

第2回 IUPAC 通信:無機化学ディビジョン

はじめに

無機化学ディビジョン (Div. II) の活動を皆さんにお伝えできる機会をいただき、大変光栄です。会員の皆さんだけでなく、誰でも一度は目にすることがある世界的に有名な1枚の表、「元素の周期表」に大きく関わる活動をしているディビジョンです。物質化学だけでなく元素の合成や同位体、元素の命名プロセスにも関わるため、委員会に出席して改めて、無機化学の定義が多岐にわたることを認識しました。そして、材料化学や言葉の定義にも関わる議論が続いています。本稿では、筆者が2009年から現在まで携わってきた活動での面白い出来事、感動した出来事を中心に紹介させていただきます。

始まりは“IUPAC とは?” という講義から

2009年に英国・グラスゴーで行われた IUPAC General Assembly (GA)¹⁾が、筆者の IUPAC 活動のデビューでした。ロンドンからさらに北へ行き、夏ですがちょっと肌寒くすがすがしい気候で、A. H. Mackintosh による歴史的な建築物を眺めながら会場に向かいました。まず、レセプションは Young Observer (YO) を囲んでの夕食でした。女性のドレスコードはピンクだったようで、それほど広くない立食形式の会場でしたが、先輩方の厳かかつ華やかな雰囲気、IUPAC の粋を感じてわくわくしました。そこで、日

本人の先生方は数名しかいらっしゃらなくて、しかも初めてお話しする方ばかりだったので、澤本光男先生 (Div. IV, 京都大学名誉教授・日本化学会常務理事 (当時))、巽和行先生 (Div. II, 名古屋大学名誉教授・元 IUPAC 会長) ご夫妻にお目にかかれ、ほっとしたことを思い出しました。

翌日、YO のための “What is IUPAC?” と題した2時間ほどのレクチャーを受けました。50名ほどの YO が、YO を経験してから正委員 (各国代表) になられた先輩方から面白おかしく、歴史や活動や社会への意識の持ち方などを学びました。最も印象的だったことは、皆さん明るいこと、相手をおもんぼかることが自然にできること、聞き取りやすい英語でお話しされることです。そして、化学や研究を愛していて、それらを伝えることの重要性に使命感を持っていらっしゃることを強く感じました。伝え方も様々で、正しい測定法、言葉の定義、それらの各言語に翻訳するときの共通に意識すべきこと、若い世代や教育が行き届かない国や地域への広義の Chemistry Education など多くの視点や実践を知りました。その中で、正しい測定法や、新元素の帰属と定義などは、Research Article とともに、IUPAC の発行している学術誌 *Pure and Applied Chemistry* (PAC) で peer review され、社会に発信されています。現在は、YO へのレクチャーは各 Division ごとに開催されています。今現在筆者は Titular Member (TM) ですが、最近では

YO へのレクチャーを頼まれます。まだ全貌をわかっていないので、よい復習にもなります。

地球と元素、元素と素粒子

IUPAC は物理化学・生物化学、有機化学、分析化学、高分子化学など専門で分類される8つのディビジョンと、それらをまたぐ課題、例えば Chemistry Education や Materials Chemistry や命名法などを取り扱う Inter-Division 的なディビジョンがあり、数日間で数えきれないほどの会議と議題が同時にものすごいスピードで進められます。

筆者は Div. II に所属し、YO からスタートしました。筆者は部類の元素周期表マニアです。Div. II の議論は鳥肌が止まらないほど元素の話が盛りだくさんでした。筆者の自己紹介の後、私も元素周期表マニアだよ、と対抗(?)してくる人がこんなにも集まっているのかと思うほど、親しみやすい先生方に歓迎していただきました。休み時間でも話題が尽きることがありません。原子1個の質量を決定する方法ですとか、ユーラシア大陸とアメリカ大陸では原子量が異なる、ですとか、自分がデザインした周期表の切手がコンペで賞を取って実際に化学週間に発行された、とか。その周期表の切手をデザインしたのは、前 IUPAC 会長の Javier García-Martínez 先生 (Div. II, スペイン・アリカンテ大学教授) です。

2009年のグラスゴーでの Div. II 会議では、森田浩介先生 (理化学研究所・九



Project Coordinator Ty Copen keeping Division II informed of the progress despite the “ever growing” list of project.

州大学教授)から113 (one-one-three と発音します)が2粒合成できたので、元素の命名と元素記号の提案の権利を与えてほしいとの連絡をIUPACに初めていただき、その議論の輪に筆者もいました。このときには、放射性元素の壊変様式と各半減期がすべて解明されていないこともあり、命名作業の段階には至りませんでした。この直前の議題は、以前から議論が進められていた112 (one-one-two)について、Coperniciumと命名してよいことを、112を合成したことを報告下さった先生にお返事をする事が決定されました。当初、112に対して提案された元素記号にはKから始まるものが多く、種々の物理係数を示す記号等と間違える可能性があるため、元素記号は再考していただく、例えば、元素記号はCnとしてはいかがか、という話もあったと思います。詳細は巽先生の報告をご参照下さい²⁾。ともかく、この場面に立ち会えたことは、筆者にとって、ものすごく自慢になる出来事でした。

休み時間に、少し外気にあたらうと建物を出たところで、日本の代表と思われる2人の紳士がいらっしゃいました。こ



Div. II Glasgow meeting attendees minus the editor.

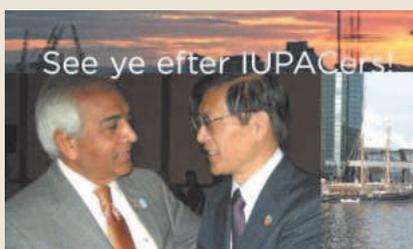
んにちは、初めまして、と近づいて自己紹介しましたら、英語で怒涛のように話しかけて下さいました。山内薫先生(Div. I, 東京大学名誉教授, 元 Division President, 元 Executive Committee Member)と澤本先生でした。おおお、IUPACは日本人同士も英語なのかあ!と楽しくなりました。これは度胸を試されたのかな、と先生方の高尚なジョークに、IUPACへの歓迎をいただいたような気に勝手になっていました。

IUPAC委員の皆さんは、偏見を持たずとてもフレンドリーで、すぐに溶け込める雰囲気があり安心します。Div. II会議でいつも隣に座っていて、疑問を尋ねるとすぐ答えてくれるLars Öhrström先生(Div. II, 元 Division President, スウェーデン・ヨーテボリ大学教授)も、筆者に元素オタクとして宣戦布告下さった1人です。日本にも何度もいらして、2012年にはPCP/MOF (Porous Coordination Polymers/Metal Organic Frameworks)のDiv. IIプロジェクトの調査で北川進先生(京都大学)や巽先生そして放射光実験施設SPring-8を訪問され、のちにPCP/MOFの定義をPACに報告しています³⁾。

巽和行 IUPAC 会長誕生の瞬間

GAの最後の2日間は、Divisionに関係なく各国の決められた人数の代表が集うCouncil Meeting (総会)が開催されます。その前日までにDiv. II会議のほか、Materials ChemistryやChemistry Education等の会議にも出席したので、役割は全うしたぞと、筆者は総会と同時に開催されているCongress (Scientific Program)で錯体の光化学のセッションを聴講していました。しばらくして、その会場に酒井健先生(Div. II, 九州大学教授, 元 IUPAC Bureau Member)が大汗をかきながら現れました。なんと、筆者を探しに来て下さったのです。YOであるにも関わらず日本の代表として総会出席者リストに選出されていたのを、筆者は全く認識していませんでした。酒井先生が探して下さったおかげで、この後の歴史的瞬間に立ち会うことができました。

総会の最も緊張する案件は、次々期会長候補(次期副会長)の選挙でした。候補者は、インドと日本で1名ずつ。そうです。巽先生が候補者の1人でした。選挙は国ごとに投票します。総会の前日の夕刻に、ワインのみの交流会がありました。実は最後の意思決定を各国で確認するひとときだったようです。筆者はYOで、ともかく多様な考え方の化学者とお話しできるのが楽しかったため、そうとは知らず美味しいワインと楽しいお話で時間は過ぎ、2次会は韓国代表の先生方や奥様たちに誘われるままスコッチバー



巽先生が総会の会長選挙で選ばれた直後の写真
Chemistry International, vol. 31, 2009 から抜粋。

で話が続きしました。その前の日までも、台湾代表の先生方が夕飯に誘って下さり、トルコ代表の先生方とも会食した記憶があります。直接話すことで、空気感がなじんでいくのを感じます。感覚を確かめるために対面で微妙なニュアンスでのすり合わせができるというのは、国や地域に関係ないのだなと思いました。

そして、総会2日目に最も大きなイベントである、会長選挙の時がきました。各国の票数はIUPACへの財政的支援の程度より決まっており最大で6票です。日本は、毎年、日本学術会議を通じてIUPACに分担金を提供しており、そのおかげで6票の投票権を持っています。6票の投票権を持っている国は世界で数カ国だけです。さあ選挙です。候補者の紹介から投票が終わり、いよいよ開票の結果が発表されました。巽先生のお名前が呼ばれた瞬間、一緒に出席した先生方と飛び上がるほど大喜びしました。故長倉三郎先生がIUPAC会長をお務めになられてから、2人目の日本からのIUPAC会長誕生の瞬間です。巽先生は静かに立ち上がり、一礼した後にインドの候補者で

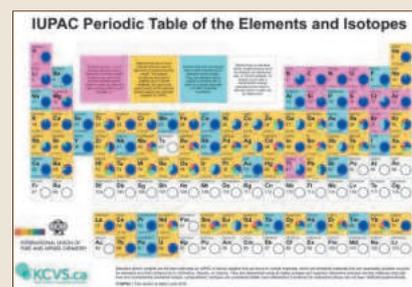
ある先生とどちらかともなくすっと近づいて握手を交わしていました。この場面を見て、涙が出そうになりました。相手の功績をたたえ、これからも支え合ってIUPACでの実践につなげるのだろうという握手に見えました。

巽先生もDiv. IIのメンバーでいらっしやいますので、その後のIUPACの会議で何度もご一緒しましたが、巽先生があれほど流暢に英語で各国の代表と議論を交わしていても、スピーチの際は直前まで電子辞書で英単語を確認しているのが印象的でした。いろいろなことを背負って、慎重に言葉を選ばれているのだろうと思いました。この姿勢や責任感、少し議会議場から離れると常に相手に合わせた話題で盛り上げられるムードメーカーとしての存在感が、各国の代表からも信頼される理由なのだろうと筆者なりに解釈しました。

巽先生は2年間の副会長を経て2012年から会長に就任されました。2011年にプエルトリコのサンホセで開催されたIUPAC GAでは、日本から参加していたメンバーで、ご就任の祝賀会をしました。IUPAC謹製の周期表に全員がサインをして、巽先生へのエールを送りました。喜んで下さったことと信じております。同席者一同も嬉しかったです！

同位体周期表のお披露目

水素の原子量は1.008程度です。なぜ、1よりも大きいのか。これは重水素や三重水素がある割合で共存しているからで



す。

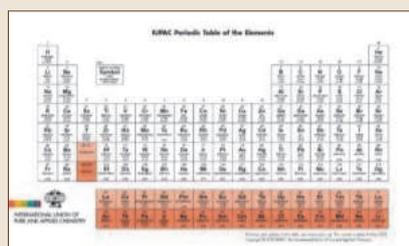
2009年のDiv. II会議の合間のランチで、Tyler Coplen先生(UGSG)が「最近ね、大陸ごとに原子量が違うことをようやく測定で証明できたんだ」とサンドイッチを手にしながら、さらっとお話を始めました。衝撃がビビッと走りました。驚いて「どうしてそうなるのですか？ どれだけ差があるのですか？ 私、電子天秤を買い替えたほうがいいのかなあ？」と矢継ぎ早に伺ってしまったほどです。1つ目の答えは、隕石が落ちるタイミングや場所や量が異なるので大陸ごとの同位体比の違いが生じ、結果的に原子量も大陸ごとに平均値が異なる、とのこと。2つ目の答えは、測定のための装置の精度が非常に上がったため、とのこと。何桁までだったか忘れましたが、見せていただいたデータは小数点以下20桁くらいあった気がします。そうしますと3つ目の答えは、通常の電子天秤を買い替えるほどの差はないので、これまでどおり合成や収率には支障はない、とのこと。3つ目は我ながら愚問でしたが、とっさに心配になり聞いてしまったほどびっくりしたのです。



ブエルトリコでの Div. II メンバー

後列左から 酒井健, Henrique Toma, Sanjay Mathur, Ling-Kang Liu, Lars Öhrström, Ty Coplen, Norman Holden, Daniel Rabinovich, Javier Garcia-Martinez.

前列左から Tara Dasgupta, Ti-Ping Ding, 筆者, Robert Loss, Len Interrante, Jan Reedijk.



2015年は韓国・釜山で、2017年はブラジル・サンパウロでIUPAC GAが開催されました。2019年はフランス・パリ、2021年はカナダ（オンライン）そして2023年はオランダ・ハーグでした。2015年頃から、Div. IIには南アフリカの代表も加わり南極を除くすべての大陸からの参加者が集うことになりました。そのつながりで、共著で専門書を書く機会もいただきました。思いもよらなかった点と点がつながる思いもよらなかった科学的な視点を学ぶ機会をいただきました。

GAのない年に行われる会議をOff-year meeting といいます。2016年はフランス・プレストで International Conference on Coordination Chemistry の開催に合わせて Div. II の Off-year meeting が開催されました。Öhrström 先生と Jan Reedijk 先生 (Div. II, 元 Division President, ライデン大学) が指揮を執りながら、そのときの作業は慎重かつ効率良く進められました。このときの主なトピックは、元素の命名に関わる議題です。4種の新元素の合成が認められ、開発者のグループから各新元素の名前と元素記号が提案され、すでに IUPAC, IUPAP (国際純正・応用化学連合) と IUGS (国際地質学連合) に



プレストでの Div. II メンバー

左から Tiping Ding (中国), Markku Leskelä (フィンランド), Thomas Walczyk (スイス), Pavel Karen (ノルウェー), 筆者, Philippe Knauth (フランス), Mayoro Diop (セネガル), Jan Reedijk (オランダ), Lars Öhrström (スウェーデン), Lidia Armelao (イタリア), Richard Hartshorn (IUPAC SG), 酒井健 (日本), Jorge Colón (ブエルトリコ), Daniel Rabinovich (アメリカ)。

より、その提案を受け入れる判断をした段階でした。そこで、全世界に向けて、これらの提案に対する Public Comment を約半年間インターネットを通じて募集し、その内容の精査を行う作業をしました。2000件あったと思います。Reedijk 先生はすべてに目を通していました。情報を共有するとともに、かいつまんで必要と思われるところを委員全員で意見交換しました。そして、このときに113を含む4個の元素の提案された名前と記号を受け入れてよいと判断に至り、同年の11月30日に発表され、翌年2月19日メンデレーエフの誕生日に記念式典が行われました。¹¹³Nh, ¹¹⁵Mc, ¹¹⁷Te そして ¹¹⁸Og です。元素が周期表に1個増えても驚きですが、一度に4個も増えることが確定した瞬間は今思い返してもドキドキします⁵⁾。これで第7周期がコンプリートです。Ogは貴ガス(語尾 -on)と金属(語尾 -ium)の交差点ですので、Div. IIでは貴ガスで初めての人工元素の語尾について、命名過程でどのように定義すべきか議論になりました。結果、Oganesson で決

第7周期が埋まりました

2013年はトルコ・イスタンブールで、

着です。瞬間に消える元素原子を合成するための加速器も、装置を組み立てる素材も、半導体検出器も、その精度を解析する分析法も高度化してきていると感じます。20年以上にわたり、ニホニウム⁶⁾合成の研究・実験に尽力され、その壊変と崩壊時間も突き止められた森田先生のグループには、心から敬意を表しております。初めてIUPACに命名権のお問合せをいただいてから、追加の実験と再度の命名権に関わる多くの会議を経て、正式に発表されるまで9年もかかっております。

世界化学年 2011 と国際周期表年 2019 そして SDGs

2011年世界化学年も2019年国際周期表年も私たちの中では比較的記憶に新しいイベントです。いずれも国際連合が制定した記念の年として、世界中で企画がありました。Div. IIは世界化学年ではGlobal Experimentalの1つとして水の実験キットを提案しました。プエルトリコのGAの後には、IUPACのメンバーが小学生のための実験教室を開催していました。実験キットがなくても、IUPACのウェブサイトに実験方法が4カ国語で記載されていたので、実験を行うことができます。実験した証は、IUPACのウェブサイト内の世界地図に自分たちが実験を行った場所を登録してフラッグを立てられるようになっていました。

2015年韓国で行われGAでは、国際連合が制定直後のSDGs (Sustainable Development

Goals) への理解促進のため、YOの会議で2日間のグループワークを行いました。筆者は、所裕子先生 (Div. I, 筑波大学教授, NAO) と同じグループで、ほかにUKと韓国の先生が一緒でした。初めて会うメンバーでバックグラウンドも異なるため、国による話し合いの違いを直接知る良い機会でした。最終的な発表会では、私たちのプレゼンテーションは大変好評だったと記憶しています。IUPAC GAでは、若い世代の研究者が積極的に真剣に世界の化学を考える場もあることを知りました。

国際周期表年は、メンデレーエフが元素の周期表を発表してから150年を記念し制定されました。国内外でも多くのイベントがありました。Div. IIの酒井先生とともに、名古屋大学で開催された錯体化学討論会では市民講座「国際周期表年：元素と化学とわたしたちの未来」を開催することができ、500名を超える聴衆がありました。周期表が生活の中でも意識されたことを喜びました。当時会長であった西原寛先生 (東京理科大学副学長/東京大学名誉教授) による開会の辞に始まり、講演者は、巽先生 (ニホニウムの命名のお話)、森田先生 (ニホニウムの合成)、加藤昌子先生 (光る柔らかい結晶/北海道大学名誉教授・関西学院大学教授)、臼井寛裕先生 (火星の元素/JAXA教授)、身内賢太郎先生 (ダークマター/神戸大学教授) そして上野隆史先生 (生命の中の元素/東京科学大学教授) のお話を伺う機会となりました⁷⁾。

日本における国際周期表年については、日本化学会に実行委員会が組織され、関係者が一丸となって企画を進められました⁸⁾。国際周期表年の閉会式が2019年12月5日に日本 (東京プリンスホテル) で開催されたことは誇るべきことです⁹⁾。このとき、玉尾皓平先生 (豊田理化学研究所前所長/京都大学名誉教授) がExecutive Committee Chairとして指揮を執られ、終日にわたり盛大に行われました。川合真紀先生 (自然科学研究機構長/日本化学会会長 (当時)) をはじめとした世界中の元素・化学に関わる先生方、企業の皆様、元素・周期表マニアが集結し、終日かけたお祝いとなりました。森田先生やY. T. Oganessian先生など、元素の合成に関わる研究所を代表される先生方もお見えになり、歴史的な一日でした¹⁰⁾。

以降、Div. IIはインターネットを有効に活用し、IUPAC Periodic Table Challenge¹¹⁾やElements' Haikusなども企画し、広義の化学教育にも積極的に活動しています。Chemistry Internationalでは、“Elements in Sports”と題し2020年に行われる予定だった東京オリンピック・パラリンピックへの懸橋も意識したエッセイも発表しました¹²⁾。Div. IIでは、さらにResearch Articlesの特集号をPACから発信しました。これは、IUPACで初めて女性のDivision PresidentとなられたMary L. Good先生 (2019年没) の追悼号として、無機化学の関わる同位体化学、物理化学、合成化学等の著名な先生方をお招き

し Div. II としてまとめることができました¹³⁾。PAC は元素の命名過程と定義、種々の分析法の定義など Recommendation Article や IUPAC Projects も Research Articles とともに発表する場として、ほかの雑誌とは趣旨が異なる学術誌です。

これから

華々しい話が並びましたが、IUPAC の印象はいかがでしょうか。IUPAC は世界共通の言語のような化学の根幹を築く場ですので、もっと怖い顔をして頭を突き合わせている印象があったため、穏やかに密度の濃い大量の議題・議論が高速で約 1 週間進むことに文化的な衝撃を受けました。Div. II は竹内孝江先生 (Div. V, 大阪大学特任教授) の所属されている Analytical Chemistry Div. と単位や定義の確認等で Inter-Divisional Meeting を開催しています。Cristine Luscombe 先生 (Div. IV, 沖縄科学技術大学院大学教授) をはじめ、日本代表の先生方との連携の下、日本のプレゼンスを意識しつつ各国と融和しながら粛々と作業を進めています。2023 年の IUPAC GA で Div. II では、石井あゆみ先生 (早稲田大学准教授) ほか、各国から合計 4 名の YO が出席し、後進育成も慎重に進めています。社会に必要な化学に関わる課題を真剣に取り組んでいる先生方が集まっていること、そして皆さん献身的で明るくてコミュニケーションを楽しめること、専門家としてのプライドを持っていらっしゃることに感動します。常に学びがあります。委員に

ならなければ、このような組織の仕組みを知ることもありませんでしたし、扱っている議題の責務の大きさ等を知ると、自身の研究室周辺で起こるトラブルや悩みが小さいものを感じるようにもなりました。

先に紹介した Global Experimental の水に関わる実験では、自然の恩恵を意識するだけでなく、上水インフラも整っていない国で、山の水を飲んで体調を壊すこともある事実を認識する必要性や、浄化システムを含む上水路の整備など、社会全体の課題まで意識できるようになります。さらに、山の鉱脈や水を調査・分析調査することで、体調を壊す要因がわかり、科学的な根拠の大切さを地域に根付かせる広義の Education も IUPAC の意識として重要であることを痛感しています。具体的には、ヒ素を含む鉱脈を経由した水を飲む地域ではヒ素中毒が発症しても、その体調不良を山の神や川の神への神事で治そうとしているのです。化学の知識・教育が必要なことがわかります。

無機化学は、鉱山からの恩恵を受けている学問の 1 つですが、IUPAC の Div. II は社会へのより良い発信力や未知の元素の探索、融合した材料への昇華など今後地盤をかためていくものと思います。IUPAC の理解¹⁴⁾が、日本でも浸透しますように。

[謝辞] 本稿は、正確を期するため山内薫先生、竹内孝江先生、酒井健先生、所裕



2023 年の Div. II メンバー (オランダ・ハーグ)

子先生に種々ご確認いただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

本活動の一部は IUPAC 賛助会委員会の支援を受けています。心よりお礼申し上げます。

- 1) *Chemistry International*, 2010. doi/10.1515/ci.2009.31.6.4/html
- 2) 巽 和行, 化学と工業 2010, 63, 412.
- 3) S. R. Batten, N. R. Champness, X.-M. Chen, J. Garcia-Martinez, S. Kitagawa, L. Öhrström, M. O'Keefe, M. Paik Suh, J. Reedijk, *Pure Appl. Chem.* **2013**, 85, 1714.
- 4) <https://applets.kcvs.ca/IPTEI/IPTEI.html>
- 5) a) <https://iupac.org/iupac-announces-the-names-of-the-elements-113-115-117-and-118/>; b) L. Öhrström, and J. Reedijk, *Pure Appl. Chem.* **2016**, 88, 1225.
- 6) <https://www.nishina.riken.jp/113/>
- 7) <https://iypt.jp/events/document/190921.pdf>
- 8) <https://iypt.jp/en.html>
- 9) 川合眞紀, 化学と工業 **2019**, 72, 931.
- 10) 山内 薫, 化学と工業 **2019**, 72, 036.
- 11) <https://iupac.org/periodic-table-challenge/>
- 12) a) M. Hasegawa, M. Yamanaka, O. Miyamae, Hayanon Science Manga Studio, *Chemistry International* **2020**, 42, 5; b) doi:10.1515/ci-2020-0100/html
- 13) L. Armelao, L. Öhrström, D. Rabinovich, M. Hasegawa, Eds., "Special issue in honor of Mary L. Good", *Pure Appl. Chem.*, **2023**.
- 14) 山内 薫, 化学と工業 **2017**, 70, 993.

(長谷川美貴 (青山学院大学理工学部))

© 2025 The Chemical Society of Japan