

先進エネルギー概論

【国際高等教育院】2021年度後期全学共通科目

3. 核融合

2021. 10月28日 木曜 2限 (10:30-12:00)

共北 28

京都大学エネルギー理工学研究所

小西哲之

森井 孝、坂口 浩司、片平 正人 野平 俊之



1. 未来のエネルギーと環境

- ① エネルギー問題
- ② 地球環境問題
- ③ 未来エネルギーの考え方

2. エネルギーのリスクと安全

- ① 安全性の考え方
- ② 環境、健康
- ③ 社会的リスク

3. 核融合エネルギー

- ① 核融合の原理
- ② エネルギープラント
- ③ エネルギーの利用と実用化



ここまでの話



Institute of Advanced Energy, Kyoto University

この聴講者の全員は、

「エネルギー問題」 「環境問題」
は、知っていよう。自分で考えよう。

枯渇」 「温暖化」 に騙されるな

—マスコミ、プロパガンダ、思い込みに踊らされるな。

—「科学者」としての視点を持つ。

—古い「常識」や「教え」を疑え。

エリート（のタマゴ）なんだから。



「エネルギー」問題

Institute of Advanced Energy, Kyoto University



エネルギーについての情報は多い。
考えなければならないのは、「技術」だけ
ではない。

- ・ エネルギーの生成、変換、利用の技術
- ・ 製品、価格、市場性（エネルギーそのものだけ、
でなくその資源、原材料、装置、輸送も。）
- ・ （地球）環境問題、気候変動、環境影響
- ・ 社会、経済、国際関係。知財権、核拡散。
- ・ 安全性、環境汚染、廃棄物、環境適合性
- ・ 持続可能性⇒人類の持続可能な生存のために。

安全性って、なんだ？



Institute of Advanced Energy, Kyoto University

- 「リスク」が許容範囲であること
 - $\text{リスク} = \text{ハザード} \times \text{確率} < \text{許容範囲}$ (支払ってもよい対価)
 - ベネフィットが大きければリスクは許される？
 - どんなに利益があっても許容できないリスクがある？
- リスクはどのように減らすか？
 - 確率を減らす
 - 被害(ハザード)を減らす
 - 許容範囲を見直す？

(でもこれは、結構理系的な考え方。)

課題1の答え

自分が(あるいは自分の家が)最近支払った、電気代、ガス代、その単価、エネルギー使用量(J)を、教えてください。

①日本の国全体として、すべてが輸入の石油、天然ガスだとしたら？
毎年いくら払っている？

カンでも、統計でもいいですよ。10兆円レベルが出ていれば。

②日本のGDP, 国家予算は毎年いくら？

GDP500兆、国家予算100兆。これくらいは知ってて。

③君自身の稼ぎ。一生でいくら稼ぐ？1年あたり、一日あたりでは？

だいたい、3-5億。100億以上狙ってもいいよ

④光熱費、一日いくらくらいまでなら許せる？

食費、光熱費。。そもそも基本的人権だよ

⑤では自分の安全に対しては？一日いくら払ってもいい？

課題1の答え

自分が(あるいは自分の家が)最近支払った、電気代、ガス代、その単価、エネルギー使用量(J)を、教えてください。

①日本の国全体として、すべてが輸入の石油、天然ガスだとしたら？
毎年いくら払っている？

カンでも、統計でもいいですよ。10兆円レベルが出ていれば。

②日本のGDP, 国家予算は毎年いくら？

GDP500兆、国家予算100兆。これくらいは知ってて。

③君自身の稼ぎ。一生でいくら稼ぐ？1年あたり、一日あたりでは？

だいたい、3-5億。100億以上狙ってもいいよ

④光熱費、一日いくらくらいまでなら許せる？

食費、光熱費。。そもそも基本的人権だよ

⑤では自分の安全に対しては？一日いくら払ってもいい？

課題 2 の答え

放射線関連の感覚。。について、教えてください。

- ①自分の体や周りの環境が放射線を出してるって知ってた？。
- ②原子力発電所が家の近くにできた。いくらもらったら許せる？
- ③お金払ったら出てってくれるって？いくら払える？
- ④ 自分の寿命の最後の3日。いくらで売れる？
- ⑤自分の寿命の最後の3日。伸ばしてくれたらいくら払う？

そう。自分の安全、自分の生存、自分のリスクは、お金か、自分の命の値段で評価できます。

自分のリスクを正しく理解して管理することは自分の責任。

コストがかかります。それができたら、他人のリスク、社会のリスク。。



自分のやるべきリスク管理？



Institute of Advanced Energy, Kyoto University

1. まず、自分と周りの安全の確保

- ・ 感染リスクは、十分減らせる。
- ・ わからなかったら、とりあえず政府方針？に従おう。
→ 「**自粛**」とか、” **social distance**” とか。
- ・ でも、その意味は一つではない。それぞれの理解力によって、異なる対応が可能。

2. 社会のレジリエンスを考えよう

- ・ 社会の機能を守ること。自分の機能も通じて。でも、我々誰も、単独ではない。
- ・ 少なくとも数か月？数年？の安定（サステイナブル）な対応を考えよう。
- ・ **健康へのリスクは、他の原因と総合的に評価する必要があるのである。→コロナを避けて全体リスクを増やすな！**
- ・ 実は締め付けるよりはるかに難しい「解除」……



考えるべきリスク

Institute of Advanced Energy, Kyoto University



1. もちろん、感染リスク。

- 自分も、周りも、感染したら元も子もない。
- しかし、被害は実は、社会的リスク（風評）が大きい。
- 死亡リスクも、知らないうちに免疫を持ってることも。

2. 社会のリスク

- GDPの減少は、社会の機能を奪う。結果、死ぬ人も増える。
- 我々の機能？教育（研究）です。
- 生命の損失も、社会機能の損失も、経済評価は可能。
（倫理的に？正しいかは別問題として。）
- 「レジリエンス」は、個人、社会のあらゆる面で、「淘汰の圧力」になる。よりよく適応した方が、より将来的にも有利になる。
- 社会全体では、呼吸器疾患による死亡は減っている？



エネルギーのロジスティクス

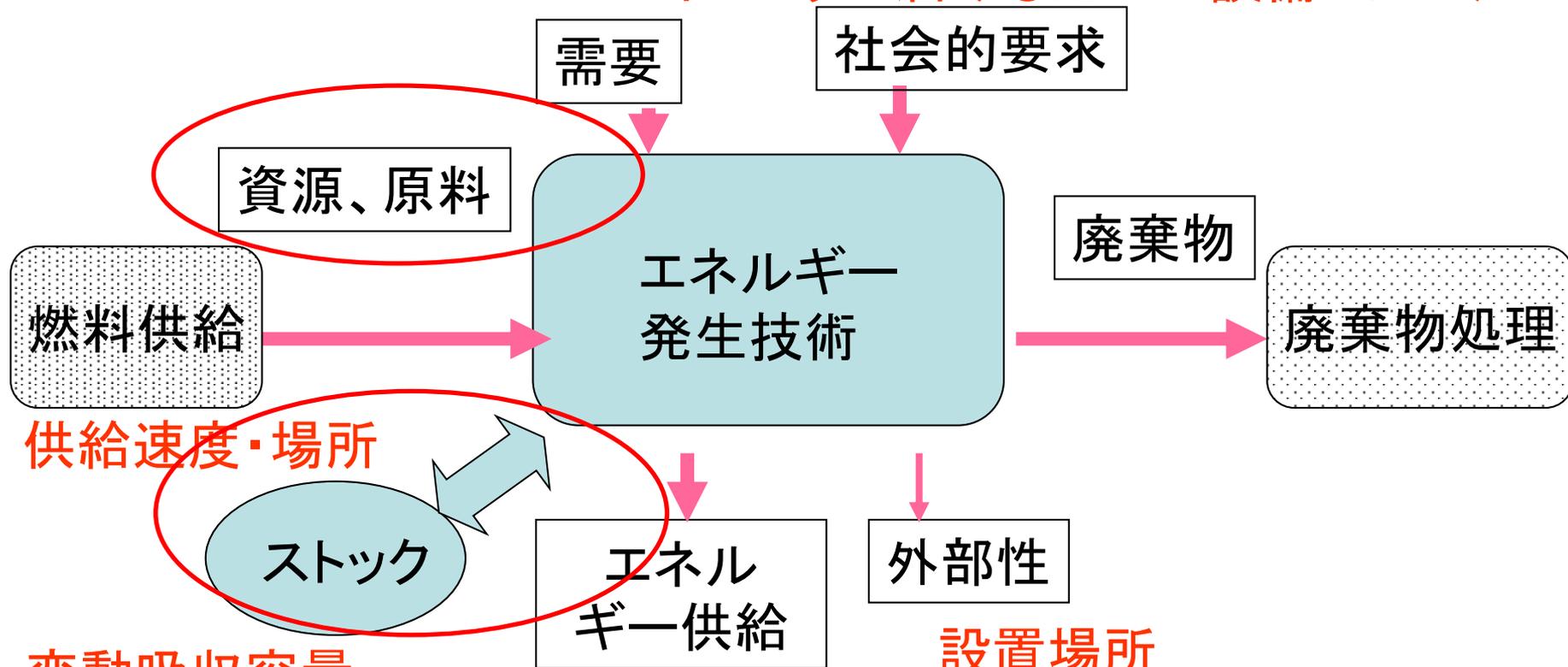


Institute of Advanced Energy, Kyoto University

エンジン、生体から、国家、社会まで、すべてこれで表せる。

需要—届けてほしいという要求

インフラ—届けるための設備とシステム



供給速度・場所

ストック

エネルギー供給

外部性

変動吸収容量
: 即応性、予備力

不安定性

設置場所
イメージ, 社会的受容

このすべてが繋がって初めて、エネルギーは使われる。

→ どれか一番少ないものが全体を止める。

同じ図を使って、ここでは、その2回微分を
考えてみます。

- ・「経済成長」は、GDPの増加率で計量される。
- ・エネルギーのロジスティックスは、フロー、つまり、「 W = 単位時間あたりのエネルギー量」で表現される。

➡これが、増やせないと、「エネルギー原単位」が増えない。

➡エネルギー原単位が増えないと、GDPが増えない。

「高度成長社会は、エネルギー供給の急激な増加によって初めて可能になった。」

「高度成長社会」は、人類の目指す社会なのか？

エネルギー革命、産業革命で始まった一過性の現象では？

エネルギーは、あってもなくても、
人を脅かす。

でも、

「無尽蔵」で「クリーン」な
エネルギーがあったら、
ほんとうにそれでいいのかな？

どんな技術も、最初は「無理っ！」でところから開発してる。
研究と技術開発は、それを可能としてきた。

でも、ほんとうにそれでいいのかな？
は、ちょっと考えておこう。。。

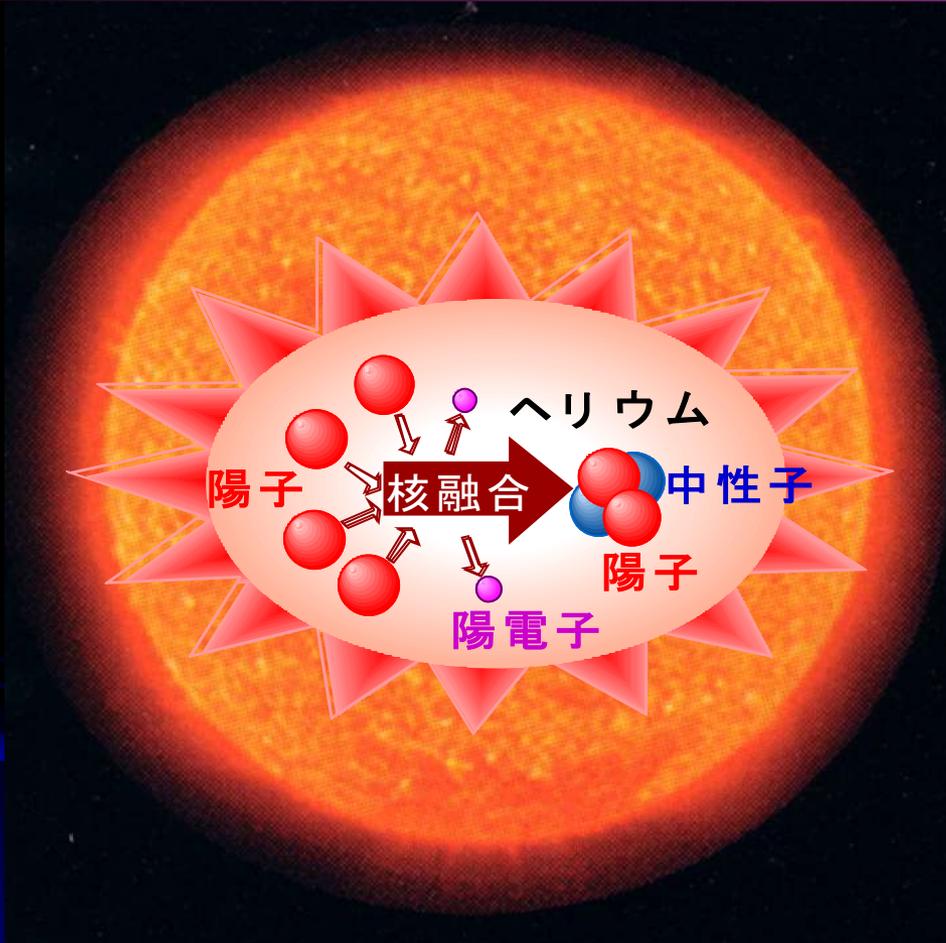
核融合の原理と現状



太陽のエネルギー：核融合



Institute of Advanced Energy, Kyoto University



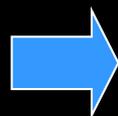
太陽の燃焼

中心温度：1,500万度
反応時間：100億年
燃料：水素

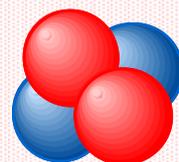
人工の核融合

温度：2億度
反応時間：1秒
燃料：水素の一種

重水素 トリチウム



ヘリウム 中性子



石油 8 t

じ

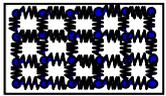
SFではない未来が、
もうそこまで来ている。



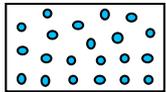
核融合の炎: プラズマ



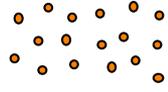
Institute of Advanced Energy, Kyoto University



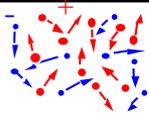
固体



液体



気体



プラズマ

← 低温

高温 →

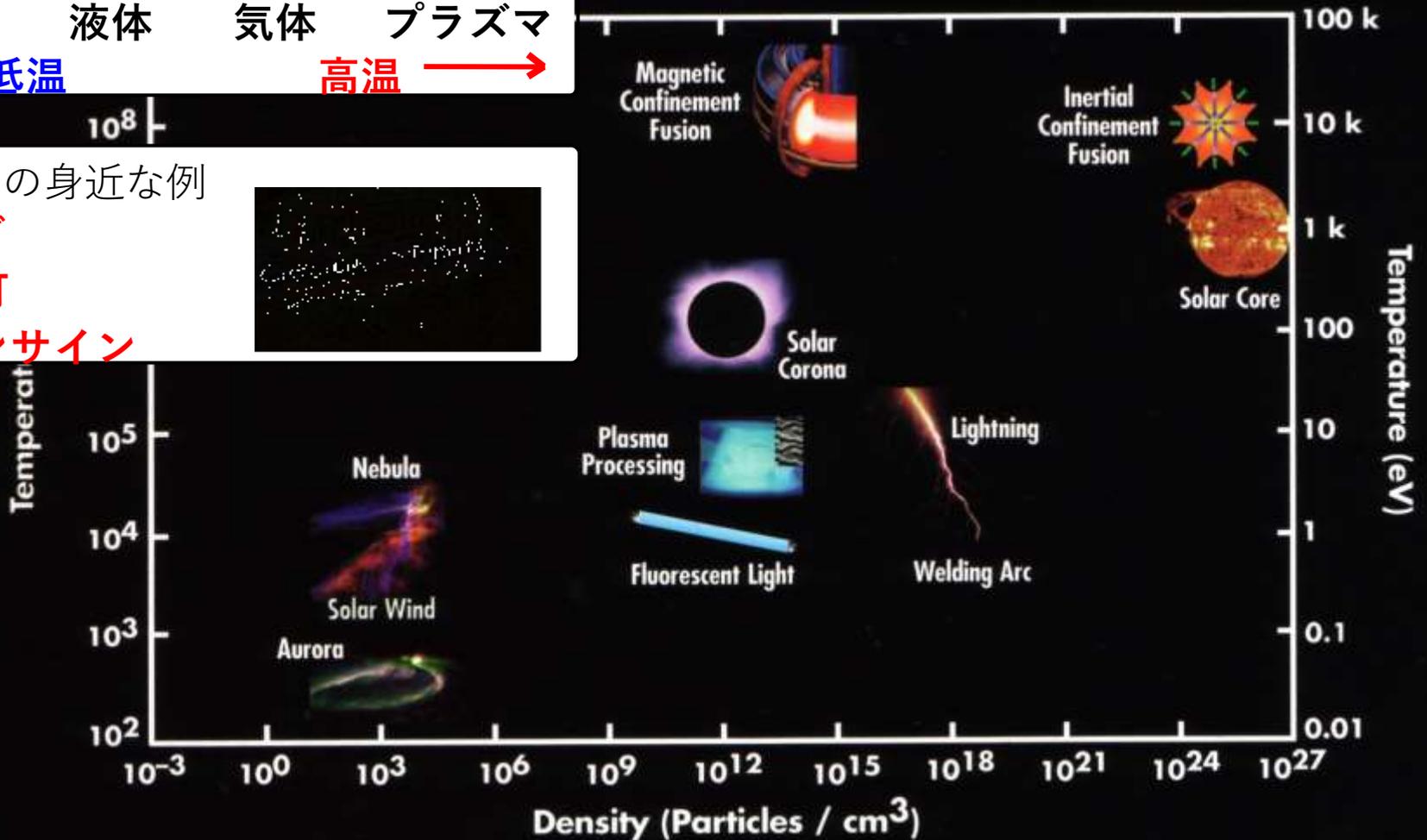
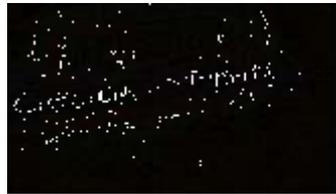
10^8

プラズマの身近な例

テレビ

蛍光灯

ネオンサイン





1億度のプラズマを1秒閉じ込める

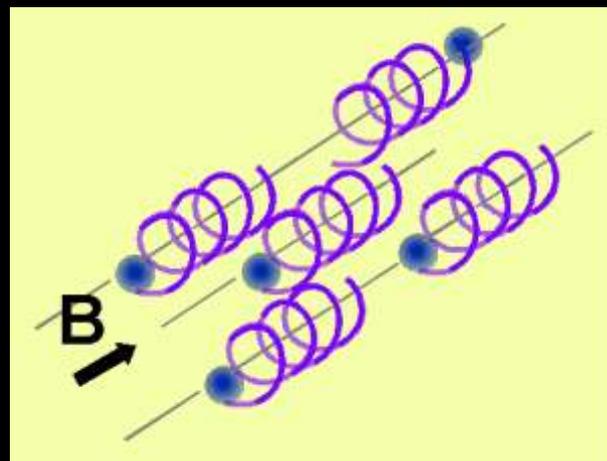
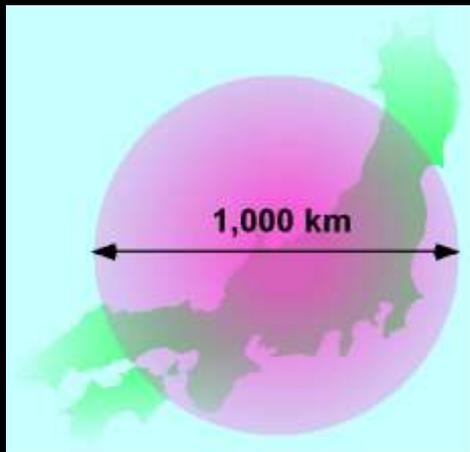
Institute of Sustainable Science



Institute of Advanced Energy, Kyoto University

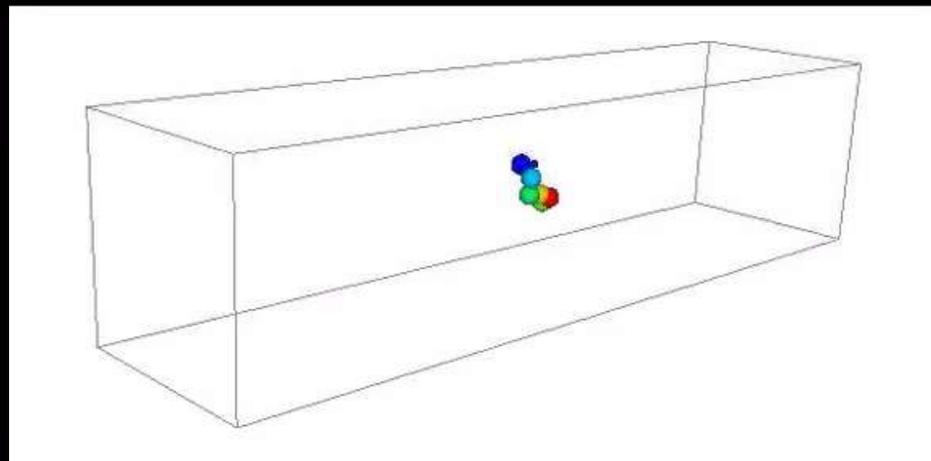
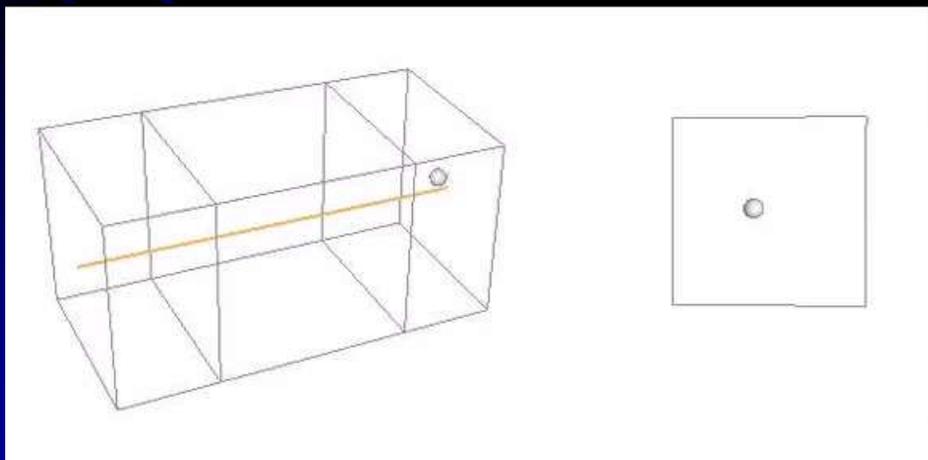
熱運動にまかせると

強力な磁場を利用



1,000kmの閉じ込め容器が必要

荷電粒子は磁力線を中心にサイクロトロン運動



しかし、磁力線方向には自由に動ける

粒子の運動：イオン、電子

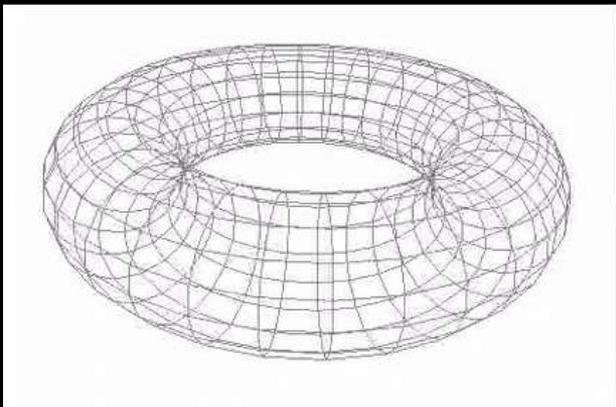


プラズマの閉じ込め

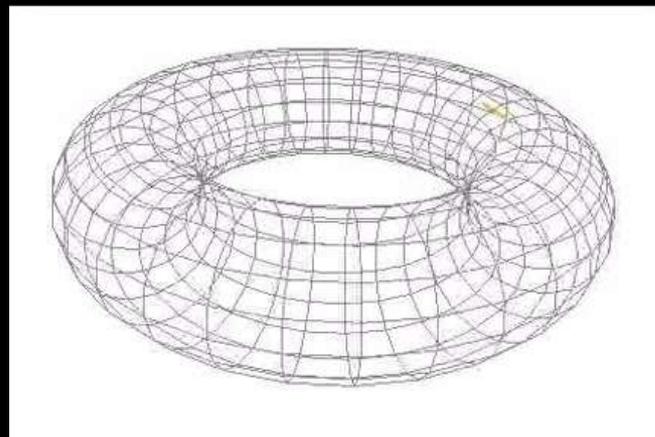
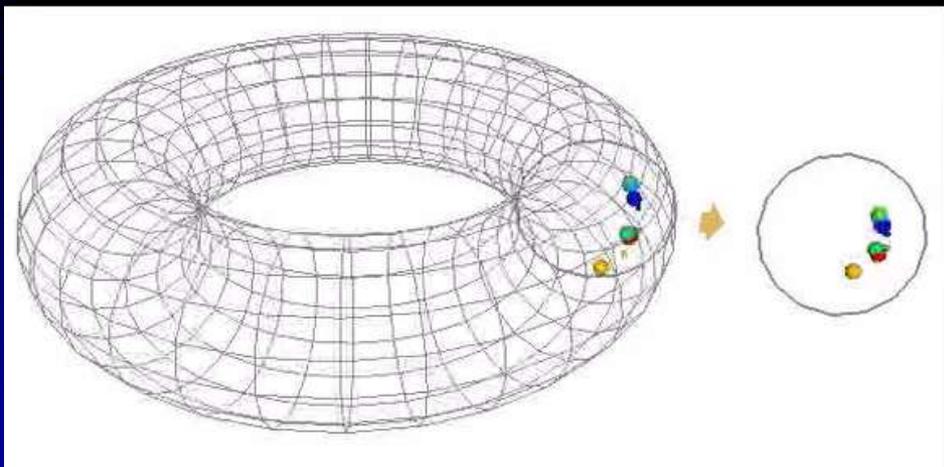
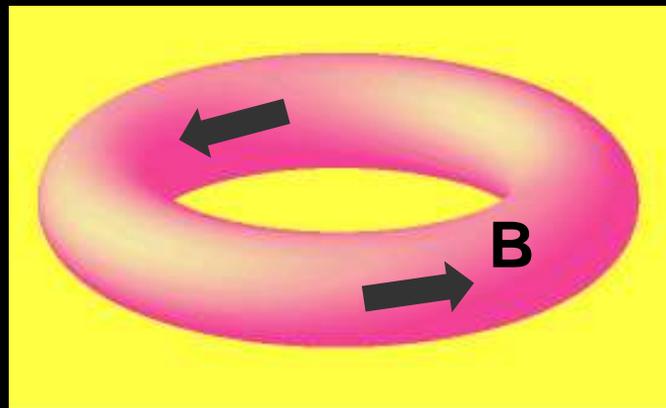


Institute of Advanced Energy, Kyoto University

すべての磁力線の端をつなぐ

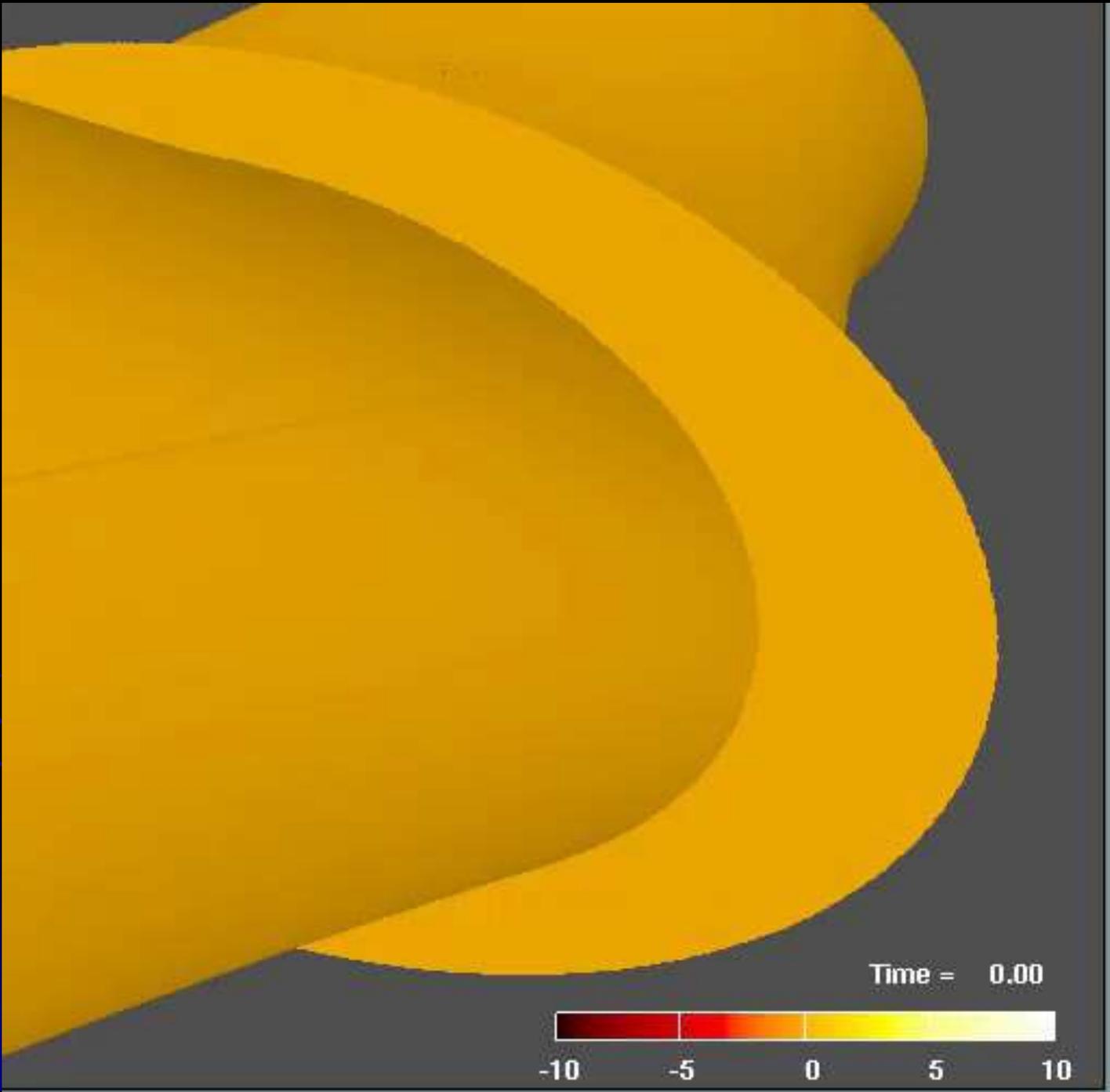


磁力線をトーラス状（ドーナツ）にする



トカマク磁場で粒子が閉じ込められる

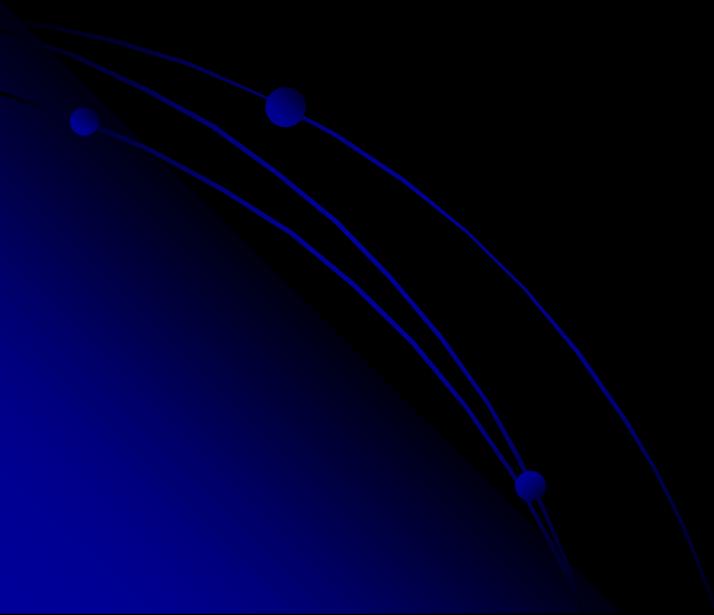
プラズマの電流でも磁場ができる



課題 1

エネルギーについての情報は、実は政府が一番よく知っていて、まとめています。

- ① 「エネルギー基本計画」って何？
- ② 最近なにかあったよ。 見つけてきて。



この問題には、れっきとした答えがあります！

1. どんな先端技術研究も悪用は可能です！
 - それを最も早く、最もよく知っている人間（君だよ！）は、その可能性に気付ける。
 - ⇒防止策を考えられる。⇒そして、作られた
2. 情けなくて、後手に回るけど、常に対策は可能。
 - ルールはあります！ルールを知り、守りましょう。
 - さらにそのルールを修正し、変更し、追加することもできます。 ⇒知ってください。調べればあるから。
3. 「いいはずなのに結果的に悪い」こともあります。
 - 人を直接殺さない、文系の仕事、環境や安全の仕事、は、より大規模に、より組織的に、悪い結果を及ぼすことがあります。
 - ⇒社会が、社会人が、それを決めます。

課題3の答え

②

証人

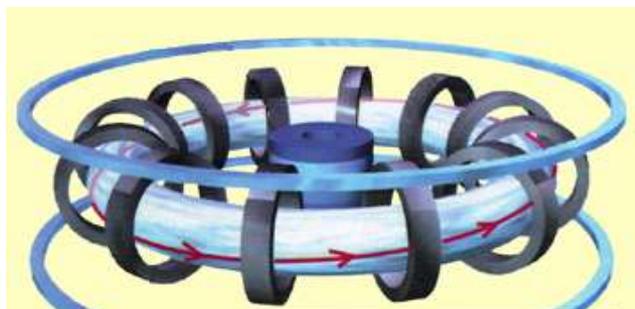
入

...

磁力線をらせん状にして、プラズマを安定に閉じ込める

トカマク方式

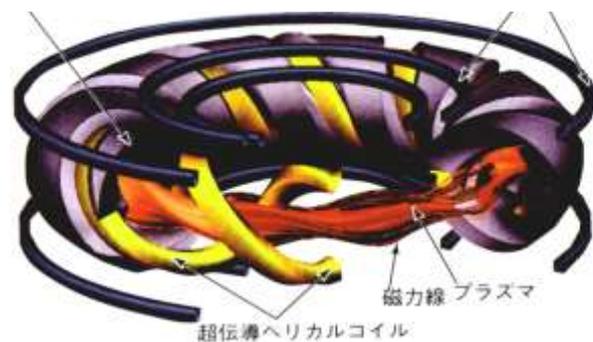
プラズマ自身で環状電流を形成



日本原子力研究開発機構、JT60

ヘリカル方式

螺旋状の外部コイルを利用



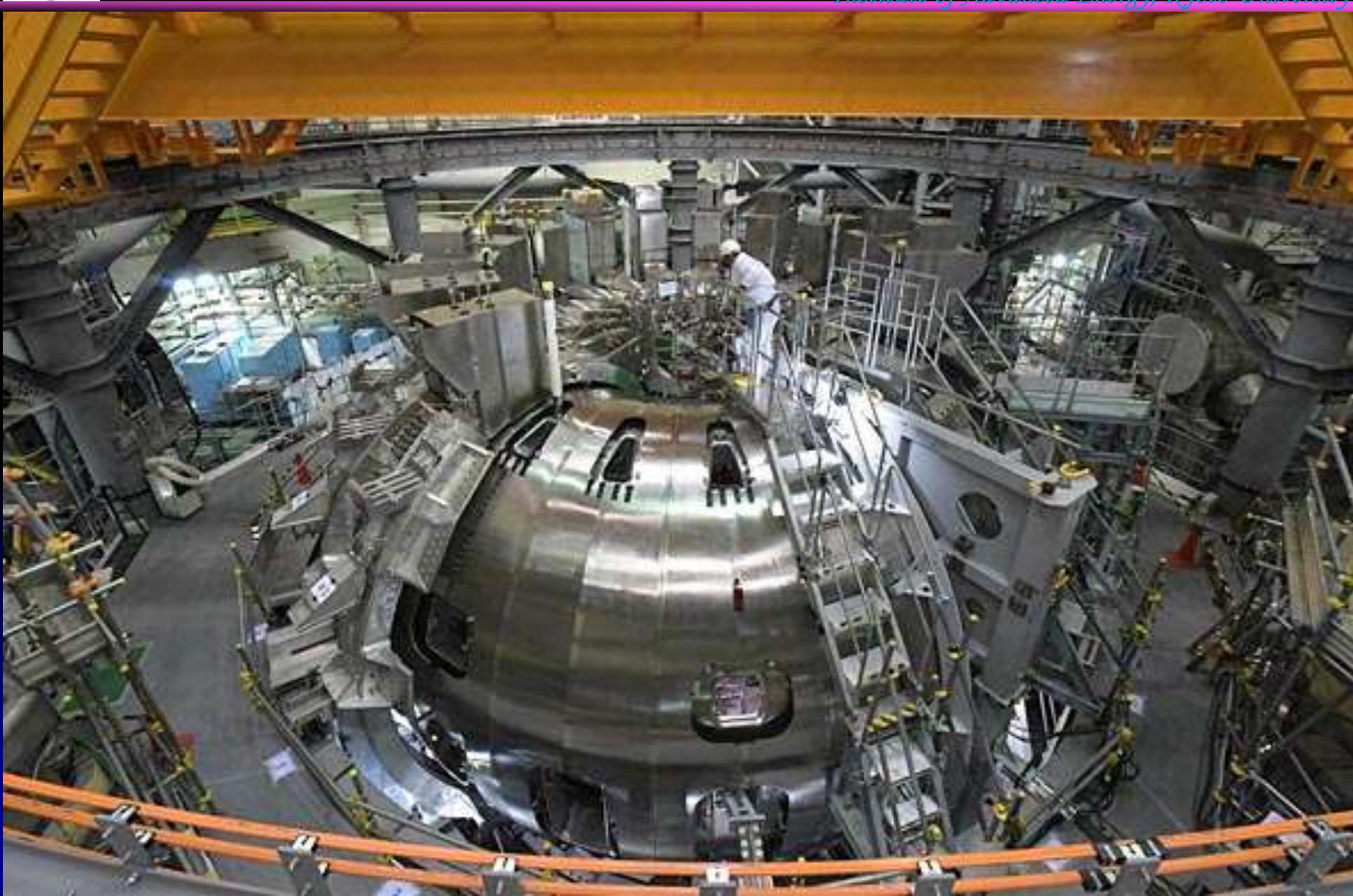
京都大学、ヘリオトロンJ

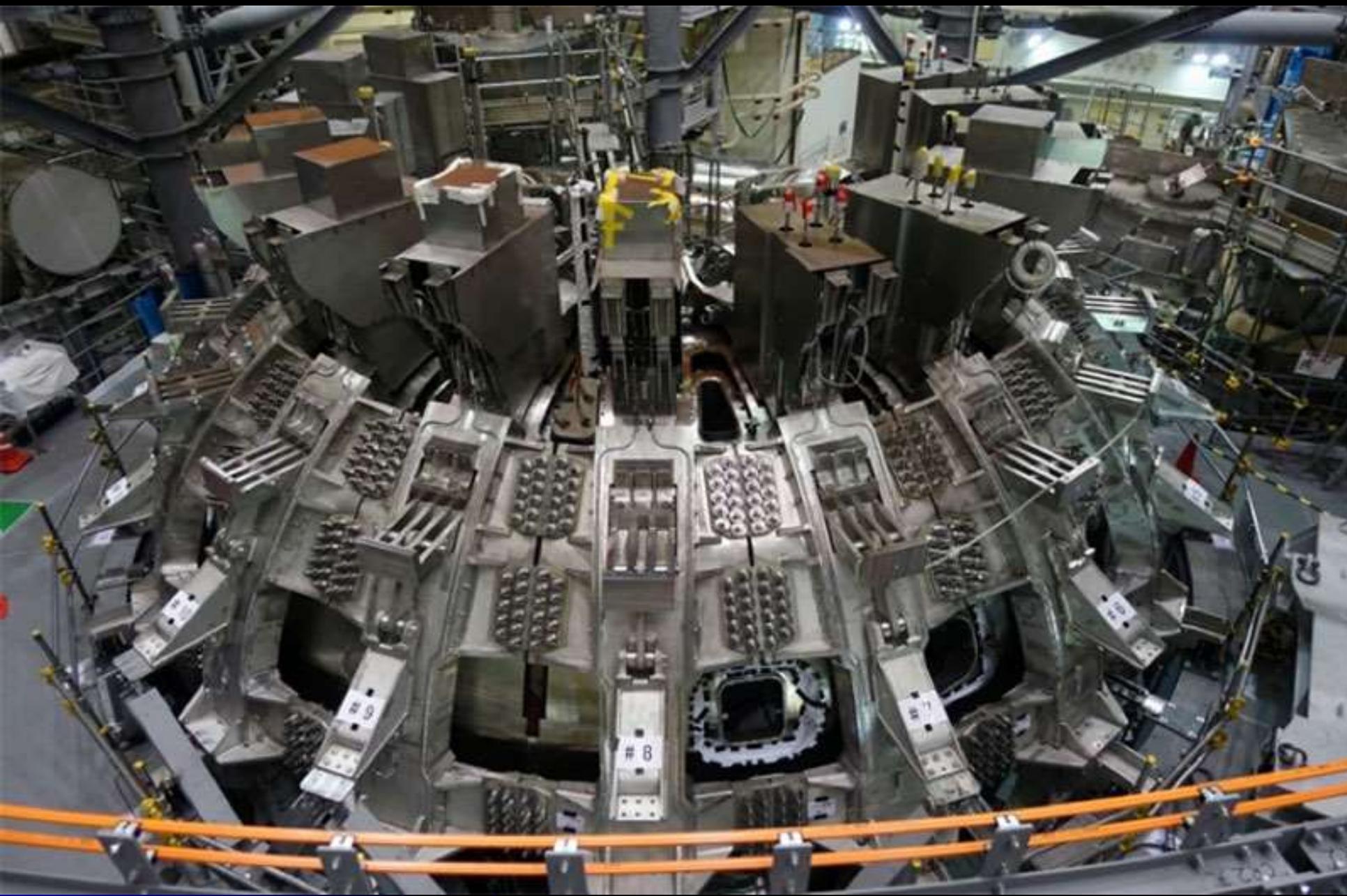


核融合実験装置(トカマク)



Institute of Advanced Energy, Kyoto University







TOSHIBA

↑前作業中

ヘリウムガス



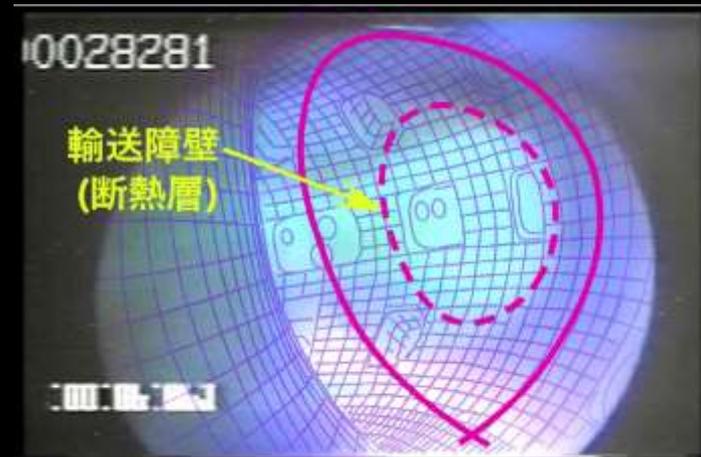
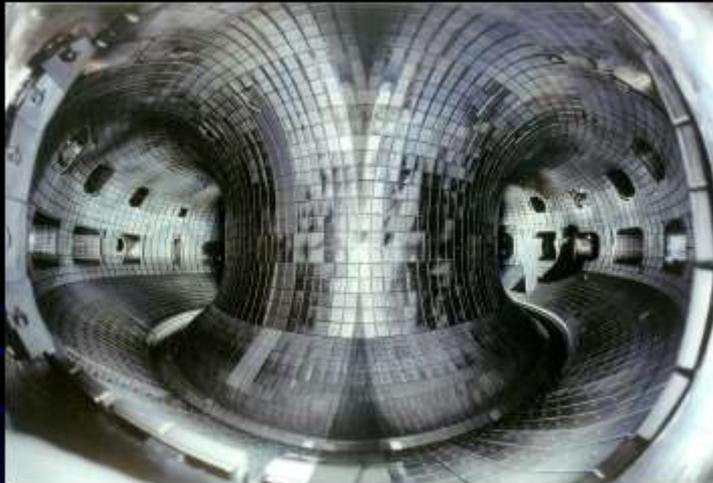
核融合装置とプラズマ



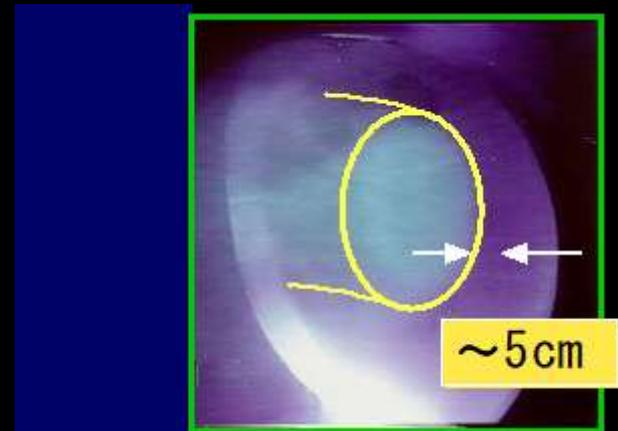
Institute of Sustainable Science

Institute of Advanced Energy, Kyoto University

ドーナツ型の核融合装置



プラズマ



JT-60における
負磁気シア放電

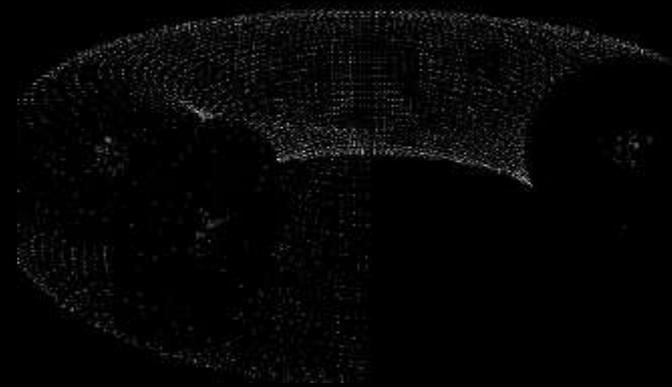


プラズマの動き2



Institute of Advanced Energy, Kyoto University

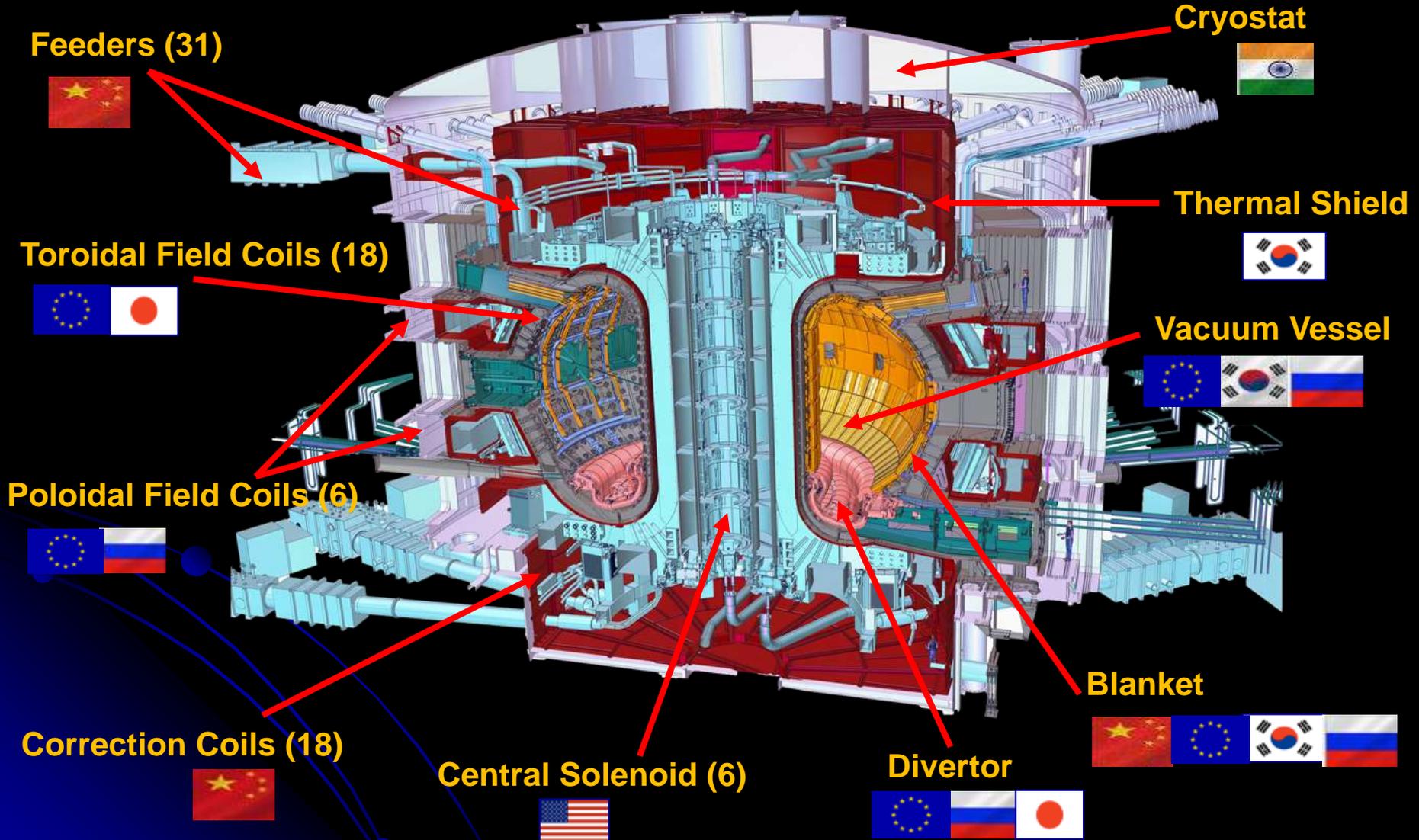
シミュレーションによる理解



粒子としての動き

流体としての動き

International fusion machine



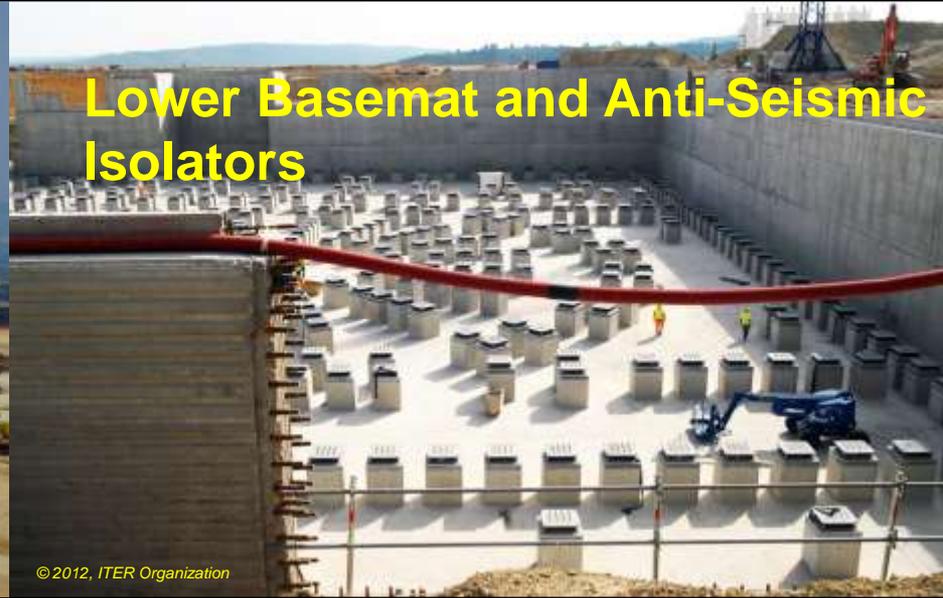
Site Construction Progresses

View of the On-Site Construction



© 2012, ITER Organization

Lower Basemat and Anti-Seismic Isolators



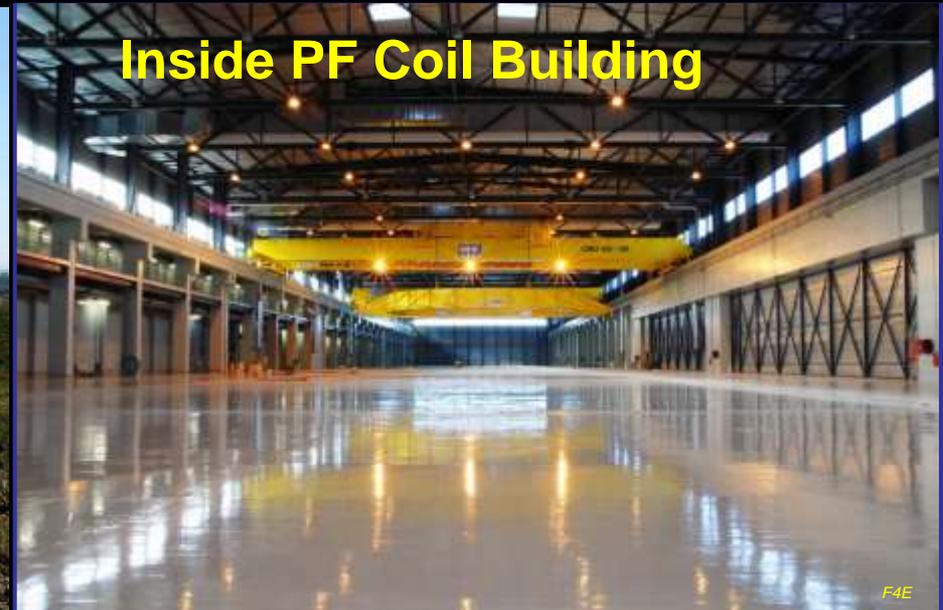
© 2012, ITER Organization

PF Coil Winding Building



© 2012, ITER Organization

Inside PF Coil Building



F4E

2016年の建設現場



2017年の建設現場



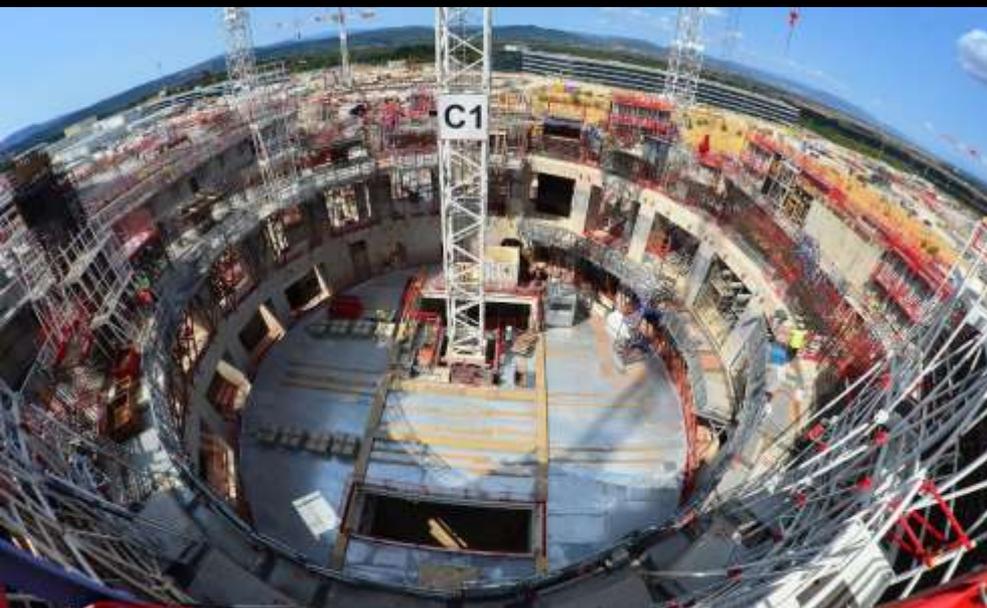
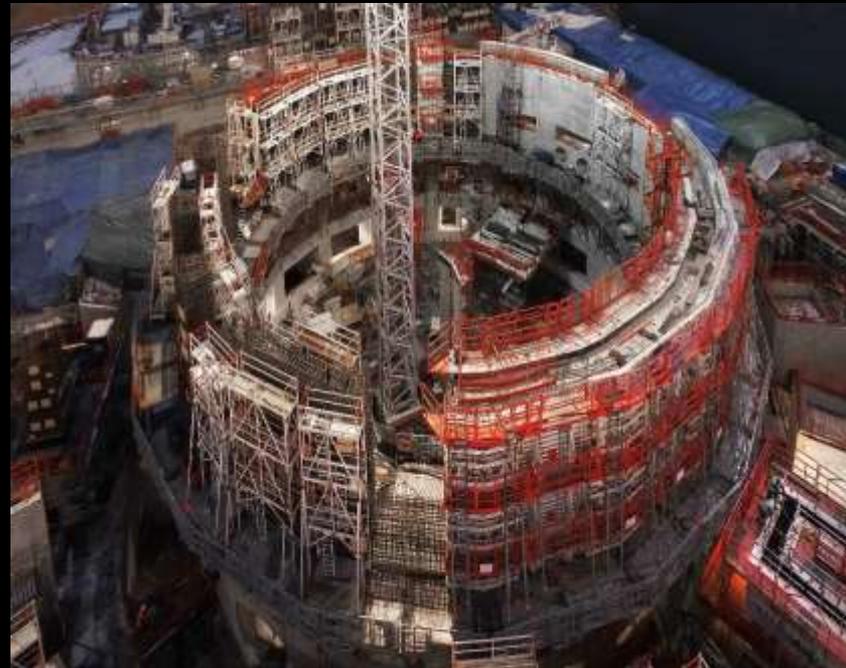


December 2016



April 2017

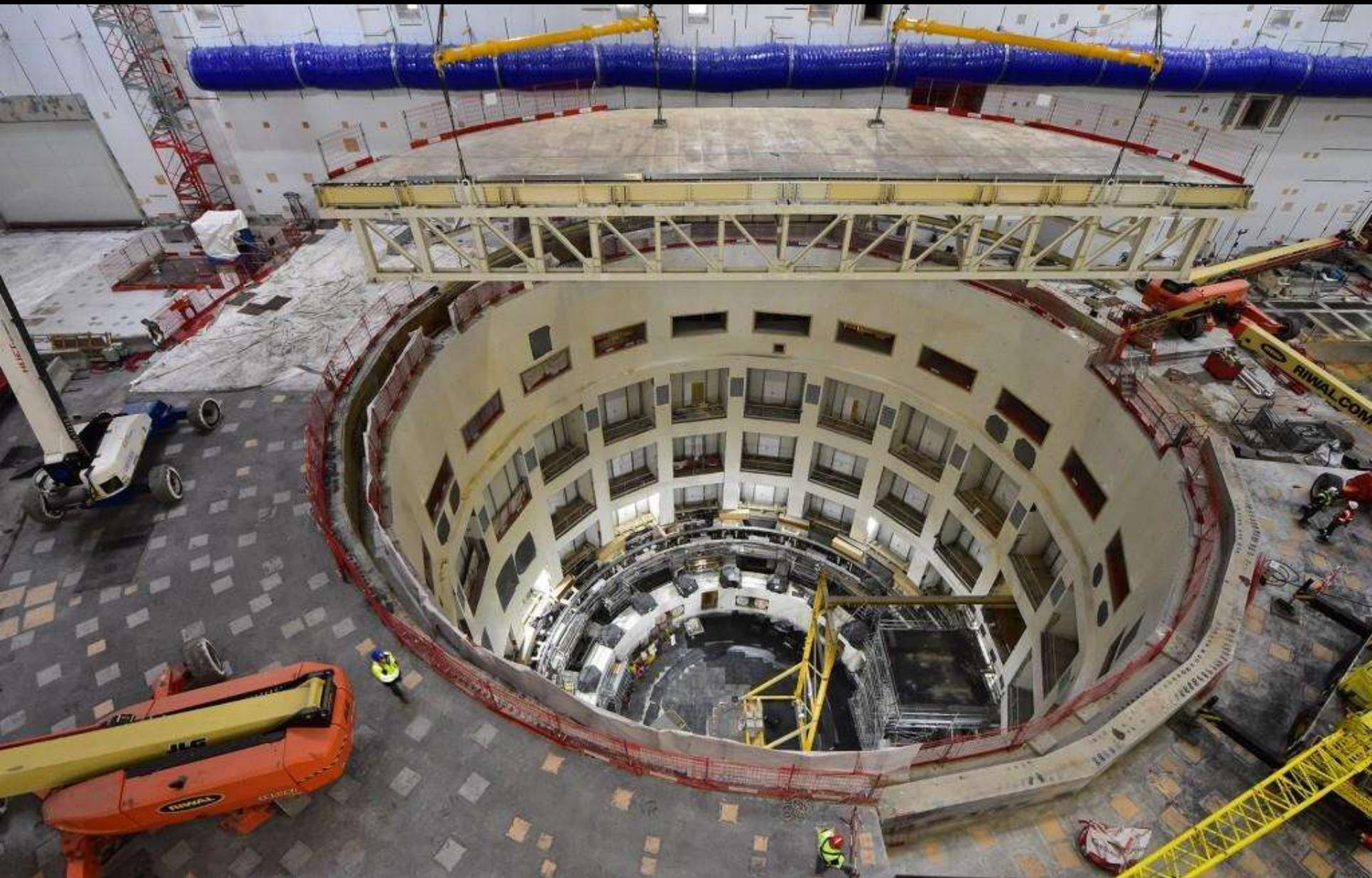




2018年。



2020, by ITER Organization



2020, by ITER Organization, <https://www.iter.org/>



フランスにできたITER (2017京大製)



Institute of Advanced Energy, Kyoto University





核融合プラントの燃料サイクル

Institute of Advanced Energy, Kyoto University

3. 放射性物質は 施設内で循環

1. 重水素と リチウムを消費



海水

重水素

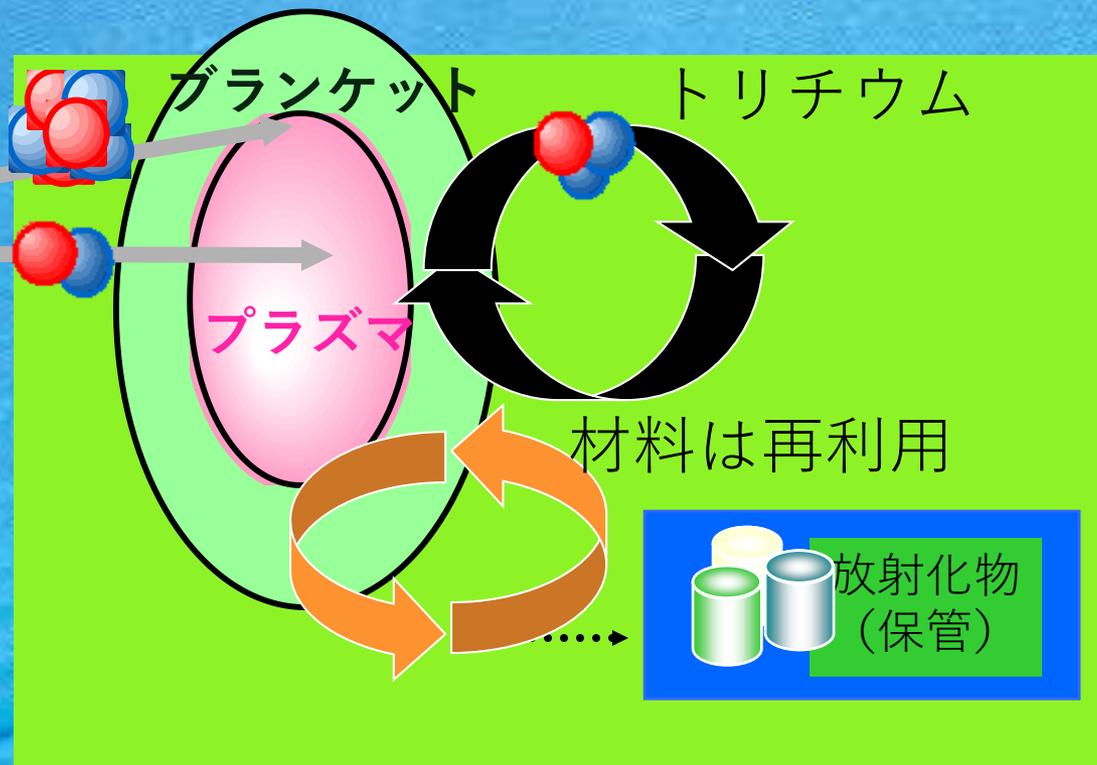
2. 資源は海水



● 重水素：ほぼ無尽蔵

(すべての水に6000分の1含まれる)

● リチウム資源は海水中を含めて、
1,500万年分)

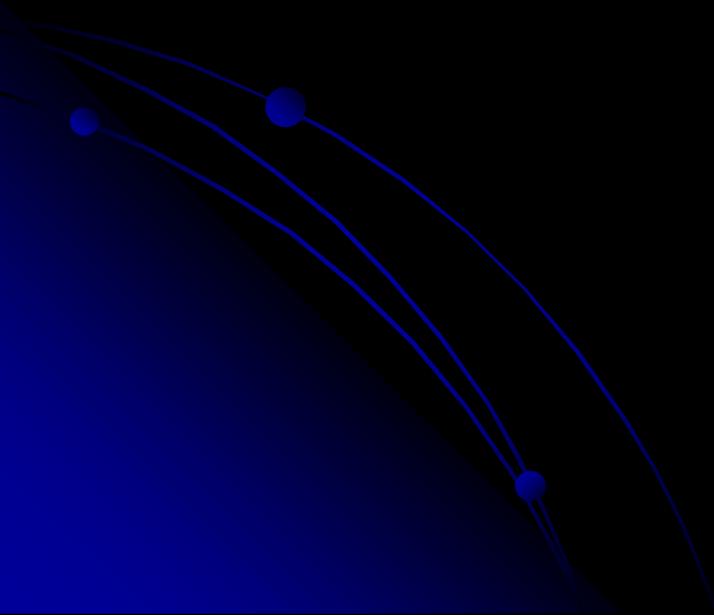


4. 廃棄物の処理は単純

課題 2

気候変動問題。今は国際ルールで動いています。

- ① 「IPCC」って何？最新の報告はどこにある？
- ② 最近気候変動問題で大きなイベントがあるよ。見つけてきて。



核融合と未来のエネルギー

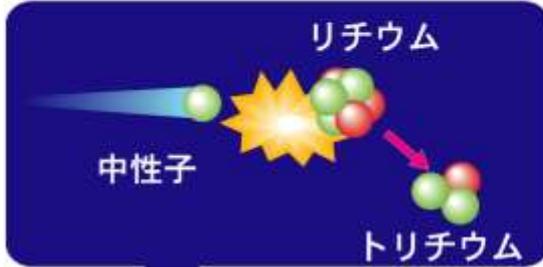


核融合発電の原理

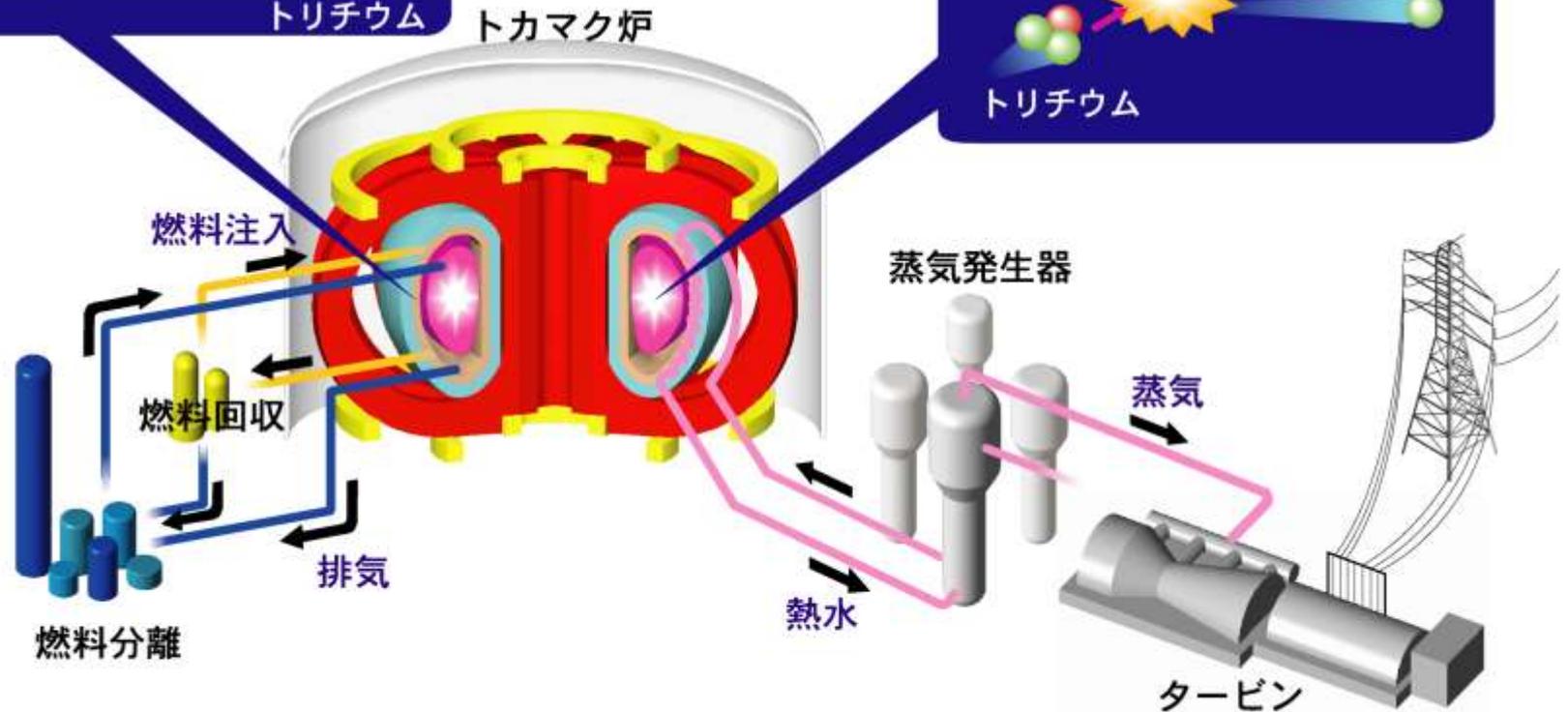
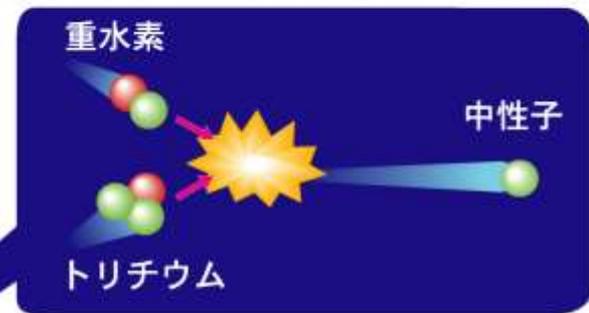


Institute of Advanced Energy, Kyoto University

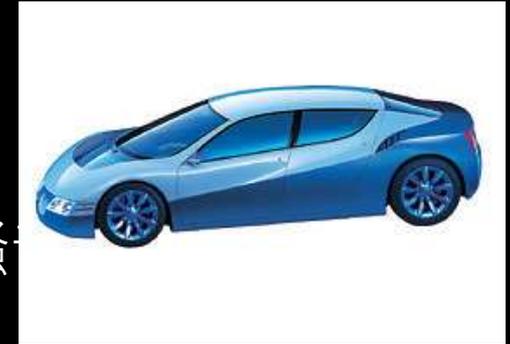
ブランケットでは燃料を生産



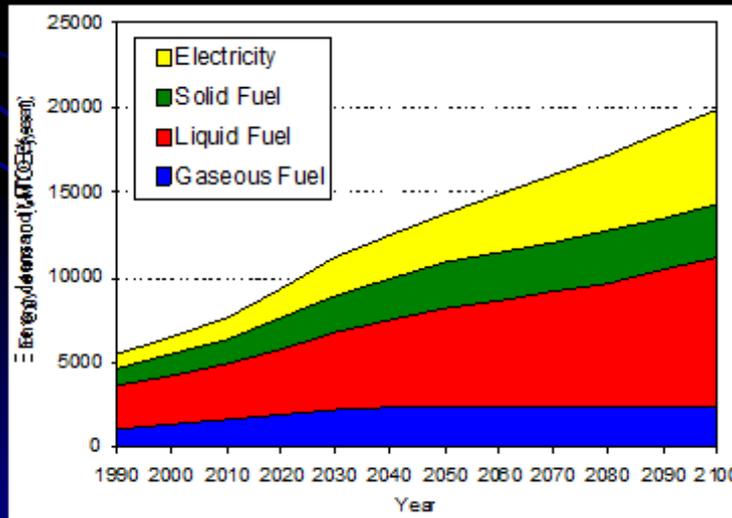
プラズマ中ではエネルギーを生産



- 未来の燃料は脱炭素
 - 化石燃料の需給の逼迫
 - 地球温暖化問題
- 未来燃料としての水素
 - 自動車用燃料電池（高効率、低騒音）
 - 航空機燃料（高速、軽量）
- 未来の電力は分散化
 - 燃料が必要



燃料電池自動車



未来のエネルギー構成



水素燃料航空機

電力
燃料

燃料は電力の約4倍必要！



核融合と未来エネルギー



Institute of Advanced Energy, Kyoto University

一次エネルギー

自然エネルギー

エネルギー媒体

配電

グリッド燃料

輸送燃料

分散電源
燃料

分散電源

化学原料

需要者

水

化石燃料資源

バイオマス

原料資源

核熱
電力

電解

シフト
反応

リフォー
ミング

H₂

CH₄

メタノール

ジメチル

エーテル

CO

CO₂回収

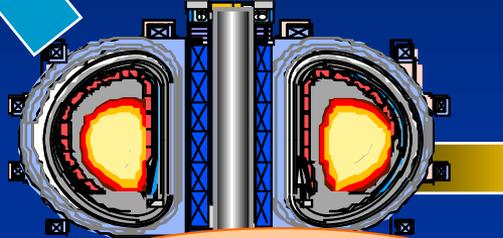


核融合エネルギーの利用

Institute of Advanced Energy, Kyoto University



中性子利用

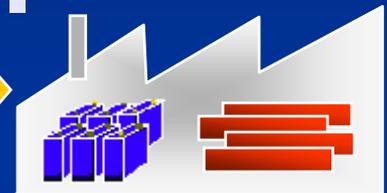


核融合プラント

合成燃料の製造



熱エネルギー



工業利用

熱エネルギー

発電

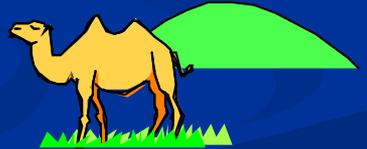
高効率発電システム



熱利用



一般家庭



海水淡水化等



核融合エネルギーの利点



Institute of Advanced Energy, Kyoto University

エネルギー資源

- 海水から150万年分の燃料
- 世界中のどこでも入手できる
- わずかな燃料で大きなエネルギーを出す

環境への影響・安全性

- ・ 炭酸ガスを出さない
- ・ 長寿命の高レベル放射性廃棄物を出さない
- ・ 暴走事故の恐れがない

社会への適応性

- ・ 大きなエネルギーを集中的に供給できる
- ・ 天候や立地に左右されない
- ・ 核拡散の恐れがなく、途上国にも導入しやすい
- ・ 水素や燃料供給にも適する

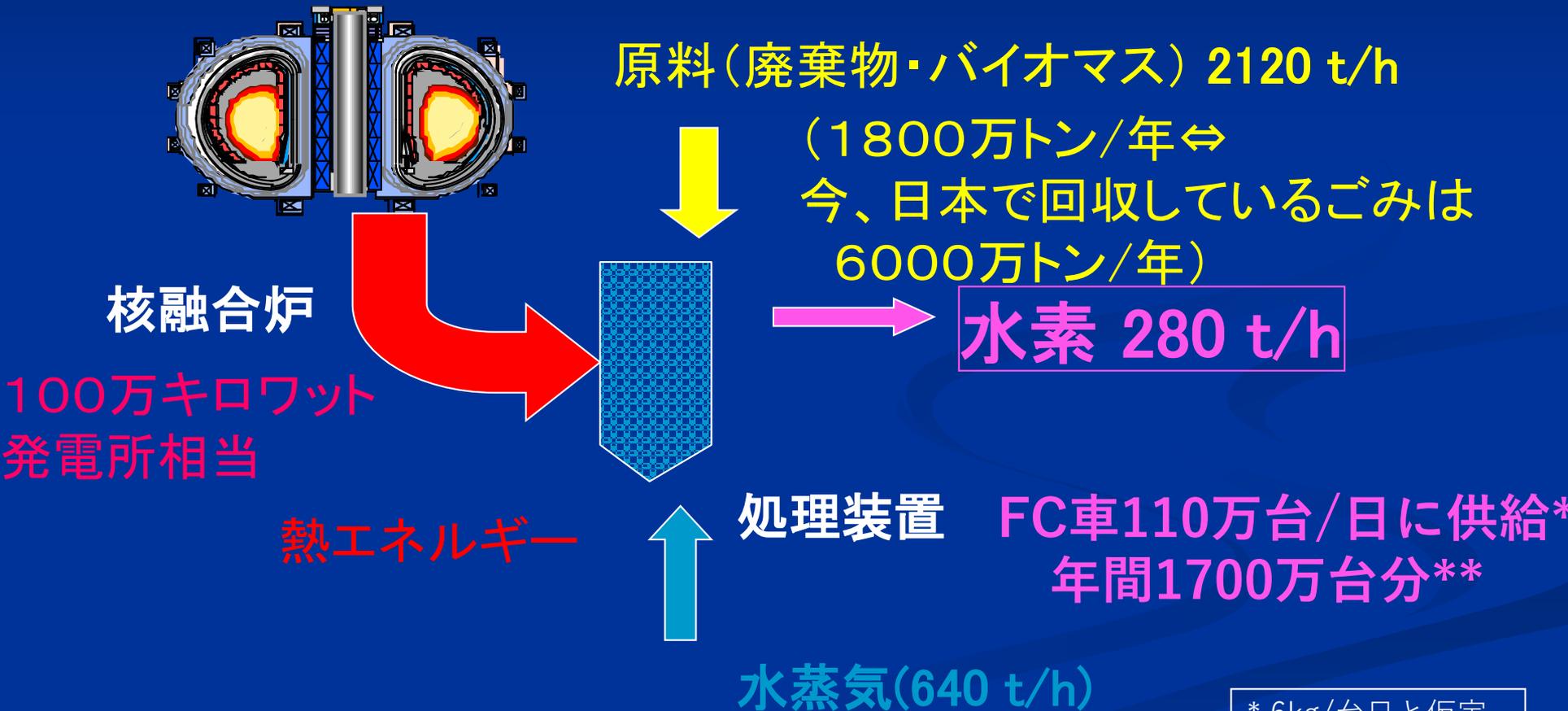
でも、「商売になるか」は、別問題だったりする。。



バイオマス(廃棄物)からの水素製造

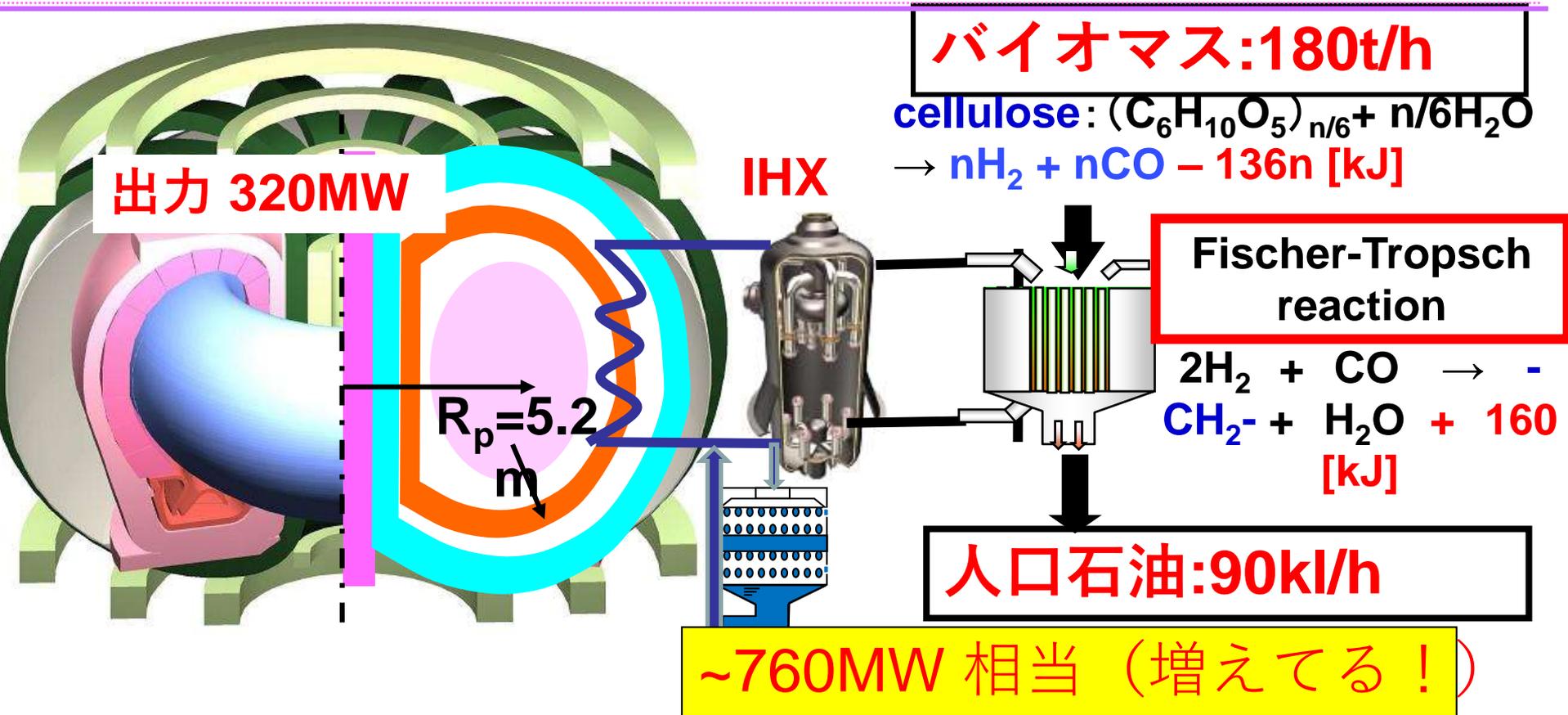


Institute of Advanced Energy, Kyoto University



* 6kg/台日と仮定
** 460g/台年と仮定

バイオマスと核融合のハイブリッド



なんで核融合?...実は炭素依存のないエネルギーなら
なんでもいい。太陽光、風力、原子力...
先進国でも途上国でも建設可能なら。
(実は先進国メリット。。日本で作って売りたいので)

制約となるのは①CO₂貯留 → ②バイオマス処理 → ③森林成長

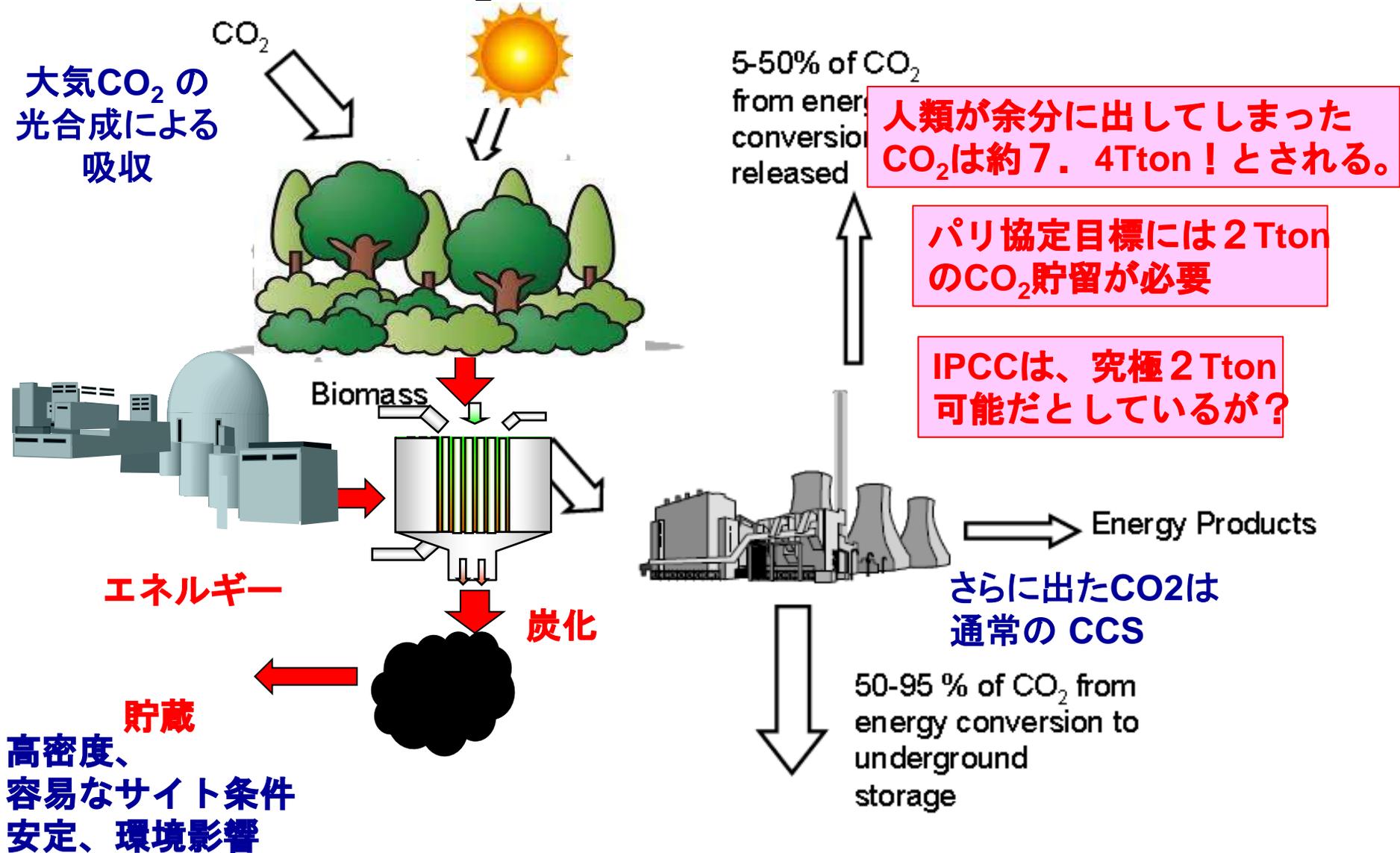


Fig. Mollersten, *Biomass and Bioenergy* 25(2003)273-285より作成



二酸化炭素の燃料化と固定

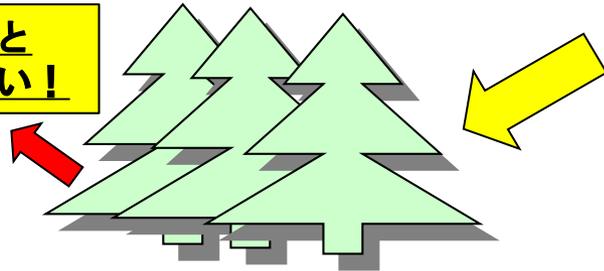


Institute of Advanced Energy, Kyoto University

森林は二酸化炭素を吸収

「カーボンネガティブ」

伐採しないと
再生産できない!

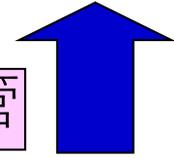


CO₂
吸収

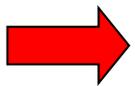
クレジットとして販売

人工林を育成して
バイオマスを製造

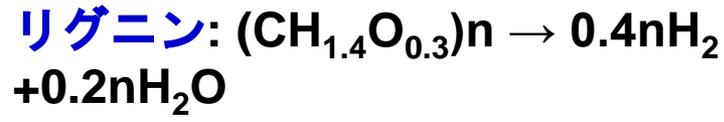
炭素として保管



外部熱源



木炭に転換



吸熱反応

燃料製造



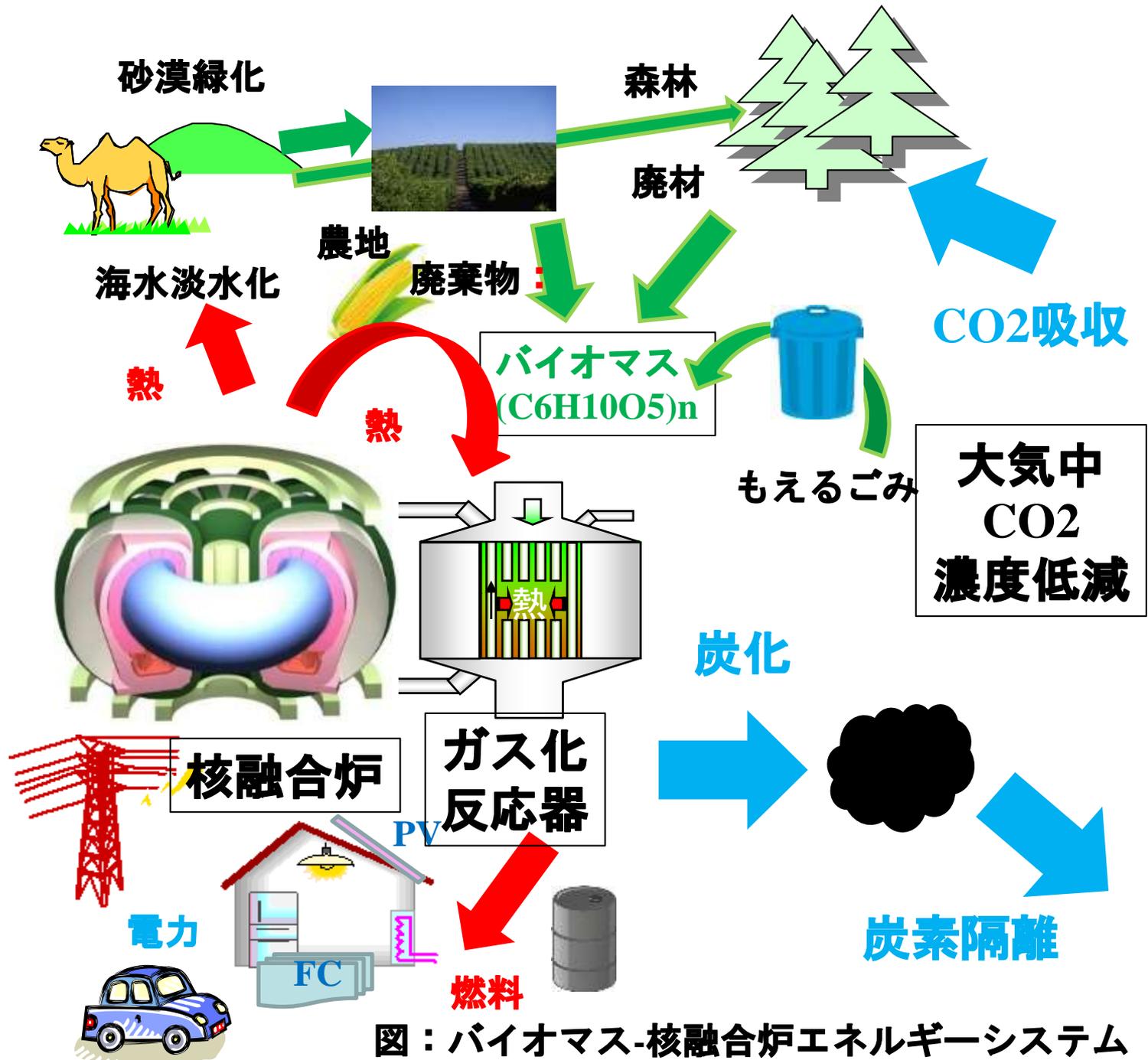
燃料消費

+ C

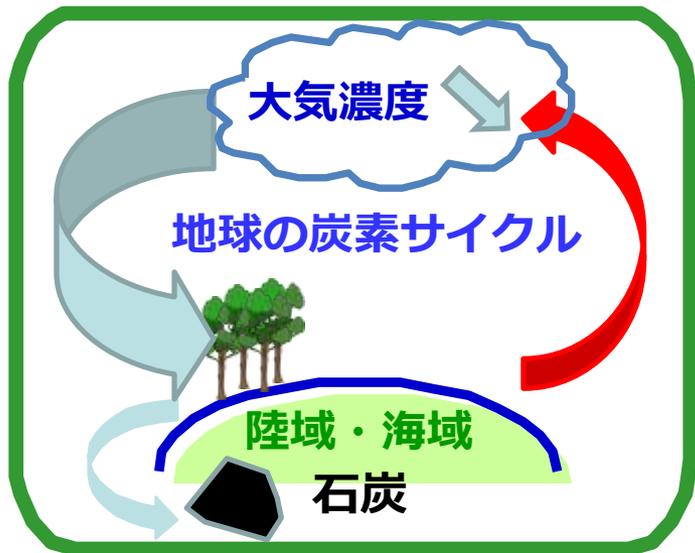
CO₂ 放出なし

石油を代替

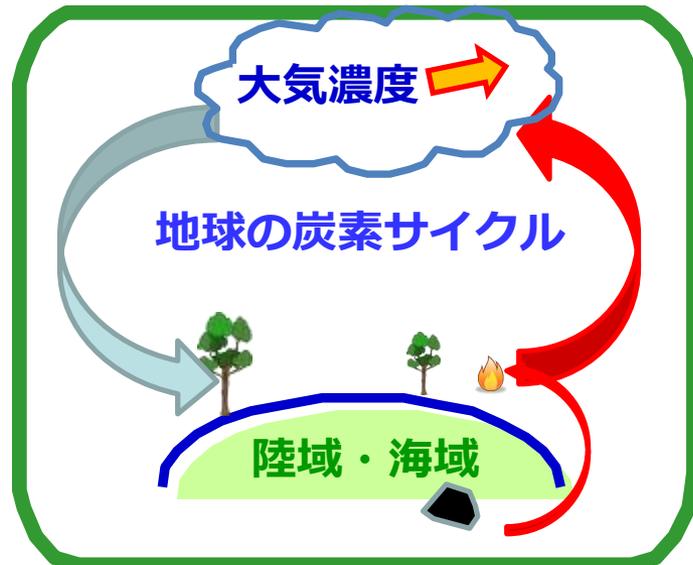
先進エネルギーでバイオマスを炭化すれば、二酸化炭素を出さず、
二酸化炭素を吸収し、
二酸化炭素を恒久的に大気から隔離できる



図：バイオマス-核融合炉エネルギーシステム



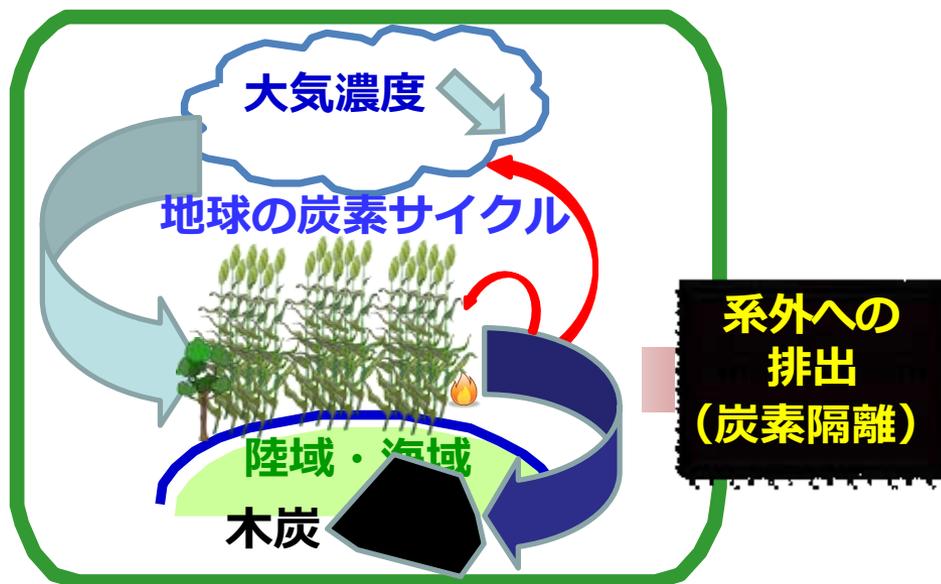
①化石燃料の生成（太古）



③再エネ省エネ（現在）



②産業革命後（過去300年）



④カーボンバジェット創出（未来）

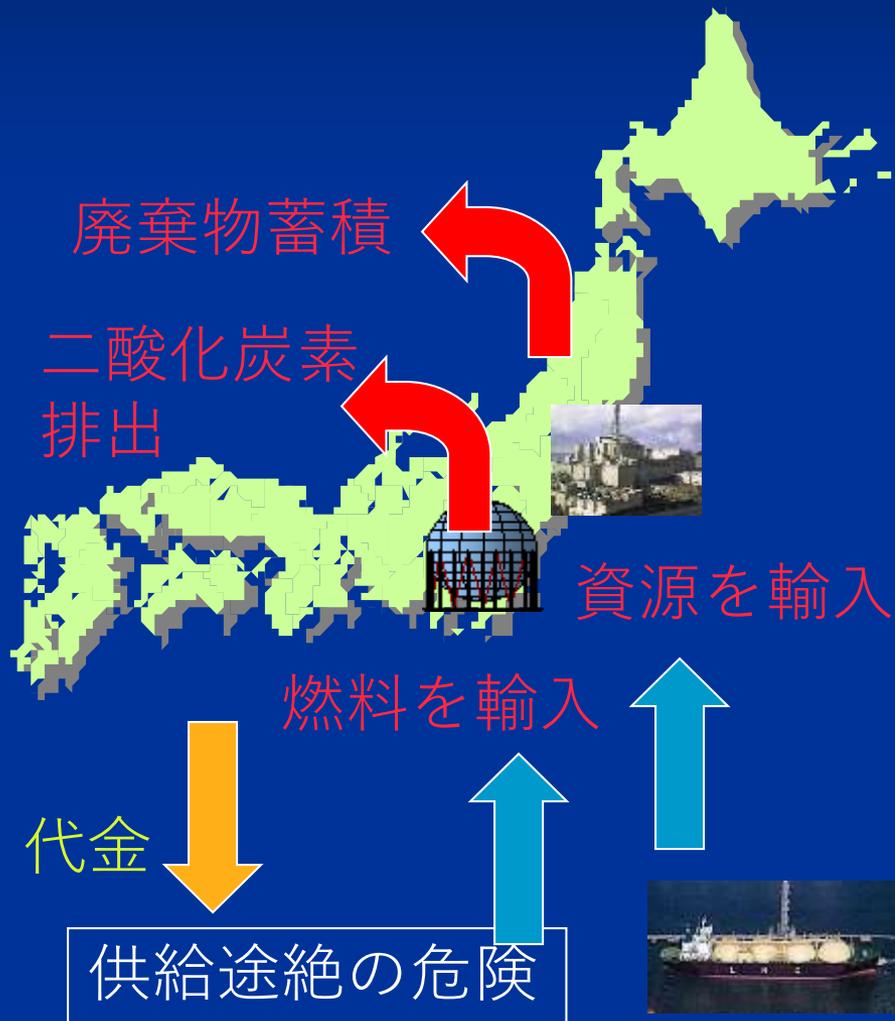


日本のエネルギーと核融合

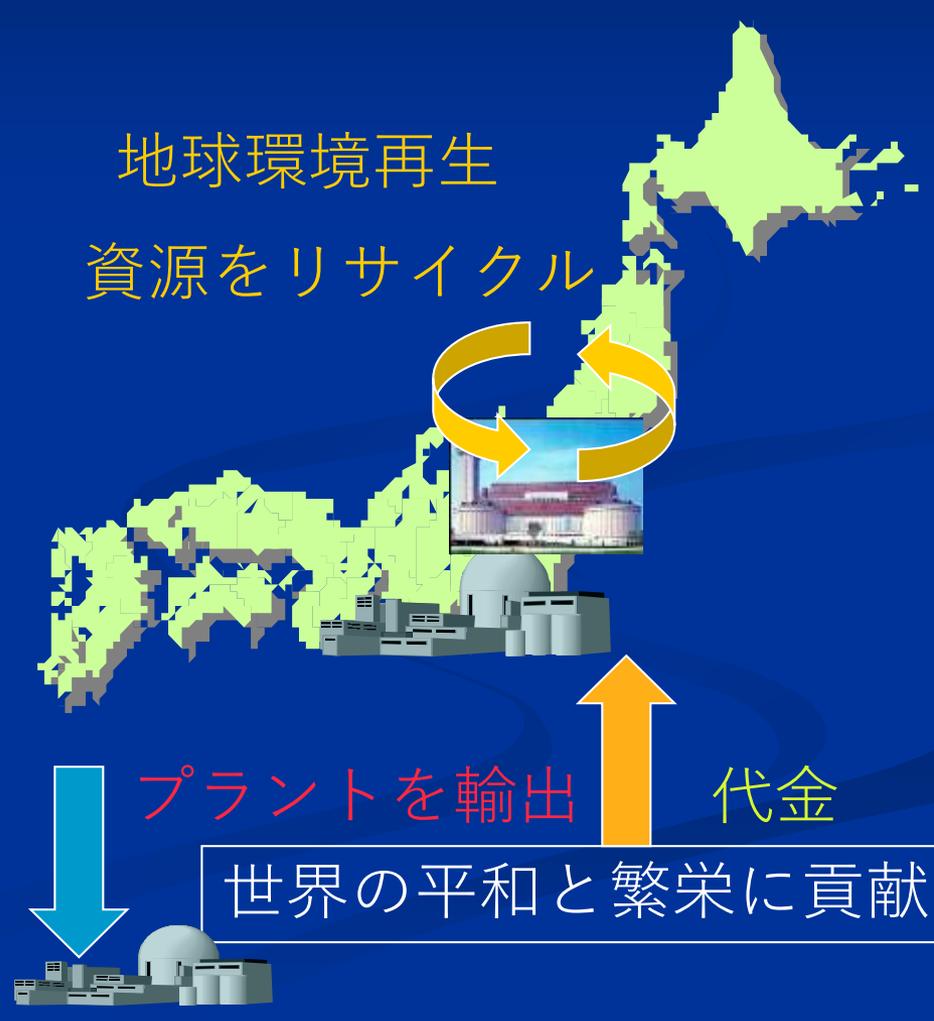


Institute of Advanced Energy, Kyoto University

資源輸入に頼る現代



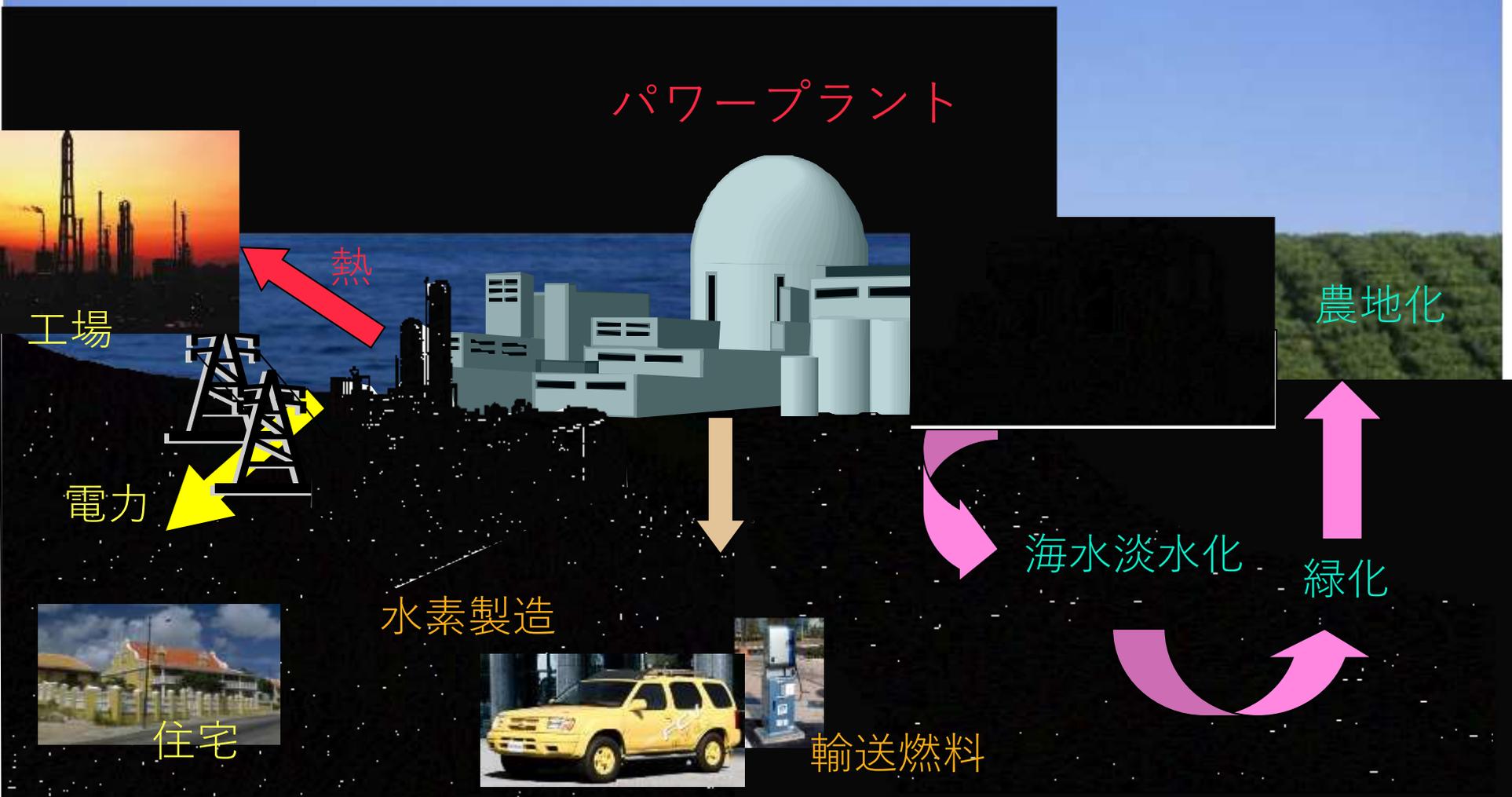
核融合のある未来



核融合がつくる未来の社会(先進国型)



核融合のつくる未来の世界(途上国型)



核融合ベンチャーと 新たなイノベーションの潮流

- 2018年より、欧米を中心に約50社が設立。(が、日本は一家)



わが国初の核融合ベンチャー！？

日本経済新聞

朝刊・夕刊 ストーリー Myニュース 日経会社情

トップ 速報 経済・金融 政治 ビジネス マーケット テクノロジー 国際 オピニオン

自動車・機械 関西 京都

保存 共有 印刷 その他

核融合発電向け主要部品を設計・開発する京都大学発のスタートアップがこのほど誕生した。京都フュージョニアリング（京都府宇治市）で、核融合研究の第一人者である京大エネルギー理工学研究所の小西哲之教授の研究成果を基に液体金属を使って熱交換率が高い方法で高温プラズマからエネルギーを取り出す「ブランケット」という部品の開発・設計を担う。

小西氏ら社員は4人で資本金は4千万円。京大が全額出資する京都大学イノベーションキャピタルが約8000万円を出資した。



京都大学から日本初の核融合スタートアップが誕生した

出資者：京都大学イノベーションキャピタル
（文科省の政策・大学による学内ベンチャー支援）
総額 7,530 万円 投資
社外取締役 1 名 派遣



「日本発の核融合テックで、人類の環境問題を解決したい。」

設立: 2019年10月

拠点: 京都・東京・英国

資本金: 100百万円

調達額: 343百万円

社員数: 10-20名(委託/派遣含む)

株主: 経営株主

(順不同)

KYOTO-iCAP
KYOTO UNIVERSITY INNOVATION CAPITAL COLLEGE



長尾 昂 代表取締役CEO

京都大学工学部、同大学院を修了しアーサーDリトル入社。
エネルギーベンチャーのエナリス参画、経営企画と新事業開発に従事。マザーズ
上場牽引。特に、再生可能エネルギーやバーチャルパワープラントに関する新規
事業や、KDDI社との資本業務提携を経営部長として主導した後、当社設立



小西 哲之 京都大学教授 兼 CTO

東京大学理一、同大学院を修了し、日本原子力研究所入所。
核融合炉工学、トリチウム工学、核融合炉設計、ITER計画に従事。
08年京大学生存基盤科学研ユニット長、09年ITERテストブランケット計画
委員会議長、12年同日本代表委員。京大エネルギー理工学研究所教授(現職)



今井 隆志 取締役 コーポレート本部長

東大・エール大学修士、一橋大学院MBA、米国公認会計士。
三菱総研、アメックス・豪州アジアVP、Chubb(旧エース)損保日本法人社長。
エナリスCOOなどを経て、2021年4月より当社参画。
SBI生命保険 社外監査役(現任)、2010年経団連評議員



Dr. Richard Pearson Chief Innovator

Swansea大(学士)、Imperial College London(修士)を経て、
The Open Universityにて博士号取得。英国在住。
核融合炉ブランケット等の技術に加えて、炉形式や技術動向など、
業界俯瞰の知識が豊富。共同創業者

1. 会社自体が商品であり産業界で経済価値を持つ。
 - 「投資」は借金ではない
 - Return of Investment – 投資者は**資産**が増えればいい
 - **資産** = 会社の価値 = 発行株価の総計 + α
2. スタートアップは「**イノベーション**」を売る
 - 技術力、技術開発力 = 頭脳 + 設備 + 技能 → 人材・組織
 - 知財権
 - **イノベーション**という機能
= 新たな発明 + それを商品化する能力 + ビジネスモデル
3. **IPO** (出口戦略)
 - 株式公開 (創業メンバーには、stock option)
 - M&A

2050年カーボンニュートラルに伴う グリーン成長戦略

④原子力産業

◆ 原子力は、実用段階にある脱炭素の選択肢。国内での着実な再稼働の進展とともに、海外（米・英・加等）で進む次世代革新炉開発に、高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画し、多様な原子力技術のイノベーションを加速化していく。

	現状と課題	今後の取組
小型炉 (SMR)	<p>各種要素技術の開発が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外での実証プロジェクトと連携した基本設計・開発。 日本企業独自で多様なニーズを見据えた小型炉を自主開発。 <p>革新的技術の安全性や経済性を検証</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全性は、米・英・加等 経済性 	<p>国際連携プロジェクトへの参画</p> <ul style="list-style-type: none"> 2020年代末の運転開始を目指す海外の実証プロジェクトと連携した日本企業の取組に対し、安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置きつつ支援を行う。 海外で先行する規制策定を踏まえ、技術開発・実証に参画。 <p>脱炭素技術であるSMRの2020年代末の海外での実証を確立。</p>

2030年頃の実用化を目指す米・英のベンチャーと日本のベンチャー・メーカー等が連携を加速。

核融合炉の高温熱を活用したカーボンフリーな水素製造技術の開発を推進。

核融合	<ul style="list-style-type: none"> プラズマ制御技術の高度化に向けた研究開発 ITER本体の組立・据付開始、コイル等主要機器を日本から納入。 安全で安定稼働できる核融合原型炉の設計。 	<p>核融合原型炉の建設計画に反映。</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年頃の実用化を目指す米・英のベンチャーと日本のベンチャー・メーカー等が連携を加速。 核融合炉の高温熱を活用したカーボンフリーな水素製造技術の開発を推進。
-----	---	--

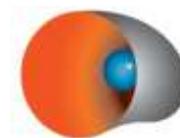
④原子力産業の成長戦略「工程表」

- 導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 等価コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ
- 具体化するべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
小型炉 (SMR)	米国・カナダ等で2030年頃までに実用化 →日本企業が海外実証プロジェクトに参画					日本企業が主要サプライヤーの地位を獲得	販路拡大・量産体制化でコスト低減	アジア・東欧・アフリカ等にグローバル展開

米国、英国等のベンチャーが2030年頃までに実用化目標
海外プロジェクトに日本のベンチャー等が研究開発・サプライヤーとして参画、
機器納入

核融合	JT-60SAを活用したITER開発 ・原型炉概念設計・要素技術開発					原型炉に向けた工学設計・実規模技術開発	実用化スケールに必要な実証
	人材育成、学術研究の推進						
	米国、英国等のベンチャーが2030年頃までに実用化目標 海外プロジェクトに日本のベンチャー等が研究開発・サプライヤーとして参画、 機器納入						



すべての研究開発投資は，成果を目指す。
（一部の投資のみが成果を生み出すが）

成果は投資者に，おおむね投資比率によって分配される



すべての投資成果は，蓄積されるとともに，
次の投資により改良され，しなければ陳腐化する。



研究はそれを実体化する主体があって初めて社会的存在となる

➡ 「株式会社」は，高度にその機能を組織化している。

「大学」は，研究機能に特化している。

➡ 「大学発ベンチャー」は，研究実体化機能を補完



まとめ

Institute of Advanced Energy, Kyoto University



■ 21世紀はエネルギー源転換の時代

→ 人類を中心としたエネルギー構造は、
転換できるとしたら今世紀しかない

■ 核融合の特徴と役割

→ 確かに、無尽蔵で環境負荷は少ない。

→ コストは??

→ 安全性について、有利な点が多い。

■ しかし。。。

→ エネルギーは社会が選択するもの

→ エネルギーの使い方は社会が決める。

■ いつも新しい動きがある！ 主役は君たち。

課題 3

人類の現在と未来のために。

君は何をやるかな？
できるかな？

とりあえず京大生として。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD



おまけ。講義内容は研究室ホームページで公開しています。

<http://www.atomic-energy.iae.kyoto-u.ac.jp/>

興味があったらみにきてください



- ・ 参考図書：「エネルギー問題の誤解 いまそれをとく」
小西哲之 化学同人社(2013) ¥1890 978-4759813548
(生協に入れてあるはず。)
- ・ 「核融合エネルギーのきほん」 誠文堂新光社
(2007) ¥2000 ISBN978-4-534-04191-3

SDGs-現在の価値観の枠組み



Sustainable Development Goals :SDGs

国連の Sustainable development Summit 2015 で採択。
2030 アジェンダとして 2016 から 2030に達成すべき 17 のゴール
が設定された。

- ⑦エネルギーをみんなに
そしてクリーンに
- ⑧働きがいも経済成長も
- ⑨産業と技術革新の基盤を
つくろう
- ⑪住み続けられる街づくりを
- ⑫つくる責任つかう責任

他にもいろいろ関連するが、

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD

