

29pCH-7

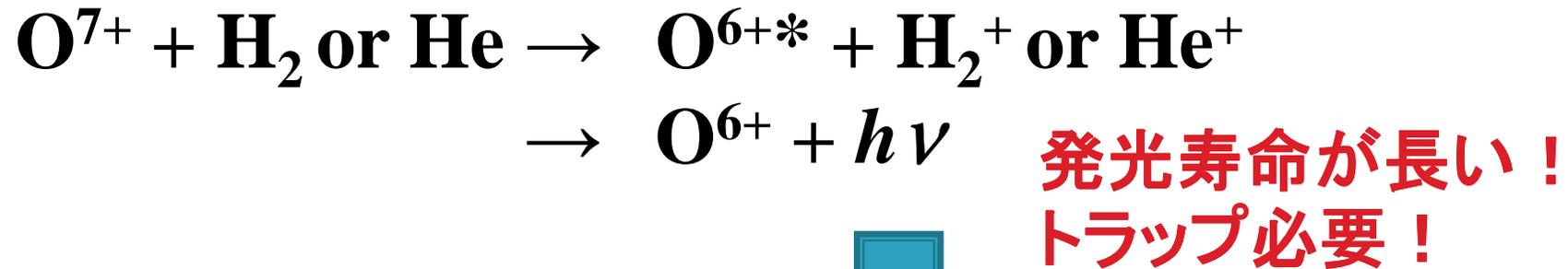
太陽風起源禁制X遷移の実験室観測を 目的とした多価イオントラップの開発Ⅲ

上智大理工, 電通大レーザー^A, 首都大学東京^B
沼舘 直樹, 岡田邦宏, 中村信行^A, 田沼肇^B

研究背景

太陽風多価イオンの電荷交換反応*
 $O^{6+} : ^3S, ^3P \rightarrow ^1S$ の実験室観測を計画**

*30aBC-1
首都大学東京
島谷



禁制線の観測
発光断面積の絶対値測定

**首都大学東京、電通大、上智大共同研究

本研究の目的

寿命の長い禁制遷移の観測に必須となる
Kingdontラップの開発とその性能評価

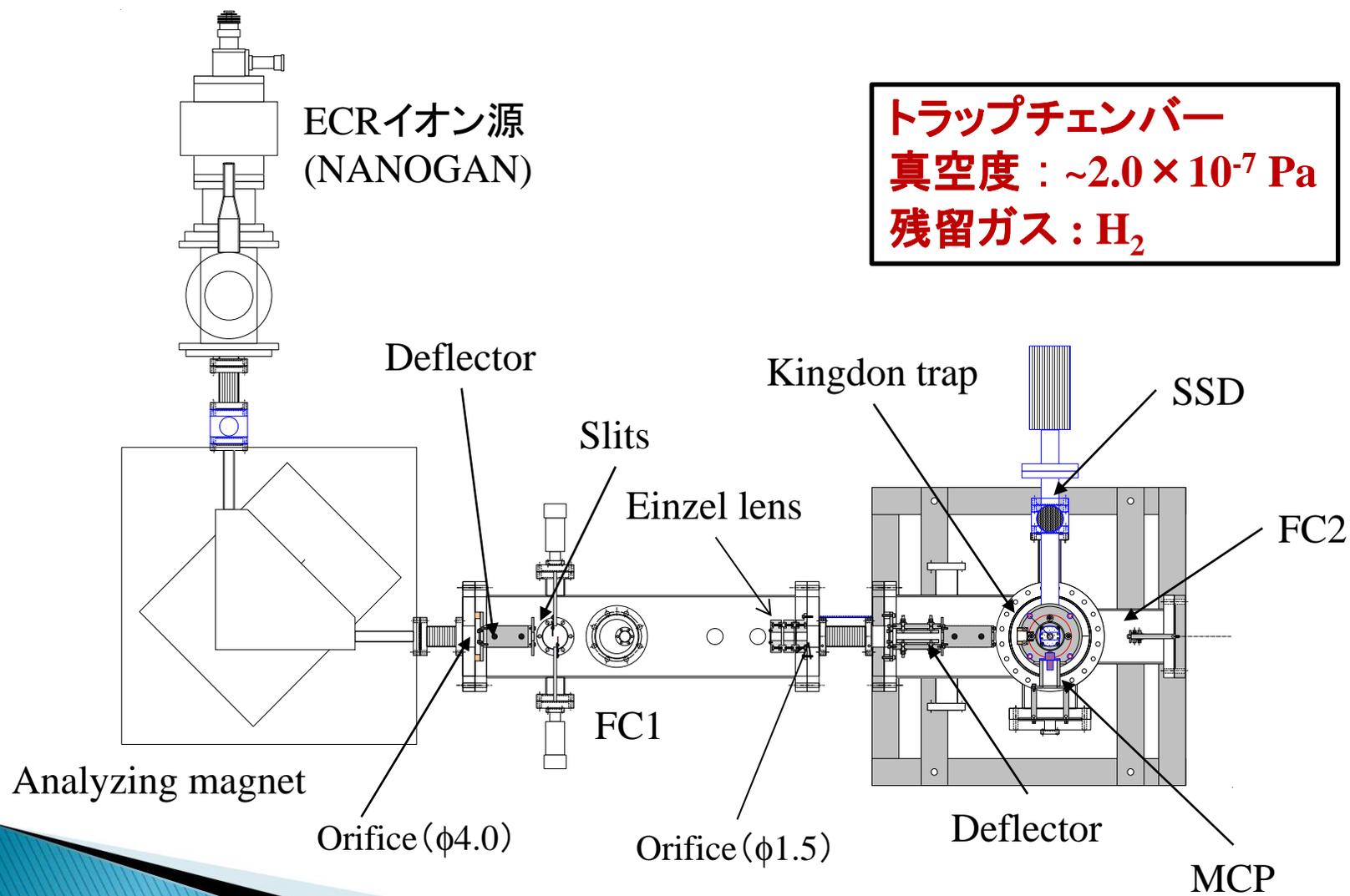
前回まで

- Ar^{7+} , O^{q+} ($q = 5, 6$)のトラップ寿命測定 @ 6.0 kV
 - ➡ 低価数イオンも同時に検出
 - 正確な寿命が測れない

今回

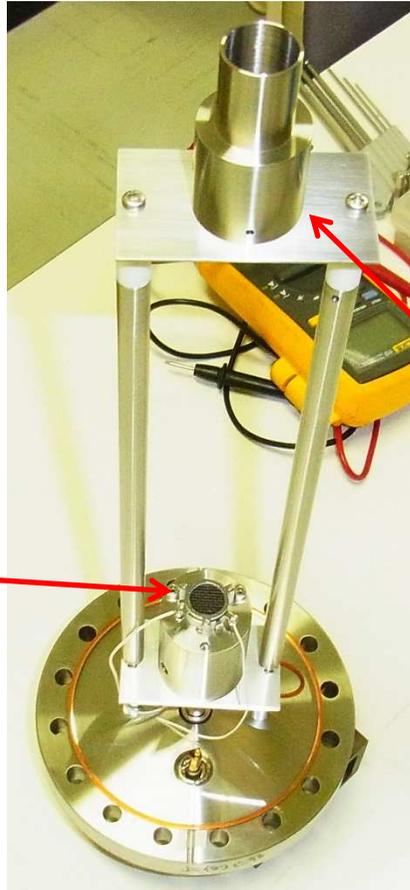
- 飛行時間法を用いたトラップ寿命測定
 - Ar^{5+} , Ar^{6+} @ 6.0 kV, O^{6+} @ 8.0 kV
- トラップ中の Ar^{6+} のエネルギー決定

実験装置全体図

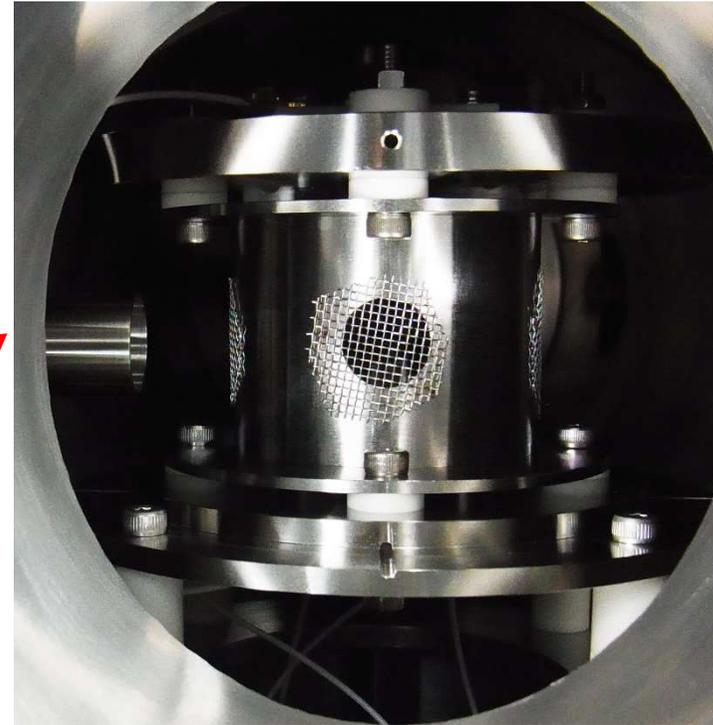


飛行時間法による価数分離

MCP



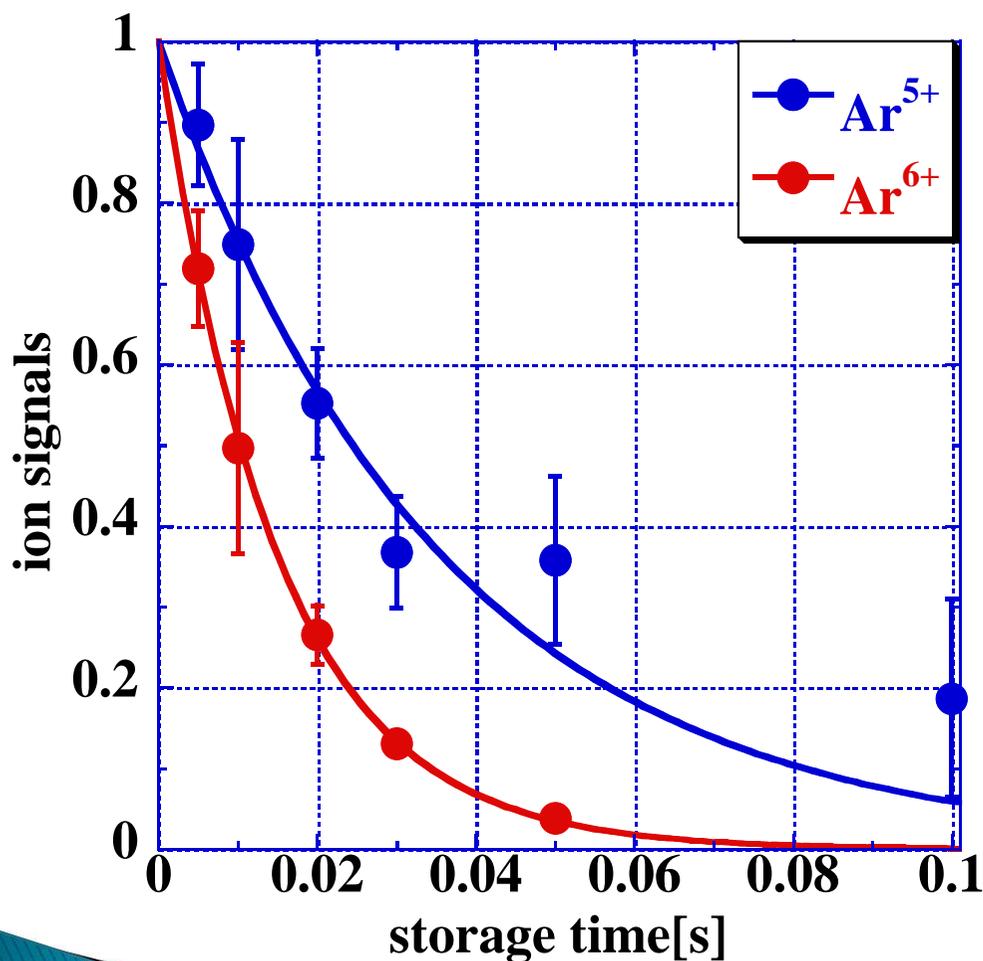
引き出し
レンズ



トラップ中心からMCPまでの距離
35 mm → 327mm

トラップ寿命測定 Ar^{q+} @ 6.0 kV

トラップ内真空度 : 6.0×10^{-6} Pa



測定値

$$\tau \sim 35 \text{ [ms]}$$

$$\sigma = 5.2(3.0) \times 10^{-15} \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$\tau \sim 15 \text{ [ms]}$$

$$\sigma = 1.1(0.4) \times 10^{-14} \text{ [cm}^2\text{]}$$

過去のデータ

$Ar^{6+} - H_2$

• S. Kravis *et al.*

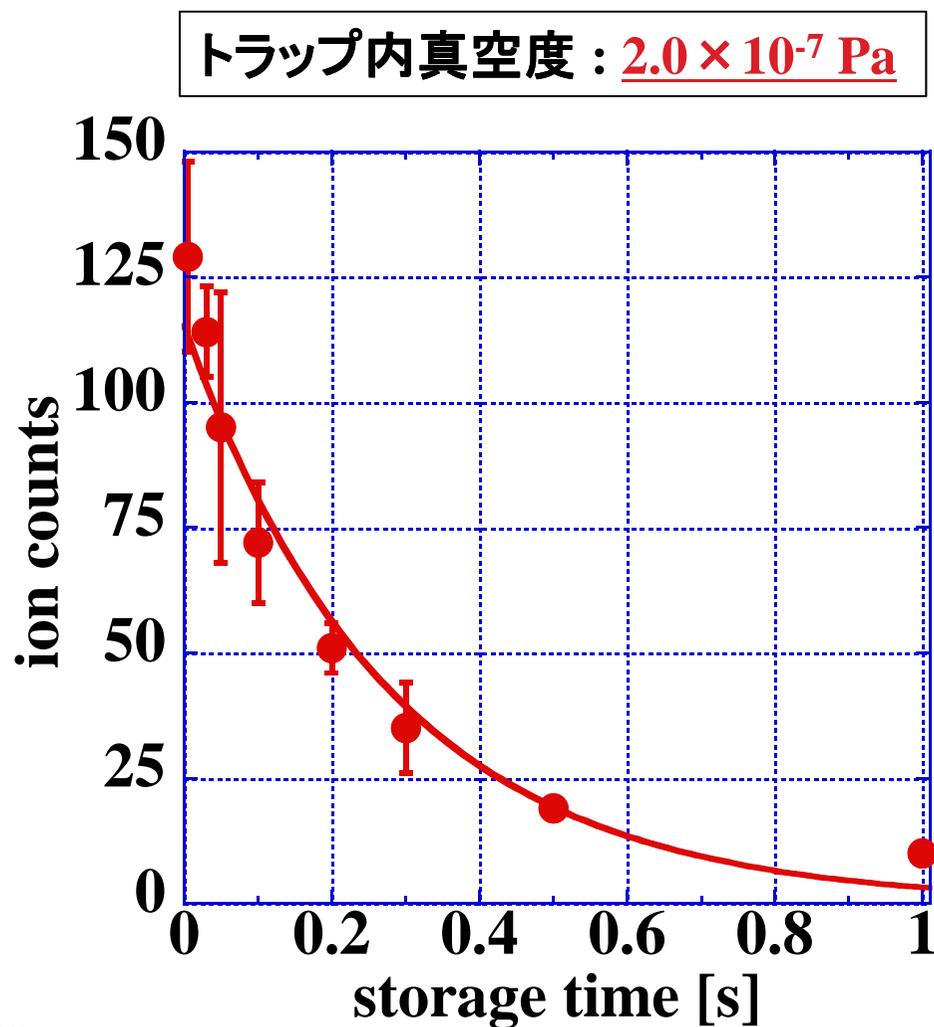
Phys. Rev., A52 (1995) 1206

$$\sigma = 1.0 \times 10^{-14} \text{ [cm}^2\text{]}$$

• ATOMIC AND PLASMA-
MATERIAL INTERACTION
DATA FOR FUSION
VOLUME 10

$$\sigma = 1.3 \times 10^{-14} \text{ [cm}^2\text{]}$$

トラップ寿命測定 O^{6+} @ 8.0 kV



測定値

$\tau \sim 27$ ms

$\sigma = 1.2(0.8) \times 10^{-14}$ [cm²]

過去のデータ

ATOMIC AND PLASMA-
MATERIAL INTERACTION
DATA FOR FUSION
VOLUME 10

$\sigma = 2.2 \times 10^{-15}$ [cm²]

電荷移行 < 弾性散乱

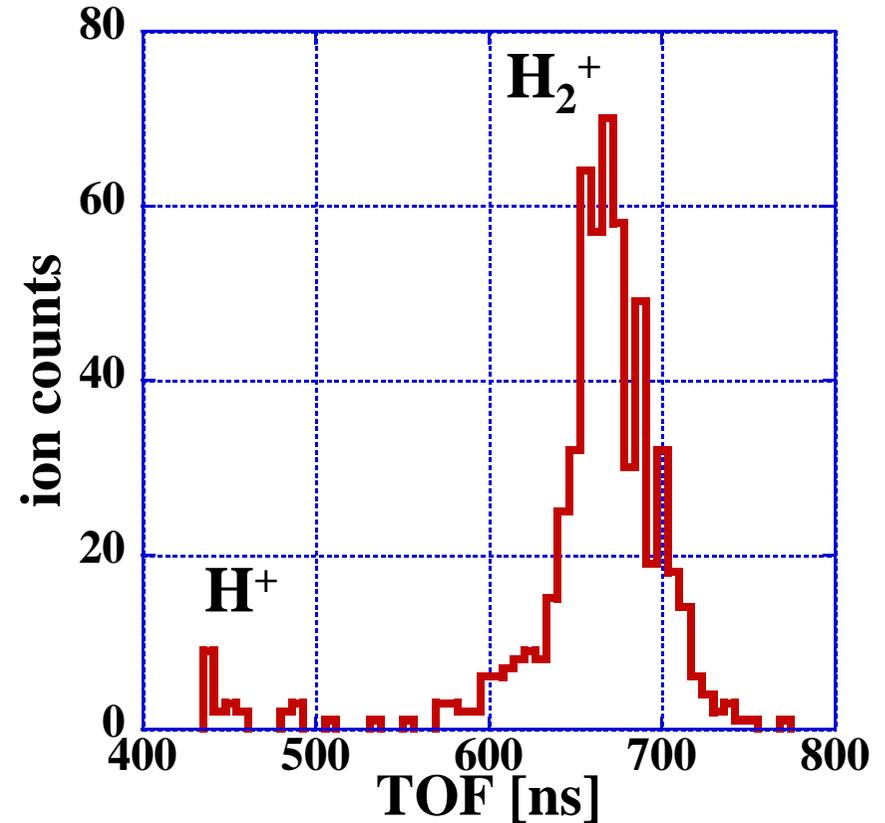
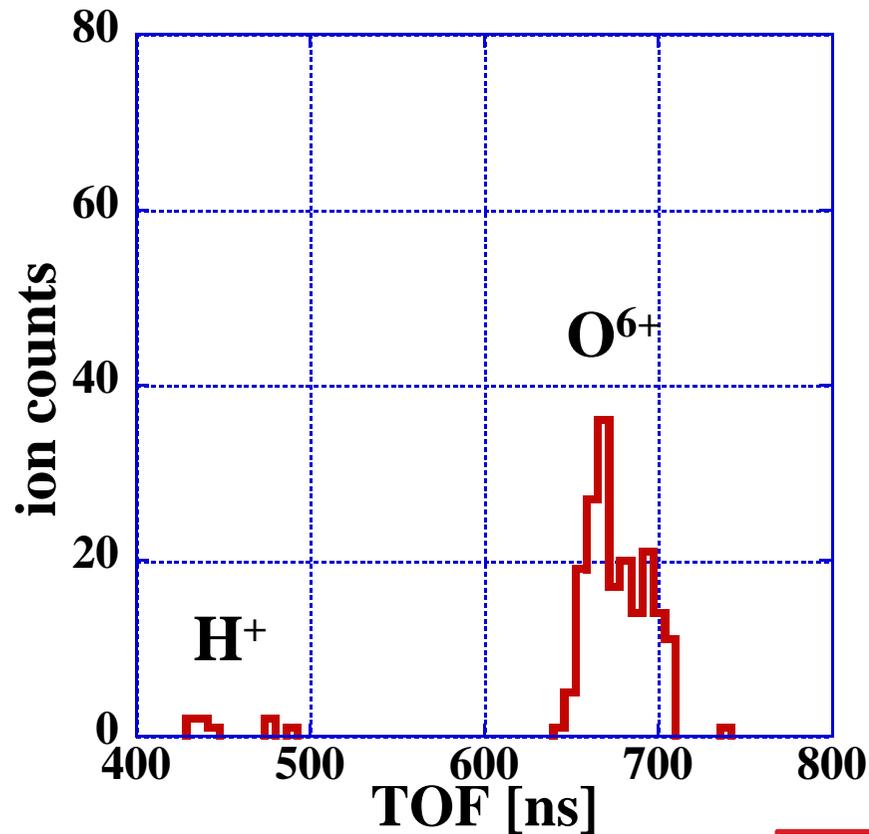
トラップ時間 5 ms でのイオン信号

O^{6+}

H_2^+

ビーム入射時間 0.5 ms

4.0 ms



O^{6+} と H_2^+ の信号が
重なる！

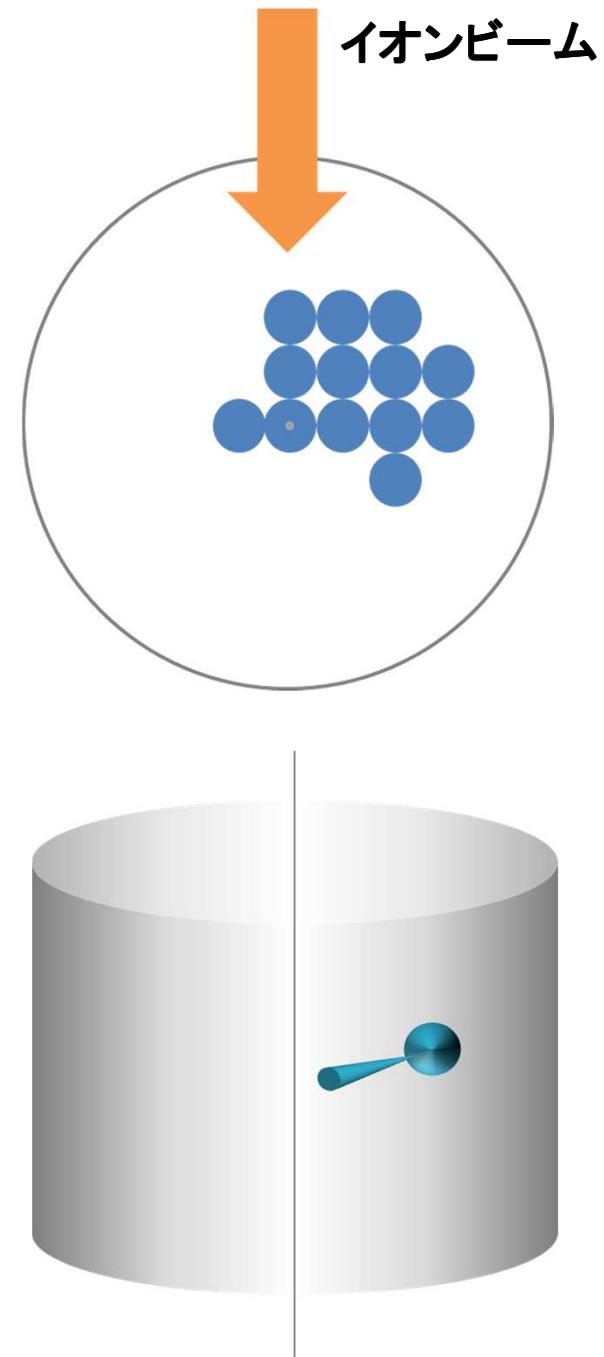
トラップ中のイオンのエネルギー

- ▶ 本実験は外部からイオンを入射し、トラップ電圧をスイッチ
 - ➡ イオンは位置によってエネルギーが変わるため決定が難しい
- ▶ 過去に外部からの入射でエネルギーを決定した論文なし
- ▶ 入射イオンのエネルギーとトラップ内のポテンシャルから導くのは難しいので、今回はシミュレーションを利用

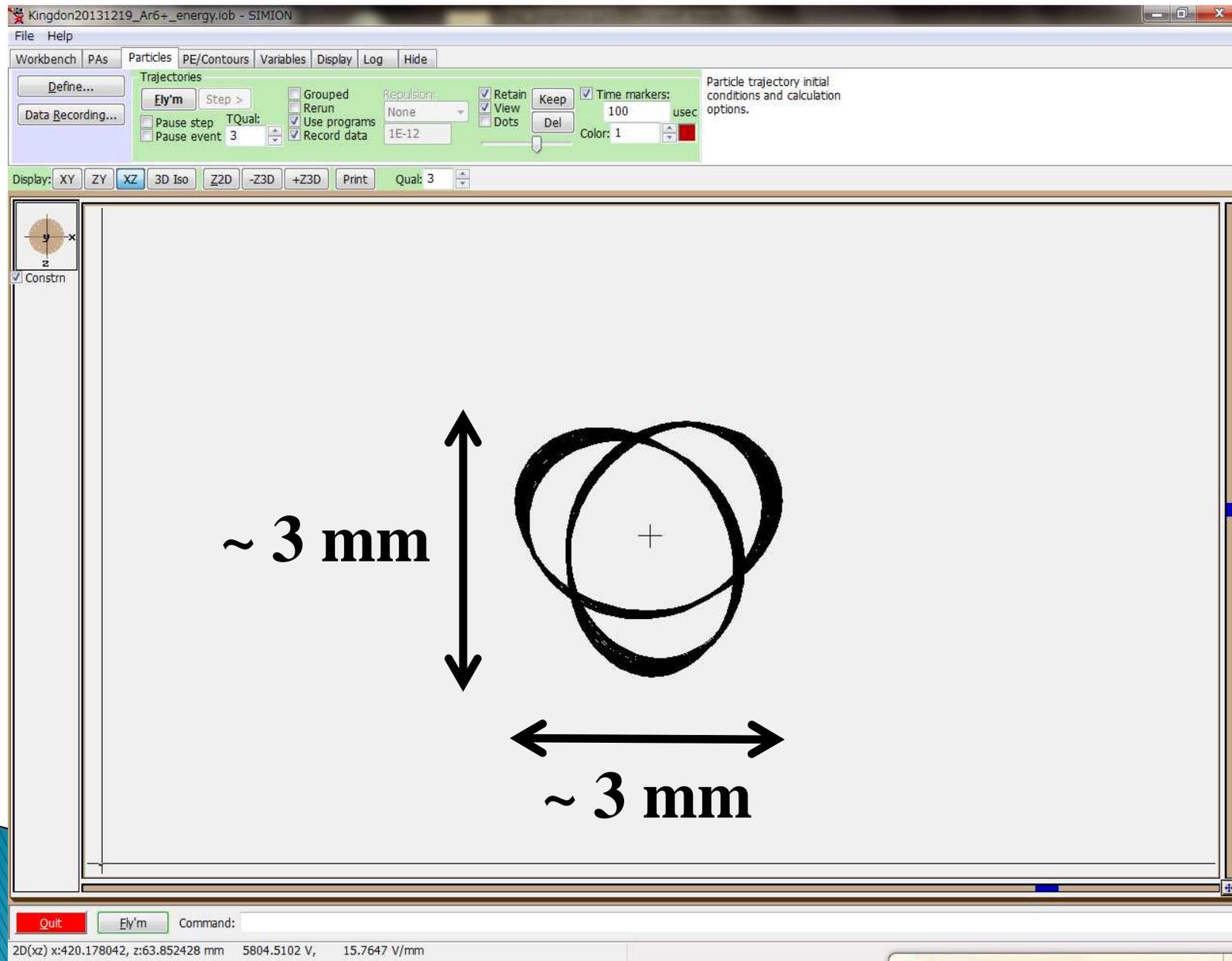


シミュレーション

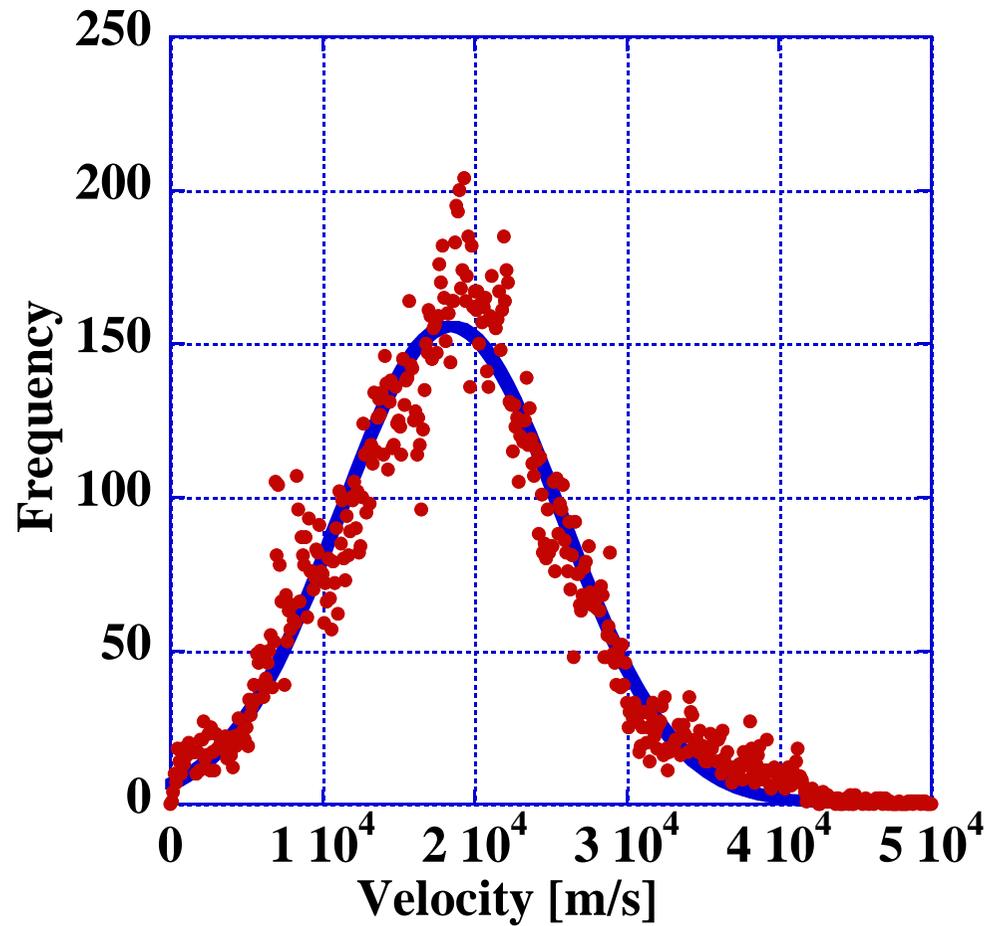
- ▶ SIMION 8.0 を使用して
トラップ軌道シミュレーション
- ▶ イオンの初期条件
 - 位置 : $r = 0.5 \text{ mm}$ の球内
 - 入射角 : 2° 以内から一様に入射
- 入射エネルギー : $10 \sim 150 \text{ eV}$
- ▶ 計28個の軌道中のイオンの
 $E [\text{eV}]$ を $100 \mu\text{s}$ 毎に記録



安定なトラップ軌道例



トラップ中の Ar^{6+} 速度分布



➤ Ar^{6+} の速度

$1.84(0.52) \times 10^4$ [m/s]

➤ ポテンシャルが対称ならば



計算機を利用して
シミュレーション可

まとめ・今後の課題

まとめ

- 飛行時間法を用いてより正確なトラップ寿命測定を行った
- トラップ中の減衰の主な原因
 - Ar^{q+} : 電荷移行
 - O⁶⁺ : 弾性散乱
- m/q が近いため O⁶⁺ と H₂⁺ の信号と分離しきれない

課題

- O⁶⁺ の正確なトラップ寿命測定
 - ➡ ¹⁸O で分離できるかシミュレーション
 - 無理なら飛行距離を伸ばす

謝辞

多価イオンの飛行時間測定に関する技術的支援をして頂いた(独)理化学研究所仁科加速器研究センターの和田道治博士に深く感謝いたします。