

## 研究開発を円滑に進めるために

### はじめに

この度は、テクニカルニュース100号の刊行を達成され、誠におめでとうございます。株式会社スリーボンドの皆様の研究開発の躍進劇が3桁に及ぶ数々の技術を生み出してこられた証しとして極めて素晴らしいこととお慶び申し上げます。筆者は、東京工業大学に研究室を構え26年になりますが、その間に修士課程150名、博士課程40名以上の方々と共に苦楽をともにしながら新しい高分子材料の合成を進めて参りました。株式会社スリーボンドの皆様とは、研究室を構えた頃から継続して接点をもたせていただいております。大学にはない研究開発の難しさを目の当りにしつつ、何度となくディスカッションに参加させていただいて参りました。

本テクニカルニュースの趣旨に一致するものとなるか少し不安ではありますが、研究室運営ならびに株式会社スリーボンドの皆様とのディスカッションを通して感じてきたことを大学寄りの偏った未熟な見解ながらも共有させていただき、さらに円滑な研究開発を行うために一緒に考えさせていただく機会をご提供できればと存じます。

### 目

### 次

はじめに.....	1	2. 研究組織に蓄積される正負の知見.....	4
1. 研究結果のディスカッションから最大限の情報を引き出すには.....	2	3. 負の知見の発生を防ぐためには.....	6
		おわりに.....	8

## 1. 研究結果のディスカッションから最大限の情報を引き出すには

「あの実験、結果はどうなりましたか?」といった問いかけに、「うまくいきませんでした」と手短かに返答する。研究開発を複数の人数で行う場合、例えば実際に手を動かして実験を行っている方とその結果を聞く側との間で実験結果を共有し、その結果をもとに次にどう進めるのかを議論する一連の作業のなかでごく普通に交わされる会話ではないかと思えます。しかしながら、聞く側、聞かれる側が事前に共有している情報量やその先にどのようなコミュニケーションを続けるかなどによって、重要なことを見逃してしまう危険が潜むポイントともなるように思われます。

もし問いかけた側が、実験担当者が何をどの様な方法で行い、その際にどの様な範囲の条件検討を行ったかなど、全てを正確に把握できていて、かつどの範囲で可能性を検討すれば十分であるかを熟知しているルーチン作業の場合には、情報の共有と次の一手の指示までを一瞬にして進められることと思えます。これに対し、実験担当者が検討した範囲と、問いかけた側が行っているはずとイメージしている範囲に齟齬が存在する場合には、実験結果を良い方向に向かわせるチャンスを逃すことになりかねません。各々の知識と経験、実験の性格、お互いの関係性、多忙さなども影響するのも知れませんが、共有しあう情報量が不十分なままに、主観的に情報の補完を行ってしまうと、可能性を追求すべき未検討部分を既に検討済みと思い込んで見逃してしまう可能性があるのではないかと考えられます。

例えば、温度軸、時間軸、混合比、触媒の種類など、種々のパラメータを変えられることができる一連の実験の結果を総合的に相談する場合、それらのパラメータのうち、どの様な考えに基づいてどの部分を実施したのか、またそれらを検討した結果、どういう結果が得られたのかなどについて詳細な情報共有を行わなければ、正確な議論は難しくなるかも知れません。実験担当者の経験が豊富になるに従い、問いかける側の立場の方との間に強い信頼関係が構築されていくものと思えます。この信頼関係は大いに強化していくべきものでありますが、その一方で、この実験担当者であればこれらの可能性についてはきっと検討した上で、だめであると判断したのだろうとの好意的解釈に基づく情報補完が起こりがちになるのも事実では

ないかと思えます。少し手間を要したとしても、実験担当者は何をどの範囲で検討したのかをできるだけ正確に伝え、うまくいかなかったと判断した根拠や、期待していた結果ではなくどのようなことが起こったのかなどについても情報共有する機会をもつ必要があると思われます。また、実験結果を聞く側も、実験担当者に詳細を踏み込んで聞くことが義務であるとの認識を組織全体で共有する工夫が必要なのかもしれません。

“一滴のこころ”の精神のもとで研究者が志を一つにしつつ、極めて円滑に研究開発を推進されておられる株式会社スリーボンドの皆様におかれましては、これらのことは十分円滑に機能しており、あまり心配のないことなのかも知れませんが、大学では、各教員の度量に委ねられている部分が多く、将来的には踏みこんだ議論を円滑に交わすことが難しい局面も発生し得るのではないかと少し心配しております。例えば、全体で行う教育として、ようやく研究倫理教育という科目群が設置され、安全・衛生関連の話題や研究者の社会的責任・法令の遵守などを中心に授業形式で講述が行われはじめましたが、本件に関係しそうな責任ある研究活動についての教育項目については、いまだに各教員が研究室の研究活動で教育する項目となっています。すなわち、上述の一步踏みこんだ議論の必要性については研究室の研究活動の活きた経験から学ばせるという位置づけになっているのかと思えます。経験に学ばせるだけでなく、教育プログラムを整備し、「賢者は歴史に学ぶ」の方向に舵取りをできないものかと感じる次第です。

さて、少し脱線してしまうかも知れませんが、もう少し大学関連の話が続けさせていただきます。研究を効率よく進めるためにもう一步踏みこんでディスカッションを行うべきと判断される場合にも、指導教員と学生という立場の違いを鑑みると、学生からあまり希望していないような雰囲気を感じ取ってしまうと少し遠慮が生じてしまいます。また、様々な仕事に埋もれてしまい、こちらから「結果はどうでしたか」の一言をかける機会が減少してしまっていることは自分自身とても反省すべきところですが、そのようななかでも、会議の合間を狙って些細なことであっても相談に来てくれる学生が一定の割合存在しますが、そのような学生は非常に目まぐるしいスピードで成長される方が多いと常々感じています。学生によっては、このようなディ

スカッションのキャッチボールを繰り返していくうちにさらに一歩進み、こちらが「それならこうしてみても」とコメントすると、誇らしげに「その件は、そう言われるかと思い、予め検討したのですが・・・」と切り出すようになり、事前に先回りして実験を行い、その答えまで準備しながらディスカッションに来るようになる場合があります。さらに、自分自身で様々な関連研究を調べ上げた上で、解決に向かうための新しい方向を提案できるようになる学生もいます。筆者としましては非常に嬉しく感じる瞬間でもあります。そういった学生は、もれなく圧巻な学位論文をまとめあげ、アカデミア、企業など多方面で活躍されているように思います。研究を担当する側と研究結果を尋ねる側との阿吽の呼吸の一つの形なのかも知れません。

その一方で、毎年4月に研究室に新人を迎え、学位論文に向けて研究に着手しますと、こちらからの問いかけに対して「うまくいきませんでした」とだけ返し、こちらがいくら聞こうとしてもそれ以上の情報を答えてくれないというタイプの学生もごくまれに入学してきます。詳細な情報が全く示されずに、だめであったことだけを伝えられると、それ以上その研究に関連する議論が続かなくなること、すなわちその先の研究の展開の息の根を止めてしまう危険があることを理解してもらい、場合によっては、分析データの解釈の誤りが誤判断につながっている場合もあるため、そこまで掘り下げて相談に乗り、うまくいかなかったという主観的判断だけでなく、例えば、溶解していたかどうかなどといった反応系の状態や、反応系の解析の結果、全く何も起こらずに原料が回収されたのか、あるいは別の化合物が生成したのかなどの情報を可能な限り正確に伝える重要性をあわせて理解してもらい、その結果からどう考えるべきかを議論できるように舵取りをしていくことで、ようやく動き始める場合もあります。このような場合にも、その後の個別のディスカッション、グループミーティング、学会発表、学位論文発表などの研究活動を繰り返すうちに、一人前の研究者に成長されるのを見るのはとても嬉しいことです。

大学に関連する話題をもう一つ示させていただきます。著名な先生方の退職記念講演に参加させていただきましたと、「自分はプロモーションが遅かったので、長い期間自分で手を動かして実験できたが、この経験は研究者として代え難い財産であった」とのコメントをお聞きする場合があります。これは、学生の報

告を聞くという間接的な方法では見逃してしまいがちな“興味深い予期せぬ発見”を自分で手を動かしていたからこそ達成できたという意味であり、学生とのディスカッションの難しさに対する大学教員の気持ちを表現した言葉でもあるのかと思います。

多くの研究の新しい潮流は、期待していたとおりにはいかなかった（うまくいかなかった）ものの、何か面白いことが起こっていることを示唆する実験結果を見逃さずに掘り下げていくことで見出される、いわゆるセレンディピティーに基づくものであり、これにつながるとても重要なポイントが「うまくいきませんでした」の表現に含まれてしまう予期せぬ結果のなかに潜むのかと思います。筆者自身もやはり自分で手を動かしていた頃には予期せぬ面白いことに現在よりも高い頻度で遭遇し、そこから研究に広がりやどんどん生まれていた様に感じてしまいます。時々当時を懐かしく思い出し、自分で手を動かしている場合と同様に如何に生きた情報を学生とともに見つけるか、という課題に今なお取り組み続けている状況です。些細な実験結果であっても、ともに喜んだり悩んだりする機会をできる限り共有し、まとまっていない状態のままであっても不可思議な現象に遭遇したことを話しあうことに筆者が強い興味を示すことを学生側に理解してもらおうこと、実験を行っているまさにそのタイミングで困ったと感じたことをフィルターをかけずに相談できる環境を最優先で維持することが重要であると感じております。とは言え、ある程度まとまらないと結果を相談してはいけないと思いついで研究室に参画してくる学生も多く、彼らに対してその雰囲気を理解してもらうには時間と労力を要するのも事実です。また、学生との年齢差も広がり、研究室内に目を向けられる時間も年々減少し続けており、若手スタッフの存在なしにはこのようなコミュニケーションを円滑に実現することは次第に難しくなっている気がしております。なお、筆者自身が学生とのディスカッションを通して経験したセレンディピティー的な経験に関して少し述べますと、新しい重付加反応を検討していた際に、目的としていた重合は起こらずに、高選択的にタンデム型のジッパー環化反応が高効率で進行することを見つけ<sup>1)</sup>、とてもマイナーな反応ながら、いつしか Tomita Zipper Cyclization として合成反応に応用されるに至ったこと<sup>2)</sup>、新しいモノマーの重合を進めようとしていた際に、偶然高効率な凝集誘起発光 (AIE) 色

素が構築できることがわかったこと<sup>3)</sup>などが数少ない例として思い出されますが、いずれも研究を担当してくれていた博士課程の学生からうまくいかなかったと報告を受け、そこで何が起きているのかを注意深い観察力をもつ担当学生とじっくりとディスカッションできたことが重要なポイントであったように思います。

さて話を戻しますが、インフォーマルな個別のディスカッションを想定してここまで記述して参りましたが、その先には結果をもう少しきちんとまとめあげ、グループ全体や他のグループを交えたよりフォーマルなディスカッションが定期的に行われているのではないかと思います。多くの方の目に触れる緊張感もあり、当該研究者自身にとって実験結果を再度じっくり考える良い機会となるのはもちろんのこと、少し立場や見方の異なる方々からのコメントが得られ、新たに検討すべきポイントに気付く上でも効果的に機能しているものと思います。

なお、研究グループとして、新しい課題に挑戦を行う場合には、研究グループのなかで確立された研究の進め方だけでは想定できないポイントが潜んでいることが考えられますが、学会や文献情報のほか、共同研究などを通して外部の見解を取り入れる仕組みが併せて重要と思われれます。これらに関しても株式会社スリーボンドの皆様は十分な体制を整えておられるように感じております。

ところで、フォーマルな発表やディスカッションの段階に進むと、「うまくいきませんでした」という内容の発表を行う機会は、ほとんどなくなってしまうように思います。このため、うまくいかないことを共有して、目的を達成するための可能性を多くの方と相談するという機会は通常は実現しにくい方向に向かうことになります。研究開発の途中の状態にあるデータを大勢の前で発表する機会を実現するためには克服すべき様々な課題が潜んでいるのかも知れませんが、真にディスカッションを必要とする未完成の内容や、グループ内の知見だけではうまくいかず、暗礁に乗り上げそうな状況にある内容を積極的に議論できるフォーマルな発表の機会が別途設けられれば、面白いのではないかと考える次第です。もちろん、收拾がつかなくなることはないように、また、後述の“バグ”を全員で共有してしまうことのないように、運営上の工夫が必要であると思いますが、うまくいかない場合にどのようにアプローチを加えることができるかについての知

見を共有し、異なった経験をもつ方々から思いがけない提案を得る機会として機能すれば面白いかも知れません。

## 2. 研究組織に蓄積される正負の知見

研究開発は、常に試行錯誤を伴いますが、目標を合理的に達成するために、多くの場合、先人の得た知見を有効に活用しつつ、検討が加えられているのではないかと思います。「巨人の肩の上に立つ」というプロセスに相当するのかと思います。実験担当者は、過去の知見をそのまま活用することで円滑に目標達成に向けて研究開発を進めることができることとなります。研究組織に蓄えられた、うまくいく知見をグループ全体で共有し、これを活用して成果に結びつける、とても効率の良い方法であるといえます。

その一方で、過去に検討したがうまくいかなかった知見についても、研究開発グループ全体で避けた方が好ましい方法として情報が共有され、これを避ける形で研究開発を進めるということも起きているのではないかと推測致します。例えば、実験担当者が今後の検討方針として、誰かが過去に検討したがうまくいかなかった内容を提案してきた場合には、どのような対応になるでしょうか。「それは以前に検討したが、うまくいかなかったのでやめた方がいいと思います」といった助言がなされるのではないかと思います。基本的に、同じ失敗を繰り返さないための有効な助言と思われれます。助言を行う側の方が過去に相当な時間を費やし、あらゆる可能性を検討したがうまくいかなかった経験をもっていることが明確な場合には、うまくいかないという知見はかなりの確度で正しい情報であり、その助言に従って失敗を回避することは的確な判断であると思われれます。しかしながら、先に触れた話題とも関連しますが、何をどの様に検討してうまくいかなかったのかといった情報が隠れてしまっている場合、実はほんの一部の条件で少し検討した結果をもとに、うまくいかないとの判断を行ってしまったとすると、その信憑性には少し疑問が残ることとなります。ヒューマンエラーやその時に用いた試薬の不具合など、別の要因でうまくいかなかったことも想定されるかも知れません。いずれにせよ、検証が不十分な情報でも、沢山の研究者の前でうまくいかなかったとの意見が示されると、原因等の吟味をすることなく、出席者全員がうまくいかないものとして信じて

しまう結果にもなりかねません。特にそれが高く信頼されている方からの見解であったり、複数の研究者からうまくいかなかったとの発言がなされたりした場合には一挙にうまくいかないものとして確信が深まってしまうものと思います。

こういった過程を経ると、研究開発グループ全体に誤情報（バグ）が定着し、一旦バグが生じると、もはや誰もその方向では可能性を検討しなくなり、場合によっては研究開発の芽を摘んでしまうことにもなりかねないと思われます。しかしながら、このようなバグの発生をどうやって防ぐかはとても難しい課題であると思います。

大学での経験をもとに、少し関連しそうな話題に触れさせていただきます。筆者の研究室では、大学院生が様々な大学から入学して参りますが、研究経験にも個人差があるため、実験がうまくいかない場合に実験操作のスキルに起因する可能性を如何に排除できるかが、最初の重要な課題となります。このため、研究室における実験操作や測定機器類に慣れてもらう機会を兼ねて、少なくとも複数名により再現できている彼らの先輩達が行ったうまくいくことが明確な実験を追試してもらい、その再現性を見ることにしております。

この過程を問題なくクリアし、実験結果を再現できることが確信できると、いよいよ新しい研究課題に進むこととなります。新しい課題についても円滑に進み始める学生がいる一方で、新しいことに着手した途端にうまくいなくなる場合もあります。若手スタッフや先輩らのエンカレッジもあり、次第に軌道に乗りはじめることが多いのですが、まれに、ディスカッションを通してこちらから提案するすべての試みがうまくいかないまま時間が経過してしまう場合もあります。どこかのタイミングで、うまくいく可能性がより高い課題に切り替えて学位論文をまとめてもらったこともあります。ここで経験したうまくいかない試行錯誤から筆者の頭のなかに、“うまくいかない”ことを集めたデータベースが構築されていくこととなります。また、実験を極めて順調に進めている高いスキルをもつ学生が、うまくいかない実験に遭遇すると、あまり吟味することなく同じデータベースに加えてしまっている場合もあるのではないかと思います。

時を経て、これらのデータベースは、筆者が新しい課題を設定する際に、また別の学生とディスカッショ

ンを行う際に避けるべき指針として無意識のうちに活用されることになっているのではないかと思います。もちろん、これらのデータベースの多くは、うまくいかないことが正しい情報なのかと思われますが、なかには“本当はうまくいく”もしくは“少し条件を変えればうまくいく”ものもバグとして含まれている可能性があります。特に、うまくいかない情報によって、その先の研究の方向が左右される場合には、その情報の真偽は適時慎重に吟味する必要があるように思います。

バグを発見できた筆者の経験を1つ述べさせていただきます。うまくいかないといっていた学生が卒業した頃に多少関連性のある課題を行っていた学生と、まさにそのうまくいかないと思いついていた実験に関する話をする機会があり、できる限り正確にその実験を行った時の状況やうまくいかないと判断した経緯などを説明し、筆者はいくと思っていたのだけれども、といったニュアンスでこちらの思いを伝えたところ、その学生の知的好奇心を駆り立てることができ、自身のアイデアをあらたに盛り込みながら追試を行ってくれました。暫くすると、ニコニコしながらこういう改善を行うとうまくいったと説明をしに来てくれました。そのブレークスルーのお蔭で新しい研究の進展が見られることになりました。

このほか、筆者としてうまく進むことを強く期待して是非とも展開したいと思っている課題については、少し期間をあけて、再度後輩に提案するという極めてシンプルな方法で再挑戦を行う場合もあります。もっとも、大学教員同士で共感しながら話したこともあるのですが、そのような試みを行うためには過去にうまくいかなかった経緯を知っている学生が全て卒業してからでなければうまくいかず、根気のいる作業となってしまいます。新たにその課題を設定した学生に、過去のネガティブな結果を見ていた学生から、前任者がうまくいかず苦労していたことについての話が伝わり、ブレーキをふまれてしまうのがその理由といわれています。

さて、研究者同士で会話をしていると、ある論文が刊行されたことを話題にしつつ「あの論文と同じ方法で過去に自分たちも検討していたのですが、うまくいかなかった経験があるんですよ」といった調子で、他のグループから公表された論文を懐疑的に見つつも悔しい思いで語るという場面に出くわしたことが何度かあります。このような会話を聞きますと、成功を

収めた側に偶然に抜群な条件設定で研究に着手したことで研究を進めることができたという、セレンディピティー的要素を感じる人が多い一方で、うまくいかなかったとコメントしている研究グループには、何らかの誤認識のデータベースが構築されてしまい、その研究に前向きに取り組みにくい状況が生まれていたのではないかと推測される場合があります。

このように、他の研究グループや企業から、自分たちがうまく行かないと思っていた方法で円滑に成果が示されてしまわないためにも、研究集団にたまりがちなバグを如何にして消し去るかはなかなか難しい課題に思えます。特に、一刻を競う必要がある企業の研究開発では、前述のような悠長な手段はとれないと思いますので、なおさらのことかも知れません。解決策にはほど遠いですが、筆者はうまくいかないことを誰かに説明する機会があると、その情報がどの程度正しかったかを可能な限り記憶を遡って思い起こし、また何故うまくいかないかの理由を説明できる事例であるかを少し考えるように心がけています。過去のうまくいかなかったという情報がバグでなかった場合にも、うまくいかなかった理由が特定できると、新たなルートを切り拓くためのヒントが潜んでいる場合もあるように感じております。

### 3.負の知見の発生を防ぐためには

株式会社スリーボンドの皆様とのディスカッションを通して、大学の研究にはない難しさがあることを幾度となく感じさせていただきました。それらを通して、バグが生じる可能性があるのではないかと感じましたいくつかの事例を以下に簡単に述べ、それらの抑制に向けて少し考えてみたいと思います。

#### (1) 製品中のある1つの成分の反応性の議論

新製品開発において、それを構成する複数の成分の概要が定まると、性能向上を諮る上で鍵となりそうな1つの成分（成分A）に焦点を絞り、その構造の影響についての検討を加える必要が生じる場合があります。この際、重合・硬化後の性能を比較する上で、成分Aの重量比を変更しないことが1つの指針なのかなと思います。その一方で、成分Aと別の成分（成分B）の化学反応が、例えば一対一のモル比で進行するならば、重量比ではなくモル比が反応の観点からは重要となる可能性が生じます。すなわち、成分Aの化学構造が変わると、重

量比が同じであっても官能基のモル比が変化し、場合によっては、重合・硬化が十分に進行しない混合比になってしまうことも想定されます。研究開発を行っている方々が、もしモル比の影響に気付かなければ、ある成分Aの反応性が低いとの誤った情報を発信してしまうかも知れません。

なお、このような場合には、例えば成分Aと成分Bの合計の重量の製品中における割合を一定にしながら、混合される官能基のモル比は一定となるように成分Aと成分Bの重量比を適時変更する方法も可能なのかも知れません。

#### (2) エポキシ樹脂の構造と反応性の関係

エポキシ樹脂の反応性の議論の際に、エポキシ樹脂Aはエポキシ樹脂Bと比較して反応性が高いとの説明を受け、その理由についての議論を行ったことがあります。上記の混合比の問題は関係しない系であったため、化学構造に理由を求めるべきであると考察を試みましたが、AとBは部分構造がほとんど同じであったため、有機化学の知見だけでは説明が難しく、お答えできませんでした。その後、エポキシ樹脂に関する総説の記述に偶然目がとまり、問題が解決致しました。工業製品として入手可能なエポキシ樹脂には純度の違いがあり、これが重合・硬化速度に影響を及ぼすより支配的な要因となり得ることでした。エポキシ樹脂を常時取り扱っておられる方々にとってはよく知られたことかも知れませんが、工業製品をそのまま用いる難しさを改めて感じました次第です。その一方で、バグを残さないためには、純度の要因によって反応の進行速度に差異が生じる旨を明確化し、構造的な要因による反応性の差異とは切り分けた議論ができるようにする必要があると思われます。

#### (3) 触媒の反応性

ルイス酸触媒の構造と、あるモノマー成分の硬化速度の関係についてのご相談を受けました。経験的にある金属の塩類の触媒活性が高いが、その金属の使用は将来的に回避することが好ましく、できれば他の金属部位をもつ触媒に切り替えたい。しかしながらその金属触媒よりも高活性な触媒が見当たらず、ルイス酸性度の違いだけでは活性を予想できず困っているといった内容でした。こちらの件は、相談された方の見解のとおり本来ルイス酸性の強さで議論できてもおかしくないと思いましたが、リストアップされて

いたほかの金属塩類の加水分解等に対する反応性が比較的高いため、触媒を使用する条件において触媒の化学構造の変化が起こっているのではないかと考えられました。実際、別の反応系ではありましたが、類似の構造をもつ金属触媒が加水分解等により構造変化を起こすことが述べられている論文が存在することからも、その可能性が高いのではないかと考えております。このような場合、もし金属塩の構造と触媒活性の差異の情報を直接データベース化すると誤情報が蓄積される可能性があり、触媒の構造変化の有無を考慮した活性の序列を行う必要があるかと思われまます。また、これらの知見から、ルイス酸性がある程度高く、構造変化が起こりにくい触媒系を選択することが次のステップとなるかと考えられます。

#### (4) 他の成分との思いがけない反応の可能性

優れた性能や硬化プロセスに付加価値を付与した製品を開発するために、異種の重合・硬化機構を組み合わせた複数種の官能基が混合、一液化された系が検討されている場合もあるかと思ひます。この際、想定している組み合わせ以外の官能基同士が反応を起こす可能性はないでしょうか。定性的には、例えば(メタ)アクリレート系の化合物はアミン系の求核剤と1,4-共役付加反応を起こす可能性があります。また、チオール類もルイス塩基性の有機触媒やラジカル源が共存すれば同様に付加を起こす可能性があると思ひられます。過酸化物系の開始剤が存在する系では、レドックス系の電子移動反応を起こす可能性がある電子ドナー性のアミン類などを用いることは好ましくないかも知れません。

もちろん、教科書的には反応が進行する組み合わせであっても、実際の保存条件や重合・硬化条件では無視できる場合や、重合・硬化反応が副反応よりも温和な条件で優先して進行する場合には、考慮する必要がないかも知れません。しかしながら、製品を構成する成分のうち、予期せぬ反応が懸念される成分を選び、それらだけで何かが起こらないかなど少し慎重に検討を加えておくことが好ましいと思ひられます。なお、硬化系の解析手法が飛躍的に進歩してきたとはいえ、これらの反応の進行の有無を精密に検討するには、反応性の官能基を1つだけ有するモデル化合物を用いてそれらの転化挙動や生成物の評価を行うことが有効であると思ひられます。

以上のように、反応性、触媒活性などの結果を

共通の知見としてデータベース化する際に、“何故かは分からないけどこうなる”といったパターンの情報は、活用できる範囲に制約があることを含みおきつつ懐疑的に活用すべきなのかも知れません。一方で、反応性や活性の差異を生じる理由が明確になっていればその情報の信頼感が高まることから、少し面倒でも文献情報、ディスカッション、追加実験などを通してその理由を明確化することはとても重要ではないかと思ひます。

## おわりに

寄稿させていただくお話を伺いました際に、接着に用いられる化学反応の解説など、技術的な話題提供を想定してお引き受けいたしました。それらの話題に触れる前に、研究者間のチームワークを活かした研究開発を進めていく際に起こり得ることについて少し触れてさせていただきたいと思い、筆を執らせていただきました。他に類を見ない研究者間のすばらしい人的なネットワークを礎とした研究開発を推進されている株式会社スリーボンドの皆様におかれましては、既に解決済みの内容やあまり該当しない内容も含まれてしまったかも知れませんが、筆者が大学の研究室での研究活動を進めながら体感してきたことを一部織り交ぜながら示させていただきました。

普段このような内容を書かせていただく機会がほとんどないためか、新鮮な気分で筆を進めさせていただきましたところ、気がつきますとこちらの内容が中心となってしまいました。精神論を述べるのであれば、研究を円滑に進めるための組織全体を俯瞰的にとらえつつバランス良く研究開発を見据える重要性や、自分自身の行うべき課題に対して常にアンテナを張り巡らせることの重要性など、他により適した話題もあったのかも知れません。少し偏った話題になってしまいましたのご了承いただければ幸いです。

なお、本稿で触れさせていただきました話題の多くにつきましては、著者自身いまだに的確な答えをもつことができているために、課題を共有させていただくに留めるだけの内容となってしまったかも知れませんが、一緒にお考えいただくきっかけとなれば幸甚に存じます。最後になりましたが、株式会社スリーボンドの皆様の研究開発の益々のご発展を祈念致しております。

### < 参考文献 >

- 1) H. Kuroda, I. Tomita, T. Endo, “Novel Phosphine-Catalyzed Zipper Cyclization of Aliphatic Diyne-Dione and Yne-Dione Systems”, *Org. Lett.*, 2003, 5, 129–131.
- 2) (a) D. Ramachary, Chintalapudi Venkaiah, Patoju M. Krishna, “Stereoselective synthesis of five-membered spirooxindoles through Tomita zipper cyclization”, *Org. Lett.* 2013, 15, 4714–4717. (b) N. Rocoby, “Tomita zipper cyclization”, *In Catalysis from A to Z: A Concise Encyclopedia*, Wiley (2020).
- 3) H. Eguchi, H. Nishiyama, S. Inagi, I. Tomita, “1,2-Bis(diarylmethylene)cyclobutane as an Effective Building Block for Aggregation-Induced Emissive Materials”, *Asian J. Org. Chem.*, 2017, 6, 165–168.

東京工業大学物質理工学院応用化学系 富田 育義

- ThreeBond、スリーボンド、一滴のころは株式会社スリーボンドの商標または登録商標です。



企 画 株式会社 URC 編集室  
編 集 東京都渋谷区恵比寿1-18-15  
スリーボンドビル2F  
発 行 株式会社スリーボンド  
東京都八王子市南大沢4-3-3  
電話 042(670)5333 (代)