

SUNDAY NIKKEI

今を 読み解く

北海道大学教授
杉山 滋郎

は、トップダウン式に与えるものなのか。下からの議論の積み上げによる合意形成が必要なものではないか。

「2番ではどうしてダメなんですか」と、「素人」が科学技術予算に公然と切り込んだ1年前の「事業仕分け」。科学技術の専門家たちは反発したものの、一般市民の受け止め方は概して好意的だったように思われる。それだけに、専門家たちは態勢を立て直しを急いだ。「日本は資源のない国だから、科学技術の研究こそが生命線だ」と国民に理解を求めた。けれど、国民はどこか冷めている。なぜだろう。科学技術の研究を盛んにすることで何をめざすのか、どのような社会を目指すのか、国民自身も将来像を描けないでいるからではないのか。私にはそう思えてならない。

●国民にモヤモヤ感
『科学技術は日本を救うのか』(北澤宏一著、ディスカヴァー・トゥエンティワン、2010年)は、第4の価値を提唱することで、そうした状況を打破しようとする。第4の価値とは、第1次～第3次産業のように個人の欲求を満たす価値ではなく、「大きなビジョンの下に初めて実現できる夢」であり、地球環境保護、新エネルギー開発、水の確保、町村の美化などという。これらこそ若者とも共有できる価値であり、科学技術への信頼を取り戻す鍵だといふ。しかし、これらがほんとうに国民に共有される価値なのか。そもそも国民が共有する価値

科学技術、信頼どう得るか

『科学は誰のものか』(平川秀幸著、NHK出版生活人新書)は、科学技術に対する国民のモヤモヤ感を、源にまで分け入って分析している。そして科学なしでは解けないが、科学だ



科学は誰のものか
社会の隅から問う



けでは解けない問題」が増えたことに原因があると指摘する。ここには二つの側面がある。一つは、「科学の不確実性」がもたらす影響が増大したこと。現代社会では、政策決定の根拠に何かといえば科学が持ち出される。その結果、予知の失敗などで、期待をひとたび裏切ることがあれば、科学全体が一挙に信頼を失う。

もう一つは、科学や技術が社会の中の利害関係や価値観の対立と深く関わるようになったこと

と。たとえば介護ロボット一つ取っても、人間の介護者にこそ安心感・信頼感を感じるというお年寄りには、苦勞して開発したエンジニアの思いが通じない。そして、どちらが「正しい」という問題でもない。

●変わる問題意識
こうした状況の中で科学技術を使いこなしていくには、公共的ガバナンスが必要だと平川氏はいう。すなわち政府や地方自治体だけでなく、企業やNG

市民の協働継続的に



市民らの議論の積み上げによる合意形成が求められている
イラスト・よしおか じゅんいち

れた結論が正当だという保証はない。熟議にまつわるこれらの本質的な問題には、常に自配りする必要がある。

この点で、『語る』(田村哲樹編、風行社、同)に収められた政治学者8人の議論が示唆に富む。たとえば尾内隆之は、市民が専門知に向き合うときで、市民参加による決定の「暫定性」を重視すべきだといふ。科学技術は日々進歩し、社会環境も変化する。市民の問題意識も変わる。だからこそ、熟議・対話は一回きりでなく継続的に行なわれるべきというのだ。

インフォームド・コンセントが医療患者者に近づけたように、また裁判員制度が裁判への国民の理解を高めたように、科学技術についても参加の途が開けてこそ、国民の理解や信頼、期待が高まるのだろう。

Q、ボランティアの個人など幅広いアクターが、対等な関係でつながら、協働し、社会の中で科学技術をどう運用するか意思決定し利害調整を行なうのだ。こうした協働的な意思決定を行なうための仕組みは、いろいろ開発されている。『科学技術政策に市民の声をどう届けるか』(若松征男著、東京電機大学出版局、同)が紹介する、コンセンサス会議や、シナリオ・ワークショップ、ディープ・ダイアログがその代表的なものである。いずれも、日本でも実施され、成果をあげている。

しかしいずれの手法も、熟議の質を確保するために、参加者の人数を少なくして市民の声を、代表性があるか。また熟議を重ねたからといって、得られた結論が正当だという保証はない。熟議にまつわるこれらの本質的な問題には、常に自配りする必要がある。

SUNDAY NIKKEI

電気自動車や液晶などハイテク製品に欠かせない元素のレアアース(希土類)が注目を集めている。モーターに利用する磁石や照明で色を出す蛍光体として使われ、レアアースだけが持つ特殊な働きがこうした性能を引き出している。さらに今後の研究で隠れた能力が明らかになる可能性もあり、産業技術をけん引する素材として資源確保が急務になりそうだ。

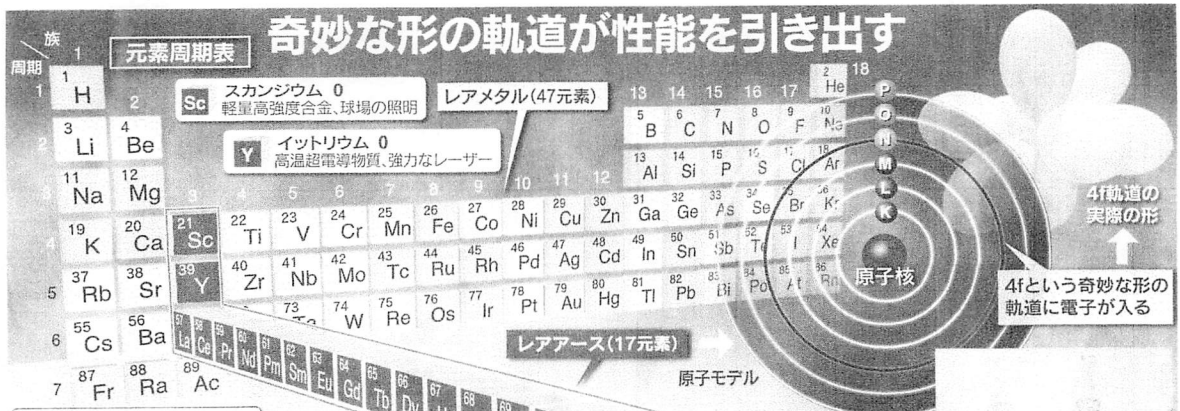
レアアースの科学

レアアースはハイテクの調味料といわれる。材料に少し混ぜると、材料が持つ本来の性質を一変させるからだ。モーター向けの磁石ではレアアースのネオジムなどが主成分のため大量に使うが、照明や磁気記録に使う材料では全体の数%しかレアアースを含んでいない。しかし、レアアースを入れないと性能が向上できず製品化できない。

レアアースが最初に発見されたのは1794年。スウェーデンの小さな村で見つかった。その後、性質が似ている元素が複数見つかり、地球上の埋蔵量は少ないとみられたことから、レアアースと呼ばれるようになった。1960年代から応用研究が始まった。レザールの発光材料として利用され、64年にはカラーテレビ用の赤色蛍光体が開発。日立製作所が発売したカラーテレビの「キドカラー」はユウロビウムという元素が使われた。明るさを示す「輝度」の高い希土類から、こう名付けた。

レアアースを国内で販売する信越化学工業の斎藤文彦・電子材料事業本部長

ハイテク支える「調味料」

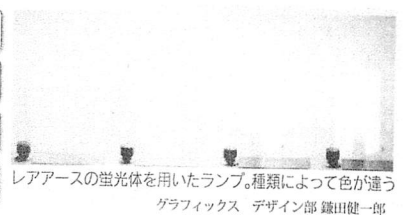


レアアースを入れて作った永久磁石(右)は一般の磁石より磁力が強い(写真2枚は信越化学工業提供)



記号	元素	4f軌道の電子の数
La	ランタン	0
Ce	セリウム	1
Pr	プラセオジム	3
Nd	ネオジム	4
Pm	プロメチウム	5
Sm	サマリウム	6
Eu	ユウロビウム	7
Gd	ガドリニウム	7
Tb	テルビウム	9
Dy	ジスプロシウム	10
Ho	ホルミウム	11
Er	エルビウム	12
Tm	ツリウム	13
Yb	イットリウム	14
Lu	ルテチウム	14

レアアースの種類と用途



磁力や光 強める現象も

動くマイナスの電子からなる。原子核の周りには電子が通る軌道があり、この軌道は内側から層になって並んでいる。レアアースはこのうち、4fと呼ばれる軌道に電子が詰まっていく元素で、磁石や光で優れた性能を引き出す。

4f軌道は太陽を回る惑星のように単純な円形ではなく、いびつな形になっている。タコのような奇妙な軌道もある。これにより電子の方向が不揃いになって磁力が高まり、モーターに使った永久磁石のような強い性能を生み出す。蛍光体も種類により光の色が変わる。いびつな軌道がもたらす性質はレアアースが特に強く示す。中国の輸出規制によってレアアースを使わない磁石などの開発が進むが、実際にはほかの元素で同じ性能は出せない。

「実は4f軌道はまだわからないことだらけだ」と原子や分子の電子配置を研究する横浜市立大学の立川仁典教授は話す。立川教授は高速コンピュータを使ってレアアースはどんな性質があり、隠れた能力がなにかどうか調べようとして

なぜ性能が高まるのか。日本希土類学会会長を務める大阪大学の今中伸人教授は「(原子を形づくる)電子が通る軌道が鍵を握る」と説明する。原子はプラスの電気を帯びた原子核と、その周りを

動くマイナスの電子からなる。原子核の周りには電子が通る軌道があり、この軌道は内側から層になって並んでいる。レアアースはこのうち、4fと呼ばれる軌道に電子が詰まっていく元素で、磁石や光で優れた性能を引き出す。

今後コンピュータの能力が向上し複雑な計算を短時間で処理できるようになれば、レアアースを活用して現在より性能の高い材料の開発もできる。立川教授は「より強力な磁石や、室温で電気抵抗がゼロになる超電導物質も開発できるかもしれない」と期待する。

魅力的な性質を持つレアアースだが、入手しにくい事態が起きている。ならば国内で人工的に作れないのだろうか。日本原子力研究開発機構の芳賀芳範研究主幹は「レアアースの複雑な電子の配置を人工的に作ることは不可能だ」と断言する。中国などがレアアースの隠し持つ優れた特性を解明し性能の高いハイテク製品を開発する可能性もある。日本がハイテク産業で世界をリードするにはレアアースの研究を最優先課題の1つにする必要がある。(黒川卓)

キーワード 約120種類ある元素のうち、溶液などに入れると、電子が3個抜けたプラス3のイオンになりやすい元素(第3族)。発見当時、地球上に存在が少なかったと予想され、名づけられなかった。最も軽い元素(電子が少ない)のスカンジウムから、電子の数が増えることで種類が異なり、最も重いルテチウムまで全部で17元素ある。

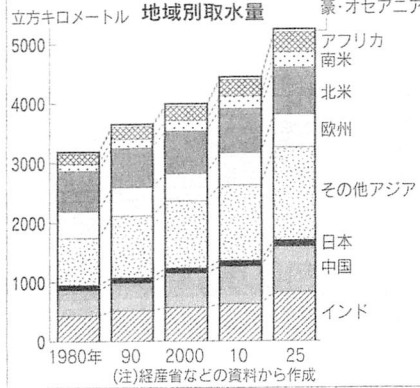
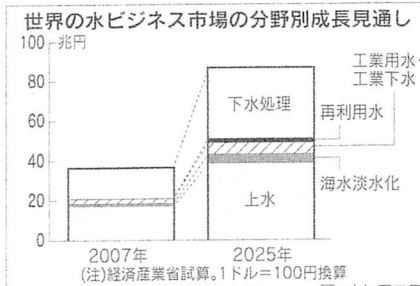
よく比較されるレアメタル(希少金属)は単に埋蔵量が少ない金属という意味で、科学的な分類ではない。経済産業省はレアアースを含めた47元素をレアメタルと指定している。実際には少なくないレアアースもあり、レアメタルに含めることに異論も出ている。

レアアース スカンジウムなど全部で17元素

技術員は「80年代後半からレアアースを入れれば何か起こるかもしれないと産業界で騒がれ、応用研究が盛んになった」と話す。83年には日本でネオジムを使う強力な永久磁石が開発。86年にはスイスでランタンを

含む超電導物質が発見され、レアアースの知名度は世界で一気に高まった。レアアースを入れると、

なぜ性能が高まるのか。日本希土類学会会長を務める大阪大学の今中伸人教授は「(原子を形づくる)電子が通る軌道が鍵を握る」と説明する。原子はプラスの電気を帯びた原子核と、その周りを



水ビジネスの主なプレーヤー

(経産省資料から作成)

海外企業	部品・機器製造 装置設計・施工 事業運営・管理 ヴェオリア(仏)、スエズ(仏)、ハイフラックス(シンガポール) シーメンス(独)、ダウ・ケミカル(米)
日本企業	日立製作所など 東し、日東電工、東洋エンジニアリングなど 三菱商事、丸紅など 東京都、大阪市、横浜市など

国内展開

国内の自治体が海外水道ビジネスを積極化できないのは、いくつか理由がある。まずは水道局職員の身分だ。地方公務員が自治体の業務に関係しないビジネスに携わるのは地方公務員法に抵触する。三菱商事などの海外水道事業をコンサルティング支援する東京都も、職員を出資先の公益企業体に出向させたうえで派遣する手法をとる。それでも海外への事業投

国内の自治体が海外水道ビジネスを積極化できないのは、いくつか理由がある。まずは水道局職員の身分だ。地方公務員が自治体の業務に関係しないビジネスに携わるのは地方公務員法に抵触する。三菱商事などの海外水道事業をコンサルティング支援する東京都も、職員を出資先の公益企業体に出向させたうえで派遣する手法をとる。それでも海外への事業投

ウハウをアコに海外市場を開拓する。日本の水道民営化率は1%未満。02年の改正水道法施行で水道施設の民間委託が可能になったが、民営化ペースは遅い。日本政府は25年に日本の水道関連事業の海外規模を現状の千数百億円から1兆8000億円に引き上げる目標を打ち出している。海外水ビジネスの担い手をどう生み出すか、国家戦略が問われる。

水道 世界に売り込め

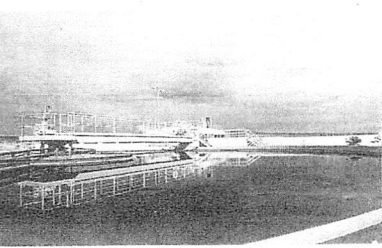
商社やメーカーが攻勢

億円にする目標を掲げる。日本ガイシと富士電機グループも共同出資の水事業会社を通じて、東南アジアで水道インフラ整備の受注を始めた。これまで日本勢が取り組んできた水関連事業は東レの水処理膜や荏原のポンプなど機器・部材提供が中心だった。水道そのものの整備・運営はリスクも大きく、実績はほとんどなかった。

市場規模86兆円に

これを補うため上下水道に加え、海水淡化や排水リサイクルなど先端施設のニーズも高まる。これらを含めた水ビジネスの世界市場は25年に07年の2・4倍の約86兆円に達するとの試算もある。

技術力強み、欧州勢に対抗 自治体との連携カギ



丸紅が買収するチリの水道大手の施設

事業投資に国際協力銀行などの資金を積極活用。丸紅や三菱商事の海外投資には産業界も出資する。世界市場にひしめく強力なライバル。その筆頭が仏ヴェオリア・ウォーターや同スエズ・エンバイロメントといった「水メジャー」だ。19世紀から水道整備を担い、60カ国以上で水道建設から運営管理まで一貫して手掛ける。両社とも水道事業の売上高は1兆円超。シンガポールのハイフラックスなど新興勢力もある。いずれも本国で実績を積み海外展開している。

自治体にとっても海外ビジネスは魅力だ。すでに一部の自治体には企業と連携して海外の水道整備に取り組み動きが出ている。6月、横浜市は日揮と水道ビジネスの展開で包括提携。同月、東京都も水道局内に海外事業の専門部署を立ち上げた。猪瀬直樹副知事は「海外水ビジネスの獲得のため商社やメーカーとも連携する」と意欲を見せる。三菱商事のオーストラリア事業をコンサルティングで支援する。

ただ、自治体が海外で水道ビジネスに乗り出す是非を問う議論もあり、連携はまだ具体性に乏しい。政府が唱える「水道インフラの輸出」を具体化するには、自治体が積極的に参加できる仕組みづくりが欠かせない。

買収や投資相次ぐ

11月1日、丸紅はチリで第3位の水道会社、アグアス・ヌエヴァ(サンティアゴ市)を年内にも買収すると表明した。買収総額は約400億円。昨年11月には中国の下水処理大手に資本参加しており、「世界の水ビジネスのトップ10入り」(朝田照男社長)に向け大型投資を進める。住友商事は年内にも中国の水道事業最大手、北京首創と合弁会社を設立。三菱商事も10月にオ

日立製作所は6月に海外水ビジネスの専門部署を新設。ポンプなどの装置が中心だった水事業を世界の水道インフラ整備にシフトする。2015年度に水事業の連結売上高を09年度比7割増の2000

日立製作所は6月に海外水ビジネスの専門部署を新設。ポンプなどの装置が中心だった水事業を世界の水道インフラ整備にシフトする。2015年度に水事業の連結売上高を09年度比7割増の2000

使用量が増加。25年の世界の需要は09年比で3割増え、世界人口の3分の2が水不足に直面するという。

政府は6月に閣議決定した新成長戦略で水道を鉄道や原発と並ぶ輸出インフラに位置付けた。日本企業の海外水道