

六ヶ所研だより

核融合開発を支える



縁の下の力持ち



エネギューン

ねえプラズマ博士、前はフランスにある「ITER」について紹介したよね。六ヶ所研ではどんな研究を行っているの？

ほっほ、六ヶ所研では、おもに核融合原型炉開発（商用炉の一手手前の核融合炉）に向けた研究開発をしているんじゃないよ。



プラズマ博士

まずは「BA計画」じゃ。日本と欧州が共同で、ITERでは解決できない課題に取り組んでおっのう。3つの事業のうち2つの事業が六ヶ所研が担当しているんじゃないよ。

そして「テストブランケットモジュール」開発じゃ。核融合エネルギーを電力として利用するにあたって要となる装置の開発も、六ヶ所研で行われているんじゃないよ。



そうなんだ～。ねえねえ博士、もっと詳しく教えてよ！

もちろんじゃ。さっそく紹介していくぞい。



目次

BA計画



IFMIF/EVEDA事業…4

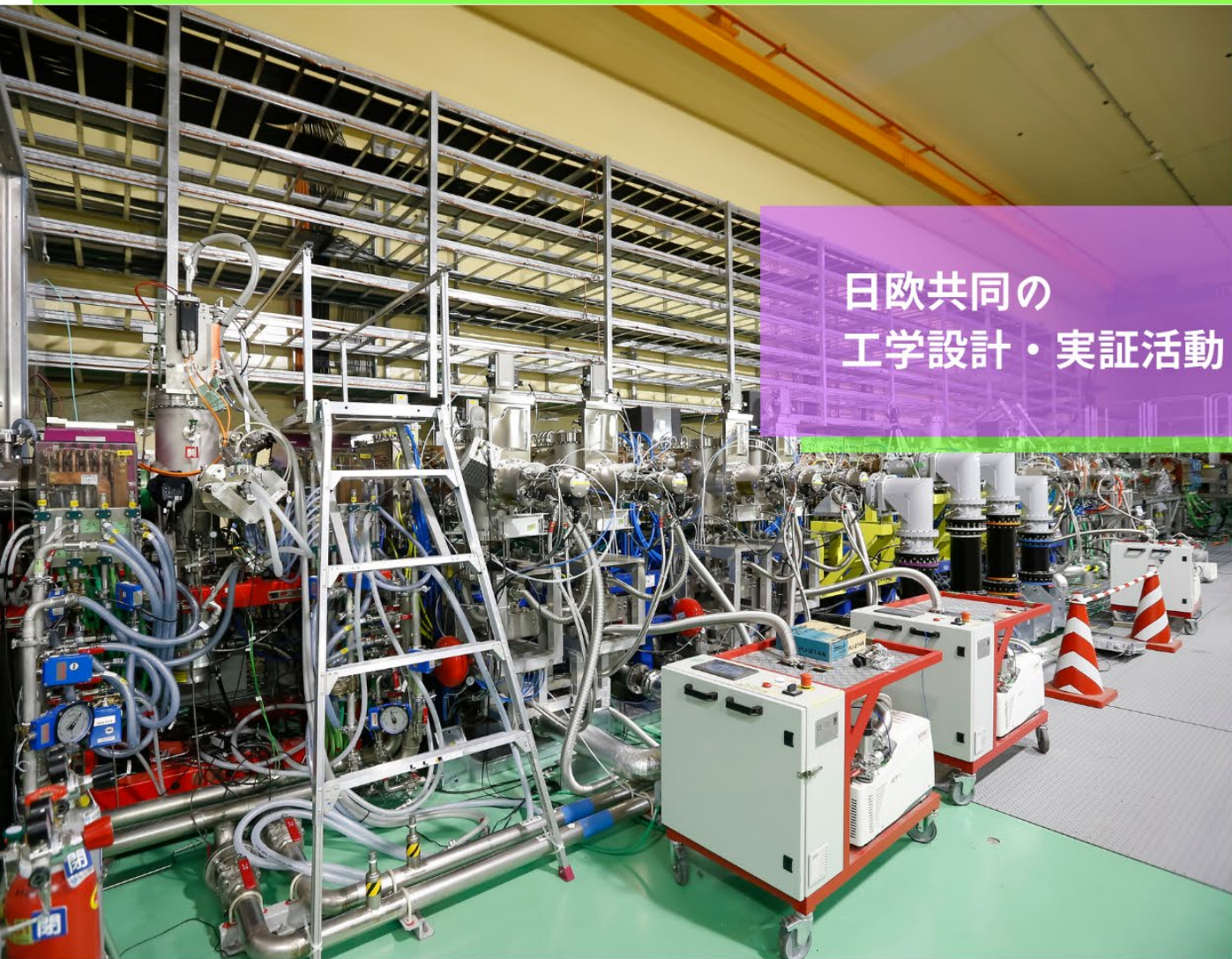


IFERC事業…6

ITER計画



テストブランケット開発…8



日欧共同の
工学設計・実証活動

核融合炉材料試験のためのプロトタイプ加速器

リパック
LIPAc

ITERや原型炉で採用されている核融合反応では、高いエネルギーを持つ中性子が発生する。それが核融合炉の壁にぶつくと、放射化を始めとして様々な変化が生じる。

材料の試験では、原型炉で発生する中性子と同じくらいのエネルギーを持つ中性子をぶつけて健全性を確かめる必要があるが、それが可能な装置はまだ存在しない。

その装置の一部について技術の実証と設計を行うのがIFMIF/EVEDA事業だ。

IFMIF/EVEDA事業では、日欧の研究者・技術者が集い、IFMIF加速器「LIPAc」の開発を進めている。

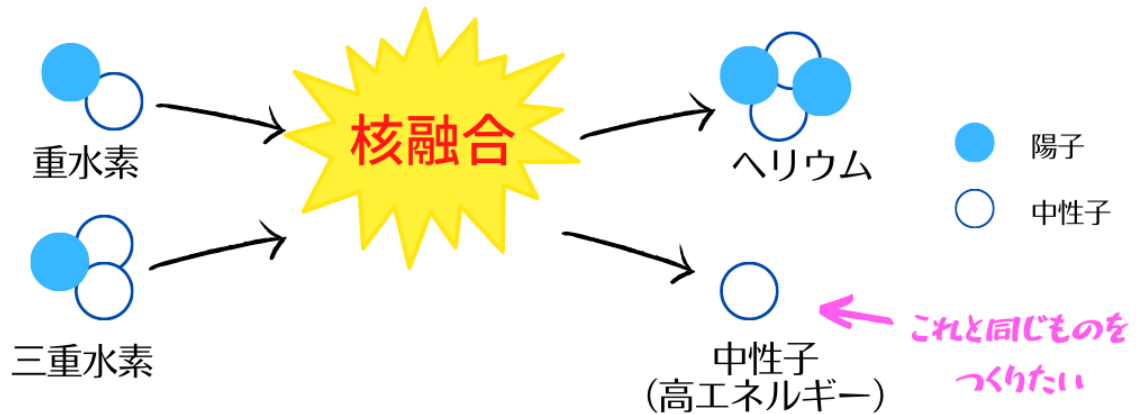
一部の粒子加速試験は既に始まっており、性能実証試験に向けて、日々調整作業が続けられている。

「文化も違えば、装置に対する考え方も違う。様々な国で造られた装置を組み合わせる使うのは大変なことです。それが面白くもあります」

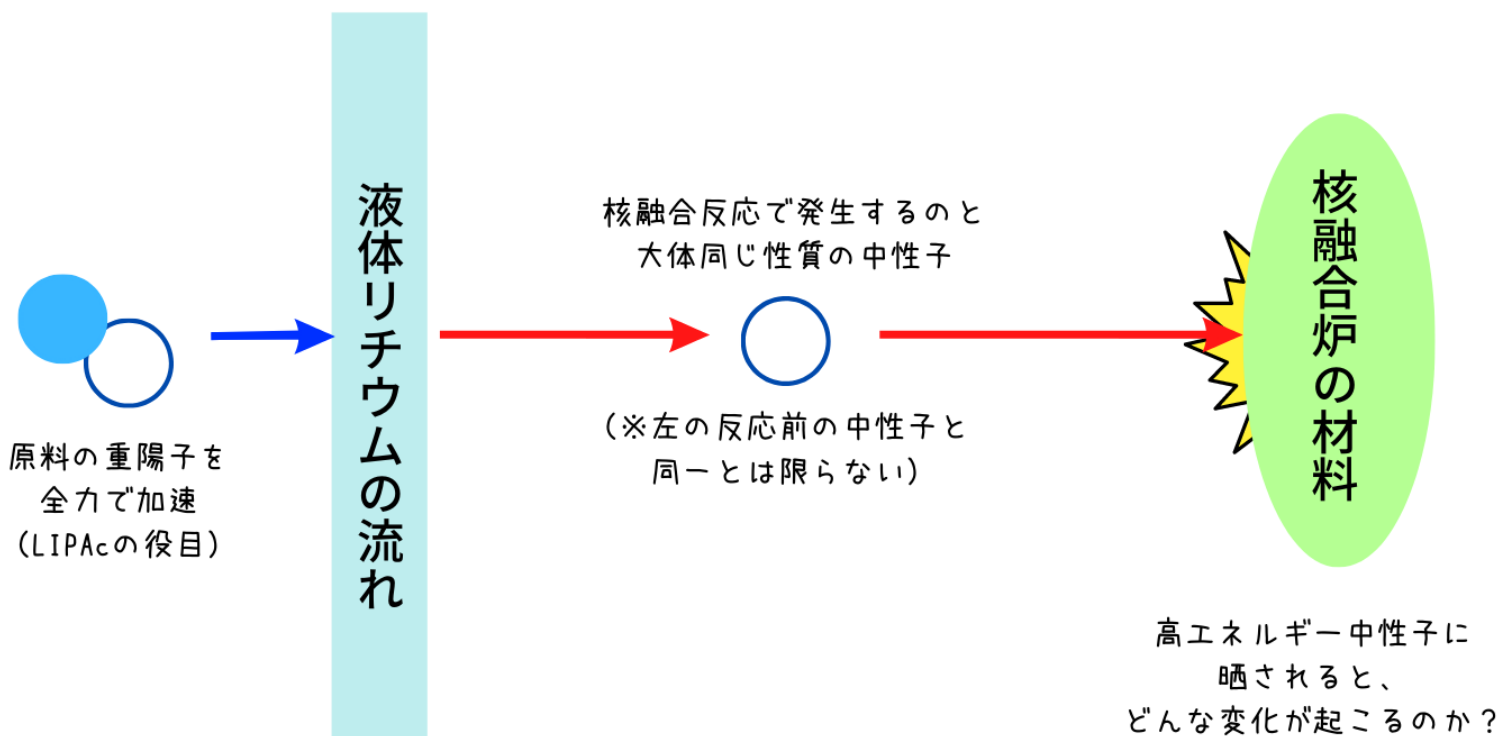
IFMIF加速器施設開発グループリーダー

近藤 恵太郎

原型炉で起こる核融合反応



核融合炉材料試験の仕組み



なぜ超パワー型加速器が必要か？

LIPAcの一番の特徴は、世界最大級のパワーにある。

加速器は、電気力で粒子を加速させる。プラス同士、マイナス同士は反発しあうという性質を利用するのだ。逆に言えば、電氣的にプラスでもマイナスでもない中性子には、この仕組みは使えない。中性子だけを加速器の中に入れても、意味がないのだ。

では、どうやって高エネルギー中性子を発生させるのか？

答えは、液体リチウムに重陽子(※)を高速でぶつけて反応させ、高エネルギー中性子を発生させる、だ。

電氣的にプラスの重陽子なら、加速器で加速できる。それをリチウムと反応させ、高速つまり高エネルギーの中性子を発生させるのだ。材料試験では、これを一度に大量に生成することが求められる。このために必要な加速器のパワーは、既存の加速器をはるかに上回るものなのだ。

※今回は重陽子と呼んでいるが、核融合反応の話で登場した重水素原子核と同一のものである。

核融合エネルギー実現に向けた 広域支援事業

たとえば新しい飛行機を開発する時、どんな試験を行うだろうか。

実際に造って飛ばす前に、小さな模型で風洞試験を行ったり、あるいはシミュレーションで予測を立てたりする。

核融合炉開発でも同じで、実験炉ITER建造のほか、核融合炉で起こる現象について、シミュレーション研究が盛んにおこなわれている。

原型炉の開発は世界中で行われているが、その中でも、我が国と欧州の原型炉には共通している項目が多い。

原型炉開発にむけて、データの世界のさまざまな課題に日欧共同で取り組むのが、このIFERC事業だ。

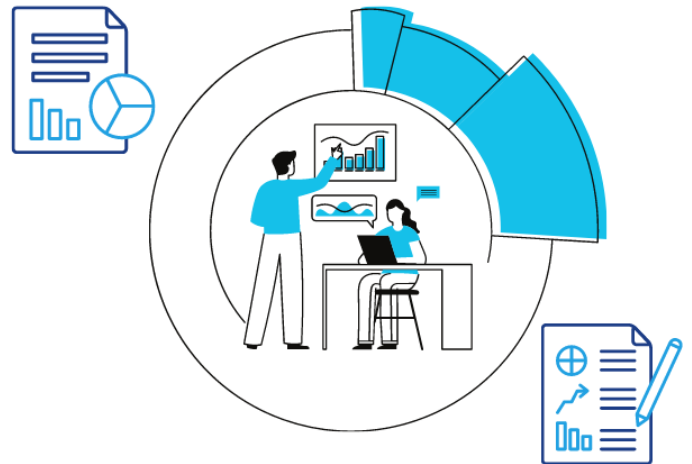
最近ではITERと相互協力協定が結ばれ、ITERの成果をより効率的に活用するシステムの構築も進んでいる。

IFERC事業のおもな活動

原型炉の設計



原型炉設計に関する研究開発 (R&D)



計算機シミュレーションセンター(CSC)の運用



ITER遠隔実験活動



スーパーコンピューター

核融合プラズマの研究は、ITERをはじめとした装置による実験と、シミュレーション研究からなる。

プラズマの方程式は非常に複雑で、とてもではないが紙と鉛筆では解けそうもない。

そこで活躍するのが、われらがスーパーコンピューター「六ちゃん-II」だ。日々さまざまな計算が行われている。将来的にはITERの実験結果の解析も行われる予定だ。

正面の扉には、小さなハートが隠されているとか。普段の見学でも見ることができるので、機会があれば探してみたいはいかがだろうか？



青森県では（多分）めずらしい
スーパーコンピューター「六ちゃん-II」

ITER遠隔実験



那珂研やフランスなど遠隔地との実験の際は、このRECルームで行われることが多い。

実験時は、モニターに様々なデータが映し出される。見学の際に、この大画面で六ヶ所研紹介映像を見られる機会も？

世界7極35ヶ国が参加する超巨大プロジェクト「ITER」。ITERでは実際に現地で活動する参加者のほかにも、各国の研究所などから遠隔で参加する研究者や技術者も大勢いる。六ヶ所研では、遠隔参加者が現地にいるのと同じように実験に参加できるよう、遠隔実験システムの整備を進めている。

ITER炉の稼働後は、ITERの実験データをフランスから受け取り、「六ちゃん-II」で解析を行う予定だ。

核融合発電の重要装置

"ブランケット
モジュール"

ITERや原型炉において核融合エネルギーとは、発生する中性子が持つエネルギーを指す。

そのままでは電気として使えないため、まずエネルギーを熱として取り出す。最終的に火力発電や原子力発電と同じように、蒸気でタービンを回して発電する。

そのエネルギーを取り出す装置がブランケットモジュールだ。

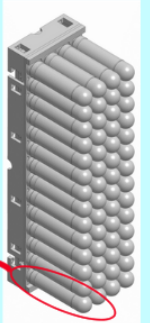
1億度を超えるプラズマに最も近く、高エネルギー中性子に晒されるため、それに耐えうる設計でなければならない。

さらには、中性子を遮蔽したり、燃料であるトリチウムを製造したりと、多様な役割も求められる。

その中でも最も重視されるのは安全性であり、その試験を行うブランケット工学試験棟が昨年6月に竣工した。機器の搬入も進み、今年度からITER持ち込みに向けた安全実証試験が始まっている。

ブランケットモジュールの役割と仕組み

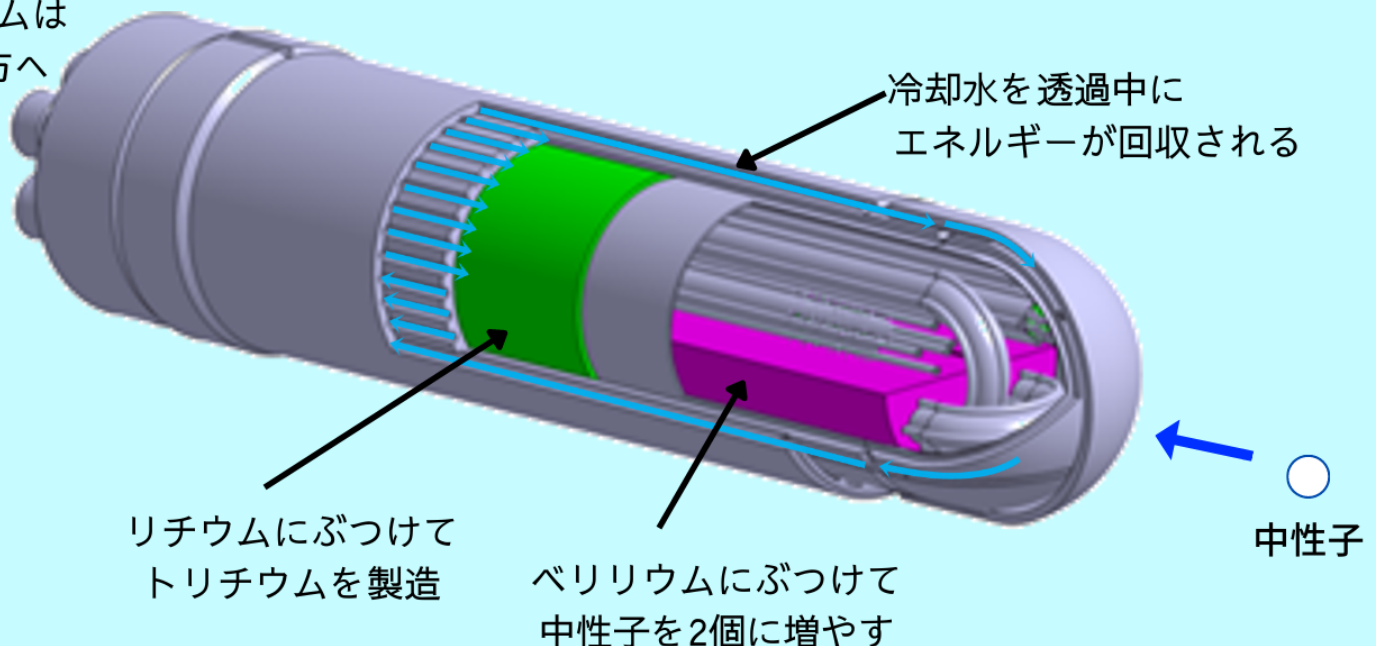
- ①核融合反応で発生する中性子の遮蔽
- ②中性子のエネルギーの取り出し
- ③燃料であるトリチウムの自己製造



ブランケット
モジュール

サブモジュール拡大図

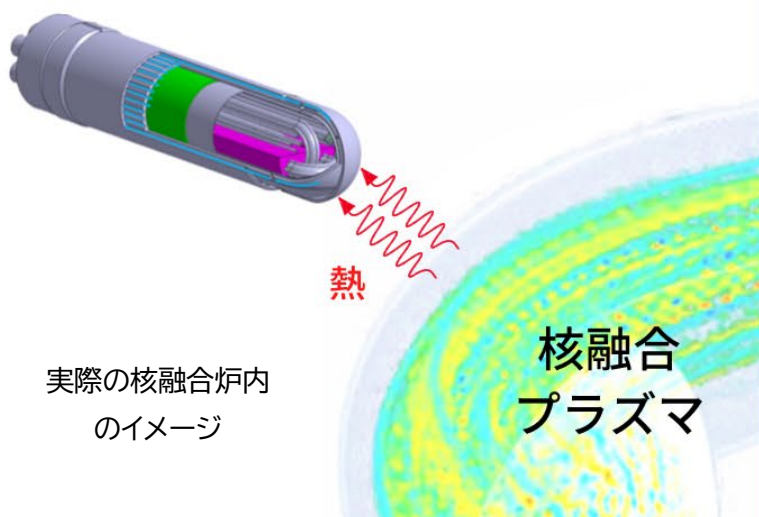
トリチウムは一旦後方へ



ITER持ち込みに向けた 4つの安全実証試験

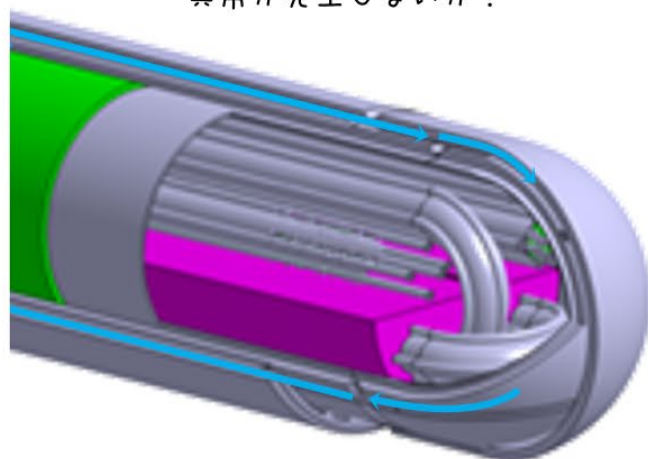
① 高熱負荷試験

プラズマから放出される熱を
設計通り冷ませるか？



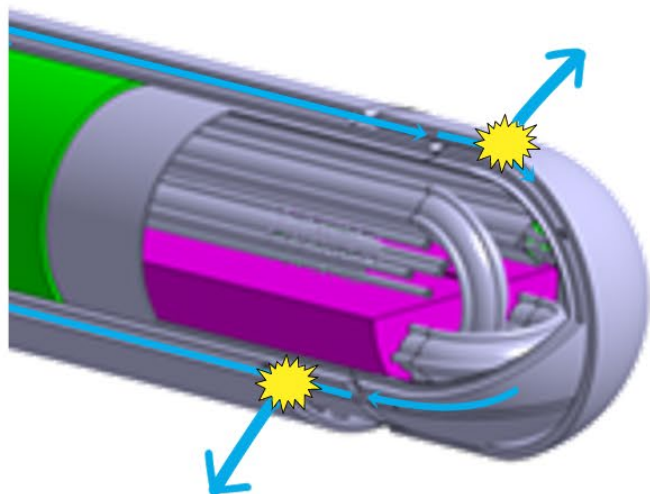
② 流動腐食試験

高温高压水（水色部分）を流し続けて
異常が発生しないか？



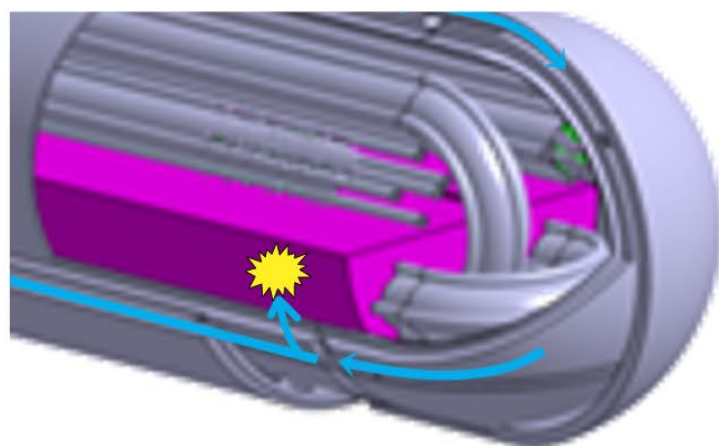
③ 高温高压水噴出試験

万一高温高压水が漏れて
しまったらどうなるか？



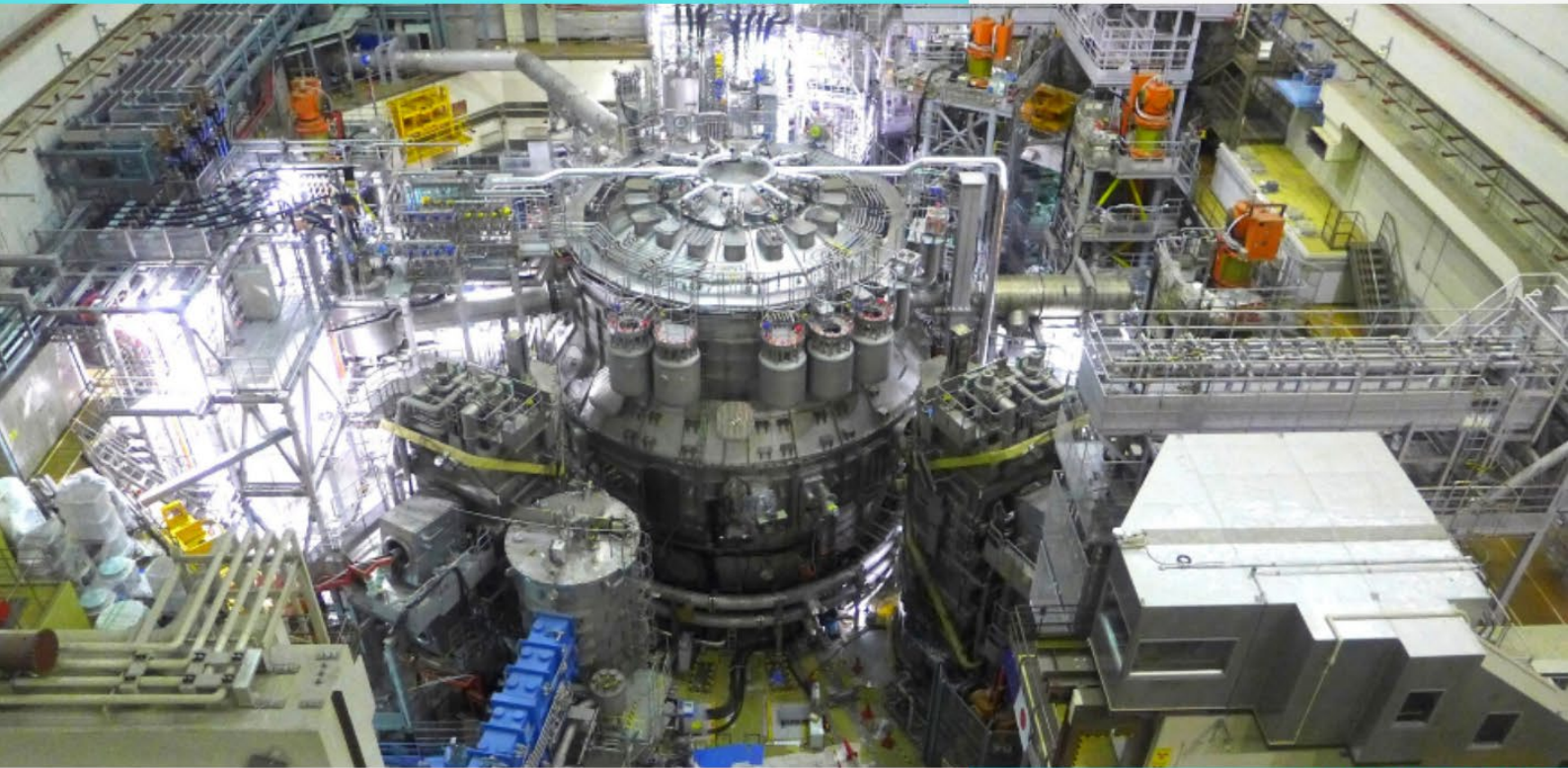
④ Be-水反応試験

ベリリウムと水が反応した時
どのような変化が起きるか？



JT-60SA (那珂研究所)

BA活動事業の一つ
プラズマを閉じ込めるトカマクの
大きさがだいたいITERの半分ほど



提供：那珂研究所



～編集後記～

気が付いたら七夕過ぎてました。

核融合炉なんてないけれど核融合の研究所、そんな六ヶ所研の活動についてお届けしました。縁の下の力持ちというやつですね。

細かいお話については今後個別にご紹介していきますので乞うご期待。

ちなみにBA活動の正式名称は、「幅広いアプローチ (Broader Approache) 活動」です。日本と欧州の共同事業なので、管理研究棟の正面には、日の丸とQSTの旗の他に、欧州旗が掲げられています。欧州から来ている研究者さん・技術者さんもたくさんいます。

施設公開、今年は開催予定です。当日ムリかなあという方も、ご安心ください。施設見学はいつでも歓迎です。お一人様からお気軽にどうぞ！

詳しくはコチラから↓↓↓

<https://www.qst.go.jp/site/rokkasyo/47044.html>

(平日のみ、要事前予約)