



XAFS, XRD, およびXPSによる SUS630ステンレス鋼の析出硬化メカニズムの解明



株式会社デンソー ○清水 皇・伊東 真一・浅井 英雄

Introduction: 析出硬化系ステンレス鋼 (SUS630)

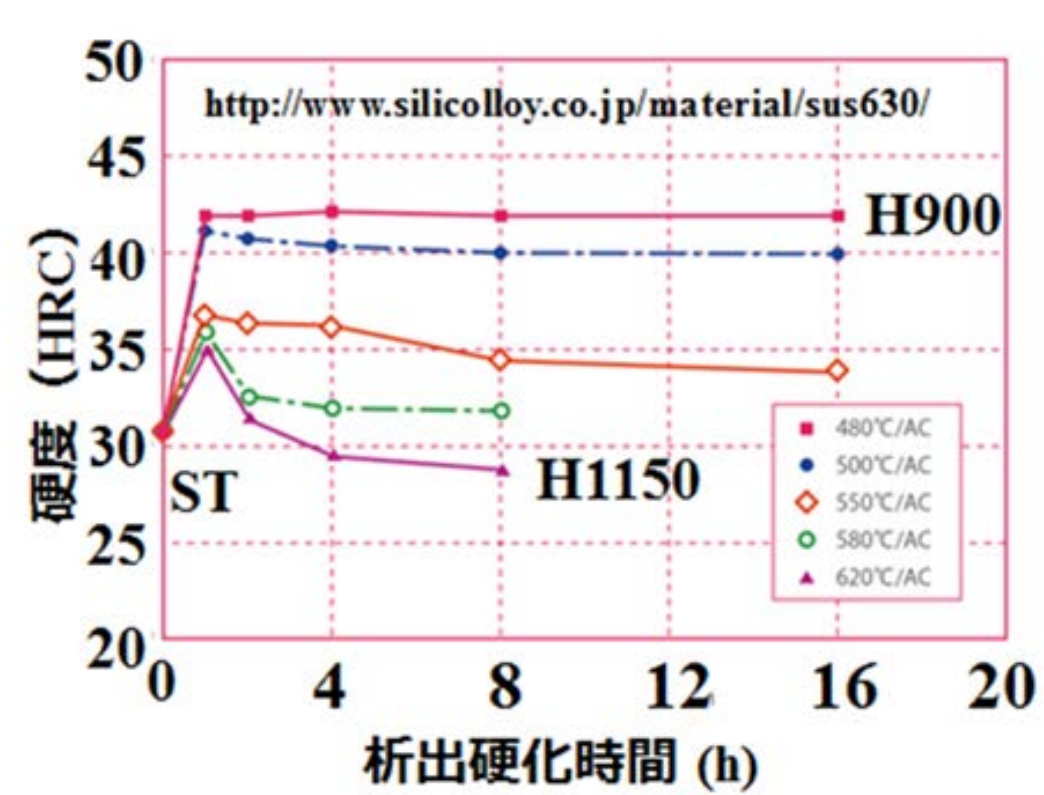
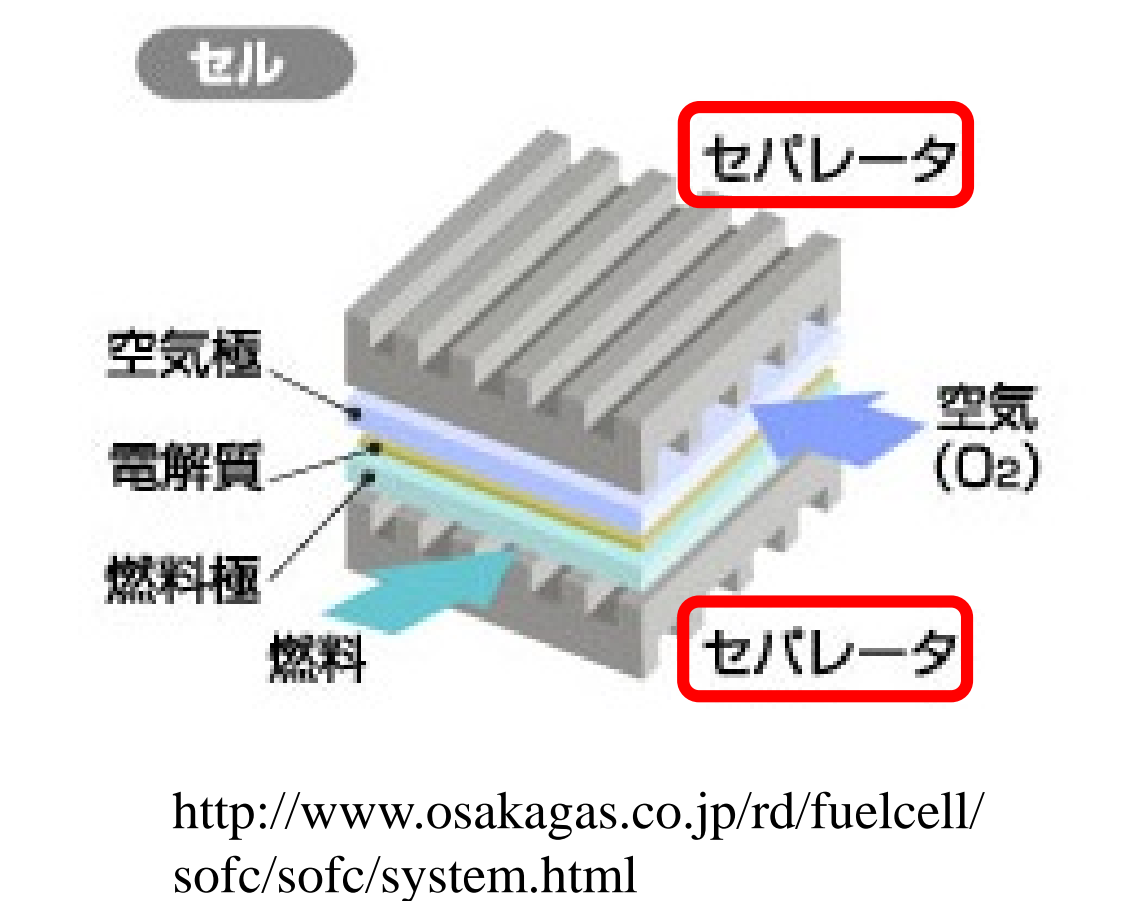
(実用例) 耐水素脆化材
固体燃料電池 <セパレータ>

析出処理時間と硬度

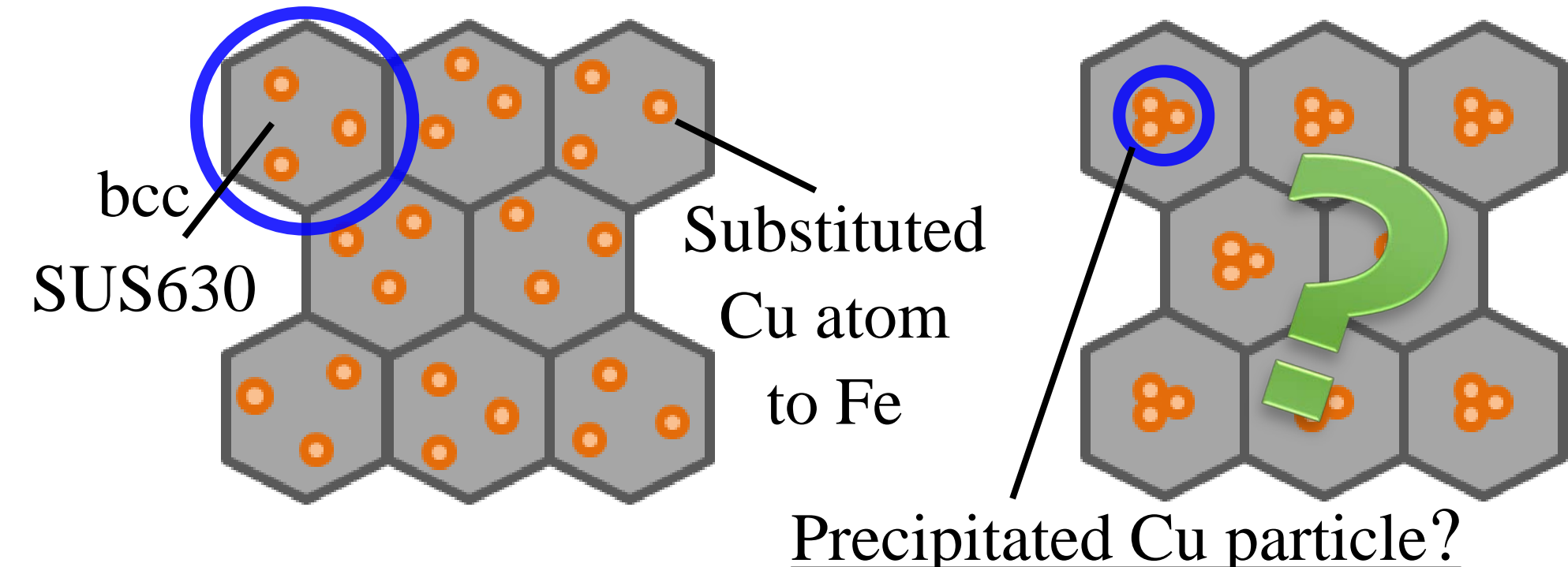
SUS630 析出硬化処理

Solid Solution

Precipitation Hardening



加熱処理	記号	条件	硬度 [HRC]
固溶加熱処理	S	1020 ~1060°C急冷	≤38
析出硬化熱処理	H900	S処理→ 470~490°C	≥40
	H1150	S処理→ 610~630°C	≥28



[研究目的] 各種X線分光法を用いて、SUS630析出硬化系ステンレス鋼における析出物の機能と硬化メカニズムを解明する事を目的とした。

Experimental (実験条件)

Cu析出物の電子状態 (化学的安定性)

【サンプル】

- 固溶SUS630 (S)
- 析出硬化処理SUS630
H900@470 °C x 4 h
H1150@620 °C x 4 h

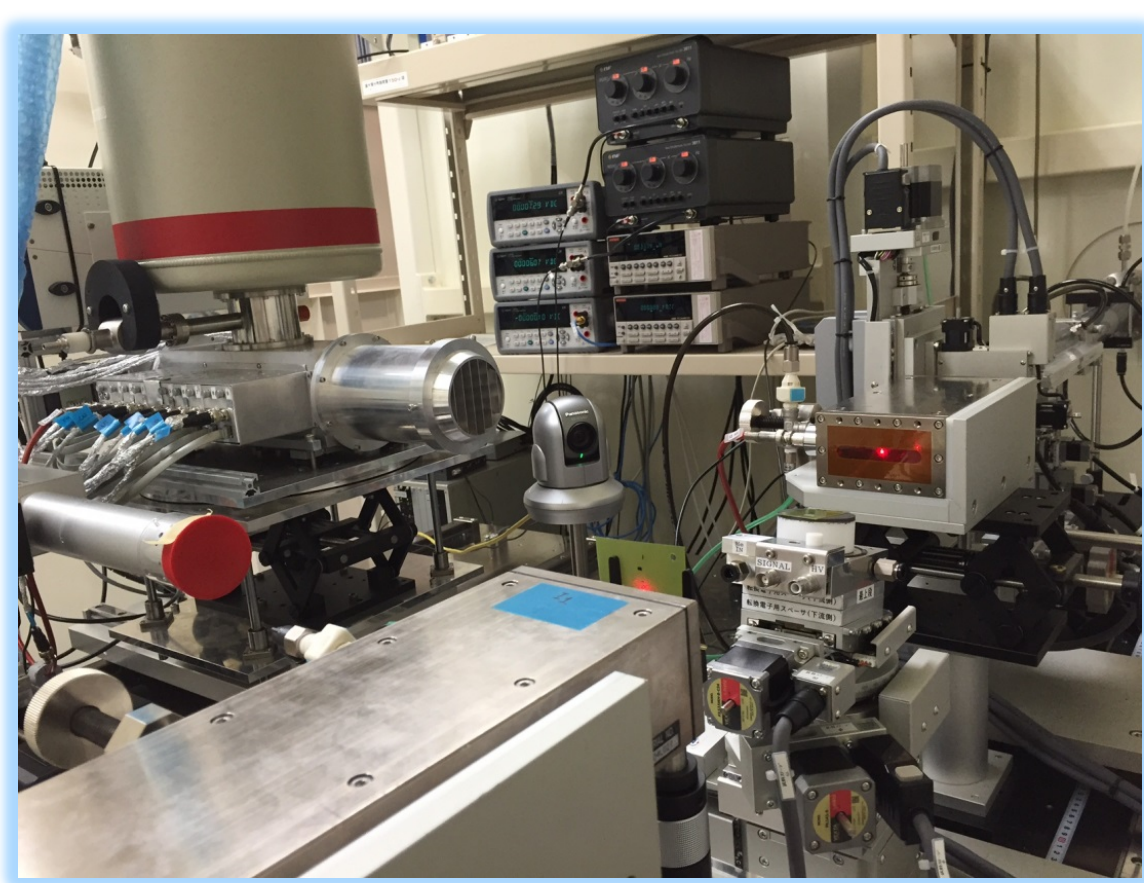
lab-HAXPES (AXIS-Ultra2 島津/Kratos)

- Ag-La (hν = 2984.2 eV)
- 15 kV x 30 mA
- Pass Energy = 40 eV

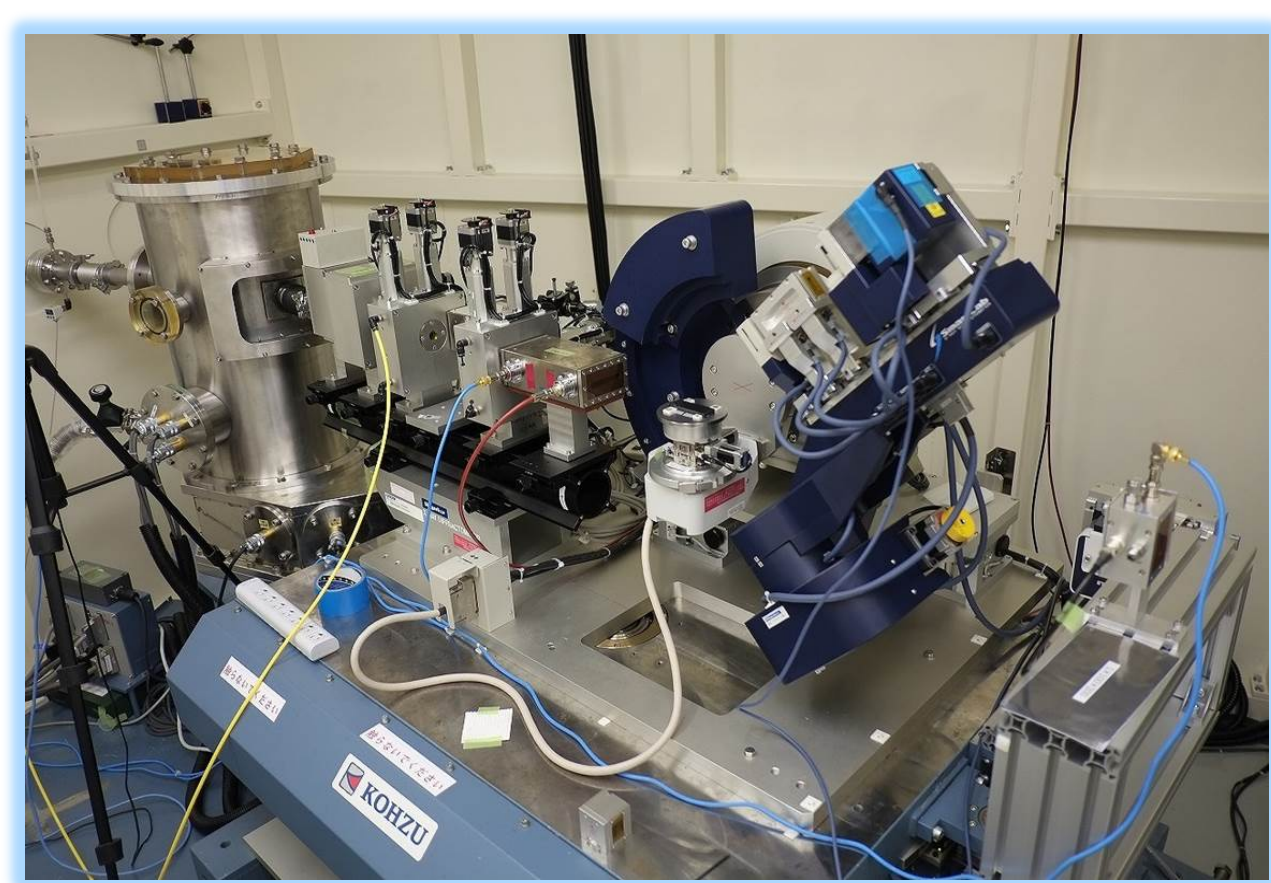
大気中電子分光装置 (AC-2 理研計器) @JAIST

- UV light = 200 nW
- scan step = 0.05 eV
- dwell time = 20 s

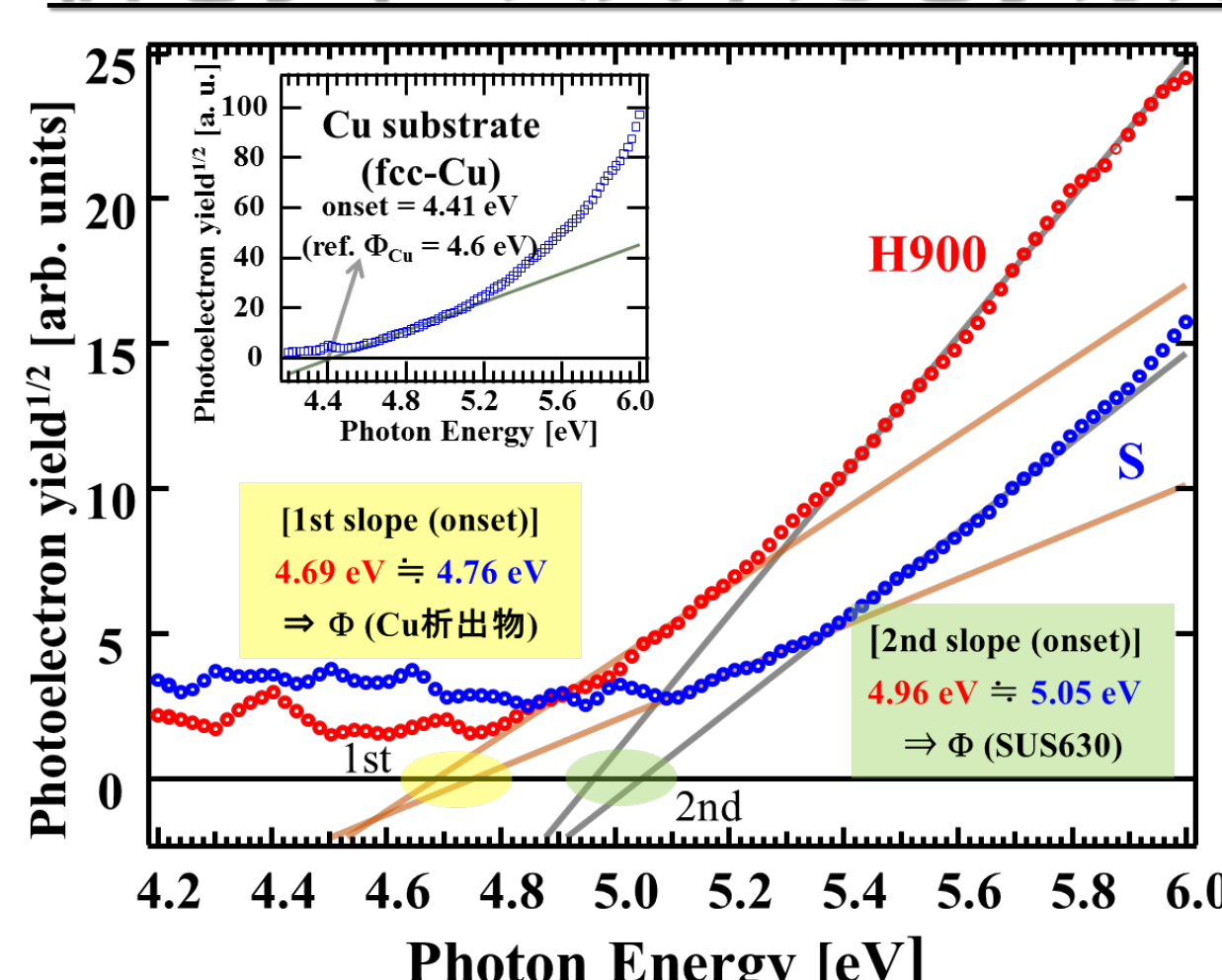
BL5S1 (部分蛍光収量(PEY)-XAFS)
蛍光検出器: SSD (CANBERRA)
Cu-K端 / Fe-K端 / Cr-K端



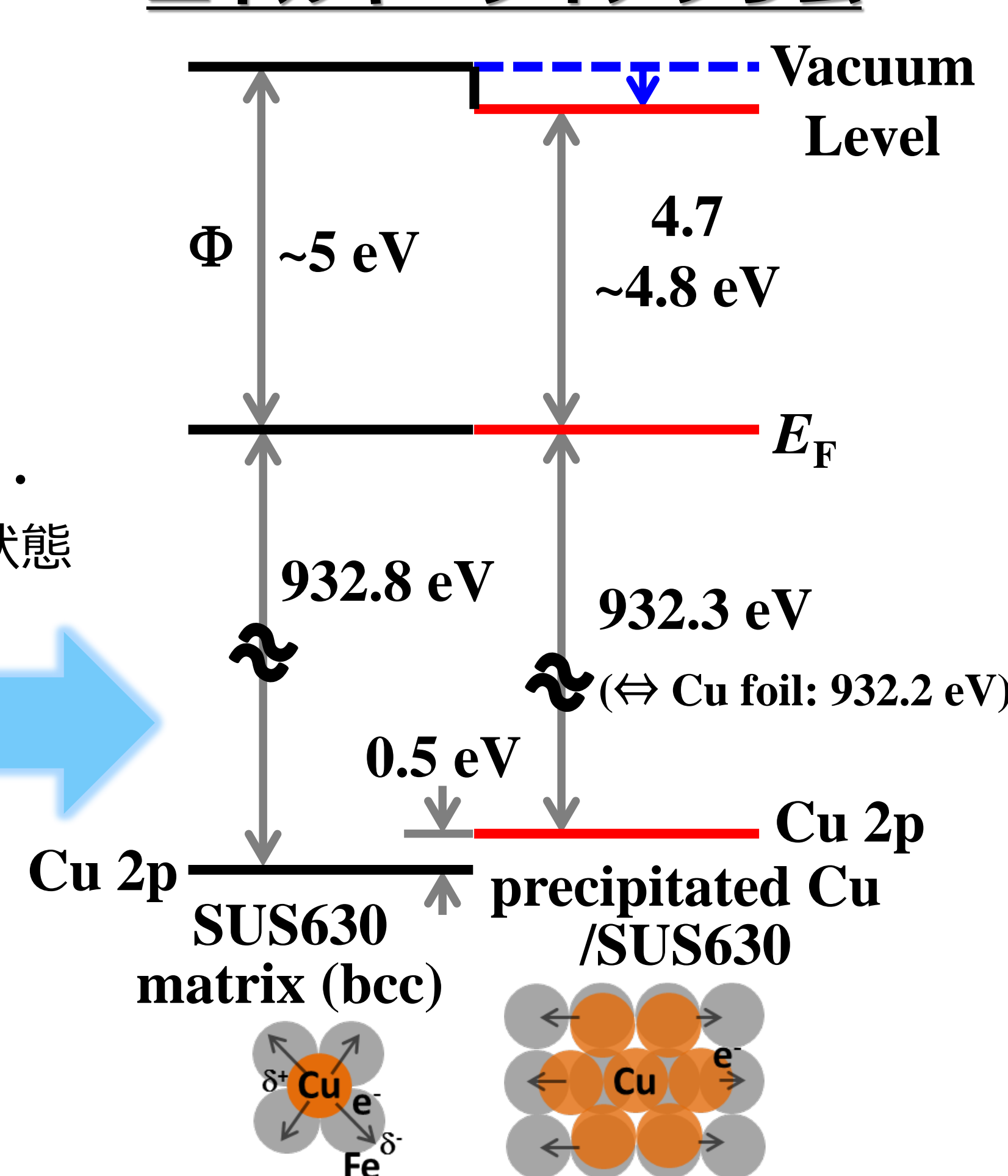
BL8S1 (X線回折)
hν = 14.37 keV (λ = 0.086 nm)



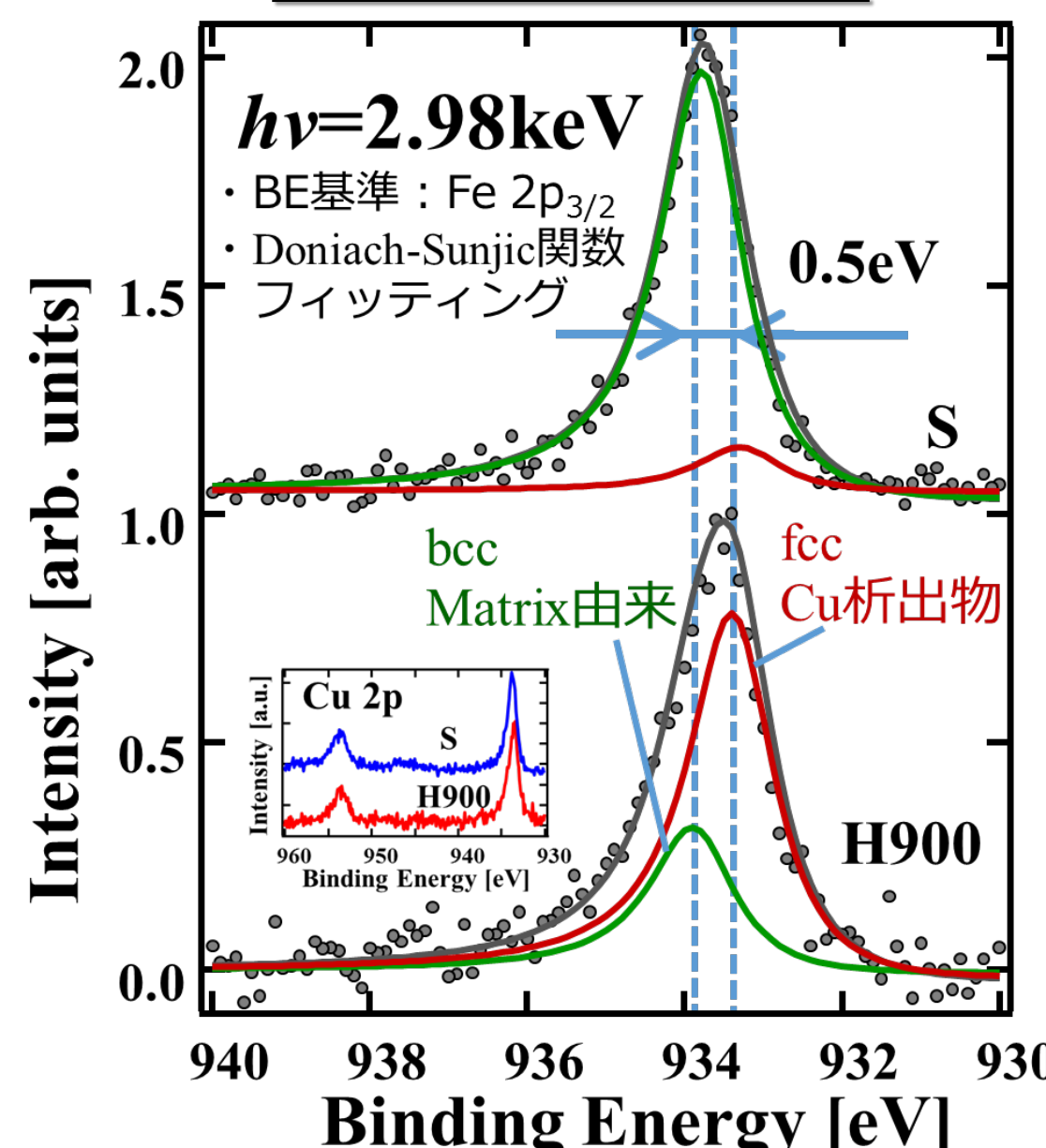
価電子帯: 大気中光電子分光



エネルギーダイアグラム



内殻: HAXPES



CT degrees for SUS630 per 1 atom of Cu
bcc-Cu ⇒ matrix >> precipitates ⇒ matrix

X線吸収微細構造解析

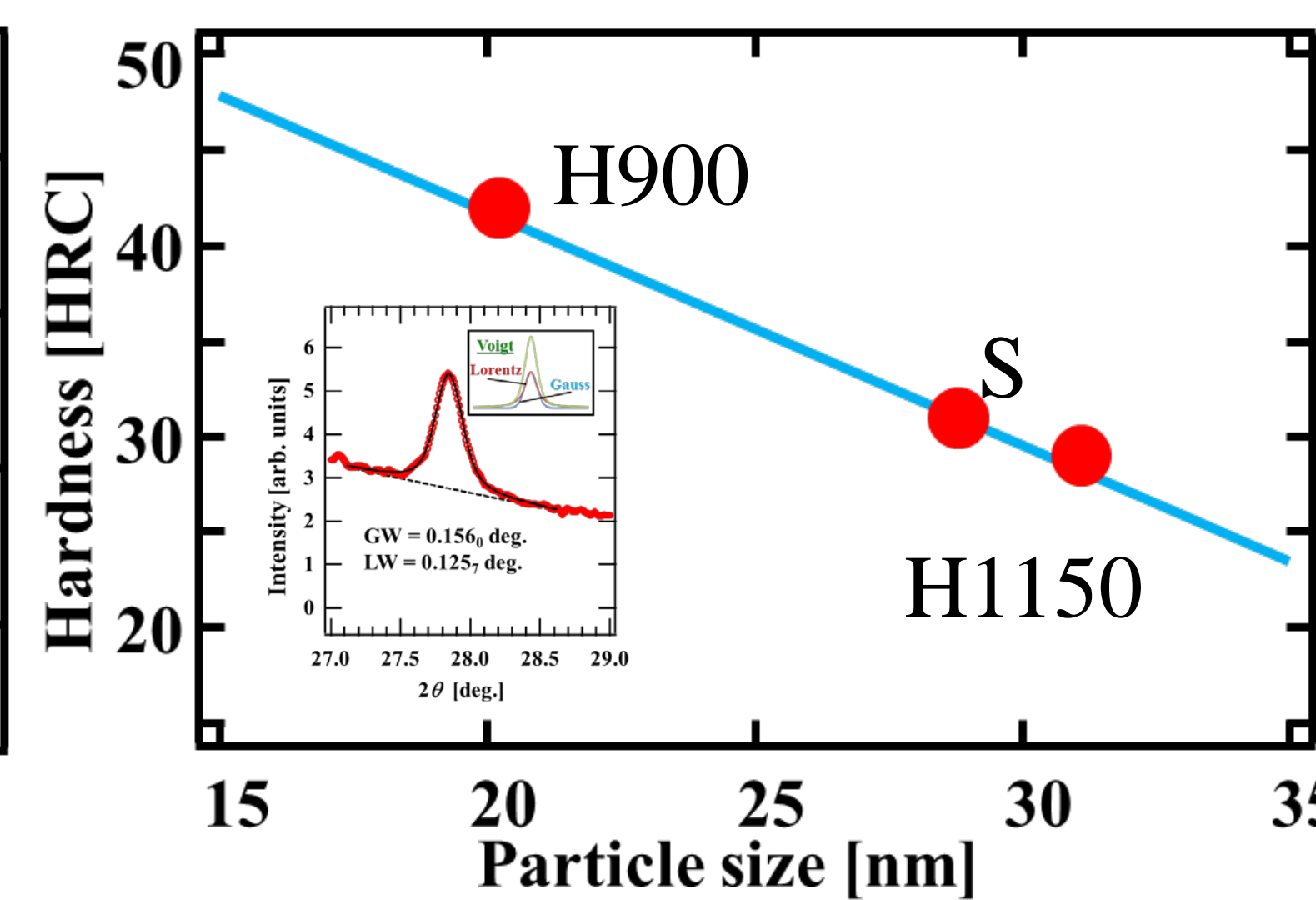
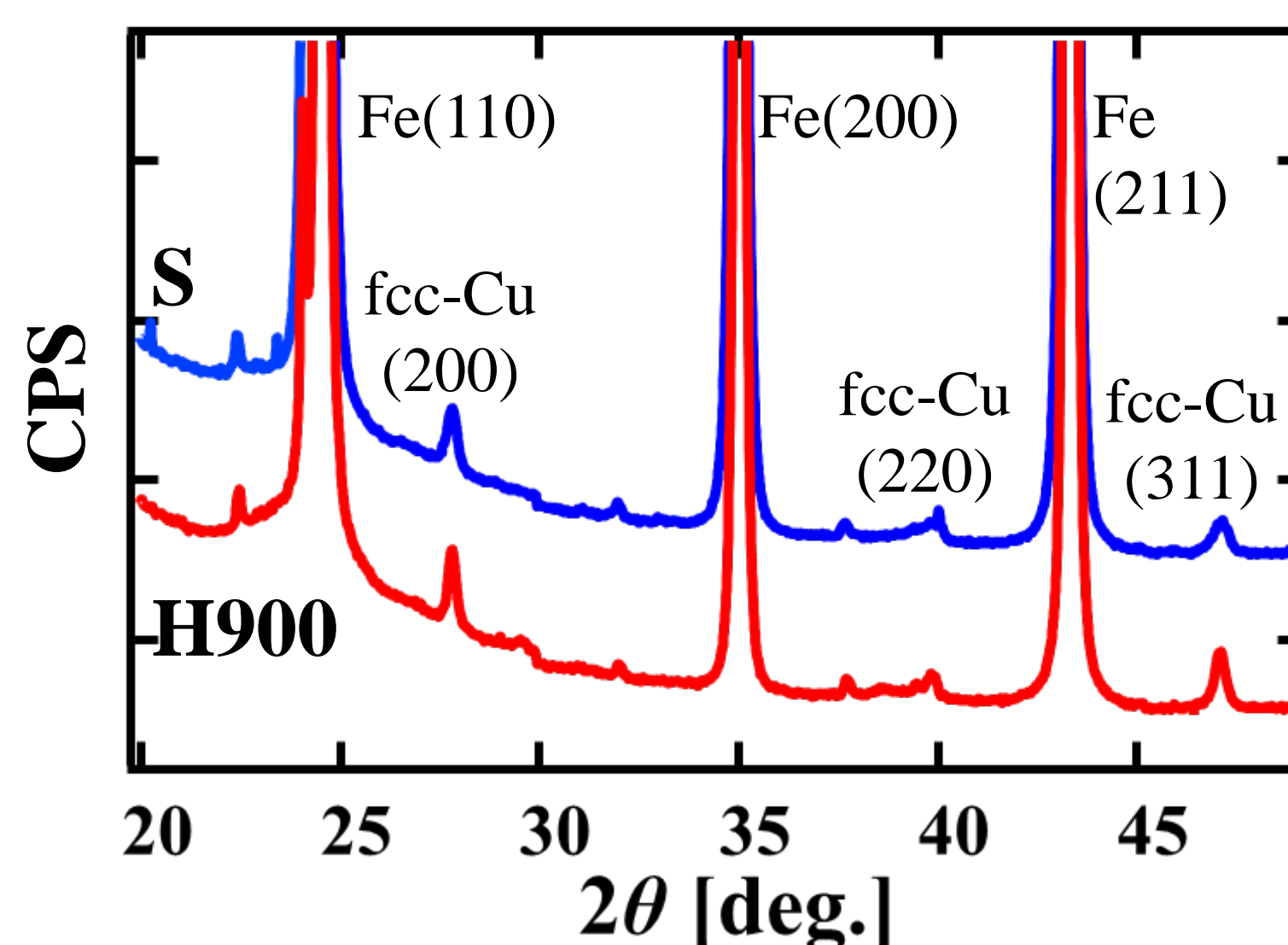
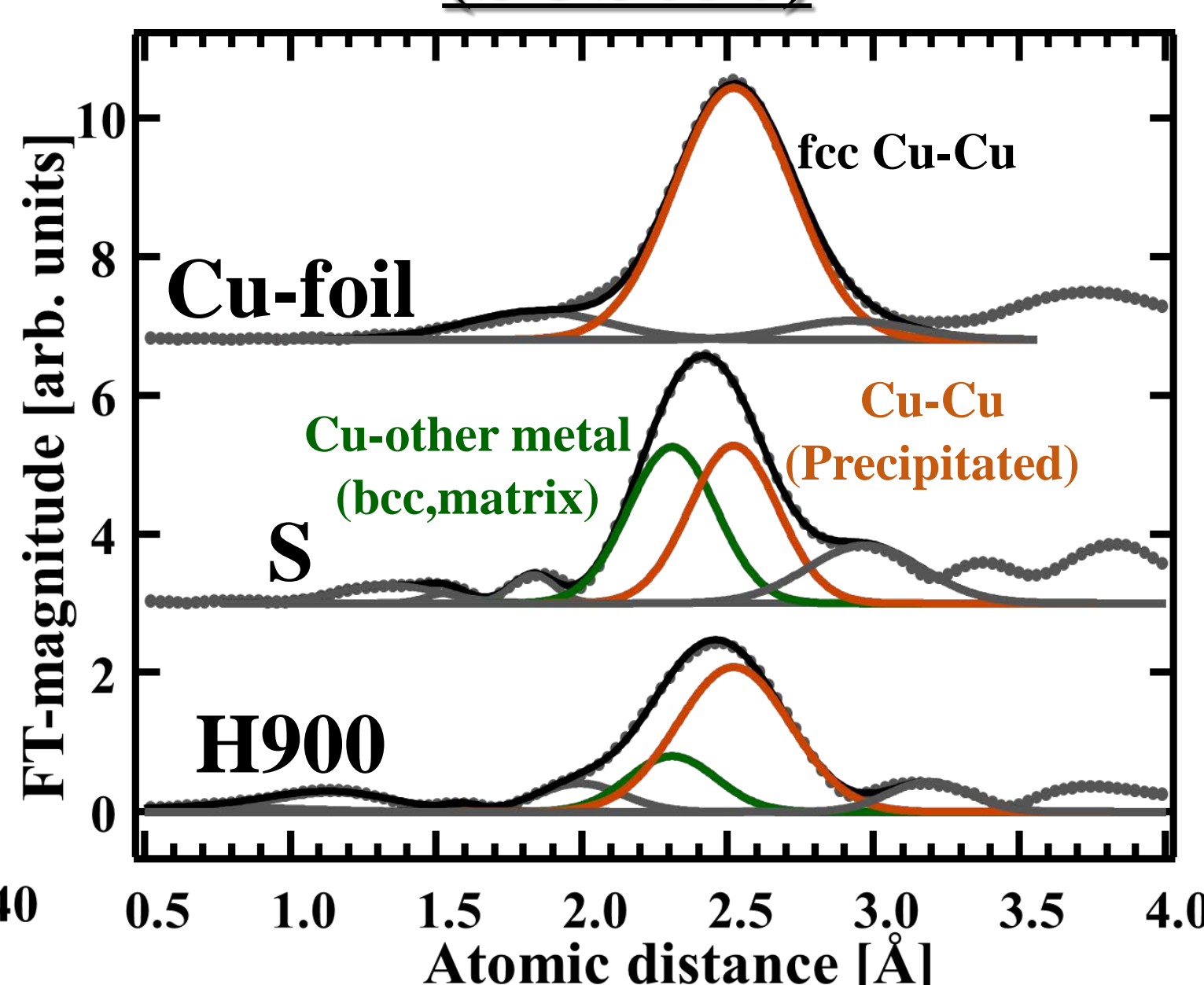
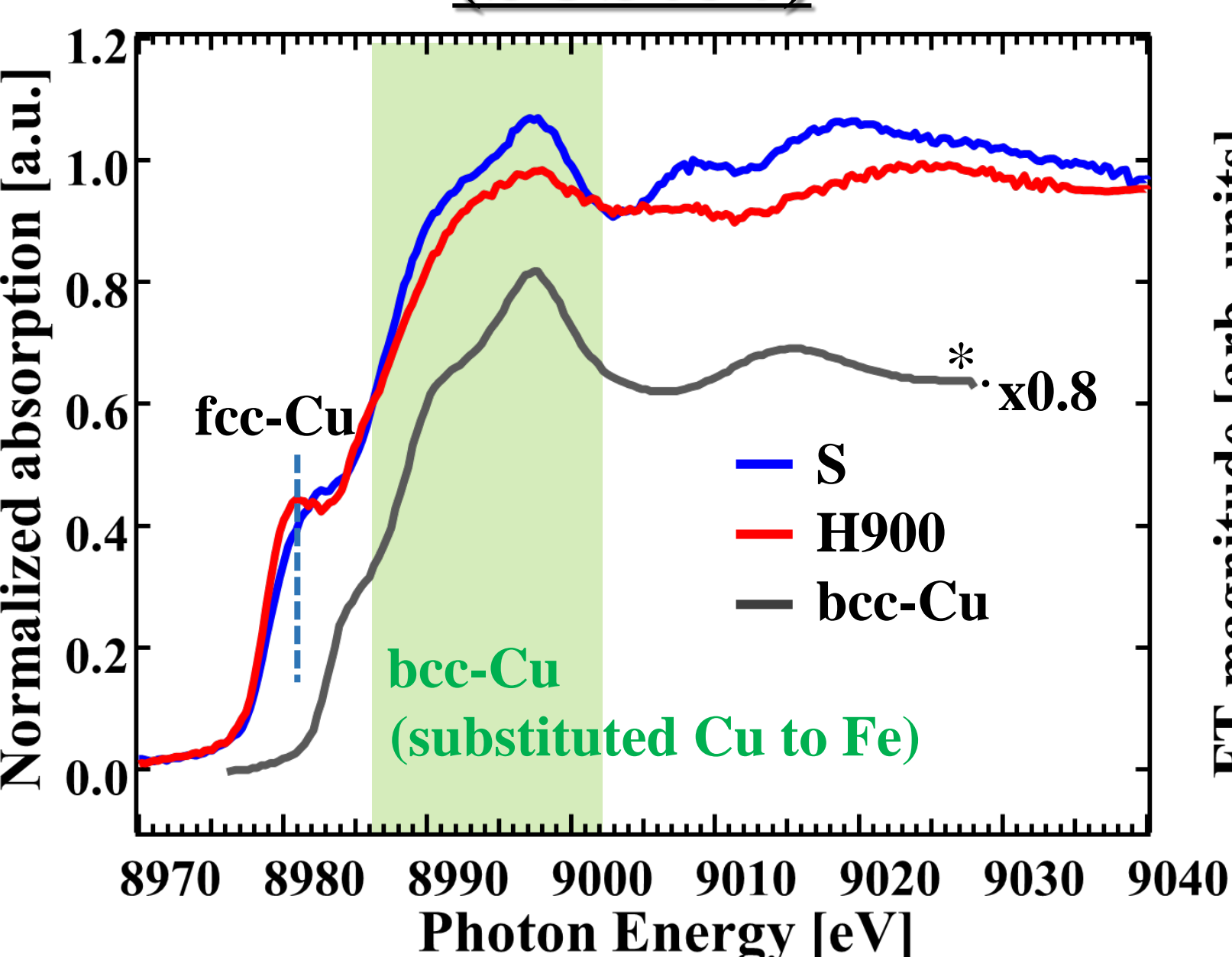
X線回折

Cu-K edge XANES (SUS630)

Cu-K edge FT-EXAFS (SUS630)

X線回折

粒子径と硬さの関係



固溶 (S) : Fe-siteに置換されたCuが支配的 (bcc-Cu)
析出硬化 (H900) : bcc-Cu ⇒ Cu析出 ⇒ fcc-Cu生成

*家口 浩ら, 神戸製鋼技報 57 (2007) 49.

Scherrerの式

$$D_{hkl} = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

- D: 結晶子サイズ (Dが十分に小さい場合, D ≈ 粒径)
- λ (波長) = 0.086 nm
- K (形状因子) = 1
- β = ローレンツ幅 x 2
- θ = ブラッグ角

P. Scherrer, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, 26 (1918) 98.

fcc-Cu
||
数10 nmサイズ
ナノ粒子

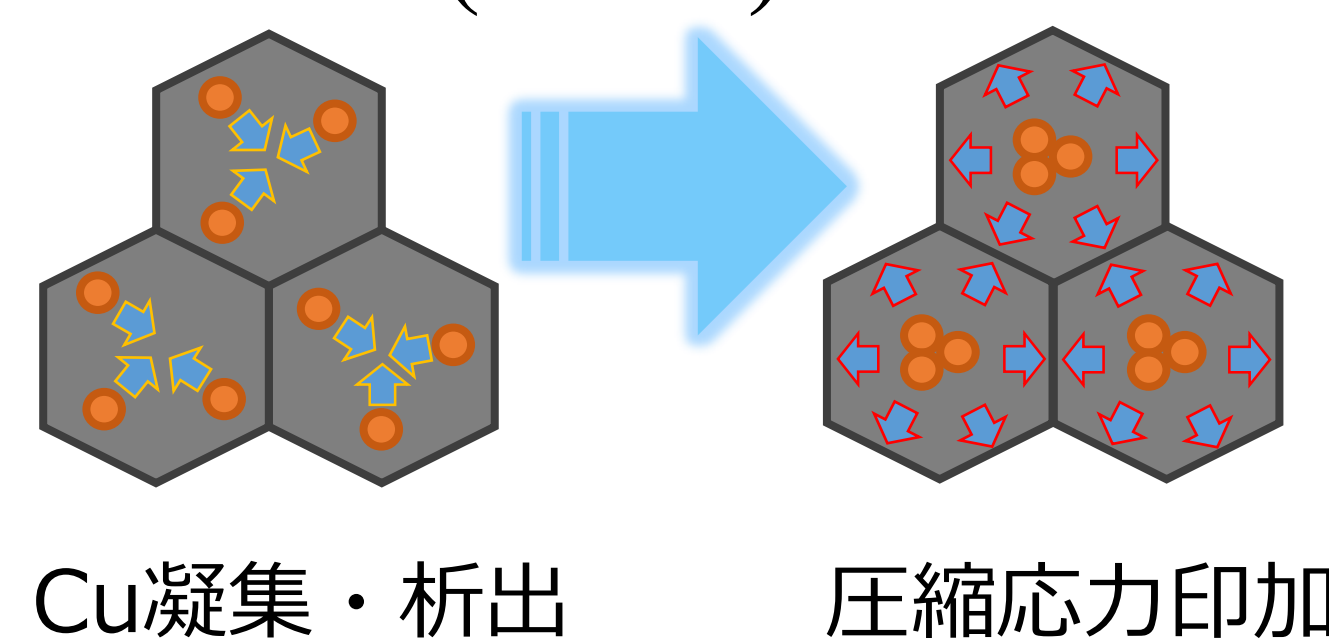
まとめ

謝辞

SUS630における析出物の機能と析出硬化メカニズム

- fcc-Cuナノ粒子の粒内析出により、SUS630マトリックスに圧縮応力が印加され、SUS630が高硬度化する可能性。
- Cuナノ粒子からSUS630マトリックスへの電荷移動量が少ないため、Cuナノ粒子はfcc金属構造を維持する事が可能。
- 以上から、SUS630の析出硬化状態は安定的に維持される。

析出硬化 (H900)



本研究における放射光測定におきましては、あいちシンクロトロン光センターの下記職員の皆様に大変お世話になりました。心より感謝申し上げます (課題番号: 2016P1002)。



渡辺義夫リエゾン、野崎彰子様
BL5S1 森本浩行様、廣友稔樹様
BL5S2 山本健一様
その他皆様