

【2022.8.9 第29回 原子力小委員会】

資料3 カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)(事務局提出資料)(抜粋)

## 4. 革新炉開発における課題と対応策

### 4.1. 革新炉開発を巡る悪循環

- 福島第一原子力発電所事故以降、原子力開発の方向性が不明瞭となったことから、新規建設の具体的プロジェクトが途絶し、開発や施設整備への予算に加え、規制やファイナンス等の制度による支援が不足している。
- これに伴い、原子力開発の体制やそれに関わるサプライチェーンが脆弱化してきており、原子力開発全体の活動度の低下が見られている。こうした中、開発の方向性を明確化する材料が得られず、さらに方向性が不明瞭になるという悪循環に陥っている。

#### 4.1.1. 革新炉開発に係る方向性の明瞭化

- 原子力開発は、概念設計・基本設計・詳細設計等の各設計段階において、機器・システムの技術実証のための高度なシミュレーション、試験や燃料・材料の照射試験等の研究開発を行いながら進めていく必要。
- 日本国内では、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」や高速炉開発の「戦略ロードマップ」はあるものの、運転開始時期を念頭に置いたものとはなっておらず、炉ごとの開発マイルストーン・優先順位が不透明。

#### 4.1.2. 開発予算・施設の整備

- 日本国内の革新炉開発予算は、資源エネルギー庁において直近20年間で最大でも年間100億円ほどで、ここ10年ほどは半減。日本原子力研究開発機構(JAEA)では、震災後、明確な研究開発目標が不透明となる中、全体の予算額の減少に加え、新規規制基準対応や廃炉等に予算が割かれ、革新炉研究開発予算は急減。
- 予算規模が不足する中、要素技術開発とフェージビリティスタディに終始せざるを得ず、炉システムとして開発するプロジェクト予算とならず、震災以前に築いた人材・技術基盤の維持も困難な状況。

#### 4.1.3. 革新炉開発を支える事業環境の整備

- 規制: 米欧と異なり、国内の新規制基準は既存の軽水炉を念頭に基準を強化したものであり、革新炉規制は存在せず。また、革新炉開発を実施するメーカーが規制当局に申請前に相談できる制度もないため、規制の予見性を高めることができず、プロジェクトリスクが高い。規制当局側も初期段階から設計に習熟することができず、基準策定・審査が長期化する可能性。
- ファイナンス: 欧米では新設を巡る大型初期投資対策として、建設期間中から料金を回収できる制度の整備や、初期投資の小さい小型炉へのシフトも見られる。国内では電力自由化以降、売電価格は市場価格に左右されるため、投資回収の予見可能性が低い。
- バックエンド: 事業者が原子力事業を進めていくためには、廃炉や最終処分等のバックエンドのような原子力固有の課題への対応も含めた事業全体を俯瞰した環境整備が求められる。

#### 4.1.4. 開発の司令塔機能の強化

- 日本の過去の開発では、「護送船団方式」が採用され、システム全体の設計を一貫性をもって実施する責任体制の明確化が課題となった。これを受けて、高速炉実用化研究開発においては、エンジニアリング機能を集積する中核メーカーを設定。
- 設計に限らず、研究開発の進捗を含め開発全体を統括し、技術的側面以外にも社会的側面についても適切にリソース配分を実施しながら効率的に開発を推進するプロジェクトマネジメント機能強化も必要。

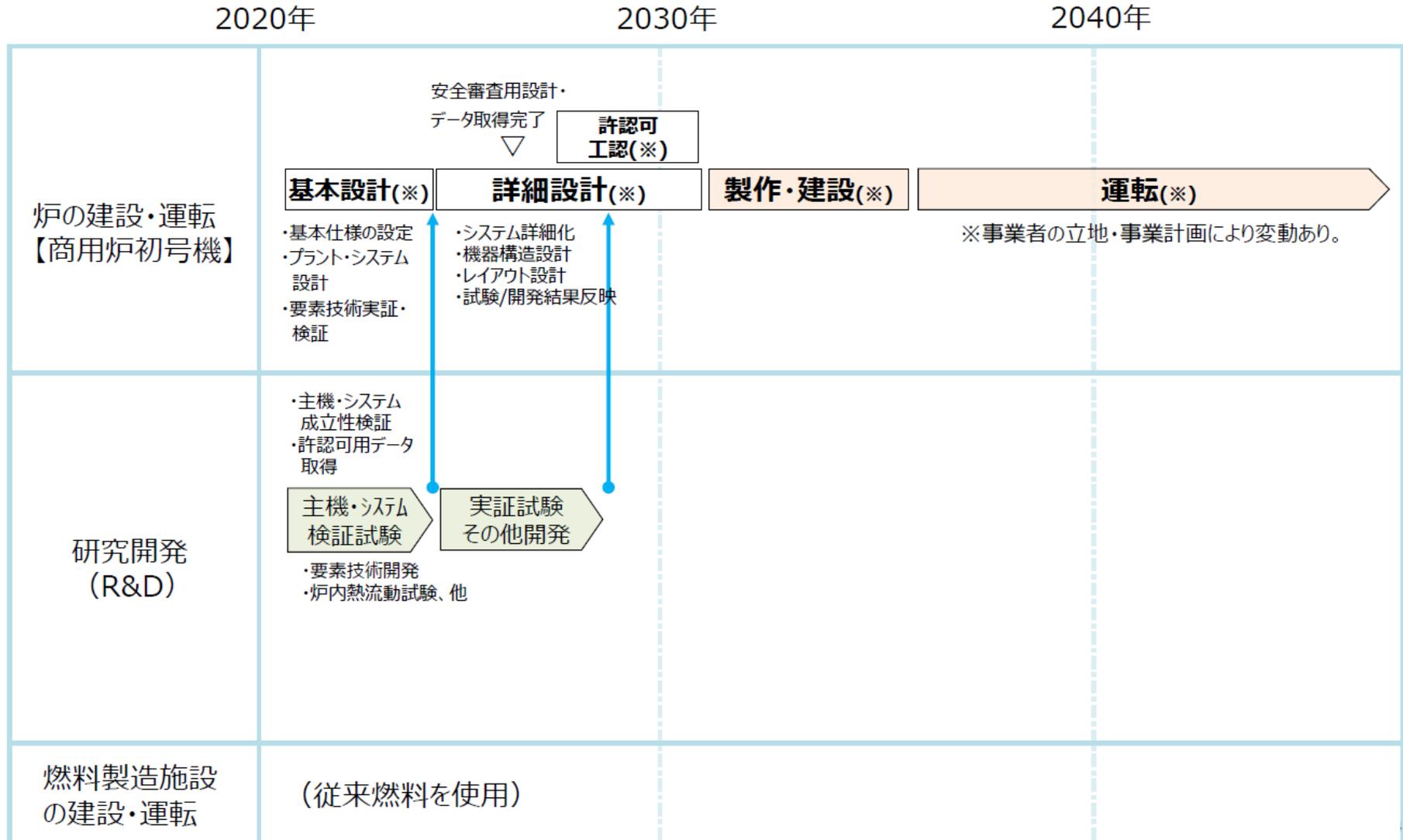
#### 4.1.5. サプライチェーンの維持・強化

- 日本国内では、1970年以降に運転開始した原発の多くで、原子力技術の国産化比率がほぼ90%を超えるなど、国内企業に技術が集積されており、国内の発電所の安定利用や経済・雇用等に貢献してきた。
- 一方、東日本大震災以降では主力である大型軽水炉においても再稼働の遅れや新規建設プロジェクトが途絶し、国内事業者の多くが将来の事業見通しが立たない状況。要素技術を持つ中核サプライヤ等の撤退が相次いでいる。「常陽」・「もんじゅ」、「HTTR」の建設を通じ獲得してきた高速炉・高温ガス炉のサプライチェーンも、20年以上実機プロジェクトが途絶され、一部に脆弱性。今後の見通しが立たない中で、技術・人材の維持やサプライチェーンの再構築のための投資ができない状況。
- こうした中、革新軽水炉や小型軽水炉は、既存の大型軽水炉サプライチェーンと共通する部分が多く、海外プロジェクトにおいては、自国の産業政策から国産比率を重視される傾向があるが、主要機器等の海外への市場展開にも期待があり、早期にサプライチェーンの事業機会、能力維持の機会になりうる。高温ガス炉は、国内においてバルブやポンプなど一部の要素技術に課題があるものの、炉内構造物や燃料に固有の強みを持つサプライヤも存在。高速炉は「もんじゅ」等のプロジェクトにおける製造実績に強みを持っており、今後、建設計画を表明している海外諸国に対し、要素技術の提供が可能。
- 米英仏では、エネルギー政策上の原子力の価値に加え、自国のサプライチェーンや技術の現状を踏まえ、産業政策の観点から新設炉型を決定し、R&D やサプライチェーン支援に大規模資金を投入。日本においても、原子力産業の成長、地域経済・雇用への波及、経済安全保障等の産業政策の視点から、サプライチェーン戦略と一体的な技術ロードマップを策定していくことが必要。
- 原子力は、案件獲得した場合の1基あたりの市場規模も数百億円～数千億円規模になることが見込まれる中で、海外市場で一定の競争力を有するサプライヤも存在しており、相手国のサプライチェーンの弱みを補完する形で初号機プロジェクトに参画し、実績を積むことで、将来市場を獲得できる可能性。
- ロシアによるウクライナ侵攻等の世界情勢の変化を受け、原子力のような機微技術について、自国で安定的に活用していくため、有志国による共同サプライチェーンを構築していく期待が高まっており、2022年5月の日米首脳会談においても革新原子炉及び小型軽水炉の開発及び世界展開の加速とそのため強靱な原子力サプライチェーンを構築することで一致。今後、その他の有志国に原子力サプライチェーン共同構築の輪を広げていくことが重要。

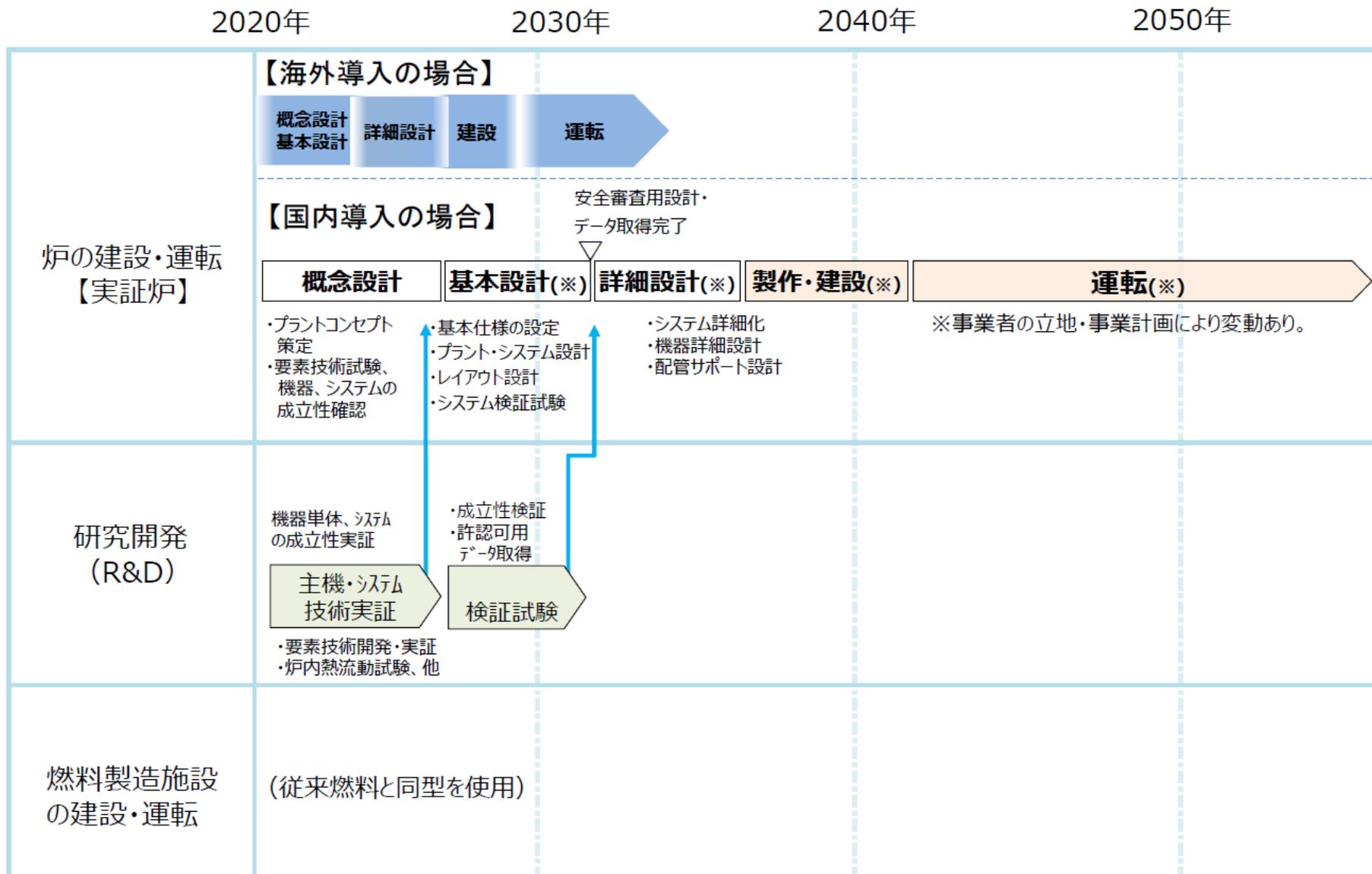
表5. 革新炉開発を巡る悪循環を断ち切る対応の方向性

課題	課題への対応の方向性 (イメージ)
① 革新炉開発に係る方向性の明瞭化	<b>基本方針の明確化、開発のポートフォリオとロードマップの策定</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中長期目標を明確化 (カーボンニュートラル、エネルギー安全保障)</li> <li>・ 開発のポートフォリオを明確化・導入の時間軸のイメージを提示</li> <li>・ 開発マイルストーン示す技術ロードマップを策定・フォローアップ・改訂</li> </ul>
② 開発予算・施設の整備	<b>システムエンジニアリング機能を強化するプロジェクトの創出・支援</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証プロジェクトの概念・基本設計、具体的開発課題の検討を推進</li> <li>・ 資金の充当、SPC・ベンチャー等の活用</li> <li>・ 人材・技術基盤に資するインフラを明確化・計画的に整備</li> </ul>
③ 革新炉開発を支える事業環境の整備	<b>導入に必要な事業環境の整備</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <i>円滑な導入に向けた安全規制当局との共通理解の醸成</i>：申請事前段階の対話等も通じて、より安全な炉の円滑な導入に向けた共通理解を醸成</li> <li>・ <i>投資回収期間の長期化等への対応</i>：投資回収期間の長期化、費用回収のボラティリティ増大といった課題への制度的な対応策を検討</li> <li>・ <i>バックエンド問題への対応</i>：バックエンドの諸課題について、国が前面に立って解決に取り組むことを明確化・政策対応</li> </ul>
④ 開発の司令塔機能の強化	<b>民間のイノベーションを喚起する開発の司令塔機能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <i>司令塔機能の創設と役割分担の明確化</i>：ステークホルダーとの調整、システム全体の一貫性担保を行う司令塔機能を創設、設計統括する中核企業を設定</li> <li>・ <i>プロマネ等に通じた民間人材の活用</i>：民間のプロマネ人材の活用、民間企業の参画を確保しつつ、基盤整備・基礎研究を行う国研等と効率的に役割分担</li> </ul>
⑤ サプライチェーンの維持・強化	<b>サプライチェーン各工程に即した多様な支援メニューの整備・導入</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <i>海外プロジェクトへの効果的な参画サポート</i>：販路開拓へ、政府による海外プロジェクトへの参画サポート</li> <li>・ <i>部品・素材の供給途絶対策、事業承継支援</i>：部材の供給途絶リスクや事業承継問題への対応へ、産業大での実態把握・支援体制の構築、中小企業支援</li> <li>・ <i>人材育成・技術承継支援</i>：技術基盤維持へ、デジタル技術の活用支援や、業界横断的な人材育成システムの構築支援等</li> </ul>

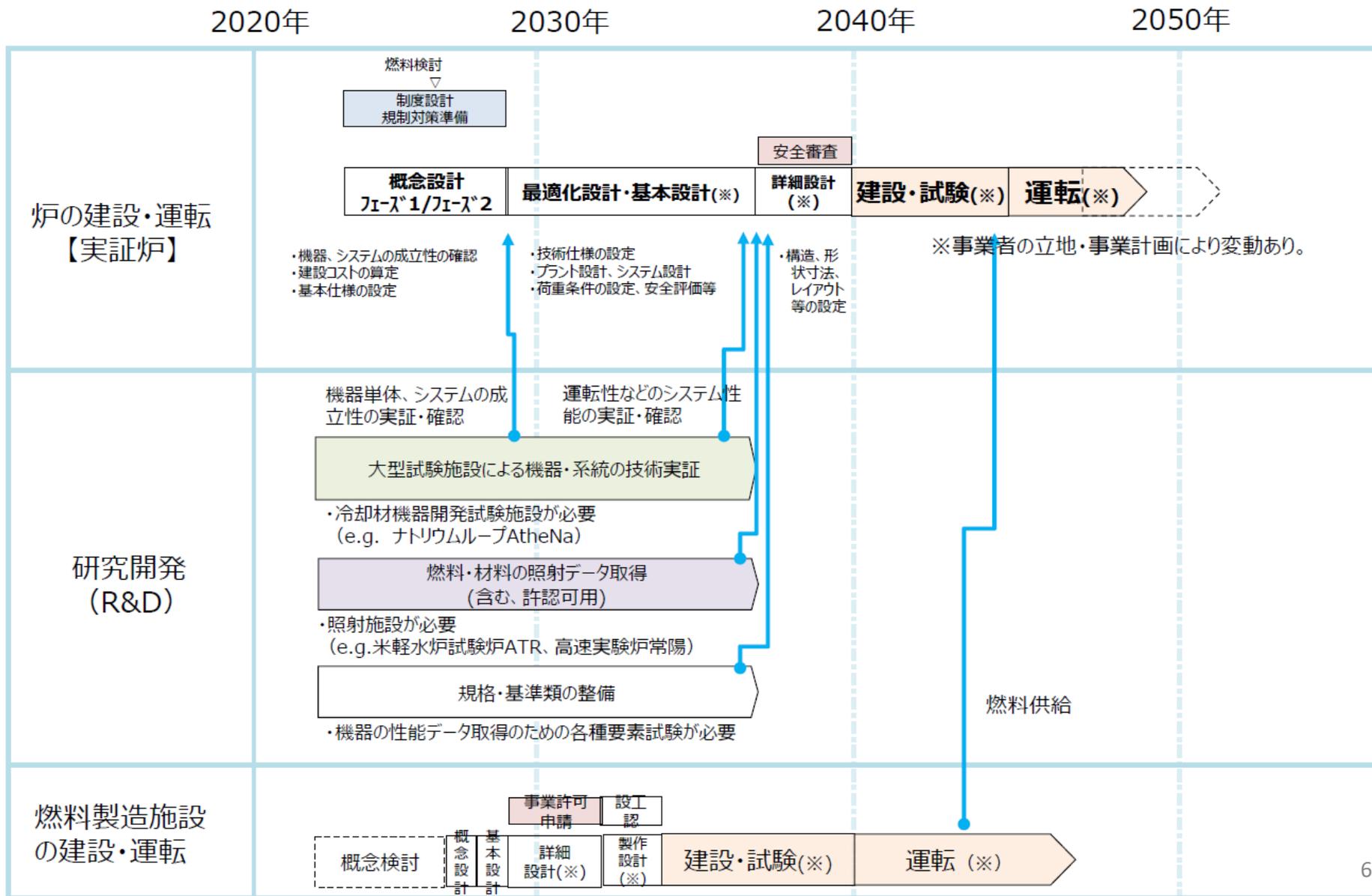
# 導入に向けた技術ロードマップ<sup>o</sup> (革新軽水炉)



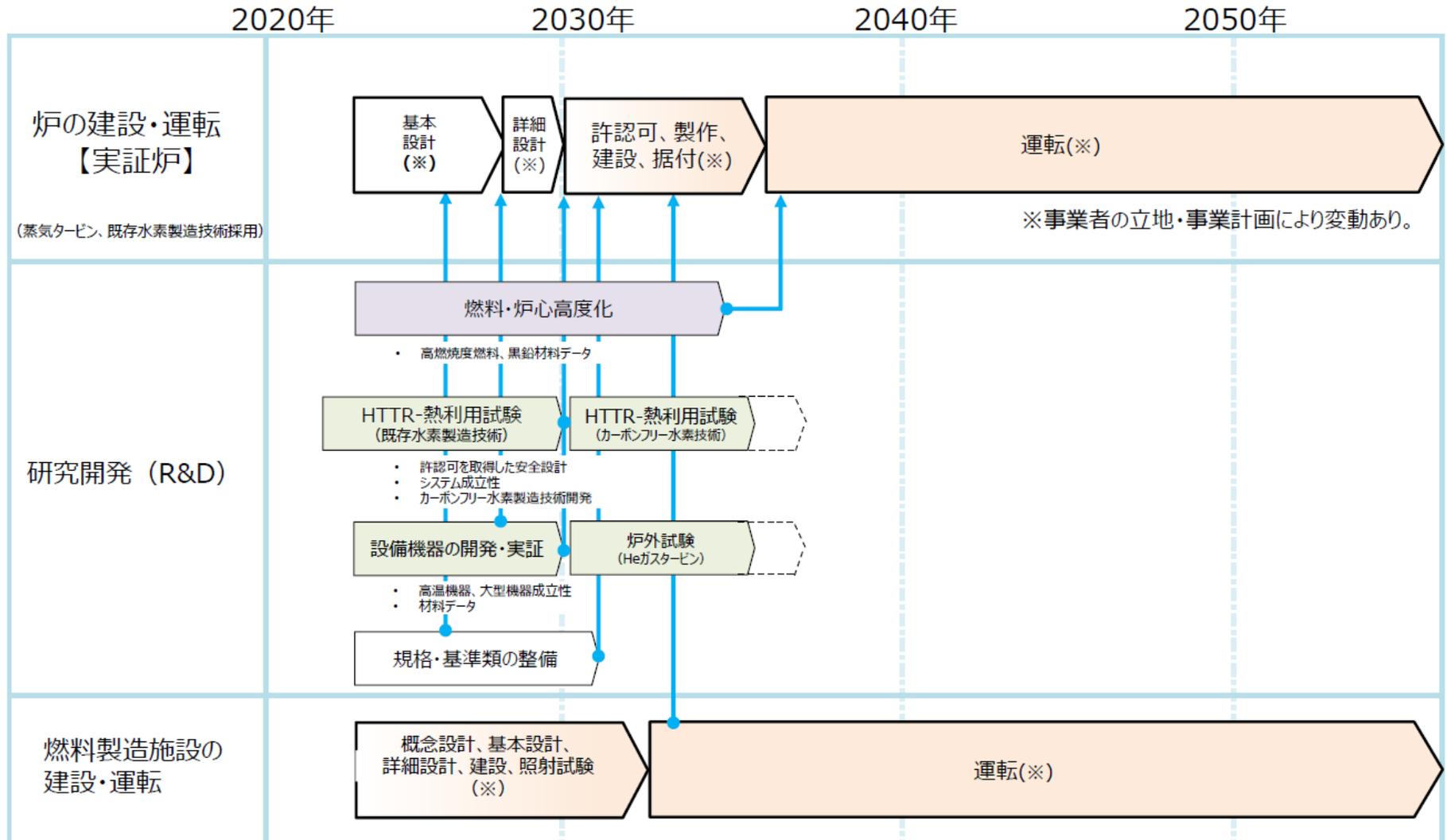
# 導入に向けた技術ロードマップ<sup>o</sup> (小型軽水炉)



# 導入に向けた技術ロードマップ<sup>o</sup> (高速炉)



# 導入に向けた技術ロードマップ<sup>o</sup> (高温ガス炉)



# 導入に向けた技術ロードマップ<sup>o</sup> (核融合炉)

