

People

今回の People は、北海道大学の低温科学研究所に教授として着任された力石嘉人さんに、今後ご自身が目指すサイエンスに関する記事をご寄稿いただきました。

再始動！

北海道大学 低温科学研究所
力石嘉人

ご無沙汰しております。昨年9月に北大・低温研に異動しました、力石嘉人（チカライシ ヨシト）です。はじめに、学生時代から今日まで、常に暖かく、厳しく、そして優しく支えて下さった日本有機地球化学会の皆様に、心より深く深く感謝いたします。皆様の多大なる支援のおかげで、伝統ある北大・低温研で職を得て、働くことができるようになりました。名前をあげればキリがありませんが、とくに、我が大恩師 奈良岡浩先生（九州大学・教授）と兄弟弟子 大場康弘 北大低温研・助教、金子雅紀 産総研・主任研究員、そして、JAMSTEC の大河内直彦 分野長、小川奈々子 主任技術研究員、高野淑識 主任研究員、Nevada 州立大学 Reno 校の Simon R. Poulson 教授には、公私にわたり、大変、大変、大変、大変お世話になりました。なかなか面と向かっては言えませんが、皆様の全てに 10,000% の感謝をしています。また、この数年間においては、Wisconsin 大学 Madison 校の Shawn A. Steffan 助教、Prarthana S. Dharampal 博士研究員、我が研究室の博士課程学生 滝沢侑子さんと、私の4人で、お互いの長所を活かし、短所を補いながら、多くの議論を重ね、質の高い研究を「チーム」として展開できた（できるようになった）ことは、今、私が北大・低温研で研究と教育を行うにあたり、相当に大きな自信とパワーになっています。そして、どういう繋がりかは全く覚えていませんが、有機地球化学会内外で、超ナマイキ、かつ、世間知らずな私を、常に厳しく（優しく？）諭し、ともに歩んでいただいた北海道大学 沢田健准教授に、非常に大きな恩を感じています。皆様、本当に、本当にありがとうございます。これまで、皆様にご指導いただいた多くのことを、そして共に学んだ多くのことを糧に、北大・低温研で新たな第一歩を踏み出します（踏み出しました）ので、今後とも変わらぬご指導、ご支援を賜りますよう、よろしくごお願い申し上げます。

私の研究には、常に、「有機化合物」と「安定

同位体比」という2つのキーワードがあります。そして、「有機化合物の安定同位体比の知識と測定技術（開発と運用）を手段として、身近な自然に存在する様々な paradox を1つ1つ確実に解き明かしていくこと」が、私の研究スタイルです。有機化合物の安定同位体比には、

(1) 地球上の物理化学、生化学反応の基質、経路、フラックスに対して定量的に変化する
<補足1>

「 $AxX \rightleftharpoons AyY$ 」の同位体平衡は、

$$\ln \alpha_{(AxX-AyY)} = \frac{1}{24} \left(\frac{hc}{kT} \right) \frac{\Delta m_A}{m_A m_{A'}} \times \Delta \alpha_A$$

<補足2>

化学反応におけるレイリー同位体分別は、

$$\delta_{t=x} = (1000 + \delta_{t=0}) \times F^{(\alpha-1)} - 1000$$

(2) この基本原理が個々の反応スケールの研究から地球化学、地質学スケールの研究まで共通の一般則として広く適用できる

という2つの性質があります。すなわち、研究目的に合わせて、有機化合物の同位体比を「うまく」使うことができれば、そこには、自然界で起こる様々な現象の 5W2H (Who, What, Why, Where, When, How, How many) を、優れた精度で「定量的」に理解できる可能性があります。この「可能性」に挑戦できるおもしろさと楽しさが、私の研究を支える重要なモチベーションの1つであり、私は、それを共同研究者や学生達と共有したいと考えています。

北大・低温研では、この研究スタイルを維持しつつ、よりアタマを柔軟に使って、よりサイエンスの本質に迫れる研究を展開していきたいと考えています。そして、低温研、北大、日本、そして、世界のサイエンスの発展に、貢献したいと思っています。

具体的には、まず「地球の生物圏における有機化合物の合成、移動、分解（消費）、再合成などの情報が、安定同位体比にどのように記録さ

れているのか」を本質的に理解し、そして、得られた同位体科学的な知見を担保にして、地球表層の物質循環、とくに、「太陽から供給されたエネルギーが、どのように固定（保存）され、移動し、消費されていくのか」を、個々の生物の中で、あるいは1対の生物-生物（生物間相互作用）の間で、そして群としての生態系の間で、より正しく（定量的に）評価したいと考えています。

自然界の生物や生態系は、絶えず環境の「不均一性（例えば、季節変化、よそ者の侵入、飢餓、その結果としての活動量の大小）」に曝されながらも、一見すると、常に「安定的（普遍的、恒常的、持続可能的）」に存在しているように見えます。しかし、そのように「安定的」に見える生物や生態系も、ほんの小さな小さな綻びによって、一瞬にして死滅し、崩壊するという「脆さ」を、同様に持っています。そして、その中で生物は「進化」しています。この「安定的」vs.「脆さ」は、どのように説明でき、いつ、どこで、どうやって、存在しうるのでしょうか？そこに「進化」はどのように関わっているのでしょうか？・・・私は、それはおそらく、生命、系の維持において、限られたエネルギーをうまく利用している故、と考えています。すなわち、生命単体としてみれば、エネルギーの収支（InputとOutput）が成立しているから、系としてみれば、寄生（parasitism）も含めて、常に「Trade Off」、「Give & Take」、「Even & Even」の共利共生（mutualism）が成立しているから、「安定的」であり、一方で、そのバランスが許容範囲を越えて崩れてしまうと、「脆さ」が勝って安定が崩壊してしまうのだと思います。「Even & Win」の片利共生（commensalism）or片害共生（amensalism）や「Win & Win」の関係などは、元々エネルギー的にありえず、また一方で、「進化」とは、「脆さ」面のリスクをもたらす「不均一性」に対する、新たな「安定的、持続可能的」な解（場）の獲得手段なのではないかと考えています。これは、どことなく、研究室の運営、教員と学生の関係、論文の質と量、研究資金の獲得、共同研究ができるか、できないか、研究における戦略的な取捨選択、などにも通じているような気がして、興味深く面白いのですが・・・まずは、自然界の生物や生態系の「安定的」vs.「脆さ」、そして「進化」の疑問について、「身近な自然」から得た試料や、それらを研究室で飼育、培養した試料、そして、それらの試料に含まれる「有機化合物の安定同位体比」を使って、定量的に理解したいと考えています。

教育に関しては、「有機地球化学」の研究を、将来にわたって継続的にできるような人材の育成に力を尽くしたいと考えています。「何も知らない若造が何を！」と感じるかもしれませんが、、、私は、複数の研究者でチームを作り、

1. よく議論する
 2. 研究の柱になる技術を持つ
 3. 質の高い（貢献度の高い）研究を目指す
 4. 質の高い発表（プレゼン、論文）を目指す
- ことの大切さを、ここ北大・低温研で、学生と共に学び、実践していきたいと考えています。

1つ目の「よく議論する」は、4つの中で最も大切なこと、と思います。我々は、多くのケースで、自分の意見が正しいかどうかを主張し合い、自分に（もしくは、自分の過去の研究成果に）とって都合の良い意見（感情）に基づいて、賛成か、反対かの白黒をつけたがり、相手を論破することが議論だと思っている節があります。しかし、研究チームとして質の高いサイエンスを行ううえで、「論破」はあまり意味が無く、それよりは、「自分達の発見、仮説、その証明、発表」の全てのプロセスにおいて、

- (1) どんな背景（background）、展望（Vision）、潜在的可能性（Implication）があるのか？
- (2) どんな目的、課題があり、どのようなデータが得られたのか？
- (3) そのデータから読める事実は何か？
- (4) 事実と意見（予測、希望）は、しっかりと区別できているか？

に関して、常に「5W2H」を意識して、じっくりと話し合い、お互いの意見の差（ Δ ）を小さくしていくサイクルが、「よく議論する」ことなのだと思います。そして、我々は、この「よく議論する」によって、多くの研究者が認めることができる、もしくは、納得できる「真実」に近づくことができるのだと思います。議論を重ねて、「真実に到達すること」は、サイエンスの本質であり、同時にとても「おもしろい（Interesting）、楽しい（Exciting）」部分です。学生に、「Chikaraiishi et al., 20xx に書かれていることは、根本的に間違っていると思うのですが・・・」とか、「この教科書に書かれている説明では、私のデータは全く説明できません」と尋ねられれば、そのような「差（ Δ ）」にワクワクしますし、積極的に議論をして（「差（ Δ ）」を小さくして）、どんどん真実に近づきたいと思っています。

2つ目には、「研究の柱になる技術を持つ」が、やはり重要だと思います。おそらく、この20年間、研究者を評価する指標としての「論文の量（数）」が過度に重視され、その1つの対策として、「技術は他人に任せて、どんどんデータを出

し、論文数を稼ぐ」といった傾向が強くなってきているように思います。実際、有機化合物の安定同位体比の測定に限らず、議論に耐えうる（質の高い？優れた精度の？）データを得るための技術は、一朝一夕では身につけられないことが多く、限られた時間で一定の成果（業績）を出すためには、もしくは、高度な研究課題にトライするためには、必要な技術全てを個人で持つことは現実的ではありません。一方で、「見たいモノを見るため」の技術力の存在は、常に研究を進める「大きな力、欠かせないモノ」であることも事実です。それゆえ、私は、例えば、私がある技術を持ち、チーム内の別の研究者が別の技術を持つというように、お互いに「Give & Take」の関係を構築し、複数の技術をチームで共有することが、1つの理想だと考えています。そして、そのためには、まず、私は、ここ北大・低温研で、有機化合物の安定同位体比の測定技術をキッチリと維持し、また同時に、世代を超えて「安定的（持続可能的）」にこの技術が使えるように、技術を持つ研究者を育てていきたいと考えています。

3, 4つ目は、「質の高い研究、質の高い発表」です。「論文の量（数）」が「使いやすい評価軸」であることは認めますが、必ずしも「論文の量」のみが重要ではないとも思います。それは先述した、生態系における「Trade Off」の関係と同じように、「量」を重視すると、潜在的に、その対にある「質」が犠牲になってしまうリスクが高まるからです。量を重視するあまり、結果がほとんどわかっているような「後追いのケーススタディ」を展開し、本質にせまる「新しい研究、新しい議論を回避する」ということが、サイエンスを前進させる原動力には、なかなかならない（かな？）と思います。個々人の力には限界があります。しかし、研究チームを作り、お互いの長所を活かし、短所を補う、まさに「Give & Take」を基にして、多くの議論を重ねながら、研究を展開することができれば、,, 例え、まずは研究の初期段階で、やりたい研究、やらねばならない研究、やりたくない研究、やる必要のない研究などを判別し、どこまでお金と労力をつぎ込むのか（=どのくらい丁寧にやるのか、どの程度まで雑でも許されるのか）を決定すること,,, から始まり、そして、最終的には、質の高い研究や発表（Output）に繋がると思っています。

最後に、私の「研究」兼「趣味」は、「海釣り」と「小さな海水魚の飼育」です。研究面では、例えば、釣った魚や飼育した魚に含まれるアミ

ノ酸の窒素同位体比 ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) を測定し、沿岸域の生態系構造を明らかにし、捕食-被食の連続で行われる物質循環に「普遍性」と「ゆらぎ」をもたらすメカニズムを調べています。趣味としての、魚との1対1の真剣勝負（美味しい魚ほど釣れない！）や、難飼育性の魚（キレイでカワイイ魚ほど飼育できない！）を飼育することへの挑戦には、研究と匹敵する「おもしろさ」があります。海水の温度やアンモニア濃度の深度分布を測り、カメラを投入し、胃内容物の同定と定量から同位体比測定までも使っても、釣れない魚は全く釣れませんし、どんなに手をかけても、「人に飼育されるくらいなら餓死を選ぶ！」という高貴な魚達に対して、「お願いだから、ご飯を食べてね,, , そうしないと、飼育実験（controlled feeding experiment）にならないから,, ,」と日々、格闘しています。しかし、事「小さな海水魚の飼育」に関しては、その大変さとは裏腹に、キュートな魚達に囲まれている研究室は、癒しの空間を提供してくれます（魚の運命,, , いずれは、一匹も残らず同位体比測定へ,, , さえ考えなければ、ですが・・・）。そのような癒しが必要な時には（もちろん、有機化合物の同位体比の可能性に触れたい！ 皆で議論がしたい！などの時も）、是非、北大・低温研の我々の研究室に遊びにいらして下さい。その際は、「前回来たときにいた、あの〇〇色の魚が、いないみたいだけど？」は禁句です。そして、釣りのお誘いもいつでも大歓迎です。

挨拶が長くなりました。皆様、これからも、どうぞよろしく願いいたします。

力石

力石 嘉人（チカライシ ヨシト）

北海道大学 教授
低温科学研究所 水・物質循環部門
同位体物質循環分野
〒060-0819 札幌市北区北19条西8丁目
(TEL) 011-706-5472 (直通)
(E-mail) ychikaraishi_AT_lowtem.hokudai.ac.jp
(URL) <http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/isophysiologist/>

兼務：国立研究開発法人 海洋研究開発機構
生物地球化学研究分野 招聘上席研究員
〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2-15



写真. Wisconsin 大学 Madison 校の Shawn A. Steffan 助教と、白熱した議論をしているところの
写真, 2017.6.12, Wisconsin 州 Madison にて撮影