

ガンマ10 エンド部における プラズマ照射材料の表面分析

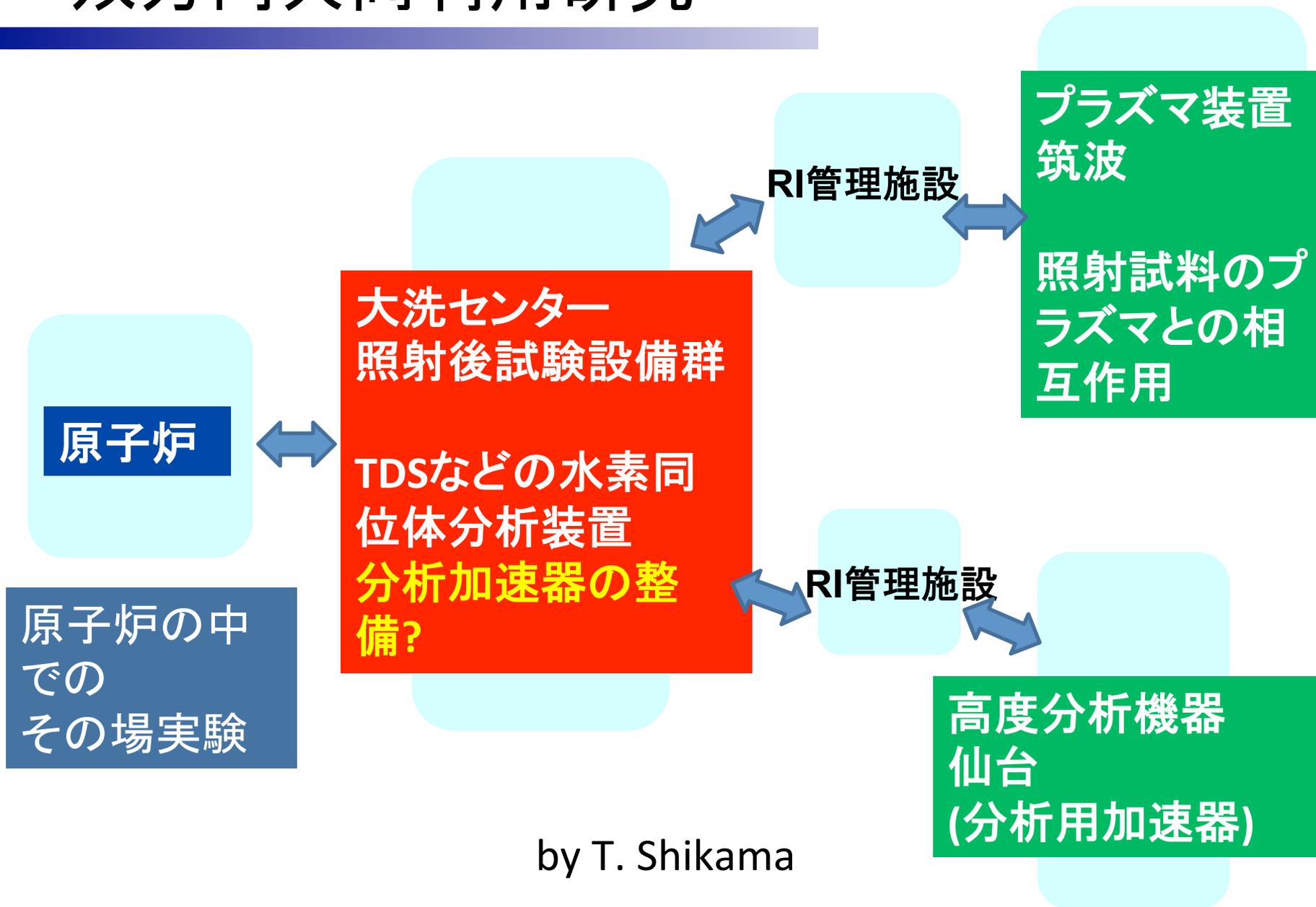
東北大金研

永田 晋二, 趙 明, 星 勝也、四竈樹男

筑波大プラズマセンター

中嶋 洋輔、坂本 瑞樹, 細井 克洋, 武田 寿人

双方向共同利用研究



by T. Shikama

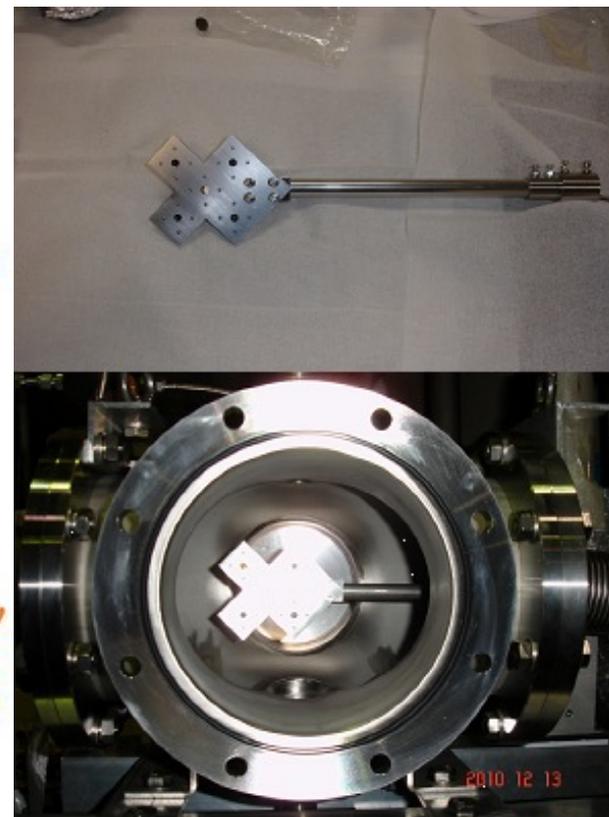
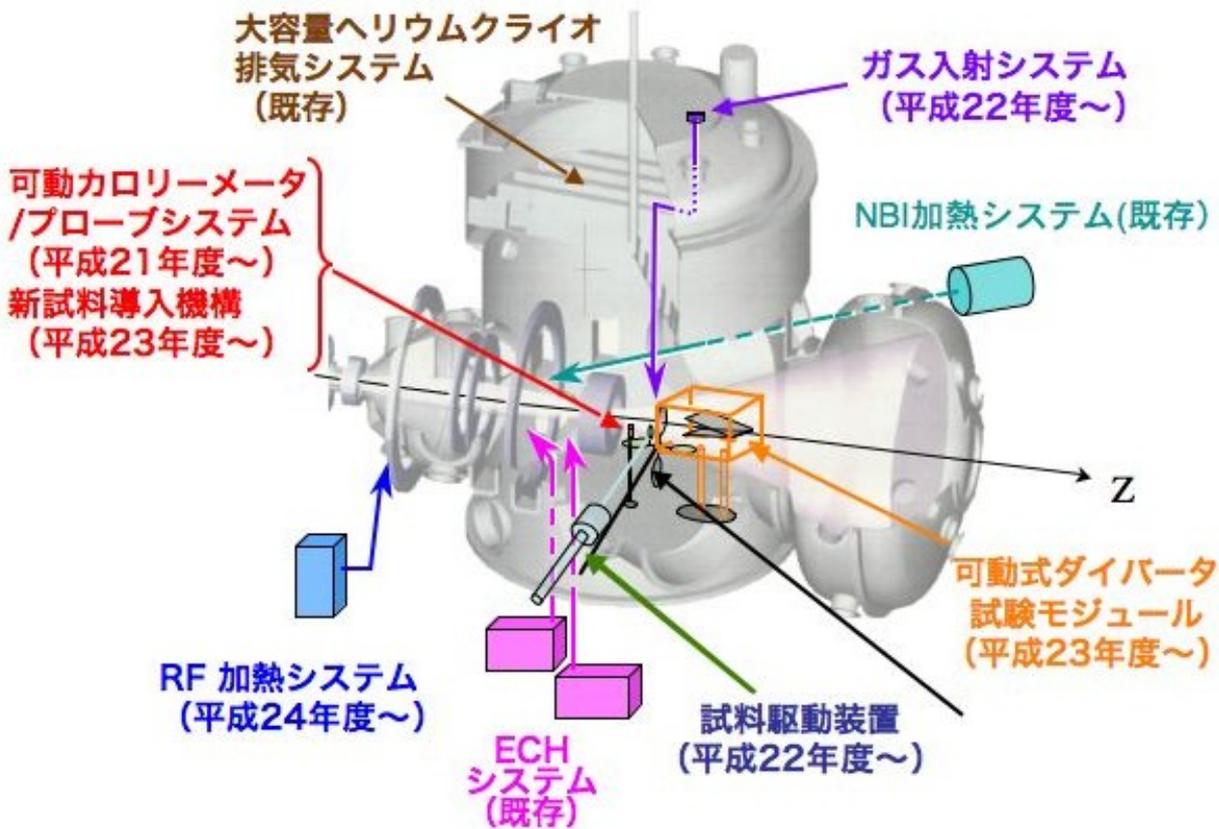
概要

タンデムミラープラズマ閉じ込め装置ガンマ10の端部より流出する高熱流束を利用して、材料開発の為の基礎的なデータを収集することを目的として、ダイバータ板の候補材料をプラズマに暴露し、その際に侵入したプラズマ粒子の深さ分布、並びに試料の表面状態を調べる。

今回はまず照射位置で試料へ入射するプラズマ粒子についての情報を得るため、コレクタプローブとしての役割も果たす材料を挿入し、プラズマ照射後の表面分析を行った結果について述べる。

GAMMA 10 端部への試料挿入

GAMMA 10端部ミラー真空容器



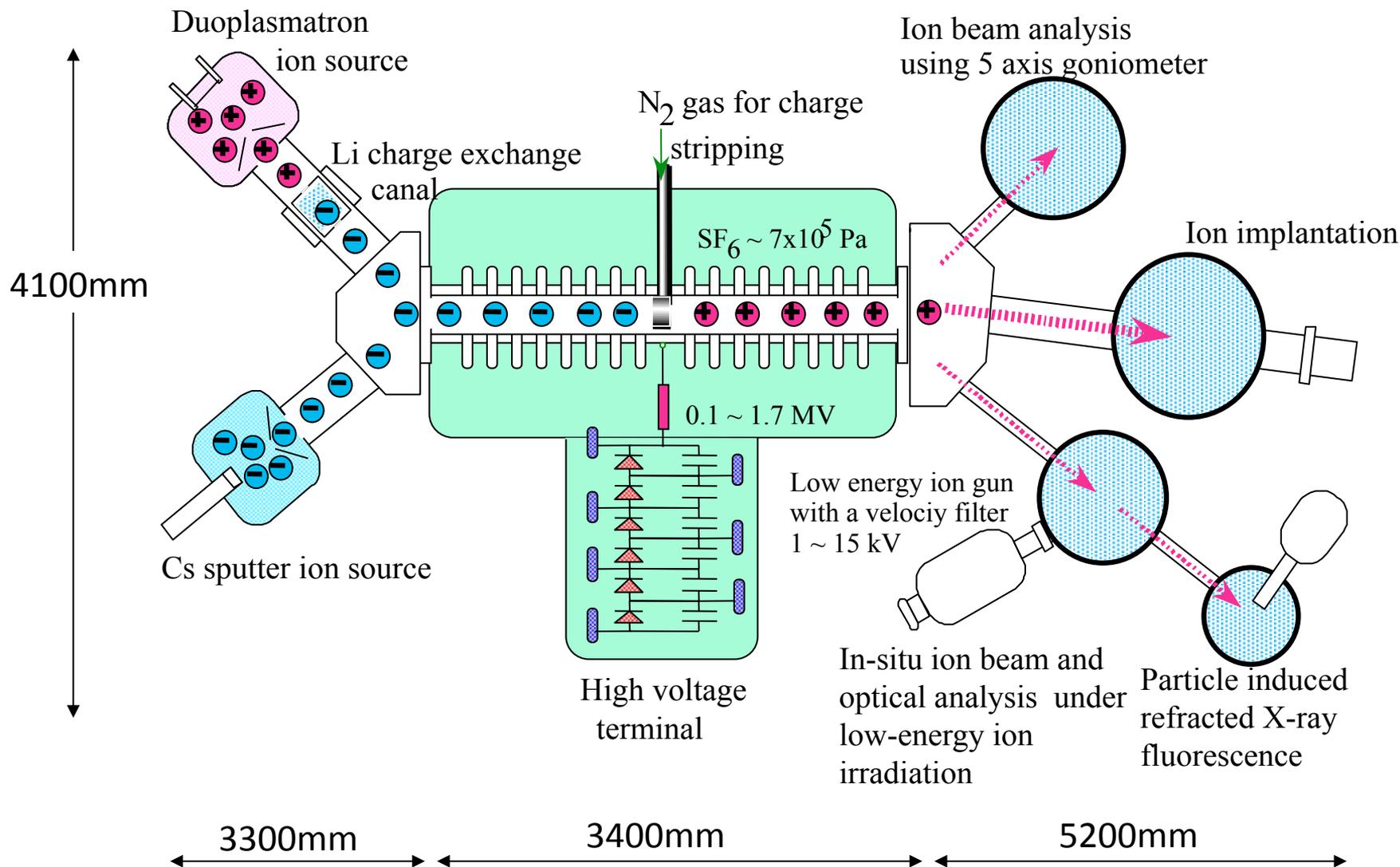
照射後の表面分析

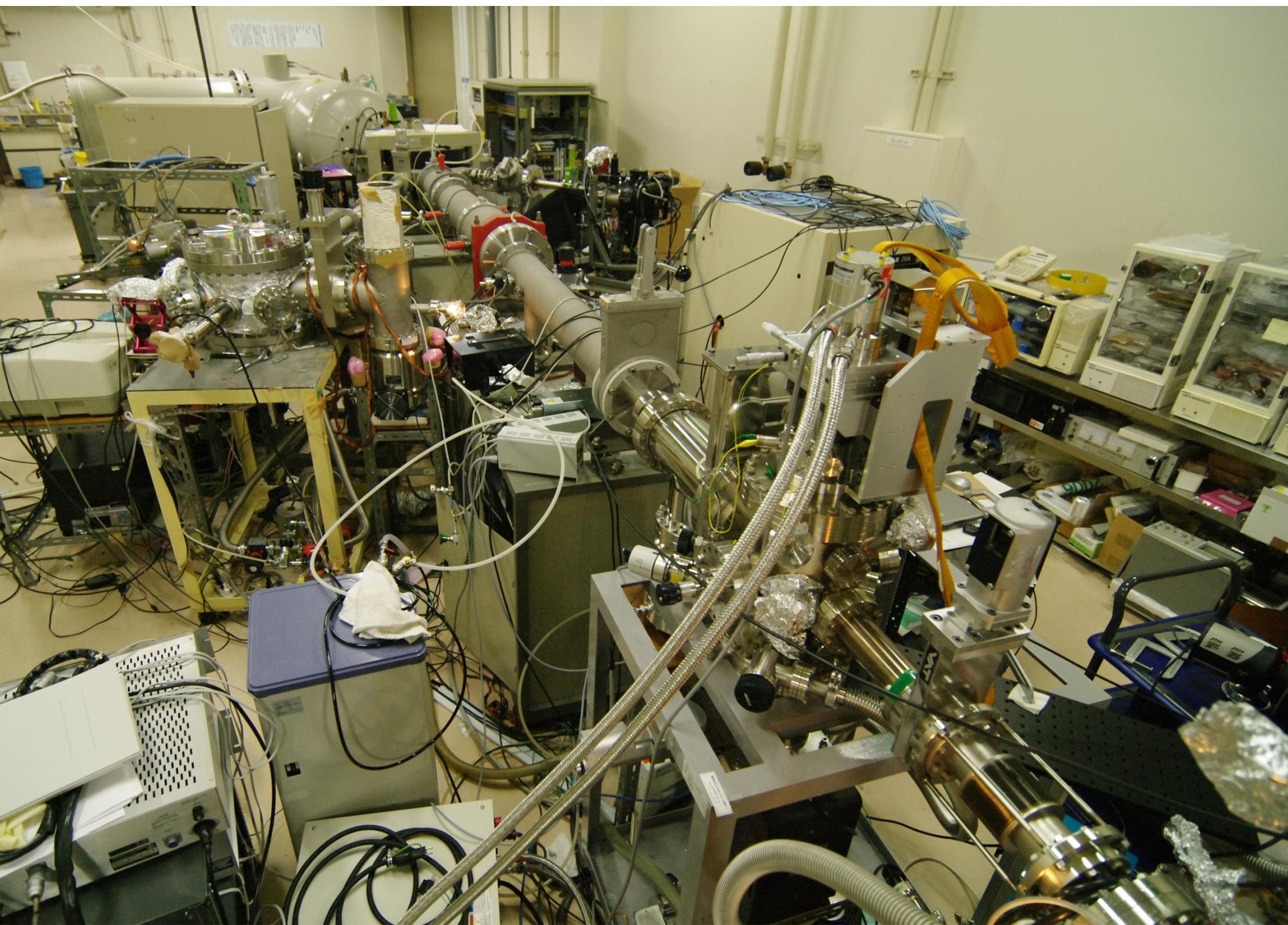
ラザフォード後方散乱・イオンチャネリング (RBS/C)
堆積層の組成分析、各元素の濃度プロファイル
単結晶層中の格子欠陥、格子ひずみ

反跳粒子検出(Elastic Recoil Detection)
水素濃度分布

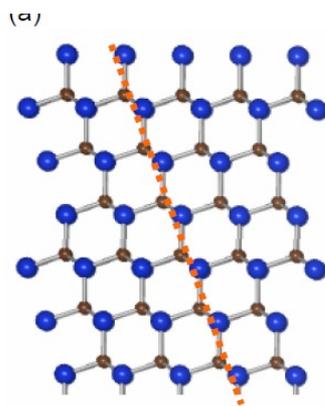
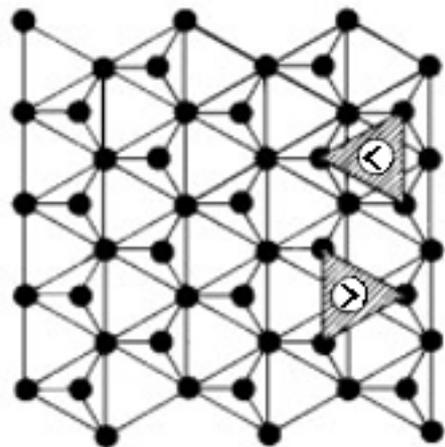
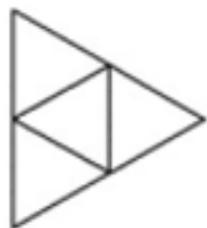
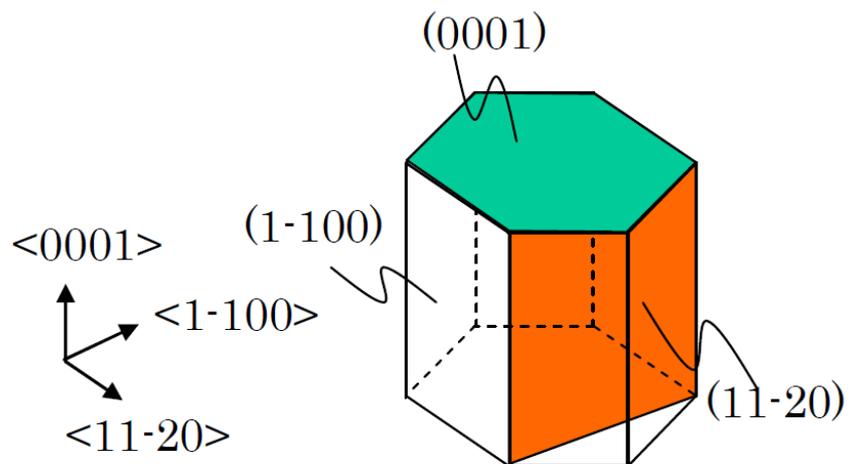
X-ray diffraction

金属材料研究所金属ガラスセンター・タンデム加速器

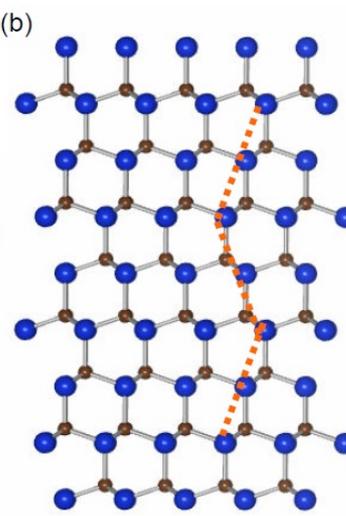




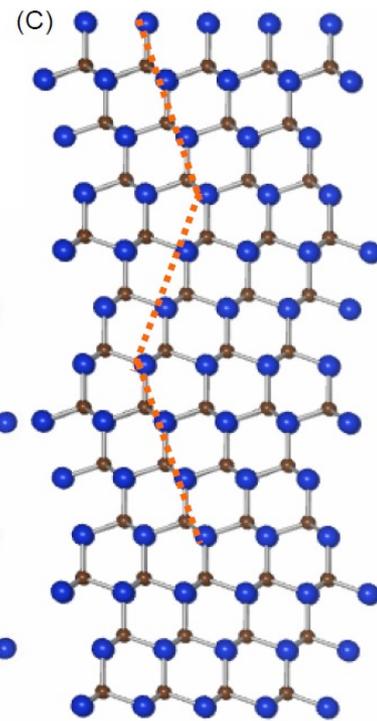
SiCの結晶構造



3C

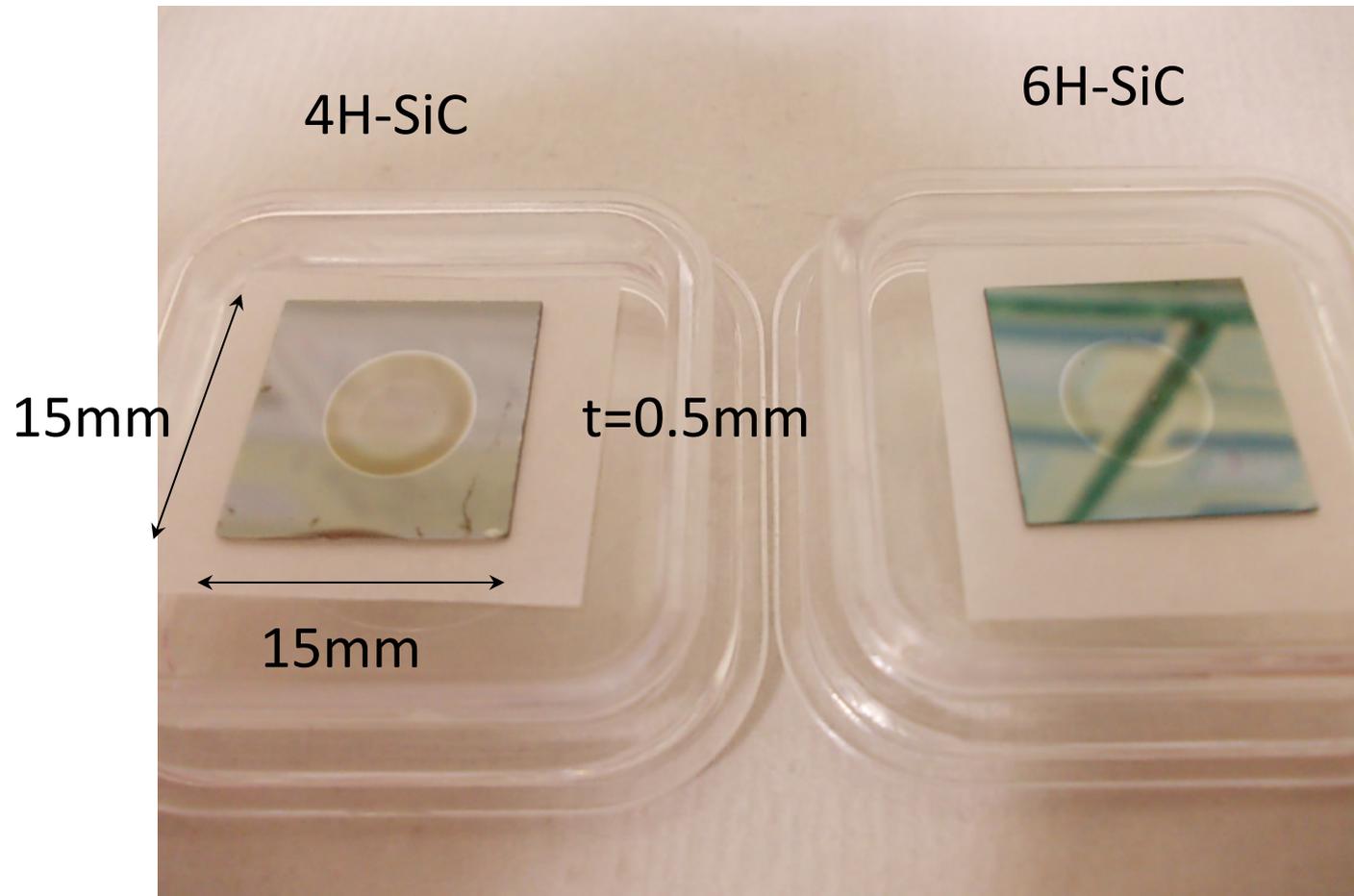


4H

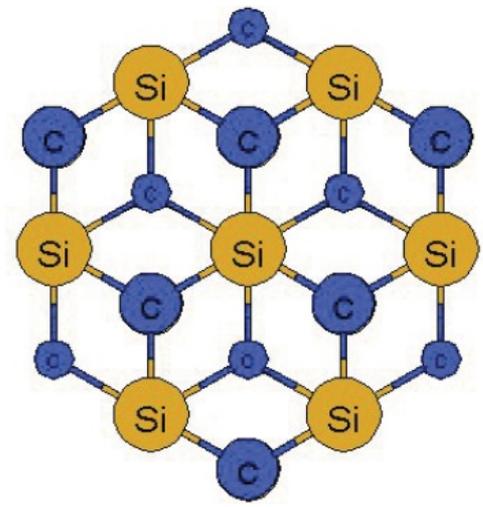
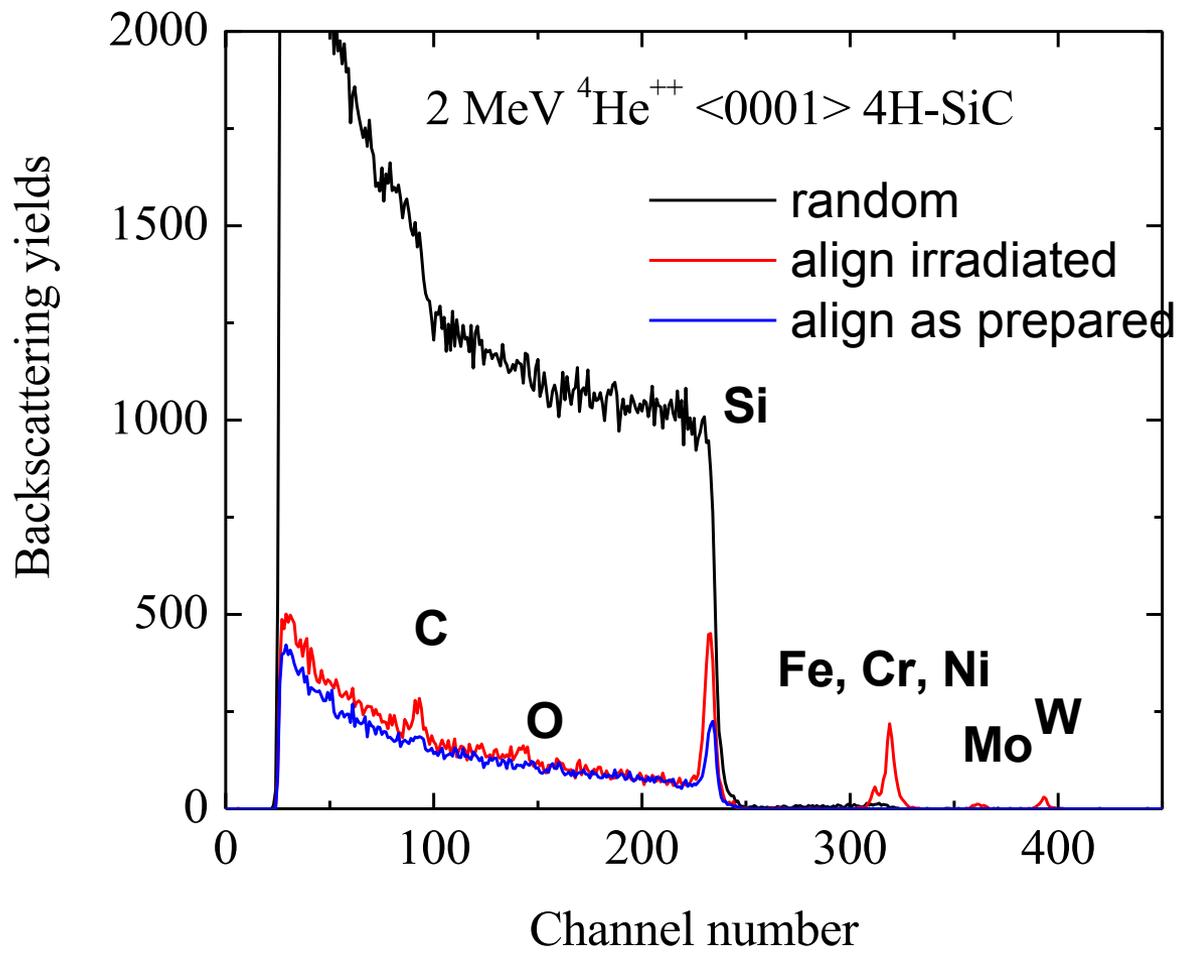


6H

照射後SiC試料

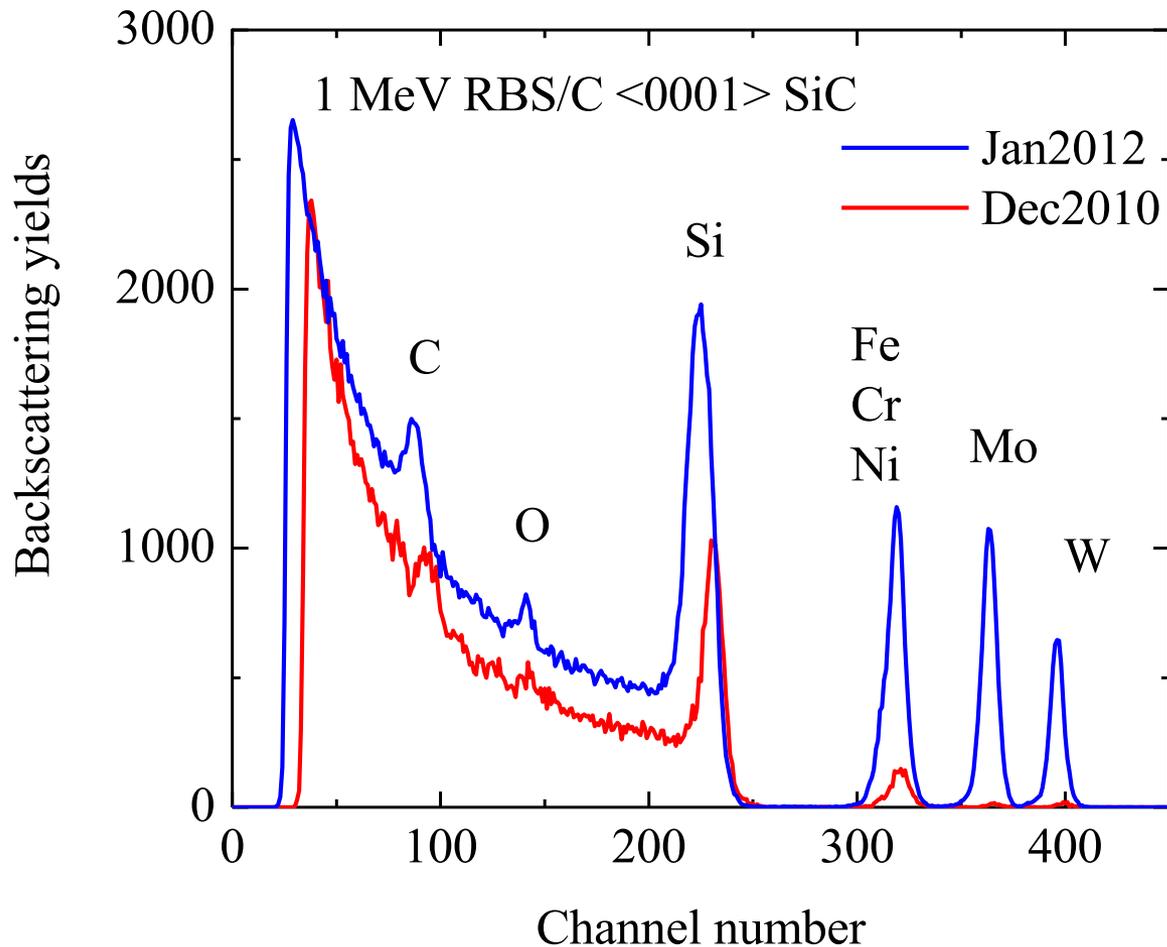


チャネリング条件を用いた後方散乱



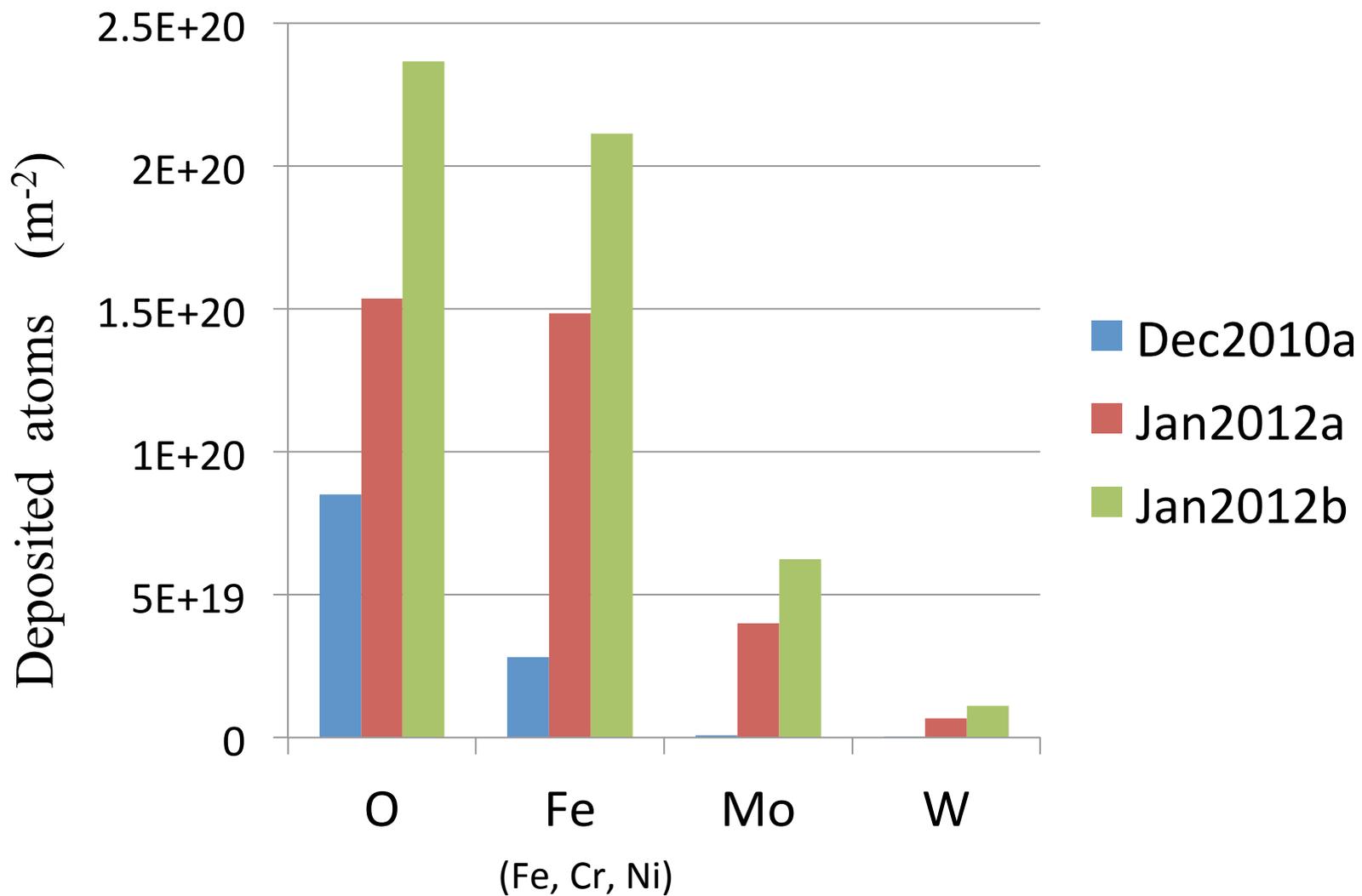
2010年12月照射試料
Fluence $\sim 1e22 \text{ m}^{-2}$

照射条件の違いによるRBSスペクトル比較

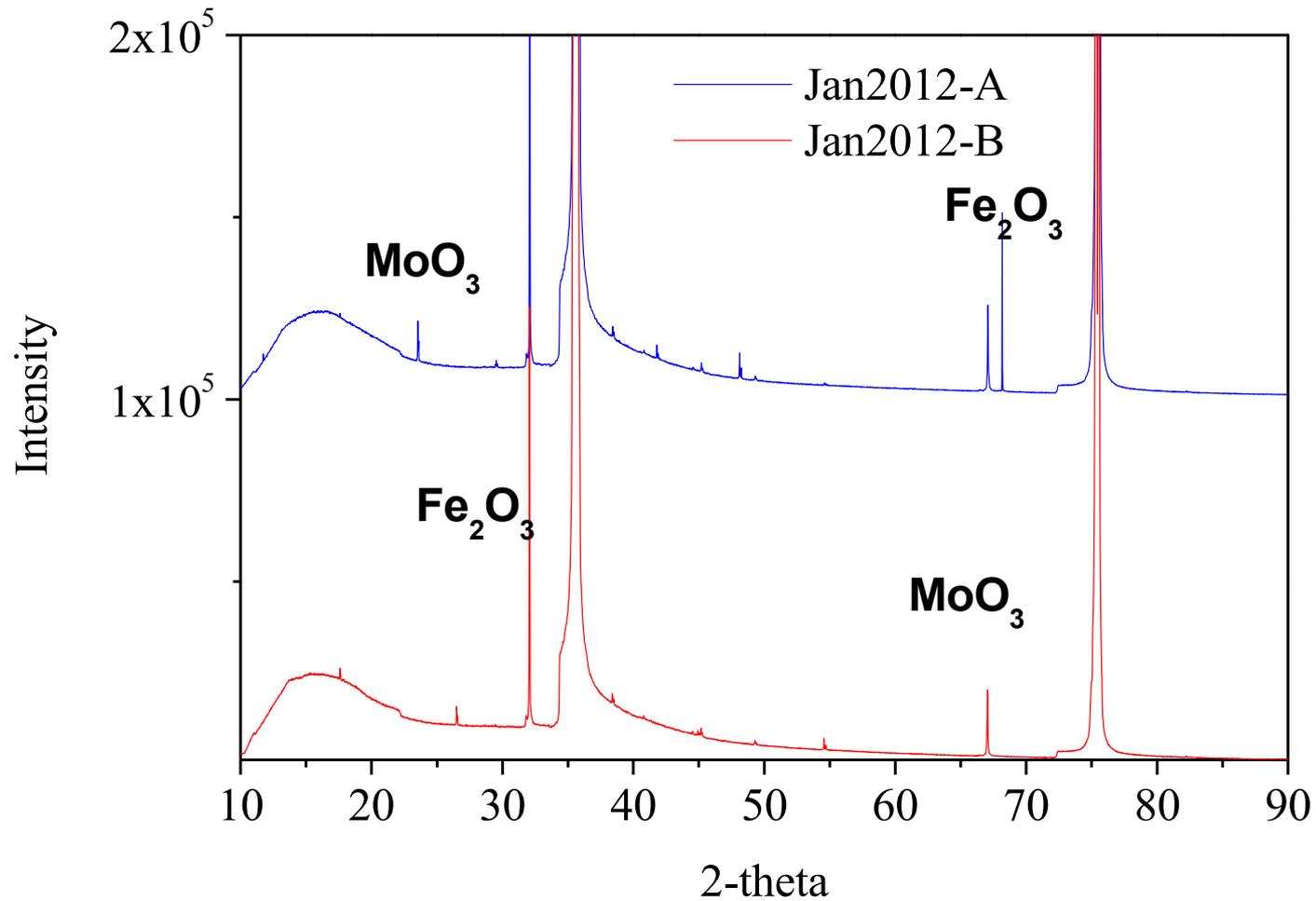


	2010 Dec 17	2012 Jan 24
プラズマ パルス幅 (s)	0.39	0.39
ショット数	28	39
イオン温度 (eV)	150	350
粒子束密度 (m ⁻² s ⁻¹)	~1e21	~3e22
フルエンス (m ⁻²)	~1e22	~4e23

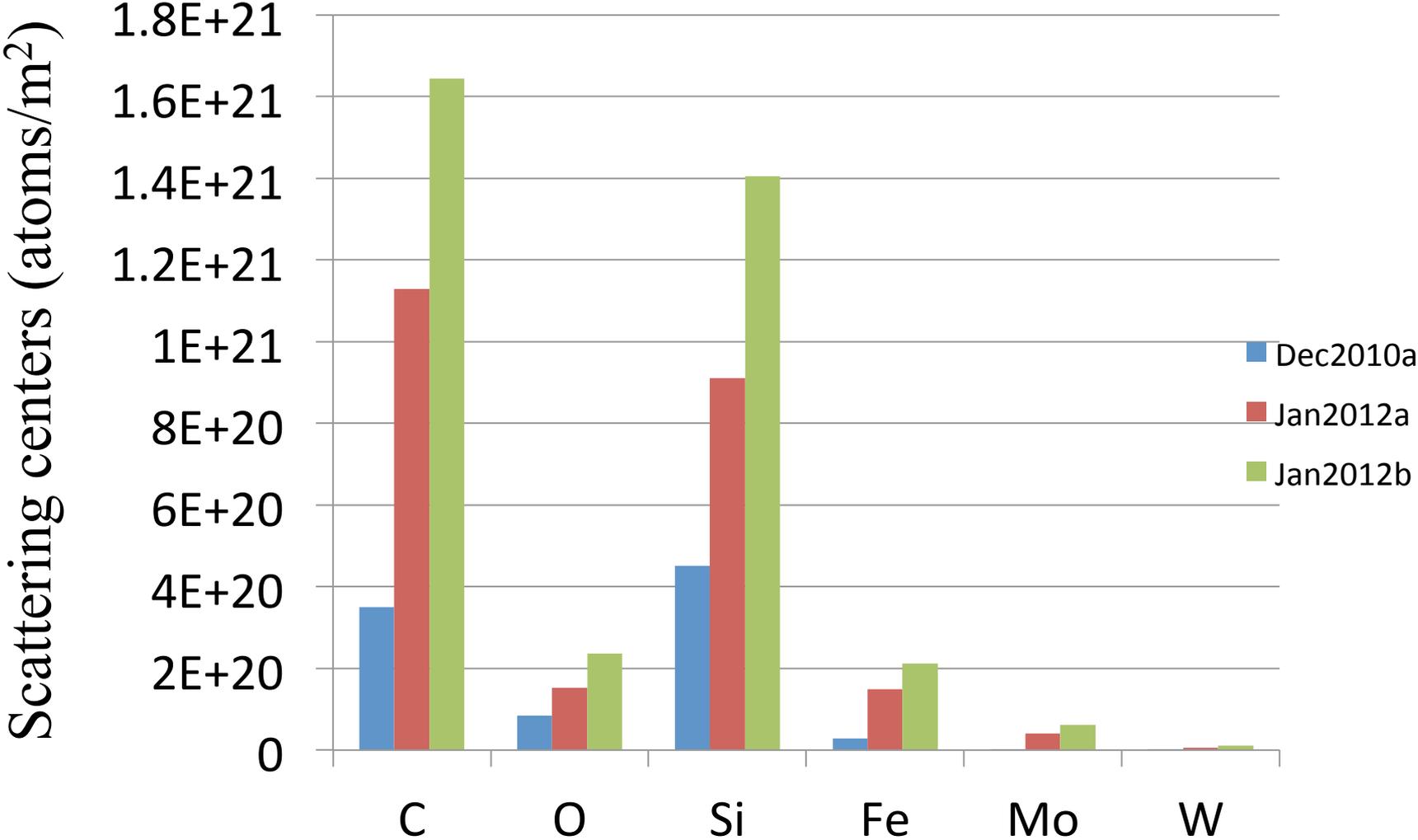
各元素の堆積量



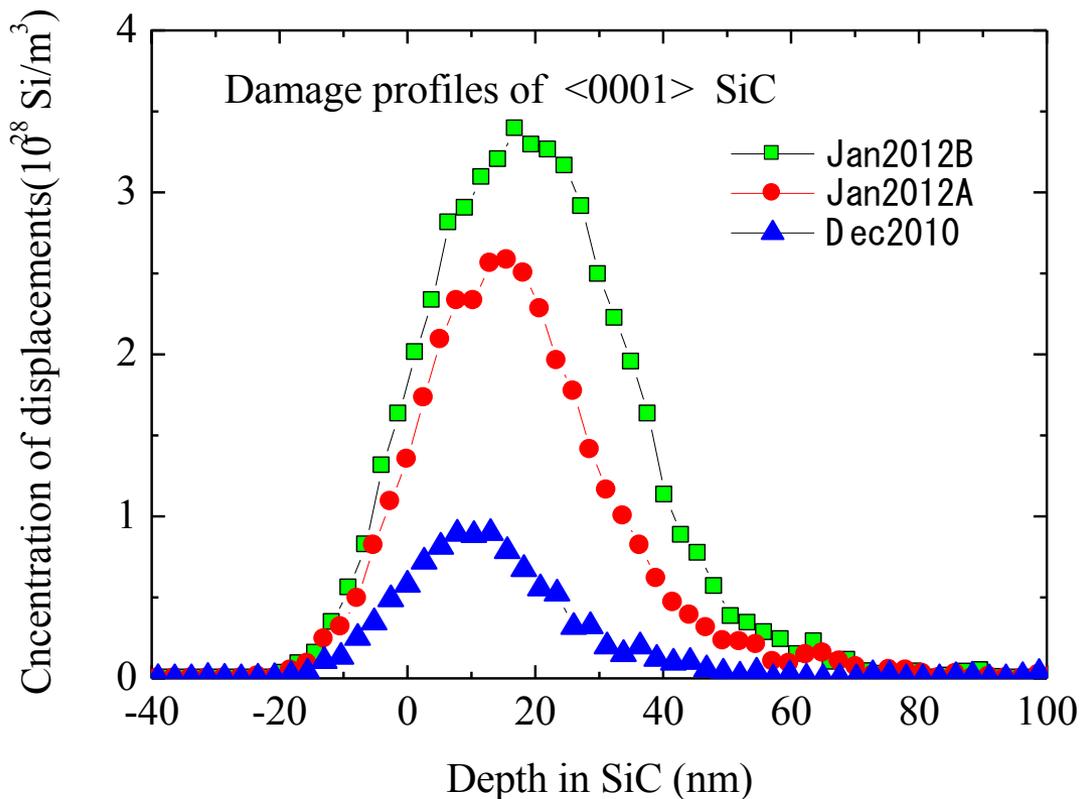
XRD pattern



損傷量 堆積量

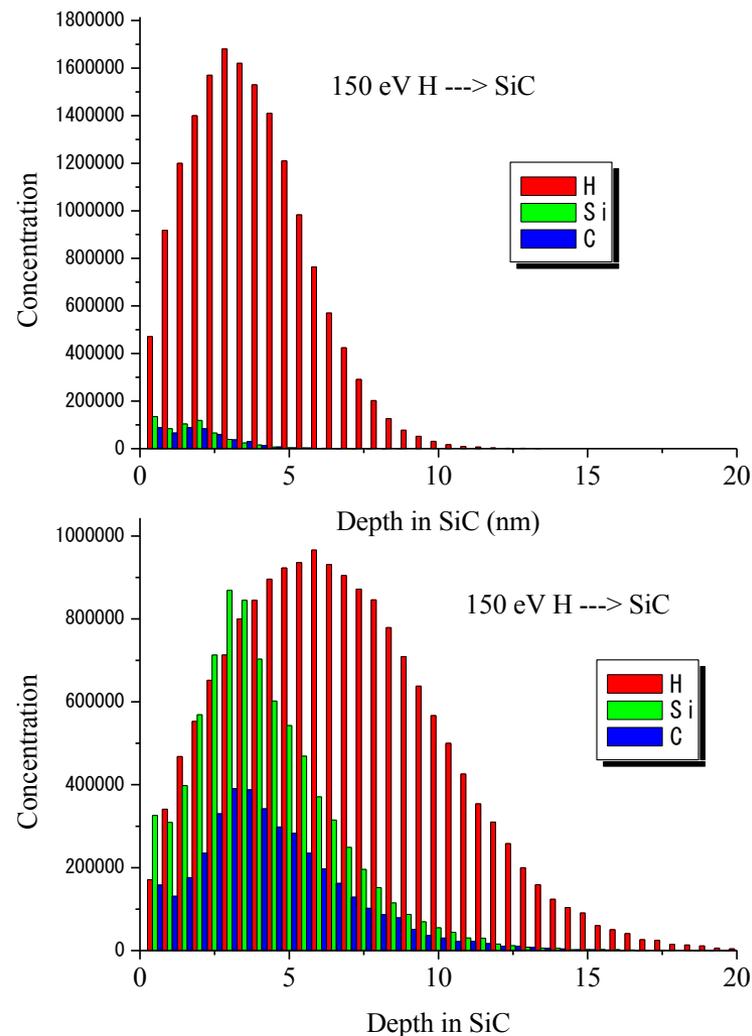


SiC結晶表面のdamage profile

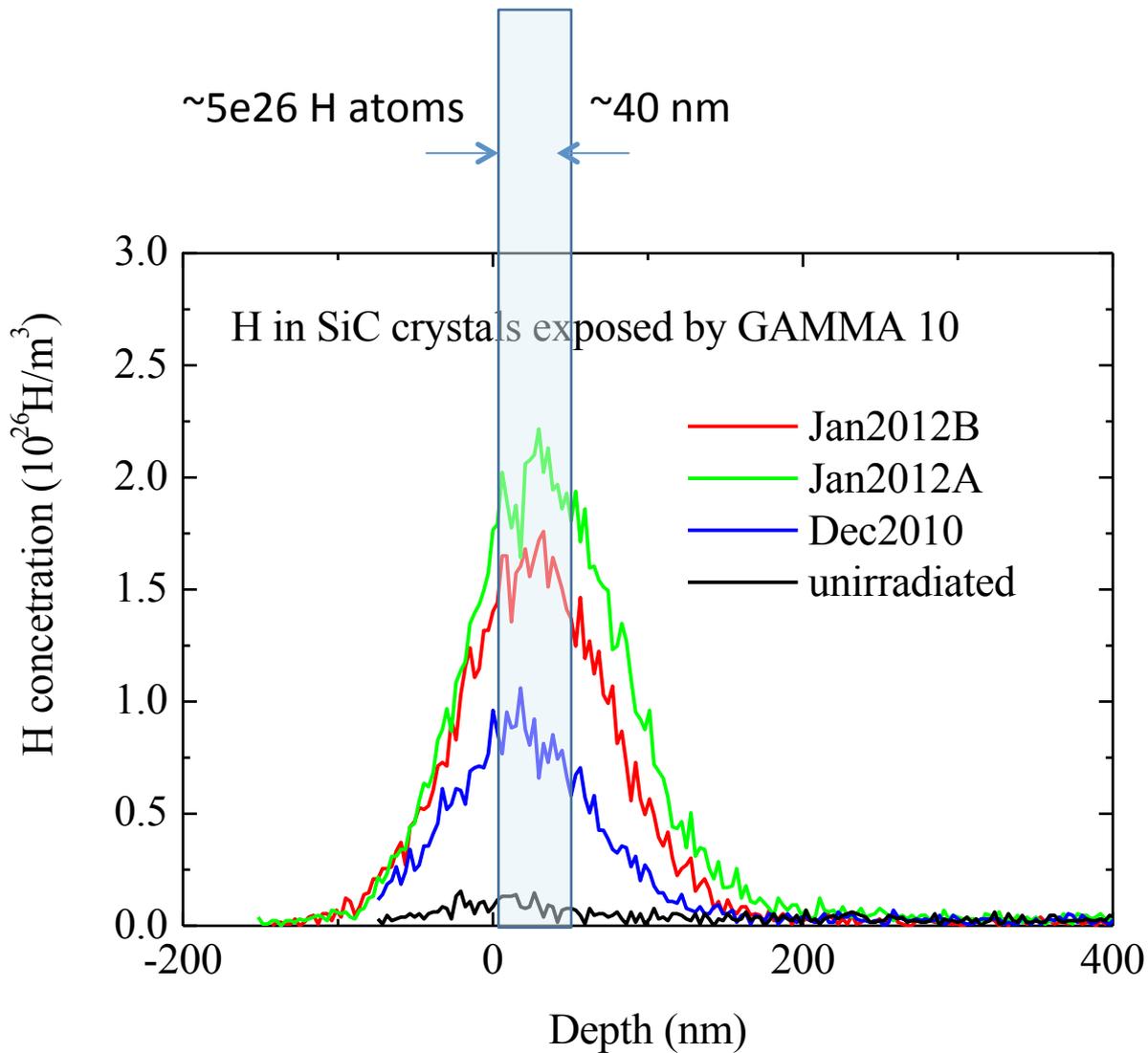


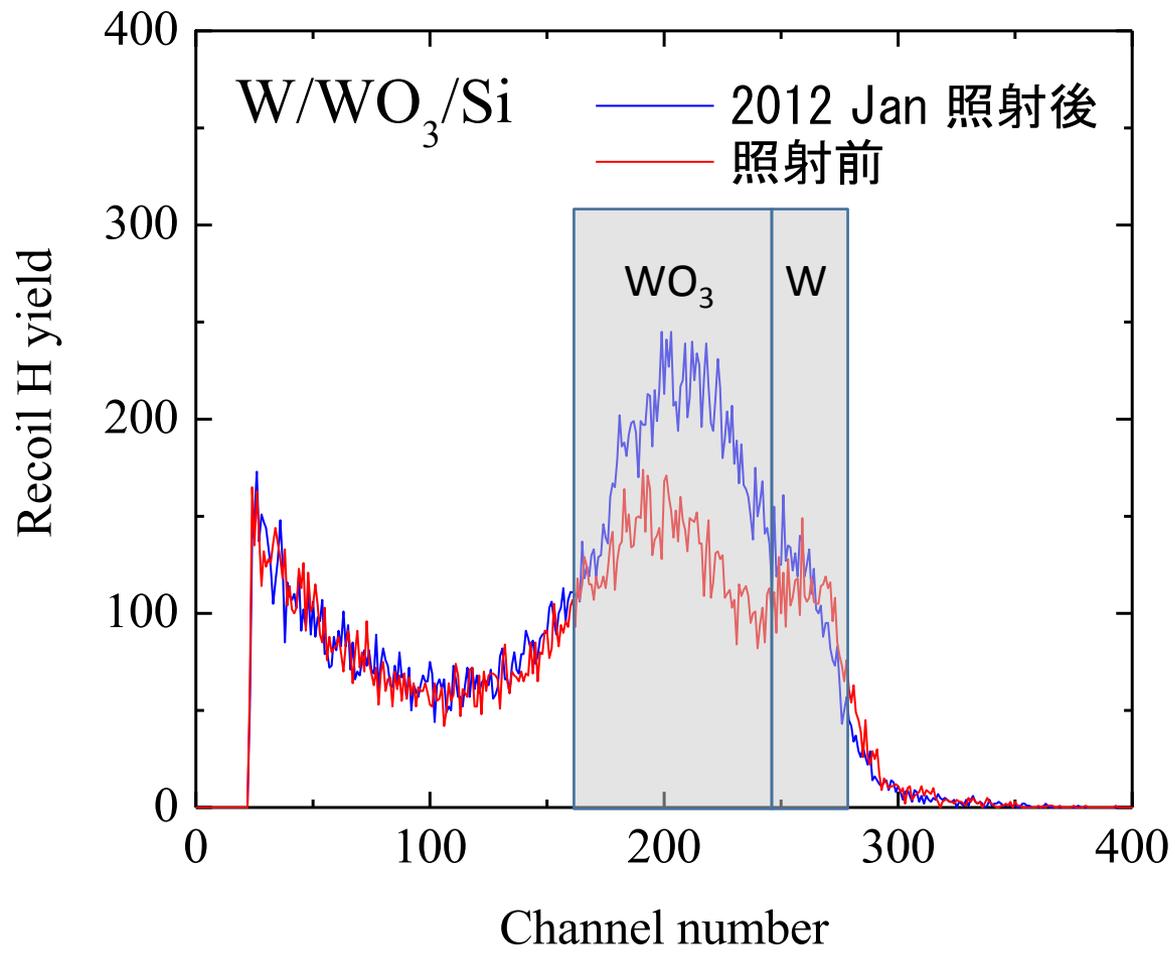
水素イオン(350eV)の投影飛程: $\sim 15\text{nm}$

Si原子のはじき出し損傷の深さ: $\sim 30\text{nm}$



SiC表面の水素濃度





まとめ

3-6e23 H atoms/m²程度のプラズマ照射量に対し
堆積層の金属元素 (Fe, Cr, Ni, Mo): ~2e20 H atoms/m²
酸素: ~2e20 H atoms/m²

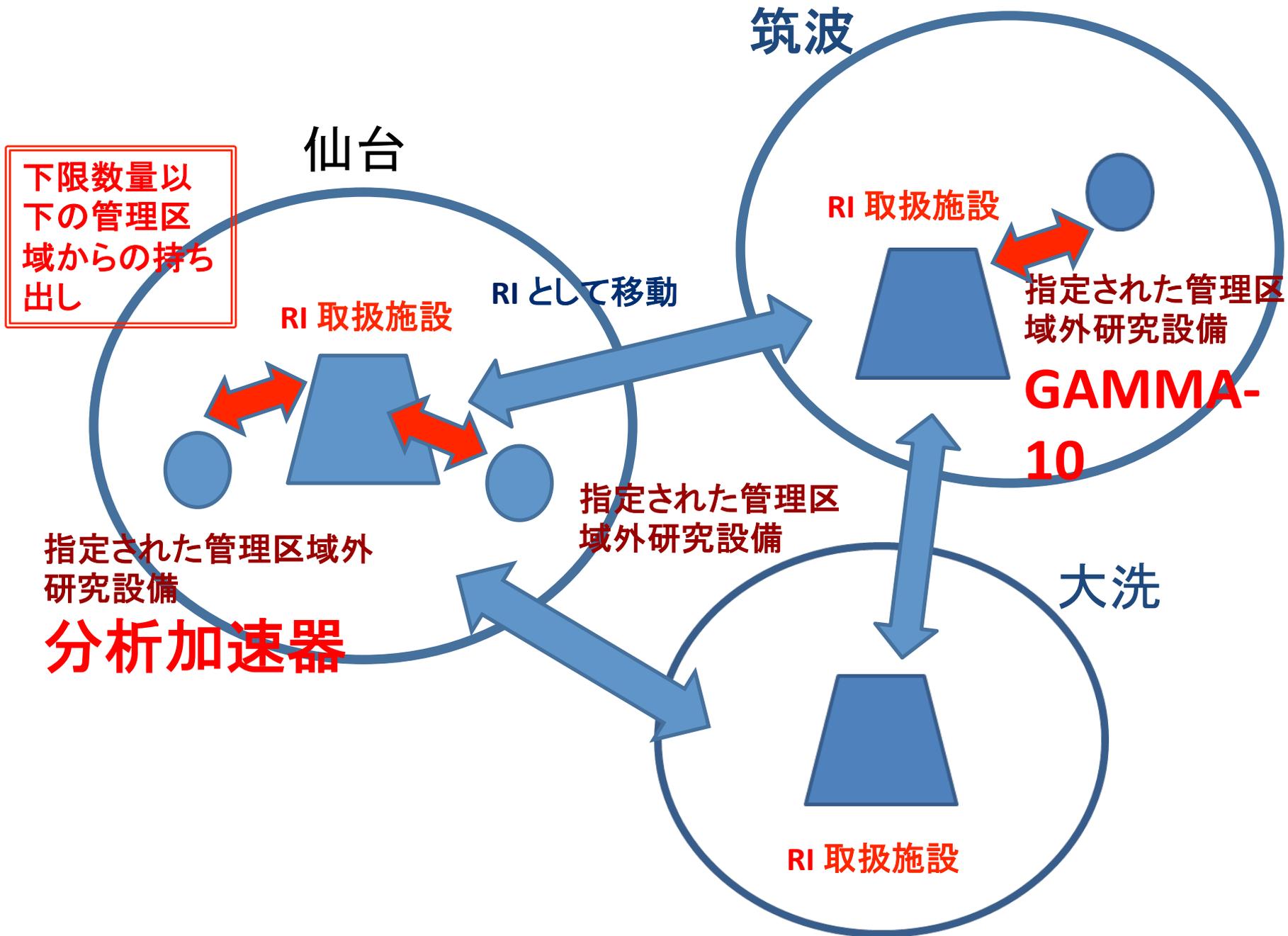
SiC表面の損傷量 : ~2e21 H atoms/m² (Si+C)
損傷深さ : 表面から ~30nm
プラズマ水素の投影飛程に比べ深い

捕捉水素量: ~2e21 H atoms/m²
濃度プロファイル: 飽和濃度が0.5H/hostとすると~40nm

今年度:

照射条件: フラックス、フルエンス

試料: タングステン単結晶、アルミナ単結晶、イオン照射試料



- 事業所間のRIの移送
放射線障害防止法に基づく移送 (手続きは確立されている。)
- 事業所内の下限数量以下の試料の非管理区域への持ち出し
放射線障害防止法に基づく申請が必要 (持ち出す場所の指定)
持ち出せるRI核種と数量は決められている。
持ち出したものは必ず管理区域に戻さないといけない。
持ち出される数量は厳密に決められている。(小出しに結果として 多量のものを
持ち出すことは出来ない。)

具体的な想定作業

金研大洗での中性子照射

大洗の管理区域から筑波大学管理区域へのRI(照射済み試料)の移送
筑波大学で、管理区域から非管理区域(GAMMA-10)への下限数量以下での持ち出し

照射済み試料のプラズマへの暴露

GAMMA-10から筑波大学管理区域への返還

筑波大学管理区域から金研大洗へのRIとしての輸送

水素同位体分析、材料分析

大洗管理区域から金研管理区域へのRI輸送

金研管理区域から加速器への下限数量以下での持ち出し

加速器での分析

加速器から管理区域への返還

課題

- 筑波大学としての変更申請
 - 下限数量以下持ち出し場所としてのGAMMA-10の登録(変更申請)
 - 大学内のコンセンサスが得られるか
- 金研としての変更申請
 - 下限数量以下持ち出し場所としての加速器の登録(変更申請)
 - 技術的な課題(克服が困難な可能性)

対応策

- GAMMA-10改装の時にPWI実験施設の一部をRI取扱施設として登録
- 管理区域内に分析加速器を整備(大洗?)

資金、関係者のコンセンサス、技術的課題の克服が必要だが、現実可能な解はある。