

## 参議院常任委員会調査室・特別調査室

論題	地熱発電 －その利点と導入に当たっての課題－
著者 / 所属	間野 貴之 / 経済産業委員会調査室
雑誌名 / ISSN	立法と調査 / 0915-1338
編集・発行	参議院事務局企画調整室
通号	470号
刊行日	2024-11-1
頁	60-72
URL	<a href="https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rip_pou_chousa/backnumber/20241101.html">https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rip_pou_chousa/backnumber/20241101.html</a>

※ 本文中の意見にわたる部分は、執筆者個人の見解です。

※ 本稿を転載する場合には、事前に参議院事務局企画調整室までご連絡ください (TEL 03-3581-3111 (内線 75020) / 03-5521-7686 (直通))。

# 地熱発電

## — その利点と導入に当たっての課題 —

間野 貴之

(経済産業委員会調査室)

1. はじめに
2. 地熱発電の概要
  - (1) 地熱発電の仕組み
  - (2) 地熱発電の種類
  - (3) 我が国の地熱発電所
3. 地熱発電の主な利点
  - (1) 再生可能エネルギーであること
  - (2) 二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）をほとんど排出しないこと
  - (3) 地熱資源量が豊富にあること
  - (4) 安定的に発電可能なベースロード電源であり、設備利用率が高いこと
4. 地熱発電導入に当たっての主な課題
  - (1) 開発リードタイムが長いこと
  - (2) 開発リスクが高いこと
  - (3) 地域との共生の必要性
5. 地熱発電の導入に向けた政府等の対応
  - (1) 開発リードタイムへの対応—地熱開発加速化プラン
  - (2) 開発リスクへの対応—先導的資源量調査の実施
  - (3) 地域と共生した地熱開発の促進に向けた取組
  - (4) 国立・国定公園における地熱発電の開発
6. おわりに

### 1. はじめに

気候変動問題への対処は人類共通の喫緊の課題とされており、我が国は、2050年にカー

ボンニュートラルを実現することや、2030年度に、温室効果ガスの排出量を2013年度比で46%削減することなどを目指している。

これらの目標等の実現に向け、2021年10月に閣議決定された「エネルギー基本計画」（第6次）では、エネルギー政策の道筋が示された。その中で再生可能エネルギー（以下「再エネ」という。）は、温室効果ガスを排出しない脱炭素エネルギー源であり、国内で生産可能な点でエネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、重要な国産エネルギー源と位置付けられている<sup>2</sup>。その上で再エネの主力電源化を徹底するとしており、地域と共生する形での適地確保やコスト低減を着実に進めていくことなどが示されている<sup>3</sup>。

資源エネルギー庁は、2030年度での46%削減に向けた需給両面の見通しを示しており、再エネは電源構成全体の36～38%になり、地熱発電は電源構成全体の1%に相当するとしている<sup>4</sup>。我が国の地熱資源量は世界第3位とされており、地熱発電は、「安定的に発電を行うことが可能なベースロード電源を担うエネルギー源」<sup>5</sup>と位置付けられている。齋藤経済産業大臣（当時）<sup>6</sup>は国会審議において、「現在の地熱発電の電源構成比率を2030年度には約3倍に引き上げるとの目標を掲げて」と答弁しており<sup>7、8</sup>、地熱発電は、太陽光、風力などと共に今後の更なる導入が期待されている。

以下、本稿では、地熱発電の概要について概観した上で、地熱発電の主な利点、導入に当たっての主な課題とその対策について整理することとしたい。

## 2. 地熱発電の概要

### （1）地熱発電の仕組み

地熱発電は、井戸を通して地下から取り出す高温の蒸気等の熱エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。図表1のとおり、抗井（生産井）を通じ、地下の地熱貯留層<sup>9</sup>から地熱流体を取り出す。地熱流体とは、マグマによって熱せられ高いエネルギーを得た高温、高圧の蒸気と熱水などであり、このエネルギーを用いてタービンを回すこととなる。ただし、気体と液体は異なる動きをするので、両方をタービンに吹き付けると効率が悪い。このため、気水分離器で蒸気と熱水を分離して、蒸気のみでタービンを回転させることによって発電する仕組みとなっている。なお、気水分離器で分離された熱水は還元井を通し

---

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>などの温室効果ガスの「排出量」から植林等による「吸収量」を差し引いた際の合計を実質的にゼロとすること。

<sup>2</sup> 「エネルギー基本計画」（2021.10）33～34頁<<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-1.pdf#page=34>>（以下、最終アクセスは全て2024年9月30日）

<sup>3</sup> 「エネルギー基本計画」（2021.10）34頁

<sup>4</sup> 資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」（2021.10）70、73頁<<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-3.pdf#page=71>>

<sup>5</sup> 「エネルギー基本計画」（2021.10）33～34頁

<sup>6</sup> 以下、役職者の肩書は、いずれも2024年9月30日当時のもの。

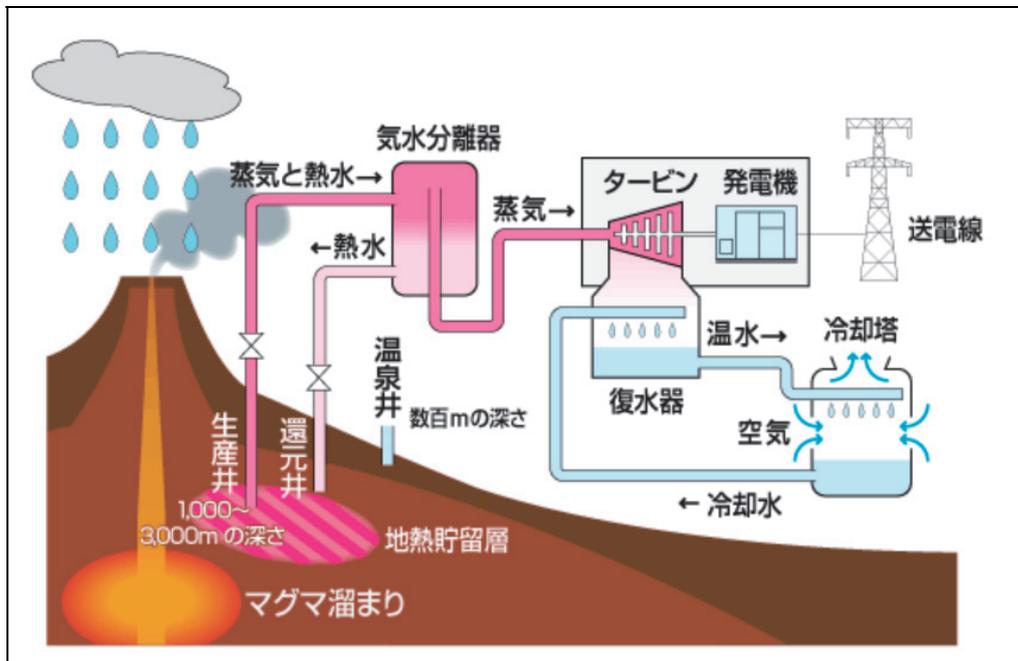
<sup>7</sup> 第213回国会衆議院本会議録第10号3頁（2024.3.12）

<sup>8</sup> 資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」（2021.10）73頁

<sup>9</sup> マグマによって熱せられた高温・高圧の地下水が溜まっている層のことであり、蒸気のみが噴出する蒸気卓越型と、熱水と蒸気が混じって噴出する熱水卓越型がある（JOGMEC「蒸気発電」<<https://geothermal.jogmec.go.jp/information/geothermal/mechanism/type1.html>>）。

て再び地中深くに戻される<sup>10, 11</sup>。

図表 1 地熱発電の仕組み



(出所) 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 「地熱発電のしくみ」

## (2) 地熱発電の種類<sup>12</sup>

地下から得られる蒸気と熱水の比率や温度などの状態は様々であり、異なる種類の蒸気や熱水を用いて有効に発電するために、フラッシュ式<sup>13</sup>とバイナリー式の2種類の発電方式がある。

### ア フラッシュ式

フラッシュ式とは、井戸から得られる蒸気を直接タービンに導入して発電機を回転させて発電する方式である。なお、蒸気を気水分離器で1回だけ分離する方式をシングルフラッシュ方式<sup>14</sup>と呼ぶ。また、気水分離器で分離した蒸気（高圧蒸気）だけでなく、分離した熱水をフラッシャー（減圧器）に導入して蒸気を更に取り出し（低圧蒸気）、両方の蒸気を用いてタービンを回す方式をダブルフラッシュ方式<sup>15</sup>と呼ぶ<sup>16</sup>。

### イ バイナリー式

<sup>10</sup> JOGMEC「地熱発電のしくみ」〈<https://geothermal.jogmec.go.jp/information/geothermal/mechanism/mechanism2.html>〉、安達正敏「地熱でどうやって発電するのですか？」日本地熱学会編『みんなが知りたいシリーズ⑧地熱エネルギーの疑問 50』（成山堂書店、2022年）48頁

<sup>11</sup> ただし、後記2（2）アのように、気水分離器で分離した熱水をフラッシャー（減圧器）に導入して、更に蒸気を取り出す場合もある。

<sup>12</sup> JOGMEC「地熱発電のしくみ」、山田茂登「地熱発電の方式にはどんな種類がありますか？」日本地熱学会編『みんなが知りたいシリーズ⑧地熱エネルギーの疑問 50』（2022年）64～66頁

<sup>13</sup> フラッシュとは、熱水の圧力を下げたときに熱水の一部が沸騰する現象を指す。

<sup>14</sup> ほとんどの日本の地熱発電所ではこの方式が採用されている。

<sup>15</sup> 国内では、大分県の八丁原地熱発電所などでこの方式が採用されている。

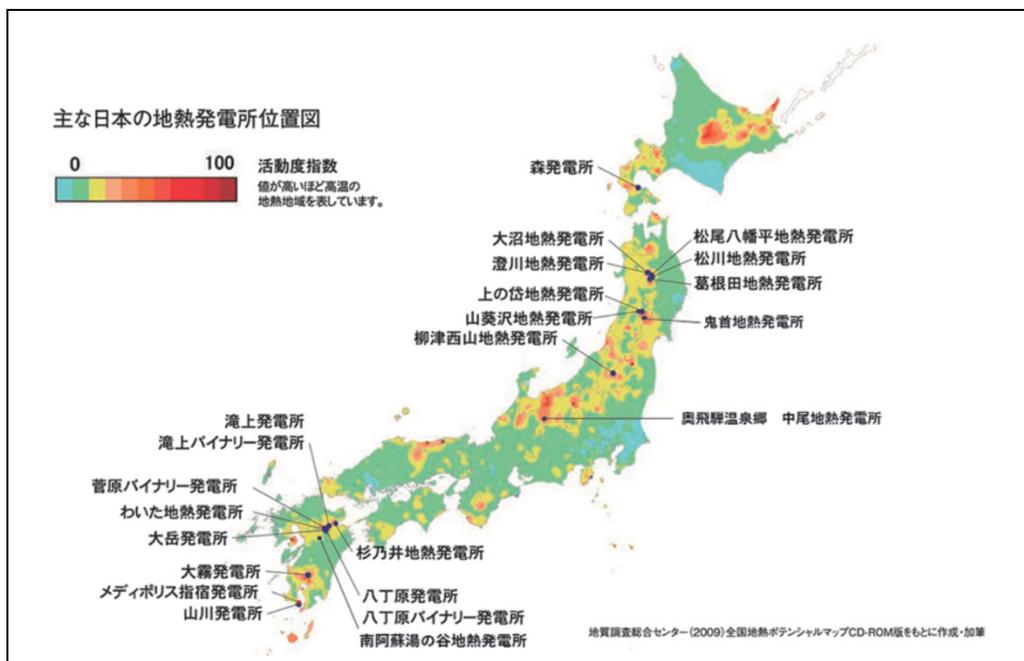
<sup>16</sup> このほか、蒸気の温度が非常に高い場合、トリプルフラッシュ方式を採用することもある。

井戸から得られる蒸気や熱水の温度が低い場合、フラッシュ式では設備の大きさの割に発電出力が小さくなることもある。この場合には、水よりも沸点の低い媒体（水とアンモニアの混合物等）と熱交換し、この媒体の蒸気でタービンを回す発電方式を用いることがあり、この方式をバイナリー式と呼ぶ。

### （3）我が国の地熱発電所<sup>17</sup>

我が国の地熱発電所は、火山や地熱地域の分布から東北と九州に集中しており、全国の地熱発電所の発電設備容量は約54万kWとされる。国内で初めて商用運転を開始した地熱発電所は、岩手県の松川地熱発電所であり（1966年運転開始）、国内最大の発電所は、大分県の八丁原地熱発電所（11万kW）である<sup>18</sup>（図表2参照）。

図表2 主な日本の地熱発電所



（出所）JOGMEC「日本の地熱発電」

## 3. 地熱発電の主な利点

### （1）再生可能エネルギーであること

2（1）のとおり、地熱発電は、地熱貯留層（マグマの熱で温められた、高温高压の蒸気、熱水が溜まっている地下構造）から取り出した地熱流体を活用して発電を行う。地熱流体の起源は雨や雪であるが、我が国の場合、これらは豊富にあるので、地熱流体が枯渇することはほとんどないとされる。また、熱源となるマグマ起源の岩体についても、岩体

<sup>17</sup> 国内の地熱発電所は、約100地点あるとされる（2022年3月31日時点）（窪田ひろみ「地熱発電所はどこにあるのですか？見学できますか？」日本地熱学会編『みんなが知りたいシリーズ⑱地熱エネルギーの疑問50』（2022年）90頁）。

<sup>18</sup> JOGMEC「日本の地熱発電」〈[https://geothermal.jogmec.go.jp/information/plant\\_japan/](https://geothermal.jogmec.go.jp/information/plant_japan/)〉

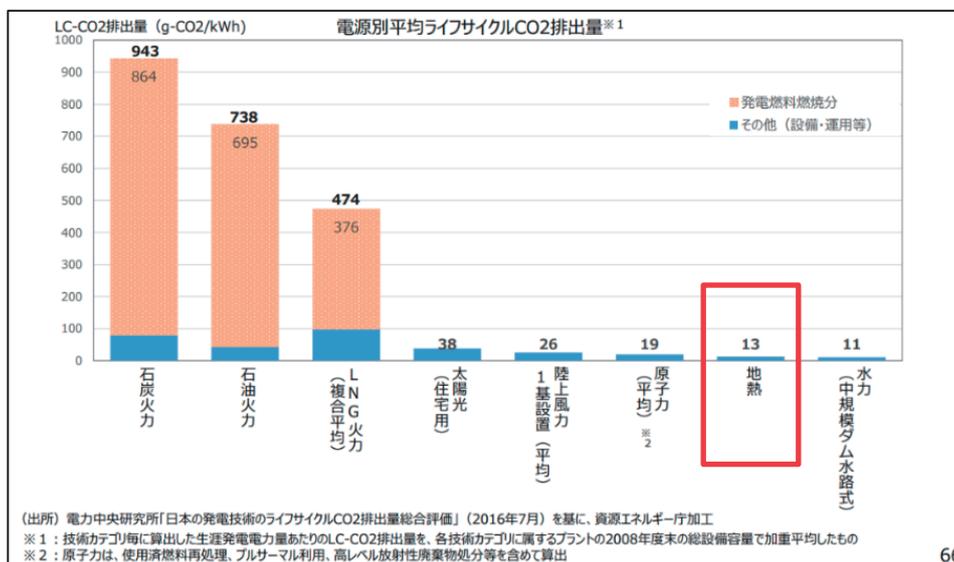
が冷却されるまで数万年掛かる上、我が国のように火山活動が活発な地域では、その間に新たな岩体が形成される場合もあるため、半永久的にこれらの資源の活用が可能とされる<sup>19、20</sup>。

ただし、発電に使った後の熱水は、還元井を使って地熱貯留層に戻す必要があり、これにより、循環的な地下の熱水流動システムが形成され、安定した発電を維持できるものとされる<sup>21</sup>。

## (2) 二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）をほとんど排出しないこと

地熱発電は、地下から得た熱水や蒸気を活用するので、火力発電と異なり化石燃料の燃焼によるCO<sub>2</sub>の排出は生じないが、噴出する熱水や蒸気の中にCO<sub>2</sub>が含まれることも

図表3 電源別平均ライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量



(出所) 資源エネルギー庁「脱炭素電源について」(2024年7月) 66頁<[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2024/058/058\\_004.pdf#page=66](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2024/058/058_004.pdf#page=66)>を一部加工

<sup>19</sup> 花野峰行「地熱発電に寿命はないのですか？なぜ再生可能エネルギーなのですか？」日本地熱学会編『みんなが知りたいシリーズ⑩地熱エネルギーの疑問 50』(2022年) 107頁

<sup>20</sup> なお、地熱流体のうち蒸気については、発電時に地熱貯留層への還元はなされない。よって、発電するたびに、蒸気の使用分だけ地熱貯留層の質量が減少するが、地熱貯留層とその周囲との圧力差が生じるため、周囲から地熱貯留層への流体の補給が行われる。このため、適切な開発が行われれば、蒸気の減少分と流体補給のバランスは安定するとのことである(花野峰行「地熱発電に寿命はないのですか？なぜ再生可能エネルギーなのですか？」日本地熱学会編『みんなが知りたいシリーズ⑩地熱エネルギーの疑問 50』(2022年) 109頁)。

<sup>21</sup> 江原幸雄「地熱発電の現状と今後の展望」『月刊電気計算』(2016.9) 3頁<[https://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable\\_energy/ider-project.jp/stage2/feature/00000166/file04.pdf#page=2](https://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/ider-project.jp/stage2/feature/00000166/file04.pdf#page=2)>

ある<sup>22</sup>。図表3のとおり、地熱発電のライフサイクルCO<sub>2</sub><sup>23</sup>は、発電燃料燃焼時には皆無であり、設備・運用等において1kWh当たり13g排出するとされる。

なお、これを火力発電と比較すると、地熱発電の排出量は石炭火力発電（943g）の約1.4%、石油火力発電（738g）の約1.8%、LNG火力発電（474g）の約2.7%である。また、他の再エネと比べても、太陽光発電（38g）、陸上風力発電（26g）より排出量が少ない。

### （3）地熱資源量が豊富にあること

我が国の地熱資源量は、2,347万kWで、米国、インドネシアに続き世界第3位の地熱資源を有する国とされる。ただし、我が国の地熱資源の利用率（図表4の地熱発電設備容量を地熱資源量で除して算出）は、約1.9%にとどまり、米国（約8.8%）、インドネシア（約8.5%）、ケニア（約13.6%）、フィリピン（約32.2%）など他の資源量上位国と比較すると低い水準にあるため、開発の余地は大きいと言える。

図表4 主要国における地熱資源量及び地熱発電設備容量

国名	地熱資源量 (万kW)	地熱発電設備容量 (万kW) 2022年末時点
米国	3,000	265
インドネシア	2,779	236
日本	2,347	44
ケニア	700	95
フィリピン	600	193
メキシコ	600	100
アイスランド	580	76
ニュージーランド	365	104
イタリア	327	77
ペルー	300	-

（出所）資源エネルギー庁『令和5年度エネルギーに関する年次報告』115頁

### （4）安定的に発電可能なベースロード電源であり、設備利用率が高いこと

地熱発電は、昼夜問わず24時間連続して発電可能である。また、再エネの中では出力も安定しやすいため、安定的に発電可能なベースロード電源として利用できるとされる<sup>24</sup>。

設備利用率については、太陽光発電（15%）、風力発電（21%）と比較すると、地熱発電

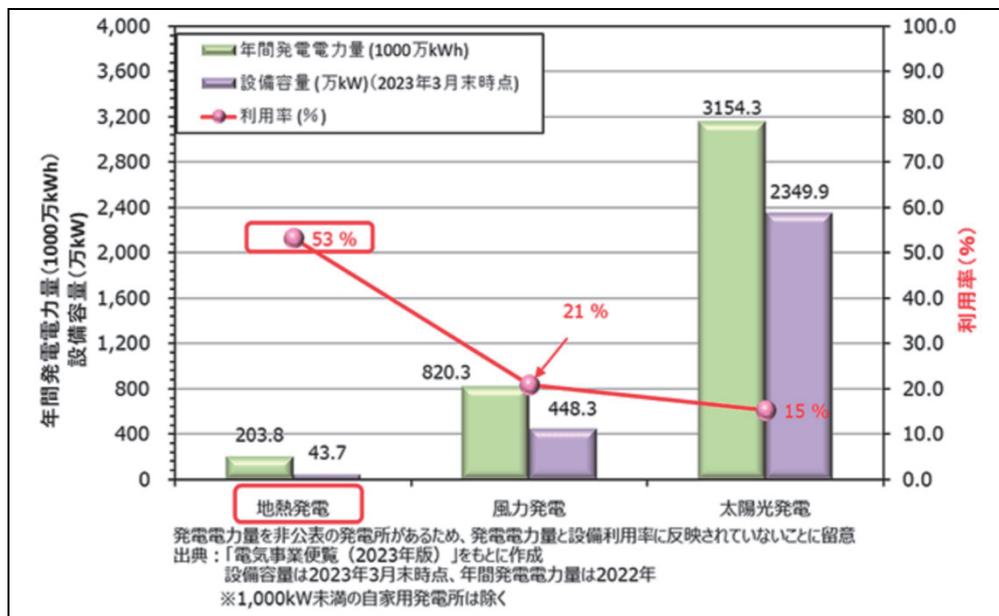
<sup>22</sup> 海江田秀志「地熱発電の二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量は？温暖化対策に役立ちますか？」日本地熱学会編『みんなが知りたいシリーズ⑩地熱エネルギーの疑問50』（2022年）135頁

<sup>23</sup> 発電所の稼働時に加え、発電所の建設から廃棄までの一連のプロセスにおけるCO<sub>2</sub>の排出量のこと。

<sup>24</sup> 日本地熱協会「地熱発電に関する情報」<<https://www.chinetsukyokai.com/information/tokucho.html>>

(53%) は高い水準となっている (図表 5 参照)。

図表 5 年間発電電力量-設備容量-利用率の比較



(出所) 日本地熱協会「地熱発電に関する情報」

#### 4. 地熱発電導入に当たっての主な課題

我が国では、1966年の松川地熱発電所の運転開始から既に60年近く経過するものの、3 (3) で述べたとおり、地熱資源の利用率は低い水準にある。

地熱発電の導入拡大を図る上での主な課題として、JOGMECは、①リードタイムが長い、②掘削成功率が低く、開発コストが高い、③地域との合意形成の3点を指摘している<sup>25</sup>。国会審議においても、地熱の資源量に比して開発が遅れている要因を問う質疑に対し、伊藤環境大臣は、「目に見えない地下資源、これを調査、開発することには高いリスクとコスト、こういった課題を克服する必要があります。(中略) 温泉、この温泉への影響を心配する温泉事業者を始めとした地域の関係者を、理解を得るために一定の期間を要すること、これはなかなかもめているところもたくさんございます。この二つだけが理由ではありませんけれども、この二つの理由を始めとして、やはりこの資源量に対して地熱発電の導入が進んでいない要因というふうに考えております。」[原文ママ] と答弁している<sup>26</sup>。

地熱発電導入に向けた課題は様々あると考えられるところ、以下、本稿では、「開発リードタイム<sup>27</sup>」、「開発リスク」、「地域との共生」の3点について触れることとしたい。

##### (1) 開発リードタイムが長いこと

<sup>25</sup> JOGMEC「JOGMECの地熱発電技術開発について」(2022.12.14) 2頁<[https://geothermal.jogmec.go.jp/initiatives/achievement/file/03\\_yoshikawa.pdf#page=2](https://geothermal.jogmec.go.jp/initiatives/achievement/file/03_yoshikawa.pdf#page=2)>

<sup>26</sup> 第213回国会参議院環境委員会会議録第6号9頁(2024.4.23)

<sup>27</sup> 事業に着手してから売電できるようになるまでの所要期間のこと。

地熱発電の場合、初期調査から実際の操業に至るまで相当の期間を要し、資源エネルギー庁の発行する「事業計画策定ガイドライン（地熱発電）」で示される一般的な開発プロセスでは、初期調査に約5年、探査事業に約2年、環境アセスメントに約4年、発電設備の設置等開発事業に約3年の期間を要するとされており（図表6参照）<sup>28</sup>、これらの年数を合計すると開発リードタイムは10年を超えることとなる<sup>29</sup>。

なお、太陽光発電は住宅用の場合2～3か月程度、メガソーラーの場合1年前後、陸上風力は5～8年程度、バイオマスは4～5年程度、小水力は3～5年程度とされ<sup>30</sup>、他の再エネと比較しても開発リードタイムが長い傾向にあることがうかがえる。

地熱発電の開発リードタイムが長期化する要因は、地熱貯留層の位置を判断するに当たり、その調査に時間を要するためとされる。地上からの地球科学的な探査と複数の調査井で得られた地下情報を集約して総合的に判断することとなるが、その調査（図表6の初期調査、探査事業に相当）に約7年掛かる。なお、他の再エネの場合、調査は1～2年程度とされる<sup>31</sup>。

図表6 地熱発電事業の一般的な開発プロセス



（出所）資源エネルギー庁「事業計画策定ガイドライン（地熱発電）」6頁

## （2）開発リスクが高いこと

地熱発電は、目に見えない地下の資源を開発するという特性上、開発リスクが高いとされ、掘削失敗のリスクがあるとも指摘されている<sup>32</sup>。

資源エネルギー庁によれば、実際に探査、掘削等を行っても商業的に採取可能な地熱貯

<sup>28</sup> このほか、地元の自治体や地域住民、温泉事業者等の関係者との調整等を要するとされる。

<sup>29</sup> 資源エネルギー庁「事業計画策定ガイドライン（地熱発電）」（2024.4改訂）6頁<[https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/kaitori/dl/fit\\_2017/legal/guideline\\_geothermal.pdf#page=8](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/dl/fit_2017/legal/guideline_geothermal.pdf#page=8)>

<sup>30</sup> 資源エネルギー庁「再生可能エネルギーの導入促進に向けた制度の現状と課題」（2015.6.24）7頁<[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/kihon\\_seisaku/saisei\\_kano/pdf/001\\_s01\\_03.pdf#page=8](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/kihon_seisaku/saisei_kano/pdf/001_s01_03.pdf#page=8)>

<sup>31</sup> 田竈功一「地熱発電所ができるまで、どのくらいの時間やお金がかかりますか？」日本地熱学会編『みんなが知りたいシリーズ⑧地熱エネルギーの疑問50』（2022年）188頁

<sup>32</sup> 窪田ひろみ「地熱発電開発の不確実性」『リアルオプションと戦略』第7巻第1号（日本リアルオプション学会、2015.4）13～14頁<[https://www.jstage.jst.go.jp/article/cjaros/7/1/7\\_13/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/cjaros/7/1/7_13/_pdf)>

留層を発見できないこともあるとされ<sup>33</sup>、開発の初期段階における掘削の成功率は3割程度にとどまるとのことである<sup>34</sup>。特に大規模地熱発電（7,500kW～5万kW程度）の場合には、生産井と還元井が複数必要となるが、地下構造は場所によって異なり、実際に掘削しないと正確な蒸気量や熱水還元のできる量は予測困難とされる<sup>35、36</sup>。

### （3）地域との共生の必要性

地熱発電の導入に当たっては、温泉との共生など地域の住民や自治体と深い関わりを持つ課題が存在するとされ、地熱発電事業者、温泉事業者、自治体等から成る地元協議会等により、相互理解と信頼関係の構築が図られている<sup>37</sup>。なお、温泉事業者等が地熱発電の導入に反対する主な理由として、地熱の開発により温泉事業者等が採取対象としている温泉帯水層の根源部分を開発されてしまうとのイメージが強く、周辺の既存源泉に大きな影響が及ぶことへの懸念があるためとされる<sup>38</sup>。

## 5. 地熱発電の導入に向けた政府等の対応

前項で示した課題に対する政府等による主な取組を紹介するとともに、若干の考察を加えたい。このほか、国立・国定公園<sup>39</sup>における地熱発電の昨今の動向についても紹介する。

### （1）開発リードタイムへの対応—地熱開発加速化プラン<sup>40</sup>

4（1）のとおり、地熱発電は、一般に10年を超える開発リードタイムが生じるところ、環境省は2021年4月に「地熱開発加速化プラン」（以下「加速化プラン」という。）を発表し、開発リードタイムを2年程度短縮し、最短で8年とすること、2030年までに全国の地熱発電施設数を現在の60施設から倍増させることを目指すとした。その目標を実現するため、制度的な対応として自然公園法や温泉法の運用見直し、地球温暖化対策推進法に基づく再エネの促進区域の指定などを行うとし、このほか温泉事業者等の地域の不安や自然環

<sup>33</sup> 資源エネルギー庁「地熱発電の開発促進に向けて」（2024.8.7）11頁<[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/pdf/066\\_01\\_00.pdf#page=11](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/066_01_00.pdf#page=11)>

<sup>34</sup> 資源エネルギー庁「地熱資源開発の現状について」（2017.6）8頁<[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shigen\\_nenryo/pdf/022\\_04\\_00.pdf#page=9](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shigen_nenryo/pdf/022_04_00.pdf#page=9)>

<sup>35</sup> 窪田ひろみ「地熱発電開発の不確実性」『リアルオプションと戦略』第7巻第1号（日本リアルオプション学会、2015.4）13～14頁

<sup>36</sup> このほか、運転段階において、蒸気減衰のリスクから追加井が必要となる場合もあるが、運転段階においては既に複数の井戸が掘削され、地下構造が解明されているので、失敗のリスクはある程度低いものとされる。

<sup>37</sup> JOGMEC「地域との共生」<<https://geothermal.jogmec.go.jp/information/hotsprings/symbiotically.html>>

<sup>38</sup> 益子保「地熱開発に対する温泉事業者と地熱事業者の認識について」『温泉科学』第63巻第3号（日本温泉科学会、2013.12）218～220頁<[http://www.j-hss.org/journal/back\\_number/vol63\\_pdf/vol63no3\\_217\\_223.pdf#page=2](http://www.j-hss.org/journal/back_number/vol63_pdf/vol63no3_217_223.pdf#page=2)>

<sup>39</sup> 国立公園とは「我が国を代表するに足りる傑出した自然の風景地」とされ、国土の5.8%を占めるとされる。また、国定公園とは「国立公園に準ずる自然の風景地（環境大臣が指定し都道府県が管理）」とされ、国土の3.9%を占めるとされる（環境省「地域共生型の地熱発電の推進について」（2021.5.13）10頁<[https://www.ena.or.jp/?fname=gec\\_2022\\_1-2.pdf#page=10](https://www.ena.or.jp/?fname=gec_2022_1-2.pdf#page=10)>）。

<sup>40</sup> 環境省「環境省による地熱開発加速化プラン」<[https://www.ena.or.jp/?fname=gec\\_2023\\_3-1.pdf#page=2](https://www.ena.or.jp/?fname=gec_2023_3-1.pdf#page=2)>、第210回国会参議院環境委員会会議録第2号11頁（2022.11.1）に基づいて記述している。

境への支障を解消するための科学データの収集・調査を実施し、円滑な地域調整による案件開発を加速化するとした。

なお、加速化プランに関連して、令和6年度予算では「地域共生型地熱利活用に向けた方策等検討事業」（2億円）が措置されている<sup>41</sup>、<sup>42</sup>。

加速化プランにより開発リードタイムの2年程度の短縮や地熱発電施設の倍増を実現することができれば、地熱発電を拡充する取組は大きく前進することになるであろう。ただし、開発リードタイムには環境アセスメントに必要な期間が含まれていることを踏まえると、開発ありきで環境に悪影響を及ぼすことのないように進めることには留意する必要がある。加速化プラン等に沿って導入を図ることを基本としつつも、開発地点ごとの事情を考慮した目標設定を図る必要があると考える。

## （2）開発リスクへの対応—先導的資源量調査の実施

4（2）のとおり、地熱発電は、実際に掘削等を行わないと正確な資源量の把握が困難であることなどから、開発リスクが高いとされる。

このため、JOGMECは、2020年度以降、自ら探査・掘削を実施し、調査を完了次第、調査結果を事業者等に提供する「先導的資源量調査」を実施している<sup>43</sup>。2020～2023年度までの調査件数は全国延べ82件である。このうち、大半は地表調査（地上から地下に弾性波を発信し、その結果を観測することにより地下構造を把握すること等）であり、掘削調査（井戸を掘削して地質等を調査すること）は8件である<sup>44</sup>。

なお、本調査に関し、令和6年度予算では「地熱発電の資源量調査・理解促進事業」（120億円）が計上されている<sup>45</sup>。

地熱資源の利用率が比較的高いニュージーランド<sup>46</sup>では、掘削を含む政府調査を行った結果、民間企業のリスク軽減が図られたとされる<sup>47</sup>。JOGMECによる調査においても、事業者による開発リスクを軽減する効果が期待できるところ、政府の掲げる「現在の地熱発電の電源構成比率を2030年度には約3倍に引き上げる」という目標に照らして十分な予算等を確保する必要がある。なお、調査内容や予算の拡充、調査の加速化を求める意見もある<sup>48</sup>。

## （3）地域と共生した地熱開発の促進に向けた取組

<sup>41</sup> 環境省「地域共生型地熱利活用に向けた方策等検討事業」〈<https://www.env.go.jp/content/000156336.pdf>〉

<sup>42</sup> 本事業に対する予算は、令和4年度から措置されている。

<sup>43</sup> なお、2020年度より前においても、JOGMECは、事業者の参入判断に必要なデータ取得の方法として、「空中物理探査」等の広域調査を実施してきたとされる（JOGMEC「地熱資源ポテンシャル調査の実績」（2020.6）5頁〈<https://www.jogmec.go.jp/content/300367449.pdf#page=6>〉）。

<sup>44</sup> 資源エネルギー庁「地熱発電の開発促進に向けて」（2024.8.7）12頁

<sup>45</sup> 経済産業省「令和6年度予算の事業概要（PR資料：エネルギー対策特別会計）」（2024.3）120頁〈[https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2024/pr/pdf/pr\\_energy.pdf#page=120](https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2024/pr/pdf/pr_energy.pdf#page=120)〉

<sup>46</sup> 3（3）の図表4のとおり、ニュージーランドの地熱資源量は365万kWであり、地熱発電設備容量は104万kWである。これらの数値に基づき、同国の地熱資源の利用率を算出すると、約28.5%となる。

<sup>47</sup> 金子正彦「諸外国の地熱発電の現状と推進政策」『地熱技術』通巻95第44巻第3、4号（地熱技術開発株式会社、2019.11）24～25頁

<sup>48</sup> 日本地熱協会「地熱発電開発促進のための政策要望（令和5年度）」（2023.6）6頁

地熱発電事業者、温泉事業者等との相互理解や信頼構築を図るため、政府は、地熱発電に対する正しい知識の共有や、地熱資源の活用により得られる地域的なメリット等についての理解を深めるための勉強会や実証的な地熱活用事業の実施に対する補助を行っている。また、地熱開発地点の周辺の温泉において、万が一温泉の湧出量等が過度に減少した場合に、温泉事業者等に対して代替掘削に係る支援を実施している<sup>49</sup>。

地熱発電事業者と温泉事業者等との信頼構築等が図られ、温泉事業者等による不安が解消されれば、地熱発電の導入が進みやすくなり、結果として開発リードタイムの短縮にも寄与し得るものと考え。また、導入への賛成派、反対派という対立構造から脱し、関係者同士の協力関係が醸成されることで地熱発電が導入されれば、地域にもたらされる新たな効果も期待できる。例えば、松川地熱発電所の所在する岩手県八幡平市や森地熱発電所の所在する北海道森町では、発電所から供給される熱水が地域の農業に活用されている<sup>50</sup>。

#### （４）国立・国定公園における地熱発電の開発

前記３（３）のとおり、我が国の地熱資源量は世界第３位であるが、その約８割は国立・国定公園内に存在しており<sup>51</sup>（図表７参照）、当該地域内での地熱発電の開発には一定の規制が課されている。開発が規制されたきっかけは、環境庁（当時）による昭和49年通知<sup>52</sup>とされる。当時操業を開始していた地熱発電所の施設が自然景観を著しく損傷していたこと、地下からくみ上げる熱水にヒ素等が含まれ、地上部で排出される事故が発生した場合に水質に著しい影響を及ぼし得たこと、生産井の騒音が自然公園の静穏を害する可能性など様々な影響を及ぼし得たこと、発電所周辺のブナ林などが大面積で枯死するなどの問題があったことなどを受けて、本通知により既に操業あるいは建設工事に着手・準備されていた６箇所を除き、当分の間、国立・国定公園の景観及び風致維持上支障があると認められる地域においては、新規の調査工事及び開発を推進しないこととされた<sup>53</sup>。

しかし、近年では再エネ導入促進に向けた規制の見直しなどが進み、2012年３月に環境省は、昭和49年通知等の廃止を決定した<sup>54</sup>。現在では、国立・国定公園内において一律に開発が禁止されるわけではなく、普通地域、第２・３種特別地域、第１種特別地域（地下）等では開発可能となっている<sup>55、56</sup>。2021年３月末までに国立公園では５件、国定公園では

<sup>49</sup> 資源エネルギー庁「地熱発電の開発促進に向けて」（2024. 8. 7）21 頁

<sup>50</sup> JOGMEC「地熱モデル地区 PROJECT」北海道茅部郡森町、岩手県八幡平市<<https://geothermal-model.jogmec.go.jp/>>

<sup>51</sup> 資源エネルギー庁「地熱発電の開発促進に向けて」（2024. 8. 7）14 頁

<sup>52</sup> 「自然公園地域内において工業技術院が行う「全国地熱基礎調査等」について」（1974. 9. 17）（環自企第 46 9 号環境庁自然保護局企画調整課長通知）

<sup>53</sup> 環境省「国立・国定公園内における地熱開発に係る通知見直しに向けた基本的考え方」2 頁<<https://www.env.go.jp/press/files/jp/19557.pdf#page=2>>

<sup>54</sup> 環境省「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて」（2021. 9. 30）（環自国発第 2109301 号環境省自然環境局長通知）<<https://www.env.go.jp/content/900488902.pdf>>

<sup>55</sup> 環境省「自然公園法・温泉法に係る地熱開発に関する基準等について」（2021. 6. 28）6 頁<<https://www.env.go.jp/council/12nature/900432845.pdf#page=6>>

<sup>56</sup> 国立・国定公園内の地域分類に応じて、開発が認められる基準は異なる。例えば、特別保護地区では地熱発電の開発が認められない。第１種特別地域では、公園区域外等からの傾斜掘削であって、一定の条件を満たす場合には個別に判断して認められるものとされる（「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについ

3件の操業がそれぞれ開始されており、地表調査、掘削調査等の初期調査の段階にある案件が、国立公園では33件、国定公園では8件あるとされる<sup>57</sup>。

前述のとおり、我が国の地熱資源量の約8割は国立・国定公園内にあるとされることから、現在取り組まれている案件を着実に進めていくとともに、その更なる利活用が期待される。

図表7 我が国の地熱資源量の分布

地域分類		地熱資源量 (万kW)
特別保護地区		700
特別地域		1,030
国立・国定公園 内に8割の資源 量が存在	第1種	260
	第2種	250
	第3種	520
普通地域		110
国立・国定公園外		500
合計		2,340

(出所) 資源エネルギー庁「地熱発電の開発促進に向けて」(2024年8月7日) 15頁

## 6. おわりに

我が国は従来から化石燃料が乏しく、その大半を輸入に依存せざるを得ないため、エネルギー自給率という観点では極めて弱い弱である。昨今、脱炭素を目指す動きがある中、再エネ等の脱炭素電源の活用が進んでいるが、我が国は、国土の大半が山地であり平地面積が乏しいなどの特徴があり、太陽光発電や風力発電などの適地を確保することも決して容易なことではない。

このように、我が国は、エネルギー確保という観点では決して恵まれた環境にはないが、そうであるがゆえに限られたオプションを有効に活用していくことが重要であろう。その限られたオプションの一つとして地熱発電が挙げられる。本稿で述べたとおり、我が国には豊富な地熱資源があり、再エネという特徴からエネルギー自給率の向上に寄与し、CO

て」(2021.9.30)。

<sup>57</sup> 環境省「地域共生型の地熱利活用に向けた温泉法及び自然公園法の運用等について」(2021.7.19) 12頁<<https://www.env.go.jp/nature/onsen/council/kyoseichinetsurikatsuyo/01kyoseirikatsuyo/shiryo02.pdf#page=12>>

2をほとんど排出しないという特徴から脱炭素にも貢献し得る。

しかし、地熱発電の導入に当たっては、正確な資源量等の予測が困難であるといった課題や、地域との共生などの課題がある。このため、これらの課題と一つ一つ丁寧に向き合い、社会の調和を保ちつつ、我が国の地熱発電の導入が着実に進展することを期待したい。

**【参考文献】**

日本地熱学会編『みんなが知りたいシリーズ⑱地熱エネルギーの疑問 50』（成山堂書店、2022年）

（まの たかゆき）