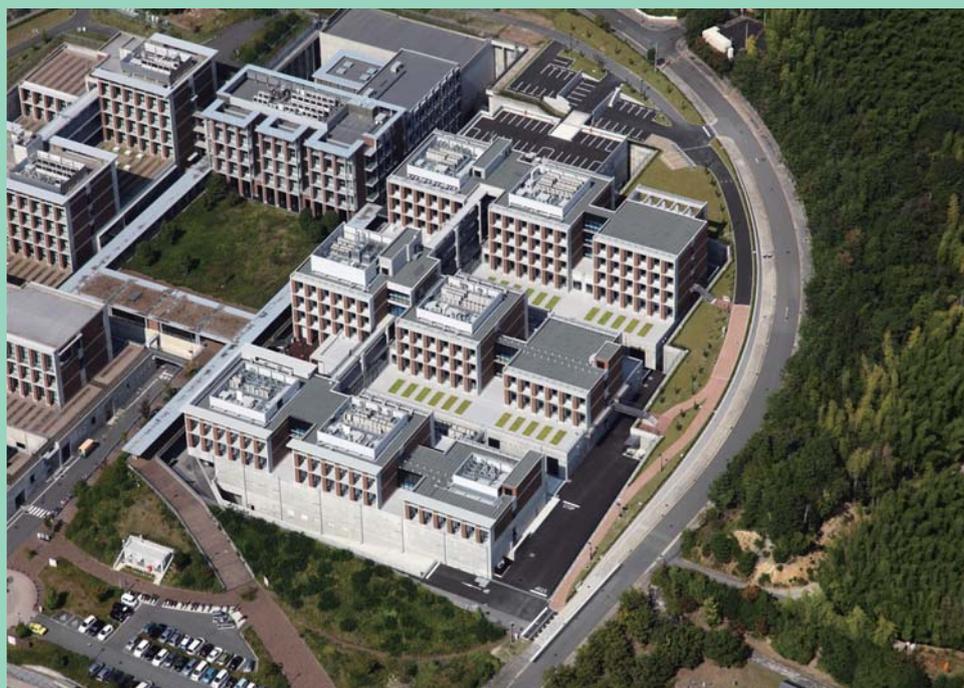


京都大学工学広報



桂キャンパスCクラスター総合研究棟Ⅲ（物理棟）完成。平成 25 年 4 月始動

桂キャンパス全景【2013.1.30 撮影】とCクラスター総合研究棟Ⅲ（物理棟）



目 次

< 巻頭言 >

◇教育制度の変革

評議員・副研究科長 白井泰治 …… 2

< 随 想 >

◇企業と大学での40年

定年退職教授 小池武 …… 5

◇41年間の研究を振り返って（人との出会い）

名誉教授 宮崎則幸 …… 8

◇過ぎ来し半世紀の科学技術と今後

名誉教授 鈴木実 …… 11

◇退職にあたって

名誉教授 岡 二三生 …… 14

◇京都大学の将来に期待する

名誉教授 三浦孝一 …… 16

◇見慣れなかった熱力学変化

名誉教授 牧野俊郎 …… 18

< 紹 介 >

◇京都大学在学・在職中の思い出

名古屋大学大学院工学研究科 マテリアル理工学専攻 教授

入山恭寿 …… 20

◇プラズマ応用技術への貢献を目指して

航空宇宙工学専攻 准教授 江利口 浩 二 …… 21

◇「光を自由自在に取り扱う」

電子工学専攻 助教 石崎賢司 …… 23

◇7年目を迎える工学研究科技術部

技術部 技術長 原田治幸 …… 25

編集後記

◆巻頭言◆

教育制度の変革

評議員・副研究科長 白井泰治



はじめに

昨年4月から評議員を拝命し、教育担当となりました。科学者・研究者を目指して大学に残り、教育者になるという明確な自覚無しにこれまで過ごしてきましたので戸惑いましたが、工学部教育制度委員会の副委員長を仰せつかりました。

前任の伊藤紳三郎先生が大変熱心に教育改革を推進されてこられた直後で、とてもまねができません。重々自覚しておりましたので、毎年必要なルーティンワークだけを淡々とこなして勘弁いただこうと、秘かに決意しておりました。ところが意に反して、全学から矢継ぎ早に変革を迫る指令が次々と降り注ぎ、対応にアップアップする状況になりました。幸い、内容ごとにそれぞれに精通された工学研究科教授の先生方に全面的に助けていただき、何とか一年が過ぎようとしております。教育制度の問題は、全構成員に共通する重要事項ですので、紙面をお借りしてこの一年の教育関係の動きを紹介させていただきます。

前任の伊藤紳三郎先生が大変熱心に教育改革を推進されてこられた直後で、とてもまねができません。重々自覚しておりましたので、毎年必要なルーティンワークだけを淡々とこなして勘弁いただこうと、秘かに決意しておりました。ところが意に反して、全学から矢継ぎ早に変革を迫る指令が次々と降り注ぎ、対応にアップアップする状況になりました。幸い、内容ごとにそれぞれに精通された工学研究科教授の先生方に全面的に助けていただき、何とか一年が過ぎようとしております。教育制度の問題は、全構成員に共通する重要事項ですので、紙面をお借りしてこの一年の教育関係の動きを紹介させていただきます。

教養・共通教育体制

平成21年11月に、研究科長部会の下に「学士課程における教養・共通教育検討会」（座長：大寫幸一郎工学部長）が設置され、その検討結果は「京都大学の学士課程における教養・共通教育の理念について」として平成22年4月の研究科長部会で報告された。これを受けて、引き続き検討会（平成22年4月より座長は小森悟工学部長）および作業部会（部会長：赤松明彦文学部長）において具体的な科目群等が検討され、同年10月に「学士課程における教養・共通教育検討会報告書」として、研究科長

会議で報告された。その後、平成23年12月、部局長会議において、「京都大学全学共通教育実施体制等特別委員会」（委員長：淡路敏之理事）の設置が決定され、実施体制の見直しについて議論が開始された。

平成24年度に入ると、教養・共通教育を担う「国際高等教育院（仮称）」の設置の話が俄かに持ち上がりました。当初の内容は、教養・共通教育に外国人教員100人を雇用するというもので、多くの弊害が予見されました。そこで、これに代わる工学部案を新たに作成戴き（WG主査：引原隆士教授・電気工学専攻）、北野正雄工学部長に全学共通教育実施体制等特別委員会で提案していただきました。幸い工学部案は多くの部局に支持され、その後は工学部案を核に全学で検討が進められ今日にいたっています。内容の骨子は、全学共通教育の企画、調整及び評価を一元的に掌握する全学責任組織（virtualではなく実体のある組織）を設置して、各部局の協力を得ながら京都大学にふさわしい教養・共通教育の実現を目指すものです。この新しい「国際高等教育院（仮称）」の設置は、昨年末に部局長会議、教育研究評議会で決定されました。これを受けて、「国際高等教育院（仮称）」設置準備委員会（委員長：北野正雄工学部長）が活動を開始しました。

平成3年に大学設置基準の大綱化が実施され、ほとんどの大学で教養部が解体される方向に進みました。結果として教養教育が軽視され、20年後の今日に至っています。例外的に東京大学には駒場の共通・教養教育組織が残り、その結果「共通・教養教育では東京大学が今や全国で独り勝ちです！」と豪語される状況になっています。その反対に、大阪大学等多くの大学では、旧教養部は完全に解体され、共通・教養教育はセンターやvirtualな機構が担ってきています。京都大学では、幸い人間環境学研究

科・総合人間学部と理学研究科・理学部が実施責任部局として温存され、全国でも恵まれた状況にあります。

平成 25 年度に先行して設置される国際高等教育院（仮称）「企画評価専門委員会」における今後 1 年間の議論・制度設計を経て、平成 26 年から国際高等教育院（仮称）」が本格的にスタートします。新たな組織は、共通・教養教育の企画・調整・実施・評価に対して一元的に責任を負います。実体のある新組織が毎年不断の改善を続けて、京都大学の共通・教養教育を常に最高の状態に維持していただきたいと期待します。

平成 25 年度全学共通科目の再編とそれに伴う卒業要件の見直し

上述の「京都大学の学士課程における教養・共通教育の理念について」及び「学士課程における教養・共通教育検討会報告書」を受けて、全学共通教育システム委員会のもとに「全学共通教育システム検討小委員会」（委員長：有賀哲也理学研究科教授）が設置され、科目群の再編に関して、提供科目の順次性・体系性の整備や、人文・社会科学に関する群科目の開講必要性・適切性等についての提言がまとめられた（平成 23 年 9 月）。

これを受けて、平成 24 年 4 月に全学共通教育システム委員会のもとに設置された「共通・教養教育企画・改善小委員会」（委員長：磯祐介情報学研究科教授）は、新たな科目群の導入、基礎的な授業展開、科目名の大括り化、内容の順次性・体系性の整備等を盛り込んだ「平成 25 年度以降の全学共通科目の科目設計等について（報告）」を作成し、システム委員会を通じて各部局に提示された。これにより、A 群科目、B 群科目、C 群科目、D 群科目と称していた科目群が、

人文・社会科学系科目群（略称：人社）

自然・応用科学系科目群（略称：自然）

外国語科目群（略称：外国語）

現代社会適応科目群（略称：現社）

拡大科目群（略称：拡大）

に、再編された。

このように内容が分かり易い呼称に変更すると同

時に、各科目内容が精査されて、新たな科目群に分類された。人社科目では、理系学生にもわかりやすい科目名に大括り化され、各論や専門的な内容ではなく、大きな科目名にふさわしい教養教育的な内容に変更される。一方、自然科目群では、内容の順次性・体系性がわかるような科目命名ルールを設け、学生が積み上げ方式で体系的に基礎教育を履修できるように工夫されている。

とはいえ、全学共通教育システム委員会からの性急な卒業要件の見直し要求に対し、短時間で各学科の新しい卒業要件をお纏め下さいました各学科代表の工学部教育制度委員の先生方には、多大なご負担とご苦勞をお掛け致しました。

履修制限

昨年末に、高等教育研究開発推進機構長から、全学共通教育システム委員会を通じて、全学共通科目の履修上限の設定を検討するように、各学部に対し要請が行われました。具体的には、平成 25 年度からの全学共通科目の履修登録の上限を、半期 15 コマ、もしくは半期 30 単位を上限とすることを求め、翌月に回答せよとの要請でした。

工学部教育制度委員会の工学部 A 群・外国語教育小委員会（委員長：北村隆行教授・機械理工学専攻）で急遽ご議論いただき、「履修上限を検討するプロセスがあまりに拙速であり、平成 25 年 4 月からの上限設定には工学部は反対」との結論が得られた。平成 25 年度全学共通科目の再編と卒業要件の見直しに伴う不都合や混乱等を十分見極めたうえで、次年度からの導入を検討するためである。翌 1 月の全学共通教育システム委員会で、工学部以外の各学部からは概ね上記ガイドラインに沿った履修上限数値設定の表明がなされたが、工学部については、新入生に対する適切な履修指導を条件に、平成 25 年度 4 月からの上限数値設定は見送ることが認められた。

一方、1 年生前期に時間割目一杯の履修登録を行い、結果的に多くの不受験・不合格科目を出して、早々にドロップアウトしてゆくパターンが、これまでのデータ解析で明瞭に表れています。各学科では、平成 25 年度新入生に対して、履修登録についての

適切なお指導をお願い致します。

15 週問題

半期2単位の講義について、「きちんと15回の講義回数を確保するように」という外圧が高まっています。しかし、実際に15週講義を確保しようとすると、たちまち試験室の確保や大学院入試の実施等に困難をきたし、今のところ妙案は見つかっていません。全学教育制度委員会（委員：伊藤紳三郎教授・高分子化学専攻）で継続的に議論が進められていますが、工学部でも独自に対応を検討するために、工学部教育制度委員会に15週問題検討WG（座長：大嶋正裕教授・化学工学専攻）を設置し、精力的に検討いただいております。そこでは、「単位数を2単位から1.5単位に変更して時間的余裕を生み出す」抜本的な案を含め、他大学の実施状況も参考に、幅広い検討を続けていただいております。

特色入試

先年秋に、全学で特色入試の実施を検討するWGが設置され、工学部から木本恒暢教授（電子工学専攻）と私が委員となりました。背景には、京都大学が後期入試を廃止したことに伴い、それに代わる受験機会の提供を京都大学が国大協から求められていること、東京大学が秋入学を提案したことに対し、京都大学は入試制度の改革を挙げたこと等があると思われまます。全学の特色入試実施検討WGからは、推薦入試、AO入試等の新しい特色入試を導入しない学部は、後期入試を復活せよとの厳しいお達しです。

WGでは短期間に何度も情報交換が重ねられ、多くの学科ではかなり具体的な特色入試案がまとまりつつあります。しかし、工学研究科・工学部は大変大きな組織であり、3か月程度で各学科のご意見・お考えをまとめて新しい入試方式を提案することは、非常に困難であると認識しています。それでも、各学科の教育制度委員の先生方には、年度末のぎりぎりまでご検討・ご尽力をお願いしております。拙文がお手元に届きます頃には、各学部の特色入試（平成28年度入試から実施予定）案が、公表されていると予想しております。

終わりに

全学から性急な要求が来るたびに、工学部の教育制度委員会委員の先生方には、大変なお迷惑をお掛け致しました。教育制度委員会、各種小委員会、WG、学科での教務委員会等々、月に何度も何度もご議論いただきました。工学部のように大きな所帯で、短時間に各学科・コースのご意見をお纏めいただき、さらに工学部全体の方針決定をしていただくという、極限的なご尽力をいただきました。上述の教育制度改革は、全委員の先生方の「学生にとってより良い教育制度を」、「拙速による失敗は、学生に迷惑をかけることになり、何としても避けるべき」との共通の熱い思いの賜物です。

（教授 材料工学専攻）

◆ 随 想 ◆

企業と大学での 40 年

小 池 武



団塊の世代に生まれて、常に同世代で競争しながら、我が国が高度経済成長するまっただ中を駆け抜けてきましたが、気がつくと、我が国の最高に幸せな時代を生きてきたことを今になってやっと理解できた次第です。

東京オリンピック前後は、日本国内は現在の中国と同様で、大変な建設ラッシュ時代であり、理数系に強い学生は工学部へ集まり、その中で土木工学分野も大いに人気のある学科でした。

しかし、我が世代は学園紛争に揉まれて一年間ほとんど講義がない期間を過ごすことになり、嫌が上にも自主的に学生生活を送る機会を得ることになり、此処彼処で自主ゼミが持たれる時代でした。しかし、それが幸いしてか、勉学における自主性が大いに涵養されることになり、大学院の研究では当然のことながら自分で新しい研究テーマを見つけることに情熱を燃やす結果となりました。

大学院時代を送った研究室は耐震工学研究室であり、その当時は構造物の地震時動的挙動を数値計算で把握することが可能となったことから、大型汎用コンピュータによる振動解析研究が大変盛んな時代でした。地上構造物、地中構造物あるいは構造物・基礎・地盤系の地震時挙動を解析するため、大学院生が総掛かりで取り組んでいたのが印象的でした。

そうした研究室の状況下に遅れて参入した大学院生の自分としては、同じ数値解析を後から追いかけても面白くないと言うことで、どうすれば新しい研究テーマが得られるのか悪戦苦闘していた記憶があります。

いくつかの文献を渉猟している内に、今は構造物の地震時挙動解析結果を集積しようとしているが、

いずれ、構造物の耐震安全性をどう把握するかが問題になってくるはずだと思ようになりました。その切り口を得て、暫くして出会ったのが今では信頼性理論の原典と言われる文献でした。まだ大学院生に成り立ての時期でもあり、時間はたっぷりありました。この文献と徹底的に取り組むことができたのが、自分の将来を振り返ったときに、ひとつの転機であったと思います。

信頼性理論は、構造安全性というものを定量的に評価できる合理的手法として当時の最新理論でしたが、地震工学への応用・発展の余地は十分あると直感しました。

研究成果を英文ジャーナルに発表できたのがきっかけで、この分野の世界的権威であった Professor A.H.S. Ang や当時の若手研究者であった Professor G.I. Schueller らと知己を得ることができました。当時は、20 歳代のため、怖いもの知らずで、アメリカ出張の機会に真冬のイリノイ大学まで、Ang 先生を訪ねて行って歓待して戴いたのを覚えています。昨年、急逝した Schueller 先生は、私の論文を読んで、「君はこの分野のパイオニアだ」と言ってくれた人であり、海外に本当の知人を得た思いで大いに興奮すると同時にオリジナルな研究の大切さを痛感した瞬間でもありました。

大学院終了後、企業に入社してから暫くしてコロンビア大学の研究員として研究する機会を得ました。大学に到着して早々の数週間は、招聘してくれた Professor M. Shinozuka との徹底集中した議論の機会となりましたが、その中から今に至るまで係ることになる多くのアイデアが生まれました。当時は、ライフライン地震工学研究の黎明期であり、Shinozuka 先生はライフライン研究が担える実務経験を持つ研究員を探しておられた時であり、それによく適合した事情を後で知ることになりました。

研究分野が黎明期にあるとき、そこで見つかる研究課題はいずれも基本的課題であることから、その後の研究の方向性を決めることになります。この出会いが、正にその時期であり、今に至るもこの面の研究が連綿として続けられているのも事実です。研究成果の一つとして、「地盤震動が大きくなると埋設管周辺の地盤と管表面の間ですべりが発生して、管のひずみは一定以上増加せず、かわりに管路異型部に相対変位が集積するというメカニズム」を定式することができました。これは、大地震に対するパイプラインの耐震設計をする上での難題を解決するのに大いに役立つことになり、早速、実務設計に導入されることになりました。

企業では、実務経験を経てこそ、一人前の技術者と認められます。幸いなことに、海外工事プロジェクトを担当して入札、設計、現地製作、工事施工、納入までの一連のプロジェクトを現地工事担当も含めて実務経験することができましたが、これはプロジェクト・マネジメントとは何かを知る上で最高の経験になったと思っております。ところで、我が国のエンジニアは一般的に設計・施工管理において国内ルールは熟知していますが、国際標準には疎く、英語ドキュメンテーション能力については、30年前も現在も同様に十分とは言えません。これからの時代、企業が国際化するには、エンジニアもやはり国際標準の技能を持った人材でなければ国際的に太刀打ちできません。自分自身の経験では、やはり若い内に海外実務を経験する中で己を鍛えることが必要と思われまます。

一昨年の東日本大震災で、東北地方沿岸部の諸都市は津波により大災害を被りましたが、仙台市は2週間後に都市ガス供給を再開することができました。これは、ガス製造所は津波で崩壊したものの、日本海側からのガス供給パイプラインが生き残ったお陰で、仙台市へのガス供給が継続できたためでした。この長距離ガスパイプラインの建設に関わった1人として、このニュースを聞いて大変誇らしく思った次第です。このパイプラインは、1990年代前半に建設されたものですが、当時の国内パイプライン建設市場は各種の規制に阻まれて、国際的には数倍から10倍近い高コスト体質にありました。し

かし、このパイプラインは、当時の常識を一つ一つクリアして、低コストの工事を完成させた画期的なものでした。そして、今回の大地震に際して十分にその耐震性能を発揮したことで、低コストでも、耐震安全性が十分であったことが実証でき、工事に関わったエンジニアとしては嬉しい限りでした。

その後、研究所所長・関連会社事業部長の経験は企業管理者のマインドを知る機会となり、物事を決めるプロセスにおける意思決定と投資の関連を実務的に考える際の貴重な経験を得ることができました。

企業生活25年目のとき、管理職の会社生活に展望を見いだせず、人生の活躍の場をアカデミックな分野に変更したい思いが募り、大学に移る決心をしました。

我が国の信頼性工学の権威である故星谷 勝先生の後任として、武蔵工業大学（現東京都市大学）に職を得たのですが、星谷先生の定年までの2年間は毎日の昼食時が研究討議の場になって大変面白い日々を過ごすことになりました。この時の議論と企業時代の管理職の経験は、プロジェクトのリスクマネジメント、インフラシステムの維持管理における意思決定問題を考える上で大変参考になりました。このような経験を経て、大学での研究テーマとして、実社会の都市ライフラインインフラの耐震性能を改善するには、どうすればよいのか、設計・維持管理で最適な方向への意思決定を行うためのリスクマネジメント研究などを行うことになった次第です。

2011年に、母校に帰ることになりましたが、企業が国際的競争の世界で如何にして生き残るか必死に悪戦苦闘している状況に比較して、京都大学のみならず日本の大学は一部を除いてまだまだ事態の切迫感が乏しいと感じました。その中で、着任しました地球工学科は、学部1回生から英語のみの講義を行う国際コースを設置したり、アジア圏での国際連携を強めるなどの外形的対応では学科全体が一丸となって意欲的に取り組んでいましたが、教員構成での外国人比率は依然として低いなど取り組むべき課題も山積しているとの印象でした。この状況に少しでも貢献できるようにと、土木学会に Journal of Disaster Fact Sheet を創設、英文図書 Handbook of

Lifeline Engineering の発刊あるいはフィリピンの De La Salle 大学との共同研究 (JICA AUN/SEED-Net Project) などに取り組みました。そして、学内ではやはり企業での実務経験と研究の関係、研究テーマ発見のプロセスなど、自分自身の経験をそのまま学生諸君・若手研究者に伝えるのが最大の仕事と思い、日々研究室で顔を合わせる学生諸君との discussion の機会を楽しみにしてきました。

この随想は、学生諸君・若手研究者諸氏に伝えきれなかった点を少しでも補うつもりでまとめたもの
とご理解戴ければ幸いです。

(定年退職教授 元社会基盤工学専攻)

◆ 随 想 ◆

41 年間の研究を振り返って（人との出会い）

宮 崎 則 幸



昨年12月に退職予定教授宛の工学広報執筆依頼を受け取りました。さて、何を書こうかと考えましたが、研究以外は余り能がないので、極めて平凡ですが、表記のような主題でこれま

での研究を振り返ることにしました。私は、東京大学で学位を取得後、日本原子力研究所（現・日本原子力研究開発機構）で6年間、九州大学で21年間、京都大学で9年間過ごしました。このように、学生時代を含めて、三つの大学と一つの研究機関に籍をおきました。そこでの人との出会いと研究を中心に書きたいと思います。

さて、私は1年廻道をして、1968年に東京大学に入学し、1972年に東京大学工学部原子力工学科を卒業しました。その時いただいた卒業証書の日付は1972年4月28日となっています。履歴書を書くたびにこの1ヶ月遅れの学部卒業の事実が付いて廻ります。この理由は入学後に起こったいわゆる「東大闘争」の影響です。そのため、1969年の東大入試は中止となりました。1972年の卒業者は、ある意味いい加減な学部教育で卒業した世代です。その反動かどうかわかりませんが、5年後の大学院博士課程の修了者は8名（原子力工学科の定員は36名）で当時としては非常に大きな割合でした。同期の多くの卒業生はその後、原子力関連の仕事に就きました。日本原子力学会会長、原子力委員会委員に就いた同期生もいます。

さて、私自身の大学院時代に話を戻します。1972年に学部を卒業した後、東京大学大学院工学系研究科原子力工学専門課程に進学し、原子力推進工学研究室（故・安藤良夫教授、矢川元基助教授）に籍を置きました。研究室名の「推進」は“propulsion”

のことで、当初は原子力を推進力に用いた船舶、ロケット等を研究の視野に置いていたことの名残のようです。実際、講座担当教授の安藤良夫先生は当時原子力船「むつ」の開発に深く係っていました。しかし、大学院生の研究テーマは材料強度、構造強度が中心でした。私が直接指導を受けた矢川元基先生（現・東京大学名誉教授）は有限要素法を用いた破壊力学解析で学位をとり、アラバマ大学（Oden教授）の留学先から戻られたばかりでした。当時、矢川先生は30才前後の新進気鋭の助教授であり、矢川先生から研究指導を受けた最初の学生の一人でした。この矢川先生との出会いがその後の研究の方向性を決めました。なお、矢川先生はその後、計算力学の分野で、「大規模・高精度計算科学に関する研究」というご業績で2009年に学士院賞を受賞されています。私自身は、有限要素法による非線形解析、特にクリープ変形を伴う座屈現象の研究で工学博士の学位を取得しました。矢川先生から指導を受けた当初は私を含めて3名の学生しかおらず、非常に密度の高い指導を受けたように思います。

大学院修了後、1977年～1983年までの6年間、日本原子力研究所の構造強度研究室（故・宮園昭八郎室長）のもとで軽水炉の安全性の研究に携わりました。1979年に米国スリーマイル島原子炉の炉心溶融事故が起こったこともあり、同所でも軽水炉の安全性研究が活発に行われた時期でした。研究室では原子炉配管の疲労強度および配管破断事故時の高温高圧水噴出に伴う配管の動的挙動の研究に係わり、前者に関連して三次元破壊力学解析、後者に関連して高温高圧水噴出に伴う流体噴出力を熱流体解析コードから推算するとともに、配管の動的挙動の有限要素解析も行いました。

その後、1983年に九州大学工学部化学機械工学科に移りました。化学機械工学科は他大学では化学

工学科と呼ばれる場合が多く、メインの学会としては化学工学会がありますが、そこでは固体力学を研究対象とすることはほとんどなく、研究発表等の学会活動は機械学会の計算力学部門と材料力学部門で行いました。九州大学に移ってからは、原子力関連の研究から離れ、当時大学院生であった現・佐賀大学教授の萩原世也氏と分岐座屈モードを考慮したクリープ座屈解析を、また、現・鹿児島大学教授（2012年9月まで京都大学准教授）の池田徹氏と異種材界面き裂の応力拡大係数解析を行いました。さらに、後者の研究の応用として、電子デバイス実装強度信頼性評価に取り組みました。また、当時、熱流体解析が中心であった電子／光学デバイス用単結晶育成プロセス関連解析において、その品質、生産性の観点からは固体力学、材料強度に関連した研究が重要であるという認識に立ち、結晶異方性を考慮した熱応力解析、転位密度を含んだクリープ構成式を用いた結晶育成過程の転位密度の定量的評価、単結晶の熱応力起因割れ等の解析評価に関する研究を展開し、この分野における世界の研究をリードしました。この研究においては、当時東北大学金属材料研究所で各種単結晶の育成研究を行っていた福田承生教授から大きな示唆を受けました。

機械工学とは異なり、化学工学の学生の教育においては材料力学の教育は充分行われていませんでした。そのため、計算固体力学／材料力学分野の研究に対応できない大学院生に対しては複合材料の固体粒子衝突エロージョンに関する研究を行ってもらいました。これは複合材料中の強化材の形態、マトリックス材と強化材との界面強度等の特性がエロージョンに及ぼす影響を実験的に明らかにする研究でした。複合材料に関する研究の主流は材料強度に関するものであり、この種の研究はこれまで体系的に行われていませんでした。近年、複合材料が構造材料として多用されるようになり、複合材料の固体粒子衝突エロージョン挙動も重要になるにつれて、本研究の被引用数も増加しています。

九州大学に21年間在籍した後、2004年に池田助教とともに研究室を京都大学の機械系に移すことになりました。京都大学において大きく進展した研究は、以下の4つです。(1)異方性異種材界面破壊力

学、(2)電子デバイスの電氣的信頼性評価に関する研究、(3)デジタル画像相関法による微小領域のひずみ計測、(4)水素脆化現象の原子シミュレーションによる検討。(1)については池田准教授が中心になり、応用数学と固体力学の素養に富んだ永井政貴氏（現・電力中央研究所）他の大学院生の努力により大きく研究が進展し、異方性異種材界面き裂だけでなく、異方性異種材角部の二次元及び三次元の応力拡大係数解析が、機械的負荷だけでなく熱負荷に対して解析できるようになりました。また、通常の弾性体だけでなく圧電材料についても取り扱うことができるようになりました。(2)については社会人として博士課程に在籍した福岡県工業技術センター機械電子研究所の小金丸正明氏が行った研究であり、応力負荷に伴う電子デバイスの電気特性変動に関する実験を行い、このような電気特性変動を表す物理モデルをデバイスシミュレーターに組み込み、定量的評価を可能にしました。(3)に関する基礎的な研究は博士課程の学生であった宍戸信之氏（現・名古屋工業大学特任助教）が行い、光学顕微鏡、走査型共焦点レーザー顕微鏡を用い測定システムを開発し、これらを用いて電子デバイスの微小領域のひずみ分布の計測に成功しています。(4)の研究に関連して、九州大学／産総研のプロジェクト研究「水素先端科学基礎研究事業」に2006年度～2010年度までの5年間にわたって参加し、水素脆化の素過程として重要な水素原子と転位等の欠陥の相互作用の原子シミュレーションを担当しました。この研究を主体的に担ったのは京都大学の私の研究室に所属する松本龍介助教および武富紳也特定助教（現・佐賀大学准教授）でした。彼らの努力により大きな成果をあげることができたとともに、この研究テーマで、武富特定助教は日本機械学会奨励賞を2011年に、また松本助教は2012年に日本材料学会学術奨励賞を受賞し、若手の人材育成に大きな寄与をすることができました。

このように、これまでの41年間の研究を振り返ると、何か一つの課題を追求してきたというよりは、その時々々の制約条件（所属した機関、学科等）下で、計算固体力学、材料力学という分野に立脚して研究テーマを見いだし、研究を進めてきようと思えます。

上記に示したような研究業績をあげることができたのは、ここで名前をあげることができなかった多くの日本原子力研究所の研究者の方々、九州大学、京都大学の大学院生の方々のお陰でもあります。記して感謝の意を表したいと思います。また、京都大学の機械系に移ってからは、九州大学在籍時のように自身の研究分野と学科／専攻の建前とのミスマッチに苦しむこともなく、研究室のスタッフおよび優秀な大学院生と9年間の本当に楽しい研究生生活を送ることができました。京都大学工学研究科の今後の一層の発展を祈念して筆を置くことにします。

(名誉教授 元機械理工学専攻)

◆ 随 想 ◆

過ぎ来し半世紀の科学技術と今後

鈴木 実



本年3月末日をもって定年退職するのを機会に、これまで私自身が体験してきた50年近くの科学技術の発展を振り返り、その原動力あるいは拠って立つ指針が何であったのかを、極めて主観的にかつ個人的にはあるが、考えてみたい。そして、今後はそれがどのように変わるのか、あるいは変わらざるを得ないのか、私の個人的な考えを述べてみたい。

私が科学ないし技術というものに最初に触れたのはラジオだったと思う。マジックアイを合わせながら相撲や笛吹童子を胸を踊らせて聞いていた。時々壊れて、ラジオ屋さんに真空管を交換して貰ったのを覚えている。小学校高学年の頃は、相撲ガムを買って当たったゲルマニウムラジオを、夜、布団の中で聞きながら寝た。アンテナを微調整しながらなかなか聞き取れない放送を一生懸命聞いていた。電池もなしに、なぜ聞こえるのか不思議だった。停電も多かったので、懐中電灯と蝋燭は必需品だった。エナメル線を巻いておもちゃのモーターも作った。乾電池は今ほど安価ではなく貴重だった。

私が自分の将来の仕事を決めたのは中学1年生の時だった。ある日、担任の先生がホームルームの時間にエサキダイオードの話をしてくれたことがあった。半導体の研究者は、マッチ棒の先のような小さな半導体をピンセットでつまみ机に座って、ためつすがめつ一日中眺めているのだ、という。私はこれを聞いて、自分の将来の仕事は半導体の研究者以外にない、とこの時決心した。それから大学の研究室に入るまで一直線だった。一度もぶれたことはなかった。

テレビは中学生の時に家で買って貰えた。テレビ

の中はまるでジャングルのような感じだった。スイッチを入れてしばらくしてから画面が出た。高校の頃には小型のトランジスタラジオが販売された。欲しかったが買ってもらえなかった。大学の時に最初の1年は大学紛争で授業がなかったから、アルバイトをしてソニーのトランジスタラジオを買った。IC11 といってトランジスタ 11 個を集積化した IC が 1 個使われていた。性能の良いラジオでそれからずっと愛用した。今でも持っている。

大学入学時に学生実験用の計算尺を全員が購入した。計算尺での計算は大変だった。2回生の時に土木工学科の研究室でアルバイトをし、その時シャープのかなり大きい卓上の電卓を初めて使った。この計算機は平方根の計算ができた。顔見知りになった助手の先生に頼んで内緒で学生実験のデータ整理に使わせて貰ったのを覚えている。この時は電卓の威力を実感した。4回生の時、研究室の修士1回生の先輩が、購入したばかりの手のひらよりも小さいHPの電卓を自慢して見せてくれた。3万円だったか5万円だったか、当時としては随分小型で個人でも買えるくらいの安さだった。

1975年電電公社の電気通信研究所に就職した。その頃、研究所は256kビットメモリ(DRAM)の開発に一丸となっていた。1980年の頃にパソコンが出回り始めた。早速8ビットのAPPLE IIを買って実験で自動測定に使った。OSとBASICとプログラムのテキストに合わせて48kバイトしか使えるメモリがなかった。それでも画期的に実験が進むようになった。個人でもNECのPC9801を購入した。CPUは16ビットでクロックは8MHzだった。それからのパソコンの発展は本当に目覚ましかった。

HPの電卓には赤いLEDが使われていた。その頃、学会では発光ダイオードの研究が盛んだったが、青色発光はほとんど無理と考えられていた。しばら

くして青色発光が得られるようになったが、輝度が問題でその解決には誰もが悲観的だった。それが突然 1990 年頃、高輝度青色発光ダイオードが発明されて一気に解決した。その発光ダイオードが今使っているパソコンのディスプレイにも使われている。そのパソコンはクロック 2.6GHz で 4 つの CPU が並列されハイパースレッディング・テクノロジーを備えて 8 個の CPU として働くという。さらに、メモリが 16G バイト、512G バイトのフラッシュメモリディスクを備えている。エサキダイオードの頃と比べるとまさに隔世の感がある。

私は半導体を志したが、専門は結果的に超伝導になってしまった。超伝導の研究を始めた頃、転移温度は最高で 23K と報告されていた。しかし、実際に扱う超伝導体では 10K そこそこであった。それが 1986 年に高温超伝導物質が発見されて、転移温度の最高は今や 135K になった。こんなに高い転移温度というのは、私が研究を始めた頃はまったく夢のまた夢であった。それが現実になるとは。今、こうして振り返ってみると、その感慨はもう言葉にならない。

技術も科学も進歩の勢いを突然速めたと感じられたのは、ちょうど世紀末にかかるところだった。高温超伝導が発見され、ハレー彗星が現れ、高輝度青色発光ダイオードが発明され、コンピュータがどんどん良くなっていた。だから、常温核融合が報告されたときは、そういうことがあってもおかしくないという気持ちになってしまっていた。残念ながら常温核融合は違っていた。

たった 50 年ではあるが、その間に科学と技術は何と進歩してきたことだろうか。その 50 年と自分の人生を共有できてきたことは研究者としては本当に幸せなことだったと思う。胸が踊りそして心がときめく時を何回も味わうことができた。今でもその時の情景などありありと思い浮かべることができる。

これだけ科学が発展してみると、果たしてこれから一体どう発展するのだろうか、ふと気になってしまう。まだ発展の伸びしろはあるのだろうかと…。このように思うのは、これまでの科学技術の進歩というものはある一定の方針に保証されて進

められてきたような気がするからである。つまりそれは 20 世紀初頭の量子論の開花と固体への応用ということから得られる果実をひたすら収穫する作業であり、極端化すればどんどん微細化すればますます高速大容量になるという進展の路線が敷かれていたからとみなして構わないのではないだろうか。その結果実現したコンピュータの高性能化は、あらゆる面で生産性の飛躍的な高度化と生産技術の高性能化を達成し産業革命をもたらした。まさに未曾有の進歩であったが、しかし、その根底にあった共通の指導原理というものは意外と簡単なものだったのである。

生命科学やまだ新しい科学分野などはこれからも長足の進歩を遂げると思う。また異なる指導原理で発展してきた科学技術分野もあろうかとは思ふ。しかし、一般論として、今後の科学技術の進展の速さはこれまでよりも恐らく鈍化するのではないかと思われるのである。

これまでの科学技術は、一つには、人間の肉体あるいは脳の能力を補完し増強することを念頭に置かれてきた。脳に関しては高性能なコンピュータの出現でかなり目的を達成しつつあるような気がする。これからは高速高密度大容量で 100 年は信頼できる不揮発メモリや量子コンピュータができればよいと思う。移動の能力に関わる技術も着実に進歩すると思われる。ヨーロッパの美しい建造物が 100 年以上も残っているのに日本の建造物が 40 年くらいで崩落するのはあまりにも情けない。このへんはもっと技術が進展して欲しいと思う。しかし、これらのことは今までの延長線上にあることでこれまでの 50 年と対置するものではないだろう。

今後科学技術が画期的に発展する可能性を考える上で、20 世紀初頭の量子論に至った原動力が何だったのかと振り返ることは重要と思われる。それは、合目的な側面もなかったとはいえませんが、多くは純粋に知的好奇心に根ざしたものだただのではないだろうか。そういう知的好奇心の旺盛な多くの科学者が活躍して量子論など近代科学が生まれきたのだと思われる。今後も科学の画期的な発展を促すに

はまたそういう環境を作らないといけないのではないだろうか。

知的好奇心を育てるということは昔に比べてそう簡単ではなくなってしまったような気がする。昔は身の回りにあるものがそのまま知的好奇心をそそりそれが科学原理の探求に直結した。ところが、今は直結しない。少なくともそう思われることが多い。現在では、科学の発展のために知的好奇心を求められるのは息の長い教育の後であって、そうした今の教育では大学を卒業する頃に知的好奇心の旺盛な学生がどれだけいるだろうか。そういう学生は勿論今もいて科学技術を担っていくと思われるのだが、数が少なれば画期的な発展というものなかなか期待できない。もっと多く優秀な学生を輩出しないといけないわけであるが、そのためには同じくらい知的で優秀な教員が多く必要になるのである。もし、教員から育てようと考えたなら、これは国家百年の計になり、念頭にある科学技術の発展の時間スケールから逸脱してしまうし、しかも必ずしも成功するわけでもない。それにそれほど多くの優秀な教員を育てられるだろうか。このような教育における需要と供給の時間的量的な齟齬を思うにつけ、今は何か新しい教育のスキームを考えるべき時期に差し掛かっているのではないだろうかと考えざるを得ない。

今、私が思っていることは、これほどまでに発達したコンピュータを、生産技術や機械類の制御、あるいは通信や娯楽だけに利用するのではなく、なぜ教育に利用しないのだろうか、ということである。もし、コンピュータを使って優秀な個人教育ができるようになれば、天才のような学生が沢山輩出するはずである。少なくとも教師の量の面での問題は解決できる。素晴らしいコンピュータ教育システムが一つできれば、教師の数には困らなくなる。これまではパソコンを教育の補完として考えて来たが、一般論として、これからは人間の教員がコンピュータによる教育の補完をすることも考え得る。そういう時代に変わらなければいけないのではないかと思う。科学技術の発展は一人の優秀な科学者によってもたらされると考えるのは多分当たっていない。むしろ、優秀な科学者が多く集まることによって、そ

のうちの一人が偉大な発明発見をもたらすと考えるべきなのだと思う。今の科学技術の高い水準と、遺憾ながら不十分さを指摘される教育の中であって、知的好奇心が旺盛で優秀な学生を多く育てるにはコンピュータによる教育システムが必要とされるのではないだろうか。大学はその開発に一日も早く着手すべきではないのだろうか。囲碁の井山裕太名人は20歳で名人位についた天才棋士だと最近知った。その天才棋士の誕生にはインターネットとコンピュータが重要な役割を果たしたという。この場合は人間も介在しているので、コンピュータが主体ではないのであるが、コンピュータ教育の走りとしてその有効性と重要性を示す重要な事例であると思う。

(名誉教授 元電子工学専攻)

◆ 随 想 ◆

退職にあたって

岡 二三生



私は、昭和43年に工学部土木工学科に入学し、その後修士、博士課程を修了して、昭和52年に工学部助手に採用されました。学生時代は、土木系の研究室で教育を受けましたが、助手の時に耐震工学の研究室で2年過ごし、岐阜大学の土木工学科の土質力学の研究室へ転出しました。1983年から1984年にかけて、カナダのケベック市にあるLaval大学で客員教授として滞在しました。その後、平成9年に工学研究科の土木工学専攻へ配置替えとなり、土質力学分野、その後改組で社会基盤工学専攻を担当してきました。専門は、地盤材料の力学、多相系の計算力学などで、具体的には土や軟岩の構成式、変形の局所化、液状化、圧密・掘削問題、メタンハイドレート含有地盤問題、堤防など盛土の強化再生問題、X-CTによる地盤材料の可視化などです。

4回生の初めに研究室配属があり、赤井浩一先生の研究室を希望しました。理由は土質力学がまだ成熟していないように感じたからです。当時は、学生運動の影響もあり、学生には自由な雰囲気が強かったようです。平成19年度から、工学研究科では、融合コースという大学院の他分野との融合、修士と博士の連携を考えたコースが設置運営されていますが、当時、連続体力学の一分野として有理力学の勉強会が当時航空工学の徳岡辰雄先生によって開かれており、学生時代から参加しました。大阪大学や神戸大学など、機械、建築、土木などの先生方と勉強したことは、融合的な環境が存在したことを示しています。博士課程の時には、福井謙一先生の統計熱力学などの講義、単位交換学生として大阪大学にも

福岡先生の波動論なども聴講にゆきました。大阪大学とは単位互換制度ができた最初でした。最近は、先のように積極的に働きかけないと融合できないのかなとも思いましたが、制度としてのサポートも重要であると思います。融合が深まることを期待しております。

さて、学生時代研究室ではよく長い議論をしていました。恩師の足立紀尚名誉教授とは、昼食の後、議論し、気がつくと5時をまわって、さあ仕事をしようということも、しばしばでした。学生時代の研究でなんとか数篇の論文を書きましたが、今のよう論文の数をさほど気にすることもなく、何が問題か、研究室で何が行われているかをよく考え、議論していたように思います。助手の2年目になって、それまでに考えていたことをまとめて論文にしましたが、学部、修士、博士と6年間考えてきたことで、やっとすこし分かってきたような気がしたものです。当時の先生は、博士論文は修了2年目にまとめられるように言われましたが、そのほかは特に指示はなかったようで、自由にさせてもらいました。京大の良さだったのでしょうか？最近では、自分を含め論文の数にこだわったり、引用回数を気にしすぎるのではないかと思います。

最近の研究環境についてですが、プロジェクトが増えたせいか成果を急ぐ傾向があり、基礎的な研究は後回しになっているかもしれません。ただし、現実問題の解決には基礎的な研究が必要なことが多く、応用と基礎のバランスは大切です。私が入学した当時、主任の先生が大学というところは10年後に役に立つことをするのだとおっしゃっていたことを思い出します。

次に、学生の教育の問題ですが、現在、一般教養・基礎教育の重要性が叫ばれています。この問題では、全学的に理念や内容が議論されてきましたが、

教養・基礎教育については、大学入学までの教育期間の問題があります。戦後教育改革が行われる前には、小学6年、中学5年、高校3年で大学は3年でした。その後、6、3、3、4制となり、中等教育期間を補うため大学は1年加えて、4年となったわけで、大綱化以前は2年間が教養部での教育となっており、専門教育は大学院修士課程で行うというようになっていたわけです。それなりに機能していたのかもしれませんが。その後、くさび型教育として専門教育が2回生から始まることとなり、教養・基礎教育の時間はさらに減少しています。外国に目を向けると、初等、中等教育では、英国は5歳から小学校がはじまり、高校のあと大学への準備学級などがあります、また、フランスでも大学前に準備学級があり、初等中等教育最大13年と充実しています。このように、理念内容とともに教育期間の改革も重要です。

一般教養・基礎教育に時間をかけるとして、専門教育では学部と大学院修士との連携が重要だと思います。工学系では、かなりの学生が進学するので、学部専門と修士一貫教育を目指してはと思います。その際、卒論の問題があります。卒論は自主的に研究のなかで教育する方法として有意義ですが、一方、内容が年々高度化し、3回生までの専門教育では不十分なことも多いこともあり、履修内容に戸惑う学生も多いのではないのでしょうか？ このギャップは若い教員や大学院生が埋めているのが現実です。研究を通しての教育は、ふさわしい研究の発展段階では非常に有効ですが、ギャップが大きくなると問題です。またこれが蛸壺教育になりがちだと言われる所以でもあります。一貫教育で修士、博士論文に重点を置くと良いと思います。その場合、4回生で実務に就くコースの学生には、それ向けのカリキュラムを組む必要があります。国際化では、グルノーブル大学とのコーディネーターを長年務め、ダブルディグリー制度を設けましたが、修士課程のみであり、今後は是非博士課程でも可能となるよう進めて欲しいと願っています。先の教養教育ですが、新入生のポケットゼミは開始時から地盤科学入門として参加でき有意義であったと思います。また、地球系土木コースでの学部からの英語教育国際コースは先進

的ですが、日本の学生を含めバイリンガル教育を期待します。

その他の大学関係の活動では、カールスルーへ大学との交流も行ってきた関係もあり日独文化研究所の評議委員を務めました。この研究所は岡本道雄元総長が理事長をつとめられましたが、学生の頃参加したドイツ語講座ではなく、哲学に重点を置かれており、震災や一昨年の原発問題など社会と科学技術との関係を考える時、岡本先生はじめ諸先生方の論考は大いに勉強になりました。また、統合複雑系科学研究ユニットにも参加でき、知己を得たこと大変嬉しく思っております。

最後に、現在の大学は、これまでの大学院重点化、大綱化、改組、法人化、移転、国際化に加え、さらなる改革が求められています。経験とともに歴史に学んで、よりよい未来を作るための大学となるようお願いします。長年にわたり素晴らしい学生と環境で教育研究ができたことに対し厚く御礼申し上げます。ありがとうございました。

(名誉教授 元社会基盤工学専攻)

◆ 随 想 ◆

京都大学の将来に期待する

三 浦 孝 一



忘れもしない、兵庫県竜野市誉田町という田舎で昭和42年3月20日の夜に合格電報を受けとった。団塊世代の厳しい受験競争から解放されて、「これから本当の勉強ができる。」と、

天にも舞い上がる気持ちであった。修学旅行以外は外泊経験がない世間知らずであったため、京都という「大都会」での一人生活のスタートは心細いものであったが、それから46年間、まさに人生の大半を、1年間のカナダ留学以外は京都大学から一步も出ることなく過ごしてきた。社会的には、世間知らずのままに井の中の蛙である。46年は、純真な学生が、何事もわかったような“おとな”へと変化する過程でもあった。

過ぎ去った年月をふり返るといろんなことが頭をよぎる。その一つは、昭和44年1月末の後期入試開始の前日に開催された教養部代議員大会である。無期限ストライキが可決されたのである。その日から教養部はバリケードで囲まれ、その後数年にわたる京都大学の学園紛争の始まりであった。ノンポリ学生を巻き込んで、多くの学生が大学や日本の行先を“まじめに”考えた。ときには暴力騒ぎで機動隊が導入されたこともあったが、紛争の混迷の中でも京都大学構成員の良識は保たれていたと感じたものである。特に、ノーベル賞を受賞される前に福井謙一先生が紛争時に工学部長を務めておられたとき先生に接する機会があったが、一言で言うなら先生の“泰然とした態度”に、京都大学で学んでいることの幸せを感じたものであった。

私の専門は化学工学であるので、この学問の性質からは産業界で働くのが正道と思われたが、人生の分岐点での選択を後回しにしたせいで、助手、助教

授、教授の途を歩むこととなった。この間、できるだけ「世の中の役に立つ仕事がしたい」との思いで、エネルギー・環境問題の解決を目指して、「石炭をクリーンにかつ大切に使おう」を合言葉に研究に取り組んできた。教育面では、専門である反応工学に加えて熱力学や物理化学を担当する機会をもてたことは幸せであった。特に、エントロピーの概念は、まだ完全に理解できているとは言えないが、エネルギー・環境を論ずる上で必ず理解すべき概念と考えている。研究面で後世に残る成果を挙げたかは疑問ではあるが、この途を歩むことができ最大の幸福は、なんといっても優秀な学生諸君との日常的な接触であった。おかげで、ともに学び遊んだ助手時代から、自分の子供よりも若い平成生まれの学生に囲まれる年になるまで、青春のわくわく感を持ち続けられた。ありがたいことであった。

話は変わるが、平成6年6月に京都府最南端の相楽郡精華町に引っ越した。大学が移転するとすれば西木津地区であるということに疑わなかったからである。ところが、どんでん返しのような決定で、9年半前に工学研究科だけの桂キャンパスへの移転となった。おかげで、京都府内にいながらバスと電車を5つも乗り継いで毎日往復3時間余を通勤に費やすという憂き目をみることとなった。しかし、振り返って、その3時間は実に有意義な時間であった。図書館であり、講義の予習時間、英語Newsを聞く時間、瞑想にふける時間、人間観察の場、また一時のまどろみを楽しむ時間でもあった。それで、都合5回電車を乗り過ごしたし、網棚に忘れものをしたのも5回は下らないが。

長い前置きは、通勤図書館で読んだ本の中で、最近特に感銘を受けた2つの本を紹介したいからである。その一つは、『日本の「情報と外交」(孫崎享、PHP新書 p.174～175)』中の次の記述である。

『米国における 9.11 同時多発テロ事件は、米国情報組織に、情報処理のあり方の抜本的改革を迫っている。それは「need-to-know」から「need-to-share」への変化である。訳すれば「知るべき人」への情報から「共有」の情報への変化である。じつは、この変化は「トップにすべての判断を委ねることが、組織にとって最も望ましい」という発想から、「トップの決断・行動が、組織につねに最もよい結果をもたらすとはかぎらない。情報を共有することで、組織の個々が最善を尽くせるようにすることが組織にとって最善である」という思想への転換でもある。トップより構成員の良識を重んずる－画期的である。米国では革命的といってよい。』（念のために、これは日本の政府の話でも、関西のどこかの地方自治体の話でもなくて、米国の情報組織の話です。）

もう一つは、『死の淵を見た男－吉田昌郎と福島第一原発の 500 日（門田隆将、PHP 研究所）』である。この本は、平成 23 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分以降、福島第一原発において、吉田所長を始めとする東電の現地職員と福島隊員が自己の責任を全うすべく働いた記録である。長くなるが、以下に「おわりに」中の記述を引用した。

『暗闇の中で原子炉建屋に突入していった男たちには、家族がいる。自分が死ねば、家族が路頭に迷い、将来がどうなるかもわからない。しかし、彼らは意を決して突入していった。自衛隊の隊員たちも、自分たちが引き起こした事故でもないのに、やはり命の危険をかえりみず、放射能に汚染された真っ只中に突っ込んでいった。その時のことを聞こうと取材で彼らに接触した時、私が最も驚いたのは、彼らが行った行為を「当然のこと」と捉え、今もって敢えて話すほどでもないことだと思っていたことだった。

事故の復旧のために第一の働きをすることになる消防車とともに真っ先に福島第一原発に駆けつけ、復旧活動を展開した自衛隊員は、わざわざ私が取材にやってきたことに、こう驚いていた。「あたりまえのことをしただけです。自衛隊の中でも、あの時の私たちの行動は、今もあまり知られていないんですよ」

東電の現場の社員も、協力企業の間人も、あの線

量が増加した中で働いた人々も、それと同じような認識を持っていたことに、私は驚きと共にある種の感慨を覚えた。』

最近、とみに国や大学を巡る状況が変化しつつあるようだが、ここに紹介した 2 つの本は、大学人が大学人としてなすべきことは何かを教えてくれるように感じるのは私だけであろうか。

最後に、46 年を経てこのような拙稿を記すことができるのは、京都大学というまさに自由と良識の府の中で、恩師を始めとして多くの人に助けられてきたおかげであることを痛感している。伝統は塗り変えられていくものではあるが、良き伝統は守り続けてもよいのではとより強く感じる今日この頃である。京都大学を去りゆく老兵のつぶやきにおつきあいいただいたことに感謝したい。

（名誉教授 元化学工学専攻）

◆ 随 想 ◆

見慣れなかった熱力学変化

牧野俊郎



私は1968年に京都大学に入学した。以来45年にわたって京都大学にお世話になった。思えば充実した45年であった。その間ご指導いただきあるいはおつき合いいただいた京都大学の

教職員の方々・学生諸兄には篤く御礼申し上げる。私は熱工学の分野において、熱力学をはじめ熱とふく射の関係の教育にあたり、おもに表面の熱ふく射性質に関する研究をしてきた。ここでは、その間私には印象的であった熱力学の経験について記す。

もう何年も前のことであるが、私の尊敬する熱工学の大先生が学会の講演で、圧力 p が増加し同時に体積 V も増加する変化、あるいは圧力 p が減少し同時に体積 V も減少する変化は存在しうるものであろうか、という問いかけをなされた。つねづねよくお考えになる先生の言であったので、その問いかけはその後ずっと私の脳裏に焼き付いていた。

そういえば、高校の物理の教科書には、理想気体の定圧変化、定積変化、定温変化、可逆断熱変化が示されているが、 p と V がともに増減する変化は明には現れない。大学の熱力学の講義では高校の教科書にはない自動車やガスタービンのサイクルなどの実際的なあたりにも話が及ぶが、そこでも p と V がともに増減する変化は明には現れない。ただ、大学の講義では高校の教科書にはないおまげが付いていて、理想気体と見なせる気体のすべての変化は近似的に式 $pV^n = \text{const.}$ の形で表されるとしている。すなわち、ポリトロープ指数 n を0、1、 κ 、 $+\infty$ と置くことによってそれぞれ定圧変化、定温変化、可逆断熱変化、定積変化を1つの式で表し、また、この代表的な4種の変化には近似できないより実際的な変化も n に適切な値を与えることにより表現できる

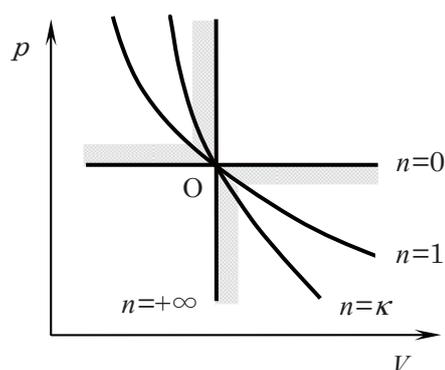


図1

としている。ここで、特徴的に、 n は $n \geq 0$ である。すなわち、図1で、点Oを出発点とする変化はOの周りの影つきの領域にしか及ばないことになる。いっぽう、 p と V がともに増減する変化は、この表現によれば負のポリトロープ指数 n をもち、その図では未開の領域にある見慣れない熱力学変化であることになる。その後、大先生は考察を進めて、負のポリトロープ指数が実現する条件を明示されたが、私にはしっかりと来ないままであった。それは、大先生が示された条件からは見たままの具体的な系が見えなかったからである。

ところで、気体に熱を加えるとその体積が増し、逆に冷却するとその体積は減少するというのは熱力学の基本中の基本である。熱力学の講義では、その基本が暗に圧力が一定に近いという条件での加熱/冷却を想定していることを述べたうえで、その基本はあなたにとって知識か経験かと学生に尋ねることにしてきた。知識とは、中学校の先生がそうであると仰った、高校の教科書にはそうであると書いてあった、ではそうであるに違いない、そのような経緯で得られた天下りの知識を指す。いっぽう、経験とは、何かそのような現象を見たことがある、感じたことがあるなどの当人の五感を通じて身につ

たあたりを指すつもりであった。大部分の学生は素直に知識であると答え、ごく少数の学生は黙って考え始めた。ならばお見せしようと教室で実験をやってみせることにしてきた。教室に液体窒素を運んで大きいビーカーに移し、ゴム風船を大きく膨らませてその液面に押し付ける。すると、風船は縮んで張りがなくなるまでに小さくなる。風船を液面から離すと風船は膨らんでもとの大きい風船に戻る。私はこの実験を学生に熱力学の基本を体得させるためにやってきたつもりであった。しかし、ある年、この風船の中の気体は、その実験の過程で圧力 p と体積 V がともに増減する負のポリトロップ変化を経ていることに気づいた。風船の中の気体は風船のゴムの張力に抗して V を増すため p も V も同時に増加し、逆もまた然りであることに気づいたのである。こんな身近なところに負のポリトロップ変化を見出すとは、それまで私には想像できなかった。

それより後に、高校で理想気体の定圧変化、定積変化、定温変化、可逆断熱変化を学んできた高校生向けに熱力学の問題を作る機会があった。といっても、その問題は実際に使われることはなかった。それは図2に示す系についてのものであった。系を厳密に記述するためにいろいろお断りした後であれこれ尋ねるものであるが、その一部を省略形で述べると次のようなものである。シリンダーの中の長いピストンの両側には、初期には状態 O で p 、 V 、 T がたがいに等しい同種の理想気体 A と B が入っている。気体 B は断熱されている。気体 A をゆっくり加熱していくと、気体 A と B の状態はどのように変化するか、その状態変化の軌跡を p - V 図に表せ、というものであった。ポイントは、ピストンが

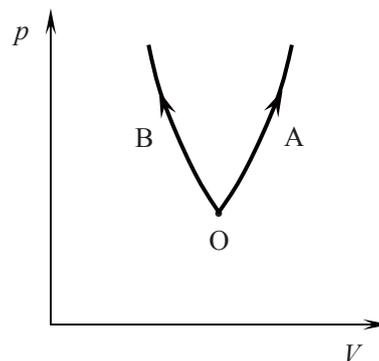


図3

伸び縮みしないことと、ピストンの両側の圧力がたがいに等しいことだけである。答は図3に示すとおりである。曲線 A は曲線 B と左右対称に描かれるべきである。気体 B は可逆断熱変化し、いっぽう、気体 A は高校や大学の教科書に明には現れない負のポリトロップ変化をする。しかし、この問題は高校物理の範囲を越えていない。私は高校物理の範囲で負のポリトロップ変化の一例を見出すことになった。これは、その問題の作成の前には想像できなかったことである。私はまた見慣れなかった熱力学変化に巡り会った。

(名誉教授 元機械理工学専攻)

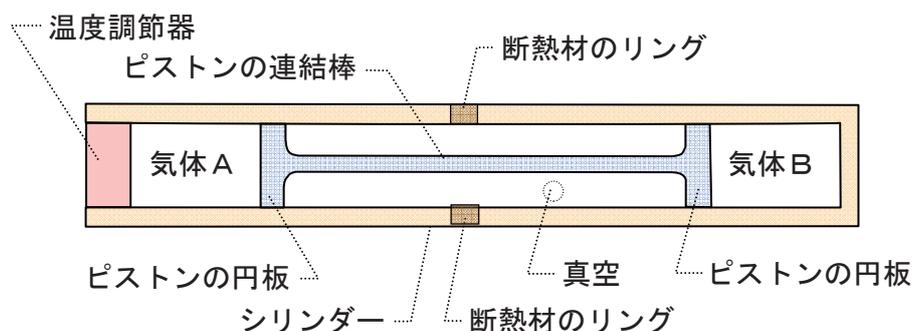


図2

◆ 紹 介 ◆

京都大学在学・在職中の思い出

入 山 恭 寿



私は1998年3月に京都大学工学研究科物質エネルギー化学専攻修士課程、2001年3月に同博士課程を修了しました。2001年4月から物質エネルギー化学専攻小久見善八教授のも

とで助手、2008年4月から静岡大学工学部物質工学科で准教授を歴任し、2012年1月に名古屋大学工学研究科教授に着任致しました。現在は、無機固体電解質を用いた次世代二次電池に関する研究を中心に行っております。

エネルギー変換材料の基礎研究をされていた小久見研究室へ4回生の時に配属させていただき、最初に頂いたテーマが“パルスレーザーアブレーション法を用いたリチウム二次電池の電極活物質の薄膜作製”でした。電極/電解質界面で起こる反応はリチウム二次電池の性能に深く関わり、その基礎現象を調べるために薄膜電極は有用です。この時にご教授頂いた薄膜作製及び界面評価に関する基礎的知見は、現在でも私の研究を支える一つの柱です。修士課程途中からは、この薄膜技術を活かして“透過型電子顕微鏡 (TEM) 内部で電池反応を行い、それに起因する電極活物質の相変化を” in-situ “観察する” というテーマを頂きました。百万遍の交差点近くの某カレー屋で、机の上におかれたナフキンを電池材料に例えて、小久見教授が熱心に実験構想を説明されるのを聞き、“それはおもしろそうですね”と即決をしました。(その後3年間は後悔をしました…)

自分の力が至らず、結局 ex-situ 測定の結果をまとめることで博士の学位を頂きました。その後、小久見研究室で助手を勤めさせて頂く際に、博士課程のテーマを完結させるために開始したのが無機固体

電解質を用いた二次電池の研究でした。一方、当時は小久見教授が JST-CREST で“エネルギーの効率的変換を目指した界面イオン移動の解明”という題目の研究プロジェクトを推進されており、有機電解質/電極活物質(及び固体電解質)界面でのイオン移動については安部武志助教(現 物質エネルギー化学専攻・教授)が精力的に研究を進められていました。このお手本に習い、私は固体電解質/電極界面のイオン移動を調べてみたいと思いました。界面イオン移動現象の奥深さに魅せられ、やり残したテーマをしばし忘れていましたが、2007年に(財)ファインセラミックスセンター様から in-situ 測定のご相談を頂き、2008年から測定に適した電池の開発を中心に研究を再開しました。この研究は、現在、NEDO-RISING 研究の一部で進められております。

小久見研究室には、先輩諸兄が考案されたオリジナル装置・器具があふれており、ガンダム、UFOセル等の愛称をもつものもありました。そうした創意工夫の結晶を学生時代に見て触ることができたのは、私の大きな財産です。京都大学在学・在職中を思い返しますと、素晴らしい環境のもと、研究室に配属された時から貴重な研究テーマを頂いたことに改めて感謝をする次第です。現在、自分の研究室を立ち上げておりますが、学生には創意工夫を推奨し、失敗を恐れず、勇猛果敢に挑戦をしてもらえる研究室にしたいと思っております。

(名古屋大学大学院工学研究科

マテリアル理工学専攻 教授)

[工業化学科平成7年度卒業生]

◆ 紹 介 ◆

プラズマ応用技術への貢献を目指して

江利口 浩 二



私は平成3年3月に大学院工学研究科機械物理工学専攻修士課程を修了し、松下電器産業(株) (現パナソニック(株))に入社しました。約14年間の勤務の後、平成17年7月から現在の航空宇宙工学専攻に所属しています。修士課程では、藤本孝教授(現名誉教授)のご指導の下、プラズマ分光の研究を行いました。企業では半導体デバイス製造のための超微細加工プラズマプロセス開発に携わり、学生時代の核融合プラズマとは違った側面でプラズマを見てきました。

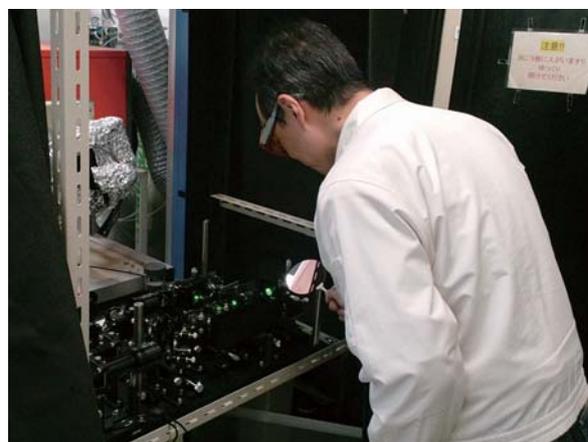
現代社会においてプラズマは、家電製品だけでなく、その高い反応性・低温プロセスという特徴から、電子機器を構成する集積回路の基本要素である半導体デバイスの製造工程をはじめ、様々な材料の表面改質、バイオ・医療分野での滅菌・減菌・治療、宇宙機推進などに広く利用されています。私は特に、プラズマが固体と接するナノスケールの領域でのプラズマ・固体反応機構に注目しています。例えば、Intel社製プロセッサに代表される最先端のシリコントランジスタ製造においては、プラズマプロセスに要求される加工精度は原子レベル(1~2nm)に達しています。実は近年になって、プラズマと接するこの領域でのイオン・活性種の物理的・化学的反応により、プラズマに暴露されたトランジスタの性能・信頼性が大きく劣化する、という事実が明らかになってきました。このプラズマと固体表面相互作用による負の反応機構をプラズマダメージと呼びます。

現在の所属になってからも、これまでのわたしの活動分野であるトランジスタ製造のためのプラズマの研究に携わっています。「プラズマダメージを測る・予測する・設計する」というコンセプトで、研

究室のスタッフ・学生諸君の協力のもと、宇治キャンパスにあるプラズマ実験装置を中心に活動してきました。

「測る」については、プラズマと接する表面層数nmの領域での材料構造変化、及び電子にとっての欠陥(電子を捕獲しうるサイト)を、数値化できる電気的手法ならびに光学的手法を研究開発してきました。従来の電子線回折では観測困難な欠陥数を、変調手法と解析モデルを利用し数値化することで、“ある・なし”ではなく、プラズマダメージ量のアナログ的理解が可能になってきました。

一方、「予測する」「設計する」ためにはプラズマ自体だけでなく、プラズマに暴露されるトランジスタの性能・信頼性変動機構を理解する必要があります。プラズマからのイオン・活性種・電子の入射過程・帯電量、及びそれに伴うトランジスタ構造変化を一連の素過程に分割し、計算科学(古典的分子動力学法、第一原理計算、デバイスシミュレーション)を中心とした反応機構の研究を進めてきました。その結果、高性能・高信頼性トランジスタ製造を大きく支配するプラズマパラメータが、これまで指摘されてきたパラメータとは異なることが分かってきました。



プラズマダメージ量を光で測る

今後もプラズマは宇宙産業を含め、幅広い産業分野で利用されます。しかしながら、特に反応性プラズマはその複雑さから、決定論的運動論で扱うことは非常に困難です。産業界における複雑なプラズマ応用技術の進化に貢献するためには、プラズマ反応過程を「測る・予測する・設計する」という基礎的研究が必要です。また一方で、プラズマ・液体間反応などの新しい場の探求も大切です。最近は、プラズマのゆらぎに着目し、プラズマ・固体表面の反応機構をより精度高く「測る・予測する・設計する」研究を進めています。

最後になりましたが、私の研究活動は、当研究室の斧高一教授、鷹尾祥典助教、そして過去に在籍されたスタッフや学生諸君、さらには共同研究先の多くの方々に支えられています。この場を借りまして、皆様に深く感謝の意を表します。

(准教授 航空宇宙工学専攻)

◆ 紹 介 ◆

「光を自由自在に取り扱う」

石 崎 賢 司



私は、2012年4月に電子工学専攻の助教に着任し、新たな光科学の開拓、光技術の開発を目指しながら、教育・研究に従事しています。特に、光ナノ構造（光の波長程度あるいはそれより

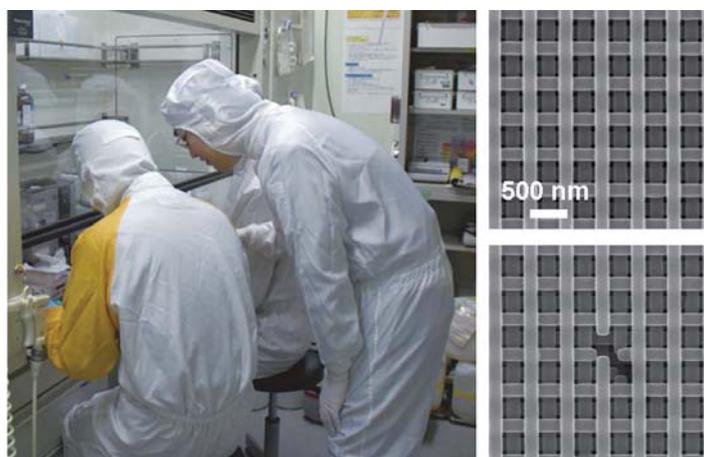
も小さな構造が人工的に組み立てられた構造）による、光の自在な取り扱いの可能性に注目しています。

光科学・光技術のさらなる発展により、現在そしてこれからの社会は、より便利に、より豊かになるものと考えられます。省エネルギー・創エネルギーは喫緊の課題ですが、光による高密度低消費電力の情報・エネルギー配線や、太陽光を利用した高効率な発電などは、その解決に大きく貢献すると期待されます。このような展開に向けて、光を、思い通りに自由に取り扱えるようにすることが重要です。

これまでの研究では、立体的な光ナノ構造を利用した光の操作について検討を行ってきました。もの

を創ることに興味があった学部学生時代、電子工学専攻の野田進教授の研究室で開発されていた最先端の3次元フォトニック結晶に魅せられ、その開発に参加させていただいたのがきっかけでした。3次元フォトニック結晶は、半導体等の物質を、光の波長オーダーの周期性をもつように立体的に配置した光に対する人工の“結晶”です。実際に数百nmオーダーの寸法の構造を精度よく立体的に組み立てることは容易ではありませでしたが、自動で位置を決定しながらパターンニングされた層構造を積み重ねていくシステムの開発などを経て、世界でも最高の品質と自負する立体光ナノ構造を創り出すことを可能にできました（写真右上）。

そのような立体光ナノ構造において、最近、数十ミクロン程の小さな領域の中で立体的に自在に曲げ伸ばし可能な、立体光配線を世界で初めて実現することに成功しました。その背景には、作製技術とともに、独自の発見と、それにもとづく設計がありました。当初、どうしても有限の厚さの結晶しか作ることができず、バルクというよりは薄い板状の3次元



クリーンルームにて研究を行う筆者ら（左）と作製したフォトニック結晶（右）

構造となってしまうことの影響を考察していたところ、結晶の表面に光がまとわりつくことができる（光の表面準位の形成）ということを実験的に発見しました。このとき、フォトニック“結晶”の名が示すとおり、複数の等価な結晶表面が存在し、その面の光学的な特徴もやはり等価であるということを確認にしたことが契機となり、結晶の等価性を考慮しながら構造を設計すれば、結晶の内部で自由に光の経路（導波路）をつなぎ、立体的に光を配線することもできるのではないかと思います（写真右下は、斜め方向への光導波路が結晶の中に形成されている例です）。こういった立体的な光の操作は、低損失・高密度の立体光配線として、省エネルギー・省スペースの光チップデバイスの開発へと繋がると考えています。

最近の研究では、バルク状の3次元フォトニック結晶の中央部、つまり外界と隔離された空間で起こる未開の物理的・光学的現象の探索といった基礎的な検討や、微細な加工技術をベースとして光ナノ構造と光電子デバイスを融合することによる高効率太陽電池や高出力半導体レーザーの開発といった応用検討も、開始しています。これらの研究を通して、ひとつを極めていく中で現れてくる新たな発見の面白さといった、研究の奥深さを学生にも伝えながら、教育に携わることができればと思っています。

（助教 電子工学専攻）

◆ 紹 介 ◆

7年目を迎える工学研究科技術部

原 田 治 幸



工学研究科技術部は平成19年4月に改組発足いたしました。今年で7年目を迎えます。私が平成22年4月に前任の八田技術長からバトンタッチされて今年で4年目になります。この誌面をいただいて7年目を迎える工学研究科技術部について説明をさせていただきます。

現在、技術部には40名（再雇用3名を含む）の技術職員が所属しています。これらの技術職員は、系、学科、センター、専攻などでの専門的な教育・研究支援の業務に従事すると同時に、技術部を維持・運営するための業務と、工学研究科全体へのサービス業務を全技術職員が協力して行っています。特に国立大学法人化以後は技術職員には専門技術の提供だけでなく安全衛生管理など工学研究科全体へ貢献することも求められています。

毎年のように、定年退職・再雇用の終了などで技術職員が工学研究科を去られますが、その後の補充を適切な職場に行うことが技術部にとって重要な任務の一つであると考えています。実際には、再雇用制度の実施により定年退職後に再雇用（5年間）を希望される方が2名おられると1名の技術職員を新規に雇用することができますので、再雇用の方がおられる職場とは別の新たな職場にも技術職員を配置することが可能になりました。

ここ数年は、新規採用技術職員の配置先について、次のようなプロセスで決定しています。これについては毎年、年度第1回の技術部運営委員会で方針を確認して頂いた上で行っています。

まず、技術部主催の技術職員採用準備会議を開催します。この会議では系、学科、センター、専攻などから研究科長に提出された技術職員配置を希望す

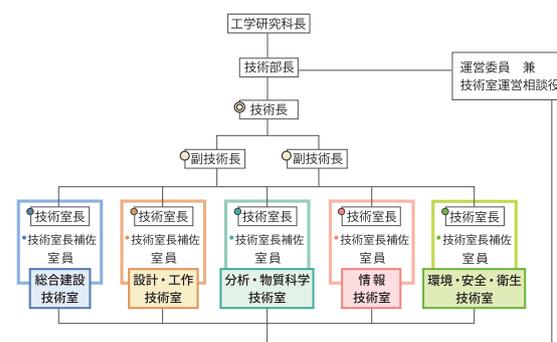


図1 工学研究科技術部の組織図

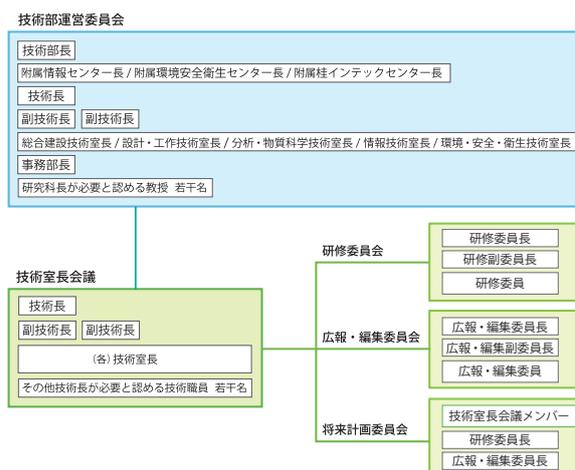


図2 工学研究科技術部 各種委員会・会議構成

る要望書について説明していただきます。技術部長と技術室長会議のメンバーによる協議で、どの職場に技術職員を配置するかについての優先順位案を作成します。この優先順位案が第2回の技術部運営委員会で審議されて承認されれば技術職員の採用手続きへと進むことになります。

平成24年は、2月1日付けで地球系に1名、4月1日付けで地球系に1名、化学系に1名の計3名の新規採用の技術職員を迎えることが出来ました。

技術部の日常的な運営業務については技術室長会

議が責任をもって行いますが、業務によっては専任の小委員会（研修委員会、広報・編集委員会、将来計画委員会）が担っています。

研修委員会は、年2回の技術職員研修と新規採用職員研修の企画と運営を担当します。

広報・編集委員会は、技術部報告集、技術部便り、技術部提供サービスパンフレットなどの編集及び技術部ホームページ（<http://tech.t.kyoto-u.ac.jp/ja>）の管理を担当します。

将来計画委員会は技術職員及び技術部の将来的なあり方、組織などについての検討を行います。委員は室長会議メンバーと研修委員長と広報・編集委員長で構成されます。

全技術職員が各小委員会に所属しています。研修委員会と広報・編集委員会の間で年度ごとに委員の入れ換えを実施しています。これは、技術職員間の交流を促進することも目的としています。

工学研究科全体へのサービス業務としては、「桂ものづくり工房」を平成20年11月に開設して以降、「大判プリンタの提供」、「技術相談」、「物品貸出サービス」と4つのサービスを順次開始してきました。

毎年、利用方法などについて解説した「技術部提供サービスパンフレット」を全教員向けに学内便で送付させていただいております。

各サービスの利用については、技術部ホームページ（<http://tech.t.kyoto-u.ac.jp/ja>）を窓口とさせて頂いております。

「桂ものづくり工房」については、設計・工作技術室の協力で「機械運転技術講習」を実施しています。また、安全管理の為に技術職員による交替制で常駐職員の配置を行っております。また、毎年新たな工作機械や道具を導入できるように努力しております。

「大判プリンタの提供」については、情報技術室と情報センターの協力により運営しております。

「技術相談」については全技術室がそれぞれの専門分野についての問い合わせに回答できるよう努力しております。

「物品貸出サービス」については常駐担当の技術職員が対応しております。貸出対象の物品はホーム

ページで確認出来るようになっております。

技術部はまだ不備な部分があり改善をしなければならない組織であると考えていますが、技術部として主催する研修や個人研修で個々の技術職員のスキルアップを支援することで、より良い教育・研究支援ができるようにしていきたいと考えています。

（技術部技術長、技術専門員 分子工学専攻）

編集後記

本号表紙は、平成 24 年秋に完成し物理系 4 専攻の移転を終え、今春本格稼働を始めた桂キャンパス C クラスター総合研究棟Ⅲ（物理棟）の外観と平成 15 年 10 月の開学以降順次移転を終えて、現在の桂キャンパスの様子をお届けしました。巻頭言では、白井評議員・副研究科長から、国際高等教育院構想、学部・大学院教育について多くの課題を検討されている現状をご報告いただきました。随想では、本年 3 月末に工学研究科を去られた 6 名の教授、小池武氏、宮崎則幸氏、鈴木実氏、岡二三生氏、三浦孝一氏、牧野俊郎氏から学生生活・研究生活にまつわる思い出や研究成果について、また激励のメッセージなどもいただきました。卒業生紹介においては、工業化学科を卒業された入山恭寿氏（名古屋大学大学院工学研究科マテリアル理工学専攻 教授）より、学生時代に会った研究テーマや今取り組んでおられる研究について、若手教員紹介においては、物理工学科の江利口浩二氏（工学研究科航空宇宙工学専攻准教授）、電気電子工学科の石崎賢司氏（工学研究科電子工学専攻助教）より、現在取り組んでおられる研究のお話を、また技術部技術長の原田治幸技術専門員からは、7 年目を迎えた技術部について詳しくご紹介いただきました。

桂キャンパスへの物理系 4 専攻の移転も一段落し、今後ますます工学の教育研究活動が進展していくことでしょう。

ご多忙にもかかわらず原稿依頼をご快諾いただき、貴重な時間をさいてご執筆いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。

次号は、移転作業を終えて日常の落ち着きを取り戻した C クラスター総合研究棟Ⅲ（物理棟）の様子などもお伝えできればと思っています。

（工学部・工学研究科広報委員会）

投稿、さし絵、イラスト、写真の募集

工学研究科・工学部広報委員会では、工学広報への投稿、余白等に掲載するさし絵、イラスト、写真を募集しております。

内容は、工学広報にふさわしいもので自作に限ります。

応募資格は、工学研究科・工学部の教職員（OBの方も含む）、学部学生、大学院生です。

工学研究科総務課広報渉外掛で随時受け付けております。

詳しくは、広報渉外掛（075-383-2010）までお問い合わせください。

工学研究科・工学部広報委員会（平成 25 年 4 月～）

委 員 長	北 野 正 雄	教 授
委 員	山 田 泰 広	准教授
委 員	鉾 井 修 一	教 授
委 員	林 高 弘	准教授
委 員	野 田 進	教 授
委 員	太 田 快 人	教 授
委 員	今 堀 博	教 授

工学広報オンライン用 URL: <http://www.t.kyoto-u.ac.jp/publicity/>

