

君塚 信夫 九州大学大学院工学研究院応用化学部門 主幹教授

分子研ネットワークによる創発



きみづか のぶお

1982年 九州大学工学部合成化学科卒、1985年九州大学大学院工学研究科合成化学専攻博士課程 中退、1985年11月九州大学助手（工学部）、1990年マインツ大学博士研究員、1992年九州大学工学部助教授、2000年九州大学大学院工学研究院教授、2009年主幹教授、2020年 JST-CREST「自在配列と機能」研究統括、2021年 JST-SPRING 九州大学事業統括

研究生生活のスタート—國武研のこと

1981年春、私は九州大学工学部合成化学科、國武豊喜先生の研究室に配属された。合成二分子膜の発表(JACS 1977)から4年後であり、合成脂質の分子構造と二分子膜特性(会合形態、ゲル—液晶相転移、相分離・融合など)の相関に関する基礎がほぼ出来上がっていたように思う。國武研のスタッフは講師1名、助手2名、教務員1名で、合成実験室が3つあり、部屋毎に研究テーマが時系列で変化しながら進んでいた。研究室への学部生配属数は3~4名で、その殆どが修士課程を経て就職するため、配属時の学生総数は博士課程1名を含む11名であった。JSPS特別研究員制度が創設されたのは1985年であり、当時は博士研究員はおらず、年齢の近い2名の若手助手は自ら実験し、毎金曜日17時~の検討会では、学生と同じペースで進捗発表した。すなわち助手2名が学生実験などの職務をこなしつつ、切磋琢磨しながら博士研究員の役割を担っていた。分子研は、内部昇進を行わな

いことで有名であるが、國武研も(冗談で)「助教授3年、助手5年」と言われるくらい数年でスタッフは転出し、新スタッフが着任すると新テーマがスタートするという新陳代謝が機能していた。また國武研の特徴として、「卒論と修士論文研究では全く異なるテーマに取り組む」不文律があった。学部から修士課程の間に複数のスタッフと異なるテーマに取り組むことによって学生の視野が広まり、その経験は社会にでて必ず役に立つという考え方である。一方、独立法人化の結果、教授1・助教授(講師)1・助手2という講座体制は消失し、さらに近年、院生が就活に多くの時間を割き、研究活動に集中できる時間の減少が顕在化するようになってからは、B4→M1のテーマ変えを見直さざるを得なくなった。

分子研との出会い

当時助手であった下村先生は、アゾベンゼン二分子膜を研究されており、分子構造に応じた吸収スペクトルの変化がKashaの分子励起子理論により

説明できることに興味を持った。私は学部、修士課程で2,3のテーマを遍歴した後、博士課程では二分子膜中に蛍光性発色団を導入し、規則配列した発色団間の励起子相互作用と一重項励起子移動、アクセプター分子へのエネルギー移動について研究し始めた。当時、國武研の分光機器は、紫外—可視ならびに蛍光分光光度計のみであった。一方、分子研の山崎 巖教授、玉井尚登先生らは、シンクロナス励起モード同期色素レーザーおよび時間相関光子計数装置を用い、色素をドーブした二分子膜ベシクルやLB膜などを対象に、ピコ秒から数十ナノ秒領域のレーザー蛍光分光を、時間分解蛍光スペクトルを駆使して展開されていた。國武先生の計らいにより、下村先生と共に山崎先生、玉井先生らと共同研究させていただいたのが、分子科学研究所との出会いである。部屋全体があたかも巨大な分光装置のような設備に驚いた。二分子膜における励起子移動(博士論文)と分子研における共同研究経験は、後に“分子組織化フォトン・アップコン

バージョン”の想起に繋がった。

分子研ヒューマンネットワークと繋がる

助教授になって、金属錯体の化学に視野を拡げた。多層二分子膜フィルムの親水部層間を鋳型として二次元シアノ架橋Cu(II)-Ni(CN)₄錯体を逐次合成し、ESRスペクトルの角度依存性から二次元錯体が二分子膜表面に平行に配向していることを報告した(ACIE, 1995)。この論文が分子研ネットワークと繋がるきっかけになった。北川宏先生(当時 北陸先端科学技術大学院大学)から第46回錯体化学討論会(近畿大学, 1996)の若手セッションに呼んでいただき、はじめて錯体化学会に参加した。そこで我が国を代表する多くの先生方が、分子研に在籍し、物理化学的な手法を活かして卓越した成果をあげ、全国の大学に転出されていることを知った。

その後、脂質で被覆したハロゲン架橋一次元金属錯体の研究をスタートし、伊藤翼先生が代表を務められた特定領域研究「集積型金属錯体」(1998-2001年度)、北川進先生の「配位空間の化学」(2004-2007年度)に公募採用していただいた。これらの特定領域研究を通して現分子研所長の渡辺芳人先生をはじめ、錯体化学分野の多くの先生方と知己を得た。擬一次元ハロゲン架橋金属錯体は、山下正廣先生らにより分子研で合成、理論ともに発展した分野であることを知り、私が溶液分散ナノ錯体の研究に進んだのは分子研のお陰ともいえる。錯体化学の専門家に混ざって発表することは緊張の連続であったが、居酒屋での懇親会

で田中晃二先生に激励していただいたことが励みになった。分子研ゆかりの先生方は、切磋琢磨しつつも、強い信頼関係で結ばれており、また異分野からの研究者を温かく取り込むヒューマンネットワークを形成していると感じた。

大学における研究環境の変化

1980年代、日本国全体の研究費の8割は民間企業が担い、日本企業の中央研究所は、イノベーション・エンジンだった。80年代後半に日本はバブル景気に入ったが、91年以降のバブル崩壊で、日本経済は長期の停滞に陥った。さらに90年代後半は、米国ベル研究所などに付随する形で、大企業中央研究所の時代の終焉と呼ばれる現象がおこった。米国はスモール・ビジネスを国家で支援する「SBIR制度」を導入して新たなイノベーション・モデルを生み出したが、日本は米国より17年遅れて日本版SBIR制度を導入したものの失敗した。¹⁾

一方、大学では、平成の3大改革「大学設置基準の大綱化(1991)」「大学院重点化(90年代)」「国立大学法人化(2004)」を経て、企業の経営管理モデルが取り入れられ、原風景としての大学は様変わりした。2000年代以降、「大学を起点とする日本経済活性化」が政策課題となり、産業競争力や経営力の観点から大学の機能が問われ、短期的に経済価値に還元可能な成果が求められるイノベーションの創出装置として再定義された。²⁾ 産業界から大学に「選択と集中」が持ち込まれ、成果が見え、資金獲得力の

強いところに投資する傾向が強まった。2017年には、指定国立大学法人制度が、また政府の10兆円ファンドの運用益から、1校当たり年数百億円の助成金が25年間にわたり投入される国際卓越研究大学制度がスタートした。

筆者が学術システム研究センター主任研究員を兼務していた時、副所長の勝木元也先生が「学術は“知”の限界に挑み、未踏の分野を拓く営みである。“知”は人類の宝であり、国力(科学技術力、経済力など)の源である。国力の個別の要素に知識と人材を贈る“湧き出る泉のような源”であり、水源が枯れば、その下流にある国力は完全に死滅する。学術の振興は、国家の最重要事項である。」と言われたのを鮮明に覚えている。学問の府である大学に大規模な助成を行うことと、トリクルダウン理論を適用して稼げる大学を支援することの意味は異なる。目に見えるイノベーションは土壌から木の芽がでて陽光のなかで成長するが、既存技術の延長であり、パラダイム持続型なのでロードマップを描ける。山口栄一先生はこれを知の具現化(開発: 演繹、昼の科学)と呼んでいる。¹⁾ 山口先生によると、既存のパラダイムを置き換えるイノベーションは、社会や市場からは見えない土壌の中でおこる知の創造(夜の科学)を契機とし、既存の知から離れた共鳴場で創発により創造された知から地上に芽吹いた新しい芽こそが既存のパラダイムを破壊するブレークスルーをもたらす。当然ながら、この創発プロセスは予めロードマップには描けない。ごく一部の大学だけを支援し、そのロードマップ評価

を行うことが、日本国の研究力向上とイノベーション創出につながるのでしょうか。

今の日本に必要なのは、「人」に対する投資である。幸い、若手研究者に対するJST創発的研究支援事業や、博士課程学生に対する支援「科学技術イノベーション創出に向けた大学フェロシップ創設事業」、「次世代研究者挑戦的研究プログラム」がスタートしている。大学には、博士課程学生のキャリアパス構築が求められているが、化学分野に関しては幸いにして博士課程学生の企業への就職は他分野に比較して好調といえる。³⁾ 一方、我が国は出生率低下による総人口の減少により、現在の1,257億人から現在の博士課程学生が65歳を超える2065年には8,808万人まで縮小すると推計されている。²⁾

2040年代以降の日本は、10人に4人近くを65歳以上の高齢者が占めることになり、長寿化する社会では、これまでの「学習→仕事」「仕事→老後」という二段階移行が、Lynda Grattonらが著書“Life Shift”で述べたようにマルチステージ化するであろう。⁴⁾ 人生のどのステージをどの順番で経験するかという選択肢が劇的に拡大するのである。今の博士課程学生には、来るべき百寿社会の様々な場面において活躍し続ける能力とスキルを磨き続ける必要性を説くことが必要であろう。

分子研への期待

分子研はまもなく創立半世紀を迎えるが、オンリーワンの研究がなされ続けることは、様々な学術分野からの求心力を生む。すなわち、分子研とその

ヒューマンネットワークに集う人間が“知の越境”をおこし共鳴する場になることが期待される。異なる分野の“知”と“知”が相互作用する土壌からは、「ちがう未来」に向かう創発がおき、新しいイノベーションに繋がるに違いない。我が国の科学技術・学術の進化を促す国家基盤として、分子研のますますの発展を祈念する。

1) 山口栄一、「イノベーションはなぜ途絶えたか—科学立国日本の危機」ちくま新書(2016)

2) 吉見俊哉、「大学は何処へ」岩波新書(2021)

3) 日本学術会議 化学委員会化学企画分科会、見解「日本の社会・産業をリードする化学系博士人材の育成支援と環境整備」(2023)

4) リンダ・グラットン、アンドリュー・スコット、池村千秋訳、「Life Shift—100年時代の人生戦略」東京経済新聞社(2016)