

# GSJ 地質ニュース

GSJ CHISHITSU NEWS

～地球をよく知り、地球と共生する～

2015

5

Vol. 4 No.5



口絵

山口県美祢市産大理石石材「霞」にみられる石炭 - ペルム紀の造礁生物群  
中澤 努・藤川将之・上野勝美 129~130

アジアの鉱物資源図—Mineral Resources Map of Asia—  
神谷雅晴・大野哲二・寺岡易司・奥村公男・渡辺 寧 131~132

アジアの鉱物資源図—Mineral Resources Map of Asia—  
神谷雅晴・大野哲二・寺岡易司・奥村公男・渡辺 寧 133~137

地学教育教材 Emriver ジオモデルのご紹介と若干の水理学的考察 七山 太 138~141

地質で語る百名山 第3回 早池峰山 内野隆之 142~144

2014年(第50回) CCOP年次総会参加報告 原 淳子・内田利弘 145~152

日本地質学の軌跡6 井上禧之助と小川琢治：日露戦争下の地質調査 鈴木 理 153~157

● ニュースレター

2014年度第3 四半期(10月~12月)地質相談報告 下川浩一 158~159

CCOP-GSJ/AIST-DGR Groundwater Project Phase III Kick-Off Meeting 開催報告 内田洋平 159~160

表紙説明

2013年1月28日に機内から撮影された室戸半島と室戸ジオパーク

太平洋側上空から室戸半島を望む。左手奥に霞むのが高知平野。室戸半島の基盤は、複雑に変形した重力流堆積物からなる中新世の付加体である。室戸岬斑れい岩体は、約1400万年前にこの付加体中にシル状に貫入したとされる。一方、海岸では明瞭な完新世段丘が認められ、南海地震によって引き起こされた波食棚の累積変位を見ることができる。このように、室戸半島は、海洋プレートの沈み込みと南海トラフに沿って起こる巨大地震によって新しい大地が誕生する場にあり、2011年9月20日に室戸ジオパークは、ユネスコから世界ジオパークに認定された。(写真・文：七山 太<sup>1)</sup> 1) 産総研 地質情報研究部門)

Cover Page

Muroto Peninsula and Muroto Geopark taken from an airplane on January 28, 2013. (Photograph and caption by Futoshi Nanayama).

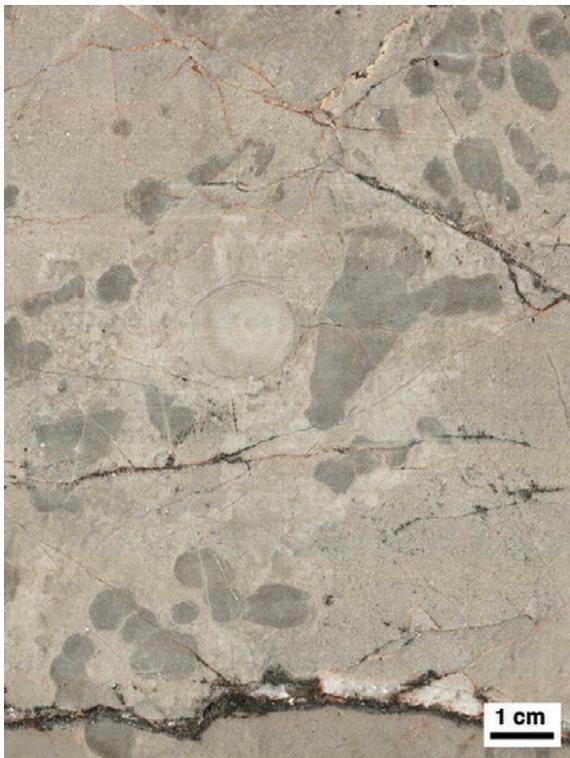
# 山口県美祢市産大理石石材「霞」にみられる 石炭-ペルム紀の造礁生物群

<中澤 努<sup>1)</sup>・藤川将之<sup>2)</sup>・上野勝美<sup>3)</sup>>

山口県美祢市に分布する秋吉石灰岩は、古生代石炭-ペルム紀に、超海洋パンサラッサの低緯度域の海洋島で形成された礁成の石灰岩である(佐野ほか, 2009)。秋吉石灰岩は、明治期より大理石石材の採掘が行われ、国内では最大規模の大理石石材産地として知られてきた。大理石石材には熱変成で再結晶化した石灰岩が利用されることが多いが、一部には変成を受けていない初生組織が残された石灰岩も利用される。「霞」と称される大理石石材は、秋吉台の西部(西の台)で採掘される、造礁生物化石を多く含む、熱変成を受けていない石灰岩である。美祢市の秋吉台国際芸術村の建物には「霞」がふんだんに使用されており、研磨された石材の表面には、石炭-ペルム紀の礁を造った生物や礁に棲む生物の化石がたいへん良く観察される。ここではその代表的な生物を紹介する。



第1図 建築家 磯崎 新氏が設計した秋吉台国際芸術村の建築物。壁や床全体に地元の大理石石材「霞」が使用されている。



第2図 四射サンゴとその周りを被覆する海綿(ケーターテス類)や微生物類。後期石炭紀(ペンシルバニアン亜紀)の代表的な造礁生物群。海綿などがサンゴを被覆することで、波浪に耐えられる強固な礁構造をつくることのできた。



第3図 石灰藻パレオアプリシナ (*Palaeoaplysina*)。最後期石炭紀から最前期ペルム紀によくみられる北方系の葉状石灰藻。この時代は Gondwana 大陸に発達した氷床の最盛期であり、低緯度域でも北方系生物群集の影響が認められた。

1) 産総研 地質情報研究部門  
2) 美祢市立秋吉台科学博物館  
3) 福岡大学理学部地球圏科学科

NAKAZAWA Tsutomu, FUJIKAWA Masayuki and UENO Katsumi (2015) Reef-building organisms in the building stone "Kasumi" obtained from the Carboniferous-Permian Akiyoshi Limestone, Mine, Yamaguchi Prefecture, SW Japan.



第4図 シアノバクテリアなどの微生物がつくる微生物岩 (microbialite) が礫として含まれる石灰岩。微生物類も礁をつくる生物として知られるが、気候期の転換時期 (氷室期→温室期) に相当する前期ペルム紀には、他の造礁生物が少なく、その一方で微生物岩が多産する。



第5図 フズリナ類 (大型有孔虫) とアンモノイド類。当時の礁の内側にはフズリナなどが集積し、しばしば砂浜をつくっていた。フズリナ類は進化が速く、重要な示準化石として知られる。写真の石灰岩には、中期ペルム紀を示すフズリナ *Parafusulina*, *Neoschwagerina* がみられる。



第6図 ウミユリを多く含む石灰岩。現在では深海に棲むウミユリも、石炭-ペルム紀には礁に多く生息していた。大量の遺骸片をつくり出すことから、浅海の堆積物供給者としても重要な役割を担っていた。写真のような半自生的な産状を示すものは、特に礁の前面に多くみられる。



第7図 海綿類を含む石灰岩。中期ペルム紀には小球状の石灰海綿類が造礁生物として繁栄した。石灰海綿類は暖かい海に棲む典型的な従属栄養生物であり、それらの繁栄は当時の富栄養化した温暖な海洋環境を推定させる。

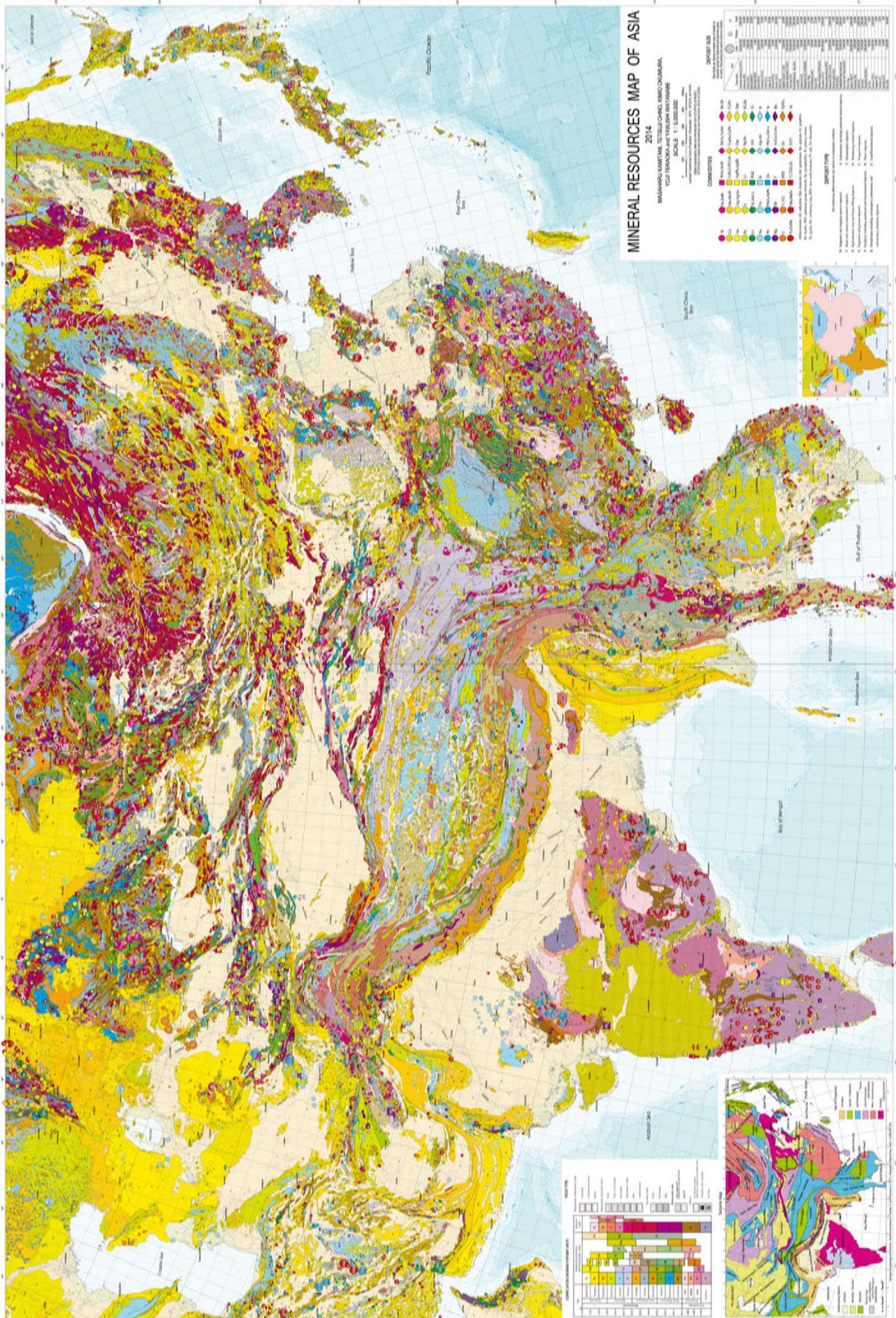
掲載した写真の石材の観察にあたっては秋吉台国際芸術村に便宜をはかっていただきました。記して感謝いたします。

<引用文献>

佐野弘好・秋山哲男・長井孝一・上野勝美・中澤 努・藤川将之 (2009) 秋吉石灰岩から読み取る石炭・ペルム紀の古環境変動—美祢市 (旧秋芳町) 秋吉台科学博物館創立 50 周年記念巡検—。地質学雑誌, 115, 補遺, 71-88.

# アジアの鉱物資源図—Mineral Resources Map of Asia—

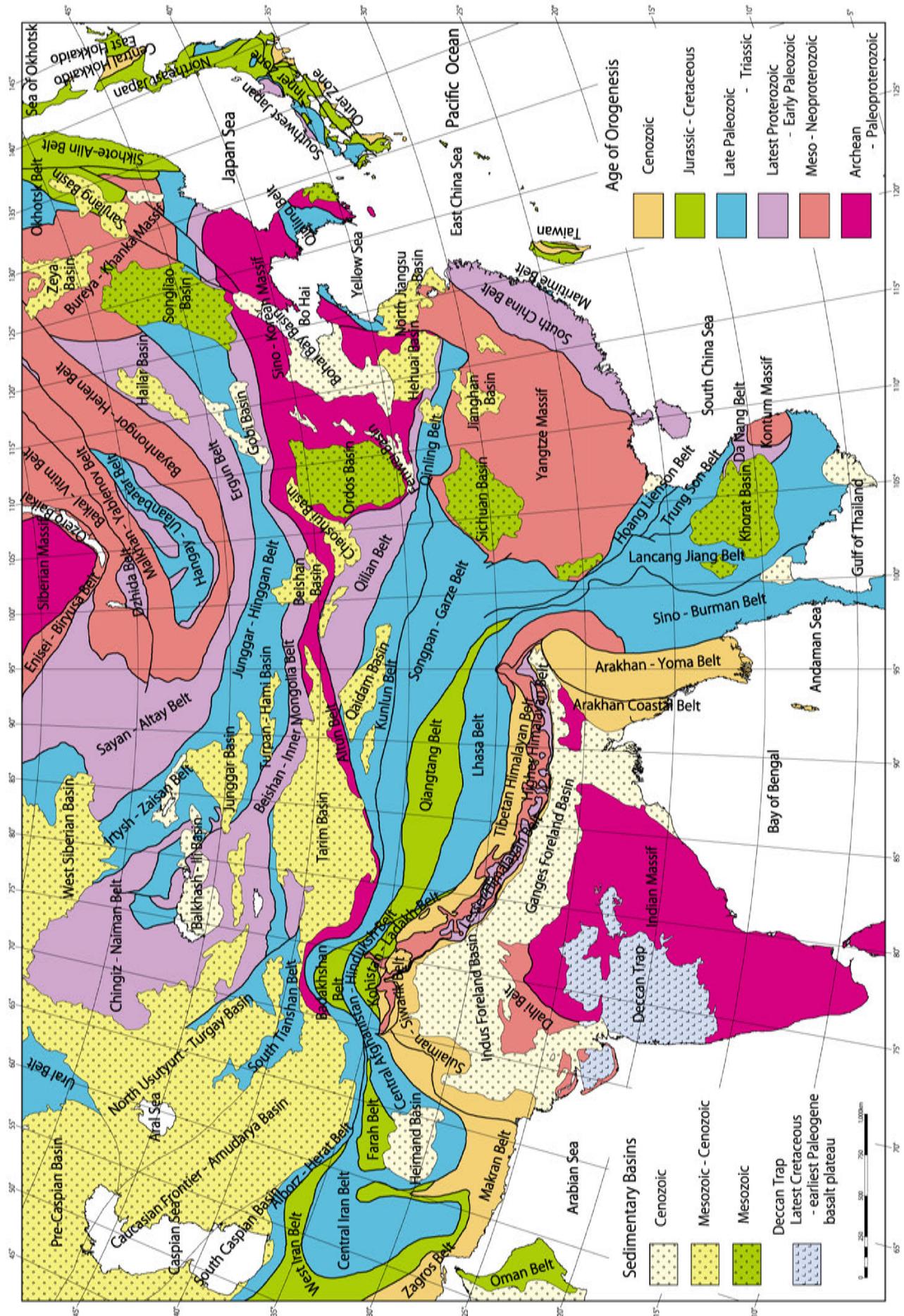
<神谷雅晴<sup>1)</sup>・大野哲二<sup>2)</sup>・寺岡易司<sup>1)</sup>・奥村公男<sup>2)</sup>・渡辺 寧<sup>3)</sup>>



第1図 アジア鉱物資源図 (Kamitani et al., 2014). 500万分の1アジア鉱物資源図。A0, 2枚組(東西に分割)にて発行。文献は p. 137 参照。

1) 産総研 地圏資源環境研究部門  
 2) 産総研 地圏資源環境研究部門  
 3) 秋田大学

KAMITANI Masaharu, OHNO Tetsuji, TERAOKA Yoji, OKUMURA Kimio and WATANABE Yasushi (2015) Mineral Resources Map of Asia.



第2図 アジアのテクトニックマップ。500万分の1アジア鉱物資源図の付図として掲載。500万分の1アジア地質図 (Teraoka and Okumura, 2011) を基に作成。文献は p. 137 参照。

# アジアの鉱物資源図

## —Mineral Resources Map of Asia—

神谷雅晴<sup>1)</sup>・大野哲二<sup>2)</sup>・寺岡易司<sup>1)</sup>・奥村公男<sup>2)</sup>・渡辺 寧<sup>3)</sup>

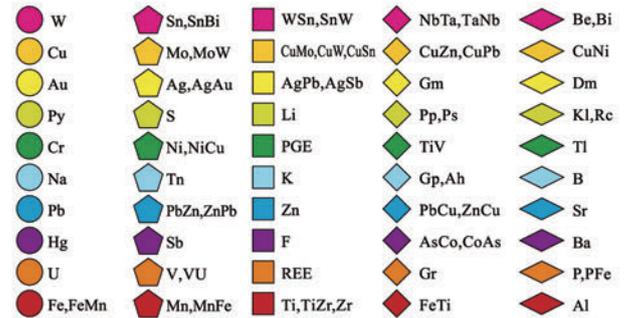
### 1. 経緯

このたび産業技術総合研究所地質調査総合センターから500万分の1、アジア鉱物資源図・同説明書が出版された。このシリーズの出版物としては、Geological Map of East Asia (Teraoka and Okumura, 2003)、Mineral Resources Map of East Asia (Kamitani *et al.*, 2007)、Geological Map of Central Asia (Teraoka and Okumura, 2007)、Mineral Resources Map of Central Asia (Kamitani *et al.*, 2012)がある。それらの地質の総括として、Geological Map of Asia (Teraoka and Okumura, 2011)に続いて、鉱物資源のまとめとしてのMineral Resources Map of Asia (Kamitani *et al.*, 2014)が刊行された。このアジア鉱物資源図では従来のものより範囲を拡大し、北はバイカル湖付近のロシア、南はインドをはじめとした南アジアおよびインドシナ地域を追加・総合している。

鉱物資源の分布、産状、規模などを知るとともに、各地域（鉱床生成域）の特徴などを理解し、それぞれの地域の資源ポテンシャルを予測するためには、このように広域で、かつ詳細な地質図や地質構造図が必要となる。アジア地域においてこのシリーズのように広域的な地質図と鉱物資源図はこれまでにいくつか公表されているが、この鉱物資源図にみられるように金属・非金属鉱床を総括し、約8,000に及ぶ鉱床の位置（緯度・経度）、主要鉱種、鉱床タイプ、鉱床規模などを明らかにし、詳細な地質図に表示したものはほとんど知られていない。さらに、それら大・中・小規模に至る鉱床の全てはデータベース化され、地質調査総合センターのホームページで公表されている (<https://www.gsj.jp/Map/EN/asia-area-geoscience.html> 2015/02/25 確認)。

### 2. 鉱物資源図の内容

このアジア鉱物資源図中には7,955鉱床がプロットされている。それらの主要な鉱物資源データを採択し、図示



第1図 鉱種 (Kamitani *et al.*, 2014より)。

するためには一定の基準が必要となる。それは個々の鉱床が現在保有している埋蔵量あるいは資源量に限らず、すでに採掘した鉱物量（既採掘量）を含めた合計について評価し採択の基準とされた。たとえば、金鉱床では原則として、金属量1t以上の金を保有しているか、あるいは同程度の資源ポテンシャルを有していると推測可能なものおよびかつて生産実績のあるものを採択した。また、銅鉱床については金属量2,500t以上のものを対象とした。

**鉱種 (Commodity)：** 鉱物資源の種類は多種多様であるが、第1図に例示した50種類の鉱種を対象として採択されている。ただし、石灰石、ドロマイト、珪石、長石、マグネサイト鉱床などは極めて多く存在し、他の鉱床の分布と重複することが多いためこの資源図から除外することとした。採択されたそれらの鉱種は10色の色と5種の図形の違いによって識別することができる。

**鉱床タイプ (Deposit type)：** 鉱床の成因に基づく鉱床タイプの分類は未区分を含めて大きく12区分された(第1表)。国あるいは地域によってはこの鉱物資源図の区分と必ずしも合致しないものもあり、明確な区分がなされていない場合もあるので、未区分鉱床として記載したものがやや多くなっている。図中では大規模鉱床のみについて鉱床タイプが表示されているが、中規模と小規模鉱床についてはアジア地域鉱床データベース(前出)中に記載しているので参照していただきたい。

1) 元産総研 地圏資源環境研究部門  
2) 産総研 地圏資源環境研究部門  
3) 秋田大学

キーワード：鉱物資源、アジア、金属資源、非金属資源、鉱物資源図、テクトニックマップ

第1表 鉱床タイプの10分類 (Kamitani *et al.*, 2014 より).

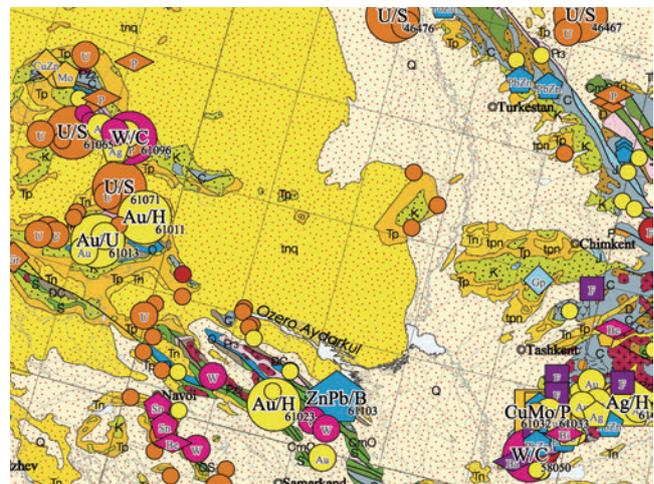
鉱床タイプ	
鉱種シンボル中に表記された略号は以下のとおり	
M: マグマ性鉱床, 火山性塊状鉱床	S: 砂岩型を含む堆積鉱床
C: スカルン鉱床, 接触交代鉱床	T: 変成鉱床
H: 熱水性鉱脈鉱床, 割れ目充填鉱床	W: 風化残留鉱床
G: ベグマタイト鉱床, グライゼン鉱床	E: 蒸発鉱床
P: 網状鉱床を含む斑岩型鉱床, 鉱染鉱床	D: 漂砂鉱床
B: 火山性堆積鉱床を含む層準規制鉱床, 噴気堆積鉱床	U: タイプ不明

第2表 鉱種毎の鉱床規模 (Kamitani *et al.*, 2014 より).

### 鉱床サイズ

表中の単位は金属, 非金属資源についてはトン, ダイヤモンドと貴石についてはカラット. 資源量には既採掘分を含む.

Commodity	Size		
	Large	Medium	Small
Aluminum (bauxite) (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	100,000,000	>	1,000,000
Antimony (Sb)	500,000	>	10,000
Arsenic (As)	1,000,000	>	10,000
Barite (BaSO <sub>4</sub> )	5,000,000	>	50,000
Beryllium (BeO)	1,000	>	10
Boron (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10,000,000	>	100,000
Chromium (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,000,000	>	10,000
Cobalt (Co)	20,000	>	1,000
Copper (Cu)	1,000,000	>	50,000
Diamond (Dm)	20,000	>	1,000
Fluorite (CaF <sub>2</sub> )	5,000,000	>	100,000
Gold (Au)	200	>	10
Graphite (fixed C.) (Gr)	1,000,000	>	10,000
Gypsum-anhydrite (CaSO <sub>4</sub> )	100,000,000	>	5,000,000
Iron (ore) (Fe)	100,000,000	>	5,000,000
Kaolin/Refractory clay (ore)	50,000,000	>	1,000,000
Lead (Pb)	1,000,000	>	100,000
Lithium (Li <sub>2</sub> O)	100,000	>	10,000
Manganese (ore: ≥40%Mn)	10,000,000	>	100,000
Mercury (Hg)	20,000	>	1,000
Molybdenum (Mo)	500,000	>	25,000
Nickel (Ni)	500,000	>	25,000
Niobium-Tantalum [(Nb,Ta) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]	100,000	>	1,000
Phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	200,000,000	>	1,000,000
Platinum group elements (PGE)	200	>	10
Potassium (KCl or K <sub>2</sub> O)	10,000,000	>	1,000,000
Precious gems (Gm)	20,000	>	1,000
Pyrite (FeS <sub>2</sub> )	20,000,000	>	200,000
Pyrophyllite/Pottery stone (ore)	50,000,000	>	1,000,000
Rare earth with Yttrium (RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,000,000	>	50,000
Silver (Ag)	10,000	>	500
Sodium (NaCl)	100,000,000	>	1,000,000
Strontium (Sr)	1,000,000	>	10,000
Sulfur (S)	100,000,000	>	1,000,000
Talc (ore)	10,000,000	>	1,000,000
Thenardite (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	100,000,000	>	1,000,000
Tin (Sn)	100,000	>	5,000
Titanium (TiO <sub>2</sub> )	10,000,000	>	1,000,000
Tungsten (W)	50,000	>	1,000
Uranium (U)	50,000	>	1,000
Vanadium (V)	10,000	>	500
Zinc (Zn)	1,000,000	>	100,000



第2図 アジア鉱物資源図における鉱床シンボルの例 (ウズベキスタン東部).

**鉱床規模 (Deposit size):** 鉱床規模は各鉱床の埋蔵鉱量(既生産量を含む)を大・中・小規模に区分した. 金属鉱床は Au, Ag, Cu, Pb, Zn などの金属量あるいは Cr, Li, Ti などの金属酸化物の量を, 非金属鉱床ではその鉱物種の重量によって鉱床規模を評価した(第2表). 多くの国およびその研究機関などからの研究報告において公表されている鉱床規模の大・中・小区分は第2表と異なっていることも多く, あるいは具体的な区分がなされていないこともある. したがって, 大規模鉱床と表記されている場合であっても, 具体的な数量(埋蔵量/資源量)が不明である場合には中規模鉱床として扱うこととした.

このアジア鉱物資源図では大規模鉱床(415 鉱床)のみに鉱床番号を付記した(第2図). その鉱床概要は説明書(Explanatory Notes for the Mineral Resources Map of Asia)中の table 3 に国名, 大規模鉱床の鉱床番号, 鉱床/地域名, 主要鉱種, 鉱床生成タイプ, 生成時代が略述されている.

### 3. テクトニックマップ

今回出版された鉱物資源図では、その左下隅にテクトニックマップが挿入されている。これはアジア大陸の複雑な地質構成や長大な発達史を理解するのに役立つ、また各種鉱床の分布状態を論ずる際にも注目すべきものである。この図は500万分の1アジア地質図(Teraoka and Okumura, 2011)をもとに、地層の層序関係や海成か陸成かの検討、変形状況、火成・変成作用の経緯などを総合して作成されている。本来なら本図は地質図に付すべきものであるが、挿入する十分なスペースがなく、またその時点ではまだいくつか問題点があったので割愛された。

テクトニックマップでは、構造区を変動帯と中生代以降の大規模な堆積盆とに大別し、前者を形成年代によって次のように細分してある。なお、括弧内はアジア地域で一般的に使用されている変動期の名称である。1) 始生代～原生代前期(阜平～吕梁)、2) 原生代中～後期(揚子)、3) 原生代末～古生代前期(サラリア～カレドニア)、4) 古生代後期～三疊紀(パリスカン～インドシナ)、5) ジュラ紀～白亜紀(燕山) および 6) 新生代(ヒマラヤ)。古生代後期のパリスカン変動と三疊紀のインドシナ変動は別個に扱うのが普通であるが、これらは地域的に重複することが多く、しかもインドシナ期が比較的短いので一括することにした。なお、蛇足ながらこの機会に付記しておきたいのは、さきに公表した300万分の1東アジア地質図(Teraoka and Okumura, 2003)の場合よりも揚子地塊を拡張して南シナ変動帯との境界を南東側にかなりずらし、同帯内の上部原生界・下部古生界変成域の西縁においたことである。したがって、2003年に示した地層の模式総合柱状図のうち、南シナ変動帯北西縁部のものは揚子地塊に属することになる。

アジア大陸にはその起源が始生代までさかのぼる古い地塊があり、北のシベリア地塊、南のインド地塊、中間の中朝地塊が代表的なものである。シベリア地塊は広大な面積を占めているが、今回の資源図ではその南端部がバイカル湖の北西側に図示されているにすぎない。原生代の変動帯としては、エニセイ～ビリュウサ、バイカル～ビテイム、マルカン～ヤプロノフ、高ヒマラヤの諸帯やブレヤ～ハンカ、揚子およびコンタムの3地塊がある。これらが固化したのは原生代後期の中頃の変動による。先カンブリアの古い変動帯や地塊の間には、古生代から三疊紀にかけての変動帯が帯状に配列し、ジュラ紀以降のものは、西はオマーンやイランからヒマラヤ・チベットを経てミャンマーに至

る地帯、および日本列島をはじめとする島弧地域と極東ロシアのシホテアリンに認められる。多くの変動帯ではオフィオライトがみられるが、特に顕著なのは前記南アジアの中生代～新生代変動帯のものである。塩基性火山岩としてはインド地塊の白亜紀末～古第三紀初頭のデカントラップが最も規模が大きい。バイカル湖付近から朝鮮半島にかけての地帯には、白亜紀～第四紀のものが散在し、その年代は全体として南東に向かって若くなる傾向がある。また中国南端部の雷州半島や海南島からインドシナ半島南部にかけての地域には新第三紀～第四紀の塩基性火山岩がかなり広く分布している。

中生代、とくに三疊紀後期以降には古い構造を切って大陸内部に大規模な沈降盆が形成され、そこに膨大な厚さの碎屑物が堆積した。その大部分は陸成であるが、カスピ海やアラル海付近では海成のものもみられる。中生代堆積盆としてはインドシナ半島のコラット盆地、中国の四川、オールドス、松遼の3盆地が代表的なもので、これらの東西両側には中生代～新生代や新生代の盆地が発達している。ヒマラヤの前縁にも新生代のものが広大な面積を占めている。上記のような内陸の巨大堆積盆は多くの場合豊富な石油やガスを産出する。また最近ではウズベキスタン中部やカザフスタン南部の新生代堆積物中に大規模なウラン鉱床が発見されている。

### 4. アジア地域の鉱物資源の特徴

この地域の主要な金属鉱物資源としては金(銀)、銅、鉛・亜鉛およびレアアースを含むレアメタルなどがあげられる。なかでも中国の金鉱床からの生産は、20世紀前半から21世紀初頭にかけて世界の金生産のリーダーであった南アフリカ(Witwatersrand地域)に代って、2007年以降、首位の座を維持している。中国には金の大規模鉱床(Au金属量200t以上)の鉱床は認められていないものの、中朝地塊(Sino-Korean Massif: SKM)およびその縁辺域に造山型熱水成の中規模金鉱床が極めて多く生じている(Trumbull *et al.*, 1992)。また、四川盆地(Sichuan Basin)周辺域をはじめ多くの地域に沖積成砂鉱床も多く認められている。一方、中央アジア地域の南天山帯(South Tianshan Belt: STB)およびカザフスタン中央部のチンギス-ナイマン帯(Chingiz-Naiman Belt: CNB)に多数の中～大規模金鉱床の密集地域があり、今後の世界の重要な金供給地域として注目されるものと思われる。その中でも、とくにMuruntau鉱床(STB)の埋蔵鉱量の多さは驚異的

であり、資源量として 6,500 t (金属量) を保有している。したがって、STB に生成する中～大規模鉱床の資源量だけでも 7,500 t (Au) を超えると考えられる (Yakubchuk *et al.*, 2005)。一方、東アジア地域、とくに SKM の北部 (中国、遼寧省南部～河北地域) および東部 (山東半島地域)、さらに南部地域 (河南省南部) にも極めて多くの中～小規模の造山型金鉱床が密集する。

第 3 図にアジアの造山型金鉱床の密集する中規模以上の鉱床地域の鉱量 - 品位を図示した。この図から STB および CNB 中に生成した金鉱床は他の鉱床密集地域に比較し、大規模な鉱床が生成していることが解る。また、STB の中部域には水銀・アンチモニー鉱床が卓越的に発達し、中～小規模の金・銀鉱床を伴うが、この地域の造山型金鉱化帯はその比較的浅部の産状を示唆している可能性が考えられる。このほかカザフスタン東部のイルティッシュ - ザイサン帯 (Iltyshe-Zaisan Belt : IZB) にもパリスカン期の中～大規模の造山型金鉱床が生じている。

造山型金鉱床以外では近年の探査で見出され、その数が増加しつつあるカーリン型金鉱床、なかでも揚子地塊 (Yangtze Massif : YM) の南西地域 (Yunnan-Guizhou-Guangxi) に 20 以上のカーリン型鉱床が知られ、この地域の総資源量は金量 500 t と言われる (Chen *et al.*, 2009)。

大規模な銅およびモリブデン鉱床の生成タイプとしては

斑岩型が最も重要である。因みに資源図中の大規模な 44 箇所の銅鉱床のうち 33 鉱床は斑岩型であり、中国がその大半 (21 鉱床) を占める。また、ラオスやモンゴルにおける斑岩型銅鉱床の発見も注目すべきであろう。最近ではチベット地域 (Lhasa Belt : LB) において新第三紀 (Neogene) の花崗岩類に伴う斑岩型大規模銅鉱床が多数発見され、その資源量の合計は 20 Mt (銅量) 以上に達している。今後は、さらに地質的類似性からもその西部延長域における鉱床探査の進展に期待される。また、タイ・ラオス地域にまたがる Trung Son-Lancang Jiang Belts (TLB) 中においても斑岩型銅鉱床やカーリン型金鉱床が見いだされており、これらの地域における資源ポテンシャルにも多くの注目が集まっている。

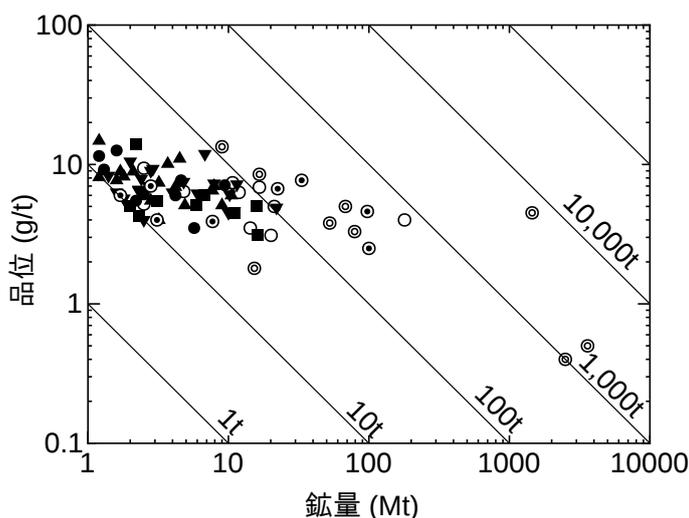
大規模モリブデン鉱床の生成タイプとしては斑岩型であるが、多くの場合斑岩型銅鉱床に伴うものが多い。それらは主として SKM および Burea-Khanka Massif (BKM) の縁辺域に生じている。特異な生成タイプの例としてカーボナタイト中に主成分金属としてモリブデンが生成する。

鉛・亜鉛鉱床は圧倒的に中国の YM 南部および Qinling Belt (QB) に賦存しており、その生産量は世界の 40 ~ 50% 以上に達している。そのほかイラン中部 Central Iran Belt (CIB) およびカザフスタン東部の Sayan-Altay Belt (SAB) およびインド中西部の Dalhi Belt (DB) 中にも大規模鉛・亜鉛鉱床が生成している。

レアメタル鉱床、とくにレアアース、タングステン鉱床も中国に集中している。レアアースについては中国、内蒙古 (SKM の北縁) に賦存する巨大なバヤンオボ (Bayan Obo) 鉱床のほか YM (西縁部) および QB (湖北西部) など数か所に中規模鉱床が知られており、さらに YM 南部と隣接する South China Belt (SCB) には風化残留型 (イオン吸着型) 鉱床からの重希土に富む鉱床が注目されている。それらからの生産は世界生産の 86% 以上を占める。

## 5. あとがき

アジア鉱物資源図の作成にあたって、不可欠なことは鉱床に関する基礎資料の継続的な収集とデータベース化である。しかしアジア地域のいくつかの国における鉱床の詳細なデータ (鉱床名、位置、鉱種、鉱床タイプ、鉱床生成時期、埋蔵鉱量 / 資源量、品位、主要鉱物など) について、なお未整備であるのが現状である。したがって、このような資源図の基となるデータを早急にかつ、継続して整備し、公開することは、今後の広域的資源探査や資源ポテンシャル



- 河北省 (中国)
- ▲ 河南省 (中国)
- 陝西省 (中国)
- ▼ 山東省 (中国)
- カザフスタン
- キルギス
- ウズベキスタン

第 3 図 アジアの造山型金鉱床における鉱量 - 品位の相関 (Kamitani *et al.*, 2014 より)。

の評価を行うための基礎資料として極めて重要となる。また、近代産業技術の進展は極めて著しく、それに伴う資源需要はめまぐるしく変化していくものと考えられる。このようにグローバルな需要構造の変化に対し早急に、かつ的確に対応するためにも、できるだけ多くの鉱物資源（鉱物種）を対象とする基礎的な調査研究体制の充実と強化が望まれる。

## 文 献

- Chen, M.H., Mao, J.W., Chen, Z.Y. and Zheng, W. (2009) Mineralogy of arsenian pyrites and arsenopyrites of Carlin-type gold deposits in Yunnan-Guizhou-Guangxi “golden triangle” area, southwestern China. *Mineral Deposits*, **28**, no. 5, 539–557. (in Chinese with English abstract)
- Kamitani, M., Okumura, K., Teraoka, Y., Miyano, S. and Watanabe, Y. (2007) *Mineral Resources Map of East Asia with Explanatory Notes, scale 1:3,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Kamitani, M., Ohno, T., Okumura, K., Teraoka, Y. and Watanabe, Y. (2012) *Mineral Resources Map of Central Asia with Explanatory Notes, scale 1:3,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Kamitani, M., Ohno, T., Okumura, K., Teraoka, Y. and Watanabe, Y. (2014) *Mineral Resources Map of Asia with Explanatory Notes, scale 1:5,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Teraoka, Y. and Okumura, K. (2003) *Geological Map of East Asia, scale 1:3,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Teraoka, Y. and Okumura, K. (2007) *Geological Map of Central Asia, scale 1:3,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Teraoka, Y. and Okumura, K. (2011) *Geological Map of Asia, scale 1:5,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Trumbull, R. B., Morteani, G., Li, Z.L. and Bai, H.S. (1992) *Gold Metallogeny in the Sino-Korean Platform, Examples Hebei Province, NE China*. Springer-Verlag. 202p.
- Yakubchuk, A. S., Shatov, V. V., Kirwin, D., Edwards, A., Tomurtogoo, O., Badarch, and Buryak, V. A. (2005) Gold and base metal metallogeny of the Central Asian orogenic supercollage. *Economic Geology 100<sup>th</sup> Anniversary Volume*, Soc.Economic Geol., 1035–1068.
- 
- KAMITANI Masaharu, OHNO Tetsuji, TERAOKA Yoji, OKUMURA Kimio and WATANABE Yasushi (2015) *Mineral Resources Map of Asia*.

(受付：2015年2月25日)

### 出版物の購入について

名 称：Masaharu KAMITANI, Tetsuji OHNO, Kimio OKUMURA, Yoji TERAOKA and Yasushi WATANABE (2014) *Mineral Resources Map of Asia, scale 1:5,000,000*  
[神谷雅晴・大野哲二・奥村公男・寺岡易司・渡辺 寧 (2014) アジア鉱物資源図, 縮尺：500万分の1]

価 格：3,885 円 (税込み, 送料別)

入手先：(社) 東京地学協会

〒 305-0054 東京都千代田区 2 番町 12-2

Tel: 03-3261-0809 Fax: 03-3263-0257

関西地図センター

〒 606-8317 京都市左京区吉田本町 27-8

Tel: 075-762-0120

産業技術総合研究所 地質標本館 (つくば市東 1-1-1) 受付において購入可能

# 地学教育教材 Emriver ジオモデルのご紹介と 若干の水理学的考察

七山 太<sup>1)</sup>

## 1. ことばはじめ

我々の居住するつくば市内を見渡しても、国土交通省国土技術政策総合研究所および独立行政法人土木研究所には河川地形を模した大規模な平面実験施設がある。民間でも、クレアリア筑波研究所に河川アナログ実験の大規模な施設があることが知られている。また2012年頃まで、筑波大学水理実験センター（アイソトープ環境動態研究センター環境動態予測部門）には、日本最大級の長さ160 m、幅4 m、重量250 tの大型水路施設や長さ10 mほどの大型水路が複数存在していたことは有名な話である（第1図；池田，1973；池田ほか，1986；伊勢屋・池田，1986）。

伝統的に日本においては、研究者も理科教員もアナログ

水理実験で使う水槽や装置を自作する人が多い（たとえば、鈴木，1992；大瀧・川村，2006；目代ほか，2006；澤田ほか，2009；川辺，2011；岡崎・郭，2013）。国内の株式会社丸東製作所でも、水理実験装置の製作販売を行っている。ただし、持ち運びが可能で、しかも河川地形を3Dで簡便に復元できる水理実験装置は、元筑波大学水理実験センターの池田 宏先生が自宅でのアウトリーチのため自作されているもの（池田，2011）以外に、私は過去に見た経験が無かった（第2図）。

一方、この種の水理実験に使う粒子は、実際とは比重や粒径が大きく異なるため、その粒径や素材の選択が難しいとされる。これにはスケーリング（相似）則の問題も含まれる。



第1図 2004年に筑波大学水理実験センターで開催された大型水路を使った蛇行河川の水理実験会の風景。左手中央でマイクを片手に熱弁をふるわれているのが池田 宏先生。この実験では、礫と砂と水を混合させて水路に流し、現世の蛇行河川の土砂移動を再現している。背後にそびえる建物が、今はなき日本最大級の大型水路施設の建物。



第2図 池田先生が手作りされた3D実験水路および再現された網状河川地形。材料はホームセンターで購入できるものばかりである。給水にはお風呂の排水用の小型水中ポンプを使用し、変圧器を使って流速をコントロールしている。網状河川地形を水路実験で復元することは大変難しく、この実験に用いた土砂は園芸用の鹿沼軽石と記憶している。

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：アメリカ、リトルリバーリサーチ&デザイン社、地学教育教材 Emriverジオモデル、紹介、水理学的考察

## 2. Emriver ジオモデルの概要

リトルリバーリサーチ&デザイン社 (Little River Research & Design) は、アメリカ最大の河川であるミシシッピ川にほど近い、イリノイ州南西部のカーボンデイルという南イリノイ大学 (SIU) のあるカレッジタウンで1991年に生まれたとてもユニークな会社である。この街の南縁にはミシシッピ川の支流であるビッグ・マッディ川が蛇行しながら流れており、この会社はこの地の利を生かし、河川地形や河川保全を目的とした研修を請け負ったり、河川を対象とした水理実験と地学教育を目的とした Emriver ジオモデル (以下、ジオモデル) を製造販売している、このジオモデルはシリーズ化され、現在、Em2, Em3, Em4 の3タイプがあり、私が2013年12月のAGU Fall Meetingの展示会場において、デモンストレーションを拝見したのは、Em2であったと記憶している。

最も安価な Em2 は 2.1 m x 0.9 m であり、持ち運びに便利な携帯型である。この装置は池田先生が自作されている実験水路の構造にとってもよく似ていた (第3図)。特に水路の台として、折りたたみ式の脚立を使用していた両者の発想は全く同じで、個人的には興味深く思った。

Em3 の作業領域は 3.0 m x 1.2 m であり、携帯型であり



第3図 Emriver Em2 ジオモデルの構造。写真の上が河川の上流、下が下流を示す。基本的な構造は、池田先生の手作りされた実験水路 (第2図) と同じと言える。© 2012 Little River Research & Design .



第4図 Emriver Em3 ジオモデル。博物館や研究施設で使用されている。© 2012 Little River Research & Design.



第5図 Emriver Em4 ジオモデル。Em4は作業領域面積が広くより洗練されたプロフェッショナル使用と言えるだろう。© 2012 Little River Research & Design .

ながら研究にも使用できる手頃な大きさである (第4図)。オプションで単軸または2軸 (縦方向と横方向) の傾斜を最大6度まで調整することができるほか、流量や土砂供給量を制御することも可能だそうである。この装置では、作ったモデル地形をレーザー測量もできる。

最高クラスの Em4 の作業領域面積は、4.0 m x 1.5 m と大型であり、研究施設にテーブルを設置して、その上に水槽を置いて使用するかなり大がかりなものである (第5図)。

## 3. Emriver ジオモデルで使用する粒子の秘密とは？

このジオモデルで使用する粒子 (彼らはこれをメディアと称している) は、リサイクル素材の熱硬化性プラスチックでできており、その密度は  $1.4 \sim 1.6 \text{ g/cm}^3$ 、水の密度の約1.5倍である。ちなみに、石英の粒子密度は  $2.65 \text{ g/cm}^3$



第6図 モデル粒子の接写写真。粒子径は0.7～2 mm, 粗粒～極粗粒砂のサイズである。大きさ毎に色が異なる点がアイデアと言える。また、実験に使用する粒子はプラスチック製であり、自然界の砂粒子より軽量で角張っているのが特徴と言える。© 2012 Little River Research & Design.

cm<sup>3</sup>で、水の密度の約2.6倍であり、自然界よりも軽めの粒子となっている。粒子径は粗粒～極粗粒砂のサイズである。サイズ毎にカラフルに色分けされており、視覚的に明瞭に区分できるのが優れている点の一つである(第6図)。これにより、サイズ毎の堆積物の流れを容易に観察できるようになっている。

またこのジオモデルでは、短時間で蛇行水路を再現することができるのがセールスポイントの一つとされる。その秘密は上述したプラスチック粒子にあると言える。モデル粒子の密度が実際の砂よりも低いため、この小さなスケールでの低流量と低流速の状況においても、敏感に反応し、しかも敏速に挙動する。それによって、短時間で川の流砂過程を再現することができるのであろう。しかも、プラスチック粒子は有意に角ばっている。その為、一度定置すると球形の粒子よりも接地面積が大きくなるため再動し難くなり、河川で観察できるような侵食による河岸やポイントバーによく似たモデル地形を再現することができる。

#### 4. 若干の水理学的考察

筆者は幼少の頃から砂場遊びが大好きで、50歳を越える現在に至っても吉川秀樹氏と一緒にジオトイと名付けた地学実験教材の製作を行っている(吉川ほか, 2012, 2013)こともあり、このジオモデルをGSJ地質ニュースの読者の皆様に、ご紹介させていただいた。

実のところ、私はAGUの会場で、このジオモデルの現物を数時間程度しか見てはいない。しかし率直な感想として、これは河川水理実験の商品として完成しており、プラスチック粒子のカラフルな色使いからも、おもちゃ的な

感覚で大人も子供も楽しめると考えている。実験に使用する砂も粗粒～極粗粒砂のプラスチック粒子なので衛生面での問題もクリアされるであろうし、幼児が誤飲する可能性も少なくなるとも思う。また、ここまで完成された水理実験装置となると、マニュアルを作って確認してやれば、誰でも何処でも同じようなモデル地形が再現できることになる。これは自然史系の博物館のエキシビジョンや中高の地学教育に最適と思う。例えば、小学校5年の理科実験「流れる水のはたらき」(中林・山本, 2010)で、この様な分かり易い水理実験を行うならば、生徒の理解度も格段に上がることだろう。

しかし研究者の視点からすると、水理実験装置はやはり、それぞれの研究目的にあったものを自ら設計し、試行錯誤しながら手作りする事が望ましいと考える。例えば、日本堆積学会や日本地形学連合の会員の中で水理実験に携わる研究者の多くは、自作もしくは自分で設計した実験装置を保持している。実験装置を自ら工夫することは、池田先生から教えて頂いたことの一つである。既製品から生み出される研究成果は限りがあると思う。もちろんこのジオモデルでも料金を支払えば如何様にもカスタマイズ可能であると明記されているが、但しこの場合も、研究者が製作者と設計段階から問題意識を共有すること、即ち“何を目的とした水理実験なのか?”を両者間で明確にすることができれば、解決するのもかも知れない。

さらにセディメントロジストの些細な観点から敢えてコメントするならば、軽くて粗粒で角張ったプラスチック粒子を使って水理実験を行う工夫は称賛されるが、これによって再現されたモデル地形が、野外で私たちが観察している現生河川の微地形の成因や堆積プロセスと全く同じとは思えない点である。極端な言い方をすれば、これは単なる形態の近似であって、自然界の現象を忠実に再現できているかどうかは、実際のところ判断は難しいと言わざるを得ない。もちろん、これはこのジオモデルに限った話ではなく、この種のアナログ実験全般に当てはまる話でもある。

#### 4. 結びとして

Emriver ジオモデルは、現在、世界各地に250以上のユーザーがいるらしい。アメリカ国内では、ユーザーの50%は大学の河川工学や地質学、水文学の研究室で使われており、残りの25%は研究機関、残りの25%はNGOやNPOでのアウトリーチ活動や学校教育のために使われているとお聞きした。

最もエコノミーな Em2 モデルの価格は \$6,950 (概ね 70 万円) + 郵送料 (20 万円), Em3 モデルの価格は \$14,852 (概ね 150 万円) + 郵送料 (30 万円) とやや高めの料金設定であるが, この完成度であれば妥当と言えよう。もし本稿をお読みになられて関心を持たれた方は, 下記のリトルリバーリサーチ&デザイン社のホームページ< www.emriver.com 2015/01/10 確認>にアクセスされて, 詳細について問い合わせられるとよいと思う。日本語でのサポートも可能だそうである。

本稿の末尾として, 使用した写真の一部はリトルリバーリサーチ&デザイン社に著作権があり, 担当の松本明代氏に承諾を得て転写させていただいた。また, 元筑波大学の池田 宏先生には, 自作の水理実験装置に関して教えて頂いた。ここに記して厚く御礼申し上げる。

## 文 献

- 池田 宏 (1973) 実験水路における砂礫堆とその形成条件. 地理学評論, 46, 435-451.
- 池田 宏 (2011) 地形を見る目を小型実験で磨こう. 第四紀研究, 50, 209-219.
- 池田 宏・伊勢屋ふじこ・飯島英夫 (1986) 実験水路に形成される河川の縦断形. 筑波大学水理実験センター報告, no. 10, 115-123.
- 伊勢屋ふじこ・池田 宏 (1986) 混合砂礫を用いた大型水路実験—混合効果による勾配の急変と堆積構造の違い—. 筑波大学水理実験センター報告, no. 10, 125-134.
- 川辺孝幸 (2011) 砂場を利用した「流れる水のはたらき」実験のノウハウ—理科支援員等配置事業による小学校での実践等を踏まえて—. 山形大学教職・教育実践研究, 6, 7-17.
- 目代邦康・野田 篤・田村 亨・中澤 努・角井朝昭・中島 礼・井上卓彦・利光誠一 (2006) 水と砂を使った地層・地形の実験. 地質ニュース, no. 627, 35-39.
- 中林俊明・山本勝博 (2010) 小学校第 5 学年「流水の働き」における実感を伴った理解を図るための指導法. 茨城大学教育実践研究, 29, 33-47.
- 岡崎浩子・郭 栄珠 (2013) 小型平面水路での河道観察—教材化にむけての一例. 堆積学研究, 72, 39-48.
- 大瀧 学・川村寿郎 (2006) 川の流れとはたらきを知るための流水モデル実験器の再検討. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 9, 67-76.
- 澤田結基・宮地良典・森尻理恵・吉川秀樹・玉生志郎・青木正博・兼子紗知・古谷美智明 (2009) 地質標本館の小学校見学対応と水路実験. 地質ニュース, no. 657, 45-48.
- 鈴木一久 (1992) 手製水路の作り方と実験例. 堆積学研究会報, no. 37, 85-92.
- 吉川秀樹・七山 太・目代邦康・新井翔太・矢口紗由莉・生見野々花・成田明子・重野聖之 (2012) 2011 年度産総研一般公開報告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. GSJ 地質ニュース, 1, 213-216.
- 吉川秀樹・目代邦康・重野聖之・芝原暁彦・七山 太 (2013) 2013 年産総研一般公開・チャレンジコーナー「大規模自然災害を実験で再現してみよう！」実施報告と今後の課題. GSJ 地質ニュース, 2, 339-342.

---

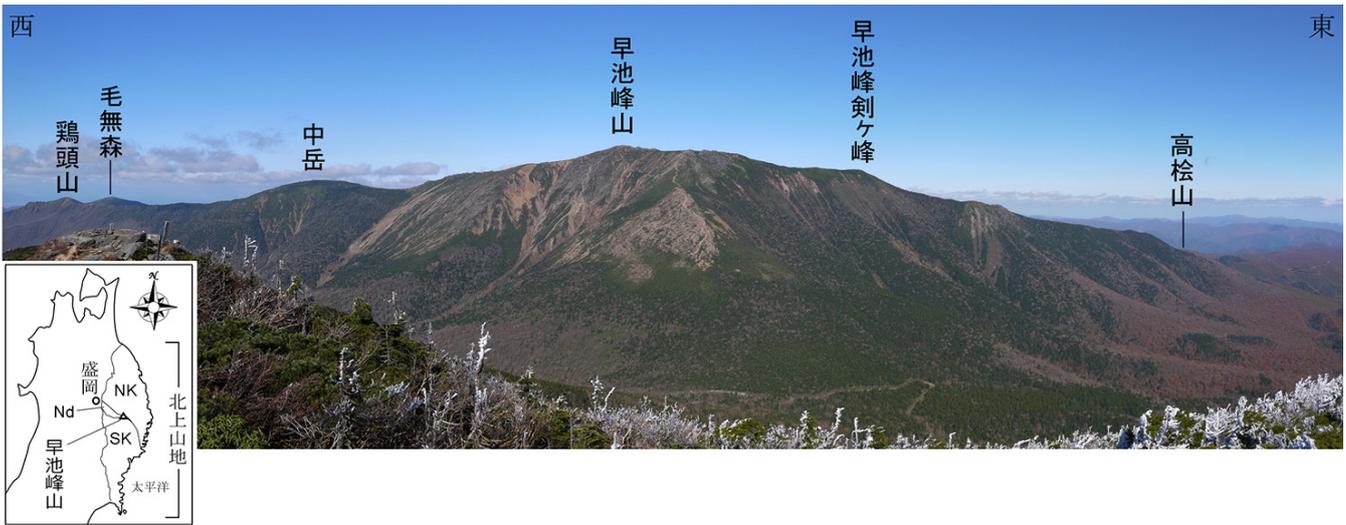
NANAYAMA Futoshi (2015) Introduction on Geoscience education materials, Emriver geomodels associated with some hydraulic considerations.

---

(受付: 2015 年 1 月 9 日)

# 早池峰山

内野隆之<sup>1)</sup>



第1図 薬師岳から北方に望む10月下旬の早池峰連山。NK：北部北上帯，Nd：根田茂帯，SK：南部北上帯。

## 1. はじめに

早池峰山（標高1,917 m）は、岩手県花巻市、宮古市、遠野市の境界に位置している北上山地の最高峰で、東西に早池峰剣ヶ峰・中岳・鶏頭山を従えた連山（“早池峰連山”）をなしています（第1図）。早池峰山は、山岳信仰の対象となっていることや、ハヤチネウスユキソウなど固有の高山植物を産することなどから、特に夏にはマイカー規制されるほど多くの登山客で賑わいます。早池峰山一帯は1982年に国定公園（「早池峰国定公園」）に指定され、「早池峰山及び薬師岳の高山帯・森林植物群落」や「早池峰山のアカエゾマツ自生南限地」として国の天然記念物にも指定されています。花巻市出身の詩人である宮澤賢治もかつて早池峰山に魅せられ、詩中で同山周辺の岩石をしばしば登場させています。そんな早池峰山について、地質学的観点から概観してみましょう。

## 2. 早池峰山の地質概説

固有の高山植物を産する早池峰山が蛇紋岩からなっていることは、現地の人や山の愛好家には古くから知られ

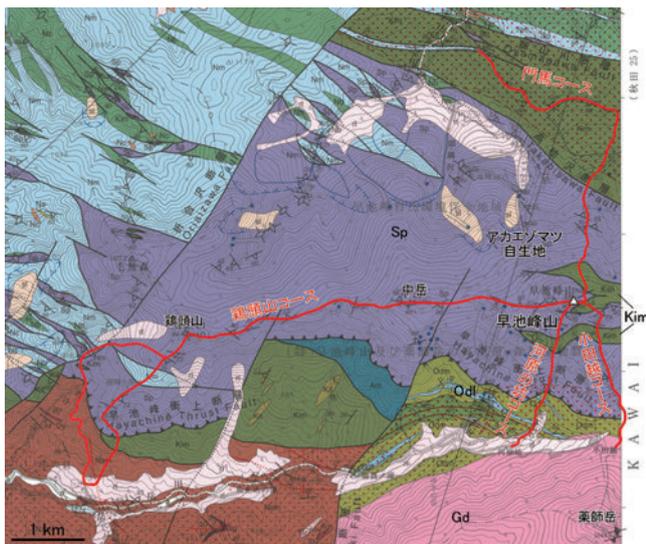
ています。産業技術総合研究所地質調査総合センターでは、早池峰山周辺地域の地質を詳細に示した5万分の1地質図幅「早池峰山」（川村ほか，2013）を一昨年（2013年）に発行しました。それによると、早池峰山は蛇紋岩だけではなく、一部に苦鉄質岩\*<sup>1</sup>（玄武岩・ドレライト・斑れい岩）を伴っていることがわかります（第2図）。蛇紋岩は中岳蛇紋岩（地質図幅での凡例略号はSp）、苦鉄質岩は神楽火成岩類（Kim）と命名されており、それらは中岳南麓の大作沢付近に露出する高温低圧型変成岩である片麻状角閃岩（黒森山角閃岩；Am）と合わせて「早池峰複合岩類」と一括されています。

早池峰複合岩類は、南部北上帯\*<sup>2</sup>と呼ばれる地質帯に属しており、その最下部（堆積岩類の基盤）をなしています。早池峰連山を境に、北上山地の地質は南北に大きく二分され、南側は南部北上帯が、北側は石炭紀の付加体\*<sup>3</sup>からなる根田茂帯とジュラ紀の付加体からなる北部北上帯が分布しています（第1図）。

早池峰複合岩類は、放射性同位体の年代測定と化学組成の特徴から、古生代オルドビス紀（4億数千年前）に海洋プレートの沈み込み帯で形成されたと考えられています（Ozawa, 1984；Ozawa, 1988；Shibata and Ozawa,

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：早池峰山，北上山地，5万分の1地質図幅，蛇紋岩，南部北上帯，ハヤチネウスユキソウ



第2図 5万分の1地質図幅「早池峰山」(川村ほか, 2013)から早池峰山周辺を切り出した部分。Sp:中岳蛇紋岩, Kim:神楽火成岩類, Gd:遠野花崗閃緑岩, OdI:小田越層石灰岩。

1992)。オルドビス紀の岩石は、日本列島において最も古い部類に入る希少なものです。蛇紋岩は、地殻よりも下の上部マントルを構成しているかんらん岩と、海洋プレートの沈み込みによってもたらされた水が反応してできた岩石です。10,000 m以深でできた蛇紋岩が上昇し、標高約2,000 mの山を形成するという、ダイナミックな地殻変動には何とも驚きです。なお、蛇紋岩は周囲の岩石に比べ侵食に対する抵抗力が大きいため、主に中岳蛇紋岩からなる早池峰連山は地形的に突出した残丘（モナドノック）となっています。

### 3. 登山道から見た早池峰山の地質

早池峰山には、<sup>おだごえ</sup>小田越コース・河原の坊コース・鶏頭山コース・<sup>かどま</sup>門馬コースの4つの登山道があります(第2図)。

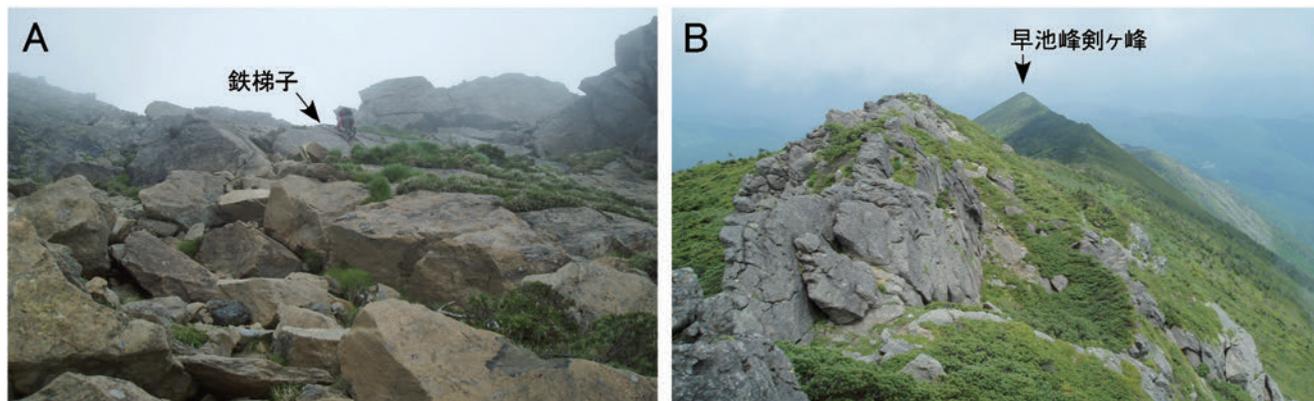
小田越コースは、起点の標高が1,240 mと高いため登頂距離が一番短く、約2時間半で登ることができます。今回はこの小田越コースを登りながら、地質を概観してみます。起点の足下には花崗岩が分布しているようですが露頭はありません。少し進むと、石炭紀の堆積岩からなる小田越層の分布域に入ります。地形の傾斜が緩く草木も茂っているため、露頭はほとんどありませんが、小田越層特有の白い結晶質石灰岩(大理石; OdI)の転石を目にすることができます。標高約1,300 m地点の森林限界を超えると植生も少なくなり、黒い蛇紋岩の露頭や巨大転石が目立ち始めます。夏ならハヤチネウスユキソウなど蛇紋岩大地に適応した希少な高山植物群を見つけることができます(第3図)。標高約1,700 m地点の7合目付近に差し掛かると、蛇紋岩ではなく緑掛った色をした玄武岩や斑れい岩(神楽火成岩類)を確認することができます。8合目付近からまた蛇紋岩が現れ、この辺りからは急斜面になるため、備え付けの鉄梯子を使った岩登りとなります(第4図A)。尾根に到着すると山頂まではあと少し。周りは蛇紋岩露頭が切り立ち、東には早池峰剣ヶ峰が見えます(第4図B)。山頂に向かってしばらく西進すると、再度足下に緑掛った玄武岩や斑れい岩が出現します。そしてついに山頂。周囲には割れ目(節理)の発達した巨大な蛇紋岩の岩塊が広がっています。南正面には、薬師岳(標高1,645 m)が望めます。ちなみに、薬師岳は中生代前期白亜紀の花崗閃緑岩(遠野花崗閃緑岩; Gd)からなっており、早池峰山とは岩石の時代も種類も、そして高山植物も異なります。

### 4. おわりに

地質調査総合センターでは地質図閲覧サイト「20万分の1日本シームレス地質図」(<https://gbank.gsj.jp/seam>)



第3図 早池峰山の蛇紋岩大地に適応した希少な高山植物群。A:ハヤチネウスユキソウ, B:ナンブイヌナズナ, C:ヒメコザクラ。6月下旬に撮影。



第4図 A: 蛇紋岩が広がる8合目の“鎖場”. 大きなリュックサックを背負った登山者が鉄梯子を登っている. B: 尾根上の蛇紋岩. 節理面は南傾斜を示す.

less 2014/12/19確認)を公開しており、スマートフォンなどの携帯端末でいつでもどこでも地質図を閲覧することができます. 特に、GPS機能を使用することで足下の地質がすぐに閲覧できるため、時折携帯端末で地質を確認しながら登山すれば、山の楽しみも増します. また、地形や植生が地質とどう対応しているのかを実感することもできます. 東北に行く機会があればぜひ早池峰山に足を運んでみて下さい. その際は、5万分の1地質図幅「早池峰山」があるとなお効果的です.

\*1 かんらん石、輝石、角閃石などの鉄やマグネシウムを多く含む苦鉄質鉱物に富む火成岩. 塩基性岩と同義.

\*2 岩石の種類や形成過程など、ある同じ特徴を持つ地質体が広範囲にまとまって分布する場合に「○○帯」という地帯(地質帯)名が付けられる. 南部北上帯は、大陸棚周辺で形成された中生代の主に堆積岩から構成される.

\*3 海溝域において、陸側からもたらされる砂や泥などの堆積物と、沈み込む海洋プレートから剥ぎ取られた玄武岩・石灰岩・チャートなどが混在して陸側に押し付けられることでできる地質体で、日本列島の基盤岩の多くを成している.

## 文 献

川村寿郎・内野隆之・川村信人・吉田孝紀・中川 充・永田秀尚(2013) 早池峰山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 101p.

Ozawa, K.(1984) Geology of the Miyamori ultramafic complex in the Kitakami Mountains, Northeast Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **90**, 697-716.

Ozawa, K.(1988) Ultramafic tectonite of the Miyamori ophiolitic in the Kitakami Mountains, Northeast Japan: hydrous upper mantle in an island arc. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **99**, 159-175.

Shibata, K. and Ozawa, K.(1992) Ordovician arc ophiolite, the Hayachine and Miyamori complexes, Kitakami Mountains, Northeast Japan: isotopic ages and geochemistry. *Geochem. Jour.*, **26**, 85-97.

UCHINO Takayuki (2015) One hundred mountains in Japan in geology; Mt. Hayachine.

(受付:2014年12月19日)



配付資料に基づく情報では、参加者数は146名でした(第1図)。内訳は以下の通りです。

- ・加盟国11か国：カンボジア(2名)、中国(10名)、インドネシア(12名)、日本(11名)、韓国(9名、うち1名は在パプアニューギニア韓国大使)、ラオス(1名)、マレーシア(2名)、パプアニューギニア(65名)、フィリピン(2名)、タイ(9名)、ベトナム(3名)。
- ・協力国5か国：デンマーク(1名)、フィンランド(2名)、ドイツ(1名)、オランダ(1名)、ノルウェー(1名)
- ・協力機関2機関：PETRAD(ノルウェー、1名)、UKM(マレーシア、1名)
- ・名誉顧問：2名(うち1名は加藤碩一産総研名誉リサーチャー)
- ・オブザーバー：ミャンマー(1名)、モンゴル(1名)、SOPAC(1名)
- ・CCOP事務局：7名

日本からの参加者は産業技術総合研究所地質調査総合センター(GSJ)の10名(佃栄吉、加藤碩一、大久保泰邦、鈴木祐一郎、森田澄人、内田洋平、井川怜欧、宝田晋治の各氏および内田利弘、原 淳子)、一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構(JSS)の藤田 勝氏、応用地質株式会社の大橋弘紀氏の計12名でした。

### 3. 総会の主要イベント

#### (1) 開会式

開会式では、開催国パプアニューギニア代表Shadrach Himata氏(鉱物政策・地質ハザード管理局長(DMPGM))と東ニューブリテン州副知事Simon Painap氏による歓迎挨拶、諮問委員会代表のFranca Schwarz氏(ドイツ連邦地球科学天然資源研究所(BGR)国際協力室長)とCCOP議長の佃理事(GSJ代表)による祝辞があり、最後にパプアニューギニア鉱山省大臣Byron Chan氏が開会宣言を行いました(第2図、第3図)。総会の議長はパプアニューギニア代表Shadrach Himata氏、副議長はインドネシア代表Rudy Suhendar氏(エネルギー・鉱物資源省地質総局地下水・環境地質研究センター長)、書記は中国Zhang Minghua氏(中国地質調査所(CGS)D&Rセンター情報部門長)、ノルウェー代表Per Blystad氏(ノルウェー石油管理局(NPD)上級地質学者)が務めました。



第2図 第50回CCOP年次総会開会式の様子。



第3図 佃CCOP管理理事会議長による祝辞。

#### (2) CCOP事務局、各国のカントリーレポート報告

総会では、CCOP事務局、加盟国、協力国および協力機関の代表者が1年間の活動内容を発表しました。2014年度、CCOPでは24の研究プロジェクト活動があり、ワークショップやミーティングを合わせ、計29の会議が開催されました(第4図)。活動内容は、資源分野が最も活発で、CO<sub>2</sub>地中貯留(CCS)、ガス資源、鉱物資源、水資源に関するプロジェクトが進行しています(第1表)。環境分野では、地下水問題、沿岸浸食、地滑り、地質災害が、地質情報分野では、地球物理・地球化学データ取得の推進、地質図の調和的統合、地球科学データベース構築、石遺跡書籍出版が主要な活動です。いずれのプロジェクトにおいても加盟国が積極的に参加し、東・東南アジア地域の技術向上、研究協力が行われていました。

続いて、加盟国の活動について各国代表者がカントリーレポートの報告を行いました。加盟各国は地質図の作成を

第1表 2014年のCCOPワークプラン活動一覧(第63回CCOP管理理事会資料(CCOP Technical Secretariat, 2014)より)

<b>Geo-Resources:</b>		
<b>Project/Activities</b>	<b>Schedule</b>	<b>Remarks</b>
<b>1) CCOP CO<sub>2</sub> Storage Mapping Program (CCS-M)</b>	4 year program starting April 2013	Support by Global CCS Institute & Norwegian Ministry of Foreign Affairs
1.1 Facilitating phase	April 2013 -June 2014	Completed
1.2 Phase 1 (3 Case Studies)	July 2014-Dec 2015 (1.5 years)	On-going
CCS-MT3:Communicating CCS to the Public	18-21 February 2014 Yogyakarta	Completed on 18-21 February 2014 in Bandung, Indonesia, with 60 participants
CCS-M Seminar2 (S2): Geological Storage of CO <sub>2</sub>	17-20 March 2014 in Hanoi, Vietnam	Completed with 51 participants
CCS-M Training Course4 (T4): National Assessment of CO <sub>2</sub> Storage Sites and CO <sub>2</sub> for EOR	27-30 May 2014 in Penang, Malaysia	Completed with 52 participants
CCS-M Training Course5 (T5): GIS Applications in Geological Storage Mapping	5-8 August 2014 in Daejeon, Korea	Completed with 32 participants
Coordination Meeting with CCS-M Indonesian Case Study Team	29 August 2014 in Jakarta, Indonesia	Completed with 8 participants
CCS-M Annual Meeting	5 September 2014 in Bangkok, Thailand	Completed with 6 participants
<b>2) CCOP-PETRAD workshops</b>	2014	Support by PETRAD
Seminar on Pipeline and Production Facilities: Integrity Inspection and Management	28-29 January 2014 in Bangkok, Thailand	Completed with 66 participants
PETRAD-SINOPEC-CCOP Seminar on LNG Strategy, Policy, Technology and Systems with particular emphasis on the role of LNG for a reduced carbon foot print	11-13 June 2014 in Beijing, China	Completed with 70 participants
<b>3) CCOP-GA-DMR-DMF-DED Workshop on Coal Bed Methane</b>	2014	Support by DMR, DMF and DED of Thailand
CCOP-GA-DMR-DMF-DED Workshop on Coal Bed Methane	4-6 March 2014 in Chiang Mai, Thailand	Completed with 25 participants
<b>4) The 4<sup>th</sup> ECF Asia Shale Gas Summit and Unconventional Resource Expo</b>	14-16 Oct. 2014 in Shanghai, China	Support by ECF (China) (registration fee, accommodation for resource persons).
<b>5) The 4<sup>th</sup> South East Asian Industrial Minerals Conference</b>	2014	Support by Industrial Minerals Events' & DMR of Thailand.
The 4 <sup>th</sup> South East Asian Industrial Minerals Conference	18-19 June 2014 in Bangkok, Thailand	Postponed to 11-14 November 2014
<b>6) BGR-CCOP Workshop "State Management of Mining Activities in ASEAN Countries"</b>	25-27 November 2014 Vientiane, Laos	Support by BGR In preparation
<b>7) CCOP-CGS Geochemical Baseline Project</b>	2013-2015	Support by CGS, China Field trips in Lao-PDR & PNG completed
<b>8) CCOP-VIGMR-UNESCO-DVKP Symposium on Developing Geoparks within East &amp; Southeast , Asia region -Opportunities and Challenges</b>	9-12 September 2014 in Hanoi, Vietnam	Support by VIGMR, Petro Vietnam, CCOP & MCs Completed with 30 participants
<b>9) CCOP-GSJ/ AIST Groundwater Project</b>	Since 2004	Support by GSJ/AIST, Japan
The Final Meeting of CCOP-GSJ/AIST Groundwater Project Phase II	18-20 March 2014 in Bandung, Indonesia	Completed with 33 participants from CCOP member countries
Phase III "Development of Geoinformation Sharing Infrastructure for East and Southeast Asia"	Started in 2014	Endorsed by the 62nd CCOP SC Under this program, each MC will be responsible for maintaining the data quality and updating the database.
<b>10) Dissemination seminar of BGR-CRWPI Project: Improvement of Groundwater Protection in Vietnam</b>	Second quarter 2015 in Vietnam	Support by BGR, cooperated by CRWPI (tbc.)
<b>11) CCOP-KIGAM-JPDC 6<sup>th</sup> Jeju Water World Forum</b>	6 -9 Oct. 2014 Jeju, Korea	Support by KIGAM and JPDC (Korea) In preparation
<b>12) Workshop on the application of UNFC 2009 on energy resources and reserves classification and reporting</b>	8-11 Dec 2014 Bangkok, Thailand	Support from CCS-M Program and Department of Mineral Fuels, MOEN, Thailand

<b>Geo-Environment:</b>		
<b>Project/ Activities</b>	<b>Schedule</b>	<b>Remarks</b>
<b>13) CCOP-KIGAM Project “Solution for ground water problems in CCOP region”</b>	2013-2017	Proposed and Supported by KIGAM
Pls refer also to Jeju Water Forum & Training course on GW in KIGAM		On-going; As per specific request by MCs
<b>14) CCOP-GSJ/AIST DelSEA Project Phasell</b>	2008 –2014	Support by GSJ, Japan
CCOP-GSJ/AIST–DMR–DMCR Workshop on Coastal and Marine Geology	11-13 February 2014 Rayong, Thailand	Completed with 38 participants
CCOP–GSJ/AIST–MGI DelSEA-II Workshop on Coastal Geology & Hazards	16 –22 March 2014 Bandung, Indonesia	Completed with with 72 participants
<b>15) KIGAM-IS Geo-CCOP Regular Training courses</b>		Support by KIGAM/IS Geo, Korea
KIGAM-CCOPRegularTrainingcourseon“FundamentalsonGeologicalSurvey”	2-27 June 2014	Completed with 13 participants
KIGAM-CCOPRegularTrainingcourseon“GroundwaterTheoryandApplication”	June 30 through July 15, 2014	Completed with 25 participants
KIGAM-CCOP Regular Training course on “Coastal Geology and Geohazards”	15-30 September 2014	Completed with 12 participants
<b>16) CCOP –GSJ / AIST Environmental Analysis Support Program</b>	Annually	Support by GSJ, Japan On-going
<b>17) CCOP-DMR-VIGMR Project on Landslide Mitigation</b>	2013-2015	Support by Thailand and Vietnam On-going
<b>18) CCOP-UOT-DMR Workshop on INSAR Application for Geohazards</b>	19-20 August 2014 in Bangkok, Thailand	Support by Tokyo Univ., Japan Completed with 34 participants
<b>Geo-information:</b>		
<b>Project/ Activities</b>	<b>Schedule</b>	<b>Remarks</b>
<b>19) CCOP-CGS Capability Enhancing on Integrated Geophysical and Geochemical Data Processing Project (IGDP)</b>		Support by CGS, China
Second Workshop/Training of Integrated Geophysical and Geochemical Data Processing (IGDP) Project	22-24 August 2014 Kunming, China	Completed with 45 participants
<b>20) CCOP-ASEAN Harmonized Geology Project</b>	Start 2014	Support by GSJ, Japan
First facilitation meeting	21 October 2013 in Sendai, Japan	Completed with 10 participants
Second facilitation meeting	3 March 2014 in Chiang Mai, Thailand	Completed with 16 participants
Kick-off meeting	16-17 July 2014 in Bangkok, Thailand	Completed with 21 participants
<b>21) CCOP Book Project: “Best practices on Mine Decommissioning &amp; Rehabilitation Plan in CCOP region”</b>		Support by Philippines Proposed by the Philippines at the 48thAS and 59thSC meetings
Establishment of Task Group	2013	A network of National Coordinators in CCOP member countries has been established.
Kick-off meeting	2015	Support by MGB and CCOP
Editing and publication	2015-2016	Support by MGB and CCOP
<b>22) CCOP Book Project “Stone Heritages in East and Southeast Asia”</b>		Support by GSJ, Japan Proposed by Japan at the 48thAS and 59thSC meetings
Establishment of Task Group Global Heritages Stone Resource (GHSR) and Heritages Stone Task Group (HSTG)	June 2013	Completed.
Guideline for Authors and a Draft Manuscript of Japan Chapter	July 2013	Completed and circulated to MCs.
Business meeting of the Heritages Stone Task Group	22 October 2013 in Sendai, in conjunction with the 49thCCOP AS.	Completed with 17 participants

Submission of the draft manuscripts	30 June 2014	Received draft manuscripts of 7 member countries, named Indonesia, Japan, Korea, Malaysia, Thailand, Papua New Guinea and Vietnam
Review by the editor or send revision by the authors	July -October 2014	The received manuscripts are being reviewed by Project leader (Dr. Kato)
Editing and printing		On-going
<b>23) CCOP High Education Support Network Program</b>	Start 2013	Support by Yamaguchi Univ., Kanazawa Univ., Nagoya Univ., Japan
First facilitation meeting	21 October 2013 in Sendai, Japan	Completed with 17 participants
Second facilitation meeting	3 March 2014 in Chiang Mai, Thailand	Completed with 11 participants
Third facilitation meeting	23 October 2014 in Kokopo, PNG	In conjunction with the Thematic session of the 50 <sup>th</sup> CCOP Annual Session
<b>24) CCOP-CGS AMOS project</b>	2012-2013	Support by CGS, China
Design and development of an office automation system (AMOS) for CCOP Technical Secretariat	2014	At the 62 <sup>nd</sup> CCOP Steering Committee, the China that the overall design of AMOS is already completed. The first two sub-systems, the administration and financial systems, are put in place, and ready to be tested.
Technique transfer and Training course for using of AMOS	2014	China will discuss with CCOP TS for the ways to test these systems.



第4図 CCOP 事務局長 Adichat 氏による CCOP 活動報告の様子。

継続して進めており、特にインドシナ半島の国々では、国境を越えた調和的な地質図編集への活動が高まっている様子がうかがえました。カンボジア、ラオスは中国の支援を受けて地質図、地化学図のデータ整備を行っていました。インドネシアからは地質災害情報整備（火山・地震・津波）および石炭、シェールオイル、地熱といった資源探査活動

報告がなされ、マレーシアも資源探査活動を中心した報告を行いました。中国と韓国は地質情報整備、資源探査、環境について網羅的に活動しており、CCOP加盟国への調査支援、教育活動も行った実績を報告していました。タイ、ベトナムは水資源調査、沿岸浸食調査に関する活動報告を中心に行い、フィリピンは鉱物資源、沿岸域環境、地質災



第5図 ポスターセッションの様子。



第6図 ココボ到着時の歓迎の様子。

害を中心に報告しました。開催国のパプアニューギニアは鉱物資源、海底資源、地熱資源に富み、これらの開発状況に関する紹介がありました。また、地震、津波、火山災害も頻繁に起こっており、地質災害に関する活動にも重点が置かれていることがわかりました。日本からはGSJの行っている地質基盤情報整備活動を中心に発表が行われました。続いて、協力国のデンマーク、ドイツ、フィンランド、ノルウェー、オランダ、協力機関のPETRAD、UKMが過去1年間の支援状況について報告を行いました。

### (3) 技術セッション

カントリーレポートに引き続き行われたThematic Sessionは「Geo-Resources: Potential, Development and Management」をテーマに各国の研究者が発表を行いました。セッションは、基調講演、エネルギー資源、鉱物、健康・安全・環境、資源管理のためのCCOP高度教育ネットワークの5つに分けられ、口頭発表26件、ポスター発表11件が行われました。冒頭の基調講演では3件の発表があり、Franca Schwarz氏（BGR,ドイツ）が「Geo-Competences - Shaping the Future」について、Nathan Mosusu氏（パプアニューギニア鉱物資源局地質調査部）が「Future geo-resource identification in Papua New Guinea: the need for geo-science」と題してパプアニューギニアの資源状況について報告しました。続く、Zhou Qingfan氏（中国石化石油探査開発研究院（SINOPEC））は「Status and Outlook for shale gas exploration and development in China」と題して中国における天然ガス資源開発の状況を報告しました。その後の技術セッションでの発表者は開催国であるパプアニューギニアから最も多く、地熱・鉱物・海洋資源・石炭資源探査や資源開発政策に関する報告が行われました。その他の国からの発表者は日本、インドネシア、韓



第7図 フェアウェルディナー風景。

国、中国が多く、最後の高度教育ネットワークのセッションは全て韓国からの発表でした。日本からはエネルギー資源のセッションでメタンハイドレート探査、石油・ガス探査、CCOP地下水プロジェクトについて（森田氏、鈴木氏、内田洋平氏）、鉱物セッションでアジア地域の地球科学情報整備について（大久保氏）、健康・安全・環境セッションで鉱山周辺の重金属流出解析について（原）発表を行い、ポスターセッションではタイ・チャオプラヤ平野の水資源開発について（井川氏）発表しました（第5図）。

### (4) ウェルカムディナー、フェアウェルディナー

本会議の初日にGazelle International Hotelでウェルカムディナーが、最終日にRapopo Plantation Resortでフェアウェルディナーが開催されました。

今回、多くの会議参加者は、開催地ココボへ移動するにあたり、国際線のある首都のポートモレスビーを經由してCCOPの準備したチャーター機で移動しましたが、ココボ到着時は現地民族の方がパフォーマンスで出迎え、その様



第8図 地質巡検のランチタイムの様子。



第9図 タブルブル火山。

子が地元のメディアに掲載されるなど、盛大な歓迎を受けました（第6図）。ウェルカムディナー、フェアウェルディナーでも、同様に現地の方が民族音楽やダンス、儀式などを披露して下さり、夜遅くまで有意義な時間が続きました。フェアウェルディナーでは恒例の全参加国による余興が催され、諮問委員会メンバーによる恒例のCCOPソングも披露されました（第7図）。

#### （5）地質巡検

10月24日には巡検が行われ、参加者全員、CCOPより配布されたブルーのポロシャツを着ての参加となりました（第8図）。午前中は船に乗り、ココポ沿岸域周辺を海から見学し、午後はバスで8月末に噴火したタブルブル火山周辺、火山観測所、第2次世界大戦の跡地などを見学しました（第9図）。

タブルブル火山はラバウルカルデラの東縁に位置する活火山で、1994年に大噴火を起こし、大量の火山灰でラバウル市街は大きな被害を受け、多くの住民はココポに移住しました。同火山がCCOP総会の開催される1.5か月ほど前に再度噴火したため、見学に訪れた時には山肌からガスの放出が見られるなど、まだ火山活動が継続している様子がうかがえました。島にはプランテーションによって多くのヤシの木が栽培されていましたが、今回の火山灰の被害により、広範囲におよびヤシの木の葉は黄色く枯れていました。

ラバウルはこれまで様々な国にかわるがわる統治されてきましたが、第二次世界大戦時には日本軍による統治がなされ、戦争時に作られた洞窟が多く残されるなど、戦争の爪痕がいたる所で見られました。

#### 4. おわりに

CCOPは1966年の設立時、国連ESCAP鉱物資源課業務の一部として、日本、韓国、フィリピン、台湾で活動を始め、その後徐々に国連組織から独立し、現在は独立した国際政府間機関として活動しています（嶋崎，1995）。東・東南アジア地域の加盟国も次第に増え、現在13か国まで増えました。今回のCCOP総会には、オブザーバーとしてモンゴル、ミャンマーからの代表者の出席があり、これらの国とも今後協力体制を強化していくことが予想されます。このように、CCOP組織が大きくなる過程で、日本（特にGSJ）は資金援助、専門家の派遣、ワークショップの実施、刊行物の出版など、中心的な支援活動を進めてきました。しかし、2001年にGSJは独立行政法人産総研の傘下に入ることになり、2003年に外務省がCCOP拠出金負担をやめるなど、近年はGSJがこれまでと同様に潤沢な資金をもってCCOP活動を行うことが難しくなってきました。一方、中国や韓国は潤沢な資金と人材をもって活発なCCOP活動を行うようになってきました。また、加盟国の経済レベルも以前に比べて向上し、各国研究者の学術レベルも上がってきました。今回の開催国であるPNG研究者たちも大変意欲的に研究を進めており、自国技術の向上を推進している様子がうかがえました。

現在、日本（GSJ）は、CCOP活動の方向性を見直す時期を迎えているように思います。地球科学に特化したCCOPの人的ネットワークは大変貴重であり、国同士の諍いがあるとも研究者間のネットワークは継続することが可能です。日本はこのネットワークを活用し、これまで通り、GSJとしての組織的な技術支援と研究者のボトムアッ

プによる研究協力を積極的に進めながら、CCOP各国と肩をならべて共同研究、共同資源開発を行う活動プランを推進すべきでしょう。

**謝辞：**今回のCCOP総会には、開催地が遠方にもかかわらず、日本から12人の研究者、技術者が参加しました。その大半はGSJからの参加者でしたが、JSSの藤田氏、応用地質株式会社の大橋氏にもご参加いただき、総会中、積極的に各国研究者との交流を深め、各国の技術報告も興味深く聴衆していました。我々も異なる組織の研究者、技術者の視点からCCOP活動に対する意見を伺うことができ、この場をかりて参加協力に心より感謝申し上げます。

- 注1：加盟国：カンボジア、中国、インドネシア、日本、韓国、ラオス、マレーシア、パプアニューギニア、フィリピン、シンガポール、タイ、東ティモール、ベトナム
- 注2：協力国：オーストラリア、ベルギー、カナダ、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、オランダ、ノルウェー、ポーランド、ロシア、スウェーデン、英国、米国
- 注3：協力機関：ASEAN石油協議会（ASCOPE）、国際地球科学トレーニング・交流センター（CIFEG）、環太平洋エネルギー鉱物資源協議会（CPC）、国連アジア太平洋経済社会委員会（UN-ESCAP）、欧州地質調査機構（EuroGeosurveys）、GETECH、政府間海洋学委員会（IOC）、インド洋海洋事象協力機構（IOMAC）、国際地質科学連合（IUGS）、ノルウェー国際石油管理計画庁（PETRAD）、国連環境計画（UNEP）、国連教育科学文化機関（UNESCO）、マレーシア・クバンサン大学（UKM）、世界銀行（World Bank）

## 文 献

- 嶋崎吉彦（1995）アジアの地球科学国際協力において国際機関の果たしてきた役割－ESCAP-CCOP-地質調査所－。地質ニュース，no. 492，8-15。
- CCOP Technical Secretariat (2014) Progress Report (01 January-30 June 2014). 63 Steering Committee Meeting, CCOP.

---

HARA Junko and UCHIDA Toshihiro (2015) Report of the 50th CCOP Annual Session.

---

（受付：2015年3月30日）

## 日本地質学の軌跡 6

# 井上禧之助と小川琢治：日露戦争下の地質調査

鈴木 理<sup>1)</sup>\*

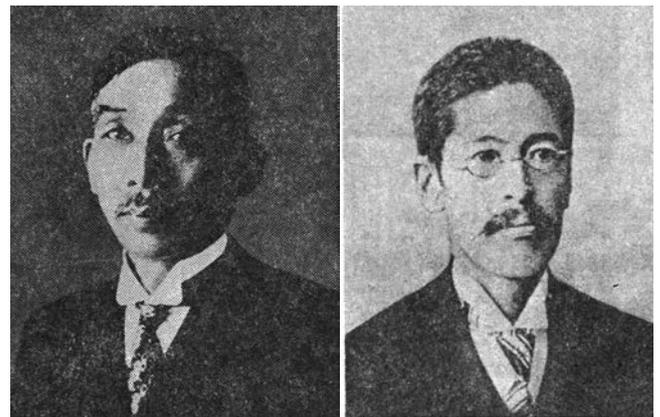
1904年（明治37年）2月5日、日本はロシアとの国交を断絶した。ロシアの人口1億3千万人に対して日本の人口は4千6百万人で3分の1。ロシア政府の年間歳入20億円に対して日本は2億5千万円で1割2分。常備兵力はロシアの300万人に対して日本は20万人で7パーセント程。ロシア皇帝は、皇太子の時に来日し、警護しているはずの巡査にサーヴェルで斬りつけられたニコライ2世である。遼東半島関東州を清から租借して不凍港、旅順を要塞化したロシアに対し、日本は満州と朝鮮半島で住み分けようと交渉したが、ロシアは力を背景に朝鮮北半分の中立化を要求して譲らなかったのである。

ロシアには留学生は少なかった。八杉貞利（27歳）は東京帝大文科大博言学科（言語学科の前身、博物学に対する博言学という表現が面白い）に1897年（明治30年）に入学し、師の上田萬年（後出する澤柳政太郎の同窓生）に勧められて東京外国語学校専修科（夜間科）で長谷川辰之助（二葉亭四迷）からロシア語を学び、東京帝大卒業後、サンクトペテルブルグ大学に留学して2年経った所だった（米川編，1939）。急遽ロシアを脱出しハンブルグから北ドイツ独逸ロイドのバイエルン号に乗り、前年からの欧米出張を切り上げた、同郷の小藤文次郎（第1図）と一緒に成った（八杉，1935）。『地質学雑誌』の会員消息を追っていくと、小藤（47歳）は1903年（明治36年）8月に維納で開かれる第9回万国地質学会議に出席するため、5月に日本郵船加賀丸で横濱を発ち、アメリカ北部シヤトルに到着。鉄道で大陸を横断し、大西洋をイギリスへ渡った。地質調査所の井上<sup>きのすけ</sup>禧之助（第2図左）と地質学会議に参加した後、開通直後の西比利亜<sup>シベリア</sup>鉄道で帰国するはずだったが、戦争が勃発したため、バイエルン号に乗っていたのである。八杉貞利の父、利雄は小藤が大学南校に入学したのと同時期に津和野藩から命じられて大学東校へ進んでいたから2人は知り合いだったのだろう。

1904年2月8日、日本陸軍先遣隊が大韓帝国（韓国）の仁川<sup>ジンセン</sup>（第3図）に奇襲上陸し、戦争が始まった。同時に



第1図 小藤文次郎肖像画。津和野町郷土館所蔵の肖像画（1906年に50歳に成った大礼服姿の小藤を東京帝大地質学科で石崎順吾が描いたとされる）を同館の宮田健一研究員が撮影。

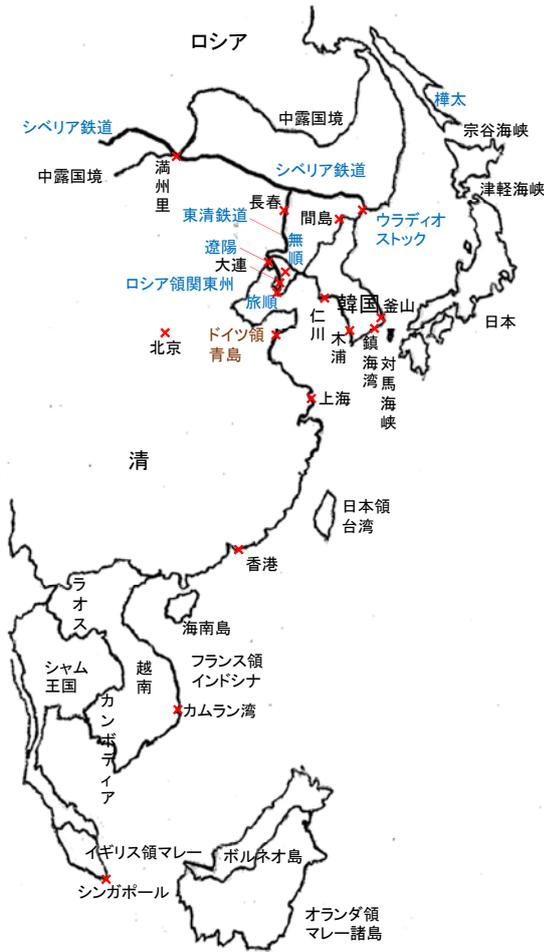


第2図 井上禧之助（左）と鈴木敏（右）（『地質調査所百年史』から転載）。

日本海軍は旅順沖に商船を沈めてロシア極東艦隊主力を封じ込めようとしたが失敗。日本政府は勝ち目が無い事を十分に理解していた。アメリカの世論を味方にしようと、イエール大学を卒業した箕作佳吉の様な知米派学者の派遣を画策する。小学生達は教師に引率されて神社に参拝。生ま

1) 産総研 バイオメディカル研究部門  
\* masashi.suzuki@aist.go.jp

キーワード：日露戦争、小藤文次郎、小川琢治、井上禧之助、福地信世、横山又次郎、神保小虎、東京帝国大学鉱物学科、南満州鉄道地質課、油貞岩、対立の法則



第3図 日露戦争時の東アジア、東南アジアの地図。

れる子には勝、勝利、勝磨<sup>まさる</sup>といった戦勝を祈願する名、或いは遼吉、勝海<sup>かつとし</sup>といった日本軍が勝利する戦場と関係する名が付けられて行く。

5月、日本陸軍は鴨緑江の戦いに勝って韓国を占領。8月にロシア領関東州の遼陽（第3図）が戦場に成った。並行して旅順包囲戦が始まる。遼陽は満州里から旅順へとシベリア鉄道を延長する東清鉄道が通る拠点。シベリア鉄道は完成真近ながら単線で、日本軍はその輸送力を反対方向へ向かう列車を駆ですれ違わせると仮定して計算していたのだが、9月に完成すると、ロシアは貨車を使い捨てにした。12月、農商務省は金原信泰（1900年東京帝大地質学科卒）や大築洋之助（1901年卒）など地質調査所の職員多数を日本軍が占領する韓国に送って、井上禧之助らに地質・鉱物を、鴨下松次郎らに土性を調査させた（今井，1963）。東京帝大地質学科の大学院生、福地信世（1900年卒で神保小虎の弟子）も調査に参加する（立岩，1953）。

東京帝大理科大学物理学科の田中館愛橘教授<sup>あいみつ</sup>たちは旅順の敵陣を偵察するために陸軍中野電信隊による気球の打ち上げに協力した（中村，1943）。化学科の櫻井錠二教授<sup>じょうじ</sup>と大学院生、鈴木庸生<sup>やすお</sup>は旅順攻撃のために毒瓦斯を合成しようとする（吉原，2014）。毒瓦斯が実戦に登場するのは第一次世界大戦だが、旅順攻略が遅れていたら歴史は変わっていたかも知れない。10月、ロシアはバルト海艦隊から主力を抽出して第2極東艦隊を編成し、極東に向かわせた。ウラディオストック・旅順の極東艦隊（今や第1極東艦隊）に合流すれば、戦力は日本海軍の倍に成る。乃木希典<sup>まれ</sup>將軍は多くの陸軍将兵を犠牲にしながら旅順を見下ろす203高地への突撃命令を繰り返し、1905年（明治38年）1月、ロシア守備隊は降伏。艦船は自沈した。地質調査所は小川琢治（井上禧之助の元同級生だが、入所は井上より1年早い、第4図）等を大本営御用掛として派遣した（今井，1964）。小川達は占領直後の関東州を調査し、ロシアが坑道を掘りかけていた撫順炭鉱<sup>ぶじゆん</sup>（第3図）を手取り早く利用するために露天掘り（第5図）を提案。1905年5月には日産二百トンが採掘される。同1月、ロシアはバルト海艦隊の残存から第3極東艦隊を編成して出航させた。八幡の製鉄所では開戦直後の1904年4月にコークス炉に火入れしたが17日で停止して、釜石で民間による製鉄に取り組みでいた野呂景義が高炉の形状や操業方法の改善に取り組み、1905年2月から再開した（清水，2010）。

1905年5月、海軍の仮設巡洋艦（少数の砲を装備した商船）信濃丸は対馬沖を警戒していた。有事の際には商船



第4図 小川琢治（『The Imperial Geological Survey of Japan with a Catalogue of Articles and Analytical Results of the Specimens of Soils』（1904年）より転載）。小川の写真で残っている物は少なく、これは私の知る最も若い時の写真である。

は政府に徴用される取り決めになっていて、信濃丸は日本郵船から徴用された73隻の1つ。フランスの植民地、<sup>ヴェトナム</sup>南カムラン湾に第2・第3極東艦隊（日本側の通称はバルティック艦隊）が集結した事が英領シンガポールに駐屯する味方仮設巡洋艦、<sup>アメリカ</sup>亜米利加丸（東洋汽船から徴用された3隻の1つ）から通報されていて、カムラン湾を出て浦塩に入るには対馬、津軽、宗谷のいずれかの海峡を通過せねば成らない。17日午前2時、信濃丸は第2・第3極東艦隊の中で唯一、灯火管制を布いていなかった病院船オリオールを発見し、無線で通報した。巡洋艦和泉が交代して追尾する。

遑て英伊混血のグリエルモ・マルコーニ（Guglielmo Marconi）が無線を発明したのは日清戦争が終わった1895年（明治28年）。日本海軍は艦同士或いは艦と基地の間の連絡に使えると考え、マルコーニに接触したが、日本での特許出願はイギリスでの出願から60日を超えていたため成立していないにも関わらず、高額な技術料を要求され、折り合いが着かなかった。海軍航路標識管理所（海上保安庁水路部の前身）の石橋<sup>あやひこ</sup>絢彦（工部大学校土木学科1期卒）の要請で、浅野<sup>おのすけ</sup>應輔・電気試験所長（工部大学校電信学科3期卒）は松代松之助・電信主任（1888年東京電信学校1期修了）に無線交信を実験するよう命じ、1897年（明治30年）、松代はイギリスの雑誌を頼りに築地海岸での実験に成功した（電子技術総合研究所創立100周年記念事業実行委員会編，1995）。電気試験所には人手も予算も無く、浅野所長は松代を海軍に出向させた。

これに対し、海軍は松代に加えて木村駿吉・第二高等学校教授を招聘した（小松，1991）。木村は、幕府海軍奉行として咸臨丸で渡米した木村芥舟<sup>かいしゅう</sup>の三男、東大予備門から物理学科に進み、イギリス人教官ノット（Cargill Gilston Knott）から電磁気学を学んで、神保小虎や長岡半太郎の翌年に帝国大学理科大学を卒業し、第一高等中学教授に成った後、ハーヴァード大学、イェール大学に留学して博士号を得ていた。海軍技師と成り、松代の装置を改良して1903年（明治36年）に軍用無線電信機を完成。海軍は木村の36式無線電信機を横須賀工廠で製造し、9割以上の艦に搭載した。

信濃丸からの「敵艦隊見ユ」の暗号通信を受けて東郷平八郎率いる艦隊が朝鮮半島南端の鎮海湾から出動した。中央气象台は臨時観測所を韓国の釜山や木浦、仁川、遼東半島の旅順、大連、奉天などに開設して戦時体制を採っており、岡田武松・予報課長（1899年東京帝大物理学科卒）は、視界は良いものの波が高いと予想（気象庁編，1975）。秋



第5図 1940年頃の撫順炭鉱の露天掘り（国書刊行会『昔日の満州』の写真をウィキペディア [http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Fushun\\_Coal\\_Mine2.JPG](http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Fushun_Coal_Mine2.JPG)（2014/10/10確認）を介して転載）。

山<sup>さねゆき</sup>真之参謀（夏目漱石と共立学校，東大予備門での同窓）は魚雷艇などの補助艦艇の出番はないと考え、主力艦同士の砲撃戦を計画した。旗艦三笠，戦艦富士以下の主力艦はイギリス製だったが、その砲弾は国産。金属に触れると発火するピクリン酸を充填剤で包み、<sup>やつきょう</sup>葉莖に触れない様に装填したのである（小池，2006）。爆発時のガス温度は3千度に達し、ロシア海軍の綿火薬砲弾の6倍の威力が有った。呉の海軍兵器製造所でこの砲弾を開発したのは工部大学校化学科を1883年（明治17年）に5期首席で卒業した下瀬<sup>しもせまさちか</sup>雅允（大山，2005）。ロシアも中央度量衡局・局長に成っていたメンデレーエフ（Dmitrij Ivanovich Mendelejev）まで動員して綿火薬砲弾を開発したが、及ばなかった。砲撃戦の結果、ロシア軍艦16隻が沈没、5隻が自沈して6隻は降伏、6隻は仏印（フランス領インドシナ）へ逃走した。

実は、ドイツもマルコーニの独占を嫌って36式無線電信機採用と同年にテレフンケン社を設立しており、第2・第3極東艦隊も同盟国ドイツ製無線機を積んでいたのだが、アフリカ沖のフランス領マダガスカル島に停泊した時にドイツ人技師達が逃げたために機能していなかったと云われる。

6月、日本は日本海海戦勝利を踏まえてセオドア・ルーズヴェルト米大統領（Theodore Roosevelt Jr）に終戦交渉の仲介を依頼した。7月、樺太を占領してロシアに交渉に着くよう圧力をかける。海軍が壊滅したロシアは無力だった。8月にメイン州ポーツマスで講和会議が始まった時、日本陸軍の弾薬は尽きていた。しかしロシアも問題を抱えていた。レーニン（Vladimir Ilyich Lenin）率いる農民や労働者が反乱を起こして、日本から資金が渡されていたのである。やがてロシアでは第一次世界大戦中に革命が



第6図 横山又次郎（富山房の許可を得てホームページより転載）。  
[http://202.209.73.88/users/jit/06jinbutu/16\\_toyamabo-2.html](http://202.209.73.88/users/jit/06jinbutu/16_toyamabo-2.html) (2014/10/10 確認)

起こる事に成る。日本は小村壽太郎・全権大使（第1回文部省海外留学生としてハーヴァード大学で法学を修得）に加えてハーヴァードでルーズベルト大統領と同窓だった金子堅太郎・司法大臣（福岡県留学生として岩倉使節団に付いて渡米）を特使として派遣して外交努力の限りを尽くした。大統領の仲介で9月5日、ポーツマス海軍工廠内で双方が講和条約に調印する。

日本は韓国を確保し（軍駐留権を獲得し1910年に併合）、樺太の南半分や遼東半島関東州、東清鉄道南滿州支線（旅順から長春までの南滿洲鉄道）を得たが、賠償金は獲得出来なかった。東京では賠償金無しの講和に民衆が暴徒化してアメリカ大使館などに放火する事件が続く。高橋是清・日銀副総裁の努力で日本は1億円相当の外貨を欧米の銀行（その多くはユダヤ資本）から戦時国債の売却の形で借りていて、賠償金が得られなかったため返済に長く苦勞する。

1906年（明治39年）、国策会社、南滿州鉄道会社（満鉄）初代総裁に後藤新平が就任した（満史会編、1964）。1907年（明治40年）、満鉄鉱業部地質課が出来て、農商務省福岡鉱山監督署に勤めていた木戸忠太郎（1898年東京帝大地質学科卒）が課長に就任する。小川琢治達は終戦後も満鉄地質課が設立されるまで関東州民政署附として地質調査を続けた（日本地学史資料調査委員会、1984）。南滿州鉄道（シベリア鉄道と同じ広軌）は日本の物に成ったと言っても、ロシアが汽車や貨車を残すはずがなく、満州軍野戦鉄道提理部が線路を狭軌に変えて日本の車両を使って運営していた。高速化のために後藤が中間の標準軌を選択したため、満鉄はシベリア鉄道とも朝鮮総督府鉄道（日

本と同じ狭軌）とも接続出来なく成る。

戦費調達のための行政縮小で、1905年7月に地質調査所は鉱山局の下と成り、課は掛に格下げされ、同時に所長は巨智部忠承から鈴木敏（第2図右）に変わっていた（地質調査所百年史編集委員会編、1982）。賠償金が得られなかったため、この状態は太平洋戦争直前まで30年以上も続く。巨智部（51歳）は韓国政府に招聘され、韓国農工商部技監に成った（今井、1964）。閑職に甘んじていた和田維四郎（49歳）も韓国政府鉱業顧問に就任する（今井、1963）。

1906年7月、地質調査所の伊木常誠は海外視察に出発した（伊木常誠先生追悼録刊行会編、1962）。まずアメリカへ向かい、9月にメキシコで開かれた第10回万国地質学会議に参加する。同9月、地質調査所は麴町区道三町から京橋区木挽町（銀座）に移った（地質調査所百年史編集委員会編、1982）。関東大震災後の短期移転を挟んで、太平洋戦争まで長くこの地が居場所に成る。

鈴木敏は早くも1907年（明治40年）3月に退官し、5月に井上禧之助が新所長に就任した（地質調査所百年史編集委員会編、1982）。鈴木敏の生年月日は不明ながら東大を卒業したのは1883年だからまだ40代だったと思われる。1907年7月から翌年2月にかけて、駐留日本軍を統括する韓国統監府（朝鮮総督府の前身）の依頼で小川琢治は朝鮮に渡り、清との係争が続く、間島（第3図）の地質・鉱物を調査した（岡田、1997）。間島は油頁岩（オイルシェール、油を含む頁岩）の産地で、これを調べたのだろう。

1907年9月、東京帝大理科大学地質学科から鉱物学科が独立し、神保小虎（40歳）が主任に成った（須藤、1953）。講座合計数は増えず、かつての3講座は地質学第一・第二、そして鉱物学講座に変わり、地質学科は2講座に減った。小藤文次郎（第1図）や横山又次郎（第6図）の力は絶大で、神保は独立してホッとしただろうが、毎年数人以上の学生が入り、3、4人が卒業していた地質学科と異なり、鉱物学科では、1909年卒の保科正昭（地質学科前期を終えて鉱物学科中期に転入）、1914年卒の牧野孝三郎、1915年卒の門倉三能と鈴木昌吉と年1人以下の卒業ペースだった。

1907年10月、富山房合資会社から横山又次郎（第6図）著『古生物学』が発行された（横山、1907）。この本は翌年に増刷される売れ行きで、富山房はこの後も地質学関連書の出版を続ける。冒頭総論には「凡そ化石を識別するには、既に動植物学に於いて、組み立てられたる分類項目の法に依るものなれば、即ち此の二科学の十分なる知識

を要するや復論を俟たず、又化石学者は往々数個の骨片を以て、其の動物の、如何なる体形を有したるかを判断することあれば、即ち比較解剖学の助けを仰ぐこと亦少なからず。蓋し此の学には所謂対立の法則 (Low of correlation) あり。対立の法則とは即ち凡て生物体は其の各部間相互の関係、併に各部の全部に対する関係の極めて親密適切にして一部の変更は、必ず他の部分の変更の之に伴うものあるを云うなり。故に例えば一器官に変更あれば、全部の釣合を保んが為め、他の器官にも亦必ず、変更なかる可らず。」と書かれていた。横山が言う Low of correlation は、イギリスの数学者・動物学者ダーシー・トムソン (D'Arcy Wentworth Thompson) が著書『生物のかたち (Growth and Form)』(トムソン, 1973) の中で、座標軸を歪めれば、どんな怪奇な魚の体も同じ座標で記述出来る事を示すのを数十年先取りしていた。

日露戦争直後、東京には9万5千の電灯が点り、東京電燈社や日本電燈社が電力を供給していた。東京府の瓦斯事業も澁澤榮一らが設立した東京瓦斯社に払い下げられていて、1907年に上野で開かれた東京勸業博覧会では3万5千個の電球で展示場を照明したが、東京瓦斯の瓦斯館だけは瓦斯灯を使った。東京帝大理科大学博物棟でも、瓦斯や電気を使える様に成っていたはずである。

## 文 献

地質調査所百年史編集委員会編 (1982) III 事業の拡張期 (明治38年～大正14年)。地質調査所百年史編集委員会編、地質調査所百年史、茨城県谷田部町、31-42。  
電子技術総合研究所創立100周年記念事業実行委員会編 (1995) 電子技術総合研究所100年史。電子技術総合研究所創立100周年記念事業協賛会、東京、818p。  
伊木常誠先生追悼録刊行会編 (1962) 伊木常誠先生追悼録。石油文化社、東京、197p。  
今井 功 (1963) 地質調査事業の先覚者たち 地質調査所を築いた人—和田維四郎—。地質ニュース、no. 105, 30-35。

今井 功 (1964) 地質調査事業の先覚者たち (5) 応用地質学を開拓した人—巨智部忠承。地質ニュース、no. 114, 37-43。  
気象庁編 (1975) 気象百年史。気象庁、東京、740p。  
小池重喜 (2006) 日露戦争と下瀬火薬システム。高崎経済大学論集、49, no. 1, 1-16。  
小松醇郎 (1991) 幕末・明治初期 数学者群像 (下) 明治初期。吉岡書店、京都、443p。  
満史会編 (1964) 満州開港四十年史 上巻。満州開港四十年史刊行会、東京、906p。  
中村清二 (1943) 田中館愛橘先生。中央公論社、東京、291p。  
日本地質学史資料調査委員会 (1984) 小川琢治先生と京都大学の地理学教室—小牧実繁先生を囲む座談会—。地質雑誌、93, no. 3, 50-63。  
岡田俊裕 (1997) 小川琢治の中国研究。地理学評論、70A, no. 4, 193-215。  
大山 格 (2005) 下瀬雅允。日本天才列伝—科学立国ニッポンの立役者、学習研究社、東京、38-42。  
清水憲一 (2010) 官立八幡製鉄所の創立。九州国際大学経営経済論集、17, no. 1, 1-68。  
須藤俊男 (1953) 東京大学理学部鉱物学教室。日本地質学会史、日本地質学会、東京、93-95。  
立岩 巖 (1953) 朝鮮総督府地質調査所開設以前における朝鮮の地質研究史。日本地質学会史、日本地質学会、東京、147-148。  
トムソン ダーシー著・柳田友道・遠藤勲・古沢健彦・松山久義・高木隆司訳 (1973) 生物のかたち。東京大学出版会、225p。  
八杉貞利 (1935) 噫 小藤文次郎先生。島根評論、12, no. 4, 83-87。  
横山又次郎 (1907) 古生物学。富山房合資会社、東京、553p。  
米川正夫・馬場哲哉・除村吉太郎編 (1939) ロシア文化の研究—八杉先生還暦記念論文集—。岩波書店、東京、570p。  
吉原賢二 (2014) 日本の科学創成期を駆け抜けた留学生たちのヨーロッパ6 櫻井錠二をめぐる人びと。化学、69, no. 6, 52-55。

---

SUZUKI Masashi (2015) Tracts of Japanese geology (6) Geological inspection during Russo-Japanese War.

---

(受付:2014年10月10日)



く地質標本館が40件(24%)、地域センター(福島再生可能エネルギー研究所を含む)が6件(3%)でした(第2図)。

相談者からのアクセス方法については、電話が最も多く63件(44%)、次いでメール(ファックス・手紙を含む)が60件(42%)、面談が16件(11%)となっています(第3図)。回答方法については、同様に電話が最も多く62件(44%)、次いでメール(ファックス・手紙を含む)が46件(32%)、面談が33件(23%)となっています(第3図)。

相談者の都道府県別の内訳について、今期は28都道府県からアクセスがありました。内訳は、東京都の33件(23%)をトップに、茨城県が30件(21%)、神奈川県が

6件(4%)など、関東地域から80件(56%)の相談がありました(第4図)。他の地域では、北海道、静岡県、愛知県、大阪府、兵庫県および岡山県がともに4件(4%)となっています。ある特定の地域についての相談かどうかを調べてみると、51件(36%)が日本各地の地質などについての問い合わせで、外国についてのものは9件(6%)ありました(第4図)。

今期の相談件数は142件、回答者が複数の場合の延べ件数は165件で、前年度(173件、延べ208件)と比べて、件数、延べ件数ともに大幅に減少しました。また、前期(220件、延べ266件)と比べても大幅な減少となりました。

---

## CCOP-GSJ/AIST-DGR Groundwater Project Phase III Kick-Off Meeting 開催報告

内田洋平(産総研 地圏資源環境研究部門)

2015年2月10日(火)～12日(木)の3日間、タイ・バンコクにおいて、CCOP-GSJ/AIST-DGR地下水プロジェクトの会議が開催されました。会議には、CCOP加盟国から11ヶ国(カンボジア、中国、インドネシア、日本、韓国、ラオス、マレーシア、フィリピン、タイ、東ティモール、ベトナム)とミャンマーの各国関係者が参加しました(写真1)。本会議は2014年度に開始した地下水プロジェクトフェーズIIIのキックオフ会議です。タイ・地下水資源局(DGR)がホスト機関として共催しました。

議事は、(1)開会、(2)フェーズIIIプロジェクトの概要説明、(3)各国のカントリーレポート、(4)ディスカッション、(5)特別講演、(6)巡検という内容でした。日本からは、内田洋平(産総研地質調査総合センター(GSJ)/プロジェクトリーダー)、井川怜欧(GSJ)、大橋弘紀(応用地質/オブザーバー)の3名が参加しました。

開会挨拶に引き続き、内田よりフェーズIIIプロジェクトの概要説明を行いました。本フェーズでは、CCOP・GSJ地質情報総合共有システムプロジェクトとリンクすること、CCOP地下水データベースはデータベースの対象国を拡充すること、データベースをOpen Web GISシステム上に構築することを目指しています。しかし、地下水観測システムやデータベースの開発現状は国々で異なっており、本フェーズでは3つのグループに分けて活動することを確認しました。

今回のカントリーレポートのテーマは“Country's Activity Plan and Possibility of Compiling GW Data under CCOP GW Project Phase III”で、各国における地下水観測井の設置状況、モニタリング、地下水データベースの開発状況などについて発表を行いました。

2日目の午前、前日の各国カントリーレポートに基づき、プロジェクトにおけるグループ分けとデータベースエリアの設定、グループリーダーの選出を行い、成果物などの最終目標を設定しました(第1図)。その後、CCOP事務局のMarivic Uzarraga氏よりCCOP・GSJ地質情報総合共有システムについての概要説明が行われ、各国からはデータのアップロード方法や今後のプロジェクトスケジュールについての質問が挙がりました。

午後は、特別講演として、地下水研究グループの井川怜欧氏から“Sustainable Water Resource Management and Development Using a Groundwater Database”, 引き続き韓国地質資源研究院(KIGAM)のKyoochul Ha氏から“KIGAM's activity for GW training course in CCOP”の発表がありました。井川氏の講演では、CCOP地下水プロジェクトPhase IIで作成した地下水データベースを活用した地下水流動の解析例についての紹介があり、時間枠に収まらないほどの活発な質疑応答が行われました。

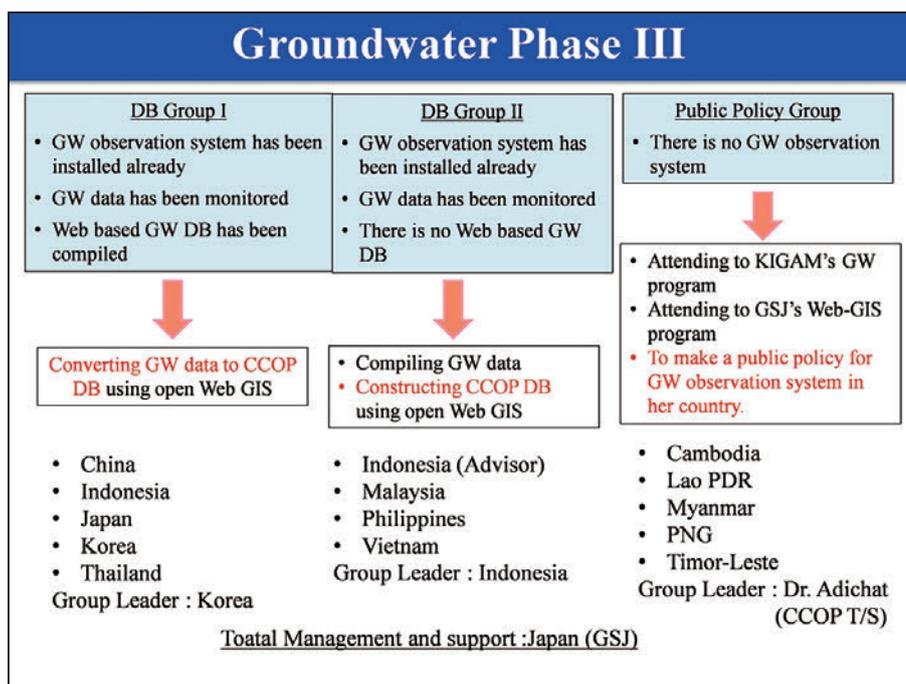
3日目はDGRの主催で、カセサート大学・チュラロンコン大学における地中熱実験設備の見学(午前)とアユタヤ

市の水文地質に関する巡検（午後）が行われました。カセサート大学とチュラロンコン大学の地中熱実証試験は、2013年度よりCCOP地下水サブプロジェクトとして開始しました。北欧諸国で広まった地中熱システムは東南アジア地域では適用が不可能といわれていましたが、GSJでの

研究やCCOPサブプロジェクトでの実証試験により、地域の水文地質環境を活用すると十分な効率で稼働することが明らかになってきました。今後は、タイのみならずベトナムなど東南アジアのCCOP加盟国における展開が期待されます。



写真1 全体集合写真.



第1図 本会議で合意されたPhase IIIプロジェクトグループと活動内容。本会議配布資料より。

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 富島康夫  
丸山正  
杉原光彦  
中嶋健  
七山太  
森尻理恵  
伏島祐一郎  
渡辺真人

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor: Seiichi Toshimitsu  
Deputy Chief Editor: Yutaka Kanai  
Editors: Yasuo Tomishima  
Tadashi Maruyama  
Mituhiko Sugihara  
Takeshi Nakajima  
Futoshi Nanayama  
Rie Morijiri  
Yuichiro Fusejima  
Mahito Watanabe

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター  
地質情報基盤センター 出版室  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial  
Science and Technology  
Geological Survey of Japan  
Geoinformation Service Center Publication Office  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

---

GSJ 地質ニュース 第4巻 第5号  
平成27年5月15日 発行

---

GSJ Chishitsu News Vol. 4 No. 5  
May 15, 2015

国立研究開発法人 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 中央第7

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

印刷所 前田印刷株式会社

Maeda Printing Co., Ltd

