

## 問われる産と学の決断と勇気

岡山大学大学院自然科学研究科 押木俊之

### 現状を嘆くだけではなにも解決しない

昨今の大学構内では、研究予算がない、学生のやる気がない、雑用が忙しい、会議が多い...とにかく暗い話題しかない。たったこの一文でも「しかない」で結んでいる点で、我ながら実に暗すぎる。

最も大切なことは、現在自ら置かれた状況をどう工夫したら明るい展望が開けるのか、そして輝きのある日本<sup>1)</sup>を実現できるのか？課題克服の具体的方策を真剣に考え、即座に行動に移す決断が求められているのである。

自ら行動しても、思ったとおりに物事は進まないかもしれない。しかしそれ以前の、「考える決断」、「勇気ある行動」を誰もせず、他人任せ(責任逃れ)にすることが、閉塞感を解消できない真の大問題ではなからうか。

### 俯瞰的視野が欠如した“ものづくり”教育

2009年の講義で、本学の大学院工学系の学生に、次の問いを投げかけた。「第3期科学技術基本計画の、重点(ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料)および推進分野(エネルギー、ものづくり技術、社会基盤、フロンティア)のうち、自ら取り組む研究はどこに位置づけられるか？」

学生(約50名)のほとんどが、“ものづくり技術”に手を挙げ、数名が“ナノテクノロジー・材料”、“環境”はゼロであった。大学入学時点では、環境分野への関心は非常に高いが、自ら研究に取り組む段階では、環境への視点はすっかり消えている。

これは学部教育で、「化学はものづくりの原点」という旨の主張が刷り込まれるためと私は考える。このものづくりの主張は厳密さに欠けるとともに、明らかに論理の飛躍がある。“もの”を“つくる”とはなにか、教員も学生も深く考えず、化学は“ものづくり”と信じている。ここに問題がある。

本来、“もの”とは、消費者が直接触れその価値を実感できる製品のことではなからうか。大学は製造業ではないので、“もの”を供給することはできない。しかし、構成する素材のみ、しかもその素材になるかも不明な“物質”を“もの”と言い換え、「私の研究はものづくりです」と胸を張る(張らせる)のは、我が国の高等教育機関として恥ずべきことであろう。原子の構成物が価値ある“もの”となるためには、「どのような工程を経て“もの”になるのか?」「物質に要求される物性とはなにか? どう測るのか?」「その物質の原料は何で、どの国からどうやって調達されるのか?」など、考えるべきことは無数にある。すなわち、“ものづくり”における俯瞰的な視点を正しく教育することが必要である。この全体像の中

で、大学で取り組んでいることは極めて限定された部分です、“もの”にするには、具体的にこんな課題があります、と明確な筋道を説明できればよい。ここで論理の飛躍があると、科学的な裏づけのない単なる妄想になる(妄想にも一定の良さはあるが)。さらに一步進んで、この課題を解決すれば、こんな用途にも使える“もの”になると思います、と説明できればなおよいだろう。

利益の算盤勘定するのが企業の“ものづくり”、いつか誰かが実用化を考えてくれるのが大学の“ものづくり”など、とんでもなく無責任な話である。むやみに、あれもこれもできる、という物質は、平均点の高い物質かも知れないが、本当に必要な要求物性には決して届かず“もの”にならない平凡な物質であろう。

このような話をすると、「人文系との異分野融合が必要であり、質の高い教養教育を！」などと叫ばれる昨今だが、なんのことはない、個々で高等学校レベルの地理等を復習し、世界的な資源の状況をインターネット上で少し調べるだけで十分に視野は広がる。まだ若い学生だからこそ、その頭脳の柔軟性を回復し、俯瞰的視野が身につくことだろう。

### 課題解決型研究へ向けた「考え抜き、実行する決断」の重要性

「基礎研究は重要」という主に大学から発する主張も、前述の「ものづくり」を巡る解釈と似た状況がある。基礎研究の重要性をかなりの国民が納得したとしても、そもそも基礎研究とはなにかがはっきりしないので、どこに重きを置くのか(組織体制か、予算か、個々の人材か)明確でない。基礎研究の危機が声高に叫ばれる中、我が国で軌道に乗り始めた大学における課題解決型研究への圧力が高まっている。「大学は自由な発想で基礎研究をすべきだ。トップダウン型(課題解決型)の予算が多すぎるのはけしからん。」という論調である。

第4期科学技術基本計画(23年度から)等で「グリーン・イノベーション」「ライフ・イノベーション」の2大イノベーションの推進が打ち出されると、「重点化はだめだ。多様な基礎研究が我が国の将来には重要だ。」との声が大学から出てくる。地球規模の課題であるこの2大イノベーションに全く関係がないと言いきる研究者とは、果たしていかがなものかと私は思う。なお、私はいわゆる基礎研究(個人的にはその定義がわからない)の重要性を否定するつもりはない。

大切なことは、自らの研究のどんな小さな項目でも、地球規模の課題にどう論理的に結び付くのか、深く考え抜く過程にあると私は思う。この過程が、自らの研究に新たな価値を見つける契機になるのではなかろうか。考えるためには俯瞰的にあらゆる角度から客観的に自らの研究を問い直し、既存技術との優位性など比較する必要がある。専門外の膨大な情報収集も不可欠となる。すなわち、課題解決型の研究は、大学における構想力豊かな研究人材育成に非常に適しており、学生の視野を広げる教育効果も極めて大きい。考え抜く過程で最も重要な点は、自らの芯(研究上の中核分野)は決してブレさせない、「志の高さ」である。自らの芯(信と書いても可)をねじ曲げてまで、競争的資金獲得を狙う者もいるが、

このような動きは自滅への道である。なぜなら、研究資金の獲得は研究推進の手段であり、目的ではないからである。

最初から「自分には関係がない」と思うのも個性である(大学は自由な着想が認められている)、どう頭をひねっても結び付かないこともあるだろう。そうであるなら、妬みに等しい文句は言うべきではない。大学や産業界を問わず、新たな研究課題に携わるのは勇気ある人であり、挑戦者の足を引っばるようなコップの中の争いは生産的でない。

## 触媒開発と環境・エネルギー問題のつながり

私は 2000 年より産学共同研究を始めた。実用化を目指すまさに課題解決型の研究である。1,4-ブタンジオールの脱水素で高純度  $\gamma$ -ブチロラクトンを得る触媒開発を進め、わずか数年間で工業的技術を完成した(図 1)。<sup>2)</sup>産学連携では、大学シーズから実用化へ向かうリニアモデルが今でも狙いとされるが、本共同研究は、全く逆のモデルが成功の要因であった。実用化に必須の部分的な技術開発を、遂行に適した本学で進めたのである。

この過程で私が得た最大の果実は、新たな触媒プロセスの開発とは、環境・エネルギー問題とつながる認識を得たことである。私はこのときまで、触媒開発とエネルギーの結び付きを考えるには至らなかった。脱水素反応で副生する水素は、将来のエネルギーそのものとなる物質であり、さらに、新プロセスは大きな省エネ効果をもたらすことを知った。この当たり前のことを、先方のリーダーが説明してくださり、より波及性の大きな研究課題に俯瞰的に取り組む大切さ、直面する研究課題を別の視点から客観視する重要性を思い知らされた。

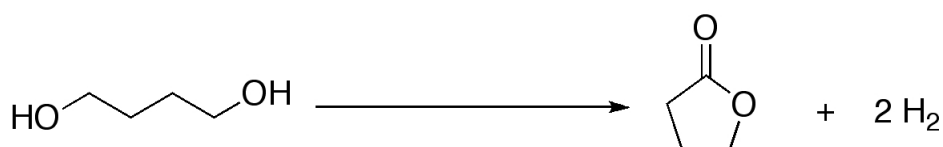


図 1. 1,4-ブタンジオールの脱水素反応による  $\gamma$ -ブチロラクトン製造

これが、次項に記すアミド類製造触媒の開発を、環境・エネルギー問題の観点から捉える原点になった。触媒開発は、環境・エネルギー問題を解決するための手段なのである。

## 環境・エネルギー問題解決への大きな転機：異なる評価軸の大切さ

物質生産を目的とする触媒開発から、環境・エネルギー問題解決へ向けた触媒開発への転換を決定づけたのは、実用化を指向する JST 事業(2005 年シーズ育成試験)と NEDO 事業(産業技術研究助成事業)への採択である。研究内容は、ニトリル類からアミド類を製造する水和用の新たな化学触媒の開発である。特に NEDO 採択時の評価書は、ほめ殺しではないかと思うほどの高評価だった。なぜなら、採択前に投稿した学術論文も、評価が大き

く割れ、私自身が水和触媒の研究を続けるべきか迷う状況で提案したからである。NEDO の評価書(A4 で 3 ページほど)で面白かったのは、各評価委員のわずか数行のコメント内容で、大学関係者か、企業関係者か、一目瞭然だったことである。立場が違えば、評価軸が変わるのである。また、見知らぬ誰かが、どこかで応援してくれることが何よりありがたかった。

### 新たなアミド製造法と環境・エネルギー問題との接点はどこか？

産業上、最も重要なアミド類はアクリルアミドである。このアミドは、アクリロニトリルと水を触媒により反応させ、世界で年産 50-60 万トン生産されている。特に生体触媒法は、我が国が世界に誇る画期的なバイオプロセスであり、優れた経済性で高品質のアクリルアミドが得られる。

この化け物技術に、大学研究者がたった一人で立ち向かうのは無謀に思え、NEDO 事業での目標はニコチンアミド(ビタミン B3 構成成分)に設定していた。ニッチな市場ならば、もしかしたら、針の穴を開けられるかも知れないと考えたためである。

生体触媒法に対する化学触媒法の絶対的な優位性はどこか、NEDO の採択後にも必死で考え続けた。私は、生体触媒法は原理的に多量の水が必要であることが問題と認識していたので、化学触媒で、(1)中性、(2)廃水ゼロ、(3)無溶媒、条件を満たしアミド製造ができれば、新たな価値が産まれると着想した(表 1)。化学品製造においては、一部の例外を除き、水ほど取り扱いがやっかいなものはない。水を蒸発させるなど、エネルギー面から考えたくない工程である。また、生体触媒法で出てくる過剰量の水の廃水処理はどうやっているのか、ここも環境面と貴重な淡水資源保全上の問題点がある。この思考過程を経て「ひょっとしたら」化学触媒法は、現行の生体触媒法に潜む環境・エネルギー面での課題解決の決定打になる「かも知れない」と着想したのである。実際の実験的研究と並行し、政策動向なども調べあげ、<sup>4,5)</sup> 廃水の出ないアミド製造法は、製品輸送まで含めた製造工程全般を俯瞰すれば、疑いなく環境・エネルギー問題の解決に貢献できそうだと思えてきた。

表 1. 現行の生体触媒法と新たな化学触媒法との技術比較表

	生体触媒法(現行法)	新たな化学触媒法
生成物濃度 (製造設備のコンパクト化)	△ 数%から50%程度	◎ 100%まで可能
生産性 (単位時間あたりの生産量)	× 加熱により死滅	◎ 加熱による速度増大可
工業廃水 (生体触媒の原理的制約)	× 触媒維持の水が必須	◎ 水は最小限でよい
触媒コスト (触媒の入手性)	△ 培養、保管等で高コスト	○ オンサイト製造

## アクリルアミド製造触媒開発への「迷い」

幸いにして、NEDO 事業は順調に進み、<sup>3)</sup> 自ら行動して産業界の意見を広く聞いたことが、私にとって追い風になった。ところが、ぜひアクリルアミド製造触媒を、との声がにわかになら高まってきた。JST からは、2007 年にアクリルアミド製造へ向けた試験研究費が提供されたが、芳しくない結果だった。産業界からは、事あるごとにアクリル系は？と聞かれたが、社としてどこまで本気なのか、一方的に問われるだけでなにもわからない。具体的な結果をみせろと言われても、産業界が期待するようなデータがない(暗に、常に完成形を求められる)のだから、出しようがない。

ある特定の化学品製造(例えばアクリルアミド)に特化した触媒開発は、「現行の制度・慣行下においては」大学単独で負うにはリスクが高すぎる(図 2)。開発失敗の場合、取り組んだ学生あるいはポスドク等の目に見える成果はゼロである。時の運で成功したとしても、知財の関係から対外発表もできない。どちらに転んでも大学にメリットがない。仮に企業が大学に多額の共同研究費を投じて、状況は変わらない。金額が多ければ、大学はアクリルアミド製造の総力戦に取り組まざるを得ず、その他の学術研究活動は停止する。下手に金銭的バランスをとれば、産学双方とも本気度が低下する。

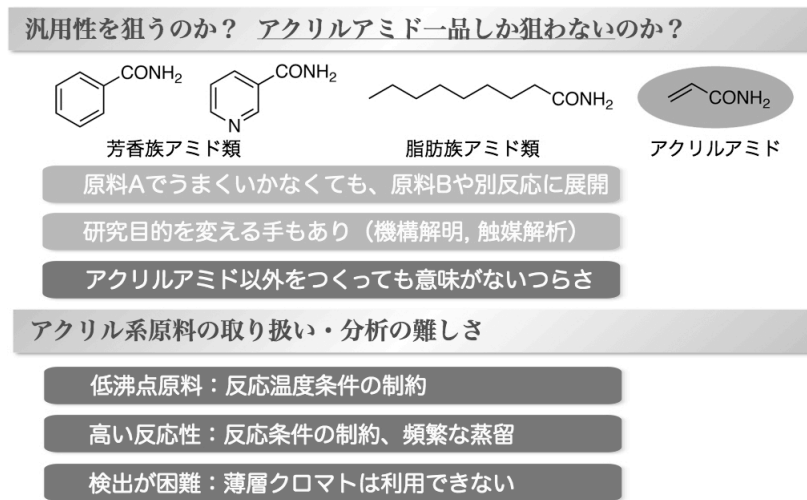


図 2. 大学と企業における研究手法の本質的な相違点

私は、産業界が提示した挑戦的課題に対しては、現行の評価(対外発表数等)とは別の評価軸を取り入れ、大学における課題指向型研究開発をさらに活性化させるべきだと考える。しかし、産学連携が活発化し<sup>6)</sup>10 年を過ぎてもなお、大学内の評価軸が学術研究一辺倒の現況では、大学の研究者が「学長直々に私をクビにすることはなかろう」と鈍感力を最大限に発揮し、ひたすら辛抱するしかない。

## アクリルアミドへ向けた「決断」と「勇気」

産業界の動きが緩慢な中(自ら行動しない)、2009 年に本学単独で NEDO のエコイノベ

ーション推進事業(フイージビリティスタディ)にアクリルアミド製造のテーマで応募し、幸運にも採択された。提案書の論調は「誰もが産業上の重要課題と言う。疑いなく挑戦する価値はある。しかし誰ひとり挑戦しようとしな。よって、本学単独で行動する決断を下した。」であった。優れたアクリルアミド製造触媒が見つかる可能性は極めて低く、前述のとおりポスト投入も考えられない。たった一人の専従研究員を予算内で雇用し、ある反常識的な仮説のもと、こぢんまりと原料アクリロニトリルと水を混ぜる実験を続けた。この捨て身の決断と勇気の賜物か、高純度アクリルアミドの製造触媒(収率>99%, 選択率>99%)が、ある日、突然に見つかった。<sup>7)</sup>

この新たな化学触媒法が、実用化するかは別として、産業上の重要な課題に対し、決断と勇気を振り絞った大学が、単独で取り組み成功した事実をどう捉えるか。本事例は、産業界を含めた今後の技術開発の方向性に一石を投じるものと私は考える。課題解決の1点に絞るなら、その課題を大学組織がやるのか企業体がやるのかは、あまり本質的な問題ではないだろう。誰がその課題に対して最も高い志を持っているか、その人をどの場所で、どのような枠組みで支援するのが課題克服への近道なのか、しかるべきリーダーが決断し、実行に移すまでのことである。しかし、常に生身の人間と、移ろいやすいその心が関与して研究開発は進んでいく。この変動要因を越えるのは、確固たる志の高さに帰するのではなかろうか。

### 困難を克服する「強い絆、志の高さ、取り組みの真剣さ」

事業仕分け等で本当に壊滅的打撃を受けたのは、私がこれまで支援を受けてきた JST や NEDO の大学向けの実用化指向の研究開発事業である。私が経験した事業は、ほぼすべてが廃止され、復活の見通しがみえない。日本学術振興会の科学技術研究費補助金(科研費)は、基礎から応用までの“学術研究に対する補助金”である。私が手がけたニトリル水和反応、アクリルアミド製造のような一見、枯れたテーマには、学術的予算は出ない(自身で相当な工夫はしたつもりではあるが)。

大学の若い研究者のうち、産業界と連携した課題解決型の研究に取り組む意志のある人材は極端に減った。任期付きの若い研究者は多くの先端的学術成果を出すことが使命である(さもなくば解雇)。産業界と橋渡しする優れたコーディネーターの高齢化も進み、さらに大幅なコーディネーター削減も起きた。今、大学でなにが起きているのか、産業界の方は卒業生として、学生の親として、もっと関心を持っていただきたい。同時に、大学関係者は学外の理解を得るべく、置かれた状況をわかりやすく、良い点も含めて説明する努力を進めるべきである。悪い話ばかりでは聞く相手も苦痛であり、一般に学者の話は高尚に過ぎる。苦楽を共有することが絆の強さにつながる。

企業としてはハイリスクあるいは萌芽的に過ぎて手が出せない大きな研究課題が、まだ眠っているはずである。このような課題解決へ向けた決断をしかるべき人物が下し、小さ

くとも大胆な一歩を踏み出す勇気が今こそ産学双方に求められる。産学双方が「責任者間の強い絆、志の高さ、取り組みの真剣さ」<sup>8)</sup>の3点、すなわち、当たり前なのがなかなかうまくできない事実を認識した上で、現実的な方策を互いに工夫して課題克服へ取り組むべきである。

#### 参考文献等

- 1) 「輝きのある日本へ」は、新成長戦略(基本方針)(2010年12月30日閣議決定)の副題である。
- 2) 宇都宮賢, 元気な会社からの「企業だより」化学研究の現場, 化学工業日報社, p154 (2008).
- 3) 押木俊之, 兵頭功, 石塚章斤, 高活性2元機能型触媒によるニトリル類からアミド類の製造法, 有機合成化学協会誌, 61, 41-51 (2010).
- 4) エネルギー総合工学研究所 エネルギー戦略研究会編, 技術立国日本のエネルギー戦略, エネルギーフォーラム (2008).
- 5) 経済産業省編, 技術戦略マップ 2010 (2010). 非売品だが、冊子体を経済産業省から入手可能。インターネット上でも閲覧可。
- 6) 北澤宏一, 科学技術は日本を救うのか「第4の価値を目指して」, ディスカヴァー・トゥエンティウェン(2010).
- 7) 低コスト化を実現したアクリルアミド製造法, 化学, 65(11), 73 化学同人 (2010).
- 8) 梶谷浩一, 「合成1号」ビニロンの工業化 -先駆的な産学連携事業-産学官連携ジャーナル 12月号, (2009). <http://sangakukan.jp/journal/> で読むことができる。