年頭特別対談

研究開発の融合と連携による社会貢献の促進

ーエネルギー技術の革新を目指してー

富士電機株式会社　執行役員
技術開発本部長
江口 直也

独立行政法人 産業技術総合研究所
理事
矢部 彰

“エネルギー技術の革新により，安全・安心で持続可能な社会の実現に貢献する”富士電機株式会社と，“技術を社会へ”をテーマにグリーン・イノベーションを推進する独立行政法人 産業技術総合研究所（以下，産総研）は，SiC の研究開発をはじめとしたエネルギー分野で，長年にわたり協力関係にある。産総研理事の矢部彰氏を迎え，今後の研究開発と社会貢献のあり方などについて，富士電機執行役員の江口直也と意見を交換した。

SiC をはじめエネルギー分野で連携

江口　産総研と富士電機は，SiC（炭化けい素）をはじめとしたエネルギー分野で協力関係にあり，いろいろな成果を生み出しています。本日はその産総研の理事でいらっしゃる矢部さんとの対談が実現し，大変楽しみにして参りました。どうぞよろしくお願いします。

富士電機は，電気・熱エネルギー技術の革新により，安全・安心で持続可能な社会の実現に貢献するという方針のもと，次代の技術開発に取り組んでいます。もともと電気エネルギー技術や熱エネルギー技術で広く社会に貢献してきた富士電機ですが，昨今のエネルギー問題や環境問題を受け，より一層，エネルギー技術にフォーカスしていこうと考えています。

電気エネルギー技術と熱エネルギー技術を中心にし，これらを最適に制御するエネルギーマネジメント技術を合わせた三つの技術分野で，コア技術を育てながら事業展開を図っています。

矢部　産総研は，ちょうど 21 世紀になる 2001 年に誕生しました。電総研，計量研，機械研など研究分野ごとに分かれていた旧工業技術院の 15 の研究所を統合・融合し，ミッションに重点を置いて再編しました。その結果，基礎研究だけでなく，企業との協力による応用研究，実用化研究にも注力できるようになりました。研究開発の成果が産業化に至らず眠ったままになることを“悪夢”や“死の谷”と呼びますが，そこを乗り越えるような方法論の開発が，産総研に課せられた使命と思い，取り組んでいます。

江口　実用に重きを置いた研究は，企業の立場からすると非常にありがたい取組みです。“産学連携”や“産官学連携”，“オープンイノベーション”という言葉は以前からありましたが，形ばかりが先行してなかなか内容が伴いませんでした。産総研はそこに真っ向から挑んだ。日本の産業に活力を与える有効な取組みと確信しています。オープンイノベーションを活用して当社から産総研に人を派遣して，一緒に研究開発を行っていますが，実用化に向けて本当にやれていて，おっしゃっていることが本当に実態として行われていると感じております。

矢部さんは，産総研の中では環境・エネルギー分野を統括されていますね。

矢部　産総研の研究は，環境・エネルギー，ライフサイエンス，ナノテクノロジー・材料・製造，情報通信エレクトロニクス，地質，計測・計量標準の六つの分野に分かれています。私の統括する環境・エネルギー分野は，エネルギー問題，環境問題など非常に大きな使命を帯びた分野で，それだけに研究者の数も多く，ポスドクや企業から派遣された方を合わせると，産総研の研究者全体の約 4 分の 1 の 1,700 名近くが従事しています。

環境・エネルギー分野では，大きく三つのテーマに取り組んでいます。一つは再生可能エネルギーの有効利用や省エネルギーなど，エネルギー技術の推進です。二つめは物質のリサイクル，物質の循環の推進。もう一つはエネルギーや環境の技術の評価方法の開発です。

オープンイノベーションの新しい形 TPEC

江口　矢部さんが統括されている分野が，富士電機にとってもコアな分野であることを改めて認識しました。

富士電機が，今，最も力を入れている分野は，次世代パワーデバイスとして注目されている SiC です。その研究開発については，産総研と模索の段階から一緒にやらせていただいています。

矢部　現在のインバータもそれぞれコンパクト化が図られてきましたが，SiC のような新しい材料を用いたデバイスを組み込むことで圧倒的なコンパクト化が図れます。鉄道や自動車などのインバータはこれまでスペースをかなり占めていましたが，SiC デバイスを入れることで体積や重量が数分の一になり設置する上での制約が大幅に減るわけです。インバータが普及すると，大雑把に試算して日本全体のエネルギー使用量の約 6% もの省エネの実現が期待できます。日本のエネルギー問題をより良い方向に持っていくためにも，SiC インバータの実用化は大変重要な技術ではないでしょうか。

産総研は 2010 年 4 月，先進パワーエレクトロニクス研究センターを設立し，SiC などのワイドバンドギャップ半導体による高機能な電力変換技術の実用化研究に，より本格的に取り組むこととしました。

また，産総研では新たな産学官連携の仕組みとして，“産業変革研究イニシアティブ”を以前より推進していますが，その一環として富士電機と株式会社アルバックにご参加いただき，2009 年度から 2011 年度にかけて 3 者共同で“SiC 量産試作研究およびシステム応用実証”を行いました。それまで確立してきた SiC の基礎技術をデバイスに組み込んだものをサンプルの形で量産して，さまざまなシステムメーカーにその高い性能とコンパクトさをアピールでき，大きな成果を得ることができたと思っています。

江口　富士電機から参加した者には，研究開発者の他に，工場の現場で毎日ラインに携わっているメンバーも含まれており，これまでと全く違う取組みであり，マネジメントでも大変な面がありました。しかし，2009 年度から 2011 年度のこの成果は，まさに実用につながるものであり，富士電機にとっても，あるいは今後の日本の産業にとっても，非常に重要であると私は確信しています。

矢部　われわれとしても非常に貴重な経験をさせていただきました。それをもう一歩進めた新しい組織が，2012 年 4 月創設の TPEC（Tsukuba Power-Electronics Constellations）です。富士電機，アルバック，産総研に住友電工株式会社を加えた 4 者がメインメンバーとなり，全体で約 30 機関で運営しています。入口から出口までを見ながら，ある場合には川上から川下まで連携を取りながら，時にはライバルとして種々の目標に取組みながら実用に近づけていく。このやり方で，やがては世界の省エネルギーを引っ張っていけるところまで行けるのではないかと，われわれも全力投球しているところです。

江口　これまでは，ライバル同士の企業が集まって一つのことをやり遂げるというのは難しいものがありました。しかし，今の日本の置かれている状況を考

江口 直也 えぐち なおや

1954年生まれ。1980年富士電機製造株式会社（現富士電機株式会社）入社。2006年富士電機システムズ株式会社取締役。2009年富士電機アドバンストテクノロジー株式会社代表取締役社長。2010年富士電機システムズ株式会社取締役執行役員常務。2011年4月から富士電機株式会社の執行役員となり，技術開発本部長を兼務している。

えたときに，SiCのような技術で世界をリードすることは非常に重要であると参加各者が認識しており，協力していくことが暗黙の了解になっています。ここで得られたスキルをそれぞれが共有して，それぞれの事業に生かすことが必ずできると考えています。SiCで世界をリードしなくてはいけない。そういう思いです。

矢部　技術的には今まさに“死の谷”を乗り越えようとしています。こういうときにこそ各者が協力し合って，急いで一つのものをつくり上げないと，世界の競争には勝てません。オープンイノベーションが非常に大事な状況なのです。

江口　SiCは，低い損失や高い耐圧などだけでなく，例えば，自動車のエンジンの中でも使えるといったさまざまな面で潜在能力はとても高く，とことん使いこなすとなると1者ではとても手に負えない。TPECは材料からアプリまでいろいろな企業が入っていますから，英知を集めればさまざまなアイデアが出て実現できるのではないかと期待しています。

　富士電機では，今あるパワーエレクトロニクス機器すべてにおいてSiCを使う方向で検討しています。SiCはシリコンで作るよりも軽く，小さくなることはよく知られています。SiCだとシリコンの場合よりも仕様がワンランク下のデバイスでも使えそうだということが分かり，こういうことも考慮に入れ試算すると実はイニシャルコストやランニングコストも安くなるということが分かりました。無停電電源装置（UPS）やパワーコンディショナ（PCS），インバータ，マトリックスコンバータ，サーバ用のスイッチング電源など，いろいろなものを一気に作り上げようと，2012年10月より動き出したところです。

矢部　非常に頼もしいお話です。SiCはかなり難しいデバイスですから，複合技術が必要となります。小手先の技術でまねできるものではありません。いったんやり遂げれば，長い時間にわたり世界をリードしていけると期待しています。

江口　これまでの産総研との共同研究の中で，量産ラインをつくったときにどのくらい厳密な工程なのか，どれぐらいの投資規模でどれぐらいの回収が見込めるのか，というデータも得ることができました。本格的な量産の一歩手前までを解析することは，これまでの産官共同ではなかったことで，実用化の観点からは画期的な取組みではないでしょうか。富士電機ではそうしたデータを基に見積もりし，SiCに関する量産設備の構築を加速します。

矢部　実用化のために必要なデータを解析することは，“死の谷”を越えて世界をリードするために欠かせない要件と考えています。

ヒートポンプで熱エネルギーを有効利用

江口　ここまで電気エネルギーについてお話ししてきましたが，富士電機では“エネルギー技術の革新により，安全・安心で持続可能な社会の実現に貢献する”という経営方針の下，熱エネルギーにも注目して，上手に使いこなす技術について考えています。

　熱エネルギーは，質的にいえば最終段階のエネルギーで，捨ててしまう部分が多い。ある試算によれば，日本の年間の1次エネルギーは約20,000ペタ〈注〉ジュール，石油に換算すると約4.8億トンになりますが，その内45%が最終的には熱となって捨てられているそうで，膨大なエネルギーが無駄になっています。

〈注〉ペタ：10^{15}

矢部　熱エネルギーは私の専門分野です。

熱エネルギーは結構たくさん使われており，産総研でいうと冷房・暖房，クリーンルームの空調などで産総研全体のエネルギー消費の半分ぐらいを占めています。産総研ではここ5年間で，総エネルギーの15%削減を実現しました。その大半は熱エネルギーの有効利用です。産総研のエネルギーの年間支払額は約40億円でしたから，15%ということは6億円を節約できたことになります。6億円を研究費に回すことを考えると，熱エネルギーの有効利用は大事なことだと思いますね。

熱エネルギーの有効利用は，ヒートポンプの進歩が支えています。ヒートポンプの性能には，使った電気に対して何倍の熱が出るかというCOP（Coefficient of Performance：成績係数）が用いられますが，今は市販のヒートポンプでも6倍くらいまで出ます。例えば，暖房するのに昔だったら1キロワットの電気ヒータが必要だったところが，今はその6分の1の170ワットのヒートポンプエアコンがあれば，同じ1キロワットの温熱が出ます。

もはや暖房，給湯などは化石燃料を燃やす時代ではなくなりました。エネルギーの一つの形態である電気エネルギーが，暖冷房，給湯という熱エネルギーの大きな用途に介在する時代になったのです。私は一大イノベーションだと思っています。

熱エネルギーは冷暖房を含めて大事なエネルギーですが，実はわれわれはまだ随分もったいない使い方をしており，まだまだ削減できる余地は大きいのです。

江口　ヒートポンプのお話が出ましたが，富士電機は自動販売機を作っており，2012年，ヒートポンプの熱利用を高度化したモデルを発売しました。冷却室の排熱だけでなく，外気の熱も使って加熱室の温度を調整する仕組みで，前年モデルに対して40%レベルのエネルギーを削減できました。自動販売機は15年かけて5分の1にまでエネルギーを削減してきましたが，さらにこの1年で一気に40%下げたということで，ヒートポンプの絶大な効果を実感しています。

矢部　熱エネルギーを作り出すヒートポンプは，日本が世界を引っ張っていく製品ですが，それを自動販売機のようなシステムとして組み上げていくところが実はすごく大事で，世界に対して省エネ技術をアピールできるのではないかと思います。

もう一つ，将来の実現を目指して皆で検討しているのが産業用高温ヒートポンプシステムです。社会では排熱が今，まだあまり使われないで捨てられています。そこから熱をくみ上げて，ヒートポンプで160℃ぐらいまでに持っていくというものです。現在，産業用ではボイラが使われていますが，ボイラは長い配管を必要としますから，熱損失が大きいのが欠点です。その点，ヒートポンプは個別に必要な箇所に取り付けることができますし，地球温暖化低減技術としても有効です。

オールジャパンの知恵を集めて，ぜひそういう研究開発ができればと考えています。

矢部 彰　やべ あきら

1952年生まれ。1979年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程機械物理工学専攻修了。工業技術院機械技術研究所入所。1995年エネルギー部流体工学研究室長。1997年極限技術部量子技術研究室長。1998年機械量子分子工学特別研究室長を兼務。1999年機械技術研究所企画室長。2001年独立行政法人産業技術総合研究所マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター長，中国センター所長，循環バイオマス研究ラボ長，産学官連携推進部門長を歴任。2008年から独立行政法人産業技術総合研究所理事を務める。環境・エネルギー分野研究統括を兼務。現在，日本機械学会 筆頭副会長でもある。

地熱で培ったバイナリー発電の技術

江口　ところで産総研では，未利用熱エネルギーシンポジウムをされていますね。

矢部　そうです。排熱利用やヒートポンプによる昇温利用に30年ぐらい前から取り組んできています。再生可能エネルギーですと，どこで風力が強いかを表したマップがありますが，どこの工場でどのくらいの熱が捨てられているという，未利用熱を表したマップはありません。そうしたマップがあれば，工場内やコンビナート内で熱を有効活用できる可能性が高くなると思い，努力を重ねているところです。

江口　熱を熱として使ったり，あるいは熱を途中で電気に変えたり，低温の温水や工場の排熱を使ったバイナリー発電も考えられますね。

　低い温度で捨てていた地熱を電気に変えるということも含めて考えると，熱エネルギーによる省エネをもう少しブラッシュアップできそうです。

矢部　富士電機は，地熱発電で非常に大きな実績をお持ちです。本当は工場排熱である冷却温水を使った発電ができるともっと良いのですが，投資回収年が長いので難しいですね。ただ，そういう熱エネルギーも大事にしなくてはいけない時代になっていますから，発電をするのがいいのか，昇温して利用するのがいいのか，どのようなシステムに利用できるかなどを含めて検討できれば，とても有益な開発ができると思います。

江口　地熱発電では当社は，地中から吹き出してくる熱水から取り出した蒸気を使って発電するというフラッシュ方式を得意としてきました。200℃を超える蒸気を取り出した後に残った熱水を減圧して低圧蒸気を取り出したり，低圧蒸気を取り出して残った熱水をもう一度減圧してさらに低い圧力の蒸気を発電に利用したりといった，ダブルフラッシュ方式やトリプルフラッシュ方式を採用しています。この方式を，ニュージーランドのナ アワ プルワ（NAP）という地熱発電で採用し，2012年，日本電機工業会（JEMA）で最優秀賞をいただきました。これは，地熱発電として単機容量で世界最大となる140メガワットの発電容量があります。さらに最近は，低温の熱水を使って沸点の低い媒体を気化させて発電に利用する，バイナリー発電の実用化を進めています。

矢部　地熱発電は，再生可能エネルギーの中でも最も安定して供給されるエネルギーですが，日本ではなかなか普及できておらず残念です。熱エネルギーの上手な利用法について，今，皆で知恵を出していますから，富士電機にはぜひ，続けて頑張っていただきたいと思います。

江口　ポテンシャルの高い地熱利用が国内でもっと活発化するように望みますし，また地熱発電の利用が広がるように尽力して参ります。

分散型エネルギーへの取組み

江口　ところで，産総研では分散型エネルギーネットワーク技術の研究を行っているそうですが，その点についてお聞かせください。

矢部　東日本大震災の後，再生可能エネルギーを最大限利用したいという世論が高まりました。そこで，産総研は福島県郡山市に，再生可能エネルギーの研究拠点を新設します。そこではいろいろな再生可能エネルギーの実証試験ができます。変動分が多いエネルギーが入ってきたときに，どういうふうに対応していくかをテストベッドという形で，ここで検討していきたいと思います。

　東日本大震災の被災者の方とお話をした際に，「大震災の後，1週間ぐらい電気が来なかったが，一方で太陽光はさんさんと降っている。太陽光発電で公民館だけでも電気があれば，寒さもしのげる」と言われ，経済性とは別の課題で，自立型の生活基盤のエネルギーシステムが必要だと気付かされました。

　このように，防災上のエネルギー拠点や，エネル

ギーを有効に使うデマンドレスポンスに対応する手法など，分散型エネルギーに関しては，まだ研究開発すべき課題が多くあります。今後とも，力を入れていきたい分野です。

江口　富士電機も北九州市でスマートコミュニティの実証プロジェクトに参加しており，その中で目玉となっているのはデマンドレスポンスです。次の日の予想気温に応じて電気料金の価格帯を変えるダイナミックプライシングという手法を採用していますが，これによって興味深い結果が出ました。電気料金が高くなると電力使用量が減り，結果として電力需要のピークをカットすることができました。

このような消費者心理を考えに入れると，太陽光で発電量が増加したときはエネルギーを蓄積するのではなく，電気料金を下げて消費を大きくするという方法も考えられます。再生可能エネルギーを普及させていくためには，多面的な捉え方が必要になってきますね。

矢部　おっしゃるように，経済性によるデマンドレスポンスも重要なカギになります。

江口　節電によって電気料金が節約できたという経済的なインセンティブだけでなく，クリーンエネルギーを使用することで CO_2 の発生を抑え環境に貢献できるというインセンティブと合わせて，総合的に考えていけるといいですね。

“死の谷”を乗り越える方法論

江口　こうしてみると，今後のエネルギー技術は社会との関係性の中で語られることが多くなるように感じます。

矢部　先ほど少しお話ししましたが，産総研は“技術を社会へ”をテーマとしており，われわれが技術開発したものが社会に役立つことが非常に大事だと思っています。しかし，実用化研究から製品化までの間には“死の谷”があり，さらに製品化して市場で生き残るまでの間には“ダーウィンの海”という試練が待ち構えています。

一例を挙げましょう。産総研の胸を張れる発明に炭素繊維があります。1950 年代に世の中に先がけて産総研の関西センターの進藤という研究者が発明し，1970 年代に東レ株式会社をはじめとする繊維業界で実用化されました。実用化して研究開発の“死の谷”は超えましたが，企業の事業部としては，その後の技術開発で産業規模を大きくしていくことがとても大変なわけです。繊維メーカーは炭素繊維を釣りざおやゴルフシャフト，飛行機にまで拡大し，1,000 億円近い市場を育て上げてきました。“ダーウィンの海”も乗り越えた成功例といえるでしょう。

われわれはいろいろな国の研究開発に立ち会ってきましたが，かなり多くの技術が“死の谷”を乗り越えられないで忘れられていきます。

どのようにしたら“死の谷”を乗り越えられるか。私は汎用的な方法論があるのではないかと感じています。一番良い用途を早めにしっかりと把握する，経済性の試算を基礎研究にフィードバックして，重要な研究を重点化するという方法の他に，SiC の場合のように，ある程度の製品を作りサンプル出荷という形で社会に対して見せて，社会から技術を受け

入れてもらうのも有効な方法です。実際に見ることで，これなら自分たちも作ってみようとなりやすい。“死の谷”を乗り越えるためにも，われわれはオープンイノベーションに力を入れていきたいと思っています。

ロードマップで実用化研究を評価

江口　社会で使われてこそ生きる技術であるということを，研究者が意識として持つことが大切ですね。産総研では研究者への意識付けをされたのでしょうか。

矢部　独立行政法人になってから意識付けをかなりしっかり行いました。ようやく 10 年かかって皆の意識が変わってきたと実感しています。

木からエタノールを作る，生物プロセスと化学プロセスを併用するバイオマスエネルギー変換システムに関しては，産総研が世界で初めて経済性の試算を行いました。その論文が学会で賞をいただいたこともあり，いかにして技術を実用化まで持っていくかという視点が大切であることを，今では皆が共有しています。

江口　実用化への取組みについては，どのようにして研究者を評価しているのですか。

矢部　われわれはロードマップ評価と呼んでいますが，クリアすべき技術や，社会に受け入れられるかどうか，経済性があるかどうかなど，技術を実用化するまでにやるべきポイントをロードマップという形に描いてもらいます。それを見ながら，今どこまで来ているか，ということを評価していきます。

江口　それは素晴らしい取組みですね。特に基礎研究は出口を見失ってしまいがちですし，評価もまた難しい。ロードマップ評価をぜひ，参考にさせてください。

交流の中から人材や技術が生まれる

江口　産総研には国内外，男女問わず，さまざまな研究者がいらっしゃると思います。

矢部　外国籍の研究者は 600 名近くいますし，世界のさまざまな機関・研究所とも包括協定などを結びながら，情報交換ネットワークをつくっています。環境・エネルギー分野は，地球全体の温暖化を防止する意味でも日本だけで取り組むのではなく，海外との連携が不可欠です。皆で一緒になり国際標準を作るべく，努力を続けているところです。

江口　富士電機もグローバル化を見据えて，海外拠点を急ピッチで増やしています。ただ，中核の研究は日本主導でやっていますから，研究者は日本で採用していますが，外国籍の研究者はまだ数パーセントに過ぎません。今後はパワーエレクトロニクスをコアにしていくことから，その分野の研究者を幅広く採用したいと考えていますが，グローバルに優秀な人材を集めるのは容易ではないと感じています。

矢部　パワーエレクトロニクスは，日本主導でかなりの部分まで研究開発を進められると思います。ただ，米国エネルギー省の研究所と一緒になって研究した経験からいうと，議論をしているうちに自分では考え付かない発想が飛び出してきて，それが融合されて新しいアイデアになることがよくあります。われわれが考え尽くした後に，考え方の違う人たちと議論するのは，イノベーションの一つの姿ですし，グローバル化の大事なポイントでもありますから，ぜひ，目指していただきたいですね。

江口　富士電機について言いますと，筑波大学にパワーエレクトロニクスの講座を設置します。この講

座を受講し，パワエレに興味を持つ若者が増えることを期待しています。

矢部　2012 年夏に，“TIA（Tsukuba Innovation Arena）パワーエレクトロニクス・サマースクール”を 3 日間開催しましたが，100 名以上の参加者の内，半分は大学院生で半分は企業の若い人たちでした。材料・デバイス系とアプリケーションの両方の視点から学ぶことができて，普段どちらか片方しかやっていない人にとっては，全体像が見渡せたと思います。また，富士電機の重兼副社長にも，講師としてパワエレの産業応用の観点からお話ししていただきました。皆が目を輝かせて生き生きと聞いていたのが印象的でした。これも人材育成の一つのやり方ではないかと思います。

　やはり最後は人が肝心ですので，そういう人が育てば良い技術も出てくるのではないでしょうか。

江口　私もそう思います。産総研や筑波大学のように，先生や研究者がそろっている中で，最先端のことが学べるというのは素晴らしい環境です。筑波大にパワエレの寄附講座を設ける目的は，大学と産総研そして企業が連携することでデバイスから回路までの真に実用的な技術を身につけた人材を育てることです。ここで育つ人たちは将来大いに活躍してくれるものと考えます。

矢部　産総研の若手研究者も，富士電機の方々が真剣に厳しい議論を交わす雰囲気の中で研究開発を進めているうちに，何が今は求められていて，どこが大事な基礎研究のポイントなのか，ということが分かってきたようです。お互いが良い刺激をし合ってこそ，技術は伸びていくのではないかと実感しています。

エネルギー技術で日本を元気に

江口　日本の企業は，今，自信を失いかけているように思います。特に電機メーカーはそうした気持ちが強い。しかしながら，エネルギー・環境の分野で日本は世界を完全にリードできる技術を持っています。それを実用化すれば，日本は再び元気を取り戻すことができます。産総研には知の部分でわれわれ企業をリードし，日本の技術を同じベクトルへ向かわせ，最終的に国民全体が元気になる状態にしていただきたいと思います。

矢部　TPEC という活動を通じて SiC のパワーエレクトロニクス技術を社会に出し，それが世界に広まって，世界の省エネが進むことがわれわれの夢であり，そのために皆で最善を尽くしたいと思っています。おそらくわれわれができることは，組織をうまく運営してミッションを達成することも一つですが，それ以外にも，例えば世界に進出したときの国際標準はどうあるべきか，あるいは技術のリスクについて社会とどのように折り合うか，そういうところだと思います。

　世界のエネルギー・環境分野を牽引（けんいん）できる英知が日本にはあります。皆さんと協力して，ぜひ，成功例にしたいと思います。これからもよろしくお願いします。

江口　これからも技術的，人的な連携を深め，日本を元気にすることはもちろん，世界のエネルギー・環境の問題に貢献していきたいと思います。本日はどうもありがとうございました。

富士電機

Innovating Energy Technology

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。