

突然ですが、流速10m/sの液体Naの流れに、時間幅1psのパルスで熱中性子を照射すると何が起こるでしょう？

ヒント

$$\Delta(^{23}_{11}\text{Na} + n) = -1.458169 \text{ Mev}$$

+n

$$\Delta(n) = 8.071431 \text{ Mev}$$

$$\Delta(^{23}_{11}\text{Na}) = -9.5296 \text{ Mev}$$

$$Q_2 = 6.487031 \text{ Mev}$$

90.99keV

$$\Delta(^{24m}_{11}\text{Na}) = -7.9452 \text{ Mev}$$

$$Q_1 = 6.959331 \text{ Mev}$$

6578keV

14fs

即発γ線

36ps

90.99keV

563.2keV

472.20keV

20.20ms

472.20keV

崩壊γ線

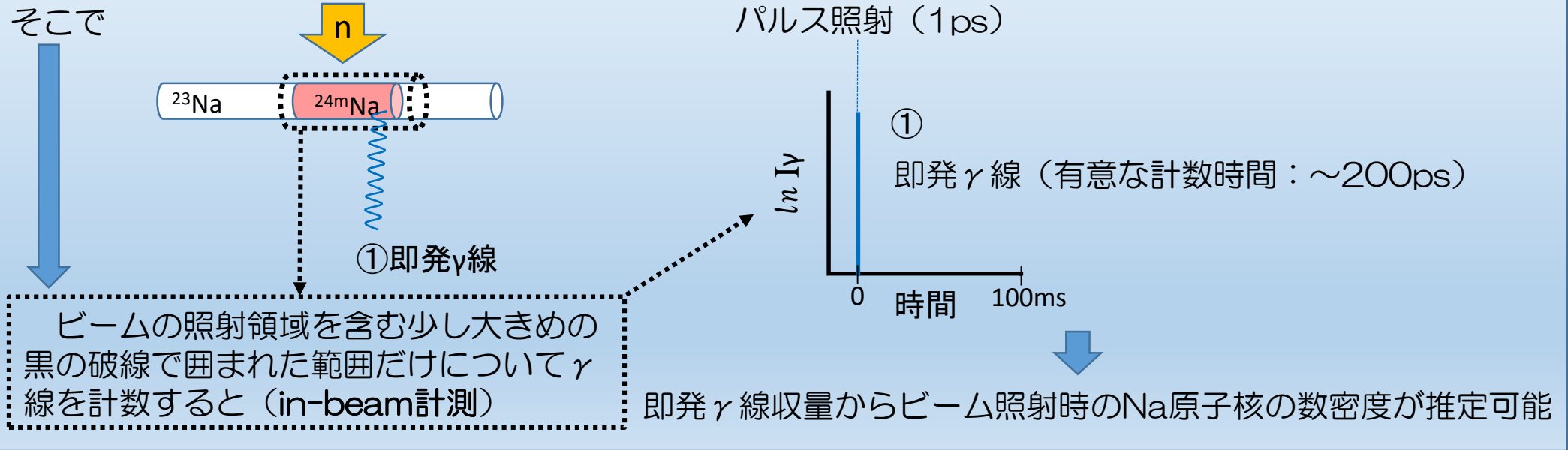
$$\Delta(^{24}_{11}\text{Na}) = -8.4175 \text{ Mev}$$



回答例：

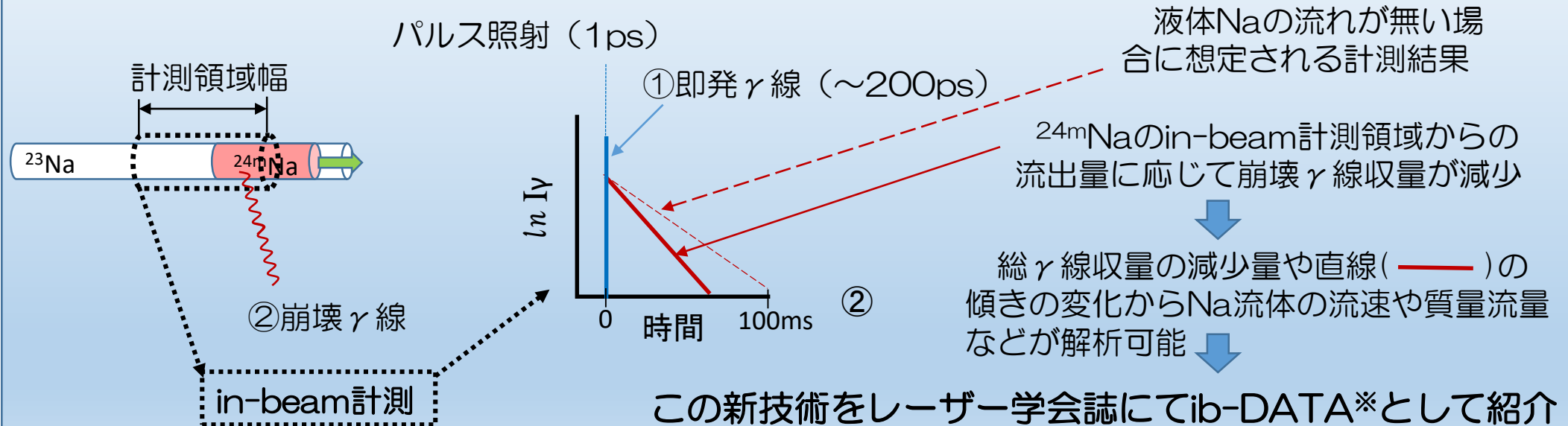
① 先ず、熱中性子の照射直後（ $\sim 36\text{ps}$ ）、約 91keV の即発 γ 線が放出される。

36ps の間に液体Naは 0.36nm 動くだけなので、即発 γ 線の有意な計数時間（ $\sim 200\text{ps}$ ）において、Naの流れは事実上止まっていると考えて良い。



② 続けて、約20msの半減期で約472keVの核異性体転移に伴う崩壊 γ 線が放出される

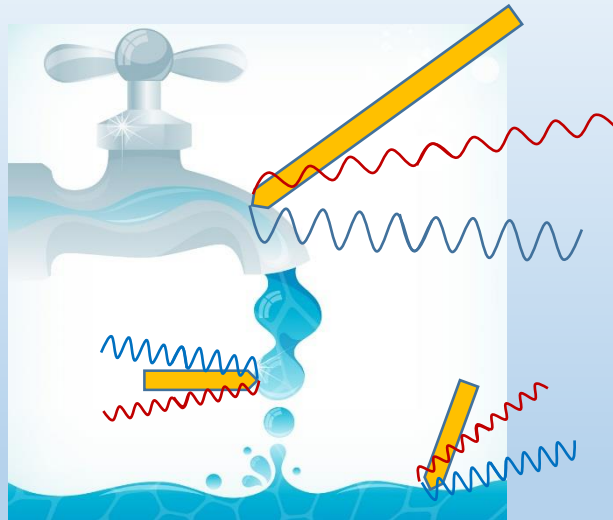
この場合、20msで液体Naは20cm動くので、計測領域幅の大きさによってはかなりの $^{24\text{m}}\text{Na}$ が計数されずに流出してしまう。in-beam計測を続けて行くと・・・



この新技術をレーザー学会誌にてib-DATA※として紹介

※ ib-DATA: in-beam-Double-Activation-Tracers-Analysis

しかし時間幅1 psの熱中性子パルスビームは現実的に不可能であり、測定目的に沿って、ib-DATAの詳細を適切に設計する必要がある

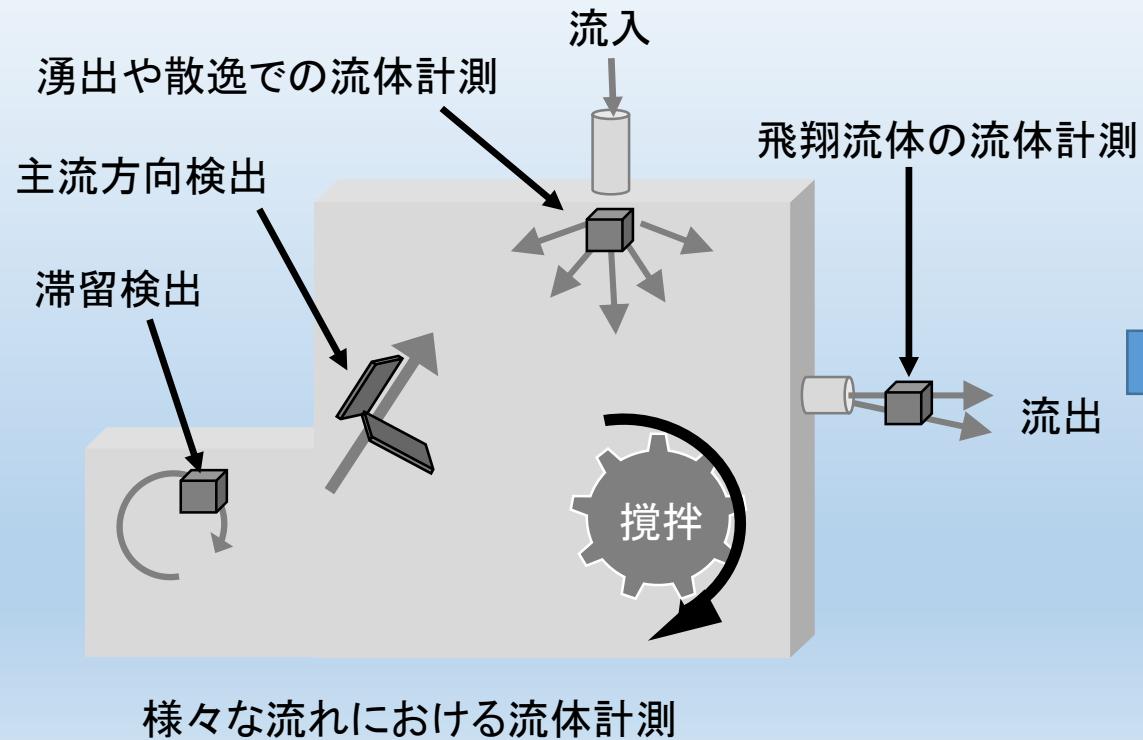


例えば、例題の液体Naの場合は、熱中性子ビームを連続照射する。この場合、in-beam計測領域内の ^{24}mNa 量は、生成量、崩壊量及び流出量できまる平衡点に達し、一定時間の γ 線収量から液体Naの流量が分かる（一般化して特許出願済み）

- ① 潤滑油や燃料など炭素を含む有機材料は、核反応 $^{12}\text{C}(p,n)^{12}\text{N}$ が利用でき、20MeV以上の陽子ビームを時間幅約4msでパルス照射する。
- ② 冷却水など酸素を含む流体は、核反応 $^{16}\text{O}(n,p)^{16}\text{N}$ が利用でき、約14MeVの高速中性子を連続照射する。

中性子ビームではかなり難しいですが、電磁場などでビーム形状が容易に整形できる陽子ビームでは、3次元ピンポイント流体計測技術も実現！？

3次元ピンポイント流体計測技術が実現するとこんな事ができるかも！



- ① 機械：実機実働流体機器を使ったCAEやCFDの検証 など
- ② 植物：水分の挙動解析 など
- ③ 動物：体液や薬物の動態解析 など
- ④ 人間：粒子線癌治療時における治療部位での代謝解析 など
- ⑤ その他：物理実験、化学実験などでの流体（移動）計測など

ただし、未だ可能性の段階です！
『やってみないと分からない』状況です・・・

ですが・・・、さらに、こんな事も考えています（非RI-ib-DATAの活用）！

『Double-Activation』をもう少し詳しくお話すると

- ✓ 一つ目は、調べようとする現象の時間スケールと同程度の緩和時間（半減期など）を持つ励起状態を実現すること
- ✓ 二つ目は、調べようとする現象が事実上停止して見える時間スケールの緩和時間を持つ励起状態を実現すること（利用目的：上記の励起状態の初期の生成数の変動を検出し、その後の計測値を補正）



緩和時間の異なる2個以上の励起状態が実現できれば核反応である必要は全く無く、可視光やテラヘルツ波などでも利用可能



可視光や電子励起による蛍光、遅延蛍光、燐光をはじめ、化学反応による吸光強度や色調変化などが使えそう？



何か面白そうなこと！
一緒にやりませんか！