

## 4. 個別報告

### ワールドフュージョンコロボ

### ～夢のエネルギー実現への挑戦～

#### 報告要旨

核融合研究開発は、実際に核融合エネルギーを創出するというエネルギー研究のフェーズに移行しております。主要7極が協力して進める国際熱核融合実験炉ITER計画、ならびに核融合エネルギーの早期実現をめざしてITERと並行して日欧協力で実施する幅広いアプローチ活動は、その立ち上げ期を経て、着実に進展しています。原子力機構は、ITER計画の国内機関として、ITER計画の実施主体であるITER機構や各極の極内機関と強く連携し、超伝導コイル等の物納機器調達において、先導的な役割を果たし、大きく貢献しつつあります。また、幅広いアプローチ活動については、そのホスト国の実施機関として、欧州実施機関と密に連携し、青森県六ヶ所村の国際核融合エネルギー研究センター、茨城県的那珂核融合研究所および大洗研究開発センターにおいて目に見える成果を着実に挙げております。

国際協力の下で進めるITER計画ならびに幅広いアプローチ活動の進捗・成果を紹介するとともに、核融合エネルギー開発における国際的な役割分担において、原子力機構が重要な役割を果たしつつある現状を報告いたします。

核融合研究開発部門 部門長・那珂核融合研究所 所長 二宮 博正

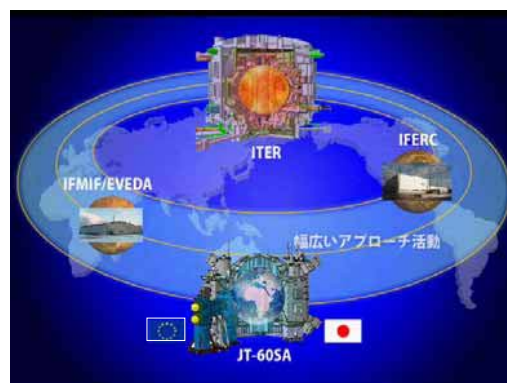
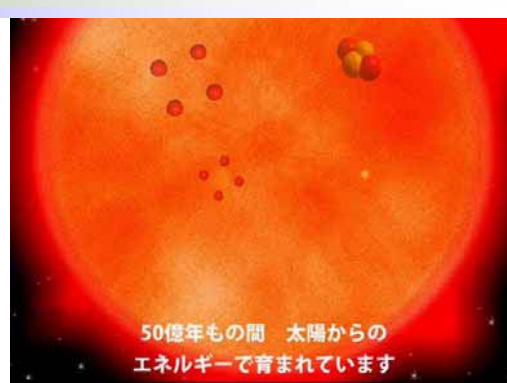
# ワールドフュージョンコラボ - 夢のエネルギー実現への挑戦 -

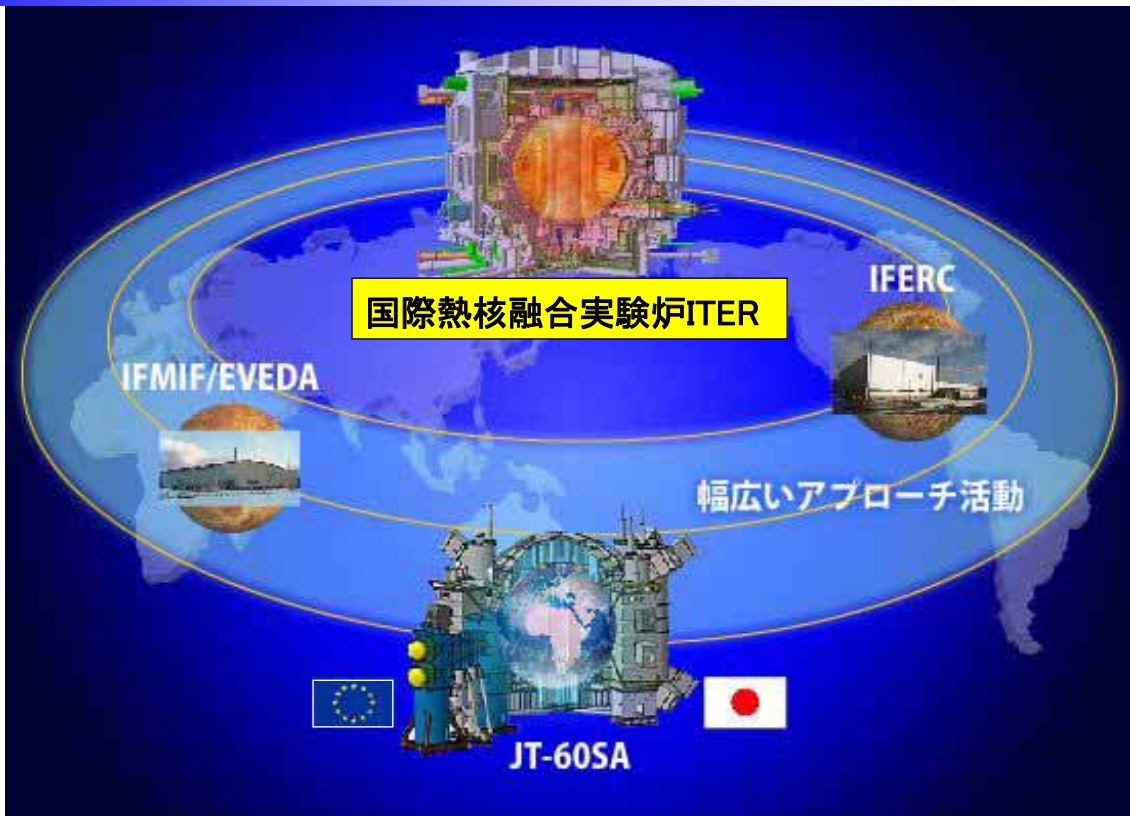
平成22年10月13日

独立行政法人日本原子力研究開発機構  
核融合研究開発部門  
部門長 二宮 博正

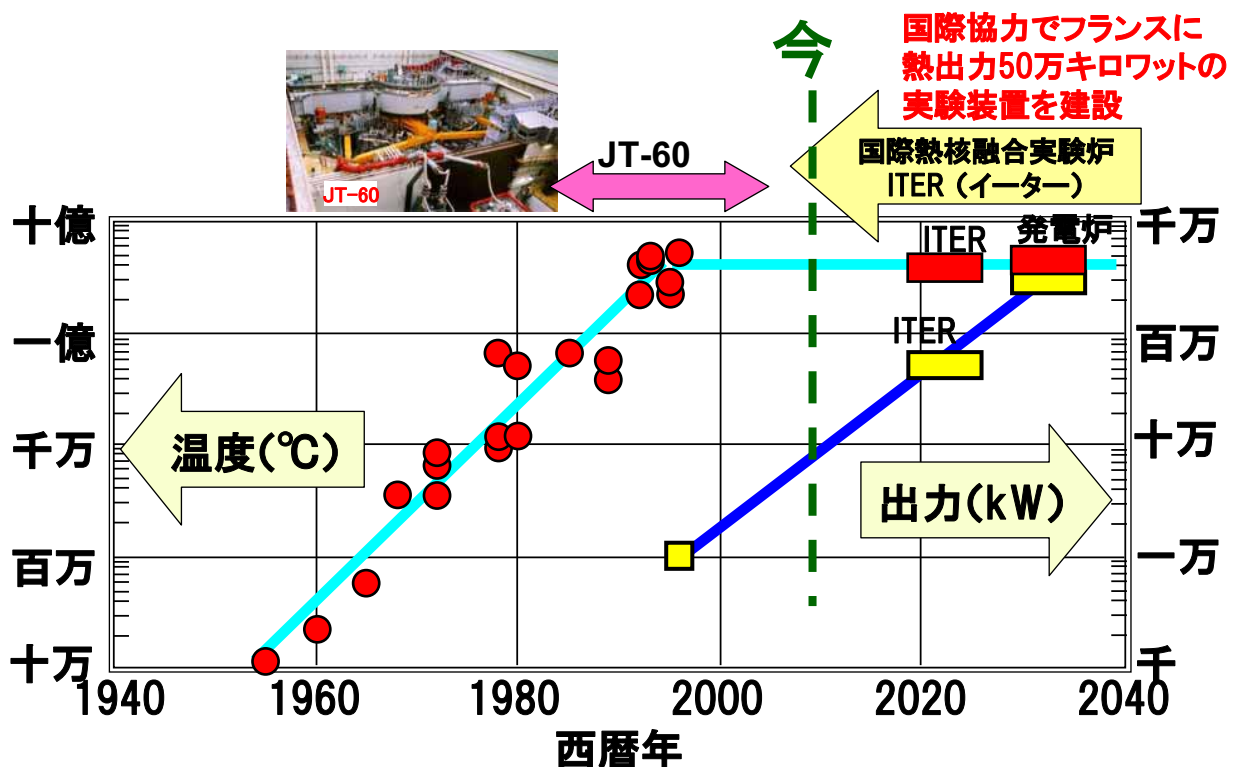
## ワールドフュージョンコラボ - 夢の核融合エネルギー実現への挑戦 -

(動画39秒)





## これまでは炉心性能向上 これからは核融合エネルギーの実証

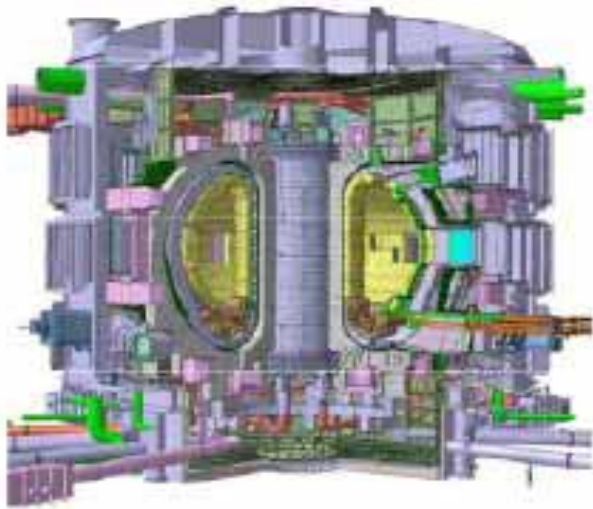




# 国際熱核融合実験炉(ITER)計画

## 技術目標

- ・核融合出力50万kWの燃焼プラズマを長時間(400秒)生成  
(核融合出力と外部入力との比が10以上)
- ・核融合炉建設のための基盤技術の実証
- ・原型炉に必要な機器などの試験・開発



核融合出力: 50万kW  
 本体重量: 1万8千トン  
 プラズマ体積: 840m<sup>3</sup>

建設: 約10年 運転: 約20年  
 7極が協力



ITER機構が運営



サイト: 仏・カダラッシュ



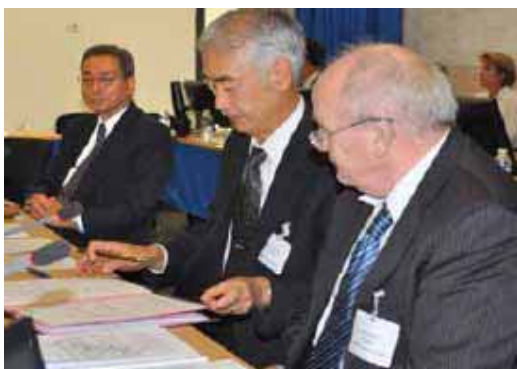
# 2010年7月建設のスケジュール、新体制等が確定



ITER理事会で下記を承認  
 事業のスペック  
 事業の全体スケジュール  
 事業の全体コスト  
 事業計画と資源見積もり



新機構長として、本島修氏  
 (核融合科学研究所名誉教授)を任命





# 2010年7月建設の新体制、スケジュール等が確定

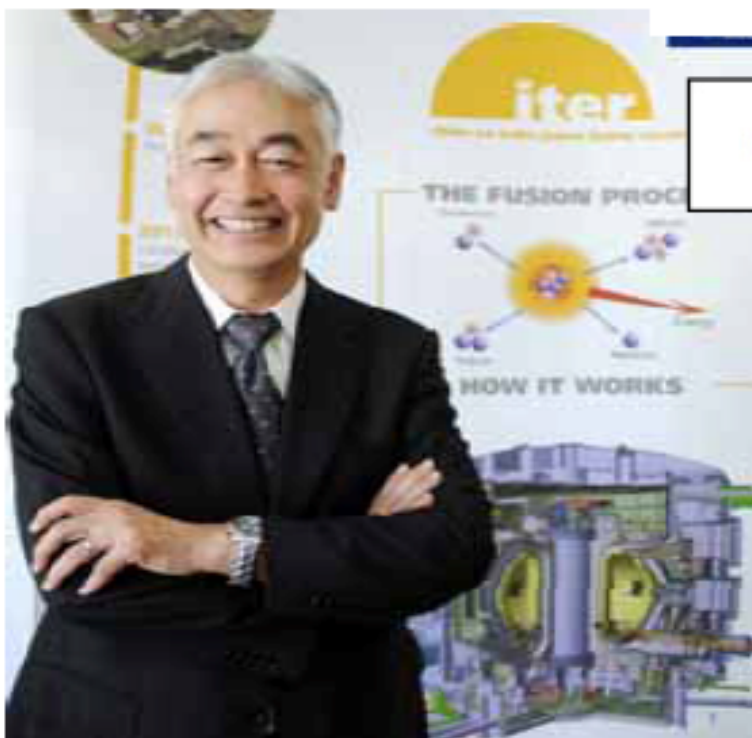
(動画13秒)



6



# 本島修新機構長のメッセージ



本島 修 氏

2010年7月28日～

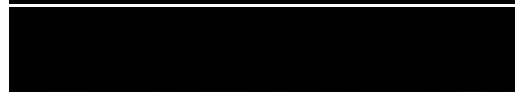
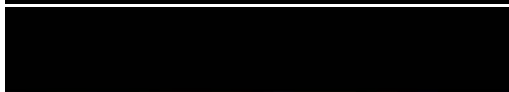
7

2007年1月整地開始、2009年5月プラットフォーム完成 (400m x 1km)



2010年8月PFコイル製作棟建設のための整地開始

(動画18秒)



赤色: 日本調達分    青色: EUから資金を得て製作

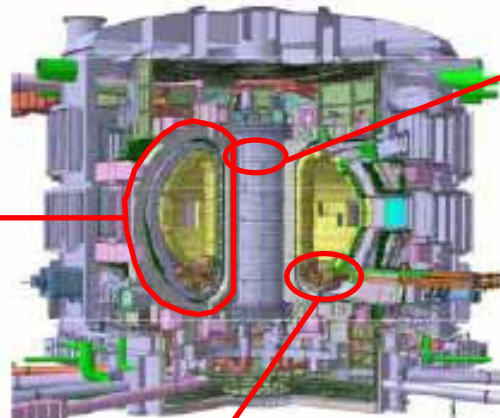
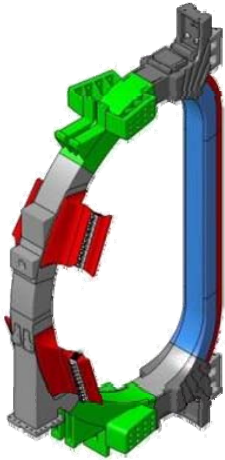
トロイダル磁場コイル

中心ソレノイドコイル導体

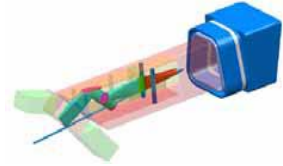
高周波加熱装置



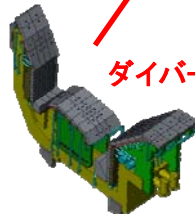
中性粒子入射加熱装置



計測装置



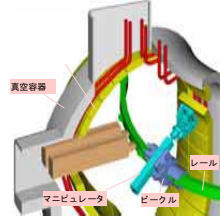
ブランケット遠隔保守装置



トリチウムプラント設備



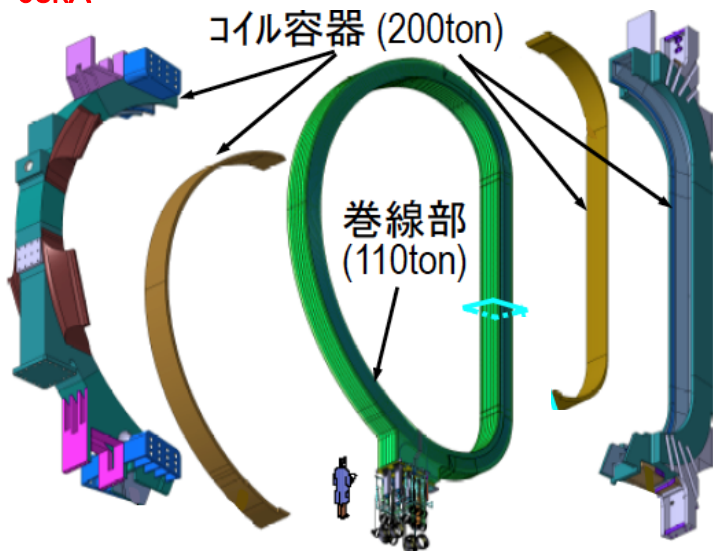
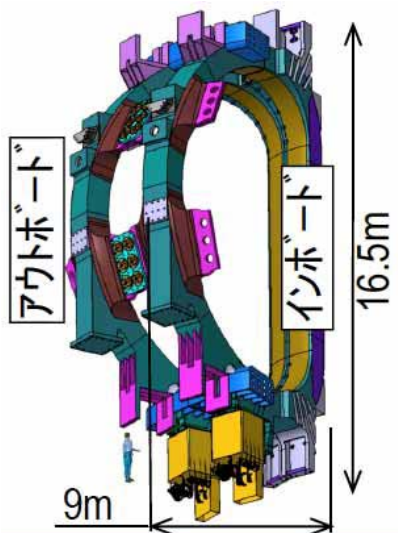
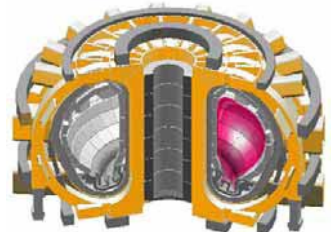
ダイバータ

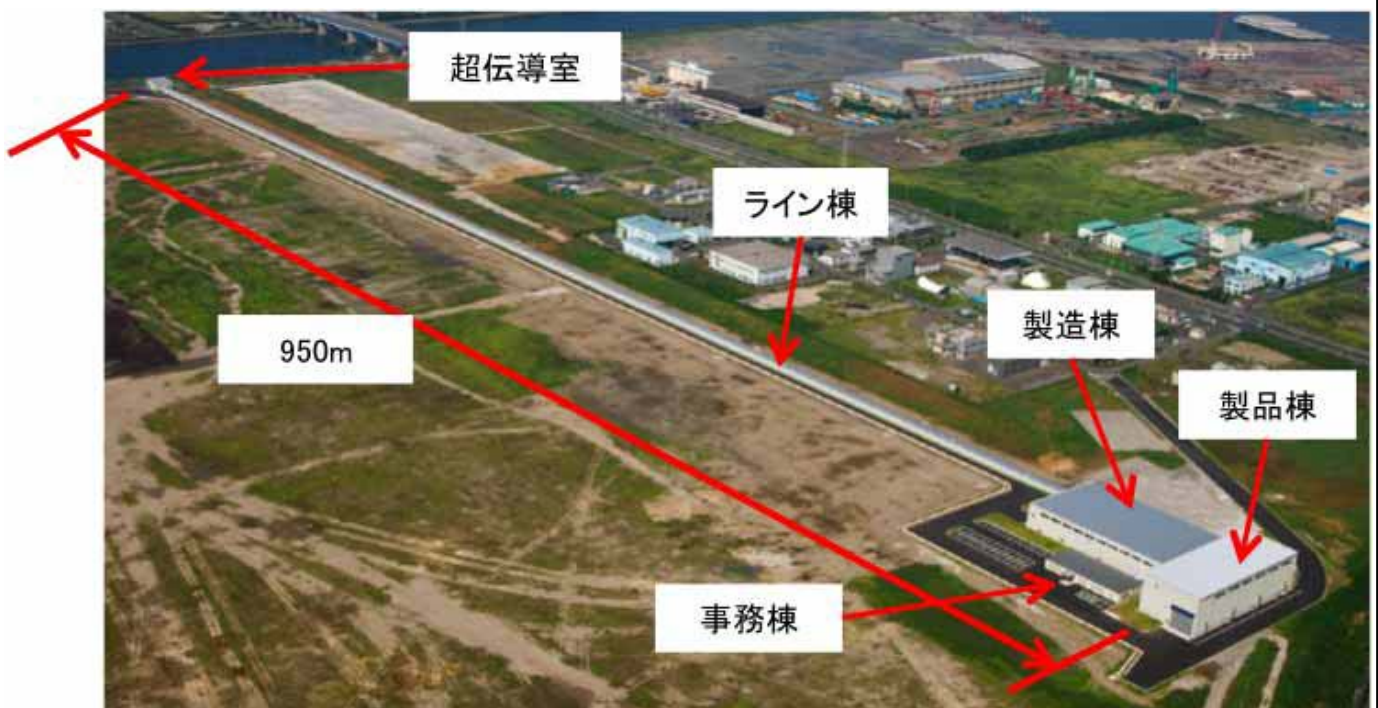
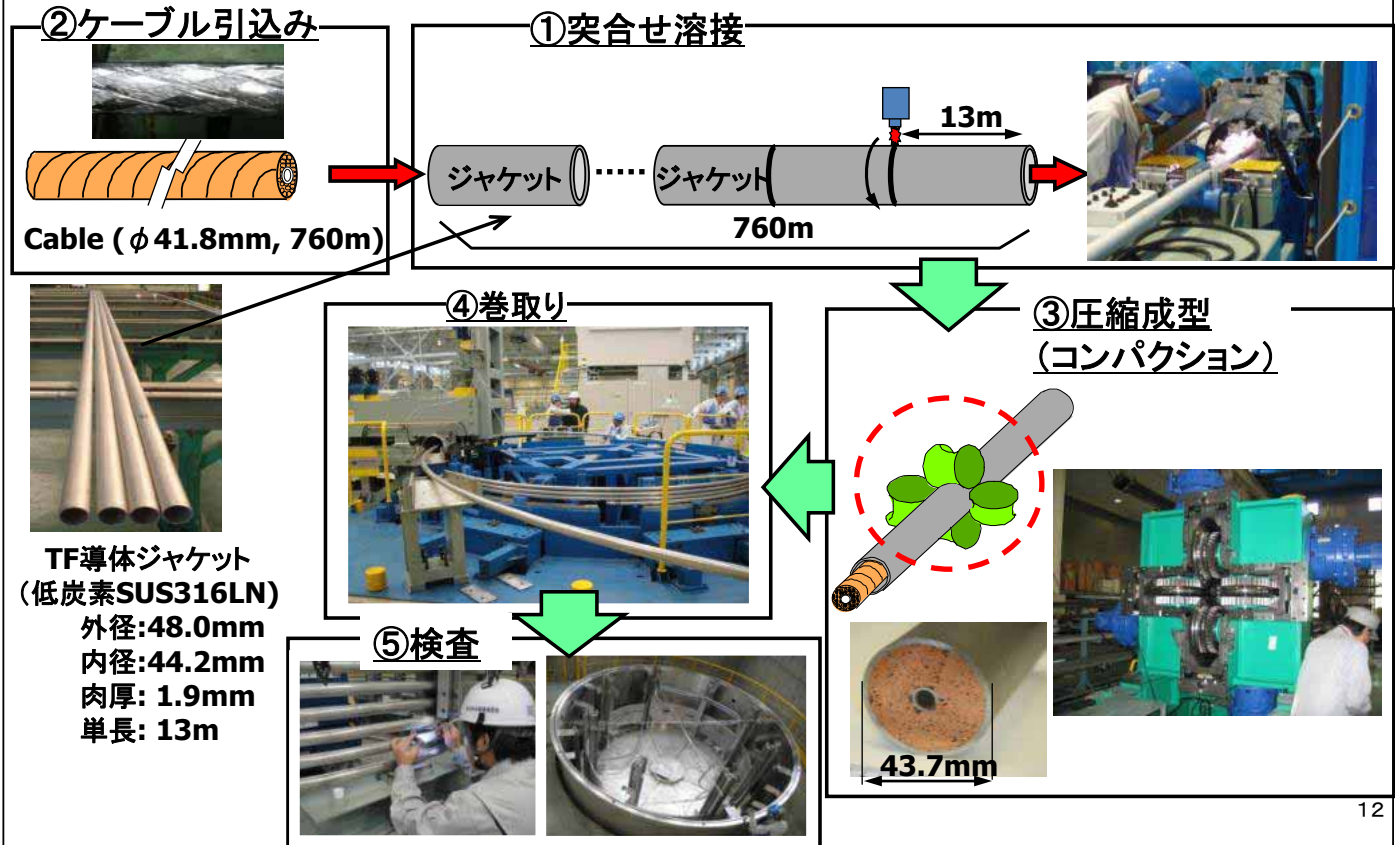


## トロイダル磁場コイル製作の進捗: 日本が先導

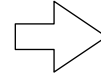
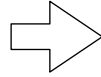
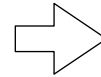
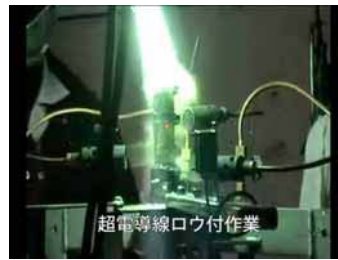
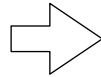
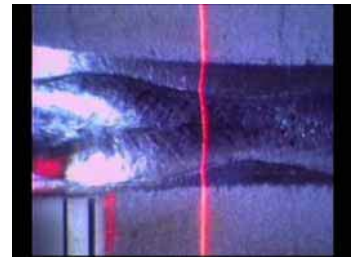
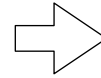
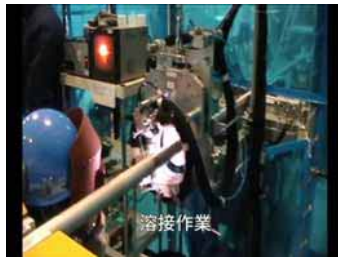
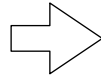
トロイダル磁場コイル:  
 プラズマを閉じ込めるための  
 強磁場を発生するコイル  
 ITER機器の中で最重要機器  
 定格磁場 11.8テスラ、定格電流 68kA

超伝導導体









中国

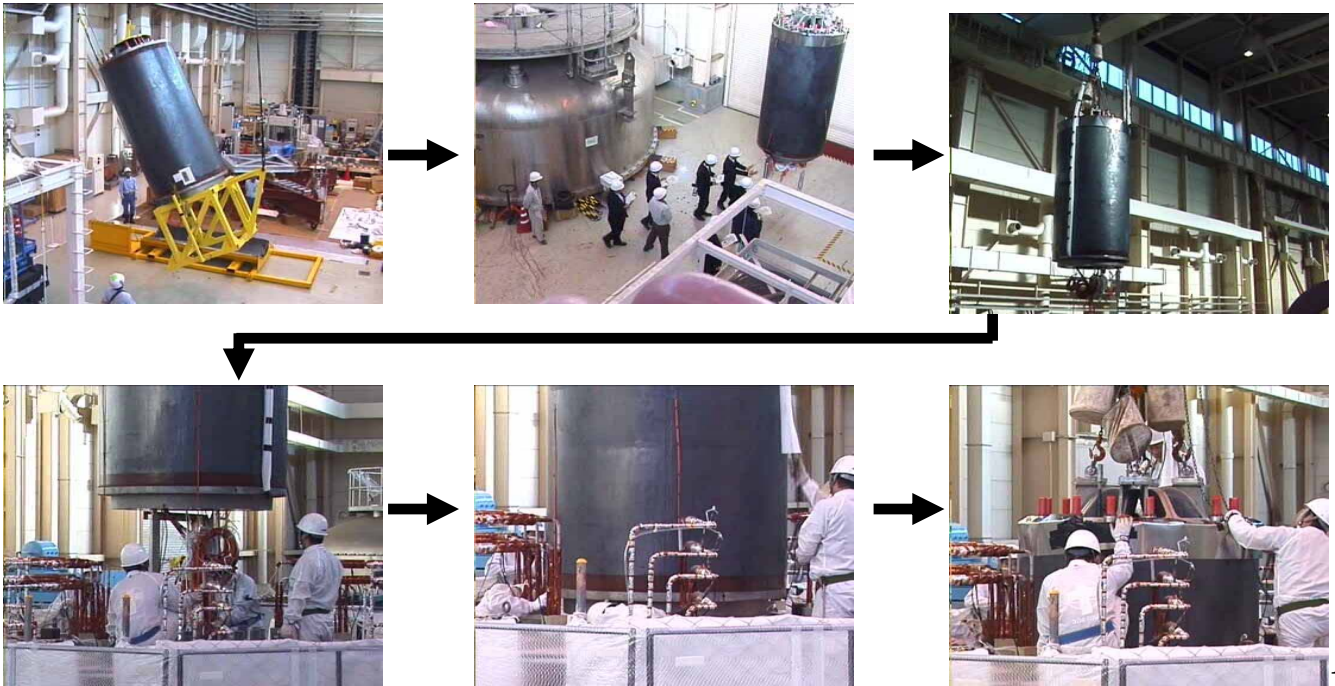


ロシア



欧州分担の超伝導コイル導体の性能試験を那珂で実施

(動画19秒)



ロシア・エフレモフ研究所の試験装置で日本のダイバータ  
評価試験体の高熱負荷試験を実施 (2008年10月~2009年2月)



電子銃



真空容器



## その他のITERのコラボ

### サルタン試験

ローザンヌの連邦工科大学のプラズマ物理研究所での超伝導導体試験

### 韓国の導体複合化

韓国のTF導体(20%)の導体複合化を日本が協力する方向で検討中

### 米国の巻線試験用CS追加導体

米国が分担するCS巻線試験用の追加導体製作に協力予定

### 欧州とのTFコイル一体化協力

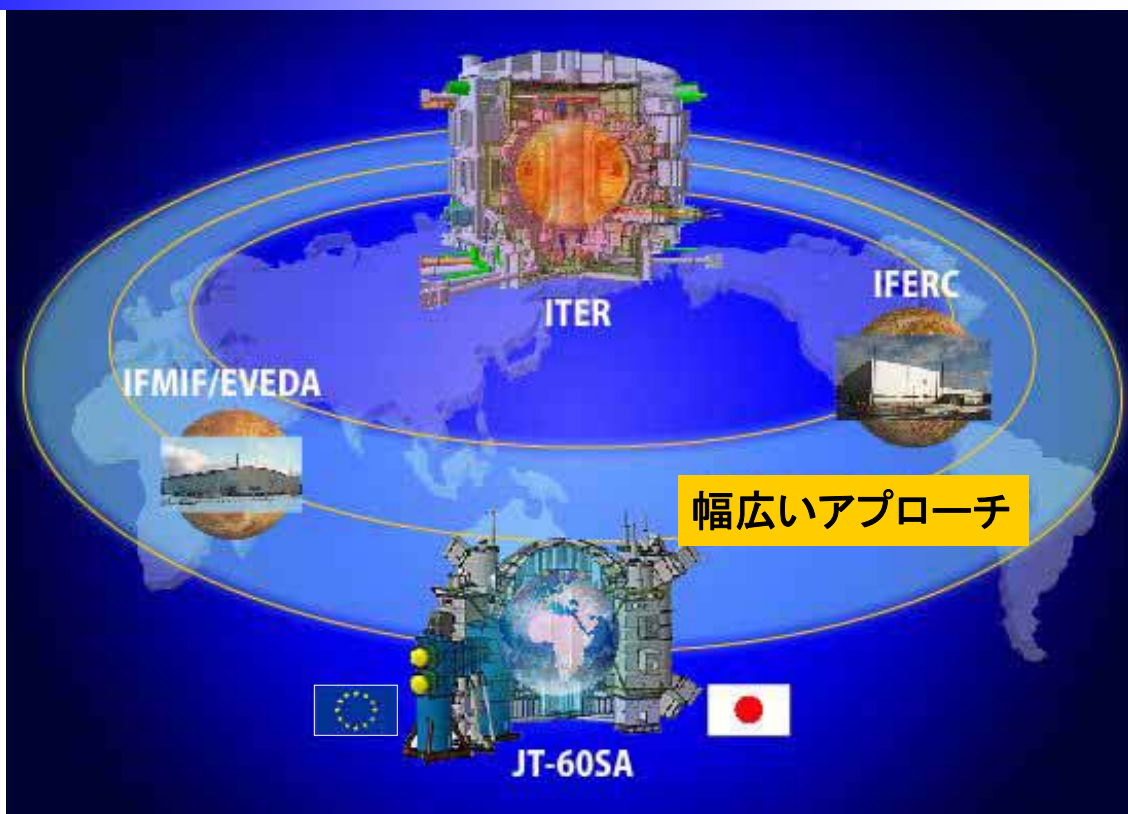
TFコイル一体化を分担する日欧で効率的・合理的な製作法について協力協議中

➡ ITER機構や各極国内機関どうしの協力が軌道にのり成果を挙げつつある

18



## 日欧のコラボ: 幅広いアプローチ活動

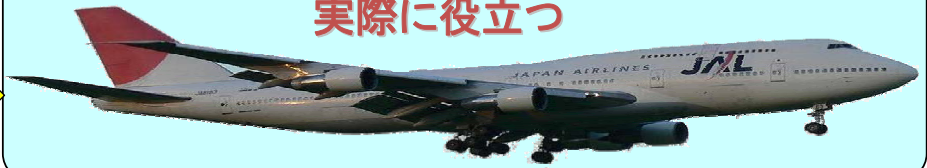


19



# 技術開発における幅広いアプローチ

早く、安全で、効率的・効果的  
実際に役立つ




ライト兄弟  
空を飛べる事を証明



エンジンの開発



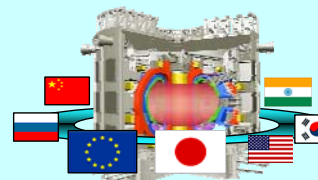
ジェット機設計  
材料開発  
遠隔制御技術  
シミュレーション  
性能改良機  
幅広いアプローチ



# 核融合における幅広いアプローチ

原型炉 発電実証

安全で効率的・効果的に  
エネルギーとして役立つ

実験炉ITER



JT-60



国際核融合エネルギーセンター  
原型炉設計R&D  
遠隔実験技術  
シミュレーション  
材料照射施設開発  
サテライトトカマク  
幅広いアプローチ

青森県六ヶ所村  
茨城県那珂市



# 六ヶ所サイトでの幅広いアプローチ活動の進捗

六ヶ所サイト整備が2010年3月に完了

(動画10秒)



22

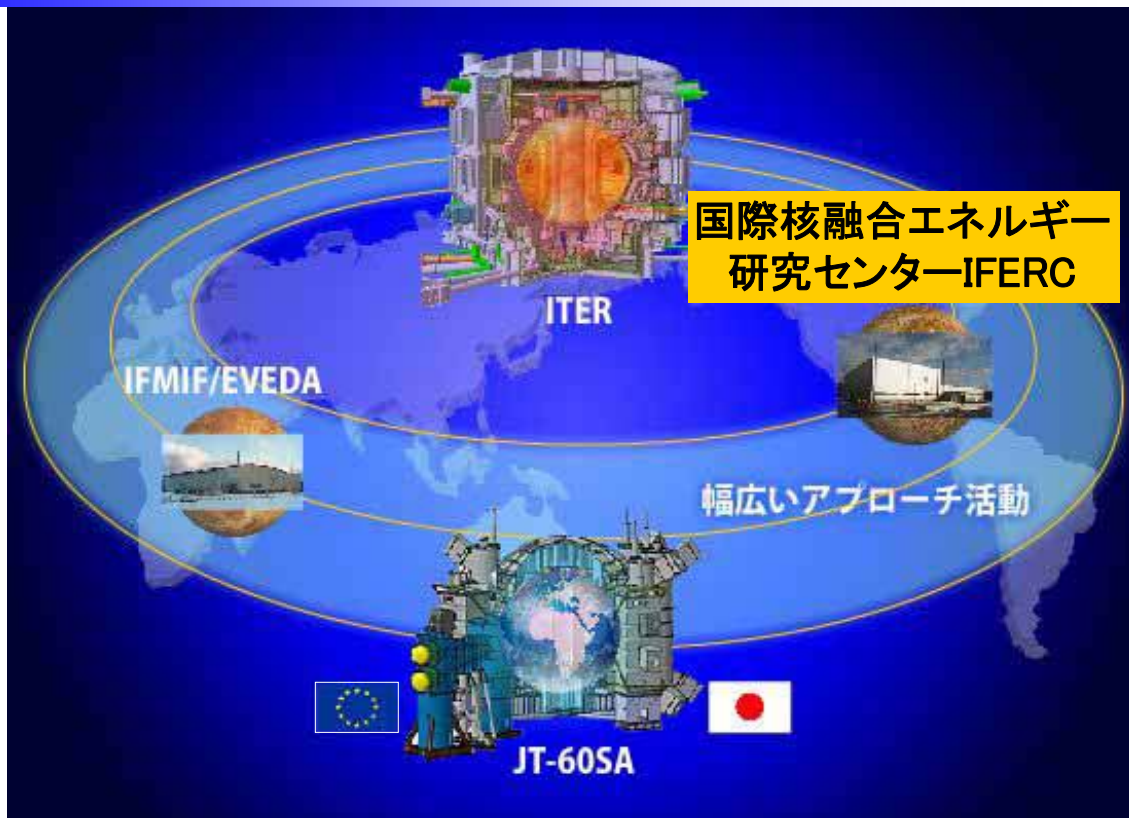


# 教育・住居などへの地元の支援(写真)

国際学校 運営:青森県、建物:六ヶ所村



23



### 核融合原型炉建設の基盤構築

IFERC事業

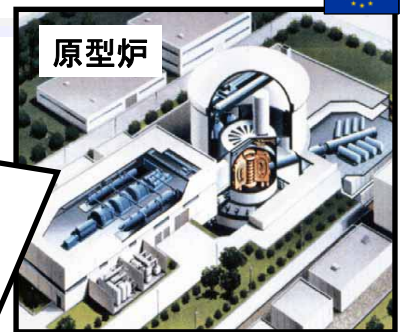
原型炉設計・R&D



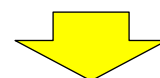
遠隔実験



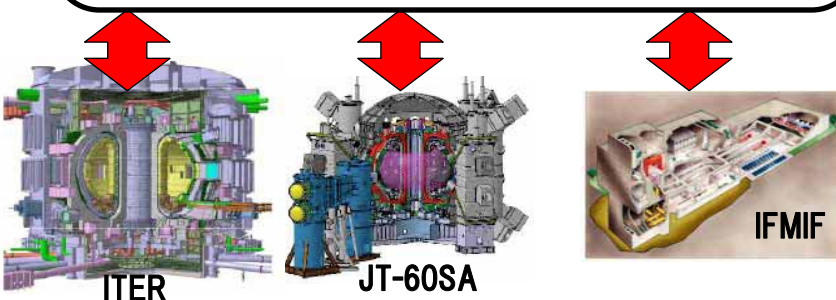
計算機シミュレーション

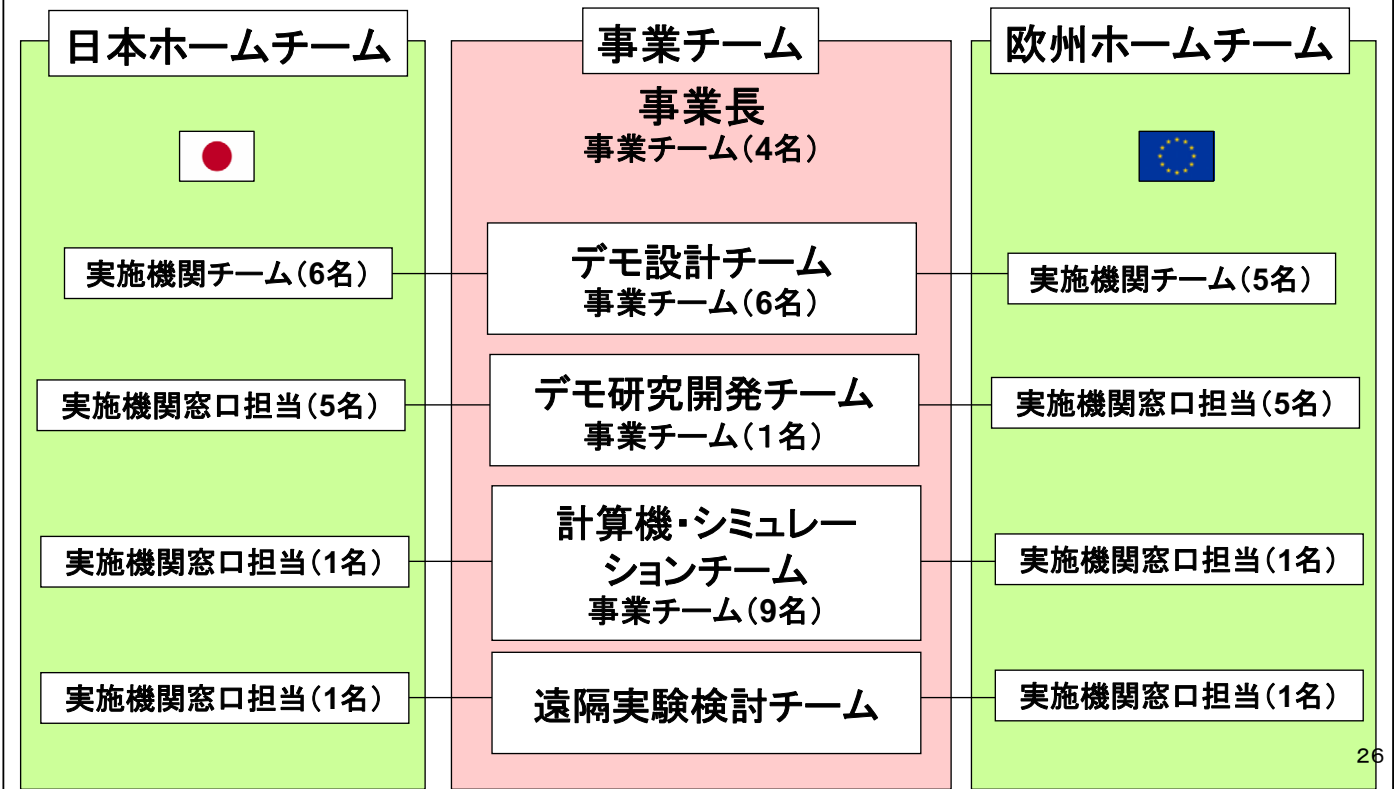


- 原型炉概念の検討
- 基盤的R&Dの実施
- 燃焼シミュレーション
- 遠隔実験

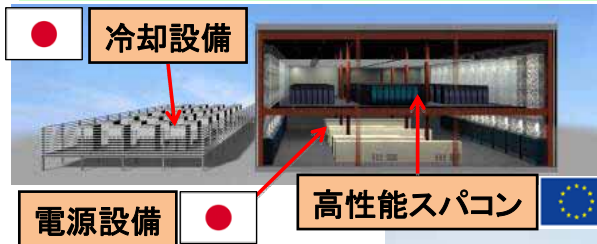


知識・技術・人材  
の集約と展開





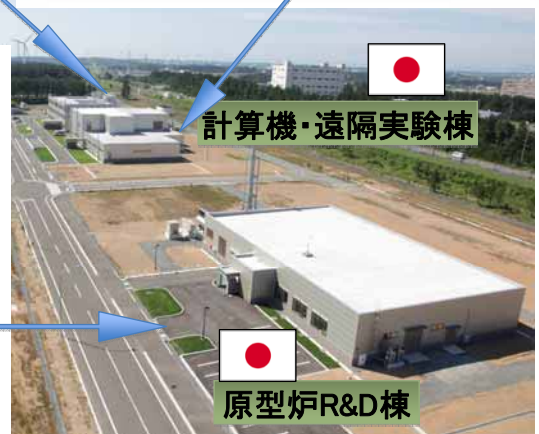
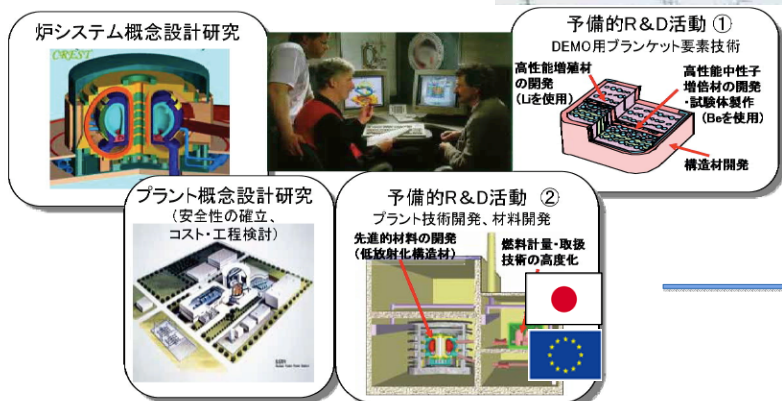
## 核融合計算機シミュレーションセンター



## ITER遠隔実験センター



## 原型炉設計R&D調整センター



### 原型炉設計活動



日欧の原型炉概念の比較・分析、共通課題やR&D項目を抽出

2010年から日欧共同設計チームによる設計検討活動を準備

### 原型炉R&D活動



5つの予備的R&Dを実施  
F82H、SiC/SiC、増倍材、増殖材、H<sup>3</sup>分析技術  
研究機器・設備の整備

2010年から研究機器・設備を整備し本格的な研究開発活動に着手

### 計算機シミュレーション活動

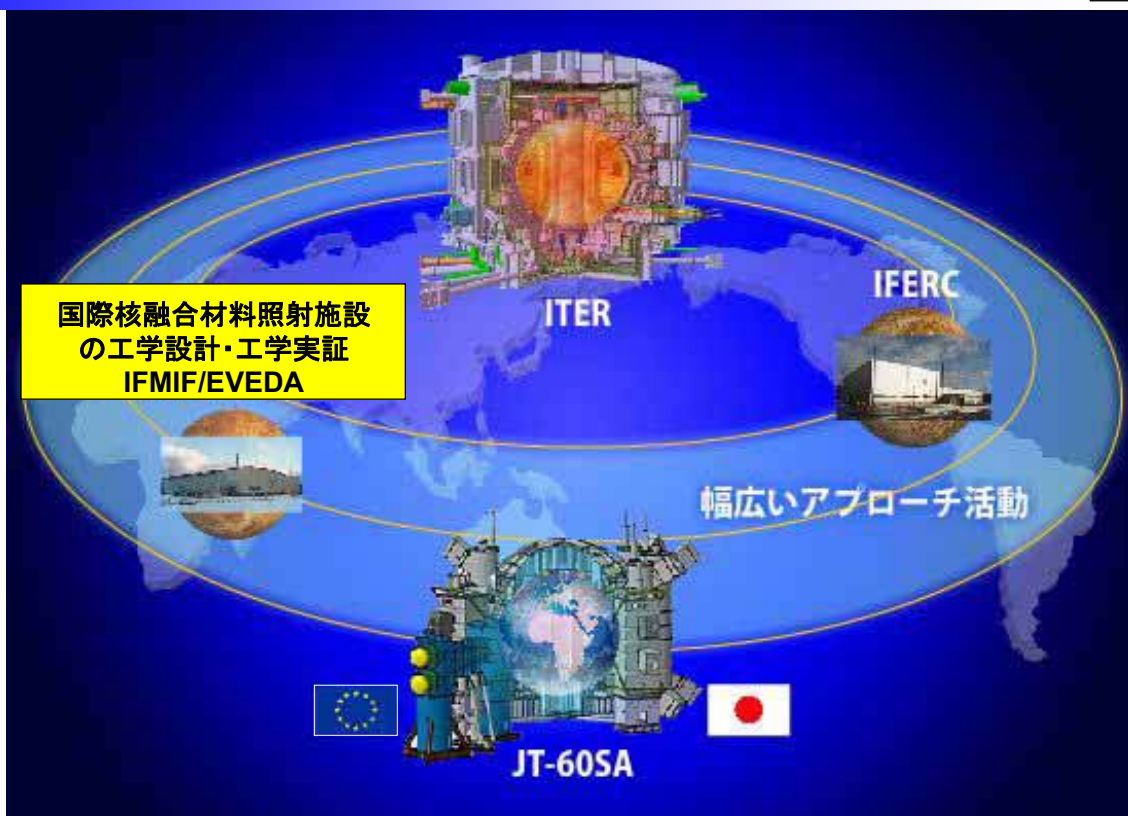


機種選定基準等の検討  
ベンチマークコードを選定  
計算機仕様を確定

計算機調達を開始  
2011年度搬入予定  
計算機運用の検討に着手



(動画12秒)



## IFMIF (国際核融合材料照射施設):

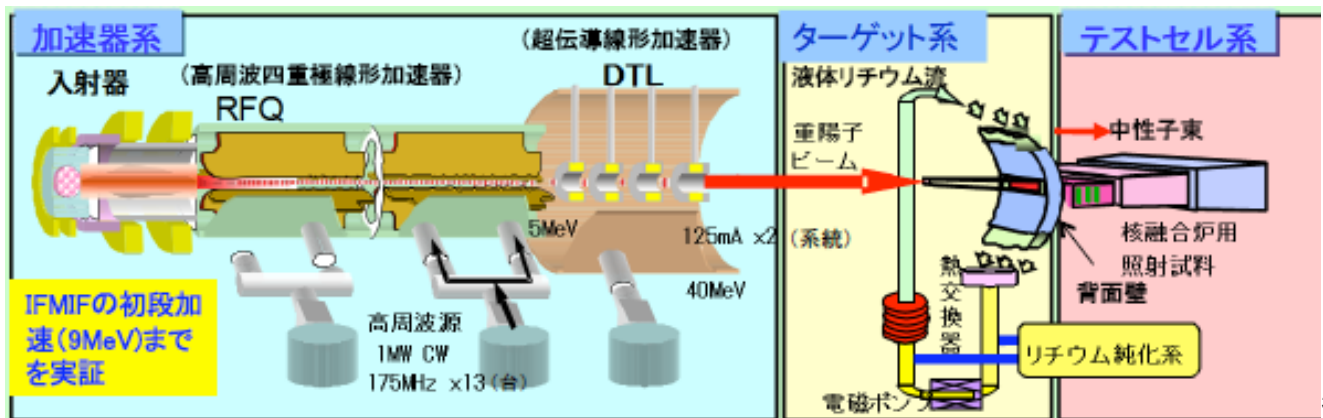
核融合原型炉の候補材料に中性子照射試験を行なうための施設

## IFMIF/EVEDA (工学設計、工学実証) 事業:

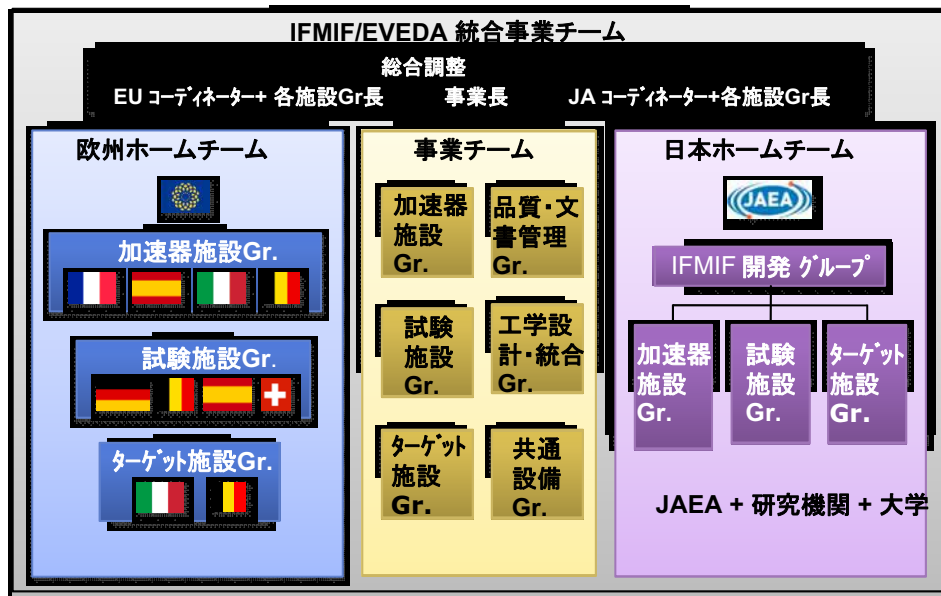
IFMIFの建設に先立ちIFMIFを構成する主要機器の工学実証と工学設計を行なう

**工学実証:** 加速器系、ターゲット系、テストセル系の原型装置を開発

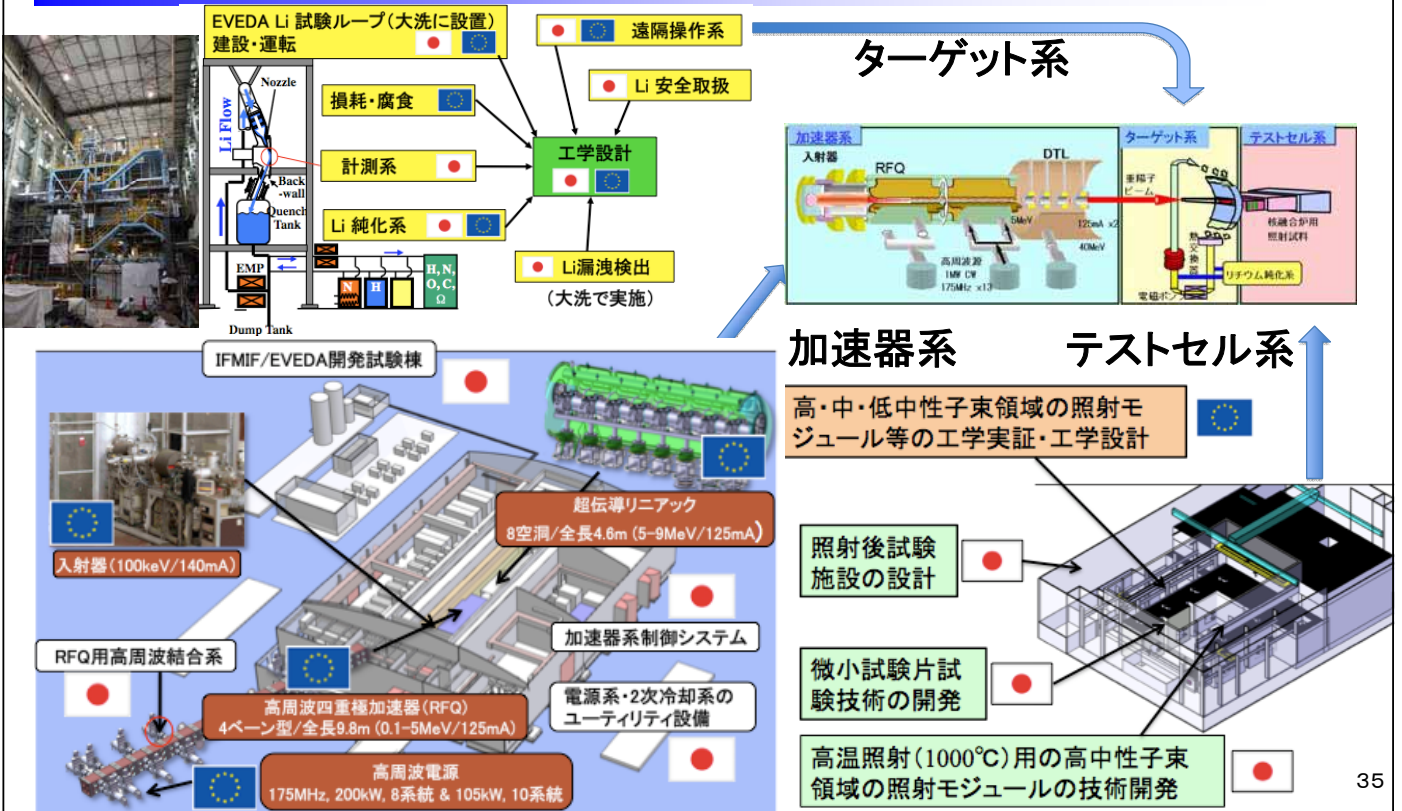
**工学設計:** サイト要件、安全評価、運転計画を含む統合設計

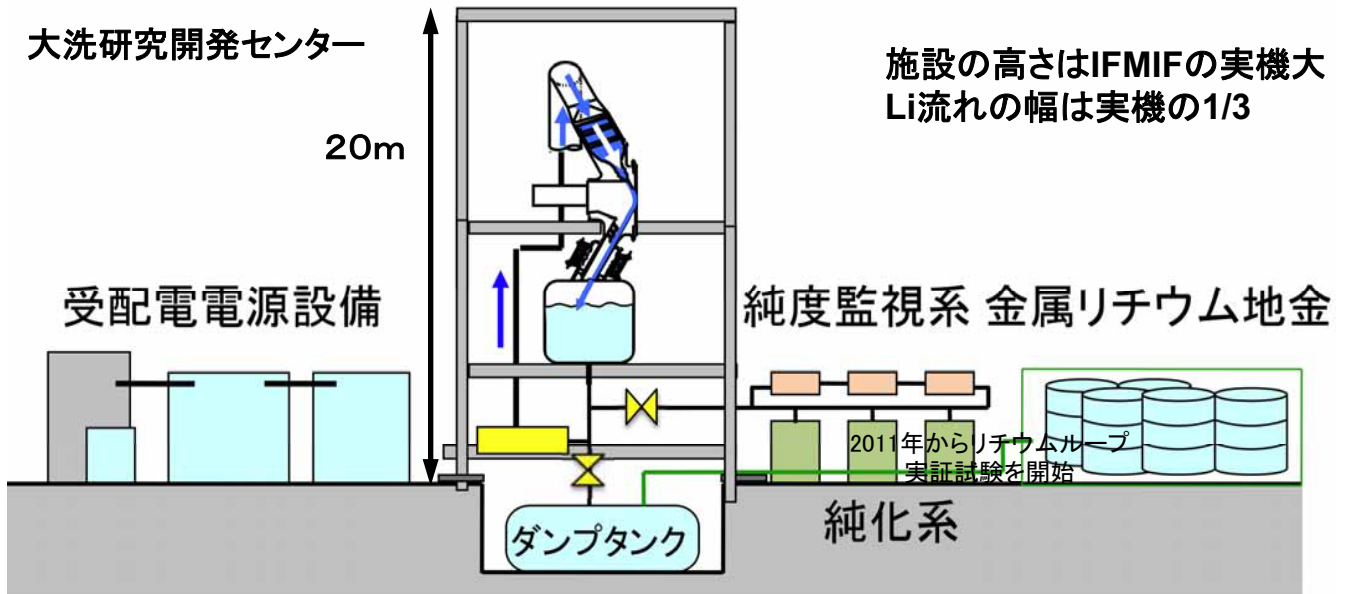


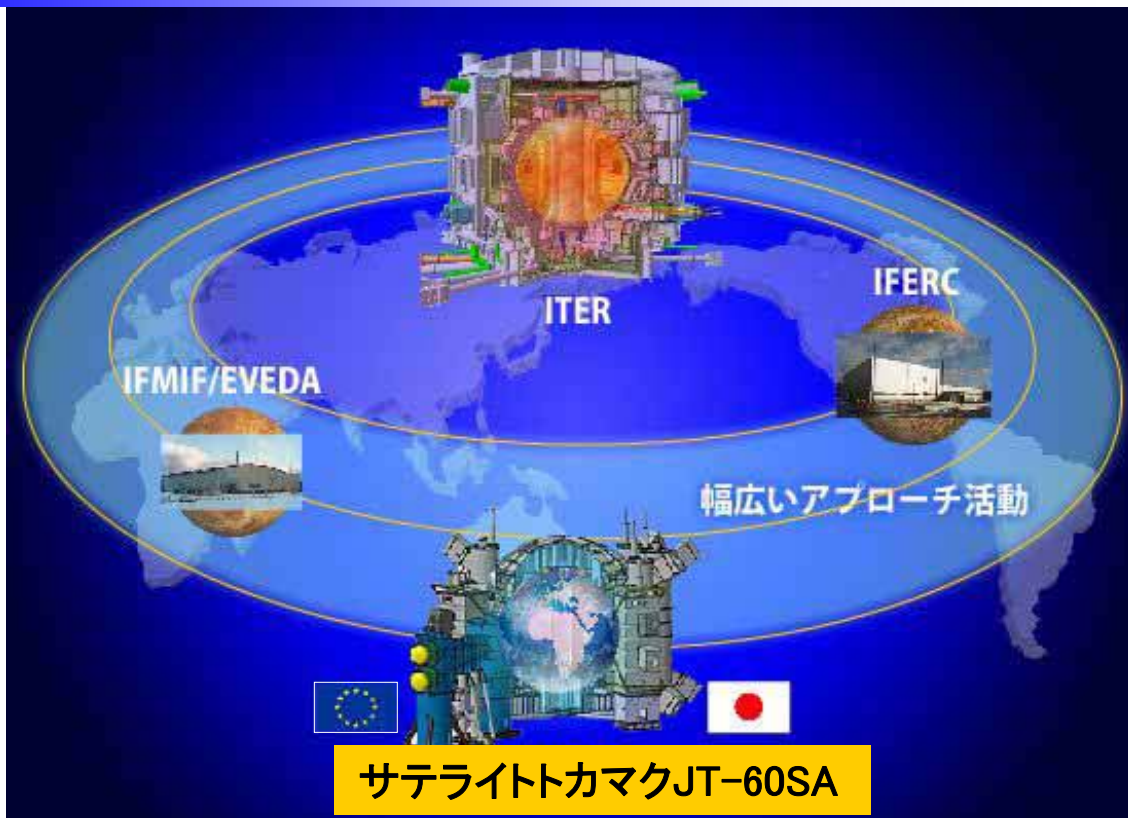
事業チーム: 事業長、欧州専門家(10名)、日本専門家(7名)、支援要員(7名)



2011年から加速器据付け・調整運転を開始予定、リチウムループ実証試験を開始







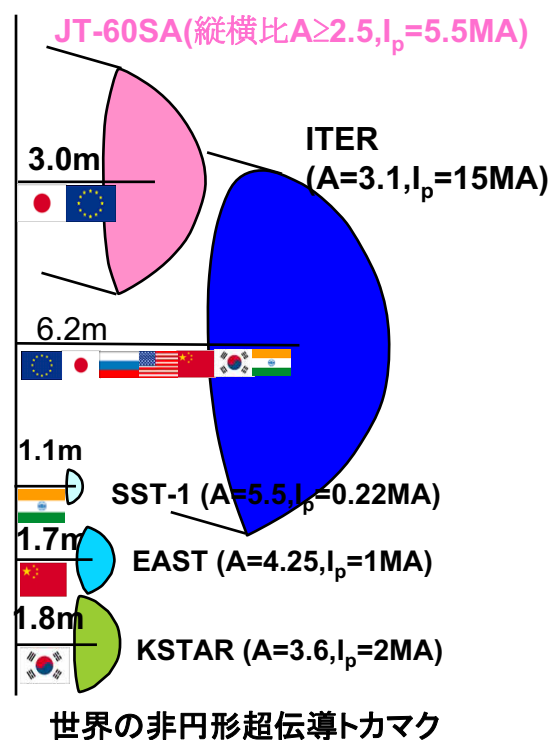
## ITERの技術目標達成のための支援研究

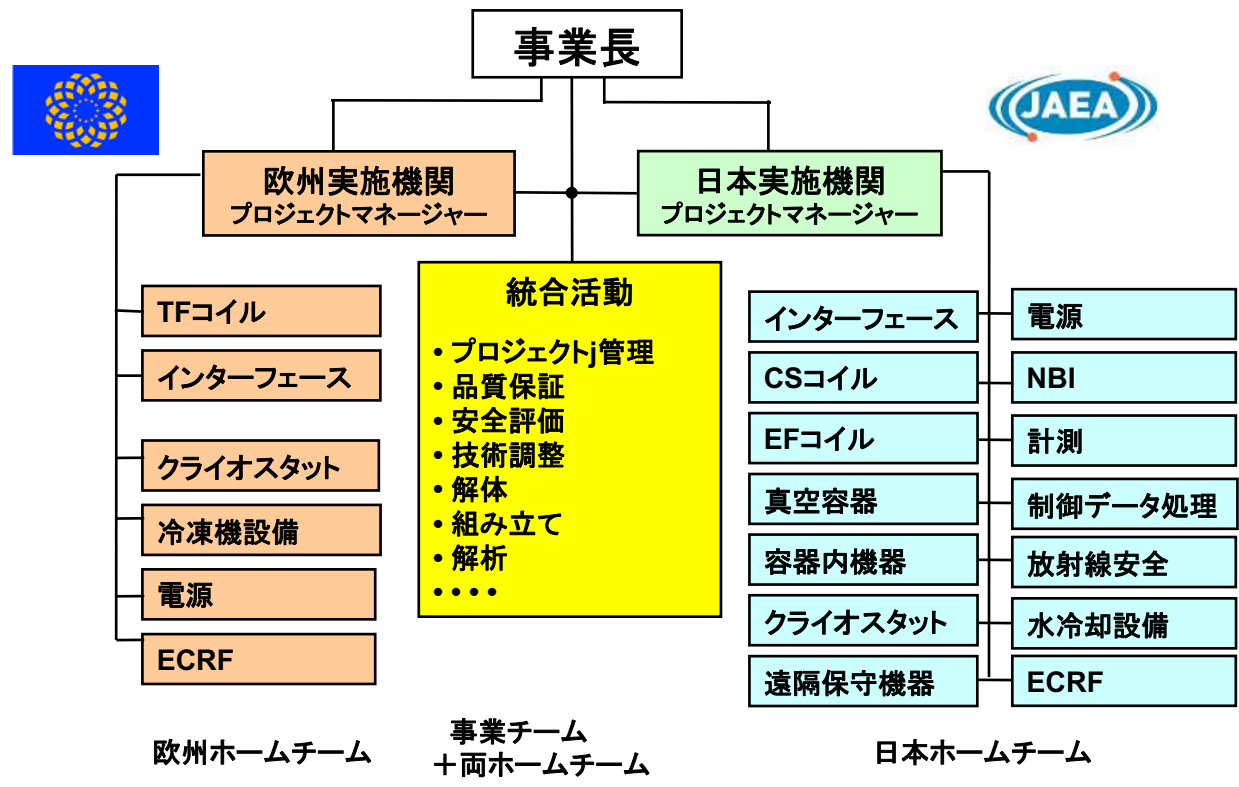
ITER運転に先立ち、ITERと相似なプラズマを生成し、様々な条件を設定し、予備的データを取得。

⇒ITERでの効率的な運転  
我が国の主導性の確保

## ITERではできない原型炉のための挑戦的な研究

将来の原型炉を建設に必要な高出力プラズマの安全性、信頼性、経済性の実証のため、様々な研究開発。







## 石田真一JT-60SA事業長のメッセージ



サテライト・トカマク計画事業長の石田です

42



## ピエトロ・バラバスキー欧州実施機関 幅広いアプローチ部門ヘッドのメッセージ



JT-60SAは、核融合開発計画の中で非常に重要な要素です

43

(動画10秒)



## 順調に進むJT-60SAの設計・製作

日本分担分: 6つの調達取り決め締結、欧州分担分: 4つの調達取り決め締結



超伝導コイルサンプル試験に成功(核融合科学研究所との共同研究)

超伝導コイル巻線棟が竣工

超伝導導体製作棟が竣工  
630mの製造ライン

長さ500mのEF-H導体製作に成功



真空容器材料納入



20°上半部試作: インボード直線部と曲線部の接続



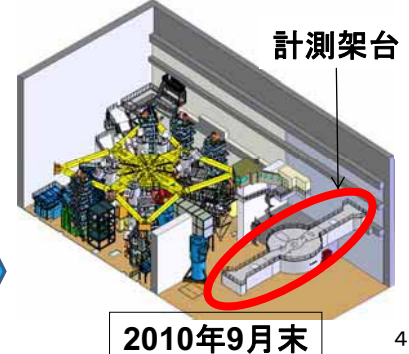
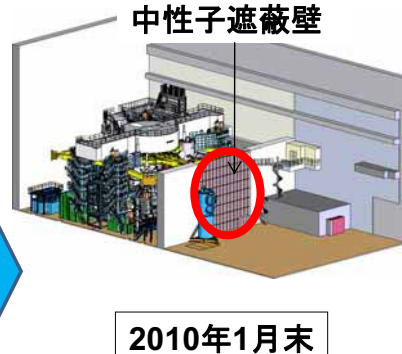
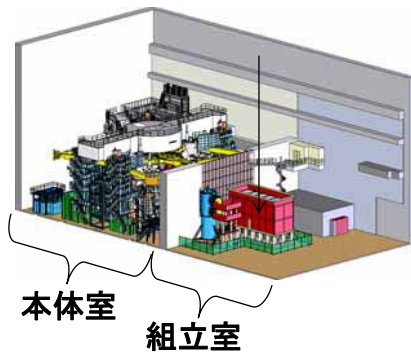
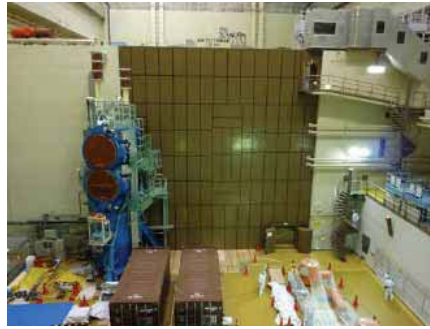
アウトボード20°上半部試作



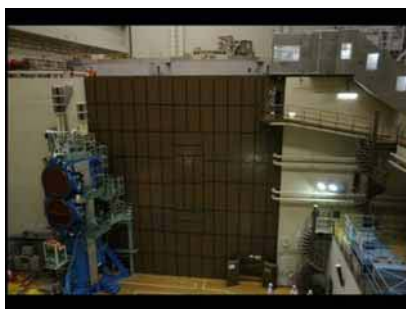
リサーチプラン  
ホームチーム原案5月  
=> 国内原案1月完成



2009年度の解体準備作業に引き続き、2010年度よりJT-60の本格解体を開始。  
組立室の負NBI用高電位テーブル及び中性子遮蔽壁を取り外して保管、上部の計測架台を移動



(動画18秒)



## 六ヶ所サイト

六ヶ所サイトの整備が完了、日欧で本格的な活動に着手

- ・IFMIF/EVEDA: 欧州機器製作の着手、Liループ整備をほぼ完了
- ・IFERC: 欧州計算機の調達に着手、R&D設備の整備、日欧設計チームの立ち上げ

## 那珂サイト

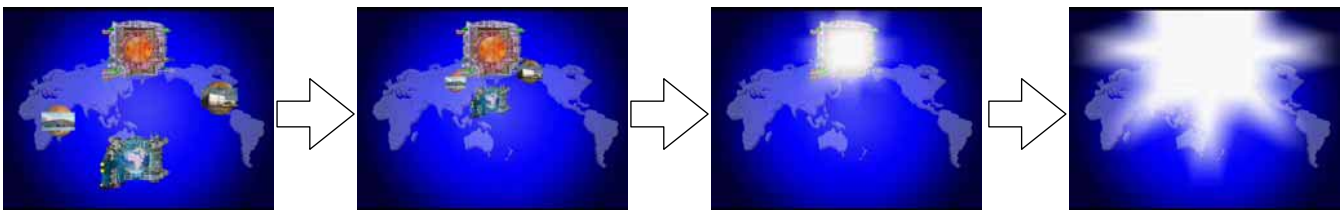
JT-60SA計画が順調に進捗、欧州も本格的機器製作に着手

- ・JT-60の本格解体の着手
- ・超伝導導体の量産製作、コイル製作の着手、真空容器製作R&Dの完了

➡ 日欧協力が極めて有効に作用、計画が順調に進展、協力の成果が結実しつつある

## まとめ

(動画4秒)



全世界的な協力で核融合エネルギー実現に向けた挑戦が成果を挙げつつあります

原子力機構はこの国際協力プロジェクトで国際的なイニシアティブを継続して確保すべく努力してまいります