

第50回試錐研究会

講演資料集

- 開催日 平成24年2月16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 北海道地質調査業協会
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 50 回試錐研究会プログラム

日 時 : 平成 24 年 2 月 16 日(木) 13:00~17:40

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 地質研究所

協 賛 : 北海道地質調査業協会 / 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

13:00 開会

■ 開会の挨拶 (13:00 ~ 13:10)

北海道立総合研究機構 地質研究所長 藤本 和徳

■ 第 50 回試錐研究会記念 特別講演

「地球深部探査船「ちきゅう」の挑戦—大水深掘削技術」 (13:10~15:10)

独立行政法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

地球深部探査センター 副センター長 小林 照明

休憩 (15:10 ~ 15:20)

■ 一般講演 (15:20~17:30)

15:20 ~ 15:45 北海道地方土木地質図の作成

(仮) 北海道土木地質図編纂・出版委員長

北電総合設計 (株) 土木部技術顧問 古田 政美

15:45 ~ 16:10 温泉の源泉井戸調査と補修工事の事例

(株) アクアジオテクノ

技術部資源開発グループ技師長 大和田 照雄

休憩 (16:10 ~ 16:20)

16:20 ~ 16:50 北海道の省エネルギー・新エネルギー促進の取組について

北海道経済部産業振興局環境・エネルギー室

主幹 [省エネ・新エネ] 葛西 厚

16:50 ~ 17:30 北海道における温泉の開発と利用 (現状・課題・可能性)

北海道立総合研究機構 地質研究所長 藤本 和徳

■ 閉会の挨拶 (17:30 ~ 17:40)

北海道地質調査業協会 理事長 千葉 新次

17:40 閉会

18:00 ~ 意見交換会

目 次

□ 第 50 回試錐研究会記念 特別講演

| | |
|--|---|
| 地球深部探査船「ちきゅう」の挑戦—大水深掘削技術 | 1 |
| 独立行政法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 地球深部探査センター 副センター長 小林 照明 | |

□ 一般講演

| | |
|--|----|
| 北海道地方土木地質図の作成 | 15 |
| (仮)北海道土木地質図編纂・出版委員長 北電総合設計(株) 土木部技術顧問 古田 政美 | |
| 温泉の源泉井戸調査と補修工事の事例 | 20 |
| (株)アクアジオテクノ 技術部資源開発グループ技師長 大和田 照雄 | |
| 北海道の省エネルギー・新エネルギーの促進の取組について | 33 |
| 北海道経済部産業振興局環境・エネルギー室 主幹 [省エネ・新エネ] 葛西 厚 | |
| 北海道における温泉の開発と利用 (現状・課題・可能性) | 34 |
| 北海道立総合研究機構 地質研究所長 藤本 和徳 | |

第 50 回試錐研究会記念 特別講演

地球深部探査船「ちきゅう」の挑戦—大水深掘削技術 …………… 1

独立行政法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC)
地球深部探査センター 副センター長 小林 照明



第50回 試錐研究会
2012年2月16日

特別講演:地球深部探査船「ちきゅう」の挑戦
大水深掘削



海洋研究開発機構(JAMSTEC)
地球深部探査センター 副センター長 小林照明

深海掘削の歴史 ~モホール計画から統合国際深海掘削計画まで~

深海掘削の始まりとプレートテクトニクスの確立

グローマーチャレンジャー号
(USGSホームページより)



(字面上の主な出来事)

- 1959年 モホール計画の発表
ウエーゲナーの大陸移動説 (1912年)
中央海嶺・中軸谷の発見 (1959年)
- 1961年 カス1号による初の深海掘削
大洋底鉱大観 (1961~62年)
地磁気縞模様の発見 (1961年)
- 1968年 グローマーチャレンジャー号による深海掘削計画(DSDP)の開始
プレートテクトニクス提唱 (1967~68年)
- 1975年 国際共同体(IPOD)発足
DSDP が国際プログラムとなる
日本が計画に参加
DSDPを通じて
プレートテクトニクスの証明
- 1983年 DSDP、IPOD の終了

ODP → IODP



掘削研究船グローマーチャレンジャーと
ODPで活躍したジョイデス・レゾリューション

国際深海掘削計画 IPOD

ジョイデス・レゾリューション
東京大学海洋研究所

グローマーチャレンジャー
東京大学海洋研究所

IODP (統合国際深海掘削計画) 科学掘削船



地球深部探査船「ちきゅう」

海洋研究開発機構(日本実施機関)が運用
最新鋭のライザー掘削船
海底下7000メートルまでの掘削能力を持つ



ジョイデスレゾリューション号

USIO(米国実施機関)が運用
ライザーレス掘削船
国際深海掘削計画(ODP)で運用された科学掘削船
老朽化のため改修中。2008年に投入予定。



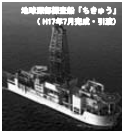
特定任務掘削船(MSP)

ESO(欧州実施機関)が運用
上記2船での掘削が難しい海域における掘削プラットフォーム

「ちきゅう」統合国際深海掘削計画(IODP)の総合的な推進

○人類未踏のマントルへの到達を目指す最新鋭の科学掘削船である『地球環境探査船「ちきゅう」』を開発、ライザー掘削技術を地球・生命科学の発展のため活用・技術開発。

○平成19年9月から、「ちきゅう」の最初の本格的な掘削活動として、魚野直において東京海地震の発生メカニズム解明のための研究航海を実施。



「ちきゅう」に期待される成果

地球環境変動解明
○地球環境変動予測への貢献
気候変動が地球環境に与える影響を解明

地震発生帯の観測
○巨大地震発生メカニズムの解明
地震・断層・地殻力学の解明
地震・断層予測可能性の追求

上部マントルの採取
○人類未踏のマントルへの掘削
地球の断層やマントルの岩質構造などに対する直接的な観測が可能

地殻内生命探求
○地殻内生命等の探索
生命の起源の解明
生物資源・資源管理としての応用に貢献
メタンハイドレート生成のメカニズムの解明

- 全地球システム変動の理解の解明に資する。
- 地震・津波発生メカニズムの解明等の社会的関心が高い課題の解決に資する。

「ちきゅう」の仕様

| 主要目 | | 掘削能力 | |
|----------|----------|---------------|------------------------|
| 全長 | 210 m | 最大稼働水深 | 2,500 m |
| 幅 | 38 m | (将来 4,000 m) | |
| 深さ | 16.2 m | ドリルスロウイング長 | 10,000 m |
| 最高寸 | 70m | (将来 12,000 m) | |
| 全高(船底) | 130m | 最大吊上能力 | 1,250ton |
| 積水(計画満載) | 9.2 m | 21インチライザー | (将来 4,000 m) |
| 総トン数 | 56,750トン | BOP(引出防止装置) | 15,000psi / 1,000気圧 耐圧 |
| 最大搭載人員 | 200名 | | |
| 航海速度 | 約10ノット | | |

「ちきゅう」 vs. 戦艦「大和」

地球深部探査船「ちきゅう」

全長 210m
幅 38m
総トン数 56,750t

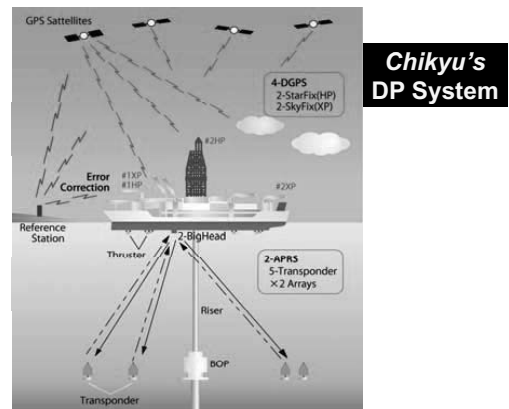


旧日本海軍戦艦「大和」

全長 203m
幅 38.9m
総トン数 69,100t



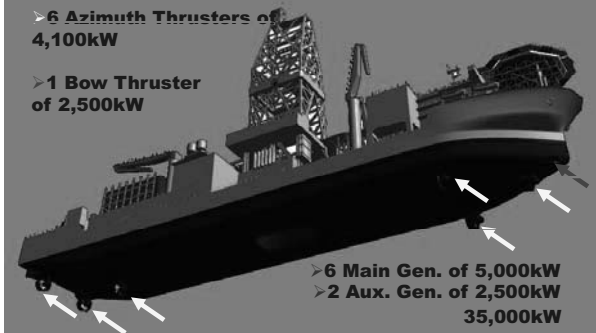
地球深部探査船「ちきゅう」ができるまで



Chikyu Propulsion

JAMSTEC

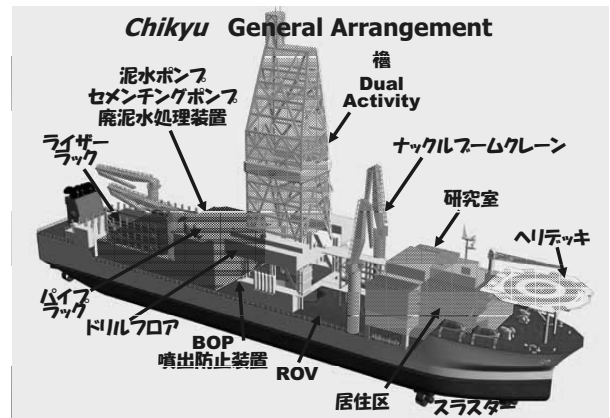
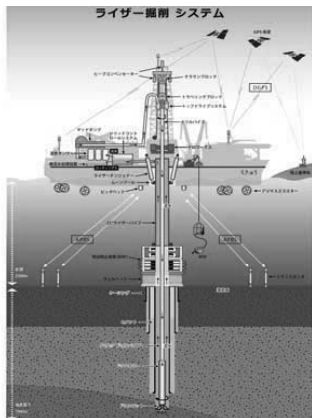
- > 6 Azimuth Thrusters of 4,100kW
- > 1 Bow Thruster of 2,500kW



- > 6 Main Gen. of 5,000kW
 - > 2 Aux. Gen. of 2,500kW
- 35,000kW

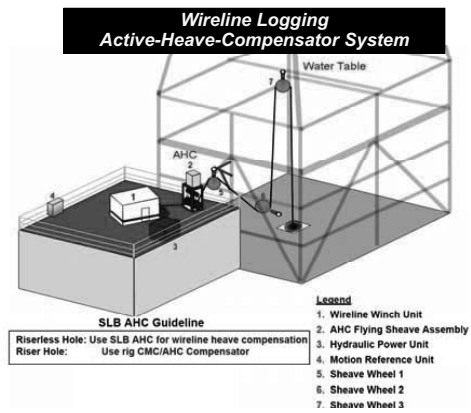
アジマス スラスタ 6基



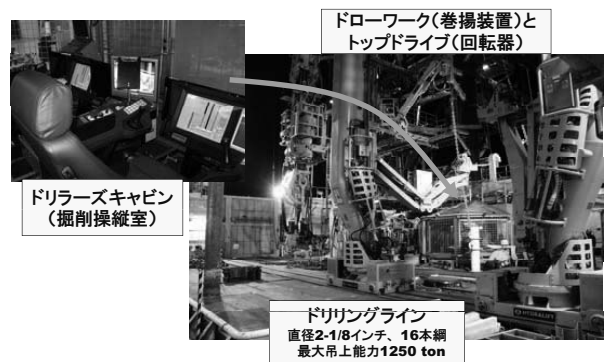


Derrick

Bailey Dual Well Derrick:
 21.95m(L) x 18.3m(W) x 70.1 m(H)
 Max. Static Load:
 12,250MT



ドリルフロア全景



フィンガーボード
(スタンドパイプ)

「ちきゅう」
ハイハンドリング
装置

ハイドラッッカー
(油圧式パイプ
ハンドリング装置)

高所作業クレーン



ドリルフロア夜間の作業



ドリルフロア ドリラーズハウスから掘削機器を操作する



15K BOP

Chikyu BOP

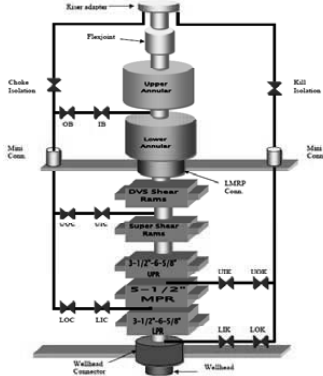


BOP Stack:
14.5m(H) x 5.9m(L) x 5.2m(W)
Weight 380ton
18-3/4" 15,000psi
Cameron Ram: 5 Ram/1-Triple, 1-Double
Shaffer Spherical: 2 Annular/1-Dual
Vetco SHD H-4 Wellhead Connector
Moon pool: 22m (L) x 12m (W) x 16.5m(D)



Moon pool

Chikyu's 15K BOP



Chikyu Riser Pipe

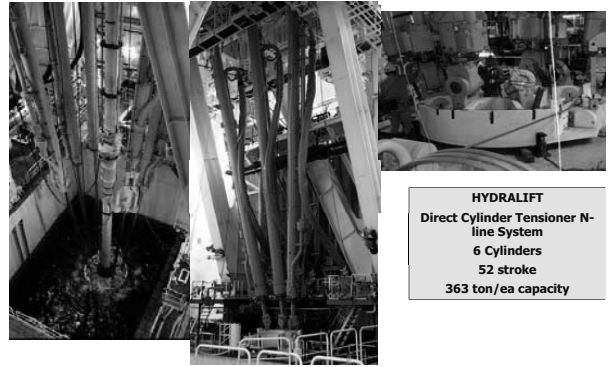
「ちきゅう」船尾に搭載された 21"ライザーパイプ
(外径 54 cm、外径 1.2 m : 浮力体つき)、長さ 27m)



21"ライザーパイプ
接続・締付け作業



Chikyu Riser Tensioner



HYDRALIFT
Direct Cylinder Tensioner N-
line System
6 Cylinders
52 stroke
363 ton/ea capacity



機トップから



ちきゅうの日本人上級操縦クルー



Drill floor



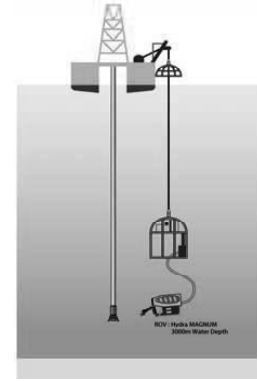
船上のクルー

Driller's Cabin



DP Operator

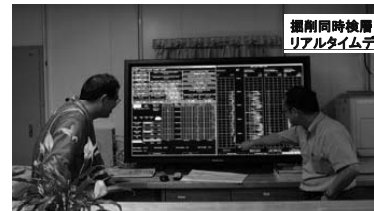
Chikyu's ROV



Chikyu
研究室の
配置図



研究
区画



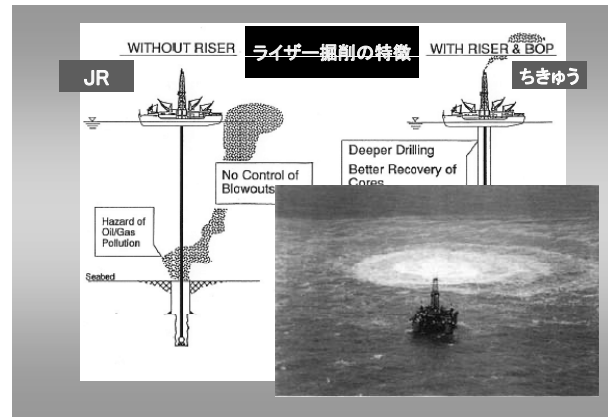
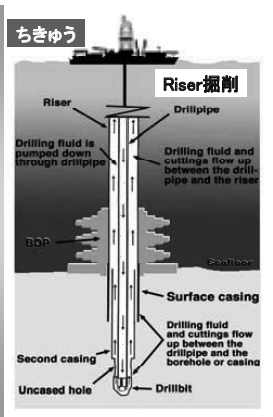
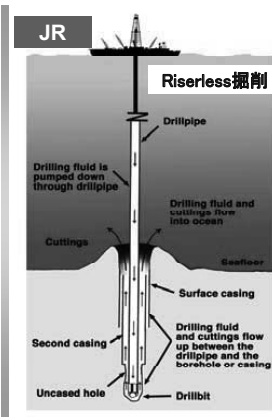
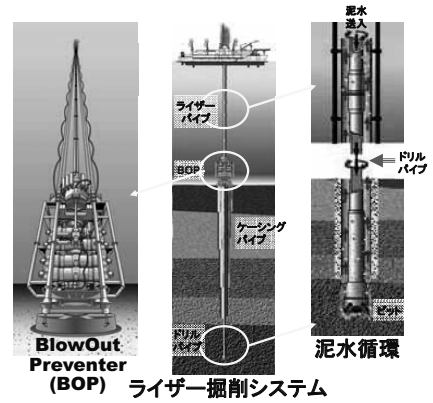
掘削同時検層 (LWD) データの
リアルタイムデータをモニター



掘削同時検層 (LWD) で得られた
掘削孔内のデータを検討する乗船研究者



「ちきゅう」のラボ



掘削泥水の役割

孔壁の保護・安定化
 泥水の成分は、強い粘性となって付着し孔壁を強化します（マッドケーキ）。また泥水の比重を高めることにより、地層圧とのバランスを保つだけでなく、地層内液体の侵入も防ぎます。

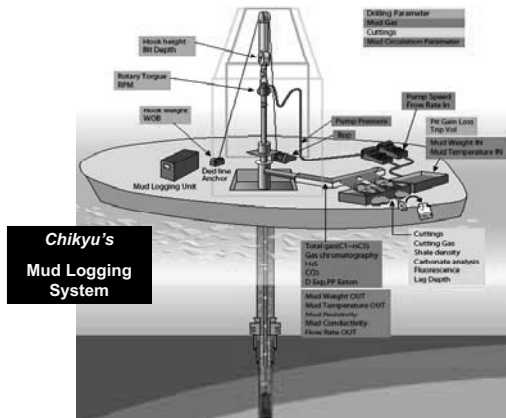
孔壁に崩れる崩り層はビットから放出される泥により締められ、ライザーパイプとドリルパイプの隙間を通過して地上に回収されます。更に、よくなる泥水成分析することは、泥水成分をリフタイムで知る大切な手がかりにもなります。

ビットの冷却・潤滑
 泥水は、ビットの潤滑油としての役割をもち、掘削時とともに、次第に上昇する地層温度を冷却することが出来ます。

ちきゅうで達成可能

JR との違い

- BOP + Riser + 泥水循環 高強度ドリルパイプ
- ▶ Well Control
 - ・油・ガスへも対処可。
 - ・孔壁保全
- ▶ Deep Penetration
- ▶ Better Core Recovery
- ▶ Larger Logging Tool



Chikyū's Mud Logging System

Mud Logging / カッティングス調査

ちきゅう

- コア採取 +
- カッティングス採取が可能 (連続した)

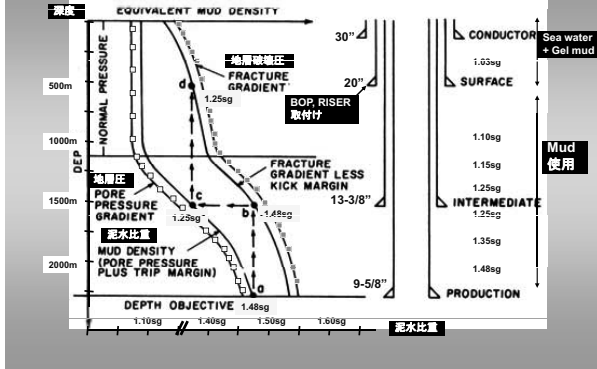
Chikyū Drill Pipe_ Tenaris NKK

| | Pipe Nominal Size | Grade | Body ID | Body OD | Connection ID | Connection OD | Connection Mate Up Torque ft-lb | Body Tensile Capacity ton | |
|--------|-------------------------------|------------|---------|---------|---------------|---------------|---------------------------------|---------------------------|-----|
| OIL | 5" x 19.50 lb/ft (0.362") | NC50 | G105 | 4.276 | 6-3/8 | 3-1/2 | 22,350 | 251 | |
| | 5" x 19.50 lb/ft (0.362") | NC50 | S135 | 4.276 | 6-1/2 | 3-1/4 | 25,700 | 323 | |
| KTB | 5-1/2" x 0.75" | NC61 | U145 | 4.000 | 8 | 3.642 | | 736 | |
| | 5-1/2" x 0.64" | NC61 | U145 | 4.220 | 7.626 | 4 | | 643 | |
| ODP | 5-1/2" x 0.55" | NC61 | U145 | 4.400 | 7.374 | 4.173 | | 563 | |
| | 5-1/2" x 0.50" | 5-1/2IF | S140 | 4.500 | 7-3/4 | 4-1/8 | 44,750 | 499 | |
| Chikyū | 5" x 19.50 lb/ft (0.362") | 5-1/2FH | S140 | 4.276 | 7 | 4-1/8 | 25,800 | 335 | |
| | 5-1/2" x 0.506" | NKK - DSTJ | 5-3/4FH | S150 | 4.488 | 7-1/2 | 4-1/8 | 49,900 | 540 |
| | 5-1/2" x 24.70 lb/ft (0.415") | | S140 | 4.670 | 7 | 4-1/8 | 35,400 | 421 | |
| | 5" x 19.50 lb/ft (0.362") | | S140 | 4.276 | 7 | 4-1/8 | | 335 | |

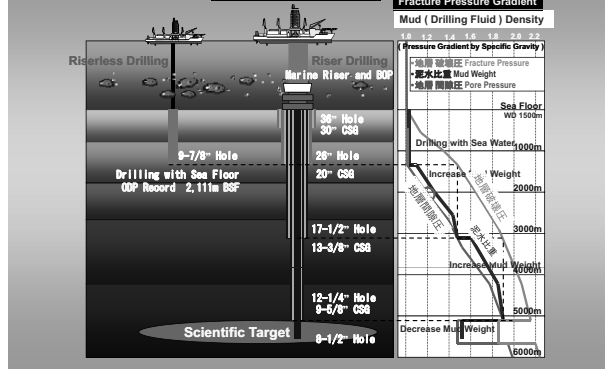
科学掘削 最深記録

| サイト | 水深 | 掘削深度 | 備考 |
|-------------------------|---------|----------|--------------------|
| ロシア コラ半島 | 陸上 | 12,262 m | 24 yrs, 190°C |
| ドイツ KTB | 陸上 | 9,101 m | 4 yrs, 265°C |
| JR号 中米沖 | 3,463 m | 2,111 m | 190°C Site 504B |
| 「ちきゅう」 ライザー掘削 (科学掘削) | 2,050 m | 3,700 m | Non IODP |

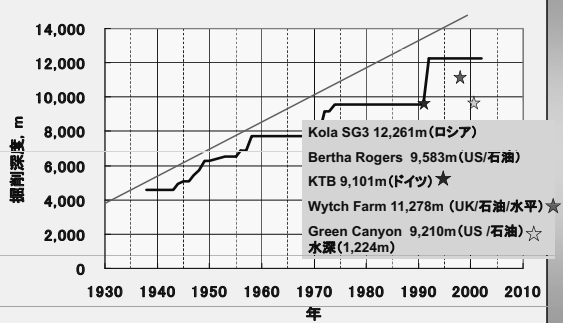
ケーシングセット深度の基本的考え方



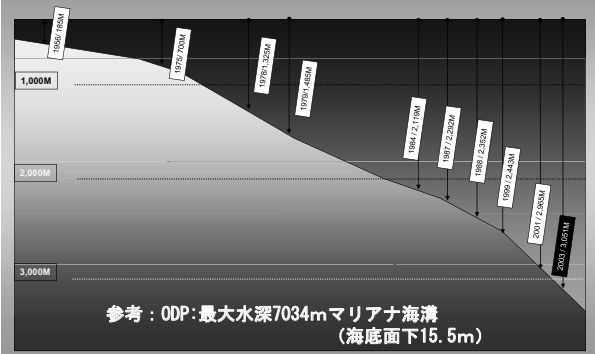
Riser Drilling



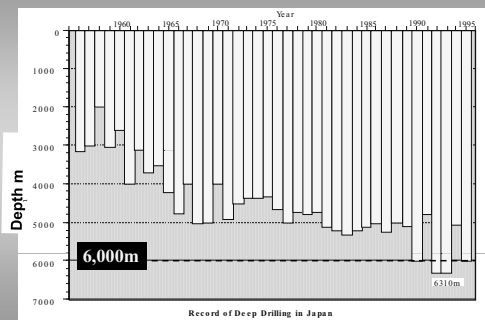
掘削深度記録の変遷



ライザー掘削における最大水深の変遷

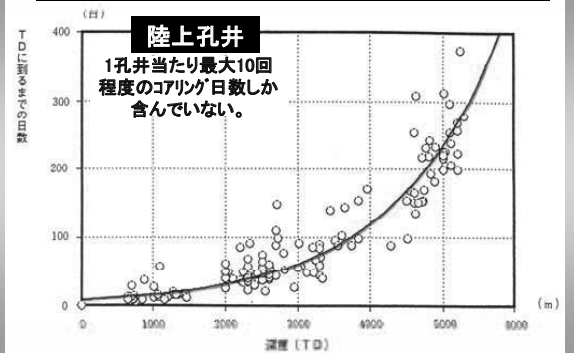


日本の深部掘削記録



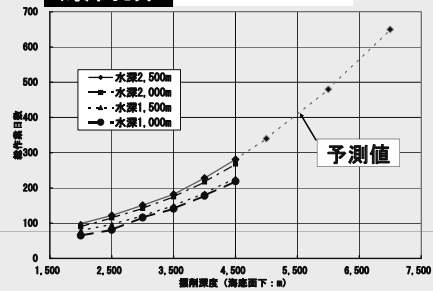
出典: 吉田恒夫, JAPEX 1996 大陸地殻ワークショップ

掘削深度とTDに到達するまでの日数の関係 日本の石油掘削実績



水深毎の掘削深度とTD所要掘削日数の関係

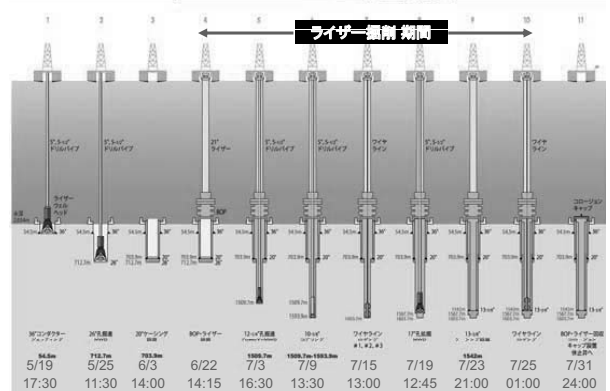
海洋孔井 連続コアリングを想定



出典: 石油技術協会/JOC H12復旧訓練の立案に関する調査報告書に追加

2009年 南海掘削ステージ2

NT2-11孔井 掘削手順

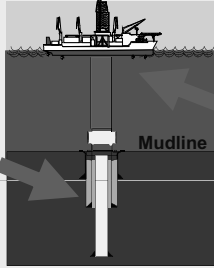


Role & Responsibility for the Chikyu Operations

CDEX is the Rig Owner and is responsible for the "Well Planning".
MQJ is responsible for "Rig Management & Operation".

Roles of CDEX (Well Planning)

- Make the Drilling Program (Hole Design)
- Supervise MQJ's daily operation.
- Verification & modification of CDEX's drilling program.



Roles of MQJ (Rig Management & Operation)

Execute daily Drilling Operations using the "Chikyu" hardware based on the CDEX's Drilling Program

"CHIKYU" Operation Framework - NanTroSEIZE

Rig Owner, Well Planner & Operator

Contractors

Science Operation Support

MWJ

CDEX / JAMSTEC

Management & Operation Agreement

Manager

MQJ

Manage Overall Operation (Drilling / Ship) Daily Maintenance Administration

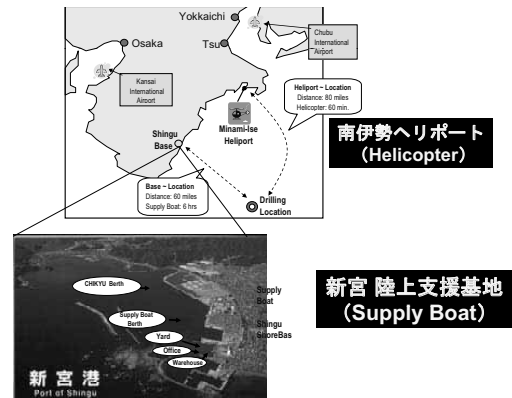
Sub-contractor Services Agreement (on behalf of CDEX/JAMSTEC)

Sub-Contractors

クルーチェンジ (ShoreBase→「ちきゅう」)



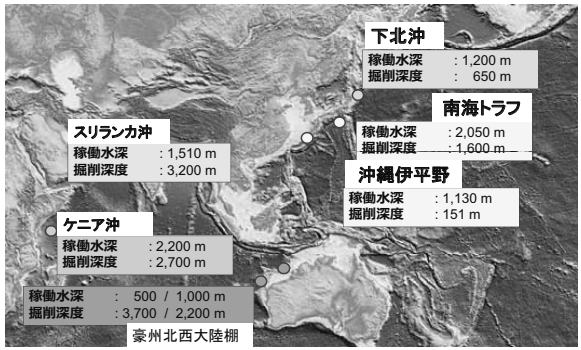
4 Weeks ON
4 Weeks OFF

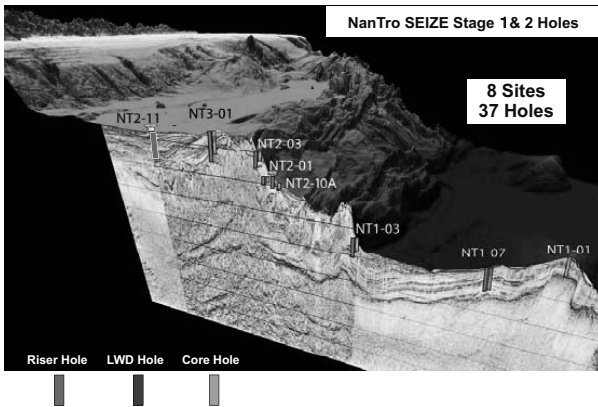
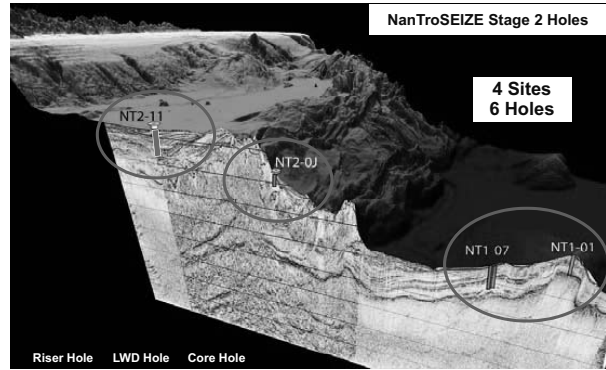
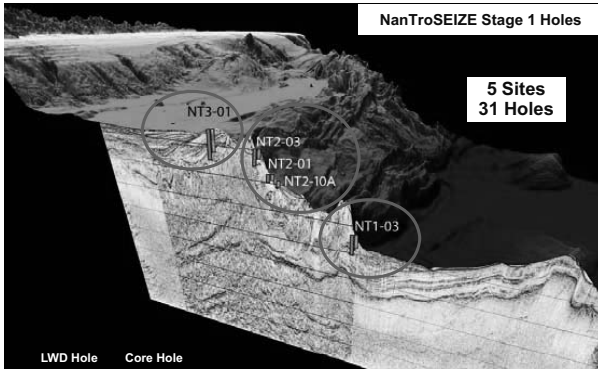


平成17~22年度「ちきゅう」の運用実績

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------------|---|---|---------------------------------------|---|---|--------------------------------|----|----|------------------|---|---|
| 年度 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 実績 | 機体調修・性能確認及び第1期システム統合試験(八戸沖、駿河湾) | | | | | | | | | | | |
| 年度 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 実績 | 第2期システム統合試験(八戸沖) | | | | | | 海外試験開始(CDS) | | | (ケニア沖及び塞州沖) | | |
| 年度 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 実績 | 海外試験開始(CDS) | | | | | | IODP/南海探測(NanTroSEIZE) Stage 1 | | | 中間検査 | | |
| 年度 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 実績 | アジアスラスタージャアの製作 | | | | | | アジアスラスタージャア完成工事 | | | 試験・試験開始 | | |
| 年度 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 実績 | IODP/南海探測(NanTroSEIZE) Stage2 Exp.316 | | | IODP/南海探測(NanTroSEIZE) Stage2 Exp.322 | | | コア探査開始(塞州沖) | | | 試験開始 | | |
| 年度 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 実績 | 定常検査・工事 | | | Exp.325 南海探測 | | | Exp.331 沖縄探測 | | | Exp.332,333 南海探測 | | |
| 実績 | MHI検査 | | | NanTroSEIZE | | | NanTroSEIZE | | | JOGMEC委託 | | |

「ちきゅう」ライザー掘削実績





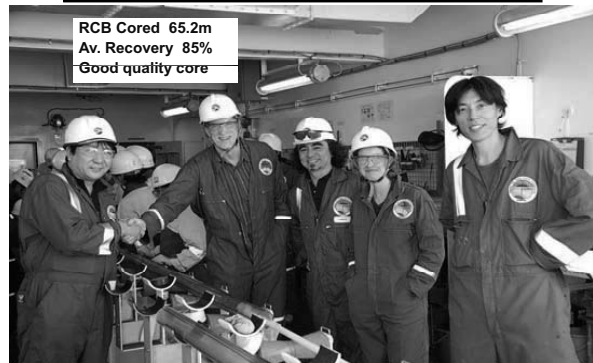
2009 南海掘削ステージ2 成果 (オペレーション)

- ▲ 科学掘削史上初のライザー掘削成功 (初使用: マッドロギング・カッティングス、→ ガス賦存域の安全な掘削達成 MG max 23.5%、孔内安定、良質コア)
- ライザー掘削 大水深記録達成 @NT2-11(C0009A) 日本記録 2054m
- ライザーレス掘削 大水深記録達成 @ NT1-07(C0011A) 日本記録 4049m
- ▲ライザー掘削にてRCBコア 85%の高回収率(高品質)を達成
- 黒潮高潮流下でライザーパイプに初のフェアリング装填試用、データ収集
- Vertical Drilling System (SLB社)を使用し、孔井傾斜を最小限に抑えることに成功(最大孔井傾斜 0.7°) @NT2-11(C0009A)
- MDT (SLB社)を使用し、孔内圧力(孔内地殻応力・間隙水圧)測定成功
- 12-1/4" PDC Drill Bit 1丁で12-1/4"孔 952.2 mを一気に掘削
- ▲ 10-5/8" RCB PDC Core Bit 1丁で海底面から881 m 連続コアリング成功
- 長期孔内計測井の掘削成功
- ▲ 科学掘削初の Walk Away VSP (2船式 孔内地震波探査)成功 @NT2-11(C0009A)
- 堆積岩及び基盤岩の境界コア採取成功 @NT1-01(C0012A)
- MQJ社として初の科学掘削を完遂(ライザー掘削・ライザーレス掘削)

平成22年度 運用実績 概要

- 平成22年度の科学掘削を完遂 (ライザーTop Hole 掘削 1孔 + ライザーレス掘削 32孔)
- 南海トラフ 高潮流下で、地震発生帯直上へ Riserless 長期孔内観測装置設置成功
- 南海トラフ高潮流下で、巨大地震発生帯の深部掘削開始(Riser孔Top Hole部 完成)
- 南海トラフで、20インチ ケーシング設置の日本最深記録達成 860.3mbsf (海底下深度)
- 南海トラフ高潮流下で、堆積岩及び基盤岩の境界コア採取成功 @ Exp333
- 沖縄トラフで、困難が予想された伊平野熱水噴出口から黒鉱コアの採取成功
- 沖縄トラフで、300℃を超える高温熱水、H₂S 環境下でのコアリング、ステンレス ケーシング設置成功
- 平成22年度 事前調査:4 海域での事前調査実施
- 全般: 安全作業の向上
10/29 無事故日数 (Lost Time Injury 無し)1000日達成
- 全般: コア回収率・コア品質の向上
- 全般: 作業効率の向上
- 全般: 「ちきゅう」視察・特別公開・一般公開 H22年度 見学者数: 12,403名

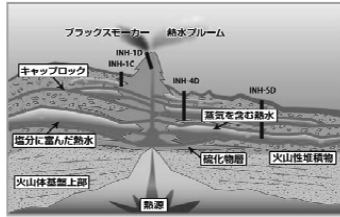
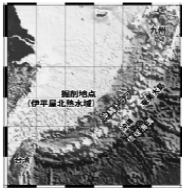
Congratulations! Good recovery & good quality Core





沖縄熱水海底下生命圏掘削

- 目的** 熱水活動域の海底下における微生物群集の実態の解明
 ・ 海底下における微生物生態系の役割の解明・海底下熱水鉱床の生成と海底下微生物群集の拡がりの関わりへの解明に知見をもたらす



- 海底下に広がる巨大な熱水帯構造の発見
- 熱水性硫化鉱物の分布・組成、熱水鉱床の成因解明に繋がる発見



沖縄熱水海底下生命圏掘削



透明なプラスチックライナーが、+300°Cの熱で変質した。
 → アルミニウムライナーへ変更

「ちきゅう」運用実績と予定 (H22、H23、H24年度)

| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | |
|---------|---------|-------------|--------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----|-----|----|--------------------------------|--------|----|----|--|
| H22、H23 | 定期検査・工事 | 機器整備 点検等 | Exp.326 南海掘削 NanTroSEIZE | Exp.331 沖縄掘削 | Exp.332,333 南海掘削 NanTroSEIZE | JOGMEC ジオテック 受託 | Exp.337 下北八戸掘削 (津波被災のため 延期) | | | | | | | | |
| H23、H24 | ドック修理 | 海上試 運転 | 海外資源掘削 (ケアン社 スリランカ) | | | | | | | | JOGMEC-JAPEX ジオテック 掘削 受託 | Exp... | | | |

| H23 航海名 | 掘削場所 | 掘削期間 |
|------------|---------|-----------------------|
| Exp 337 | 下北八戸沖 | 2011年3月15日～5月21日 (延期) |
| 海外資源掘削 | スリランカ沖 | 2011年8月6日～12月17日 (完了) |
| メタハイ事前掘削受託 | 東部南海トラフ | 2012年2月9日～3月24日 |

一般講演

| | |
|---------------------|----|
| 北海道地方土木地質図の作成 | 15 |
|---------------------|----|

(仮) 北海道土木地質図編纂・出版委員長
北電総合設計(株) 土木部技術顧問 古田 政美

| | |
|-------------------------|----|
| 温泉の源泉井戸調査と補修工事の事例 | 20 |
|-------------------------|----|

(株) アクアジオテクノ
技術部資源開発グループ技師長 大和田 照雄

| | |
|----------------------------------|----|
| 北海道の省エネルギー・新エネルギー促進の取組について | 33 |
|----------------------------------|----|

北海道経済部産業振興局環境・エネルギー室
主幹 [省エネ・新エネ] 葛西 厚

| | |
|----------------------------------|----|
| 北海道における温泉の開発と利用(現状・課題・可能性) | 34 |
|----------------------------------|----|

北海道立総合研究機構 地質研究所長 藤本 和徳

北海道地方土木地質図について—そのねらいと特徴、利用と使用について—

古田 政美 「(仮)北海道土木地質データ集」編集・出版委員会委員長

北電総合設計株式会社 土木部 技術顧問

キーワード：土木地質図，GIS 機能，基盤の工学的性質，ダム構造物実例，斜面災害実例

1. はじめに

北海道地方の土木地質図は、平成 16 年度から北海道開発局のもと、その編纂作業（委員長加藤北大名誉教授）が進められたが、色々な社会情勢で開発局主導の出版は断念せざるをえなかった。他の地方整備局（国土交通省）ではその管内の「土木地質図」を出版しているが、北海道地方では未だ出版されていない。そのため北海道開発局は出版の意向が強い。また編纂に携わっている委員の皆様も出版に対する意欲が大きかった。出版に向けての模索が行われた。最終的に応用地質学会北海道支部が受け皿となることになった。その間、開発局と応用地質学会北海道支部での契約条件が決まった。その中身の主なものとして「公共性」「利益を持たない」などであった。「(仮)北海道土木地質データ集」編集・出版委員会（実質編纂委員会）は応用地質北海道支部総会です承され、平成 22 年度から編集・出版に向けての活動が始まった。今年 3 月には、出版（DVD 版）の運びとなりました。今回は北海道地方土木地質図の特徴・ねらいおよび利用・使用についての一例を報告いたします。

2. 土木地質図編纂の必要性

北海道地方でも地震や火山噴火、岩盤崩落・地すべり等の斜面災害、豪雨による洪水災害が頻発している。また社会経済活動の拡大に伴う大型土木構造物や大規模宅地開発などの事業は少なくなってきたが、住民の安全・安心およびさらなる利便性のための維持管理や再開発が益々必要かつ重要な時代となってきました。

これら防災や建設事業計画・再構築の検討や策定に当たって事業を具体化するための環境評価や設計・施工の基礎資料として、土木地質や応用地質を扱うのに適当な地質図の作成（編纂）が望まれていた。すなわち従来の地層区分と工学的性質が直接結びつき、各種土木地質情報と地質分布や構造との関係を俯瞰的・総合的に示した地質図や解説が必要なのである。

3. 土木地質図作成に向けての目標および重点

土木地質図は、20 万分の 1 の既存の地質図をベースにするが、最新の調査結果を付け加える。目標としたものを下記に示す。なお、土木地質図は地質図・情報図とその解説書から構成される。

- ① 記号・凡例はシンプルかつ土木構造物計画や災害対応などに活用できるもの。
- ② 土木分野に必要な第四紀層や基盤での「硬さ」・「くずれやすさ」・「掘削難易」などの表現を検討。
- ③ 地域分けし、地域での地質・応用地質の特徴・特質事項を解説書の中で実例をあげ解説すること。

- ④ 種々の地質情報を整備・表示するとともに地質図と重ね合わせる工夫をすること。

4. 土木地質図の記号・凡例

従来の地質図では、同じ地層なのに地域ごとに地層名が異なる、あるいは、同じ時代の地層なのに場所によって実際の構成物が異なるなど、土木技術者にとっては、現場で混乱する原因の一つでもあった。土木地質図では、これらに配慮して、全道の地質を統一凡例・記号で区分した。区分図（凡例・記号）は紙面の関係上、堆積岩類、火砕流堆積物と付加体構成岩類を示す。

1) 堆積物・堆積岩（図-1）：

堆積物・堆積岩は、大きくは時代による 4 区分を行った。「白亜紀（K 記号）」、「古第三紀（PG 記号）」、「新第三紀（N 記号）」、「第四紀（Q 記号）」である。さらに全道各地域の地層を対比し、従来の細区分を基に、それぞれ以下のようなシームレス区分を行った。白亜紀：

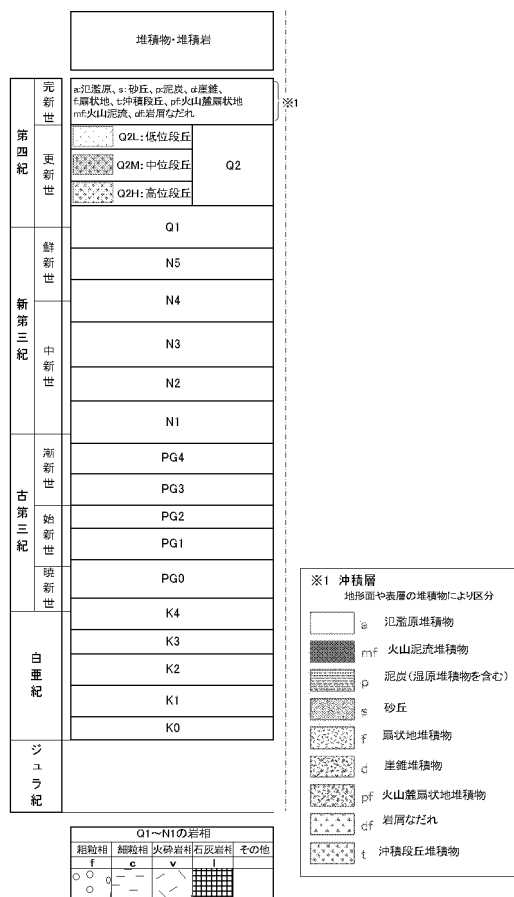


図-1 全道を統一の凡例・記号(堆積岩)

K1~K4 (4 区分), 古第三紀: PG0~PG4 (5 区分), 新第三紀: N1~N5 (5 区分), 第四紀更新世: Q1~Q2 (2 区分, うち段丘堆積物は Q2H, Q2M, Q2L の 3 つに細区分), 第四紀完新世: t, s, p, d, f, pf, df, mf, a (時代ではなく堆積物の種類に対応して 9 区分)。

ただし, 堆積状況が連続的で 2 つの時代区分をまたぐ地層がある。例えば白亜紀と古第三紀にまたがる K4 や, N1, Q1 で, これらは時代をまたぐ区分設定とした。

また, 特に新第三紀以降の堆積岩類は, 岩相により著しく強度差があるため, N1~Q1 (新第三紀~第四紀前期) の地層を, 構成物の違いにより岩相区分した。

岩相区分は, 末尾に記号を付記して示した。以下の 5 区分である。

- ①粗粒相 : c (砂礫, 砂岩・礫岩を主体), ②細粒相 : f (粘土, 泥岩・シルト岩を主体), ③火砕岩相: v (火砕岩類・凝灰岩を主体), ④石灰岩相: l (石灰質岩主体), ⑤その他 : 記号無し (互層)

2) 火砕流堆積物 (図-2) :

火砕流堆積物は新第三紀鮮新世以降とし, 産状から火砕流 fl と降下軽石 fa の 2 区分とした。これに, 時代による以下の 4 区分を行い, 記号を末尾に付した。

0: 新第三紀鮮新世, 1: 第四紀 50,000 年前以前, 2: 第四紀 50,000 年~10,000 年前, 3: 第四紀 10,000 年前以降。

また, 火砕流は大きく 4 地域 (①渡島半島, ②道南山地, ③十勝大雪, ④知床阿寒) に分けた。

さらに噴火源については特定できる 9 箇所にはその起源が分かるように記号を設定した。たとえば fw2sk の場合は fw: 溶結した火砕流堆積物, 2: 1~5 万年前の噴出物, sk: 支笏起源である。

また, 火砕流堆積物は溶結部と非溶結部での強度や透水性の差が大きい。よって, 一般に強度の大きい溶結部には「W」を付記, 地質図上でもハッチをつけ表現した。

| | | 火砕流堆積物 (溶結凝灰岩) | 降下 軽石 | |
|------|-----|-------------------|----------|--------|
| 第四紀 | 完新世 | fl3 | fa3 | 10000y |
| | 更新世 | fl2 (fw2) | fa2 | 50000y |
| | | fl1 (fw1) | fa1 | |
| 新第三紀 | 鮮新世 | fl0 (fw0) | fa0 | |
| | 中新世 | | | |

図-2 全道を統一の凡例・記号 (火砕流堆積物)

3) 付加体構成岩類 (図-3)

付加体構成岩類は, 付加した年代と構成岩種により, 以下のように 3 区分した。

ジュラ紀, 碎屑岩 (泥岩, 砂岩など): Js, 白亜紀~古第三

紀, 碎屑岩 (泥岩, 砂岩など): KPs, 白亜紀~古第三紀, 緑色岩 (玄武岩などの火山岩類が変質・変成作用により緑色化した岩石): KPb

また, 異地性岩体のうち表示可能な大きさの小ブロックは岩種ごとに 3 区分した。異地性岩体とは, 付加体中にブロックとして含まれている岩体である (緑色岩 bs・石灰岩 l・チャート ch)。

変成岩類は, 変成作用を受ける前の原岩によって 2 区分した (泥質岩: mep・塩基性岩: meb)。

超塩基性岩類 (蛇紋岩など) は, 以下の 2 区分とした (かんらん岩: pe・蛇紋岩: sp)。

とくに蛇紋岩は, 膨張性岩盤として土木的に問題となることが知られており, その多くが葉片状蛇紋岩であることから, 塊状・葉片状に区分し, 塊状をハッチングで表記した。

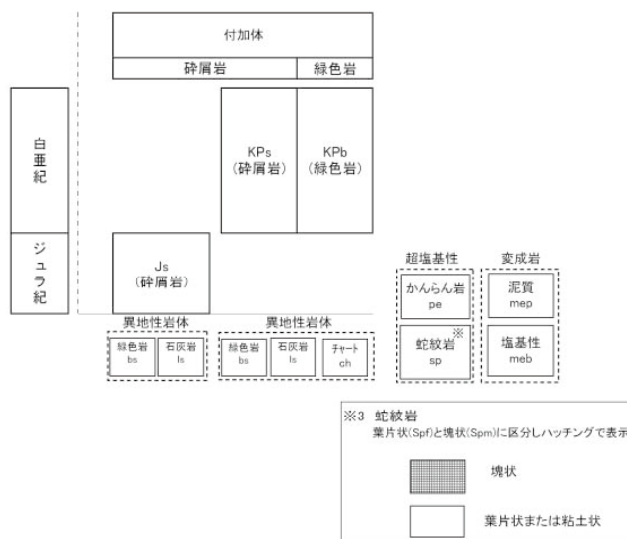


図-3 全道を統一の凡例・記号 (付加体)

4) 火成岩類

火成岩類 (火砕流を除く) は, 地質年代, 化学組成, 形態 (岩相・産状) により, 「溶岩」, 「火山碎屑岩」, 「貫入岩」, 「深成岩」に 4 区分した。

さらに細区分を以下に示す。深成岩以外の火成岩類は, 時代と化学組成を加味して細分化した。地質記号は, 以下の要素の組み合わせで, ①~③の順に付記した。

① 時代区分: 白亜紀 K, 古第三紀 PG, 新第三紀 M, 第四紀更新世 P, 第四紀完新世 Q の 5 区分

② 産状・岩相の基本区分: 白亜紀・古第三紀: 溶岩・火山碎屑岩 v, 貫入岩は記号無し, 新第三紀・第四紀: 溶岩 L, 火山碎屑岩 P, 貫入岩は記号無し。

③ 化学組成: 白亜紀・古第三紀: 苦鉄質 m, 珪長質 f の 2 区分, 新第三紀・第四紀: 玄武岩質~安山岩質 b, 安山岩質~デイサイト質 a, デイサイト質~流紋岩質 r の 3 区分例: たとえば MLa の場合は, 時代: 中新世 M, 産状: 溶岩 L, 化学組成: 安山岩質~デイサイト質 a

深成岩は, 苦鉄質 gb (はんれい岩など), 珪長質 gr (花崗岩など), ミグマタイト mig の 3 区分とした。

これらの区分は, いわゆる土木地質的特徴をある程度反映してはいるが, 産状・岩相は場所によりばらつきが多く, 地山あるいは材料として捉える場合, 不均質性を考慮する必要がある。また, 変質にも注意が必要である。

なお、新第三紀の火山砕屑岩類は、火山から噴出した後、水中で破砕して堆積した地層であるため、一部堆積岩類に分類している。

5. 解説書の特徴

解説書は、基本的に土木地質図の説明・解説としました。構成は第1編：本地質図の利用に当たっての説明、第2編は地形・地質で北海道の概要および地域を分け（表-1、図-4）、地質・応用地質を解説。第3編は応用地質、第4編は資料集（地質情報等を整理；表-2）。特に第2編の地域での応用地質の項ではその地域での土木構造物・災害などを事例で解説した（表-3に例として北海道中央北部で記載した例を示す）。

表-1 地域区分・地区区分

| 解説書区分 | |
|--------------|------------------------|
| 地域 | 地区 |
| 4 北海道南西部 | 4.1 渡島半島 |
| | 4.2 道南山地 |
| | 4.3 奥尻島、渡島大島・小島 |
| 5 北海道中央南部 | 5.1 石狩平野 |
| | 5.2 夕張山地および日高山麓丘陵 |
| | 5.3 日高山地 |
| | 5.4 十勝平野 |
| | 5.5 然別火山群～東大雪 |
| 6 北海道中央北部 | 6.1 増毛山地 |
| | 6.2 深川留萌地域 |
| | 6.3 十勝・大雪火山群 |
| | 6.4 天塩平野および宗谷丘陵 |
| | 6.5 天塩山地 |
| | 6.6 中央凹地(頓別平野～上川富良野盆地) |
| | 6.7 北見山地北部～中部 |
| | 6.8 利尻・礼文、天売・焼尻 |
| 7 北海道東部 | 7.1 北見山地南部および盆地 |
| | 7.2 白糠丘陵 |
| | 7.3 斜里平野およびオホーツク海沿岸平野 |
| | 7.4 知床半島、阿寒・屈斜路 |
| | 7.5 根釧台地～鶴居丘陵 |
| 8 北方四島 | 8.1 国後・択捉 |
| | 8.2 歯舞・色丹 |



図-4 地域区分・地区区分

表-2 土木地質図・情報図掲載項目
(データは解説書の資料集)

| 情報図の種類 | 掲載図面・箇所 | |
|--------|------------------|---------|
| | 20万図表示 | 解説書・資料集 |
| 土木構造物 | ダム | ○ |
| | トンネル | ○ |
| | 橋梁 | ○ |
| | 発電所 | ○ |
| | 空港・港湾 | ○ |
| | 地すべり防止区域 | ○ |
| | 地すべり地形 | ○ |
| | 岩盤崩壊・地すべり災害発生箇所等 | ○ |
| | 土石流発生箇所 | ○ |
| | 火山泥流発生箇所 | ○ |
| 応用地質 | 地震 | ○ |
| | 活断層 | ○ |
| | 液状化履歴図 | ○ |
| | 地下資源 | ○ |
| | 稼行・休廃止鉱山 | ○ |
| | 炭田・炭坑 | ○ |
| | 油田・ガス田 | ○ |
| | 温泉・鉱泉 | ○ |
| | 地下水(面) | ○ |
| | 深井戸(地熱・温泉、資源など) | ○ |
| その他 | 自然公園 | ○ |
| | 名勝・天然記念物 | ○ |
| | 凍結深 | ○ |
| | 積雪深 | ○ |
| | 気候図 | ○ |
| 地物 | 重力異常 | ○ |
| | 磁力線 | ○ |

表-3 地域別応用地質記載事項(例)

| | ダム | トンネル | 地すべり災害 | 岩盤崩壊 | 土石流・津波・洪水 | 地震・火山災害 | 資源 | 特殊地形地 |
|------------------------|--------|---------------|--------|------|-------------|---------|--------|--------|
| 6.1 増毛山地 | - | 太島内概要、ペリカ、玉の湯 | 安瀬 | 雄冬峠 | | | | |
| 6.2 深川留萌地域 | 留萌、エルム | 北竜、多度志 | | | | | | |
| 6.3 十勝・大雪火山群 | 忠別 | - | - | 天城岩 | 層雲峡、カシノナイ沢 | 大正泥流 | 温泉(概要) | |
| 6.4 天塩平野および宗谷丘陵 | 北辰 | 豊幌 | | | 天塩川洪水 | | 湿原、地下水 | |
| 6.5 天塩山地 | 小平、沼田 | 嵐山、小平 | 共和 | | 雨竜川、天塩川筋、津波 | | 炭鉱 | 第四紀堆積物 |
| 6.6 中央凹地(頓別平野～上川富良野盆地) | - | 旭川 | | | 活断層、地下水 | | | |
| 6.7 北見山地北部～中部 | 大雪 | 於鬼頭 | 村井の沢 | | | | | 金風鉱山 |
| 6.8 利尻・礼文、天売・焼尻島 | なし | (概要・漁港) | 元地 | | 火山土石流、海岸浸蝕 | | 地下水 | 活構造 |

6. 土木地質図および解説書の実例および使用・利用について

ここでは土木地質図の利用・使用についてと解説書での実例を主体に示す。

1) 土木地質図

① 編集で地質図に「地質情報」を重ね合わせ(GIS機能)

目的とした地域での地質情報を把握する(留萌地方で、地すべり地形、ダム構造物等を示す)。

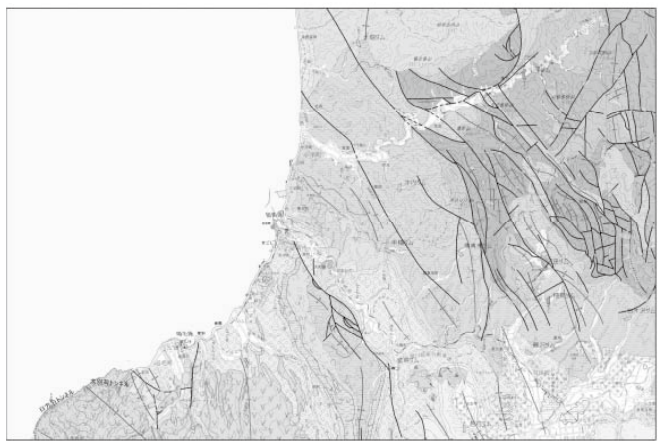


図-5 留萌地方での地質状況

② 対象目的地層の抽出

目的とする地層を抽出することが可能である。例として白亜紀以前の地層を抽出（抜粋）した例を示す。

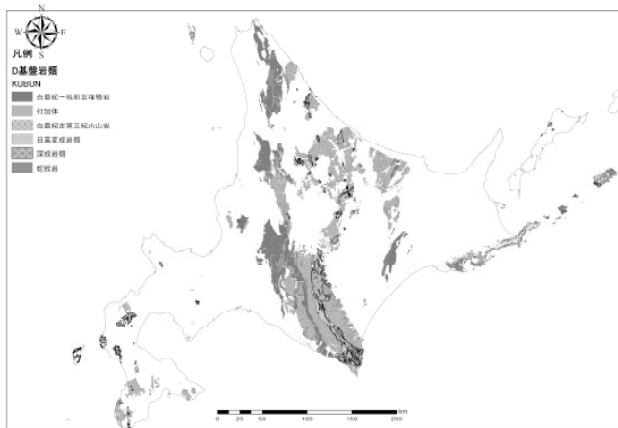


図-6 白亜紀以前の地層

③ 公共出版物との対比

土木地質図と公共出版物との対比を考える。

- 表層地盤のゆれやすさ全国マップ（2005年内閣府対策総括官：防災担当）

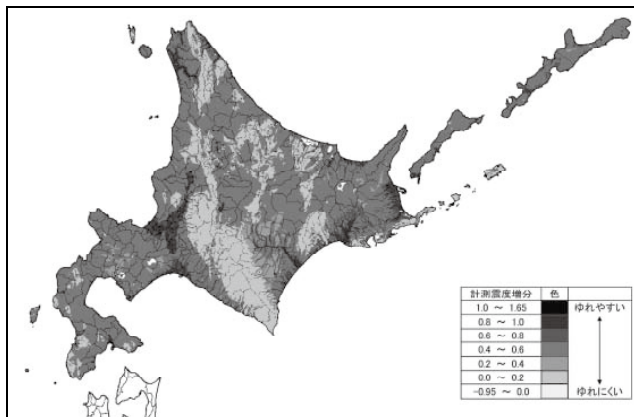


図-7 表層地盤のゆれやすさ全国マップ（北海道地方抜粋，加筆）

- 深層崩壊推定頻度マップ（2010年国土交通省）

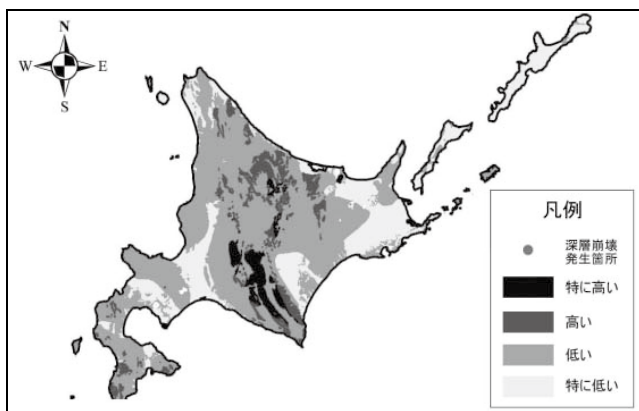


図-8 深層崩壊推定頻度マップ（北海道地方抜粋，加筆）

2) 解説書

解説書は基本的に土木地質図の解説および説明である。以下に解説や説明の例を示す。

① 地層名の対比（主に新第三紀の堆積岩類）

北海道南西部と北海道中央南部での代表的な地層と岩相を示す（詳細は本文「北海道概観」の項で示す）。

表-4 地層名の対比（主に新第三紀の堆積岩類）

| | 北海道南西部 | | 北海道中央南部 | |
|-----|------------|---|--|--|
| | 代表的地層名 | 代表岩相 | 代表的地層名 | 代表岩相 |
| 更新世 | Q2 | 留寿都層 岩内砂層 徳舜別粘土層 | 火山灰・砂・粘土 Q2 砂 Q2 粘土・砂礫 Q2 | 野幌層 砂・シルト Q2 |
| | Q1 | 尻別川層 瀬棚層 | 砂岩・礫岩・シルト岩 Q1 | 池田層 砂岩・泥岩・シルト岩・凝灰岩 Q1、Q1c(上部) |
| | | 鶺鴒層・富川層 | 砂岩(細～中粒) Q1 | 材木沢層 裏の沢 泥岩・砂岩・凝灰岩 Q1 |
| 鮮新世 | N5 | 黒松内層 伊達層 室蘭層 余別層 倶知安層群 西野層 | 火砕岩・泥岩・砂岩 N5c・N5v・N5 砂岩・泥岩・凝灰岩 N5・N5c・N5v 火砕岩・溶岩 PL・PP 凝灰岩・シルト岩 N5 火砕岩・溶岩 PL・PP 砂岩・泥岩 N5f 火砕岩 PP | 糠内本別層 厚賀層 当別層 砂岩・泥岩・礫岩 N5 砂岩・泥岩・凝灰岩 N5 |
| | N4 | 八雲層 木古内層 江差層 砥山層群 大和層 小沢層 | 硬質頁岩・泥岩・凝灰岩 N4f・N4v 泥岩・砂岩 N4f 砂岩・頁岩・礫岩 N4 溶岩・火砕岩 ML・MP | 望来層 岩見沢層 二風谷層 元神部層 砂岩・泥岩・凝灰岩 N4・N4f 礫岩・砂岩・泥岩 N4・N4c |
| | | 荘珠内川層 | 凝灰岩・角礫凝灰岩 N4v 溶岩・火砕岩 MP・MP | 大樹層 泥岩・砂岩・凝灰岩 N4 |
| | | 然別川 白井川 | 凝灰岩・凝灰角礫岩 N3v 泥岩・砂岩・礫岩 N3 火砕岩・溶岩 MP・MP | 上支湧別層 泥岩・砂岩・礫岩 N3 |
| 中新世 | N3 | 長流川層 幌別層 訓縫層 左俣川層 | 凝灰岩・溶岩を伴う 緑色凝灰岩・砂岩・泥岩・溶岩を伴う N3v MP・MP | 大川層 川端層 受乞層 砂岩・泥岩・礫岩 N3 礫岩・砂岩 N3c |
| | N2 | 定山溪層群 茅沼層群 | 堆積岩(砂岩・泥岩) N2 火砕岩 MP 溶岩 ML | 滝の上層 礫岩・砂岩・泥岩五層・凝灰岩 N2 |
| | | 吉岡層 | 泥岩・砂岩 N2f | |
| N1 | 福山層 太櫓層 | 火砕岩・砂岩・泥岩 N1・N1v 溶岩 MLb | - | |

「」：混合層
「f」：細粒岩を主体層
「c」：粗粒岩を主体層
「v」：凝灰質を主体層
ML：中新世の溶岩
PL：鮮新世の溶岩
MP：中新世の火砕岩
PP：鮮新世の火砕岩

② 基盤の工学的性質（夕張山地北部の例）

基盤の工学的性質は本文の第2編「地形地質」の各地域（4～8項）での「応用地質」に示している。基盤の工学的特徴や土木構造物や地すべり地形などに対し説明している。

表-5 基礎の工学的性質 (夕張山地北部)

| 時代・区分 | 記号・地層名 | 岩相 | 工学的物産 | グム | | | トンネル | | | 基すべり地帯 |
|----------------------|--------|-------------|------------------------------|----|----|----|------|----|----|--------|
| | | | | 先 | 形次 | 程度 | 先 | 支保 | 特性 | |
| 北見山地 夕張山地 道南山地 | N5 | 沖積層・洪積層 | 砂・中砂・砂礫石 砂・上部に軽石混在 | | | | | | | |
| | N5 | 沖積層・洪積層・扇状地 | 扇状地の砂・砂礫石 | | | | | | | |
| | N4 | 沖積層・洪積層 | 扇状地の砂礫石 | | | | | | | |
| | N3 | 沖積層・洪積層・アソコ | 砂礫石・砂・砂礫石・砂礫石 砂礫石・砂礫石・砂礫石 | | | | | | | |
| | N2 | 扇状地の砂・砂礫石 | 下部に砂礫石が混在 上部に砂礫石が混在 | | | | | | | |
| | PC3 | 洪積層 | 上部にシルト 下部に砂 | | | | | | | |
| | PC2 | 洪積層 | 上部にシルト 下部に砂 | | | | | | | |
| | PC1 | 洪積層 | 上部にシルト 下部に砂 | | | | | | | |
| | PS-4 | 洪積層 | 砂礫石 | | | | | | | |
| | PS-3 | 洪積層 | 砂礫石 | | | | | | | |
| 道南山地 | K3 | 洪積層 | 砂礫石・砂礫石 | | | | | | | |
| | K2 | 洪積層 | 砂礫石・砂礫石 | | | | | | | |
| | K1 | 洪積層 | 砂礫石・砂礫石 | | | | | | | |
| | 80a | 洪積層 | 砂礫石 | | | | | | | |

③ 土木構造物の実例紹介と解説 (漁川ダムの例)

土木構造物の実例紹介と解説は上記した「応用地質」の項の中で取り扱っている。実例は道南山地(北海道西南山地)の溶結凝灰岩分布域に築造された漁川ダムを示す。

漁川ダム

漁川ダムは恵庭市に、多目的としてダム高 45.5m のロックフィルダムである。直轄ダムとして、北海道では、2 例目のロックフィルダムである。


ダム諸元は以下の表に示す。

漁川ダムは、支笏火山噴出物(第四紀火山噴出物)で溶結凝灰岩を基礎としている。基礎の溶結凝灰岩は溶結部が約 30~40m の厚さがある。この部分は強度があり、ダム基礎として問題は少なかった。しかし溶結部の上下に非溶結部が存在し、強度面・透水性の面からも課題があり、十分な検討がなされた。特にカーテンプーンの検討では、常時満水位との兼ね合いで、処理の検討が行われた。また下部には砂礫層が存在し、被圧地下水が存在しその対応もされている。ダム軸の地質断面図、上下流断面図を以下の図と写真に示す。

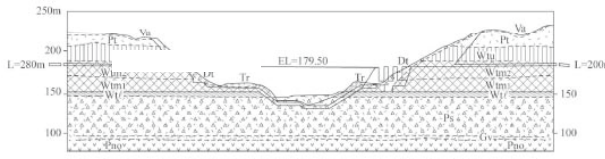
材料の面でもコア材に関しては、周辺が火山性の堆積物が多く、その対応に広域に調査を行い、十分な試験等を実施して、施工に望んでいる。

ダム諸元 (漁川ダム)

| | |
|------------------|---|
| 位置 (河川名) | 恵庭市漁平 (石狩川水系千歳川支流漁川) |
| 目的 | 多目的ダム |
| 事業主体 | 北海道開発局 |
| 基礎 | Ft2 支笏火山噴出物、溶結凝灰岩 |
| ダム形式 | ロックフィルダム |
| 堤高 (堤体標高) | 45.5m (179.5m) |
| 堤頂長 | 270.0m |
| 堤体積 | 647,000m ³ |
| 総貯水容量 | 15,300,000m ³ |
| 設計洪水位 | |
| サーチャージ水位 | 176.5m |
| 常時満水位 | 164.3m |
| 最低水位 | 154.6m |
| 地盤状況 条件 強度 | 岩盤強度 ps(溶結凝灰岩非溶結部) $\tau = 2.3 \text{ kg/cm}^2 \sim 0.15 \text{ MPa}$ 設計強度 0.15 |
| ダム築造の課題 | 溶結凝灰岩の溶結度の差で、強度・透水性に違いが大きい。また下部に砂礫層からの被圧地下水が作用していた。以上の条件等を検討し、設計を行った。 |



漁川ダム



ダム軸地質断面図 (漁川ダム)

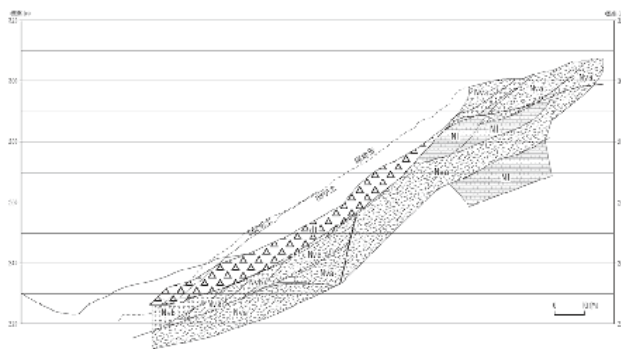
図-9 土木構造物 (漁川ダム: 本文より抜粋)

④ 斜面災害の実例紹介 (北陽土砂崩壊)

斜面災害の実例は、上記した「応用地質」の項の中で取り扱っている。実例は北見山地南部の付加体構造岩類分布域で発生した斜面崩壊(土砂崩壊)の例である。

7. 終わりに


今回作成した土木地質図は、バラバラに発行された既存の 20 万分の 1 地質図をつなぎ、土木(応用)地質に使いやすいように、統一凡例を作成し、地層の整理を行い、分布



| 地質時代 | 地層名 | | 記号 |
|------|------------|------|----|
| | 第四紀 | 新第三紀 | |
| 第四紀 | 沖積層 | 洪積層 | |
| | 火山性砕積岩 A | | |
| | 火山性砕積岩 B | | |
| | 石炭層・チャート互層 | | |
| 第三紀 | 赤色含煤泥岩 | | |
| | チャート | | |
| | | | |

北陽斜面崩壊 (一般国道 33 号北陽土砂崩落調査委員会, 2002)

岩盤が長い時間をかけて劣化している可能性があるため、土地利用では注意が必要である。



北見北陽斜面岩盤崩落

図-10 斜面災害 (北陽土砂崩落: 本文より抜粋)

や断層などを編集しました。従来重要視していなかった第四紀の堆積物も種々の資料や最近の研究成果をとりまとめて表示した。また、関連する地質情報(土木構造物・地質災害・地質資源・環境・活断層などのデータ)を収集整理し、地質情報図も作成しました。さらに、これらの情報をすべて電子化し、GIS 上で操作できるスタイルとしたことは、既刊の全国の土木地質図とは全く異なる斬新な試みであります。

また、解説書は、広大な北海道が地域によって地形・地質に特徴があることから、大きく 5 地域に分け、それぞれ詳細に解説している。さらに応用地質の項では、「分布地質の工学的性質」・「土木構造物」・「災害」・「資源」などを、その地域での実例をもとに解説しています。また北海道の特筆すべき地質に関して、土木的に課題となる地質「付加体」・「蛇紋岩」・「火砕流堆積物」・「湿原堆積物」など、そのでき方なども含め、土木技術者が理解できるよう解説した。

土木関連の技術者が防災計画や構造物の再構築・維持管理を考える際、必要となる項目を多く整理・編集したものです。

昨年度、新たな編集作業を開始し、本年 3 月に出版の運びとなりました。編集作業に携わっていただいた加藤名誉教授、新井田先生ほか委員の皆様の力強い支援を受けたことを御報告いたします。また、応用地質学会北海道支部や北海道地質調査業協会および関連会社に多大な励ましや支援を受けたこともここに御報告し、感謝いたします。

温泉の源泉井戸調査と補修工事の事例

大和田 照雄*

*株式会社 アクアジオテクノ 技術部資源開発グループ

キーワード：源泉補修，源泉改修，坑井障害，井戸管理

1. はじめに

井戸と揚湯設備を新設後、長年揚水を継続するに従い各種の障害は生じてくる。水位の変化、揚水量の変化、水質の変化などのために必要水量の確保ができないだけでなく、水中ポンプへの障害が発生する。これらの現象は、井戸及び水中ポンプの日常の保守管理により、大きな障害の発生前に、井戸管理データを含めた情報を整理して原因の究明と対応・対策を講じる必要がある。

本源泉は、施設の運営が始まってから10年後に井戸能力に変化があるのではとの問い合わせがあり、平成20年6月に井戸能力の再調査と揚湯設備の見直し及び井戸管理の改善の提案を行った。提案した同じ年の11月に既設ポンプの故障が発生したため、水中ポンプの揚管を機会に井戸調査を行った。井戸調査の結果、上部浅層から低温水が流入していると推定された。低温水の流入により、泉温の変化、湧出量の変化、水位の変化、泉質の変化などの坑井障害の症状も確認された。

ここで紹介するのは、坑井障害の事例を基に調査手法、解析結果、補修方法の検討と施工を述べる。

2. 調査手法

現況の坑井障害の症状を確認するために、揚湯試験、泉質分析、水中テレビカメラ観察を実施した。揚湯試験は、段階と一定量揚湯試験を行い、「揚湯量」「水位」「温度」「電導度」の計測をした。スクリーン以外からの流入により泉質にも変化が現れこともあり泉質分析を行った。水中テレビカメラ観察は、耐熱・耐圧性から観測条件が限定されるが、破損箇所と腐食状況の把握には有効な手法といえる。

3. 調査結果

源泉井戸調査は、平成20年11月と平成22年11月に行った。その結果、深度185m付近から低温水の流入と深度772m付近でスクリーンからの温泉水の流入経路が堆積物とにより狭まっていることが判明した。

4. 改修・補修工事

2回の源泉井戸調査と平成21年1月から開始された自動観測（揚湯量、水位、温度）により井戸能力回復のため改修工法と、源泉井戸の修復を行うため幾つかの補修方法が検討した。堆積物除去の改修工法として、「エアリフト」、「送水循環」、「ブラッシング」洗浄を行った。

補修工法は、「遮水効果」、「今後の井戸管理」から既設ケーシングに内挿管を設置する二重ケーシング設置工法とした。

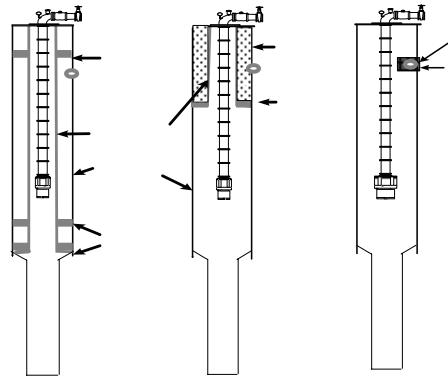


図1 補修工法

表1 補修対策案比較表

| 項目 | 内挿管設置 | | パッチ工法 |
|--------|-----------|----------|-------|
| | 0~800m | 0~300m | |
| 遮水工法 | 自重式パッカー工法 | セメンチング工法 | |
| 遮水効果 | ○ | △ | ○ |
| 耐久性 | △ | ○ | △ |
| メンテナンス | ○ | × | ○ |
| 内挿管の回収 | ○ | × | × |
| 費用 | △ | ○ | △ |
| 総合評価 | ○ | × | × |

補修工事の結果、井戸能力は改善され安定供給が可能となった。

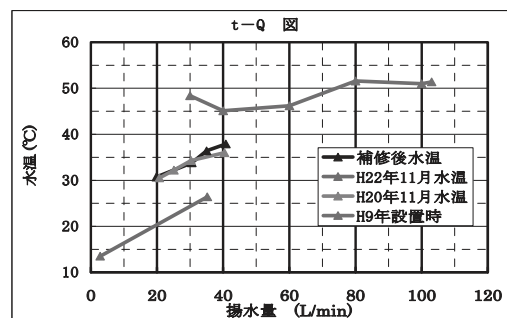
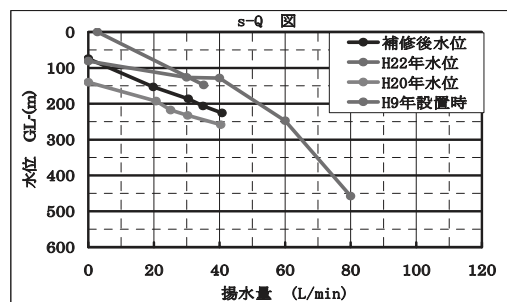


図2 水位-揚水量，水温-揚水量

5. おわりに

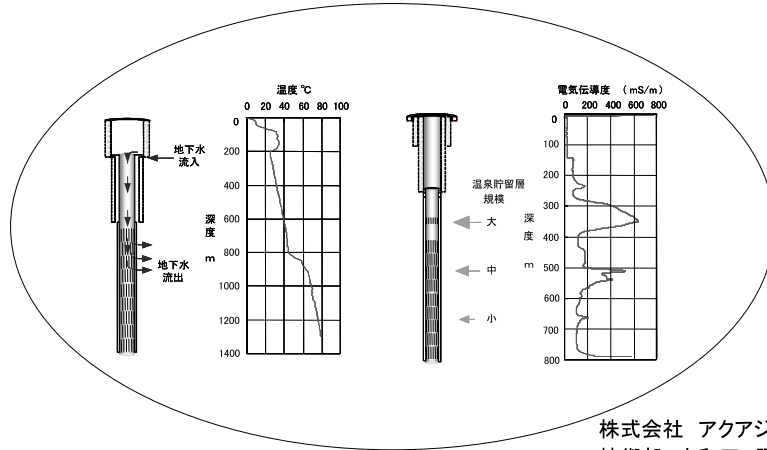
井戸と揚湯設備（水中ポンプ他）の稼動記録を（揚湯量，水位，水温）を継続的に記録することにより，井戸障害の早期発見や未然防止の可能性も高くなり，本源泉においても早めの対策を講じることにより，井戸と揚水設備の寿命を延ばすことができ，経済的メリットをもたらすこととなった。したがって今後も，揚湯量，水位及び

水温などの定期観測による日常の井戸管理や定期的なメンテナンスが必要である。

6. 文献

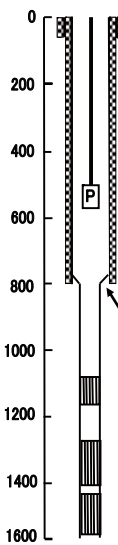
高橋徹哉・鈴木隆広（2005）：坑井障害と調査手法，北海道立地質研究所 第43回試錐研究会講演資料集

温泉の源泉井戸調査と補修工事の事例



株式会社 アクアジオテクノ
 技術部 大和田 照雄
 江刺家 秀彦 1

井戸構造と揚水設備



| 掘削径 | 深度 | 管種 | 外径 | 内径 |
|-----------------|-------|-----|-------|-------|
| 17-1/2" (444.5) | 76m | SGP | 355.6 | 339.8 |
| 12-1/4" (311.2) | 800m | STO | 244.5 | 228.6 |
| 8-1/2" (215.9) | 1600m | STO | 177.8 | 166.0 |
| スクリーン | | STO | 177.8 | 161.7 |

| スクリーン区間 | |
|---------|-------|
| 1079~ | 1119m |
| 1189~ | 1209m |
| 1268~ | 1326m |
| 1350~ | 1469m |
| 1493~ | 1594m |

| | |
|-------|-------------------|
| 水中ポンプ | SP5A-85-7.5kw |
| 揚湯管 | FGP40A×8.9m/本×56本 |
| 設置深度 | 498m |

Jツールパッカー

- ・平成9年竣工
- ・深度800m間はフルホールセメンチング
- ・深度800m付近にJツールパッカーの遮水装置
- ・水中ポンプ設置深度498m
- ・平成21年1月から揚湯量、水温、水位の自動観測開始

源泉井戸履歴

1. 平成9年竣工
2. 平成20年6月 源泉井戸調査提案(井戸能力の再評価)
3. 平成20年11月 源泉井戸調査(井戸能力調査、抗井障害の有無)
調査内容:①揚湯試験、②水中テレビカメラ調査、④温度・電気伝導度検層、
⑤温泉分析
水中ポンプ交換(既設ポンプ故障により)
4. 平成21年1月～ 源泉井戸点検業務(井戸カルテの作成)
観測項目:①揚湯量、②水位、③水温
点検項目:①電気伝導度、②水中ポンプ電圧・電流・絶縁抵抗、③可燃性ガス
5. 平成22年11月 源泉井戸調査(破損箇所の特典、改修・補修計画の策定)
調査内容:①揚湯試験、②水中テレビカメラ調査、④温度・電気伝導度検層、
⑤温泉分析
改修提案
6. 平成23年8月 源泉井戸補修

3

水中テレビカメラ及び物理検層機器

水中テレビカメラ検層車

水中テレビカメラ検層車内概念図

電気(温度)検層プローブ

ボアホールカメラ

検層内容によりプローブを付け替える。

水中テレビカメラ検層車内構成図

プリンター モニター パソコン

電動ウィンチ

1/4回転アームケーブル

マイクログラ

ボアホールカメラプローブ

プローブ先端 カメラ部

温度・電気伝導度測定プローブ仕様

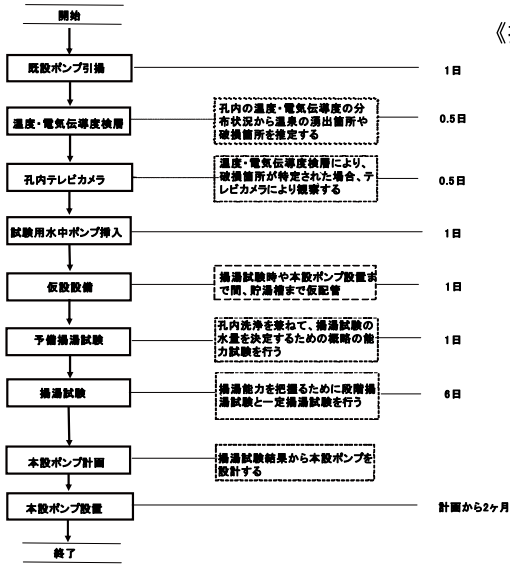
| | |
|---------|---|
| 型 式 | 温度/孔内水導電率プローブ TCDS(ロハートソシオロギング社製) |
| 外形および重量 | φ38mm、長さ2440mm |
| 温 度 | レンジ 0~70°C 精度 ±0.5°C 示差 1m当りの温度変化 |
| 導 電 率 | レンジ 50~50000 μS/cm 精度 500 μS/cmで±2.5% 示差 1mでの伝導率の傾き |

水中テレビカメラ仕様

| | |
|---------|--|
| 型 式 | 孔内カラーカメラ装置 DTR65MPX(ロハートソシオロギング社製) |
| 外形および重量 | φ85mm、長さ1160mm |
| 観察カメラ部 | 解像度 380TVライン 照明 内蔵白色LED カメラ制御角度 ±110度 カメラ回転角度 ±360度 |
| 耐久温度 | 50°C |

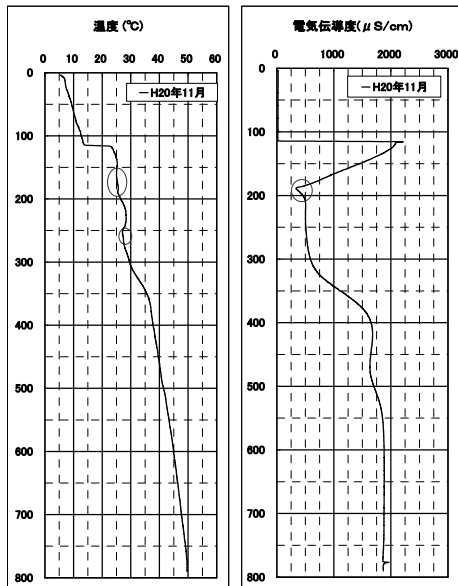
4

平成20年6月調査提案



5

平成20年11月調査(1)



《調査目的》

- ・井戸能力の再評価

① 調査内容

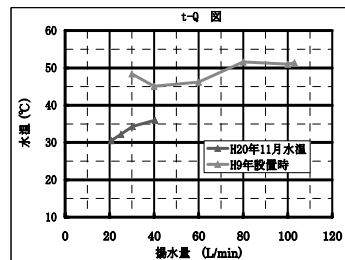
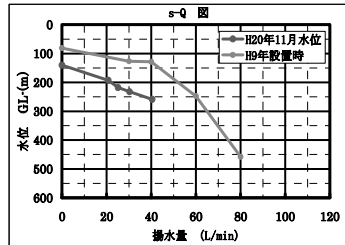
- ・温度検層
- ・電気伝導度検層
- ・揚湯試験(段階、一定量)

② 検層

- ・温度検層での異常箇所
深度160m~190m
深度250m~260m
- ・電気伝導度での異常箇所
深度190m付近
- ・検層は、深度790mでプローブの
降下不能となる

6

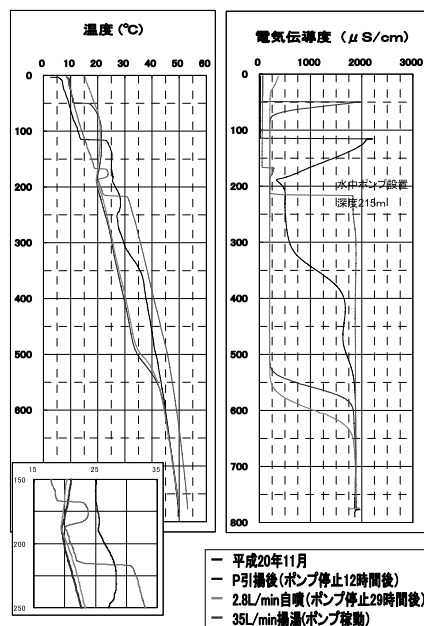
平成20年11月調査(2)



- ③ 揚湯試験
動水位は、80～120m低下
水温は、10～15℃低下
- ④ 水中テレビカメラ
孔内の濁りにより観察は不鮮明
- ⑤ 調査結果まとめ
 - ・これらの結果から、160m～260mの区間でケーシングパイプ破損により低温水が流入していると推定された
 - ・深度800m付近の異径箇所でスケールなどによりケーシング内径の縮小

7

平成22年11月調査(1)

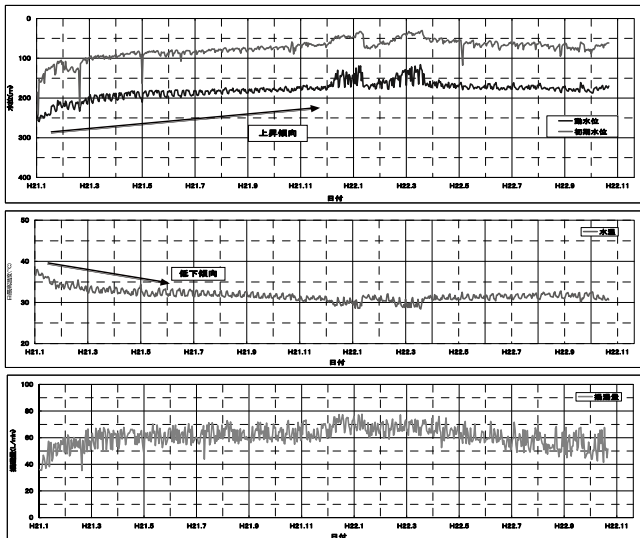


- ① 調査内容
 - ・温度・電気伝導度検層
 - ・揚湯試験(段階、一定量)
 - ・水中テレビカメラ
- ② 検層
 - ・温度検層での異常箇所
深度180m付近
 - ・電気伝導度での異常箇所
深度190m付近
 - ・検層は、深度780mでプローブの降下不能となる

8

平成22年10月井戸点検(観測データ)

観測データ (平成21年1月～平成22年10月)

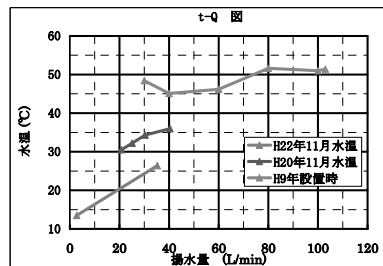
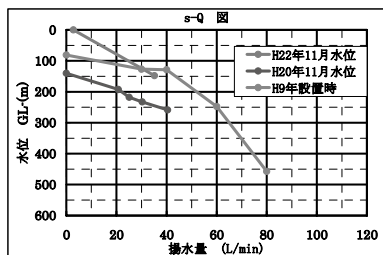


観測開始当初の平成21年1月から平成22年10月の観測データより

「水位は上昇傾向」
「水温は下降傾向」

9

平成22年11月調査(2)



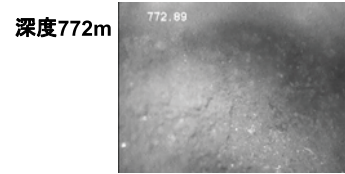
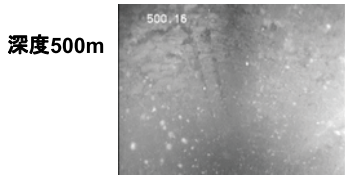
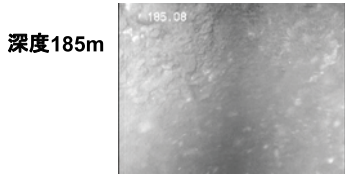
③ 揚湯試験

- ・静水位が自噴状態
- ・動水位も100～150m上昇
- ・水温は10°C以上低下し、25°C前後
- ・自噴時の電導度22mS/mと低い

| 項目 | 揚水量 (L/min) | 動水位 GL-(m) | 比湧出量 (L/min/m) | 温度 (°C) | 電導度 (mS/m) | 時間 (min) |
|----------|----------------|---------------|-------------------|------------|---------------|-------------|
| 平成22年11月 | | | | | | |
| 自噴 | 2.8 | -0.2 | - | 13.5 | 22 | - |
| 揚湯 | 34.5 | 147.9 | 0.22 | 26.5 | 128 | 1260 |
| 平成20年11月 | | | | | | |
| 静水位 | - | 140.0 | - | - | - | - |
| 1段階 | 20.7 | 192.7 | 0.39 | 30.5 | 189 | 480 |
| 一定量 | 25.1 | 217.9 | 0.23 | 32.2 | 179 | 3080 |
| 2段階 | 30.3 | 232.5 | 0.36 | 34.3 | 182 | 480 |
| 3段階 | 40.4 | 258.6 | 0.31 | 36.0 | 183 | 480 |
| 平成9年設置時 | | | | | | |
| 静水位 | - | 81.0 | - | - | - | - |
| 1段階 | 30.0 | 126.7 | 0.65 | 48.4 | - | 320 |
| 2段階 | 40.0 | 128.6 | 0.84 | 45.1 | - | 320 |
| 3段階 | 60.0 | 247.7 | 0.35 | 46.2 | - | 320 |
| 4段階 | 80.0 | 457.6 | 0.21 | 51.6 | - | 360 |
| 一定量 | 100.0 | 528.0 | 0.22 | 51.0 | - | 13440 |
| 5段階 | 103.0 | 529.6 | 0.22 | 51.4 | - | 540 |

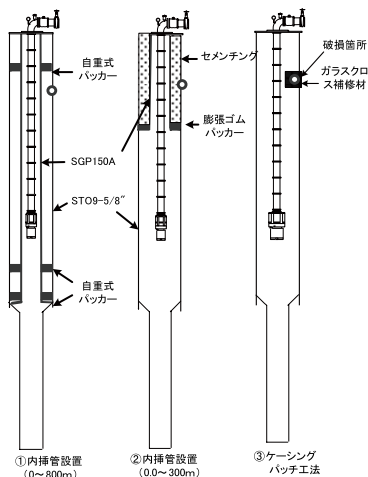
10

平成22年11月調査(3)



- ④ 水中テレビカメラ
- ・深度185mにおいて浮遊物が井戸内部で渦状に流動
 - ・深度772mにて堆積物等により口径が狭まっている
- ⑤ 調査結果まとめ
- ・深度185m付近に漏水箇所観測記録開始した平成21年1月以前から発生
 - ・深度772mにて沈殿物等により口径が狭まっている

改修、補修方法の検討



- 《改修》
- ・堆積物の除去
 - ・落下物?の改修
 - ・ボーリング機械及び槽設営
- 《補修》
- ・SGP150Aの重量が15.8t

| 項目 | 内挿管設置 | | パッチ工法 |
|--------|-----------|----------|---------|
| | 0~800m | 0~300m | |
| 遮水工法 | 自重式パッカー工法 | セメンチング工法 | |
| 遮水効果 | ○ | △ | ○ |
| | | セメンチング成否 | 漏水箇所の特定 |
| 耐久性 | △ | ○ | △ |
| メンテナンス | ○ | x | ○ |
| 内挿管の回収 | ○ | x | x |
| 費用 | △ | ○ | △ |
| 総合評価 | ○ | x | x |

補修工事(1)

工 事 工 程

| 作業項目 | 日数 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
|--------|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 設置 | 7 | — | | | | | | |
| 既設ポンプ | 2 | | — | | | | — | |
| エアリフト | 4 | | — | | | | | |
| 送水 | 2 | | | — | | | | |
| ワイヤブラシ | 2 | | | | — | | | |
| 検層 | 3 | | | — | | | | |
| テレビカメラ | 4 | | | — | — | | | |
| ゲージ渡し | 2 | | | | | — | | |
| 内装管設置 | 3 | | | | | — | | |
| 揚水試験 | 8 | | | | | | — | — |
| 解体撤去 | 5 | | | | | | — | — |
| | 34 | | | | | | | |



使用主要機械

| 名称 | 仕様 | 能力 |
|------|---------|---------------------------------|
| 掘削機 | TL-2000 | 巻上能力6t |
| 同上動力 | | 30KW |
| ポンプ | NP-700 | 58kg/cm ² × 730L/min |
| 同上動力 | | 30KW |
| 槽 | 鋼製4脚 | 23m × 40t |
| DP | 2-3/8" | 6m/本 |



補修工事(2)

① エアリフト及び送水洗浄による堆積物除去



(エアリフト洗浄)



(送水洗浄)



(洗浄効果)

・エアリフト洗浄

2-3/8"DPをエアリフト管として深度775mまで降下

・送水洗浄

2-3/8"DPの先端に7"鋼管を接続して、泥水ポンプで送水

補修工事(3)

② エアリフト及び送水洗浄後の孔内状況



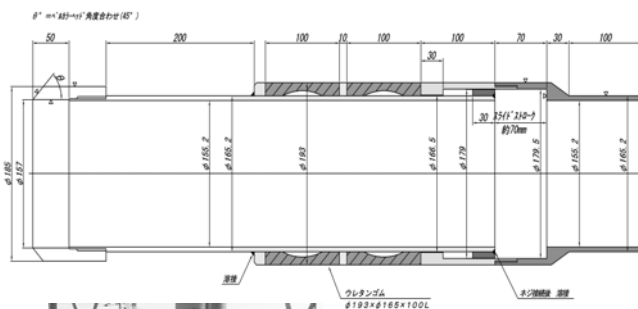
・堆積物

・深度773m付近の堆積物はサビなどの剥離片とナイロン紐、ワイヤーブラシで回収

・Jツールパッカーは深度773mで確認
既存資料より27m浅い

補修工事(4)

③ 自重式パッカー



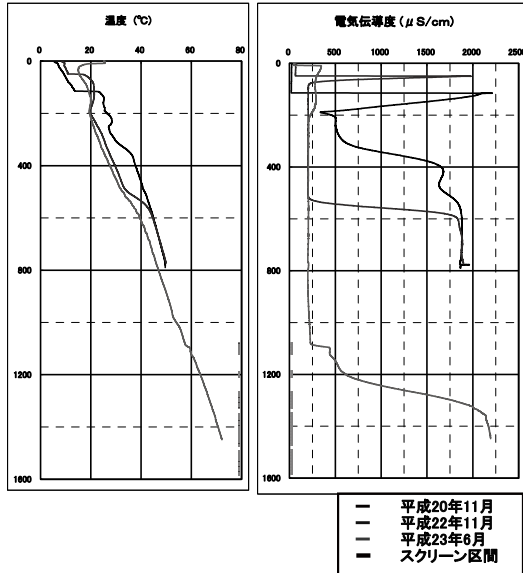
・自重式パッカー設置深度

- 1段: 深度773m
- 2段: 深度767m
- 3段: 深度105m



補修工事(4)

④ 内装管設置後の温度、電導度検層



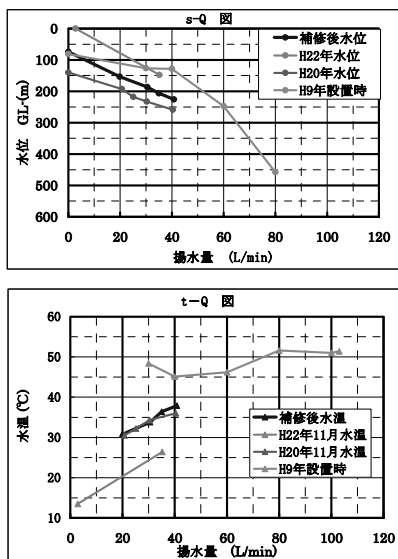
・温度検層から深度185m付近からの漏水による低温水の流入は止まる

・電気伝導度検層は、内装管設置直後の検層のため、低温水が下部スクリーンへ流動した状態と判断

17

補修工事(5)

⑤ 内装管設置後の揚湯試験結果



揚湯試験

- ・静水位は自噴からH9年設置時
- ・s-Q線の傾きは大きな変化はなく、井戸能力の低下はない
- ・水温と電導度は平成20年11月時

| 項目 | 揚水量 (L/min) | 動水位 (GL-m) | 比湧出量 (L/min/m) | 温度 (°C) | 電導度 (μS/m) | 時間 (min) |
|----------|----------------|---------------|-------------------|------------|---------------|-------------|
| 平成23年補修後 | | | | | | |
| 静水位 | — | 74.4 | — | — | — | — |
| 1段階 | 19.8 | 153.4 | 0.25 | 30.7 | 152 | 480 |
| 2段階 | 30.5 | 186.4 | 0.24 | 33.8 | 171 | 480 |
| 3段階 | 35.0 | 206.4 | 0.25 | 36.4 | 180 | 480 |
| 4段階 | 40.8 | 225.8 | 0.25 | 37.9 | 177 | 480 |
| 一定量 | 34.5 | 259.7 | 0.18 | 41.6 | 184 | 3000 |
| 平成22年11月 | | | | | | |
| 自噴 | 2.8 | -0.2 | — | 13.5 | 22 | — |
| 揚湯 | 34.5 | 147.9 | 0.22 | 26.5 | 128 | 1260 |
| 平成20年11月 | | | | | | |
| 静水位 | — | 140.0 | — | — | — | — |
| 1段階 | 20.7 | 192.7 | 0.39 | 30.5 | 189 | 480 |
| 一定量 | 25.1 | 217.9 | 0.23 | 32.2 | 179 | 3060 |
| 2段階 | 30.3 | 232.5 | 0.36 | 34.3 | 182 | 480 |
| 3段階 | 40.4 | 258.6 | 0.31 | 36.0 | 183 | 480 |
| 平成9年設置時 | | | | | | |
| 静水位 | — | 81.0 | — | — | — | — |
| 1段階 | 30.0 | 126.7 | 0.65 | 48.4 | — | 320 |
| 2段階 | 40.0 | 128.6 | 0.84 | 45.1 | — | 320 |
| 3段階 | 60.0 | 247.7 | 0.35 | 46.2 | — | 320 |
| 4段階 | 80.0 | 457.6 | 0.21 | 51.6 | — | 360 |
| 一定量 | 100.0 | 528.0 | 0.22 | 51.0 | — | 13440 |
| 5段階 | 103.0 | 529.6 | 0.22 | 51.4 | — | 540 |

補修工事(6)

⑤ 泉質分析

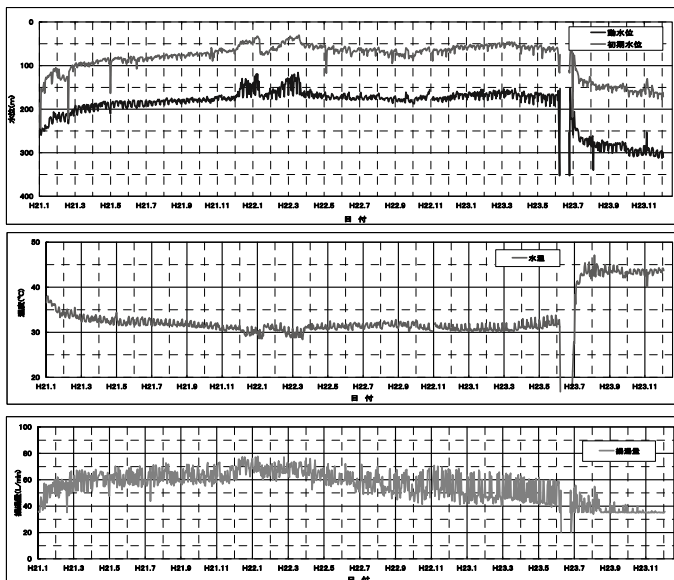
| 試験年月日 | H9年設置時 | H20年11月 | H23年7月 |
|--------------|--------|---------|--------|
| 泉温 (°C) | 47.3 | 37.2 | 41.6 |
| 湧出量 (l/min) | 95.0 | 25.0 | 35.0 |
| pH値(現地) | 8.6 | 9.4 | 8.9 |
| pH値(室内試験地) | 8.71 | 9.4 | 8.91 |
| 密度 (20°/4°C) | 1.0001 | 0.9993 | 0.9994 |
| 蒸発残留物 (g/kg) | 1792.0 | 1345.0 | 1318.0 |
| 陽イオン | | | |
| ナトリウムイオン | 240.4 | 203.3 | 193.5 |
| カリウムイオン | 3.5 | 6.2 | 2.1 |
| アンモニウムイオン | 0.1 | — | 0.2 |
| マグネシウムイオン | 1.7 | 0.8 | 0.1 |
| カルシウムイオン | 278.5 | 212.7 | 199.7 |
| マンガンイオン | 0.2 | — | — |
| 陰イオン | | | |
| 第一鉄イオン | 1.1 | 0.6 | 0.3 |
| 第二鉄イオン | — | 0.0 | 0.0 |
| 陽イオン計 | 525.5 | 423.6 | 395.9 |
| 陰イオン | | | |
| フッ素イオン | 3.5 | 2.2 | 0.5 |
| 塩素イオン | 51.5 | 38.1 | 45.8 |
| 水酸イオン | 0.1 | 0.4 | 0.1 |
| 硫酸水素イオン | 0.4 | 0.8 | 1.0 |
| チオ硫酸イオン | 0.1 | 0.3 | 0.1 |
| 硫酸イオン | 1069.0 | 818.9 | 809.1 |
| 炭酸水素イオン | 25.0 | 14.4 | 31.2 |
| 炭酸イオン | 7.2 | 14.8 | 13.2 |
| ホウ酸イオン | — | 4.6 | — |
| 陰イオン計 | 1157.0 | 894.5 | 901.0 |
| 遊離成分 | | | |
| メタ珪酸 | 21.3 | 33.2 | 32.8 |
| メタ硼酸 | 7.2 | 0.0 | 4.7 |
| 遊離成分計 | 28.5 | 33.2 | 37.5 |
| 溶解物質計 | 1.7 | 1.4 | 1.3 |
| 溶解二酸化炭素 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 溶解硫化水素 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 溶解ガス成分計 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 成分総計 | 1721.0 | 1351.0 | 1334.0 |

- ・泉質
泉質は平成9年設置時と比較して成分総計で21%程度低下

19

補修工事(7)

⑤ 源泉観測データ



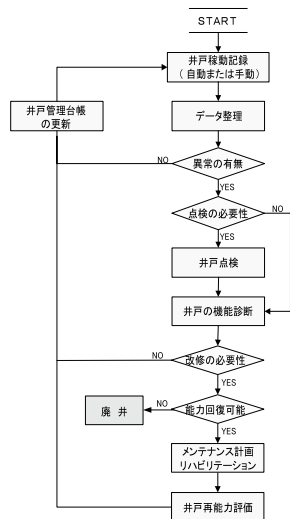
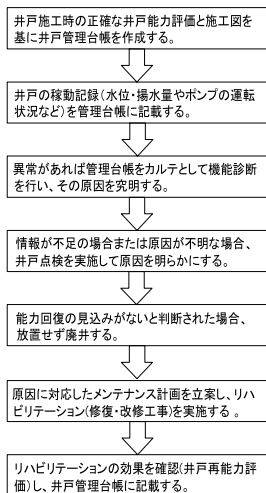
- ・水温
揚湯温度は43°C
前後で安定

- ・揚湯量
揚湯量は35L/min
前後で安定供給

20

温泉井戸の保守・メンテナンス

井戸管理の手順



・井戸点検管理

《井戸》

「水位」
「揚湯量」
「温度」
「泉質」

《揚水設備》

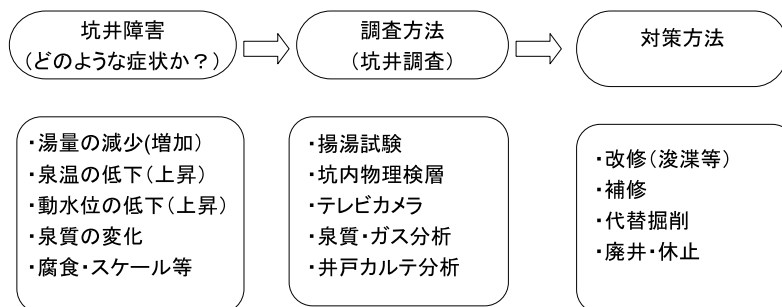
「電流」
「電圧」
「絶縁抵抗」
「圧力」

《井戸カルテ》

「井戸構造」
「水中ポンプ性能」
「揚水試験記録」

21

坑井障害の調査方法と対策



22

北海道の省エネルギー・新エネルギー促進の取組について

葛西 厚*

*北海道経済部産業振興局環境・エネルギー室

キーワード：道省エネ・新エネ促進条例，道省エネ・新エネ促進行動計画

発表内容のレジメ

1. 「道省エネ・新エネ促進条例」及び「道省エネ・新エネ促進行動計画」について
2. 省エネルギー及び新エネルギーの導入目標と実績について
3. 道が取り組む施策について
4. 新たな行動計画の策定について

第50回試錐研究会
北海道における温泉の開発と利用
(現状・課題・可能性)

平成24年2月16日
道総研 地質研究所 藤本 和徳

地熱発電の位置付け

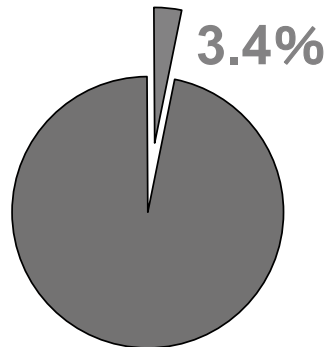
日本における全発電量(2008年度)

1,114,600GWh

自然エネルギーによる発電量(2009年度)

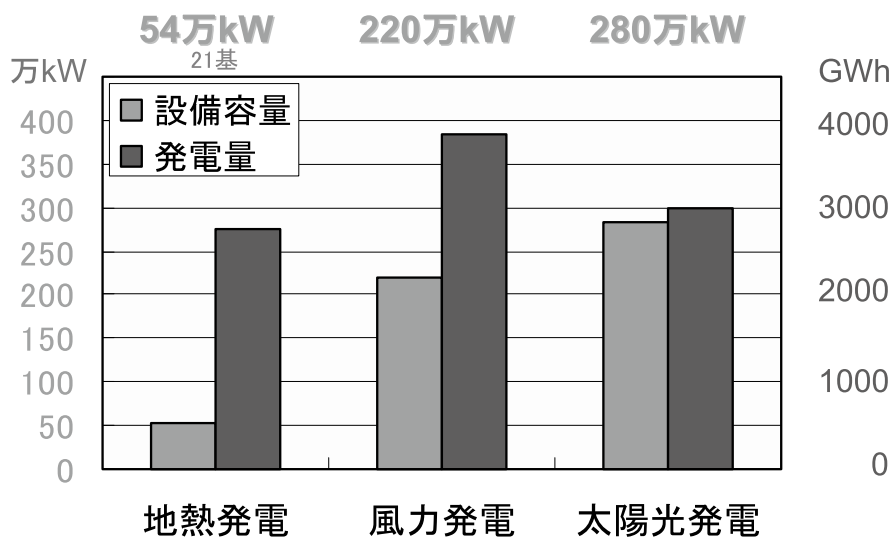
38,464GWh

太陽光 }
風力 } 0.9%
地熱 }
小水力 1.5%
バイオマス 1.0%



(自然エネルギー白書2011)

日本における地熱・風力・太陽光 2009年度



(自然エネルギー白書2011)

地熱発電の利点

設備利用率が高い(70%)
(風力20%、太陽光13%)
ベースロード電力

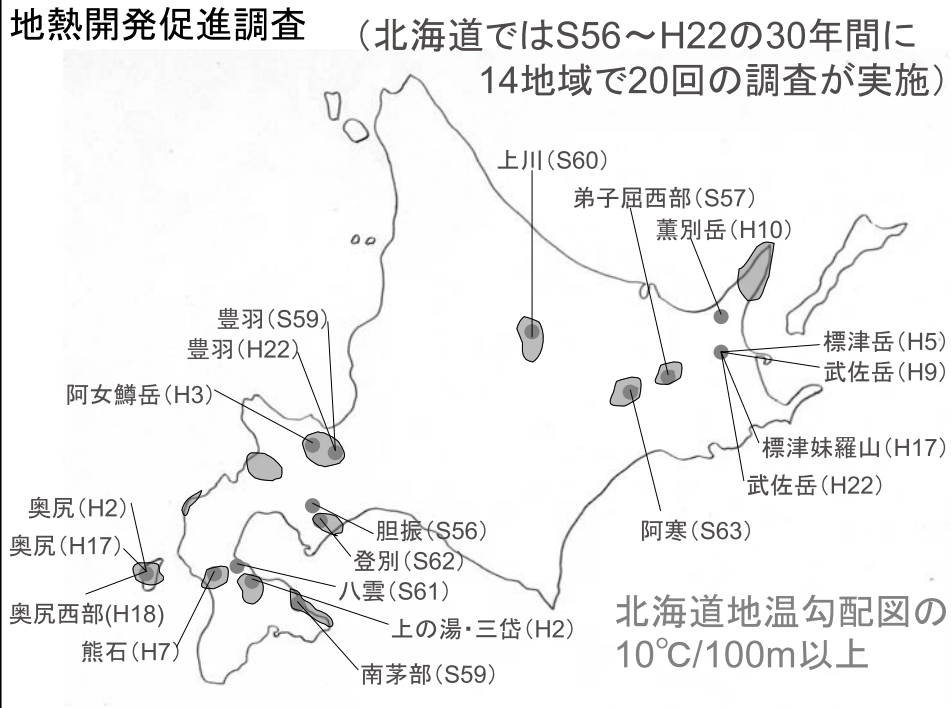
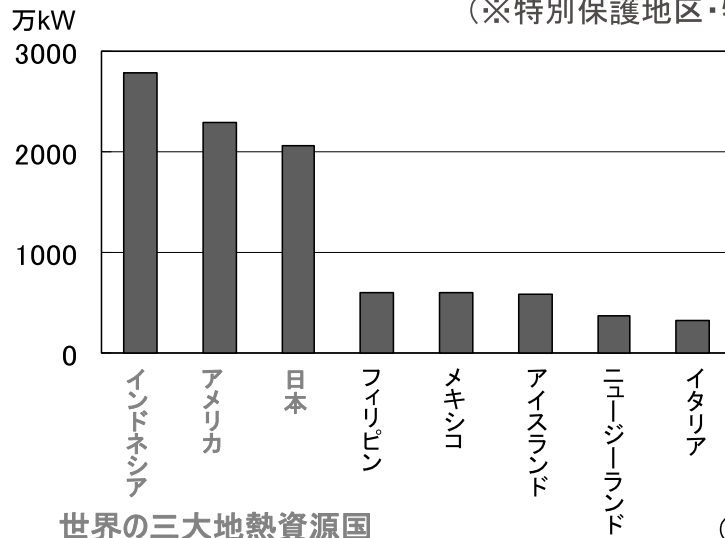
地熱発電の課題

地域偏在性が大きい
自然公園・温泉との共生
経済的負担が大きい
初期投資・開発リスク

地熱発電の可能性

地熱資源量

日本の地熱資源量は約2000万kW。このうち、1600万kWが
 ※国立公園内、残り400万kWのうち54万kWが現在稼働中。
 (※特別保護地区・特別地域)



地熱開発促進調査 戦略的全国調査(NEDO:H11~H13)

(目的)

これまでに行われた地熱資源調査結果を総合的に再解析



資源量の算出と経済性を評価

(結果)

全国で31の「重点地域」を抽出
開発資源量の見込み(kW)を算出

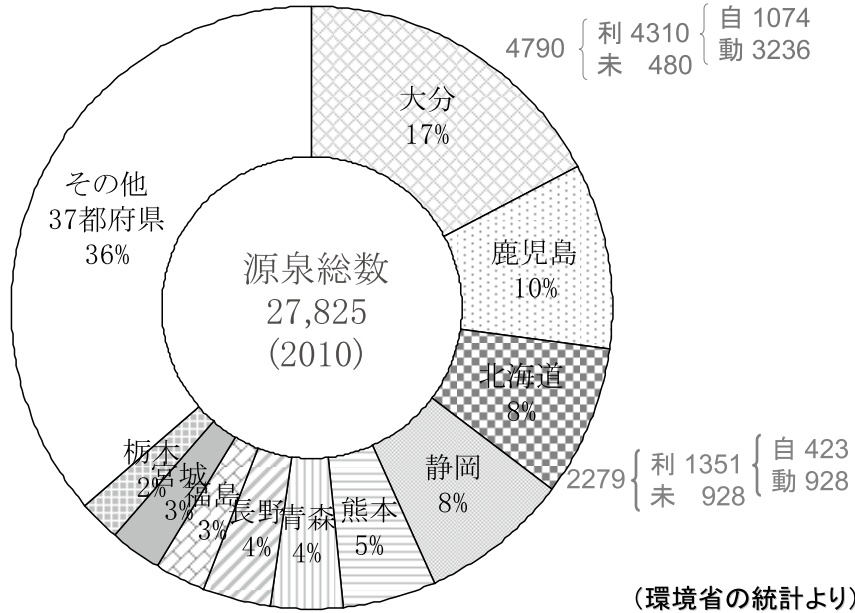
全国 31地域 95万kW
北海道 5地域 19万kW

| | |
|-------------|--------------|
| 武佐岳 | 50000kW (DF) |
| 阿女鱒岳・余市岳 | 30000kW (SF) |
| 豊羽・湯ノ沢 | 40000kW (SF) |
| 豊羽・滝ノ沢 | 20000kW (B) |
| 来馬岳東部(カルルス) | 50000kW (DF) |

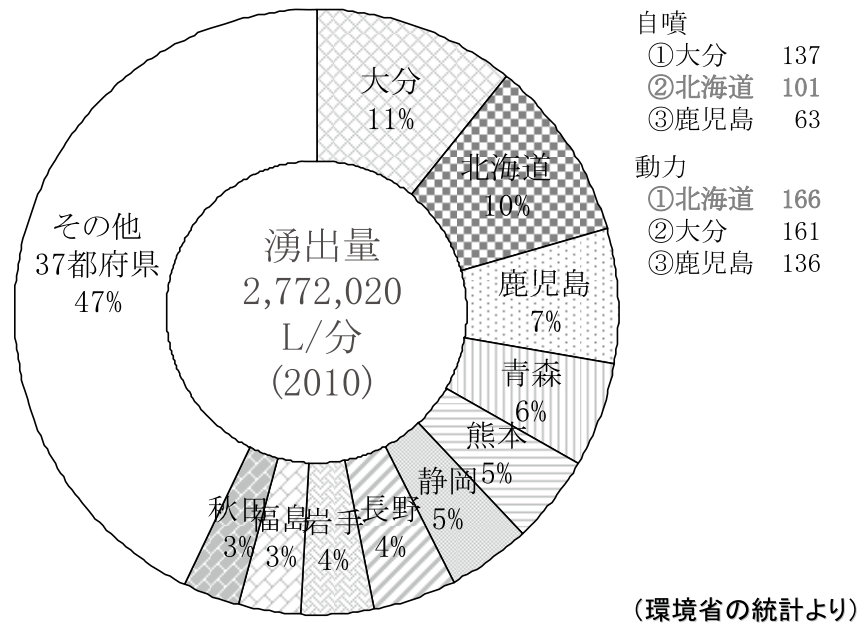
温泉利用の現状

—都道府県別統計より—

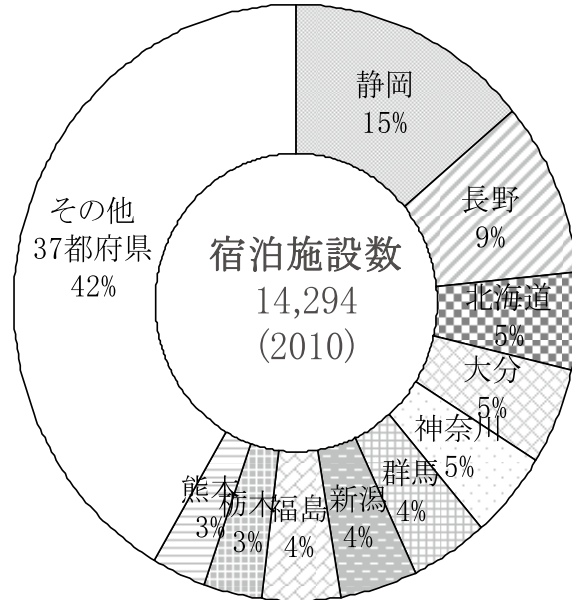
都道府県別温泉の源泉総数



都道府県別温泉湧出量

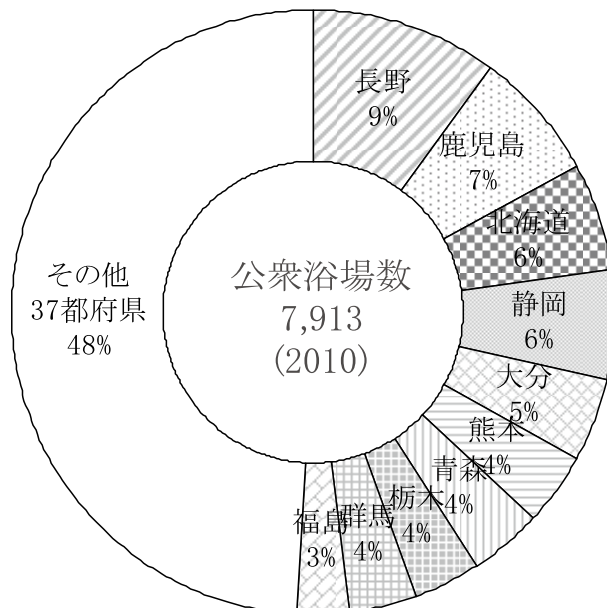


都道府県別温泉利用宿泊施設数



(環境省の統計より)

都道府県別温泉利用公衆浴場数

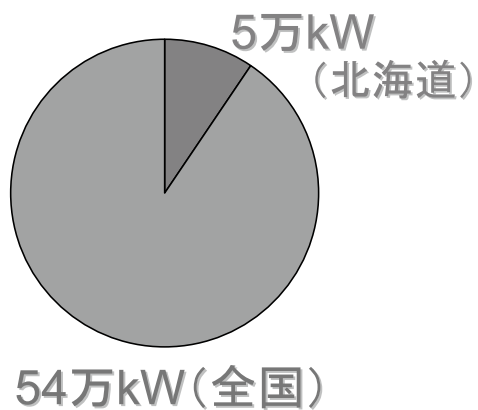


(環境省の統計より)

温泉熱利用の現状

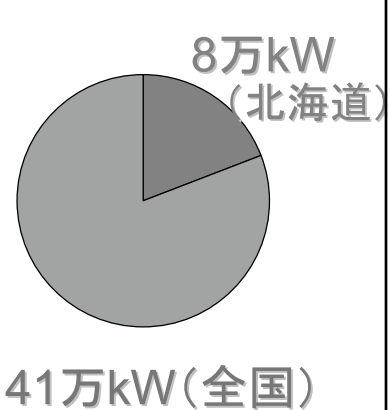
地熱・温泉利用の設備容量

地熱発電



—地熱発電の現状と動向(2009)—
(火力原子力発電協会)

温泉熱利用



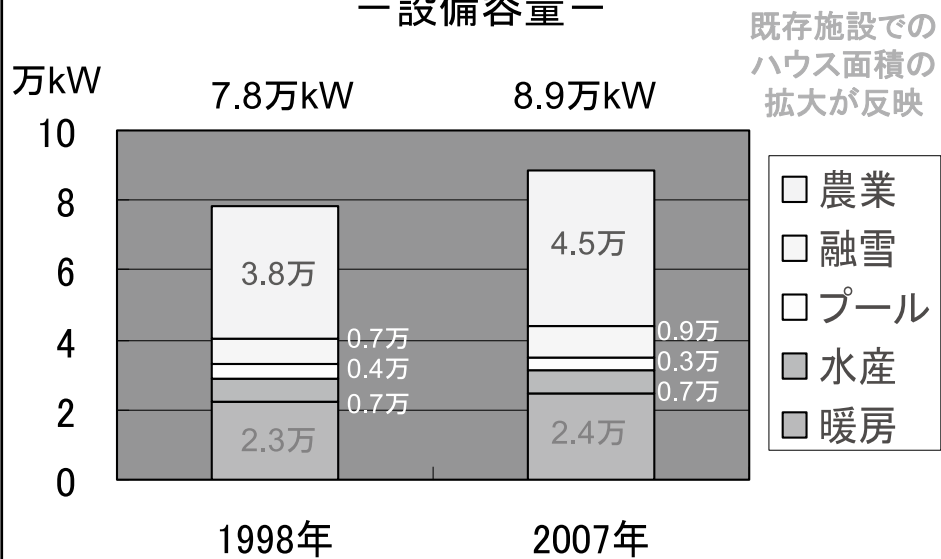
—日本の地熱直接利用の現状(2006)—
(新エネルギー財団)

温泉熱利用



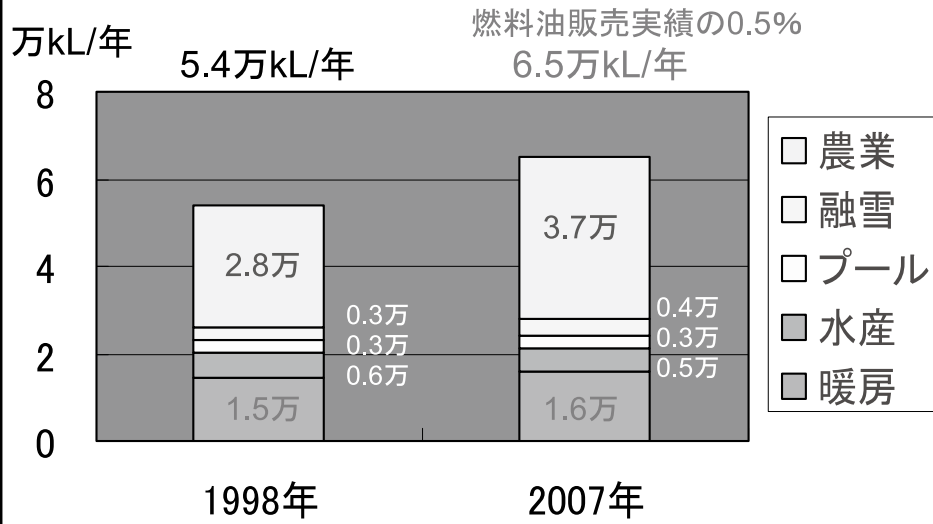
北海道における地熱・温泉利用の現状
(1985、1998、2007)
—地質研究所—

北海道における温泉熱利用 —設備容量—



—北海道における地熱・温泉利用の現状(1985、1998、2007)— (地質研究所)

北海道における温泉熱利用 —石油代替量—



—北海道における地熱・温泉利用の現状(1985、1998、2007)—(地質研究所)

温泉熱利用の課題

北海道における温泉熱利用の施設規模

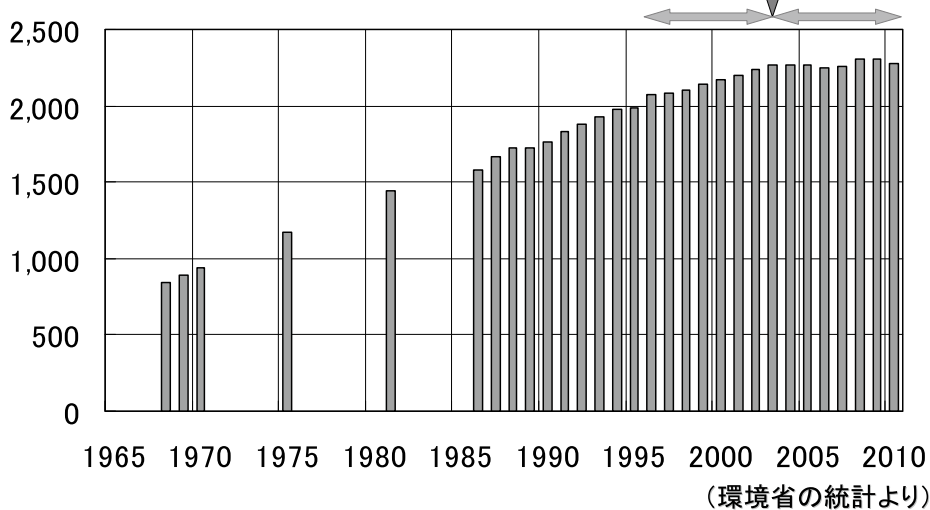
| 利用形態 | | 施設規模 | | | |
|------|--------|---------|------------------------|---------|------------------------|
| | | 1998年 | | 2007年 | |
| 暖房 | 一般家庭以外 | 290 施設 | 373,204 m ² | 285 施設 | 366,814 m ² |
| | 一般家庭 | 1097 施設 | 28,617 m ² | 1572 施設 | 40,813 m ² |
| 農業 | | 95 施設 | 269,055 m ² | 91 施設 | 262,883 m ² |
| 水産 | | 20 施設 | | 13 施設 | |
| プール | 大規模 | 23 施設 | | 17 施設 | |
| | 小規模 | 5 施設 | | 11 施設 | |
| 融雪 | | 69 施設 | 65,077 m ² | 103 施設 | 79,673 m ² |

新規施設の開設が少ない

北海道における源泉総数の推移

2003年以前(7年間): 195増 28増/年

2003年以降(7年間): 38増 5増/年



温泉熱利用の普及＝温泉ボーリングの増加

北海道における温泉熱利用の普及



「市町村振興補助金」(北海道庁)

(メニューの1つ)

市町村自治体の温泉ボーリングに補助

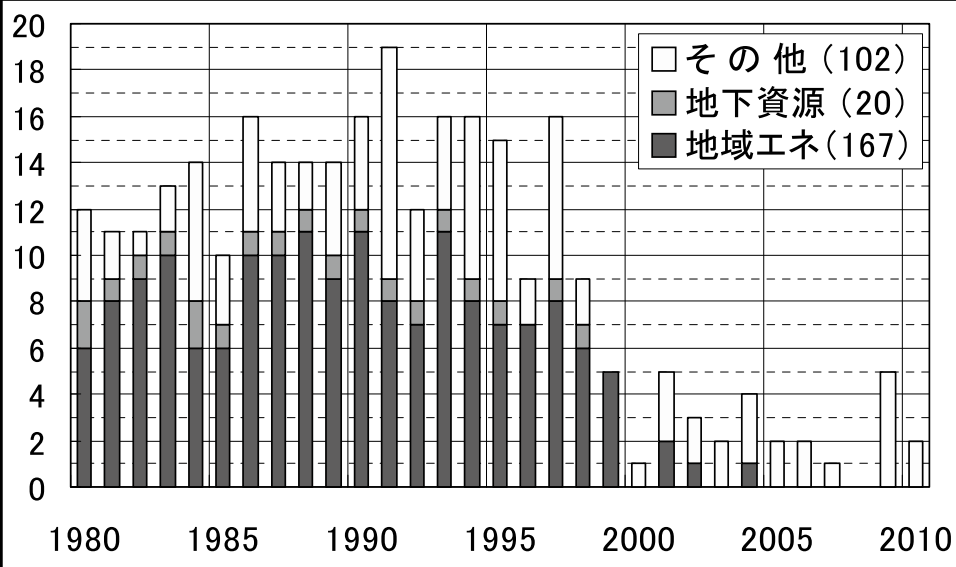


市町村による温泉ボーリング数
1980～2010

市町村による温泉ボーリング数

1980～2010(31年で289井)

1999年まで(20年で262井)、2000年以降(11年で27井)



北海道における温泉熱利用の普及



「市町村振興補助金」(北海道庁)

(メニューの1つ)

市町村自治体の温泉ボーリングに1/2～1/3の補助

(条件)

浴用以外に温泉熱を利用すること

(地質研による指導)

温泉開発の可能性

効率的な熱利用

北海道における地熱温泉利用の現状 -2007年版-
施設数の26% ・ 設備容量の20%

温泉熱利用ボーリングの増加

1973年・1978年:オイルショック

→ 脱石油

→ 1980年「市町村振興補助金」(北海道庁)

2011年:原発事故

→ 再生可能エネルギーへの関心

しかし、コスト面で石油に太刀打ちできない。

→ ・石油時代の終焉への備え

・石油時代の延命のため

→ 経済的な支援

温泉熱利用の可能性

(1) 浴槽からの排湯を利用

(2) 地熱発電における復水利用システム

(3) 温泉発電

(4) 水素吸蔵合金アクチュエータ

浴槽からの排湯を利用

(源泉かけ流し)

- ・新鮮な温泉水を供給
- ・浴槽内を適温に維持
- ・浴槽内の清浄を維持

48°C, 50L/分 × 2



(浴槽規模)
3m × 5m × 0.6m
× 男女2
180分で入れ替わる

仮に25°Cまで利用する

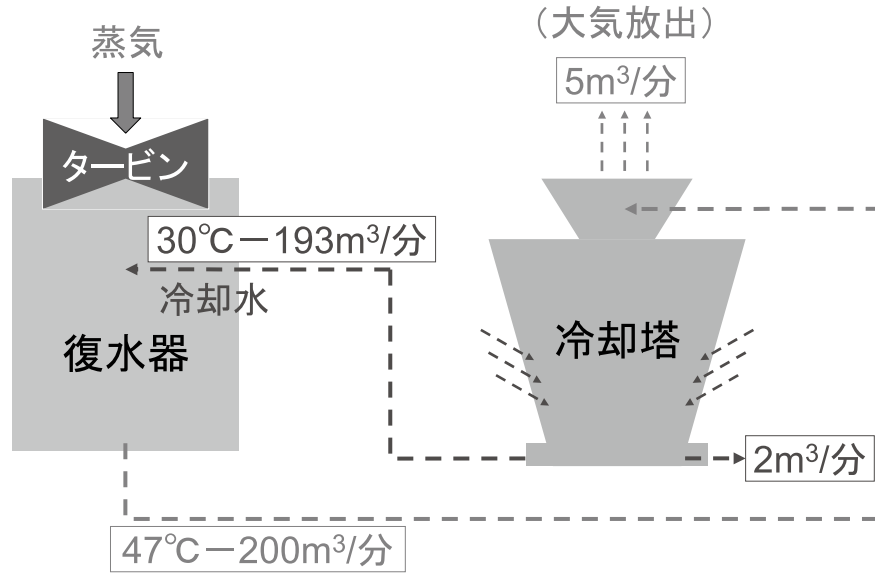
↓
(上がり湯の加温・融雪)
1時間あたりの熱量は
石油約9リットルに相当

ヒートポンプの熱源として
↓
(様々な利用が可能)
石油消費の削減に貢献

実現の可能性

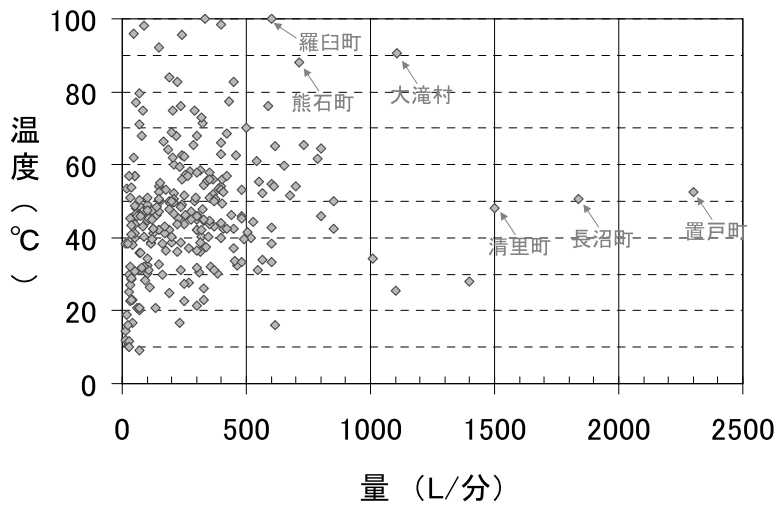
- ・温泉排湯専用下水管の存在

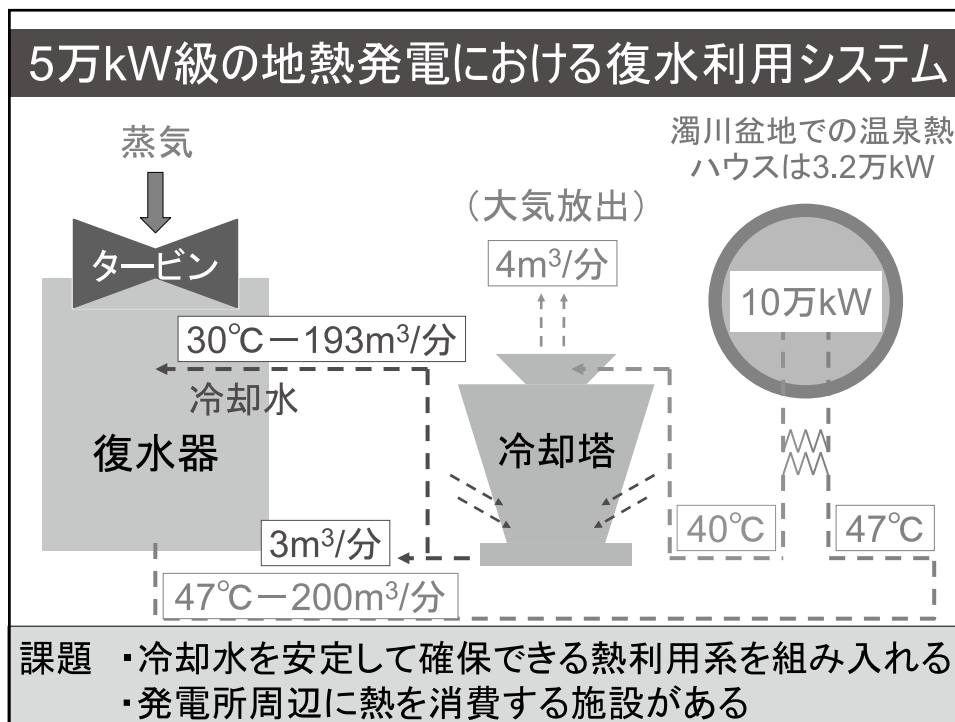
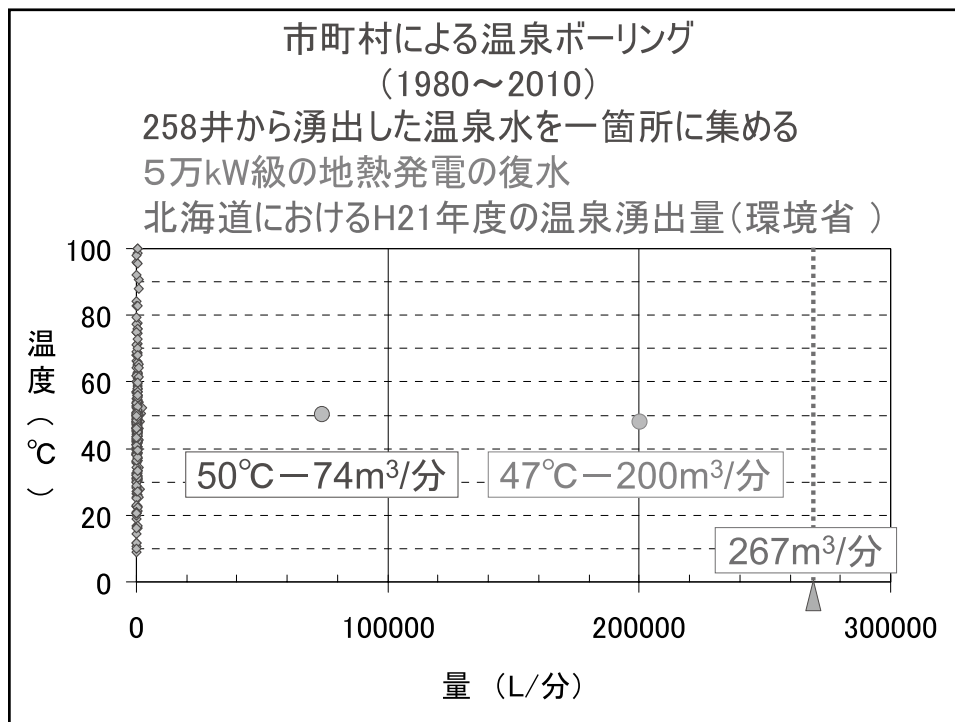
5万kW級の地熱発電における冷却システムの一例



市町村による温泉ボーリング (1980~2010)

289井を掘削 → 258井から湧出





課題

- ・冷却水を安定して確保できる熱利用系を組み入れる
- ・発電所周辺に熱を消費する施設がある

温泉発電

「温泉発電システムの開発と実証」(H22～H24)

環境省 地球温暖化対策技術開発等事業

地熱技術開発(株)・産総研・弘前大学の共同研究

実証試験 時期:H23年11月～

場所:新潟県十日町市松之山温泉(97.2℃)

50kW級温泉発電装置

95℃の温泉水の場合280L/分が必要

70℃以上の温泉水で発電可能
高温泉のカスケード利用として魅力的

水素吸蔵合金アクチュエータ

水素吸蔵合金

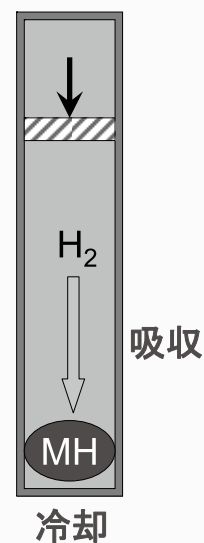
ランタンやニッケル等の合金

冷却すると水素を吸収(貯蔵)

合金体積の1000倍以上

アクチュエータ

伸縮などの単純運動をする装置



水素吸蔵合金アクチュエータ

水素吸蔵合金

ランタンやニッケル等の合金

過熱すると水素を放出

合金体積の1000倍以上

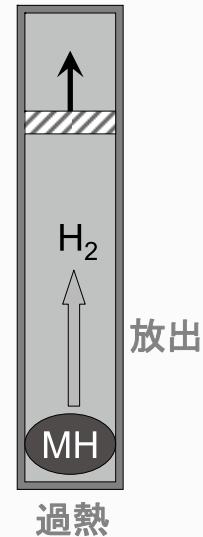
アクチュエータ

伸縮などの単純運動をする装置

温泉水と冷却水が動力源

高温ほど効率が良い

熱を動力として利用できるのは魅力的



温泉熱利用の推進

- ・温泉浴用との併用がほとんど
- ・設備規模が様々 1kW~1000kW
- ・電気の利便性にはかなわない
しかし、熱を熱として利用することは効率的
- ・輸送して利用することは困難
＝地域エネルギーととらえる



小規模利用の積み重ねが大事

第 50 回試錐研究会講演資料集

平成 24 年 (2012 年) 2 月 16 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

電話 011-747-2420

FAX 011-737-9071

URL <http://www.gsh.hro.or.jp/>

印刷 岩橋印刷株式会社

〒063-8580 北海道札幌市西区西町南 18 丁目 1-34

電話 011-669-2512
