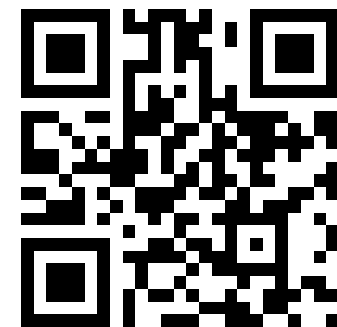


JRR-3運転再開 多彩な中性子利用と再開後の展望

原子力科学研究所
研究炉加速器技術部 計画調整課
松江 秀明



@JAEA_JRR3
https://twitter.com/JAEA_JRR3

研究用原子炉JRR-3の 概要と運転再開までの道のり

研究炉JRR-3

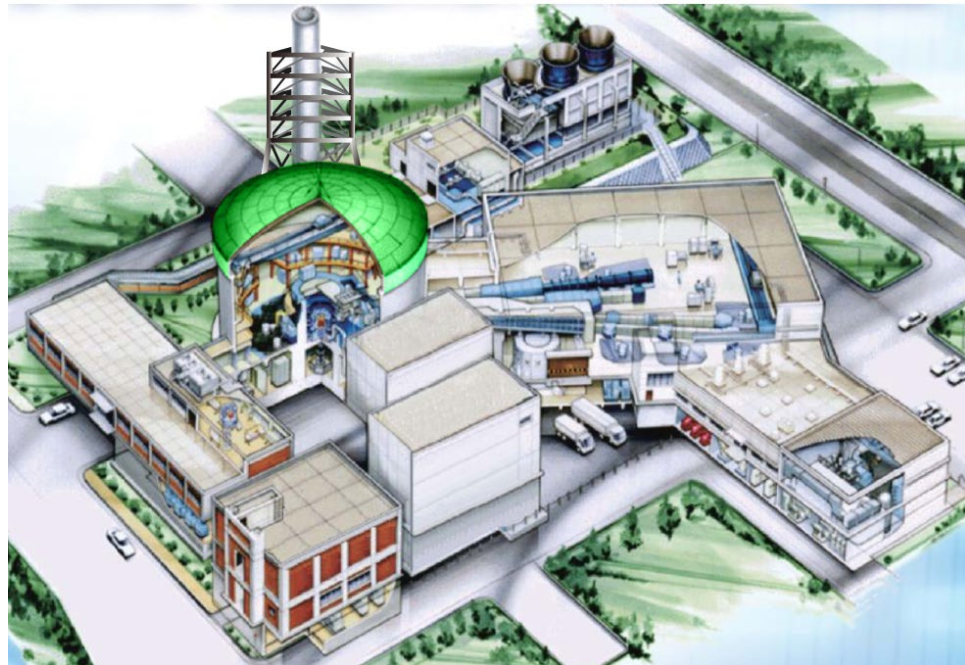


https://twitter.com/JAEA_JRR3/status/1333700322766647297

世界トップレベルの高性能研究炉として中性子ビーム実験（中性子ラジオグラフィ、中性子散乱実験、即発ガンマ線分析）や中性子照射（ラジオアイソトープの製造、中性子放射化分析）に利用されています。

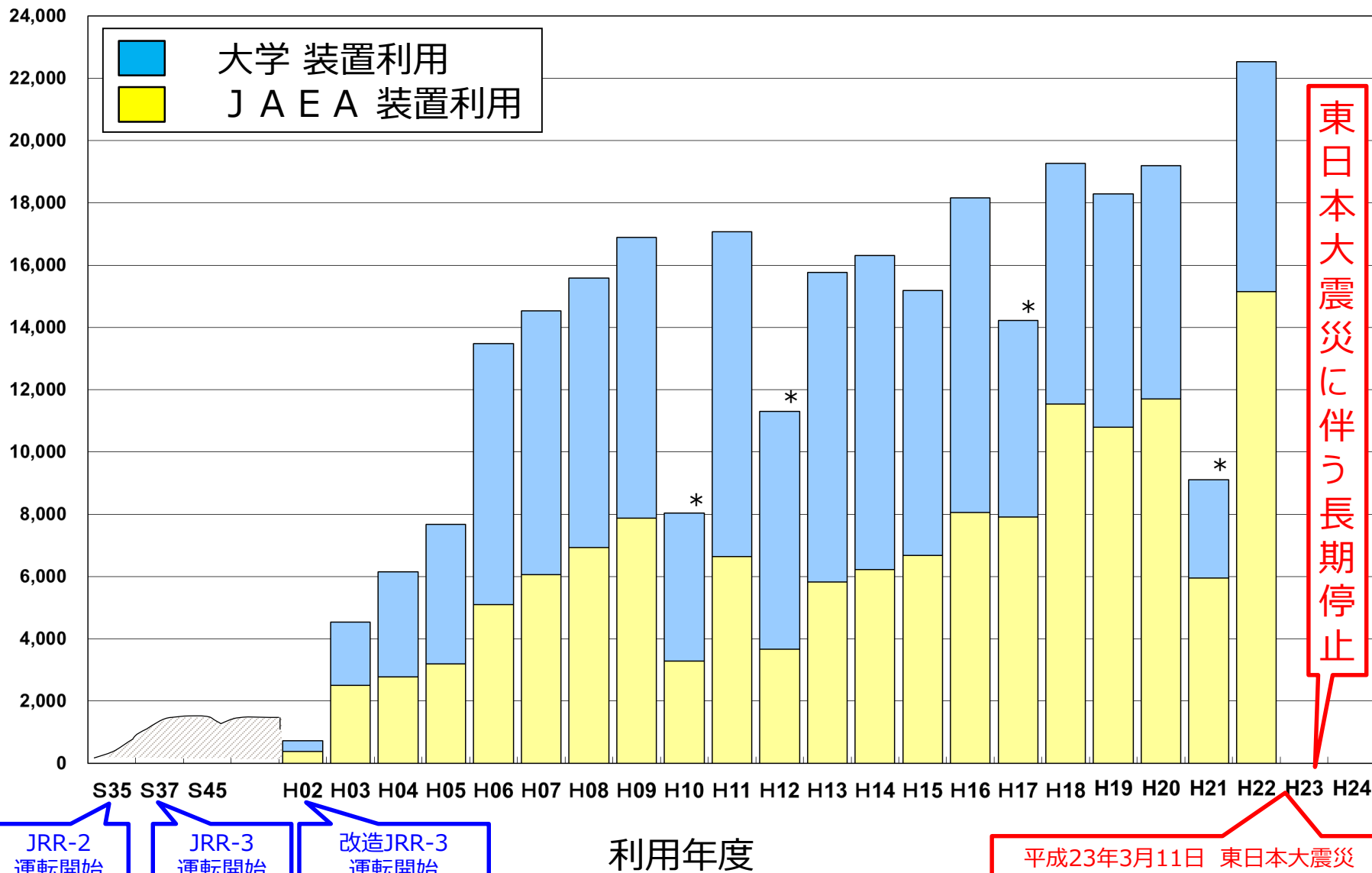
昭和37年 初の国産原子炉として臨界
 昭和60年 高性能化のための改造工事開始
 平成2年 改造JRR-3 臨界
 改造JRR-3利用運転開始

平成22年 定期検査のため停止(11月19日)
 平成30年 新規制基準適合性に係る許可取得
 令和3年 [JRR-3 運転再開\(2月26日\)](#)



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

年間利用人数 (人・日)



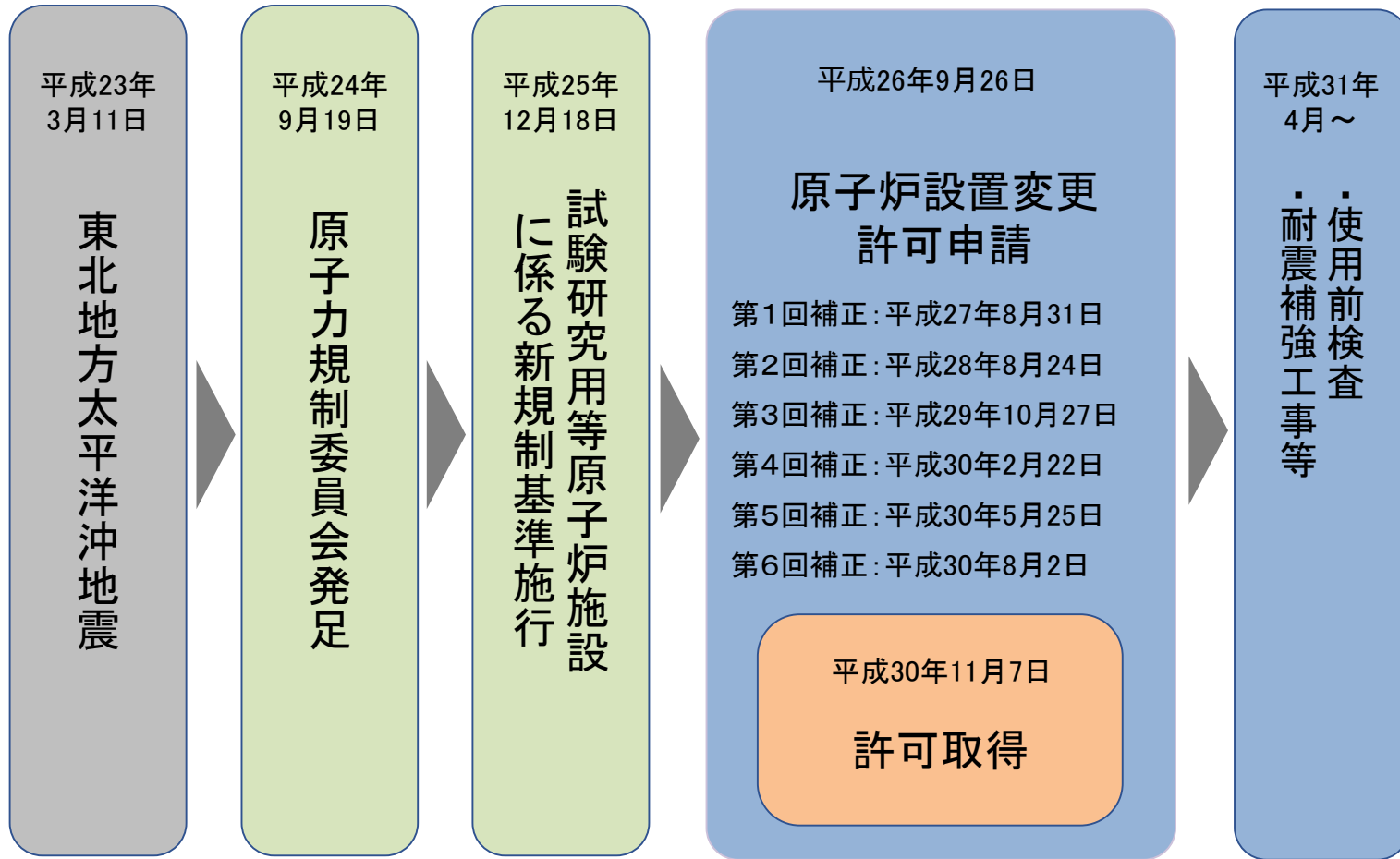
JRR-2 運転開始

JRR-3 運転開始

改造JRR-3 運転開始

平成23年3月11日 東日本大震災 (JRR-3定期検査のため停止中)

* 長期間の原子炉停止による低減



平成23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(新規規制基準)を作成しました。JRR-3は、平成26年9月から約4年をかけて新規規制基準の適合性審査を受審し、平成30年11月に許可を取得しました。

設置変更許可申請（平成26年）前後の最大加速度の比較

申請前：386 cm/s²

申請時：796 cm/s²（3.11地震を考慮）

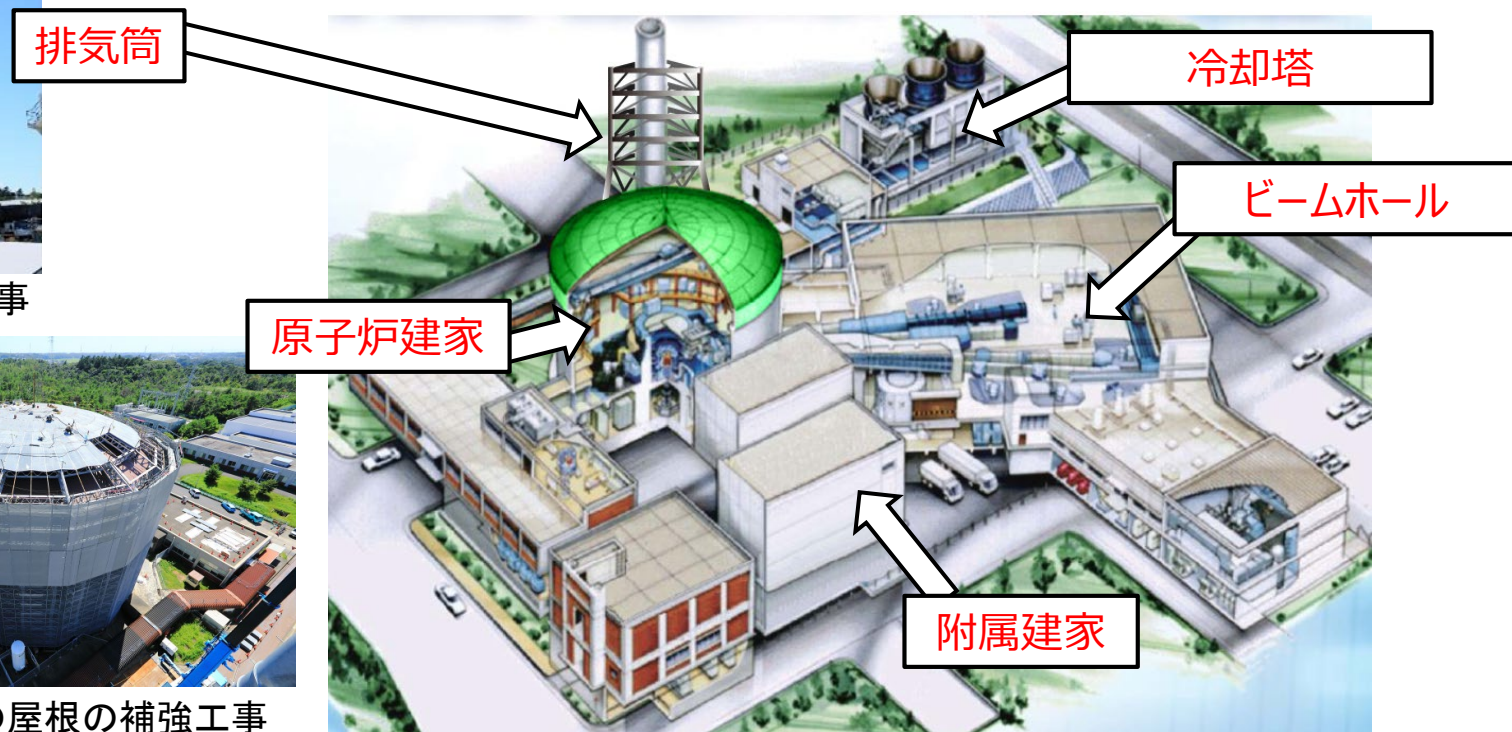
許可時：952 cm/s²（断層の連動等を考慮）



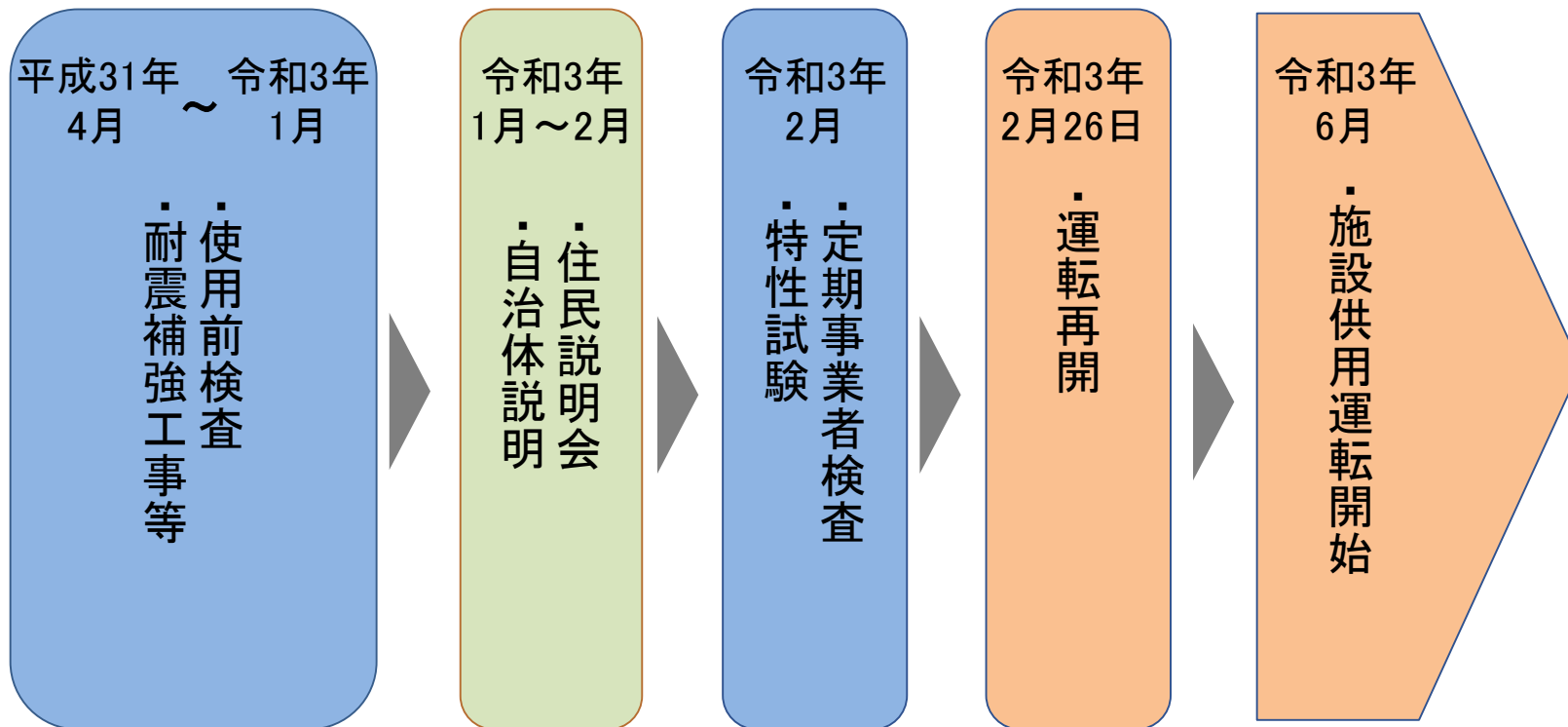
排気筒の補強工事



原子炉建家の屋根の補強工事



- 地震動評価の結果、原子炉建家の躯体（壁）は耐震基準を満足
- 原子炉建家の屋根の一部が損傷するおそれがあるため補強を実施
- ビームホール等の建家・構築物対しては、施設・設備が損傷して原子炉建家に影響を与えないように補強を実施



新規制基準のための耐震評価と耐震補強工事
(平成28年~令和2年)

JRR-3運転再開に係る説明会
 東海村(1/14、2/23) 2回開催
 ひたちなか市(1/16) 2回開催
 日立市(2/23) 1回開催

JRR-3は、原子力規制委員会による使用前検査(令和3年1月21日まで)の合格及び使用前確認(同2月3日まで)を完了し、定期事業者検査(同2月26日まで)において、原子炉の運転を安全に行うための性能が維持されていることを確認できたことから合格となり、運転再開を果たしました。



令和3年2月26日、定期事業者検査の全ての項目を修了いたしました。

研究用原子炉JRR-3の多彩な中性子利用

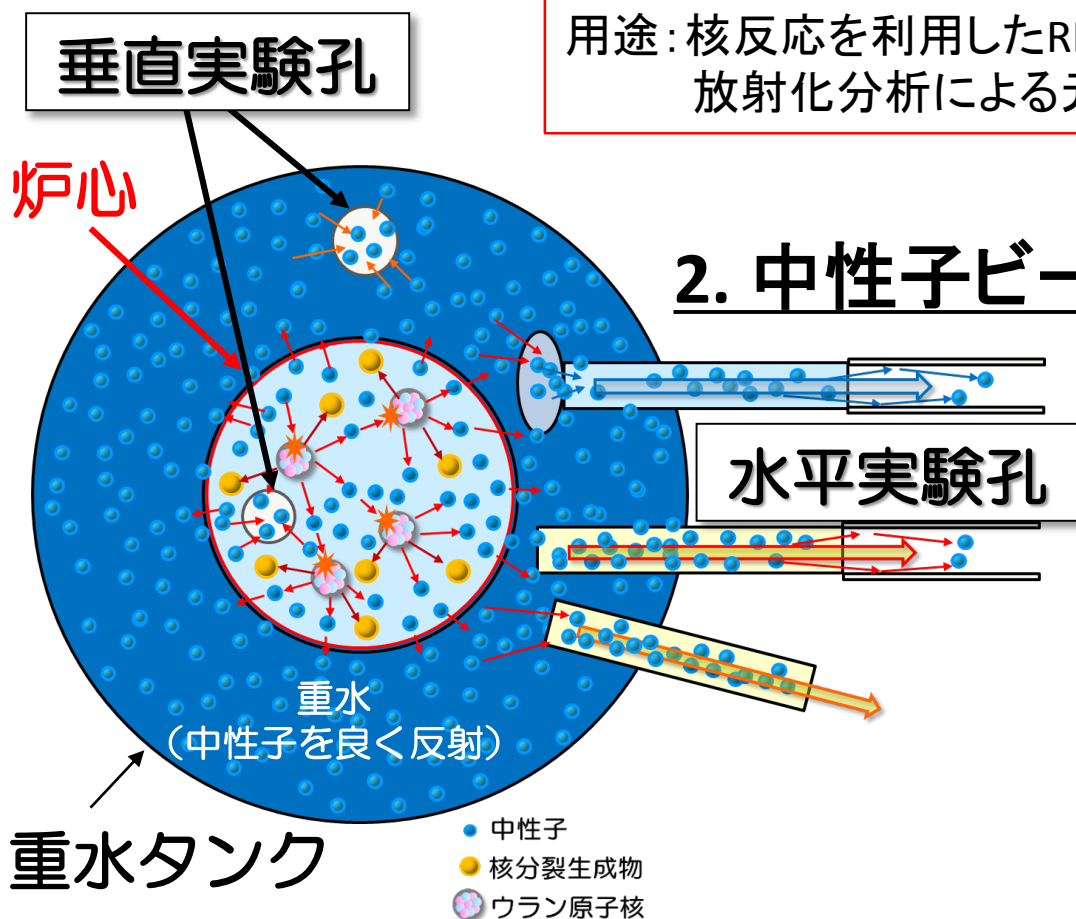
研究炉JRR-3



https://twitter.com/JAEA_JRR3/status/1333700322766647297


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

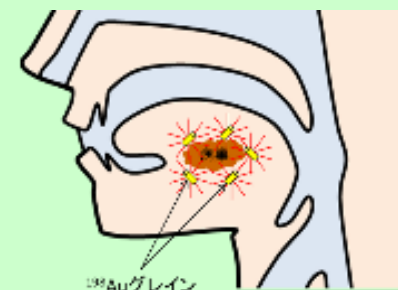
The background of the slide is a repeating pattern of blue spheres, each containing a small model of an atom with a red nucleus and white electrons, set against a dark blue background.

透過 → イメージング（レントゲン写真）
散乱 → 物質の構造、性質
捕獲 → 分析、材料開発、RI製造

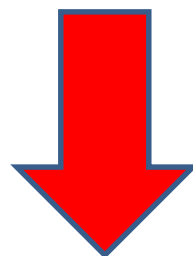
Au-198*注粒（グレイン）を使う小線源治療 一口の中の癌を切らずに治す

*注: Au-198 放射性同位元素、半減期 約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

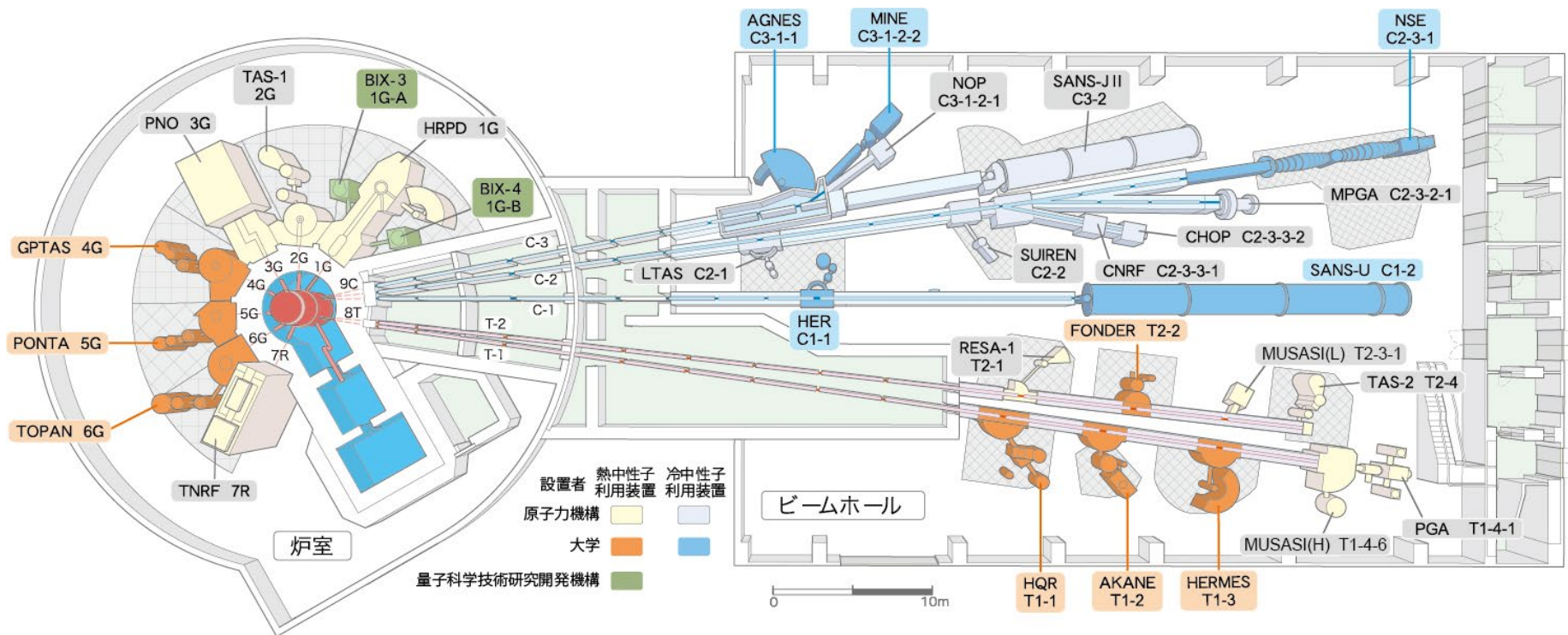


Au-198グレインを使う
小線源治療のイメージ



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



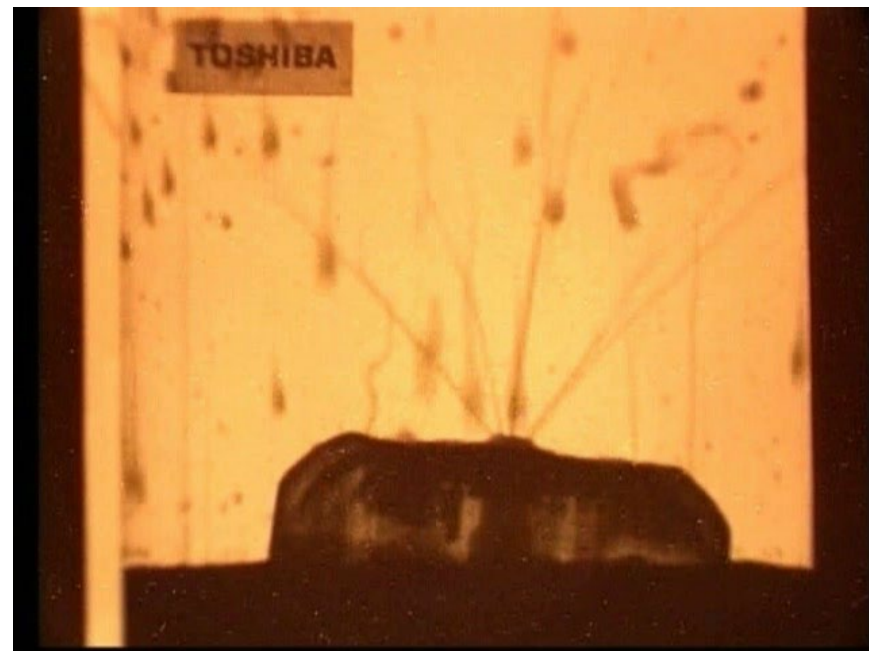
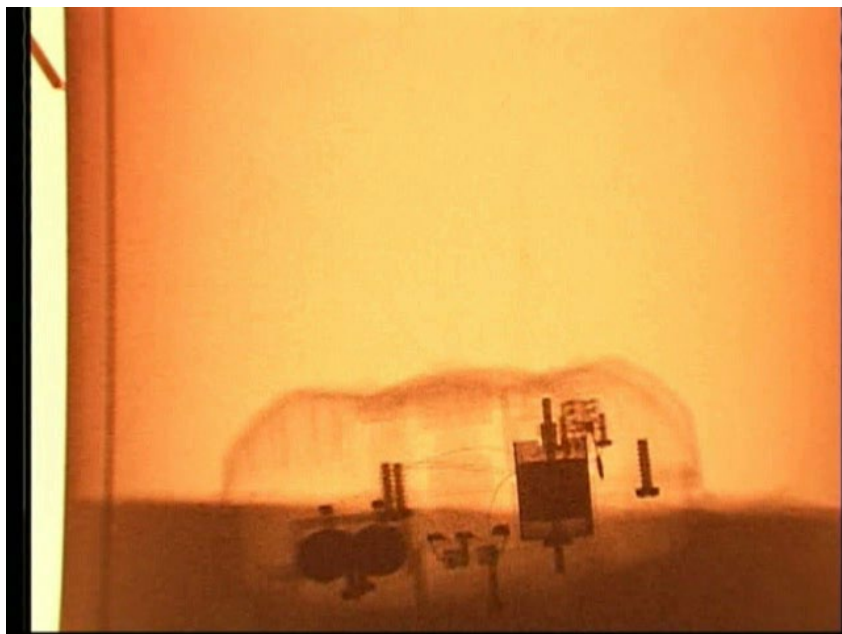
中性子ビーム実験装置の設置台数

- 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

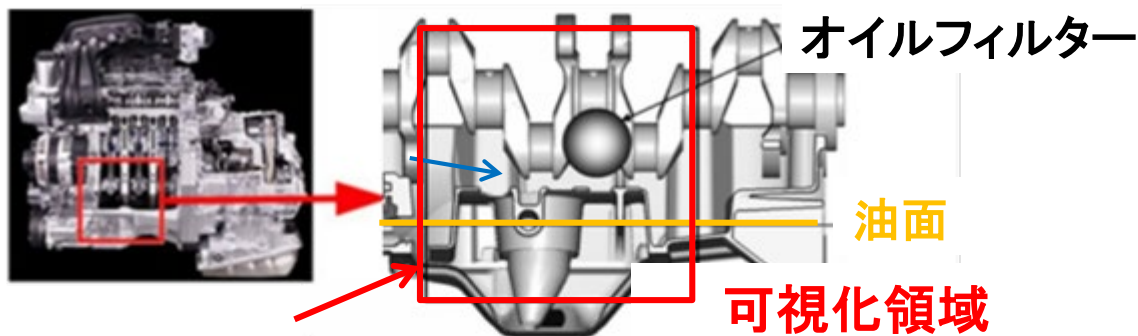


X線と中性子では見える世界が違います！

例えば、噴水のおもちゃを二つの目で見てみると、



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

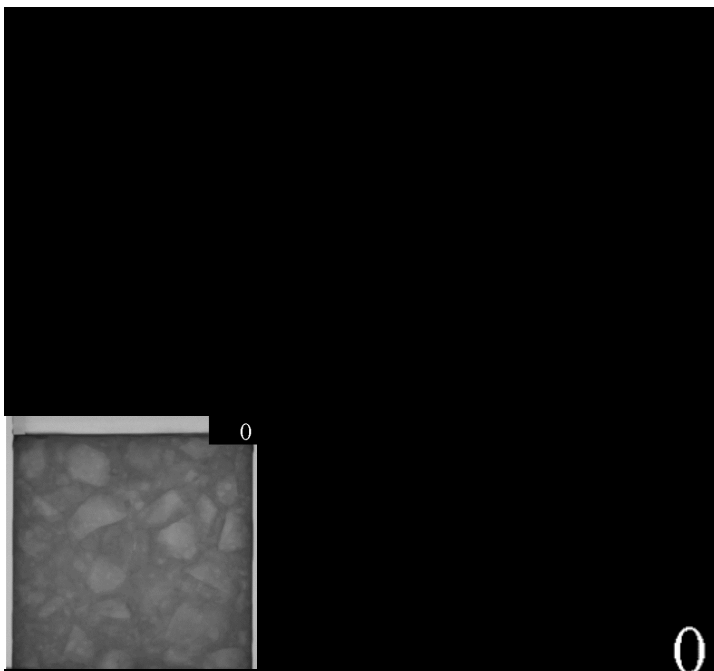
摩擦損失低減

燃費向上

低燃費化を加速

コンクリートひび割れからの水分浸入

建築研究所、東京大学、東京理科大学、茨城県との共同研究



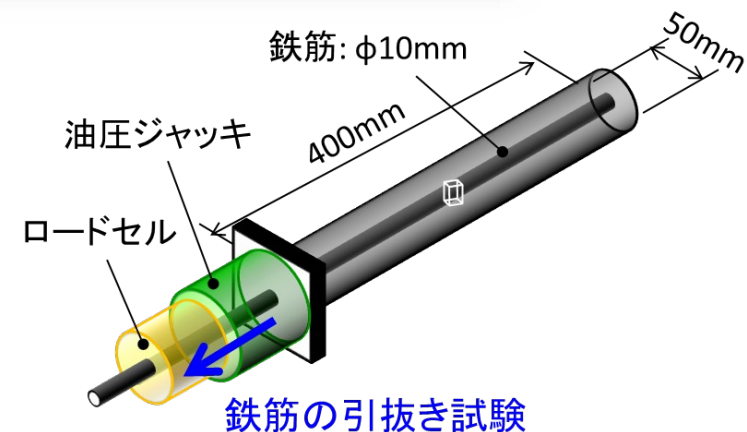
JRR-3
TNRF

JRR-3
RESA

JRR-3
PGA

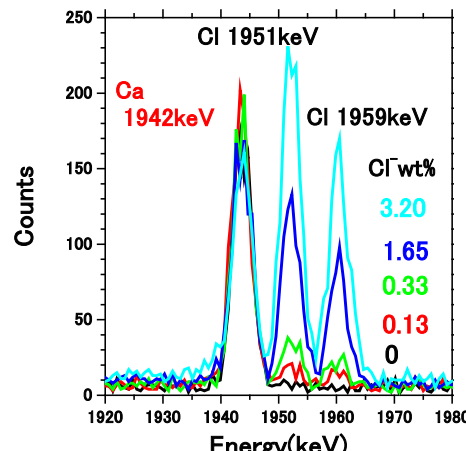
鉄筋の応力・ひずみ分布の評価

東洋建設、東京大学、東京理科大学、名古屋大学との共同研究



コンクリート中の塩分分析

住重アテックス株式会社との共同研究



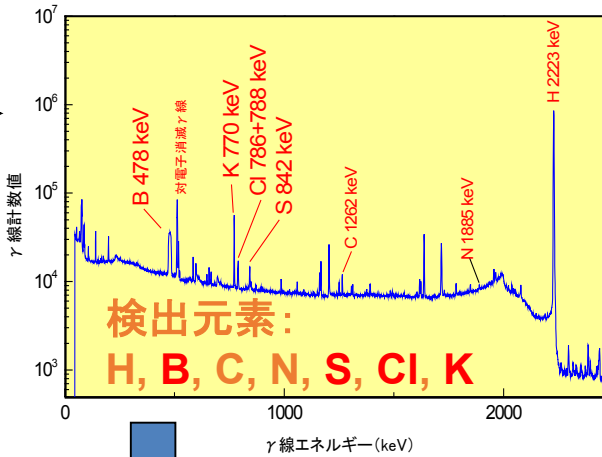
茨城県, 農研機構 食品総合研究所, 東京大学との共同研究



即発γ線測定



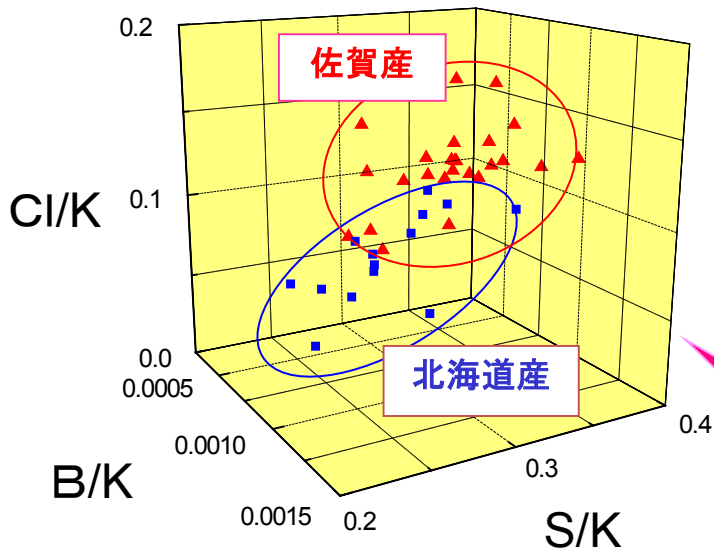
タマネギを乾燥させた測定試料



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



Project JAEA 「研究用原子炉JRR-3運転再開に向けて
— Science-Driven Innovation from JRR-3 —

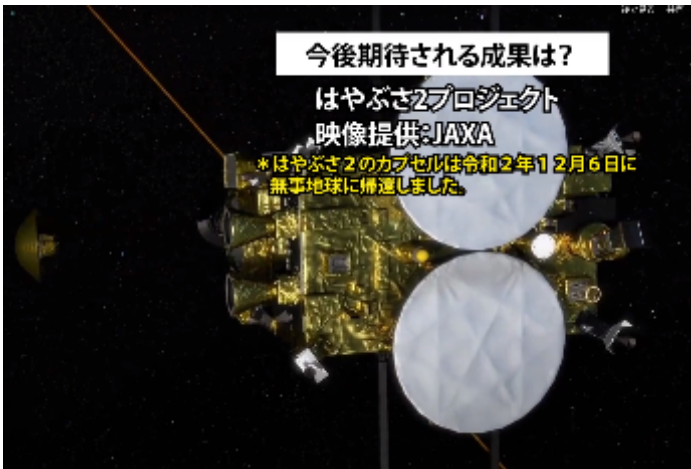
https://www.jaea.go.jp/atomic_portal/jaea_channel/40/

3'12" 即発ガンマ線分析装置の説明

4'07" 即発ガンマ線分析装置を用いたはやぶさ2隕石試料
の分析について



JRR-3 即発ガンマ線分析装置 (PGA)

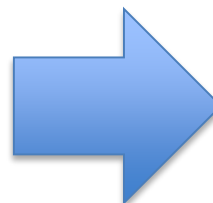


今後期待される成果は？

はやぶさ2プロジェクト

映像提供: JAXA

*はやぶさ2のカプセルは令和2年12月6日に
無事地球に帰還しました。



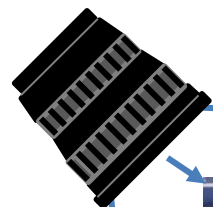
はやぶさ2は2020年12月6日帰還
小惑星リュウグウには水がある！

即発ガンマ線分析は水素を非破壊で検出できる強力なツール。小惑星リュウグウと地球の水の謎を解明できる。

- 令和3年度中はリュウグウ帰還試料の模擬試料を用いた予備実験
- JAXAの初期分析終了後に実施される国際公募研究に応募
- 令和4年5月以降のJRR-3の供用運転期間中にリュウグウ帰還試料の即発ガンマ線分析を行う計画

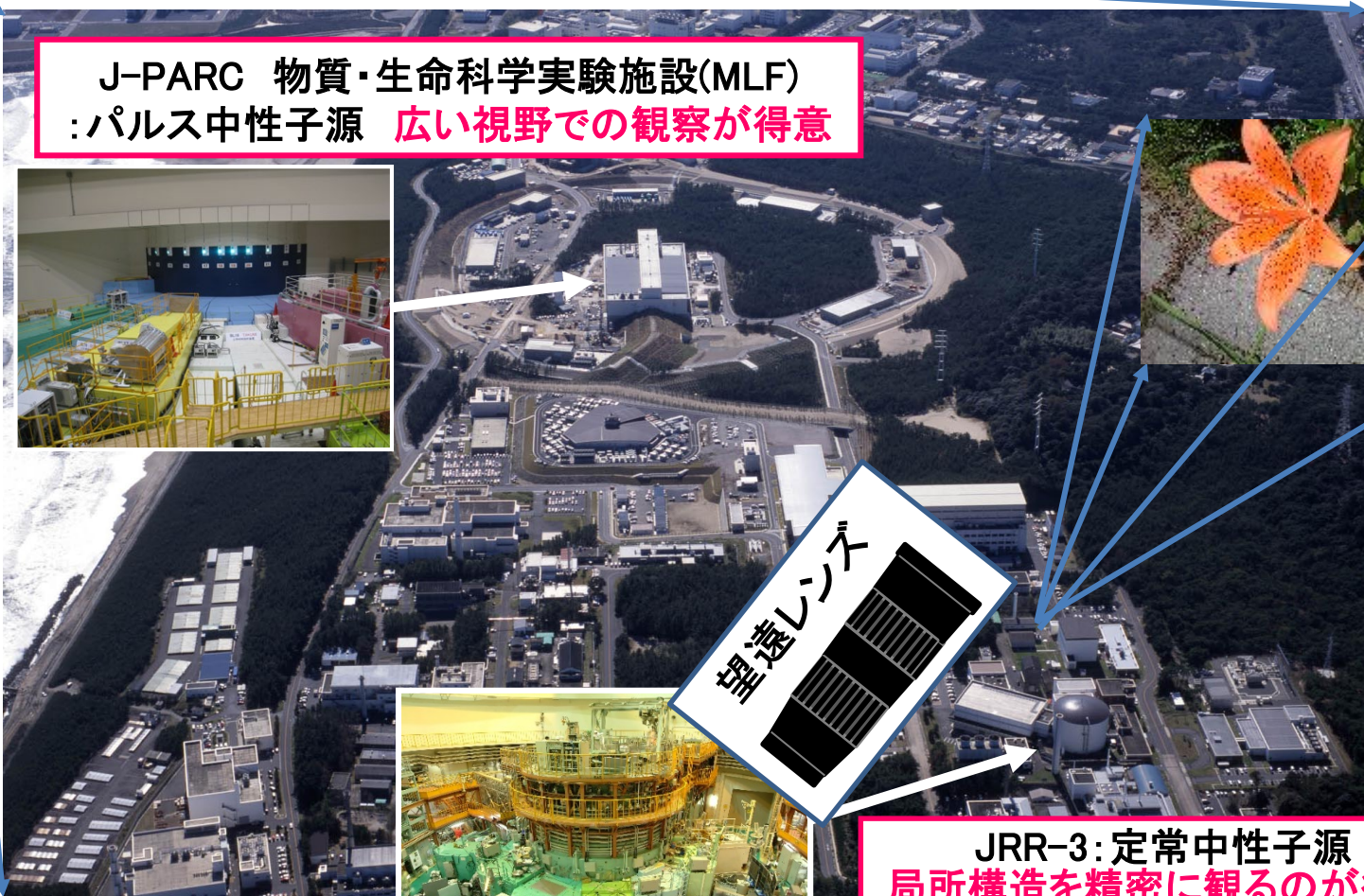
原子力科学研究所（茨城県東海村）
二大中性子施設





広角レンズ

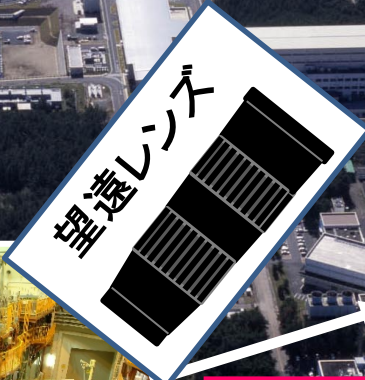
原子力科学研究所(東海村白方2番地4)



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)

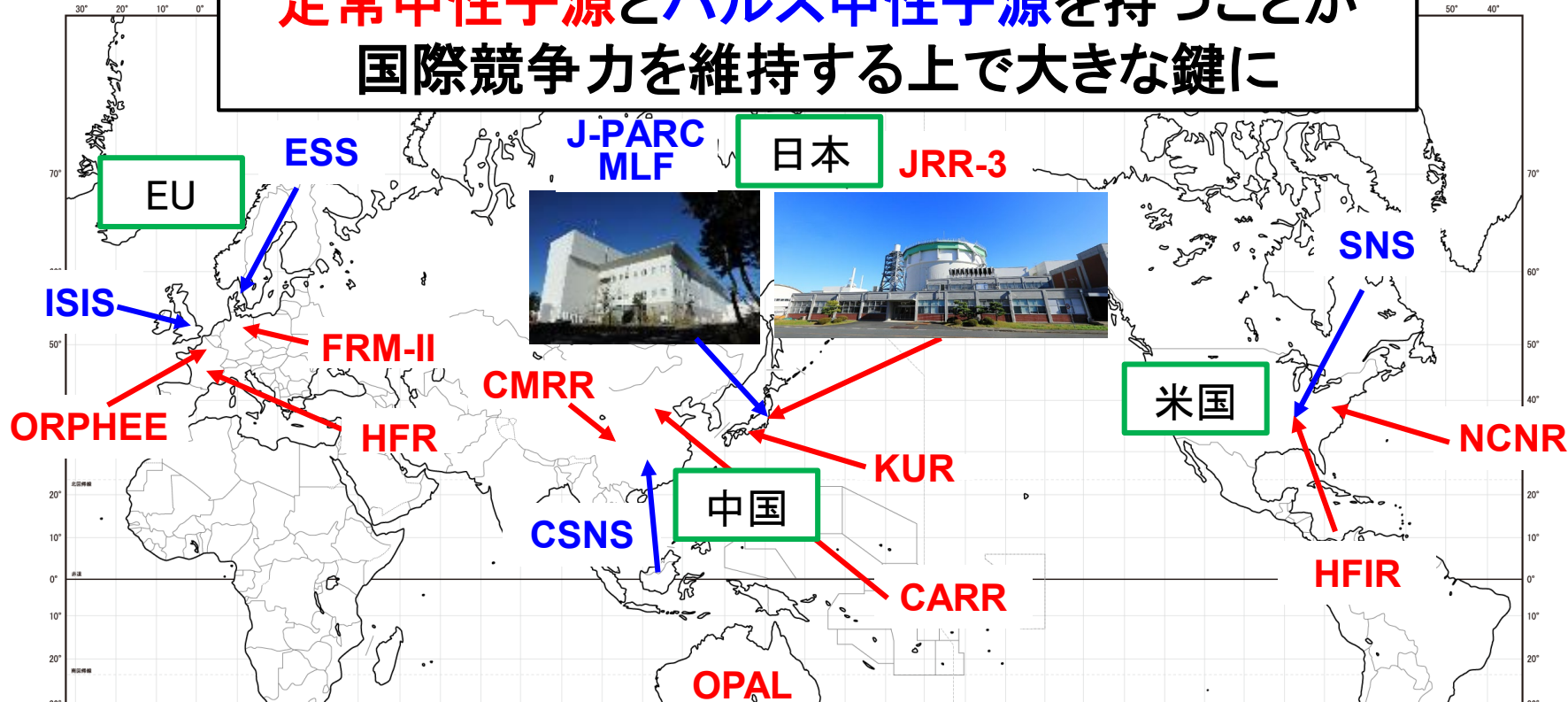


望遠レンズ

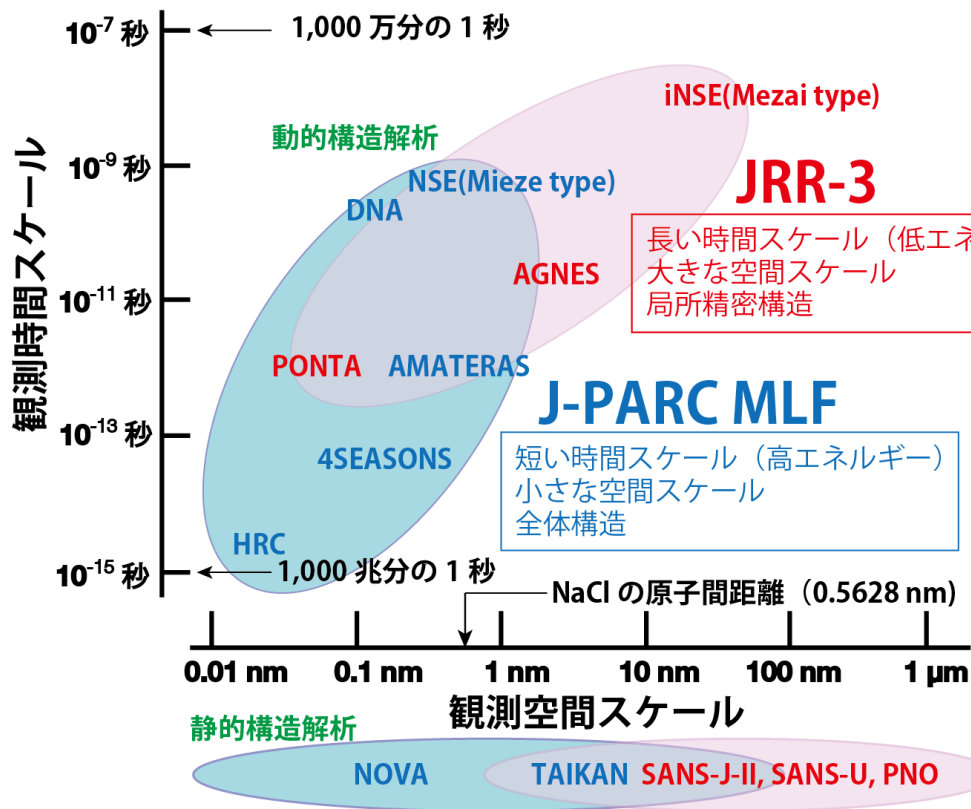
JRR-3: 定常中性子源
局所構造を精密に観るのが得意



**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



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

JRR-3

生まれ変わったJRR-3にご期待ください!

