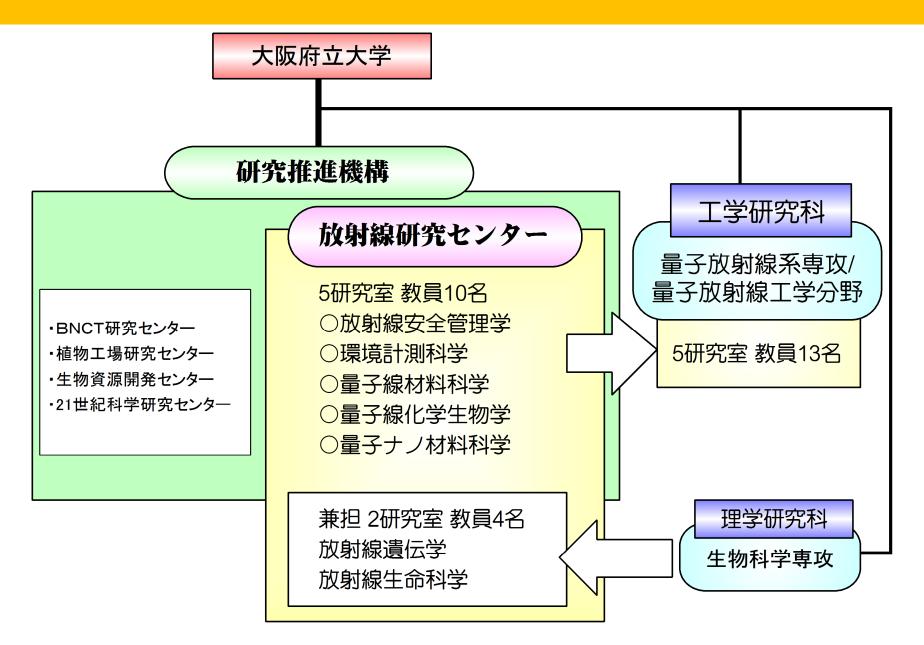
大阪府立大学 研究推進機構 放射線研究センター 共同利用施設紹介



本センターの組織について



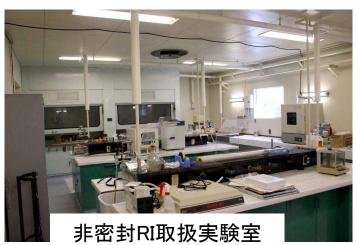
本センターの研究施設としての位置付け

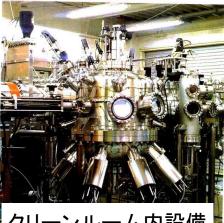
日本原子力学会 第1回 原子力歴史構築賞 受賞(平成20年度)

前身である 大阪府立 放射線中央研究所 は1959年発足で、半世紀以上の歴史を持つ

- コバルト60 ガンマ線照射施設 (1.8PBq, 50kGy/h)
- 非密封RIの取扱施設の規模(600m²以上)
- ・クリーンルームの性能(クラス10)
- → いずれも国内の大学では最高クラス







主な実験施設





Co-60 ガンマ線照射施設

最大の特徴は、日本国内の研究施設で最高の線量率(50kGy/h)を誇る、Co-60 ガンマ線照射施設で、合計 1.8 PBq (2016/4/1 現在)もの線源を用いて、照射プールを用いた水中での高線量率照射や、様々な線量率、雰囲気、温度などの条件で、オンラインで計測を行いながら、またマニピュレーターで操作を行いながらのガンマ線照射を行う事が出来ます。このガンマ線照射施設を用いて、材料の改質、耐放射線性試験、滅菌などが行われており、新しい研究としては、固体表面活性による反応促進、太陽電池などの人工衛星搭載機器への照射効果が注目を浴びています。





非密封 RI 取扱施設



広大な面積(16 室合計 600m²以上)の実験室から成る 非密封 RI 取扱施設において、代表的な 23 核種の取扱が可 能です。また、遺伝子組換え生物を扱える P1 実験室や、暗室 があり、実験室の多くが安全フードを備えています。



この非密封 RI 取扱施設を用いて、トレーサー実験や、中性子 照射後試料の物性測定、Na-22 を用いた陽電子消滅法による 材料評価など、生物学・化学・物理学・材料工学などの様々な 研究を実施することができます。

さらに、実際の RI 取扱を行う前に、実際の取扱施設と同等の 施設を用いて、コールドでのトレーニングを行う事も可能です。

クリーンルーム



日本の大学では最高レベルのクラス 10 クリーンルームをはじめとして、クラス 100、クラス 1000 の広大なクリーンルームに、電子線描画装置、成膜装置などの最先端の試料調整装置を導入しています。

清浄度を保てる垂直層流方式(ダウンフロー方式)を採用しており、空調設備のある天井、全面グレーティングの作業室、ガスや純水の配管のある床の3層構造となっています。



ここでは、超純水や各種の高純度ガスが使用できるようになっており、電子・光デバイスの革新のために半導体などの材料の開発など独自の研究を行い、様々な分野の研究者とも共同研究が行われています。電子デバイスの開発・放射線照射・特性評価などを一箇所の施設で行えるのは他に例が無く、耐放射線デバイスの開発などへの活用が期待されています。

電子線 イオンビーム加速器



高エネルギー(~10MeV)及び低エネルギー(60~600keV)の電子線加速器と、イオンビーム加速器(~1MeV)により、様々なエネルギー、線量率での照射と、中性子応用、イオンビーム分析(RBS, PIXE など)が可能です。



電子線加速器を用いて、材料の照射効果の研究、パルス励起した物質の過渡的な変化を調べる研究、超微弱ビームの発生と利用、新しいラジオグラフィ法の開発研究などが行われています。



放射線測定装置

多数の高純度 Ge 半導体検出器、液体シンチレーションカウンター、2πガスフローカウンター、NaI シンチレーションカウンター、イメージングプレートなどにより、微量の放射性物質の同定、定量、分布の評価が可能です。また、トリチウム用ガスフローサーベイメーターを含む各種のサーベイメーターや、イメージングプレートにより、非密封 RI 取扱時の作業環境の測定、汚染の確認などが可能であり、安全な実験を保証します。

東京電力福島第一原発事故以降、食品や工業製品の放射 能汚染測定依頼があり、低バックグラウント Ge 半導体検出 器で測定を行っています。事故のあった 2011 年は約 300 件 の依頼があり、現在も海外輸出用に検査を行っています。



主な研究内容

物質と放射線の相互作用









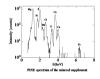
図の説明 左から 大気圧プラズマの水中への導入 レーザーフラッシュ熱定数測定装置 多-Si3N4 中の中性子照射欠陥構造 γ線照射時のZ-金属材料腐食試験

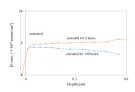
国内最高強度のガンマ線、加速器からの高エネルギー電子線、イオンビーム、各種プラズマ源などの、量子線と物質との相互作用について研究を行っています。核融合炉や原子炉、宇宙環境などの放射線環境に耐えうる材料開発を行うと共に、量子線が物質と相互作用する素過程を探求し、その相互作用を利用して新しい高機能マテリアルを開発しています。

最近の研究では、宇宙衛星関連半導体材料や、核融合炉ダイバータ材料への放射線 照射試験及び照射後の物性測定、放射線照射下での金属の腐食挙動評価、超微弱電 子線の照射利用、放射線化学反応の高時間分解解析、さらには核融合ダイバータープ ラズマや大気圧放電プラズマの熱流束解析などが注目されています。

放射線を使った計測





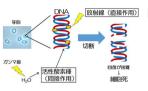


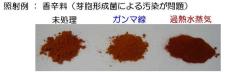
図の説明 左から 微小試験片測定用陽電子消滅寿命測定系 PIXEによるステンレス中の元素分析の例 ERDAによるスト合金表面の水素分布評価

放射能、放射線を用いて、物質や生物の中の様子を様々な測定手法を用いて知ることが出来ます。古くは、X線を用いたレントゲン撮影に始まり、CT や PET 等での診断技術が開発されており、中性子ラジオグラフィなどの放射線画像測定法による非破壊検査への応用、その検出器の開発やデジタル信号処理に関する研究を行っています。

また、自然レベル以下の極微量の放射線測定法や、イオンビーム加速器を用いた元素分析、中性子放射化分析法や蛍光X線法を用いて、環境物質や高純度材料中の不純物分析などを行っています。近年では、Na-22 などの陽電子を放出する放射性物質を利用して、材料中の格子欠陥構造を評価する「陽電子消滅測定法」を用いた研究が行われています。

生物への放射線影響





生物に対して量子放射線を照射することでおこるDNA塩基の化学変化や、DNA鎖の切断などの放射線影響について研究しています。発がん、老化や、突然変異の仕組みを分子レベルで解明し、さらに有用生物の利用、有害生物の制御に取り組んでいます。

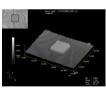
特に、量子放射線による滅菌、殺菌について幅広く研究が行われており、現在は、 芽胞やカビ胞子に対する放射線の作用メカニズムについて、その作用要因の追求を 行っています。また、それら基礎的知見をもとに、他の処理との併用による最適な処 理条件の導出を図ります。さらに量子放射線による殺菌メカニズムの解析を通じて 生物の環境ストレスの防御機構に迫ろうとしています。

高性能電子デバイスの開発









図の説明 左から 耐放射線性の撮像管の開発 クリーンルームに設置されたEB描画装置 次世代光デバイスの開発 Bi系酸化物高温超伝導体単結晶の3次元

福島第一原子力発電所事故の収束に向けて様々な試みが行われています。その中で、遠隔操作のロボットやカメラなどの電子デバイスの耐放射線性が問題となっており、素子単位に加えてデバイス全体の信頼性確率が急務となっています。高線量率のCo-60線源を利用した電子デバイス全体の照射、炉心環境を模擬した水中での照射などの研究が行われています。

また、国内大学最高峰のClass10までを備えたクリーンルーム設備と、様々な成膜装置、微細加工装置により、極めて清浄な環境での半導体作成と加工を行う事が出来、これにより、次世代光デバイスの開発などを行っています。さらに、作成したデバイスに対して量子放射線照射、物性評価を放射線研究センターの中だけで完結することが出来ます。

放射線研究センターのγ線照射装置

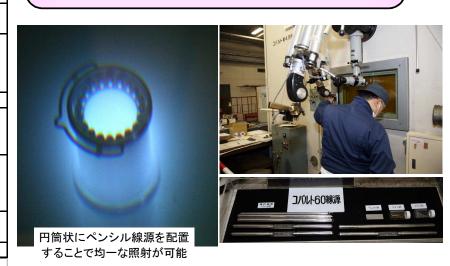
日本国内における研究用ガン					
+/ =⊓.	線源強度	最大線量率	4+ 1 =	四社会	
施設	(TBq)	(Gy/h)	核種	照射室	
土尼京支土党	98	100		第1照射室	
大阪府立大学	79	100		第2照射室	
地域連携研究機構 放射線研究センター	1	1	Co-60	第3照射室	
コバルト60ガンマ線照射施設	1,623	1,000		第4照射室	
コハルト00カンマ級照列地設	1,023	50,000		照射プール	
		5,000	Co-60	コバルト1棟 第1照射室	
独立行政法人	10,453	15,000		コバルト1棟 第2照射室	
日本原子力研究開発機構		5,000		コバルト1棟 第3照射室	
<u>日本原子刀研究開発機構</u> 高 <u>崎量子応用研究所</u> コバルト60照射施設	10,145	15,000		コバルト2棟 第6照射室	
	10,143	5,000		コバルト2棟 第7照射室	
<u> </u>	2,206	30		食品棟 第1照射室	
	2,200	5,000		食品棟 第2照射室	
	179	55		A照射室(6m²)、B照射室	
大阪大学産業科学研究所 附属放射線実験所	45	14	Co-60	(10m ²)および貯蔵兼照射用	
コバルト60ガンマ線照射装置	45	14	00 00	プール。線量率は距離1mで	
コハルトOUハノマ採职別装直	4	1		の値。	
東京工業大学					
放射線総合センター	94	6.704	Co-60	12本のペンシル線源を円筒	
コバルト照射施設		3,701	00 00	状に配置	
,					
京都大学原子炉実験所 コバルト60 ガンマ線照射装置	140	12,271	Co-60	照射室は30 m ² 程度1室	
国立研究開発法人	121	(公開情報無)	Co-60	大ヶ線源照射室と	
産業技術総合研究所				小γ線源照射室(Co-60	
放射線標準研究グループ	34	(公開情報無)	Cs-137	185GBq以下3個、Cs-137	
<u> ア線照射施設</u>	07	(4)////	03 107	222GBq以下3個)	
名古屋大学 コバルト60照射室		1,937	Co-60	照射室は1つ	
九州大学					
加速器・ビーム応用科学センター	34	2,447	Co-60	照射室は1つ	
コバルト60ガンマ線照射装置					
長崎大学					
先導生命科学研究支援センター	148				
アイソトープ実験施設	(基準日不明)		Cs-137	照射室は1つ	
ガンマ線照射装置	1,2,7,7,7,7				
<u></u> 国立研究開発法人				ガンマーフィールド(半径	
農業生物資源研究放射線育種場	88	(公開情報無)	Co-60	100 mの円形圃場)照射塔	
ガンマフィールド	44	(公開情報無)	55 00	ガンマールーム	
	44	(公用用報無)		// \ \ - \nu - \D	
修开设度,使且实达0.08标识点基础。					

線源強度、線量率は公開情報を基に 2016/4/1 時点の値に補正している。

ただし、JAEA高崎の線量率は放射線利用振興協会のサイトを参照し、減衰補正していない。

日本国内の研究用照射施設と しては最高の線量率を得ることが出来る。

原研高崎に次いで西日本最大で、大学としては群を抜いた 最大の照射施設である。

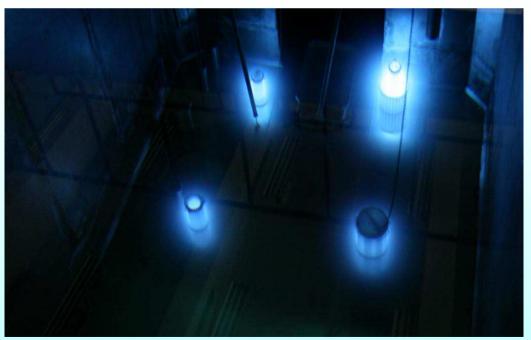


放射線研究センターの Co-60 密封線源









放射線研究センターの電子線加速器

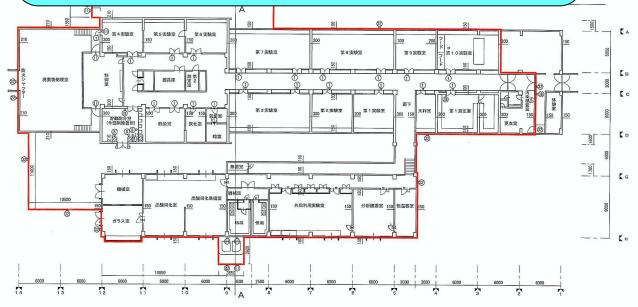








多数の実験室を備える広大な 非密封RI取扱実験室



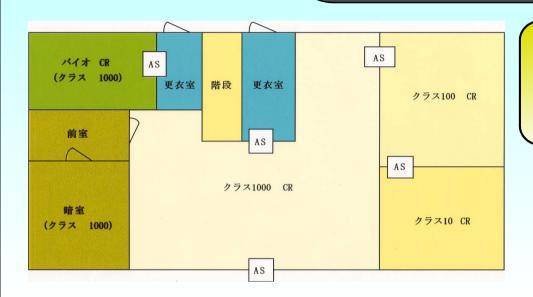
図面3-1 放射化学実験棟 1階平面図 1:356 (変更後)



放射化学実験棟 非密封放射性同位元素 取扱室一覧

室名	床面積 (m²)	室の容積 (m³)
第1測定室	59	158. 2
天秤室	18	48. 6
第1実験室	36	97. 2
第2実験室	36	97. 2
第3実験室	72	194. 4
第4実験室	30	66
第5実験室	30	66
第6実験室	36	79. 2
第7実験室	72	194. 4
第8実験室	72	194. 4
第9実験室	36	97. 2
第10実験室	54	145. 8
殺菌室	6	16. 2
暗室	9	24. 3
灰化窒	15	40. 5
除染室	30	66
合計	611	1585. 6

放射線研究センターのクリーンルーム

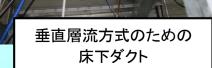


国内の大学では最高レベルの クラス10 の清浄度のクリーンルーム









放射線研究センターのクリーンルーム

クラス1000

FIB装置 日立ハイテクノロジー FB-2100 イオンミリング装置 ナノサーチ顕微鏡 オリンパス ALS3500 レーザ膜製造装置 日本真空 ULP-1000 有機金属気相成長装置 EMC 高真空蒸着装置 日本真空 EX-200 超高真空蒸着装置 コスモトロン CT-2000 スパッタリング装置 バキュームプロダクツ SF-100 真空蒸着装置 富士理研 FVS-400S 光スペクトラム・アナライザ アドバンテスト Q8381A アニール炉 京都タカオシン製 THC-1型 SIC薄膜製造装置 GaN薄膜製造装置

クラス100 分子線成長装置 エピクエスト RC-2100

クラス10

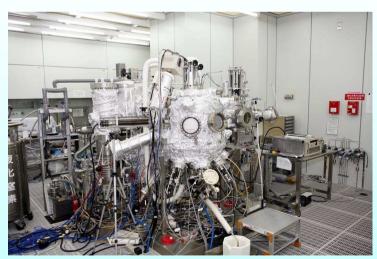
EB描画装置 エリオニクス ELS-7500EXI マスクアライナー SUSS MJB4 マスクアライナー ミカサ M-2Li ウェッジボンダー マーペットエンタープライズ社 MEI 1204W-JA プラズマリアクター ヤマト科学 PR31 表面段差計 日本真空 DEKTAK3ST セミコンダクターワークベンチ ソニーテクトロ 372型



FIB装置



EB描画装置



分子線成長装置



高真空蒸着装置

放射線利用の学術分野で どのような需要があるのか?

様々な分野での放射線応用の経済規模は、 エネルギー利用(原子力発電)と同程度の巨大な産業

エネルギー 4.1兆円 4.7兆円

エネルギー以外 2005年実績。H19内閣府委託事業 放射線利用の経済規模に関する調査報告書より

工業利用

材料改質、微細加工、 非破壊検査、元素分析 農業利用

品種改良、食品照射

医療(診断、治療)

レントゲン撮影、CT、PET ガンマ線・重粒子線治療、BNCT

滅菌

手術器具、医薬品原料、 食品包装材

年代測定

C-14 年代測定法など による考古学・文化財 の評価

H24 内閣府「放射線利用の現状と今後のあり方」にくわしくまとめられている

工業材料の性質の改良

工業





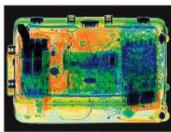
放射線照射により、ラジアルタイヤの耐久性やエンジンルームに使われる 配線コードの耐熱性が向上する。

放射線照射により、ゴムやプラスチックなどの高分子材料の構造が 弾力性や耐熱性の高いものに変化します。放射線照射によって、 材料の分子間に網目状の「橋かけ」ができるからです。

非破壊検査

工業





西/648/H #-_丁號

放射線は空港での手荷物検査などの非破壊検査に使われる。

放射線の物質を透過する性質を利用することにより、モノを破壊することなく(非破壊)、モノの内部を調べることができます。

品種改良

農業



放射線照射により形や色が異なる新品種の花ができる。



放射線照射により黒斑病に強いゴールドニ十世紀ナシが誕生した。

放射線照射により農作物の遺伝子を改良して、新しい品種を作ることができます。

食品照射:ジャガイモの発芽防止



放射線照射したジャガイモ は発芽しない



発芽したジャガイモは有毒 物質(ソラニン)を含む

放射線はジャガイモの芽の細胞分裂を止める作用があります。 放射線の発芽防止作用によって、ジャガイモの長期保存が 可能になります。

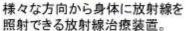
病気の診断

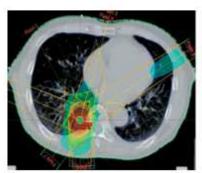
身体にX線を照射し、透過したX線の強弱をコンピューターで処理することにより、身体内部の鮮明な透視画像が得られる。

放射線による身体の透視写真は、怪我や病気の診断に革新的 な進展をもたらしました。

病気の治療:がんの放射線療法







複数の方向から照射することにより 病巣に放射線を集中させる。

放射線には細胞を殺す作用があります。この作用を上手に利用する とがん組織を切らずに治すことが可能になります。これをがんの放射 線療法といいます。

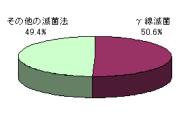
医療用具の滅菌





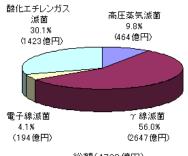
放射線は、投薬びん、注射器、チューブ等の各種医療用具の滅菌に利用される。

放射線を用いると、密封した状態で均一に滅菌でき、有害な残留物はありません。また、多量の製品を連続して処理することができ、効果は半永久的に持続するなどの特徴があります。



滅菌医療用具等の総体積(60万m³)

1997年



総額(4728億円)

1999年

わが国の滅菌医療用具に占める滅菌法の割合

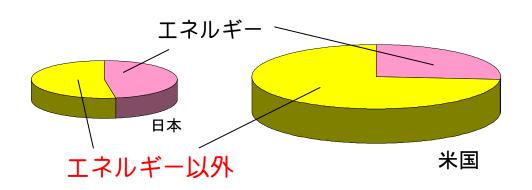
[出典]東京都立産業技術研究所(編): 滅菌医療用具の市場動向と滅菌バリデーション(2000年3月)、p127

平成9年(1997年)

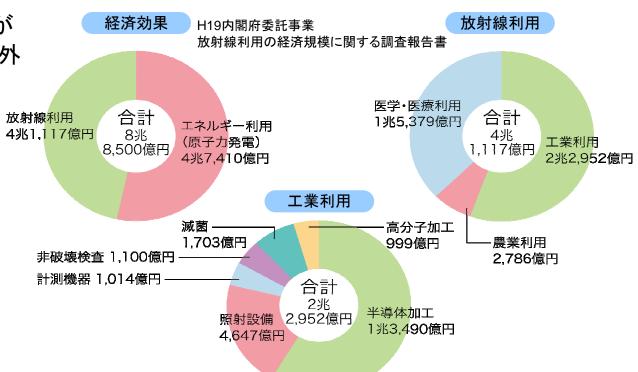
平成11年度科技庁委託事業 「放射線利用の国民生活に与える影響 に関する研究」報告書



日本は食品への照射が ジャガイモの芽止め以外 認められていない



平成17年(2005年)



福島第一原子力発電所事故収束へ技術開発の必要性

放射線が物性に及ぼす 影響の評価



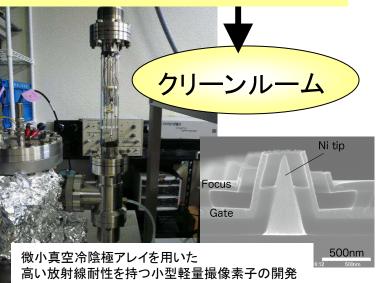
非密封RI取扱施設

放射性核種の 化学的挙動の研究



Co-60 照射施設

高線量率の放射線環境に 耐えうる電子デバイスの開発



炉内環境を模擬した高線量率の 水中での機器開発



日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所コバルト60 照射施設と、 本センターとの役割分担について



項目	大阪府立大学 放射線研究センター	日本原子力機構 高崎量子応用研究所		
Co-60 数量	1.8 PBq	22.8 PBq		
最大線量率	50 kGy/h	15 kGy/h		
プール照射	0	×		
立地	大阪府堺市 多数の大学との ネットワーク	群馬県高崎市		
その他の施設	非密封RI取扱施設 クリーンルーム	4台のイオン加速器 大電流電子線加速器		
背景	公立大学法人 基礎研究·人材育成	国立研究開発法人 産業応用		

高崎量子応用研究所の2014年度実験計画申込42件中、25件が研究所員 単独、17件が共同研究(12件は東日本の研究者) 残りの5件のうち3件は本学からの

本センターは西日本の拠点として放射線利用者をカバーする



関西近隣の量子放射線関連

共同利用施設

京都大学 放射実験室

- 3台のイオン加速器、1台の電子加速器
- •非密封RI•核燃料取扱施設

京都大学 エネルギー理工学研究所

- ・ヘリトリオンJ (核融合プラズマ実験装置)
- DuET(複合ビーム材料照射装置)
- ・MUSTER (マルチスケール材料評価基盤設備) 最新型電子顕微鏡、材料評価装置群

京都大学 原子炉実験所

- ·KUR(研究用原子炉)
- ·KUCA(臨界集合体実験装置)
- •KURRI-LINAC(パルス中性子発生装置)
- -Co-60ガンマ線発生装置(140 TBq)
- ·非密封RI·核燃料取扱施設

近畿大学 原子力研究所

- ·UTR-KINKI(1W極低出力炉)
- •非密封RI取扱施設

神戸大学 海事科学研究科

・タンデム型イオンビーム加速器

大阪大学 産業科学研究所 付属放射線実験所

- -Co-60ガンマ線発生装置(228 TBg)
- ・極超短パルス放射線発生装置(電子ライナック)
- •150MeV S-バンド電子ライナック

基礎研究・人材育成を志向した共同利用拠点体制

- 大学院教育(H25年度から工学研究科 量子放射線系専攻新設)
- ・文部科学省 国際原子力人材育成イニシアティブ事業 (H24-26) 「地域に根付いた放射線施設活用による関西連携指導者人材育成」

→S評価

- ・文部科学省 国際原子力人材育成イニシアティブ事業(H27-30)「大規模放射線施設を利用した人材育成」採択
- ・堺市・大阪府立大学産学官連携人材育成等事業(H27~) 「放射線施設活用による地域指導者人材育成」

S58 年から33年間にわたり、 述べ50万人以上の一般市 民に知識普及活動を実施

・「みんなのくらしと放射線展」での「ハイスクール放射線サマークラス」ほか、 施設見学、出前授業などの高大連携



共同利用・共同研究の参加者に対する支援としての実験スペース、セミナー室、宿泊施設について











立地条件

- •堺市中心部に近く、交通の便も良い。
- ●堺市内、大阪府内の複数のホテルと契約しており、 割引価格で宿泊可能



具体的な研究成果の発信方法について

- > 共同利用成果報告会、成果報告書の発行
- ▶ 大阪ニュークリアサイエンス協会のシンポジウム、日本原子力学会などの学会においてのプロジェクトとしての成果発表
- ▶ 「みんなのくらしと放射線展」などのオープンスクールにおける一般市民への分かりやすい情報公開

H19年度日本原子力学会関西支部賞 功績賞受賞

S58 年から33年間にわたり、 述べ50万人以上の一般市 民に知識普及活動を実施



