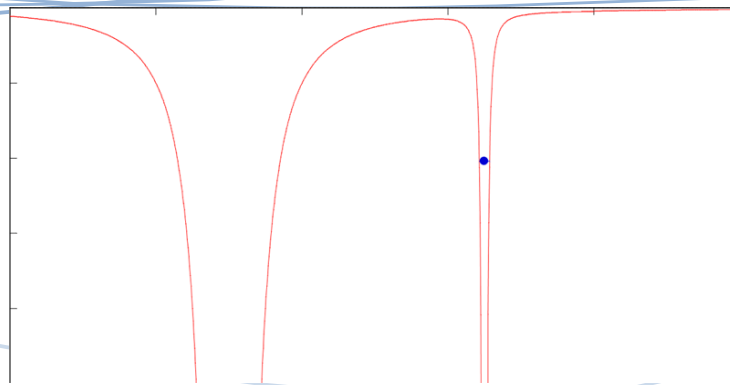


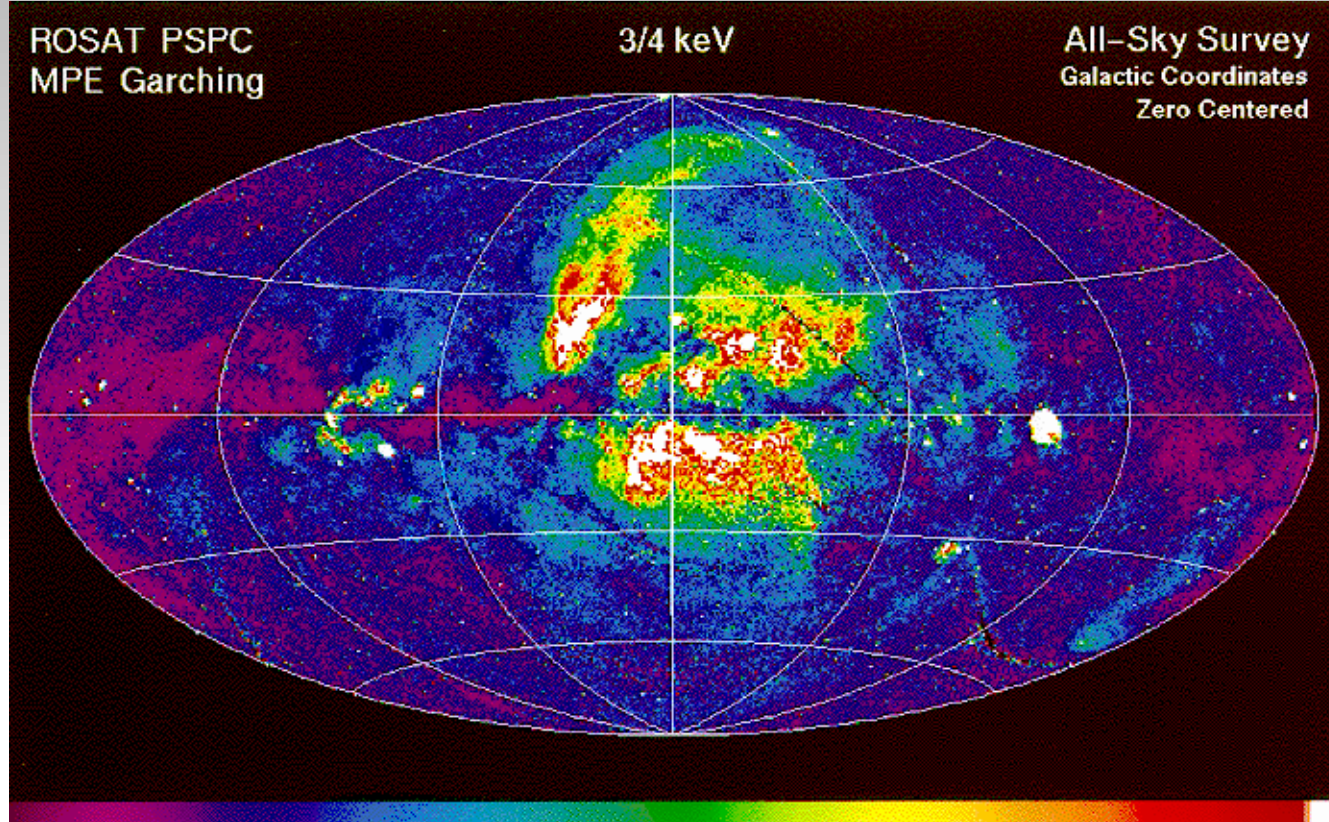
Si(Li)検出器による多価イオンの の電荷交換分光

¹首都大理工, ²JAXA, ³ISAS/JAXA

神田拓真¹, 大橋隼人¹, 前野修平¹, 石田卓也¹, 田沼肇¹, 赤松弘規¹,
阿部祐輝¹, 横田渉¹, 辺見香理¹, 石崎欣尚¹, 江副祐一郎¹, 大橋隆哉¹,
篠崎慶亮², 満田和久³



1. 研究背景



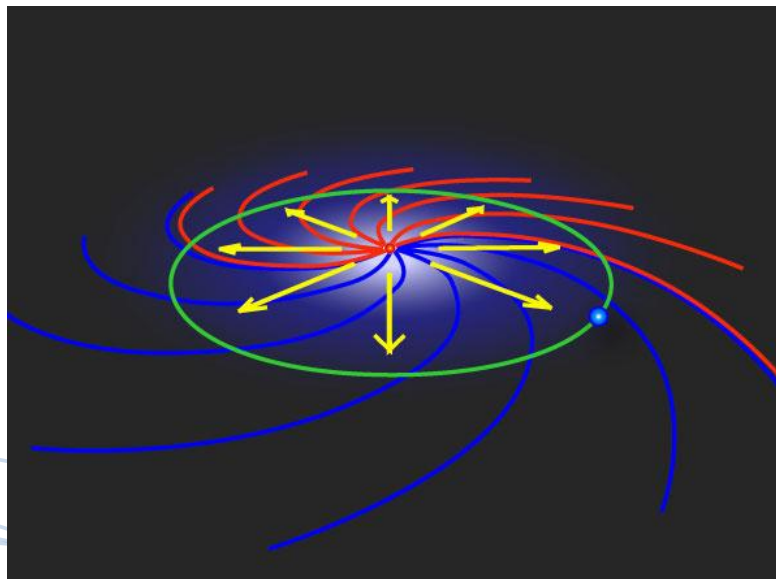
「ROSAT」衛星による軟X線全天マップ

- 謎の強度変動が観測された
- 太陽風と中性ガスの電荷交換反応による発光

1.研究背景

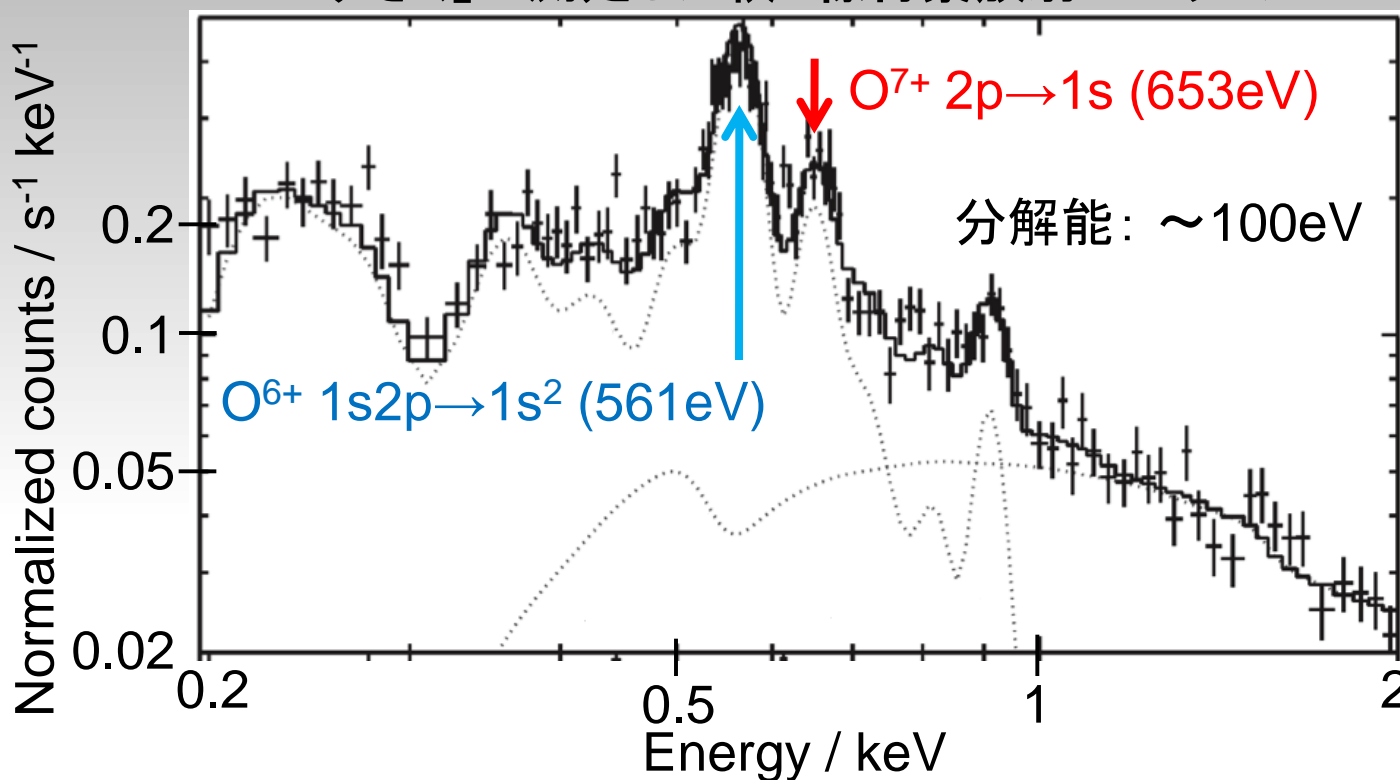
◆太陽風(地球近傍)

- 成分: e^- ; H^+ :90%, He^{2+} :5%, C^{q+} , N^{q+} , O^{q+} , ...
- 速度, 密度: 300~400 km/s (約0.6 keV/u),
3 個/cm³ (約0.01 nA/cm²)
700~800 km/s (約3 keV/u),
9 個/cm³ (約0.3nA/cm²)
- 地球近傍では45度で入射



1. 研究背景

「すざく」で測定した軟X線背景放射スペクトル



輝線の微細構造分離



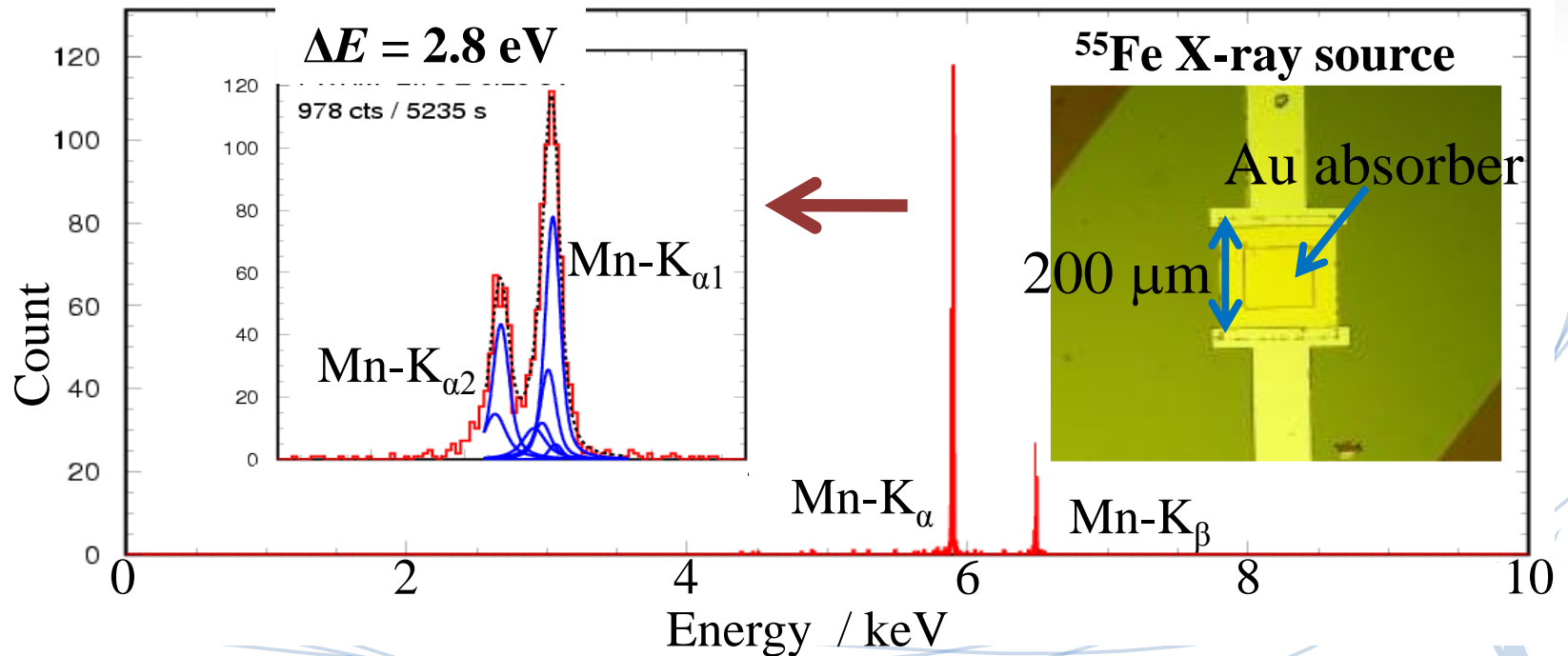
数eVのエネルギー分解能



TES型X線マイクロカロリメータ

1. 研究背景

- ◆ 宇宙実験研究室@TMUで
TES型X線マイクロカロリメータを開発中
- ◆ $\Delta E = 2.8 \text{ eV}$ @ 5.9 keV を達成



2. 研究目的

◆ 宇宙実験研究室@TMUの目的

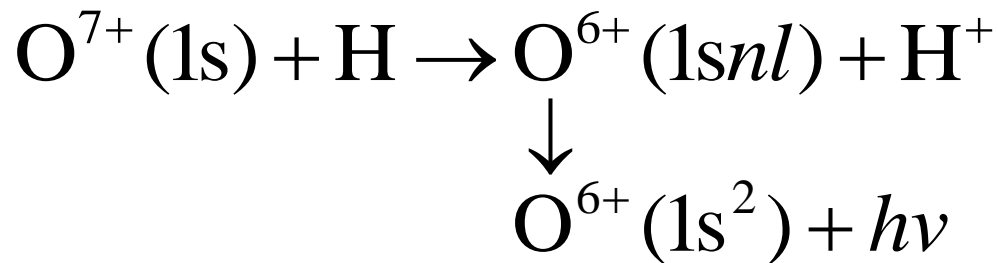
- TES型X線マイクロカロリメータの地上実験

◆ 原子物理実験研究室の目的

- HとO⁷⁺で起きている電荷交換反応の理解

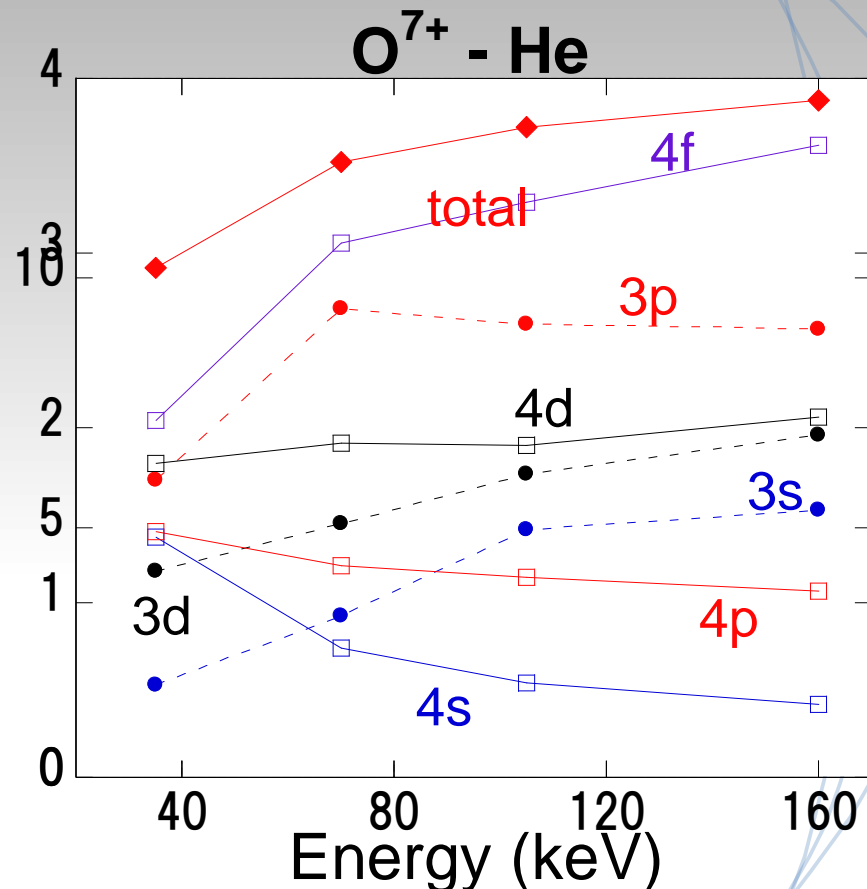
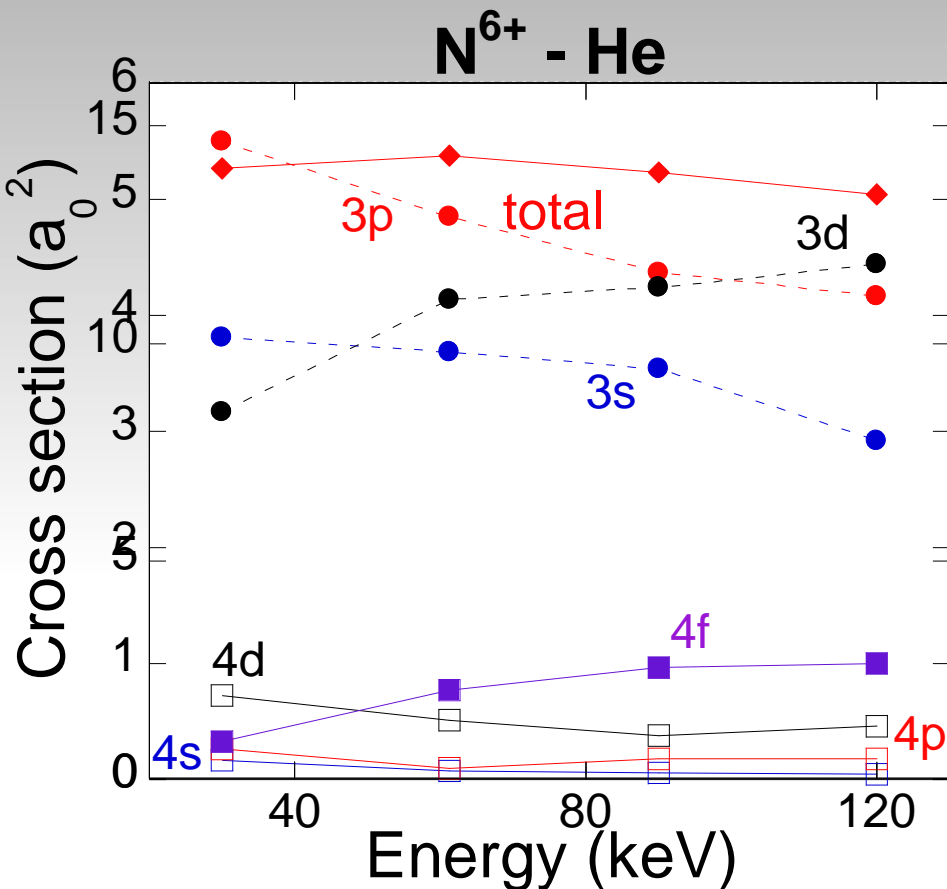


TES型X線マイクロカロリメータで
O⁷⁺ - Hによる発光の測定



予備実験 O⁷⁺, N⁶⁺ - He by Si(Li)

4. 電荷移行断面積の理論計算



AOCC by Ling LIU(IAPCM, Beijing)



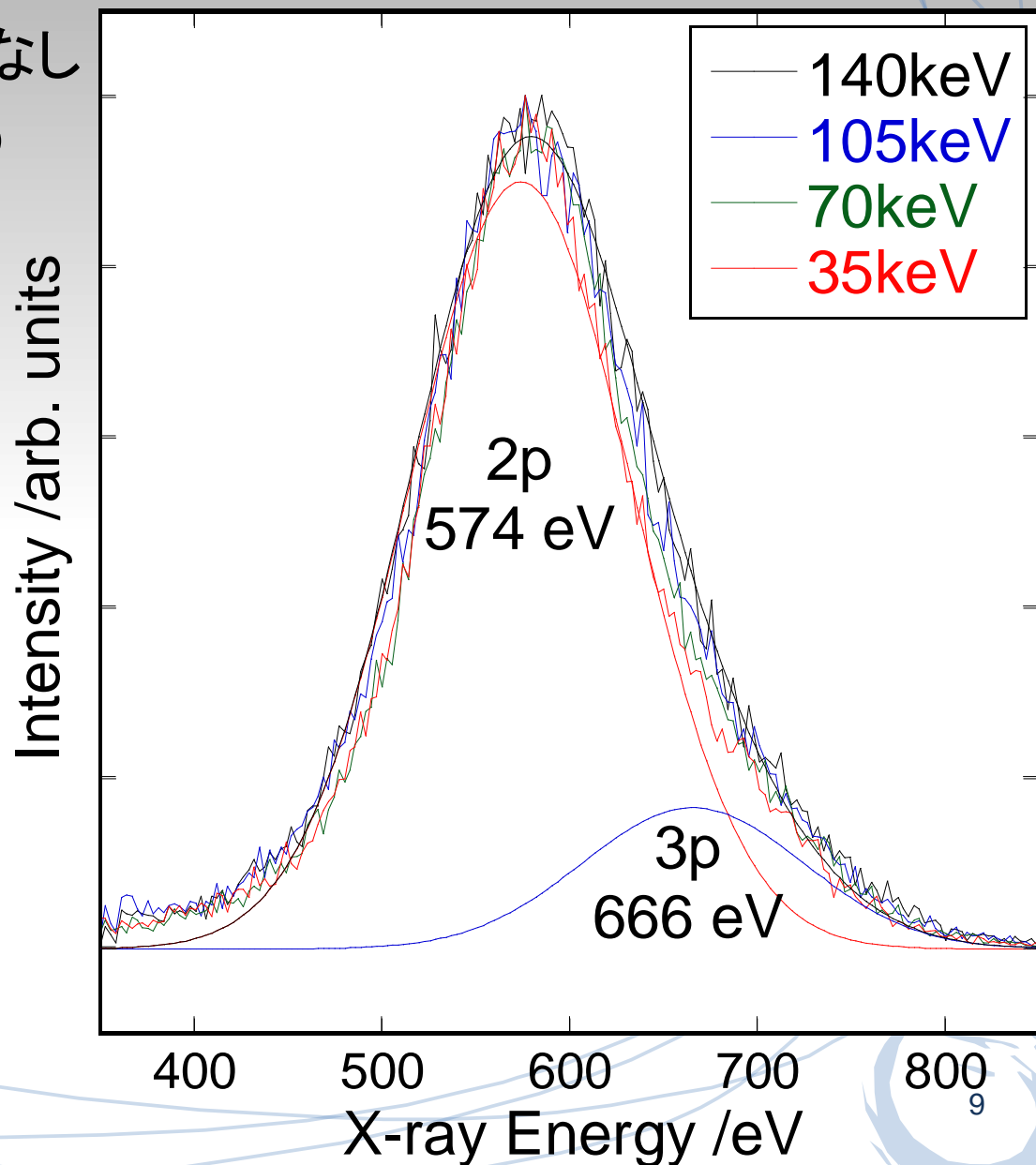
O⁷⁺: $n = 3, 4$ ($n = 4$; COBM)

N⁶⁺: $n = 3$ ($n = 3$; COBM)

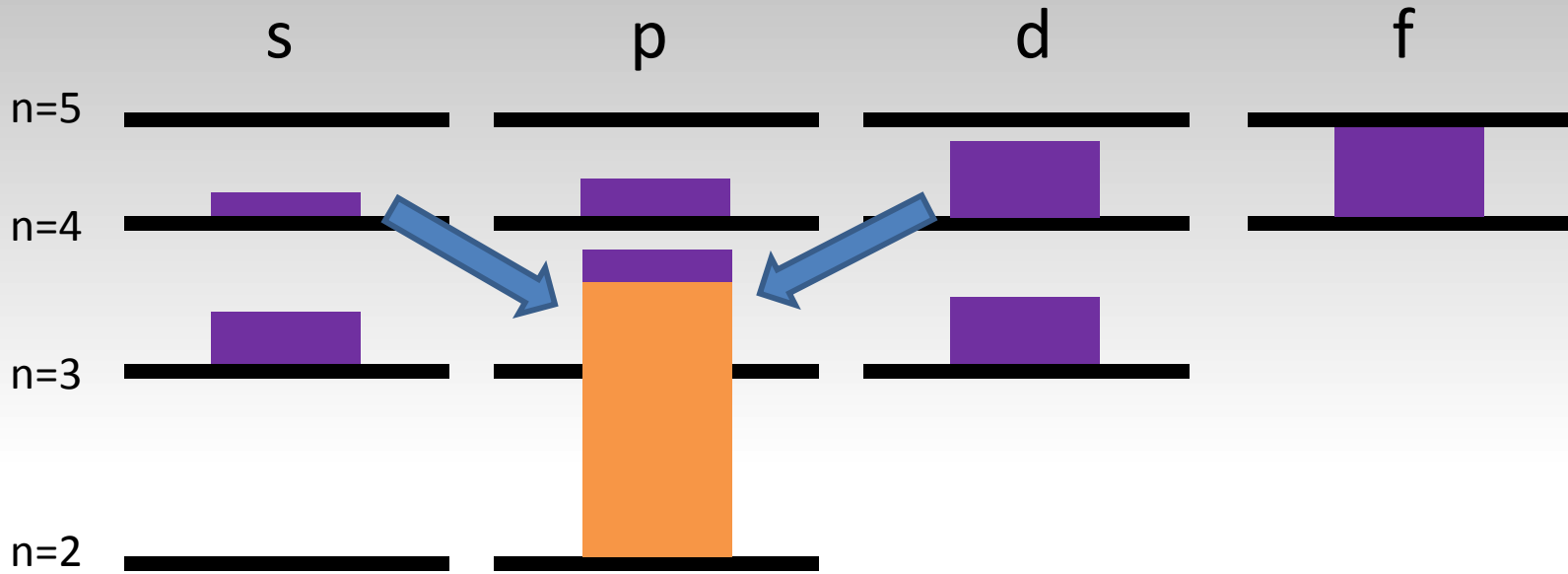


5.測定値 $O^{7+} + He \rightarrow O^{6+} + He^+$

- ◆大きなエネルギー依存性なし
- ◆カスケードによる2pからの発光が強い

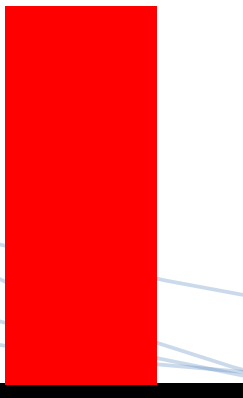


カスケード



電荷移行による初期分布

$n=1$

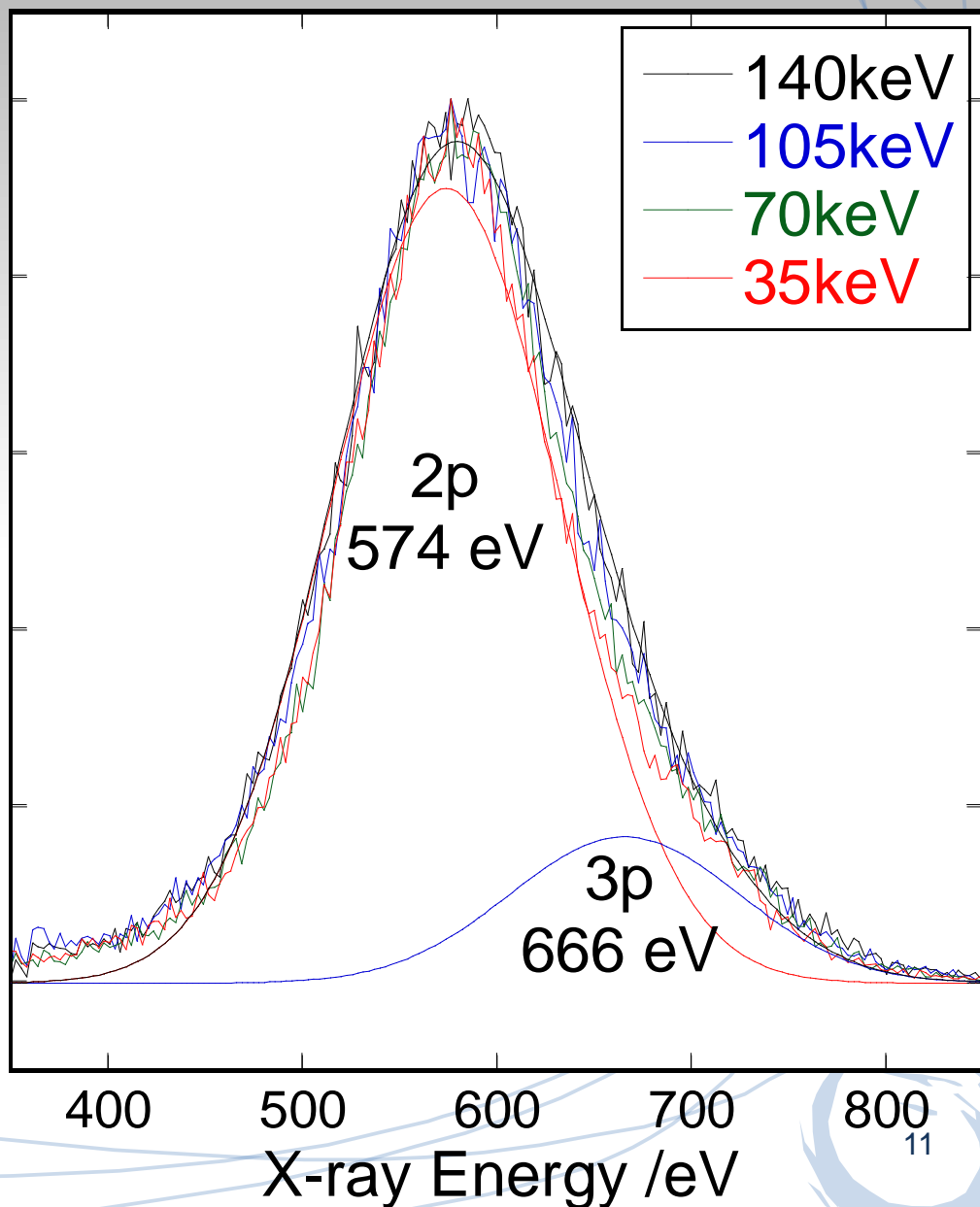
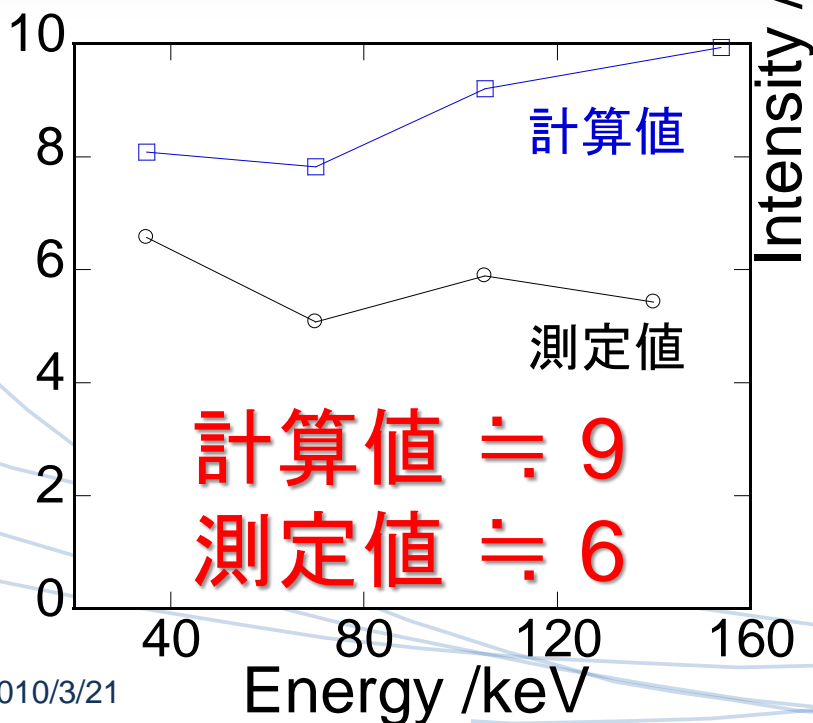


5.測定値



- ◆大きなエネルギー依存性なし
- ◆カスケードによる2pからの発光が強い

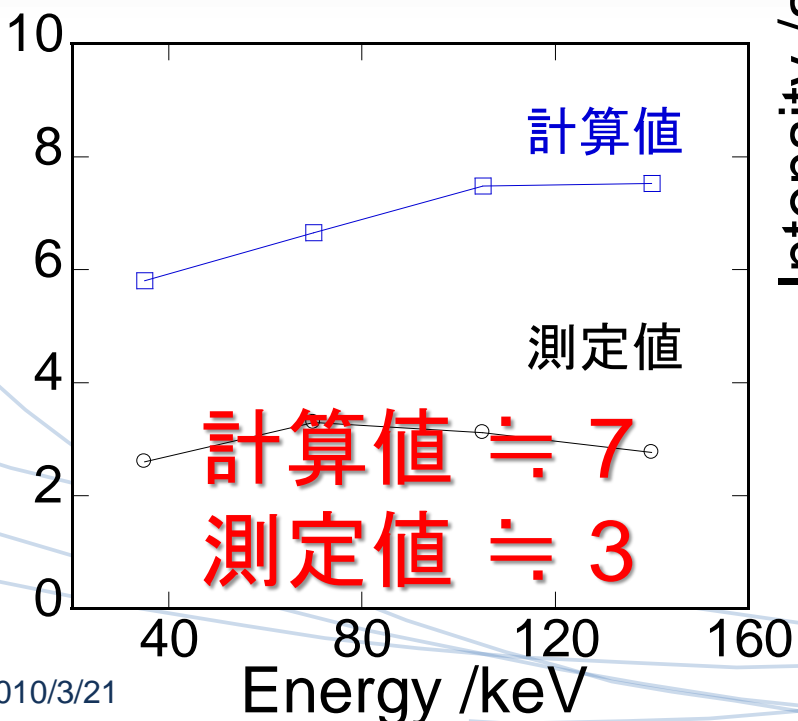
$$\frac{I(2p \rightarrow 1s)}{I(3p \rightarrow 1s)}$$



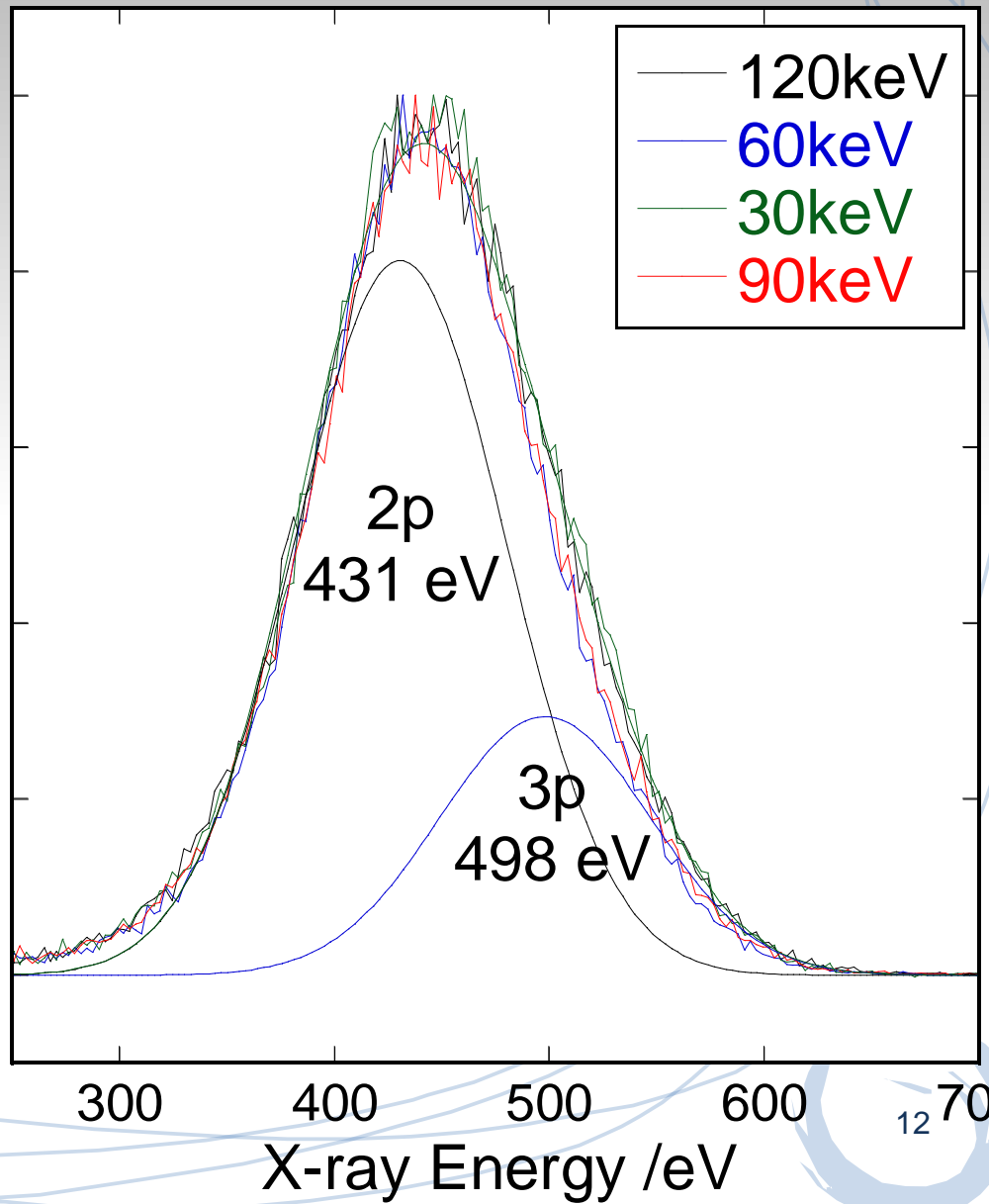
5.測定値 $N^{6+} + He \rightarrow N^{5+} + He^+$

- ◆大きなエネルギー依存性なし
- ◆カスケードによる2pからの発光が強い

$$\frac{I(2p \rightarrow 1s)}{I(3p \rightarrow 1s)}$$



Intensity /arb. units



6.まとめ

◆ O^{7+}, N^{6+} -Heの電荷交換分光

- 衝突エネルギーによらず2pからの発光が観測された
- 3pからの弱い発光

◆TES型X線マイクロカロリメータで検出可であることを確認

- TES (0.04mm^2) : 2 cps (予想)

◆今後の予定

- 水素原子源の導入(購入済み)
- 入射イオンを太陽風の速度に近づける($200\sim 300\text{km/s}$ ($3\sim 7\text{keV}$))
- TES型X線マイクロカロリメータ@宇宙実験で測定

謝辞

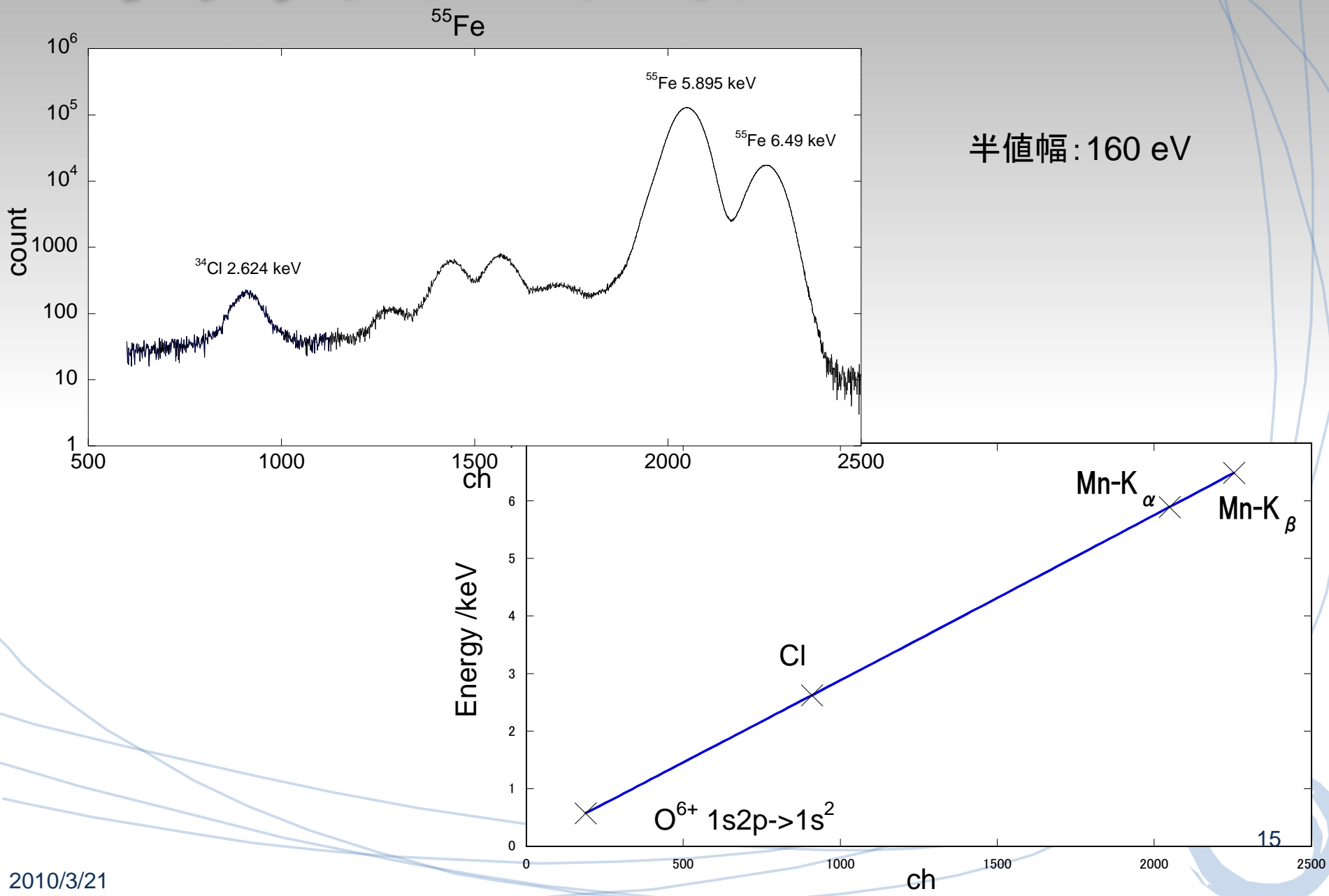
Si(Li)

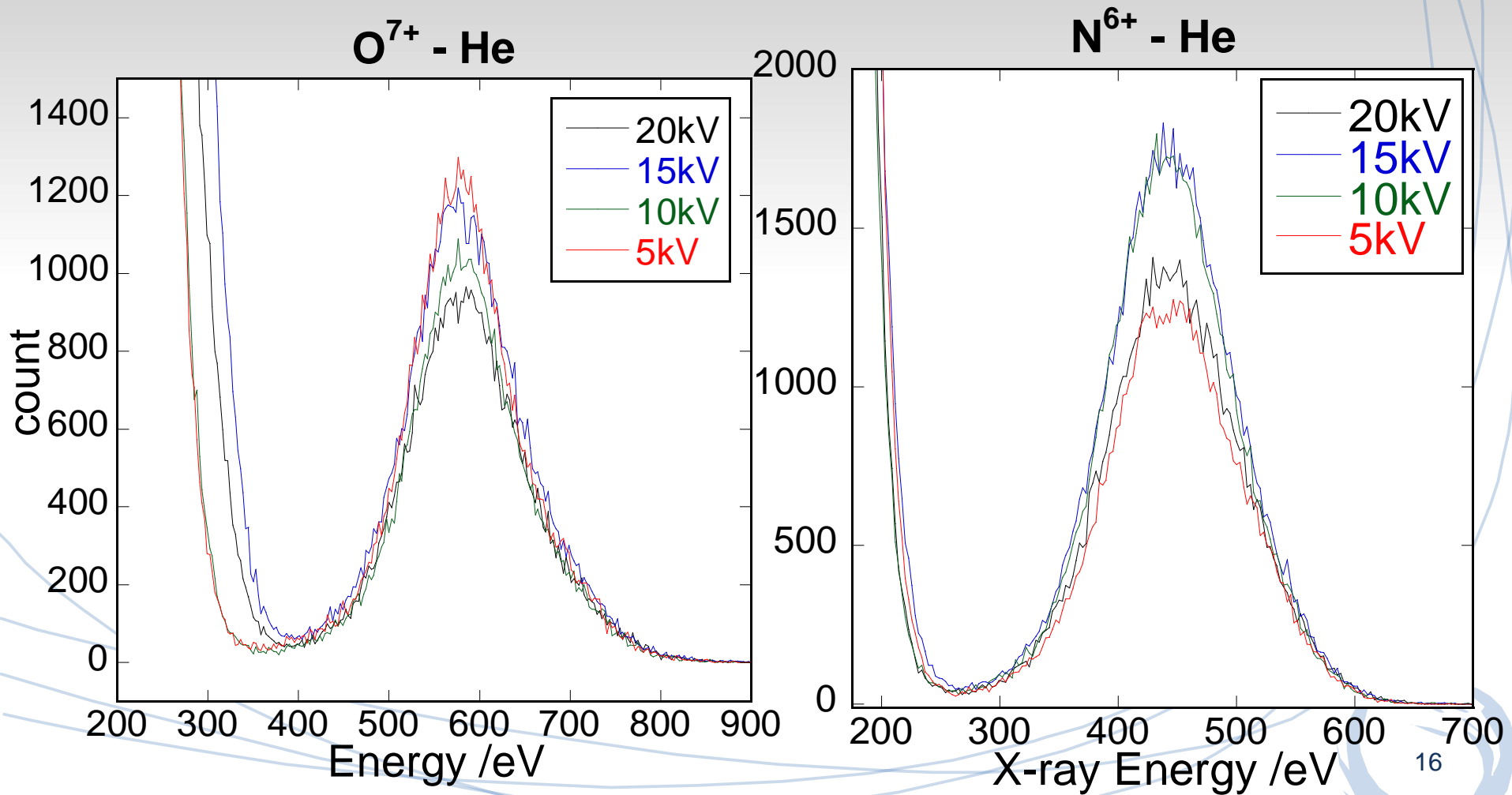
東 俊行,
中野 祐司
目時 健一

AOCC

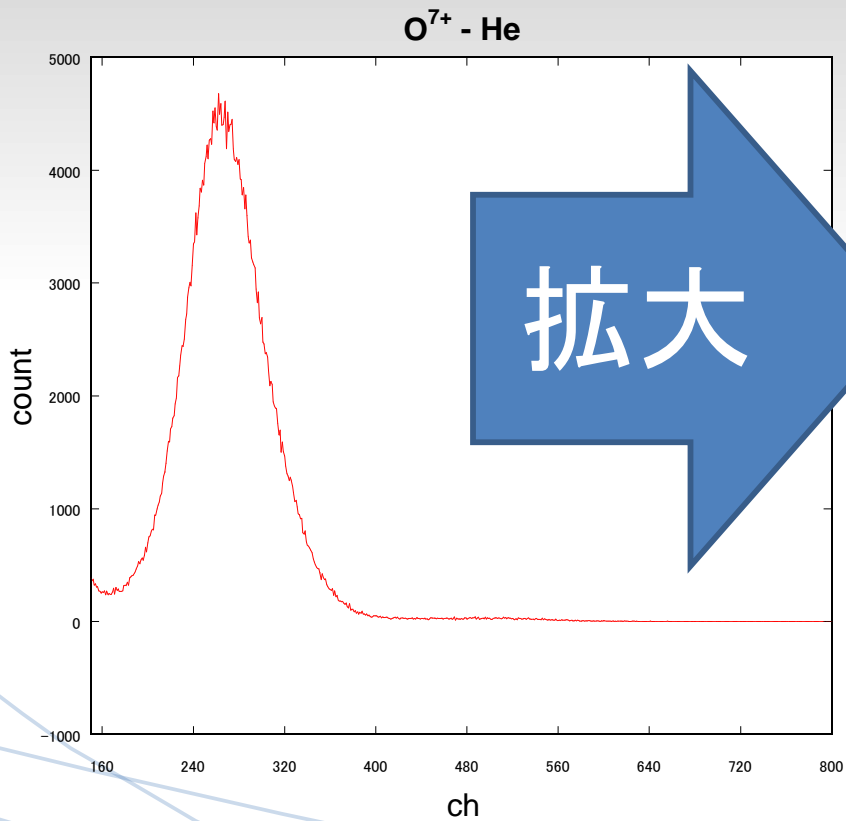
Ling LIU (IAPCM, Beijing)
Jianguo WANG (IAPCM, Beijing)

0. キャリブレーション

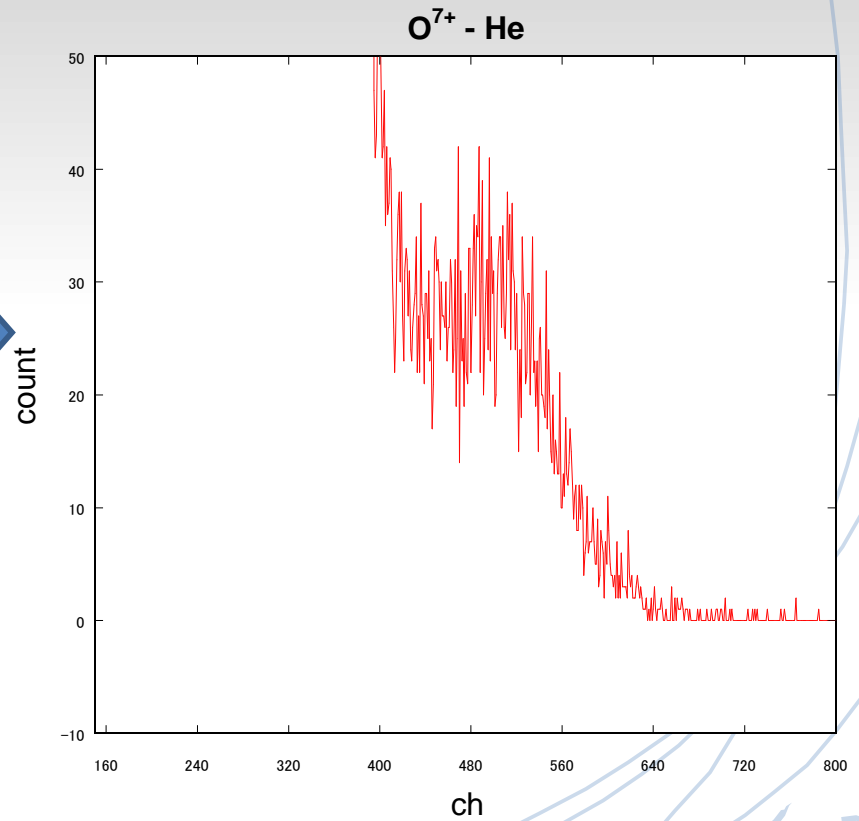




0. パイルアップ



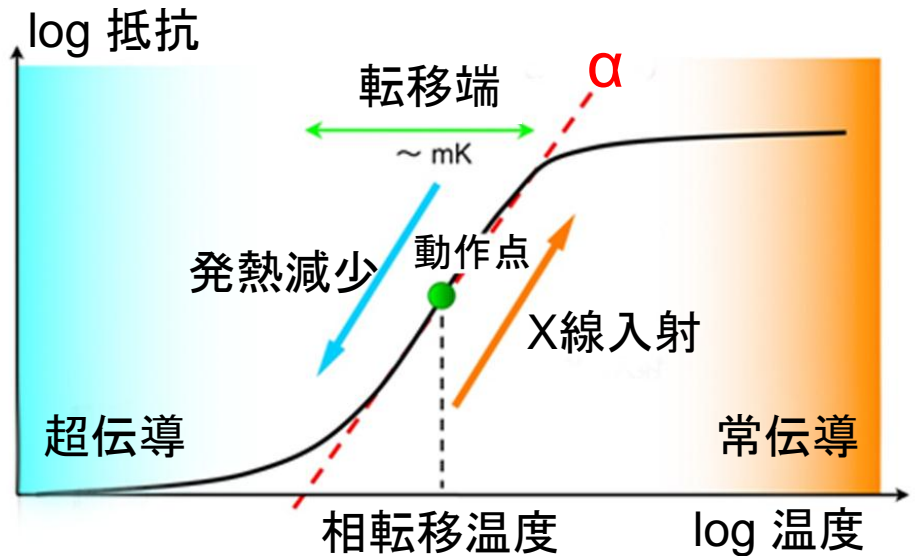
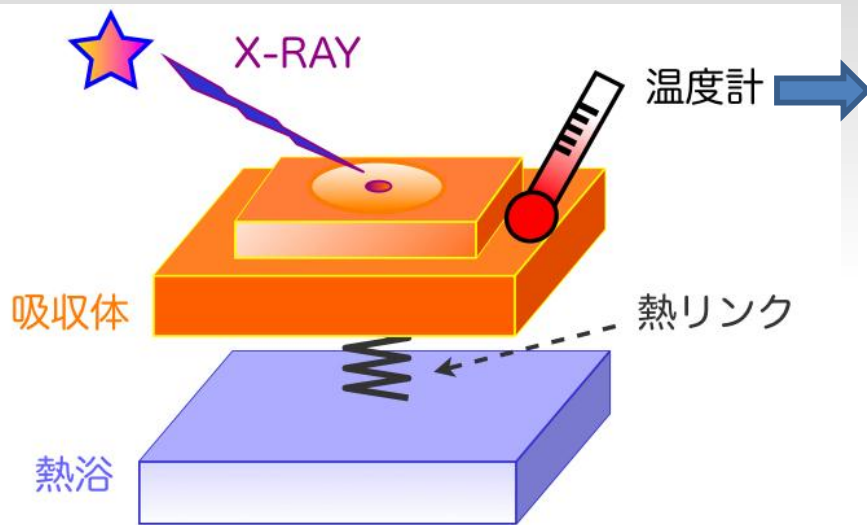
拡大



0.TES型X線マイクロカロリメータ

X線マイクロカロリメータ

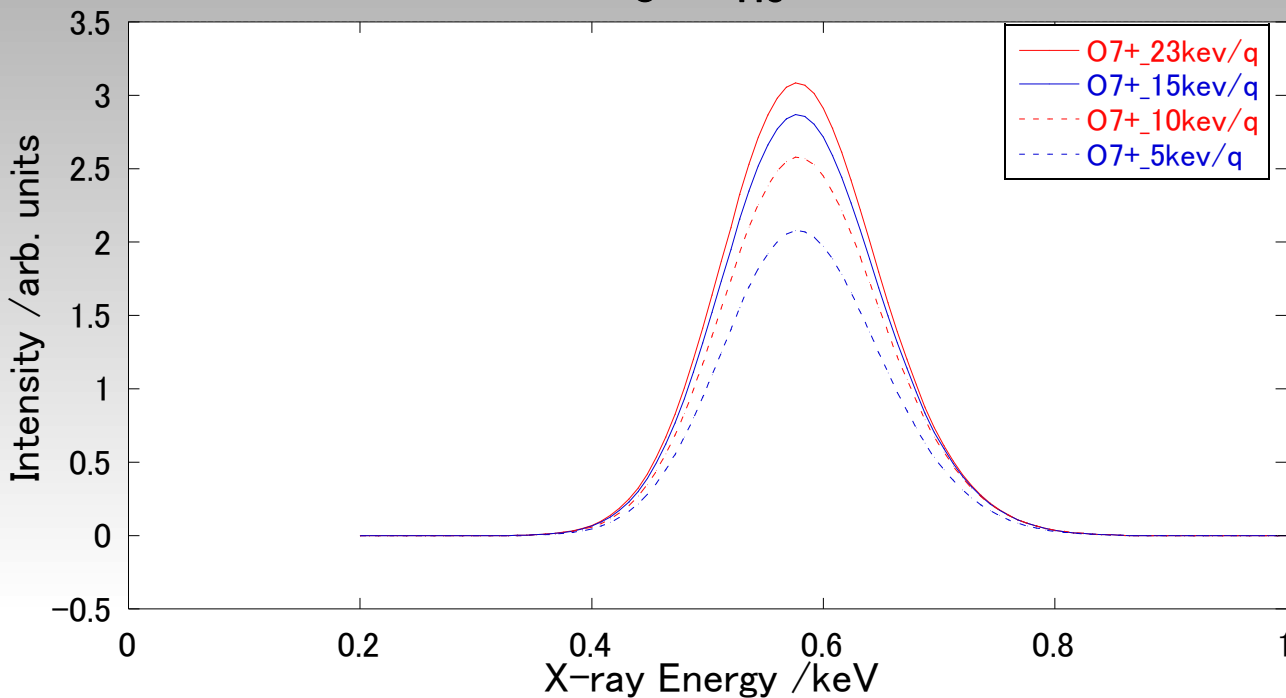
超伝導遷移端温度計
(Transition Edge Sensor: TES)



C : 素子の熱容量
T : 系の温度

$$\alpha \equiv \frac{T}{R} \frac{\partial R}{\partial T}$$

エネルギー分解能 :
$$\Delta E_{FWHM} = 2.35 \sqrt{\frac{k_B T^2 C}{\alpha}} \text{ [eV]}$$

$O^{7+} - He$ 

電荷移行断面積の理論計算から予想される発光スペクトル

衝突エネルギーによる違い

keV/q	2p	3p	比_O7+
22	2.978	0.3	9.926667
15	2.76	0.3	9.2
10	2.463	0.315	7.819048
5	1.987	0.246	8.077236
keV/q	2p	3p	比_N6+
20	1.595	0.212	7.523585
15	1.652	0.221	7.475113
10	1.643	0.247	6.651822
5	1.643	0.283	5.805654

 $N^{6+} - He$ 