

ライフサイエンス分野における放射性核種(RI)の 利用研究～製造法の開発から応用研究まで～

日本原子力研究開発機構
量子ビーム応用研究部門
ポジトロンイメージング動態解析研究グループ
石岡 典子

量子ビームテクノロジー

豊かな国民生活への貢献

安全・安心な社会の実現

産業の国際競争力の維持強化

国際社会におけるリーダーシップの発揮

量子ビーム利用の普及、新産業の創出

ライフサイエンス

環境・エネルギー

ナノテク・材料

情報通信

21世紀の科学技術のベース

量子ビーム

ミュオン

放射光

光量子

中間子

中性子

電子線

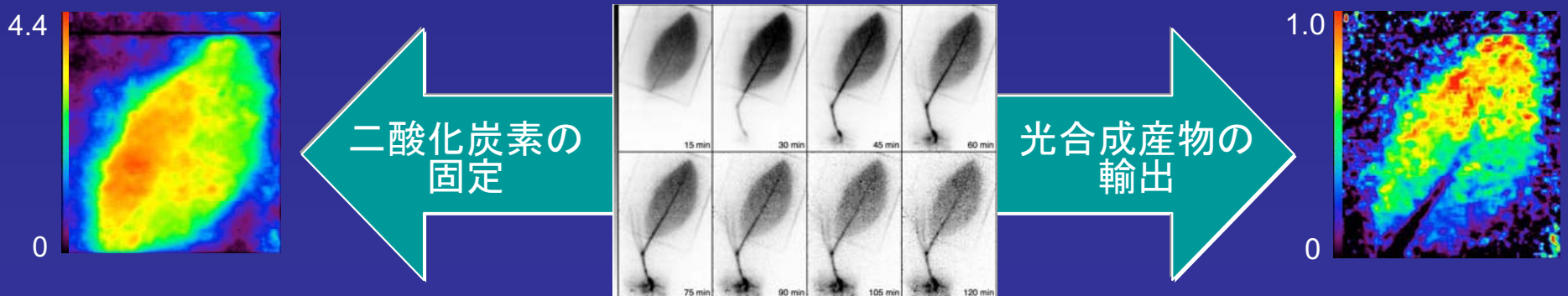
γ線

イオン
ビーム

研究炉、Co線源、
加速器、先進的レーザー光源等

我々が目指していること...

- 放射性核種 (RI) 利用の普及
- 新規利用分野の開拓
 - 医学 (核医学)
 - がんの診断・治療
 - 農学 (植物生理学)
 - 植物体内における物質挙動と機能解析



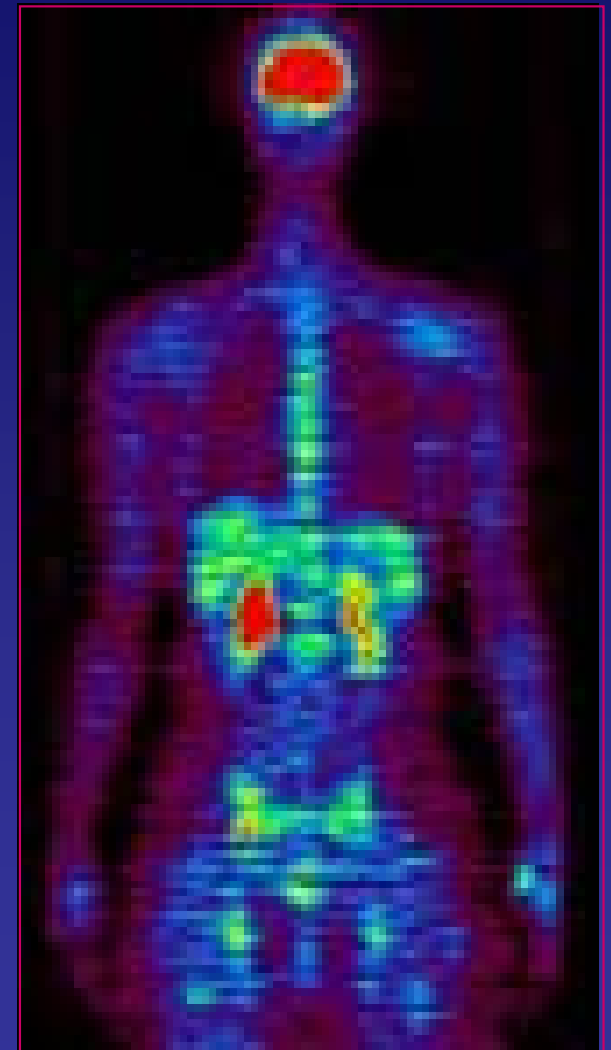
$^{11}\text{CO}_2$ トレーサを用いたイメージングによる機能解析

RIによる診断と治療



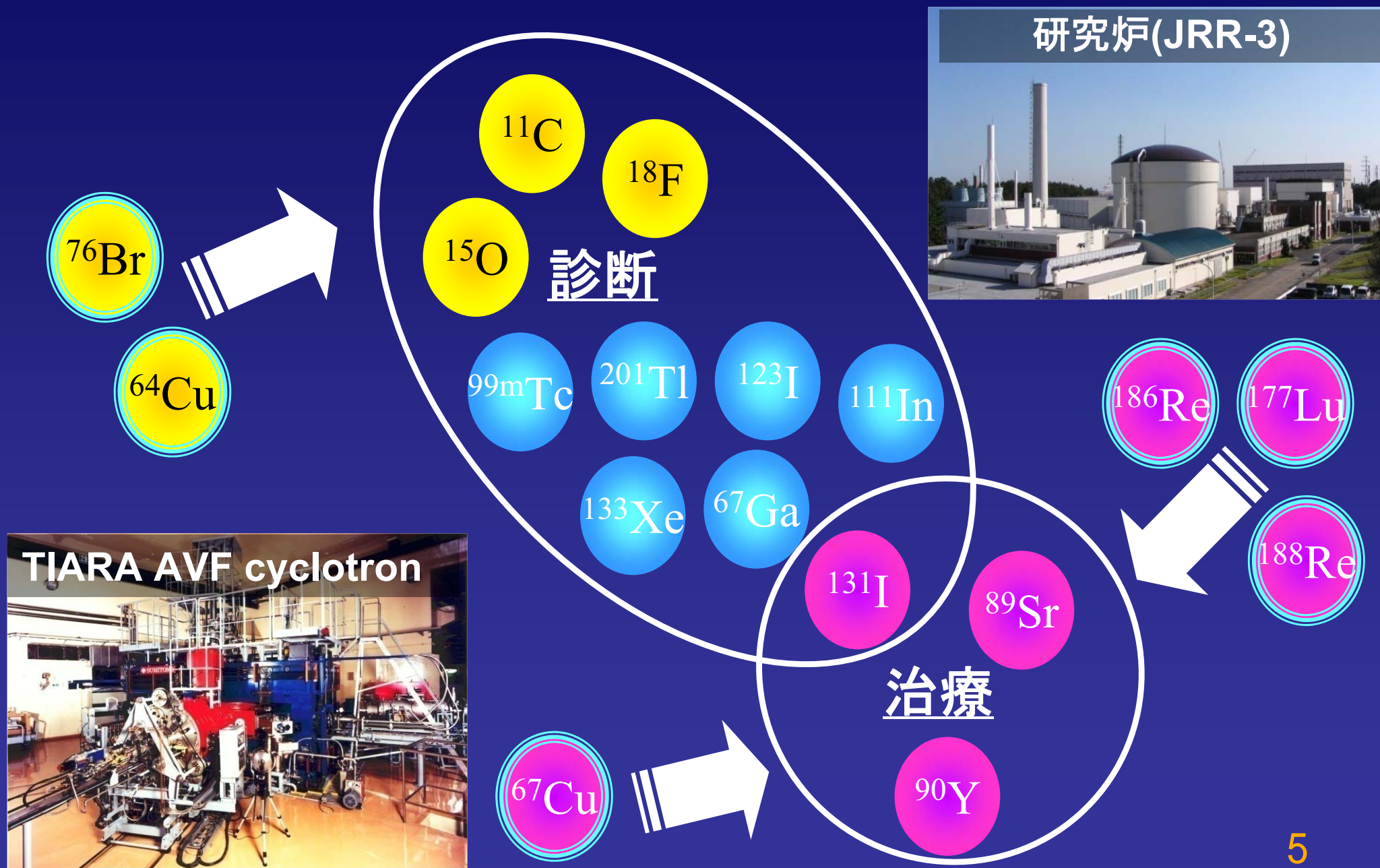
腫瘍の縮小、消失等

画像診断

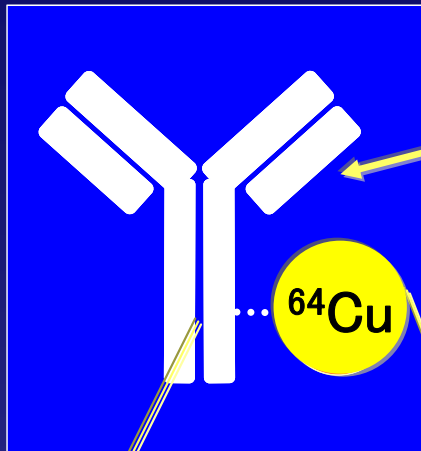


PET: ポジトロン断層撮像法⁴

診断・治療の多様化を実現する新規RIの開発

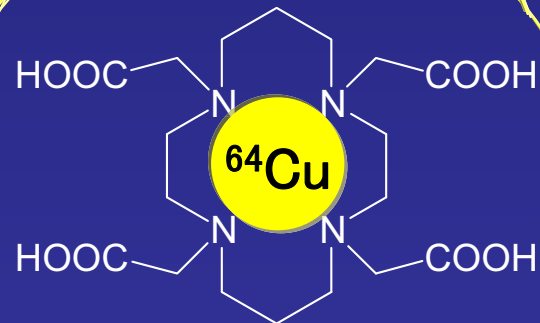


^{64}Cu -標識抗体による担癌マウスイメージング



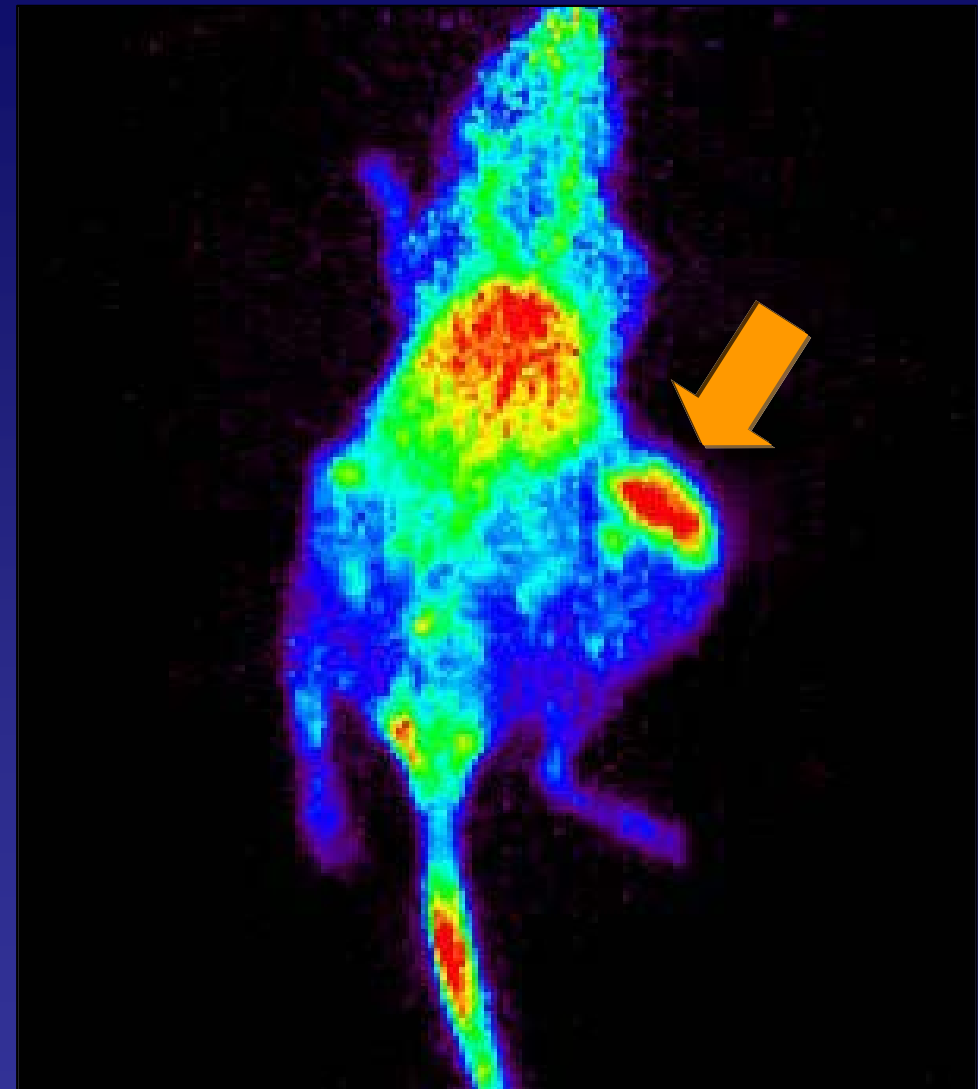
抗CD20
モノクローナル抗体
(NuB2)

^{64}Cu -TETA-NuB2を
合成(標識率90%)



1,4,8,11-tetraazacyclotetradecan-
N,N',N'',N'''-tetraacetic acid

(TETA)



ヒトバーキットリンパ腫移植、投与24時間後に撮像

^{64}Cu -TETA-NuB2の腫瘍への明瞭な集積を確認

課題

- RIの安定供給
 - RI生成のための中性子源等の確保(原子炉・加速器)
- 治療用RI開発
 - 本邦での臨床応用へ向けた γ 線放出を伴う β 線RI
- RI利用の推進
 - RI製造から臨床現場を見据えた一貫した研究体制
- 国内外のコミュニティ形成
 - 関連研究機関、企業、コーディネータを含めた継続的な議論の場と情報共有
 - 国際協力・連携
- 人材育成
 - 慢性的な人材不足の解消と多分野からの積極的な参入による活性化(技術の伝承と斬新的な発想の創出)

参考資料

原子力機構における放射線利用 —放射性元素を使用する研究の取組—

平成21年12月25日

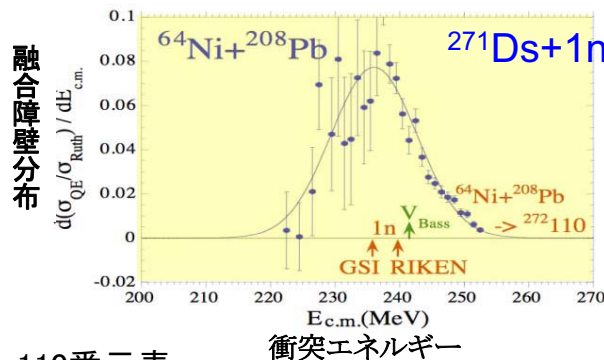
独立行政法人 日本原子力研究開発機構

RI利用研究成果(1)

科学技術分野

超重核合成の融合障壁分布を解明

(利用核種: ^{271}Ds)



タンデム加速器の様々な重イオンビームを標的に衝突させ、超重核を合成する原子核間の融合障壁分布を導出し、相互作用を明らかに

110番元素
Dsの合成



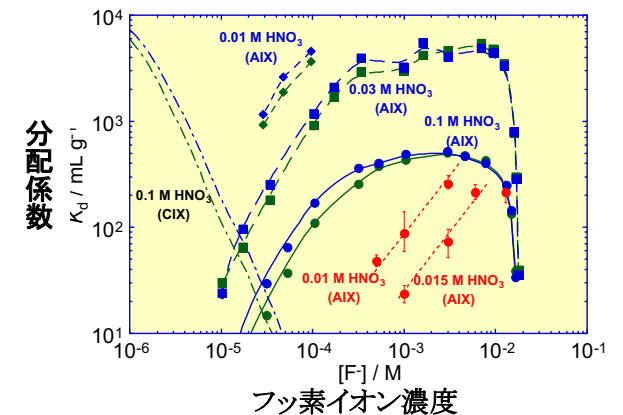
科学技術分野

104番元素ラザホージウム(Rf)の水溶液中での化学種を初めて決定

(利用核種): ^{261}Rf



迅速化学分離装置AIDA

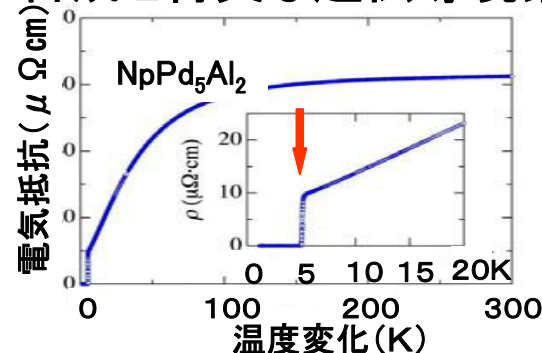
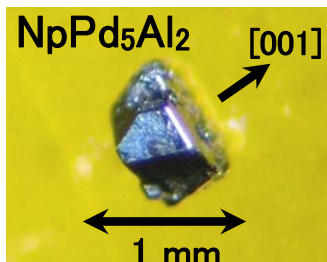


迅速化学分離装置を開発し、フッ化水素酸水溶液中でのRfの溶存化学種を $[\text{RfF}_6]^{2-}$ と決定

科学技術分野

新化合物 NpPd_5Al_2 の合成と特異な超伝導現象の発見

(利用核種: ^{237}Np)



新しい高純度ネプツニウム化合物(NpPd_5Al_2)の単結晶育成に成功し、この化合物が特異な超伝導(5K)を示すことを発見

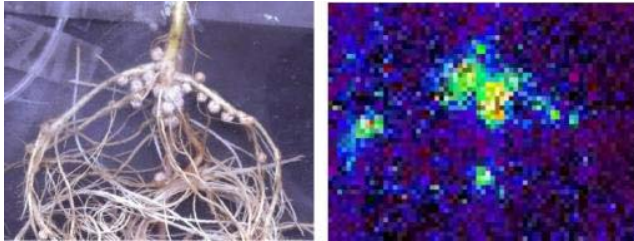
RI利用研究成果(2)

農業分野

ポジトロンイメージングによる植物機能の定量的解析

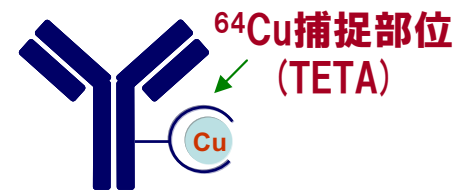
(利用核種: ^{13}N)

^{13}N 標識窒素ガスの迅速な製造・精製・投与法を開発し、共生的窒素固定の画像化に初めて成功
ダイズの根粒が空気中の窒素を固定した様子の可視化

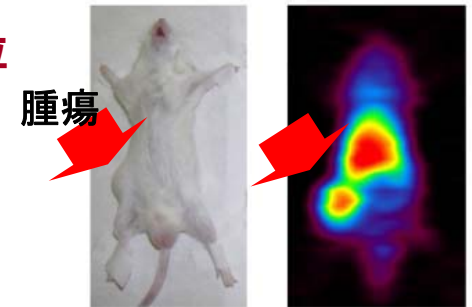


医療分野

新規がん診断・治療用RIの開発 (利用核種: ^{64}Cu)



悪性リンパ腫標的薬剤
(^{64}Cu -TETA-NuB2)

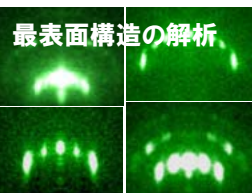


新規薬剤 ^{64}Cu -TETA-NuB2を高収率で合成することに成功、悪性リンパ腫への明瞭な集積を確認

工業分野

高強度陽電子ビーム利用研究

(利用核種: ^{22}Na)



原子レベル構造解析・高精度物性評価

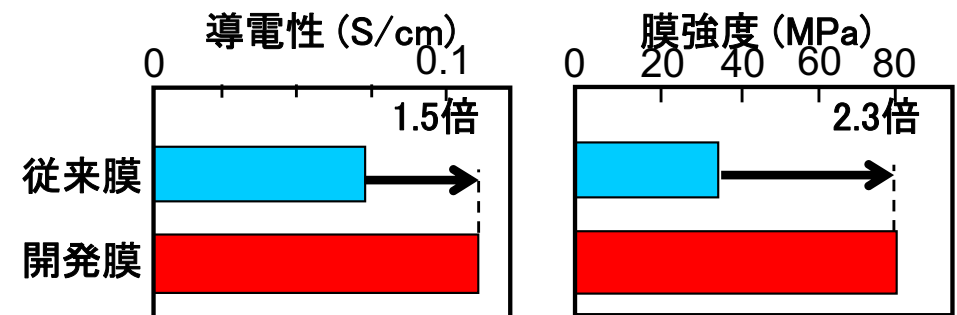
- ・材料表面ナノ物質の高精度な構造解析
- ・材料欠陥の原子レベルでの診断
- ・極微小材料、局所領域の空間分解解析
- ・次世代電子材料の電子状態の解析

水素エネルギー用材料 耐環境材料 高度情報通信用素子

工業分野

燃料電池用高耐久性電解質膜の開発

(利用核種: ^{60}Co)

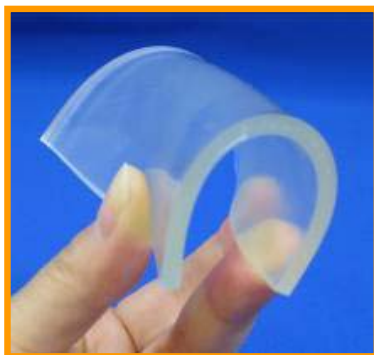


熱・放射線2段グラフト重合技術を創出
80°C、4万時間以上の安定作動を実証(加速試験)

RI利用研究成果(3)

環境・資源分野

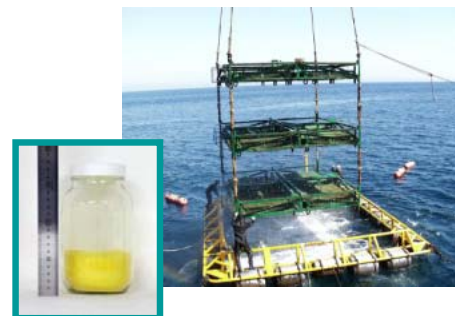
植物由来のカーボンニュートラル材料の開発 (利用核種: ^{60}Co)



電子線やガンマ線を利用して、分子間に橋かけ構造を導入し、曲げて折れない、熱に強い優れた特性を持つ高分子材料の研究開発

環境・資源分野

環境浄化や有用資源回収に有用な 高性能金属捕集材の実現 (利用核種: ^{60}Co)



海水からのウラン捕集

希少金属や有害金属だけを選択的に吸着できる分子を放射線を利用して基材に結合させ、環境浄化や有用資源回収に役立つ高分子材料を開発

医療分野

ガンマ線や電子線を利用した橋かけ技術で ハイドロゲル創傷被覆材の実用化 (利用核種: ^{60}Co)



農業分野

海産資源の放射線加工による植物活力剤 開発 (利用核種: ^{60}Co)



海産資源(かに殻)の有効利用



シクラメンなどの花卉やゴルフ場の芝に有効

• RI利用の目的

- 放射線測定器(サーベイメータ、個人線量計等)の校正及び特性試験
- 放射線測定器、線量測定評価等に関する研究開発

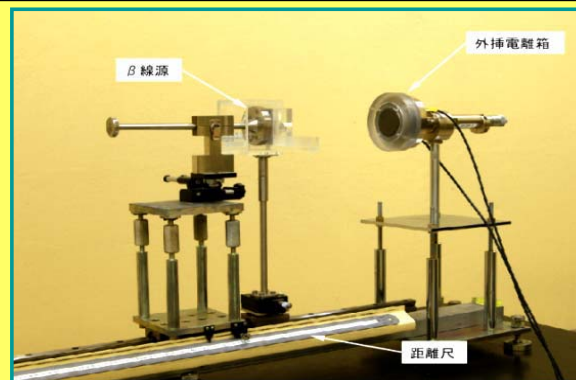
• 使用しているRI

- γ 線、 β 線、中性子線について、エネルギー、線量率の異なる校正・試験を可能とするため、核種と強度の異なる複数の密封線源を使用

放射線	使用している核種	エネルギー範囲	線量率範囲
γ 線	^{241}Am , ^{57}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{60}Co	60keV~1.25MeV	数 $\mu\text{Sv/h}$ ~2.5Sv/h
β 線	^{147}Pm , ^{204}Tl , $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	135keV~2.2MeV	約1~200mSv/h
中性子線	^{252}Cf , $^{241}\text{Am-Be}$	0.025eV~4.4MeV	数 $\mu\text{Sv/h}$ ~6mSv/h



γ 線照射装置による校正



β 線照射(線源:左側)



黒鉛パイル(熱中性子)を用いた校正

- 上記の他、加速器中性子発生用に ^3H ターゲットを、またガスモニタの校正のために気体状RI(^{133}Xe , ^{85}Kr 等)を使用している。

^{60}Co ガンマ線高線量率校正用照射場の構築

目的

放射線滅菌などにおける品質保証手段となる線量計の校正のための標準供給

特長

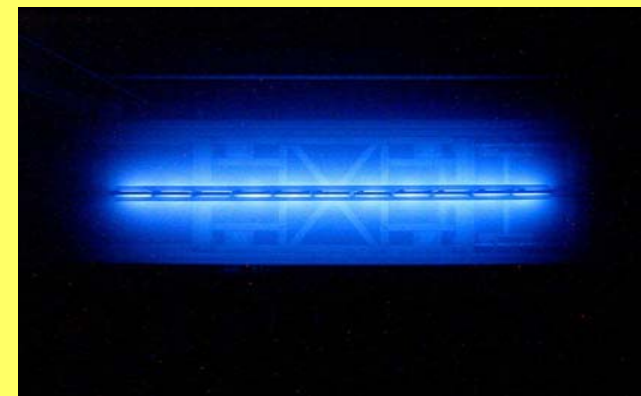
大線量域の放射線標準場候補として日本唯一

用途

国内の線量トレーサビリティ体制の中で工業レベル大線量の放射線標準を供給

エネルギー: 1.17MeVと1.33MeV

線量率範囲: 0.1Gy/h~20kGy/h



コバルト線源



高線量率用電離箱式線量計