



委員長の招待席

ついに来た！ 理研グループへ 周期表に我が国初の元素が載る

● 玉尾皓平
理化学研究所 研究顧問

昨年末に113番元素の命名権が、理研の森田浩介グループに与えられた。森田博士とも親しく¹⁾、「一家に1枚周期表」で周期表にも長く関わってこられた玉尾皓平理研研究顧問に113番元素にまつわる話を紹介いただいた。

2015年12月31日、歴史に残る大晦日

ついに来た！ 113番元素の命名権、理研の森田浩介グループへ。それは昨年の大晦日の朝、突然やってきた。筆者は、朝9時過ぎに巽和行先生からケータイに電話をいただいた。前IUPAC会長の巽先生ですら寝耳に水の知らせであったようだ。筆者はすぐさま化学会の川島信之常務理事に連絡をとった。この日のためにかねてより、筆者もお手伝いして準備しておいた榊原定征会長談話「113番元素の命名権決定を受けて」を大晦日であってもHPにアップしてほしい、との思いからである。しばらくして、編集部スタッフの高橋学さんが対応可能との連絡、会長スタッフの尾関雄治さんからの了解も取れた。後は、理研からのプレス発表を待つのみだ。

理研サイドの緊迫した状況は以下のものであったと聞いている。早朝5時過ぎに森田さんから電話でたたき起こされた担当者たちは、急遽、理研和光キャンパスに駆けつけ、対応に追われた。現九州大学教授の森田さんはすぐさま福岡から東京に飛び、松本紘理事長は関西から駆けつけ、昼過ぎには、関係者が理研和光キャンパスに揃って、プレス発表と記者会見の準備に取り掛かった。午後2時前に理研からのプレス発表情報が発信され、理研HPにも掲載された²⁾。記者会見は、午後5時から、仁科加速器研究センターで開かれた。

化学会にもこれらの情報がメールで送られてきたのを受けて、高橋さんによって、午後7時過ぎには「会長談話」が化学会のHPにもアップされた³⁾。大晦日の夕方のHPアップは、前代未聞のことであろう。大晦日に化学会のHPを観る会員はほとんどいないだろうが、このような喜ばしい出来事はいち早くアップする、これは化学会の心意気を会員に示すことにほかならない。高橋さん、ご苦労さまでした。

大晦日の午後5時からの記者会見も理研の歴史上初めてではないだろうか。その様子は、NHK午後7時のトップニュースで、また、紅白歌合戦途中のニュースでもトップで報じられた。IUPACはなんでまた大晦日に発表するのだ、と思わないではなかったが、結果的にはベストタイミングで、全国津々浦々にまで知れ渡る朗報となった。慌ただしくも、楽しい、思い出多い大晦日となった。

一家に1枚周期表とともに待ち続けた10年

「一家に1枚周期表」を企画制作してきた筆者たちは、この日の到来を10年間待ち続けてきた¹⁾。理研で113番元素の合成に初めて成功したのが、筆者らが制作に取り掛かった2004年の夏。早速、第1版にその情報を書き込み、2013年春発行の第7版には、3個合成・発見された情報も記載して、命名権獲得に期待を込めた。そして、今年3月発行の第9版には、このたびの朗報が間に合い、「理研で2004～2012年に3個つくられた我が国初の新元素、2015年末に命名権が与えられた」と記載できた。ついに念願がかなった。さて、どんな名前になるか？ 新しい元素の名前と元素記号を載せた「一家に1枚周期表」第10版の制作が楽しみだ。

命名権、元素名、元素記号と日本化学会の役割

113番元素の命名権が理研の森田グループに与えられるとの正式発表は、今年の1月21日に、IUPACと国際純正・応用物理学連合IUPAPの合同委員会、IUPAP/IUPAC Joint Working Party (JWP)、からのレポートが*Pure Appl. Chem.* 誌のオンライン版に掲載されたことで確定した⁴⁾。

今回は同時に、115番、117番および118番元素の命名権がロシアと米国の研究グループに与えられた。これによって、118番までの元素が出そろい、第7周期が完成することとなった。2016年は、周期表の歴史上でも記念すべき年となった。

新元素名は、神話の構想または人物（天体を含む）、鉱物、地名や国名、元素の性

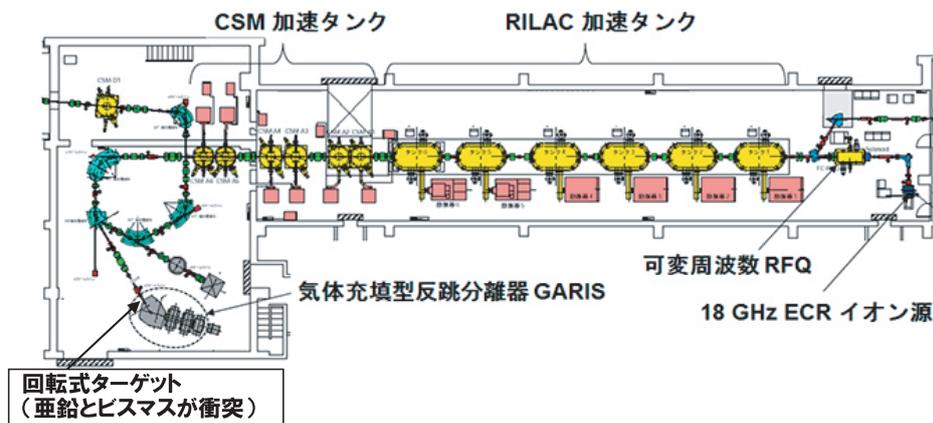


図1 重イオン線形加速器 RILAC (RIKEN Linear Accelerator) (資料提供, 理研)

質, 科学者, にちなんで命名される⁵⁾。かつて小川正孝によって使われた「Nipponium」は使えない。また, 元素記号は, アルファベット2文字, と規定されている。提案後, IUPACの無機化学ディビジョン(112番コペルニシウム)のときは異教授が委員長を務めた)でチェックされたのち, 5ヵ月間の公開レビューを経て最終決定され, 周期表に記載される。今年中には名前が決まるものと, 楽しみである。

日本化学会は元素に関する情報発信に関係する委員会を2つ設置している。「原子量専門委員会」は, IUPACから発信される原子量表などを基に, 毎年4月に公式の「原子量表」や「元素の周期表」などの情報を機関誌「化学と工業」やHPを通じて会員に発信し, また, 「命名法専門委員会」では, IUPACが決定・発表した新たな元素名の日本語名を決定し発表するという重要な役割を担っている。

理研仁科センターの技術力の高さ

今回の成果は, 理研の仁科加速器研究センターおよび森田グループの世界に誇る科学技術力の高さによるものだ。理研のプレス発表資料を引用すると, 「世界で最大のビーム強度を長期にわたり安定に供給可能とした加速器技術」, 「世界で最大の効率および分離能力をもつ測定器」と「非常に精密な計測技術」により「超高感度な実験系」を構築したことで初めて実現した成果である。その線形加速器全体像を図1に示した²⁾。

図の右からイオンを加速し, 左端のターゲットに衝突させて, 核融合反応を起こさせる原理である。理研オリジナルな装置群としては, 図の右端のECR (Electron Cyclotron Resonance Ion Source) とよばれる強力なイオン源, RFQ (Radio Frequency Quadrupole) とよばれる新方式の前段加速器, そして左端のGARIS (Gas-filled Recoil Separator) とよばれる気体充填型反跳核分離装置などである。

この装置で, 原子番号83, 質量数209のBiに原子番号30, 質量数70のZnのビームを光速の10%まで加速, 照射して, 核融合によって113番元素はつくられた。Znイオンビームは, 右端のECRイオン源でZnOを加熱しプラズマを生成しイオン化し, イオン加速器に導かれる。光速の10%のスピードは, イオン間のクーロン反発に打ち勝つためであり, それよりも遅いと反発され

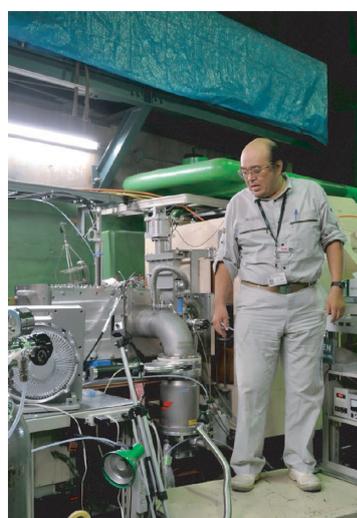


図2 GARISの横に立つ森田博士。装置の大きさがイメージできよう(写真撮影 理研大西由香里)



森田博士(左)と共に

たまお・こうへい
1970年京都大学大学院工学研究科合成化学専攻博士課程退学。71年工学博士。京都大学工学部助手, 助教授を経て, 93年京都大学化学研究所教授, 2005年理化学研究所フロンティア研究システム長, 08年同基幹研究所長, 13年より現職, 16年豊田理化学研究所長。12~13年度日本化学会会長。専門:有機金属化学, 有機合成化学。日本化学会進歩賞(1977), 日本化学会賞(1999), アメリカ化学会F. S. キッピング賞(2002), 東レ科学技術賞(2002), 朝日賞(2003), 紫綬褒章(2004), 日本学士院賞(2007), 有機合成化学協会特別賞(2014)。文化功労者顕彰(2011), 香川県知事表彰(2012), JSTCREST「元素戦略」研究総括(2010~)。主な著書:大学院講義有機化学I, II, 有機金属反応剤ハンドブック, 一家に1枚周期表, 現代ケイ素化学。

て核融合が起こらず、速すぎるとできた新元素が壊れてしまう、最適の速度なのだという。

生成した113番元素の半減期は0.0014秒で、速やかに α 崩壊（ヘリウム4原子核の放出で、質量数4、原子番号2減じた娘核を生ずる）によって、崩壊する。この崩壊過程を、GARISで分離後に検出器で追っかけるのである。2004年7月、2005年4月に成功した2個の113番原子核は、 α 崩壊を4回繰り返して、原子番号105のDbに到達し、自発核分裂して壊れてしまった。2012年8月に成功した3個目は、 α 崩壊を6回繰り返して、原子番号101のメンデレビウムMdになったことが確認された⁶⁾。既知核への連結が完璧であり、これが今回の命名権獲得の決め手となったようである。図3に、その崩壊過程が示されている。

毎秒2.5兆個、9年間（実際に加速器が稼働し照射した日数は述べ350日余）で総数 1.4×10^{20} 個のZnビームをBiにぶつけ続けて、Biに命中したのが400兆回（ 4×10^{14} 回、命中確率約 10^{-6} ）で、そのうちの3個だけ113番元素として検出できたわけで、核融合の成功確率は何と100兆分の1以下である。何とも気の遠くなるような実験を繰り返して到達した偉業である。「待っていれば、絶対に来る」との信念のもとであきらめずに取り組んだ森田博士と仲間たち（3個目成功の論文は39名の連名⁷⁾）の忍耐と

不屈の取り組みに深甚の敬意と祝意を表したい。

筆者はここで化学者根性が出て、モル換算（正しい表現ではないが）で収率を出してみたくなる。大まかにみて、約 10^{-3} モルのZnイオンがBiと反応する確率（収率）は $10^{-4}\%$ 、合成化学では、No reaction、で終わってしまう。ここからさらに収率 $10^{-12}\%$ で、採れたのは3原子だけである。巨大な装置を開発し、原子1個ずつ扱う、豪快さと精緻さを併せ持つ核物理学研究者の研究スタイルには、改めて圧倒される思いである。

113番元素命名権の意義

118番までの元素名と元素記号が揃い、第7周期までが完成した周期表が今年中には発行されるだろう。この118個の元素のうちでただ1個とはいえ、我が国で合成・発見された113番元素が、それにふさわしい名前とともに周期表に永遠に残るのだ。

周期表を学び始める子供たちには、我が国初の113番元素の存在を通じて、未知への挑戦、極限への挑戦が、科学技術全般の進歩と人類のさらなる発展のために不可欠であることを学び取ってほしい。113番元素は、私たちの生活や、物質科学にはすぐに役に立つというものではないが、我が国の研究者への尊敬の念とともに誇りを持ち、自然科学、科学技術の進歩への憧れを抱いてくれることにこそ大きな意義がある。

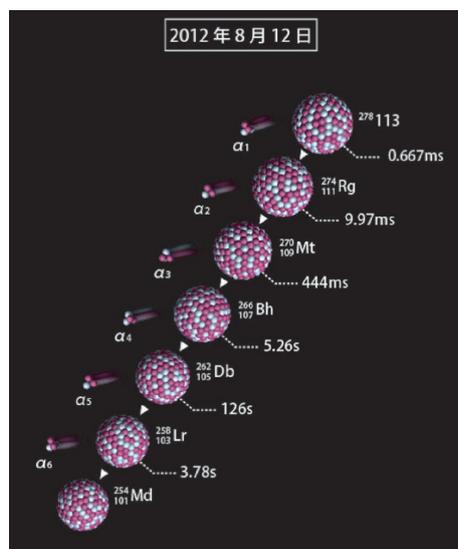


図3 113番元素の α 崩壊過程
(資料提供、理研)

- 1) 玉尾皓平, 化学 **2016**, 71 (No. 3), 17.
- 2) 2015年12月31日, 理研からのプレス発表
http://www.riken.jp/pr/press/2015/20151231_1/
理研の113番元素特設サイト
<http://www.nishina.riken.jp/113/>
- 3) <http://www.chemistry.or.jp/news/information/113-1.html>
- 4) *Pure Appl. Chem.*, Online版 (2件), 2016年1月21日
<http://www.degruyter.com/view/j/pac.ahead-of-print/pac-2015-0502/pac-2015-0502.xml>
<http://www.degruyter.com/view/j/pac.ahead-of-print/pac-2015-0501/pac-2015-0501.xml>
- 5) 新元素命名のルール
<http://pac.iupac.org/publications/pac/pdf/2002/pdf/7405x0787.pdf>
- 6) 森田浩介, 理化学研究所において113番新元素の合成と確認に成功, 化学と工業, 「委員長の招待席」 **2012**, 65, 872.
- 7) *J. Phys. Soc. Jpn.* **2012**, 81, 103201. DOI: <http://dx.doi.org/10.1143/JPSJ.81.103201>

© 2016 The Chemical Society of Japan