

## 海外現地調査の結果

## 1. アイスランド

## 1.1 調査参加者

敬称略

	参加者名	所属等
地熱発電事業に係る自然環境影響検討会	熊谷洋一 座長	東京農業大学地域環境科学部教授
	福嶋 司 委員	東京農工大学大学院自然環境保全学部門教授
地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討会	板寺一洋 委員	神奈川県温泉地学研究所主任研究員
環境省	藤井好太郎	環境省国立公園課
	五反田豊	環境省自然環境整備担当参事官室
事務局	伊藤敦基	株式会社プレック研究所
	野口 翠	株式会社プレック研究所
協力	高島正幸	在アイスランド日本国大使館大使
	木村誠一郎	九州大学大学院工学府

## 1.2 行程

日程		訪問先・調査箇所
8月23日(火)	—	(移動日)
8月24日(水)	午前	・アイスランド政府エネルギー局 ・国連大学地熱トレーニングプログラム
	午後	・アイスランドジオサーベイ社 ・アイスランドドリリング社
8月25日(木)	午前	・アイスランド政府商工省 ・アイスランド政府環境省
		午後
	8月26日(金)	午前
	午後	・スヴァルスエインギ地熱発電所
8月27日(土)	—	(移動日) ※28日早朝に日本着

## 1.4 特に着目すべき情報

### ①自然環境保全と地熱開発

- ・アイスランドでは、長期的な自然エネルギーの利用方針として、「再生可能エネルギー資源の利用のためのマスタープラン」を策定中である。
- ・この中では、国土の地熱資源の分布に対して、自然環境保全や史跡、観光、経済活動などの観点から総合的に分析がなされ、地熱や水力の開発候補地が示されている。
- ・アイスランドにおいても国立公園等の保護区内に多くの地熱・水力開発可能地点を有しており、過去には 10 年以上かけて問題解決を図った事案もある。現在、保護区内での地熱開発は行われておらず、地下部への傾斜掘削も含めて地熱開発は許可されておらず、実績もない。また、将来的にも許可されるとは考えられていない。
- ・マスタープランは、商工省が原案（84 カ所）を作成し、保護区内の開発候補地を除外（15 カ所）した残り 69 箇所を対象として、運営委員会（商工省、環境省等から選出される委員）に諮られ、分類化されるとともに、パブリックコメントの募集が実施されている。現在、法整備の最終段階にあり、今後国会に提出される予定である。
- ・マスタープランでは、地熱開発もその他の鉱物などの地下資源と同じく、一定のエリア毎に踏査、探査、開発等の段階別にライセンスが賦与される。この地熱開発エリアと保護区が重複することはないため、保護区内への傾斜掘削の考え方は生じない。
- ・なお、新規の地熱開発に当たっては、マスタープランで明示されている 69 カ所の候補地について、商工省所管法に基づくライセンスを取得し実施することとなる。この候補地は、「開発可能」（22 カ所）、「要追加調査」（27 カ所）、「自然環境保全等の理由により開発不可」（20 カ所）の 3 分類で明示されている。

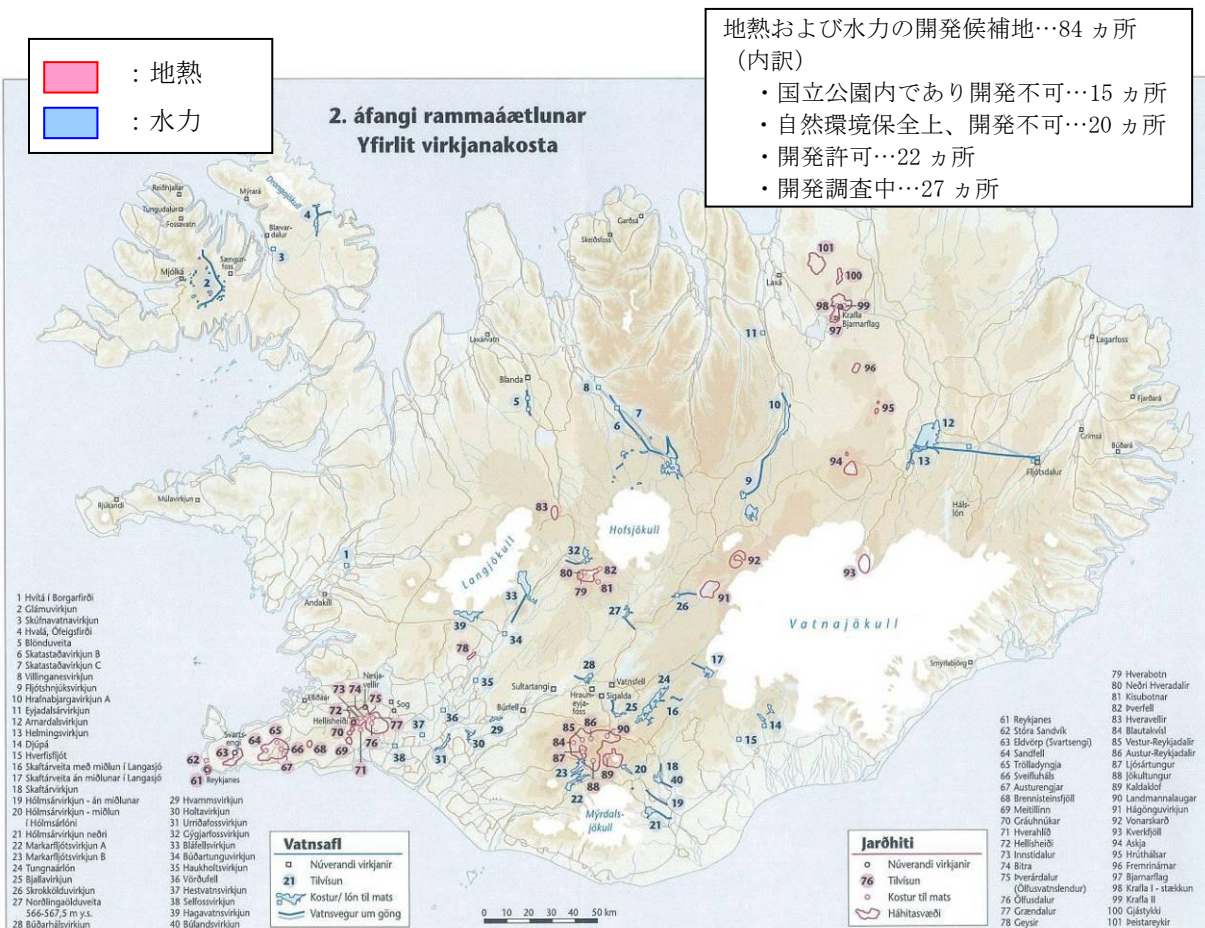


図1 地熱・水力に係るマスタープラン

## ②傾斜掘削

- ・傾斜掘削は、垂直深度 1 に対して 1 以上の偏距が可能である。
- ・垂直掘削と傾斜掘削の費用の比はおおよそ 3 : 4 である。

## ③補充井の掘削

- ・今回訪問したナショナルエナジー社、レイキャビクエナジー社ともに、保有する地熱発電所では、スケール付着に伴う補充井の掘削実績はなく、近い将来の掘削予定もない。この理由は次のとおりである。
  - ◎1 本の坑口について、複数本の坑井をタコ足状にあらかじめ掘削しておくことで、スケール付着で閉塞した場合に順次使用できるため。
  - ◎もともとスケール付着が少ない成分ということもあるが、圧力と温度を調整し、スケールの付着を抑制しているため。
  - ◎ネーシャベトリル地熱発電所では、スケールが付着しやすい還元井をもっていないため。(余剰熱水は周辺に排水)。

## ④景観への配慮

- ・アイスランドでは、地溝帯などアイスランド特有の地学的景観が重要視されている。
- ・このような地学的に重要な景観エリアでは、熱水輸送パイプラインや送電線を地下埋設としている。  
(熱水は熱交換した淡水であるため、スケールの付着はなく、そのための維持管理は必要ない。)



- ・また、パイプラインの色や生産基地の覆いについて、周辺景観との調和に配慮されている発電所もみられた。



## 2. ニュージーランド

### 2.1 調査参加者

敬称略

	参加者名	所属等
地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討会	田中 正 座長	筑波大学名誉教授
	小林哲夫 委員	鹿児島大学大学院理工学研究科教授
地熱発電事業に係る自然環境影響検討会	清水英幸 委員	国立環境研究所地域環境研究センター 主席研究員・企画部主席研究企画主幹
	田畑慎之介	環境省国立公園課
環境省	齋藤真知	環境省自然環境整備担当参事官室
	益子 保	財団法人中央温泉研究所
事務局	土肥二郎	株式会社プレック研究所
	稲垣 彩	ニュージーランド大使館調査官

### 2.2 行程

日程		訪問先・調査箇所
9月12日(月)	午後	(移動日)
8月13日(火)	午前	・オークランド経由、ウェリントンへ
	午後	・ニュージーランド(以下、NZ)経済開発省、環境省訪問、NZ地熱協会を加えた合同意見交換会
9月14日(水)	午前	・ウェリントン→タウポ(飛行機移動)
		・GNSサイエンス訪問、意見交換会
	午後	・ワイラケイ地熱発電所(コンタクトエナジー社)訪問、意見交換会と施設見学
		・ナ・アワ・プルナ地熱発電所(マイティーリバー社)訪問、意見交換会と施設見学
9月15日(木)	午前	・タウポ→ハミルトン(車移動)
		・ワイカト地方自治体訪問、意見交換会
	午後	・ハミルトン→オークランド(車移動)
		・オークランド大学地球科学工学研究所(IESE)訪問、地熱開発コンサルティング会社SKM社との意見交換会の後、IESEメンバーと意見交換会
9月16日(金)	午前	(移動日、午後日本着)

(図2参照)

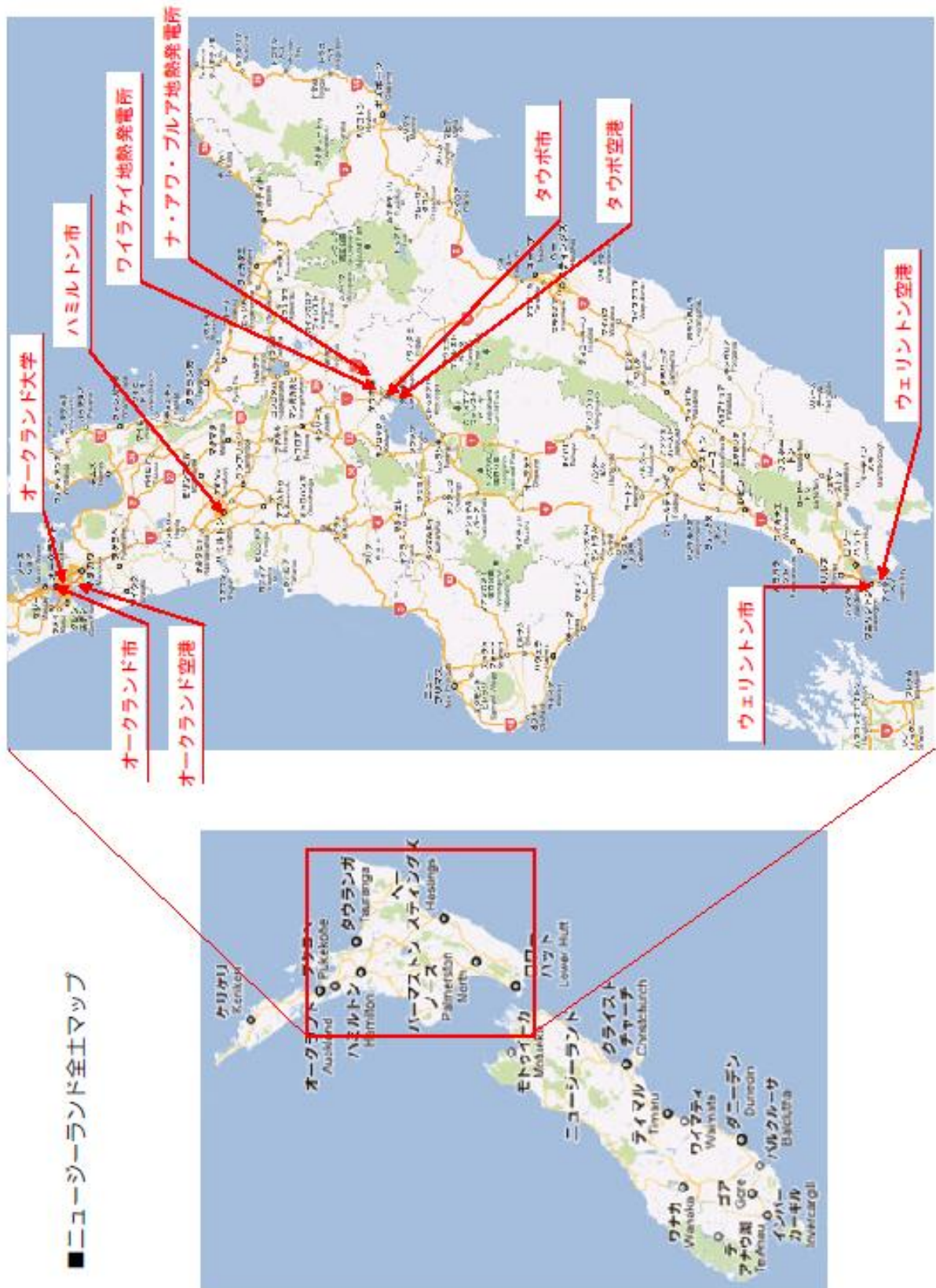


図2 ニュージーランド（NZ）視察訪問地

### 3. 特に着目すべき情報

#### ①地熱賦存・開発状況

- NZ には南島にも温泉はあるが、温度が低く地熱発電には使用できない。地熱発電が可能な地域は北島に限られ、特にワイカト地方のタウポ地域が中心となっている。
- NZ 北島の高温地熱資源は電力需要の多い都市部に近いところにあり、地熱賦存地域が国立公園と重なることがないので、地熱開発は比較的容易である。
- NZ 政府のエネルギー政策の目標として、現在 70%の再生可能エネルギーの利用割合を、2025 年には 90%以上に高めることがあげられている。
- 上記の再生可能エネルギーのうち、地熱発電が占める割合は 13~15%の 750MW であり、今後も地熱発電の開発を継続するが、これまでは 1~3km の貯留層をターゲットにしていたものを、将来的には 4~6km のものをターゲットに加えることで、広範囲での探査・開発を可能とする計画がある。そうした深部地熱資源の開発可能性地域はタウポ湖南が対象となる。
- NZ は地熱水の直接利用も多い。具体的には木材乾燥 (NZ は製紙会社も多い)、温室栽培、フルーツ乾燥などである。

#### ②行政・法律関係

- NZ の資源開発に関わる法律には資源管理法 (Resource Management Act (RMA)) がある。自然及び物理資源の持続的管理を目的とするもので、1991 年にそれまでの 50~60 の関連する法律を一本化する形で制定された。
- この法律によって、地方自治体は自らの管轄地域の規制や政策の決定の権限を有し、地方計画書の中で規制内容を定めている。
- RMA に基づく資源同意は、土地利用 (造成含む)、河床部への工作物建設、水や熱、エネルギーの採取、汚染物質の環境への放出が対象であり、地熱開発にもこの資源同意が適用される。基本的には、持続可能な開発、環境の保全、悪影響回避 (軽減) といったことの計画が、地方自治体が定める条件に一致していれば許可される。資源同意は最長 35 年間の期間が設定され、5 年以内に使用しないと権利を失う。
- 資源同意のプロセスには、地方自治体への申請、環境保護庁 (EPA) への申請、環境法廷への直接申請の 3 通りがあり、申請者が選択可能。そのプロセスには、一般からの意見聴取の機会を設定することが含まれている。地方自治体への申請はこれまでの方式であり、EPA への申請は国家的な重要性があると認められた時に適用されている。環境法廷への直接申請は最近採用された方法である。
- 資源同意のための計画には、段階的な開発、貯留層の管理、生産戦略、汚染物質の排出防止、専門家委員会の設置などを含めることが推奨されている。
- 資源同意には土地所有者からその土地の使用に対する同意が必要だが、NZ の土地や資源は先住民族であるマオリが所有しているため、開発者はマオリとのパートナーシップを構築することが何より必要であり、パートナーシップの構築の仕方に工夫が必要である。
- そのひとつの対策法として、マオリには当該地熱開発に出資し、発電会社と利益を共有する立場になってもらうことが上げられたほか、IESE が Mauri Model と称して

研究している評価法（地元住民から評価項目を抽出してもらい、その項目が現状と地熱発電所を立地した時とでどのように変化するかをプラスマイナスでポイント化し、総合得点で評価する方法）が注目される。

### ③地熱探査関係

- 地熱探査は、GNS サイエンスや SKM 社といった国営企業や民間企業が行っているが、資源同意には土地所有者からその土地の使用に対する同意が必要であり、NZ の土地や資源は先住民であるマオリが所有しているため、開発者はマオリとのパートナーシップを構築することが何より必要であり、パートナーシップの構築の仕方に工夫が必要である。
- 掘削を伴わない調査（prospecting）は資源同意の対象にならないが、掘削を伴う調査（Exploration）、開発（Development）は資源同意の対象になるとのことである。
- 傾斜掘削は、ワイラケイでも 1990 年代から普通に行われるようになっており、最近ではごく普通の掘削方法となってきた。しかし、傾斜掘削を行う主な理由は、地上部における掘削井や施設をまとめることが可能だからであり、開発が規制されている公園外から公園内にある有望貯留層に向けての傾斜掘削は行われておらず、資源量の豊富さから、現時点ではその必要性もないとの判断が SKM 社等から示された。

### ④発電所運営段階での地熱貯留層管理

- NZ で先駆的な地熱開発地域であるワイラケイ地区で特に顕著なことだが、開発当初は環境対策を重視しておらず、種々の環境影響を招いていた。具体的には、地熱水をそのまま河川に放流したことによる河川水質の悪化（ヒ素の放出、シリカスケールの析出など）、水温の上昇、地熱貯留層の圧力低下による地表蒸気量の増減や水蒸気爆発の発生、地盤沈下の発生（発電所稼働以来、40 年間で最大 15m の沈下、面積はワイラケイで 30km<sup>2</sup>、タウハラで 50km<sup>2</sup>）などがある。
- ワイラケイでは河川水汚染の防止が主目的で還元を始めた結果、地盤沈下は沈静化した（停止したわけではない）。しかし、枯渇化した温泉の補償、原状復旧は行われていない。
- ナパという場所での地熱発電に際しては、近くにマオリの聖地とされる温泉があり、それを保護するため、温泉地と地熱発電所とのほぼ中間地点に還元井を設け、生産された地熱水に 10% の冷水を加えることで、その温泉の保全に寄与したという事例紹介があった。
- 近い距離に運営会社の異なる地熱発電所が併存することがある。その発電所間の相互影響については、基本的には資源同意の条件として持続可能な開発と管理があるので、異なる貯留層を使用している。また、相互にモニタリングすることで共存を図ることになっているとのこと。