

地質調査

'10 第 4 号

[小特集] 地質産業と社会貢献

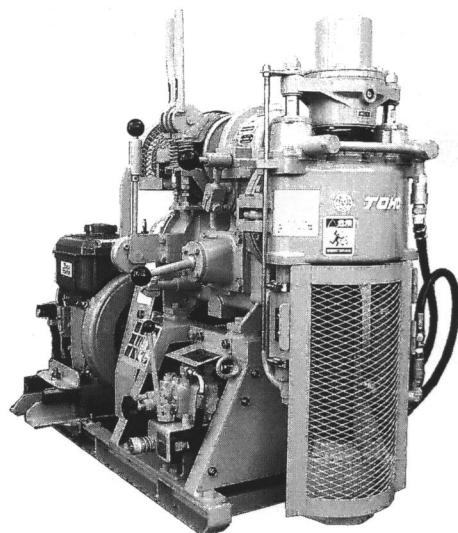
編集／社団法人全国地質調査業協会連合会



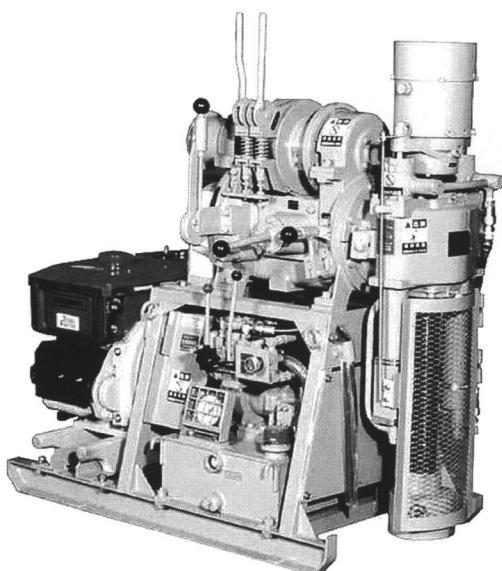


小型ボーリングマシン

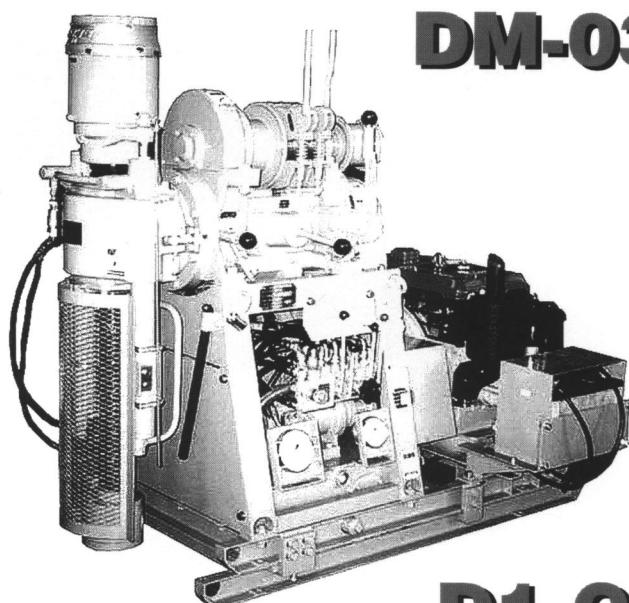
- ニーズに合わせて、ホイストドラムを取り外し
コーンプリータイプに変更することができます。
- ブーリの交換で地質にあったスピンドル回転数
が選択できます。
- 試錐ポンプが内蔵でき、しかも原動機は1台で
すみます。



DM-03



D0-D



D1-C

仕 様

右操作・左操作をご用意致しております。

機種名	DM-03	D0-D	D1-C
穿孔能力 m	30	100	280
スピンドル回転数 rpm	65、125、370	(A) 60、170、330 (B) 110、320、625	(A) 65、130、250、370 ※2 (B) 90、170、320、490
スピンドル内径 mm	47	43	48 ※2 58
スピンドルストローク mm	300	400	500
ホイスト巻揚げ能力 KN (kgf) 400	3.9 (400)	5.9 (600)	10.8 (1,100)
フレームスライド mm		※1 油圧式 300	油圧式 300
動力 kW/HP	3.7/5	3.7/5	5.5/8
質量 kg	180(本体)	315(本体)	550(本体)
寸法 H×W×L mm	960×500×1,115	1,200×660×1,180	1,390×735×1,580

※1 オプション

※2 スピンドル内径58の場合

東邦地下工機株式會社

東京都品川区東品川4-4-7 TEL 03(3474)4141
福岡市博多区西月隈5-19-53 TEL 092(581)3031
URL:<http://www.tohochikakoki.co.jp>

福岡	☎ 092(581)3031	松山	☎ 089(953)2301
札幌	☎ 011(785)6651	広島	☎ 082(291)2777
仙台	☎ 022(235)0821	山口	☎ 083(973)0161
新潟	☎ 025(284)5164	北九州	☎ 093(331)1461
名古屋	☎ 052(798)6667	熊本	☎ 096(232)4763
大阪	☎ 0729(24)5022		

卷頭言	社会から信頼される地質調査業とその社会貢献	
		東洋大学名誉教授 松行 康夫 1
小特集	「地質産業と社会貢献」	
	一災害と災害後の基盤整備一	
	地附山地すべりから25年を迎えて～悲しみを風化させず、明日の防災に生かすために～	
		宮下 覚 2
	一地域活性化一	
	ジオパークと地域振興～品質保証のある大地の見どころ～	
		齊藤 清一 6
	一大深度地下利用一	
	首都圏外郭放水路における地下利用について	荒木 茂 12
	一サポート事業一	
	博物館による地学普及活動～名古屋大学博物館の社会貢献事業を例にして～	
		足立 守 16
	一防災教育一	
	地域地震防災力の高度化に向けて～防災研究成果の活用と防災教育～	
		源栄 正人 22
	火山防災に関する地質産業界の貢献～1998年岩手山噴火危機対応の事例～	
		齋藤 徳美 28
教養読本	第四紀の定義変更	奥村 晃史 34
やさしい知識	シームレス地質図	栗本 史雄 36
基礎技術講座	室内土質試験第2回 土質試験結果の品質確保への取組み～関西地盤環境センターを例にして	
		中山 義久・澤 孝平 39
私の経験した現場	高知県土佐町高須地すべり防止地区の現場より	岡林 昭 45
各地の博物館めぐり	「熊本市熊本博物館」「阿蘇火山博物館」「御船町恐竜博物館」「御所浦白亜紀資料館」	
	長谷 義隆・北村 直司・池辺 伸一郎・池上 直樹・廣瀬 浩司	47
車窓から見る地形・地質	亀の瀬地すべりと大和川断層 JR関西本線 (大和路線)王寺—柏原間	三好 達明 51
大地の恵み	新潟砂丘と砂丘地農業	鴨井 幸彦 53
(独)土木研究所と企業との共同研究⑤	特殊な地すべり環境下でも使用可能な観測装置の紹介	
	藤澤 和範・千田 容嗣・黛 廣志・後藤 智英	55
全地連「技術フォーラム2010」について		57
会 告	「地質情報管理士」検定試験および登録更新について	60
	「地質技術顧問制度」に関する検討を開始します	60
	全地連の第三者賠償保障性の新規ご加入を募集中です	61
	受注動向調査対前年比較表(4月～9月)	61
	地域社会に貢献する全国各地の土質試験協同組合	63

小特集テーマ 「ICTを活用した地質調査業」

社会基盤整備におけるICTの取組みと今後に期待するもの

地質調査業におけるICTの取組みと展望について

〈計測技術・施工管理関連〉

盛土に近接した大規模掘削工事における計測事例

〈維持管理関連〉

冬期道路気象情報システムによる道路積雪深情報のWeb公開

〈災害・監視関連〉

豪雨時の斜面防災（斜面モニタリング装置を活用した斜面防災）

〈防災関連〉

ICTを活用した地域防災体制強化モデル事業

〈地盤情報関連（地盤情報の公開と活用）〉

ICTを用いて地盤情報を活用した新規ビジネスの展開について

教養読本 地盤の3次元可視化技術

やさしい知識 地質情報管理士

各地の博物館巡り

大地の恵み

車窓から見る地形・地質

私の経験した現場

表紙：佐渡金山「道遊の割戸」 佐渡金山は地質百選に選定されている。また、佐渡金銀山は現在世界遺産への登録申請中である。平成22年10月6日には、日本の世界遺産暫定一覧表への追加記載が了承され、一歩前進した。道遊の割戸は、佐渡金銀山を象徴する遺跡である。従来、パックリと割れた部分だけが大写しされた写真が一般的で、それが遠目でみて天体ドームのような形をしていることを示すものはほとんどなかった。本写真からは、相川市街地との位置関係や相対的な大きさがよくわかる。（平成21年10月14日 鴨井幸彦（株）興和）撮影

「☆表紙写真の募集は今号で終了いたします。次号からは表紙デザインを変更する予定です。多数のご応募をいただきましてありがとうございました」

社会から信頼される地質調査業とその社会貢献

東洋大学名誉教授 松行康夫

【Key Word】

コーポレート・ガバナンス、企業の社会的責任、ステークホルダー、パートナーシップ、企業価値、公益的社会活動

企業は営利活動を通して単に利益を追求する経営組織ではない。それは社会から認められた手法によって活動し、社会の需要に対応して製品やサービスを供給する社会的存在である。したがって、現代の企業は、社会からの理解や社会への貢献なくしてはゴーイングコンサーンとしての存続はあり得ない。このように、社会や顧客の眼によって、企業経営者に対する効果的なコーポレート・ガバナンスの展開が要請されている。したがって、企業は、株主だけを意識した経営をするだけでは、法人市民である企業の社会的責任(CSR)を果たせない。企業は、株主と同時に顧客、従業員、地域社会、取引先など、企業の存続に必要なステークホルダー(利害関係者)に対して価値の創造に配慮した経営を行っていく必要がある。それは、結果的に株主価値の向上に繋がっていく。企業は、社会の公器としての役割を担っている認識を持つ必要がある。

現在、すべての企業の活動には、ステークホルダーに対する説明責任が求められている。営利を直接の目的にした活動を行っているだけでは、企業は社会からの信頼と共感を得ることはできない。企業にとって、事業所や工場などの施設が立地する周辺地域だけでなく、社会全般との良好な信頼と協力の関係を維持する必要がある。そのため、企業が非営利の社会貢献活動を行うことは、本業である営利活動を円滑、持続的に行うために欠かせない。日本経団連の「企業行動憲章—社会の信頼と共感を得るために—」(2004年5月)でも、「『よき企業市民』として、積極的に社会貢献活動を行う」ことが10原則の一つとなっている。

日本経団連の調査によれば、企業の社会貢献活動に対する支出の7割は団体等に対する寄付である。寄付は企業の社会貢献活動の重要な一部である。しかし、企業が社会に貢献できる経営資源は資金だけではない。企業が保有する技術、従業員

のノウハウなども社会貢献に必要な経営資源である。現代の社会貢献活動は実施すればよいのではない。そうした社会貢献活動の成果が問われている。企業には、保有するヒト・モノ・カネ・情報などの経営資源を有効に組み合わせ、NPOなどの市民団体ともパートナーシップを結び、新しい時代に相応しい社会貢献活動をすることが求められている。

これまで企業の社会貢献活動は、営利活動を行う上で当然の責務として見返りを求めない自主的な社会奉仕活動として扱われてきた。こうした認識の背景に社会貢献活動は、企業にとって当然に支払うべき「コスト」の認識があった。また、企業の社会貢献活動は、従業員の多くが、その事実さえ知らない状況にあった。しかし、近年、企業の従業員にも、社会貢献活動が、社会だけではなく、企業にも恩恵を齎すことが認識してきた。特に、消費者や需要者とのコミュニケーション、企業のブランド価値の向上などに社会貢献活動を重視する状況が広まった。これらによって、社会貢献活動は、従業員のモラルやモチベーションの向上にも繋がった。それとともに、企业文化の形成にも影響を与えることも分かった。このように、企業価値を向上させる社会貢献活動は、多様なステークホルダーに対して、そのストーリーが伝わる活動に変革させる必要がある。

上述から、企業の社会貢献活動は、その事業活動と両立することが可能な公益的社会活動であることが分かる。地質調査業においても、特に、地域活性化(災害と災害後の基盤整備、ジオパーク)、大深度地下利用、サポート事業、防災教育(地震防災、火山防災)などの事業展開で、ステークホルダーの価値向上に向けた社会貢献活動は大いに期待されている。そのためには、地質調査業における社会貢献活動には、本業の強みを生かした経営戦略の展開が必要である。

地附山地すべりから 25 年を迎えて —悲しみを風化させず、明日の防災に生かすために—

【Key Word】

地附山地すべり、裾花凝灰岩、マスムーブメント、線状凹地、クリープ現象、
防災メモリアル地附山公園

みや した

覚*

1. はじめに

今から 25 年前の夏、長野市街地で予期できないほどの大規模地すべりが発生した。その様子がテレビ中継されるなどしたことから、全国的にも話題となった「地附山地すべり」である。

この地すべりは、昭和 56 年に僅かな現象が見られていたが、昭和 60 年の梅雨期の異常な大雨により、急激に活発化し、昭和 60 年 7 月 26 日午後 5 時過ぎ、標高 680 m を頂部にして大規模な滑落となった。

土塊は一体性を保ちながら一気に滑り落ち、湯谷団地、老人ホーム松寿荘へと押し寄せた。



写真 1 全景

地附山は、長野市の北に位置する標高 733 m の山塊であり、地附山を含む北東から東西に連なる山稜は、長野盆地との比高 300 m の急傾斜面を形成している。この地域の地質は、新第三期中新世後期の裾花凝灰岩で構成され、変質や破碎を受けた特異な性格を有している。

地すべり直後から平成元年度までの 5 カ年で地すべり恒久対策を実施し、現在、活動はない。

この災害を風化させないよう、平成 17 年度から地すべり跡地を『防災メモリアル地附山公園』『地附山観測センター、資料館』として一般に開放、公開している。また、近年、トレッキングコースも整備され、多くの人がこの地を訪れている。

2. 地すべりの概要

昭和 60 年（1985 年）7 月 26 日の夕方、長野市街地を見下ろす地附山の南東斜面で、大規模な地すべりが発生した。

【地すべり規模】

長さ = 約 700 m 幅 = 約 500 m,
面積 = 25 ha, 深さ = 最大 60 m,
移動土塊量 = 約 360 万 m³

大量の土砂が特別老人ホーム「松寿荘」を直撃し、老人 26 名の尊い命を奪うとともに、湯谷団地を中心に関半壊家屋は 64 戸に及び、有料道路（バードライン）1.5 km（写真 2）が流失する大災害となった。

発生の誘引となったのは、累計 449 mm と平年の 2 倍に及ぶ梅雨期の降雨で、これは、長野地方気象台観測史上第 2 位という異常豪雨であった。

また、昭和 61 年（1986）9 月 23 日の夜、主滑落



写真 2 地すべり頭部有料道路の崩落状況

* 長野県建設部砂防課地すべり係 主査

崖の西半分で、幅 180 m、奥行き 30 m、推定土量 10 万 m³ の二次崩落が発生したが、幸いにも周辺人家への被害はなかった。しかし、完成していた集水井の一部は大きな被害を受けた。

3. 地すべり地の特性

1) 地形の特性

地附山周辺の地形は、種々の地形形成営力が複合しているため複雑である。その性格は以下のとおりである。

- i) 地殻運動によって形成された地形と、河川浸食及び斜面の地塊が一団となって下方へ移動する運動（マスマープメント）によって形成された地形が複合している。
- ii) 地附山山頂をとりまいて、線状凹地、線状凸地に代表される特異な微地形とリニアメントが発達している。この種の線状凹地の成因については地質学的に諸説があるが、地附山の場合には山体の大規模なクリープ現象がその主因と判断される。
- iii) 前記のクリープ現象に加え、今回の地すべり地の山腹には古いマスマープメントによる地形が付加され、これが地形に残されている。しかし、地附山のような地すべり地では、地形状況から現地形を推定したり、地すべりの経過、性格を推定することは難しい。

2) 地質の特性

地附山地域は、地質的に極めて特異な性格を持っている。

- i) 断層に囲まれブロック化した地塊によって構成されている。
- ii) 岩盤は裾花凝灰岩から成るが、泥岩層を介在し、地層の堆積・固化の過程で、海底地すべり等により攪乱された体積減少（乱堆積物）から成る中部層が挟まれている。この中部層を中心に熱水変質作用を受けたモンモリロナイトが多量に含有されている。
- iii) 上記中層部は流れ盤構造をなし、盆地側へ傾斜している。今回の地すべりは、主活動塊の主要部分の地すべり面が中層部中に形成されている。
- iv) 上記素因を内蔵するため、過去にもマスマープメントをおこしており、そのときの移動岩塊や旧法積土が山腹に存在する。

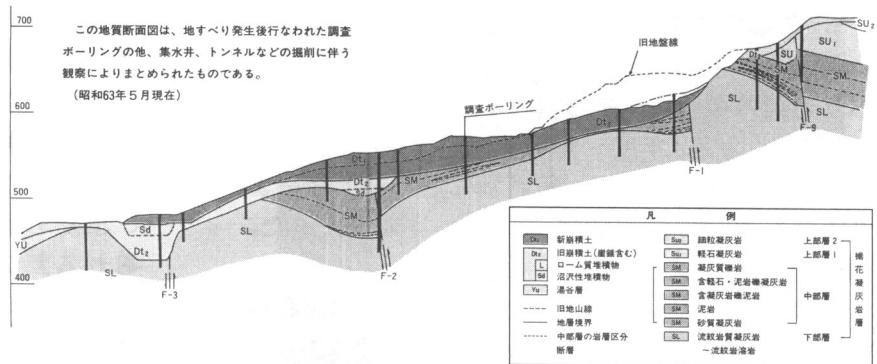


図 1 地すべり後の地質断面図

4. 対策工事

1) 対策の方針

- i) 目標安全率を $F_s \geq 1.2$ とした。
- ii) 上部ブロックは、地下水排除工を主体とし、二次崩落による排土不可能な残留土塊のための安全率低下については、杭工により対応することとした。
- iii) 下部ブロックは、必要抑止力がきわめて大きいため深基礎杭工（シャフト工）で対応することとした。
- iv) 端末ブロックは、急斜面の表層崩落、想定される深い地すべりへの対応として、全面コンクリート板を受厚板とするアンカー工で対応することとした。
- v) 頭部ブロックは、不安定土塊を取り除く排土工と、掘削斜面の風化防止のために、一部にアンカー工を含む法面工で対応することとした。
- vi) その他、周辺の対策と、地すべり地外からの水の流入を防ぐため、排水トンネル、集水井、水路工を配置することとした。

2) 年度別施工一覧表

表 1 施工一覧表

工種	全体計画	60年度	61年度	62年度	63年度	元年度
深基礎工	29本	29本				
アンカーエ	818本	669本	126本	23本		頭部処理
杭打工	270本	H鋼113本	鋼管157本			
集水井	23+2基(補修)	15基	8+2基		6・7号井洗浄	
横ボーリング	6,420m	2,800m		1,600m	1,300m	720m
排水トンネル工	1,630m	1,564m	66m			
上部法面工	383,800m ²	73,200m ²	310,600m ²			
水路工	3,338m		560m	685m	2,070m	23m
整地工	207,970m ²	183,360m ²		19,340m ²		5,270m ²
法枠工	25,378m ²		10,820m ²	1,100m ²	6,402m ²	7,056m ²
仮設工・その他	1.0式	1.0式	1.0式	1.0式	1.0式	1.0式
事業費(千円)	12,613,179	6,930,000	4,440,000	605,879	365,000	272,300

3) 工事の効果

60, 61年度の2度にわたり「災害関連緊急地すべり対策事業」に採択された。

また、昭和62年度～元年度の3年間は、引き続き「地すべり激甚災害対策特別緊急事業」等により実施し、地すべり恒久対策は概ね完成となった。(表1)

その後も、継続的に観測しているが、現在も地すべりの移動や拡大は認められず、安定している。

4) 地すべり対策工(平面図、断面図)

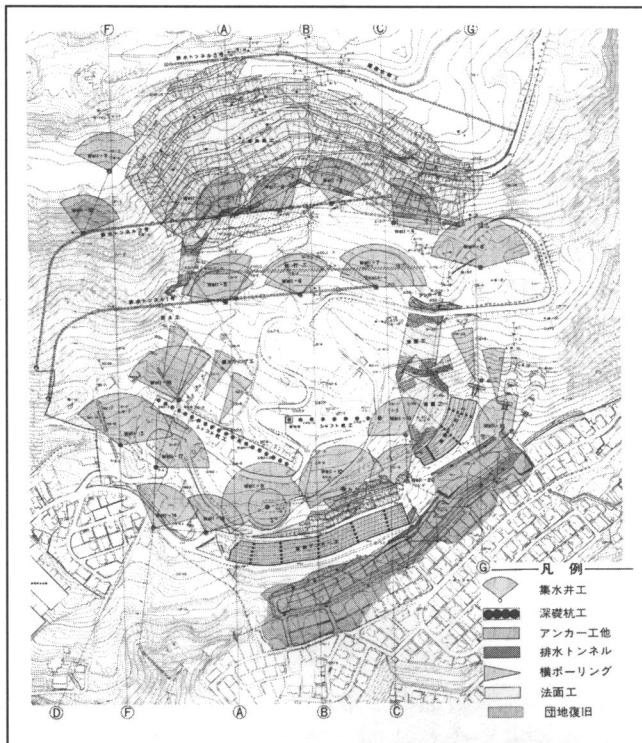


図2 平面図

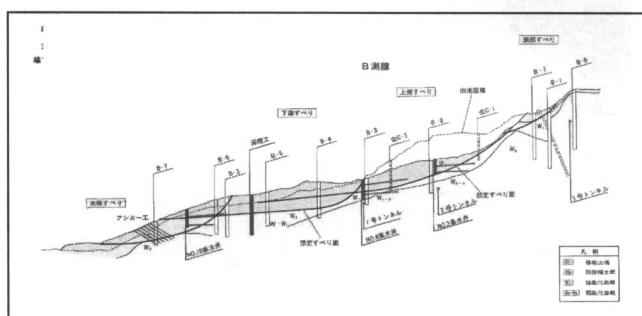


図3 断面図

5. 地すべり跡地の環境整備

地すべり対策により動きが鎮静化したものの、地附山の斜面は土がむき出しの状態で、市街地の景観に大きく影響していた。その様子は、長野市の市街地の広い範囲から非常に良く見えるため、以前の緑溢れる景観に戻すこと、復旧の一部といえた。

このため、地すべり恒久対策が概ね完成となつた翌年の平成2年度から、周辺の自然環境と調和

を図るため、大規模な滑落崖の法面の緑化を行つた。(写真4)

地すべり跡地であるため、肥えた表土はほとんど無く、表土を復元させながら、時間をかけて緑化させることとした。

ポット苗による幼苗植栽を行い、地元に良く見られる、アカマツ、コナラ、クリ、ヤマザクラ、ヤマモミジ、エゴノキ、イヌシデ、ミズナラ、クヌギ等の在来種を、市民参加により植え込んだ。



写真3 市民の手で幼苗植栽が行なわれた

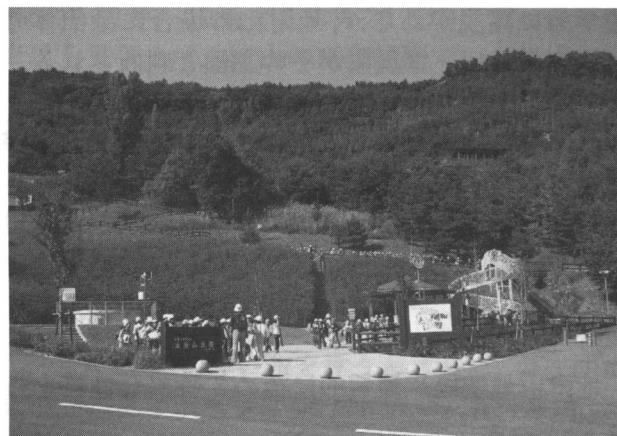


写真4 緑化後の斜面

6. 地すべり跡地利用

平成2年度から、長野市により、「防災メモリアル地附山公園」が整備された。併せて長野県が「地すべり学習施設」を造った。(図4)

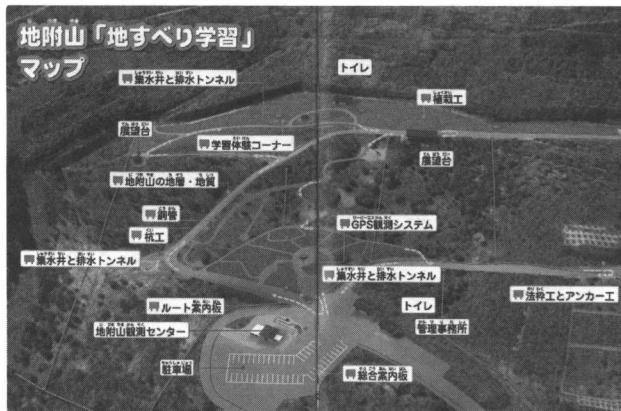


図4 地附山公園内の施設マップ

「防災メモリアル地附山公園」には、子供を連れて遊びに来られるような、アスレチック遊具、ローラー滑り台、トイレ、東屋等が設置された。

また、「地すべり学習施設」では、地すべり対策施設や役割について理解できるよう、地すべり対策施設（鋼管杭、アンカー工）の一部を直接見られるようにし、その説明板を設置した。また、体験施設として、集水井では、天蓋を透明化したり、地下水をくみ上げる施設等を整備した。



写真5 地すべり対策模型学習施設風景

公園内の「地附山観測センター」では、1Fに展示室を設け、土・日曜日に開放し、自由に見学することが出来る。展示室では、NPOにより施設の模型（写真5）等展示品の説明や、ビデオによる災害発生当時の様子、復旧の過程等の解説を行なっている。

こうした啓発活動を続けることで、今日では、多くの親子連れや小学生等がこの地を訪れ、散策を楽しみ、地附山地すべりについて学習している。

また、平成21年10月に、長野市上松地区の有志の皆さんのが、地附山一体を散策できるトレッキングコース（図5）を整備し、公開された。

復旧後の新しい顔となり多くの人々を引き付けている。（写真7）



図5 トレッキングコースマップ



写真7 トレッキングコースの散策風景

7. おわりに

今、地すべり対策後の跡地を有効に利活用することに目が向けられている。災害は、決して良い思い出ではない。しかし、二度と同じ悲しみを繰り返さないためには、事実や、原因、対応等の知識を後世に伝えて行かなければならない。災害復興跡地には、それを訴えるだけの存在感がある。災害跡地を環境整備し利用する事の出来る箇所は数少ない。今回紹介した地附山へ、出来るだけ多くの方に訪れていただき、この様な憩いの場所で大きな災害があった事を知っていたらしくこと、地附山への関心を持ち帰っていただくことは、土砂災害による犠牲者をなくす第1歩だと考えている。

地附山地すべりが発生してから25年目の節目を迎える、あの時の出来事を風化させない、災害の事実に向き合って後世へ伝承していくことが、今、私たちに出来ることである。

参考文献

- 1) 長野県土木部砂防課・長野県治水砂防協会：長野県砂防史 1992
- 2) 長野県土木部・長野建設事務所：復旧への足跡—地附山地すべり対策事業の記録
- 3) 地附山地すべり機構解析検討委員会：地附き山地すべり機構解析報告書 平成元年5月

ジオパークと地域振興 ——品質保証のある大地の見どころ——

【Key Word】

地域(町)おこし、地域振興、ジオパーク、世界ジオパークネットワーク(GGN)、ジオツアーリスト、日本ジオパークネットワーク(JGN)、地域力・市民力

さいとう せい いち
齊藤 清一*

1. はじめに

全国の地方自治体では、長引く不況による基幹産業の衰退、これに伴う失業率の増加、少子高齢化による人口減少など、切迫した多くの課題を抱えている。このため、地域(町)おこしや地域振興などを目的とする、様々な取り組みが行われている。

この取り組みの中には地域の特性を的確にとらえ、最善の対応策で課題の解決に至った地域もあるだろう。しかし、他のほとんどの自治体はそういった成功事例を真似ただけで、独自の決定的な打開策をもたず、その現状は芳しいものとはいえないのが実情である。

筆者は、新潟県糸魚川市の職員であるが、当市も他の自治体同様、厳しい行政課題を多く抱えている。少子高齢化による人口減少や財政状況の悪化は言うに及ばず、雇用環境の整備や地域医療体制の確保など、様々な行政課題が山積する状況である。

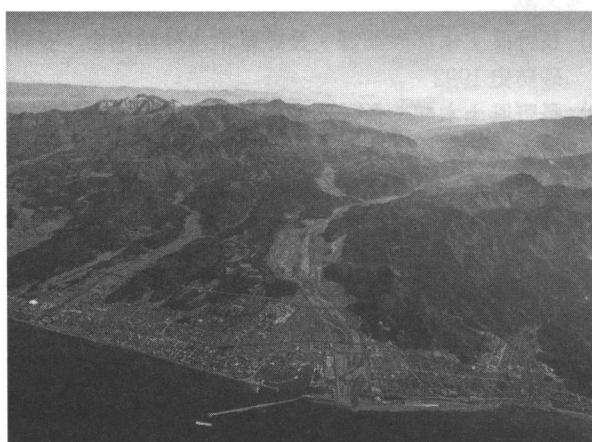


写真1 糸魚川市航空写真

これまで地域振興策として、健康福祉や教育、生活基盤、産業、環境、地域づくりといった各分野に様々な事業を展開してきた。しかし、2005年3月、糸魚川市と周辺2町の合併時点の人口51,719人が、2010年3月末では48,727人と、さらに減少の一途をたどっている。また、高齢化率も32.8%となり、全国平均22.7%、新潟県平均26.0%を大きく上回る状況である。残念ながら、現状を厳しくとらえるなら、これまでの当市の取り組みは、課題解決の決定打とはなり得なかったといわざるを得ない。

この一因として考えられるのは、地域住民全体に「自分たちのことととらえてこの問題を解決する」という意識の醸成ができなかったからではないか。この点において、糸魚川市の取り組んだ「ジオパークプロジェクト」は、これまでの施策とは一味も二味も違っていて、市内の状況を一変させる契機となった。まさに乾坤一擲のビッグチャンス到来である。

これまでのものと何がどう違うかは後段に述べることとし、まずは、「ジオパーク」とはどのようなものかを紹介しよう。

2. ジオパークとは

「ジオパーク」を筆者の視点で表現するなら、「品質保証された大地の見どころ」となる。では、「品質保証された大地の見どころ」とはどういうものか。世界遺産のように一つの「モノ」ではなく、その対象とされる範囲はかなり広い。(表1)「ジオパーク」は、1997年頃からヨーロッパを中心に議論され始めた。地形や地質などの大地の遺産、これに関わる環境や動植物、また我々人類の歴史や文化、産業など様々な事象を対象としている。そして、その多様な魅力で、多種の旅行者を惹きつけ、地域振興にもつなげようとする仕組みであ

* 日本ジオパークネットワーク事務局・糸魚川市東京駐在所長

る。

2004年には、国際連合教育科学文化機関(UNESCO)の支援により世界ジオパークネットワーク(GGN)が誕生し、2010年10月現在、世界25カ国77カ所が世界ジオパークに認定されている。

2009年8月、北海道の洞爺湖有珠山、新潟県の糸魚川、長崎県の島原半島の3地域が、日本初となる世界ジオパークに認定され、また2010年10月には、京都、兵庫、鳥取の1府2県にまたがる山陰海岸地域が認定されたところである。

表1 世界遺産との違い

	世界遺産	世界ジオパーク
対象	世界でここだけの価値(モノ)	優れた大地の遺産(モノ) 優れた活動(ヒト)
目的	保護	保護と活用 (保護、教育科学普及、地域振興)
審査	1回のみ	4年毎に再審査
UNESCO	世界遺産条約 (UNESCOの正式プログラム)	UNESCOが支援 (正式プログラムへの昇格検討中)
開発	禁止	可能

3. ジオパークとなるための条件

ジオパークとなるための条件として、GGNは大きく六つの基準を以下のように示している。

一つ目は、「規模と環境」である。ジオパークは、一定の区域内に世界的に重要な大地の遺産が数多くあり、科学的に特に重要で非常に珍しく、また美しい景観などが存在しなければならない。さらに、地質的なものだけでなく、これら大地の遺産に密接に関連する地域の歴史や文化、産業などで価値のあるものも大地の見どころ（ジオサイトやジオポイント）としてなくてはならない。

そして、この区域内での地質や地形が、歴史や文化、産業などにどのように影響して結びつくのかなどを考えるとき、個性的なテーマや独自のストーリーが生まれるのである。

二つ目は、「運営および地域とのかかわり」である。ジオパークとして承認されるには、しっかりとした運営組織と運営計画が必要となる。運営には公的機関、地域社会、私的団体および研究機関などが組織体として参加しなければならない。堅実な財政基盤を背景に、地域住民の協力を得て、持続的な展開を図るものである。それには、具体的な戦略プランを関係者の総意としてまとめ、将来の地域像までを見据えた運営計画とすることが重要である。

三つ目は、「経済開発」である。大地の遺産を觀

光の中心とするジオツアーや関連商品の開発により、新たな収入を得る道を創出しなければならない。地元の企業や団体などが新たな仕事を生み出し利益を上げ、営利目的に活動できることが重要である。

四つ目は、「教育」である。大学や研究機関等との連携により、大地の遺産やこれに密接に関連する地域の歴史や文化、産業などについて、科学的・学術的な説明がなされる必要がある。そして、これを地域住民や子どもたちに十分理解してもらい、地域に対する誇りを高め自覚を促すことが重要である。

五つ目は、「保護と保存」である。その地域の伝統と法規制に基づいて、大地の遺産を確実に保護しなければならない。観光客などを受け入れ持続可能な運営を目指すという目的との関係で、地域の実情にあった適切な保護が求められている。

六つ目は、「世界ネットワーク」である。UNESCOの支援の下、ジオパークの関係者が世界的なネットワークを通じて相互に協力し、情報を共有することが求められている。他の地域の経験を学ぶことができ、ともに持続的な発展を目指すことができるのである。

UNESCOの正式なプログラムである「世界遺産」は、優れた遺産の「保護」を目的としているのに対し、世界ジオパークは、保護はもちろんのこと、これを活用した「地域振興」を目指すものであり、この点が大きな特色といえる。

ジオパークとは、ジオを「売り」に、これまでのいわゆる「見る・食べる・遊ぶ」という観光旅行者はもちろんだが、「体験する・交流する・学ぶ」という新しいタイプの「ジオツーリスト」を呼び込み、経済活動に結び付けることで持続可能な地域の発展につなげようとするものなのである。



写真2 GGNによる現地審査

また、一過性の人気だけで爆発的に旅行者が増えることよりも、地域に定着した「本物」をじっくり楽しんでもらい少しづつでも発展してゆくことが、地域振興のためには重要なポイントである。

なお、世界ジオパークには、4年毎の厳しい再審査（写真2）が義務付けられており、ヨーロッパでは目的に反する行為をしたことにより認定を取り消された地域もある。目的に反する行為は論外であるが、目標に向けて積極的に取組むことが要求されている点で、標題にある「品質保証」が確保されることとなるのである。

4. 糸魚川ジオパークの取り組みとその成果

次に、糸魚川ジオパークでは、どのように取り組みをし、その結果どのような成果が表れているかを、前項で示したGGNの基準に従って述べてみる。

一つ目の「規模と環境」についてであるが、糸魚川ジオパークでは、フォッサマグナの西側の断層「糸魚川一静岡構造線（糸静線）」（写真3）が通るなど、日本列島の形成を示す貴重な地質や特徴的な地形を見ることができ、世界最古のヒスイ文化や断層に沿った塩の道など、大地の生い立ちと豊かな自然、そこに暮らす人々と大地の関わりがよく分かる地域である。また、糸静線を境に、文化、習慣、風俗、言語等が異なるなど、東西日本の分岐点または混在地域として特徴的であり、様々な不思議が隠されている地域もある。そして、これらを分かりやすく紹介するため、それぞれテーマを持った24の「ジオサイト」が設定され

ている。メインテーマは、「5億年の大地の歴史、世界最古のヒスイ文化発祥地」である。

それまで市内各集落や河川の流域などの小さなコミュニティ単位には、「ここからの景観が一番美しい」とか、「ここの池にはこんな言い伝えがある」など、そこで大切にされてきたものや自慢できるものなど多数あったが、ジオパークの枠組みは、これらの大小様々な見どころを、糸魚川全体の「地域の宝」として発掘・認識・発信することになった。さらに、これが世界認定を受けると、普段何気なく暮らしている自分のふるさとが、世界に認められる「価値あるもの」という認識・自信へとつながる結果となったのである。

二つ目の「運営および地域とのかかわり」について、運営組織に公的機関、商工会議所、観光協会、区長会、農協や森林組合、JRやバス・タクシー、温泉や旅行協会のほか、糸魚川ジオパーク市民の会など多くの組織が参加している。これにより、それぞれが「ジオパーク」を自分のテーマととらえ、主体的に関わりを持つことができることとなり、新たな取り組みが各分野各地域で生まれてきている。

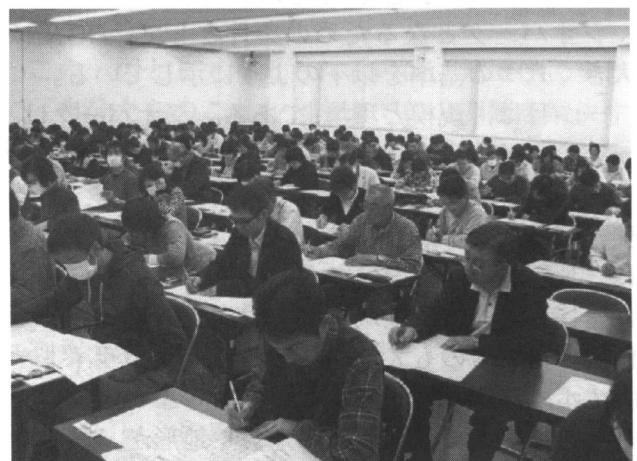


写真4 ジオパーク検定の実施
—毎回多くの市民が受験している—

この具体的な取り組みは、三つ目の「経済開発」となって表れている。当初は、行政およびフォッサマグナミュージアム（博物館）などが主体となって、ジオパークの基礎となる大地の遺産、つまり地形や地質、岩石や化石、文化、伝統、歴史などについての学術的な調査・研究、またそれに基づく資料・情報による解説版やガイドブック類の作成、糸魚川ジオパークに関するご当地検定（写真4）やガイドの養成、博物館学芸員による教育活動やジオツアーや実施などに取り組んだ。もちろん、行政としては、財政的な裏づけにより安定

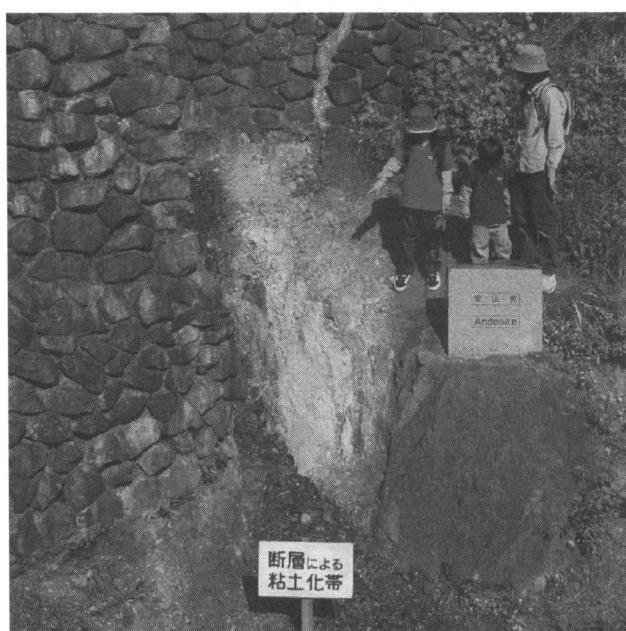


写真3 糸魚川一静岡構造線

的に取り組みが進むようにすることも重要な役割である。

はじめは多くの市民が無関心で、「ジオパーク」の言葉も知らない状態であったが、市内各地で何度も繰り返しジオパーク説明会を開催するうちに、次第にあちらこちらで「ジオパーク」への賛否が話題とされる機会が多くなった。中には、「夢のような話ばかりでなく、もっと日々の暮らしに必要なことがある」と反発する意見も多くあった。しかし、その後はジオパークの趣旨を理解した個人や業界などが現れ始め、また、その人たちが牽引役となり、ジオパークに因んだ関連グッズやお菓子はもちろんのこと、企業内での勉強会や民間団体主催のジオツアーが実施されるようになっている。



写真 5・6 青年会議所による取り組み
—ジオサイトに因んだライスピボウル—

さらに、市外からの来訪者に接する飲食店や宿泊施設（飲み屋のママさんや旅館の女将さん）、市民と接する機会の多い理容業組合などが自主的に声を上げ、情報発信を行う「ジオパークマスターのいる店」という取り組みまで始まっている。

四つ目の「教育」では、地域住民への説明会や小中学生を対象とした学習支援活動が盛んに行われている。最近の意識調査では、ジオパークに対する理解が進み積極的に知識を吸収しだしている傾向が現れており、子どもたちがふるさとの文化や自然を誇りに思う傾向も、他の地域の調査結果に比べて強く現れている。子どもたちへの教育の成果は、今後数年内に大きく現れてくるものと期待している。



写真 7・8 ジオパークマスターのいる店

五つ目の「保護と保存」については、ふるさとの価値を認識するにつれ「ふるさとの宝」という機運が醸成され、各ジオサイトを中心とした地縁団体や市民サークル等による環境保全活動が行われるようになってきている。また、日々管理することにより、訪れる旅行者とのふれあいが更なる活動意欲の喚起にもつながっているようである。

六つ目の「世界ネットワーク」については、各種の国際会議等に参加することで関係者間の情報交換・共有が進み、更なる取り組みへの原動力となっている。この傾向は、国内における日本ジオパークネットワーク（JGN）での活動においても顕著であるが、これについては後段で述べる。

糸魚川ジオパークでは、地元の様々な団体・組織・市民個人などの力のベクトルが、これまでの取り組みにより、ほぼ同じ方向を向いて動き始めたと感じている。動きはまだまだ鈍いが、もう止めることのできない「大きな流れ」になったのではないだろうか。

5. 日本におけるジオパークと JGN

日本におけるジオパークについての議論は、2003年頃から学会等の関係者により始められていた。そして、2007年10月4日、ついに新潟県糸魚川市・兵庫県豊岡市の両市長の呼びかけによる「日本ジオパーク連絡協議会発起人会」が開催された。この会には、ジオパークを目指す全国11地域の代表、(独)産業技術総合研究所、(社)全国地質調査業協会連合会、NPO地質情報整備・活用機構、関係学会の関係者が一堂に会し、日本におけるジオパーク活動がスタートしたのである。その後、2007年12月には「日本ジオパーク連絡協

表2 JGN 正会員・準会員及び構成市町村

	地域名	JGN認定	GGN認定	構成市町村
正会員 14地域	洞爺湖有珠山	H20.12.8	H21.8.22	北海道洞爺湖町、伊達市、壯瞥町、豊浦町
	糸魚川	H20.12.8	H21.8.22	新潟県糸魚川市
	島原半島	H20.12.8	H21.8.22	長崎県島原市、雲仙市、南島原市
	山陰海岸	H20.12.8	H22.10.3	兵庫県豊岡市、香美町、新温泉町、京都府京丹後市、鳥取県鳥取市、岩美町
	アポイ岳	H20.12.8		北海道猿似町
	南アルプス	H20.12.8		長野県飯田市、伊那市、富士見町、大鹿村(山梨県韮崎市、南アルプス市、北杜市、早川町 静岡県静岡市、川根本町)
	室戸	H20.12.8		高知県室戸市
	恐竜渓谷ふくい勝山	H21.10.28		福井県勝山市
	隱岐	H21.10.28		島根県隠岐の島町、西ノ島町、海士町、知夫村
	阿蘇	H21.10.28		熊本県阿蘇市、南小国町、小国町、産山村、高森町、南阿蘇村、西原村、山都町
	天草御所浦	H21.10.28		熊本県天草市
	白滝	H22.9.14		北海道遠軽町
	伊豆大島	H22.9.14		東京都大島町
	霧島	H22.9.14		鹿児島県霧島市、曾於市、湧水町、宮崎県都城市、高原町、小林市、えびの市
準会員 6地域	磐梯山			福島県猪苗代町、磐梯町、北塩原村
	茨城県北			茨城県北茨城市、高萩市、東海市、ひたちなか市、大子町、常陸太田市、常陸大宮市
	下仁田			群馬県下仁田町
	箱根			神奈川県小田原市、箱根町、真鶴町、湯河原町
	佐渡			新潟県佐渡市
	仁淀川・四国カルスト			高知県日高村、佐川町、越知町、仁淀川町、津野町、梼原町

議会」が設立されたが、2009年5月にはこれを発展的に解散し、新たに「日本ジオパークネットワーク」を設立するに至った。現在「特定非営利活動法人（NPO）となるべく申請中であり、2011年3月末までには正式に内閣府認証のNPOとなる予定である。

JGNには、2010年10月現在、正会員14地域（日本ジオパーク認定地域）、準会員6地域（日本ジオパーク認定を目指して活動する地域）、オブザーバー10地域（法人認証後は準会員に移行予定）が参加しており、これ以外にも取り組みについて参加検討中の地域は多数ある。参加する団体を自治体の数で表すと、27都道府県、43市、48町、9村であり、100を超える市町村で取り組まれていることが分かる。市町村は、地域・住民というフィールドを持つところであることから、ジオパーク活動に賛同する自治体が一つの意思を持って組織化することには大きな意味がある。なぜなら、前にも述べたが、ジオパーク活動自体が、運営に関わる公的機関、地域社会、私的団体および研究機関などと地域住民が一体となって取組むものだからである。この意味を十分に感じて欲しいところである。地方の時代といわれる昨今、「ジオパーク」は本当の意味で、中央集権からの離脱への強力な「切り札」となり得るのである。

6. ジオパークに取組んだ感想

ここで、ジオパークプロジェクトに取組んだ感想を以下3点述べてみたい。

一つ目は、行政課題など様々な問題点の再浮上

についてである。例えば、各ジオサイトへの交通手段の確保などは、ジオパークに取組む前からの課題であるが、ジオパークとして旅行者を迎えるためには、これらの対応は必須である。これまでJRやバス・タクシー業界との交渉や対策費用などを理由に、なかなか解決できなかった問題であった。現在ではタクシー観光（駅から観光タクシー）や駅レンタカー、定期観光バスの運行が実現している。これは、前述のとおり地域が一体と



写真9 定期観光バスの運行

なるジオパークプロジェクトであったからこそ、である。他にも課題は残るもの、一体となった地域力・市民力で解決することは、これまでほどは困難ではないであろう。

二つ目は、行政側の関わり方についてである。行政側は、計画・予算・形式・公平公正などの理由から、新たな取り組みに対して結果的にその発展を阻害してしまうという、いわゆるお役所仕事的な対応をしてしまいがちだが、このジオパークプロジェクトに関しては、より積極的な対応が非常に重要となる。「民間事業者とガッチャリスクラムを組んで収益を目標として取組む」とか、「おもてなしのこころ日本一を目指す」とか、徹底した事業展開が必要である。地域が一体となるこの「ビッグチャンス」を「決して逃さない」という気持ちで取り組まなければならぬ。ヤル気、本気、真剣に取り組まなければ、ジオパークプロジェクトは成功しないのである。

三つ目は、ジオパークを推進する「キーパーソン」についてである。ジオパークを体験すると、それまでの自分の目線が少し変わったことに気づくだろう。何気なく目にしていた辺りの景色にも心が震え、人ととの出会いに素直に感動できるようになる。この感動と地域の一体性に価値を見出した者は、ジオパークを熱く語るキーパーソンとなる。これが「人」から「人」へと感染してゆく。ゆっくりではあるが確実に増殖していくのである。やや観念的かもしれないが、ジオパーク成功には欠かせない存在であり、如何に増殖させるか

が成功への近道であろう。

7. おわりに

日本におけるジオパークへの取り組みは、始まってからまだ3年程度である。これまで、ジオパークを推進するため、新聞・テレビ・雑誌の報道関係者や旅行社などを訪問し、少しでも取り上げてもらうように活動してきたのだが、十分に納得してもらえたかは疑問が残る。しかし、本年春頃からは、明らかに対応が変わってきている。報道関係者からの取材はもとより、民間事業者から多数の事業提案がなされるようになってきた。ジオパークを「ビジネスチャンス」ととらえたものであるが、全国の「キーパーソン」が各方面で地道な活動を展開してきた成果だと感謝したい。

これまでの地域振興策の枠組みとは異なるジオパークは、今後どこまで成果を上げられるかは未知数であるが、少なくともジオパークに携わる人たちが「ジオ」を熱く語ってくれているうちは、活動の火が消えることはないし、さらに周りのものを巻き込んで大きく発展していくことだろう。

参考図書等

- ・各国のジオパークがユネスコの支援を得て世界ジオパークネットワークに参加するためのガイドラインと基準（2008年6月）
- ・世界のジオパーク（世界のジオパーク編集委員会・JGN共編）
- ・東京糸魚川会知的冒険の足跡（東京大学庭師俱楽部調査結果報告書）

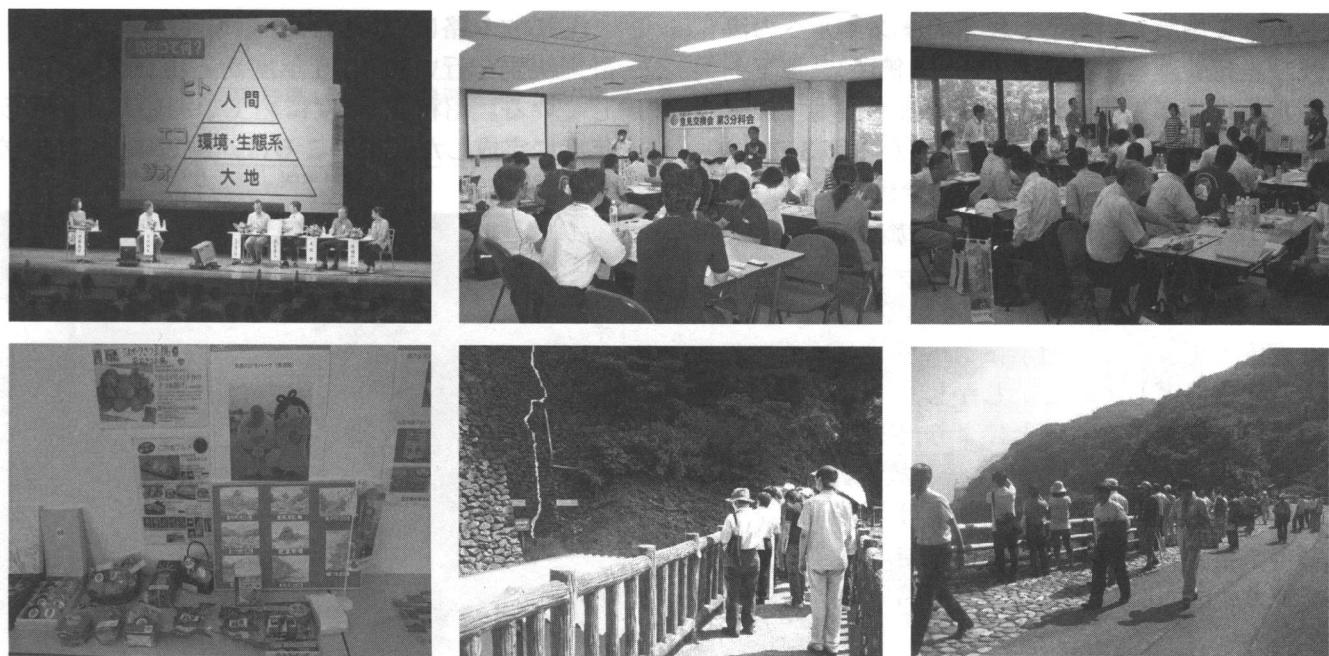


写真 10 JGN 全国大会（糸魚川市にて）

—各地から多くの「キーパーソン」が集まった—

首都圏外郭放水路における地下利用について

【Key Word】

首都圏外郭放水路、地下放水路、地下トンネル、シールドトンネル

荒木 しげる
あら き しげる
茂*

1. はじめに

首都圏外郭放水路は、都市化の進展著しい埼玉県東部地域の中川流域の浸水被害解消を図ることを目的に建設された地下放水路であり、埼玉県春日市の国道16号の地下約50mに、内径約10m、延長約6.3kmの地下トンネルを建設し、大落吉利根川より85m³/s、倉松川より100m³/s、中川より25m³/s等各河川からの洪水を取り込み、最後に江戸川へ最大200m³/s(50m³/s×ポンプ4台)排水するものである。施設は大きく分けて、各河川からの洪水を取り入れる流入施設(5箇所)、洪水のトンネルへの流入及び維持管理等に必要な立坑(5箇所)、地下トンネル及び排水施設(調圧水槽・排水機場・排水樋管)があり、一部区間(排水施設から第3立坑)においては平成14年6月より、全区間については平成18年6月より供用している施設である。

2. 首都圏外郭放水路の特色について

首都圏外郭放水路は地下にシールドトンネルを施工し放水路としている。しかし、一般的な放水路は地面を開削等することにより、施工している。写真1は中川と江戸川を結ぶ三郷放水路であり、放水路の法面はブロックを貼り付けた護岸となっている。写真2は綾瀬川と中川を結ぶ綾瀬川放水路であり、巨大なU型の水路(道路側溝等が巨大



図1 首都圏外郭放水路全体イメージ

化したもの)を建設し、その中に水を流す構造としている。これら2つの放水路は建設するための用地を買収している。

三郷放水路については、昭和44年5月に都市計画決定を行い昭和45年度から用地買収に着手している。昭和47年度に施工を開始し、昭和53年度に完成した。このころは、周辺に住宅が少ない



写真1 三郷放水路

* 国土交通省 関東地方整備局 江戸川河川事務所 首都圏外郭放水路管理支所長



写真2 綾瀬川放水路



写真3 外郭放水路建設地

い状況であった。

綾瀬川放水路は昭和44年5月に放水路建設予定地の都市計画決定を行ったことから、住宅の建設が抑制されていた。なお、昭和58年度に施工を開始し、平成8年度に完成している。

一方、首都圏外郭放水路は平成4年度から事業化され、中川流域の中流部の各河川から江戸川への放水路を建設することとした。しかし、建設予定地は写真3にあるとおり、既に市街化が進んだ状況であり、家屋移転を伴う用地買収については、難航が予想できるような状況であった。また、放水路を建設することにより既成市街地を分断することとなり、地域に悪影響を及ぼすことが懸念された。そこで、中川中流域にある国道16号の地下を利用し、シールドトンネルによる放水路を建設することとした。国道16号は国土交通省が管理しているため、地下の使用に際し短時間で了解を得ることができた。

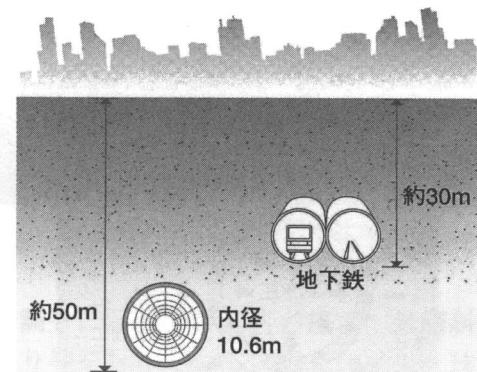
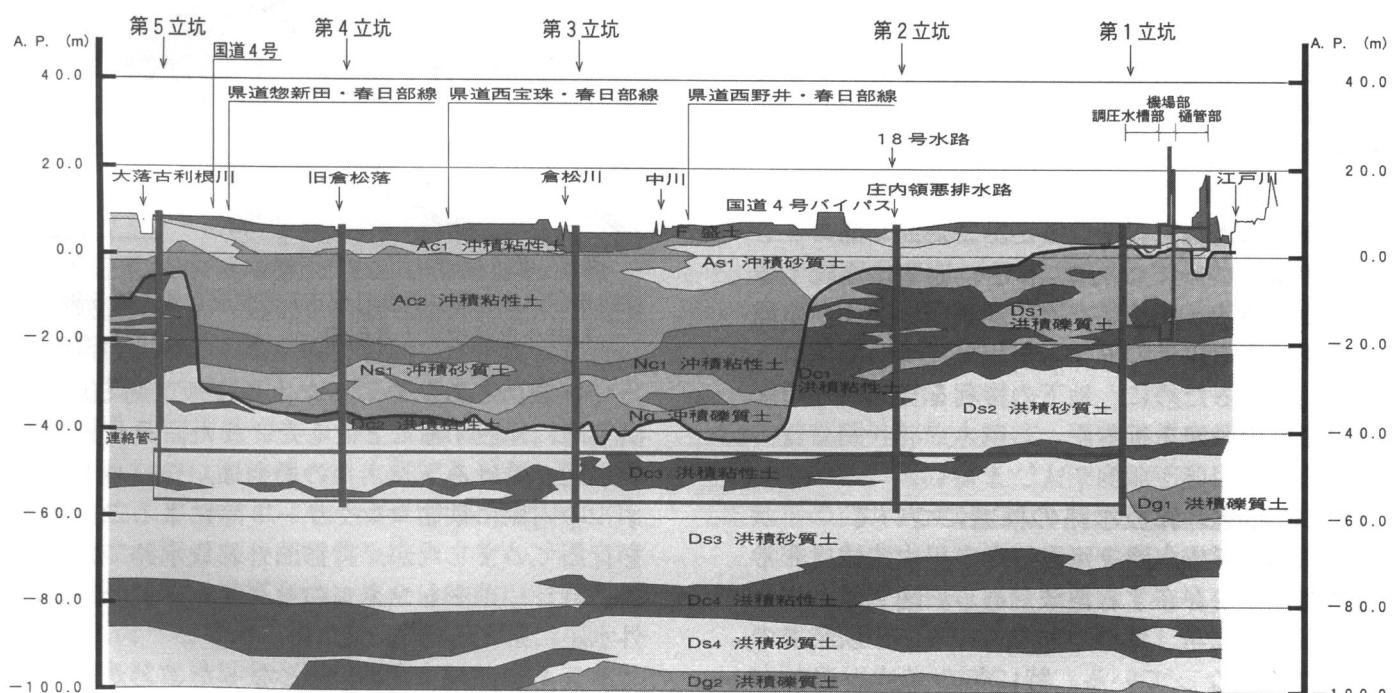


図3 トンネル建設深度



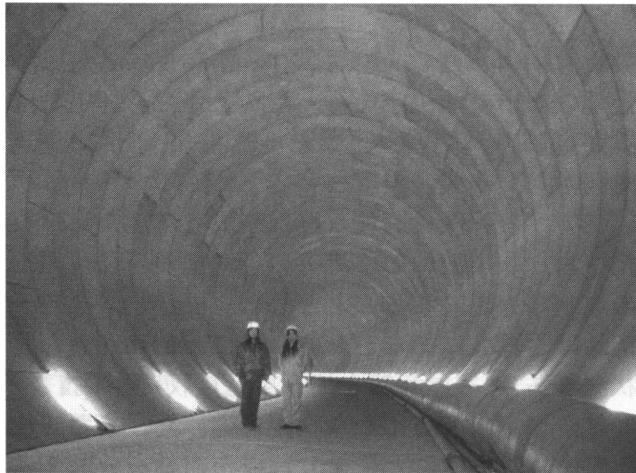


写真4 地下のトンネル

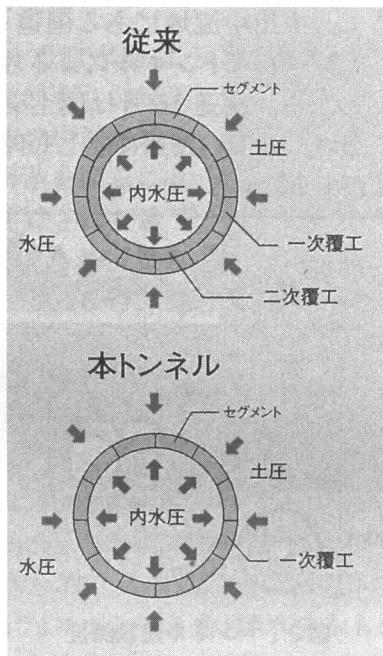


図4 トンネルに作用する水圧イメージ図

ただし、シールドトンネルの施工や河川からの水を取り入れるための立坑用地・流入施設用地、排水施設用地については、国道16号の地下に建設することができない。このため、これらの用地については用地買収を行った。また、一部のトンネル用地については国道16号の地下に建設することができなかった。このため、国道16号の地下に建設する以外のトンネル用地については地下の権利を得るために、地下の権利を買い取り、区分地上権の設定を行った。

3. 首都圏外郭放水路の構造について

首都圏外郭放水路を建設した中川中流域は非常に軟弱地盤が存在する地域である。図2に示すとおり、第三立坑、第四立坑は地下40m以深まで沖積層がとなっている。特に第3立坑周辺はN値0が約30mも存在する非常に軟弱な地盤とな

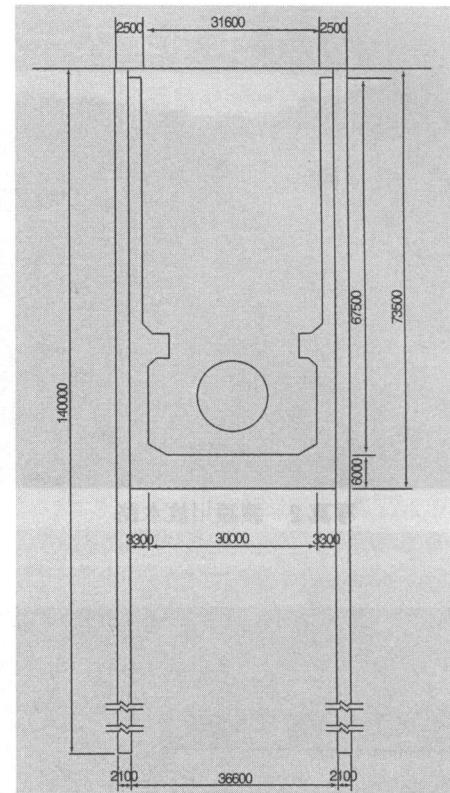


図5 立坑断面図

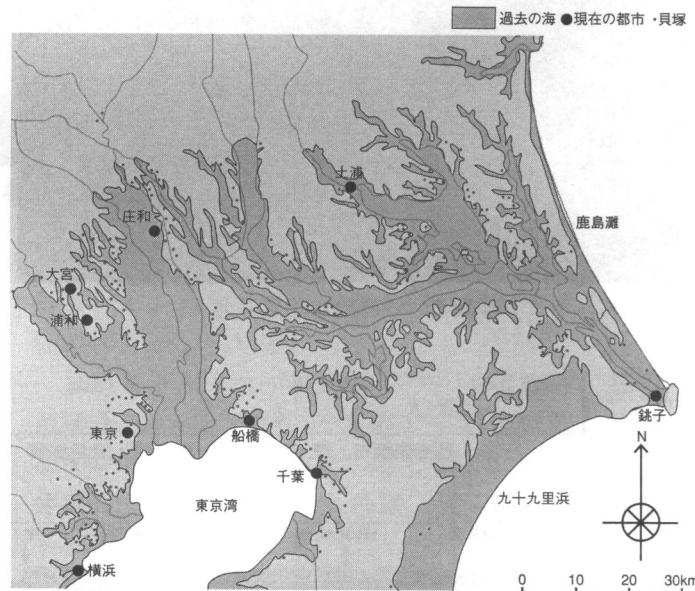


図6 縄文時代前期の奥東京湾と貝塚の分布 (※)

(注)※印は庄和町(現春日部市)文化財報告 第5集「庄和町の自然史」より引用

っている。このため、トンネルは地下約50mの洪積層に建設することとした。また、それまでの内水圧を受けるトンネルの場合は、シールドトンネルの内側に鉄筋コンクリート等による二次覆工を行っていましたが、首都圏外郭放水路では一次覆工（シールドトンネルのセグメント部分）で内外水圧に耐える構造とした。

トンネルが地下約50mとなったことから、立坑についても同様な深さのものとなっている。第



写真5 地層の剥ぎ取り状況 (※)



写真6 剥ぎ取られた地層 (※)

一立坑から第四立坑については、連続地中壁を仮設工とし、連続地中壁の内側に鉄筋コンクリートによる立坑本体を建設している。連続地中壁については、立坑施工時の盤ぶくれ等を防止する目的で止水層まで施工を行っている。このため、もっとも軟弱な第三立坑では連続地中壁の深さが140mとなり、これは当時最深の連続地中壁である。

4. 庄和排水機場建設現場での地質の特徴

平成8年度から施工を開始した外郭放水路調圧水槽新設工事の工事現場において、平成9年夏に大量の貝殻が発見された。埼玉県庄和町教育委員会（現春日部市教育委員会）で確認したところ、発見されたのは海洋性の貝化石であった。庄和排水機場の工事場所は下総台地の西端部にあたり、この地域が海であった時代を推測すると、縄文時代前期・後期（奥東京湾）または中期旧石器時代（古東京湾）と考えられた。

庄和町教育委員会が現地調査を実施することとなり、江戸川河川事務所も調査に協力することと



写真7 約12万5千年前の地層



写真8 地層の展示状況

した。調査に際し分析資料の提供、地層斜断面の剥ぎ取り等を行っている。調査の結果、珪藻化石や貝化石が確認されている。貝化石については上層のものが約5千3百年前、下層のものが約12万5千年前のものであった。中には絶滅してしまった貝化石も確認された。なお、剥ぎ取られた地層斜断面については、庄和排水機場のエントランスで見ることができる。

排水機場建設地は約12万年前の地層が確認できるような箇所になっている。このため、排水機場、調圧水槽については巨大な構造物であるにもかかわらず直接基礎の構造物となっている。

5. さいごに

首都圏外郭放水路は、平成4年度から工事を行っている。当時はまだ大深度地下利用法（大深度地下の公共的使用に関する特別措置法（平成十二年五月二十六日法律第八十七号））の施行前であった。今後、同様な施設を建設する場合は、地質等の状況、工期等を総合的に判断し、同法の適用も検討する必要がある。

博物館による地学普及活動 —名古屋大学博物館の社会貢献事業を例にして—

【Key Word】

地学普及活動、社会貢献事業、次世代教育、ミューズ・セラピー、
親子対象フィールドセミナー「地球教室」、ミクロの探検隊

あだち
足立

まもる
守*

〈名古屋大学博物館の概要と活動の特徴〉

名大博物館は、2000年（平成12年）4月に全国で5番目の国立大学博物館として誕生しました。博物館スタッフは7人の専任教員、2名の常勤事務職員（+2名の非常勤事務職員）、そして2名の非常勤技術職員から構成されています。博物館創設に際して理学部地球科学科から2名の教員が振替要員となったので、専任教員の3人が地学（古生物学、環境地質学、構造地質学）の専門家です。また、非常勤技術職員の1名は電子顕微鏡の保守ができる学芸員、もう1名は岩石薄片作成のプロです。

博物館の新館構想は創設当初からありました。10年経った今も博物館専用の新しい建物はなく、古川記念館という旧大学図書館の2階と3階部分を使っています。そのため、薬品やガスを自由に使用できる実験室がなく、実験や実習には不便な状況です。約650m²の展示スペース（常設展スペース=500m²、特別展・企画展スペース=150m²）は、主に旧図書館の閲覧スペースでした。古川記念館とは別に、博物館専用の約3700m²の野外観察園（植物園）とセミナーハウスがあり、博物館活動に使われています。

名大博物館は創設以来、「学術標本の収集・研究・保管・展示・教育」という基本的なミッションだけでなく、大学と社会とのインターフェイスとしての役割を重視して、(1) 大学における研究成果の展示と公開、(2) 博物館コンサートや講演会を軸にした市民との交流、(3) 自然の中での、あるいは本物の標本を使った次世代教育に力を入れてきました。

展示活動では、この10年間に14回の特別展（そのうちの2回がノーベル賞展示）と20回の企画

展を開催しました。入館者数も年々増加し、2007年度までは1万人前後であった入館者が、2008年度に17000人を、2009年度に2万人を突破し、2010年度は10月25日現在で18367人なので、今年度中はじめて3万人の大台を突破するかもしれません。

市民向けの博物館講演会はこれまでに120回を超え、またミュージアム（Museum）と音楽（Music）の語源がギリシャ神話の学問・芸術の女神ミューズ（Muse）に由来することから、常設展示室で行っている博物館コンサート（NUM-Co=Nagoya University Museum Concert）も30回を超えていました。この博物館コンサートに来て涙が出るほど感動したという話や、本物の展示標本の持つ迫力や魅力に心を打たれ不登校を克服した若者が増えているという話は、本物のいい標本や博物館空間そのものが人の心を癒す効果があると考え、この博物館の癒し効果をミューズ・セラピー（Muse therapy; Adachi, 2003）と呼んで、博物館活動の中心に据えています。

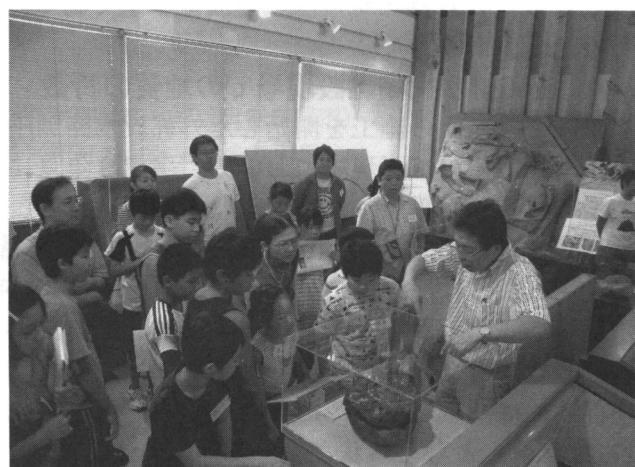


写真1 「地球教室」の一環として行われた、中生代の大形化石に関するギャラリートーク

* 名古屋大学博物館 特任教授

〈名大博物館の地学普及活動〉

本特集記事では、名大博物館の社会貢献活動のうち、地学関連の普及活動をいくつかピックアップして紹介し、「地質産業の社会貢献」の一端を考える材料にしたいと思います。主な地学の普及活動は以下のようです。

(A) 小中学生・高校生向けの次世代教育

- 1) 名古屋市科学館との連携による親子対象フィールドセミナー「地球教室」
- 2) 愛知県教育委員会との連携による小学校への「その道（石ころ）の達人」出前授業
- 3) 電子顕微鏡を使った「ミクロの探検隊」イベント
- 4) SSH 対応の高校生向けの地学実験と講義
- 5) 愛知県の高校自然科学部員への地学講習会

(B) 市民（大人）向けの生涯学習教育

- 1) 名古屋市生涯学習推進センターとの共催による大学連携講座「おもしろ博物学」

- 2) 市町村教育委員会との連携による野外観察会
- 3) 学会と連携した市民向け普及活動
- 4) 「地質の日」講演会

名大博物館の普及活動で、自然の中での次世代教育に特に力を入れているのは、若者の理科離れ・自然離れ・モノ離れが進んで、本物とヴァーチャルの区別ができない年齢層が増えているからです。こうした時代だからこそ、『人間の五感をフルに發揮して、自然そのものや本物の標本をよく見て考える』といった体験学習や、『地球の自然物は、動物、植物、鉱物の3つで、これらが水といっしょになって生態系を作っている』という自然誌教育が不可欠です。子供の時にこうした経験がないと、まともな自然観をもった大人、自然から何かを見つけ出すことができるナチュラリスト、環境問題にきちんと対応できる人材は育たないと思います。

表1 親子対象フィールドセミナー「地球教室」の一覧表

年 度	実 施 日	タ イ プ	フ ィ ー ル ド	協 賛・協 力	備 考	助 成
2005 年度	10/30・11/3・11/5 3/18・3/19	めざせ水晶ハンター 石器をつくろう	岐阜県中津川市 岐阜県各務原市・愛知県犬山市	協力: 中津川市鉱物博物館 JST「モデル開発」採択 JST「モデル開発」採択		2947 千円
2006 年度	6/24・6/25 7/16・7/17	二千万年前の環境をたずねて 鉱物をさがそう	岐阜県瑞浪市 岐阜県中津川市	協力: 瑞浪市化石博物館 協力: 中津川市鉱物博物館 JST「モデル開発」採択	JST「モデル開発」採択 JST「モデル開発」採択	8306 千円
	8/19・8/20	徳山ダムの岩石を調べよう	岐阜県揖斐川町		JST「モデル開発」採択、読売新聞社みずうオードと連携	
	9/23・9/24（一泊）	火山と温泉	岐阜県高山市		JST「モデル開発」採択	
	10/21・10/22（一泊）	庄川上流と長良川全域の石	岐阜県白川村・郡上市・美濃市・岐阜市・海津市・三重県桑名市		JST「モデル開発」採択	
	11/3・11/4	河原の石でつくる石包丁	岐阜県各務原市・愛知県犬山市		JST「モデル開発」採択、第2回名古屋大学博物館国際フォーラムの一環として実施	
	11/25・26	活断層を歩く	岐阜県本巣市	協力: 根尾谷地震断層観察館	JST「モデル開発」採択	
	1/27・1/28	ナゴヤで化石・鉱物をさがそう	名古屋市内		JST「モデル開発」採択	
2007 年度	6/23・6/24	鉱物をさがそう	愛知県幡豆町	協力: 蒲郡市生命の海科学館	第1回名古屋大学博物館企画展「地球は玉手箱～誕生石の魅力」と連動	
	8/25・8/26（一泊）	長良川の源流をたずねて	岐阜県白川村・郡上市・美濃市・岐阜市・海津市・三重県桑名市	協賛: ちゅうでん教育振興財団	JST「科学技術体験合宿」採択	300 千円
	10/20・10/21	河原の石で石包丁をつくろう	岐阜県各務原市・愛知県犬山市	協賛: ちゅうでん教育振興財団	安藤財団「トム・ソーヤースクール企画コンテスト」採択（※トム・ソーヤー奨励賞を受賞）	100 千円
	12/1・12/2	ナゴヤで化石をさがそう	名古屋市内	協賛: ちゅうでん教育振興財団 協力: 蒲郡市生命の海科学館		700 千円
	2/23・2/24	ナゴヤで化石をさがそう	名古屋市内	協賛: ちゅうでん教育振興財団 協力: 蒲郡市生命の海科学館		
2008 年度	5/31・6/1	河原の石で包丁をつくろう	岐阜県各務原市・愛知県犬山市			
	8/9・8/10	砂金を見つけよう	岐阜県飛騨市		安藤財団「トム・ソーヤースクール企画コンテスト」採択	100 千円
	10/18・10/19	鉱物をさがそう	愛知県幡豆町	協力: 蒲郡市生命の海科学館	安藤財団「トム・ソーヤースクール企画コンテスト」採択	
	1/31・2/1	ナゴヤで化石をさがそう	名古屋市内			
2009 年度	6/27・6/28	化石の森を探検しよう	岐阜県美濃加茂市・川辺町	協力: 愛知大学名古屋一般教育研究室 協力: 日立ハイテクノロジーズ		
	8/1・8/2	ナゴヤで化石をさがそう	名古屋市内	協力: 愛知大学名古屋一般教育研究室		
	11/7・11/8	河原の石で包丁をつくろう	岐阜県各務原市・愛知県犬山市	協力: 愛知大学名古屋一般教育研究室		
	2/27・2/28	鉱物をさがそう	愛知県幡豆町	協力: 愛知大学名古屋一般教育研究室 協力: 蒲郡市生命の海科学館		
2010 年度	6/5・6/6	河原の石で包丁をつくろう	岐阜県各務原市・愛知県犬山市	協力: 愛知大学名古屋一般教育研究室	安藤財団「トム・ソーヤースクール企画コンテスト」採択	100 千円
	8/21・8/22	ナゴヤで化石をさがそう	名古屋市内	協力: 愛知大学名古屋一般教育研究室	安藤財団「トム・ソーヤースクール企画コンテスト」採択	
	10/16・10/17	砂の中から宝石をさがそう	愛知県岡崎市	協力: 愛知大学名古屋一般教育研究室	安藤財団「トム・ソーヤースクール企画コンテスト」採択	
	2/26・2/27	鉱物をさがそう	愛知県幡豆町	協力: 愛知大学名古屋一般教育研究室 協力: 蒲郡市生命の海科学館		

◎親子対象フィールドセミナー「地球教室」

名大博物館を特徴づける普及活動「地球教室」は、表1のように、2005年（平成17年）からスタートしました。「地球教室」を親子対象にしているのは、今の若者の理科離れや自然離れの原因が若者にあるのではなく、若者の親や小学校～大学の先生が理科離れ・自然離れしていて、うまく教えることができないからで、こうした状況を打破するには、親子がいっしょに自然にふれて、自然の仕組みを考える機会を作るのが一番効果的と考えたからです。親子対象イベントの効果は、参加者からの次のような感想文にも現れています。「地球教室の後、子供との会話が増えたと思う」、「化石堀りではお父さんに負けた。お父さんはタガネの使い方がうまいので今度教えてもらう」、「今度は家族で鉱物採集に行きたい」、「地球教室に参加してから、以前より自然への興味が湧いてきた」など。こうしたアンケート内容も参考にして、イベントの中身や実施方法をグレードアップしています。

親子対象フィールドセミナー「地球教室」は、2005年8月末に科学技術振興財団（JST）に「研究者情報発信活動推進モデル事業」の申請をして、採択されたものです。申請のタイトルは『地質博物館としての岐阜県の自然を使った自然誌教育』で、名古屋市科学館との連携で始めました。JSTで行われたヒアリングのプレゼンでは、岐阜県の地図に、根尾谷断層、阿寺断層、跡津川断層、乗鞍火山、御岳火山、赤坂石灰岩、瑞浪の化石、苗木のペグマタイト、鶲沼のマンガンノジュール、飛騨片麻岩、日本最古の化石、日本最古の石などを書き入れ、岐阜県は地質博物館（Gifu Prefecture is a geological museum）という“うたい文句”を示し、モデル事業の意義を訴えました。その結果、大都市名古屋のすぐ近くで、環太平洋変動帯の典型的な地質を見学できるフィールドセミナーのプログラム開発の重要性は理解されました。“岐阜県は地質博物館”の構想は、ジオパーク構想と基本的に同じだと思います。

表1のように、JSTの「モデル開発」経費は、年度途中の初年度（2005年度）が295万円、次年度が830万円で、モデル開発とフィールドセミナー実施担当の研究員を2人雇用して「地球教室」の基本部分ができ上がり、今日に至っています。2007年度からは、名古屋大学の総長裁量経費地域貢献特別支援事業から、毎年50万円程度の支援を受け、事業を継続しています。なお、安藤財団からは、「トム・ソーヤースクール企画コンテスト」



写真2 「地球教室」の案内チラシ「ナゴヤで化石をさがそう！」

採択という形で、各年度10万円の援助を受け、名古屋市科学館のほか、地域の博物館（中津川市鉱物博物館、瑞浪市化石博物館、根尾谷断層観察館、蒲郡市生命の海科学館）や近隣の大学と連携をして「地球教室」を実施しています（表1）。

人気のあるプログラムの一つは、名古屋市内の建物の石材から化石を探す2日間のイベント「ナゴヤで化石をさがそう！」です（写真2）。初日には、サザエやカキの殻を手にとって観察してもらい、殻の断面を想像させ、その後に殻を岩石カッ



写真3 徳山ダム近くの古生代の玄武岩質枕状溶岩を見学する参加者

ターで切って、殻の三次元的特徴を理解させる。並行して、アンモナイトやベレムナイトの横断面と縦断面を見せ、形の特徴を理解させる。2日目には、名古屋中心部のビルの柱や壁に使われている石材を観察して、二枚貝、巻貝、アンモナイト、ベレムナイト、サンゴ、ウミユリなどの化石を見つける、というものです。

以下が「ナゴヤで化石をさがそう！」イベントの2日間のスケジュール表です。

1日目

- 13:00 名大博物館に集合/館内見学
- 13:45 化石と化石をよく含む石灰岩の解説
- 14:30 貝殻の断面クイズ/貝殻スタンプづくり
- 16:00 初日のまとめ/翌日の予習
- 16:30 解散（館内見学）

2日目

- 9:30 名古屋駅桜通りに集合
- 9:40 名古屋駅周辺のビル石材で化石の観察
- 10:30 地下鉄で栄に移動
- 11:00 栄周辺で化石観察スタンプラリー（昼食ふくむ）
- 14:00 東桜会館でアンモナイトやベレムナイトの観察
- 14:30 2日間のまとめ/修了証授与
- 15:00 解散

「地球教室」は基本的に2日間の日程で、初日の事前学習と翌日のフィールドセミナー（写真3）ですが、一泊二日で実施したことも数回あります。バスを使って、長良川の源流部から伊勢湾に流れ込む長良川河口堰までの全部を、地形、地質、川原の石、動物、植物を見ながらたどるセミナー等がこれにあたります。

◎電子顕微鏡を使った「ミクロの探検隊」イベント

「地球教室」とともに人気のある普及活動が、「ミクロの探検隊」イベント（写真4）で、年間10回以上行われています。名大博物館には、分析電子顕微鏡が1台、小型の走査型電子顕微鏡(SEM)が2台あり、非常勤技術職員（学芸員）がこれらの保守管理とSEMを使った普及活動に従事しています。「ミクロの探検隊」で観察するモノは、肉眼では詳細がよく分からず花粉、昆虫、微化石、微小鉱物など様々です。

表2には、名大博物館に小型のSEMが導入された2007年（平成19年）以降の地学関係の普及



写真4 「ミクロの探検隊」の案内チラシ

活動だけがまとめであります。「ミクロの探検隊」への参加者は、小学校低学年から70代のお年寄りまで年齢に幅があり、内容も「地球教室」と関連した小中学生向けのものから、高校生向けのスーパー・サイエンス・ハイスクール(SSH)用のものまであります。参加者が多くて複数のSEMを使用する場合には、SEMを製作している日立ハイテクノロジーズの協力を得てイベントを行っています（写真6）。

地学関係の「ミクロの探検隊」では、名大博物館でデータベース化・公開されているジュラ紀の



写真5 放散虫化石を実体鏡で観察する高校生（コア SSH 実習）

表2 走査型電子顕微鏡を使った次世代教育「ミクロの探検隊」地学篇の一覧表

年 度	実 施 日	イ ベ ン ト タ イ プ ル	実 施 場 所	協 力・共 催	助 成
2007年度	1月12日	ミクロの探検隊 海のプランクトン放散虫の化石を電子顕微鏡で見てみよう	名古屋大学医学部	名大医学系研究科 日立ハイテクノロジーズ	日進市教育委員会 1588千円
2008年度	5月31日	中日新聞 わくわく探検隊(子供記者)	名古屋大学博物館		
	8月12日	ミクロの探検隊 ホウサンチュウの形の不思議	名古屋大学博物館	名大医学系研究科 日立ハイテクノロジーズ	JST 497千円
	8月18日	名古屋市向陽高校 SSH	名古屋大学博物館		SSH
	11月15日	化石探検隊 ~都会で化石・鉱物をさがそう~	名古屋大学博物館 名古屋市栄地区		日進市教育委員会 126千円
2009年度	6月28日	地球教室 (珪化木の観察と分析)	名古屋大学博物館		
	7月25日	ミクロの探検隊in七宗	日本最古の石博物館	七宗町教育委員会	
	7月26日	ミクロの探検隊in七宗	日本最古の石博物館	七宗町教育委員会	
	11月14日	化石探検隊 ~都会で化石・鉱物をさがそう~	名古屋大学博物館 名古屋市栄地区		日進市教育委員会 208千円
	12月25, 26日	ミクロの探検隊“ひらめきときめき ようこそ研究室へ KAKENHI ミクロの世界をのぞいて放散虫の進化にふれよう”	名古屋大学博物館	日立ハイテクノロジーズ オザワ科学	JSPS 560千円
2010年度	7月26日	愛知県高等学校文化連盟自然科学専門部研修会	名古屋大学博物館		
	8月2日	愛知県コアSSHワークショップ	名古屋大学博物館		SSH
	8月26,27,28日	夏の学校 電子顕微鏡技術研修会	名古屋大学博物館	医学生物電子顕微鏡技術学会 夏の学校実行委員会	
	10月16日	ミクロの探検隊 名大ホームカミングデイ	名古屋大学博物館		

放散虫化石をよく使います。化石の保存状態が抜群に良好で、放散虫の構造がよくわかるからです。放散虫化石を SEM で見る場合、まず (1) 日本列島の地史、(2) 美濃帯の岩石の特徴、(3) 岐阜県各務原市鵜沼のマンガンノジュール、(4) 大型化石と微化石、(5) ジュラ紀の放散虫化石、(6) 放散虫骨格の化学組成の解説をします。次に (7) マンガンノジュールから分離した放散虫を実体顕微鏡下でじっくりと観察し、各自が好きな放散虫化石を試料台に載せます(写真5)。その後 (8) 技術職員の指導を受けながら、観察する放散虫を移動させたり、倍率を変えたりして、SEM の操作方法も学びます。最後に (9) 自分の一番気に入った放散虫化石を写真撮影し、(10) 文献を見て放散虫化石の名前を決める、のが一般的な流れです。

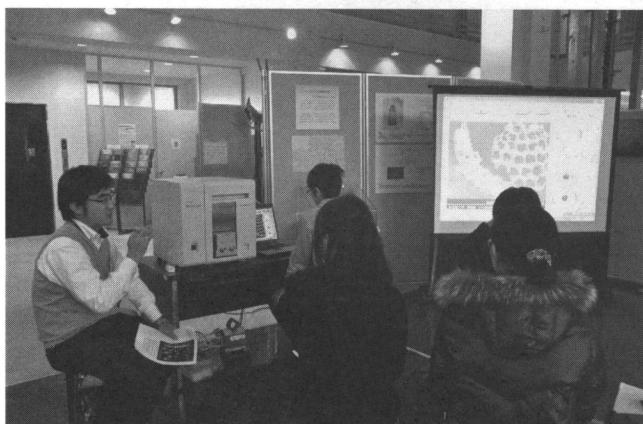


写真6 走査型電子顕微鏡で放散虫化石を観察する「ミクロの探検隊」参加者

各自が撮影した放散虫化石の写真から、お土産用のポストカードを作ったり、写真を参加者全員に見せながら、「なぜこの放散虫を選んだのか、化石のどこが気に入ったか」などを発表する場も設けています。これによって、自分の撮った写真と他の参加者の写真を比較することができるし、他人の考えも少しおかかるからです。最後に、主催者から参加者全員に「未来博士号」という修了証を手渡して、イベントは終了します(写真7)。

「ミクロの探検隊」イベントでは、SEM でモノを見るのは初めての人ばかりなので、観察しているうちに知的好奇心がどんどん大きくなるようです。活発に質問をする参加者が多いと、主催者の満足度も上がります。アンケートには、「とても楽しかった。放散虫がこんなにきれいで複雑な



写真7 修了証「未来博士号」を受け取る「ミクロの探検隊」参加者

形をしているとは思わなかった」、「また参加したい。今度は実際に化石の入っている石を採集したい」、「次回は友達といっしょに来て、放散虫と同じ化学組成の水晶を観察したい」といった声が寄せられています。

〈おわりに〉

今回紹介した「地球教室」と「ミクロの探検隊」は、名大博物館を代表する地学の普及活動ですが、名古屋大学の重要な社会貢献事業でもあるので、今後も続けていく予定です。こうしたイベントを継続的に実施するには、それなりの資金が必要なので、財源をどのように継続的に確保するかが大きな課題です。表1のように、JSTからは2年間の援助がありました。一般に民間の財団等からの補助金は1年限り（1年単位）です。アイデアが斬新でひじょうに面白い普及活動と評価されても、補助金が継続されることはありません。このあたりの仕組みを見直す必要があるのではないかでしょうか。

地質学（地学）が生き残る為には、いろいろな努力が必要だと思いますが、市民や一般社会から「地学は面白い。確かに役立つ学問だな」と思われる事が一番大事なことでしょう。現在ホットな話題になっているレアアース資源も小型惑星探査機「はやぶさ」が訪れた小惑星イトカワも、地学の領域の事柄だと思います。しかし、これらについて、地学の専門家が、最近、何か大きな役割を果たしたとか、注目されるコメントをしたという記憶は、残念ながらありません。

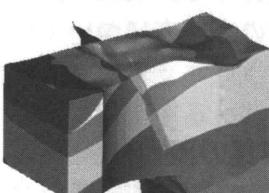
地学の各専門分野で自分の守備範囲を広くし、自分のできることをもっとアピールするとともに、次世代の若者に「地学大好き！」と思わせ、地学シンパを増やす努力が不可欠です。名大博物館の地学普及活動が「地学大好き」人間の増加につながることを願っています。

〈文献〉

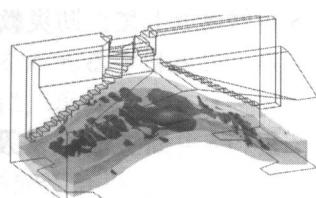
Adachi (2003): 'Muse therapy' as a new concept for museums. *Museologia*, 3, 117-120.

3次元+時間 可視化技術

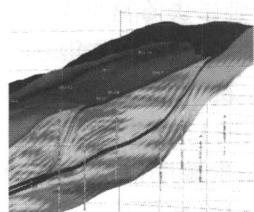
MVS(Mining Visualization System)
EVS(Environmental Visualization System)



層状データ



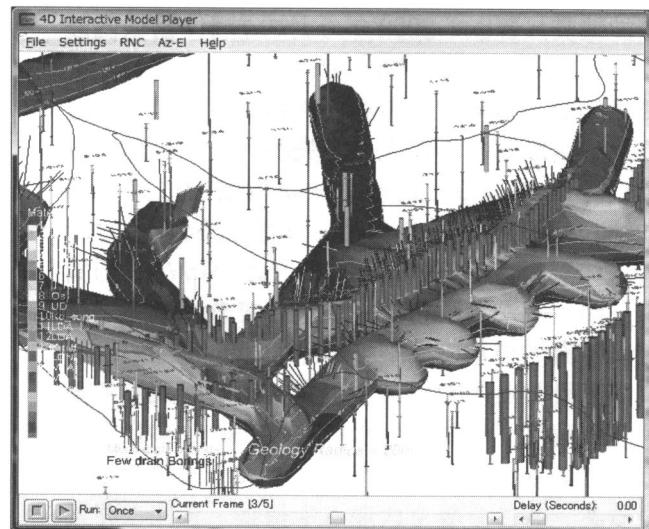
連続値データ



離散値データ



構造物データ



4D Interactive Model Playerで自由に配布



ohtageoresearch

検索

有限会社 太田ジオリサーチ

<http://www.ohta-geo.co.jp/>

無料3次元可視化モデル自動作成配信サービスは太田ジオWEBから

TEL 078-907-3120(担当:林)

地域地震防災力の高度化に向けて —防災研究成果の活用と防災教育—

【Key Word】

防災教育、防災情報の共有化、ハザードマップ、耐震改修支援システム、緊急地震速報システム、防災授業

もと さか まさ と*

源 栄 正 人*

1. はじめに

我が国は、地震国であり、地震から人命を守るために対策が求められ、太古の昔から地震に対する知恵が受け継がれてきている。先進国として立場からは、国際的な地震災害軽減のための技術移転が求められている。地震対策に取り組むに当たって大切なのは、「過去に学び、現況を知り、次に備える」¹⁾ことである。地域に残る過去の教訓を生かし、社会の現況を把握し、最新の科学技術を有効活用して将来の地震に備えるためには、防災教育による防災意識向上の社会基盤づくりが必要である。

最近、国内外で地震災害が多発している。国内では、東北地方だけでも、2003年5月の三陸南地震、同年7月の宮城県北部地震、2005年8月の宮城県沖地震、そして2008年6月の岩手・宮城内陸地震と相次いでいる。国外では、2008年5月の中国四川地震、本年1月のハイチ地震、同じく2月のチリ地震など多くの人命が失われた。地球が狂っていると感じると同時に、防災研究成果の普及・展開の重要性をあらためて痛感する。かつて、「災害は忘れた頃にやってくる」といった寺田寅彦は、明治期から昭和初期にかけての地震・津波災害など自然現象の「不可思議」さ、自然の「狂気」に着目した多くの科学論文・隨筆を残している。もし寅彦が現在に生きていたら昨今の自然災害にどういう洞察をされたか、そんな興味を抱いている。

筆者らは、高い確率で発生が予測される宮城県沖地震に備え、異なる専門分野の学際連携と産官学組織連携により21世紀の科学技術を活用し、自然環境と社会環境に調和した防災対策のために地域に根ざした活動を行い、防災研究成果を防災

対策に反映するための仕組みとして「宮城県沖地震対策研究協議会」(会長：長谷川昭東北大名誉教授)の活動を行ってきている。この連携組織を母体に、文部科学省の防災研究成果普及事業「迫り来る宮城県沖地震に備えた地域防災情報の共有化と防災力高度化戦略」(平成16年度～平成18年度)²⁾を、筆者を事業推進代表とし応用地質株式会社東北支社を実施機関とする体制で事業展開を行った。

ここでは、まず、迫り来る宮城県沖地震と地震防災対策について上述の防災研究成果普及事業の骨格を振り返る。次にこの事業の一環として作成した防災教育パッケージ(DVD)について紹介すると共に、最新の防災技術を活用した防災教育の取り組みの事例について紹介する。最後に、防災教育雑考として、防災教育の在り方について考えてみることにする。

2. 防災研究成果普及事業の概要

政府の地震調査研究推進本部地震調査委員会は、長期的な観点から宮城県沖地震の長期評価を公表している。この長期評価による宮城県沖地震の平均発生間隔は37.1年であり、1978年6月12日の前の宮城県沖地震から32年が経過している状況にある。今後10年以内に発生する確率は70%を超え、30年以内の発生確率は99%を超えるとされており、発生の切迫性が極めて高い状況にある。

筆者らの東北大災害制御研究センターが宮城県と仙台市と共同提案して採択された文部科学省の防災研究成果普及事業では、以下に示す3本柱と具体的内容について事業展開を行った(図1参照)^{2),3)}。

- ① 地理情報システム(GIS)を用いた防災情報の共有プラットフォームの構築とその有効活用

* 東北大 大学院工学研究科 教授

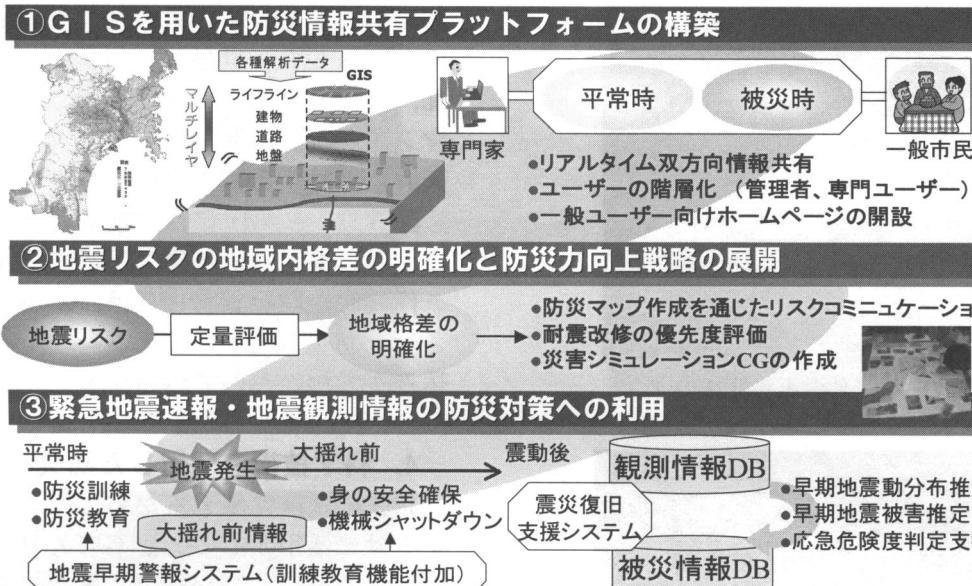


図 1 防災研究成果普及事業の全体概要

各機関が様々な形で保有している地域防災情報を地理情報システム上で共有化し、双方向共有化システムとして構築し、地域防災力を高めるための諸事業に供する基盤整備を行った。

② 地震リスクの地域内格差の明確化と防災力向上戦略の展開

宮城県域の地震リスクの地方都市間比較、仙台市域5区の比較事業を行い、地震リスクの地域内格差を明確化し、行政担当者の防災対策の考え方に対する防災意識改革につなげるものである。また、災害パターン上特徴があり、地震リスクの高いモデル地区を選定し、防災上の弱点の解消を誘引する防災マップづくりをハザードマップと連続する形で実施するとともに、災害シミュレーション技術を連動させて、住民の防災意識の向上を図った。さらに、切迫する宮城県沖地震では都市構造物の耐震改修戦略として改修の優先度の問題は切実であり、学校等の公共建築、病院、棟数の多い一般建物を対象に改修の優先度評価など耐震改修支援システムの開発を行った。

③ 緊急地震速報・地震観測情報の防災対策への有効活用

震源域が明確とされる宮城県沖地震の特徴として100万都市仙台では主要動到達の約15秒前に警報を出すことが可能である。緊急地震速報システムを、学校を中心に展開し、形骸化する防災訓練・防災教育への改革を行うとともに、病院、流通團地への展開も行った。これらを地震発生時における早期避難体制の構築に役立ててきている。2008年6月の岩手・宮城内陸地震の際には、その有効性が実証された⁴⁾。また、地域の地震観測網の連

携と国の地震観測網との連携により地域版即時地震動分布推定システムを構築し、応急危険度判定支援に供するシステム開発を行った。

3. 防災教育ビデオパッケージ（DVD）の作成

筆者らは、前述の文部科学省の防災研究成果普及事業の一環として、防災教育のためのビデオ・パッケージ（DVD）⁵⁾を作成し、宮城県内の学校を中心に配布してきている。タイトルは、「あなたのまちは地震に強いですか？ 迫り来る宮城県沖地震に備えて」（企画：宮城県沖地震対策研究協議会、監修：東北大学災害制御研究センター）であり、地域性を考慮した地震防災対策の概要を学ぶために作成されており、①過去に学ぶ、②揺れの仕組み、③地震への備え、④地震防災教育、に関する内容となっている。

このDVDには、最近の地震において人的被害をもたらした要因をできるだけ取り込んだ防災教育用災害シミュレーションCGとともに、地震・地盤プロフィール、過去の被害写真・体験談、防災対策等がコンテンツとして含まれている。子どもたちの通学路を想定し、地震時に危険箇所から素早く回避・避難する能力を養うこと、また、地域住民に対しては危険箇所修繕、撤去等の対策を促すことを目的としたCGとなっている。

写真1 (a)～(c)は、DVDに紹介されている1978年宮城県沖地震における多くの被害写真の中から抜粋した一例である。

図2には、地盤による建物の揺れの違いを示すCGからのスナップショット画像を示す。



(a) 建物被害（仙台市卸町）



(b) 地盤被害（白石市寿山）



(c) ブロック塀の倒壊（仙台市八木山）

写真1 1978年宮城県沖地震の被害写真の一例

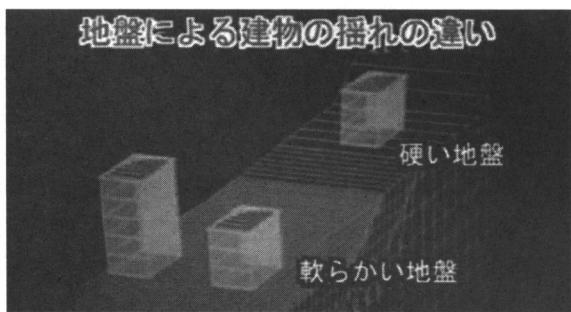


図2 地盤による建物の揺れの違いを示すCG

災害シミュレーションCGの作成においては、危険箇所の多い街区、少ない街区の2ケースに対し、震度6弱～強程度および震度5弱～強程度を

想定した2ケースの入力地震を想定し、それぞれのケースについては各危険箇所（ブロック塀、屋根瓦、窓ガラス等、自動販売機、電飾看板、電柱、マンホール、外装材、古い建物、鉄骨外階段、軒天井）に対する被害程度を想定した。

図3(a)～(d)には作成した防災教育用災害シミュレーションの画像の一部を示す。

作成した防災教育VPは、緊急地震速報と連動させた防災教育・訓練システムの動画として取り込み、学校において活用することができる。

4. 科学技術を活用した防災教育の取り組み

将来の地震に備えるためには、最新の科学技術を有効に活用することが不可欠であり、そのための社会基盤づくりが必要である。その意味において学校における防災教育は、極めて重要である。最新の防災技術を学校教育の現場で紹介することは、子供たちの理科離れ対策にも役立つものと思われる。

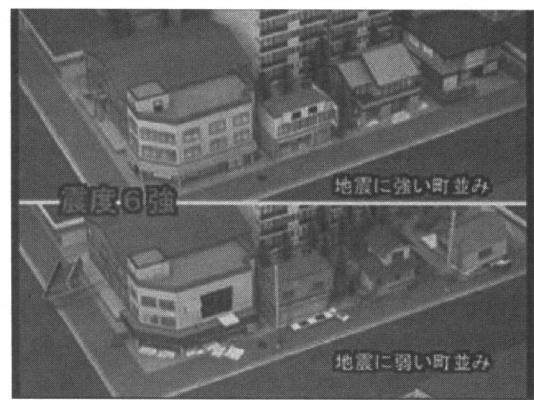
平成20年度には、科学研究費による最新の研究成果を高校生などに教えることを目的とした日本学術振興会の「ひらめき・ときめき・サイエンス」という事業において、筆者らの最新の研究である「構造ヘルスモニタリングと緊急地震速報の連動による早期地震情統合化システムの開発」⁶⁾の成果を用いた防災授業を実施した⁷⁾。

平成21年度には、これらの実績にもとづき、最新の防災技術を活用した小学校における地震防災授業「大揺れの前に安全確保～揺れを知り、地震に備える！」を2つの小学校において特別授業として、(財)宮城県建築住宅センターの企画のもとに実施した⁸⁾。授業を通じ、子供たちの科学への関心、意欲を醸成させるとともに、建築物の地震対策や地域の地震防災対について学ぶことを目的とした。授業内容は、前述の防災教育DVDに基づいて地震防災対策の概要を学ぶとともに、場所によって異なる地震時の揺れを建物と地盤の模型と地震計を使った体験学習や、大揺れの前に警報を出す緊急地震速報システムに関する体験学習を行うものであり、最後に、起震車による地震の揺れの体験などで構成されるプログラムとした。

図4は地盤や建物の揺れを実演するための加速度センサー（3成分）と揺れによる3方向波形の表示画面を示したものである。加速度計は、小型軽量のMEMS（60dB）センサーであり、合板に取り付けてあり、合板の裏面には板磁石を付け、地盤模型や建物模型に容易に付けることができるよう工夫してある。図5は、地盤模型と表示画



(a) 震度の差異



(b) 耐震化の差異



(c) 鉄骨外階段、外装材等の被害



(d) ブロック塀、電飾看板等の被害

図3 最近の地震被害パターンを組み込んだ防災教育用災害シミュレーションCG画面の例

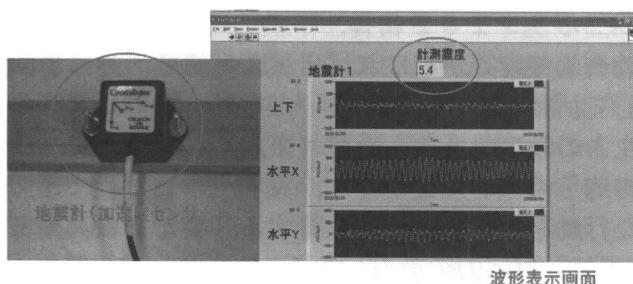


図4 加速度センサーと3方向の波形表示画面

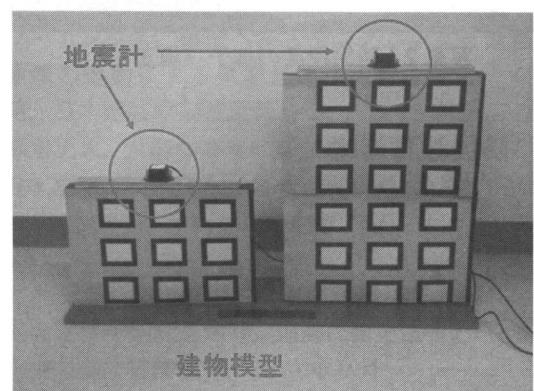


図6 建物模型（高さの異なる2つの建物）

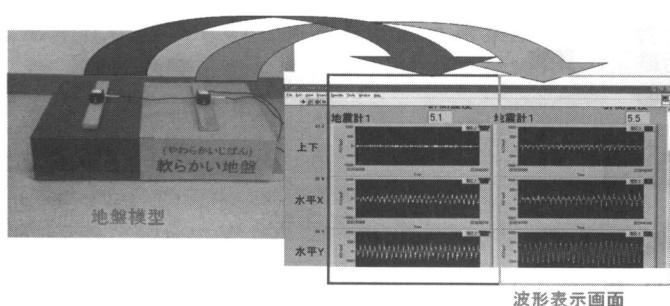


図5 地盤模型を用いた地盤の揺れ波形表示画面

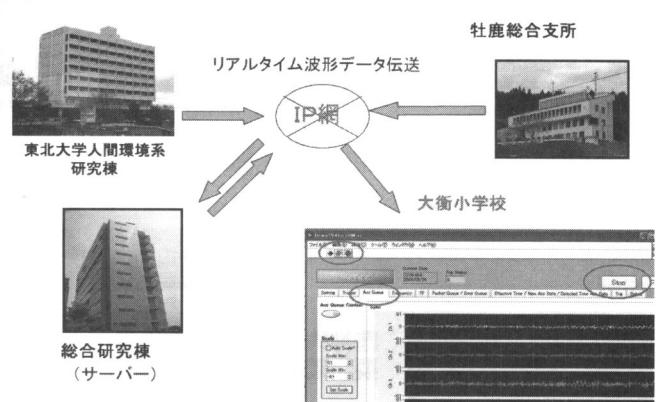


図7 遠方の揺れを伝えて表示する技術の実演

面例を示したもので、固い地盤と軟らかい地盤の揺れの違いを実演できる。図6は、建物模型を示したものであり、高さの異なる2つの建物のフレーム模型である。図7は、インターネットを介して、遠方の揺れを伝え表示する技術の実演の説明図であり、筆者らの構造モニタリングを兼ねた地域版早期地震観測システムを活用している。写真2は授業の様子を示したものであり、児童の興味を示す真剣な眼を見ることができる。

この防災授業は新聞・TV報道でも紹介された。また、この授業に対し、2つの小学校の児童から分かりやすかったとの感想、校長先生や担当教諭からも分かりやすく示唆に富む内容であったとの好評を得ている。



写真2 防災授業の様子（塩釜1小）

5. 防災教育雑考

学校の安心・安全のための防災システムの仕事をしているうちに、学校における防災教育に関心を持つようになった。防災教育については各団体いろいろな動きをしているのは事実であるが、学

校における防災教育では、その基本概念をきちんと整理し、哲学に基づいた方向付けが必要であろう。単なる「防災」ではなく「防災学」の立場からの方向付けが必要のように思う。

防災教育は安全教育の一環であり、藤井(2005)の「安全能力の概念」は防災教育の基本軸を示す考え方を示している。そこでは、教育の3大領域である知育・德育・体育との整合、また、これに対応する世界保健機関(WHO)の3大健康観である精神的健康、社会的健康、身体的健康との整合するかたちで、図8に示すように、危険予知力、適応共生力、事故(災害)対応力を育てることが大切であるとしている。なお、学校教育で求められている「生きる力を育む教育」は、1)自ら学び、自ら考え、よりよく問題を解決する能力(知育・精神的健康)、2)たくましく生きるために不可欠な健康や体力(体育・身体的健康)、3)その他の資質(德育・社会的健康)として、人を思いやる、生命や人権を尊重する心、自然や美しいものに感動する心、正義心や公徳心、ボランティア精神などから豊かな人間性を育てる、ことが大切だとしており教育の3大領域、WHOの3大健康観に対応している。

どこが危険でどこが安全か知識を育む必要がある。危険予知力の教育である。災害時の助け合い、ボランティア精神、子供のころからの德育、社会的健康観がなければ自主防災組織活動に参画して活動しようと思わないかもしれない。適応共生力の教育である。災害(事故)に強い体質(精神的・肉体的)をつくり、災害(事故)時に適切な行動をとれるように教育する必要がある。災害(事故)対応力の教育である。

また、次世代を担う子供たちの教育としては、

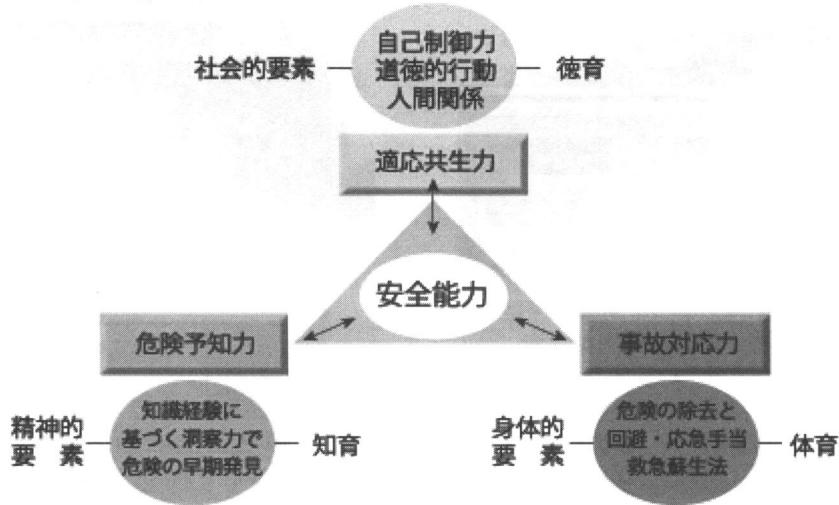


図8 安全能力の構造 (藤井 2005⁹⁾)

「科学技術の発達と防災対策の適用」の観点も必要である。理科離れの是正に貢献することが期待される。ソフト技術・ハード技術、およびこれらの融合技術がどのように防災に役立つか。「夢」をもたせる教育、「ものを考えさせる」教育が必要である。これらの意味において、最新の防災技術で、大揺れの前に警報を出す学校向けのシステムは学校における防災教育に貢献するものと思われる。このシステムには避難機能、訓練機能、そして教育機能を持たせている。短時間での避難行動、常日頃からどこに危険なものがあり、どこが安全かを知っておく必要がある。これを教育することは大切であり、防災対策のインセンティブにつながる。

また、実際の地域防災においては、「学校と地域の連携による地域の安心・安全」が求められている。学校内の防災はもちろんであるが、地域との連携が大切である。このような観点からの防災教育も必要である。

6. おわりに

最近の地震被害を見て気づくのは、専門の分化による縦割りの弊害として、システム全体としてのバランスの悪さ、分野と分野のつなぎ目、物と物のつなぎ目に弱点がある。全体的にバランスのとれた総合的地震対策が必要となります。そこには求められるのは学際センスであり、学際連携に必要なのは、異分野の人間が集まるだけの「混合」ではなく、「融合」する必要がある。そこには「つなぎ手」として分野間をつなぐ役割を担う者の存在が重要となる。

地震災害は社会の変化とともに様相が変化している。地震対策も変化に対応する必要がある。チャールズ・ダーウィンの「最後に生き残るのは、最も強いものでもなく最も賢いものでもない。最も変化に強いものである」という言葉がある。また、近年の諸分野におけるハイテク技術を駆使す

ることにより、イノベーション技術として魅力ある地震防災技術を生み出していく必要もある。この「イノベーション」とは狭義の意味では技術革新であるが、広義の意味では「新結合の遂行」(シユンペータの「経済発展の理論」)である。要素技術の組み合わせ、組織の連携により社会の発展に貢献できればと思っている。

参考文献

- 1) 源栄正人, 1978年宮城県沖地震30周年を契機に～過去に学び、現況を知り、次に備える、自然災害科学, 第27号, No.2, 175-187, 2008年
- 2) Masato Motosaka, Koh Tsukahara, Satoshi Masuda, Masaki Maeda, Takeshi Sato, Susumu Ohno, Strategy for earthquake disaster against the Miyagi-ken Oki earthquake, Japan, 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, 2006.
- 3) 源栄正人, 迫り来る宮城県沖地震に備えて, 地震ジャーナル, 第45号, 14-21, 2008年
- 4) M. Motosaka and M. Homma, Earthquake Early Warning System Application for School Disaster Prevention, Journal of Disaster Research, Vol. 4, 229-236, 2009
- 5) 宮城県地震対策研究協議会, 防災教育DVD「あなたのまちは地震に強いですか? 迫り来る宮城県沖地震に備えて」, 平成19年3月
- 6) 源栄正人, 本間誠, セルダル・クユク, フランシスコ・アレシス, 構造ヘルスマニタリングと緊急地震速報の連動による早期地震情報統合システムの開発, 日本建築学会技術報告集, Vol. 28, 669-674, 2008
- 7) 源栄正人, 大揺れの前に安全確保, ひらめき・ときめき・サイエンス, 日本学術振興会HP (http://www.jsps.go.jp/hirameki/ht20000_jissh/ht20011.pdf)
- 8) 源栄正人, 小学校での地震防災授業「大揺れの前に安全確保～揺れを知り、地震に備える！」, 日本建築学会大会学術講演集, 2010年9月
- 9) 藤井真美, 安全能力の概念を考える, 中京女子大学教育紀要, 2005年

火山防災に関する地質産業界の貢献

—1998年岩手山噴火危機対応の事例—

【Key Word】

岩手山火山防災マップ、減災の四角錐、INS「岩手山火山防災検討会」、
産学官の連携、企業の社会的役割

さいとうとくみ
齋藤徳美*

1. 1998年岩手山噴火危機対応の経緯

岩手山（標高2038 m）は、北上川と共に岩手のシンボルでもある。山ろくの4市町村（噴火危機当時は6市町村）には約40万人の人々が暮らしている。麓から仰ぎ見る岩手山は南部片富士と称され秀麗であるが、25以上の火山が累重した活火山である（写真1）。その岩手山で、1998年春から火山性地震が頻発し、南北方向への山体の伸長など地殻変動が観測され、噴火の可能性が指摘された（図1）。同7月1日からは全山で入山禁止の措置がとられた。しかし、1732年の焼け走り溶岩流の噴出以降大きな噴火に見舞われていないため、住民・行政とも岩手山が生きている火山との認識がなく、火山防災体制は皆無の状況であった。岩手山の噴火を見た者は現存せず、噴火時の学術観測記録もないものである。

火山防災には、①火山活動の監視、②災害予測地域の想定、③緊急対策の立案と試行、が必要である。噴火の可能性との危機感を背景に、後で述べるINS「岩手山火山防災検討会（代表幹事：筆者）」などでの“ひと”のネットワークが先導的な役割を果たして、対策が進められた。

従前から観測を行ってきた東北大大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター、気象庁、国土地理院、工業技術院地質調査所（当時）などが観測の強化を図った。また、岩手県も独自の観測機器を設置し、防災ヘリコプター「ひめかみ」による表面現象の観測などを実施した。

防災対策を検討する公的な委員会である「岩手山火山防災対策検討委員会（委員長：筆者）」が、1998年7月8日に建設省東北地方建設局岩手工事事務所および岩手県土木部砂防課（いずれも当



写真1 北西上空から望む岩手山

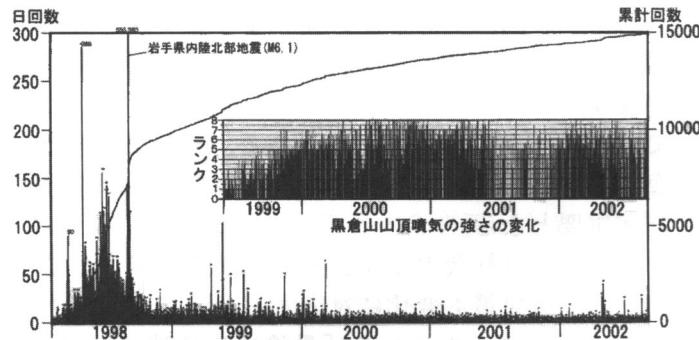


図1 火山性地震の月別回数と西岩手山の噴気の強さ（土井宣夫氏による）、1998～2002年

時）を事務局として立ち上げられた。そして、噴火の可能性が指摘された臨時火山情報第2号の発表（同6月24日）から1ヶ月で、西側での水蒸気爆発が起きた場合の「岩手山火山防災マップ」、4ヶ月余で東側でマグマ噴火が起きた場合も含めた「岩手山火山防災マップ」と他に例を見ない迅速さで災害予測図が作成、公表された（図2）。それに基づいての防災対策が進められ、2000年4月には岩手山周辺6市町村（当時）ごとの詳細な「岩手山火山災害対策図」も作成された。

2003年3月には、わが国で初めての火山防災の指針となる「岩手山火山防災ガイドライン」が策

* 放送大学岩手学習センター所長（前岩手大学理事・副学長）

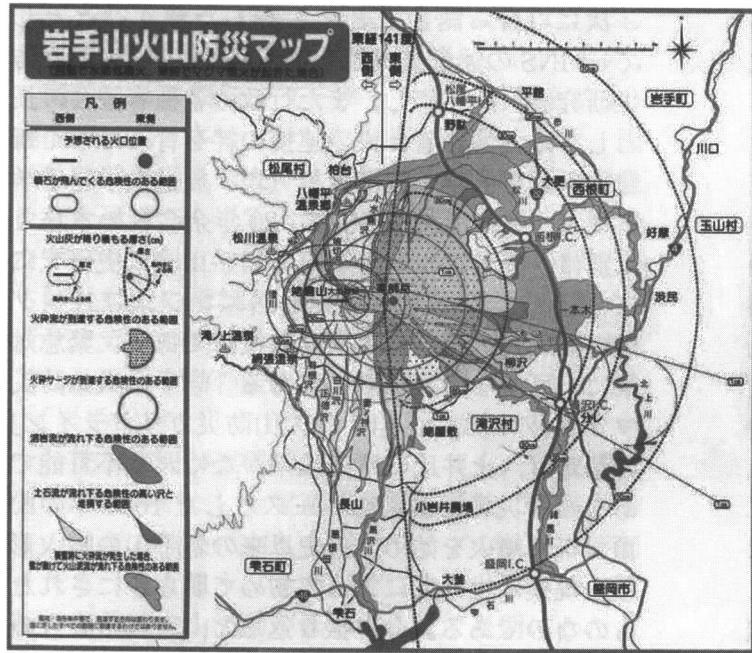


図 2 岩手山火山防災マップ, 1998 年 10 月 8 日公表

定された。ガイドラインには、推進の理念として、国・県・市町村の連帶責任と、行政防災機関・研究者・住民の連携がかかげられた。特に、緊急時に、“いつ”“誰が”“どのように”判断をして避難行動が行えるかとの苦惱に応えるものとして、法的に避難の勧告を行う責務があるものの学術的知識の少ない首長に、「岩手山の火山活動に関する検討会（座長、筆者）」の助言を元に知事が判断し助言する、との関係機関の連帶責任と連携が明示されたことは画期的なことである。緊急対策の試行として、噴火対策防災訓練が岩手山周辺 6 市町村（当時）を 2 度巡回して実施され、啓発のためのシンポジウムや住民説明会は 150 回を超えた。治山、砂防の計画も策定され工事も始まった。

1999 年以降、岩山西側の大地獄谷・黒倉山・姥倉山一帯で既存の噴気が一時は数百 m の高さにまで強まり、新たな噴気孔が筆者らが確認したものだけでも 300 箇所以上と多数出現するなど、表面現象が活発化したが、火山性地震や地殻変動は低下に転じた（写真 2）。マグマは 1998 年に地下浅部に貫入したが噴火には至らず、このたびの火山活動は沈静化に向かったと考えられたことから、山頂を含めた登山道への緊急通報装置の設置など安全対策を講じて、2001 年 7 月から登山シーズンに限って東岩手の入山規制を緩和した。そして、2004 年に 7 月には全山での入山規制が解除され、岩手山はいわば通常の体制に戻った。

2. 減災の四角錐と岩手ネットワークシステム

岩手山では、有珠山で北海道大学の岡田 弘教

授らが提示していた、研究者・行政・報道機関が連携して住民の命を守る「減災の三角錐」の考え方をモデルとして防災体制の構築を図った。そして、地域防災の担い手が住民であることを重視し、主体である住民・研究者・行政・報道機関が連携して頂点の“地域の安全”を守る「減災の四角錐」体制の確立を目指した（図 3）。住民の方々との膝を突き合わせての話し合いは、自らの命を守る自覚を促すと共に、研究者・行政への信頼感を醸成した。一方で、報道機関との緊密な連携が図られた。正確で迅速な情報伝達、火山防災意識の啓発など、報道機関は地域防災の一翼を担うとの認識で、報道関係者への火山知識の研修、徹底した情報開示が行われた。

岩手山で模索、実践された、住民を地域防災の主体と位置づけ、報道機関を含めて研究者、行政関係者がスクラムを組んでの地域防災の取り組みは「岩手方式」として、また、火山以外での自然災害に対応しうるものとして他地域からも注目されている。

その活動の中心的役割を担ったのが、INS（岩手ネットワークシステム）「岩手山火山防災検討会（代表幹事：筆者）」である。INS は、岩手の产学研官連携を目指し 20 年ほど前から活発な活動を行っていた個人参加の任意組織（会員約 1 千名、



写真 2 黒倉山山頂からの強い噴気

減災の四角錐

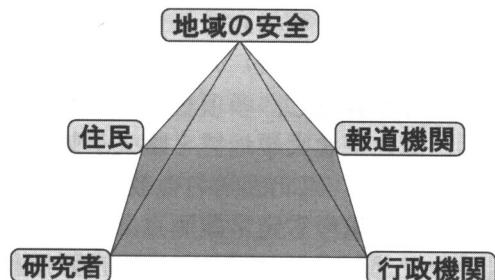


図 3 減災の四角錐

41研究会)である。検討会はその中の研究会である「地盤と防災研究会」の分科会として、臨時火山情報第1号発表直後の1998年5月16日に立ち上げられ、火山防災のけん引役となった。

研究会には、大学、国、県、岩手山周辺市町村、消防、警察、自衛隊、ライフラインから山岳協会、農業共済組合、防災関連企業さらに地元テレビ局や新聞社などの報道機関まで約60の機関の関係者約100名が個人の資格で参加、忌憚のない意見交換で総割り行政の欠陥を補い、互いに顔が見える“ひと”と“ひと”的ネットワークで公的な防災対応を先導、支援する役割を果たした。

土曜日の午後に岩手大学工学部食堂で開催される定例会は、これまで64回を数え、夜の交流会は組織を越えたメンバーの信頼の絆をつちかう場となった。検討会メンバーの多くはそれぞれの組織や団体に戻って必要な防災対策を企画、実施し、また“ひと”つながりをもとに組織間の調整を行うなど、地道な努力を行い成果を挙げた。

INSを中心とした「岩手方式」の取り組みの詳細については、唯一の公式記録集ともいえる「1998年岩手山噴火危機対応の記録」の第3部に「INS岩手山火山防災検討会の活動」として掲載されている。インターネットで検索が可能なので、お読みいただければ幸いである。

3. 岩手山防災への地質産業界の貢献

減災の四角錐構造は、防災関連機関として地域の安全を守る連携のあり方を描いたものであるため、地質産業界という名称は入っていない。しかし、火山構造の調査・解析、火山活動の観測、噴火後の防災対策など、行政や研究機関が実施する事業の実務には、地質産業界の多くの技術者が関わってきているのは周知の事実である。今回の噴火危機における緊急対応でも多くの貢献をした。

(1) 土井宣夫氏と地熱エンジニアリング(株)

まず、「INS岩手山火山防災検討会」のメンバーであり、公的な防災対策の構築に貢献したキーパーソン3名を紹介する。一人は、噴火周期が長く、経験則の蓄積のない岩手山で、事前の兆候を精度よく観測することを目指して、岩手山の周辺4箇所(その後1箇所を増設)の地下に地震計・傾斜計・歪計などを設置し、多項目観測態勢を整備していた浜口博之東北大学地震・噴火予知研究観測センター教授(現:東北大学名誉教授)。常置観測火山でなく、気象庁も定常観測点を持っていなかった岩手山で、緊急対策のシナリオを描けたのは、浜口教授の先見の明のなせる業である。

次に(自ら語ることをお許したこととして)、INSの運営委員長を長く務め、「同地盤と防災研究会」を主宰し、また行政の各種審議会の長として地元関係者と太い連携の絆を育んできた齋藤徳美岩手大学工学部教授(現:放送大学岩手学習センター所長)、そして、20年余会社の本務とは別に、ライフワークとして岩手山噴火史研究に打ち込んできた土井宣夫地熱エンジニアリング(株)技師長(現:岩手大学教授)である。緊急対策に不可欠な災害予測図である「岩手山火山防災マップ」の作成や、「岩手山火山防災ガイドライン」の策定は、土井氏の研究成果がなければ不可能であった。災害予測図のベースとした1686年の山頂マグマ噴火を始め、有史以来の岩手山の噴火形態や規模は土井氏によって初めて明らかにされたものである。今、振り返ると、これら3人の噴火危機以前からの長い交流、そして連帯して地域の安全を守ろうとする使命感、“結い”的の絆がなければ、岩手方式の実践はできなかつたと考える。

特筆すべきことは、当時、土井氏は民間会社の社員であったことである。民間人にもかかわらず、筆者が委員長を勤めることになった委員会の主要メンバーとして、本業を離れて、岩手大学を拠点としての防災マップの作成作業などに没頭することとなった。また、「岩手山の火山活動に関する検討会」は、火山活動に関する学術情報に基づき、防災実務に携わる岩手県や市町村に助言を行う重要な役割も担うことになり、火山活動の解析から防災体制の構築に長期にわたって専念せざるを得ない状況になった。

また、土井氏の自宅は、水蒸気爆発の可能性が指摘され、1999年春以降噴気活動が活発化した西岩手山を見上げる松尾村(現:八幡平市)柏台に位置していた。当時は、国土交通省の光ケーブル網も、気象庁の監視カメラも設置されておらず、在宅の小枝子夫人の噴気レベルの継続的観察データ(現在も行われている)は、表面現象の変化から地下の火山活動の状況を推察する上で貴重な資料となつた。

所属する地熱エンジニアリング(株)が、事業主体である国土交通省や岩手県から受注したわけではない防災マップ作成作業に、社の重鎮が長期にわたって携わることに社内では異論もあった。しかし、岩手山の災害予測に土井氏は不可欠とする筆者らの懇願に、故・鷹嘴守彦社長は、筆者らの研究室との20年来の共同研究の実績も踏まえ、「大学に土井の身柄は預ける。地域の安全に役立てることは、この地に存在し生業している企業と

して当然である。地域に貢献できることはうれしいこと」と理解を示し、全面的支援を約束してくれた。

同社は地熱開発をターゲットとした地質調査、掘削では東日本でトップの技術を有しており、国 地熱開発促進調査や、葛根田地熱発電所の開発などを通じて、岩手山周辺の熱構造に関して膨大なデータを保有し、その知見は火山活動の解析から防災対策の構築に有用な示唆を与えてくれた。新システムの傾斜計を岩手山周辺に自社費用で設置し、地殻変動の監視にも尽力した。

「岩手山博士」とも称される一社員の存在という特殊な状況が契機であったとしても、開放的本質とは言いがたい地質産業界で、地域に貢献するとの視点で社会に向き合ったトップの見識は評価されるべきと思う。意図したことではないが、同社の名前は火山活動が低下するまで長期にわたって新聞、テレビなどで伝えられ、研究者、行政関係者など広く全国に知れ渡ることになった。広告費用に換算したらとてもない金額に相当しよう。地域社会への貢献が、企業の存在価値を高め、ひいては地質産業界の業務への理解を深めることを示した事例のひとつといえよう。

(2) 監視へ地元企業・機関の支援

火山性地震が頻発し始めてから、国の研究機関、大学などがあわただしく臨時観測点の増設にのりました。地元、岩手大学でも INS「岩手山火山防災検討会」のメンバーを中心に、何ができるのかの検討を始めた。INS「地盤と防災研究会」に参加する地質調査業界からは、何か専門家として役立てることはないかとの支援の申し出が多数寄せられた。残念ながら、岩手大学に火山研究を専門とするが拠点がないために、監視の多くは他機関に頼らざるを得ず、地元として産業界から実際に支援を戴いた事例は多くはなかった。ここでは、地質産業界に限定せず、具体的な支援の事例のいくつかをエピソードも交えて紹介する。

① APS 観測の支援

マグマの上昇を示唆する山体の伸張など地殻変動を観測するために GPS や APS などが設置された。ミラーにレーザー光を反射させて測距する APS 観測は、今は多数のミラーの方針を記憶させて連続的に観測し、データを電送する多点自動観測装置が活躍しているが、当時は測量機材を用いて人力で測量するのが通常であった。

通商産業省工業技術院地質調査所（当時）が西岩山北側の屏風尾根に設置したミラーについての観測を岩手大学が依頼されたが、技術的に難があり、地元の専門企業である吉田測量設計（株）に

支援をお願いした。同社は社長自らが陣頭に立ち、技術者が松尾村の測量定点に毎日通って手弁当の観測を半年余にわたって行った。西岩手カルデラの北壁に顕著な変動は認められなかつたが、その事実は山全体の動きを検討する上で重要な情報となつた。

② 赤外線熱映像の解析

当時、赤外線熱映像による解析には専門的な技術を要した。航空測量会社である国際航業（株）は岩手支店を通じて、ポータブルカメラでの観測の効果や技術的課題の検討を 1998 年 10 月から岩手山を対象に始めた。その後、岩手県の防災ヘリコプター「ひめかみ」から撮影した映像の解析を、地域支援として、火山活動が落ちつきをみせる平成 2003 年まで約 5 年間にわたって行った。

1999 年以降に噴気が活発化した黒倉山の地温上昇や、新たに噴気孔が出現した姥倉山～黒倉山北斜面、西小沢などの地温の変化や高温部の広がりなどを面的に捉え、火山活動の状況を掌握する上で有用なデータを提供した。

③ 湧水・温泉水の化学分析

岩手山周辺には、多数の湧水や温泉が分布する。いずれも岩手山の地下を経由して湧出、あるいは汲み上げられているものであり、マグマの上昇に関連して湧出量・水温・水質などが変化することが予測された。

しかし、微量な含有元素の解析には、高度な分析機器や技術が必要である。そこで、岩手山麓で放射線を使った研究を行っている社団法人日本アイソトープ協会滝沢研究所に依頼して、月に 2 回、12箇所の湧水・温泉の採水と化学分析を行っていただきようにお願いした。調査・解析は 4 年間にわたって継続して行われた。この間、顕著な変化はなく、マグマの上昇との関連などの手がかりは得られなかつたが、岩手山周辺の水質の基本的な情報が得られたことは、今後の火山活動の解析に資するものと意義は大きい。

なお、これらの事例は、地元紙やテレビニュースに“岩手山観測に支援の輪、周辺企業や研究機関、自主的に監視活動”と取り上げられ、企業や関係機関の社会貢献が高く評価された（図 4）。

④ 幻の電気探査

実施できなかつたものの、地質調査会社の心意気として触れておきたい事例を一つ述べたい。筆者の本来の専門は物理探査である。岩手山西側の浅部で火山性地震が多発していることから、同地域の地下構造調査の必要性を痛感していた。地下がどうなつてゐるかわからないまま、今後の火山

活動の判断など携われない。手法は電気比抵抗探査、しかし、測線数kmの調査の設備は大学にはないし、大型研究費を申請しているゆとりはない。

学会で懇意にしており、優れた電気探査の技術を有する地質計測(株)の創立者、大先輩の、故、三澤政次郎社長に泣きついた。“100万円くれ！”と。“何に使うんだ”と社長。“調査に関わる社員の旅費と宿泊費用分だ。社として地域の安全に寄付してくれ。技術料は地域の安全のための貢献として社員のサービス。”三澤先輩は、“わかった、人手が足りないから職員や学生は動員しろ。”と協力を約束してくれた。

1998年6月12日、臨時火山情報が発表されて初めて、電気探査の測線の下見をするために西岩手山の黒倉山に登った。青い笹やぶの中からいくつかの噴気が上がり不気味な静けさであった。測線の見当もつけ、網張スキー場のリフトでの機材の運搬も温泉の支配人にお願いし、許認可申請も用意し、計画は実施に向けて前進した。

しかし、同6月24日に噴火の可能性を指摘する臨時火山情報第2号が発表された。当時、県が設置していた「岩手山火山活動対策検討会(座長、筆者)」が周辺6市町村に入山規制を提言、周辺6市町村長の協議で同7月1日から全山での入山が規制されることになった。入山禁止を提言した手前、委員はともかく職員や学生を入山させるわけにはいかず、調査は無期延期となった。

水蒸気爆発の可能性があることを踏まえて、西岩手山の入山規制は2004年6月まで続けた。結局、調査計画は幻に終わったが、地質調査の専門会社が個人的縛に基づくとはいえ、無償で技術を地域の安全に提供しようとした志は特筆に価しよう。

(3) 支援の背景にある地震防災での連携

岩手山噴火危機における産学官の連携が急速に行われた背景には、以前から岩手県で実践されていた地震防災への取り組みがある。

1995年の阪神淡路大震災の衝撃を機に、INSに「地盤と防災研究会」が立ち上げられた。減災のための対応、すなわち、危機管理体制の強化と、長期的視点での災害に強い街づくりのためには、防災の実務に当たる行政と研究機関、産業界の連携が必要との認識に基づいたものである。道路・隧道・ダム・建物など多くの社会基盤を築いた土木・建設業、そして足元の地盤を調査、解析を仕事としてきた地質産業界は膨大なデータを有しながら、行政の防災対策にそれらが生かされることは少ない。連携は癒着と見られかねない状況は今も続くが、大学が音頭をとって、連携の場をつく



図4 岩手山観測の支援を伝える新聞記事（岩手日報 1998年12月3日）

ることが新たな信頼関係を築くことになるかもしれないと考えた。「地盤と防災研究会」には、産業界（土木・建築、コンサルタント、建築士など）約70名、研究者約20名、行政（岩手県、盛岡市、滝沢村など）約60名、一般市民など約20名が参加した。

行政および地質産業界から提供された2000本余のボーリング資料、地元の地質調査会社である「(株)北杜地質センター」による岩手大学構内の無償でのボーリング掘削、行政との共同での詳細震度分布アンケート調査、微動観測などに基づく解析結果をまとめ、岩手大学と盛岡市の共同研究成果として、1997年に「盛岡市における地盤特性と詳細震度分布」が発行された。報告書は、行政の防災対応の指針策定に生かされると共に、資料を提供したコンサルタントなどにも配布され、災害に強い街づくりへの共通認識を育むのに役立った。

研究会は15年を過ぎた現在も、岩手山の火山防災に母屋を取られた？感があるものの、継続しており、シンポジウムの開催や学生食堂の忌憚のない意見交換が続いている（写真3）。1998年の岩手山の噴火危機に際し、「岩手山火山防災検討会」が速やかに立ち上がり、機能したのは、地震防災への産学官の取り組みの実績によるところが大きい。

(4) 企業の社会貢献、産廃撤去の事例

火山とは関連ないが、筆者が企業の社会的役割にこだわっている事例を述べさせていただく。1990年に青森県と岩手県の県境付近で日本最大の産業廃棄物の不法投棄事件が発覚した。広さ



写真3 筆者の岩手大学退任を記念するINS「第28回地盤と防災研究会、兼第64回岩手山火山防災検討会」、300名近い関係者が参加、2010年4月24日

26 ha, 投棄量 92万 m³, と膨大で、撤去に 650 億円というとてつもない費用が税金でまかなわれる。

投棄状況の違いという理由で、県境を境に両県が別々に撤去事業を行うといいささか不自然なやり方ではあるが、筆者は岩手県の撤去と原状回復の方針を検討する「不法投棄の現場の原状回復協議会」の委員長を務めている。

ゴミを捨てられた地元住民、自治体の意向を最大限に尊重すること、研究者も同じ住民の一人との認識の下に協議は進められているが、一方では、経験のない大規模不法投棄現場の広がりの探査、汚染拡大防止のための地質解析、廃棄物の掘削・選別・運搬など撤去、技術的に確立していない汚染土壤の浄化などの実務には、関係企業の技術革新にゆだねざるを得ない部分が多い。委員長として現場情報、学術研究情報を広く公開し、関係企業の技術支援を要請し協議も行っている。

企業間での技術競争、事業主体の岩手県とは入札による受注するという生臭くなりかねない関係もある。しかし、この事業は、企業にとっても、その技術力を社会・住民に役立て、存在基盤をさらに強固にする機会なのである。秘密保持の徹底、行政とのクリアな関係の維持など課題は多くあるが、住民・研究者・行政そして民間企業が産廃の撤去と土壤浄化、すなわち地域の安全を連携してめざす。その理念は前出の「減災の四角錐」と同様である。

現在、国の補助が切れる平成24年度末までの原状回復を目指して、取り組みが進められている。

4. 地質産業界の社会貢献

繰り返すが、地質産業は、土木・建設、環境、エネルギー、防災など日本社会の存続を支える基幹産業の基礎を支える重要な役割を担う。我々が

大地に住む以上、地圏環境の掌握は重要な仕事であり続ける。

しかし、地質調査業に携わる技術者から、技術の重要性や社会における貢献などに関して積極的な声を聞くことは少ない。国の官庁などは、施策の浸透、予算の獲得などの目線もあって、市民へのセミナー、子供たちの見学会など対話や啓発活動を展開するようになってきた。しかし、地質調査関連企業あるいは所属する技術者が、火山防災に関して主体的に活動した事例は、インターネット上の発言を除くと少ない。1998年岩手山噴火危機に際して民間人の土井氏が、シンポジウムでの講演、公民館での住民説明会、中・高等学校での防災講義などに招かれたのは、業界の技術者というよりは「岩手山研究者」として発言し、認知されたからであった。

思えば、火山監視、砂防、治山など地質産業が実務を行う事業は、研究機関の委託、公共工事などいわば裏方での仕事になる。成果をアピールするのは発注もとの権利になってしまう。技術者が地域に情報を発信する上で大きな制約である。

一方で、今回紹介した岩手山の火山防災および地震防災対応では、地域連携の呼びかけに地質産業、技術者が主体的に参加した。行政や研究者との交流の中で“ひと”と“ひと”信頼の絆を育むとともに、専門的技術や資料の提供をおこない、住民との直接対話や報道を通じて企業活動が地域に理解される効果をもたらした。やればできるることは、多くあるのである。

持続可能がキーワードとなるこれからの低成長社会で、企業が営利活動を長く継続するために、社会的な存在理由を明確に認知されることが必要との認識が浸透しつつある。本特集が企画されたのもそのような認識からと、筆者は理解する。

地質調査関係業界は、胸を張ってその存在を顯示する技術者集団であってほしい、と改めて願う。

参考文献

- 齋藤徳美 (1997), 盛岡市域における地盤特性と詳細震度分布, INS 地盤と防災研究会, 163 p.
- 齋藤徳美 (2005), 地域防災・減災、自治体の役割, イマジン出版, 100 p.
- 齋藤徳美 (監修)・土井宣夫・菊地真司・吉田桂治 (編集) (2005), 1998年岩手山噴火危機対応の記録, 国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所・岩手県, 525 p.
- 齋藤徳美・山本英和・佐野 剛 (2009), 物理探査を地域の「減災」に生かす仕組み、最新の物理探査適用事例集, 物理探査学会, pp.211-218

第四紀の新しい定義とその意義

おくむらこうじ*

第四紀は現在を含む最新の地質時代で、氷河時代に代表される激しい環境変動の中で人類が進化し文明を築きあげた時代である。地球規模の環境変動や自然災害がグローバルな社会問題となつた現代、近未来予測の基礎としてますます重要性を増す第四紀の新しい定義についてその意義を制定の経緯と併せて紹介する。

2009年6月30日IUGS(国際地質科学連合)リカルディ会長は新しい第四紀を以下の三項目で定義する批准文書を発表した。

- (1) 更新統の下限は、更新統がジェラシアンを含むように引き下げ、ジェラシアンの下限が定義されているモンテサンニコラ標準露頭に基づいて定義されること。
- (2) 第四系の下限、すなわち新第三系と第四系の境界はモンテサンニコラ標準露頭をもって公式に定義され、それは更新統およびジェラシアンの下限に一致すること。
- (3) 以上の定義に従って、ジェラシアンは、鮮新統から更新統に移動する。

地質時代は時期を表す代・紀・世・期とそれぞれの時代の地層を表す界・系・統・階によって階層的に区分され、定義は時期と地層の両方に言及しているが、ここでは簡潔のために時期または地層のいずれかで記述をする。新しい定義により、新生代が古第三紀、新第三紀、第四紀に三分割されることが確定し、第四紀は正式に紀として認められた。また、新第三紀は中新世と鮮新世、第四紀は更新世と完新世に区分されるが、新第三紀と第四紀の境界、すなわち鮮新世と更新世の境界が従来のカラブリア階基底(181万年前)からジェラシアン基底(258万年前)に変更された。新し

い第四紀の始まりが規定されたモンテサンニコラ標準露頭はイタリア、シチリア島南部にあって、層序・古生物・古地磁気が詳細に検討され地層区分が定義されている。なお、古第三紀・新第三紀は使用が廃止された『第三紀』を二分する地質時代ではなく、Paleogene, Neogeneに相当する日本語の用語として使用されるものである。

2009年の新しい第四紀の定義まで、過去100年以上にわたって第四紀は明確に定義されていなかった。1983年イタリアのヴリカ標準露頭の181万年前の層準に更新世基底が置かれたが、その後の研究でこの時期に地球規模の環境変動は認められないことが判明した。地球規模の寒冷化の徵候は300万年前以前から存在し、約270万年前以降全世界で顕著となった。そして、250万年前以降第四紀を特徴付ける氷期・間氷期の繰り返しが恒常的となる。従って、第四紀の始まりはこの地球規模の環境変動に基づいて250~300万年前に設定すべきであることが主張された。新しい第四紀の始まりは、数十万年かけて起こった地球気候ダイナミクスの変化によって定義されるが、それをジェラシアン基底とする根拠は、地中海の年代・層序から明確に定義でき、かつガウス/松山境界における地磁気極性の反転を指標として汎世界的に特定が可能なことに基づいている。

この提案に対する反対は、第三紀・第四紀を廃して新第三紀を現在まで延長すべきであり、鮮新世の定義は変更すべきではないとする立場に力点が置かれていた。また古第三紀・新第三紀境界に見られる急激で顕著な古生物の変化が、新第三紀・第四紀境界には存在せず、第四紀の始まりの定義には大きな任意性が残るとされた。また、鮮新世の定義は過去100年以上厳密に定義されて定着しているため、これを第四紀の新しい定義のために変更すべきでないという意見も根強かった。これ

* 広島大学 大学院文学研究科地表圏システム学講座
教授

新しい地質年代区分

累代	代	紀	世	期	年代 Ma
累界	界	系	統	階	
累生代・新生界 新生代 新第三紀 第三系 第四系	完新世・ 完新統 更新世・ 更新統 鮮新世・ 鮮新統 中新世・ 中新統	完新世・ 完新統 後期・上部 中期・中部 前期・下部 後期・上部 前期・下部 省 略	0.0117 (0.126) (0.781) 1.81 2.58 3.60 5.33	完新世・ 完新統 後期・上部 中期・中部 前期・下部 後期・上部 前期・下部 省 略	

従来の地質年代区分

紀	世	期	
系	統	階	
第四紀 第三系 新第三紀 第三系 第四系	完新世・ 完新統 後期・上部 中期・中部 前期・下部 後期・上部 前期・下部 省 略	完新世・ 完新統 後期・上部 中期・中部 前期・下部 後期・上部 前期・下部 省 略	

図 1 第四紀・更新世と関連する地質時代の新しい定義。国際地質科学連合の資料に基づく。

らの反対意見にも関わらず新しい第四紀の定義が広く受け入れられた理由は、第四紀が人類の現在と未来を考えるうえで他の地質時代とは異なる重要な時期であること、250~300万年前に起きた地球環境の変動は重要で、この時代のどこかに新第三紀と第四紀の境界を置く必然性があることである。日本を含む北大西洋の広い地域でも約275万年前に始まる寒冷化が確認されている。また、日本には『鮮新世・更新統』として、従来の鮮新世後期から更新世まで連続する地層群が多数存在していた。このため、日本においても陸域・海域双方の研究者から新しい定義は肯定的に受け止められている。

日本学術会議地球惑星科学委員会 IUGS 分科会、同 INQUA 分科会、日本地質学会、日本第四紀学会は、2009年夏から新しい第四紀の定義とその普及、および古第三紀・新第三紀について活発な議論を行い、以下の事項について統一見解に達した。

1. 日本は新しい更新世・更新統、第四紀・第四系の定義を受け入れて今後これを使用する。
2. 更新世の細区分については IUGS の議論が進行中であるが、当面、後・中・前期更新世をタランティアン、イオニアン、カラブリアンに対応させて使用する。
3. IUGS の議論が完了するまで、前期更新世にジエラシアンを含める。
4. 以上に定義された地質時代・年代層序の定義を用いる場合は、図 1 に示した年代を上限・下限として用いる。
5. IUGS による英語表記を図 1 のように日本語で表記する。日本語のカタカナ表記は再検討を行う。
6. 鮮新世は前・後期鮮新世の二区分とし、ザンクリアン、ピアセンジアンに対応させる。

7. これまで新第三紀と古第三紀を併せた地質時代として用いられてきた第三紀は、非公式な用語として使用することができるが、学術論文、教科書、地質時代・年代層序表には使用をしない。
8. 地質時代区分の名称として一部で使用されている沖積世・洪積世の使用は廃し、完新世・更新世を使用することを徹底する。なお、『沖積層』を『沖積世』の地層あるいは完新統ではないことを周知させたうえで使用することや、応用地質分野で『洪積層』を支持基盤となる地層の名称として用いることは引き続き可能である。

新しい第四紀の定義に基づき、日本の地層区分を再定義し、地質図等を改訂していく必要がある。これには長い時間を要し、現実的には従来の鮮新世後期の地層・火山噴出物等を第四紀と読み替えることで対応できるが、専門家の速やかな情報提供が必要となる。地盤の安定性や支持性能に関して、新しい定義が緊急の問題となる可能性は低いと思われる。火山活動や地震活動に関して、第四紀に始まった活動が現在まで継続しており将来予測の基礎とされてきた。新しい第四紀の全体が現在への連続性を持つかどうかについて今後の調査と検討が不可欠である。特に鮮新世後期、前期更新世の火山活動やテクトニクスについての情報は必ずしも豊富ではなく、今後の精査が必要となる。長期的な地球の活動の継続性と変革を高い時間制度で解明することは将来予測の高度化にも寄与する。また、地学教育においては、新しい定義と上記の見解が速やかに普及されなければならない。そして、人類の時代としての第四紀が、人類の未来を知るための貴重な鍵であることが広く理解されなければならない。

シームレス地質図

くり もと ちか お
栗 本 史 雄*

【Key Word】

数値化、WEB、統一凡例、情報の統合

1. はじめに

シームレス (seamless) は「継ぎ目や縫い目のない」という意味であり、シームレス地質図は隣り合った地質図幅の区画を超えて、連続したひとつの地質図として見ることができるのが特徴である。

産総研では、地質調査所時代から日本国土の地質学的な実態を明らかにするため、基盤情報として5万分の1および20万分の1地質図幅を出版してきた。最近では情報技術の進展に合わせて、数値化によるCD-ROM・DVD出版やWEB公開などにより、さらに理解しやすく、利便性の高い情報提供を進めている。

本コーナーでは、まず産総研の地質図幅の特徴を概観し、これらの地質図幅の成果を基にしたシームレス地質図の有効性を述べ、今後目標としている次世代シームレス地質図を紹介する。

2. 地質図幅の特徴

地質図幅には5万分の1および20万分の1の縮尺の2種類があり、国土地理院発行の地形図の区画に合わせて作成している。

5万分の1地質図幅の特徴は、オリジナル調査に基づく地質図と説明書がセットになっていて、出版時点における最も高い学術レベルでとりまと

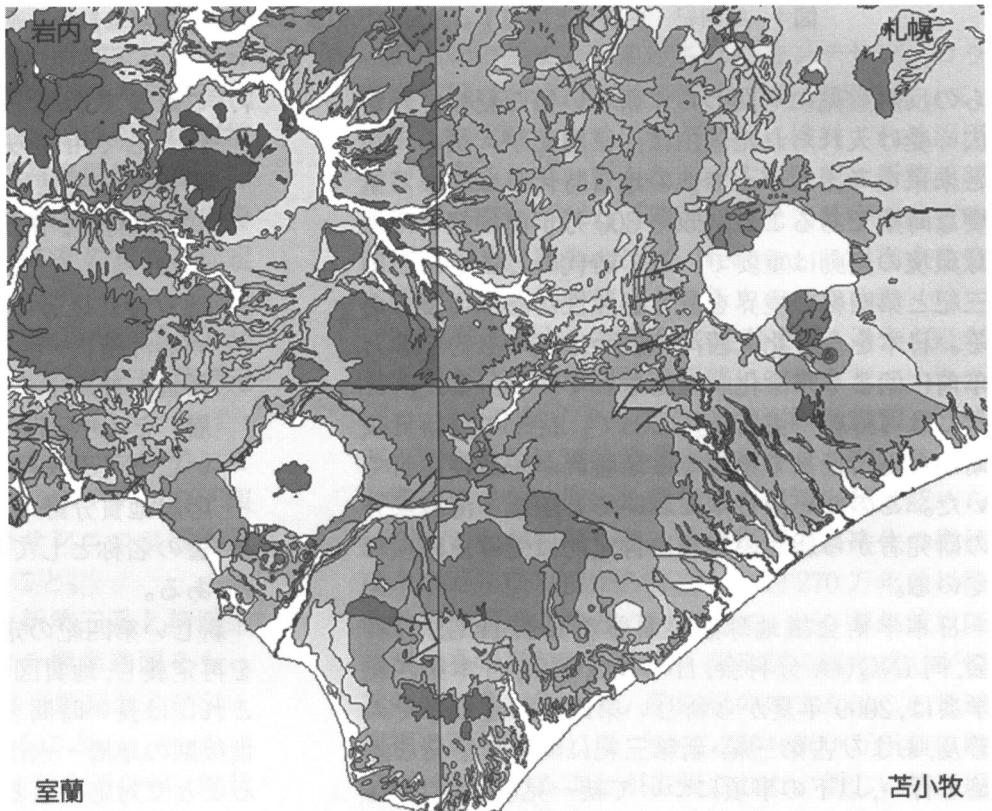


図1 北海道南西部地域の地質図
(20万分の1地質図幅をつなぎ合わせたもの)

めが行われている。また、国土地理院の地形図を基図にしているので、地質表記の位置情報が正確である。東西が経度15分、南北が緯度10分の範囲であり、詳細な地質情報を図示するのに手ごろな範囲である。一部には、陸域の広さを考慮し、あるいは地質表記の見やすさや説明の理解を図るために、「鳥海山及び吹浦」図幅、「珠洲岬・能登飯田及び宝立山」図幅のように、複数の区画を合わせた通常よりも広い範囲の地質図幅がある。また、都市部では地表での地質の露出が少ないため、例えば「大宮」図幅のように多数のボーリングデータを図示した地質図幅もある。

一方、20万分の1地質図幅は5万分の1地質図

* (独)産業技術総合研究所 地質情報研究部門 部門長

幅16区画分に相当し、その範囲は東西が経度1度、南北が緯度40分の範囲で、複数の府県を含む広がりをもつことから、ある程度まとまった地域の地質情報を総括的に理解するのに有効な図面である。

このように5万分の1および20万分の1地質図幅は区画ごとの基盤情報として有効であるが、裏を返せば隣り合う地質図幅を張り合わせても、地質図表示や地質体の境界線、凡例、色表示がつながらない場合が出てくる。その理由は、地質図幅は出版当時の地質学研究のレベルや情報量などを反映しているため、作成年が異なると、隣り合う図幅において凡例、地層区分、地質時代などが不一致となる場合があることに起因する。

そこで、地質図幅の境界において断層や不整合ではなく、地質は連続しているはずであるので、凡例を統一し区画を越えた「継ぎ目や縫い目のない」地質図が求められていた。

3. シームレス地質図

現在、産総研では基本版と詳細版の2種類のシームレス地質図を公開している。シームレス地質図は地質のつながりを重視し、区画にとらわれず対象地域の地質を解釈するのに役立つ。これにより、従来の地質図利用を格段に進めることができるようにになった。

シームレス地質図基本版の作成にあたっては、100万分の1日本地質図第3版（1992年）を基にして全国統一の凡例を作成し、20万分の1地質図幅においてこの凡例を基準として、地質区分や地質境界、断層・褶曲などの地質構造の整合をとて全国をつなぎ合わせた。さらに地理情報システムに基づいて位置情報を与えて、シームレス地質図を完成した。また、シームレス地質図詳細版では、凡例を詳細化し、基本版の凡例数195を387に増やし、詳細な地質情報の提供が可能になった。

この統一凡例表示による地質図作成には、大縮尺地質図幅の詳細データや研究成果を見直して、

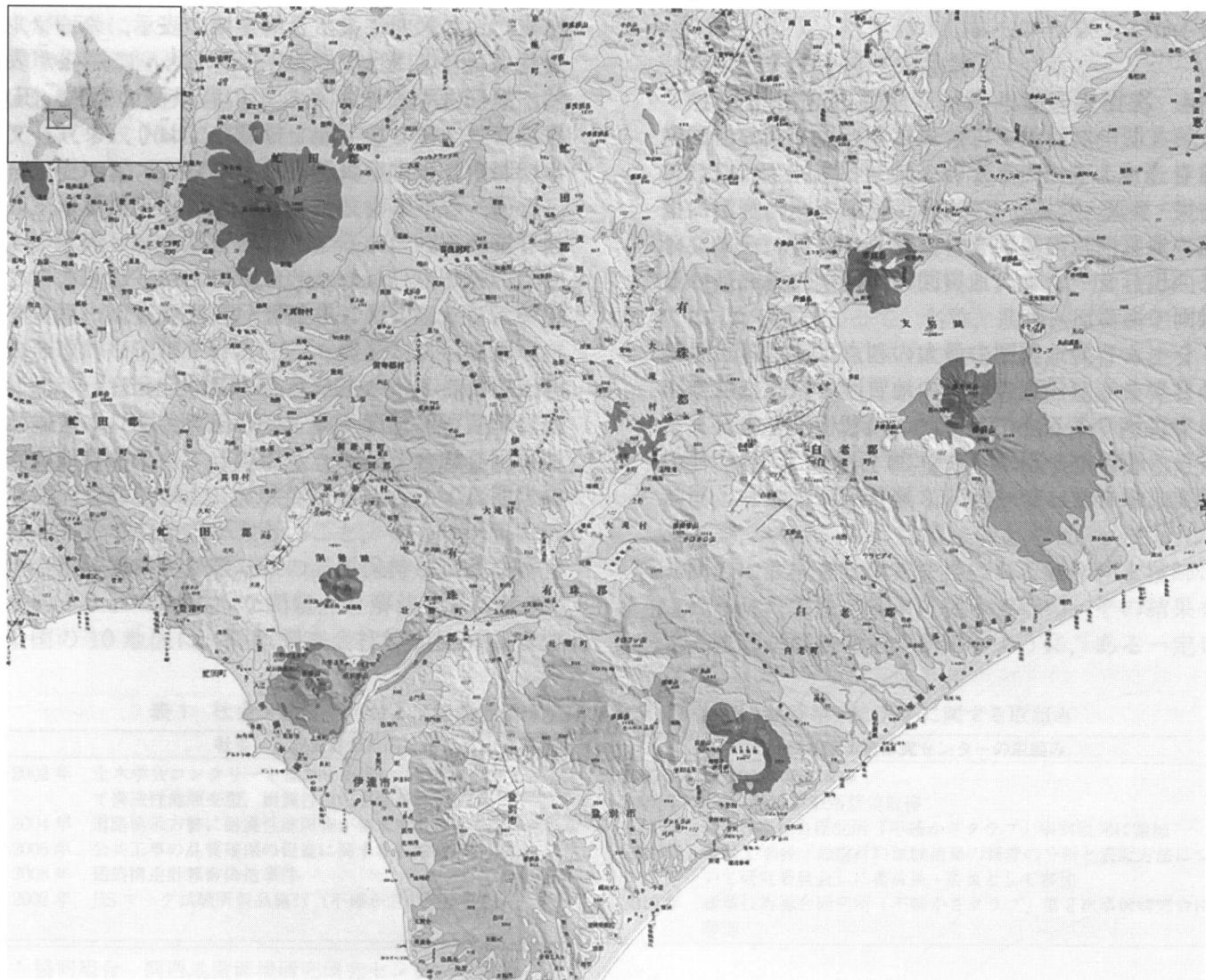


図2 北海道南西部地域のシームレス地質図

最新の地質情報を確認し、隣り合う地質図幅の整合性を検証することが必要である。それには岩相、地質構造、化石時代や放射年代などを読み解いて、全体の整合性を取ることが必要であり、地質学に関する広い知識と調整能力が求められる。

ここでシームレス地質図の一例を示す(HPより引用)。**図1**は北海道南西部において、20万分の1地質図幅「札幌」「岩内」「室蘭」「苫小牧」の4区画をつなぎ合わせたものである。それぞれの区画は完成された地質図であるが、区画の境界において地層区分のずれや不一致があり、凡例の色・模様も異なっているところがある。**図2**は隣り合う図幅の地質情報を整合させ調整した地質図である。境界の不一致を単に合わせただけでなく、地質研究の成果を検証して、同じ地質単元や地層群の区分を再構成したものである。地質図が「継ぎ目や縫い目のないシームレス」の状態で表現されていて、区画にとらわれずに、どの場所でも自由に同じ凡例のもとで切りだすことが可能である。これにより地質の実態が理解しやすく使い勝手がよくなっている。

4. 次世代のシームレス地質図を目指して

第3期中期計画では、地質分野において全国完備を達成した20万分の1地質図幅を活かして、防災・資源・環境などの21世紀型課題の解決に役立つ地質情報の提供を目標としている。そのためには、現行シームレス地質図の大幅な改良を進める計画である。

シームレス地質図の最大の利点は、継ぎ目や縫い目がなく、任意の場所の地質図を自在に取り出して表示できる点にある。この利便性を生かしながら、最新の5万分の1や20万分の1、その他の研究成果を常にシームレス地質図に反映し、同時に

詳細な地質情報に遡及しオリジナルデータを検証できるシステムの構築を目指す。そのためには、地質調査によるオリジナルデータの獲得を進めるとともに、地質学研究の精度と調査技術の向上を図ることが重要と考える。

さらにシームレス地質図をベースにして、活断層、地球物理、地球化学、火山などのあらゆる地質情報をアーカイブし、それらと衛星画像情報との統合により高度な利用及び解析ができるように地質情報の体系的整備を行う。このような多種多様な情報の統合に関しては、Geo Grid(ジオグリッド)プロジェクトのなかで、情報分野との連携により課題解決に役立つアプリケーションの開発を進めているところであり、シームレス地質図が基盤情報となる。

地質情報を社会に提供する際には、見せ方を工夫する必要があるが、最後に、新しく開発したシームレス地質図のグーグルマップ版の公開を紹介する。Geo Gridプロジェクトの一環として進めているもので、Google Map上での地質図表示である。地名入力による目的地域の表示、カーソルを地質図上に重ねるとサイドパネルに情報が表示、地形図や航空写真などの背景図の選択、3D表示など、様々な機能を搭載しており、よりリアルでわかりやすい表示となっている。

なお、シームレス地質図に関するHPは以下の通りである。

<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db084/>

シームレス地質図(基本版・詳細版)；グーグルマップ版を新たに公開。

<http://iggis1.muse.aist.go.jp/ja/top.htm>

統合地質図データベース(GeoMapDB)；産総研地質調査総合センターが出版している各種地質図の公開。

土質試験結果の品質確保への取り組み ——関西地盤環境研究センターを例にして——

【Key Word】

品質評価, ISO 17025, 技能試験, 不確かさ

なか やま よし ひさ*・さわ こう へい**
中山 義久*・澤 孝平**

1. はじめに

2002年ごろからコンクリートを主材とする土木設計に性能評価型照査が導入されてきた。そして2005年にいわゆる「品確法」が施行され、また2008年から改正JIS法の完全実施がなされた。このように建設業界においても、その成果品に対する品質保証あるいは土木構造物に対する性能要求が明確になってきている（表1参照）。

本稿の趣旨と筆者の所属機関との関連について少し説明を行う。協同組合関西地盤環境研究センター（平成15年に関西土質研究センターの名称を変更）は、昭和55年に当時の建設省の指導のもと、地質調査業における構造改善事業の一環として、近畿2府4県を範囲とする広域の協同組合として大阪府守口市に設立された。設立の目的は中小規模の地質調査会社が保有している土質試験室の合理的な運用を計ることであった。当時は現在に比べ、官公庁からの業務発注の季節変動が比較的大きく、業務処理の繁忙期・閑散期が非常に明確となっていた。そのような状況下、中小規模の地質調査会社が土質試験要員を確保しておくには企業としての負担が大きいこと、そして土質試験室の常時稼働と試験結果の品質保持が困難な場合もあった。このような問題点を解決するために、全国の10地区に、地質調査会社等の協同出資で

土質試験の協同組合が設立され、専従の職員が常時勤務し、品質の確保された土質試験結果の提供を行っている。

本稿の中に「不確かさ」という少し聞き慣れない用語が出てくる。この言葉の意味と説明は、「4. 不確かさを用いた試験結果の品質評価の事例」において説明している。

2. 土質試験結果の品質

品質を辞書で引くと「品物の質」とある。通常我々の生活に係わるさまざまな物には品質表示が付けられている。電子レンジを例にとると、性能表には名称、寸法、定格電圧、定格周波数、定格消費電力、製造年、製造番号、使用上の注意事項などが詳細に記述されている。また、食品に関してはJAS法によって、名称、産地、原材料名、内容量、消費期限あるいは賞味期限、保存方法などの情報が表示されている。さらに、建設業界になくてはならない鋼材では、その品質・性能等はJISで厳しく管理され、統一された製品番号を見ることにより一目瞭然な状態となっている。

一方、試験結果の品質に関しては、たとえば、人間の血液検査は国家資格である臨床検査技師が定められた方法と基準に従って行い、その結果を見て医師が診断を下すというように、ある一定レ

表1 社会・建設業界および関西地盤環境研究センターにおける試験結果の品質に関する取組み

社会・建設業界の動向		関西地盤環境研究センターの取組み
2002年	土木学会コンクリート標準示方書に「限界状態設計法」として構造性能照査型、耐震性能照査型が導入	2000年 ISO 9001認証取得
2004年	道路橋示方書に耐震性能照査が要求事項として明示される	2007年 ISO 17025試験所認定取得
2005年	公共工事の品質確保の促進に関する法律施行	2007年 産業技術総合研究所「不確かさクラブ」事例研究に参加
2008年	建築構造計算書偽造事件	2009年 地盤工学会「地盤材料試験結果の精度の分析と表記方法について研究委員会」に委員長・委員として参加
2008年	JISマーク試験所製品施行（不確かさの明示義務）	2010年 産業技術総合研究所「不確かさクラブ」第2次事例研究会に参加

* 協同組合 関西地盤環境研究センター 所長

** 同 顧問

ベルの技量・知識を持った者が行うことにより、試験や検査の品質を確保している。

本稿の主題である土質試験結果の品質に関してはどうであろう。土質試験方法は JIS と地盤工学会基準、および高速道路会社規格・JR 規格などの公共工事業務発注機関規格などで定められ、定期的に見直し・改訂が行われている。土質試験実施者の資格としては、全国地質調査業協会連合会の地質調査技士（土質試験コース）が現在のところ唯一具体的な資格と言えるが、土質試験実施に関しては、その拘束力には法律等の力が及ばない。つまり、土質試験実施に関しては資格要件が無く、誰でもできるのが現状である。極端な話、明日から土質試験業務を始めることも可能である。当センターは、平成 13 年に計量事業所登録を取得し、環境分析業務を行ってきていた。その環境分析業務では、国家資格である環境計量士の責任の下、試験結果の提出を行っている。これは取り扱う対象が時には生命の危機に関するものにまで及ぶことを勘案しているのであろう。土質試験結果はすぐに生命に関わることではないが、建設構造物としての公共性を考えると、土質試験結果の品質が最終的には市民生活の安全・安心を担う河川堤防、道路、上下水道などの社会資本の性能に関わる結果となる。土質試験結果の品質保証への取り組みを、当センターの実施例（表 1 参照）に基づいて以下に説明する。

3. 土質試験結果の品質確保の事例

3.1 ISO 9001 システムを利用した品質確保

周知のように ISO 9001 は対象機関における成果品提供過程の品質システムを保証するものであり、当センターでは 2000 年に認証取得している。ISO 9001 システムの導入が試験結果の品質確保に寄与したと考えられる主なものは、以下のようである。

- ①品質に対する意識変化(品質確保に対する方針をトップダウンにより示し、組織として行動する)
- ②試験機器の始業時点検・定期点検・定期校正(試験機器を常に最適な状態で使用するため、測定のトレーサビリティーを確保する)
- ③試験者の教育訓練(内外部の講習などで土質試験に関する技能・専門知識の習得により試験実施・結果評価に対して的確に判断できる)
- ④継続的な改善(内部・外部監査により抽出された問題点に是正処置または予防処置を実施し解決する)
- ⑤環境・安全(室温・照明・動線を確保する)

ISO 9001 システムの導入により土質試験結果の品質は飛躍的に向上し、顧客に対しては実質的に品質保証された試験結果が提供できている。しかし、このシステムは成果品提供過程の品質システムを保証するものであり、客観的な視野から試験結果の品質を保証するものではない。

3.2 ISO 17025 の試験所認定と品質確保への効果

2002 年ごろから動き出した性能設計の導入は、土構造物の設計に不可欠である土質定数に対する品質保証要求とも受け取れるものである。さらに、2008 年から改正 JIS 法が施行され、JIS マーク製品の検査は認定された試験所のみが行い、その試験所が測定した試験結果に対して「不確かさ」を明示することが義務づけられた。このように性能要求を満足するために土質試験結果の品質を保証することが必要になってきた。第三者が試験結果の品質を保証をするシステムとして ISO 17025 が挙げられる。当センターでは JIS 規格の内、含水比試験、土粒子の密度試験、粒度試験（フルイ

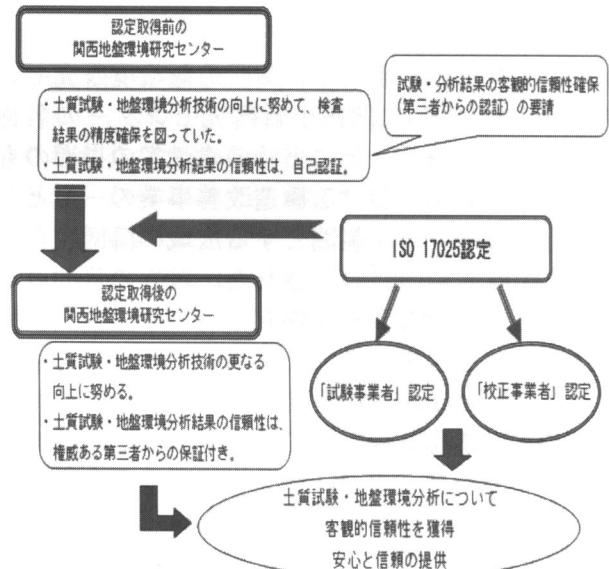


図 1 ISO 17025 試験所認定の意義

表 2 ISO 17025 試験所認定の試験項目と試験結果の不確かさ

試験名	適用規格	試験結果の不確かさ
土粒子の密度試験	JIS A 1202	$\rho_s = 2.601 \text{ g/cm}^3 \pm 0.022 \text{ g/cm}^3$
含水比試験 (粘土)	JIS A 1203	$W = 39.86\% \pm 0.61\%$
含水比試験 (砂質土)	JIS A 1203	$W = 16.15\% \pm 0.37\%$
湿潤密度 (ノギス法)	JIS A 1225	$\rho_t = 1.732 \text{ g/cm}^3 \pm 0.011 \text{ g/cm}^3$
一軸圧縮試験 (強度)	JIS A 1216	$q_u = 105.4 \text{ kN/m}^2 \pm 15.4 \text{ kN/m}^2$
一軸圧縮試験 (破壊ひずみ)	JIS A 1216	$\varepsilon_f = 6.55\% \pm 2.45\%$
六価クロム溶出試験	JIS K 0102	$C = 0.0492 \text{ mg/L} \pm 0.0019 \text{ mg/L}$

分けのみ), 湿潤密度試験, 一軸圧縮試験および六価クロム溶出試験の6試験について2007年に試験所認定を受けている。図1にはISO 17025に基づく試験所認定の意義を示し, 表2には当センターの認定された試験項目と試験結果の不確かさを示している。ただし, 粒度試験については割愛した。

ISO 17025のマネジメントシステムはISO 9001と同様であるが, 試験結果の品質を保証するために, 以下のように技術的に適格であり, 妥当な結果を出す能力があることが求められる。

- ①試験項目ごとに決められた場所で実施する
- ②試験項目ごとに決められた試験要員が実施する
- ③試験項目ごとの試験結果の不確かさを明示する
- ④試験要員に対する技能試験を実施し, 必要な技量を維持する
- ⑤定期的に外部との技能試験へ参加し, 試験所としての試験結果の位置づけを明らかにする
- ⑥公平性・中立性を保ち, かつ機密保持を厳守する

これらの要求事項を継続的に維持・管理することにより, 試験所としての社会的地位が第三者によって保証される。なお, 平成18年当時, 土質試験の技能試験を主催している機関がなかったため, 平成19年より当センターが日本適合性協会(JAB)と共に, 土質試験の技能試験を開催している。

3.3 全国の協同組合の協力体制と品質確保

2005年に先述の全国の土質試験協同組合(図2参照)は「ジオ・ラボネットワーク」という組織を設立した。この組織は巨大災害時に発生地区の土質試験協同組合が罹災し業務遂行が困難となる場合などに, 全国規模で土質試験業務を相互の助け合うことを目的としている。図3に示す組織形態を持ち, 年間業務処理量を合算すると我が国のトップクラスとなる。近年は災害時に限らず, 業務集中時の相互協力も行っている。ここでも組合

間の試験結果の品質の違いが懸念される。仮に10個の試験結果が10組合で発生するとき, 品質が同じである場合, どこの組合で試験を実施してもその品質は保証されることになる。このチェックを兼ねてほとんどの土質試験協同組合は自己の土質試験結果の品質評価のために, 平成19年よりほぼ毎年上述の土質試験の技能試験に参加し, 試験結果の品質確認を行っている。この技能試験は土質試験の協同組合のみならず, 全国の地質調査会社等の土質試験室, 大学・高専など毎回約20~30機関が参加している(表3)。さらに毎年, 各地区の協同組合の技術者が一同に集まり, 土質試験の技術的討論, 内部・外部講師による技術講習, あるいは他の土質試験実施機関の見学を行い, 技術者としての資質向上の教育訓練の場としている。

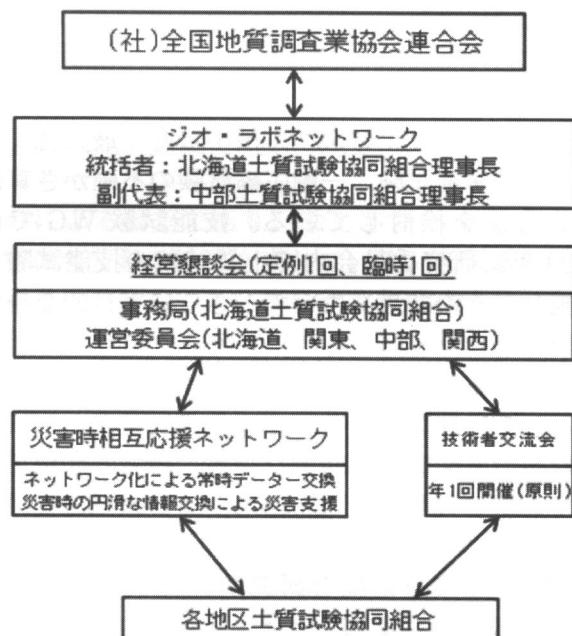


図3 ジオ・ラボネットワークの組織

表3 土質試験の技能試験の実績

実施年	試験項目	参加機関
平成18年	土粒子の密度試験	協同組合 (9)
	含水比試験	民間試験室 (9)
	粒度試験	大学・高専 (12)
	液性・塑性限界試験	
平成19年	湿潤密度試験	協同組合 (8)
	一軸圧縮試験	民間試験室 (11)
		大学・高専 (10)
平成20年	突固め試験	協同組合 (8)
	CBR試験	民間試験室 (15)
平成21年	土粒子の密度試験	協同組合 (9)
	含水比試験	民間試験室 (17)
	粒度試験	
	液性・塑性限界試験	

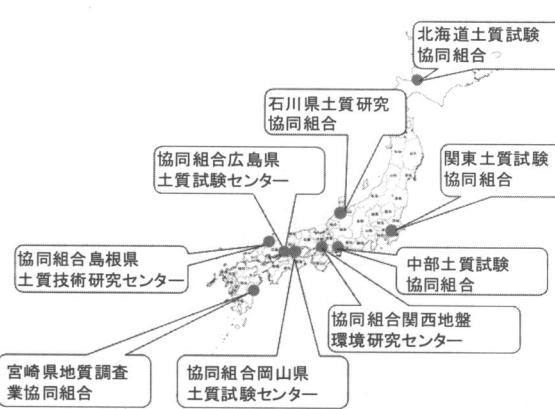


図2 全国の土質試験協同組合と所在地

る。このように土質試験の技能試験あるいは組合間技術者交流会を通じ、全国規模で土質試験結果の品質確保に向けた活動を実践している。

3.4 外部研究機関の研究活動を通じた試験結果の品質確保への取り組み

3.4.1 地盤工学会の研究委員会への参加

2009年4月に地盤工学会に設置された「地盤材料試験結果の精度の分析と表記方法について研究委員会」(委員長：澤 孝平 当センター顧問、委員32名)に参加している。この委員会では、試験結果の品質を定量的に評価する一方法であり、「試験所および校正機関の能力に関する一般要求事項(JIS Q 17025:2005)」における技術的要件事項でもある「不確かさの推定方法」を検討する不確かさWGと、「技能試験(試験所間比較)」の実施方法について検討し、技能試験の試行を通じてその実施方法を確立する技能試験WGの2つのWGが活動している。不確かさWGでは含水比試験、液性限界・塑性限界試験、最小密度・最大密度試験、湿潤密度試験、一軸圧縮試験の不確かさ算出する方法を検討している。技能試験WGでは2009年に研究委員会内で土質試験の技能試験を実施し、その結果を用いて、さらに実質的な技能試験に向けた検討を行っている。

この委員会へは当センターより2名の職員が委員として参加し、「不確かさ」の評価方法と土質試験の技能試験実施に向けた知識・技術の研鑽を行い、実務者としての試験結果の品質確保に繋げている。

3.4.2 産業技術総合研究所の「不確かさクラブ」への参加

2007年4月から2年間、産業技術総合研究所「不確かさクラブ」の事例研究会に参加した。この事例研究会における当センターのテーマは「土の三軸圧縮試験における不確かさの評価」であった。非圧密非排水三軸圧縮試験から求まる強度定数(粘着力cと内部摩擦角φ)に影響する要因として、試験機器、測定方法および供試体の均質性を抽出し、これらの要因ごとの不確かさを評価し、c, φ値の不確かさを算出する方法を提案した¹⁾。

さらに、2010年6月からは第2次事例研究会において2年間の予定で粒度試験(フルイ分け、沈降分析)の不確かさを評価する方法について研究を開始している。

4. 不確かさを用いた試験結果の品質評価の事例

4.1 不確かさとは²⁾

測定値の信頼性を表す用語には「誤差」(真値と測定値の差)、「偏差」・「残差」(平均値と測定値の差)がある。さらに図4に示すような「かたより」と「ばらつき」がある。「かたより」は、測定器の特性や測定者のくせ等の「系統誤差」といわれるものに起因し、測定器の校正や何名かの測定者の繰り返し測定により補正ができる。かたよりの少ない程度をJISでは「正確さ」や「真度」といっている。一方、「ばらつき」は繰り返し測定により生じる「偶然誤差」からもたらされる。たとえば、同一条件下で実施される測定において、同一の測定結果が得られないことである。測定結果のばらつき要因として、測定者・測定装置・測定環境・個々の測定間の経過時間等がある。ばらつきの少ない程度をJISでは「精度」、「精密度」、「精密さ」という。

このように測定値の信頼性を表す言葉は多くあり、しかも国によってこれらの表現が一致しないことは以前から問題であった。そこで、国際度量衡委員会(ICPM)が1977年ごろからこれを問題提起し、種々の検討の末、1993年には「国際計量基本用語(通称VIM)」において、「不確かさ(uncertainty)」が統一用語として定義された。また、同年に発行された「測定の不確かさについてのガイド(略称GUM)」で「不確かさ」の評価手法と計算手順が示された。

「不確かさ」は測定値や試験結果の精度を表す用語であるが、従来からよく用いられている「誤差」や「偏差」ではない。どちらかといえば、「標準偏差」が最も近い。このような「不確かさ」の意味を図5に示す。ここで、代表測定値を求める補正是測定値のかたより(系統誤差)の補正であり、測定機器のもつかたより(校正值)や試料採取のかたよりなどが考えられる。「不確かさ」はばらつきを表すものであり、測定量の曖昧さ、偶然誤差、補正しきれない系統誤差などを考慮したものと考えてよい。真の値が判らなくても、ばらついた値から最も標準的な値(平均)を求め、その値を既知の範囲で補正して得られる「代表測定

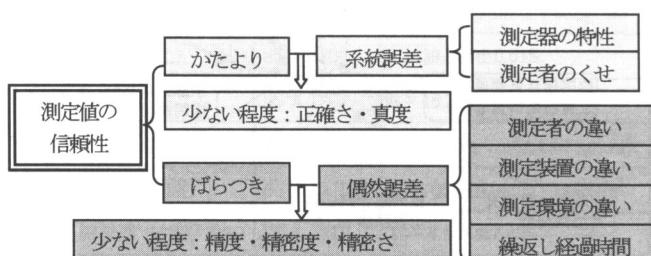


図4 測定値の信頼性の表記

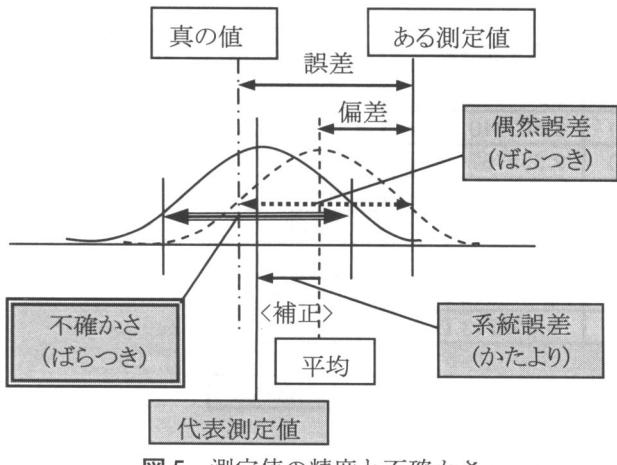


図 5 測定値の精度と不確かさ

値」から確率的にどのくらいの範囲に、合理的に測定量に結び付けられ得る値が分布しているかを表す方法として考えられたものが「不確かさ」である。

4.2 含水比試験を例にした不確かさの評価方法³⁾

4.2.1 土の含水比試験結果に影響する不確かさの要因の抽出

含水比試験結果の主な影響要因として、①質量測定に用いる秤、②測定者の違い、③試料の量の違い、④乾燥時間、⑤乾燥炉内の試料の位置、⑥試験の繰返しに用いる試料の違いを取り上げ、不確かさを検討する。これ以外の要因は影響が少ないと判断して考慮しない。検討要因を図示すると、図6のフィッシュボーン図が描ける。

各要因が含水比の試験結果に及ぼす偏差を用いて、含水比のモデル式を次のように表すことができる。

$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100 + \varepsilon_Q + \varepsilon_T + \varepsilon_P + \varepsilon_R \quad (1)$$

ここに、 m_a 、 m_b 及び m_c は、含水比試験において測定される（湿潤試料+容器）、（乾燥試料+容器）および容器の質量である。さらに、 ε_Q 、 ε_T 、 ε_P 、 ε_R は、それぞれ試料の量、乾燥時間、乾燥炉内の位置、試験の繰返し（試料の違い・均質性も含む）についての含水比の偏差である。

なお、秤の偏差 (ε_0) と測定者の違いの偏差 (ε_M) は、質量の測定を通じて含水比に影響すると考える。秤の測定値 (m_a 、 m_b 、 m_c) のモデル式は次のようにある。

$$\begin{aligned} m_a &= \mu_{ma} + \varepsilon_{0, ma} + \varepsilon_{M, ma} \\ m_b &= \mu_{mb} + \varepsilon_{0, mb} + \varepsilon_{M, mb} \\ m_c &= \mu_{mc} + \varepsilon_{0, mc} + \varepsilon_{M, mc} \end{aligned} \quad (2)$$

ここに、 μ_{ma} 、 μ_{mb} および μ_{mc} は、 m_a 、 m_b 及び m_c の真値である。 ε_0 は秤の偏差、 ε_M は測定者の

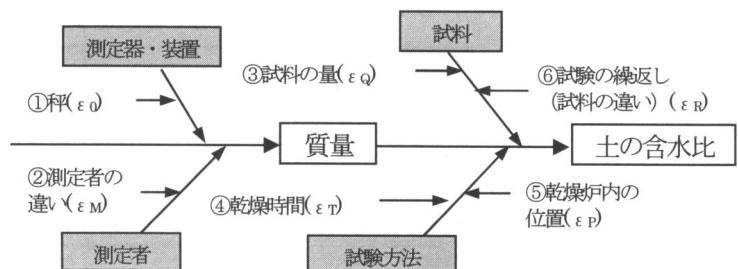


図 6 土の含水比試験結果のフィッシュボーン図

表 4 検証実験の内容・条件

検証実験	試料No.	測定者	繰返し回数	試料の量	乾燥時間	乾燥炉内の位置
I	0	A.B.C	5回	20g	21時間	中段
II	1~5	A	1回	20g	21時間	中段
	6~10			10g		
	11~15			30g		
	16~20				18時間	
	21~25				24時間	
	26~30			20g	21時間	上段
	31~35					下段

違いによる偏差であり、添え字 0 と M の後の添え字は各質量の違いを表している。各質量の偏差が含水比のばらつきに影響する程度は、感度係数として表示し、含水比の合成標準不確かさの算出時に用いる。

4.2.2 各要因の標準不確かさの算定

秤による質量の標準不確かさは秤の校正結果より求める。その他の標準不確かさは表 4 に示す検証実験から求める。

検証実験 I : 測定者の違いによる不確かさを算出する目的で行う。測定者の違いによる不確かさを算出する際、測定の繰返しに伴う不確かさを分離するために、1つの試料の質量 m_a 、 m_b 、 m_c を 3 名の測定者が 5 回の繰返し測定を行う。

検証実験 II : 試料の量、乾燥時間、乾燥炉内の位置および試験の繰返し（試料の違い・均質性）による、含水比の標準不確かさを求めるための検証実験であり、5 個の試料を 1 名の測定者が同一条件で 1 回ずつ測定する。なお、表 4 において No. 1～No. 5 が試料の量 20 g・乾燥時間 21 時間・乾燥炉内の位置中段の基本的条件である。試料の量の違いは No. 6～No. 15、乾燥時間の違いは No. 16～No. 25、乾燥炉内の位置の違いは No. 26～No. 35 の試料において検討する。

4.2.3 合成標準不確かさと拡張不確かさの算出

表 5 はバジェットシートと呼ばれ、含水比試験の不確かさを計算したものである。各要因の標準

表5 含水比試験結果のバジュットシート

要因(x)		標準不確かさ $u_i(x)$	感度係数 c_x	標準不確かさ $u(x)= c_x \cdot u_i(x)$
質量測定	m_a	0.020817 (g)	6.693440 (%/g)	0.139335 (%)
	m_b	0.022435 (g)	-9.336767 (%/g)	0.209471 (%)
	m_c	0.020000 (g)	-2.643327 (%/g)	0.052867 (%)
試料の量の違い		0.075665 (%)	1	0.075665 (%)
乾燥炉内の位置の違い		0.096434 (%)	1	0.096434 (%)
試験の繰返しと試料の違い(均質性)		0.108948 (%)	1	0.108948 (%)
乾燥時間の違い		1.7321 (h)	0.003713 (%/h)	0.006431 (%)
合成標準不確かさ $u_c(w)$				0.3050 (%)
拡張不確かさ $U(w)=k \cdot u_c(w)$	$k=2$			0.6100 (%)

不確かさは、秤の校正值と検証実験Ⅰ・Ⅱから求めた。感度係数は各要因の標準不確かさを含水比のそれに換算するためのものである。これらの算出過程の詳細は参考文献3) を参照されたい。合成標準不確かさは各要因の標準不確かさの平方和の平方根として合成したものである。この合成された標準不確かさに包含係数 $k=2$ 倍として求めたものが拡張不確かさで、一般に不確かさはこの値を示す。したがって、含水比試験の不確かさは検証実験のデータの平均含水比 39.86% を用いて、 $w = 39.86\% \pm 0.61\%$ ($k=2$) として表される。

前述の表2に示した当センターの試験結果の不確かさはこれと同様な手順で求めたものである。

5. 試験結果の不確かさの地盤工学的応用

図7は、表2に示した当センターの試験結果の不確かさを用いて、乾燥密度、間隙比、締固め度、クイックサンド現象の安全率に対する不確かさを算定したものである。この場合、表2の値は同一の土・地盤の不確かさであると仮定している、最大乾燥密度 ρ_{dmax} や締切矢板の根入れ長さ D、矢板下端面の平均水頭 h_{avr} は仮の値を用いている。計算の詳細は参考文献3) を参照されたい。

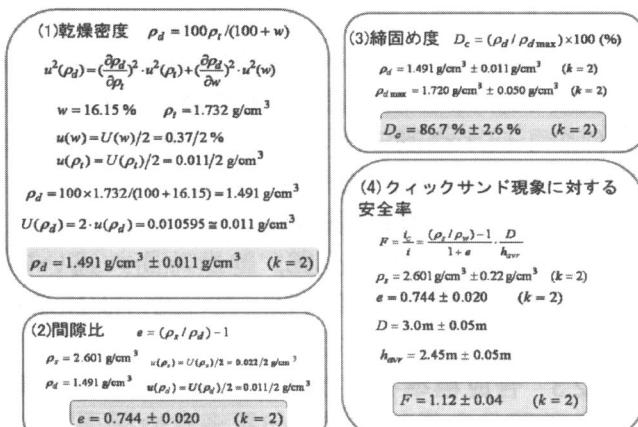


図7 不確かさ評価の地盤工学的応用

6. おわりに

当センターにおける土質試験結果の品質保証の取り組みを中心に最近の考え方を紹介した。土質試験結果の品質保証の指標として「不確かさ」を正しく認識して構造物の設計値や安全率が求められれば、安全・安心な構造物の建設や、経済的な設計に寄与できる。逆に、構造物の安全性確保に向けて必要な試験結果の不確かさが分かれれば、試験機器の性能や試験技術の向上、試験方法の改善に結び付けられる。図8はこの関係をまとめたものであり、試験結果の不確かさの考え方が多くの方々に理解され、広く活用されることを期待したい。

参考文献

- 稻角健, 澤孝平, 他: 土質試験結果の不確かさの算定と試料の均質性の影響—三軸UU試験を例にして、地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム2008論文集, 地盤工学会関西支部, pp. 59~64, 2008.
- 澤孝平: 試験結果の不確かさ算定の意義—今、何故、不確かさ一、不確かさノートNo.4, <http://www7b.biglobe.ne.jp/~heko100117> (2010.10.20取得).
- 澤孝平, 中山義久, 中田由美: 土質試験結果の精度・不確かさ評価の意義とその地盤工学的応用、地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム2010論文集, 地盤工学会関西支部, pp. 93~100, 2010.

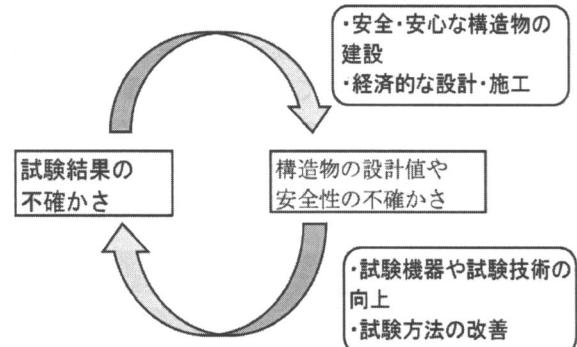


図8 設計と試験結果の不確かさの関係

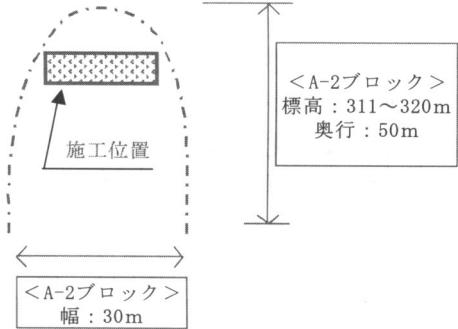
高知県土佐町高須地すべり防止区域の現場より

おか ばやし
岡林 昭*

1. はじめに

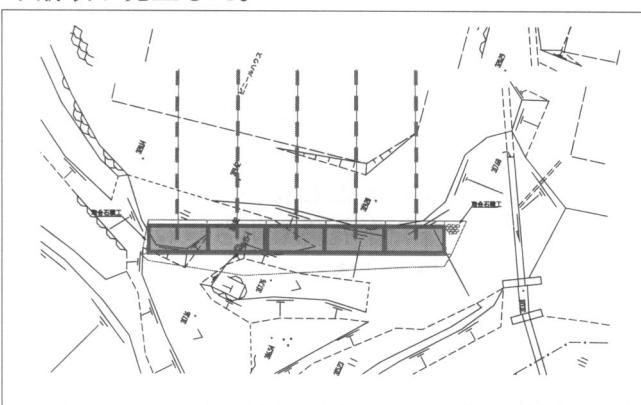
地すべり抑止工事の施工中に、崩壊が発生した。本報文では、実施した対策について紹介する。

当該工事は、高知県土佐郡土佐町の「高須地すべり防止区域」内の、A-2 地すべりブロックである。ブロックの形状は馬蹄形を呈し、規模は標高 311~320 m、幅 30 m、奥行 50 m であった。



工事内容は、アンカー工 : N = 5 本, L = 16.0 m × 5 本 = 80.0 m, 1 本当りの抑止力 = 220 kN/本 受圧板工 : N = 5 基, L = 4.0 m, h = 2.0 m, w = 0.4 m, S = 1:0.8 であった。

工事中に A-2 ブロックの頂部、標高 320 m 付近の畠地に滑落が起り、0.5 m 程度の段差が生じた。孔内傾斜計観測の結果、累積変動傾向を示し、このままでは下方の町道に土塊が抜け落ちる可能性があった。このブロックの対策工施工中に小崩壊が発生した。



* 木本工業株式会社 技術部 工務課

2. 崩壊発生経緯

受圧板施工の為、斜面掘削を行なった。掘削はバックホウを用いた。斜面表面は締まった礫混じり土であったが、次第に粘性土に変わり、受圧板基礎部に至ると水が湧き出てきた。地山が想定と異なったため、作業を中止し、掘削面を調べた。すると、掘削面上部に亀裂を発見（写真 2-1），亀裂は中央から終点の 10 m 間に生じていた。半日間経過を観察したが、亀裂の広がりは見られなかったので斜面をブルーシートで養生し作業を終えた。しかし予想に反して、翌朝には前日の亀裂が進行し、幅 10 m, 奥行 2.0 m, の滑落が生じ、0.6 m の段差が発生した。（写真 2-2, 2-3）

3. 崩落原因と工法の検討

当該地の地質は、表層に層厚 2.7 m 程度の崩積



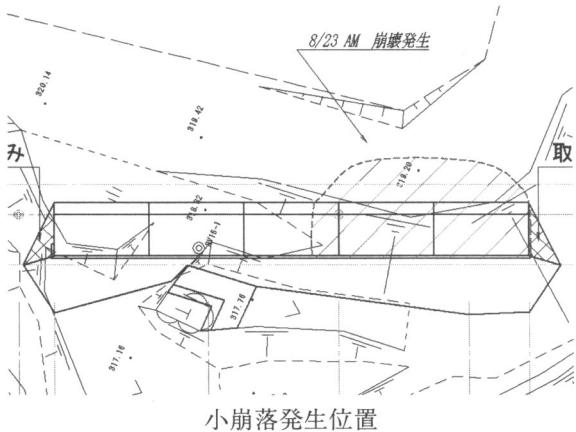
写真 2-1 重機下



写真 2-2 掘削面下方より



写真 2-3 挖削位置上部起点側より



土が堆積し、それ以深は御荷鉢緑色岩である。崩積土は粘土で構成され、N値は6~7であった。

A-2ブロックの地すべり現象は、平成10年の集中豪雨が発端であった。その翌年からの大雨の度に変動が累積するようになった。しかし今回の崩壊は、雨も降らず、規模も小さく局所的小崩壊であり、その原因是、表層の粘土を急な勾配で掘削したためであり、工事中の地山の安定性に関する検討及び対策を怠ったためと考えられた。

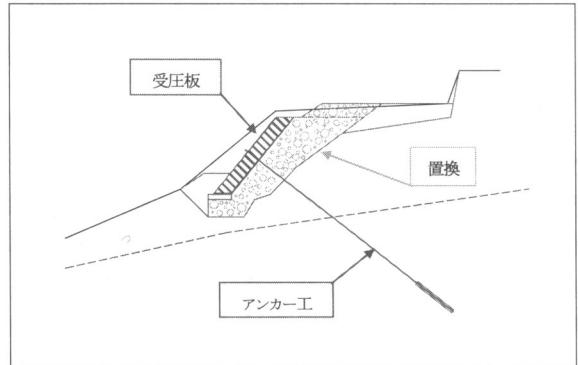
また、この崩壊がA-2ブロックの地すべり現象を助長する可能性が懸念され、工期も迫り、雨期も近づいていたため、可及的速やかに対策を講じる必要があった。そこで、この特異な地質を踏まえて再度工法を検討することとした。

地すべり防止工法を大別すると、抑制工と抑止工に分類される。今回は崩壊が生じているため抑止工による対策を講ずるものとした。

抑止工にはシャフト工、抑止杭工、アンカー工がある。シャフト工を行なうには今回の地すべりの規模が小さ過ぎる。よって、抑止杭工とアンカー工を比較検討した。抑止杭工は大型削孔機械を使用する為、粘土地盤に用いるには、地耐力不足であり、経済性もアンカー工に劣った。これに対して、アンカー工は大型削孔機械を必要としないことや経済性に優れている点で、アンカー工を採用することとした。また、崩壊の深さが表層であ

ったので、アンカーの規格、長さ、本数等は変更する必要がないと判断した。

しかし、アンカー工の場合も、受圧板を支えるためには、粘土地盤では地耐力不足であり対策工が必要であった。粘土地盤を強化する方法として、グラウト工、排土工を検討したが、栗石・碎石等の良質材による置換工法が、汎用性が高く、施工性、経済性でも優位となった。



4. 施工結果

以上の検討を踏まえ、受圧板背面の粘土を栗石等に置換えた。そして、受圧板を施工し、所要の養生期間を取り、アンカー工の緊張を行なった。緊張により受圧板の沈下等の変動が起こらないか心配したが、変動は認められなかった。

予期せぬ崩壊によって、手戻りを生じたが、崩壊の原因を究明し、経済的で施工性に優れた対策工を選定することで、A-2ブロック全体の工事を完成させることができた。

5. 工事後の感想

この現場では、設計段階では予想していなかった崩壊が発生した。対策工を検討することにより、工事の施工技術だけでなく、調査、設計に関する技術も併せて勉強することができた。そして当該現場のような例では、アンカー工が優位な工法であることが把握できた。アンカー工の優位点として、次の様なことが考えられる。

- ① アンカー工法の原理が簡易であり、調査で把握できない局所的な地盤の変化にも柔軟に対応できる。
- ② 工事に先がけ、引抜試験等により地山条件を精査するため、工法の信頼性が高い。
- ③ 大型機械を必要としないので、機械重量が小さく、また削孔径も小さいので、現状地盤への影響が小さい。
- ④ 他の抑止工と比べ、短かい工期で施工ができる。
- ⑤ 規模の比較的小さな地すべり対策工としては、経済性に優れている場合が多い。

各地の博物館巡り

熊本県にある自然系博物館のうち、5月10日「地質の日」に因んで熊日会館びぶれす広場で開催の「身近に知る『くまもとの大地』」を共催している「熊本市立熊本博物館」、「(財)阿蘇火山博物館」、「御船町恐竜博物館」および「御所浦白亜紀資料館」を紹介します。

「地質の日」くまもと実行委員会代表 長谷義隆

熊本市

熊本市立熊本博物館

—発信し、行動し、進化する—

はじめに

現在の熊本博物館（写真1）は熊本市の中心部に近い、楠の緑に囲まれた熊本城三の丸地区にあり、近くには熊本城天守閣、県立美術館、細川刑部邸などの文化施設が並んでいます。熊本博物館は、自然・人文の博物館として昭和27年（1952）に設立され、その後幾多の変遷を経て昭和53年（1978）に現在の本館が新築されました。ここでは、青少年の夢を育てる目的として、従来の自然、人文の両部門、さらに理工部門とプラネタリウムを併設した県内唯一の総合博物館となっています。また、本館のほかに熊本城天守閣に分館を設置しています。

展示、プラネタリウムおよび活動

常設展示では、地質部門は古生代のアンモナイトや腕足類、中生代のイノセラムス、アンモナイト、サメの歯、球磨川流域の厚歯二枚貝（メガロドン）、御船町から発見された翼竜の指骨、有明海から揚がったステゴドン類やナウマンゾウの臼歯、シカ類の角などの化石を展示しています。また、トウヨウゾウの実物大復元模型（写真2）や県内の岩石や鉱物も展示しています。生物部門では五家荘の洞穴から発見されたニホンオオカミの全身骨格の復元模型や阿蘇、天草、江津湖など地域に生息する生物などを展示しています。理工部門では、太陽望遠鏡や蒸気機関車、ヘリコプターなどを展示しています。考古分野では県内の遺跡から発掘された土器、石器、石棺などを展示しています。歴史分野では加藤、細川家の資料など熊本の独自色を打ち出しています。民俗分野では昔の暮らしに関する道具などを展示しています。プラネタリウムでは、生解説も含めた四季折々の番組を行っていますが、2011年3月末に新しいプラネタリウムになるため現在（2010.10月現在）は小さ



写真1 熊本市立熊本博物館

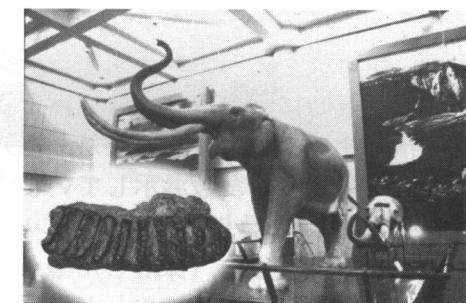


写真2 トウヨウゾウ（ステゴドン類）の実物大復元模型と臼歯

な簡易プラネタリウムで投映しています。また、常設展示だけでなく、特別展や企画展、「子ども科学・ものづくり教室」の実施や色々な講座、教室、地域の人たちとともに活動するボランティア団体、同好会や博物館友の会などがあります。

所在地：〒860-0007 熊本市古京町3番2号

TEL 096-324-3500 FAX 096-351-4257

開館時間：9:00～17:00（入場は16:30まで）

休館日：月曜日（祝日の場合は翌日）、年末年始（12/29～1/3）保守点検期間

入館料：大人・高校生 300円 小・中学生 100円

団体割引（30名以上）大人・高校生 240円

小・中学生 80円 乳幼児、身体障害者手帳等をお持ちの方、及び熊本市内の小中学生（名札か生徒手帳を提示）、65歳以上の市民の方（証明できるものを提示）の入場は無料。

E-mail : hakubutsukan@city.kumamoto.lg.jp

HP : <http://webkoukai-server.kumamoto-kmm.ed.jp>

（北村直司）

熊本県阿蘇市 「財団法人 阿蘇火山博物館」

はじめに

阿蘇火山博物館(写真1)は1982年に開設され、2004年からは阿蘇製薬株式会社が設立した「財団法人阿蘇火山博物館 久木文化財団」によって運営されています。阿蘇地域における資料の収集保存、調査研究、教育普及といった役割を担い、社会に貢献するための幅広い活動を展開、来年(2011年)で開館から30年目を迎えます。

主な展示

阿蘇火山の生い立ちについてのジオラマをはじめ、カルデラ形成時に噴出した火碎流堆積物、中央火口丘を構成する岩石の展示のほか、海外や日本の主要な火山の資料も多数展示しています。そして今も活発な活動を繰り返す中岳については、火山灰や噴石などの噴出物、採取した湯だまりのお湯も展示、また、火口縁に設置した地震計から送られてくる地震や微動波形をリアルタイムでモニターに映し、さらには、火口に設置したTVカメラからの生中継映像を博物館において見ることもできます。なお、この映像は気象庁をはじめ地元のテレビ局、インターネットにも常時配信しています。

主な活動

館での展示に加え、修学旅行生や博物館見学(写真2)の児童生徒に対しては、フィールド学習も提案・実施しています。学習には館の学芸員やNPO阿蘇ミュージアムのインタークリターがあり、火山や阿蘇の自然、文化について解説しています(写真3)。これにより、子どもたちや観光客の阿蘇への理解が深まるいい循環が生まれています。

阿蘇地域は2009年10月に「日本ジオパーク」に認定されました。今後阿蘇地域は、「世界ジオパーク」の認定を目指して準備を進めており、阿蘇火山博物館はその重要な拠点施設としても機能することを目指しています。

おわりに

当館には学芸員3名(博士2名、修士1名)に加え、地元の大学を退官した研究者3名を学術顧



写真1 博物館外観



写真2 館内でのミュージアムツアー



写真3 子どもたちとの火山実験

問として迎えており、今後はより質の高い研究や情報発信を行いながら、地域の社会教育に寄与することを願っています。

所在地：〒869-2232 熊本県阿蘇市赤水 1930-1
TEL 0967-34-2111 FAX 0967-34-2115
開館時間：9時～17時
休館日：なし(年中無休)
入館料：大人 840円 小学生 420円 (25名以上の団体割引あり)
アクセス：JR 豊肥本線阿蘇駅より阿蘇山上行きバス約25分(草千里 阿蘇火山博物館前下車)、熊本空港より車で約40分
E-mail info@asomuse.jp
HP <http://www.asomuse.jp/>

(池辺伸一郎)

熊本県御船町

「御船町恐竜博物館」 ——御船層群の恐竜研究の最前線——

はじめに

1979年、熊本県中央部に分布する御船層群から、国内初の肉食恐竜化石が発見されました。その後、恐竜化石をはじめとする白亜紀後期の陸生脊椎動物化石がまとまって見つかるようになり、更なる発見も期待されています。御船町恐竜博物館(写真1)は、このようなフィールドにある博物館として1998年に開館しました。地域の自然遺産を守り、人づくりと地域活性化に寄与することを目的として、調査・研究・資料収集と、それらの成果を活かした情報発信と教育普及活動を行っています。

コレクション

恐竜と地域地質に関し、現在、約1万点の資料を所蔵しています。このうち発掘調査によって収集された御船層群の脊椎動物化石は、クリーニングが終わったものだけでも約1200点に達していますが、依然として未処理の資料も多く残されています。また、田村実博士(熊本大学名誉教授)によって収集された中生代二枚貝化石や、野田雅之博士から寄贈を受けた白亜紀イノセラムス化石などもコレクションに加わり、少しずつ充実してきました。

展示

展示室は約200m²の常設展示室と20m²の企画展示室からなります。常設展示室の中央部には、世界各地で発見された代表的な恐竜の全身骨格が並び、骨格を詳しく観察したり、恐竜たちの姿を思い浮かべたりすることができます(写真2)。常設展示は「地球と生命の歴史」、「御船層群」、「御船の恐竜とその仲間たち」、「恐竜たちの時代」、「脊椎動物の進化」の5つのコーナーにわかれてています。「地球と生命の歴史」では、化石からわかる地球と生命の歴史が簡潔に紹介され、化石を手にとってさわることもできます。「御船の恐竜とその仲間たち」のコーナーには、ここでしか見ることのできない化石が並んでいます。企画展示室では年1回程度の小規模な展示会を実施し、平成22年度は「白亜紀のイノセラムス」展を開催しました。

教育普及活動

利用者の自然科学への興味・関心の高揚を図るために、地域に根ざした博物館として、さまざまな



写真1 御船町恐竜博物館玄関



写真2 常設展示室「恐竜たちの時代」

学習プログラムを提供しています。

学校教育との連携も積極的に行っており、出前授業や野外観察会への講師の派遣をおこなうとともに、学校教育で利用可能なプログラムづくりや貸出資料キットの整備など、新たなプロジェクトも進行中です。

おわりに

御船層群の恐竜化石の調査と収集には、さらに多くの時間が必要です。このような調査・研究・資料収集を活動の基礎として、展示や教育活動を続けていくことがこの博物館の役割です。現在、新しい博物館の建て替えに向けた準備が進められています。

所在地：〒861-3207 熊本県上益城郡御船町大字御船
995-3 TEL 096-282-4051 FAX 096-282-4157

開館時間：午前9時～午後5時

休館日：毎週月曜日・年末年始※祝日の場合は開館し翌日に振替翌日も祝日の場合は翌々日に振替※ゴールデンウィークや夏休みなどは月曜日も開館することがあります。

入館料：個人/大人￥200 高校・大学生￥150 小・中学生￥100 団体/大人￥150 高校・大学生￥100 小・中学生￥50 定期/大人￥600 高校・大学生￥450 小・中学生￥300

E-mail : info@mifunemuseum.jp

HP : <http://www.mifunemuseum.jp>

(池上直樹)

熊本県天草市

「天草市立御所浦白亜紀資料館」

——天草御所浦ジオパークの拠点——

はじめに

八代海に浮かぶ18の島々からなる御所浦には、白亜紀から古第三紀に堆積した地層が見られます。豊富かつ多種多様な化石が産出することに加え、平成9年に恐竜化石が発見されたことから、「島まるごと博物館」としてフィールドミュージアム化を進めてきました。これらのことや様々な活動が評価され、平成21年10月には「天草御所浦ジオパーク」として日本ジオパークに認定されています。これらの拠点となるのが、御所浦白亜紀資料館です。御所浦島開発総合センター内（写真1）に平成9年7月から設置されています。

展示の紹介

御所浦白亜紀資料館は小さな資料館ですが、化石を主とする約1,000点の標本を展示しています。メイン展示は、御所浦を含む天草地域から見つかる様々な化石で、日本最大級の肉食恐竜の歯（写真2）をはじめとする恐竜化石や日本最古の大型哺乳類、アンモナイト、貝類、貨幣石などです。化石のクリーニング作業室も見学でき、作業中は御所浦産の恐竜化石を石から削り出す様子を見るできます。ステゴサウルスの全身複製骨格やタルボサウルスの複製頭骨、シーラカンスの化石なども展示されています。

主な行事

2ヶ所の化石採集場があり、年間を通じて化石採集体験ができます（写真3）。資料館から徒歩5分、ハンマーのレンタルも行っているため、誰もが気軽に体験できます。貝類の化石が多く見られ、稀にアンモナイトも採集されます。リピーターが多いのは、夏休み化石セミナーです。一泊二日の日程で、野外での化石採集、クリーニング作業、講話や学芸員らの解説による展示見学など、化石についてたっぷり学ぶことができます。また、島の自然をテーマにしたワークショップやゴルフデンウィークの化石教室も行っています。

おわりに

ジオパークの見学地であるジオサイトを選定



写真1 資料館のある御所浦島開発総合センター



写真2 日本最大級の肉食恐竜の歯
化石



写真3 化石採集体験

し、約30カ所に解説板を設置しています。また、恐竜などのオブジェも8カ所で見かけることができます。お勧めは、アンモナイト館や化石公園などを廻るサイクリングコースと、3カ所の恐竜化石産地を廻り御所浦島を一周するクルージングコース、天草の地形や九州山地が見渡せる不知火海展望コースです。御所浦白亜紀資料館で情報収集して、島をまるごと楽しんでみませんか。

所在地：熊本県天草市御所浦町御所浦 4310-5

電話：0969-67-2325 Fax: 0969-67-2359

開館時間：8時30分～17時

休館日：毎週月曜日（祝日の場合は次の平日）

年末年始

入館料：大人200円 高校生150円 小中学生100円

E-mail: g-mue02@minos.ocn.ne.jp

HP: <http://www5.ocn.ne.jp/~g-museum/>

（廣瀬浩司）

車窓から見る地形・地質

亀の瀬地すべりと大和川断層

奈良県王寺町～大阪府柏原市

JR 関西本線（王寺～柏原間）

はじめに

地質屋はとかく想像力を過剰に働かせる悪いクセを持つ観察者だと思います。実は今回の拙文は私が毎日通勤に使っている電車の車窓から眺めている光景です。たとえば、JR 関西本線の王寺から天王寺に向かい、河内堅上駅から高井田駅の間（柏原市芝山付近）で、大和川は大きく北へ凸型に屈曲（蛇行）しています。これはどうしてだろう？と考えると様々な想像を掻き立てられます。たとえば、大和川断層の分岐断層がありそのため当初は素直に大和川断層に沿って西流していた流路が断層活動により変更させられたのではないか…等々です。

さて、JR 関西本線（大和路線）は、奈良方面と大阪都心部とを結ぶ基幹鉄道路線の一つです。

このうち、奈良県側の「JR 王寺駅」と大阪府側の「柏原駅」との間に「亀の瀬地すべり」と「大和川断層」とは在ります。普通電車だと約 10 分で通過する区間です。写真 1 にも示すようにこの区間は奈良盆地の水を集めて西流する大和川の両岸が極めて狭くなった狭隘部となっており、河川流路も蛇行～屈曲しています。最近では昭和 57 年 7 月 31 日～8 月 3 日の台風 10 号とともに大雨で、上流側の JR 王寺駅一帯を中心に床上浸水家屋 1600 世帯の被害を引き起こしています。

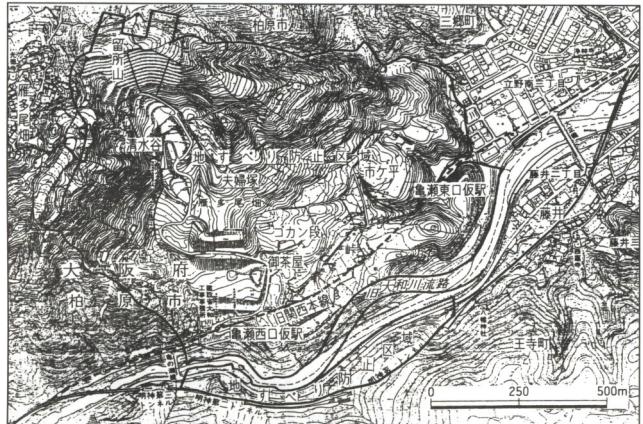


図 1 亀の瀬地すべり地平面図¹⁾

亀の瀬地すべり

奈良県西端部「JR 王寺駅」より一つ大阪側の駅である「三郷駅」を過ぎると電車は第三大和川橋りょうにより、大和川を左岸（南岸）側に渡ります。これは昭和 6 年～7 年の亀の瀬地すべりによって大和川右岸（北岸）の地すべり地直下を通過していた旧国鉄関西本線の「亀の瀬トンネル」が圧潰し、約半年の突貫工事で左岸（南岸）方へ付替られたルートです。ここには王寺方より、第一明神山トンネル ($L = 355\text{ m}$)、第二明神山トンネル ($L = 100\text{ m}$) 及び第三明神山トンネル ($L = 88\text{ m}$) と続き、同じく大和川左岸（南岸）を通る「国道 25 号」を跨いで第四大和川橋りょうにより右岸（北岸）方へ渡り、「河内堅上駅」に到着します。



写真 1 王寺方より亀の瀬峡溢部を望む

地すべり地を構成する地質は、図2に示すように新第三紀中新統～鮮新統～第四紀更新統に形成された二上層群の明神安山岩溶岩、原川累層、旧期ドロコロ溶岩、亀の瀬礫層及び新期ドロコロ溶岩（地すべり土塊）です。

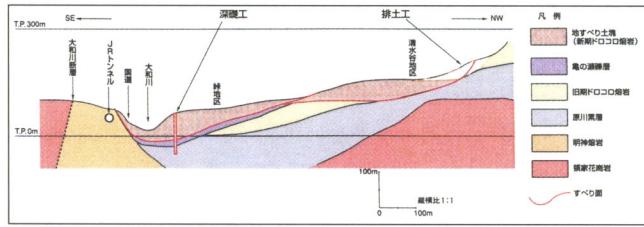


図2 亀の瀬地すべり地質断面図²⁾

地すべり防止対策として、抑制工（排土工、地表水・地下水排除工）ならびに抑止工（鋼管杭工、深礎工）が、昭和37年より建設省（当時）の直轄施工として地すべり対策事業が実施されています。

国土交通省大和川河川事務所にうかがうと、「地すべり対策工事は本年度でおおむね完了し、今後数年間は伸縮計、傾斜計及び地下水位観測などを継続して実施し、地すべり対策工の効果を確認する。」とのことでした。地すべり対策工のうちとくに特筆されるべきは、抑止工として採用された深礎工で、最大のもので $\phi 6.5\text{ m}$ 、深さ 100 m 近いものが施工されています。深礎工最盛期には、JR 関西本線の車窓から林立したタワークレーンが見られたものです。



写真2 第4大和川橋梁より亀の瀬地すべり地を望む

大和川断層

大和川右岸（北岸）の亀の瀬地すべり地を過ぎ、「河内堅上駅」～「高井田駅」付近の大和川左岸（南岸）の二上山地が、北東～南西方向にシャープな線状構造を呈しています。これが「大和川断層」の断層崖です。この断層は文献⁴⁾では、「断層の長さ 22 km、発生する想定マグニチュード 7.1」として、奈良盆地側の液状化等の影響が予測されています。

図3に示すように、本断層は近畿地方の地体構造上も特異な位置にあります。すなわち紀ノ川筋

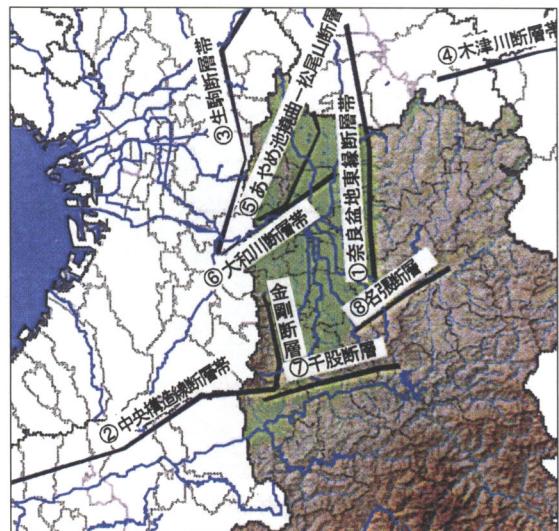


図3 生駒-金剛山地における大和川断層⁴⁾

の中央構造線から北東→北方向に分岐した「金剛断層」が、大和川南方の葛城・金剛山地の東縁にあり、東へ乗り上げたような構造を呈するのに対し、北方の生駒山地西縁部の「生駒断層」は西の河内平野方へ衝上した構造となっていて、南北に連なる生駒-葛城・金剛山地の中でこの「大和川断層」を境界としてセンスが変換するという点です。大和川左岸（南岸）から長尺の水平ボーリングを行い確認したいという夢想に駆られる断層です。



写真3 柏原市国分地区より大和川断層崖を望む

車窓の風景を眺めながら、災いをもたらす地質現象と我々人間社会との関わりと歴史などを想い巡らす JR 大和路線王寺～柏原間です。

参考文献

- 奈良県王寺町（平成12年11月）：新訂 王寺町史
- 国土交通省大和川河川事務所（平成14年）：「事業案内」「亀の瀬地すべり」パンフレット。
- 西山幸治（平成10年5月）：亀の瀬地すべり対策の概要と課題、地すべり学会関西支部20周年記念シンポジウム予稿集。
- 奈良県（平成16年10月）：第2次奈良県地震被害想定調査報告書。

[日本物理探査株式会社関西支店 三好達明]

新潟砂丘と砂丘地農業

広大な新潟砂丘

新潟砂丘は延長70kmあまりにおよぶ長大な砂山で、越後平野の海岸線をふちどっている。この砂丘は全体が新砂丘に含められ、分布上の特徴から大きく3つ（新砂丘Ⅰ～Ⅲ）に分けられ、さらにそれぞれが細分されて、全体で10列に区分されている¹⁾。砂丘列は内陸のものほど古く、時代とともに海側に向かって発達し、最大幅10kmの浜堤列平野を形成している。新潟市中心部は、この浜堤列上に位置している。

新潟砂丘（列）の形成年代については、¹⁴C年代値に基づいた最近の研究によって列ごとに明らかにされた²⁾。それによれば、もっとも古い新砂丘Ⅰ-1の形成は約6,000年前で、それ以降約500年の間隔でつぎつぎに新しい砂丘列が付加され、もっとも新しく、かつ最大規模を誇る新砂丘Ⅲ-1とⅢ-2は、それぞれ約1,700～1,100年前、約1,100年前以降の形成である。

内陸に取り残された古い砂丘は別にして、海岸近くに発達するこの広大な砂地は、飛砂による激しい表層の移動のため、近世にいたるまで全くの不毛の地であった。砂丘地が現在見られるように緑化され、さらに農地として利用されるためには、海岸砂防林の造成を待たなければならなかつた。

飛砂との闘い

縄文時代以来、海岸砂丘の利用は、主に漁労の際の拠点などの形に限られていた。江戸時代の初めになって、飛砂防止ためにグミの植栽が試みられたものの、うまくはいかなかった。しかし、江戸時代の中頃になって、牛腸金七により築建工法が考案されると、砂防林の造成は大きく前進した。この工法は、海岸線沿いに築を2～3列立てかけて、そこに飛砂を留めることによって砂丘を

人工的に造成し、風速の弱まった内側にクロマツやグミを植えて養生するというもので、現在も採用されている画期的な方法であった。

幕末になり、新潟町の上知にともなって初代新潟奉行に就任した川村修就は砂防林の重要性に着目し、6年間で約3万本のクロマツを植え、現在見られるような新潟海岸の砂防林の基礎を造った。以来、長い時間かかって造成された海岸林は、現在は飛砂防備保安林に指定され、新潟県と新潟市によって管理されている（写真1）。



写真1 新潟海岸のマツ林とそれを縦貫する国道402号線（新潟市青山付近）。

大正11年6月、招かれて新潟を訪れた北原白秋は講演後に立ち寄った寄居浜で目にした光景に強く引かれ、その時の印象をもとに童謡「砂山」を作詞した（写真2）。3番の歌詞に「帰ろ帰ろよぐみ原わけて」とある。当時の寄居浜には、見渡す限り、ぐみ原が広がっていたのである。

新潟市生まれの會津八一も坂口安吾も、ともに「まつばやし」、「すなはま」、「しおかぜ」を深く心に刻んで育った³⁾。新潟人にとって、海岸砂防林



写真2 新潟海岸（寄居浜）に設置された砂山の碑。

はまさにふるさと新潟の自然そのものであった。

(*1 八一の歌や安吾の自伝的小説から読み取れる。)

砂丘地の利用

砂丘地は地力に乏しく保水力が弱いため、農地(とくに水田稻作)には向きである。しかし、その広大な未利用地は魅力的なものであった。戦後、食糧不足を解消し食糧増産を図る目的で1953年に海岸砂地地帯農業振興臨時措置法が制定されると、各地で砂丘地を利用した農業に本格的に取り組まれるようになった。とくに昭和30年代の半ば頃に地下水を利用したスプリンクラー灌漑が導入されると、砂丘地農業は一気に広がった。

新潟砂丘では、春から夏にかけてスイカと葉タバコ、チューリップ、その後作としてダイコン、ニンジン、ネギなどが栽培されることが多く、新潟すいか、赤塚大根などの名で出荷されている(写真3)。とくに、新潟県はチューリップの栽培が戦前から盛んで、新潟県、新潟市ともに県花、市花にチューリップを指定している。現在、新潟県は切り花の生産量が日本一、球根が全国第2位である。



写真3 砂丘地に広がるダイコン畑 (新潟市四ツ郷屋)

新潟砂丘の功罪

このように、新潟砂丘には、砂丘農業の基盤を提供するほかに、越後平野の前に防波堤のように長く伸びて平野の埋積をうながすという重要な働きがあった。しかし、その一方で、河川水の日本海への排水障害となり、広大な低湿地帯を作りだすというマイナスの側面を持ち合わせていた。とくに、約1,000年前の平安時代には、信濃川と阿賀野川が現在の信濃川の河口付近で合流し、狭い河口を共有していた³⁾。このため内陸側には湛水域が広がり、この時代、陸上交通よりも水上交通の方が有利で、水上交通網が大いに発達した。しかしその反面、ヒトの平野への進出には不利に働いた。

最近はゼロメートル地帯という言葉をあまり聞かなくなったが、大阪や東京、名古屋、新潟などで地盤沈下が社会問題になっていたころは盛んに取り上げられたものである。

ゼロメートル地帯というのは、潮位が最も高くなる満潮時の平均海面よりも低い土地のことである。新潟市ではT.P.(東京湾平均海面)+56.4cmよりも低い土地をさしている。越後平野ではその範囲は広く182.5km²もあり、濃尾平野、佐賀平野に次ぐ全国第3位の広さである。その面積は、平成の大合併以前の旧新潟市の面積の40%、合併後でも25%に達している。また、もっとも標高の低い鳥屋野潟の南東岸では、-2.8mとなっている(写真4)。



写真4 新潟市郊外にある鳥屋野潟。砂丘間低地を母体に約3,000年前に形成された²⁾。

現在は常時排水により浸水から免れ、そこがゼロメートル地帯であると気づくことはなくなったが、排水施設が機能停止したり、排水能力以上の水が流入した場合には深刻な事態が予想される。実際、平成10年の8.4水害では広い範囲に浸水域が出現した。現在では河川管理が行き届き、洪水の危険性が遠のいた反面、洪水による土砂の堆積がないまま平野の沈降が継続していることから、この先ゼロメートル地帯の面積は増え続けることは間違いない。新潟市の将来を考える際、この点はきわめて重要で、避けては通れない課題である⁴⁾。

参考文献

- 1) 新潟古砂丘グループ：新潟砂丘と人類遺跡—新潟砂丘の形成史 I —, 第四紀研究, Vol. 13, No. 2, pp. 57-65, 1974.
- 2) 鴨井幸彦・田中里志・安井 賢：越後平野における砂丘列の形成年代と発達史, 第四紀研究, Vol. 45, No. 2, pp. 67-80, 2006.
- 3) 鴨井幸彦・安井 賢：古地理図でたどる越後平野の生いたち, 土と基礎, Vol. 52, No. 11, pp. 8-10, 2004.
- 4) 鴨井幸彦：越後平野の七不思議, 地質と調査, No. 99, pp. 50-54, 2004.

[鴨井幸彦 ((株)興和)]

特殊な地すべり環境下でも使用可能な観測装置の紹介

【Key Word】

藤澤 和範*・千田 容嗣**・黛 廣志***・後藤 知英****

地盤傾斜計、地盤伸縮計、現場計測

1. はじめに

地すべり災害現場では、土塊の動きを捉えた計測データが求められている。しかし、立ち入りが困難な地すべりや移動量の大きい地すべり、地すべり土塊が泥濘化・流動化し到達範囲の予測が難しい地すべり（以下、これらを「特殊な地すべり」と称す）を適切・迅速に計測する技術は確立されていない。

独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ地すべりチームでは、昭和55年以降に発生した地すべり災害のうち、従来の観測装置では計測が難しかったと思われる35災害事例を抽出し、その中から、最近発生した代表的な5事例について管理者へのアンケートを行い、「これまで設置や計測が困難であった特殊な地すべり環境下で求められている計測技術」を調査した。

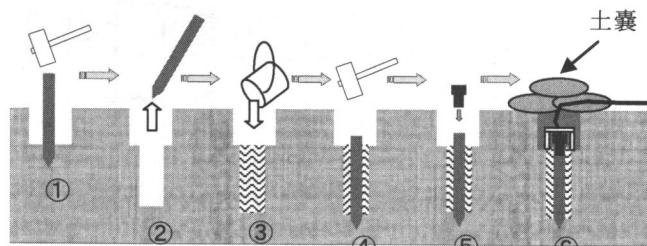
この結果を踏まえ、民間企業と土木研究所との共同研究により特殊な地すべり環境下でも使用可能な観測装置とその設置方法に関して研究開発を実施し¹⁾、現在、「特殊な地すべり環境下で使用する観測装置の開発研究会」を立ち上げて本技術の改良及び普及を行っている。

2. IT 地盤傾斜計測システム

2.1 IT 地盤傾斜計測システムの概要

IT 地盤傾斜計測システムは、重力加速度方向を検知する加速度センサを用いた設置型孔内傾斜計（以下「IT 傾斜計」と称す）を改良し、地盤の微小な傾きの変化を速やかに多点計測ができるようにしたものである。

本システムの特徴は、CAN通信（耐ノイズ性が高いデジタル通信）を用いて1本のケーブルで最大50台（ケーブル2~3本使用時の最大計測数は100台）の傾斜角度が計測できること、計測範囲が±20°と大きいこと、また、打設した単管にセンサを挿入・固定するだけで迅速に設置ができることが挙げられる（図1）。



- ①スコップで50~70cm程度穴を掘り単管を打込む
- ②~③一度単管を引上げセメント充填する
- ④単管(L=1m)をセメントで固定する
- ⑤~⑥センサを取り付け発生土・土囊等で覆う

図1 IT 地盤傾斜計測システムのセンサ部設置方法



図2 IT 地盤傾斜計測システム概要図

* 前(独)土木研究所地すべりチーム上席研究員

** (独)土木研究所地すべりチーム総括主任研究員

*** 川崎地質(株)・研究会会长

**** 坂田電機(株)・研究会事務局長

このような特徴から、地すべりによる傾斜変動量の大きい地点での多点計測が可能であり、滑落崖背後の地表部へ速やかに設置し、派生的に発生する地すべりの有無やその範囲の把握に有効なシステムと考えている（図2）。

2.2 IT 地盤傾斜計測システムの性能

地すべり現場に設置された既設の地盤伸縮計の不動杭近傍及び移動杭近傍に併設し、IT地盤傾斜計測システムの性能を検証した。

観測結果によると、不動杭近傍に設置したIT地盤傾斜計は、傾動がほとんどみられないが、移動杭近傍に設置したIT地盤傾斜計は、地盤伸縮計に変位が観測された9/20～10/14の期間（図3の太枠）に、先行して傾動が観測された。これは、IT地盤傾斜計が地すべりに伴う地盤の動きを捉えたものであり、地すべり滑落崖の背後で派生的に発生する地すべりの有無の把握に有効であることが実証された。

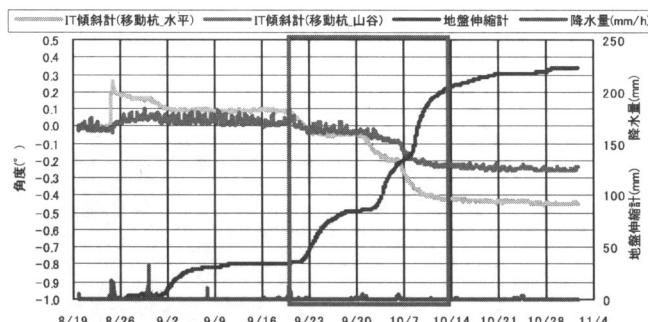


図3 派生地すべりでの観測結果（移動杭近傍）

3. 大変位伸縮計

3.1 大変位伸縮計の概要

大変位伸縮計（図4）は、通常の地すべりより移動量や移動速度が大きな地すべりを連続計測できる地盤伸縮計である。計測原理は従来の地盤伸縮計と同様であるが、張力を与えるばねを改良して計測範囲を延長している。

また、本伸縮計の特徴は、移動量6mまでの大きな変位をインバー線の張替え作業を行わず精度良く連続して計測できること、またロガー機能、通信機能、警報出力機能を内蔵し、監視システムの構築が容易にできることである。このような特徴から、移動量や移動速度が大きくなることが予想される現場で迅速に地すべり移動量を欠測なく連続的に計測したい場合に有効であると考えている。

3.2 大変位伸縮計の性能

実際の地すべり現場に設置されている従来型地盤伸縮計に併設し、大変位伸縮計の性能を検証し

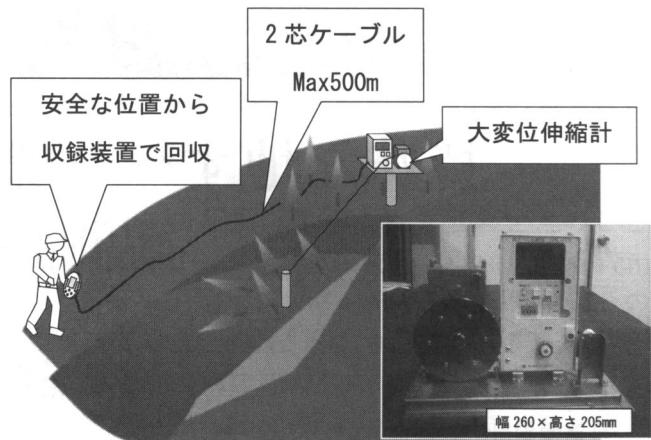


図4 大変位伸縮計の概要

た。約8.5カ月間の現場実証実験の結果、従来型地盤伸縮計と同等に変位を計測できることが確認された。また、従来型地盤伸縮計では変位量が測定許容範囲（200mm）を超過して計測が不可能になる場合もあったが、大変位伸縮計はインバー線の張り替えなども無く、連続して計測を行うことができた（図5）。

以上の結果より、大変位伸縮計は大きな変位が生じる地すべりに対して精度良く連続して計測ができる観測手法であることが実証された¹⁾。また現在では、年間地すべり変動量が300mm以上と活発に運動中の地すべり現場において活用されている。

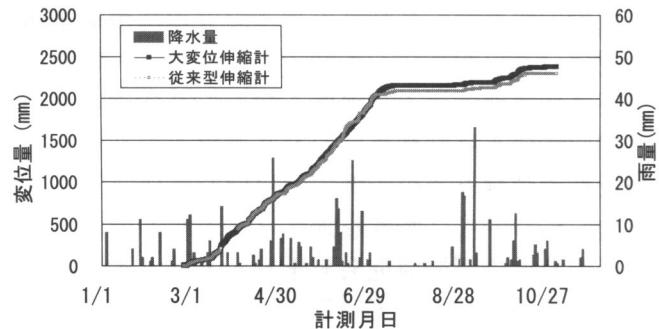


図5 従来型伸縮計との比較結果

4. おわりに

今回紹介した技術は、現場でより活用して頂くことを意識しながら開発を進めており、今後も更なる改良を進めていく予定である。

参考文献

- (独)土木研究所・川崎地質(株)・曙ブレーキ工業(株)・坂田電機(株)・(株)共和電業 (2009)：「厳しい条件下での使用に耐えうる地すべり観測装置の開発」共同研究報告書 平成21年6月

全地連「技術フォーラム 2010」について

第21回技術フォーラムが、11月11日（木）～12日（金）の2日間、沖縄県那覇市で開催された。（行事の具体的な内容は、表1参照）

今回のフォーラムでは、「“現場”へ戻ろう—地質調査の役割—」をメインテーマに、地元「沖縄県地質調査業協会」の全面的な協力と「内閣府沖縄総合事務局」「沖縄県」「那覇市」の後援および「独立行政法人土木研究所」「独立行政法人産業技術総合研究所」「一般社団法人日本応用地質学会」「日本情報地質学会」「NPO 地質情報・整備活用機構」「沖縄地盤工学研究会」に協賛いただいた。

初日の特別講演会は、東京大学大学院工学系研究科教授の六川 修一氏に基調講演として「新た
全地連「技術フォーラム 2010」



技術者交流懇親会
沖縄県協会
新藤理事長挨拶

なフェーズを迎えた衛星地球観測データの高度利用—最新技術の地質分野への適用—」というテーマでご講演いただいた。

技術発表会には、若手技術者を中心に全国から96編（表2参照）の応募があり、活発な質疑が行われた。

なお、今回の優秀技術発表者賞には、各セッションから選抜された15名が受賞された。（表3参照）

2日間の総入場者数は、約398名となった。

平成23年度の技術フォーラムは、関西地区（京都）で開催する予定である。



技術発表会
地質リスクセッション会場

表1 行事内容

エリア①⇒ 入場無料

会場：沖縄ハーバービューホテル（那覇市泉崎2-4-6）

第1日目 11月11日（木）

会場：2F 彩海の間

●開場 13:30

●開会式 14:15～14:30

・開会挨拶 全地連会長 濑古 一郎
・来賓挨拶

●特別講演会 14:30～16:30

「新たなフェーズを迎えた衛星地球観測データの
高度利用—最新技術の地質分野への適用—」
六川 修一 氏

東京大学大学院工学系研究科 教授

エリア②⇒ 有料

第1日目 11月11日（木）

会場：2F 彩海の間

● 技術者交流懇親会 18:00～19:30

第2日目 11月12日（金）

会場：2F 彩海の間 白鳳の間 金鶴の間

● 技術発表会 9:00～15:00

（5会場 発表論文数96編）

「A-1 斜面1」「A-2 斜面2」

「A-3 斜面3・バードマップ」

「B-1 物理探査」「B-2 地質リスク」「B-3 トンネル」

「C-1 情報化」「C-2 室内試験」「C-3 地域地盤」

「D-1 原位置試験」「D-2 メンテナンス・空洞」

「D-3 掘削・サンプリング」

「E-1 環境」「E-2 地下水・堤防」

「E-3 地盤改良・軟弱地盤」

同時開催行事のご紹介（フォーラム会場内で開催されます。）

■「第23回沖縄地盤工学研究発表会」

日時：11月12日 9:00～15:00 会場：2F「羽衣」

表2 全地連「技術フォーラム 2010」那覇 技術発表内容一覧

一般セッション

セッション・発表時間	論文No	発表者	所属先	地区	題目
A-1 斜面1 11月12日 9:00~10:50 彩海の間A	1	五十嵐慎久	キタイ設計(株)	関西	地すべり地における対策工排水量と降雨量・積雪量との関係について
	2	鳥居 和樹	国際航業(株)	中部	道路切土法面部の地質調査事例
	3	森山 豊	応用地質(株)	四国	地すべり調査での地下水観測孔の構造について
	4	井藤理一朗	(株)宇部建設コンサルタント	中国	風化赤色頁岩で発生した地すべり災害の事例
	5	石本 裕己	(株)宇部建設コンサルタント	中国	平成21年7月21日防府・山口土石流災害について(その1) - 土石流の要因となった斜面崩壊と地質の関係 -
	6	松下 純子	(株)宇部建設コンサルタント	中国	平成21年7月21日防府・山口土石流災害について(その2) - 土石流の要因となった斜面崩壊と地質の関係 -
	7	下川 大介	川崎地質(株)	北海道	地すべりに隣接した箇所に設置されたアンカーのリフトオフ試験実施例
	8	中村 康二	(株)宇部建設コンサルタント	中国	道路横断排水施設設置に起因した斜面崩壊
A-2 斜面2 11月12日 11:05~12:35 彩海の間A	9	加藤 智久	中央開発(株)	関西	造成地で発生した神戸層群の凝灰岩および有機質泥岩の地すべり
	10	原 勝宏	川崎地質(株)	東北	ボーリングコア観察におけるすべり面の認定指標について
	11	藤野 修二	日本地研(株)	九州	バルーンを用いた空掘と三次元写真計測システムによる露岩部の調査事例
	12	新町 刚志	(株)スリーエスコンサルタンツ	関西	劣化を考慮したモデル解析による斜面の性能評価に関する課題と提案
	13	丸木 義文	(株)アステック東洋	関西	長期劣化を呈する軟岩斜面の安定性評価に資する地盤調査の一提案
	14	岡野 肇	応用地質(株)	中部	平成21年7月13日に発生した富士山富士宮口の落石調査
	15	菅野 孝美	川崎地質(株)	関東	沖縄県本島中南部城崎沿いにおける地すべり対策事例
	16	江本 聰志	国際航業(株)	関西	大規模急崖斜面の土砂災害における3D地形モデルの有用性について
A-3 斜面3・ハザードマップ 11月12日 13:30~15:00 彩海の間A	17	常川 善弘	(株)相愛	四国	グラウンドアンカーの維持管理における課題について
	18	酒井 信介	(株)阪神コンサルタンツ	関西	斜面のハザードマップ作成に関する研究(その3)
	19	秋山 晋二	国際航業(株)	関西	地すべりハザードマップに関する研究(その7)
	20	今西 立昌	(株)関西地質調査事務所	関西	既存土砂災害ハザードマップの改変事例
	21	高橋 進	応用地質(株)	関東	ダウンホールPS検層の大深度ボーリングへの適用実験
	22	細矢 卓志	中央開発(株)	関東	サスペンション式PS検層速度の孔径による影響の検討
	23	眞鍋 和俊	応用地質(株)	九州	熱赤外線調査による廃棄物埋立地地下の火災調査事例
	24	高久 和彦	大和探査技術(株)	沖縄	岸壁改良工事に伴う物理探査による埋没異物調査
B-1 物理探査 11月12日 9:00~10:50 彩海の間B	25	望月 浩司	基礎地盤コンサルタンツ(株)	中国	ダム近傍の断層破碎帯に対する地質調査事例
	26	溝瀬 年哉	中央開発(株)	沖縄	複数の物理探査による地下水流动方向の検討事例
	27	大村 猛	川崎地質(株)	関東	連続波レーダ探査とフォトレーザーシステムを用いた特殊地下壌調査
	28	銭谷 竜一	住鉱コンサルタンツ(株)	北海道	物理探査手法を用いた樹木根系の非破壊調査事例
	29	島田 和明	基礎地盤コンサルタンツ(株)	関東	花崗岩地域における昭和40年施工トンネルの岩盤ゆるみ領域について
	30	今井 千鶴	中央復建コンサルタンツ(株)	関西	付加体地質トンネルにおける物理探査の適用事例
	31	成子 浩明	(株)阪神コンサルタンツ	関西	弾性波・比抵抗複合探査結果を用いたトンネルルートの岩盤及び湧水予測事例
	32	藤井 俊逸	(株)藤井基礎設計事務所	中国	トンネル坑口にトップリングが予想される箇所の対応事例
B-3 トンネル 11月12日 13:30~15:00 彩海の間B	33	赤嶺辰之介	サンコーワンダルタント(株)	関西	旧鉱山近接トンネルの掘削すりに関する環境地質調査
	34	山本 裕司	基礎地盤コンサルタンツ(株)	関東	谷埋め盛土の3次元地震応答特性が斜面安定に及ぼす影響
	35	杉野 友通	応用地質(株)	中部	東海・東南海連動地震における地震動継続時間を考慮した木曾三川下流部の耐震性能評価について
	36	野尻 峰広	川崎地質(株)	九州	地盤の特徴に合わせた液状化強度の評価と地盤調査の必要性
	37	長岡 大輔	(株)レックス	北海道	流域地形量と河川の流出特性の関係
	38	植田 純子	NPO地質情報整備・活用機構 四国支部	四国	ジオパークの地質資源情報を観光客に提供するモビリティサポートシステム
	39	近藤 龍児	(株)東京ソリューションズ	関東	関東ロームの地域別特性および地盤情報データベースシステムの利用に関する考察
	40	井上 健	(株)ダイヤコンサルタンツ	関東	数値シミュレーションを用いた地形変化予測手法の高度化について
C-2 室内試験 11月12日 11:05~12:35 白鳳の間A	41	池田 謙信	中部土質試験協同組合	中部	細粒分含有率が与える土の圧密排水三輪圧縮試験への影響
	42	山内 義明	東邦地水(株)	中部	圧縮指数を推定する土質定数と問題点について
	43	松島 賢治	(協)島根県土質技術研究センター	中国	室内透水試験方法の選定に対する考察
	44	大岡 政雄	応用地質(株)	関東	堆積軟岩の透水係数に与える影響要因に関する一考察
	45	松川 尚史	協同組合関西地盤環境研究センター	関西	最大粒径が土粒子密度試験結果に与える影響について
	46	大橋 朋子	(株)日さく	北陸	CPT貫入装置を用いた固定ピストン式シンクウォールサンプリングと試料の評価(その2)
	47	石嶺 篤浩	(株)新生建設コンサルタンツ	沖縄	宮古島地方に分布する大野越粘土について
	48	與那原利行	元・大永建設(株)	沖縄	石灰岩及び赤土泥状土を用いた再生地盤材料の液状化強度特性
C-3 地域地盤 11月12日 13:30~15:00 白鳳の間A	49	成迫 法之	(株)アテック吉村	関西	天番久山と欽傍山の埴土研究-その土器原料としての物性について-
	50	山田 靖司	応用地質(株)	九州	牽引式電気探査及び簡易ボーリングによる基盤岩上面を覆う粘土層の層厚分布測定事例
	51	松本 和正	北海道土質コンサルタンツ(株)	北海道	網走地区に分布する珪藻土地盤の堆積環境と工学的性質
	52	松本 博志	北海道土質コンサルタンツ(株)	北海道	火山灰を用いた道路盛土の施工管理について
	53	澤口 啓希	川崎地質(株)	関東	コア孔壁への局部載荷試験による物性評価技術
	54	志水 聰	興亜開発(株)	関東	水位集中計測による揚水試験について
	55	佐藤 伸哉	(株)レックス	北海道	メモリー記録式ボアホールスキャナーの概要と適用性について
	56	小澤恵理子	サンコーワンダルタント(株)	関東	エアリフト法簡易揚水試験による水理定数の評価例
D-1 原位置試験 11月12日 9:00~10:50 白鳳の間A	57	渡邊 徹	川崎地質(株)	関西	深層混合処理地盤における針貫入試験を用いた品質管理手法
	58	澤田 俊一	応用地質(株)	関東	進化型Piezo Drive Coneの開発と適用性
	59	吉澤 大造	応用地質(株)	関東	Piezod Drive Coneの河川堤防耐震性能照査への適用事例
	60	栗原 朋之	中央開発(株)	関東	河川堤防の漏水対策のための有効なサウンディング事例
	61	岩田 謙	玉野総合コンサルタンツ(株)	中部	海岸護岸堤防に発生した変状の調査・解析事例
	62	向久保 昌	基礎地盤コンサルタンツ(株)	北海道	モルタル吹付けのり面老朽化調査について
	63	岡田 駿	応用地質(株)	九州	路面下探査システムの紹介
	64	橋本圭太郎	日本地研(株)	九州	高精度表面波探査を用いた地下壌調査事例
D-2 メンテナンス・空洞 11月12日 11:05~12:35 白鳳の間A	65	鈴木 敬一	川崎地質(株)	関東	宇宙線ミューライ子による空洞調査法
	66	池田 政人	中央開発(株)	九州	橋梁基礎の根入れ調査事例

表2 つづき

セッション・発表時間	論文No	発表者	所属先	地区	題目
D-3 挖削・サンプリング 11月12日 13:30～15:00 白鳳の間A	67	島田 徹也	基礎地盤コンサルタント(株)	中国	液状化対象層のサンプリング手法の適用事例について
	68	武田 伸二	ハイテック(株)	関西	高品質ボーリングコアから抽出した間隙水による水質分析
	69	眞本 悠一	(独)海洋研究開発機構	関東	地球深部探査船「ちきゅう」大深度コアリングツールズの改良
	70	和田 一齊	(独)海洋研究開発機構	関東	地球深部探査船「ちきゅう」コアリングにおけるポアホールカメラの適用に関する検討
	71	小野 薫	(株)ダイヤコンサルタント	中部	水深80mのダム湖内での地質調査手法について
	72	三浦 誠司	中央開発(株)	北海道	地すべり地域における高品質ボーリング実施事例
E-1 環境 11月12日 9:00～10:50 金鶴の間	73	糸質 浩之	川崎地質(株)	関東	地下水汚染地における土壤汚染対策
	74	中條 邦美	応用地質(株)	関東	蛍光X線分析計によるヒ素及び鉛等の溶出量試験方法の検討
	75	沼野 浩祐	応用地質(株)	中部	バイオレメディエーションの現場適用事例
	76	中山 佳子	(株)ダイヤコンサルタント	北海道	自然由来の低濃度重金属等含有グリに対する敷土吸着層工法の適用性に関する検討
	77	打木 弘一	基礎地盤コンサルタント(株)	関東	油による土壤・地下水汚染の調査及び対策と浄化予測の新技術
	78	森山 哲朗	サンコーコンサルタント(株)	北海道	酸性水発生、重金属等含有予測に有用な事前調査手法と地質との関係について ～酸性水帯磁率測定と簡易pH試験を対象に～
	79	佐保 亮輔	応用地質(株)	東北	鉱化変質帯におけるトンネル掘削土判定の妥当性向上への取り組み
	80	岩瀬 信行	キタイ設計(株)	関西	集水井における「ミチ」の存在について
E-2 地下水・堤防 11月12日 11:05～12:35 金鶴の間	81	多田 浩二	中央開発(株)	関東	市街地における開削トンネル施工の影響評価事例
	82	中川 裕二	(株)東建ジオテック	四国	水文調査の観測データ評価事例
	83	田村 和彦	(株)G&Mリサーチ	関西	垂直方向における地下水流速分布推定の試み
	84	齋藤 晴紀	(株)エイト日本技術開発	関東	沖縄県宮古島の白川田地下水流域における水理地質構造
	85	苦瓜 泰秀	(株)エイト日本技術開発	関東	宮古島 東添平～平良流域界の琉球石灰岩の水理地質構造調査
	86	中川 清森	(独)土木研究所	関東	河川堤防周辺の治水地形と漏水被災との関係
	87	丸本 雅樹	(株)東京ソイルリサーチ	関東	圧密沈下に関する計算値と実測値の比較検討事例
	88	木本 智久	大地コンサルタント(株)	北海道	北海道の泥炭地盤における地盤沈下について
E-3 地盤改良・軟弱地盤 11月12日 13:30～15:00 金鶴の間	89	小島 一宏	北海道土質コンサルタント(株)	北海道	北海道に分布する軟弱粘性土地盤の設計定数について
	90	徳原 裕輝	(株)宇部建設コンサルタント	中国	建設発生土を盛土材へ有効活用した一事例
	91	高橋 晋也	(株)東建ジオテック	中国	ロッドコンパクション工法による地盤改良効果について
	92	穴井 和孝	東京ソイルリサーチ(株)	沖縄	浚渫土砂減容化試験工事における調査・試験事例

地質リスクセッション

セッション・発表時間	論文No	発表者	所属	地区	題目
B-2 地質リスク 11月12日 11:05～12:35 彩海の間B	R1	寺井 康文	大地コンサルタント(株)	北海道	谷を埋めた造成盛土の推定とリスクについて
	R2	小島 幹生	(株)ダイヤコンサルタント	関西	補足調査の実施による地質リスクの抑制と事業費の縮小
	R3	坂本 昇	(株)地研	四国	汚水幹線管渠築造調査施工に伴う地質リスク
	R4	阿川 展久	(株)荒谷建設コンサルタント	中国	特別発表：9月24日に開催された「地質リスクマネジメント事例研究発表会」での優秀論文賞受賞者による発表論文題名「都市部での地質調査における地質リスク低減プロセスの事例」

表3 優秀技術発表者賞 受賞者一覧

一般セッション

発表セッション	論文No	発表者	所属先	地区
A-1 斜面1	3	森山 豊	応用地質(株)	四国
A-2 斜面2	10	原 勝宏	川崎地質(株)	東北
A-3 斜面3・ハザードマップ	20	今西 立昌	(株)関西地質調査事務所	関西
B-1 物理探査	28	銭谷 竜一	住鉱コンサルタント(株)	北海道
B-3 トンネル	33	赤嶺辰之介	サンコーコンサルタント(株)	関西
C-1 情報化	35	杉野 友通	応用地質(株)	中部
C-2 室内試験	46	大橋 朋子	(株)日さく	北陸
C-3 地域地盤	52	松本 博志	北海道土質コンサルタント(株)	北海道
D-1 原位置試験	59	吉澤 大造	応用地質(株)	関東
D-2 メンテナンス・空洞	65	鈴木 敬一	川崎地質(株)	関東
D-3 挖削・サンプリング	71	小野 薫	(株)ダイヤコンサルタント	中部
E-1 環境	75	沼野 浩祐	応用地質(株)	中部
E-2 地下水・堤防	82	中川 裕二	(株)東建ジオテック	四国
E-3 地盤改良・軟弱地盤	91	高橋 晋也	(株)東建ジオテック	中国

地質リスクセッション

発表セッション	論文No	発表者	所属	地区
B-2 地質リスク	R1	寺井 康文	大地コンサルタント(株)	北海道