

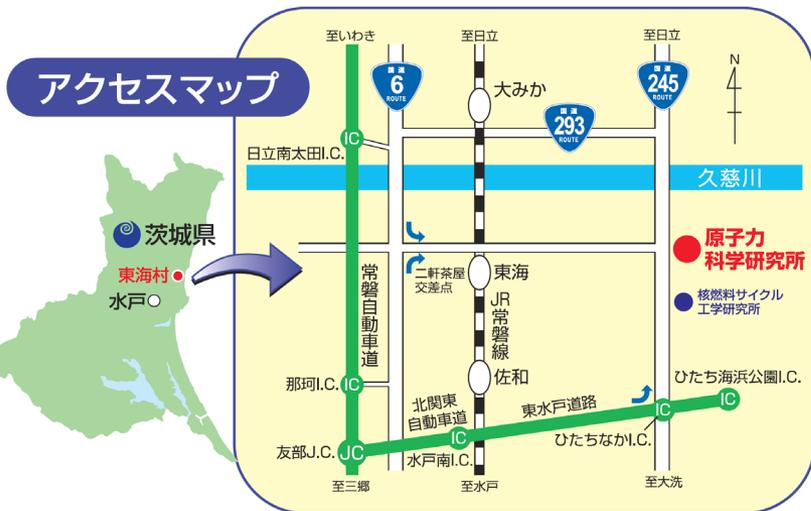
JRR-3の運転再開について

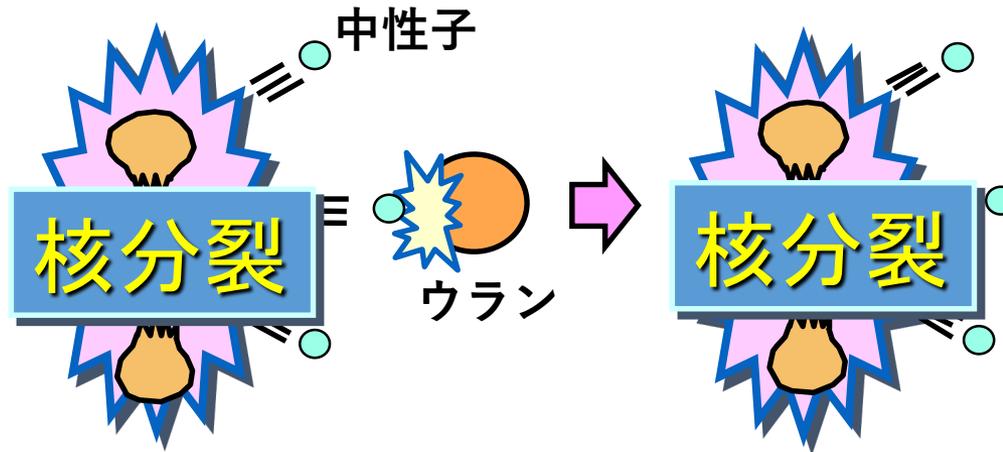
令和3年1月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所

- JRR-3の設置されている原子力科学研究所（旧日本原子力研究所、東海研究所）は、国道245号線の海側に位置しています。
- 敷地内には、大強度陽子加速器J-PARCなどの研究施設が複数設置されています。

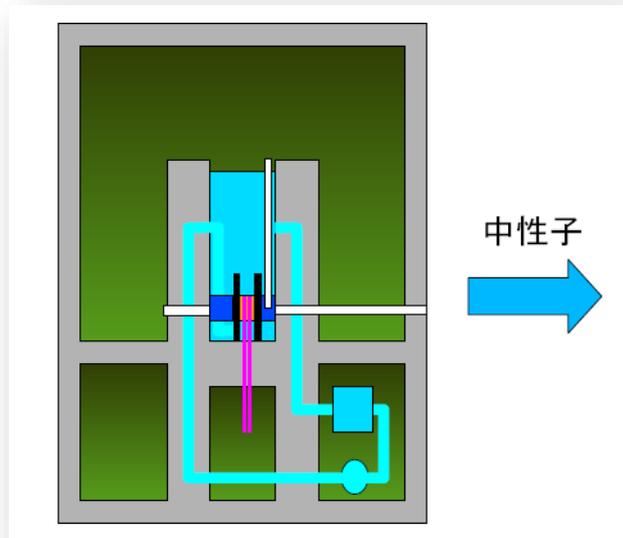




核分裂反応

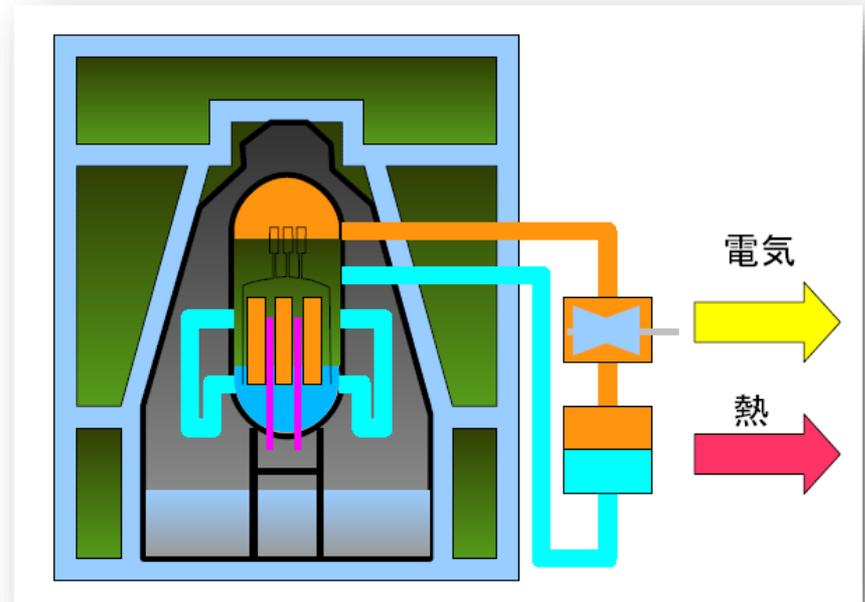
- 原子炉とは、核分裂連鎖反応を制御しながら持続させる装置です。
- 核分裂反応が起こると、**熱**と**放射線**（中性子）が発生します。
- 原子炉には「発電用の原子炉」と「研究用の原子炉」があります。
- JRR-3は「研究用の原子炉」であり、原子炉から発生する中性子を使って様々な研究を行います。

研究用の原子炉



- 核分裂反応により発生する中性子等の放射線を用いた研究を行う装置です。
- JRR-3では、除熱性に優れた板状の燃料を使います。冷却水は沸騰を起こさず、発生した熱は大気に逃がしています。

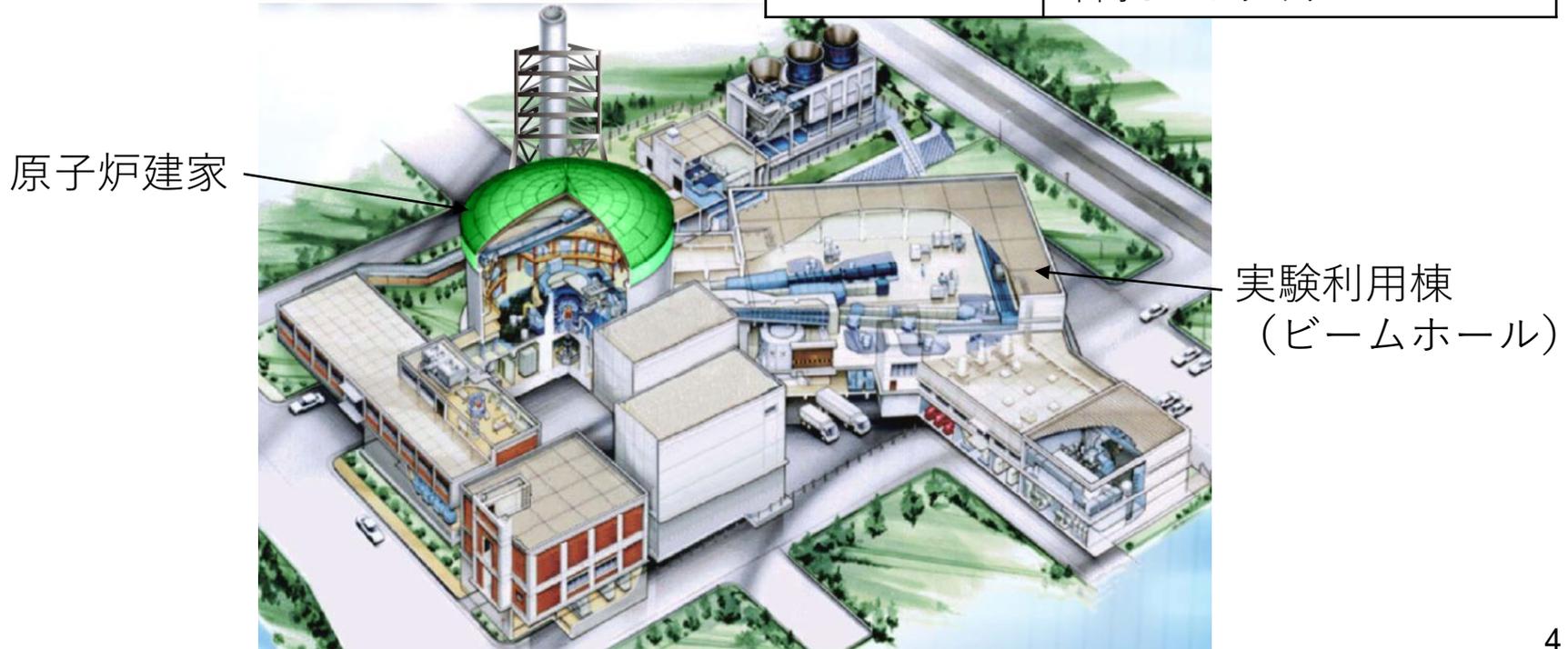
発電用の原子炉



- 核分裂反応により発生する熱を利用して発電をする施設です。
- 発電所では多くの熱を取り出すために高温になりやすいペレット状の燃料を用いて蒸気を発生させます。

- 昭和37年 初の国産原子炉として臨界
- 昭和60年 高性能化のための改造工事開始
- 平成2年 改造JRR-3臨界
改造JRR-3利用運転開始
- 平成10年 燃料の高密度化の許可取得
- 平成22年 積算出力約6.4万MWD達成
- 平成30年 新規制基準適合性に係る許可取得

JRR-3の仕様	
目的	中性子ビーム実験, RI製造, 放射化分析, 材料照射等
型式	軽水減速冷却プール型
燃料要素	板状燃料
最大熱出力	2万キロワット
運転形態	26日連続運転 (1サイクル) 年間6~7サイクル



➤ 原子炉建家内



➤ 実験利用棟内



➤ 中央制御室



➤ 1次冷却系設備



JRR-3の安全上の特徴は次のようになっています。

（1）原子炉を停止する機能

- 異常を検知したときは、原子炉を自動で停止します。
- 6本ある制御棒のうち1本が動かなくても残りの制御棒で原子炉を停止できます。
- 制御棒以外の別の方法（重水ダンプ）でも原子炉を停止できます。

（2）原子炉を冷却する機能

- 原子炉運転中は、原子炉を強制循環で冷却します。
- 原子炉の停止後30秒ほど冷却した後は、燃料が水に浸かっているだけで自然に冷却されます。
- 停電に備えて、非常用電源設備から給電される補助ポンプを設置しています。

（3）放射性物質を閉じ込める機能

- 燃料が破損しなければ、放射性物質は燃料の中に閉じ込められています。
- 原子炉を停止し、停止後の冷却ができれば燃料が壊れることはありません。
- 原子炉の停止や冷却に失敗した場合は、燃料が損傷し、放射性物質が放出されます。
- 燃料が損傷した場合に備えて、人体に影響のあるヨウ素等を除去する機能を持った非常用排気設備を設置しています。

JRR-3と発電炉（BWR）との比較は次のようになっています。

項目	研究炉（JRR-3）	一般的なBWRとの比較
目的	<ul style="list-style-type: none">研究開発 (<u>実験設備</u>を設置)	<ul style="list-style-type: none">発電 (<u>発電設備</u>を設置)
出力	<ul style="list-style-type: none">2万キロワット	<ul style="list-style-type: none">330万キロワット (JRR-3の約150倍)
運転中の冷却水温度	<ul style="list-style-type: none">40°C程度	<ul style="list-style-type: none">約285°C (<u>高温高圧の蒸気を発生</u>)
燃料の形状	<ul style="list-style-type: none"><u>除熱性に優れる板状燃料</u>停止後の強制循環冷却は不要	<ul style="list-style-type: none"><u>高温での使用を想定したペレット燃料</u>停止後も強制循環冷却が必要
運転	<ul style="list-style-type: none">約1ヶ月連続運転 (年6～7回程度行う)	<ul style="list-style-type: none">約1年間連続運転
ウランの装荷量	<ul style="list-style-type: none">約0.07トン	<ul style="list-style-type: none">約132トン (JRR-3の約2000倍)



どうやって安全を確保しているか

➤ 臨 界

臨界を制御する設備がないところで臨界が起こったら大変なことになりますが、原子炉は、臨界を制御する装置です。

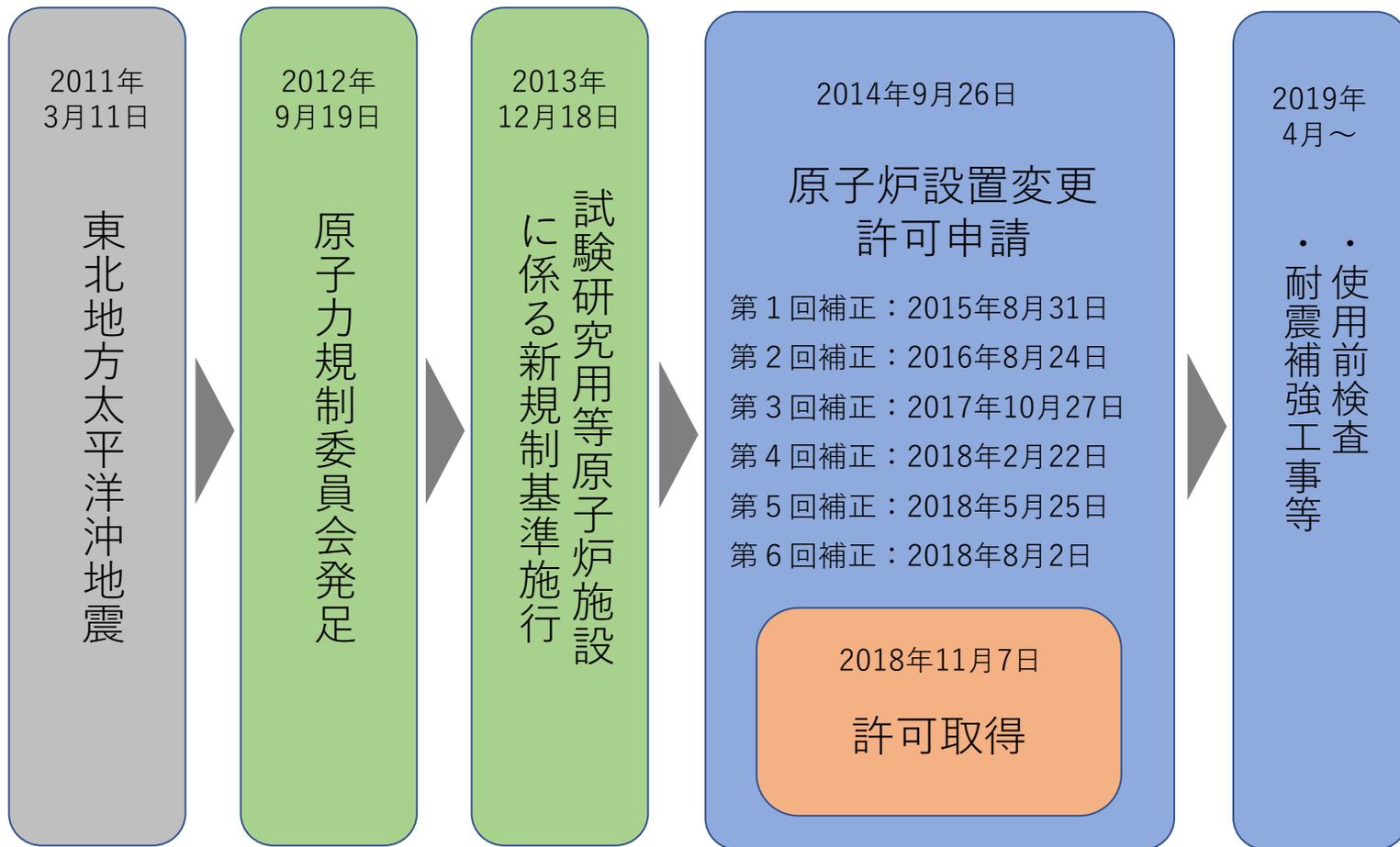
➤ 放射線、放射能

放射線は、水やコンクリートなどで遮へいすることができます。燃料の中に放射性物質を閉じ込めています。

➤ 事 故

異常を検知して原子炉を停止します。（自動的で止まる設計）
燃料が損傷しないように冷却します。
仮に燃料が損傷した場合には、建家内に放射性物質を閉じ込めます。

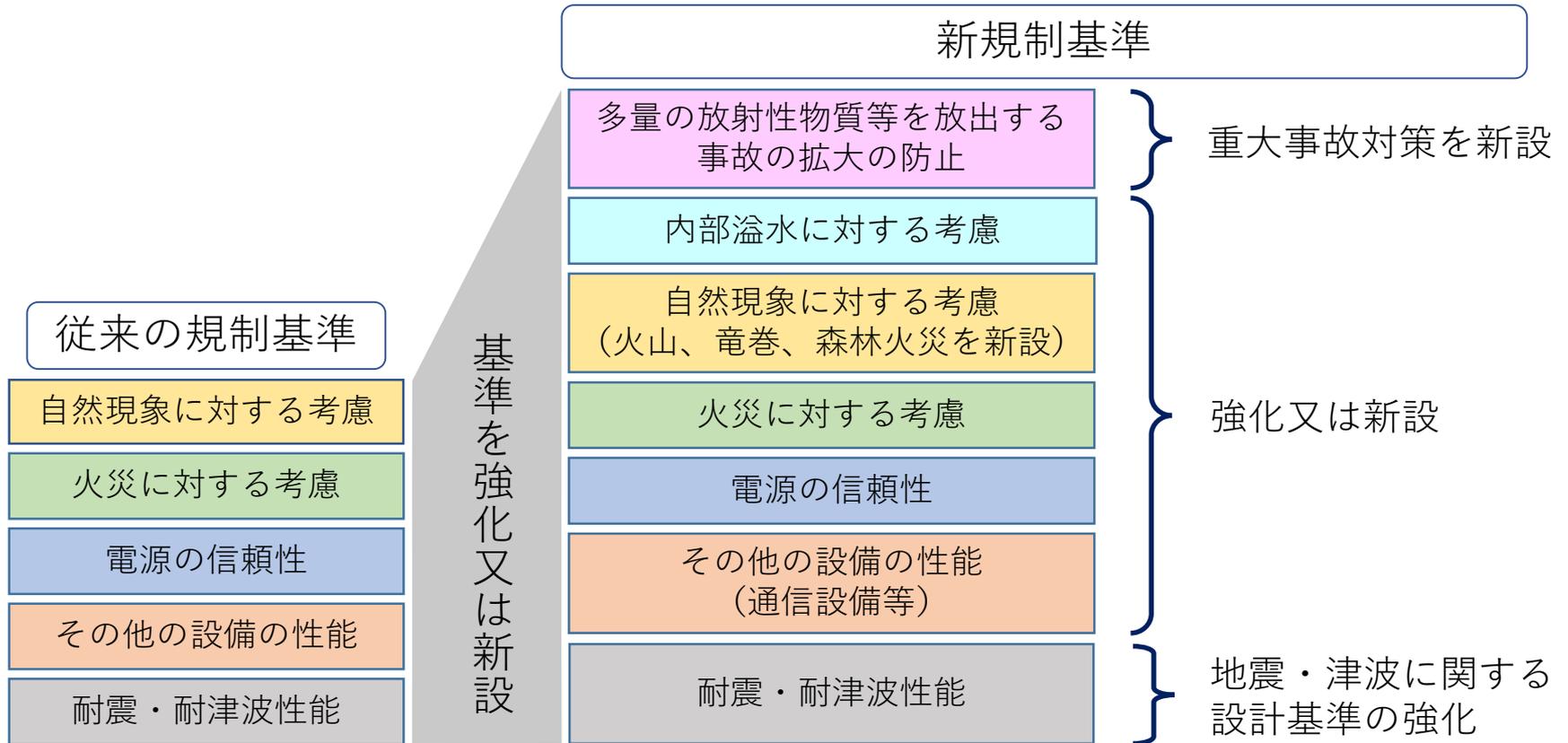
次ページから東京電力福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえた新たな規制要求に基づく対策についてご説明いたします。



2011年3月11日に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故を受けて、新たに原子力の安全規制を担う原子力規制委員会が設置されました。原子力規制委員会は、事故の問題点を踏まえて、新たな規制のルール（新規制基準）を作成しました。JRR-3は、2014年9月から約4年をかけて新規制基準の適合性審査を受審し、2018年11月に許可を取得しました。

国による厳格な審査・検査（2）

原子炉を設置するには、国による厳格な審査・検査等が必要です。



◆ 新規制基準は、東京電力福島第一原子力発電所の事故の反省を踏まえて策定されました。

- 既に許可を得た施設に対しても、最新の規制基準へ適合させることを義務付け
- 地震や津波に加えて、竜巻や火山等の自然現象に対する防護対策を要求
- 多量の放射性物質等を放出する事故への対策を追加

◆ 地震対策

- 建物、設備の重要度に応じてS, B, Cの3段階にクラス分けをしています。
- Sクラスの設備（燃料、制御棒、原子炉プール等）は、新しい地震力（従来比2.5倍）に対しても壊れないという評価結果となっています。
- BクラスやCクラスの施設・設備が損傷して、Sクラスの設備に影響を与えないように補強を行いました。
- 東日本大震災の揺れに見舞われましたが、原子炉の安全性に影響を与える被害はありませんでした。



原子炉建家の屋根の補強工事



排気筒の補強工事

◆ 津波対策

- JRR-3の原子炉建家は、海抜19mに設置されています。
- 評価により津波が施設に到達するおそれがないことを確認しました。

◆ 竜巻対策

- JRR-3では、重要な設備は、全て建家の中に設置してあります。
- 竜巻による影響については、竜巻の風圧力、竜巻飛来物の2つの影響について確認を行い、風速49m/sの竜巻に対して、建家に十分な強度があることを確認しています。

風速49m/sの竜巻
による風圧力

風速49m/sの竜巻
による飛来物

- 建家の損傷を起こす飛来物となるような物を施設周辺に設置しないよう管理を行っています。
- 竜巻による飛来物の影響について評価を行った物の例



配電盤



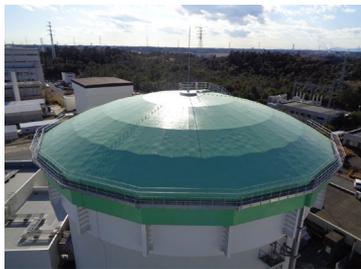
自転車



空調室外機

◆ 火山対策

- 施設に影響を及ぼし得る火山として13の火山が確認されました。
- これらの火山が噴火した場合にも、十分距離が離れているため、溶岩、火砕流等の影響を直接受けることはありません。
- 火山灰の到達する量は微量と評価していますが、運転に影響を及ぼす場合には原子炉を停止します。
- 降り積もった火山灰により、建家等が損傷しないように火山灰を除去する資機材を準備しました。



屋根の歩廊を設置

No.	第四紀火山	敷地からの距離
1	たかはらやま 高原山	88 km
2	なすだけ 那須岳	93 km
3	なんたい・によほう 男体・女峰火山群	105 km
4	にっこうしらねやま 日光白根山	116 km
5	あかぎやま 赤城山	127 km
6	ひうちがたけ 燧ヶ岳	130 km
7	あだたらやま 安達太良山	133 km
8	ささもりやま 笹森山	134 km
9	ぼんだいさん 磐梯山	135 km
10	ぬまさわ 沼沢	143 km
11	こもちやま 子持山	144 km
12	あづまやま 吾妻山	148 km
13	はるなさん 榛名山	157 km

- 原子炉建家の屋根は、火山灰に対して4倍強度を増加しました。
- 除灰を行う場合の屋根へのアクセス性も向上しています。

◆ 内部火災対策

➤ 火災の発生の防止

発火性物質、引火性物質の管理

➤ 火災の検知及び消火

自動火災報知設備、消火設備の設置

➤ 火災による影響の軽減

コンクリート壁及び鋼製扉による区画、ケーブルの多重化、ケーブルの電線管等を用いた物理的分離、機器及びケーブルの不燃性又は難燃性材料の使用

- 重要度の高いケーブルは、火災等により一方の系統が損傷することを想定して、多重化、さらに独立性を持たせています。
- 建家の貫通部付近のケーブルについても、ケーブルの独立性の観点から難燃シートで被う工事を実施しました。



ケーブルの敷設状態

◆ 外部火災対策

- 原子力科学研究所は、多くの松が自生しています。
- 松林で火災が発生した場合には、消防車や屋外消火栓を用いて消火活動を行います。
- 構内の警備員は、日々、消火活動に対する設備点検や訓練を行っています。
- 仮に、JRR-3に森林火災が迫ってきても、建家と森林との距離は十分に確保されていることから、建家の健全性が失われないことを評価によって確認しています。



消防車（自衛）



外部消火栓



消火訓練

◆ 内部溢水対策

- JRR-3内には、多くの配管（冷却系、一般系）があります。
- さらに、原子炉プールにも、大量の水を蓄えています。
- これらの配管や設備からの水漏れが発生しても、原子炉の安全性が確保できることを確認しています。
- 施設内の点検頻度を上げることにより、内部溢水を早期に発見し、運転に支障がある場合には原子炉を停止します。
- 施設内の水が施設外に漏れ出ることがないことを確認しています。

重要な設備には、内部溢水対策が採られています。



1次冷却材補助ポンプ
（基礎の高さを確保しています）



配管

被水防護カバー

消火用水等の配管
（被水防護カバーを設置）

◆ 放射線モニタリング設備

- ▶ 原子炉の運転又は事故時に周辺環境の放射線モニタリングを実施するためにモニタリングポストを設置しています。
- ▶ モニタリングポストの情報は、JRR-3の制御室等で監視できるようになっています。
- ▶ モニタリングポストの電源について無停電化を図るとともに、信号についても多重化しました。（信頼性の向上）
- ▶ また、広域のモニタリングを行うため移動式の放射線監視装置（モニタリングカー）を備えています。



モニタリングポスト
(敷地境界付近に5カ所設置)



モニタリングカー

- ここまでは新規制基準を踏まえた主な安全対策についてご説明してきました。
- ここからは、事故が発生した場合の対策についてご説明いたします。

万一、事故が起きたら
どうになってしまうの？



従来からの安全設計

- 原子炉に異常が発生することを防止し、仮に異常が発生した場合でも、安全に原子炉が停止できるように設計してあります。

これまでの想定を上回る事故の発生の防止及び影響の緩和

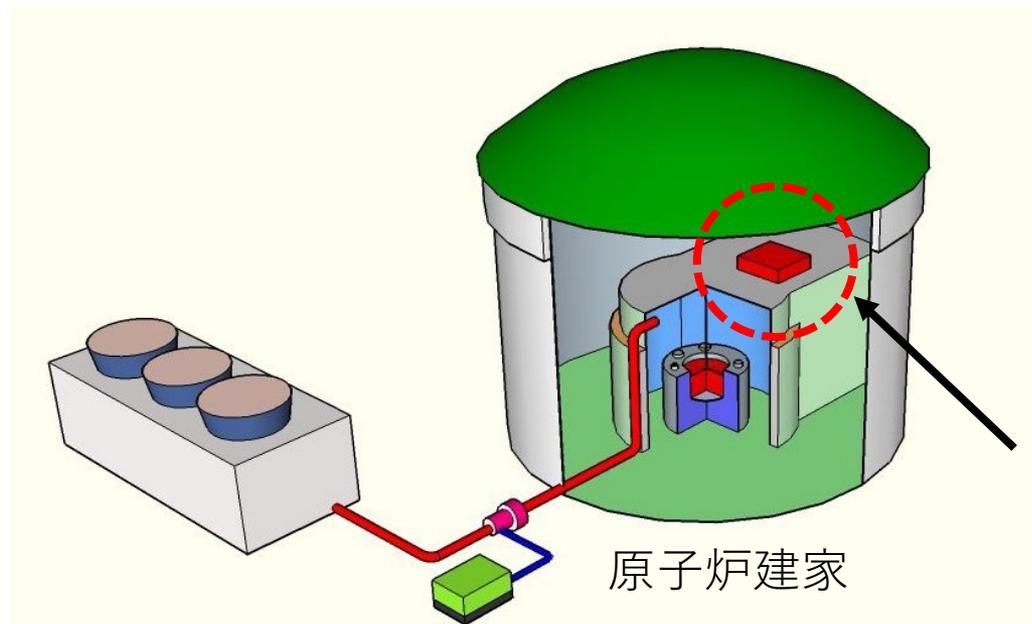
- 東京電力福島第1原子力発電所の事故の教訓を踏まえ、これまでの想定を上回る事故について、発生を防止するための対策を行いました。
- 万一、事故が発生した場合に備えて、事象の進展を抑え、放射性物質の環境への放出を抑制又は低減するための対策を行いました。

JRR-3は、

- 「止める」「冷やす」「閉じ込める」のうち、原子炉を止めて冷やすことができれば燃料の健全性を維持することができます。
- 「止める」「冷やす」機能について、強化しました。
- これらの機能が働かずに燃料の健全性が維持できない場合に備え「閉じ込め」機能を備えています。

◆ 停止機能を失った場合の対策

- JRR-3では、異常を検知した場合、自動で制御棒が挿入される仕組みになっています。万一、制御棒が挿入できない場合に備え、重水ダンプ※という別の手段による停止機能も備えています。
- これらの設備が機能しないことを想定して、ホウ酸投入という対策が採れるようにしました。ホウ酸を原子炉に投入することで原子炉は停止します。



従来の停止機能が使えない場合に備えて、原子炉を停止する効果を持つホウ酸を準備

ホウ酸

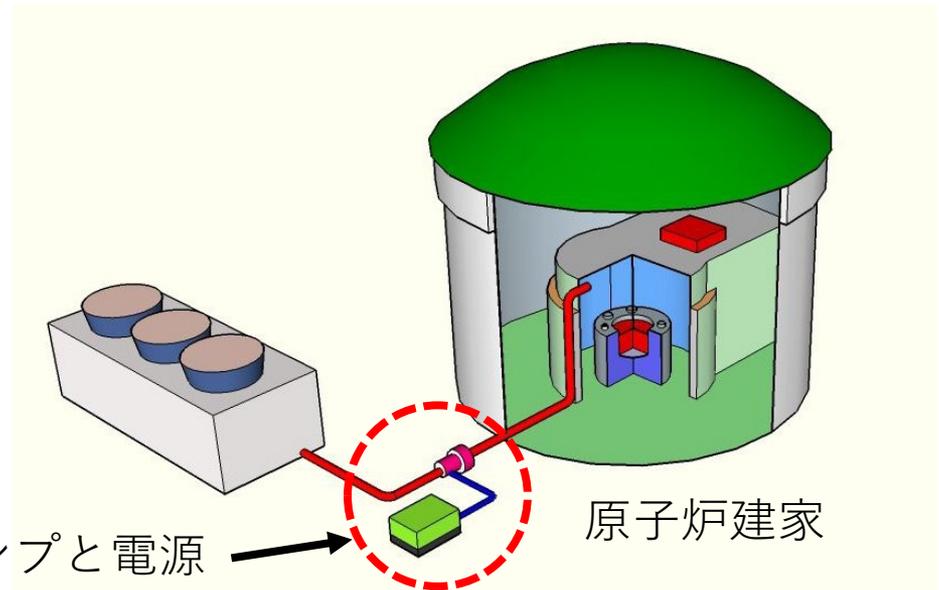
ホウ酸中のホウ素 (^{10}B) は、中性子を吸収する性質があります。これを利用して原子炉を停止させることができます。

※炉心の周りを囲むように設置された重水タンク内の重水をダンプ（排水）することで、炉心内の中性子を減少させ原子炉を停止します。

◆ 冷却機能を失った場合の対策

- 冷却系の配管が破断した場合にも炉心の冠水を維持するため、炉心を大容量のプールの中に設置しています。また、必要な水位が確保されるように、水が抜け続けることを防止するためのサイフォンブレーク弁という設備を設けてあります。
- 燃料は、原子炉を停止しても長期的に水に浸しておく必要があります。このため、漏れ出た冷却水を汲み上げて戻す設備や外部から給水する設備を新たに設けました。

原子炉プール水位の低下に備えて、建家内及び建家外から給水する新たな設備（可搬型のポンプ及び電源）を準備しました。



可搬型のポンプと電源

原子炉建家

◆ 閉じ込め機能を失った場合の対策

- 燃料の被覆が損傷した場合には、放射性物質が燃料から建家内に放出されます。
- 燃料の破損を検知した場合は原子炉は自動で停止し、非常用排気設備に切り替えることで原子炉建家内を負圧に維持しながら、ヨウ素等の放射性物質を除去することで、周辺環境への放出を抑制する設計になっています。
- 非常用排気設備が機能しない場合には、原子炉建家内に閉じ込めることとします。その際、建家からの漏えいを抑えるために、破損した場所があれば、目張り等を行います。

◆ 大規模損壊事象が発生した場合の対策

- 想定を上回る大きな地震等により大規模な損壊が生じ、放射性物質の放出が起きた場合は、外部消火栓や消防車を使って散水を行い、可能な限り除染を行うこととします。



消防車（自衛）

◆ 緊急時対策所

- 免震構造
- 非常用電源
- 衛星電話等の通信手段の充実
国や自治体等への連絡・情報発信

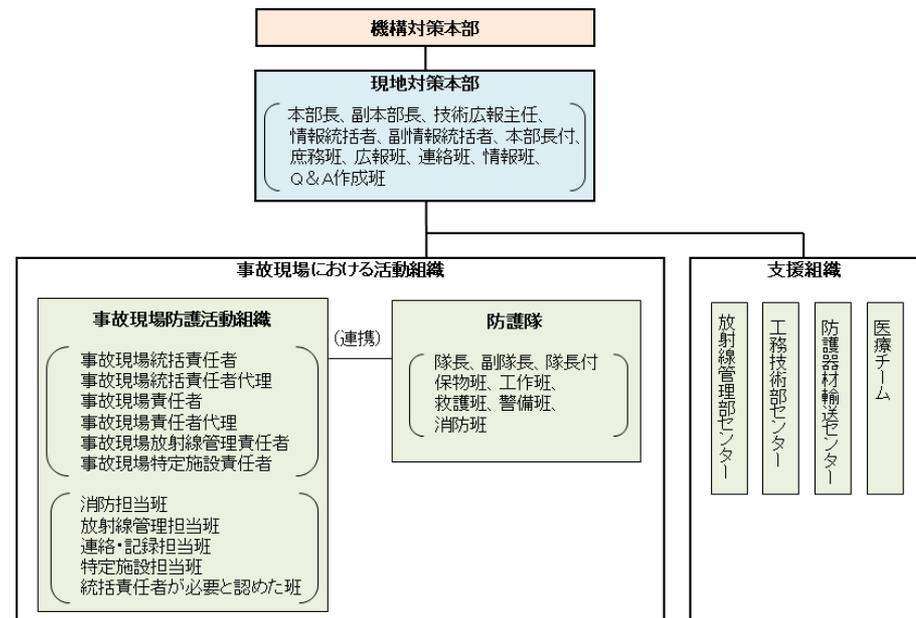


緊急時対策所

◆ 事故時体制

JRR-3で事故が発生した場合

- 機構対策本部を設置
機構をあげて対応
- 緊急時対策所に現地対策本部を設置
現場の対策を指揮
原子力科学研究所から情報発信
- JRR-3に事故現場指揮所を設置
事故現場で収束活動
- 防護隊（自衛組織）を結成
現場の対応を支援



事故時体制

➤ 事故を想定した教育訓練

・ 原子力防災訓練

複数施設（JRR-3とバックエンド施設）での同時発災を想定（平成29年1月）

JRR-3の運転中に1次冷却水の漏洩事象を想定（平成30年1月）

複数施設（NSRRと燃料試験施設）での同時発災を想定（令和元年12月）

・ これまでの想定を超える事故への対応訓練

要領書の整備

新規に追加した対策等の習熟のための要素訓練の実施

原子力科学研究所レベルの訓練の実施（令和3年1月）

・ その他の訓練

勤務時間外の連絡体制、人員確保を確認する通報訓練を実施

100mSvを超える緊急作業を想定した訓練を実施

身体汚染の除去方法、汚染拡大防止対策を確認する訓練を実施



原子力防災訓練

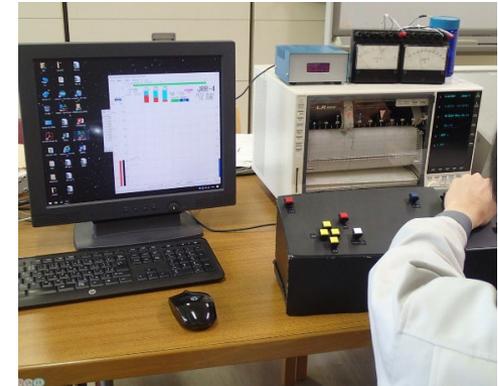


訓練の様子

災害、事故等が発生した場合に迅速かつ的確に対処できるよう、様々な訓練を繰り返し実施しています。

◆ 運転員の力量向上に対する取り組み

- シミュレータを用いた原子炉の運転に関する教育
- 施設・設備の理解を深める
若手職員は、運転経験を有する職員とともに施設内の点検や設備の保守を実施
- 講習会等への参加



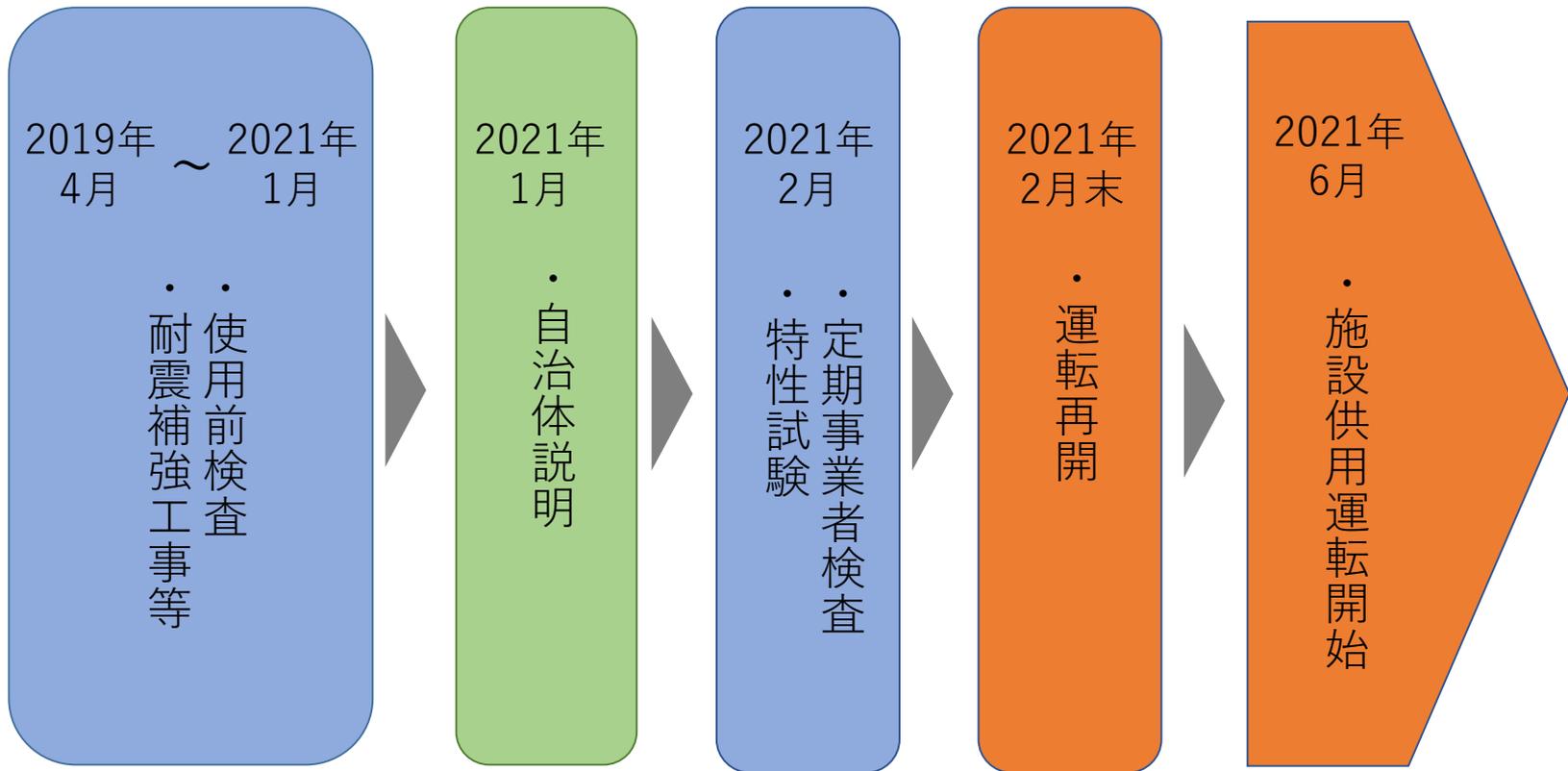
シミュレータを用いた訓練

◆ 長期停止期間を利用して高経年化対策

- 長期停止期間中において健全性確認、経年化対策を実施
 - 《主な健全性確認、経年化対策》
 - 制御棒駆動装置（可動コイル）の更新
 - 安全保護系制御盤の電源ユニットの更新
 - 1次冷却材熱交換器の開放点検
 - 1次冷却材主ポンプ及び補助ポンプの分解点検
 - サイフォンブレイク弁の分解点検



1次冷却系熱交換器の開放点検



- 2021年1月末までに耐震補強工事等を終了する予定です。
- 2021年2月に原子炉の特性試験、運転に必要な検査を実施します。その検査に合格した後、運転を再開する予定です。
- 本格的な施設供用運転の開始は、6月を計画しています。

JRR-3の多彩な中性子利用

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門
物質科学研究センター

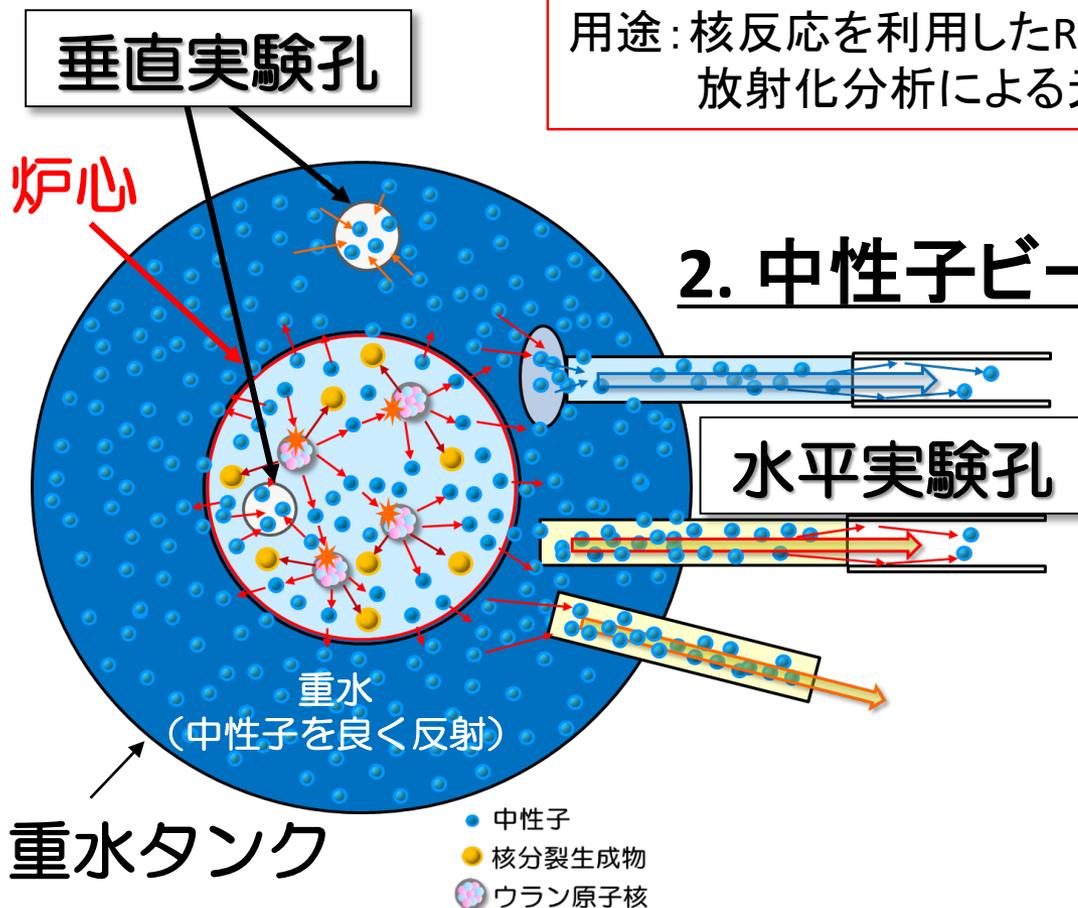
中性子で何ができるのでしょうか？

1. 中性子照射利用(重水タンク内)

特徴: 方向性のない中性子を利用

原理: 核反応

用途: 核反応を利用したRI製造, Si半導体製造,
放射化分析による元素分析



2. 中性子ビーム利用(重水タンク外)

特徴: 方向性を持つ中性子を利用

原理: 散乱, 回折, 反射, 透過

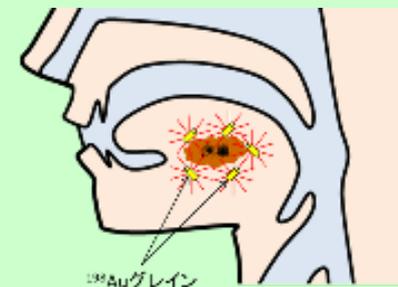
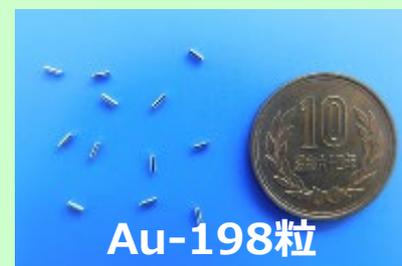
用途: 物質のミクロな構造解析,
構造物内部の非破壊観察

中性子照射利用の例を紹介します

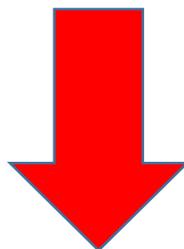
Au-198^(注)粒(グレイン)を使う小線源治療 —口の中の癌を切らずに治す—

(注) Au-198 : 金の放射性同位元素(半減期2.7日)

- ✓ 口の中やのどの入り口にできる癌に対し、Au-198粒 (長さ2.5mm 直径0.8mm) を埋め込み腫瘍を消し去る治療法
- ✓ 放射線治療は切らずに治す治療法、機能と形態をできる限り損なわず、治療後の生活の質 (Quality Of Life) の大幅な向上が望める



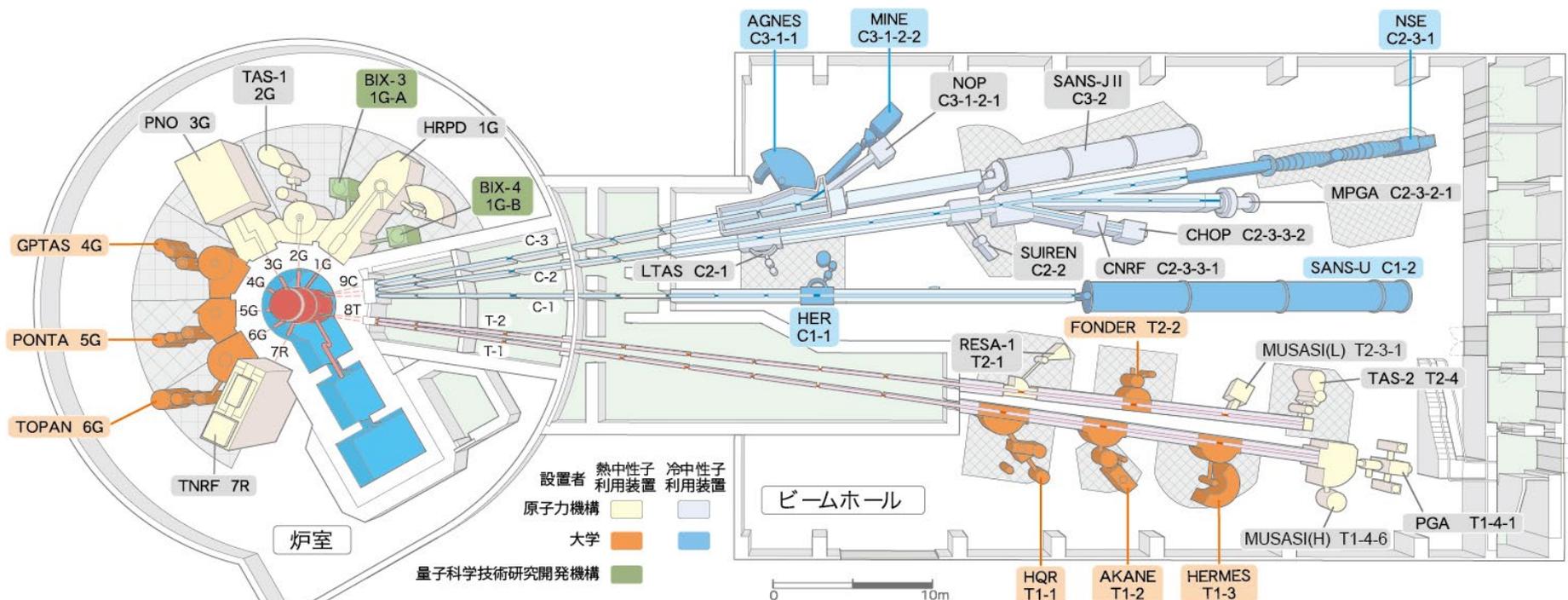
Au-198グレインを使う小線源治療のイメージ



JRR-3 では、Au-198グレインを50個/週、約1800個/年 (ほぼ毎週) 製造出荷

がん治療後の生活の質 (QOL) 向上への貢献

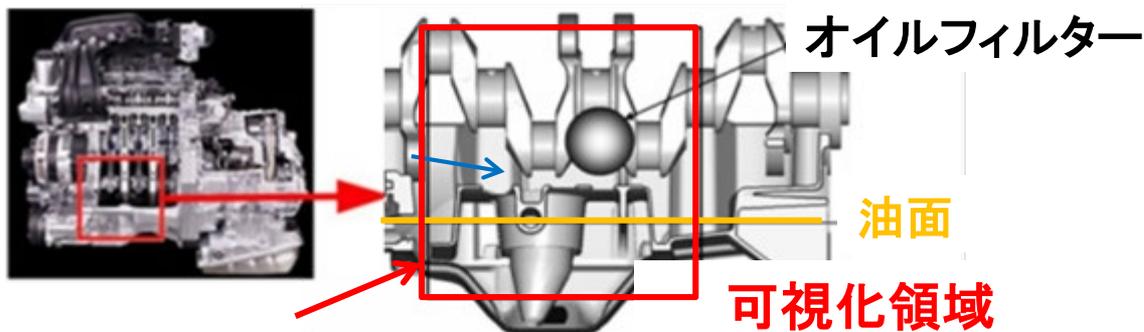
中性子ビーム利用を紹介します



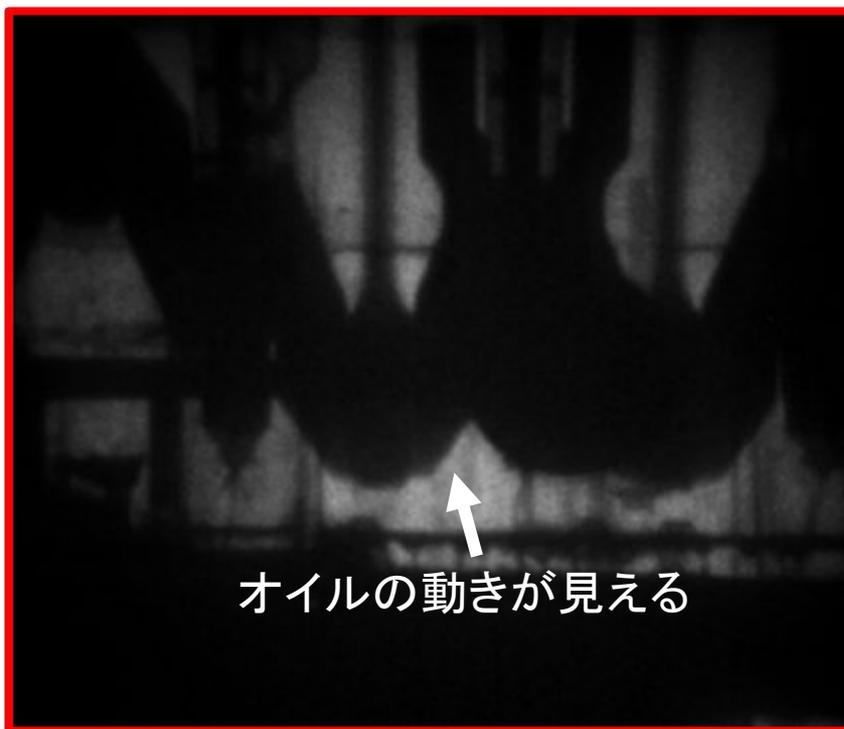
中性子ビーム実験装置の設置台数

- 日本原子力研究開発機構保有 16台
- 量子科学技術研究開発機構(量研)保有 2台
- 大学保有(東京大学, 東北大学, 京都大学) 12台

駆動中のエンジン内部の潤滑油の様子を可視化



JRR-3ラジオグラフィ装置



オイル挙動分析

摩擦損失低減

燃費向上

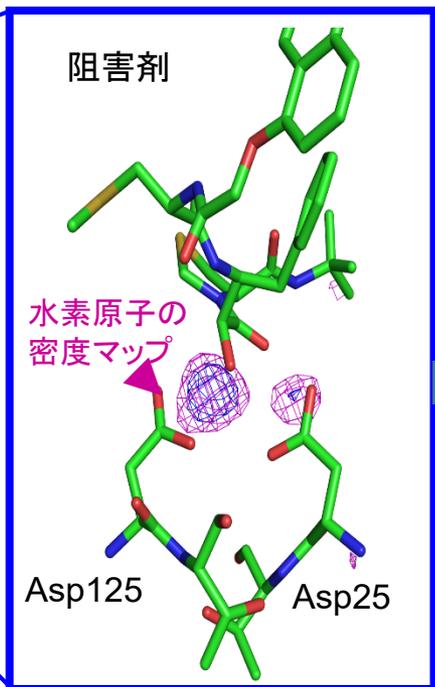
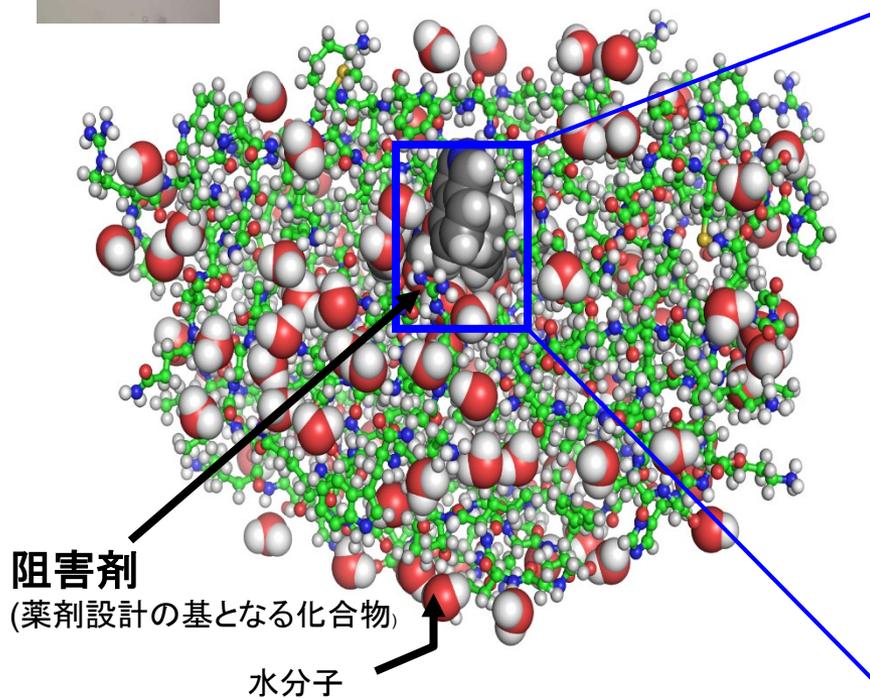
低燃費化を加速

HIVプロテアーゼの全原子構造決定 (エイズ治療薬開発に貢献)

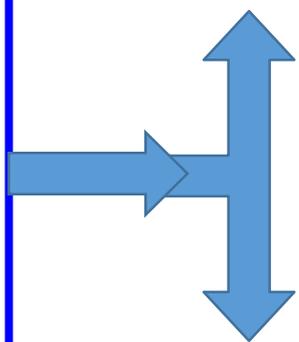


触媒中心の2つの水素原子の存在を
世界で初めて直接(実験的)に示した

自主開発した世界初の
中性子撮影用「イメージングプレート」で
構造決定が可能となった



実験結果を基にした
触媒メカニズム提唱
(学術研究)

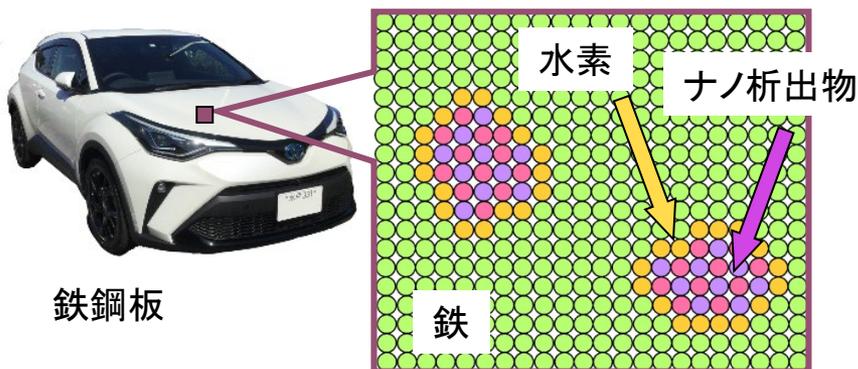


(産業利用)
薬剤開発情報機能
発現に重要な水素
原子の構造決定

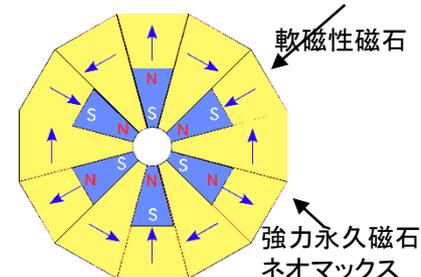
国民の健康、安全・安心な生活
「中性子によるタンパク質活性部位の水素・水和構造」

鉄鋼材料の水素脆化による
強度・延性低下の原因解明と
ナノ析出物導入による水素トラップ

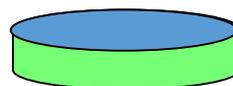
ナノ析出物とトラップ水素の構造評価



自主開発した世界初の
中性子集光用「磁気レンズ」

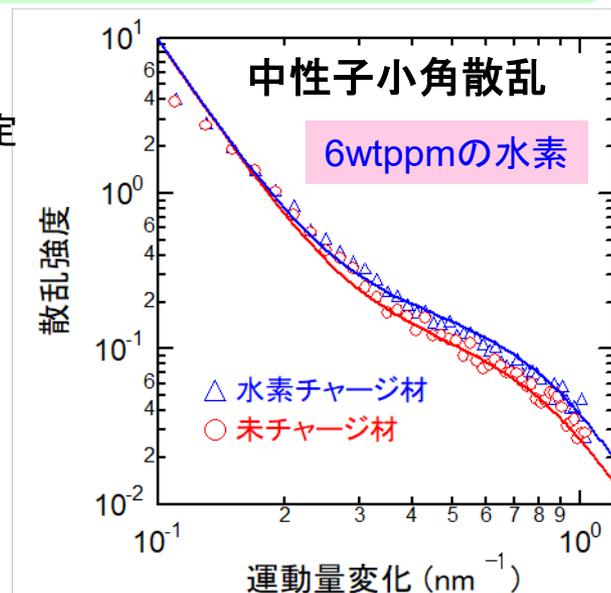


ナノ炭化物(NbC)による水素トラップの観測



NbCの平均構造決定
直径=5.2nm
厚み=2.1nm

NbC 表面への
水素トラップ
定量評価成功



産発プロジェクト/日本鉄鋼協会

「中性子利用鉄鋼評価技術の基礎検討」

(茨城大・物材機構・JAEA)

JST/文科省「元素戦略」(放射光/JAEA)

NEDO/経産省「希少金属代替」(東北大・JAEA)

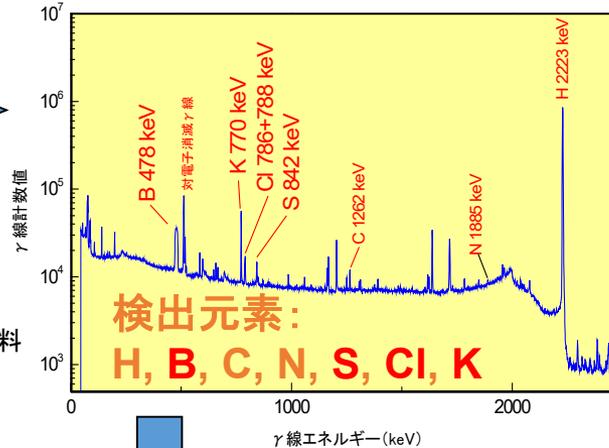
茨城県, 農研機構 食品総合研究所, 東京大学との共同研究



即発γ線測定



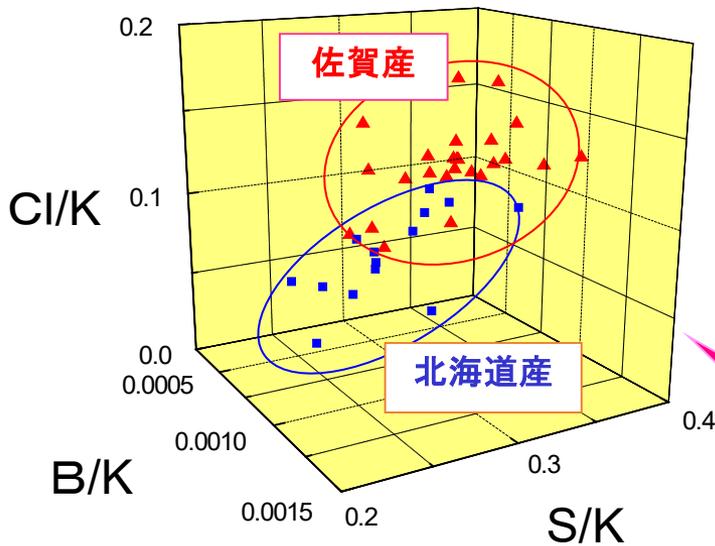
タマネギを乾燥させた測定試料



得られた元素組成比から産地を同定



食の**安全保障**, **ブランド品種の知的財産権保護に不可欠**



タマネギの元素濃度分布

既存の機器分析法,
中性子放射化分析法の
分析結果と総合して確実な
産地同定を目指す

食品中微量成分
の高感度分析

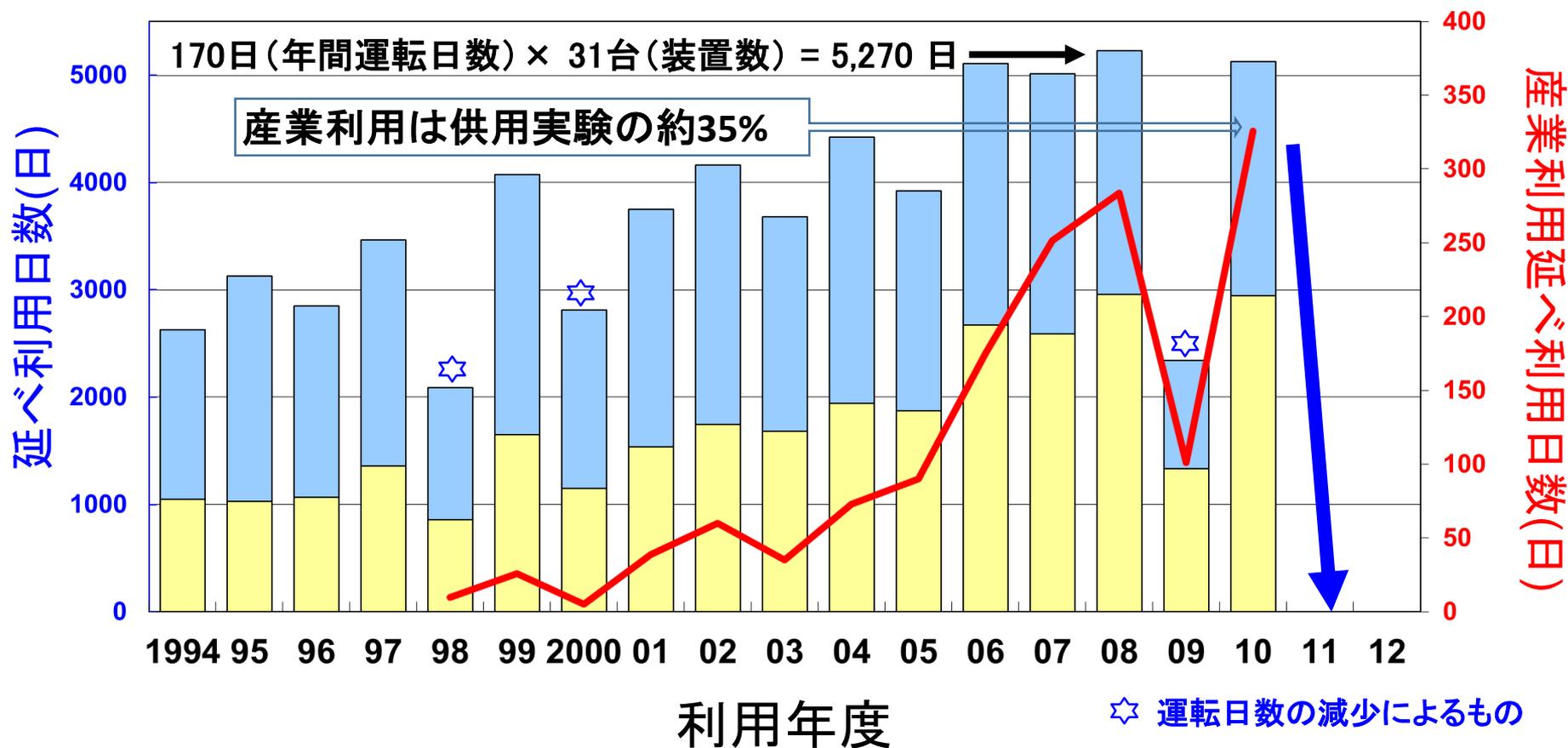
**JRR-3は誰がどのくらい
使っていたのでしょうか？**

JRR-3のビーム利用の実績

1日あたり100人以上の研究者・学生さんがJRR-3で研究を実施していました

大学の装置

原子力機構の装置



JRR-3の産業利用の実績

平成18-23年度「中性子利用技術移転推進プログラム」*
業務実施結果報告書に記載のある企業や公的研究機関

アサヒビール, エーザイ, 協和発酵工業, 麒麟麦酒, 第一化学薬品

旭化成, 旭硝子, AGCセイミケミカル, 花王, クラレ, JSR, 資生堂, 住友ゴム工業, 東レ, 日立化成工業, 富士フイルム, 三井化学, 三菱化学

キヤノン, 住友電気工業, ソニー, 東芝, デンソー, 日立エーアイシー, 日立金属, 日立建機, 日立製作所, 日立マクセル, 富士通, 松下電器産業, リコー

関東自動車工業, スズキ, 住友重機械工業, ダイナックス, 新潟原動機, 日立エンジニアリング・アンド・サービス, 日立造船, 日立プラントテクノロジー, 三浦工業, 山野井精機, ヤマハ発動機

大同特殊鋼, 太陽鋳工, 神戸製鋼所, 新日本製鐵, JFEスチール, 住友金属工業, 日本軽金属, 日本製鋼所, フルヤ金属

ぺんてる, リコープリンティングシステムズ

社名, 組織名は報告書記載のもの

* https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/ryoushi/detail/1323226.htm

JRR-3の産業利用の実績(続き)

アート科学, イー・アンド・イー ソリューションズ, 岩通計測, 日本中性子光学,
堀場製作所

日本核燃料開発

東洋建設, 間組

豊田中央研究所, 東レリサーチ, 住重試験検査, 日立協和エンジニアリング,
日本板硝子テクノロジー

青森県工業総合研究センター, 青森県農林総合研究センター,
秋田県産業技術総合センター, 石川県工業試験場, 茨城県工業技術センター,
茨城県農業総合センター, 岩手県工業技術センター, 島根県産業技術センター,
新潟県工業技術総合研究所, ひたちなかテクノセンター

産業技術総合研究所, 核融合科学研究所, 物質・材料研究機構,
建築研究所, 宇宙航空研究開発機構, 放射線医学総合研究所,
農業生物資源研究所, 食品総合研究所, 元興寺文化財研究所

社名, 組織名は報告書記載のもの

学術界，産業界からの多数の要望をいただきました

● 文部科学大臣宛

中性子科学関連24学協会 連名 H23

日本原子力学会 H30

中性子産業利用推進協議会 H23, 27, 28, 29, 30, R01

東京大学総長，京都大学総長，

東京都市大学学長，近畿大学学長 4長連名 H30

● 文部科学省研究開発局長宛

日本中性子科学会 H30

東京大学物性研究所 H30

東北大学金属材料研究所 H30

● 日本原子力研究開発機構理事長宛

日本中性子科学会 H26, H27, H30

中性子産業利用推進協議会 H26, 27

東京大学物性研究所 H26, H27, H30

東北大学金属材料研究所 H30

**運転再開によって
何が期待できるのでしょうか？**



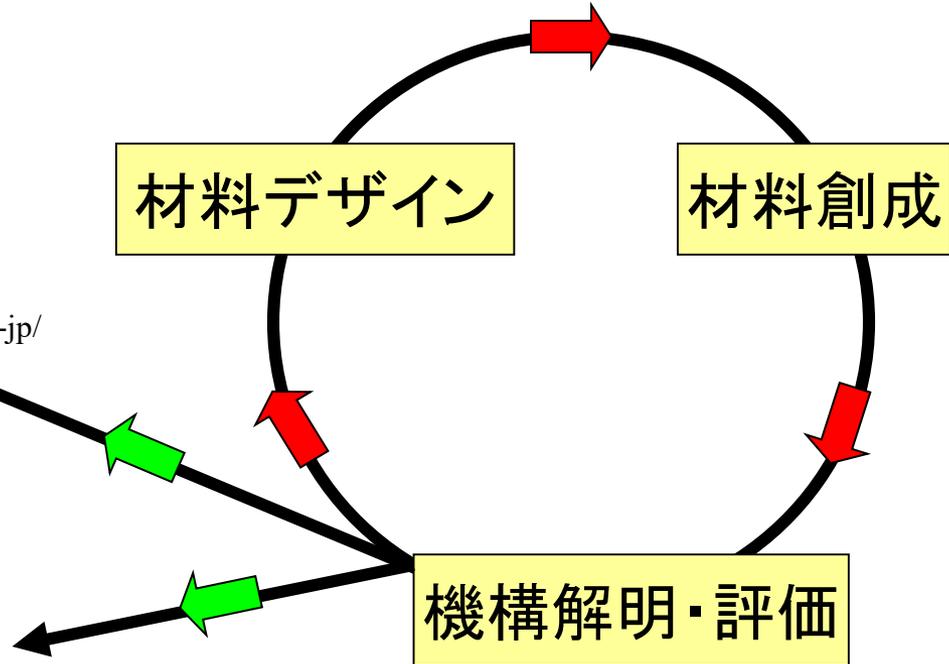
出典: <https://i.unu.edu/media/ourworld.unu.edu.jp/article/4695/O9Q4752.jpg>

産業利用(製品)

学術利用(論文)



出典: フリー素材ぱくたそ (www.pakutaso.com)



最先端研究施設との連携

SPring-8・J-PARC・スーパーコンピュータ「京」を連携活用させた
 タイヤ用新材料開発技術「ADVANCED 4D NANO DESIGN」を確立
 — 低燃費性能・グリップ性能に加え耐摩耗性能200%のタイヤ —

大強度陽子加速器施設「J-PARC」

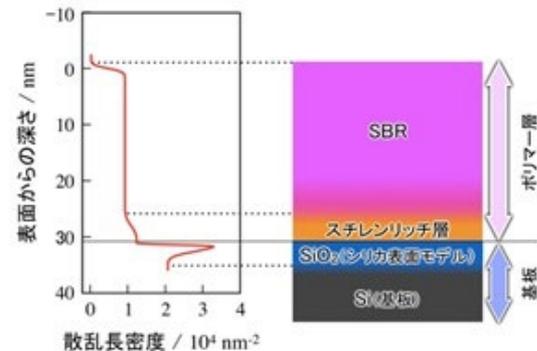
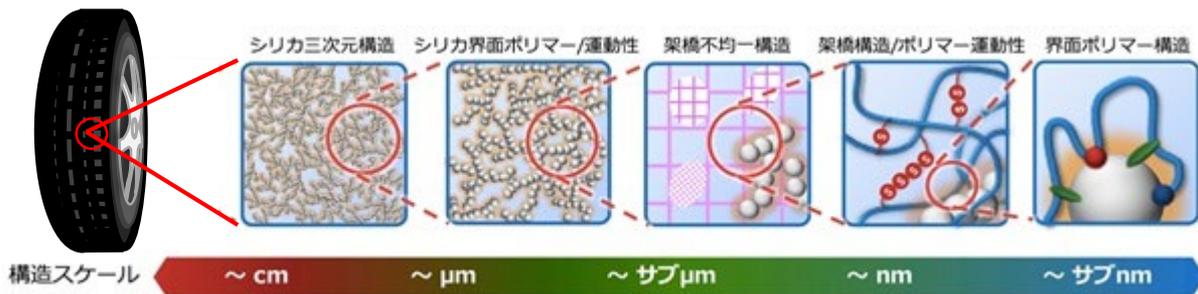
2015年11月12日
 住友ゴム工業株式会社
 国立研究開発法人 理化学研究所 放射光科学総合研究センター
 公益財団法人 高輝度光科学研究センター
 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
 J-PARCセンター
 一般財団法人 総合科学研究機構
 東京大学大学院新領域創成科学研究科

連携活用

スーパーコンピュータ「京」

大型放射光研究施設「SPring-8」

グリップ性能に加え耐摩耗性能の大幅な向上が
 可能となる新材料開発技術を完成



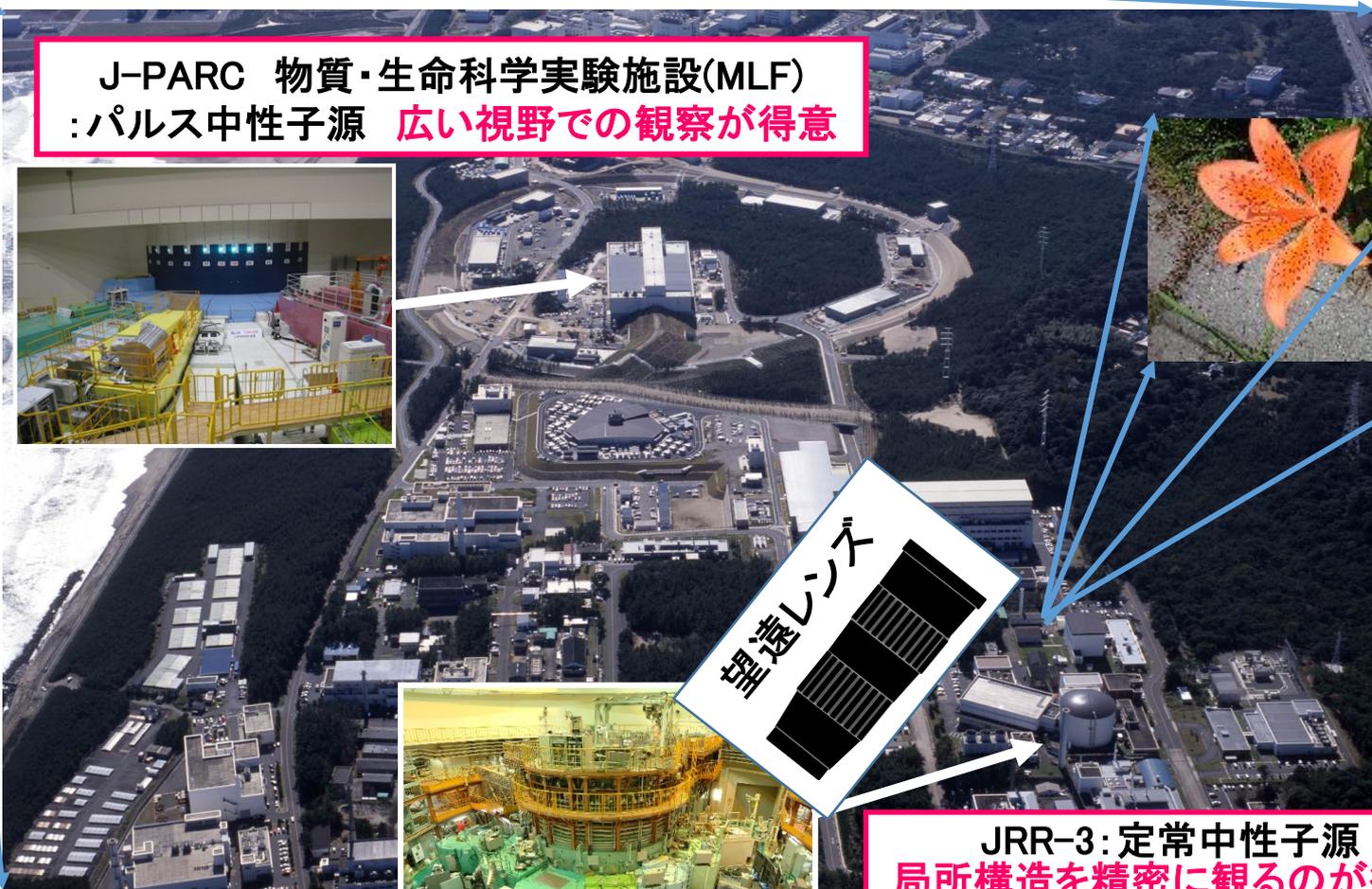
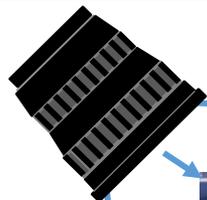
J-PARCでの実験例(中性子反射率)

中性子実験施設の 国外の状況についてご説明します

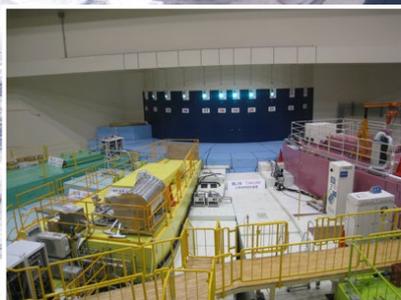
東海村のふたつの大強度中性子源

原子力科学研究所(東海村白方2番地4)

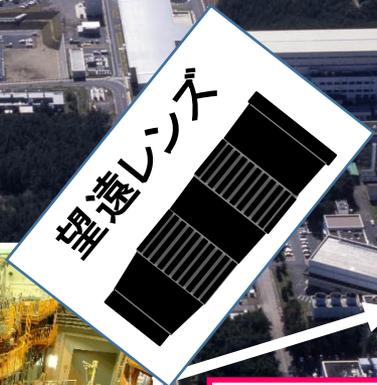
広角レンズ



J-PARC 物質・生命科学実験施設(MLF)
:パルス中性子源 広い視野での観察が得意



スカシユリ
(原科研構内撮影)

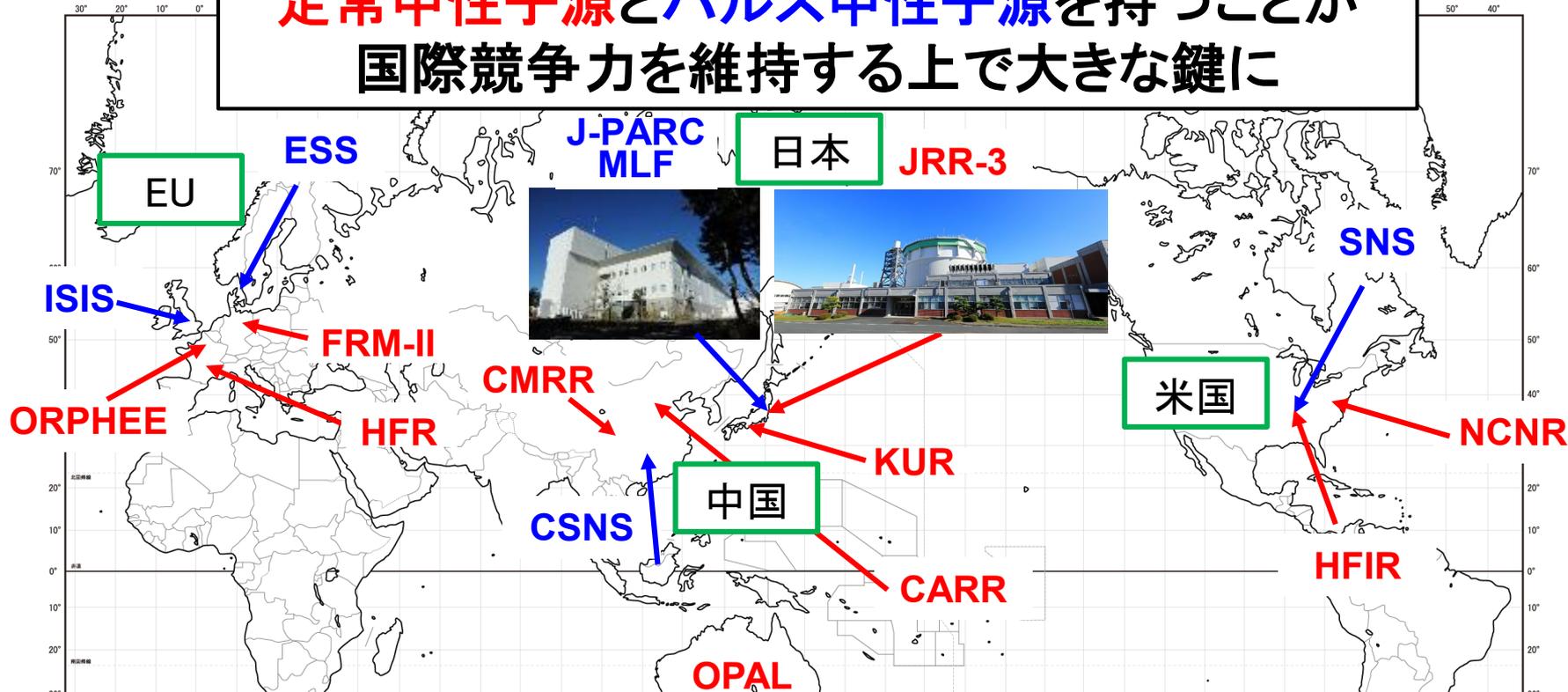


JRR-3: 定常中性子源
局所構造を精密に観るのが得意



世界の主要な中性子実験施設

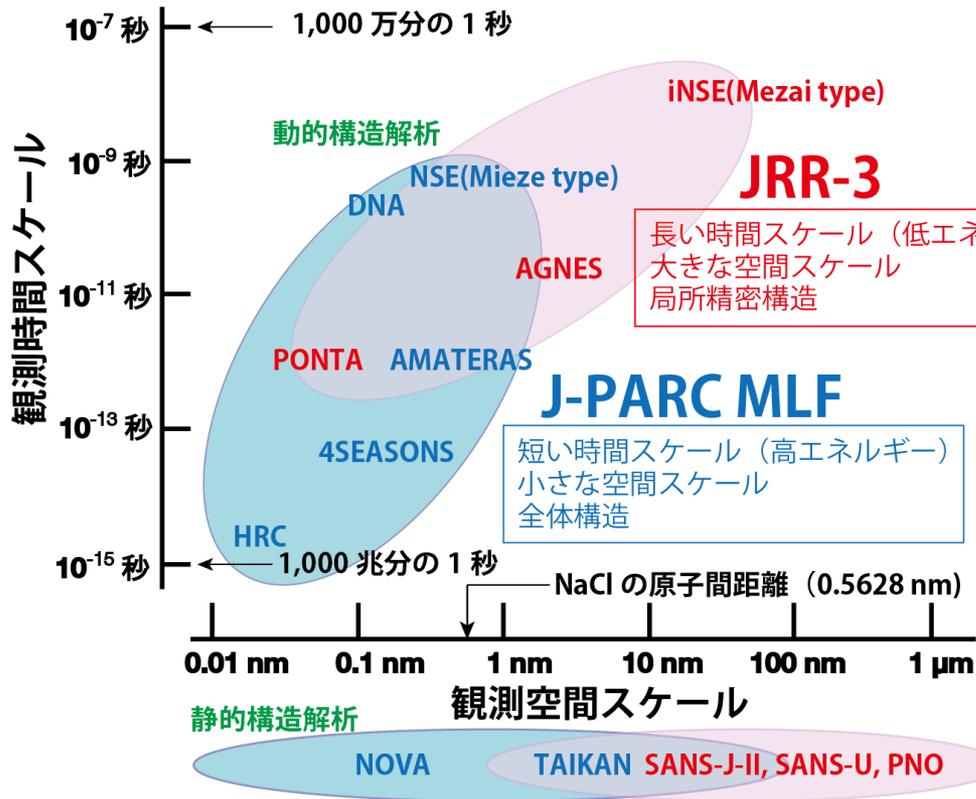
**定常中性子源とパルス中性子源を持つことが
国際競争力を維持する上で大きな鍵に**



国	定常中性子源 (熱出力)	パルス中性子源 (陽子計画出力)
日本	JRR-3 (20 MW)	J-PARC MLF (1MW)
中国	CARR (60 MW) / CMRR (20MW)	CSNS (200 kW)
米国	HFIR (85 MW) / NCNR (20 MW)	SNS (2 MW)
EU	HFR (67 MW) / FRM-II (20 MW)	ISIS (160 kW)/ESS (建設中) (5 MW)
オーストラリア	OPAL (20 MW)	なし

まとめ

中性子が拓く豊かな未来



将来ビジョン

JAEA 2050 +

高品位の定常中性子ビーム
(運転再開後は設備更新で強度5倍)

+

大強度のパルス中性子ビーム
(出力増大(600kW→1MW)を目指す)

+

他の科学技術分野との協働・融合



未来社会 Society5.0の実現に貢献

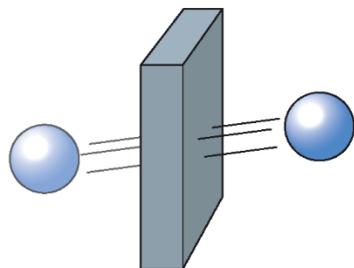
進展が期待される幅広い応用分野：

- 農業関連
- 自動車関連
- エネルギー関連
- 環境問題
- 高分子材料の機能解明
- 食品科学の展開
- 生命科学
- 地域中小企業のものづくり支援
- マテリアルズインフォマティク
- 社会インフラ老朽化監視システムの構築
- 考古学

參考資料

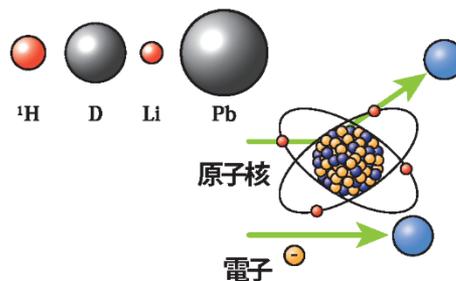
中性子の優れた能力

優れた透過力



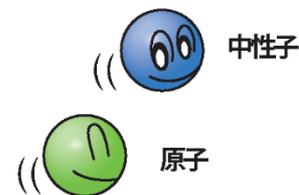
中性子は電荷を持たないので、物質を透過する能力が優れています。

軽元素や同位体を観る



原子核と相互作用するので、X線が苦手な電子の少ない軽元素の検出や同位体の区別ができます。

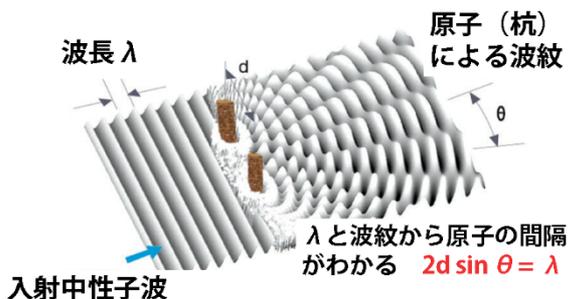
原子の動きを観る



お互いの動きがわかる

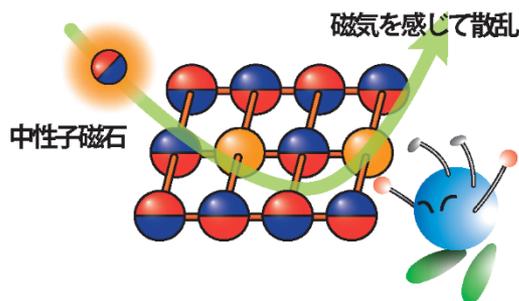
原子の運動エネルギーと同程度のエネルギーなので、原子の動きを観ることができます。

原子の配列を観る



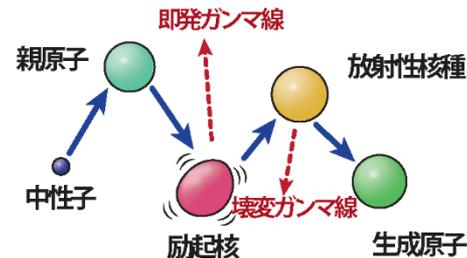
中性子は波の性質も持つので、原子配列による回折現象により結晶構造がわかります。

磁気モーメントの配列を観る



小さな磁石としての性質 (スピン) を持ち、結晶構造のみならず磁気構造もわかります。

元素の違いを観る



物質に中性子を照射すると、その物質に固有の放射線が放出されます。この放射線(γ線)を測定することで、元素分析を行うことができます。

JRR-3の運転再開に係る外部組織の主な提言

■ 日本学術会議

H25年10月 提言「研究用原子炉のあり方について」

- ・ J-PARCと原子炉定常中性子源JRR-3とが互いに補完することにより、この分野の研究開発力において世界的な優位性をもたらさなければならない。

H29年8月 記録「研究炉の長期停止に伴う影響調査」

- ・ 我が国全体の中性子利用という観点から、J-PARCだけではとても全てをカバーできるものではなく、研究炉の役割は非常に大きい。

■ 文部科学省 原子力科学技術委員会

H28年8月 原子力人材育成作業部会 中間取りまとめ

- ・ 原子力機構等の研究炉等を所有する各機関においては、一日も早い再稼働を目指して新規制基準対応に取り組む。また文部科学省は、引き続き各機関に対して、我が国の研究炉等が持続的に運営できるために必要な支援を行う。

H30年4月 原子力研究開発基盤作業部会 中間まとめ

- ・ 原子力機構においては、JRR-3をはじめとする試験研究炉の一日も早い運転再開を目指して新規制基準対応等に取り組むとともに、文部科学省においても必要な支援を行う。

■ 日本原子力学会

H28年3月 我が国における研究炉等の役割(中間報告書)

- ・ 依然として研究炉は研究開発及び産業利用のツールとして極めて重要なものである。
また、中性子利用研究や利用技術開発を担う人材育成の場としても重要である。

■ 日本中性子科学会

H24年12月 次世代研究用原子炉検討特別委員会報告書

- ・ JRR-3の高経年化対策を継続的に実施し、J-PARCとの共存を念頭に実験装置の更新や冷中性子源を高度化することが望まれる。

H30年7月 ロードマップ検討特別委員会 提言

- ・ JRR-3やKURの定常中性子原子炉施設においては、利用に対する機動性の高さや利用ジャンルの多様性、さらには教育への活用の観点からプラットフォームのハブ施設となることが期待される。



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

Japan Atomic Energy Agency

本資料は皆さまのご理解の一助とするため、
原子力機構が管理・作成しております。

インターネット上への掲載や、会議資料としてのご利用等、二次的利用を希望される場合は、
事前に原子力機構にご相談ください。