

# ITERサイズの原型炉について



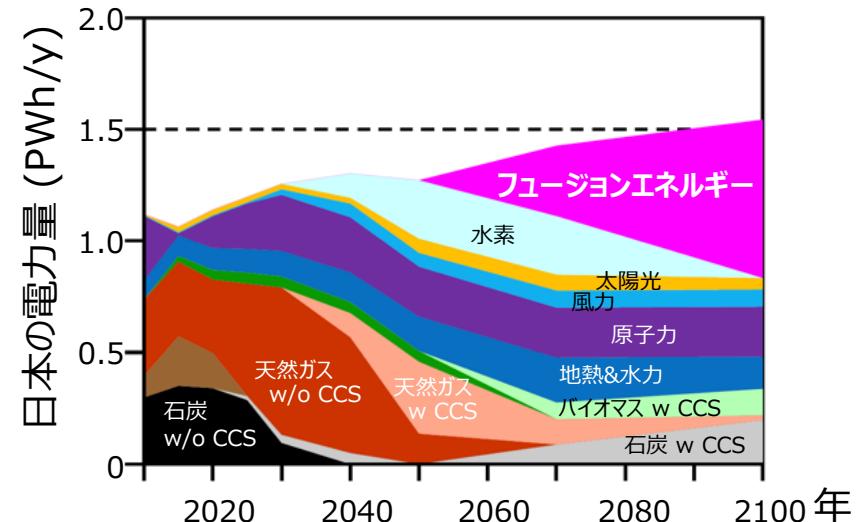
- 原型炉概念に基づき、高出力・小型化した商用炉を想定し、フュージョンエネルギーの導入シナリオを評価

▶ 日本では脱炭素オプションが限られるため、21世紀後半に温室効果ガス排出の実質ゼロを目指すパリ協定の実現に、重要な役割を果たし得る。

委託研究（H30年度）

「世界エネルギー・システムモデルによる日本への核融合エネルギー導入効果の感度解析」

RITE 公益財団法人  
地球環境産業技術研究機構



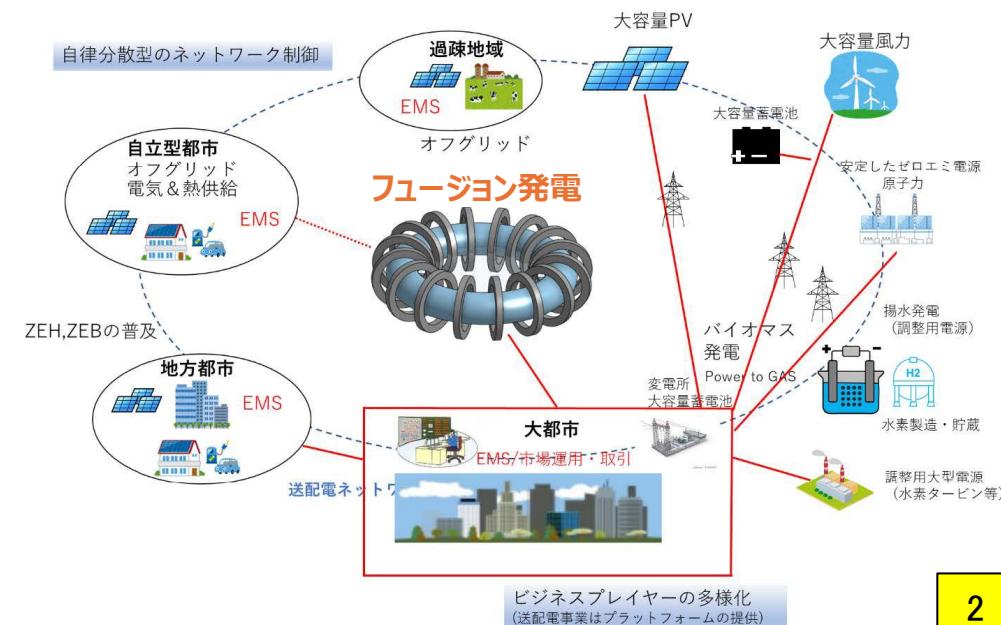
## ● フュージョン炉を中心としたエネルギー・システムの将来予測

- ▶ フュージョン発電は主に大都市に向けて安定なベースロード電力を供給
- ▶ 大都市には再生可能エネルギー及び原子力からの電力も供給され、需給のバランスは調整用大規模発電、揚水発電、大容量蓄電池、水素製造・貯蔵設備を活用

委託研究（令和4年度）

「フュージョン炉を中心とした新しい電力事業形態の調査・分析」

IAE 一般財団法人 エネルギー総合工学研究所



- 従来のITER & BA活動によるアプローチに加えて、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略により、原型炉の技術開発だけでなく**社会実装に必要な技術をも並行して開発**

- ✓ 原型炉の多段階の運転開発期への反映
- ✓ 核融合炉の社会実装を加速

**商用炉**  
(民間主体による社会実装)

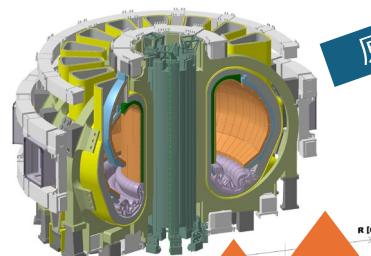
電源 (ベースロード、分散)  
熱源 (水素製造、...)



### 原型炉

(発電実証・燃料増殖)

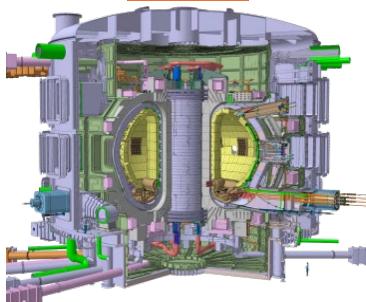
ITER-size JA DEMO



原型炉と商用炉のギャップ：大

**実験炉**  
(燃焼プラズマ実証)

ITER



ITERと原型炉のギャップ：小

BA活動 (ITERを補完)

### 大規模施設整備・技術開発

- ✓ 燃料システム、ブランケット、遠隔・保守など

### 社会実装に必要な技術開発

- ✓ イノベーション拠点の活用
- ✓ 小型化・高度化等の独創的な新興技術

世界に先駆けた**2030年代の発電実証の達成**に向けて、原型炉計画の加速案を検討

### ● 最短で建設に着手

- ✓ ITERからの技術ギャップを小さくするため、ITER及びJT-60SAで開発した技術（超伝導、加熱・電流駆動装置、ダイバータなど）を最大限活用
- ✓ 製作実績のあるITERと同一サイズの超伝導コイルを想定→ **設計、R&D、試作を大幅に簡略化**

### ● 科学的・技術的に意義のある発電実証（2039年達成を目指す）

- ✓ 核融合反応で発生するアルファ粒子による自己加熱（DTエネルギー増倍率～10）
- ✓ 発電のために消費する電力を賄う電気出力（正味電力～0、発電端出力～20万kW）

### ● 多段階の運転開発期の目標を設定

- ✓ 2030年代に複数の大規模装置の建設は困難
- ✓ 1台の装置で複数の役割（体積中性子源、システム統合装置、原型炉）→ **リソースを合理化**
- ✓ 段階的にプラズマ性能とブランケット性能を向上することで**原型炉目標を達成**

### ● 早期の社会実装に貢献

- ✓ 小型化・高度化等の独創的な新興技術を原型炉建設・運転に並行して開発
- ✓ 後期に導入することで性能を段階的に向上→ **商用炉への技術ギャップを縮小**
- ✓ 設備の高効率化に必要な技術開発も並行して実施→ **商用炉段階に正味電力を増大**

- 第1期： 発電に特化したブランケットを装着してITER程度のプラズマ体積を確保し、短パルス運転（数分）にて正味電力～0 規模の発電を実証
- 第2期： 燃料増殖も行うブランケットに交換し、数時間の長パルス運転（数時間）にて燃料増殖を実証
- 第3期： 並行して実施する研究開発の成果を反映し、加熱装置の高効率化やプラズマ性能の向上により、定常運転にて～100MW（正味電力>0）規模の発電を実証

	第1期 システム統合運転期（発電実証）	第2期 ブランケット機能試験期（+燃料増殖実証）	第3期 拡張運転期（+定常運転実証）
目標概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>短パルス運転（数分）</li> <li>発電端出力 &gt; ~180MW</li> <li>正味電力 ~ 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>長パルス運転（数時間）</li> <li>正味電力 ~ 0</li> <li>三重水素自己充足性の確認(TBR&gt;1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定常運転</li> <li>正味電力 &gt; 0 (~100MW)</li> <li>三重水素自己充足性の実証(TBR&gt;1)</li> <li>保守シナリオの確認</li> </ul>
装置仕様	<p><u>発電実証</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ITERをベースとした運転シナリオ           <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ フュージョン出力：～500MW</li> <li>✓ Q値(プラズマへの入力/出力パワーの比):10</li> <li>✓ パルス幅：～400秒</li> </ul> </li> <li><b>発電ブランケット</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 発電に特化したブランケット</li> <li>✓ ITERと同サイズ（<b>厚さ0.45m</b>）</li> </ul> </li> <li>加熱・電流駆動装置           <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電子サイクロトロン加熱のみ</li> </ul> </li> </ul>	<p><u>発電実証</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>プラズマ圧力を上げた運転シナリオ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ フュージョン出力：<math>\geq 500\text{MW}</math></li> <li>✓ Q値：～10</li> </ul> </li> <li>加熱・電流駆動装置           <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電子サイクロトロン加熱／中性粒子ビーム加熱</li> </ul> </li> <li>蓄熱システム（オプション）</li> </ul> <p><u>燃料増殖実証</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>増殖ブランケット</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>増殖領域（厚さ0.5m）</b></li> <li><b>遮蔽領域（厚さ0.35m）</b></li> </ul> </li> </ul>	<p><u>発電実証</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>JT-60SAの成果を反映した運転シナリオ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>（さらに高いプラズマ圧力、高いプラズマ閉じ込め）</li> </ul> </li> <li>フュージョン出力：&gt;500MW(第2期を上回る出力)</li> <li>加熱・電流駆動装置の高効率化</li> </ul> <p><u>燃料増殖実証</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>改良型増殖ブランケット</b></li> </ul> <p><u>保守シナリオの確認</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>多段階運転期の移行時に遠隔操舵でのブランケット交換手順・時間の確認</li> </ul>

