

## 「地熱発電技術研究開発」基本計画

新エネルギー部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

## ① 政策的な重要性

2018年7月に「第5次エネルギー基本計画」が閣議決定され、同計画において地熱発電は、発電コストも低く、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と位置付けられている。エネルギーミックスの議論において、地熱発電の2030年度における導入見込量として最大で約155万kW（2016年度実績 54万kW）、発電電力量113億kWh（2016年度実績 25億kWh）の導入拡大が掲げられている。

また、2015年10月には、環境省自然環境局から出された「国立・国定公園における地熱開発の取り扱い」の通知により、これまで開発が認められていない国立・国定公園第2種及び第3種特別地域での開発が条件付きで承認され、今後、地熱資源ポテンシャルが高い同エリアでの地熱開発が、積極的に推進されていくことが予想される。

## ② 我が国の状況

2011年の東日本大震災以降、再生可能エネルギー導入拡大が望まれる中、世界第3位となる地熱資源ポテンシャルを有する我が国では、地熱発電に大きな期待が掛かっている。また、地熱は、太陽光や風力と異なり、安定した出力が得られるため、ベースロード電源としても注目を集めている。

近年の地熱開発では、山葵沢・秋ノ宮地域（秋田県）や安比地域（岩手県）等で大型の新規地熱開発が進捗している。またバイナリー発電においても、メディポリス指宿発電所、菅原バイナリー発電所や滝上バイナリー発電所等が運転開始している。

一方、「地熱発電の推進に関する研究会 2017年度報告書（経済産業省）」によると、2017年度末時点において、初期調査から開発段階にある地熱開発案件すべてを含めても出力規模が約32万kWであり、2030年度の導入目標を達成するためには、更なる案件（約60万kW）が必要と報告されている。

また、前述のとおり、自然公園内での開発が推進されるために、環境に配慮した取り組みが必要不可欠とされるところ、開発のための具体的なルール化や環境保全対策技術の向上等、解決されるべき重要な課題は少なくない。

さらに、温泉地の中には、既存の温泉井を利用して、小規模な地熱発電を行う事例も少しずつ増えており、発電と合わせた熱利用により、地場産業（特に、農業等）の発展に貢献している成功事例もある。こうした取り組みは、地域経済の発展とともに、地熱開発事業者と温泉事業者との合意形成が困難なケースの解決策にも繋がり、温泉地で地熱開発を促進していくために、上記の成功例の実績を数多く積み上げていくことは重要と考えられ

る。

加えて、既存の地熱発電所の発電量低下も大きな課題となっており、それらの発電能力の回復・維持・向上に資する技術開発にも取り組むことが必要である。

こうした状況の中、エネルギーミックスにおける導入目標達成に向け、NEDOでは、2013年度以降「新規地熱発電所の立地促進」及び「既存地熱発電所の発電能力の回復・維持・向上」に資する技術開発に取り組み、環境アセスメント手続きの迅速化に係る硫化水素拡散予測数値モデルの開発に成功するなどの成果が上がっている。

### ③ 世界の取組状況

再生可能エネルギーの拡大が推進されている中、地熱発電については、火山国である地熱資源を保有する米国、フィリピン、インドネシア、メキシコ、ニュージーランド、イタリア等で、国家レベルで導入拡大に向けた取組が実施され、発電設備容量や発電量は年々上昇を続けている。

例えば、アイスランドでは、電力構成比の中で地熱の占める割合は、25%と非常に高く、発電のみならず熱利用も盛んに行われており、発電及び熱利用含むエネルギー比率では、地熱の占める割合は60%となり、世界一、地熱資源を有効活用している国といえる。近年、深部高温領域をターゲットとする掘削のプロジェクト IDDP (Iceland Deep drilling Project) が実施され、成果が挙がっており、今後の動向についても注目されている。

地熱に関する国際機関であるIGA (International Geothermal Association、設立1988年)では、5年に一度国際会議 WGC (World Geothermal Congress) が開催されている(日本では、2000年に、別府および盛岡で開催)。そこでの報告によると、2014年末時点での世界の地熱発電設備容量は、26か国で12,635MWe、年間発電量は約74TWhであり、年々ほぼ線形に増加している。この5年間の増加量は、ケニア、米国、トルコ、及びニュージーランドが多い。一方、直接利用の設備容量は、70,329MWt、年間エネルギー利用量は、約163TWhであり、指数関数的な増加を示す(この中には、地中熱利用も含まれる)。

また、我が国は、JICAによりODA活動が実施され、アフリカ(ケニア、エチオピア、ジブチ等)、東南アジア(インドネシア等)、及び中南米(コスタリカ、ペルー、ボリビア、エクアドル等)のそれぞれの諸国に対して、人材育成、探査技術の技術開発、円借款等の資金提供、試掘支援等の活動を実施している。

### ④ 本事業のねらい

本事業では、自然公園内特別地域での地熱開発を含め、地熱発電の導入拡大を促進することを目的とし、2030年のエネルギーミックス実現に向け、我が国の地熱発電容量155万kWの達成を図る。

併せて、既存の発電所や温泉地等で未利用になっている地熱資源を、発電及び熱利用に有効に使用することにより、分散型エネルギーを確保し、地域の防災対応や経済発展の貢献に資する。

## (2) 研究開発の目標

### ①アウトプット目標

ポテンシャルの高い地域への地熱発電の導入拡大を目的とし、既存の発電設備よりも、小型化・高効率化の地熱発電システムの機器開発及び低温域の地熱資源を活用したバイナリー発電システムを開発すると共に、環境保全対策や環境アセスメント円滑化に資する取り組みを行う。また、地熱エネルギーの高度利用化に係る技術開発を行う。なお、公募により研究開発実施者を選定後、目標の具体化等を行うこととする。

#### (1) 環境配慮型高機能地熱発電システムの機器開発

地熱発電システムの高効率化に資する技術（熱効率を 20%以上に向上させる技術等）を確立する。

#### (2) 低温域の地熱資源有効活用のための小型バイナリー発電システムの開発

未利用の温泉熱を利用した低温域のバイナリー発電について、熱効率 7%以上に資するシステムを確立するとともに、スケール対策、腐食対策、二次媒体の高性能化に係る技術を確立する。

#### (3) 発電所の環境保全対策技術開発

ガス漏洩防止技術や拡散シミュレーション技術、を確立する。

また、環境アセスメントにおける各種調査を最適化し、期間短縮に資する技術の開発を実施するとともに、定量的な知見に乏しい分野（硫化水素や着氷による植生への影響等）について、科学的知見を提示する（例えば、硫化水素濃度 1ppm に対する植生への影響度合いを把握する）。

加えて、自然公園内での地熱開発が円滑に進むように、必要とされる技術を確立する。

#### (4) 地熱エネルギーの高度利用化に係る技術開発

地熱エネルギーの高度利用化に係る技術（発電能力や利用率の回復・維持・向上のための技術、付加価値増大を実現する技術等）として、発電所の還元井延命化技術や未利用地熱エネルギーを活用可能にする技術、発電所の運転管理高度化に係る技術を確立する。具体的には、還元井の寿命を 2 倍以上にする技術の確立や、これまで未利用であった酸性熱水が噴出する地熱井のうち、pH3 までの地熱井を利用可能にする技術の確立、IoT や AI 等のイノベーション技術を活用し、発電所のトラブル発生率を 20%低減し、利用率を 10%向上させることを目指す。

### ②アウトカム目標

2030 年頃に、環境規制の緩和が実施された場合に、最大で約 155 万 kW の発電容量、

及び 110 億 kWh の発電量の達成が見込まれる。また、これまでのバイナリ発電システム開発成果の適用等により、多くの温泉地等で小規模地熱発電や熱利用により、地域経済の活性化も見込まれる。

### ③アウトカム目標達成に向けた取組

JOGMEC が実施する「地熱資源開発調査事業費助成金事業」や技術開発事業と連携し、地熱事業者の本技術開発成果の情報を提供し、成果普及に取り組む。

また、環境省、温泉事業者団体、農業関係団体等のステークホルダーとの情報交換も円滑に実施する他、系統連系に関する情報収集を行い、当研究開発事業の各テーマの検討に活用する。

## (3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発を公募により実施する。なお、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する研究開発については、原則としてNEDO負担率 1/1 の委託で実施することとする。

### ① 環境配慮型高機能地熱発電システムの機器開発【2013 年度～2014 年度】

[共同研究 (NEDO負担率: 2/3)]

- (i) 発電所の建設には、タービン、発電機、冷却塔等の各種工作物が必要であり、大規模な造成を伴い、風致景観や生物多様性に与える影響が大きいことから、環境に配慮した機器開発を行う。
- (ii) 地熱発電所においては、タービンで仕事を終えた排気は温度の高い状態で、冷却水で冷やされ、還元井に還元されているケースがある。この未利用の熱エネルギーを有効に活用するシステムを開発し、小型化・高効率化を図るための技術開発を行う。
- (iii) その他新材料の開発等による高性能化及び発電機器の高効率化に係る技術開発を行う。

### ② 低温域の地熱資源有効活用のための小型バイナリー発電システムの開発【2013 年度～2017 年度】

媒体：炭化水素、代替フロン : [共同研究 (NEDO負担率: 2/3)]

媒体：アンモニア : [委託、または共同研究 (NEDO負担率: 2/3)]

- (i) 未利用の温泉熱の有効活用の観点から、特に対策が必要となるスケール対策、腐食対策等の技術の確立、二次媒体の開発、小型バイナリーサイクルの高効率化、発電システムの低コスト化等を図る。

③ 発電所の環境保全対策技術開発

[委託、または助成（NEDO負担率：1/2～2/3）]

- (i) 環境アセス時の風洞実験に代わる精度の良い硫化水素拡散予測シミュレーションモデルを開発し、環境アセスの円滑化を図る。【平成 25 年度～29 年度】
- (ii) 環境アセスメントにおける各種調査を最適化し、期間短縮に資する技術の開発を実施するとともに、定量的な知見に乏しい分野（硫化水素や着氷による植生への影響等）について、科学的知見を提示する。
- (iii) 自然公園内での地熱開発が円滑に進むように、必要とされる技術を確立する。

④ 地熱エネルギーの高度利用化に係る技術開発

[委託、または助成（NEDO負担率：1/2～2/3）]

- (i) 発電所の還元井延命化に係る技術開発  
地熱発電所における還元井の還元能力の回復・維持または還元熱水の熱利用（バイナリー発電）を可能にするため技術開発を行う。
- (ii) 未利用地熱エネルギーの活用に向けた技術開発  
掘削の結果、従来の方法では十分な発電量が期待できない坑井、地熱流体が酸性のため現状技術では利用できない坑井、生産井として使用していたが減衰し使用されなくなった坑井等、未利用の地熱エネルギーを活用可能にする技術開発を行う。
- (iii) 地熱発電システムにおける運転等の管理高度化に係る技術開発  
IoT や AI 技術等を活用することで、出力増大、トラブル回避、人員削減等の効率化、安全衛生の向上、技術向上等に資する技術開発を行う。

⑤ 上記①～④以外で地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発

[委託、または助成（NEDO負担率：1/2～2/3）]

その他、地下の超高温・高圧の状態（超臨界状態）にある水を利用する地熱発電（超臨界地熱発電）の熱抽出に関する実現可能性調査等を行う。【2017 年度】

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

NEDOは公募により研究開発実施者を選定する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

プロジェクトマネージャー（以下「PM」という）に、NEDO新エネルギー部加藤久遠主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

## （２）研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理・執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な対策を講じるものとする。運営管理にあたっては、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

### ①研究開発の進捗把握・管理

NEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。加えて、プロジェクトの進捗状況や当該分野における技術動向、政策動向等を踏まえ、経済産業省、JOGMEC、研究開発実施者、外部有識者等と連携し、当該分野における技術開発ロードマップを策定する。

### ②技術分野における動向の把握・分析

NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査等を効率的に実施する観点から委託事業として実施する。

### ③標準化施策等との連携

地熱発電技術分野に関わりのある、国際標準化機関やフォーラムの活動概要、これらの機関における規格、ガイドライン等の検討・策定状況及びその概要、主なプレーヤーの参加状況及び日本のポジション等について調査等を行う。

### ④研究開発テーマの評価

研究開発を効率的に推進するため、研究開発項目④（iii）を対象として、ステージゲート方式を適用する。ステージゲート審査を実施するにあたり、PMは、外部有識者による審査を活用し、平成31年度以降の研究開発テーマの継続是非を平成31年3月までに決定する。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、2013年度から2021年度までの9年間とする。

## 4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を2015年度及び2018年度に、事後評価を2021年度に実施する。また、中間評価結果を踏ま

え必要に応じ研究開発の加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

## 5. その他の重要事項

### (1) 研究開発成果の取扱い

#### ①成果の普及

本研究開発で得られた研究成果については、NEDO、委託先とも普及に努めるものとする。

#### ②知的財産権の帰属

委託研究開発及び共同研究の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

#### ③知財マネジメントに係る運用

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。(委託研究のみを対象とする。ただし調査事業を除く。)

### (2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

### (3) 根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1号イ及び第3号に基づき実施する。

## 6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2013年4月1日、制定。

(2) 2015年9月15日、改定。

(3) 2017年2月22日、改定。超臨界地熱発電の熱抽出に関する実現可能性調査等の追加のため。

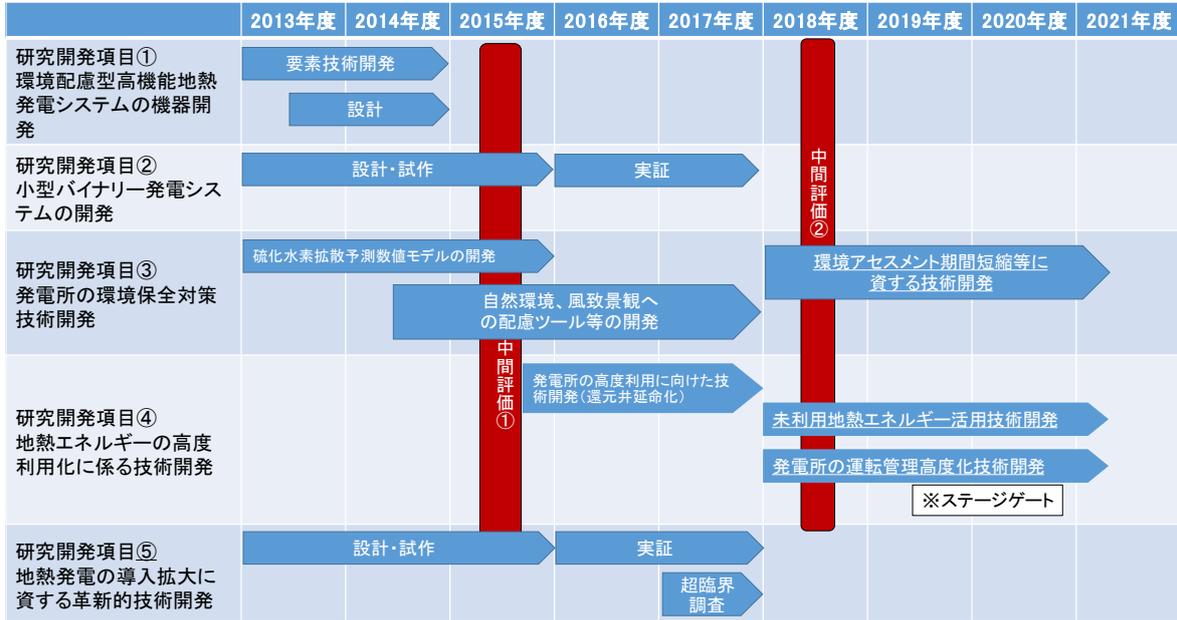
(4) 2018年2月13日、改定。研究開発の実施期間の延長及び研究開発項目の拡充等のため。

(5) 2018年4月13日、改定。PM変更のため。

(6) 2019年2月21日、改定。1.(1)①及び②の一部内容修正、2.(2)①にロードマップ策定を追加等のため。

(7) 2020年12月22日、改訂。研究開発期間を1年間延長のため。

(別添) 研究開発スケジュール



※研究開発項目④(iii)の研究テーマについては平成30年度末にステージゲートを実施。