

海外現地調査計画  
(アイスランド、ニュージーランド)

1. 日程および参加委員

◎アイスランド

日程 : 平成 23 年 8 月 23～28 日 (現地 3 日間)

参加委員

地熱発電事業に係る自然環境影響検討会より 熊谷洋一座長、福嶋司委員

地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討会より 板寺一洋委員

◎ニュージーランド

日程 : 平成 23 年 9 月 12～16 日 (現地 3 日間)

参加委員

地熱発電事業に係る自然環境影響検討会より 清水英幸委員

地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討会より 田中正座長、小林哲夫委員

## 2. アイスランド

### ①現地調査予定地

#### <ネーシャヴェトリル地熱発電所>

- ・1987年に建設が開始され1990年に生産が開始された。電力生産量120,000kW。
- ・1994年の環境影響評価法の履行より前に建設されたが、地下水調査、植生・野生生物調査、考古学的地図の作成など、環境影響評価法で要請されている調査や研究と同じものが実施された。さらに、もともと計画されていた発電量を上回る電力生産が1998年に開始されることになったため、環境影響評価が実施されている。
- ・交通を容易にするため並びに環境上の理由から、発電所から引かれたパイプラインのうち5キロほどは地下に建設されている。1989年より土壌浸食地の植生回復事業、1990年より植林事業も実施されているなど、環境への配慮がなされている事例。



ネーシャヴェトリル地熱発電所および Hengi II 山

(出典：レイキャビク・エナジー社パンフレット「ネーシャヴェトリル発電所 (Nesjavellir Power Plant)」、2006年)

### ＜ヘトルスヘイジ地熱発電所＞

- ・アイスランドで最大で最新の地熱発電所。電力生産能力 213,000kW（2010 年 12 月）を誇る世界的に見ても大規模な地熱発電所。電力生産量 300,000kW とすることが計画されている。
- ・2003 年に当該発電所の建設に伴い環境影響評価法に沿った環境影響評価が実施され、2005 年には発電所の拡大に伴い 2 度目の環境影響評価が実施されている。
- ・当該地域の植生は、主にコケ、草地、低木で、動物は乏しい（地表水が少ないためと思われる）。
- ・景観に調和する設計がなされた地熱発電所として、景観設計雑誌（Topos 71 号）に紹介された発電所であり、景観配慮の観点でも興味深い事例。発電所の設備を可能な限り隠すなど、周辺環境に配慮して配置・設計されている。
- ・既に道路工事などの開発行為によりダメージを受けている土地を掘削地とする様に計画され、さらに、ほぼ垂直に存在する目標の断層構造に到達し易いという理由と、開発される地表面を限定することができるという環境上の理由から、傾斜掘り（directional drilling）も導入されている。
- ・アイスランド農業大学（Agricultural University of Iceland）と連携して開発により破壊された地表に当該地の典型的な植生を植え付けるだけでなく、建設の残土を用いて、過去の道路工事（1970 年代）や採掘によりダメージを受けている場所を修復し、本来のクレーター状の景観を取り戻す取組も進められている。



ヘトルスヘイジ地熱発電所

（出典：Topos 71 号、2010 年）

## ②ヒアリング予定

### I 政府機関

#### I-1 環境省

- ・地熱開発に伴う環境影響評価。
- ・地熱発電所を含むエリアの国立公園指定、自然保護エリアの指定。
- ・環境影響対策。

#### I-2 商工省

- ・地域暖房等を通じた地域への貢献。
- ・地域雇用の創出。
- ・地熱関連観光と地域発展。

#### I-3 エネルギー局

- ・地熱開発プランの作成、地熱資源開発許可の発行。

#### I-4 外務省

- ・地熱に係る日本-アイスランド協力。

### II 電力会社

#### II-1 レイキャビク・エナジー電力会社。

- ・レイキャビク市がオーナーで、レイキャビクとその近郊へ、温水・電力供給。
- ・地熱発電所2か所（ヘトリスヘイジ発電所、ネーシャヴェトリル発電所）所有。
- ・二酸化炭素固定手法の開発を目指す Carb-Fix プロジェクトに参加。
- ・地熱開発に対する市民意見調査実施。
- ・地熱開発に伴う文化的遺産への影響調査実施。
- ・環境への配慮。
- ・品質基準、安全基準を定め、毎年環境報告書を作成。
- ・環境影響評価の実施。

#### II-2 HS Orka 電力会社

- ・電力、地域暖房用の熱水供給。

#### II-3 ナショナルエナジー

- ・国がオーナーである電力会社。国内16か所の発電所を所有。2か所は地熱、13か所は水力、1か所は化石燃料貯蓄基地。
- ・持続可能なエネルギー開発を目指し、意識啓発や技術革新に関し、主導的な役割。
- ・プロジェクトの環境影響評価に関する情報をウェブサイトに掲載している。
- ・操業に際して生じる環境問題に対処するため、モニタリング及びマネジメントの手続きを確立。
- ・環境問題への対処の記録を作成しており、報告書を発行。

### Ⅲ 調査・研究機関

#### Ⅲ-1 アイスランドジオサーベイ

- ・地質探査の専門会社。国内外の地熱資源の調査。
- ・地熱開発に関することがメイン業務であるが、地下水や海洋地学、環境モニタリング等、地学に関する幅広い分野を研究。
- ・地熱資源の有効活用。
- ・環境問題解決に向けた取組み。
- ・地熱発電産業に関する科学的・技術的専門家として、地熱開発、利用、トレーニングプログラム、教育プログラムについてコンサルティング。
- ・市民意識の啓発や政治世論の高まり、理解を促進するため、地熱発電のプロモーションを実施。
- ・国内外を問わず、地熱開発に関する専門家のトレーニングを実施。
- ・国際的な地熱開発プロジェクトへの参画。

#### Ⅲ-2 アイスランドドリリング

- ・掘削専門会社。
- ・特に火山エリアの高圧蒸気掘削が専門。
- ・高温掘削／地熱低温掘削／探査ボーリング／コア掘削／エアー掘削 等の技術。

### Ⅳ その他

#### Ⅳ-1 国連大学地熱トレーニングプログラム

- ・地熱開発が未だ下火である途上国への技術移転を主たる目的とし、開発を行う際の人材能力開発をサポートする大学院生用プログラム。地熱発電の可能性のある途上国から高度職業人を6ヶ月にわたり召喚し、訓練。
- ・国連大学とアイスランド政府の共催により、エネルギー局がホストとなり、1979年から実施。
- ・アフリカ、中央アメリカ、アジアのいくつかの国で、ワークショップと短期コースを設定。
- ・2000年からアイスランド大学の修士・博士号取得とも連携しており、6カ月のプログラムに参加すると、修士号の4分の1に充当する。



### 3. ニュージーランド

#### ①現地調査予定地

##### <ワイラケイ地熱発電所>

- ・ワイラケイ地熱発電所は、1958年に稼働したニュージーランドで最も古い地熱発電所である。現在コンタクトエナジー社が所有している。現在の設備容量は175,000kW。
- ・少なくとも150の井戸が、今までに掘削されている。現在は55の生産井、6の還元井からなり、生産井の平均は660mである。
- ・ワイラケイから分離された熱水は、Netcorの観光施設、およびワイラケイ発電所に隣接したエビ養殖場の熱源用流体として使用される。エビは暖かい温度（24～28℃）を必要とする巨大な川のエビ（テナガエビ）で、屋内の保育タンクに4ヶ月間、そして別の5ヶ月間屋外タンクに移動。地熱は、この水を温める流体として利用される。このエビは年間約20t生産され、地元のレストランに優先的に販売されている。このカスケード利用を行うことで資源の全体的な利用効率を高め、また、近隣の水生生物に影響を与えると考えられる熱排水を減らしている。
- ・ワイラケイバイナリーサイクル発電所は2005年に就役し、地下還元やエビ養殖場で使用する前に分離された熱水から14,400MW（128GWh/年）を発電する。
- ・地盤沈下はborefieldとワイラケイ地熱発電所との領域で発生している。タウポのいくつかの地盤沈下には地熱が関係している可能性があると考えられる。
- ・地熱発電所及び周辺の土地の使用についてはワイカトの地域協議会によって規制されている。



ワイラケイ地熱発電所

(出典：Geothermal energy：<http://www.teara.govt.nz/en/geothermal-energy>

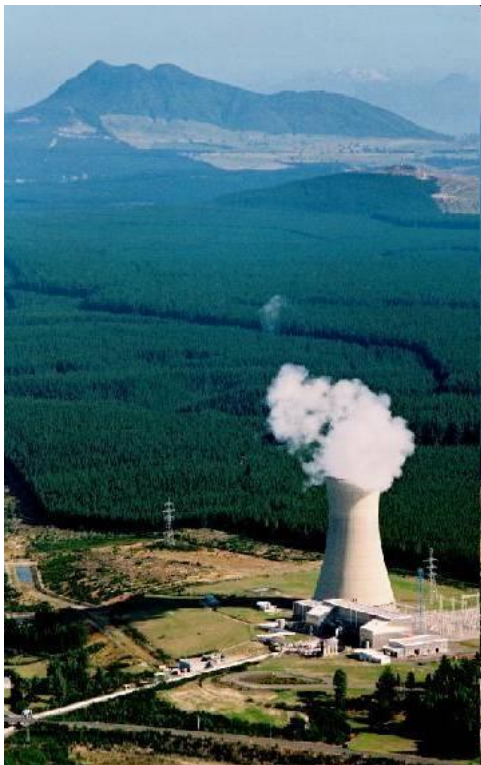
ニュージーランド地熱協会 HP：<http://www.nzgeothermal.org.nz/>

GNS Science HP：<http://www.gns.cri.nz/>

ワイカト地方評議会 HP：<http://www.waikatoregion.govt.nz/About-us/>)

### <オハーキ地熱発電所>

- ・コンタクトエナジー社が所有しており、1989年に稼動したニュージーランド第2の地熱発電所である。設備容量は104,000kWである。
- ・オハーキ地熱発電所は、105メートルの高い冷却塔が特徴である。
- ・掘削および貯留層の調査が開始されて以来、ナーティ・タフ族により数世紀にわたり利用されてきた重要な温泉湧出地であるオハーキ温泉の推移、水温が低下。1989年以降、オハーキ温泉の水位を保つために、分離熱水を温泉に供給し、漏れを防ぐために温泉の底にコンクリート層を張るなどの対策が取られている。
- ・地熱のカスケード利用として、木材乾燥窯で木材の乾燥工程の熱源として地熱エネルギーを使用している
- ・地熱発電所及び周辺の土地の使用についてはワイカトの地域協議会によって規制されている。



オハーキ地熱発電所

(出典：Geothermal energy： <http://www.teara.govt.nz/en/geothermal-energy>  
ニュージーランド地熱協会 HP： <http://www.nzgeothermal.org.nz/>  
GNS Science HP： <http://www.gns.cri.nz/>)

## ②ヒアリング予定

### I 政府機関

#### I-1 環境省

- ・ニュージーランド政府の環境法、政策、基準及びガイドラインを作成。
- ・国の環境基準を定め、資源をどのように管理するか、世代間に公平にいかに関継いでいくか、先住民族（マオリ族）の権利にいかに関慮するか、基本的な資源をいかに安定的に保存するかといったことについて統合的に規定した資源管理法（RMA：Resource Management Act）に沿って、環境大臣に助言。
- ・地熱プロジェクトはRMAに基づいて地域と得られた同意の下、稼動。

#### I-2 経済開発省

- ・政策、ビジネスの観点を中心とした環境問題に関するアドバイス、及び環境規制の問題を担当。
- ・エネルギー&コミュニケーション支局が、地熱だけでなく、水力や風力に関しても、資源管理法に基づき、環境省に対して、その経済的、環境的意義の提案を実施。

### II 電力会社

#### II-1 コンタクトエナジー社

- ・ニュージーランド有数のエネルギー発電と小売業者の一つ。ニュージーランドの25%以上の電気を供給。
- ・多くの地熱発電所を所有し、主なものではワイラケイ、オハーキ、ポイヒピロード（Poipihi road）、テフカ（Te Huka）。
- ・現在も、テミヒ地熱発電所（2013年稼動予定）やタウハラ（Tauhara）地熱発電所（2015年稼動予定）を計画。

### III 調査・研究機関

#### III-1 GNGサイエンス社

- ・地熱資源の研究（資源量調査、より深部の資源の開発、低温の資源の利用等）、コンサルタント（持続可能な資源管理、環境専門知識、教育等）及び分析サービス（微量分析、同位体分析、年代測定等）
- ・主なプロジェクト
  - ワイラケイ発電所における地球科学的助言、地球科学のレポートと地熱資源の承諾のアプリケーションのための環境影響の評価（AEE）、環境裁判所の審理のための専門家の準備等。
  - オヒネムトゥ、ロトルアで低温地熱資源のポテンシャルエネルギー、エンジニアリングサービス。
  - モカイ、カウエラウ等の地熱フィールドの写真の調査、物理パラメータと化学分析の測定を含む表面の機能の監視。



### Ⅲ-2 オークランド大学地球科学工学研究所

- ・地熱探査、モデリング、モニタリング等を専門とする研究開発組織。
- ・商業的な研究プロジェクトや地熱エネルギーの開発のためのコンサルティングに専門知識を活用。
- ・オークランド大学として、地熱プログラムを行っており、地熱工学、貯留層モデリング、地球科学、地質学、地球物理学、エネルギー経済と市場モデリングの研究や訓練を企業と連携で実施。
- ・地下イメージング技術や、微小地震のモニタリング、深部地熱資源の活用といった研究を実施。

## IV その他

### IV-1 ワイカト地域協議会

- ・ニュージーランドの北島中央部の沿岸の土地、水、土壌、空気、地熱資源を管理する協議会。
- ・主に、生物多様性の復元への活動、自然災害への対策、環境教育、害虫、害獣の抑制、地域計画の策定等の活動を実施。
- ・地熱資源に関しては、このワイカト地方の貴重な資源であることから、その資源の保護と利用について提言を実施。

#### 4. 現地確認およびヒアリングにて入手を図る情報等

##### (1) 法制度

- ・ 自然環境や世界遺産等の保護区との共存
- ・ 地熱資源の探査（坑井掘削）、発電所の建設、地熱利用に係わる関係法律と監督省庁
- ・ 中央省庁と地方自治体の役割分担
- ・ 許認可手続き（開発の際に求められる事項）
- ・ 行政として環境影響評価の際に特に着目する事項
- ・ 行政として運転中の地熱発電所に対して特に着目する事項
- ・ 温泉・噴気の伝統的利用、最近の新たな利用について
- ・ 今後の地熱開発の展望

##### (2) 環境影響評価手続き、自然環境への配慮

（影響の回避、影響の軽減、環境復元、代替措置の観点から）

- ・ 大気環境
- ・ 水環境（地熱発電後の地熱水の処理について（地下還元や地熱水中に含まれる有害物質（ヒ素など）の処理対策についての法律上、実際の運用状況）
- ・ 地盤環境（地盤沈下など）
- ・ 温泉や自然噴気，地下水，湧水等・動植物
- ・ 国立公園などの利用面
- ・ 自然景観
- ・ 廃棄物の発生

##### (3) 事後調査内容

- ・ 事後調査の実施対象と測定項目，それらの経年変化データ。
- ・ 異常値が測定された経験の有無、動植物への影響が発生した事例の有無。対処内容。
- ・ 周辺地域で地熱開発が原因と想定される影響の有無（自然噴気や温泉の枯渇、地盤変動、地震等）

##### (4) 地下資源の持続可能な利用

- ・ 地熱貯留層の探査技術と評価技術、その精度
- ・ 掘削技術の向上（傾斜掘削の距離、精度、コスト）
- ・ 地熱貯留層の管理、発電所運転技術の向上
- ・ 周辺環境への影響予測（周辺環境を適正な状態に維持した上での地熱発電所運用方法の評価を含む）とその精度
- ・ 蒸気生産井や還元井の機能の減衰状況とその対策
- ・ 既存発電所の減衰率、その対策
- ・ 今後の目標

##### (5) 地域社会との共生

- ・ 地域社会との合意の必要性、その具体的内容
- ・ 地熱発電に対する地域の考え方

- ・地熱開発に伴う地域への寄与（農水産・地域暖房等への利用など）

#### （6）地熱発電所の基本的事項

- ・敷地面積
- ・出力、発電電力
- ・生産井、還元井の1本ごとの深さ、本数
- ・全体配置
- ・配管の距離
- ・補充井の掘削頻度
- ・施設拡充計画の有無と目標 等