



プラズマ若手夏の学校
2010年8月9日
六甲スカイヴィラ

ITERプロジェクト

1. ITERの概況
2. ITERの建設の状況
3. ITERの課題について
4. 日本国内機関の活動状況について
5. ITER機構職員の公募について

芳野隆治

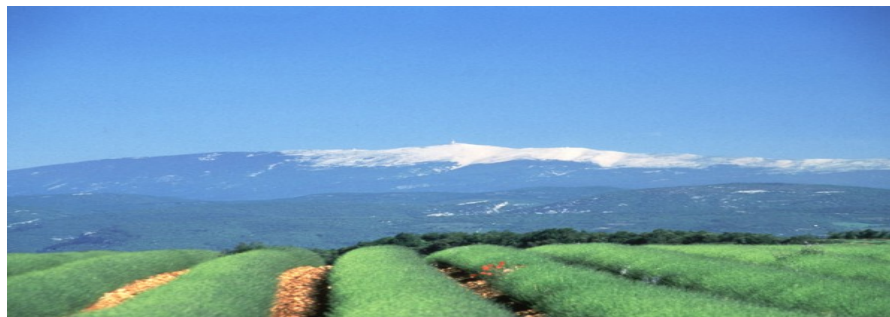
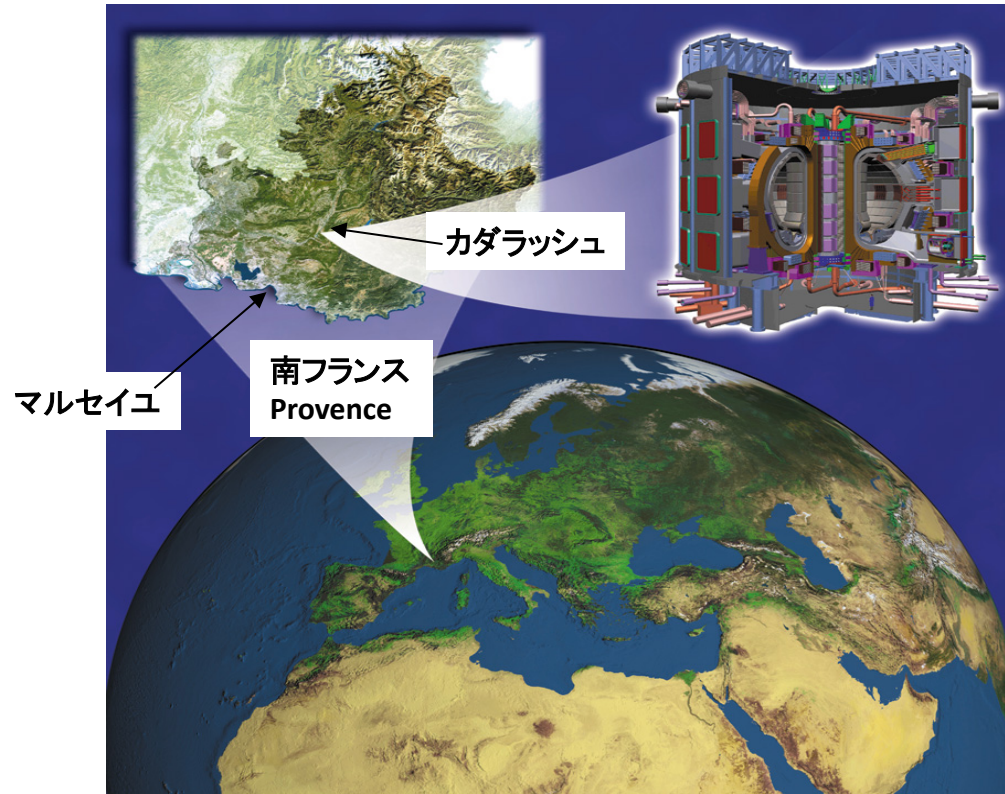
ITERプロジェクトユニット

核融合研究開発部門

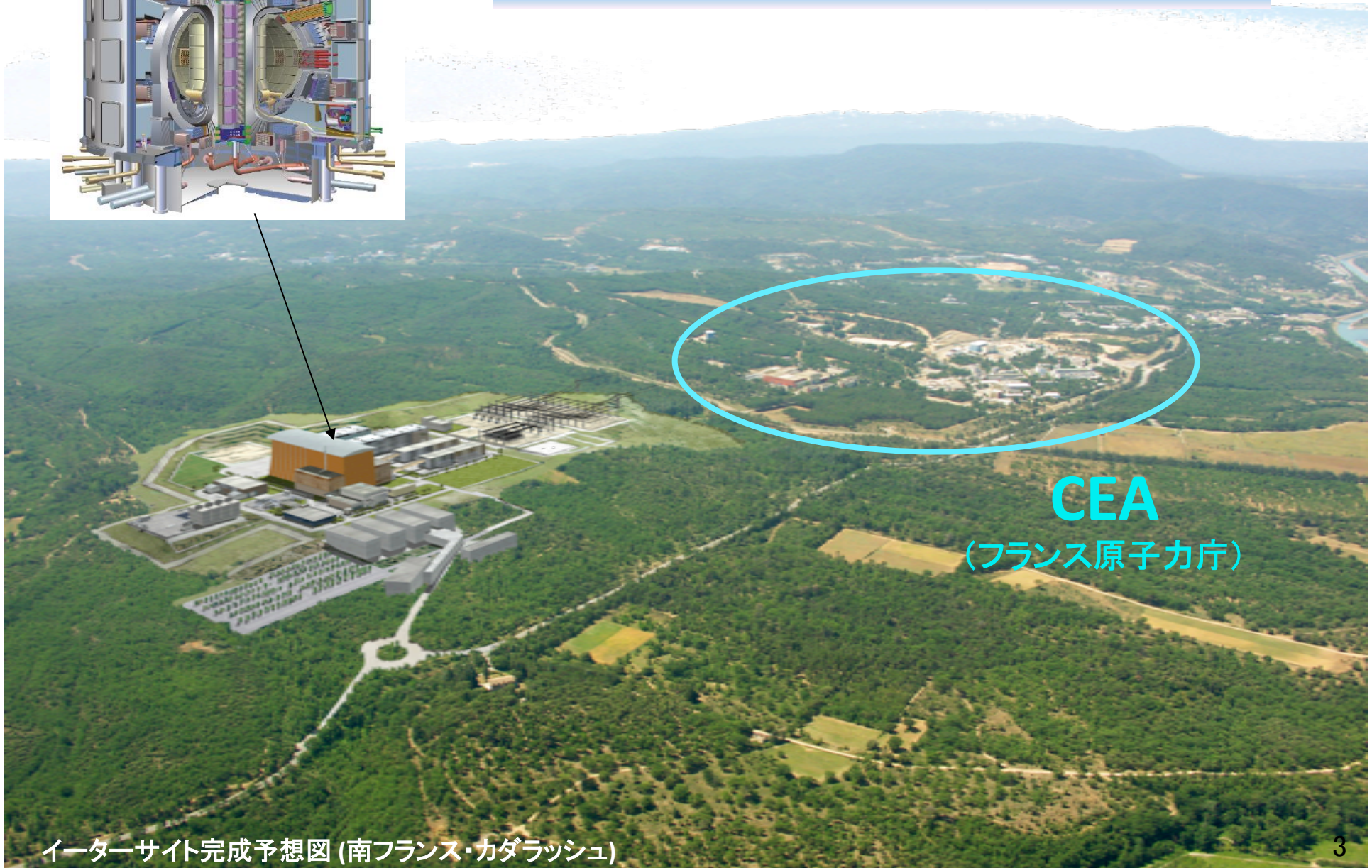
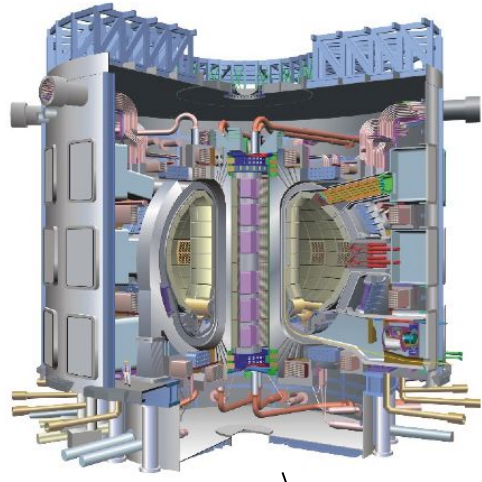
日本原子力研究開発機構

1. ITERの概況

ITERのサイト地: Provence...



ITER カダラッシュ・サイト全景



CEA
(フランス原子力庁)

ITER計画の概要

●意義

◇核融合エネルギーの実現の見通しを得る。

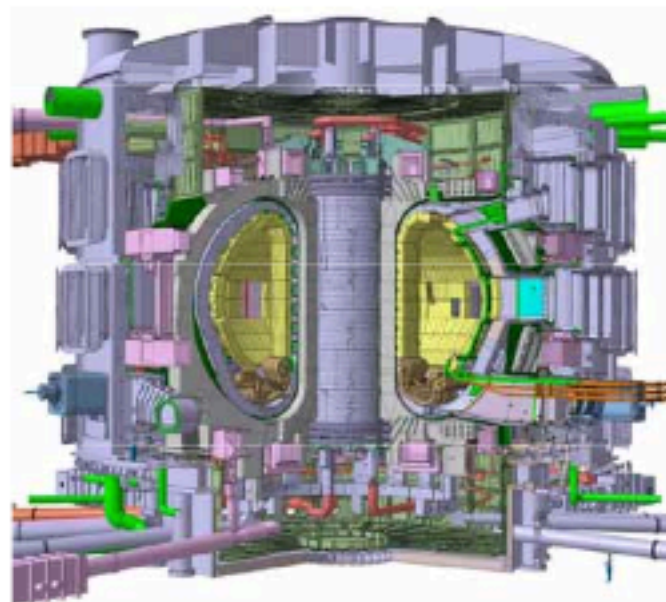
●技術目標

- ◇核融合出力と外部からの入力の比が10以上の**燃焼プラズマ**を長時間(400秒以上)生成する。
- ◇超伝導コイルや加熱装置などの**核融合工学技術**を統合し、その有効性を実証する。
- ◇将来の核融合炉で必要なブランケットなどの**機器試験**。
- ◇**環境・安全性**の実証、等

●経緯・計画

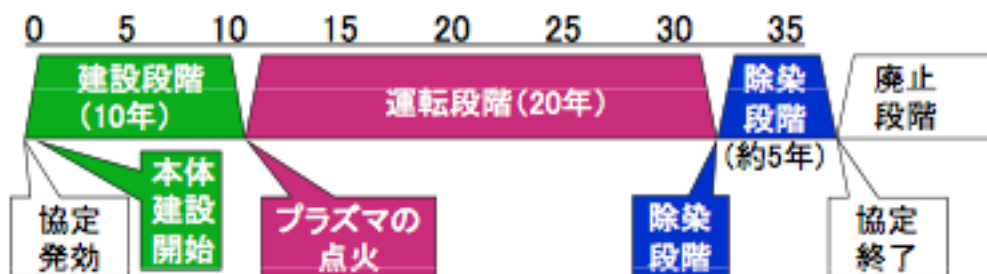
1985年11月の米ソ首脳会談が発端
 1988年～2001年7月 概念設計活動・工学設計活動を実施
 2001年～2006月 政府間協議
 2007年10月 ITER協定発効、ITER機構設立

ITER本体概要図



主要パラメータ

核融合出力	500 MW
Q (核融合出力/外部加熱パワー)	≥ 10
プラズマ燃焼時間	300-500 秒
プラズマ主半径 (R)	6.2 m
プラズマ副半径 (a)	2.0 m
プラズマ電流 (IP)	15 MA
プラズマ体積	約840立方メートル
本体重量	1万8千トン

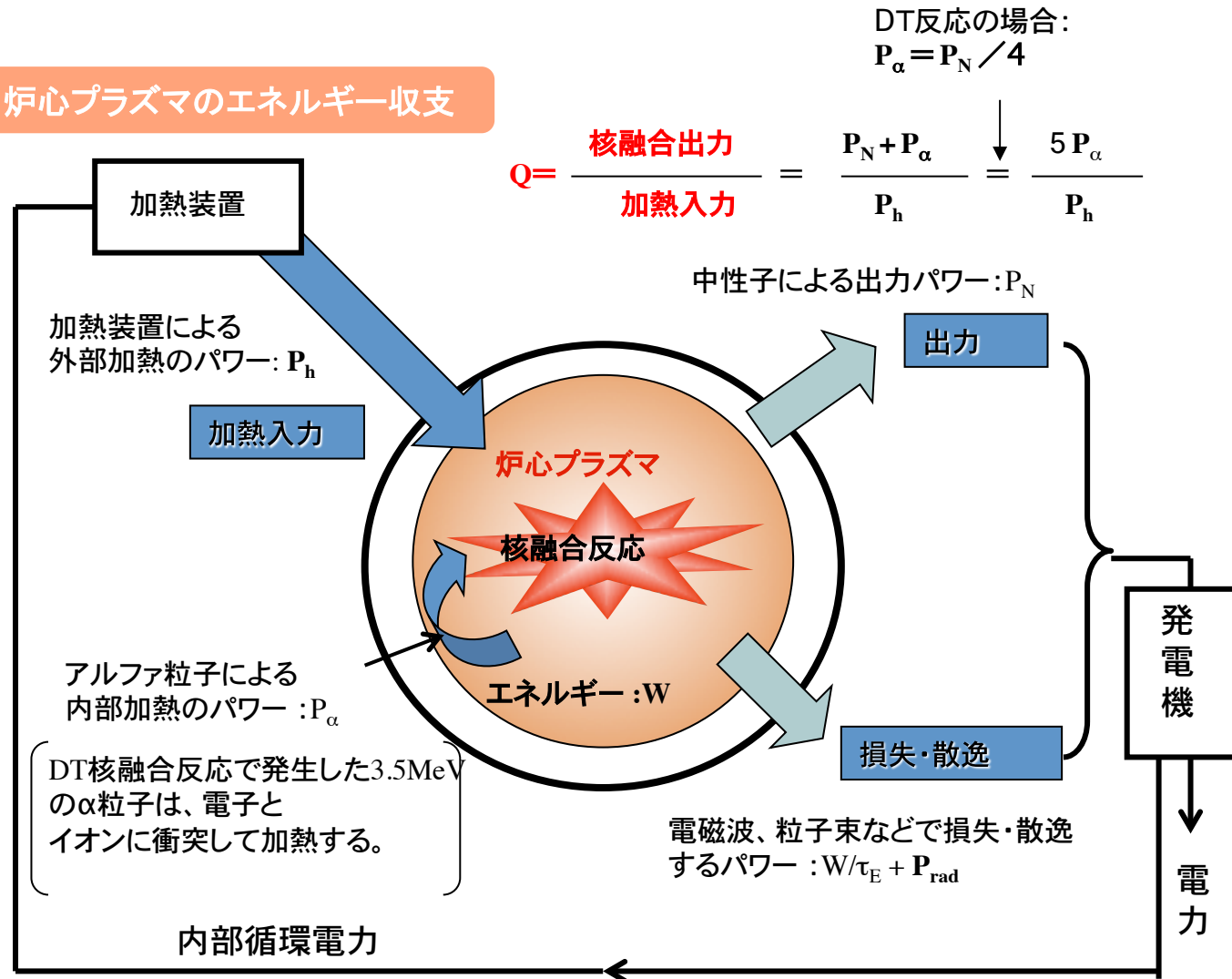


●参加国

日本、ユーラトム、ロシア、米国、中国、韓国、インド

炉心プラズマでのエネルギー収支

炉心プラズマのエネルギー収支



ITERでの核融合燃焼実験

ITERの技術目標

核融合燃焼の実証:

- ・核融合エネルギー増倍率(Q)が10以上の核融合反応の実証
- ・DT反応で発生する高エネルギーの α 粒子で自ら加熱する核燃焼プラズマを400秒維持する。

核融合燃焼プラズマの定常運転(Q>5):

- ・自発電流割合が高く、自己加熱している核燃焼プラズマの分布制御により、定常核融合燃焼運転を目指す。

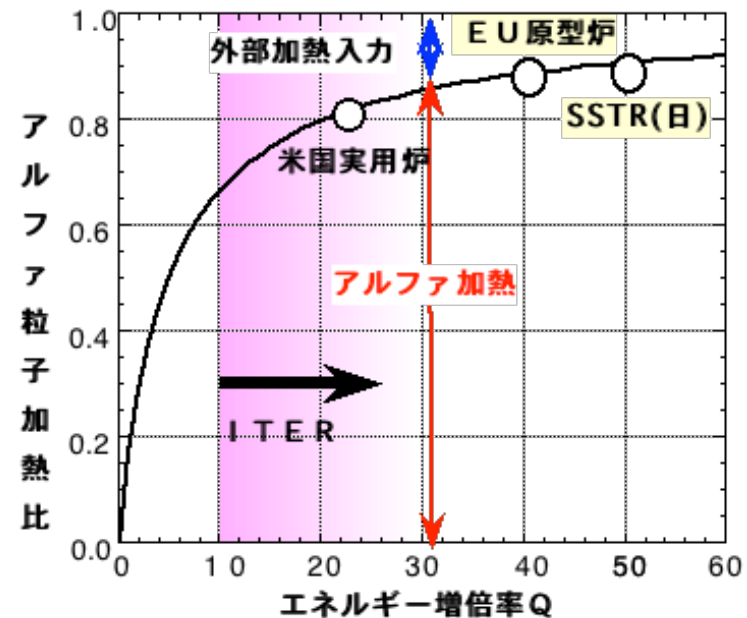
エネルギー増倍率:

$$Q = \frac{\text{核融合出力}}{\text{外部加熱入力}} = \frac{P_N + P_\alpha}{P_h} = \frac{5P_\alpha}{P_h}$$

α 粒子加熱比:

$$\frac{\alpha\text{粒子による内部加熱パワー}}{\text{全加熱入力}} = \frac{P_\alpha}{P_h + P_\alpha} = \frac{Q}{Q+5}$$

Qが10のとき、 α 粒子加熱比は67%になる。



ITER協定の署名

The Way to Fusion Power – The ITER (Hi-)story

“For the benefit of mankind”

The idea for ITER originated from the Geneva Superpower Summit in 1985 where Presidents Gorbachev and Reagan proposed international effort to develop fusion energy...

...“as an inexhaustible source of energy for the benefit of mankind”.



China, Europe, India, Japan, Korea, Russian Federation and the United States of America sign the ITER Agreement on 21 November 2006 in the Elysee Palace, Paris

ITER協定等の署名式(2006年11月21日)に出席した各参加極代表

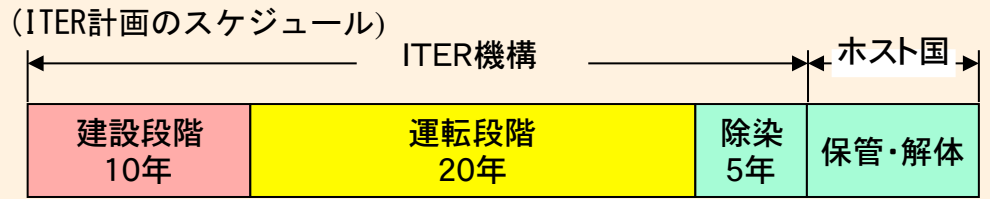
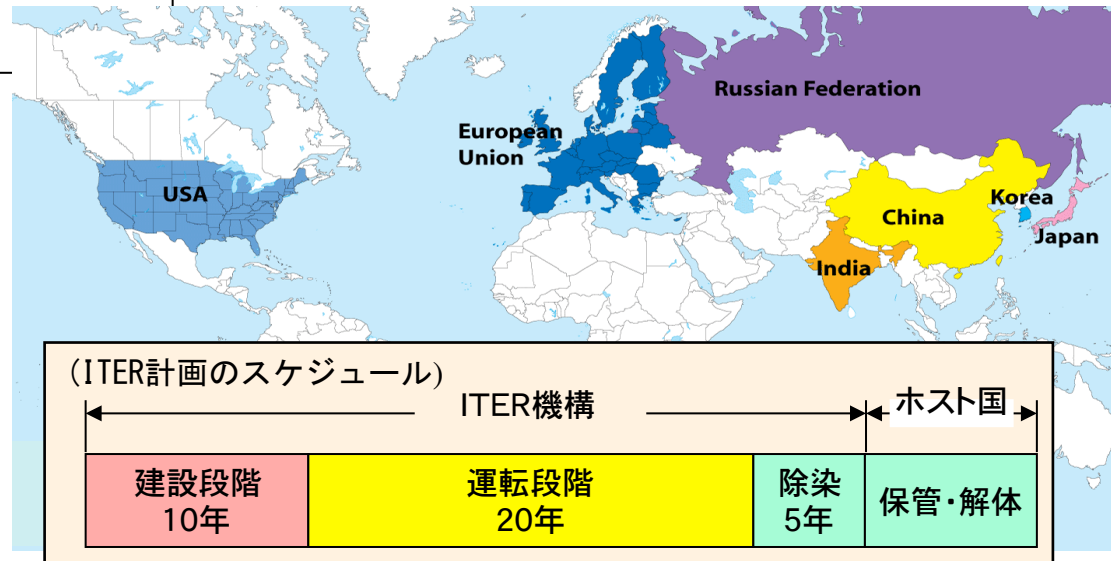
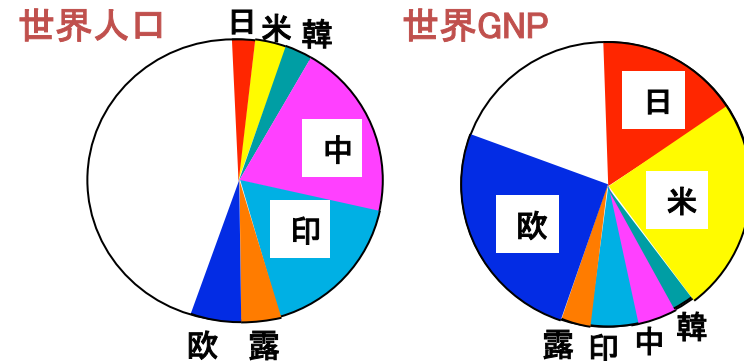
ITER計画は国際共同プロジェクト

ITER計画の目的:

- ① 核融合燃焼の実証
- ② 核融合燃焼プラズマの定常運転
- ③ 核融合エネルギー取り出しの試験

参加極: 日欧米露韓中印(7極)

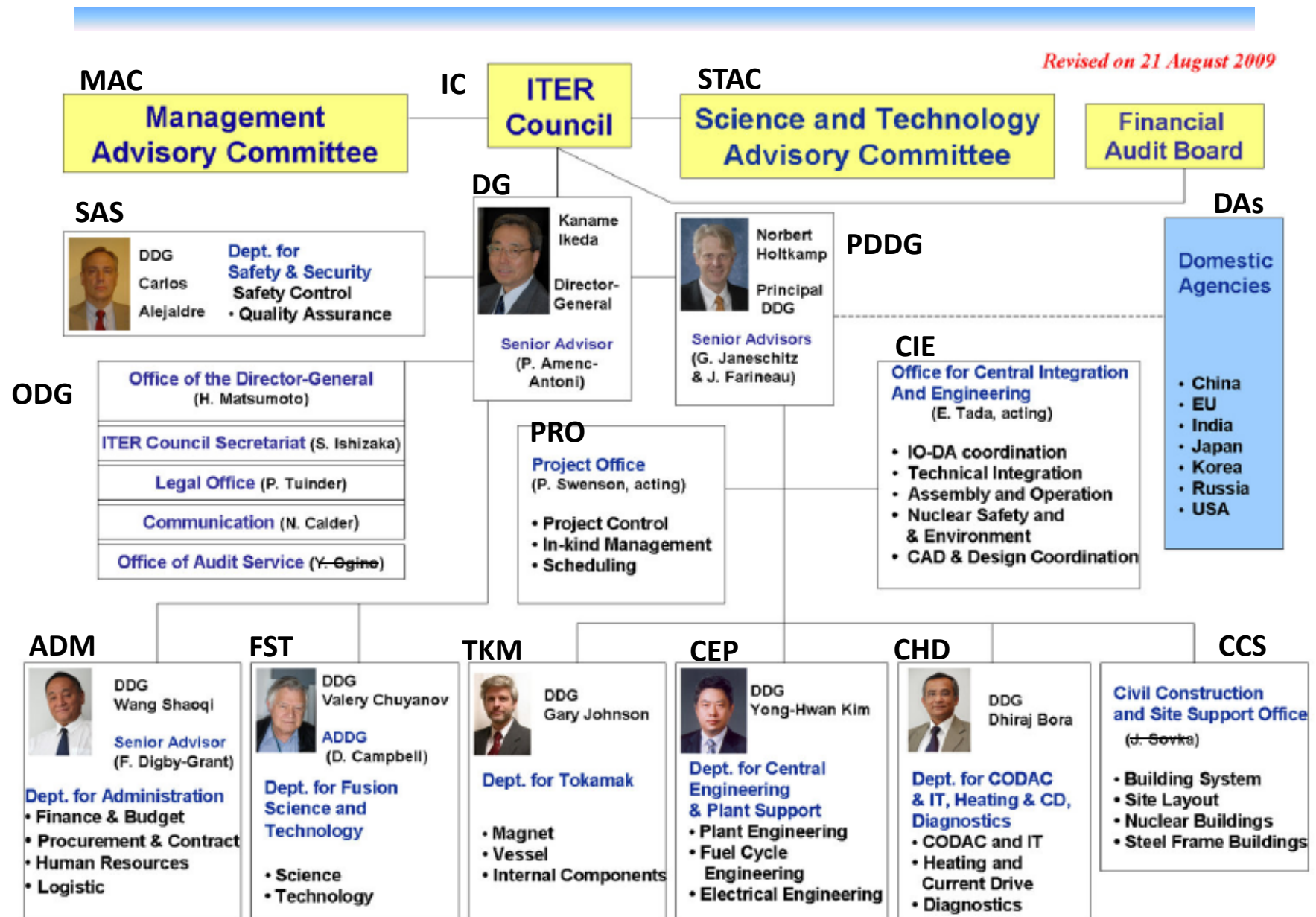
- ・ 世界人口の半数以上が関与
- ・ 世界のGNPの80%以上



ITER計画の実施:

- ・ ITER機構(IO): 2007年10月発足、ITER計画の実施主体(nuclear operator)
- ・ 7極の国内機関(DA): 物納調達(in kind procurement)で協力

ITER機構の組織 (本年7月まで)



ベースライン文書

ITER事業の遂行に必要な、**事業内容・日程・費用・資源**を規定した文書。
以下に示す上位文書は、7月28日に開催された臨時ITER理事会で承認された。

(1) 事業仕様 (Project Specification [PS])

事業目的、技術目的、性能・運転条件、設計原則、安全性、許認可、サイト要件等を記述

(2) 全体事業スケジュール (Overall Project Schedule [OPS])

ITER事業スケジュール、特に建設期間スケジュールを詳述

(3) 全体事業コスト(Overall Project Cost [OPC])

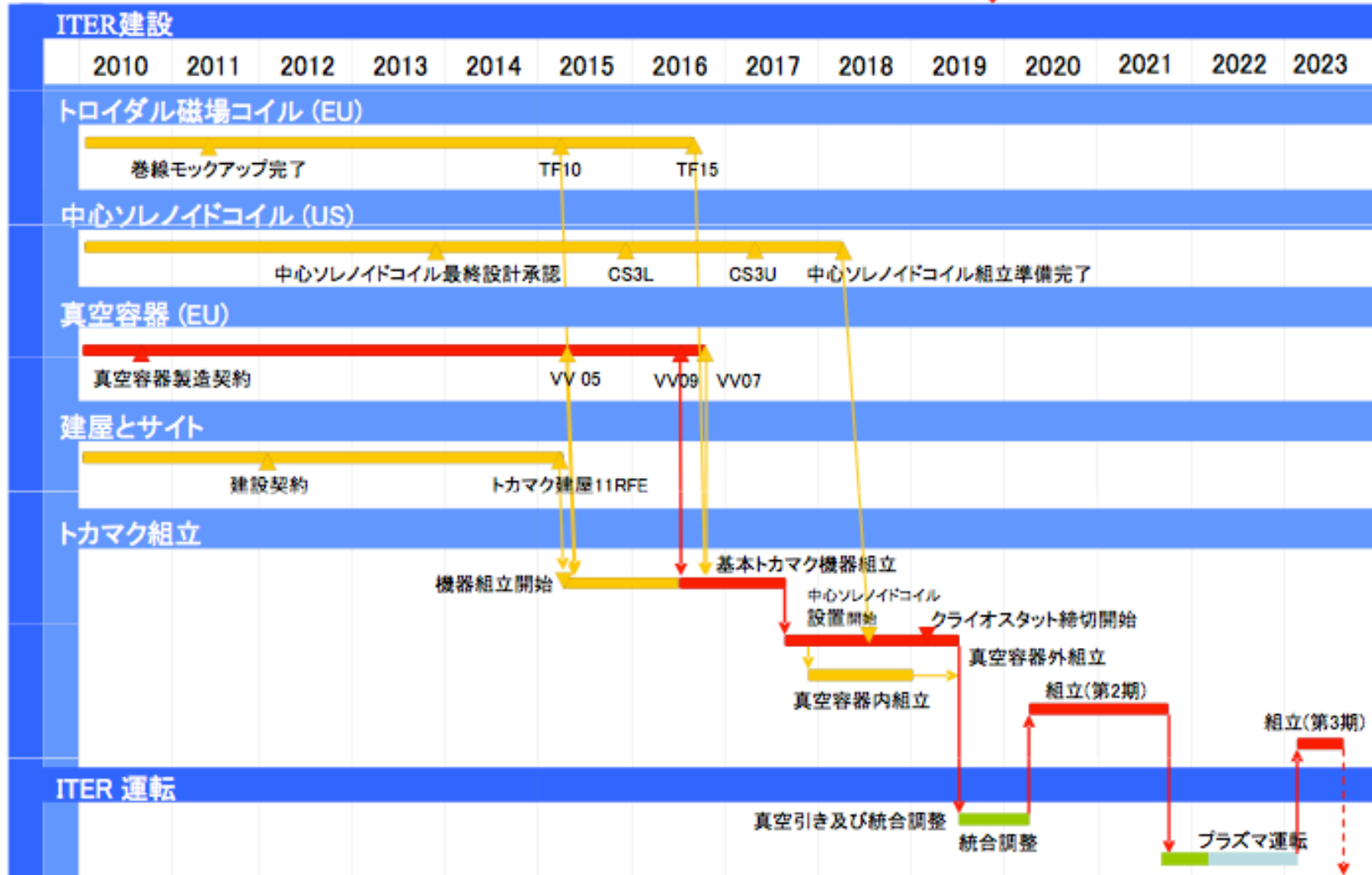
(2)を実現するために必要なコスト(機器、運営費)の評価

(4) 事業計画及び資源評価 (Project Plan & Resource Estimates [PPRE])

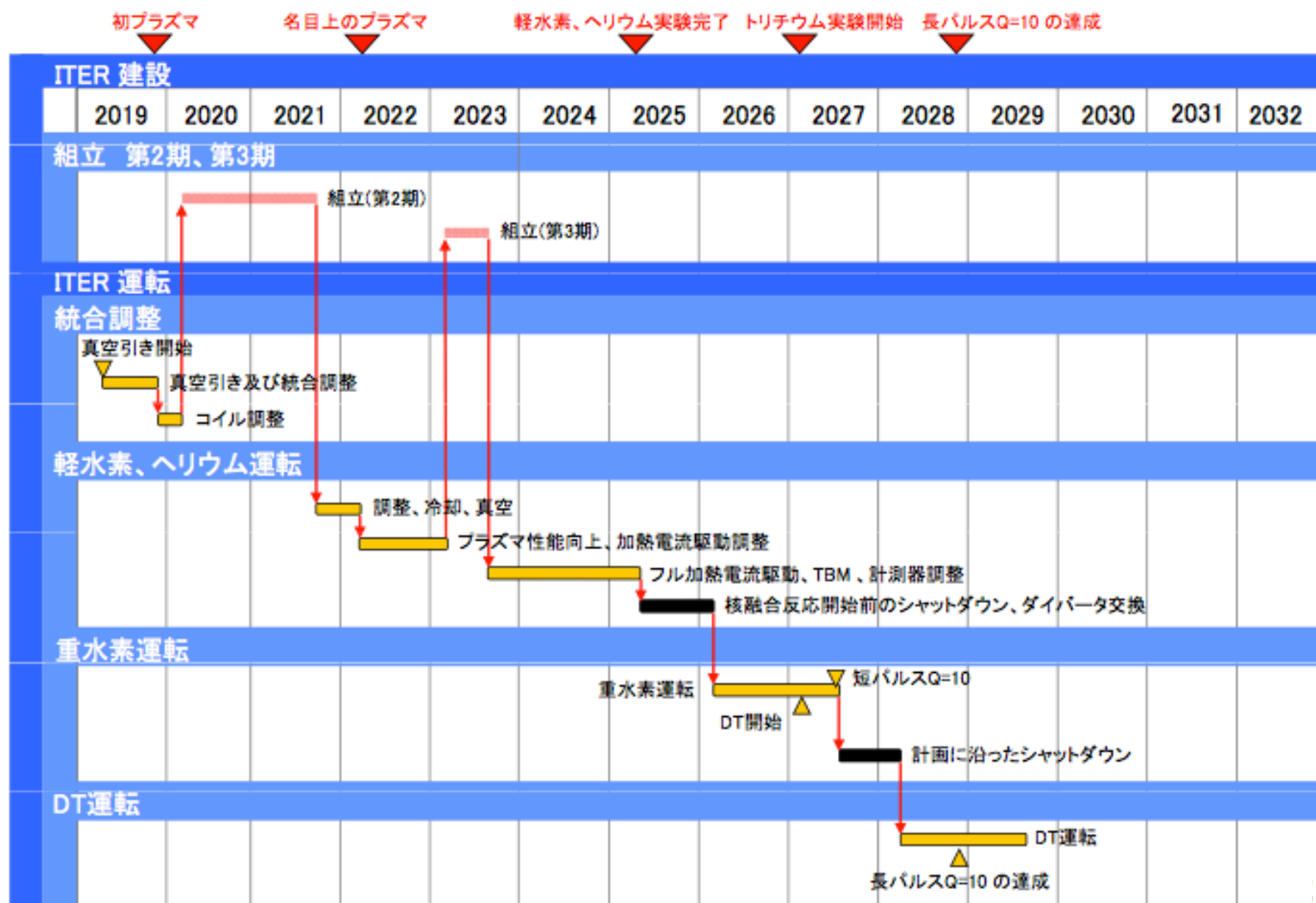
(1),(2),(3)を実現するための事業計画及び資源見積りの年次推計

早い初プラズマ達成(2019年)のスケジュール

初プラズマ
▼



2027年DTプラズマ運転開始のためのスケジュール



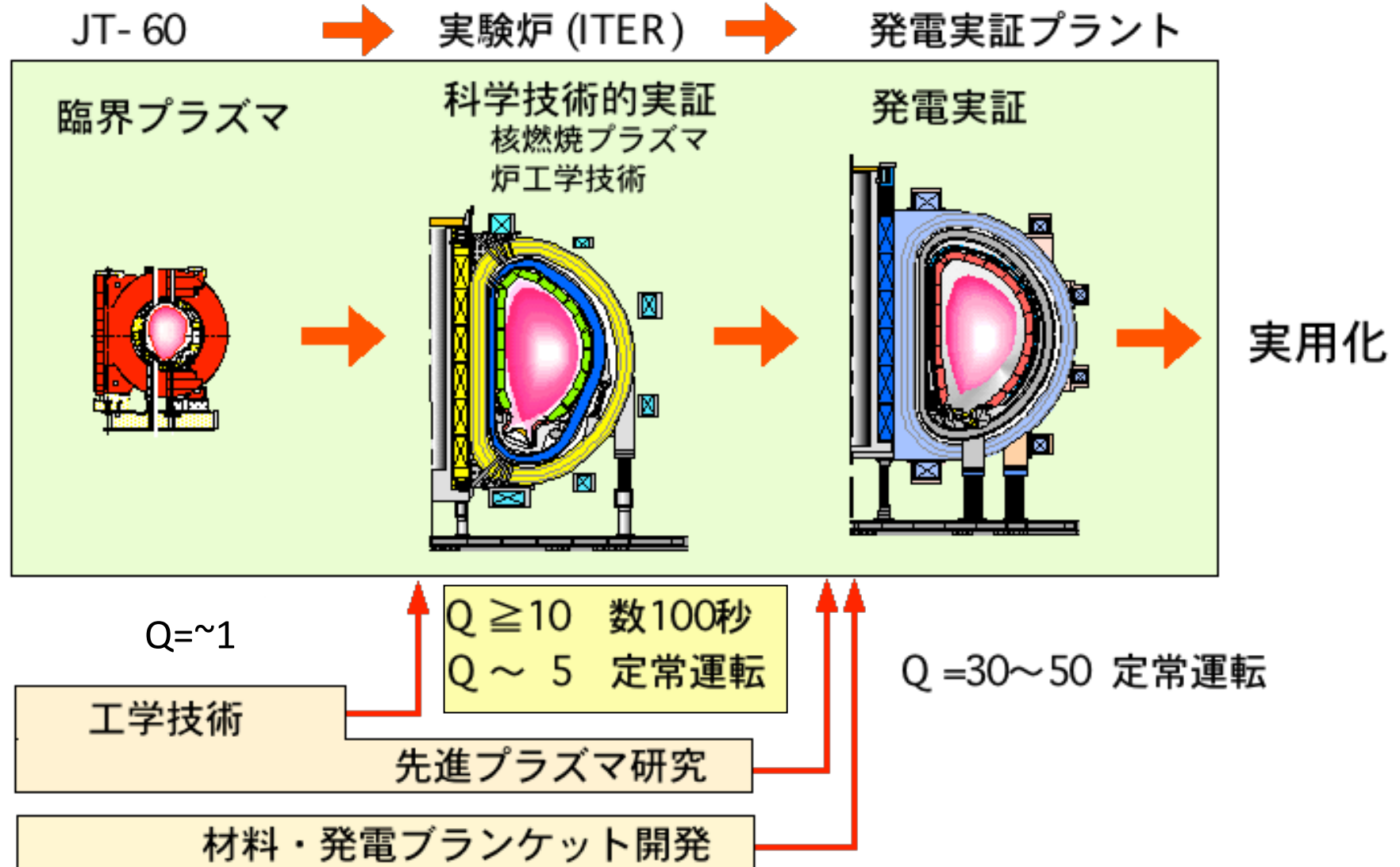
新機構長に本島・核融合科学研究所名誉教授



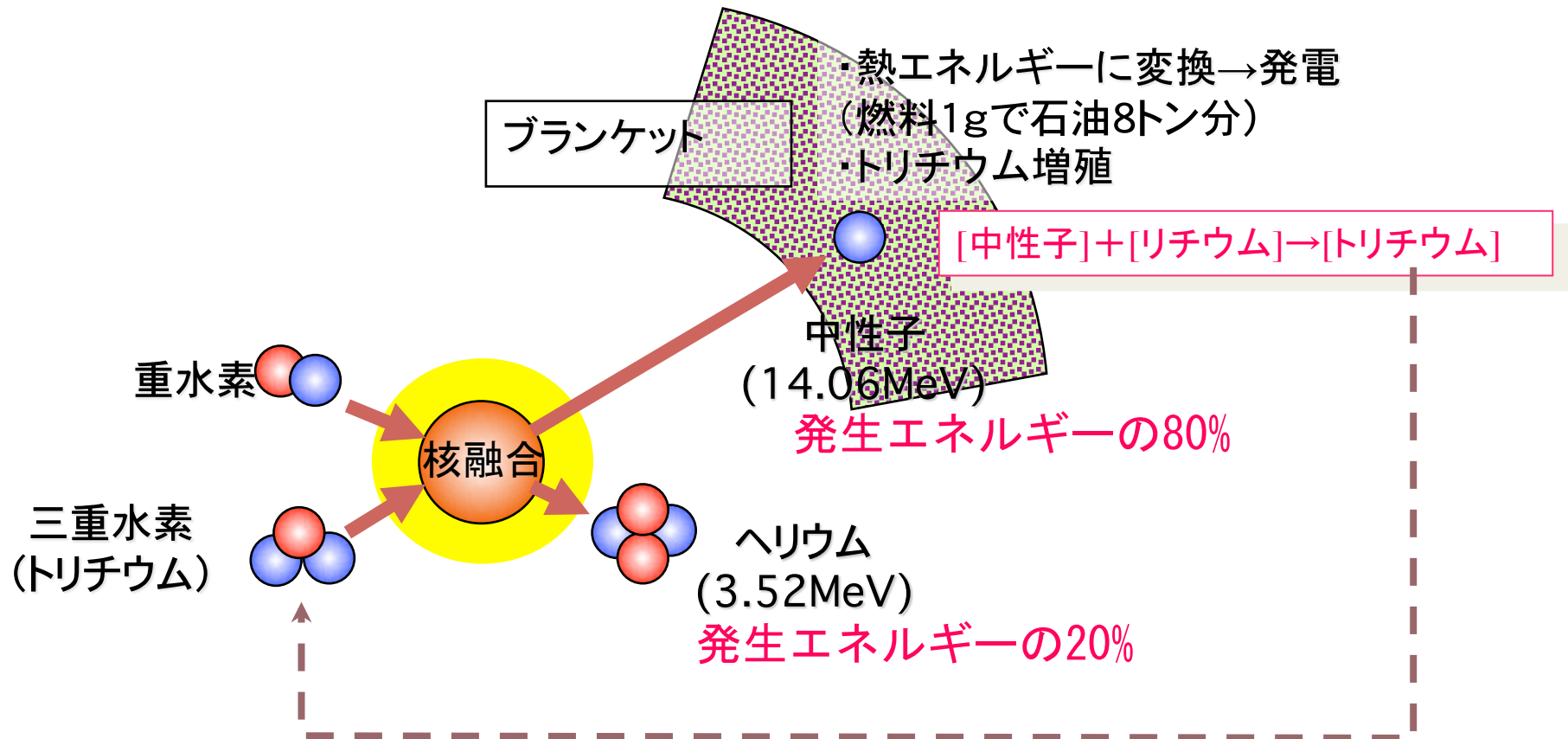
- 本年7月28日の臨時ITER理事会にて、本島氏が機構長に就任された。
- 右の写真は29日のITER機構職員への就任挨拶。



実用化へのステップ



核融合炉では、燃料を自ら生成

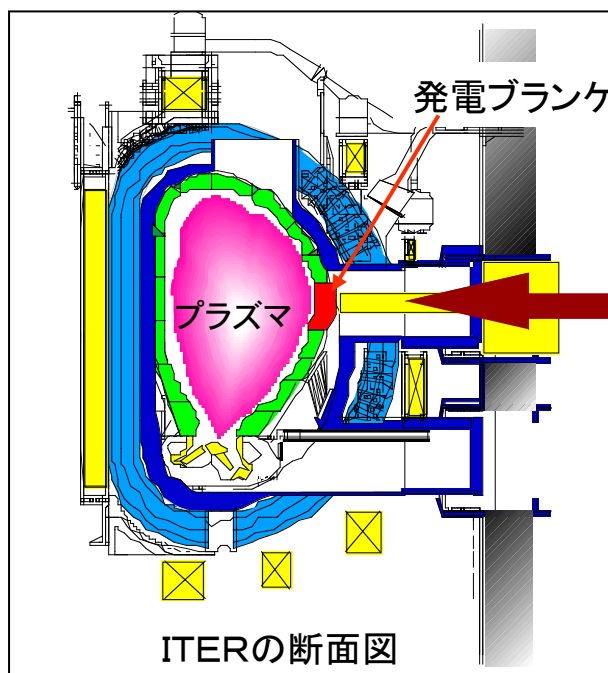


トリチウム増殖ブランケットの総合性能試験

ーテストブランケットモジュール計画ー

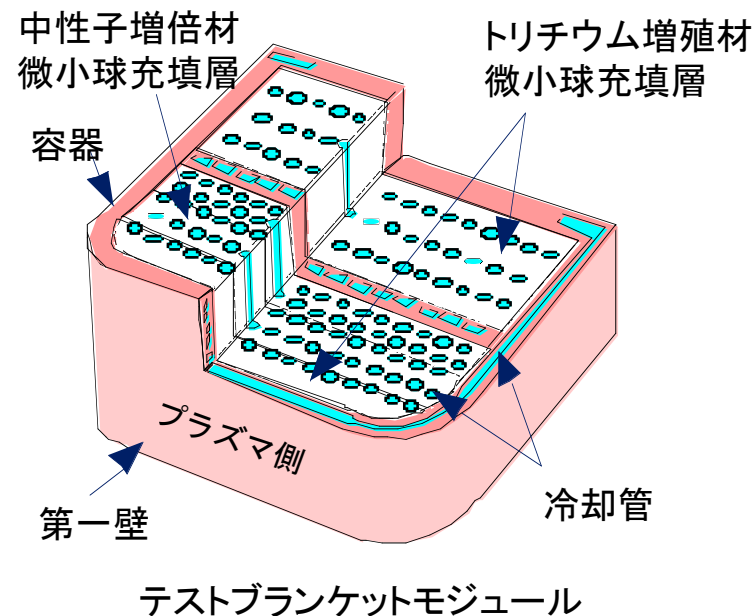
核融合環境下での、トリチウム増殖ブランケットの総合性能試験

参加極が、試験モジュールを独自に開発し、ITERに設置して、ITERの運転を利用して実施。



ITERを用いた
発電ブランケットの工学試験

- ・トリチウム増殖特性
- ・発電特性



ブランケットの役割

- ・熱エネルギーの取り出し(発電機能)
- ・燃料となるトリチウムの生成(増殖機能)
- ・放射線遮蔽(遮蔽機能)

ブランケットの構成例

- ・トリチウム増殖材 (Li_2TiO_3 微小球)
- ・中性子増倍材 (Be微小球)
- ・構造材 (低放射化フェライト鋼)
- ・冷却材 (水: 出口温度320~510C)

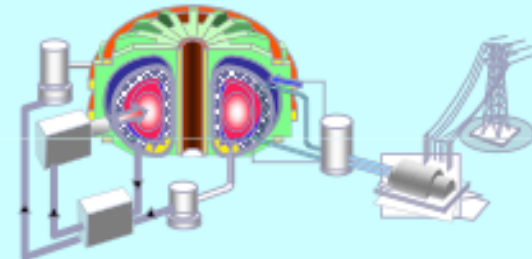
ITER計画の位置付け

核融合研究の

- ・国際イニシャティブ
- ・原型炉の基盤技術の蓄積
- ・人材の育成

原型炉

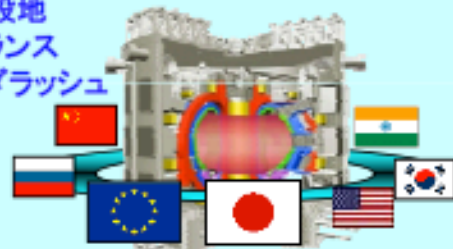
核融合発電
の実証



ITER

核融合エネルギーの科学的・
技術的実現の可能性の実証

建設地
フランス
カダラッシュ



エネルギー増倍率
10以上で300~500
秒間持続する核融
合燃焼の達成

日本は準ホスト国として貢献
(約18%の機器の調達、人員の派遣)

幅広いアプローチ活動

ITER建設と並行して我が国がホスト



国際核融合エネルギー研究
センター(IFERC)

計算機、原型炉設計R&D調整、
ITER遠隔実験への試験、準備、
早期実現への戦略的取組み

青森県六ヶ所村



国際核融合材料照射施設の工学
実証・工学設計活動
(IFMIF-EVEDA)

施設の工学設計とR&D
国際共同設計チームをホスト



サテライトトカマク

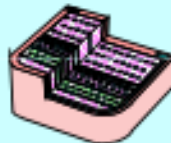
JT-60の超電導化
トカマク改良研究
核融合装置関連人材育成

茨城県
那珂市



炉心プラズマ:JT-60
(トカマクの中核装置)

世界最高のエネルギー増倍率:
1.25
世界最高温度: 5.2億度



核融合炉工学:材料、
ブランケット開発等

ITERの大型工学R&Dの実施
中心ソレノイドモデルコイル、
大型真空容器等の開発