

パワーエレクトロニクスで エネルギー革新を目指す

— デバイスのイノベーションで加速化するパワエレの応用 —



東京工業大学 大学院理工学研究科
電気電子工学専攻 教授
赤木 泰文

富士電機株式会社 取締役執行役員
技術開発本部長
江口 直也

SiC デバイスの誕生により、これまで実現が難しかった分野へのパワーエレクトロニクス（パワエレ）の応用が進んでいる。これからのパワエレはどこへ向かうのか、エネルギー技術により持続可能な社会づくりを目指す富士電機に求められるものは何か。パワエレの第一人者である東京工業大学教授の赤木泰文氏を迎え、パワエレの可能性と課題などについて、富士電機技術開発本部長の江口直也と意見を交換した。

■ パワエレは富士電機のコア技術

江口 パワエレの第一人者である赤木先生には、これまでも共同研究などを通じて、いろいろとご指導をいただいております。あらためて感謝申し上げます。本日はパワエレの発展と弊社の発展のために、闊達（かつたつ）なご意見をいただきたいと思っております。

富士電機は今から91年前の1923年に、ドイツ語ではジーメンスと発音しますが、ドイツのシーメンス社と古河電気工業との共同出資により生まれました。フルカワの“フ”とジーメンスの“ジ”で、富士電機と命名されました。

創業当初は電動機、変圧器といった重電機器をつくる会社として発展しました。1959年には、パワー半導体デバイス（パワーデバイス）としてシリコン

ダイオードの製造を開始し、さらにその後、整流器やインバータといったパワエレ機器をつくるようになりました。

このように、富士電機の歴史を振り返ると、パワエレ技術がコア技術として一本通っていることがよく分かります。

富士電機は、今後も安全・安心で持続可能な社会の実現に貢献するため、エネルギーを最も効率的に利用できる、付加価値の高い、環境にやさしい製品を継続して創り出していきます。そのために、富士電機を特徴付けるパワーデバイスと、それを使った電力変換器などのパワエレ技術をコアに、周辺にさまざまな技術を組み合わせ、最適なソリューションの提供を目指しています。

先生はいつ頃からパワエレに関わるようになったのでしょうか。

赤木 米国のGE (General Electric) 社が1957年に初めてサイリスタを製品化しました。実質的なパワエレのスタートはこの時点とっていいでしょう。

私は電気工学科4年(1973年)の卒業研究からパワエレの研究を始め、学生時代にはサイリスタを使用した強制整流回路の研究や電源転流形サイクロコンバータの研究をしました。大学教員になってからも、今はなくなったSIT (Static Induction Transistor) をはじめ、ほとんどのパワーデバイスを実際に使用しました。パワエレの世界に身を置いて41年になります。

■ 人体に例えるとパワエレは筋肉

江口 パワエレの長い歴史の中で、先生は中核にずっといらっしやったということになりますね。私も大学4年生だった1977年からパワエレに携わり、入社後もパワエレ一筋でやってきました。その間、パワーデバイスは目まぐるしい変遷を遂げました。

最近でこそパワエレという言葉が聞かれるようになりましたが、「パワエレとは何ですか?」とあらためて聞かれたら、どう答えたらいいのでしょうか。

赤木 専門の異なる電気電子工学の研究者・技術者に対しては、パワーデバイスを使用した電力変換技術をコアにした応用技術で、モータ駆動、各種電源、電力系統機器など、さまざまなものが実用化されています、と説明しますが、一般の人に説明するとなると難しいですね。インバータエアコンが出始めて、インバータという言葉は一般になじみのある言葉になってきましたが、パワエレはインバータを含むもっと広い技術ですから。

太陽光発電を例に挙げると分かりやすいかもしれませんが。太陽電池の出力は直流ですから、それを50Hzや60Hzといった電源系統につなぐには、直流電力を交流電力に変換する必要があります。その電力変換を高効率に実現する技術がパワエレです。

江口 マイコンやLSIなどのエレクトロニクス回路は電気信号を制御し、パワエレは電気エネルギーを制御するということですね。

赤木 そうです。人体に例えるなら、コンピュータが頭脳とすれば、パワエレは筋肉です。

江口 そう考えると分かりやすいですね。

今やパワエレはいろいろなところに使われていま

す。ほとんどの家電品に入っているのではないのでしょうか。

赤木 当初、ローテクの代表格である扇風機にはパワエレ技術は不要と思っていましたが、最新の扇風機はインバータで動いています。掃除機も10年前はまだ交流整流子電動機が使われていましたが、今はパワエレが使われています。LED照明にもパワエレが入っていますね。

江口 自動車もパワエレの大きな応用対象になりました。実に広い範囲で適用されるパワエレですが、研究する上での基本的な考え方を、先生の研究成果と豊富なご経験を踏まえて教えていただけますか。

■ 3レベルインバータと特許

赤木 大学の研究と企業の研究開発は微妙に違うと思います。大学の場合は、どこに新規性を求めるか、あるいは今はコストが高いけれども将来的にコストが下がるだろうと期待して、チャレンジングな研究をします。逆に、もうすでに実用化されているものをあえて研究するときは、理論解析でも設計法でもいいので、どこかに新規性を見いだす必要があります。

江口 瞬時無効電力理論やアクティブフィルタなど、先生はいろいろな新理論・新技術を発表されています。3レベルインバータも先生のご研究ですよ。

赤木 長岡技術科学大学在職中に、パワーエレクトロニクス研究室(パワー研)の難波江章教授、高橋勲助教授と赤木の連名で3レベルインバータを発表しました。1978年に開学した新しい大学のため、当時は大学院生がいなかったこともあり、私が実験を担当しました。1979年11月ごろだと思いますが、3レベルインバータによる誘導電動機の可変速制御を実験検証できたときのことは今でもよく覚えています。

江口 この3レベルインバータは特許をお取りにならなかったのですね。

赤木 はい、特許は取りませんでした。私たちは1980年3月の電気学会の全国大会で、3レベルインバータの回路構成とそれを使用した誘導電動機の可変速制御について論文を発表していました。世の中



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取締役執行役員となり、技術開発本部長を兼務している。

は不思議なもので、ちょうど同じ頃アメリカで同じようなことを考えた研究者がいて、日本にも特許を出願しました。しかし、私たちが論文を発表しているので、日本の特許庁は彼の特許を認めませんでした。

江口 特許が成立しなかったのが幸いして、その後、3レベルインバータは、鉄道やプラントなど産業分野に広く普及しました。先生たちのおかげで日本のパワエレが進んだと、つくづく感じます。

赤木 1996年にウィスコンシン大学に客員教授として滞在しているときに、博士課程の学生から話が出たのですが、アメリカでは3レベルインバータの特許が成立したために、特許が切れるまで3レベルインバータを実用化できず、後れを取りました。

江口 特許にはそのような側面がありますから、どういふふうに取るのがいいのか、微妙な問題だと思います。

赤木 基本特許となるようなアイデアについては大学から特許を出願する、そうではない場合は論文を公開して公知にするのがいいと私は考えています。基本特許となるようなアイデアは、そう簡単に出るものではありませんし。

■ SiC は次世代パワエレの幕開け

江口 パワーデバイスのIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）が普及し、次に回路として3レベルインバータが普及し、最近ではRB（Reverse-Blocking）-IGBTというパワーデバイスも出てきました。新しい形にするのではなく、基本から進化させていく余地が十分にあるのですね。先生も新しいマルチレベル変換器の研究に取り組んでいらっしゃいますし、まだまだやられることがたくさんあるのではないのでしょうか。

最近、富士電機はSiC（炭化けい素）の開発に力を入れています。理論上は損失が従来の10分の1のものできる。サイリスタからトランジスタ、IGBTと世代が移ってきたように、次世代の幕開けであると考えています。先生はSiCについて、どのようにお考えですか。

赤木 私の研究室でも実際にSiC-MOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）やSiC-SBD（Schottky Barrier Diode）を使って実験していますから、その特性の良さは実感しています。MOSFETのオン抵抗、SBDのオン電圧ともにIGBTに比べて小さいですし、スイッチング特性も良いですね。例えば100kWぐらいの変換器で、IGBTだとスイッチング周波数を4kHzぐらいに抑える必要がありますが、SiCはオーディオ周波数を超える20kHzで動作可能で、かつ損失も少ない。さらに磁気騒音も発生しません。

何といっても材料が違いますからね。水銀整流器からサイリスタになったときに材料が全く変わったわけですが、それに相当するのように思います。バイポーラジャンクショントランジスタ、日本でいうパワートランジスタからIGBTへの切り替わりも大きなジャンプでしたが、今回のSiCへの移行はそれ以上ではないのでしょうか。

江口 富士電機の研究はコーポレート研究と事業研究に大きく分かれており、コーポレート研究の3分の1ぐらいを今、SiCに投入しています。松本工場にもSiCの6インチウェーハを使ったラインを立ち上げて、SBDについては量産体制に入りました。MOSFETにも着手しており、この2~3年でかなりのものができるのではないかと思います。

赤木 パワートランジスタからIGBTに切り替わるときがまさにそうでした。1986年に実用化された第1

世代の IGBT は、値段が高い、オン電圧が高いと言われましたが、使ってみると特性が良いので、2～3年でかなり切り替わりました。優れた性能がパワーエレクトロニクス技術者に認知されると、流れはもう止められません。1990年代になると、パワートランジスタは特殊なところ以外は使われなくなりました。現在は、学会でも SiC-MOSFET を使った電力変換回路の論文も少しずつですが、発表され始めています。

江口 富士電機が SiC を開発するようになった背景には、産業技術総合研究所との連携があります。かつては外部との研究開発の連携として、大学の研究室への委託研究や共同研究が主流でしたが、なかなか結果が実らない。やはり研究は、カウンターパートと四つに組んでやらないと形にならないのだと思いました。現在は産業技術総合研究所に多数の人材を送り込んでいます。本当の意味でのオープンイノベーションですね。われわれの思うようなことができますし、期待した以上の成果が挙がっています。

赤木 私も SiC パワーデバイスに関しては10年ほど前から興味があって、世界の主要な学会で SiC デバイスあるいは応用に関する論文を注視していました。正直なところ、当初、日本の SiC パワーデバイスは欧米よりも遅れていると思っていました。しかし、欧米のメーカーはサンプル (SiC パワーデバイス) ができたらユーザに気楽に販売するような感じがするのに対して、日本のメーカーはサンプルをユーザに提供する場合でも非常に慎重ですから、単純に欧米と比較できない面があります。

江口 先生からご覧になって、日本のパワエレは先頭を切れているのでしょうか。

赤木 私の専門分野である中大容量の電力変換器などは、先頭を切っているのではないのでしょうか。今、注力しているモジュラーマルチレベル変換器は、オリジナルはヨーロッパですが、彼らは非常に特殊なところをやっています。一方、日本では研究の対象が幅広く、普及という意味では勝っていると思います。

江口 SiC パワーデバイスが開発されたことによって、高周波の分野はもちろん、高耐圧の分野にまでパワエレの将来は広がってきています。電力システムにも本格的に参入することになりそうです。先生の研究されている世界にますます近づいていくよ



赤木 泰文 あかぎ ひろふみ

1951年生まれ。1979年長岡技術科学大学 助手。1984年長岡技術科学大学 助教授。1991年岡山大学 教授。2000年東京工業大学 教授現職。1996年 IEEE Fellow。2007-2008年 IEEE Power Electronics Society President。2015年1月から2016年12月まで IEEE Division II Director に就任予定。その前の2014年の1年間 IEEE Division II Director-Elect として活躍している。

うな気がしますね。例えば FACTS (Flexible AC Transmission Systems) のように。

赤木 そうですね。FACTS は1990年代に EPRI (米国電力研究所) の Dr. Hingorani が提唱しました。ただ、当時は GTO (Gate Turn Off) サイリスタしかありませんでしたから、スイッチング損失が大きかった。特に、常時運転するような電力用機器の場合には、変換器の損失低減は重要です。自動車であれば燃費向上に相当するようなものですから。そのようなことがネックとなって、GTO サイリスタを使った FACTS 機器あるいは電力系統機器は、本格的な普及とまではいきませんでした。

電力系統用パワエレ機器に SiC-MOSFET を使用すると、例えば 6.6kV の配電線に設置する無効電力補償装置の効率は 99% 以上になると考えています。この効率は同容量の商用周波数変圧器の効率とほぼ同じ程度です。ですから、変換器の電力損失については問題にならなくなってくると思います。

■ パワエレは日米の国家プロジェクト

江口 電力システムを半導体で制御する時代が、もう来ようとしているのですね。パワーデバイスもおそらくもっと進化するでしょうから。

今、弊社でも、ワイドバンドギャップデバイスとしては、GaN (窒化ガリウム) についても研究開発

を行っています。その先にはダイヤモンドというものもあるようです。

先生は将来、どのような夢をお持ちですか。

赤木 私の夢は、繰り返しもなりますが、SiC インバータの電力損失を同容量の変圧器の電力損失よりも少なくすることです。例えば 6,600 V で 1,000 kW ぐらいのインバータの電力損失を変圧器と同程度か、場合によってはもっと少なくしたい。かなり挑戦的な夢ですが、SiC パワーデバイスを使用すれば実現できると思います。今後も SiC パワーデバイスの性能は向上します。

もう一つの夢は小型化です。小型にすればコストが下がり、マーケットが広がります。良い例が携帯電話です。発売当初は肩に掛けるほど大きく、また高価でした。それが小型化されて値段も手頃になり、今は中学生から高齢者までみんなが持つようになりました。

江口 私どもの夢は、パワエレをコアにしてさまざまな事業に参入することです。

通信が無線できるようになり、センサの需要が増加しています。一方で制御装置である DSP (Digital Signal Processor) が高性能化している。このセンサと制御とパワエレとを組み合わせ、インテリジェント化できないかと考えています。

赤木 そうですね。パワエレの電力変換の例で言いますと、以前は 1,000 kW や 2,000 kW の大容量変換器を製作するときは、高圧大電流のパワーデバイスを使用して 1 台の変換回路で実現するのが一般的でした。しかし、ワイヤレスでセンサとの情報をやりとりができて、かつ信頼性も向上すれば、標準化した

小中容量変換器を多数台直並列に接続して大容量変換器を実現できるようになります。複雑な制御については、デジタル信号を高速に処理できる DSP やプログラマブルロジックデバイス（一種である FPGA (Field-Programmable

Gate Array) の性能がさらに向上すれば十分に実現可能です。

江口 そのあたりについてぜひ、大学の先生と議論させていただき、将来のパワエレを引っ張っていきたいと思います。

オバマ米大統領が 1 月 15 日の演説の中で、次世代パワエレ製造イノベーション研究の拠点をノースカロライナ州立大学に立ち上げると言っていますし、安部首相は 2013 年の総合科学技術会議の中で次世代パワエレの重要性の話をしています。日米ともパワエレが次代のキーワードになっています。

先生の出番は今後ますます増えてくるでしょうね。IEEE (米国電気電子学会) でも重要なポジションに就かれると伺いました。

赤木 IEEE は、世界中に約 40 万人の会員を擁する世界最大の学会です。2015 年 1 月から 2 年間、IEEE の部門統括理事 (Division II Director) の就任が決まりました。今年、正式就任前の理事代理 (Director-Elect) を拝命しました。IEEE の本部があるニューブランズウィック (ニュージャージー州) に行く機会やその関係の仕事が増えると思います。

江口 そのような国際的な舞台上、日本のパワエレの存在 (プレゼンス) をぜひ高めていただきたいと期待しております。

赤木 もちろん頑張ります。逆に私からお願いですが、企業の方々も積極的に IEEE に論文を出していただきたいですね。

IEEE には、部門統括の下に約 40 の部門学会 (Society) があります。その中で会員数が増加している部門学会は約 1 割で、パワーエレクトロニクス部門学会は数少ないその一つです。アメリカでもパワエレに携わる技術者は増えています。

II パワエレとデバイスのシナジー追求

江口 パワエレには幅広い分野の知識が必要ですが、富士電機はデバイスの技術もアプリケーション回路の技術も持っていて、シナジー効果を追求できる環境にあります。その点について先生のお考えをお聞かせください。

赤木 パワーデバイスとアプリケーション回路応用の両方を 1 社でビジネスにしているのは、大きな強み



だと思います。一人で両方の技術を理解するのはかなり大変ですから、分からないことはお互いに聞けばいい。研究室の大学院学生にも言うのですが、高性能モータ駆動システムに使用するベクトル制御を、最初から全て独学で理解しようとしたら、それだけで2年はかかります。しかし、ちょっとしたポイントを教えてあげれば、学生の理解はすっと進みます。江口さんをはじめ役員の方々が社内の垣根を低くしておけば、自由に聞くことができるわけです。社外に聞くのは敷居が高いですから。

江口 パワーデバイスとパワエレの間に以前はセクショナリズムの力が働いていたようですが、今は垣根はないと思っています。弊社の技術開発部門の前任の責任者であった重兼がデバイス専門で、後継の私が回路応用の専門ということもあり、二人して垣根をつくらないように技術者を指導してきました。3レベルインバータ向けの新しいパワーデバイスの開発の際も、回路の要求から仕様を決めたり、SiCパワーデバイスの開発では、使いこなすためにいろいろな意見を回路とデバイスの双方から出し合ったりして、非常に良かったと思っています。

■ スマートグリッドへの取組み

江口 最近話題のスマートコミュニティやスマートグリッドは、おそらくパワエレの有効なマーケットになると思いますが、それについて展望をお聞かせください。

赤木 広い意味でのスマートグリッドの場合は、太陽光や風力などの変動する電力が送配電系統に大量に入ってくると、電圧安定、周波数の安定という課題が出てきます。このため、需要家サイドである程度、電力使用量を調整する必要があります。時間帯に応じて電力料金を変更するダイナミックプライシングが、日本でも実証試験が始まっています。一方で、エネルギーを蓄える蓄電池の開発も急がれます。家庭用のPV（太陽光発電）の値段が下がってきていますから、今後さらに普及すると思います。

江口 そうなると、マイクログリッドも重要ですが、DC（直流）をいかにうまく使うかということも非常に重要になってきますね。先生のやられているDC/DCコンバータを介した技術が、ますます必要になってくるように思います。

赤木 そうですね。エジソンの直流配電がテスラの交流配電に負けたのには二つ理由があって、当時の技術では直流の電圧を自由に変えるのが難しかったこと、もう一つは直流事故電流の遮断です。現在では、パワエレ技術を使ってこの両方ができるようになりました。もちろん、直流を高周波の交流にいったん変換するわけですが、そういう絶縁型コンバータも十分ターゲットになってきます。直流による給電は家庭をはじめいろいろな用途で普及していくと思います。

コストや性能の面でGTOサイリスタでは残念ながら実用化に至らなかったものが、SiCのMOSFETが開発されて新しい方向が開けてきたわけです。

■ パワエレには幅広い知識が必要

江口 今、われわれの一番の悩みは、パワエレの技術者が足りないことです。何か良いアドバイスをいただけないでしょうか。

赤木 パワエレには幅広い知識が必要なので、当然のことながら人を育てるにも時間がかかります。ですから、企業の需要に大学の供給がなかなか追いつきません。

パワエレは、回路が基本で、制御のことも知らないとだめですし、最新のA/D変換器、DSP、FPGAなどのアナログ・デジタル信号処理の知識も要ります。モータ駆動の研究開発には、当然のことながらモータの知識も不可欠。電力系統のパワエレ機器だったら電力系統の知識も必要。パワーデバイスを使いこなすためには半導体の知識も必須。このように学部の電気電子工学科のほとんどの授業が関係してきます。

電気電子工学科以外の学科を卒業した技術者は、まず回路理論や電磁気学を勉強して、パワエレ回路に進まなければなりません。

もう一つ問題なのは、パワエレの研究指導ができる教員が少ないことです。



拠点大学ですらパワエレの研究室は一つです。なぜそんなに少ないかと言いますと、大学教員の採用には研究業績、どうしても論文数を重視します。パワエレの論文には研究テーマ設定、解析、シミュレーション、実験装置の設計・製作、実験データの評価など工学の論文に必要なほとんど全ての内容が含まれているため執筆に時間がかかります。このため、他分野の教員に比べて圧倒的に論文の数が少ないのです。電気電子工学の分野で幅広く教員を採用するのではなく、パワエレに限定するか、論文の数ではなく論文の質・内容を重視するなど、何かしらの手立てが必要です。

江口 大学で鍛えられた学生は即戦力になりますから、優秀な人材が来てくれることを切に希望します。

富士電機は今、ドイツやアメリカをはじめ海外でもパワエレの研究開発を行っています。海外の人材を採用するにもなかなか難しさがあります。先生からご覧になって、日本の研究者と海外の研究者の違いはありますか。

赤木 アメリカとの大きな違いは、国際的という点です。アメリカのパワエレの学生には、アメリカ生まれアメリカ育ちの人は多くいません。インド人も多いし、中国人もいる。IEEEのパワーエレクトロニクス部門学会の役員会のメンバーも、約30人のうちアメリカ生まれアメリカ育ちの教授は3人程度でした。アメリカ社会は能力さえあれば受け入れるということです。見方を変えると、英語を母国語とする人は大きなアドバンテージを与えられているともいえます。

ただ、いろいろな面で日本はアメリカではなく、特徴が日本と近いドイツと比較した方がいいのではないかと私は常々思っています。アメリカとは国土の大きさも資源も全然違いますから、電気代などエネルギーコストも比較対象にならず、研究の視点もおのずと異なってきます。

II パワエレ技術者を増やすには

江口 パワエレの次世代を担う若手人材を育成するために、企業としてもさまざまな取組みを始めています。筑波大学にパワエレの寄附講座を初めて設けたり、TIA（つくばイノベーションアリーナ）の中で毎年8月に開催されるパワエレのサマースクールの講師を担当させていただいたりもしています。

赤木 2012年のスタート以来、私も講義を担当しています。富士電機の重兼さんの名物講義もありました。副社長自らが90分講義されるとあって、若い学生・技術者は感激して聞いていました。今年から江口さんにバトンタッチされるそうですね。

サマースクールで4日間の講義を受けても、今すぐどうにかなるというわけではありませんが、あのとあの一語がヒントになったと、後で役に立ってくれば良いと思っています。

参加している大学院生は将来、大学や企業でパワエレの仕事に携わる人たちです。もちろん現役の企業の技術者も参加しています。そういう人たちが相手だと、講義をしていても楽しいですね。受講生の目が輝いています。私は大学でも電気電子工学科の3年生後期にパワエレを教えています。受講生60人ぐらいのうち、将来パワエレの仕事に就くのは10%いるかどうかという感じです。

江口 サマースクールのような試みを通して日本の技術者がどんどん育ってくると、パワエレが発展すると思います。

赤木 パワエレのつらいところは、新幹線や冷蔵庫、エアコンなど身近な製品に使われているにもかかわらず、サブシステムであるために一般にあまり知られていないという点です。新幹線（システム）のコア技術の一つであるモータ駆動システム（サブシステム）などは一般の人にも興味深い話だと思いますから、マスコミの方々にはシステムの中のサブシステムに焦点を当てた記事をもっと書いてほしいものです。

江口 一般の人にアピールすることで、将来パワエレに携わりたいという学生も増えるのではないのでしょうか。女性にも飛び込んでほしいですね。

赤木 日本は残念ながら、女性のパワエレ



人口は少ないですね。東京工業大学で13年間ほどパワエレの講義をしています。女子学生は多くて3人、ゼロの年もあります。アメリカですと、MIT（マサチューセッツ工科大学）でもウィスコンシン大学でも女性が一定数います。

江口 富士電機のパワエレの開発センターでは、女性は4人です。もう少し女性に活躍してもらえるようになると、パワエレ技術者ももっと増えるのではないのでしょうか。

赤木 日本の大学でパワエレを理論から実験まできちんと学べるのは15校くらいです。一つの研究室から修士課程を修了する学生は年6人くらいですから、15大学で90人くらい。この貴重な90人の学生を多くの企業が奪い合うことになり、企業は常に技術者不足の状態です。

逆に学生の側から見ると、就職に困ることは全くありません。私の研究室の修士学生は引く手あまたです。博士学生もいろいろなメーカーで活躍しています。マスコミなどで報道されているような“博士課程修了者の就職難”は、少なくともパワエレ分野には当てはまりません。

■ 日本の技術者はもっと世界に出よ！

江口 富士電機も国際化を志向してはいますが、海外からパワエレの学生を採用することは、まだ本格的にはできていません。入社後の言葉の問題があって、なかなか踏み切れないのです。

赤木 外国人にとって日本語の会話はとにかく読み書きが大変ですよ。そのたびに英語に翻訳しては仕事になりません。ただ、日本人技術者にとって英語ができることに越したことはありませんが、良い技術を持っているということが大前提で、英語は2番目なのです。

ある日本人技術者の話ですが、彼は若い頃、たどたどしい英語でしたが、仕事は何とかできたそうです。これはどういうことかと言うと、彼に技術があるから、少しぐらい英語がまずくても相手は一生懸命聞いてくれるということです。技術がない人だったら、いくら英語がうまくても聞いてもくれません。

江口 それが物事の本質ですね。今、富士電機からは6名が海外に留学しています。ドイツのアーヘン工科大学と米国のウィスコンシン大学に行っている者



たちはデバイスが専門ですが、幅を広げるために回路を学んでいます。ETH（スイス連邦工科大）に行っている者はソフトウェアが専門ですが、シミュレーションによるパワエレ装置の設計を学んでいます。企業内の国際化が進むように、いろいろな国に留学生を送っています。

赤木 1年あるいは2年留学していると、その研究室と人的ネットワークができますから、富士電機との交流も盛んになります。留学はそういう意味でも非常に重要です。

私自身、これまでに世界中の多くの国に出張しました。数えたところ、1泊以上した国は36か国になりました。宗教や人種の異なるさまざまな技術者と接してきましたが、1対1で技術の話をする上では、日本人との違いはほとんど感じません。個性の範囲内です。

日本の研究者・技術者の皆さまにはぜひ、欧米のトップクラスの国際会議に論文を発表するなど、日本から積極的に海外に出て活躍していただきたいですね。

江口 富士電機は、パワエレ技術を核にして、省エネルギー、再生可能エネルギーの利用促進、CO₂の削減に取り組み、エネルギーと環境の側面から世界に貢献していきたいという大志を抱いています。ビジネスの国際化で、世界に通用する技術者の育成は急務です。赤木先生には富士電機へのご指導だけでなく、将来のパワエレを背負って立つ若手技術者のご指導もよろしくお願いいたします。本日はどうもありがとうございました。



*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。