

電子・不安定核散乱実験実現のための SCRIT法と開発状況

理化学研究所 須田 利美

- 電子散乱で分かること
- 不安定核との電子散乱
- SCRIT法
- 開発状況
- 今後

共同研究者

理研 : 伊藤祥子、江本隆、大西哲哉、小関忠、竹田浩之、中村仁音、矢野安重、若杉昌徳

立教大学 : 栗田和好、増田鉄也、森川斉

東北大学 : 玉江忠明、古川幸広

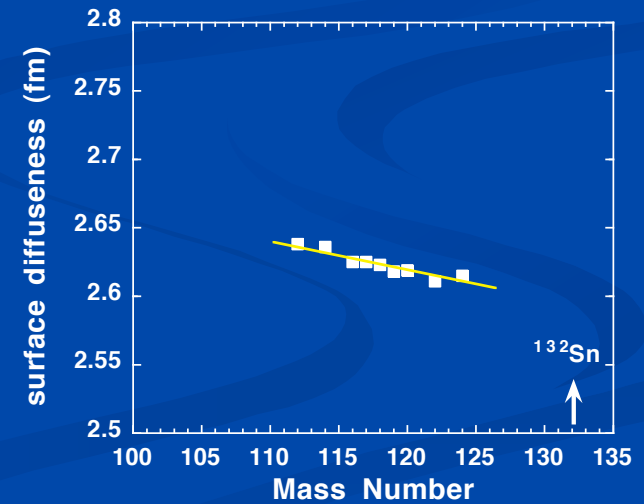
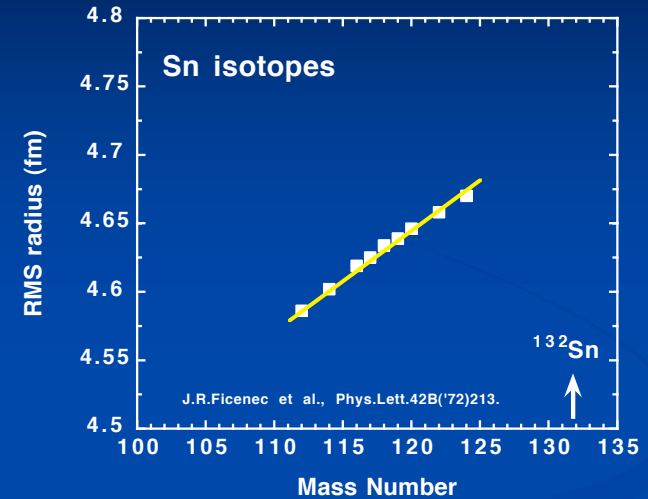
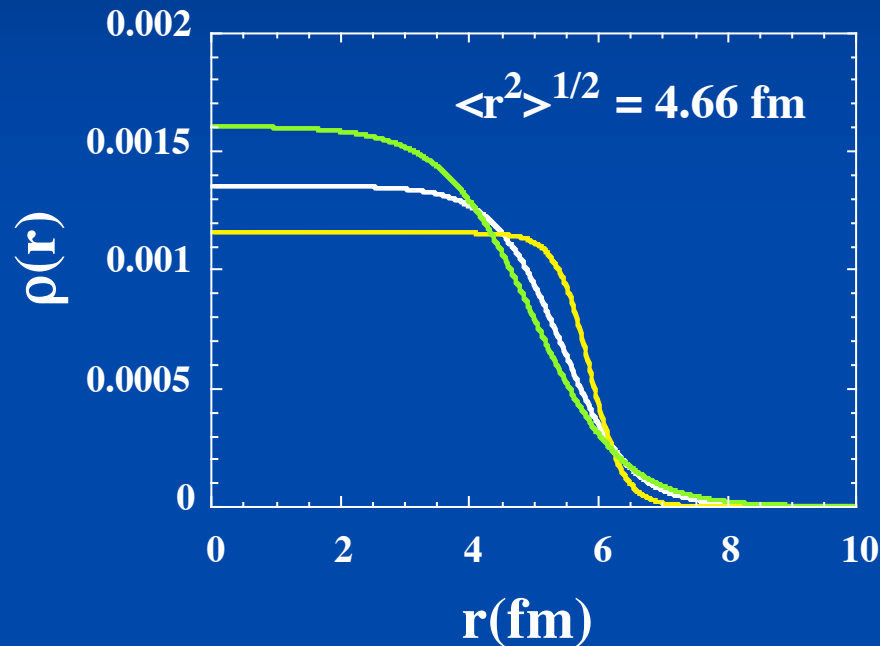
京都大学 : 白井敏之、頓宮拓、野田章

北京大学 : 王碩

電子散乱で分かること

■ 弾性散乱

■ 陽子の空間分布（大きさ）



■ 非弾性散乱 (e, e')

■ 遷移密度分布

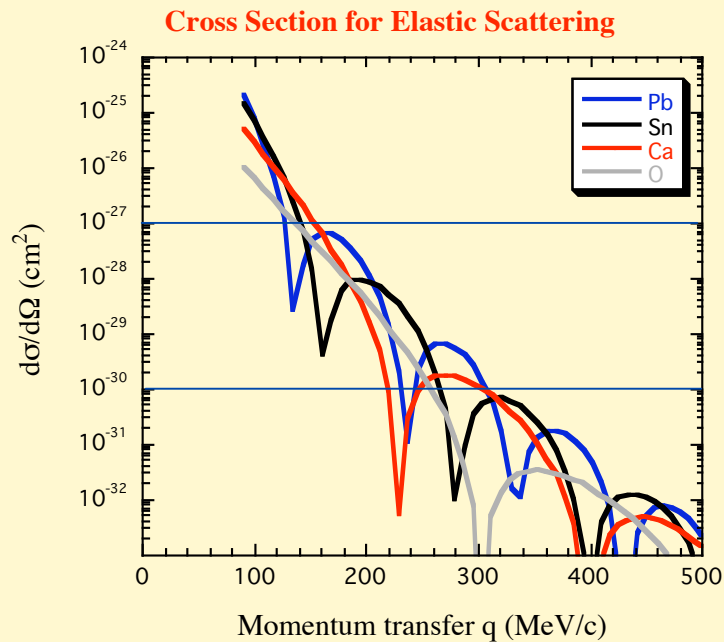
■ 準自由弾性散乱 ($e, e'p$)

■ 核内陽子運動量分布

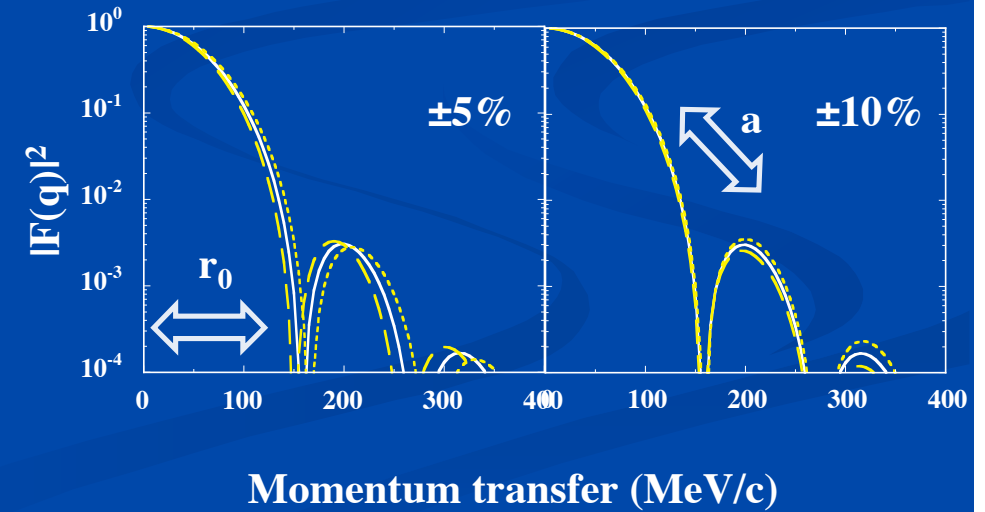
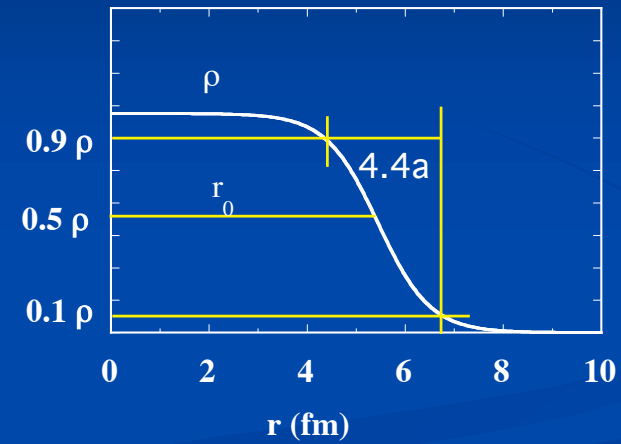
電子弾性散乱

散乱断面積 → 形状因子 → 電荷分布

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = z^2 \sigma_{Mott} |F_c(q)|^2$$



Fermi distribution



短寿命不安定核との電子散乱

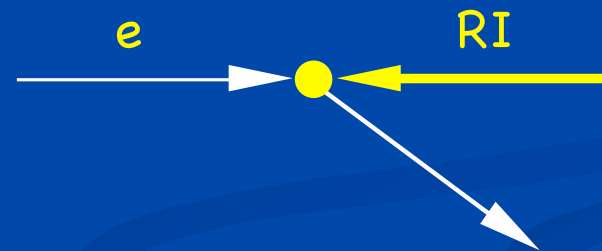
1. e-beam on “fixed” RI target

$E_e \sim$ a few 100 MeV



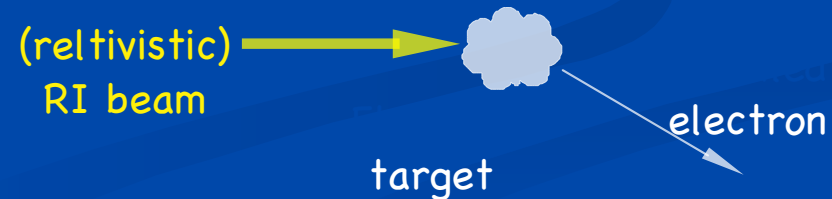
2. Electron + RI collider (ELISE@FAIR, GSI)

$E_e \sim$ a few 100 MeV

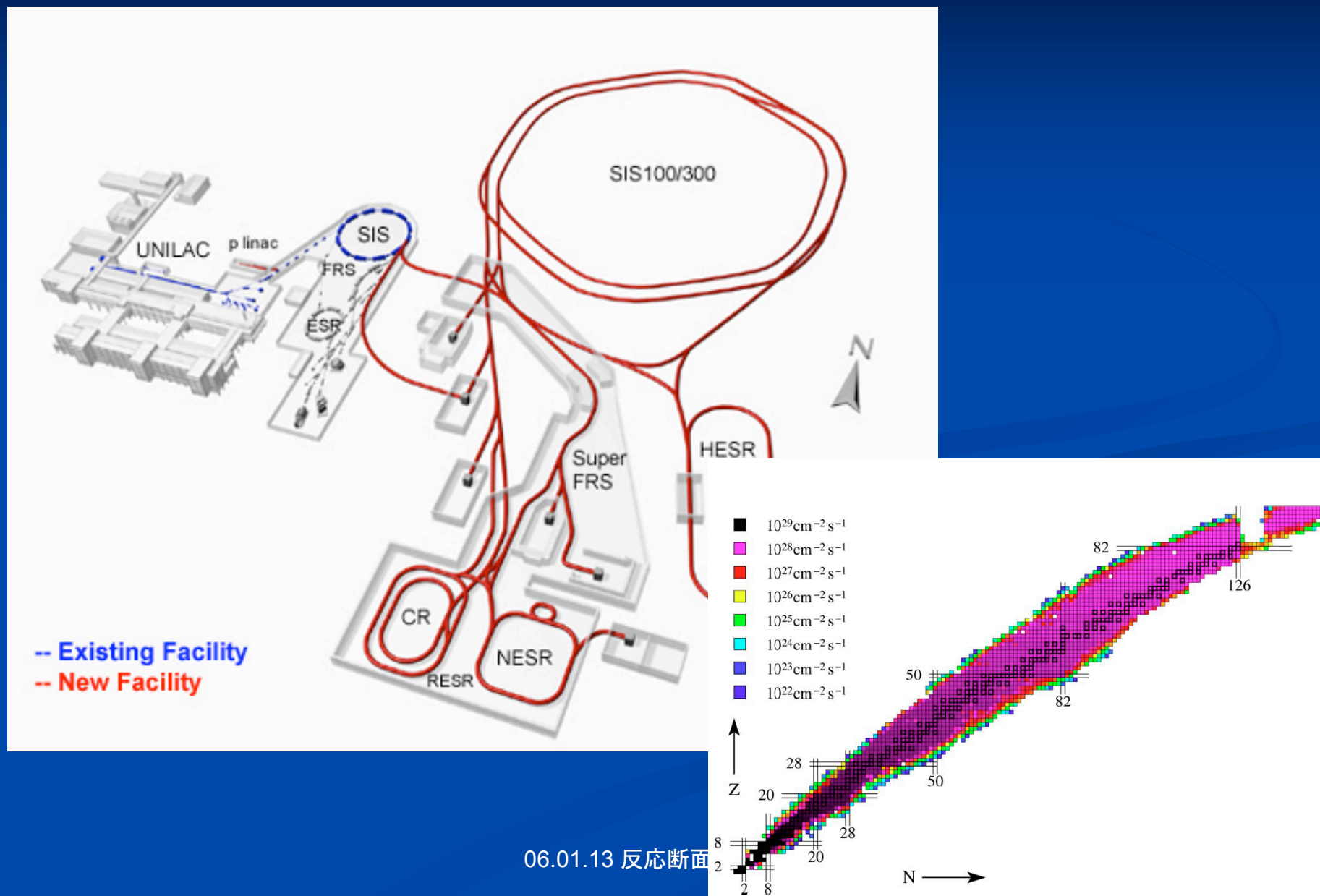


3. RI-beam on “fixed” electron target

$\gamma_{RI} \sim$ a few 100



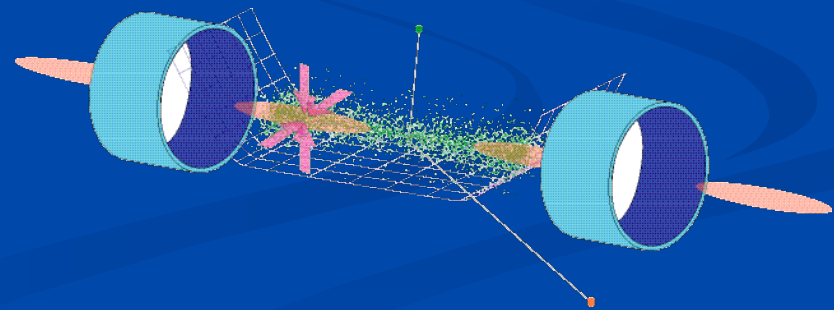
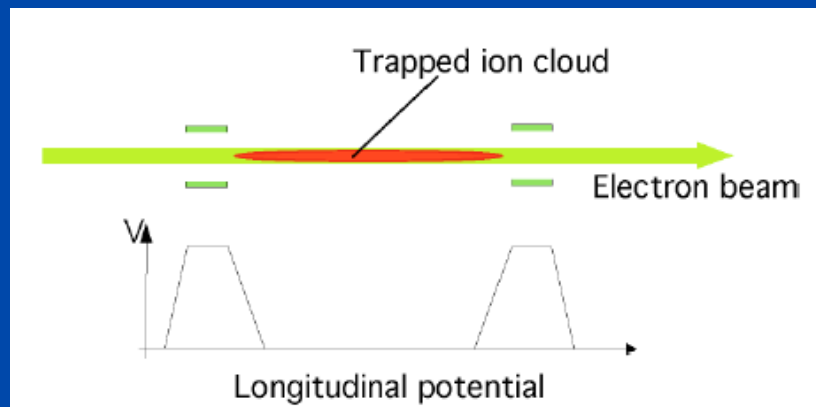
ELISe @ GSI



06.01.13 反応断面

SCRIT法 (RI@rest)

- 電子蓄積リングでのイオン捕獲現象
 - 残留ガスイオンが電子ビームに捕獲。電子散乱 (!) によるビームの短寿命化 (放射光施設での問題児)
- SCRIT法 (Self-Confining RI Target)
 - イオン捕獲現象を積極的に利用して、電子ビーム上に (外部入射の) 短寿命不安定核標的を形成する

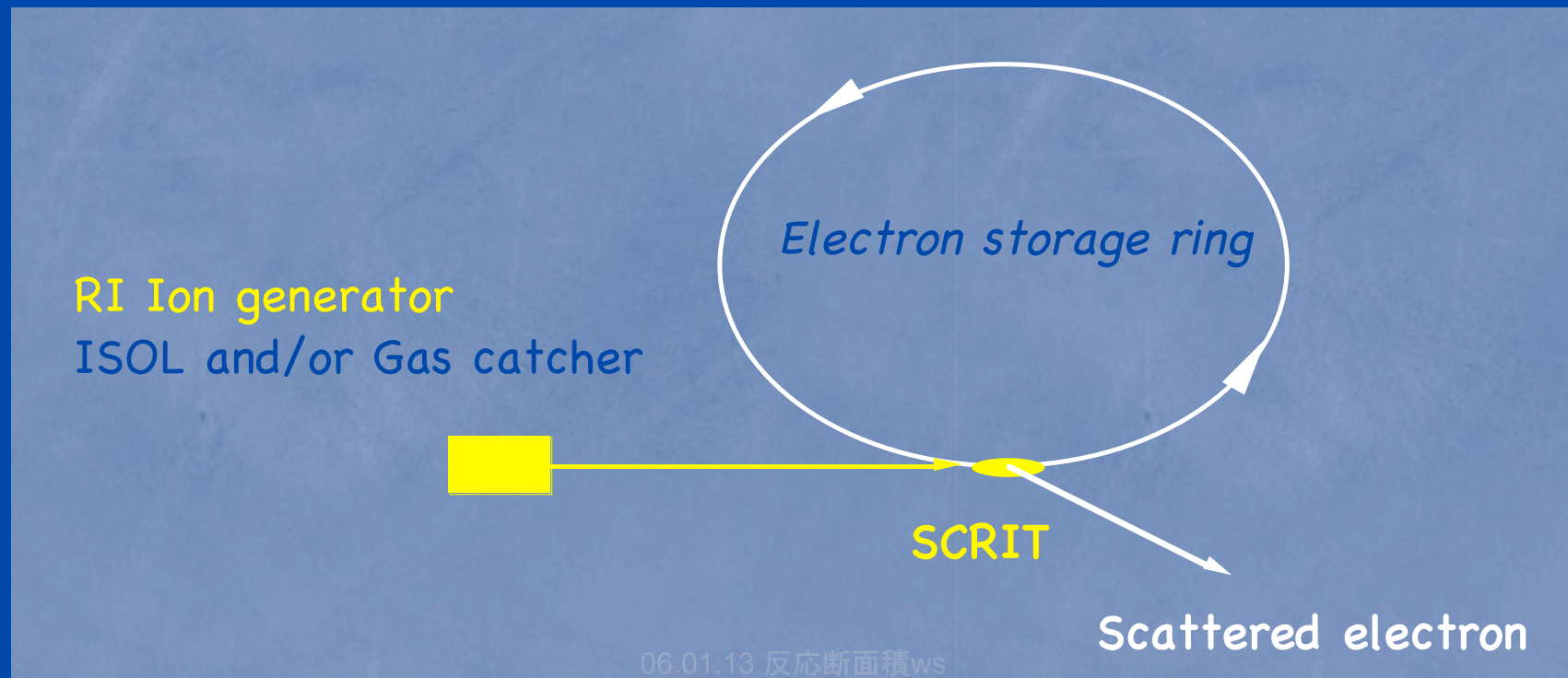


eRI facility based on the SCRIT concept

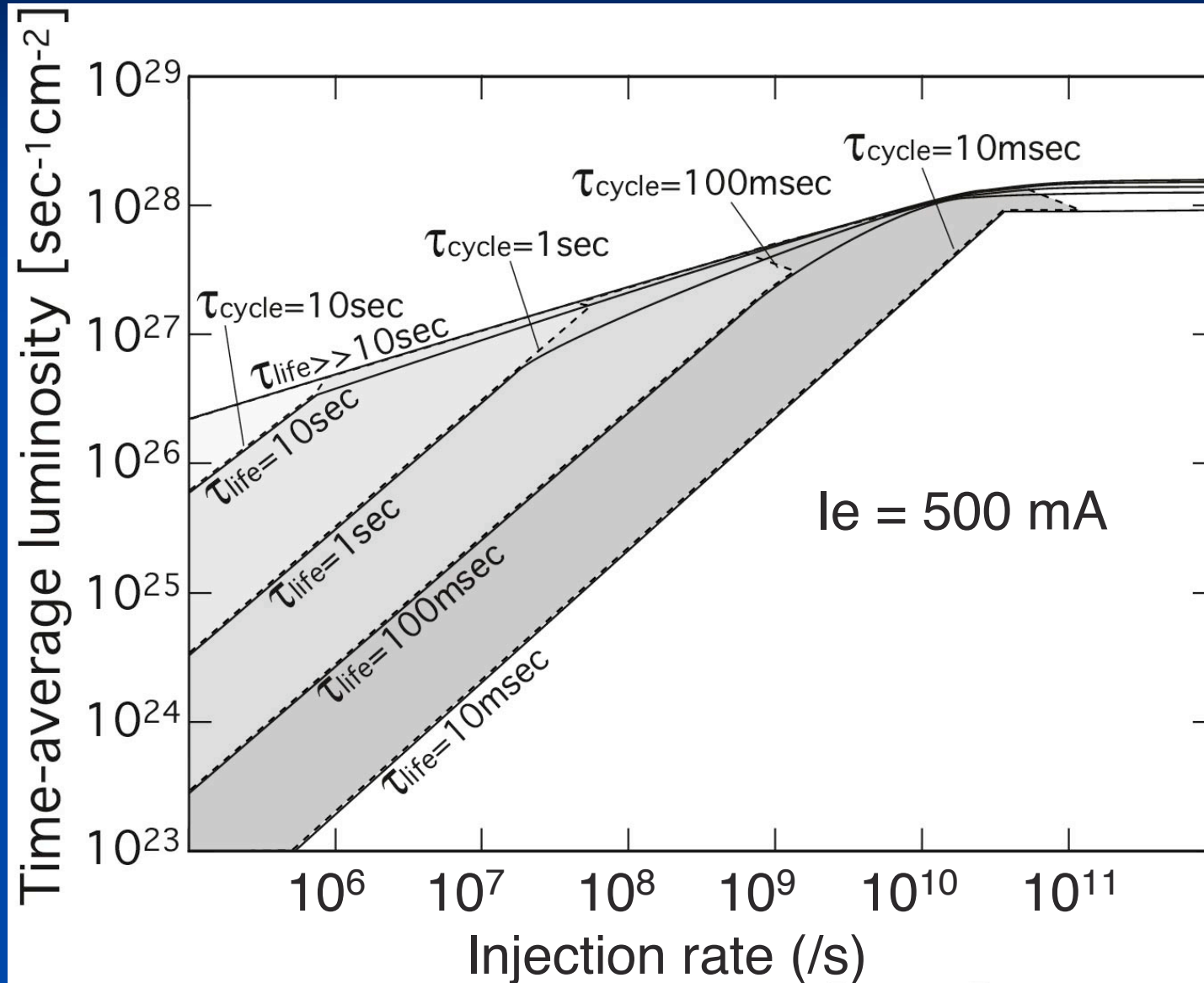
1) Electron storage ring

2) Slow RI beam generator

- 1. In-flight facility + gas catcher
- 2. ISOL (γ +U fission) : $A \sim 100, 130$ n-rich nuclei

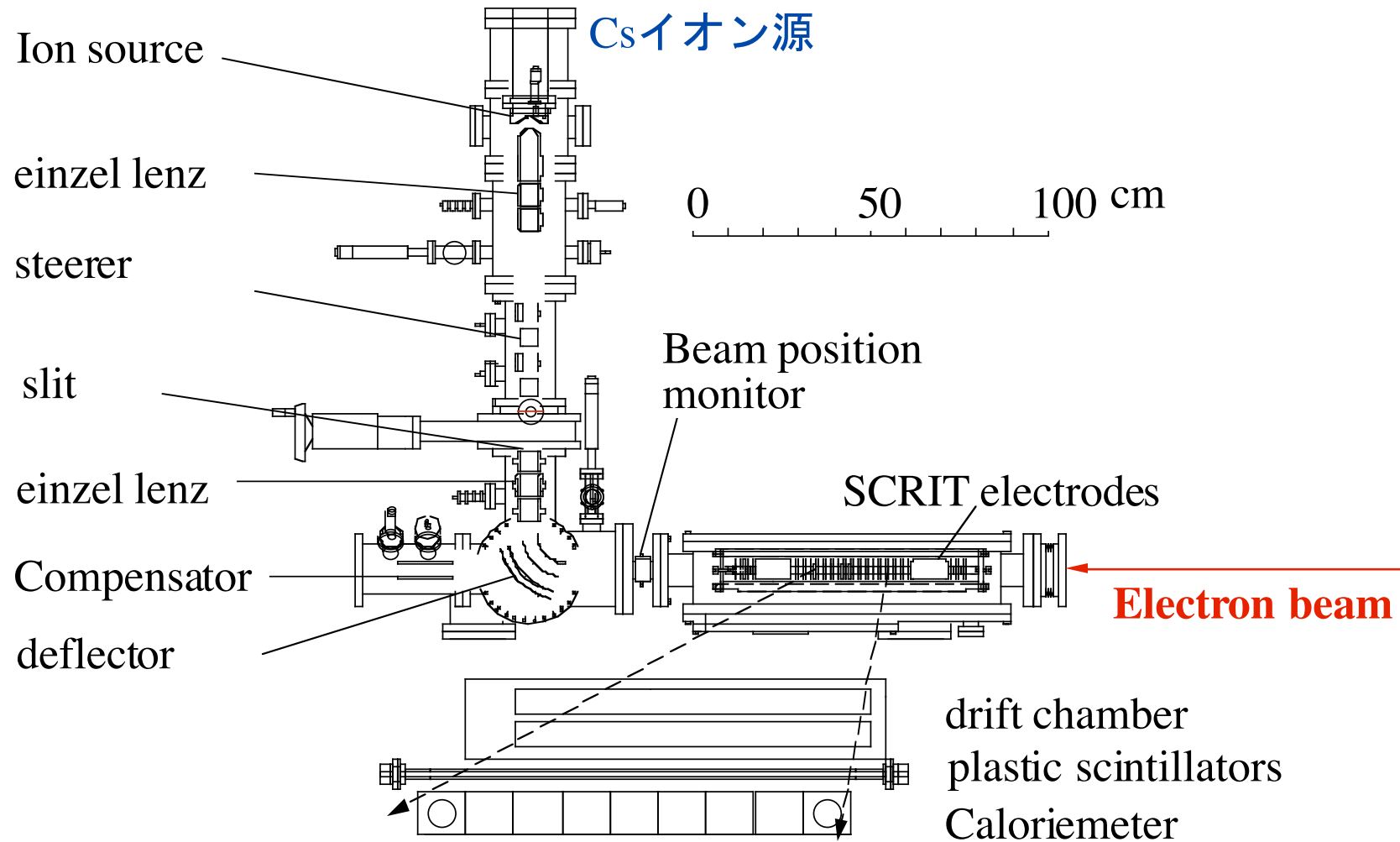


SCRIT法で期待できる luminosity



SCRIT法実証機

実証実験：京都大学化学研究所電子蓄積リング KSR

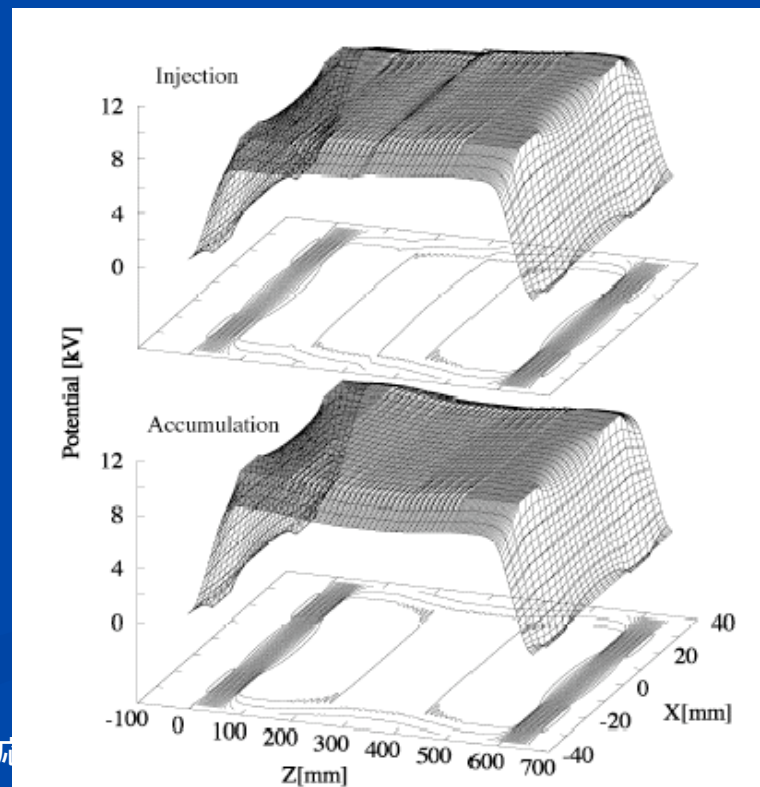


イオン捕獲用電極群

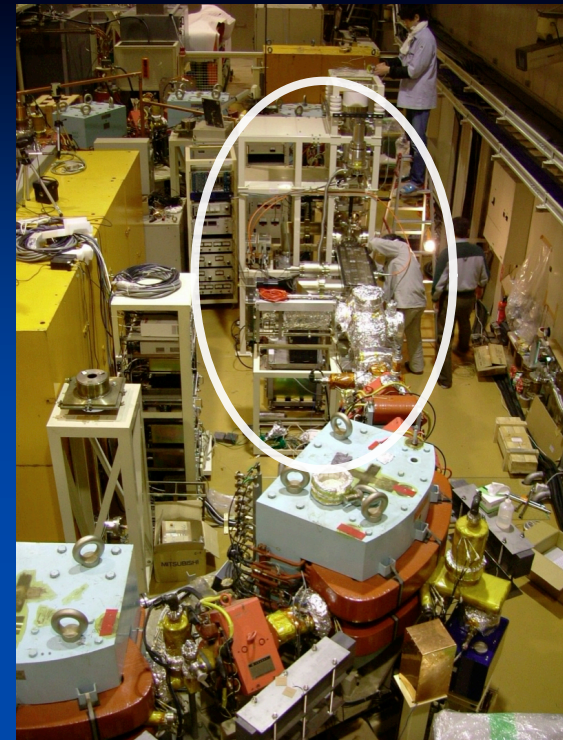
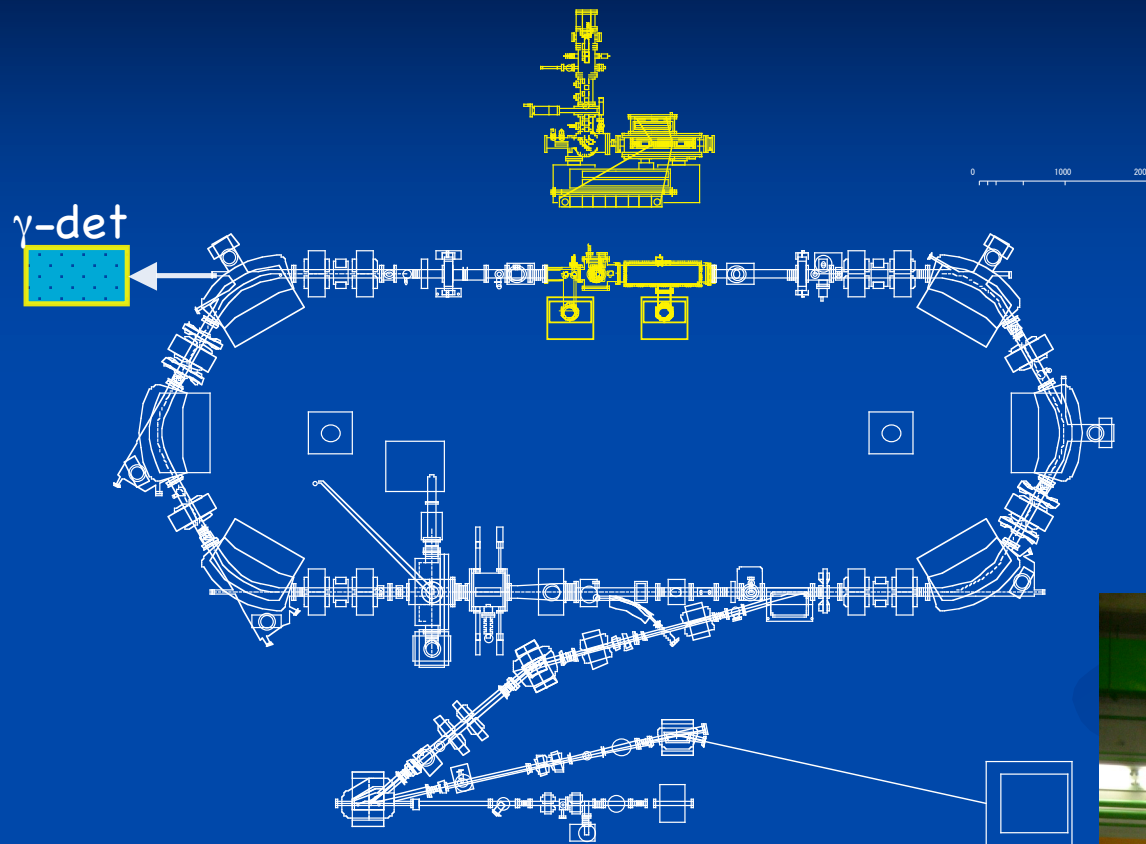
42 electrodes to
form various potential shape

Cs ion : 10 kV

Trapping potential : $10 \text{ kV} - \delta$



KSR での SCRIT R&D



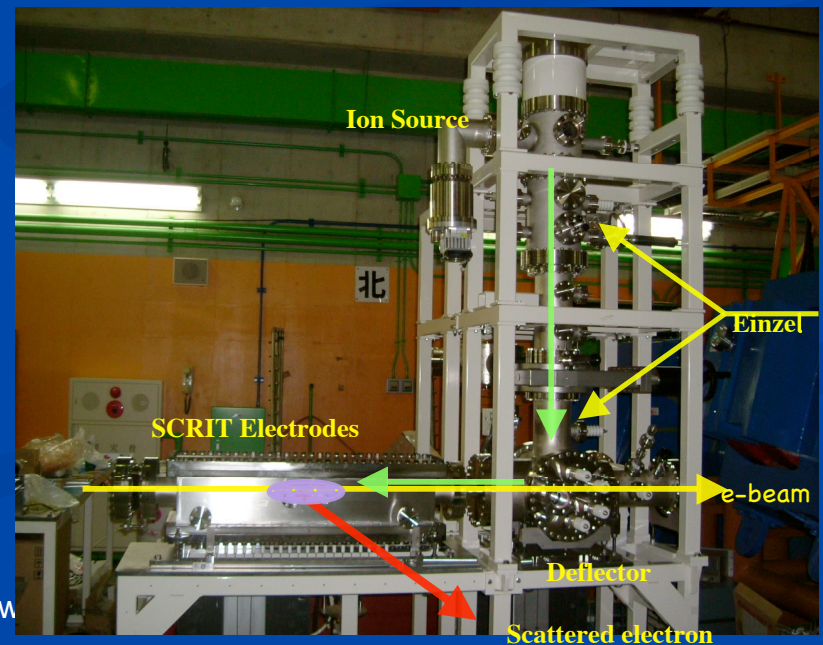
KSR, Kyoto Univ.

$E_e = 100 \text{ MeV}$

$I_e = 100 \text{ mA}$

$L \geq 10^{26} / \text{cm}^2$ for $N = 10^7 / \text{s}$

06.01.13 反応断面積w



検出器系

Luminosity Monitor

Bremsstrahlung : a set of BaF2 detector ~100b

Characteristic X-ray (30keV) : a Ge detector ~30b

Ultra-forward elastic scattering ~1000b

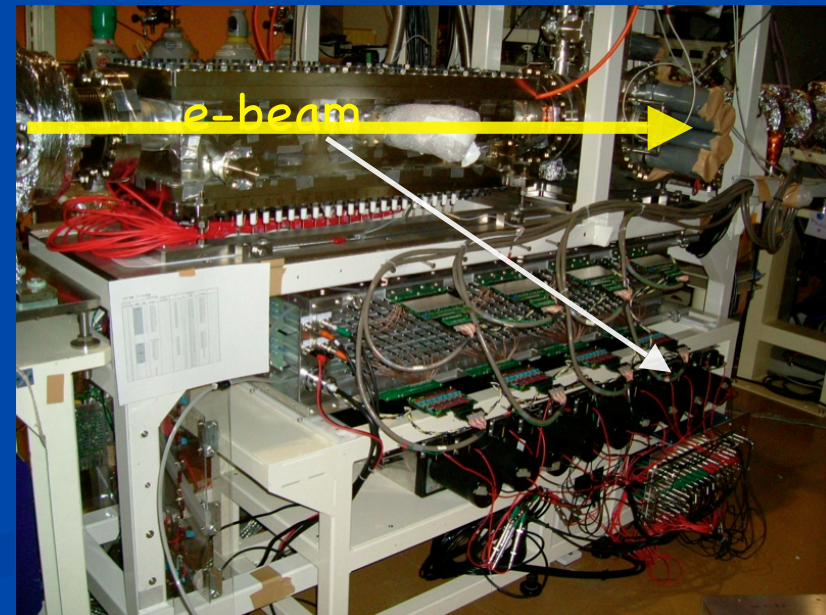
Electron detector

$E_e = 100 \text{ MeV}$

$\theta_e \geq 30 \text{ deg.}$

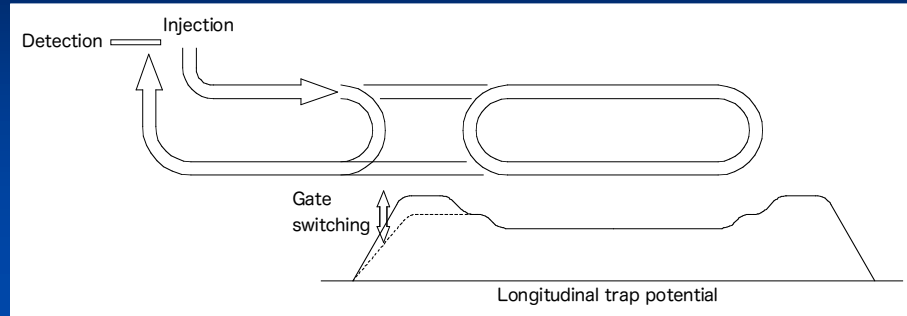
Elastic scattering dominates.

- drift chamber
- plastic scintillator
- calorimeter

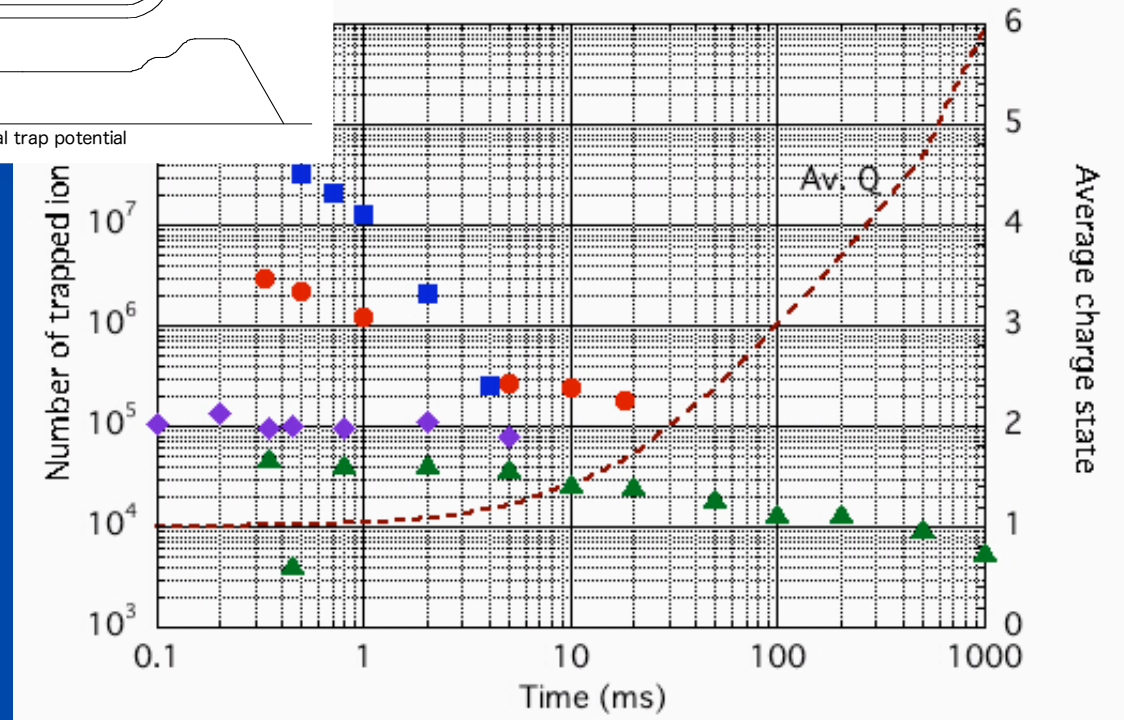


外部入射イオン捕獲の確認

■ 一定時間捕獲後、イオン検出



$$L \sim 10^{24} / \text{cm}^2 / \text{s}$$



■ ルミノシティー測定（制動輻射、特性X線）

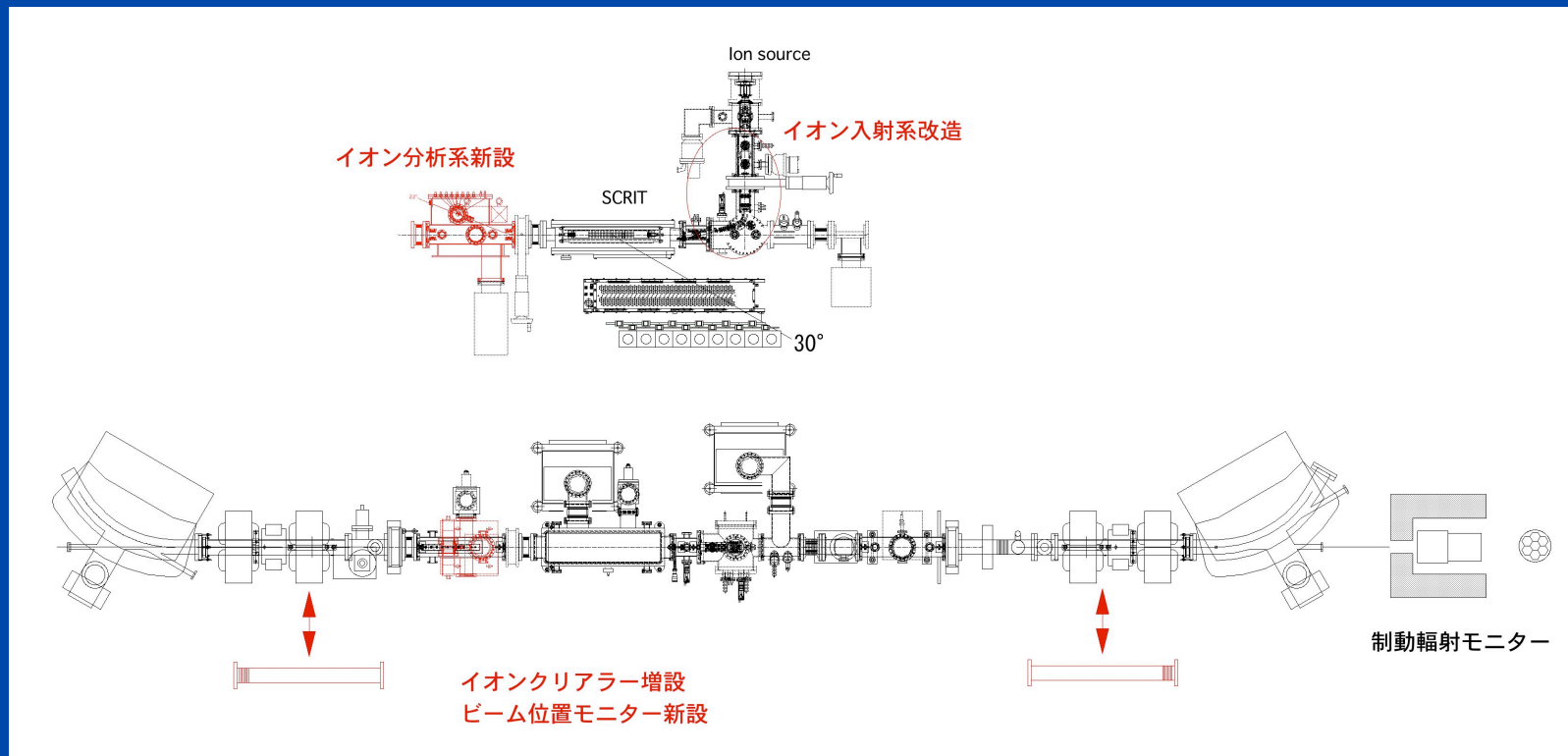
- 電子ビームと捕獲Cs核反応を利用したルミノシティー決定に至っていない

改造作業 (2006. Jan. -Feb.)

- イオン入射系改造、電子ビームモニター増設
 - イオンビームを正確に電子ビーム上にのせる
- イオン分析系設置
 - Csイオンと残留ガスの分離、荷電状態変化の測定
- イオンクリアラー増設
 - 制動輻射バックグラウンドの軽減 (ビーム寿命改善)

Luminosity改善

Luminosity決定



今後の計画

- H18年度中に実証実験にメド（新実験技術の確立）
 - Luminosity 決定
 - 捕獲Cs核からの散乱電子測定
 - 開発実験再開
 - 1-2月の真空作業、ベーキング、枯らし運転を経て、3月にはR & D再開
 - 反跳核検出器（MCP）の開発
 - 散乱電子と反跳核との同時計数
- イオン源
 - 入射イオン数と expected luminosity
 - 10^6 /s 10^{26} /cm²/s
 - 10^7 /s 10^{27} /cm²/s
- KSRの理研への移設にむけた作業