

科学における分析の立ち位置

大河内直彦 おおこうち なおひこ
海洋研究開発機構

天然レベルの放射性炭素の測定には、今も昔もずいぶん手間暇を要する。そもそも現代炭素で1兆分の1という極微量しか含まれていないから、というのがその最大の理由だ。1940年代半ば、天然物中に分布する放射性炭素濃度の測定法の開発に取り組んだウィラード・リビーは、これほど微量なものを測定しようとする試みが狂気の沙汰と周囲から思われるのを嫌い、同僚や学生にも内緒で研究を進めたという¹。ガイガー・ミュラー計数管の改良、バックグラウンドを低減するためのデザイン、試料の導入方法などその改良は多岐に及んだ。1949年、数々の試行錯誤の末に、半減期が5000年以上のこの核種から放射される微弱なベータ線を正確に測定する分析機器の開発に成功した。

その後半世紀あまりの科学史を振り返れば、この分析機器の開発に始まる放射性炭素年代測定法が導き出した知見は、開発者の想像をはるかに越えてきたことは間違いない。その方法論が応用される分野は、年代測定が本質的に重要な考古学や地質学といった歴史科学だけではない。大気中の二酸化炭素がどれくらいの速さで海洋に溶けていくのかという地球温暖化問題にとって重要な知見や²、地球磁場強度が時代とともにどう変遷してきたかという知見も³、この放射性炭素の分析によって明らかにされたものである。しかし開発者であるリビー本人は、その方法論が具体的にどのような研究テーマに貢献するかについてぼんやりとした展望しかもっていなかった。むしろ、「放射性炭素の測定を通して年代測定が可能になれば、その応用は多岐にわたるはず」という科学者としての直感が唯一の拠り所だった¹。その証拠に、分析法が確立された時点で、測定試料の選択は考古学者や地質学者たちが作る委員会にゆだね、本

人たちは測定屋に徹している⁴。つまり開発する分析法が導く科学に明確な目標があったわけではなく、分析技術開発そのものを目的とした「研究」だったのである。

かたやジェームズ・ラブロックが1957年に発明した電子捕獲型検出器は、当時細胞の働きを研究していたラブロックが、多様な有機物や気体を測定するために開発したガスクロマトグラフ用の検出器である⁵。もちろん当初の目的は達成したわけだが、この技術が広く世に知られ、またラブロックが科学者として高い評価を勝ち得たのは別の所以である。この電子捕獲型検出器が有機ハロゲン化合物に高い感度を持ち、南極でオゾン層を破壊するクロロフルオロカーボンや⁶、ポリ塩化ビフェニル(PCB)やダイオキシンなど「環境ホルモン」として日本でも一時話題になったハロゲン化残留性有機汚染物質の検出器として活躍したからである。つまり、開発された目的とは異なる分野で花開いた分析技術ということができる。

科学の歴史を振り返ると、こういった例には枚挙にいとまがない。特に第二次大戦時に行われたマンハッタン計画からスピノフした技術から戦後多くの分析技術が生まれた。例えば、アルフレッド・ニアが1930年代に開発した軽元素の安定同位体比を正確に測定する質量分析計⁷は、その後古気候研究をはじめ数多くの研究分野において、数々の画期的な研究成果を生み出すことになった⁸。現在でも多くの研究室において様々な目的で用いられる同位体比質量分析計は、いまだにニアのデザインを色濃く受け継いでいる。この同位体比質量分析計が一世近くにわたって生み続けてきた科学的な成果は、明らかにニアの展望を越えたものである。

もちろん、当初の目的どおり開発され活躍する分析技術も数多い。一例を挙げれば、大気中の二酸化炭素の正確な定量を行うためにキーリングが開発した非分散型赤外吸収法である⁹。ただしキーリングが科学者として賞賛されるのは、その分析機器を開発したからではなく、開発した機器を用いて長年モニターし続けた大気中の二酸化炭素

濃度が、地球温暖化問題の重要な基礎情報となったからである。

上に列挙した顕著な成功例では、科学者が有能なエンジニアでもあり、分析機器の開発を自ら手掛けている。現代の科学で広く使われている分析技術の中には、その分析のために開発されたものだけではない。上の例に限らず、必ずしも明確な応用目的がなかったものや、当初の目的とは異なる用途で活躍しているものも多い。リビーの放射性炭素年代測定法のように、科学者の直感に委ねられた分析機器開発は、まさしく基礎研究と呼ぶべきものである。科学史においてこういった分析機器や分析法の開発が、全く新しい知識の枠組みを組み上げるのに重要な役割を果たしたケースは多い。科学が進展するこの構図の重要性は、時代が変わっても変わりはないだろう。科学が語られる際、分析機器や分析法の開発という側面はしばしば見過ごされる。しかしそういった論評が、科学という活動の一面しか見ていないということは強調して余りある。

悪いことに、研究室で日々当たり前のように使われている分析機器が開発されてきた経緯ですら、研究者コミュニティの中においてさえきちんと認識されていないことが多い。ここ数十年の間に、世の大学から分析化学研究室はほとんど姿を消してしまった。もはや「分析機器を作る」とか、「分析法を確立する」という目的の研究は、きわめて成り立ちにくい時代なのである。特に生物系の研究分野において、その傾向は強いように思う。現代の分析機器の開発はもっぱら企業によって担われ、分析法の開発は研究のアペリティフとして行われる(少なくとも、そう見えるようにしないとイケない)。しかし、科学の発展を長らく支えてきた(そしておそらく今後も支える)重要な礎をビジネス指向の強い担い手に大きく頼り、科学者の本流の仕事として位置づけられない現代の科学のあり方に、筆者は少なからず懸念をもっている。分析技術や分析法の開発は重要な基礎科学の一つである。この科学の一分野は、科学者コミュニティにおいてもっと強く意識され、そのあり方についてもっと深く議

論されてしかるべきなのである。

最後に、アポトーシスの研究によって2002年にノーベル生理学・医学賞を受賞したシドニー・ブレンナーの一言を紹介して、このエッセイを閉じたい。

科学の進歩を支えるのは、新しい技術、新しい発見、新しいアイデアであり、その度合いもおそらくはこの順である。

文献および注

- 1—Interview of Willard F. Libby, Oral History Program, University of California, Los Angeles(1983)
- 2—例えば最初の試みとして、T. A. Rafter and G. J. Fergusson: New Zealand J. Sci. Tech., **B38**, 871(1957)
- 3—H. L. de Vries: In Abelson, P. H.(ed.): Researches in geochemistry, New York, John Wiley & Sons, pp. 169-189(1959)
- 4—W. F. Libby: Radiocarbon Dating 2nd ed., University of Chicago Press(1965)
- 5—J. E. Lovelock: J. Chromatogr., **1**, 35-46(1958)
- 6—南極上空でオゾン濃度が減少している観測結果は、日本の南極観測隊に参加した忠鉢繁が発見し、1984年に初めて報告した。
- 7—A. O. Nier: Rev. Sci. Inst., **11**, 212(1940)
- 8—例えば、C. Emiliani: J. Geol., **63**, 538-578(1955)
- 9—C. D. Keeling: Annu. Rev. Energy Environ., **23**, 25-82(1998)

リレーエッセイ 地球を俯瞰する自然地理学

気候変動学における実測の意味

大村 纂 おおむら あつむ
スイス連邦工科大学名誉教授

大きな夢を抱き、高い目標を掲げることは若い時の特権です。そして「そんな目標が達成できるか？」などと事前に問わないで邁進できるのも若さのエネルギーのなすところでしょう。こうした経験は誰でも持ったことがあるはずです。教養課程を終え、ある程度以上の専門課程を経験して自分なりの世界観が醸成しながら形成され始めると、今までの自分の世界があまりにも狭いことに気づき、もっと広く世界を見たいと思うようになります。しかし世界はあまりにも広く、また無限な多様性で形成されていることがわかると、ほとんど挫折感に近い気持ちに襲われ、いっそやめてしま