

(第 94 回) KS クラブ議事メモ

開催日	2019 年 5 月 14 日 (火)	出席者	坂下勲、西村二郎、山崎博、大谷宏、持田典秋、小林浩之、宮本公明、飯塚弘、神田稔久 (文責)
時間	14:00~16:30	敬称略	
場所	産総研つくば		
資料	<ul style="list-style-type: none">・ 環境管理部門研究紹介 (産総研)・ SURE consortium (産総研 戦略的都市鉱山研究拠点)・ フェムトリアクターを用いた有機合成・高分子合成プロセス (産総研 触媒化学融合研究センター)・ フェムトリアクター (産総研 反応場設計研究グループ)		
議題	<p>1. 見学会 産総研つくばの環境管理研究部門反応場設計研究グループのフェムトリアクター研究を中心に、以下の内容で見学を行った。</p> <ol style="list-style-type: none">1) 産総研 環境管理研究部門概要説明2) 戦略的都市鉱山研究拠点 (SURE) 見学3) フェムトリアクター実験室見学4) フェムトリアクター研究紹介・意見交換 <p>参加者からのコメント</p> <ul style="list-style-type: none">・ 初めに、石油化学が失速し化学工学 0B の出る幕が失われつつある現在、産学官連携の活動を実践しておられる深尾様に敬意を表させていただきます。また、真摯に対応してくださった協坂様他の皆様にも感謝申し上げます。・ 都市鉱山：タンタルコンデンサーの回収装置、興味深く拝見した。Ta 回収だけではなく都市鉱山の全体像が見えれば、研究テーマの迫力が増すと思う。小林氏が指摘していたが、メーカーは回収を意識した製品作りをすべきではないか。・ フェムトリアクター：大変興味深い反応装置だった。人工生命体の研究者がどのような実験をしているか知らないが有機合成分野でもいろいろな可能性があるだろう。微細化が進めば反応性が高まるので、さらに可能性が拓けるのではなからうか。夢多い研究対象である。(西村) <p>小生は知見に乏しいのでコメントはしませんでした。このリアクターと関連性のある論文は人工生命の研究者の論文に多いと思います。産総研は本来の分野を避け無機系への利用を考えているのではないのでしょうか。(追伸) (西村)</p> <p>(1) フェムトリアクター関連</p> <ol style="list-style-type: none">① 既存技術であるエレクトロスプレーを反応場形成に利用するという発想と、更にナノ粒子製造を始めとする用途開発への取り組みに敬意を表します。反応物の量を極限まで微小化し、物質拡散、伝熱の速度を極大化した効果は素晴らしいと感じました。逆に、大量合成には課題がありますが、高付加価値物質、難合成物質に対しては有効な方法だと思います。② 例えば、金属ナノ粒子の粒子サイズは電位差により制御していますが、電位差が大きいと液滴の容量が小さくなるからですが、構造の制御まで可能になるのには驚きました。どんな条件下で結晶の形、結晶構造を変えることができるか知りたいと思いました。フェムトリアクターは、単純に高電圧を印加し、スプレー中の溶液を帯電させ、帯電した液滴の反発力を利用して、液滴のサイズを制御し、プラスとマイナスに帯電した液滴が合体する場が反応場となります。反応物質、溶媒などの化学		

的条件以外は、物理的パラメータとしては電圧だけです。液滴の状態が、分子一個になるのか複数の分子の塊になるのか、バルク状態とマイクロ状態と特性の違い、電場の影響が液滴の物理化学的性質にどのような影響を及ぼすのか興味を持ちました。

- ③ シクロシロキサン合成はこの方法の優位性が顕著になった事例で、熱力学的な安定性よりも速度的な優位性が現れました。バルクの反応場とマイクロな反応場で支配要因が異なる応用例で、違った世界が拓けることが分かりました。

(2) 都市鉱山（タンタルのリサイクル）関連

個別の静脈産業だけでは経済性の成立は難しく、動脈産業が静脈産業を取り込む必要性を感じました。通常の精錬所での銅や貴金属の回収が難しいレアメタル、タンタルを比重差と気流速度的の違いで、場所を取らない方法で回収（複管式気流選別機）ができた社会的意義は大きいと思います。どの辺が難しかったのか、聞ければと思いました。また、やはりリサイクルは経済性が重要ですので、プリント基板全体で金・銀・銅など、他のレアメタルのリサイクルも含めた経済性の中でタンタルの経済性を論じる必要があります。ただ、資源の偏在化による安全保障の問題もレアアース・レアメタルにはあります。短い時間なのでそこまで説明する余裕がなかったかも知れませんが、ありがとうございました。（飯塚）

脇坂さんのフェムトリアクター原理の発見は、将に、典型的なセレンディピティ成功事例であると思いき感激いたしました。多くの方がご存知の通り、“セレンディピティ”とは価値ある事象を偶然に発見することですが、それを可能とするのは、当事者の普段のたゆまぬ努力と、予想もしていなかった事象に出会った時にその価値を瞬時に認知出来る才能・能力とされています。フェムトリアクターの応用分野は今後益々拡大していくと予想されますが、近年、日本で生まれた技術的シーズが、事業段階に至ると韓国や中国に横取りされて日本企業が置いてきぼりにされてしまうケースが目立っています。このフェムトリアクターという技術は、是非、オールジャパンで旨く育てていただき、日本のモノづくり企業ここにありとの世界的評価に繋がるようにして頂きたいと心から願っています。（大谷）

フェムトリアクターについては、全く未知の分野だったのでこれを開発したきっかけの発想がどうだったかということについて非常に興味を持っていた。技術の開発は全くの白紙状態から思いついて始めるよりも、具体的に活用されている技術を別の視点で眺め、その観点から開発につなげるの方が成功した例が多い、と思っていたので。

技術内容の説明を聞き、デモンストレーションを見て、まさにその通りだったので、気持ちが引き込まれていった。

それにしても、あのような非常にマイクロな世界で精度も高く、反応を制御できるということは非常に驚きであった。この技術はまだまだ大きな応用範囲がありそうだし、量産化技術も必要でそれによって更なる分野にも広げていくことが期待される。いずれにせよこの国産の優れた技術は、是非日本で花を咲かせ、他国に取らないようにしっかりと育てていただきたい。（持田）

見学の最初の実験では、よく知られた静電スプレーであったので、これがリアクターになるとはどういう事なんだろうと不思議であった。その次に、ベンゼン、ヘキサンなどの溶剤中で水溶液をスプレーできるというのが驚きであった。なぜなら、静電スプレーの主な用途は自動車の塗装などで、空中でスプレーされると決まっていたからである。さらに、この系で、プラス荷電とマイナス荷電を組み合わせるなどいろいろなバリエーションによってリアクターとしての特徴づけを行って、大きな技術分野を作れる可能性を感じた。この技術の実用化は重要な課題で、もっと多くの企業が自社の課題解決に応用してほしいが、リアクターとしてのバリエーションの探索も反応場の制御や局所的な拡散や温度の効果などいろいろと考えられ、そのようなところから、さらに技術の進歩が可能ではと期待できる。このようなユニークな技術を種にして、今後の機能性材料の生産技術として、いかに産・学を巻き込めるかがポイントではないかと思う。

特に、微小領域反応器としては、一般的なプロセス設計に必要な諸元（操作条件-反応収率）や前後プロセスの必要性、開発分野では、アドオンされうる反応制御技の効果などと生産量増加のための工夫などがセットになって、大きな知財ポートフォリオを築いていただきたい。（宮本）

- ・産総研の研究規模、特に予算の少なさに驚きました。外部資金を合せても年間1,000億円では、技術立国と言うお題目とは程遠い現実を知りました。
- ・SUREについては、関連する全ての機関の連携（Chain化）の必要性を強く感じました。製品の設計から製品の使用者まで、どのようにリサイクルが行われているのかわかることにより、より回収しやすい製品、より高い製品の回収率が達成できると思います。研究活動の積極的外部発信を望みます。
- ・フェムトリアクターについては、“目から鱗が落ちる”ような思いでした。重厚長大に慣れて来た自分には、とても良い刺激になりました。
今後は、このSeedsをどうNeedsと結びつけていくか、またNeeds側からの要求事項による、さらなるSeeds開発と言う好循環を回していくか楽しみです。
そのためには、開発者が想像できないようなNeedsを見つけることが大切で、これまでに関係が無かった（と思われる）機関へのアプローチが必要と思いました。（神田）

夢のある話をきくのは楽しい。来た甲斐があったというのが第一印象である。その上で、産総研が最も企業の近くに立つ国の研究機関と理解しているが、そういう理解でみると、実業化への姿勢について、そうそうたる企業との連携とはいいながら、ある種の不安を感じた。

- ・技術開発の体制；もっと効率的なプロジェクト体制を引いて、工学と理学をバランスもって進行する体制であるべきではないか。産総研の性格上基礎の為の基礎研究、探索のための探索研究はない。しかし、原理、原則を確かなものにするための基礎研究が必要なはずである。たとえば、産総研のなかの領域を超えて、あるいは理化学の資源が容易に使えるような体制があつてよい。つまり技術構成上、何が必要かということをはっきりさせることであり、そのことができる機能を使いたい。研究者にありがちな性向として、全てを自分でやろうとする。これは避けたい。

・フェムトリアクターについて言えば。まだアイデアが生まれた段階だと認識する。早く、実用化の成功事例を作りたい。反応が点で起こる。異相系リアクターであることは特異的物質が合成できることを意味するし、多数の点があったとしても、一点一点制御できるところがすごい。

工学的には、まだやることが多い。単一ノズルモデルでよいが、ハード、ソフトで操作性、制御性を確立すること。スケールアップの問題はあるが、マイクロリアクターとまずは、割り切って。量産のときは複数機で考えることでよいような気がする。今はITの進化で、基数が多いことは負担にはならない。石化形のスケールアップは必要ない。

知財戦略 ぜひ色々な解析手法を使って、原理特許で抑えて欲しい。プロセス特許で防御するには大きな力が必要だし、それでも簡単に破られる。物質特許と組み合わせる方法はあるが、物質に特許性があることが重要である。

・都市鉱山のプロジェクト

テーマとしては昔からあって、技術的には分離回収のところに、難しさがあったが、今は分析技術、画像処理技術も進んで、比較的容易になった。デモの設備は粉碎後風箏で分離するもので特にコメントとすることはない。この種の問題は動脈産業も静脈産業も、その間をつなぐ消費産業・消費者も関係して考えないと効率的にはならない。また 家電リサイクルのように家電製造者にリサイクル責任をもたせることもあるだろうし、一括回収リサイクルするような企業を作るというのもある。それによって使う技術は異なる。プラチナ社会という構想ももう 10 年以上動いているはず。社会システムを考慮しながら進めて欲しい。覚えているのは、20 年も前に、購入管理もあったが、リサイクルを容易にするためトヨタが樹脂の種類を少なくし、その中で銘柄を統一させるというような動きをしたことがある。これは今も必要な考え方である。

以上釈迦に説法的感想です。

ともあれ、みなさんの顔が生き生きと輝いている、これはなによりのことで、吉兆にも近い。必ずや成功するだろう。(小林)

2. その他

産総研から、以下の講演会の案内があった。

環境・エネルギー新技術の展望

「フェムトリアクターによる革新的化学合成法の可能性」

2019年10月16日(水)13時30分~17時30分

会場 機械振興会館(東京都港区芝公園3-5-8)

3. 今後の予定

6月 大谷氏

7月 小林氏

8月 松村氏

9月 持田氏

10月 見学会

11月 神田氏

12月 山崎氏

1月 猪股氏

10月の見学会について提案をお願いします。

次回日程	2019年6月11日（火）15:00—17:00 1. 技術課題 大谷氏 2. その他
次々回日程	2019年7月9日（火）15:00—17:00 1. 技術課題 小林氏 2. その他