

地質調査

'09 第 4 号

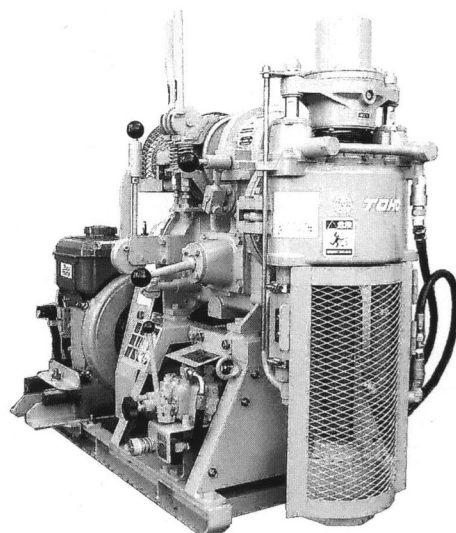
[小特集] 地質調査業の課題と将来

編集 / 社団法人全国地質調査業協会連合会

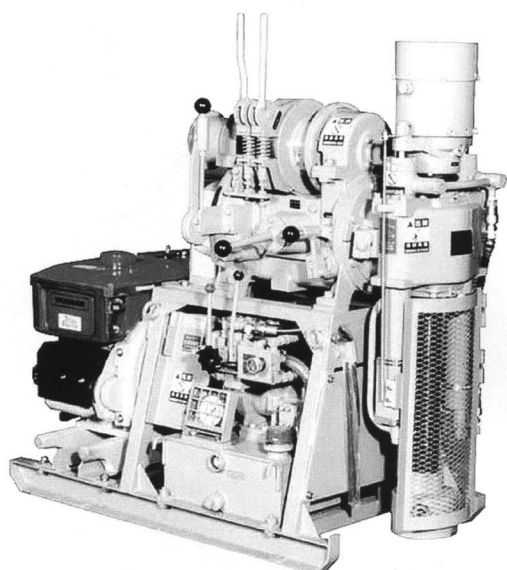


発行 土木春秋社

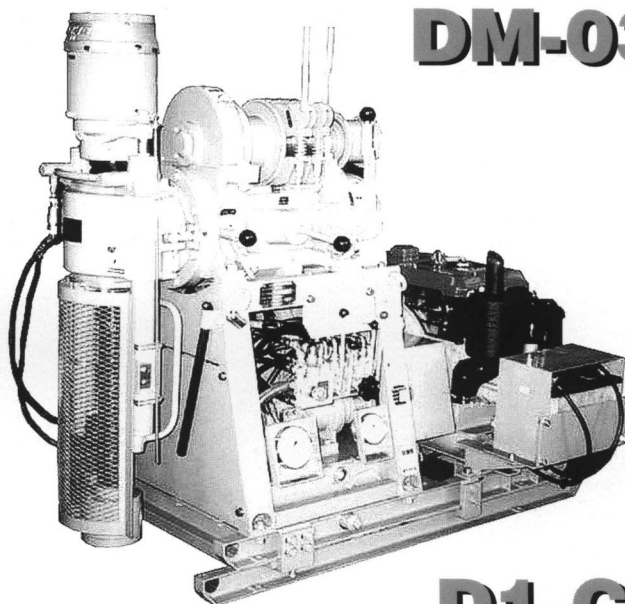
- ニーズに合わせて、ホイストドラムを取外し
コーンブリータイプに変更することができます。
- ブーリの交換で地質にあったスピンドル回転数
が選択できます。
- 試錐ポンプが内蔵でき、しかも原動機は1台で
すみます。



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

東邦地下工機株式会社

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 〆 092(581)3031
札 幌 〆 011(785)6651
仙 台 〆 022(235)0821
新 潟 〆 025(284)5164
名 古 屋 〆 052(798)6667
大 阪 〆 0729(24)5022

松 山 〆 089(953)2301
広 島 〆 082(291)2777
山 口 〆 083(973)0161
北九州 〆 093(331)1461
熊 本 〆 096(232)4763

巻頭言	地質調査業のマインドと将来 社団法人全国地質調査業協会連合会会長	瀬古一郎	1
総論	責任を創り合う業界へ 高知工科大学 教授	渡邊法美	2
小特集	地質調査業の課題と将来		
	低価格競争の実態と品質確保の取り組み	奥秋芳一	4
	これからの企業経営の姿ーバルーン型組織へ	加藤茂夫	8
	斜面工事における被災防止のための簡易な崩壊モニタリングの検討	玉手 聡	15
	地質調査技術の伝承	酒井運雄	22
	地域再生活動での地質技術者の役割	小豆澤薫	26
	性能設計に向けた地盤調査	安田 進	30
	老齢化する世界と地質調査業のビジネスチャンス	古宇田亮一	34
教養読本	CO ₂ 地中貯留	若濱 洋	38
私の経験した現場	砂防事業に関するいろいろな調査	田中稔之	41
各地の博物館めぐり	岐阜県七宗町 Hichiso Precambria Museum 日本最古の石博物館 20億年前からのメッセージ	相山外代司	45
車窓から見る地形・地質	青森～函館 青森県陸奥湾周辺～津軽海峡～ 函館湾 青函航路	江藤淳宏	47
大地の恵み	豊富な地下水と地熱による産物	片山圭吾	49
「日本の地質百選」	2次選定決まる	矢島道子	51
全地連「技術e-フォーラム2009」について			57
会告	地質情報管理士制度について		60
	平成21年度地質情報管理士資格 登録更新 実施要領		61
	世界ジオパーク加盟申請地域と日本ジオパークネットワーク 加盟地域決定!		
	平成20年度 新マーケット創出・提案型事業の成果の公開		
	全地連 自動車リース制度(仮称)の開始		62
	全地連 保険制度 契約更新手続きの実施		
	平成21年度上半期の事業量 466億円		63

小特集 地質と調査のフロンティア

保険業界から見た地質調査

戸建て住宅業界から見た地質調査

法地質学—犯罪捜査の立場から—

ジオツーリズム

医療地質研究の最前線

食文化と地質

教養読本 地下流水音探査 (地下流水音による崩壊の場所の予測)

—一般市民個人からの調査依頼に応えられるユニークな技術—

やさしい知識 地質リスクを考慮した地盤調査

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：「富山県黒部市 宇奈月温泉の黒部川に架けられた4つの橋の風景」

右上・トロッコ電車の橋 右下・遊歩道 (旧トロッコ橋) 左手前・遊歩道の吊り橋 左奥・道路橋
(写真提供 深川 章)

地質調査業のマインドと将来

社団法人全国地質調査業協会連合会会長 せこいちろう 瀬古一郎

2008年はサブプライムローン、2009年は政権交代。2年連続して100年、数10年に一度のことに
出くわした。それぞれ独立した事象だから2010年
また100年に1度のことに遭遇してもおかしくは
ない。変革の時代、何が起ころうとも驚かないだろ
う。果たして危機なのか好機なのか。これについ
ては周囲の情勢云々もさることながら、このよう
な機会に我々自身がどう取り組むかという姿勢が
関わってくるように思われる。

2009年10月、エジプト・アレキサンドリアで第
17回国際地盤工学会議(ICSMGE)が開催された。
アレキサンドリアは紀元前332年にアレキサンダ
ー大王により設立され、紀元前30年クレオパトラ
のときに陥落した。1990年代になってかつての遺
跡が湾の底から発見されたという。都市が水没し
た理由は海底地すべりという説、地盤沈下という
説など諸説あるようだ。地球温暖化による海面上
昇が危惧される今日、他山の石でもある。日本に
も地盤沈下した低地が広がっている。こうした土
地が海に沈まないようにするためには国力と政
策、そして技術力が必要である。とりわけ地盤・
地質に関わる技術力こそ不可欠と思う。

最近、初めて記紀を読んだ。神々はただよえる
国を固めて葦原の中つ国を造ったとされる。神代
の時代からアシ原が生活の場だったわけだ。安土
桃山時代に渡来したスペイン人は「日本は他のど
の土地より確定性が少なく多様性が甚だしく変化
しないものはない」と記録した。江戸時代にシーボルトは「農民が勤労で火山の破壊力にも
打ち勝ち複雑で変動的地勢を克服しそれによっ
て国土保全がなされている」と記した。古より変
動、多様な上に軟弱な地質なのである。

鳩山首相は、所信表明演説の中で「防災」(もし
くは自然災害)に4回、「街づくり」に2回言及し、

むすびは「地震列島」から話を始めた。前原国土
交通大臣は新方針を表明し、公共事業に関する考
え方が変わりつつある。地域主権(住民主体)、内
需中心、低炭素型社会、国際化といったキーワ
ードが呈示され、防災、街づくり、観光などに力点
がおかれていくように思われる。日本は南北に長
く、プレートが重なり合う変動帯の上であり、気
象・地象ともに変化に富むため、観光資源が多い
反面、自然災害も頻発している。国民の生活の安
心安全と国土保全のためにはそれ相当の営力、労
力、技術力が必要なことは明らかである。

全地連が最近取り組んできた内容を順不同で記
すと次のようである。すなわち、①地質リスク、
②地質百選・ジオパーク、③現場技術伝承、④新
マーケット創出提案型事業、⑤地域活性化プロジ
ェクト、⑥性能設計、⑦Web-GISの普及、⑧地質
調査技士・地質情報管理士、⑨フォーラム・産学
官連携技術講習会、⑩ジオ・スクリーニングネッ
ト、⑪標準積算資料、⑫工学地質図などである。
これらは一朝一夕にできるものではないし、一つ
ひとつが地質調査業に大きな付加価値をもたらす
可能性を秘めたものである。

変革激しい時代といえども、地盤・地質に関す
る技術力をなくして中期～長期的な持続的発展が
可能なのだろうか？ 我々は地質調査の専門家集
団として、地域の新たな公共事業に貢献できるよ
う前進していかなくてはならない。そういう意味
で、全地連も、地区協会も、会員各社も各々が能
動的に新たな付加価値に向かって行動しなくては
ならないと思うのである。我々皆が地盤・地質へ
のマインド(=熱意)を根本に持っていると思う
し、能動的な取り組みの延長線に「将来」が見え
ていると思う。

責任を創り合う業界へ

わた なべ つね み
渡 邊 法 美*

はじめに

地質調査業は現在大変厳しい状況にある。ここでは、地質調査業の意義を再確認することによって、その将来を考えてみたい。

今後の公共事業リスクマネジメントの要点

財源が益々縮小する今後の公共事業では、事業のリスクをより低く抑えながら、事業のリターンをさらに高める、いわゆる lower risk higher return を達成することが求められる。一事業関係者であれば誰でも、この「理想」達成を夢見と思う。しかし、この理想を達成することは必ずしも容易ではない。第一に、基本的に、「ローリスクの対策はローリターン」、「ハイリスクの対策はハイリターン」だからである。第二に、「私は、ローリスクローリターン。」「いや、ワシはハイリスクハイリターン」と、各事業関係者の価値観は多岐に亘るため、合意を形成することも一般的には容易ではないためである。「どうせ、そんな上手い話は最初から存在するはずが無いし、合意を図ることも無理。」と諦める場合も少なくないように思われる。

共創と競争の融合

この難題を克服するための可能性があるとするれば、その一つは、「共創と競争の融合」にあるように思う。第一に、受発注の出発点は、「ローリスクハイリターン」を目指す情熱や夢を「共創」することにあると思うからである。第二に、日本の公共建設事業では、随所で受発注者が「どうかチカラを合わせて」と願いながら、責任を創り合いながら、事業にかける情熱や夢を共創してきたからである。

しかし今、この日本が誇るべく「共創文化」が、競争によって希薄化しているように思われる。

共創・競争システムの本質は、受発注者のそれぞれがお互いの専門性を尊重しつつ、責任を創り合い、技術や対価などの資源を適正に配分することによって、どうせの風習を一掃し、「どうか専門的チカラを精一杯重ね合わせて事業目標の達成を」という「どうかの好循環」を再構築することにあると思う。

建設事業と地質リスクマネジメントの意義

建設事業の執行過程は、地層発達の歴史と共通する部分がある。すなわち、その執行過程は、自然、先人の暮らしの歴史、現在の地元の人々の暮らし、未来の子供たちの、「くらしの地層」の声に耳を傾けながら、それらの上に、構想、調査、計画、設計、施工、維持管理、廃棄という「事業執行の地層」を丁寧に折り重ねていく過程と解釈できるように思う。

地質や地盤に関するリスクは、人々の「くらしの地層」や「事業執行の地層」を上手く重ねることができなかつたとき、顕在化することが多いと考えられる。地質や地盤に関するリスクマネジメントとは、断絶した「地層」、つまり、「断層」のマネジメントと言い換えることができるのではないだろうか。

「右肩上り」の時代の公共事業では、いわゆる目に見える表層に多くの注意が払われ、その表層がどんな力によってどのように形成されてきたのかについて、十分な注意が払われてこなかった場合も少なくなかったように思われる。見えないもの、或いは、見えるものが生まれてきた過程を感じる事が重要である。

「本当は、ここはもう少し調査や話し合いが必要なんだけど…」と感じたことがある場合も少なくないと思われる。しかし、こうした小さな声やつぶやきが聴いてもらえることは少ない。今後は、「断層」を予感させるような小さな声に耳を傾ける必要があると思われる。

* 高知工科大学教授

全地連地質リスク WG の活動

ところで、全地連(全国地質調査業協会連合会)地質リスク WG(座長:佐橋義仁氏)は、地質(に係わる事業)リスクと定義し、「事業コスト損失」そのものと、その要因の「不確実性」の両方をさすものとして調査研究活動を開始した¹⁾。特筆すべき活動の一つは、地質リスクマネジメントの価値を、事業コストの縮減額、或いは契約変更額によって定量的かつ実践的に表すリスク計量化の事例研究である。

この活動が、特筆すべき活動として考えられる第一の理由は、同 WG が、地質リスクマネジメントを事業コストの明確な縮減方策の一つとして捉えてきたからである。それは旧建設省の時代から検討・実施されてきているコスト構造改革において、地質リスクマネジメントの実践が不可欠であると認識したからであった。

第二に、地質リスクマネジメント価値の定量化は、日本だけでなく世界の地質技術者への「エール」になるからである。筆者も途中から同 WG の活動に参加し、海外の地質・土木技術者にその概要を説明する機会を得た。特に、カリフォルニア州交通局の主任地質技術者の「リスク計量化研究に期待している。成果があがったら、私たちにも是非教えて欲しい。」との感想は印象深いものであった。地質リスク計量化研究は、地質・土木技術者の意義を再確認し、技術者に将来への希望を与えるように思う。この研究成果を待っている人々は、日本は勿論、アジアや欧米にも数多く存在するのではないかと感じている次第である。

第三に、この研究は、前節で述べた「断層」を予感させる小さな声に耳を傾ける調査研究であり、新しい時代の息吹を感じさせるものだからである。

地質リスク学の意義と地質リスク学会の構想

今後求められる地質リスク学の一端とは、「目に見えない力を感じて、それを探求すると同時に、小さな声を、聴き合い、感じ合い、共有し、責任を創り合いながら、活かす学問」であるように思われる。

ここでは、責任を創り合うことの意義について触れたい。

田上氏は、地質リスク軽減のためには、設計者と調査者が対等な立場で、一体となって機能していくことの必要性を主張している²⁾。また、故伊熊氏は、「我が国でも良く問題となりますが、土本的

なセンスで描かれた土質断面図で想定していなかった箇所からの流動現象が発生する場合があります。土木屋(or 土木設計技術者)は、これらに対して Unforeseeable circumstance と考えリスクとされることがあります。しかし、堆積学を学んだシークエンス層序の概念で地質屋が地質断面図を描けば、予測が付くケースもあります。換言すれば地質屋の参加による地質リスク低減も可能となります。地質(理学)・土質(工学)の連携プレーが大切な要素となります³⁾。」と指摘された。

地質リスク学会の設立について

- ◆ 地質リスクマネジメントの普及のための諸々の活動の推進
- ◆ 地質リスク及び地質リスクマネジメントの効果の計量化、プロセスマネジメントシステム開発についての研究の推進
- ◆ 地質リスク関連データの収集様式及びデータの蓄積に関する研究の推進
- ◆ 地質の技術顧問(ジオドクター)制度の促進
- ◆ 地質リスクマネジメントシステムの構築と事業への適用の推進
- ◆ 年次学会の開催
- ◆ 海外交流

(原図:佐橋義仁氏)

全地連地質リスク WG が提案する新しい地質リスクマネジメントの三つの柱—地質技術顧問、リスク計量化、リスクマネジメントプロセスの開発、も、責任を創り合う提案の一例である。地質技術顧問自体が新しい主体である。リスク計量化とリスクマネジメントプロセスの開発にも、関係者の協力が必要となる。新しい地質リスクマネジメントを生み出すためには、各自が責任を自発的に革新していく必要がある。2011年初頭には、地質リスク学会が設立される予定である(図1)。学会には、各自の責任の自発的革新を促すために、革新が公益につながることを訴え続けることによって、関係者の共感を獲得していくことが求められている。

おわりに

今後のリスクマネジメントの本質の一端は、責任を創り合う点にある。地質調査業関連の方々、新しい責任を創り合うことによって、業界のリスク(不安)をリターン(期待)に変える日が一日も早く来ることを願ってやまない。

参考文献

- 1) 全国地質調査業協会連合会:平成17年度 地質に係わる事業リスク検討報告書
- 2) 田上 裕, 基礎の計画と選定に必要な地盤調査—調査と設計が一体となって機能するには—, 基礎工, pp. 35-39, 2002.7
- 3) 故伊熊俊幸氏からの私信, 2009

低価格競争の実態と品質確保の取り組み

おく あき よし かず
 奥 秋 芳 一*

1. はじめに

建設コンサルタント業務等における調査・設計業務の成果は、建設生産システムの中でも工事目的物の規格や仕様などを決定するといった公共事業の上流段階に位置し、最も基礎的で重要な要素であり、事業全体の品質やコストに大きな影響を及ぼすものです。

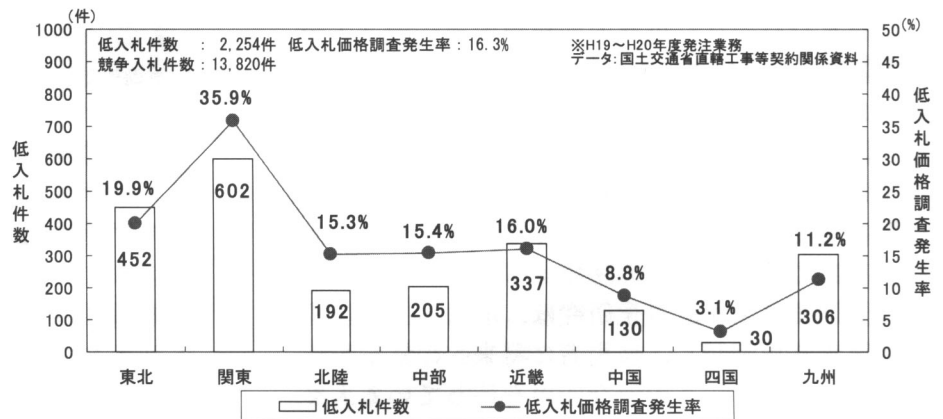
こうしたことから発注者として、建設コンサルタント業務等の成果の品質確保を図るためには、適正な費用をもって、適切な方法で調達し、その成果に応じた評価を適正に行い、その評価結果を、その後の入札契約時に活用していくことが品質確保の好循環につながるものと考えています。

国土交通省関東地方整備局においては、依然として他の地方整備局に比べ、低入札発生率が高く推移しており、低入札による成果品の品質低下が懸念されることから、現在実施している品質確保の取り組みについて、この紙面を借りて紹介させていただくものです。

2. 低価格入札の状況

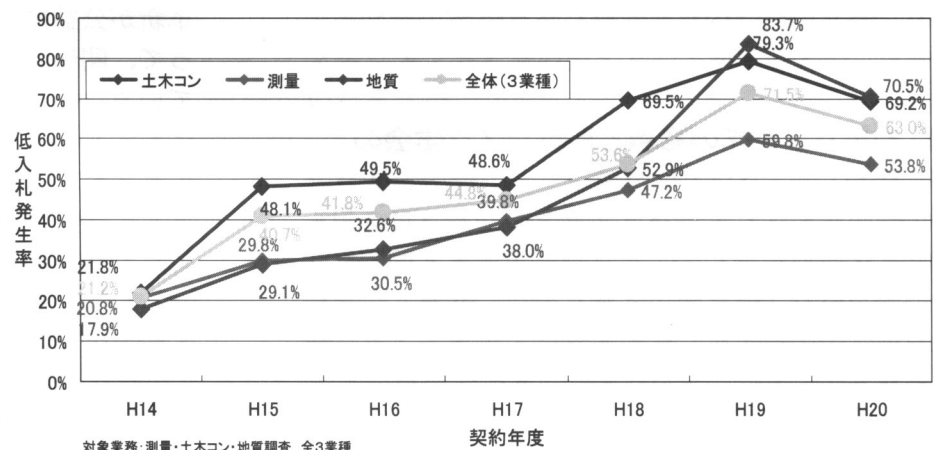
国土交通省(全国8地方整備局)が平成19年、20年にかけて発注した建設コンサルタント業務等のうち、調査基準価格を下回る応札により契約を締結した業務は

2,254件で競争入札件数全体の16.3%でした。全国の地方整備局ごとにバラツキはありますが、関東地方整備局については35.9%と他地方整備局に比べて、最も高い比率で低入札が発生しています。



(注) 低入札件数：入札において調査基準価格を下回る応札があり、平成19年度中及び平成20年度中に契約を締結した件数を表す。
 競争入札件数：競争契約件数全体を表す。
 低入札価格調査発生率：低入札件数/競争入札件数を表す。

図1 地方整備局別の低入札価格調査実施状況



対象業務：測量・土木コン・地質調査 全3業種
 対象件数：予定価格1千万円を超える競争入札のみ
 低入業務：予定価格の70%に満たない価格で契約した業務
 (調査基準価格がH19に定められたことから、H19以降は調査基準価格に満たない業務を低入札としている)

図2 建設コンサルタント業務等の業種別「競争入札方式」低入札の発生状況 [関東地方整備局]

* 国土交通省関東地方整備局企画部 技術管理課長

す(図1)。

また、関東地方整備局の平成14年度から平成20年度にかけて低入札の発生状況の推移を見ると、平成19年度までは増加傾向にありましたが、平成20年度には若干ながら減少しました。それでも、他地方整備局に比べると低入札の発生状況が高いことに変わりありません(図2)。

なお、3業種別(測量・土木コン・地質)の低入札の発生状況を見ると地質調査業務において低入札の発生が高い状況になっています(図2)。

3. 品質確保対策の取り組み

関東地方整備局における品質確保対策の取り組みを紹介します。

3.1 これまで(平成20年度まで)の取り組み

関東地方整備局では、入札額が調査基準価格を下回った全ての入札者に通常の低入札価格調査を実施することに加え、低入札価格調査対象者対象者のうち極端な低入札を行い、品質が確保されるか、または適正な履行がなされるかが懸念される場合、追加調査(詳細な低入札価格調査)を試行的に実施しています。具体的には、追加調査対象者に対し、追加資料及び添付資料の提出を求め、資料提出後、速やかに事情聴取を行い、契約内容に適合した履行がされない

恐れがないか確認しています(図3)。また、低入札価格調査を経て契約した業務については、業務完了後に、実態と官積算との乖離、当該業務が低価格で履行可能な理由等業務コスト構造を詳細に把握することを目的に業務コスト調査を実施しています。この業務コスト調査については、業務完了日の翌日から起算して90日以内に提出してもらっていますが、期限内に調査票の提出がない場合や調査票に虚偽の記載のある場合は、業務成績に厳格に反映することとしています。なお、低入札価格調査を経て契約した業務について、業務成績が65点を下回った場合は、企業・担当技術者の業務実績として認めないこととしています(図4)。

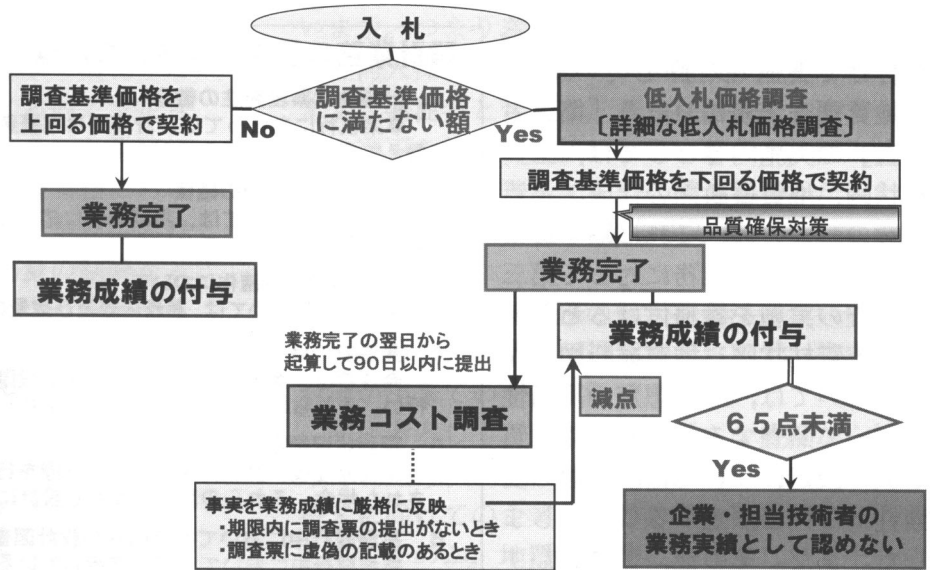


図4 低価格受注による対応

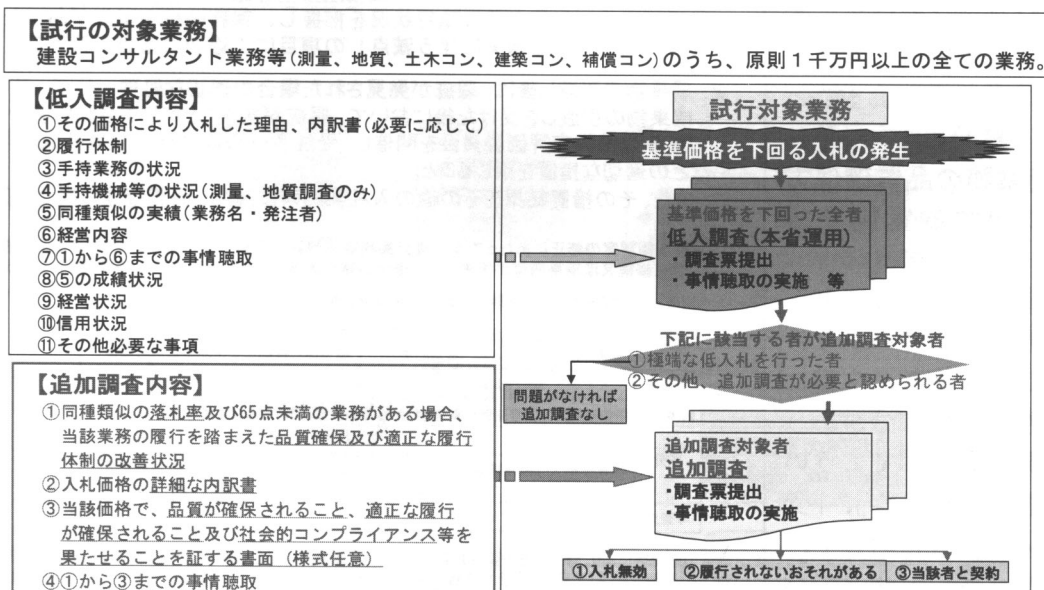


図3 建設コンサルタント業務等における詳細な低入札価格調査

表1 地質調査業務における品質確保対策の強化内容

地質調査業務の「第三者照査」の実施内容	
①第三者照査の対象業務	土質柱状図、地質縦断図の作成、土質定数の設定の他、これに類する業務内容（機械ボーリング、現位置試験や室内試験などの結果を用いて整理された成果）に対して第三者照査の実施を義務づける。
②第三者照査の方法	土質柱状図、地質縦断図の作成については、地質想定の妥当性について照査するものとし、土質定数の設定については設定値の妥当性について照査する。また、その他、これに類する業務内容（機械ボーリング、現位置試験や室内試験などの結果を用いて整理された成果）についてその妥当性を照査する。 なお、業務完了時の打合せにおいて、主任技術者は第三者照査技術者とともに調査職員に対し報告する
<ul style="list-style-type: none"> ■ 第三者照査の企業に要求される資格 <ul style="list-style-type: none"> ・中立・公平な立場として、資本関係・人的関係がないこと ■ 第三者照査の照査技術者に要求される資格 <ul style="list-style-type: none"> ・受注者の主任技術者の資格と同等 ■ その他 <ul style="list-style-type: none"> ・テクリス登録は認めない ・再委託の主たる部分に該当しない ・かし担保は元請けに責任 	

表2 設計業務の品質確保方策に関する実施要領（案）

設計業務の品質確保方策の内容

1. 計画的な業務発注の徹底
事業執行にあたっては、計画的な業務発注に努めるとともに、発注条件を整えて業務発注を行うこと。
2. 適正な履行期間の確保
業務発注については、業務内容に応じた適切な履行期間を確保し、適切な発注時期に発注すること。
3. 業務内容の明確化について
業務発注については、業務内容及び数量の明確化に努めること。
4. 発注者の履行体制の強化
発注者は、業務の方向性を左右する段階の意思決定や指示について速やかに言い、それらの内容を書面にて取り交わし、責任の所在を明確にしておくこと。
5. 現地状況把握の徹底
業務発注後、詳細に現地状況の把握を行うとともに、現地調査が必要と判断された場合、それらの調査を実施し設計に反映させること。
6. 業務履行中において業務内容が設計図書等と一致しない場合の対応
業務履行中において、既に施行している業務内容が設計図書や発注者の指示等と適合していない場合には、受注者に対して、必要な修補を行わせること。
7. 適正な業務等成績評定の徹底
業務成績評定にあたっては、業務成果物を厳正かつ的確に評価することとし、総括調査員は業務全般の執行状況を把握し、業務執行中過失があった場合など、「業務執行に係る過失に伴う減点」の項目にて適切に減点を行うこと。
8. 成果物の引渡し後に、瑕疵が発見された場合の適正な処理
成果物の引渡しを受けた後において、瑕疵があることが発見された場合、速やかに工事等成績評定評価委員会を開催し、受注者への修補請求や業務成績評定の減点などの適切な措置を講じること。
また、その措置結果をその後の入札契約時に活用し品質確保の向上を図ること。

業務成績評定の修正にあたっては、「委託業務等成績評定要領の運用について」の評定の審査基準3. (2)「別表-2 瑕疵修補又は損害賠償が実施された場合の減点基準」に加え、「別表-1」を参考として行うものとする。

【別表-1 瑕疵修補又は損害賠償が実施された場合の減点基準（軽微な修補）】

区分	軽微な修補	
	成果品に軽微なミスが一部ある場合	成果品に軽微なミスが多数ある場合
審査点	-3点	-5点

【別表-2 瑕疵修補又は損害賠償が実施された場合の減点基準（大幅な修補）】

区分	大幅な修補	
	瑕疵修補又は損害賠償の実施	故意又は重大な過失により瑕疵修補又は損害賠償の実施
審査点	-10点	-20点

瑕疵の発見等により、修補請求を受けた者に対しては、修補請求日から修補の引き渡し日までの期間、入札・契約手続きにおける「参加表明者（企業）の経験及び能力」の中の評価項目「事故及び不誠実な行為」について「-5点」減点する。

口頭注意や文書注意の措置を受けている期間において、入札・契約手続きにおける「参加表明者の経験及び能力」の中の評価項目「事故及び不誠実な行為」について、口頭注意の場合「-3点」、文書注意の場合「-5点」減点する。

3.2 品質確保の新たな取り組み

3.2.1 建設コンサルタント業務等に係る低入札価格調査対象業務の品質確保策の試行について

関東地方整備局では、2009年の2月より、予定価格が1,000万円を超える土木関係建設コンサルタント業務、地質調査業務、測量業務について、調査基準価格を下回る価格で入札を行ったもの及び予定価格が100万円を超えて1,000万円以下の業務で予定価格に10分の7を乗じて得た額を下回る価格で入札を行ったものを対象に第三者照査、履行体制の強化等を義務付けて実施（試行）しています。

地質調査業務における「第三者照査」の実施内容としては、土質柱状図、地質縦断図の作成、土質定数の設定の他、これに類する業務内容を有する業務に対して第三者照査の実施を義務付けるとともに、土質柱状図、地質縦断図の作成については、地質想定 of 妥当性について照査するものとし、土質定数の設定については設定値の妥当性について照査することとしました。また、その他、これに類する業務内容についてその妥当性を照査することとしました。なお、業務完了時の打合せにおいて、主任技術者は第三者照査技術者とともに調査職員に対し報告することとしています（表1）。

3.2.2 設計業務の品質確保方策に関する実施要領（案）について

関東地方整備局では、発注者として、しっかり実施していかねばならないことが複数の文書に点在して分かりにくい部分があったことから、「発注者としてこういうところに注意して行こう」、「受注していただいた会社に対して、こういうことをきちんとやって行こう」と言った発注者の姿勢を徹

底していくべき事項を、再整理し、今年の4月に出先の各事務所に周知しました。

また、本要領（案）において、業務完了後に成果品の瑕疵が発見された場合、修補作業が完了するまでの間、参加表明時の評価項目で減点を課すこと、瑕疵そのものに対する指名停止等の措置については、瑕疵の程度に応じて後日あらためて減点することを明確にしました。

本要領（案）に記載している留意事項は、以下のとおりです（表2）。

3.2.3 管理技術者等の手持ち業務量の制限について

低価格による受注が行われた場合は、管理技術者等への業務量の集中、労働条件の悪化等により、業務成果品の品質低下が懸念されることから、全ての地方整備局において、10月中旬より、手持ち業務に国土交通省の所管に係る建設コンサルタント業務等で調査基準価格を下回る金額で落札したものがあある場合には、当該入札等において予定管理技術者等（土木関係建設コンサルタント業務における管理技術者、測量又は地質調査業務における主任技術者及び補償コンサルタント業務における主任担当者）に求める手持ち業務量の制限を、当初の設定と比べて半数程度になるよう設定することとしました。【例えば、手持ち業務金額の合計を当初設定が4億円未満かつ10件未満の場合には、2億円未満かつ5件未満程度に制限することになります。】

なお、業務の履行中に手持ち業務が制限量を超えないよう求めるとともに、制限量を超えた場合には、発注者への報告を義務付けることとしてい

ます。その上で、当該管理技術者等が業務の履行を継続することが著しく不相当と認められる場合には、当該管理技術者等を同等の要件を満たす技術者に交代させる等の措置請求を行う場合があるほか、業務の履行を継続した場合でも、当該業務の業務成績評定に厳格に反映させることとしました（図5）。

4. おわりに

関東地方整備局における品質確保対策の取り組みを紹介させていただきましたが、低入札受注については、一時的には低い価格でも品質の良い仕事ができるものの、こうした状況を続けていくことは、発注者から見ても非常に無理があると感じています。建設コンサルタント業務等を専門とする企業においては、恐らく人が最大の財産だと思います。つまり、知識のある人材、経験豊富な人材を何人保有しているのかが最大の財産だと思います。発注者としては、こうした技術力のある人材に適正な給与が支払われているのか、低入札受注が続くことによるマイナス面がこうした人たちに直接影響していないか危惧しているところです。

しかしながら、業務の低入札受注については、まだ十分な分析結果が得られておらず、抜本的な対策が出来ていない状況です。

発注者として、今後、さまざまな角度から検討を行い、必要な対策は実施していくつもりですが、将来に向けての企業、業界の健全な発展をどう考えて行くのか、地質調査業におきましても十分に議論していただけると幸いです。

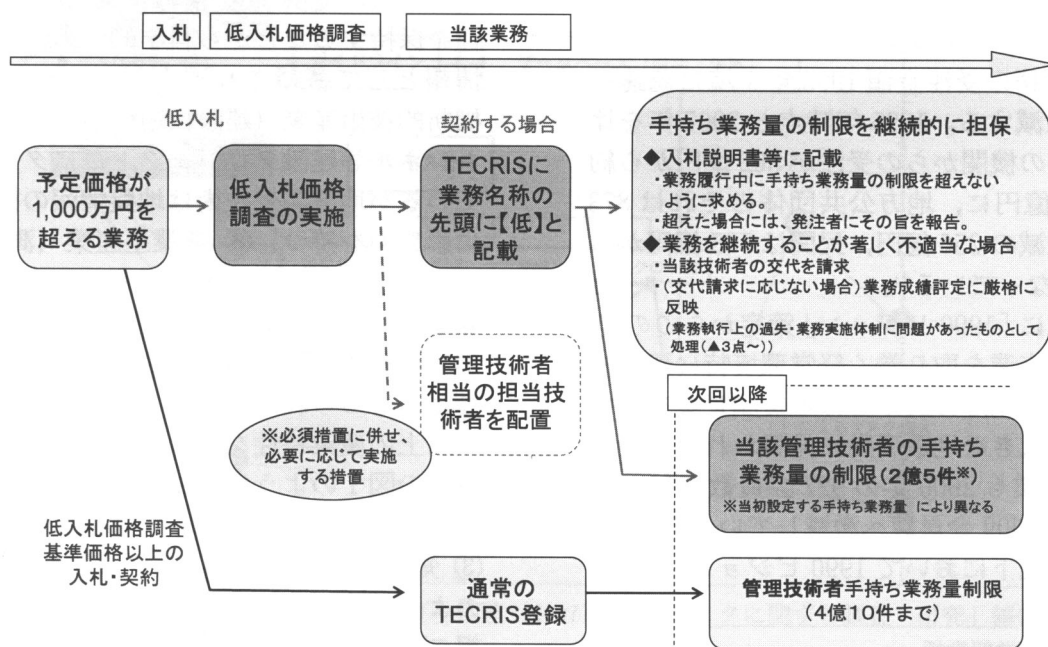


図5 管理技術者等の手持ち業務量の制限

これからの企業経営の姿—バルーン型組織へ

かとう しげお*
加藤 茂夫*

1. はじめに

社団法人全国地質調査業協会連合会（以下全地連）は、1990年2月「地質調査業の経営戦略化ビジョン—地球時代の新しい知識産業を目指して—」（以下「1990ビジョン」とする）をまとめた¹⁾。そこには産業の特性、課題、今後の方向性が示されている。また、1990年前後の建設投資額は80兆円を超える状況にあり地質調査業においては極めて右肩上がりの良好な経営環境といえた。それを裏付けることが報告書に予測値として掲載されている。地質調査事業量は建設投資額の0.25%前後で推移するといわれており、1990年時点では概ね1650億円であった。推定の数値によれば1994年には2014億円から2402億円、2001年の予想は2479億円から3381億円との予想であった。この予測は建設投資の伸びを3%から5%に、また、建設投資に対する地質調査の比率を0.24%から0.26%との想定におけるものである。建設投資額がピークに達するのは1992年であり、地質調査事業量も若干の伸びから漸減状況となる。

地質調査業務の受注金額1995年を境に急速に受注金額が激減する。1995年時点と2007年を比較すると国等の機関からの受注が502億円から約5割減の242億円に、地方公共団体のそれは873億円から7割減の256億円、民間は585億円から370億円へととなっている²⁾。

以上のように「1990ビジョン」策定からこの20年間の地質調査業を取り巻く経営環境特に建設投資の激減、入札制度の改革等は地質調査業を営む企業にとって大きな地殻変動に見舞われた。全地連への参加企業も2000年の927会員数をピークに2009年には609会員数へ激減している。さて、このような状況下において1990ビジョン、その後

全地連40周年（2004）に「社会に貢献する地質調査業—地球時代の知識情報サービスを目指して—」（以下「2004ビジョン」とする）、また、全地連が企画した多面的な調査・研究やWGの成果等を踏まえてこれからの地質調査業の経営について小生の考えを論じることとする。

2. 地質調査業の産業特性

地質調査業の産業特性は「1990ビジョン」によると①受注産業（単品受注・現場移動型経営、元請型で経営の独立性が担保されている）②公共事業依存型産業（三大都市圏では相対的に民間比率が高く地方は公共事業の比率が高い）③中規模企業集中型産業（資本金1000万円から5000万円に登録業者数の約7割³⁾）④ハード・ソフト一体型産業（ハードは機械器具での現場作業、ソフトはデータの解析・分析）⑤知的サービス産業（知的技術やソフトウェア情報等を一体化させたサービスの提供）⑥情報産業（個別データが汎用性を保持することから科学的に裏付けられた地盤情報として蓄積され国土データへとリンク）⑦横断的技術産業（建設技術は道路、河川、ダム、トンネル等建設プロジェクト毎にタテ割りになっているが地質調査技術は地盤情報の核にあり全てに影響を持つ）⑧兼業型産業（測量業・建設コンサルタントとの兼業、ボーリング関連工事との兼業⁴⁾）⑨学問領域近接型産業（地質学、土木工学、地球科学等の学際的性格を有している）、の九つにまとめられている。

以上の産業特性を踏まえて「2004ビジョン」は以下の図1のように四つに集約している。

①国土コンサルタント型 ②技術複合型産業 ③知識創発型産業 ④多面展開型産業である。このように地質調査業はジオ・ドクターとして不可視の領域を可視化させ地質に関する質の高い情報

* 専修大学経営学部教授

国土コンサルタント型産業
 業務領域の側面からみた地質調査業の特性

- 建設段階だけでなく、計画段階、維持でも貢献
- 建設事業以外の防災、環境にも強く関与
- 「ジオ・ドクター」としてさまざまなシーンで活躍

技術複合型産業
 業務内容の側面からみた地質調査業の特性

- ハード・ソフト一体型産業（フィールド & コンサルティング）
- 物理学、土質力学、機械工学等の広い領域の複合技術を活用
- 土木・建築・防災・環境等の知識を要する横断的技術を活用

知識創発型産業
 業務成果の側面からみた地質調査業の特性

- 成果が無体物提供である知的サービス産業
- 技術者の知識と経験が生み出す技術情報が成果
- 学会活動との接点が多い最先端の業務成果

多面展開型産業
 業態の側面からみた地質調査業の特性

- 本業の地質調査業以外の業種を持つことが多い兼業型産業
- コア技術を活用して、周辺分野へ積極的に展開

〔全地連 40 周年（2004）「社会に貢献する地質調査業—地球時代の知識情報サービスを目指して—」より〕

図1 地質調査業の産業特性

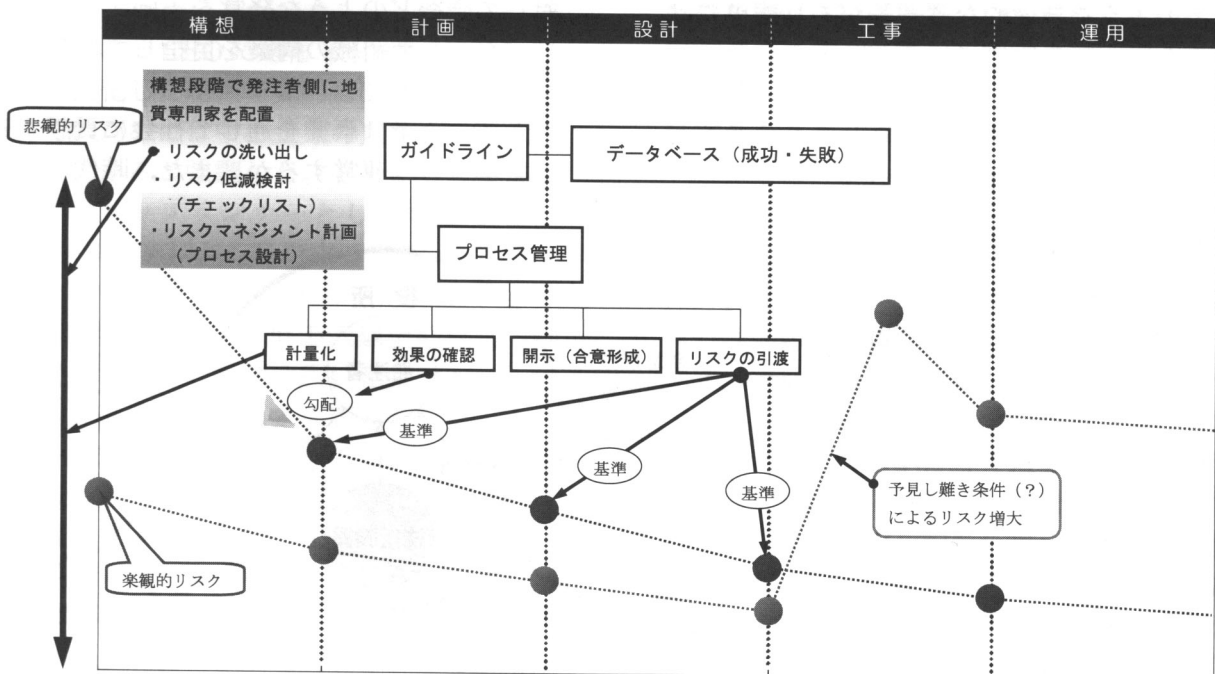
をクライアントに提供する極めて知的レベルの高い、そして社会的責任の重い業といえよう。技術や知識は日進月歩であり、常にフロンティアスピリットやベンチャースピリットをもって難関に挑戦することが要求される。これらの産業特性が以下に述べる企業経営に大いに影響を与えていることとなる。

3. 地質調査業の課題と提言

地質調査業は現状のドメイン（事業領域）を深耕し、成果物の信頼性を確保することは当然であるが、その業の範囲が建設産業全体のコストにどのように影響しているかは今だ明確な答えがない。しかし、既知の事実としてその影響の度合い

や、リスクに関する研究を推し進める必要があろう。「地質調査業が工事費など建設コストに及ぼす影響」や「地質調査業に対するリスクマネジメントの経営手法」等の新たな模索を推し進め、地質調査業がジオドクターとしての名声や働いている方々のプライド、強いては魅力ある産業として地位を確実にし、若者が業の将来性を夢見ることが出来るようにするためにもこれらの因果関係の解明は欠かすことが出来ない重要条件であろう。

ドメインは例えば「鉄道業」からバス、タクシー等の「輸送業」、デベロッパーとしての「地域開発業」、遊園地、デパート等の「夢を運ぶ事業」へと、また「陸・海・空を結ぶ総物流企業」へとシナジーのある分野へと展開するケースは周辺分



〔全地連（2007）「地質リスクに関する調査・研究」報告書より〕

図2 地質リスクマネジメントのイメージ

野や新規分野への参入をすることである。地質調査業においても最近環境問題がにわかにクローズアップしてきている。土壌・地下水汚染分野、防災・維持管理分野、情報分野等へ展開が重要視されてきている。また、従来業務についても、地質調査業の果たすべき領域はもっと広げられかつ深められるとの発想から、平成16年7月には、「地質調査を効率的に実施するための10の提案」を作成し、発注者に広く理解を求めている⁵⁾。

図2は地質調査業が現在実施している公共工事のプロセスにおける地質リスクマネジメントのイメージ図を示している。現状は構想→計画→設計→工事→運用のプロセスの計画と設計の間に地質調査が入る。このような状況下で発生する問題点を全地連(2007)「地質リスクに関する調査・研究」報告書にあるので引用してみる。

「地質調査が計画後に位置づけられ、設計条件を設定するためのものである場合、そこで設定された設計条件が工事段階で遭遇した事象と異なる場合は設計変更によってそのリスクを解消することを余儀なくされている。このことが一層地質調査・地質技術の役割を希薄にし、発注者によっては地質は工事に着手して事象に直面してから処理することが効率的である、という認識を生じさせてきた。

ところが最近、発注者によっては設計変更に伴う事業費増大が議会の合意を得られず工事がストップする事件が起きている。そのため、地質リスクを早期に予測し対策を講じる必要が生じているが、以下のような技術的な課題等があり簡単には改善できない。特に官側に地質技術者の少ない状況下においては、民間の地質技術者の参入が可能な段階(計画段階の中頃)以前にリスクの多くが決定してしまう状況を招いている。

- ⑥ 投資効果(コスト・便益)への期待からリスクの楽観的判断の傾向。
- ⑦ 地質リスクに係わるデータが不足。
- ⑧ リスク計量化手法が未確立。

コスト構造の多くが計画以前の段階で決定されることから地質技術は早い段階で適用されることが望ましい。しかし、この段階は発注者側技術者が判断する段階であり、発注者側に十分な地質技術者が確保されていないこともあり、地質技術が早期に適用されないことが多い。地質技術をコスト縮減に適用するためには、民間の地質技術者が技術顧問として発注者を支援する仕組みが必要である」

このように工事のプロセスの最初から特に構想段階からリスクに関する情報を発注者側と共有化するために地質のプロやその集団であるチームを派遣し、リスク回避することが必要であろう。こうすることによって建設コスト全体を削減することとなる。

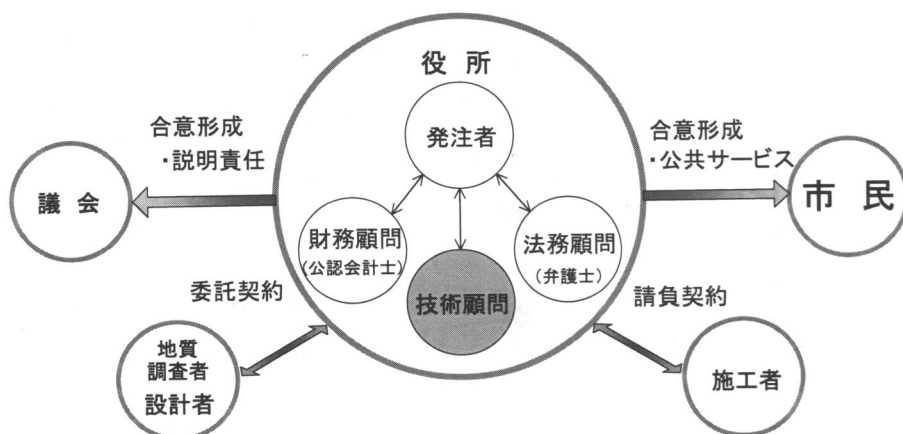
このようなことを実行するための具体的提言として図3にあるように財務のプロとしての公認会計士、法務の弁護士に加えて発注者側として技術力の優れた人や団体である「技術顧問」の重要性を指摘している⁶⁾。

4. 企業成長・発展の条件(バルーン型組織へ)

さて、以上の地質調査業を取り巻く経営環境に対して今後どのような経営を志向すべきか。小生はバルーン型組織の構築を目指してほしいと考えている。

さて、企業は事業を通じて社会に貢献する。その事業をどう運営するか、また、時代に合わなく

- ① 地質リスクの概念・体系が不明確。
- ② 公共事業の中で悲観的地質リスクへの対処が積極的には行なわれてこなかった。
- ③ 地質リスクを扱う者(地質技術者)の位置づけが不明確。
- ④ 発注者側の技術を支援する行為(発注者支援)が正当化されていない。
- ⑤ 設計変更によるリスク解消を余儀なくされている。



[全地連(2007)「地質リスクに関する調査・研究」報告書より]

図3 技術顧問の位置づけ

なった事業は再編し、新事業を立ち上げるか等常に経営環境の変化と世の中の動きを感得するセンサーを経営者のみならずミドルマネジメント（中間管理者）、ローワーマネジメント（監督者）、従業員とも保持すべきであろう。それだけ変化のスピードが速くなってきた。意思決定の迅速化、高い目標の成就、意欲の向上等が組織に要求されている。組織のサイズが大きくなればなるほど組織は硬直し、柔軟性がなくなってくる。いや、組織サイズの大小は関係がないかもしれない。組織構造の枠組みを変更する事によって人々の意識が変化し、行動の変容がもたらされる。常に経営環境との共生を心がけなければ組織は破滅か成長が鈍化する。

中小企業の優位性

中小企業の優位性はなにか、であるが、やはり顧客ニーズにきめ細かく対応できる点であろう。そのためには意思決定を迅速に実施することである。小生が2004年にベンチャー企業、2005年にジャスダックの調査をした回答結果によるとやはり中小企業の企業組織の特徴は小回り性であるということが分かる。この当たり前のことがなかなか実行できないところに悩みがある。

あるセミナーで参加者に聞いてみると、やはり中小企業の特徴としては、顧客との密着、素早いコミュニケーションとクイックアクションが最も多く、全ての企業27社が回答、小回り性24社、地域密着と他の企業との連携11社ということであった⁷⁾。

かつてGEの前CEOであるJ・ウエルチは、官僚化し、硬直化した組織を如何に改革するかに腐心した。そのためには中小企業の良さを組織に組み込むことであると強調した。そのことによってGEは世界のトップランナーとして君臨している。「私（ウエルチ）がGEを去る当時、GEにはガスタービンからクレジットカードに至るまで15の主要事業部門があり、30万人以上の社員がいた。複雑でカバーする範囲の広い企業であることは確かだが、街角にある小さな店みたいに、スピード重視、形式ばらず、自由なコミュニケーションの取れる会社でありたいと常に考えていた」の思いの実践には多大な努力と仕組み作り、優秀な人材の育成が背後にあったといえよう⁸⁾。

「コア・コンピタンス経営」⁹⁾の著書であるハメルとプラハラードはいつの時代においても企業はグローバル化のなかで如何に競争優位を確保するかであり、「古い慣習に染まっていない新興企業」

との競争が問題であると論じている。最近の電気自動車開発における既存大企業とスモールハンドレッドのベンチャー企業との競争等は、未来を創出し、業界の再創造と企業の基本戦略を構築するには、① 伝統的な業界で慣例化している競争ルールを根本的に変えてしまう、② 業界の境界を引き直す、③ 新しい産業を作り出す、の3項目が重要な事であると論じている。未来を創造するには自らの手で会社の進むべき道を発見しなければならない。さまざまな業界における革新をもたらしているのはすべて小さい、新興企業である。

上記の条件を組み入れた今後の組織構造は、① トールで背の高いピラミッド型組織から背の低いフラット組織（階層の短縮を意味する）に転換移行、② 自立型チーム組織が企業の価値創造の主力となる。そのイメージとしてプロジェクトチーム、ベンチャー企業、③ 企業間におけるネットワーク型組織の構築（提携、マトリックス組織、バーチャル企業）、④ 持ち株会社による分社経営等が視野に入ってくる。

しかし、いくら立派な構造（ハード）を構築し、導入したとしてもそれを運営する機能（ソフト）面が充実していなければ「木に竹を接ぐ」というようにアンバランスになり組織のパワーは萎えてしまう。例えば、事業部制組織にしてもカンパニー制にしても企業の理念や使命を理解し、何をすべきか、に人々の心が揺り動かされ、組織の目標に連結できなければ折角の構造は画に描いた餅となる。良い組織文化、有能なリーダー、自立型従業員を如何に輩出するかであろう。それは、まさに経営者の仕事であり、責務である。

プロジェクトチームの必要性

既存組織に柔軟性を保持させるための一つの組織的工夫がプロジェクトチーム（プロジェクト組織）の導入である。それは、職能部門別組織、事業部制組織等のタテ型組織に対してヨコ型組織といわれている。特定の課題毎に各職能部門（研究開発、営業、経理、人事、生産等）から10名前後が人選され、期間限定（3カ月、6カ月、1年等）でその課題を解決する。大企業のほとんどが採用しているし、加藤茂夫が中小企業を対象に行った調査においても約8割の企業が採用していた。その中でも継続的に採用している企業が3割に上っていることは特質して良いであろう。有名なプロジェクトチームの例としてはシャープの電卓開発、ソニーの8ミリビデオの小型・軽量化開発がある。

例えば、地質調査業の以下の例はプロジェクトチームを編成することによってある程度リスクは回避できたと思われる¹⁰⁾。**ケース1**：宅地分譲後の地盤沈下：行政の町おこしの一環で分譲販売した宅地が、販売後徐々に変状を来し、約20年を迎えた頃に大きな問題として取り扱われ、行政側と住民側で補償問題を交渉することとなった。宅地造成前に地盤調査が行われず、問題が顕在化してから実施された地盤調査で不良材料による埋立が判明した。事前に地盤特性を把握し、地質技術者の専門的判断を導入できる段階があればリスクを軽減できたと思われる。**ケース2**：近接施工による工場設備の変形：軟弱地盤地域において、大規模工場に隣接して地下掘削工事を実施した。この工事では掘削時の地下水処理に排水工法を採用したため、周辺地下水位の低下を招き、工場設備の多くに地盤沈下に伴う変形が発生し、各種の機能損傷を与えた。事前に地盤特性と施工条件を十分検討し、調査・設計段階で、地質技術者の専門的判断を導入すれば、シミュレーション解析などによる事前予測によって仮設工法の見直しなどが検討できた可能性がある。

このように地質調査業におけるプロ集団がプロジェクトチームを編成し、組織の人的、物的資源を有効に活用する組織のパワー、価値を創造する仕組みを生み出すことがリスクを回避し、信頼性の高い成果物をクライアントに提示できるのである。

経済同友会の調査¹¹⁾によると「これからの組織に必要な事柄」の回答で最も多かったのが「タテ割り組織ではなく原則的にプロジェクト単位で行う業務スタイル」であった。特に注目すべきは経営者、ミドル、若手社員とも約65%の回答を得たことである。

W. G. ベニスは、未来の組織のキーワードは「一時的、臨時的(temporary)」であり、世の中の40%の人がプロジェクトチームに参加するであろうと予測していたがそのようになりつつあるように思える¹²⁾。

P. F. ドラッカーは「顧客の創造」が出来るかどうかと言った。そのためには彼はこれから20年後の新しい企業組織(The new organization)は、組織階層が半分以下になり、管理者の数も3分の1になり、病院、大学、シンフォニーオーケストラの専門家集団に似た構造になるであろうとし、その中核的組織をスペシャリストで構成されるチームとする「情報を基盤とした組織(information-based organization)」となるであろうと論じた点

と共通する¹³⁾。また、ドラッカーはトップとそのチームが直結し、極端に言うならばミドル・マネジメントが介在しない組織となるであろうという。

プロジェクト組織(タスク・フォース)に参加するスペシャリストを仕事へと動機づけるためにはプライドとプロ意識を刺激しつづけなければならないが、キャリア開発などこれらの「情報を基盤とした組織」を具体的にどのように運営するかについては明快な回答はまだないという。先に指摘したR. H. ウォータマンの長期雇用型キャリアから弾力的キャリアへ(どこでも働くことができる能力—employability—を社員に)は、一つの回答を与えているように思える。これから益々人の移動が激しくなるであろう。その場合、企業側としては優秀な人材を育成し(よい企業ほど人材は育つ)、適材適所において処遇するシステムを用意する事が必要であろう。多くの組織メンバーにスカウトの目がいく会社にしなければならない一方、スカウトに来て組織を離れない人材を育成することがよい企業の条件となろう。しかし、ベニスが指摘していると同様にドラッカーもわれわれが慣れ親しんできた組織構造とは異質のものとなることは確かなようだ。

プロジェクトチームを恒常的に組み込んだ組織形態がマトリックス組織(格子型組織)である。タテ組織とヨコ組織の格子状になっている構造である。限られた資源を有効に活用できるとのメリットがあり、その応用が企業間における共通業務の集約化である。例えば、横川電機は分社化に伴ってグループに所属する企業の間接部門(人事、経理等)を集約し、別会社で一元的に管理する体制を整えた。地質調査業の各企業が多面的側面において共通部分の集約化をしながら自社の強みを活かす組織的工夫で共存共栄を果たしていく知恵が必要となろう。そのためにも極めて重要なプロとしての人的財産が十分な価値を生み出せるようなバルーン型組織が重要となろう。

バルーン型組織とベンチャースピリット

バルーン(風船)は経営者の思いや夢等によって伝達され、それぞれの小さな組織(チーム)がある程度自由に活動できる仕組みをイメージしている。バルーン型組織(the balloon-shaped organization-BSOと称する)¹⁴⁾は「組織の規模に関係なく、経営者やリーダーがベンチャースピリットを常に持ち続け、その思想や考え方が組織メンバーに浸透し、業界や社会に貢献していることが広く認知され、常に高い目標に向かって業務遂

行をしているシステム」である。図4は企業組織の典型的スタイルとしてのピラミッド構造のイメージからバルーン型組織のイメージを表した。

人間を信頼し、人間の知恵を生かせるバルーン型組織へと移行することによって、人間としての満足感を得ることができし、またそのサービスを受ける者にとってもそこに価値を見出す。バルーン型組織へと駆り立てるものは、創造的で進取な心、リスクに果敢に挑戦する意欲と責任感・倫理感を持つ心の様相としてのベンチャースピリット（企業家精神）であり、それを経営者のみならず、すべての組織メンバーが持つことが重要となる。図4にあるように組織のトップ、部長、課長、工場長、フロアー長、店長、子会社のトップ、フランチャイズチェーンの店長、スポーツチームの監督、キャプテン、組合や商店街、地域社会のリーダーがベンチャースピリットをもつことである。組織の変革はまさに現場のリーダーの意欲によるところ大なるものがある。

日本人の特性として多くの若者が起業するという米国型に移行するとは考えられない。日本では組織に参加し、そこでキャリアアップを図り、その所属する身近な組織においてベンチャースピリットを持ち、行動するというイメージがバルーン型組織である。ピラミッド型組織や官僚制組織の形状をこの自立型組織であるバルーン型組織に置き換え、運営することができれば企業と組織メンバーとの間にウイン・ウインの関係を構築できると考える。また、企業の利益と社会の利益（環境利益）を実現しようとするトリプルボトムラインによりスイートスポット（事業利益と社会利益環境の重なる部分）が見出されるならば3WINが実現する。環境を重視し社会貢献することによって企業の存続を図る経営志向が極めて重要となる¹⁵⁾。

スイートスポットは例えば地盤データの進化が社会貢献に結実したり、顧客の安心・安全志向への取り組みであったり、

経費削減と天然資源の無駄排除であったり、クリーン技術への取り組み等である。

このように過去のしがらみから脱却し、21世紀に存続する企業の条件は、大企業も中小企業もベンチャースピリットを組織や個人にどのように浸透させるかである。それには、「小さな組織」や「チーム型」の組織体制をもっと活用し、従業員が満足する仕事の仕組みを構築することが人材育成の観点からも必要となろう。理想的には、このような中小組織・チームがネットワークによって自立的に動ける組織の連合体とすることが必要不可欠な条件となる。また、組織内の『小さな組織』『チーム型』の連合体としてだけでなく他の外部組織とのネットワーク（連結）も重視すべきであり、多くの事例が散見できる。

ビジョンや使命が従業員にきちんと伝わっているかどうか、コミュニケーションが十分に行われており、従業員と同じ高さ、目線でもって共に話し合いが出来ているかが成功の鍵である。組織では経営の内容をオープンにガラス張りにして、納得と理解をして貰う組織、これが「バルーン型組織」であり、「心に見える企業」と私が提言している。多くの地質調査業に身を置く企業がそういう人を活かす組織の構築をしてくれることを念願している。

（本稿は平成20年度専修大学研究助成・個別研

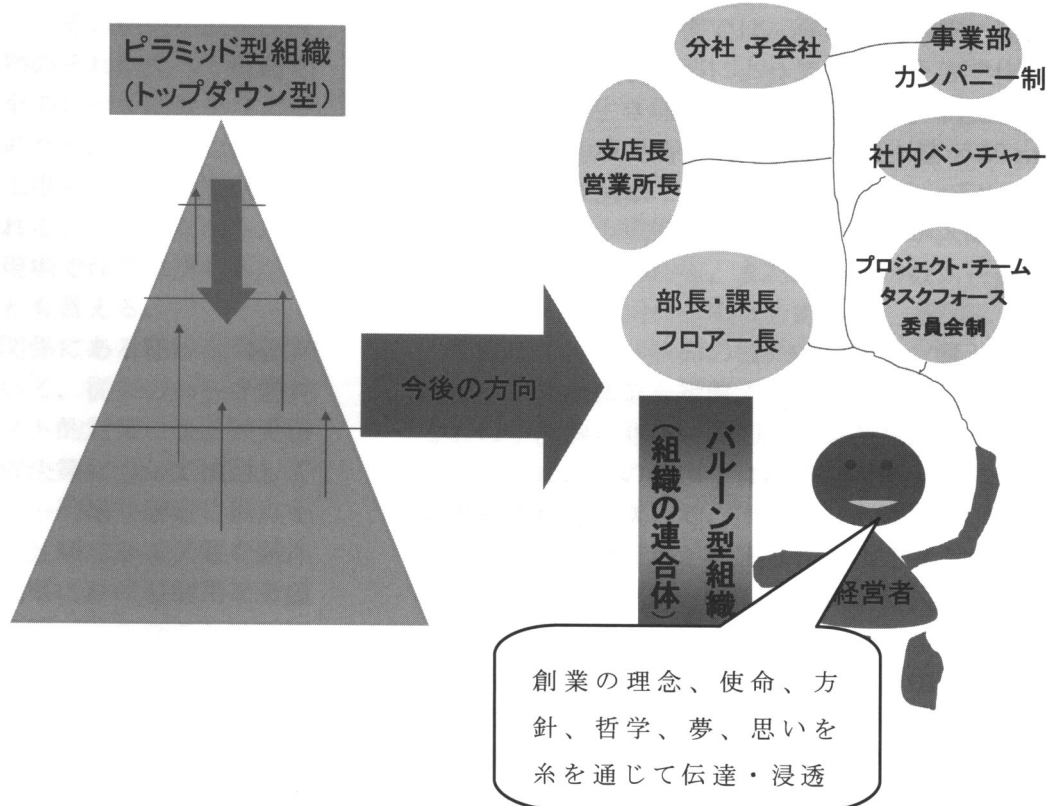


図4 バルーン型組織のイメージ

究「ベンチャー企業とその支援策の研究」の成果の一部である)

[注]

- 1) 全地連は建設業としてはじめて「中小企業近代化促進法」(1963年制定 1999年廃法)に基づく特定業種に指定され、構造改善事業を実施、この調査報告書は第3次構造改善事業の骨子を形成することとなった。
- 2) 全地連調査
- 3) 因みに2006年に行われた「建設コンサルタント」1365社における調査では資本金1000万円から2000万円未満が55.6%、2000万円から5000万円まで35.2%とこれらの層で約9割となっている。「中小建設コンサルタント業の活路開拓ビジョン—中小建設コンサルタント業の生残りのために—」建設コンサルタント協同組合、2007年2月
- 4) 「1990ビジョン」の調査によると売上高の構成比で見ると地質調査業が17.7%、測量業6.6%、建設コンサルタント20.2%、建設業46.8%、その他8.7%であった。資本金階層別で地質調査業の売上高に占める割合が最も大きかったのは1000万円未満の46.3%、最もその割合が小さかったのが資本金1億円以上の9.7%であった。そのことは注3の建設コンサルタントの調査においても兼業が常態化しているが売上高に占める建設コンサルタントが50%で測量19%、地質調査業12%となっており、全体的に概観すると建設コンサルタントでの売上高が半数と「1990ビジョン」での地質調査業に比べて大きい比率を占めているのが特徴である。

- 5) 全地連(2007)「地質リスクに関する調査・研究」報告書
- 6) 技術顧問の支援ツールとして以下の6つをあげている。
 - ① プロセスマネジメントシステム
 - ② リスク計量化手法
 - ③ リスク要素の体系
 - ④ リスクの因果関係のモデル
 - ⑤ ガイドライン(リスク抽出・計量方法・予測方法、リスク削減方法、リスクの引渡し基準、地質調査妥当投資額算定方法、設計監督方法、工事監督方法など)
 - ⑥ データベース(各段階での成功・失敗事例)
- 7) 加藤茂夫「増補版心に見える企業」泉文堂、2007
- 8) J. ウェルチ、斉藤聖美訳「ウイニング勝利の経営」日本経済新聞社、2005
- 9) ハメルとプラハラード、一條和生訳「コア・コンピタンス」日本経済新聞、1995
- 10) 全地連(2007)「地質リスクに関する調査・研究」報告書
- 11) 経済同友会「第10回企業白書」1992
- 12) W. G. ベニス、幸田一夫訳「組織の変革」産能短期大学出版部、1968
- 13) P. F. ドラッカー「未来型組織の構造」ダイヤモンドハーバードビジネス、1988
- 14) 加藤茂夫(2004)「第7章リーダーシップと経営者」飢富順久編著『経営管理の新潮流』学文社においてバルーン型組織を提唱。加藤茂夫「増補版心に見える企業」泉文堂、2007
- 15) 福田昌義「新しい日本型経営の探求」広島大学、第60回日本経営教育学会、2009.10

斜面工事における被災防止のための 簡易な崩壊モニタリングの検討

たまて
玉手 さとし
 聡*

1. はじめに

土砂崩壊は建設業における労働災害の多くを占めており、その防止は安全行政における重要なテーマに位置づけられている¹⁾。斜面の崩壊危険性を施工前、施工中、施工後で比較すると、一般的に施工中は最も危険性が高くなる²⁾。その理由は、切土や掘削が安定状態にあった斜面を一時的に不安定化させるためである。この不安定な状態は施工の完了によって解消され、崩壊危険性は減少する。しかし、建設工事に従事する労働者の生命を守る観点からは、現場の安全が確保されなければならない。従って、施工中に増加する崩壊危険性を評価し、その結果に基づいた措置が必要である。

施工中に使用する仮設構造物の安全率は永久構造物のそれに比べて小さい。その理由は仮設構造物の使用期間が永久構造物のそれに比べて短期であり、経済的観点から安全のレベルに差を与えて設計するためである。そのため、工事後の斜面は長期的に安全であるが、工事中の斜面は短期なため安全性が低いとも見られる。しかしながら、施工中の斜面安定は様々な現場で作業に携わる労働者にとって経常的な問題とも言える。

筆者はトレードオフの関係にある建設現場の安全性と経済性の問題について、従来のハード的対策による崩壊抑止からソフト的対策による被災防止に発想を転換し、その解決策について検討している。この検討では労働者の迅速な避難に焦点を当て、斜面の動きを簡易に計測できる装置を試作した。この試作では施工現場における使用を考慮して、低コストで簡易な設置が可能なことを重要条件に位置づけた。

本稿では斜面工事における安全上の問題点を考

察し、次いで試作した計測装置の概要を述べる。そして、実大模型実験による計測結果に基づいて、施工時斜面の崩壊監視に対する適用性を考察する。

2. 斜面工事における災害と安全上の問題点

国土の約75%を山地が占める我が国では、道路等の社会基盤施設の整備において斜面の切土や盛土工事が必要となる。一方、このような斜面工事では、近年、労働災害が頻発する傾向にあり³⁾。特に同工事中の法先掘削では災害が多発している⁴⁾。

写真1は斜面工事中に発生した土砂崩壊災害の一例を示す。この災害では、写真の奥右側に発生した小規模な土砂崩壊によって、その下方で作業中の労働者が生き埋めとなり被災した。調査によれば、土砂崩壊災害の約6割は崩壊土量が50m³未満の小規模崩壊であると報告されている⁴⁾。従って、たとえ小規模な崩壊でも、これが人間を直撃すると人命に関わる。また、わずか数メートルの避難が生死を別ける場合もある。

写真1の災害は斜面の法先部にフトン籠と呼ばれる小規模な擁壁を設置する工事中に発生した。写真の手前側に見られる切土面の存在からも明らかのように、この工事では法先部の切土が先行して実施された。次いで、床ならし、籠枠の設置、石の積み込みの作業が実施された。切土された斜面は無補強であり、一時的に不安定な状態にあった。籠枠の設置中に切土部からその上部にかけて崩壊し、労働者が生き埋めとなった。

また、擁壁工事では斜面の切土や基礎部の掘削、ならびに型枠製作やコンクリート打設が行われる。擁壁の完成後には斜面の安定が保たれるが、その施工中においては不安定な状態が生じ、崩壊

* 独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 上席研究員

に至る場合がある。労働者は時として不安定な斜面の近傍で作業する場合もあるようである。

溝掘削工事では、両壁面により水平反力を確保できるため、切梁りの設置による崩壊抑止が比較的容易である。一方、斜面工事では斜面が片側のみの非対称な条件であり、水平反力の確保が必ずしも容易ではない。例えば、矢板土留めの設置では、施工に大型クレーン車が必要となる。施工現場が山中で狭隘な場合は、大型機械を支持地盤に安定設置することが困難な場合もある⁵⁾。

以上の現状を見ると、労働者を崩壊前に避難させ、被災を防止する対策が必要ではないかと思われる。適切な避難の実施には警報が有効である。この警報には崩壊危険性の検知が必要である。この検知には斜面の監視が必要であるが、人間の目視のみによる対応には限界がある。従って、何らかの計測装置を用いた補助的監視の適用が必要と見られる。



写真1 斜面崩壊による労働災害の事例

3. 労働安全関係の法令規則

労働安全衛生規則⁶⁾(以下、安衛則と呼ぶ)では、斜面崩壊による災害を防止するために必要な事項を定めている。その代表的な内容を以下に述べる。

1) 安衛則 356 条では「手堀り掘削における斜面勾配の基準」が示されている。地山の種類が「堅い粘土からなる地山 (N 値 8 以上)」と「その他の地山」に分類されている。それぞれの地山について、掘削可能な高さや斜面勾配の最大値の関係が示されている。

また、安衛則 357 条では、「砂からなる地山」ならびに「崩壊しやすい地山」の掘削高さや斜面勾配の最大値を示し、安全上守られるべき最低基準が示されている。

2) 安衛則 358 条では「点検」の義務を述べている。事業者は点検者を指名し、作業箇所及びその周辺の地山について、その日の作業を開始する前、大雨 (50 mm 以上) の後及び中震以上の地震の後に、浮石、亀裂及び湧水の有無などを点検さ

せなくてはならない。しかしながら、点検は目視や踏査によって行われるため、見落としや過誤の発生も否めない。また、崩壊の予兆として斜面に現れる変形は微小な場合があり、目視による早期の把握は困難な場合もある。

3) 安衛則 361 条では「地山崩壊等による危険の防止」が述べられている。崩壊のおそれがある場合は、あらかじめ土留め支保工を設けるとともに、立入禁止の措置を講じなければならない。しかしながら、「崩壊のおそれ」の判断は事業者にゆだねられているのが現状であり、現場の安全レベルは経験や技術力によって差が生じていることは否めない。

労働安全衛生法第 3 条では事業者に対する安全性向上の責務が述べられるとともに、第 28 条 2 項では危険性の調査とそれに基づく措置の実施 (リスクアセスメント) が述べられている。従って、潜在的な崩壊の危険性を有している斜面工事では安全対策の検討とこれに基づく措置が必要である。

4. 計測技術の安全監視に対する適用

(1) 既往の計測装置

主に地すべりを対象とした計測装置の開発が進み、多くが実用化されている。

GPS (Global Positioning System : 汎地球測位システム) は、米国が開発した人工衛星から発信される電波を受信し、受信位置を求める測位システムである。上空視界の確保が実施上の条件となる。mm 単位の精度を得るには 1 回の計測に 1 時間以上を要し、即時性がやや劣る。変化が局所的で急激に増加する施工時斜面の崩壊計測には、精度と即時性の解決が必要と見られる。

地表面移動 (伸縮) 計測は地表面の任意な区間における変位増分を意味し、ワイヤー式変位計を用いる手法が地盤工学会基準 (JGS 1725-1995) に示されている⁷⁾。動物や飛来物がインバー線と接触する問題を有するが、実用実績は多い。対象の正確な移動量を計測するためには、計測器と移動杭のどちらかを不動点に設置する必要がある。

傾斜計測には図 1 に示すような地表傾斜と坑内傾斜の 2 種類がある。地すべりでは地盤中にひずみが累積し、それが地表面の傾斜変動となって現れることが多い。このような段階では伸縮計の設置は難しく地盤傾斜計が地すべりの早期検知に有効と言われている⁷⁾。坑内傾斜の測定では直径 100 mm 以上のボーリング孔を深く設ける必要があり、作業は比較的大がかりとなる。また、埋設し

た傾斜計は一般に回収が不可能であり、費用は高くなる。短期的な適用となる施工時の安全監視では、コストと作業性が課題となる。

地中ひずみ計測（図1参照）では斜面内部に生じた水平変位の分布を計測し、その結果に基づいてすべり面の深さを決定する⁷⁾。測定には直径38 mm以上の「たわみ性パイプ」が用いられるが、この設置ではボーリングによって斜面に削孔を設ける必要があり、その深さはすべり面以下まで到達させることが標準となっている。

地中ひずみ計は構造がシンプルであり、計測性にも優れる。また、価格も比較的安価である。しかし、設置方法は坑内傾斜計と基本的に同じであり、必ずしも容易でない。そのため一般的には地すべりなどの大規模計測に用いられている。

以上より、既往の装置は比較的大規模な計測を対象とするため、特に中小現場への適用には、コストと作業性に課題があるようである。従って、施工時の短期的な崩壊監視に利用可能な、新たな簡易計測装置が必要のように思われる。

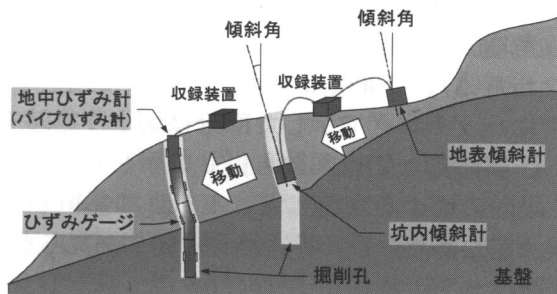


図1 傾斜計と地中ひずみ計の設置イメージ

(2) 簡易な計測装置の検討と開発

施工中における早期の崩壊検知には常時監視が有効である。そのためには人間による監視に加えて、電氣的計測による監視が必要と考えている。しかし、この計測は施工中の一時的なものであるため、経済性と簡便性が望まれる。そこで、筆者は短尺な棒体の下端にスクリューを与えた小型パイプひずみ計を試作した。この装置を「スクリュー貫入型表層ひずみ計」と称し、以降本文では「SPS」と略称で呼ぶこととする⁸⁾。

SPSは地盤の表面から回転貫入させて埋設するセンサーである。このセンサーは斜面の不安定化に伴って浅層に生じるせん断ひずみ増分を棒体の曲げによって感知するものである。感知手法は地中ひずみ計に類似するものであるが、SPSは以下の特徴を有する。

a) 装置の形状と構造

SPSは全長1 m、直径15 mm、質量約6.8 Nの

小型のセンサーであり、その外観は写真2のとおりである。一般的な地中ひずみ計はその直径が約50 mmであり、長さは最大30 mに達する大規模なセンサーである。従って、両センサーは大きさが全く異なるものであり、SPSは非常にコンパクトである。SPSは斜面の表面から浅い部分に生じるせん断ひずみ増分を計測することを目的としたものである。

装置の全長は斜面上において作業員1名による設置が可能な長さに設定されており、写真3に示すとおり作業性も優れている。

本体は二重管構造を有する。棒の変形を検知するひずみゲージは内管に貼り付けられ、外管がこれを覆う。従って、ひずみゲージが保護された構造となっているため、回転貫入による簡易な設置が可能となっている。また、中空構造による軽量化は、運搬時の負担軽減にも寄与している。



写真2 スクリュー貫入型表層ひずみ計 (SPS) の外観



写真3 スクリュー貫入型表層ひずみ計 (SPS) の設置過程

b) SPSによる検知のアイデア

斜面崩壊に際して発生するせん断変形はすべり面近傍で顕著に発達する。しかしながら、この変形を直接計測することは容易でない。そこで本研究では、斜面浅層におけるせん断変形に注目した。その理由は、装置の設置が簡単なため、現場への

適用が容易なためである。ただし、この変形量は非常に小さく、その計測には高感度な装置が必要となる。そのため、SPS の製作では高感度な応答性能の実現を重要条件に位置づけた。

c) 簡易な設置性と高い応答性

SPS は下端にスクリーを備え、これが回転貫入を可能にする。プレボーリングを必要とする従来型のパイプひずみ計に比べて、設置のための労力が大きく軽減されている。また、貫入には汎用の電動工具を動力に用いるため、低コストで設置ができる。

設置から計測開始までに要した時間は5から10分程度であった。さらに、SPS は地盤を押し広げながら貫入するため、強固な密着が得られる。その結果、地盤の変形を高感度に計測することが可能である。また、貫入後に上端に設置する受圧板は変形の伝達ロスを減少させ、計測感度を向上させている。

5. 実大模型地盤における崩壊実験と応答計測

(1) 地盤条件

関東ロームを盛土して模型斜面を作製し、これを切土することによる崩壊実験を行った。模型地盤は高さ (H) が5 m を有し、45度の勾配を与えた。切土幅 (B) は2.5 m ($H/B=2.0$) であった。斜面天端にて動的簡易貫入試験を実施し、換算 N 値の分布を求めた。得られた値には ± 0.4 程度のバラツキが見られたが、その平均値は約2でほぼ一定であった。

実験は写真4に示すようにバックホウを用いて法先側より段階的に鉛直切土し、斜面を不安定化させた。切土は図2に示す通り、全7段階を標準とし、1段階の切土は水平距離50 cmとした。各段



写真4 バックホウを用いた切土の様子

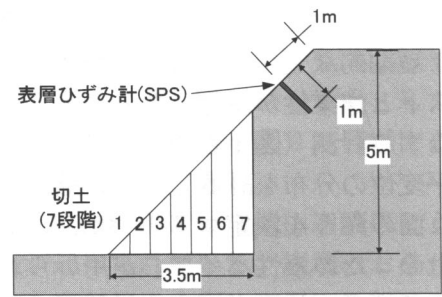


図2 実大模型地盤の切土順序と SPS の設置位置

階の切土終了後には、5分間の待機時間を与え、変形の収束を確認した。法肩より1 m下の斜面上に、SPS を垂直に貫入設置し、崩壊に至る過程の反応を計測した⁹⁾。

(3) 実験結果

a) 軟弱なローム斜面における SPS の反応

図3は軟弱な関東ローム斜面の切土による崩壊過程について、応答ひずみ (r_s) と経過時間 (t_e) の関係を示す。 r_s は SPS により計測された値であり、その値は上に凸 (時計回り) の曲げを正とする。この r_s 増分 (Δr_s) に対応する SPS の平均たわみ角増分 ($\Delta \theta_i$) の比は約0.003 (%/ $\mu\epsilon$) であり、すなわち $\Delta r_s=1000(\mu\epsilon)$ が $\Delta \theta_i=3\%$ に相当する。図中にハッチングで示した部分は切土作業時を意味し、実時刻と切土回数も併せて示した。

7段階の切土を実施して、3.5 m の鉛直斜面を与えた。しかし、この時は斜面に動きが見られず、計測値にも特に変化が現れなかった。そのため、底部をさらに「すかし堀」し、斜面に若干のオーバーハング状態を与えた。すかし堀の終了直後 (11:22) には、顕著な反応は見られなかったが、そのまま待機して経過を観察した。その結果、約10分後の11:32に斜面は崩壊した。崩壊の数分前より、 r_s の値には顕著な変化が確認された。図4は同実験における崩壊までの r_s と t_e の関係を拡大して示すとともに、崩壊形状の概略をグラフ

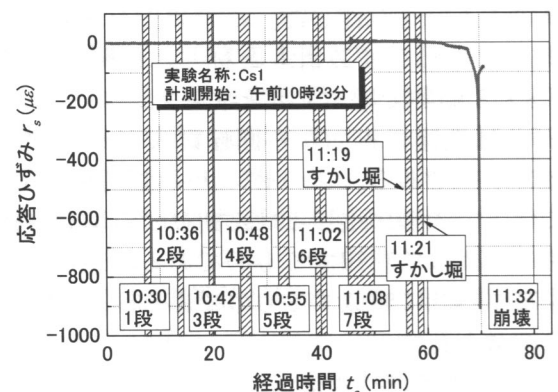


図3 崩壊実験の過程における SPS の反応 (Cs1)

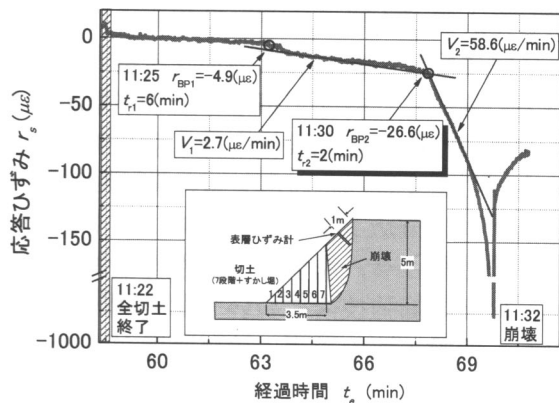


図4 Cs1における崩壊時の反応(拡大図)

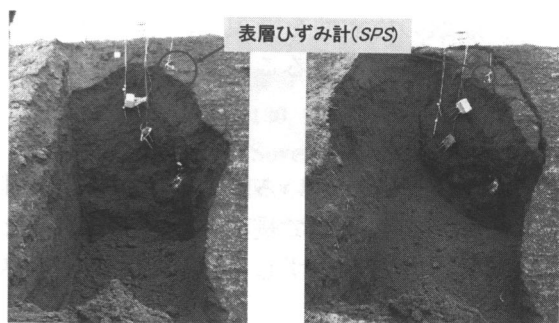


写真5 Cs1における崩壊の様子

(左:第2変化点(11:30),右:崩壊発生(11:32))

中に示す。

崩壊はハッチングで示した部分で発生した。崩壊の様子を写真5に示す。左右2つのブロックが連続的に崩落し、すべりは法肩の奥側に達した。SPSは土塊とともに落下した。地山には曲面的なすべりが観察された。グラフに示す曲線には2つの明瞭な屈曲点が崩壊前に現れ、曲線の傾きに段階的な減少が見られる。

$t=63$ min (時刻11:25)において初めの変化が見られる。接線勾配には僅かな勾配の減少が見られる。 $t=63\sim 68$ minにおいて、 r_s の値は直線的な減少を示す。この減少が始まった点を第1変化点(BP1)と定義する。BP1における応答ひずみの値(r_{BP1})は $-4.9(\mu\epsilon)$ であり、崩壊までの残り時間(t_{r1})は約6分であった。

$t=68$ min (時刻11:30)には新たな屈曲点が曲線に現れた。その後、曲線の傾きには加速度的な減少が発生した。この加速度的な減少が始まった点を第2変化点(BP2)と定義する。BP2における応答ひずみの値(r_{BP2})は $-26.6(\mu\epsilon)$ に減少しており、崩壊までの残り時間(t_{r2})は約2分であった。BP1とBP2の間に見られる直線部勾配の絶対値を第1ひずみ速度(V_1)、BP2直後の接線勾配の絶対値を第2ひずみ速度(V_2)とそれぞれを定義した。本実験Cs1では V_2 が V_1 の約20倍

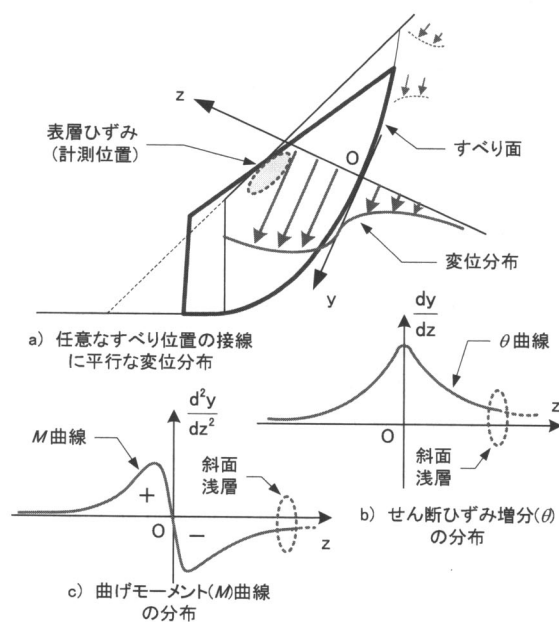


図5 崩壊に伴うせん断ひずみ分布の仮定

であり、著しい増加が見られる。

図5はすべり面上の任意な位置における変位分布とこれに伴って生ずるせん断ひずみ増分について、仮定的な概念を示す。任意なすべり位置において接線方向に平行な変位成分がその近傍で急増し、a)図のように分布する。崩壊に伴う変形はブロックの内外に生じる。

変位分布の接線勾配はたわみ角、すなわちせん断ひずみ増分(θ)であり、b)図のように分布する。 θ の値はすべり面からの距離が増加するに伴って、急激に減少する。なお、切土等による小規模な表層崩壊では θ が斜面浅層にも生じると想像され、境界条件により θ の分布はすべり面以浅と以深で必ずしも対称にならないものと想像される。

θ 曲線の接線勾配は曲げモーメント増分を意味し、c)図のように分布が推定できる。SPSの計測値(r_s)はこの曲げモーメントが作用したことに対する反応と見られ、浅層部におけるせん断ひずみ増加は斜面の不安定化に関連して生じると考えられる¹⁰⁾。

6. 施工時斜面の崩壊危険予測と避難

土がクリープ破壊する際には、時間とひずみ量の間クリープ曲線を描くことが知られており^{11),12)}、図4の r_s-t_e 曲線はクリープ曲線と明らかな類似が見られる。なお、この r_s-t_e 曲線における進行的破壊の観測時間は一般的なクリープ破壊のそれに比べて非常に短い。そのため、本研究では類似性に着目して、次の3つの過程を定義した。

1) 1次過程(遷移モード):ひずみの値が漸増

する

- 2) 2次過程(定常モード): ひずみ速度が一定となる
- 3) 3次過程(加速モード): ひずみ速度が増大する

この実験では、定常モードが崩壊の約6分前より開始し、その後4分間継続した。そして、加速モードは崩壊の2分前より開始している。

自立性が低い砂地盤は切土に伴って小崩壊が連続するため、むしろ危険性の把握は容易と言える。一方、自立性が高いロームのような地盤では破壊のタイムラグが誤った安全の判断を与えるため、むしろ危険と見られる。そこで本研究ではクリープ破壊的な崩壊モードについて、その過程に対応させて危険レベルを区分し、避難への適用を検討した。

工場等の生産現場における安全装置には緑色と赤色の2色ランプに加えて黄色の注意ランプが与えられ、これによって生産効率と安全が同時に達成されている²⁵⁾。この概念を斜面崩壊に対する危険区分の参考にすると、注意と警告の2段階の警報を導入することが有効と考えられる。

すなわち、現場における避難指示を崩壊過程に関連づけると、例えば、定常モードの発生を「レベルD1」と定義し、現場内に注意を与える。労働者を危険箇所から退避させ、経過観察する。そして加速モードの発生は「レベルD2」と定義し、さらに強い警報を発する。崩壊の危険が間近に迫っており、緊急避難を指示する。

なお、この考えは施工中の比較的小規模な崩壊に対する適応を前提としており、数分程度の避難時間でも危険区域からの退避には有効と考えている。すなわち、わずかに十数メートルの避難でも、土砂の直撃による被災を防止できる可能性は高い。

崩壊過程と危険レベルの関係は規模の違いによって異なる。斜面に複数個設置したSPSが同時に警報を発するような場合は広範囲な不安定化、すなわち規模の大きな崩壊の可能性が高い。崩壊規模の増加に伴って必要な避難距離も増加するため、危険区分と警報の関係は状況に応じて検討される必要がある。

7. まとめ

本報告では、斜面工事における安全上の問題点を整理し、次いで土砂崩壊による労働者の被災防止の観点から計測施工の適用を検討した。試作した計測装置の実験的解析に基づいて、被災防止を

考察した。主な内容を以下に要約する。

1) 施工中における斜面の不安定性

過去に発生した斜面工事の土砂崩壊事例を考察し、施工中の崩壊危険性は施工前や施工後に比べて高いことを述べた。例えば、斜面における抗土圧構造物の築造工事では法先の切土や掘削が斜面を不安定化させ、崩壊の危険性を増加させる。一方、斜面の補強技術については一時的な補強、すなわち仮設工法の適用に検討課題が残されている。

しかしながら、斜面工事は各地で多数実施されており、労働者の被災防止は急務な課題である。従って、崩壊の危険性を監視し、これが高まった時には迅速に避難させることが災害防止の一手段として重要である。

2) 計測装置の検討

地すべり計測等に用いられている既往の計測装置はその多くが大規模で長期的な計測を対象としているため、設置が必ずしも容易でなく、コスト的にも課題が見られた。

簡易に斜面の不安定化を計測するために、計測装置を試作した。この装置は全長1m、直径15mm、重量6.8Nの小型で軽量の計測装置であり、これを「スクリュー貫入型表層ひずみ計(SPS)」と呼ぶ。下端に備わるスクリューが本体を地中に貫入させるため、容易な設置が可能であり、斜面の浅層部で増加するせん断ひずみに反応する装置である。

斜面を切土して崩壊を再現する実大実験において応答ひずみ(r_s)を計測したところ、不安定化にともなう明らかな反応が見られた。 r_s の経時変化を観察することにより、斜面が「止まっている」のか「動いている」のかあるいは「動きが速くなっている」のか、すなわち崩壊危険性の増加を知ることができる。また、クリープ破壊に類似した崩壊予兆を観測することにより、数分程度の避難時間を確保できる可能性がある。

3) 施工現場への適用

現場では収集したデータを逐次解析し、崩壊危険性の変化をモニターすることが必要となる。その増加が検知された場合は直接的に警報を発し、迅速に避難させることも必要である。SPSと接続して機能する一体型警報ユニットの試作も現在進めている。

斜面浅層部に対するせん断ひずみのモニタリングは、施工中の安全監視においても補助的な役割を担うものと考えられる。しかしながら、危険レベルの判定方法については未解明な部分も残されてい

る。今後も引き続き研究を行い、斜面工事に携わる労働者の被災防止に微力ながらお役に立ちたいと考えている。

本文で紹介したスクリー貫入型表層ひずみ計に関する知的財産権は当研究所より財団法人ヒューマンサイエンス振興財団（厚生労働省認定TLO）に移管されており、本実施についてはお問い合わせ頂けると幸いです。

参考文献

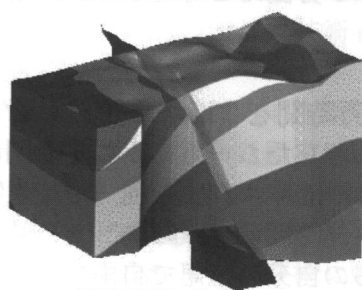
- 1) 厚生労働省：第10次労働災害防止計画, 2003.
- 2) 豊澤康男, 伊藤和也, 堀井宣幸：土砂崩壊災害防止の観点から見た斜面掘削工事における施工上の問題点, 第41回地盤工学研究発表会論文集, CD-ROM, 2006.
- 3) 建設業労働災害防止協会：建設業安全衛生年鑑（平成17年版）, pp. 105-130, 2006.
- 4) 伊藤和也, 豊澤康男, Surendra B. Tamrakar, 堀井宣幸：建設工事中の斜面崩壊による労働災害の調査・分析, 日本地すべり学会誌, Vol. 41, No. 6, pp. 17-26, 2005.
- 5) 玉手 聡：移動式クレーンの安定設置に必要な地盤

の支持力要件, 産業安全研究所安全資料, NIIS-SD-NO. 22, 2006.

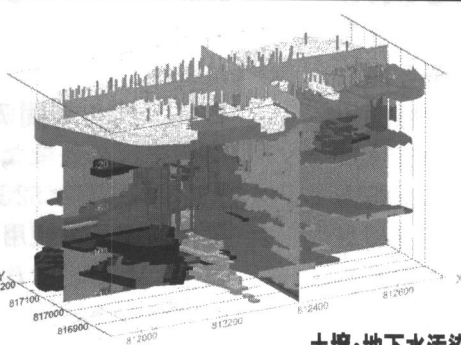
- 6) 労働調査会：安衛法便覧I平成18年版, 2006.
- 7) 地盤調査法：地盤工学会, 1999.
- 8) 玉手 聡, 遠藤 明：斜面工事における簡易な安全監視のためのスクリー貫入型表層ひずみ計の開発とその適用性に関する実験的研究, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, JNIOOSH-SRR-No. 35 (2007), pp. 107-128, 2008.
- 9) 玉手 聡, 豊澤康男, 伊藤和也, Surendra B. Tamrakar：施工時斜面の表層ひずみ計測による簡易な崩壊監視の検討, 第42回地盤工学研究発表会論文集, CD-ROM, 2007.
- 10) 玉手 聡, 伊藤和也, SURENDARA B. Tamrakar：表層ひずみ計測による施工時斜面の崩壊監視に関する実験的研究, 土木学会論文集C, Vol. 65, No. 1, pp. 1-18, 2009.
- 11) 齊藤迪孝：斜面崩壊時期の予知に関する研究, 鉄道技術報告, No. 626, pp. 26-31, 1968.
- 12) 地盤工学会：地盤工学ハンドブック, pp. 1337-1352, 1999.

3次元可視化技術

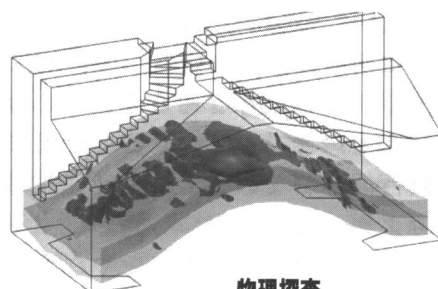
MVS(Mining Visualization System)
EVS(Environmental Visualization System)



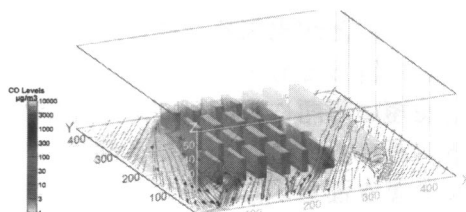
地質モデリング



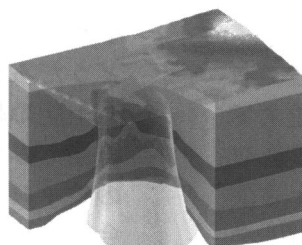
土壌・地下水汚染対策



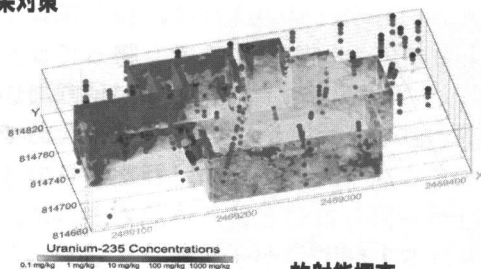
物理探査



大気汚染・騒音対策



資源開発



放射能探査

有限会社 太田ジオリサーチ

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

TEL 078-907-3120(担当:林)

無料3次元可視化モデル自動作成配信サービスはWEBから

<http://www.あんしん宅地.jp/>
あんしん宅地. JP

地質調査技術の伝承

さか い かつ お
酒 井 運 雄*

1. はじめに

地質調査業にとって現場作業は重要な一分野である。しかし、これが3Kとか言って優秀な若者から敬遠されている。技術の伝承は、受け手の条件を整えることが第一である。そこで、いわゆる3Kから「かっこよく、感動し、感謝される」快3Kに転換できないかと考えた。

3K解消には、ロボット化、IT化などが欠かせない。これを軽視している訳ではないが、働く基本概念を変えることで事情が反転し、世代間の技術移転がスムーズになることを願っている。

2. 比叡山の千日回峯は3Kか？

山中を千日走り回ったところで、世界から飢餓がなくなるわけでもないし、景気が良くなるわけでもない。社会的には、一見、何の役にも立たないのに何故、過酷な修行（肉体的には労働と何ら変わりが無い）を、3Kなどと言わないで、感謝の気持ちで自ら進んで行うことができるのか。

修行体験がないので、養老先生の文献¹⁾を覗いてみよう。「修行した本人の人生が一個の作品」という感覚なので、これをやれば金がいくら入るとか有名になれるとかの欲得願望からではない。

大方のスポーツのように、金と栄誉を胸に戦うのと武道とは異なるようで、勝ってガッツポーズをしたら、謙虚さ、感謝の念が足りないとして取り消される「武道」の世界。「道」なので何処まで行っても途中でしかない。ひたすら向う。これら修行から得た自分と言う作品によって、心から信用される人間関係が生まれるようだ。3K労働を修行や武道なみに変換できる手法はないか、一寸、難しそうだから次項へ行こう。

3. サッカーや剣道は、3Kか？

早朝から暑くても寒くても1日中球を追って走りまわる。寒い雪の早朝、朝錬と称して板床の上を素足で踏み込み、竹刀で叩き合う。それでも誰も3K「きつい、汚い、危険」などとは言わない。

「働く・労働」が「スポーツ・武道」に仕分けられた途端、「3K」は「格好よく、感動し、感謝される」になってしまう小気味よさについて考えてみよう。



寒稽古 誰か相手になってよ！

お金のために仕方なく、自分自身の貴重な持ち時間を売っているのが労働だと考えるのか、他の発想はないのか。

4. 持ち時間7万時間を3Kから解放しよう

例えば、残業なしとしたら一生で売れる時間は7時間×5日×52週×40年≒7万時間、一方、生物維持時間外の使用可能時間は40年間で15万時間以上になる。これらの自分の意思で自由に使える時間を、全て、スポーツや武道と同意識で利用するとすれば、3K+不平不満・愚痴・怒り…から、すうーと抜け出すことができると確信してみてもどうだろう。とは言っても……。

上記の趣旨を短い標語にし、毎朝、声に出して言ってみよう。それでもできない人は、職場はTVのチャンネルのようなもの、自分の生きがい向社会に向けて発信できる窓口として使っているとの意識、少々うるさいディレクターの小言は上手にかわして自己実現をしっかり図ればよいのではないか。

なに、自分の生きがい、目標を明確にできない！ならば簡単な方法がある。

* 基礎地盤コンサルタンツ(株) 事業部 酒井研究室 室長

5. イージーゴーイングな猫のように

今まで通り自分スタイルで、寝そべっている(言われたことをやっているだけ)。ただ1点だけ、好きな魚を見つけたら飛びつくように、今日1日だけの目標に飛びかかることではどうだろう。3日挑戦したら、次は週ごとの目標を、その次は…。

ただし、目標はちょっとしたことで人のためになった達成感の子供たちに誇らしげに語りかけたくなるものであれば、楽しく長続きすることになろう。一方、成人の平均寿命は80歳を超える。若いうちからちょっとだけ高い目標を持ち挑戦することが、3Kから脱出できるもっともイージーな手法かも。



猫と魚 高知須崎浜にて

どんな理不尽な業務命令でも、お釈迦様の手のひらの上で40数年間踊らしてもらっているとしたら、それを有難い修行の一つとしてクリアできる喜びを享受した方が良いのでは……でも、何か実例は……。

6. 地雷に足をもぎ取られた子供たち

山梨日立建機さんの雨宮清氏の講演を聞く機会があった。商用でカンボジアに行った時、足を地雷で失った多くの子供たちに出会い、母親からの「一生懸命に、思いやりの心を持って人のために生きなさい」を思い出し、技術者として地雷撤去を決意した(1995)。

今、好感度 No.1 の「社会的貢献」を10年も前に始めることになった雨宮氏は、会社の正規業務ではなく、何人かのボランティアで手持ちのバックホーなどを改良しながら開発を進めた。

特に高度なハイテク技術に頼ることなく、耐爆化を進め、国内での検証実験や武器輸出規制などの法的難問をクリアしながら、現在では世界6カ国に日立建機製の地雷除去機が50台以上稼働中とか。

農村出身の雨宮氏は、地雷を除去しながらバックホーの後ろに耕運機もどきをつけて耕し、農地化も同時に行い、そこで自活できるようにしたとの話。喝采。

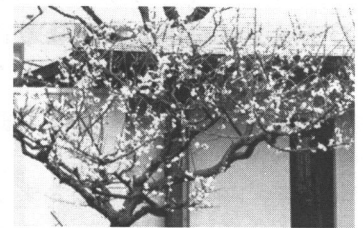
いわゆる、悪の象徴としての3Kが、「危険は知恵で防御し、感動があり、希望の星に」の極上の快3Kに上手に化けた事例とでも言えようか。

ちょっと、かっこ良過ぎの例ではないか。それなら、

7. 「松・竹・梅」の松ではなく梅ランクで地質調査技術者で「梅」ランクでも良い、どんなものがあるだろうか。例えば、「ゲリラ豪雨による自然災害の半減化」などは如何なものか？ 半減化なので達成すれば次の半減化へ、死ぬ迄楽しめる仕組み。

あくまでもボランティアグループで時間外に、上司からクレームがついても、近江商人の「三方よし」をもじって、目先の利益ではなく「会社よし、世間よし、ボランティア社員よし」とか言って、いつもの調子で切りぬけ、極上、いや「並の快3K」実現に向けてGO! など楽しそうである。しかし、安全管理には十分ご注意を。

原稿を書きながら、ちょっと考えた思いつきですので、他にも皆さんが考えてみてはどうだろうか？ 今、このような社会貢献が最先端のかっこ良さなのだから。



亀戸天神 梅の花

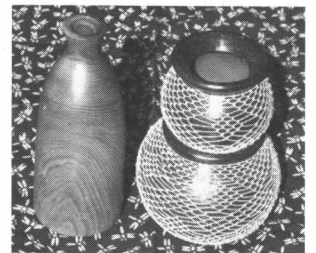
8. 飲み口を大きくしよう

新規の独創的な大仕事や困難な開発業務は、千三つ(0.3%)の世界とも言われる。これを聞いた途端に出来ない・失敗する理由を直ちに纏める優等生。これが確率的に最も正解率が高い(99.7%)ことになる。でも、人生に感動も夢も進歩もない、面白くない。

三歳児のような好奇心と何でもやってみないと気が済まない、逃げないガッツ、これが3K脱出人種。これに反しweb情報を集めてコピーで綺麗にプレゼンする自己主張のない優等生人種。何かを先ず、やってみようとする飲み口の大きな器と、無難に、災いが降りかからないよう、一見、上手に世渡りする飲み口の小さな器に例えられよう。

如何に先進的システムな技術の伝承プログラムを作り、実行しても、受け手の飲み口が小さければむせるだけで効果は発揮しようがない。

一方、意欲的受け手、飲み口が大きければ多少雑な伝承手法でもしっかり飲み込んでもくれることになるのだ。



器の飲み口の大小

9. ニワトリを殺すな Don't Kill a Cock²⁾

前項で述べたように、ビジネスの世界で0.3%の成功率では素人。プロならイチローレベルは無理でも×30=10%台の成功率としたい。10本並列で進めると1本は日の目を見ることになる。

残りの9プロジェクトは、はかなく失敗。その時、ニワトリ会議を開いてはいけない。ニワトリは群れの中の一羽がちょっと血を出していると、寄ってたかってその傷をつつき殺してしまうとか。

経験のないことをやって出来ないのは本当の失敗ではない。自分は何もせず、目ざとく他人のちょっとした失敗を見つけ、攻め立てるのが上手な人がいる。残念ながらその人は、貴重な経験を積むチャンスを逃し、手より口先ばかりに。

何よりも試してみることが肝心だ。失敗すれば、それが成功しないことを立証したことになり、成功への道標となる。

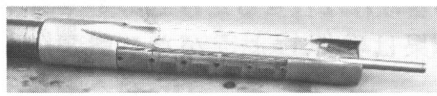
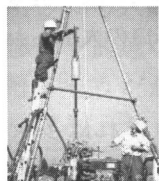
先ず、失敗する理由を考え、リスクを取らない道を選ぶ人は、困難を克服するノウハウや粘り強さが育たないことになる。技術の伝承とは、成功して、今使っている技術のみで良いのであろうか。

10. 失敗事例こそ伝承されるべきことか

現在ある技術をそのまま後世に残すのであれば、失敗事例を知る必要はない。しかし、伝統文化と異なり産業界では、技術は常に発展しつつ現状技術を如何に打破して陳腐なものにするかである。それに最も役立つ技術とは、失敗し、それをどう克服したかである。

初年生の失敗例：埋立地で横方向載荷試験をすることにしよう。ゾンデの径にぴったし合うように削孔してからゾンデを挿入したが、結果は孔壁の乱れが見られた。そこで、泥水の比重を上げるため濃くして再度実施したが、さらに結果は悪い。先輩に聞くと全く反対で、泥水は全部新しくして薄い濃度の良質なものに変えてゆっくり作業しろ！とのこと。時間をかけたら孔壁が押し出されるので、かなりスピード化してやっていた。逆であった。

これはポンピング作用が失敗の原因であること、は直ぐに理解できたが、後で気がつくとは。



↑ 貫入するだけでE, φ, Cを 未だ6歳児失敗を恐れずに、何でもやって見たい

↑ 米寿に近いSPT 孫の面倒を見なくちゃ

11. 失敗に気がつかないことが多くなった
現場嫌い、コンピュータとの上手な付き合い方には長けているが、地盤情報が手元に届くまでの具体的なイメージーションが全く欠如している人種が増殖中である。

現場での失敗など全く気にしない、興味がない、彼らにとって、これは失敗でも何でもなく、単なるインプット数値でしかない模様。高度な計算をすれば高度な結果が出ると疑わずにごみを入力しているケースはないだろうか。

このような人種のため、調査手法をIT化、ロボット化して、低品質データが得られないように努力しているのだが、これで良いのであろうか。イタチごっこで、客観的に良い方向に向かっているとは言い切れない。

ブラックボックスが多くなっただけ深刻だ。やはり土に関わる仕事をするのであれば、土に接し、土の言い分を十分聞く態度がないと取り返しのつかない失敗をすることになる。

「コンピュータは親友、土・現場は仲間外れ」はやめよう。

12. 蜘蛛は先輩、言い分をよく聞こう

生体ポリマーの研究者である大崎先生の御講演を拝聴した³⁾。子供のころから、そして今も蜘蛛大好き人間、蜘蛛の巣等の論文を数多く発表、話題になることは少なかったが最近、吊り構造分野で注目されるようになったとか。

若い研究者が、それならと蜘蛛の糸の研究をするため、蜘蛛を採取して糸を何とか吐き出させて研究し論文を発表。蜘蛛は自分で作った蜘蛛の巣を食べながら7種類の糸を目的に応じて再生している。何も知らない研究者が蜘蛛をいじめて出てきた糸で実験をしたら、本人は知る由もないが、とんでもない論文になってしまったとか。

蜘蛛は4億年の歴史の中で、自分の体重を安全率1で保持できる糸を2本使用して生命を維持できる効率的な生命維持システムを確立しているらしい。我々人類は、未だ300万年しか進化の歴史がない。

なのに、蜘蛛ぐらい自分の意のままになると勘違いしている傲慢さ。では、地盤屋は蜘蛛ではなく地球に優しくしないで。



優しくするから 意地悪しないで！

13. 解らないことは地球に聞け

地盤で飯を食っているなら、40億年の地球の歴史を尊重し、地盤・土を仲間にするべきではないだろうか。

地盤工学は当然として、これに地質学的バックアップがないと判断を誤ることになる。地質断面図などは、地質的センスがなければ最もらしく書くことが出来ない。そこで地質屋さんと共に共労することになるが、それでも最低限の知識は必要である。

知っていることは一握りだけ、まして、体験したものが地球上に存在する地層のうち非常に限られたものだけだ。地質調査であれもこれも出来たと言っても、たまたま恵まれた相性の良い地層に遭遇しただけで、彼らに助けてもらったと感謝した方が良い。

ビジネスの世界では、なかなか勇気のいることだが、出来るはずだったのに始めて失敗してしまいました。こんなはずでは…言い訳を言うなど叱られるが、誤魔化さないが一番。

新たな挑戦すべきターゲットが見つかったのだから、そのチャンスを与えてくれたお客さんに感謝、感謝。その上、リピーター客になってもらえるかも。

14. リピーターこそが、快3Kへ誘う

社会の仕組み上、いろいろなクライアントから調査を頼まれるが、リピーターになってもらえるのは、失敗した時、地層とクライアント個人に対して誠実に真正面から向き合うことのようにだ。誤魔化さない、嘘を言わない、逃げない、そして、再挑戦、いや何度でも解決のアイデアを持ち込みねばる。

今、このチャンスと資金を与えたらきっと失敗ごとを解決してくれそうだ、この感触が相手に伝わればキット成功する。このリピーターこそが3K仕事を快3K仕事に導いてくれる先導者になること間違いなしだ。

これは如何に経済優先の社会であろうとも、手練手管がことを制する分野ではない。未知の地層に遭遇し、従来手法で失敗した時の真摯な対峙作法がトラブルシューティングのキー・ポイントのようだ。

残念ながら、この調査手法が適用可能な地層か否かの判別は時として誤り、そして叱られ、その結果、臆病になると、せっかくの女神が逢いに来てくれないことになる。失敗を恐れずにトライできる作法を身につけよう。

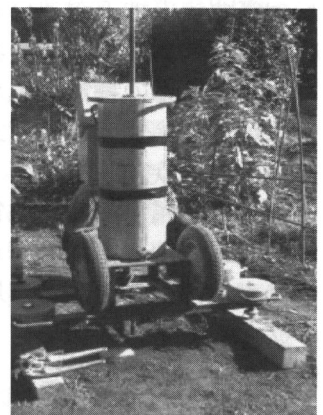
15. 馬車から世界の新幹線へ、そして

東京馬車鉄道(1882明治15年)開通、20年後には動力を馬から電気に変えて東京電車鉄道へ、そして、50年もたたないうちに、世界の新幹線になった。地質調査手法も、その時代の産業レベル・技術トレンドに適合した基幹仕様に変更されなければならない。

しかし、現状はどうであろうか。第一のユーザーである設計業界は桁、桁違いの速さで正確な仕事出来るコンピュータ利用産業に変身した。一方、地質調査業は、前世紀の始め頃の人力と鍛冶屋産業を基盤とするSPT、CPT、SWSなどを主力とし、人力を動力とIT化で進歩したかに見える部分もあるが……。写真は、本格的に3Kをクリアした全自動仕様の実例である(最先端技術で、エンドレス定速貫入やトルク測定も可)。



従来手法



全自動試験機

スウェーデン式サウンディング

「先代を超える、それが真の伝承。ただ伝えるだけでは芸の伝承は枯渇していくばかり。伝承するだけに終わらず、もっと高めてもらいたい、新しい時代を切り拓いてほしい」(野村萬)り。

狂言という伝統芸能の世界ですら、のり越えることを基本としているのだから、技術競争が生死を決める産業界での技術の伝承とは、単に技術を伝えるのみでなく、変革しようとする強い意欲とその手法を伝えることが最も大切なことではないでしょうか。

参考文献

- 1) 養老孟司：武道の可能性を探る 第1回, pp 22-25
野村 萬：人間国宝を訪ねて 第1回, 武道 2009.4
- 2) ケビン・D・ワン：ニワトリを殺すな, (株)幻冬舎 2003
- 3) 日本建築学会：アーキアリングデザインフォーラム
蜘蛛によるマイクロ・ケーブル・ストラクチャー
講師：奈良県立医科大学教授 大崎茂芳 2008

地域再生活動での地質技術者の役割

あずきざわ 小豆澤
かおる 薫

1. はじめに

「地方の時代」として地域ごとの自立、活性化が言われて久しいが、現実には経済不況の中で沈滞した雰囲気のある地方が多いと感じる。地質調査業も経済構造の変化に伴って非常に厳しい逆風の中にあるが、業界の特性を生かして地域を活性化し、その延長として市場の拡大をはかることも有効な方策であろう。

筆者の所属する中国地質調査業協会島根県支部では地域の地質資源（ジオサイト）や地質データを見直す作業のなかで、地域コミュニケーションの拡大や新事業の種をまくことが出来た。この事例を紹介し、思うところを述べる。

2. 島根地質百選選定事業

2007年に全地連から「日本列島地質百選」が出版されたのを受け、県内のジオサイトを対象とした島根県版地質百選を選定し、その説明書（案内書）を作る活動を行っている。現在百箇所の選定は終了し、説明書の作成が7割程度完了している。

この活動は、県協会から島根大学の地質系学科（総合理工学部地球資源環境学科）へ呼びかけ、協会企業の地質技術者6名、島根大学教官3名を中心に数名のオブザーバーをまじえた「島根地質百

選選定委員会」を立ち上げ、定期的な会合を行って事業を進めている。

この事業で特筆されるのは、委員会で50地点を選定した後、残り50地点について県内の一般の人々に候補地の推薦を呼びかけたことであり、マスメディア、イベント、県内主要施設（主に官庁）へのポスター掲示などでPRを行った。この結果たくさんの推薦があり、この中から委員会で選別し決定した。応募者全員には、記念品として「山陰・島根ジオサイト・地質百選」のロゴの入ったアルミ製携帯ボトルを送り、50選の推薦者については説明書に名前を掲載することになっている。

決定した百選のジオサイトのリスト、及び完成した説明書については先の島根大学の学科と地質協会島根県支部のホームページで見ることが出来るようになっており、情報をオープンにして一般の人々が気軽に閲覧して現地見学に出かけられるよう配慮している。



島根地質百選選定委員会開催風景



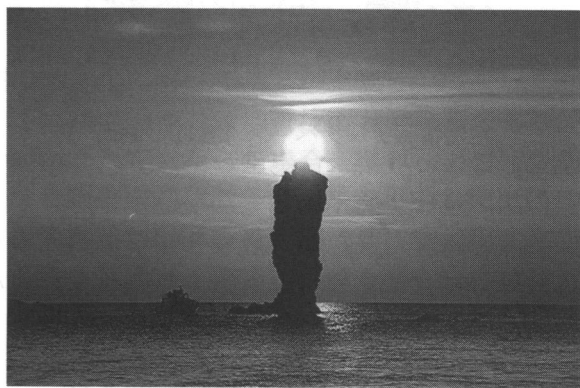
島根地質百選「石見曇ヶ浦」説明書

* 株式会社共立エンジニア常務取締役

3. 地域と連携した隠岐ジオパークの推進

島根県東端の海上約70 km 沖に位置する国立公園隠岐は、離島ブームのころは観光でにぎわったこともあったが、最近景気低迷もあって沈滞した状態が続いていた。この状態を改善し地域の活性を取り戻すため地元では様々な取り組みが行われており、その一つとして隠岐風待ち海道倶楽部の活動がある。この組織で特筆されるのは、隠岐の歴史文化、自然環境を自分たちで見直し観光資源とするため、島内の人々を対象に勉強会や野外巡検をたびたび開催して、気付かれなかつた郷土のすばらしさを認識させるとともに、この勉強会の資料をもとにガイドブック「隠岐まるごとミュージアム」を作成して、エコツーリズムを目的とした観光客誘致に力を入れている。

島根地質百選選定事業の作業のなかで、隠岐地区のジオサイトを検討する内、隠岐風待ち海道倶楽部の皆さんが先に述べた地域活性化策に非常に熱心に取り組んでおられることが解ったので、百選委員会の外部オブザーバーとして加わってもらうことになり、派生的に様々な交流が始まったが、この交流のなかで隠岐地区ジオパーク構想のあることを知った。



島根地質百選 隠岐の島町「ローソク島の夕日」

この時期、全国的にジオパークが脚光を浴び、先行地域では指定に向けた具体的活動が行われており、島根大学でも県内での候補地選びが進んでいた。百選委員会のメンバーとしても、選定作業のなかで、隠岐ジオサイトの特異性、景観の良さ、地域的まとまりからジオパークとして非常に優れていると判断されることから、指定に向け全面的に協力を行うこととした。

具体的には、百選への選定、説明書の作成による隠岐ジオサイトの詳細な資料整備、権威付けである。又、ジオパークを意識した隠岐でのシンポジウムやエコツーリズム巡検などへもメンバーが積極的に参加した。特に貢献したのは、島根大学

教官による専門的アドバイスとともに、隠岐島在住の協会企業地質技術者（百選委員）の献身的な協力であり、説明書の作成とともにエコツアーなどでもガイド役を務め、専門的地質現象をわかりやすく解説した。

隠岐ジオパークは本年（平成21年）6月に日本ジオパーク委員会へ登録申請を行い、同10月末に承認された。隠岐ではこれを記念したシンポジウムとジオサイトの見学会が開催され、次のステップとして世界ジオパーク承認を目指した活動が始まっている。

4. 地質の日記念イベントの開催

平成20年より5月10日が「地質の日」として指定され、地質学的知識や地質の面白さを普及させる行事などが行われている。

島根県地質調査業協会としても、業界のPRにもなることから、平成20年・21年に島根大学と共同でイベントを開催した。同時期、島根地質百選事業が進行中であり、特に20年は百選事業の紹介（その時点で決めていたジオサイト、完成した説明書）を中心に、県内地質の特徴を解説したほか、隠岐風待ち海道倶楽部の皆さんが指導役で一般の人を対象に隠岐黒曜石を使った矢じりの作成体験イベントを行った。

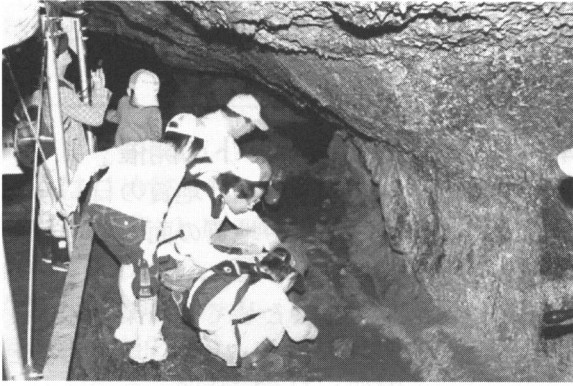


H20 地質の日イベント「矢じり作成」

21年度は、百選選定が完了したこともあり、島根県下4地区でジオサイトの見学巡検を開催した。このうち松江地区では、宍道湖につながる中海に浮かぶ大根島の溶岩トンネル（玄武岩）内部の見学であったが、小学生を含む家族連れが多く、初めて見る溶岩トンネルの大きさや、内部構造に驚いた様子であった。隠岐地区では、マントル物質（超塩基性岩）を捕獲岩として含んだ貫入岩や、隠岐片麻岩など、やや専門的なサイトであったが、参加者は元学校教員など比較的高齢な人が多く、今後のエコツアーガイドを目指している人も数名

おり、中には珍しい植物を見つけて我々にレクチャーしてくれる人もいてレベルの高さを感じられた。これもこれまで隠岐風待ち海道倶楽部を中心に熱心に続けられた勉強会や巡検の成果であり、ジオパークに向けての力強さを感じた。

これらのイベントにより、「地質の日」を宣伝するとともに、地質調査業会への認知度を高めることが出来た。



H 21 地質の日イベント巡検「大根島 溶岩トンネル」



H 21 地質の日イベント巡検「隠岐」
玄武岩の枕状熔岩（上）とマントル物質捕獲岩

5. 地盤情報配信サービスの事業化

ここ数年、既存のボーリング柱状図や地質断面図を収集整理してウェブ上で公表し、自由に閲覧出来るようにするプロジェクトが国土交通省をはじめ地方自治体などで行われている。

これらの動きより数年早く島根県地質調査業協会が出資する共同組合土質技術センターの事業として、平成14年より準備作業に入り、17年度より配信サービスを始めている。準備期間中、協会技術委員が中心になり島根大学、松江高等専門学校、島根県技術士会などと連携を取りながら作業を進めたが、最終的に島根県の全面的な協力が得られたことで事業が完成した。

この事業を計画したきっかけは、我々業界が営々として実施・蓄積してきたボーリングデータが発注者のもとで保管されるのみで、貴重な資料として有効利用されないことへの問題意識があった。現在も新しいデータを収録中であり、地域の地質調査資料を記録として残し、今後に役立てたいと思っている。



地盤情報データベース「松江」画面

この事業は中小企業組合等活路開拓事業として補助金を受けており、協会員の利用は無料であるが、会員外は一部を除いて有料とし収益を見込んでいる。

6. 講習会の開催や各種団体との交流

教科書的な知識でなく、実際の現場に即した内容を心がけ、特に官公庁技術者を主な対象にした講習会を毎年開催している。土質力学では模型により土の挙動を説明したり、実際に土質試験機械を操作し土に触れてもらうことで土質常数の意味をより深く学べるよう工夫している。協会の施設を利用することで、土質センターや我々地質調査業界の状況を理解してもらい、我々業者と発注者の垣根を低くするのに役立っている。

島根県技術士会は様々な分野の専門家が集い、地域の中でテーマを見つけて活動している。特に平成19年に世界遺産登録となった石見銀山については、登録の数年前より精力的に支援の研究会を持ち、「世界遺産石見銀山研究」の論文集をまと

めたが、メンバーとして協会の地質技術者が多数参加している。論文では世界遺産登録に向け、地質的な視点にとどまらず、新しい周遊コースや坑道の再利用等を提案しているが、現地調査などを通じて、地域の地域起こし団体や、官庁の担当者などとの交流を深めることが出来た。

7. 地域再生と地質技術者の役割

地域再生は行政、地域団体等で様々な取り組みが行われてきており、マイナーな地質調査業（地質技術者）が取り組めることは限られてくる。しかし、逆にいえば業界の特異性を生かし、今まで気付かれなかった活性化の種が見つかる可能性があり、その好例がジオパークである。

石見銀山遺跡がユネスコにより世界遺産に承認された結果、休日ともなると全国から観光客が殺到し、地元では受け入れ態勢が間に合わず大変となっている。ジオパークは国内、世界と承認にグレードが有るが、世界承認となると大きな宣伝効果があり、観光客の増加が見込める。

島根地質百選の選定作業から発展的に隠岐ジオパークの推進に協力することになった経緯は先に述べたが、地域での地質資源（ジオサイト）を見直し資料整備を行い、地域、行政とタイアップして巧みな宣伝をすれば新たな観光資源となり、地域の活性化に繋げることが出来る。

この基礎的作業は地質技術者の役割であり、ジオパーク指定になった場合、業界への波及効果としては次の事項が考えられる。

- ・有償でのジオサイトの調査、資料作成
- ・宣伝イベントの企画、参加
- ・指定に伴う周辺整備事業への参入（道路整備、防災対策、案内板の設置など）
- ・ツアーガイドとしての雇用

この外にも先に述べた様々なイベントや講習会を、こちらから積極的に企画、提案、実施するこ

とで業界の認知度が上がり、それまでに無い新業務へつながる可能性がある。

8. おわりに

主に地方での地域の活性化に対し、地質調査業及び地質技術者がすべきこと、出来ることを事例を交えて紹介した。

従来型の地質調査を主とした業務は今後も継続されていくが、自分たちが住む地域で地質に関連した既存データを有効利用したり、気付かれなかった珍しい地質事象を再発見、紹介し新しい観光スポットに育てるなど、地味では有るが新分野業務の種として研究することも大事である。この場合留意すべきことがある。

- ・ジオサイトの発掘には、百選事業などのように目的を明確にした組織的な活動が有効である。
- ・大学や地元研究者などと協働し、専門的なアドバイスを受けるとともに、取りこぼしが無いようにする。
- ・地域にある地元活性化組織と親密な連携を取り、地元の意見を生かすことを心がける。
- ・行政、マスメディアへのアプローチを常に意識し、積極的に働きかける。

地方に生きる地質屋として、郷土の良さを改めて見直し、地域の人々と一緒になって活気のある町づくりに関わって行きたいものである。

参考資料

- 1) (社)全国地質調査業連合会：全地連「技術e-フォーラム 2009」松江、シンポジウム資料
- 2) 島根地質百選選定委員会：島根地質百選リスト及び説明書
- 3) 島根県技術士会：世界遺産「石見銀山」研究
- 4) 中国地質調査業協会島根県支部：内部資料

性能設計に向けた地盤調査

やす だ すむ
安 田 進*

1. はじめに

構造物の設計方法や施工方法などが変化すると、地盤調査や土質試験の方法もそれに応じて変化させることが必要となってくる。今、まさにその時期を迎えていると思われる。

我が国における構造物の設計は従来仕様規定型で行われてきたが、最近性能規定型の設計方法に急速に変わろうとしている。特に耐震設計や耐震点検においてその傾向が強い。これは、1995年兵庫県南部地震の際に大変強い地震動を受けたため、強い地震動（レベル2地震動と呼ばれる）でも構造物を設計する必要が生じたことが大きく影響している。レベル2地震動のもとでは従来の設計方法が成り立たなくなり、構造物自体が持つべき性能を規定し、それに見合った設計を行う必要がでてきたからである。

例えば、レベル2地震動ではある程度密な地盤でも液状化する可能性がある。図1は設計震度と液状化が発生する限界の N 値の関係例を試算したものである。右下に示しているように、有効上載圧が 98 kPa の深さの砂地盤を対象にし、レベル2地震動下における液状化発生限界 N 値を道路橋示方書の方法で求めている。この図に示すように、レベル1地震動では10前後の N 値が液状化を発生する限界であったのに対し、レベル2地震動では20~25といった大きな値になる。ところが、 N 値が10~20といった砂地盤はある程度締まっており、液状化したとしても甚大な被害が生じない可能性もある。そこで、液状化の問題では液状化するかしらないかといった判定に留まらず、液状化した地盤における構造物の変形量をもとに性能を規定する必要がでてきた。地盤調査や土質試験においても、液状化強度だけでなく変形量を

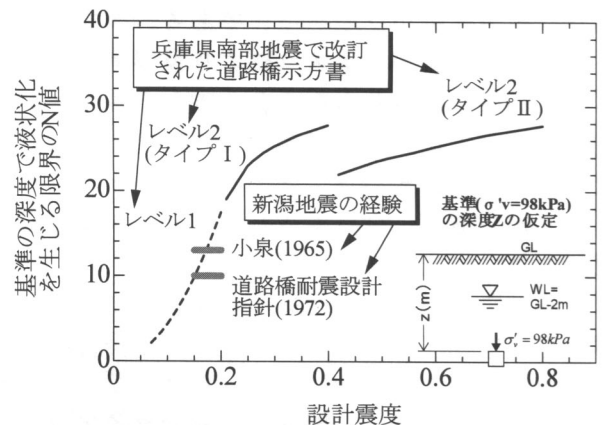


図1 設計震度と液状化を生じさせる限界の N 値の試算例

求めるような調査・試験が行われることが必要となってきた。ところが、まだ、そのような調査・試験が一般的に行われるようになってきていない。

そこで、ここでは地盤関係のうち性能設計の導入が活発化してきている液状化問題を対象に、性能設計へ向けた動きと、それに必要な地盤調査・土質試験に関して述べてみる。

2. 液状化問題における許容変形量と変形の予測方法

地盤が地震時に液状化すると、直接基礎の構造物や土構造物は沈下する。また、岸壁ははらみ出し、軽い地中構造物は大きく浮き上がる。このように液状化によって地盤や構造物が大きく変位、変形するため、盛土の沈下量や岸壁の変位量といった、変位量や変形量で性能を規定することが行われるようになってきた。一部の構造物の設計基準類では既に許容変形量が規定されてきている。ただし、多くの構造物ではまだ検討が進められてきているところなので、単なる筆者の私見であるが構造物ごとの許容変形量の大まかな値を示して

* 東京電機大学理工学部教授

表1 液状化による構造物の変形量の許容値の目安（私見）

構造物	変形または変位	許容変形量の最大値の目安		
		0	1	2 (m)
河川堤防	沈下量		■	
道路盛土や鉄道盛土	沈下量	■		
戸建て住宅やアパート	沈下量	■		
下水道マンホール	浮上り量	■		
岸壁	水平変位量		■	

表2 液状化による地盤・構造物の変形の推定方法

手法の分類		手法の概要	手法の特徴
経験にもとづいて推定する方法		過去の地震時における被災事例や模型実験などから経験式を導き出す方法	簡易であるが、精度は良くなく、また、適用できる構造物が限定される。
解析を行って推定する方法	静的解析方法	静的FEMなどを利用し、最終変形量だけを推定する方法	比較的簡易であり、ある程度の精度も有す。
	動的解析方法	時刻歴地震応答解析を利用し、変形量の時刻歴を詳細に解析する方法	精度は高い。ただし、方法は複雑で、また詳細な地盤データが必要である。

みると表1のようになろう。構造物によって許容変形量が異なるがだいたい許容変形量は数10cmから1mであり、この程度の大きな変形量を推定する必要がある。

このような大きな変形量を求めるのはなかなか困難であり、その方法に関して現在研究が精力的に行われているのが現状であるが、大別すると表2のようになる¹⁾。このうち、解析によって変形量を推定する方法には動的解析や静的解析方法がある。これらで解析するには当然それに見合う地盤調査・土質試験が必要となる。

3. 変形量を求めるために必要な地盤調査・土質試験

(社)全国地質調査業連合会では平成20年度に「地質調査業における性能設計への対応検討事業」委員会が設けられ、性能設計に向けた地盤調査・土質試験のあり方などの検討がなされてきた。その検討の一環として、液状化に伴う構造物や地盤の変形解析に必要な地盤調査・試験に関してアンケート調査が行われた²⁾。このために、表3に示す

表3 アンケートをお願いしたプログラム名

解析プログラム名
・DIANA
・DIANA-J2 と TDAPIII
・DYNAFLOW
・EFFECT
・FLIP
・HiPER
・LIQCA
・Mu-DIAN
・NUW2
・STADAS
・STADAS II
・ALID(静的解析)

我が国において最近良く用いられていると考えられる解析プログラムを12ほど選んで、それらの開発に関係していらっしゃる方々からアンケート形式でご意見をいただいた。なお、同表に示した12のプログラムのうち11は動的解析であり、残りの1つは静的解析である。

アンケートでは以下の質問を行った。

- ① 現在解析を行われるにあたって最低限必要な地盤調査・原位置試験・土質試験、
- ② 一般に行われるにあたって良く利用されている地盤調査・原位置試験・土質試験、
- ③ もしふんだんに予算が使える、工期も十分にある場合、実施することが望ましい地盤調査・原位置試験・土質試験

また、以下の内容も問い合わせた。

- i) 各調査や試験が関係する構成モデル (a: 過剰間隙水圧発生メカニズム, b: せん断応力～せん断ひずみ関係, c: 透水係数, d: ダイレイタンスー以外の体積変化挙動),
- ii) 各地盤調査・土質試験がない場合に参考とされる経験式や関係図,
- iii) 2ケースある場合にはそれぞれの使い分け方

アンケート結果のうち、まず、① 最低限必要な地盤調査・土質試験、② よく利用している地盤調査・土質試験、③ 実施することが望ましい地盤調査・土質試験ごとに、利用割合を集計したのが図2(1)～図2(3)である。ただし、2ケース回答していただいた場合はケース1のみで集計している。アンケート結果を要約すると以下ようになる。

- ① の最低限必要な調査・試験では、ボーリング、

表4 各構成モデルに関する調査・試験

調査・試験項目	各調査・試験が関係する構成モデル (関係すると回答があったプログラム数)							
	(1)最低限必要な 地盤調査・土質試 験				(2)よく利用して いる地盤調査・土 質試験			
	a	b	c	d	a	b	c	d
標準貫入試験	7	6		2	5	5		1
PS検層		2			2	5		2
現場透水試験			1	1			1	1
粒度試験	4	1	5		5	2	5	1
湿潤密度試験	1	1	2		3	2	2	
土粒子の密度試験			1		1	1		1
最小最大密度試験					1		1	1
含水比測定					1			
透水試験			2					2
一軸圧縮試験		1				1		
三軸圧縮試験	1	2		1	3	8		2
三軸除荷試験	1	1	1					1
繰返し非排水三軸・ねじり試験 (液状化試験)	3	3	1	1	10	7		2
繰返し三軸・ねじりせん断試験 (動的変形試験)	1	1		1		5		
繰返し単純せん断試験					1	1		
圧密試験					1			1
等方圧縮圧密膨潤試験					1	1		1

a.過剰間隙水圧モデル, b.せん断応力～せん断ひずみ関係, c.透水係数, d.ダイレイタンスー以外の体積変化挙動

②の一般に良く使われている調査・試験では、ほぼすべての解析プログラムにおいて、液状化試験用の繰返し三軸・ねじり試験が行われている。これらの試験を行うためには、砂質土層の不攪乱試料を採取する必要があるが、凍結サンプリングだけではなく、他の手法を用いて試料を採取している場合も多いと思われる。また、標準貫入試験、粒度試験は勿論のこと、PS検層、動的変形試験用の繰返し三軸・ねじりせん断試験も良く行われている。さらに、繰返し載荷後の単調載荷試験や、構造物と地盤の摩擦係数の測定、等方圧密・膨潤試験といった特殊な土質試験も行われている。

③の予算が十分にあり、工期も十分にある場合には、②の地盤調査・土質試験に加えて、原位置の地盤調査関係では密度検層や静止土圧測定、孔内水平載荷試験結果などがあると望ましいとされている。また、土質試験では最大の体積ひずみを求める試験や水平・鉛直方向透水試験、ねじり排水単調載荷試験といった特殊な試験も望まれている。

次に、4つの構成モデルを設定するための調査・試験をまとめると表4となる。①最低限必要な調査・試験においては(a過剰間隙水圧モデル)のためにN値、粒度試験が主に用いられ、(bせん断応力～せん断ひずみ関係)でもN値が多く用いられている。(c透水係数)は主に粒度試験から推定されている。②よく利用している調査・土質試験では、(a)に繰返し非排水三軸・ねじり試験(液状化)が主に用いられ、(b)では三軸圧縮試験が多く用いられている。

さて、図2(2)や(3)に見られるように、解析を

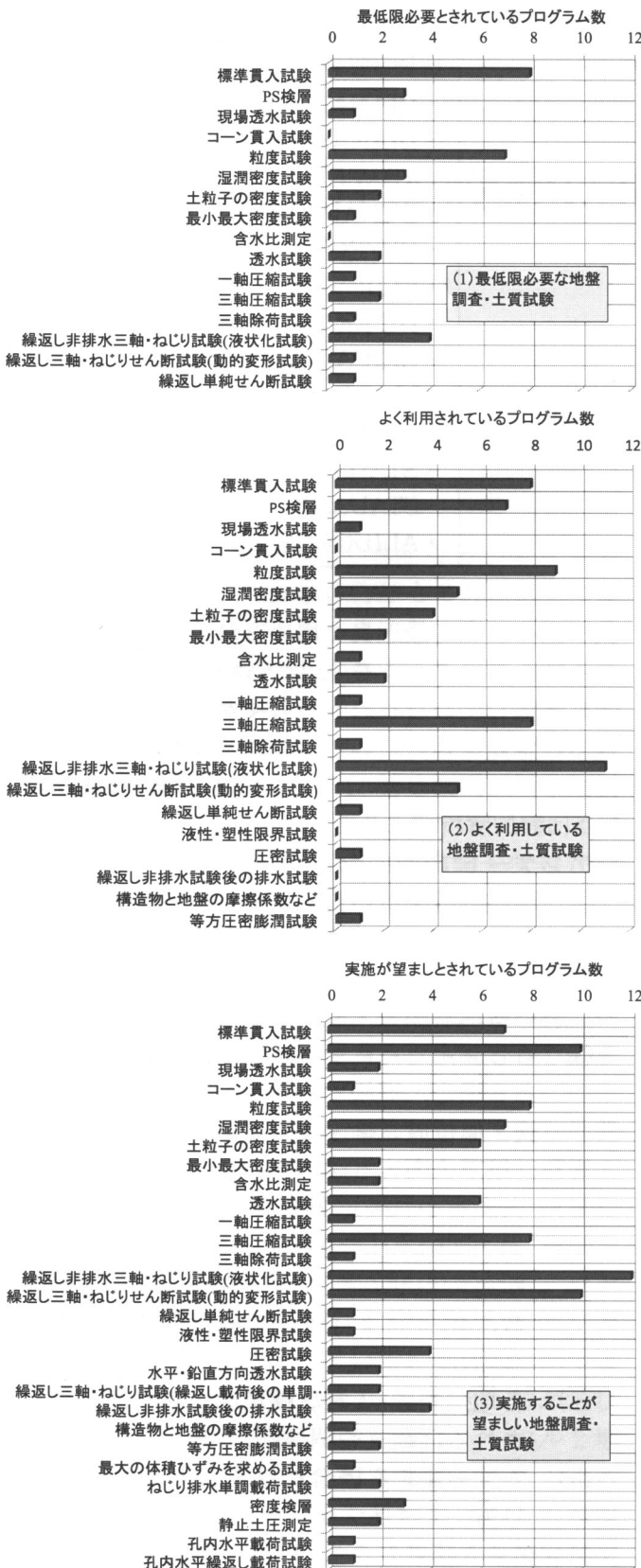


図2 解析に用いている調査・試験の割合

標準貫入試験、粒度試験だけで何とかなるとの回答が多いが、解析プログラムによっては静的な三軸圧縮試験や繰返し三軸試験も必要とされている。また、PS検層も必要との回答もいくつかある。

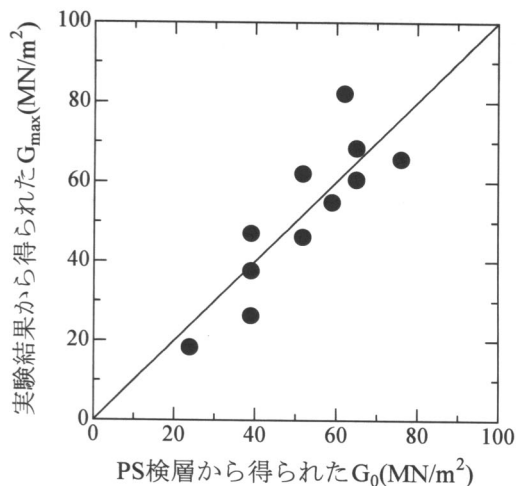


図3 チューブサンプリングで得た試料の動的変形特性試験結果とPS検層を比較して試料の乱れを検討した例

行うにあたって、室内の特殊な土質試験が必要であり、そのために不攪乱試料の採取も大切である。安価で質の良いサンプルの採取を望む声が寄せられていた。液状化の検討が急増したのは昭和50年代である。その頃にはチューブサンプリングによる砂地盤の不攪乱試料の採取方法および運搬方法に関して、多くの研究・技術開発が行われていた。それに対し、凍結サンプリングしか不攪乱試料は採取できないとの風潮が強まり、チューブサンプリングに関する研究・技術開発の意欲が急減したと思われる。筆者にとってはこれが残念で仕方なく思っている。例えば、図3はチューブサンプリングによって緩い砂地盤のサンプリングを行い、繰返しねじり試験によって微小ひずみ時のせん断剛性を求め、PS検層の結果と比較して、試料の乱

れが少ないことをチェックしたものである。このようなチェックでもしておけば、例えば、シンワオールチューブサンプリングで丁寧に採取することで良いと思われる。

その他、アンケートでは、将来開発が望まれる調査・試験方法として、原位置で動的変形特性や液状化特性を把握する方法、液状化に伴う大ひずみ時の動的挙動の評価試験法などが挙げられていた。このような新しい地盤調査・試験装置の開発や、現存の試験装置の新しい利用方法の開発が必要とされている。

4. おわりに

ここでは液状化による地盤および構造物の変形解析だけに焦点をあて、性能設計の導入にあたって、どんな地盤調査・試験が必要か、アンケート結果をもとに述べてみた。これにみられるように性能設計に向けて従来の調査・試験装置や方法に加えて、新たな装置・試験方法の開発が望まれている。

参考文献

- 1) 日本地震工学会性能規定型耐震設計法に関する研究委員会編：性能規定型耐震設計—現状と課題—，鹿島出版会，2006.
- 2) 安田 進・南部光広：液状化の解析に必要な地盤調査・土質試験に関するアンケート調査，土木学会第64回年次学術講演会，III-194，2009.
- 3) 安田 進・稲垣太浩・緒方健治・出野智之：吉野川周辺の不攪乱試料における液状化後の変形特性，第38回地盤工学研究発表会，No. 242，2003.

老齢化する世界と地質調査業のビジネスチャンス

こ う だ り よ う い ち
古 宇 田 亮 一 *

1. はじめに

地質調査業の課題と将来を扱うために、グローバルな環境とローカルな課題及びその変化を合わせて考える必要がある。資源価格高騰と、迫りつつある世界的な老齢化社会の到来により激変する国際環境に対して、変わりゆくローカルな事業展開の予想と地質調査業の今後を論じたい。

2. 資源価格の高騰と調査形態の変化

資源価格が再び上昇傾向にある。各国とも、長期的な資源確保のための投資増大が盛んになり、遅まきながら、我が国も参戦を開始している。この傾向は一時的なものではなく、長期的継続性を強めている。

2008年のリーマン・ショックによる経済停滞にも関わらず、旺盛な資源投資活動が回復基調にある。その最大の推進者は、経済停滞の隘路に足をとられている欧米諸国より、世界に進出拡大中のBRICs（ゴールドマンサックス社による中国・ロシア・インド・ブラジルの呼称）を先頭として、トルコやインドネシアなども含む新興諸国である。いずれも積極的で、当分止まりそうにない。この過程で、探鉱投資と資源調査業の形態も著しく変化している。

変化の現われの一つとして、従来は安定した消費ユーザとみられていた日本の資源確保にも陰りが出始めている。日本は国内の生産が停滞して資源を大量には必要としなくなった。いくら高価格を提示しても、引き取り量が少なければ容易には買えない。同時に、産業が必要とする各種レアメタルなどを資源国が囲い込む傾向が強まり、例え

ば、強力なモーターを必要とする自動車産業の肝を冷やしている。資源確保できなければ、技術革新で生きていくことすら、遠からずできなくなる悲観的憶測が生まれている。環境が次の技術革新とビジネスの鍵といいながら、これでは手足もがれた状態ではなかろうか。

一方、この2009年秋に日本の首相が国連で演説し、今後10年間、2020年までに1990年比で25%削減を実現するとの地球温暖化対策を国際公約した。これに対して、エネルギー資源確保と産業の継続性からいえば、必ずしも、コスト合理性のあるものにならず、リスクはこれまで以上に増大しかねないとの懸念も伝えられている。とりわけ、IPCC（気候変動国家間パネル）による「地球温暖化対策」シナリオについては、日本の産業継続性に難題となる項目がいくつか提案されている課題がある。

例えば、EUのエネルギー源は、域内より、中東・アフリカの油田とロシアの天然ガスなどに押さえられる傾向が強まっている。地球温暖化対策とは、かつては日米資金を使って混乱するロシアを支援すること（森林面積を排出枠として購入）であり、EUの資源安定確保戦略に通じ、国際関係では日米牽制を意味した。EUの産業継続性にとって合理的な提案だったと思われる。米国はブッシュ政権の時代にEUの手に乗らなかったが、オバマ政権に変わり、資源確保戦略上の効果も期待して共同歩調に復帰した。そこには、ロシア・ブラジル支援の意味が薄れて、中印牽制の思惑もちらつくが、より大きく国際環境が変化したことは見逃せない。停滞する欧米に比べてアジア諸国の経済成長ぶりがその大きな変化の原動力ともいえる。

一般に懸念されているのは、「地球温暖化即ち二酸化炭素排出削減」と化した政策が幅を利かせることで、産業を日本の外に、つまり二酸化炭素排

* 独立行政法人産業技術総合研究所
2009年9月11日全地連「技術e-フォーラム2009(松江)」で講演

出「無規制」国に移すことを促進することであろう。これでは、国内雇用を縮小し、一方、地球環境への膨大な排出は却って増大しかねない。

個別の企業判断としては、そのような選択肢もある。しかし、地域再生にとっては、地域の産業と雇用が減少し、あるいは崩壊するシナリオになりかねない。もし、地域再生と活性化を目指すなら、欧米諸国が展開しているような、資源・環境制約に対応した地域の雇用確保と、国際的長期戦略を日本も必要とする。つまり、地域に地球環境対策が本格的に求められる時代に変化し、日本には、それが可能な体力がまだ残されている。

資源の制約を考えると、露天掘り採掘の余地が減少して、今世紀半ばより前に深部資源開発しか道がないことが展望されている。世界の技術開発も新たな探査手法と新たな採掘手法の開発が不可欠と考えられており、いずれにせよ、コストとリスクは増大する。探鉱調査そのものは、投資枠の大きな巨大資源企業が直接実施するより、中小探鉱調査会社による実施に投資し、成功したものを買い取る投資環境に激変した。

巨額の探鉱投資資金を長期的に継続するには、稼働鉱山を世界に多数抱えて投資呼び込みしやすい巨大資源企業か、国家（中国、ブラジルなど）主導でないと無理である。それを欠くなら、技術の基礎としての資源確保が困難になる時代に突入している。

日本は、一般に行われている政府規制とは異なり、資源確保に関しては、米英が典型例と考えられているような国家主導の放棄に近い民間主導体制を取ってきたといわれている。しかし、米英においては、軍事力とそれに支えられた同盟及び抑止力に果たす国家の役割が厳然としてある。リスクの高い「調査ビジネス」に国の防衛的な誘導効果が大きい。欧州諸国はもとより、カナダやオーストラリアのような資源国でも活発に国の政策資金が使われている。しかし、軍事はともかく、過去の日本にこのような長期戦略に基づく政策誘導が強かったといえるだろうか。

重要な変化は、激増した探鉱投資環境下に、2万を超える世界の探鉱調査会社（junior explorer）にビジネスチャンスが拡大していることである。巨大資源企業本体はリスクと時間をかけた探鉱を自ら実施することが激減した。中小規模の調査企業が探鉱で成功した場合には、企業ごと権利を買収するケースもあり、安定した長期的探鉱を推進する一般的な方法となっている。

このような中小規模の探鉱調査企業にはいくつ

かの特徴がある。一般的には、いつでも方針転換や売買に応じることができる柔軟な身軽さと、情報収集・解析能力に長けること、迅速な経営判断が可能ながあげられる。近年の大きな特徴は、大手の下請を含む「中間的存在」にならずに、中小規模調査会社の独自性を発揮できることであろう。この変化は、似たような技術ツールを背景とする今後の地質調査業の展開にも参考になると思われる。

3. 人口増大と老齢化する世界

現在直面している長期的で大きな世界的問題は、人口増大及び資源・環境制約の悪化と共に、世界的な老齢化である。特に、我が国の老齢化は世界の先頭に立っているが、わが国だけでなく先進諸国に共通して見られる。

世界人口動態1950-2050

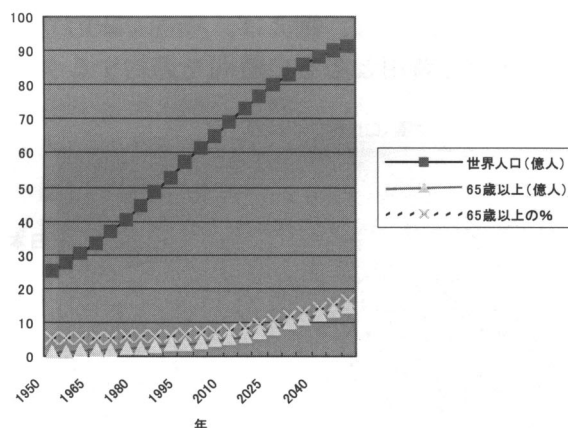


図1 人口動態(1950-2050)に占める老齢化推移(国連人口統計2008¹⁾)

公共事業や資源探査においても、調査業従事者の老齢化が進んでいる。老齢化による体力減少はデメリットながら、豊富な経験に裏打ちされて、高度技術を要する調査の高コスト化・高リスク化に対処できていることは見逃せない。安定した下請け環境下の公共事業による収入が減少している業種にとっても、投資呼び込みのための要件として参考になるかもしれない。

これまでの成長の重心は欧米から新興工業国に移りはじめ、その規模も拡大しているが、長期的には新興諸国も含めて今世紀以内に人口増大が鈍化し、老齢者人口を多く抱える国々の拡大と、消費財供給の構造的変化、様々なサービス技術の高度化と環境変化が予想される。人類が生存する需要構造そのものに大きな変化がもたらされ始めていることが見逃せない。これは産業革命以来の大きな変動とみなすこともできる。

中でも、情報の扱いは今後の競争を決めるもので、重要性が更に高まるだろう。また、技術開発の重点が変化し、従来なら下請けて継続できていた事業でも、中間生産物の割合が大きいと利幅が低く、技術革新の動機に欠けて、競争力を欠くことにつながりやすくなっている。企画段階から最終製品までカバーすることで利益増大を展開できるのは、情報という過去の蓄積の活用の仕方如何によるだろう。

インターネットの普及が情報の活用の仕方の変化に拍車をかけているが、これは物品なり空間を提供するより、「時間」を提供するサービスへの重点の変化と捉えることができる。即ち、豊富な物品の普及が世界で進むと、量から質への変化が発生して、「空間を売る」商売から「時間を売る」商売への転換が急速に進みだすと見ることができる。調査業にとっても、この変化の意味とその将来的な予測を考察することは重要であろう。

「時間を売る」とは、例えば、昼食を駅の立ち蕎麦屋でとって費用とともに時間を節約するケース

と、レストランでゆったりと費用・時間をかけてとるスローライフ的なケースと比較すると考えやすいかもしれない。空間を活用したビジネスを、時間の観点から見直してみると、世の中の変化が理解しやすくなるのではないだろうか。世界的な老齢化の進展と、「時間商売」との関係性を掘り下げるなら、新たなビジネスが展望できる。

4. 地質調査業のビジネスチャンス

21世紀は温暖化対策ビジネスを始め、環境産業が伸びるといわれる。しかし、これまでの産業社会の単純な延長上でないことは確かであろう。

世界的に老齢化が拡大する一方、資源が高価に傾いて供給される21世紀には、安価な資源・空間を浪費して、もっぱら空間ビジネスと商取引・国際関係が支配した20世紀とは異なる社会に入っている。例えば、自動車をほしがる若者が減少したことなどは、その表れの一つである。自動車という、空間を自在に往来できる物品を所有して空間を購入するのではなく、自動車を利用した生活「時間」を購入するスタイルに変化しつつある。

老齢化の進行がもたらすものは、老齢世代だけに限られることではない。全世代の需要と供給に共通した変化として現れると考えられる。すなわち、「箱物」(空間)から「サービス」(時間)への転換が加速しており、「サービス」の工夫によって、資源を有効に利用するニーズを活用したビジネスが普及するだろう。

例えば、観光において、「場所」という空間を提供するだけでなく、「場所」における「過ごし方」などの「時間のサービス」の提供の仕方こそが、売れ行きに直結するだろう。この「サービス」の質はイノベーションに見合うものに変化し、イノベーションそのものが「サービス」を主ターゲットとするように変化している。

今世紀のサービスは、「時間」という資源と環境を有効活用し、安全で安心できる指向性を強めている。安全で安心できる「時間」を提供することが、これからのビジネスの核心の一つになる。

このような「時間」に関する概念の質的推移については、過去の大きな変化を振り返ることで、更に理解が深まるだろう。例えば、バロック的な貴族社会から近代産業社会の変化を装飾と消費行動の観点で考察した例²⁾では、閑暇が美德だった社会から、如何に労働を美德とする社会に変容して、「退屈な時間」が失われてきたかを解明している。現代の変化は、過去に帰るのではなく、新たな社会関係を招来するのかもしれない。ビジネス

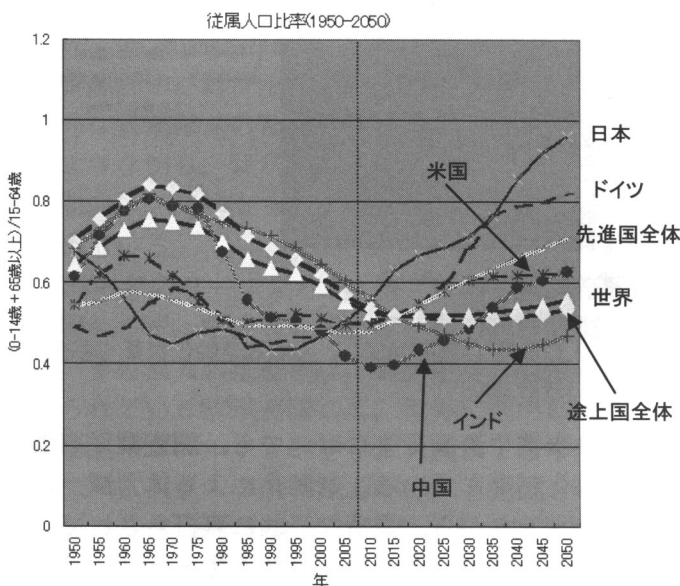


図2 1950-2050年の従属人口比率

第2次世界大戦後の世界は概して従属人口比率が高まる方向に向かい、出生率上昇による。その後、従属人口比率が減少しているのは出生率が減少し、労働人口が相対的に大きくなったことによるもので、これが経済成長の原動力になったとみることができる。日本やドイツなど先進諸国は1990年代に従属人口比率が上昇に転じているが、出生率の上昇ではなく老齢人口の増加による。中国は現在従属人口比率が最小で世界最大の経済成長チャンスに恵まれているが、間もなく日本の後を追って老齢化人口が上昇する。インドの従属人口比率の最小年は2040年頃と予想される。興味深いのは米国の動きで、2050年には急速に老齢化が進む中国に抜かれる可能性がある。縦点線は現在。(国連人口統計2008¹⁾から算出した)

が消費行動の変化を捉えて動くことは、働く女性に圧倒的な支持を得たココ・シャネルのビジネスモデルの成功が示しているだろう²⁾。

今後の社会変容における注目点は、高齢者（だけではない）が消費支出しやすいのは、安全で安心できるサービスである。地質に関係したビジネスモデルは「空間」から「時間」へ変化しているといえる（図3）。このように考えると、今後は、「時間」ビジネスの拡大という捉え方に違和感が低くなる可能性がある。

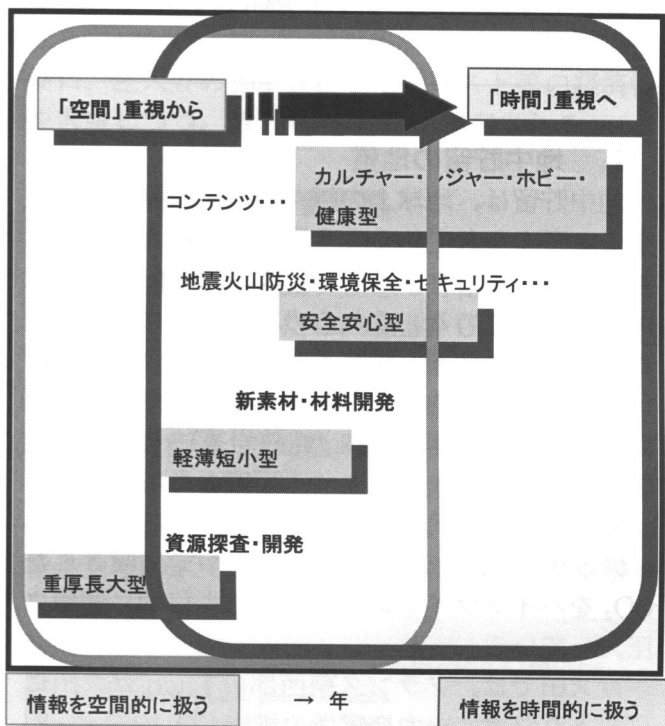


図3 地質調査業関連ビジネスの重点の変化；空間重視から時間重視へ

地質調査業は資源探査や公共工事など重厚長大型産業から情報を活用する軽量型→サービス型に進化し、情報の持つ意味が変化して重点が変わりつつある。

「空間」確保の公共事業から、「時間」を売る調査業への展開が必須となり、そのための経営のあり方として、資源に関わる中小探鉱企業が変化したように、「身軽」で「情報収集・解析能力に長け」、「迅速な経営判断」のできる調査業に展開する予想が生まれる。これは、安全と安心を求める消費性向に合致する。

そのビジネスの主対象は、どのような形であれ「時間」のサービスを売ることがコアとなる。技術革新の動機は「時間」ニーズに移り、利益確保が評価の主軸におかれるに違いない。これは、商社活動が物品の仲買から変わって、上流も支配せざるをえないように変化したことと重なる。

高齢化する調査業従事者と調査の高コスト化・

高リスク化を考慮するなら、下請を含む「中間的存在」から、企画力を重視する技術革新の動機をもつことが必要になる。扱う情報も「空間的」対象から、「時間的」対象に変化する。従来のように、情報を「空間的な売り物」として、何でも情報秘匿することが有利と考えられたビジネスモデルから、今後はオープン・イノベーションとコラボレーションによる利益確保重視のモデルに向うだろう。現状の大企業においても、情報（知財）の扱いが激変し始め、技術開発の重点は戦略性ある情報（知財）の運用に変わりつつある。

このように、企画段階を含む最終的「時間」製品確保による利益増大を展開する新たな調査ビジネスのモデルが誕生すると期待されるだろう。

5. 地域と国際の地質調査ビジネス

地域の観点を入れて、下記のように簡単にまとめたい。

- ・「生活者重視」などの掛け声が大きくなってきたことにより、生産・供給のみに偏るイノベーションの時代は終わった。
- ・かつての天然資源の低価格時代のように、供給先行の商品は価格下落に向かいやすい。
- ・課題は、安価で豊富な資源を背景とした過剰な供給力確保指向から、資源価格高騰—高齢化と共に全世代の従来型需要減少への対処に向かいつつある。
- ・中間生産物を扱ってきた商社活動も激変して、中間生産物に市場支配力は無く、利益も出せないため、最終製品を考慮した企画力重視へ変化。
- ・高齢化する世界では、全世代で「空間」ビジネスから「時間」ビジネスに転換する。
- ・高齢者が山道を何時間もかけて病院に行ける時代ではなくなるかどうかにもよるが、高齢化する地域の再生において、「空間の充実」から「時間の充実」への転換が必須になる。
- ・安全な時間と安心な時間を提供することは、ビジネス対象として利幅を大きくできる。

グローバルな調査ニーズは極めて高い。今後の変化を見据えて、地域と国際のリンクをはかることが、これからの調査業のビジネスチャンス拡大に貢献するだろう。

参考文献

- 1) 国際連合 (2008) 人口統計 2008
<http://esa.un.org/unpp/>
- 2) 山田登世子 (2009) 『贅沢の条件』 岩波新書

CO₂ 地中貯留

わか はま ひろし
若 瀨 洋*

1. はじめに

CO₂ 地中貯留とは、二酸化炭素（以下、CO₂）発生源である発電所や製鉄所、あるいはセメント工場などの排出ガス中から CO₂ を分離・回収し、それを地下深部の地層等に圧入・貯留・隔離することにより CO₂ が大気中に放散するのを抑制し、地球温暖化防止に役立てようとする技術である。地中貯留では、キャップロックあるいはシール層と呼ばれる不透水層に覆われた地下深部の帯水層を選び出し、そこに CO₂ を圧入すれば、長期間にわたり安全な貯留ができるものと考えられている。実際、石油や天然ガスは、このような地質構造において地表に漏れ出すことなく長大な時間スケールで蓄えられている。

地球温暖化に関する国際機関である IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は、2005 年に『二酸化炭素の回収・貯留に関する特別報告書』を発表した。それによれば、世界全体での CO₂ 地中貯留可能量は少なくとも 2 兆トンと試算されており、これは世界の CO₂ 総排出量（年間 271 億トン；IEA, 2005）の 70 年分以上に相当する。また、圧入 1,000 年後の CO₂ 保持率は、適正に管理された地中貯留の場合に 99% 以上であるとされている。さらに、地中貯留は、石油掘削技術や天然ガスの地下貯蔵あるいは石油増進回収（EOR）などで蓄積された技術を応用できる利点がある。こういった実情と背景により、即効性の高い技術として、世界各地で地中貯留の実用化が進められている。

2. 地中貯留の地質

地中貯留は、地球上の様々な地質環境で実施できると考えられている。全世界には約 600 の堆積盆が分布しており、その 30% 以上で油・ガス鉱床が発見されている。これらの堆積盆内における油田、ガス田、炭層、深部帯水層等は、全て地中貯留の候補となり得る。この他には、地熱地域（高温岩体）や超塩基性岩体（蛇紋岩等）へ CO₂ を炭酸塩として貯留しようとする研究もある。

油田における代表例として、カナダの Weyburn があり、米国北部の石炭ガス化炉で回収された CO₂ をパイプライン輸送し、EOR を目的に油層に圧入している。

ガス田では、フランス南西部の Lacq ガス田に併設されたガス火力発電所の排出 CO₂ を分離・回収し、深度 4,500 m の枯渇ガス層に貯留している。

炭層への貯留は、CO₂ 圧入に伴いメタンを回収できる場合があり、ポーランドの RECOPOL や北海道の夕張を草分けに、近年、大量の石炭資源を保有する中国やオーストラリアでもプロジェクトが開始した。

帯水層貯留は、北海の Sleipner で海底下 800 m～1,000 m の砂岩層に年間 100 万トン規模の CO₂ を圧入しており、累計で 2,000 万トンを貯留する計画である。我が国では、新潟県長岡市岩野原で、地下 1,100 m の帯水層に約 1 万トンの CO₂ を圧入する実証試験が実施された。本稿では貯留ポテンシャルが最も大きい帯水層貯留について概観する。

3. 帯水層の深度

CO₂ は常温・常圧では気体である。しかし、温度が 31.1°C（臨界温度）、圧力が 7.38 MPa（臨界

* (財)地球環境産業技術研究機構 CO₂ 貯留研究グループ

圧力) を超えると、液体並みの密度と気体並みの流動性を併せ持つ“超臨界状態”となる。帯水層貯留の対象となる地下では、深度が増すと地温・圧力が共に上昇する。このため、地下に圧入されたCO₂は、概ね深度700~800mを境に、それ以深で超臨界状態となる。超臨界CO₂の密度は、温度・圧力に依存するが、例えば地温勾配が0.03°C/mの状況下で、深度に応じた静水柱圧力が作用すると水の50%~70%となる。このときの体積は、標準状態の気体CO₂の0.3~0.4%となるため、超臨界CO₂で貯留すると貯留効率が極めて高くなる。したがって、貯留対象層は800m以深を目安に、圧入井の掘削費用や圧入コスト等の経済性を考慮しつつ、数千mを上限に選定される。

4. 帯水層での貯留形態

帯水層へと圧入されたCO₂は、もとの地層水と置換し、大部分は超臨界状態で貯留されるものと考えられている。ただし、超臨界CO₂は、地層水よりも密度が小さいから、圧入後は浮力を受け上方に移動する。その後、上位を覆うキャップロック層下面に到達したCO₂プルームは、キャップロック固有の毛管圧力のため、上部への移行が遮断される(構造トラップ)。一方、一部のCO₂は圧入後より地層水に溶解し、炭酸イオンや炭酸水素イ

オンの形態で化学的にトラップ(溶解トラップ)され浮力を失う。さらに、これらのイオンは帯水層の岩石との化学反応により炭酸塩を形成し、固体としてトラップ(鉱物トラップ)されると考えられている。この他、帯水層内においてCO₂が通過した孔隙内には、CO₂の界面特性により、部分的にCO₂が取り込まれる現象(残留ガストラップ)が知られている。

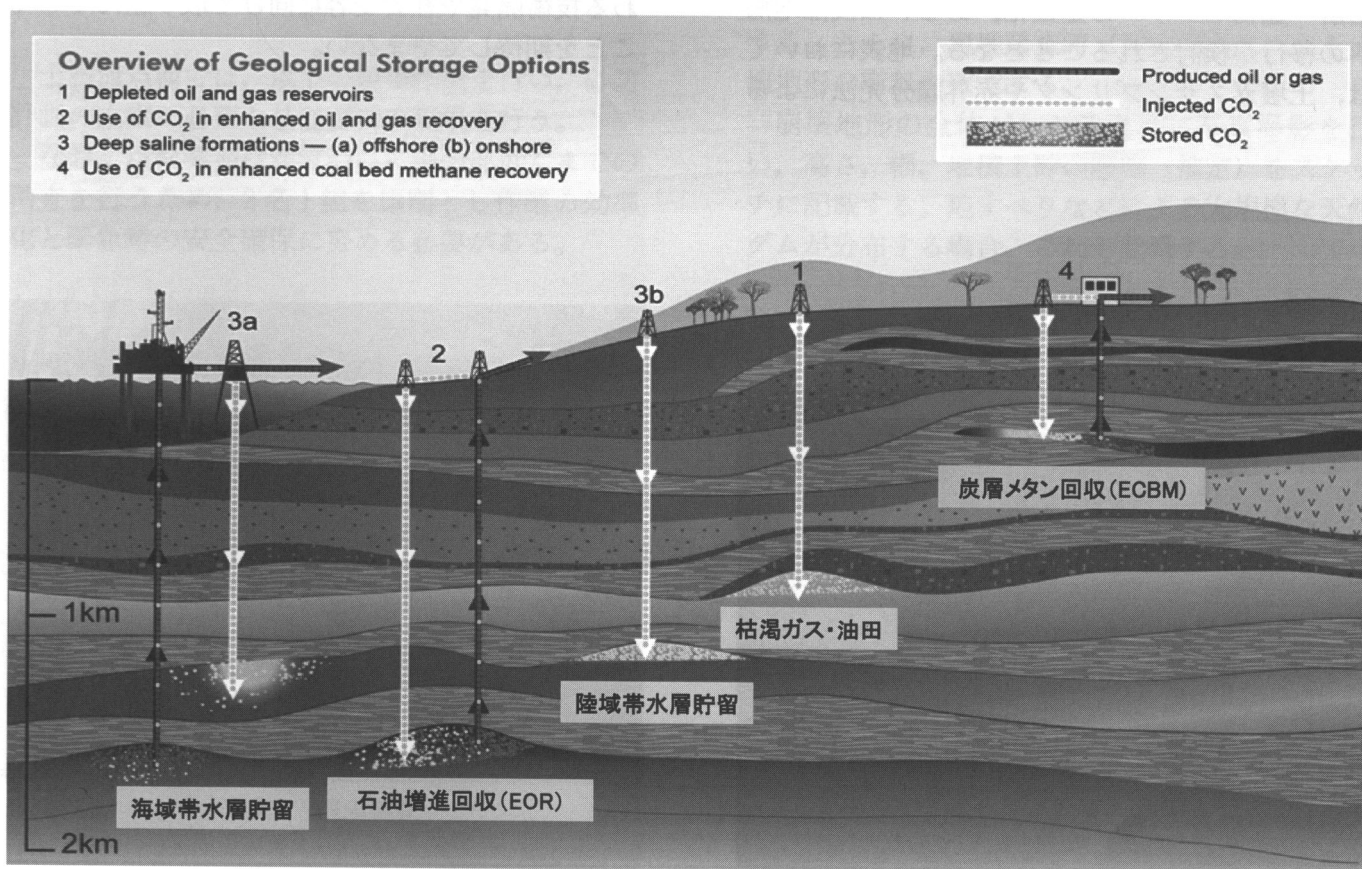
こういった一連のトラップメカニズムやCO₂と岩石との反応過程を明らかにし、地下でのCO₂の長期挙動予測に資するため、各種の基礎実験や原位置試験が精力的に実施されている。

5. モニタリング技術

地下でのCO₂挙動を把握するために、石油産業や地盤調査で培われてきた様々な物理的あるいは化学的なモニタリング手法が活用されている。

物理的なモニタリングには、地震探査、坑井間弾性波トモグラフィ、電気・電磁探査、重力探査、地表面変形計測技術等が適用されている。

地震探査や坑井間弾性波トモグラフィは、CO₂貯留域に対応する相対的な弾性波伝播速度の低下領域を検出するものである。Sleipnerでは、時系列三次元(4D)地震波探査から、CO₂移行や微小漏洩監視への有効性が確認された。また岩野原サ



CO₂地中貯留の様々なオプション

『IPCC-CCS特別報告書,(2005)』に一部加筆

イトでは、圧入前後に繰り返し実施された坑井間弾性波トモグラフィから帯水層内におけるCO₂停留性を確認・検証した。

電気・電磁気探査では、地盤（帯水層）の比抵抗構造の把握から、CO₂貯留域に相当する比抵抗の相対低下域が見出される。この探査は、高CO₂飽和度域の検出感度が地震探査よりも高く、地震探査で検出困難な溶解トラップ領域を把握できる可能性があるため、CO₂挙動をより高精度に観測する観点から有用と考えられている。

重力探査は、帯水層の密度分布の変化に伴うμgalオーダーの重力変化を検出するものであり、年間10万トン規模のCO₂貯留における貯留域の移動検知には有効とされる。他方で微弱なCO₂移行を早期に検出できないことが指摘されている。

リモートセンシング技術としての地表面変形測定では、高感度傾斜計やGPSを活用する計測から、圧入等に伴う変位をmmオーダーで捕捉できる。アルジェリアのIn salahにおいては、GPS衛星データにより、4年間で1~2cm程度の地表変位が観測されている。

化学的なモニタリングには、地層水サンプリング、トレーサー試験、土壌ガスサンプリング等がある。地層水サンプリングによる化学組成や同位体、トレーサーの分析からは、圧入CO₂の追跡、溶解・鉱物トラップの定量化、あるいは浅部地層への移行が検討されることとなる。地表においては、土壌ガスサンプリングや赤外線分光法による

CO₂フラックスの測定手法も応用されている。

以上のモニタリング技術は、圧入層におけるCO₂の貯留性検証、挙動予測解析、移行監視等を目的とする地中貯留の長期的な安全性評価や社会的受容の観点からも不可欠であり、観測精度向上を含めたコストパフォーマンスの改善が今後の主要な課題である。

6. 国内外の動向

我が国では、日本 CCS 調査(株)が2008年度から経済産業省の委託を受け、大規模実証プロジェクトを開始した。CO₂を年間10万トン規模で5年間圧入し、モニタリングを実施し、2020年以降の事業化に備える計画である。先般、その候補地選定のため、北海道・苫小牧沖では地震波探査が開始されたところである。国際的には、この10月に公表されたCLSF(炭素隔離リーダーシップ・フォーラム)によるCCSロードマップ等からも、地中貯留が本格的利用の段階に向けて非常に急速な動きを見せている。

地中貯留は我が国の重要なCO₂削減の選択肢の1つであり、排出源近傍の貯留層の探索、貯留CO₂長期挙動の解明、関連法規制の整備など、周到な準備をしていく必要がある。学際的な見地から、より多くの研究者や技術者が、地中貯留に関わる技術開発や社会受容に向けて取り組んでいくことを期待してやまない。

砂防事業に関するいろいろな調査

たなか としゆき*
田中 稔之*

1. はじめに

日本の国土の7割は山地からなり、地形の特徴としては、河川の勾配が急峻である。自然斜面は浸食を受け、漸次平坦化していくものではあるが、地震や大雨などによる急激な山地の崩壊では、大量の土砂と水が渓流に流れ込み、家財や人命に被害を与える、土砂災害となることが多い。

本文では、私の体験した砂防事業に関する調査業務を紹介する。

2. 土石流点検

土石流点検では、以下の現場作業を行い、砂防計画の立案に必要な基礎資料の収集を行う。

なお、点検業務は渓流沿いに源頭部近くまでの踏査を行うため、2名1組を原則とし作業の効率化と緊急時の安全確保に努める必要がある。

1) 各次数谷代表部における、渓床状況の確認
渓床状況確認位置において写真撮影を行う。同時に、ポールなどにより簡易測量を行い、横断図(スケッチ)を作成する。また、縦断方向の渓床勾配もクリノメーターなどで計測する。

横断図には、渓床部の状況(露岩、堆砂状況、礫径、植生、倒木、水流の有無など)を記載する。また、山腹の状況(露岩、植生の種類、樹高、樹径、倒木、崩壊地など)を記載する。

2) 山腹の崩壊地形などの確認

空中写真の判読により、事前に崩壊地形を抽出する。さらに、現地踏査時(渓床調査時)にも崩壊地形の有無を確認する。

崩壊地形の全体がわかるように写真撮影を行い、高さ、幅、堆積土砂の層厚(推定)をスケッチに記載する。地すべりなどによる大規模な天然ダムが分布する場合、これも記録する。



写真1 渓床調査



写真2 既設砂防施設調査

* 株式会社東海環境エンジニア 技術部 課長代理

3) 既設砂防施設の確認

ダム台帳などにより、既設砂防施設（砂防、治山、流路工など）を把握し、現地踏査時に新設およびダム台帳未記載の砂防施設を確認する。ダム台帳に記載されていない砂防施設などの諸元は、現地にて計測する。堆砂状況（満砂、未満砂）や破損状況の確認を行う。

4) 倒木状況の確認

現地踏査時に倒木の有無を確認し、倒木分布状況を写真などにより記録する。また、倒木の成因についても考察する（間伐、斜面崩壊など）。

さらに、倒木による小規模な天然ダムが形成される場合、これも記録する。

5) 保全対象の確認

机上にて土石流氾濫区域の設定を行い、公共施設および災害弱者関連施設を抽出し、これの写真撮影を行う。

6) 立木調査

空中写真により植生を把握し、立木調査箇所を抽出する。現地にて10m四方のメッシュを作成し、本数、樹高、樹径の測定を行い記録する。

7) その他

現地踏査時に確認された、溪岸浸食、滝、湧水などは記録する（写真要）。使用する地形図と現況が、地形の改変などにより著しく異なる場合、溪床状況確認位置を再検討する。

3. 河床材料調査

砂防事業は、洪水時に多量の土砂流出や土砂移動により、河床の変動が著しい河川が対象となる場合が多い。特に狭窄部や広幅員部が繰り返す複雑な河道形状においては、出水時の河床変動特性はもちろん、土砂収支特性や粒度分布の変遷の把握に必要な基礎資料収集が重要となる。

1) 調査地点の選定

原則としては、河川の距離標に準じ、一定の間隔で調査地点（0.5 km, 1.0 km, 2.0 km など）が設定される。ただし、河床材料調査は、継続的に実施されている場合が多いため、基本的には既往調査地点と同一地点を選定する。

なお、前回調査後の流路変更や砂防工事などの影響が考えられる場合には、適宜調査位置を選定

する。

2) 材料採取（全量掘削：四分法）

河床材料調査のうち、全量掘削による四分法がある。この方法は、人力による掘削を行い、礫径の測定や材料採取を行う手法であり、巨礫を多く



写真3 全量掘削 (2m×2m×1m)



写真4 採取試料

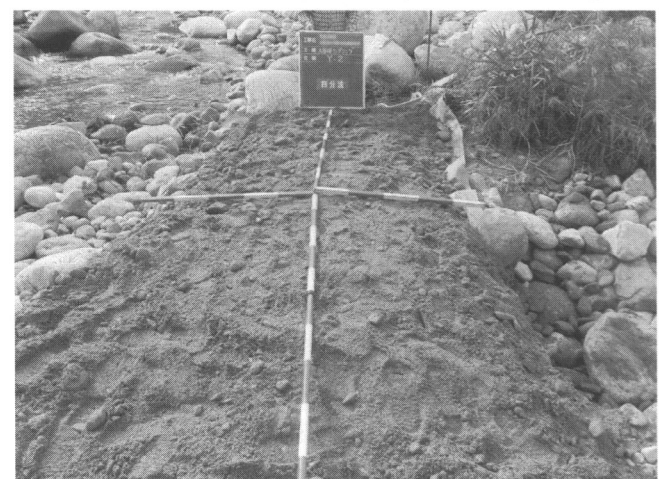


写真5 四分法

含む河川で、正確に粒度分布を求めることが可能である。

掘削範囲や掘削深さの設定は、調査地点に分布する礫径に支配される。また、材料採取は、山地の渓流部であることが多く、重機などの使用は困難で、作業の多くは人力に依存する。サンプリングには、多大な労力を要し、1箇所当たり3日以上の日数がかかる場合もある。

3) 材料採取(線格子法+容積サンプリング法)

河床材料調査は、前述の全量掘削を基本とするが、人力のみで作業を行う場合、線格子法と掘削量の少ない容積サンプリング法を組み合わせ、作業の簡略化を図る場合もある。

線格子法は、基準粒径より大きい礫分を対象とするサンプリングで、長径、中径、短径の採寸を行う。なお、基準粒径は、移動限界粒径や浮遊限界粒径より設定されるため、対象とする河川によって異なる。(JIS規格のふるい分析試験による最大網目の106mmを目安とした例もある)。測線展開については、河川横断方向を基本とするが、測線が河道幅を超える場合やサンプリング数(50~100個)が不足する場合は、測線を分割する(最大粒径程度分の平行移動)。

容積サンプリング法では、縦1.0m×横1.0m×深さ0.5mの河床材料の採取を行う。基準粒径以上の土砂は取り除き、土質試験に供する材料土を持ち帰る。なお、この時持ち帰る河床材料と掘削土砂の全重量を計測しておく必要がある。

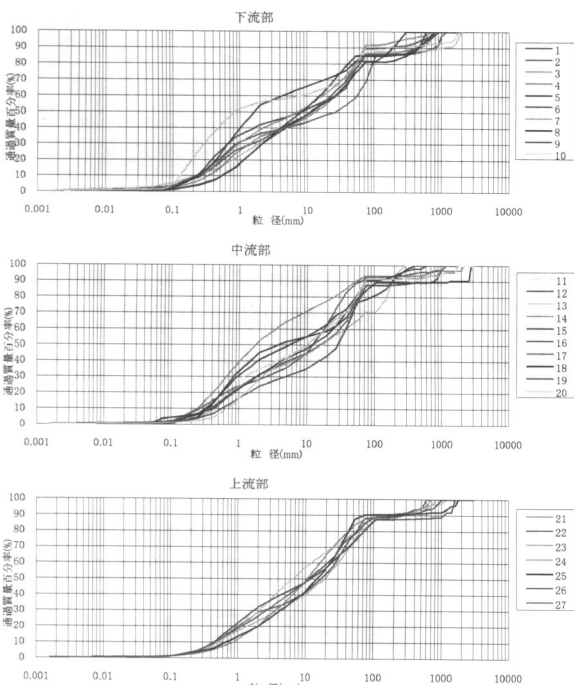


図1 区間ごとの粒度特性

4) 調査結果

材料採取時に計測された礫径や室内土質試験より求められた粒度分布をもとに、粒径加積曲線を作成する。これにより河川縦断方向に対する粒度組成の変化を比較する。また、経年変化を比較することにより、出水時における土砂移動の傾向を評価することも可能である。

4. 砂防ソイルセメント材料調査

砂防ソイルセメント工法 (ISM工法, INSEM工法など) は、現場で発生した土砂を使用して施工するため、従来のコンクリート工法と比較し、施工性、経済性や環境保全の面について有利と考えられる。

砂防ソイルセメント工法を検討する場合、現地発生土の適用性の評価が必要である。

1) 試料採取

材料試験に使用する現地発生土砂の採取位置は、対象とする砂防施設施工箇所を代表する場所を選定する。なお、現地発生土砂に細粒分や有機物が多く含まれる場合は、強度が小さくなる傾向があるため、表土付近は除去し極力地中より、材料土を採取する。

表1 目標強度レベル

	目標強度 (設計強度)	室内試験目標強度 (配合試験)
目標強度レベルI	0.5~1.5N/mm ²	0.75~2.25N/mm ²
目標強度レベルII	1.5~3.0N/mm ²	2.25~4.5N/mm ²
目標強度レベルIII	3.0~6.0N/mm ²	4.5~9.0N/mm ²
目標強度レベルIV	6.0~18.0N/mm ²	9.0~27.0N/mm ²
目標強度レベルV	18.0~21.0N/mm ²	27.0~31.5N/mm ²
目標強度レベルVI	21.0N/mm ² 以上	31.5N/mm ² 以上

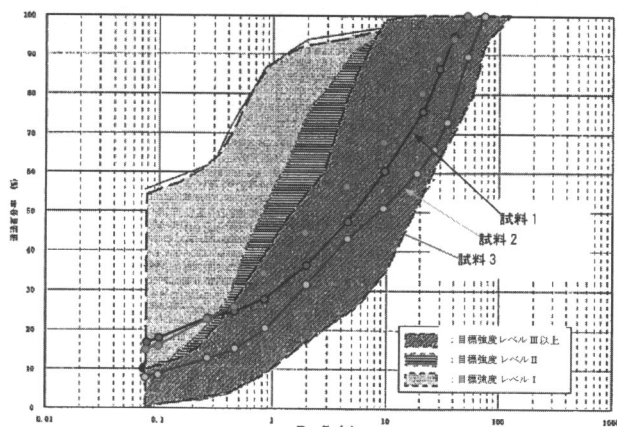


図2 目標強度レベルに応じた粒度適用範囲と粒度試験結果の対比

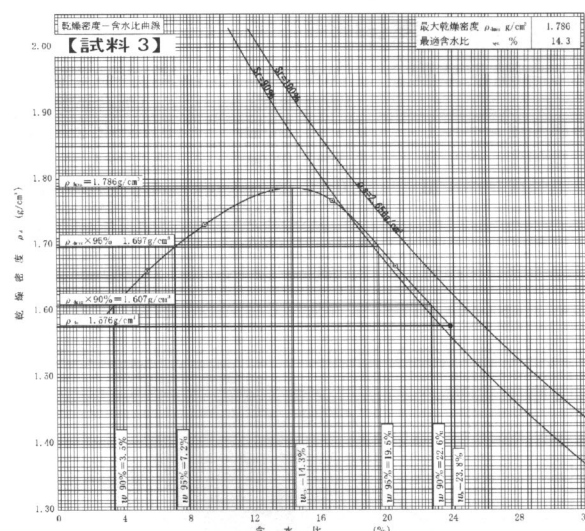
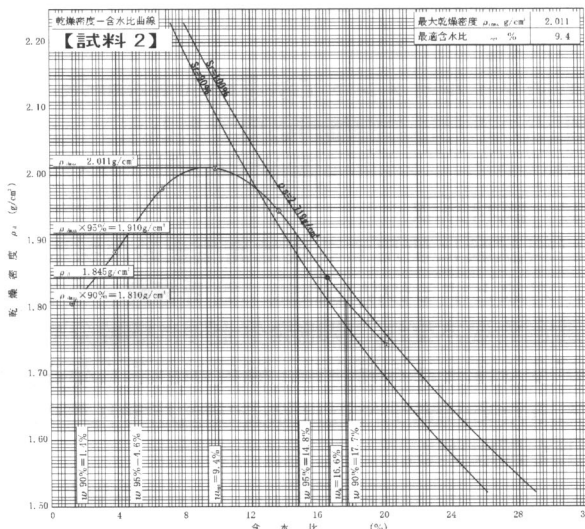
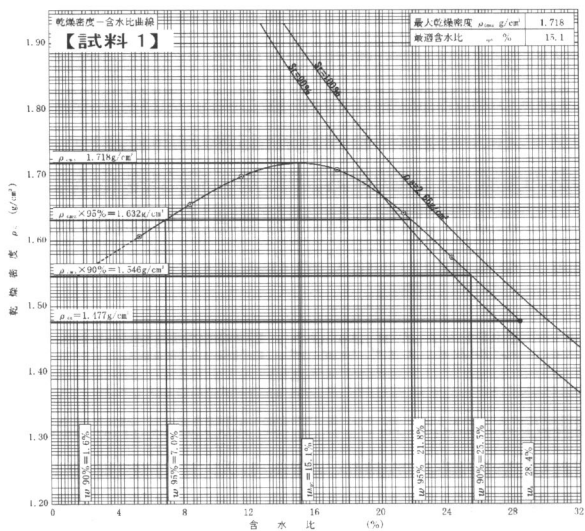


図3 各材料土の乾燥密度-含水比曲線

2) 粒度特性から見た適用性の評価

INSEM 工法における砂防ソイルセメントの目標強度レベル(表1)は、材料土の粒度特性に支配されるため、粒度試験による適用性の評価を行う。

一般に材料土の細粒分(0.075 mm以下)が10%以上の場合、目標強度レベルII, IIIの発現が期待できないとされ、2 mm以下の含有率が55%以上(0.075 mmは10%未満)の場合、目標強度般はレベルII程度にとどまる。

図2は、砂防ダム計画地にて採取した材料土の試験結果をプロットしたものである。試料-1, 3では、細粒分含有率が10%を超えるため、レベルIII以上の強度を発現させる場合、粒度調整などが必要である。

3) 突固め特性から見た適用性の評価

材料土に対する単位セメント量が 150 kg/m^3 で最適含水比が15%以下の場合、目標強度レベルIIの発現が期待できるとされている。

試料-1, 2, 3の最適含水比は、図3に示す通りで最適含水比は概ね15%以下である。最適含水比に着目すれば、各材料で目標強度レベルIIの発現が期待できる評価となる。

5. おわりに

この他の砂防事業関連の調査としては、測量業務や基礎地盤調査(ボーリング調査, 弾性波探査など)があり、これを経て砂防施設の設計, 施工, 完成に至る。

本文で述べた各調査が、どの様な形で事業計画に利用され、関連付けられているのか、(勉強不足ですが)私自身は良く分からない。また、調査に当たっての反省点や工夫すべき点も多いと考える。

しかし、現地調査の数年後に砂防施設の完成を見ると(砂防施設の出番がないのが一番理想的であるが)、微力ながら災害の防止と公共の安全確保を手伝えたかなと、誇らしく思える。

各地の博物館巡り

岐阜県七宗町 Hichiso Precambria Museum
日本最古の石博物館
 20億年前からのメッセージ



図1 日本最古の石博物館

はじめに

東海地方の地質に係わる博物館の中から、今回は20億年前の日本最古の石を紹介する「日本最古の石博物館」を取り上げる。

当館は、岐阜県中南部の七宗町(hichiso-chou)役場の南方約1.3km、飛驒川と国道41号との間に道の駅「ロックガーデン」に隣接して、UFOの形をして私達を待っている。

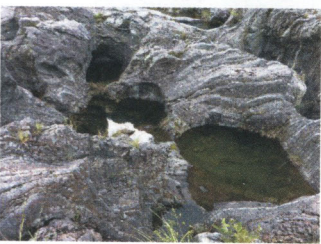


図2 飛水峡と甌穴群

この付近は中・古生層美濃帯の砂岩・泥岩・チャート等からなる標高200～700mの山地で、飛驒川や神淵川等の河川が曲流する。とりわけ当館の上流は飛水峡と呼ばれる峡谷で、天然記念物の甌穴(ポットホール)群があり、格好の学習スポットになっている。甌穴とは、飛驒川

の激流が渦を作って流れる際に小石を巻き込み基盤の泥岩を長い年月の間に壺状に削取ってきた数10cm～数mの大きさの穴で、大小900個程もある。

山地の斜面は急峻なため豪雨による土砂災害の危険性が高い。40数年前土砂崩れで発生した飛驒川バス転落事故はここから9kmほど上流にあり、平心白菊の塔が犠牲者の御魂を鎮めている。

展示内容の紹介

当館は、地上1階、地下1階建て。地上階に地球の歴史や自然現象を、地下階に様々な岩石を展

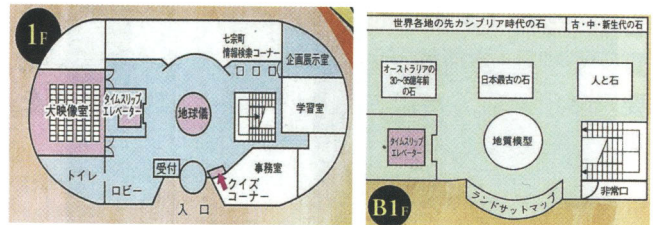


図3 館内レイアウト (パンフレットより)

示している他、人と石との関わりを示すコーナーや企画展示室、学習室が設けてあり、地学教育の場にふさわしい内容になっている。興味深い展示物を紹介する。



図4 地下から見た地球儀

①地球儀……館内に入ると目の前に迫るのが、地球内部の様子を表した世界でも最大級の大きさの地球儀。周囲に地球内部を造っている岩石が取り囲むように展示してある。

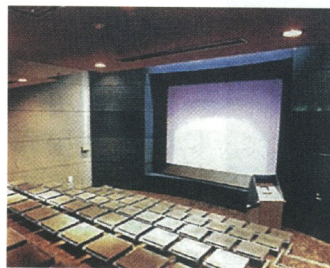


図5 大映像室 (パンフより)

②大映像室……受付の先にある。50人程が座れる。宇宙の誕生から現在までの地球の歴史を、三角おむすびの形をした礫のマスコット“レッキー”が15分位で

分かり易く解説してくれる。

③世界最古の石……タイムスリップエレベーターで地下に降りると、左側の壁面に世界各地の先カンブリア時代の岩石が展示してある。先カンブリア時代とは、46億年前に地球が誕生してから古生代の始め(5.4億年前)までの約40億年間という長い地質時代。金、鉄、ウラン等の鉱物資源を

多く含む大切な地下資源だ。地球最古の石は、カナダ北部に産する約40億年前のアキスタ片麻岩という岩石。30~35億年前のオーストラリア産の枕状溶岩もある。



図6 地質模型 (パンフより)

④地質模型……七宗町周辺の地質は、前述した中・古生界の美濃帯。一部に花崗班岩を貫入するが、三畳~ジュラ紀(約2.5~1.5億年前)の砂岩・泥岩・チャート等からなり礫岩を伴う。図7は、日本最古の石を発見された足立守氏の発表論文中的「地質図」。周辺の地質を立体化したのが地質模型。主要な場所に灯りが点き、大地が動き、地質断面を見ることができる。

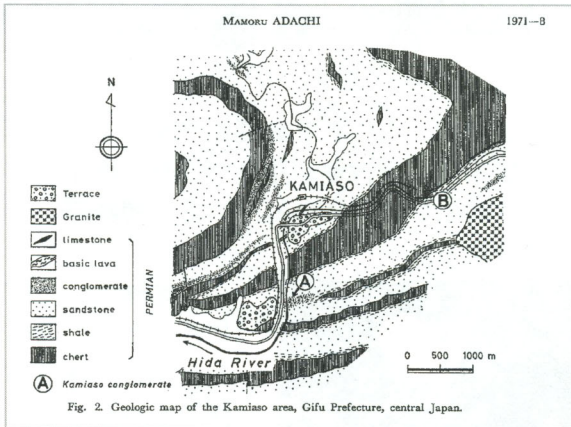


図7 岐阜県上麻生付近の地質図(地質学雑誌, vol. 77, No. 8 足立 守「岐阜県上麻生の下部二畳系 turbidite 層中に発達する層間礫岩」より抜粋)



図8 展示中の上麻生礫岩



図9 上麻生礫岩の露頭

⑤上麻生礫岩(日本で最も古い礫を含む)……本館の主役は地階の中央部に展示されている。図7に示した飛驒川河床のA地点にだけ分布する。1980年に足立守氏によって発見され、命名された。河床の露頭では層厚3~10mの4層準にわたってみられる。砂岩・チャートな



図10 礫岩中の礫

どの角~亜円礫と、オーソコーツァイト・花崗岩・片麻岩・安山岩などの円礫からなるが、高変成度の珪線石片麻岩礫やオーソコーツァイト礫を含むのが特徴。特に円磨度の高い後者を含む事から、本礫岩堆積時には先カンブリア紀の大陸は広く北方に広がっていたと推定されている(ああ、これぞロマン!)。片麻岩礫の放射年代を測定するとRb-Sr全岩アイソクロン年代の最も古いもので約20億年と求められ、本礫岩中の礫こそ先カンブリア時代のまさしく日本で最も古い礫とされている。

図9で、茶色く見えるのが上麻生礫岩。図10で、比較的白っぽく見えるのが片麻岩礫(中央下側の白丸は500円硬貨)。なお、現河床の入口の日本列島最古の石発見地と認めた石碑と建立の記が、誇らしげに案内役を担っている。

むすび

七宗町には、当博物館・上麻生礫岩の露頭・ポットホール等の学習スポットや歴史を伝える神社仏閣などがあり、水と石と歴史をゆったり味わうことができる。博物館の概要を図示しましたのでお子さんお孫さんと尋ねてみては如何ですか。

入館料

	個人	団体 (20名様以上)	個人バスポート (1年間有効)
小・中学生	100円	80円	300円
高校生・70歳以上	200円	160円	600円
一般	300円	240円	900円
未就学児	無料		

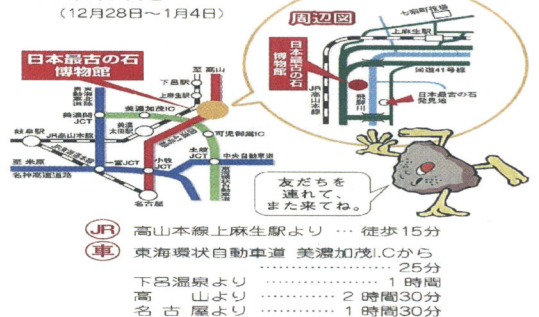
※心身障がい者とその付き添いのお客様は上表の半額となります。

開館時間

午前9時~午後4時30分(入館は午後4時まで)

休館日

- 木曜日(木曜日が祝日・振替休日の場合は開館)
- 国民の祝日・振替休日の翌日
- 年末年始(12月28日~1月4日)



日本最古の石博物館

〒509-0403 岐阜県加茂郡七宗町上麻生1160番地
TEL 0574-48-2600・FAX 0574-48-2601
http://www.hichio.jp 七宗町のホームページよりご確認ください。

(中部地質調査業協会 相山 外代司)

車窓から見る地形・地質

青森～函館

青森県陸奥湾周辺～津軽海峡～函館湾

青函航路

はじめに

昨年の秋、2008年11月より運航を休止していた青函航路の高速船が、今年になって期間限定で運航を開始した。その理由の一つは、今年3月から実施されている、ETCを活用した地方部高速道路の休日特別割引の影響にあると思う。

つまり、土日休日に多数の普通車・軽自動車等の利用者が、割引の恩恵を受けて東北自動車道路を北上してくる。そしてその大部分が北海道に渡るために青函航路を利用する。そのため、青函航路のフェリーは本州の他のフェリーと違って、休日1,000円割引以降、乗客が大幅に増加しているのである。キャンセル待ちの車が百数十台、駐車場に待機することになる。

青森、函館は今年は区切りの年を迎えている。太宰治の生誕百周年と、函館開港150周年である。太宰治の生誕と、函館開港が50年しか変わらないというのは自分にとっては意外であった。太宰も、生誕の100年後に地球温暖化の世の中が来るとは思ってもみなかったであろう。しかも、インターネットの世の中で、太宰の作品はほとんどがネット上の文庫で読むことができるのである。「人間失格」が、携帯電話にダウンロードして読まれている。太宰がもし生きていたら、著作権は存在し続けただろう。そして休日にはちょっとハイブリッドカーに乗せられて、高速1,000円割引で宇都宮まで餃子を食べに行っていたかもしれない。

津軽山地

青函フェリーのデッキから、周辺の地形・地質を眺めてみる。青森県で地形学的によく知られているものは、青函航路から西に70km以上離れた日本海側ではあるが、深浦地区の段丘地形だと思う。このあたりは、中位段丘面が海拔100m付近



写真1 津軽山地

に発達することなどから、日本でもトップクラスの隆起速度を有しているらしいが、青函航路からは見えない。そのように隆起が激しいのであるが、白神山地東縁に断層帯は見られていない。岩木山の噴出によって覆い隠されているのであろうか。

進行方向左手の津軽山地の遙か先に、ほんのわずかに頂が見えるのは岩木山か。手前の小さな頂は梵珠山で、その左側に見える台地状の地形は第四紀更新世の火砕流であるが、その南部付近に中位段丘面がある。中位段丘面は、津軽山地の南部、五所川原～浪岡周辺にかけては、標高20～40m付近に発達している。津軽山地の東側、浪岡には中位段丘の一部に撓曲構造が見られる。

青森湾西岸では鮮新世の地層が中位段丘面の西側に存在し、津軽山地はさながら、白神山地に負けじと、隆起しているように思われる。それらの隆起も、十三湖とむつ市を結ぶ線を境として途絶えているように見える。その周辺には開析が進み山頂が200m程度の定高性をもつ丘陵が広がっている。

その北方には中新世、鮮新世の火山岩類からなる四ッ滝山、丸屋形岳等の頂が見られる。小泊、竜飛、平館村には、中新世の火山岩類が海岸まで

迫る。海岸段丘は津軽半島北部や平館海峡沿いに見られる。

下北半島

夏泊半島から、恐山にかけて、その先は函館市の恵山まで、火山フロントを形成している。夏泊半島を過ぎると進行方向右手には、下北半島やむつ市周辺には海岸段丘が発達するがここからは遠くで見えない。三陸海岸は宮城県から宮古にかけてはリアス式海岸の沈降海岸、宮古から北は隆起海岸となっている。隆起と沈降の境界が宮古付近である。さらに北方の下北半島は、海岸段丘が発達していることから隆起海岸である。最先端の尻屋崎には、プレート境界に残存した付加体が分布している。

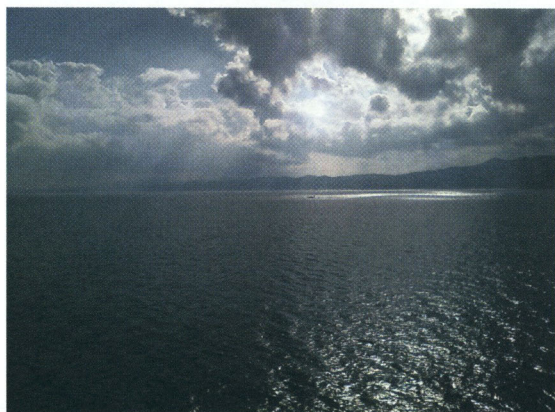


写真2 下北半島西部

連絡船は仏ヶ浦の前方を通過する。この付近には埋没林が認められ、第四紀後半の海退を物語っている。進行方向の両側に平館海峡の陸地が迫る。

連絡船から、大間の岬はやや遠くに見える。下北半島の西部では津軽半島とは対照的に大間岬付近に段丘が集中して分布している。

陸奥湾は閉鎖性の強い内湾であるが、湾内には津軽海峡から津軽暖流が流入し反時計回りに弱く循環している。水温は暖流の影響で太平洋沿岸よりやや高いようである。陸奥湾は環境が良好で魚介類の資源に恵まれ、ホタテガイ漁業をはじめとする重要な漁場である。どこかの居酒屋で、陸奥湾の巨大なフジツボというものを食したが、意外に美味だった。フジツボはヤドカリの仲間なのである。こんなものも陸奥湾に棲息している。愛すべき陸奥湾のホタテ、大間のマグロ、函館の海。津軽海峡冬景色。湾岸住民の生活環境を支える場でもある。

連絡船は、津軽海峡を通過するほんのわずかの間だけ、船体をわずかに揺らせる。7,000tクラスのフェリーであれば、波浪警報が出ているときで

もほとんど揺れない。また、多少の波浪でも、欠航はしない。2,000tクラスのフェリーは少し揺れるし、欠航もする。

函館

函館山が見えてきた。函館付近にも段丘地形がよく発達している。段丘の形成は地殻が一定の速度で上昇している間に行われた海面変化の結果であるといわれている。函館市街および函館山には下末吉面に相当する段丘面が見られる。函館空港や五稜郭、函館山麓の元町、ハリストス正教会などがあるところである。ここには函館砲台のような軍事要塞があったことから、太平洋戦争中以前はこのような写真は撮れず、法律違反で検挙されたいらしい。

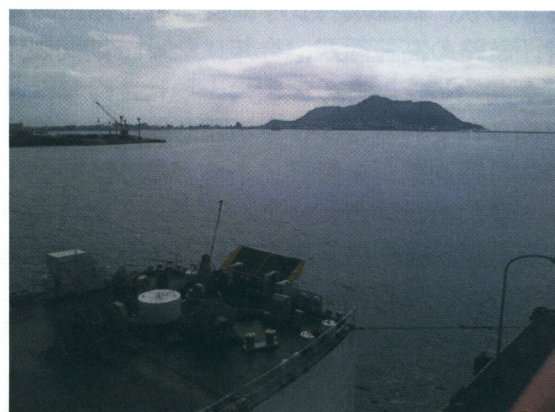


写真3 函館山

函館周辺の、この段丘に相当する面から採取された放射性炭素同位元素の測定によると、24,000年から34,000年前を示しているようである。

また、市街地の北西には多摩面に相当する段丘面が見られる。トラピスチヌ修道院は多摩面相当面の上にある。トラピスト修道院は、函館市ではなく、隣の北斗市である。これらの段丘群の西縁には西側隆起の逆断層である函館西断層が分布している。

函館の街は、活気付いている。函館開港150周年のためだけではないと思う。赤レンガ倉庫群、明治館等の観光施設だけにとどまらない。

朝市には、二十数年前に訪れた時のまま、風化したラーメン店がまだあった。

参考文献

- 1) 産総技術総合研究所地質調査総合センター：20万分の1日本シームレス地質図データベース
- 2) 産総技術総合研究所活断層・地震研究センター：活断層データベース
- 3) 函館市：函館市史デジタル版

[江藤淳宏(株式会社ダイヤコンサルタント)]

豊富な地下水と地熱による産物

はじめに

大分県別府市は、九州中東部に位置し、地形・地質構造的にフォッサマグナ（E・ナウマン 1886）西部から続く西南日本の構造の九州への玄関口に相当している。また、別府市は松山-伊万里線および大分-熊本線の両構造線に挟まれた扇状地溝帯である別府-島原地溝帯¹⁾（松本 1979）の扇の要の部分にあたる箇所に位置し、さらに本州弧と琉球弧との会合部の地域として、構造地質学的に意義が大きく、興味深い地域である。

別府地域の地質は火山活動の歴史であり、火山岩類がその大部分を占めている。別府-島原地溝帯内で最も新期火山とされる鶴見火山群を西に望む地域であり、火山群の前面に大規模な火山山麓扇状地の地形が広がり、その扇状地上に別府市街地は位置している。

扇状地の南北の縁はいずれも活断層による直線的な崖で限られており、市街地はこの低下部に形成されている。

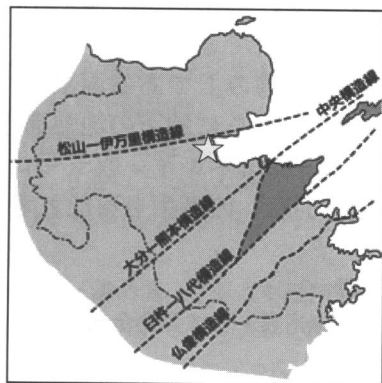
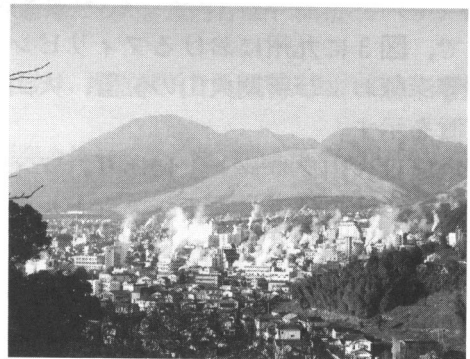


図1 大分県の構造線分布²⁾

に歩んできたと言っても過言ではない。泉源数は2800本を超え日本一。日本の泉源の10分の1が別府に存在していると報告されている。また、湧出量は13.7万t/日も日本一であり、世界第二位である。別府温泉を訪ね、宿泊する人の数は400万人を超えると言われており、“観光都市別府”、“湯の街別府”である³⁾。

「別府の人間はお風呂の沸かし方を知らない」と言われるほど、別府は温泉に恵まれ、現在でも別府市内の旧家の大部分は浴室が無いなど、市内各地に公衆浴場が点在している。



鶴見火山群と別府の湯けむり³⁾

多種多様の温泉

別府温泉は「別府八湯」と呼ばれる代表的な温泉地が八箇所ある。それぞれ独立した温泉場として栄え、それぞれ温泉の泉質が異なると報告されている。別府市内では多くある泉源のうち東西方向には泉質の変化が無いと言われているが、南北方向には随分と泉質が異なってくる。そんな南北方向においてのさまざまな泉質の存在が「別府八湯」を生んでいると言えよう。このように、東西方向の泉質は同じで、南北方向泉質は異なることについては、別府地域の活断層分布と密接な関係にある（図2）。

別府-島原地溝帯、特に別府地域は東西性の断

世界に誇る恵み

別府といえば「温泉」、別府の歴史は温泉とともに

層が多く分布している。別府市街地はその大部分を新期の扇状地堆積物に覆われているため、断層の位置が特定できないが、別府市街地の南北の縁には明確な断層地形が見られ、八つの温泉場もこれらの活断層に近い位置で栄えている。

別府湾の海底での断層分布状況から分かるとおり、別府市街地の直下にも東西性の断層が多く分布していると考えられる。同じ断層は全て同じ泉質の温泉が湧いているとは限らないが、泉質と東西性の断層とは密接な関係があると言えよう。

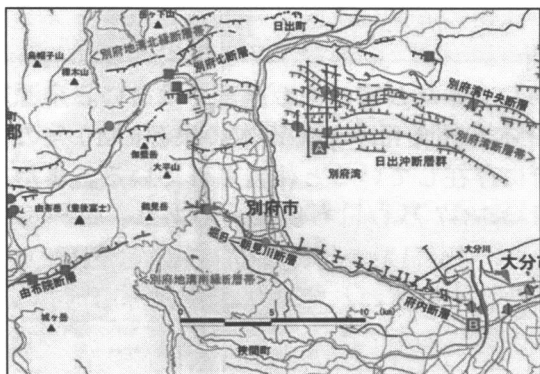


図2 別府地域の活断層分布図²⁾

温泉の湧出機構

ここで、図3に九州におけるフィリピン海プレートの等深線および新期火山の位置、火山フロントの位置を示す。

別府地域は火山フロント上にあり、フィリピン海プレートの沈み込みによる、マントルからの熱源の恩恵を受けやすい場所に位置している。また図2のとおり、断層が多く発達している地域であるため、断層周辺の脆弱部を通じ、地表面近くまで、熱源が到達し易い地下構造となっている。

また、別府地域は豊富な地下水が得られる地域

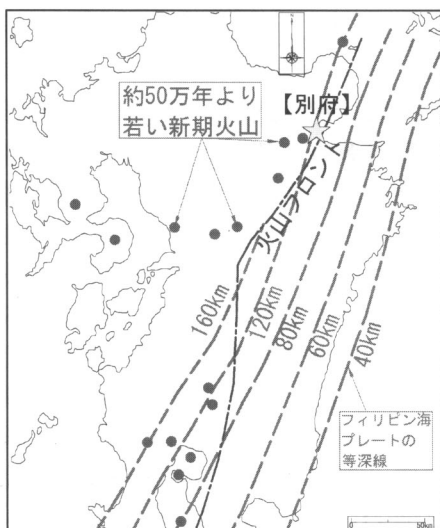


図3 九州の新期火山とフィリピン海プレートの関係⁴⁾

でもある。地溝内の凹地に立地する別府は、周辺からの地下水が集まりやすい地下構造となっており、さらに市街地背後の火山群からの扇状地堆積物が雨水を伏流させ、豊富で良質な地下水を生んでいる。

別府の“大地の恵み”である温泉は、地熱が供給され易い地下構造と、豊富な地下水によって得られている。

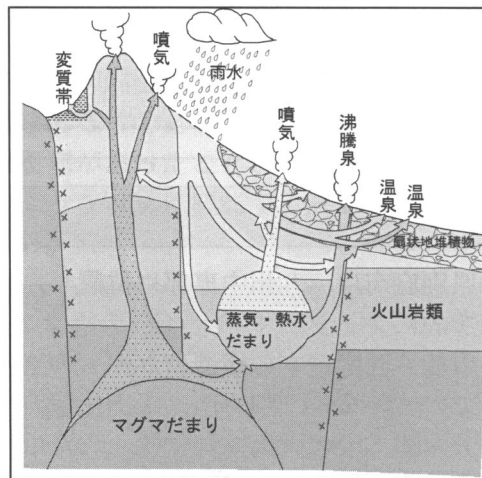


図4 温泉湧出モデル⁵⁾

おわりに

温泉の中でも噴気・沸騰泉と呼ばれる温度が100°Cに近いもの、100°Cを超える泉源は、日本にある泉源の3分の1が別府地区に集中している。

これらの泉源は、浴用としての利用の他に、近年ではクリーンエネルギーとして注目されており、施設園芸、養殖漁業、地熱発電等様々な分野で幅広く利用されている。特に噴気泉は、一般家庭においても工夫して利用されており、蒸し料理、床暖房やストーブ、アイロンや湯たんぽまで、昔から地熱が利用されてきた。

別府の「大地の恵み」である温泉を代表とする地熱は、これからさらに地下の地熱構造を解明することができれば、エネルギー収支ゼロの“ゼロエネルギー都市・別府”の誕生も可能と考えられる。

引用・参考文献

- 1) 松本徳夫：本州弧・琉球弧会合部における火山活動，1979
- 2) 大分県 HP：http://www.pref.oita.jp
- 3) 別府市 HP：http://www.city.beppu.oita.jp
- 4) 高橋正樹，小林哲夫：フィールドガイド 日本の火山 5 九州の火山，1999
- 5) 別府市 温泉課：べっぷ 温泉百科

(片山圭吾 明大工業株式会社)

「日本の地質百選」2次選定決まる

日本の地質百選選定委員会事務局
(NPO 地質情報整備・活用機構)
矢島道子

「日本の地質百選」は2007年5月10日に83箇所を選定しました。「地質と調査」誌2007年第2号(pp 52-57)でお知らせした通りです。それから2年、各地から地質百選へのさらなる推薦(自己推薦をふくむ)を受けて、2009年3月31日に推薦を締め切り、「日本の地質百選選定委員会」で慎重に議論を重ねました。その結果、2009年5月10日[地質の日]に下記の37箇所の選定を発表いたしました。また2007年の選定箇所の1部を変更しました。これで、地質百選は120箇所の選定となりました。

詳細は<http://www.gupi.jp/geo100/index.html>をご覧ください。

地質百選のひとつと説明(*は2次選定箇所、**は1部変更したもの)

1. 知床半島, 北海道: 千島列島から続く火山列のひとつ。ドーム型の羅臼岳や硫黄を流出する硫黄山などは活火山。温泉も豊富。
2. 白滝黒曜石, 北海道: 約2万年前の大石器工場。東洋最大の黒曜石の原産地だった。道内各地や本州, シベリアでも発見される。
3. 神居古潭溪谷の変成岩, 北海道: 褶曲構造の見られる青色片岩や緑色片岩は, 地下深所で低温高压型の変成作用を受けたことを表わしている。
4. 夕張岳と蛇紋岩メランジュ, 北海道: 北海道は東北日本弧と千島弧が衝突合体してできた。蛇紋岩メランジュは衝突前のプレート沈み込み帯の深部。
5. 夕張の石炭大露頭, 北海道: 明治21(1888)年, 坂市太郎が発見した石炭の大露頭。夕張炭田発見の契機となった。
6. 幌尻岳の七つ沼カール, 北海道: 海洋地殻と島弧性地殻が衝突してできた日高山脈の最高峰。カールやモレーンなどの水河地形がよく観察される。
7. 有珠山・昭和新山, 北海道: 有珠山は2万年近く前から噴火し続けている。1944年, 山腹の畑が噴火し始め, 250mの昭和新山となった。
- * 8. **アポイ岳と高山植物群落**, 北海道: 日高山脈ができるときに上部マントルが上昇露出して, 世界的に有名なカンラン岩のアポイ岳とそこにしかない高山植物群。
- * 9. **霧多布湿原**, 北海道: 美しい湿原の地下の泥炭層には, 9層以上の巨大津波痕跡が埋没している。1000年単位の解析ができ, 世界から注目されている。
- * 10. **オンネトー湯の滝**, 北海道: 雌阿寒岳の山麓に発した温泉水中で, マンガン酸化細菌がはたらき, マンガン鉱床となった。目の前で鉱床生成が見える。
11. 恐山の金鉱床, 青森: 古くから宗教上の要地だった恐山火山の温泉沈殿物に金の化合物が異常濃集している。
12. 仏ヶ浦, 青森: 新第三紀の流紋岩凝灰岩が長い



写真1 アポイ岳と^{さまに}鉱山植物群落。様似市街とアポイ山塊(右端ピークがアポイ岳)(提供: 様似町教育委員会)

間の浸食作用を受け、奇異な形の断崖・巨岩が連なる海岸地形になった。

- * 13. **十和田湖・奥入瀬溪谷**, 青森・秋田: 55 千年前から作られた十和田カルデラと 5 千年前からできた中湖カルデラの 2 重カルデラ。十和田湖から唯一流れ下る奥入瀬川。
- 14. **龍泉洞**, 岩手: 世界でも有数な透明度をほこる地底湖のある洞穴は、ジュラ紀に日本列島に付加された石灰岩のカルストにできた。
- * 15. **久慈層群と琥珀**, 岩手: 9-8 千万年前の白亜紀後期に堆積した久慈層群から琥珀が大量に産出する。白亜紀の琥珀は世界でも珍しい。
- * 16. **大船渡の中古生界**, 岩手: 古生代の堆積物が日本で最も広く分布する。シルル紀の化石が日本で最初に発見された。
- 17. **唐桑半島**, 宮城: 屋根に使われる古生代登米層群のスレートなど、南部北上地方に特徴的な地層が見られる。明治の三陸大津波の跡もある。
- 18. **松島**, 宮城: 複雑な海岸線と数多くの島は、新第三紀の浸食されやすい地層と、後背に河川がないことでできた。
- * 19. **荒砥沢ダムの上流崩壊地**, 宮城: 2008 年 6 月 14 日に発生した岩手宮城内陸地震で起きた大規模な地盤崩壊地。地の災いはよく研究して地の恵としていきたい。
- 20. **蔵王火山**, 宮城・山形: 複数の火山体が集合する火山。火山活動は 70 万年前から始まり、五色岳にあるお釜は豊かな表情を見せる。
- 21. **尾去沢鉱山**, 秋田: 708 年から 1978 年の閉山まで日本を代表する銅鉱山だった。坑道の地質も鉱山の歴史もよく理解できる。
- 22. **男鹿一ノ目瀧**, 秋田: マグマが地下水に触れて起こる水蒸気爆発で出来た。上部マントルの岩石であるかんらん岩も噴出した。
- 23. **鳥海山**, 秋田: 50 万年前から、主として安山岩質の溶岩流が成長してきた火山。象潟は 2500 年前の岩屑なだれの堆積物。
- * 24. **豊川油田**, 秋田: 豊川油田が存在する丘陵地は新第三系船川層から構成され、断裂に伴ってあちこちで天然アスファルトが滲出している。
- * 25. **千屋断層**, 秋田: 明瞭な地表地震断層(逆断層)が観察される。この活断層は連続的に見られ、丁寧な調査を必要としている。
- 26. **磐梯山**, 福島: 1888 年の噴火では山体崩壊、岩屑なだれがおこり北麓の古長瀬川水系がうめたてられ、現在の裏磐梯ができた。
- 27. **筑波山**, 茨城: 固くて重い斑れい岩と、よりくずれやすい花崗岩からできている。斑れい岩のほうが残っている。
- * 28. **五浦海岸**, 茨城: 新第三紀の凝灰質砂岩と泥岩を波が削って芸術作品のように美しい海岸をつくった。六角堂は岡倉天心や横山大観が利用した。
- 29. **華厳の滝**, 栃木: 約 2 万年前に日光男体山が噴火し、川をせき止めて中禅寺湖を作り、華厳の滝も形成された。
- 30. **足尾銅山**, 栃木: 1610 年から 1973 年まで稼行の高温熱水鉱脈鉱床。明治期の古川市兵衛の経営で活発化。
- * 31. **大谷石**, 栃木: 日本列島の生成の歴史で重要なグリーンタフ活動の産物。日本の代表的な石材。文化財にも、美しい風景にもなっている。
- * 32. **塩原湖成層と木の葉石**, 栃木: 更新世中期の高原火山の活動に伴い形成されたカルデラ湖を埋めた堆積物中に、植物・昆虫・魚類などの化石が多産する。
- * 33. **葛生石灰岩**, 栃木: 古生代ペルム紀の熱帯の海で生きていた生物の遺骸からなる石灰岩。大洋底の移動とともに葛生にやってきた。
- 34. **浅間山**, 群馬・長野: 4 万年前から噴火が始まり、1783 年の天明噴火は大被害をもたらした。鬼押し出し溶岩流はよく観察できる。

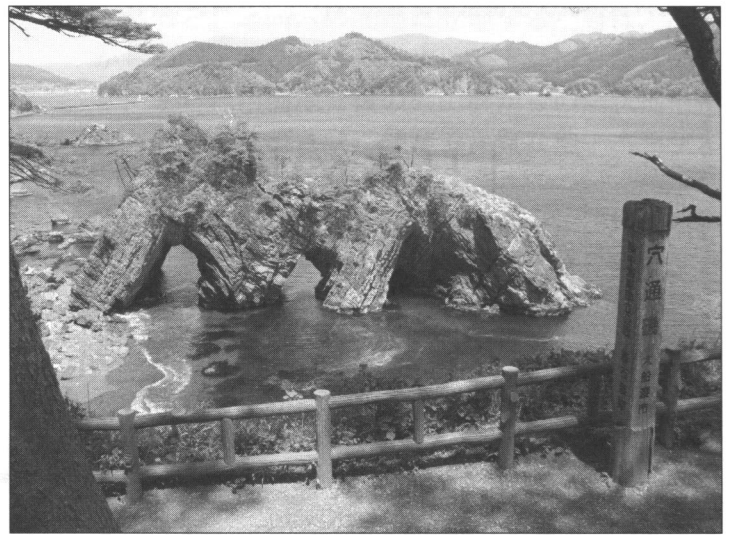


写真 2 大船渡の中古生界。「基石海岸」の穴通磯(提供: 大船渡市立博物館)

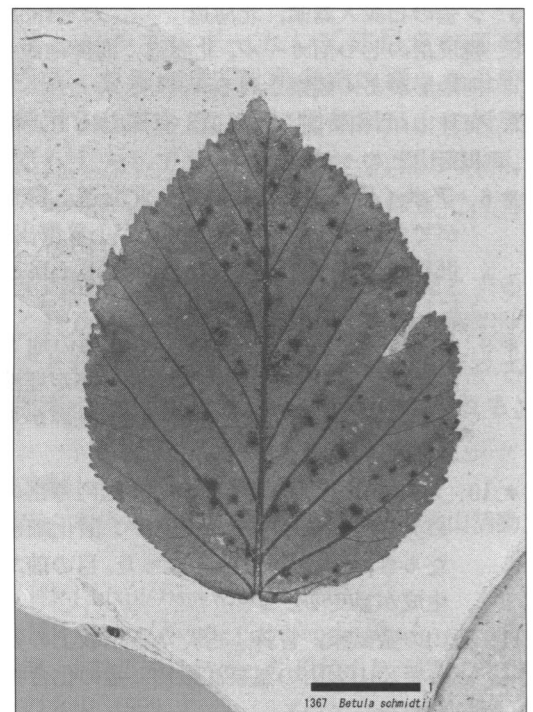


写真 3 塩原湖成層と木の葉石。オノオレ(栃木県立博物館蔵)(撮影: 青島睦治)

35. 跡倉クリッペ，群馬：古生代ペルム紀の花崗閃緑岩や白亜紀の跡倉層が，ほぼ水平な断層で三波川変成帯の緑色岩類の上に載る。
36. 瀬林の漣痕と恐竜足跡，群馬：白亜紀瀬林層の地層は漣（さざなみ）の痕がよく観察でき，1985年に発見された恐竜の足跡も見える。
37. 秩父・長瀨の変成岩，埼玉：青緑色の緑泥片岩や紅色の紅廉石片岩などの結晶片岩が観察できる。ナウマンも宮沢賢治も調査に来た。
- * 38. 秩父・ようばけ，埼玉：秩父盆地の地層は約1500万年前の海底堆積物よりなる。スランプ褶曲などの堆積構造や化石をよく観察できる。
39. 犬吠埼，千葉：ジュラ紀から第四紀までの地層が見られる。白亜紀の地層では，生痕化石や堆積構造がよく観察できる。
40. 養老溪谷・黒滝不整合，千葉：新生代の海成層が広く分布し，養老溪谷周辺では約300万年前にできた黒滝不整合以降の地層がよく見える。
41. 伊豆大島，東京：玄武岩からなる成層火山で，数万年前から活動を始め，1986年の噴火は記憶に新しい。
42. 三宅島，東京：雄山を中心として歴史時代から現在までしばしば激しく噴火している。2000年からも活動し続けている。
43. 父島無人岩（ボニナイト），東京：ボニナイトはマグネシウムを多く含む特殊な安山岩で，地球内部のマントル上部に直接由来する珍しい岩石。
44. 城ヶ島，神奈川：関東地震のときに1mほど隆起した海食台に，新第三紀三浦層群の様々な堆積構造や褶曲（一部は逆転）が見られる。
45. 箱根火山，神奈川：約65万年前からの活動により，カルデラ，成層火山，溶岩円頂丘などの火山地形ができた。火山灰は関東ロームになった。
- * 46. 丹沢山地の変成岩，神奈川：南の海の火山島がプレートに乗って北上し，日本列島に衝突してその圧力で丹沢山地ができた歴史をよく観察できる。
47. 佐渡金山，新潟：1601年から1989年まで新生代の地層の石英脈を掘っていた。「道遊の割戸」は最大。日本の鉱山史で重要。
48. 佐渡小木海岸，新潟：新第三紀の海底に噴出した玄武岩。枕状溶岩や柱状節理がよく観察できる。珍しいピクライトという岩石も産出。
49. 新津油田，新潟：数百万年前の砂岩層に含まれる石油を採掘していた。石油のしみ出す砂岩層や井戸跡を観察できる。
50. 糸魚川―静岡構造線（糸魚川），新潟：日本列島を東西に分断する大断層。日本列島地質図に明瞭に見られ，ナウマンが提唱したフォッサマグナの西縁にあたる。
- ** 51. 小滝・青海川ヒスイ峡，新潟：日本で初めて1938年に発見されたヒスイの産地。各地の遺跡のヒスイはこの地域のもので考えられ考古学的に重要。
- * 52. 信濃川河岸段丘と活褶曲，新潟：険しい山岳をぬって流れる日本一の信濃川とその支流がつくった階段状の特異な地形。日本最大の河岸段丘。
53. 魚津埋没林，富山：海面上昇の結果，海面下に埋没した約2000年前の木の根。1930年魚津漁港改修の際に発見された。
54. 立山カルデラ，富山：激しい浸食でできたカルデラ。土砂災害が多く，立山カルデラ砂防博物館の近くに日本最古の地層がある。
55. 白峰百万貫岩，石川：日本最大級の洪水で流出した岩塊で，中生代の堆積岩からなる。近くには桑島の化石壁や白山砂防科学館がある。
- * 56. 能登珪藻土，石川：海底に沈積した珪藻の遺骸が長い時間の地殻変動をへて，珪藻土になった。日本を代表する珪藻土産地。
- * 57. 犀川沿い大桑層，石川：新第三紀から第四紀に堆積した大桑層には寒流系の貝化石が多産する。その詳細な調査から古気候がよく復元されている。
58. 東尋坊，福井：輝石安山岩の柱状節理の発達した海食崖が，約2kmも続いている景勝地。
- * 59. ふくい恐竜溪谷，福井：ジュラ紀から白亜紀の地層の丹念な発掘調査から，たくさんの恐竜化石が発見されている。日本の恐竜研究を書き変えた。
60. 糸魚川―静岡構造線（早川），山梨：赤石山脈側の西南日本の古い岩石と，北上衝突した伊豆―



写真4 能登珪藻土。見附島（提供：珠洲市観光交流課）

小笠原弧起源の南部フォッサマグナの岩石が接する大断層。

- * 61. **昇仙峡**, 山梨: 新第三紀の花崗岩を笛吹川の支流が鋭く浸食した。花崗岩の雄大な風景が見られる。
- 62. 富士山, 山梨・静岡: 日本の最高峰で, 日本を代表する玄武岩質の成層火山。溶岩樹形や溶岩トンネルなども見られる。
- 63. 八ヶ岳, 長野・山梨: 最高峰赤岳ほか8峰が連なる火山で, 七里ヶ岩には日本で最大の岩屑なだれも見られ, 近くには黒曜石の産地も多い。
- 64. 上高地と滝谷花崗岩, 長野: 上高地の基盤は日本最古の変成岩, その上にジュラ紀付加体。地表は世界一若い花崗岩。氷河地形も見られる。
- 65. 御嶽山, 長野・岐阜: 中期更新世の活動による古期御嶽火山の上に新期の御嶽火山が載っている。1979年からも時々活動している。
- 66. 中央構造線(大鹿村), 長野: 関東平野の下から九州へ続く大断層の中央構造線が地表でよく観察され, 地質展示が大鹿村中央構造線博物館にある。
- * 67. **湯俣の噴湯丘と白骨温泉の噴湯丘**, 長野: 石灰質に富む温泉が噴出すと, 吹き出し口には石灰分が沈積し, だんだんうずたかくなってくる。
- 68. 神岡鉱山, 岐阜: 飛騨片麻岩中の結晶質石灰岩が熱水と交代したスカルン鉱床。亜鉛・鉛・銀の鉱山。坑内をスーパーカミオカンデが利用。
- 69. 根尾谷断層, 岐阜: 1891年の濃尾地震の震源断層が地表に達した水鳥の断層崖はよく保存され, 断層観察館でトレンチ断面も観察できる。
- ** 70. **飛水峡・上麻生礫岩**, 岐阜: 飛騨川の峡谷で両側はジュラ紀付加体のチャートと砂岩からなり, 甌穴も多い。上麻生礫岩で日本最古の岩石が見つかる。
- * 71. **鶯沼のチャート**, 岐阜・愛知: 木曾川の両岸にジュラ紀付加帯のチャート, 珪質泥岩等の地層が分布し, チャートには見事な褶曲が観察される。
- * 72. **瑞浪の化石**, 岐阜: 約2000万年前の新第三紀の地層から豊富な化石を産出する。現在より暖かい海に棲んでいた生物と考えられている。
- 73. 丹那断層, 静岡: 1930年11月26日の北伊豆地震で左横ずれ断層が出現。当時工事中の丹那トンネルもずれた。
- 74. 大崩海岸, 静岡: 高アルカリ玄武岩の断崖絶壁。枕状溶岩も観察される。現在でも崩壊を繰り返している。
- 75. 鳳来寺山, 愛知: 新第三紀の海成層(設楽層群)と火成岩の松脂岩やデイサイトが, 侵食されて複雑な地形をつくっている。
- 76. 中央構造線(月出,) 三重: 国内最大規模の中央構造線の露頭。白亜紀のアジア大陸縁でできた黒色片岩と内陸部でできた花崗岩が接している。
- 77. 石山寺珪灰石, 滋賀: ジュラ紀付加体の石灰岩が, 貫入してきた花崗岩の熱変成作用を受けて, 珪灰石ができた。石山寺の名称はこれに由来。
- 78. 天橋立, 京都: 全長3.6kmもある美しい砂州地形の景勝地。砂州全体に松を育てる真水で宙水の地下水が存在する。
- 79. 玄武洞, 兵庫: 玄武岩の岩石名由来の地。世界で初めて地磁気逆転を発見するきっかけとなった岩石で, 柱状節理の発達が見事。
- 80. 生野鉱山, 兵庫: 平安時代からずっと掘り続けられてきた銀山。明治になり官営鉱山1号で, コワニエが近代化を図った。
- 81. 六甲一淡路断層系, 兵庫: 第四紀後半に繰り返しずれ動いた活断層。1995年の兵庫県南部地震でずれが地表にでた淡路島に断層保存館がある。
- * 82. **南あわじの鞘形褶曲**, 兵庫: 沼島は三波川結晶片岩でできた島である。世界でも珍しい同心円構造の鞘形褶曲が見られる。
- * 83. **山陰海岸**, 鳥取・兵庫: 日本海の海岸線沿いに新第三紀の堆積岩や火成岩の節理が波に洗われて多くの名勝を作っている(浦富海岸, 但馬御火浦, 香住海岸等など)。
- 84. 玉置山, 奈良: 山頂付近の枕状溶岩は, 白亜紀に遠方の海洋底に噴出し, 海洋プレートの移動によってアジア大陸縁に付加したもの。
- * 85. **古座川弧状岩脈**, 和歌山: 1400万年前頃に地層の割れ目にそって珪長質マグマが上昇し, 岩脈群を作った。地表ではいろいろな形をしている(古座川の一枚岩, 橋杭岩, 高池の虫喰岩など)。



写真5 山陰海岸。浦富海岸は山陰海岸の基盤の古第三紀花崗岩からなっている。(提供: 兵庫県但馬県民局)

86. 鳥取砂丘，鳥取：日本最大の海岸砂丘で，風紋が美しい。その構造や歴史がよく解明されている。
87. 隠岐島前カルデラ，島根：約 550 万年前に形成されたカルデラが，海に没して島々となった。日本であまり見られない石英閃長岩の産地。
88. 石見銀山，島根：鎌倉時代より世界に影響を与えるほどの銀が産出した。150 万年前のデイサイトの活動でできた鉱脈鉱床。

- * 89. **三瓶埋没林**，島根：約 3500 前，三瓶火山から流れ下った噴出物が巨木の林を立ったままで埋積した。埋積の構造がよくわかる。
90. 羅生門，岡山：中国地方に点在するペルム紀付加体の石灰岩台地の阿哲台カルストにある。鍾乳洞の天井の崩壊でできたアーチ状地形。
91. 久井の岩海，広島：花崗閃緑岩の巨大な岩塊が連続して分布する。風化の進展に伴って見られる地形。
92. 須佐ホルンフェルス，山口：須佐層群が堆積したあと，高温の火成活動があり，接触した部分が再結晶したものの。

93. 秋吉台・秋芳洞，山口：日本最大のカルスト地形。古生代の南の海にあったサンゴ礁が日本列島に付加されてできた石灰岩台地。

94. 穴喰浦舌状連痕，徳島：第三紀始新世の頃，深い海の海底扇状地で，砂が水流で運搬されたときの構造が見事に残った。
- * 95. **阿波の土柱**，徳島：100 万年前の扇状地がその後隆起し，雨水の浸食作用を受けてできた奇勝。

96. サヌカイト，香川：ガラス質の古銅輝石安山岩で，讃岐に因み命名。叩くとカンカンと響くためカンカン石ともいう。ナウマンが紹介。
97. 砥部衝上断層，愛媛：断層面の upper 側に中央構造線に沿う白亜紀の和泉層群，下側に新第三紀の礫岩があり，和泉層群が押しつぶせたとされる。

- * 98. **大島シュードタキライトと変成岩類**，愛媛：断層が高速で動いて両側の岩石が溶け，その後固まったもの。5000 万年前の地震を起こした断層そのものが観察される。

99. 龍河洞，高知：三宝山北東方にある鍾乳洞。ジュラ紀～白亜紀前期付加体である秩父南帯（三宝山帯）の石灰岩にある。
100. 横倉山・佐川，高知：シルル紀から白亜紀の化石や，それらを含む黒瀬川構造帯の岩石がよく観察される。佐川造山運動が提唱されたところ。

101. 久礼メランジュ，高知：プレート運動により，海底にたまった地層が日本列島に押しつけられてできた付加体の構造がよく解析されている。

- * 102. **室戸岬の斑レイ岩**，高知：新第三紀の四万十付加体を，斑レイ岩や玄武岩の岩脈が貫いている。

- * 103. **竜串・見残し海岸**，高知：新第三紀の地層が海食台に広く分布し，さまざまな堆積構造が観察される。

- * 104. **平尾台カルスト**，福岡：古生代ペルム紀の石灰岩よりなる，日本でも有数のカルスト。

- * 105. **有明海干潟**，佐賀：有明海は潮汐の干満の差が日本で干潮時の干潟の広さも日本一。潟泥はもともと阿蘇山の大噴火で積もった土砂である。

106. 雲仙，長崎：1792 年に眉山が崩壊し「島原大変肥後迷惑」，1991 年の大火砕流で大惨事，積極的に防災に取り組んでいる。

- * 107. **小値賀島単成火山群**，長崎：比較的小規模な噴石丘と溶岩流で構成される単成火山が多数分布している。岩石は玄武岩が主である。

108. 阿蘇，熊本：大規模な陥没でできた阿蘇カルデラは，約 30 万年前からの活動による。火砕流を度々噴出，現在は中央火口丘が活動中。

109. 御所浦，熊本：白亜紀御所浦層群と姫浦層群が



写真6 三瓶埋没林。小豆原埋没林公園では，地下展示棟で発掘状態のまま展示公開を行なっている。（提供：島根県立三瓶自然館）

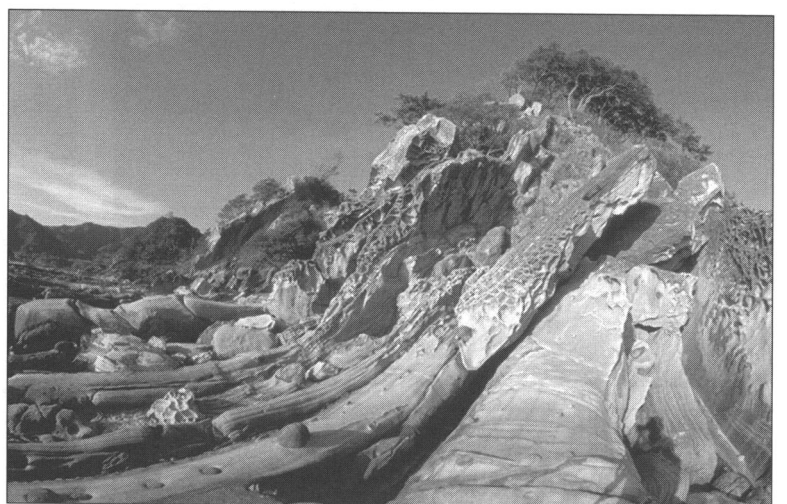


写真7 竜串・見残し海岸（提供：土佐清水市役所観光課）

広く分布し、イノセラムス、アンモナイト、そして、恐竜化石も産出する。

* 110. **肥後変成帯**, 熊本: 高圧～超高压変成作用と低圧～中圧変成作用の時代の異なる変成作用がよく観察できる。

111. 玖珠二重メサ, 大分: 約 100 万年前の耶馬溪火砕流や 50～60 万年前の万年山溶岩が, 平坦な頂面で二重のメサ地形をつくっている。

* 112. **竹田の阿蘇火砕流堆積物**, 大分: 時代の異なる何枚もの阿蘇火山起原の火砕流堆積物がよく観察できる。

113. 青島, 宮崎: 砂礫層からなる陸繋島で, 周囲の「鬼の洗濯板」は新第三紀宮崎層群の砂泥互層の軟らかい泥岩が浸食されたもの。

114. 市木不整合, 宮崎: 四万十累層群の日南層群と新第三紀宮崎層群との間の傾斜不整合, いろいろな堆積構造も見られる。

115. 霧島火山群, 鹿児島・宮崎: 加久藤カルデラの南縁に大小 20 の成層火山があり, 多くの火口湖や温泉をかかえている。

116. 桜島, 鹿児島: 世界でももっとも活動的な火山の一つで, 大正時代の噴火は大規模で広大な溶岩原を作った。

117. 屋久島, 鹿児島: 古第三紀の地層に巨晶花崗岩が貫入し, 第四紀には上昇した。標高 1936 m の宮之浦岳は九州最高峰である。

* 118. **甕島の白亜紀—古第三紀層**, 鹿児島: 北部海岸では白亜紀から古第三紀の地層が連続してよく観察できる。

119. 奥武島の畳石, 沖縄: 島を構成している安山岩は中新世の阿良岳層のもので, 柱状節理が発達している。畳石はその断面。

120. 大東隆起環礁, 沖縄: 南北大東島は典型的な隆起環礁。北大東島は全島ドロマイトで世界でも珍しい。



写真 8 有明海干潟。棚じぶと干潟 (提供: 鹿島市商工観光課)

120 箇所の選定地には, ジオパークになったところもあります。あるいは, おもしろい化石が豊富に産出するところ, あるいは地理・地形のおもしろいところなど多様です。日本列島の地質の豊かさを反映していると思います。地質百選の選定は, 各地の新聞・広報誌でも掲載されるようにな

ってきています。なお, 選定委員会では, 1 次発表のときと同じように, オーム社より「日本列島ジオサイト地質百選その 2」を来春刊行予定です。「その 1」や「写真と図で見る日本の地質」ともにならべてお使いください。

全地連「技術 e-フォーラム 2009」について

記念すべき第20回技術 e-フォーラムが、9月10日(木)～11日(金)の2日間、松江市で開催された。

今回のフォーラムでは、昨年(2008)の高知大会に続き「地域再生への取り組みー地質調査の役割ー」をメインテーマに、地元「中国地質調査業協会」の全面的な協力と「国土交通省中国地方整備局」「島根県」「松江市」の後援および「(独)土

木研究所」「(独)産業技術総合研究所」「日本情報地質学会」「NPO 地質情報整備・活用機構」「日本応用地質学会中国四国支部」「(社)土木学会中国支部」「(社)地盤工学会中国支部」に協賛いただいた。

初日の特別講演会は、独立行政法人宇宙航空開発機構の金子 豊氏に基調講演として「地球を見つめる目ー宇宙からの地球観測ー」というテーマでご講演いただいた。また、シンポジウム・フォ

表1

プログラム

第1日目 9月10日(木)

会場:3F 国際会議場	
開会式 10:00～10:15	開会挨拶 全地連会長 瀬古 一郎 来賓挨拶 国土交通省中国地方整備局局长 藤田 武彦 氏 島根県知事 溝口 善兵衛 氏 松江市市長 松浦 正敬 氏
特別講演会 10:15～12:00	「地球を見つめる目ー宇宙からの地球観測ー」 (独)宇宙航空開発機構宇宙利用ミッション本部 GOSATプロジェクトチーム主任開発員 金子 豊 氏
シンポジウム*1 13:00～16:00	中国地質調査業協会 特別企画 テーマ「地域再生」への取り組みー地質調査の役割ー
基調講演 13:00～14:00	「地域再生プロジェクト」 講師:国土交通省中国地方整備局企画部長 山中 義之 氏
パネルディスカッション 14:00～16:00	「ジオパーク活動を通じた地域起こし」
開会挨拶 14:00～14:10	コーディネーター 大阪市立大学准教授 原口 強 氏
パネラー発表① 14:10～14:25	市民活動としてのジオパークー隠岐風待ち海道倶楽部の試みー パネラー 隠岐風待ち海道倶楽部事務局 隠岐の島町教育委員会生涯学習課文化振興係長 野辺 一寛 氏
パネラー発表② 14:25～14:40	地質技術者の役割 パネラー 中国地質調査業協会技術委員 (株)共立エンジニアリング常務取締役 小豆澤 薫 氏
意見交換 14:40～15:00	
パネラー発表③ 15:10～15:25	関連団体の役割 パネラー NPO地質情報整備・活用機構副会長 永野 正展 氏
パネラー発表④ 15:25～15:40	「地質リスク」という観点から パネラー (社)全国地質調査業協会連合会技術委員 佐橋 義仁 氏
総合討論 15:40～16:00	
地質リスク学会の 設立記念講演 16:00～17:00	設立趣旨について 高知工科大学教授 渡邊 法美 氏 事例の紹介 全地連リスクWGメンバー等

会場:1F 多目的ホール

オープン技術発表会*3 13:00～16:35	発表テーマ「A-1 ハザードマップ」「A-2 斜面・地すべり」 発表編数:15編
----------------------------	---

第2日目 9月11日(金)

会場:3F 国際会議場	
記念講演会 9:30～10:30	テーマ「地元「いにしえロマン」に触れる」 講演①「石見銀山～自然がつくり、人がほり、森にかえるまで～」 講師:島根県立三瓶自然館・学芸員 中村 唯史 氏
10:30～11:30	講演②「出雲の魅力」 講師:(元)島根女子短期大学学長 荒神谷博物館館長 藤岡 大拙 氏
フォーラムシアター*2 11:30～12:00	テーマ「新事業開拓」 講演①「新しいプログラミング言語「Ruby」の展開について」 講師:(株)ネットワーク応用通信研究所フェロー まつもと ゆきひろ 氏
13:00～13:30	講演②「地質に関するリスクコミュニケーション」 講師:(独)土木研究所地質監 脇坂 安彦 氏
13:30～14:00	講演③「高齢化する世界と地質調査業のビジネスチャンス」 講師:(独)産業技術総合研究所 産学官連携コーディネーター 古宇田 亮一 氏
14:00～14:30	全地連活動報告「地域活性化委員会からの提案」 全地連地域活性化委員会委員長 藤井 三千勇
会場:1F 多目的ホール	
オープン技術発表会*3 9:00～14:30	発表テーマ「A-4 斜面・地すべり・自然災害」 「A-5～A-6 斜面・落石」 発表編数:17編

- ※1 シンポジウム:中国地質調査業協会の独自企画で実施します。
- ※2 フォーラムシアター:業界に関連したテーマで行うミニ講演会です。
- ※3 オープン技術発表会:従来エリア2(有料)のプログラムだった技術発表会の一部をオープン(来場自由)としました。

表2 全地連「技術e-フォーラム2009」松江 技術発表内容一覧

◎エリア1(無料) オープン技術発表会(論文No.1~No.32)

セッション区分	論文No	発表者	所属先	地区	題目
A-1 ハザードマップ 10日 13:00~14:30 1F 多目的ホール	1	岩瀬 信行	キタイ設計(株)	関西	斜面のハザードマップ作成に関する研究(その2)
	2	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5)
	3	廣訪 陽子	(株) エイト日本技術開発	関西	地すべりハザードマップに関する研究(その6)
	4	熊谷 恵	協同組合関西地盤環境研究センター	関西	土石流ハザードマップの作成方法に関する研究(その5)
	5	松本 淳	(株) アーステック東洋	関西	急傾斜地の崩壊ハザードマップ作成に関する研究(その4)
	6	谷垣 勝久	(株) タニキ建工	関西	急傾斜地の崩壊ハザードマップ作成に関する研究(その5)
	7	久木 英一	(株) 中堀ソイルコーナー	関西	急傾斜地の崩壊ハザードマップ作成に関する研究(その6)
A-2 斜面・地すべり 10日 14:45~16:35 1F 多目的ホール	8	種平 一成	(株) 共立エンジニア	中国	熱水変質岩盤の切土法面に発生した地すべりの調査事例
	9	中條 達矢	(株) ダイヤコンサルタント	東北	大規模地すべり末端部の新規地すべり調査、対策工検討事例
	10	森山 豊	応用地質(株)	四国	三波川帯における地すべりの地質特性と発生過程
	11	牧岡 健一	(株) エイト日本技術開発	中国	福岐島島前のカルデラ内壁斜面に発生した地すべり発生機構の一考察
	12	田中 敏行	(株) ダイヤコンサルタント	四国	すべり面上下の間隙水圧の変化と地すべりの安定について
	13	望戸 尚	シワ技研コンサルタント(株)	中国	結晶片岩に関する崩壊要因の一考察
	14	西本 優介	(株) ダイヤコンサルタント	関東	トンネル坑口地すべりの調査および対策事例
A-4 斜面・地すべり・自然災害 11日 9:00~10:50 1F 多目的ホール	15	村井 政徳	川崎地質(株)	九州	異常樹木に着目した地すべりの運動解析~タケの傾きから地すべり変動を読む~
	16	西田 功児	基礎地盤コンサルタンツ(株)	中国	岡山県北部および鳥取県東部の新第三紀層における初生すべりの調査事例
	17	島内 健	日本地研(株)	九州	吹付切土のり面におけるすべり機構の検証事例
	18	向田 純治	(株) ソイル・ブレーン	中国	建設工事中に発生した風化岩すべりの調査・対策工検討例
	19	原 重守	(株) 海南ダイア	中国	2007年 能登半島地震
	20	萩野 克彦	(株) ダイヤコンサルタント	北海道	内陸型地震の地震動予測における震源断層の設定方法について
	21	深松 大輔	(株) ダイヤコンサルタント	関東	断層破砕部性状による断層活動性評価手法
A-5 斜面・落石(1) 11日 11:05~12:35 1F 多目的ホール	22	濱田 貴徳	川崎地質(株)	中国	古い地すべりを対象とした調査・土質試験・解析の事例
	23	川神清之介	興亜開発(株)	中国	崖堆積物および風化岩における設計定数の検討
	24	藤田 雅也	(株) ダイヤコンサルタント	中部	落石危険度振動調査法の応用利用 一岩盤接着工の対策効果確認一
	25	西村 悟之	(株) 荒谷建設コンサルタント	中国	移動により形成された斜面の移動土塊規模の予測と実態
	26	成道 法之	(株) アテック吉村	関西	欽傍山の山体崩壊とその年代
	27	北田 憲嗣	応用地質(株)	中国	モーターパラグライダーによる斜空中写真を用いた斜面調査例
	28	松村 法行	(株) ダイヤコンサルタント	関西	風倒木被災地における落石予防工の点検補修
A-6 斜面・落石(2) 11日 13:30~14:30 1F 多目的ホール	29	福島 剛	(株) ダイヤコンサルタント	中国	集中豪雨によって発生した災害の解析事例
	30	村本 将司	応用地質(株)	関西	岩盤崩落対策の検討事例について
	31	青池 邦夫	応用地質(株)	東北	国道279号易易間地区における光振動センサーを用いた落石検知の取り組み
	32	伊達 裕樹	(株) ウエスコ	中国	板状節理の顕著な安山岩を対象とした岩盤崩壊の発生要因分析 一面構造の方向・傾斜データなどを説明変数とした多変量解析一

◎エリア2(有料) 技術発表会(論文No.33~No.136)

セッション区分	論文No	発表者	所属先	地区	題目
B-1 地域地盤 10日 13:00~14:30 4F 401号室	33	岡野 安治	新日本グラウト工業(株)	九州	有明海沿岸地域の有明粘性土について
	34	太田 佳之	北海道土質コンサルタント(株)	北海道	札幌市北部に分布する軟弱泥炭の分布と工学的性質
	35	篠崎 岳太	応用地質(株)	九州	九州の特殊土「よな」の土質改良の事例紹介
	36	池田 智子	(株) 宇部建設コンサルタント	中国	平野部に分布する石灰岩の空洞想定にあたっての一考察
	37	宮内 拓	興亜開発(株)	関東	南本牧ふ頭地質調査報告
	38	小川 鉄平	川崎地質(株)	関東	東京低地南西部における上総層群の地盤特性
	39	平本 和則	(株) 東建ジオテック	中国	広島地区の工学的基盤について
	40	藤井 俊逸	(株) 藤井基礎設計事務所	中国	トンネル発破振動のリアルタイム配信による工事事例
	41	宇部 忠和	(株) エイト日本技術開発	関西	山地隆起速度とマスマーブメントが地形量特性に与える影響 但馬山地と紀伊半島西北部での広域地形解析適用事例
B-2 情報化・動態観測 10日 14:45~16:15 4F 401号室	42	山田 司	(株) ドーコン	北海道	モバイルGISを用いた現地調査事例
	43	奥 一歩	(株) 東建ジオテック	四国	PC周辺機器の地質調査への活用事例
	44	石本 裕己	(株) 宇部建設コンサルタント	中国	地すべり災害被災地における動態観測事例
	45	藤澤 大悟	(株) ウエスコ	中国	積雪時に変状が進行する造成盛土の地すべり調査事例
	46	常川 善弘	(株) 相愛	四国	グラウンドアンカーの初期緊張力管理について
	47	花本孝一郎	(株) ワールド測量設計	中国	3次元浸透流解析を用いたトンネル掘削に伴う水文影響評価事例
B-3 トンネル 10日 16:30~18:00 4F 401号室	48	高田 正治	(株) エイト日本技術開発	中国	蛇紋岩トンネルの調査結果と施工結果
	49	富浦 幸男	応用地質(株)	東北	供用後に変状が発生した釜山トンネルの地質状況
	50	山本 寛	応用地質(株)	関西	膨張性山山におけるトンネル掘削緩みに対する調査事例
	51	濱本 拓志	(株) ダイヤコンサルタント	中部	重金属を含むトンネル地山の調査例(中部地方の山岳トンネルの例)
	52	松本 修司	協同組合関西地盤環境研究センター	関西	土の有機物の分解度について
B-4 室内試験 11日 9:00~10:50 4F 401号室	53	石倉 仁士	関東土質試験協同組合	関東	初期せん断剛性率G0と簡易OU試験で求めた変形係数の関係
	54	小林 義宗	北海道土質試験協同組合	北海道	岩石の凍上試験について
	55	阪部 秀雄	協同組合関西地盤環境研究センター	関西	六価クロム溶出試験における不確かさの算出
	56	岩田 暁	中部土質試験協同組合	中部	材料の違いによる室内配合強度特性について
	57	松浦 貴之	協同組合島根県土質技術研究センター	中国	軟弱地盤改良に関する考察
	58	谷上 実	応用地質(株)	北陸	河床材料調査における画像粒度解析の適用について
B-5 地盤改良・軟弱地盤(1) 11日 11:05~12:25 4F 401号室	59	宗村 知明	(株) 宇部建設コンサルタント	中国	針貫入試験による一軸圧縮強度の推定例
	60	宮田浩志郎	明治コンサルタント(株)	関西	汚染土壌掘削除去工事における地盤補強
	61	中條 邦英	応用地質(株)	関東	地盤改良土からの六価クロム溶出特性について
	62	大坪 智博	川崎地質(株)	東北	仙台空港耐震化事業に伴う地盤改良効果の確認調査事例
B-6 地盤改良・軟弱地盤(2) 11日 13:30~14:30 4F 401号室	63	西園 崇志	応用地質(株)	中部	プレロード盛土の施工観測結果に対する圧密沈下解析による分析
	64	稲村 啓志	(株) 荒谷建設コンサルタント	中国	沖積平野で根切り工事実施時に生じた周辺地盤の沈下事例
	65	丸本 雅樹	(株) 東京ソイルリサーチ	関東	不同沈下の原因調査および対策時の影響検討
	66	山根 健治	西谷技術コンサルタント(株)	中国	鳥取平野における試験盛土事例
	67	伊藤 千恵	(株) ダイヤコンサルタント	中部	軟弱層の細分化による盛土の沈下解析例
	68	五家 康宏	(株) ダイヤコンサルタント	東北	真空圧密工法における盛土速度についての一考察

表2 (つづき)

セッション区分	論文No	発表者	所属先	地区	題 目
C-1 物理探査 (1) 10日 13:00~14:30 5F 501号室	69	中島 睦	応用地質 (株)	北海道	廃棄物処分場の漏水検知システムを応用した有害土封じ込め施工の健全度判定
	70	向中野勇一	中央開発 (株)	関西	ボーリングと物理探査を併用した橋台基礎形状調査
	71	三川 憲一	川崎地質 (株)	東北	鉄道トンネルにおける比抵抗トモグラフィを用いた垂直空洞調査事例
	72	中山 文也	応用地質 (株)	関東	深層崩壊発生斜面の特定に向けた空中物理探査の適用例
	73	鈴木 徹	モノー物探 (株)	関東	都市部における小規模微動アレイ探査例 (東京沖積低地のS波速度構造の連続的推移)
	74	永野 賢司	(株) ダイヤコンサルタント	四国	電磁誘導法と超音波法によるPC管の探査方法について
	75	岡崎 祥司	基礎地盤コンサルタンツ (株)	中国	孔内発破を用いた弾性波探査と豊水・湯水時の電気探査を利用したトンネル調査事例
C-2 物理探査 (2) 10日 14:45~16:15 5F 501号室	76	石黒 直紀	(株) 日さく	北陸	切土斜面調査における電気探査の適用事例
	77	佐藤 伸哉	(株) レアックス	北海道	超音波ポアホールスキャナーによる地盤評価事例
	78	赤井 一行	(株) 日さく	関東	温泉および地下水開発調査における電磁探査 (CSAMT法) と高密度電気探査の併用事例について
	79	鬼武 裕二	(株) エイト日本技術開発	中国	電気探査及び表面波探査による地下水流動状況の調査事例
	80	森 伸一郎	(株) ジオファイブ	関東	高分解能温度電気伝導度計の開発とその適用
	81	後藤 啓治	復建調査設計 (株)	九州	帯磁率測定から検出した花崗岩中の変形帯
	82	大塚 智久	住館コンサルタント (株)	北海道	特殊地山 (蛇紋岩) トンネルの地質調査
C-3 河川堤防 10日 16:30~18:00 5F 501号室	83	中田 智広	応用地質 (株)	北海道	物理探査手法を用いた河川堤防における要注意地形の検出について
	84	鈴木 敬一	川崎地質 (株)	関東	連続波レーダによる河川堤防構造探査
	85	野尻 峰広	川崎地質 (株)	九州	河川堤防の安全性照査における構造物マップ適用事例について
	86	岡田 聡	応用地質 (株)	九州	牽引式電気探査による河川堤防調査事例
C-4 環境 11日 9:00~10:50 5F 501号室	87	糸賀 浩之	川崎地質 (株)	関東	神栖市における地下水モニタリング (経過報告その3)
	88	田中 賢治	国土防災技術 (株)	関東	極々強酸性土壌に対応した緑化手法の研究
	89	嶋 将志	(株) エイト日本技術開発	中国	自然由来重金属等問題対策フローマニュアルの提案
	90	新宮 敦弘	(株) 藤井基礎設計事務所	中国	環境 (騒音・振動) 観測リアルタイム配信システムについて
	91	宮澤 徹	応用地質 (株)	関西	森林整備計画に係る光環境調査について
	92	花田晋一郎	(株) 藤井基礎設計事務所	中国	港湾浚渫土の中性固化処理による農地利用
	93	大海 一秀	(株) 宇部建設コンサルタント	中国	施工時の振動低減に対する配慮
C-5 地下水 (1) 11日 11:05~12:25 5F 501号室	94	丸岡雄一郎	(株) 荒谷建設コンサルタント	中国	造成工事に伴う隣接家屋床下湧水に関する浸透流解析を用いた検討事例
	95	八木 一雄	応用地質 (株)	四国	打込み式水位観測装置を用いた地下水観測
	96	大森 将樹	大成基礎設計 (株)	九州	井戸の水質についての検証
	97	和田 潤一	(株) 日本海技術コンサルタンツ	九州	調整池施工における透水性評価の事例紹介
C-6 地下水 (2) 11日 13:30~14:30 5F 501号室	98	湯谷 裕之	(株) アーステクノ	中国	大山山麓地帯の地質と地下水
	99	國清 智之	(株) ワールド測量設計	中国	電気探査 (IP法) による水源開発事例 (その1)
	100	福田 勝久	(株) ワールド測量設計	中国	電気探査 (IP法) による水源開発事例 (その2)
	101	安井 明紀	川崎地質 (株)	中部	各務原市における地下水の水温および電気伝導度の経年変化について
D-1 掘削・サンプリング 10日 13:00~14:30 6F 601号室	102	山田 茂昭	(株) 日さく	関西	ダブルバックカー工法各層探水による地下水流動機構検討
	103	和田 一育	(独) 海洋研究開発機構	関東	「ちきゅう」コアバレルの泥水循環試験及び掘削性能試験について
	104	眞本 悠一	(独) 海洋研究開発機構	関東	「ちきゅう」ロータリーコアバレルによる砂礫層サンプリング
	105	佐々木孝雄	住館コンサルタント (株)	北海道	高精度コアの活用
	106	藤元 学	川崎地質 (株)	関西	解体中ビル内におけるボーリング調査事例
	107	児玉 晃	(株) 関西地質調査事務所	関西	文化財調査での連続サンプリングの有効性
	108	渡部 一夫	サニエ技術コンサルタンツ (株)	中国	無水式土壌・地下水調査機を用いたN値の測定に関する考察
D-2 メンテ・空洞・遺跡 (1) 10日 14:45~16:15 6F 601号室	109	小松 洋之	(株) 東京ソイルリサーチ	関東	古城跡地における既設建物の変状調査事例
	110	本山 晋士	中央復建コンサルタンツ (株)	関西	地表付近での陥没原因調査における微動アレー探査適用事例
	111	榎谷 勝之	川崎地質 (株)	関東	フォトレーザーシステムの特徴と利用
	112	佐藤 直	川崎地質 (株)	北陸	海岸護岸工背面で発生した陥没災害の調査事例
	113	野口 良彦	応用地質 (株)	関西	電子国土を利用した遺跡情報の整理
	114	武志 賢一	(株) 日本海技術コンサルタンツ	中国	世界ジオパーク登録に向けて
	115	菅野 孝美	川崎地質 (株)	関東	世界遺産石見銀山遺跡群「羅漢寺五百羅漢石屋」における防災対策工の事例
D-3 メンテ・空洞・遺跡 (2) 10日 16:30~18:00 6F 601号室	116	山田 幸一	(株) 藤井基礎設計事務所	中国	小型軽量ジャッキを用いたリフトオフ試験事例とアンカー維持管理に関する提案
	117	駒崎 友晴	(株) ソル・ブレーション	中国	電磁波レーダを用いた高精度の鉄筋のかぶり・腐食の測定方法について
	118	中島 雅之	(株) ダイヤコンサルタント	関東	光る変位計を用いた新しいメンテナンス技術
	119	岡 淳一	(株) 藤井基礎設計事務所	中国	熱赤外線カメラを用いた法面安定度評価事例
	120	太田 博之	(株) 東建ジオテック	中国	道路擁壁に発生した変状の調査・対策事例
	121	赤澤 貴	川崎地質 (株)	関東	港湾施設における空洞探査事例
	122	南坂 貴彦	(株) 東京ソイルリサーチ	関西	中間土の判断指標としての強熱減量の利用
D-4 ケーススタディ 11日 9:00~10:50 6F 601号室	123	木村 浩	(株) 国土地建	関西	地盤トラブル事例の紹介と整理分類の視点
	124	那須 友昭	(株) 藤井基礎設計事務所	中国	根入れ深さ測定装置を利用した既設ガードレールの調査事例
	125	金田 学	ダイニテ技研 (株)	中国	山間地における基礎地盤と地層形成に関する考察
	126	高津 順	(株) エイト日本技術開発	中国	試料分析による地層区分の事例紹介
	127	松澤 秀泰	(株) エイト日本技術開発	中国	地質技術者によるCM (コンストラクション・マネジメント) 方式
	128	益田 和夫	(株) マズダ技建	関東	不飽和地盤の繰返しせん断による変形特性
D-5 原位置試験 11日 11:05~12:25 6F 601号室	129	押田 淳	川崎地質 (株)	関東	孔内ベクトル磁力計の開発と解析方法
	130	林 弘修	基礎地盤コンサルタンツ (株)	北海道	SD-FPTによる硬質土への適用例
	131	太田 雅之	(株) ダイヤコンサルタント	関東	多深度間隙水圧測定の紹介と設置事例
	132	本屋敷雅茂	(株) ダイヤコンサルタント	九州	原位置せん断摩擦試験 (SBIFT) の調査事例
D-6 サウンディング 11日 13:30~14:30 6F 601号室	133	澤田 俊一	応用地質 (株)	関西	性能設計に向けた新しい地盤調査法 -Piezo Drive Cone-
	134	藤井 勇	(株) 藤井基礎設計事務所	中国	スウェーデン式サウンディングの載荷荷重間隔の細分化提案
	135	井藤理一郎	(株) 宇部建設コンサルタント	中国	SH型簡易貫入試験と従来型簡易貫入試験との比較
	136	伊藤 義行	応用地質 (株)	関東	静的および動的貫入可能なコーン貫入試験機の開発とその適用性について

表3 優秀技術発表者賞 受賞者一覧

セッション区分	論文No	発表者	所属先	地区
A-1 ハザードマップ	1	岩瀬 信行	キタイ設計(株)	関西
A-2 斜面・地すべり	10	森山 豊	応用地質(株)	四国
A-4 斜面・地すべり・自然災害	16	西田 功児	基礎地盤コンサルタンツ(株)	中国
A-5 斜面・落石(1)	25	西村 悟之	(株)荒谷建設コンサルタント	中国
A-6 斜面・落石(2)	30	村本 将司	応用地質(株)	関西
B-1 地域地盤	36	池田 智子	(株)宇部建設コンサルタント	中国
B-2 情報化・動態観測	40	藤井 俊逸	(株)藤井基礎設計事務所	中国
B-3 トンネル	51	濱本 拓志	(株)ダイヤコンサルタント	中部
B-4 室内試験	58	谷上 実	応用地質(株)	北陸
B-5 地盤改良・軟弱地盤(1)	63	西園 崇志	応用地質(株)	中部
B-6 地盤改良・軟弱地盤(2)	67	伊藤 千恵	(株)ダイヤコンサルタント	中部
C-1 物理探査(1)	75	岡崎 祥司	基礎地盤コンサルタンツ(株)	中国
C-2 物理探査(2)	82	大塚 智久	住鉱コンサルタント(株)	北海道
C-3 河川堤防	86	岡田 聡	応用地質(株)	九州
C-4 環境	88	田中 賢治	国土防災技術(株)	関東
C-5 地下水(1)	95	八木 一雄	応用地質(株)	四国
C-6 地下水(2)	102	山田 茂昭	(株)日さく	関西
D-1 掘削・サンプリング	105	佐々木孝雄	住鉱コンサルタント(株)	北海道
D-2 メンテ・空洞・遺跡(1)	111	槌谷 勝之	川崎地質(株)	関東
D-3 メンテ・空洞・遺跡(2)	118	中島 雅之	(株)ダイヤコンサルタント	関東
D-4 ケーススタディ	124	那須 友昭	(株)藤井基礎設計事務所	中国
D-5 原位置試験	132	本屋敷雅茂	(株)ダイヤコンサルタント	九州
D-6 サウンディング	133	澤田 俊一	応用地質(株)	関西

ーラムシアターや一般公開したオープン技術発表会等にも、多数の方が聴講され、2日間の総入場者数は、約620名となった。

技術発表会には、若手技術者を中心に全国から136編の応募があり、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23名が受賞された。(表1参照、全体のプログラムと技術発表内容については、表2、表3を参照)

平成22年度の技術e-フォーラムは、平成22年11月に沖縄地区(那覇市)で開催する予定である。