

## 海外報告 Overseas Report

# 9<sup>th</sup> International Conference on Discrete Element Methods (DEM9) 参加報告

## Participation Report of 9<sup>th</sup> International Conference on Discrete Element Methods (DEM9)

鷲野 公彰\*  
Kimiaki Washino

### 1. はじめに

2023年9月17日から21日の5日間の日程で、ドイツ Erlangen の Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg にて 9<sup>th</sup> International Conference on Discrete Element Methods (DEM9) が開催された (写真1)。DEMは30年以上の歴史を持ち、離散要素シミュレーションに関する主要な国際会議の1つである (表1)。筆者は2016年に大連工科大学で開催されたDEM7から3会議連続の参加となった。今回、一般セッションで1件、ミニシンポジウムで1件の計2講演をする機会をいただいた。また、筆者の専門分野である離散要素法に特化した様々な講演を聴講し、大変有意義な時間を過ごすことができた。本稿では学会参加期間中の体験について紹介する。

### 2. 研究発表

本会議では3つの平行セッションに別れての109件の講演に加え、8件のプレナリートークと2件のイブニングトーク、90件のポスター発表が行われた。1つのシミュレーション手法に特化した学会でこれだけの講演数が集まることから、大学・企業双方の研究においていかに離散要素法が広く利用されているかということに改めて実感した。講演では、最新のモデル開発やカップリングシミュレーション、多分散系、付着性粒子・非球形粒子・帯電粒子の挙動、アディティブマニュファクチャリング、粒子の焼結や破壊、機械学習、オープンソースソフトウェアの発展からシミュレーションの産業利用まで幅広い内容が網羅されていた。平行セッションでは一般講演に加えて、事前にテーマが公募されたミニシンポジウムが設けられており、ミニシンポジウムの講演はすべて招待制であった。

筆者は近年力をいれている非球形粒子のモデリング (一般講演では離散要素法粗視化モデル、ミニシンポジ

ウムでは解像型カップリングモデル) についての講演を行った (写真2)。講演は発表20分+質疑応答5分と少し長めで、普段は説明を省略することの多いモデル細部についても紹介することが可能であった。ありがたいことに質疑応答時間や講演後にたくさんの質問をいただき、研究内容についてそれなりに興味を持ってもらえたのではないかと自負している。さすが離散要素法のプロが集まる会議だけあり、かなり本質的な質問やディスカッションをすることができ、大変満足のいく時間であった。



写真1 会場入口 (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

表1 DEMの歴史

DEM	Place	Year
1	Golden (Colorado), United States	1989
2	Cambridge (Massachusetts), United States	1993
3	Santa Fe (New Mexico), United States	2002
4	Brisbane, Australia	2007
5	London, United Kingdom	2010
6	Golden (Colorado), United States	2013
7	Dalian, China	2016
8	Twente, The Netherlands	2019
9	Erlangen, Germany	2023

2023年10月19日受付

大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻  
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University  
(2-1 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan)

\* 連絡先 washino.k@mech.eng.osaka-u.ac.jp

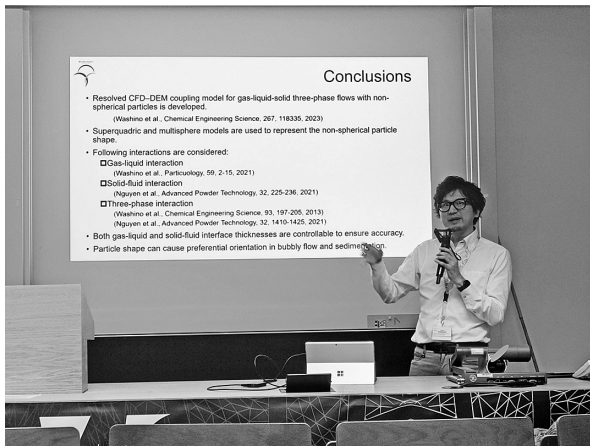


写真2 筆者の講演



写真3 日本からの参加者（左から酒井先生、加納先生、蛭田さん、久志本先生、筆者）

日本からは東京大学の酒井先生、筑波大学の松島先生、東北大学の加納先生・久志本先生・M2の蛭田さんが参加されており、学会期間中は時折アルコールも交えながらたくさん交流・情報交換させていただいた（写真3）。

### 3. バンケット・イブニングトーク

DEM9のバンケットは会議Day 1の18時に開始され、はじめにバイオリンソロ演奏が行われた。バンケットのために演者を読んできたのかと思いきや、実は会議に参加している先生（失礼ながらお名前を控えていなかったのが悔やまれる）が趣味でバイオリンをしているとのこと。筆者は楽器や音楽のことはまるでわからないのだが、趣味でやっているとは思えないクオリティーで驚いた。その後1時間程度の歓談のあと Shinbrot 先生による「Challenges for DEM from the lab and nature」と題したイブニングトークが行われた。バンケット中に講演があるというのは初めての体験であった。Shinbrot 先生は主に実験による研究を専門とされているが、実験室や自然界で見られる何とも不思議な粉体挙動について紹介され、いつの日にかこれらの現象をシミュレーションで説明してほしい、という問いかけが最後にあった。粉は魔物と言われることがあるが、世の中にはまだまだ発生メカニズムのわからない不思議な現象が存在するなと痛感し、

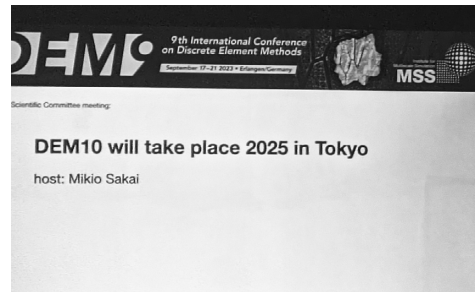


写真4 DEM10（2025）は東京に

非常に感銘を受けた。個人的には今回のDEM9で最も興味を引かれた講演の一つであったように思う。

2つ目のイブニングトークは Helbing 先生による「The Wonderful World of Pedestrians」というタイトルの講演であり、Day 3に行われた。これも粉体シミュレーションに関する講演ではなかったのだが非常にユニークな内容であった。筆者が学部・修士学生のときに所属した研究室では、辻裕先生（現大阪大学名誉教授）と川口寿裕先生（現関西大学教授）が離散要素法を用いた歩行者シミュレーションについてのご研究をされていたのだが、それに通ずるものがあった。Helbing 先生は Nature 誌をはじめとするトップジャーナルに多数の論文発表を行っており、畏敬の念を抱くと同時に多くの刺激を受けた。両イブニングトークは19時から20時の間に催され、正直に言うと時差ボケが残っている体で大丈夫だろうかと思っていたのだが、内容が面白くそれぞれあつという間の1時間であった（ただし、連日ホテルに着くのが22時ごろであり、会議終盤はさすがにヘトヘトであったが）。

### 4. おわりに

近年のDEMは3年おきの開催であり、本来であれば2022年に行われるはずであった。しかし、コロナ禍の影響から1年順延し、本年開催になったものである。オリンピック方式(?)で、次回のDEM10は2年後の2025年に開催される。酒井先生のご尽力により、開催地は東京に決定し（写真4）、筆者も微力ながらお手伝いさせていただくこととなった。チームジャパンの粉体シミュレーションに関する研究を世界に発信する非常に良い機会であり、皆様のご参加をお待ち申し上げる次第である。

### 謝辞

本会議への参加のための渡航費は、東京スクリーン粉体工学研究奨励賞のご支援によるものである。また、本稿執筆に際して東京大学の酒井先生には会議中に撮った写真を提供いただき、東北大学久志本先生には無理言って筆者の講演の様子を撮影いただいた。ここに記して謝意を表したい。なお、いただいたものを含む学会期間中の写真は酒井研究室のInstagramにて公開されている ([https://www.instagram.com/p/Cx0VH0fyLtx/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link&igshid=MzRIODBiNWFIZA](https://www.instagram.com/p/Cx0VH0fyLtx/?utm_source=ig_web_copy_link&igshid=MzRIODBiNWFIZA))。

## 第58回 夏期シンポジウム報告

## Reports of 58th Summer Symposium on Powder Technology

山本 浩充\*  
Hiromitsu Yamamoto

2023年9月18日(金)に第58回夏期シンポジウムが、大阪公立大学 I-site なんばを会場として開催された。夏期シンポジウムは粉体工学会の各種行事の中でも萌芽的な内容を取り扱い様々なところに分散されている技術や知識を、本シンポジウムを通じて共有することを目的とするものと位置づけられている。その中で、今回は、近年粉体処理・加工において重要性が増している「粉体プロセスでの計測・センシング技術の動向と今後の展望」をテーマとして企画された。今回のオーガナイザーは、岡山大学の後藤 邦彰先生、大阪公立大学の綿野 哲先生、千葉大学の武居 昌宏先生、筆者 山本が務め、45名の参加者があった。シンポジウムでは、特別講演、展望講演、招待講演、一般講演、技術紹介、交流会等が行われ、本報告記ではそれらの概要について紹介する。

## 特別講演

特別講演として、東京大学の杉山弘和先生より「プロセスとしてみた連続生産」と題してご講演いただいた。医薬品の製造には、古くからバッチ生産による大量生産が行われ、最終的に得られた製品の品質をチェックして出荷する手法が採られてきた。近年、PAT (Process Analytical Technology) 等を用いることで、生産中の製品の品質をリアルタイムで分析した工程管理に基づく高品質な医薬品の製造が行われるようになってきている。連続生産の特徴としては、装置の小型化が可能で、各工程を連結することでトータルの製造時間の短縮や中間品の貯蔵などが不要になるため、省スペース化・省人化が期待でき、スケールアップ化検討も簡略化できるため、開発から生産へのスムーズな移行が可能になると期待される。講演の中では、医薬品原薬の不均一水素化反応について、物理モデルを用いたバッチ合成とフロー合成の比較や、モデルをさらに発展させたフロー合成におけるデザインスペース構築にも展開されていることが説明さ



会場風景

れた。固形製剤の連続生産や先生の講座に構築・開発されている卓上製薬工場について、紹介があった。本システムでは、秤量・混合・打錠が連続的に実施され、製剤が製造される。さらに薬物含量などを NIR 分光器で非破壊的に検査することができる。本システムを用いて、製品品質特性に影響を及ぼす原料特性やプロセスパラメータを分析し、社会実装に向けた研究が進められている。

## 招待講演

招待講演として千葉大学の川嶋 大介先生より「電気トモグラフィによるスラリー分散状態のインライン可視化計測技術」についてご講演頂いた。講演ではリチウムイオン二次電池の正極スラリー製造に応用する事例が電気トモグラフィによる可視化の原理などとともに紹介された。電気トモグラフィ法とは、計測部位の周囲に複数の電極を配置し、定電流印加と電圧計測を多数のペアで行い、多点での抵抗を計測する。これを畳み込みニューラルネットワークをベースとした深層学習を利用した逆問題解析により測定断面内の導電率変化を画像として取得する可視化技術である。講演の中では、正極スラリーを攪拌機にて攪拌し、経時的に静止場での可視化測定を実施した事例について紹介された。一般的に電気トモグラフィでは低解像度の画像になってしまうことを畳み込みニューラルネットワークによる画像再構成法によって

2023年11月13日受付  
愛知学院大学 薬学部  
(〒464-8650 愛知県名古屋市千種区楠元町 1-100)  
(School of Pharmacy, Aichi Gakuin University  
1-100 Kusumoto-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8650, Japan)  
\* 連絡先 hiromitu@dpc.agu.ac.jp

高解像度化を可能にしたこと、これにより正極スラリー中のカーボンブラックの体積分率の可視化が可能になったとのことであった。

2件目の招待講演は神戸大学の村川 英樹先生より「高速超音波トモグラフィ法を用いた液体金属中を上昇する気泡挙動計測」についてであった。超音波コンピュータトモグラフィ法は広角超音波センサーを用いて超音波信号の信号ノイズ比を向上させ、このセンサーを8個用いて取得した反射信号のみからコンピュータトモグラフィ再構成を可能にし、内径50mmの円筒容器に対して1msの時間分解能で連続的な計測できる技術である。講演では、ガリウム合金中を上昇する連続気泡を計測対象とし、磁場印加に伴う気泡挙動への影響について紹介された。測定する際、水平磁場をかけることによって磁場の強度に応じて気泡の断面通過位置のバラツキが小さくなり、ほぼ一定間隔で気泡が上昇している現象が観測されている。また、磁場印加方向による異方性も確認されていた。

もう1件の招待講演は、京都工芸繊維大学の田中 洋介先生による「GPU搭載SBCを用いた位相回復ホログラフィによる微粒子径測定システムの開発」であった。Gaborによって開発されたホログラフィは、粒径、3次元位置、3次元速度を含み、焦点深度が深い3次元微粒子測定法であるが、光強度と位相情報のうち、光強度のみが記録されるため、粒子像のコントラストを劣化させてしまう。田中先生のグループでは、2台以上のカメラを用いた位相回復ホログラフィを用いて微小粒子、マイクロバブル、微小液滴の計測が行われてきた。講演では、GPUを搭載したシングルボードコンピュータを用いた粒子径測定システムについて理論と構築過程、測定事例について説明がなされた。GPUを用いることで、CPUに比べて40倍の処理速度でホログラム1枚の処理ができるようになるとのことであった。

## 展望講演

展望講演として、本シンポジウムのオーガナイザーでもある大阪公立大学の綿野 哲先生より「粉体プロセスにおける計測・制御技術の最新動向」についてご講演頂いた。ご講演では、先生がこれまで手がけられてこられた医薬品や化粧品、食品に用いられる粉体プロセス中での様々な単位操作に用いられる計測・制御技術について話された。粉砕プロセスでは、粉砕処理原料の一部を自動的にサンプリングしてレーザー回折式粒度分布測定装

置で粒度分布を計測し、ファジーコントローラによるフィードバック制御をかけることにより、目標値に対して±10%の精度での粉砕を可能になったとのことであった。また、造粒プロセスでは、粒子成長の度合いを、CCDカメラを用いたリアルタイム画像解析により、制御する手法で、圧縮空気によりセンサー部分への粒子付着を防止するとともに、光源部にスリットを設けることで、カメラ近部に存在する粒子のみを解析する技術を開発された。打錠プロセスでは、製造された錠剤についてカメラを用いた外観検査や均整外分光やラマン分光を用いた異物検査や含量均一性、結晶性などを分析できる技術が紹介された。また、現在、粉体の帯電量を制御するシステムや、微生物オンライン計測システム、AIを用いた製品物性の予測・制御などの構築に取り組みされているとのことであった。

上記講演の他、横浜国立大学の多々見 純一先生から光コヒーレンストモグラフィを用いたセラミックスラリー内部構造変化のその場観察に関する一般発表や技術紹介として医薬向けに、株式会社堀場製作所のラボの分光技術をプロセスに活用する技術、株式会社エクサウィザーズのAIを用いた医薬品・食品製造業向け秤量自動化システム、アンリツ株式会社の質量検査技術と異物検査技術の紹介があった。他にも、株式会社ナノシーズの粉体層に作用する応力を精密測定することでせん断試験を行うシステムや株式会社セイシン企業のオンライン粒度分布測定システム、スペクトリス株式会社のインライン・オンラインでの粒子径分布測定システムなど、いずれも興味深い最新の技術が紹介された。

今回の夏期シンポジウムでは久しぶりの交流会が設けられ、講演して頂いた先生方を始め、多くの参加者が参加し、オンラインやハイブリッド開催だけではなし得なかった密度の濃い人的・技術的交流ができた。筆者もオーガナイザーの一人として交流会に参加し、このような交流の場が、やはり研究を進めるドライビングフォースの一つとして重要であることを、改めて痛感した。

なお、夏期シンポジウムでの一部の講演は粉体工学会誌にて、一般論文や解説記事として第58回夏期シンポジウム特集号として発刊される予定である。

最後に、本会議をサポートして頂いた、大阪公立大学の学生諸氏に謝意を表す。

## 第 58 回夏期シンポジウム印象記

## Impression on the 58th Summer Symposium

2023年9月15日に開催された粉体工学会第58回夏期シンポジウムに参加したのでその印象についてお伝えする。まだ暑さの色濃く残る時期ではあったが、大学の講義もなく、また大阪の中心地に近い大阪公立大学のサテライトキャンパス I-site なんばでの開催という立地の良さもあり、分野は多少異なるものの計測・センシングのキーワードに惹かれ参加することにした。朝10時の開始から夕刻17時20分まで盛りだくさんの内容であり、「薬学関係の技術が多く私には場違いかな？」という先入観とは裏腹に、幅広い分野からの講演が盛り込まれ、いずれの技術開発、研究も目新しく非常に充実したものと感じられた。身近なものでは質量をセンシングして異常を感知するものもあり、特に医薬品や食品の粉体を計量するロボットとAIを組み合わせた研究は大変興味深かった。我々が薬さじで粉を掬う動作を再現し、精度良く秤量する難しさが感じられたが今後大いに期待が持てるのではないであろうか。また電磁気や超音波、光干渉を使うトモグラフィといった非接触の最新技術とその応用も紹介されており誠に興味深かった。特に筆者にとっては光の位置や輝度だけでなく光の位相を情報として活用した粒子径測定の研究が大変興味深く、是非とも特集号の解説などで読んで勉強したいと思いながら拝聴させて頂いた。その他にも従来から蓄積のある粉体層力学

や粒子径分布の測定技術の進展についても知ることが出来る良い機会となった。それらの測定技術を粉体プロセスの制御に組み込むためには小型化や高速化、データの統合や処理といった総合的な見地が必要とされるのだなあと門外漢なりに考えさせられた。最後の展望講演はオーガナイザーを務められた大阪公立大学の綿野教授からであったが、何せその熱量というかパワーというか、とにかく圧倒されるものであった。お話は多岐に渡り、綿野先生の特に薬学関係の粉体プロセスの計測・制御に関してそのレベルの高さは今更言うまでもないが、ご研究以外にも大阪公立大学の広報に込められている熱意が会場中を包み込み、あっという間の40分間であったというのが率直な感想である。いつの日か綿野先生ご自身が登場される大阪公立大学広報動画を拝見したいものである。

最後になったが、今回の第58回シンポジウムは、その趣旨の通り萌芽的な内容をふんだんに含んでおり、専門の近い遠いに関わらず「楽しめる」ものであったと思う。素晴らしい企画を立案・開催いただいたオーガナイザーの大阪公立大学・綿野先生、千葉大学・武居先生、愛知学院大学・山本先生、岡山大学・後藤先生に改めてお礼を申し上げます。

(兵庫県立大学 飯村健次)

## のんびり屋のかーちゃん、研究者を目指す

## Easygoing Mom Aspires to Be a Researcher

高井 (山下) 千加<sup>1,2\*</sup>  
Chika Takai-Yamashita

## 1. はじめに

2023年度より粉体工学会ダイバーシティ委員会の副委員長を仰せつかった。私は、粉体工学会が好きだ。もちろん勉強不足は自覚しているので日々精進せねばならないが、粉体工学が、材料の種類によらず、そして工学分野に留まらず、薬学、医学、農学、さらには芸術まで幅広く活躍できる、まさに“ダイバーシティ”な学問であることに大きな魅力を感じている。さまざまな学会に参加して色んな分野の研究者と交流するなかで、粉体工学という視点を取り入れると、新たな知見が得られる可能性を感じワクワクする。そして何より、学会員の皆さんが、温かい。だから、私は学会に参加するのがいつも楽しみだ。

ダイバーシティ委員会の副委員長は、未熟者の私には少々荷が重いが、私を温かく見守ってくれる粉体工学会に恩返しができるとすれば、どんな活動だろうかと思いを巡らせている。粉体工学の魅力を多くの人に知ってほしい。研究者や技術者に留まらず、幅広い年代、特に若者たちに知ってもらうには、どうしたらよいだろう。

## 2. 大学教員となって感じたこと

2018年に岐阜大学で教員となって5年ほど経った。私の知る限りでは、自ら学びに行かなければ、大学教員になるまでに講義のテクニックを学ぶ場はない。赴任した頃の頃は、講義資料や試験問題をどう作ればよいかわからず右往左往していた。同僚の先生に相談すると、「学生の頃に聞いていた講義を思い出してみるといいよ」

と言われ、講義をサボってばかりだった過去の自分を恨んだ。教員というのは、学生の頃から勉学に勤しんでいた人の職業なんだな、と今更ながら場違いであったと思ったが、なりふり構ってられないので、受講生に講義の感想を聞くことにした。初年度は、「内容が多すぎてわからない」という声もあったので、次年度から『自分が学生だったらわかりにくいな』と思うところを繰り返し説明したり、イメージしやすいように身近な例を挙げてから本題に入るように工夫したりすることにした。粉体の講義だったら、身の回りには、粉状、液状、バルク状のようにさまざまな形態で粉が活躍していて、私たちの生活を支えていること。たとえば、トナー粒子をダメにならないようにするにはどんな工夫が必要か、使う前に日焼け止めの容器を振るのはなぜか、口に入れると溶けるラムネと噛んで食べるラムネの作り方の違いはどこにあると思うか、などなど、普段当たり前に使っている粉に施された技術であれば、興味を持ってもらえるだろうか。学生からは、「粉体という言葉は初めて聞いた」「自身の研究テーマでも粉を扱っていることに気付いた」「コーヒーが好きなのでミルして粒子径と味の関係を調べてみた」などの気付きや自身の考えをフィードバックしてくれるようになった。講義を聞いて私の研究室に配属を希望した学生がいたときにはとても感動したとともに、より一層粉体の魅力を伝える努力を続けていきたいと思った。

研究(者)に興味があるかどうか聞いてみると、それを職業とするには、かなり大きなハードルがあり、アカデミックポストに興味があると答えた学生はほぼいなかった。その気持ちは、私が学生・ポストク時分にも抱いていた思いだったので、十分に理解できる。それで、今度は、私が、このサボり魔で成績下位だった私が、なぜ教員になったのか、という経緯を話してみることにした。

## 3. 博士進学のかっけは・・・？

恥ずかしながら学生のときは講義内容をほとんど理解できなかった。しかしながら幸運なことに優秀で気のよい友人たちに恵まれ、試験前に教えを請い、何とか凌い

2023年9月25日受付

1 岐阜大学 工学部

(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1)

Faculty of Engineering, Gifu University

(1-1 Yanagido, Gifu 501-1193, Japan)

2 東北大学 多元物質科学研究所

(〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号)

Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM), Tohoku University

(2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-8577, Japan)

\* 連絡先 takai.chika.h3@f.gifu-u.ac.jp

できたようなものである。四年生になり有機材料の研究室に配属されたとき、進学か就職かと同期がソワソワし始め、そのとき初めて“大学院生（博士前期課程）”という存在を知った。社会に出る勇気がないという何とも不純な動機で「院試を受けます」と伝え、指導教員の故・国貞秀雄先生（名古屋工業大学）に「受かるわけがないからやめておきなさい」と強く止められた。当時は悔しくて悲しかったが、国貞先生のお気持ちは今ならよくわかる。

院試は受かったものの定員オーバーで研究室には残れず、無機材料の研究室（現 先進セラミックス研究センター）に移ることになり、ここで粉と出会った。隣の研究室の故・鈴木傑先生が、「有機と無機は文化が違うことを知っておくことが大事だよ」とおっしゃった。たとえば“高温”といっても、有機と無機ではまったく温度が異なるよ。当時は「そうなんだー」としか思っていなかったが（ごめんなさい）、有機無機に限らず分野が違うと見方もアプローチも異なることをわかりやすく教えてくださったのだと今ならわかる。有機の分野、特に低分子化合物は、化学構造を分子レベルでバッチリ归属できるが、無機だとそうはいかない。結晶構造を知ることではできても、非晶質構造を归属するのは至難の業だ。たとえばシリカは $\text{SiO}_2$ と記述するが、シリカ粒子の表面はOH基が露出している。「どういうこと?!」と、混乱であった。でもこのとき感じたカオスは、分野をまたぐという私の中のハードルを下げるのに、今でもとても役に立っている気がする。

博士前期課程では、水中におけるナノ粒子の分散凝集挙動を調べることがテーマとなった。まったく真面目な学生ではなかったが、たまたまPC画面にデータが載っているのを見られた指導教員の高橋実先生から、「実験楽しいか?」と聞かれた。楽しいと答えると、「じゃあ博士行くか?」と言われた。つくづく私は何も考えていなかったんだと思うが、このとき私は初めて博士後期課程の存在を知る。帰宅し今は亡き父親に話すと、なぜか賛成され、博士後期課程の先にどんな道があるのかも考えず、進学へと気持ちが動いていった。

後期課程に入ると、のんびりな私にもようやく見えてきたものがあつた。学会で見かける同世代たちはとっっても輝いていて「研究者になるんだ」という覚悟が見えた。眩しかったし、私は場違いな存在だと恥ずかしくなった。深く考えずに進学したことを、悔やんだこともある。学会に出るたびに「博士ならオールマイティであるべき」「一生その看板を背負う覚悟があるのか」「あなたのオリジナリティは何なの」と、容赦なく厳しい声をいただき、博士を取ったことをなかつたことにしたいと強く思った。アカデミックに残るなど、私には力不足もはなはだしい。それで、民間企業に就職することを選択した。

社会に出るまで“自分が何の役に立てるかかわからない”という漠然とした不安があつた。おそるおそる、配属先の建物に入ると、そこでは、グループに分かれた“人”がおのおのの仕事をこなし、それが、企業という“組

織”を動かす。自分もその中の一人の“人”である。じゃあ、企業のトップが示した方向性に基づき、所属するグループとして何をすればよいかが決まり、その中で自分が具体的に何をすればその目標に近づけるかを考えればいいんだとわかつた。とてもシンプルで当たり前のことだけど、当時の私には大発見で、自分がどう動くべきかが見えてきて、楽しくなつた。“わからない”というのは、いつも不安で怖いけれど、思い切って飛び込んでみたら、案外怖いものなどないのかもしれない。

女子学生の院進学率を上げたいということで、よく「博士進学のきっかけは」と聞かれるが、恥ずかしながら上述の通り私には大した理由がなく、その場の勢いであつた。ただ、特段優秀でなくても進学させてもらえたというのは非常に恵まれていた。博士を取ってすぐの頃は、看板を下ろしたいという気持ちが大きかつたが、それをどう使うのかは自分自身に委ねられているわけである。今でもそれを肝に銘じ、胡坐をかくことなく精進していきたいと思っている。

#### 4. ライフイベントとキャリアイベントが気になる年頃

企業で働くうちに、なぜか、「やっぱり基礎研究がしたい」と思うようになった。とてもよいタイミングでポストの空きがあるとお声がけいただき、藤正督先生の研究室で雇用していただけることになった。四年振りくらいに大学の研究室に足を踏み入れると、楽しい反面、「新しい研究ってどう生み出すんだろう」と悩み、自分自身のセンスのなさに苦悩するようになった。この頃、30歳をとうに超え、会えば「結婚は」と聞いてくる母親が、諦めモードに入ってきたことを感じるようになる。

詳細は省くが、縁あつて34歳で結婚し、35歳で息子を出産した。子供はかわいいと言うけれど、特に新生児の頃は「私もし深く眠ってしまったらこの子は死んでしまうかも」という恐怖の方が大きかつたように思う。文字通り生活は一変した。一年間退職したのち、ありがたくも再度雇用していただけた。だけど、朝保育園に送り、職場に向かつたと思ったら、あつという間にお迎えの時間が来る気がして、仕事に集中できていなかったように思う。他大学からアカデミックポストのお声掛けもいただいたが、どうしても一歩が踏み出せなかつた。「現状に甘えている」というお声もよくいただいたし、自分の年齢を考えれば、後進の若手にポストを譲るべきだというご意見もごもっともである。でもやっぱりどうしても一歩が踏み出せなかつた。私にとって“大学の先生”というのは、雲の上のような存在だったし、ポストの立場に立ってもなお、その距離は縮まったとは言い難い。もし子供が病気になって、講義に穴を開けたらどうしようとか、まだやってみてもいないのに色んなことが気になって、アプライできなかつた。そんななか、私を長期間雇用してくださった藤先生には今でも感謝でいっぱいである。研究室を運営する立場になった今、それがどんなに大変で有難いことだったのか、よくわかる。

子供はあつという間に大きくなつた。よちよち歩いて

いたのが走り出し、「あーあー」しか言えなかったのがもう会話ができる。日々日々成長するのに、私は変わらない。すごく焦った。あるとき息子が「将来爬虫類博士になる!」と言った。そして、私に「かあかは将来なになるの?」と聞くのだ。私にもまだ将来があると思っ  
ていいの?あらためて、どうしたいのか自分に問うた。

その頃私は日本学術振興会の特別研究員 RPD (研究活動を再開 (Restart) する博士取得後の研究者) に採用されていて、留学の案内が来ていた。私は母親になったのだ。行けるわけがない、という思いと外の世界を知りたいという思いが交錯した。当時3歳の息子との帯同を考えたが、諸般の事情で単身留学になった。このときのことは、夫、息子、父母に大感謝である。子供を産んだあとで、まさか一人の時間ができるとは思っていなかった。この期間は、自分の今後を考える時間を私にくれた。加えて、滞在先の研究者は「リスペクト」の心を教えてくれた。相手を尊重することの大切さと、それを実行するためには自分自身も幸せにならないといけな  
いよ、と。

印象的だったのは、「研究者はこうあるべき」なんてものはないんだよということ。これは日本と対照的なように思う。ヨガを楽しんで、ハイキングで自然に触れ、友人と音楽を演奏して、お茶を嗜む……。そんな風に人生を楽しみながら、研究をしたらいいんだよ。私は私のなりたいスタイルで研究者になってもいいんだと思  
った。ようやく、アカデミックポストに挑戦する覚悟が決まった。

年齢制限ぎりぎりの39歳で文部科学省卓越研究員事業に採択いただき、岐阜大学のテニユア・トラック助教になった。留学先で本事業の申請書を書いているとき、「もう私には後がない。これが不採択なら能力がなかったと思っ  
てアカデミックはスッパリ諦めよう」と思っていた。忘れもしない、ドイツのマックスプランク研究所で飛び込み講演させていただく直前に、採択通知が来た。夢じゃないかと思ひ、慌ててスマホ画面のスクショを取った。本事業には、スタートアップの研究費もたくさん支給していただき、多くの面で救われたことに今でも感謝している。

私はずっと「母・妻・女性たるもの…」と、色んな無意識のバイアスを自分自身に掛けて、勝手に苦しんでいたのかもしれない。何事にも“こうあるべき”というのではなくて、おのおのの個性や考えに基づいて、自由に作ればよいのだと今は思う。そうすればおのずと多様性社会ができあがっていくのだろう。だからもし、「やってみ  
たい」と思うことがあったらぜひ、諦めずに、それができる道を探してみたい。きっと自分に合った働き方が見つかるはずだから。人生は長い。「これが私のやりたいことだ」と思えるまでに時間がかかったっていいんだ。

## 5. 高校生と大学を繋ぐもの

私は大学に身を置き、大学受験をして入学した学生に

対し、講義をしたり、実験を教えたりする立場であるにもかかわらず、彼・彼女らが高校で学んだことからどんなことを感じ、何に興味があるのか、さっぱりわからないというのが、教員になってからもずっと気になっていた。自身が高校生であったのは、かれこれ何十年も前の遠い昔であり、デジタルネイティブの彼・彼女らと話しているとき大きなジェネレーションギャップを感じることは少なくない。加えてコロナ禍という、前代未聞の事態もあつた。私が通ってきた道とはまったく異なる経験を歩んだ学生に、研究を好きになってほしい、あわよくば、粉体工学に興味を持ってほしい……。！と思っているのだが、どうすれば魅力が伝わるのか、と考えあぐねて  
いた。

おりしも、日本粉体工業技術協会の「粉体技術」誌編集委員を仰せつかっている関係で、粉を扱う研究をテーマにした科学系部活に所属する高校生に直接会いに行き、研究内容や、研究に対する思い、将来の夢などを取材する機会があつた。高校生自ら「なぜだろう」と疑問を持ち、研究方法を試行錯誤して編み出したり、チームで助け合つて研究発表資料を作つたり、と、生徒の自主性を引き出す顧問の先生の工夫がそこかしこに施されていることが感じられた。“教える”ことに対する教員側の心構えを学んだのはとてもよい経験だつた。一方で、さまざまな側面で、課題もあることがわかつた。

生徒から出てくるたくさんの疑問を解決しようと思つたとき、どんな分析方法がよいのか、また、その装置をどこで借りることができるのか、顧問の先生方は非常に苦勞されているようである。これに関しては、大学など研究機関と繋がることでかなり解決できるように思う。大学としても、高校と密に交流することで高校 - 大学間の垣根が超えられるなら、研究に興味を持つ生徒が増え、Win-Win じゃないだろうか。

息子の影響でカブトムシの虜になつた私は、日本昆虫学会に入会し、今年佐賀大学で行われた第83回大会で、機械学習を使ってカブトムシ幼虫の糞形状から雌雄分類できた成果を発表した。他の発表を聞きながら、虫の専門家ではない私の発表は受け入れてもらえるだろうかと不安がよぎつたが、お世話になつていた昆虫界のレジェンドが発表を聞きに来てくださり、発表の冒頭で触れた“粉体工学”に興味を示してくださつた。「ある虫の部位にこんな形の粉体が付いているんだけど、機能がわからない。どう思う?」と顕微鏡写真とともに尋ねられた。私の推測をお話すると、「それはあり得るね!」と周囲の研究者も巻き込んで盛り上がり、勇気を出して参加してよかつたと思つた。年に一回行われる本大会では、小中高生のポスター発表がある。なぜこの研究に興味を持ったのか、から、どうやってその疑問を解明すればよいか、どんな結果が得られて今後どうしていこうか、などなど、わかりやすくまとまっていて驚いた。粉体工学会でも、高校生が成果発表をする場を作ってみるのはどうだろうか。学校生活との兼ね合いもあるので、すぐの実現は難しいと思うが、学会と高校との繋がりができれ



ば、学会が高校側の課題解決に一翼を担うことができるのではないだろうか。

もう一つの課題は少々重たい話題かもしれない。とある地方の高校では、県内に工学部のある大学が一つしかなく、分野も限定されていた。加えて家族からは、「県外に出てはいけない。ずっと家から通いなさい」と幼い頃から釘を刺されているという。そのため、高校で入った科学系部活で研究が面白いと思っても、工学部に進学するという選択肢が、進路の候補に挙がってこない。県外の大学に十分進学できる成績であっても、教師の説得空しく「行かない」という揺るがない意志を見せるそうだ。教師曰く、保護者の意識を変えなければならない、と。少なくとも、今の生徒たちが子を持つときまでには、意識が変わるようにしなければならない、と強く言われた。

誤解を恐れずに言えば、これは“洗脳”である。親世代を責めるつもりはないが、幼少期から繰り返し言われてきた言葉からは、大人になってからも、抜け出せないことが多い。自身が親になったときに思ったことは、「息子が一人でも生きていけるように教育するのが親の務めだ」ということ。人生には多くの選択肢がある。自身で切り拓いていける力が必要だ。何気なく言った一言、言ってみれば無意識のバイアスで、自身の子どもをがんじがらめにすることは、親として望まないことだろうし、望んではいけない。息子は私の分身じゃない。人格を持った一人の人間として尊重していきたいと思っている。

高校の次の教育機関の一つとしての大学に身を置くものとして、高校と大学間にある見えない壁が大きいと常々感じる。粉体工学会には、産学の研究者・技術者が揃っている。学会が、高校、大学、企業間を繋ぐパイプ役となれば、粉体工学が浸透するだけでなく、教育・研究両方の側面が充実し、ひいては、日本の技術力の底上げに繋がるのではないかと考えている。

## 6. おわりに

研究（者）へのハードルが高いと答えた学生たちに聞くと、研究者になるまでの道のりについては、ほとんど情報を持っていなかった。あの頃の私と同じで、興味があれば調べることもないからだろう。

研究者への道は実にさまざまである。博士を取得するには、博士後期課程に入学する以外に、論文博士という

道もある（機関による）。いつ博士課程を取るのかも、企業経験を経てからや、社会人博士とって会社員と学生を両立する人もいてさまざまである。これは、自身のライフプランに合わせて柔軟に選択できると言える。研究に興味があっても、経済的な不安やその他何らかの不安がある人もいるだろう。色んな困難を乗り越えて、または困難とともに研究者生活を送っている方もおられるので、ぜひ色んな研究者と話してみしてほしい。博士を取得後もなお、道は一つではない。大学だけでなく、国の研究所や企業研究所など、国内外も含め、さまざまである。どんな道や環境が自分に合っているかは自分自身しかわからないので、ぜひ挑戦してみしてほしい。

ワークライフバランスの実践が難しいと思われるために研究者は性別のみならずキャリアも含めて多様性が乏しい。私自身、二の足を踏んでいた長い長い時期があるから、“研究者”に対する“何をやっているのかよくわからない”敷居の高さはよくわかる。研究は身近な疑問を解決する工程の積み重ねだ。「なんでだろう」が「なるほど」に変わる瞬間が楽しくて、これが職業になるなんて、こんな幸せなことはない。でも、それでいいのだと思えるまでには、のんびり屋の私には時間がかかった。

自身が歩んできた道を振り返ると、これまでの経験がどれか一つでも欠けていたら、きっと研究者を目指すこともなかったらと思う。それほど、色んな場面で多くの人たちからさまざまな助言や叱咤激励をいただいた。いつの間にか、“わからなくて怖い”よりもむしろ“知りたい！”というワクワクが変わっていった。年を重ねたせいも随分と図太くなり、わからないまま悶々とするよりも当たって砕けるの精神で、お会いしたことのない専門家にメールを送り議論させていただいたこともある。昆虫の研究者やきのご研究者から「へえ、粉体工学ってというのがあるんだ」と興味を持っていただくとても嬉しい。学会は国内でも山ほどあるが、粉体工学を中心に学会間の交流ができるのも楽しいんじゃないかなと思っている。今度は、私が若い世代を鼓舞できる存在になりたい。研究の魅力が、粉体工学の魅力が、より浸透することを願っている。

次は、浅野ほたか氏（ライオン株式会社）にバトンをお渡しします。

## 新しい言葉・古い言葉 Newly-coined and Time-honored Words

### レシピエンジニアリング

#### Recipe Engineering

医薬品などの高機能性材料を生産するプロセスは、現在のところ回分操作が多い。特にそのプロセス中に結晶化現象を利用した晶析による分離精製が用いられる場合、晶析のほとんどが非定常操作となるため、温度をどう制御するのか、溶液をどう供給するのかといった操作手順（レシピ Recipe）の設計が重要となる。レシピの本来的な意味は、“特定の種類の料理を調理するための一連の指示書”となると思うが、プロセスシステムエンジニアリング分野では製品を開発する過程で考慮すべき操作や手順を、General Recipe, Master Recipe, Control Recipe という3種類のレシピで表現することが多い<sup>1)</sup>。この考え方を晶析に適用すると、“特定の種類の結晶性製品を製造する、あるいは特定の結晶化手法で分離精製を行うための一連の指示書”と解釈可能である。そして、その指示書そのものを作り出す作業自体が晶析分野では必要とされるため、“レシピエンジニアリング (Recipe Engineering)” が重要となる。

医薬品製造の分野に目を向けると、分離精製操作に Anti-solvent 添加晶析が比較的多く利用されている。常

温で操作可能であることが、多用される一つの理由である。この操作は、目的成分は溶かさないが良溶媒とは混和する Anti-solvent を混合する手法である。この手法は材料創製あるいは合成分野で言うと、再沈法や塩析法などとしても知られている。しかし、この手法を回分操作で行う場合、Anti-solvent を溶液に添加するのか、その逆の操作なのかによって、結晶粒子群の特性が全く異なってくる。これは複数溶液を混合して反応によって結晶を析出させる反応晶析でも同様<sup>2)</sup>である。したがって、晶析には、Recipe Engineering に分類される課題が内在していることになる。しかし、最近では結晶粒子群特性が決定されるメカニズムや、結晶化の推進力と特性との関連性が詳細化できるようになってきたことで、晶析の現象論や相図に基づく平衡論そして速度論の観点から、レシピが変わるとなぜ特性が変化するのが考察できるようになってきている。そして、それらの検討結果の蓄積によって、逆に所望の結晶粒子群特性を作り込むための最適なレシピ設計が行える環境が整いつつある。

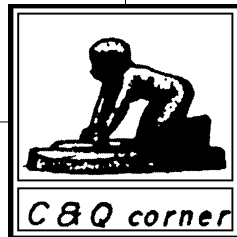
#### 参考文献

- [1] Japan Batch Forum 編, S88 入門 - バッチシステムをよりよくデザインするために -, JSPS (2004).
- [2] M. Ohyama, S. Kudo, S. Amari, H. Takiyama, Production of crystalline particles with high homogeneity in reaction crystallization by using pH-solubility-profile, J. Ind. and Eng. Chem. 75 (2019) 38-43.

(東京農工大学 滝山 博志)

我が家のパンサーカメレオン（雌、幼体）が、おそらく乾燥によって片目が開かなくなり、目が見えないから怖くて動けなくなり、捕食もしなくなったことから、慌てて連れて行った動物病院で処方された栄養剤を与えずに肥満になったことを以前四分法に書いた。三カ月ほど絶食すると、ようやく木の枝を移動しはじめ、動くコオロギを捕食しようと意欲がわいてきたようだ。ところが、体長の二倍ほどあるはずの自慢の舌が伸びず、コオロギまで届かない。舌の筋肉が落ちてしまったのだ。もう一度筋肉を付けさせるしかない。素早いコオロギはなかなか捕食しづらいかと思ひ、動きが緩慢な蚕の幼虫も仕入れ、小さめのメッシュケージと一緒にに入れて見守った。その間も、また片目が開かなくなって点眼したり、口内炎になってビタミン剤を飲ませたり、唾液がネバつく日は水を飲ませたりと、気が気ではなかった。さらに三カ月ほど経ち、ケージにいる様子を観察していると、離れた餌箱に向けて舌を伸ばし、捕食している様子が見られた。今でも目が見えづらいようでも標的に向けた舌の命中率は以前より劣るが、三カ月前の“ぶら～ん”とした覇気のない舌と比べたらかなりの改善である。カメレオン専門店に連れていくと、口数の少ない店長が「元気になったね」と目を細めて喜んでくれた。根気よく面倒を見ればカメレオンは必ず回復してくれるとのこと。いつか雌雄で飼育し、交尾や産卵の様子を観察したい。店長から、私ならブリードできるとお墨付きをもらった。定年後はカメレオンのブリーダーに挑戦しようかな・・・。

(まさとのかあちゃん)



四分法

数え歌

今回は数え歌について書いてみたい。数え歌は数学の基本ですから四分法に書いても良いですよね？皆さんは数え歌と言われてどんなものを思い出すだろうか？あまり知識のない私にとっては、数え歌と言えば自身の幼少期に聞き馴染んだ「いっぽんでもニンジン」である。歌っていたのは、なざら健彦氏であり、優しい声で「いっぽんでもニンジン、にそくでもサンダル…」と続く歌詞は何とも耳に残るものであった。今でも私と同世代の方は頭の中でリフレインすることもあるのではないだろうか。全く関係ないが、A面はこれまた懐かしい子門真人氏の歌う「およげ！たいやきくん」である。懐いカップリングだと思いませんか？「およげ！たいやきくん」が日本レコード大賞を、都はるみ氏の歌う「北の宿から」と争い惜しくも大賞を逃したときの私のがっかり感、今でも記憶に新しいです。さて最近はどうなるものが？興味ありますよね。私のよく見る（見させられる）テレビ番組と言えばピタゴラススイッチですよ。ピタゴラススイッチにも数え歌が登場します。その題名は「いたちのためき」といいます。知らない方も多いですよ。歌手は栗原正己さんでピタゴラススイッチのテーマ曲も作曲されています。リコーダーの奏でる懐かしいような音色は聞き覚えのある方も多いのではないのでしょうか。さて「いたちのためき」の歌詞ですが、これが面白いんです。「いたちのためき、かにのかとり…ジュースのストロー」と続きます。「いたち」から「た」を抜くと「いち」、「かに」から「か」を取ると「に」という具合に1～10まで数え歌になっているんです。メロディーをお伝え出来ないのが非常に残念でならないですが、これもまた非常に耳に残るメロディーで中毒性があります。挿絵も面白いです。是非一度動画サイトなどで見てはいかがでしょうか？こんな歌に子供達が触れている日本の数学の未来は明るい！？

(炭水化物)

我が家のテレビは2008年（15年前）に購入した日本製のプラズマテレビである。購入した当時は液晶にするかプラズマにするかで悩んだ覚えがあるが、現在の家電量販店で衰退したプラズマテレビの姿はほとんど見えない。最近、テレビの左端に縦線が映るようになった。私はテレビを見ないので全く気にならなかったが、子供たちから「もう寿命だから買い替えて。」というクレームが来た。しかし、冷蔵庫や洗濯機などの更新時期が重なってしまい、財政的にテレビはあと1～2年持たせる必要があることが発覚した。自力で修理を試みようと思ひ原因を調べると、内部のホコリが原因の一つであるらしい。そういう訳で背面の非常に多くのネジを取り、購入してから初めてテレビ背面を開けてみた。開けてびっくり、家族全員が悲鳴を上げた。これまでに見たことがないくらいホコリの粉体層があちこちに形成されていて、基板がほとんど見えない。この状態でも動いていたテレビがすごい。とにかく火事にならなくてよかったと安堵した。最初は手で大雑把にホコリ層を取り除き、その後ブラシや綿棒などを駆使して頑張った。掃除には3時間近くかかり、各種基板も顔を出し見違えるほど綺麗になった。祈るような気持ちで再度電源を付けたが、残念ながら画面上の線は除去できず、むしろ左端が完全に見えなくなってしまった。接続コネクタとかをいじれば直る可能性もあるが、掃除で気力を使い果たしてしまったため、多少見えないほうが想像力の鍛錬になると子供たちを説得し、あと1年程我慢することで決着した。

(プラズマ)

四分法

謎の押し売り

ひよんなことから学生時代に来た押し売りを思い出した。当時どう見ても単身者用の狭いワンルームに住んでいたのだが、押し売りに来たものがまさかの太陽熱温水器だった。繰り返すが単身者用ワンルーム、それも3階建ての2階だったのだが、ある日「〇〇ソーラーです、見積もり持ってきました」と押し売りがやってきた。最初、別の家と間違っているんだろうと思って「家間違ってますか？」と出たのが運の尽きで（今思うとそれが罠だったのだろう）、やれガス代が安くなるだの環境にやさしいだのと良さを全力でアピールし始めた。もちろん「いらないしそもそも屋根は私の場所じゃない」と伝えながらどこ吹く風で、揚げ句の果てには「ベランダに置けばいい」と言い出した。ワンルームのベランダに太陽熱温水器が置いてあるシュールな光景を想像したら腹が立ってきて、「マンションの一人暮らしが買うわけないやろ！」と言って追い返した。なぜこんなことを思い出したのかというと、先日直径50cmぐらいの小さな容器を発注したところ、数日後に「そちら、クレーンの横付け可能ですか？」と電話がかかってきた。「クレーンを使うようなものは頼んでないんですが…」と言うと、なぜか手配されているのは5mの容器。業者の誤発注と電話先に伝え、業者に確認の電話をかけたのだが、「5mののではダメですか？実験室が無理なら窓の外に設置してもらおうとかで…」と返ってきた。まず謝れよと思って腹が立ち、いつぞやの押し売りかよと太陽熱温水器のことを思い出してさらに腹が立ち、言い訳ばかりで謝罪が全く無いので「要らない！」と言って電話を切った。怒りのあまり結局必要な容器の再発注を忘れ、学生さんから怒られるおまけまでついた。

(如月二月)