

TODAY



地方創生と ひとつづくり

公益財団法人
みやぎ産業振興機構
理事長 井口泰孝

(公益財団法人)みやぎ産業振興機構は各都道府県・政令指定都市に設置されている中小企業支援センターの一つである。みやぎの産業「まるごと支援」と表し、経営革新・創業、金融、商談会を下に取引・販路拡大、農産物販売、水産加工業等の支援事業を行っている。

更に、2011年3月11日の東日本大震災で激甚被害を受けた宮城県では復旧・復興、発展を目指し活動している。被災企業の二重ローン、企業再生、事業引継ぎに対応する産業復興相談センター、また、多賀城で甚大な津波被害を受け、復旧させたソニー仙台の巨大施設を無償で借り受け、被災企業・新産業創出拠点を提供するみやぎ復興パーク等の管理運営を行っている。

人材育成ではアグリビジネス実践講座、ものづくり経営・革新塾、ものづくり産業支援シニア人材育成講座、それらのフォローアップ報告会・交流会を行い、地域に不可欠な人材を養成、供給している。

これらは、宮城県経済商工観光部、産業技術総合センターと共に産学官金連携を強力に進めている。

宮城県産業技術総合センターと連携して2004年より行ってきた地元企業の自動車産業への参入増加を目指す"提案型取引拡大事業"が評価され、2016年度地域産業支援プログラムイノベーションネットアワード経済産業大臣賞を受賞した。

さて、長く人材育成を行ってきたと自負してきたが、疑問を感じている。本当は"ひとつづくり"

を標榜しているが、実際は周りの人々によって自分が育てられてきたと考えるこの頃である。遅いかもしれない。家庭、幼稚園、小中高、大学、短期間の企業では育てられ、教職を得てからは先生方に育てられながらも学生を育ててきたつもりになっていた。20年前から産学官金地域連携の仕事に軸足を移し、何をすることも人材(財)が不可欠といろいろと頑張ってきた。例えば、日本鉄鋼協会ものづくり教育を考える会、鉄鋼工学セミナー、東北経済連合会による受講生と講師を務めた曙塾、青森での立志挑戦塾、日本知財学会知財教育分科会、科学技術振興機構の地域再生人材育成事業、経産省の知財戦略人材育成、あおもりグローバル人材アカデミー、少年少女発明クラブ、等々多くのプロジェクトに関与してきた。修了式で受講証を渡し、講評を述べる時、自分も大変勉強になりましたと言う気持ちがますます強くなってきた。

企業時代、上司は私の報告を聞いて、批評より先に鉛筆、消しゴムが飛んできた。次は給料、時間泥棒、辞めてしまえとの罵声である。でもその中で皆育った。50年少し前である。20年くらい前に卒業生にその話をしたら、多くの新入社員はそれならば辞めますと言いかねませんと言われた。でも、時代が変わったと一概に済まされないと思う。"鉄は熱い内に打て"と言う。家庭教育、地域教育更には、少年少女発明クラブの子供達にも期待している。

今後は、家庭を含め、産官学地域連携で人材を育てながら、自分が更なる研鑽を続けるのが不可欠と考える今日この頃である。でも、私にどの位健康寿命が残されているだろうか？

私のモットー"Uncompromising Integrity 妥協無き誠実"私も常に反省しつつ思い浮かべている言葉である。皆様のご発展、ご活躍を祈念いたします。

南鳥島レアアース泥の開発に基づく我が国の資源戦略

東京大学大学院工学系研究科
エネルギー・資源フロンティアセンター
教授 加藤 泰浩

1. はじめに

2011年、我々の研究グループは、太平洋にレアアースを豊富に含有した泥が大量に分布しており、全く新しいタイプの鉱物資源となりうることを突き止めた¹⁾。この成果は国内外で広く報道され、世界に衝撃を与えた。我々が発見した、この新規レアアース資源が世界中で大きく報道された背景には、(1)レアアースが省エネ・環境分野や航空宇宙分野などのハイテク産業のみならず、最新鋭の電子機器や軍事技術など国家の安全保障に関わる最先端技術にとっても必須の材料であること、(2)現状ではその極めて重要な元素が中国一国によりほぼ独占的に生産・供給されていること、という主に2つの事情がある。本報では、まずレアアースと呼ばれる元素群の重要性と、レアアースを巡る最近の資源問題を解説し、次に我々により太平洋および南鳥島周辺の排他的経済水域 (Exclusively Economic Zone, EEZ) で発見されたレアアース泥についての最新の研究成果と、それらが示す資源戦略上の意義について報告する。

2. レアアース資源の重要性

レアアース (希土類元素) とは、元素周期律表第3族に属する元素番号21のスカンジウム、元素番号39のイットリウム、元素番号57のランタンから71のルテチウムまでのランタノイド15元素を併せた計17元素の総称である。また、ランタンからサマリウムまでの6元素を軽レアアース、ユウロピウムからルテチウムまでの9元素にイットリウムを加えた10元素を重レアアースと称する。詳しくは後述するが、資源としての重要性は重レアアースの方が圧倒的に高い。また、最近ではスカンジウムの重要性も広く認知されつつある。

レアアースは、その特殊な電子配置のため、極めて独特な磁気特性および光学特性を持つ。これらの特性により、他の金属にわずかな量のレアアースを添加することで、元の金属単体よりもはるかに優れた素材性能を発揮できるようになる (図1)。例えば、その磁気特性を生かした素材としては、ネオジム・鉄・ボロン磁石が最も有名である。この磁

石はハイブリッドカーのモーター、ハードディスク、風力発電の発電機などに幅広く使用されており、その強力な磁力によって製品の高性能化や小型化を可能にしている。ただし、ネオジム・鉄・ボロン磁石が実用に耐えるためには、耐熱性を大きく向上する必要がある。そのためには希少な重レアアースの1つであるジスプロシウムの添加が不可欠となっている。一方、光学用途としては、重レアアースのユウロピウムやテルビウム、イットリウムが優れた蛍光特性を持つことから、古くはブラウン管カラーテレビや三波長形蛍光灯に広く用いられ、現在ではLED電球の材料として使用されている。これら以外にも、工業用や医療用レーザーの発振材料、ニッケル水素電池用の水素吸蔵合金、デジタルカメラや顕微鏡の光学ガラス、半導体や液晶ガラス基盤の研磨剤、自動車用排気ガス浄化触媒、インフルエンザ治療薬の合成触媒など、レアアースの産業分野での用途は極めて多岐にわたっている。また、近年特に注目を集めているのがスカンジウムである。アルミニウムにスカンジウムを添加したアルミニウム-スカンジウム合金は、軽量性・高強度・高剛性・高耐熱性を併せ持つ新合金であり、航空宇宙産業や自動車産業での実用化を見据えた研究開発が精力的に進められている。さらに、スカンジウムは燃料電池用の固体電解質材料としても高い性能を発揮する。スカンジウムを用いた固体酸化物形燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) は現在普及している燃料電池と比べて非常に高い発電効率と低コスト・長寿命を両立可能な、次世代燃料電池の大本命とされている。ただし、現在のスカンジウム生産量は全世界で年間15トンに過ぎず、安定的かつ大量に生産できる供給先の確保が最重要課題である。以上のように、レアアースは、現代社会にいまや欠かすことのできない資源であり、国家の産業と将来を左右しうる戦略的要素となっている。

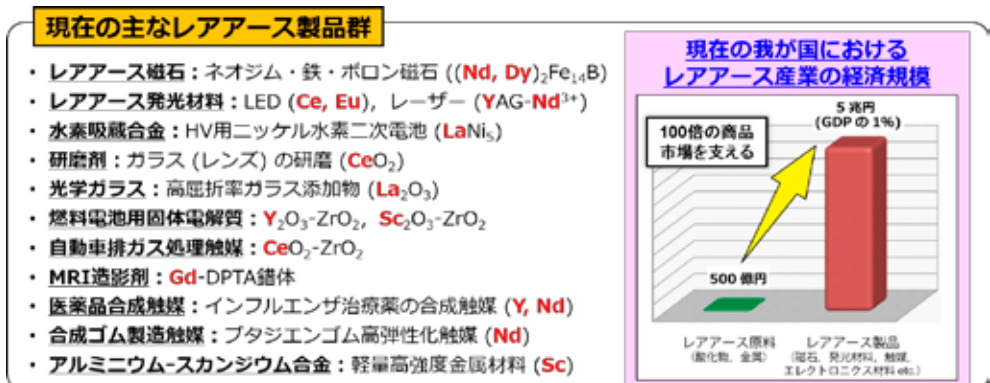


図1 現在の主なレアアース製品群と、我が国におけるレアアース産業の経済規模

3. レアアース資源問題

上述のように、レアアースは我が国の最先端産業を支える非常に重要な資源であるが、その世界生産の85%を中国が占め、供給構造に脆弱性を孕んでいる。かつて中国は安価なレアアースを大量に輸出し、外貨を獲得する資源輸出奨励策をとっていたが、2005年以降は自国資源の長期的保護や環境保全などを目的として、採掘量規制や輸出量規制、輸出関税の導入など規制強化政策へ急激な転換を行った。そして、この中国の政策転換がレアアースの供給不足や価格急騰を引き起こしてきた。特に、2010年9月に尖閣諸島沖で生じた、海上保安庁巡視船と中国漁船の

衝突事件を発端として、中国はレアアースの大幅な輸出制限に踏み切り、日本だけでなく欧米をも巻き込んだ世界的な「レアアースショック」を引き起こした。このレアアースの輸出停止措置は1ヵ月後には解消されたものの、2011年に入ってからレアアース価格は異常な高騰を示し、同年8月の価格は同年1月と比べて3倍から10倍に達する史上最高値を記録した。その後、中国は2014年に日本・アメリカ・EUが提訴した世界貿易機関(WTO)の紛争裁定措置で敗訴し、2015年からレアアースの輸出量制限および輸出税を順次撤廃した。2017年現在、レアアースの価格は落ち着きを取り戻し、ランタンやセリウムなど軽レアアースの一部は中国が規制を強化した2005年以前の価格帯まで下がっている。しかしながら、ネオジウム・鉄・ボロン磁石の原料であるネオジウムや、最も重要な資源であるジスプロシウムなどの重レアアースの価格は、依然として2005年以前の3~4倍程度に高止まりしたままである。また、中国は国内環境保全や違法採掘の規制を名目に生産量制限を続けており、レアアースを巡る国際的な資源情勢は引き続き予断を許さない状況にある。

4. 新しい海底鉱物資源 "レアアース泥" の発見

このような状況の中、我々はレアアースを高濃度で含有する泥「レアアース泥」が、水深4,000mを超える太平洋の深海底に広く分布していることを発見した¹⁾。このレアアース泥は、(1) 中国の陸上重レアアース鉱床より高いレアアース含有量(特に重レアアース含有量)を持つこと、(2) 資源量が膨大なこと、(3) 層状に分布するため探査が容易なこと、(4) 開発の障害となるトリウムやウランなどの放射性元素をほとんど含まないこと、(5) 希塩酸などで容易にレアアースが抽出可能であり、製錬が極めて容易なことなど、資源開発に有利な特長を複数兼ね備えた、まさに夢のような海底鉱物資源といえる。

さらに我々は、レアアース泥が我が国のEEZである南鳥島周辺海域にも存在することを、2012年6月に発表した²⁾。続く2013年には、海洋研究開発機構と共同で、同機構の深海調査研究船「かいらい」による南鳥島EEZ内

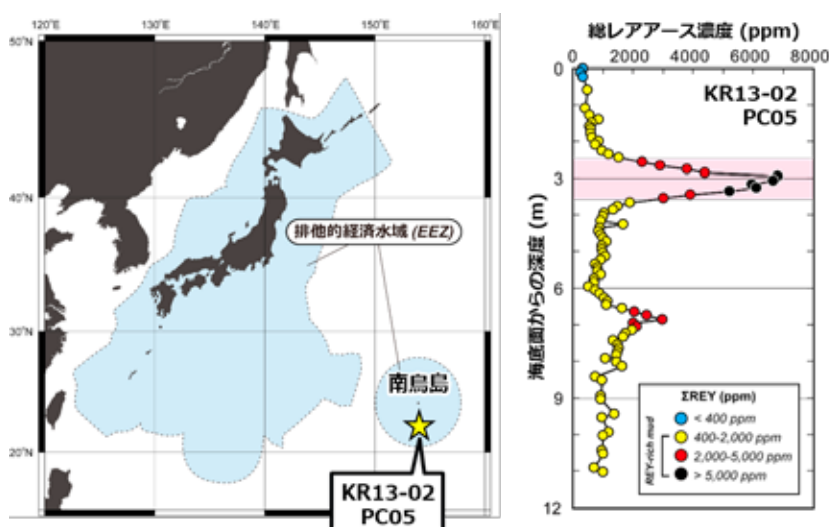


図2 南鳥島で発見された超高濃度レアアース泥

の調査航海(KR13-02航海)を行い、南鳥島の南方沖(水深5,700メートル)において、総レアアース含有量が6,600 ppmに達する「超高濃度レアアース泥」を発見した³⁾(図2)。この超高濃度レアアース泥中のジスプロシウムの含有量は300 ppmを超えており、中国の陸上重レアアース鉱床の実に20倍に達する。さらに、この超高濃度レアアース泥は海底面に近い部分(海底面下2~4メートル)に分布しており、資源開発の際に有利であることも確認された。また、これらの調査航海では、試料採取と並行して音波探査(サブボトムプロファイラ)による地下構造イメージの取得も行った。観測された海底面下の堆積構造は、採取されたコア試料のレアアース濃度の深度分布や岩相の変化とよく対応しており、レアアース泥の出現深度や厚さについての情報を船上から効率的に推定できることが明らかとなった⁴⁾。

我々はその後も、2017年までに南鳥島EEZ周辺海域で計7回の調査航海を行っており、総計66本のコア試料を採取した。また、サブボトムプロファイラの解析結果から、南鳥島EEZ内全域の概略探査もほぼ完了した(図3)⁴⁾。これらのデータを解析した結果、南鳥島の250 km南方の海域の315 km²の範囲が実開発の対象として最も有望な海域であると推定された(図3)⁵⁾。この315 km²の有望海域に存在するレアアース資源量は莫大であり、日本の2015年の年間需要と比較すると、ネオジウムは220年分、テルビウムは2,600年分、ジスプロシウムは330年分、イットリウムは1,600年分にも相当する。さらにスカンジウムに至っては、現在の世界需要の9,900年分にも相当する膨大な資源量を有し、この海域の1 km²を開発するだけで10年後に予想されるスカンジウムの世界需要を全てまかなうことも可能である⁶⁾。

5. 国産資源・南鳥島レアアース泥の活用に向けて

こうしたEEZ内のレアアース泥を実際に開発できれば、レアアースに関する我が国の資源戦略は一変する。現在のレアアースの国内市場規模は年間500億円程度であり、ベースメタルの銅の1/40程度と非常に小さい。その一方

で、小さな市場であるからこそ、価格をコントロールする調整弁を握りやすい資源であるともいえる。現在、この調整弁は中国によって完全に握られている。しかしながら、南鳥島レアアース泥の開発が可能となれば、日本がこの調整弁に手を掛けることができ、供給不安や大幅な価格変動といったリスクの解消が期待できる。現在、レアアースは多種多様な製品群に使われており、我が国でのレアアース使用製品の市場規模は年間5兆円にも達する(図1)。これはレアアース原料の市場規模の100倍に相当する。南鳥島レアアース

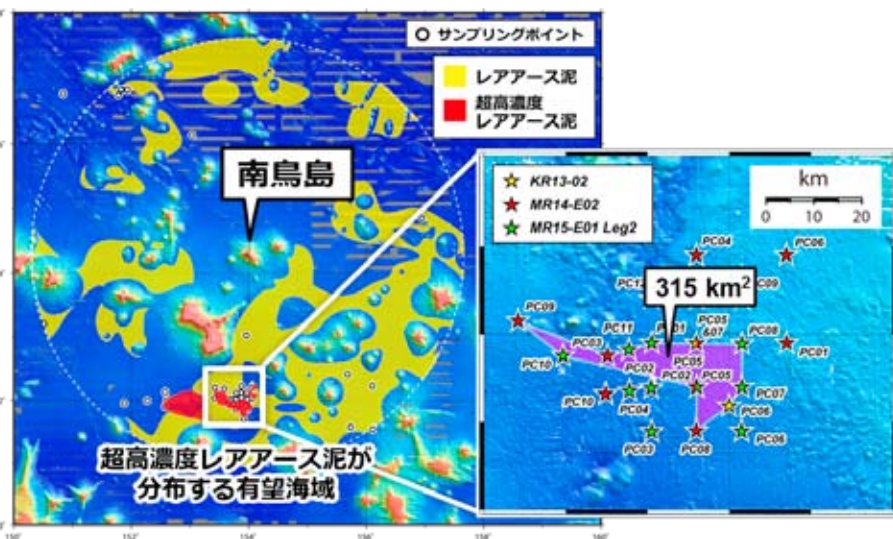


図3 南鳥島 EEZ におけるレアアース泥の分布状況と開発有望海域

泥開発を実現させ、十分な量のレアアースを供給することができれば、既存のレアアース産業の更なる発展と新規のレアアース関連産業の創出を誘発し、年間10兆円規模(あるいはそれ以上)の産業となることも夢ではない。

レアアースはごくわずかな量を添加するだけで、素材の性能を大きく向上させるという特性を持っているが、その組合せは無数に考えられる。例えば鉄鋼材料に重レアアースを添加することで、全く未知の劇的な性能向上をもたらす可能性もある。これまでは希少性と価格の問題であり研究は進んでいなかったが、南鳥島の国産レアアースが安定的かつ潤沢に供給されるようになれば、このような新素材の研究開発とその実用化が急ピッチで進展するものと期待される。

そのためにも、南鳥島レアアース泥の揚泥実証試験を早急に行うべきである。2014年には国土交通省・海上技術安全研究所主催の「レアアース泥に関する勉強会」が開催された。その結果、地球深部探査船「ちきゅう」の装備する6インチのドリルパイプなど、現存機材を可能な限り活用することで、1日1,300tを揚泥でき、その実証試験は

2年の期間と約31億円の予算があれば可能と試算された。この実証試験によりレアアース泥の揚泥が成功すれば、世界初となる海底鉱物資源の商業的生産への道が拓け、我が国の海洋産業を奮起させるとともに、海洋資源開発分野で世界をリードしていくことができる。そして何よりも、レアアース泥が我が国の技術によって生産可能であると国内外に示すことは、国産資源である南鳥島 EEZ 内のレアアース泥が、そのまま天然の資源備蓄となることを意味し、レアアース資源を独占する中国を完全に牽制することが可能となる。我が国の資源確保戦略上重要なリスクヘッジとしても、一刻も早い揚泥実証試験の実施が望まれる。

参考文献：

- 1) Y. Kato et al.: Nat. Geosci., 4 (2011) 535.
- 2) 加藤泰浩：資源地質学会第62回年会講演会講演要旨集(2012).
- 3) K. Iijima, Y. Kato et al.: Geochem. J., 50 (2016) 557.
- 4) K. Nakamura, Y. Kato et al.: Geochem. J., 50 (2016) 605.
- 5) 藤永公一郎・加藤泰浩ほか：日本地質学会第123年学術大会(2016).
- 6) 加藤泰浩：東京大学レアアース泥開発推進コンソーシアム第2年度活動報告会(2016)

お知らせ

【人事異動】

○平成29年3月31日付け

退職：吉田周平

[旧] 鉄鋼材料研究部 主席研究員

退職：中丸裕樹

[旧] 磁性材料研究部 部長

[新] JFE 鋼板株式会社

○平成29年4月1日付け

転入：豊田俊介

[旧] JFE スチール株式会社

[新] 磁性材料研究部 部長

【新人紹介】

①出身地 ②生年月日 ③最終学歴 ④職歴

⑤仕事に対する期待 ⑥趣味、特技、資格等



豊田 俊介

(とよだ しゅんすけ)

①千葉県千葉市

②1964年10月

③東京大学大学院

工学系研究科

金属工学専攻(修士)

④1990年日本鋼管(現JFEスチール)に入社。一貫して、地球環境により優しい、自動車・電機・エネルギー・建築・土木用等の、鋼板・鋼管の開発に従事。

⑤優れた材料・プロセスの開発を企画・推進・サポートすることで、産業の発展と未来社会に貢献したい。活動を通じ、材料の多様性・材料科学の奥深さに触れ、材料研究の喜びを共有させて頂きたい。

⑥音楽、読書、旅行、ゴルフ

博士(工学)早稲田大学

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第367号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM 総務企画部までお寄せください。
本書の内容を無断で複製・複製・転載することを禁じます。

発行 2017年5月1日

発行人 小紫正樹

発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11 東洋海事ビル6階

T E L (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp