東京大学工学部 電気電子工学科
http://www.ee.t.u-tokyo.ac.jp

電子情報系B

エネルギー・環境・宇宙コース

2010.2
Vol. 3

CONTENTS

よくわかるスマートグリッド

卒論生・大学院生からひとこと

E&E NEWS
ENERGY & ENVIRONMENT

E & E NEWS Vol.3

よくわかるスマートグリッド

みなさん，こんにちは。わたしたちは，工学部電気電子工学科 電子・情報系B エネルギー・環境・宇宙コースです。今回は，テレビ，ウェブ，新聞など，最近あちこちで話題になっている「スマートグリッド」を取り上げて，電気電子工学とエネルギー環境問題の結びつきについてお伝えしましょう。

スマートグリッドが期待される背景

安全・便利で効率が良く，クリーンで環境に優しい電力エネルギーは，石油，石炭，天然ガスなどの化石燃料から，太陽光や風力といった再生可能エネルギーへのシフトと，低炭素社会構築による地球温暖化への対応に向けて大きなポテンシャルを秘めています。アメリカでは，ITの次のイノベーションとしてエネルギーが位置付けられています。ヨーロッパでは，2020年に再生可能エネルギーを電力エネルギー全体の20%とする大胆な目標を掲げています。日本でも2020年25%削減（CO_2排出量，1990年比）という目標が聞かれます。

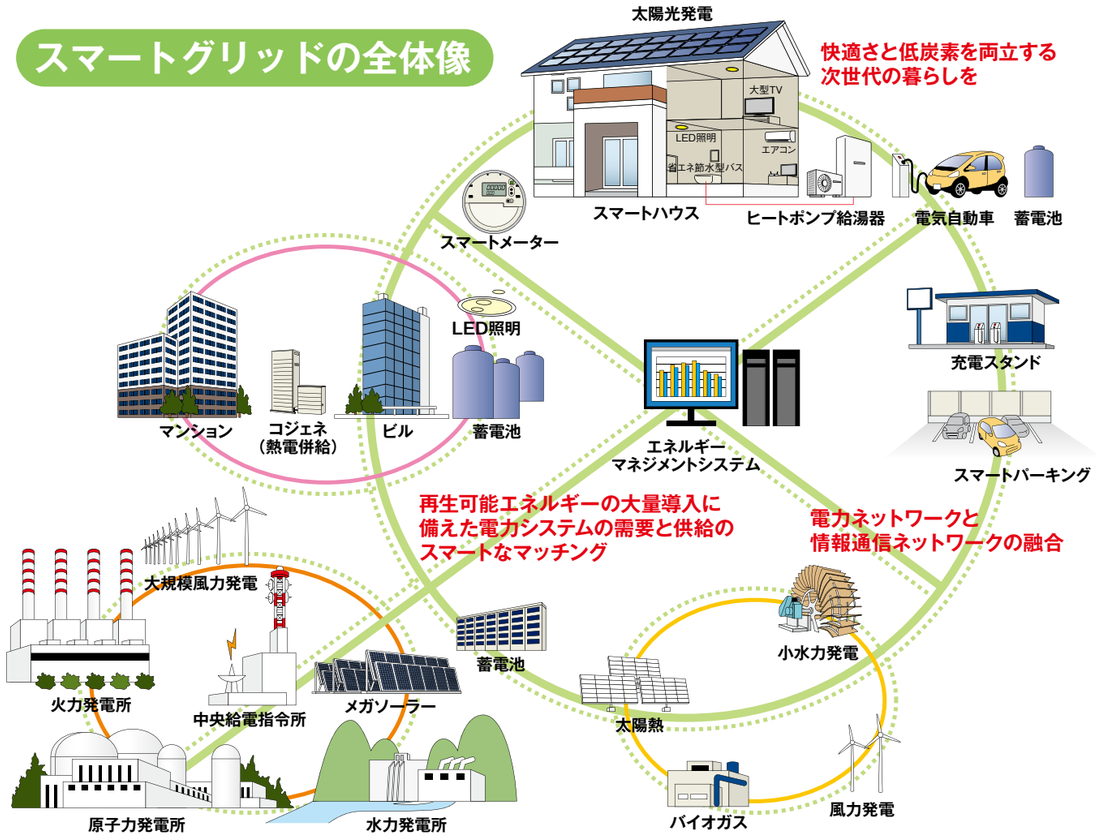
発電所や送電線，街中の電柱といった，電力エネルギーをつくり，はこび，つかうためのしくみをまとめて，電力システムと呼んでいます（欧米ではパワーグリッドとも呼ばれます）が，このような目標の下で，太陽光発電，風力発電，高効率家電機器，情報機器，ヒートポンプ，電気自動車をはじめとする新しいデバイスが電力システムの中へどんどん導入され，電力エネルギーのつくりかた・つかいかた（需給構造）が大きく変わるタイミングがきています。そこで，これらの新しいデバイスと電力システムを情報通信で結び，インテリジェント・インタラクティブでスマートに需要と供給を協調させるスマートグリッドが期待されています。

スマートハウスからスマートグリッドへ

昼間には太陽光発電で高効率な家電機器や情報機器を動かし，余ったエネルギーでヒートポンプでお湯をため，電気自動車の車体にある電池を充電する。そして夜には，昼間沸かしたお湯で風呂に入り，足りないエネルギーを電気自動車の電池から供給する。自然からの恵みを意識しながら，快適でスマートにエネルギーを利用するスマートハウスが提案されています。

曇りや雨の日はどうするのでしょうか。風力発電や，燃料電池のように熱と電気を供給できる（熱電供給）分散型電源，隣の家からマンションやオフィスビル，そして電気自動車がつながるスマートパーキングなど，それぞれを双方向情報通信で結び，必要なエネルギーをきちんと把握し管理するエネルギーマネジメントを行うことで，エネルギーをスムーズにやりとりすることが可能となります。

火力・水力・原子力発電は，いつでも安定にエネルギーを供給するとともに，地域や電力システム全体のエネルギーの過不足を補います。日本では，発電所や送電線などの設備の高い品質と，設備へのきめ細かなコントロールによって，電力システムの信頼性は世界最高水準に保たれています。しかし，お天気まかせである太陽光・風力などの再生可能エネルギーや，新しい需要であるヒートポンプや電気自動車など，未知のデバイスが大量に導入されることで，電力エネルギーを安定に供給しにくくなるのではないかという可能性が懸念されています。そこで，再生可能エネルギーの出力を予測し，火力・水力・原子力発電と万全に協調させながら，ヒートポンプ・電気自動車など需要側機器をうまく合わせて，電力システムをよりスマートに使うための研究が始められています。



以上のように，人々の快適性と社会の低炭素化を両立させる，スマートハウスや地域のエネルギーマネジメントを考慮しながら，再生可能エネルギーと，家庭やオフィス，工場など需要側のエネルギー貯蔵機器（給湯器や蓄電池）を組み合わせて，需要と供給のスマートなマッチングを実現することが日本型スマートグリッドの本質である，ということができるでしょう。スマートグリッドの構成技術としては，電力システムの需給調整，需要側機器までを含む双方向情報通信技術とエネルギーマネジメント，高度な蓄電技術，エネルギーの流れを制御するパワーエレクトロニクス技術などが挙げられます。いずれにおいても日本は世界最先端の技術を有しており，国際標準となりうる技術の数々を確立していくことにより，海外のスマートグリッドへの展開も大いに期待できます。

電子・情報系B エネルギー・環境・宇宙コースにおけるユビキタスパワーネットワークの研究

東京大学 工学部電気電子工学科 電子・情報系B エネルギー・環境・宇宙コースでは，日本型スマートグリッドのありかたの一つとして，ユビキタスパワーネットワークを提案しています。

なんでも（大規模電源，再生可能エネルギー，分散型電源，蓄電池，ヒートポンプ，電気自動車など），どこでも（家庭や地域，電圧階級の違い，電力システムの中央/末端），いつでも（自然現象や機器の使用状況の不確定性に依存しない），インテリジェント&インタラクティブ（需要家機器までの双方向通信，ICTを活用した大規模電源と分散型電源・機器の万全な協調）という意味で”ユビキタス”と名付けています。また，わたしたちの暮らしや快適性を決して損なうことなく尊重しながら，エネルギーシステム全体の将来像を追求してゆく，という大きな意味も込められています。

日本型スマートグリッド関連の研究の詳細は，下記のWebサイトをご覧いただければと思います。

工学部 電気電子工学科，大学院工学系研究科 電気系工学専攻

■山地　憲治 研究室　http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/yamaji/index_j.html
■横山　明彦 研究室　http://www.syl.t.u-tokyo.ac.jp
■馬場　旬平 研究室　http://www.asc.t.u-tokyo.ac.jp
■岩船 由美子 研究室　http://www.iwafunelab.iis.u-tokyo.ac.jp
■谷口　治人 研究室　http://www.apet.t.u-tokyo.ac.jp/kenkyu_taniguchi.html
■先端電力エネルギー・環境技術教育研究センター（APET）　http://www.apet.t.u-tokyo.ac.jp

卒論生 大学院生の声

スマートグリッドの紹介はいかがでしたか？　電子・情報系B　エネルギ・環境・宇宙コースでは，電気エネルギーをつくり，はこび，いかすための電力システムの研究に，数多くの人々が日夜取り組んでいます。このコーナーでは，特集に合わせて，日本に適したスマートグリッド（日本型スマートグリッド：ユビキタスパワーネットワークと呼んでいます）の研究チームの卒論生，大学院生のみなさんの声をご紹介しましょう。

学部4年　郡司掛　安俊さん

私は，電気の知識はどの分野においても必要になると考えて，電気工学科に進学しました。その中で学んだ電力系統は，非常に複雑で巨大なシステムであり，このシステムを取り扱うためには非常に多くのことを考慮する必要があり，学ぶことの多さに圧倒されました。その一方で，もっと電力系統について知りたいという思いもあり，今所属している研究室を選択しました。研究室では，風力発電や太陽光発電といった再生可能エネルギーが大量に導入された時に生じる問題を，家庭用のヒートポンプ給湯器を制御することで解決する手法について研究しています。家庭用の機器を使用しているので，需要家の利便性を損なうことなく，いかに最大限に問題解決に貢献させるか，ということを重点的に考えています。

修士1年　清水　浩一郎さん

私は，発電所で作られる膨大なエネルギーがどのように運ばれ，制御され，工場や家庭に分配されているのか興味がありました。そこで，発電・送電・配電の全体を取り扱う電力システムと呼ばれる分野で研究しています。研究室では，今後普及していくであろう電気自動車によって電力システムが大きく変わる可能性があるので，そのシミュレーションをおこなっています。具体的には，バッテリーの充放電を制御して，電力系統の周波数変動を抑制するシステムを提案しています。未来の世界を予想することが重要なため，日々活発な議論をおこない，研究の方向性を決定しています。また，様々な企業や研究者と知り合い，最新の研究動向に触れるので，教科書では学べないような体験ができ，大変充実した修士生活を送っています。

修士1年　宮原　啓太さん

現代社会では電気，水道，ガス，インターネットなど，多くのネットワークが存在していますが，特に電力の安定供給は重要で，社会の豊かさの根幹を担っています。ここに深い魅力を感じ，私は電気工学を専攻しました。現在，地球温暖化問題などへの懸念から，日本では太陽光発電の大量導入が見込まれています。太陽光発電は，予測不可能な出力を生じる扱いにくい電源で，大量導入の際には太陽光出力をサポートする様々な機器を別に導入していくことになりますが，多くの機器は高価で，我が国の経済を圧迫することが心配されています。私はこのような事情に着目し，ネットワーク全体の効率を最大にするような機器の構成について研究を行っています。

博士1年　益田　泰輔さん

日本型スマートグリッド「ユビキタスパワーネットワーク」に関する研究を一大プロジェクトとして進めています。UPN研究チームでは，後輩が先輩について研究を進めるのではなく，各メンバーが明確な研究課題を持っています。研究内容は，可制御機器の制御手法（郡司掛君，清水君），CO_2削減のコスト評価（宮原君）などで，私はこれらを全て組み合わせたユビキタスパワーネットワークを実現すべく，統計的制御手法の開発を中心に取り組んでいます。一人ひとりが成果を出すことが求められているので，当然責任は大きいですが，個人の研究がチームの成果につながり，さらにはよりよい未来社会の実現の一端を担っていると実感できる，大変やりがいのある研究だと思います。

東京大学工学部電気電子工学科 電子・情報系B エネルギー・環境・宇宙コースの研究テーマ

電気エネルギーは，環境にやさしいエネルギーです。太陽光発電や風力発電など再生可能エネルギー電源の増加は，電気の発生・輸送のあり方を変えようとしています。電気の利用でも，高効率で応答の速い電気ドライブを活かした電気自動車の普及や，高性能なバッテリーの登場が，世の中を変えようとしています。

また，物質の第四態ともいわれるプラズマは，電磁気理論にも密接な関連し，さまざまな分野に応用されています。プラズマディスプレイや半導体プロセスプラズマなどの低温プラズマから，宇宙・太陽プラズマや核融合エネルギーへ利用される超高温プラズマに至るまで，面白く，美しく，応用の広い現象で，学術的にも極めて奥の深い分野です。

わたしたち，電気電子工学科 電子・情報系Ｂ エネルギー・環境・宇宙コースでは，教職員の親身の指導のもと，大学院生と卒論生が主体となって，夢あふれる研究に日々取り組み，地球温暖化，省エネルギー，環境問題の解決に貢献したいとめざしています。ほんの一部ですが研究テーマの例をご紹介します。

交通エレクトロニクス

電気はさまざまなエネルギーと相互変換が可能です。電気自動車のブレーキ時の運動エネルギーの回収や蓄積も重要な研究対象です。ITSや人の流れの制御にもエレクトロニクスは大きく貢献します。身近なクルマから，電車・飛行機，さらに宇宙へと視野を広げ，夢を叶える最先端技術を研究しています。

電力エネルギーシステム

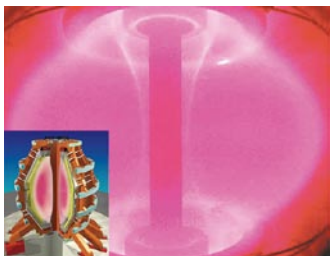
電気エネルギーは上手に作り，送り，活かすことが大切です。風力発電や太陽光発電などの分散型電源から宇宙発電衛星までをうまく使って電気を生み出し，超電導技術や無線送電技術で送り，ヒートポンプ給湯，電気自動車，蓄電池など身近な装置を活かす，夢のある電気エネルギーシステムを研究しています。

超電導応用

超電導はすでに加速器やMRIには不可欠な技術です。高温超電導材料・線材も実用期に入りつつあります。高効率・大電流・高磁界・軽量コンパクトといった特長を活かす先端的な研究を進め，超電導エネルギーネットワークや超高速磁気浮上鉄道など，限りない可能性を秘めた超電導の応用をめざしています。

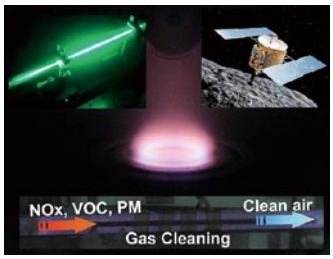
核融合エネルギー開発

エネルギー問題の抜本的解決には，海水の重水素から無尽蔵のエネルギーを生み出す核融合発電が不可欠です。ドーナツ状のプラズマをリンゴのようにぎゅっと圧縮する「球状トカマク」は，高温の核融合プラズマを効率よく閉じ込めることができ，経済性の高い核融合炉の実現が期待できます。



弱電離プラズマ

窒素や酸素に荷電粒子を少量含む弱電離プラズマは，半導体製造工程，殺菌，浄水，環境汚染物質除去など，多様な応用があります。環境汚染物質除去では，化学物質を用いた方法に比べ簡単，小型，高効率です。レーザ計測やシミュレーションを通じて，弱電離プラズマの電子・化学反応過程を解明しています。



100 万ボルトの世界

高電圧・放電プラズマ現象は，ナノオーダーから地球規模まで幅広く応用可能です。計測手法の開発や，物理現象の解明，新応用の創出に取り組んでいます。高電圧部分や放電現象を計測するのは意外に難しいものです。安全で正確な100万V高電圧センサや，電気をレーザ光で可視化する技術を研究しています。

編集
発行
東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 先端電力エネルギー・環境技術教育研究センター（APET）
〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1　E-mail: eenews@p-front.t.u-tokyo.ac.jp　URL: http://www.apet.t.u-tokyo.ac.jp