

科学よもやま話

佐藤 勝昭

東京農工大学 副学長



オーム社 わかる電気の実務誌 **新電気**

2005年1月号(Vol.59 No.1)～2006年12月号(Vol.60 No.12)抜刷

目次

- 第1回 …… 世界物理年によせて
- 第2回 …… 科学の地下水脈を育てよう
- 第3回 …… 天災は忘れずにやってくる
- 第4回 …… 人間の眼、カメラの目
- 第5回 …… 議定書とプロトコル
- 第6回 …… 科学技術と遊びの文化
- 第7回 …… ビールの色
- 第8回 …… 船と機能美
- 第9回 …… 細菌と結晶
- 第10回 …… ゆとり教育と複素平面
- 第11回 …… 古さと新しさの同居 ベルギーの先端技術研究
- 第12回 …… 聖ニコラスとサンタクロースのプレゼント
- 第13回 …… 「なんでもQ&A」に見る最近の技術者
- 第14回 …… 金色の石を食べるバクテリア
- 第15回 …… もっと自然エネルギーを
- 第16回 …… 技術者倫理とコンプライアンス
- 第17回 …… eラーニングをもっと活かそう
- 第18回 …… PDCAサイクルと認証評価
- 第19回 …… 青少年の理科離れ
- 第20回 …… 高温超電導の工業化
- 第21回 …… 2007年問題と技術・技能伝承
- 第22回 …… 地下鉄と市街電車
- 第23回 …… 右脳と左脳
- 第24回 …… 技術革新と主役交代

科学よもやま話

第1回

世界物理年によせて

佐藤勝昭



はじめまして、今号からこのコラムをお引き受けすることになった佐藤です。大学では、物理システム工学科で電磁気学や物性工学の講義を担当するほか、21世紀COEプログラム「ナノ未来材料」のメンバーとしてナノ電子材料の基礎研究をしています。

このコラムでは、国際会議のために訪れた世界各地の風景を私の水彩スケッチでご紹介するとともに、科学する心をもつ若い方々を元気づけるような小文をお届けしたいと思っています。

第1回目にお届けするスケッチは、フランス西部ブルターニュ地方の風光明媚なマリニリゾート、ベノアの風景です。この町はオザワの河口にあり、国際的なヨットレースが開催されることで知られています。2002年に日本応用物理学会主催の光磁気国際会議（3MORS2002）が開催されました。

さて、2005年はアインシュタインが相対論など重要な三つの理論を発表してから100年目にあたり、国連は「世界物理年」に決めました。

この100年間の物理学の成果が、今日のIT技術やハイテクの発展を支えてきたといっても過言ではありません。日本は、科学技術立国を標榜し、機械、電子、化学などの産業を興して近代化産業社会を実現しました。しかし、こんなにも物理をはじめとする科学技術の恩恵にあずかっているにもかかわらず、日本の多くの人々の科学離れが進んでいるのは残念なことです。2001年、日本人の科学リテラシーは先進国では最低のレベルにあるというOECDのレポートが出され、多くの人々にショックを与えました。さらに、2004年のOECD調査では、日本の15歳の数学的活用力は2000年度の1位から6位へ低下したことが指摘されました。



ヨットのある風景（フランス、ベノア）佐藤 画

若い人の理科離れ。特に、物理離れが進んでいます。本誌の読者には考えられないことでしょうが、物理を選択する高校生が1学年300人中16名なんていう私立進学高もあるようです。これでは科学技術立国が看板倒れになります。「世界物理年」の今年こそ、理科教育をもっと魅力的にして、このような傾向に歯止めをかける年にしたいものです。眠てしない宇宙への夢、人に優しい科学技術、今後とも物理はその指導原理を与え続けるはずだからです。

科学よもやま話

第2回

科学の地下水脈を育てよう

佐藤勝昭

今回お届けするスケッチは、ルクセンブルクの冬の光景です。ルクセンブルグ大公園はベルギーとフランスとドイツに囲まれた面積2608km²（神奈川県と同じくらい）、人口33万の小さな国です。大公の館のある首都ルクセンブルグ市の中心部は周囲を切り立った断崖で囲まれた難攻不落の地にあります。スケッチは、断崖の下にある街グレントの冬の風景です。この小さな国はアルセロールという国際的な鉄鋼業を擁する工業国です。また、この国には300もの銀行が集まり、国際金融センターの一つともなっています。多くのヨーロッパの国は決して大きくないけれど、小国でもびりりとまいセンショウのように、個性をもって独自の生きざまを示しています。

国際的な学会や研究会に出席するたびに感じることは、ヨーロッパには科学の地下水脈がとうとうと流れていることです。ヨーロッパの研究者の多くは、流行にあまり左右されず、直観の実用化をめざすことなく独自のフォロフワーに忠実に、黙々と基礎的な研究を進めているように思えます。そのような地下水脈の中から、予期せぬような発見や発明が湧きだし、その成果が応用に結びついています。例えば、ハードディスクの再生用磁気ヘッドに用いられるGMR（巨大磁気抵抗）効果は、フランスの科学者フェルトが純粋に物理的探求心から見出したものです。但しそのような息の長い研究をサポートしています。長い年月にわたって、科学を育て上げてきた伝統に裏打ちされた自前のなす技でしょう。

わが国の科学技術政策を見ますと、科学技術基本計画にそって科学技術予算は着実に増加しています。科学技術立国をめざすという国家目標のもと、文部科学省の科学研究費も倍以上に増加しました。JST¹⁾やNEED²⁾を通じた競争的研究資金



谷あい町（ルクセンブルグ）佐藤 画

も多く用意されました。21世紀COE³⁾のように次世代の研究拠点を形成するための施策もとられています。しかし、ともすれば即効性のある技術開発に多くの研究費が配分される傾向にあります。一方で、国立大学の法人化にともなって、研究室に配分される研究費は大幅に減少され、競争的研究費が得られない研究者は研究を継続できなくなりつつあります。研究者の間の競争的環境も必要だと思いますが、次世代技術のブレークスルーにつながるような夢を育てるために、文部科学省は地道な研究にも目を向けて科学の地下水脈を育てていただきたいものです。

（東京理工大学 大学院共生科学技術研究部 教授）

1) 新技術開発事業、科学技術振興機構 2) 新技術開発事業、科学技術振興機構

3) 文部科学省のウェブサイト、2002年発表、各大学から選出された研究拠点、次世代の研究拠点（Creative excellence）2002年度から2005年度まで75大学が参加

科学よもやま話

第3回

天災は忘れずにやってくる

佐藤勝昭

今回お届けするスケッチは、南仏プロヴァンス地方の古都エクス・プロヴァンス(Aix-en-Provence)の広場で見つけた早春の花市の風景です。この町にはセザンヌのブトリエがあり、有名なサンピクトワール山の麓はここで爆かれたということです。さて、めったに大地震の起きないフランスですが、この町は、1909年に町の北3kmにあるランベスタを震源とする3.6Mの地震に見舞われ、建物の崩壊などで46名の犠牲者があったそうです。

「天災は忘れたころにやってくる」といわれますが、昨年は風水害、地震、津波と、忘れないうちに次々にやってきて大きな被害をもたらしました。

この「天災は」という格言は、雪や氷の研究で有名な中谷宇吉郎が、寺田寅彦の言として紹介したことにより広まったといえます。しかし、寺田の著作にそのような記述はなく、目明から寺田の考えを聞いていた中谷の創作だということのようです。

寺田は関東大震災翌年の1924年の著述*の中で



南仏エクス・プロヴァンスの早春の花市風景 佐藤 画

地震の予報にふれ、「もしも星学者が日蝕を予報すると同じような決定的な意味でいうなら、私は不可能と答えない。しかし、たとえば医師が重病患者の死期を予報するような意味においては将来可能であろうと思う。…要は、予報の問題とは独立に、地震の災害を予防する事にある。最大限の地震に対して安全なるべき施設をさえておけば地震というものはあっても恐ろしいものではなくなるはずである。」と論じています。

それから80年。現代の科学技術は当時とは比べものにならないくらい飛躍的な進歩をとげました。GPSやレーザを用いて微小な地殻変動を計測する高度の観測技術が発達し、プレートテクトニクス理論にもとづくコンピュータ・シミュレーションも進展したので、現代人は、寺田の言う「重病患者の死期」くわいのレベルで予知できるようになったのでは—と考えるがります。しかし、神戸や新潟で起きた地震は、律率的にも予言できませんでした。多くの地球物理学者は今も地震の短期的な予知は不可能と考えています。日経新聞は、2004年11月17日の社説で、地震予知を防災計画の柱に据えてきた政策を転換して、減災を柱にすべきと提言しました。80年も前に寺田が述べた言葉が再評価されているのです。

減災という視点で見ると、神戸の地震が新潟に生かされたと思うことがあります。それは、火災の少なさです。ガス管がフレキシブルな強化ビニールに置き換えられほとんど破損しなかったこと、各社のマイコンメータの作動でガスが自動遮断されたことが寄与したのです。また、鉄道高架橋の補強がされていたため傾倒の崩壊はなく、脱線事故は起きましたが、被害が最小限にとどまりました。耐震構造の整備、通信手段の複数化、リスタの分散など、今回の地震は多くの課題を残しました。現代の科学技術の粋をあつめて、起こりうる災害に有効な働きをしておくことこそが重要です。「天災は忘れずにやってくる」のですから、

(東京農工大学 大学院共生科学技術研究部 教授)

*地震関係：寺田寅彦全集第4巻、旺文書房 p.56

科学よもやま話

第4回

人間の眼、カメラの目

佐藤勝昭



今回おとけするスケッチは、パリから高速地下鉄で1時間半くらいの郊外にあるドルダンという町で描った古い街並みの風景です。この町は旅行案内書にも載っていない小さな城下町ですが、町はずれにリゾートがあり、私はそこで開かれた非線形結晶光学に関する小さなワークショップに招かれてこの町を訪れました。

今回は編集部にお願ひして右上に同じ場所で撮った写真を掲載させていただきました。スケッチのほうが、写真よりずっと自分の見たままに近いと思っています。このように最先端の写真が、自分の見た風景の印象とか、そこでの感覚を伝えていないと感じることは、よく経験することです。

この違いは、どこからくるのでしょうか。それは、人間の眼が脳に作り上げる画像が、カメラの画像と違って非線形であることによるのです。目の隅から現れたばかりの月は天空高く見上げる月よりはるかに大きく見えるけれど、写真に撮ると同じ大きさであるということがその一例です。ここに描いたスケッチでは、遠景の樹木や屋根の煙突、アンティークな看板などが強調されています。往視点付近の視野角30度程度以内の領域が強く認識される一方、情報量の少ない全天の大きな空間は無意識のうちに圧縮されているのでしょう。したがって、写真を見て風景画を書くとき、（筆力にもよりますが）現場でのスケッチに比べ迫力が不足しがちになるのです。

人間の視覚は経験や学習によって状況に適応して柔軟に形作られます。研究によれば、視細胞からの情報はそのままストリークに脳に伝わるのではなく、複数の神経細胞のシナプスから上位の神経細胞へと伝わる何段階かの過程を経て特徴的なパターンが抽出され、脳に伝送されると考えられています。各シナプスからの情報にウェイト



古い看板のある風景 ドルダン（フランス） 佐藤 画

付けをして情報伝達が行われますが、ウェイトは学習を通じて変化するそうです。この考え方を回路網に適用したのが人工神経回路網（ニューラルネットワーク）の概念です。図形や文字を認識する人工網膜チップという集積回路素子や、セキユリチーのための生体認識には人工神経回路網の概念が使われています。

神経細胞学、電子工学、情報工学という分野の垣根を超えた学際的研究が進めば、もっと人間の目に近い「学習するカメラ」ができるでしょう。もっとも私たち絵描きにとっては脅威かもしれません。

（東京農工大学 大学院農生科学技術研究部 教授）

科学よもやま話

第5回

議定書とプロトコル

今回お届けするスケッチは、おなじみのパリの凱旋門です。この絵を描いた日はたまたま第2次世界大戦の終戦記念日（戦勝記念日）で、凱旋門には大きな三色旗が掲げられ、シャンゼリゼ通りも旗で埋め尽くされていました。

凱旋門の構想を立てたのは有名なナポレオン（ボナパルト）で、戦が成功の機微にあった1806年のことです。しかし、凱旋門が完成したのは、ナポレオンの死後の1836年のことでした。皮肉なことに、1814年にナポレオンは敗戦を喫し、エルバ島に流刑になりました。この年、列国とルイフィリップ王との間で結ばれたのが第1次パリ条約でした。

パリ条約という名称は、これだけでなく、スベ

佐藤勝昭

イン・イギリス7年戦争後の1763年、米国独立戦争後の1783年、クリミア戦争後の1856年、米西戦争後の1898年、第2次世界大戦後の1947年など多数見られます。パリは、条約だけでなく、議定書という国際的取り決めの開催地としても歴史的な舞台を提供してきました。パリ議定書としては、1994年にパレスチナとイスラエルの間に結ばれたものが有名ですが、ラムザール条約実施のためのパリ議定書(1982)もよく知られています。

さて、「議定書」という言葉ですが、2005年に地球温暖化防止を取り決めた京都議定書が発効したことで急に知られるようになりました。議定書のことを英語でプロトコル(protocol)といいます。プロトコルというと、読者は、IP（インターネット・プロトコル）や、FTP（ファイル・トランスファー・プロトコル）など、ネットワークを介してコンピュータ同士が通信を行ううえでの通信手順、通信規約をまず思い浮かべるでしょうが、語源は先に述べたような国際的な取り決めにあったのです。

プロトコルに限らず、一般にコンピュータ用語は、サーバ、アクセス、ブラウザ、パケット、タグなどのカタカナ書きの外来語が使われるため、「コンピュータはむずかしい」と初学者に敬遠される原因になっています。しかし、もとの意味は、それぞれ、動仕人、入手、本の扱い読み、小伝、名札というような日常用語なので、英語圏の一般人にとってコンピュータ用語の難しさはあまり高いものではありません。わが国においても、日常の日本語がコンピュータ用語として定着する日が来るとよいのですが。

（東京農工大学 副学長）



戦勝記念日(5月8日)のパリ凱旋門 佐藤 画

科学よもやま話

第6回

科学技術と遊びの文化

佐藤勝昭

今回お届けするスケッチは、前回に引き続きパリのシャンゼリゼ通りで描いた祝日の風景です。多道に店を張りだしたレストランやカフェで青空のもとで食事をする風景は、日本でも珍しくなくなりましたが、やはり本場はパリでしょう。休日ともなるとシャンゼリゼ通りのレストランはどこも大勢のお客さんでいっぱいになります。フランスの人々はみんな遊び好きで、本当に人生を楽しんでいるように見えます。

エコノミックアニマルなどと揶揄される日本人ですが、元来どの国にもひけをとらないくらい遊び好きだったのです。遡ること300年前の江戸時代の市民社会では、歌舞伎、文楽、落語、俳句、俳句、浮世絵、茶の湯、生け花など遊びの

文化が花盛りでした。科学技術もまた遊び道具になりました。西欧から輸入された時計の技術は、発展して「からくり人形」として人々を楽しませました。静電気発生装置（エレキテル）は、「百人おびえ」という遊び道具として物見高い市民の間にはやりました。

今では、カラオケ、パチンコ、マンガ、アニメなど、日本発のエンターテインメントが世界中を駆けめぐっています。ウォークマン、ミニディスク（MD）、携帯ゲーム機、デジタルカメラ、DVD、携帯のiモード、カメラつき携帯電話、薄型テレビなど、日本人は今も科学技術の成果をつぎつぎと遊び道具に変えているのです。

最近の若者達を驚かせているのは、子供の頃からパソコンのキーボードやゲーム機に触れて育ったので、ハイテク遊び道具を実に上手に使いこなしていることです。メールはもとより、ネットとの付き合い方も実に手慣れたものです。彼らはきっと私たちが思いもつかないようなハイテク遊びを生み出したり、それに臨み足りないで新しい技術を開発したりすることでしょう。

その一方で、若者達は、数学や理科の学力だけでなく、倫理観や国語力など大切な物をなくしました。数学や理科は高等教育で補うことができますが、文化を支える倫理観と国語力の回復は簡単ではありません。基礎になる確かな学力をとりもどし、高い倫理観と言葉の力を取り戻したとき初めて、ホシモノの「遊びの文化」を創造することができるでしょう。今年はじまった初等中等教育の見直し、再構築に期待したいものです。

（東京農工大学 副学長）



祝日のシャンゼリゼ通り 佐藤 画

科学よもやま話

第7回

ビールの色

今月お届けするスケッチは、ベルギーのリューベンという町のピアレストランを描いたものです。リューベンは首都ブリッセルの20km西にある人口9万人くらいの中規模都市で、15世紀に設立された伝統あるリューベントリック大学(KUL)を擁する学園町として有名です。近年では国際マイクロエレクトロニクス研究所(IME)が設立され、ヨーロッパにおけるハイテクの中心となっています。

ベルギーといえば地ビール、その種類は500を超え、一説には800ともいわれています。このスケッチに描かれたピアレストランも、画面右手にある煉瓦造りの建物の中にビールの醸造所があって、作りたての地ビールを店に提供しています。

日本でビールといえば、琥珀色でホップの強い苦みのあるビールを思い浮かべるのですが、ベ

佐藤勝昭

ルギーでは、色も白く濁ったものから、褐色、黒までさまざま。味も酸味のもの、フルーティーなもの、ドライなものとかれまた千差万別です。

ビールの製造プロセスは、以下のようになっています。まず、麦に水を加え穀の中で芽生えさせて作った麦芽を焙燥してモルトを作ります。それを粉砕して湯を加えデンプンを糖分に換え、ビール酵母に食べさせてアルコール発酵させるのです。ビール独特の香りは、焙燥の際にアミノ酸と糖の反応で生じたアルデヒドによるもので、ビールのコクは、酵母が食べ残した多糖類やタンパク質によるといわれています。

さて、ビールの色ですが、主として麦芽の焙燥でできた褐色の色素メラノイジンがもとになっています。この色素、活性酸素を取り除く効果があるとして、ポリフェノールとともに注目されている化学物質です。色はモルトを焙燥する際のプロセスで違い、低温だと淡い色、高温だと濃い色になるそうです。なお、白いビールは小麦の麦芽を使うため、タンパク質の含有量が多く、光の散乱によって濁って見えるのが原因だそうです。

ビール瓶が茶褐色に着色されているのはなぜでしょうか。ビールを日光に当てると、ホップに含まれる成分が青から紫外線にいたる波長の光を吸収して光化学反応を起こし、「日光臭」を発生するので、短波長の光の侵入を防ぐためなのです。

ビールは輸入の缶と経路だけで醸造されていると思われがちですが、科学的な視点にもとづきめの細かいプロセスの管理があって初めておいしいビールができるのです。物の本に「ブルワー(ビールの醸造者)は芸術家であり科学者だ」と書いてありました^{*}。こんなところにも科学が活かされているのですね。

(東京農工大学 副学長)



煉瓦造りのピアレストランリューベン(ベルギー) 佐藤 画

^{*} 藤原ヒロユキ 著「知識ゼロからのビール入門」(法文館)

科学よもやま話

第8回

船と機能美

佐藤勝昭

今月のスケッチは南仏マルセイユの旧港(Vieux Port)の風景です。南から数キロ離れた高台にある国鉄の駅からこの場所に来るには、地下鉄を利用します。旧港駅のエスカレータを上り詰めたとき、眼前に広がるのがこの風景です。

マルセイユは地中海を望む南仏最大の港町であり、フランス最古の都市です。その礎は、紀元前600年頃ギリシアのフォカイア人が築いた植民都市マッサリアに遡るといわれます。

旧港は湾内にあり、北側のサンジャン要塞と南側のサンニコラ要塞にはさまれた狭い水路で地中海につながる良港です。マルセイユはこの港に恵まれ古くから商都として栄えました。モロッコなど北アフリカの旧植民地との交易港としても重要です。今では貿易の機能は湾外の新港

に移り、旧港は、レジャー用の小型船舶の停泊地となっており、遠景には描ききれないくらい多数のヨットやクルーザーなどが見られます。

私は、港や船を描くのが好きです。小さな旧港のイカ釣り船、魚市場で水揚げ中の漁船、造船所で建造中の大型船、浪道に打ち上げられた廃船…。船が画家を惹き付けるのは、その機能美です。

機能美を追求しつづけたフランスの建築家ル・コルビュジエは、「海に浮かぶ船を見よ、一その船体の優雅な曲線を、先から平面への穏やかな変化を、その竜骨の強さを、その船首の洗練を、その帆柱と索具の対称性と豊かな網目細工を、威厳のある風の格好、帆を見よ。」と書きました^{*}。船べりの優雅な曲線は、決してデザインのみから作り出されたものではなく、流体力学的な必然性をもっています。矢に向かってすくっと立つ帆柱は、風をはらんだ帆布が受ける力を支えるに十分な力学的な強度を保證しています。これらは長い歴史の中で磨き上げられてきた船大工たちの経験と技術によるものですが、豊かな美的センスがなければ機能美は生まれなかったでしょう。

最近の大型船舶、航空機、新幹線、車両などは流体力学にもとづいたコンピュータシミュレーションによって設計されています。その結果、ともすれば機能性を高めることに主眼がおかれ、無機的で無粋なものになってきました。高い性能を追求することも大切ですが、そこに美的要素を加えるセンスも必要ではないでしょうか。

(東京農工大学 岡学長)



ビューゴルト(旧港)の朝(マルセイユ) 佐藤 画

^{*}ル・コルビュジエ:『建築をめざして』(吉岡隆正訳)

科学よもやま話

第9回

細菌と結晶

佐藤勝昭

今月のスケッチはフランス東北部のアルザス・ロレーヌ地方の州都ストラスブールの風景です。ボン・タペールとは、カパーのある橋という意味で、昔は屋根があったことからこう呼ばれています。ストラスブールはライン川の河畔にあり、舟運による物資の集散地としても役割を果たしてきました。アルザス・ロレーヌ地方は独逸国境にあり、歴史的には帰属をめぐる独逸国間で何度も争いがありました。第2次大戦後、民投票によりフランスに所属しています。ストラスブールには欧州議会の象徴として欧州議会議事堂が置かれています。

さて、この地にルイ・パスツール大学があり、そこに物理学者の友人を訪ねて何度かこの地を訪れました。ルイ・パスツールは、19世紀のフランスが生んだ偉大な生化学者です。あまり知られていないことですが、彼はもともと結晶学の研究者で、酒石酸結晶の光学活性に関する博士論文

Reinhold Cornu



ボン・タペールから大聖堂を望む(ストラスブール) 佐藤 画

(東京農工大学 副学長)

により、ストラスブール大学の化学の教授の地位を得たのです。その後、彼の関心は醸造学に移り、リール大学の学長兼教授だったころ、ワイン醸造家の依頼を受けて、ワイン発酵時の腐敗の現象を研究しました。彼は、腐敗が細菌(乳酸菌等)によることを突き止め、沸騰のち空気を遮断したガラス瓶中では腐敗が起きないことをつきとめ、生物の自然発生説を打ち破ったことで有名です*。この実験の応用として低温加熱滅菌法(pasteurization)を開発しました。パスツールが近代細菌学の父と呼ばれるのはそのためです。

話は変わりますが、ナノサイズの結晶を作る細菌があることをご存じでしょうか。結晶細菌と呼ばれる細菌がそれです。この細菌は細胞内に結晶核という無機物の半結晶を10~20個形成します。結晶核は結石の性質を持っています。一つの結晶は直径が50~100ナノメートルの球形や多面体にいたるさまざまな形状の小さなものです

が、菌体内で覆われていて互いにくっつかないで数珠状に1次元に並びます。結晶細菌は菌体内で菌体内で水中深く潜って行こうとします。菌体内のタンパク質が結晶核の成長を助けているのです**。その意味で、生命の起源とも関係あると言われています。いまでは、バイオテクノロジーで結晶をもたない細菌に結石を作らせることも可能になりつつあります。酵母にナノ結石を作らせて醸造し、発酵終了後、結石で取り除くなんてことができれば、きっとパスツールは喜ぶことでしょう。

* 柴田村治監修「偉大な科学者の軌跡」(研成社、1978年)を参考にしました。

** 松本 浩「生物が作るナノメートルサイズの複合材料」学術月報、57(12)、159~163(2004)

科学よもやま話

第10回

ゆとり教育と複素平面

佐藤勝昭

今月お届けするスケッチは、パリ5区にあるパンテオン前広場から見た風景です。正面の壁につつまれた建物はリュクサンブール宮殿。さらに遠方に見えるのはエッフェル塔です。この付近には、パリ第4大学（ソルボンヌ大学）などの大学、エコール・ノルマル・シュペリオールなどの高等専門学校（グランゼコール）が立ち並び、カルチエラタンと呼ばれる学園地区になっています。

複素関数論で有名な数学者コーシーは、1802～1804年、この地にあったエコール・サントラル・デュ・パンテオンで古典言語を学びました。「数学を学ぶ前に古典言語を学ぶのがよい」というラグランジュとラプラスとの勧めで、この学校に入学したのでそうです。卒業後、彼は理工科大学（エコール・ポリテク）に入学し、アン

ペールに解析学を学びました。その後（1814年頃）、彼は、複素平面における積分の理論、留数定理など、複素解析のもとになる多くの基本概念を生み出しました。電気回路における交流現象の複素解析の基本は、19世紀の初頭に確立していたのです。

わが国では、平成18年度以降に大学に入学してくる学生がこの「複素平面」を高校で学んでこないというので、どこの大学の電気系学科でも頭を悩ましています。ご承知のように文部科学省は、初等中等教育において「ゆとり教育」を導入しました。その結果、以前は中学で学んでいた数学・理科の教育内容の多くが高校に移行するとともに、いくつかの内容を高校の課程から削除しました。その一つが複素平面です。新課程要領では、複素数自体は二次方程式の解のところで教えますが、実数軸と虚数軸で張られた二次元の平面で複素数を表すことを教えるはならないことになりました。これでは、コーシー先生に願掛けができませんね。

電気系の学科では、これまで「基礎電気回路」を専門基礎として1年次に配置してきましたが、フェーザ表示の前提になっている複素平面の概念を知らない学生に対応するためには、新たな導入教育を設置するほか、専門基礎教育のスタートを遅らせるなどの工夫が迫られています。

入学生の学力低下があるにもかかわらず、卒業生のタオリティに対する社会の要請は厳しさを増す一方ですから、大学の教育課程を根本的に見直すことが必要なのは言うまでもありません。同時に、文部科学省は「ゆとり教育」とのべアであったはずの「確かな学力」にも十分配慮した初等中等教育の再構築を、速やかに進めていただきたいものです。

〔東京農工大学 副学長〕



パンテオン前の広場から見たパリ・カルチエラタン風景。正面にリュクサンブール宮殿、エッフェル塔を望む。

科学よもやま話

第11回

古さと新しさの同居 ベルギーの先端技術研究

佐藤勝昭

今月のスケッチは、路地裏から見たリュウベン（ベルギー）の市役所です。ゴシック様式のこの建物は、15世紀に建造されたヨーロッパで最も美しい市役所だといわれています。この建物の壁のくぼみ（ニッチ）には236もの彫像が置かれていて、その豪華さを演出しています。彫像の設置は19世紀の文豪ビクトル・ユゴーの勧めで始まりました。1階には芸術家や法王の彫像が、最上階にはこの地方を支配した君主たちの彫像が飾られています。興味深いのは2階の彫像で、当初予定したキリスト教の聖人の彫像を変更して、職人、商人、政治家などの彫像を飾ることで資金を集めたのだそうです。

この地には、ベネルックスで最も古いリュウベ

ンカトリック大学（KUL）があります。設立は1425年ですから日本で言えば室町時代です。学生数28,000人（うち留学生3,000人）というマンモス大学です。KULが人口80,000人のリュウベン市の経済を支えているといっても過言ではありません。

KULのキャンパスは隣接して欧州のマイクロエレクトロニクス研究の牙城IMEC（国際マイクロエレクトロニクスセンター）があります。ベルギーは、フランダース（オランダ語の一方言）地域と、フランス語地域に分かれていますが、ハイテク立国をめざすフランダース地域の政府の呼びで1984年に設立されました。面積5,000m²と3,200m²の二つの最先端のクリーンルーム棟を有する高度研究施設です。

この研究拠点は、地域のLSI産業及びKULとの密接な連携のもとにハイテク研究を進めると同時に、国際連携にも熱心に取り組み、米国、日本、中国にもオフィスを持ち、日本はじめ48ヶ国から研究者を受け入れています。

運営費1億5千ユーロの62%を負担するのは外国の企業で、地元企業の負担は24%に過ぎません。基礎研究重視の欧州にあって、IMECは先端技術の開拓の先頭に立つ希少な存在です。オランダのフィリップスは45nmノードのCMOSプロセスにIMECで開発された技術の成果を活かそうとしています。

古さ（伝統）と新しさ（先端技術）の同時、地域振興と国際化の調和、大学と産業の連携…等々、IMECの努力は欧州で高く評価されています。わが国も、国家・地域の枠を超えて先端技術の進展を図る欧州の知恵に、学ぶべきところがたくさんあるでしょう。

（東京農工大学 副学長）



路地裏から見たリュウベン市役所 佐藤 画

科学よもやま話

第12回

聖ニコラスと サンタクロースのプレゼント

佐藤勝昭

今月お届けするスケッチはルクセンブルクの市庁舎前の広場(プラース・ダルム)で見たクリスマスマーケットの風景です。ヨーロッパではクリスマスの前4週間はアガベントといってクリスマスの準備期間が行われます。各地の広場には、クリスマスマーケットが立ち、ブリーの飾りやプレゼントを買い人で賑わいます。ここで、ダリュウワインというホットワインを飲みました。レモンを入れた大きな容器でワインを温め、コップに注いで売っています。

ヨーロッパには、12月に2度祝日があります。6日の聖ニコラスの日と25日のクリスマスです。聖ニコラスの日には、教会所に子どもたちが集まり、大司教の贈り物をかぶり聖ニコラスに扮した人がやってきてお祝いをしたあと、よい子にプレゼントを渡します。一方、クリスマスの方は、教会のミサに参列して静かにキリストの生誕を祝うのです。

サンタクロースがクリスマスにやってきて、子どもたちにプレゼントする現在の風習は、米国起源です。オランダ移民が聖ニコラス(オランダ語でシンタークラス)の日の習俗をクリスマスに

持ち込んだのが始めだといわれています。最近では、クリスマスにプレゼントを贈る習俗がヨーロッパに運輸入され、子どもたちはプレゼントを2回もらえて大喜びです。

これは風習の運輸入の例ですが、文化の運輸入は、美術にも見られます。現代日本人の大好きなマホ、モネ、ゴッホ、セザンヌらフランスを舞台に花開いた印象派の絵画は、北斎、歌麿ら日本の浮世絵の技法が大きな影響を与えていたことはよく知られています。

科学や技術の世界では、運輸入や相互交流は日常茶飯事です。液晶ディスプレイのプロトタイプは米国発ですが、日本の技術が薄型テレビという信頼性の高い家電製品にまで進化させ、米国に運輸入されています(もっとも、最近では日本のお家員が韓国に奪われているようですが)。高感度の撮像素子として有望な磁気トンネル素子^{*1}の理論は米国オリジナルですがそれを再現性よく作製する技術は東北大学によって開発されました。すると、その技術に目を付けた米国の企業がMRAM^{*2}という不揮発性メモリ素子のプロトタイプにまで

仕上げました。そして、この技術は日本に運輸入され、次世代メモリチップとして開発研究が進められています。

科学技術の国際化の進展とともに、このような国境を越えた技術のキャッチボールはますます盛んになることでしょう。これこそが、科学技術発展という豊かなプレゼントを人々にもたらす「サンタクロース」ではないでしょうか。



ルクセンブルグ市庁舎前のクリスマスマーケット風景 佐藤 画

*1 絶縁体の絶縁物を金属磁性体でサンドイッチした構造の素子。大きな電気抵抗効果をもつ磁気感受度が高い。

*2 magnetic random access memory

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第13回

「なんでもQ&A」に見る最近の技術者

新年おめでとうございます。この連載を始めはや1年が経ちました。本年も、科学技術の話題を通して、現代社会の問題点の指摘や改革への提言などをしていきたいと考えていますのでお付き合い下さい。昨年は、スケッチに関連した話から科学につなげるというスタイルをとりましたが、話題が限られるので、今号からは話と絵とをリンクさせないことにしました。

私が研究室のホームページに「物性なんでもQ&A」というコーナーを開設してから3年になります。メールで寄せられた物性関係の質問に対してメールでお答えし、そのやりとりを編集してWebに貼り付けています。これまでに約700件のQ&Aがアップされています。質問は企業の研

究職、技術職、大学院学生など、研究・開発に関連した方からのものが主流ですが、さらには、神奈川の中学生の「夕日の色の变化の仕組み」、静岡の高校生の「トンガの意外な温度感」、建築関係者の「鉄、アルミ、ステンレスの熱膨張係数」など幅広い層におよび、インターネット検索もここまで日常的になったかと感嘆していることがあります。

しかし、本来なら図書館に行っているような文庫を調べるべきなのに、ハンドブック代わりに安易にインターネット検索に頼っているような感じがなきにしもあらずです。

私は、決してインターネットで情報を得ることを否定しているわけではありません。上手に利用すれば、得られる情報の幅が広がると思っています。英語で検索すると日本語の何百倍もの情報が見つかります。特に、欧米の大学の授業用サイトは信頼性があります。日本ではほとんど研究されていないマイナーなテーマでも世界で探せば見つかります。世界にはいろいろな人がいるものだと思心することしきりです。

確かにインターネットは便利ですが、得られる情報の浅うさをいつも認識してはなりません。インターネット情報は、その真偽を見抜くことが必要です。このためには、受け手に確かな基礎的知識と、情報をフォローする努力が必要でしょう。

「なんでもQ&A」でお答えしながら感じることは、企業の技術者や大学の研究者の周りには非常に多くの「わからないこと」があるということです。

私は、こういうニーズにお応えするのも大学の役割だと考え、「物性なんでもQ&A」を開設しております。ぜひ、サイトを訪れて下さい。

URLは <http://www.tuaf.ac.jp/~katsunaki/nandemoQ&A.html> です。

(東京農工大学 副学長)



ル・フセンブルグの風景画 佐藤 画

科学よもやま話

佐藤 朗昭

第14回

金色の石を食べるバクテリア

アメリカのコロラド州はロッキー山脈を擁する山国です。コロラドというのはスペイン語で赤いとか赤味がかったという意味で、鉄分を多く含んだ山の色を象徴しています。この州は鉱産資源が豊富で、ゴールドラッシュの時代には多くの山師達が金を求めてやってきました。そのせいか、州都デンバーの郊外の土産物店には、さまざまな鉱物が並んでいます。その中で銀水晶とともに目立つのが黄鉄鉱 (pyrite) という鉱石です。化学式は FeS_2 つまり二硫化鉄です。この石は金色なので、商品ラベルにはバカ金の (fool's gold) と書かれていました。この石の金色は、貴金属の金に見ええるような自由電子によるものではなく、強いバンド間光吸収のために近赤外から赤、青の波長の反射率が高いことによります。このことは、名著『金色の石に魅せられて』に記したのでぜひ読む方もあるでしょう。

さて、「器(たで)食う虫も好き好き」といいますが、なんと青森県を分ける国境があることをご



存じでしょうか。生物を使って鉱物資源を精錬する技術は紀元前から知られ、バイオリーチングと呼ばれるています。

貴族菌のバイオリーチングには、*Thiobacillus ferrooxidans* および *Leptospirillum ferrooxidans* というバクテリアが関与しているそうです⁸。*Thiobacillus* は、酸性的の環境中で無機物からエネルギーをもちい自身の成長を固定する代謝によって成長します。この過程で硫酸は硫酸に酸化し、酸化剤や硫化物から金属が浸出されます。低品位の鉱物資源からエネルギーの消費なしに良質の金属を取り出す技術として、バイオリーチング技術が見直されていきます。

私が青鉄鉱のバイオリーチングのことを知ったきっかけは、読書「金色の石に魅せられて」を読まれた北海道大学のある教員から「バイオリーチングに青鉄鉱の電子構造が関与しているのでは」とのお手紙をいただいたことでした。その後のやりとりを通じて多くの鉱物の生成が生物起源であ

ること、生物と鉱物の共存は、
生命の起源にもつながること
などを知りました。

このお手紙をいただかなければ、紙物を食べるバクテリアがあるなんてことを私は知らずじまいだったでしょう。

個々の科学技術分野の専門性が強くなりすぎて、ちょっと分野が異なると素人同然になっています。食わず嫌いをせずに、分野を超えて対話できる場を持つことが学際分野の発展に重要でしょう。

(東京農工大学 副学長)



マシュー・シベルス(コロンビア) 佐藤 真

* A. Schippers, P. Jansz, W. Sand.
Appl. Env. Microbiol. 62 (1996) 3424.

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第15回

もっと自然エネルギーを



アジアの経済発展にともなう世界的なエネルギー需要の逼迫が始まっています。さらに、昨年アメリカ南部を襲ったハリケーンの影響もあって、石油価格は高止まっています。加えてわが国は、温室効果ガス排出削減を決めた京都議定書が2月に発効しましたから、2010年までに一次エネルギーに占める再生エネルギー（太陽光発電、風力発電、バイオマスなど）の割合を3%にしなければなりません。

このうち、自然エネルギーで最も身近なのが太陽光発電です。2005年時点でのわが国の太陽光発電システム設置量（累積）は、1400MWに達し、世界の先頭を走っています。しかし、政府の掲げる2010年における目標4830MWを達成するには、一層の努力が必要でしょう。筆者は以前太陽電池材料開発を進めていたので、12年前に自宅を新築したときに3kWの太陽電池を設置しました。当時はずいぶんだったので新聞社が航空写真を撮ってくれたほどです。以来12年間に約40MWh発電し、うち約10MWhを電力系統に供給しました。

アメリカの一般市民の太陽光発電への関心はあ

まり高くありません。アメリカではエネルギーコストが非常に低いため、現在の太陽電池の値段では採算が合わないからです。むしろ、風力発電設備の設置意欲は高く、2005年の発電量は3000MWに達しています。

アメリカのNREL（国立再生可能エネルギー研究所）は、2010年までにトータル1000MWの太陽光発電プラントを西部諸州に建設する行動計画を立てています。その中でもアリゾナ州は広大な砂漠と巨大なサボランに集約されるように西部で最も日照時間が長く太陽光発電に適した地域だと考えられています。実際の地には、新しく開発した太陽電池の暴露試験をする大規模発電施設もあります。

欧州、特にドイツは、国策として原子力発電への依存度を下げようとしているため、10万戸の屋根に太陽電池を設置する計画を立て、太陽光発電を急速に伸ばそうとしています。2010年には全電力消費量の10.3%を風力も含めた再生エネルギーで賄う計画です。

しかし注意しなければならないのは、これらの自然エネルギーはムラが大きいので、系統連系している場合、潮流の行き来がめまぐるしく変わるため、系統はそれに対応する設備を必要とします。自然エネルギーのみで全エネルギー需要を賄うことは現実的でないのです。従来のエネルギーとのバランスをとりながら、「モックタイタイ」機能を備えて蓄エネルギーに努めることなしには、地球温暖化を防ぐことはできないでしょう。

新エネルギーの導入については、今は「新電力」でも何れか取り上げていますが、現場技術にとどまらない総合的な考え方が必要ではないかと感じています。（東京工科大学 副学長）



ワッソン芸術センター（アリゾナ） 佐藤 画

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第16回

技術者倫理とコンプライアンス



昨年末、ヒト胚幹細胞（ES細胞）の論文データ捏造、一級建築士による耐震強度の偽装など、科学者、技術者のかかわる不祥事が相次いでいます。

お隣の国で起きたヒトES細胞の論文捏造事件はノーベル賞への道程の期待が引き金になったといわれていますが、同じような論文捏造問題が、わが国でもいくつかの大学で起きています。多額の研究費の助成を受けて進めている先端科学研究では、短期間の成果が求められ、このために恥を争って著名な科学雑誌に論文を掲載しようとするのが捏造の背景にあったといわれています。数年前には、米国のベル研究所でもデータ捏造事件がありました。科学技術に携わる人間としてやるせない気持ちになります。

マスコミは、科学者・技術者個人が高い倫理観を持ってさえおれば、捏造や偽装は起きないので、「技術者倫理」教育の強化が必要だと論じております。しかし現実にはそれほど簡単な問題ではあ

りません。

私の所属する大学では、科学ジャーナリストの松尾義之先生に「技術者倫理」を教えていただいています。松尾先生の講義は、評判が高く教室に入りきれない学生がでるほどです。先生は「耐震強度偽装の建築士は、年々たちの明日の姿だ。家族を養い、仕事を失うことができないときに、年々たちは本当に偽装しないと言えるのか」と問いかけ、自分ならどうするかのを作文を求めます。これまでは、単に傍観者として建築士を批判していた学生は、自分がその立場になった場合のことを問われて初めてその問題の大きさに気づくのです。

この問題は本誌の読者にも無関係ではありません。2002年、原子力発電の検査データ改ざん問題がおきました。あの事件で電力会社は結果的に社会の信頼を失い、発電再開の大幅な遅れを招きました。現在では、企業をあげてコンプライアンス（法令遵守）の確立に努めていると聞いていま

すが、もし早い段階で技術者倫理が企業の倫理に打ち勝っておれば、これほどのダメージを受けることはなかったでしょう。

したがって、技術者倫理は個人の倫理観の問題であるだけでなく、企業の社会的責任を保障する安全装置でもあるのです。このことの社会的合意なしには、偽装事件を防ぐことはむずかしいのではないのでしょうか。

（東京農工大学 副学長）



ヒザシンス様（オランダ、ノールトワイクルバウト） 佐藤 画

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第17回

eラーニングをもっと活かそう



電子媒体を通して行う教育をeラーニングと総称します。この中には、コンピュータ活用教育、衛星通信やインターネットを介してリアルタイムで遠隔地を結んで行われるテレビ授業、インターネット経由のオンデマンド授業、インターネット経由の双方向授業など、さまざまな形態があります。特に、インターネットを介したオンデマンドの講義形態は、時間や場所の制約なく学習できるということから、英語圏を中心としてグローバルな展開を見せています。

わが国でも2-3年前から、私立大学や一部の国立大学を中心に、eラーニングが盛んになってきました。遅ればせながら、私の所属する大学も文

部科学者の補助をいただいて、eラーニングに取り組んでいます。今年度は5科目、来年度は18科目を配信することになっています。私自身も、昨年度後期に「電気光学入門」という大学院科目を13週にわたって配信しました。パワーポイントと教員の画像・音声同期させてコンテンツを作成することは結構手間のかかる作業ですが、取ってチャレンジしてみました。全授業終了後の学生の感想は「講義が、研究室の実験や就職活動と時間が重なることがなくて、しかも納得いくまで聴講できるという点がとてもよかったです」とか「自分のペースで取り組むことができたため、理解することができ、たくさんの興味を持ってました」など肯定的なものが多く見られ、コンテンツ作りの苦労が吹っ飛びました。

最近、すべての授業をeラーニングでやる新しい大学院が設立されるということが報道され話題になりました。大学教員の中には、「教育は人と人のふれあいを通して行われるべきであるから、eラーニングのように血の通わない講義は邪道である」という批判があります。私も、対面式の授業のよさを否定するつもりはありませんが、「受講する場所を選ばない」「繰り返し聴講できる」「用語の解説にリンクできる」「教員が十分な時間をかけて準備する」などeラーニングの特徴を活かし、対面式授業とうまく組み合わせれば教育効果を上げることが可能ではないかと考えています。eラーニングの発展のために、同主席で一冊のインフラ整備に取り組んでいただくことを願っています。

(東京農工大学 副学長)



サンマルタン運河 (パリ) 佐藤 画

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第18回

PDCAサイクルと認証評価



PDCA サイクルという言葉をご存じでしょうか。PDCA とは、「計画(plan)を立て実行(do)し、成果を評価(check)して改善を実行する(act)」というサイクルを意味し、マネジメントの基本とされ、品質管理の父と呼ばれるデミング博士によるといわれています。

教育現場においても、「製品」(卒業生)の品質管理に PDCA サイクルを取り入れているというのが最近のトレンドです。米国の ABET や日本の JABEE による専門技術教育プログラムの認定がその一例です。



イザール河(ブルノブル) 佐藤 画

平成 16 年度からは、大学・高等など高等教育機関は、第三者機関による認証を 7 年に 1 度受けることが義務づけられました。設置の際の審査を簡素化する代わりに、設置後に厳しく評価しようというのです。

私の所属する大学は今年「大学評価学位授与機構」による認証評価を受けます。評価機構は、教育や管理運営に関する 11 の基準が大学の掲げる目的に照らして達成されているかを検証します。各基準には詳細な評価項目があり、大学は自己点検をして、すべての評価項目について基準を達成していることを根拠資料にもとづいて示さなければなりません。

大学では、全学あげて膨大な根拠資料を収集し、整理し、分析する作業を進めています。大学が自分自身の力で、教育を評価し、自ら改善を図ることは当然やらねばならないことです。認証評価を受けるための準備段階で、教育改善が大幅にすすんだことも事実です。しかし、膨大な事項にまで根拠資料を要求することが現場教職員の負担となっています。

PDCA サイクルを整備して教育改善を図ることこそが認証の本来の目的のはずで、教職員が評価疲れで肝腎の教育に支障が出るようでは本末転倒です。今後、評価機構は、評価項目を整理し、根拠資料も最小限に抑える努力が必要ではないでしょうか。

(東京農工大学 副学長)

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第19回

青少年の理科離れ

高校生の理科離れが深刻です。理科の中でも、特に物理離れが深刻で、高校における物理Iの履修率は30%を切り物理IIにいたっては13.8%となっています（日本物理学会誌 Vol.59 No.7 (2004)）。

平成14・15年度教育課程実施状況調査によれば、理科が好きな子どもの率は、小学5年生74.2%、中学2年生38.7%、高校3年生37.8%となっています。もともと理科離れでなかった子どもたちがなぜ成長とともに理科離れになるのでしょうか。楽しい理科教育を担当できる教員が少ないこと、過密な学習スケジュールの中で、実験に割く時間がないことなどが理由として挙げられています。特に物理が敬遠されるのは、化学や生物に比べ、論理的な考え方が重視されることなどが挙げられます。

本誌に関係の深い電気電子系学科のほとんどは入試に物理を課していますから、物理受講者の減少が直ちに入学志願者数の減少に結

びついています。平成18年度前期入試において志願倍率が2倍を割った国立大学電気電子系は8大学に上っています。就職先の電力・電機・半導体産業に元気がなく魅力に乏しいということも敬遠される理由のようです。

理科離れの背景には国民の科学技術への関心の低さがあります。文部科学省は「人々とともにある科学技術を目指して」と題する報告書^{*}を出し、人々が科学技術に対する関心を高めることが重要であるとして、科学コーディネータの育成、科学系博物館の充実などを進めようとしています。

本国でも理科離れが深刻で、各地の科学系博物館では、体験型の装置やサイエンスショーを使って、青少年や一般の人々に科学の素養を高めようと努力しています。シリコンバレーの中心サンノゼの南、サンタクララには、インテル・ミュージアムがあって、観光スポットになっています。半導体デバイス、マイクロプロセッサの製造プロセスや開発の歴史を学ぶことができます。

博物館を充実することも大切ですが、青少年がそこに足を運んでくれば意味がありません。産業界の方々が中学や高校に出かけて行って、電気電子系の仕事の面白さ、生き甲斐などを体験に基づいて生徒に語りかけてはいかがでしょうか。青少年の理科離れを防ぐことが、まわりまわってわが国の産業の活力を高めることにつながるのです。

（東京農工大学 副学長）



シリコンバレーの中心サンノゼ風景 佐藤 画

＊科学技術政策推進政策に関する懇話会、平成17年7月



科学よもやま話

佐藤 勝昭

第20回

高温超電導の工業化



1985年にスイス・チューリヒIBM研究所のベドノルツ、ミューラ両博士は「ランタンとカルシウムと銅の酸化物が高温超電導体である可能性がある」という論文を書きました^{*}。この物質を冷却して超電導に移る温度のことを臨界温度と呼びTcと書きますが、この物質の臨界温度は38Kです。38Kでなぜ「高温」なのかというと、BSC理論によれば30K以上の臨界温度をもつことは不可能とされていたからでした。

翌年、米国のチュー博士らはイットリウム、バリウムと銅の酸化物でTc=92Kを達成し液体ヘリウム(4.2K)の代わりに液体窒素(77K)を使って超電導を実現できる道を開き、高温超電導フィーバーに火をつけました。1986年春の応用物理学会の超電導のセッションには聴衆が詰めかけ、別会場でテレビ中継したほどです。その後、Tcの記録は次々と書き換えられ、ビスマス系(105K)やタリウム系(125K)が発見されました。現在のところ最高記録は水銀系の

160Kで、残念ながら室温で超電導を示すものは見つかりません。

あれから20年、高温超電導はどうなったのでしょうか。加工が難しいことや、臨界電流密度を実用レベルにまで高めるのが難しいことから、応用はなかなか進みませんでした。多くの大学や企業が我慢できずに超電導の開発から離れていきました。

そんな中であって、地道な努力を続けてきたのが、超電導送電網開発の分野です。超電導送電線は、現行の送電線よりも大幅に送電損失が少なく、スペースをとらないで大電力を輸送できるので、都市部の電力需要増に応える切り札となる技術として、米国ニューヨークでの大停電以降、急速に注目を集めています。すでに400km以上の長尺で100A以上の大電流を流せる高温超電導線材の供給体制はできているのですが、送電線として実用化するためには、延長数kmにわたって液体窒素で冷却しなければなりません。液体窒素の長距離輸送による断電などを詳細に確認するフィールドテストが行われています。

超電導電力貯蔵システム、MRI用のマグネット、超電導モータ、高周波応用など、20年を経てようやく本格的な工業応用が始まろうとしています。新発見が工業化にまでつながるには時間がかかります。流行に左右されない地道な研究を大切にしたいものです。
(東京農工大学 副学長)



チューリヒ湖(スイス) 佐藤 画

^{*}英語のsuperconductivityの訳語として研究者は超電導を、文料者は超伝導を用いることを推奨している。本誌では超電導を用いている。

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第21回

2007年問題と技術・技能伝承



「団塊の世代」という言葉をご存知でしょうか。この言葉は作家で経済企画庁長官を経験された菊池太一氏の同名の小説で使われたのが最初で、1947年から1949年生まれのいわゆる戦後ベビーブーマーのことを指しています。日本経済の高度成長を支えてきた「団塊の世代」が定年退職年齢に達し、退職ラッシュが始まるのが2007年なのです。

高度成長時代、資源のない日本は技術立国で生きるしかないと言われ、先進的な工業製品を次々と開発し世界に供給してきました。その「もの作り」の基本を支えてきたのが「団塊の世代」の技術者です。彼らが退職した後、どのようにすればその技術・技能を伝承していけるのでしょうか。

バブル崩壊後、企業は生き残りをかけて、徹底的な人減らしをするとともに、生産拠

点を海外にシフトしました。その結果、技術・技能が国内から海外に出てしまいました。また、ロボットの発達により技能労働が機械化されました。ロボットはいったん教えれば低コストで正確に技能労働をこなしますが、仕事の内容が変わったときに新たに技能を教える人がいなくてはなりません。また、メンタナンスも人間がしなければなりません。「団塊の世代」がいなくなると、これらの技術・技能が消滅してしまいます。

ヨーロッパでは、いまでもマイスターの制度が残っており、技術・技能が実務を通じて伝承されるとともに、専門学校での資格授与のための教育を通じて継承されています。一方、日本の技能の多くは、現場において人から人へ「あうんの呼吸」で伝えられるノウハウ的なもので「暗黙知」でした。

これを今の若い世代に伝えるためには、いかに「形式知」に変えるかの工夫が重要だと北浦正行氏（生産性本部）は語っておられます*。最近になり、伝わりにくい「暗黙知」を映像型マニュアルとして残す試みも行われています**。団塊の世代と若手の協力で2007年問題を克服し、わが国の技術・技能の伝承を図りたいものです。

（東京農工大学 副学長）



ダイヤモンド研削の技術を伝承する街ブルージュ（ベルギー） 佐藤 画

* ビジネス・レーバー・トレンディ2004年11号

** 森 和夫「技術・技能伝承ハンドブック」（2005）

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第22回

地下鉄と市街電車

今時おとどけするのは、ドイツ南部の都市、シュフットガルトの古城広場（シュロスプラッツ）のスケッチです。UのマークはUバーン（地下鉄）の駅の看板です。シュフットガルトは、ワールドカップサッカーでフランス対スイスの試合があったので覚えておられる方も多いと思います。この市は、郊外にメルセデスベンツの工場があり、中央駅のタワーのてっぺんにはあのベンツのマークが煌然と輝いていることでも有名です。

さて、シュフットガルトは、市街電車の近代化では欧州でも屈指の歴史を持っています。もとは鉄軌の路面電車でしたが、1976年から近代化を進め、いまではU系統を除いて欧州標準軌で道路沿の専用軌道走るLRT（Light Rail Transit）となって郊外に延び、総延長は110kmとなりました。車両は、低床式で、交通量の多い街の中心部は地下鉄になります。地下部分は23kmに

およびます。

Uマークのところからオープンエスカレータで降りると、プラットホームにです。郊外まで延びる標準軌の電車と鉄軌の路面電車が、3本レールで線路を共有しています。東京や大阪の地下鉄に慣れた目には、なんとも不思議な光景です。もちろん、U系統とは別にシュフットガルト大学の真下を通るS1系統のような日本と同様の高速地下鉄も数系統あります。念のため、

わが国では高度成長期に交通渋滞対策のために一斉に大都市から路面電車を廃し、高速地下鉄に衣替えしました。巨額の建設費コストが後年負担となり地方自治体の財政を圧迫しています。これに対し、欧州では、手軽に乗り降りできる市街電車を残し、交通量の多い部分のみ地下化するという柔軟で賢明な選択をしました。自動車産業のメッカであるシュフットガルトでさえ路面電車を残すという選択をしました。わが国でも最近になりようやくLRTのよさが見直されつつあります。

昨今の構造改革の議論でも為政者はともすれば、オーソ・ドックス的な選択を迫りがちですが、状況に応じて古いシステムのよさを活かしながら、そこにハイテクを導入して近代化を図るという欧州の柔軟な姿勢には、学ぶべきものが多いいのではないのでしょうか。



シュフットガルトの古城広場。Uマークは地下鉄駅のサインポスト。佐藤 画

（東京農工大学 副学長）



科学よもやま話

佐藤 勝昭

第23回

右脳と左脳

筆者は応用物理学者であると同時に洋画家でもあります。「物理と絵画という異なった二つのことがよくできますね」と聞かれますが、「物理は左脳ですが、絵は右脳ですから、お互いに邪魔をすることはありません。むしろ、絵を描いているときは右脳を集中的に使うので左脳を休ませることができるので、かえってよいのです」と答えることにしています。しかし、この右脳、左脳の役割分担の話、どこまで本当なのでしょう。

最近では空前の「脳ブーム」です。書店の店頭には「脳を鍛える」とか「脳力を高める」といった書物やゲームが並べられているし、芭には、「脳トレーニング」とか、「脳エステ」まであります。この脳ブームに火



をつけたのは、養老孟司先生の「バカの壁」ですが、背景には脳科学や遺伝子工学の発展があることはいうまでもありません。特に、1980年代からポジトロン断層画像(PET)、機能的磁気共鳴画像(fMRI)、近赤外線計測装置(NIRS)など最先端の技術を使って局所的な脳の活動を非侵襲的にイメージングする技術が発展しました。その結果、たとえば目の不自由な人が点字を触覚で読むとき、視覚野が活性化している事実など、脳の活動と機能の関わりが科学的に明らかにされるようになりました。最新の技術を得て、脳科学は質的に変わったといえるでしょう。

さて、最初に述べた脳の左右役割分担の話ですが、言語を使う能力については右利きの人のほとんどで左右の機能分化が顕著であることが明らかになっているのですが、それ以外の高次機能の左右差についてははっきりしたことはあまりわかっていないのです。右脳、左脳という言葉自体、学術用語ではありませんし、最新のイメージング技術を使っても「左脳が論理的な思考を担当し、右脳が芸術やイメージを受け持っている」ということは研究途上であって、まだ実証されているわけではないようです。

今後、脳科学が進歩すれば、脳の局所的な活動と高次機能との関係が解明され、右脳左脳の役割分担の真偽が明らかになるでしょう。電気技術者は、脳機能イメージングの一般の高度化で脳科学の進展に寄与できるのではないかと期待しております。

(東京農工大学 副学長)



エジンバラ城からフォース湾を望む。佐藤 画
(エジンバラ大の脳科学センターは世界的に有名です)

科学よもやま話

佐藤 勝昭

第24回

技術革新と主役交代

このところ、さまざまなエレクトロニクス分野において、急速な技術革新に後押しされて主役交代が起きている。ビデオレコーダーはVTRからDVD、さらにハードディスクへと主役交代しました。携帯音楽プレーヤーもカセットテープからMD、そして、ハードディスク、フラッシュメモリとめまぐるしく変化しました。

ディスプレイについてみると、2005年、国内液晶テレビの年間出荷台数が初めてブラウン管テレビを抜きました^{*}。液晶の開発がはじまったころ、現在の姿を予測した人が何人いたでしょうか。当初、温度特性、寿命、視野角、応答速度などに多くの問題点が指摘されましたが、めざましい技術革

新によって課題のほとんどが克服されたのです。特に、何百万個もある画素一つ一つを薄膜トランジスタで制御するアクティブマトリックス方式の開発とそれを支える半導体プロセス技術の革新が大きな役割を果たしました。

2006年にサンフランシスコで開催されたSID（情報表示学会）のシンポジウムの講演プログラムを見ると、液晶関係が84件に対し、有機EL関係が60件にのぼっています。液晶がようやく主役に躍り出たと思ったら、次世代の主役候補がすぐそばまで来ています。しかし有機ELが主役になるには、液晶がたどったのと同じように地道な開発の道程をたどる必要があるでしょう。

ディスプレイに限らず、今後のエレクトロニクスの主役交代は、消費者の求めるニーズにどう応えるかだけでなく、省エネルギー・リサイクルなど地球持続の課題にどう応え得るにかかっています。より高いスペックへの要求がある限り、技術革新は常に進み、単なる主役交代にとどまらず新しい市場を創出するでしょう。大学などで行われている基礎研究がこのような技術革新に寄与することを願ってやみません。

このコラムの連載も最終回を迎え、これをもって無事主役交代のときが来ました。2年間おつきあいいただきました読者の皆様、および、連載を支えていただいた編集スタッフに感謝して筆を置きます。

（東京農工大学 副学長）



2006年SID（情報表示学会）国際シンポジウムが開催されたサンフランシスコ風景。佐藤 画

医薬・生命科学誌 [メディカルバイオ]

Medical Bio

●創刊号2月1日発売、年6号 ●定価2,500円(本体1,800円) ●年間購読料11,800円(税・送料込)

2007年4月21日 第1号発売!

医学薬学と生命科学の 統合エリアを追求する

いまや医学や薬学を志す学生、それらの分野で活躍する研究者・技術者にとって、生命科学を学ぶことは、自らの専門分野を理解し、深く掘り下げるための必須、と言っても過言ではありません。

1 疾患や先端医学・創薬を生命科学の視点で

「Medical Bio」は、がん、免疫疾患、神経疾患、肥満、老化、感染症、再生医療など、医学薬学の分野としても重要なテーマをとりあげ、それらを生命科学の切り口で紹介しています。

分子・細胞生物学、生体物理学、発生学、遺伝学、脳神経科学などの学際分野の知見を紹介し、さらに、それらにかかわる遺伝子医療、ゲノム医療、セラゲナセラピューシス、バイオインフォマティクス、バイオイメージング、臨床利用試験など利用可能な技術についても紹介します。

2 ビジュアルを活かし、 じっくりと読める雑誌づくり

一つ一つのテーマをじっくりと掘り下げることで、最先端の情報が基礎からスムーズに理解できる記事づくり。複雑な実験結果もすっきりとわかる図表で解説します。



基礎領域

基礎医学

- がん研究
- 老化研究
- 免疫研究
- 肥満研究
- 再生医療

生命科学

- 分子・細胞生物学
- 生物物理学
- 発生学
- 遺伝学
- 脳神経科学

Medical Bio

応用領域

診断・医療と創薬

- 遺伝子医療
- ゲノム医療
- RNA医療
- トランスクリプトーム
- バイオインフォマティクス

研究支援の技術

- バイオイメージング
- 研究利用試験
- 生体分子封入・創薬
- バイオチップ
- ナノバイオテクノロジー

年間予約購読をお申し込みください。クーポンと併せて、毎月確実にお手元に配達されます。

創刊記念キャンペーン!

いまなら、年間購読をお申し込みの方に、もれなく無料でもう1号(つまり、2月号)をお送りします。

お申し込み・お問い合わせ: 〒100-8380 東京都千代田区神田(麹町3-1) オーム創薬推進サービス課 電話 03-3233-0612

ナノエレクトロニクス

Nanoelectronics and
Information Technology



Rainer Waser (著) / 本村 達也 (訳)



【上巻】A5判・1002頁・定価10,000円(本体9,524円)



【下巻】A5判・842頁・定価10,000円(本体9,524円)

第2版のNanoelectronics and Information Technology—Advanced Electronic Materials and Novel Devices—Second, Corrected Edition (John Wiley 発行)の邦訳版。

本書は基礎技術と論理素子、デバイス記号・表示とシステム技術を解説。

本書は「情報技術の進歩に材料科学がどのような役割を果たすか」という主題に関して、基礎知識から先端技術に至るまで詳しく述べたものである。過去およそ20年間に、半導体、超伝導、化合物半導体、量子コンデンサ、有機半導体、分子デバイス、バイオデバイス、量子コンデンサ等々のキーワードで代表される多くの革新的概念が生まれ、その研究開発が加速をみられている。情報技術の進歩にとって重要な高性能な情報デバイスを実現するために、これらを統合する材料・デバイス技術が具体的にどのように貢献するかという興味深いテーマが本書の内容である。つまり、情報の処理・伝達・記憶、変換に関するナノエレクトロニクス情報デバイスに関する最近の研究開発が示されている。

情報デバイスの高性能化につながる材料技術の方向として3次元のシリコンCMOS技術との両立性、3次元化によるデバイスの高性能化、①ナノスケール②概念を取り入れた高性能化が挙げられ、本書はこの方向に基づいている。

また、理工系学部卒の教育書として使えるように編集されたものである。しかしその内容から、専門に近い大学院学生、あるいは研究所や工場現場の技術者が、情報技術分野の動向を把握するための材料が提供されている。また情報技術者がハードウェアの動向を知るのにも有効である。このような広範囲の読者のお役に立つならば、読者にとって意外の幸である。

本村達也



オーム社

〒101-8460 東京都千代田区神田錦町3-1
TEL 03-3233-0641 (代表) FAX 03-3293-6224
<http://www.ohmsha.co.jp/>