

第16回原子力小委員会

原子力技術・人材の維持について

平成30年3月6日

一般社団法人 日本電機工業会

1. 現状認識・課題

1. 1 原子力事業人員の規模の縮小

- ・高齢化によるプラント建設経験者の減少
- ・原子力企業への就職希望者の減少

1. 2 現場を支える底力の低下と他国の台頭

1. 3 サプライチェーンへの影響

1. 4 研究開発を支える設備・機会の喪失

1. 5 幅広い技術・人材の必要性 —技術分野の偏り—

2. 課題への対応 —建設・エンジニアリングの実践—

2. 1 海外原子力建設への取り組み

2. 2 オープンイノベーション*による国際技術レベルの維持

—次世代炉開発

—有害度低減技術

*) 新技術・新製品の開発に際して、組織の枠組みを越え、広く知識・技術の結集を図ること。(デジタル大辞泉)

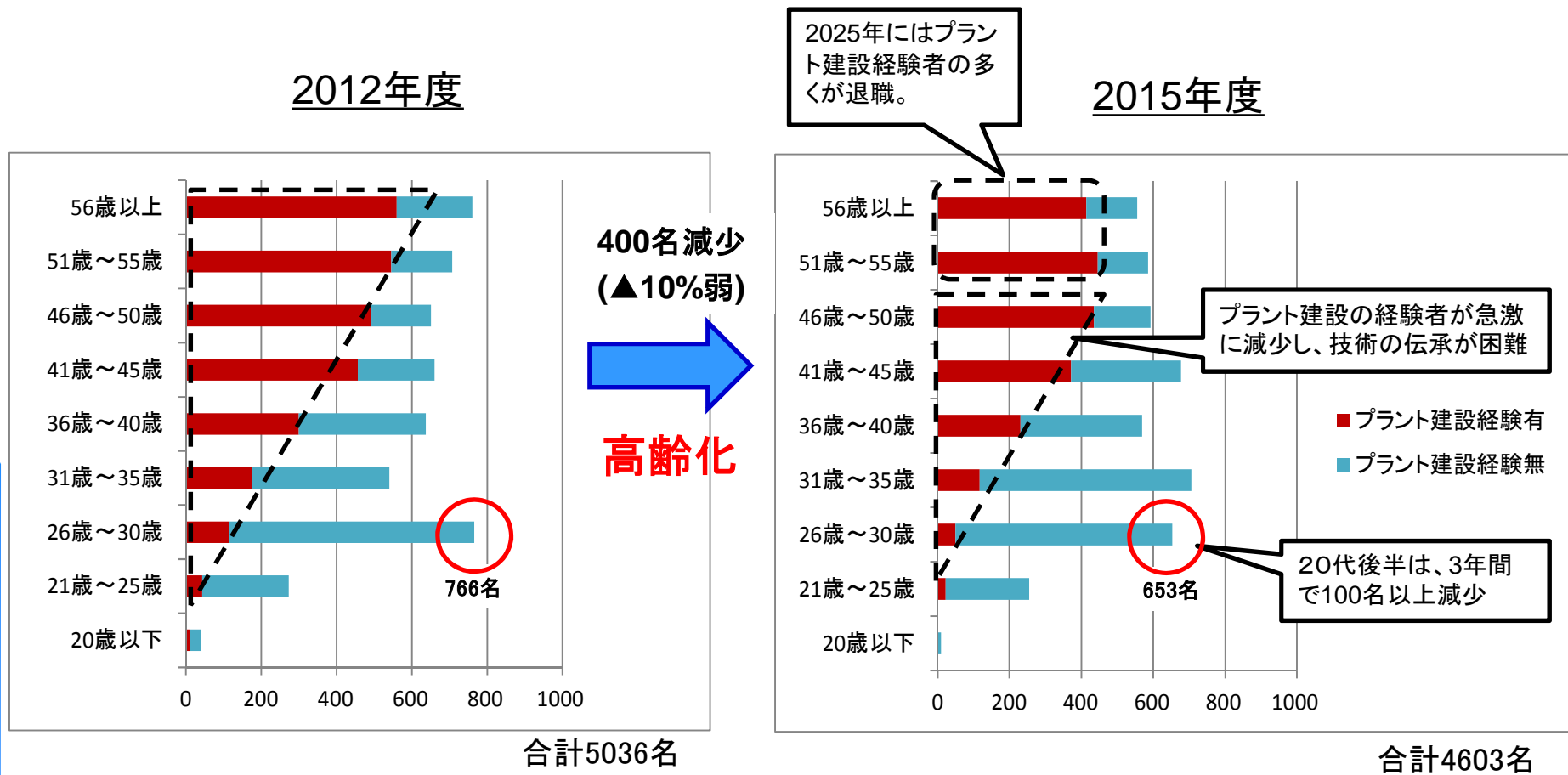
2. 3 将来の原子力産業を担う国際人材育成

3. 世界の原子力平和利用・原子力の安全を支える使命感

1. 現状認識・課題

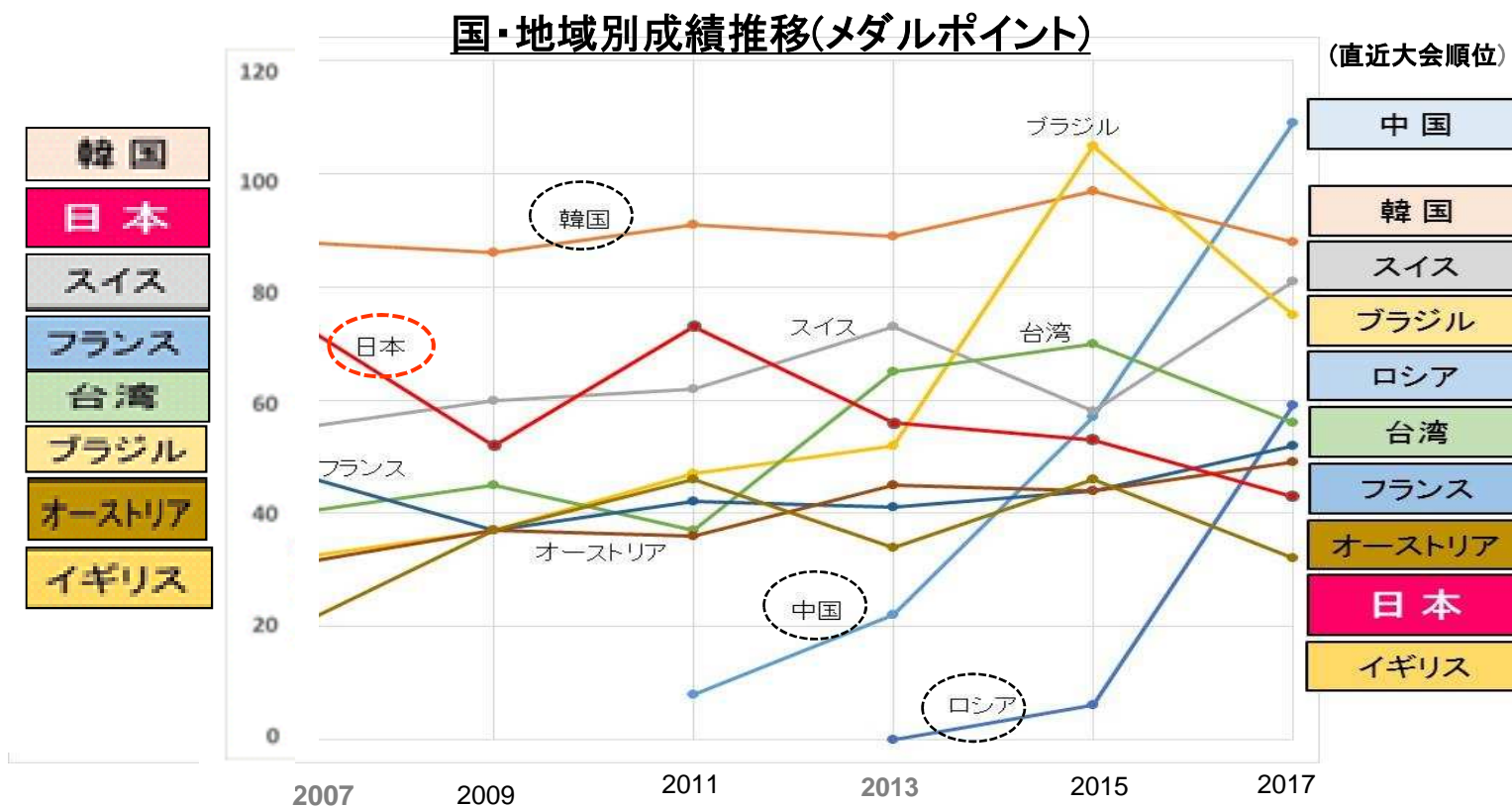
1.1 原子力事業人員の規模の縮小

- 再稼動・新設が進まず原子力人員が減少、高齢化により建設経験者が減少。
- 福島第一原子力発電所(1F)の事故後、学生の就職希望者が減少している。



1. 2 現場を支える底力の低下と他国の台頭

- 世界のメーカーでは、技能五輪を通じて若手の技能教育を推進している。
- 国別成績(メダルポイント)では、韓国は上位安定、ものづくりの機会に恵まれる中国・ロシアが急進している。
- 日本は近年成績が低下傾向、現場を支える底力の低下に懸念がある。

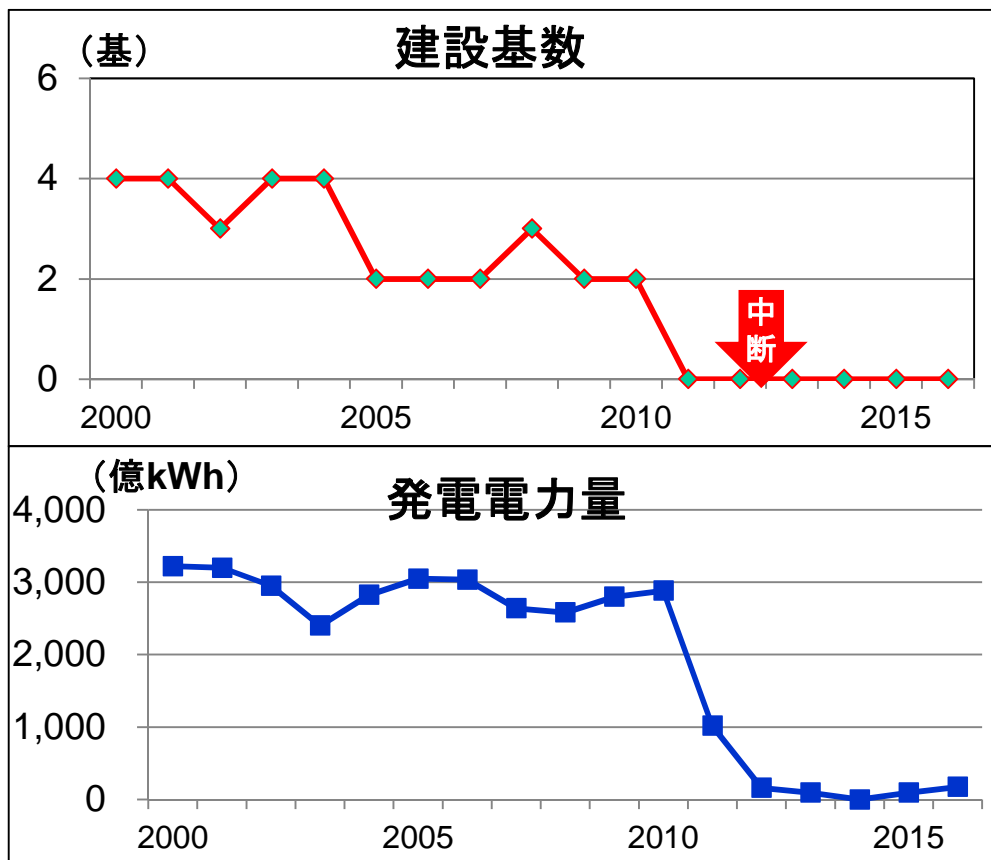


※ メダルポイント: 金メダル4点、銀メダル3点、銅メダル2点、敢闘賞1点として
獲得した賞の数で重み付けして合計した点数 (H社集計結果)

1. 3 サプライチェーンへの影響

ー 原子力特有技術を有するパートナーの喪失 ー

- 1F事故以降厳しい経営状態が続き、受注辞退、事業撤退が拡大。
- 原子力特有技術の発注が途切れ、人材と製造ラインの維持が困難になっている。
- 事業継続には、早期再稼働と新設の見通しを明確に示すことが必要不可欠。



【原子力特有の技術を持つ企業の撤退(例)】

企業名	現状	取扱製品
A社	事業撤退	ステンレス鋼板
B社	事業撤退	ペローズ弁
C社	事業撤退	精密鋳造品
D社	事業撤退	マーマンクランプ

厳しい経営環境が継続

1. 4 研究開発を支える設備・機会の喪失

- 震災前から、旧NUPECの多度津振動台・勝田確証試験設備等が廃止。
- 震災後にJAEA/JMTR等多くの試験研究炉の廃炉が決定された。
- 他国では、国の研究施設の場合、技術・人材育成を継続。



旧NUPEC: 原子力発電技術機構
JAEA: 日本原子力研究開発機構

- 国全体として、共通のインフラ整備が必要（民間では大型設備の整備・維持が困難）
- インフラの相互利用など、国際連携の枠組み強化が必要



JRR-3



JMTR

日本原子力研究開発機構
ホームページより

国内の研究用原子炉に関する現状と課題

- 国、大学等の試験研究炉では、寿命延長するのか廃止するのか、次の研究炉はどうするのかといった現実的な課題に直面しているが、**実習や実験を通じて原子核現象を教育・研究していく場**を確保しておくことが重要。
- 原子力の安全を考えるためにも、基礎工学研究・安全研究等の基礎・基盤研究の強化とともに、それらの**研究を支える施設・設備の維持**や、安全を担う人材の継続的な育成・確保が重要。
- 日本原子力研究開発機構や大学等の試験研究炉や量子ビーム照射施設、ホットラボ等の原子力施設については、老朽化が進む中、継続的な維持・管理や新規整備が困難な状況にあるため、高経年化対策に加えて、**戦略的・集約的整備及び共有の在り方**について検討を進めることが必要。なお、**国**においても**必要な支援を行っていくことが必要**。

1.5 幅広い技術・人材の必要性 — 技術分野の偏り —

- 原子力発電を支えるには、幅広い技術と人材の厚みの維持が必要。
- 1F廃炉や再稼働対応のみでは、適用技術分野が偏っている。

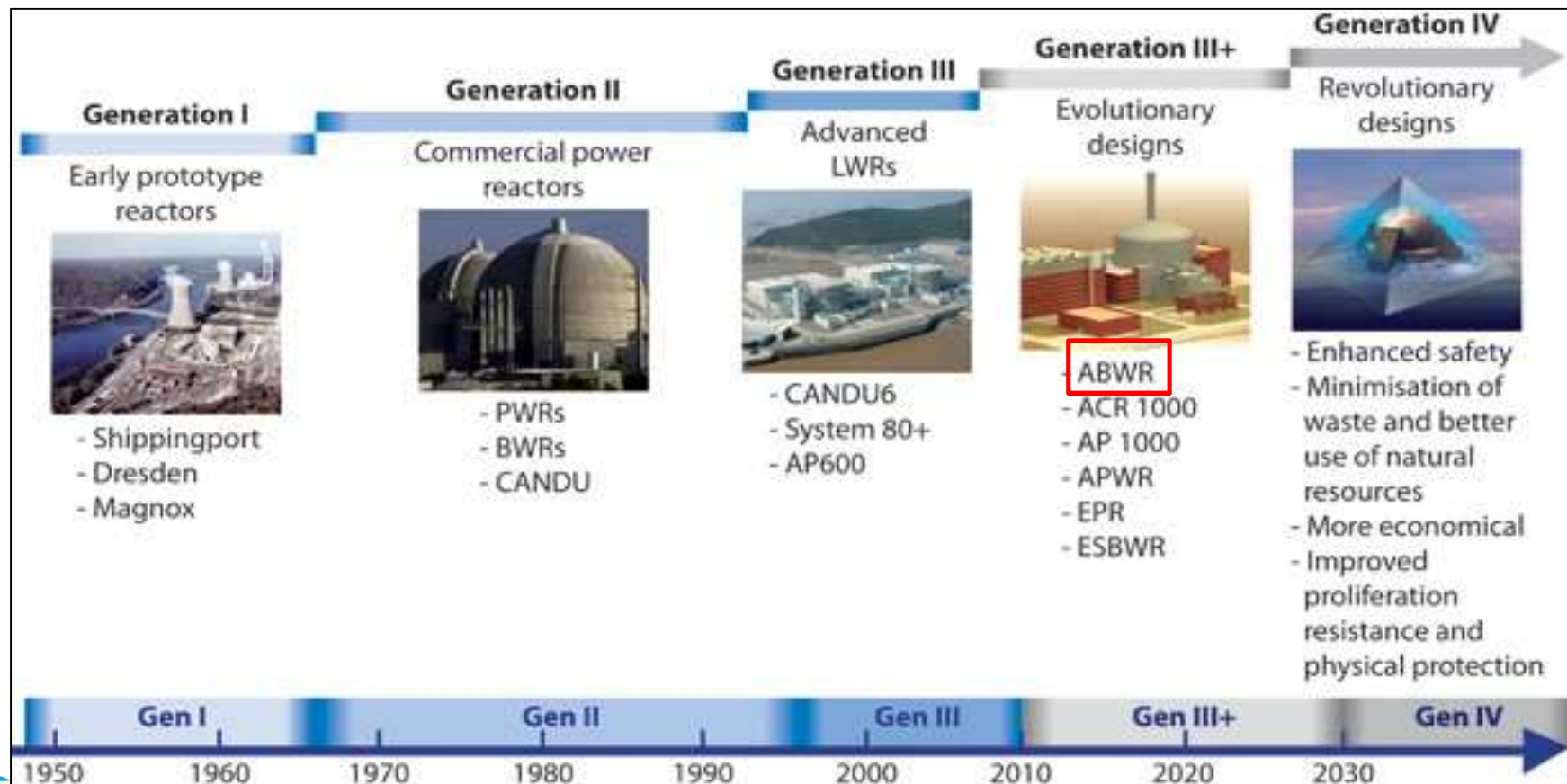
⇒ **プラント新規建設による幅広い分野での技術・人材の育成が必要**



2. 課題への対応 –建設・エンジニアリングの実践–

2.1 海外原子力建設への取り組み

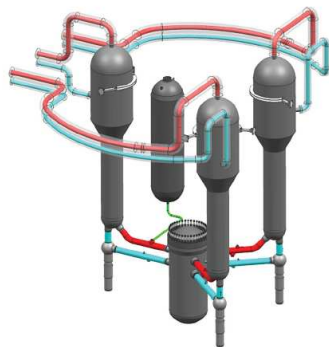
- 日米共同開発と国プロ確証試験により、世界に先駆けて第Ⅲ+世代炉ABWRを実用化。
- 1F事故教訓を反映したABWRを海外で建設、世界の環境・エネルギー問題解決に貢献。
- 当面国内建設が見込めない中、UK建設プロジェクトで、技術・人材の育成を継続。
- 海外での建設・運転経験を踏まえ、安全で経済的な原子力技術を日本にフィードバック。



2. 2 オープンイノベーションによる国際技術レベルの維持 —その1:次世代炉開発—

- 中国・ロシアは、国の傘下の企業が開発を強力に推進している。
- 米英政府は、地球温暖化・エネルギー安定供給に貢献する技術開発に資金支援を実施。
 - ・米DOE:官民連携で原子力発電の経済性を改善する革新的技術(SMRなど)開発を開始
 - ・英BEIS:国の包括的支援によるSMR等次世代炉原子力技術開発を開始
 - *BEIS: ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (Department for Business, Energy and Industrial Strategy)

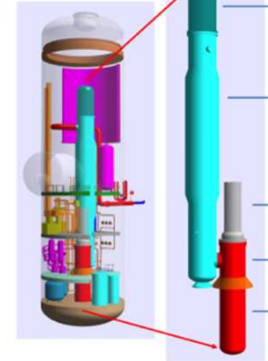
わが国も、世界の動きに連携できる国際協力の枠組みの早期立ち上げが必要



(英:Rolls Royce)



(露:KLT-40S 洋上原発)



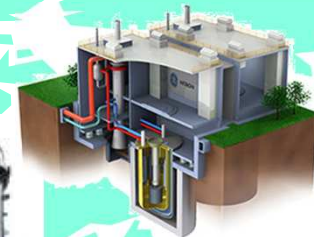
(Holtec)



(NuScale)



(VSBWR)



(PRISM)

2. 2 オープンイノベーションによる国際技術レベルの維持 —その2: 有害度低減技術—

- 原子炉での燃焼により、使用済み燃料に含まれるPu利用/有害度低減は理論的に可能。
- 学生や若い技術者が、革新的で夢のある開発に取り組む場の提供が必要。
- 長期開発には、産官学・国際協力の枠組み構築や研究インフラの整備が必要。

	2020	2050	2100
<p>大型軽水炉 高速中性子炉 (商業化の目処あり)</p>	<p>使用済み燃料中のPuを燃焼し、有害度低減期間を10万年から8000年に短縮</p> <p>プルサーマル本格化</p>	<p>高速中性子炉の実用化</p> <p>実証炉 ⇒ 実用炉 プラント機器・要素開発等</p>	<p>同じ発電容量に対する 高レベル放射性廃棄物の放射能による潜在的な影響**</p> <p>1年 百年 万年 百万年 億年 百億年</p> <p>直接処分 (使用済み燃料) ガラス固化体 (軽水炉再処理) ガラス固化体 (高速増殖炉サイクル)</p> <p>1/8 1/30</p> <p>同じ量の発電に必要な天然ウラン (1GWyでは約170トン) 及びその娘核種の放射能による潜在的な影響 (最大値)</p> <p>**) 高レベル放射性廃棄物と人間との間の障壁は考慮されておらず、高レベル放射性廃棄物の実際の危険性ではなく、潜在的な有害度を示している。使用済燃料の1年目の潜在的な影響を1とした相対値。</p> <p>(JAEA資料より)</p>
<p>MA*分離・燃焼 (長期間の開発が必要)</p>	<p>使用済み燃料中のMAを分離・燃焼し、有害度低減期間を300年に短縮</p> <p>MA*分離技術・高速炉サイクルの実用化</p>	<p>実験室レベル ⇒ 工学実証 ⇒ 確証試験</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 要素技術の成立性確認 ● 課題解決のロードマップ <ul style="list-style-type: none"> ● 研究インフラの整備 ● ホットラボ ● 試験研究炉、他 <ul style="list-style-type: none"> ● 推進/規制が共同で、データ取得 ● 推進者は、設計・製造・運転に活用 ● 規制側は、規制・基準の整備に活用

*) MA(Minor Actinide): 超ウラン元素からPuを除いた元素

2. 3 将来の原子力産業を担う国際人材育成

- 新規導入国に産学連携した質の高い講義を実施、原子力教育向上に貢献
- 1F事故の教訓と安全対策等、日本の最新技術の理解を促進



東工大と連携した出張講義

ベトナム、マレーシア、リトアニアの大学生延べ2000人(5年間)



PCシミュレータを用いた実践的な実習



品質管理実習



英国ホライズン社の若手実習生の研修受け入れ

3. 世界の原子力平和利用・原子力の安全を支える使命感

- 中国等アジア周辺諸国では、多数の原子力発電所建設が実現している。
- IAEA等の国際機関を通して、世界の原子力発電所の安全性向上に貢献。



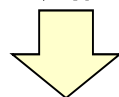
運転中	建設中	合計
38基	18基	56基

2018年2月時点

- 国際展開**
- パキスタン
 - 英国
 - アルゼンチン
 - 他

まとめ

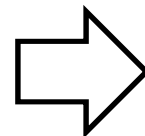
- 再稼動・新設が遅れ、プラントメーカーの技術者の減少や高齢化が進んでいる。
- 全国に多様な技術を有する原子力機器メーカー、建設・保守技能を有する企業では、技術・人材の維持が困難となっている。
- 老朽化した研究インフラが廃止され、学生や若い研究者が新しい技術にチャレンジする場が減少。
- 一方、日本の技術力への期待は大きく、1F事故の教訓を反映した高い安全を有する技術による国際社会への貢献は、継続する必要がある。



- 原子力発電所の安全性確保する為には、幅広い技術・人材の維持が必要、新規建設や技術開発など、**原子力利用に対する前向きな政策**が必要。
- 原子力の技術開発は、**長期に亘り原子力技術・人材を維持**する必要がある。国立研究機関をはじめ、**産学が共同で利用できるインフラを整備**する必要がある。
- 原子力の**平和利用をリード**するとともに、産官学の枠組みを超えて積極的に国際交流をはかり、**海外での建設・運転経験を踏まえ、安全で経済的な原子力技術を日本にフィードバック**することが必要。

最後に — 1F緊急事態における技術者の献身的努力について —

- 1F事故に対応した技術者 ~事故から7年、今でも献身的な努力が継続
 - ・ 現場を熟知する現場指導員
 - ・ 高度な技能を持つ技術者
- 人材の厚み・使命感を持った人材の確保や技術の伝承は、喫緊の課題
- 事故を経験した我が国の、国際社会に対する責務・貢献



厳しい環境で確実な作業

(被ばく100mSv超 H社10名以上)



福島第一原子力発電所(1F)構内のケーブル敷設作業 (2011年3月18日)