

# 第45回試錐研究会

## 講演資料集

開催日：平成19年 2月22日(木)

会 場：ホテル札幌サンプラザ(2F 金枝の間)  
(札幌市北区北24条西5丁目)

# 第 45 回試錐研究会プログラム

主 催 北海道立地質研究所  
協 賛 社団法人 北海道地質調査業協会  
社団法人 全国鑿井協会北海道支部  
日 時 平成 19 年 2 月 22 日(木) 13:30~18:00  
会 場 札幌サンプラザ 2F「金枝の間」  
札幌市北区北 24 条西 5 丁目 Tel. 011-758-3111

## 開会のあいさつ (13:30~13:35)

北海道立地質研究所 所長 川森 博史

## 一般講演 (13:35~17:50)

### ■地盤情報関連 (13:35~14:50)

- ・地質地盤情報整備の最新動向 独立行政法人 産業技術総合研究所 古宇田 亮一
- ・Web-GIS の概要と活用 北海道土質試験共同組合 榎本 義一
- ・札幌市の地震防災対策 札幌市危機管理対策室 河原 正幸

## 休憩 (14:50~15:05)

### ■技術開発関連 (15:05~16:20)

- ・ボーリング孔を利用した地下空洞の三次元計測技術の紹介について 株式会社 ジオファイブ 辻 正昭・森 伸一郎
- ・自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータの特徴と応用 北海道立工業技術センター 松村 一弘
- ・地中レーダによる探査事例 北海道立地質研究所 高見 雅三

## 休憩 (16:20~16:35)

### ■温泉関連 (16:35~17:50)

- ・めっきによる金属の防食について 北海道立工業試験場 片山 直樹
- ・さく井工事施工指針 平成 18 年版 社団法人 全国鑿井協会北海道支部 石塚 学
- ・「北海道地熱・温泉ボーリング井データ集」の再編集版刊行について 北海道立地質研究所 鈴木 隆広

## 閉会のあいさつ (17:50~18:00)

社団法人 北海道地質調査業協会 理事長 中川 勝之

---

懇親会 (18:00~20:00) (主催:試錐研究会懇親会実行委員会)



# 目次

地質地盤情報整備の最新動向	p 1
Web-GIS の概要と活用	p17
札幌市の地震防災対策	p23
ボーリング孔を利用した地下空洞の三次元計測技術の紹介について	p33
自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータの特徴と応用	p43
地中レーダによる探査事例	p53
めっきによる金属の防食について	p61
さく井工事施工指針 平成 18 年版	p69
「北海道地熱・温泉ボーリング井データ集」の再編集版刊行について	p71
資料（さく井工事施工指針 平成 18 年度版 社団法人 全国さく井協会）	p77



# 講 演

## 地質地盤情報整備の最新動向

独立行政法人 産業技術総合研究所

古宇田 亮一



# 地質地盤情報整備の最新動向

第45回試錐研究会

平成19年2月22日

札幌サンプラザ

(独)産業技術総合研究所

産学官連携コーディネータ

古宇田亮一

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## 内容

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題



- 1. ボーリングデータ等の公開
- 2. 公開地質情報Web-GIS
- 3. 地下(地盤)情報の整備の課題

# 1. ボーリングデータ等の公開

## 1-1. 自治体の取り組み

千葉県地質環境インフォメーションバンク

東京都の地質断面図

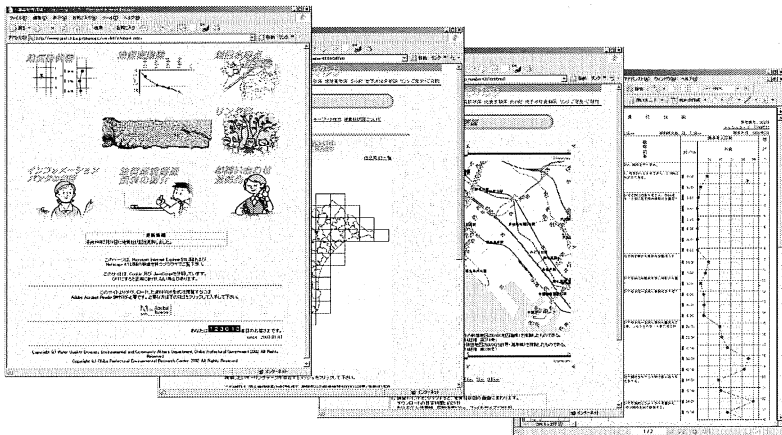
島根県の地盤情報配信サービス(有料)

横浜市の地盤情報データ

道立地質研

- 1. ボーリングデータ等の公開
- 2. 公開地質情報Web-GIS
- 3. 地下(地盤)情報の整備の課題

# 千葉県地質環境インフォメーションバンク



1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

# 東京都地質断面図

## 地質断面図の選択

都内の地質性状図を用いて都内各所の地質断面図(東西方向)を作成し、その結果を掲載しております。下記の必要箇所をクリックしてください。加にマッシュ操作表示されますので必要箇所をクリックしてください。

(注)東京都区社会地盤図(旧)による。

独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

# 島根県 地盤情報配信サービス

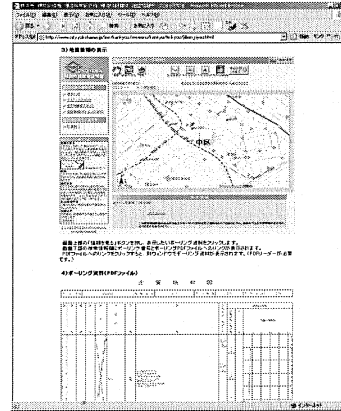
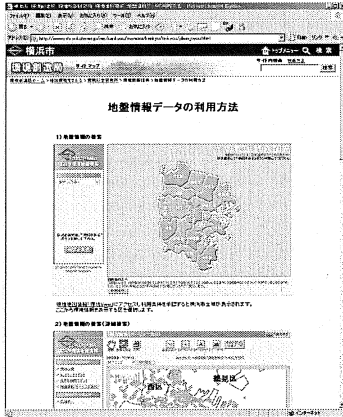
島根県 地盤情報配信サービス

島根県 島根市 津和野町 大田町 美郷町 津和野町 大田町 美郷町 津和野町 大田町 美郷町

独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## 横浜市地盤情報データ



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

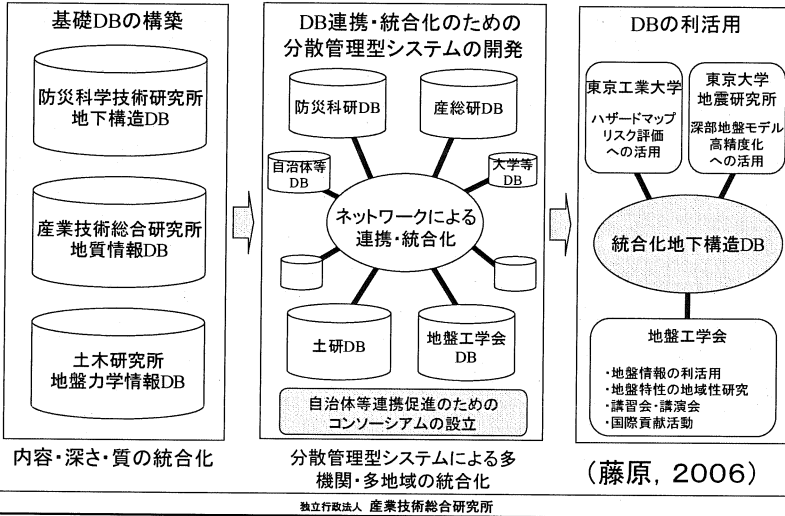
## 道立地質研



独立行政法人 産業技術総合研究所

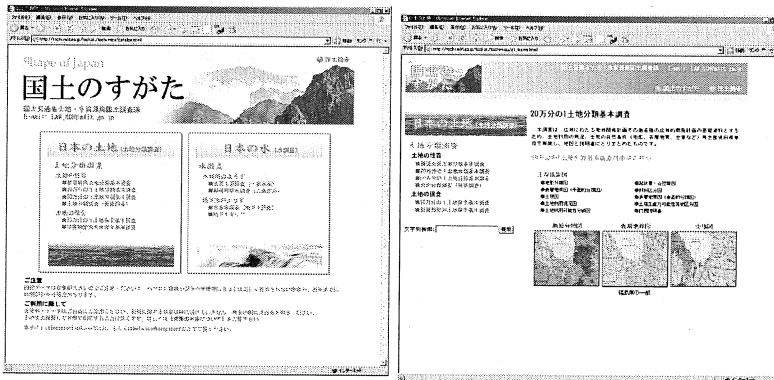
1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## 1-2 文部科学省(振興調整費)



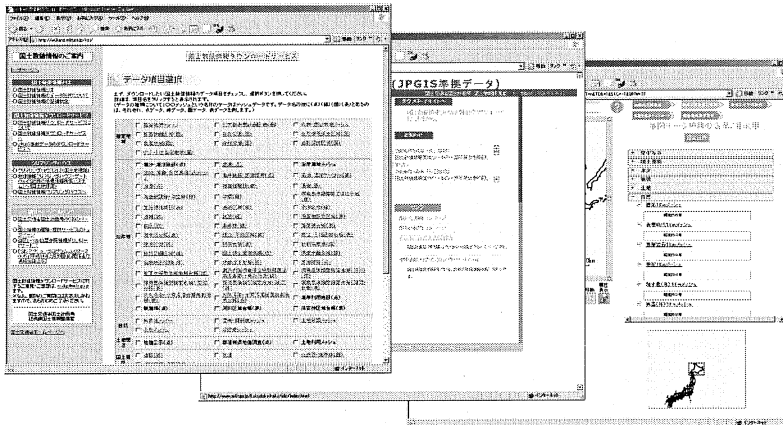
1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## 1-3 国土交通省



1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## 国土数値情報ダウンロード



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## 1-4 海外事例

e-EARTH

E-HYDRO

INSPIRE

他

独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## 2. 公開地質情報Web-GIS

- 2-1. 統合地質図データベース
- 2-2. RIO(公開研究情報)データベース
- 2-3. カスケード接続による統合Web-GIS

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

### 2-1. 公開統合地質図データベース

<http://iggis1.muse.aist.go.jp>

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

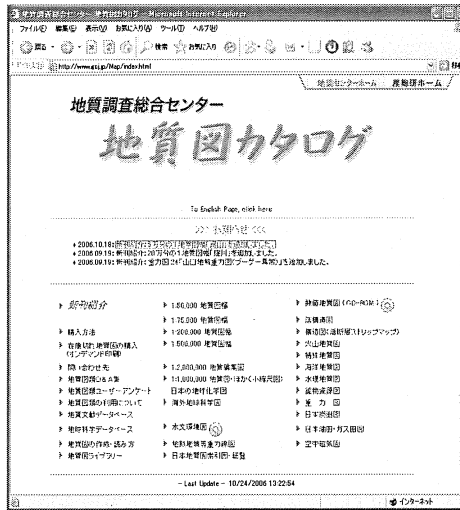
## 特徴

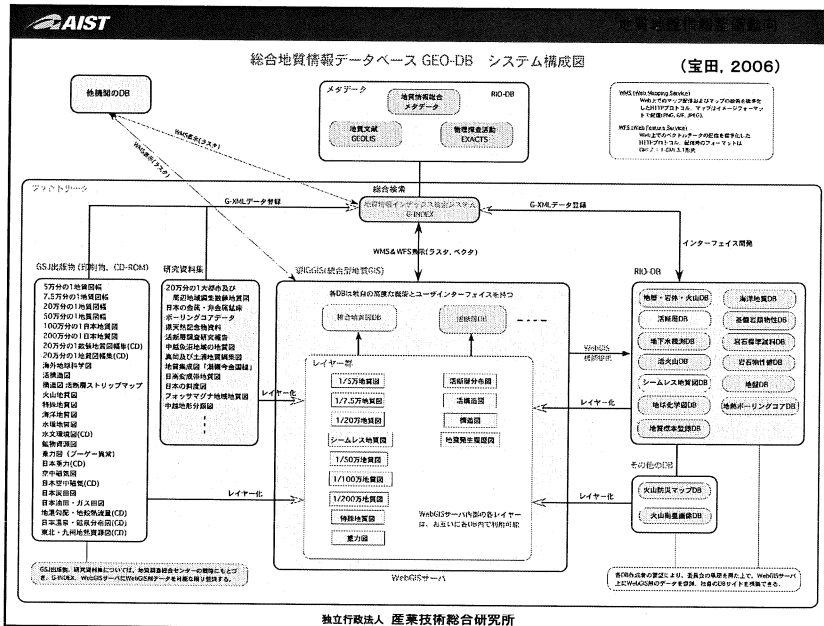
1. 各種の地質図を統合化し、重ね合わせて表示
2. 地形図, 陰影図などと重ね合わせて表示
3. 各種地質図のオリジナルのラスタ画像を表示
4. 地名検索, 地層名の複合検索
5. ベクトル形式の地質図内の要素を検索表示
6. 断面図やボーリング情報を表示
7. 文献情報や露頭情報など各種データと関連づけて表示

インターネット上の多様な地質図利用が可能

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## 各種地質図





掲載公開データ

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

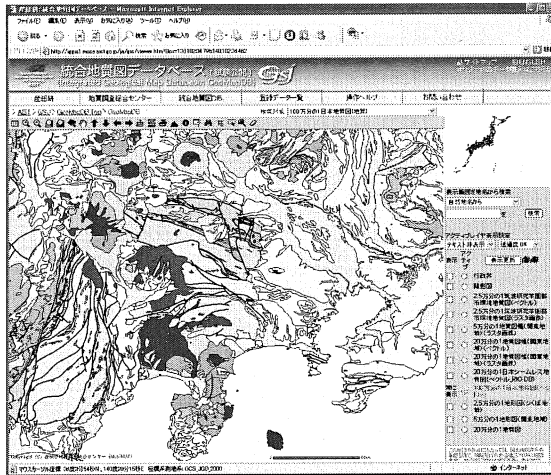
- (1) 100万分の1日本地質図第3版(全国, ベクトル版)
- (2) 20万分の1日本シームレス地質図(全国, ベクトル版)
- (3) 20万分の1地質図幅(全国, ラスタ画像版; 関東地域, ベクトル版)
- (4) 5万分の1地質図幅(関東・北海道東部地域)
- (5) 2.5万分の1筑波学園都市環境地質図(筑波地域, ラスタ画像版, ベクトル版)
- (6) 2.5万分の1地形図(つくば地域), 5万分の1地形図(関東地域), 20万分の1地勢図(全国)
- (7) 陰影図, 行政界

独立行政法人 産業技術総合研究所



1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

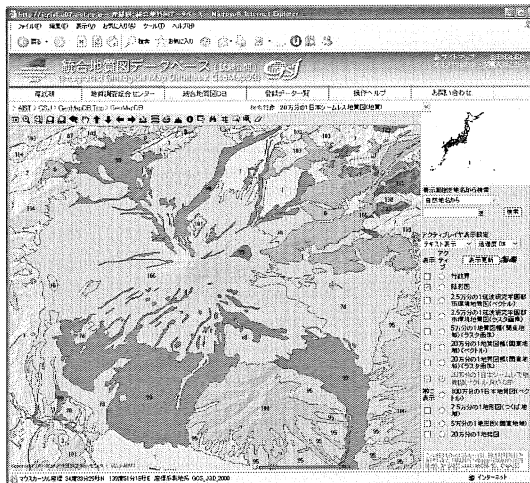
## 1/100万日本地質図第3版(ベクトル図)



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

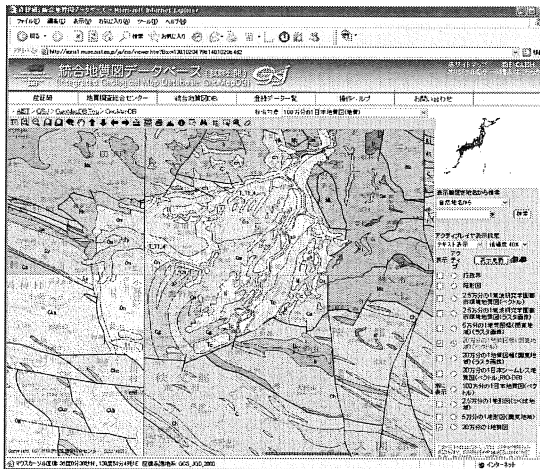
## 1/20万シームレス日本地質図(ベクトル図)



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

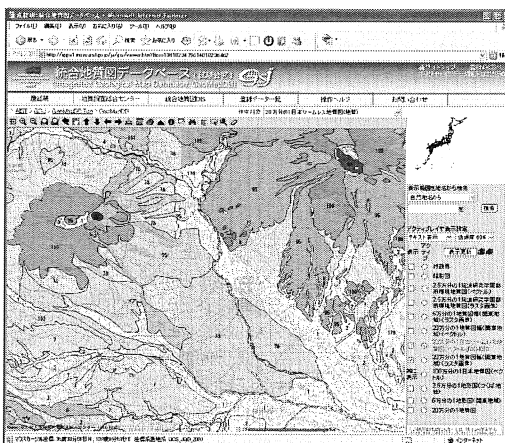
### 1/20万日本地質図(ベクトル図)の貼り合わせ



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

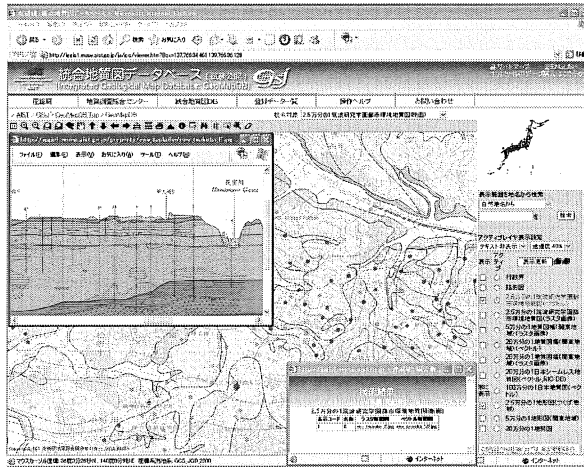
### 1/20万地質図とシームレス図の重ね合せ比較



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

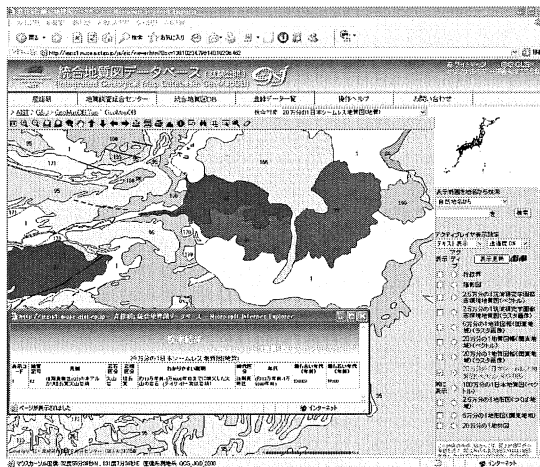
## 2.5万分の1筑波研究学園都市環境地質図(ベクトル版)



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

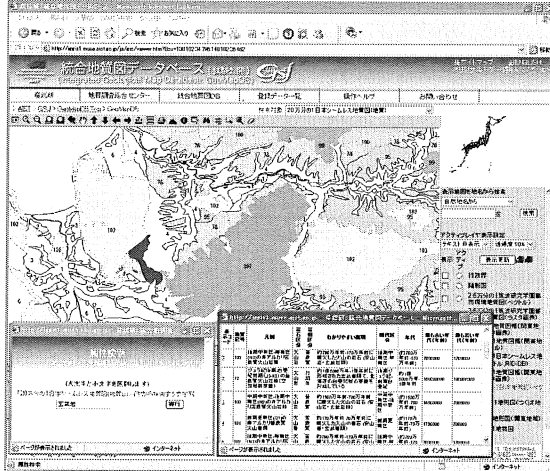
## 属性表示



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

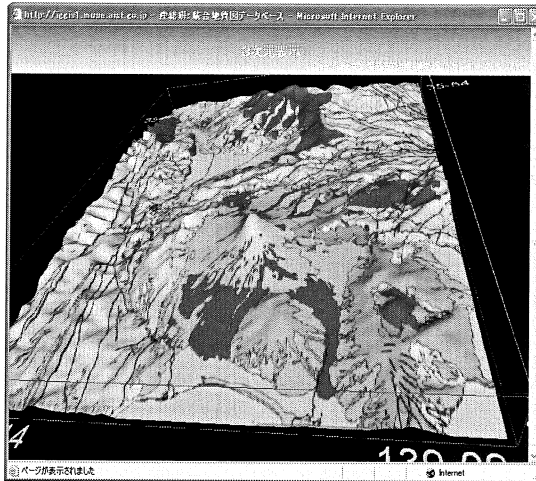
## 属性検索



独立行政法人 産業技術総合研究所

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

## VRML三次元表示



独立行政法人 産業技術総合研究所



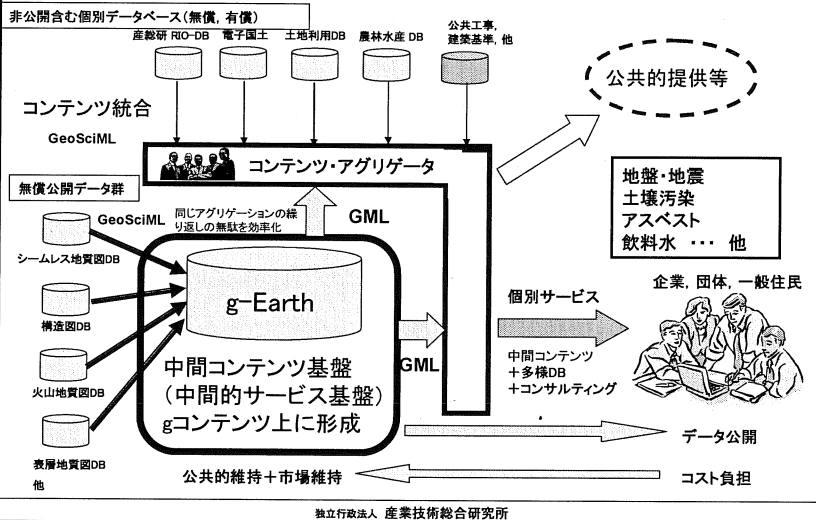
1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

### 3. 地下(地盤)情報整備の課題

- 1) 関係府省庁との連携による情報公開の促進
- 2) 自治体と国の連携による防災・環境対策へのニーズ  
(安全と安心)
- 3) 関係法令における情報公開への障害等の整理と、  
法的整備へ(著作権法, 個人情報保護法)
- 4) 関係団体, 企業との連携による  
新たなビジネスモデルの創出

1. ボーリングデータ等の公開
2. 公開地質情報Web-GIS
3. 地下(地盤)情報の整備の課題

### 中間コンテンツ基盤 g-Earthの提案



## 期待できること

津波・地震などの自然災害や、様々な産業災害・汚染などに対する住民の漠然とした不安と心配に応え、適切な情報を提供する

防災対策(火山・地震・地滑り・等)

産業立地

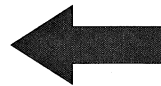
原子力安全保安

土壌汚染対策

居住環境の修復・改善

集客産業(観光)産業の振興

etc.



安全と安心を社会にもたらす

## これまでと、これから

従来は:

様々な情報ソースが各機関に分散していて、相互運用性がなく、それらを集約して統合化すること自体が困難だった;横方向(分野横断)の連携が希薄

今後は:

多様な地盤情報が、共通のプラットフォーム、共通のフォーマットで統合利用でき、横方向(分野横断)の連携による画期的イノベーションの期待と安全・安心への貢献が高まる

# 講 演

## Web-GIS の概要と活用

北海道土質試験共同組合

榎本 義一





# Web-GIS の概要と活用

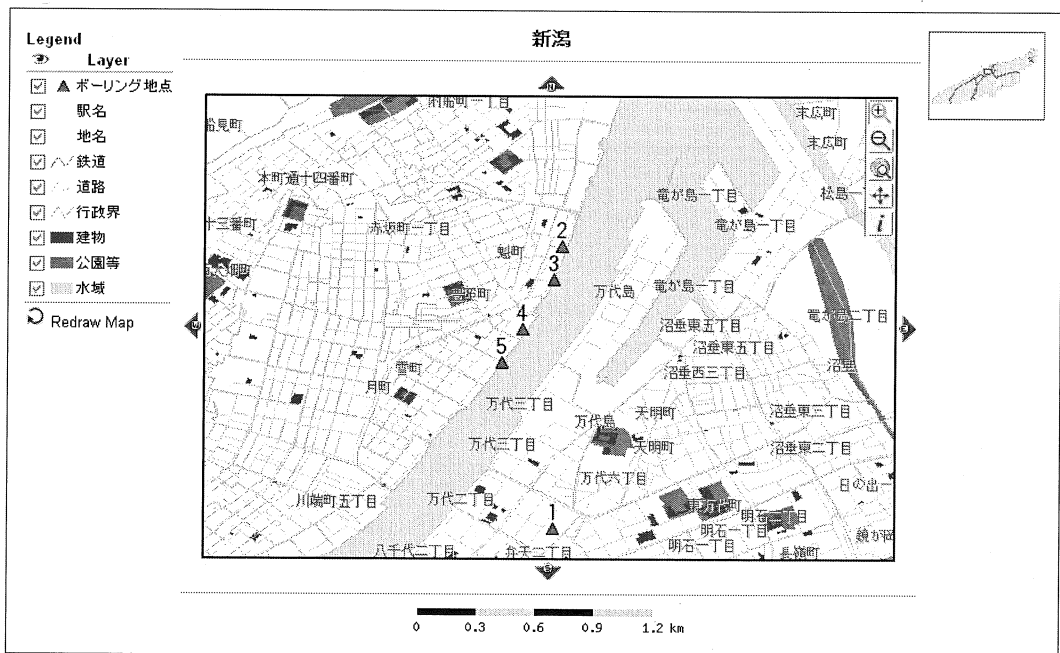
北海道土質試験協同組合 榎本 義一

「Web-GIS」の“Web”とは“うぇっぶ”と読みます。「World Wide Web」すなわちインターネットの上に存在する、ハイパーテキスト（コンピュータを利用した文書システムのこと、文書のある場所に、他の文書の位置情報を埋めこみ、複数の文書を相互に連結できる仕組みのこと）によって構築された、世界規模の情報ネットワークのことです。

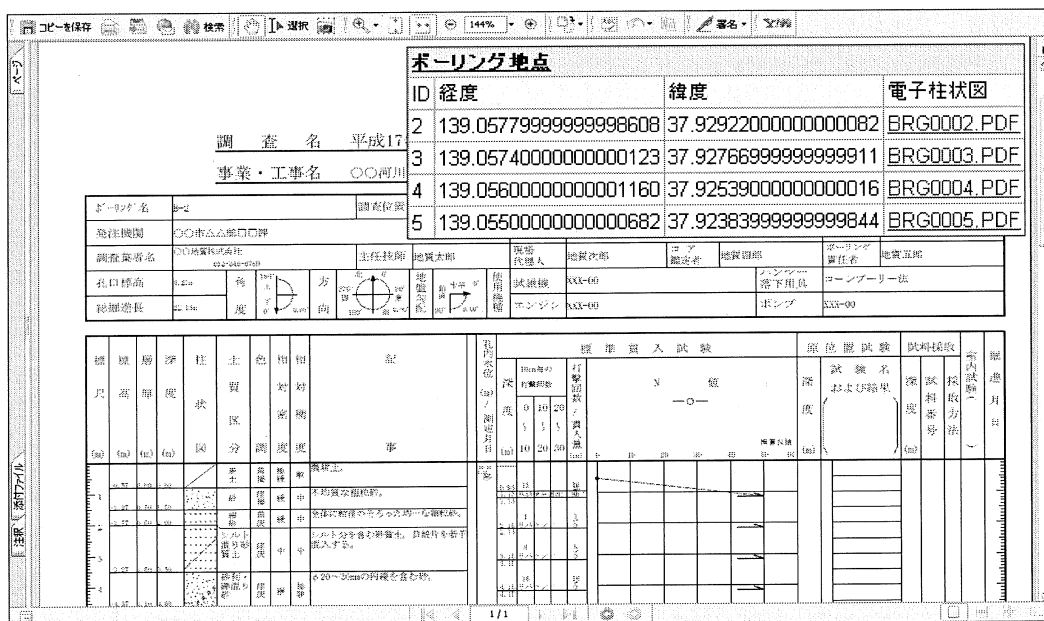
余計に解りにくいかもしれませんが、要はインターネットです。次に、“GIS”とは地理情報システム（Geographic Information Systems）の略称です。すなわち、地図などの空間情報をコンピュータ上で有機的につながり合わせ視覚的に見られるシステムの総称です。この技術はすでに車両の運行システム・道路情報などに利用され、私たちの生活に身近なものとなっています。このように「Web-GIS」は、インターネット上での地理情報システム全体の呼び名です。このなかで、私たち地質・土質関連の業務に携わる者は一般に「Web-GIS」と言うと地質・地盤情報システムを狭義で考えます。

具体的にどのようなシステムかと言いますと、簡単には地質調査地点を表示する地図上で、地点をクリックするとその位置の地盤情報（柱状図・土質試験結果）を表示できるシステムです。

1 図の三角マークが地質調査地点です。これは、インターネットのブラウザで表示されています。ここで、三角マークをクリックすると 2 図のような調査地点概要と柱状図が表示されます。

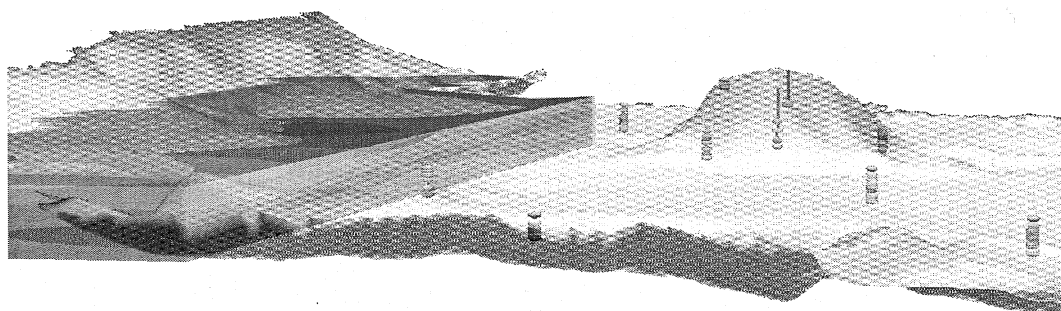


1 図 地質調査地点表示例



2 図 柱状図表示例

しかし、これだけだとオフラインの従来からのシステムとほとんど変わらないと思われるかもしれませんが。大きな違いは、オンラインであるためサーバーに情報を蓄積すると常に最新情報が見られる点です。また、国交省の電子納品のデータを利用できます。さらに、位置情報が正確に保存されているため、発展的利用では3図に示すような三次元表示まで可能となります。



3 図 発展的利用例

現在利用されている Web-GIS は、多々あります。その多くは比較的高価なソフトウェアです。ここで、紹介いたしますソフトウェアは高価なものではありませんと言いますより初期バージョンは無料です。

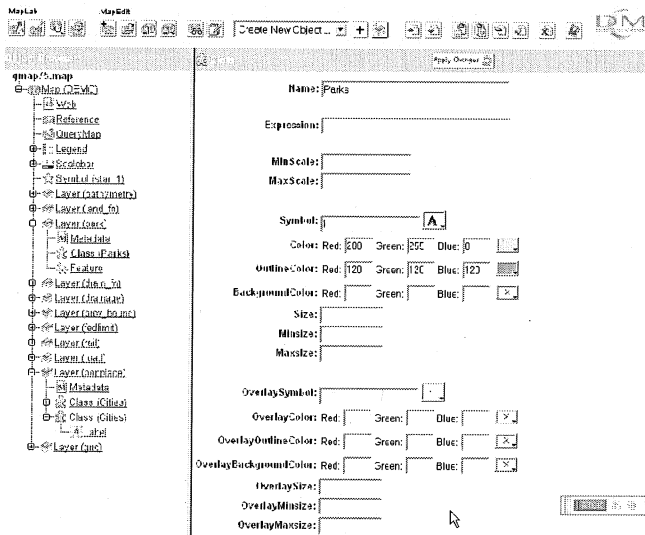
全地連では地質地盤情報の有効活用を目指して、全地連情報化委員会を中心に Web-GIS ソフトウェアの検討を行い、エンジンとして「Minnesota MapServer」を利用した Web-GIS ソフトウェア

を開発しました。「Web-Titan」を語るには、「Minnesota MapServer」を語らなければ説明が出来ません。まずは、「Minnesota MapServer」について説明いたします。「Minnesota MapServer」は NASA がスポンサーになり、ミネソタ大学で開発された FOSS (フリーオープンソースソフトウェア) です。プラットフォーム (動作する OS) は多数あり、身近には MS-Windows や MacOS、Linux などで作動します。Web-Titan は Linux で動作しています。

「MapServer」の特徴は主なものは次の通りです。

1. ベクトル形式のサポート：緯度経度など数値座標系のデータが使えます。ファイル形式は多くの形式に対応しています。
2. ラスター形式のサポート：画像データ (スキャンしたものや、画像地図) が使えます。ファイル形式は TIFF、GeoTIFF など多くに対応しています。
3. 自在にカスタマイズ可能なテンプレート出力
4. 項目 (値、点、面) によるフィーチャ (地物) の選択
5. 凡例・スケールの自動作成

をはじめ、他にも多くの特徴があります。簡単に言いますと、地図の数値データはもちろんのこと、画像データについても画像の四隅の数値データを設定すると数値データのように地図データとして取り込めることが一番大きな特徴です。

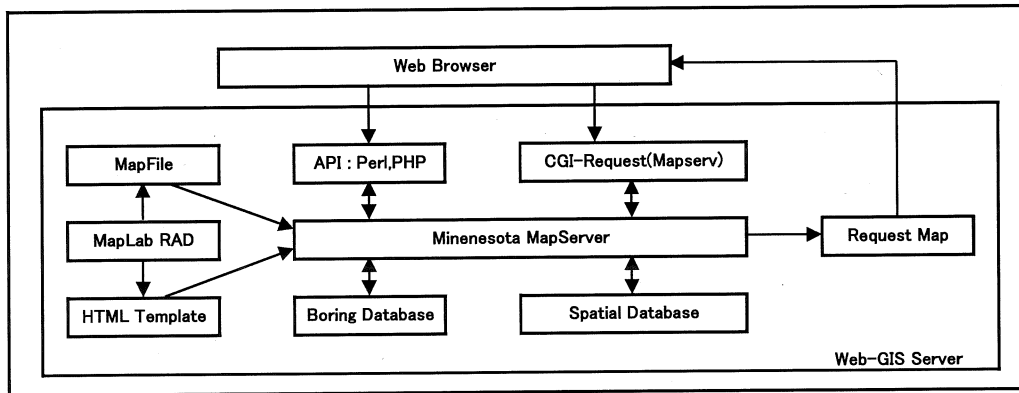


4 図 MapLab の例

また、「MapServer」は Web 上でももちろん利用可能ですが、そのためには「マップファイル」と「HTML テンプレート」というものがが必要です。「マップファイル」は地図データ、表示・検索パラメータの管理を行います。「HTML テンプレート」は「MapServer」から出力される地図・凡例が Web ブラウザ (インターネットエクスプローラなど) でどのように表示するかを定義しているものです。これらのファイルは、それぞれ「.map」「.html」と拡張子がついていますが、基本的にテキストファイルですので、テキストエディタで編集可能です。ただし、「Web-Titan」ではフリーソフトの「MapLab」(4 図参照)を利用して Web 上で、「マップファイル」と「HTML

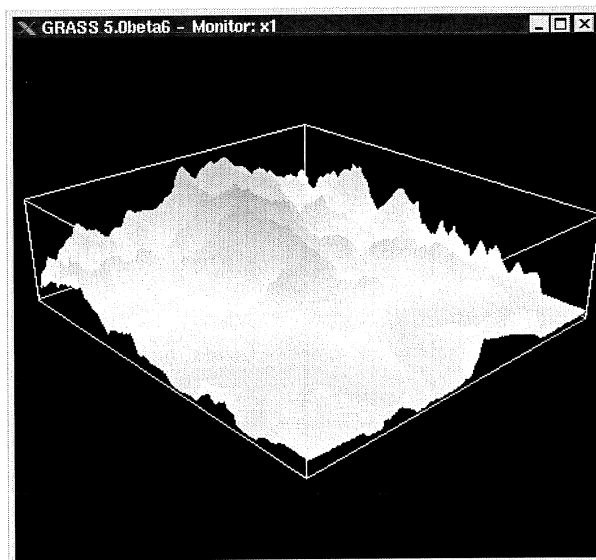
テンプレート」を利用して編集しています。

次に、「Web-Titan」のシステムについて説明します。



5 図 Web-Titan のシステム図

「Web-Titan」は5図に示すシステム図のような構成となっています。「Web-Titan」サーバーシステム構成は、中心部のコアに「MapServer」があります。データの入力は地図関連のデータは「MapLab」RADなどで入力します。入力されたデータは「MapFile」と「HTML Template」として、「MapServer」に送られます。ここでの空間データは「Spatial Database」に置かれます。ボーリングデータはブラウザを通して、API プログラムによって「MapServer」に送られ、「Boring Database」に置かれます。この作業で、データは「MapServer」の管理下に蓄えられます。データを利用するクライアントは、インターネットエクスプローラなどのブラウザで、「MapServer」に地図表示などのリクエストを行います。この作業はブラウザでの対話型です。リクエストがあると「MapServer」はリクエストされた地図（ボーリングの地点などが入った）クライアントのブラウザに送り表示します。

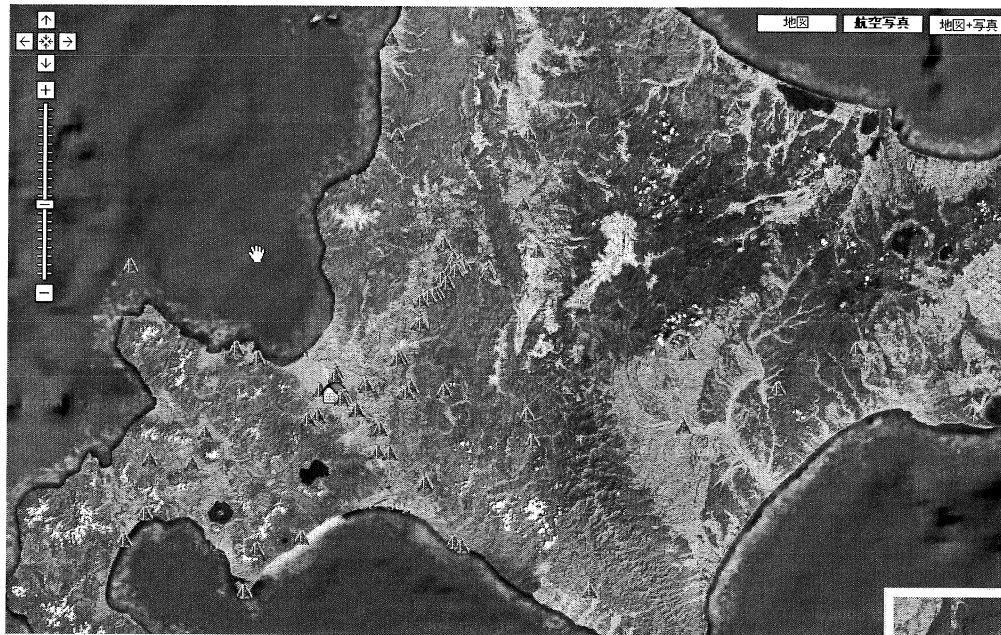


6 図 GRASS の表示例

表示された地図中のボーリング地点をクリックして検索すると、その地点のボーリング柱状図データや試験データが表示され閲覧できます。加えて、その情報のダウンロードも可能です。以上は初期バージョンの「Web-Titan」のシステムです。現在は、Ver2.0が完成し、Ver3.0に向け改良中です。しかし、基本システムは変更がありません。

「Web-Titan」の表示例は、先の1図、2図となります。

さらに、「Web-Titan」に用いられている「MapServer」と親和性のある三次元のモデル作成ツール「GRASS」（このツールもかなり高機能にも拘わらずフリーソフトです）を使用して、プレゼンテーション力のあるモデルも作成可能など、汎用性が広がります（GRASSの表示例を6図に参照）。次に考えが浮かぶ地盤情報の利用として既存のデータを用いて、プロジェクト計画に対して精度の高い、プロポーザル資料の作成が挙げられます。数々の付随データのある既存データが手軽に閲覧できるため、精度が高い説得力のあるプロポーザルに力を発揮すると考えられます。このほか、昨今需要の多いハザードマップ作成にあたって、精度の高い情報で有用性のあるハザードマップが作成できます。さらに、「地盤情報」を用いたビジネスモデルは多々考えられます。これだけ汎用性に広がりが考えられるのは、「Web-GIS」ならではと考えています。Web上でデータを検索・編集・追加が出来ることは、これからのデータ利用に必要不可欠と考えられます。



7図 SRC-WebGISの画面1

また、「Web-Titan」のほかに当組合で開発している Web-GIS ツール「SRC-WebGIS」（仮称）も紹介させていただきます。この、「SRC-WebGIS」の基本機能は「Web-Titan」のように Web上で位置情報から地盤情報を表示させるものとしては同じです。違いは地図システムが「Web-Titan」は「MapServer」を利用していますが、「SRC-WebGIS」はご存じの「GoogleMap」を利用しています。（表示例7、8、9図参照）このため、Web上での利用は使いやすく平易になっています。

最初に述べましたように、Web-GIS のソフトウェアは多々あります。その中のほんの一部を紹介いたしました。

これからは、地盤情報の活用は一層進むものと考えます。さらに地盤情報は、貴重な私たちの資産です。これから、一層の活用が期待されています。これまで、紹介しましたように、活用システムとして全地連「Web-Titan」や私ども北海道土質試験協同組合（SRC）が開発していますシステムなどは、今後の地盤情報利活用で助力となると考えております。

土質試験及び地盤調査管理ファイル

**地点情報**

⑨-1\_土質試験一覧表

ローディングファイル: BED0001.XML

経度: 144度57分 11.8000秒

緯度: 43度57分 11.8000秒

測地系: 0

標高(m): 3.75

---

試料名: **TW-1**  
土粒子の密度試験

交換用データファイル名: TS001001.XML  
PDF作成ソフト: Adobe\_Acrobat5.0.J  
XML作成ソフト: Populus

試料採取情報: 0  
深度(m): 5.50~6.30  
開始日: 2006-03-01  
終了日: 2006-03-01  
試験者: 沼田淳子

---

試料名: **TW-1**  
土の含水比試験

交換用データファイル名: TS001002.XML  
PDF作成ソフト: Adobe\_Acrobat5.0.J  
XML作成ソフト: Populus

試料採取情報: 0  
深度(m): 5.50~6.30  
開始日: 2006-02-28  
終了日: 2006-03-01  
試験者: 福井雅美

8 図 SRC-WebGIS の画面 2

JIS A 1202	土粒子の密度試験(検定、測定)		
調査作名	試験年月日 2006年03月01日		
	試験者 沼田淳子		
試料番号(深さ)	TW:115.80m~5.30m		
ピクノメーターNo.	413	419	424
ピクノメーターの質量 質量	52.964	52.998	51.491
飽和ピクノメーターの質量 質量	111.357	112.009	112.835
試料の土粒子の密度 T °C	21	21	21
Tに20℃未満からの修正 ρ <sub>w</sub> (T) g/cm <sup>3</sup>	0.99726	0.99709	0.99709
飽和状態のピクノメーターの質量 質量	126.871	127.11	126.861
試料の土粒子の密度 T °C	22.7	22.8	22.3
Tに20℃未満からの修正 ρ <sub>w</sub> (T) g/cm <sup>3</sup>	0.99737	0.99728	0.9977
飽和状態のピクノメーターの質量 質量	114.319	115.584	112.819
試料の	222	25	46
ピクノメーターの質量 質量	123.6	115.777	124.421
試料の質量 質量	103.458	97.18	103.159
質量	20.112	18.597	21.228
土粒子の密度 ρ <sub>s</sub> g/cm <sup>3</sup>	2.647	2.635	2.652
平均値 ρ <sub>s</sub> g/cm <sup>3</sup>	2.645		
試料番号(深さ)			
ピクノメーターNo.			
ピクノメーターの質量 質量			
飽和ピクノメーターの質量 質量			

9 図 SRC-WebGIS の画面 3

# 講 演

札幌市の地震防災対策

札幌市危機管理対策室

河原 正幸







# 札幌市の地震防災対策

2007年(平成19年)2月22日

札幌市危機管理対策室

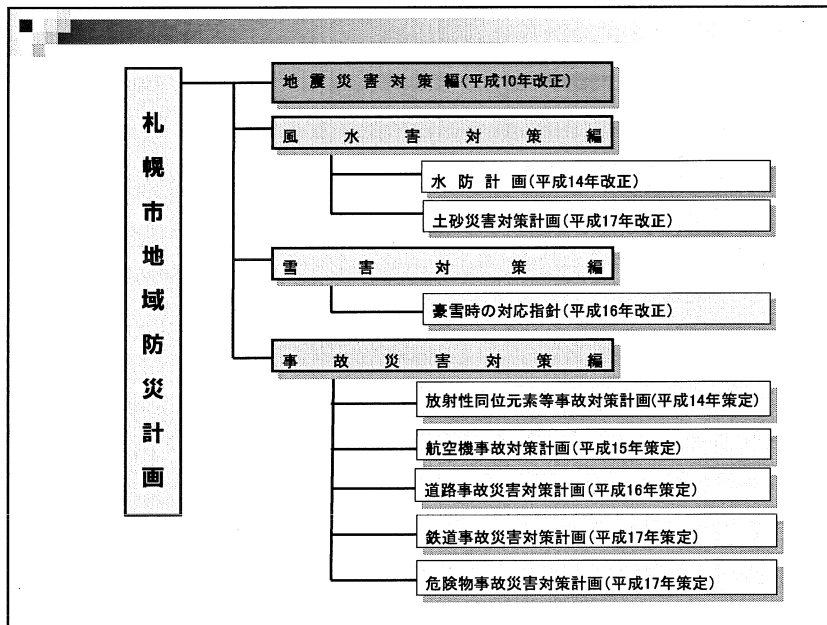
河原 正幸



## 札幌市に影響のあった地震

地震名	年月日	震度	市内の主な被害
石狩地震	1834. 2. 9	推定5	市内に液状化現象あり
十勝沖地震	1952. 3. 4	4	建物一部破損1
十勝沖地震	1968. 5. 16	4	負傷者5、建物倒壊11、一部損壊123
浦河沖地震	1982. 3. 21	4	負傷者17、建物倒壊1、一部損壊22
十勝沖地震	2003. 9. 26	4	負傷者8、建物一部損壊64

注) 震度は、札幌市内



## 札幌市を襲う地震災害:2つのシナリオ

- 遠くで起きる巨大地震による軽微な被害
  - プレート間地震:海底を震源とする
  - 頻繁:何十年単位
  - 広域に被災、海岸近くで大きな津波被害とゆれ被害
  - 札幌は支援提供を期待される役割
  
- 近くで起きる大地震による壊滅的な被害
  - プレート内地震:活断層を震源とする
  - まれ:何千年単位
  - 局所的に甚大な被害
  - 起これば、札幌は第2の神戸市になる

## 札幌の直下型地震についての従来の想定モデル (平成9年札幌市地震被害評価調査報告書・パンフレット「札幌の地震対策」)

図5 A: 直下型想定地震 (全市最大被害モデル)

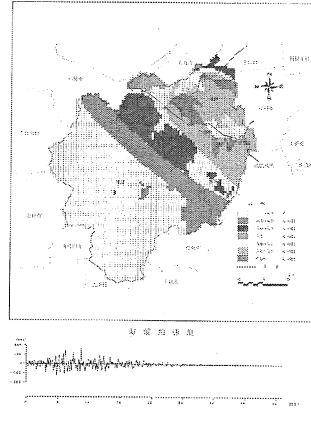


図5 C: 断層モデル  
断層の長さ 最大20km  
断層の幅 10km  
断層の変位量(ずれ) 1m  
断層上葉の深さ 0~3km

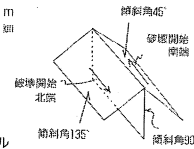
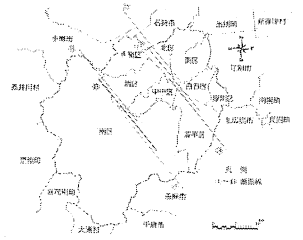


図5 D: 断層群モデル



## 地震による被害評価

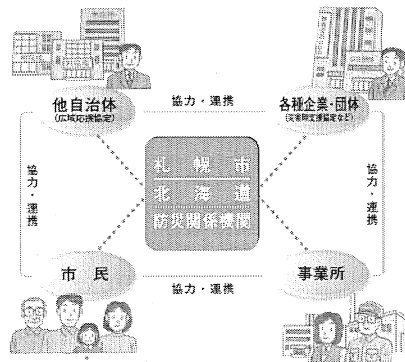
- 建物 50,310棟  
(全壊7,120棟, 半壊43,190棟)
- 死者 240人 負傷者 12,990人
- 火災 130件
- り災者 53,700世帯 127,100人
- その他 ライフライン, 道路等の被害

※全市最大被害モデル

## 地域防災計画の具体的な特徴

- 最大被害に対応
- 一層実効的な計画
- 災害の推移に対応
- 冬季対策を推進
- 防災マップ・地区別防災カルテ

(市民、事業所、他自治体等との協力・連携)



## 避難体制、地域防災活動等

### 1. 避難場所

611か所(収容避難場所) 21万5000人収容

### 2. 応急備蓄物資

非常食, ミルク, 簡易トイレ, 紙おむつ, 寝袋,  
毛布, ろうそくランタン, 生理用品, 手回しラジオほか

### 3. 自主防災活動の推進

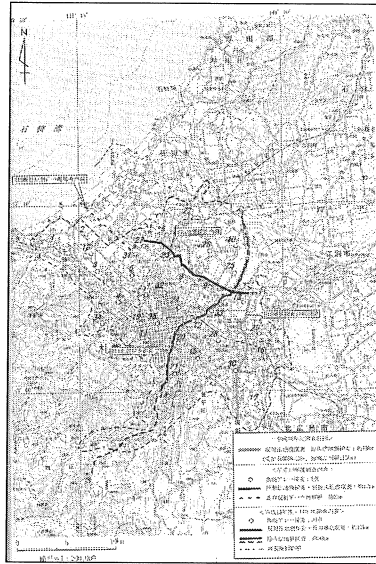
町内会を単位に自主防災組織の結成を推進  
防災資機材の助成、防災訓練等を支援

## 札幌市による地下構造調査

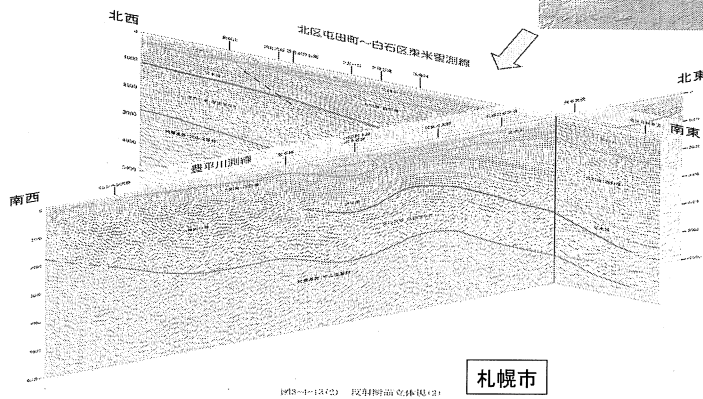
(文部科学省地震関係基礎調査交付金事業「石狩平野北部地下構造調査」)

★平成13～15年度調査  
(右図黒色表示)  
反射法・屈折法地震探査及び  
微動アレー探査などを実施。

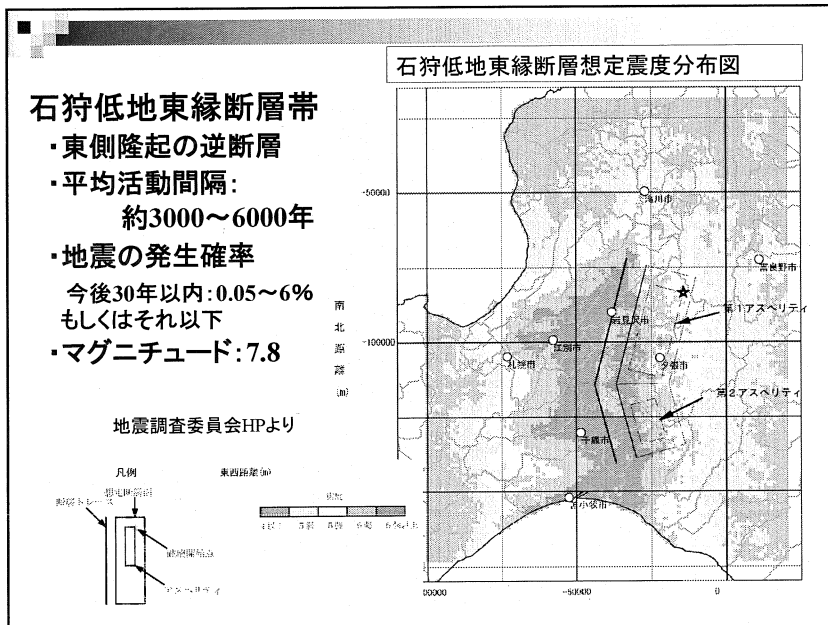
★平成16年度 (赤色表示)  
反射法・屈折法地震探査など  
を実施。



## 反射断面立体視



1913-14-124122 反射断面立体視(北)



## 地震防災対策に関する提言

(平成17年11月 札幌市地震防災検討委員会)

- 1 想定地震の被害評価に関する提言
- 2 地震防災対策の推進に関する提言
- 3 札幌市地域防災計画の見直しに関する提言

## 1 想定地震の被害評価(提言)

### (1) 地震動等の予測

- ア 震源の設定
- イ 地震動予測手法

### (2) 各種被害想定

- ア 想定項目(機能支障、経済被害、環境被害、防災効果等)
- イ 想定手法(最新の手法で検討)
- ウ 発生時季(夏・冬、平日・休日、朝・昼・夕等)
- エ 地域特性の考慮(積雪寒冷、大規模施設、長周期地震動等)
- オ データ等の作成(上記データの作成)

## 2 地震防災対策の推進(提言)

### (1) 実践的な危機管理体制の確立

- ア 市の地域防災体制の強化
- イ 他地方公共団体等との連携体制の確立

### (2) 防災協働社会の実現

- ア 市民の防災力の向上
- イ 地震に強いまちづくりの推進
- ウ ボランティア組織と札幌市の連携強化 ほか

### (3) 札幌市の地域特性を踏まえた地震防災対策の推進

- 積雪寒冷、群集事故、観光客・外国人対策ほか



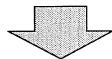
### 3 札幌市地域防災計画等の見直し (提言)

- (1) 札幌市地域防災計画の改訂  
被害想定への反映、減災目標の設定、広域応援体制等
- (2) 応急活動マニュアルの改訂

### 新たな地震動予測、被害評価の実施

#### (目的)

地下構造調査の成果や石狩低地東縁断層帯の地震動予測を踏まえ、精度の高い被害予測を行い、実践的な防災施策の推進、地震防災知識の普及啓発による地域防災力の向上等を図る。



「地震被害想定委員会」の設置(H18.8)

## 検討スケジュール(H18～H20)

H18

### 基礎調査等

基礎調査(自然・社会・経済条件等調査)  
震源設定(海溝型、直下型、石狩低地東縁断層帯)

H19

### 地震動予測・被害評価

- ◇地震動予測  
評価単位を500mから250mに細分化
- ◇被害評価  
人的被害、物的被害 経済被害、機能支障等

H20

### 地震防災知識の普及啓発

地震ハザードマップ、災害シナリオ、広報PR活動

地域  
防災  
計画  
の  
見直し

地震  
防災  
対策  
の  
推進



# 講 演

## ボーリング孔を利用した地下空洞の三次元計測技術 について

株式会社 ジオファイブ

辻 正昭

森 伸一郎



# ボーリング孔を利用した地下空洞の三次元計測技術について

株式会社ジオファイブ 辻 正昭  
森伸一郎

## 1. はじめに

地下に存在する空洞には、防空壕跡や鉱山跡の廃坑、石材採掘跡など人工的なものや、鍾乳洞や地盤の陥没などにより開口した穴など自然にできたものがある。また、空洞の形態は多様で、人が容易に観察できるものから、地下にある閉鎖した空洞、水没した空洞また崩壊した空洞など様々な状態で存在している。しかし、これらの空洞の多くは、その場所や規模すら分かっていないものが多く、建設工事現場や土木工事現場、また、自然災害などによる陥没や崩壊で偶然発見されるケースが多く、場所や規模によっては大きな人的被害を伴うこともある。

一方、発見された空洞に対する調査技術を見ると、人の立ち入りができ且つ安全な空洞を除いては、確立した計測方法がなく簡便で正確な計測手段が求められている。

今回、紹介する三次元レーザースキャナーは、今まで計測が困難とされていた地下空洞を、安全に、そして簡便かつ短時間に精度高く自動計測できる装置である。

紹介する本システムは、英国のレーザー計測機器専門メーカーである MDL 社が開発した C-ALS (Cavity Autoscanning Laser System) である。

## 2. 現状の地下空洞計測方法

現在、一般に行われている主な空洞調査には、空洞の立地条件によって次のような計測方法及び探査の方法が用いられている。

### 1) 人の立ち入り可能な安全な空洞

写真計測、測量、目視スケッチ、三次元レーザースキャナー、サーモカメラ撮影など

### 2) 人の立ち入り不可能な空洞(有毒ガスや酸欠の危険がある空洞、未水没空洞)

ボアホールカメラ撮影、レーザー距離計、ボーリング調査、サウンディング調査、電気探査、弾性波探査、地下レーダ探査、重力探査など

(ボーリング調査及び物理探査は位置確認が目的)

### 3) 水没した空洞

ボアホールカメラ撮影、超音波計測、ボーリング調査、サウンディング調査、電気探査、弾性波探査、地下レーダ探査、重力探査など

(ボーリング調査及び物理探査は位置確認が目的)

今回、紹介する C-ALS は、主に人の立ち入り困難な危険な空洞や未水没の地下空洞などを対象とした三次元レーザースキャナーシステムである。

### 3. C-ALS システムの概要説明

C-ALS システムは、タイムフライト法を用いたノンプリズム方式の三次元レーザースキャナーシステムで、レーザーヘッド部から発射するパルスレーザー光の反射時間を連続的に計測する方法である。

C-ALS システムの最大の特徴は、直径 50mm のレーザーヘッド部にある。

レーザーヘッド部は、垂直方向に $-90$ 度 $\sim 90$ 度(最小制御角度 $0.1$ 度)、水平方向 $0$ 度 $\sim 360$ 度(最小制御角度 $0.1$ 度)回転する。(図-1) レーザーヘッドの2軸の動きは、コンピュータにより正確にコントロールすることができるため、空洞内部の広がり全体を計測することができる。動作状況を図-1 に示す。また、測定概念を図-2 に示した。

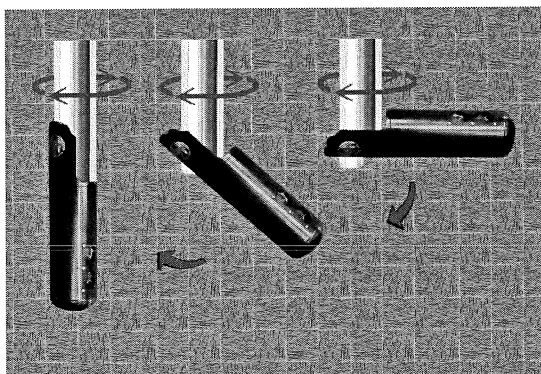


図-1 レーザーヘッドの動き

レーザーヘッドから発射するレーザー光の最長フライト距離は $150$ m であるため、大空洞であってもほぼ問題なく内部の計測を行うことが可能となる。

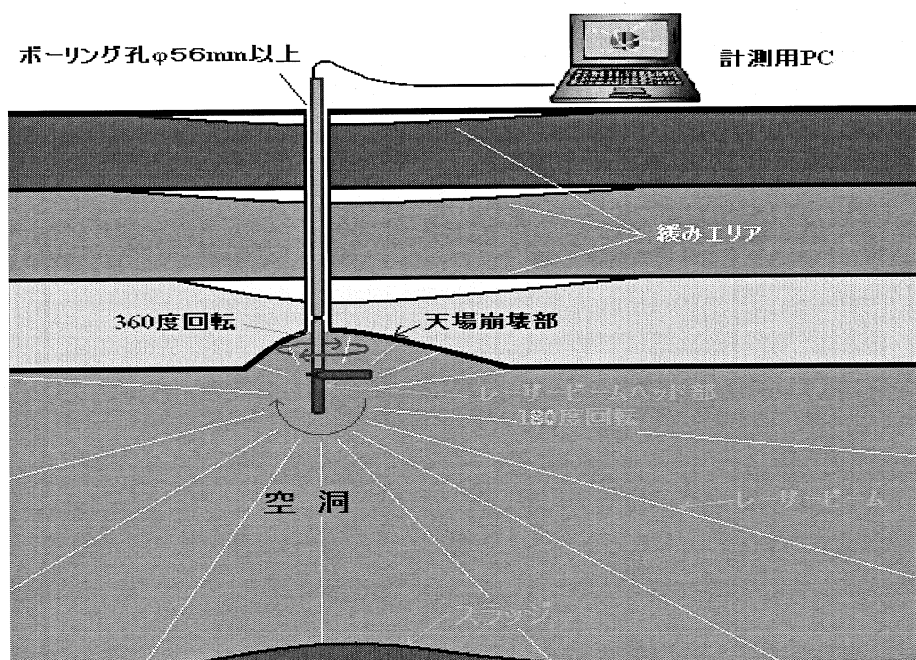


図-2 C-ALS による空洞計測概念図

#### 4. システムの構成

C-ALS システムの主な構成は、①レーザーヘッド部を搭載したプローブ、②データ伝送用ケーブル、③電源及びデータ中継用のコントロールボックス、④制御用コンピュータで構成する。写真-1にシステム構成を示す。



写真-1 C-ALS システムの構成

##### 各部の詳細説明

###### (ア) プローブ

レーザーヘッド及び赤外線カメラ、(写真-2)、ピッチ & ロールユニット、ナビゲーションユニット、コミュニケーションユニット

###### (イ) データ転送ケーブル

マーカ付ケーブル(50m)、ケーブルドラム

###### (ウ) コントロールユニット

バッテリー、AC/DC コンバータ、通信モジュール、無線 RUN モジュール

###### (エ) ノートブック型コンピュータ

スキャン用ソフトウェア Model Ace、  
解析用ソフトウェア Void works

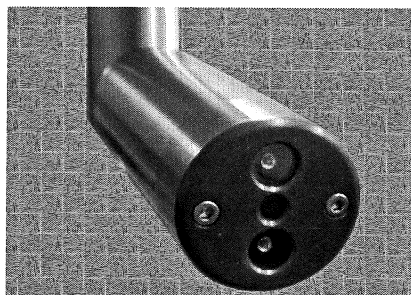


写真-2 赤外線カメラ



## 5. 仕様

C-ALS の仕様を下記に示す。

### レーザーモジュール (写真-3 レーザーヘッド部)

安全性 : クラス 1

測定距離 : 最小距離 0.5m ~ 最大距離 150m (反射ターゲット無し)  
(測定対象物の状況により異なる)

測定精度 :  $\pm 5\text{cm}$

分解能 : 1cm

測定速度 : 毎秒 250 点

### センサー

型式 : 光電エンコーダ

垂直レンジ :  $-90^\circ \sim 90^\circ$

水平レンジ :  $0^\circ \sim 360^\circ$

精度 :  $0.2^\circ$

分解能 :  $0.01^\circ$

### 物理仕様

プローブ材質: アルミ&ステンレス鋼

防水、防塵性: IP66

動作温度 :  $-10^\circ\text{C} \sim +45^\circ\text{C}$

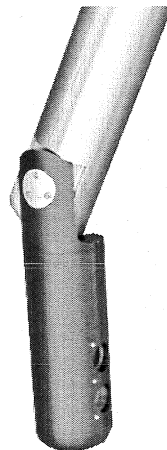


写真-3 レーザーヘッド部

### 電源・寸法

電源 : 10~15VDC/85~264VAC

消費電流 : 0.8A

重量 : 5.9kg(基本プローブ)、3kg(延長アダプタープローブ)

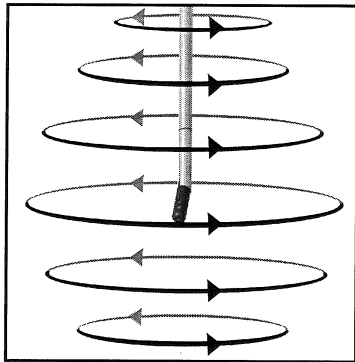
プローブ寸法: 直径: 50mm

長さ: 108cm(基本プローブ)200cm(延長プローブ付)

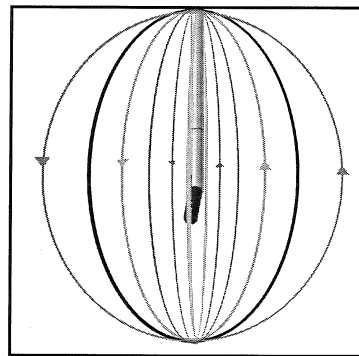
## 6. 測定操作

### 1) 計測パターンの設定

C-ALS のレーザーヘッド部は、独立した 2 台のモータを有しているため、水平方向計測、垂直方向計測、水平、垂直同時計測の 3 パターンの自動計測が可能であり、計測対象物によって適切な計測パターンを選定できる。一般的な計測の場合は 2 軸を合わせたマルチ計測が用いられる。この場合、水平、垂直 2 軸の制御角度を最小 0.1 度単位で任意に設定することが可能である。図-3 に計測パターンを示した。



水平方向パターン



垂直方向パターン

図-3 レーザーヘッドの計測パターン

## 2) 座標の確定

C-ALS は、三次元計測用レーザーキャナーは測量機器と同じように正確な座標が必要である。(公的座標が得られない場合、固有座標で計測は可能)

複数個所のデータを合成する場合には各測定地点の座標も必要となる。

計測ポイントの座標は、プローブに内蔵した傾斜計及び方位計で自動的に確定する。

但し、磁気干渉がある場合や空洞が水平より上部にある場合には、専用の挿入ロッド(Boretrak 写真-4 参照)を使用し、プローブの方位を一定に保った状態で計測ポイントまで挿入する必要がある。

計測データ座標は、計測時固有座標であるが計測終了後に、測定地点座標を入力することにより、自動的に全点群データは適正座標に変換される。



写真-4 挿入ロッド(Boretrak)

## 7. 測定手順

### (1) 計測作業の手順

次に C-ALS による現場計測作業の流れについて示す。計測した点群データは、計測終了後に三次元画像として確認することができる。緊急度に応じて必要数値結果(例えば、重要な部分の距離数値、面積、体積など)を直ちに求めることができる。

レーザー光での計測の場合、見えない部分のデータは得られない。したがって、補足計測が必要な場合や、空洞の広がりを追跡する必要がある場合などには、得られた点群データの座標から、どの地点が最適ポジションかを判定し削孔場所をすばやく決定することができる(スキャニングソフトは MDL 社製 Model Ace を使用)。

図-4 に現地計測作業のフローを、また、図-5 に計測データの例を示した。

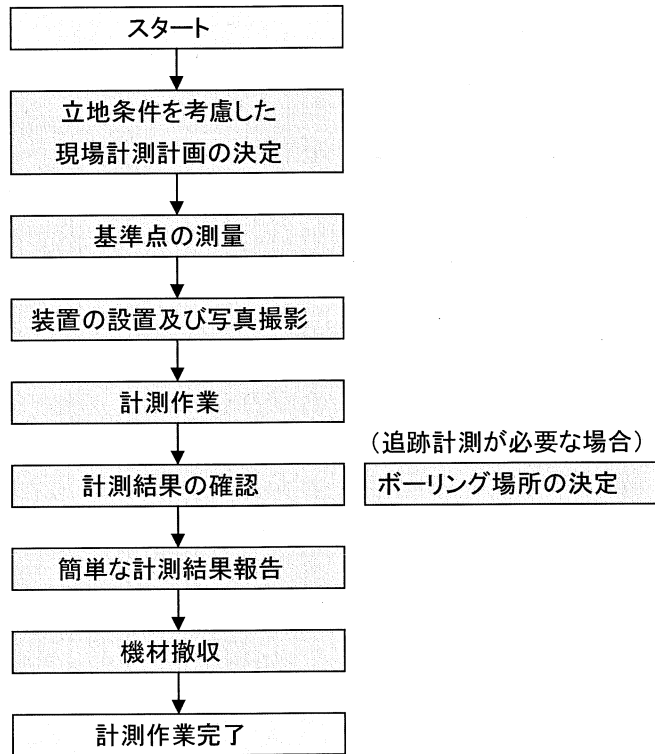


図-4 現場計測流れ図

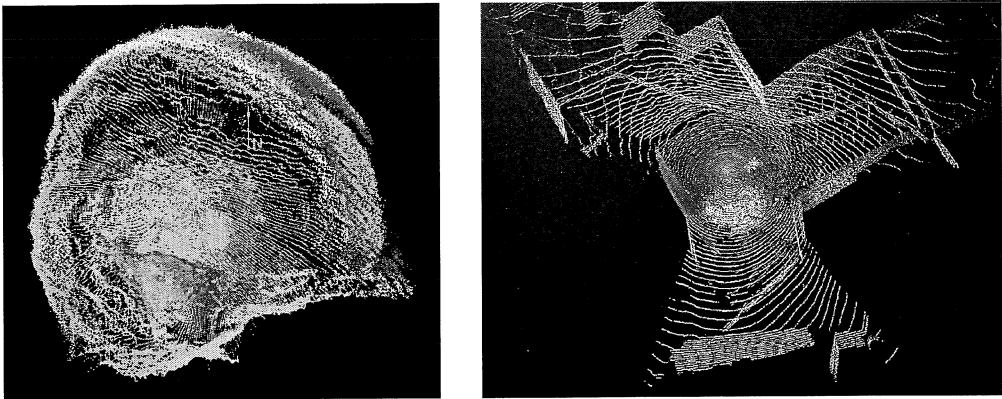


図-5 計測データ例（点群データ 反射強度を反映させた表示例）

## (2) データ処理の手順

現地にて収録した点群データは、図-6に示した作業フローにより地下空洞の規模、形状、寸法及び方向性や空洞容積などを抽出し、3D データ及び平面図として表示する。また、大規模な地下空洞などの場合には、複数箇所で計測したデータを、座標合成し、相互に関連性を持った一つ計測データとして表示させることができる。

図-7、8に画像処理例を示す。(ソフトウェアは、MDL 製 Voidworks 使用)

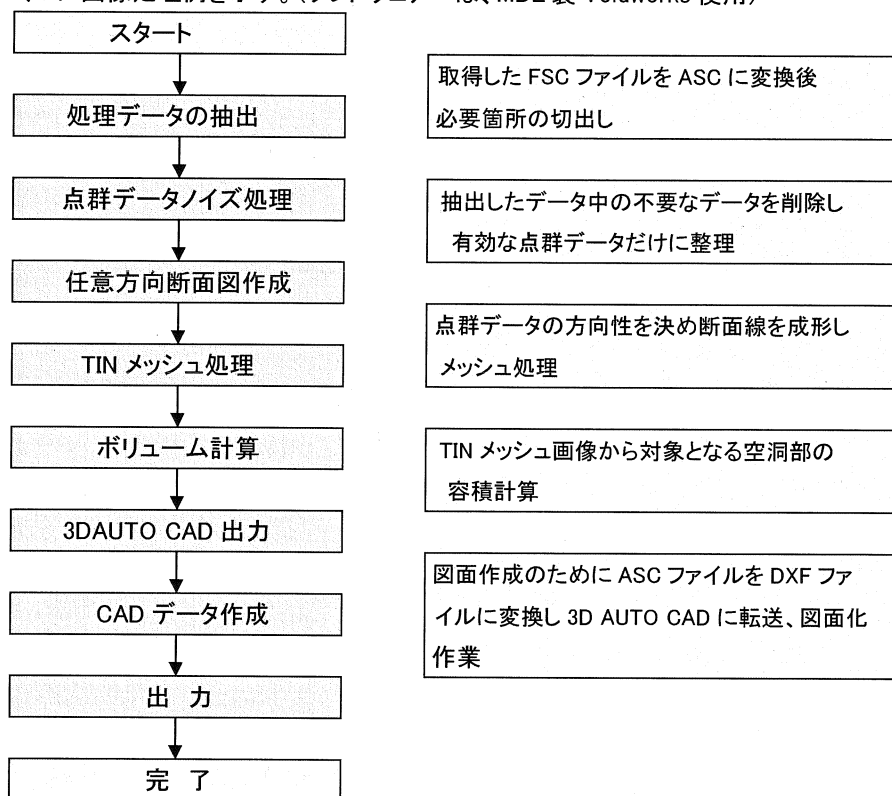


図-6 データ処理手順

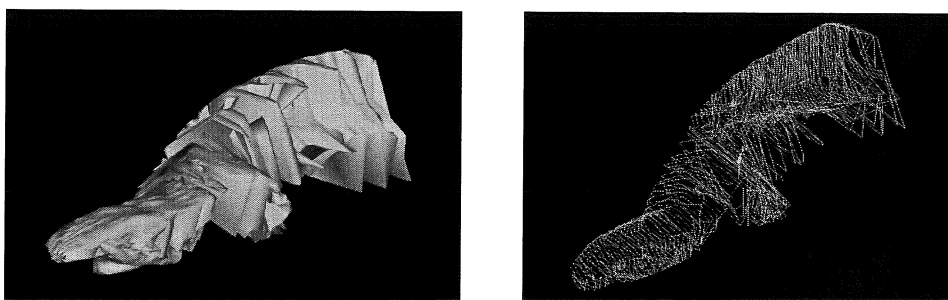


図-7 画像処理例 (TIN 処理例、断面表示例)

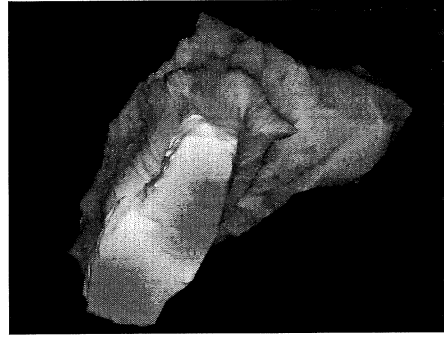
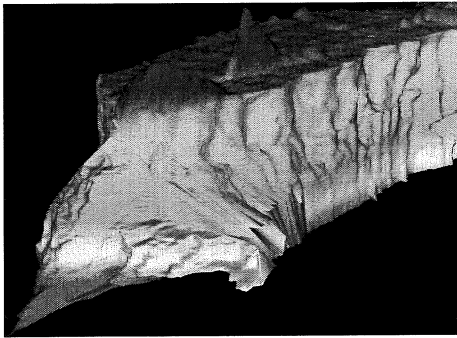


図-8 画像処理例 (TIN 処理、深度別カラー表示)

## 8. C-ALS システムの応用

今まで、計測が困難とされ十分な調査も行われないうまま埋め戻し工事などごく限られた対策しかとれなかった地下空洞問題が、C-ALS の登場により、空洞の実態を正確に把握できるようになり、経済性や安全性を十分に考慮した対策法の検討が可能となってきた。

採石場跡地空洞調査や防空壕調査、旧鉱山跡の坑道調査など主に建築や土木防災工事の分野においては、すでに C-ALS を使った調査が一般的な方法となりつつある。

ここでは、地下空洞計測以外の C-ALS の応用分野について述べる。

小型軽量で直径 60mm と 3D レーザースキャナーとしては極めてスリムな構造から、作業員が近づけない危険な箇所、道水路や下水管など管路内部の計測など幅広い用途が考えられる。

### C-ALS の応用分野

- (ア) トンネルや坑道などの断面計測
- (イ) 護岸における洗屈箇所の形状計測
- (ウ) 陥没箇所の内部計測
- (エ) 構築物の背面(見えない部分)計測
- (オ) 煙突や配管内部の計測
- (カ) 導水路や下水道の断面計測

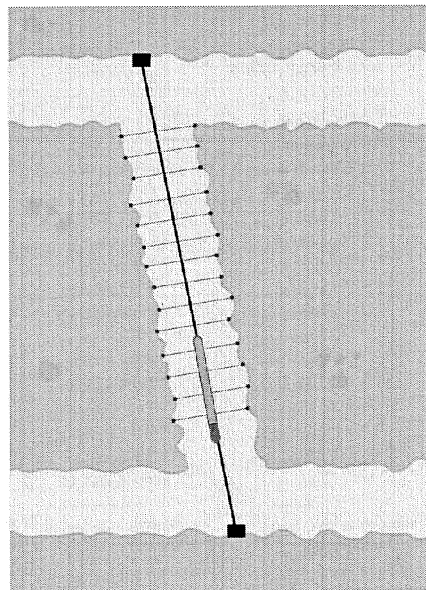


図-9 坑道の断面維持管理例

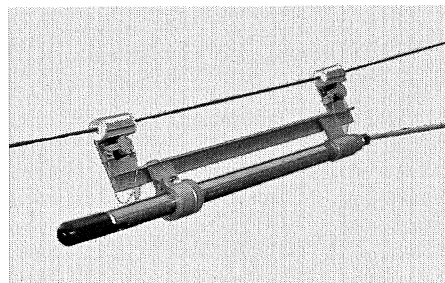


写真-5 ワイヤークーブル利用例

図-9 及び写真-5 に示した例は、細い坑道の維持管理に利用したケースで、C-ALS 本体をワイヤーロープに沿って移動させ、定期的に坑道の断面計測を実施した例である。

写真-6 のケースは、重量ローラーに C-ALS を固定し、急斜面坑道の管理に用いた例である。この方法は、導水路や下水管などの管内計測として応用できる。

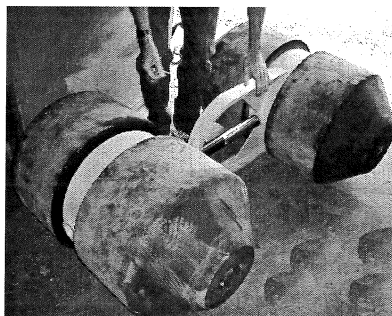


写真-6 ローラーに装着した C-ALS

## 9. まとめ

今まで地下に分布する空洞の計測は極めて困難なものとされてきたが、この C-ALS の出現により一気にローコストで迅速な計測が可能となった意味は非常に大きい。

日本において、地下空洞が起因し災害を誘発する危険性の高い地域は既に多く知られている。しかし、まだまだ実態調査が行われた場所は少なく、多くは、放置されたままの状態が実情である。この第一の要因としては、適切な調査方法がなかったことが考えられる。しかし、これらの地域の中には、人的な災害を伴う危険性の高い場所も多くあり早急な実態調査と対策が望まれている。

これからは、C-ALS の計測技術を地下空洞の実態を解明する一つの有効な計測手段として位置付けて計測技術の向上を計ると共に、この技術を、さらに広い分野に活用することを追及し、三次元レーザー計測技術の普及に努めて行きたいと考えている。

以上



# 講 演

自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータの特徴と応用

北海道立工業技術センター

松村 一弘





## 自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータの特徴と応用

### Autonomous Metal Hydride-based Actuator (A-MHA)

北海道立工業技術センター 松村 一弘

エネルギーはいろいろな形に変化するが最終的には熱に変わる。熱は温度差があるときのみ、その一部が他のエネルギーに変換可能である(熱力学の第二法則)。しかし、100℃未満になると、給湯や暖房の利用事例しか見あたらない。このような温度域の熱源は身近に数多く見られる。例えば、自然界における温泉熱や太陽熱などであり、発電施設を含む工場や暖房器具、バイオマスや燃料電池などの廃熱である。これらは未利用エネルギーあるいは低密度熱エネルギーと呼ばれている。この低密度熱エネルギーは熱膨張から得るエネルギーを期待しても小さすぎて実用に供することは難しい。しかし、100℃未満の温度で動作する自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータ(A-MHA)は、低密度熱エネルギーを機械エネルギーに変換することができる。熱源が地熱などの自然エネルギーであるならば、エネルギーコストゼロで仕事を取り出すことができる。この動作原理と可能性のある応用例について紹介する。

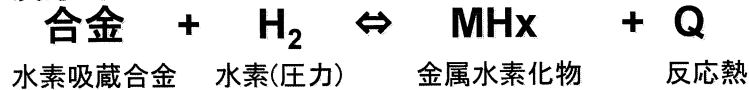
- ・ 水素吸蔵合金の特性  
(合金の種類、水素吸蔵能力)
- ・ 水素吸蔵合金アクチュエータの原理と特徴  
(アクチュエータの構成、動作、特徴)
- ・ 水素吸蔵合金アクチュエータの応用
- ・ まとめ

## 水素吸蔵合金とは



水素と反応して金属水素化物を形成し、加熱などにより吸蔵した水素を放出する性質を持っている金属

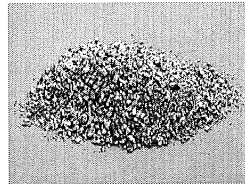
反応式:



- ⇒ ① 電気化学エネルギー(ニッケル水素電池)
- ⇒ ② 貯蔵・加圧・加熱冷却=化学・熱エネルギー
- ⇒ ③ 圧力=機械エネルギー(MHアクチュエータ)

出展: 日本産化学工業資料

## 水素吸蔵合金の種類

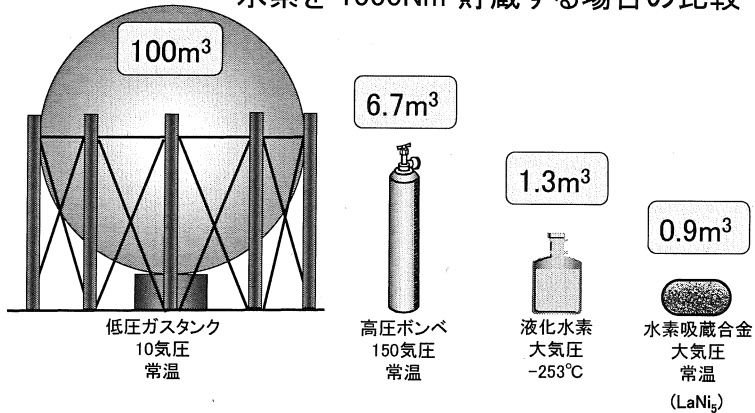


代表的組成	水素吸蔵量 (比重)	主な用途
Mm-Ni-Co-Mn-Al	157L/kg (8.0)	ニッケル-水素二次電池
La-Ni-Al	153L/kg (8.0)	水素貯蔵タンク・水素精製システム
Ti-Zr-Mn-Cr-Cu	187L/kg (6.5)	水素貯蔵タンク・ヒートポンプなど
Ti-Mn	193L/kg (6.1)	水素コンプレッサ など
Mg-Ni	409L/kg (3.2)	水素貯蔵・遮蔽材など
Ti-Cr-V	302L/kg (6.0)	高容量水素貯蔵タンク TOYOTA

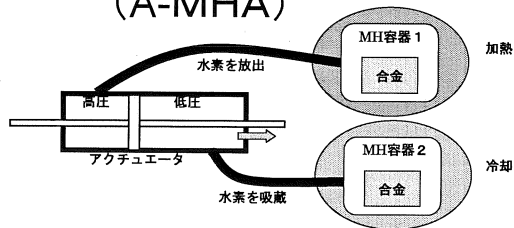
出展: 日本産化学工業資料

# 水素吸蔵能力

水素を 1000Nm<sup>3</sup>貯蔵する場合の比較



# 水素吸蔵合金アクチュエータとは (A-MHA)



水素吸蔵合金 (hydrogen-storage alloys) とは水素と反応して金属水素化物 (MH: Metal Hydride) を形成する合金である。

この合金は冷やすと水素を吸蔵 (吸収) し、温めると水素を放出 (吐き出す) する特徴があり、この性質を利用したのが水素吸蔵合金アクチュエータ (MHA) である。

熱エネルギー供給のみで動作を続けられるMHAを

自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータと呼ぶ

[Autonomous Metal Hydride-based Actuator (A-MHA)]

## MHAの特徴

### 長所

- 小型高出力
- 熱から動力を取り出せる
- 排ガスなど有害物質を出さない
- 静かに動く

自然エネルギーや廃熱等の低密度エネルギーを直接機械的エネルギーに変換できる特徴があるので、電気エネルギーに頼らずに機械的エネルギーを得ることが可能

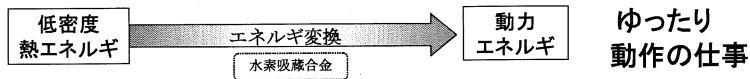
### 短所

- 動作が熱の移動に依存するので応答性が低い
- ヒーター等を熱源として電気エネルギーを使ったとき効率(仕事/消費電力)が電動アクチュエータと比べて低い

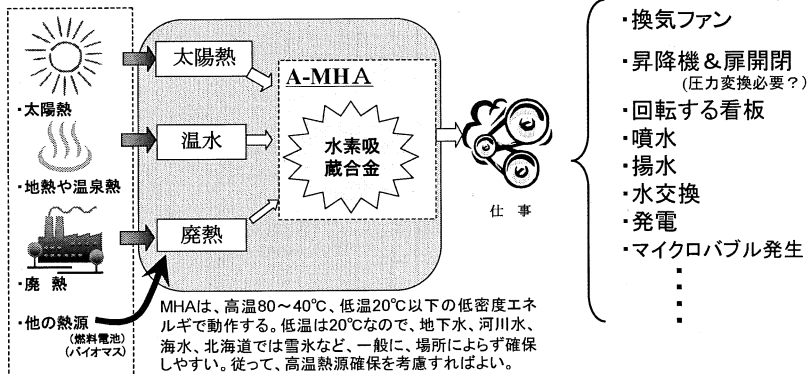
一般の産業用途に不向き  
(製造装置の駆動)

MHアクチュエータは、応答性や動作速度が比較的小さいが、高出力を必要とし、低密度エネルギー(自然エネルギー)を利用したい分野等での利用が考えられる。

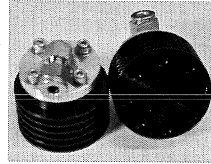
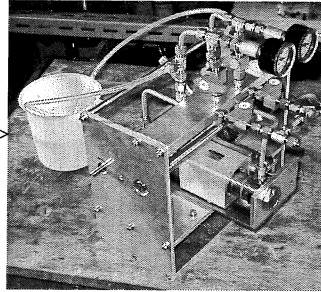
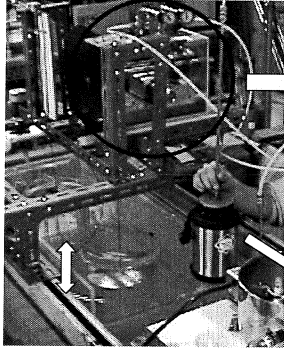
## A-MHAの応用



ゆったり動作の仕事

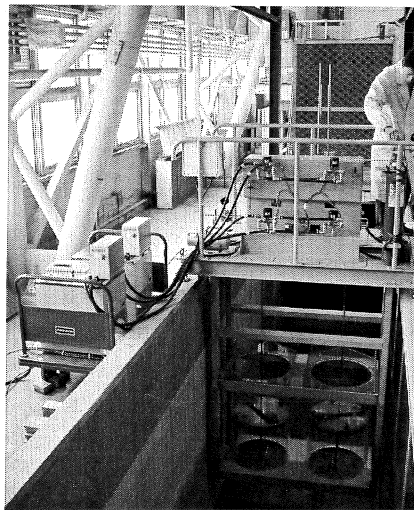
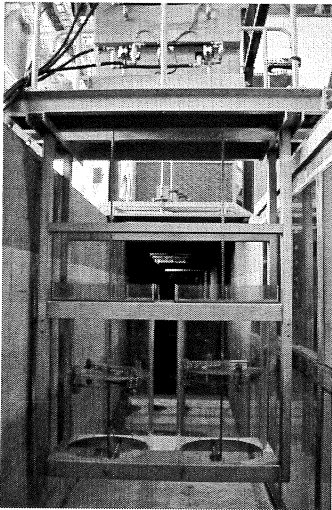


## 揚水への試み

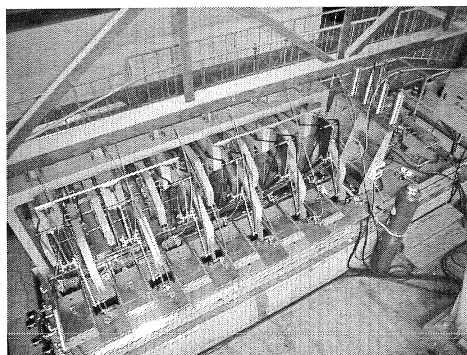


$\text{LaNi}_{4.9}\text{Al}_{0.1}$   
合金量30g

## 揚水試験装置



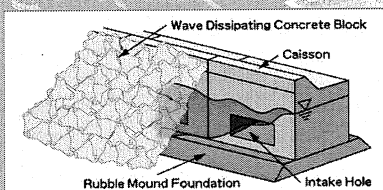
## 自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータ(A-MHA) を用いた海水交換装置の開発



## 海水交換

港外の海水を港内へ導く

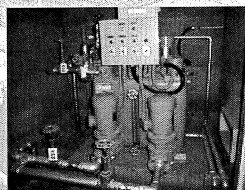
### 海水交換型防波堤 導水孔を設けた防波堤



波の力で海水交換が可能

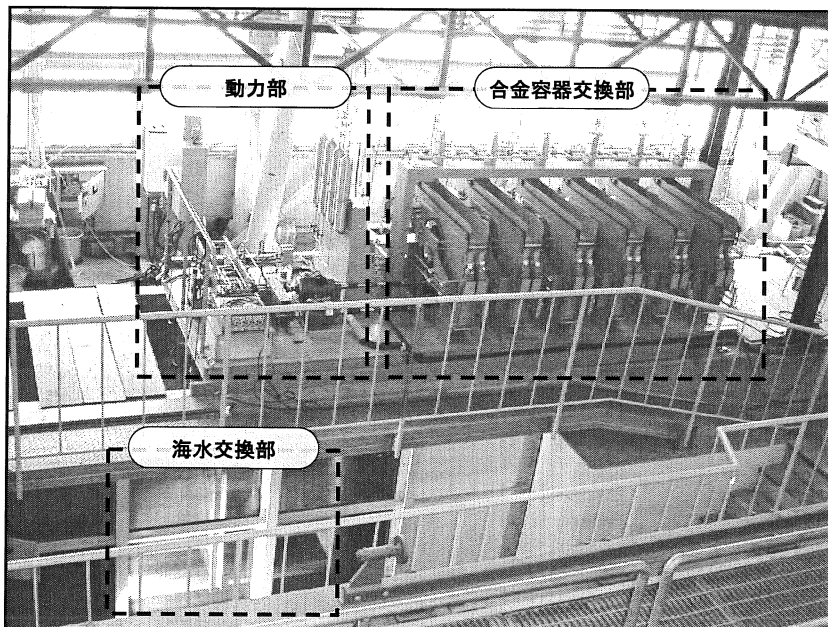
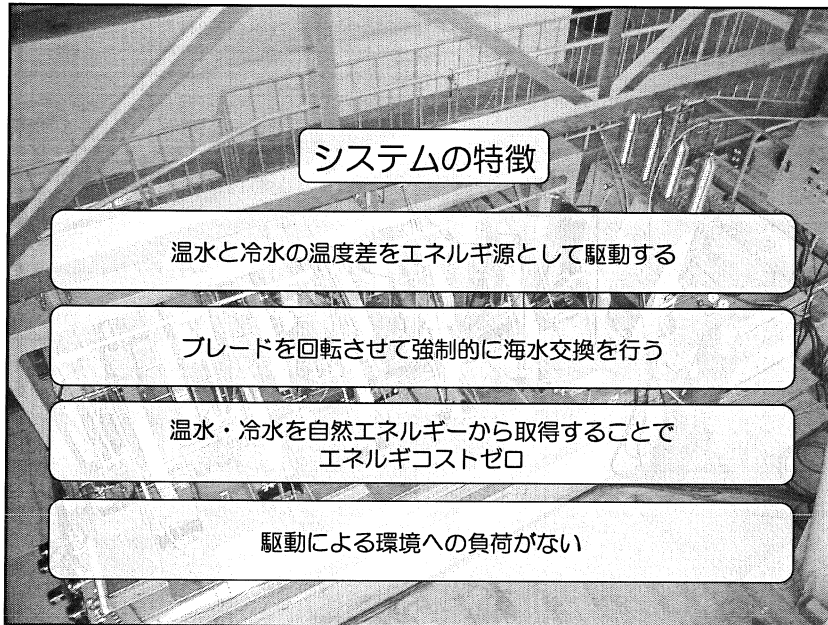
波の力が弱い時は、十分に海水  
交換できない場合がある

### ポンプ動力の利用



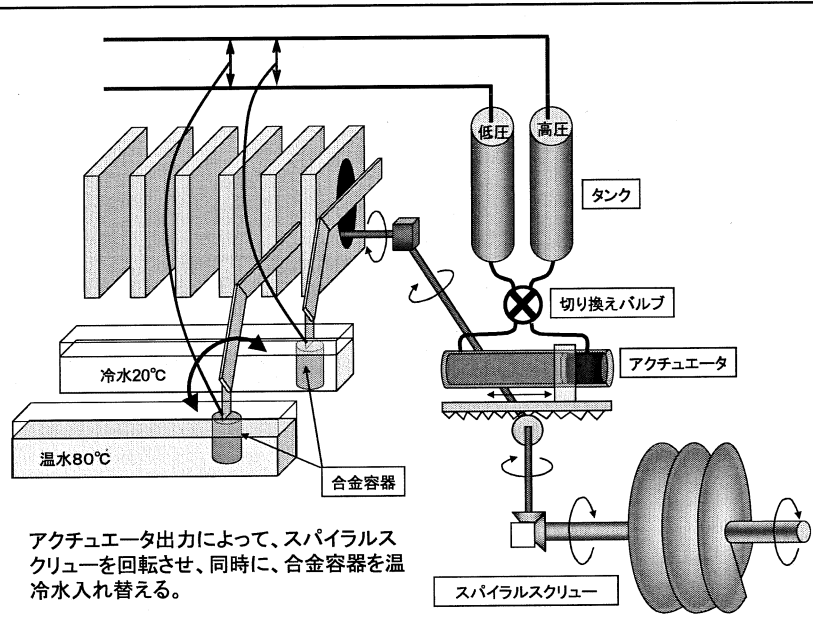
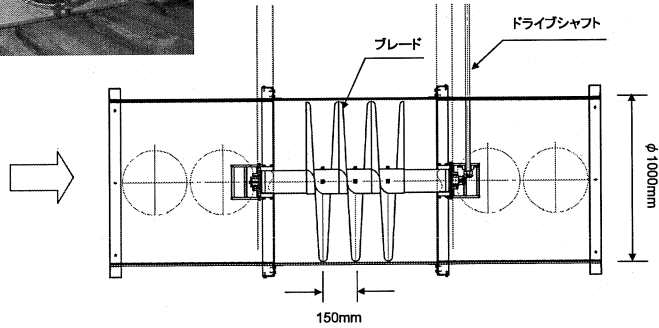
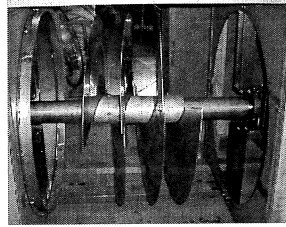
強制的な海水交換が可能

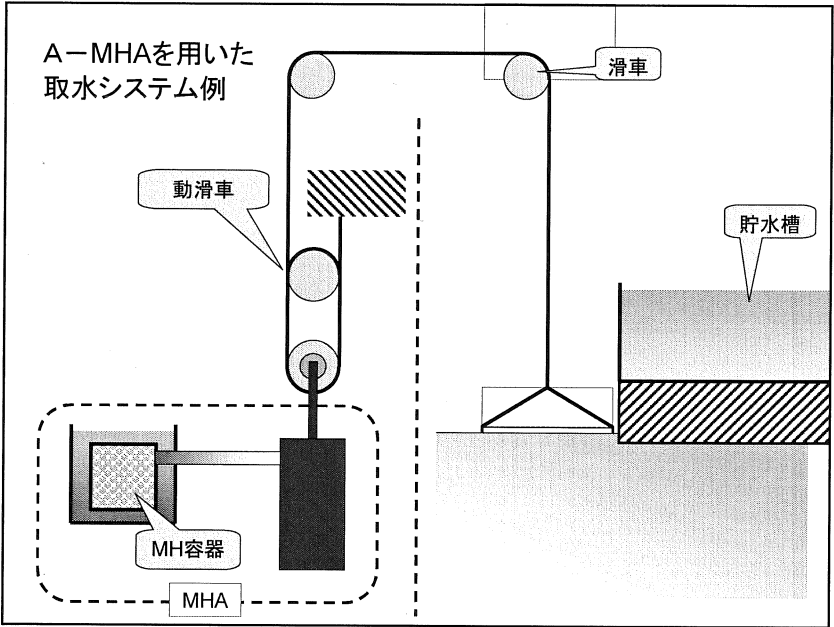
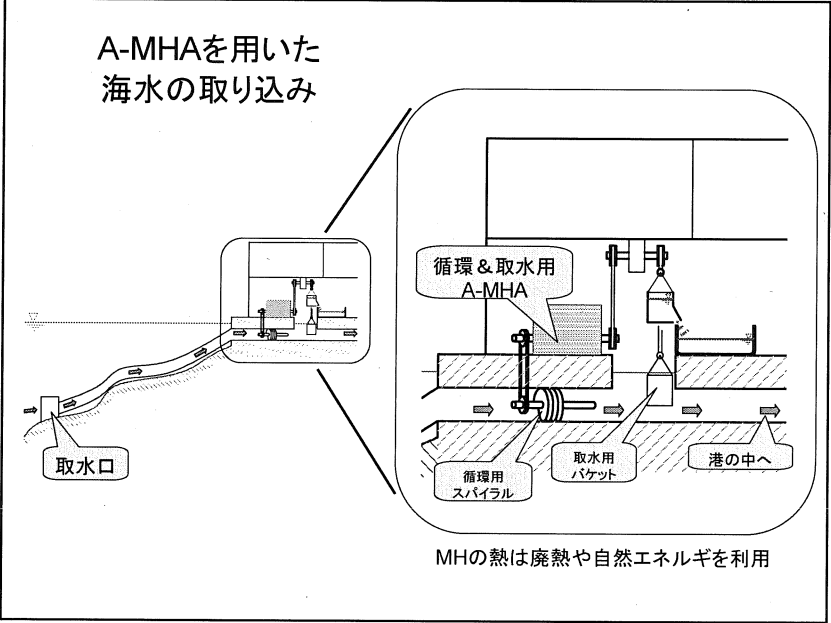
間接的に二酸化炭素を大量に  
放出していることになる。

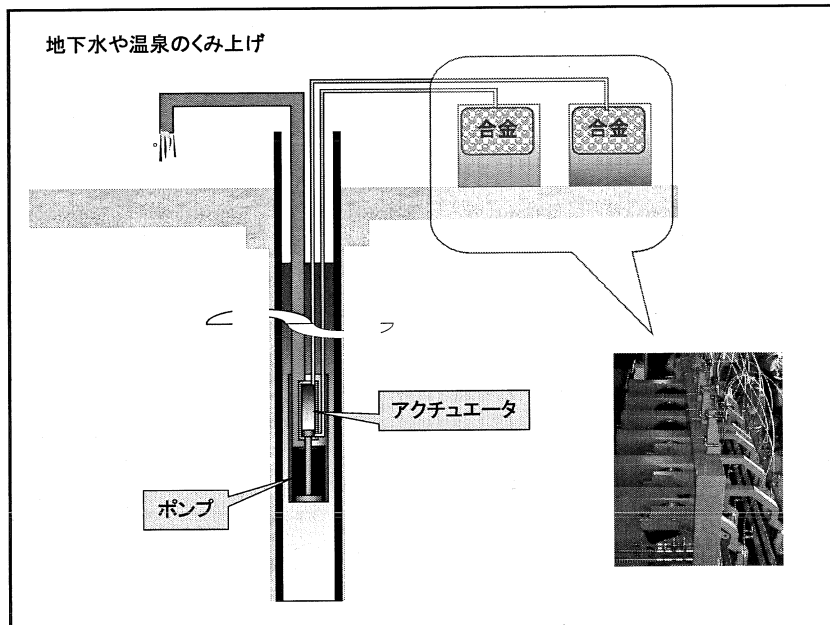




海水交換部







## まとめ

- 低密度エネルギーを動力に変換できる  
自然エネルギー（温泉、太陽光…）や廃熱の有効利用
- ゆったりとした力強い仕事が得意
- 使う合金の種類により様々な熱源に対応
- 環境負荷物質を排出しない
- 使う合金はリサイクル可能  
リサイクルに自然エネルギーを使えば環境負荷が無い

講 演

地中レーダによる探査事例

北海道立地質研究所

高見 雅三



## 地中レーダによる探査事例

北海道立地質研究所 高見雅三

## 地中レーダ探査の事例紹介

- 事例 1 (背面亀裂等の評価)  
岩盤崩落のメカニズムと危険度評価に関する  
地学的研究(H13~H17)
- 事例 2 (火山性断層構造の把握)  
有珠山の地殻変動予測に関する研究(H16~H18)
- 事例 3 (礫質な河川堆積物の内部構造の把握)  
硝酸性窒素等による地下水汚染の防止・改善  
(H16~H20)

# 地中レーダシステム

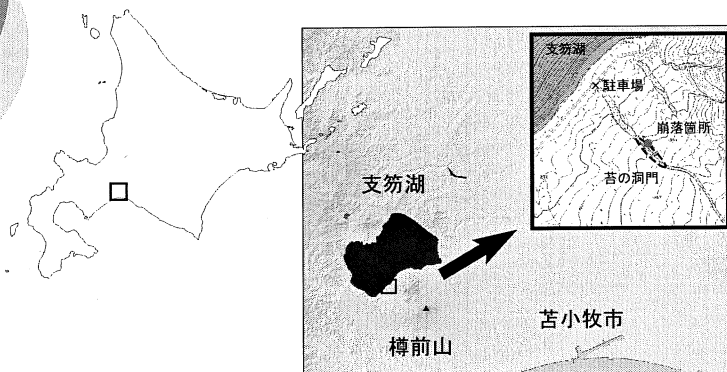
## 地中レーダのシステム構成

品名	備考
システム名	カナダ Sensors & Software Inc社製 pulseEKKO 1000A GPR system (構成内訳) <ul style="list-style-type: none"> <li>・pulseEKKO 1000A Control Unit</li> <li>・pulseEKKO 1000A Transmitter Module</li> <li>・pulseEKKO 1000A Receiver Module</li> <li>・pulseEKKO 1000A 10 m Transducer Cable × 2</li> <li>・pulseEKKO 1000A Console Battery Power Pack</li> </ul>
所有アンテナ (シールド型)	110 MHz 225 MHz, 450 MHz, 900MHz
記録・制御	デジタル・ビデオ・ロガー (DVL for pulseEKKO)
距離計	車輪走行距離計 (pulseEKKO 1000A Wheel Odometer)
カート	110 MHz用, 225~900MHz用
オプション	高速データ転送キット (High Speed Kit) Electrical remote Beeper/Trigger



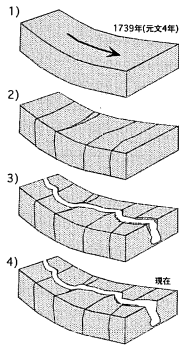
Geological Survey of Hokkaido

## 調査位置図 (苔の洞門：千歳市)



Geological Survey of Hokkaido

## 苔の洞門の形成



冷却節理の概念図

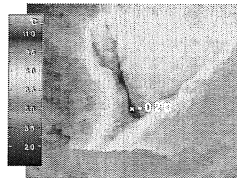
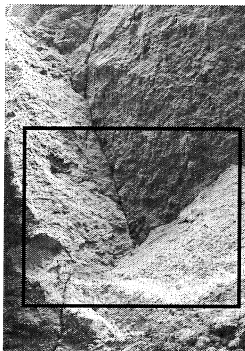


洞門内で見られる節理

Geological Survey of Hokkaido



## 崩落下部周辺の温度分布



崩落5日後の温度分布

Geological Survey of Hokkaido

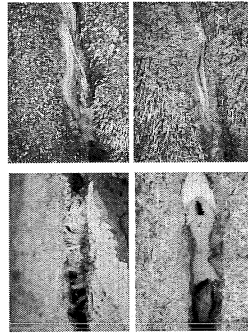




## 春季に再凍結する融雪水



壁面表面で見られる再凍結



節理内で見られる再凍結

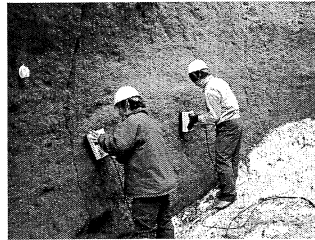
Geological Survey of Hokkaido



## 壁面における測定方法



プロフィール測定風景 (450MHz)

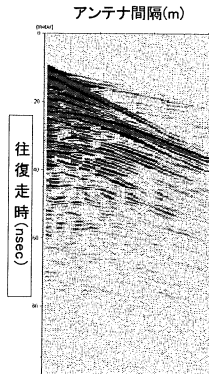


ワイドアングル測定風景  
(CSP: 450MHz)

Geological Survey of Hokkaido



# ワイドアングル測定結果



- 初冬期
 

直接波伝搬速度	290m/μsec
第一層伝搬速度	65m/μsec
比誘電率 $\epsilon_r$	21.2(湿潤砂程度)
- 融雪期
 

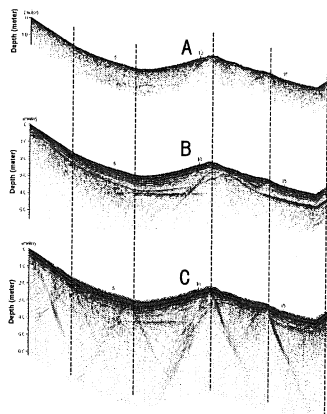
直接波伝搬速度	290m/μsec
第一層伝搬速度	125m/μsec
比誘電率 $\epsilon_r$	5.8(凍土程度)

融雪期のワイドアングル  
測定波形(450MHz)

Geological Survey of Hokkaido



# プロフィール測定結果



プロフィール測定結果  
(450MHz)

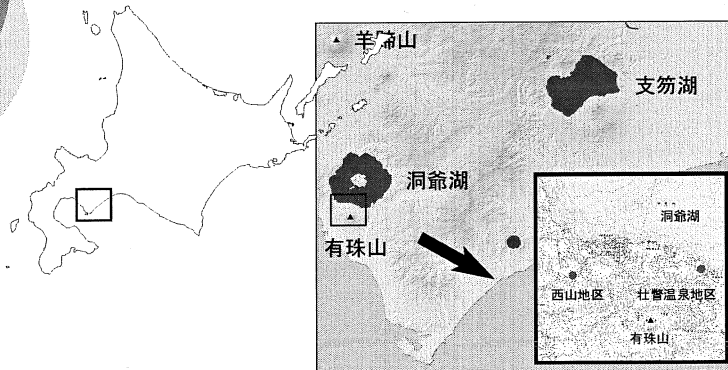
- (A)初冬期
- (B)厳寒期
- (C)融雪期

(点線は節理位置を示す)

Geological Survey of Hokkaido



# 調査位置図 (有珠山)



Geological Survey of Hokkaido



# 探査範囲とトレンチ調査地点



調査測線写真

(写真はプロフィール測定システム:225MHz)

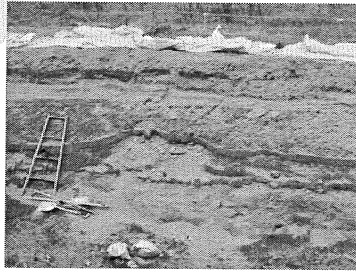
壮瞥温泉地区

Geological Survey of Hokkaido

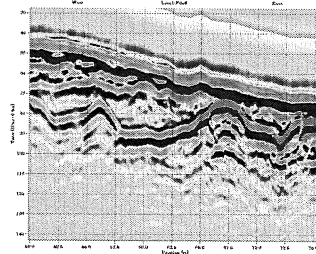


# プロフィール測定結果

壮瞥温泉地区



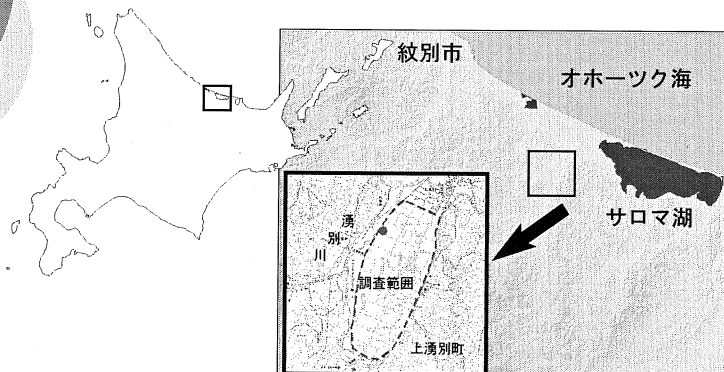
トレンチ断面



プロフィール測定結果(110MHz)

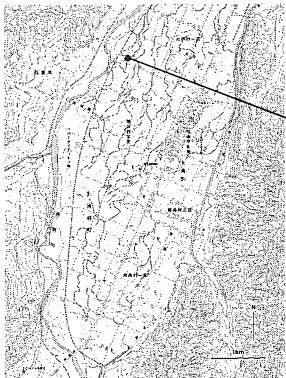
Geological Survey of Hokkaido 

# 調査位置図 (上湧別町)

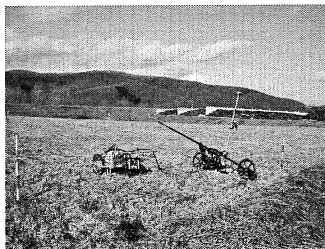


Geological Survey of Hokkaido 

## 調査地の古流路



調査地の古流路

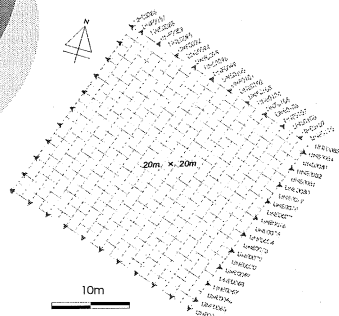


メッシュ状の測定地点写真

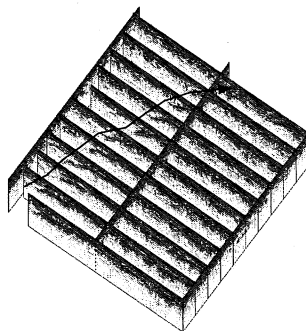
Geological Survey of Hokkaido



## プロファイル測定結果



測線展開



プロフィール測定結果 (225MHz)

Geological Survey of Hokkaido



# 講 演

めっきによる金属の防食について

北海道立工業試験場

片山 直樹

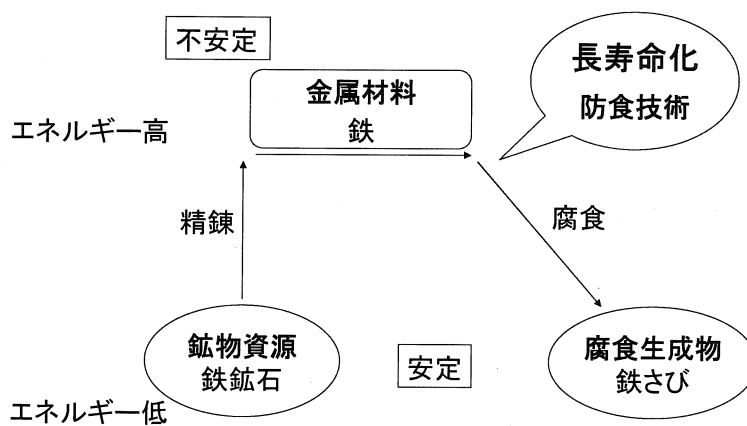


# めっきによる金属の防食について

北海道立工業試験場

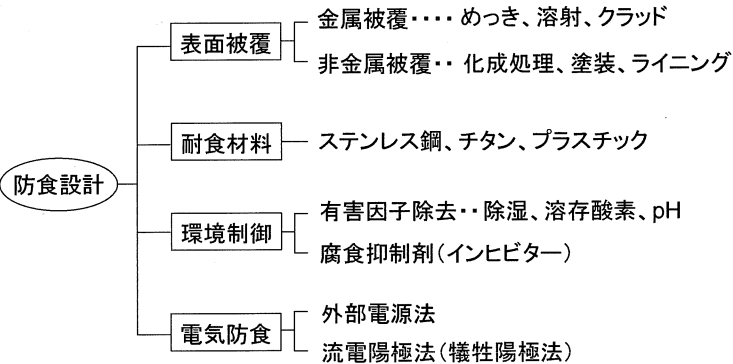
片山直樹

## 金属の一生





## いろいろな防食方法



## めっきの種類

### 熔融めっき

溶けた高温金属中に素材を浸漬し金属を付着させる  
Zn、Sn、Al、Sn-Pb

### 電気めっき

電解液中で素材を陰極として通電し金属を析出させる  
Zn、Cr、Ni、Cu、Au、Ag...

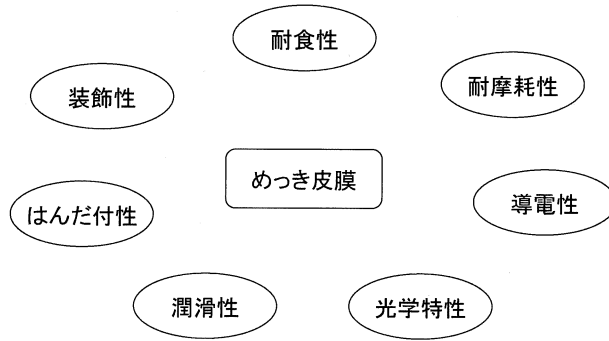
### 無電解めっき

溶液中で化学反応を利用して素材に金属を析出させる  
Ni、Cu、Au、Ag...

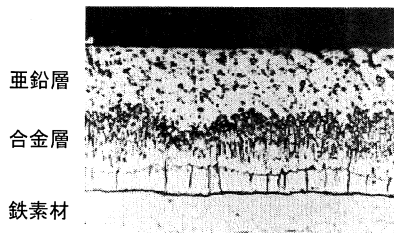
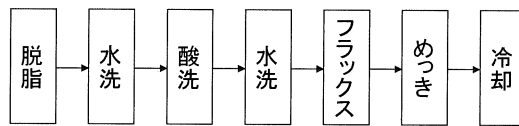
### 乾式めっき

容器内を真空にして、金属や酸化物、窒化物などをガス化あるいはイオン化して品物表面に蒸着させるもの  
真空蒸着、イオンプレーティング、スパッタリング、CVD

## めっきによる機能性



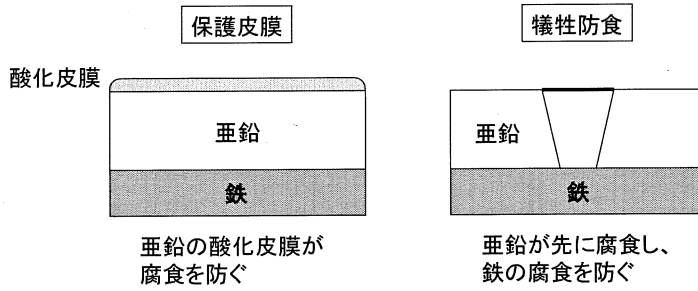
## 溶融亜鉛めっき



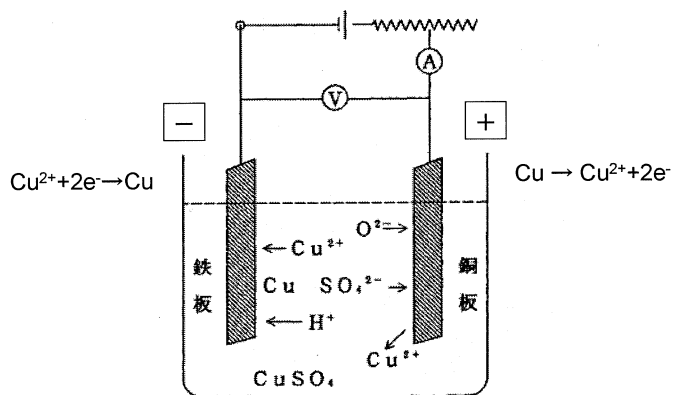
素材	厚さ(μm)
構造物	75~125
ボルト・ナット	45~70
取付け金具	35~75
亜鉛鉄板	8~20

皮膜断面

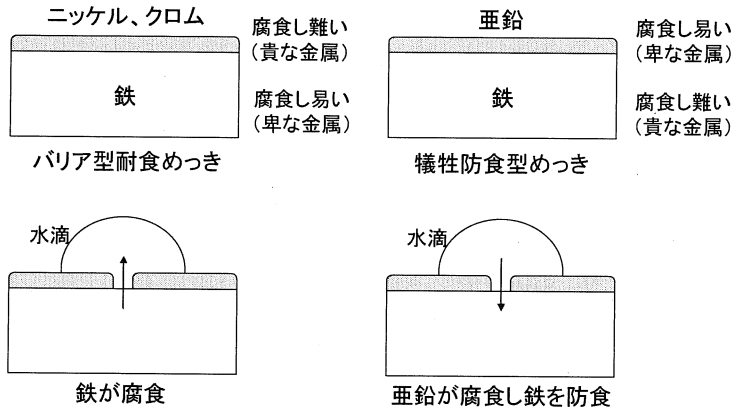
# 溶融亜鉛めっきの耐食性



# 電気めっき

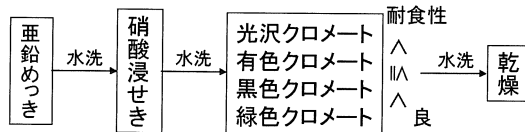


# 電気めっきの耐食性



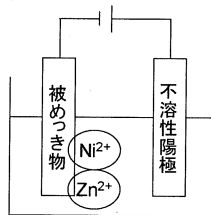
# 亜鉛めっきの耐食性向上

**クロメート処理** クロム酸、重クロム酸を主成分とする溶液に品物を浸せきして、防せい皮膜を生成



## 合金めっき

亜鉛-鉄合金めっき  
亜鉛-ニッケル合金めっき



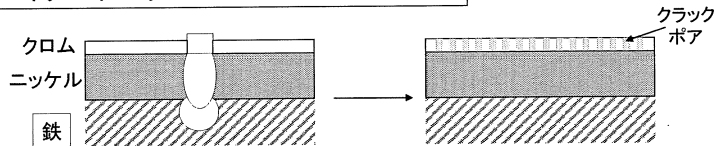
## クロムめっきの耐食性向上

**厚膜化** めっきを厚くする

**多層めっき** 種類の違うめっきを重ねる



**マイクロポラス・マイクロクラックめっき** 腐食電流の分散

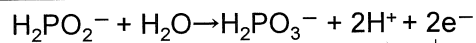


## 無電解めっき

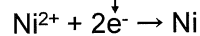
電気をいわず、還元剤の働きで溶液中の金属イオンを還元してめっき皮膜を形成

**無電解ニッケルめっき**

還元剤の酸化反応



金属の析出



- ・膜厚の均一性
- ・皮膜中にリンが共析
- ・熱処理で硬さ増大 (HV1000)

# 環境対応

ELV指令(自動車) RoHS指令(電気電子機器)  
鉛、六価クロム、カドミウム、水銀の使用規制

環境調和型めっき技術

六価クロム代替皮膜

三価クロムクロム主流

鉛フリーめっき

はんだ(スズ-鉛)めっき代替

→スズめっき、スズ-銅めっき、スズ-銀めっき等

# 評価試験

## 表面分析

X線回折

FTIR

蛍光X線

電子線微小部分分析

AES

XPS

## 表面観察

走査型電子顕微鏡

レーザー顕微鏡

実体顕微鏡

表面処理  
腐食防食

## 耐食性

塩水噴霧試験

ウェザーメータ

凍結防止剤腐食試験

## その他

摩耗試験

硬さ試験

ぬれ性

化学分析

北海道立工業試験場  
<http://www.hokkaido-iri.go.jp/>  
技術相談窓口 011-747-2347



講 演

さく井工事施工指針 平成 18 年版

社団法人 全国鑿井協会北海道支部

石塚 学





## さく井工事施工指針 平成 18 年版

社団法人 全国さく井協会 北海道支部  
技術委員 石塚 学

人の生活に欠かせない水資源の一つとして、古来から湧水や井戸水の形で利用されてきた地下水は、河川水などに比較すると、水質が一般に良好で、年間を通して水温が一定であるなどの特徴をもっている。また、既得水利権と競合しないため必要な場所で利用が可能であり、短期間のうち利用規模に見合った安価な開発が可能である等、大きな利点をもっている。水道用水・農業用水・工業用水・水産用水・修景用水などが主な用途であるが、利用が集中して過剰な揚水がなされた地域では、水位低下・塩水化・地盤沈下など様々な障害が発生する事態になっている。最近では、不完全な井戸あるいは老朽化した井戸を介して、各種の化学物質による地下水汚染が進行する事例も報告されるようになってきている。このような障害が発生させることなく、地下水資源を長期的に良好な状態で利用できる方法の提供が重要となっている。

現在、地下水の利用方法としては井戸による場合が最も多い。従って、さく井業者の重要な使命は、その地域における地下水の存在特性を最もよく反映した効率の高い井戸、また障害を起すことなく長年にわたり利用できる井戸をつくり、地下水利用者に提供することである。井戸のつくり方に関しては、石油採取井のさく井技術の一部が取り入れられているが、水井戸特有の課題もある。また、各地域には長年の経験に基づいて利用されている優れた技術も存在し、それを全国のさく井業者が標準技術として伝承・共有することができれば、技術レベルの向上に繋がり、上記した地下水の利用に伴って発生する障害の防止に役立つことが期待される。このような技術の標準化が、貴重な地下水資源の利用と保全に大きな役割を果たすものと考えられる。

そこで、全国さく井協会では、さく井業者が井戸の設置・改修・廃棄などの業務に携わるにあたって全般的に参考となる「指針」を作成することとし、平成 17 年 8 月から「さく井技術委員会」において検討を開始した。この委員会では、さく井、改修、さらには温泉井に関わる課題について検討し、さく井協会としての技術指針を順次作成することになっている。将来的にはこれらの指針を集約し、「さく井ハンドブック」（仮称）として編集・刊行することを目指している。

この 1 年間は、特にさく井技術に関連する課題が精力的に検討されてきた。その結果、平成 18 年秋には「さく井工事」に関して一定のまとめがなされたので、平成 18 年版として公表することとなった。今後この指針を参考にして実際のさく井工事が行われて、そこでの経験によって新しい知見が得られ、また新しい技術が開発されれば、これらを取り入れて改訂して行くことになっているので、ご意見をお寄せ頂きたいと考えている。



# 講 演

「北海道地熱・温泉ボーリング井データ集」の再編集版  
刊行について

北海道立地質研究所

鈴木 隆広



# 「北海道地熱・温泉ボーリング井データ集」の再編集版刊行について

北海道立地質研究所 鈴木 隆広

## 1. はじめに

道立地質研究所では、2005年より道立衛生研究所および札幌大学経営学部と共同で地理情報システムを用いた温泉情報のデータベース化と主題図の作成、主題図の重ね合わせ、複合解析や因子分析を行う研究に着手している。このうち、道立地質研究所では、温泉資源の情報についてのデータベース化を担当しており、北海道内にある2000年までに掘削された約2000本のボーリング井の情報をデータベース化した。このデータベースは、当研究所で刊行されてきた「北海道地熱・温泉ボーリング井データ集」のデータがもとになっている。

さらに本研究では、このデータベースに2000年以降に掘削された井戸データを追加するため、2005年～2007年の3年間で利用を含めた現況調査を進めている。本研究の成果は、2007年度末に「北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 再編集版」としてデジタル刊行の予定である。

本日の講演では、刊行予定である「北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 再編集版」について、その仕様や採録データなどを紹介する。

## 2. 地熱・温泉ボーリング井データ集の再編集に向けて

これまで、地質研究所では北海道における地熱・温泉ボーリング井のデータ集を1991年、1996年、2001年に刊行しており、収録されているデータ数や索引図枚数は、第1表に示すとおりである。

刊行年 (収録データ年)	データ集 (井戸データ数)	索引図 (収録地形図枚数)
1991 (～1990)	1356 本	141 枚
1996 (1991～1995)	351 本	115 枚 (重複を含む)
2001 (1996～2000)	144 本	79 枚 (重複を含む)

第1表 刊行年別の収録データ数および収録地形図枚数

本データ集および索引図は、5万分の1地形図の区画で整理されており、その区画番号は5万分の1地質図幅番号に準じている。そのため、泉源のコード番号は、「区画図番号3桁-ボーリング井番号3桁」となっている (例: 318-003)。

各データ集および索引図は、その刊行ごとに紙ベースの原稿を作成しているため、データの検索もしくは編集の際、以下の問題が生じている。

- 1) 泉源数が多い区画では、5万分の1の縮尺での泉源位置表示に限界が生じる。
- 2) 同じ区画でのコード番号は、前データ集のコード番号に続いているものの、データを調べる際には、3冊すべてを確認する必要がある。
- 3) 同じ区画での泉源位置が複数冊に収録されている場合、報告書などで泉源位置図を作成する際に各データを再プロットする必要がある。
- 4) 利用未利用の状況が原稿作成時のものであるため、必ずしも現況を反映していない。

このため、新版の刊行にあたっては、これらの問題をクリアするよう、以下のようなフォーマットで再編集することとした。

- 1) 索引図は2万5千分の1地形図の区画で整理する。
- 2) データの追加・修正を容易にするため、索引図は数値地図 (国土地理院発行) を下図にしたデジタル原稿とする。
- 3) データ集のデータをすべてデータベースとして統合し、従来のコード番号とは別に新たな管理番号もつける。管理番号は、「2次メッシュコードの6桁-ボーリング井番号3桁」とする (例: 65

4 4 2 1-0 0 1)。

4) データ項目に「収録年」を追加し、前三冊(1991、1996、2001)もしくは新規収録かを区別できるようにする。

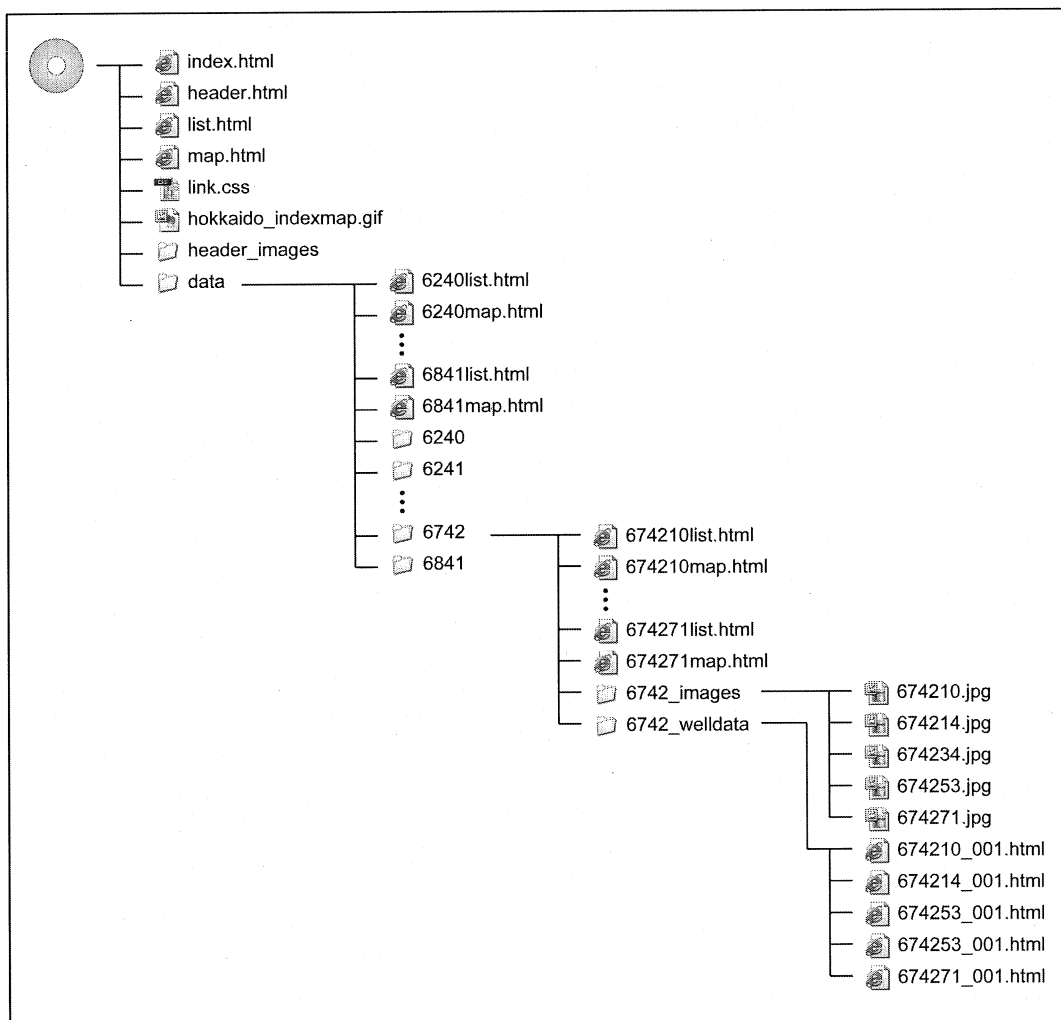
5) 利用状況については、単なる利用未利用ではなく、藤本・松波(1999)による地熱温泉利用形態別区分(浴用・暖房・農業・水産・プール・融雪)をできる限り反映する。

6) 複数回、泉質分析が行われているボーリング井に関しては、それぞれのデータ(分析機関・分析年)を収録する。

### 3. 再編集版の仕様

「北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 再編集版」は、原稿のすべてをデジタルで作成しているため、従来に比べてデータの追加・修正は非常に容易である。しかし、紙媒体での刊行となると、そのメリットが十分に生かされない。よって、新版は書籍として(=紙媒体)の刊行ではなく、電子媒体に収録されたデータをウェブブラウザ(Internet Explorer等)で閲覧できる方法を採用した。

電子媒体に収録するデータのフォルダ構成を第1図に示した。データのフォルダ構成は、第1階層にトップページのインデックス画面要素、第2階層に1次メッシュ(20万分の1地形図区画)要素、第3階層に2次メッシュ(2万5千分の1地形図区画)要素、第4階層にデータ類要素とし、1次メ



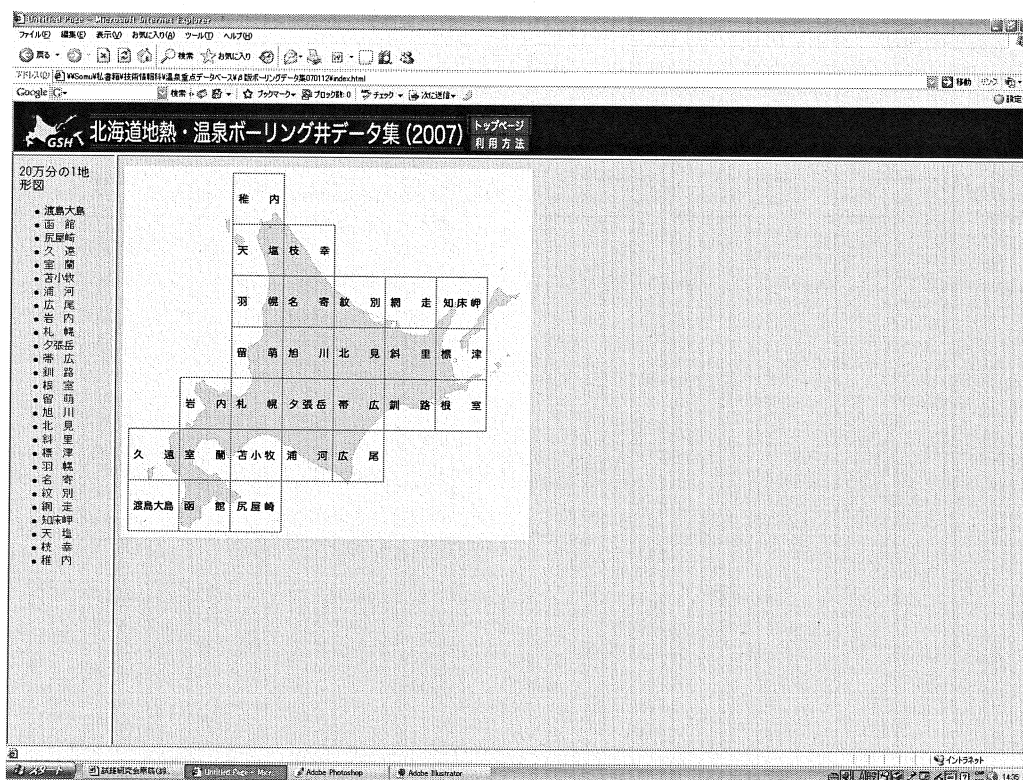
第1図 収録データのフォルダ構成

ッシュ（4桁）や2次メッシュ（6桁）の数字列をフォルダ名やファイル名に用いた。

実際の表示画面を第2図～第5図に示した。画面はT字型の3分割フレーム構造を採用しており、上部画面はタイトルバーのため固定、左右画面は選択によって切り替わるようになっている。左画面は地形図やボーリングデータのリストを表示し、右画面は位置関係がわかるように、グリッドや索引図を表示している。このため、左画面のリストからでも右画面のマップからでも、必要なデータにたどり着けるようになっている。また、2万5千分の1のグリッド表示（第3図）では、隣接する上下左右のグリッドマップへトップページに戻らなくても移動できるようになっている。さらに、上部画面にはトップページに戻るボタンと利用方法のボタンを配置しているため、どの階層での情報かわからなくなっても、トップページに戻ることができる。

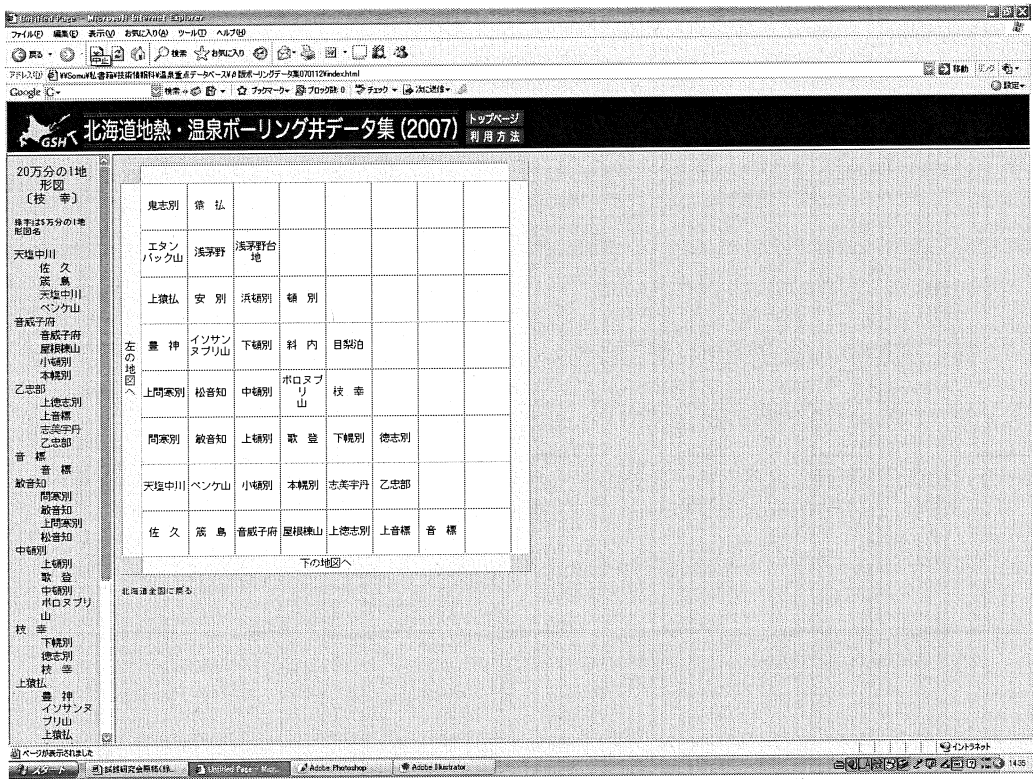
実際に使う場合のフローを以下に示す。

- [ 1 ] 電子媒体中の index.html を立ち上げるとトップページが表示される（第2図）
  - ↓
  - [ 2 ] 20万分の1地形図区画から「枝幸」を選択（左右どちらの画面でも可）
  - ↓
  - [ 3 ] 「枝幸」の範囲にある2万5千分の1地形図区画が表示され、ボーリングデータがある地形図は青字（リンク表示）で表示される（左右どちらの画面も／第3図）
  - ↓
  - [ 4 ] 2万5千分の1地形図区画から「天塩中川」を選択（左右どちらの画面でも可）
  - ↓
  - [ 5 ] 左画面には「天塩中川」に収録されているボーリングデータの一覧が、右画面には「天塩中川」の索引図が表示される（第4図）
  - ↓
  - [ 6 ] 左画面からボーリングデータを選択すると、別画面で収録データが表示される（第5図）
- ※なお、現時点では索引図の●を選択しても収録データは表示されず、左のリストのみからの選択としている



第2図 トップページの画面（20万分の1地形図による区分）





第3図 一段下の階層画面（2万5千分の1地形図による区分）



第4図 二段下の階層画面（井戸データ一覧および井戸索引図）

コード番号	323-911
所野村名	徳島県
位置名	徳島県 徳島市
深度	40.0 (m)
径	100.0 (mm)
傾斜	21.0
傾斜率	19.9
傾斜角度	91
ストレーナ深度	33-38
最高深度	14.8
現況観察年月	1992.11
静水位	-2.4
動水位	-22.5
湧出量	24.3 (m <sup>3</sup> /d)
湧出速度	10.5
比湧出量	1.30
分層単位・年	2000-2001
調査タイプ	No.01
pH	7.8
TSS	32000
利用状況	活用
利用施設	徳島県立中央図書館

第5図 ボーリングデータの表示画面

#### 4. 課題や問題など

前にも述べたが、今回の刊行は紙媒体ではなく電子媒体である。現在の IT 社会において、電子媒体による刊行は非常に利便性が高いことは間違いない。しかし、情報の拡散速度は、紙媒体をはるかにしのぐため、ネット上へのデータ流出という事態にもなりかねない。著作権法や個人情報保護法、さらにデータ流出によって何らかの形で源泉所有者に損害を与えた場合の民法（第709条）など、刊行にあたってクリアすべき問題点が多く残されている。

以上の点を考慮すると、個人名や源泉名は収録せずにコード番号のみ収録する、緯度経度情報については、必要最低限の精度まで落として収録するなどの工夫をし、何をどこまで収録するかを検討する必要があると思われる。

また、データベース化に伴い、利用者ニーズに迅速に対応するためには、定期的なデータ更新が不可欠であり、常に最新のデータを提供できるよう、整備していく必要がある。



# 資 料



# さく井工事施工指針

平成18年版



社団法人 全国さく井協会

## [目 次]

第1章 一般事項	1
第1節 総 則	1
1-1-1 一般事項	1
第2節 事前調査	1
1-2-1 事前調査	1
第3節 設 計	1
第4節 施工計画	1
第2章 さく井	2
第1節 さく井施工	2
2-1-1 掘さく	2
2-1-2 ケーシング	4
2-1-3 スクリーン	4
2-1-4 砂利充填	4
2-1-5 遮 水	4
2-1-6 仕上げ	4
第2節 試験及び報告書	5
2-2-1 検 層	5
2-2-2 揚水試験	5
2-2-3 水質試験	6
第3章 揚水設備	6
第4章 工事報告書	6
第5章 検査	7
5-1-1 掘削深度検尺	7
5-1-2 掘削坑径検査	7
5-1-3 材料検査	7
5-1-4 中間・完成検査	7

## 第1章 一般事項

### 第1節 総則

#### 1-1-1 一般事項

本施工指針は、さく井工事の施工方法を規定することにより、足下の豊富で良質な地下水を有効利用すると共に、井戸の耐久性を確保するために適用する。

さく井工事の範囲は、設計に始まり、施工計画、機材搬入、掘さく、検層、ケーシング、砂利充填、遮水、仕上げ、洗浄揚水、揚水試験(水質分析)、埋没浚渫、完成検査、掘さく機材の撤去、引き続き井戸ピット工事、揚水機設置、電気工事、揚水試運転までとする。これらの工事の施工及び管理はさく井技能士が行うものとする。

### 第2節 事前調査

#### 1-2-1 事前調査

##### (a) 予備調査

予備調査は、計画地の土地利用状況、地形、既存井の有無、在れば既存井の資料(柱状図、水質、水理定数等)、その地域の水文関係資料を集めて検討する。

##### (b) 法的規制調査

計画地の法規制等の確認を行う。地下水採取規制、農地法(農地転用)、騒音規制法(住宅地等の騒音・振動規制)・水質汚濁防止法(排水計画、排水先の同意)・河川法・文化財保護法(埋蔵文化財の有無)等を関係官庁に確認及び協議を実施する。

##### (c) 環境調査

計画地周辺が工場地帯・産業廃棄物処理施設・有機塩素系溶剤を使用していた施設があれば、土壌・水質汚染の可能性を考慮して、井戸仕様に反映させる。

住居に近接して工事を施工する場合は、事前に騒音・振動測定を行うことが望ましい。

### 第3節 設計

計画水量を得るための井戸仕様の検討

掘さく深度：帯水層の状況・深度

掘さく孔径：揚水機の寸法・充填砂利の厚さ

採取層の選定：多層採水を避ける事を基本にする

スクリーン長：帯水層厚・集水の流速

ケーシング・スクリーンの材質：水質・集水効率・耐久性

充填砂利：帯水層を構成する地層粒子径

遮水方法：コンダクタの設置深度・採水層・遮水材料(セメント・粒状ベントナイト等)

### 第4節 施工計画

機材の搬入・据付から掘さく終了、機材の解体・搬出までの計画書を作る。

内容は以下に示す項目でまとめる。

搬入計画、安全計画、施工計画(掘さく、検層、ケーシング、スクリーン、砂利充填、遮水、仕上げ、揚水試験など)、品質管理、工程管理



## 第2章 さく井

### 第1節 さく井施工

#### 2-1-1 掘さく

##### (a) 掘さく工法

掘さく工法は、掘さく泥水を用いたパーカッション式掘さく工法、ロータリー式掘さく工法、及び高圧空気を用いたダウンザホールハンマ工法とする。表-1 に3種類の掘さく工法の特徴を示す。

表-1 掘さく工法比較表

項目 \ 工法	パーカッション式	ロータリー式	ダウンザホールハンマ式
ビット(掘さくのみ)の保持	ワイヤロープ	ドリルパイプ・ウエルドリルロッド	ドリルパイプ・ウエルドリルロッド
掘さく作用	孔底を腕ビットで打撃	孔底をビットで回転切削	孔底をハムレットで打撃
掘りくずの排出	ペーラによる採取	ポンプ圧送による泥水循環	空気圧送による井外搬出
掘さく孔の保孔	コンダクタパイプと泥水注入	同 左	コンダクタパイプ・セメントング
泥水供給	孔元から注入	ドリルパイプを通じてポンプで圧送、ビット先端より噴出	泥水は使用せず
泥水材料	主として粘土	主としてベントナイト	使用せず
掘さく深度	300 m 程度	600 m 程度 (水井戸)	200m 程度
ケーシング呼び径	150 ~ 600 A	100 ~ 350 A	100 ~ 300 A
掘さく機械出力	15 ~ 37 KW	15 ~ 100 KW	15 ~ 45 KW
泥水ポンプ	—	11 ~ 150 KW	—
コンプレッサ	—	—	105 ~ 475 PS
適用地質	未固結堆積層・軟岩層 硬質岩盤には不適	未固結堆積層・岩盤 玉石層にやや不適	岩盤(軟岩~極硬岩) 未固結・崩壊層には不適

##### (b) 掘さく装置の設置

掘さく装置は、強固な地面に水平に設置する。軟弱な地盤では、砂を敷き詰めるサンドクッションと角材等または、鋼板による補強を行い、掘さく中の櫓の変位を未然に防止する。

##### (c) 掘さく径

未固結の砂層・砂礫層より取水のさく井工事では、充填砂利の施工を考慮して、ケーシングサイズにプラス 150 mmを加えた掘さく径とする。但し、ロータリー式掘さく工法では、汎用ビットサイズとする。

崩壊性のない岩盤の亀裂・空洞より取水のさく井工事では、充填砂利を用いない場合はケーシングサイズにプラス 100 mmを加えた掘さく径とする。但し、ロータリー掘さく工法では、汎用ビットサイズとする。

ケーシングサイズとビットサイズを表-2 及び表-3 に示す。

表-2 ケーシングサイズと掘さく径（ローラコーンビット）

ケーシング サ イ ズ	100A	150A	200A	250A	300A	350A	400A
未固結層の 掘 さ く 径	250.8mm (9-7/8")	311.2mm (12-1/4")	350.0mm (13-3/4")	444.5mm (17-1/2")	444.5mm (17-1/2")	508mm (20")	558mm (22")
岩 盤 の 掘 さ く 径	219.0mm (8-5/8")	269.9mm (10-5/8")	311.2mm (12-1/4")	374.7mm (14-3/4")	374.7mm (14-3/4")	444.5mm (17-1/2")	508mm (20")

注 表示のビットサイズ以上の径で掘さくするものとする。

表-3 ケーシングサイズと掘さく径（ダウンザホールハンマビット）

ケーシング サ イ ズ	100A	150A	200A	250A	300A	350A	400A
岩 盤 の 掘 さ く 径	219mm 以上 (8-5/8")	269.9mm 以上 (10-5/8")	311.2mm 以上 (12-1/4")	355.6mm 以上 (14")	381mm (15")	444.5mm (17-1/2")	508mm (20")

注 表示のビットサイズ以上の径で掘さくするものとする。

#### (d) 掘さくツールズ

掘さくには、掘さく工法に適応したツールズを使用し、坑曲がりに留意しながら垂直に掘さくする。坑曲がりが認められた場合は、ビット荷重を抑制して掘進速度を下げ、垂直精度を保つように努力する。

垂直精度を保つツールズとして、ロータリー式掘さく工法及びダウンザホールハンマ工法では、ドリルカラーと複数のスタビライザを必ず使用し、適切な位置に配置する。

#### (e) コンダクタパイプの設置

地表部の崩壊防止を目的に、コンダクタパイプ(仮ケーシング)を挿入する。挿入深度は、想定自然水位、地層状況により異なるが、管尻はシルト・粘土層とする。使用するパイプサイズは、ビットが余裕を持って通過する内径を保持するものとする。

地表水や汚染地下水の侵入防止を目的として、管尻部または挿入全区間にセメンティングによる遮水を行くこともある。セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、セメントスラリー比重は1.8以上とする。

#### (f) 掘さく障害の防止

掘さく中は、崩壊、逸泥、湧水、時にはガス噴出が発生することが想定される。その対策として、天然の粘土・ベントナイト・脱水量減少剤・増粘剤・分散剤・加重剤・逸水防止材及びポリマーを清水に添加し、適切で良質な性状の泥水を作泥して掘さく障害の防止に努める。

良質な泥水の条件は、地層及び地形に適合した比重・粘性・泥壁形成・脱水量・砂分で、管理数値を定め、定期的に泥水試験を実施して維持管理する。泥水管理機材(振動スクリーン・デサンダー・デシルター・デカンター等)と泥水調整剤を使用しても維持管理が困難になった場合、泥水の入替を実施する。比重・粘性の極端に異なる泥水を一気に入替ると崩壊を誘発する恐れもあり、交換には十分に注意を要する。

廃棄する泥水は、産業廃棄物としてマニフェスト票を用いて管理する。

## 2-1-2 ケーシング

### (a) ケーシングの材質

ケーシングには、金属系の鋼管または非金属系の樹脂管を使用する。

金属系は日本工業規格に基づいて製作された配管用炭素鋼鋼管・圧力配管用炭素鋼鋼管・一般構造用炭素鋼鋼管・配管用ステンレス鋼鋼管・配管用アーク溶接大径ステンレス鋼鋼管を使用する。配管用炭素鋼鋼管・圧力配管用炭素鋼鋼管は、電縫部に選択的に発生する溝状腐食を防ぐため、鋼中に Cu 等の特殊成分を添加したもの、または溶接部を熱処理した耐溝状腐食電縫管とする。

樹脂管は硬質塩化ビニル管または強化プラスチック複合管(FRPケーシング管)を使用する。

### (b) セントライザの使用

スクリーンが坑井の中心に設置され、周辺を充填砂利で完全に巻き建てられるようにスクリーンの上下に、セントライザを使用する。セントライザの羽根は高張鋼で製作し、4枚以上とする。

### (c) ケーシングの接続

ケーシングの接続は、ねじ接続または溶接接続にて行う。

ねじ接続は、フラッシュジョイント接続またはカップリング接続とする溶接接続は、交流アーク溶接または直流アーク溶接とする。

溶接部は、突き合わせ溶接またはスリーブ溶接とする。突き合わせ溶接の場合、ベベル加工を行うものとし、両端開先または片端開先とする。溶接は、下端のケーシングと鉛直に溶接する。

### (d) 井戸底蓋

ケーシング管尻には、ケーシングと同材質の底蓋を必ず取り付けれる。

## 2-1-3 スクリーン

スクリーンの選定は、地質条件に合致したものを使用するものとし、丸孔巻線型スクリーン(パイプベース)または巻線型スクリーンを標準とする。構造は、圧壊強度、開孔率が高く目詰まりを生じさせにくく、洗浄が容易なものとする。スクリーンは、ケーシング材質より耐食性の材質が望ましく、それらの材質として、捲線にステンレス材、亜鉛-アルミメッキ材、亜鉛メッキ材を使用する。

## 2-1-4 砂利充填

充填材の役割は、帯水層からの水を取水するフィルター材としての役目があり、粒子の均一な(有効空隙率の高い)洗砂利(6~9mm)または珪砂(1.5~3.5mm, 0.8~1.5mm)を使用する。

充填砂利の粒子径は、帯水層を構成する粒子径を参考に選定する。

## 2-1-5 遮水

採水層の遮水はセメンチングまたは粒状ベントナイトなど確実性の高い方法にて行う。

## 2-1-6 仕上げ

仕上げ作業は、清水循環後、全てのスクリーン部においてベ어링及びスワビングの実施を基本とする。必要に応じて泥壁洗浄剤の使用とジェットイング洗浄を行い泥壁の排除を行う。

## 第2節 試験及び報告書

### 2-2-1 検層

検層は掘削終了後に裸孔内へゾンデ（プローブ）を降下させ、孔壁周辺の地層を探索する方法で、測定結果より帯水層を把握してスクリーン設置位置の決定に供される。

原則的に、電気検層だけを行うが、下記(b)その他の検層が有効なデータをもたらす場合もあり、目的、地層状況に合わせた検層を行う。

#### (a)電気検層

電気検層は比抵抗検層と自然電位検層があり、測定は自動記録の検層装置又はスポット測定検層器を使用する。

#### (b)その他の検層

電気検層以外に、温度検層、泥水比抵抗検層、自然放射能検層、音波検層等がある。

### 2-2-2 揚水試験

揚水試験は、井戸の性能（湧出能力）と帯水層の特性（水理定数）を求める目的で行い、予備揚水試験・段階揚水試験・連続揚水試験・水位回復試験とする。揚水試験の終了後ポンプを引き揚げ、埋没測定を行う。埋没がある場合は浚渫を実施し完全に埋没物を除去する。

#### (a)予備揚水試験

濁り水を十分に排出し清水になった後、ポンプの最大能力まで行い、最大揚水量を求める。

#### (b)段階揚水試験

予備揚水試験で求めた最大揚水量を5段階以上に均等に区分し、段階水位降下法で試験を実施する。試験結果より限界揚水量（転移揚水量）・適正揚水量（経済揚水量）・井戸損失係数・帯水層損失係数の算出と揚砂量（定量測定）等の測定等を行う。合わせて揚水温度測定を行うこともある。

各段階の揚水時間は、水位の安定するまで継続することを原則とし、測定間隔は10分とする。しかし、揚水時間に制約がある場合は10分ごとの測定水位の変化量が1cm以下となるか、最大90分として次の段階に移る。

#### (c)連続揚水試験

段階揚水試験で求められた限界揚水量以下で、連続揚水試験を実施し水位の安定性・水理定数及び既存井との干渉を測定する。揚水時間に制約がない場合は、水位の長期安定を確認するため24時間以上連続が望ましい。

表-4 連続揚水試験測定時間

測定時間	測定間隔(分)	備考
0分以後～10分まで	1	
10分以後～20分まで	2	
20分以後～60分まで	5	
60分以後～120分まで	10	
120分以後～300分まで	30	
300分以後	60	

#### (d)水位回復試験

連続揚水試験に引き続き揚水停止以後の水位の復元性と水理定数を求める。

### 2-2-3 水質試験

使用目的に適合した水質分析を実施する。分析機関は、水質分析の認定機関にて行うものとする。

飲料水に供する場合

- ・水質分析の種類 水道法全項目試験(50項目)
- ・水道法原水試験(40項目 消毒副成物を除く)

雑用水に供する場合

- ・省略原水10項目試験

ボイラー・冷却水に供する場合

- ・カルシウム硬度 ランゲリヤ指数・飽和度指数が求められる分析項目

その他

- ・金属5項目試験(カドミウム・水銀・セレン・鉛・砒素)
- ・細菌試験(一般細菌・大腸菌)

## 第3章 揚水設備

揚水設備とは、揚水機・ポンプピットまたはピットレスユニット・揚水管・井戸元配管、流量計、水位計、制御盤(電気設備・計測機器)を言う。揚砂が認められた時取り付けるサンドセパレータも揚水設備に含む。

揚水機は、揚水試験結果と計画水量、揚水管長、地上揚程(配管径と流速及び配管長に基づき算出)を元に、ポンプ性能曲線から選定する。

## 第4章 工事報告書

工事報告書は、以下の項目について記載する。

### ①総合柱状図(井戸構造図・地質柱状図・検層図)及び検層測定記録

ケーシング下端深度、ケーシング継ぎ手深度、スクリーンの上端・下端深度、充填砂利深度、遮水深度(遮水材質)

### ②施工地点位置図・座標(緯度・経度)

### ③水質分析結果

### ④揚水試験測定記録及び解析結果

自然水位・限界揚水量・適正揚水量・井戸損失係数・帯水層損失係数・透水量係数・透水係数・貯留係数・影響圏・揚砂量

### ⑤工事写真

工事開始から終了までの工程ごとに工事の流れと使用機材の規格が判るような写真を撮影する。

### ⑥鋼管ミルシート

### ⑦スクリーン構造図

### ⑧地質サンプル

地質の変化のある深度または一定間隔で地質サンプルを採取し、プラスチック製サンプル瓶に詰めて、採取深度、地質名を瓶表面に記載する。

### ⑨揚水機・制御盤図面・ポンプ設置状況図

## 第5章 検査

### 5-1-1 掘さく深度検尺

#### (a) パーカッション式掘さく

掘さくビット長と掘りワイヤ長の実測方法で深度検尺を行う。

#### (b) ロータリー式掘さく

ビット、レジャーサ、ドリルカラー、スタビライザ、ロッドを坑内に降下させ、着底したことを確認して地上残尺を測定した後揚管し、それぞれの長さの集計と残尺より掘進長を測定する。

#### (c) ダウンザホールハンマ式

ロータリー式掘さくに同じ。

### 5-1-2 掘さく坑径検査

使用したビットの実測値を測定する。この実測値を掘さく坑径とみなす。

### 5-1-3 材料検査

#### (a) ケーシング・スクリーン材料

ケーシングパイプ、スクリーンパイプの長さ、内外径、肉厚、規格（鋼管表面に塗布された記号・ミルシート）により、材質と規格を確認する。

#### (b) その他の材料

セントライザ、充填砂利の規格と数量、遮水材（セメント・粒状ベントナイト等）など孔内に設置する材料全て。

### 5-1-4 中間・完成検査

中間検査は、揚水試験、完成井戸深度、揚水機設置、試運転・調整時に現場立合で検査を実施する。完成検査は、工事写真及び報告書にて実施する。

#### (a) 揚水試験

自然水位、揚水量、動水位（中間・安定水位）、揚砂の有無について監督員に立合検査をお願いするものとする。

#### (b) 深度確認

揚水試験確認後、仮設揚水機を引き揚げ、埋没を浚渫後に監督員立合のもと完成深度の検査を受ける。

#### (c) 揚水機の設置

揚水機の規格・仕様、揚水管本数（揚水機設置深度）を監督員立合で実施する。地下水規制地区では、行政側が設置する揚水機の立合検査を行うこともあり、事前に検査実施の有無を確認する。

#### (d) 試運転・調整

監督員立合のもと、揚水量、動水位、揚砂量を計測し、その他設置機器類の動作確認を行う。試運転終了後に、正常運転確認用紙に監督員の署名を受ける。試運転立合時に補修・調整の指摘を受けた場合、補修・調整後に再度完了確認を受ける。



---

第45回 試錐研究会講演資料集

発行 平成19年2月22日

編集 試錐研究会

出版 北海道立地質研究所

〒060-0819

札幌市北区北19条西12丁目

電話 011(747)2420(代)

Fax 011(737)9071

URL <http://www.gsh.pref.hokkaido.jp/>

---