

GSJ 地質ニュース

GSJ CHISHITSU NEWS

～地球をよく知り、地球と共生する～

2012
7

Vol.1 No.7

特集：ジオドクトル 2011



この写真はGSJ地質ニュースへの掲載に限って使用許諾を受けており、CC-BYの対象外です。©2012 Asako Saito

口絵

ジオドクトル 2011 (産総研一般公開、地質分野有志企画)	住田達哉・芝原暁彦	193
霧島火山新燃岳の火口内の変化 - 2011年2月~2012年1月-	及川輝樹・川辺禎久・中野 俊	194~195
等粒状組織をもつ岩脈 - 群馬県下仁田町の例-	竹内圭史	196

深海泥のレアアース資源として開発の可能性	西村 昭	197~204
----------------------	------	---------

特集：ジオ ドクトル 2011

産総研一般公開における「ジオ ドクトル 2011」 -アンケート報告-	住田達哉	205~212
--	------	---------

2011年度産総研一般公開チャレンジコーナー“ジオトイと
砂遊びから学ぶ大規模自然災害”実施報告と今後の課題

吉川秀樹・七山 太・目代邦康・重野聖之・新井翔太 矢口紗由莉・生見野々花・成田明子	213~216
--	---------

CO ₂ 地中貯留：「ジオ ドクトル」企画での研究紹介	奥山康子・船津貴弘・中尾信典	217~220
--	----------------	---------

新刊紹介

列島自然めぐり 日本の地形・地質 見てみたい大地の風景 116	加藤碩一	221
------------------------------------	------	-----

連載企画

露頭の風景 写真家の視点/地質屋の視点	斉藤麻子/及川輝樹	222
---------------------	-----------	-----

ニュースレター

うしくサイエンスフェスタ 2012 出展報告 -化石の粘土模型(クレイモデル)をつくらう-	吉田清香・利光誠一・兼子尚知 猪瀬弘瑛・奥脇 亮	223~224
--	-----------------------------	---------

スケジュール / 編集後記

表紙説明

泣き石 (斉藤麻子氏撮影) :

遠野市綾織町には、弁慶の伝説が残る続き石、泣き石と名付けられた遠野複合深成岩体 (遠野花崗岩) の巨石が点在する。(詳しくは 222 ページへ)

Cover Page

Nakiishi at Tono City, Japan (Photo by Asako Saito)

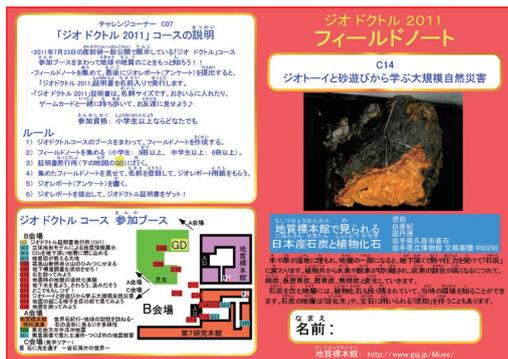
ジオ ドクトル 2011(産総研一般公開, 地質分野有志企画)

<住田達哉¹⁾・芝原暁彦²⁾>

2009年から始めて2011年で3回目になるジオ ドクトル企画の手順(第1~4図の順)を、口絵で紹介します。本号のミニ特集「ジオ ドクトル 2011」もあわせてご覧ください。



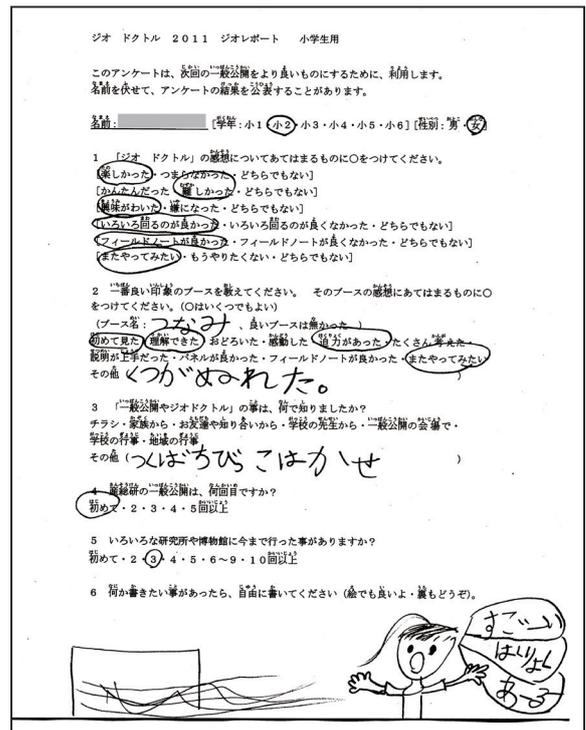
第1図 ジオドクトル参加ブースで色々な体験をする。



第2図 フィールドノートを集める。



第4図 証明書発行。



第3図 アンケートに答える。

1) 産総研 地質情報研究部門
2) 産総研 地質標本館

霧島火山新燃岳の火口内の変化 -2011年2月～2012年1月-

及川輝樹¹⁾・川辺禎久²⁾・中野 俊³⁾

2008, 2010年に小噴火を繰り返してきた霧島火山新燃岳は、2011年1月26日に約200年ぶりに軽石を噴出する噴火をおこし、その軽石を放出する準プリニー式噴火は27日まで続いた。その後は火口内に溶岩が流出し、2月1日までに火口内はほぼ埋めつくされた。2月1日からはブルカノ式噴火ないし火山灰を放出する噴火活動に移行し、爆発的噴火を頻繁に繰り返したが、2011年9月7日を最後に現在(2012年6月)まで噴火は発生していない。本稿では、火口内に溶岩が流出した直後の2011年2月、爆発的噴火が頻発した後の2011年3月、活動から1年がたった2012年1月の火口内の様子を空撮写真によって紹介する。なお、2012年1月の写真は霧島ネイチャーガイドクラブの古園俊男氏にご提供いただいた。ここに記して感謝いたします。



写真1 南西から望む新燃岳(2011年2月3日)。1月26～27日の準プリニー式噴火の堆積物が堆積している部分が灰色となっている。



写真2 2011年2月3日の新燃岳火口内の様子(西南西上空から)。火口内に溶岩が出現したばかりで、綺麗な溶岩しわが見える。火口外側には火山岩塊の衝突跡と考えられる浅いクレーター状のくぼみが見える。

1) 産総研 地質標本館
2) 産総研 地質情報研究部門
3) 産総研 地質調査情報センター

OIKAWA Teruki, KAWANABE Yoshihisa and NAKAO Shun (2012)
Topographic changes of the crater of Shinmoedake, Kirishima
Volcano, Feb. 2011 to Jan. 2012.



写真3 2011年3月11日の新燃岳火口（西側上空から）。
2011年2月の噴火により、火口内溶岩上に火口が形成され噴出物が厚く積もっている。中心から上がっていた噴気がなくなっている。火口外側には衝突跡が認められる。



写真4 2012年1月17日の新燃岳火口（霧島ネイチャーガイドクラブ 古園俊男氏 撮影）。
西側上空から撮影。気温が低いせいか噴気が目立つ。火口縁近くの噴気が活発な場所が北側に移動している。火口外側斜面において、ごく浅いガリー浸食が認められる。（この写真はGSJ地質ニュースへの掲載に限って使用許諾を受けており、CC-BYの対象外です。©2012 Toshio Furuzono）

等粒状組織をもつ岩脈 —群馬県下仁田町の例—

<竹内圭史¹⁾>

マグマが堆積岩中に幅数 m 規模の岩脈として貫入した場合、すみやかに冷却固結して細粒緻密な無斑晶組織あるいは斑状組織をもつ火山岩となる。すなわち、岩脈が粗粒な等粒状組織をもつ深成岩であることはない、というのが地質学の教科書的常識である。しかしその常識に反する例もある。

写真1は、群馬県下仁田町で石灰岩に石英閃緑岩が貫入している露頭の写真である。この貫入露頭は、四ッ又山北方に断片的に分布する石灰岩(新井ほか, 1963)で見つかった。四ッ又山本体の石灰岩は時代未詳, 石英閃緑岩の地質時代は前期白亜紀である(高木ほか, 1989)。

なぜこのようなごく小規模な岩脈が等粒状組織であり得

るのか, という疑問は今後の研究課題である。

文 献

- 新井房夫・端山好和・林 信悟・細矢 尚・井部 弘・神沢憲治・木崎喜雄・金 今照・高橋 洌・高橋武夫・武井暁朔・戸谷啓一郎・山下 昇・吉羽興一 (1963) 群馬県下仁田町の跡倉礫岩を中心とする地質学的研究. 地球科学, 64, 18-31.
- 高木秀雄・柴田 賢・内海 茂・藤森秀彦 (1989) 関東山地北縁部の花崗岩類のK-Ar年代. 地質学雑誌, 95, 369-380.



写真1 沢の壁面の露頭で、平滑な部分は石灰岩。石灰岩は接触変成の程度は低いものの全体が再結晶しており、化石の産出は知られていない。
石灰岩中に、不規則な薄い層状・レンズ状の石英閃緑岩が互いに平行に配列している。肉眼観察では石英閃緑岩に細粒急冷縁は確認できない。露頭面では石英閃緑岩薄層は互いに孤立しているが、3次元的には網状に連続しているものと思われる。最も薄い層でさえも粒径2~3 mmの斜長石・普通角閃石が等粒状組織をしている点に注目。レンズキャップの直径55 mm。

1) 産総研 地質情報研究部門

TAKEUCHI Keiji (2012) Dike with equigranular texture: an example from the Kanto Mountains.

深海泥のレアアース資源として開発の可能性

西村 昭¹⁾

1. はじめに

レアアース（希土類元素；以下，REE）を多く含む深海泥が太平洋の広範囲に分布し，資源的な価値を持っているという論文発表（Kato *et al.*, 2011）が2011年7月にあり，日本の多くのメディアで取り上げられた（国立大学法人東京大学，2011）．REEの寡占産出国である中国の取引規制などの動きと相まって，日本の工業材料の資源確保のための新たなREE供給源として深海泥が期待されている．ここでは，新たな海洋資源と期待される深海泥とはどのようなものかを概説し，資源として開発への展望や課題について記述する．

筆者はかつて深海堆積物やマンガン団塊について研究した経験から，REEの存在パターンや同位体組成が岩石や堆積物の起源や形成プロセスの検討に大いに役立つものであるということは認識していた．しかし，今回の加藤らの論文は膨大なデータの蓄積に基づきREEの量的な評価を行い，資源としての可能性の指摘に至った「発想の転換」に感銘を受けた．しかし，深海の海洋鉱物資源はその総量の膨大なことから未来への大きな夢を与えてくれるものであるが，これまでは開発になかなか至らないできた現実がある．そこで，他の海底鉱物資源との比較も含め検討を試みた．資源の問題は，科学の問題だけでなく社会・経済の動向の理解がなくては，核心に迫ることができない．特に後者に関する十分な検討をできる能力もないので，その点を含め，ご意見ご批判をいただければ幸いである．

2. レアアースとは

レアアースとは，周期律表の第III族のランタノイド（LaからLuの15元素）にScとYを加えた17元素である．強力磁石など様々な先端技術での材料として工業利用されている．近年その需要が飛躍的に大きくなっており，2009年の全世界での生産量は約13.3万トンである．そのほとんどが中国で生産される寡占状態となっており，中国バヤンオボー鉱床が世界の産出量の95%を担っている．

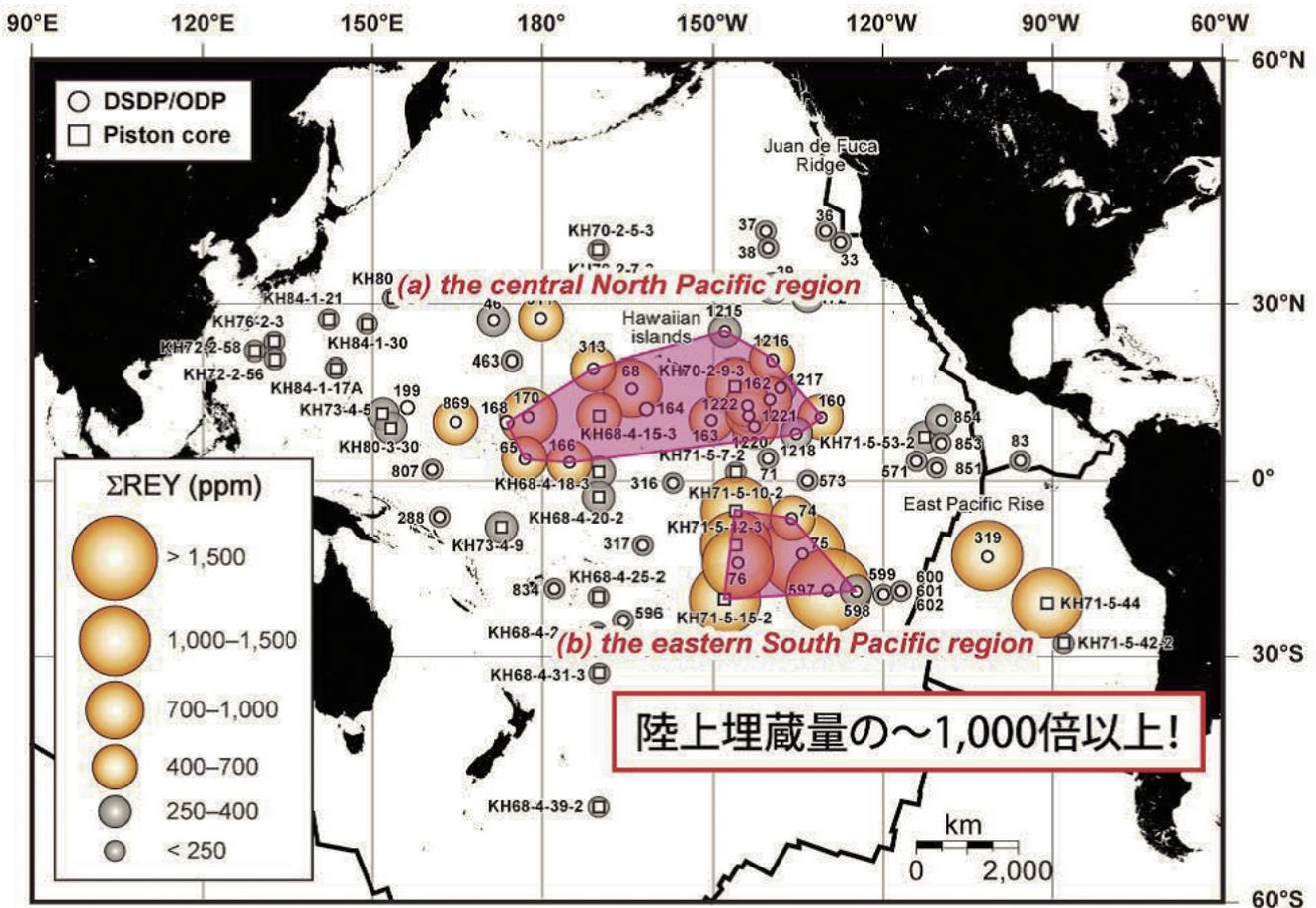
REEの陸上鉱床の資源量は少ないのではなく偏在していることが問題であり，世界的に枯渇している訳ではなく，中国の輸出規制等により不安定になることが最大の問題であるとの指摘もある．海域がREEの資源供給源となりえるかは，海域における資源の実態の科学的解明や技術開発の課題というよりは，陸域資源の開発や分配の情勢の方が大きい決定要因であるかもしれない．また，REEは様々な鉱石に含まれているものであり，REE鉱山からの生産に限らず，REE以外の元素の利用のために選鉱や精錬された残渣からも得られる可能性もある．例えば，世界で主として肥料生産のために精錬をされる燐灰石からREEを取り出せば，世界の年間必要量を賄えるとの試算もある（渡辺，2008）．

REE元素はイオン半径が系統的に変化し，CeとEuを除くと化学的性質が同様であるため，マグマの分化や岩石の溶解，溶液からの沈殿などの反応やプロセスでの変化をその量比や相対的な変化で明らかにできることから地球科学での研究手法として広く応用されている（太田，2011）．REEの工業での重要性や生産などの様々な問題は，多くの解説が出版されており，詳細はそれらを参照していただきたい（例えば，石原・村上，2005；阿部ほか，2011；渡辺，2008）．

3. レアアース資源泥とは

2011年の論文では，東京大学海洋研究所のピストンコアや国際深海掘削で採取された深海盆の78地点のコアからの2037試料の堆積物の分析データを基に，レアアース（ランタノイドとイットリウム）の含有量が高い深海泥（deep-sea REY-rich mud）が太平洋に広く分布していることが示された（第1図）．ここではそれを，論文著者らがホームページやプレス発表で用いている「レアアース資源泥」と呼ぶことにする．資源泥といわれる所以は，まずは開発への期待を持てるほどの高濃度であることで，REE総量として2000ppmを超えるものがあること，高濃度の泥が海底近くの深さ数10mの範囲内に存在し，広域に分布が期

1) 産総研 地質情報研究部門



第1図 深海底泥のレアアースの分布（分析地点と濃度）（国立大学法人東京大学, 2011）.
東太平洋の赤道をはさんで2つのREE濃集帯が存在。

待できることである。その結果、REEの資源総量は、膨大なものとなる。高濃度域において4 km²の10m程度の深さまで採掘利用すれば、日本での年間消費量の約1年分に及ぶと試算されている（文部科学省, 2011）。

さらに重要な点は、REEの溶解抽出が容易なことである。深海の泥はもともと非常に細粒であり、この深海泥を室温状態（25℃）において希硫酸（0.2mol/l）と反応させることにより短時間（1時間程度）にCeを除く含有REEのほとんど（80%以上）が抽出されることが室内実験レベルで確認されている。鉍石の粉碎の必要がなく、選鉍のプロセスもなしに抽出できることは製品化にとってコスト面で有利である。

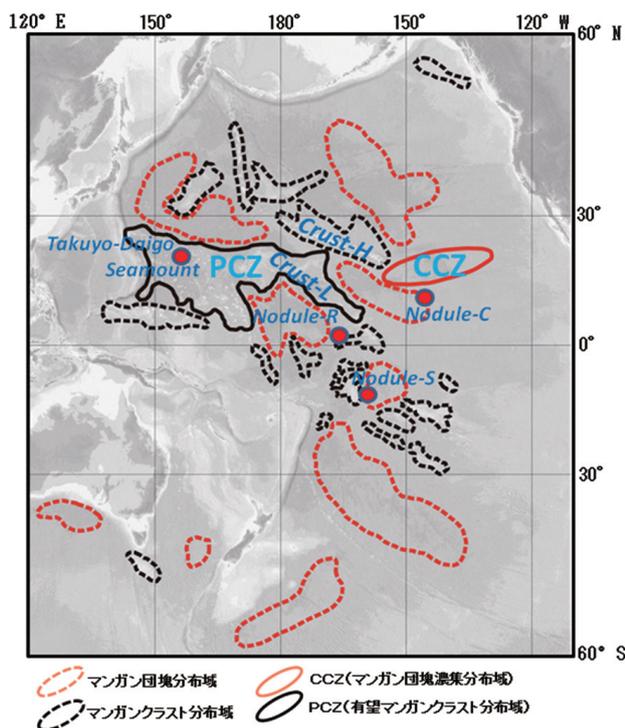
そのほか、以下のような点からも、開発への期待が高まるものである。

1. レアアース資源泥の総資源量の膨大さ。2. 太平洋全域でのREE濃度分布の概要の傾向が限られた深海掘削やコア試料で明らかになっており、開発候補点の選定を行う際にも比較的少数のコア試料で探査できる可能性が高いこと。3. REEのなかでも、現在工業材料として重要性の

大きい重希土類の含有量が多いこと。4. 陸上鉍床で精錬残渣の処分のコスト高になっている放射性核種を含むThの含有量が少ないこと。5. 深海で採掘後の揚鉍（海底資源では採取した鉍石を海底から海洋表層の船まで引き上げる作業）には、これまでに開発された技術の高度化により実現可能と考えられること。

一方、開発への問題点もある。（1）レアアース資源泥の産出する深海盆は陸から遠い遠洋域である。深い深海盆から海面まで深海泥を運び揚げることに加え、精錬などを陸上で行うには長い距離を輸送する必要がある。（2）REE含有量はトータルでも堆積物の乾燥重量の0.3%以下であるので、処理堆積物の総重量の99%以上をREE回収後に処分する必要がある。その量は1万トンのREE生産の際には数100万トンといった多量の残土になる。その2つの不利な点を解消するために、資源泥を採取する現場の洋上において弱酸と反応させてREEを回収し、処理後の残土を海洋投棄するといったアイデアも出されている（文部科学省, 2011）。

レアアース資源泥の成因については、その太平洋での分



第2図 太平洋のマンガン団塊とマンガンクラストの分布(Hein, 2011). 本文中の分析値を示した地点・地域を示す.

布状況や REE と他の元素成分の相関関係などから、東太平洋の拡大軸の熱水噴出に伴って放出された鉄質懸濁物質と海底で生成されるゼオライト鉱物のフィリップサイトによる海水中の REE の吸着により形成されたと推定されている。レアアース資源泥にはバナジウム・コバルト・ニッケル・モリブデンなどのレアメタルも高濃度であるとの指摘もなされている (Kato *et al.*, 2011)。

論文には、堆積速度が 0.5 cm/1000 年より小さい堆積

物に 500ppm を超える高い濃度の REE が存在することが示されている。中部太平洋でマンガン団塊の海底表面での成長可能な条件として限定した堆積速度 (0.5cm/1000 年以下) (Nishimura, 1992) と同様の値であることは注目される。深海における堆積速度の大きさは、海洋表層からの供給物質の種類と量、及び炭酸カルシウムやオパールシリカの溶解を支配する水深により規制されており、堆積速度が小さいことは生物源や陸源の物質による希釈効果が小さいことを意味する。そのことが REE の濃度を高くする重要な要因であることを示している。

4. 海底資源としてのレアアース資源泥

これまで、深海域の海底鉱物資源として、マンガン団塊・コバルトリッチクラスト・海底熱水鉱床の3つに関して調査や開発に向けた検討が活発になされてきた。マンガン団塊・マンガンクラストについて、その起源や成因の検討のため、REE の分析例が数多く報告されてきた。最近、その含有量に注目して REE 資源になりうるかの検討も始まっている。その紹介も含めて、マンガン団塊やマンガンクラストの REE 資源としての実態と可能性について検討してみたい。

東太平洋のマンガン団塊の濃集帯 (CCZ: Clarion-Cliperton nodule zone) (第2図) においては、REE 品位 0.1% (1000ppm) のマンガン団塊が 211×10^8 トン存在する。また、西太平洋のマンガンクラスト分布域 (PCZ: Prime Crust Zone) (第2図) には、同じく 0.3% (3000ppm) のクラストが 75×10^8 トン存在する。合わせた REE 賦存量は 4.4×10^7 トンで陸上の大鉱床のパヤンオーバー鉱床

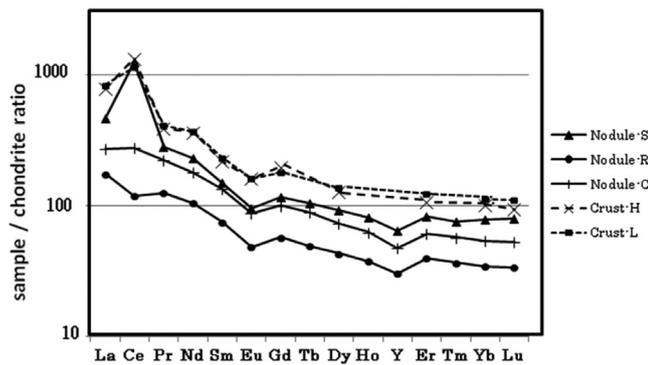
第1表 マンガン団塊とマンガンクラストのレアアース含有量 (ppm) .

	Pacific Manganese Nodules						Pacific Manganese Crusts			
	Nodule-S: D535 (4)		Nodule-R: D513 (6)		Nodule-C: HW(16)		Crust-H (32)		Crust-L (19)	
	ave.	s.d.	ave.	s.d.	ave.	s.d.	ave.	s.d.	ave.	s.d.
Y	135.90	8.49	64.14	8.13	99.27	9.29				
La	172.25	22.11	64.34	7.24	99.64	9.30	287	60	307	77
Ce	1208.68	112.33	114.54	27.77	264.41	36.74	1277	273	1100	575
Pr	38.61	5.90	17.22	1.75	30.52	2.55	53.7	13.5	56	16
Nd	163.63	25.84	74.97	8.78	128.80	11.49	260	61	261	73
Sm	34.55	5.85	17.37	2.11	31.30	2.66	50.5	17.6	54	17
Eu	8.32	1.35	4.21	0.51	7.68	0.65	14.0	2.7	14	4
Gd	35.91	5.16	17.56	2.01	30.71	2.70	60.8	13.7	55	15
Tb	6.10	0.94	2.88	0.33	5.15	0.44				
Dy	35.05	4.68	16.43	1.84	27.88	2.43	48.7	10.4	52	12
Ho	6.98	0.83	3.19	0.38	5.36	0.49				
Er	20.69	2.06	9.86	1.26	15.31	1.38	26.5	4.8	31	5
Tm	2.69	0.26	1.31	0.14	2.05	0.16				
Yb	19.49	1.51	8.52	1.01	13.46	1.05	25.3	4.0	28	4
Lu	3.04	0.19	1.29	0.15	2.01	0.15	3.57	0.64	4.2	0.6
total YRE	1891.86	195.61	417.82	55.43	763.54	74.90	2107.07*		1962.2*	

データの出典:

Nodule-R, -S, and -C: Ohta *et al.* (1999), Crust-H: DeCarlo and McMurry (1992), and Crust-L: Aplin (1984)

() 内は分析試料数 * : この表に分析値が示されている元素の平均値の合計



第3図 マンガン団塊とマンガンクラストのコンドライト規格化REEパターン。
コンドライトのREE値はTaylor and McLennan (1985)を用いた。

の賦存量 (4.9×10^7 トン) に匹敵する (Hein, 2011)。

マンガン団塊について、太平洋の3地点のREE報告例を示す(第1表, 第3図; 試料採取点は第2図参照)。海底鉱物資源でのマンガン酸化物には、海水起源と続成起源の2種があり、構成鉱物や成分に特徴があることが知られている(第2表; 白井, 2010)。Nodule-SとNodule-Rは中部太平洋で地質調査所(現在の産総研)がマンガン団塊の地質学的な研究を行った海域での試料である。マンガン団塊の生成過程の違いを反映した2タイプの内、Nodule-Sは海水起源のもので、海水中の鉄マンガンコロイドから直接酸化的な海水に接した状態において生成した表面の平滑な団塊である。一方、Nodule-Rは続成起源で、海底表層の堆積物に覆われたやや還元的な環境で、マンガンがイオンとして移動して生成した表面が粗いものである。REEの総量は、平均でそれぞれ、約1890ppmと約420ppmであり、Nodule-SがREE全成分で濃度が高い。

Nodule-Sでは、Ceが高濃度であり、REE-パターン図において大きなCe正異常を示し、酸化状態での形成を示す(第3図)。2タイプのマンガン団塊は、マンガン団塊の開発対象の金属成分の濃集に違いがある。Nodule-RはCuやNiが濃集しており、それぞれ平均で約1.2%、約1.3%含まれる。REEの濃度の高いNodule-Sは、両成分とも0.3%を超えていない。マンガン団塊の高濃集域としてすでに日本を含む7つの鉱区が設定されているCCZの付近から採取されたNodule-Cは、基本的にはNodule-Rと同様の続成起源であり、Nodule-SよりはREEは低いが、REEの総量は約760ppmと中部太平洋のものよりは濃度が高い。海盆底のマンガン団塊は、主としてCuやNiが高濃度で団塊の濃集域のCCZが太平洋での鉱区対象域になっている。REE資源としてのマンガン団塊の開発のためには、Nodule-Sのような海水起源の団塊分布域が開発対象になるかもしれない。

マンガン団塊は海底表層に存在しその周辺や下位は深海泥である。マンガン団塊と同地点の深海泥のREEのデータのセットは、上記のマンガン団塊にはないが、他の報告がある。それによると、マンガン団塊と深海泥ではマンガン団塊の方がREEの含有量は2~3倍大きいのが一般的である(第3表)。また、深海泥を粒径により区分し、0.6 μ m以下という深海泥の粘土粒子と0.5mm~1mmのマンガンマイクロジュールのみのREE分析値の比較によると、マンガンマイクロジュールのREE濃度が2.5倍程度も高く(Duliu *et al.*, 2009)、深海泥のREE成分は比較的大きなマンガンや鉄酸化物粒子がより寄与していると考えられる。

マンガンクラストについては、北太平洋のハワイの島列~海山列とPCZ(Prime Crust Zone: 有望クラスト分布

第2表 海底マンガン鉱床のタイプ(白井, 2010)。

タイプ	海水起源 (hydrogenetic)	続成起源 (diagenetic)	熱水起源 (hydrothermal)
起源	海水から直接沈殿	海底表層での溶解・再沈殿	熱水や温泉水から析出
形態	クラスト、団塊	団塊	細脈、均質層、盤層など
形成環境	深海盆、海山	深海盆	火山、リフト
鉱物名	vernadite	buserite	todorokite, buserite
結晶構造	層構造	層構造	トンネル構造、層構造
化学組成(主成分)	Mn, Fe	Mn	Mn
化学組成(副成分)	Co	Ni, Cu	Mg, Ba, Ca
化学組成(希土類Ce異常)	正	負	負
結晶サイズ(μ m)	0.01以下	0.01以下	0.1~100
色	黒褐色	黒色	灰黒色
光沢	無し	無し	亜金属

第3表 マンガン団塊と堆積物のレアアース含有量 (ppm) .

	Pacific Ocean				Indian Ocean	
	Clarion-Clipperton zone (CCZ) Nodules (9)	Sediments (3)	Peru Basin Nodules (12)	sediments (2)	Nodules (9)	Sediments (9)
Y						
La	93 ± 10	69 ± 44	55 ± 13	37 ± 9	103.1 ± 28.0	32.9 ± 7.6
Ce	344 ± 76	75 ± 15	112 ± 36	40 ± 9	334.9 ± 128.2	84.3 ± 8.2
Pr						
Nd	134 ± 33	69 ± 47	46 ± 11	33 ± 1	125.7 ± 27.7	36.9 ± 8.0
Sm	33.3 ± 6.2	17.6 ± 9.3	12.3 ± 2.8	8.1 ± 1.6	27.6 ± 5.5	9.4 ± 2.0
Eu	7.8 ± 1.4	4.5 ± 2.6	3.0 ± 0.7	2.0 ± 0.5	6.7 ± 1.2	2.2 ± 0.5
Gd					26.1 ± 7.7	8.7 ± 1.9
Tb	4.0 ± 0.9	2.8 ± 1.9	1.9 ± 0.4	1.4 ± 0.4		
Dy					22.2 ± 5.6	8.3 ± 2.1
Ho					4.2 ± 1.1	1.6 ± 0.4
Er					11.2 ± 3.1	4.7 ± 1.3
Tm						
Yb	12.9 ± 2.1	9.0 ± 5.2	8.7 ± 1.9	5.7 ± 1.2	9.8 ± 2.4	4.2 ± 1.1
Lu	1.8 ± 0.4	1.5 ± 0.8	1.4 ± 0.3	1.0 ± 0.2	1.7 ± 0.4	0.7 ± 0.2
total YRE	630.8	248.4	240.3	128.2	673.2	193.9

データの出典:

Pacific Ocean: Glasby et al. (1987); Indian Ocean: Pattan et al. (2001)

()内は分析試料数 total YREは、表に分析値が示されている元素の平均値の合計

域; Hein, 2011) に含まれるライン諸島列の2地域について示す(第1表; 試料採取点は第2図参照)。これらのクラスタの分析データは、REEの全元素の分析値のデータではないが、数10~数100ppm存在するであろうYと数ppmのTb・Ho・Tmを除いたREEの総量で約2110ppmと1960ppmの高い値を示す。REEの分布パターンは、マンガン団塊と同様なものであり、Nodule-Sと同じくCeの正異常が見られる(第3図)。PCZはいわゆる「コバルトリッチクラスタ」としてマンガングラスタに含まれるCoが開発対象として期待される海域であり、この分析試料の中にもCoが1.1%含まれるものもある(Aplin, 1984)。日本周辺の海域のデータとしては、南鳥島近傍の排他的経済水域(EEZ)内の拓洋第5海山(第2図)の水深965~2987mにおけるマンガングラスタからは、REE(La-Lu)が1267~2168ppm(平均1660ppm)含まれていることが報告(得丸ほか, 2011)されており、高い濃度であることが注目される。

深海底のマンガン団塊と海山の頂部から斜面にかけて基盤上に形成されているマンガングラスタは、どちらもREEがかなりの高濃度で含まれており、含有量は、レアアース資源泥と同等かそれ以上のものもある。どちらもこれまで、REEでなく、Cu・Ni・Coが資源評価の対象で、調査や採掘・揚鉱・精錬などの技術開発が進められ、採掘に伴う環境影響評価についても検討されている。REE単独比較でレ

アース資源泥と競合する資源であるか、Cu・Ni・Coといったこれまで開発対象としてきた成分に加えREEも含めて開発対象とした場合に経済的価値がどのように評価されるかの検討が必要である。

REEの抽出は、レアアース資源泥の場合、細粒の堆積物から弱酸でREEが容易に取り出せるということであるが、マンガン団塊・マンガングラスタの場合もREEは基本的にはレアアース資源泥の形成と類似の過程で濃集しており、粉碎の必要はあるが、レアアース資源泥と同じような製品化のプロセスが想定される。

海底熱水鉱床におけるREEについてのデータも、熱水の起源やチムニーの成因のために分析値の報告がある。基本的に、チムニーなど熱水鉱床の金属硫化物のREE含有量は極めて小さい(Mills and Elderfield, 1995)。これは、形成される環境が還元的で急速な結晶の形成により成長することによると考えられる。熱水活動の産物で、鉄酸化物や鉄酸化物-バライトの集合体がマウンドを形成しているようなところでは、REEの含有量が高い可能性があるかもしれないが、検討できる分析例を見出していない。

5. 海底のREE資源開発における問題

資源開発においては、資源量の評価(存在形態等も含め)がなされ、それに適用できる採掘・揚鉱・精錬技術の確立

が次のステップである。海底鉱物資源の場合にはどの資源の開発においても深海という高圧・水中という特殊な環境下での採鉱となるための困難さはある。しかし、レアアース資源泥について考えれば、事前調査で海底下のどの深度までの泥を開発対象にするかさえ決定すれば、無選別で採掘すれば良く、未固結の深海底堆積物の採掘技術の開発は比較的容易であると考えられる。揚鉱は泥水のような状態でパイプ中を移動させるマンガング塊の揚鉱で検討されたエアリフトのシステムなどが改良されれば実現できるのかもしれない。

深海底（国連海洋法条約に規定されている The Area）の海底資源については、国際海底機構が国際的な機関として管理に関与し、開発のために定められたマイニングコードに従い鉱区の申請・許可を経て、開発への道筋が開ける。マンガング塊については日本は 1987 年に鉱区を申請・取得した。熱水鉱床は 2010 年マイニングコードの設定がなされ、マンガングクラストは間もなく設定される見込みである。もし、レアアース資源泥を同様のプロセスで国際的な枠組みに新たな海底鉱物資源として設定するものとする、長い議論が行われるのかもしれない。深海底での開発は、国際的な調整など多くの困難性を持っていることを覚悟しなければならない。

資源開発においては、開発に先立って採掘等に伴う環境影響評価（環境アセスメント）を行わなければならない。熱水噴出をする活動的な熱水活動域では、化学合成生態系の特異な生物群集が非常に密集して分布している。熱水環境という非常に偏在し局所的な環境に適応・依存した生物群集を海底熱水鉱床の開発とどのように調和させて維持させていくかが開発への大きな課題となっている。マンガング塊の分布域については、深海底という比較的一様性を持った環境であり、生物群集は局所的な特異性は少ないと考えられ、開発域の規模と配置、採掘法の検討によって生態系の大きな破壊をしない開発の可能性もあるのではないかと考えられる。しかし、現状では深海生物群集の構成やその生態系については未知な部分が多く、開発による環境影響の評価や影響予測は十分にできていない現状といえる。レアアース資源泥は、その分布域がマンガング塊と同じような場所であるため、マンガング塊の開発に向けて検討されてきた環境影響評価技術を利用し、採掘方法の違いを考慮しながらレアアース資源泥の開発時の環境影響評価が比較的容易に行われることが期待される。

先に述べたように、レアアース資源の開発の際に、REE を抽出した後の泥の残渣が採掘量の 99% 以上であること

と陸から長距離離れたところでの採掘のために、採掘現場の洋上で泥から溶出させて、残渣の泥は海洋投棄（例えば水深 500 ~ 1000 m の海中に放出）するといった議論もされているようである（文部科学省、2011）。

海洋への産業廃棄物等の投棄に関しては、1972 年に採択され、その後 1995 年に改定されたロンドン条約と呼ばれる「廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約」に禁止や制限事項が規定されている（環境省、2003）。海域に廃棄可能な物質については、条約の付属書 I に定められている。それに従って現在海洋に投棄されているもので、レアアース資源泥の REE 抽出後の処理泥に近いものとしては、ボーキサイトからアルミナの生産を行う際にその残渣として残る「赤泥」がある。

ボーキサイトは熱帯気候のもとで形成された酸化鉄や酸化アルミからなる鉱石である。粉碎後、高温高压化で水酸化ナトリウムとの反応で生成したアルミン酸ソーダ溶液を経て、加水分解で生じた水酸化アルミニウムを焼成してアルミナを生産している。日本国内で生産される高品質のアルミナは携帯電話などの電子機器の基板を始め工業用材料として重要なものである。その過程で残渣として生み出される赤泥はかつては年間 100 万トンを超えていて、四国沖や八丈島沖に投棄されてきた。残渣の有効利用や陸上処分による縮減や投棄廃止の方向での検討が進められてきて、アルミナ生産工場の海外移転等により日本国内でのアルミナ生産は終了し、2015 年までには海洋投棄は行われなくなるようである（日本経済新聞、2008）。

赤泥の海洋投棄はロンドン条約に基づく国内法が制定されて、日本の管轄の海域（EEZ 内）において環境省の許可により行われている（環境省地球環境局環境保全対策課、2006）。REE 抽出後の泥質物は、海底にあった泥を薄い酸処理をしたものであり、もとの海底環境に戻され海水と接する環境において、金属成分等の有害物質を環境に付加する可能性は少ないと考えられる。それでも、これまで海洋投棄を極力減少するように進んできた趨勢の中で、付属書 I における「不活性な無機性の地質学的物質」にあたるものとして、海洋投棄できるものとして許可を出すかについては、多くの議論が必要であると予想される。国内法で許可されてきた赤泥と異なり、レアアース資源泥の処理残渣の投棄を公海（国連海洋法条約に規定されている High Seas）で行うとなれば、コンセンサスを得ることが困難なように思われる。海上での処理ができない場合には、大量の残渣の泥を消費できる有効利用の方法や陸上処分場の検討が必要である。

6. 現状の課題と海域のREE資源の開発へ向けて

先にも述べたように、現在公表された論文によるレアアース資源泥として高濃度の物が確認されている有望な海域は、東太平洋にある。しかし、現実の開発を進めるにあたり、開発許可の問題、洋上精錬で残土の海洋投棄の困難性などを考えると、日本近海のEEZ内での開発ができることが望ましい。日本近海におけるレアアース資源泥の賦存については、現状で十分な評価データはない。昨年発表された論文のREE濃度分布の太平洋全域の大まかな傾向の中で、日本近海の海底表層近くにレアアース資源泥が存在する可能性を類推できない。しかし、先の論文を公表した加藤氏の「太平洋プレートのジュラ紀～白亜紀の古い地殻の上の堆積物にレアアース資源泥の可能性が期待できる」と文部科学省の会合での発言もある（文部科学省、2011）。海域の資源の開発における大きな問題は水深にある。日本近海の古い海洋地殻の上の堆積物の開発ということになると東太平洋の海域に比べて深い5000mを超える水深が技術的・コスト的な困難性を生じる可能性もある。

熱水活動に関連して放出された鉄酸化物がREEの濃集に大きな役割を果たしているということからすると、日本南方海域において漸新世～中新世に拡大した四国海盆やパレスバ海盆などフィリピン海プレート上の深海盆でのレアアース資源泥の探査を検討するべきである。その際には、堆積速度の遅い堆積物ということでマンガン団塊の分布する海域をまずはターゲットとして調査するのも効率的であろう。

我が国がREE資源確保のために海底からのREE開発を目指すなら、先にも述べた日本EEZ内の海山のマンガンクラスト、すでに鉱区を取得しているCCZのマンガン団塊の開発を検討することが重要である。そして、日本近海でのレアアース資源泥の開発可能性と経済性の観点から評価・比較検討しなければならない。マンガンクラストやマンガン団塊の開発はREEとともにレアメタルも共に得られるので、合わせた経済性の評価が必要である。

2007年の「海洋基本法」の制定以来、日本は「海洋に眠る資源」の大国として、「海洋基本計画」（2008年）や「海洋資源・エネルギー開発計画」（2009年）を策定し、海底鉱物資源の開発へ大きな前進を始めている。レアアース資源泥はこの開発計画のスキームには含まれていなかった新たな検討対象である。そのために、不足しているデータを整備し評価することも必要であるが、日本が目指す海底鉱物資源開発の展望・戦略の中で、REEの確保のための海

洋鉱物資源の開発をどのように位置づけ、その開発対象としてレアアース資源泥・マンガン団塊・マンガンクラストの評価を明確にして進めていくことが必要であると思われる。

7. おわりに

本報告は、昨年の夏に発表された論文とその後の報道に関連して、産総研顧問の石原舜三氏から感想を求められて、その回答を文字にして確認しておくために記述したものである。石原舜三氏には、本報告の契機を作っていただき、また、本文に目を通していただいた。地質情報研究部門の岸本清行氏には、図の作成にあたり助力いただくとともに、初期の原稿にご意見をいただいた。GSJ地質ニュース編集委員会の金井豊氏には重要なコメントをいただき、本報告が大いに改善された。以上の方々に感謝する。

文 献

- 阿部英樹・有賀克彦・岡部 徹・柿本雅明・竹本真紹・宝野和博・細野秀雄・渡辺 寧（協力）（2011）産業の生命線レアメタルとレアアース なぜ必要？なぜ希少？. ニュートン, 31, no. 3, 16-53.
- Aplin, A. C. (1984) Rare earth element geochemistry of Central Pacific ferromanganese encrustations. *Earth and Planetary Science Letters*, 71, 13-22.
- De Carlo, E. H. and McMurtry, G. M. (1992) Rare-earth element geochemistry of ferromanganese crusts from the Hawaii Archipelago, central Pacific. *Chemical Geology*, 95, 235-250.
- Duliu, O. G., Alexe, V., Moutte, J. and Szobotca, S. A. (2009) Major and trace element distributions in manganese nodules and micronodules as well as abyssal clay from the Clarion-Clipperton abyssal plain. Northeast Pacific. *Geo-Marine Letters*, 29, 71-83.
- Glasby, G. P., Gwozdz, R., Kunzendorf, H., Friedrich, G. and Thussen, T. (1987) The distribution of rare earth and minor elements in manganese nodules and sediments from the equatorial and S. W. Pacific. *Lithos*, 20, 97-113.
- Hein J. R. (2011) Rare metals and rare-earth elements in deep-ocean mineral deposits. SPC/SOPAC-ISA International Workshop on Environmental Needs

- for Deep Seabed Minerals Nadi, Fiji, 29 November–2 December 2011, http://www.isa.org.jm/files/documents/EN/Workshops/2011/Presentations/3_JHein.pdf (2012/02/10 確認)
- 石原舜三・村上浩康 (2005) いまレアアースが面白い—イオン吸着型鉱床は将来の高度先端産業を支えられるか?. 地質ニュース, no. 609, 4–18.
- 環境省 (2003) 「今後の廃棄物の海洋投入処分等の在り方について」に係る中央環境審議会答申について (平成15年12月22日), <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=4597> (2012/02/10 確認)
- 環境省地球環境局環境保全対策課 (2006) 赤泥の海洋投入処分申請の進め方に係る指針, http://www.env.go.jp/water/kaiyo/ocean_disp/1hourei/pdf/t6_sekidei_sisin.pdf (2012/02/10 確認)
- 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.
- 国立大学法人東京大学 (2011) まったく新しいタイプのレアアースの大鉱床を太平洋で発見 (プレス発表資料), <http://www.u-tokyo.ac.jp/public/pdf/20110704.pdf> (2012/02/10 確認)
- Mills, R. A. and Elderfield, H. (1995) Rare earth element geochemistry of hydrothermal deposits from the active TAG Mound, 26° N Mid-Atlantic Ridge. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **59**, 3511–3524.
- 文部科学省 (2011) 海洋鉱物委員会 (第14回) 議事録, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu5/012/gijiroku/1311949.htm (2012/02/10 確認)
- 日本経済新聞 (2008) ポーサイト国内精製会社が撤退—昭和電工など海外拠点新設も. 環境問題に配慮. (2008/03/07 朝刊)
- Nishimura, A. (1992) Sedimentation and hiatuses in the Central Pacific Basin: their relationship to manganese nodule formation. In Keating, B. H. and Bolton, B. R., eds., *Geology and offshore mineral resources of the central Pacific basin* (Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources Earth Science, **14**), 179–203.
- Ohta, A., Ishii, S., Sakakibara, M., Mizuno, A. and Kawabe, I. (1999) Systematic correlation of the Ce anomaly with the Co/(Ni+Cu) ratio and Y fractionation from Ho in distinct types of Pacific deep-sea nodules. *Geochemical Journal*, **33**, 399–417.
- 太田充恒 (2011) 希土類元素の地球化学, <http://staff.aist.go.jp/a.ohta/japanese/study/REE.htm> (2012/02/10 確認)
- Pattan, J. N., Rao, Ch. M., Migdsov, A. A., Colley, S., Higgs, N. C. and Demidnko, L. (2008) Ferromanganese nodules and their associated sediments from the Central Indian Ocean Basin: rare earth element geochemistry. *Marine Georesources and Geotechnology*, **19**, no. 3, 155–165.
- Taylor, S. R. and McLennan, S. M. (1985) *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell, Oxford, U. K., 312p.
- 得丸絢加・浦辺徹郎・白井 朗・野崎達生・鈴木勝彦 NT09-02 乗船者一同 (2011) 拓洋第5 海山に分布するマンガクラストの地球化学的特徴およびレアメタル資源ポテンシャル評価. 日本地球惑星科学連合予稿集, SRD043-P01, <http://www2.jpгу.org/meeting/2011/yokou/SRD043-P01.pdf> (2012/02/10 確認)
- 白井 朗 (2010) 海底鉱物資源—未利用レアメタルの探査と開発—. オーム社, 東京, 198p.
- 渡辺 寧 (2008) 希土類: 資源調査および資源開発, レアメタル. 産総研TODAY, **8**, no. 5, 18–19.
-
- NISHIMURA Akira (2012) Is there a resource potential of rare earth elements in deep-ocean?.
-

(受付: 2012年2月13日)

産総研一般公開における「ジオ ドクトル 2011」 —アンケート報告—

住田達哉¹⁾

1. はじめに

2011年7月23日に「産総研つくばセンター一般公開」が開催されました。地質分野ブースの有志企画「ジオ ドクトル」コースは、2009年から始めて今回で3回目となりました(住田ほか, 2009, 2010, 2011)。この企画の目的は、「一般公開に来て下さる市民の方々に地質関連ブースを重点的に回ってもらい、地質に関する興味を持ってもらうこと」および、「参加者の感想をいただき、それをフィードバックさせてより良い一般公開展示を目指すこと」です。市民の方々には、スタンプラリー風に地質関連のブースを回って、ブース独自の「フィールドノート」と称する資料やクイズ・その他工作物を集めてから、最後に感想・アンケートに答えてもらうと、「ジオ ドクトル 2011」の証明書がプレゼントされます(本号, 口絵 p.193 参照)。今回の参加ブースおよび有志メンバーは、以下の通りです(敬称略)。

・チャレンジコーナー

- C07 ジオ ドクトル 2011
(住田達哉, 竹原淳一)
- C08 霧島山新燃岳火山のひみつにせまる
(古川竜太, 及川輝樹, 高田 亮, 宝田晋治, 石塚吉浩, 田中明子, 大石雅之, 中島和敏)
- C09 地下構造調査を成功させろ!
(伊藤 忍)
- C10 石を割ってみよう
(竹内圭史, 佐藤大介, 尾崎正紀, 山崎 徹, 内野隆之, 康 義英)
- C11 地震時の地盤の液状化実験
(兼子尚知, 伏島祐一郎)
- C12 地下水を見よう, さわろう, 汲みだそう
(関 陽児)
- C13 どこでもちしつず!
(西岡芳晴, 森尻理恵)
- C14 ジオトイと砂遊びから学ぶ大規模自然災害

(七山 太, 吉川秀樹, 野田 篤)

C15 地震の起こる様子を目の前で見てみよう
(今西和俊)

C16 地震を測ってみよう
(吉見雅行)

・サイエンスコーナー

- S01 衛星画像で見た土浦市・つくば市の地震被害
(小松原 琢, 中澤 努, 岡田真介)
- S02 立体地形モデルによる地質情報展示
(伊藤順一, 西来邦章, 山口珠美, 芝原暁彦)
- S03 CO₂を地下深い地層に閉じ込める
(奥山康子, 船津貴弘, 中尾信典)
- S05 地質図が教える大地(菅原義明)

・地質標本館特別講演

(古谷美智明, 芝原暁彦)

・特別展示

T02 東北地方太平洋沖地震 日本列島の地下で何が起きているか(桑原保人)

・見学ツアー

D 石に光を通す 一岩石薄片の世界一
(大和田 朗, 佐藤卓見)

本報告では、ジオ ドクトルコース内で行ったアンケート(参加者およびその保護者向け)の回答を紹介するとともに、後に行った企画実行の有志へのアンケートも織り交ぜて、今回の反省点と次回への取り組みに向けた課題について述べます。

2. コース参加者向けアンケート

ジオ ドクトルコース開始期の反省(住田ほか, 2010)から、現在では、参加者向けに2種類(小学生用・中高生を含む一般用)と保護者向けの計3種類のアンケートを実施しています。参加者の年齢的な読解力・表現力に配慮して、小学生用のアンケートでは漢字にルビを振った上で

1) 産総研 地質情報研究部門

主に選択方式を、それ以外では、記述式を多く用いています。今回は、小学生用：55名、中学生を含む一般用：7名、保護者向け：46名の総計108名の方から貴重な意見をいただきました。ここでは、小学生用アンケートを重点的に紹介し、中学生を含む一般用および保護者向けのアンケートからは、次回に向けての改善につながるご意見を紹介します。

小学生用アンケート回答（総数55名）

問)「ジオ ドクトル」の感想についてあてはまるものを選んでください。

1) 楽しさ

- ・楽しかった 53名
- ・つまらなかった 1名
- ・どちらでもない 1名

2) 難易度

- ・簡単だった 18名
(小3以下：9名, 小4以上：9名)
- ・難しかった 25名
(小3以下：15名, 小4以上：10名)
- ・どちらでもない 10名
(小3以下：4名, 小4以上：6名)

3) 興味

- ・興味がわいた 47名
- ・嫌になった 1名
- ・どちらでもない 6名

4) 多くの地質関連のブースを回ることに

- ・いろいろ回るのが良かった 51名
- ・いろいろ回るのが良くなかった 1名
- ・どちらでもない 2名

5) 各ブースで配られるフィールドノート

- ・フィールドノートが良かった 44名
- ・フィールドノートが良くなかった 0名
- ・どちらでもない 9名

6) またやってみたいか？

- ・またやってみたい 48名

- ・もうやりたくない 2名
- ・どちらでもない 2名

住田コメント：全体的な傾向として、ジオ ドクトルコースを肯定的に受け止めて楽しんでくださったようです。難易度に関しては、半数近くの小学生が難しいと感じており、低学年ほど難しく感じていることが数字で読み取れます。しかしながら、「嫌になった」という例が1名しかいないことから、難しさが必ずしも否定的な感想にはつながっていないようです。例年、多くの「またやってみたい」という感想をいただいておりますが、ジオ ドクトルコースとしては、未だリピーターは確認されていません。来年以降が楽しみです。

問) 一番良い印象のブースを教えてください。そのブースの感想にあてはまるものを選んでください。

(○はいくつでもよい)

・C10 石を割ってみよう：14名回答

- ・またやってみたい(6名)・初めて見た(6名)・迫力があつた(5名)・理解できた(4名)・フィールドノートが良かった(3名)・おどろいた(2名)・説明が上手だった(2名)・楽しかった(1名)

自由記載：石を割るのが楽しかった。・持ち帰るのが楽しかった。

・C08 霧島山新燃岳火山のひみつにせまる：9名回答

- ・またやってみたい(6名)・初めて見た(4名)・説明が上手だった(4名)・理解できた(3名)・おどろいた(3名)・迫力があつた(2名)

・C14 ジオトイーと砂遊びから学ぶ大規模自然災害：7名回答

- ・初めて見た(6名)・またやってみたい(5名)・説明が上手だった(4名)・迫力があつた(3名)・おどろいた(2名)・理解できた(2名)・フィールドノートが良かった(1名)

自由記載：つなみがおもしろかった。・くつがぬれた。

・他の意見が多かったブース

- ・C09 地下構造調査を成功させる：6名回答
- ・C16 地震を測ってみよう：5名回答

住田コメント：「分かりやすさ、力いっぱい頑張り、達成感、固定観念の打ち破り、お土産」、こういったことが「C10 石を割ってみよう」ブースの人気につながっていると想像します。回答が多かったブースのベスト5がいずれもチャレンジコーナーであることから、普段は経験できない特別で直接的な体験が、子供たちの知的好奇心を刺激して印象に残っているようです。また一方で、「C10 石を割ってみよう」では、他のブースのような印刷された資料としてフィールドノートを配っていないにもかかわらず、「フィールドノートが良かった」と答えた方が3名います。このことは、アンケートの設問内容が小学生に必ずしも十分に理解されているとは限らない、もしくは、ブース名の記載に勘違いがある（例えば、「C15 地震の起こる様子を目の前で見てみよう」で行われた岩石破壊実験の誤記）ことを示唆します。

問)「一般公開やジオドクトル」のことは、何で知りましたか？

- ・チラシ 24名
- ・学校の先生から 13名
- ・家族から 9名
- ・一般公開の会場で 7名
- ・お友達や知り合いから 1名
- ・学校の行事 1名

住田コメント：この設問は、単純に「一般公開のことは、何で知りましたか？」としておけば良かった・・・、保護者向けの設問とすれば良かった・・・、などと後から反省しています。つくば市内の自治会を通じて回覧されるジオネットワークつくば (<http://www.geonet-tsukuba.jp/>) からのお知らせ等の効果も含めて、より洗練されたアンケートになるよう今後注意したいと思います。

問)産総研の一般公開は、何回目ですか？

- ・初めて 32名 (小3以下：21名, 小4以上：11名)
- ・2回目 12名 (小3以下：5名, 小4以上：7名)
- ・3回目 7名 (小3以下：4名, 小4以上：3名)
- ・4回目 1名 (小3以下：0名, 小4以上：1名)
- ・5回以上 3名 (小3以下：0名, 小4以上：3名)

住田コメント：毎年の行事でありながら、産総研の一般公開への来場が初めてという方が、6割もいます。このこと

は、ブース展示実施側としては、昨年と同じ展示であっても、6割の来場者にとっては、初めての経験であることを示しています。アンケート全体を見ても、「昨年と同じ展示でつまらない」という意見もないので、産総研研究者の来年のブース展示実施の判断の一つになるかと思えます。

問)いろいろな研究所や博物館に今まで行ったことがありますか？

- ・初めて 2名 (小3以下：2名, 小4以上：0名)
- ・2回目 6名 (小3以下：3名, 小4以上：3名)
- ・3回目 11名 (小3以下：9名, 小4以上：2名)
- ・4回目 3名 (小3以下：0名, 小4以上：3名)
- ・5回目 9名 (小3以下：3名, 小4以上：6名)
- ・6～9回目 4名 (小3以下：4名, 小4以上：0名)
- ・10回以上 19名 (小3以下：7名, 小4以上：12名)

住田コメント：「10回以上」の回答が最多であることは、自然科学・科学技術関連の展示施設の多い「つくば市」ならではの特徴なのか、産総研一般公開に子供を連れてくる保護者の傾向なのか、それともごく普通の一般的傾向なのか、興味深いところです。

問)何か書きたいことがあったら、自由に書いてください(絵でも良いよ・裏もどうぞ)。第1図を参照。

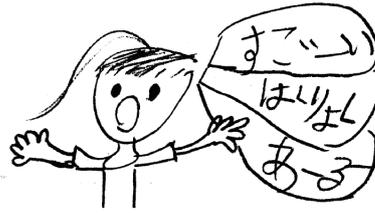
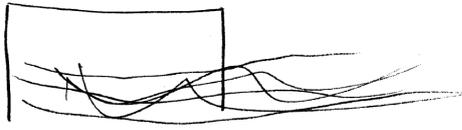
住田コメント：記載を強制しないように注意した設問でしたが、4割程度の方が、何かしらの記載を残してくださいました。一般公開でしか見られない展示の他に、地質標本館の常設展示にあるアンモナイトの絵や産総研の公式マスコットキャラクターの「産総研てれす」の絵など、子供の関心の方向が様々であることが伺われます。最初の設問で「またやってみたい」という意見が多かったのですが、さらにこの欄でも、「もっと体験を積み重ねたい」旨の意見が多かったことは、その時点での子供の切実な心情と思われる。

中高生を含む一般用アンケート回答(総数7名)から抜粋

問)展示内容の難易度について、何かご意見はございませんか？

- ・やはり地震に関しては誰もが知りたい情報です。非常に判りやすかったです(一般・女性)

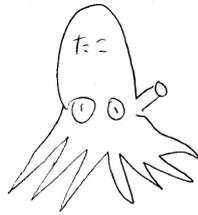
小2・女子
津波実験の様子



小3・女子
産総研てれす



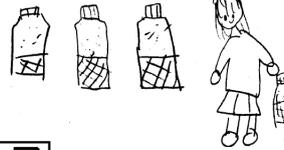
小4・男子
アンモナイト・タコ・メンタコ



小2・女子

はいめて、ぶんがが「ア」キタのでうれしかったです。あと、石がすきで、木が
石をわりまけた。石は本とくに大すきです。♡

小3・女子
エキジョッカーで遊ぶ女の子



小1・女子

ありがとうございました
さしりました。

小4・女子

わたしはここに来るのかはじめてた、たので、とてもたのしかったです。
そして、きいていてとてもよくわかったのでまた来たいです。
いろいろ体馬灸できるともうれしかったです。

小5・男子

年2日連続して寝てほしい
水

小4・女子

色々な実験や見学がすごかったのしかったです。
C11のえきじょう化けんしょうのこともたのしかったです。
なのでまた行きたいです。

小3・男子

もっとたくさんけんぎゅうしたい

小4・女子

わたしは、今日、ここにきてすごくおもしろい
ななと思いましたが、またきたいです。

小4・男子

たのしかったです。またきたい

第1図 ジオドクトルコース小学生用アンケートにおける自由記載欄の回答の様子。
何らかの回答のあった21名の内、12名分をスキャナーを使って転載。絵の表題は、住田による。

- ・展示物も見やすく色々楽しめました。（一般・男性）

問) 改善してほしいところは、何かございませんか？

- ・小学生，中学生，それ以上など，年齢ごとに問題を変えた方が良くとおもった（中学・男子）

問) その他，気付いた事がありましたら，教えてください。

- ・もっといろいろなことが体験できるといいと思います（中学・男子）
- ・これからも研究発表やいろいろな事があると思いますが，がんばってください（一般・男性）

住田コメント：小学生向けに理解を促す各ブースの展示の工夫が，中学生や一般の方の理解を促しているようです。

より高いレベルでの考察や体験を求める中学生が複数いらっしゃいました。

保護者用アンケート回答（総数46名）から抜粋

問) お子さんの様子は、いかがでしたか？

問) お子さんの為になる体験でしたか？

- ・自分が体験できるものはとても興味をもっていました（小5の母親）等，体験型ブースで子どもが楽しんでた様子の意見が14名。
- ・津波など身近なテーマはとても興味を持って楽しそうでした（小3・小5の母親）等，津波に関するブースを挙げている意見が3名。
- ・鉱物や化石に興味を示したのは意外でした（小3・小4の母親）

住田コメント：保護者の方も，子供たちが体験型ブースを楽しんでいることを敏感に感じ取っています。また，東日本大震災で一番の被害をもたらした「津波」についての関心の高さが伺われます。一般公開が，保護者にとって子供たちのもつ意外な一面の発見の場にもなっているようです。

問) ご自身は，楽しめましたか？

- ・疑問に思ったことをすぐに質問できてよかった。（小3・小5の母親）等，ほぼ全員が肯定的な意見。
- ・楽しめたが，子供が興味がないものはゆっくりみれなかった

問) 展示内容の難易度について，何かご意見はございませんか？

問) 改善してほしいところは，何かございませんか？

- ・説明の言葉が子供向きでないブースもあり，興味をもって近づいたものの，頭をひねっていた（小1・小4の母親）
- ・説明を小学生にわかりやすいよう工夫されている方もいましたので，みなさんに工夫してほしいです（小1・小4の母親）
- ・読めない漢字があるのでカナ等をふってもらえると助かります。小さい子（幼児）が楽しめるブースがあるとうれしいです（2歳・小4の母親）
- ・技術の目的をわかりやすく書いてあるともっと良かった（中学生の父親）
- ・小さいお子さん向けのものYA世代向けとわかれていると見学の目安になり助かります（中学生の母親）
- ・時間が短いので全てを回れない（小5の父親）
- ・回数を増やす（小2の父親）

住田コメント：保護者の方からは，このような改善に向けての具体的な指摘をいただきました。展示側のわずかな配慮で解決できるもの（説明の仕方やルビ振り）から，産総研全体で考えるもの（開催日数の延長）まで様々ですが，まずは，わずかの努力で進められるところから関係者とコンタクトを取りつつ改善に取り組みたいと思います。

問) その他，気付いた事がありましたら，教えてください。

- ・今度Netでも見てみようと思います（小3の母親）
- ・きびしい時代ですが，がんばって公開を続けてください（2歳・小4の父親）

住田コメント：これまでの産総研一般公開の様子は，産総研のホームページのhttp://www.aist.go.jp/db_j/list/1_event_old_event_main.htmlにおいて，ページ下側の検索キーワードに「一般公開」と入力して検索することで簡単

にアクセスできます。しかしながら、どのような情報を期待されているのか気になるところです。デフレ不況が長引く社会情勢下で、応援のメッセージは、非常にありがたいと思います。

番外編：地質分野以外のブースに向けられた意見の紹介

- ・紫外線ビーズのストラップの整理券をもっと増やしてほしいです（1000人くらい）。スライムを作りたい！（小5・女子）
- ・ビーズがやりたかったのに、10時前でも整理券がなかったです（小3の母親）
- ・昨年のソリトンが良かった（小5の父親）

住田コメント：地質分野以外のブースに関する意見もいただきました。2011年の一般公開では、例年人気のサイエンス実験ショーが行われず、工作コーナー「紫外線ビーズストラップ」に人気が集中したようです。「ソリトン・キャッチャー」および「科学の不思議（スライムを使った電池作り）」は、いずれも長年にわたる人気のブースでしたが、残念ながら今年はともにありませんでした。

3. 展示実施者向けアンケート

2012年1月11日～20日にかけて、企画実行の有志向けにアンケートを行いました。アンケートでは、企画実行の負担と得られる利益に関すること、および、今後のジオドクトルの方向性について率直に聞いてみました。回答総数は9名で、把握している有志メンバー数の3割以下の回収のため、サイレントマジョリティーの存在が気になりますが、アンケート回答を通して有志メンバーの思いを紹介します。

企画実行の有志（ブース展示者）へのアンケート（総数9名）

問) ジオドクトル参加ブースの負担について教えてください。

問-a) フィールドノート作成の負担の程度はどうでしたか？（作成担当者のみへの質問）

- | | |
|-----------|----|
| 1. 重かった | 0名 |
| 2. やや重かった | 1名 |
| 3. 適度 | 3名 |

- | | |
|---------|----|
| 4. やや軽い | 0名 |
| 5. 軽い | 2名 |

問-b) 当日のブースにおいて、ジオドクトルに参加しなかった場合を想定すると、参加することによる負担（フィールドノートの配布など）は、どうでしたか？

- | | |
|-----------|----|
| 1. 重かった | 0名 |
| 2. やや重かった | 0名 |
| 3. 適度 | 3名 |
| 4. やや軽い | 2名 |
| 5. 軽い | 4名 |

問-c) ジオドクトルに参加することに伴う負担について何かご意見があれば、教えてください。（自由記載より抜粋）

- ・ブース出展のロードに比べればさほど負担感はない
- ・一度こつを覚えると、次からはさほど負担にはならない
- ・本来業務外のことをやっているのでは何かの負荷がかかるのは当然のこと
- ・来場者に分かりやすい資料を作成する動機になるためジオドクトルに参加してよかったと思う
- ・特に興味のなさそうな中高生等にフィールドノートを渡すのが、難しい。お互いに「構え」してしまう？

問) ジオドクトル参加者およびその保護者からいただいたアンケートの回答を見ての感想を教えてください。

問-a) アンケートの回答は、今後の展示内容の改善に役立ちますか？

- | | |
|--------------|----|
| 1. 役立つ | 1名 |
| 2. やや役立つ | 3名 |
| 3. どちらとも言えない | 4名 |
| 4. あまり役立たない | 1名 |
| 5. 役立たない | 0名 |

問-b) アンケートの回答は、今後の励みになっていますか？

- | | |
|----------|----|
| 1. 励みになる | 5名 |
|----------|----|

- 2. やや励みになる 2名
- 3. どちらとも言えない 2名
- 4. あまり励みにならない 0名
- 5. 励みにならない 0名

ンスになるから

- ・子供がノートを集めるのにやる気を出していたように見えたから
- ・展示側にとっては分かりやすい資料の作成動機となり、来場者にとってはいいお土産となる。両者にとって益があるため続ける意義があると思う

問-c) アンケートの設問や、やり方について何かご意見があれば、教えてください。（自由記載）

問-d) その他アンケートに関して何かご意見があれば、教えてください。（自由記載）

問-b) 今後の一般公開でジオドクトル企画があれば、再び参加しますか？

問-c), d) の設問の回答より抜粋

- ・今興味のある分野や展示を聞きたい（次の新しい展示の参考になる）
- ・各展示個別に意見を書いてもらうようにしてはいいかでしょう。
- ・限られた時間で回答していただくには今の形式が善いと思います。
- ・もう少し本音を聞き出したい気もするが、なかなか難しいですね。
- ・フィールド・ノートに〇〇〇研究へのメッセージ・カードを勝手に入れ込んだが、研究に対して肯定的な反応が多かったので研究者集団としてはほっと胸をなでおろす結果となった。（コメントの一部抜き出し）

- 1. 参加したい 4名
- 2. どちらかと言えば参加したい 3名
- 3. どちらとも言えない 2名
- 4. どちらかと言えば参加したくない 0名
- 5. 参加したくない 0名

問-b) の理由（自由記載）より抜粋

- ・やりっぱなしでは、やっている方も面白くない。反応も見てみたいから。
- ・前提である「研究者集団としての出展」について、関係者の合意が現段階で得られていない。個人的には、できることがあれば協力したい
- ・続けることと、同じ事を繰り返すことの意味づけを自分の中で整理できていない。新ネタがあれば参加するが、同じネタを繰り返す意欲は今は無い
- ・次回の展示担当になるかどうかわからないため、後任に義務として引き継ぐつもりはないのでこういう回答としています。

問) ジオドクトルの今後について

問-a) 今後もジオドクトル企画は続けるべきだと思いますか？

- 1. 続けるべき 5名
- 2. どちらかと言えば続けるべき 3名
- 3. どちらとも言えない 1名
- 4. どちらかと言えばやめるべき 0名
- 5. やめるべき 0名

問-c) 地質分野有志の企画としてジオドクトルをやってきましたが、今後もこの方向を維持すべきですか？

- 1. 現状通り地質分野有志の企画で良い 5名
- 2. 地質調査総合センターまたは地質標本館がとりしきる企画にすべき 0名
- 3. 産総研広報部がとりしきる企画にすべき 0名
- 4. 特にこだわらない 4名
- 5. その他・自由記載 1名

問-a) の理由（自由記載）より抜粋

- ・子供達の関心を高められるので
- ・スタンプラリーのように複数の展示を体験してもらえるので
- ・地味なサイエンス・コーナー出展でも、工夫次第でたんなる解説より一層深い成果普及を行う良いチャ

- ・「ジオ」である以上、地質分野でしょう（×広報部、ということ）。有志の方の負担が重いならば、続けられなくてもやむを得ないのではないのでしょうか

問-d) ジオ ドクトルコースでは、各ブースでの説明に合わせてフィールドノートを配っていただき、フィールドノートを所定枚数集めアンケートに答えるとジオ ドクトル証明書をもたらえるルールになっていますが、このやり方に何か改善案があれば、教えてください。（自由記載）より抜粋。

- ・なにか証明書以外に、ちょっとした参加賞があるとよいかもしれません。例えばジオくんのピンバッジとかマグネットみたいなもの…。標本館でももらえないものだとおおよし。

問-e) ジオ ドクトルの今後のやり方について、その他ご意見がございましたら、教えてください。（自由記載）より抜粋。

- ・折角なので子供向けのウェブページ作成に反映させるなどしては如何でしょうか。来場者だけでなく全国の子供たちに宣伝できます。地震調査研究推進本部のキッズページのGSJ版をイメージしています。http://www.jishin.go.jp/kids/index2.html

その他

- ・GSJの研究者として、ユニットの垣根を越えて連携することは意義があると思います。
- ・GSJの皆さんが元気になる企画であれば賛成しますし、今後も協力いたします。

住田コメント：アンケートからは、小さな負担もしくは肯定的な負担のもとで、ジオ ドクトルコースが実行されたことが分かります。また、改善の意見や励みに関しても、肯定的な意見が多く、企画有志とジオ ドクトルコースに参加して下さった市民の方々が、Win-Winの関係を築くことができたことが分かります。自分の担当ブースの直接の評価を必ずしも聞けるわけではないため、不安・不満が見られるので、何らかの対処法を考えたいところです。

今後に関しては、継続に肯定的な意見が多く占める一方で、地質分野有志の企画という枠組みについて、「現状維持」と「こだわらない」が半々程度になりました。個々のブースの時々々の事情に応じて対応できる柔軟な仕組みの方が、公式行事性を高めた義務的な企画より、新規のブース立ち上げに向けての敷居が低いでしょうし、ジオ ドクトルブースに参加することで本来のブース展示がおろそかになるような本末転倒な事も防げると思われます。一方で、

公式行事性を高めた方が、企画が永続的に運営しやすいことも容易に想像できます。声かけ担当の私の負担を含めて、個々の負担を増やさず、企画の遂行力を高める工夫をそろそろ考える時期かと個人的には感じています。

その他であげられた2つの意見は、私も大切にしたい部分です。多くの地質調査総合センター職員が、それぞれのやり方を貫きつつ同じ志を持ち、今後もジオ ドクトル企画が継続されることを願ってやみません。

謝辞：一般公開に来ていただき「ジオ ドクトル 2011」に参加して下さった多くの市民の方々、および、企画と一緒に成し遂げた有志メンバーに心より感謝申し上げます。また、産総研広報部、地質調査情報センター、地質標本館および第七研究業務推進室の多くの方々にご協力をいただきました。地質情報研究部門の高橋美江さんには、アンケートの集計をしていただきました。どうもありがとうございました。

文 献

- 住田達哉・伊藤順一・名和一成・宮地良典・七山 太・高田 亮・伊藤 忍・吉川秀樹・大和田朗・佐藤卓見・福田和幸・中澤都子・今泉博之・今西和俊（2009）地質分野有志企画「ジオ ドクトル 2009」コース。GSJニュースレター，no. 59，6-6。
- 住田達哉・伊藤順一・名和一成・宮地良典・七山 太・高田 亮・伊藤 忍・吉川秀樹・大和田朗・佐藤卓見・福田和幸・中澤都子・今泉博之・今西和俊（2010）産総研一般公開，地質分野有志企画「ジオ ドクトル 2009」コース。地質ニュース，no. 671，8-12。
- 住田達哉・伏島祐一郎・古川竜太・森尻理恵・伊藤順一・小松原琢・七山 太・伊藤 忍・岡田真介・竹内圭史・及川輝樹・西岡芳晴・関 陽児・佐藤大介・尾崎正紀・山崎 徹・内野隆之・康 義英・奥山康子・船津貴弘・中尾信典・今西和俊・桑原保人・吉見雅行・竹原淳一・芝原暁彦・古谷美智明・兼子尚知・大和田朗・中澤 努・佐藤卓見・吉川秀樹・菅原義明・野田 篤（2011）2. 「ジオ ドクトル 2011」。GSJニュースレター，no. 84，2-3。

SUMITA Tatsuya(2012)"Geo-Doctor 2011"at AIST open house —results of questionnaire investigations—.

（受付：2012年2月29日）

2011年度産総研一般公開チャレンジコーナー “ジオトイと砂遊びから学ぶ大規模自然災害” 実施報告と今後の課題

吉川秀樹¹⁾・七山 太²⁾・目代邦康³⁾・重野聖之⁴⁾
新井翔太⁵⁾・矢口紗由莉⁵⁾・生見野々花⁵⁾・成田明子⁶⁾

1. はじめに

2011年7月23日(土)に開催された産総研一般公開において、我々のチームは“ジオトイと砂遊びから学ぶ大規模自然災害”と題したチャレンジコーナーへの出展を行った。このコーナーは小学生高学年を主な対象としており、陸上の「地すべり・土石流」および海底の「乱泥流」等の重力流(Bouma, 1962)、地震と津波等、地質学と自然災害の関わりを分かりやすく解説する水理実験と地学教育教材ジオトイの出展を第7事業所エントランス付近で出展し続けてきており、今年が3年目となる。我々は過去2年間の実績と経験(吉川ほか, 2010)を活かし、更なる改良を加え今回の一般公開に臨んだ。なお、我々のコーナーもジオドクトル2011に参加し、地質分野の一体感を持たせるために隣接するブースの内容と重複しないように、準備段階から調整を行った(第1図)。

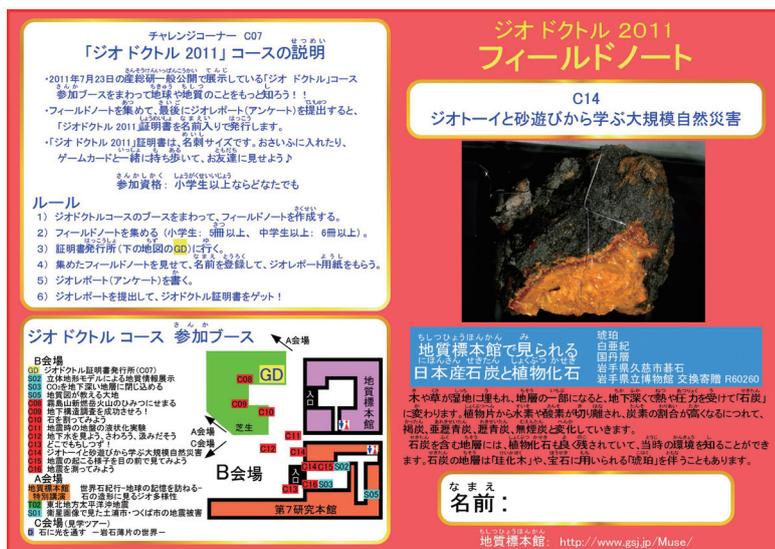
特にリーダーの吉川はこの企画のために3ヶ月前から入念な準備を行い、さらに今年的一般公開のために、新たな津波実験装置を考案・作成し、会場で披露した。本稿では開発された実験装置や当日の会場の様子を報告したい。

2. 4種類の実験

今回の産総研一般公開のために、我々が用意した4種類の実験の内容と改良点について、以下に記載する。

(1)ジオトイシリーズ“タービダイトパッド”と“タービダイトステッキ”

ジオトイシリーズ“タービダイトパッド”と“タービダイトステッキ”は地層の形成過程や液状化現象をビジュアルに表現できる教材として考案された。これらについては3年前に発表してから毎年改良を加えてきた。今年度



第1図 “ジオドクトル2011”を企画した地質情報研究部門の住田達哉氏から支給されたフィールドノートの原図。ジオドクトル参加ブースの地図も示されており、たいへんわかりやすい構図となっている。

1) 産総研 IBECセンター
2) 産総研 地質情報研究部門
3) 産総研 客員研究員 / (財) 自然保護助成基金
4) 産総研 技術研修員/茨城大学大学院理工学研究科/明治コンサルタント(株)本店
5) 茨城大学教育学部
6) 東京学芸大学教育学部

キーワード: 産総研一般公開, チャレンジコーナー, 津波, 重力流, 自然災害, 水理実験, 実施報告



第2図 吉川秀樹(写真左)が今回発表したジオトイシリーズ“4連タービダイトステッキ”。
4管の異なる粒子組成のタービダイトステッキを同時に回転させることで、粒径の違いによる乱泥流の流れ方や流下速度の違いが生じることを示すことができる。



第3図 定番の地すべり発生実験。
平素コンサルタント業務で斜面崩壊や地すべりに携わる重野聖之(写真右)の話は妙に説得力があり、大人も子供も喜んで聞き入っていた。



第4図 目代邦康(写真左)の山体崩壊実験準備。
子供のリピーターが多く、それぞれの実験を30~60分間隔で繰り返し実施するため、休憩時間をとることも困難なほど盛況であった。

の改良点を以下に詳しく記すと、微小なガラスビーズを比較的多めに入れ、重力流を発生しやすくなるように工夫した。この装置は手軽にいろいろな堆積構造が作れるので、来場した大人にも子供にも大変好評であった。

今年度は、アクリル容器に封入する粒子について再検討を行い、これまでの微小、白色のガラスビーズに加え美術装飾用のラメ粉を適量入れることによって、浮遊粒子の挙動がさらに見やすくなるようにした。この改良によって、ラメ粉のひらひらキラキラした輝きが“トイ”としてのオモチャ感覚を高める効果ももたらした。さらに、掃流粒子の挙動を強調するために細粒な砂鉄を適量加えた。これによってラミナの見栄えをよくすることができた。タービダイトパッドの四隅には、去年の経験を踏まえ、子供の手を傷つけないこととアクリル容器を衝撃から保護する目的で、市販のゴム製の緩衝材を添付した。

タービダイトステッキについては、異なる粒子組成の管を4列並べて同時に回転させる新しいジオトイを開発した。“4連タービダイトステッキ”と命名されたこのジオトイによって、同じ傾斜角であっても粒径の違いで、乱泥流の流れ方や流下速度の違いが生じることを示すことに成功した(第2図)。

(2) 地すべり発生実験

長さ1m、幅30cmの木板に縁枠を付け、これに人工地盤を20度傾斜させて設置し地すべりを発生させる実験装置を作成した。人工地盤には若干湿り気を与えた砂を台地上に盛り、その上におもちゃの家、木と人形を載せ、リアリティーを再現した。アクリル板ではなく木板にしたのは、地すべり地形を再現するために、実際の地すべり面で発生する摩擦力・粘着力に相当する粗度が必要であることが過去の経験で分かったからである。砂の台地に子供たちが霧吹きで多量の雨を降らせ、人工的に地すべりを発生させた(第3図)。この実験では、斜面の粗度、傾斜角と水分量によって地すべりの形態が大きく変化するので、事前に上手く地すべり面や地すべり地形が生じるように、実験条件を設定しておいた。特に砂の含水量は微妙な調整が必要で、水が多ければ自重によって自然崩壊し、足りなければ流動までに時間を要した。

これに加え、今年は目代が元筑波大学の池田宏先生直伝の円筒状砂体の山体崩壊実験を即興で行った(第4図)。崩壊のできる山体の傾斜角がなぜ同じになるのか、参加した子供からも沢山の質問が来た。この実験中に泥水が周りの子供に飛び散るアクシデントが起こったが、サイエンス

コミュニケーターとして培った巧妙な話も相まって、産総研内外の専門家からも高い評価を頂くことができた。

(3) 大型水槽での重力流発生実験

長さ 120 cm の実験水槽に水を張り、半割したアクリルパイプを斜め 20 度で水中に挿入して海底谷に見立て、そこに流水によって土砂を水中に流し込み、重力流を多数発生させて海底扇状地 (Walker, 1967) を再現した (第 5 図)。今年は流し込む試料を改良し、砂と礫の粒径差を大きくし、これに砂鉄を加えた。さらに事前にアクリル板を水槽底に沈めておき、乱泥流発生実験後、できたての堆積物を水中から取り出して、直接手で触ってもらって粒度の違いを体感できるように工夫した。

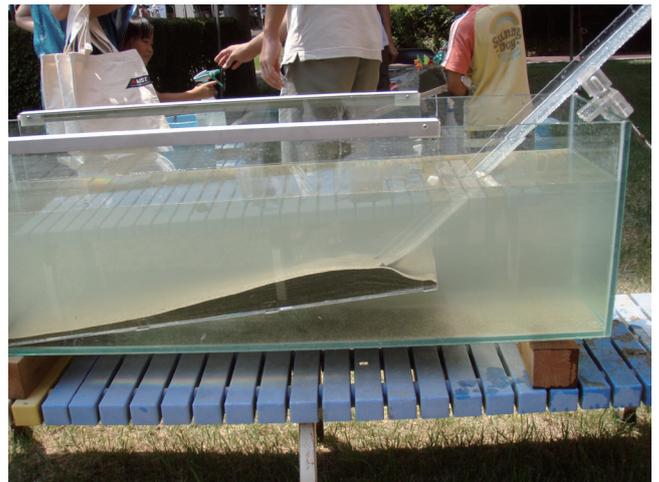
(4) 組み立て式津波実験装置による津波発生実験

今年度の一般公開のために吉川が特に力を入れて準備した津波実験も今回お披露目となった。一般に津波特有の長周期の波を見せるためには、長さ 5 m 程度の長い水槽が必要である。これをガラスやプラスチックを加工して作成すると経費と手間がかかり、水槽の移動も大がかりとなり容易ではない。そこで我々は農業用のビニールシートを使用し、塩ビ板で作った組み立て式の枠 (長さ 4.5 m、高さ 30 cm、幅 30 cm) 内を覆うように敷設して簡易水槽を作成し、そこに水を溜めることを発案した。そしてシートの一方の端を地震による海底面の隆起に見立てて引っ張り上げて、押し上げられた水が伝播し、他方の水槽の斜面を駆け上がりスプラッシュするように予め設定することによって津波遡上の臨場感を高めることに成功した (第 6 図)。

この実験は特に小学生低学年以下の子供にはすこぶる評判がよく、順番待ちのため、地震を起こす班 4～5 人と津波遡上を観察する班 4～5 人を交代でやって頂くことがしばしばあった。

3. 今回の自己評価と今後の課題

一般公開当日、我々は室内ブースと野外実験の 2 班に分かれて実験を実施した。吉川は室内ブースでジオトイの解説を行った。野外で行った津波、地すべり・土石流、および乱泥流発生実験については目代、重野、新井、矢口、生見、成田が担当した。特に、低年齢層の見学者が「お砂場」感覚で参加し、長時間の滞在者、その日のうちに 2 度 3 度と繰り返し訪れるリピーターや 3 年連続の顔なじみのリピーターまで現れ、小学生には好評であったと我々



第5図 大型水槽での重力流発生実験。

海底谷に見立てた樋に水と一緒に土砂を水槽に流入させると、樋の末端から水槽底を這うような水中重力流が発生する。水槽底には舌状の海底扇状地地形が観察され、この時できた堆積物を水中から取り出して直接触ることができる。



第6図 津波発生実験の様子。

新井翔太 (写真左) と矢口紗由莉 (写真右下) の合図にあわせて海底面を隆起させ津波を発生させる子供達。地震発生後、津波が海岸を襲うメカニズムをシンプルに示す水槽実験なので、子供にも大人にも評判がよかった。

は考えている。また、今年度は、室内ブースと野外の実験会場の間に距離がなく、学生諸氏の献身的なボランティアにより、両者の連携は昨年以上に上手くいったように感じられた。

吉川は今回の出展中も産総研内や地学教育関係者から多くの励ましや建設的なコメントを頂いた。ジオトリーも野外実験装置も更なる改良の余地があるので、今後も産総研一般公開や地質情報展等の機会を通じて改良型を出展して完成度を高めていきたい。

茨城県は2011年3月11日の地震津波の被災地となった。このことは、決して忘れることはできないし、今後もこの教訓を生かしていかなければならない。我々はジオトリーや今回作成した組み立て式津波実験装置も含めた実験装置を茨城県内の小学校などに無償で貸し出し理科教育の現場の先生たちに活用して頂くことを現在企画している。特に夏期の水泳実習の際に、プールサイドでこの実験装置を使った津波防災教育をあわせて行うことをアイデアとして持っている。

謝辞：ジオ ドクトル2011を企画・運営された関係者の皆様には、今年度もたいへんお世話になった。来年度以降もジオ ドクトルの企画を通じて、他のGSJ職員と共に連携していけることを心から願っている。茨城大学教育学部の牧野泰彦名誉教授ならびに伊藤 孝教授には、地域に根ざした地学教育の重要性について平素からご教示頂いている。元筑波大学の池田 宏先生には、我々の水理実験やジオ

トリーの改善点について多数のアドバイスを頂いている。大型水槽での重力流発生実験については、今回は所用で不参加であったが野田 篤氏のアイデアによるところが大きい。以上の方々に、著者一同から深謝申し上げたい。

文 献

- Bouma, A. H. (1962) *Sedimentology of some flysch deposits: a graphic approach to facies interpretation*. Elsevier, Amsterdam, 168p.
- Walker, R. G. (1967) Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. *Jour. Sed. Petrology*, **37**, 25-43.
- 吉川秀樹・野田 篤・七山 太 (2010) 産総研一般公開チャレンジコーナーC13「重力流による自然災害を実験で考えてみよう！」実施報告。地質ニュース, no. 671, 30-33.

YOSHIKAWA Hideki, NANAYAMA Futoshi, MOKUDAI Kuniyasu, SHIGENO Kiyoyuki, ARAI Shota, YAGUCHI Sayuri, NUKUMI Yayaka and NARITA Akiko (2012) Implementation report and future issues about our challenge corner as "Large-scale natural disasters to learn from using sandpit experiments and GEOTOYS" in AIST Open House 2011.

(受付：2012年2月17日)

CO₂ 地中貯留：「ジオ ドクトル」 企画での研究紹介

奥山康子¹⁾・船津貴弘¹⁾・中尾信典¹⁾

1. ジオ ドクトル企画を決めるまで

地圏資源環境研究部門では、慣例で、毎年の産総研一般公開に研究グループが輪番で出展しています。2011年の一般公開では、CO₂ 地中貯留研究グループが出展担当となりました。関係者の話し合いで、「サイエンス・コーナー」に出展することと、パネル展示に加えCO₂ 地中貯留で地下に圧入したCO₂の動きを監視する「弾性波(人工地震波)モニタリング」の模擬実験を披露しようということで、展示内容が決まりました。そこに来たのが、地質分野全体の企画である「ジオ ドクトル」参加募集の案内。ウチは地味なサイエンス・コーナー出展ということで、多少の不安もあったのですが、ここは前向きにと手を挙げてみました。

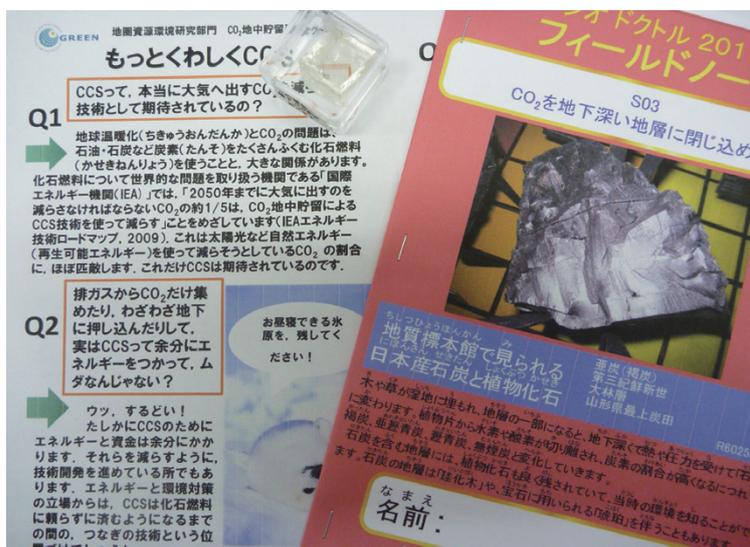
雰囲気が変わったのは、ジオ ドクトルの必須アイテム「フィールド・ノート」の表紙写真が、「石炭」であると分かってからでした(第1図)。石炭—これあってこそそのCO₂ 地中貯留だからなのです。地球温暖化抑制のため大気中CO₂ 濃度がこのまま増加しないよう対策を講じることで、抑制策として省エネの取り組みやエネルギーの脱炭素化が必要な

ことは今や常識ですが、それでも21世紀半ばまでは石炭をはじめとする炭素エネルギーに多くの部分を頼らざるを得ないのも、現実的な見通しです(IEA, 2009)。現実的シナリオのもとで大気へのCO₂ 排出を抑える即効策が、「CO₂ 分離・回収と貯蔵(CCS: Carbon dioxide Capture and Storage)」であり、貯蔵部分「S」としてもっとも期待されている方策がCO₂ 地中貯留なのです。

このようにCO₂ 地中貯留は、地質以外の要素技術のウェイトも大きなCCS技術体系の一部(末端に位置する一部)であり、地球温暖化対策の中での位置付けや意義を理解してもらうためには、本来は前段にボリュームある説明がほしいところです。一般公開の出展内容は弾性波モニタリングと決めましたが、CO₂ 地中貯留自体の解説にジオ ドクトル企画が生かせないかと考え、関係者で内容を検討しました。

2. CO₂地中貯留グループのジオドクトル企画

その結果、フィールド・ノートの内容は、展示説明パネ



第1図 ジオ ドクトル企画「CO₂地中貯留」のフィールド・ノート。上の四角いケースが副賞の方解石標本。

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード：産総研一般公開、ジオ ドクトル、CO₂地中貯留、弾性波モニタリング、フィールド・ノート、方解石

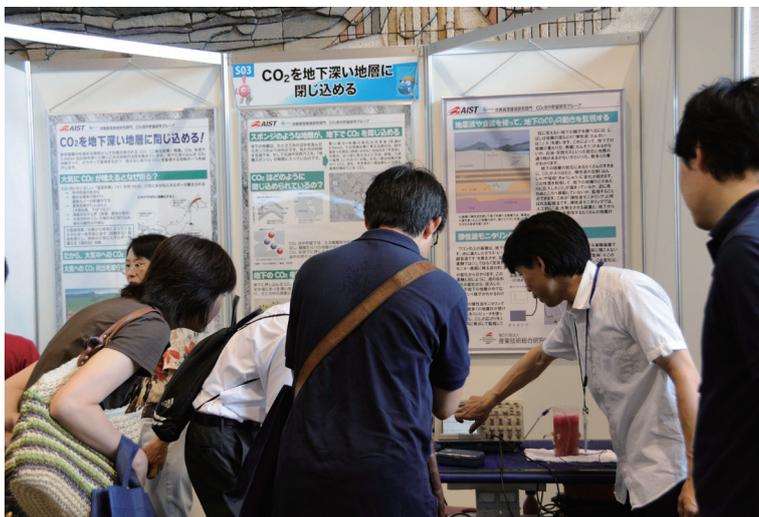


第2図 副賞の方解石標本。
ケースの底を通して、下のクロスした線が見え、さらに縦線が二重に見えるのがわかる（複屈折現象）。

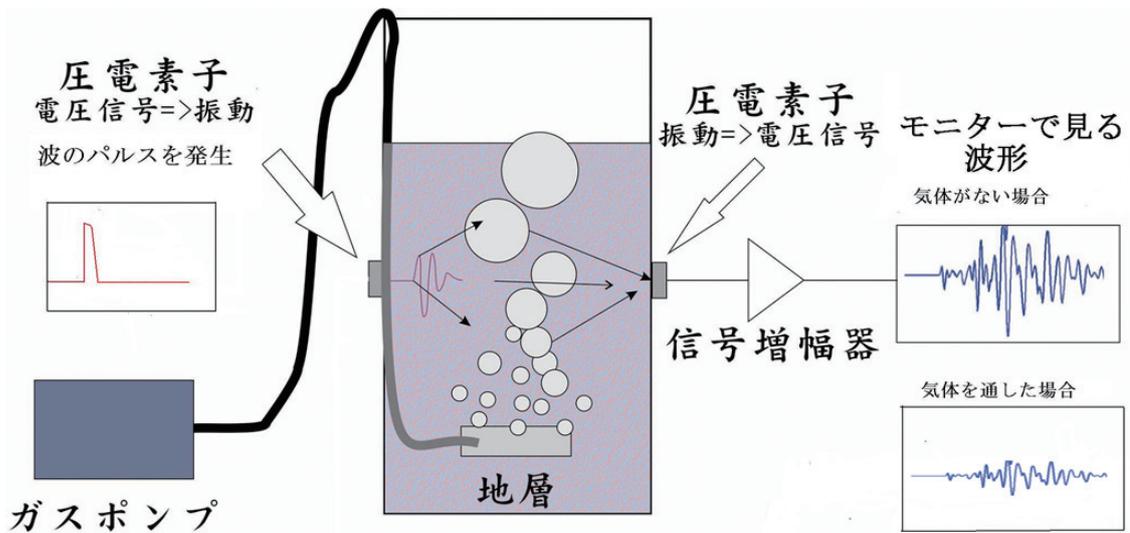
ルに盛り込めなかった事柄を Q&A 方式で解説する物と決めました。質問項目は、研究実務者として受けることの多い質問、すなわち、1) CO₂ 地中貯留を活用する CCS 技術は本当に期待されているのか、2) CCS は余分にエネルギーとコストをかけるにすぎないのではないか、3) 火力発電以外のエネルギー源に転換はできないのか、4) CCS は万能の CO₂ 対策か、5) 日本でも CO₂ 地中貯留は可能か、6) CO₂ 地中貯留で地盤等への影響はないのか、また、地下に圧入した CO₂ の長期的変化はいかなるものか、そして、7) 展示のような弾性波モニタリングで地下の CO₂ を監視した実例はあるか、という 7 点に絞りました。これら質問への回答は、要約すると、1) イエス、2) 質問の通りだが、使うエネルギーとコストを削減するために技術開発中、3)

当面、完全転換は困難、4) 家庭など小規模な排出源や自動車など移動する排出源には適用困難（よって、他の CO₂ 削減策も必要）、5) 粗い見積もりでは量的に可能であるが大規模実証試験等で確認中、6) 地盤等への影響はおそらく心配無く、圧入 CO₂ は長期的には岩石の一部に鉱物固定される、そして、7) 北海、スライプナー海域などで実施、というものです。

さらにジオドクトル企画主催者側と話し合っ、めでたくジオドクトルに認定された人に、副賞として方解石（炭酸カルシウム）の劈開片標本をプレゼントすることにしました。賞品は、ごく簡単な標本ラベルを貼ったプラスチック・ケースの底に、透明な方解石の小さな劈開片標本を両面テープで固定したものです（第2図）。方解石の



第3図 CO₂地中貯留研究グループの展示。
見学者がのぞきこんでいるのが、モニタリング実験装置。写真提供：地圏資源環境研究部門広報委員。



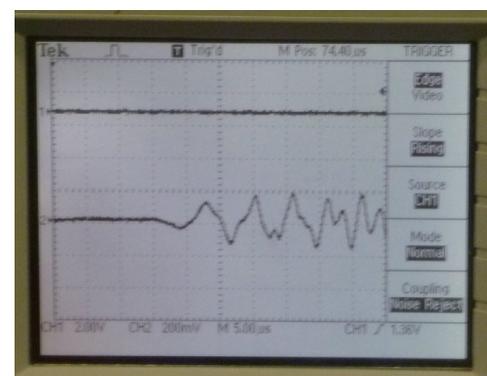
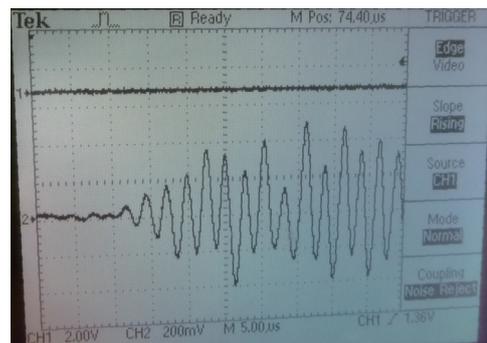
第4図 弾性波モニタリングの原理を示した模擬実験の説明図 (CO₂地中貯留研究グループ雷興林主任研究員の作図)。

透明度は極めて高く、ケースの底を通しても「複屈折で1本の線が二重に見える」のが分かります。方解石を選んだのは、質問6)への回答を補足するためでした。CO₂地中貯留で貯留層内の化学的・鉱物学的変化を追跡する地化学シミュレーションでは、地下に圧入したCO₂は最終的に方解石として岩石の一部に固定されると結論されます(たとえば、戸高ほか, 2009)。鉱物標本を通して、地中貯留されたCO₂がやがて岩石の一部となり、安定して貯留されることを説明しようとしたわけです。

サイエンス・コーナー展示は概して地味であり、一般公開でもパスしてしまう方々もおられます。ジオドクトル挑戦者たちは意欲ある人たちでしょうが、それでも全員がCO₂地中貯留のコーナーに来てくれる保証はありません。副賞の方解石は私たちのコーナーで渡すよう、主催者側に配慮していただきましたので、ここでもう一度展示を解説しようということにもなりました。

3. 一般公開が始まって

サイエンス・コーナー「CO₂地中貯留」の展示ブースには、「なぜ地球温暖化対策に地下の研究が必要か」解説するパネル2枚と、地下のCO₂を監視する各種モニタリング手法のあらましを紹介する1枚のパネルを置きました。また展示ブースには、弾性波モニタリングの原理を実際に目にしてもらうために、CO₂貯留層と震源そして受信装置



第5図 容器に空気を圧入する前(上段)と後(下段)での、容器を通じた弾性波の変化。振幅が小さくなり、波の減衰がはっきりわかる。時間軸(横軸)に注意すると、伝わる速度も低下していることが分かる。

を模した簡単な実験装置を乗せたワゴンを置きました（第3図）。この装置はガラスビーズと水を入れた容器とその外側に貼った圧電素子、容器に空気を送り込むポンプ、そして圧電素子が受けた信号を受け取るオシロスコープから構成されています。容器が地層水に満たされた貯留層、ポンプで空気を送り込むことがCO₂圧入をモデル化するわけです（原理を第4図に示します）。このセットを使ってブース見学の方々に、空気を送り込むとその前に比べて弾性波の伝搬速度が下がることと、波が減衰する様子を、オシロスコープ画面上で見ただけというわけでした。

実際に展示が始まってからは、弾性波の伝わり方の変化がはっきり分かるよう、オシロスコープの表示条件を設定することに結構苦しみました。それでも物理系メンバーのがんばりで、なんとか調整することができました。空気を吹き込む前（つまり、CO₂圧入前）と吹き込んでいる最中（圧入中）の波形の変化を、第5図をご覧ください。

苦勞の甲斐あって模擬実験は見学に訪れる子供たちにも好評で、実験時には大勢が装置を載せたワゴンを取り囲みました（第3図）。展示内容の説明でも、中学生以上の年齢層にはかなりの確にこちらの伝えたいことが伝わったような手応えを感じました。付き添いの大人の方々の方が展示内容に強い関心を抱いたように見受けられるのは、サイエンス・コーナーではよくあることかもしれませんが、私たちにとっては出展までの苦勞が報いられたようで心強く思われました。

4. 賞品を差し上げて

お昼近くになると、めでたく「ジオドクトル」に認定された子供たちが三々五々、副賞を受け取りにやってきました。予想通り、ドクトルさんたちは必ずしもCO₂地中貯留の展示を見ていったわけではありませんでした。そこ

で副賞の方解石の説明に加え、改めてブースのパネルを見直してもらいます。そのうえで、私たちのフィールド・ノートに挟んだメッセージカードを書いてもらいました。

うれしいことに、メッセージの多くは「地層の力で温暖化を防げるなんて、すごい!」、「モニタリングの中身がよく分かって面白かった」というものでした。私たちにとって興味深かったのは、ジオドクトル認定者が62人であるのに対し、81部用意したフィールド・ノートが79部出たことです。両者の差17部は、展示の内容に興味を持った大人が参考資料としてお持ち帰りのようです。これはCCSの社会的認知を進めたい側として、大変勇気づけられる結果といえます。CO₂地中貯留研究者集団にとって今回の一般公開は、複雑な内容の技術をいかに社会に伝えるか考えるよい機会であったと同時に、一定の手ごたえを得ることもできた、たいへん有意義な経験であったと言えます。

文 献

- IEA (2009) *Technology roadmap : carbon capture and storage*. IEA, Wien, Austria, 52p.
- 戸高法文・奥山康子・赤坂千寿・佐々木宗建・當舍利行 (2009) 地化学・貯留層シミュレーションによる二酸化炭素の地化学トラッピングの検討:東京湾岸モデル. 岩石鉱物科学, **38**, 90-100.

OKUYAMA Yasuko, FUNATSU Takahiro and NAKAO Shinsuke (2012) Geological CO₂ storage: introduction of research through "Geo-Doctor 2011" event at the AIST open house.

(受付: 2012年1月11日)

新刊紹介

列島自然めぐり

日本の地形・地質 見てみたい大地の風景116

写真：北中康文 解説：斎藤 真 下司信夫 渡辺真人

文一総合出版

2012年3月出版

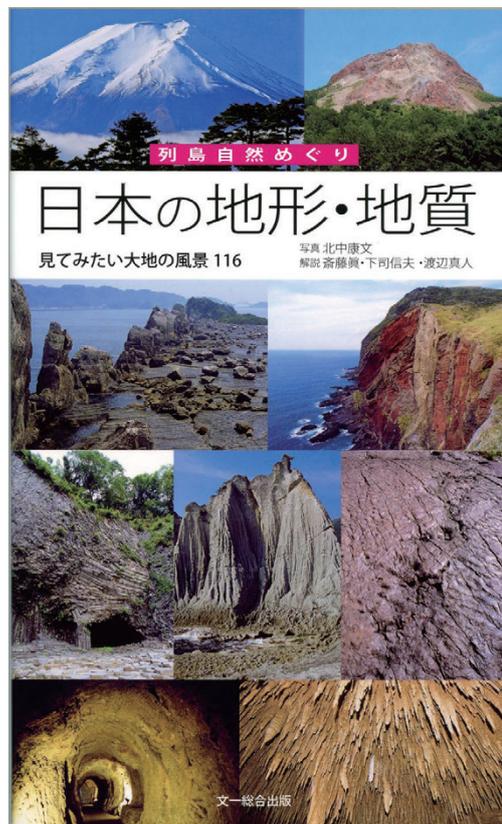
新書版 288 頁

ISBN：9784829988008

価格：2,200円＋税

私たちが住み暮らす日本列島の変化に富んだ豊かな地形を始めとする自然の風景は、長い地質学的時間の経過と活発な島弧変動のもたらしたジオ（地質・地形）多様性と密接な関係にあります。それらからなる大地は、時には恵みをもたらし、また禍を招く自然の営みの賜物です。それゆえにこそ地形・地質の調査研究に携わるものは、誰でもその成果を社会一般に広くわかりやすくかつ面白く伝える責務があります。例えば地質災害軽減に、またジオツーリズムによる地域振興を図るにあたってまずは日本のジオを知る必要があるからです。この点で近年、ジオパークの活動を始めさまざまなジオの普及啓発運動などが盛んになってきたことは好ましいことです。本書の出版もその一環とみなされる重要な意義を持っているといえるでしょう。

本書には日本列島の北から南までまんべんなくと選んでいい116箇所が選ばれています。世界・日本ジオパーク、世界遺産、天然記念物や地質百選など既存の選定地域を考慮しつつ最新の研究成果を踏まえて精選されたものです。著者達の狙いの一つは日本列島の地形・地質図鑑の編纂にあります。地質研究の専門家のみならず日本地質学会表彰を受けた写真家とのコラボレーションによる現地写真は実に魅力的でまた圧倒されるほどの分量が含まれています。反面解説はシンプルで、専門家が正確な記述を意図する余りジオになじみの薄い読者が食わず嫌いになってしまう弊害を上手に避けています。導入部分として簡略化された凡例を付した日本の地質図の上にサイトを記した目次地図は秀逸で、著者らの強みを生かしています。また一般の読者にわかりやすくするために、頁左端に記された色分けされたエリアを示すインデックスや、各色のアイコンで地質のキーワードなどを簡明に示した工夫のあとがうかがえます。さらに読者が旅行の際、現地に立ち寄りてみようという気を起した際に参考になる位置図や、アクセス方法



が付されているのも大いに親切で本書の価値を高めています。補遺も地史年表や岩石種などの基礎的な情報が盛り込まれています。ただ1つあえて注文をつければ用語解説です。断層・褶曲・(活)断層などの説明は狭い意味で著者らの専門外であるためか、他の部分（例えば「厚歯二枚貝」）に比してやや正確さに欠ける記述があるのは惜しまれます（頁数の制限のためもあるでしょう）。出版後の読者の反応なども見て、項目立て（例えば「海底火山 海底から噴火する火山」は不要と思います）も含めて再版の折にはさらなる改善を期待するところです。

最後に紹介しますと、地質学に造詣の深かった宮澤賢治が、百年近くも前のいわば進級論文で級友らと記した一節に「欧米には地質案内記の刊行せられたるもの多く、婦女子に至るまで之を携へて或は山岳を攀ち或は原野を彷徨するもの多しと聞き、其誠に故なきにあらざるを会得せり。」とあります。本書はまさにそれにふさわしい一書です。プロ・アマ問わず一見一読をお勧めする次第です。

（産総研 フェロー 加藤碩一）

露頭の風景 写真家の視点

斉藤 麻子

写真の岩は、「遠野物語拾遺」第11話によると、この岩の上に弁慶がさらに他の岩を乗せたところ、おれは位の高い石であるのに一生永代他の大石の下になるのは残念だと言って、一夜じゅう泣き明かしたことから、“泣き石”と呼ばれるようになったとあります。民話や言い伝えで語り継がれたり、ご神体として祀られている岩は全国各地に多くありますが、そのような岩に地質の解説が入ると情緒に欠けてしまいますでしょうか。実際のところどのように形成されてここに至ったのか地質的背景を知りたいと思うことがよくあります。物言わぬ岩に物語を作り、ある意味合いを持たせることによって後世に語り継ごうというの

は、先人の自然への畏敬の念からかもしれません。現代の私たち宛ての何かのメッセージのようでもあります。そしてそのような伝承に敬意を払いつつも、全く対称的な地質の話とも比べられ、その土地の成り立ちという角度からも岩を見ることができるのは、現代人に与えられた特権ではないでしょうか。物語では少し傲慢な人格を与えられてしまった“泣き石”ですが、特にそのような不名誉も意に介さず、山道を息を切らしながらやって来る参拝客や観光客を、もう何世代にも渡ってただただ眺め続けているようにも見えて、木洩れ日を静かに写し出していました。

地質屋の視点

及川 輝樹

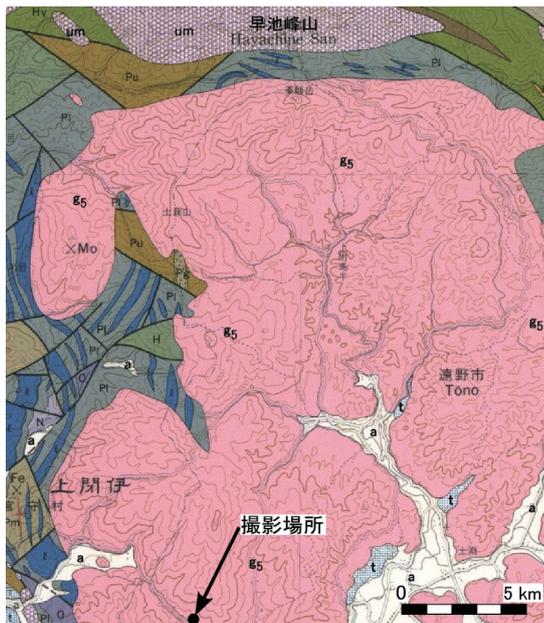
遠野市が位置する北上山地、特にその南部は、約4億4千万～2億5千万年前にかけて形成された古生代シルル紀からペルム紀の地層、日本の中では古い地層が広くみられることで有名です。その古い地層にマグマが貫入し、それがゆっくり冷え、多くの花崗岩類がつくられました。そのうち、およそ1億1千万年前の中生代前期白亜紀につくられた遠野複合深成岩体（遠野花崗岩）は、北上山地最大規模の花崗岩類です。地表に露出した面積は615 km²、南北37 km、東西22 kmにも及び、ほぼ東京23区と同

じ面積が花崗岩類で占められています。遠野花崗岩を含めた北上山地の花崗岩類は、まだ日本海が形成されていない、日本列島が大陸の縁辺部に位置していたころの火成活動によってつくられました。

写真の“泣き石”は、遠野花崗岩によってつくられており、周囲には巨礫が点在し、それらは同様に弁慶にまつわる昔話が伝えられています。花崗岩類には方状の四角い割れ目（節理）が入ることが多いようです。さらに、風化すると粗い砂のような姿に変わります。割れ目にそって風化し、砂になった部分が洗い出されると、芯の風化していない堅い部分のみが巨礫として残ります。そのため、花崗岩類が分布する地域には、周囲の河川では運ぶことが困難な大きさの巨礫が点在することがままあります。おそらく“泣き石”もそのようにしてつくられたのでしょう。

文献

- 広川 治・吉田 尚（1956）5万分の1地質図幅「大迫」及び同説明書。地質調査所，31p.
- 加藤碩一（2005）石の俗称 みちのく石便り（その5）. 地質ニュース，no. 606, 57-67.
- 御子柴（氏家）真澄・蟹澤聰史（1998）北上山地，遠野複合深成岩体の岩石化学的特徴。地球科学，62，183-201.
- 吉田 尚・大沢 穠・片田正人・中井順二（1984）20万分の1地質図幅「盛岡」。地質調査所，1 sheet.



20万分の1地質図「盛岡」(吉田ほか, 1984)の一部に加筆。g₅が遠野複合深成岩体(遠野花崗岩)。a, t, um以外は、古生代の地層。撮影地点は地質図の南端付近に位置する。

うしくサイエンスフェスタ2012出展報告－化石の粘土模型（クレイモデル）をつくろう－

吉田清香・利光誠一・兼子尚知（産総研 地質標本館），猪瀬弘瑛・奥脇 亮（筑波大学）

2012年2月4日（土）に「うしくサイエンスフェスタ2012」が茨城県牛久市中央生涯学習センターで開催されました。このイベントは、牛久市教育委員会と地域の関係機関が協力して開催する科学イベントで、今回で6回目の開催となりました。このイベントでは、19種類の科学実験や体験コーナーを集めた「サイエンス・ラボ」と、環境学習の報告と交流を行う「カップ大交流会」が同時に開催されています。地質標本館では、2007年以来毎年ブースを出展しています。この日は寒い日でしたが、親子連れを中心に1,000人ほどの入場者で賑わいました。今回の地質標本館のブースでは、筑波大学から2名の協力を得て、計5名でブース運営を行いました。

今回のイベントでは「化石の粘土模型（クレイモデル）をつくろう」を出展しました（写真1）。この企画は、2007～2009年の出展以来3年ぶりの出展となりました。この企画の特徴は、化石の雌型（実物の印象化石）に直

接樹脂粘土を押し付けて凸型の模型を作ることです（写真2）。化石は、ネパール・ヒマラヤ山脈の標高4,000 m位にある産地から採集されたジュラ紀後期のアンモナイトです。イベントには、牛久市を中心に周辺地域から多くの親子連れが訪れ、地質標本館のブースでは115名の体験者（ほとんどが小学生以下の子供）に対してアンモナイトのクレイモデル作りを指導しました。普段、化石を触ったことのない子供が多く、初めて間近で見るアンモナイトに目を輝かせ、さらに化石を直に触って作業することから、皆さん大いに関心を持って臨まれたようです。クレイモデル作りの作業をする前に、アンモナイトの説明をし、現在標高が4,000mもあるヒマラヤ山脈中腹でどうして海に棲む生物であるアンモナイトの化石が出るのかについて考えてもらいました。そして、作業で作製したクレイモデルを実物の凸型のアンモナイトと見比べてもらおうと、そのでき映えに満足の様子でした。最後に、自作のクレイモデルを記念に



写真1 開始前にテーブル上に揃えたクレイモデル作製の道具類一式。化石説明や模型作製の方法を記したリーフレット、化石（アンモナイト）、クレイモデル（模型）の見本、持ち帰るための透明プラスチックケース（フードパック）やビニール袋、ラベル、鉛筆等。さらに適度に切り揃えた樹脂粘土を準備して作業の開始となります。

持ち帰ってもらい、添付したラベルの写真を見ながら自宅で色づけをしていただくよう勧めました。自作のクレイモデルが色づけで本物らしくなるコツを伝授すると、皆さん喜んでいただけたようです。サイエンス・ラボは午後の3時間だけでしたが、参加者は列を作ることもなく、かつ絶

え間なく訪れていただけましたので、皆さんに満足して取り組んでいただけたのではないかと思います。地質標本館では、今後もこのようなイベントを通して、子供たちに地球科学に対する関心を高めていただきたいと思います。



写真2 よくこねた白い樹脂粘土を団子にして、化石の雌型にあてて模型作りをしているところ。実物の化石に直に触ることができるため、参加者は興味津々で取り組んでいます。

【スケジュール】

7月18日～9月30日	地質標本館 夏の特別展 「ミクロな化石で地球を探る—微化石と地質調査—」 (産総研, つくば市)
7月21日	産総研つくばセンター一般公開(産総研, つくば市) 地質標本館特別講演会「ジオパークへ行こう！」 普及講演会「放散虫が紡ぐ日本列島の物語」
7月28日～8月1日	International Symposium on Zeolites and MicroPorous Crystals (ZMPC2012) (アステールプラザ, 広島市)
8月3日	地質標本館夏休みイベント 「石をみがいてみよう!!」(産総研, つくば市)
8月4～6日	日本地学教育学会第66回全国大会
8月5～10日	第34回万国地質学会議 (IGC, オーストラリア・ブリスベン)
8月13～17日	AOGS - AGU (WPGM) Joint Assembly Resorts World Convention Centre (Singapore)
8月20～22日	日本第四紀学会2012年大会 (立正大学, 熊谷市)
8月20～24日	第48回熱測定討論会およびThe 15th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry (近畿大学, 東大阪市)
8月21～23日	日本進化学会 第14回 東京大会 (首都大学東京, 八王子市)
8月22～23日	第30回有機地球化学シンポジウム (東北大学, 仙台市)
8月24日	地質標本館化石クリーニング教室 (産総研, つくば市)
8月25日	地球何でも相談日 (産総研, つくば市)

◆ 編集後記 ◆

今号の表紙写真は、斉藤麻子さん撮影の岩手県遠野市にある花崗岩の巨石です。本号が皆さんに届いているころは、梅雨明けの暑い日々が続いていると思いますが、東北の爽やかな夏に思いを馳せていただければと思います。

さて今月は、口絵3編、記事4編、新刊紹介とニュースレター1編ずつを皆様のもとにお届けします。口絵は、噴火から一年半近くたち噴火警戒レベルが下げられた霧島火山新燃岳の空撮写真、珍しい等粒状組織をもつ岩脈、それと本号の特集であるつくばセンターの一般公開で行われた「ジオ ドクトル」についてなどです。「ジオ ドクトル」は他の3編の記事により特集となっております。住田さんの記事は「ジオ ドクトル」の“学位”認定の際に提出していただいたアンケート結果についての報告です。一般公開にこられた、“ドクトル”達が楽しんだ様子が伺える報告です。その他、吉川さんほかのジオトイの紹介記事や、奥山さんほかのCO₂地中貯留の展示紹介記事などを通して、“ドクトル”達の楽しみのもとが伺えます。

特集の他、巻頭記事には西村さんの深海泥中のレアアース資源の紹介があります。ちょうどこの後記を書いている時、南鳥島近海でのレアアース開発計画の記事が新聞をにぎわしております。西村さんの記事は、その理解を助ける良い紹介です。その他、加藤さんの新刊「日本の地形・地質 見てみたい大地の風景」紹介、吉田さんほかの「うしくサイエンスフェスタ」でのブース出展の報告、表紙解説などもあります。お楽しみ下さい。

(7月号担当：及川輝樹)

GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 利光誠一
副委員長 金井 豊
委員 北川有一
杉原光彦
中嶋 健
七山 太
森尻理恵
牧本 博
渡辺真人
宮内 涉
デザイン
レイアウト 菅家亜希子

事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
地質標本館
TEL : 029-861-3754
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

<http://www.gsj.jp/publications/gcn/index.html>

GSJ 地質ニュース 第1巻 第7号
平成24年7月15日 発行

独立行政法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1
つくば中央第7

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

印刷所 前田印刷株式会社

© 2012 産総研 地質調査総合センター
<http://www.gsj.jp>

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor: Seiichi Toshimitsu
Deputy Chief Editor: Yutaka Kanai
Editors: Yuichi Kitagawa
Mituhiko Sugihara
Takeshi Nakajima
Futoshi Nanayama
Rie Morijiri
Hiroshi Makimoto
Mahito Watanabe
Wataru Miyauchi
Design &
Layout Akiko Kanke

Secretariat
National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geological Museum
Tel : +81-29-861-3754
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ Chishitsu News Vol.1 No.7
Jul 15, 2012

National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology
Geological Survey of Japan
AIST Tsukuba Central 7, 1-1, Higashi 1-chome
Tsukuba, Ibaraki 305-8567 Japan

All rights reserved

Maeda Printing Co., Ltd

© 2012 Geological Survey of Japan, AIST
<http://www.gsj.jp>

