

みんなのミニレビュー
出会い、国際会議と研究環境
足立泰久

(筑波大学 生命環境系)

キーワード：世界化学工学会議、IACIS、IAP、ELKIN

私の研究室は現在コロイド界面を中心に展開していますが、編集担当の方からは、「テクニカルな内容についてというよりは、どうしてこのような環境ができたかというあたりを説明できないでしょうか」と伺いましたので、大学院から学位を取得した前後とその後の国際会議での出会いを中心にミニレビューしてみることにしました。

今回の企画には「土壌物理を志したきっかけ」とありますが、土壌物理という限定があれば、大学院の時に研究指導をお世話になった農業土木試験場の大井節男さんの隣の研究室に岩田進午さんの存在だと答えることができます。私は元々農業水利（水）の研究室に進学しており、指導教授の志村先生は、卒業研究のテーマ設定で水理学ではなく水利学をやって欲しいということで「矢作川の流域管理」について卒業論文を書きました。その後修士課程に進学したものの、1年ぐらいかけてテーマを考えなさいというようなノリで学科共通の大部屋（大学院生室）に入れられ（ある意味ほったらかし）ていました。最初のゼミの順番が回ってきたとき、話すネタがないので、指導教授のマネをして生態学と農業水利のようなおおざっぱな内容で、神安土地改良区の2次処理水の農業用水還元の話や明治用水の地域管理用水としての水質浄化の考えかたについて報告しました。その直後、教授室に呼ばれ、水質は重要だけど物の見方はもっと重要だということで農業土木試験場の大井さんを紹介いただきました。数か月間紆余曲折はあったものの、修士論文は大井さんにお世話になりました。

前置きが長くなりましたが、その大井さんの隣の研究室で農環研から異動してきた岩田さんが室長をされていました。当時、岩田さんは粕淵さん、長谷川さん、宮崎さんなど相当たるメンバーによる熱い雰囲気でのゼミを定期的に開催されておりました。1, 2度のぞかせていただいたのですが、そのダイレクトでフランクな雰囲気に大きなカルチャーショックを受けました。おそらく、今会長をされている取出さんも元会長の溝口さん、石黒さんも同じような影響を受け、ある種の共感世代が形成されていました。岩田さんから学んだことは、基礎研究の重要性には違いないのですが、それ以上に研究環境は自分で作るんだという研究に取り組む姿勢への気づきだったといえます。ただ、その気づきによって、私も大井さんも土壌物理とは一線を隔している何かを作ろうと無意識に意識していたのだと思います。以下に紹介する国際会議における出会いは「作ろうとしていた何か」が少し

ずつ具現化していくきっかけになっていると思います。

世界化学工学会議

最初に出席した国際会議は1986年に東京で開催された第3回世界化学工学会議でした。この会議は日本の化学工学会が総力を挙げて日本に誘致したもので、成功すれば化学工学のレベルがグーッと上がるはずだと、大井さんのサジェスションが有り、張り切ってる過（固液分離）の白戸紋平先生のセッションに発表参加しました。あまり土壌物理では知られていませんが、白戸の式は本質的にテルツアギの圧密理論と同じ問題ととることができます。会議開催は博士課程の2年目でしたが、何もかもが新鮮で、その情景は昨日のように思い出されます。わたしの発表はピンポン玉で作ったブロックの模型からブロックのクラスター間接点数がブロックの構造を記述する上で本質的に重要だと指摘した内容でした（Adachi and Ooi, 1990）。ところが、私の隣には凝集工学のホープの東谷公先生が、ペレット凝集のポスターを張り、既に投稿論文を書きあげておりA4判のタイプ原稿を30センチぐらい束に積み上げそれを配りながら集客力抜群の発表をされていました（Higashitani and Kubota, 1987）。東谷先生の発表内容は私のそれを大きく包含しており、その勢いには“圧倒される”の一言でした。私の発表にくるお客さんはそれほど多くなかったのですが、その分隣の東谷先生の発表内容をしっかりと勉強することができました。我々のポスターには後に北大総長をされた丹保憲仁先生も現れ、「あなたが発表しているようなブロックの仕事はもう大体方がついているが、強いて挙げるなら東谷先生のようなペレット凝集はまだやる価値がある。」と発表されました。その言葉に内心は「そうじゃない、こっちもやるのが残ってる」と思いながらも、この日から、私の高分子を用いた凝集の研究が始まったといえます。

IACIS

博士課程在籍中に国際コロイド連盟(International Association of Colloid and Interface Scientist 以下IACIS)の会議が箱根で行われる情報を、筑波大の古澤先生からいただき博士論文の中から、凝集速度とブロックの構造形成のイオン強度依存性についてabstractを送って参加しました。この会議は3年ごとに行われ第6回の会議を日本化学会コロイド界面部会が総力を挙げて日本に誘致したもので、デリアギン博士など歴史上の研究者を目の当たりに見る機会にもなりました。IACISについてはその3年後にフランスのコンペーニュで開催された第7回会議も私にとっては重要で、留学先のWageningenから参加した私は駆け出しの研究者であったにも関わらず、プログラム上はたいへんいい場所で発表させていただいた上にチェアマンに抜擢されるなど、破格の待遇を受けました。この会議では、ノーベル賞を受賞する直前のDe Gennesがプレナリーレクチャーをされましたが、

講演で高分子吸着のダイナミクスに触れ bare surface への吸着緩和の重要性を指摘したとき、化学工学会議の隣のポスターの東谷先生の発表から考えてやっていた実験のアイデアが整合していることを確認しました。

IAP

オランダから帰国し、理学的なコロイド界面の仕事と農業土木には大きなギャップ(溝)を感じてたのですが、運よく4人も学生さんが卒業研究を私の研究室でスタートすることになり、フロックの破壊 (Kobayashi et al. 1999)、沈降速度 (Adachi and Tanaka, 1997)、高分子電解質による凝集 (Matsumoto and Adachi, 1998)、粘土のレオロジー (Miyahara et al. 1998) と並列的にテーマをたて、その溝を埋めるべく本格的に研究室を立ち上げることができました。しばらくしてから Wageningen の Koopal 先生から、環境汚染と界面科学とテーマにした国際会議 (Interface Against Pollution) のサーキュラーが届きました。私にとって渡りに船ように感じられ、運良く定員1の茨城県の国際会議参加の若手助成も get したので大手を振って出張参加することができました。また、丁度同じころ農業土木学会誌で岩田さん、大井さん、前述の共感世代を中心に多くの方々に協力いただき連載講座「土のコロイド現象」の企画を編集委員をされていた中石さんが会議で企画をうまく遠していただき、大井さんが招聘してくださった Koopal 先生の集中講義の内容も加えざる引延ばし計20回の連載企画が実現しました。さらに最終的には科研費の企画調査研究なども組み込んで総勢28名の執筆者からなる単行本の形までまとめる機会にも恵まれました (足立, 岩田 2003)。このように研究者の駆け出しは、土とコロイドの関係は非常にスムーズで上り調子だったと思います。IAP の2回目のハンガリーの会議では、懇親会での酔った勢いで Koopal 先生から、「次は日本だ。」と宿題ももらってしまいましたが、この宿題については、以前学会長の挨拶のところで書かせていただきましたが、「可能と思うしやる価値がある」と大井さんが賛同してくださり、その後 Julich (ドイツ)、アルハンブラ神殿のグラナダ (スペイン) を経て、アルハンブラに対抗するには京都しかないということで2008年の6月に大勢の方の協力のもと京都大学の時計台で開くことができました。IAP は国際会議でしたが、国内においても様々な分野に分散していた界面科学の研究者が環境の名のもと一同に会するたいへん貴重な機会になりました。その結果、吸着やコロイドの凝集を中心に界面化学の大筋が実感できた気がします。

ELKIN

IAP2008の準備は本当に大変でしたが、その後の私の行動原理は京都のIAPを単なるお祭りにしないためにはどうしたらよいのかということになったかもしれません。その行動原理は今も続いています、「細々と長く続ける

こと。」と言える気がします。IAP の Chair はこの人しかいないと東京理科大学の大島広行先生のところに大井さん、石黒さんとお願ひに行った時、界面動電現象に関する国際シンポジウム (ELKIN) とセットで開催する流れが作られ、筑波は Almost 東京ということで2012年にELKINを開催する路線が示されました。IAPの反省点はお祭りの世話に一生けん命になりすぎて、自分達の研究活動がおろそかになったこと、国内委員会を継続させる形で組織化しなかったのも、IAPのあと何も残らないようになってしまったことなどを痛切に感じたので、ELKINの方はそうならないように、国内には界面動電現象研究会の発足を呼びかけ、学内的には研究推進の形態として生物資源コロイド工学リサーチユニットを組織し、その準備にあたりました。ところが会議開催の前年の2011年3月11日、プレコンファレンスの初日、我々は東日本大震災を被災しました。東日本大震災の復興の中、本当に開催できるかも不透明なままELKINの開催の準備が進みましたが、困難な状況ではあったものの、直前に仙台で開催されたIACISの会議を組織された栗原和江先生、IACIS会長のPrieve先生、Wageningenでお世話になったLylema先生、凝集研究のライバルでもあった東谷先生、さらには福島で開催された復興のシンポジウムに訪れたモスクワ大のZezin先生、またプレコンファレンスで一緒に被災した内外の研究者など世界中の方々の友情に支えられ本会議自体は比較的スムーズに開催することができました。

ロシアとの交流

ELKIN後、土壤物理として特筆すべき交流がモスクワ大学と開始されました。モスクワ大学のカバノフ教授は高分子電解質の研究で先駆者の1人に数えられる研究者ですが、チェルノブイリの事故の際、自ら陣頭指揮しヘリコプターで高分子電解質複合体 (PIC) を散布し、放射能の拡散を防いだことでロシアの科学アカデミーの名を世界に馳せた方です (現代化学、1999)。前述したとおりELKINの開催と東日本大震災からの復興が重なったことで、我々はモスクワ大学のカバノフ教授が切り開いた高分子電解質の分野研究室と交流を持つようになりました。ELKINの翌年には高分子マイクロゲルを研究されている小川和義先生と極寒のモスクワを訪問し、環境コロイドと高分子電解質のセミナーを行い、その翌年の2014年にはTGSW (筑波グローバルサイエンスウィーク) で、セッションを組み、その特集号を Advance in Colloid and Interface Science に組みました。また2016年には再びモスクワで開かれた高分子電解質に関する国際会議 (Polyelectrolyte 10) へ参加し、その翌年には若干19歳で名門モスクワ大学の学士課程を卒業したピカ一の留学生 (Ilyasov 君) を半年間受け入れ、マイクロゲルによる凝集を指南し共同研究を開始しました (Ilyasov et

al. 2020)。彼はそのマイクロゲルをロシアに持ち帰り、砂質土に混入させクラスト形成による耐食性の向上、水分保持特性の改善などを報告するにいたりしました (Panova et al. 2021)。土壌物理の視点では水分保持のモデル (van Genuchten, 1980) の座標軸に高分子化学の視点を組み込んだプロットを行ったことは今後の展開の方向性としても重要な指摘ができたと思っています。このやり方はペレットを形成する他の系にも適用できるはずなので今後も続けて検討したい課題になりました。さらに進めれば高分子と水界面の濡れ性の視点で土壌の保水性、不飽和土の透水性などが記述できる可能性が出てきます。ここまで来ると Van't Hoff や van der Waals などのオランダのコロイド界面化学の発祥が土壌物理とつながっていることなどが見えてくる気がします (塚原東吾, 2000)。

IAP のその後

最後に京都の会議では多くの土壌物理学会の多くの方にお世話になったので IAP のその後について報告します。京都の会議は飛躍的な大成功は次の開催の大きなプレッシャーになりました。しかし、程なく北京の中国科学院生態研究センターが名乗りを挙げ、2010 年北京 (水環境) で行われました。その後、ヨーロッパに戻り 2012 年 Nancy (フランス)、2014 年 (オランダ)、2016 年 (スペイン)、モンペリエ 2018 (フランス) と旅をし、2020 年は再び武漢 (中国) と来るはずでしたが、コロナウィルスがタイミング良く武漢の市場で発生し 1 年延期され本年の 5 月にオンラインで実施されました。ホストを務めた華中農業大学の土壌の研究室の Wengfeng Tan 先生は最近の地球環境問題の中での趨勢を捉え、バイオフィルム、マイクロプラスチック、ヒ素汚染、バイオチャー、抗生物質耐性菌と界面の関係の重要性を浮き彫りにするような素晴らしい会議を開催しました。次回は来年の 9 月にベルギーの古都アントワープで開催されますが、そこから先の 6 年間、東京大学の斉藤拓己先生にアドバイザーボードの Chair が託されております。2024 年はイタリアのトリノで実施されることが内定しています。地球規模の環境問題認識の追い風もありますが、踏み外さないよう意味のある会議に成長できればと思っています。

謝辞

自分の研究者人生もそろそろ終盤に差し掛かってきたかなと思いますが、今後の展開は初心に回帰することを意識しながら、一周回ってきたコロイド凝集に関する基礎を追求しつつ、それを踏まえた視点で生態系に関わるような工学的問題を土の世界にも水の世界にも示せたらと思い、数年後を目標にもう一頑張りできたらいいなと考えております。また、このようにかなり自由に研究を

展開してこれたことは研究室にて卒業論文、修士論文、博士論文を仕上げた卒業生の努力によります。特に研究室運営を支えていただいています准教授の小林幹佳先生、助教の山下裕司先生、杉本卓也先生、技術職員の櫻井進氏にお礼申し上げます。尚、人名の敬称に統一がありませんが、その場所場所、その時々々の慣例を尊重いたしました。私の研究は多くを科研費に依存していますが、最近データベースが充実していますので、そちらを参考にさせていただければと思います。

引用文献

- Adachi, Y., and Ooi, S (1990): Geometrical Structure of a Floc, J. Colloid and Interface Sci., 135: 374-384, [https://doi.org/10.1016/0021-9797\(90\)90007-B](https://doi.org/10.1016/0021-9797(90)90007-B)
- Adach, Y., Tanaka, Y (1997): Settling Velocity of an Aluminium-Kaolinite Floc, Water Res. 31: 449-457. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(96\)00274-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(96)00274-6)
- Higashitani, K. and Kubota, T (1987): Flocculation of Colloidal Latex Particles, Powder Technology, 51: 61-69. [https://doi.org/10.1016/0032-5910\(87\)80040-2](https://doi.org/10.1016/0032-5910(87)80040-2)
- Matsumoto, T. and Adachi, Y. (1998): Effect of Ionic Strength on the Initial Dynamics of Flocculation of Polystyrene Latex with Polyelectrolyte, J. Colloid and Interface Sci., 204: 328-335. <https://doi.org/10.1006/jcis.1998.5564>
- Miyahara, K., Adachi, Y. and Nakaishi, K. (1998): The viscosity of a dilute suspension of sodium montmorillonite in an alkaline state, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 131, 69-75, [https://doi.org/10.1016/S0927-7757\(96\)03961-1](https://doi.org/10.1016/S0927-7757(96)03961-1)
- 現代化学 (1999.9): チェルノブイリ原子力発電所事故の化学処理 - 放射能汚染拡大を防ぐためにロシアの化学者はどう対処したのか - Alexander B. Zevin 聞き手: 熊沢紀之
- Panova I. G., Khaidapova D. D., Bashina S. V., Smagin O. G., Adachi Y., Yaroslavov, A. (2021): Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 610, 125635, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.125635>
- van Genuchten, M. T. (1980): A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 892-898, <https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x>
- 足立泰久、岩田進午 編著 土のコロイド現象 (2003) 1-451 学会出版センター
- 塚原東吾訳 K. van Berkel, オランダ科学史, 科学史ライブラリー 朝倉書店 (2000)