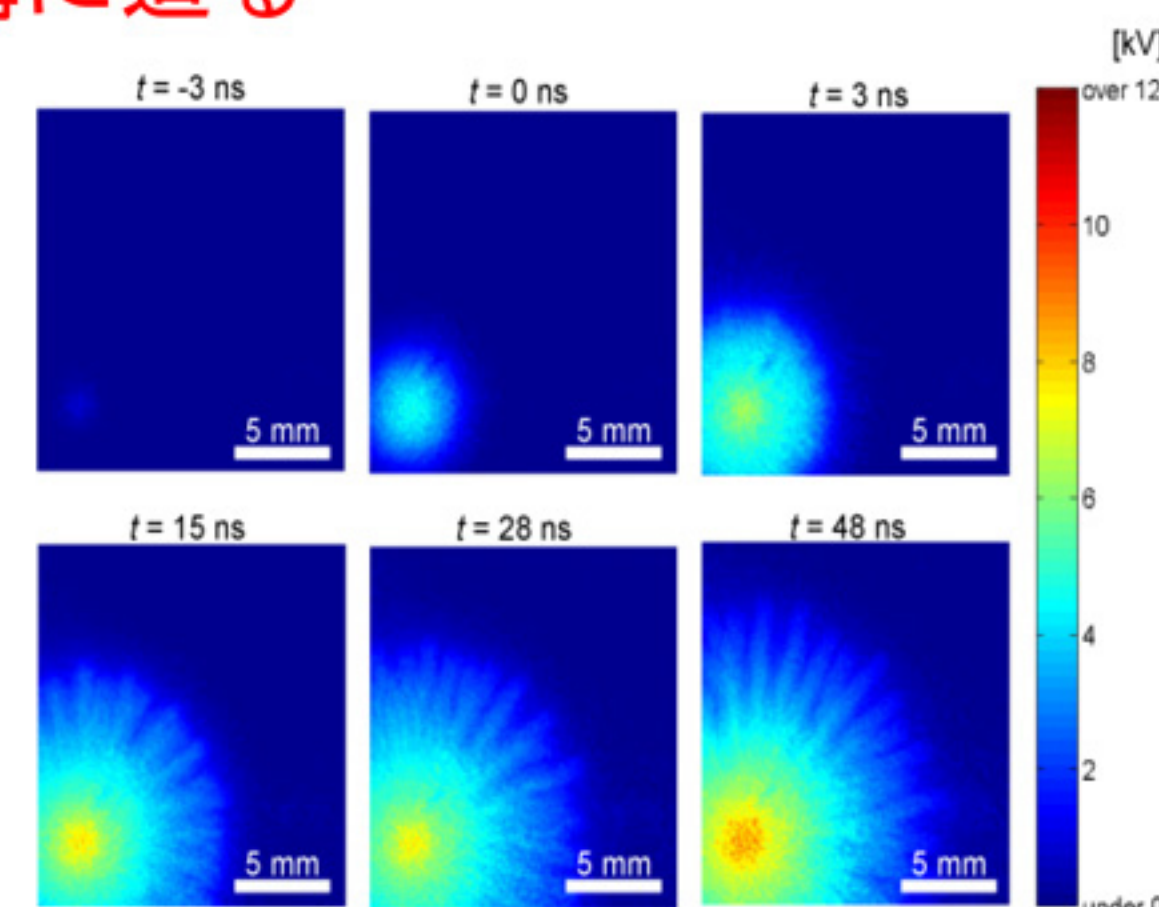
高電圧・放電プラズマ現象は、長い歴史があるにも関わらず未解明な部分が多く、いつの時代も研究者を魅了しています。高電圧・放電プラズマ現象を通じて明らかにされた方法を利用して、ナノメータの電子デバイスの作製から数千kmの電力輸送ネットワークの構築、更には地球規模、宇宙規模の環境問題に対して、絶えず有効な原理や技術が創出され続けています。このような広範な学問領域を究めるべく研鑽を積んだ人は、社会のどの分野でも活躍できるポテンシャルを持つことができると考えています。



沿面放電進展の電気光学センサによる測定

沿面放電を電気光学センサで計測 ストリーマ微細機構に迫る

- 沿面放電進展時の電位分布の過渡変化を世界で初めて非接触測定することに成功
- 沿面放電進展機構の解明に大きく迫るデータを取得

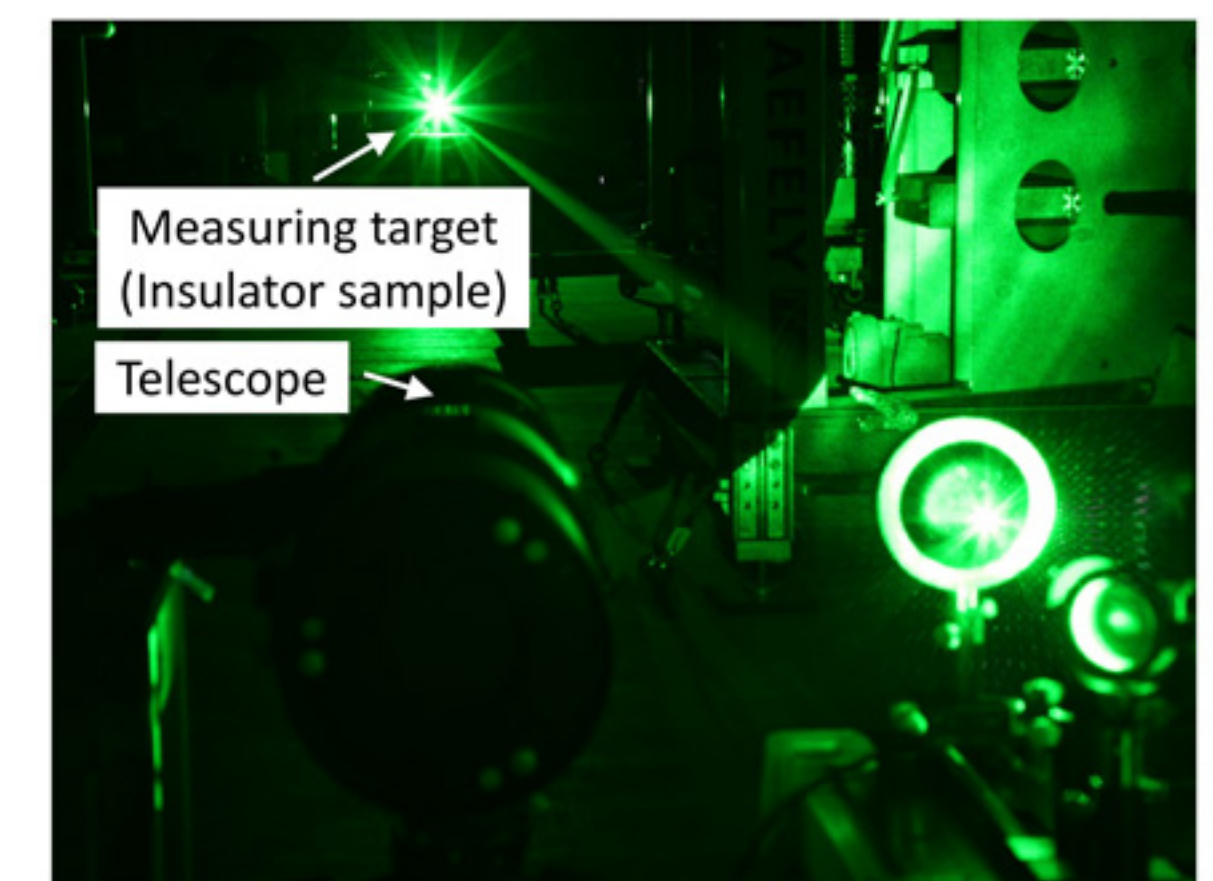


放電進展時の電位分布

レーザを用いた碍子付着物の遠隔計測

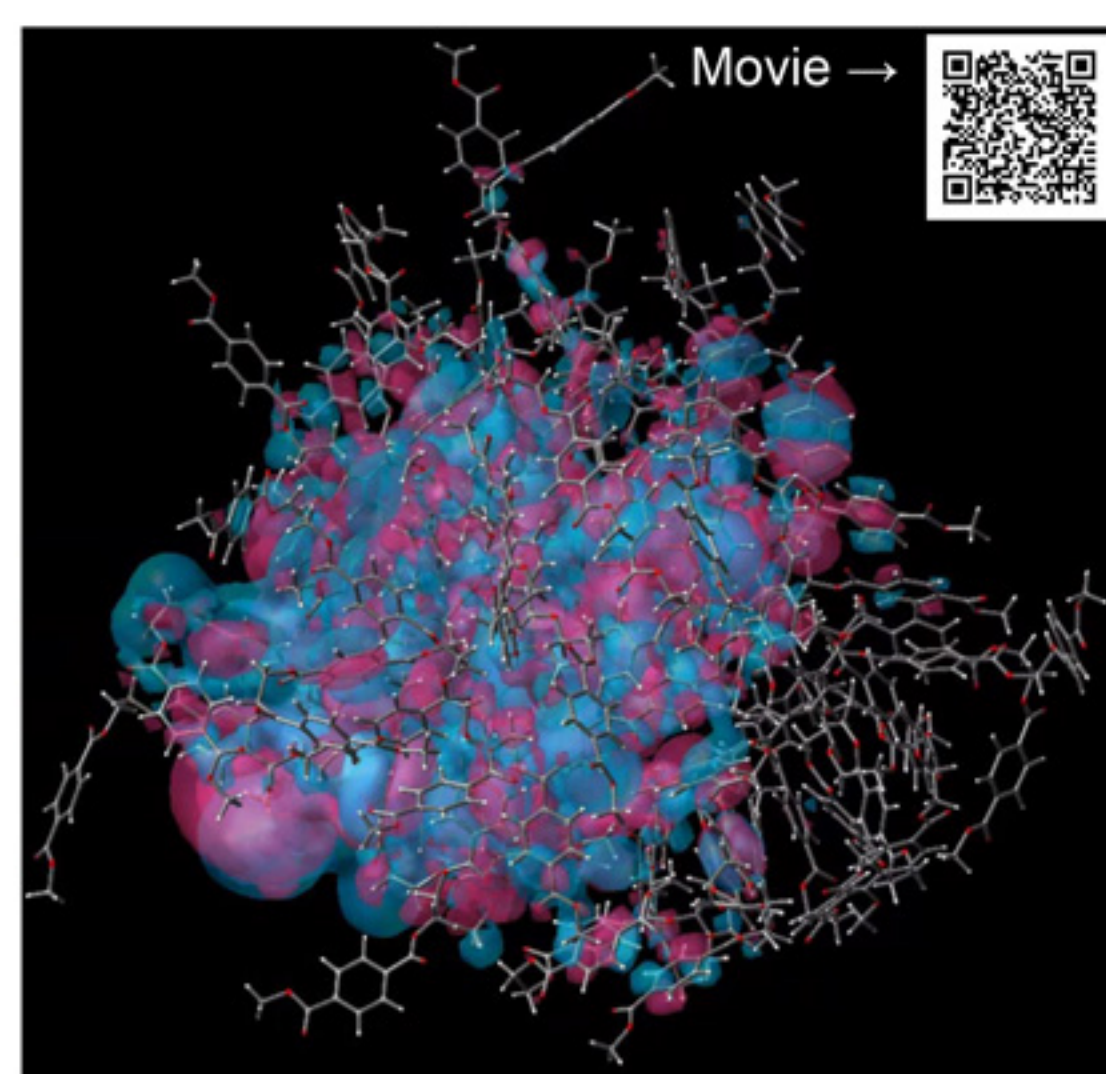
レーザプラズマの工学応用 非接触で遠隔地の物理量を計測

- レーザのエネルギーでプラズマを生成、塩害の原因となる碍子付着物を遠隔測定
- フェムト秒、テラワットの大出力レーザを使用して、空間電界の遠隔計測も計画



量子化学計算を用いた高電界現象の定量化と機械学習を用いた材料の電気物性予測

量子化学計算の気中放電、固体・液体絶縁への応用

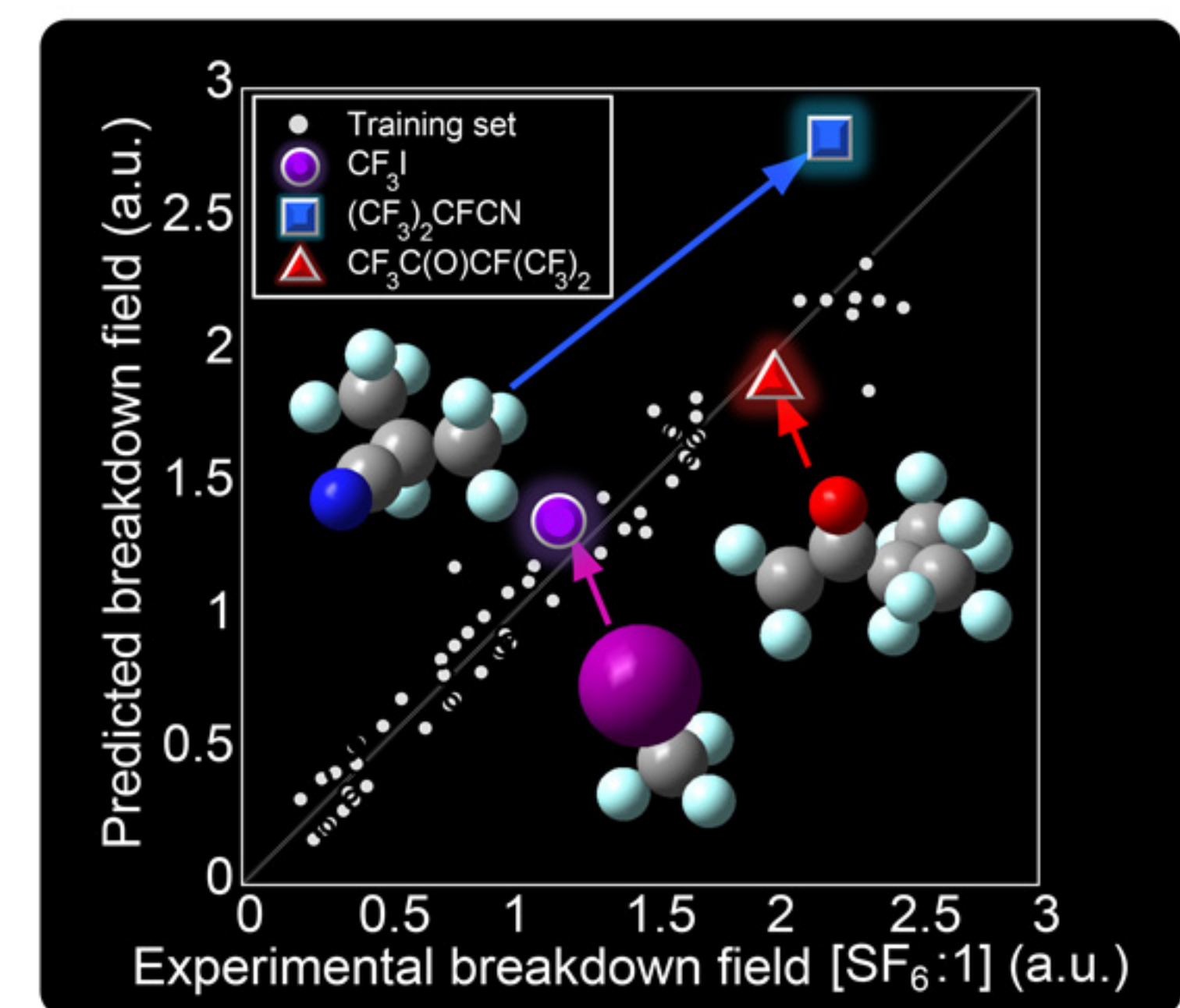


$$\hat{H}\Psi = E\Psi$$

- 放電に代表される高電界現象は元来、本質的に量子論的である。
- 有機絶縁材料中の電荷輸送現象をAd hocな情報なしに説明！

機械学習法を併せた 電気特性予測

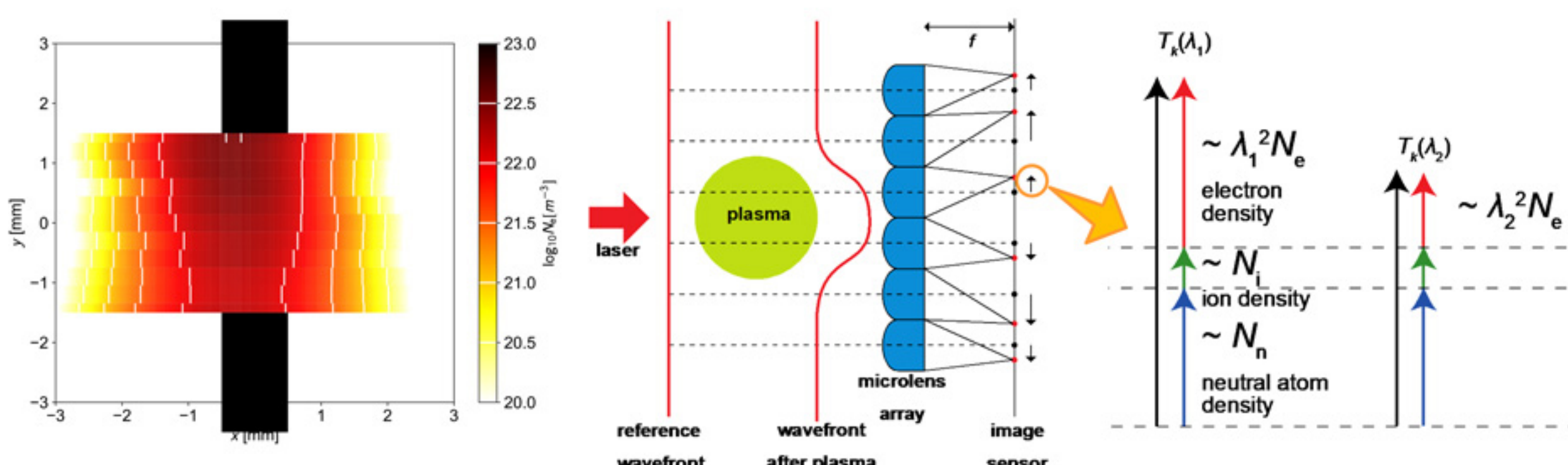
- 複雑すぎて解ける望みがないこともある
- 機械学習法は材料開発のスクリーニングに有効



レーザ波面計測によるアーク放電電子密度測定と乱流構造の可視化

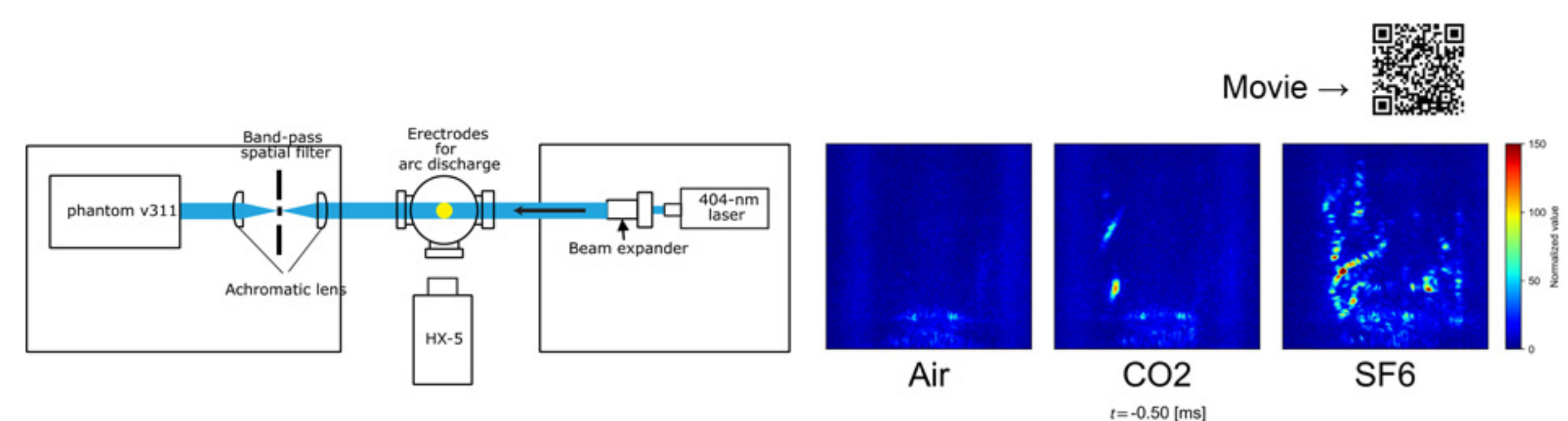
アーク放電の進展・消弧機構の定量的計測

- マイクロレンズアレイを使用して、レーザ光の波面変化を輝点の移動量に変換して計測
- アーク放電中の電子密度分布を高時間分解能で測定



ガス遮断器内のアーク消弧機構に迫る

- レンズの2次元フーリエ変換作用を用いて乱流を計測
- ガス吹付けアーク放電中の、特定の空間周波数の乱流成分を抽出し、詳細に可視化することに成功





熊田研究室(Prof. Akiko Kumada) High Voltage Laboratory *藤井研究室と共同運営



URL: <https://www.hvg.t.u-tokyo.ac.jp/>

学部	電気電子工学科	本郷
大学院	工学系・電気系工学専攻	

工学部13号館3F303
Bldg. Eng-13 3F Room 303

人員構成

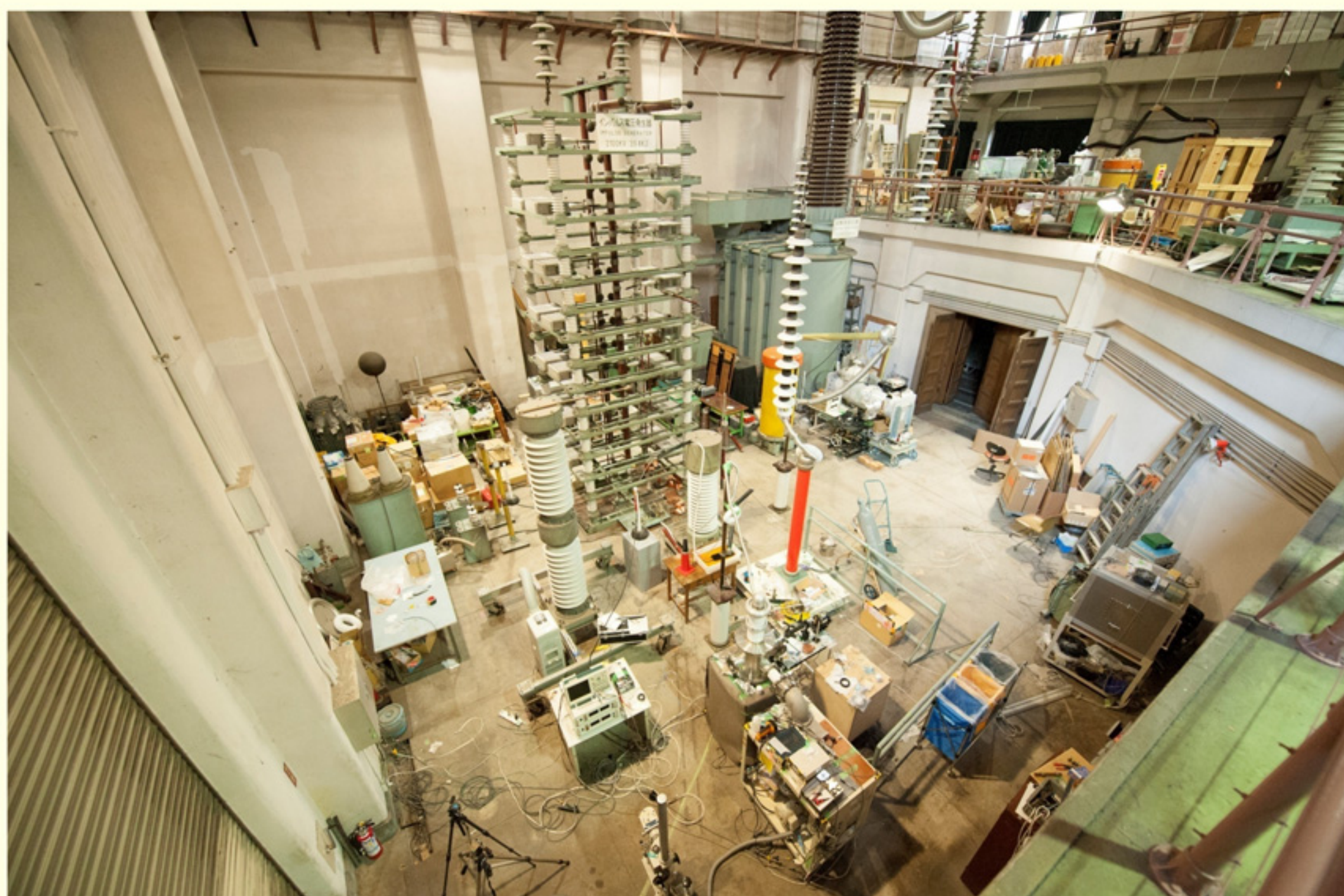
スタッフ 4名、博士 2名、修士 6名、卒論 2名
電力系をはじめ、デバイス系情報系と出身は多岐にわたります。

高電圧ホール

- AC 500 kV (500 kVA) 試験用変圧器
 - DC 400 kV (ダイオードで整流)
 - 2.1 MV (39.4 kJ) Impulse Generator
 - 200 kV 急峻方形波電源 SPURT
 - 5 kAp (50 Hz 正弦半波) 大電流源
- を有する国内屈指の高電圧ホールです。

教員からのひとこと

低炭素消費社会の構築に向け、パワー機器を取り巻く環境は急速に変化しています。システムとして具現化するには丁寧に問題を解決していく必要があります。産業界とも連携し、各種テーマに取り組んでいます。



主な共同研究組織

東京電力, 電力中央研究所, JR東日本, 東芝, 三菱電機, 明電舎, 日立製作所, 東芝三菱電機産業システム(TMEIC), 住友電工, 富士電機, 富士重工, 三菱マテリアル, NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構), JAXA(宇宙航空研究開発機構), 琉球大学, 埼玉大学, 横浜国立大学, 金沢大学

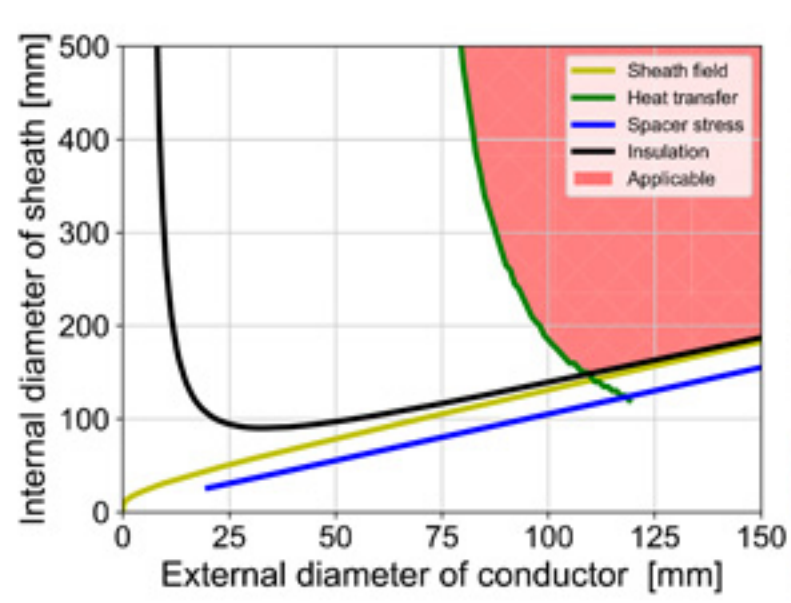
卒業生の主な進路

大学(東大, 京大), 官庁(経産省, 総務省, 文科省, 県庁), 研究機関(航空宇宙研究開発機構, 電力中央研究所), 東京電力, 関西電力, 北陸電力, 中部電力, 東京ガス, JR東日本, JR東海, NTTデータ, トヨタ, NHK, ソフトバンク, 日立, 東芝, 三菱電機, 富士電機, 住友電工, フジクラ, パナソニックエコシステムズ, ヤマハ発動機, JFE, アクセンチュア, DMM, 森ビル, 野村証券, 丸紅, キヤノン, YKK, 住友生命



CF₃Iガスによる絶縁

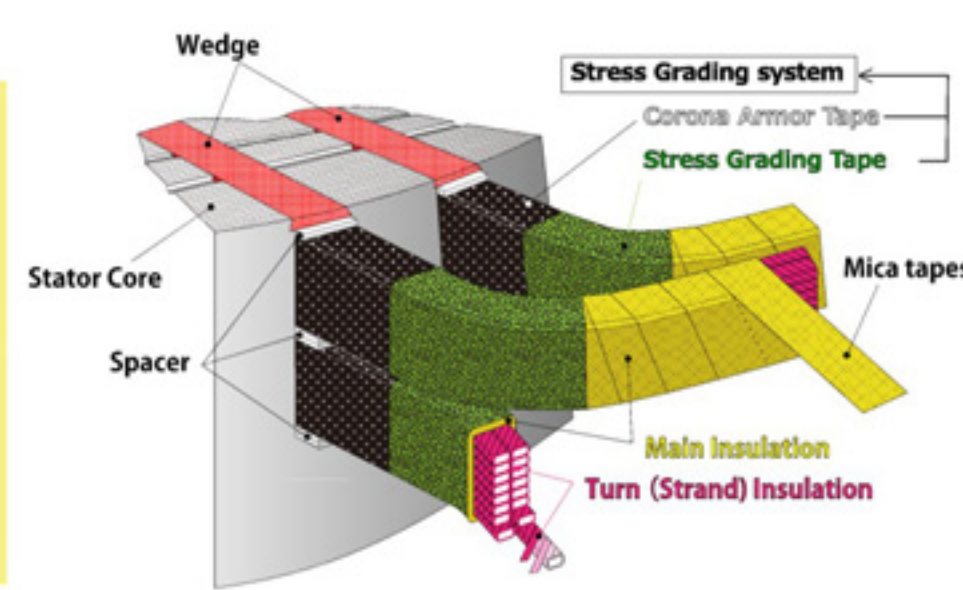
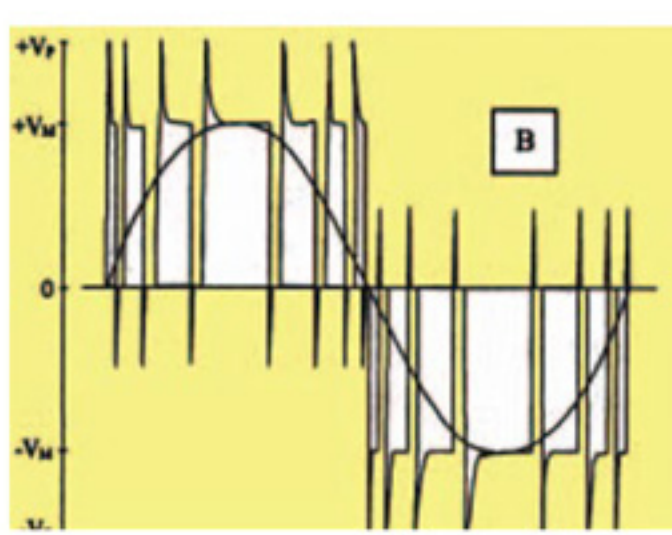
SF₆代替ガスとしてCF₃Iに注目
環境負荷の大きな低減を目指す



- CF₃Iは電界依存性が大きいので、単純な構造を持つGILへの適用が有望視
- 実機を模擬したモデルを作成しCF₃I混合ガスの適用可能性を検討

インバータ駆動モータの絶縁

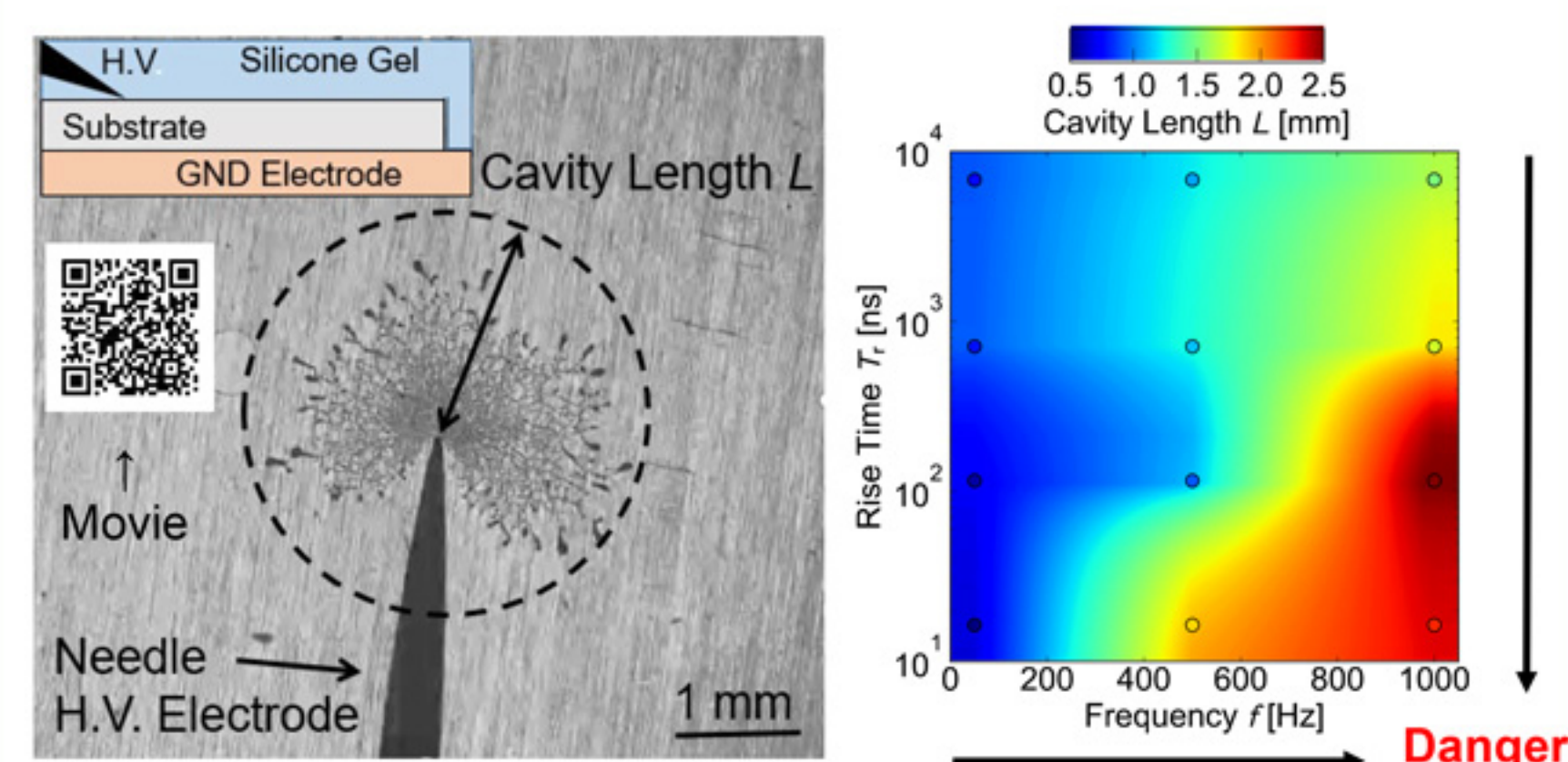
インバータ駆動機器の高耐圧化
絶縁性能の向上を図る



- 印加電圧波形に含まれる高周波サージ成分により絶縁上の問題が近年課題に
- 電界緩和層の電界分布測定、電界と熱の連成解析から、絶縁性能の向上を目指す

IGBTの高耐圧・高信頼化

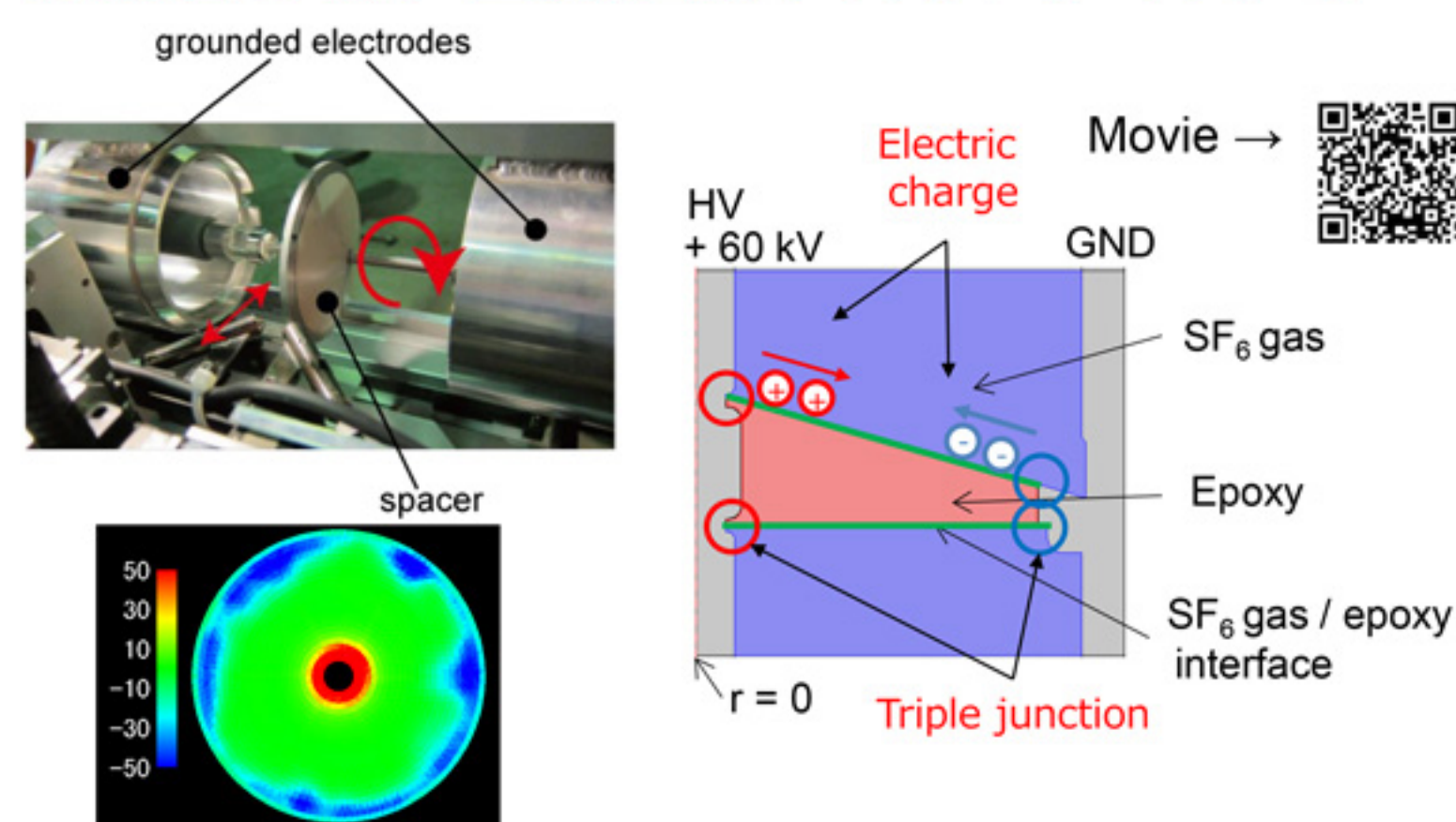
電力用半導体デバイスの信頼性向上
に向けてゲル中放電現象を解明する



- ゲル中の放電現象を定量的に解析
- 劣化の進展メカニズムを解明し、IGBTの高耐圧化を図る

絶縁体表面の帯電現象の解明

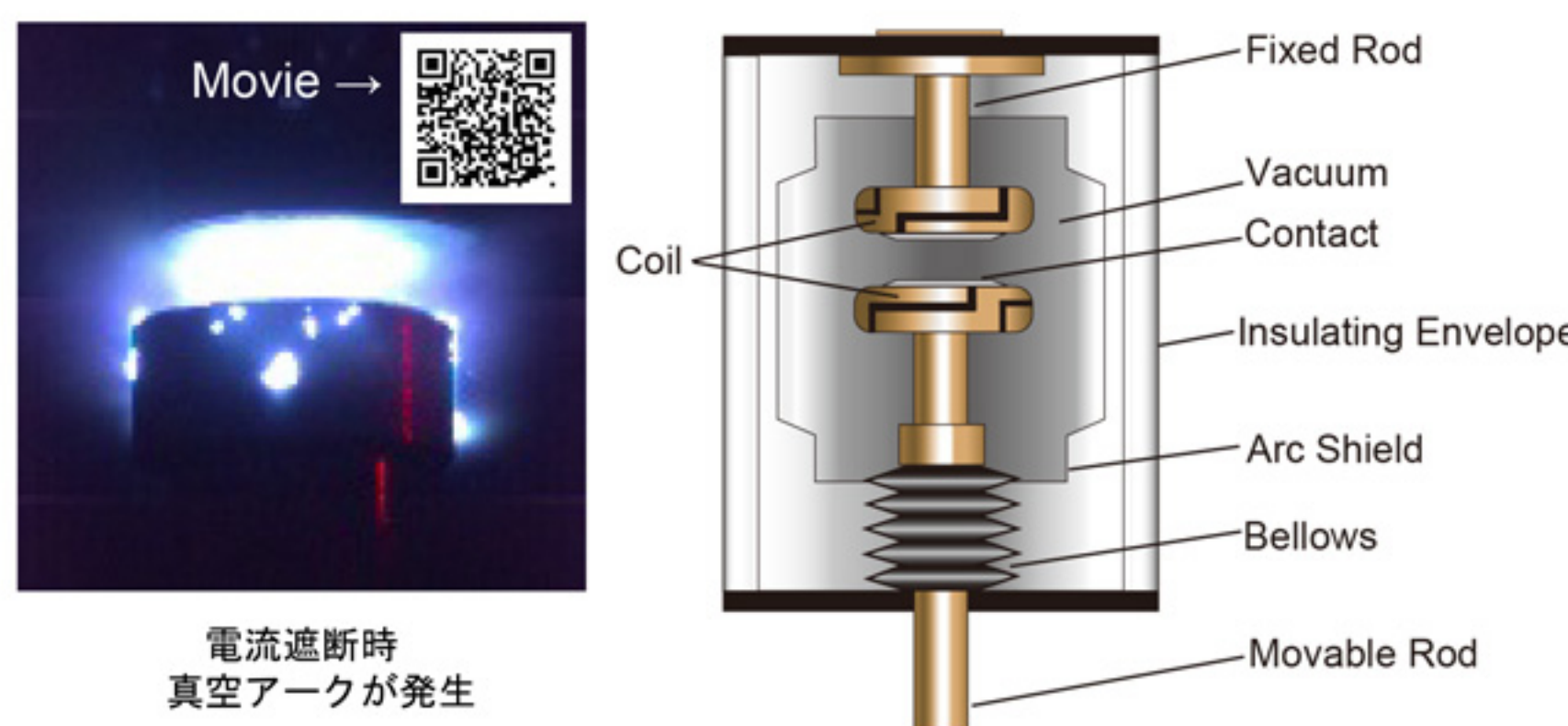
信頼性の高い直流送電システムに向けて



- 中心電極と円筒型の接地電極で実際のGISと同様の環境を模擬
- 有限要素法を用いて帯電進展のシミュレーション手法を開発

真空遮断器の高耐圧化

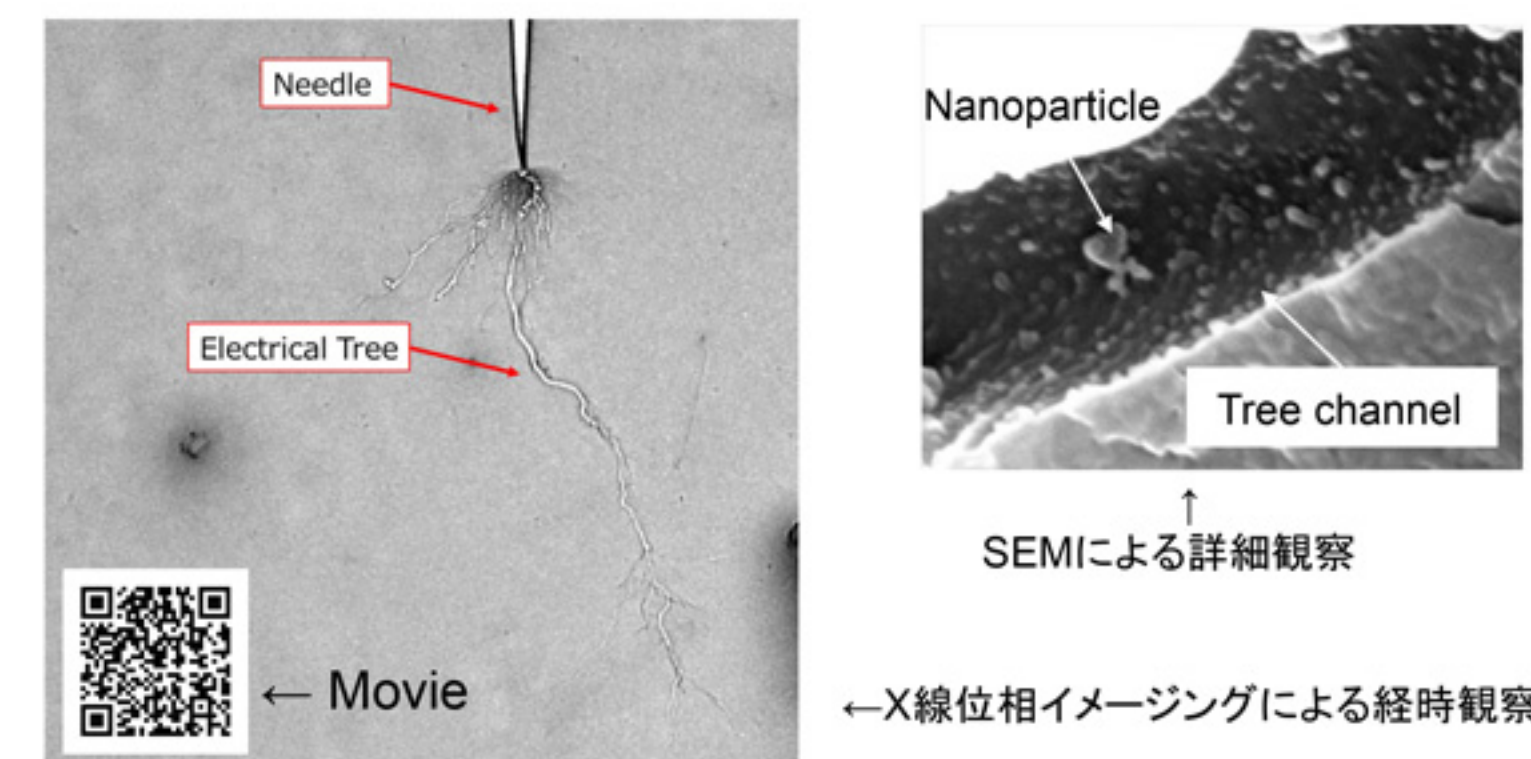
電気を“切る”技術の高度化



- 真空遮断器は、その優れた低環境負荷特性から、適用範囲が拡大している
- 真空ギャップ中のアーク放電現象と絶縁破壊現象の統合的な解明を目指す

無機フィラー入樹脂の高耐圧化

従来にない観察手法で
電力機器の劣化原因の究明へ



- 固体絶縁物は電気トリーにより劣化・破壊するがその機構は未解明
- X線を用いた新しい観察技術により不透明な材料中の劣化機構解明を目指す

エネルギーシステム分析と低炭素社会実現に関する研究

工学系研究科 電気系工学専攻
松橋 隆治

松橋研では、エネルギーシステムと地球温暖化対策の研究、およびエネルギー政策に関わる多様な研究をおこなってきました。現在は、再生可能エネルギーの導入拡大を考慮した電源構成モデルの開発と、限定合理性を考慮した新しいエネルギー経済モデルの構築を進め、これらを統合して、上記したホロニックネットワーク(LCS:低炭素社会戦略センターとの共同研究)を発展させ、安心安全で豊かな低炭素社会の実現を目指して以下のようなテーマの研究を進めています。

- ▶ グリーン成長を実現するホロニックネットワークの形成
- ▶ 低炭素社会の実現とその経済影響に関する研究
- ▶ 太陽光、風力及び分散型電源の大量導入と電力システムの制度設計
- ▶ 東日本大震災後の日本の新しい電源計画モデルの開発と応用
- ▶ 低炭素社会実現のための国際戦略と二国間クレジットに関する研究

研究室へのアクセス

電話番号03-5841-6736

住所

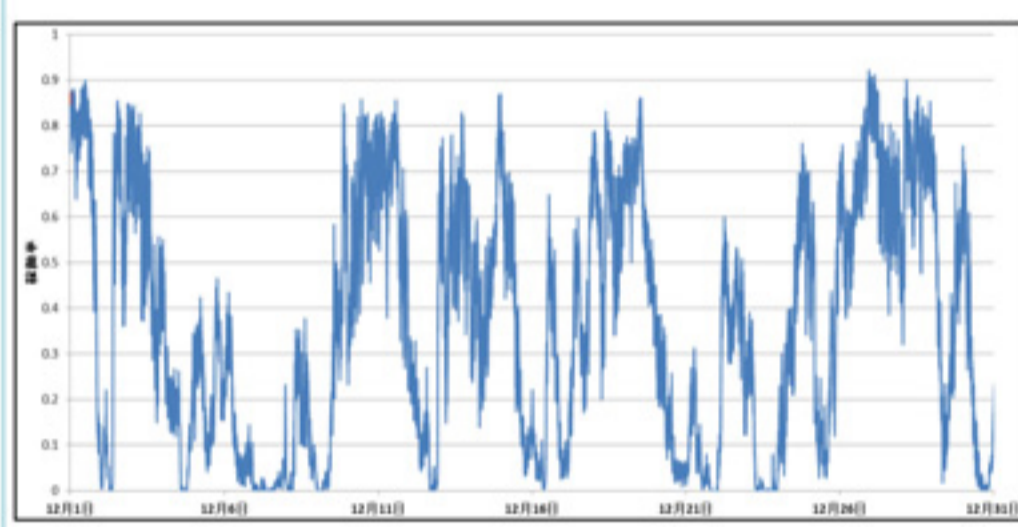
〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1
東京大学 工学部 新2号館 10階 102A3・102A4

研究室HP

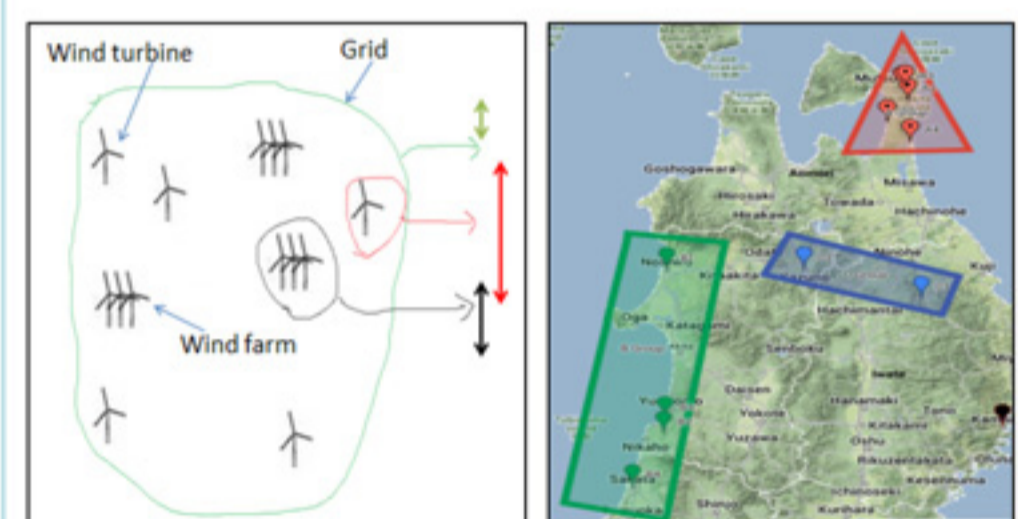
<http://enesys.t.u-tokyo.ac.jp>

いくつかの研究内容例

風力発電出力のならし効果と出力変動への影響に関する研究

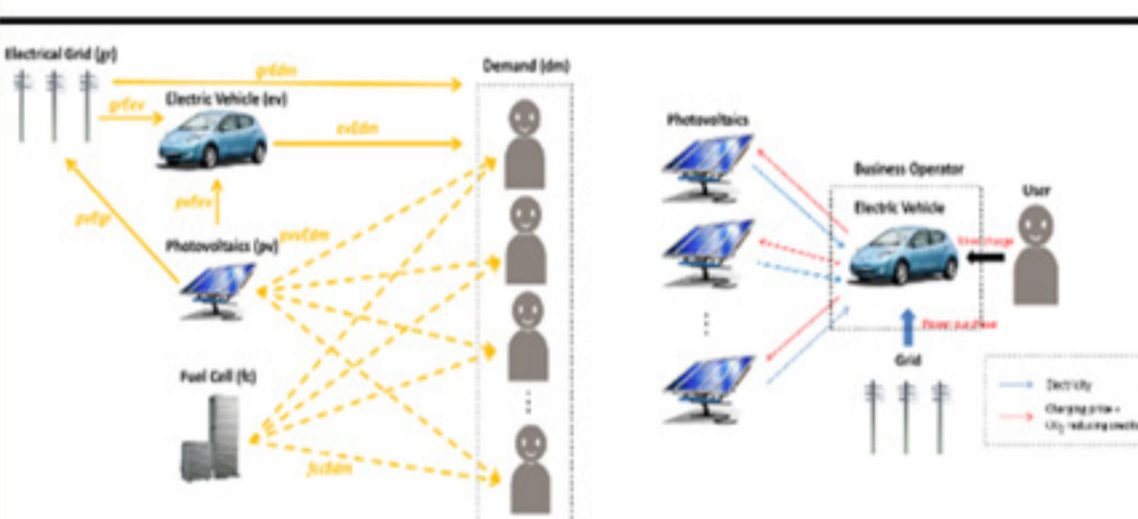
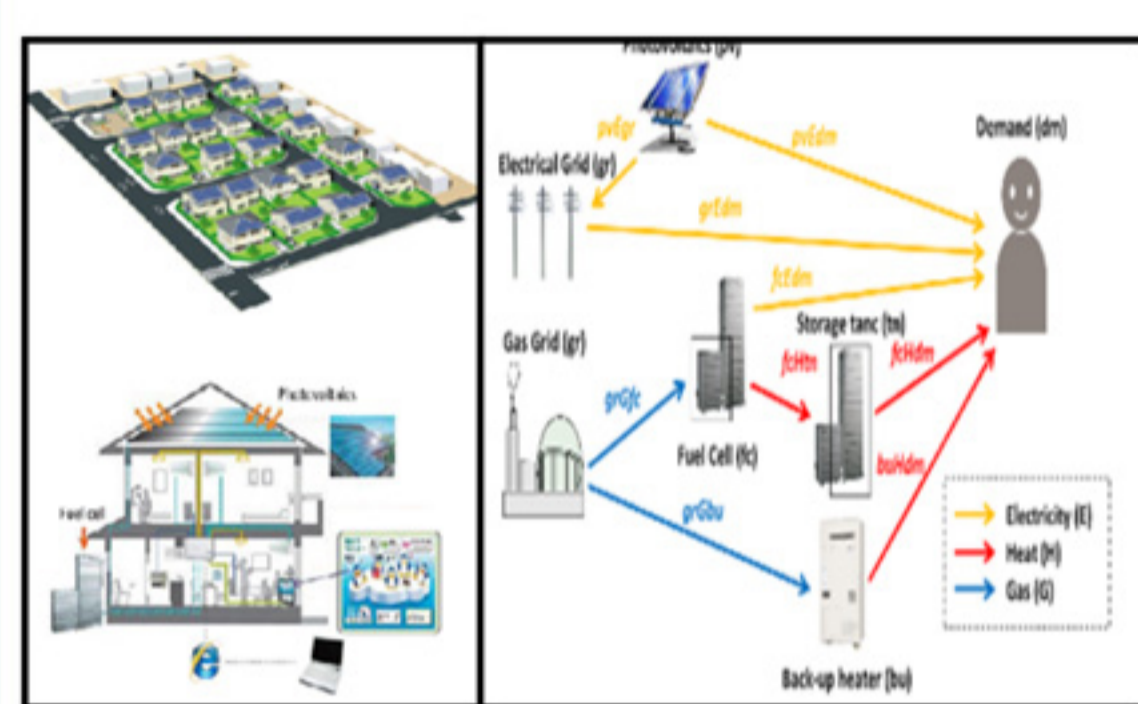


風力発電は気象条件に左右され変動が激しい



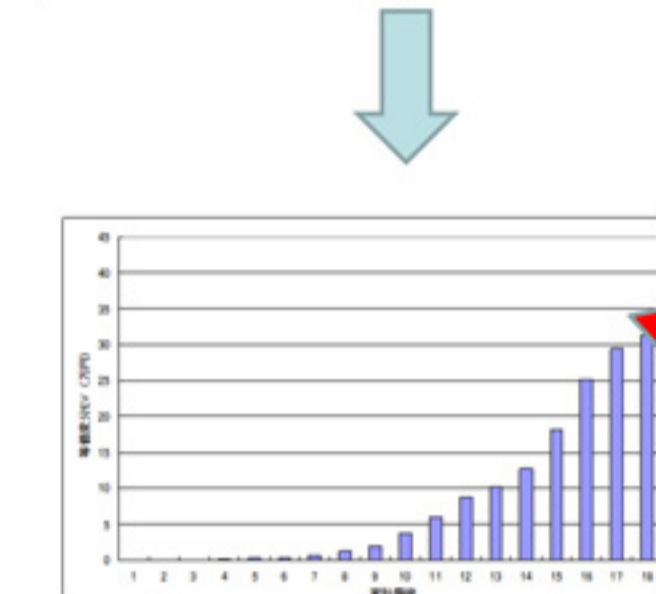
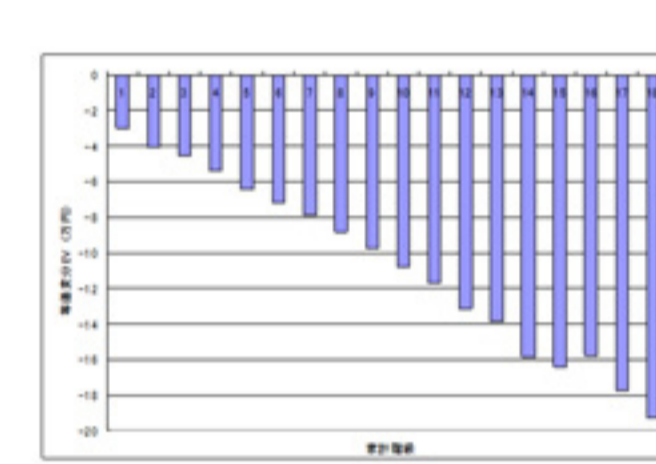
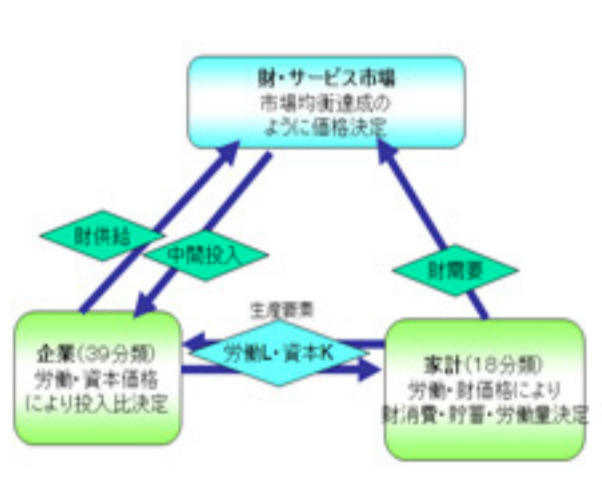
- ▶ 広い地域の風力発電を連携することで出力変動を低減できる
- ▶ 東北電力管内で測定した実データをもとに出力変動を定量的に分析
- ▶ 出力変動の評価方法の提案
- ▶ 風力発電の大量導入時の系統への影響を推定

ダブル発電を導入している家庭のエネルギー消費実態の分析



- ▶ ダブル発電を導入している家庭の実データを用いてエネルギー需給モデルの構築を行い最適なシステムを提案

低炭素社会の実現とその経済影響に関する研究

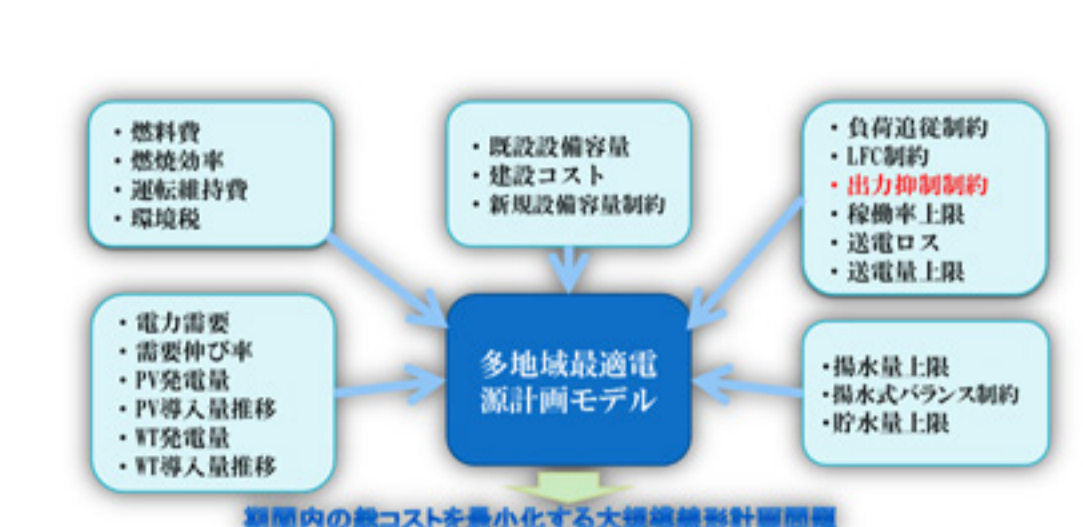


✓日本の応用一般均衡モデルを用いて、温室効果ガス(GHG)削減中期目標達成の経済影響を定量的に分析し、GHG削減を実施しつつ社会厚生が増加するための方策を明らかにする。

家庭製品の効率向上により全所得階層で構成が上昇。国民全体で8兆420億円増。

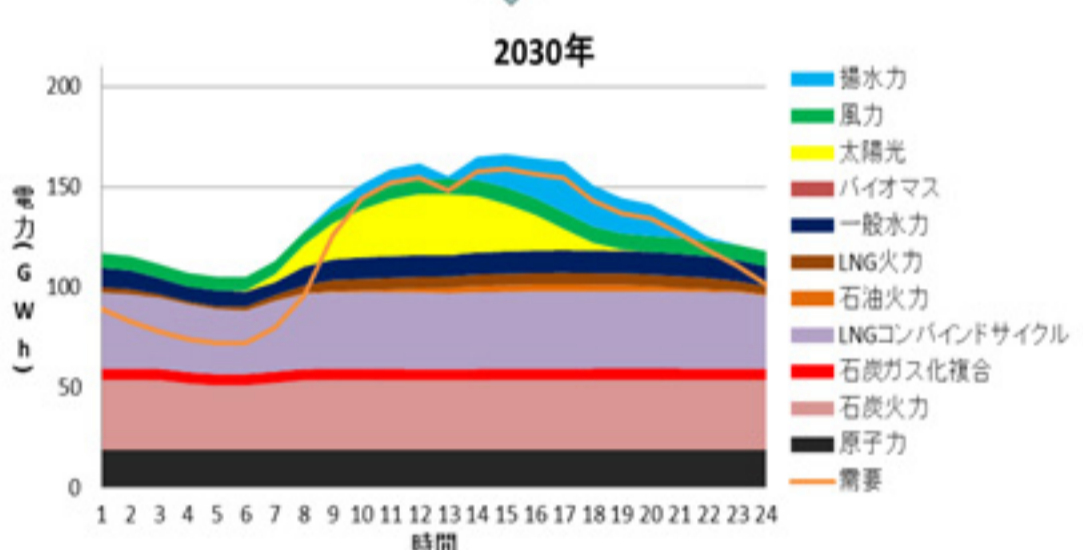
家電の技術革新による効率構造がある場合

再生可能エネルギー大量導入時の2030年の日本の電源構成の分析



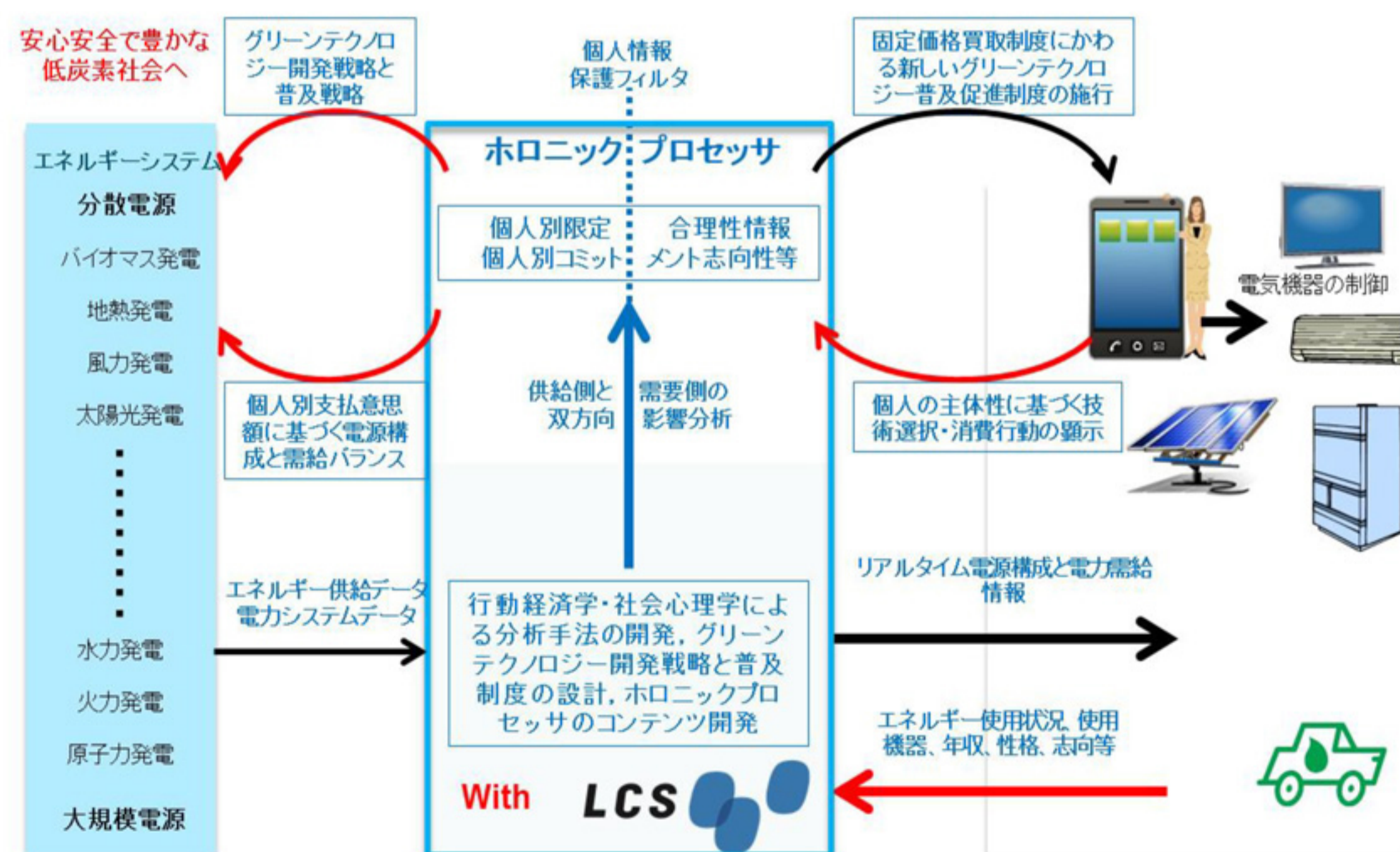
対象:電力会社主要10社の供給分
期間:2010年~2030年

2030年



- ▶ 太陽光発電・風力発電大量導入ケースの2030年の日本電力部門における電源構成のベストミックスを電力需給に関する制約を線形の式で表現した多地域電源構成モデルにより分析

グリーン成長を実現するホロニックネットワークの形成



本研究では、LCS:低炭素社会戦略センター(松橋が東大と併任で研究統括をつとめる)と共同で開発した、双方向のエネルギー関連情報ネットワークであるi-cosmosを利用して、数百世帯のご家庭のエネルギー消費データを取得すると共に、エネルギー供給側のCO2発生量や省エネルギーに関する情報を提供し、行動経済学に基づく分析を進め、グリーン成長を実現するためのエネルギーシステムの制度設計に関する研究を推進している。

卒論生の活動

週間スケジュール

- ミーティング
- ・毎週一回、研究室ミーティングを行い、研究の進捗を各自発表
- ・研究室のメンバー全員が参加

年間スケジュール

- 4-7月 卒論テーマ決定
- 8-9月 大学院入学試験 卒論中間報告会 研究室合宿
- 10-2月 研究活動 卒論審査

4月 研究室 歓迎会



ミーティング



9月 研究室合宿 @伊豆大島



東京電力大島事務所発電所見学

三原山お鉢巡り

- ▶ 研究の選択や進め方は原則として、学生の選択にゆだねられるため、自己責任において研究を進めることとなります。
- ▶ いつ、どのような形で研究に伴う作業をおこなうかは、完全に学生次第です。
- ▶ 研究テーマに関しても、自分で強い意思があれば、自分の方で決めて、それが研究テーマとしてふさわしいかどうか、指導教員と話し合うことが可能です。

補足

- ▶ 松橋は現在、COI (Center of Innovation) のサテライトリーダーとして、エネルギーシステムの改革と豊かな低炭素社会の実現のための制度設計と研究を推進しています。
- ▶ 松橋は、東大全学で推進している「社会構想マネジメントを先導するグローバルリーダー養成プログラム」(オールラウンドリーディング大学院) (<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/GSDM/index.html>) のエネルギー部門の企画運営委員をつとめています。エネルギー分野の研究を、他の専攻や研究科と交流を深めながら進めたい学生の参加を期待しています。
- ▶ 松橋は東大と併任で、科学技術振興機構の低炭素社会戦略センター(LCS)の研究統括をつとめており、希望に応じて、LCSとも共同で研究を推進することができます。

松橋研URLのQRコード



荻本研究室

[エネルギーインテグレーションとスマートな持続的社會]

生産技術研究所 エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門

Energy System Integration Social Cooperation Program

エネルギーシステムインテグレーション学

電気系工学専攻

http://www.ogimotolab.iis.u-tokyo.ac.jp

社会経済活動の基盤となるエネルギーインフラには、安定性、経済性、低炭素化を含む環境性などの一層の持続可能性が求められている。この実現には、太陽光発電や風力発電などの電源、電気自動車、ヒートポンプ給湯機、バッテリーなどの新たな需要の統合が期待されており、エネルギー/電力システムは新しい時代を担うべく新しい需給構造への移行、“インテグレーション”が必要である。

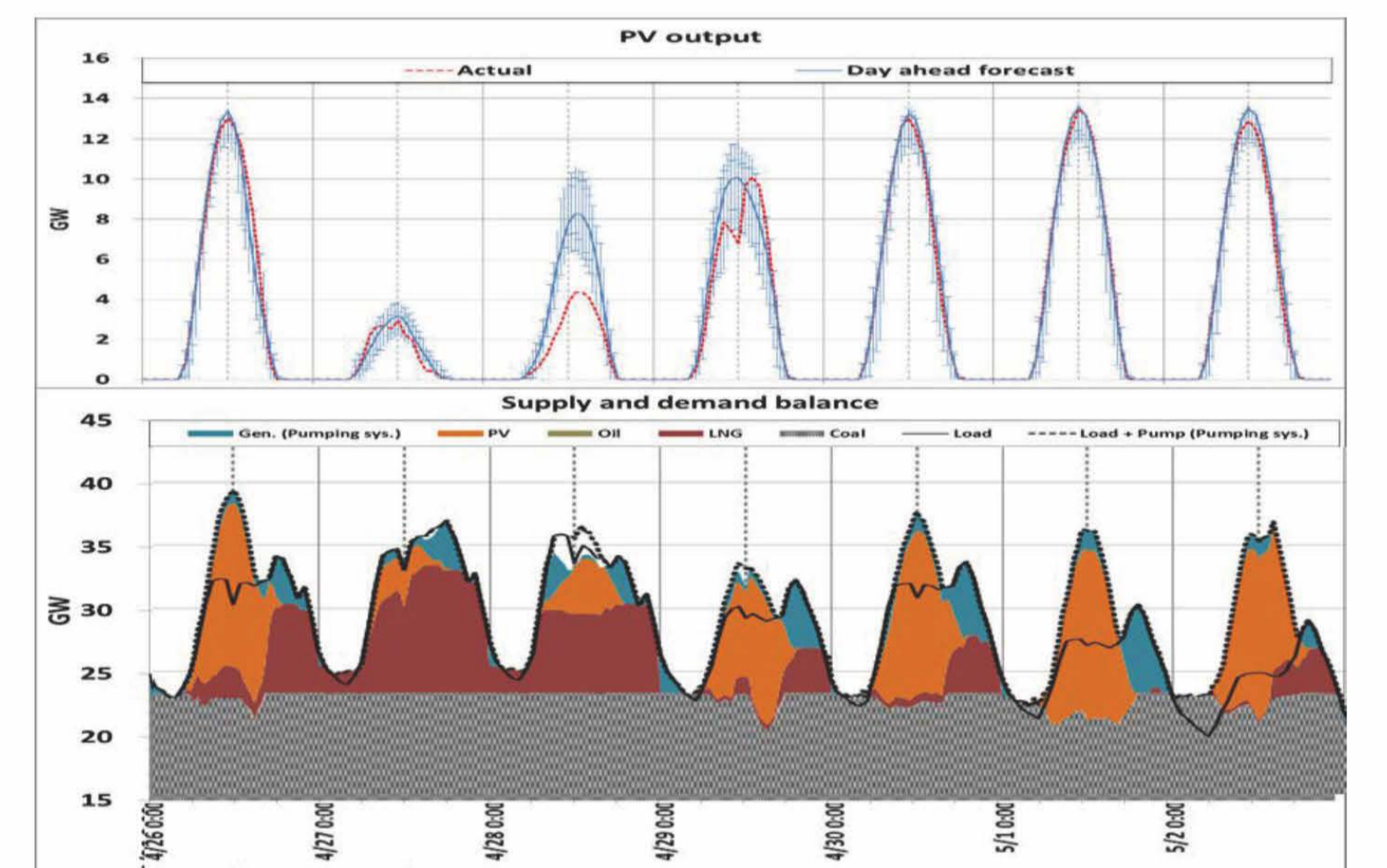
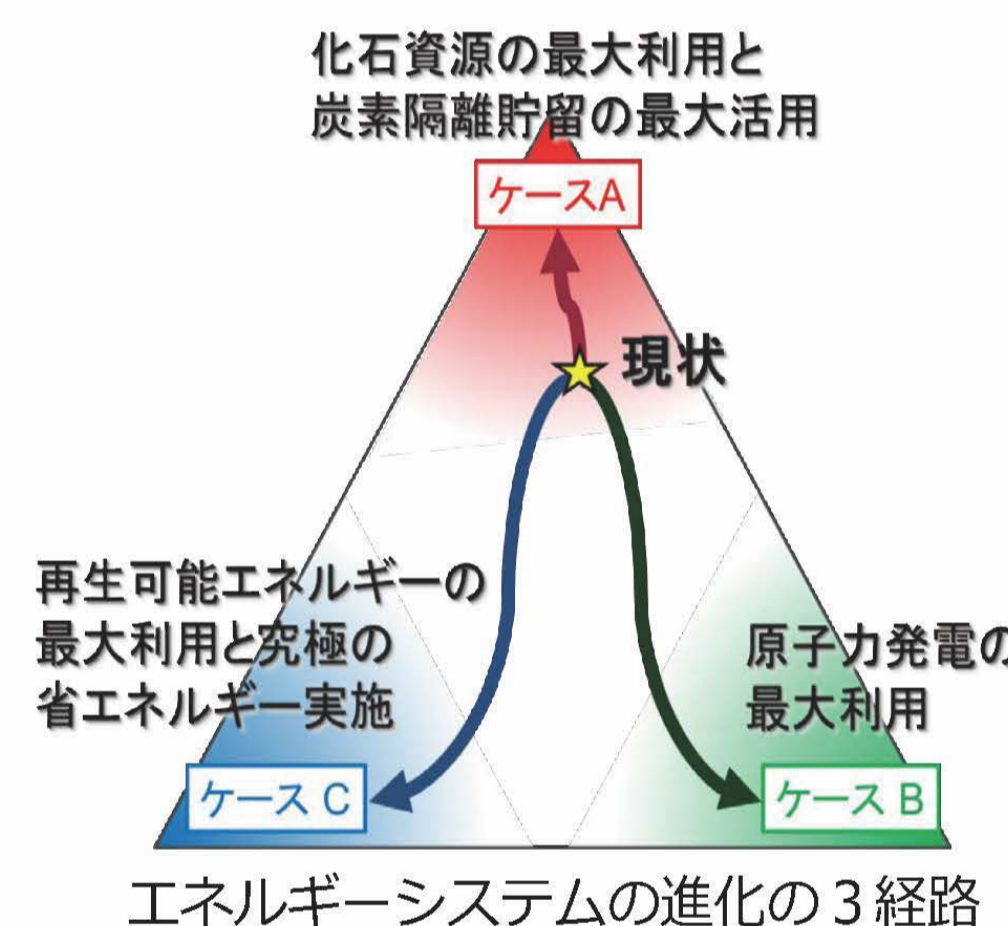
このインテグレーションでは、新しい視点である分散エネルギーマネジメントにより、需要側がシステム全体の需給調整に貢献することで、太陽光発電や風力発電の出力変動への対応、新たな需要への安定供給など実現しつつ、エネルギーシステム全体として運用とシステム構成の柔軟性を向上し、様々なリスクに対するロバスト性の向上を目指している。

次世代エネルギーシステム

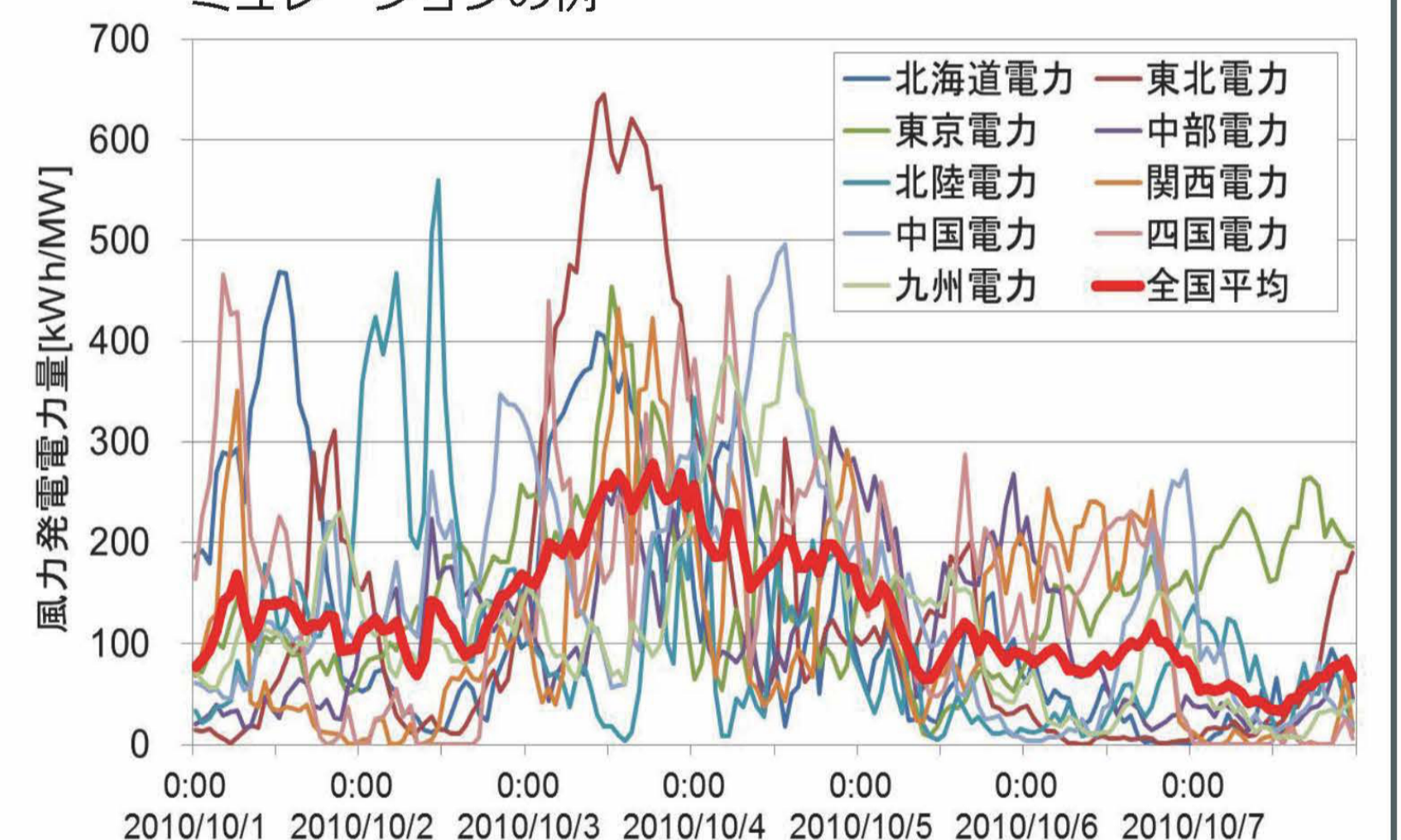
Next Generation Energy System

エネルギー問題は、革新的な技術の開発や導入・普及の見通し、社会経済変化、それらを支える制度などを組み合わせた長期の取り組みを必要とする。本研究では、個別技術評価、シミュレーション、最適化、シナリオ分析、戦略策定などの手法を組み合わせ、最適なエネルギーシステムの実現に向け研究を行っている。

- ◆ エネルギー/エネルギー技術戦略
- ◆ 動的エネルギー需給解析・評価
- ◆ 再生可能エネルギーの変動分析と出力予測
- ◆ 発電機起動停止計画と負荷配分シミュレーション



太陽光発電予測、起動停止計画、経済負荷配分シミュレーションの例



風力発電電力の変動例

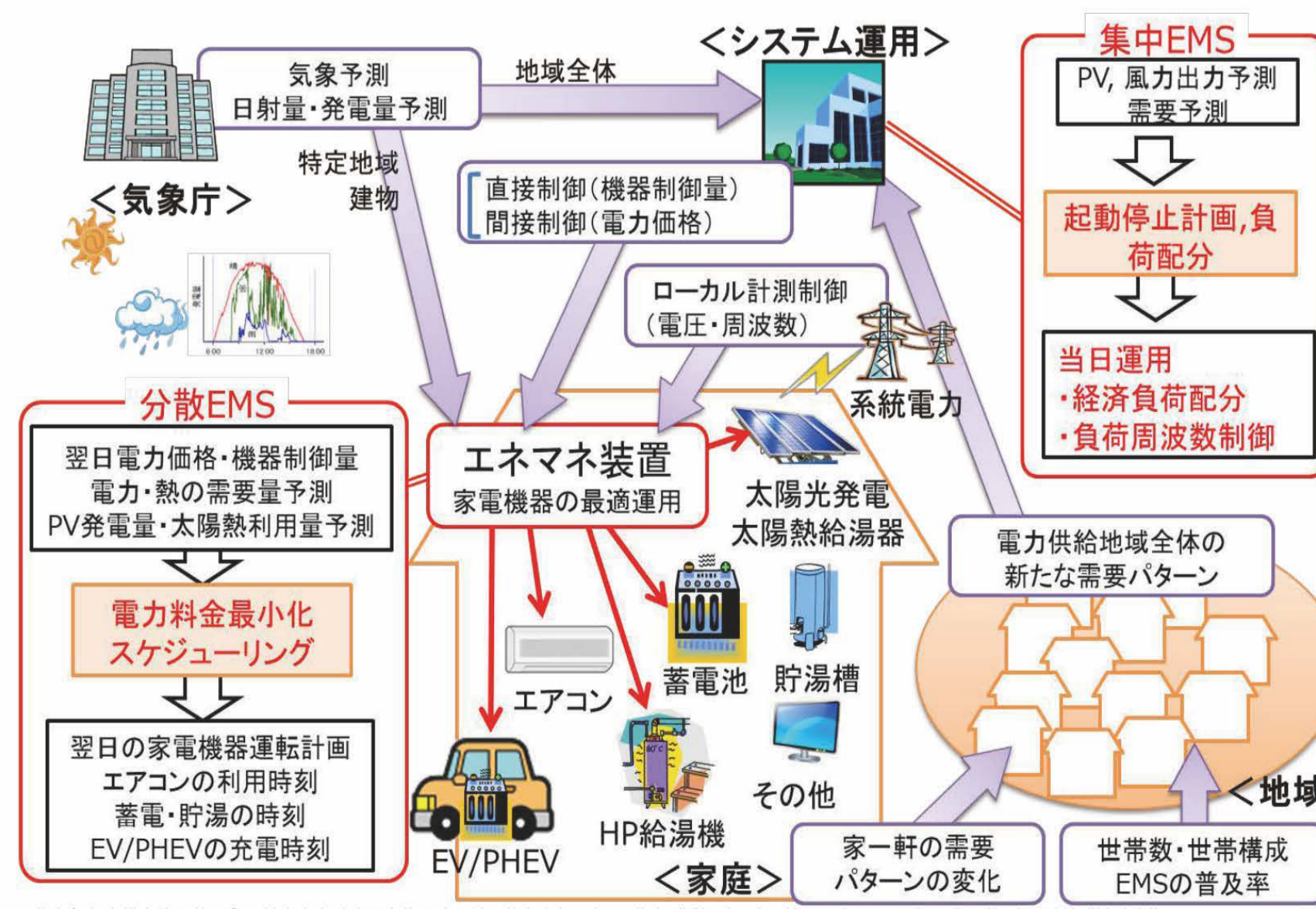
分型散エネルギーシステム

Decentralized Energy Management System

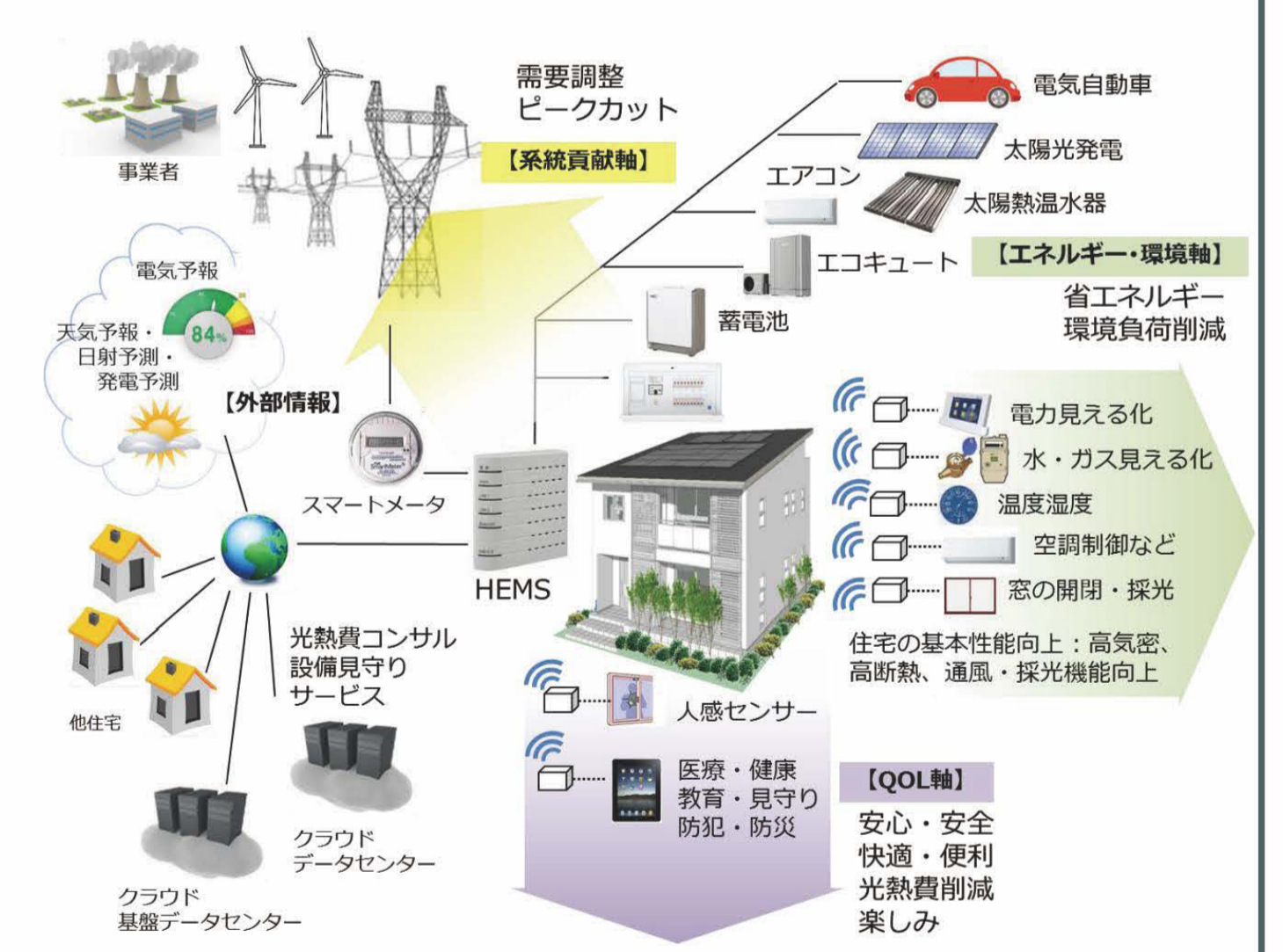
太陽光発電や風力発電などの出力が天候により大きく変動する電源が大規模に導入されると、電力システムの需給調整が困難になる。システムの安定化には、蓄電システムを含め、住宅、オフィスビル、電気自動車などを含む分散エネルギーシステムと、さらには送配電網を含む集中エネルギーシステムの積極的な協調が必要となる。

分散エネルギーマネジメントでは、「エネルギーと設備のマネジメントの効率、経済性、環境性の向上」ととどまることなく、「住環境や働く環境の快適性を維持・向上」しつつ「エネルギー/電力システム全体の運用」に貢献するという3軸の価値を持つシステムの構築を目指している。

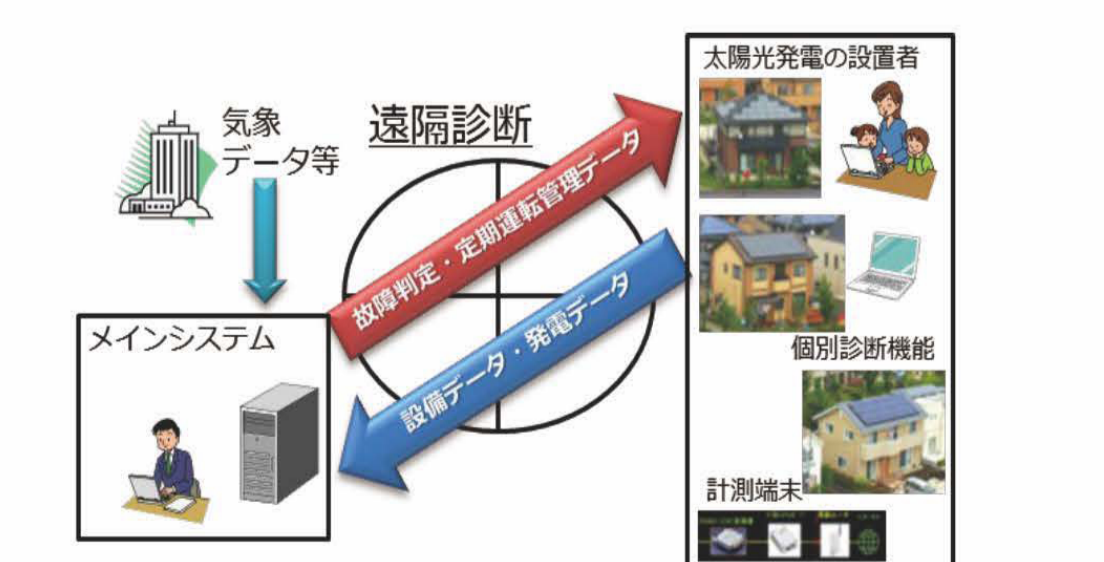
- ◆ 分散型エネルギー機器の最適運転計画
- ◆ 分散エネルギーマネジメントのシミュレーションモデル開発とCOMMAハウスでの実証試験
- ◆ 分散エネルギーシステムの設備管理手法の開発
- ◆ IoT, iDRなどICT技術の活用



需要の能動化と集中/分散のエネマネの協調



分散エネマネの3軸の価値



分散システムの遠隔アセットマネジメント

ESI社会連携研究部門

Energy System Integration Social Cooperation Program





大崎研究室(Prof. Hiroyuki Ohsaki) Ohsaki Laboratory

URL: <http://www.ohsaki.k.u-tokyo.ac.jp/> Transdisciplinary Sciences Laboratory Bldg. 2F SYS-C

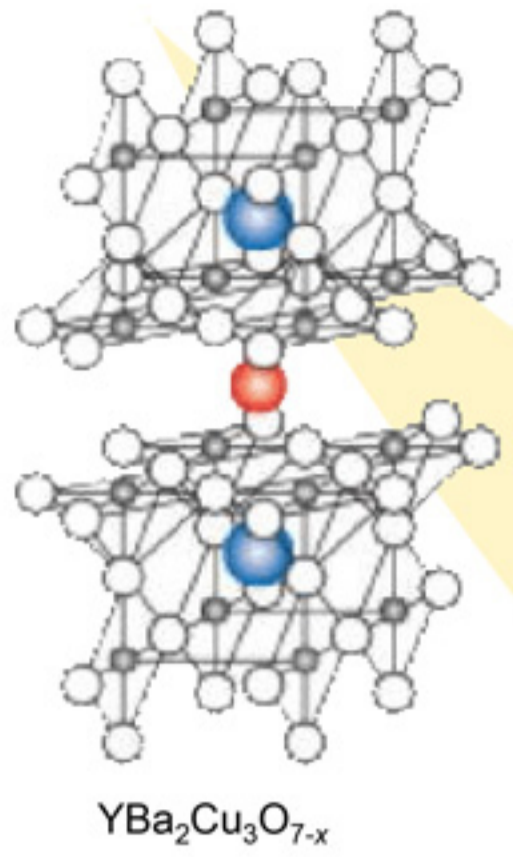
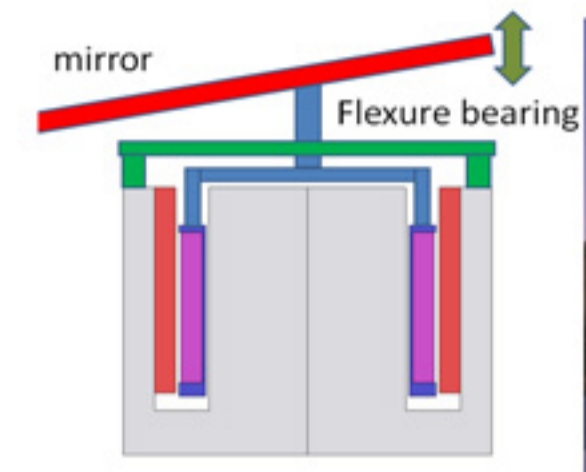
学部 電気電子工学科 柏
大学院 工学系・電気系工学専攻
新領域・先端エネルギー工学専攻

基盤科学実験棟 2F SYS-C室

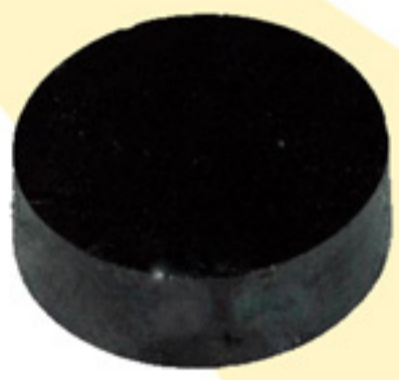
超電導エネルギー工学

21世紀のキーテクノロジー
～陸・海・空無限大～

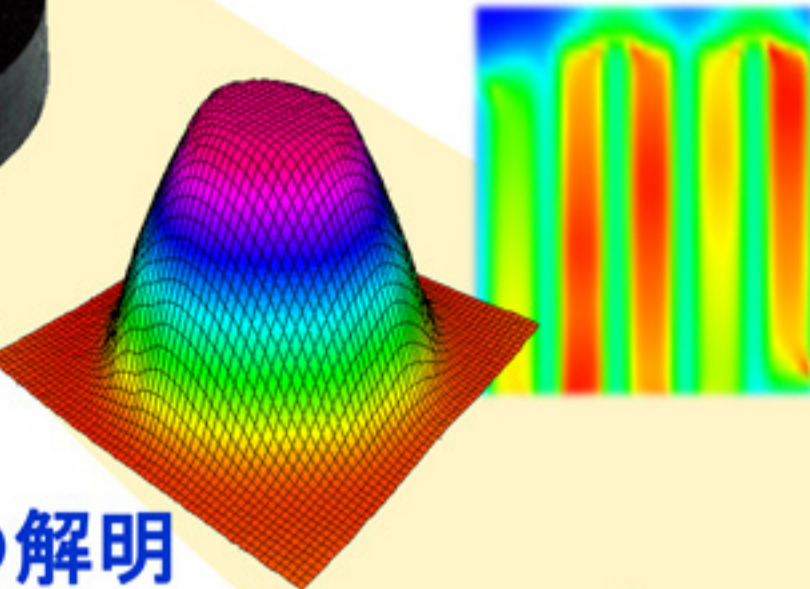
Superconducting Energy Technology
Key technology for land, sea, and sky
applications in 21st century



高温超電導線材
HTS superconducting wire



バルク超電導体
Bulk superconductors



超電導体中の電磁現象の解明
Electromagnetic characteristics of superconductors

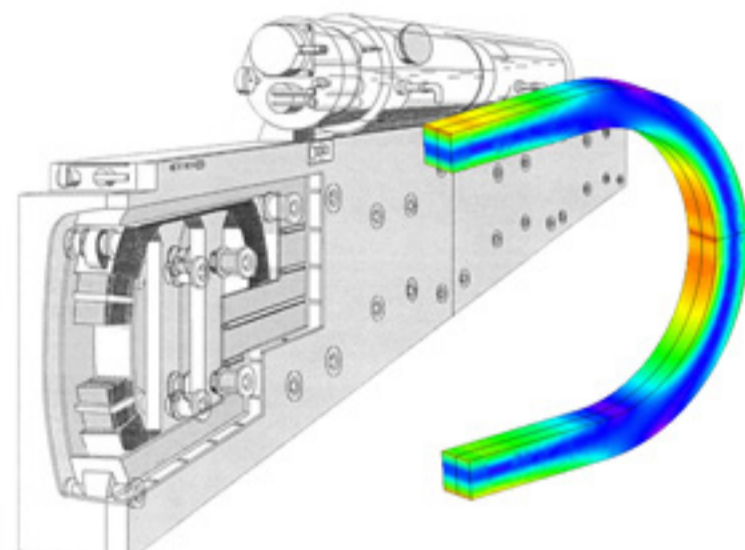
鉄道システムへの超電導技術の適用
Superconducting technology for railway systems



Application of
superconducting
cables

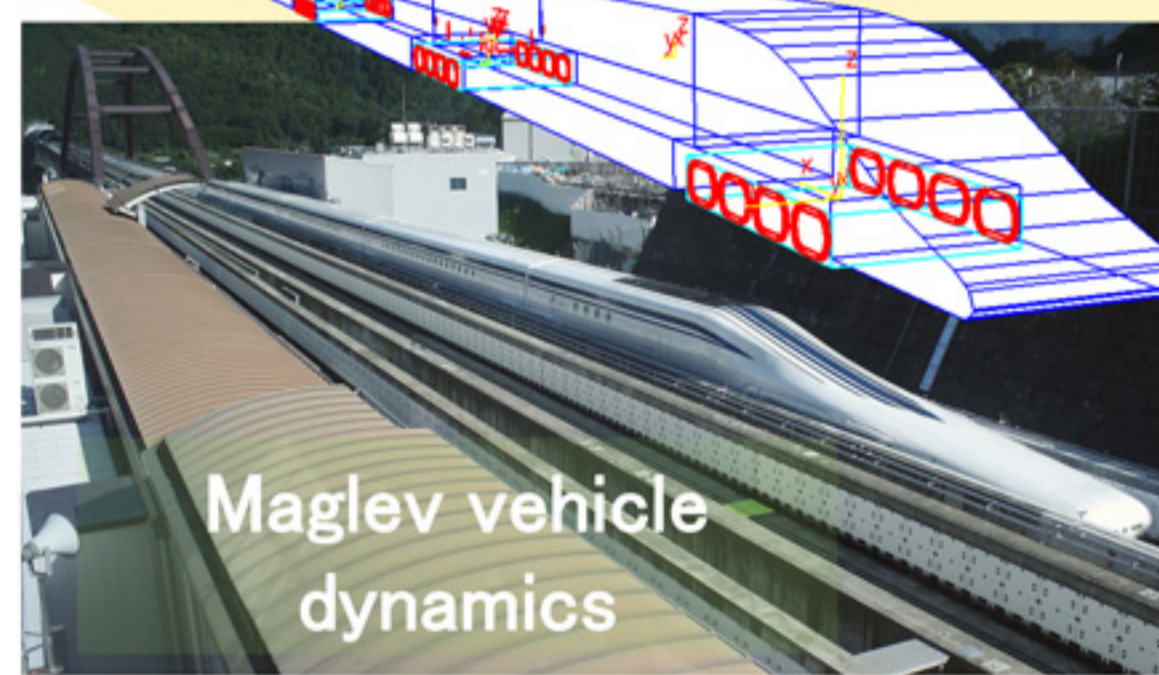
超電導ケーブル
の適用可能性

高温超電導マグネット化
の可能性



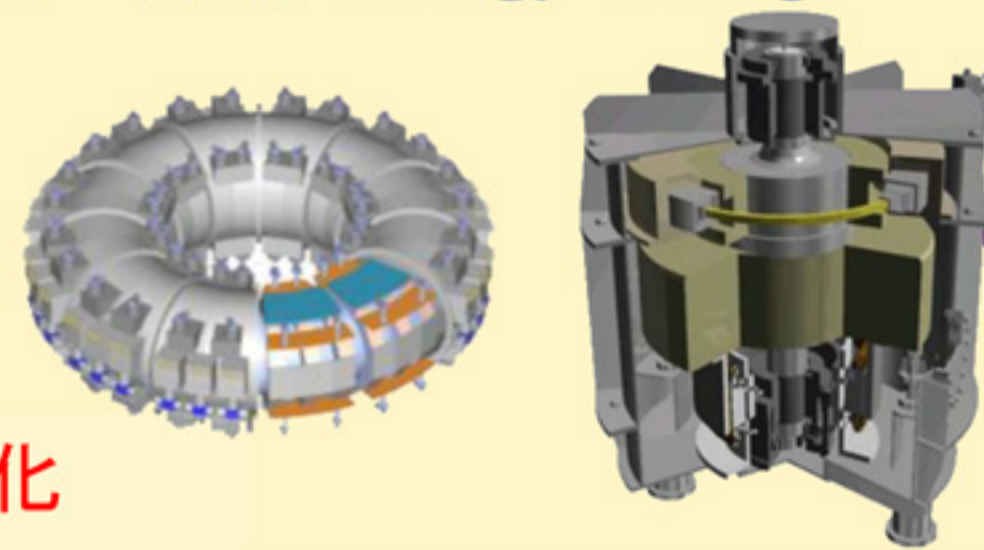
HTS magnet
for maglev

磁気浮上車両のダイナミクス



Maglev vehicle
dynamics

エネルギー貯蔵 Energy storage



航空機推進用
超電導モータ

Superconducting motor
for aircraft propulsion
低電圧-高電流、高出力密度
Low voltage - high current,
high output density

極低温で動作する
アクチュエータ
Actuator operated
at ultra low temperature

人工衛星搭載用
超電導磁気軸受け
Superconducting Magnetic
Bearing for Satellite

洋上風力発電用
大型発電機
Wind turbine generator
for off-shore wind farms

軽量・コンパクト、
高効率の追求

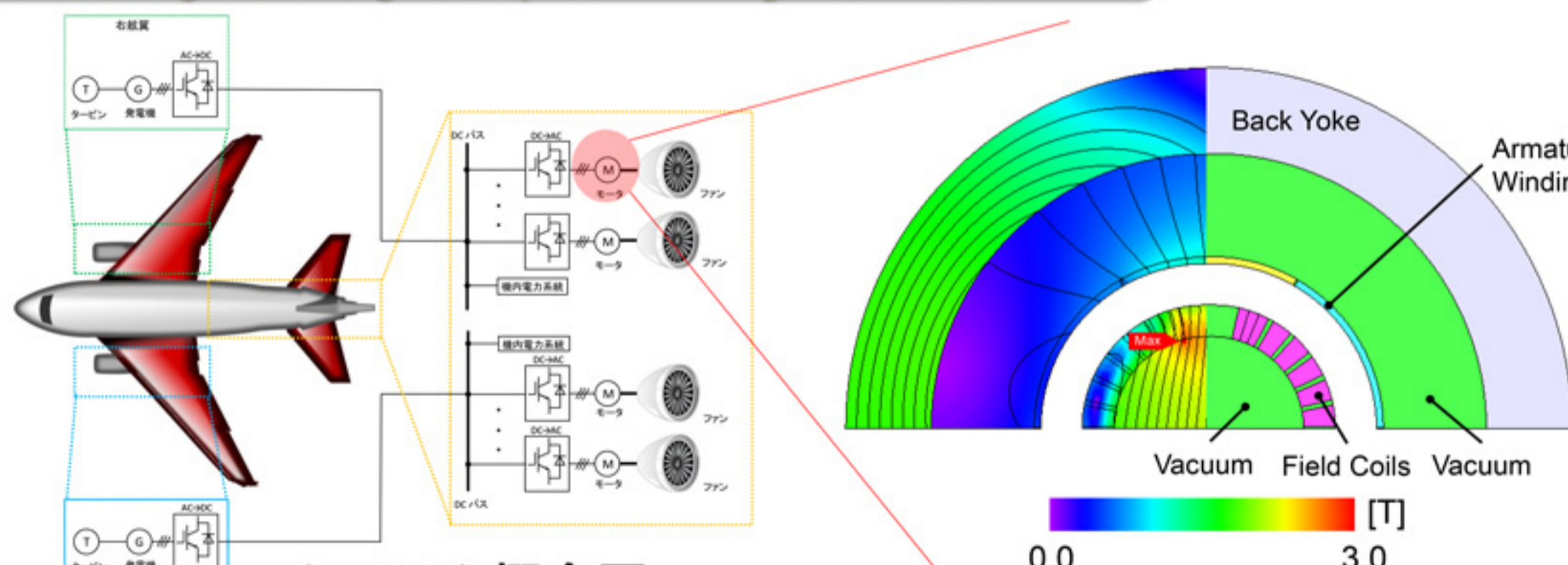
Light weight, compactness,
high efficiency, etc.

電気エネルギーの効率的利用と先進的電磁界応用システムの実現を目指して、超電導体や高性能永久磁石等の先端材料を活用し、優れた特性を有する電気エネルギー機器およびシステムの研究を進めています。

For the efficient use of electric energy and advanced application of electromagnetic phenomena, we have been studying high-performance electromagnetic energy equipment and systems that utilize advanced materials such as permanent magnets and superconductors.

航空機用超電導モータの電磁設計

Electromagnetic design of superconducting motors for aircrafts



システム概念図

System configurations of the electrified aircraft propulsion.

超電導モータの電磁界解析

Electromagnetic analysis of the superconducting motors

将来の電動航空旅客機の実現に向けた
高出力密度、高効率な超電導モータの研究

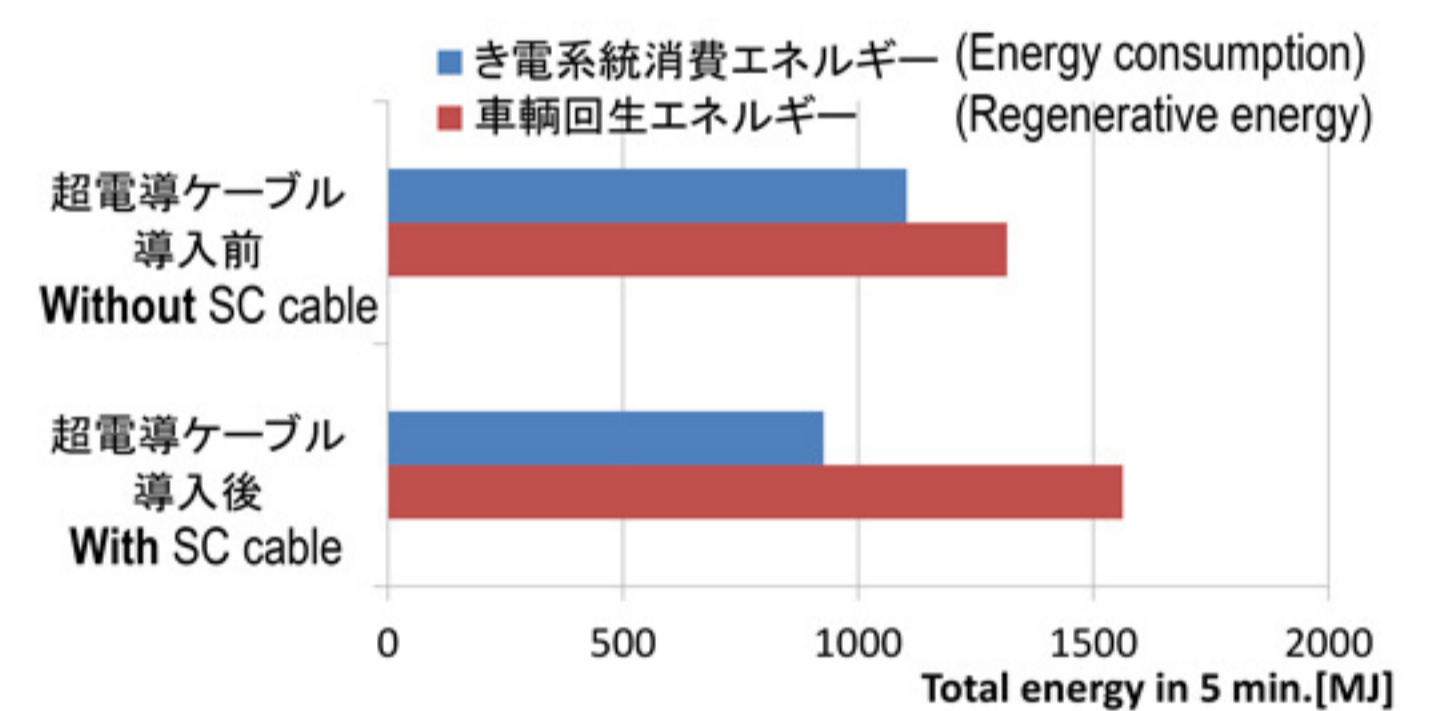
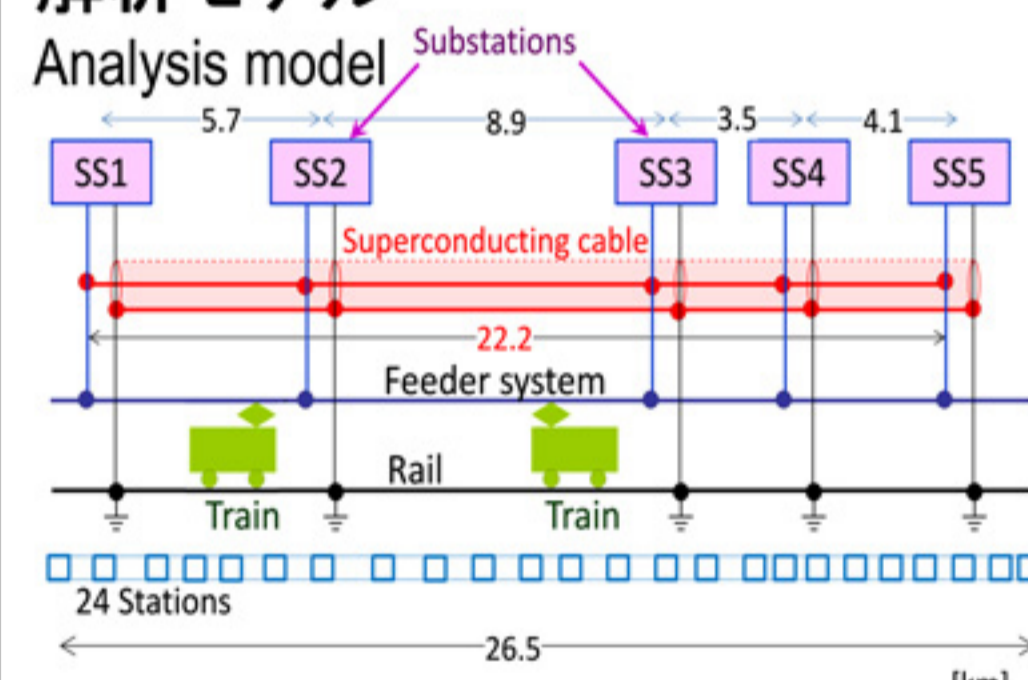
Study on the high-output density and -efficiency
superconducting motors
for future electrified aircrafts

- 有限要素法による超電導モータの電磁特性解析
Electromagnetic analysis of the superconducting motors with FEM
- エクセル等による簡易モータ設計ツールの開発
Development of motor design tool with EXCEL

直流き電鉄道システムへの超電導ケーブルの導入可能性

Application of superconducting power cables to DC electric railway systems

解析モデル



- 電力回生率の向上 (Increase of regenerative brake)
- 変電所の削減 (Reduced number of substations)
- システム信頼性向上 (Improved system redundancy or reliability)
- 省エネルギー(損失低減) (Energy saving (Reduced losses))

MATLABによるシステム解析, 有限要素法による電流ケーブル内の流体解析, etc...
System analysis with MATLAB/Simulink, Fluid analysis in the SC cable with FEM, etc...

超電導現象のモデリング

Modeling of physical phenomena of superconductors

超電導限流器用REBCOコイル
REBCO type coil for
superconducting fault current limiter (SFCL)

支配方程式
Governing Equation

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \phi^2} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + Q$$

ρ : 密度 c : 比熱 κ : 熱伝導率 Q : 発熱率

超電導限流器用コイルの大電流通電試験
Experiment of SFCL current test

実験の等価回路
Equivalent circuit

限流器電流のシミュレーションと実験結果の比較
Comparison of situation and experimental results
of SFCL

超電導特性方程式群
Governing equations of
superconductor characteristics

$$I < I_c: V = V_c \left(\frac{I}{I_c} \right)^n$$

$$I \geq I_c: V = V_c \left(\frac{I}{I_c} \right)^{n'}$$

$$I_c = I_{c0} \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_0} \right)^{1.5}$$

有限要素法やMATLABによる超電導特性解析
Superconducting characteristic analysis with FEM and MATLAB

実験結果との比較
Comparison of situation and experimental results

人工衛星へ搭載する超低損失超電導軸受 (温度4Kレベル)

Ultra low loss superconducting magnetic bearing (SMB) for artificial satellites (operated at 4 K order)

人工衛星 LiteBIRD
Artificial satellite: LiteBIRD

低温連続回転式偏光変調器の回転部分
Rotational part of low temperature continuous
rotational polarization modulator

超電導磁気軸受概念図
Conceptual diagram of SMB

有限要素法による
超電導磁気軸受けの損失解析
Loss analysis of the SMB

永久磁石部分の磁場均一性の解析
Homogeneous analysis of magnetic field of PM part with FEM

永久磁石によるバルク超電導体の捕捉磁場
Trapped field of bulk superconductors
by PM

リング状永久磁石表面の不均一磁場
Inhomogeneous magnetic field
on the surface of ring type PM

研究室から一言



超電導技術を鉄道、電力、航空機、人工衛星など様々な分野への応用する研究を行っています。外部の企業や研究機関との共同経験も多く行っており、研究成果は、国内外の様々な場所で発表することが出来ます。大崎研究室で楽しく充実した研究生活を送ってください！

We are applying superconducting technologies into many industrial fields such as railway systems, power plants, airplanes, artificial satellites, and so on. You have many chances of collaboration works with some Japanese companies and research institutions. Also, you can visit many places for domestic or international conference presentation. Enjoy your exciting research life with Ohsaki lab!



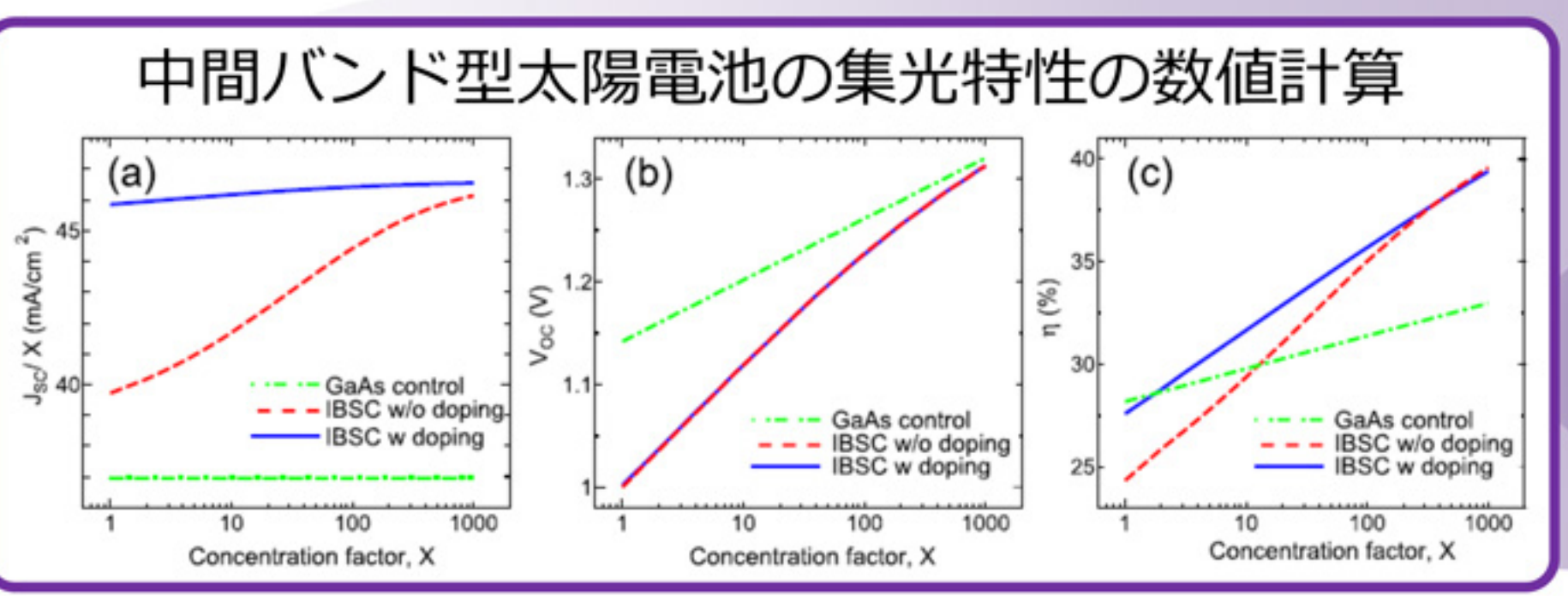
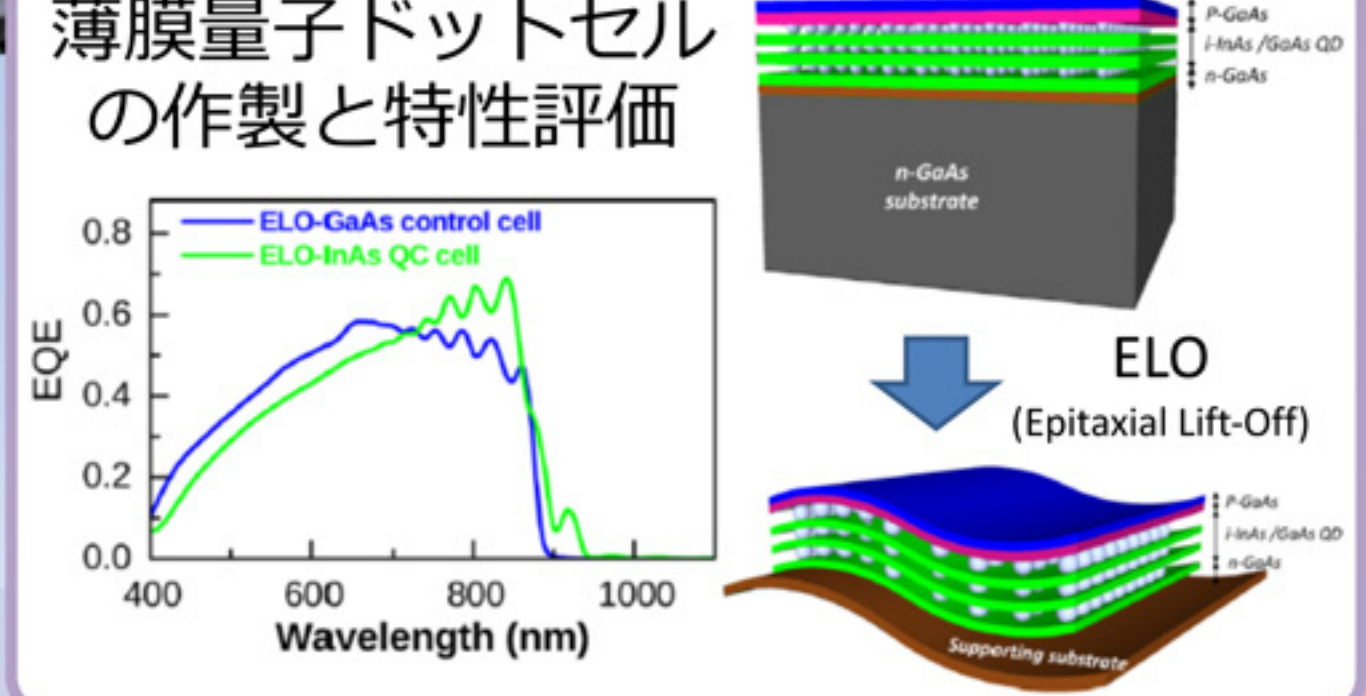
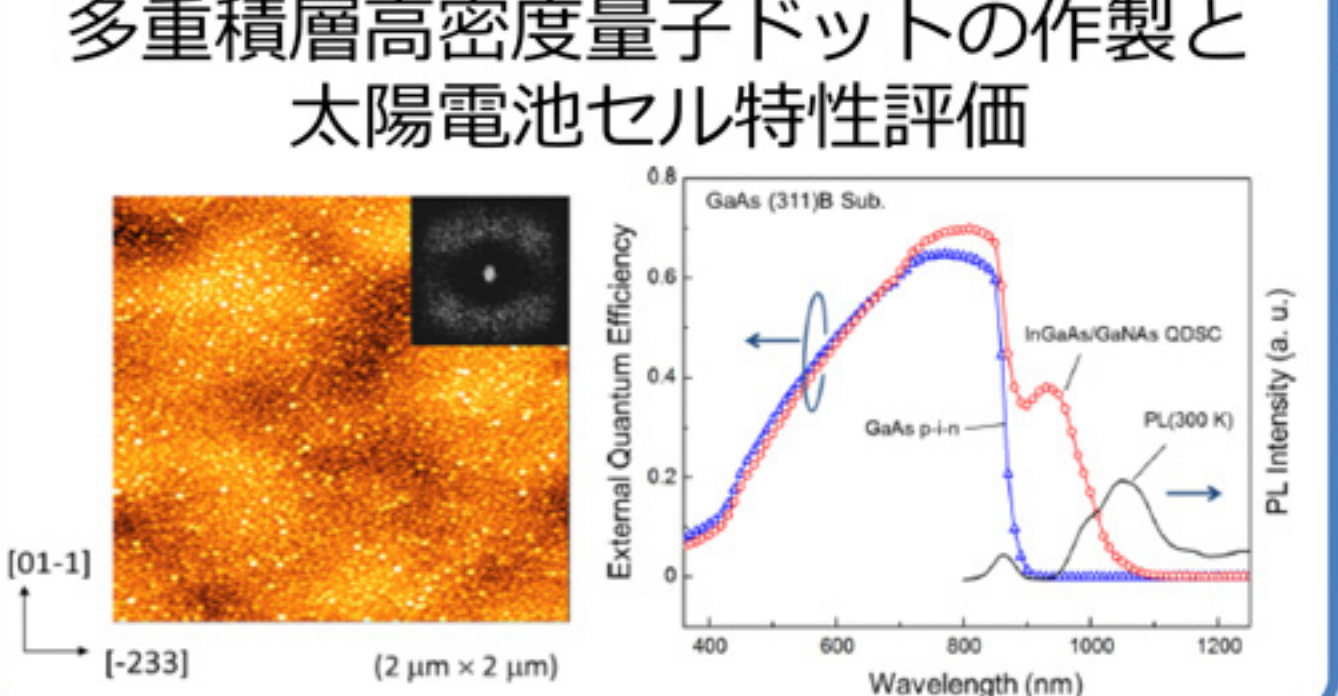
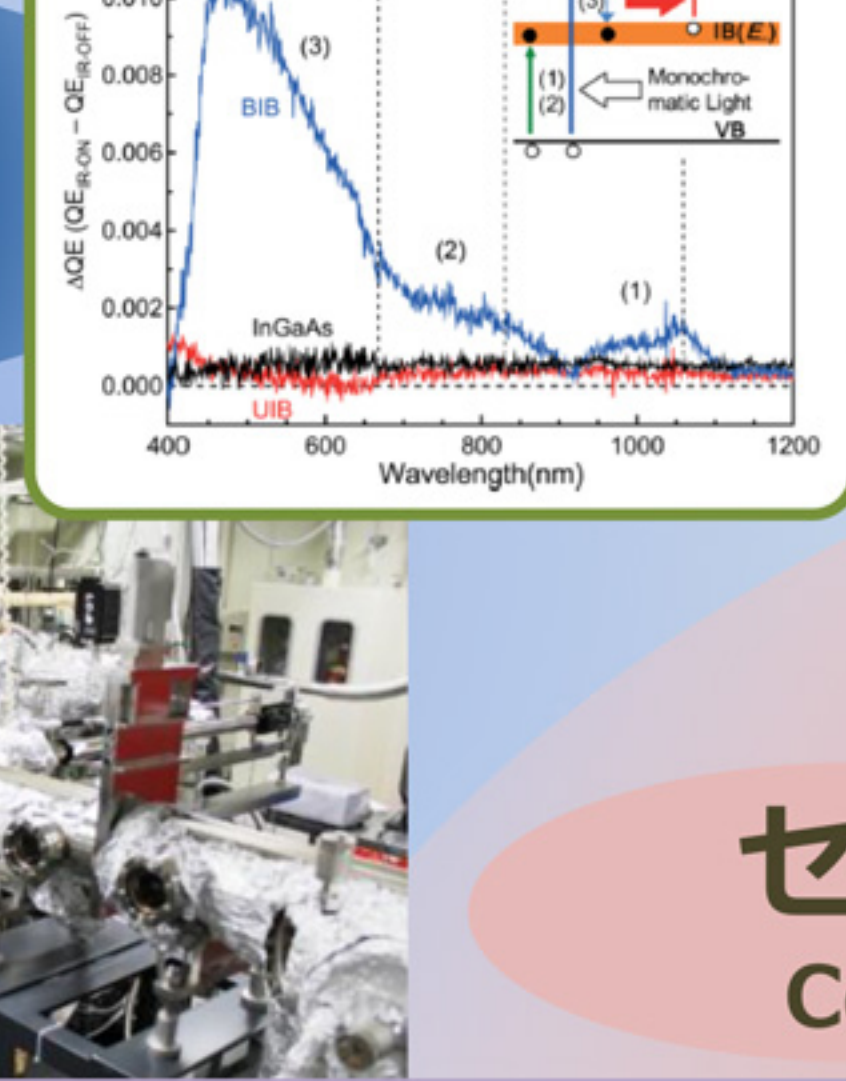
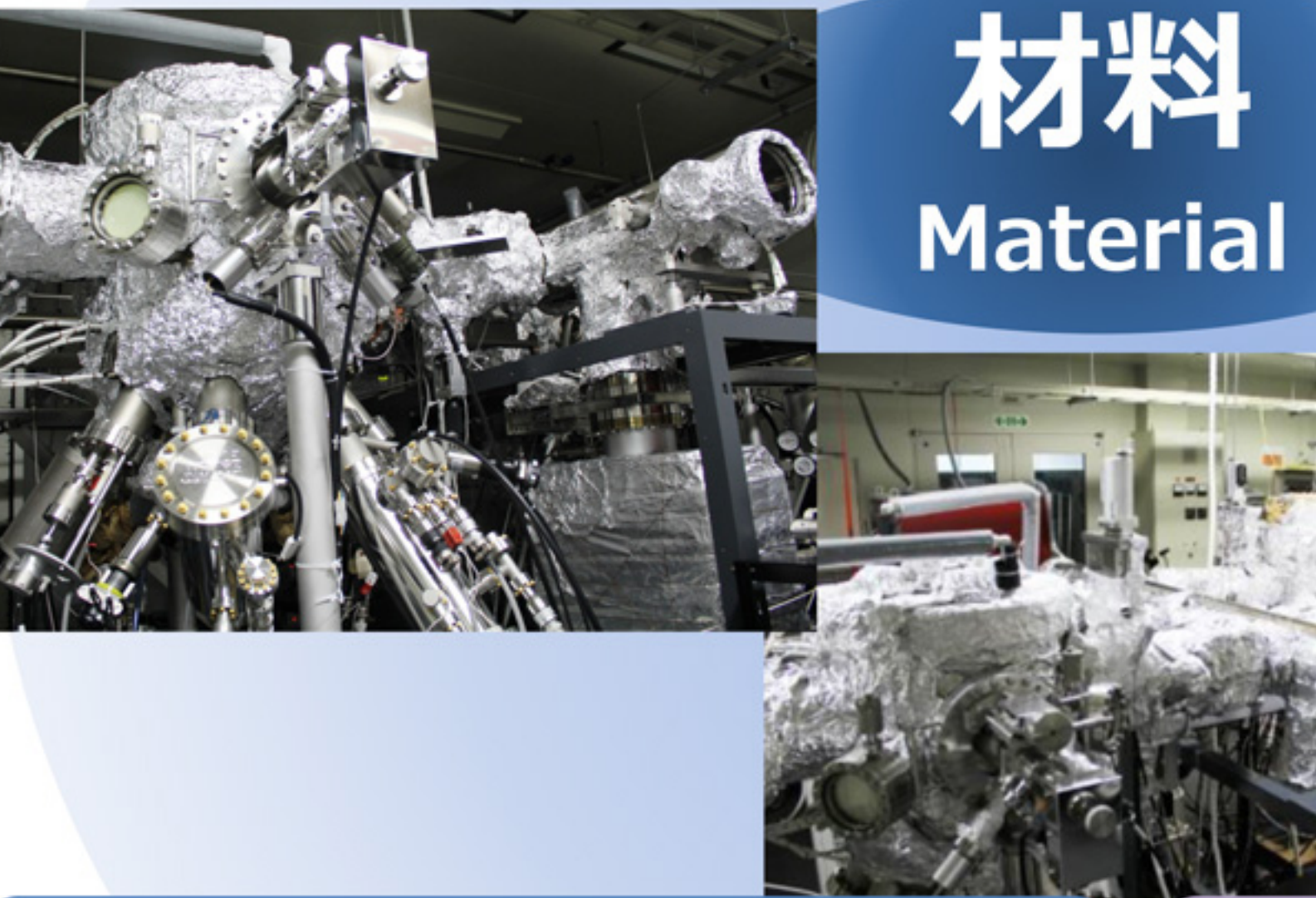
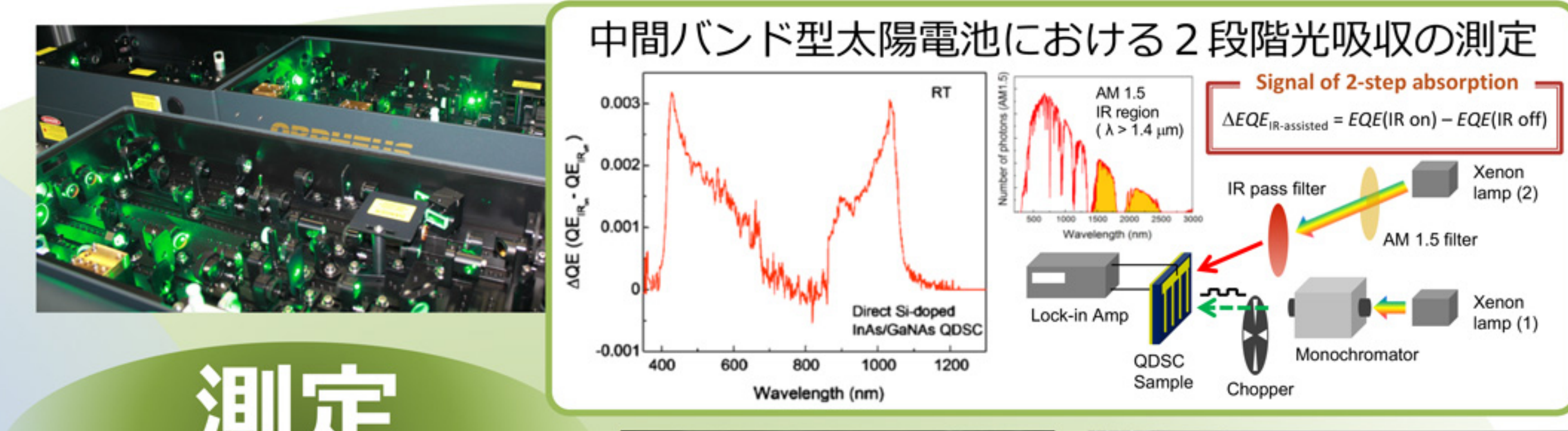
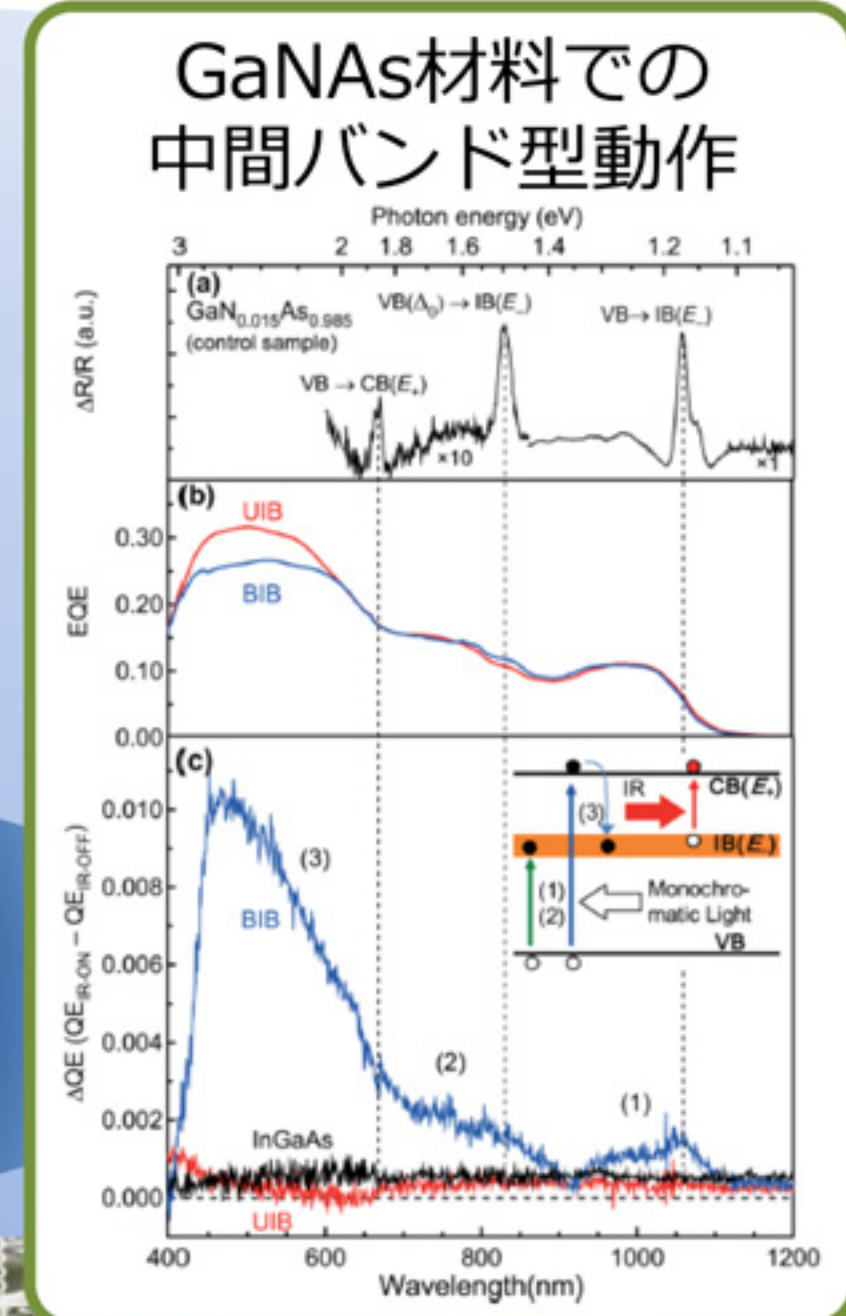
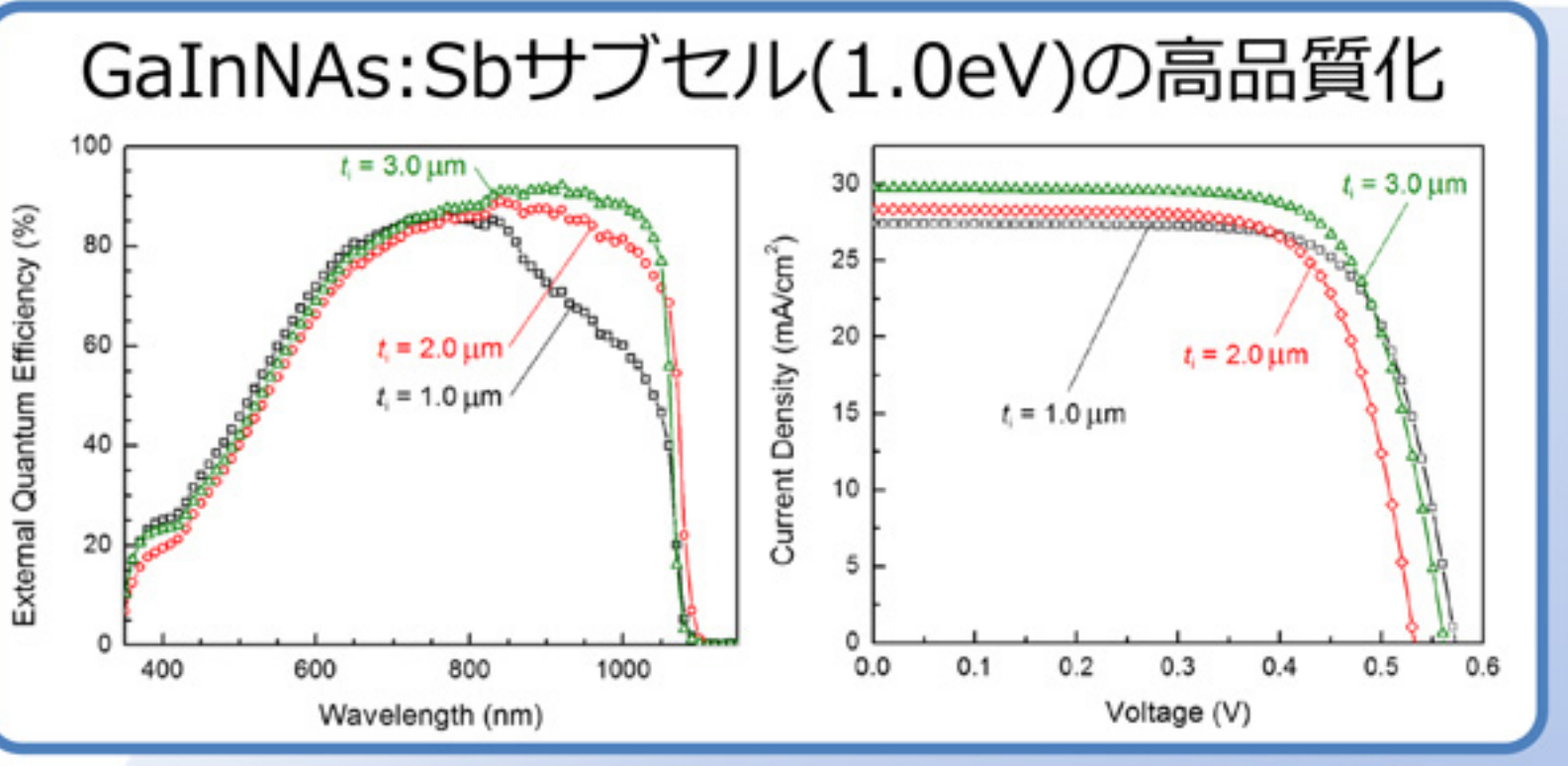
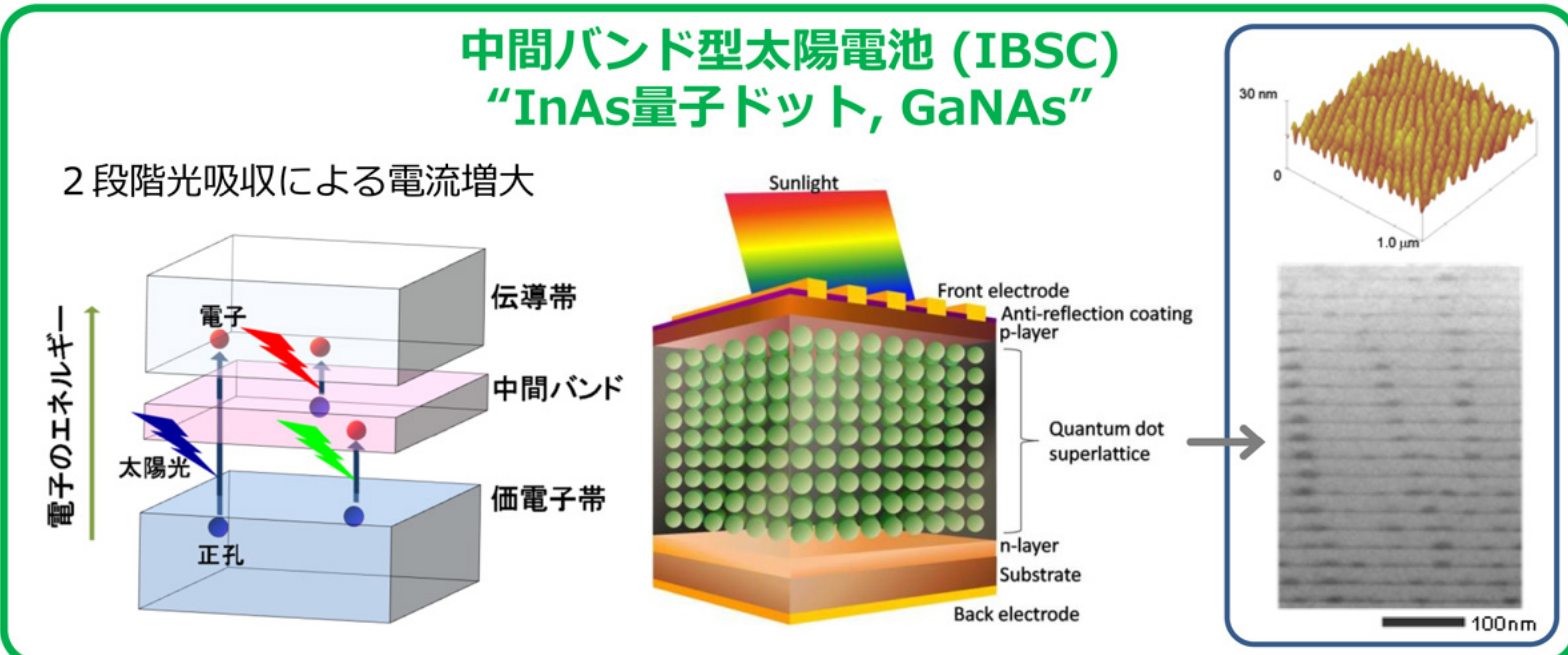
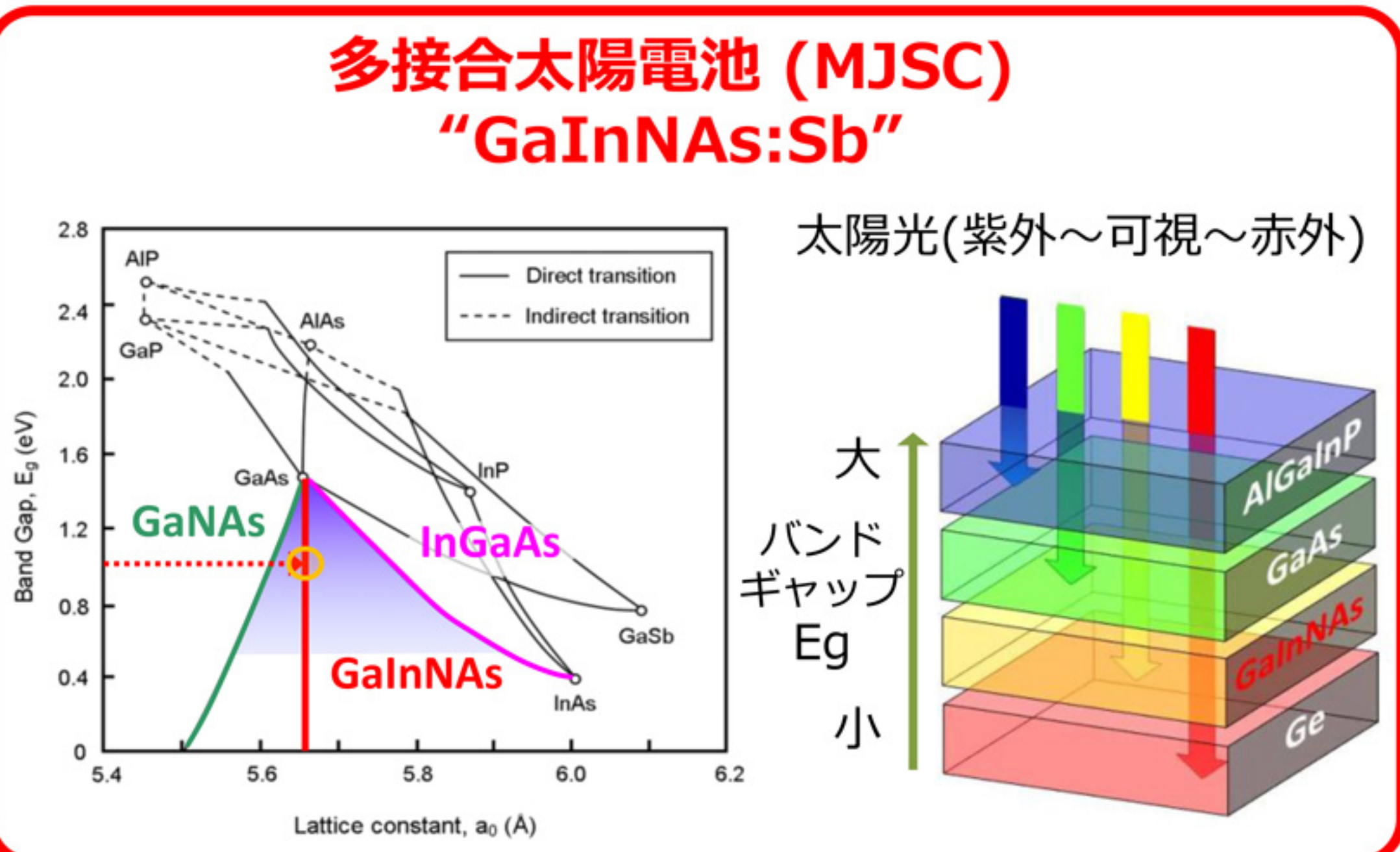
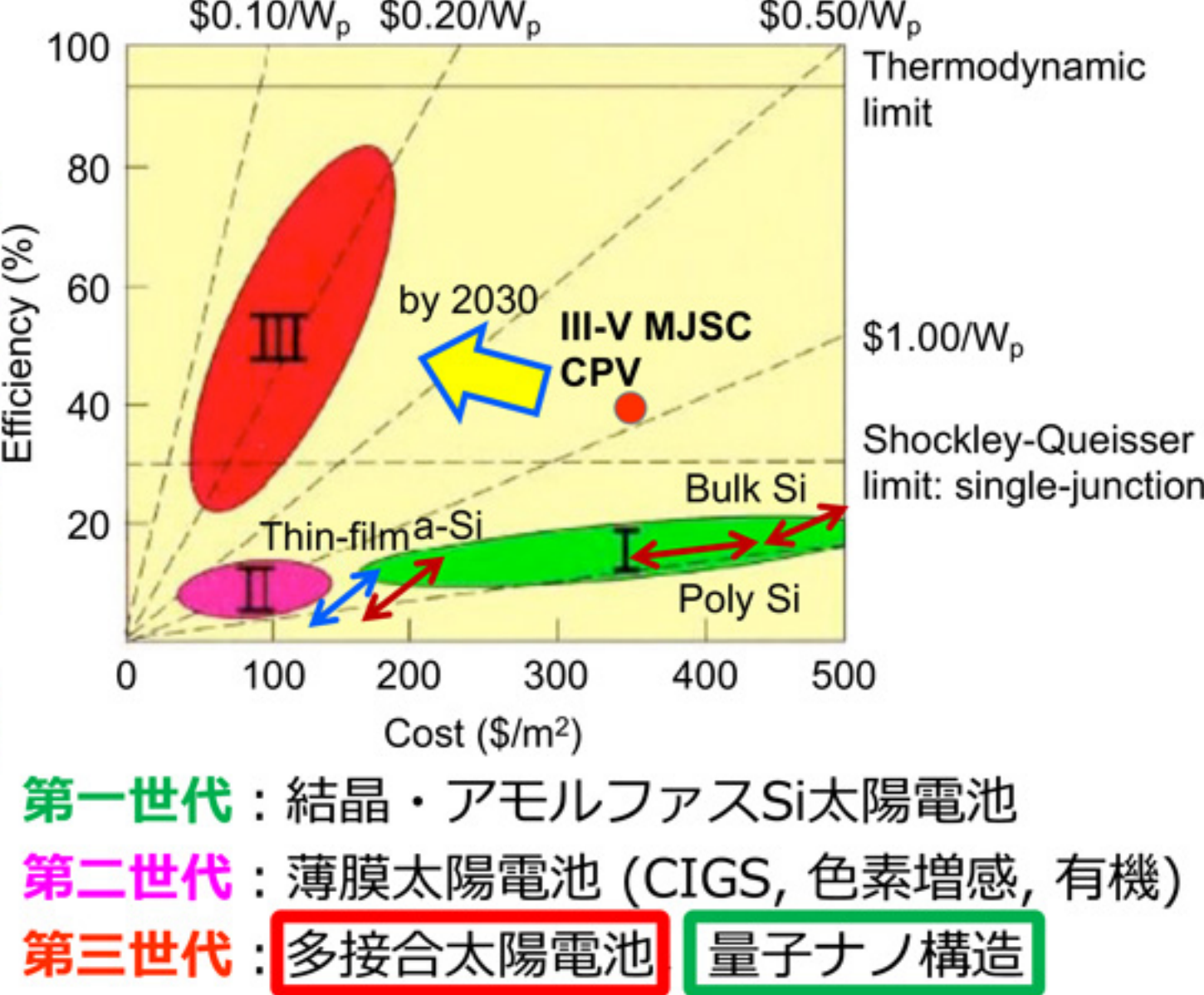
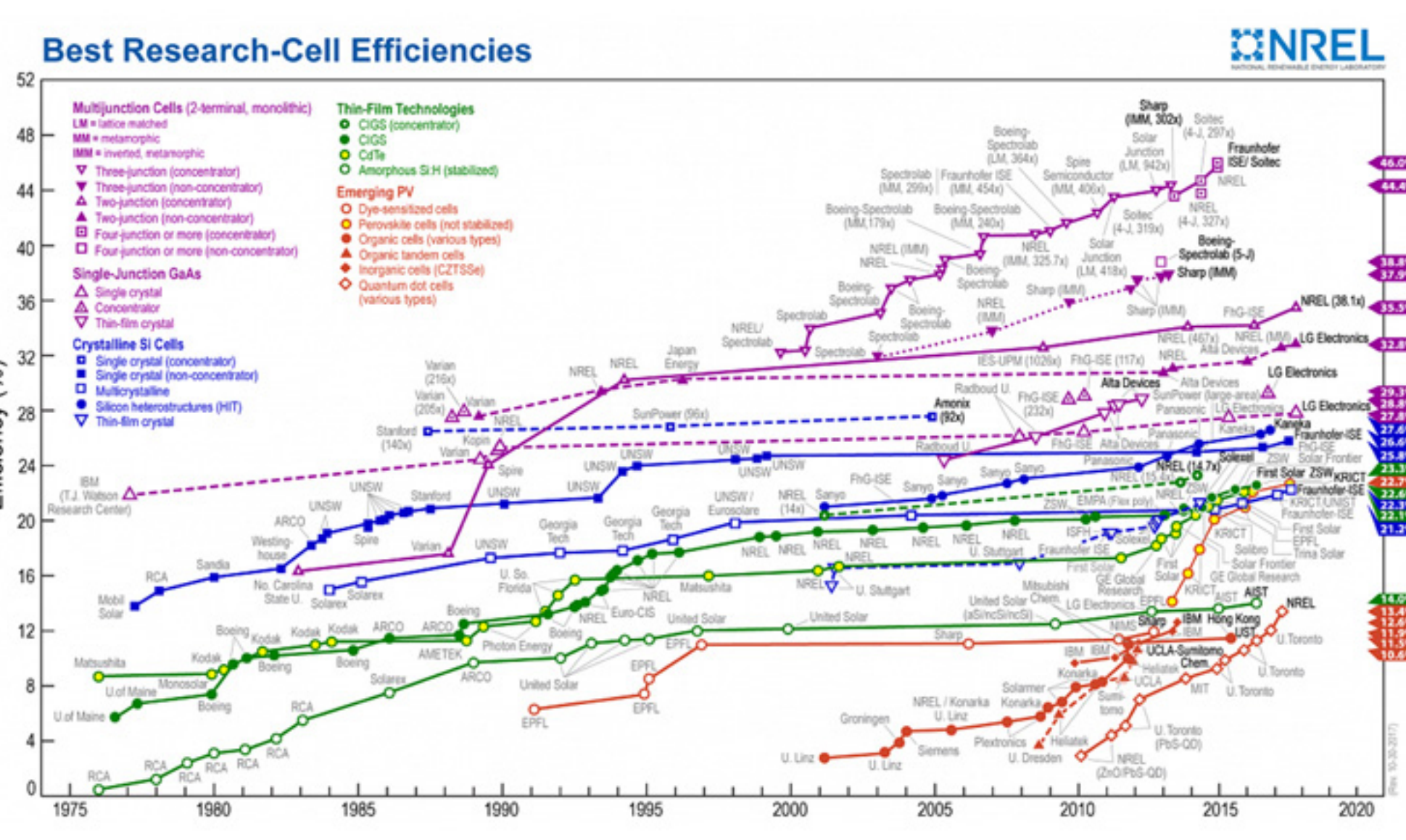
岡田研究室 (Prof. Yoshitaka Okada) New Energy Okada Laboratory

URL: <http://mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp>

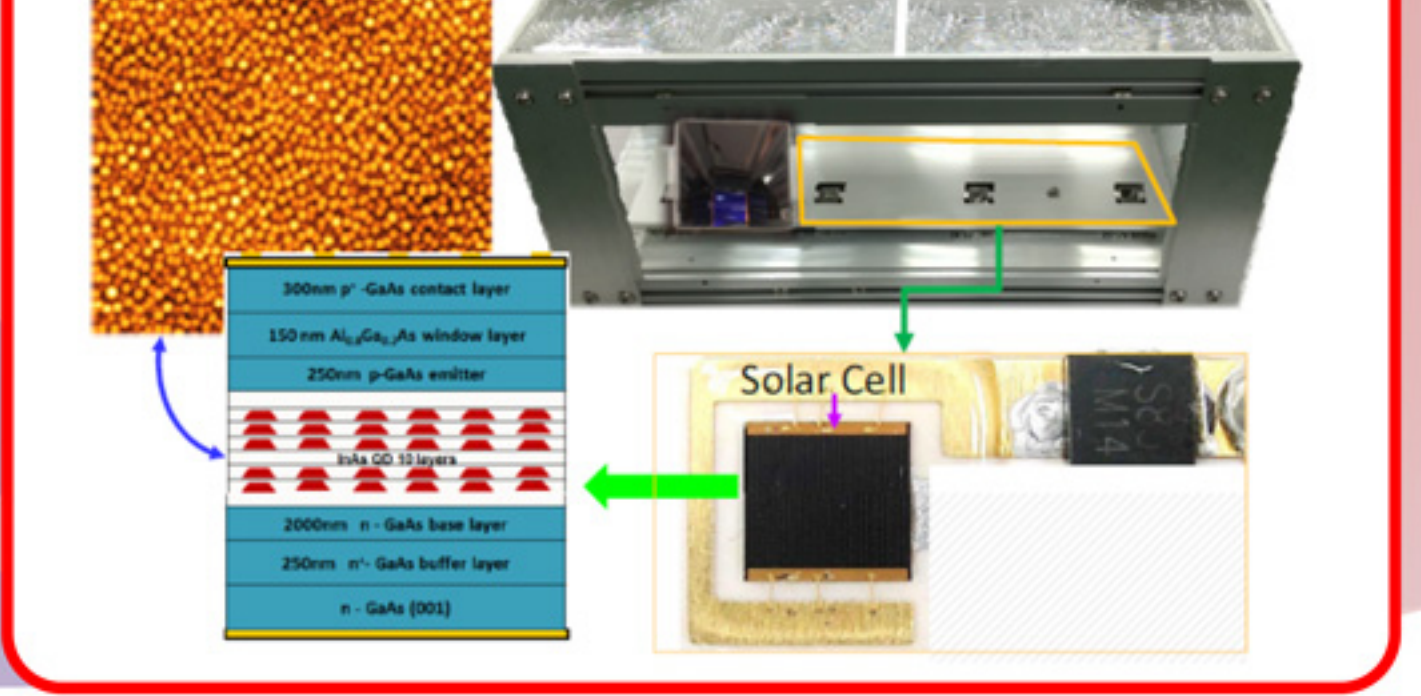
学部 駒場II
大学院 工学系・電気系工学専攻

先端研CCR棟5F A505
Bldg. CCR 5F Room A505

超高効率かつ低コストを実現する次世代太陽電池



理論 Theory



次世代超高効率太陽電池

次世代のエネルギーを担う超高効率かつ画期的に低コストな太陽電池を実現すべく、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法による結晶成長技術を用いた材料探索と最適化、および特性評価や分光・電気計測手法の開発といった実験的アプローチから、数値計算などによる理論的アプローチまで多角的な研究を行っています。

小野(亮)研究室(Assoc. Prof. Ryo Ono) Plasma Technology Laboratory

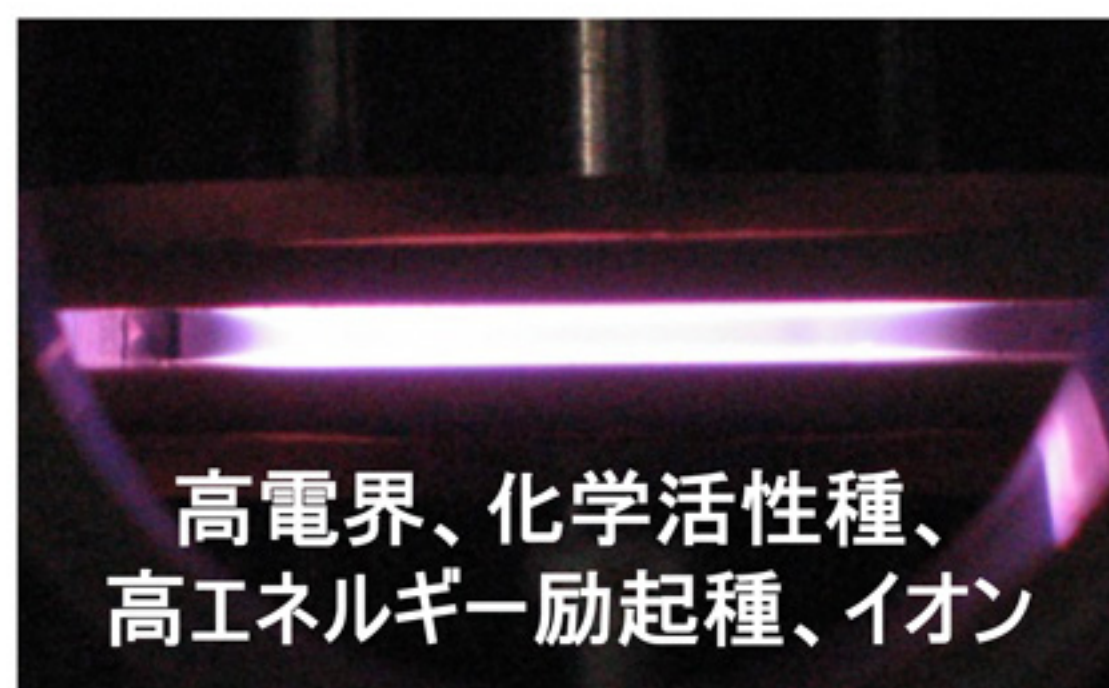
URL: <http://streamer.t.u-tokyo.ac.jp/>

工学部10号館2F200
Bldg. Eng-10 2F Room 200

研究テーマ:「放電プラズマによるエネルギー・環境・医療技術の開発」

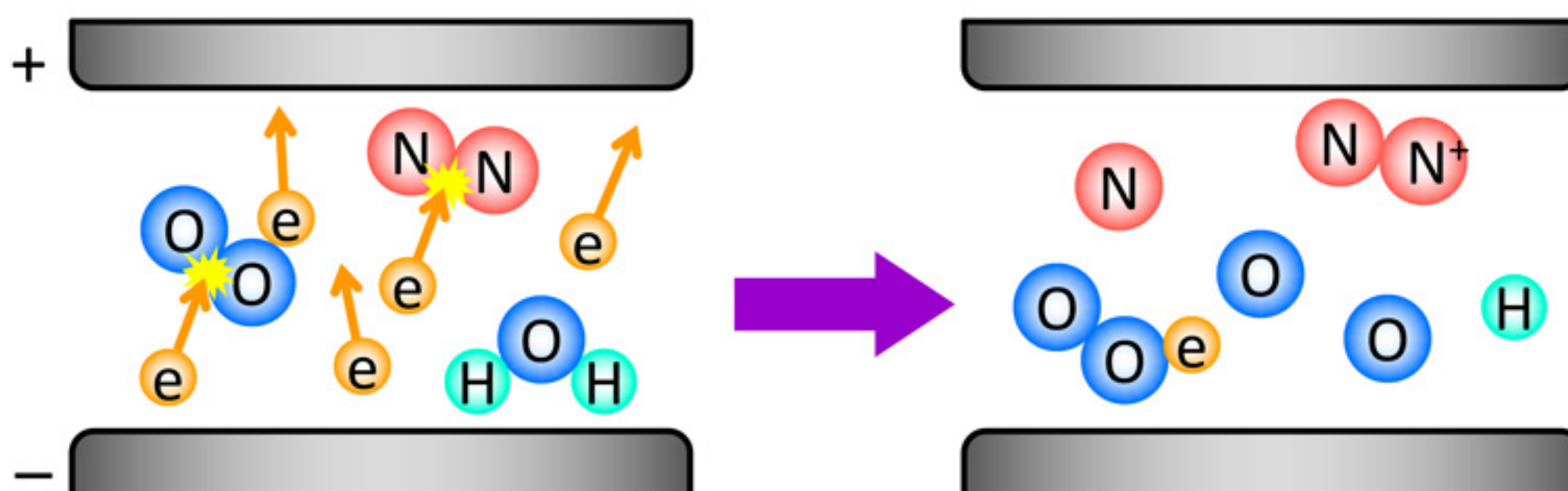
研究の概要

気体放電である**プラズマ(=電離気体)**では、高電界で加速された電子やイオンが**通常では考えられないような強い反応**を引き起こします。我々は「**プラズマの強力な反応を利用した未来のエネルギー・環境・医療技術の開発**」に取り組んでいます。



高電界、化学活性種、高エネルギー励起種、イオン

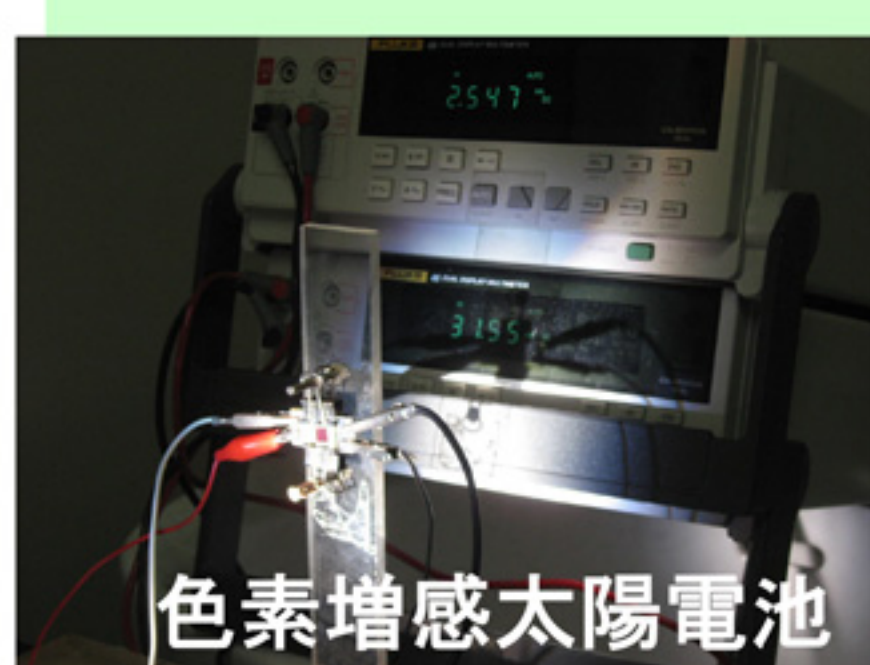
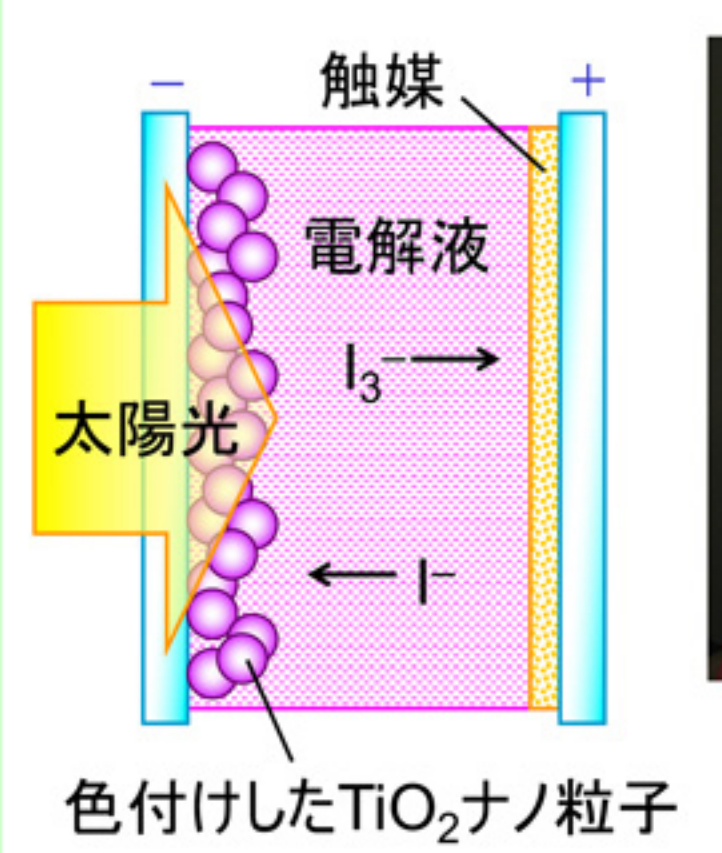
高電圧で発生させるプラズマ。通常では起こらないような反応が発生する。



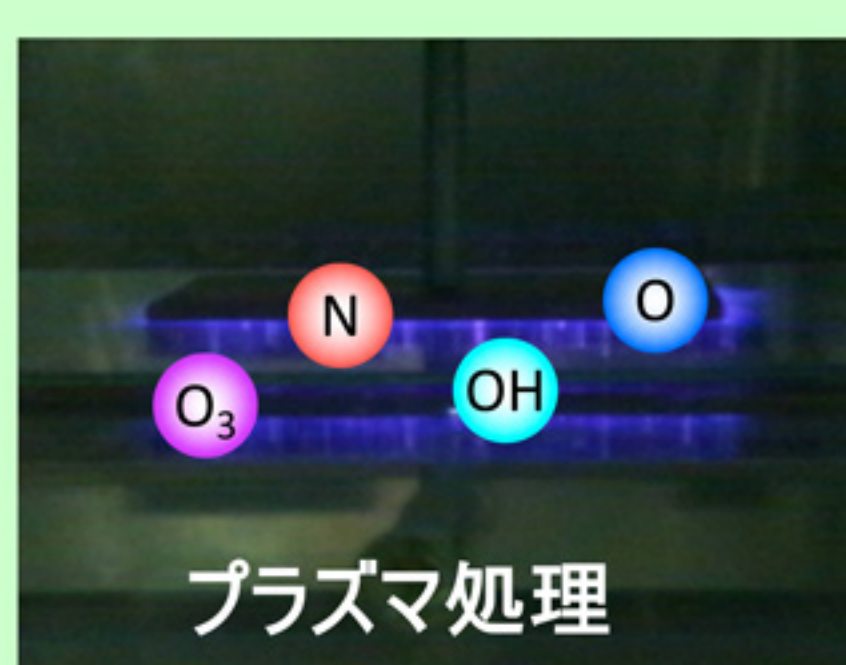
高速電子の衝突により、反応性の高い活性種(イオン、解離生成種、励起種)が生成される。

色素増感太陽電池のプラズマ処理

次世代太陽電池の一つである色素増感太陽電池の酸化チタン(TiO₂)光電極を、プラズマの強力な反応で改質し、**全く新しい革新的な製造手法の開発**を行っています。



プラズマ反応で酸化チタン電極の特性改善!



プラズマ処理

プラズマ医療

プラズマには**癌や怪我治療の効果**があります。プラズマの活性種が、癌細胞や損傷細胞に作用します。癌の免疫療法に使える可能性も、動物実験で世界で初めて発見しました。応用と基礎の両面から研究を進めています。



医療用プラズマ



マウスを使った癌治療



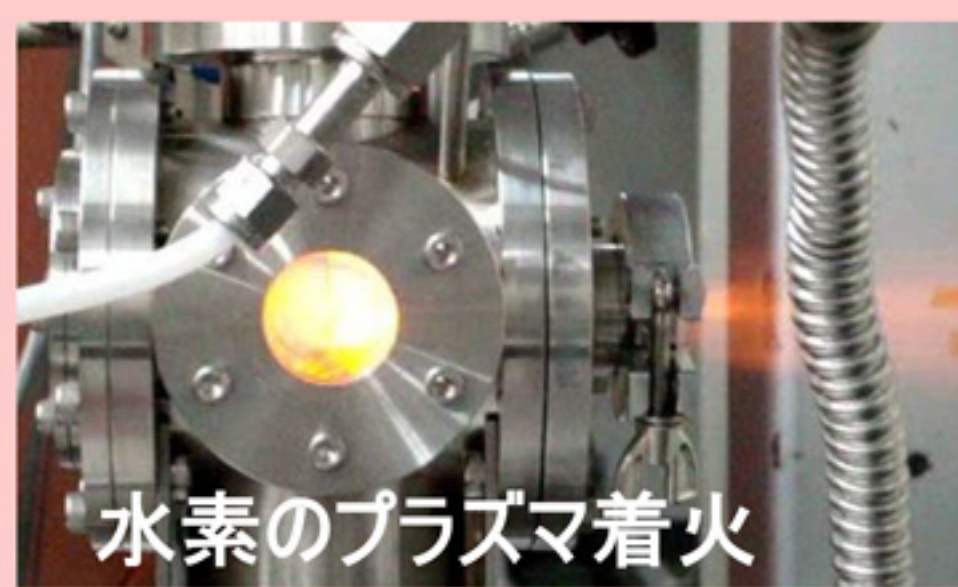
癌細胞へのプラズマ照射

プラズマ支援燃焼・着火

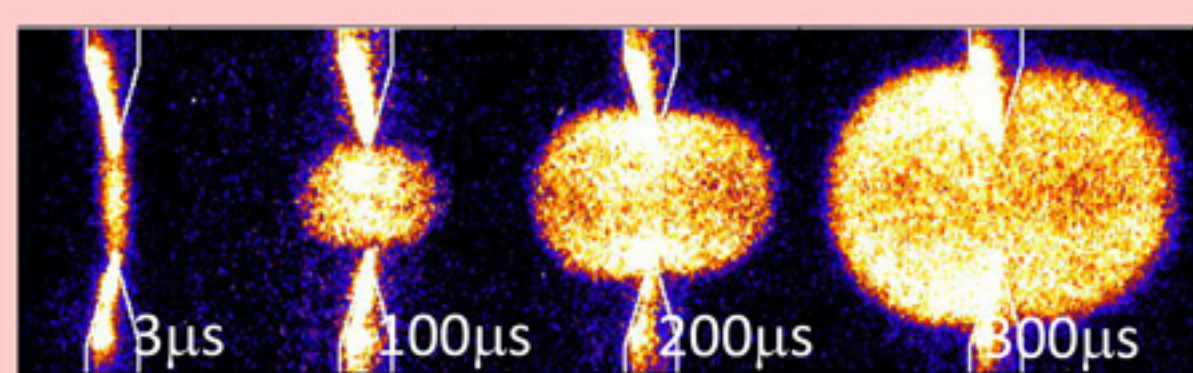
ガスタービンやエンジンの燃焼・着火をプラズマで改善し、**燃焼効率向上や排出ガス低減**を行う技術の開発に取り組んでいます。



プラズマによる燃焼促進



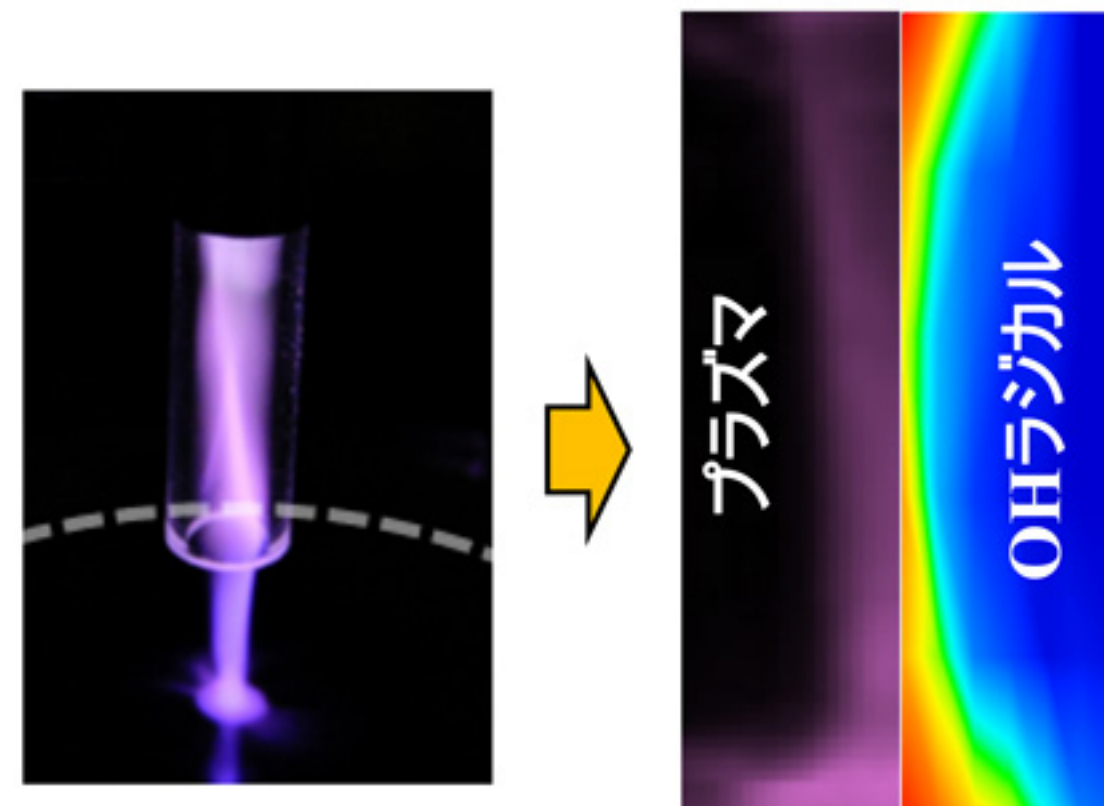
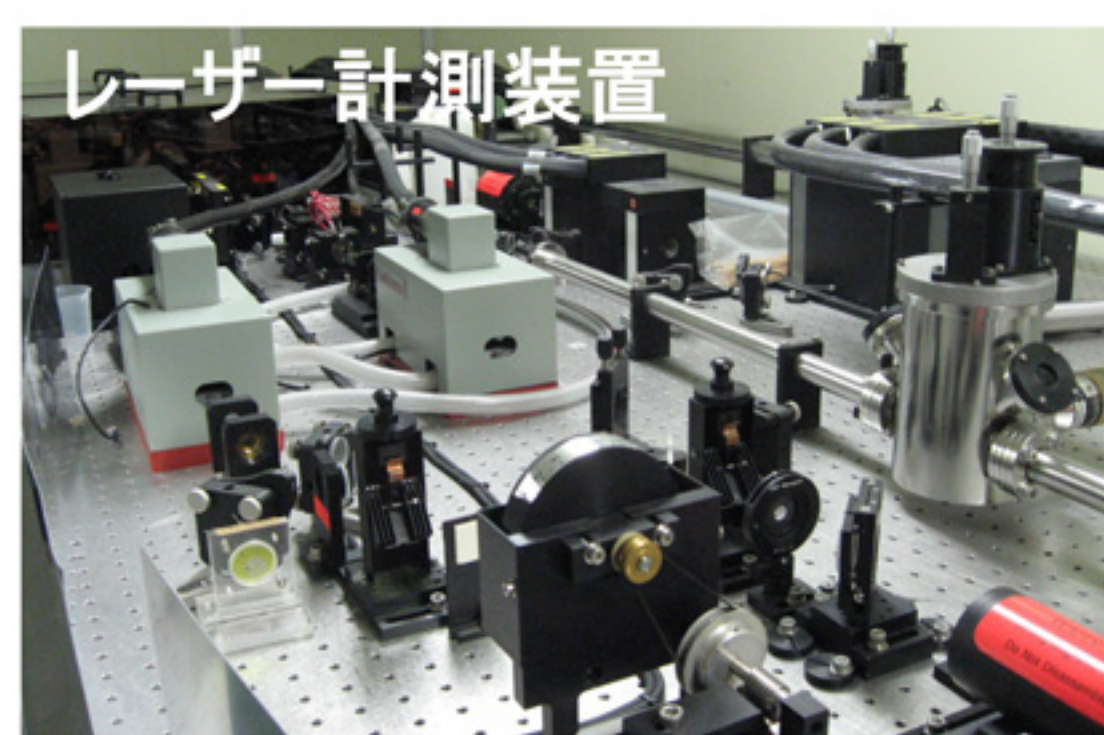
水素のプラズマ着火



水素のプラズマ着火反応計測

プラズマ反応の基礎研究

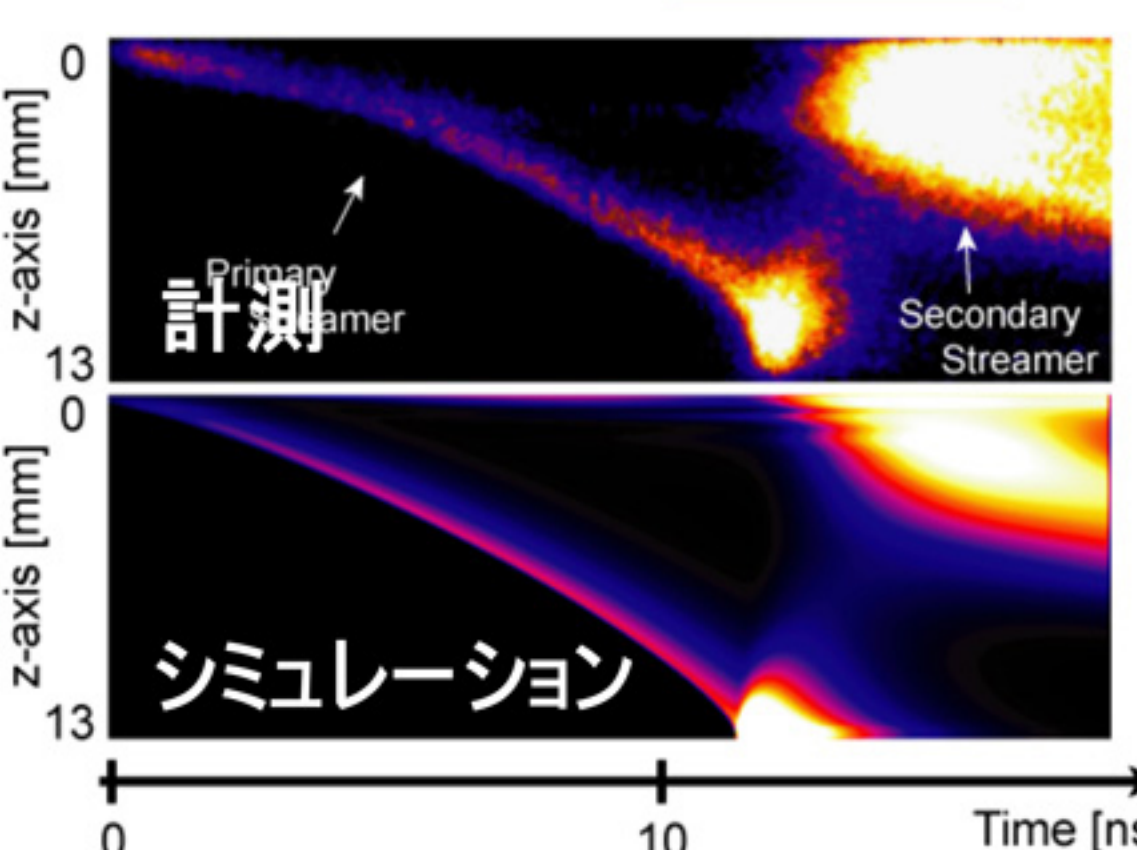
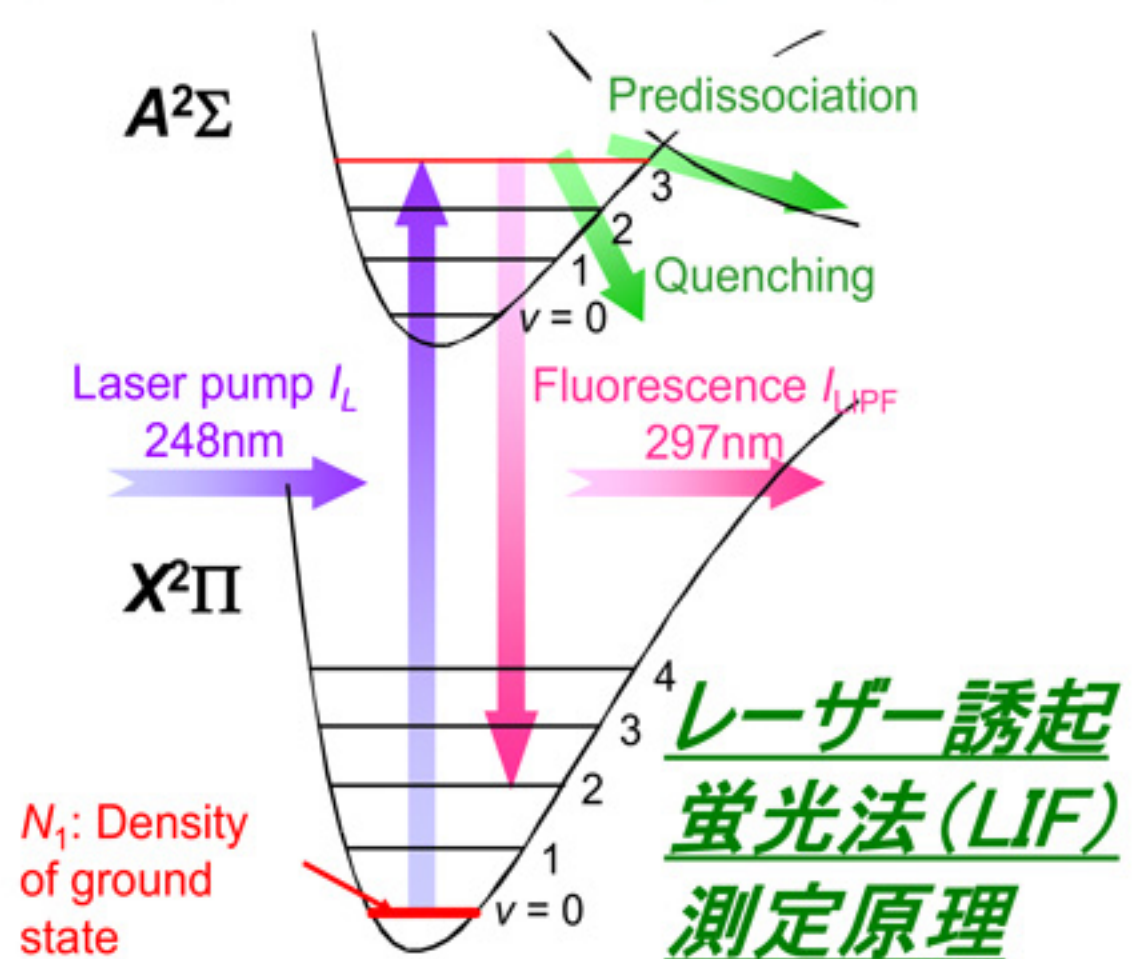
すべてのプラズマ技術の基本であるプラズマ反応を、**レーザー計測やシミュレーション**で調べる基礎研究を行っています。



OHラジカル密度計測

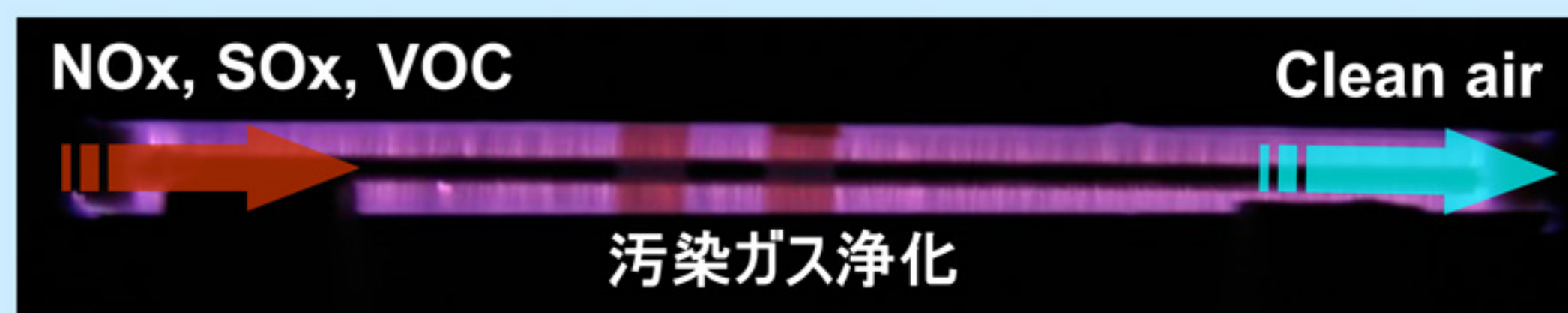
プラズマ反応シミュレーション
電子-粒子衝突反応、流体計算、電界計算、化学反応の知見を総動員する

	Excitation [nm]	Method	
O ₃	248	Absorption	
OH	A ² Σ - X ² Π (3, 0)	248	LIF
O	3p ³ P - 2p ³ P	226	LIF
N	3p ⁴ S ^o - 2p ³ S ^o	207	LIF
N ₂ (A)	B ³ Π _g - A ³ Σ _u ⁺ (4, 0)	618	LIF
NO	A ² Σ ⁺ - X ² Π (0, 0)	226	LIF
O ₂ (v)	B ³ Σ _u ⁻ - X ³ Σ _g ⁻ (0, 6)	248	LIF
N ₂ (v)			CARS



プラズマ環境応用

プラズマで生成したOHやOなどの反応で、**環境汚染ガスや水処理**を行います。応用研究よりも、右欄のプラズマ反応の基礎研究と絡めた反応素過程の研究に取り組んでいます。



エネルギー・環境から医療まで

電気電子の技術である放電プラズマを使って、エネルギー・環境から医療まで、これからの日本を支える重要なテーマに幅広く取り組んでいます。新しいテーマにも果敢にチャレンジします。応用研究から、レーザー計測やプラズマ反応シミュレーションを駆使した基礎研究まで行っています。



横山研究室(Prof. Akihiko Yokoyama) Power System Laboratory

URL: <http://www.syl.t.u-tokyo.ac.jp/>

学部	電気電子工学科	本郷
大学院	工学系・電気系工学専攻	
	新領域・先端エネルギー工学専攻	

工学部2号館12F122
Bldg. Eng-2 12F Room 122

環境にやさしいインテリジェントなスマートグリッドの構築

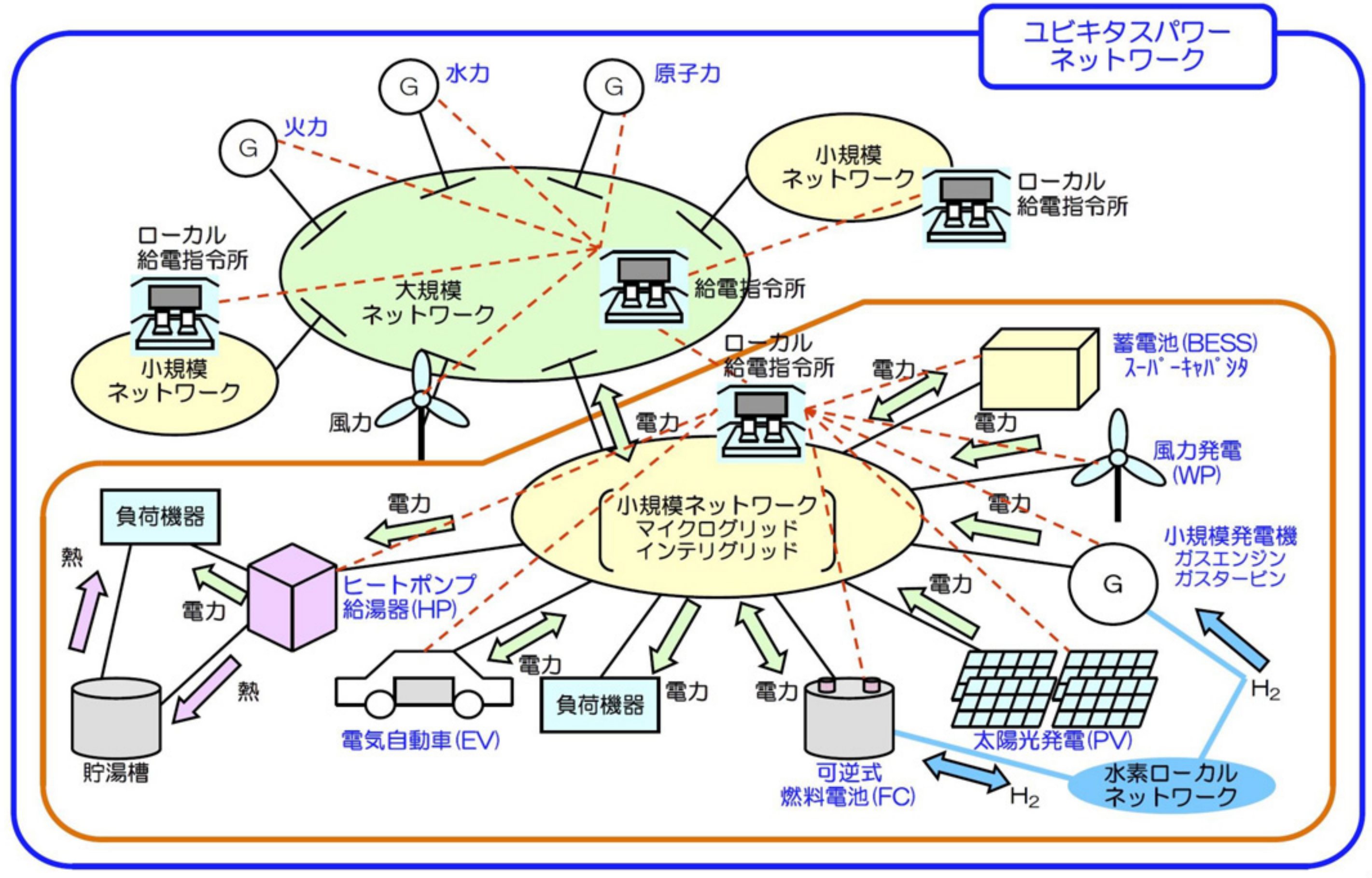
- ✓ 地球温暖化などの環境問題
- ✓ エネルギーセキュリティ

需給構造に変化

供給サイド: 多数の再生可能エネルギー電源や蓄電池

需要サイド: ヒートポンプ給湯器や電気自動車

新たな電力システム



ユビキタスパワーネットワーク

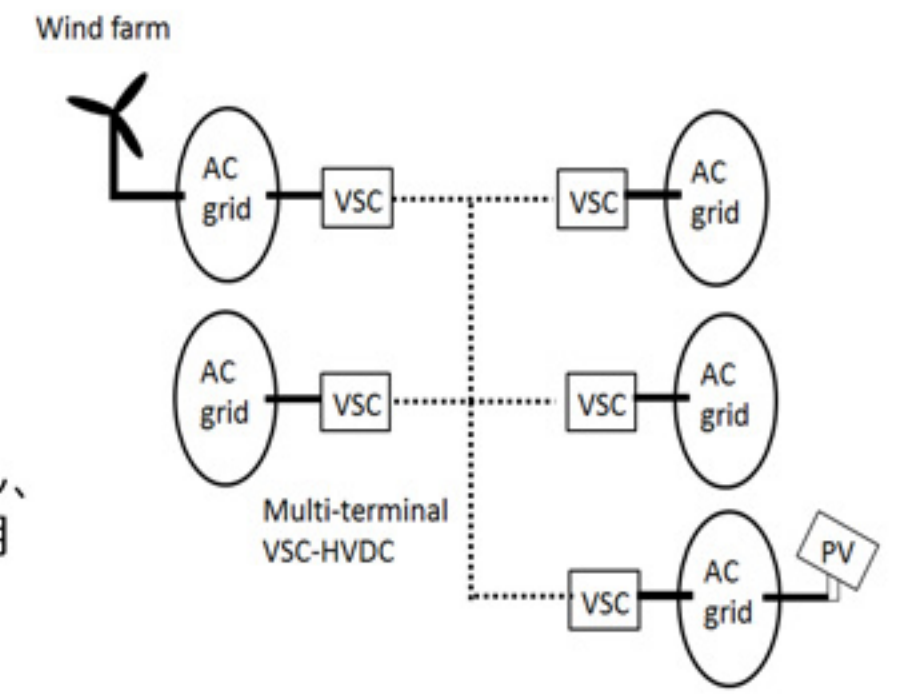
- ✓ インテリジェントな双方向情報通信技術を用いた日本先進型スマートグリッド
- ✓ 可制御性を有する新しい機器を再生可能エネルギー電源と協調して制御
- ✓ ネットワーク全体の最適化

多端子自励式コンバータを用いた直流/交流システムの最適運用技術開発

研究課題

東日本電力システムを対象とし、最適な運用技術を開発し、再生可能エネルギーの安定的な大量導入を目指す。

- 再生可能エネルギーの大量導入により、システムが不安定になる可能性がある
→ 直流送電は交流送電に比べて安定性問題から比較的的自由
- 他励式コンバータより優れた特徴を持つ
→ 関東地方と東北地方のより効果的な運用が可能
- 多端子自励式コンバータの制御能力を最大に活用
→ 既存の電力システムをより安定的に運用することが可能



- 東日本電力システムに効果的な多端子超高压直流システムを提案し、建設された多端子自励式コンバータシステムを最適に運用するための制御技術を開発する。

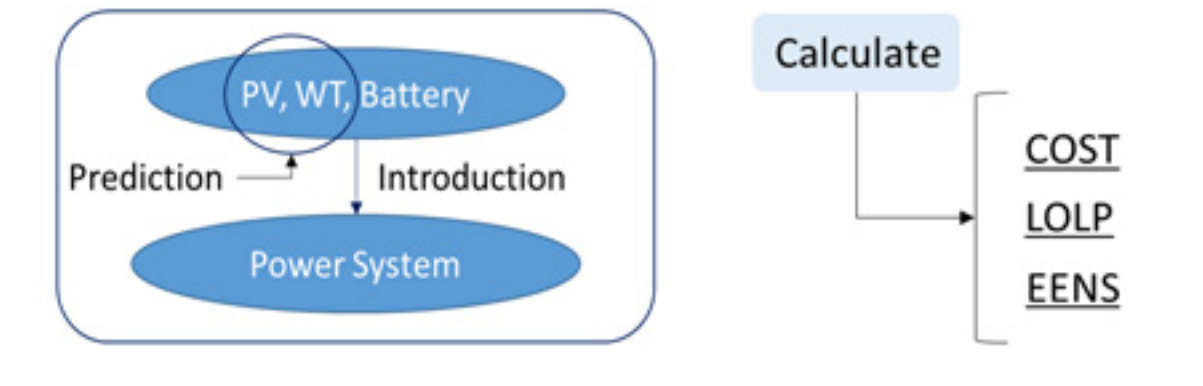
電力貯蔵装置の最適週間運用計画

研究課題

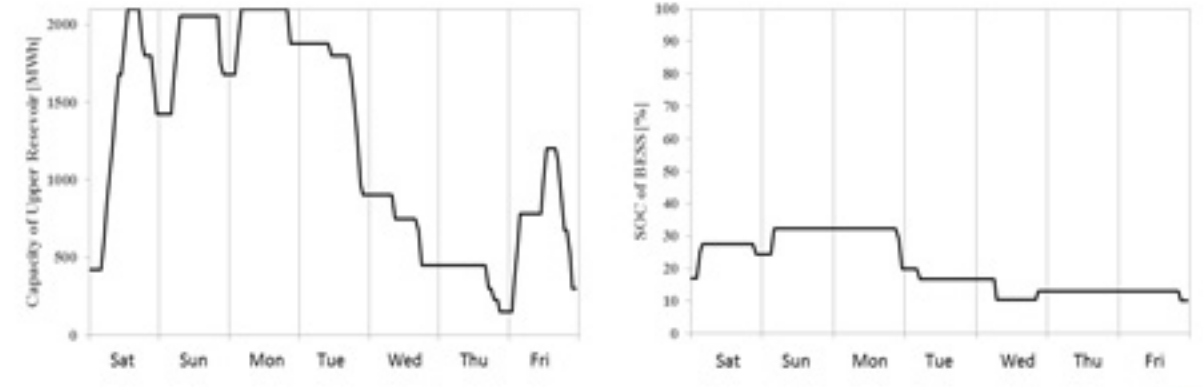
電力システムに再生可能エネルギー電源を大量導入した際の、電力貯蔵装置および火力発電機の一週間の最適な運用計画の作成手法および評価手法の確立。

- 再エネ大量導入によって、供給力不足や余剰電力が発生する可能性がある
→ 対策として、電力貯蔵装置の利用や再エネ電源の出力予測
- 蓄電池の導入コストは高価であり、出力予測は精度が高いとは言えない
→ 発電出力予測を考慮した運用計画を立て、コストと供給信頼度の評価が必要

➢ 既存の揚水発電所に蓄電池を加え、火力機の燃料費最小化を目的関数とした最適週間運用計画を作成



- 作成した運用計画に対し不確実性を考慮した需給シミュレーションを行うことで、適切な蓄電池導入量と発電出力予測の効果を検討

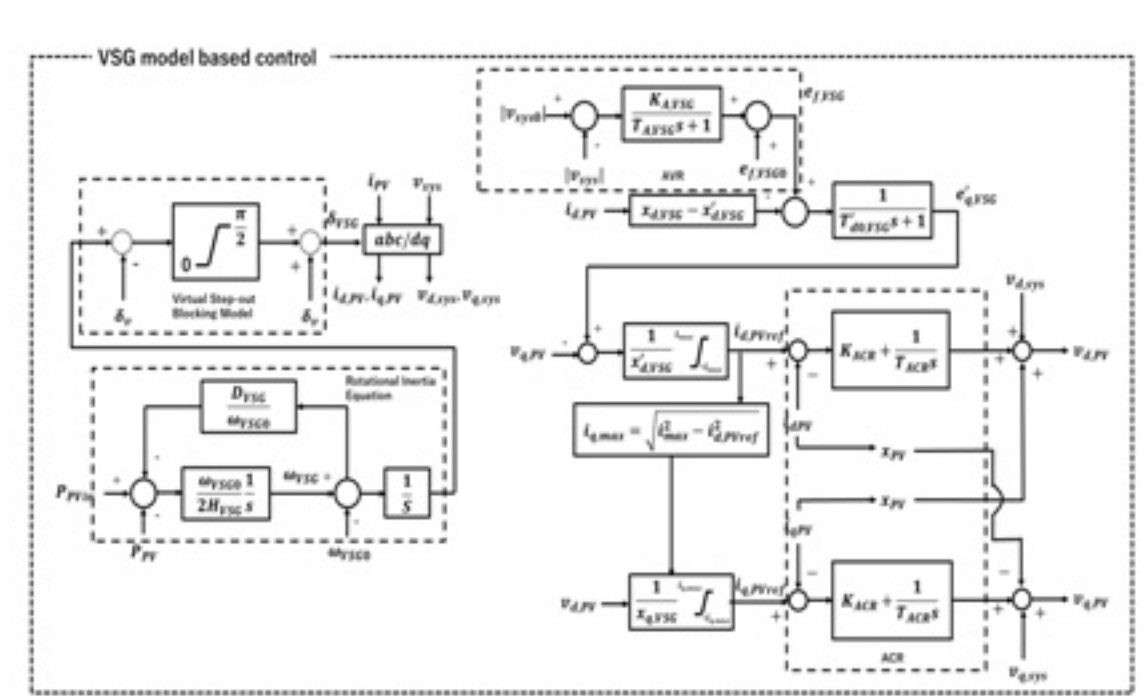


VSGによりPVを導入されたシステムを安定化

研究課題

PVの分布の違いによるPVのVSGモデル制御のシステム安定化効果に関する検討

- PVは従来の同期発電機と異なり慣性を持たないという特徴がある。
- システムにおけるPV導入比率の増加に伴い、システム全体の慣性が低下。



- PVのインバータに電力貯蔵装置を付加し、同期発電機の慣性を模擬する仮想同期発電機 (Virtual Synchronous Generator: VSG) の研究がなされている。

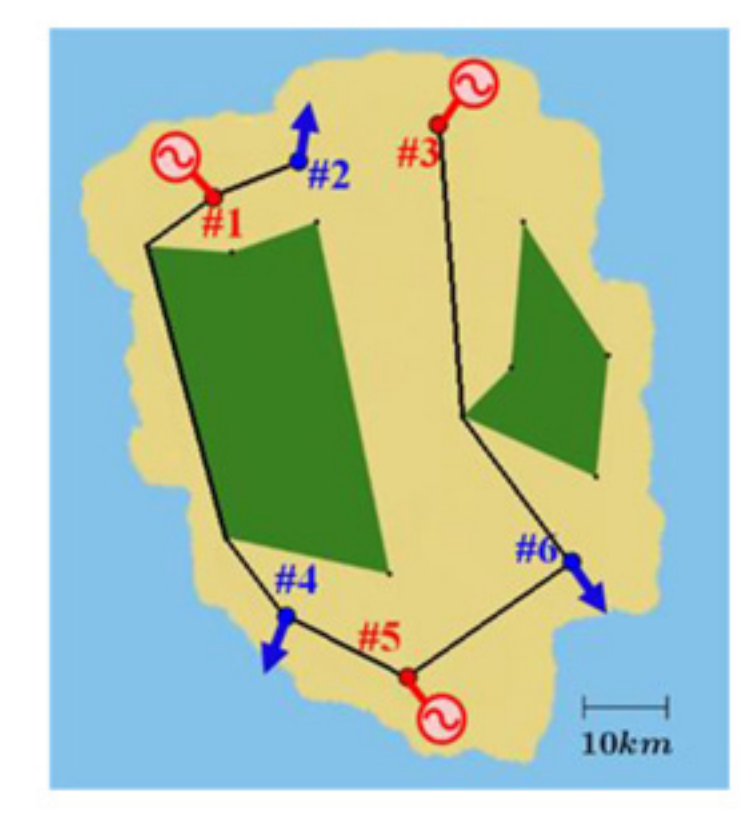
超電導発電機が導入されたグリーンフィールドにおける最適送電網設計

研究課題

超電導発電機の空心構造による電力システム安定度向上効果および超電導発電機の最適導入地点の検討

- 電力の小売り全面自由化、電力会社の発送電部門の法的分離に伴い、電力システムが複雑化。
- 電源側の自己安定性が必要。

- 超電導発電機導入によって同期リアクタンスを大幅に低減
- 送電線のないグリーンフィールドにおいて、超電導発電機を導入して最適送電網設計を行い、安定度への影響や最適導入地点を検討



環境に優しくインテリジェントな電力ネットワークの構築

電力システムは巨大な電気・機械システムであり、物理現象の解析から電力取引市場の経済的評価まで、幅広い研究テーマがあります。当研究室では、主にシミュレーション技術を活用し、応用数学から制御工学、電気工学、社会経済学までの幅広い視点から、産業界と連携を取りながら、システムティックに研究に取り組んでいます。