

アイスランドを訪ねて

板寺一洋 (神奈川県温泉地学研究所)

1. はじめに

日本は地球表面を覆うプレートのうちの4枚(プレートユーラシアプレート・北米プレートの太平洋プレート・フィリピン海プレート)が衝突・沈み込む場所にあり、その影響により世界的にも地震・火山活動が活発な国です。これとは対照的にプレートの誕生する場所に位置している国があります。それが、ここで紹介するアイスランドです。

アイスランド(正式名称アイスランド共和国)は北大西洋の北部に位置しています(図1)。首都レイキャビクでも、北緯64度と非常に高緯度に位置しており、夏季には白夜となるほか、冬季にはオーロラを観察することが出来るそうです。面積は

約103,000km²と北海道のおよそ3分の1という国土に、およそ32万人(国際連合の「世界の人口推計(2010年度版)」による)の人口を抱えています。

アイスランドでは国内消費エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合が極めて高く、国内消費電力のおよそ4分の3が水力発電、残りの4分の1が地熱発電により生み出されています(アイスランドエネルギー局資料による)。

風力や太陽光、そして地熱などいわゆる再生可能エネルギーの利用促進は、日本国内でも、もともと地球温暖化対策の一環としてその必要性が指摘されており、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋

沖地震とそれに伴う原発事故を契機に、その重要性が高まったと言われています。

こうした中、私は環境省の「地熱発電施設における自然公園の風致景観上の支障並びに温泉資源・地下水に及ぼす影響の検討事業」において検討委員を仰せつかり、海外現地視察として、アイスランドを訪れる機会をいただきました。

調査期間は8月22日～26日で、往復を含めて6日間という短期間のものでしたが、現地に滞在した3日間で、首都レイキャビク市内の行政機関(アイスランド商工省、エネルギー局、環境省、外務省)や関連機関等を訪問し、それぞれの機関の地熱利用に関わる業務の概要、現状

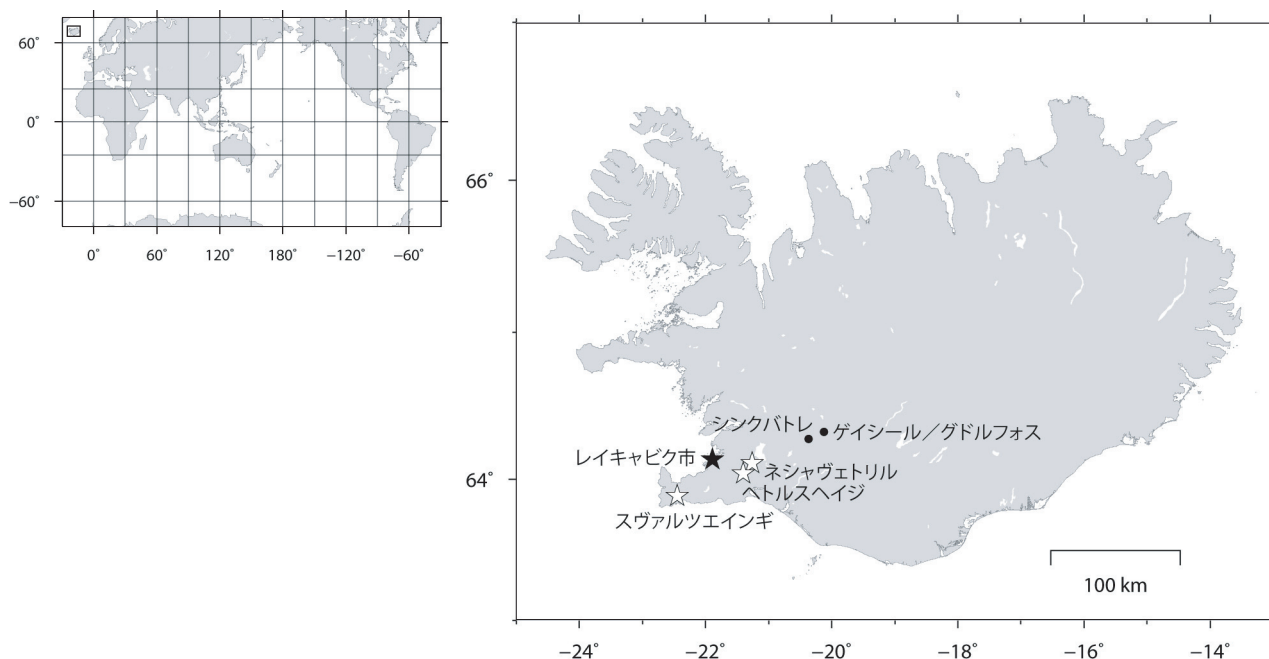


図1 アイスランドの位置



写真1 北米プレート側からユーラシアプレート側を望む。両プレートの境界にあたる大地の裂け目には湖が形成されている。

と課題等についてヒアリングと意見交換を行いました。また、主要な二つの電力会社(レイキャビク・エナジー社とアイスランドエナジー社)および3箇所の地熱発電所(ネシャヴェトリル、ヘトルスヘイジ、スヴァルツエインギ)を訪問し、自然環境(景観を含む)への配慮、影響調査実施と情報公開の状況等について情報収集しました。

この現地調査の報告については、別(環境省, 2011)に委ねる事として、ここでは現地滞在期間中に、特に私の印象に残った事柄について紹介したいと思います。

2. プレートの誕生する場所

アイスランドはユーラシアプレートと北米プレートとの境界に位置しています。ここは、二つのプレートがまさに誕生している地域にあたり、年間約2cmの速度で東西に広がっています。そのため火山活動も活発で、ほぼ4年ごとに噴火を伴うような顕著な火山活動が発生しています。

世界遺産でもあるシンクバトレ地域では、このプレート運動により、北米プレートとユーラシアプレートの境目にあたる広大な低地が形成されています(写真1)。また、スヴァルツエインギ地熱発電所付近のソルベルク山では、プレート運動により、山頂部が裂けて、広がっている地形を目の当たりにすることが出来ました(写真2)。また、高緯度特有の厳し



写真2 スヴァルツエインギ地熱発電所付近のソルベルク山。プレート運動により山頂部が裂けて、広がっている。



写真3 溶岩台地を通る温水輸送用のパイプライン(環境省, 2011より)

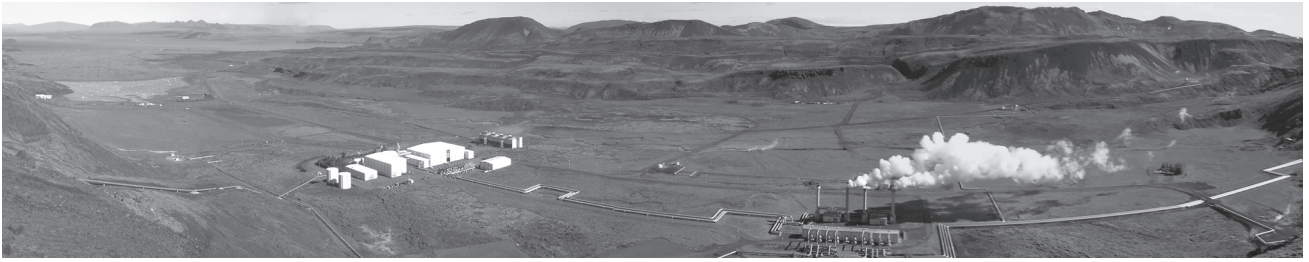


写真4 ネシャヴェトリル発電所の遠景

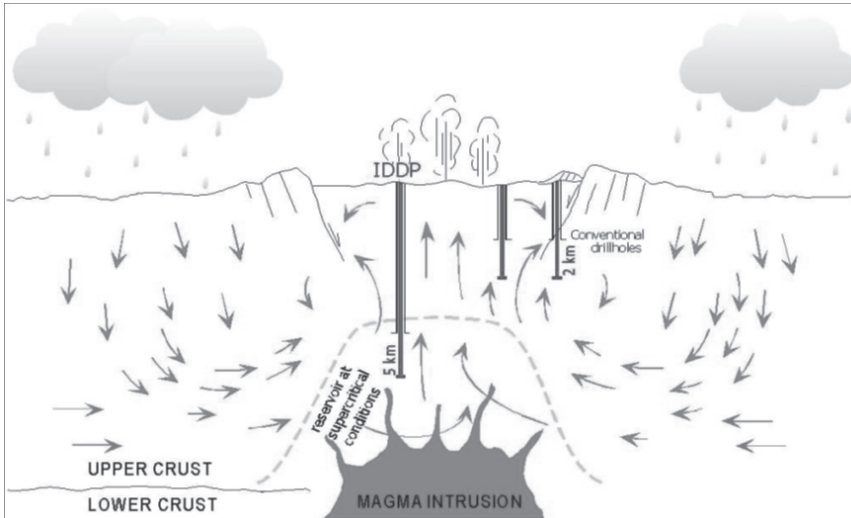


図2 エネルギー局のプロジェクトによるアイスランドの地熱系概念図

い気候条件のため植生が乏しく、市街地から外れると、ひたすら荒涼とした玄武岩質の溶岩台地が広がっていました(写真3)。

3. 地熱エネルギーが容易に取り出せる

プレートが生産される場所とは、すなわち地下深部からマグマがわき上がってくる場所にもあたります。エネルギー局が実施した調査プロジェクトでは、深度5000mのボーリングを計画していましたが、深度2100mでマグマに到達したことを示す黒色の火山ガラスが採取されたとのことでした(図2)。このような地学的な環境により、それほど深い掘削を行わなくても、地熱エネルギーを取り出すことができますが、アイスランドにおける地熱利用が盛んな要因の一つとなっています。

ちなみにアイスランドでは、深度

1000mの地中温度が150℃未満の地域は低温地域に区分されるそうです。日本で近年開発されている大深度温泉の例だと、深度1000mの地温は50℃前後ですので、アイスランドが、いかに地熱に恵まれているかを印象付けられました。

4. 一歩進んだ地熱利用

アイスランドの地熱発電所では、発電後の熱水と地下水や表流水との熱交換により温水が製造されており、この温水が都市部に供給され、暖房などに利用されています。

ネシャヴェトリル発電所(写真4)では85℃の温水が製造されています。製造された温水は総延長約32kmのパイプライン(写真3)により、1分間に560リットルが首都レイキャビク市へ輸送されています。輸送のためのパイプは直径約1mで、溶岩を繊維状にしたウール材が断熱材として用いられていま

す。輸送の間の温度低下が約1℃と非常に小さいことには、たいへん驚かされました。輸送された温水のタンクは、かつて火力発電所があった高台に設置されており、今やレイキャビク市の象徴の一つとなっています(写真5)。

このシステムの導入により、現在、アイスランドで暖房に使われるエネルギーは、地熱が90%程度、電気が10%程度で、石油に依存しているのはごく僅かな割合だそうです。

余談ですが宿泊したホテルでは、蛇口から出るお湯にかすかな硫黄臭が感じられ、不思議に感じていました。酸化によるパイプラインの劣化を抑えるために、温水製造時に、敢えて硫化水素を混入させているためであることが判明したのは、後のことでした。

5. ブルーラグーン誕生のきっかけ

スヴァルツエインギ発電所のそばには、温泉保養地として著名なブルーラグーンがあります(写真6)。ブルーラグーンといえば、温泉に含まれるケイ素の影響による青色の美しい景観が日本でも知られていますが、もともとは、地熱発電後の熱水を、周囲の溶岩台地に排水していた場所であり、発電所の従業員が浴用に試したところ、偶然、スキンケアに効果があることが判明したことがきっかけで、保養地として整備されたのだそうです。

6. 小巡検

滞在期間中の現地の日没時刻は午後10時過ぎで、夕方の5時を過ぎてもまだ十分明るかったので、第1日目の調査終了後に小巡検と称して、レイキャビク郊外へ足をのばしました。

間欠泉 (geyser) の語源でもあるゲイサルでは、十数mも吹きあがる見事な間欠泉の様子 (写真7) を観察する事ができました。驚くことに、この著名な間欠泉一帯は民有地であり、保護対象の地域になっておらず、かつて、付近の地熱開発にともない噴出量が影響を受けたことがあったそうです。

グドルフォスの滝 (写真8) では、氷河からもたらされる水量の多さに圧倒されました。アイスランド国内の電力の4分の3を水力で支えているということにも納得させられました。と同時に、この滝には、過去に外国企業がダム建設のために土地を買収しようとした際、「ダムを作るなら滝に飛び込む」と迫り、これを阻止した少女の逸話があり、アイスランドの人々の自然環境保護への意識の高さも感じられました。

7. 関係機関の連携

アイスランドにおける長期的な自然エネルギーの利用方針を示した「再生可能エネルギー資源利用のためのマスタープラン」には、新規の地熱開発候補地として69箇所が挙げられおり、開発可能地域 (22箇所)、要追加調査 (27箇所)、自然保護等の理由により開発不可 (20箇所) の3つに分類されています。このマスタープランの策定には、事業者が地熱利用に関する調査、開発およびモニタリングを実施するにあたり、ライセンスを付与する役割を持つ商工省と、自然環境保全のための保護地域を指定する環境省が関わっ



写真5 高台に設置された温水タンク (環境省, 2011 より)



写真6 温泉保養地として有名なブルーラグーン

ているとのことでした。

このほかにも、上記のエネルギー局による調査プロジェクトは、日本でいえば、かつての地質調査所 (現産業技術総合研究所地質調査総合センター) にあたるアイスランドジオサーベイ社や大手電力生産会社 (アイスランドエナジー社とレイキャビク・エナジー社) のほか多数の組織の参加により実施されているなど、関係機関の連携やデータの共有がス

ムーズに行われているとの印象をうけました。

8. 日本に対する期待

アイスランドの地熱利用には、日本の技術が大いに貢献していました。アイスランドの地熱発電所で使用されているタービンや発電機の多くが日本製でした。また、日本のヒートポンプ技術も高い評価を得ているそうです。そのせいもあり、訪問先



写真7 間欠泉 (geyser) の語源ともなったゲイシールの間欠泉。数分おきに水面が盛り上がり、温泉が噴出する様子を観察できる。



写真8 圧倒的な水量のグドルフォスの滝

の方々は、日本人の私たちが思っている以上に日本を身近に感じているようで、東北地方太平洋沖地震の被害に対する御見舞の言葉もいただきました。

国連大学でのヒアリングでは、日本における 2009 年の年間地熱発電量が 3064GWh(世界 8 位)で、アイスランドの 4597GWh(世界 6 位)に近いのに対し、総発電量に占める割合は 1%にも満たず、アイスランド(世界 1 位)に遠く及ばず、トップ 10 にも入っていないことを指摘

されました。今後、この状況がどう変わっていくかが注目されているとも言えます。一方、今後、世界的に地熱利用が促進されていく中で、日本にとって有望なのが、タービン技術であろうとのコメントがありました。

9. 視察を終えての感想

かつては、アイスランドでも化石燃料への依存度が高く、レイキャビク市の空も黒い煙に覆われていたそうです。それが 80 年代のエネルギー

危機を契機に、自国にある「水力と地熱」を生かすという方向転換を遂げ、現在に至っています。これは見事と言うほかはありません。もちろん、日本とアイスランドとを一概に比較することはできませんが、景観を含めた環境の保全に対しても非常に意識が高く、影響に対応するための仕組みも、かなりしっかりしているという印象を受けました。また、関係する省庁、民間、研究機関の間で、実にスムーズな連携・情報共有がはかられていました。日本国内でも、地熱利用について、これから関係各方面による活発な議論が行われていくことと思いますが、アイスランドの事例には、大いに参考にすべき点があると感じました。

引用文献

環境省 (2011) 第 3 回地熱発電事業に係る自然環境影響検討会、参考資料-3、平成 23 年 10 月 3 日、http://www.env.go.jp/nature/geothermal_power/conf/h2303/ref03-1.pdf .