

「地熱発電技術研究開発」(中間評価)

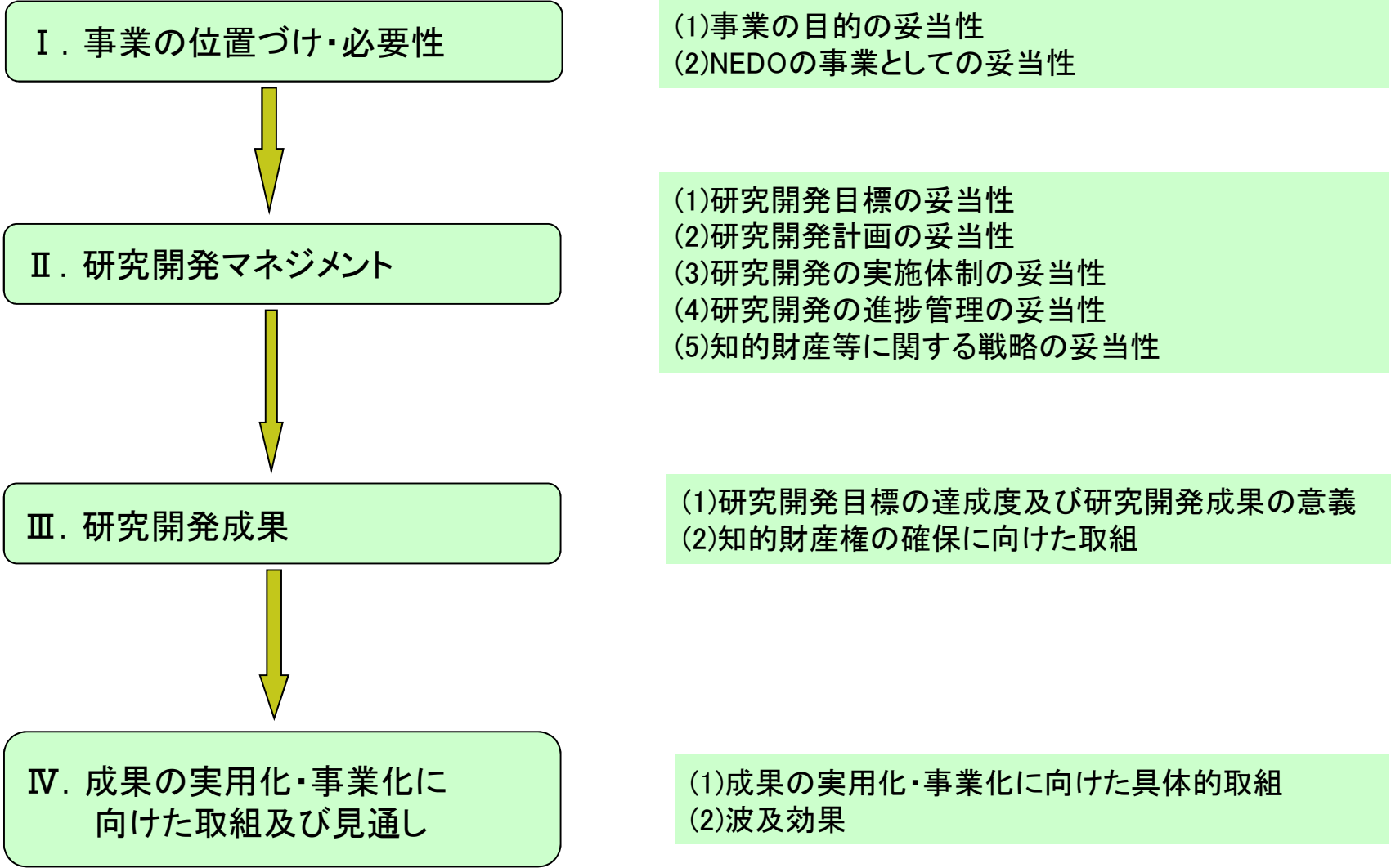
(平成25年度～平成32年度 8年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

新エネルギー部

平成30年9月13日



◆事業実施の背景と事業の目的

社会的背景

- 2011年の東日本大震災以降、再生可能エネルギーの導入拡大が望まれる中、我が国は世界第3位の地熱資源ポテンシャルを有すると推定されており、地熱発電に大きな期待が掛かっている。
- 地熱は、再生可能性エネルギーの中でも安定した出力が得られるので、ベースロード電源として扱われており、注目されている電源である。

事業の目的

- 地熱資源の有効活用のための技術開発により、我が国の地熱発電の導入拡大を促進することを目的とする。具体的な事業テーマは以下のとおりである。
 - 環境配慮型高機能地熱発電システムの開発
 - 現状未利用である低温域でのバイナリー発電システム開発
 - 環境保全対策技術等の開発
 - 地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発

◆政策的位置付け

■ 固定価格買取(FIT)制度が施行(2012年7月)

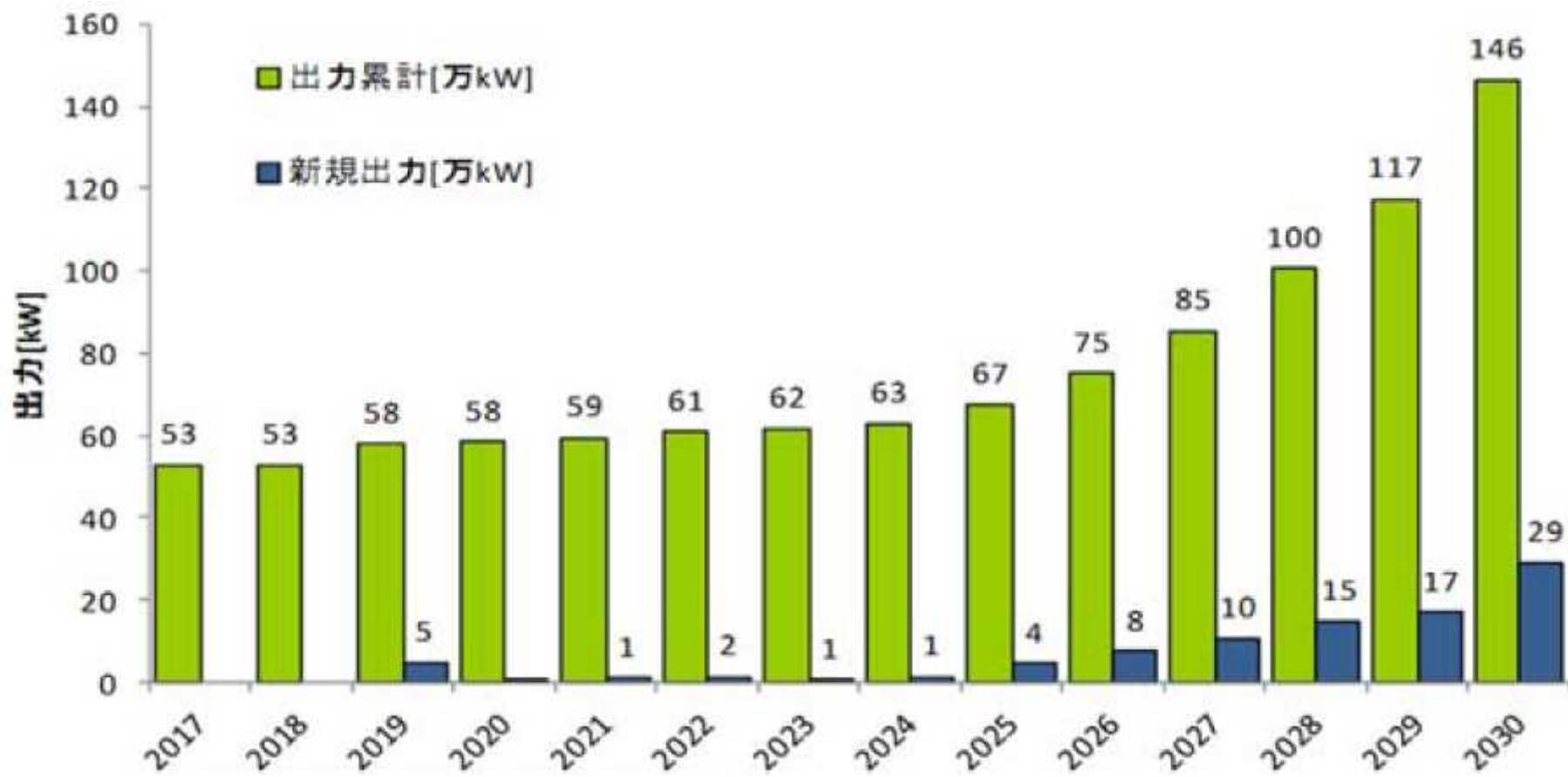
地熱では、15MW未満では40円/kWh、15MW以上では26円/kWhという買取価格が設定され、地熱開発事業者にとって、一定の採算性が確保されるに至った。

■ 「エネルギー基本計画」が閣議決定(2014年4月)

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(2015年度実績 52万kW)、発電電力量113億kWh(2015年度実績 26億kWh)が掲げられ、地熱発電のさらなる導入拡大が期待されている。

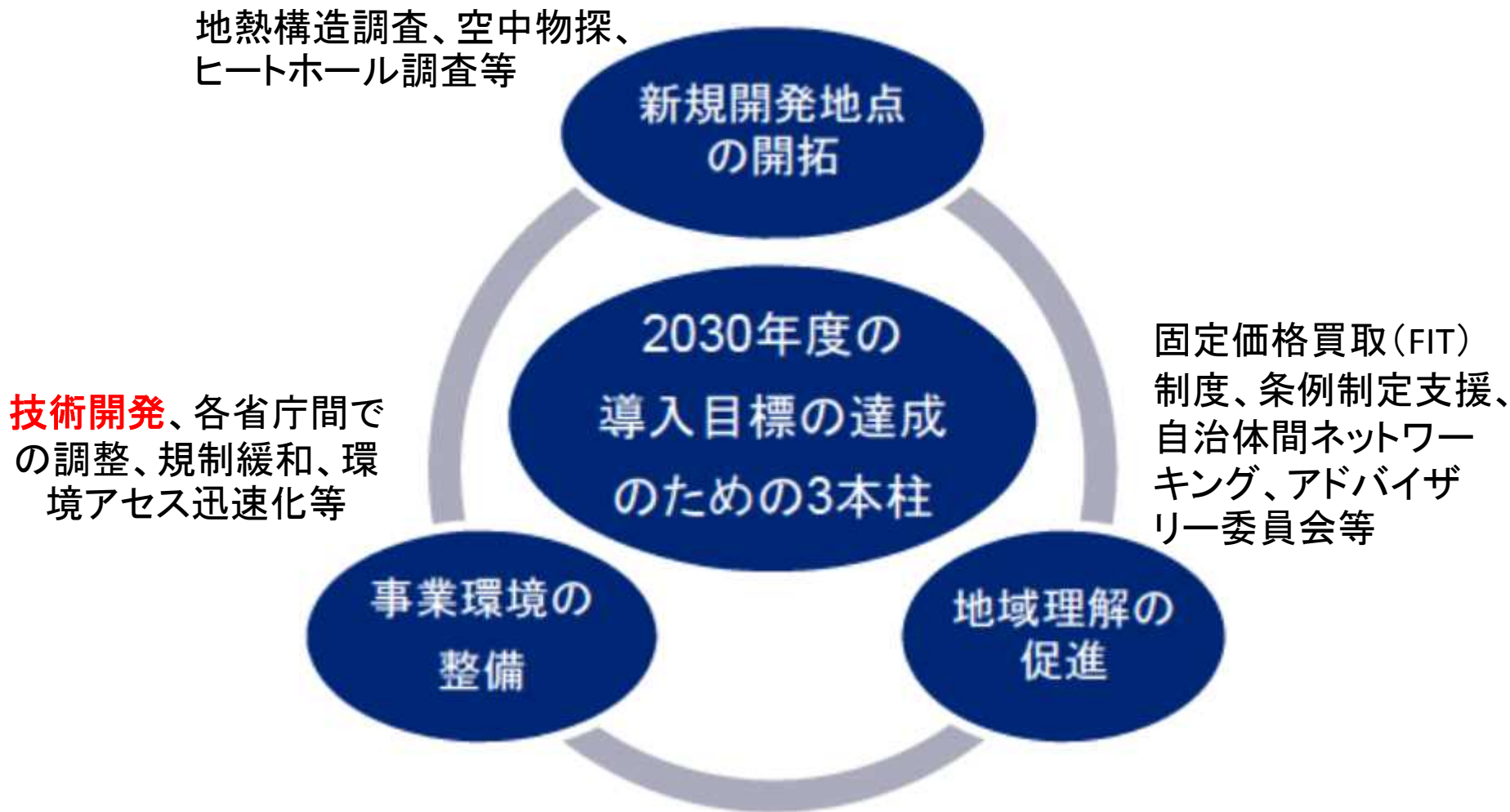
◆政策的位置付け

【2030年度の導入目標の達成に向けた開発シナリオ】



出典：資源エネルギー庁

◆政策的位置付け



◆国内の地熱開発の動向

- 2012年の再生可能性エネルギーに対する固定価格買取制度以降、地熱発電所の 商業発電開始は順調に伸びている(50件以上)が、いずれも中小規模の案件であり、10MW以上の大規模案件は、開発リードタイムが10年以上と長期となり、すぐには成果が出ないという課題がある。
- こうした中、大規模案件として、山葵沢地域(秋田県)では、2018年現在、建設工事中であり、2019年に商業運転が予定されている。また、安比地域(岩手県)は、2018年に環境影響評価手続きが終了し、2019年に建設工事を着手する予定である。これらは、いずれもNEDO地熱開発促進調査により、地熱資源の賦存が確認された地域であり、今後、こうした地域で地熱発電所が立地されることが期待される。
- 既存の地熱発電所で、未利用熱水を利用したバイナリー発電機の設置が、滝上発電所(大分県、2017年)や山川発電所(鹿児島県、2018年)でそれぞれ実施されており、未利用熱の有効活用が図られている。

◆ 国外の地熱開発の動向

- 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。
- インドネシアでは、日本企業の総合商社(三菱商事、住友商事)や電力会社(九州電力、東北電力)も資本参加を行っており、積極的な海外活動を展開している。
- 世界の地熱用タービン発電機シェアでは、日本のメジャーな重電メーカー3社(三菱日立パワーシステムズ、東芝及び富士電機)で約3分の2を占めており、国際競争力があり、今後も、シェアの維持が期待される。
- 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。

◆NEDOが関与する意義

社会的必要性が大きい

- 再生可能エネルギーの普及の拡大による温室効果ガス排出量削減
- 国産のエネルギーの有効活用によるエネルギーセキュリティへの貢献と国内産業活性化

民間企業単独での実施が困難

- 目標としている発電設備容量達成には、迅速に対応する必要がある。
- 技術開発の難易度が高い。
- 開発期間が長期であり、リスクが高い。



NEDOが推進すべき事業である

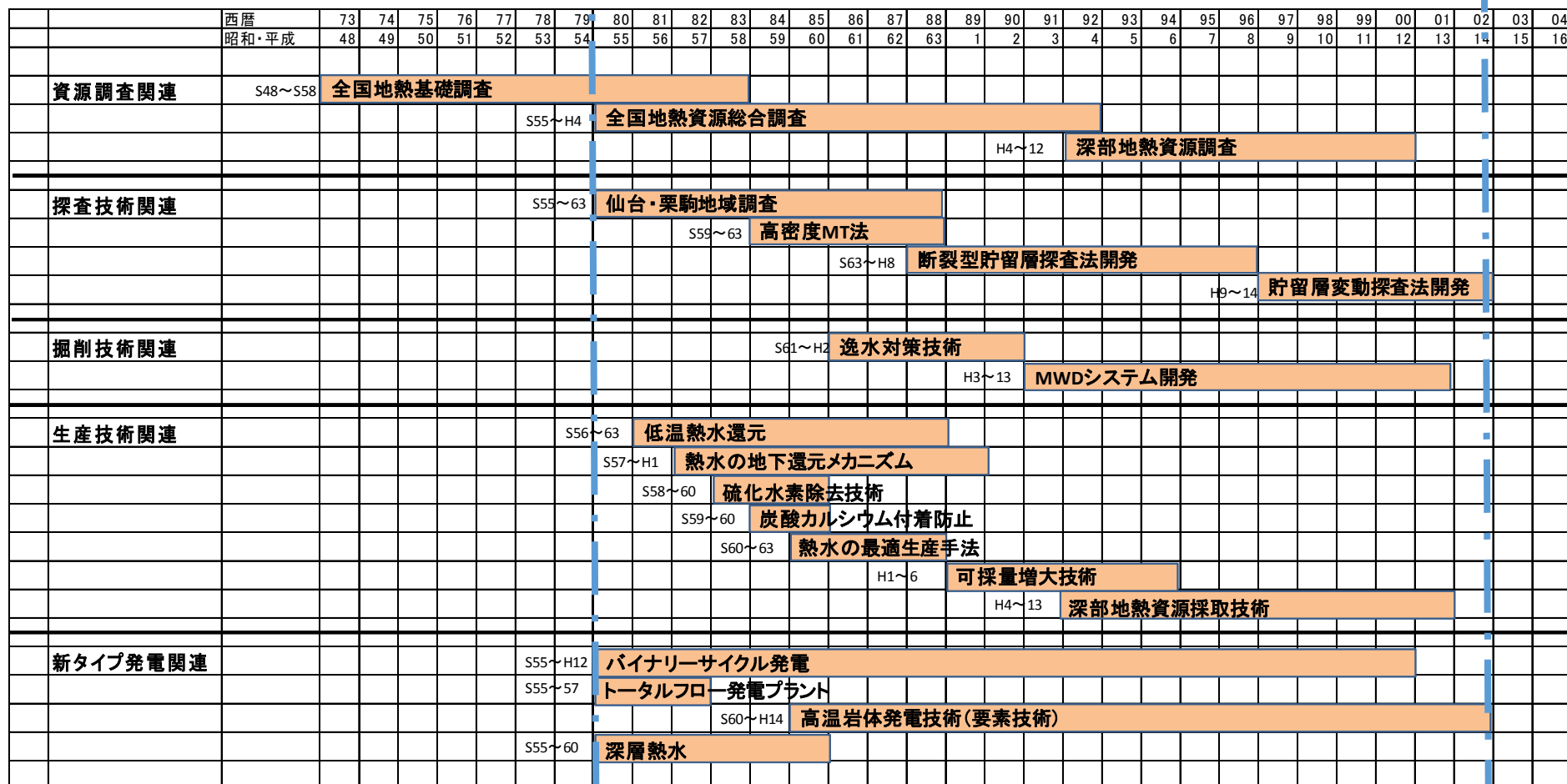
1. 事業の位置付け・必要性 (2)NEDOの事業としての妥当性

◆他の機関との関係

【NEDOの地熱技術開発の経緯】

2002年度
終了

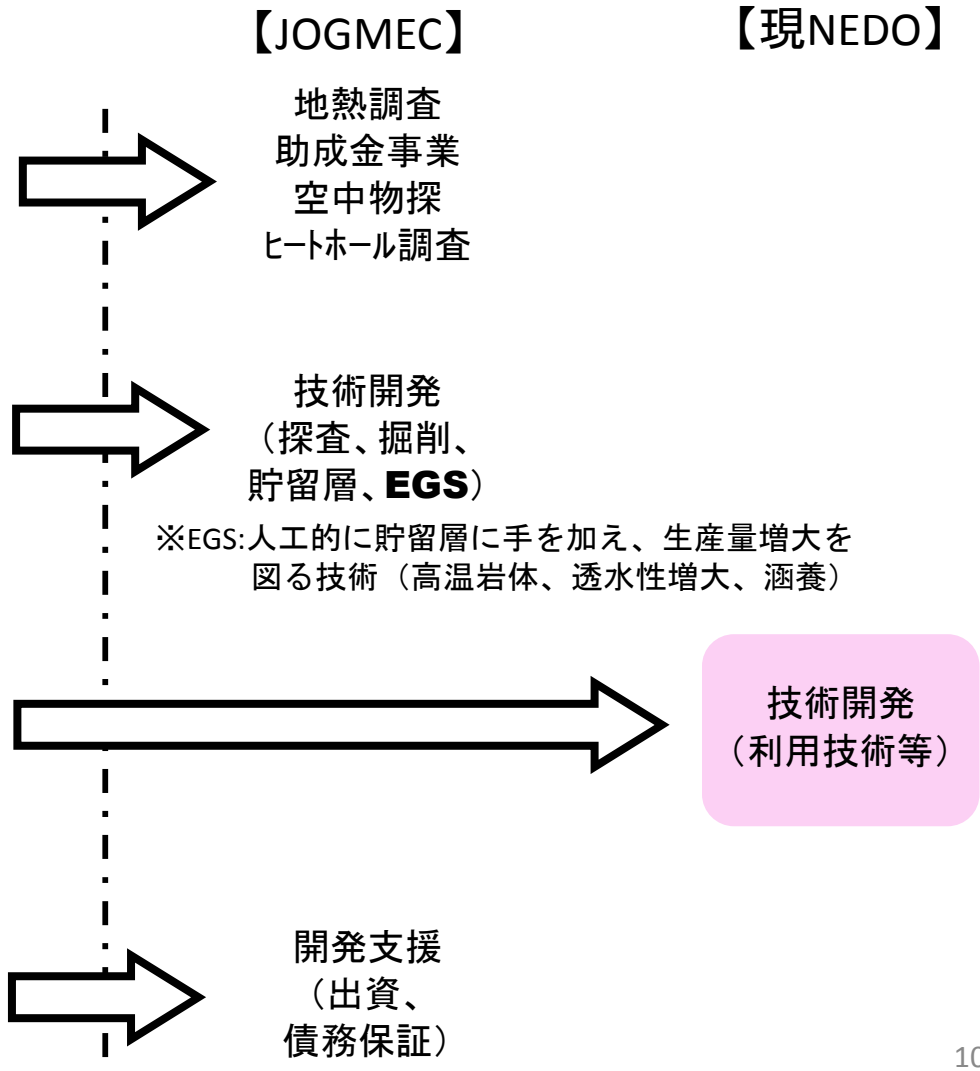
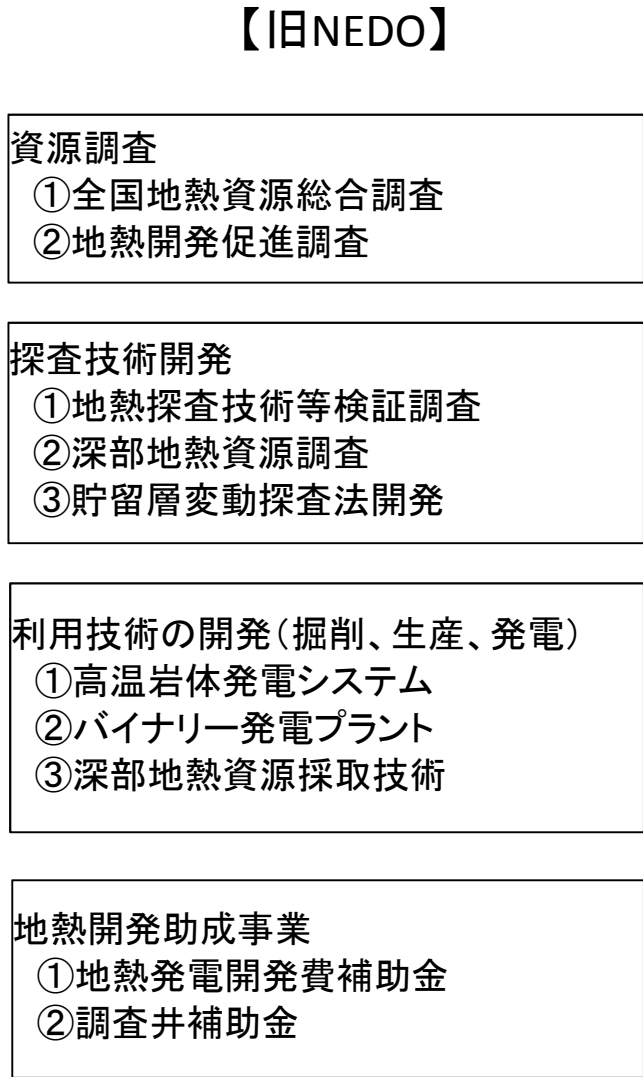
1980年度NEDO設立⇒



1. 事業の位置付け・必要性 (2)NEDOの事業としての妥当性

◆他の機関との関係

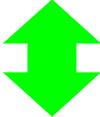
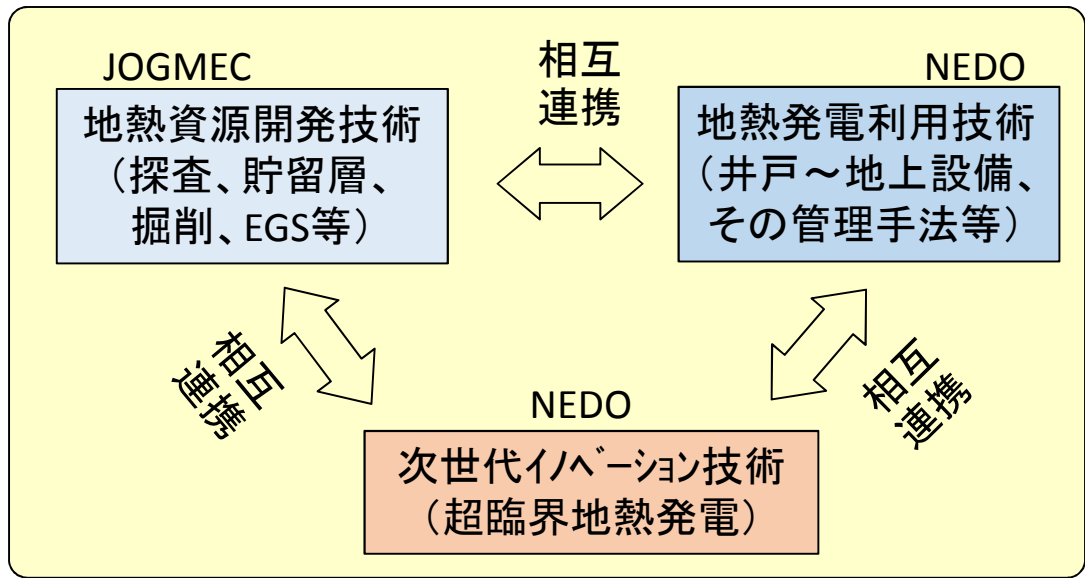
○2012年の独法見直しにより、NEDO業務の多くがJOGMECへ移管
※ JOGMEC：石油天然ガス金属鉱物資源機構



1. 事業の位置付け・必要性 (2)NEDOの事業としての妥当性

◆他の機関との関係

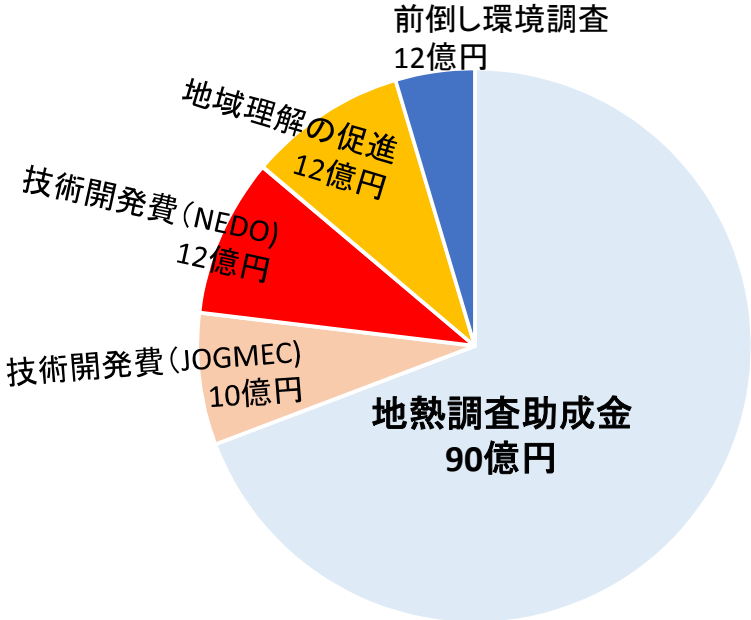
METI「地熱発電の導入促進に資する技術開発」



NEDO

環境保全対策技術 (環境アセスメント、自然公園特別地域対策等)

平成29年度政府予算 130億円



※財政投融资分123億円を除く (JOGMEC出資・債務保証事業)

1. 事業の位置付け・必要性 (2)NEDOの事業としての妥当性

◆技術戦略上の位置づけ

既導入量: 515MW		+900~2000MWの実現(導入可能量の精緻化) ~従来型改善+涵養・能力増進EGS技術~			更にその先へ(導入ポテンシャルの推定) ~地熱フロンティアへの挑戦~		抜本的 新要素技術	
従来型増進 発電が抱える課題	従来型地熱発電技術 をベースとした改善 (共通基盤技術)	小規模地熱利用	涵養型EGS	能力増進型EGS	高温岩体発電	超臨界地熱発電	革新的な高深度探査・ モニタリング技術	革新的なコスト削減技 術
(i)開発 リスクの低減	○ ・調査・探査・掘削技術の高度化によって探査リスクを低減可能 ・調査・探査・環境アセス短縮を通じてリードタイムの低減が可能	○ ・既抽出の未利用蒸気・熱水を利用するためリスク低減	○ ・掘削後、熱水資源量を改善出来るため、開発リスクが低減	○ ・掘削後、熱水資源量及び貯留構造を改善できるため、開発リスクが低減	○ ・貯留層を高深度にコントロールできれば開発リスクは低減	○ ・より高度な探査技術が必要となる。	○ ・地下構造をほぼ確実に把握可能な技術、開発リスク低減に大きく寄与。現時点で技術シーズ無し。	
(ii)減衰 リスクの低減	○ ・貯留層モニタリング技術の高度化及び生産・還元技術の高度化(スケール対策含む)によって減衰リスクを低減可能	○ (利用する熱源によって異なる)	○ ・地熱流体採取による減衰に効果有り	○ ・貯留層の透水性悪化等に効果有り	○ ・貯留層管理が厳密に行える技術が確立すれば◎	○ ・天然の地下の超臨界水を利用するため、従来型同様減衰リスクが発生する可能性がある。	○ ・初期コストを大幅に低減可能な技術。現時点で技術シーズ無し。	
(iii)経済性 の向上(発電 コストの低減)	○ ・開発コストの低減及び減衰の防止等による生産量増大によって発電コストの低減が可能 ・掘削機器の稼働率の向上によって掘削コストを低減可能 ・(再掘)リードタイムの短縮により低減可能	○ ・低減余地はあるが大規模地熱の水準まで下がる見込みは乏しい	○ ・減衰率の低下により、経済性が向上が期待される(ただし、投資額以上の効果が出るよう技術開発が必要)	○ ・減衰率の低下により、経済性が向上が期待される(ただし、投資額以上の効果が出るよう技術開発が必要)	○ ・天然熱水系を利用するものより発電量を小さくせざるを得ない可能性があること等から、経済性に優れるかどうか、検証が必要。	○ ・経済性に優れるかどうかの検証が必要。	○ ・初期コストを大幅に低減可能な技術。現時点で技術シーズ無し。	
(iv)設置可 能容量の増加	△ ・強酸性対策技術の確立により、利用できなかった坑井が利用可能になる。ただし増加分は微量	△ ・件数は増加するが容量としての増加分は微量	-	△ ・概念的には貯留層の改善によって設置容量が増加可能。ただしその程度使えるかは見定めが必要	○ ・高温岩体に適した地点がどの程度あるか検証が必要。	○ ・膨大な量のエネルギー資源が存在する可能性もあるが、未だ未確認。	-	
(v)社会受 容性の向上	○ ・環境影響評価技術、環境に配慮した機器開発、環境保全対策技術の高度化等によって環境影響の低減及び社会受容性の向上が可能	○ ・既抽出の未利用蒸気・熱水を利用することで新規開発に伴うトラブルを防止可能	- ・地下微小振動原理の解明と対策に向けた研究が必要	- ・地下微小振動原理の解明と対策に向けた研究が必要	- ・地下微小振動原理の解明と対策に向けた研究が必要	○ ・環境影響について調査・研究が必要。	-	

【期待度(従来技術との比較)】

◎:大幅に改善 ○:改善可能 △:効果は小さいが改善/場合によって改善 -:従来型に比べて変化無し ×:追加的な課題を有する ? :現時点では判断不能

出典: NEDO 技術戦略研究センター作成(2015)

◆実施の効果（費用対効果）

- 2030年頃に、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。これによるCO2排出削減量は、約620万トン-CO2/年である。
- これまでのバイナリー発電システム開発や今年度から着手するIoT-AI技術等を適用した運転管理の高度利用化技術の成果等により、多くの温泉地等で中小規模地熱発電や熱利用が普及し、大規模地熱開発への、地域との合意形成等に役立つ資料を提供する。

プロジェクト費用の総額

NEDO負担分 : 47億円(H25～H29年度)



導入予測(2030年頃)

発電容量	: 最大で約155万kW
発電量	: 110億kWh
市場規模予測	: 約1.0兆円
CO ₂ 削減効果	: 約620万トン-CO2/年

◆事業の目標

[研究開発項目と最終目標]

(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等技術開発

ガス漏洩防止技術や拡散シミュレーション技術、発電所の高度利用に向けた技術(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)等を確立する。

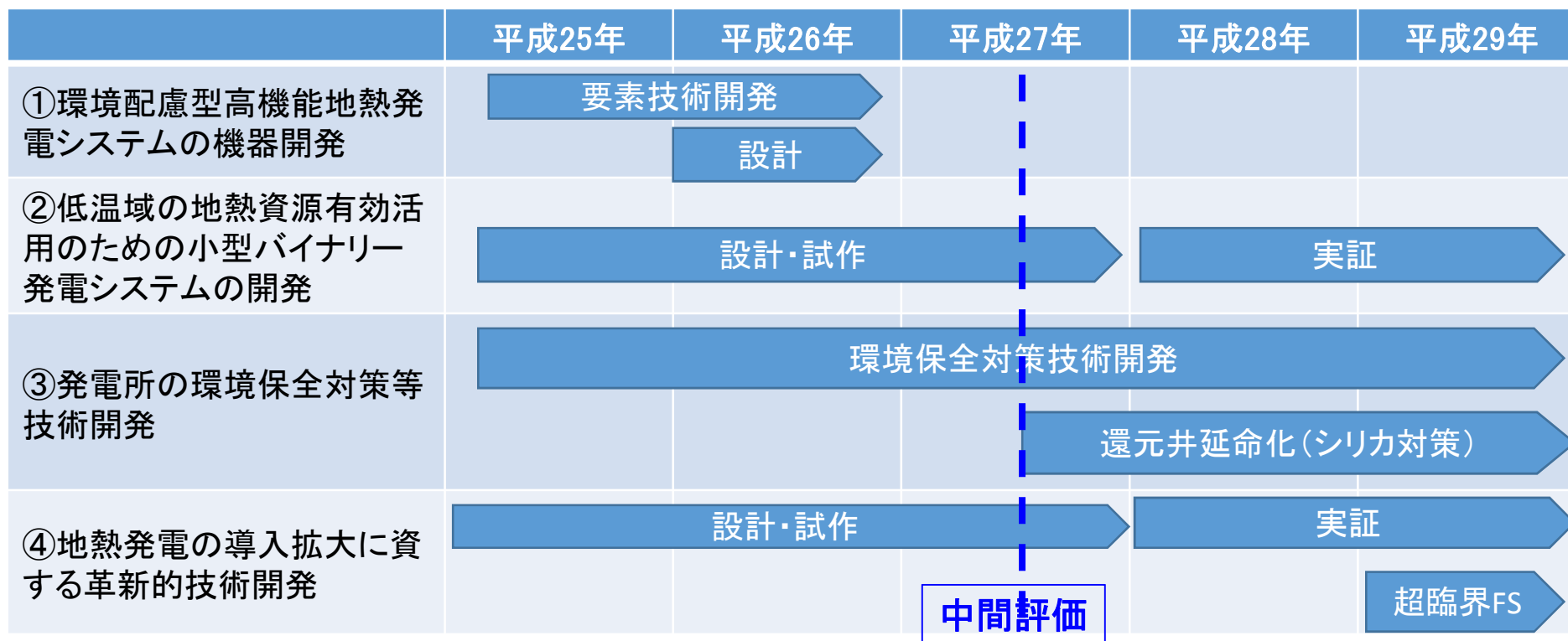
(4) 地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発

上記(1)～(3)以外で地熱発電導入拡大に資する革新的技術開発を行う。

Ⅱ. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール(～H29年度まで)

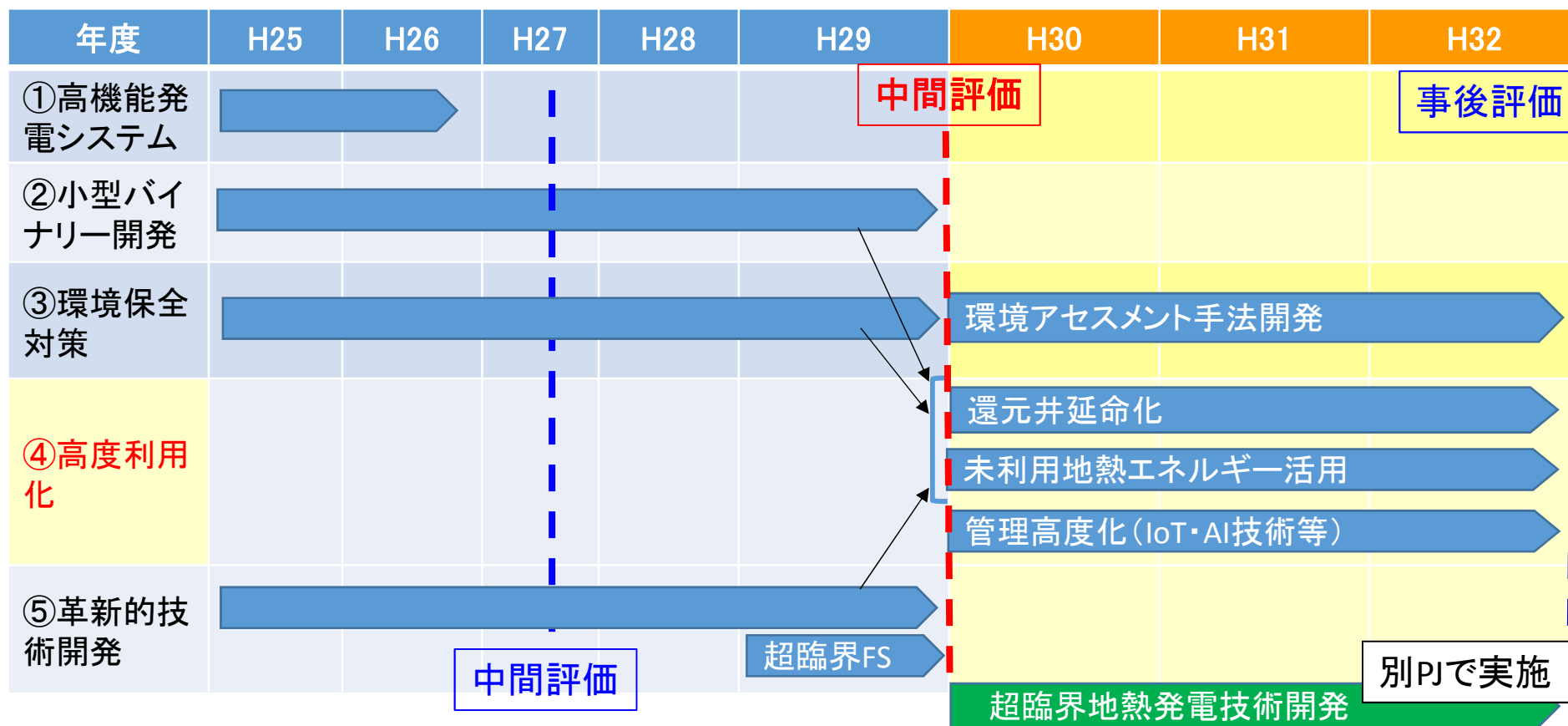
- プロジェクト開始当初は、プロジェクト期間は平成25～29年度の5か年。
- 平成27年にそれまでの2か年の状況やプロジェクトの中間評価の結果を踏まえ、発電所の高度利用化(発電能力の回復・維持・向上等)に係る項目を追加し、主に還元井延命化(シリカ対策)に係る技術テーマを採択。
- 平成29年度に「エネルギー・環境イノベーション戦略(H28.4)」を受け、超臨界地熱発電に係る実現可能性調査を実施。
- これまでに、22テーマの研究開発を採択。



Ⅱ. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール (H30.2 基本計画改定)

- 事業期間を平成32年度まで延長。テーマ①及び②は終了し、平成27年度に追加した高度利用化を中心に、テーマを追加拡充。
- 超臨界地熱については、独立したプロジェクトとして分離。



Ⅱ. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 事業の目標

個別テーマの分類整理

個別テーマ22件のうち10件が「研究開発項目（4）地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発」に分類されており、開発目標が研究開発項目（1）～（3）のいずれかに整理が可能であり、再整理を実施した。

研究開発項目	採択時件数	目標
(1)環境配慮型高機能地熱発電システムの機器開発	1	①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)の確立
(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	6	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、 ①熱効率7%以上に資するシステムの確立 ②スケール対策、腐食対策に係る技術の確立 ③二次媒体の高性能化に係る技術の確立
(3)発電所の環境保全対策技術等開発	5	①ガス漏洩防止や拡散シミュレーション技術等の確立 ②発電所の高度利用に向けた技術(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)等の確立
(4)地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発	10	上記(1)～(3)以外で地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ・地熱発電システム(熱効率20%) ・バイナリー発電(熱効率7%) ・スケール対策 ・環境保全対策 ・超臨界地熱の実現可能性調査

Ⅱ. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆事業の目標

(4) 地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発

個別テーマ	テーマ目標	再分類後の研究開発項目先
地熱発電適用地域拡大のためのハイブリッド熱源高効率発電技術の開発	発電効率20%以上の発電システムの実証	(1): 地熱システム熱効率20%以上
事業採算性と環境保全を考慮したバイナリー発電システムに供するタービン発電機の開発設計	システム効率7%を達成可能なバイナリタービン発電機を設計する。	(2)-①: バイナリー熱効率7%以上
低温域の地熱資源有効活用のためのスケール除去技術の開発	150ppm以下までシリカ除去可能な装置の開発	(2)-②: スケール対策
温泉熱利用発電のためのスケール対策物理処理技術の研究開発	スケール対策の年間運用コストを従来の浚渫・薬注コストに比較し20%低減	(2)-②: スケール対策
電気分解を応用した地熱発電用スケール除去装置の研究開発	既存のスケール対策装置よりもコスト優位性のある有隔膜式電解装置を開発する。	(2)-②: スケール対策
バイナリー式温泉発電所を対象としたメカニカルデスクレーピング法の研究開発	スケール除去に関する導入・運用コストを20%低減する	(2)-②: スケール対策
地熱発電プラントのリスク評価・対策手法の研究開発(スケール/腐食等予測・対策管理)	地熱発電プラントの操業におけるリスク評価システム技術を確立する	(3)-①: 環境保全対策
還元熱水高度利用化技術開発(熱水中のスケール誘因物質の高機能材料化による還元井の延命・バイナリー発電の事業リスク低減)	シリカ回収技術により還元井寿命を2倍以上に延命化可能であることを示す	(3)-①: 環境保全対策
天然・人工地熱システムを利用した超臨界地熱発電の発電量、経済性および安全性に関する詳細検討	超臨界地熱資源からの熱抽出が可能であることを示すこと、並びに、従来の地熱発電の発電コストと同等であることを示すこと。	(4)のまま
超臨界地熱場における革新的モニタリング及びシミュレーション技術の詳細検討	超臨界地熱資源からの熱抽出が可能であることを示すこと、並びに、従来の地熱発電の発電コストと同等であることを示すこと。	(4)のまま

Ⅱ. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

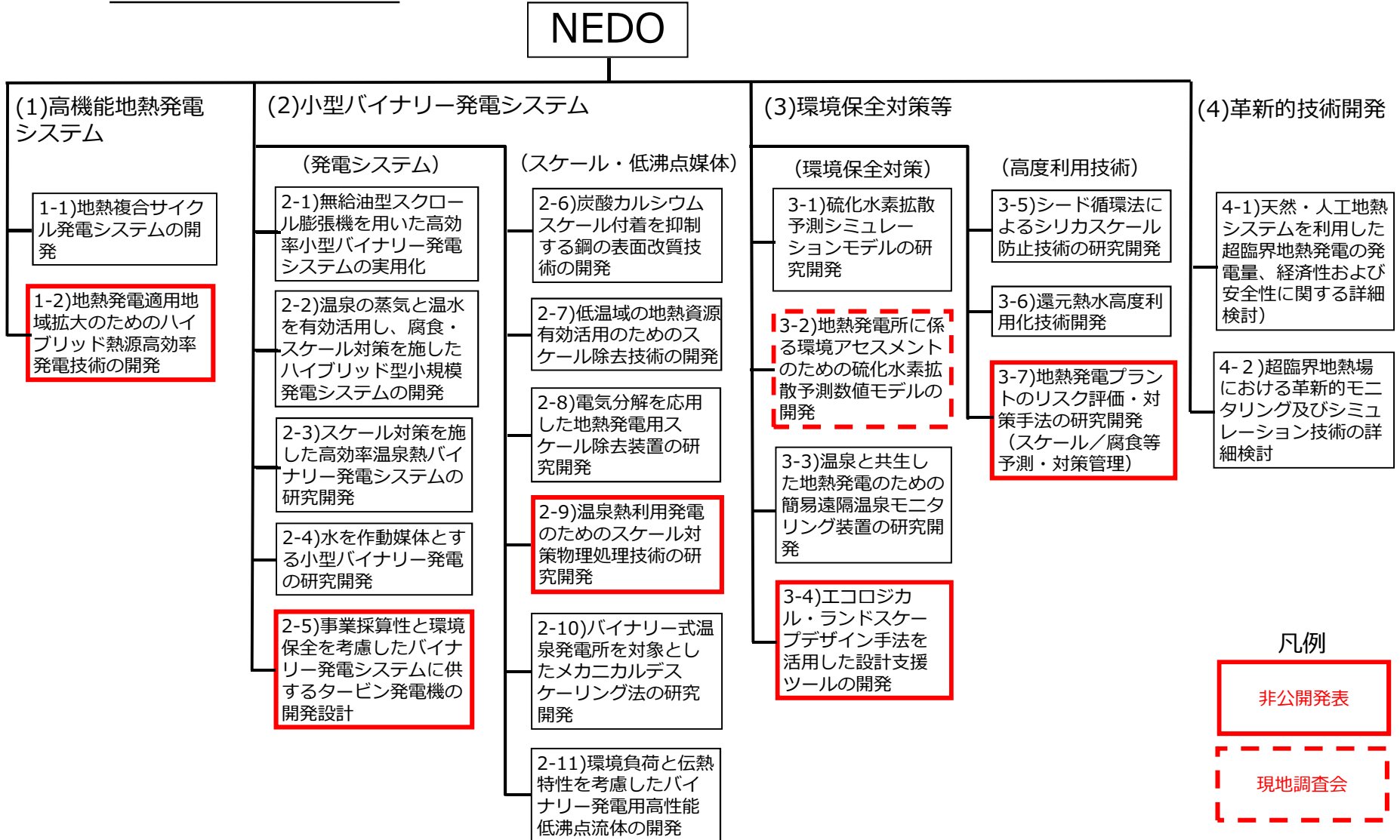
※開発テーマの分類整理後

研究開発項目	研究開発目標	根拠
(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。	国内既存地熱発電所の熱効率の実績である平均14%に対し、4割改善となる20%を目指す。
(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、二次媒体の高性能化に係る技術を確立する。	現状の先端技術であるアンモニアバイナリー発電システムの設計熱効率(年平均5.41%、冬期6.57%、夏期2.76%)の <u>3割改善</u> となる年平均7%とした。
(3)発電所の環境保全対策技術等開発	ガス漏洩防止技術や拡散シミュレーション技術、発電所の高度利用に向けた技術(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)等を確立する。	環境アセスメントで必要な硫化水素拡散挙動予測が簡易に短期間でできれば、アセス期間が短縮できる。
(4)地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発 ※分類整理後	超臨界地熱資源からの熱抽出が可能であることを示すこと、並びに、従来の地熱発電の発電コストと同等であることを示すこと。	実現可能性調査として、超臨界地熱発電の工学的・経済的な実現可能性を調査する必要がある。

◆ 研究開発の実施体制

全体概要

研究開発テーマ名

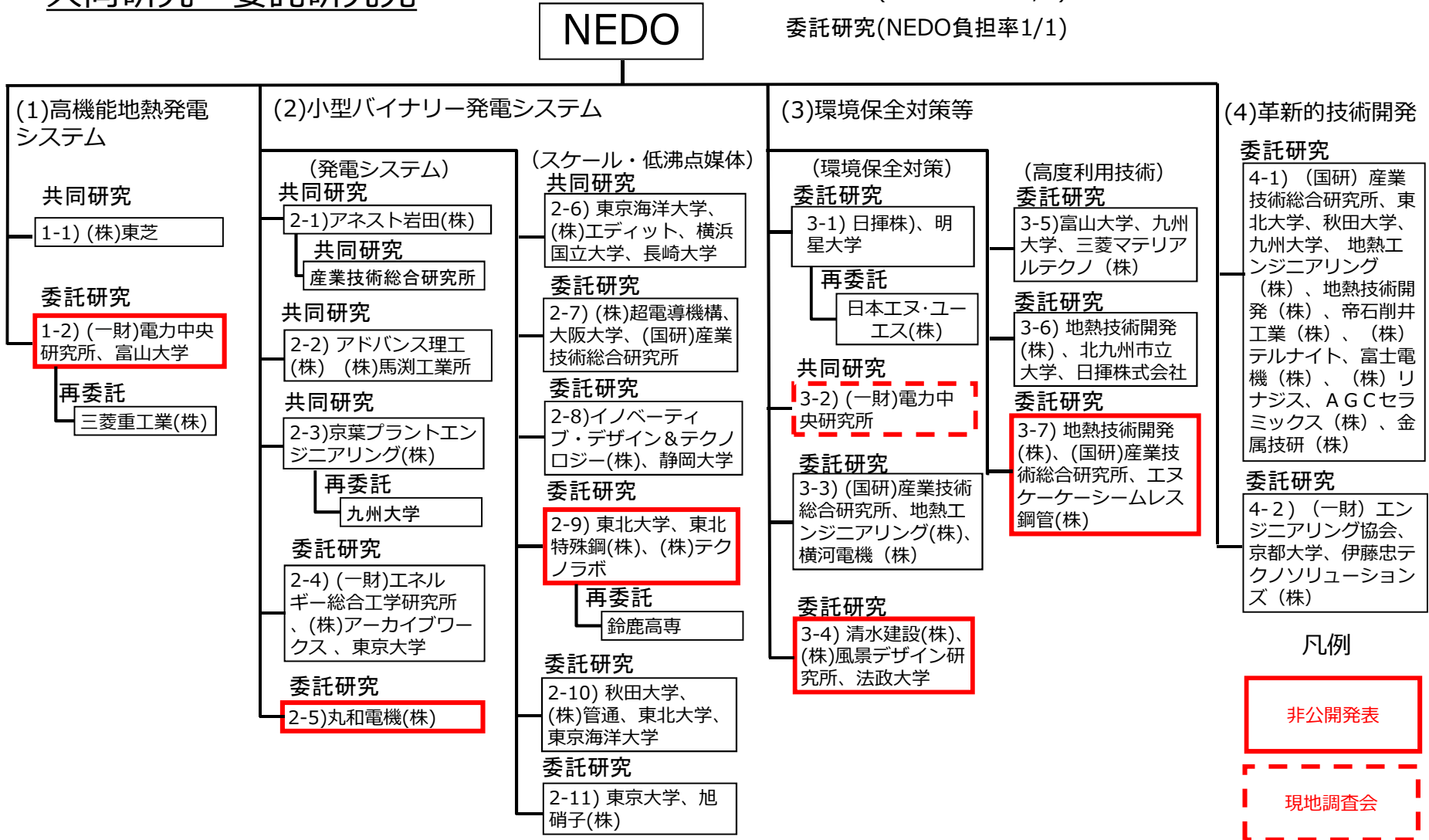


◆ 研究開発の実施体制

全体概要

共同研究・委託研究先

共同研究(NEDO負担率2/3)
委託研究(NEDO負担率1/1)



◆プロジェクト費用

※開発テーマの分類整理後

◆費用

(単位:百万円)

研究開発項目	平成25 年度	平成26 年度	平成27 年度	平成28 年度	平成29 年度	合計
(1)環境配慮型高機能地熱発電システムの機器開発	21.6	29.1	25.3	120.1	49.6	246
(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	107.4	388.3	772.2	420.3	374.3	2,062
(3)発電所の環境保全対策技術等開発	53.1	201.3	551.0	874.2	514.3	2,194
(4)地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発	0.0	0.0	0.0	0.0	200.2	200
NEDO負担額合計	182.1	618.7	1,348.5	1,414.5	1,138.4	4,702

◆ 研究開発の進捗管理

- ① 開発項目の着実な実施と確実な達成に向け、適時、**技術委員会**を開催(現地開催を含む)し、NEDOおよび実施者で実施内容や進捗を確認する会議を設け、必要に応じた対応方法の修正等を実施した。
- ② 地熱発電所開発への期待が高まる社会情勢を鑑み、追加公募を複数回実施する等、時勢を捉えた**新しい手法や取り組みを新規に採択**。また、当該事業の進め方・あり方について、外部有識者による検討委員会をNEDOにて設置し、これまでの開発項目のみならず、新たな開発項目に関する議論も実施した。
- ③ **地熱学会学術講演会オーガナイズドセッション**(平成28年度)にて成果の進捗について報告し、第三者と多くの意見交換を行った。成果普及のためのアピールとなった。
- ④ **日本地熱協会と技術交流会**を開催し、成果が得られている環境保全対策技術の各テーマの紹介を行うとともに、平成29年度以降の新規テーマについて意見交換を行い、地熱事業に関わる会社関係者から要望等を受けた。

Ⅱ．研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆ 動向・情勢の把握と対応

関係省庁との情報交換を密にすることにより、動向と情勢を把握しつつ、開発マネジメントに活かしている。

情勢	対応
環境省において平成24年3月より「 国立・国定公園内の地熱開発の取り扱い 」が通知され、条件付きで特別地域(第2・3種)の開発が可能となり、優良事例形成に向けた議論が開始された。	優良事例形成に資する取り組みについては、 エコロジカル・ランドスケープデザイン手法を活用した設計支援ツール の開発を採択(平成26年12月採択)し、実施した。
内閣府で平成28年4月に策定された「 エネルギー・環境イノベーション戦略 」において、温室効果ガス排出量を削減するポテンシャルが大きい、有望な革新的技術として超臨界地熱発電技術が挙げられた。	この政策を受け、平成29年度には、「 超臨界地熱発電の実現可能性調査 」を実施した。平成30年度以降は、地熱発電技術研究開発から独立したテーマ化となる。
環境アセス迅速化を目的とした 前倒し環境調査(風力・地熱) が平成26年度から開始。	NEDOで開発された「 硫化水素拡散予測シミュレーション 」を安比及び鬼首に適用した。

◆中間評価(H27年度実施)結果への対応

下記は、主な指摘事項に対する対応。

	前回の指摘	対応
1	エネルギー基本計画中の地熱発電量の目標値を実現するためには、 発電目標とともに具体的に研究開発目標を記したロードマップが重要 である。	経産省でロードマップ見直しの際は、JOGMECと連携しつつ本プロジェクト成果が参考とされる様、引き続き当事業の進捗状況を共有し、平成33年度の新規テーマ計画立案に反映していく。
2	技術が最終的に普及していくかという点については、やはりコスト低減が不可欠であると考えられることから、 コスト低減を意識して進めたいことと、海外への普及可能性やコストによる国際競争力についてのアプローチ も望まれる。	製品・サービスに結びつく開発については、具体的な価格設定等、コスト低減を意識した技術開発を実施計画書に反映する等して徹底を図る。また、国際競争力を考慮したテーマ作りも今後検討していく。
3	モニタリング技術、景観配慮デザインなど、他用途への適用 が期待できる成果があることを積極的に広報すべきである。	他用途への展開・普及を期待できる成果は地熱協会、地熱関連の学会、研究会に限らず、他の学会(火原協等)、展示会等にて他用途展開の可能性も含めて積極的な広報に努める。また、JOGMECとの連携も必要。

◆ 中間評価(H27年度実施)結果への対応

	前回の指摘	対応
4	<p>地熱技術開発では、貯留層技術と地上設備技術とが連続的、複合的であることから、JOGMEC事業との情報交換をさらに進め、将来的には、連携して推進する体制(相乗効果)が望ましい(地上と地下で分断する事業仕訳が障害要因)。地熱多段階(カスケード)利用技術について配慮が必要である。</p>	<p>これまでは地下がJOGMECで地上がNEDOという事業仕訳であったが、前者が資源開発技術、後者が利用技術を推進し、お互いが連携して成果を出すという方針の転換がなされた。また、超臨界地熱のような次世代の長期的なテーマについてはNEDOで行う方針が示された。なお、エネルギーの有効利用の仕方もテーマとして検討していく。</p>

◆知的財産権等に関する戦略および知的財産管理

- ・開発成果に対する取り扱いとして、委託事業の成果に関わる知的財産権等については原則として、すべて実施機関に帰属させることとする(「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)。
- ・実施機関においては、我が国の産業競争力の強化に資するべく、開発した技術や成果の特徴を踏まえた知的財産マネジメントを実施する。
- ・案件別に委託先間で知財合意書を締結し、研究開発責任者の法人が知財マネジメント委員会を実施し、特許申請や成果の公表等を審議した。

Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 各実施者の開発概要

(1) 環境配慮型高機能地熱発電システムの機器開発

実施者	(株)東芝	電力中央研究所、富山大
概要	1-1) フラッシュ方式と超臨界バイナリー方式の複合サイクル発電システムの開発	1-2) 地熱発電にその他の未利用エネルギーを組み合わせ、地熱発電の熱効率向上、出力増加を図る
開発項目	低沸点媒体の選定、複合サイクルの最適化、機器の開発、スケール抑制技術の開発	ハイブリッド(地熱&バイオマス)発電システムの成立性・経済性評価、小規模実証試験、スケールセンサーの開発
開発対象イメージ		<p>※ 元図は環境省HPより</p>

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

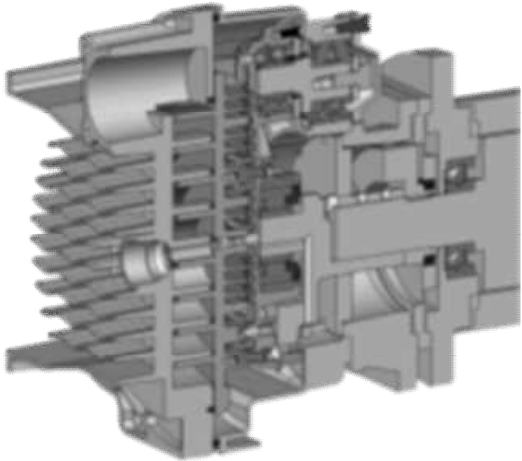
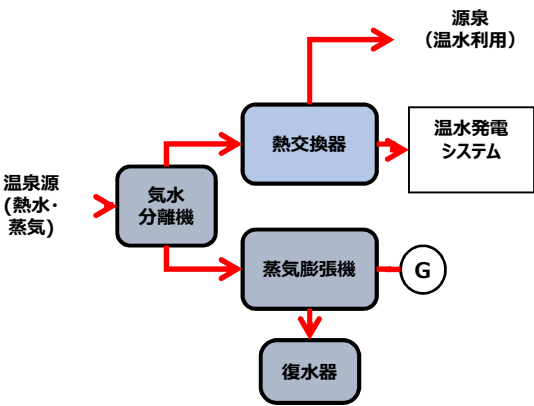
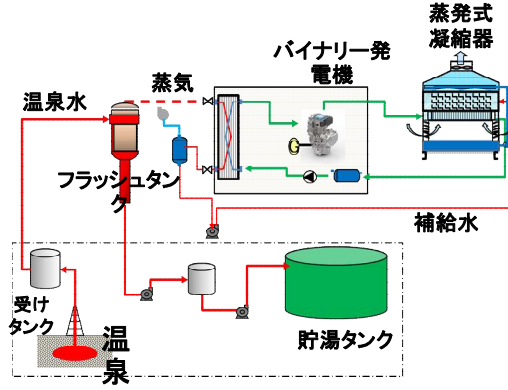
研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
(1)環境配慮型高機能地熱発電システムの機器開発	地熱発電システムの熱効率を20%以上に向上させる技術を確立する。	<ul style="list-style-type: none"> ・(1.1)複合サイクル発電システムにて熱効率20%以上のシステム設計技術を確立。 しかし、実証試験の候補なく未実施となり、事業終了となった。 ・(1.2)ハイブリッドシステムでは、熱効率20%を確認し、地熱とバイオマスのそれぞれ独立したシステムよりも、発電電力量は高く、発電コストも低減化できることが判明。 	<p>△×1</p> <p>○×1</p>	(1.1)実証試験候補地の選定(未利用坑井の活用等)

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部達成、×未達

◆各実施者の開発概要

(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

目標①: 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の確立

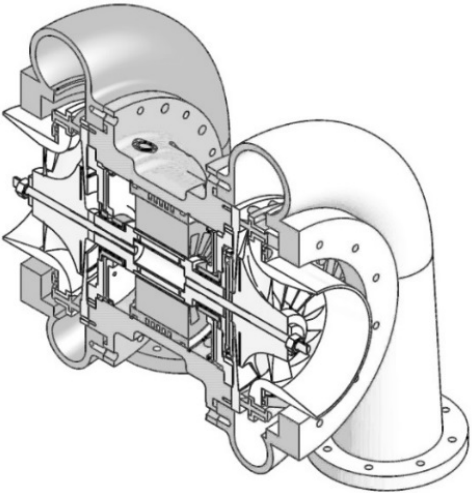
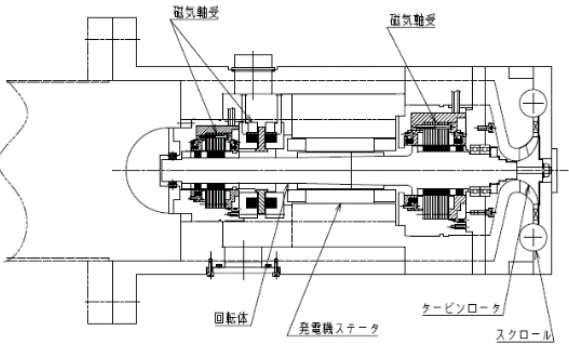
実施者	アネスト岩田(株)	アドバンス理工(株)、(株)馬淵工業所	京葉プラントエンジニアリング(株)
概要	2-1)無給油型スクロール膨張機を用いたバイナリー方式発電システムの開発	2-2)小規模の蒸気発電・温水発電のハイブリッドシステムの開発	2-3)温泉水から低圧蒸気を発生させ、スケールを除去する高効率バイナリー発電システムの開発
開発項目	発電効率向上、メンテナンスサイクル延長、コスト低減	スクロール型蒸気膨張機の開発、温泉発電システムとのハイブリッド化	スケール除去フラッシュタンク、高効率熱交換器、蒸発式凝縮器、温泉井戸における性能確認
開発対象イメージ			

Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆各実施者の開発概要

(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

目標①: 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の確立

実施者	エネルギー総合工学研究所、 (株)アーカイワークス、東京大	丸和電機(株)
概要	2-4) 水を作動媒体として用いるバイナリー発電システムの開発	2-5) 環境に配慮した低沸点新冷媒を採用し、無潤滑の磁気軸受けを搭載したタービン発電機の開発設計
開発項目	水潤滑軸受など発電装置の開発、熱交換器の高性能化、フィールドテスト	タービン発電機、磁気軸受け搭載回転体設計、実用化・事業化検討
開発対象イメージ		

◆プロジェクトとしての達成状況

小型バイナリー発電関連技術の開発 **高効率&実用性のあるシステムの見通しが得られた。**

分類	利用技術	研究開発 テーマ	開発内容	成果/課題
効率向上+メンテナンス負荷低減	潤滑油不使用、摺動部低摩耗材料採用	2-1	無給油型スクロール膨張機を用いたバイナリー方式発電システムの開発	温熱源80℃の実証試験では熱効率(送電端)4.3%であったが、ポンプや熱交換の最適化や熱の二次利用等で高効率化の見通し。また、コスト11百万円の見込みを得、事業化の見通しを得た。潤滑油不使用での連続運転可能なシール材の材料設計・評価を完了。
	スケール除去フラッシュタンク、高効率熱交換器、蒸発式凝縮器	2-3	温泉水から低圧蒸気を発生させ、スケールを除去する高効率バイナリー発電システムの開発	泉源に設置したシステム実証試験で熱効率(送電端)8.7%(5.9~9.5%で推移)を確認。100℃温泉水を低圧58kPa程度で85℃蒸気を抽出し、スケール除去を確認。
効率向上+出力向上	スクロール型蒸気膨張機、スケール対策熱交換器、汽水分離器	2-2	小規模の蒸気発電(フラッシュ)・温水発電(バイナリー)の熱有効利用(出力向上)を狙ったハイブリッドシステムの開発	実証試験で温水発電(3.2kW)+蒸気発電(1.2kW)により4.4kWの出力を確認。熱効率(送電端)は、温水発電は5.3~6.3%で実用化の見通しも得たが、蒸気発電は2.6%であり、蒸気量の確保が課題。
効率向上+環境配慮	水潤滑軸受、ツインタービン、可変ノズル、高効率熱交換器	2-4	水を作動媒体として用いるバイナリー発電システムの開発	20 kW級タービン、熱交換器を設計・試作し、温泉地でのシステム実証試験で温水65℃での発電を確認した。定格20KW@80℃は未達。
	冷媒、磁気軸受、タービン発電機	2-5	地球温暖化係数1、不燃性の低沸点新冷媒を採用し、無潤滑の磁気軸受け搭載のタービン発電機の設計	遠心式タービンを設計完了し、タービン形状の最適化により断熱効率86%を達成し、年間システム効率(発電端)7.8%の可能性を得た。4~5年で初期投資回収が可能な試算を得た。

Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆各実施者の開発概要

(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

目標②: スケール対策技術の確立

実施者	東京海洋大、(株)エディット、長崎大、横浜国立大	(株)超電導機構、大阪大、産業技術総合研究所	イノベティブ・デザイン&テクノロジー(株)、静岡大
概要	2-6)表面改質によりスケール初期付着を抑制しメンテナンス周期を延長	2-7)スケールが析出する前段において磁気分離により温泉水内シリカを除去する	2-8)電解水によるスケール除去技術を応用し、電気分解によりスケールを除去する
開発項目	表面改質材の開発、スケール抑制機構のモデル化	スケール成分の調査、スケール除去のための前処理工程の開発、磁気分離装置の開発	無隔膜電解装置、有隔膜電解装置の開発
開発対象イメージ	<p>スケール膜厚等</p> <p>従来材</p> <p>開発材</p> <p>メンテナンス線</p> <p>初期付着線</p> <p>時間</p> <p>I_c M_c I_d M_d</p>	<p>80℃以上 シリカ濃度 200~450ppm 程度</p> <p>貯湯</p> <p>pH調整 無機凝結剤 高分子凝集剤 強磁性粒子の添加など</p> <p>ケイ酸を吸着した 磁性フロックの形成</p> <p>粗大フロック を分離</p> <p>開放勾配磁気分離 【OGMS】</p> <p>高勾配磁気分離 【HGMS】</p> <p>magnet</p> <p>磁気フィルタ</p> <p>処理水 80℃以上 シリカ濃度 150ppm程度</p> <p>スラッジの 処理</p> <p>微小フロックを 精密に分離</p>	<p>バルブA</p> <p>電解槽</p> <p>排水 (+) (-)</p> <p>流量A</p> <p>ポンプ</p> <p>a点 b点</p> <p>バイナリー発電機 熱交換器</p> <p>流量B</p> <p>地下熱水</p>

Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆各実施者の開発概要

(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

目標②: スケール対策技術の確立

実施者	東北大、東北特殊鋼(株)、(株)テクノラボ	秋田大、(株)管通、東北大、東京海洋大
概要	2-9)超音波及び高周波電磁処理によるスケール付着防止	2-10)源泉の自噴を止めず、配管を解体せずにスケールを機械的に除去する
開発項目	強度・周波数可変型高出力高周波電源、源泉坑井管内で運用できる超音波及び電磁場発生プローブの開発、実証。	スケール付着計測技術、ウォータージェット及びピグを用いたスケール除去装置
開発対象イメージ		

◆プロジェクトとしての達成状況

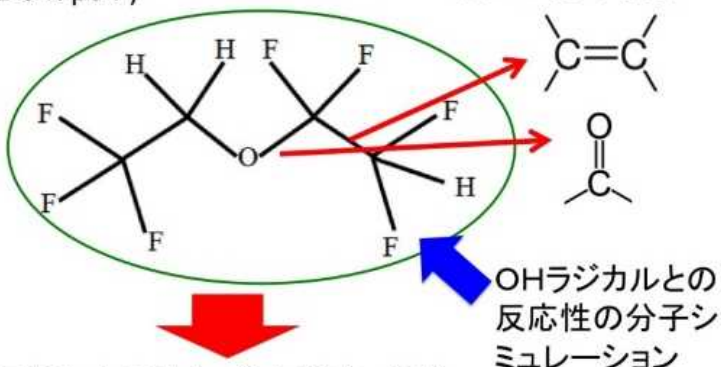
スケール対策関連技術の開発 泉質、設置環境に応じた複数のスケール対策方法を取得

分類	利用技術	研究開発テーマ	開発内容	成果
スケール除去技術	メカニカル(ウオータージェット、ピグ)	2-10	源泉を止めずに使用できる、ウオータージェット及びピグを用いたデスケーリング装置を開発する。	非破壊でスケール厚さ±10mmの精度で測定可能なモニタリングと、温泉熱水蒸気二相流中でのデスケーリング実験に成功。配管50m長に対して年間運用コストを20%以上低減可能なことを示した。
スケール抑制技術	金属材料の表面改質	2-6	金属表面改質により、スケールを付着しにくくして、温泉発電プラント環境におけるメンテナンス間隔を延長する。	スケール付着量を80%低減する材料を開発。メンテナンスまでの期間を現況と比較して1.5倍以上に延長する材料の設計指針とそのシステムを提案した。
	電気分解	2-8	出力20kW～50kWの温泉バイナリー設備(温泉水量60t/h)に対応した、電解スケール除去装置を開発する。	有隔膜式電解装置を試作し、配管および熱交換器へのスケール付着抑制効果を実証。また既存スケール対策(薬剤+機械式)に対し、コストの優位性が得られた。
	超音波及び高周波電磁処理	2-9	出力300W以上の高周波電源、150℃以上の耐熱性能を有し源泉内でも運用可能な、超音波及び高周波電磁処理のハイブリッドスケール防止装置を開発する。	ハイブリッドスケール防止装置の実証試験(3か所)でスケール除去効果を確認。温泉地の従来対策に対し最高約90%運用コスト低減を確認。
スケール成分回収	磁気分離	2-7	50kW級温泉バイナリー設備(湯量30t/h)に対応可能な、シリカの濃度を150ppmまで低減できる磁気分離装置を製作する。	処理温水量5t/hの磁気分離装置で、シリカ濃度を目標の150ppmまで低減。処理能力10t/hが経済的であるとの結論を得た。

◆各実施者の開発概要

(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

目標③: 二次媒体の高性能化に係る技術

実施者	東京大、旭硝子(株)
概要	2-11)環境負荷、安全性に加え、熱効率向上及びシステムの小型化を考慮した新たな低沸点媒体の開発
開発項目	要求される物性値の指針、新規媒体の合成、コンパクトなバイナリーシステムの提案
開発対象イメージ	<p>ベース材料: 例えばAE3000 (HFE-347pc-f)</p> <p>データマイニングを用いた分子設計</p>  <p>OHラジカルとの反応性の分子シミュレーション</p> <p>目標とする沸点, 熱伝導率, 潜熱, GWP, 引火点, 毒性の実現</p>

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

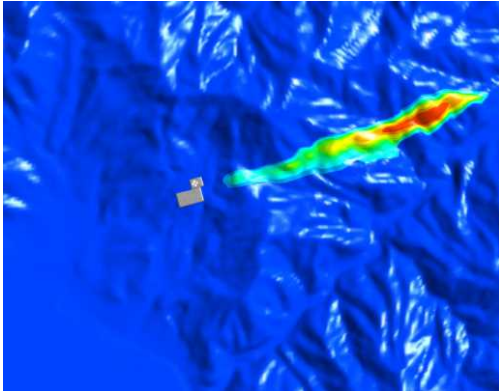
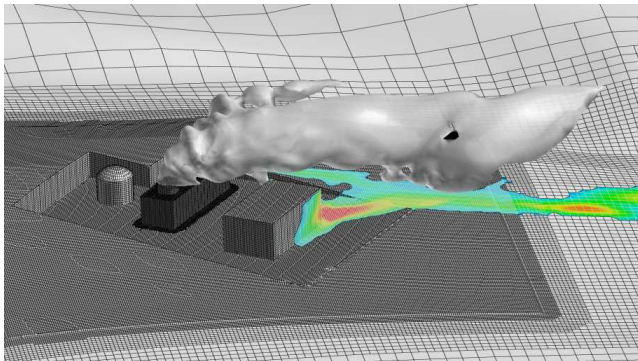
研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針 (△に対して)
(2) 低温域の地熱資源有効活用のためのバイナリー発電システムの開発	未利用の温泉熱を利用した低温域のバイナリー発電について、熱効率7%以上に資するシステムを確立する。	・複数のバイナリーシステムが提案され、熱効率7.8%のタービン発電機設計技術や、温泉水から低圧蒸気を発生させスケールを除去するバイナリー発電システムによる熱効率8.7%などが実証できた。	○×2 △×3	(2-1)(2-2) 必要な温熱温度や蒸気量などの条件を満足するサイトの選択が重要
	スケール対策、腐食対策に係る技術を確立する。	・スケール対策では、源泉を止めずに付着したスケールを除去するデスケリング技術や、薬品を使用せずスケール付着抑制させる電気分解処理技術や電磁+超音波処理技術、上流でスケール濃度を低減させる磁気分離技術などを確立した。	○×3 △×2	(2-6) 複数のスケール成分に対応した対策の構築
	二次媒体の高性能化に係る技術を確立する。	・高性能低沸点作動流体の構造設計手法、合成手法、物性値評価による選定に係る技術を確立した。	○×1	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部達成、×未達

◆各実施者の開発概要

(3) 発電所の環境保全対策技術研究開発①

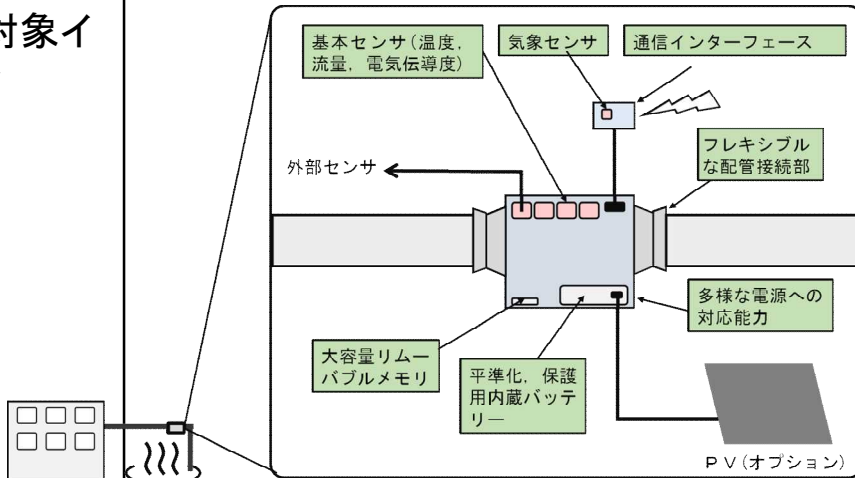

目標: ガス漏洩防止技術、拡散シミュレーション技術等の確立

実施者	日揮(株)、明星大学	電力中央研究所
概要	3-1) 硫化水素拡散予測評価期間の短縮化及び費用の削減を図るべく、風洞実験に代わる計算負荷・普及性を考慮した拡散予測数値モデルを開発	3-2) 硫化水素拡散予測評価期間の短縮化及び費用の削減を図るべく、風洞実験に代わる簡易及び詳細拡散予測数値モデルを開発
開発項目	<ul style="list-style-type: none"> ・硫化水素の拡散挙動の調査 ・拡散予測数値モデルの構築及び評価 ・手法確立へ向けた取組 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所周囲の地形概況調査 ・拡散予測手法の調査 ・既存データの整備・解析 ・簡易予測数値モデルの構築・評価 ・詳細予測数値モデルの構築・評価 ・手法確立へ向けた取組
開発対象イメージ		

◆各実施者の開発概要

(3) 発電所の環境保全対策技術研究開発①

目標: ガス漏洩防止技術、拡散シミュレーション技術等の確立

実施者	産業技術総合研究所、地熱エンジニアリング(株)、横河電機(株)	清水建設(株)、(株)風景デザイン研究所、法政大
概要	3-3) 温泉変動に関する正確なデータに基づいた科学的な説明を行い地熱発電と温泉の共生を図るため、高品位なバックグラウンドデータの取得ができるハードウェアを実用化。	3-4) エコロジカル・ランドスケープデザイン手法を活用し、地域の自然環境や風致景観に配慮した地熱発電所の設計・計画を支援するツールを開発する。
開発項目	モニタリング装置の設計・試作・実証試験	配慮手法のパタン化、自然環境分析手法、景観分析手法、支援アプリの開発
開発対象イメージ	 <p>The diagram shows a central monitoring device with several components labeled: <ul style="list-style-type: none"> 基本センサ (温度, 流量, 電気伝導度) - Basic sensors (temperature, flow, electrical conductivity) 気象センサ - Weather sensor 通信インターフェース - Communication interface 外部センサ - External sensor フレキシブルな配管接続部 - Flexible piping connection part 大容量リムーバブルメモリ - Large capacity removable memory 平準化, 保護用内蔵バッテリー - Smoothing, protection built-in battery PV (オプション) - PV (optional) 多様な電源への対応能力 - Ability to handle various power sources </p>	<p>配慮手法パタン組み合わせ例</p>  <p>The illustration shows a scenic landscape with a path, trees, and water, representing the application of the developed design patterns.</p>

Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 各実施者の開発概要

(3) 発電所の環境保全対策技術研究開発①

目標：発電所の高度利用に向けた技術（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）等の確立

<p>実施者</p>	<p>富山大学、九州大学 三菱マテリアルテクノ(株)</p>	<p>地熱技術開発株式会社 北九州市立大学 日揮株式会社</p>	<p>地熱技術開発(株)、産業技術総合研究所、エヌケーシーメス鋼管(株)</p>
<p>概要</p>	<p>3-5) 少量の凝集剤添加で熱水中の過飽和シリカを除去し、地熱貯留槽への負荷を減らす。</p>	<p>3-6) 熱水中のシリカをコロイダルとして回収するシステム開発。またリチウムも同時に回収</p>	<p>3-7) 腐食・スケール付着による損傷事故の予測を行い、適正な対策手法を提示するリスク評価技術の確立</p>
<p>開発項目</p>	<p>シリカ除去方法の開発、連続シリカ除去試験用プラントの設計、製作、試験、実用化プラント設計</p>	<p>コロイダルシリカ回収技術、リチウム回収技術、事業化検討</p>	<p>腐食・スケールデータベースの構築、モニタリング技術の開発、リスク評価システムの開発、評価実証試験</p>
<p>開発対象イメージ</p>			

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針(△に対して)
(3) 発電所の環境保全対策技術等開発	ガス漏洩防止技術や拡散シミュレーション技術等を確立する。	<ul style="list-style-type: none"> ・風洞実験の代替となる硫化水素の拡散シミュレーションを開発し、高精度な濃度予測とともに開発費・開発期間の半減が実現できた。 ・ステークホルダーとの合意形成に利用できるエコロジカル・ランドスケープ手法、(3.4) 温泉地との共生に有効な簡易遠隔温泉モニタリング装置などのツールを構築できた。 	<p>○×2</p> <p>△×2</p>	(3-1) 拡散予測の精度向上(追加モデル)が課題
	発電所の高度利用に向けた技術(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)等を確立する。	<ul style="list-style-type: none"> ・還元熱水中のスケール成分の高い回収効率と品質が実現できた。 ・運用向上を図った地熱発電プラントのリスク評価・対策手法などの技術を確立できた。 	<p>○×2</p> <p>△×1</p>	(3-5) シリカ産廃処理費を削減する追加策が必要

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部達成、×未達

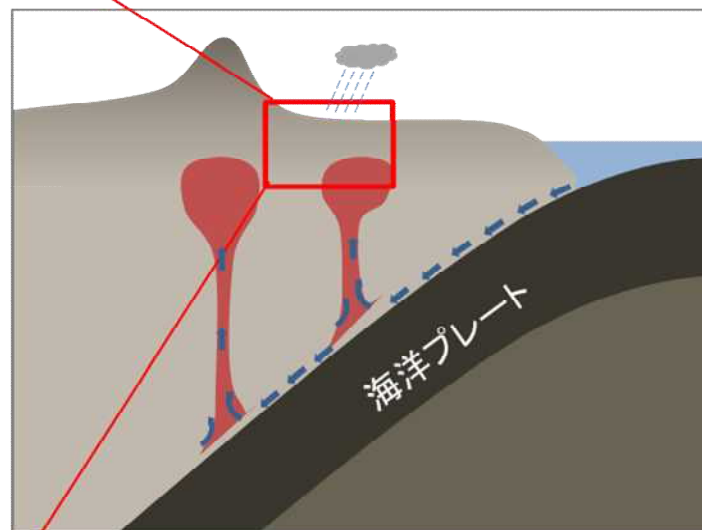
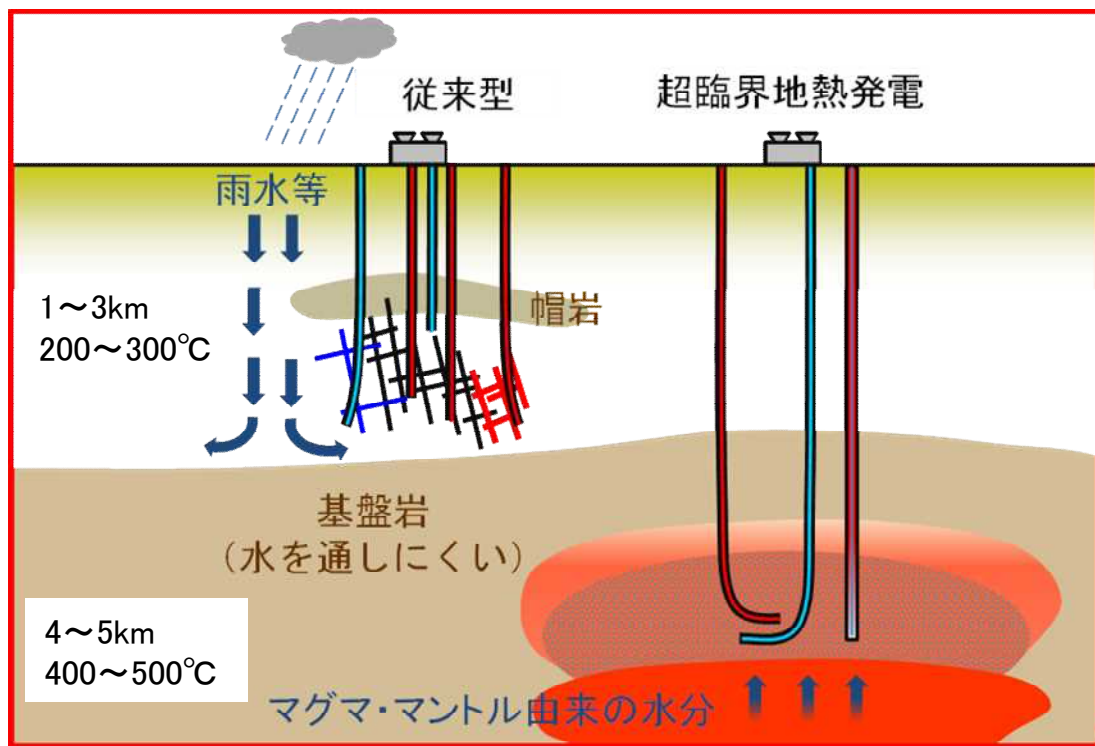
Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 各実施者の開発概要

(4) 地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発
(超臨界地熱発電技術)

○ 超臨界地熱とは

- 場所: 活動的および非活動的火山の下
- 深さ: 地下4~5km程度
- 水の相状態: 超臨界(374°Cおよび22MPa以上)または準超臨界
マグマ・マントル由来の水(高塩濃度、高ガス濃度)
- 岩石物性: 脆性-延性遷移の下、もしくは、弾性-塑性境界
- 発電規模: >100MW規模

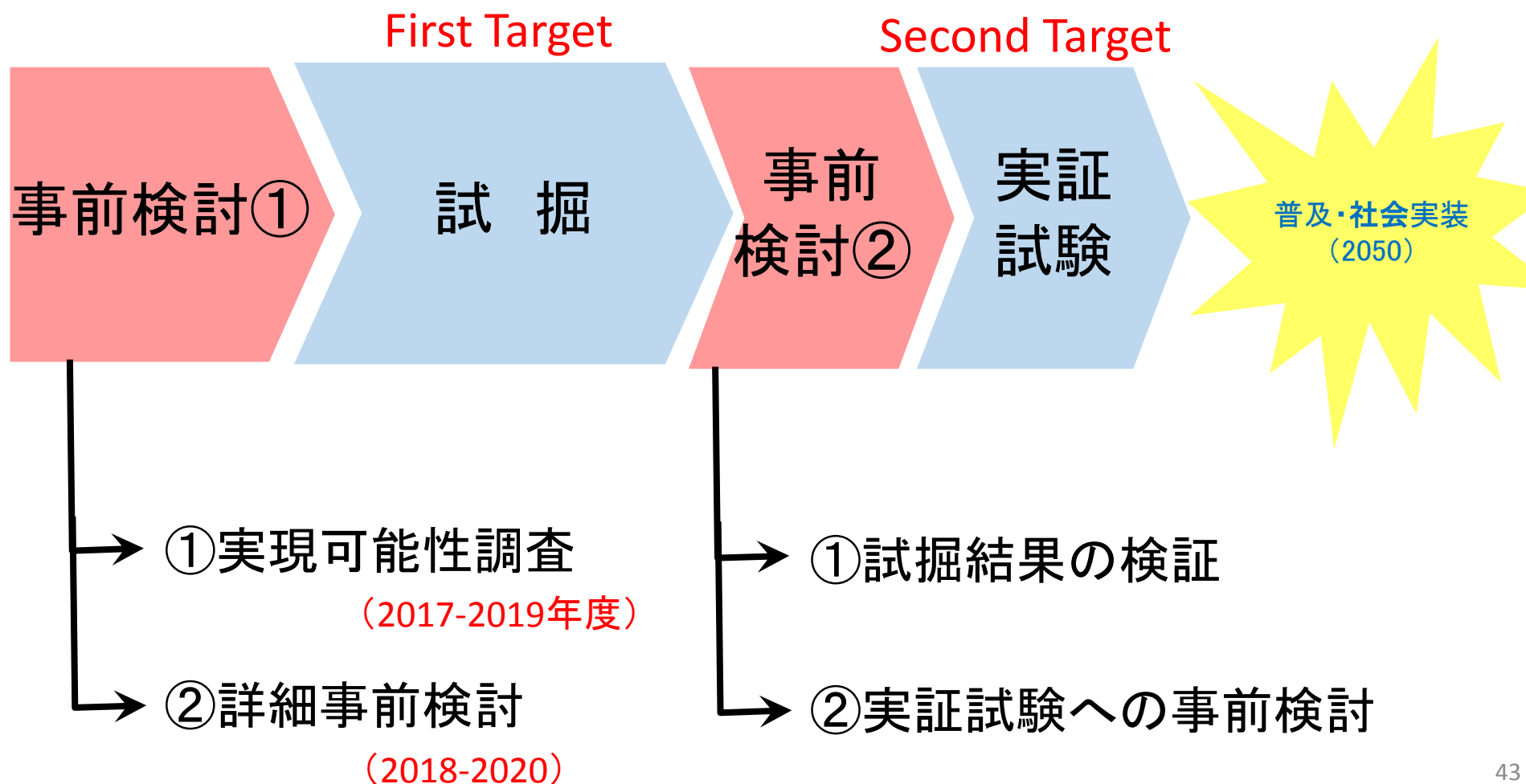


出典: NEDO技術戦略研究センター作成(2017)

◆各実施者の開発概要

(4)地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発
(超臨界地熱発電技術)

研究開発イメージ(ロードマップ)



◆各実施者の開発概要

(4)地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発

目標:超臨界地熱資源からの熱抽出が可能であることを示すとともに、従来の地熱発電の発電コストと同等であることを示すこと。当該要素技術の検討等。

実施者	産業技術総合研究所、東北大学、秋田大学、九州大学、地熱エンジニアリング(株)、地熱技術開発(株)、帝石削井工業(株)、(株)テルナイト、富士電機(株)、(株)リナジス、AGCセラミックス(株)、金属技研(株)	エンジニアリング協会、京都大学、伊藤忠テクノソリューションズ
概要	天然・人工地熱システムを利用した超臨界地熱発電の発電量、経済性、および安全性に関する詳細検討	超臨界地熱フィールドにおける革新的モニタリング及びシミュレーション技術の詳細検討
開発項目	<ul style="list-style-type: none"> ・超臨界水状態把握及び地下現象のシミュレーション技術 ・超臨界地熱発電の実現に必要な材料・機器 ・超臨界地熱発電システムの経済性評価 ・超臨界地熱発電システム地点開発における環境影響の最小化と安全性確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・超高温環境における長期連続観測システム検討 ・超臨界条件を含むシミュレーション技術検討

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
(4)地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発	超臨界地熱資源からの熱抽出が可能であることを示すとともに、従来の地熱発電の発電コストと同等であることを示すこと。要素技術の検討。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 架空モデルにより、1坑井あたり27～45MW、貯留層あたり100MW以上の発電が可能。 ・ 現在の地熱発電所の発電コストと同等であることを確認（9.8～12.6円/kWh）。 ・ 要素技術として、モニタリング・シミュレーションの各技術の詳細検討を実施した。 	<p>○×1</p> <p>△×1</p>	地上設備の設計が不十分の箇所（シリカ対策、腐食対策等）があり、さらに2か年継続調査を行うことで技術課題の解決と経済性の再評価を実施する。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部達成、×未達

◆ 知的財産等の取得、成果の普及

○ 成果の普及については、NEDOは、技術情報流出に配慮しつつ、実用化・事業化を促進するため、情報発信を行うように指導。

○ NEDO自身も、学会・シンポジウムでの講演、専門誌への寄稿等を行っている。平成27年6月末時点で講演13件、専門誌への寄稿1件。

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	計
特許出願(うち 外国出願)	1(0)	3(0)	5(0)	4(0)	3(0)	16(0)
論文(うち 査読付き)	0(0)	3(2)	9(8)	10(8)	9(9)	31(27)
研究発表・講演	3	33	41	40	40	157
新聞・雑誌等への掲載	0	2	3	4	6	15
その他 (展示会出展等)	0	14	7	5	8	34

※平成30年5月31日現在。

※NEDO成果報告会発表および、NEDO自身の件数は含まない

◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

本事業における「事業化・実用化」とは、当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

① 環境配慮型高機能地熱発電システムの機器開発

＜ハイブリッド熱源発電システム＞性能、経済性、環境性、地域共生などの観点から最も有望な「地熱/バイオマスハイブリッド熱源発電システム」の最大の課題は、地熱およびバイオマスの双方の賦存量が必要十分な開発候補地点の選定である。今後、本事業にてポテンシャル調査を実施した地域等において、実規模での実証試験が計画・遂行されることを期待している。

開発候補地のポテンシャル調査(地熱資源+バイオマスポテンシャル推計値)

- ・北海道上川町+周辺3町: 蒸気フラッシュ150°C以上+1万t/年。
- ・北海道弟子屈町: 地熱開発有望地点3か所(町の調査)+1.9万t/年。
- ・東北八幡平地域: 澄川・大沼周辺で地熱開発進行中+1.4万t/年

*本事業にて調査した特定間伐等促進計画に基づくバイオマスの最大調達可能量

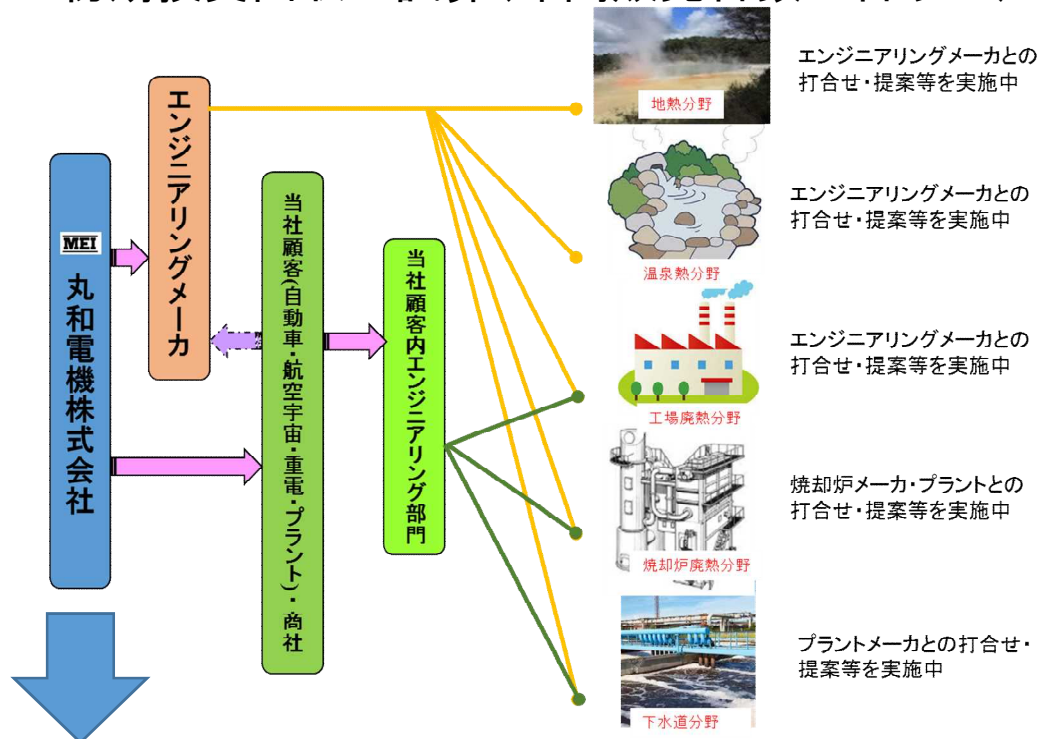
- 地熱開発事業者、電気事業者、自治体等への理解促進を目的としたヒアリングを継続して実施
- 蒸気過熱試験の簡素化、標準化を目指すなど、本システムの商用化に向けた取り組みを推進

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

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

< 事業採算性と環境保全を考慮したタービン発電機の開発設計 >

4～5年での初期投資回収の試算(年間販売台数10台以上)



- エンジニアリングメーカーをはじめ、将来的な市場とパートナーの調査を推進
- NEDO「ベンチャー企業等による新エネルギー技術革新支援事業」でタービン発電機の実用化に向けた技術開発を計画

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

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

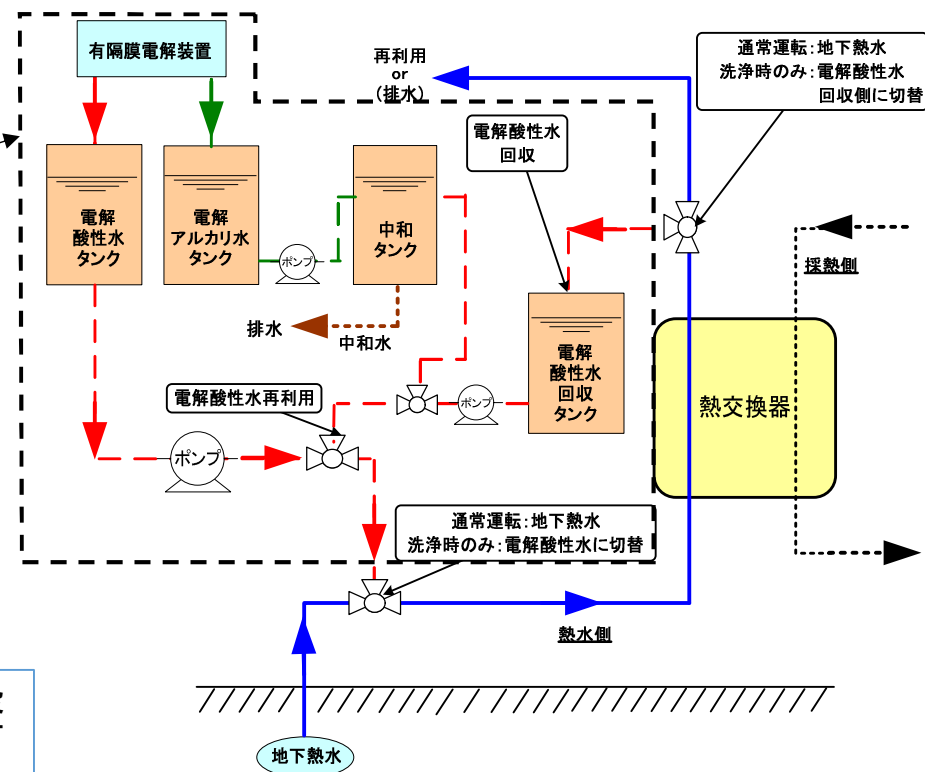
・ < 電気分解を応用した地熱発電用スケール除去装置の研究開発
 スケール除去効果、採算性のあった有隔膜式電解装置で今後商品化を目指す。



有隔膜式電解装置



➤ 経済産業省のサポイン事業(戦略的基盤技術高度化支援事業)で工業分野(製造現場)で実用化に向けた装置開発を継続する。



システム構成図(循環洗浄方式)

◆実用化・事業化に向けた具体的取組

○開発した硫化水素拡散予測数値モデルが「改訂・発電所に係る環境影響評価の手引(経済産業省)」に反映(H29.5)

⇒開発したモデルが、環境アセスメントで利用可能になった。

改訂・発電所に係る環境影響評価の手引(経済産業省)【抜粋】

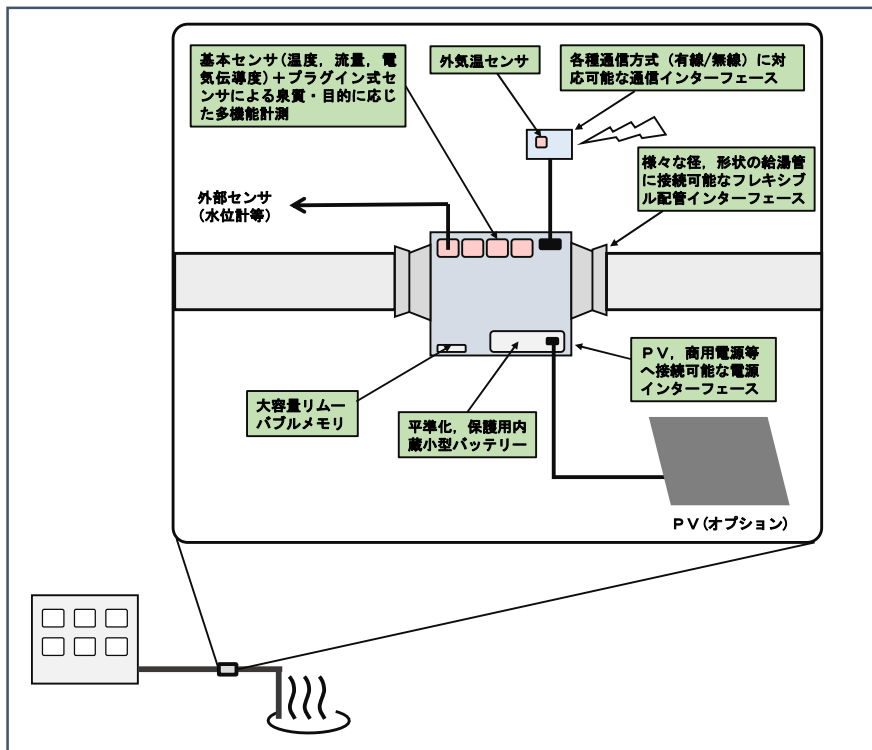
【第4章 六 予測の基本的な手法について】

イ 基本的な考え方

発電所の・・・従ってその着地濃度の予測は地形、建物の影響及び排気の上昇過程の相似性を考慮した風洞実験、又は風洞実験に代替できる数値計算モデル(例えば、「地熱発電所から排出される硫化水素の大気拡散予測のための数値モデル開発、大気環境学会誌、第52巻、第1号、pp.19-29(2017)」に示される数値計算モデル)により行う。

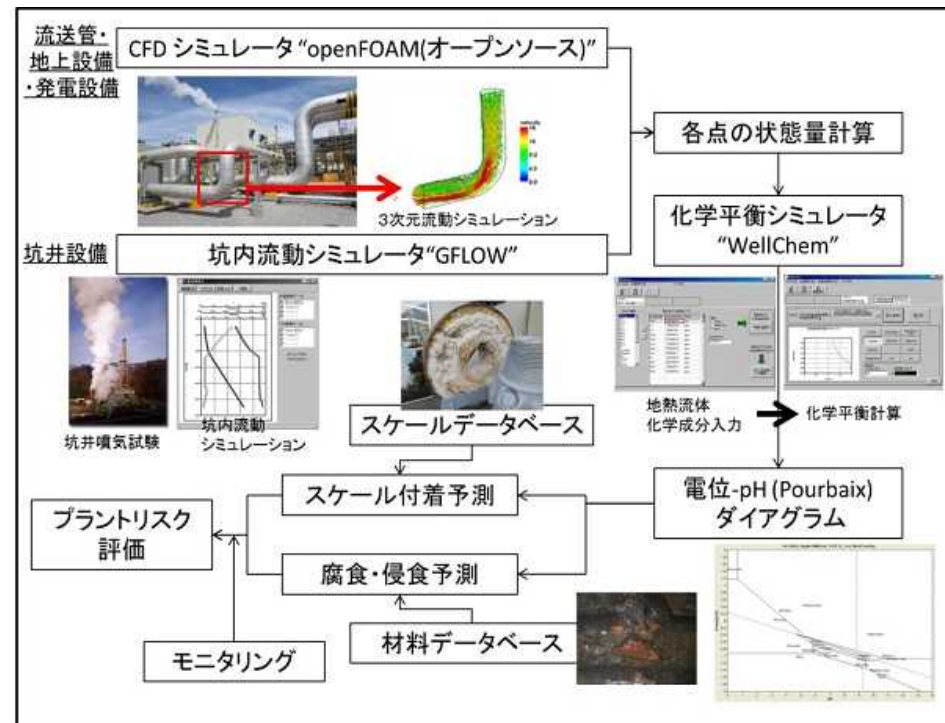
◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

【温泉モニタリングシステム】



- 開発されたモニタリング装置の普及促進
- IoT-AI技術を適用した温泉資源適正利用化の研究開発 (平成30年～32年)

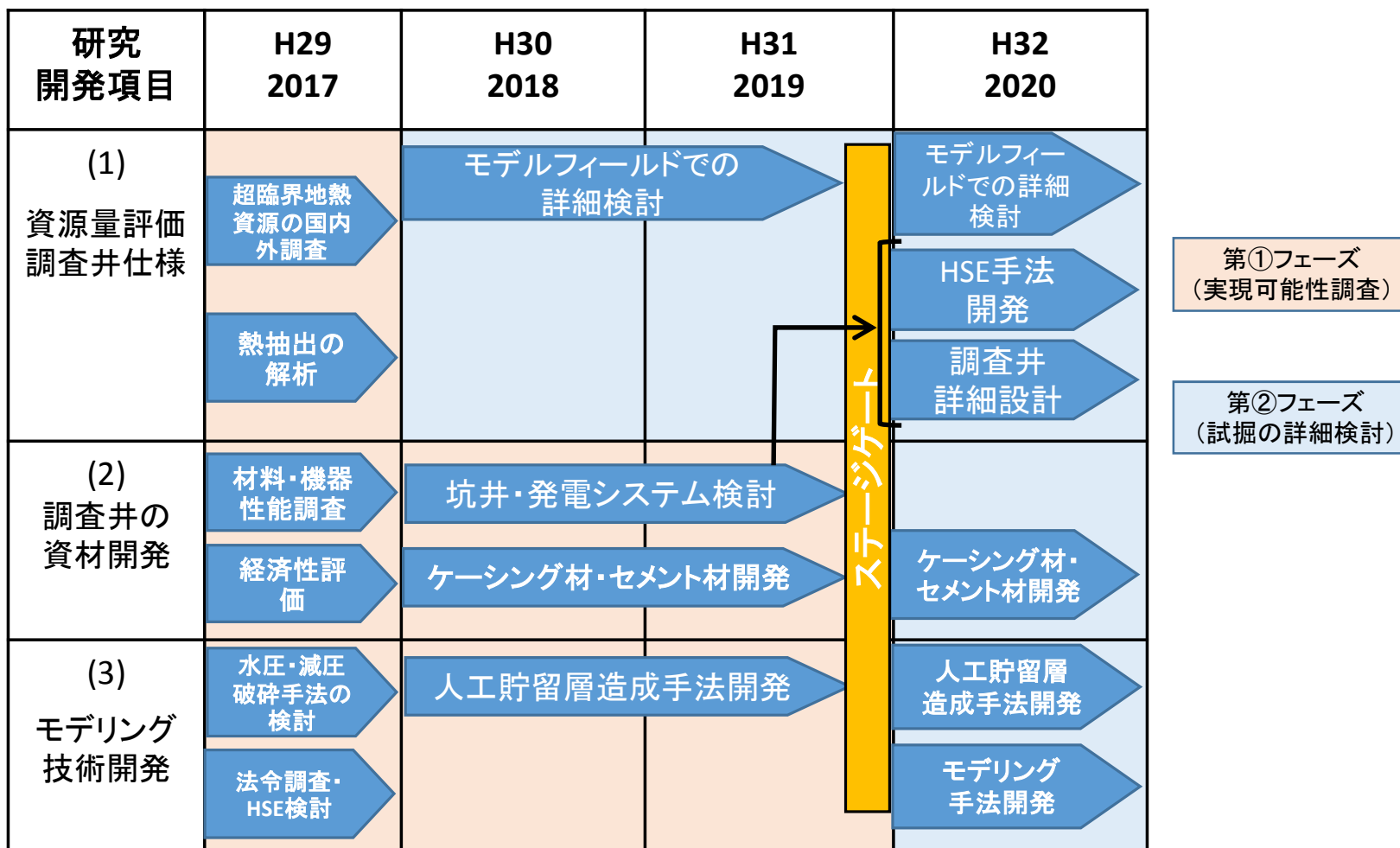
【プラントリスク手法開発】



- 開発されたデータベース・予測評価手法の公開
- 300～350℃領域のデータベース化作成等の研究開発 (平成30年～32年)

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

④ 地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発(超臨界地熱発電技術)



◆波及効果

- ・地熱発電プラントのリスク評価・対策手法開発では、平成30年度からの継続案件終了後には、地熱の関連テーマ「超臨界地熱発電技術研究開発」へ継承していくテーマとなる。
- ・簡易遠隔温泉モニタリング装置開発では、本装置が多くの温泉地に普及することで、温泉事業者に地熱開発の理解が促進され、温泉事業者が中小規模の地熱発電を導入する機会を与えるものとなり、温泉問題の緩和に資する。
- ・エコロジカル・ランドスケープの手法については、地熱開発以外でも、風力や送電線鉄塔建設等の山間部での開発における景観予測ツールとなり、いろいろな分野での活用が期待される。