



第17回東海フォーラム

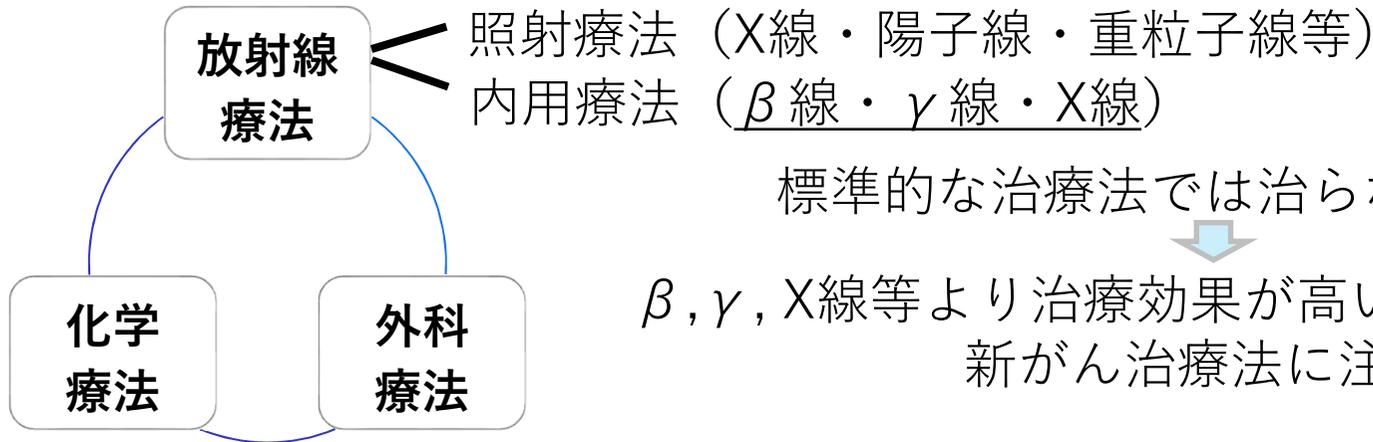
未来へげんき
To the Future / JAEA

医療用放射性同位体分析技術の 実用化研究

原子力科学研究所

瀬川麻里子

現在の標準的ながん治療法



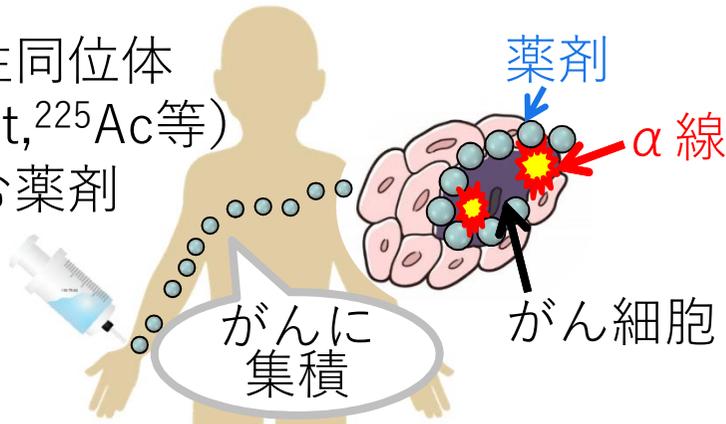
標準的な治療法では治らないがんが存在

β, γ, X線等より治療効果が高い **α線** を利用した
新がん治療法に注目

新がん治療法～α線内用療法～

放射性同位体から飛び出る **α線** で
がん細胞のみ 叩く

放射性同位体
(²¹¹At, ²²⁵Ac等)
を含む薬剤



有効性の実証：α線内用療法による治験



全身に転移

9
カ
月
後



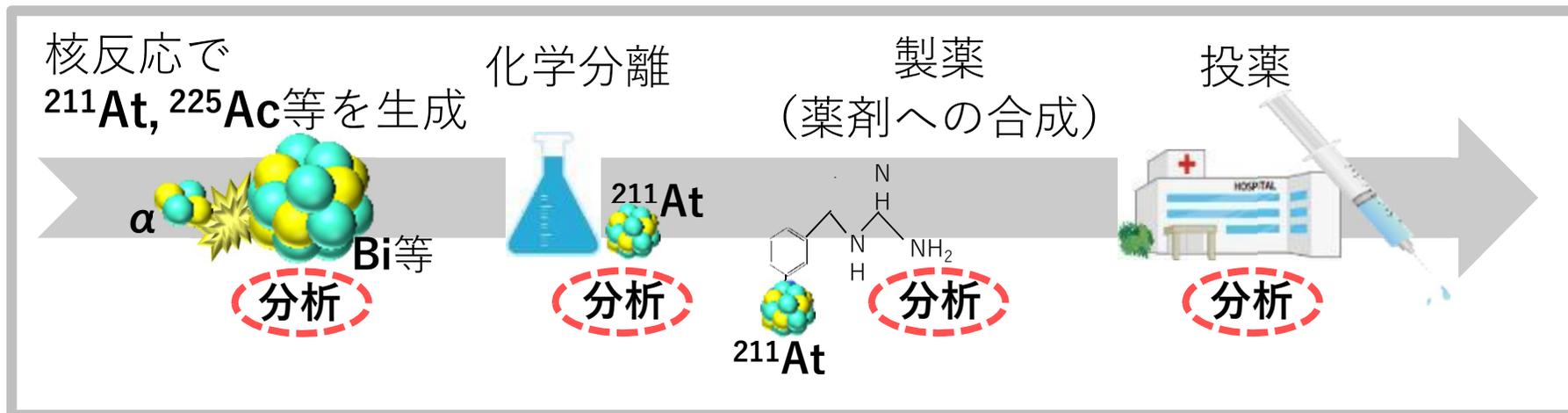
がん消失

- 治療法が確立していない全身がんにも有効
- 他臓器への損傷が低い

実用化が熱望

Kratochwil et.al., J Nucl Med
vol. 57, 1941 (2016)

医療用放射性同位体 供給の流れ



- 化学状態 (化学形) : がん細胞への集積に影響
- 生成量 : 薬剤の効果 (強さ) に影響

がん新療法の実現を阻む問題

- ・ 生成、化学分離、製薬、投薬の**全ての過程**で放射性同位体の**化学状態 (化学形) ・ 生成量分析 (精度 5 % 以下)** が必要
- ・ 医療用放射性同位体は**数時間～数日**で無くなる

がん新療法の実現には、**短時間**で**生成量・化学形**を**高精度分析**する**技術**が必要

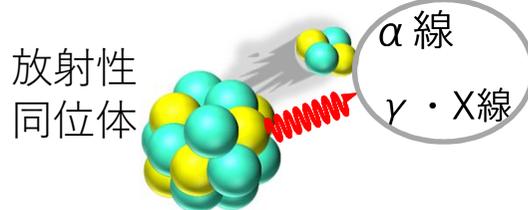
従来技術

化学形と生成量は**別測定**

化学形

写真板 (IP) と
薄層クロマトグラフィ (TLC)
による分析法 (**IP-TLC**) で導出

IP 放射線を選別せず検出



TLC 化学形毎に分離



生成量

半導体Si検出器等を利用し
生成量を導出

課題

短時間かつ実用的に
利用できない

①分析に**時間**がかかる
放射線に対し**低感度**
(長時間の撮像が必要)

②**分析できない化学形**がある
 γ ・X線も検出
(γ ・X線を出す
不純物が妨害)

③分析に**手間**がかかる
化学形・生成量は
別装置で測定

④**広い**作業スペースが
必要
多種の**大型装置**を利用
人・物の移動が発生
(必要スペース > 2m²)

方針

新技術の開発方針

1. **短時間化**

+

2. **全化学形・
生成量同時測定**

+

3. **省スペース化**

開発方針（短時間化・省スペース化）

1. 短時間化

+

2. 全化学形・生成量同時測定

+

3. 省スペース化

従来技術 IP-TLCの課題

- 放射線への感度が低く、長時間撮像が必要
- 広い作業スペースが必要

解決策

高感度化

高速化

最適化

新技術

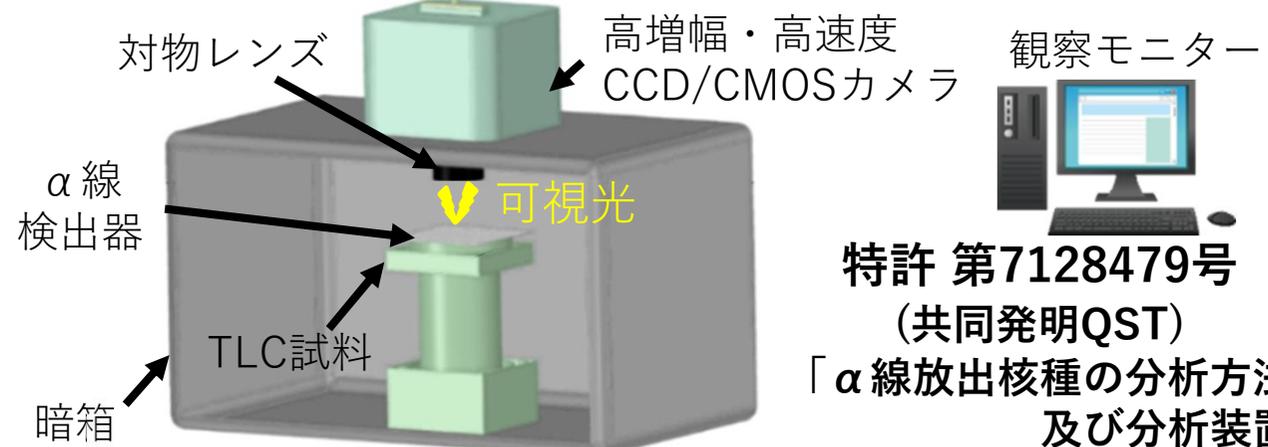
α 線のみを高感度で検出

高増幅・高速度カメラ

装置を統一し小型化

高峻別 + 高感度 + 高速分析が可能な省スペースの撮像システムを開発

撮像システム概要図



開発方針（全化学形・生成量同時測定）

1. 短時間化

+

2. 全化学形・生成量同時測定

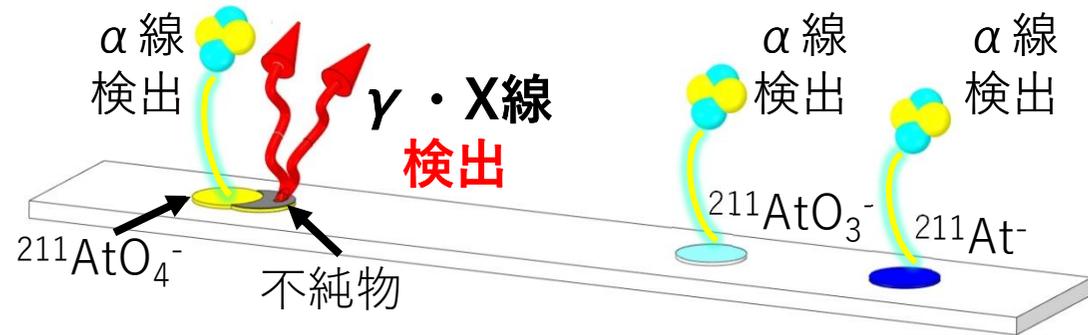
+

3. 省スペース化

従来技術
IP-TLCの課題

γ ・X線を出す不純物の妨害で
全化学形の分析が不可

IP-TLC



新技術

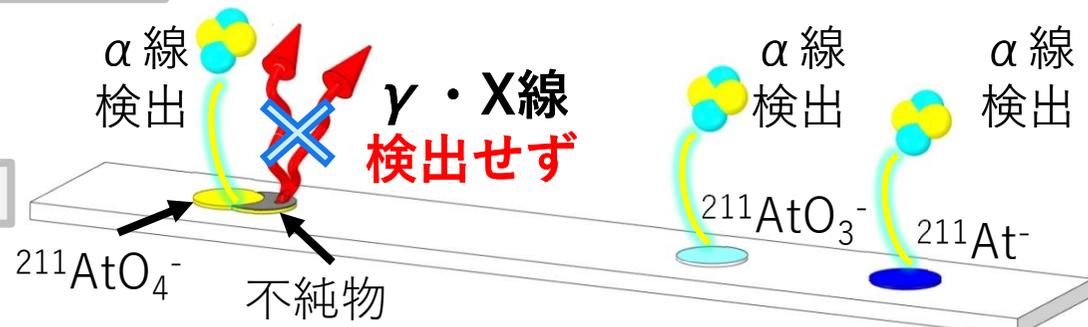
α -TLCイメージング

TLCで化学形毎に自動分離し、
 ^{211}At から放出される α 線のみ検出
→不純物の妨害なく、全化学形を分析

α イメージング

+

TLC



成果1 短時間化

1. 短時間化

+

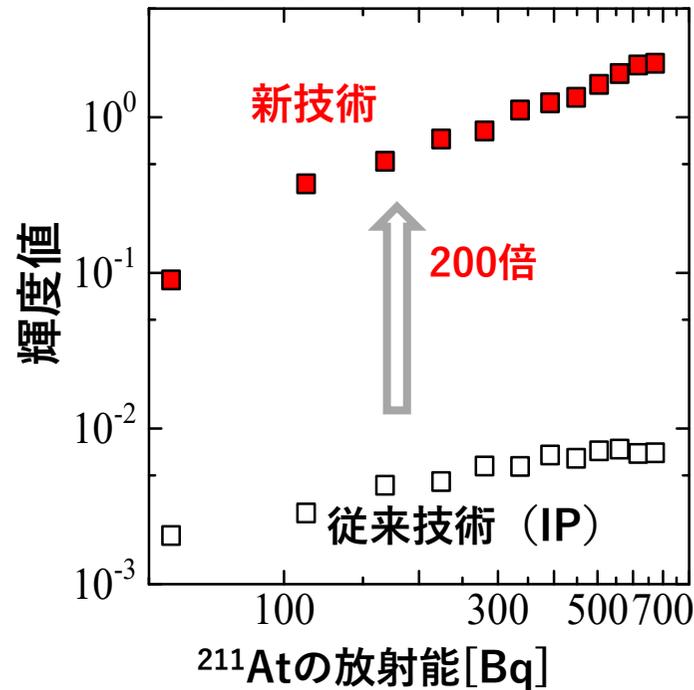
2. 全化学形・生成量同時測定

+

3. 省スペース化

測定時間を1/40に **短縮**

従来技術との感度比較



放射性同位体がなくなる時間*

(*半減期: ^{211}At では7.2時間)

に対し、十分に**短い時間**での**分析**が可能

成果2-1 全化学形測定

1. 短時間化

+

2. 全化学形・生成量同時測定

α -TLCイメージングで
全化学形の可視化を達成

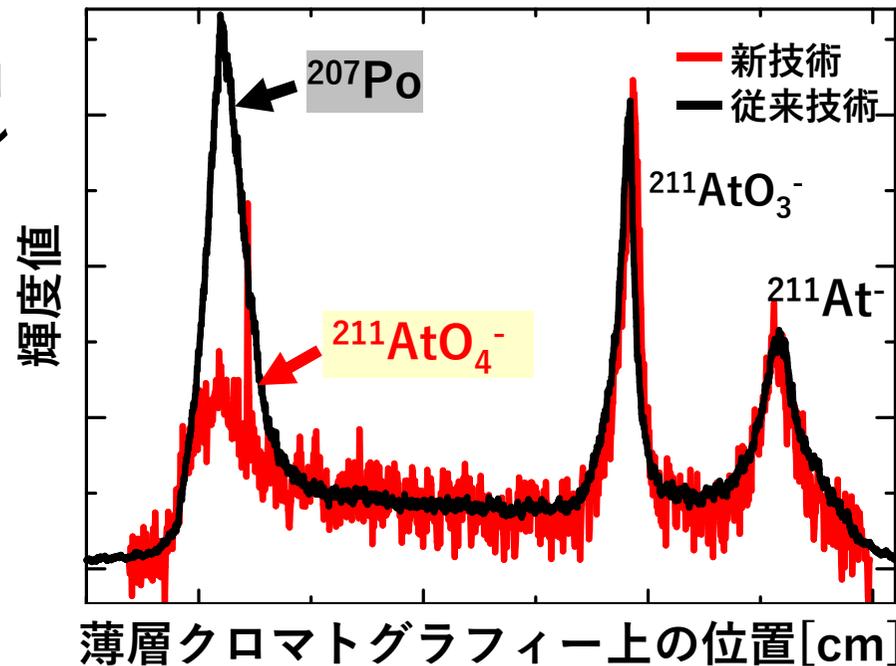
+

3. 省スペース化

TLC可視化結果
従来技術 (IP) 
 ^{207}Po のX線による妨害 \rightarrow $^{211}\text{AtO}_4^-$ 分析不可

TLC可視化結果
新技術 
 $^{211}\text{AtO}_4^-$ も分析可 \rightarrow 全化学形の分析が可能

輝度プロファイル
の比較



成果2-2 生成量測定

1. 短時間化

+

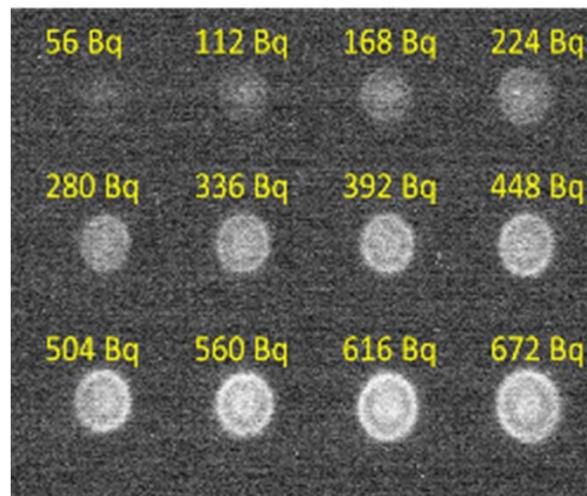
2. 全化学形・ 生成量同時測定

α -TLCイメージングで
生成量の測定を実現

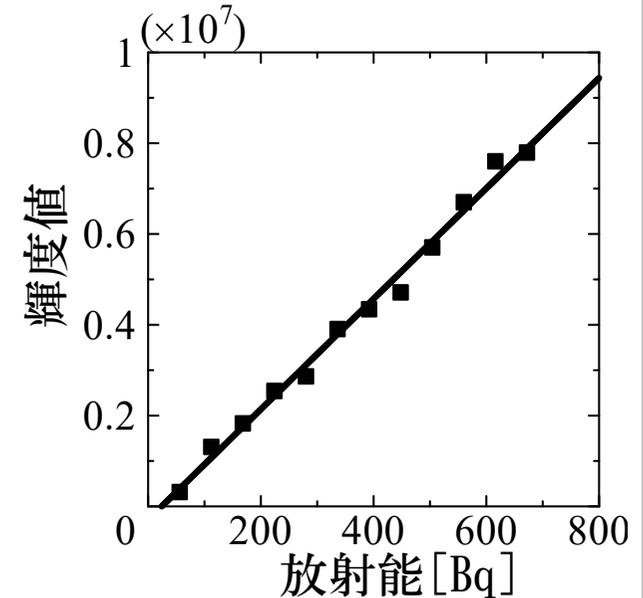
+

3. 省スペース化

^{211}At 可視化画像



放射能と輝度値の関係



高精度測定が可能 (誤差3%以下)

生成量の高精度測定を実現

成果3 省スペース

1. 短時間化

+

2. 全化学形・生成量同時測定

+

3. 省スペース化

装置（スペース）の大小比較

従来技術

>>

新技術

多種類の大きな装置

1台で分析が完結

製作した試作機



化学形分析装置

大型のIP読取機 > 1m²



生成量分析装置

Si検出器等



必要スペース > 2m²

→ 人や物の移動が必要

試作機底面：20 cm x 20 cm

→ 移動なしで分析可能

実用可能な大きさを実現

まとめ

短時間かつ省スペースで全化学形・生成量を同時に分析可能な
α-TLCイメージング技術を確立

新技術の効果

- ・ 短時間化
 - ・ 全化学形と生成量の同時分析
 - ・ 省スペース化
- 
- ・ 貴重な**薬剤**の**損失**を**低減化**
 - ・ 余計な手間削減による**高い実用性**
 - ・ 作業者の被ばく**リスク低減化**

社会実装に向けた今後のスケジュール

- ・ 2021年 **試験運用開始**：国内拠点 大阪大学、QST、福島県立医大
- ・ 2022年 **国内企業**と製品化に向けた**契約**（実施許諾契約）を締結
- ・ 2023年 国内拠点へ製品の**社会実装**を予定