

書評「太平洋のレアアース泥が日本を救う」（加藤泰浩著，PHP新書，株式会社PHP研究所，2012年8月，253ページ，新書判，定価：780円（税別），ISBN 978-4-569-80641-9） 評・小出 仁（2013）地学雑誌，122（5），（地学ニュース）N68-N71

加藤泰浩：太平洋のレアアース泥が日本を救う PHP新書，株式会社PHP研究所，2012年8月，253ページ，新書判，定価：780円（税別），ISBN 978-4-569-80641-9

基礎科学の研究が国際政治・経済に直接影響した稀有の事例が舞台裏も含めて平易に書かれており，読み物としても面白いので一般の方々にも是非読んでいただきたい。科学研究の最前線で世界と競争している大学研究室の様子が率直かつ生き生きと描かれていて，科学研究の実情を垣間見ることができる。レアアースについて知りたいという方はもちろんだが，最先端の科学研究がどのように行われているか知りたい方にも最適な本である。

2011年7月ネイチャー・ジオサイエンス誌に掲載された本書著者加藤泰浩東京大学教授らのレアアース新鉱床発見論文(Kato et.al., 2011)は，日本だけでなく，世界の多くの国々に歓迎された。中国のレアアース生産独占を打破する可能性が注目され，尖閣問題に絡んだ中国のレアアース対日禁輸騒動に始まるレアアース・ショックの鎮静化に貢献した。現代において，まったく新しい種類の大規模鉱床が発見されたこと自体が事件であったが，太平洋の深海底に堆積している泥がレアアースの新資源であるという意外性が世界に驚きをもって

迎えられた。厳しいので有名なネイチャー・ジオサイエンス誌の査読者でさえ「世紀の大発見」と絶賛した。

著者等が、ちょうどネイチャー・ジオサイエンス誌にレアアース論文の修正原稿を送っている時に、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震が襲来した劇的な様子から本書ははじまる。サイエンス誌やネイチャー誌およびその系列誌は世界的に最高峰の学術誌であり、そこに論文を掲載することは、科学者にとってはオリンピック出場に匹敵する意義がある。権威のある優れた学術誌は他にもあるが、サイエンス誌やネイチャー誌は科学の多分野にまたがるニュース誌という性格も有しているので、広い分野で世界的に認知度が高く、レアアース論文のように国際的騒動の真っ只中に打って出るにはうってつけの場である。

サイエンス誌やネイチャー誌およびその系列誌は権威があるだけに審査が厳しいことでも有名である。頑張っても、しばらくは立ち直れないくらい厳しい査読意見がついて却下されるのが落ちである。でも、査読意見がついて戻されるのは、まだ見込みがあるということで、通常は門前払いになる。本書著者等とネイチャー・ジオサイエンス誌の編集者・査読者の間の攻防が興味深い。学術誌への論文投稿は単なる功名心などでやっているのではなく、科学者の本務なので、論文審査も真剣なのである。編集者・査読者の側でも優れた論文を掲載したいので厳しい修正要求をしてくるのだが、レアアース論文の場合は国際政治・経済にも影響があるので、掲載を急ぐ著者の焦燥が伝わってくる。

タイミングよく新発見を発表できた秘密も語られている。実は10年以上も前に学生にやらせた卒業論文がキッカケであった。東太平

洋の中央海嶺から熱水活動で放出された鉄に富む懸濁物質が、太平洋の海底に広く堆積していることがこの卒論でわかった。鉄質懸濁物質が海水中に溶けているレアアースを徹底的に吸着することは既に知られていた。しかし、海底に堆積している泥がレアアース資源になると考えた人は誰もいなかった。太平洋の海底に広く堆積する鉄質懸濁物質が海水中のレアアースを濃集して、レアアース資源になる可能性を見抜いたのは本書著者の慧眼である。気づいてもよい所まで近づいていた人が数多く居たのは、大発見にしばしばありがちなことで、「コロンブスの卵」のたとえ通り、発見の価値を下げるのではなく、むしろ研究の難しさを教えてくれる。

たった1立方センチの体積のレアアース泥が1000立方メートルの海水に含まれている分のレアアースを吸着して、高濃度のレアアース資源泥になる。吸着するのは、中央海嶺の熱水活動からの鉄質懸濁物質と火山ガラスの変質したフィリップサイト（ゼオライトの一種）であるので、レアアース資源泥は広い意味で中央海嶺の火山・熱水活動の産物である。しかし、生物の遺骸や砂泥などが大量に降り積もる場所では薄められてしまうために、高濃度のレアアース資源泥が存在するのは中央海嶺からかなり離れた水深4,000mより深い海底になる。

太平洋海底のレアアース泥が十分大規模な資源であることを確かめるため、本書著者は研究室のメンバーを引き連れてテキサスに乗り込み、テキサスの大学のコア保管センターに保管されている海底掘削コアから7,000個近い泥のサンプルを採取し、太平洋の海底に堆積している泥のレアアース含有量の分布を調べ上げた。著者はもっとデータを集めてから万全を期して公表するつもりであったが、レ

レアアースショックが起きたために公表を早めたという。最初からレアアース資源を目的としたわけではなく、純粋な基礎研究として始められたものが、多くの人々の協力を得て、また別の基礎研究プロジェクトで集められていた海底コア資料を利用させてもらって、膨大な数の分析を実施していた。その結果、レアアースショックが起きた時には、追加研究を急げば、太平洋海底に膨大なレアアース新鉱床が存在するという発表ができる段階に達していた。準備があったので、タイミングよく論文を発表できたのである。

レアアースショックの鎮静化にかなりの貢献をしたのだから、基礎研究としては望外の社会貢献を既にしたことは確かである。しかし、レアアース資源問題を真に解決して長く日本を救うためには、さらに実用化のための研究が必要になる。実用化・市場化のための開発は、基礎研究段階以上に多くの人々や組織の協力が必要で、開発に要する研究費も額が大きくなる。新発見や発明の多くが、企業や公的機関や投資家の協力が得られずに、次の実用化開発の段階へ進むことができないで挫折するため、デスバレー(死の谷)と呼ばれている。しかし、4,000 m から6,000 m もの深さの海底ではあるが、高濃度のレアアースを吸着した泥が数メートルから数十メートルの厚さで広く層状に連続的に堆積しているので、レアアース資源泥は大量採取に適している。深海に伴う技術的困難を克服してエアリフトなどの効率的な揚泥技術を開発すれば、コストをごく安くできる見込みがある。日本でも長年研究されてきたマンガン団塊とレアアース資源泥の分布域がほぼ重なっているので、マンガン団塊の開発技術や環境影響の研究成果が活用できそうなことも有利な点である。また最近研究が進んでいるメタン・ハイドレートの採取技術とも共通

点がありそうである。逆に、海底レアアース資源泥の開発技術が実用化されれば、他の海底資源開発にも弾みがつくであろう。

レアアース資源泥にトリウムやウランなどの放射性元素がほとんど含まれないことは最大の朗報である。レアアース資源泥を開発しても放射性元素が環境を汚染する心配がない。低炭素技術などの先端環境技術にレアアースの需要が増えているが、中国の低賃金労働と環境破壊の犠牲の上に、先進国は安いレアアースを得ているという批判がある。中国の経済発展と共に人件費は上昇し、環境破壊に対しても厳しい対応が求められることは必然である。レアアース・ショック後、レアアース価格は乱高下しているが、レアアース需要の増大も考え合わせると、長期的にはレアアース価格は上昇傾向であろう。環境にやさしいレアアース資源の発見は、中国にとってさえ長期的に見れば朗報のはずである。レアアース資源泥はレアアース資源開発による環境破壊を回避する切り札になると期待される。

日本の陸地面積は小さく資源小国とされているが、領海と排他的経済水域EEZを合わせた海域の広さは世界6位約447万km²の大国である。海底資源を有効に活用できるようになれば資源大国になるのも夢ではない。本書出版後に、著者等と海洋研究開発機構(JAMSTEC)の研究チームは、日本の排他的経済水域(EEZ)の南鳥島周辺の水深5,000メートル以上の海底に、最高6,600ppmという高濃度のレアアース(希土類)資源泥が存在していることを確認した(森, 2013)。大きな前進であり、日本で海底レアアース資源泥の開発が本格的に進展することが期待される。海底レアアース資源泥は、公海域にも、さらに米国やフランスなどのEEZにも存在する。本書には太平洋のデータしか示されていないが、中央海嶺はインド洋や大西洋にも続いている。インド洋や大西洋にも海底レアアース資源泥が広範に存在するのは明白である。実際に多くの国が興味を示し、海底レアアース

資源泥の国際開発競争は既に始まっているといえる。レアアースは市場が小さいので、価格が乱高下しやすく、価格操作もしやすい。国際的な資源開発競争は、技術だけでなく、政治・経済を含めた「資源戦争」になる。国家戦略で資源獲得政策を推進する中国が支配するレアアース資源市場で、海底レアアース資源泥開発を成功させるには、国の計画的かつ長期の支援は不可欠である。

モノづくりに革命をもたらすと期待され、かつ恐れられてもいる三次元(3D)プリンター技術は米国が先行しているが、実は33年前に日本人が原案を提案していたという(有田, 2013)。しかし、名古屋市工業試験所の若手研究者だった小玉秀男氏の新発明は全く評価されなかっただけでなく、研究者に向いていないんじゃないかといわれ、研究所を去った。その後米国で同じ発明をした技術者が会社を興し、3Dプリンター技術を市場化し、発展させたという。日本ではデスバレー(死の谷)に落ちて上がれなかったが、米国では越えられたわけである。それにしても、日本にとってモノづくりは生命線であり、3Dプリンターは得意分野にできそうな技術であるのに、この開発環境の違いは大きな損失である。日本人に独創性がないのではなく、むしろ日本人自身の発明・発見を正当に評価し、大きく育てることができない文化が、日本発のイノベーションが育ちにくい主な原因であると評者は思う。昔の話だが評者も、ある官庁で独創的技術の支援をするという話を聞いて、チャンス到来と自分の新発明を持ち込んだところ、海外で認められていない技術では駄目だと門前払いされたことがある。科学技術イノベーション総合戦略(内閣府,2013)ではイノベーションの推進が唱えられているが、人間の考え方、つまり舶来崇拜やリスクを取らない文化を変えるのは容易ではない。本書著者とその研究チームのこれまでの努力を思うと、海底レアアース資源泥についても日本国内の支援がなかなか得

られない間に，海外で開発が遠慮なく進み，結局は舶来最新実用技術として堂々と逆輸入され，元の発明・発見者は忘れられるという不毛なパターンを今度こそ繰り返さないことを切に願う。

文献

有田哲文 (2013) (ザ・コラム) 成長戦略 「いいね！」の環境整えよう，朝日新聞，2013年7月28日

Kato, Y., Fujinaga, K., Nakamura, K., Takaya, Y., Kitamura, K., Ohta, J., Tada, R., Nakashima, T. and Iwamori, H. (2011) Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements. *Nature Geoscience*, **4**, 535–539.

森治 (2013) 南鳥島沖に高濃度レアアース 中国鉱床の10倍超 採掘技術は未開発，朝日新聞，2013年3月22日。

内閣府 (2013) 科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～，内閣府，54p.

(小出 仁)