

## 第4回

# サンシャイン計画の目指した地熱立国日本への情熱を思い起こしたい

Remind passion of the Sunshine Project aimed at Japan built on geothermal energy

村岡洋文\*

### 1. プロローグ

科学論文は客観的・体系的に書かれるべきものである。他方、物語は主観的・流動的に描かれ、ときには人の感性を揺さぶる力をもつ。次の世界を創造するためには、物語の力が侮れない。実際に、私たちは恩師や先輩や仲間からの心を込めた一言に突き動かされて、自分の道を選択していることが少なくないからである。「太陽エネルギー」という論文中心の学会誌に、「それぞれのサンシャイン物語」という柔らかな随筆シリーズが企画された。その感性のみずみずしさに、私は敬意を表したい。そして、本小文の中では、私自身も客観的・体系的世界から解き放たれ、個人史から国家観まで、思いつくことを自由に述べさせていただきたい。

私は1951年に山口県下関市で生まれた。団塊の世代のすぐ下に位置していた。私の通った山口県立宇部高等学校を含めて、この当時、多くの高校には地学の先生がいて、日本の地学教育は十分に機能していた。だから、私は地学の河村義郎先生のお誘いを受けて、地学部に入った。この地学部で、私は生涯の盟友、上田晃富山大学教授に出会うこととなる。天文少年として出会ったのであるが、いまでは彼も私も何故か、地熱研究に関わっている。

私は山口大学学部と広島大学大学院のD1まで、変成岩岩石学を専攻した。その理由は、当時、都城秋穂の「変成岩と変成帯」<sup>1)</sup>という世界をリードする名著が、日本の地質学を席卷していたからである。しかし、そのことをより深く知り得たのは、山口大学で西村祐二郎先生に邂逅し、広島大学大学院で小島丈児先生や原都夫先生や鈴木盛久先生に邂逅したからであった。もし、小島先生の「村岡、お前はごっつい奴じゃのお」という私の修論への破格のお褒め

の言葉がなければ、私はここまで研究の世界に突き進むことはなかったであろう。私はM1とD1の2回の国家公務員上級試験への合格を経て、1978年に通商産業省工業技術院地質調査所に入所した。

地質調査所で配属された部署は、聞き慣れない地殻熱部であった。1974年7月に、サンシャイン計画がスタートしたことから、翌1975年7月に、地質調査所に地殻熱部が設置されたのであった。日本の新エネルギー技術開発の4つの柱の一つである地熱エネルギー技術の開発を担う部署であった。地質学を国や国民のために直ちに役立てることのできる希少な部署であった。しかし、私がD1まで変成岩岩石学を専攻してきたこともあって、本格的な地熱研究に従事するようになるまでには、さらに10年近くの歳月を要した。

このとき、私の地熱研究への転進を大いに助けて下さった恩師が、故長谷紘和博士であった(図1)。先ず、ご自身が切り開いて来られた衛星リモートセンシングをご教授下さった<sup>2)</sup>。これによって、私はどんな国を訪れるときも、当該国の火山地質や地熱地質のあらましを予め衛星画像から読み取ることができた<sup>3, 4)</sup>。しかし、それ以上に、リモートセンシングのもつsynoptic view(大局観とでも訳すべきか?)という哲学を教えていただいた。また、青森県黒石図幅と一緒に踏査して下さり、これによって、沖浦カルデラや八甲田カルデラなど、5つのカルデラの地熱資源を研究することができた<sup>5-7)</sup>。これが私の博士論文となり、広島大学の原都夫先生が主査の労をとって下さった。その恩師、長谷さんがこの拙稿執筆中の2025年2月2日14時25分に享年85歳にて逝去された。そして、急遽2月7日につくば

\* 弘前大学客員研究員 日本地熱学会名誉会員 日本工営(株)顧問理学博士

市で辛い告別式に参列することとなった。ちなみに、長谷さんは1980年11月のNEDO発足と同時に、NEDO地熱調査部地熱調査第2課の初代課長として活躍され、後に地質調査所所長も務められた。間違いなく、サンシャイン物語を駆けぬけられたおひとりであった。

## 2. サンシャイン計画の開花期

私は地質調査所と後継の産総研に1978年4月から2010年3月まで32年間在職した。2001年1月までは、工業技術院やニューサンシャイン計画推進本部が存在していたので、安定した研究生活を送ることができた。途中、NEDO地熱調査部地熱調査



図1 長谷紘和元地質調査所所長(2016年6月3日村岡撮影)

第2課に2回出向し、1回目は主任として1983年11月からの1年5ヵ月、2回目は課長として1993年7月からの2年2ヵ月の出向であった。当時はつくばエクスプレスもなかったので、つくばから池袋までの通勤には苦勞した。この間、サンシャイン・ニューサンシャイン計画推進本部の開発官や専門職はもとより、多くの民間企業の方々とも親しくしていただいた。

地熱発電設備容量からみた日本の地熱発電開発史を図2に示す。発足後のNEDOは地熱調査井掘削を中心とした企業先導調査の地熱開発促進調査と、サンシャイン計画の地熱技術開発を両輪のように進めていた。地熱発電を伸ばすためには、地熱調査井掘削が必要である。しかし、同時に、精度の高い地熱探査技術や次世代地熱エネルギー技術の開発を併行して行われなければ、質的な向上がなく、やがては閉塞状況に陥ってしまう。とくに、NEDOがサンシャイン計画の最初に実施した全国地熱資源総合調査などは、全国的な広域地熱探査技術を目指した、意欲的な地熱探査技術開発プロジェクトであった。

サンシャイン計画は日本が世界に誇る先見性に満ちた地熱エネルギー政策であった。実際に、図2の世界牽引期の23年間に、日本の地熱発電は5万kWから53万kWまで一挙に11倍に増大している。もし、この増大率を1997 - 2024年度の28年間の間にも維持していれば、2024年には地熱発電設備容量709万kWとなって、現在、世界第一位の米国の2倍になっていたかもしれない(図3)。これは夢のまた夢であったとしても、もし、その半分が実現していれば、米国と並んでいたはずである(図3)。

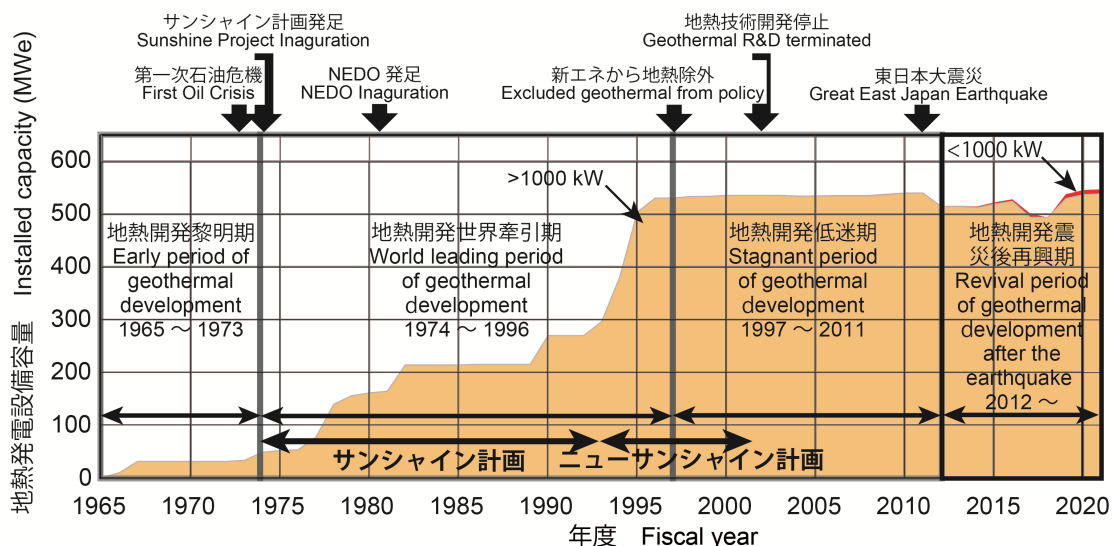


図2 地熱発電設備容量からみた日本の地熱発電開発史。主に火原協データから作成<sup>8)</sup>

しかし、残念ながら、我が国では先見性に富んだすばらしい政策が長期間にわたって貫徹されることは稀であり、政策が簡単におれてしまうことが多いらしい。それも、紋切り型の政策によっておれてしまうことが多いように思われる。

この半世紀は、地球温暖化によって、異常気象の脅威が風雲急を告げ、石油危機によって、エネルギー安全保障の構築が、焦眉の急であった。サンシャイン計画はそれを先取りする世界に誇る政策であった。実際に、サンシャイン計画発足当時の日本の地熱研究は確実に世界をリードしていた。その典型の一つが1992 - 2000年度まで、葛根田地熱地域で行われ、深度3,729mで500℃を超えた深部地熱資源調査であった<sup>10)</sup>。イタリアのDESCRAMBLE計画<sup>11)</sup>やアイスランドのアイスランド深部掘削計画(IDDP)<sup>12)</sup>が2010年代に行われていることを考えれば、サンシャイン・ニューサンシャイン計画の地熱技術は、おそらく20年くらい早いスピードで、世界をリードしていた可能性がある。

1995年に世界地熱会議(World Geothermal Congress)がイタリアのフィレンツェで開催された。次の2000年大会が日本で開催される予定になっていたことから、日本からも多くの人々がこのフィレンツェ大会に参加した。サンシャイン計画推進本部の杉上開発官がプレナリーセッションで、世界を

リードする日本のニューサンシャイン計画や地熱技術開発政策について、高らかに講演された。サンシャイン計画の地熱技術にとって、1995年頃が一つのピークであったように思われる。

### 3. ニューサンシャイン計画終焉後の地熱低迷期

ニューサンシャイン計画は2001年1月に終わった。しかし、地熱についていえば、1997年のいわゆる新エネルギー特措法において、地熱発電が新エネルギーから除外されてしまったことから、一足早く、低迷期が始まっていた。図2における1997年から2011年の失われた15年間はその反映であり、地熱発電開発の伸びが15年間も凍結状態になってしまった。地熱発電が新エネルギーから除外された理由は不明である。あるいは、1990年代のバブル経済の崩壊によって、1990年代初頭から、国の税収が激減したことが背景にあるのかもしれない。

しかし、結果論から見ると、この地熱支援政策の放棄は返ってはるかに高いものについているといわなければならない。それは2011年3月11日に2011年東北地方太平洋沖地震が起こったことである。災害名としては東日本大震災と呼ばれている。この数百年に一度とも言われる大規模な天災は、同時に、福島第一原子力発電所のメルトダウン事故という人災を引き起こしてしまった。震災の死

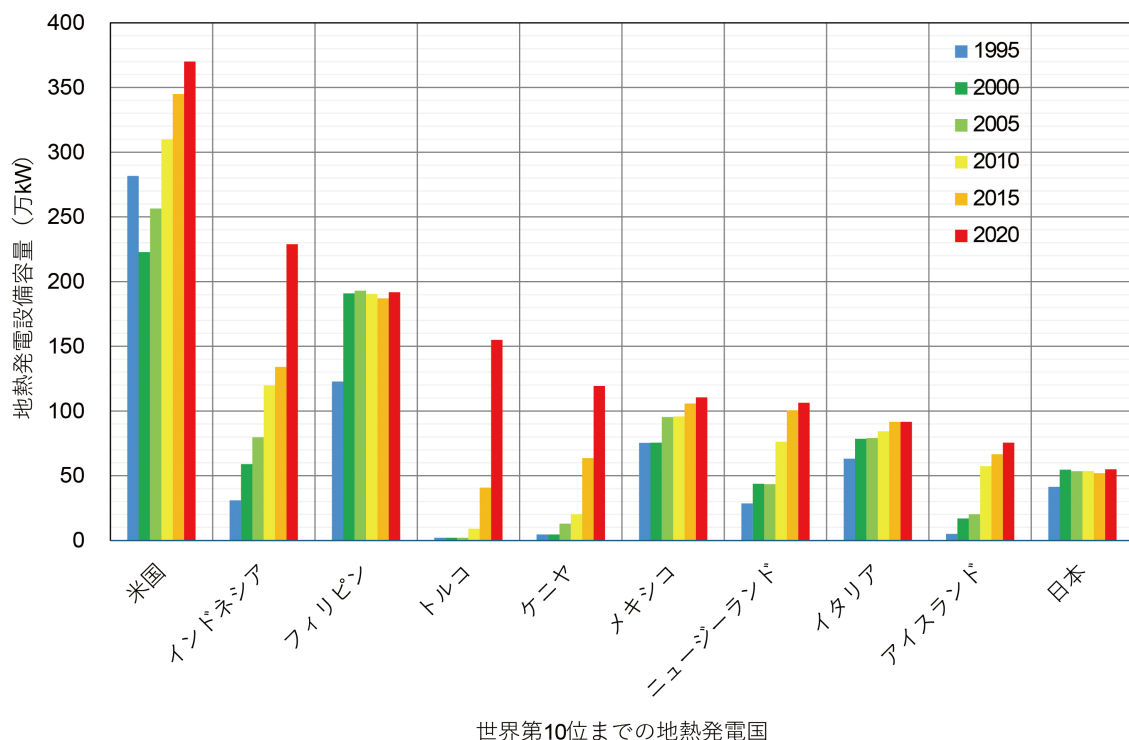


図3 世界第10位までの地熱発電国の地熱発電設備容量の推移<sup>9)</sup>

者・行方不明者は22,325人に達し<sup>14)</sup>、2011年8月29日の時点で、福島第一原子力発電所周辺からの避難民は約14万6,520人に達した<sup>15)</sup>。これは原発神話の崩壊であり、日本のエネルギー危機であった。このとき、地熱発電が再び脚光を浴びることになった。何故ならば、地熱発電は原子力発電と同様に、ベースロード電源と呼ばれる安定電源であり、高温地熱資源が東日本に豊富に分布しており(図4)、個々の発電規模は数万kW程度ながら、一極集中のリスクの少ない電源であるからである。

しかし、日本政府は1997年に、地熱発電への政策的支援を放棄し、サンシャイン計画で蓄積された地熱技術の継承を放棄した。そのため、多くの地熱技術者は他分野への転向を余儀なくされた。一例として、図5に産業技術総合研究所の地圏資源環境研究部門における地熱関連研究グループの縮小史をま

とめる。少なくとも4研究グループに30名はいたと思われる地熱研究者が、2007年には1研究グループ5名となってしまったのである。私は2003年度から地熱資源研究グループ長を務めていたため、2003年度以降、地熱の最後の砦を守る立場にあった。

地熱資源研究グループでは、国内の公表された温泉データを集め、1kmグリッドGISベースの地熱資源量評価を行った<sup>16, 17)</sup>。これならば、高額の予算を必要としないからである。我が国の150℃以上の高温地熱資源量は2,347万kW×30年と推定され、これは米国、インドネシアに次いで、世界第3位の地熱資源量であると推定された。

また、この低迷期には大型地熱発電の開発が事実上、停止していたため、地熱技術開発(株)の大里和己氏らとともに、温泉発電ビジネスモデルの可能性を

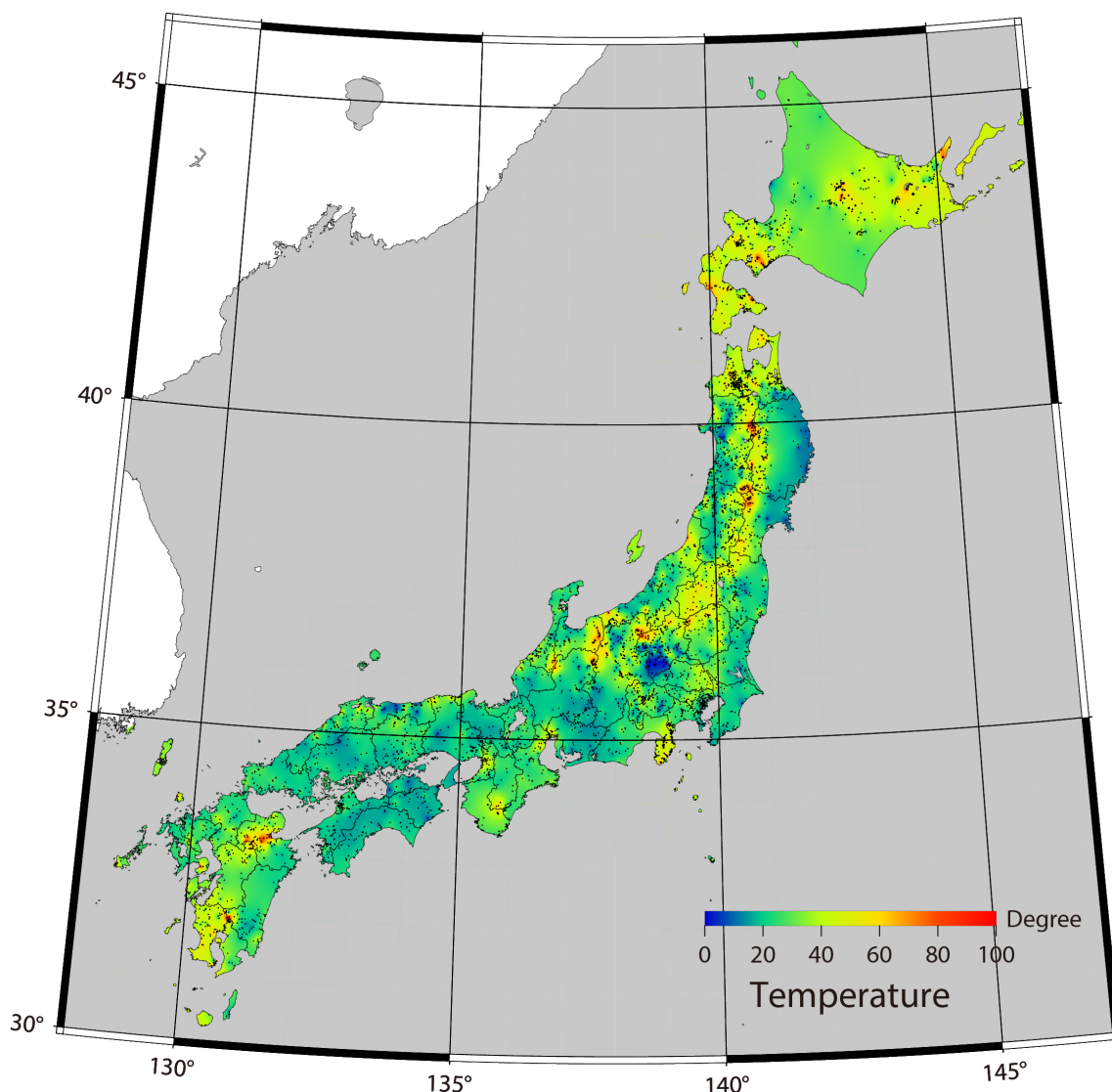


図4 日本主要部の温泉湧出温度分布図<sup>13)</sup>。東日本は高温熱水系(白色部)の宝庫である

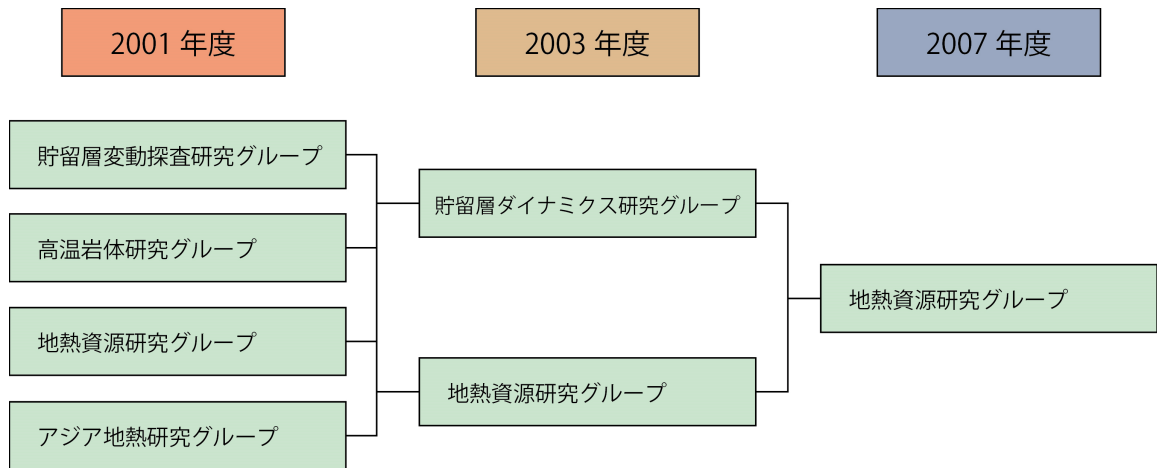


図5 産業技術総合研究所の地熱関連研究グループの縮小史

考え、新潟県松之山温泉において、温泉発電のための50 kW級カーリーナサイクル発電システムの研究開発などを行った<sup>18)</sup>。今日では1000 kW未満の地熱発電設備が全国で69基も稼働していることが報告されており<sup>8)</sup>、温泉発電市場は少しずつ開花しているように見える。

このように、地熱低迷期にあっても、日本の地熱開発に役立つことを細々と進めた。また、IEA地熱エネルギー実施協定、IPCC再生可能エネルギー特別報告書、インドネシアとの遠隔離島地熱探査などの海外案件も進めて来た。そのような矢先に、弘前大学が2010年度から、新たに北日本新エネルギー研究センターを立ち上げるために、教員公募を行うということを漏れ聞いた。これは青森県の地熱地質図づくりに10年も20年もの歳月を掛けながら、いまだに地熱発電所の建設の声を聞いていない私にとって、一つのチャンスのように響いた。そこで、2009年末に応募し、ご縁があって、2010年4月から弘前大学北日本新エネルギー研究センター教授として着任した。このとき、私は58歳になっていた。

#### 4. 地熱立国アイスランド

私は地質調査所や産総研で、多くの海外出張経験を積むことができた。しかし、大学生や大学院生の頃までは、海外経験が皆無であった。2014年に、私は弘前大学でM2の修論学生3名を指導していた。機会があれば、海外経験もさせたいと思っていた。その場合に、理想的な訪問先は寒冷地の高度な地熱利用という観点から、アイスランドであると思っていた。そのような折に、先ず、私自身が経済産業省の震災後に復活した地熱支援政策の一つである地熱理解促進支援事業のご支援により、青森市、弘前市、



図6 シンクベトリル (Þingvellir) 国立公園。水溜りの部分が広がる地殻の裂け目ギャオ (gjá)。六角柱状節理によって、玄武岩の透水性は高い (2014年9月29日村岡撮影)

むつ市の方々とともに、アイスランドに訪問できる可能性が生まれた。そして、偶然であるが、これにやや遅れる形で、グローバル人材育成事業という弘前大学の学生や大学院生を海外で鍛えようという、弘前大学が主催で、弘前市と弘前商工会議所が共催の夢のような支援事業が新たに発足した。これはまさに、私たちの修論学生のためにつくられた天恵ではないかとばかりに、千載一遇のチャンスに飛びつき、3名のM2学生をアイスランドに連れて行く計画案を大学に申請した。また、青森県3市に、学生の同行を許していただいた。一人の学生はこの渡航だけでも、大学院に入った価値があったと言ってくれた。教員冥利に尽きる瞬間であった。しかも、私自身もそれまで訪問できていなかったシンクベトリル国立公園のギャオ (gjá、図6) や間欠泉ゲイシールを含めて、ゆっくりアイスランドの地熱地帯を観察することができた。

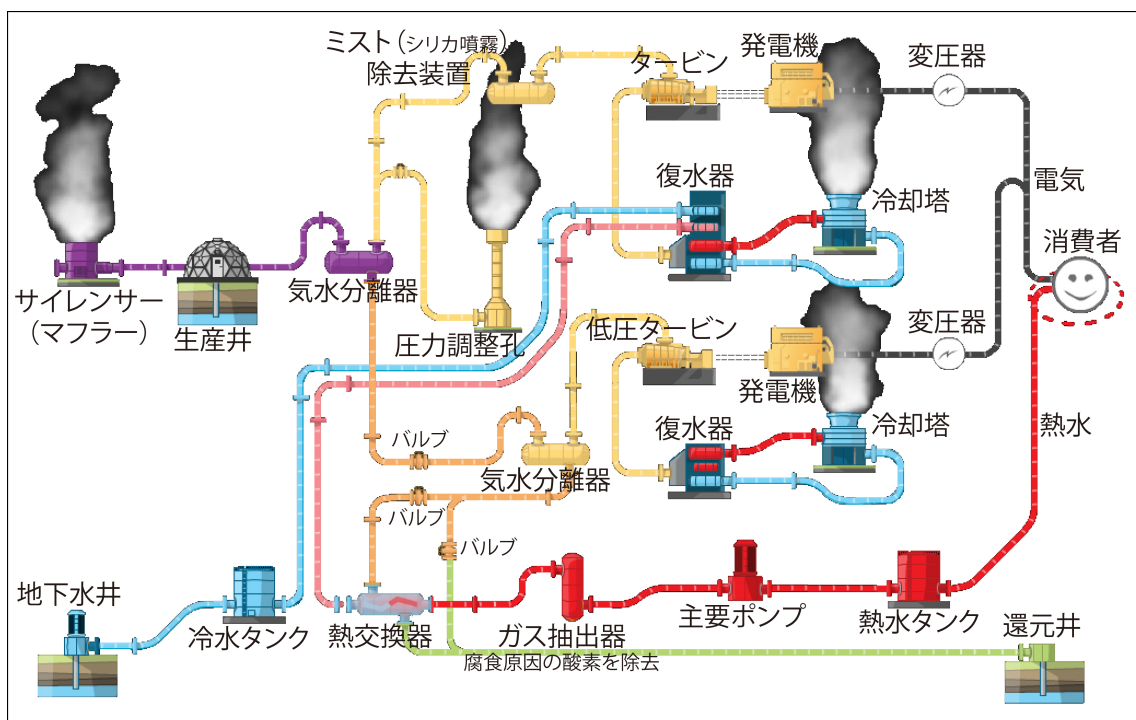


図7 約30万kWeを誇るヘトリスヘイジ地熱発電所の仕組み。左下の地下水井の真水を上段タービンの下の復水器で使い、熱水になったものを右側の各家庭に給湯している<sup>19)</sup>

世界に地熱立国などないと思っている方がおられるかもしれない。しかし、アイスランドは立派に地熱立国を具現している。人口わずか38万人であるが、地熱発電設備容量は、我が国をはるかに凌駕する755,000 kWeである。おそらく、120,000 kWe程度あれば、38万人の家庭電力需要を十分に賄えるはずである。しかし、地熱や水力の余剰電力を利用して、アルミニウムの精錬を行い、これを輸出することによって、高い一人当たりGDPを維持しているのである。アイスランドは地方創生のヒントの宝庫であると言ってよい。

アイスランドでは、暖房が生命線である。そのため、地熱発電所の設計の中には、最初から各家庭への熱水給湯の仕組みが織り込まれている(図7)。このような努力の積み重ねによって、現在では90%以上の家庭が給湯されている。しかし、ここまで開発するためには、80年間を要したとされている。我が国も、高齢化する北日本や北陸において、高齢者の雪下ろしが不要な、熱水給湯設備や熱水融雪設備など、地熱カスケード利用を進めるべきであろう。

東日本大震災の翌年の2012年初頭には、日本の超党派地熱議員連盟がアイスランドを訪問し、「地熱エネルギー分野での協力に関する覚書」を締結したそうである。その努力には敬意を表したい。しか

し、彼らはアイスランドの地熱発電所の蒸気タービンがほぼ全て、三菱重工と富士電機の日本製であることには、気づいたのであろうか？また、サンシャイン計画の順風満帆な地熱技術開発の進展を、1997年に日本政府自身が放棄したことには、気づいたのであろうか？

## 5. 正しい科学教育の必要性

まことに小さな国が、明治維新や、第二次世界大戦後の奇跡の復興を通じて、一時は世界第二位の経済大国にまで上り詰めた。その背景に、高い識字率や世界最高の教育の存在があったことは言うまでもない。もし、我が国が教育立国の精神を忘れたならば、資源小国の日本はその瞬間に、没落に向かうしかないであろう。しかし、残念ながら、いまや、その教育立国の精神が怪しくなっている(図8)。高等教育(Tertiary education)への投入予算の対GDP%がOECD国中、ほぼ最低レベルになっているのである。これはドイツや北欧諸国の大学授業料が無償であるのに対して、我が国では国立大学法人でさえ、年間約54万円もの授業料を払わなければならないことになっている事実、明瞭に現れている。

とくに不思議なのが、地学教育の軽視である。OECDが各国の成人の科学的知識を調べた結果がある。「地球内部は高温である」と言った地球科学

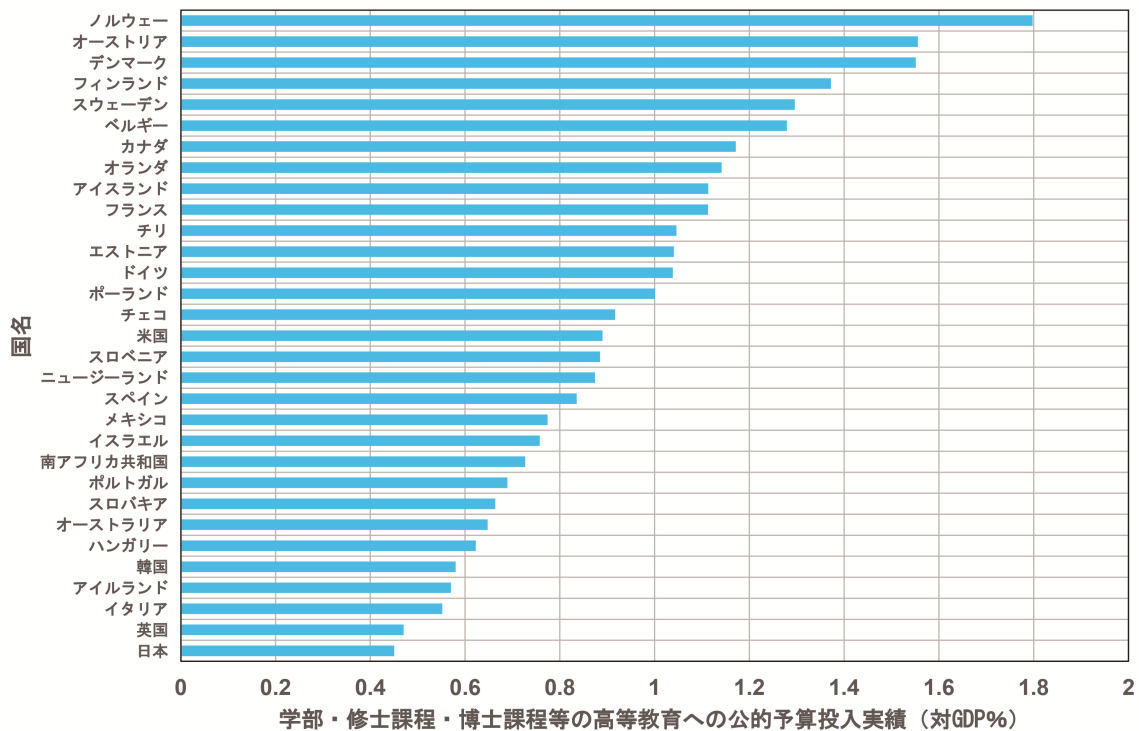


図8 2019年 OECD 各国の高等教育への公的予算投入実績 (対GDP%)<sup>20)</sup>

的な質問が半数に近い11問の○×テストにおいては、日本の正答率が54%であり、先進国では最低レベルであった<sup>21)</sup>。これには学習指導要領の改訂が関わっているらしい。1963年度実施の学習指導要領は、高校理科について、物理、化学、生物、地学の4科目全てを必須としていた。私はこの時期であったから、地質学を専攻することができた。1982年の改訂から選択制が導入され、1994年の改訂では浅く広く4科目を学べる必須科目の理科Iさえなくなり、暗記で比較的入試に対応しやすい、化学と生物の履修率が上がり、物理と地学の履修率が低迷するようになった<sup>21)</sup>。教科書の販売数から推計した2005年度の履修率は生物Iが62%、化学Iが57%、物理Iが29%、地学Iが8%であった<sup>21)</sup>。

こうなると、多くの高校では、地学の先生は不要であると判断される悪循環を生み出し、ますます地学の軽視が加速するであろう。実際に、私が弘前大学の1、2年生を対象とした教養教育「総合エネルギー学」を受講した大学1、2年生150名に対して、高校で地学を履修したかどうかをアンケートしたところ、履修者が14名、非履修者が114名、白紙が22名(おそらく私の質問が地学IとIIを区別していなかったため)であった。つまり、「総合エネルギー学」というエネルギー問題・環境問題に関心を寄せる学生でさえ、わずか11%しか高校で地学を履修

していなかったのである。

地球温暖化により、観測史上最高の気温が日常的に報告され、線状降水帯が頻発し、台風が大型化し、冬は逆に豪雪になっている。そして、穏やかな春と秋が短くなっている。また、急激な海洋温暖化によって、魚介類に激変が起きている。プレートの沈み込み帯に位置する我が国では、阪神・淡路大震災や東日本大震災のような大地震に加えて、最近では熊本や能登など、安全な地帯がないと言ってよいほど、各地で地震の被害が頻発している。いまや地学こそ、最も必要とされる時代になって来ている。それにもかかわらず、地学が軽視されてしまうと、どういことが起こるのであろうか?簡単に次のような想像力を働かせることができる。

非常に優秀な理工学系の技術者でさえ、地震や津波の脅威に対して、地質学的に正しい警戒感をもつことができず、補助電源を安易に低いところに設置して、原発のメルトダウン事故を起こしてしまう。非常に優秀な理工学系の技術者が地方自治体の行政官になった場合でも、決して宅地造成を許してはならない地滑り頻発地形地帯に大規模な宅地造成を許してしまい、集中豪雨で安易な土石流災害を起こしてしまう。一般市民が地温勾配、マグマ、熱水対流、断層などの地下の地学的知識に疎遠になるため、地熱発電に対する理解が得られなくなる。とくに政策

を立案する政治家や官僚の人々が地学的知識に疎遠の場合には、我が国で地熱開発政策が伸びない大きな要因となることが危惧される。

極論すれば、地学軽視が日本を滅ぼすという可能性さえ、あり得るのである。

## 6. エピローグ

我が国には世界最高峰の蒸気タービン技術があり、世界をリードする火山学や地震学がある。また、我が国には、米国やインドネシアと並んで世界第3位とも推定される豊富な火山性の高温地熱資源が賦存する<sup>13) 17)</sup>。さらに、我が国には2023年3月末現在27,932個の温泉があり<sup>22)</sup>、間違いなく世界一の温泉開発利用国である。とくに我が国の豪雪地帯には豊富な高温地熱資源があり(図4)、地熱発電から温泉・給湯・暖房・融雪等、幅広い熱需要に応じたカスケード利用が期待される。我が国が世界一の地熱発電国になれない理由は少しもないのである。いや、むしろ、我が国こそが世界一の地熱発電国になってしかるべきである。また、世界一の温泉開発利用国である日本人の感性からすれば、アイスランドのブルーラグーンを凌駕する、超巨大露天風呂も開発したいものである。

我が国の地熱発電出力は、1989年にはアメリカ、フィリピン、メキシコ、イタリアに次ぐ、世界第5位であった(図3)。しかしながら、我が国の地熱発電出力は上述の低迷期を経る中で(図2)、主要地熱資源国から次々に追い越されて行き、2020年には、世界第10位にまで転落している(図3)。資源小国ながら、地熱資源にだけには恵まれている我が国が、地熱発電開発を停滞させていることには、忸怩たる思いを禁じ得ない。

このところ、世界では巨大自然災害やパンデミックや戦争などによって、エネルギー価格が高騰している。このようなときにこそ、我が国は純国産の再生可能エネルギーの開発に全力を投入すべきであろう。ところが、政府は福島事故がなかったかのように安易に原子力発電に回帰しようとしている。

いま、我が国に必要なものは、国家百年の計に立った政治であり、合理主義であり、教育立国と科学技術立国の理念である。換言すれば、それはかつてのサンシャイン計画ではないだろうか。残念ながら私たちの世代は、地熱立国日本の夢を果たすどころか、地熱開発を低迷期から本来の軌道に戻す程度のことしかできなかった。しかし、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構(JOGMEC)が実施され

ている地熱資源開発研修の場では、地熱に夢を膨らませる頼もしい多くの若き有志に出会うことができる。このような出会いのときに、日本はまだ捨てたものではないと強く思う。我が国を取り巻く現在の環境には大変厳しいものがあるが、次の世代の人たちには是非とも、この逆境を打ち破り、地熱立国日本の夢を実現していただくよう祈念する次第である。

## 参考文献

- 1) 都城秋穂：変成岩と変成帯，岩波書店，458p., 1965
- 2) 村岡洋文・長谷紘和：陥没カルデラに由来する環状地形構造の評価，地質ニュース，No.311, 7-29, 1980
- 3) 村岡洋文：中央アンデスの高原を行く—国際シンポジウム「アンデスの火山活動」に参加して—，地質ニュース，No.406, 14-26, 1988
- 4) 村岡洋文・アズナヴィアナスティオン・浦井稔・高橋正明：インドネシア・日本による「遠隔離島小規模地熱の探査に関する研究協力」の開始，地質ニュース，No.521, 34-48, 1998
- 5) 村岡洋文・高倉伸一：「10万分の1八甲田地熱地域地質図説明書」，特殊地質図(21-4)，地質調査所，27p., 1988
- 6) 村岡洋文・長谷紘和：「黒石地域の地質」，地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所，124p., 1990
- 7) 村岡洋文・山口 靖・長谷紘和：八甲田地熱地域で見出されたカルデラ群，地質調査所報告，275号，97-111, 1991
- 8) 火力原子力発電技術協会：地熱発電の現状と動向2022年，2023，108p., 2023
- 9) Hutterer, G.W. : Geothermal power generation in the world 2015-2020 update report, *Proceedings World Geothermal Congress 2020 + 1*, Reykjavik, Iceland, 17p. (2021)
- 10) Muraoka, H., Uchida, T., Sasada, M., Yagi, M., Akaku, K., Sasaki, M., Yasukawa, K., Miyazaki, S., Doi, N., Saito, S., Sato, K., Tanaka, S. : Deep geothermal resources survey program : igneous, metamorphic and hydrothermal processes in a well encountering 500 °C at 3729 m depth, Kakkonda, Japan. *Geothermics*, **27**, 507-534. (1998)

- 11) Bertani, R., Büsing, H., Buske, S., Dini, A., Hjelstuen, M., Luchini, M., Manzella, A., Nybo, R., Rabbel, W., Serniotti, L., the DESCRAMBLE Science and Technology Team: The First Results of the DESCRAMBLE Project. *Proceedings, 43rd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University*, Stanford, California, February 12-14, SGP-TR-213. (2018)
- 12) Friðleifsson, G.Ó., Albertsson, A., Stefánsson, A., Þórólfsson, G., Mesfin, K.G., Matthíasdóttir, K.V., Sigurðsson, K., Sigurðsson, Ó., Gíslason, Þ., Elders, W.A., Zierenberg, R.A., Bali, E., Guðnason, E.Á., Óskarsson, F., Weisenberger, T.B.: The IDDP-2 DEEPEGS demonstrator at Reykjanes – Overview. *Proceedings World Geothermal Congress 2020+1*, Reykjavik, Iceland, 11p. (2021)
- 13) 村岡洋文・阪口圭一・玉生志郎・佐々木宗建・茂野博・水垣桂子：日本の熱水系アトラス，産総研地質調査総合センター，110p., 2007.
- 14) 消防庁：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）の被害状況（令和 6 年 3 月 1 日現在），2024，  
<https://www.fdma.go.jp/disaster/higashinohon/items/164.pdf>（2025 年 2 月 21 日閲覧）
- 15) 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会：第 4 部被害状況と被害拡大の要因（その 1）4.1 原発事故の被害状況，2012，  
<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naic.go.jp/blog/reports/main-report/reserved/4th-1/>（2025 年 2 月 21 日閲覧）
- 16) 村岡洋文・阪口圭一・駒澤正夫・佐々木進：日本の熱水系資源量評価 2008（要旨），日本地熱学会平成 20 年度学術講演会，2008
- 17) 村岡洋文：2.3.3 広域資源量評価（容積法），地熱エネルギーハンドブック，オーム社，261-269, 2014
- 18) 村岡洋文・大里和己：3-(2)-1) 温泉発電，地熱発電と温泉利用との共生を目指して（報告書），日本地熱学会，26-33, 2010
- 19) 村岡洋文：第 5 章地熱エネルギー，再生可能エネルギーで地域を変える，弘前大学出版会，37-46, 2017
- 20) 村岡洋文：地熱による日本蘇生の夢，地熱技術，Vol.48, Nos. 1&2 (Ser. No. 102), 5-13, 2003.
- 21) 毎日新聞科学環境部：「理系」という生き方，講談社文庫，243p., 2007
- 22) 環境省：令和 4 年度温泉利用状況。  
[https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/4-5\\_p1.pdf](https://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/4-5_p1.pdf)（2025 年 2 月 22 日閲覧）

### 著者略歴



村岡 洋文（ムラオカ ヒロフミ）

理学博士

現在：弘前大学客員研究員 日本地熱学会名誉会員 日本工営(株)顧問

経歴：1951 年生まれ，1975 年山口大学文理学部卒業，1978 年広島大学大学院理学研究科博士課程後期中退，1978 年通商産業省工業技術院地質調査所技官，1993 - 1995 年 NEDO 地熱調査部地熱調査第 2 課長，1995 年地質調査所地殻熱部地殻熱資源課長，2003 年産総研地圏資源環境研究部門地熱資源研究グループ長，2005 - 2012 年 IEA 地熱実施協定日本代表，2008 - 2011 年 IPCC 再生可能エネルギー特別報告書リード執筆者，2010 - 2017 年国立大学法人弘前大学北日本新エネルギー研究所教授，2013 - 2018 年北日本新エネルギー研究所長，2018 - 2025 年弘前大学特別顧問，2022 年 - 日本地熱学会名誉会員

受賞：2020 年日本地熱学会論文賞，2020 年日本地熱学会功績賞

著書：日本の熱水系アトラス（2007，共著，産総研），再生可能エネルギーで地域を変える（2017，共著，弘前大学出版会），地熱エネルギーの疑問 50（2022，共著，成山堂書店）