

地質調査総合センターの国際協力の紹介

内田 利弘¹⁾

1. はじめに

産総研地質調査総合センター(GSJ)は、主な国際協力活動として、海外の研究機関と共同研究や情報交換などを行う二国間協力と、全世界、あるいは、ある地域の国々の研究機関が実施するプロジェクトに参画する多国間協力を実施している。前者は基本的に産総研と海外研究機関との研究協力覚書(Memorandum of Understanding: MOU)や個別の共同研究契約の下に実施されている。後者の代表的な活動には Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP: 東・東南アジア地球科学計画調整委員会)における協力があり、その他に、ASEAN Senior Officials Meeting on Minerals plus Three (ASOMM+3: アセアン+3 鉱物資源上級実務者会合)、International Community of Geological Surveys (ICOGS)(現在は、World Community of Geological Surveys: WCOGS)、Commission for the Geological Maps of the World (CGMW)、OneGeology、Commission for the Management and Application of Geoscience Information (CGI)、Geoscience Information Consortium (GIC)、アジア太平洋地域大規模地震・火山噴火リスクマネジメント(G-EVER)、Japan-China-Korea Trilateral GeoSummit(日中韓3ヶ国ジオサミット)などにおける協力を行ってきた。また、国内の他機関が日本の代表を務める日米天然資源会議(UJNR)の海底調査専門部会・地震調査専門部会や「地球規模の地理空間情報管理に関する国連専門家委員会(UNCE-GGIM)」に参加し、GSJの地質調査に関する情報提供などを行っている。

さらに、GSJは、海外の地質技術者に対する人材育成・技術指導として、APEC研修(2007年～2008年)およびGSJ国際研修(2018年開始)を主催するほか、JICA等の国際研修プログラムで来日する研修生に対して地質関係の講義や研究紹介を実施したり、短期間のインターン技術者受入を行ったりしている。加えて、GSJとの情報交換を希望される海外機関からの来訪者への対応、GSJ幹部等による海外の研究機関訪問、万国地質学会議(IGC)などの国際会議におけるGSJブース出展による情報発信などを行って

いる。

これらの主な活動の現状を以下に記す。なお、本稿はGSJの創立140周年特集号における国際連携に関する報告(内田, 2022)を補足する形で、2022年3月までの約20年間におけるGSJの国際協力の状況を紹介するものである。

2. 二国間協力

2.1 MOU

産総研のMOUには包括MOUと個別MOUがあり、前者は産総研内の複数の領域(分野)が関係する場合や国内の他機関も参加する場合などに適用されるのに対し、後者は1つの領域の研究ユニットのみが関係する場合に適用される。

1985年以降に有効であったGSJが関係するMOUを第1表に示す。なお、工業技術院地質調査所時代(2000年以前)は、国家間の科学技術協力協定の下での研究や工業技術院の国際産業技術研究事業(ITIT)による研究など、研究所間のMOUを締結しない国際共同研究も多く実施されており、MOUが増加したのは産総研に移行した2001年以降である。特に、GSJは産総研の中でも国際協力が活発な領域であり、MOUの件数も多い。

2.2 協力の概要

現在の二国間協力の研究テーマは、資源探査、地震・火山災害、地質情報、環境保全、地質調査技術など、地質調査全般にわたる。近年は共同研究契約を締結する案件が増えており、MOUの下での共同研究とMOUに基づかない直接の共同研究がある。後者には海外機関から資金提供を受ける共同研究もある。

2001年以降で、MOUあるいは共同研究契約の下に活発な研究協力が実施されたテーマおよび相手国には以下がある。ただし、その他に、MOUや共同研究契約に基づかない研究協力や国内の他機関が実施する国際共同研究への参加も多く行われている。

・鉱物資源：トルコ、韓国、中国、モンゴル、南アフリカ(写真1)、タイ、米国、ブラジル、アルゼンチン、カナダ、

1) 元 産総研 地質調査総合センター研究戦略部研究企画室

キーワード：地質調査総合センター、国際連携、研究協力、MOU、CCOP、国際プロジェクト

第1表 GSJが関与する海外研究機関とのMOUの変遷(内田, 2022). 暦年で表示、濃灰色はGSJ個別MOU, 淡灰色は産総研包括MOUを表す. 中国地質調査局とのMOUの1999年以前の締結年は一部不正確である.

国	研究機関	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
韓国	KIGAMI(韓国地質資源研究院)																												
中国	CGS(中国地質調査局)																												
中国	CGSB(重慶市地質局)																												
台湾	NCKU-DRPC(国立成功大学防災研究センター)																												
モンゴル	MRPAMI(モンゴル地質資源石炭管理庁)																												
モンゴル	MME(鉱山工科大学第一番+日本JOGMEC)																												
ベトナム	VAST(ベトナム科学技術院)																												
インドネシア	OG(地質調査局)																												
インドネシア	BPTI(地質調査局)																												
インドネシア	DGSE(地質調査・地質資源局)																												
インドネシア	Council of Scientific and Industrial Research(科学産業研究局)																												
インド	MTA(地質調査局)																												
トルコ	BRGM(地質調査局)																												
トルコ	INGY(火山学・地球物理学研究所)																												
イタリヤ	GBA(オーストリア地質調査所)																												
オーストラリア	GEUS(デンマーク・オーストリア地質調査所)																												
オーストラリア	AGRF(オーストラリア地質調査所)																												
スウェーデン	NAGRA(国立放射性廃棄物局)																												
スウェーデン	Far East Geological Institute(地質学研究所)																												
ロシア	Inst. of Geology of Ore, Petrography, Mineralogy, Geochemistry(地質資源地質研究所)																												
ロシア	Inst. of Volcanology(火山研究所)																												
ロシア	Geological Institute(地質研究所)																												
米国	USGS(米地質調査所)																												
米国	USGS(米地質調査所)・Landsat 8関係																												
米国	USGS(米地質調査所)																												
米国	USGS(米地質調査所)																												
米国	LANI(ロスアラモス国立研究所)																												
カナダ	GSFC(カナダ地質調査所)																												
ニュージーランド	GNPAMI(ニュージーランド地質調査所)																												
ニュージーランド	SEGEMAR(アルゼンチン地質調査所)																												
ニュージーランド	GNS Science																												
南アフリカ	CGS(地質調査局)+日本JOGMEC																												
南アフリカ	CGS(地質調査局)																												

- ミャンマー (写真 2), ロシア
- 地熱資源: インドネシア, 韓国, 米国, ニュージーランド
- 地震・津波: トルコ, 台湾, 中国, インドネシア, 米国, カナダ, ニュージーランド, タイ, ベルギー, 韓国, フランス
- 火山: インドネシア, 米国, ロシア, オーストリア, ニュージーランド, イタリア
- 地質対比: 韓国, 中国, タイ
- 沿岸域地質: 中国, ベトナム (写真 3), 韓国, タイ
- 地下水: 中国
- CO₂ 地中貯留: 韓国, 米国
- 物理探査: 韓国 (写真 4), オーストリア
- リモートセンシング: 米国
- 地質標本館: ベトナム, タイ

3. CCOP

3.1 CCOP の概要

CCOP は、東・東南アジア地域における経済発展と生活レベルの向上を目指し、地球科学分野のプロジェクトの推進、調整を行う政府間機関である。そのために、資源開発、地質情報の整備、地質災害の軽減、環境保全などに関する人材育成、技術移転、情報交換などを実施している。現在の加盟国は 16 ヶ国(ブルネイ、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、モンゴル、ミャンマー、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)である。さらに、欧米豪 14 ヶ国(協力国)の地質調査所や 17 の国際機関(協力機関)が活動に参加している。事務局はタイ鉱物資源局(DMR: バンコク)の構内に置かれている (<https://ccop.asia/> 閲覧日: 2022 年 7 月 5 日)。

CCOP の活動は、加盟国の代表で構成される管理理事会(Steering Committee)が方針を決め、それに従って実施される。管理理事会は年 2 回開催され、年の後半の理事会は年次総会(Annual Session)の直後に開催される。年次総会は各国が持ち回りでホストとなって開催され、過去 2 回の日本での開催は 2004 年 11 月(つくば)と 2013 年 10 月(仙台)であった(写真 5)。年次総会では毎年異なるテーマを設定して約 1 日間の技術セッション(Thematic Session)が開催され、論文集が出版される(写真 6)。また、会議の最終日夕刻には、参加者の交流・親交を深めるために懇親会が開催され、そこでは参加各国が歌・ダンスなどの余興を披露することが慣例になっている(写真 7)。



写真1 南アフリカにおける重希土類鉱床の掘削調査(2012年)(星野美保子氏提供)。南アフリカ地質調査局(CGS)との共同研究。



写真2 ミャンマーにおけるNiラテライト鉱床(露頭)の調査(2019年)(実松建造氏提供)。ミャンマー地質調査・鉱物資源局(DGSE)との共同研究。



写真3 メコンデルタ・マングローブ林でのピートサンプラー掘削（2018年）とボーリングコアの観察（2012年）（田村亨氏提供）。ベトナム科学技術院（VAST）Ho Chi Minh City Institute of Resources Geography との共同研究。



写真4 韓国ポハン地域におけるMT法調査（2002年）。韓国地質資源研究院（KIGAM）との共同研究。GSJの測定装置を持ち込んで技術支援を行い、韓国で初めての本格的なMT法調査となった。



写真5 2013年CCOP年次総会(仙台)の開会式の様子。



写真6 2019年CCOP年次総会(チェンマイ)のThematic Session会場の様子。



写真7 2019年CCOP年次総会(チェンマイ)のフェアウェル・ディナーにおける日本参加者の余興。

3.2 プロジェクトの概要

2001年以降にGSJの主導で実施されたプロジェクトを第2表に示す。CCOP Technical Bulletinは、CCOPが実施する共同調査やプロジェクトの成果を報告する出版物であり、ほぼ全てをGSJが出版した。1968年にvol.1が出版さ

第2表 GSJが主導するCCOPプロジェクトの変遷(内田, 2022)。暦年で表示。

プロジェクト	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
COOP Technical Bulletin出版																							
DCGM-III(都市域デジタル地質図)																							
DCGM-IV(地下水・地熱データベース)																							
メタデータと地球科学情報																							
アジア地球科学情報ネットワーク(GAIN)																							
火山災害軽減																							
デルタ地域地質評価(DelSEA)					Phase-1																		
地下水評価・管理					Phase-1				Phase-2	Phase-2													
スモールスケールマイニング(CASM-Asia)																							
GEO Grid																							
OneGeology-CCOP																							
Stone Heritage Book出版																							
地中熱サブプロジェクト																							
Harmonized Geology																							
地震火山災害情報図(G-EVER)																							
CCOP地質情報総合共有システム(GSi)																							
磁気異常図改訂版編集(MAMEA)																							

れ、2010年のvol. 32が最後となっている。1990年代から、地質図などの情報をデジタル化し国境を越えて統合するというプロジェクトが活発に実施されるようになった。Digital Compilation of Geoscience Maps (DCGM) プロジェクトは1993年にスタートし、フェーズI(以下、DCGM-I)では東・東南アジア諸国の200万分の1地質図が出版された(1997年)。フェーズIIでは海洋堆積物と鉱物資源図、フェーズIIIでは都市域の地質情報図、フェーズIVでは地下水・地熱に関する情報が出版された。続いて、Metadata and Geoinformation, Geoscience Asian Information Network (GAIN), CCOP GEO Grid, OneGeology-CCOP, Harmonized Geology, CCOP Geoinformation Sharing Infrastructure (GSi)の各プロジェクトが実施された。

以下に、地質図のデジタル化に関連する最近の3つのプロジェクトとその他のいくつかのプロジェクトについて説明する。

(1) OneGeology-CCOP (2007年～2019年)

OneGeology-CCOPプロジェクトでは、2007年に開始された、全世界の100万分の1地質図を電子化してネット上に公開するOneGeologyプロジェクト(後述)について、独自にはそれに対応することができないCCOP加盟国をサポートし、各国の地質図データをGSJのサーバーに集約し、それをフランス地質・鉱山研究所(BRGM)におかれたOneGeologyポータルサーバーに繋ぐこととした。最近では2019年にモンゴルの地質図の登録を完了した。

(2) Harmonized Geology (2014年～2018年)

Harmonized Geologyプロジェクトでは、DCGM-Iの200万分の1地質図で作成された地質凡例を改訂し、100万分の1地質図のシームレス化を目指した(大久保ほか, 2016)。プロジェクト開始に伴い、インドシナ半島5ヶ国(カンボジア、ラオス、ミャンマー、タイ、ベトナム)の研究者は国境を越えて地質情報を整備することの重要性を理解し、積極的な協力が行われた。その結果、GSJとタイDMRが主導する形で2018年にインドシナ半島の100万分の1地質図が完成した。

(3) GSi (2015年～)

OneGeologyでは地質図のデジタル化と公開のための標準仕様が策定されている。CCOP Geoinformation Sharing Infrastructure (GSi)プロジェクトでは、OneGeologyの考え方を発展させ、CCOP加盟国の各種地球科学情報をOneGeologyで使われる仕様に即して電子化し、ネット上に公開・共有することを目指した。インドネシア政府なども地質調査結果を全て電子化する方針を策定しており、プロジェクトの趣旨は各国に理解された。OneGeologyで

培ったノウハウをもとにGSi用のデータベース・システムを構築し、各国のデータをアップロードしてもらうこととした。ただし、データのアクセス権の設定は各国に任されている。GSiシステムは2018年に正式公開され、誰もがアクセスできるようになっている(第1図, 宝田・バンディバス, 2019)。さらに、GSiの一部のデータがOneGeologyの認証を受けて、OneGeologyポータルにリンクされた。2022年3月時点の登録データセット数は約1,100である。CCOPの中心的なプロジェクトと評価され、GSiプロジェクトではさらにデータを拡充することとしている。

(4) DelSEA (2004年～2018年)

沿岸域地質に関するプロジェクトIntegrated Geological Assessment of Deltas (DelSEA)は2004年から2018年まで3つのフェーズで実施された。ジャカルタなどの沿岸大都市の地盤沈下と海水浸入、バンコク南部の海岸浸食、中国やベトナムなどの大河デルタ域の堆積環境の変化や環境保全などに関する理解を促進するため、CCOP各国でワークショップを開催し、それに合わせてボーリング調査や物理解探などの合同現地調査や技術指導を実施した。

(5) Groundwater (2004年～)

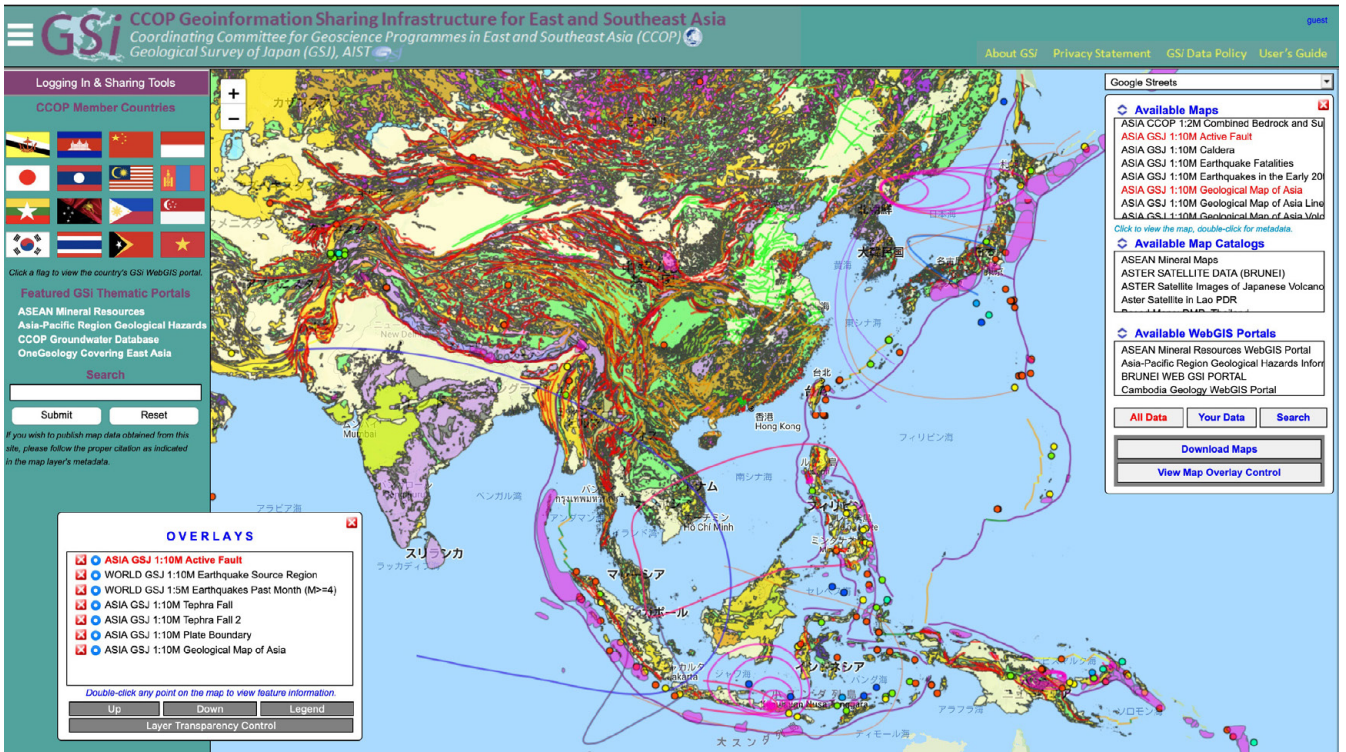
地下水資源に関するプロジェクトGroundwater Assessment and Controlは2004年に開始され、現在、名称をCCOP-GSJ Groundwaterプロジェクトとして、フェーズIVが進められている。各国の地下水観測データを収集してデータベース(第2図)を構築するとともに、途上国において地下水観測に関する技術指導や政策提言支援を行っている。毎年のプロジェクト会議における発表をまとめたレポートを2010年からCCOP-GSJ Groundwater Project ReportとしてGSJが出版している。また、収集された地下水データを基に、東南アジアにおける地中熱利用の可能性を実証するサブプロジェクトが2013年に開始された。

(6) Stone Heritage Book (2013年～2016年)

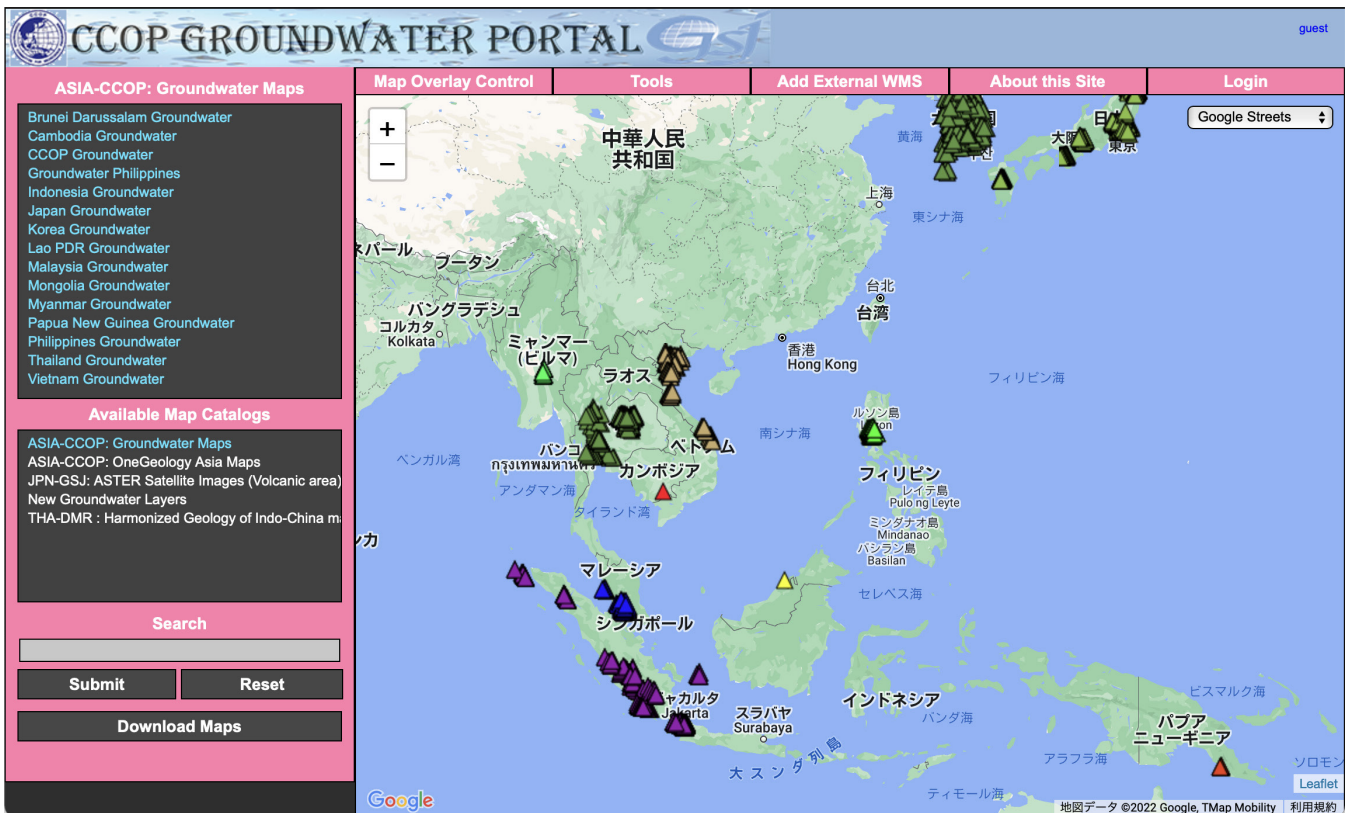
歴史的・文化的に意義の高い構造物に用いられている石材資源の地質学的情報を取りまとめるStone Heritage Bookプロジェクトでは、加盟国の情報を集めて2016年に出版が完了した(第3図, Kato *et al.*, 2016)。このプロジェクトは、国際地質学連合(IUGS)のHeritage Stone Task Groupが実施するGlobal Heritage Stone Resourceプロジェクトの一環として実施された。

(7) MAMEA (2017年～2021年)

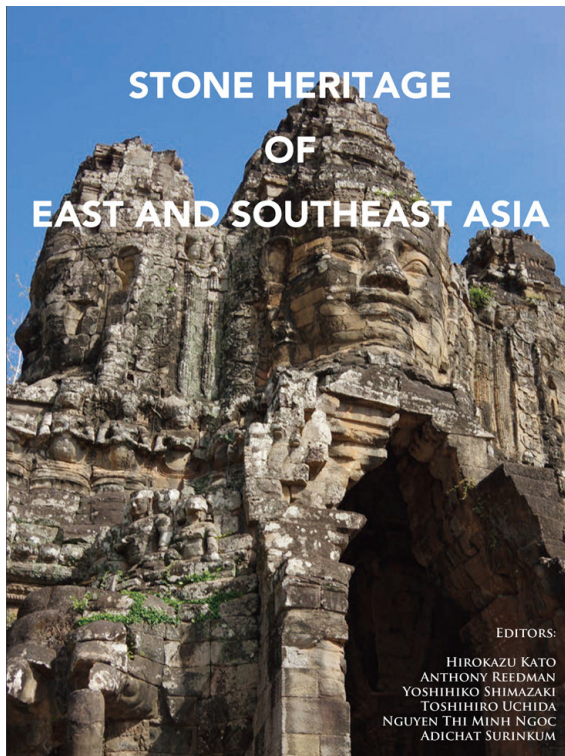
地球物理関係では、2002年に出版された磁気異常図を改訂するプロジェクトCompilation and Publication of a Revised "Magnetic Anomaly Map of East Asia 1:4,000,000" on CD-ROM (MAMEA)が実施された。旧版は1990年ま



第1図 CCOP 地質情報総合共有 (Gsi) システム (<https://ccop-gsi.org/main/> 閲覧日: 2022年3月1日) のデータ表示例。



第2図 地下水プロジェクトでデータを収集した CCOP 各国の地下水観測井の位置 (2022年5月現在, 約4,880ヶ所が登録されている)。Gsi システムにポータルサイトが構築されている (<https://ccop-gsi.org/gsi/groundwater/> 閲覧日: 2022年5月9日)。



第3図 Stone Heritage Bookの表紙(2016年出版)。10ヶ国の石材資源の地質学的情報を収録。

で実施された調査のデータを用いているが、新版ではその後実施された多くの調査データを追加し、広範囲の磁気図を編集した。図の名称はMagnetic Anomaly Map of East and Southeast Asia, Revised Version (3rd Edition)とし、2021年に電子媒体で出版した(第4図, Ishihara and Uchida, 2021)。出版時には、管理理事会から、CCOPが行うべき典型的な地球科学情報プロジェクトの成果であるという高い評価を受けた。

(8) 他国が主導するプロジェクト

中国、韓国などの加盟国や協力国も多くプロジェクトを実施しており、GSJはそれらにも積極的に協力している。代表的なものには、CO₂地中貯留関係のEnhancing Public Petroleum Management Programme (EPPM, 2008–2011, ノルウェー) およびCCOP CO₂ Storage Mapping Programme (CCS-M, 2013–2016, オーストラリア, ノルウェー), シェールオイル・ガス資源に関するUnconventional Oil and Gas Project: Mapping of Black Shale Formations for the Prediction of Shale Resources (UnCon, 2015–, 韓国), 休廃止鉱山環境保全事業の事例出版に関するBest Practices of Mine Rehabilitation and Decommissioning (2015–2018, フィリピン)(第5図, Uchida, 2018), 重力図編集に関するCCOP-ASEAN Integrated Geoscience Data Processing

and Geophysical Compilation (IGDP-II, 2017–, 中国), 地質資料のデータベース構築に関するGeoscience Data Repository Platform in CCOP (GDR, 2019–, 韓国) などがある。

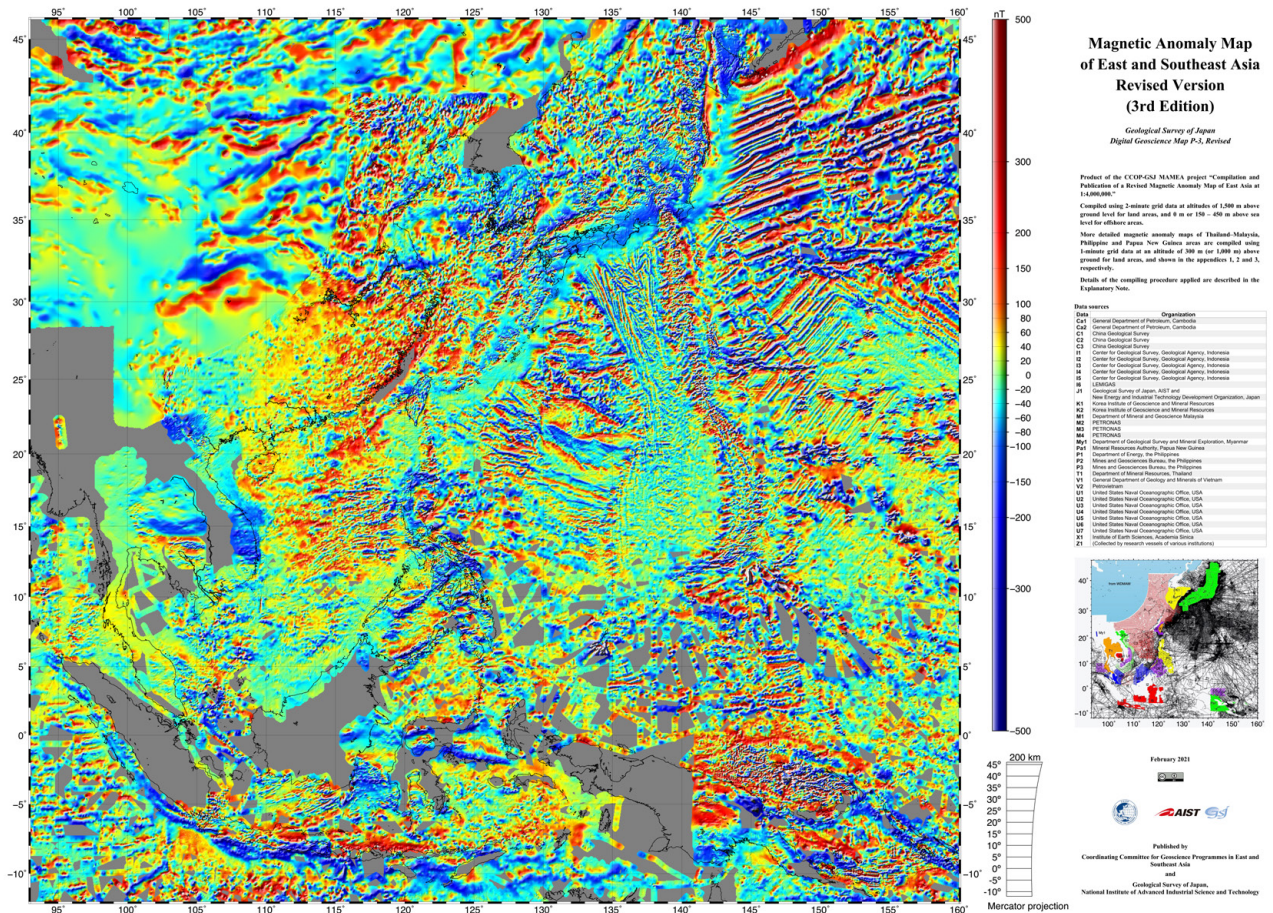
4. ASOMM+ 3

ASOMM (ASEAN Senior Officials Meeting on Minerals) は、鉱物資源情報の共有を図るため、ASEAN Minerals Cooperation Action Plan (AMCAP, 2005–2010) にデータベース構築の活動を含めた。プロジェクトを円滑に進めるため、日中韓(+3)を加えた2008年のASOMM+3会議において、鉱物資源データベースの高度化に関する技術支援要請を日中韓に対して行った。その後2010年に、日本(経済産業省)が技術支援を行うことが決まった。GSJは経済産業省からの要請に基づいて、プラットフォームとなるWeb-GISシステムの開発を開始するとともに、ASEAN各国から2名程度を日本に招聘して鉱物資源開発に関する人材育成のための研修を行うこととした。研修は2011年から2017年までに日本およびASEAN各国で計22回実施され、日本での研修(7回, 各約3週間)にはASEAN諸国から延べ119名の技術者が参加した。研修には参加者が自国の鉱物資源データを持参し、GSJの開発したASEAN Minerals Database and Information System (AMDIS)に登録した。登録数はASEANのうち鉱山開発が行われている8ヶ国の10,696鉱床である(第6図)。

ASEANは鉱物資源開発の推進のため、2021–2025年のAction PlanでAMDISの更なる有効活用を計画しており、日中韓に協力を再要請した。それを受け、経済産業省は2021年からGSJと石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)によるAMDIS、鉱物資源探査および鉱山環境保全に関する研修を再開した。

5. ICOGS (WCOGS)

前世界地質調査所会議ICOGS (International Consortium of Geological Surveys) は、地質調査所間の連携・交流を推進するため、1992年にカナダ地質調査所(GSC)の提案で開始された。GSJはアジア・西太平洋地域における活動の事務局を担当した。その一環として、1998年から2005年まで、ICOGS Asia-Pacific Newsletterを出版した。また、世界の地質調査所の名簿(GSディレクトリ)を1997年に発刊し、その後毎年更新を行ってきた。ディレクトリはGSJウェブでも公開され、後述のCGMWのサイトも地質関係



第 4 図 東・東南アジア磁気異常図改訂版(第 3 版)(2021 年)。



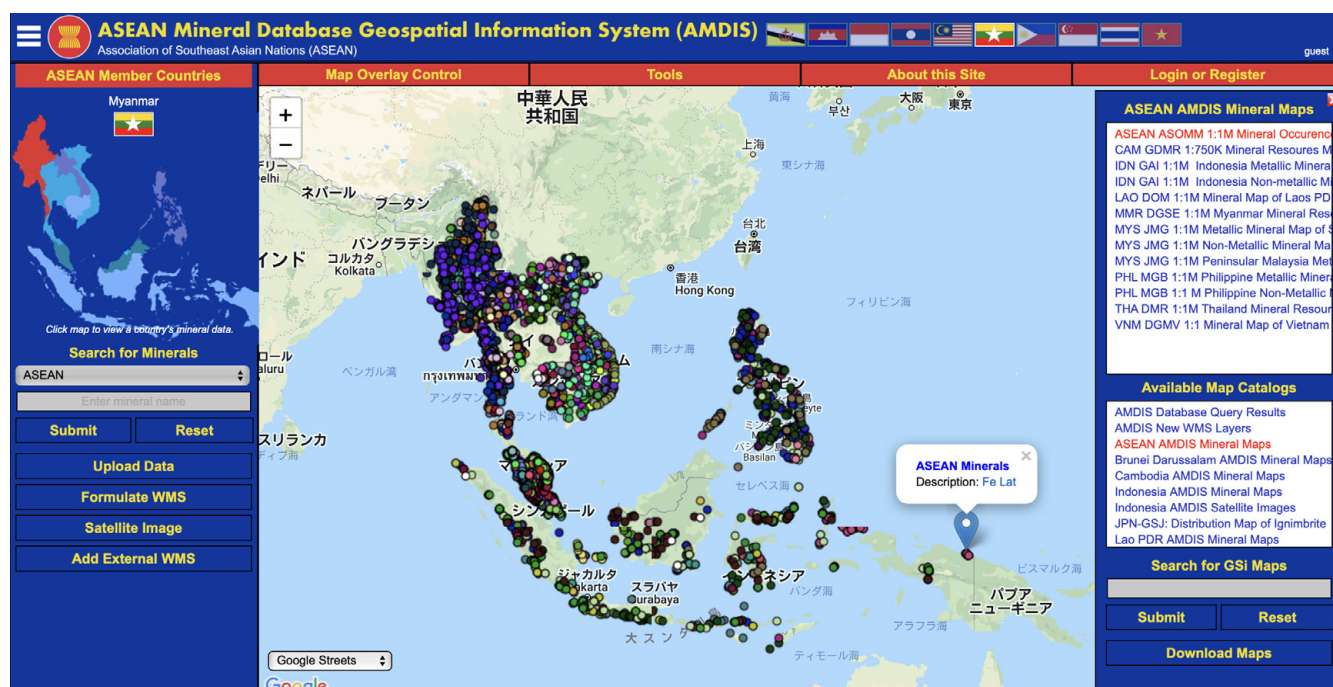
第 5 図 休廃止鉱山環境保全優良事例 Book の表紙(2018 年出版)。9 ヶ国の鉱山汚染対策事例を収録。

機関のリストとしてそのページを引用している。

ICOGS は万国地質学会議 (IGC) の際に定例会合を開催していたが、2012 年の IGC (オーストラリア・ブリスベン) が最終となった。その後、2018 年の国際会議で、世界の地質調査所が継続して意見交換を行うことの必要性が再確認され、GSC と米国地質調査所 (USGS) が中心となって検討し、2020 年に新たに World Community of Geological Surveys (WCOGS) として活動を再開することになった。Covid-19 パンデミックのためにオンライン開催となったが、2020 年 6 月にキックオフ会議、その後、3 次元地質モデル (2020 年 11 月) と希少金属資源 critical minerals (2021 年 2 月) に関するワークショップが開催された。

6. CGMW

世界地質図委員会 CGMW (Commission for the Geological Maps of the World) は、欧州の地質調査所が 1880 年代に開始した欧州・地中海地域の 150 万分の 1 地質図などを出版する活動を母体とし、1913 年の第 12 回 IGC (トロント)



第6図 ASEAN 鉱物資源データベースに登録されている金属鉱山の位置(10,696ヶ所)。GSI システムにポータルサイトが構築されている (<https://ccop-gsi.org/amdis/> 閲覧日: 2022年5月2日)。

の際に設立された。第12回 IGC には当時の GSJ 所長(井上禎之助氏)も参加しており、CGMW の資料によると、当時 CGMW は世界の地質図を作成することも検討しており、井上氏にも理事会に加わるよう要請した(Bouysse, 2013)。

CGMW は世界の各地域の地質図、分野別の地球科学図などを出版している。理事会は現在、地域担当19名、分野担当12名の理事で構成され、それぞれが地質図・地球科学図の出版計画を担当している。GSJ は1990年代に Natural Hazard Maps Subcommittee(自然災害図委員会)に参加し、2002年に CCOP 東アジア地質災害図を CGMW の認定を受けて出版した。その後、同委員会委員長を GSJ の代表が担当することとなった。後述の G-EVER プロジェクトにおける東アジア地域地震火山災害情報図の出版(2016年)は GSJ の提案による自然災害図委員会の活動として実施された。

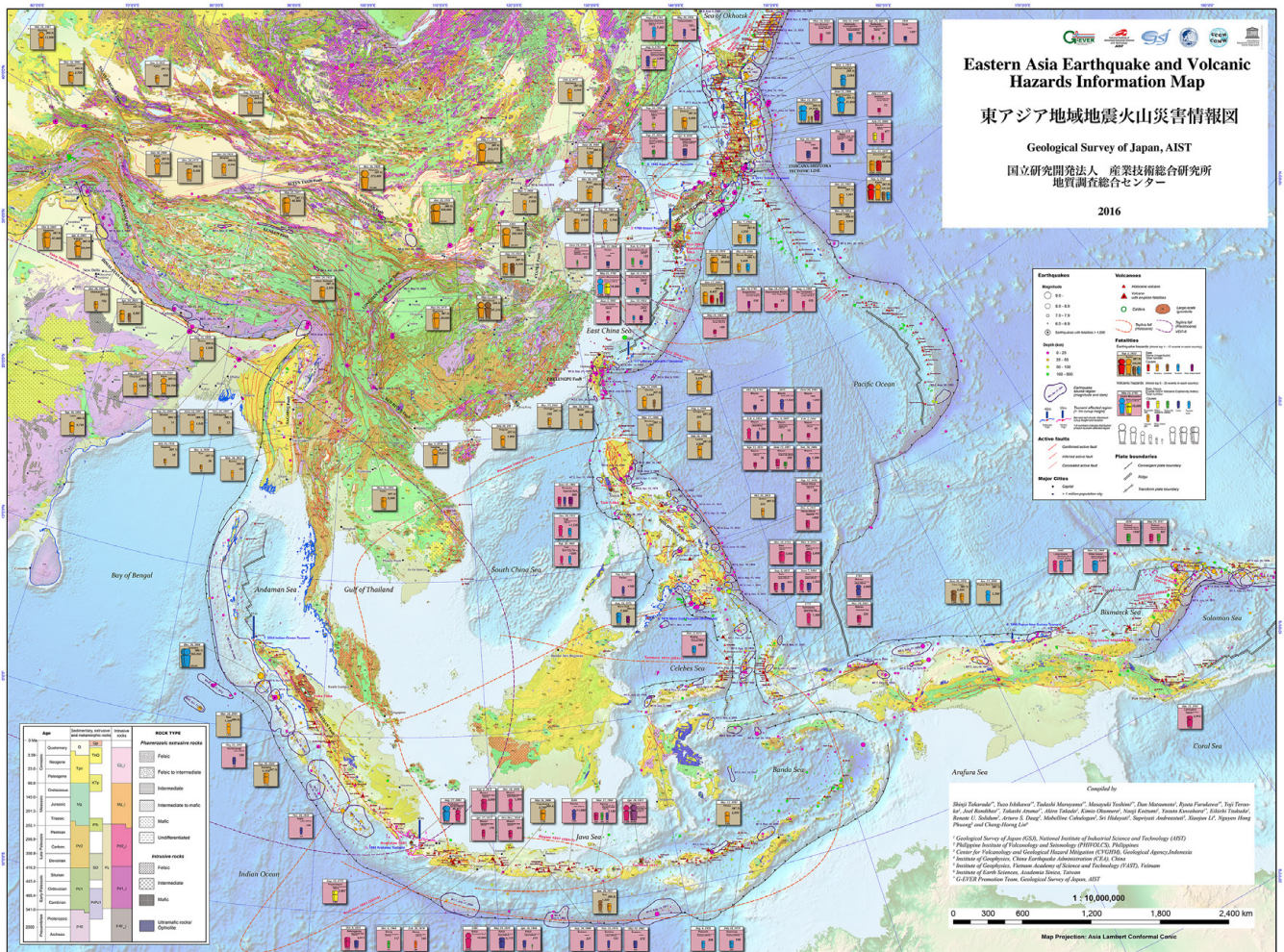
その他に、GSJ は、北ユーラシア委員会が中心となった地質アトラス・プロジェクト(2003年~2016年)に参画し、2014年に地質図、構造地質図、鉱床図などで構成される 1:2.5M Atlas of Geological Maps of North-Central-Eastern Asia and Adjacent Areas が出版された。また、南・東アジア委員会が中心となった地質図プロジェクト(2005年~2012年)に参加し、2013年に 1:5M International Geological Map of Asia (IGMA5000)が出版された。現在、500万分の1アジア・テクトニックマップ(ITMA5000)の

出版作業が進んでいる。

7. OneGeology

OneGeology は、100万分の1縮尺の地質図を手始めに、世界規模で最高品質の地質データを公開し、インターネット上でアクセス可能とすることを目的とするプロジェクトである。英国地質調査所(BGS)とフランス BRGM が主導して2007年3月に英国ブライトンで開催された第1回ワークショップには43ヶ国53機関が参加し、活動方針を議論した。目標として、(1)世界規模での地質情報の提供者となる、(2)すべての機関が参加できる共有化のための手法と技術を提供する、(3)プロジェクトを通じて地質情報が社会に利用され有用性が高まるようにする、が掲げられている。現在、118ヶ国の地質調査所が参加している。

GSJ はプロジェクト開始直後からアジアを代表して理事会に参加するとともに、東南アジアの地質図データの登録を支援する役割を担った。2011年9月には GSJ がホストとなり、東京で理事会が開催された。2013年10月には新たにコンソーシアムが組織され、各国の地質調査所や企業が会員として参加し、運営する体制に変更された。それまでは BGS と BRGM がサーバー運営などの活動経費を負担していたが、それ以降は会員が負担する年会費で運営されることとなった。現在、戦略理事会(Strategic Steering



第7図 東アジア地域地震火山災害情報図(2016年出版).

Committee) がコンソーシアムの活動方針を決めることとなっており、理事会はGSJを含む主要会員(Principal Member) 16機関の代表で構成されている。また、その下に実行委員会(Operational Group)を置き、具体的な技術的実行方針を検討している。

OneGeologyは、地質図をOneGeologyポータルサイト(<https://portal.onegeology.org/> 閲覧日:2022年7月5日)に登録するための標準的手順書(Cookbook)を作成しており、各機関はそれに従って地質図ファイルを作成し、サイトに登録する。すでに100万分の1地質図はほぼ全世界をカバーして公開が完了しており、現在、新たな活動として、3次元地質図、Digital Twinなどのデータ構築が検討されている。

8. G-EVER

GSJは、2011年3月の東北地方太平洋沖地震の約1年前から、アジア・太平洋地域の地震火山災害に関する情報

を共有するためのプロジェクト Asia-Pacific Region Global Earthquake and Volcanic Eruption Risk Management (G-EVER, アジア太平洋地域大規模地震・火山噴火リスクマネジメント)を開始した。当初、第1回ワークショップを2011年3月14日~15日に開催予定であったが、3月11日に地震が発生したために延期され、約1年後の2012年2月22日~25日に産総研(つくば)での開催となった。参加者は12ヶ国152名であり、低頻度大規模ハザードに関する国際的な協働推進に向けた提言(G-EVER1 Accord)が採択された。2012年10月に、ワークショップの参加者を中心に、協力の強化、情報の共有、地震・火山噴火による災害情報の整備の推進等を目的とするG-EVERコンソーシアムが設立され、また、GSJ内にG-EVER推進チームが設置された。

第1回ワークショップ以降、第1回G-EVER国際シンポジウム(2013年3月、つくば)、第2回G-EVER国際シンポジウム(2013年10月、仙台)、2015アジア太平洋地域地震火山ハザード・リスク情報国際ワークショップ(第3



写真8 第3回日中韓3ヶ国ジオサミット会場のGSJ席(2019年,札幌).

回国連防災世界会議のサブ会合, 2015年3月, 仙台)を開催した。それらの会議を通して形成された人的ネットワークを基に, またCCOP加盟国と協力して, アジア太平洋地域の地震・火山災害情報を収集し, 2016年5月に東アジア地域地震火山災害情報図を出版した(第7図, 宝田ほか, 2016)。

さらに, 地震・火山災害情報をGISデータで閲覧できるようにしたアジア太平洋地域地震火山ハザード情報システムを2015年に公開し, それを発展させたアジア太平洋地域地質ハザード情報システムを2020年3月に公開した。また, オンラインで利用可能な全世界の火山のハザード評価システム(G-EVER火山災害予測支援システム)を公開した。プロジェクトの波及効果として, フィリピン火山地震研究所(PHIVOLCS)から要請を受け, 同研究所が2016年に公開したオンライン活断層データベースシステムFaultFinder (<http://faultfinder.phivolcs.dost.gov.ph> 閲覧日: 2022年7月5日)の開発に協力した。G-EVERコンソーシアムは, 当初に設定した目標を達成したことにより, 2020年3月に活動を終了した。活動の記録や出版された報告書などはGSJウェブサイト (<https://www.gsj.jp/information/international/int-orgni/gever.html> 閲覧日: 2022年7月5日)にアーカイブされている。

9. Trilateral GeoSummit

GSJは, 韓国地質資源研究院(KIGAM)および中国地質調

査局(CGS)とは継続してMOUを締結し協力を行ってきた。2015年にKIGAMの呼びかけにより, 3機関合同の研究協力の推進を目的とし, 3機関の長が出席する定期的な会議の開催が合意された。会議の名称はTrilateral GeoSummit(日中韓3ヶ国ジオサミット)とし, 2年毎に開催することとなった。第1回会議は2015年4月に中国・北京で, 第2回会議は2017年6月に韓国・済州市で, 第3回会議は2019年7月に日本・札幌で開催された(写真8)。第2回および第3回には日中韓協力事務局(Trilateral Cooperation Secretariat, ソウル)の代表も参加し, さらに第3回にはCCOP事務局長も参加した。

第1回会議で提案された研究協力テーマをもとに, 第2回会議では, 活断層, 沿岸域地質, 地質情報GIS, ガスハイドレートのセッションが設けられた。第3回会議では, 事前の協議に基づいて, 活断層, GIS(Geographical Information System), 3次元地質モデル, 沿岸域地質の分科会を設け, 具体的な協力計画案を検討した。まとめられた協力計画案について, 2019年11月のCCOP総会の機会に3機関の代表が協議した結果, 沿岸域地質と新しく定義したGIS(Geoscience Information System)の研究協力を推進することとなった。新GISにはサブ課題として3次元地質モデルを含めることにした。しかし, その後の各テーマの協力と第4回会議(中国)の開催はCovid-19パンデミックのため順延となっている。

10. 国際研修

10.1 APEC 研修

GSJ は、APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation) の産業科学技術ワーキンググループ (Industrial Science & Technology Working Group: ISTWG) が推進する事業の一環として、2007年と2008年に国際研修を実施した(森田ほか, 2009)。2007年は、11月26日～12月15日に、「Human capacity building for natural resources development and its environmental impacts」と題する研修であった。APEC加盟国のうち7ヶ国から9名の研修生が参加した。講義は、各種エネルギー・鉱物資源、地下水資源、CO₂地中貯留、土壌汚染、リスク管理、リモートセンシング技術等で構成され、千葉県の砂・砂利採取現場や東北地方の鉱山跡地などの現地見学が組み込まれた。

2008年は、11月7日～25日に、「Human capacity building for natural hazard mitigation in cities and coastal regions (都市と沿岸域における防災)」と題する研修を実施した。6ヶ国から9名の研修生が参加した。講義は、地震、活断層、液状化、火山災害、リモートセンシング、GIS等で構成され、GSJ研究者による講義に加え、日本大学、筑波大学、米国オレゴン大学から講師を招聘した。また、防災科学技術研究所、東京大学地震研究所、東京都防災センターの見学と、千葉県の海岸浸食、長野県の活断層トレンチ現場、富士・箱根火山などへの巡検が組み込まれた。

10.2 GSJ 国際研修

GSJ は、海外の地質技術者に対する国際研修「GSJ International Training Course on Practical Geological Survey Techniques」を2018年に開始した。本研修は、GSJが2017年に開始した募集特定寄附金 GeoBank (ジオバンク) 事業の下での活動として実施され、CCOP加盟国の若手地質研究者を対象とし、実践的な地質調査技術の向上および国際的な人的ネットワーク構築を目的として企画された。

海外の状況を見ると、韓国のKIGAMは2010年に研修専用の施設を建設して International School for Geoscience Resources (IS-Geo) を開始し、世界中の途上国を対象に地質調査技術、鉱物資源、石油資源等に関する国際研修コースを年数回実施している。中国CGSも同様の研修コースを拡充している。それらの状況とGSJの研究の特徴を考慮し、国際研修の当面のサブテーマを「地質災害への適用 (Application to Geological Disaster Mitigation)」とした。

2018年の研修は6月26日～7月13日の3週間実施し



写真9 北茨城市花園溪谷に分布する竹貫^{たかぬき}変成岩類(阿武隈変成岩類)の観察(2018年)。



写真10 足尾帯ジュラ紀付加体で採取されたチャートに含まれる放散虫化石の観察とピックアップ(2018年)。

た(加野ほか, 2018)。CCOPの9ヶ国から9名が参加した。講義の大部分はGSJ研究者が担当し、それに加え、山口大学(アジアの地質)、応用地質株式会社(物理探査技術)、日本工営株式会社(地すべり災害)の専門家に講義を依頼した。GSJの研究者が地質図作成のために行っている地質調査の流れを体感してもらうという考えの下、2回の野外巡検、地質試料・標本観察、機器分析、コンピュータープログラム実習など実技を多く取り入れ、座学と実技を組み合わせた包括的なカリキュラムとした(写真9, 10)。2019年の研修は2018年と同様のカリキュラムで6月4日～6月21日の3週間で実施し、9ヶ国から9名が参加した(最首ほか, 2020)。2020年も同様の計画で研修生の募集を行い、ほぼ同数の研修生の参加が決まっていたが、残念ながら、Covid-19のために中止となった。2021年は、それまでの講義のうちオンラインで対応が可能な講義で構成できるカリキュラムを組み、6月～7月に3つのコースに分け

計9日間のオンライン研修を行った(伊尾木ほか, 2021)。研修生は30名が参加した。

2018年と2019年に行った研修生へのアンケート調査では、全員から、同僚にも勧めたい、地質調査技術の向上や今後の自身の業務に大変役に立った、と高い評価が返ってきた。また、GSJの研究者自らがボランティア精神を込めて講義に対応していることについて好意的なコメントがあった。さらに、2018年の研修に参加したカンボジアの研修生と連携し、カンボジアにおける現地共同調査の実施に繋げることができ、ネットワーク構築の成果の1つとなった。

11. おわりに

IUGSは、世界中の地球科学データを時間軸も含めて総合的にデジタル化してビッグデータを構築し、人工知能などを使った解析によって新たな地球科学モデルの創出や問題解決を目指すプロジェクトDDE(Deep-time Digital Earth)を2019年に開始した。デジタル化のための標準的なデータ記述方法の策定には、IUGSのCommission for the Management and Application of Geoscience Information(CGI)が協力することになっている。OneGeologyでも、地質データの3次元記述の標準化についてワーキンググループを設けて検討し、また、地質構造や地質現象をデジタルで複製するDigital Twinプロジェクトを進めている。それらに関連して、WCOGSや欧州地質調査所(EuroGeoSurveys)は、3次元地質モデリングや都市地質(Urban Geology)に関するオンライン・ワークショップを2020年に開催した。また、CCOPでは、中国、韓国、英国、フィンランドの共同主導によって2021年にUrban Geologyプロジェクトを開始した。GSJでもこれらに関連する先進的な研究や調査を重点研究として実施している。その他の分野の先端的な研究課題を含め、海外との積極的な情報交換と研究協力をさらに推進することが望まれる。

近年のCCOP年次総会の技術セッションは、発表件数が増えて2つあるいは3つのパラレルセッションで行われている。また、東南アジアの研究者による優れた内容の発表が増え、活発な議論が行われていると感じる。CCOPは、現在実行中の戦略計画(Strategic Plan)2021-2025に、新たな協力プロジェクトを立案する際、加盟国の関係者が専門家チーム(Expert Group)を構成し、加盟各国のニーズや状況に即した計画を立てる方針を含めている。これまで、日中韓が主導するプロジェクトが多かったが、今後は、東南アジアの国の提案をもとにプロジェクトが計画される

ケースが増えるものと予想される。アジアを中心に、地球科学の各種問題解決に向けて、GSJがCCOP等の変化に対応しながら協力を進めることが期待される。

謝辞:本原稿の執筆にあたり、牧野雅彦氏、宮野素美子氏、高橋 浩氏(国際連携グループ)、宝田晋治氏(活断層・火山研究部門)、大野哲二氏(地圏資源環境研究部門)、田村亨氏(地質情報研究部門)、内田洋平氏、ガウラブ・シュレスタ氏(再生可能エネルギー研究センター)の協力を得た(所属は2022年3月時点)。ここに記して感謝の意を表す。

文 献

- Bouysse, P. (2013) The Commission for the Geological Map of the World: Genesis and development over one century of existence. Supplement to Bulletin No. 57, CGMW, 70p.
- 伊尾木圭衣・牧野雅彦・後藤孝介(2021) GSJ Webinar 2021: 概要報告. GSJ 地質ニュース, **10**, 322-324.
- Ishihara, T. and Uchida, T. (2021) Magnetic Anomaly Map of East and Southeast Asia, Revised Version (3rd Edition), Explanatory Note. Digital Geoscience Map P-3, Revised, Geological Survey of Japan, 14p.
- 加野友紀・内田利弘・山岡香子(2018) GSJ 国際研修 2018: 概要報告. GSJ 地質ニュース, **7**, 255-258.
- Kato, H., Reedman, T., Shimazaki, Y., Uchida, T., Nguyen, T. M. N. and Surinkum, A. eds. (2016) Stone Heritage of East and Southeast Asia. Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP) and Geological Survey of Japan (GSJ)-AIST, 234p.
- 森田澄人・鈴木祐一郎・高田 亮(2009) APEC 研修コース「都市と沿岸域における防災」を実施して. 地質ニュース, no. 659, 53-59.
- 大久保泰邦・高橋 浩・大野哲二・Wongsomsak, S.・Sotham, S.・Surinkum, A.・藤田 勝・脇田浩二(2016) ASEANにおけるHarmonized地質図作成プロジェクト. GSJ 地質ニュース, **5**, 267-273.
- 最首花恵・高橋 浩・内田利弘・宮野素美子・加野友紀(2020) GSJ 国際研修2019: 概要報告. GSJ 地質ニュース, **9**, 8-13.
- 宝田晋治・ジョエル バンディバス(2019) CCOP 地質情報総合共有プロジェクトの紹介. GSJ 地質ニュース,

8, 285–288.

宝田晋治・石川有三・丸山 正・吉見雅行・松本 弾・古川竜太・寺岡易司・Bandibas, J. C.・桑原保人・吾妻崇・高田 亮・奥村公男・小泉尚嗣・佃 栄吉・Solidum, R. U.・Daag, A. S.・Cahulogan, M.・Hidayati, S.・Andreastuti, S.・Supartoyo・Li, X.・Nguyen, P. H.・Lin, C. H. (2016) 東アジア地域地震火山災害情報図. 産総研地質調査総合センター.

Uchida, T. (2018) Chapter 3 “Japan”, in “Best Practices of Mine Rehabilitation and Decommissioning Programmes of Successful Stories in East and

Southeast Asia”. Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia, 25–43.

内田利弘 (2022) GSJ の国際連携. GSJ 地質ニュース, 11, 204–207.

UCHIDA Toshihiro (2022) Introduction of the International Collaboration of the Geological Survey of Japan.

(受付：2022年7月15日)