

関 一彦 名古屋大学大学院理学研究科 教授

私の歩んだ道と分子研への期待

分子研には創設から10年間在籍し、その後も委員、UVSORなどで関与させて頂きました。分子科学を歩んだ私の研究や分子研との関わりを振り返り、分子研への期待を述べたいと思います。



せき・かずひこ

東大理学部化学科卒業（1970）。

同大理学系研究科化学専攻修了（1975）、理学博士。

学振奨励研究員をへて分子研物性化学部門助手（1978-86）。

その後、広大理学部物性学科助教授（1986）、名大理学部化学科教授（1991）、名大物質科学国際研究センター教授（1998）をへて2005年より現職。

専門は有機固体・薄膜・界面の物性化学。

21COE「分子機能の解明と創造」拠点リーダー（2002-2007）、

学振先端研究拠点事業「有機エレクトロニクス関連薄膜・界面の電子構造と電子過程」日本側コーディネーター（2007-2008）

父：関集三（1915-）。大阪大学、関西学院大学の教授を歴任。化学熱力学。主著「純物質の物性化学」（共著）など。母方祖父：高田保馬（たかたやすま）（1883-1972）。広島高等師範（現広島大学）、東京商科大学（現一橋大学）、九州帝国大学、京都帝国大学、大阪大学、大阪府立大学、龍谷大学の教授を歴任。社会学、経済学。主著「社会学原理」「勢力論」など。父方祖父：関桂三（1884-1963）。東洋紡績（株）会長、関西経済連合会会長を歴任。主著「日本綿業論」など。

分子研との最近の主な関わりは

学会等連絡会議委員（1994-1996、1998-2000）

共同研究専門委員会委員（1994-1996）

UVSOR 利用者懇談会初代会長（1995-1996）

極端紫外光実験施設運営委員会委員（1997-1998）

分子科学研究会 第13期委員長（1997-1998）

運営協議委員会委員・人事選考部会委員（1997-2001）

分子スケールナノサイエンスセンター 運営委員会委員（2004-2006）

東大理学部化学科と、東大物性研での院生生活（最初の共同利用研）

私は東大理学部化学科を1970年に卒業しました。卒論は電荷移動錯体の光伝導でしたが、指導教官の赤松秀雄先生の御定年が近く、物性研（当時六本木）の井口洋夫研究室に進学しました。外部から多くの方が出入りして本郷と一味違う開放感があり、共同研究や、長倉研、斎藤（喜彦）研などとの交流を通じて、助け合い・相互刺激の大切さを学んだと思います。原田義也先生の御指導下、希ガス光源を用いた光電子分光器を開発しました。芳香族炭化水素のスペクトルが測れ、黒田晴雄先生が英国から持ち帰られた気相データとの一対一対応を確認したときの喜びは忘れられません（*Chem. Phys. Lett.*, **20**, 197-200 (1973)）。

分子研の草創期に参加

この頃から井口先生は赤松・長倉先生等と分子研の設立に奔走され、1975年の発足と共に初代教授の一人になりました。私もPDになり、ゼロからの研究室作りを体験しました。最初は舗装が無く、雨が降るとゴム長が必須でした。初代技術課長の高橋重敏さんに、

装置開発や、自覚を持った技術職員の大切さを教わり、事務方まで一緒の花見等もありました。物性研で共同利用に慣れていた私にも、分子研の国際性や組織運営の風通しの良さ、世界を先導する研究をという緊張感、外国人研究者が周囲に普通にいる環境は新鮮でした。これを築かれた先生方の先見性と御努力に今も敬意を覚えます。当時の分子研は好条件に恵まれ、東大の藤山常毅さん（後分子研）から、「良い研究ができなかったら言い訳できない」と言い聞かされました。先生方は大きな責任感をもって着任されたと思います。

1978年に井口研の助手になりました。この時期、多くの有機伝導体の開発や有機超伝導体の発見（1980年）があり、理学系の固体研究者は次々にこの分野に進出し、有機半導体の研究は寂しくなりました。私自身は「次」を求めて試行錯誤し、試料を高分子系に広げ^[1]、超高真空を導入してなんとか新しい方向を出しました。分子研の研究室も増え、那須奎一郎助教授（現高工機構）、三谷洋興助教授（後北陸先端大）、榎敏明助手（現東工大）、斎藤軍治助手（後京大）、佐藤直樹技官（現京大）等の若手と夕食後に時間無制限の「デ

スマッチ」討論を行う機会もあり、理論屋から合成屋までの思考や言葉の違いを悟ると共に、努力すればギャップはそれなりに埋められ、より広い視野が得られることも学びました。

また、多くの方々が共同利用で来訪されました。阪大の城田靖彦先生（現福井工大）の高分子や電子写真材料、千葉大の上野信雄さんと夢中になった長鎖アルカンの研究などが印象に残っています。当時アルカンは注目されなかったのですが、今になって多くの引用を受け、「自分のセンスに照らして本当に面白いと思うことを追求すれば、世界には必ず理解者がいる」ことを学びました。井口先生は、孫悟空を掌中に遊ばせるお釈迦様のように、私達に好きに研究をさせ、時に深夜の実験室に現れては、様子を聞いて下さいました。

[1] 総説として、K. Seki, "UPS of Polymers", in H. Baessler (ed.) "Optical Techniques to Study Polymer Systems", Elsevier, Amsterdam (1989).

シンクロトロン放射光と UVSOR

放射光との出会いは、1979年に田無の物性研放射光施設を使うお誘いで、

皆で出かけて、菅滋正助教授（後阪大）の御指導下、素粒子実験の加速器に付いた一本だけのビームラインに分光器を取付け、悪戦苦闘の末、何とか延伸高分子の軟X線吸収（NEXAFS）を測りました（*Chem. Phys. Lett.*, **70**, 220 (1980)）。有機物質の内殻異方吸収の第一例と思います。

その後分子研にUVSOR施設を作ることが決まり、所内ビームラインの一本を担当しました。有機物質は表面科学の方達には「汚染物」として嫌われていたので、世界でも珍しい、有機固体専用の光電子分光ラインを作ることになりました。まず、施設の渡辺誠助教授やその驚異的な人脈に支えられ、技術課、特に酒井楠雄氏（後技術課長）の献身的御支援などもあって、何とか使える斜入射分光器を作りました。

1983年には、E. E. Koch博士（ハンブルグ放射光施設）のもとに半年留学しました。世界から最先端の研究者と情報が集まるのを目の当たりにし、分子研を設立された先生方の目指されたCOEを実感できました。また、長鎖アルカン配向膜の角度分解光電子分光で、世界で初めて高分子（ポリエチレン）の分子内バンド分散を大部分実測する等の成果も挙げました（*Chem. Phys.*,

105, 247-165 (1986)). 帰国後、光電子分光装置の設計製作を行い、森健彦助手(現東工大)、藤本齊博士(現熊本大)の参加を得、藤本さんの奮闘で、最初のデータとして、上記のアルカンのバンド分散の全体を決定できました(*Chem. Phys. Lett.*, **141**, 485-488 (1987). 完全な決定は *Phys. Rev. B*, **60**, 9046-9060 (1999).).

広島大学：放射光による研究の展開と界面研究の開始

1986年、広島大学理学部物性学科の太田俊明教授(後東大、現立命館大)の助教授に転出しました。またゼロからの出発です。研究室を挙げて高工研へ放射光実験に行きました。ここでNEXAFSが測りやすくなり、薄膜の配向や電子構造解析の有力な新手法になっているのを太田先生や横山利彦氏(現分子研)に学びました。私が分子研で測ってきた物質群は幸い殆ど手つかずで、これらの系統的測定で、面白いように新知見が得られました^[2]。

[2] 総説として、K. Seki, H. Ishii, and Y. Ouchi, in "Chemical Applications of Synchrotron Radiation" (Ed. T. K. Sham), pp. 386-516, World Scientific, Singapore (2002).

UVSORでの光電子分光研究も、関係者の御理解や優秀なPDの常駐もあって、高分子、フラーレン、高温超伝導体等で成果が次々に出ました。この時期、高工研からは旅費を頂き、分子研ではUVSOR客員助教授にして頂いて自由に往復でき、本当に助かりました。

もう一つ、写真関連系の研究があります。フィルム中の銀ハライド(AgX)微粒子に単分子層程度の色素を吸着させると、色素の吸収波長でも感光が起こります。この分光増感に関連し、富士フィルムの谷忠昭氏と共に色素/AgX界面の電子構造を調べ、色素からAgXへの光誘起電子移動で感光が起こるといふ谷氏らの機構が支持されました(*Phys. Rev.* **B49**, 2760 (2004)). これは次の有機/金属界面研究への跳躍台ともなる、重要な研究でした。

名古屋大学：有機界面研究へ

1991年、名大理学部化学科に転任しました。また皆で分子研や高工研に行って新データを確保し、お金を稼ぎ、有機界面研究用装置を作り始めました。大内助教授も分子研の客員にして頂き、大変助かりました。この結果、何とか界面研究用の超高真空光電子分光器ができ、UVSORでも金属単結晶が利用可能になり、石井久夫助手(現千葉大)らが有機/金属界面の系統的測定を開始しました。幸いその結果は、1980年代末から勃興してきた有機EL素子などの有機薄膜デバイスとの関連もあり、かなりの注目を集めました。最初の論文(*Appl. Phys. Lett.* **67**, 1899 (1995)) 発表直後の米国材料学会(MRS)で多くの研究者に声を掛けられたこと、翌年、有機ELの先駆者である九大の筒井哲夫先生が開かれた第一回有機EL国際会議に招待され、界面の基礎研究は重要だと励まされたのが有難い思い出です。この後、分野初の総説を書き(*Adv. Mat.*, **11**, 505

(1999))、初の国際研究集会を名大で開きました。

このころ名大化学チームが科研費拠点形成(COE)プログラムに採択され、主要大学に置かれたVBLにも加えて貰い、諸手法での総合的な有機界面解明が可能になりました。大学の貧困に社会の目が向き、改善された時期に、その恩恵を蒙ることができたのは幸いです。

分子研との関係は、研究面では主にUVSORで続き、名大・千葉大のメンバーが流動教官となり、BL8B2の装置を更新しました。また、運営協議員など、7つの委員を勤めました。色々と教えて頂いた一方、外部委員にしろ、科研費審査員にしろ、文科省の仲間同士として安く使い合うのではなく、専門家としての正当な待遇を行える制度を整備すべきだと思います。例えばJSTや民間財団と、同程度の選考を行った報酬を比べると明らかでしょう。

2002年からは、科研費学術創成研究費に採択され、上野さんらと有機界面の前線をさらに開拓できました。有機界面は予想より遙かに広く深い世界で、固体物理、有機物性化学、表面界面科学、電子工学にまたがる新しい学際領域として、新鮮なインパクトを与えています。世界の研究者との連携は2007年度開始の学振先端拠点事業に連なりました。

以上のように、分子研発足後の30年、色々な形で分子科学と分子研に関わってきました。以下、これらについて、特に私の専門に近い分野に関連して述べたいと思います。

精密科学としての分子科学

「分子科学」という分野は、1960年代の日本で独自の発展を遂げたと思います。水島三一郎先生に始まる分子構造研究、長倉先生や田中郁三先生らの電子状態研究などの化学者グループと、小谷正雄先生らの物理学者グループが科研費などで協力し、広い視点での研究が発展しました。討論の場としても分子構造総合討論会が1963年に発足しました^[3]。物理学者との連携もあり、この分野には、徹底的に思考し、厳密な実験や理論でそれを検証するという、精密科学の考え方が根付いていると思います。これは基礎科学にとって大切に、十分な基礎的鍛錬を受けておれば、周辺分野に打って出ても、色々なバリエーションを安心して行えます。このような「空気」は、分野の財産として大切にしたいし、分子研でも是非尊重して頂きたいと思います。これは、純粋基礎研究しかやるな、ということではありません。堅固な基盤があれば、様々な発展形（いわば応用分子科学）が、適切に分子研の活動に含まれることは、分野の活性化のためにも、分子科学が社会に貢献できることを示すという意味でも、望ましいと思います。

[3] もう少し詳しくは、例えば：
<http://www.molsci.jp/bkk/about.html>

分子研と分子科学コミュニティー

分子研は、勃興する分子科学で世界を先導する研究成果を出すと共に、分野

のセンターになることをめざして1975年に創設されました。具体的には分子科学研究会が設立されて分野の声を結集し、また多くの方々の御努力により創設に至ったものです。この経緯もあり、研究会は、分子研の委員を推薦する学会等連絡会議の構成員の半数の推薦枠を受けました。皮肉なことに研究会自体は大目的を達した後は活動が低迷しましたが、再建され、会勢は挽回されて、一昨年分子構造総合討論会と合同して分子科学会となりました。

分子研発足当初は、分子構造総合討論会・分子科学研究会を軸とする研究者と、分子研内の研究者はほぼ均質でしたが、諸施設・センター等の整備もあり、諸分野の方々が分子研に加わられました。この方々には、御自分の研究が「分子科学」であるのは当然ですが、それが、いわば伝統的「分子科学」との重なりが大きいとは限りません。

これらの新展開と「伝統的な分子科学」は、相互に刺激し、手を取って発展すべきものですが、現実には、発表の場や人脈の相違などで容易ではないかもしれません。これは分子科学会設立に当って表面化し、討論会・研究会の研究者が「分子科学」を独占するのといった議論がありました。この種の問題は、意識的に交流を刺激し、時間をかけて解消すべきものでしょう。ポイントは、「足を引っ張る」のではなく、「前向きに協力して進む」ということです。

分野のハブとして(1)：国際性と研究集会

分子研に移って、「外国人研究者が普通にいて、共同で研究、生活するのが当たり前」ということに別世界の観を覚えました。これは今でも教育のからむ大学では容易ではありません。分子研は、世界標準の研究所として、これを当初から実現してきました。そのメリットは事務体制、刊行物、宿泊施設などを含めて健在で、大きな財産とされています。これをさらに活かすには、人的交流や会合開催などで国際ネットワークを強化し、分野を先導する研究集会の開催などにより、世界のハブとなることと思います。卓越した研究成果とあいまって「誰もが知り、誰もが行きたがる」COEとしての地位を築き、保てるでしょう。

この点で、中断していた「岡崎コンファレンス」が再開されたのは大変喜ばしいと思いますし、分子研外の機関・資金も活用しての会合開催も有効と思います。また、小規模の国内外の研究集会の機動的開催も萌芽的分野の育成に有効で、小規模資金で「結晶核」形成が行えます。私の関与した例では、イオン液体分野で濱口宏夫教授（東大）と名大で開いた本当の小研究会から、特定領域研究まで発展した例がありました。

分野のハブとして(2)：いまひとたびの「共同利用」

分子研の発足当時、大学との間には設備面での明らかな格差があり、設備利用や共同研究は、大学の研究者にとって大きな魅力でした。私もこれに大きく助けられました。しかしその後、大

学の設備改善に伴って、このような魅力はかなり減退してしまいました。

ところが、最近事情は再び変わってきたように思います。COEなどで厳しい選別が行われ、選ばれた拠点の教員・院生は恩恵を享受するものの、選に漏れると研究環境は厳しくなります。このとき、意欲ある教員・院生が共同利用研を利用することで研究を継続し、成果を出し続けることには、大きな意義があります。基礎研究では、優れた研究者が潤沢な資金でピークを出すのは大切ですが、多くの研究者が自由な発想に立ち、様々な試みを行うことも同様に重要です。これは、生物学における「種の多様性」の確保と同様で、幅広い基礎研究という根があって、初めて太い幹が育つのです。このような共同利用研による基礎研究支援には、十分な旅費・滞在費と、ある程度の研究費の確保が重要です。最近は大規模施設を軸とする共同利用に重点的支援が行われ、これも重要ですが、分子研や物性研などでの小中規模の共同利用が圧迫されてはならず、むしろ充実されるべきだと思います。

分子研と有機電子物性研究

分子科学では、孤立分子の研究と並んで、分子集合体や、分子と固体の複合系等の研究が重要です。これらは、合成化学の力で自由に作れる孤立分子の特性と、制御は容易でないが、多彩な可能性を与える集合体の構造・相互作用がおりなすもので、研究者の物質観に従って無限の展開があり、一つの分子、一つの集合系が世界を変える可

能性があります。

私自身は、このうち電子機能性有機固体とその薄膜を主に扱ってきました。日本でのこの分野は、上述したように、80年代から理学系研究者は導電体・超伝導体に集中し、これと別に、80年代後半から、主に工学系研究者の努力で、EL素子・太陽電池・トランジスターなどの有機半導体薄膜デバイスが進展しました。この両分野での日本のポテンシャルは高いものの、両分野の交流や融合は、欧米に比べてまだ不十分です。

関連分野として、さらに単分子、単層分子膜、ナノチューブなどの分子スケール電子電気物性の測定があります。この分野での日本の研究活動は、欧米に比べてまだ十分とは言えませんが、ナノ科学の基幹分野として重要で、是非さらなる活性化が望まれます。

分子研では発足当初、井口・丸山両教授を軸に結晶・膜物性の研究が展開され、後任の薬師・小林両教授による伝導体単結晶の研究に引き継がれました。一方、1997年度以降、分子物質開発研究センターが発足し、分子スケールナノサイエンスセンターに引き継がれています。後者は分子研独自のナノ科学の体系的な研究を掲げたセンターですが、専任教授は一名でテーマはかなり分散しており、物質科学研究領域の今後と併せて、集合体の科学のどこに着目して切りこむのか、研究所としての戦略を立案するのが大切でしょう。それを人事に反映し、上述した分野間の融合と併せて、日本・世界のハブとして機能されることを期待します。この分野は、基礎科学として重要なだ

けでなく、自然な形で応用につながり、社会貢献を通じて研究所の存在価値を示せるという点でも大切です。

またこれらの分野も含め、分子スケールからバルク単結晶まで、絶縁体から伝導体までの分子性物質の物性研究者が交流する場を分子研が提供することで、各分野での「次」の芽が出せると思います。これは特に若い世代にとって重要で、関連分野の息吹に触れることが、柔軟な頭脳に良い刺激を与えます。さらに国際的な側面を加えられれば、次世代を担う人々の世界的ネットワークが若いうちからできることになり、素晴らしいでしょう。

放射光とUVSOR

ここでは、分子性固体・薄膜などの研究について書きます。以前は超高真空には入れて貰い難かった有機物質ですが、今では表面科学と有機物性科学の境界領域として多くの研究者が参入し、活発な研究が展開されています。このような研究には、真空紫外～軟X線域をカバーでき、しかも光学素子が炭素の焼き付きで汚れていないことが重要ですが、世界的にもこんなビームラインは多くありません。この種の課題は分子性物質を主対象とする分子研には良く適合するものです。従来は残念ながら内部スタッフにこれを専門にする方がなく、我々の力では飛躍的發展まで実現する余裕はありませんでした。今後人的にも設備的にも注力して頂き、この分野でさらに世界をリードできれば素晴らしいと思います。

以上述べてきた、分子研への期待をまとめると、次のようになるかと思います：

・分野を牽引する優れた研究者を招致し、世界の注目を浴びる成果を発信すること（発信に関しては、HPのない研究室やセンターがまだ多い。英文での整備も半分）。

・国内の関連研究室との連携ネットワークを構築し、共同利用にも積極的に取り組み、各分野での日本・世界のハブとなること。

・分野の将来を見据え、次世代を担う若い研究者を含めた先導的な国内・国際研究集会を、分子研内外で組織すること。

・機器センターに分野の標準的設備を備え、設備利用や客員の研究活動に供して、各グループの共同研究と併せ、日本のこの分野の根を支えること。

・分子集合体の物性に関しては、研究所全体としての、バルク～ナノサイエンスにわたる戦略を策定し、整合性のある人事を行うこと。

・放射光に関しては、UVSORに有機固体・薄膜・界面研究スタッフを充実させ、設備更新を含めてこの分野で世界を先導すること。

こうして書いて来てみると、分子研には創設から現在まで、大変お世話になりました。改めて深く感謝すると共に、今後の発展を心から祈って筆を擱きます。

(2008年6月30日急性骨髄性白血病で死去、享年60歳)

この原稿の経緯

昨年、分子研レターズ委員になった私は分子研への提言を書いていただけそうな候補者を探っていました。関先生からは「どんどん仕事が増えて、我が身が我が身でなくなっています」「互いにできるだけ無理をしないようにしましょう（と言いながらこちらもこの時間にキーを叩いているわけですが）」などのメールを以前からもらっていたため、無理だろうなと思いつつ、昨年10月にお会いした際、ご都合を尋ねてみました。案の定、当分忙しいので無理そう、とのお返事でした。

あきらめていたところ、入院1ヶ月後の12月末に病床から「できれば是非書かせて

頂ければ」「書くならば、研究を始めた頃から書き綴るスタイルで」とのメールがあり、その後、1月末に「転院や諸検査のやり直しなどで時間を食った」「誠に申し訳ないのですが、予定号の次に」、3月に「治療は当初予定より長引き、まだ当分は続きそう」「原稿は出来るだけ早く仕上げたい」との連絡が来ました。

しばらく間が空きましたが、関先生も国際諮問委員として深く関係されてきた国際会議シリーズのご報告を兼ねて、病状や原稿の状況をお伺いしようと思って帰国した6月30日その日、分子研に向かう電車の中で突然の訃報を受けた次第です。次回を2010年に主催するカナダ側では、関先生を基調講演者としたいが入院中なので決めかねている、その

次は日本ではどうかとの打診もある、ことも相談事項でした。

7月3日の告別式の際、関研究室の大内准教授に原稿の件をお話したところ、関先生は「一応預かっておいて」「また作業できるようなら、手を入れたい」「もしこれ以上手をいれるのが難しければ、小杉さんへの送付をお願いするかも」と、6月11日に研究室に原稿を託されていることが判明しました。

以上がこの原稿の経緯です。手直しされるおつもりもあつた原稿がそのまま提出されたことが無念でなりません。ご生前、同系同門の先輩である関先生にはUVSOR利用研究や国際交流などに多大なご恩を賜りました。心より感謝申し上げます。

(小杉信博)