

大学の社会貢献：社会人技術者教育への想い



随 筆

谷 口 研 二*

University's social contribution: A thought of engineering education

Key Words : Engineering curriculum, Power electronics, on-the-job-training,
Circuit design

学部生の教育：基礎工学科目の習得が鍵

あるメーカーの入社式で「デジタルの分野ではどんな最先端技術も5年経てば陳腐化するので、退職するまでずっと勉強をしてください」と伝えられました。身近な携帯電話の例では、CDMA2000, W-CDMA, LTE など、通信規格が数年ごとに更新されています。このような日々進化する先端通信技術の教育は大学より企業に任せるべきと考えます。実際、就職しても大学で学んだ専門知識が生かせる部署に配属されるとは限りません。生半可な先端技術を教えるより、数学や物理（分野には化学）を徹底的に教え込むことが学部教育では大切です。実際、電機メーカーで活躍している技術者は大学時代、「情報（数学を含む）」や「物理」を専門としていた例が多いのは自己研鑽を続ける技術者であれば他分野の専門家にもなれることの証左です。

私の場合、大学の専門である「電子工学」とは無関係の材料開発部に配属されましたが、そこでは微分方程式の知識が役立ちました。固体中の原子拡散、発熱体からの熱伝導、反応炉内のガスの流れなど、微視的にみればすべて微分方程式で記述できるので、様々な物理量を電界や電流などに置き換えるだけで異分野の現象を容易にイメージできました。その後、職種が変わっても慌てることなく仕事に取り組めたのは大学時代に学んだ微分方程式（マックスウェル

の電磁界方程式）のお陰です。この経験から大学生の間は、将来の職種変更にも即応できる工学の基礎を徹底的に学んでおくべきだと感じた次第です。

企業技術者を取り巻く環境

昔、企業の就職担当者は「成績が悪くても潜在的な能力があればどんどん学生を採用したい。会社で再教育しますから…」と割り切って青田刈りをしていましたが、今は「即戦力人材を採用したい」と言い方が変わってきています。これは20年ほど前からの変化で、中国、韓国、台湾、シンガポールなどで隆盛を誇るエレクトロニクス産業の煽りを受けて、社内で技術者教育をする余裕がなくなってきたからです。社内教育が崩壊の危機にある今、どうやって技術者を育成していくのが日本企業に問われています。その解決策を論じる前に、エレクトロニクス産業における技術者育成の現状を概観してみます。

新入社員向けの安直な教育法としては、実務を体験しながら先輩の技術者の知識・技能（匠の技）を学ぶOJT（On the Job Training）があります。しかしOJTは対処療法的な問題解決法に過ぎず、その教育効果も先輩の技量や情熱に大きく依存します。特に学部レベルの教育との乖離が大きいエレクトロニクス分野ではOJT教育で技術の本筋を理解するのは難しくなっています。しかるに入社十年も経つと、耳学問とOJTだけでその道の専門家になったと思う管理職がいるのも事実です。さらに日本企業特有の技術者の処遇も先端技術を学習する意欲を削ぐ原因にもなっています。日本では、①失敗すれば「一罰百戒」的な扱いを受ける、②成功者でも特別扱いされないため、目先の問題の解決だけを図る技術者が残って、真のプロの技術者が育ち難い企業文化があります。



* Kenji TANIGUCHI

1948年1月生
大阪大学大学院工学研究科電子工学専攻
博士課程中退（1975年）
現在、大阪大学大学院工学研究科
附属オープンイノベーション教育研究セ
ンター 特任教授 工学博士 電子工学
TEL：06-6879-4127
FAX：06-6879-4127
E-mail：taniguchi@coire.eng.osaka-u.ac.jp

海外の技術者教育

中国に出張したとき、先方の教授から「工学部の場合、中国の方が日本の大学よりずっと高いレベルでエンジニア教育をしている」と言われ、中国の大学の教科書を調べてみました。数学や物理などの工学基礎教育では大差はないものの、実践的な専門教科の教育レベルは、残念ですが日本の大学生が習得可能なレベルを超えていました。この状況は欧米の大学のカリキュラムや教科書をみても明らかです。この元凶は日本の就職事情にあるように思われます。先輩から「入社すれば大学の成績はご破算」と言われる日本人にとって大学時代はモラトリアムの時期で、落第しない程度の成績を残せば良いと考える大学生が多いのです。

一方、専門の能力の多寡が問われる海外では学生時代に実践的な専門教科と真剣に取り組めます。企業が期待する技術分野に集まる学生の中でひと際目立とうとする努力は並大抵なものではありません。この学習意欲の海外との格差はとても根が深くて簡単な解決策はありませんが、それがボディブローのように効いてエレクトロニクス産業の凋落につながっているのでは…と危惧しています。ただ一筋の光明は企業に就職した若手の技術者が学習意欲に燃えていることです。将来、やる気ある若者向けの技術者教育講座を開設し、企業横断的に集まった技術者を育成することがエレクトロニクス産業復興の鍵と思われます。

これに関連して海外の社会人技術者教育の実情を調べるべく、海外の回路設計講習会に何度も足を運びました。スイス、オランダ、フランス、米国、香港などで開催されている講習会は、技術者対象の専門教育講座だけにそれに見合う高いレベルで講義が行われていました。なかでも脅威に感じたことは、①スイス連邦工科大学（ローザンヌ校）やオランダのデルフト大学、香港科学技術大学などの大学で講座が開講されている、②日本では門外不出とされている類のノウハウが公開情報として取り扱われている、ことでした。欧米ではこの類の高度な技術者養成講習を受けて腕に磨きをかけ、さらに高いレベルの仕事を目指す技術者が多いのです。囲碁将棋と同様、アナログ回路設計はプロとアマの差が歴然としており、一人のプロ設計者がアマチュアの10人分以上の仕事ができます。もちろんプロの設計者

には実力に応じた給与が支払われているばかりでなく、彼らは転職するたびに転職先のノウハウを吸収してプロとしての技量をさらに高めています。

思い起こせば30年前までは日本のアナログ回路技術は世界を席卷していましたが、日米半導体貿易摩擦（1980年代後半）以降、守勢にまわった日本企業はアナログ技術情報の漏えいを危惧する余り、技術情報を社外秘にしたのです。一方、海外の大学では、経験と勘に頼るアナログ回路設計を普遍的な形式知にする努力がなされ、回路設計は新しい学問分野として見直されています。外資系企業ではその高度なアナログ回路設計教育を受けたプロ並みの設計者が活躍した結果、今では海外企業のアナログ回路が世界を席卷しています。高度な技術が要求されるエレクトロニクスの分野では匠の世界の教育法は通用しません。しっかりとしたカリキュラムの下で技術者を科学的な思想に基づいて再教育することが必要となってきました。

パワーエレクトロニクス人材育成講座

パワーエレクトロニクス機器に組み込まれた個々の電子部品についてはわが国が世界トップレベルの技術と生産量を誇っていますが、トップダウン的なシステム応用面では劣勢に立たされています。これは、与えられた仕様の下でのデザイン教育が日本の大学でほとんど行われていないことが一因と考えられます。わが国のパワーエレクトロニクス教育を担っている工学部電気系学科のカリキュラムは即戦力人材を育てることを目的にしていません。その理由は、デジタル技術の進展に伴い電気系学科のカリキュラムには伝統的な電気工学科の基礎学問（電磁気、電気・電子回路、制御理論、電気・電子材料など）に加えデジタル通信技術や画像処理・音声認識などの情報系科目もあって、パワーエレクトロニクス関連科目に割ける授業時間数は極めて少ないからです。将来的には大学卒業生の獲得知識と製品レベルの専門知識との乖離を埋める技術者教育が大学の一つの役割になるでしょう。最先端エレクトロニクスを組み込んだシステム応用の分野（例えば携帯電話や自動車のモータ駆動システムなど）では、工学部で学んだ程度の知識では即戦力になり得ないほど技術レベルが進歩しています。もちろん企業にもシステム応用分野を熟知した優秀なシニア技術者はいますが、多忙を極めてい

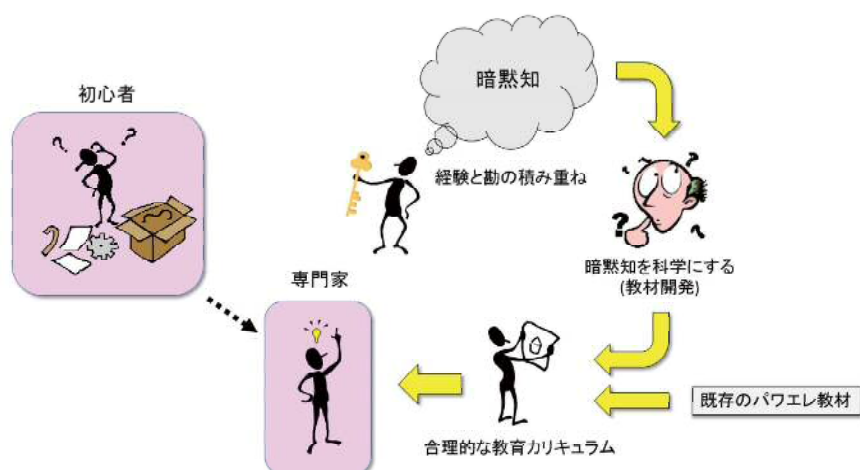


図1. パワエレ技術者育成講座の概念図
①暗黙知を科学に変える教材開発、②合理的なカリキュラム

教育に割ける時間は限られています。このような社会情勢の下、①企業内の特定の技術者が有する暗黙知に科学的なメスを入れ、学問体系に組み上げて専門家向けの教材を作り、②科学的・合理的な方法で高水準のパワーエレクトロニクスを教えるカリキュラムを開発することが大学に求められています。

工学研究科附属オープンイノベーション教育研究センターは、昨年度、NEDO からパワーエレクトロニクス人材育成事業を受託し、下記の重点事項を念頭に置いたカリキュラムで社会人技術者教育を実施しています。

(1) 現象の本質を捉える教育

専門基礎科目の教科書では数式を用いて現象を説明していますが、優秀な技術者は頭の中で物理現象の本質をイメージ化しています。例えば、表皮効果（高周波電流は金属の表面付近を伝導する現象）は電磁誘導から容易にイメージ化できます。本コースではスイッチング電力変換機器でみられる各種物理現象をイメージ化した教材を使って受講者の頭の中にそれらのイメージを定着させ、回路図をみるだけでその電気的特性が推測できるレベルにまでデザイン能力を高めます。

(2) ケーススタディ：製品の中身を知る

市販のACアダプタやバッテリー充電器、モータ駆動インバータなどを分解し、各種部品を取り外しながら、その規格、部品の配置状況、レイアウトの様子を詳しく調査し、その回路図を作成します。この時、当該電子部品が使用された理由と根拠を検討

し、座学で得られた知識の定着とその有用性を再確認します。

(3) プロジェクト設計：科学的な技術開発の方法を会得

製品の開発段階で観測される想定外の現象は幾つかの要因が組み合わさって発生していますが、それらの要因をイメージ化して頭の中で合成すれば結果を推定することができます。もし観測結果と推定値の間に大きな差があれば、その差を埋める仮説を立てて再び思考実験を行い、その結果を再び推定します。このような「仮説の構築と思考実験の繰り返し」をすれば観測結果の裏に隠れた物理現象の本質を捉える実力が付くはずで、この製品開発のプロセス（科学的な技術開発の方法）を会得することを目指します。



図2. “プロジェクト設計”におけるDC-DCコンバータの実習風景

工学部を退職して6年、現在、工学研究科附属オープンイノベーション教育研究センターでNEDO委託事業「パワーエレクトロニクス人材育成」講座を担当しています。この事業のルーツは民間企業の社内技術者教育を工学研究科が受託した12年前にまで遡ります。製造中核人材育成事業（中小企業庁）に工学研究科の社会人教育プログラムが採択され、それを契機に工学研究科に附属高度人材育成センターが発足しました。2年後、企業からの委託教育事業に移行したアナログ回路講座はこれまで1,000人を超すエレクトロニクス技術者を育成してきました。昨年度は高度人材育成センターがオープンイノベーション教育研究センターへと名称変更すると同時に、NEDOから「パワーエレクトロニクス人材育成」事業を受託しました。この人材育成事業は、経営環境の厳しいエレクトロニクス業界からの強い要請で始

まった経緯もあり、今年も大阪大学の社会貢献の一事業として講座を継続していきます。ご興味のある方は下記のホームページをご覧ください。

<http://www.coire.eng.osaka-u.ac.jp/pejinzai/>

index.html

履歴

1975年：工学研究科電子工学専攻の博士後期課程中退。

同 年：東京芝浦電気(株) 総合研究所在任中、米国MIT留学(1981-1982)

1986年：大阪大学工学部助教授

1998年：工学研究科教授

2011年：奈良工業高等専門学校校長

2016年：工学研究科附属オープンイノベーション教育研究センター 特任教授

