

東京大学

The University of Tokyo
Technology & Science

テクノロジー&サイエンス

シーズとニーズをつなぐ技術・科学の研究動向

November 2008 Vol.02

太陽光、風力、燃料電池、原子力

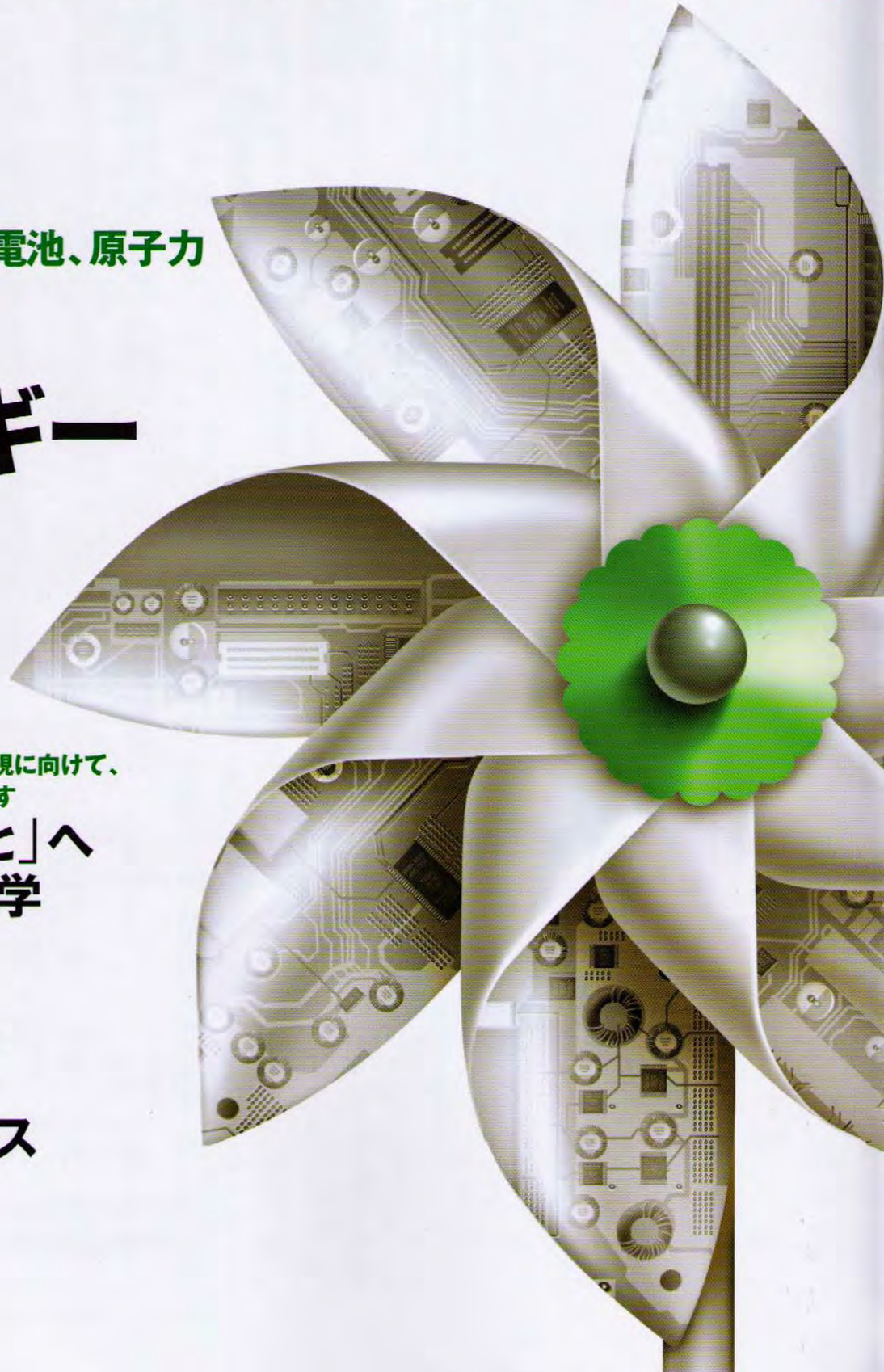
次世代 エネルギー 最前線

安全・安心といった「こと」の実現に向けて、
工学は新たな価値の創造を目指す

「もの」から「こと」へ 領域を超える工学

潜在ニーズを顕在化し、
基礎研究・応用開発に役立てる

産学連携 戦略アライアンス



トの驚異的な記録密度を実現した。

大津が最近注目しているのが、近接場光を使ったエネルギー変換である。光をエネルギーに変換する仕組みといえば太陽光電池がある。これはP型半導体とN型半導体を張り合わせたパネルに光を当てることで半導体内部の電子を移動させ、電流を発生させるものだ。このとき電子にエネルギーを与えられる光は紫外線領域のごく短い波長の光であり、可視光領域から赤外領域の光のエネルギーは使われずに捨てられている。

しかし、近接場光であれば、電子に直接エネルギーを伝えるので、従来は捨てられていた光子のエネルギーもそのまま電池内部の電子に伝達でき、発電効率が上がる。

「従来の太陽電池の電力変換効率は16%程度だったが、近接場光を使うことで35%程度になると試算している」(大津)

同じ原理を利用して、細かく砕いた染料の粒に光を当てることで近接場光を発生させ、その光で染料分子内部の電子を励起して光を取り出す「光↓エネルギー変換」にも取り組んでいる。従来のフォトニクスでは切り捨てられていた光のエネルギーを取り出す技術で、地球温暖化

防止にもつながると期待する。

「近接場光はいわばアンコウの釣るし切りのようなもの。光のすべてを有効に生かすための理論」だと大津は語る。

大きな可能性を秘めながら十分に利用できていなかった「光」を使いこなすためのハードウェアとソフトウェアを研究するのがナノフォトニクスの役割だといえる。大学だけでなく、企業との連携が欠かせない。大津研究室では、テーマごとに様々な企業と共同研究を行っている。

近年注目を集めるナノフォトニクスの本質は「物質近傍という局所領域における光子の振る舞い」の解明にある。エネルギーがどのように交換され、どのように失われていくのかが分かれば、セキュアライフを実現するための情報通信・記録技術のブレークスルーにつながるだろう。物質と光が融合した情報理論という新たな地平がまたそこには開けてくはずだ。

**高い制御性が安全を実現する
電気自動車の魅力**

堀洋一教授

エコロジーとは異なる視点で電気

自動車の研究に取り組むのが堀洋一教授(新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻)である。電気だからこそ可能な「優れた制御性」に着目した研究だ。もともとこの専門は鉄道分野だったという。

「鉄道車両は電気で精密に制御されている。電気自動車の研究は15年前くらいから着手した。自分にとっては鉄道の延長でもある」

電気自動車の特徴として「トルク応答の速さ」「タイヤの直接制御の可能性」「電流による路面状況の把握」の3つを挙げる。

鉄道の車輪は金属でできている。金属のレールの上を滑らず走るの



堀洋一教授

は、車輪が電気制御されているからだ。一方、ガソリン車は路面を滑らないようにするためにタイヤの物理特性を利用している。そのため摩擦エネルギーが路面とタイヤの間で発生してエネルギー効率を下げていく。トルク応答の良い電気自動車なら、タイヤを細く・空気圧を高くして、摩擦ではなく電気でタイヤを制御できる。タイヤの制御性を上げるには、タイヤに直接モーターを取り付ければよい。

「エンジンを4つに分けてインストールするのは価格の面で現実的ではないが、モーターをタイヤに取り付けるのはエンジンスペースも不要でバッテリーも小型化でき、制御性も格段に上がる」

モーターは、電流をモニターすることで現在どのくらいのパワーを出しているのかを正確に把握できる。これが路面の状態を推定できることにつながり、さらに制御性を高めるのである。

「単にガソリンエンジンをモーターにして『エコですよ』といっても魅力に乏しい。モーターの制御性を正しく理解すれば、電気自動車はクリーンなだけでなく安全な乗り物だと分かる」と堀は強調する。

産業構造を変える電気自動車

動力源としてはエンジンよりも電気モーターの方が優れていることは、鉄道がディーゼルから電車になったことが証明している。今の自動車はガソリンエンジンで走っているのは、エネルギー供給のインフラが整備されていないからだ。堀の研究では街中で電源を供給できる仕組みを整備することが必要だと考えて



堀研究室で開発した電気自動車。スリップ防止制御、車体姿勢の四輪独立制御、路面状態推定などの研究を実施している

いる。砂漠の真ん中を走るともなれば1回の給油で500km走る車が必要だが、街中を走る車には必ずしもそのような走行距離は必要ない。都市部で電力を供給するインフラを整備さえすれば、100km以下の走行距離の電気自動車を必要に応じて充電しながら走ることも可能だ。電気自動車の充電インフラの整備には、現在、東京電力が精力的に取り組んでいる。

ガソリン自動車が電気自動車に変わることで、自動車産業の構造も変わるはずだ。現在の自動車は、少ない車種を世界共通に使うという発想で製造されている。

「モーターと電池の組み合わせで動く電気自動車なら、使い方に合わせてパソコンを買うように、利用者の好みに応じたカスタムメイドが可能になるのではないだろうか」

現在、動力源として使われている電池よりも有望だと堀が考えるのが「キャパシタ」だ。

燃料電池やリチウム電池は化学反応を利用して発電する化学電池だが、キャパシタは外部から供給した電気をそのまま蓄える大容量のコンデンサーであり、電池に比べて充電が早く繰り返しの充放電に強い。上

海では既にキャパシタを動力源としたバスが運行されている。30秒の充電で10分ほど走ることで、路線バスならバス停に充電装置を設置すれば十分実用できる。

キャパシタの課題はエネルギー密度を上げることだが、ナノカーボンを利用したキャパシタの研究が進んでおり、改良されつつある。また、燃料電池はレアメタルの白金を大量に使うため、普及するほど資源枯渇の問題がつきまとう。エネルギー密度の問題さえ解決できれば、他の点ではキャパシタの方が優れているのだ。研究室では、既に電気二重層キャパシタ(EDLC)だけで動く小型電気自動車を開発済みで、非接触型充電装置の研究にも取り掛かったところだという。

「電気エネルギーと電気制御は、未来の社会を支える技術の鍵になる」と堀は言う。電気制御は、電気自動車はもちろんだが、宇宙工学と非常に近い分野でもある。また、電気制御技術を生かして、介護ロボットのためのパワーアシスト技術や筋肉センサーを用いたパワーアシスト車椅子の制御にも取り組んでいる。様々な安全・安心な社会を実現する基盤技術が、電気自動車には詰まっ

ている。

ユビキタス社会を実現する
 センサーネットワークの世界

森川博之教授

STONE実証実験ルーム、秋葉原ダイビルラボなどで「近未来のユビキタス生活」をデモンストレーションしてきた森川博之教授(工学系研究科電気系工学専攻)。現在は研究室を駒場の先端科学技術センターに移転し、新たなデモンストレーションルームを構築中だ。「ユビキタスとは、物理世界と仮想世界の相互作用。センサー情報ネットワークと融合したサービス機能をつなぐことで、様々なアプリケーションを作り出すこと」と定義する森川は、ユビキタス社会の基盤技術として、センサーネットワーク、コンテキストウェア、モバイル、光インターネットの4つを挙げる。

実世界情報を集めるための基盤作り

センサーネットワークとは物理世界から情報を集めるネットワークだ。センサーは、建物の揺れ、温度の変化、人の動きなど様々なものを検知する。

(写真: 山崎亜沙子)