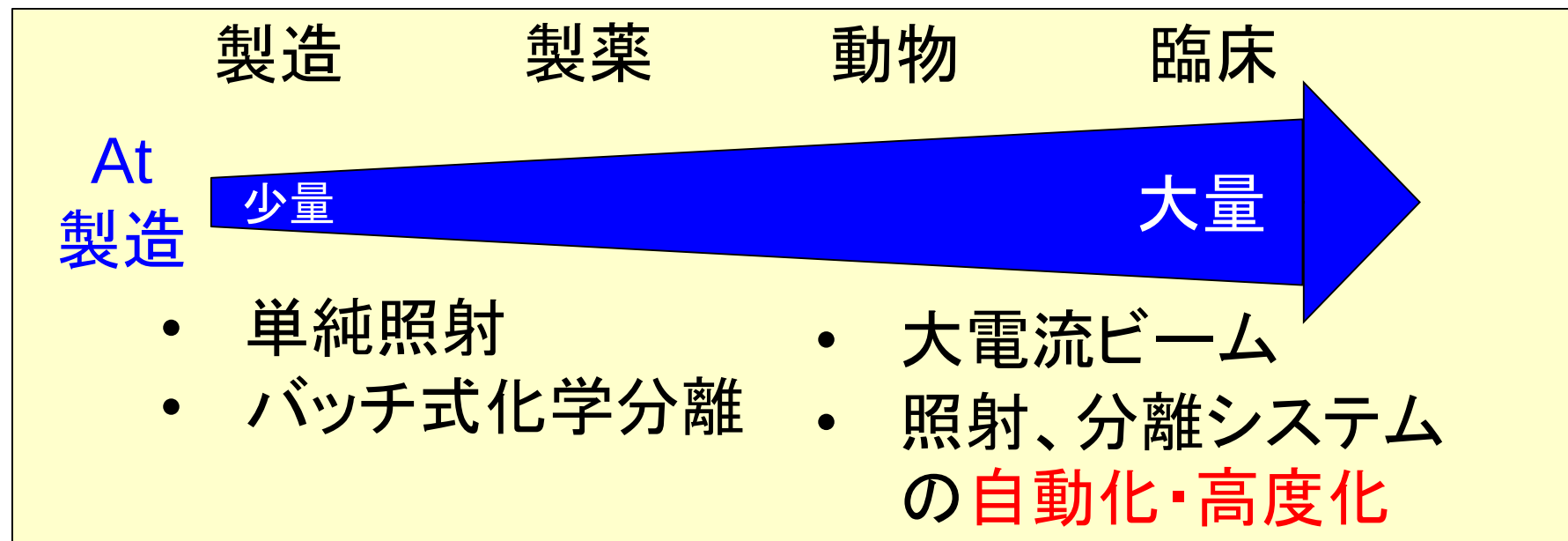


RI製造、オンライン化学分離技術

日本原子力研究開発機構
先端基礎研究センター
重元素核科学研究グループ
豊嶋厚史

はじめに

核化学の役割: RI製造、分離精製研究

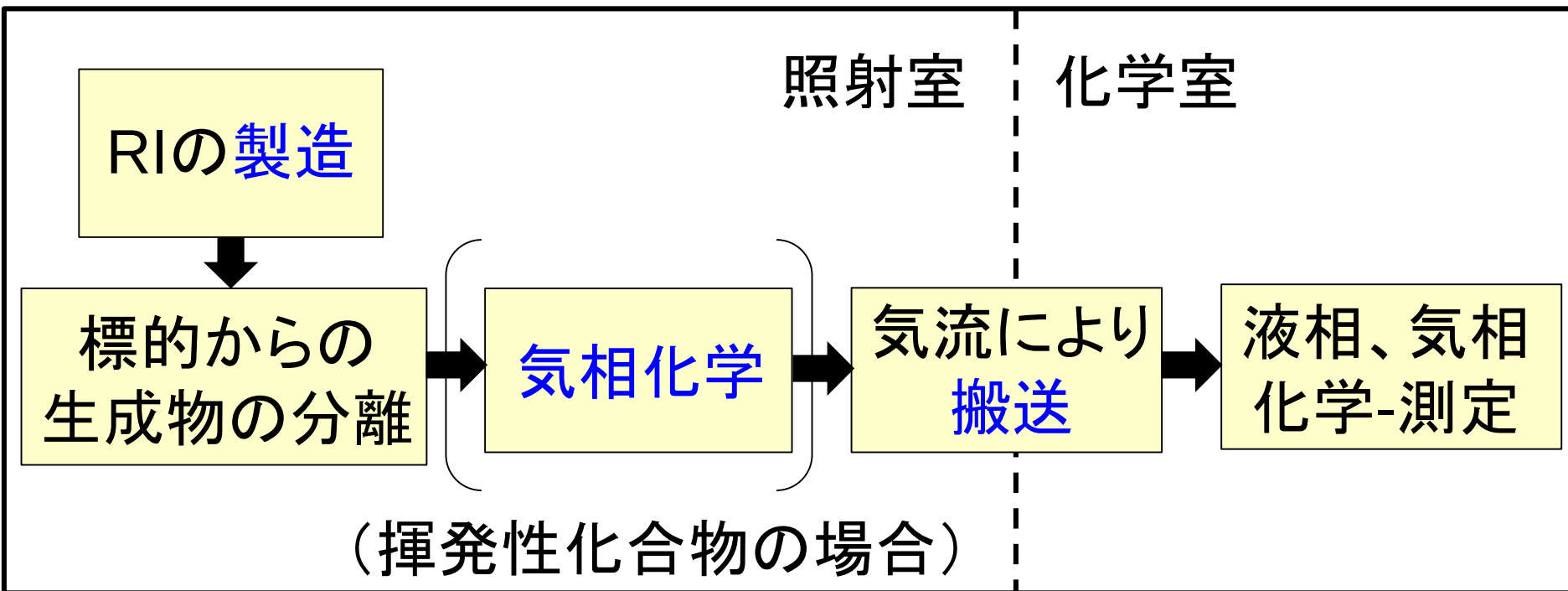


超重元素の(核)化学研究

オンライン化学: 加速器を用いてRIを製造しながら、連続的に自動で化学分離を行う。

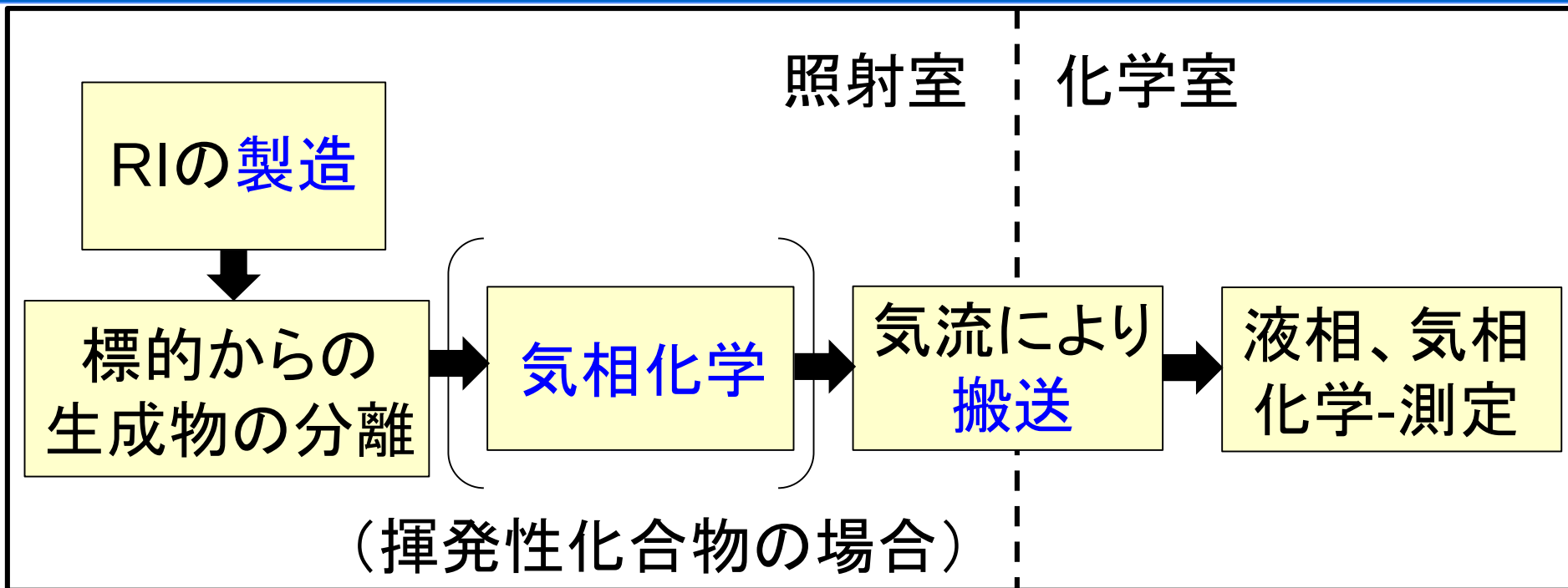
- ➔ At製造分離に応用し、システムの高度化の達成
- ➔ 被ばくの低減、操作の簡便化

オンライン化学分離スキーム



- 照射装置
- 標的から生成物の分離
 - 反跳分離
 - 拡散/蒸留分離
- 気相分離化学装置
- 溶解装置

反跳分離法



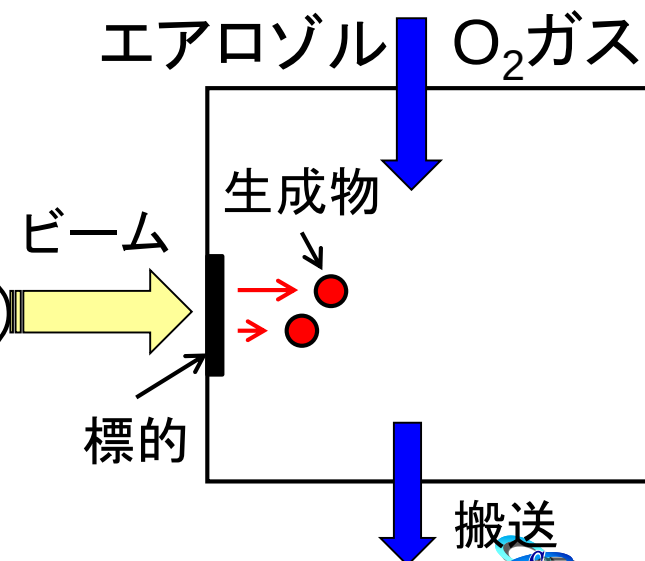
反跳分離法

○非常に早く標的から取り出せる。

× 薄い標的しか適用できない

(厚い標的だと表面からのみ飛び出す)

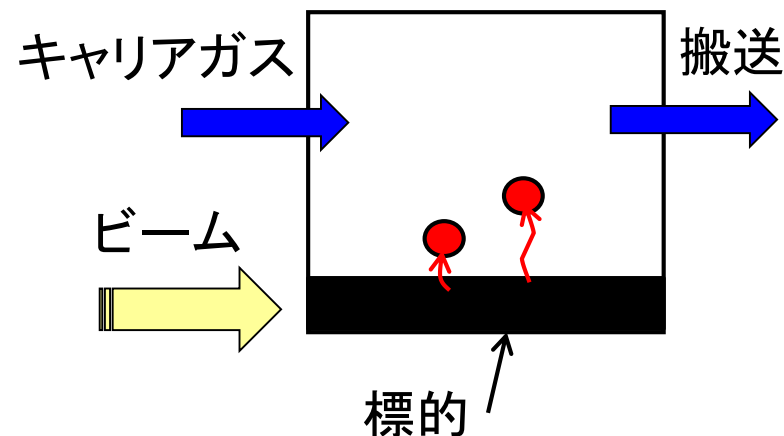
→ 大量製造には不向き



気相化学分離法

	融点 / °C	沸点 / °C
Pb	327	1749
PbO	886	1470
Bi	292	1564
Bi ₂ O ₃	817	1890
Po	254	962
At	302	337

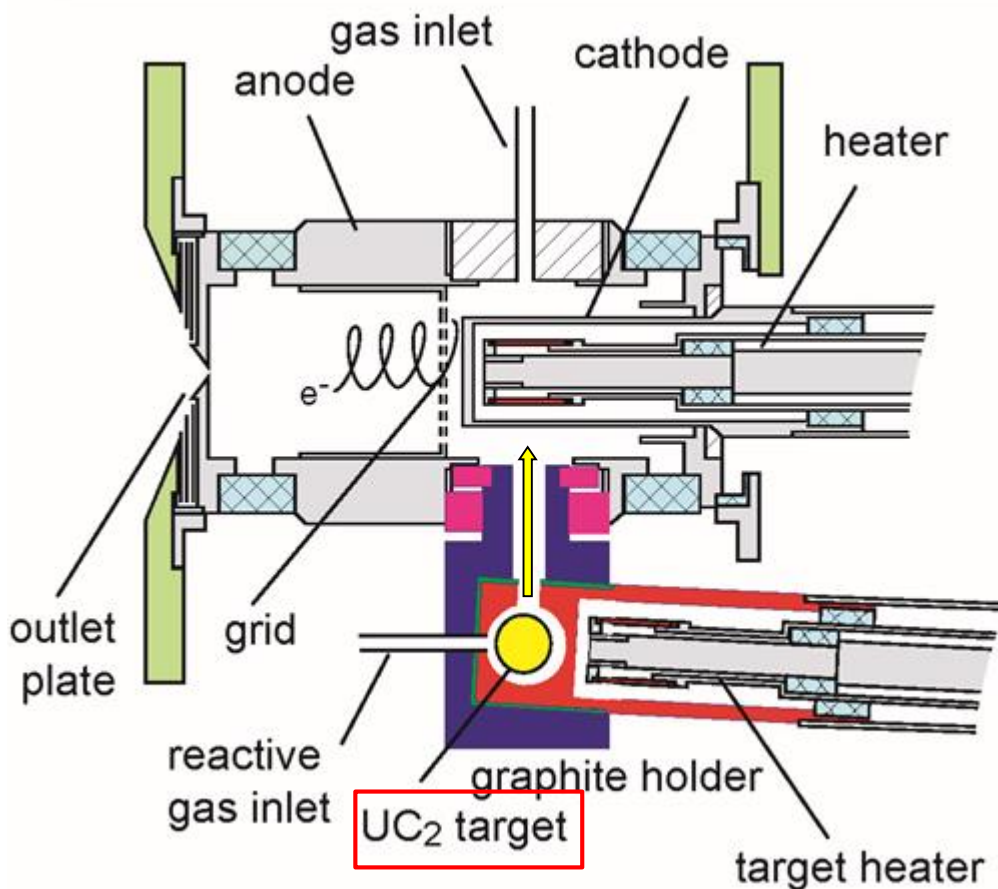
気相化学分離法(蒸留)
標的を加熱する事により
Atは気化すると思われる。



FEBIAD型イオン源

原子力機構タンデムISOL FEBIAD型イオン源 (Forced Electron Beam Induced Arc Discharge)

原研-KEKプロジェクト
短寿命核ビーム加速
実験



UC₂標的とホルダーを加熱する事により、核分裂生成物を引き出す。

加熱 → 拡散 + 蒸発

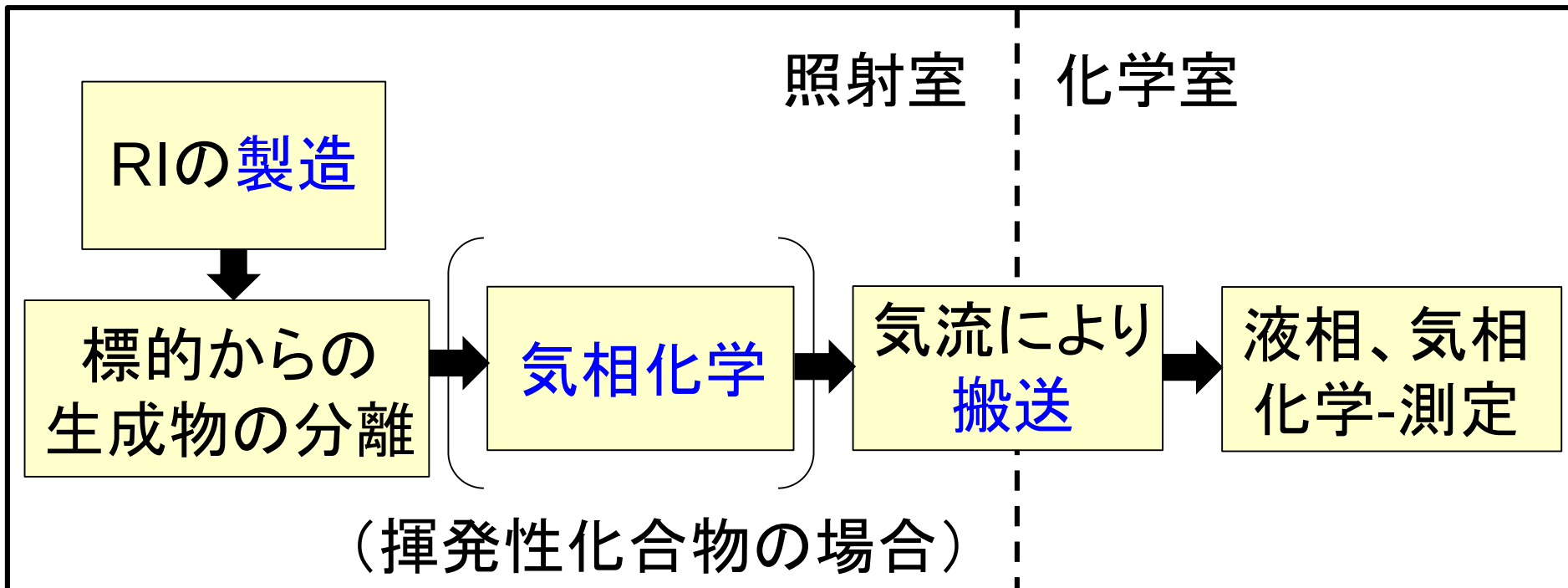
Bi標的とホルダーを加熱する事により、Atを引き出す。

(Biは溶解し、液体金属となる)

加熱 → 蒸留 + 蒸発

Courtesy 佐藤哲也

気相分離法



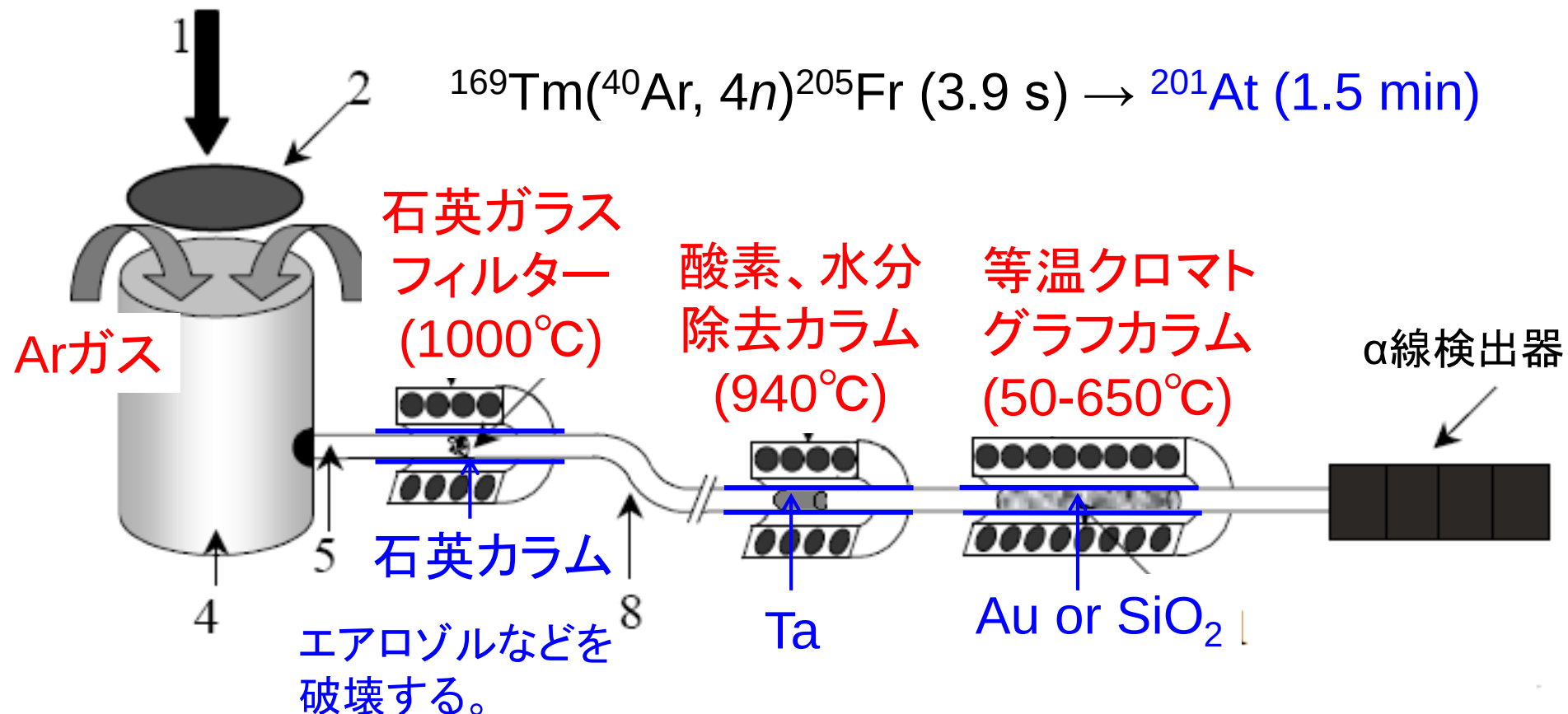
オンライン気相分離

(Bi液体金属の微粒子や副生成物などから分離)

➔ 照射チェンバーにつながったテフロンチューブ
や石英カラムをフローで通過する間に化学分離

オンライン気相分離: 実験装置

スイスPSI研究所 117番元素 (Atの同族元素) の モデル気相化学実験

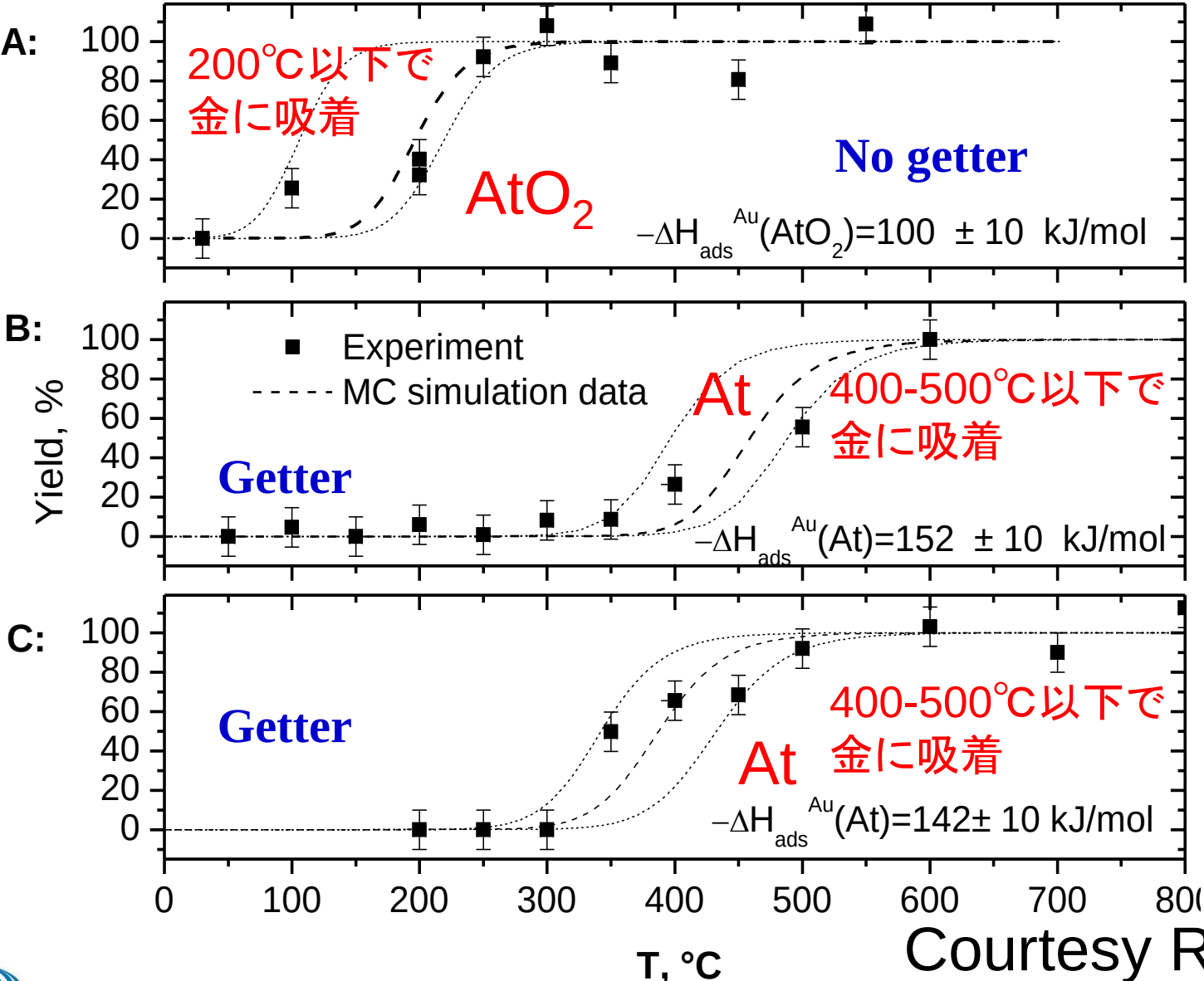


Serov et al., Radiochimica Acta 99, 593-599 (2011)

Courtesy R. Eichler

オンライン気相分離：実験結果

Online isothermal gas chromatography



Courtesy R. Eichler



オンライン気相分離：実験結果

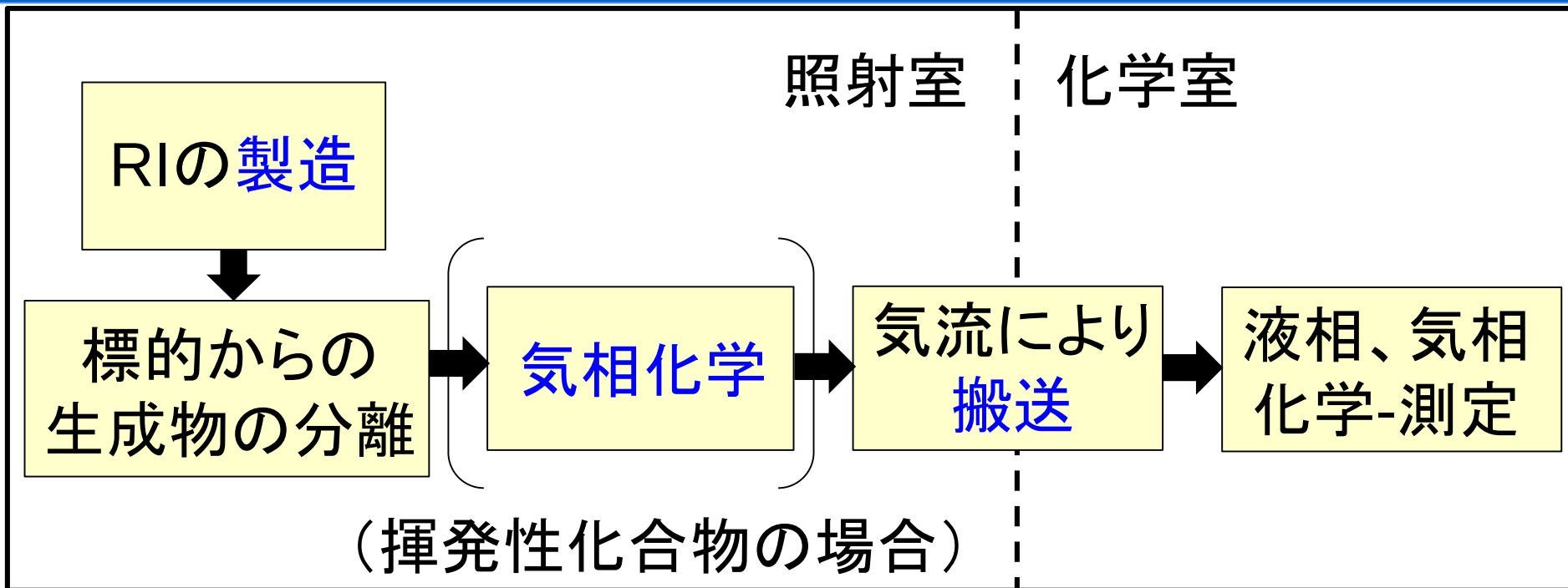
金			石英ガラス		
化学種	吸着 温度/°C	ガス	化学種	吸着 温度/°C	ガス
At	390- 430	He, H ₂ He/H ₂ O	At	270	H ₂
AtO ₂	250- 270	O ₂ , O ₂ /H ₂ O	AtO ₂	50-70	O ₂ , O ₂ /H ₂ O
			HAtO	-80	He/H ₂ O

ガス、吸着剤によりAtの吸着温度が異なる

→ 実験条件を選定し、副生成物等から分離できる。

Courtesy R. Eichler

気相分離法

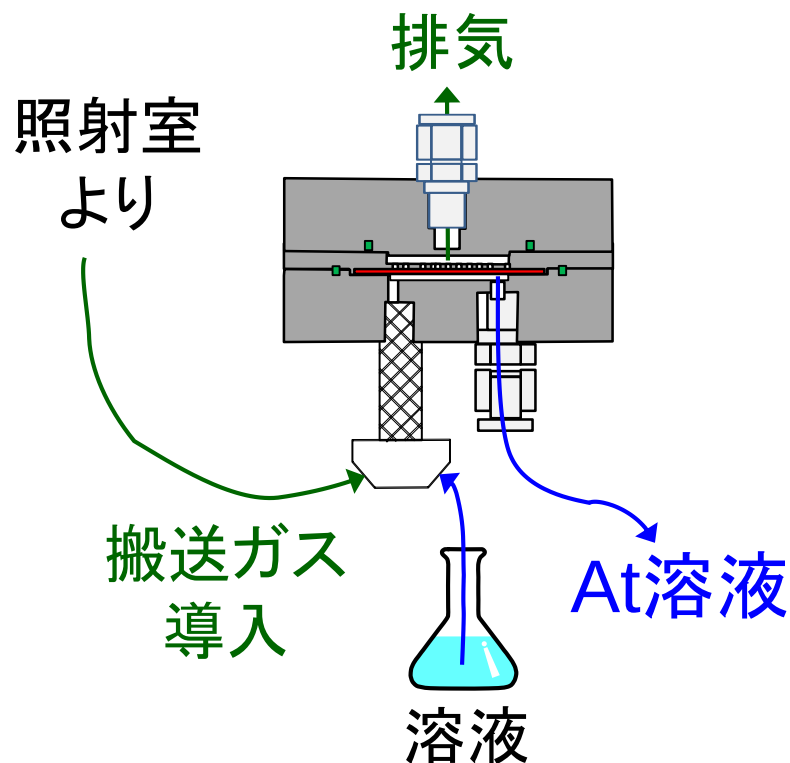


オンライン溶液化学

自動溶解装置:運ばれてきたAtを溶解する

溶媒抽出、カラムクロマトグラフ、電解

連続溶解装置 メンブレデガッサー JAEA version



溶液とガスを一緒に流すだけで、
高効率で溶解可能。

Ooe et al., J. Radioanal. Nucl. Chem. **303**, 1317 (2015).

Atのオンライン大量製造分離スキーム

