

# 物工同窓会だより

第17号

平成14年5月発行

## 物理工学科の近況

教授 宮下 精二

科学技術のあり方が前世紀末からいろいろなところで問われ、工学部でも多様な方面への展開が図られて来ています。世の中でも理科離れが議論を集め、その中でも我々にとって特に物理離れが大きな問題となっています。そのような中で、教育のあり方が大きな問題として議論されてきました。工学研究科では、教育プロジェクトなるものが推進され、個々の教官ではカバーしきれない、教育に関する組織的問題を専門的に扱うポストが用意され、二人の教授が着任されました。また、教育システムについても議論が進んでいます。上でも述べたように工学の多様性が強調される中で、いわゆる工学のソフト化が進み、従来のいわゆる基礎数学、物理学の教育のあり方も議論されています。

これまで物理工学科50年の歴史では、皆様のご活躍により、「物理学と数学を基礎とし、新しい科学技術の開拓や、産業の新しい発展に伴う未踏の分野を切り開く人材育成を推進する。」という応用物理部門の理念が、産業界、学術分野など広い分野で大きな貢献ができてきていることは、我々の誇りであります。我々はより新しい方向も模索するとともに、これからもこの物理工学科の伝統を堅持すべく心を引き締めているところです。

物理離れということを書きましたが、少し物理学への順風もあるようです。最近のナノサイエンスや量子情報に関する関心の高まりは、量子力学の現実的な重要性を世の中に周知させ、この分野で世界の発信基地となっている物理工学科への関心が高まっています。また、エントロピーが重要な役割をする複雑系であるソフトマテリアルにおいてもミクロな物理的研究の中心となり、この面での注目を集めています。また、駒場学生を対象にし、物理と数学の相互関係を明らかにし、それらへの理解を高めるために開催している総合科目「物理と数学」も大変好評で多くの学生が熱心に聴講しています。その他、物理工学科への駒場生の関心を高めるため、駒場対策委員会のここ数年の努力もあって昨年度の物理工学科は人気学科にかえり咲きました。

物理工学科では、先輩の皆様の活躍を学生に直接感じとってもらうため、特別講義を行っています。昨年は、(アジデントテクノロジー)の皆様にお願ひし、学生たちにも非常に好評でした。

また、優秀な卒業論文を顕彰する物工賞は今年度3名に与えました。さらに、昨年度新しく、優秀な修士論文を顕彰する田中昭二賞を設け、物理工学関係の工学系研究科と新領域創成科学研究科の中から4名が受賞しました。3月29日の修了式で田中昭二先生から、賞状と銀メダルが授与されました。

応物部門にとって大きな変化であった、数理情報学専攻も無事発足し、部局間を越えた新しい協力関係を作り上げる努力がなされています。とりあえずその内容は、これまでと

変わりなく工学部応用物理部門の仲間であることを自明のこととし、合同会議はじめすべての協力関係を意識的に継続しています。また、新領域創成科学研究科がいよいよ引越しするのにあたり、授業の便宜を計るためのカリキュラム変更なども進んでいます。

人事面では、白木靖寛先生が先端研から戻られ、その代わりに宮野先生のグループが移られました。新しく、市川昌和先生が昨年 10 月から日立（アトムテクノロジー出向）から

着任され、ナノサイエンス、表面物性などに新しい研究グループが加わりました。また、特定研究部門（客員）に高分子物理の理論的リーダーとして活躍されている土井正男名古屋大学教授を 4 月からお迎えしています。

研究活動では、平成 8 年度から始まり、13 年度に延長になった COE が今年度で修了します。このプロジェクトは大変成功で、そこで生まれた研究を受け継ぐ量子相センターが昨年度発足し、五神真委員長のもと順調に活動を開始しています。また、「強相関ソフトマテリアルの動的制御」（西敏夫教授代表）「電子励起を用いた原子分子操作」（前田康二教授代表）、や「超伝導」（永長直人教授、内田教授班長：代表前川東北大金研教授）などの特定領域研究の推進はじめ、それぞれの研究分野で指導的な活躍がなされています。また、昨年度、十倉好紀教授が朝日賞、五神真教授が日本 IBM 賞、香取秀俊助教授が丸文研究奨励賞、筆者も井上學術賞を受賞しました。

今年度、武田先端知ビルが完成し、また新 2 号館の着工など、工学部の研究場所の移動の計画が進んでおり、狭隘な研究環境が改善されることが期待されています。また、昨年構想が出されていたいわゆるトップ 30 の企画は 20 世紀 COE として、今年度募集が始まりますが、物理関係は次年度スタートなので、物理工学科の果たせる役割を構想中です。また、今年度工学系研究科は大学評価機構の研究評価を受けることになり、学科や研究者個人からの書類が提出されました。この評価には物理学の分野がなく、工学における物理学の位置づけが心配になったりしています。

同窓会の皆様には、物理工学科のさらなる発展のためにも今後ともさらなるご活躍をお祈りし、我々へのご支援、ご鞭撻をこれまでもましてお願いいたします。



## 価値と知価 (回文)

教授 十倉好紀 (S51年卒)

思いがけない個人的な慶事を理由に原稿を依頼されたが、披露すべき何の劇的エピソードもない。それに加え、今週は駒場生相手に「私が学問に目覚めた時」と大層な題名で短いスピーチをすることになり、今は大変大変気が重い。まだ、一向に学問に目覚めるどころか、毎日が過信と萎縮のくりかえし。(実は、私はまだ目覚めてません、といったら学生さんは怒るか知らん。) 話のネタになるような波乱万丈の人生を送ったわけでもなければ、肅然たる人生観、研究観があるでもない。後から見ればたいした事などまったくない、ふとした思いつきに興奮したかと思えば、電磁気の公式を忘れ始めた、半導体物理の基礎知識さえ欠落している自分にうんざりもする。専門とするお仕事も、出口イメージのない研究はね、と釘をさされたかと思えば、あなたの研究も立派なナノテクと言われて、足らなくなったセンター予算の算盤をはじいてみたり。ある会合で席が隣合った野依先生に、私もあなたも研究者とはいえても、スカラーとはいえないよね、と言われて、はあ、そうですね、と苦笑い。ちがいますよ、先生は立派なスカラーです、ぐらいはやはり言うておくべきだった。野依研の厳しい指導を小耳に挟んで、ふと思ったが、いまどきの学生のほとんどは、土曜日に研究室に来なくなってしまった。小学生から週休2日が当たり前なら、これも当然のこと。修行の身で土曜日に仕事をせず一人前になどなれるか、と愚痴をこぼしあうのも、同じく土曜日に学生が相手をしてくれない同僚のみ。ただ、明るい兆しがなくてもないでもない。新入り物工3年生相手の講義、今年は、初回が54名、2回目が59名の出席、講義が終れば、質問しにくる学生が引きもきらず、腹が減っているのに、居室に帰してもらえない。一昨年、昨年はこの「固体物理第一」、初回から最後までコンスタントに学生が半分しか来なかった(だから教師のせいでないと言いたい)。いくら必修でないと言っても、物工生の半分が、フェルミ準位やブリュアン・ゾーンを一度も知らずによいものか。材料や物性など要らんと、などと言うから物工の3年生までがこのザマだ、と毒づいていたのに、今年の優等生ぶりをみて、これは多分、いままでの私どもの努力不足のせいと認識。さすがに、去年から駒場生相手に、物理のポラティア補習をやったり、物工の教育・研究の地道な広報活動をしたかいたがね、といったら、はっきりいってあなたは何もしてない、と同僚(駒場対策委員長)に言われ、全く返す言葉もなし。それでは、せめて今週の「学問に目覚めた時」では、駒場生相手に、なにかやる気の出ることでもしゃべらないといかんとすると、またまた気が重くなる。スカラーじゃないのに、目覚めてもいない学問というのを考えるからしんどいんで、まあ、確かに勉強は辛いけれど、研究は結構楽しいし、この歳になっても、いまだに一喜一憂なんだから。そうか、それだけを言えばいいかと、今思いめぐった次第で、ついでにこの稿の紙幅もほぼ尽きました。

大学独法化などと喧しく、評価評価の嵐が吹きそう。どれだけ有為の人材を輩出するか、そして、どれだけ独創的・主導的な研究をするかだけが、我々の仕事と矜持。教条主義的無能が英知の文化を破壊することだけはさせまいと、思っています。

## ノーベル賞研究の現場に参加して

Joint Institute for Laboratory Astrophysics(JILA) 研究員  
井上 慎 (H8 年卒)

2001年10月9日の朝、「所用で遅くなるから」と実験室に電話を入れた私に対して、同僚の Jon は「分かった」と言った後、ゆっくり付け加えた。「さては Shin、ニュースを聞いてないな！ Wolfgang と Eric, Carl がノーベル賞をもらってここは大騒ぎだよ。プレス・リリースもあるし、早く来た方がいいと思うな。」 Wolfgang は私が今年の8月まで5年間、MIT の博士課程でついた指導教官、Eric と Carl は現在、(新しい職場で) 同じ冷却原子グループに所属する教授達である。胸が騒がないわけではない。用もそこそこに家を出た私は職場へ急いで自転車を走らせた。

3人の受賞者のフルネームと所属は Eric A. Cornell (JILA and NIST)、Wolfgang Ketterle (MIT)、Carl E. Wieman (JILA and Univ. of Colorado)。受賞理由は「アルカリ気体のボーズ・アインシュタイン凝縮 (BEC) に成功し、その基本的性質を明らかにしたこと」とある。両グループ (JILA と MIT) が BEC に成功したのが95年。その後数年間、2つのグループが次々と新しい実験を成功させデッドヒートを繰り広げるのを筆者は一大学院生としてつぶさに体験することができた。

そもそも、希ガス原子の BEC を登場人物に的を絞って振り返ってみるのもなかなか面白い。その名が示す通り、BEC はインド人物理学者の Bose の仕事に注目した Einstein に端を発する。Einstein は1925年、光のスペクトルを全くの統計的な議論で再導出した Bose の仕事を質量のある通常の粒子に延長し、「3次元ではボーズ粒子は極低温で純粋に量子力学的な相転移をおこし、マクロな数の粒子が系の基底状態に落ち込む」ことを予言する。しかしながらその新奇性が故にこの予言は (一説には当の Einstein を含めて!) 当初は一般に信じられていなかったという。

状況は1938年のヘリウムの超流動の発見とともに一変する。Einstein の予言を知っていた London は、ヘリウム4がボゾンであることに気づき、超流動はボーズ凝縮によって起こるとした。London は Einstein の式が予想する相転移温度 (3.1K) がヘリウムの転移温度 (2.2K) の良い近似になっていると指摘した。ボーズ・アインシュタイン凝縮の実在が一気に現実味を帯びた瞬間である。

しかし超流動を示すヘリウムは液体であり、その密度は Einstein の議論のもとになった気相の原子よりはるかに高い。そのため、粒子間の相互作用が大きく、多体の効果が避けられず、状況は複雑化する。特に Landau がボーズ凝縮の存在を仮定せずに超流動ヘリウムの振る舞いを説明する理論を作り上げることに半ば成功するにおよび、超流動とボーズ凝縮の関連は不明確になる。俄然、密度の低い、相互作用の小さい系でのボーズ凝縮の実現が切に望まれるようになった。

転移温度は密度の3分の2乗に比例する。気体で相転移を目指すにはミリケルビンやそれ以下まで気体を冷却しなければならない。当然、通常の原子はそのような温度では固体となってしまう。しかし1959年、「強磁場中に置かれた (スピン偏極した) 水素原子ガスは絶対零度でも固化しない」という論文が発表されると、いくつものグループが一斉に実験を始めた。Silvera と Walraven 率いるオランダのグループが偏極水素原子の安定化に成功 ('80) すれば、Kleppner と Greytak 率いる MIT グループは磁気トラップ、蒸発冷却 ('88) を次々と成功させ、あと3分の1まで温度を下げれば相転移、というところまで肉薄し、相転移到達も時間の問題と思われた。しかし現実には厳しい。その「残り3分の1」を達成するのに Kleppner 達はさらに10年を要することになった。

これに対し、レーザー冷却した原子を使って壁に挑もうとしたのが Cornell, Wieman,

Ketterle の各氏である。「ゆっくり」冷やしては分子を作り、やがては固化してしまう水素以外の原子でも、「急いで」冷やせば固化する前に BEC に到達できるかもしれない。何しろレーザー冷却はコンマ何秒かで常温の原子を千分の一度やそれ以下に冷却できる優れたものである。原子の冷却、トラップへの半導体レーザーの導入などを精力的に進めていた Wieman は、MIT を卒業したばかりの Cornell を雇い、原子をレーザー冷却した後に磁氣的に閉じこめ、蒸発冷却でさらに冷却する方法を提案する。一方、Cornell の指導教官であった Pritchard (MIT) は蒸発冷却の改良版を提案するとともに、Ketterle を雇い、やはりレーザー冷却と組み合わせる実験を始めた。いずれも 1990 年のことである。

その後の両者のデッドヒートは関係者の記憶に新しい。95 年、軍配はほんの数ヶ月の差で Eric と Carl (JILA) に上がった。Wolfgang は MIT での記念講演で、今でこそ微笑みながら、「JILA で実験成功」の報に接したときの感想を披露している。「新任のアシスタントプロフェッサーにとって、これは問題でした。(会場、静かな笑いの声) 着任してからの予算、実験機器、時間。これらの全てを投資して求してきた目標が他の所で達成されてしまったのですから。周囲の人は”できたところがあるのなら、その真似をして、とりあえず追試してみれば”などとアドバイスしてくれました。しかしグループメンバーと長時間話した結果、”我々の方法には何か問題があるのかもしれない。でも折角だから。ここまで来たのだから。とにかくもう一回やってみよう。”ということになりました。その夜、我々は初めて BEC を見たのです。」

しかしここからが Wolfgang の本領発揮である。論文用のデータを取るためにもう一度だけ実験をした彼らは、その直後に装置の心臓部とも言える磁気トラップを取り外し、大学院一年生が開発を終了したばかりの新しい直流磁気トラップと交換してしまう。「正しいことを間違った理由でしてしまうということは多々あると思います。我々もそうです。我々は自分たちのやっていたことがそんなに難しいことではないと思ったので、すぐに幾多のグループが BEC を作ってしまうと思いました。ならば技術の革新を続けていかないと、すぐにおいていかれると思いました。」現実には Wolfgang の予想を(いい意味で?)裏切った。新しい BEC はその後 2 年間現れなかった。一方、Wolfgang のグループはその直流磁気トラップを手に入れた BEC の干渉、BEC 内の音波の測定、BEC のできる様子のその場観察などに次々と成功していく。

筆者は 96 年秋からその Wolfgang のもとで大学院生として一連の BEC の研究に携わる幸運(!)を得たが、5 年間の博士課程の間中、彼に魅了され続けたといっても過言ではない。彼の研究スタイルのひとつの特徴はその効率の高さにある。「Wolfgang はいくつもの問題を一挙に解いてしまう。あれは独特だ。」と彼を”見いだした”Pritchard は筆者に話してくれたことがある。確かに、前述の直流磁気トラップの開発や非破壊イメージング、BEC のための光トラップの開発など、複数のメリットをもたらす技術の開発に全力を注ぐスタイルは非常に合理的で無駄がない。さらにオフィスは常に片づいており、論文を借りに行けば必ず 3 秒以内に出てくるのを見ると畏敬の念を抱かずにはいられない。

しかし彼の真骨頂を挙げるとすれば、グループの運営の妙にあるといえるであろう。干渉しすぎず、しかしそれとなく全体に目を配るセンスの良さは抜群であり、実験に行き詰まって助けを求めてきた学生に対して真剣に対応する様子は真摯で好感が持てる。学生に対しては信頼することがいかに大事かを肌で知っているのであろう。しかし駆け出しのアシスタントプロフェッサーのころからこれを実践してきたのを見ると、その勇氣に感心せざるをえない。

筆者はこの 8 月に MIT を去り、現在 JILA の冷却原子グループに属している。10 月 9 日のノーベル賞発表の日には Cornell と Wieman の受賞を祝って JILA の研究所全体が興奮に包まれた。午前中は講堂に記者会見の様子が映し出され、午後にはケーキとシャンパンが振る舞われた。Cornell と Wieman は主役としてはどこかコミカルである。筆者は見逃したが、Wieman は記者会見で「初めて BEC が出たとき、ノーベル賞を確信しましたか?」と聞かれ、一瞬、間をおいてからおもむろに「ええ、まあ、そうですねえ」と答えたいらしい。

しかし Wieman も学生に対する態度は真摯で、グループミーティングでもひとつひとつの話によく耳を傾けている。Cornell は、様々な分野に造詣が深く、切れ者の印象を与える。実際、MIT で彼がまだ学生だったころ、口頭試問で彼が質問に対して次から次へとすらすら答えていくので担当の教授達はかなり困ったという。

「ストックホルムは incredible だったよ！」授賞式の後、やりとりしたメールの末尾に Wolfgang はそう付け加えていた。詳細はよく分からないが、他のグループメンバーによれば、受賞者はそれと分かるピンを胸につけて街を歩くことになっているので「まるでロックスターか何かのよう」だったらしい。どのような形にしろ、純粋な科学が社会の認知を受けている様子を耳にするのは心地よいものである。若い受賞者達は、果たして「もう一度」と思ったであろうか？

