



近畿大学 1ワット原子炉の 現状と将来展望





近畿大学 (Kindai Univ.)



2021年11月11日 臨界60周年

まだまだ現役で、研究に教育に活用される。



作：近畿大学文化会 書道研究墨濤会



近畿大学 (Kindai Univ.)

- 1949年に設立された私立大学
2025年に創立100周年
- 西日本一帯に6つのキャンパス
(東大阪・奈良・大阪狭山・
和歌山・広島・福岡)がある。



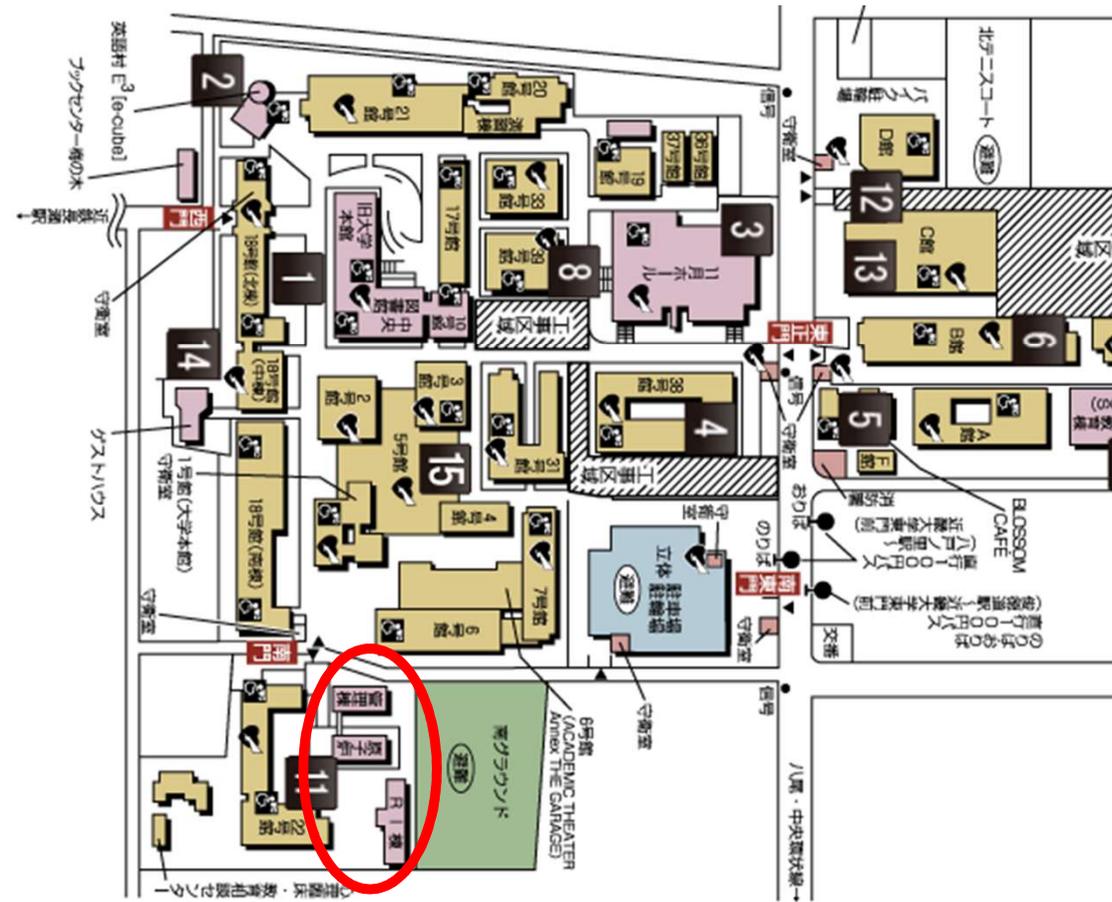
2022年4月から
情報学部、
理工学部エネルギー・物質学科

- 15学部・49学科 + 短期大学部
- 学生数：学部 33,234人・大学院 1,090人 (2020年5月)
- 教職員数：9,671人 (2020年5月)
- 7年連続志願者数全国1位 (2020年度 145,320人)
- 17研究所 (水産研究所、原子力研究所など)



交通アクセス

近鉄大阪線長瀬駅（大阪環状線の鶴橋駅から4駅目）
から徒歩10分と少し





UTR-KINKI

- **UTR**: **U**niversity **T**eaching and **R**esearch Reactor
- 定格熱出力: **1.0 W**
- 日本初の民間原子炉
- 日本初の大学原子炉



日本の大学原子炉

◆近畿大	UTR-KINKI (1 W)	1961-	(東大阪市)
◆立教大	RUR (100 kW)	1961-2001	(横須賀市)
◆武蔵工業大	MITRR (100 kW)	1963-1989	(川崎市)
◆京都大	KUR (5 MW)	1964-	(熊取町)
◆東京大	弥生 (2 kW)	1971-2011	(東海村)
◆京都大	KUCA (100 W)	1974-	(熊取町)

現在、原子炉を保有する大学は、**近畿大学**と**京都大学**の二大学のみである。

日本の原子力教育を担っている

近畿大学原子力研究所の沿革

- 1959年**：東京国際見本市に米国が教育用原子炉を出展。
東京晴海埠頭で18日間運転。
近畿大学初代総長・世耕弘一が教育原子炉の購入を決断。
- 1960年**：近畿大学に原子力研究所を設置。



昭和天皇・皇后両陛下による原子炉ご見学の様子
(1959年5月12日)



近畿大学初代総長
世耕弘一

近畿大学原子力研究所の沿革

1961年：大学構内に原子炉を設置。大学・民間第一号原子炉。

11月11日に臨界に達し、熱出力0.1Wで運転開始。

理工学部原子炉工学科を設立。

教育：60年

1974年：熱出力を1Wにパワーアップ。

1981年：全国大学研究者による原子炉等利用共同研究開始

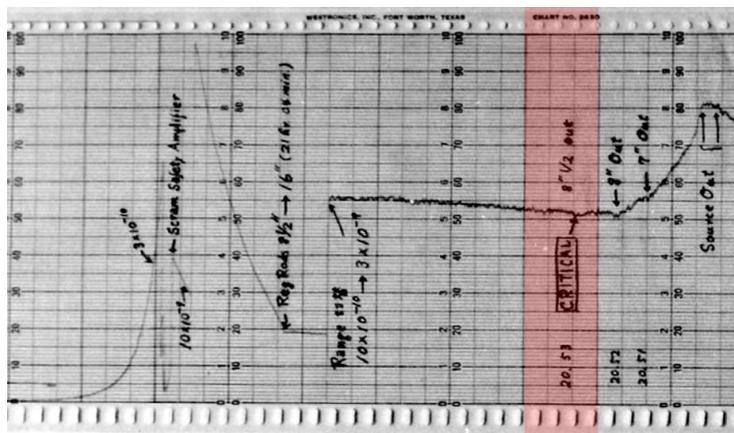
共同利用：40年

1987年：原子炉実験研修会開始

研修会：34年

2002年：原子炉工学科廃止

再編成で電気電子工学科エネルギー工学コース新設



近畿大学原子炉
(UTR-KINKI) 初臨界
(1961年11月11日)

近畿大学原子力研究所の沿革

- 2011年（平成23年）：** 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故。
11月11日臨界50周年。
- 2013年（平成25年）：** 試験研究炉の新規制基準施行。
- 2014年（平成26年）：** 新規制基準に対応するため、2月から運転を停止。
- 2017年（平成29年）：** 全ての審査・検査を完了し、新規制基準の下で運転する最初の試験研究炉として研究・教育利用を再開。



2017年3月 検査合格の会見



2017年4月 運転再開時の取材の様子

近畿大学原子炉の特長

- 軽水減速黒鉛反射非均質型熱中性子炉
- 米国アルゴンヌ国立研究所が開発したアルゴノート型原子炉を原型として、**American Standard**社が開発・製造した教育訓練用原子炉。

定格熱出力： 1.0 W

温度／圧力： 室温／大気圧

最大積算運転時間： 1200時間／年

減速材： 軽水

反射材： 黒鉛

燃料材： ウラン・アルミニウム合金

原子炉燃料体数： 12体

起動用中性子源： Pu-Be 1 Ci (1.4×10^6 n/sec)

最大熱中性子束： 1.2×10^7 n/cm²/sec

近畿大学原子炉の特長

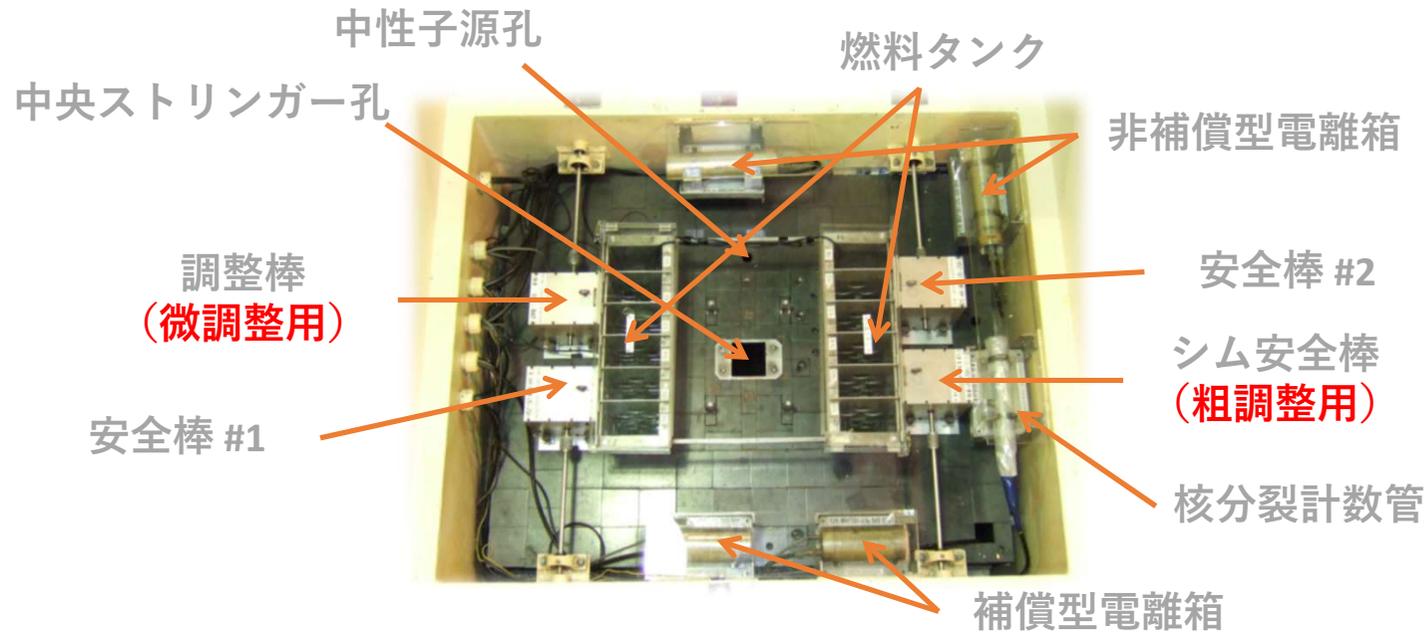


- 温度上昇なし
冷却設備不要。ゼロ出力炉（Zero Power Reactor）として運転される。
- ウラン燃料の消費がわずか
燃料交換不要。使用済燃料の発生なし。これまでの消費量は約1 mg。
- 核分裂生成物の生成がわずか
汚染、被ばくのおそれが少なく、炉心への接近や燃料操作が容易。
- 運転中の漏洩放射線がわずか
運転中の原子炉の近くで作業ができる。
- 誘導放射能がわずか
保守管理が容易。照射試料の処理が容易。

生体遮蔽タンク（軽水と砂を充填）の中央に炉心部があり、上部はコンクリート製の蓋で遮蔽している。

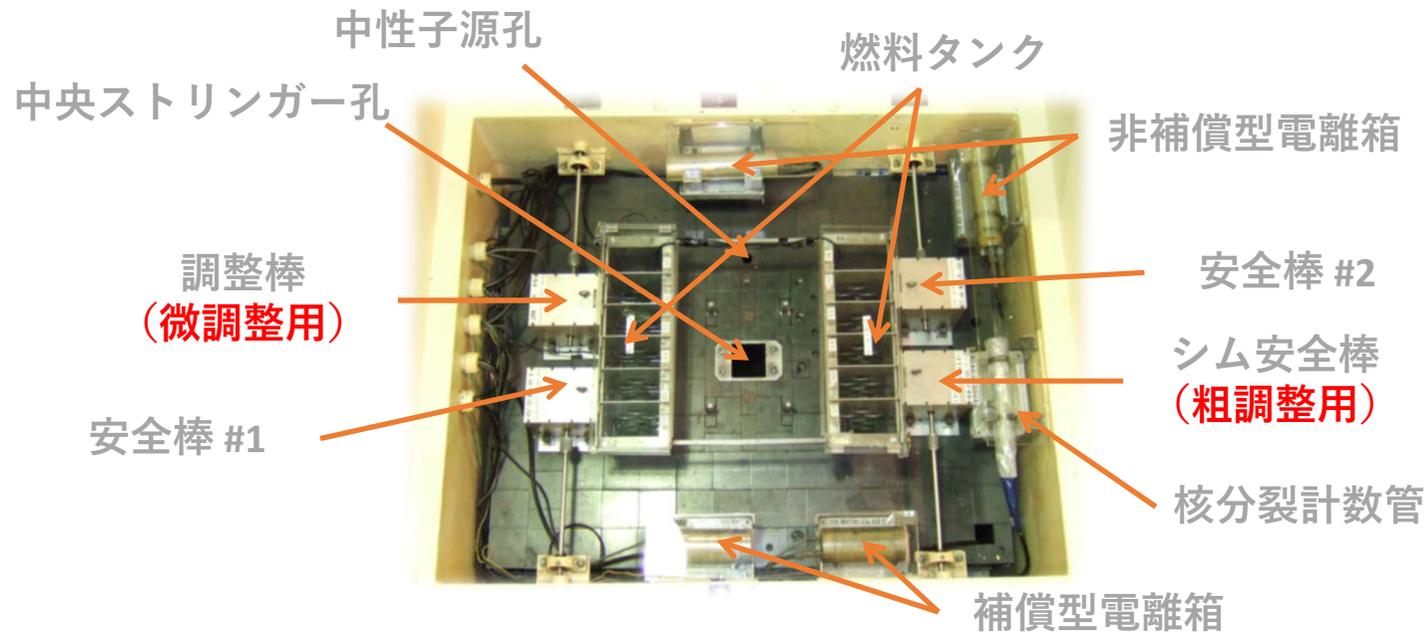


近畿大学原子炉の特長



- **二分割炉心** 大型試料の照射が可能。分割炉心間の中性子分布が平坦でドライ領域のため、試料挿入が容易。速中性子成分が比較的大きく生物実験に適している。
- **制御棒 (4本)** 中性子吸収材としてカドミウムを使用。

近畿大学原子炉の特長



▶ **最大中性子束** (中央ストリンガー孔内中央部)

熱中性子： 1.2×10^7 [$\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$] 速中性子： 1.3×10^6 [$\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$]

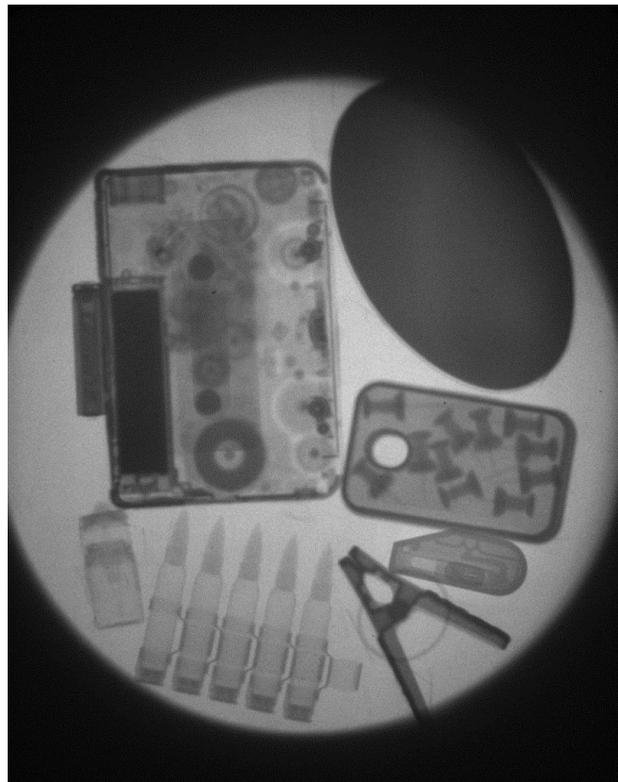
▶ **教育的配慮** 黒鉛反射体中の様々な場所に照射試料や検出器が挿入できるような設計になっており、基礎的な中性子計測や原子炉物理実験がしやすい。

▶ **わかりやすい構造** 原子炉として最小限の要素で構成。

→ 燃料、制御棒、減速材、反射体、遮蔽体、放射線検出器

近畿大学原子炉の特長

- ▶ 中性子ラジオグラフィ用、小動物実験用など、4種類の遮蔽用上蓋があり、実験の目的によって使い分けることができる。



中性子ラジオグラフィ



X線ラジオグラフィ

近畿大学原子炉の特長

- ① 近大炉は出力が1Wと極めて低く、熱はほとんど発生しない。このため、冷却が不要であり、**安全性が極めて高い**。
- ② 燃料は2か所に分割して設置されており、**その間の空間は中性子のフラックスがほぼ一定**であるので、中性子照射実験などに利用可能である。
- ③ 運転中であってても原子炉室内の空間線量率が低いので、**原子炉の近くで作業することが可能**である。

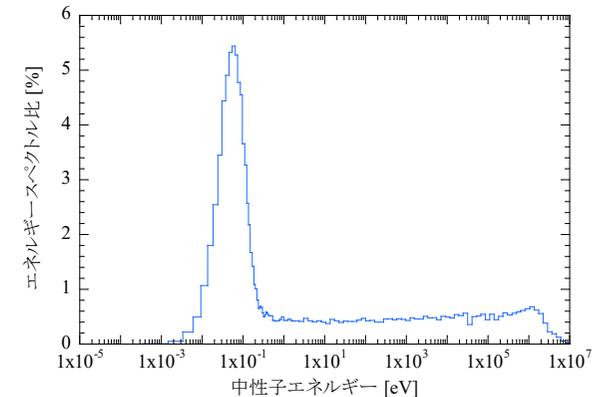
これらから、「**近大炉は、日本でもっとも気軽に利用できる原子炉である**」と言える。

近畿大学原子炉の特長

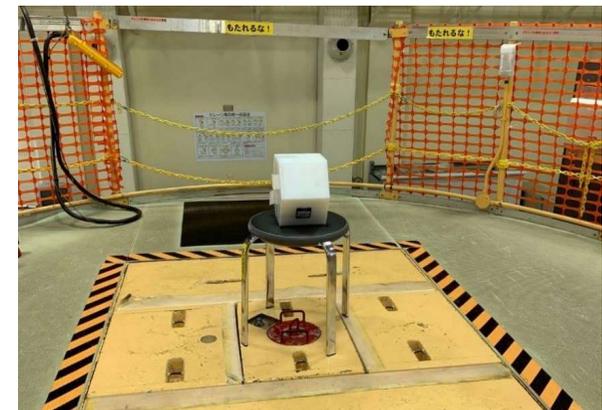
中性子線のエネルギー領域は熱中性子線から速中性子線までの広い領域である。このような放射線場において、各成分の弁別測定を確認できる場を提供する。

近大炉は安全に出力変更ができるので、0.01Wから1Wまでの異なる炉出力での定常場を提供できる。

原子炉運転中であっても漏洩線量率が低いいため、原子炉近傍で作業が可能である。そのため、測定器材を原子炉近傍で扱えるので作業性が良い。



中央ストリンガー孔中央におけるエネルギースペクトル比

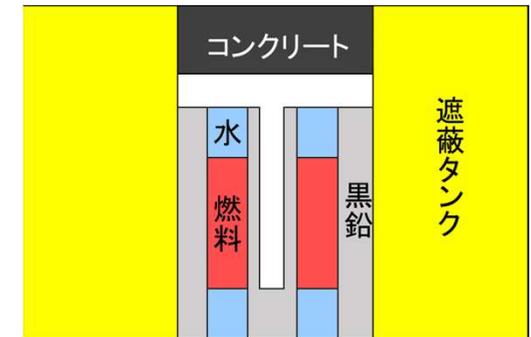


近畿大学原子炉の特長

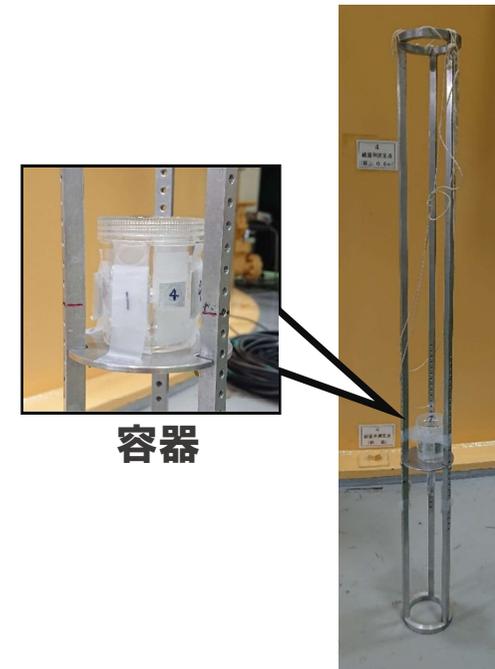
生物の放射線影響に関する研究では、細胞やマウス等の生物試料を炉心中央部に置いて、炉出力1Wで数時間にわたって照射する。炉心中央部はドライエリアであり、**常温で大気圧の環境**にある。

線量は**毎時0.2 Gy程度**なので、生物試料を死滅させる線量ではない。照射場は中性子線とガンマ線の混在場である。

この混在場における照射と併せて、**当施設所有のX線発生装置**による照射から、中性子線による影響を評価することも可能となる。



原子炉の断面図



容器

近畿大学原子力研究所

教育：60年

近大理工学部
卒研、今年は17名
原子炉実習
他大学の原子力専攻

共同利用：40年

年間20～30課題

研修会：34年

中学高校の理科教員
今年度は3回、対面で

原子炉施設管理等

- 原子炉施設 ; 保安規定 / 検査官フリーアクセス、年1回の施設定期事業者検査
- 計量管理 ; 計量管理規定 / 年1回の実在庫量調査 (IAEA査察)
- 核物質防護管理 ; 核物質防護規定 / 年1回の検査
- 放射線施設 ; 障害予防規程 / 3年に1回の施設定期検査、施設定期確認
- 原子力防災 ; 防災業務計画 / 年1回の防災訓練

スタッフ ; 教員10名、技術職員2名、事務職員4名

近畿大学原子炉の利用

利用共同研究

原子力人材育成

研修会(理科教員対象など)

研究利用と利用共同研究

➤ 学内利用

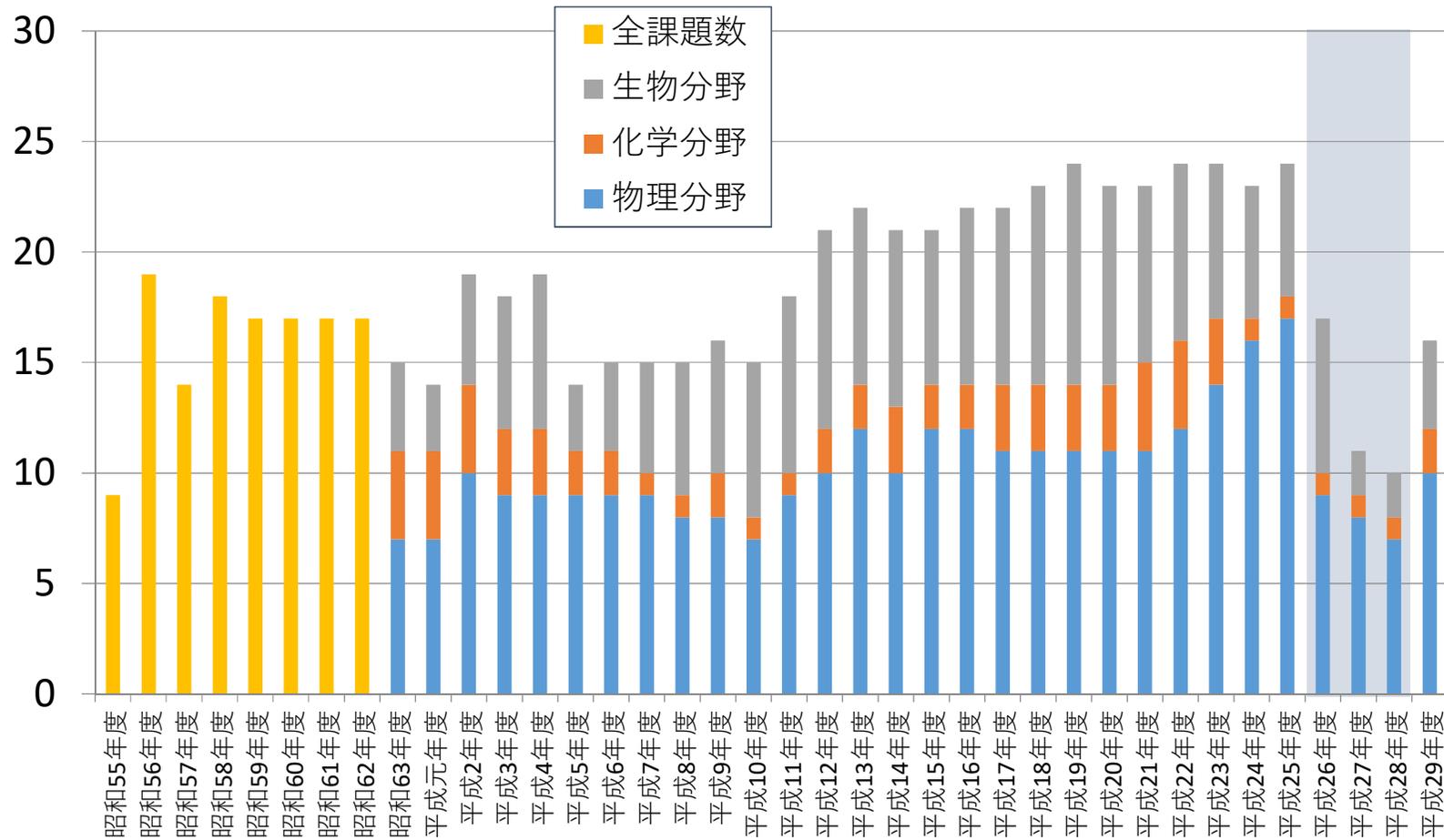
使用登録者の所属：原子力研究所、理工学部（生命科学科・電気電子工学科）、薬学部、薬学総合研究所
→ 毎年 約30課題（RI施設利用を含む）

「近畿大学原子炉等利用共同研究計画」

- 原子炉を利用した照射実験を推進するため、1981年（昭和56年）1月に開始。大阪大学が窓口となって運用。
- 対象：国公立大学・国立研究機関・独立行政法人に所属する教員・研究者およびこれに準ずる者。
- 研究課題：物理系・化学系・生物系に分かれ、近畿大学原子炉等利用共同研究運営委員会の審査で採択課題を決定（毎年12月頃募集）。
- 採択課題に対して予算の範囲内で旅費等を支給。

令和3年度で終了

「近畿大学原子炉等共同利用研究計画」 採択課題数の推移



平成26年度～平成28年度は、新規制基準への適合対応のため、原子炉利用ができなかった。

近畿大学原子炉の利用

利用共同研究

原子力人材育成

研修会(理科教員対象など)

原子力人材育成

近大炉（UTR-KINKI）を用いた原子炉実習

主な参加大学；

京大、阪大、名大、九大、福井大、
福井工大、東海大、東京都市大

文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業
に採択され、最高のS評価をいただいた。

平成25年度～平成27年度の3年間

平成28年度～平成30年度の3年間

平成31年度～令和3年度の3年間（最終年度）

令和2年度スタートの7年間の事業

全国6拠点のうちの1つに選ばれている。

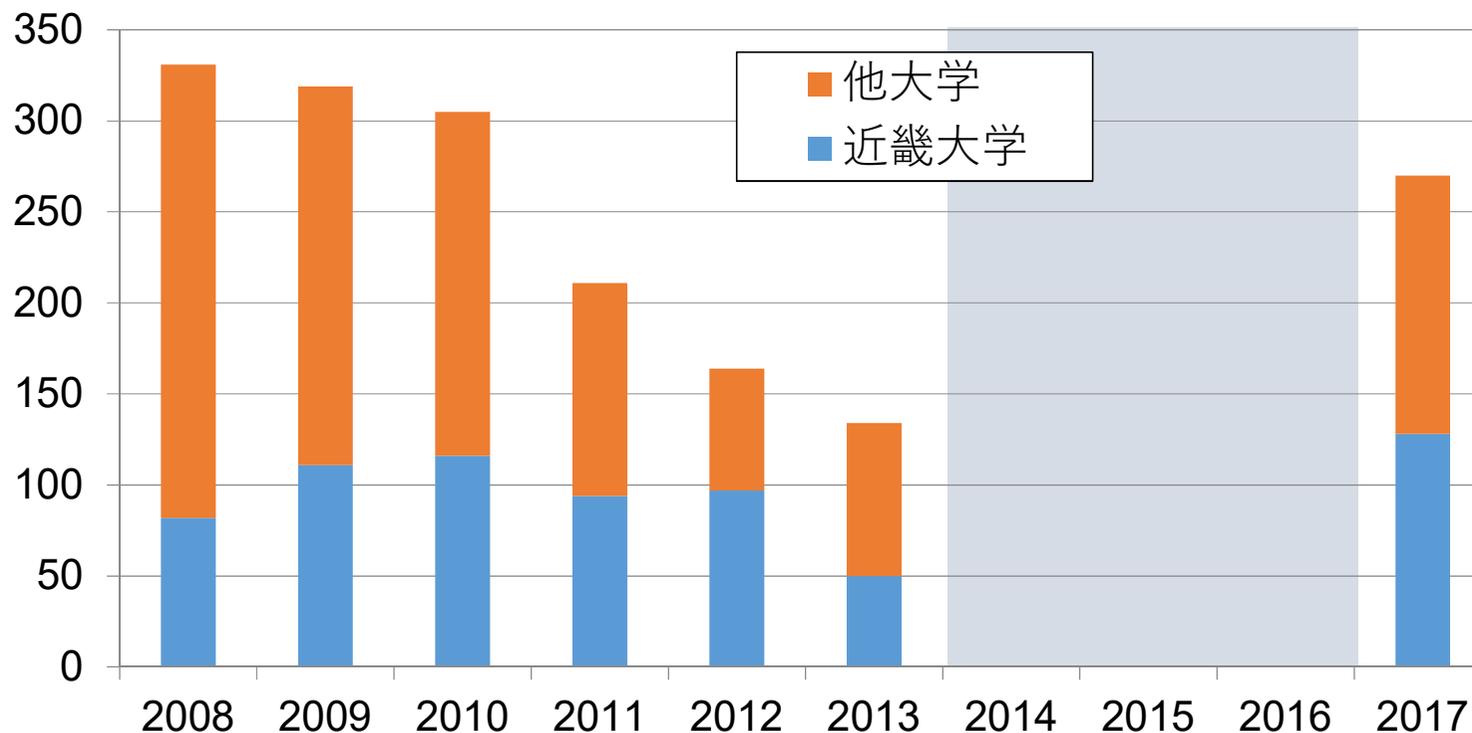
教育利用（高等教育）

- 原子炉実験実習（主に原子力専攻の学部生・大学院生対象）
 - 学内：理工学部 電気電子工学科3年生 学生実験
 - 学外：令和3年度は10大学と高専の実習を実施。
 - 原子炉の起動→臨界調整→出力変更→停止までの一連の操作を学生自らが行うほか、基礎的な原子炉物理・放射線計測実験を行う。
 - 一部は文部科学省・国際原子力人材育成イニシアティブ事業として実施。

- ◆ 保安教育
- ◆ 原子炉運転
- ◆ 臨界近接
- ◆ 制御棒校正
- ◆ 放射化分析
- ◆ 中性子・ガンマ線モニタリング
- ◆ 中性子ラジオグラフィ
- ◆ 放射化法を用いた中性子束分布測定



原子炉実験実習参加者数の推移



- ◆ 2011年以降の参加者数の減少は福島第一原発事故の影響によるものと考えられるが、3年の停止期間を経て最近は参加者数が事故前のレベルに戻りつつある。

国際原子力人材育成イニシアティブ事業：令和4年1月18日「成果報告会」

抜粋

令和3年度 国際原子力人材育成イニシアティブ事業

原子炉及び大型実験施設等を活用した
持続的な原子力人材育成拠点の構築

【拠点B】

近畿大学・京都大学拠点：令和3年度の実施状況

【参画機関】 近畿大学、京都大学、名古屋大学、北海道大学、東京都市大学、東海大学、大阪大学、長岡技術科学大学、東北大学、九州大学、福井大学、東京工業大学、福井工業大学、早稲田大学、東京大学、東京都立大学、日本原子力研究開発機構、日本原子力産業協会、NPO法人アトム未来の会

実験・実習

- 原子炉実習 基礎コース (近畿大)
 - 原子炉実習 中級コース (京都大)
 - 原子炉実習 上級コース (京都大・名古屋大)
 - 廃棄物計測・信頼性工学実習 (東京都市大)
 - 発電炉シミュレータ実習 (東海大)
 - 高専生のための原子力実習 (高専機構・近畿大・東海大)
- 体系的な実習教科書の整備
(近畿大・京都大)

国際関係

- 韓国・慶熙大炉実習 (近畿大) → 中止
- IAEA原子力安全基準研修 (東海大)

産学連携

- 原子力業界探求セミナー (近畿大)



原子炉実習「基礎コース」 (近畿大学)

	大学	実施(予定)日	参加者数	備考
1	名古屋大学*	6/28-29	14	
2	福井大学*	7/19-21	6	
3	東京都市大学*	8/26	3	オンライン実習(2日→1日に短縮)
4	福井工業大学	9/16	26	オンライン実習(3日→1日に短縮)
5	大阪大学	9/17	8	オンライン実習
6	九州大学*	9/21-22	15	オンライン実習
7	東京都立大学	9/29-30	12	
8	東京大学	11/8	8	9/6→11/8に延期
9	東海大学*	12/1-3	15	

- 新型コロナウイルス感染拡大により、8-9月は一部の実習を遠隔実習システムを用いたオンライン実習に切り替えて実施(*はR1年度採択事業で実施)。



名古屋大学実習



福井大学実習



遠隔実習システム

原子炉実習「中級コース」 (京都大学)

- R3年12月からKUCAが運転停止中。
- 教員実習 (6/30-7/1) : **R4年度以降に近大炉で実施**するため、実習引率教員の研修と実習内容の検討を実施。教員8名参加。
- KUCA 未臨界体系実験 (10/4-10/8) : 天然ウラン未臨界体系を使った実習を実施。新型コロナウイルス感染拡大により一部大学が参加を辞退。12名参加。



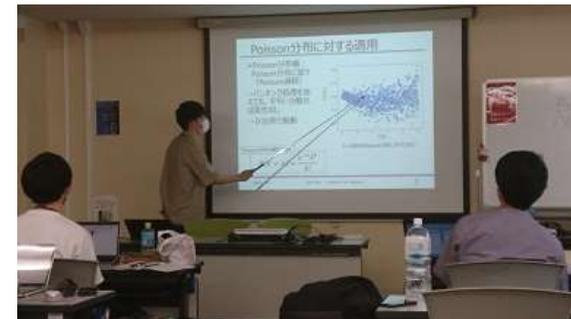
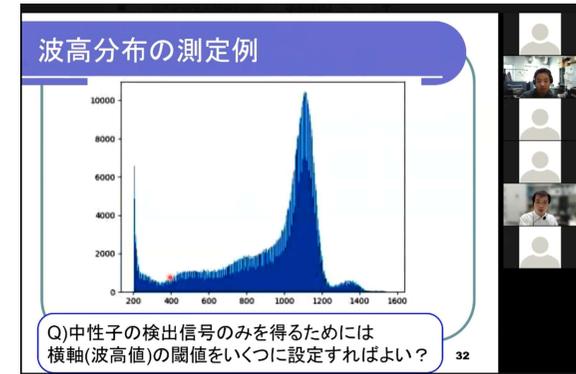
体系的な実習教科書の整備 (近畿大学・京都大学)

- 近大炉を使った実習テキスト (和文) を執筆。R4年3月出版予定 (原子炉実験入門)。



原子炉実習「上級コース」(京都大・名古屋大)

- 原子炉物理と放射線計測を専門とする大学院生を対象として近大炉とKUCAを用いた専門的な実習を整備。
 - 原子炉物理及び中性子計測に関する専門的な実習プログラムを開発。
 - 参加学生を対象として、Zoomにより事前講義・演習を実施
 - 近大炉において3泊4日の実習を実施(7/6-7/9)。
 - 参加学生：北大5名、京大1名、名大4名
 - UTR-KINKIの特色を活かした専門的な実験(ソースジャーク法、炉雑音測定)を実施。
 - 学生主体の原子炉運転実習として、必要な運転操作を学生自身が実施。
- 近大炉において、実習手順・内容等がKUCAと異なることを確認。KUCAを想定した事前講義内容をR4年度以降修正する。
- 内容がやや盛沢山であったため、参加学生のレベルや重点的に教育したい内容を踏まえ、継続的に改善する。



高専生のための原子力実習（高専機構・近畿大学・東海大学）

- 緊急事態宣言発令（8/2）により引率教員・学生の出張が不許可となったため、急ぎょオンライン実習に切り替えて実施。
- 8/23-25は近畿大学、8/26-27は東海大学で実施。
- 参加予定数10名 → オンライン切替により5名に減少（富山3、群馬1、都城1）。

8/23	8/24	8/25	8/26	8/27
講義 <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉の基礎 ・原子炉の運転 原子炉見学 実習 <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉運転 （起動前点検、原子炉起動、臨界操作、原子炉通常停止、停止点検） 	講義 <ul style="list-style-type: none"> ・放射線の基礎 ・放射線の利用と応用 ・放射線の健康影響 実習 <ul style="list-style-type: none"> ・中性子ラジオグラフィ ・空間線量率測定 ・スクラム実験 	実習 <ul style="list-style-type: none"> ・アルミの放射化と半減期測定 交流 <ul style="list-style-type: none"> ・近大学生の研究紹介 	講義 <ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電プラントPWR/BWRの特徴と機能 ・原子炉シミュレータSARSの概要と機能 実習 <ul style="list-style-type: none"> ・PWRの事故解析と解析結果の分析・考察 	実習 <ul style="list-style-type: none"> ・BWRの事故解析と解析結果の分析・考察 講義 <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子炉の事故と対応 ・研究・実験用原子炉の状況 ・まとめ

近大炉

東海大学

近畿大学原子炉の利用

利用共同研究

原子力人材育成

研修会(理科教員対象など)

教育利用（中等教育）

➤ 理科教員対象の原子炉実験研修会（1987～）

目的 実際に原子炉を運転し、放射線に関する基礎的な実験を体験することによって、原子炉・放射線についての科学的な知識と判断力を習得し、実際の教育現場で役立てること。

典型的な1泊2日コースの内容

講義

保安教育
放射線の基礎知識
原子炉の基礎知識
放射線の健康影響

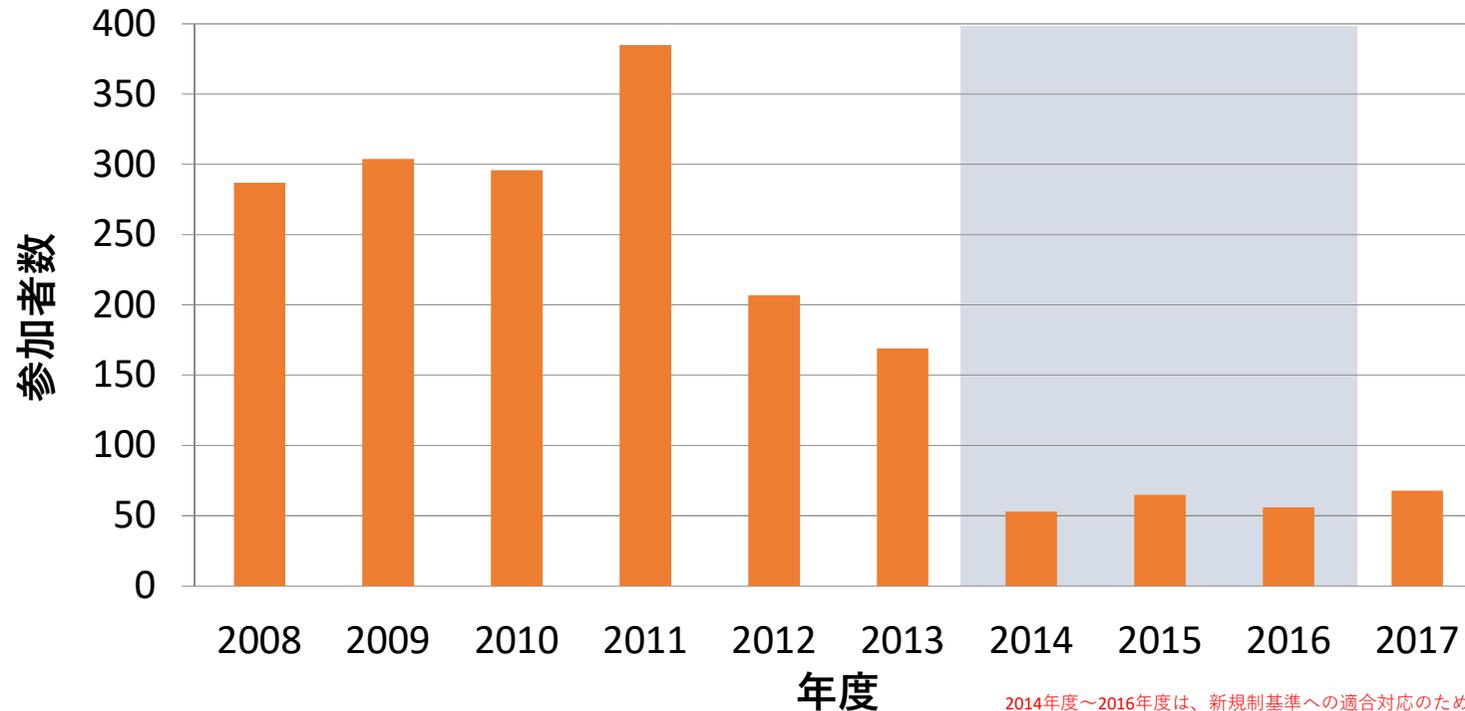
実験

原子炉見学
原子炉運転体験
中性子ラジオグラフィ
環境放射線測定
放射線の性質（遮蔽・距離の逆二乗則）

- ◆ 平成24年度から中学理科に「放射線」が取り入れられたことを受けて、近年は放射線教育に力を入れている。
- ◆ 放射線教育の実践例の紹介も行っている。



理科教員対象研修会 参加者数の推移



- ◆ 2011年の福島第一原子力発電所事故により、放射線や原子力への関心が大きく高まったことを受けて参加者数も大幅に増加したが、その後は開催回数の減少により参加者数が減少。（令和3年度 1泊2日コース×3回実施）
- ◆ 高校生対象の原子炉実験研修会も行っている（令和3年度は2校）。原子炉運転の他、基礎的な放射線測定実験を体験する。

研究利用の目指す役割

- ①「近大炉は、日本で利用できる数少ない原子炉のうちの1つである」。原子炉を用いた研究を推進する役割を持つ。
- ②「近大炉は、日本でもっとも気軽に利用できる原子炉である」。中型原子炉での実験を始める前に、新しい着想を気軽に試すことができる施設である。新規に始める実験を試行する施設としての役割を持つ。
- ③ 原子炉では、安定的に核分裂によって生じた放射線を試料に照射することが可能である。同一の放射線場を用いて行った測定や照射を比較する役割を持つ。この比較によって、手法や結果の差異が鮮明になり、このことを通じて、手法の標準化を促進させ、その結果、データの信頼性を向上させる。
- ④ 近大炉は、原子力研究を目的とした活動として、原子炉物理、放射線計測、放射化分析、放射線生物、医療、考古学など広範な分野の研究に利用されている。放射線照射を軸に、異分野交流の役割を持つ。
- ⑤ この実物の原子炉を用いた教育・研究を通じて将来の原子力・放射線関連技術開発や研究を担う人材を育成していく役割を持つ。

おわりに 将来展望 (1/3)

原子力平和利用が本格化して半世紀余り、近畿大学は、原子炉創設者・近畿大学初代総長・世耕弘一の実学教育の精神の元、早くから教育・研究用小型原子炉を保有し、大学内にとどまることなく門戸を開いて、日本の原子力の発展のため、**研究、原子力人材育成、原子力知識普及活動等に寄与してきた**。今や、我が国における研究炉は、原子力・放射線関係の研究・開発、人材育成、研究者・学生の教育・研究さらに産業・医学への応用にも供され、国民の生活向上に深く浸透した重要な基盤施設となった。

おわりに 将来展望 (2/3)

東京電力福島第一原子力発電所事故に端を発した「新規規制基準」は、熱出力1Wの試験研究炉である近大炉にも及んだ。「新規規制基準」に対応するために2014年2月から原子炉を停止し、審査・検査対応を行い、2017年3月にすべての審査・検査に合格した。試験研究炉としては一番乗りの合格であり、その年の4月に再稼働を果たした。原子炉施設を一私大である近畿大学が維持していくのは容易なことではない。近大原子炉が60周年を迎えられたのは、すべての関係者のご協力のもとに、**初代総長の熱い想いを継承**してきたからに他ないと思う。

おわりに 将来展望 (3/3)

我が国における原子力の研究・教育の基盤施設である研究炉は、他の先進国に比べ脆弱である上、さらに近大炉を初めとして各施設が老朽化を迎えようとしている。役割を終えたと判断される研究炉については、その役割を引き継ぐ**引継炉の計画を具体化するなどの措置**を早急に講じなければ我が国の原子力分野は世界から取り残されてしまう。今後、我が国は、国の確固たる政策と支援のもと、教育・研究炉の安定運転を継続し、夢と希望が持てる原子力分野の研究・教育の発展が望まれる。

おわりに

2022年4月から
エネルギー・物質学科

2022年度
新たな利用共同研究をスタート





ご清聴ありがとうございました

近畿大学 1 ワット原子炉の現状と将来展望

近畿大学原子力研究所 山西弘城