

第58回試錐研究会

講演資料集

- 開催日 令和2年2月27日（木）
- 会場 札幌サンプラザ 「金枝の間」
（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 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 58 回試錐研究会プログラム

日 時 : 令和 2 年 2 月 27 日 (木) 13:00~17:30 (受付開始 12:00)

場 所 : 札幌サンプラザ 2 階「金枝の間」
(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 環境・地質研究本部 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(13:00 ~ 13:10)

北海道立総合研究機構 地質研究所
所長 高橋 徹哉

■ 特別講演(13:10 ~ 15:40)

13:10 ~ 14:25 北米シェールガス水平掘削・仕上げ技術の最新動向

インペックスソリューションズ株式会社
技術推進部 副部長 浦野 剛

14:25 ~ 15:40 革新的地熱発電「超臨界地熱発電」関連研究の概要

産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所 再生可能エネルギー研究センター
統括研究主幹 (兼) 地熱チーム チーム長 浅沼 宏

----- 休憩 (15:40~15:50) -----

■ 一般講演(15:50 ~ 17:30)

15:50 ~ 16:15 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

16:15 ~ 16:40 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

16:40 ~ 17:05 弟子屈町における温泉給湯事業およびバイナリー発電事業推進調査について

～北海道エネルギー地産地消事業化モデル支援事業を活用した地熱利用検討～
弟子屈町役場観光商工課 課長補佐 江口 将之
石油資源開発株式会社 新規事業推進室 藪田 明野
同 技術本部 評価技術部 部長付 品田 正一

17:05 ~ 17:20 ニセコ地域における地熱資源探査

北海道立総合研究機構 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

17:50 ~ 意見交換会

目 次

■ 特別講演

- 北米シェールガス水平掘削・仕上げ技術の最新動向 1
インペックスソリューションズ株式会社
技術推進部 副部長 浦野 剛
- 革新的地熱発電「超臨界地熱発電」関連研究の概要 13
産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所
再生可能エネルギー研究センター
統括研究主幹（兼）地熱チーム チーム長 浅沼 宏

■ 一般講演

- 地盤情報の検定の実施内容 23
北海道土質試験協同組合 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 27
株式会社レアックス 営業部
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
- 弟子屈町における温泉給湯事業およびバイナリー発電事業推進調査について
～北海道エネルギー地産地消事業化モデル支援事業を活用した地熱利用検討～
..... 37
弟子屈町役場 観光商工課 課長補佐 江口 将之
石油資源開発株式会社 新規事業支援室 藪田 明野
同 技術本部 評価技術部 部長付 品田 正一
- ニセコ地域における地熱資源調査 43
北海道立総合研究機構 地質研究所 主査 田村 慎

特別講演

- 北米シェールガス水平掘削・仕上げ技術の最新動向 1
インペックスソリューションズ株式会社
技術推進部 副部長 浦野 剛
- 革新的地熱発電「超臨界地熱発電」関連研究の概要 13
産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所
再生可能エネルギー研究センター
統括研究主幹（兼）地熱チーム チーム長 浅沼 宏

第58回 試錐研究会 特別講演
令和 2年 2月 27日 (木)
於：札幌サンブラザ



北米シェールガス水平掘削・仕上げ技術の 最新動向

インパックス ソリューションズ株式会社
技術推進部

浦野 剛

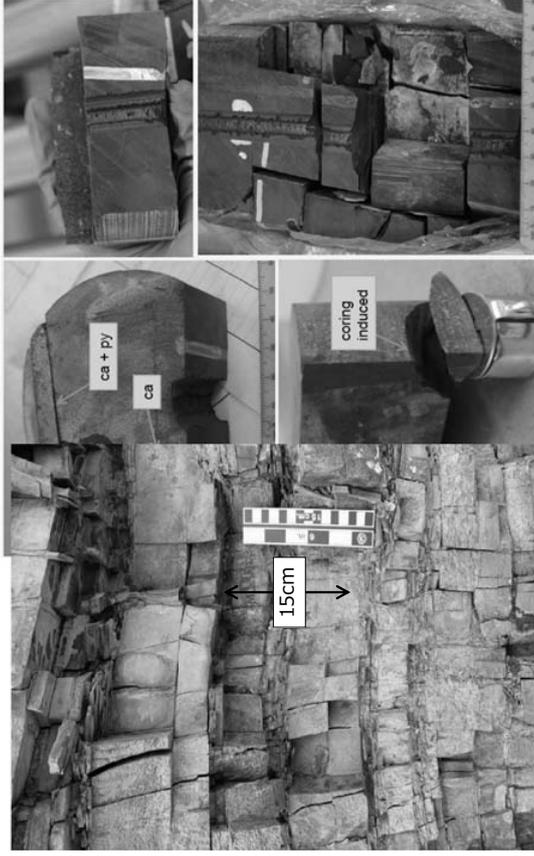
▶ 本日の内容

- シェールガス開発の新技術の全体像
- 北米シェールガス鉱区での水平坑井の掘削・仕上げ手法
- 坑井敷地の資機材配置とリグ・スライドの工夫
- 水圧破砕の手法と亀裂伸展分布の解析
- 北米シェールガス掘削現場の写真紹介 (2018年)
- 合計45スライド：講演60分
- 質疑応答：15分

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

1

▶ 某シェールガス鉱区のコアサンプル

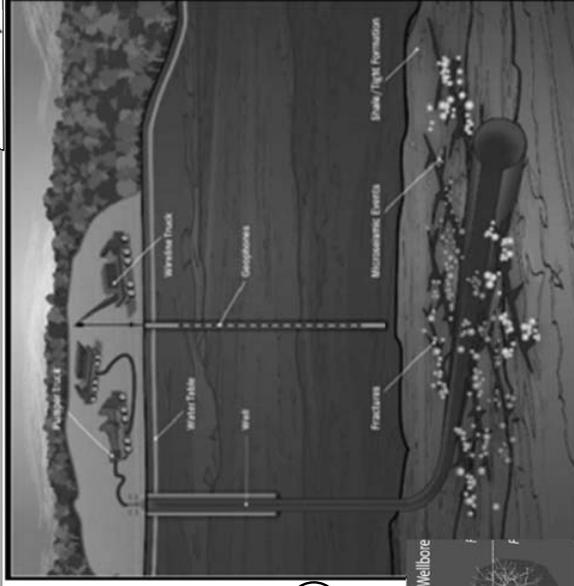
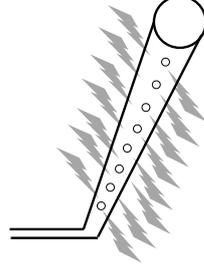


Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

2

▶ 水圧破砕 Hydraulic Fracturing (Fracking)

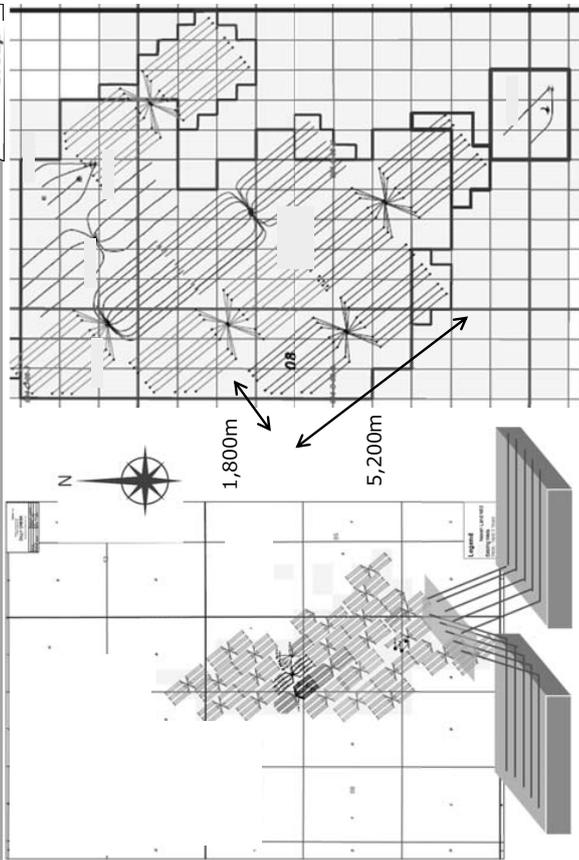
浸透性の低いシェール層に水圧破砕で水平坑井全長に人工亀裂を作り、油・天然ガス生産する。



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

3

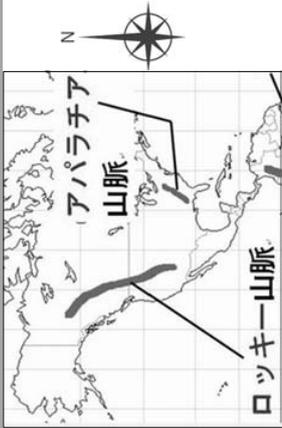
▶ 某シエールガス鉱区（鳥瞰図）



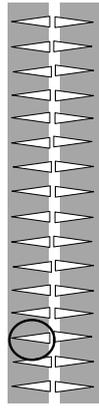
Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

4

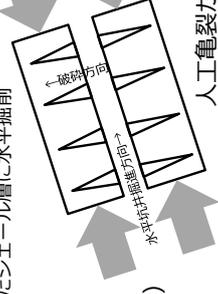
▶ 北米の地応力



坑井に高い水圧をかけて人工的に亀裂を作り、減圧後、自然の地応力で閉じないよう、硬い石粒（プロパント）を充填して、広げた流路を確保する。



水平に堆積したシエール層に水平掘削

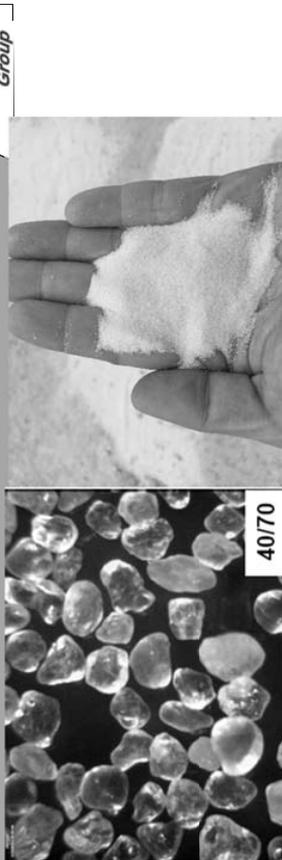


地応力（造山運動）
人工亀裂がふさがりにくい

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

5

▶ プロパント（ビーズ、石英粒、セラミック）



ホワイトサンド100 mesh

1ステージに200トン圧入

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

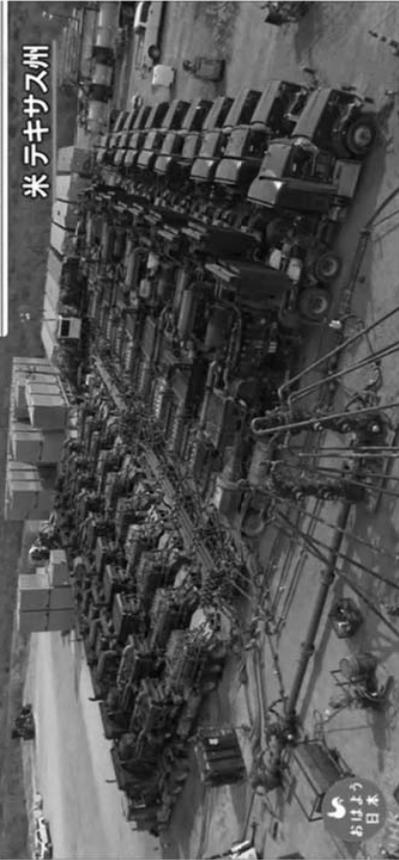
6

▶ 水圧破砕作業風景

2019年12月24日（火）NHKニュース「おはよう日本」で放映

好調
米原油「純輸出国」で
日本企業も進出本格化

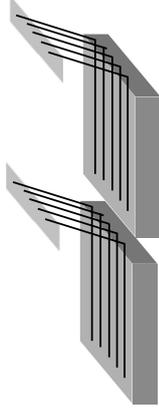
米テキサス州



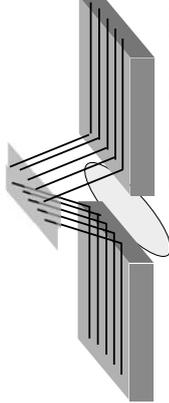
Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

7

▶ 北米森林地帯での坑跡の変遷

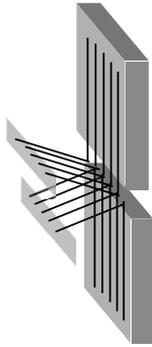
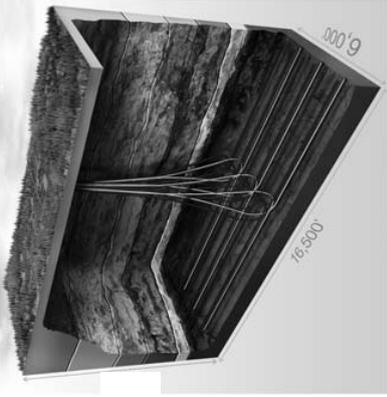


- 掘削敷地の集約 (パッド) :
- 森林伐採の最小化による環境へのインパクト低減
 - 地上生産施設の集約による開発費の低減

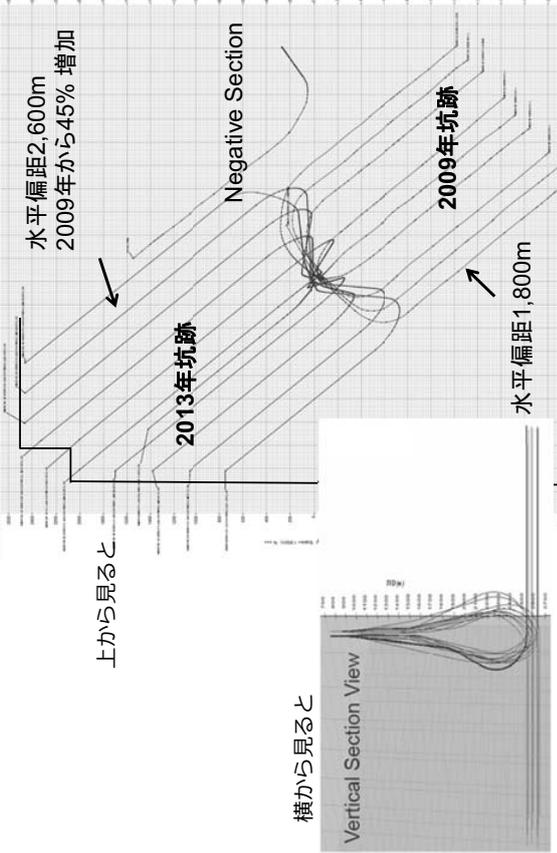


採り残し部分の解消

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

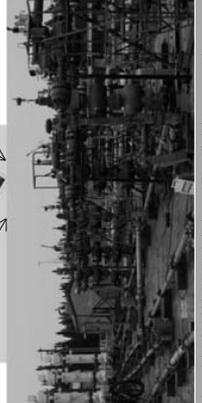
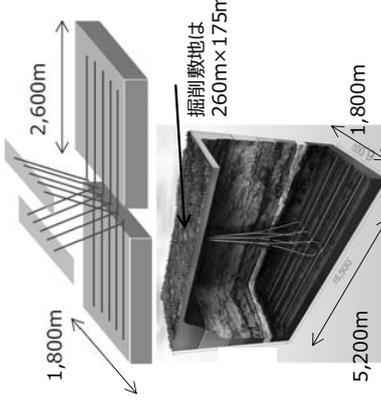


▶ 北米森林地帯での坑跡の変遷



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

▶ Pad Drilling, Batch Drilling



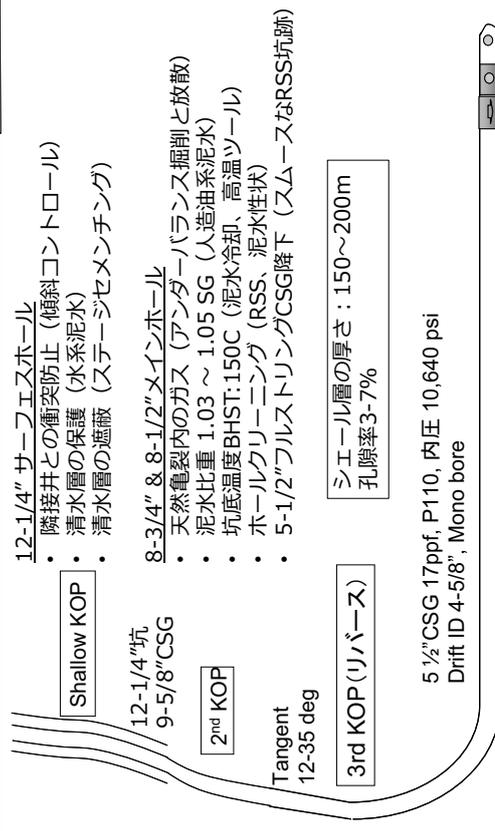
- バッチ掘削・仕上げ作業手順
- 12-1/4"サーフェスホールを20坑まとめて掘り、9-5/8"サーフェスCSGをまとめてセットしておく。
 - 水系泥水、掘削編成を変える必要なし
 - 9-5/8"CSG降下機材そのまま
 - 8-1/2"ビルドアップ&水平坑を20坑まとめて掘る。
 - 人造油系泥水に転換する。
 - 水平坑掘進編成
 - 5-1/2"CSG降下機材
 - 掘削リグ撤収後、高圧ポンプとコイルド・チュービングで水圧破碎作業をまとめて実施

バッチ作業の利点

- 作業員が同じバターン作業を繰り返すので学習効果が高まり、作業効率と安全性が向上
- パッド掘削の利点
- リグ搬出後、Xmasツリーは小さなエリアに20個まとまるので、地上配管(設備)も少なくて済み、生産管理、メンテナンスが容易。

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

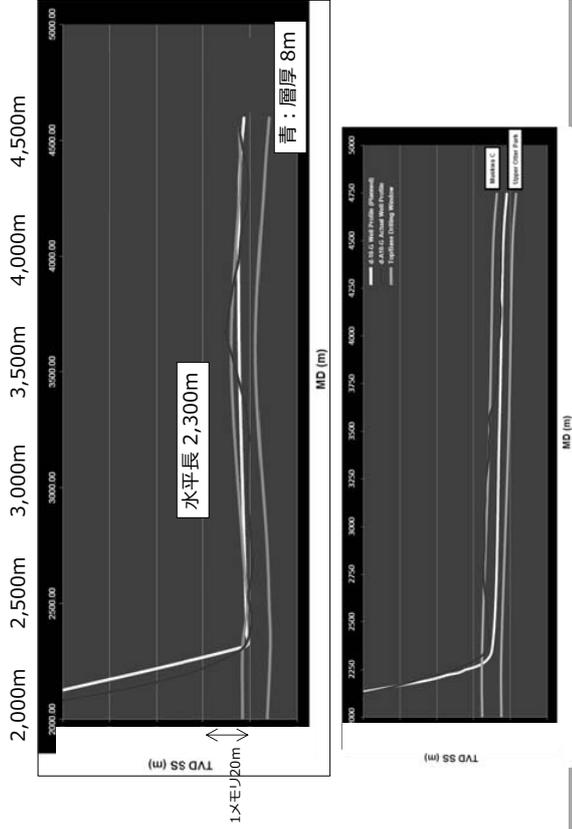
▶ 各ホールセクションの技術ポイント



10K Pressure Test against Landing Plug

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

▶ 某井の坑跡 (白: 計画、赤: 実績)



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

12

▶ 掘進日数 (例)

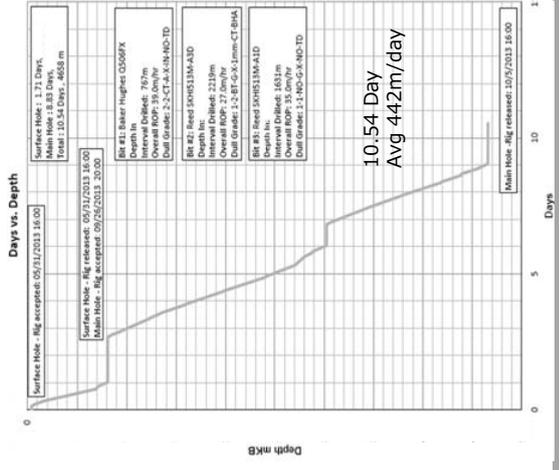
12-1/4" PDC Q506-FX
ROP 39m/hr
2-2-CT-A-X-IN-NO-TD

8-3/4" PDC 513
ROP 27m/hr

1-2-BT-G-X-1mm-CT-BHA

8-1/2" PDC 513
ROP 35m/hr

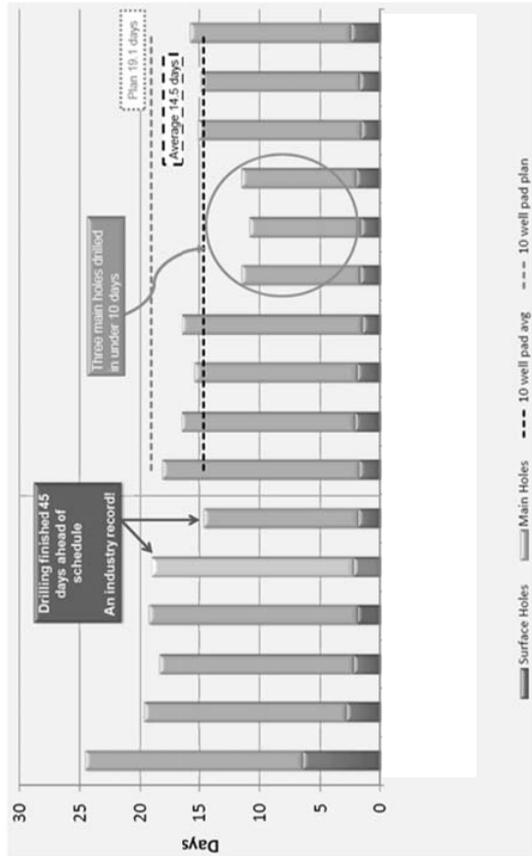
1-1-NO-G-X-NO-TD



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

13

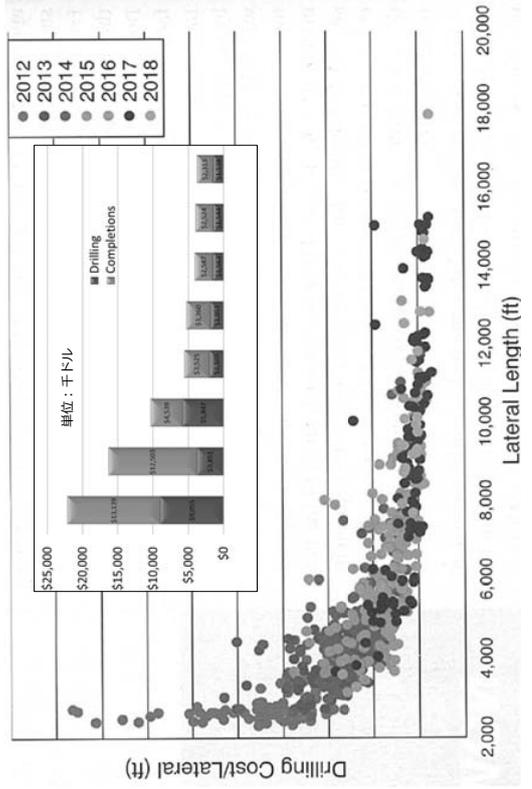
▶ 1坑あたりの掘進日数



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

14

▶ 掘削・仕上げコストの推移



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

15

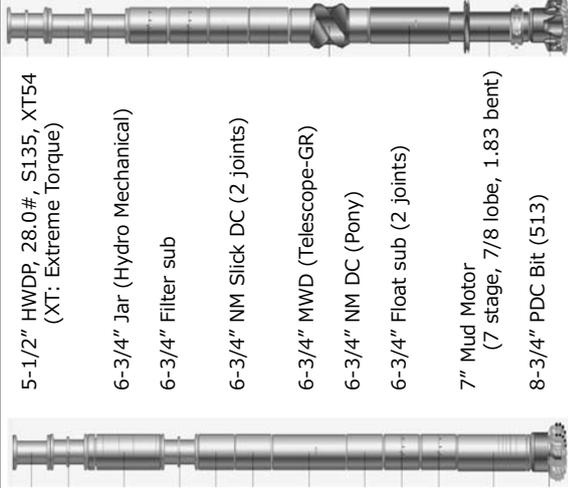
▶ **BHA 12-1/4"**



- 5-1/2" DP
- 6-3/4" DC
- 6-3/4" Jar (Hydro Mechanical)
- 6-3/4" DC
- 8" Shock Sub
- 8" NM DC
- 8" MWD (Telescope)
- 8" NM DC (Pony)
- 8" NM Float sub (Ported)
- 9-5/8" Mud Motor
(4 stage, 5/6 lobe, 1.5 bent)
- 12-1/4" Bit

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

▶ **BHA 8-3/4" & 8-1/2"**



- 5-1/2" HWDP, 28.0#, S135, XT54
(XT: Extreme Torque)
- 6-3/4" Jar (Hydro Mechanical)
- 6-3/4" Filter sub
- 6-3/4" NM Slick DC (2 joints)
- 6-3/4" MWD (Telescope-GR)
- 6-3/4" NM DC (Pony)
- 6-3/4" Float sub (2 joints)
- 7" Mud Motor
(7 stage, 7/8 lobe, 1.83 bent)
- 8-3/4" PDC Bit (513)
- 5-1/2" HWDP, 28.0#, S135, XT54
(垂直部)
- 5-1/2" DP, 25.5#, S135, XT54
(水平部)
- 6-3/4" Filter sub
- 6-3/4" NM Slick DC (2 joints)
- 6-1/2" Float sub
- 8-3/8" NM Stabilizer
- 6-3/4" MWD (Telescope-GR)
- 6-3/4" Rotary Steerable System
(SLB Power Drive X6 stabilized)
- 8-1/2" PDC Bit (513 or 613)

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

▶ **水平部のざく運搬方法**

Cuttings Thrown into
Turbulent Stream by
Viscous Coupling



Drill Pipe Rotation

Rotary Steerable System

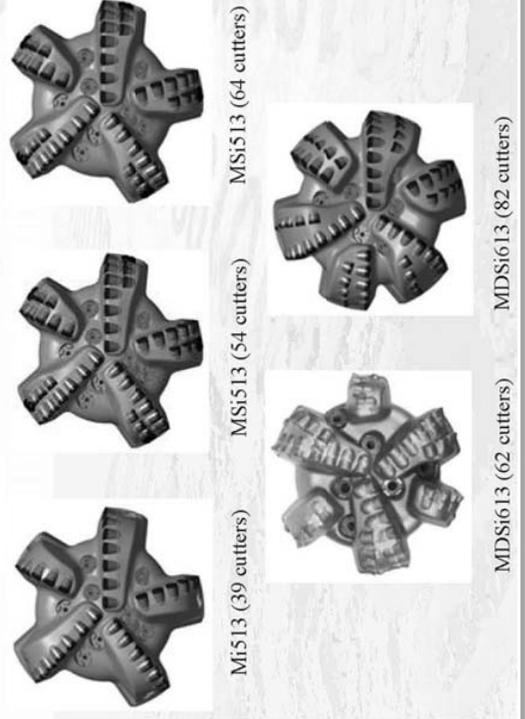
- ・スライディングモードをなくして、ざく運搬効率を上げる
- ・ビット加重を安定させて摩擦を防ぐ
- ・スムーズな坑跡でCSG降下やCSG内のツールのポンプダウンもスムーズ

ストリング160-180RPM
フローレート2,100 liter/min
泥水比重 1.03-1.05 SG
キルマッド 1.25-1.35 SG
坑底温度(BHST) 140-150 C

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

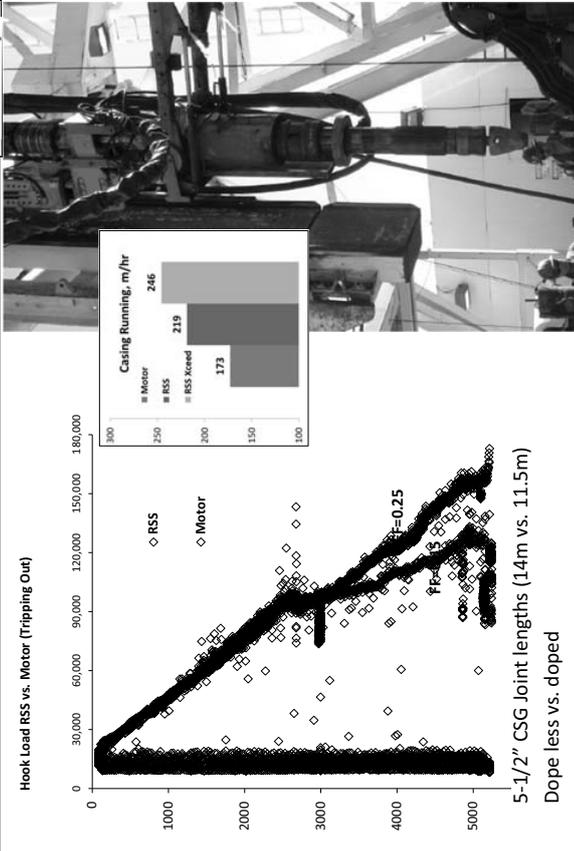
▶ **Bit Design Improvements**

8-3/4" PDC Bit Design Evolution



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

▶ Casing Running Speed 366m/hr



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

20

▶ 水平部のセメンチング (N₂ foamed Pozzolan)

水平セメンチングは窒素混合スラリーでポンディング改善 (CSGは動かさない)
 作液時1.75SGのスラリーを坑内送入時にポンプ袖口から液体窒素を混合し、水平坑内で気化 (発泡) して見かけ比重1.40SGとする。
 軽くすることで坑内上方への充填を容易にするわけではない。
 気体の混入によって低レートでもターバレントフローになりやすく、泥水との置換効率改善。
 セメント硬化待機中、窒素の自己圧力により地層流体の侵入 (ガスマイグレーション) を防ぐ。
 フルホールセメンチングで、地上にリターンしてきたスラリーの窒素は放散する必要あり。
 窒素セメントはスポンジ状態で時間経過とともに劣化するが、水圧破砕時だけアインレーションしていればよく、生産時はチャネリングしてステーション間で導通しても、問題視していない。

水平偏距 2,200~2,500m

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

21

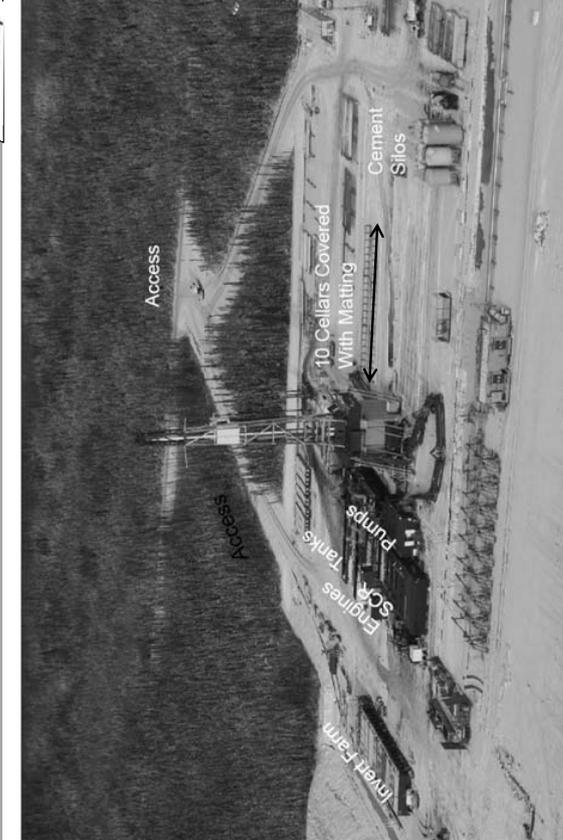
▶ セメンチング省略法 (エクスターナルCSGパッカー)

- 水平部はセメンチングせず、エクスターナルCSGパッカー23個をセット
- ヒール部でステーションツールにて上方だけをセメンチング
- 20カ所を穿孔し、水圧破砕

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

22

▶ 10 Well Pad



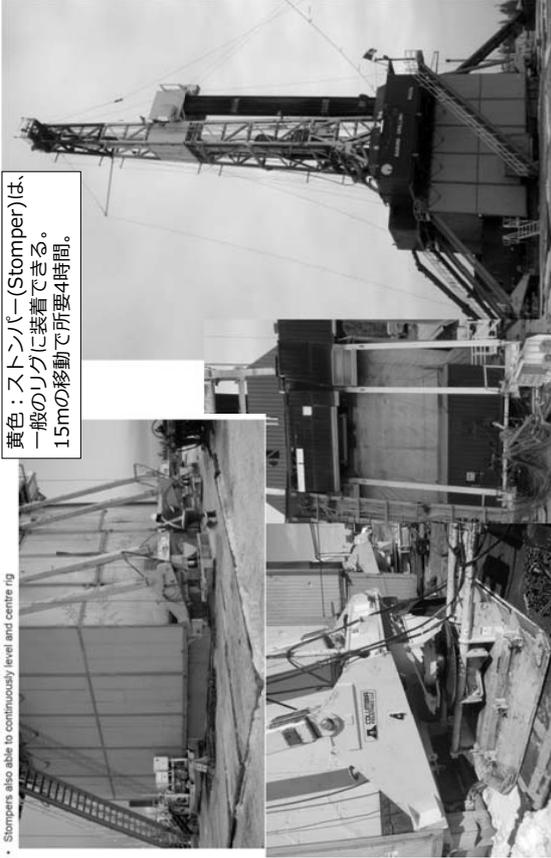
Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

23

▶ **リグ・スライド**

- Stompers for Walking – move Rig in any direction with 5,000 t of pipe standing in the
- Stompers also able to continuously level and centre rig

黄色：ストンパー(Stomper)は、一般のリグに装着できる。15mの移動で所要4時間。



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

24

▶ **60秒ビデオ：リグ・ウォーキングシステム**

着目点
5,000m 掘管スタンドバックしたまま



着目点
泥水リターン
ライン

着目点
尺取虫式ジャッキ

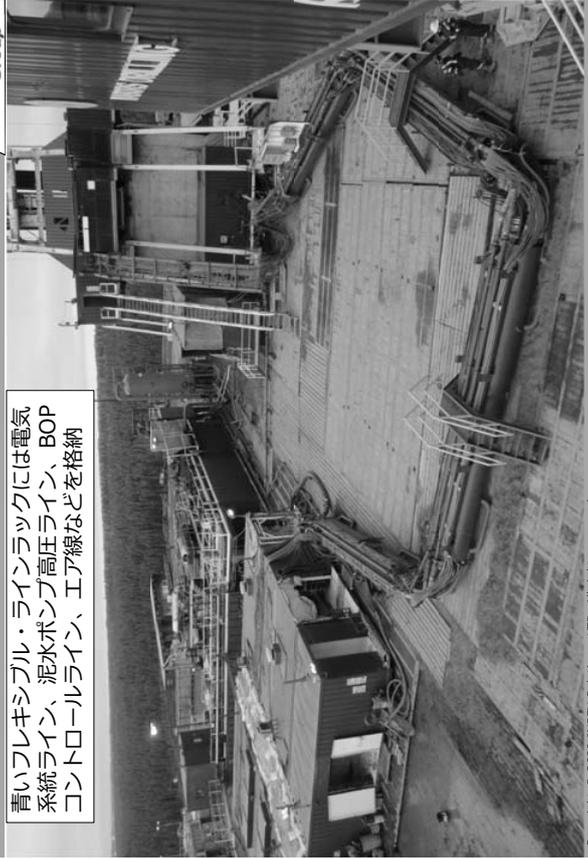
YouTube: Walking Rig Demonstration

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

25

▶ **リグ・スライド**

青いフレキシブル・ラインラックには電気系統ライン、泥水ポンプ高圧ライン、BOPコントロールライン、エア線などを格納

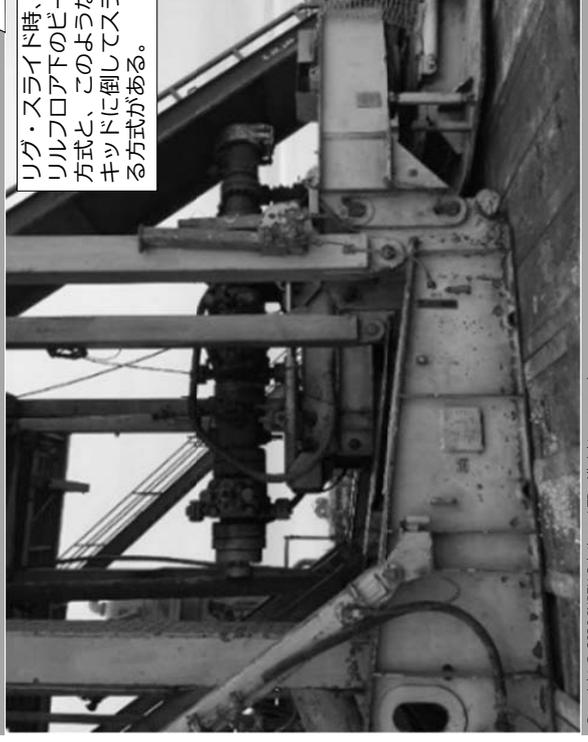


Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

26

▶ **油圧可倒式クイックジョイントBOPスタック**

リグ・スライド時、BOPはドリルフロア下のビームに吊る方式と、このような可動スキッドに倒してスライドさせる方式がある。



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

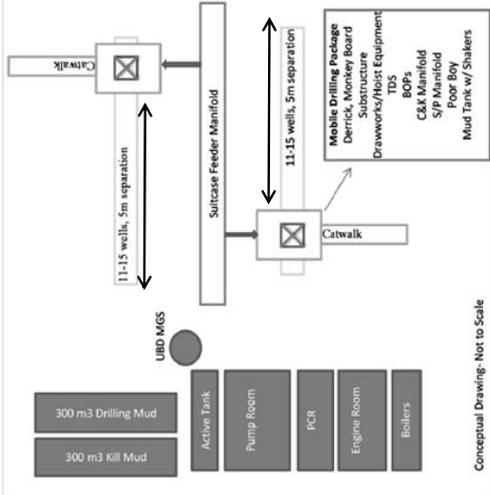
27

▶ 最小限の敷地(Pad)を有効活用 (Pad Drilling)

10坑井×2列=20坑井パッド



▶ 2リグ交互掘削 (クルー分業)



Conceptual Drawing- Not to Scale

片方のリグが掘進している間に、別のリグで非掘進作業を実施すれば、技術サービス要員が1クルーで使いまわせる。

- CSG降下
- セメンチング
- リグ・スライド
- BOPテスト

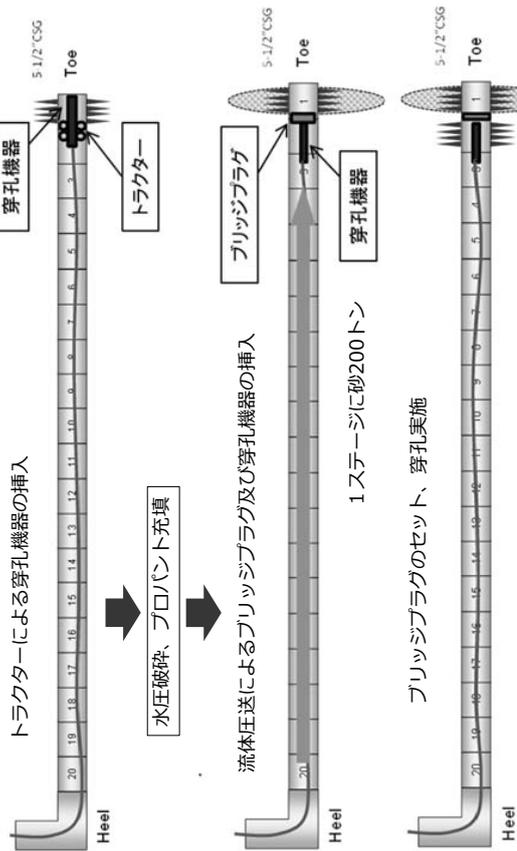


▶ 水圧破砕&プロパント充填作業



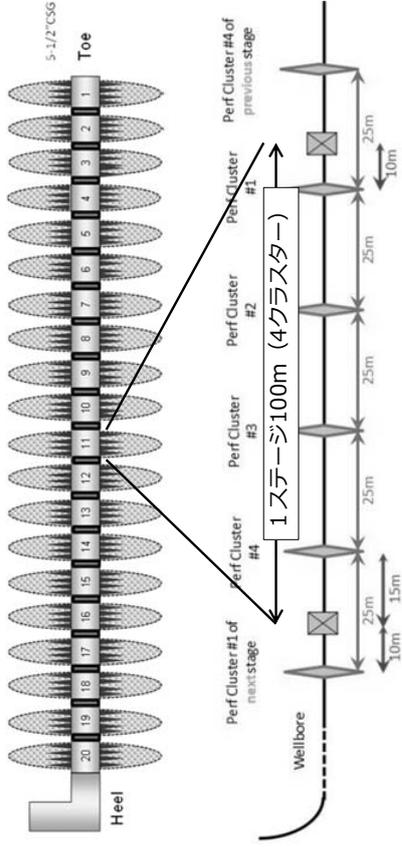
近隣鉱山で石英砂の埋蔵量約1,500万トン (4,000坑分、200パッド)

▶ 多段階水圧破砕作業の手順



▶ 多段階水圧破砕作業の手順

全ステージ水圧破砕終了時の模式図 (プラグ切削前)



1ステージあたりの圧入量：ゲル 2,300m³+ 砂200トン

作業スピード例：水圧破砕=7ステージ/day

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

32

▶ プロバント (Frac Sand)



el (With Proppant)
ked)

JPT
JOURNAL OF PETROLEUM TECHNOLOGY

Shale's Big Sand Switch

フラック流体 (ゲル)



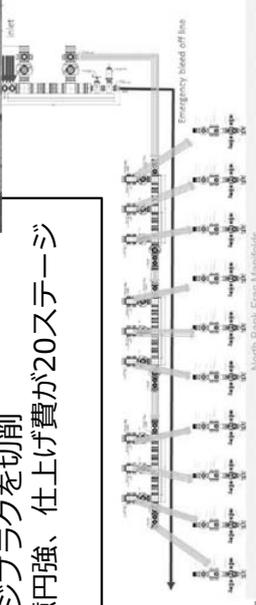
出典：
Journal of Petroleum Technology 誌
2019年2月号表紙

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

33

▶ 水圧破砕作業

- 20坑まとめて水圧破砕 (リダなし)
- 1坑井20~25ステージ、1ステージ=100m
- 穿孔→水圧破砕→砂充填→ブリッジプラグ
- 20坑で2~3ヶ月
- 所要水100万m³ (20坑×25ステージ×2,000m³)
- 水圧破砕ポンプ20基+予備4基
- ポンプレート20,000 ltr/min at 9,000 psi
- 20坑の水圧破砕を終了後、まとめてブリッジプラグを切削
- 掘削費が1坑2億円強、仕上げ費が20ステージで5億円前後



Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

34

▶ Coiled Tubingによるプラグ切削作業



1坑20個ブリッジプラグ切削に3日程度。これを20坑井連続で行う (約60日間)

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

35

▶ プラグ切替時間の節約(Big Bore Frac Plugs)

Big Bore Frac Plugはワイヤラインで降下し、ポンピングで押し込み、電気信号でセットする。
 水圧破碎後、所定の時間になるとボールは坑内流体で化学的に溶解・消滅する。
 溶解後の有効内径は、ガス生産時、および生産レート減退後のTBG降下による人工採
 カス時も邪魔にならない。



長所：生産前にプラグを切削する必要がない。

短所：ボール投入後、水圧破碎ポンプが故障等して、時間が経過したら、プラグが溶解してしまい、水圧をかけられない。
 スリーブ内径が少し狭いので、生産中、砂がつまる恐れあり。



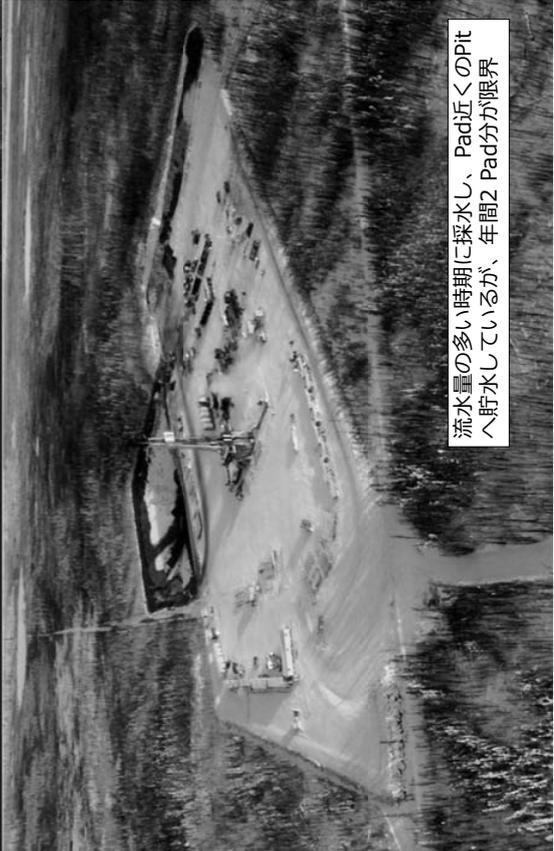
▶ (背景) 北米辺境の自然環境



敷地造成は土壌の安定した夏季に実施

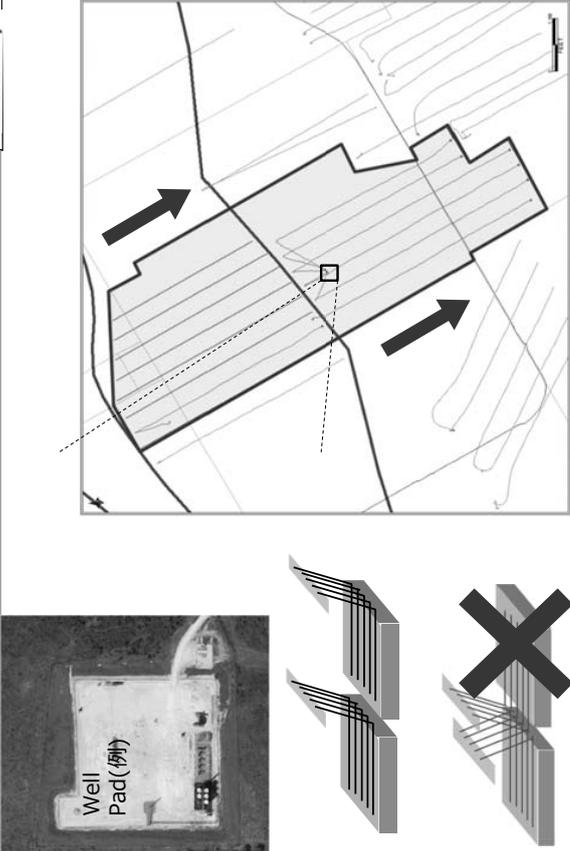
資機材運搬は凍結河川をトラックで横断可能。

▶ 坑井道路、敷地、廃水ピット (森林伐採)



流水量の多い時期に採水し、Pad近くのPitへ貯水しているが、年間2 Pad分が限界

▶ テキサス州での例



▶ テキサス州での例 (2018年)



Walking Rig
1500HP



Drill
Floor



Cyber
Chair



Mud Pump x 2

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

40

▶ テキサス州での例

Perforating Operation



Frac Tree / Lubricator
Frac Pump x 22



Proppant Silo



Proppant : White Sand
100 mesh



Run Tubing



Workover Rig

Mixing System

Run Production Tubing

Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

41

▶ (ご紹介) インベックスソリューションズ株式会社

日本最大の石油・天然ガス開発企業である国際石油開発帝石（株）の100%子会社
(設立：2019年1月4日)

INPEXの長年に亘るこれまでの事業で得られたノウハウや知見を集約するべく、INPEXグループ内に分散した人的リソースを当社に集中させ、情報の分析と技術的知見の集積に努め、グループ外の皆様に対しても知の発信（アドバイス、コンサルテーション等）、さらには皆様とのコラボレーションを通じて、日本のエネルギー供給に貢献するシンクタンク的企業を目指しております。

対象：石油・天然ガス、再生可能エネルギー、電気・熱・水の供給
人的リソース

- 石油・天然ガス開発技術（地質、地球物理・探査、油層、掘削、生産、施設等）
- 環境カウンセリング、HSE管理
- フィールド管理・開発技術、ロジスティクス、プロジェクト管理、事業戦略



当社ウェブサイトの「ご相談・お問い合わせ」からお問い合わせください。

「インベックスソリューションズ」で検索

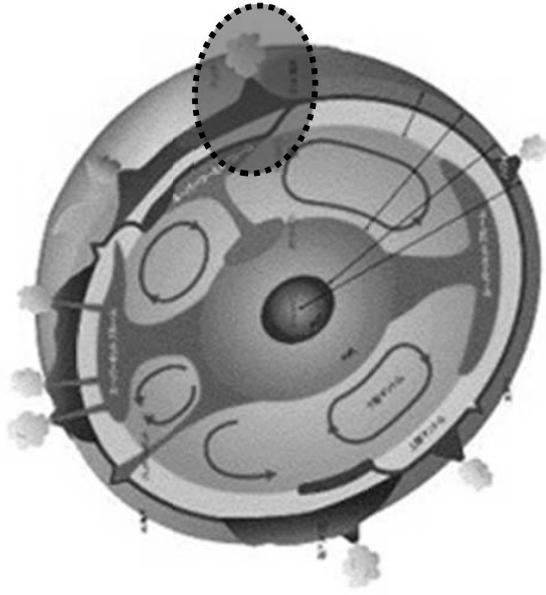
Copyright © 2020 INPEX Solutions, LTD. All rights reserved.

42

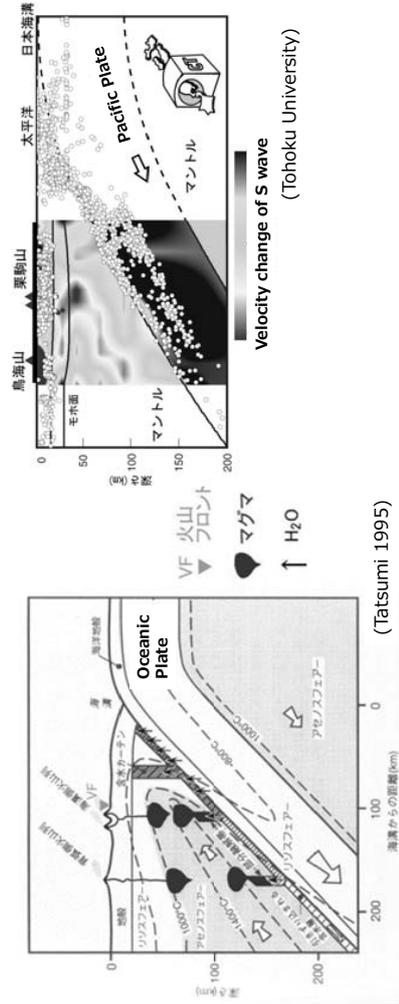
革新的地熱発電「超臨界地熱発電」関連研究の概要

国立研究開発法人産業技術総合研究所
 福島再生可能エネルギー研究所
 再生可能エネルギー研究センター
 総括研究主幹 (兼) 地熱チーム チーム長 浅沼 宏

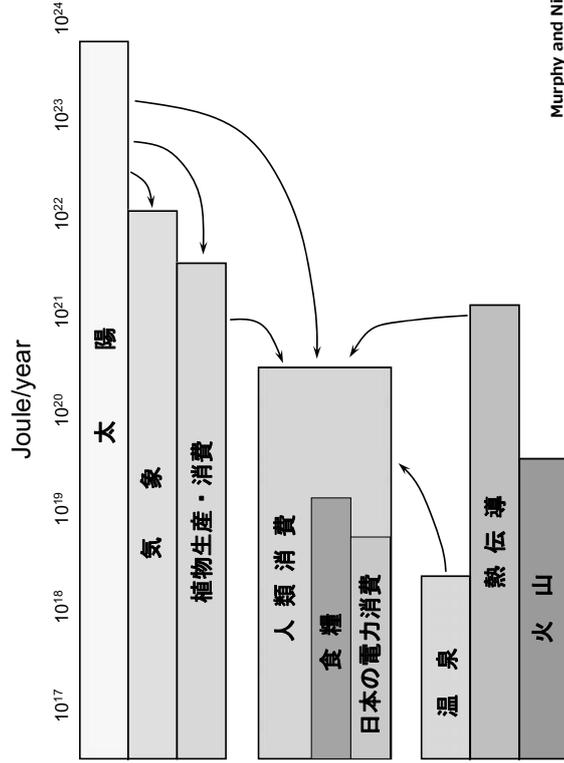
我が国の地熱資源の起源



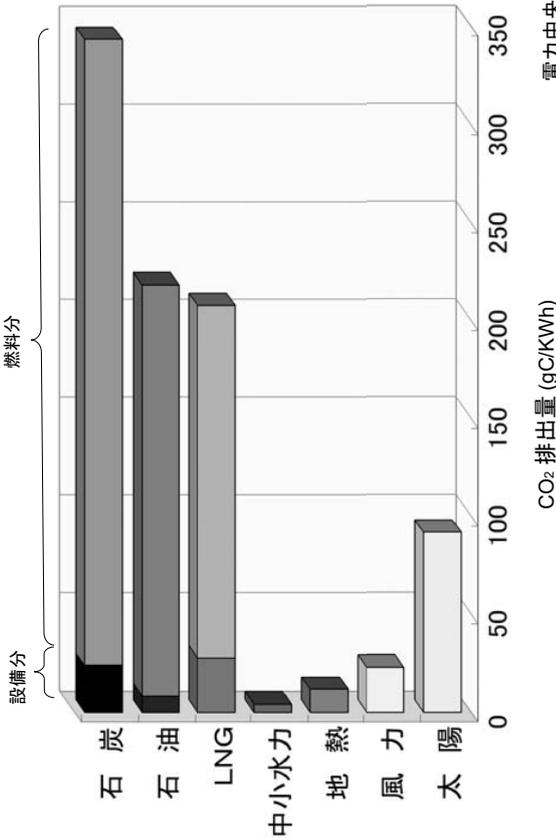
我が国の地熱資源の起源



地熱エネルギーの特徴

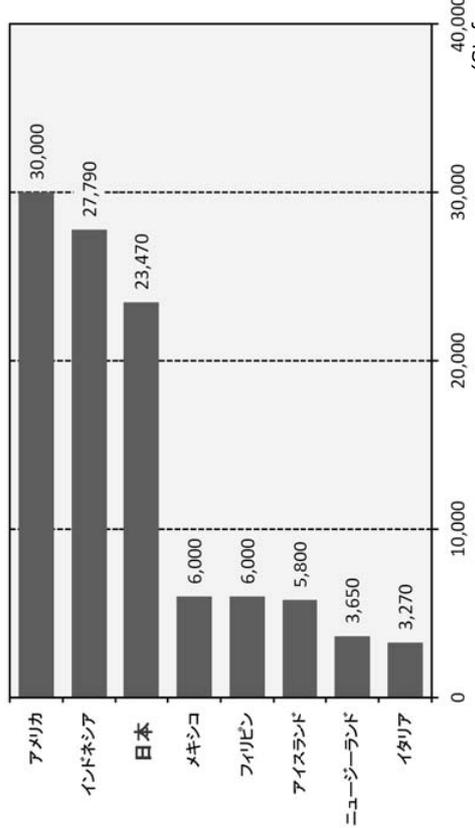


地熱エネルギーの特徴

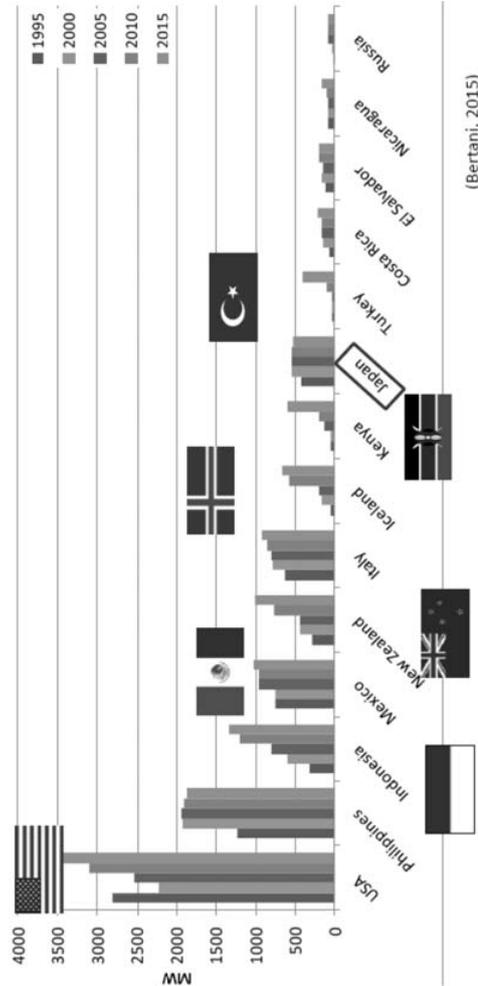


地熱資源量

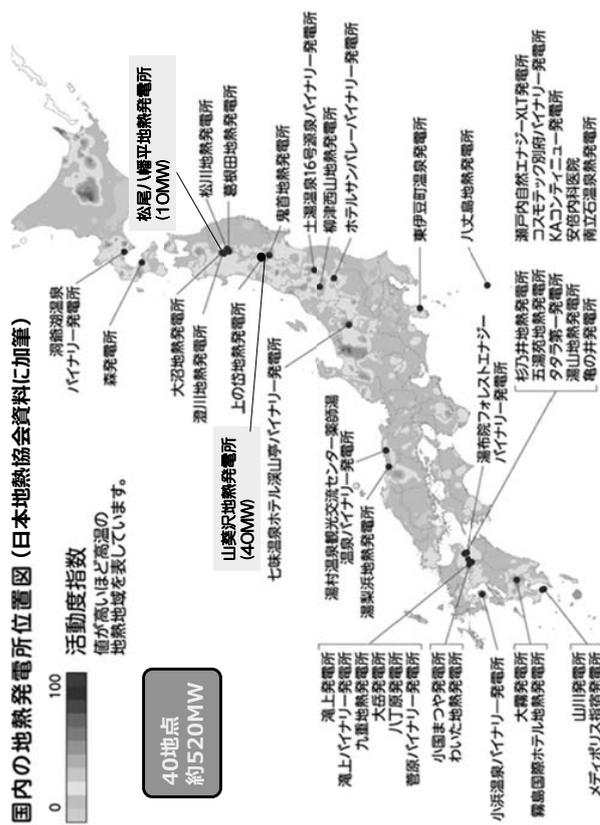
世界の地熱資源量(天然熱水型) [MW]



各国の地熱発電容量



国内の地熱発電所位置図(日本地熱協会資料に加筆)



超臨界地熱研究開発 (FREA関連) の主なパートナー

Funding Agency



National Inst.



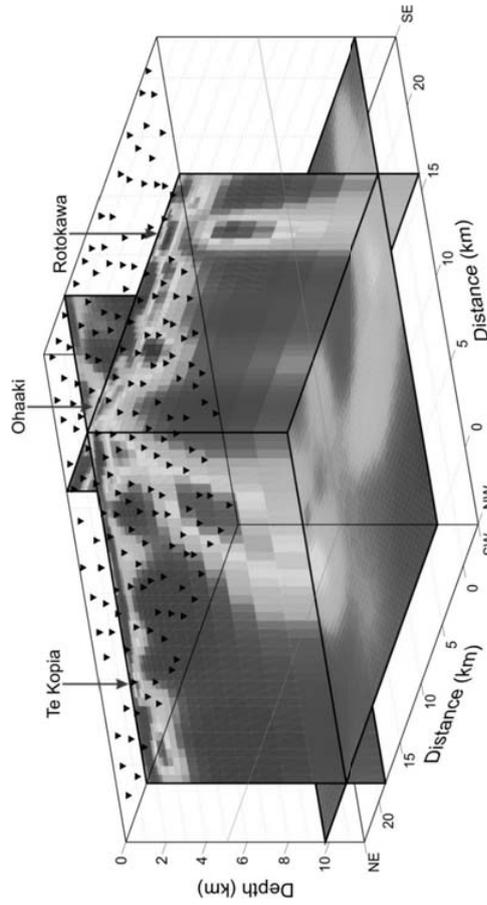
University/Public Inst.



Industry

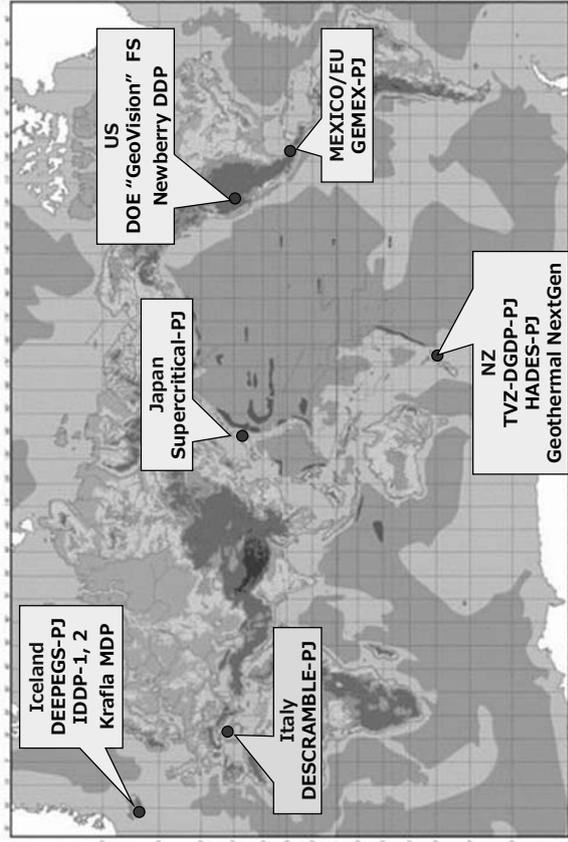


自然電磁波を用いた比抵抗分布探査結果 (ニュージーランドの例)

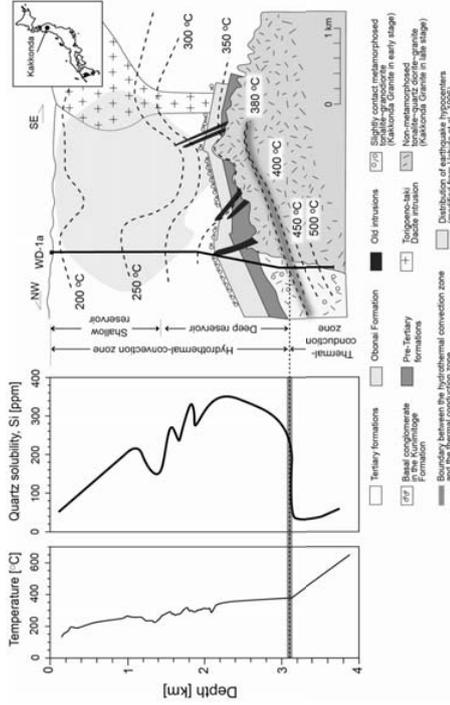


Bertrand et al., 2015

世界の超高温地熱開発PJ



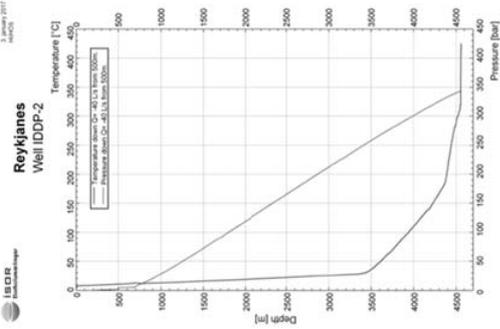
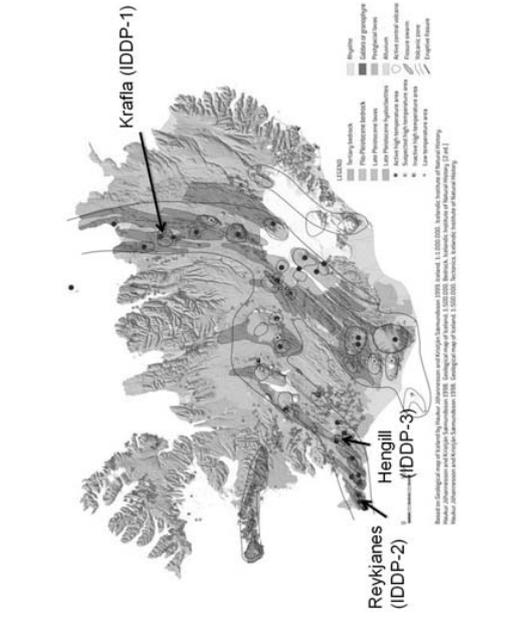
シリカの溶解度



貫入岩体内の超臨界から亜臨界へ遷移する部分でシリカが大量に沈積し、上部の熱水系と水理学的に分離している可能性大

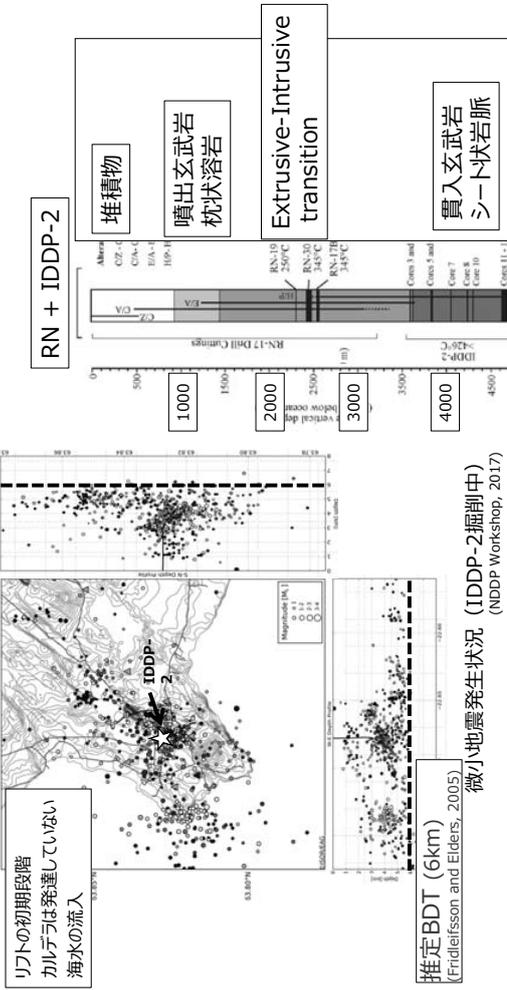
Reykjanes, Iceland

アイスランドIDDP



Data from HS-Orka

詳細位置 IDDP-2



推定BDT (6km) (Fridleifsson and Elders, 2005)

微小地震発生状況 (IDDP-2掘削中) (NDDP Workshop, 2017)

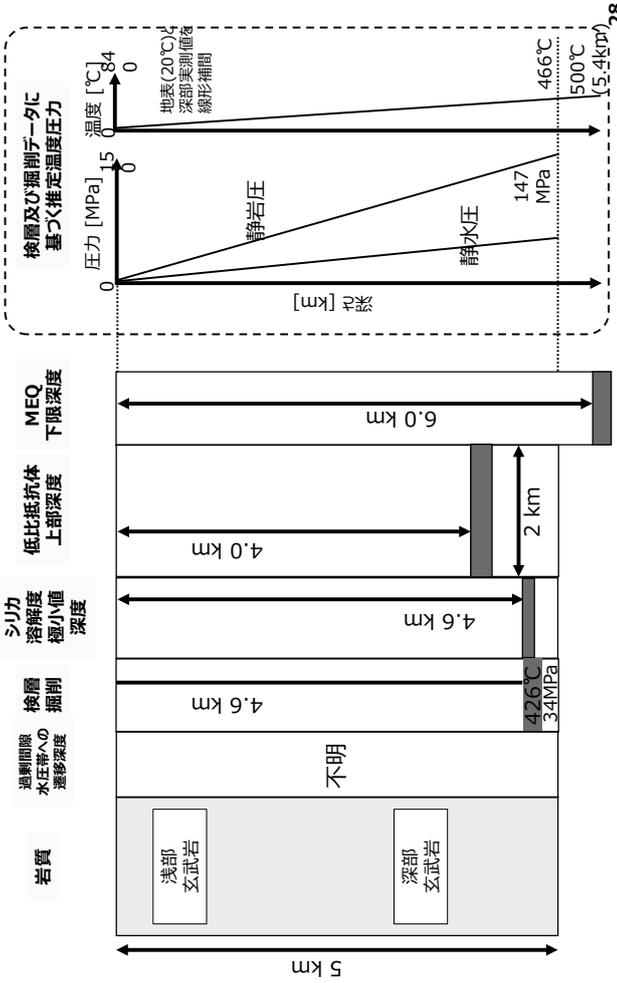
Fridleifsson et al. (in press)

426°C, 34 MPa at 4659 m

(Jan 25, 2017 after 6 days of heating)

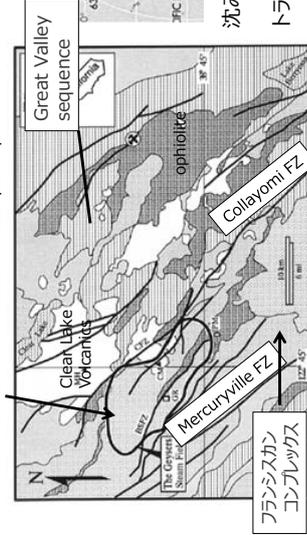
海水の臨界点 (406 °C, 29.8 MPa) 以上

各種データ



The Geysers, USA

右横ずれ断層のpull-apart basin

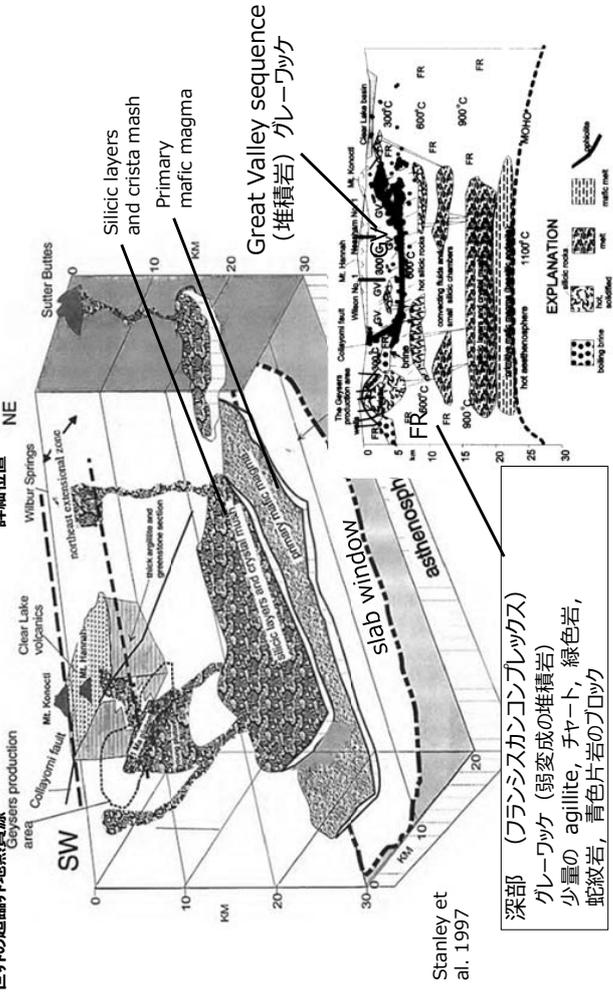


沈み込み帯 (アラロンプレート→北米プレート)

トランスフォーム断層 (サンアンドレス断層)
太平洋プレート北米プレート

ジュラ紀-白亜紀の付加帯 (フランシスカンコンプレックス) とオフィオライト, 浅部の堆積層に対して, 新第三紀の深成岩の貫入

(クリアレイク火山岩類に関連)

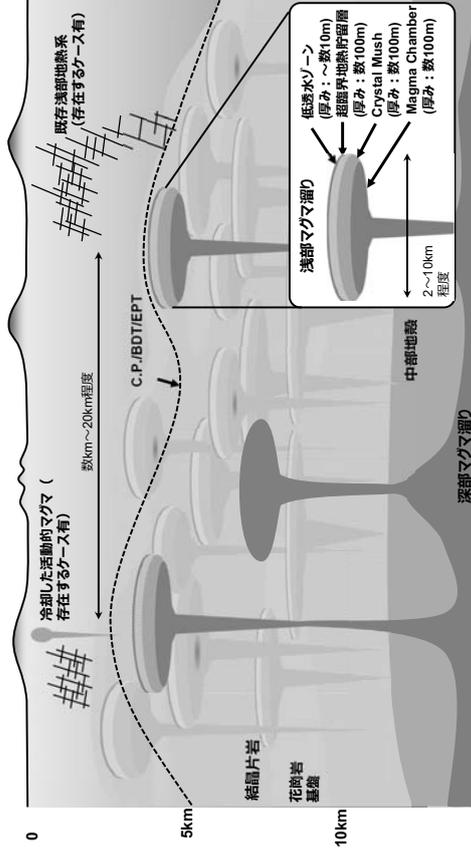


深部 (フランシスカンコンプレックス)
グレーワック (弱変成の堆積岩)
少量の agillite, チャート, 緑色岩,
蛇紋岩, 青色片岩のブロック

Stanley et al. 1997

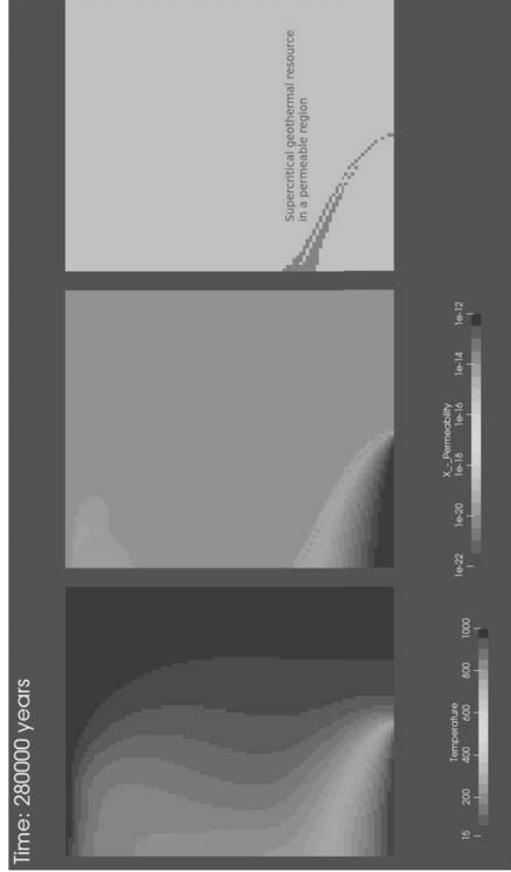
重要研究開発項目 (その1)

超臨界地熱系暫定モデル



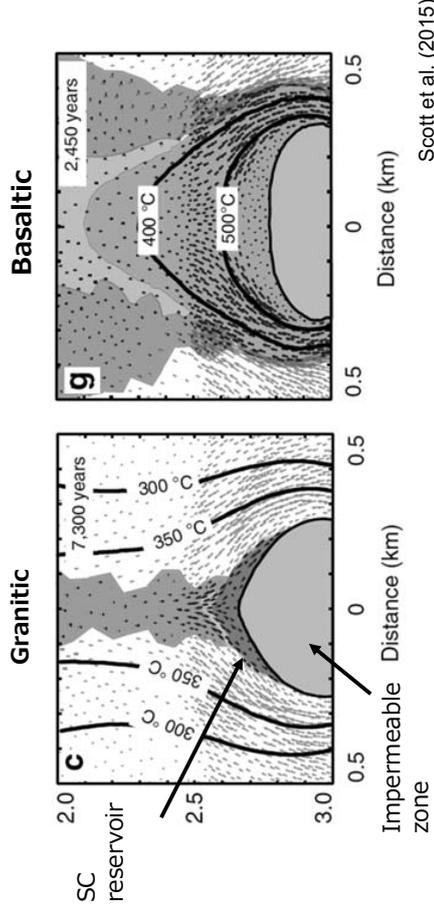
Watanabe (AIST)

- Naturally created supercritical reservoir can be used for power generation.
- Fracture mechanics based on EPT concept.



Scott et al. (2015, Nature)

- Size of naturally created supercritical reservoir is small in granite.
- Fracture mechanics based on BDT concept.



まとめ

超臨界地熱発電：フレートの沈み込みに起源する高温地熱資源を用いた大規模発電

- * 大量のエネルギー (数10GW以上, 温暖化ガス排出量削減効果)
- * 島弧固有の地下条件 (開発可能な深度, 広範な資源分布)
- * 需要地近傍での発電可能性
- * 台成形成 (温泉との共生)

- * 多くの未解明点 (資源の存在形態・規模, 地熱システムの挙動等)
- * 既存技術の限界を大きく超えた超過酷環境 (温度, 腐食性等)
- * 環境影響の低減 (腐食性流体, 誘発地震)



2040~50年の実用化を目標にしたチャレンジ

- All Japanでの体制構築
- 人材育成
- 新産業の導出
- 関係諸国間での知識と技術基盤の共有
- 我が国の国際的リーダーシップ

謝辞

本発表で示した成果の一部は、以下のプロジェクトの一環として実施した。

- 経済産業省 革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業「超臨界地熱資源による革新的発電のための坑内機器基礎技術・素材の開発」
 - NEDO「地熱発電技術研究開発／地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発／天然・人工地熱システムを利用した超臨界地熱発電の発電量、経済性および安全性に関する詳細検討」
 - NEDO「超臨界地熱発電技術研究開発／超臨界地熱資源の評価と調査井仕様の詳細設計／東日本・九州地域における超臨界地熱資源有望地域の調査と抽熱可能量の推定」
 - NEDO「超臨界地熱発電技術研究開発／調査井の資材（ケーシング材及びセメント材）等の開発／超臨界地熱発電に必要な坑井及び地上設備仕様の調査・検討」
 - NEDO「超臨界地熱発電技術研究開発／超臨界地熱貯留層のモデリング技術手法開発／水圧・減圧破碎による人工超臨界地熱貯留層造成に関する研究」
- 関係各位に謝意を表す。

一般講演

地盤情報の検定の実施内容	……………	23
	北海道土質試験協同組合 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	……………	27
	株式会社レアックス 営業部 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	
弟子屈町における温泉給湯事業およびバイナリー発電事業推進調査について ～北海道エネルギー地産地消事業化モデル支援事業を活用した地熱利用検討～	……………	37
	弟子屈町役場 観光商工課 課長補佐 江口 将之 石油資源開発株式会社 新規事業支援室 藪田 明野 同 技術本部 評価技術部 部長付 品田 正一	
ニセコ地域における地熱資源調査	……………	43
	北海道立総合研究機構 地質研究所 主査 田村 慎	

検定について（必要なもの）

- 検定データ（最終成果品）
ボーリング柱状図（BED, BRG）、土質試験一覧表（STB）



- DATA BED.XML, BED400.DTD
- LOG BRG.PDF
- TEST STB.PDF, STB.XML, ST0400.DTD

- 特記仕様書
数量がわかるもの（発注者が了承している数量表）

- 詳細な調査位置図（平面図）
ほどほどの縮尺で各調査位置の位置関係がわかるもの
道筋や河川、ランドマーク等から位置が読み取れるもの

検定工期は基本的に2週間、差戻しの状況で
さらに工期がかかる可能性あり

検定申込み手順は下記URLまで

https://ngic.or.jp/exami_flow/

フォーマット	ファイル名	備考
DATA	BED.XML, BED400.DTD	ボーリング調査位置図（平面図） ボーリング調査位置図（平面図） ボーリング調査位置図（平面図）
LOG	BRG.PDF	ボーリング調査位置図（平面図） ボーリング調査位置図（平面図） ボーリング調査位置図（平面図）
TEST	STB.PDF, STB.XML, ST0400.DTD	土質試験一覧表（STB） 土質試験一覧表（STB） 土質試験一覧表（STB）

検定について（チェック内容）

国土交通省のチェックシートとは別物

サーバー登録するうえでの最低限のチェック、柱状図確認は目視が主
全角かな、半角英数、**組み文字、環境依存文字の使用禁止**〔m、ℓ、Ⅰ、Ⅳ〕

使用文字

基本情報

- 会社名・・・支店名等あってもなくてもOK
- 発注者名・・・フルネームで、たとえば
国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 厚真川水系土砂災害復旧事務所
- ボーリング責任者が地質調査技士の場合・・・資格番号と有効期限

位置情報

詳細位置図とBED.XMLから掘削位置の地図上チェック

位置図の等高線や地形でBED.XMLに入力された緯度・経度・標高を確認
イメージが異なる場合、確認のため差戻しになる可能性あり

検定について（チェック内容）

測量情報

経緯度、取得方法、読取精度、測地系、標高がBEDとSTB間で差異がないこと
近傍で数か所行っているときの上記の情報

標題情報

公開フラグと理由
ボーリング責任者が地質調査技士の場合・・・資格番号と有効期限
ボーリング総数と連番
テクリスコード・・・入力された発注者名とコード番号で表示される発注者名の照合

試験情報

ボーリング孔内で行われた原位置試験の深度と試験結果・・・変形係数や透水係数など
BED.XMLで記入確認
実施している土質試験結果の記入確認・・・軸試験のひずみや粒度試験のD50, D10を含む
STB.XMLで記入確認

検定について（検定システム）

入力された位置情報の確認

柱状図の位置情報から地図上に調査位置を表示
添付された位置図・平面図と比較

地理院地図のデータよりT.P.標高を検索照合

検定について (検定システム)

最後に

1. 検定に関するQ&Aについて
お問い合わせの多い事項に関して、センターのホームページ上に「Q&A」を掲載しております。
2. 「検定の期間」について
繁忙期に入り、検定の期間に関するご質問が多くなっております。
検定受付から検定完了までの期間は、基本的に2週間としております。
ただし、訂正や掲載事項が多い場合は、一度で終了せず二度三度繰返す場合もありますので、この限りではありません。
是非、「検定前の準備」で、検定対象となる地盤情報を自主的に手チェックしてください。
当センターでは、電子納品支援サイト「検定データの事前チェック」でチェック用の無料ソフトを公開しておりますのでご利用下さい。
また、繁忙期（年度末等）については、検定申込が殺到することが予想されます。
作業期間が2週間以上かかる場合がありますことを、予めご承知おきください。
3. 検定部からのお願い
検定する際に必ず必要となる報告書等に収録されているボーリング位置図（平面図）を必ず送付して下さい。
4. 検定終了後の地盤情報の一部差し替えや修正の依頼について
オリジナルデータを改変する作業が発生するため、原則「再検定」していただくこととなりますので、ご注意ください。特に多いミス：標高値など

検定受付時と検定時に頻繁に判明するミスの事例

事例	事例の概要
1. ファイル構成ミス	提出時に指定されたファイルの構成が指定されていないと認められます。
2. 異なる名称のファイル	提出名、提出番号、提出者、提出日、提出時刻が一致しない。(注：提出時刻は「機内」)
3. 提出ファイルの容量不足	提出ファイルの容量が指定された容量より少ない場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
4. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
5. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
6. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
7. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
8. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
9. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
10. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
11. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
12. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
13. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
14. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
15. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
16. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
17. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
18. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。
19. 提出ファイルの容量超過	提出ファイルの容量が指定された容量より多い場合があります。また、提出時刻が一致しない場合があります。提出時刻が一致しない場合は、提出時刻が一致しない場合があります。



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 鈴木利典

アーストラストエンジニアリング株式会社 出口千裕



EARTH TRUST
ENGINEERING

Contents

発題内容

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

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)	

3

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

4,061m



ラパス県
3650m

オルロ県
3730m

富士山
3776m

チュキサカ県
2810m

4,000m

3,000m

サンタクルス県
300m

4

開発課題の現状

- 事業実施国の政治・経済の概況
国民の60%以上が貧困層。南米で最も所得水準の低い国の一つ。
- 開発課題
「安全な水にアクセスできる人口」は全国で83%（2015年）
人口2,000人未満の村落部では66%（2015年）
地方部での整備が不足している。
- 2016年大規模な干ばつが発生、深刻な水不足が起こっている。**
日本の援助（課題解決）
1988年以降の無償資金協力により井戸の掘削に係る機材供与と技術移転を実施。これまで、2000本の井戸を掘削。
その約40%が10年経過した井戸で**水量が減少している。**

5

SDGs 水不足解消の取り組み

6 安全な水とトイレを世界中に
すべての人が、安全な水ときれいな環境を得られるようにします。

【シェアックスの取り組み】

自社技術で、開発途上国における水不足問題に対する取り組みを支援します。



中小企業・SDGsビジネス支援事業：
効果的な診断・改修による長寿命化事業

- ① 案件化調査
- ② 普及・実証事業

【実施体制】

提案企業	シェアックス	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

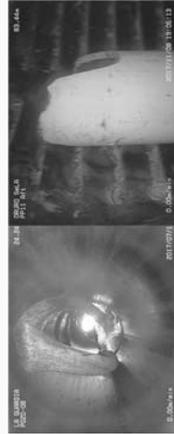
6

ボリビアの課題-1

井戸等の施設が適切に管理されていない

維持管理体制がなく、井戸内にごみが捨てられている。

⇒ 井戸の不稼働、水質汚染の原因



井戸内の落下物

飲料水が不足している

井戸から水が出なくなると、すぐ横に井戸を掘るといった「使い捨て」が繰り返されている。

⇒ 井戸機能回復の可能性を検証していない

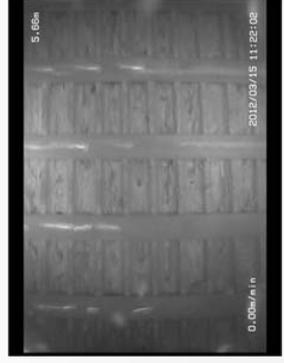


ボリビアの課題-2

飲料水が不足している

スクリーニングが、砂・錆・水垢などで目詰まりをおこし、水量が減っている。

⇒ 問題を解消するメンテナンスが行われていない



7

8

提案製品井戸カメラの技術的な特徴

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



- 300mワインチ & コントローラ



- 深度カウンタ



- 録画装置



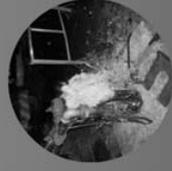
1. 側方カメラは360度回転で全周観察可能。
2. カメラは前方・側方の観察可能。
3. フォーカス調整機能で内部の詳細を観察できる。
4. ケーブルはノイズに強いツイステッドペアを採用、鮮明な画像を提供。

9

井戸診断～改修作業の流れ



井戸カメラによる
診断



改修作業
(洗浄)



改修効果
の確認



揚水量の
確認

10

事業の目的

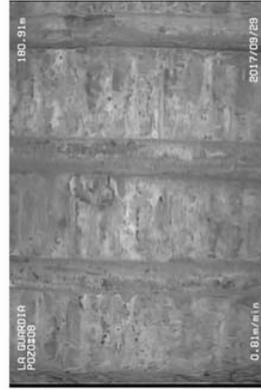
井戸カメラを使った診断、改修の実施と技術移転により、
井戸機能回復により既存井戸の長寿命化
水資源の有効利用の実現！



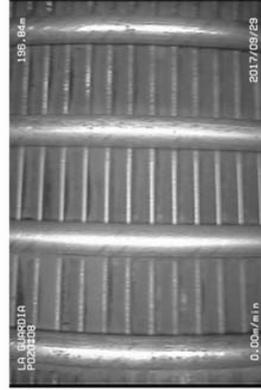
11

井戸内観察画像-1 洗浄前後の比較

- 洗浄前



- 洗浄後



目詰まりしているスクリーン

洗浄により目詰まりが解消

12

井戸内観察画像-2



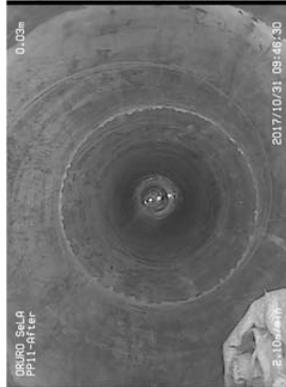
井戸内のカエル



管に穴があき漏水

13

井戸カメラ比較動画



レアックスカメラ

21/04/2016 15:40:32

0.00d 0000000m
0.000d 0000000m

他社カメラ

14

本事業で得られた成果-1

■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。サカ島片・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。



■井戸維持管理のガイドライン化を検討

適正な井戸維持管理のための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)



15

本事業で得られた成果-2

■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。今後は、現地技術者を迎え、修理体制確立のため、本社にてメンテナンストレーニングを実施予定。



■日本のODAの実績

長年の日本のODAの実績が豊富な地下水を対象とした事業のため、JICA事業としてポリピア島の理解や協力が得やすかった。現地新聞、季刊誌で製品・事業のPRを行った。



16

ボリビア国におけるJICA事業の評価

JICA事業活用 = SDGsの取り組みによりステークホルダーからの企業の信頼性向上!



17

ボリビアでの井戸診断・改修実施の経緯

平成26年度（5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

- ・非常に興味をもっていた
- ・その場で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ボリビアを予定 → 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、ボリビアでの井戸診断・改修事業（JICA）がスタート

18

ボ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

19

ボ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



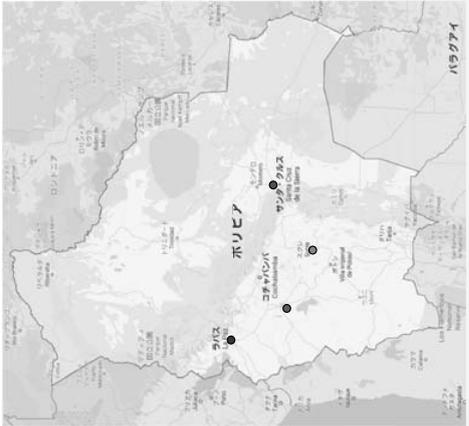
チチカカ湖（コパカバーナ）

ペルー南部とボリビア西部にまたがる

ペルー領 : 60%
ボリビア領 : 40%

20

対象地域（全域）



- **ラパス（ラパス県）**
標高：3,640m
人口：約800万人（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

21

準備段階で苦労したこと

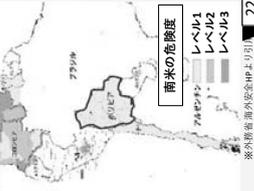
必要改修機材

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, エアコンプレッサー, 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）
- ※レア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



ジェットエンジン機材	キャリーケースで持参（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
エアコンプレッサー	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

22

現地ですら苦労したこと

話を聞いていない

- ・打合せの内容をメモしない
- ・計画書やメールをきちんと読まない
- ・使用機材の仕様が全く違う

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

23

改修井戸と改修方法

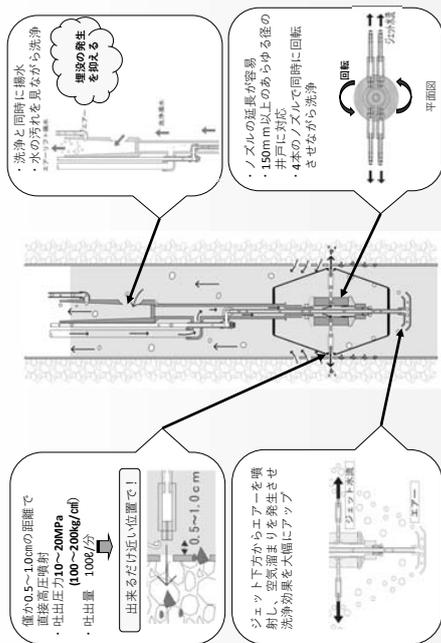
地域（県）名	井戸名	井戸深さ（m）	井戸径（A）	改修方法
ラパス	A-11	70	250	ジェットエンジン洗浄 埋没除去
	B-1(II)	87	200	通常（ブラッシング・スワビング） 埋没除去
	A-15(II)	91	200	ジェットエンジン洗浄 埋没除去
オルロ	PP#9	74	300～250	ジェットエンジン洗浄 埋没除去
	PP#11	88	300～250	ジェットエンジン洗浄 埋没除去
	SeLA2	60	300	ジェットエンジン洗浄 埋没除去
	SeLA3	60	300	通常（ブラッシング・スワビング） 埋没除去
チュキサカ	Mojotoro24	130	150	通常（ブラ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

⇓
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

24

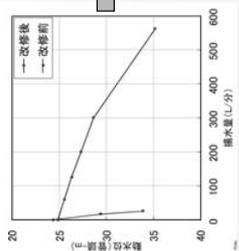
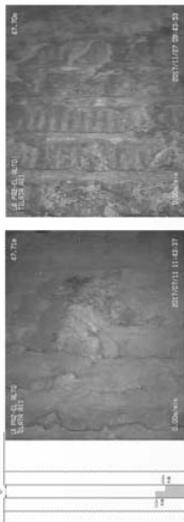
アースエアージェット工法の特徴



25

改修結果-1

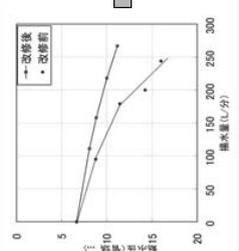
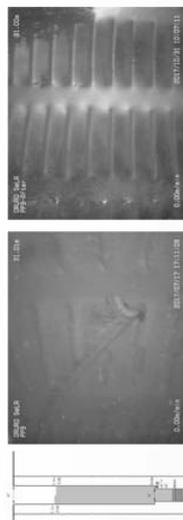
- ・地域名：ラバス県
- ・井戸名：A-11
- ・井戸深さ：70m
- ・井戸口径：250A (10")
- ・スクリーニング区間：37.2~56.5m
- ・スクリーニング種類：巻線型
- ・改修工法：ジェットイング



26

改修結果-2

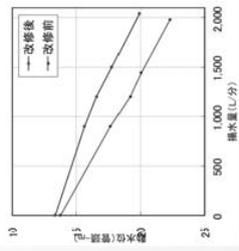
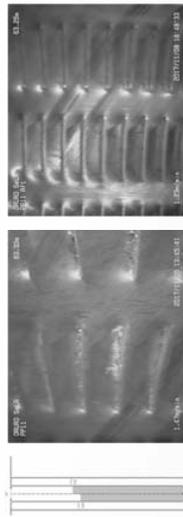
- ・地域名：オルロ県
- ・井戸名：PP#9
- ・井戸深さ：74m
- ・井戸口径：300A × 250A (12" × 10")
- ・スクリーニング区間：26.4~35.3m
47.3~85.1m
- ・スクリーニング種類：横スリット型
- ・改修工法：ジェットイング



27

改修結果-3

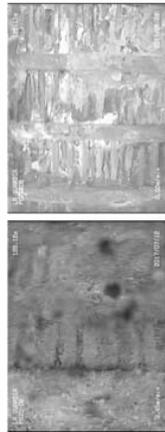
- ・地域名：オルロ県
- ・井戸名：PP#11
- ・井戸深さ：88m
- ・井戸口径：300A × 250A (12" × 10")
- ・スクリーニング区間：36.8~48.8m
60.6~66.6m
72.6~84.6m
- ・スクリーニング種類：横スリット型
- ・改修工法：ジェットイング



28

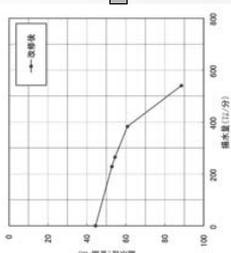
改修結果-4

- ・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：ジェットイング



改修後126.1m

改修前126.1m



スケール除去率
10~20%
目詰まり解消少

29

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
ラバス	A-11	ジェットイング洗浄	20~30	500	
	B-1(II)	通常	10~20	110	
	A-15(II)	ジェットイング洗浄	30~40	290	
オルロ	PP#9	ジェットイング洗浄	60~70	100	
	PP#11	ジェットイング洗浄	80~90	640	
	SeLA2	ジェットイング洗浄	20~30	97	
	SeLA3	通常	10~20	70	
チュキサカ	Mojotoro24	通常	20~30	0	
	Barranca12	通常	20~30	31	
サンタクルス	La Guardia8	ジェットイング洗浄	10~20	-	179m以深埋設
	Er Torno9	通常	10~20	130	

ジェットイング洗浄を行ったほとんどの井戸が通常工法に比べ水量が増加

31

記事

各地域の新聞、冊子等に本事業が掲載



32

メディア

オロロ県のローカルTVに出演



33

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
 - ⇒ 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
- ・ジェットインク洗浄の成果を海外で実証できた
 - ⇒ この地域・機関でも、とても良いものである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
- ・会社および関係機関に感謝
 - ⇒ 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

34



Gracias por su atención

35



弟子屈町における温泉給湯事業
およびバイナリ発電事業推進調査について
～北海道エネルギー地産地消事業モデル支援事業を
活用した地熱利用検討～

弟子屈町・石油資源開発株式会社

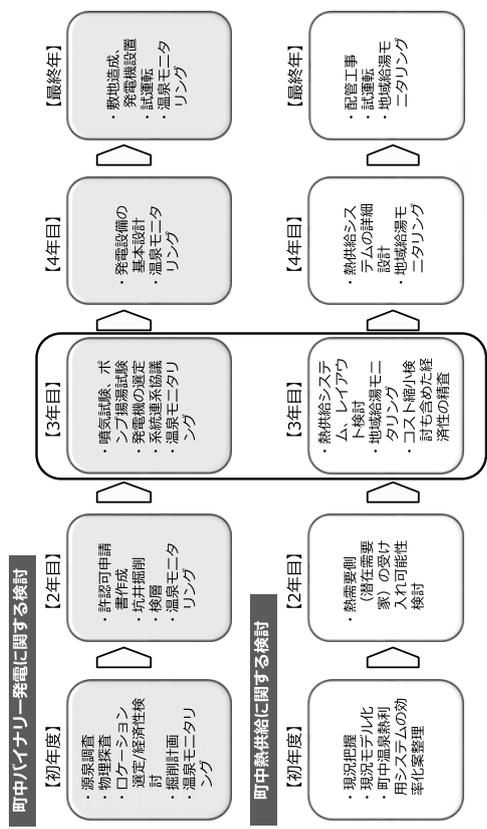
北海道 エネルギー地産地消事業モデル支援事業認定事業計画 (H29)

<p>【補助対象者】 道庁バイオマスを基とした資源循環エネルギー地産地消のまちづくり事業 (道庁職員、道庁バイオマス(株))</p> <p>【計画期間】 5年間</p> <p>【事業費】 1億3,000万円(うち道補助3,000万円)</p> <p>【計画内容】 ・地産エネルギーを新たな立地し、道産農産物の電力使用をコントロールする ・道産エネルギーをエネルギーシステムを導入 ・道産農産物バイオマス(木質チップ)を原料とし、給湯や一般住宅、事業所へ電気供給 ・道庁の燃料・発電センター等へ供給</p>	<p>【補助対象者】 弟子屈町 (町職員、町エネルギーセンター(株))</p> <p>【計画期間】 5年間</p> <p>【事業費】 総事業費 6億7,200万円(うち道補助3億4,334万円)</p> <p>【計画内容】 ・地熱資源を活用した「弟子屈・オホ・エネルギー地産地消」 ・地熱資源を基に、地産地消のまちづくり事業 ・地産エネルギーを新たな立地し、道産農産物の電力使用をコントロールする ・道産エネルギーをエネルギーシステムを導入 ・道産農産物バイオマス(木質チップ)を原料とし、給湯や一般住宅、事業所へ電気供給 ・道庁の燃料・発電センター等へ供給</p>
<p>【補助対象者】 エネルギー地産地消事業モデル推進センター (町職員、町エネルギーセンター(株))</p> <p>【計画期間】 5年間</p> <p>【事業費】 総事業費 8億5,000万円(うち道補助2億)</p> <p>【計画内容】 ・地産エネルギーを新たな立地し、道産農産物の電力使用をコントロールする ・道産エネルギーをエネルギーシステムを導入 ・道産農産物バイオマス(木質チップ)を原料とし、給湯や一般住宅、事業所へ電気供給 ・道庁の燃料・発電センター等へ供給</p>	<p>【補助対象者】 市内市 (町職員、町エネルギーセンター(株))</p> <p>【計画期間】 5年間</p> <p>【事業費】 総事業費 4億3,400万円(うち道補助2億)</p> <p>【計画内容】 ・市が所有する風力発電設備のPTT期間終了後を契機として、発電した電気を、本町の 一部に供給する。また、一部には町内の公共施設の中で設置した太陽光発電パネル と連携し、電力を供給する。また、一部には町内の公共施設の中で設置した太陽光 発電パネルと連携し、電力を供給する。また、一部には町内の公共施設の中で設置した 発電した電気を本町に供給し、水素ステーションや公共施設などでの活用を検討</p>

(出所) 北海道経済産業振興局 環線・エネルギー基幹資料

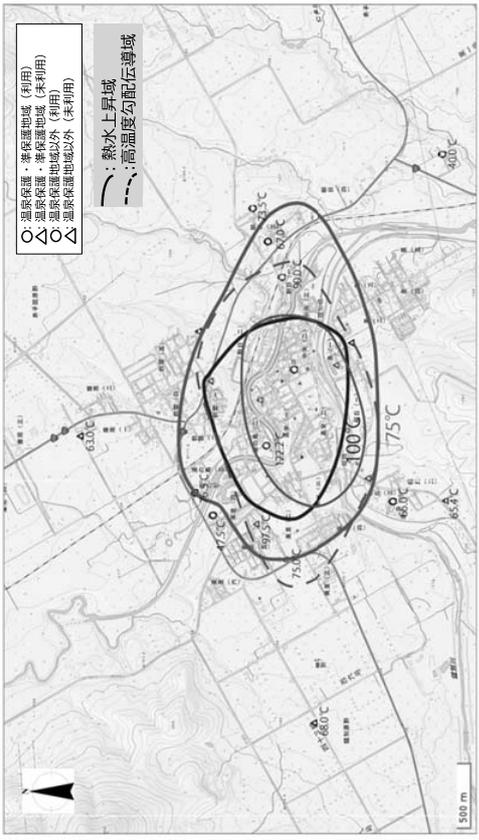


5カ年の事業計画



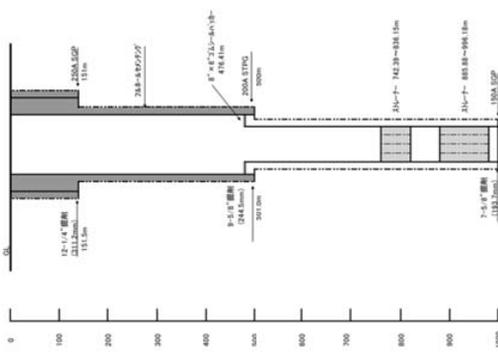
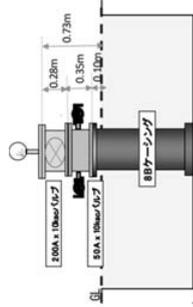
熱水上昇域+温度コンター図 (標高-600m)

町中での民間井を含む源泉の現況調査を実施し、位置情報、利用、未利用、廃井の確認および物理探査を行い、代替井掘削の可能性を察することにも、温度、pH、電気伝導度を測定して町中の熱エネルギー分布状況を考察した。

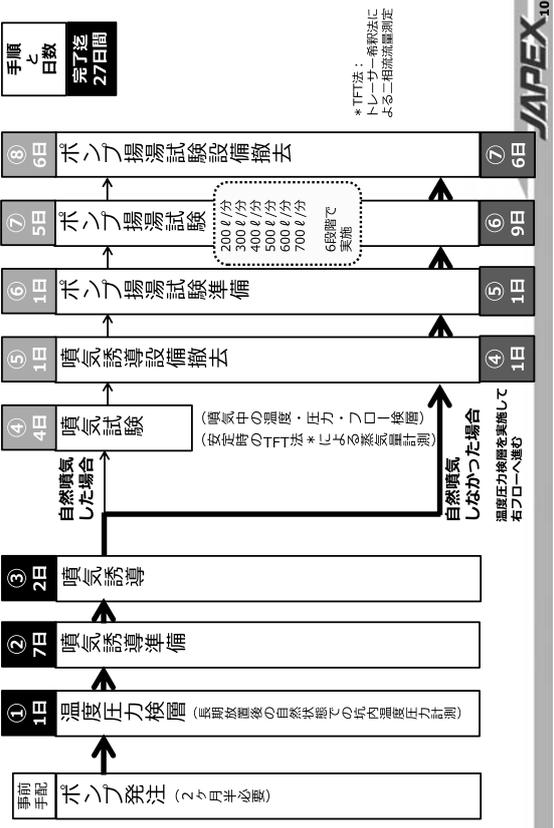


ケーシングログラム

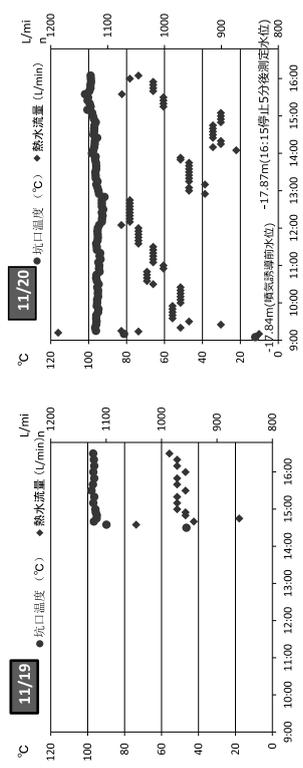
- 【ポイント】**
- ・掘削深度1,007.23m
 - ・原則として500mまでは、湧水や浅層の温泉井への影響を回避すべく8"ケーシング外側をフルホールセルメンチング。
 - ・1段目：12-1/4"坑 ~150m (10Bケーシングセット)
 - ・2段目：9-5/8"坑 ~500m (8Bケーシングセット)
 - ・3段目：7-5/8"坑 ~1000m (6Bライナーケーシングセット)
 - ・熱水採取部分（ストレーナー）は200m程度。採取位置は坑井掘削後に決定した。



噴出試験の作業フロー（自然噴気しなかった場合で実施）（2019）

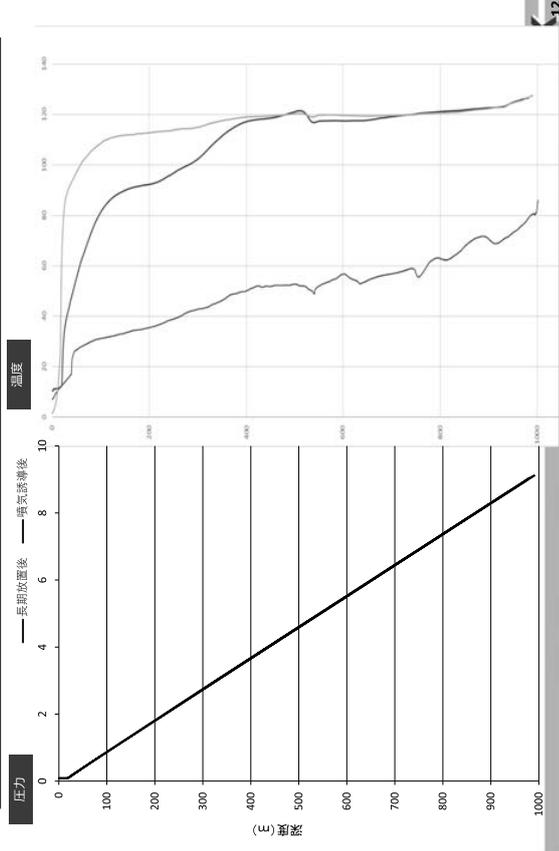


噴気誘導時坑口温度、熱水流量 赤点：温度（左軸）、青点：流量（右軸）

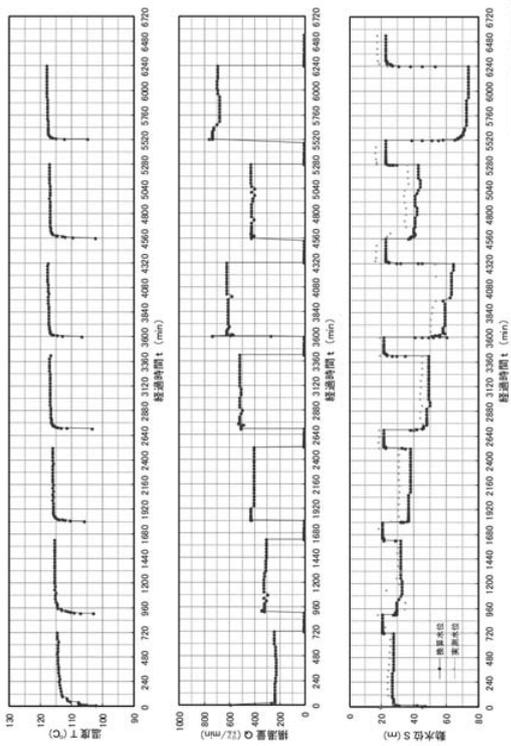


- ・自噴を促すためコンプレッサーにてエアを送入（11/19-20の2日間実施）。
- ・エアー管深度202.9m。
- ・坑口最高温度102℃、最大流量1180ℓ/分を記録するが、自噴には至らなかった。汲み上げ総量 約530kℓ。
- ・水中ポンプによる揚湯試験へ移行。

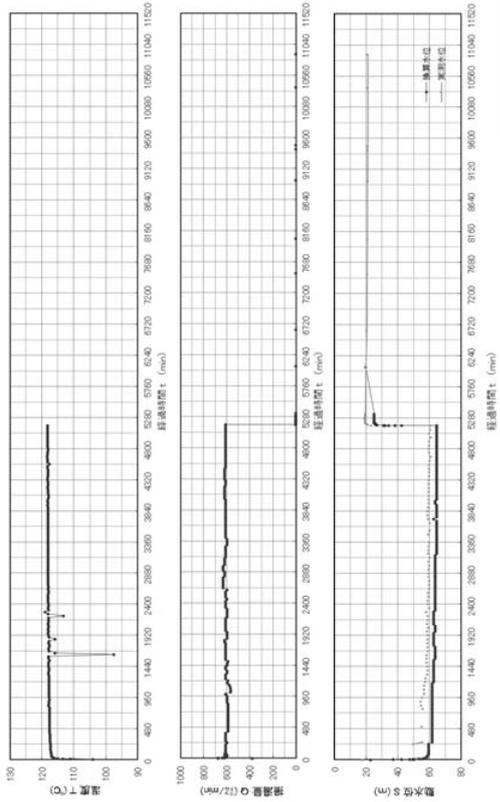
検層結果



段階揚湯試験結果

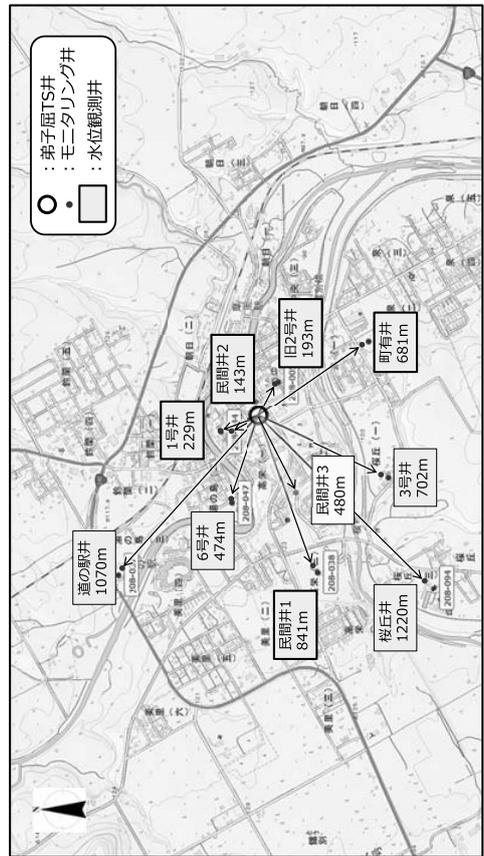


安定量揚湯試験結果

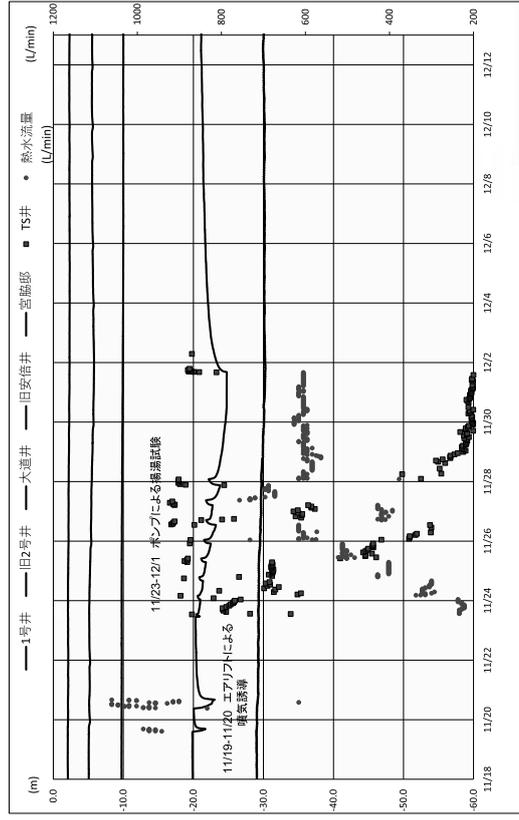


温泉モニタリング井位置図

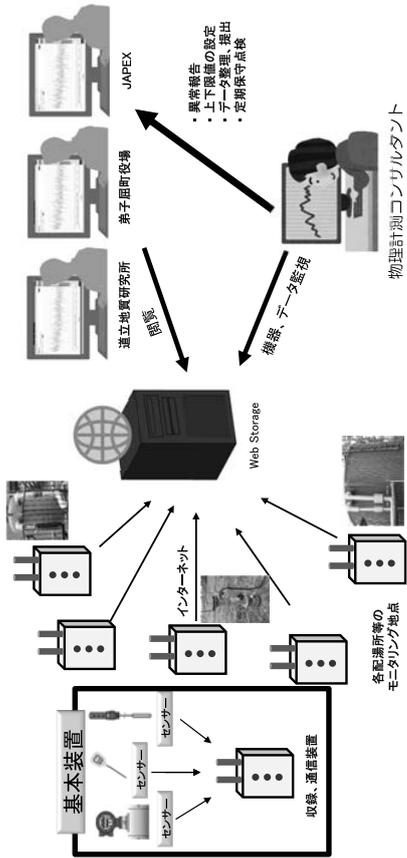
観測点を追加し、TS井に近い地点での水位観測を実施。



噴出試験時モニタリング井水位変化 (全期間)



遠隔モニタリング概要図



現場施工例



例1: バイパス管を製作してセンサー設置



例3: 配管を切断せずに設置 (断熱材のみカット)

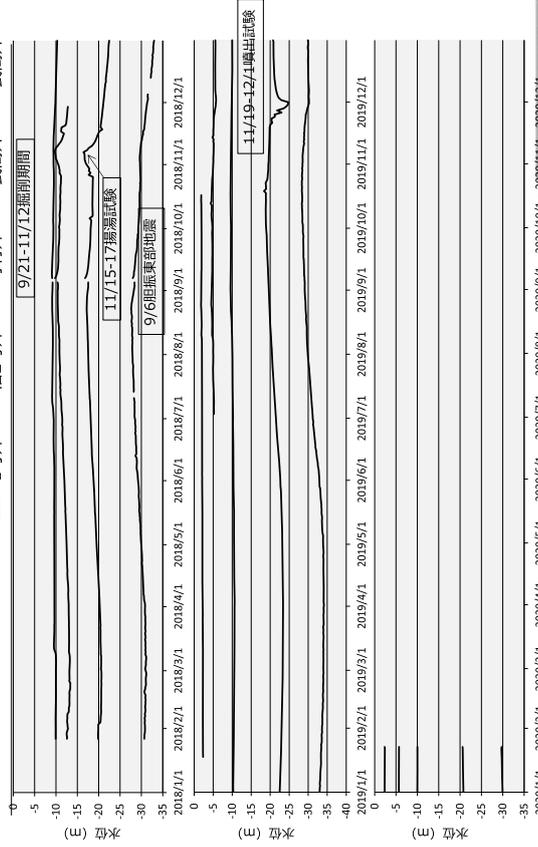


例2: バッテリー駆動による計測

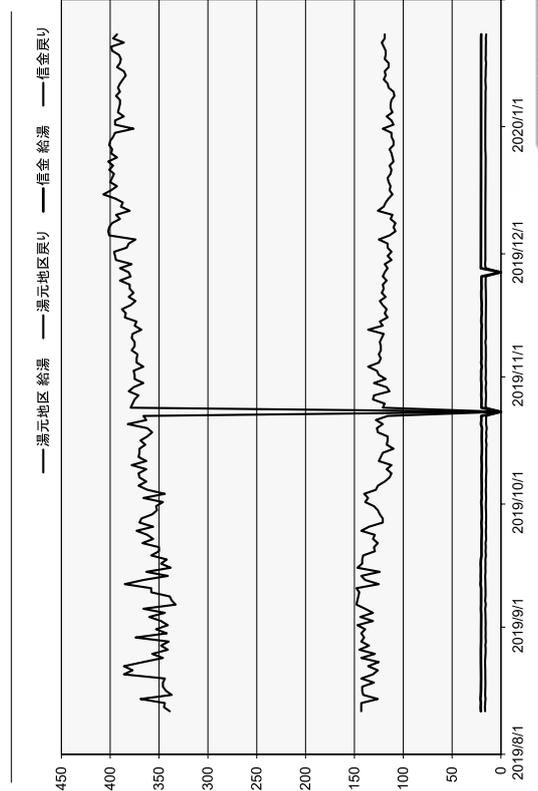


例4: 井戸に応じたレイアウトで計測 (実際には屋根を設置)

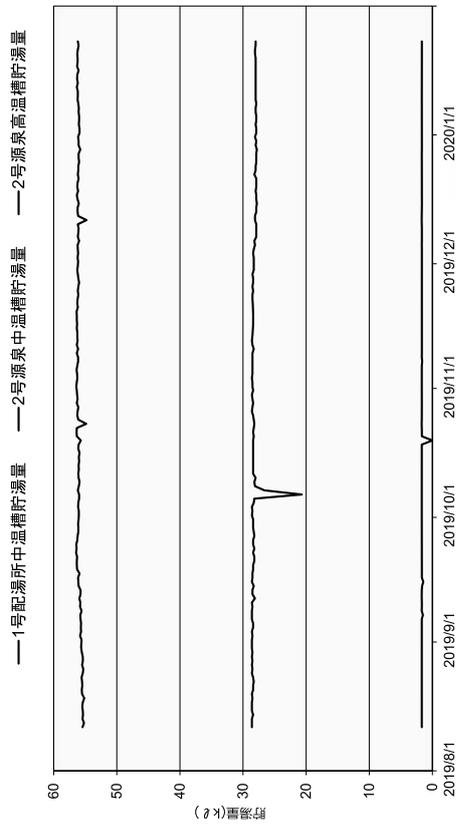
モニタリング井水位変化



給湯モニタリング (1号配湯所)

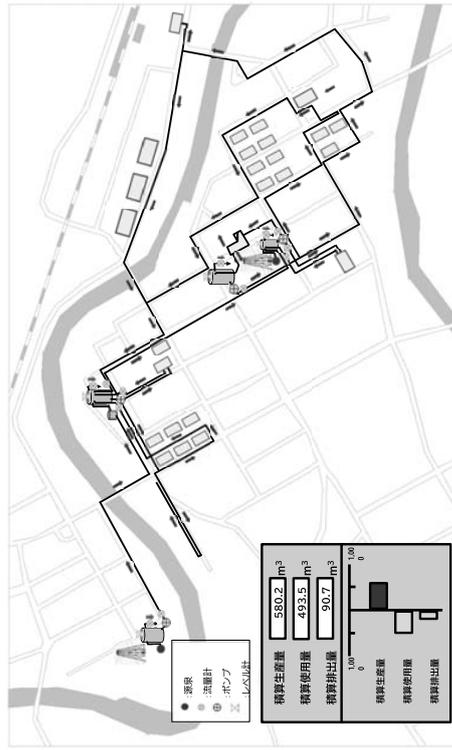


給湯モニタリング 貯湯量



「データの見える化」について

町中温泉配管ネットワークの主要結節点における計測を実施し、温泉モニタリングデータと統合した観測システムを設計。





道 総 研

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
環境・地質研究本部 地質研究所
資源環境部 資源環境G
主査 田村 慎



地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試論研究会 2020年2月27日



本日の話題

道 総 研

- 1) 研究の概要
- 2) 主な調査の概要と結果
 - ・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)
- 3) 総合解析
- 4) ニセコ地域における地熱開発の推進に向けて



地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試論研究会 2020年2月27日



道 総 研

研究の概要

研究課題名)

「ニ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)

共同研究機関)

北海道大学 工学研究院、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 (ニセコ町、蘭越町、倶知安町など)、温泉事業者、ニセコ・蘭越地区地熱資源利活用協議会などのご協力のもと、実施しました



地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試論研究会 2020年2月27日



道 総 研

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、地熱への国費助成などが進む
- ・ 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ヤ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⇒高温地熱資源の賦存可能性示す
- ・ 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、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

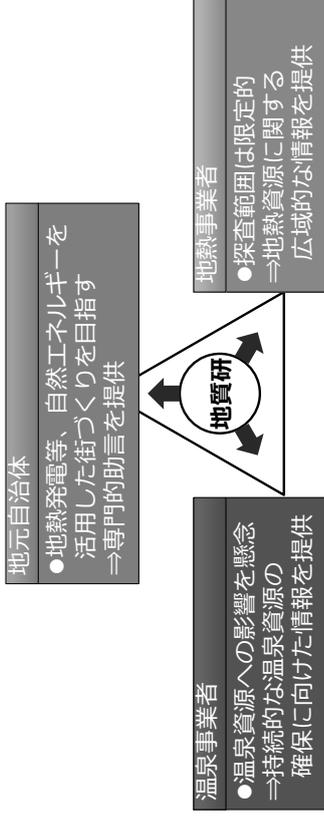


地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試論研究会 2020年2月27日

研究の目的

研究目的：地熱開発有望地域として注目されるニセコ地域において
 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



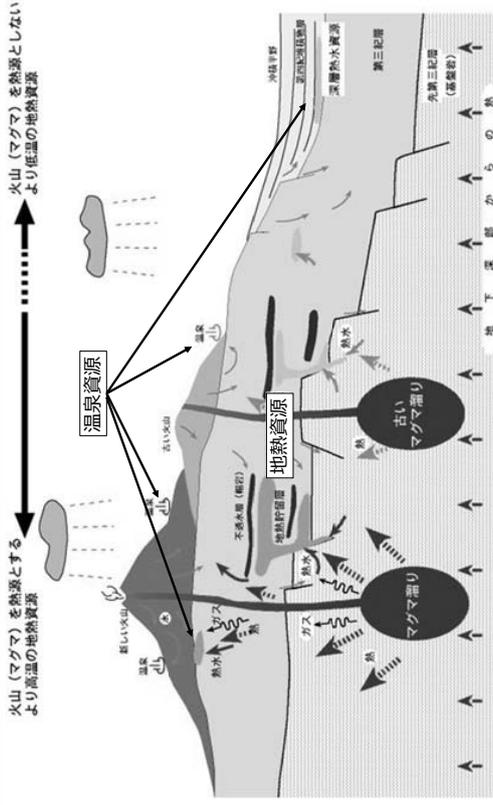
研究内容①：地熱構造モデルの構築

・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



地熱貯留層から蒸気が出てくるイメージ図

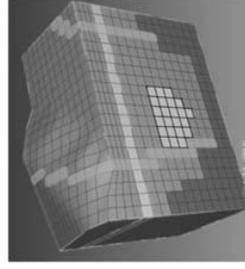
本発表における地熱資源、温泉資源



坂口・高橋（2002）に加筆

研究内容②：地熱資源量の評価

・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

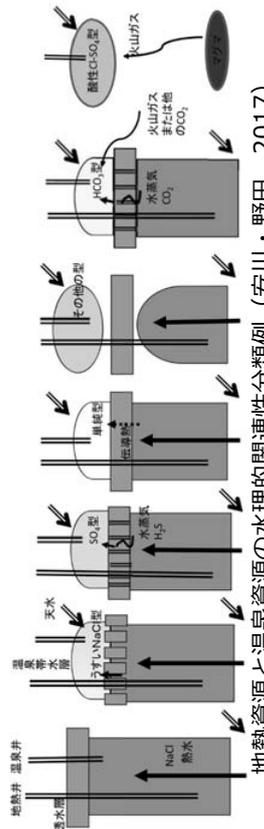


シミュレーションモデル (例)

シミュレーション結果 (例)

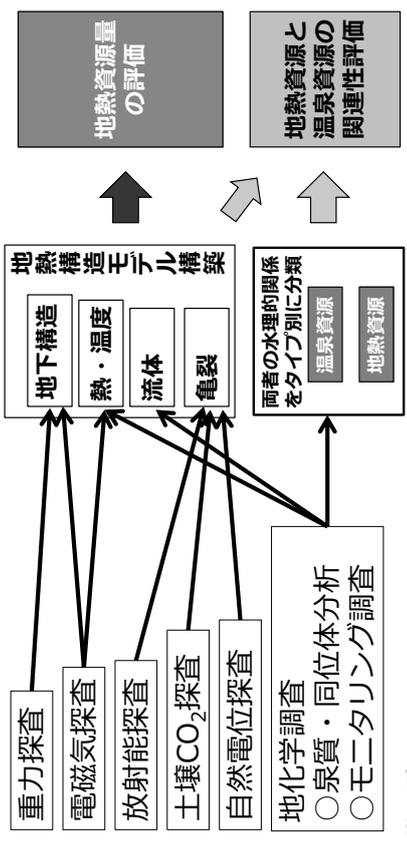
研究内容②：地熱資源と温泉資源との関連性評価

- ・ 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、温泉の温度や化学成分のモニタリングを実施し、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

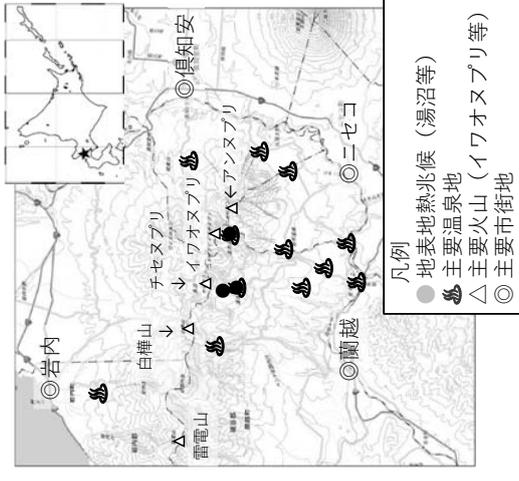


調査項目

各種調査を実施し、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



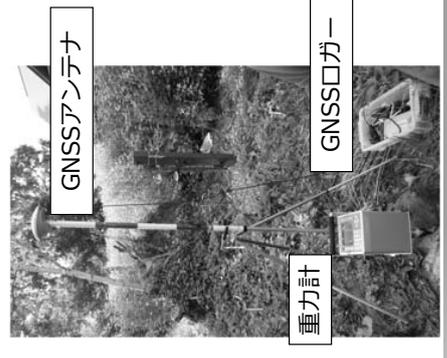
ニセコ地域の概要



- ・ 活火山イワオスプリなど、東西約25kmにわたる火山列からなる
- ・ イワオスプリ周辺には、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

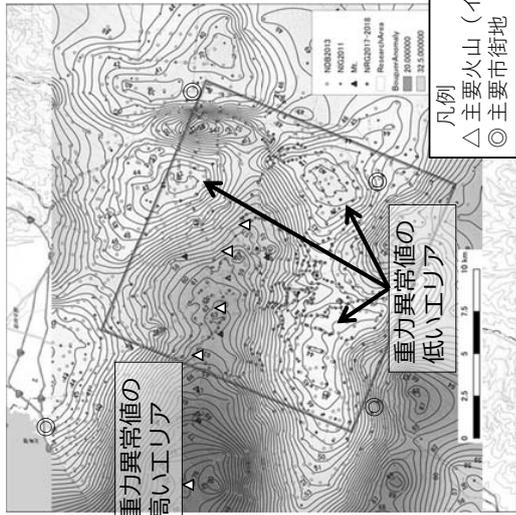
重力探査の概要

ニ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



重力探査結果

道 総 研



重力異常値の
高いエリア

重力異常値の
低いエリア

凡例
△ 主要火山（イワオヌブリ等）
◎ 主要市街地

広域的な傾向として、
・雷電山～チセヌブリ
（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

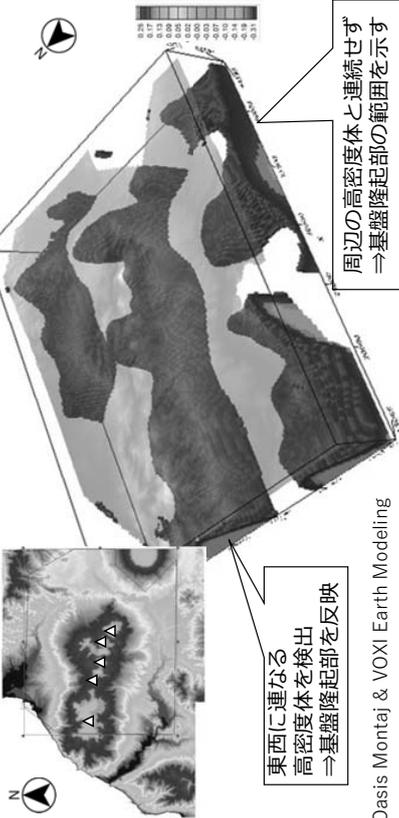
GSH 地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試観研究会 2020年2月27日

空中重力探査データを含めた三次元解析結果

道 総 研

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当たり、基盤構造の検討に用いました



東西に連なる
高密度体を検出
⇒基盤隆起部を反映

周辺の高密度体と連続せず
⇒基盤隆起部の範囲を示す

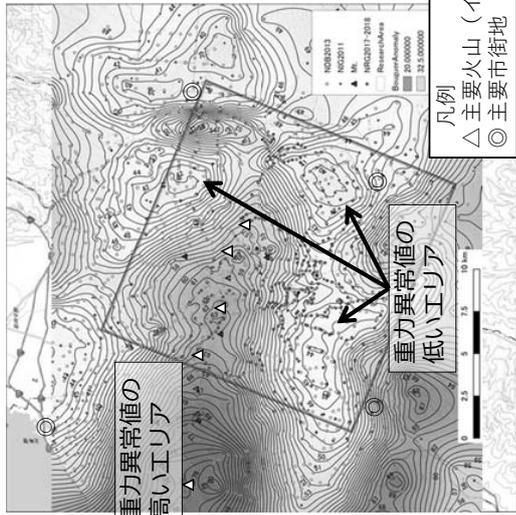
Oasis Montaj & VOXI Earth Modeling

GSH 地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試観研究会 2020年2月27日

重力探査結果

道 総 研



重力異常値の
高いエリア

重力異常値の
低いエリア

凡例
△ 主要火山（イワオヌブリ等）
◎ 主要市街地

広域的な傾向として、
・雷電山～チセヌブリ
（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

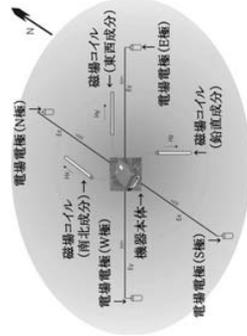
GSH 地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試観研究会 2020年2月27日

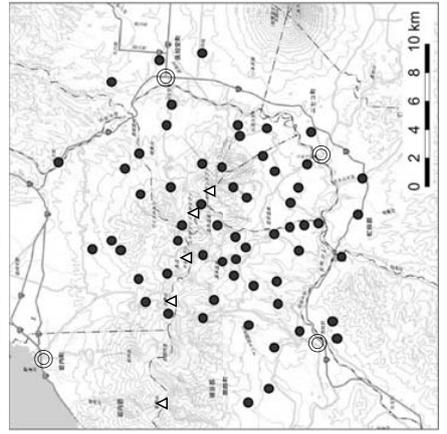
電磁気探査（MT法探査）の概要

道 総 研

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60地点で電磁気探査を実施しました



凡例
● 探査地点
△ 主要火山（イワオヌブリ等）
◎ 主要市街地



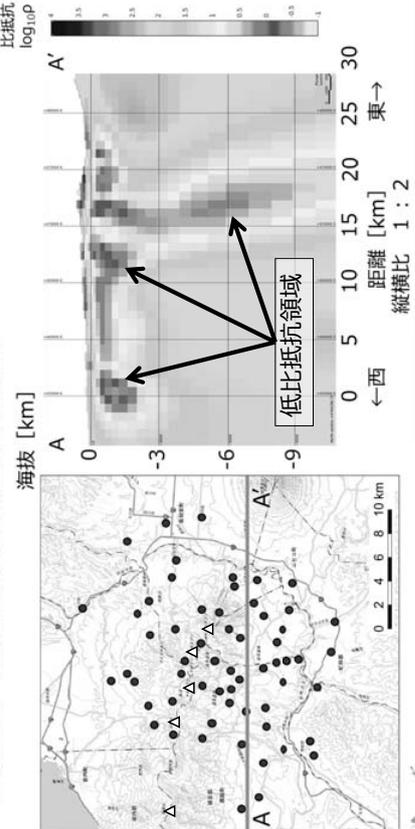
GSH 地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試観研究会 2020年2月27日

三次元比抵抗構造解析結果

道 総 研

ニセコ山系からイワオヌブリの南山麓部を中心に深部まで伸びる低比抵抗領域など、地熱流体の供給経路やキャップ層の存在を示唆する比抵抗構造を検出しました。得られた結果は、地熱構造モデル等の作成に当たり、地熱貯留層等の検討に用いました



低比抵抗領域

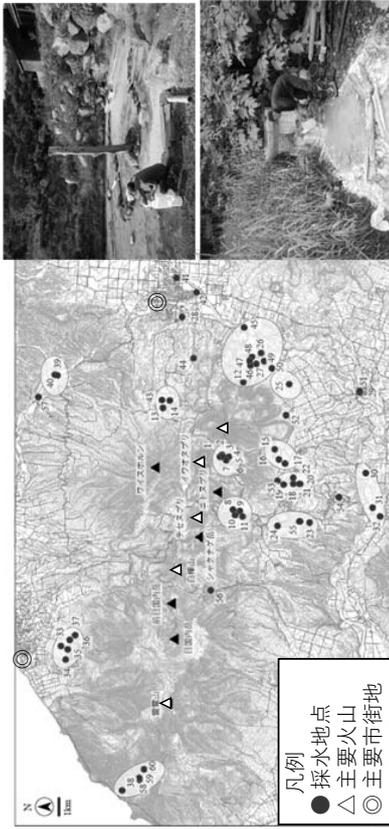
GSH 地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試観研究会 2020年2月27日

地化学調査

道総研

ニ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



地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試論研究会 2020年2月27日

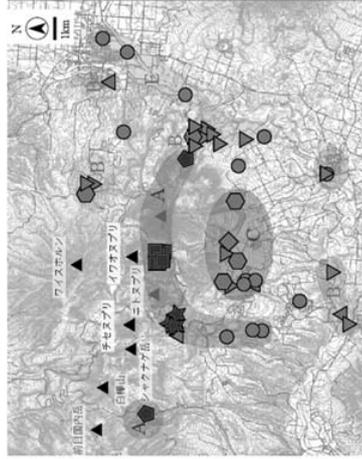


地化学調査結果

道総研

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



地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

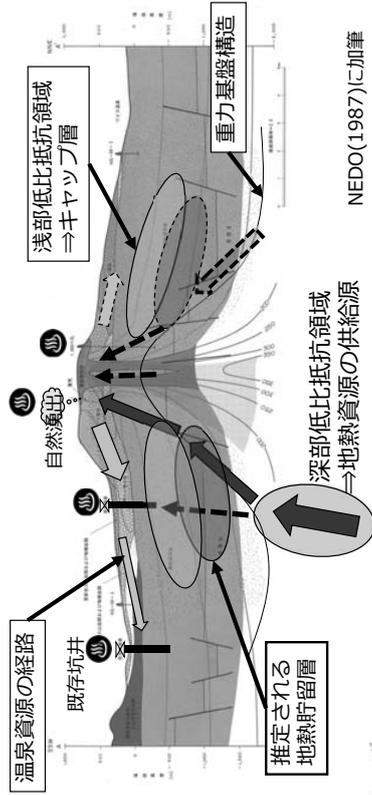
第58回試論研究会 2020年2月27日

総合解析 (地熱構造モデルの構築)

道総研

全ての調査結果を踏まえ、ニ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

地熱構造モデル (概念図)



地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

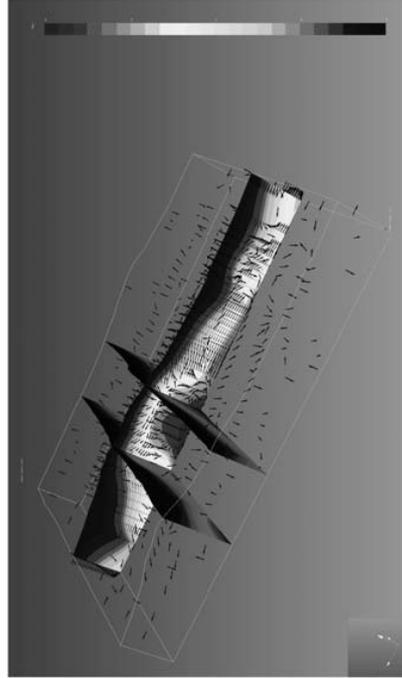
第58回試論研究会 2020年2月27日



総合解析 (熱水流動シミュレーション)

道総研

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

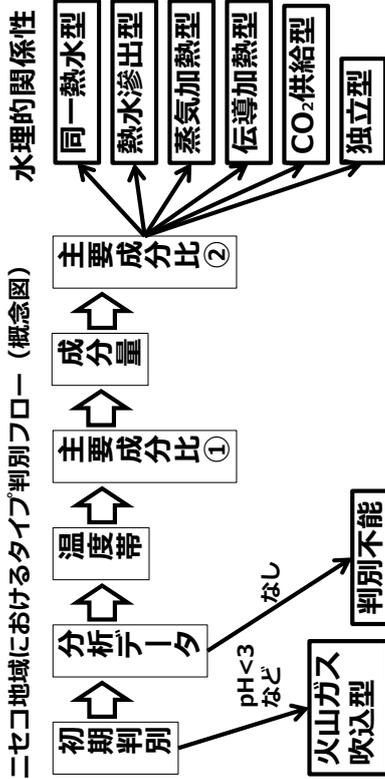


地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

第58回試論研究会 2020年2月27日

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

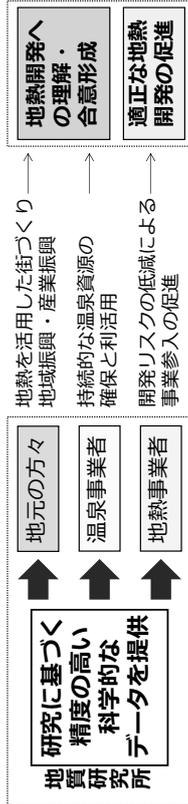


ニセコ地域における地熱開発の推進に向けて

最終的な研究成果は、地元の地熱資源利活用協議会などに
おいて報告を行います。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いきます

これらにより、ニセコ地域における

- ・地域主体の適正な地熱資源の開発・利活用の促進
 - ・科学的データに基づく地熱・温泉資源の乱開発防止
- の達成を目指すとともに、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寄与します



第 58 回試錐研究会講演資料集

令和 2 年 2 月 27 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 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/gsh.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
