

高度で複雑なシステムの中で、構造材料は主役になり得ない。

科学技術庁では、前記審議会の答申に沿って、インテリジェント材料の研究を進めるため、(社)末踏科学技術協会にインテリジェント材料フォーラムを設置した。筆者はその世話役を仰せつかっているのだが、同フォーラムの中で、金属・構造材料関係の研究者の参加者は少なく、また前向きの意見をいう人はさらに少ない。そのためか、構造材料は端役の印象となる。しかし、インテリジェント材料の概念を最も明快に具現化できるのも、また切実なニーズをもつのも構造材料であるように思える。

米国では、既にスマート材料なる研究分野があるが、その研究内容をみると、構造材料を扱っている。オプティカルファイバーを材料に埋め込み、材料の置かれている環境や材料劣化の情報を得ようとする試み、圧電材料や形状記憶合金を分散させ、形状制御、振動制御、位置制御を行う試みなどである。我が国における動きに影響を受け、最近では、米国でもスマート材料ではなく和製語のインテリジェント材料と呼ぶようになってきた。それに伴って、研究は強化されているようだ。

米国でのインテリジェント材料の研究者はおもに機械屋である。またインテリジェント材料の審議会をリードしていたのは応用物理や電気工学の研究者であった。他分野の人が入ってくると研究は活性化し、思わぬ方向に発展することがあるといわれているが、やはり材料プロパーの研究者が本気になってもらわないと、インテリジェント材料研究はなかなか進まないし、質的向上も難しいのではないかと。構造材料研究者の積極的な対応を期待したい。

既存の構造材料に損傷が生成したら色変化や電気信号で知らせるなどの自己診断的機能や応力誘起変態により応力集中を緩和させるなどの自己修復的機能を付与させるのは、今の材料技術を駆使すれば容易なことであろう。このような材料をインテリジェント材料と呼ぶのはおこがましいとしても、構造材料の質的向上や構造物の格段の向上につながるであろう。着手すべき研究分野と思う。

一方、前記たん白質におけるように、インテリジェンスを発揮できるような構造を新たに創りだすとなると容易なことではないようだ。しかし、細菌のべん毛の構造とその運動に関する最近の研究をみると、その自己組織化過程は、工場におけるアッセンブル過程とよく似ている。従って、アッセンブルされた構造もスクリーなどの機械部品と似たものとなっている。正に分子機械である。生体と工学とは隔絶された世界ではなく、かなり近いところにあるようだ。このアッセンブル過程やべん毛の運動も、それらを制御しているのは、基本構造材料となる分子、すなわちたん白質の構造そのものに仕掛けがあるという。このような仕掛けを、たとえにかに原始的

なものであれ、工業材料に植えつけられないものであろうか。IC 作製技術など、関連する技術は準備されているように思う。足りないのは知恵なのか、いやそれよりも自分のテリトリーに築いた垣根を取り払い、他分野にも進出していく勇気なのではあるまいか。インテリジェント材料は、正にボーダーレス時代の研究なのであろう。

談話室

異分野に転進して 5 年 —研究開発会社の経験から—

佐々木 稔

(株)コロイドリサーチ 取締役 主幹研究員 工博

岸輝雄先生との再会

一昨年秋のことである。八幡製鉄所を見学された先生が、コロイドリサーチにも寄られるというので、私は玄関に出て先生をお待ちしていた。横付けになった車から降りられた先生は、私と顔を合わせるなり、「(スケジュール表に載っている)佐々木さんがまさかあなただとは！」と驚きの声を上げられた。現在東大の先端科学技術研究センターで研究しておられる先生も、以前は和文誌の編集委員をされていて、毎月の委員会では私は先生にお目にかかったものである。北九州の地で 5 年振りの再会となった。

あの頃の編集委員会

5, 6 年前は鉄鋼業のリストラクチャリングがもてはやされて、株価もどんどん上昇した時期である。新素材、エレクトロニクス、バイオテクノロジーなど、新規の事業開拓活動が拡大し、それに伴って研究所でも長年鉄一筋にやってきた研究者が、続々と新しい分野に転向していった。会社から出ていた編集委員もその大波を受けて、毎月の委員会では必ず 1, 2 名の、比較的若い委員の辞任の挨拶が行われた。しかしこれらの新しい分野は、私の経歴とは直接のつながりがまったくなく、他人ごととして受け取っていた。製鉄分野の、しかも 50 才を過ぎた高年の研究者にお呼びが掛かることはない、と思っていたからである。

会社設立の折衝

異動の内示が出たのは 86 年の 2 月で、早ければ 6 月に新しい研究会社がスタートする、その現地責任者をやるように、というのである。驚いたのと同時に心配になった。新会社は政府系特殊法人からの資金に加え、民間企業も出資し、さらにそれぞれの企業から研究者が派遣され、ファインセラミックスの特定テーマを一定期間、プロジェクト的に研究するものであって、私の経歴とはまったく縁がない。研究計画書もすでにでき上がっていたが、その内容は分からないことだらけであった。

ところがこの条件は、特殊法人の基盤技術研究促進センター（以下基技センターと略称）が発足した初年度には最終審査段階で不採用となり、翌年度改めて折衝しなければならなかった。長いこと新日鉄の第一技術研究所にいて、お役所を相手に予算がらみの折衝などまったくしたことがない。最初は失敗が続いたが、誠心誠意対応しているうちに逆に教えられることも多くなり、また設立メンバー中のベテランの指導もあって、何とかやれるようになった。

折衝過程でのエピソードを一つだけ紹介しておきたい。この案件に関係する本省のある担当部門に、研究計画案を説明に行ったときのことである。担当の課長補佐と技官の人から、「新しい研究をやるのに新しい装置が見当たらないのはどうしたのか。チャレンジの気構えが表れていない」と強い御批判を受けたのである。中核となる装置は、研究をスタートさせてから、じっくり考えるつもりでいた。こうなると短期間で新規性十分の目玉となる装置を決めなければならない。在京の研究メンバーの一人と乏しい知恵を出し合っているうちに、「そうだ、この際思い切って超臨界抽出装置を大型にし、かねがね議論していた EXAFS（拡張 X 線吸収端微細構造）解析装置を設置することにしては」という。この二つにさらに、セラミックスシートの CO₂ レーザー焼成装置を加えた修正計画を作り、翌週持って行った。担当の方々の支援が得られたのはもちろんである。

ところがこれにはもう一つハードルがあった。基技センターで説明したところ、「超臨界抽出装置は、前の仕事の関係で詳しく知っている。あとで十分に説明してもらう。」と出資課長が言うのである。私達はびっくり仰天した。実は二人とも装置を実際に見ていないのであ

る。しかし幸いにもその課長が好意的な解説をしてくれて、課長への説明は結局はボロを出さずに終了した。

上述の 3 台の装置は、現在コロイドリサーチの目玉的な設備として活躍している。私達にチャレンジを強制し、またサポートして下さった役所の方々に、いまでも厚い感謝の念をもっている。

こうしたことを経験したあと、87 年 2 月に新会社の設立に漕ぎつけ、研究所の建屋が完成するまでの数か月間、3 か所に分散しての研究が始まった。

“連合・混成”研究チームの発足

写真 1 に示したコロイドリサーチの研究所は、建屋面積がわずか 1000 m² の小さなものであるが、四方を深い緑に囲まれ、中庭にテニスコート 1 面をもつ、ハイテクの雰囲気が十分な環境の中にある。87 年 7 月には、ここに研究者 10 名が各社から集まり、集中研究が開始された。その後研究補助者も 5 名まで増え、また管理部門は 2 名になって、会社の体制が整った。しかしそれにしても総勢わずか 17 名にすぎず、また経験を学べる会社もほとんどなくて、心細い限りであった。

各社から派遣された研究者の専門は、無機化学、有機化学、無機材料工学、有機高分子工学などであった。これは結果としてゾルゲル法のような境界領域のテーマの研究をやるのに適した構成になった。研究者の平均年齢は、私を除けば 30 才弱と非常に若く、これも新しいテーマを新しい組織で行う上からは良い条件として作用した。

「若い研究者を派遣するから教育もして欲しい」というのが、親会社の要望の一つであった。これは 2 年目に入ってからのものであるが、“教育”終了の具体的な目安を、国外の会議で研究発表を行い、まずまずの評価を得（外国の著名な研究者からのコメントの有無、フロアディスカッションの多少）、かつ研究所見学の際に持参の資料で討論をしてくることにおいた。これまでに海外出張した若手研究者は、いずれも上述の基準を達成し、帰国している。

さて集中研究の開始に当たり、チームは 3 グループに編成されたが、各グループのメンバーは出身会社が重複しないように配慮した。また研究成果については、「他人のものは自分のもの、自分のものは他人のもの」という原則を作った。成果を研究者一人一人の財産にするためである。日常の経験交流、月例報告会での討論は、この原則があったので、円滑に行われてきたのではないかなと思う。「連合部隊はうまくいなくて当たり前」と言われる中でまずまずの成果が挙げられてきたのも、研究者の若さに加えて、チームの構成、グループの編成などが適切であったことが大きな要因と考えられる。

ふたたび研究活動に戻って

国内で基礎研究重視の声が強まる中で、基技センターが研究成果を評価する基準は、第一の特許出願について、



写真 1 コロイドリサーチ[†]の研究所

[†] コロイドリサーチは、ファインセラミックの新プロセスとして期待されているゾルゲル法の特徴を生かすべく、「制御されたコロイド溶液を前駆体とする高性能セラミックスの製造技術の研究開発」を研究テーマとし、基盤技術研究促進センターと新日本製鉄(株)、新日鉄化学(株)、日本特殊陶業(株)、黒崎窯業(株)の出資を得て 86 年 2 月に設立され、4 年半の期間で研究を行う会社である。代表取締役社長は杉田清(新日本製鉄(株)参与)。

研究所の所在地は北九州市八幡東区、新日鉄八幡製鉄所構内。

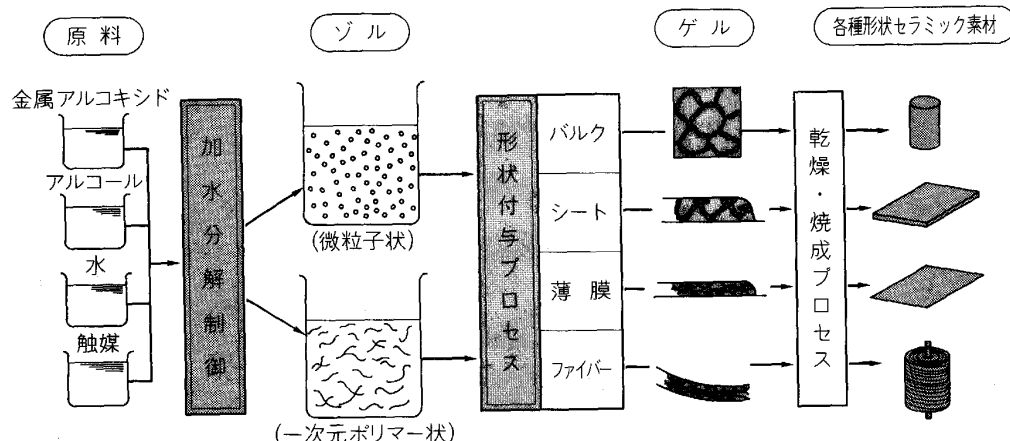


図 1 ゼルゲル法の概念図

第二は学会発表という方針が明確になった。ゾルゲル法の研究は、当時まだ“物づくり”が主流であったが、境界領域の研究を進めるためには、解析的研究をかなり大きな比重で取り込んでいく必要があると考えていたので、研究所の立上げが終わったのを機に、88 年の夏には思い切って研究活動に戻り、解析研究の体制づくりを担当することにした。また別の事情として、小さな会社とはいうものの管理と対外折衝がきわめて複雑であり、それに専念する職務の必要性がわかってきて、より適性のある研究者に担当してもらったこともある。

ここで図 1 を見ていただきたい。これはコロイドリサーチの開発目標を概念的に示したものである。分子レベルの材料設計を可能にするというゾルゲル法は、プロセスの途中段階で有機金属錯体（金属アルコキシドのアルコール溶液中に生成）、ゾル（上記混合溶液の加水分解生成物）、ゲル（ゾルの重合生成物）、ガラス（ゲルの焼成物）等に順次変わっていくが、これらの中間産物の化学構造をきちんと解析して、設計どおりの材料構造が形成されることを確かめる必要がある。しかしこうした物質は鉄鋼研究では解析の対象にならないものばかりである。解析のシステムを果たしてこの九州地区に作り上げることができるかどうか、私の経験は乏しく、最初はまったく自信がなかった。

有力な解析手段として EXAFS とレーザーラマンは装備してあったが、最重要の NMR（核磁気共鳴、これには液体試料用と固体粉末用の装置がある）は持っていない、幸いにして近くの親会社に液体用があった。 ^1H と ^{13}C は測定できるが、こちらで対象とする ^{27}Al 、 ^{29}Si のような他核は経験がないという。老軀（老頭？）に鞭打って NMR なるものを勉強し、先方と一緒に予備

実験を行い、どうにか引き受けて貰うところまで漕ぎつけた。

つぎには固体 NMR の難関を突破しなければならなかった。JICST で調べても、他核の研究者は九州地区から出てこない。いよいよ関東か関西に行かなければならないのか、と諦めかけていたときに、89 年の日本セラミックス協会講演予稿集をばらばらめくっていたところ、ムラト中の ^{27}Al を測定した報告が目に入った。さっそく伝手をたどって、九大のその先生に会いに行った。私より 20 才は若い人であった。「九州地区では私一人だけです。装置はもっておらず、借りに歩いているが、とにかく研究仲間ができてうれしい。」という趣旨のことを述べられた。先生との出会いが糸口になってネットワークは拡大し、固体 NMR だけでなく、希土類の EXAFS スペクトル（コロイドリサーチの装置では測定できない）も県内のさる大学で測ってもらえるようになった。こうして解析の体制は、九州地区の最高のものを総合して行うことが可能となり、現在では若い研究者達の研究に活用されている。

コロイドリサーチの研究活動の到達点

この小文が掲載される頃までには、特許出願、学会発表はいずれも 80 件を超えているであろう。研究の成果は論文集としてまとめることが計画されている。

コロイドリサーチの評価は海外でも高く、ここを訪れた外人研究者も少なくない。さらに海外からの問合せなども増加している。

4 年半の短い期間ではあるが、関係各方面の期待に十分に答えて、本年 8 月に研究活動を終えることができるものと思われる。