

第59回試錐研究会

講演資料集

- 開催日 令和3年(2021年)3月4日(木)
- 会場 札幌サンプラザ 「コンサートホール」
(札幌市北区北24条西5丁目)
- 主催 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所
- 協賛 一般社団法人 北海道地質調査業協会
一般社団法人 全国さく井協会北海道支部
- 後援 一般社団法人 日本応用地質学会北海道支部
一般社団法人 資源・素材学会北海道支部
北海道地域産業技術連携推進会議

第 59 回試錐研究会プログラム

日 時 : 令和 3 年(2021 年)3 月 4 日(木) 14:00~17:30 (受付開始 13:00)

場 所 : 札幌サンプラザ 1階「コンサートホール」

(札幌市北区北 24 条西 5 丁目 Tel. 011-758-3111)

主 催 : 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所

協 賛 : 一般社団法人 北海道地質調査業協会 / 一般社団法人 全国さく井協会北海道支部

後 援 : 一般社団法人 日本応用地質学会北海道支部 / 一般社団法人 資源・素材学会北海道支部 /
北海道地域産業技術連携推進会議

■ 開会の挨拶(14:00 ~ 14:10)

北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所
所長 及川 雅稔

■ 特別講演(14:10 ~ 15:40)

14:10 ~ 15:40 デジタル地形データから読み取る地質構造と地球テクトニクス

特定非営利活動法人 北海道総合地質学研究センター
理事 川村 信人

----- 休憩 (15:40~16:00) -----

■ 一般講演(16:00 ~ 17:20)

16:00 ~ 16:20 倶知安町ひらふ地域における温泉資源保護対策について

北海道保健福祉部健康安全局食品衛生課
環境衛生係長 萩谷 友洋

16:20 ~ 16:40 地盤情報の検定の実施内容

北海道士質試験協同組合 技術部
課長 山内 一則

16:40 ~ 17:00 ボリビアにおける井戸診断・改修による長寿命化事業の紹介

株式会社レアックス 営業第二部
課長 鈴木 利実
アーストラストエンジニアリング株式会社 工事部
課長 出口 千裕

17:00 ~ 17:20 ニセコ地域における地熱資源調査

北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所
主査 田村 慎

■ 閉会の挨拶(17:20 ~ 17:30)

北海道地質調査業協会
理事長 千葉 新次

目 次

■ 特別講演

- デジタル地形データから読み取る地質構造と地球テクトニクス 1
特定非営利活動法人 北海道総合地質学研究センター
理事 川村 信人

■ 一般講演

- 倶知安町ひらふ地域における温泉資源保護対策について 7
北海道保健福祉部健康安全局食品衛生課
環境衛生係長 萩谷 友洋
- 地盤情報の検定の実施内容 11
北海道士質試験協同組合 技術部
課長 山内 一則
- ボリビアにおける井戸診断・改修による長寿命化事業の紹介 15
株式会社レアックス 営業第二部
課長 鈴木 利実
アーストラストエンジニアリング株式会社 工事部
課長 出口 千裕
- ニセコ地域における地熱資源調査 25
北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所
主査 田村 慎

特別講演

デジタル地形データから読み取る地質構造と地球テクトニクス	……………	1
特定非営利活動法人 北海道総合地質学研究センター		
理事 川村 信人		

デジタル地形データから 読み取る地質構造と地球テクトニクス

*Geologic Structure and Global Tectonics
from the Digital Elevation Model (DEM) Data*



川村 信人
NPO法人 北海道総合地質学研究センター (HRCG)

デジタル地形データ (DEM) とは？

DEM (*Digital Elevation Model*): 地形の標高を、緯度経度などの位置情報とともに記録したデジタルデータセット。

地形を単純なメッシュ標高データに置き換えてしまえば、コンピュータプログラム処理によって、その多様な可視化や演算・変換が可能になる。

なぜ地形が (地質屋にとって) 面白いのか？

∴ 地形と地質は、ほぼ 1:1 に対応している から。

地形 = f (地質, 気象条件, 生物作用, 時間, 重力)



馬追丘陵軍曹から東方を見た景観。右の特徴的な山容が夕張岳。その左手前がマウントトレースイ・スキー場。中央左側に芦別岳が見えている。この地形の中には、北海道を作った地球テクトニクスの様相が明確に反映されている。

基盤地図情報 (国土地理院)

2009～2010 年頃からダウンロード提供開始。

5mメッシュデータ：全域のデータはない。

国土地理院整備の『公共測量成果』と、国土交通省提供の『基本測量成果』がある。後者のカバーエリアはきわめて限定的。

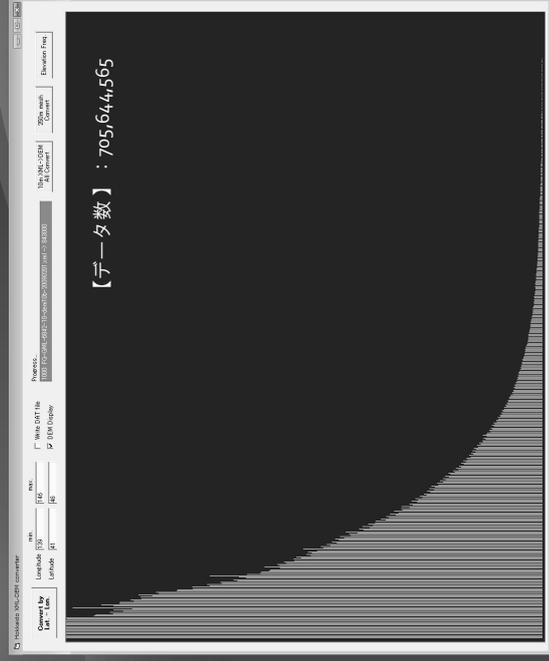
データ取得方法は、写真測量とレーザ測量。

10mメッシュデータ：

日本全域のデータがある。データサイズは、北海道のみで約 11GB。

データ取得方法は、おもに1/25,000地形図の等高線から。

北海道の標高頻度分布



10 mメッシュDEMデータを
使用し、北海道全体の
標高分布を求めて
みた。データ数は約7億
件。

このようなデータの処
理はEXCELのようなon-
memoryの表計算ソフト
ではほぼ不可能で、大
量のデータファイルを逐
次処理するプログラム
を作成して初めて可
能になる。

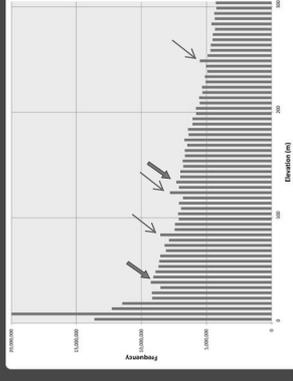
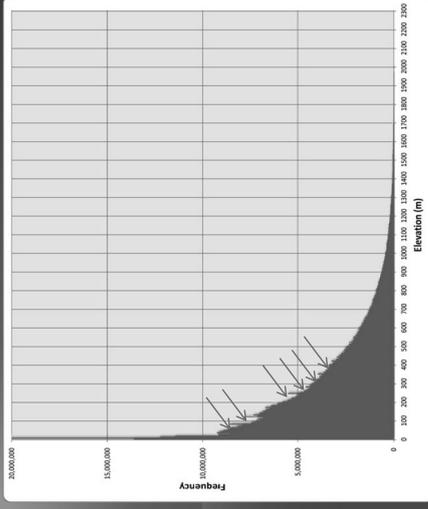
標高分布は、全体としてほぼ指数分
布に近い形態を示すが、
① 400 m以下の部分に何本の
スパイクがある。
② 200 m以下の部分で“段付き”
が認められる。

①はいくつかの湖の湖面標高による
スパイクと考えられる。

【参考：湖面標高】

- 洞爺湖：84 m
- 屈斜路湖：224 m
- 支笏湖：247 m
- 阿寒湖：420 m
(by Wikipedia)
- 摩周湖：355 m

②は、詳細にみると標高40 m, 130 mの部分
に存在し、段丘面(・崖)の発達による影響の
可能性が考えられる。

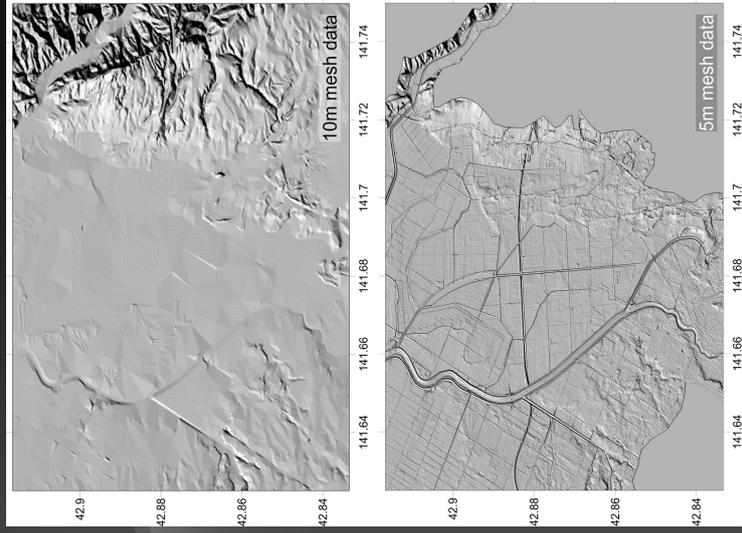


10mメッシュと 5mメッシュ

10 mメッシュデータと5 mメッシュ
データから描画した陰影図には、
非常に大きな表現力の差がある。

10 mメッシュデータは、高起伏地
の地形特徴を表現するには十分な
ものであるが、低起伏地の微妙な
地形については、ほとんど表現力
がない。

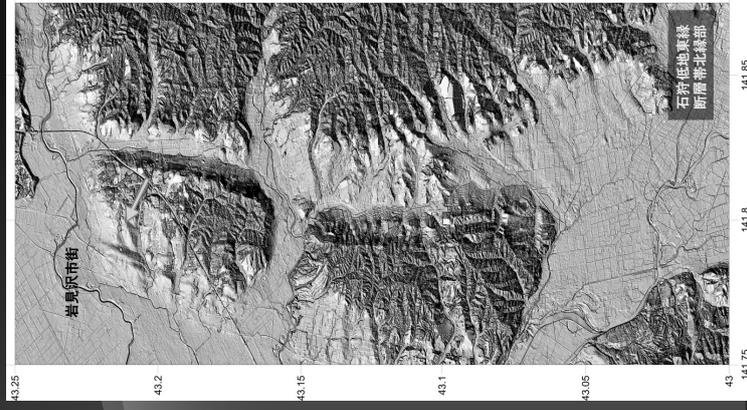
5 mメッシュデータでは、農地の畔
(あぜ)や畝(うね)の様子まで視認でき
るほどである。

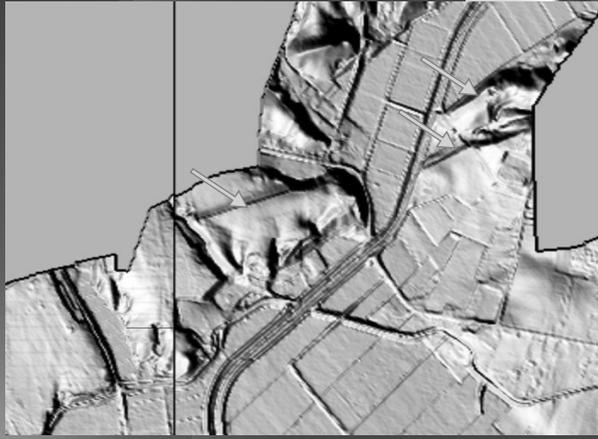


変動地形

石狩低地東縁断層帯(活断層研
究会, 1991)は、石狩平野東縁部
を南北に走る活断層帯で、延長50
km以上に達する。
高精度DEMから作成した3D陰影
図には、これらが明瞭に表現され
ている。

特に、北縁部の岩見沢断層の作る撓曲地
形(赤矢印)は、他の方法ではほとんど認
識不可能である。



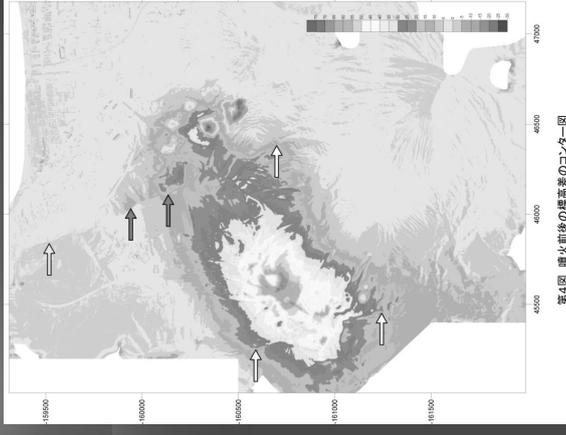


石狩低地東縁断層帯の一部である泉郷(いづみさと)断層の作る撓曲崖が明瞭なりニアメントとして見えている。



泉郷断層の撓曲崖

短期地形変動：有珠2000年噴火



有珠山2000年噴火前後(03/31 - 04/26)にレーザ測量によって取得されたDEMデータ(朝日航洋機)から作成された地形陰影図。

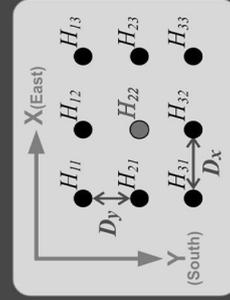
上の二つのDEMデータの差分から、噴火による地形変動量を求め、可視化したもの。西山火山周辺に顕著な隆起域がある。仲野ほか(2001)などと同様な図が示されている。

傾斜量図

傾斜は標高の微分である。実は我々は、地形図の中で“等高線の間隔・密度”という形で傾斜を認識している。しかしこれは、あくまでもアナログな認識であり、そのままでは傾斜を定量的に扱うことはできない。

そこで、傾斜量をデジタル数値データとして求める必要がある。

Prewitt法(神谷ほか, 2000):
3 x 3メッシュ標高値から右の式を用いて計算される。その結果は、9個の標高値から最大二乗法を用いて得られる最大傾斜と一致するとされている。



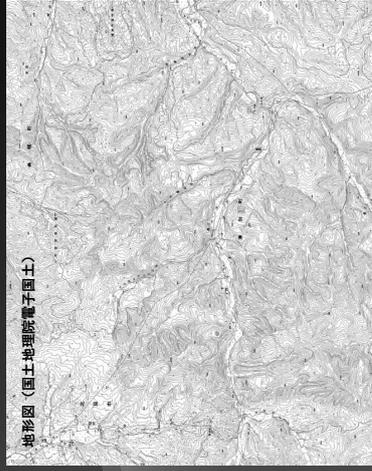
神谷ほか(2000)から編集

$$S_x = \frac{(H_{11} + H_{21} + H_{31}) - (H_{13} + H_{23} + H_{33})}{6D_x}$$

$$S_y = \frac{(H_{11} + H_{12} + H_{13}) - (H_{31} + H_{32} + H_{33})}{6D_y}$$

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \quad \theta = \tan^{-1} S$$

$$\alpha = \tan^{-1} (S_y / S_x)$$

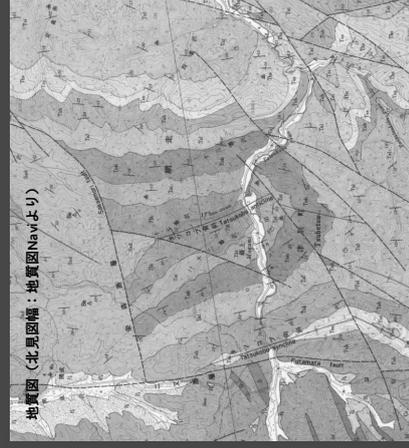


地形図(国土地理院電子図士)

北見南方山地の傾斜量と地質分布

傾斜量の大きな領域が地質分布(・構造)と非常に良い対応をしていることに注目。

- ※ 急傾斜部は新第三系達堀(たつこぶ)層の分布とほぼ1:1に対応。
- ※ 分布の西限(二又断層)および北限(榮森断層)の断層ともよく対応。



地質図(北見国幅:地質図Navより)

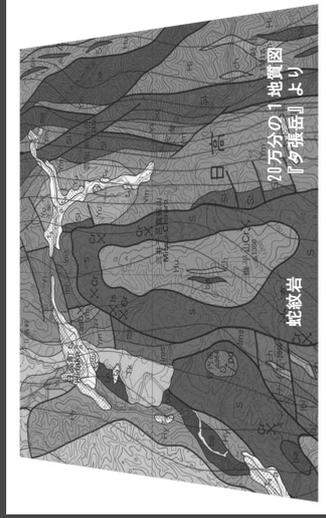
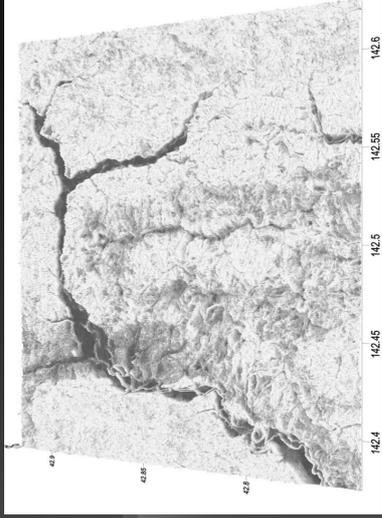


傾斜量と地質体分布との関係

日高町には、“日高ドーナツ”とも呼ばれる超苦鉄質岩の特徴的な分布がある。

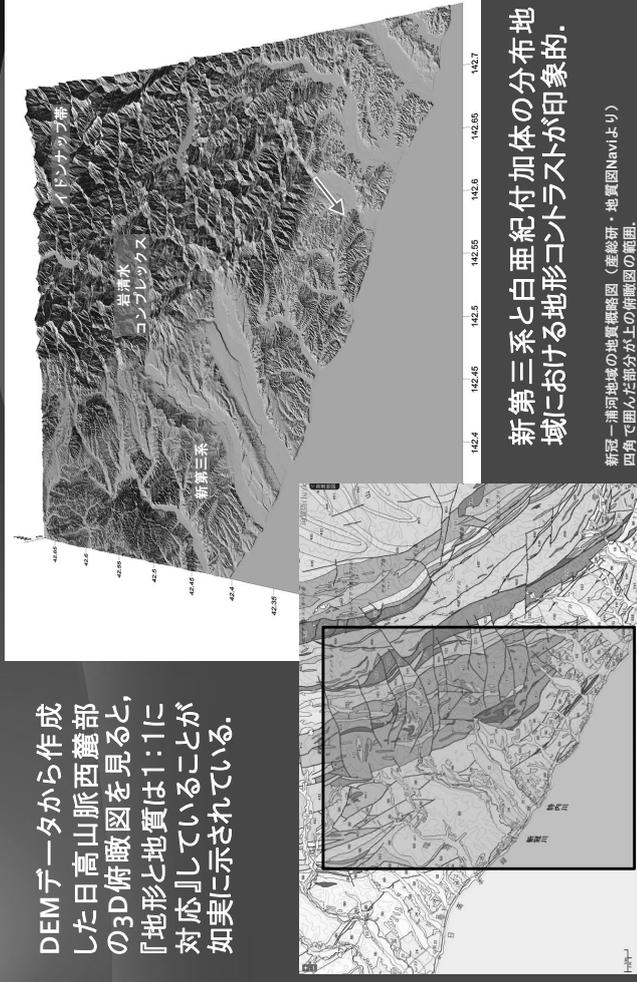
日高ドーナツは、傾斜コンター図（傾斜をZ値として表した3D図）において、明瞭な緩傾斜域として表現されている。これは風化浸食に対して non-resistant な蛇紋岩の特性によるものである。

そのほかに、新第三紀層も緩傾斜域を形成する。逆に、ニセウ層（古第三紀付加体）やイドンナツ（新第三系）帯付加体の分布域は非常に急傾斜である。



メガスコピックな地質構造

DEMデータから作成した日高山脈西麓部の3D俯瞰図を見ると、『地形と地質は1:1に対応』していることが如実に示されている。



新第三系と白亜紀付加体の分布地域における地形コントラストが印象的。

新第三系-浦河地域の地質詳細図（産総研・地質図Navより）
四角で囲んだ部分が上の俯瞰図の範囲。

高高度俯瞰イメージの魅力（with カシ米尔3D）

早来上空 7,500 m から西方を望む。1:25,000 地形図を表面にマッピングしている。

支笏カルデラの存在感と、札幌市街地にまで達する支笏火砕流の広大な流走域に注目。



石狩低地帯周辺の地形陰影図。

馬追丘陵上空 15,000 m から北東方向を見た俯瞰イメージ

日高山脈西側の“前縁褶曲帯 (frontal fold-belt)”の作る ridge-and-trough 地形に注目。



新第三紀の北海道周辺におけるプレート配置図

木村(1985)から作成

新第三紀には、北海道周辺地域は地球上でもっとも大規模なプレート3枚(ユーラシア・北米・太平洋)の接合域であった。北米プレートの南縁部が真からユーラシアプレートに衝突し、日高衝突山脈が形成された。

大規模堆積システム：扇状地

我々が地上で視ることができる最大の堆積システム、

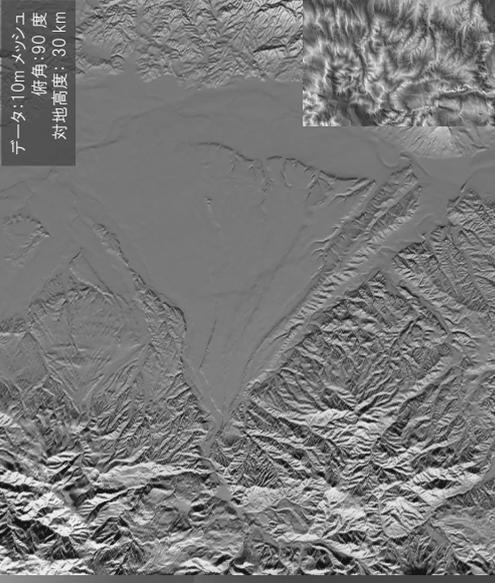
©Google Earth



日本最大の扇状地、
胆沢扇状地(岩手県・北上盆地)

千歳-東京便から (2013/10)

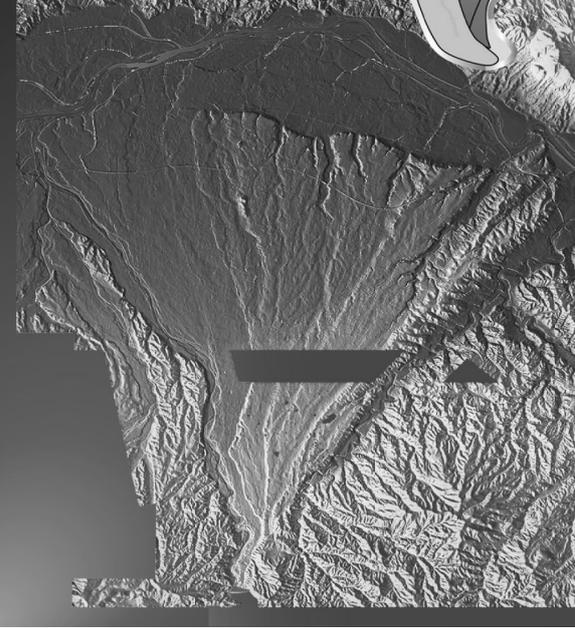
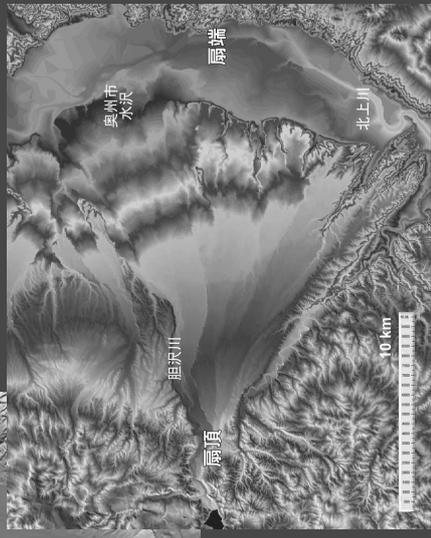
京戸川扇状地(山梨県・甲府盆地)



データ: 10mメッシュ
俯角: 90度
対地高度: 30km

上の陰影図の色彩パレットを変更したもの。
南ほど比高が高く、より開析されている
(=流路がステージごとに北へ移動)。

胆沢扇状地は、実は単一の扇状地ではなく、扇状に重なった何段かの段丘からなる扇状地一河岸段丘複合体。



胆沢扇状地の 5m メッシュDEM から作成した地形陰影図。
(国土地理院配布のDEMビューアFGDVIによる)

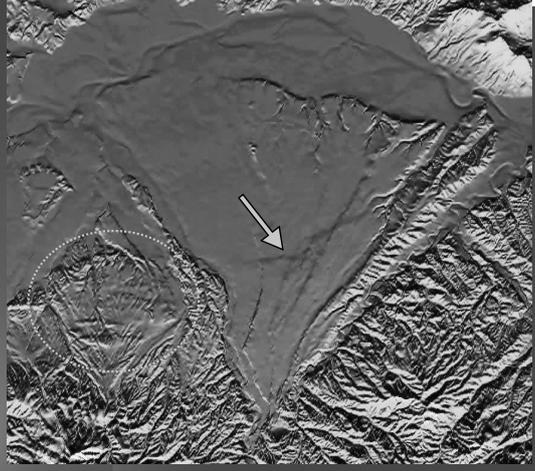
透明部分はデータの欠損部分。



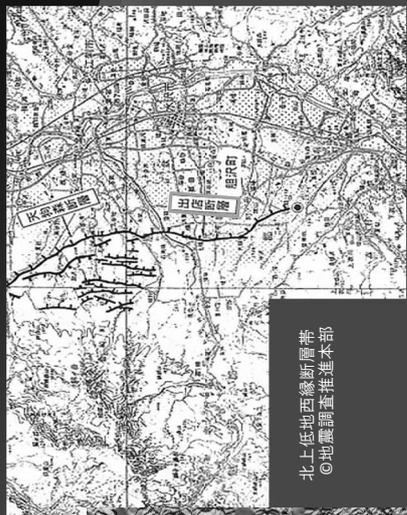
- 上位段丘 / 一巻坂段丘
- 中位段丘 / 上野原段丘
- 下位段丘 / 水沢段丘
- 堀切段丘
- 福原段丘
- 米沢段丘

胆沢扇状地複合体の地形模式図、国交省
胆沢ダム工事事務所Pの図を編集。

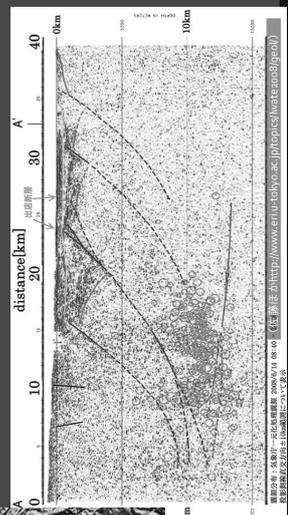
胆沢扇状地の平坦面上には、南北に延びる折れ曲がった段差地形が見られる(矢印)。



この段差は、2008年6月の岩手・宮城内
陸地震との関連が議論された活断層(出
店断層)のトレースとほぼ一致する。



北上低地西縁断層帯
◎地震調査推進本部



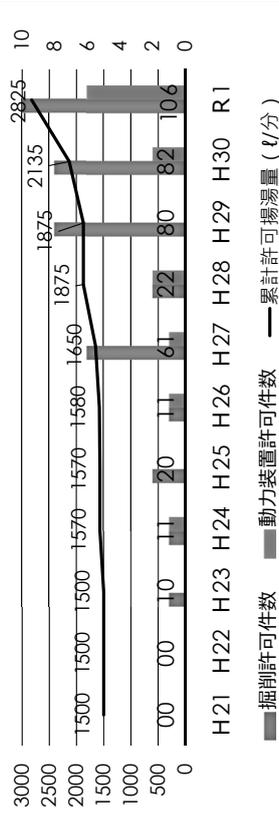
国土院提供のDEMデータ(2013年)を元に作成された地形陰影図。地形陰影図の作成には、国土院提供のDEMデータ(2013年)と、国土院提供のDEMデータ(2013年)を使用した。地形陰影図の作成には、国土院提供のDEMデータ(2013年)と、国土院提供のDEMデータ(2013年)を使用した。

一般講演

倶知安町ひらふ地域における温泉資源保護対策について	7
北海道保健福祉部健康安全局食品衛生課 環境衛生係長 萩谷 友洋	
地盤情報の検定の実施内容	11
北海道士質試験協同組合 技術部 課長 山内 一則	
ボリビアにおける井戸診断・改修による長寿命化事業の紹介	15
株式会社レアックス 営業第二部 課長 鈴木 利実 アーストラストエンジニアリング株式会社 工事部 課長 出口 千裕	
ニセコ地域における地熱資源調査	25
北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所 主査 田村 慎	

背景

【温泉の掘削等の状況】



- 倶知安町ひらふ地域（山田・樺山地区）は、北海道を代表するリゾート地であり、海外からのスキー客等に人気が高い。
- 観光を主たる産業とする当該地域では、宿泊施設や別荘の建設が盛んに行われている。
- 近年、宿泊施設等での温泉利用を目的とした、温泉開発が急速に進展。

倶知安町ひらふ地域における 温泉資源保護対策について

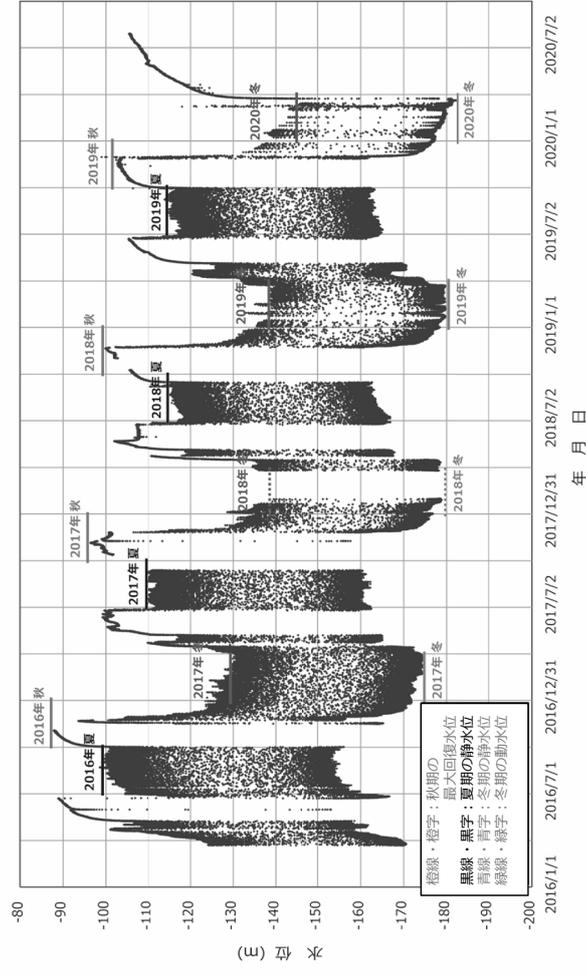
北海道保健福祉部健康安全局食品衛生課
環境衛生係長 萩谷 友洋

倶知安町ひらふ地域 源泉位置図



地理院地図

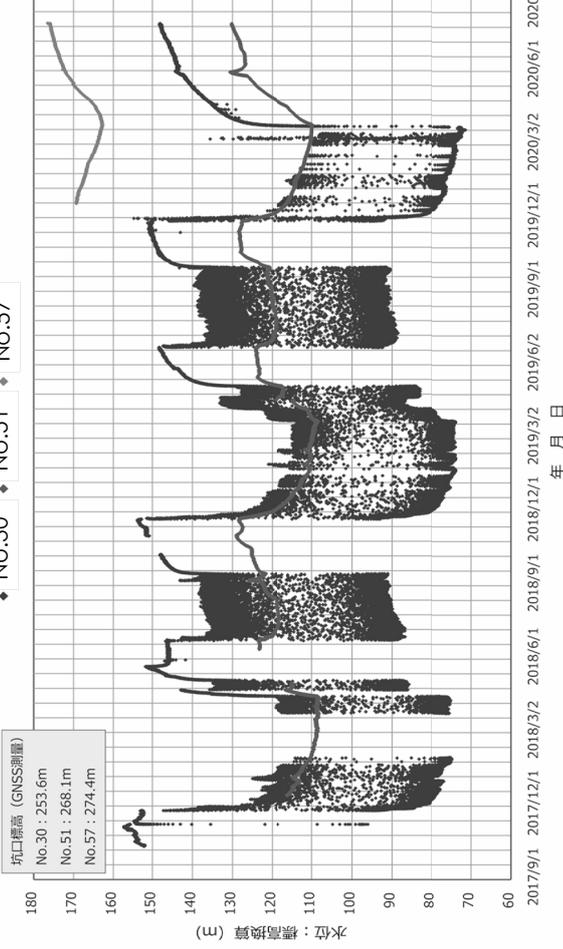
源泉水位変動グラフ (No.30)



提供：道総研

源泉間の水位連動グラフ

◆ No.30 ◆ No.51 ◆ No.57



北海道温泉保護対策要綱

○ 昭和51年に、道独自の温泉資源保護施策として制定。

① 「保護地域」・・・温泉の衰退現象が著しくみられた地域等

※ 登別温泉、洞爺湖温泉、十勝川温泉、湯の川温泉、定山溪温泉など

② 「準保護地域」・・・温泉の衰退現象が予想される地域等

※ 弟子屈温泉、濁川温泉、糠平温泉、札幌市内平野部 など

↑ 「保護地域」「準保護地域」では、主に掘削許可が制限

倶知安町ひらふ地域については、持続的な温泉利用を可能にするため「保護地域」等への指定を検討することに。

温泉法第32条

都道府県知事は、第3条第1項、～(略)～、第11条第1項～(略)～の規定による処分をしようとするときは、自然環境保全法第51条の規定により置かれる審議会その他の合議制の機関の意見を聴かなければならない。

⇨ 「保護地域」等への指定は、法第3条第1項に基づく掘削許可等に係る事案であるため、北海道環境審議会の意見を聴く必要あり。

令和元年11月20日

○ 北海道 ⇒ 北海道環境審議会
諮問：「倶知安町ひらふ地域における温泉資源保護対策について」

北海道環境審議会からの答申

○ 答申日：令和2年9月2日

- ① 倶知安町ひらふ地域を「北海道温泉保護対策要綱」に基づく「保護地域」及び「準保護地域」に指定。
- ② 「保護地域」：原則、新規掘削を認めない。
「準保護地域」：原則、既存源泉から250m以内の新規掘削を認めない。
- ③ 温泉採取量について、1源泉当たり毎分100リットルに制限。

【指定地域名】

倶知安町ひらふ地域

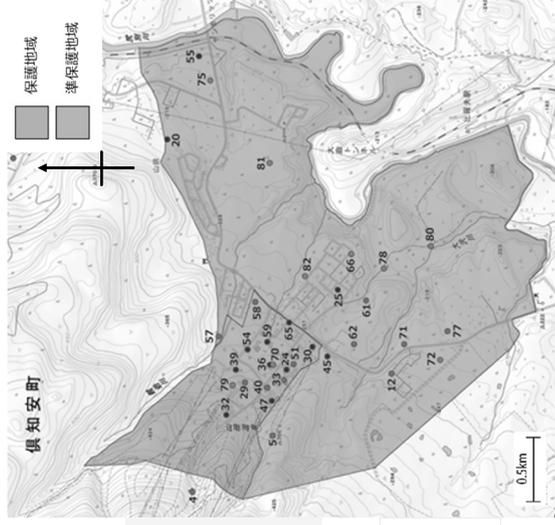
○「保護地域」

原則、新規掘削を認めない。

○「準保護地域」

既存源泉から250m以内の
新規掘削を認めない。

※1源泉当たり毎分100リットルの
制限については、掘削許可申請、
動力表置許可申請等の際、保健所が
事業者等を指導。



今後の取組

新たな保護地域等の周知・徹底を図るとともに、以下の取組を継続的に実施。

- ① 温泉資源保護対策を検証するため、当該地域での温泉の利用状況や源泉の水位観測等の調査を実施
- ② 指定した保護地域等の周辺地域での温泉開発の動向に注視

○北海道の関連ページのご案内

<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/hf/kse/youkoukaisei.htm>

地盤情報登録を取巻く環境

地盤情報センターでは過去に納品されたデータをセンターに登録する作業も同時に行っています。電子納品要領に準拠していないものが多く苦慮しています。また、各発注者のHP等の電子納品に関する情報を検索していると納品された成果物が電子納品要領に準拠していないために電子データの保管先の管理システムに登録できない状況を危惧する告知が散見できます。

- ・納品された成果物が電子納品要領に準拠していない。
- ・位置情報が適当である。
- ・禁則文字を使用した調査地点等

電子納品チェックシステムによるデータチェックがおこなわれていない。

ボーリング柱状図と土質試験データをとりあえず集めて検定ファイルにして特記仕様書等の必要ファイルとともにアップしていませんか？

少なくとも電子化に関わる方は本文と付属資料に目を通してもらって何処に何が書いてあるかくらいは分かるくらいに指導・教育をしてください。

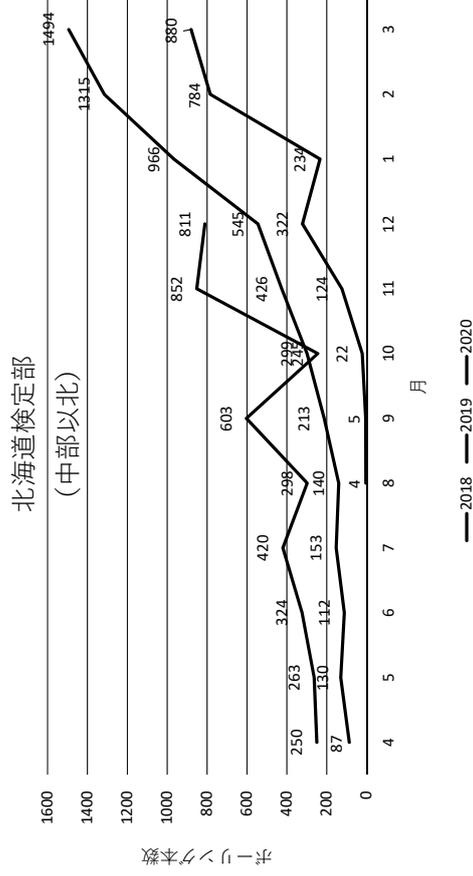
地盤情報の検定の実施内容

(一財) 国土地盤情報センター北海道検定部
北海道土質試験協同組合

山内 一則

地盤情報センターの現状

現在 国交省、農水省、自治体（都道府県、市）、NEXCO等が参加。



地盤情報センターの現状

最盛期で東京本部に申し込みが100件以上、北海道だけでも2~30件/日の検定を行わなければならない状況。

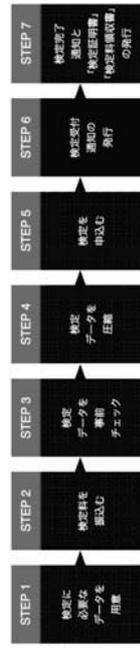
検定申し込み時期が遅い。検定申し込み時の書類の不備。検定料の確認。

-----ここまでで1週間が経過している検定がほとんど-----

受理されたデータのほとんどが国交省のデータチェックを行っていない。

北海道検定部が行った検定の9割以上がこれに該当します。

NGICの申し込み手順のSTEP3までで申込条件が満たされていない。



検定を円滑に進めるために

申込時

NGICホームページの「電子納品の現状と対応について」PDFを確認

業務名の入力について

業務名、工事名、調査名の違いを認識して入力。

業務名 = 工事名 + 調査名

電子納品チェックカーではBED.XMLの調査名とSTB.XMLの調査名が一致しなければエラーとなる。

検定ファイルで留意する点

柱状図

調査位置・・・都道府県、郡、市町村、地区名、番地を記入。
地すべりボーリングは地すべりブロック名を括弧書きで記入。

孔口標高・・・T.P.標高記入。KBM、DL等のローカル標高を使用している場合BRG.PDFの標高はローカル標高でもOKです。ただし、BED.XMLの孔口標高にはT.P.標高を記入し、ローカル座標の高さに記入が必要です。

例 PDF 孔口標高「KBM」 「50.00m」 指定

XML

```
<ローカル座標>  
<座標定義>KBM</座標定義>  
<座標>50.00</座標>  
</ローカル座標>
```

<経度緯度情報>の次に追加する。

検定を円滑に進めるために

工事名と調査名の区別がつかなければ申込時の業務名を調査名に入力。
BED.XMLの事業名、工事名にも同じ業務名を入力する。

関連ファイルについて

実施数量表の添付・・・数量変更のあるなしに関わらず掘削深度、孔内試験、室内土質試験の数量表を添付。（発注者報告済み）

ボーリングフォルダーについて

電子納品で作成したBED.XMLやSTB.XMLは電子納品担当の方が必ずチェックしてください。（調査名、発注者名のスペース、調査地点の禁則文字等）

差戻し再登録時

必ず戻されたファイルを是正して再登録をおこなってください。
再登録は修正したファイルだけでなく受付時に用意したファイルすべてを再登録してください。

最悪、検定終了&登録やり直しとなる可能性があります。

検定ファイルで留意する点

孔内試験・・・

DTDバージョンが300の柱状図で入力している**透水係数K値**や**変形係数E値**は、現行のDTDバージョン400に対応した柱状図ソフトでXMLから柱状図を表示させると自動換算のため誤った値で表示されます。

これは単位の変更が行われたことによる弊害と考えられます。発注者により旧バージョンの使用を指定していることもあり最新バージョンへの変更も出来ないと思えますので旧バージョンの使用を指定している発注者の調査ではこれらの試験結果は**<その他原位置試験>**の項目に入力するようにしてください。書き方を以下に示します。

```
<その他原位置試験>  
<その他原位置試験_試験名>透水試験</その他原位置試験_試験名>  
<その他原位置試験_上端深度>1.00</その他原位置試験_上端深度>  
<その他原位置試験_下端深度>2.00</その他原位置試験_下端深度>  
<その他原位置試験_試験結果>K=4.01E-07m/s</その他原位置試験_試験結果>  
</その他原位置試験>
```

NEXCOの検定ファイルについて

国土交通省の基準で作成されたBED.XMLとSTB.XMLを登録してください。

地盤情報の品質管理評価

【評価基準】

R2.11月より開始

1. 受付段階

ランク	訂正依頼回数
A	0回
B	1回
C	2回以上

2. 検定段階

ランク	修補依頼回数
A	0回
B	1回
C	2回以上

* 訂正依頼回数

「関連情報」に不備があり、
当センターの受付担当から訂
正を依頼した回数

* 修補依頼回数

「検定データ」に不適合事項が
あり、当センターの検定部が修
補を依頼した回数

【評価結果】

(1) 検定証明書の中に明記します。



ボリビアにおける井戸診断・改修による長寿命化事業の紹介

株式会社レアックス 鈴木 利実
 アーストラストエンジニアリング株式会社 出口 千裕



Contents

発表内容

鈴木 | ボリビア事業の取り組みについて

- 。ボリビア国について
- 。開発課題
- 。井戸カメラを使った診断・改修
- 。事業の成果

出口 | 井戸カメラによる診断・改修について

- 。井戸診断・改修実施の経緯
- 。対象地域と現地活動の様子
- 。改修結果と成果
- 。ボリビア事業のまとめ

2

海外事業の取組

1. 世界の課題解決(水不足の解消)
2. 販路拡大
3. 競合の少ないボリビアへ



中小企業・SDGsビジネス支援事業：
 ボリビア国における効果的な診断・改修による長寿命化事業
 ①案件化調査(2014年11月～2015年7月)
 ②普及・実証事業(2017年2月～2019年2月)

提案企業	レアックス	井戸カメラ普及活動、ビジネスモデル策定
外部人材	アーストラストエンジニアリング 地球システム科学	井戸診断・改修に関する技術支援 調査・運営面のサポート

3

ボリビア国

地理	南米大陸の中央 面積日本の約3倍
気候	高原地帯は寒冷、平原地域は高温多湿
首都	ラパス (高地)
人口	1,067万人
言語	スペイン語 (現地語：ケチュア・アイマラ)

4

調査対象地域

西部高原地域 ラパス県・オルロ県
 東部熱帯平原 サンタクルス県
 中間地域 チュキサカ県

エル・アルト国際空港 4061m
 世界一標高の高い空港！！



4000m
 3000m
 ラパス県 3650m
 オルロ県 3730m

富士山 標高3776m
 チュキサカ県 2810m

5

首都ラパスの町並み



6

対象国の課題

深刻な水不足



国土の3分の1がアンデス山脈の高地
 南米で最も所得水準の低い国の一つで、給水施設の
 整備が遅れている。(国民の60%以上が貧困層)
 「安全な水にアクセスできる人口」は全国で83%

地球温暖化の影響



気候変動により氷河が後退、水資源が減少している。

世界一標高の高い
 チャカルタヤ・スキー場
 (5300m) ※現在は閉鎖

2016年歴史的干ばつ

2016年 大規模な干ばつが発生、
 深刻な渇水となった。



7

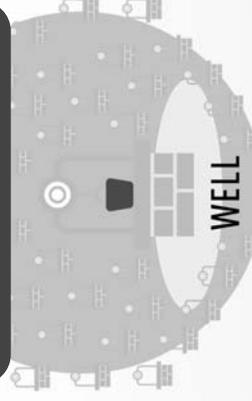
対象国の課題

ODA (政府開発援助)

1988年以降 井戸掘削機材の提供
 と技術移転を実施



約2000本の井戸を掘削



ODAで供与された掘削機材と建設された技術センター

井戸維持管理講習会

ODAで供与された掘削機材で井戸掘削中

8

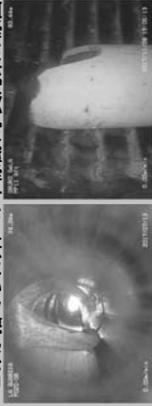
対象国の課題

20年で水量が減少

メンテナンスの未実施により、水量がだんだんと減少

水量減少の原因

井戸等の施設が適切に管理されていない
ごみが捨てられ井戸の不稼働、水質汚染の原因



問題を解消するメンテナンスが行われていない
スクリーンが、砂・錆・水垢などで目詰まりをおこし、水量が減っている

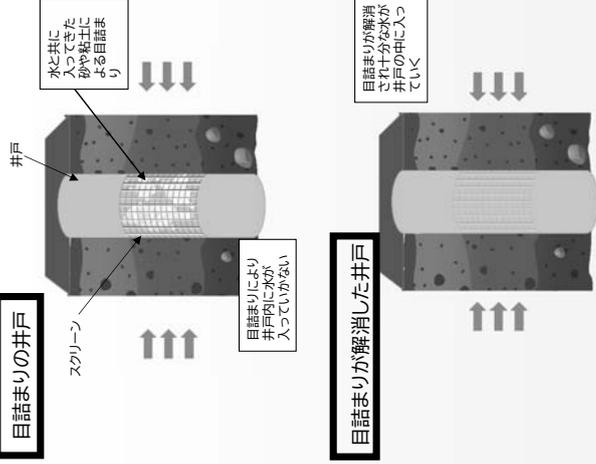
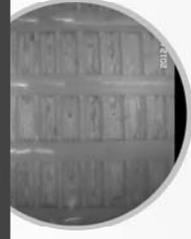
井戸機能回復の可能性を検証していない
水が出なくなると放置
また新たな井戸を掘る繰り返しが行われている

9

対象国の課題

井戸から水が得られなくなる多くの原因は“目詰まり”

目詰まりした井戸



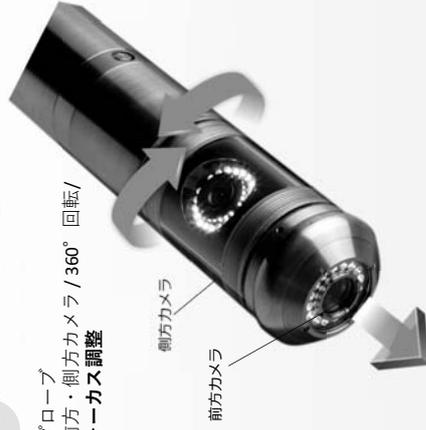
10

それを洗浄して取り除くことができれば、井戸は“復活”する
水不足の解消、ODAで設置された井戸の有効活用が急務
井戸内部を観察するために注目されたのが“井戸カメラ”

井戸カメラ

提案製品 I-Do300F-II 機器構成

- プローブ
前方・側方カメラ / 360° 回転 /
フォーカス調整



井戸カメラの特徴

1. 側方カメラは360度回転で全周観察可能。
カメラは前方・側方の観察可能。
2. フォーカス調整機能で内径の詳細を観察できる。
3. ケーブルはノイズに強いツイストペアを採用、鮮明な画像を提供。
- 4.



300mワインチン、
コントローラー

深度カウンタ

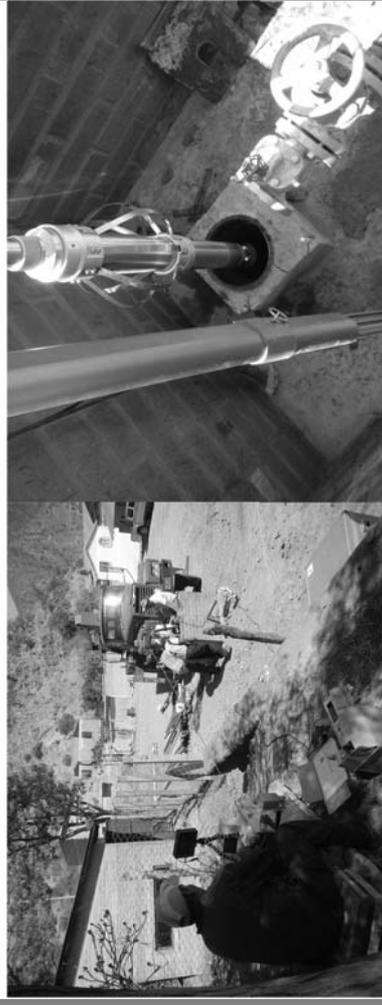
録画装置

11

井戸調査の実施-1

1 | 井戸診断

目詰まり位置、状況把握。
井戸内部の変状・破損状況の確認。



12

井戸調査の実施-2

2 | 改修作業（洗浄）

診断結果から改修方法を選定。
改修作業を実施。



13

井戸調査の実施-3

3 | 改修状況確認

目づまりの解消されたかなど、
改修の効果を再度カメラで確認。



14

井戸調査の実施-4

4 | 水量の確認

改修効果の確認。
改修前後の水量測定を実施。



15

井戸調査の実績

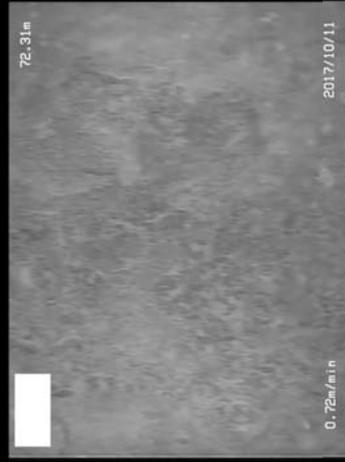
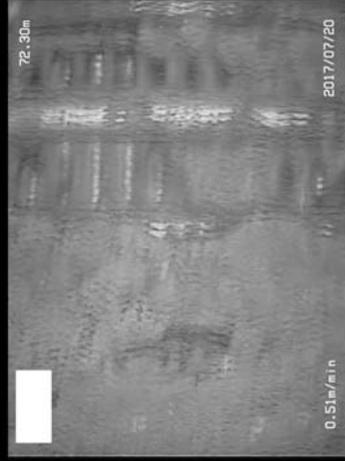
井戸診断、洗浄の成果

30本の井戸で予備診断を実施。
そのうち、洗浄で機能が回復しそ
うな11本の井戸で洗浄を実施。
実施したほとんどの井戸で水量が回
復した。



16

洗浄前後の比較動画



Antes de la Limpieza

Despues de la Limpieza

17

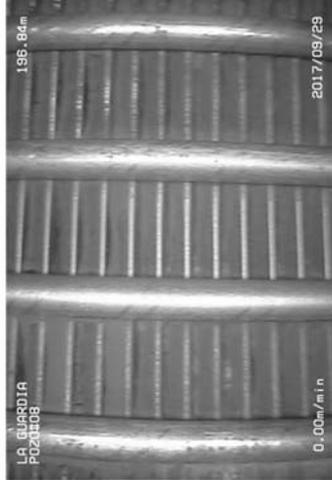
井戸カメラの画像

適切な井戸洗浄により、目詰まりが解消され、井戸機能が回復する。

目詰まりしているスクリーン(洗浄前)



洗浄により目詰まりが解消(洗浄後)

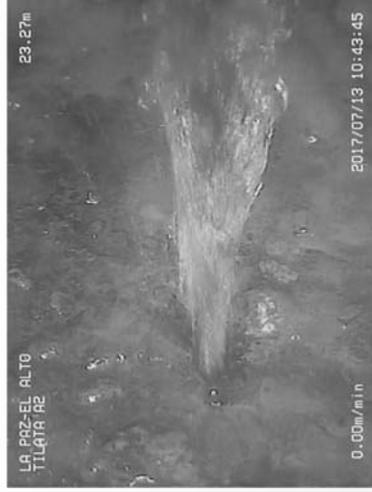


18

井戸カメラの画像

井戸カメラは万能！目詰まり以外の障害を発見する！

管に穴があき漏水している井戸



井戸内に住んでいるカエル



19

事業の成果

改修チーム発足

井戸維持管理の重要性や長寿命化への理解。
チユキサカ県庁・井戸カメラ購入。
診断・改修作業の技術移転により改修チームが発足。



ガイドライン化検討

事業の有効性をポリビア国・環境水省が高く評価。
適正な井戸維持管理のための整備ガイドラインを作成中。
(井戸カメラによる診断・改修マニュアルが盛り込まれる予定)



販売代理店契約

サンタクルスのさく井業者(SUIGEN)と販売代理店契約を締結。代理店を通じて井戸カメラを販売。今後は、現地技術者を迎え、修理体制確立のため、日本でメンテナンストレーニングを実施予定。



20

メディア掲載



事業終了後も多くのメディアに取り上げられて、企業価値や認知度アップに向上した。

- 掲載実績：
1. 日本経済新聞
 2. 北海道新聞
 3. 北海道建設新聞
 4. JICA広報誌「Mimori」
 5. 外務省ODAビデオ
「ODAの挑戦者たち」

ポリビアでの井戸診断・改修実施の経緯

平成26年度（6年前）第53回試錐研究会でアースエアージェット工法について講演

↓ 約2ヶ月後

㈱レアックスから、東京のコンサルタント会社が井戸の改修工事を実施できる会社を探しているとの紹介を受ける

↓ 約1ヶ月後

・コンサルタント会社：㈱地球システム科学 → JICA案件で多くの実績
・アースエアージェット工法の宣伝になればとの思いでプレゼンテーションを実施

↓ プレゼンテーション後直ぐに

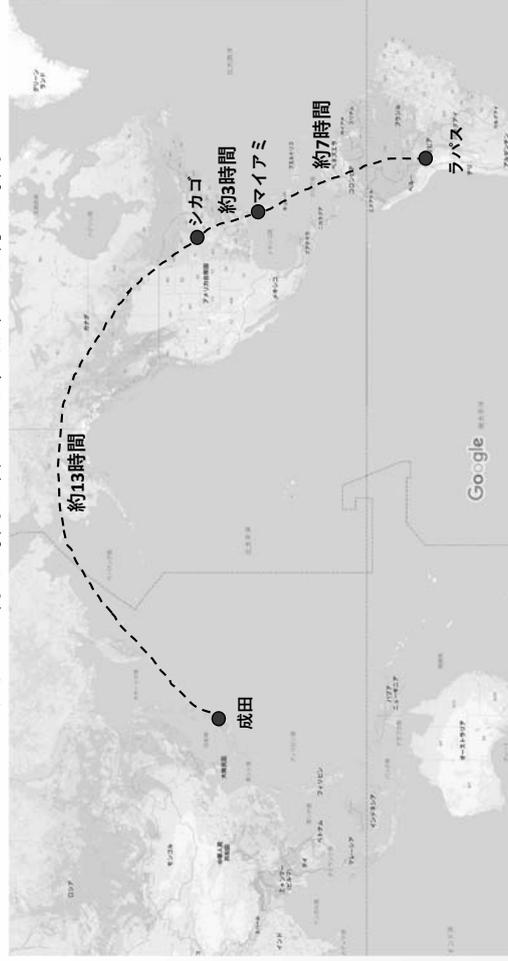
- ・改修工法に関して興味をもっていただく
- ・その場では是非一緒に仕事をやってみたいと打診される
- ・場所は日本がこれまでに2,000本以上の井戸を掘削しているポリビアを予定 → 井戸が老朽化

↓ その後、2017年から2年間の予定で

㈱レアックスの外部人材（井戸改修専門技術要員）として、ポリビアでの井戸診断・改修事業（JICA）がスタート

ポリビアまでの所要時間

フライトまでの待ち時間を含めると、日本から約40時間



2017～2018年の約2年間
5回に分けて計186日現地に滞在

ポリビアの代表的な観光地



ウユニ塩湖

南北約100Km・東西約250Km
約10,500km²

リチウム埋蔵量で世界の半分を占めると見積もられている

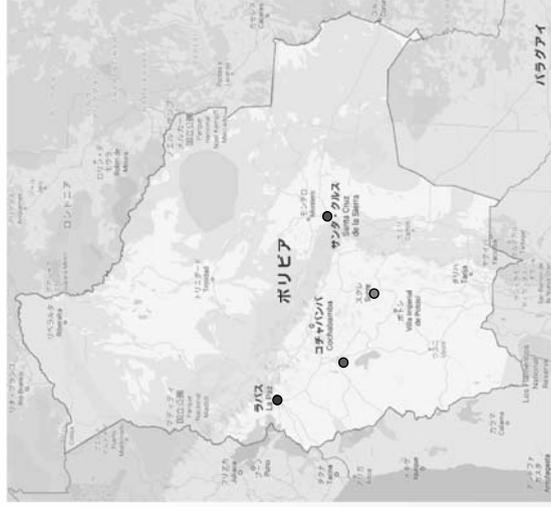


チチカカ湖（コパカバーナ）

ペルー南部とポリビア西部にまたがる

ペルー領：60%
ポリビア領：40%

対象地域（全域）



※Google Mapより引用

- **ラパス（ラパス県）**
標高：3,640m
人口：約80.0万人（都市圏約200.0万人）
※事実上の首都
- **オルロ（オルロ県）**
標高：3,900m
人口：約26.5万人
- **スクレ（チュキサカ県）**
標高：2,810m
人口：約23.9万人
※憲法上の首都
- **サンタ・クルス・デ・ラ・シエラ（サンタクルス県）**
標高：400m
人口：約144.2万人
※ボリビア最大の都市

25

準備段階で苦勞したこと

必要改修機材

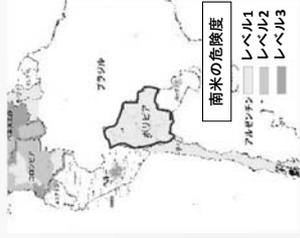
輸送事情が悪い

➡ ジェットエンジン機材、高圧ポンプ、ロッド、エアークンプレッサー、高圧ホース類

- 日本から改修機材を送ると貨物船で約3ヶ月程度（内陸国の影響あり）
- ※レックス製井戸カメラは日本から空輸で約1ヶ月程度（経由地が多い）
- 最悪の場合、機材が届かない・間に合わない可能性＝改修作業不可能
- ➡ 税関、国内治安不安

➡ 対応策

ジェットエンジン機材	キャリアケースで持参（分割）
高圧ポンプ	現地調達（中古）
ロッド	50Aのガス管を使用、ジェットとの接続はクロスオーバーを製作
エアークンプレッサー	各地域でリース対応
高圧ホース類	ボリビア国内で比較的容易に調達



※外務省 海外安全中より引用

26

現地です苦勞したこと

実施内容の認識不足

- ・打合せ内容をメモする習慣があまりない
- ・計画書やメールをきちんと読まない
- ・使用機械の仕様が全く違う

時間管理がルーズ

- ・待ち合わせ時間になっても来ない（30分～1時間遅刻が当たり前）
- ・昼休みは2時間（現場は1時間程度）

渋滞が発生しやすい

- ・限られた交差点にしか信号がない
- ・ゆずりあいの精神がない
- ・10km程度の道のりも1時間以上かかることがある

気候への対応

- ・高地（ラパス・オルロ）は1日で20℃近く気温が変動
（日中：18～22℃ 日没後：0～2℃）
- ・日中はTシャツ、日没後はダウンジャケット

27

改修井戸と改修方法

地域（県）名	井戸名	井戸深さ（m）	井戸径（A）	改修方法
ラパス	A-11	70	250	ジェットエンジン洗浄
	B-1(II)	87	200	ブラッシング・スワッピング洗浄
	A-15(II)	91	200	ジェットエンジン洗浄
オルロ	PP#9	74	300～250	ジェットエンジン洗浄
	PP#11	88	300～250	ジェットエンジン洗浄
	SeLA2	60	300	ジェットエンジン洗浄
チュキサカ	SeLA3	60	300	ブラッシング・スワッピング洗浄
	Mojotoro24	130	150	ブラッシング洗浄
	Barranca12	133	150	ブラッシング洗浄
サンタクルス	La Guardia8	207	200	ジェットエンジン洗浄
	Er Torno9	168	200	ブラッシング・スワッピング洗浄

井戸カメラによる予備診断を実施した4地域・33本の井戸の中から

回復が見込める4地域・11本の井戸で改修作業を実施

より緊急性の高い3地域・6本の井戸でジェットエンジン洗浄を実施

28

アースエアージェット工法の特徴

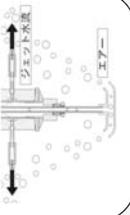
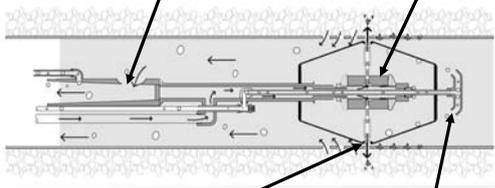
僅か0.5~1.0mの距離で
直接高圧噴射
・吐出圧力10~20MPa
(100~200kg/cm²)
・吐出量 100ℓ/分

出来るだけ近い位置で！
0.5~1.0cm

ジェット下方からエアを噴
射し、空気をまわりを発生させ
洗浄効果を大幅にアップ

・洗浄と同時に揚水
・水の汚れを見ながら洗浄
増設の発生
を抑える

・ノズルの延長が容易
・150mm以上のあらゆる径の
井戸に対応
・4本のノズルで同時に回転
させながら洗浄



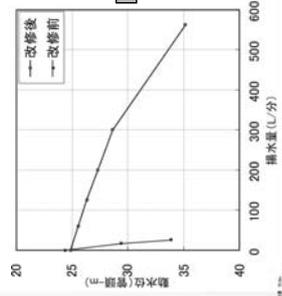
改修結果-1

- ・地域名：ラバス県
- ・井戸名：A-11
- ・井戸深度：70m
- ・井戸口径：250A (10")
- ・スクリーン区間：37.2~56.5m
- ・スクリーン種類：巻線型
- ・改修工法：ジェットテイング



改修前47.7m

改修後47.7m



スケール除去率
20~30%
水量が大幅に回復

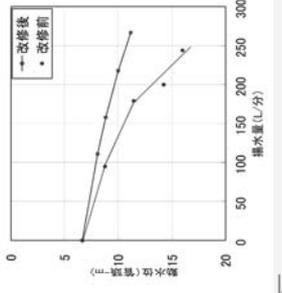
改修結果-2

- ・地域名：オルロ県
- ・井戸名：PP#9
- ・井戸深度：74m
- ・井戸口径：300A × 250A
(12" × 10")
- ・スクリーン区間：26.4~35.3m
47.3~85.1m
- ・スクリーン種類：横スリット型
- ・改修工法：ジェットテイング



改修前31.0m

改修後31.0m



スケール除去率
60~70%
比較的大きく
水量が回復

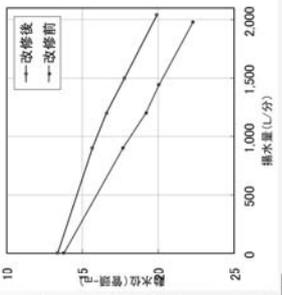
改修結果-3

- ・地域名：オルロ県
- ・井戸名：PP#11
- ・井戸深度：88m
- ・井戸口径：300A × 250A
(12" × 10")
- ・スクリーン区間：36.8~48.8m
60.6~66.6m
72.6~84.6m
- ・スクリーン種類：横スリット型
- ・改修工法：ジェットテイング



改修前63.3m

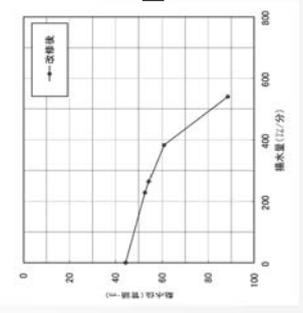
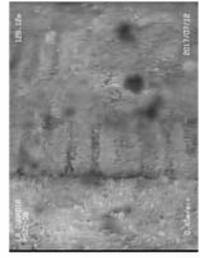
改修後63.3m



スケール除去率
80~90%
大きく水量が回復

改修結果-4

- ・地域名：サンタクルス県
- ・井戸名：La Guardia8
- ・井戸深度：207m
- ・井戸口径：200A (8")
- ・スクリーン区間：113.0～197.6m間 延27m
- ・スクリーン種類：巻線型
- ・改修工法：ジェットインギング



改修状況 (写真)



井戸改修結果のまとめ

地域名	井戸名	改修方法	スケール除去率 (%)	水量増加量 (g/分)	備考
ラパス	A-11	ジェットインギング洗浄	20~30	500	
	B-1(II)	ブラッシング洗浄	10~20	110	
	A-15(II)	ジェットインギング洗浄	30~40	290	
オルコ	PP#9	ジェットインギング洗浄	60~70	100	
	PP#11	ジェットインギング洗浄	80~90	640	
	SeLA2	ジェットインギング洗浄	20~30	97	
	SeLA3	ブラッシング洗浄	10~20	70	
チュキサカ	Mojotoro24	ブラッシング洗浄	20~30	0	
	Barranca12	ブラッシング洗浄	20~30	31	
サンタクルス	La Guardia8	ジェットインギング洗浄	10~20	-	179m以深埋設
	Er Torno9	ブラッシング洗浄	10~20	130	



ジェットインギング洗浄を行ったほとんどの井戸の水量が増加

記事

現地各地域の新聞、冊子等に本事業が掲載



現地メディア

オルロ県のローカルTVに出演



37

まとめ (所見)

- ・ポリビアでは井戸改修に関する知識・実績がほとんどなく、「水が出なくなる・少なくなる=新しく井戸を掘る」という習慣がある
→ 今回の技術指導で、井戸改修の重要性について、ある程度の評価と理解
- ・言語が異なっても、ジェスチャー（世界共通の動作）である程度伝わること
→ 常用単語や数字は覚えただが、身振り手振りで示せばある程度の理解
- ・ジェットイング洗浄の成果を海外で実証できた
→ どの地域・機関でも、とても良いものと評価をいただいた
→ 何度も売却依頼 → 最終的に無償譲渡
- ポリビア国内およびJICAに新たな井戸改修技術を検証
- ・関係機関および会社へ感謝
→ 今回の貴重な経験に感謝 → 大きな人生経験
→ 多くの方々から信頼される技術者になれるよう努力していきたい

38



Gracias por su atención

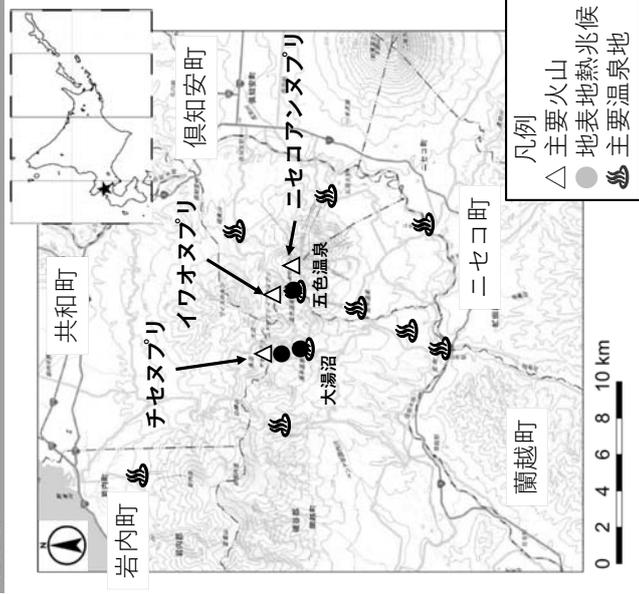
39

ニセコ地域における地熱資源調査

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
 産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所
 資源エネルギー部 地域エネルギーG
 主査 田村 慎

- 1) ニセコ地域における地熱・温泉資源
- 2) 道総研による調査の概要
- 3) 主な調査結果
 - ・ 重力探査
 - ・ 電磁気探査 (MT法探査)
 - ・ 地化学調査 (泉質・同位体分析)
- 4) 総合解析
- 5) ニセコ地域における地熱開発の推進に向けて

ニセコ地域の概要



- ・ 活火山イワオヌプリなど、東西約25kmにわたる火山列からなる
- ・ イワオヌプリ周辺には、大湯沼などの地熱兆候があり、また南～東山麓部を中心に多くの温泉が点在している
- ・ 従来型地熱資源については、NEDO (1987) によって全国地熱資源総合調査 (第2次) が行われ、その有望性が確認されている

北海道、ニセコ地域における地熱開発の経過

- 北海道**
- ・ 3.11以降のエネルギー政策転換 (再び地熱に注目)
⇒ 自然公園の規制緩和、地熱への国費助成金制度
 - ・ 2030年度の地熱発電設備容量を155万kWへ (経産省)
⇒ 目標達成には高ポテンシャル地域である北海道での開発が不可欠
- ニセコ地域**
- ・ NEDO (1987) 地表調査⇒地熱資源の賦存可能性を示唆
 - ・ 国の地熱予算削減⇒掘削調査まで進まず
 - ・ 2013年、地元自治体、温泉事業者等による「ニセコ・蘭越地区地熱資源利活用協議会」設置、地熱への理解と利活用に向けた検討を開始
⇒ 2016年度より、事業者による調査開始

道総研による調査の概要

研究課題：道総研重点研究

「二セコ地域における地熱構造モデル構築と地熱資源量評価」

研究期間：2017～2019年度（3年間）

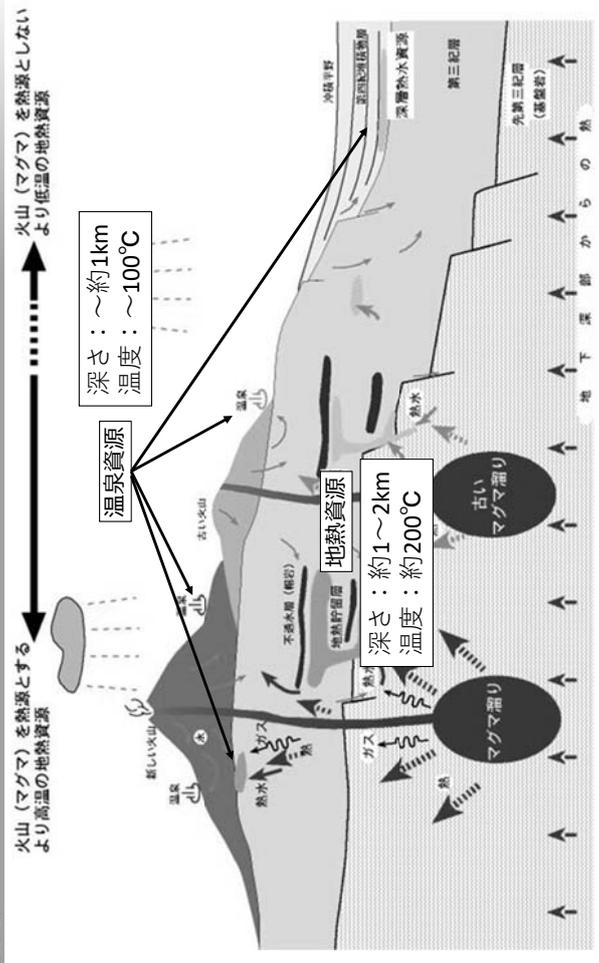
※電磁探査は、2020年度に別の研究課題で実施したデータを追加した解析結果を示す

共同研究機関：

北海道大学、北海道立衛生研究所

※このほか、北海道（経済部、保健福祉部）、地元自治体（二セコ町、蘭越町、倶知安町など）、温泉事業者、二セコ・蘭越地区地熱資源活用協議会などにご協力いただいた

本発表における地熱資源、温泉資源



坂口・高橋（2002）に加筆

道総研による研究実施

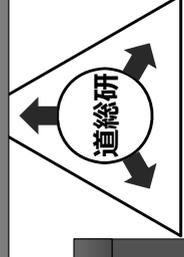
目的・内容：地熱開発有望地域として注目される二セコ地域において

- ①地熱構造モデルの構築
- ②地熱資源量（持続的な発電規模）評価および地熱資源と温泉資源の関連性評価

を行い、科学的公平性に基づいた知見を利害関係者へ示すことにより、周辺温泉に配慮した地熱資源開発の推進を目指す

地元自治体

- 地熱発電等、自然エネルギーを活用した街づくりを目指す
- 専門的助言を提供



温泉事業者

- 温泉資源への影響を懸念
- 持続的な温泉資源の確保に向けた情報を提供

地熱事業者

- 探査範囲は限定的
- 地熱資源に関する広域的な情報を提供

研究内容①：地熱構造モデルの構築

地熱資源の形成に必要な、器（貯留層）、熱、流体、の3要素と、その経路（亀裂）を調査
 ⇒地熱構造モデルを構築し、どこに地熱資源が賦存しているかを把握する

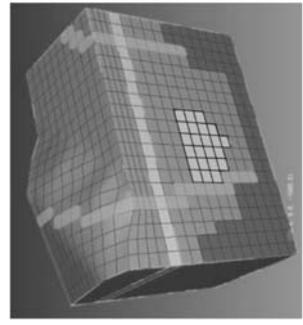


- やかん：器（貯留層）
- 火：熱
- 中の水：流体
- 口：経路（亀裂）

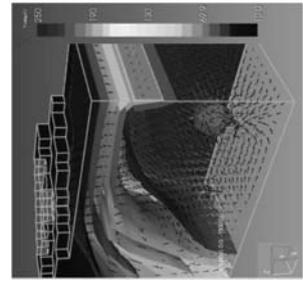
地熱貯留層から蒸気が出てくるイメージ図

研究内容②：地熱資源量の評価

研究内容①で検討した地熱構造モデルを基に、
シミュレーションモデルを作成
⇒熱水流動シミュレーションを実施し、
地熱資源量（持続的な発電規模）を評価する



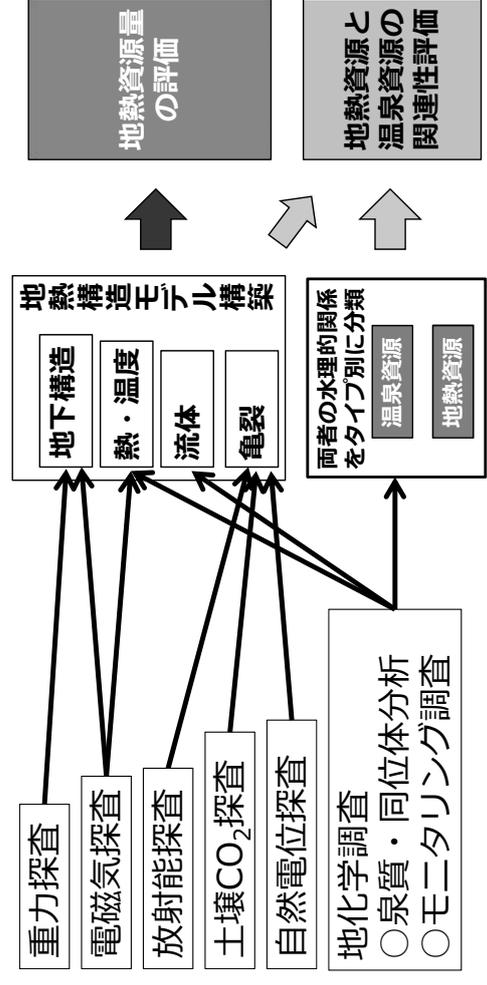
シミュレーションモデル (例)



シミュレーション結果 (例)

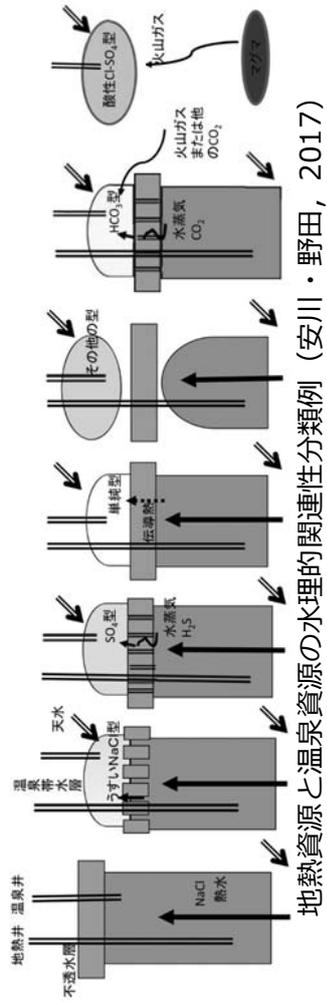
調査項目

実施した各種調査結果から地熱構造モデルを構築し、
シミュレーションと総合解析により、地熱資源量および
地熱資源と温泉資源との関連性を評価します



研究内容②：地熱資源と温泉資源との関連性評価

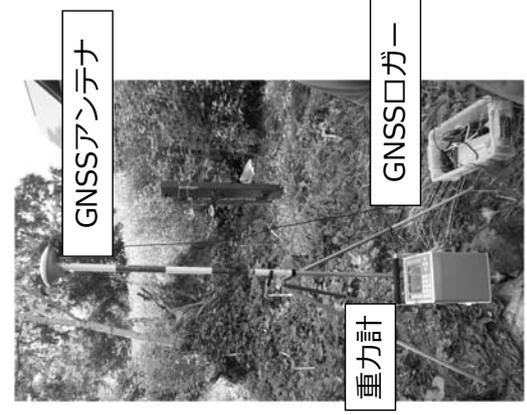
- ・ 温泉水や噴気の泉質分析・同位体分析を実施し、
温泉資源の生成・湧出機構を把握
⇒地熱資源と温泉資源との関連性を評価する
- ・ 併せて、温泉モニタリング（泉温、化学成分）を実施し、
地熱開発前の温泉資源の推移を把握
⇒開発前のバックグラウンドデータの蓄積

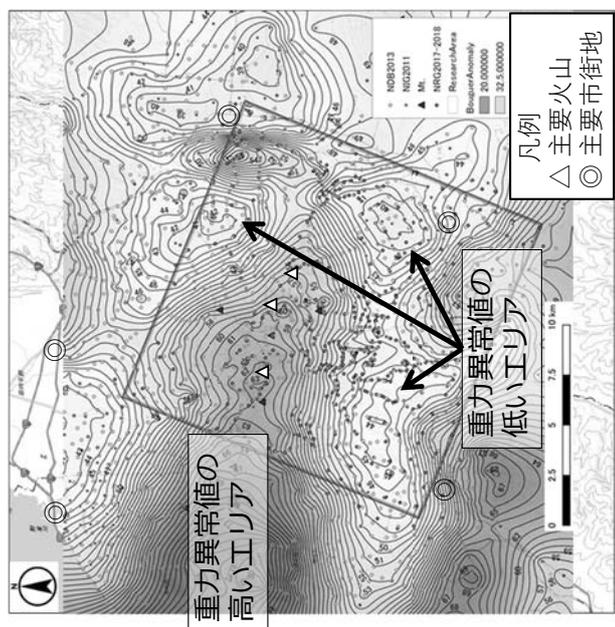


地熱資源と温泉資源の水理的関連性分類例（安川・野田，2017）

重力探査の概要

二セコ山系とその周辺部における地下密度構造を
把握するため、571地点で重力探査を実施しました





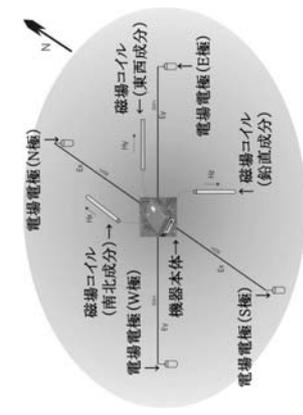
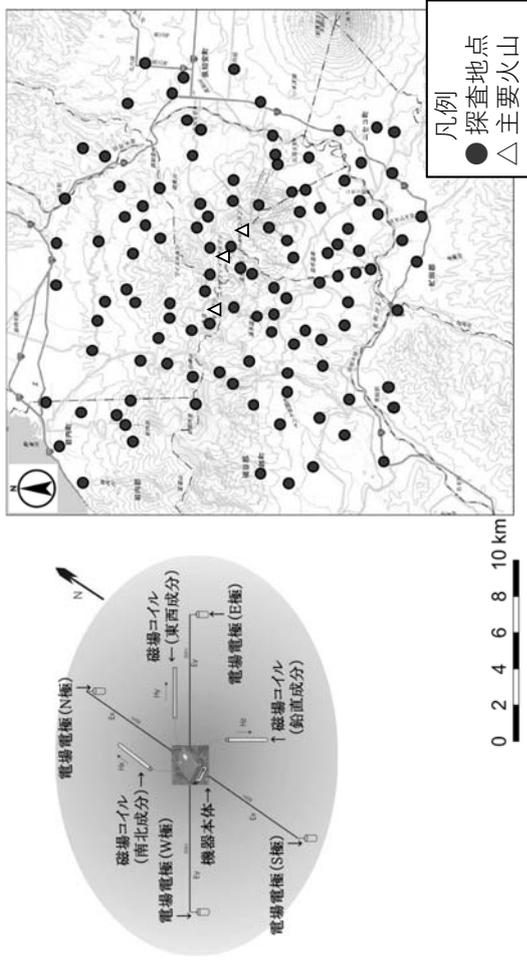
広域的な傾向として、
 ・雷電山～チセヌプリ
 (ニセコ山系中央部)
 ⇒重力異常値が高い
 ・周辺山麓部
 ⇒重力異常値が低い
 などの特徴を把握しました

高重力異常域：
 基盤の隆起部
 低重力異常域：
 基盤の沈降部

をそれぞれ示していると考えられます

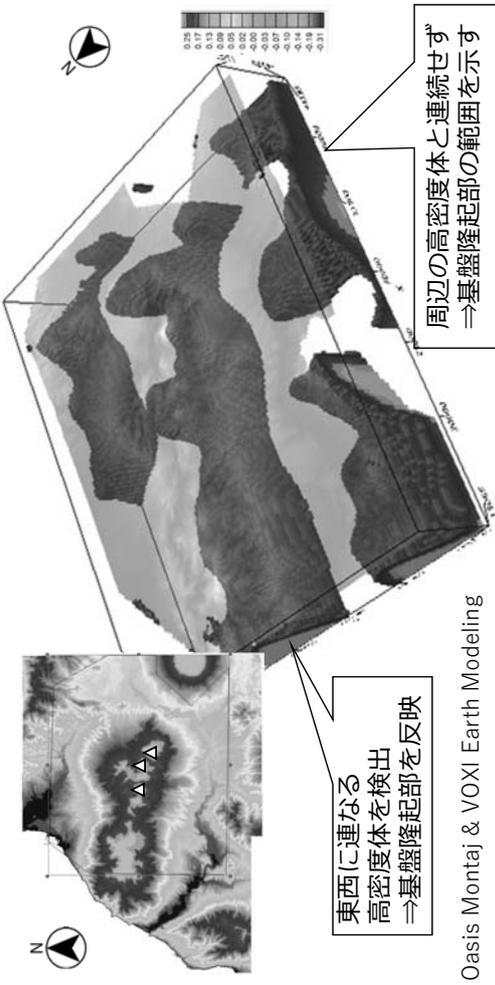
電磁気探査 (MT法探査) の概要

ニセコ山系とその周辺部における比抵抗構造を把握するため、計116地点で電磁気探査を実施しました



空中重力探査データを含めた三次元解析結果

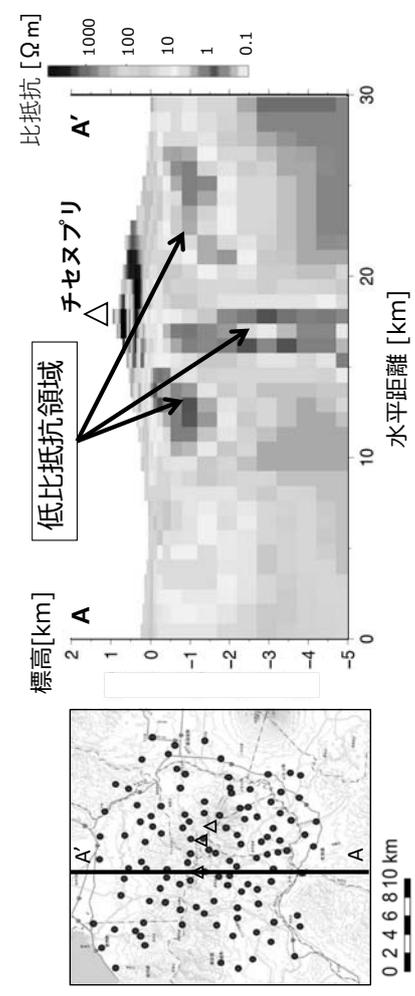
JOGMECによる空中重力探査データを含めた三次元密度構造解析を実施しました。得られた結果は、地熱構造モデル、シミュレーションのモデル作成にあたり、基盤構造の検討に用いました



Oasis Montaj & VOXI Earth Modeling

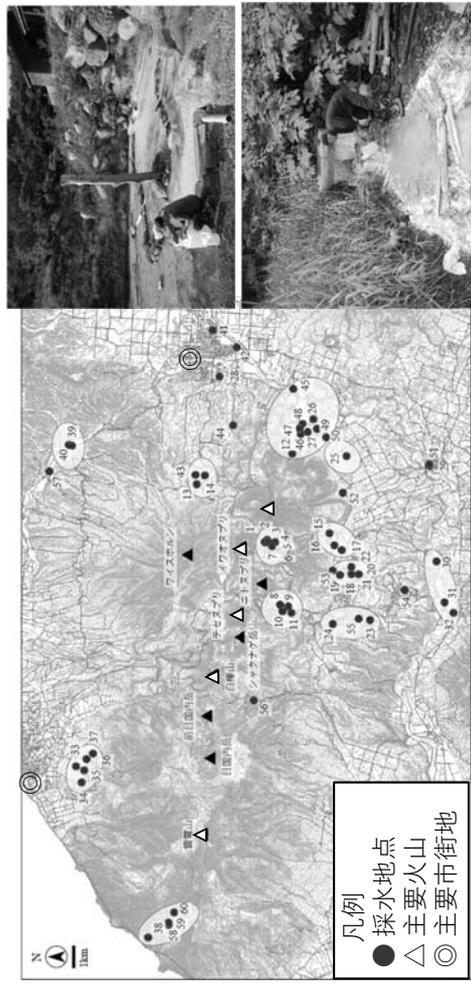
三次元比抵抗構造解析結果

地熱流体の供給経路やキャップ層の存在を示唆する低比抵抗領域を検出しました。得られた結果は、地熱構造モデル等の作成にあたり、地熱貯留層の検討に用いました



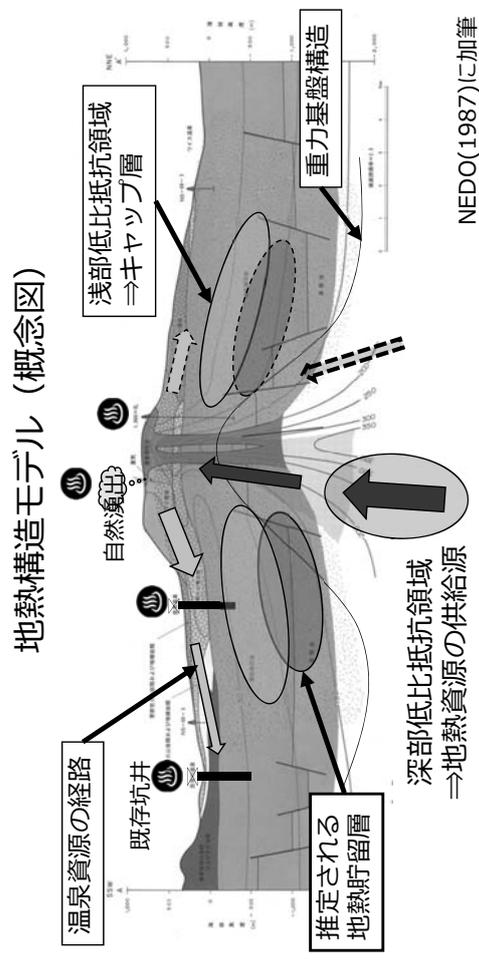
地化学調査

二セコ山系とその周辺部における熱水流動系を把握するため、60源泉で採水を行い、主要成分・微量成分・放射能成分の分析、および安定同位体比分析を実施しました



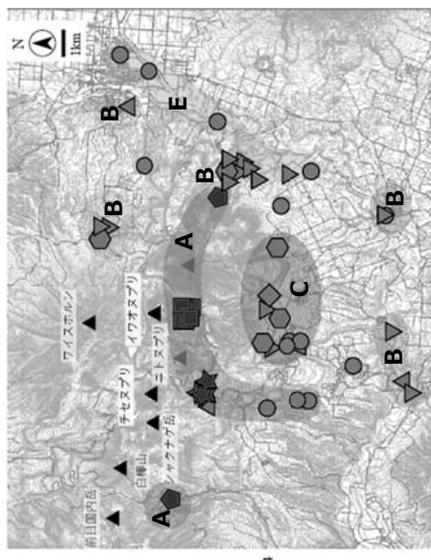
総合解析 (地熱構造モデルの構築)

全ての調査結果を踏まえ、二セコ地域における地熱系モデルを構築し、地熱資源や温泉資源の供給源や経路、キャップ層や地熱貯留層などについて検討を行いました



地化学調査結果

各種成分分析、安定同位体比分析の結果から、各源泉の起源について
 A: 火山性流体と天水の混合、 B: 天水が高温岩体で加熱、
 C: AとBの混合、 D,E: 化石海水と天水の混合 (2 地域)、
 の5パターンに分類し、地熱構造モデル構築における熱水流動系の検討、および地熱資源と温泉資源の関連性の検討に用いました

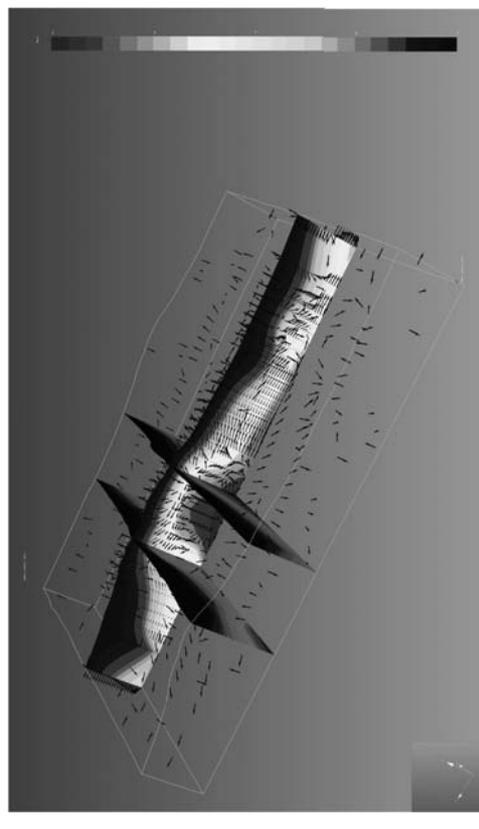


泉質

- Mg-SO₄ ★ Na-SO₄ ● Ca・Na-Cl
- ◆ Ca-SO₄ ● Na-Cl ◆ Na-Cl・SO₄
- ▼ Na-Cl・HCO₃ ● Na-HCO₃・SO₄
- ▲ Na-HCO₃

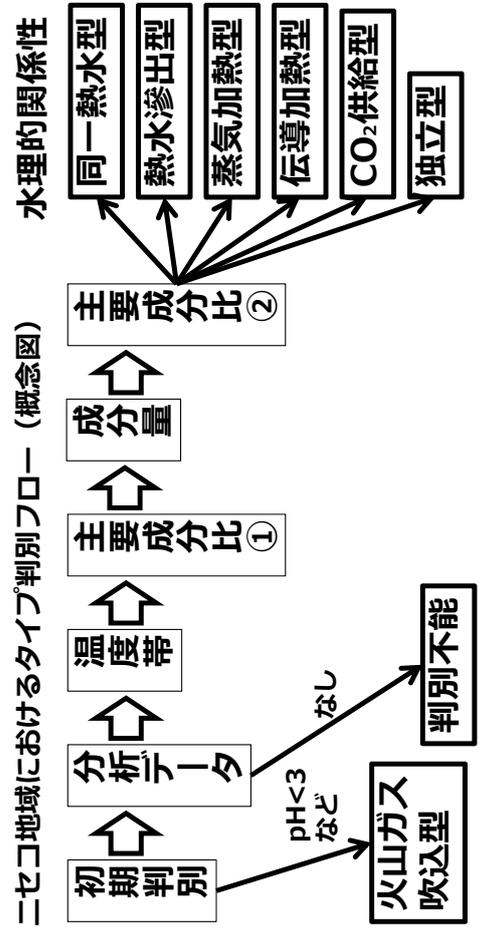
総合解析 (熱水流動シミュレーション)

検討した地熱構造モデルを基に数値モデルを構築し、熱水流動シミュレーションを実施しました



総合解析（温泉資源との関連性）

ニセコ地域の各源泉に対し、地熱資源と温泉資源の
水理的関連性についてタイプ判別するフローチャートを
作成しました

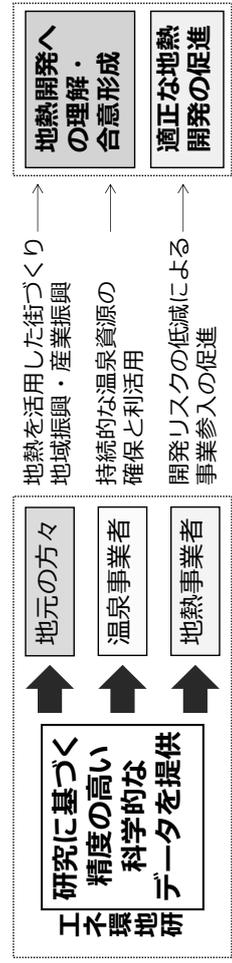


ニセコ地域における地熱開発の推進に向けて

研究成果は、地元的地熱資源利用協議会などで随時報告
を行っています。また、今後も開発の段階に応じて、知見・
データの提供、技術支援等を行ってまいります

これらにより、ニセコ地域における

- ・ 地域が主体となった地熱資源の開発・利活用の促進
 - ・ 温泉資源に配慮した適正な地熱開発への理解促進
- を
目指すとともに、得られたノウハウを道内各地へ展開し、
地熱開発の円滑な推進に貢献します



第 59 回試錐研究会講演資料集

令和 3 年 (2021 年) 3 月 4 日 発行

編集 試錐研究会

出版 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所
〒060-0819 北海道札幌市北区北 19 条西 12 丁目
TEL 011-747-2420
FAX 011-737-9071
URL <https://www.hro.or.jp/eeg.html>

印刷 北海道印刷企画株式会社

〒064-0011 北海道札幌市中央区南 11 条西 9 丁目 3-35
TEL 011-562-0075
