

技術報告

世界の地熱発電設備の動向

安川香澄*

(令和5年3月20日受付, 令和5年6月19日受理)

Current status and trend of of geothermal power plants in the world

Kasumi YASUKAWA *

Abstract

In order to assess the trend of geothermal power plants in the world, a list of geothermal power plant by country was compiled from information in country-update papers of the World Geothermal Congress 2020+1 and from other sources. Then the list was compared with the past data. As a result, the following findings are made.

The current top nine countries in total geothermal power capacities have average capacities of 25 MW or higher. Among them, Indonesia is the most prominent at 190 MW per plant. The number of geothermal power plants per 10,000 km² of land area is 1.88 in Japan, which is the highest density in the world although the nation is merely the 10th in terms of the capacity.

The countries with large geothermal capacities mostly have volcanic systems where flash cycles are common. However, in Turkey, which has the world 4th largest geothermal capacity, 80% of geothermal power plants are binary cycle. Also, in many emerging countries in terms of geothermal power generation such as Germany, 100% of total capacity is binary cycle.

The cumulative capacity of geothermal power plants installed by 2020 is 15,945 MW with 838 units worldwide, and the capacity currently in operation is 15,067 MW with 680 units. In terms of cumulative capacity, share of single flash, dry steam, double flash, and binary cycle account for 40%, 20%, 15%, and 21%, respectively. But in terms of cumulative number of units, binary cycle accounts for 49%.

In terms of new installation, share of single-flash and double-flash have remained almost the same since 2000, and dry steam has disappeared, while binary power generation has increased significantly. As a result, in the last 10 years (2011-2020), the share of binary cycle reached 52% of capacity and 75% of the number of units. From such a trend, the followings are expected in the coming decade: installations of single-flash and double-flash may remain flat, losing their shares, and that of binary cycle may continuously increase, gaining higher shares.

Keywords: geothermal power plants, world status, binary cycle

* (独) エネルギー・金属鉱物資源機構 〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-10-1
Japan Organization for Metals and Energy Security, 2-10-1 Toranomom, Minato-Ku, Tokyo, 105-0001 Japan
©The Geothermal Research Society of Japan, 2023

1. はじめに

脱炭素、エネルギーセキュリティという課題に後押しされ、世界の地熱発電設備は増加を続けている。近年は、高温の地熱資源に恵まれない非火山国でも、地熱発電を開始する国が増えている。そこで、世界各国の地熱発電設備の動向を調べようとしたが、そのような新情報を取りまとめた文献が存在しないようである。

過去には国際地熱協会 (International Geothermal Association, IGA) が地熱発電所データベースを作成しており、設備容量、発電方式、導入年、メーカーが表示された一覧を IGA のウェブサイトから閲覧できたが、しばらくデータ更新が滞り、数年前にページそのものが閉鎖された。また、世界地熱会議 (World Geothermal Congress, WGC) において世界の地熱発電動向をとりまとめた Bertani (2005), Bertani (2010), Bertani (2015) の口頭発表資料には、発電方式やメーカー別シェアなども示されていたが、直近の WGC2020+1 における Hutterer (2021) の発表ではそのような情報がなかった。

民間情報では、ThinkGeoEnergy (2023) が世界の地熱発電所のマップを作成しており、Web 上で設備容量と発電方式の情報が得られるが、一覧表が無いので統計データとしては利用しにくく、また導入年やメーカーの情報は無い。近年の文献としては、Akar et al. (2021) が各国における地熱タービンの生産量をフラッシュ発電とバイナリー発電に分けて示しているが、そのデータ元は Bertani (2016) であり、新情報とは言えない。

そこで本調査では、WGC2020+1 の各国論文等による情報を集約して国別の地熱発電所一覧表を作成した。ただし各国論文にはメーカー情報が含まれていない。その一覧表から、国別および世界全体での発電所数や発電方式等を分析した。次に、各発電ユニットの導入年情報から、10年毎の発電方式の変化を調べた。さらに、発電方式の変化から現在の国内メーカーのシェアを推定し、将来展開を考察したので、その結果を報告する。

各国データの出典元は、以下の通りである。アイスランド: Ragnarsson et al. (2021), イタリア: Serra et al. (2021), インドネシア: Darma et al. (2021), エチオピア: Mekonnen (2021) および Teklemariam and Kebede (2010), エルサルバドル: Herrera et al. (2010), オーストラリア: Beardsmore et al. (2021), オーストリア: Goldbrunner (2021), グアテマラ: Asturias and Grajeda (2010), クロアチア: Kolbah et al. (2021), ケニア: Omenda et al. (2021), コスタリカ: Sánchez-Rivera et al. (2021), 中国: Ji and Fan (2021) および Song et al. (2021) - 台湾, チリ: Morata et al. (2021), ドイツ: Weber et al. (2021), トルコ: Mertoglu et al. (2021), ニカラグア: Jiron and Reyes (2021) および Mayorga (2005), 日本: Yasukawa

et al. (2021), ニュージーランド: Daysh et al. (2021), フィリピン: Fronda et al. (2021), パプアニューギニア: Lahan et al. (2021), ハンガリー: Toth (2021), フランス: Boissavy et al. (2021), 米国: Robertson-Tait et al. (2021), ベルギー: Hoes et al. (2021), ポルトガル: Nunes et al. (2021), ホンジュラス: Lagos and Gomez (2010), メキシコ: Gutiérrez-Negrín et al. (2021), ロシア: Svalova and Povarov (2021)。

以上, Hutterer (2021) の世界統計に掲載があるものの WGC2020+1 では発表がなかった国や情報が欠けている発電所については、過去の論文に遡ってデータを収集した。また Hutterer (2021) と各国論文で齟齬がある場合は、各国論文の数値を採用した。

2. 主な地熱発電国の地熱発電所数と平均設備容量

現在、地熱発電設備容量の多い国は上から順に、米国、インドネシア、フィリピン、トルコ、ケニア、ニュージーランド、メキシコ、イタリア、アイスランド、日本である (Hutterer, 2021)。Fig. 1 に、この 10 カ国での 20 年間の地熱発電設備容量の変化を示す (Bertani, 2005; Bertani, 2010; Bertani, 2015; Hutterer, 2020 を元に作図)。それでは、地熱発電所の数とユニット数はどうか。

Table 1 は、10 基以上の地熱発電ユニットを持つ国について、稼働中の地熱発電所数とユニット数、設備容量 (出典は第 1 節の通り)、そこから計算した平均設備容量等を示している。この表では、地熱発電所数はあくまで各国の原著論文に記載された通りとしている。同一地点でユニット名のみ違うものを別の発電所としている場合があるが、全ての発電所について詳細を確認できないため、原著の通りとした。

さて日本では近年、“温泉発電” と呼ばれる小型バイナリー発電が急増したために、日本の地熱発電所数とユニット数はそれぞれ 71 と 82 であり、米国の 84 と 176 に次いで多い。その反面、日本の平均設備容量は、表中ではドイツ、中国に次いで小さい。設備容量合計が日本より大きい 9 カ国は、いずれも平均の発電所設備容量が 25MW 以上ある。中でもインドネシアの設備容量は突出しており、1 発電所あたり 190MW と、2 位のアイスランド (75MW) の 2 倍以上もある。

Table 1 の右端には、各国の設備容量に占めるバイナリー発電の割合を示した。この図では、火山性資源による旧来からの地熱開発国が多いため、バイナリー発電の割合が低い国が多いが、近年の地熱発電の伸びが著しいトルコでは 80% がバイナリー発電である。また、ここに示されたドイツを始め 2000 年以降に地熱発電を始めた非火山国では、100% バイナリー発電という国が多い。さらに、旧来からの地熱開発国の中で、近年も順調

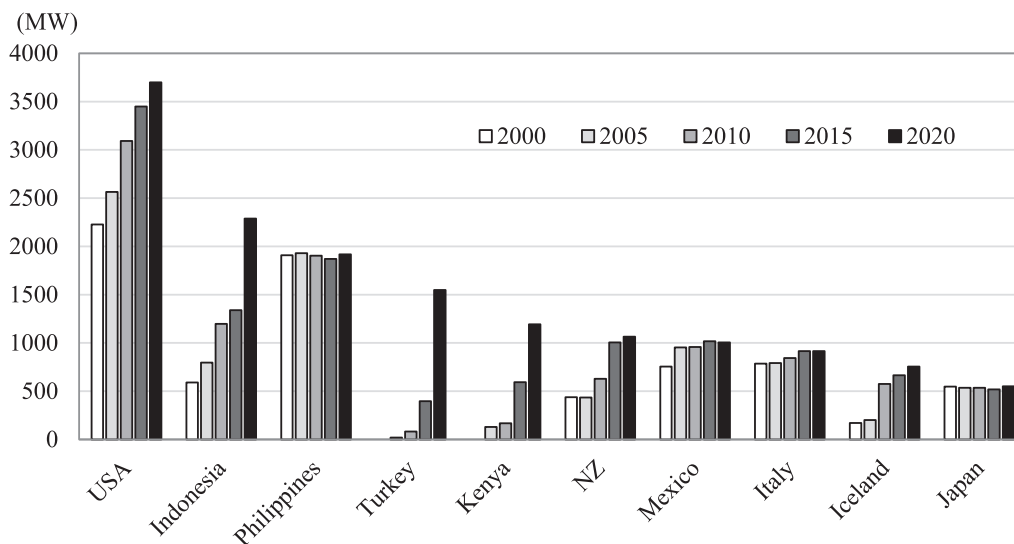


Fig. 1 Increase of geothermal power capacity in major geothermal power generating countries

図1 主な地熱発電国における地熱発電設備容量の伸び

Table 1 The number of geothermal power plants (GPP) and units, average capacity, etc., in countries with 10 geothermal power units or more.

表1 地熱発電ユニットが10以上ある国の地熱発電所数とユニット数, 平均設備容量等

| Country | GPPs | Units | Installed capacity (MW _e) | Average capacity/ GPP (MW _e) | Average capacity/ unit (MW _e) | National land area (km ²) | GPPs per 10,000km ² | Binary (MW _e %) |
|-------------|------|-------|---------------------------------------|--|---|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| USA | 84 | 176 | 3,700.0 | 44.05 | 21.023 | 9,833,517 | 0.085 | 29.2 |
| Japan | 71 | 82 | 550.0 | 7.75 | 6.707 | 377,975 | 1.878 | 4.4 |
| Turkey | 58 | 74 | 1,549.0 | 26.71 | 20.932 | 783,562 | 0.740 | 80.1 |
| Italy | 34 | 37 | 916.0 | 26.94 | 24.757 | 302,069 | 1.126 | 0.1 |
| Philippines | 28 | 51 | 1,918.0 | 68.50 | 37.608 | 300,000 | 0.933 | 1.1 |
| Mexico | 27 | 27 | 1,005.8 | 37.25 | 37.252 | 1,964,375 | 0.137 | 0.0 |
| New Zealand | 22 | 42 | 1,064.0 | 48.36 | 25.333 | 268,107 | 0.821 | 22.2 |
| Kenya | 22 | 43 | 1,193.0 | 54.23 | 27.744 | 591,958 | 0.372 | 16.8 |
| Indonesia | 12 | 37 | 2,289.0 | 190.75 | 61.865 | 1,910,931 | 0.063 | 0.0 |
| Iceland | 10 | 33 | 755.0 | 75.50 | 22.879 | 103,000 | 0.971 | 1.2 |
| Germany | 10 | 10 | 43.0 | 4.30 | 4.300 | 357,582 | 0.280 | 100.0 |
| China | 8 | 18 | 34.9 | 4.36 | 1.938 | 9,572,900 | 0.008 | 3.5 |
| Russia | 5 | 11 | 82.0 | 16.40 | 7.455 | 17,075,400 | 0.003 | 0.0 |

に地熱開発が進んでいる米国, ニュージーランドでは, バイナリー発電の割合が20%を超えている。なお, この表では原著論文にフラッシュ発電と示された発電所は100%フラッシュ発電として計算しており, 現実を反映していない部分がある。例えばインドネシアのサルーラ地熱発電所には, 部分的にバイナリー発電が導入されており, インドネシアにおけるバイナリー発電の割合は実

際はゼロではない。

ところで, 国土面積当たりの地熱発電所数を調べてみると, 10,000km²あたりの地熱発電所数が1.88である日本が1位で, 2位がイタリアの1.13, 3位がアイスランドの0.97である (Fig. 2)。現在, 日本は世界で最も身近に地熱発電所がある国となっている。

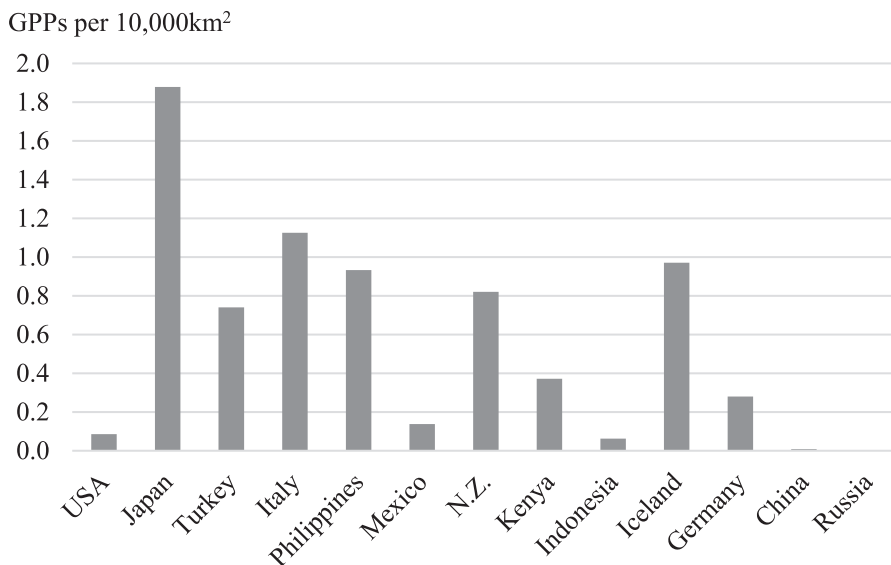


Fig. 2 The number of GPPs per land area in countries with 10 geothermal power units or more
 図2 地熱発電ユニット数が10以上の国における国土面積あたり地熱発電所数

3. 世界の地熱発電方式の動向

3(1) 世界の地熱発電方式の現状

第1節に示した文献情報によれば、2020年までに導入された累計の地熱発電設備容量は世界合計で15,945MW、ユニット数は838である。ただし、国によっては廃止された設備を計上していない場合があり、真の累計数はもう少し多い。例えばイタリアのラルデレロや米国のガイザーズでの運転開始当初の設備は計上されておらず、一覧中にある最古のユニットは1958に設置されたニュージーランドのワイラケイの13基で、うち2基115MWは現在も稼働中である。一方、現在稼働中のユニットに限ると、設備容量は15,067MW、ユニット数は680である。

設備容量とユニット数それぞれについて、発電方式別のシェアを調べてみると、累計設備と稼働中設備の間には大差がなく、とくに設備容量については、1%単位のシェアは同一となった。そのため、ここでは後の節での新規導入量との整合性から、累計設備に関する内訳のみをFig. 3に示す。図に示さなかった稼働中ユニット数の内訳は、ドライスチーム発電9%、シングルフラッシュ発電29%、ダブルフラッシュ発電7%、トリプルフラッシュ発電1%、バイナリー発電46%、ハイブリッド発電7%、その他1%である。

Fig. 3の設備容量では、シングルフラッシュ発電が最も多く40%、バイナリー発電とドライスチーム発電が20%程度であるが、ユニット数ではバイナリー発電が50%近くを占め、シングルフラッシュ発電が30%弱となっている。

なおトリプルフラッシュ発電は、米国のソルトンシーに2基、ニュージーランドのロトカワに1基の合計3基のみである。またハイブリッド発電は、既存フラッシュ

発電の上流側に高圧フラッシュ発電または下流側にバイナリー発電を追加した設備がフィリピンに複数あり、ほかに地熱とバイオマスのハイブリッド発電が米国に1基ある。その他は全て小型のトータルフロー発電で、過去に中国で導入された数か所と日本の「湯けむり発電」が含まれており、熱電発電などの地熱流体を用いない発電方式は見られない。

3(2) 世界の地熱発電方式の変遷

地熱発電ユニットの導入年代を、1990年以前、1991～2000年、2001～2010年、2011～2020年に分け、発電方式の変遷を調べた。まず、各時点での累計設備の変遷を、Fig. 4に示す。ドライスチーム発電とダブルフラッシュ発電は20年に渡りほぼ横ばいで、シングルフラッシュ発電は緩やかに増加し、バイナリー発電が近年大きく増加していることがわかる。

次に、発電方式別の新規ユニット数を10年毎に示す(Fig. 5)。1990年以前については、それまでに導入された設備の累計としている。最も顕著な変化は、近年のバイナリー発電の伸びである。また、1990年当初は主流であったドライスチーム発電、ダブルフラッシュ発電は、大きく減衰した。シングルフラッシュ発電は、凹凸が大きく長期的な増減傾向は不明確だが、直近では増加している。ただし、この中には2000年以前に導入された施設の老朽化によるリプレイスが含まれていることに留意すべきであろう。ダブルフラッシュ発電の近年の若干増にも、リプレイスの影響が含まれると考えられる。

Fig. 5より、世界的にドライスチーム発電やダブルフラッシュ発電が可能な高エンタルピーの地熱地域は既に開発され新たな候補地に乏しく、より低温でバイナリー発電に適した地域へと開発が移行していることが解る。

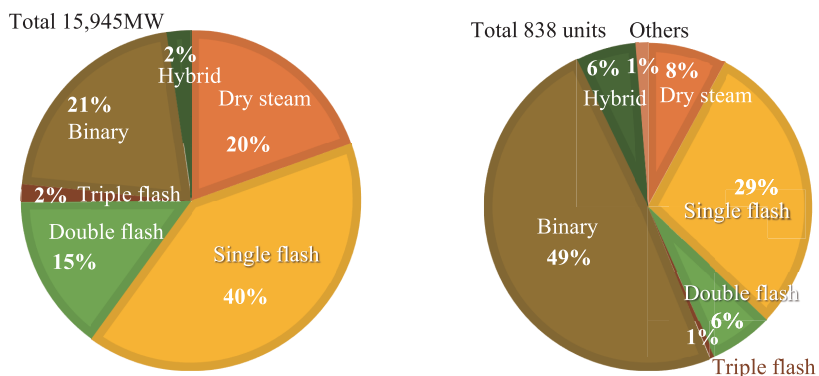


Fig. 3 Type of GPP units installed by 2020 in the world, including non-operational units. Left: installed capacity, right: number of units.

図3 2020年までに導入された世界の全地熱発電ユニット（休廃止を含む）の発電方式内訳。左：設備容量，右：ユニット数。

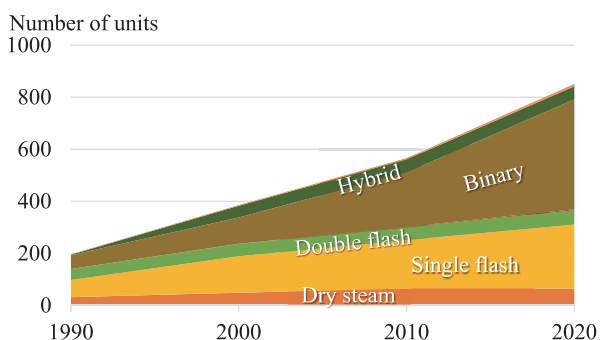
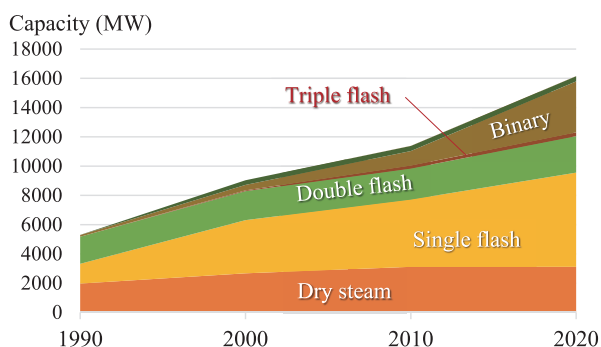


Fig. 4 Transition of cumulative installation for each type of GPP units. Upper: installed capacity, lower: number of units
図4 発電方式別の累計導入量の変遷。上：設備容量，下：ユニット数。

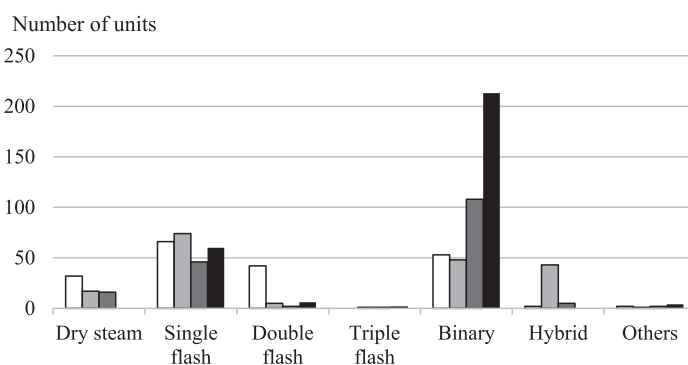
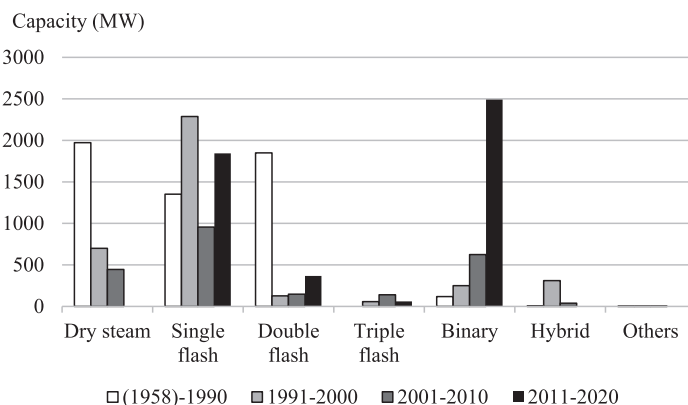


Fig. 5 Transition of new installation in 10 years for each type of GPP units. Upper: installed capacity, lower: number of units

図5 発電方式別の10年毎新規導入量の変遷。上：設備容量，下：ユニット数。

なお、2001～2010年の新期設備が全体的に少ないのは、1990年代の各国での電力会社民営化等による影響で2000年以降にフィリピン、イタリア、メキシコ、日本等での地熱開発が鈍化した一方、ケニアやトルコ等での地熱開発がまだ振興していなかったためと考えられる。

このように、2000年以降の動向から今後の新規導入を予測すると、ドライスチーム発電については新規開発がほとんどなく、施設の老朽化によるリプレースが主となると予想される。シングルフラッシュ発電、ダブルフ

ラッシュ発電については、新規の施設とリプレースを併せてほぼ横ばいとなり、バイナリー発電は今後も増加していくと考えられる。

Fig. 6は、各年代の特徴をより際立たせる目的で、Fig. 5と同じ情報を年代毎の円グラフで示したものである。1990～2010年の20年間で、バイナリー発電の設備容量シェアは10年毎に3.5倍に増え、2010～2020年の10年間には倍増した。直近10年間（2011～2020年）のグラフでは、設備容量でもバイナリー発電のシェアが

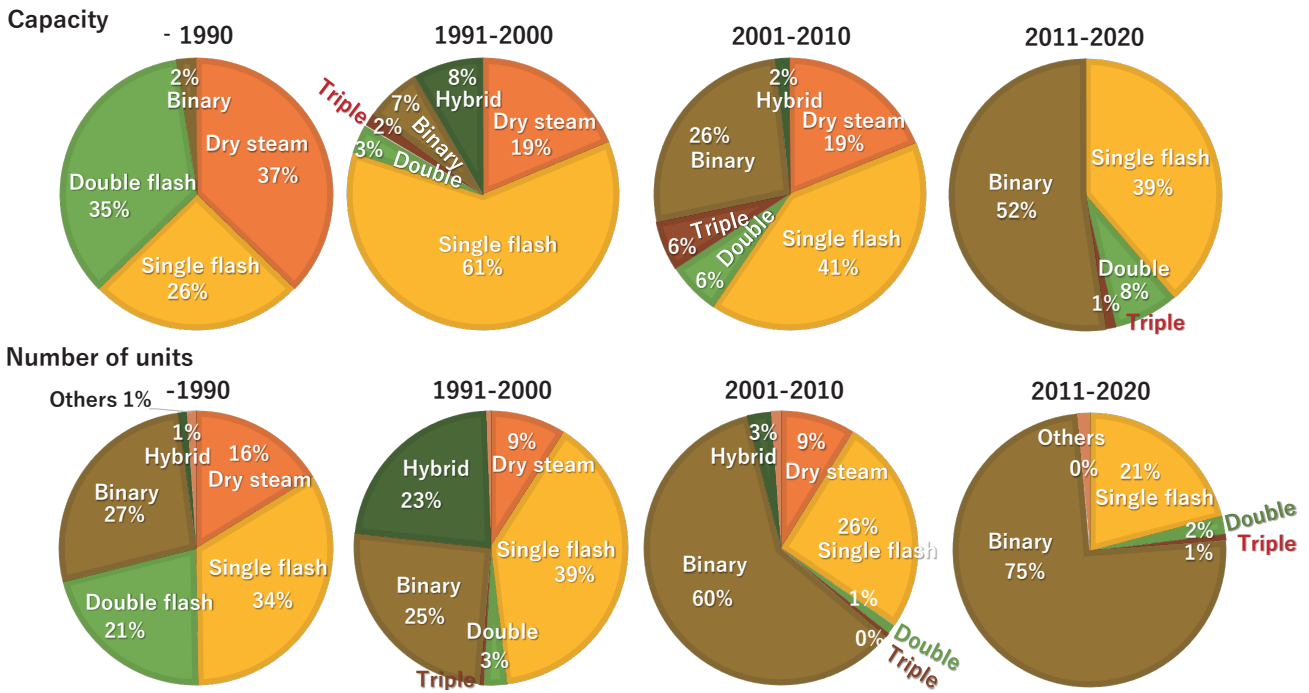


Fig. 6 Transition of new installation in 10 years for each type of GPP units. Upper: installed capacity, lower: number of units
 図6 発電方式別の10年毎新規導入量の変遷。上：設備容量，下：ユニット数。

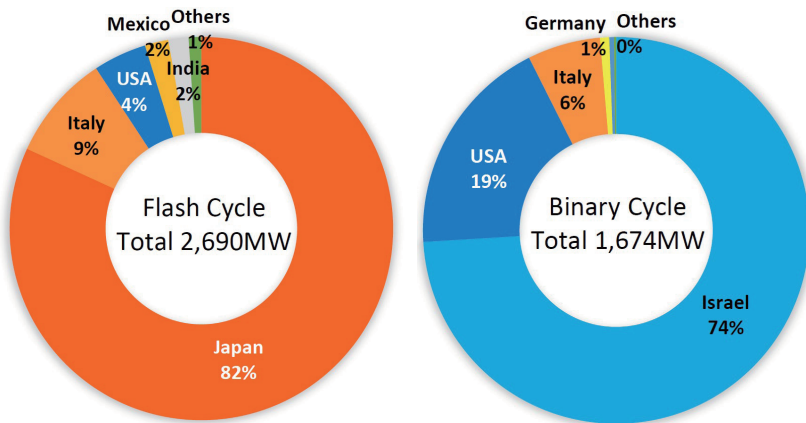


Fig. 7 Share of geothermal turbine manufactured in each country
 図7 2005～2015年の間に製造された地熱タービンの生産国別シェア（設備容量）

既に50%を超え、ユニット数では75%がバイナリー発電となっている。

4. 国内メーカーの世界シェアに関する推定

第1節に述べた通り、世界の地熱発電設備のメーカーに関する新たな公開情報は存在しないようである。そこで、データが存在する2015年までの発電方式別の各国シェアから、現時点での国内メーカーのシェアを推定した。

NREL (2018) は、2005～2015年の間に導入された地熱タービンに関し、バイナリー発電とフラッシュ発電に分けて、生産国別の生産量（設備容量）を示している。ドライスチーム発電はフラッシュ発電に含まれており、この時点ではフラッシュ発電のほうがバイナリー

発電より設備容量が大きい。Fig. 7に、この時点での各国のシェアを円グラフで示した。フラッシュ発電に関する日本のシェアは81.8%だが、バイナリー発電ではわずか0.2%であり「その他」に含まれている。

フラッシュ発電の合計設備容量が2,690MW、バイナリー発電の合計設備容量が1,674MWなので、全体に占める割合はそれぞれ62%、38%であり、この時点での地熱タービン全体に占める日本のシェアは、 $0.62 \times 0.818 + 0.38 \times 0.002 = 0.507$ と計算され、ほぼ50%である。Bertani (2016) によれば、2015年までの累計量での日本のシェアは65%であり、新規導入設備における日本のシェアは過去の実績より既に15%下がっていることが解る。

次に、2011～2020年における日本のシェアを推定する。フラッシュ発電とバイナリー発電の双方について、日本のシェアがその後も変わらないと仮定すると、Fig. 6より、2011～2020年のフラッシュ発電の割合が48%、バイナリー発電が52%であるから、全体に占める日本のシェアは、 $0.48 \times 0.818 + 0.52 \times 0.002 = 0.393$ 、ほぼ40%と推定される。

上記で扱ったデータはそれぞれ、2005～2015年と2011～2020年のデータであり、5年分は重なったデータであるにも関わらず、日本のシェアは5年間で10%も減少した。3-(1)節に示した新規導入に関する予測から、シングルフラッシュ発電、ダブルフラッシュ発電は今後もほぼ横ばい、バイナリー発電は増加していくと考えられるので、バイナリー発電設備の製造を強化しない限り、国内メーカーのシェアは今後も減少し続けると予想される。

5. 結論

WGC2020+1の各国論文等による情報を集約して国別の地熱発電所一覧を作成し、地熱発電設備の世界動向を調べ、現状認識と将来予測を行った結果、以下のことが判明した。

- ・現在、日本の地熱発電所数とユニット数は米国に次いで多い一方、発電所の平均設備容量は7.75MWと小さい。
- ・設備容量合計が日本より大きい9か国は、いずれも平均の発電所設備容量が25MW以上あり、中でもインドネシアは1発電所あたり190MWと突出して大きい。
- ・国土面積当たりの地熱発電所数は、10,000km²あたり1.88である日本が突出して多く、日本は世界で最も地熱発電所が身近にある国となっている。
- ・現在、地熱発電設備容量が上位にある国は、フラッシュ発電が盛んな火山国が多いが、設備容量4位のトルコでは80%、ドイツを始め2000年以降に地熱発電を始めた非火山国では、100%がバイナリー発電という国が多い。
- ・2020年までに導入された累計の地熱発電設備容量は世界合計で15,945MW、ユニット数は838であり、現在稼働中の設備容量は15,067MW、ユニット数は680である。
- ・2020年までの累計設備容量では、シングルフラッシュ発電が40%、ドライスチーム発電が20%、ダブルフラッシュ発電が15%であり、バイナリー発電は21%に留まっているが、累計ユニット数では、バイナリー発電が49%を占めている。
- ・10年毎の新規導入設備の発電タイプを調べると、2000年以降シングルフラッシュ発電とダブルフラッ

シュ発電はほぼ横ばい、ドライスチーム発電は消滅している一方、バイナリー発電は著しく増加した。

- ・その結果、直近10年(2011～2020年)の導入量は、バイナリー発電の割合が設備容量で52%、ユニット数では75%に達している。
- ・文献より、2005～2015年の新規地熱発電ユニットにおける国内メーカーの設備容量シェアは、フラッシュ発電の81.8%、バイナリー発電の0.2%、全体では約50%である。2015年までの累計では国内メーカーのシェアが65%であり、シェアの低下傾向が顕著である。
- ・フラッシュ発電、バイナリー発電の双方における国内メーカーのシェアが変わらないと仮定して、2010～2020年の新規地熱発電ユニット全体におけるシェアを計算すると、国内メーカーのシェアは約40%と推定され、5年間で10%も低下した。
- ・今後も当面、新規設備はシングルフラッシュ発電とダブルフラッシュ発電が横ばいで、バイナリー発電が増えていくと予想される。
- ・国内メーカーの今後の事業規模はあまり変化しないと予測されるものの、バイナリー発電に方向転換しない限り、シェアは下がり続けると予想される。

謝辞

サルーラ地熱発電所についてバイナリー発電の情報を下さった亀之園弘幸氏に謝意を表す。また、適切なご指摘をくださった査読者の方々に深く感謝する。

参考文献

- Akar S., Augustine, C. and Kurup, P. (2021) Chapter 2 – Global value chain and manufacturing analysis on geothermal power plant turbines. *Thermodynamic Analysis and Optimization of Geothermal Power Plants 2021*, Elsevier, pp. 17-41.
- Asturias, F. and Grajeda, E. C. (2019) Geothermal Resources and Development in Guatemala, *Proceedings WGC2010*, paper 0156.
- Beardsmore, G., Davidson, C., Payne, D., Pujol, M. and Ricard, L. (2021) Australia – Country Update, *Proceedings WGC2020+1*, paper 01007.
- Bertani, R. (2005) World Geothermal Generation 2001-2005: State of the Art, *Proceedings WGC2005*, paper 0008.
- Bertani, R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report, *Proceedings WGC2010*, paper 0008.
- Bertani, R. (2015) Geothermal Power Generation in the World 2010-2014 Update Report, *Proceedings WGC2015*, paper 01001.
- Bertani, R. (2016) Geothermal Power Generation in the World 2010-2014 Update Report, *Geothermics* **60**, 31-43.
- Boissavy, C., Schmidlé-Bloch, V., Pomart A. and Lahlou, R. (2021) France Country Update, *Proceedings WGC2020+1*, paper 01020.
- Darma, S., Imani, Y. L., Shidqi, M. N. A., Riyanto, T. D. and

- Daud, M. Y. (2021) Country Update: The Fast Growth of Geothermal Energy Development in Indonesia, proceedings WGC2020+1, paper 01073.
- Daysh, S., Carey, B., Doorman, P., Luketina, K., White and B., Zarrouk, S. J. (2021) 2015-2020 New Zealand Country Update, Proceedings WGC2020+1, paper 01003.
- Fronza, A. D., Lazaro, V. S., Halcon, R. M. and Reyes, R. G. (2021) Geothermal Energy Development: The Philippines Country Update, Proceedings WGC2020+1, paper 01065.
- Goldbrunner, J. (2021) Austria – Country Update, Proceedings WGC2005, paper 01108.
- Gutiérrez-Negrín, L. C.A., Félix, I. C., Romo-Jones, J. M. and Quijano-León, J. L. (2021) Geothermal energy in Mexico: update and perspectives, Proceedings WGC2015, paper 01004.
- Hoes, H., Dupont, N., Lagrou, D. and Petitclerc, E. (2021) Status and Development on Geothermal Energy Use in Belgium, a New Momentum for the Growth of Deep Geothermal Energy Production, Proceedings WGC2020+1, paper 01085.
- Herrera, R., Montalvo, F. and Herrera, A. (2010) Proceedings WGC2010, paper 0141.
- Huttrer, G. W. (2021) Geothermal Power Generation in the World 2015-2020 Update Report, Proceedings WGC2020+1, paper 01017.
- Ji, D. and Fan, X. (2021) The Present Situation and Development Prospect of Geothermal Power Generation in China, Proceedings WGC2020+1, paper 26036.
- Jiron, A. and Reyes, N. (2021) Potential Use of Geothermal Energy for Social, Economic and Environmental Development in Nicaragua, Proceedings WGC2020+1, paper 28038.
- Kolbah, S., Živković, S., Škrlec, M. and Tumara, D. (2021) Croatia Country Update 2020 – Finally the start of power production, Proceedings WGC2020+1, paper 01038.
- Lagos, C. A. and Gomez, R. (2010) Honduras Country Update, Proceedings WGC2010, paper 0148. Maxine M. Lahan¹, Gener Villafuerte² and Lynell Stevens (2021) Geothermal Energy Resources of Papua New Guinea: Country Update, Proceedings WGC2020+1, paper 01028.
- Mayorga, A. Z. (2005) Nicaragua Country Update, WGC2005, paper 0124.
- Morata, D., Aravena, D., Lahsen, A., Muñoz, M. and Valdenegro, P. (2021) Chile Up-Date: The First South American Geothermal Power Plant After One Century of Exploration, Proceedings WGC2020+1, paper 01064.
- Mekonnen, T. K. (2021) Status of Ethiopian Geothermal Sector Regulatory Body and Current Development, Proceedings WGC2020+1, paper 03017.
- Mertoglu, O., Simsek, S. and Basarir, N. (2021) Geothermal Energy Use: Projections and Country Update for Turkey, Proceedings WGC2020+1, paper 01049.
- Nunes, J. C., Coelho, L., Carvalho, J. M., Carvalho, M. R. and Garcia, J. (2021) Portugal Country Update 2020, Proceedings WGC2020+1, paper 01080.
- Omenda, P., Mangi, P., Ofwona, C. and Mwangi, M. (2021) Country Update Report for Kenya 2015-2019, Proceedings WGC2020+1, paper 01055.
- Ragnarsson, Á., Steingrímsson, B. and Thorhallsson, S. (2021) Geothermal Development in Iceland 2015-2019, Proceedings WGC2020+1, paper 01063.
- Teklemariam, M. and Kebede, S. (2021) Strategy for Geothermal Resource Exploration and Development in Ethiopia, Proceedings WGC2010, paper 0155.
- Sánchez-Rivera, E., Solís-Salguero, L. Guido-Sequeira, H. and Vallejos-Ruiz, O. (2021) Costa Rica Country Update Report, Proceedings WGC2020+1, paper 01074.
- Serra, D., Cei, M. and Lupi, M. (2021) Geothermal Energy Use, Country Update for Italy (2015-2019), Proceedings WGC2020+1, paper 01043.
- Robertson-Tait, A., Harvey, W., Hamm, S. and Boyd, L. (2021) The United States of America Country Update 2020 – Power Generation, Proceedings WGC2020+1, paper 01015.
- Song, S. R. and Lu, Y.C., Geothermal Energy Research Teams of NTU (2021) Current Developments of the Geothermal Energy in Taiwan, Proceedings WGC2020+1, paper 01070.
- Svalova, V and Povarov, K (2021) Geothermal Resources and Energy Use in Russia, Proceedings WGC2020+1, paper 01061.
- ThinkGeoEnergy(2023) PLANT MAP (<https://www.thinkgeoenergy.com/map/>)
- Aniko N. Toth (2021) Country Update for Hungary, Proceedings WGC2020+1, paper 01019.
- Weber, J., Born, H., Pester, S. and Moeck, I. (2021) Geothermal Energy Use in Germany, Country Update 2015-2019, Proceedings WGC2020+1, paper 01066.
- Yasukawa, K., Nishikawa, N., Sasada, M. and Okumura, T. (2021) Country Update of Japan, Proceedings WGC2020+1, paper 01037.