

各種電子分光を駆使した

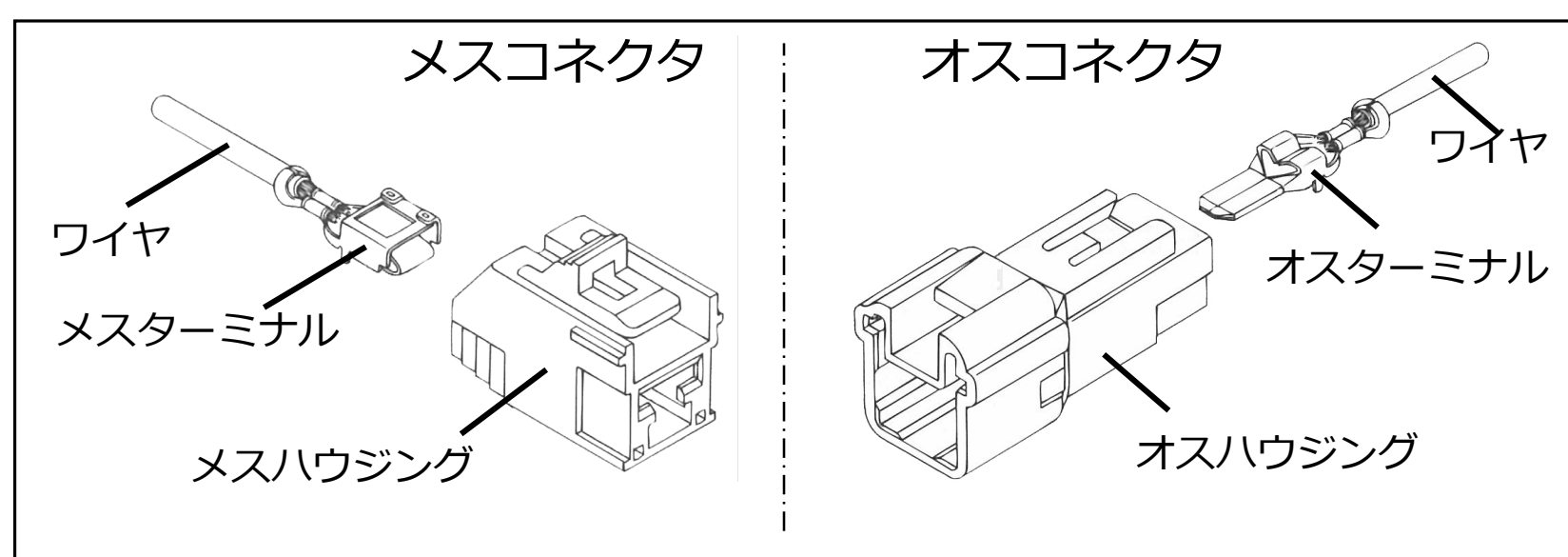
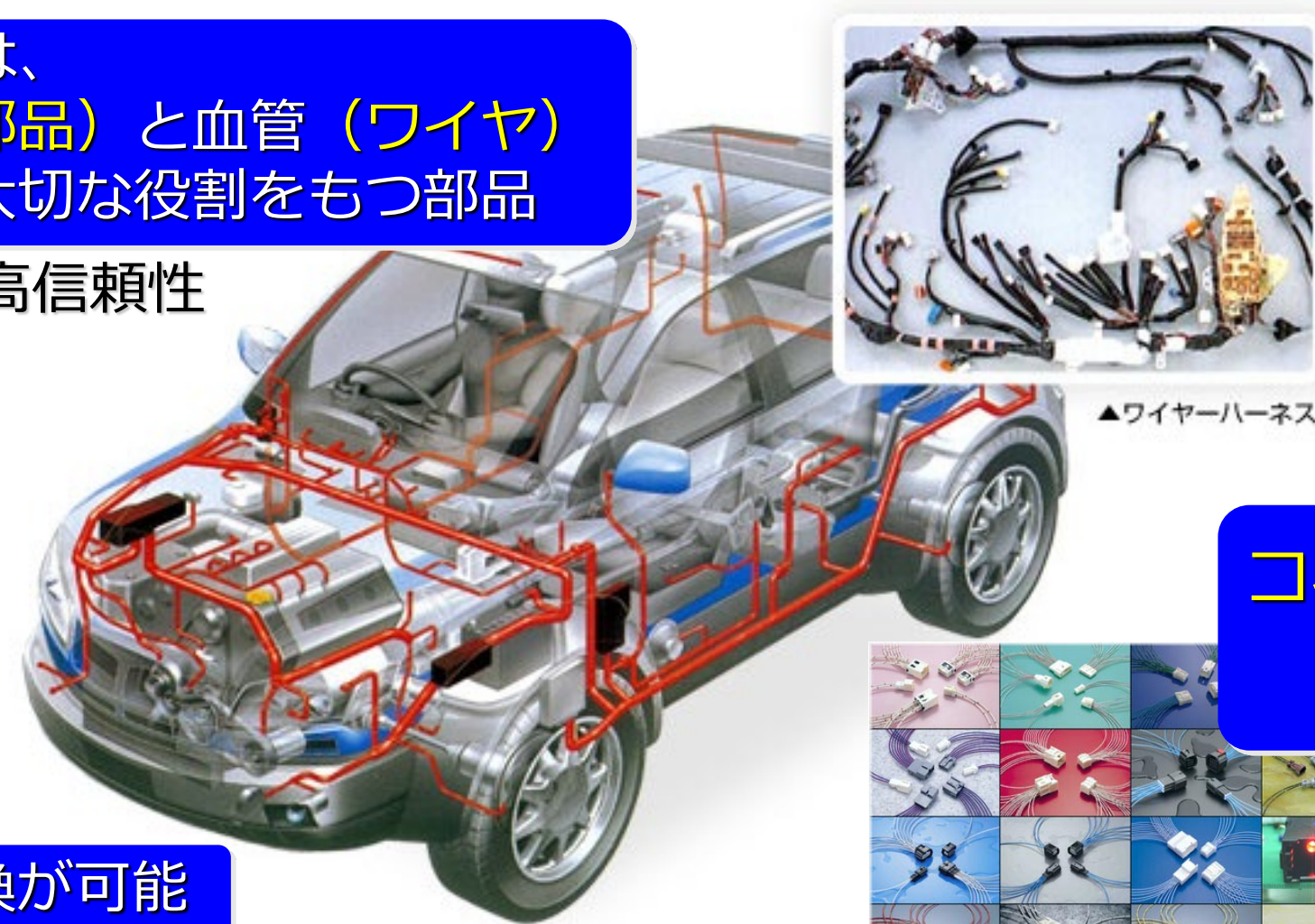
Snめっき電極表面における熱酸化膜の電子状態解明

株式会社デンソー ○浅田 裕介・龍 祥平・清水 皇・浅井 英雄・騎馬 英嗣

背景と研究目的

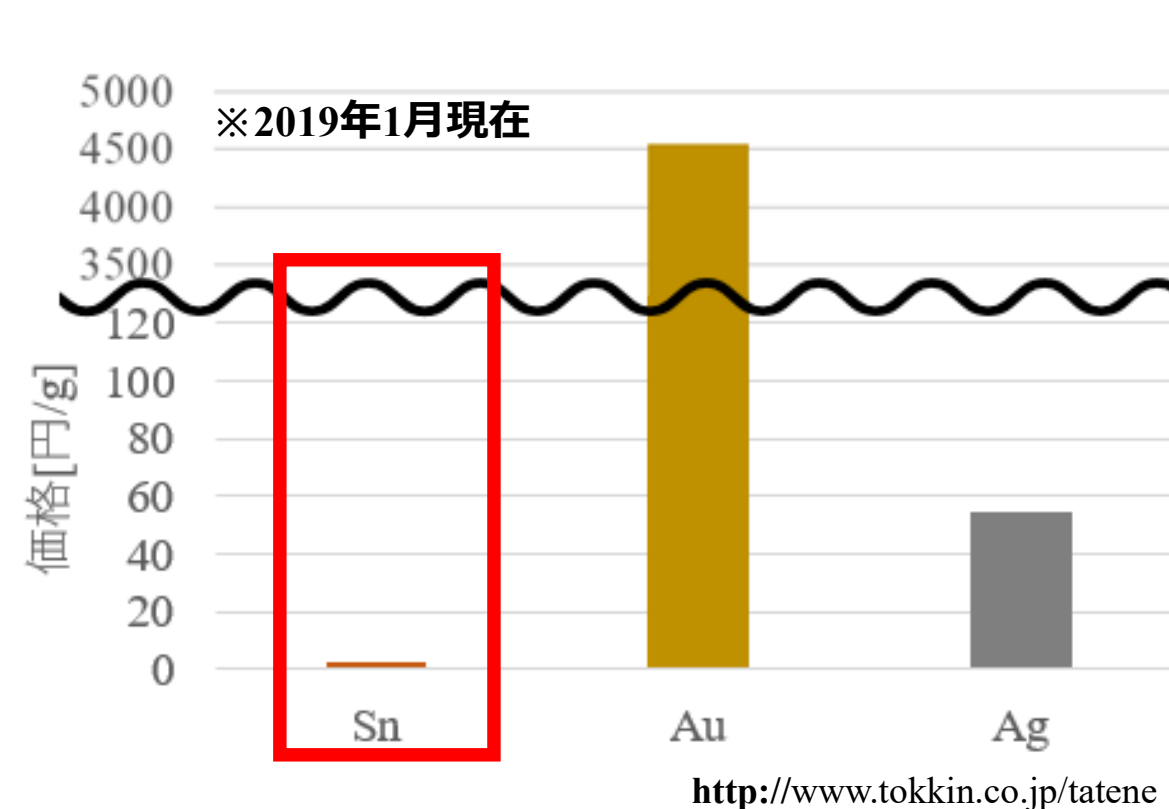
背景

コネクタは、各臓器(部品)と血管(ワイヤ)をつなぐ大切な役割をもつ部品
⇒高信頼性



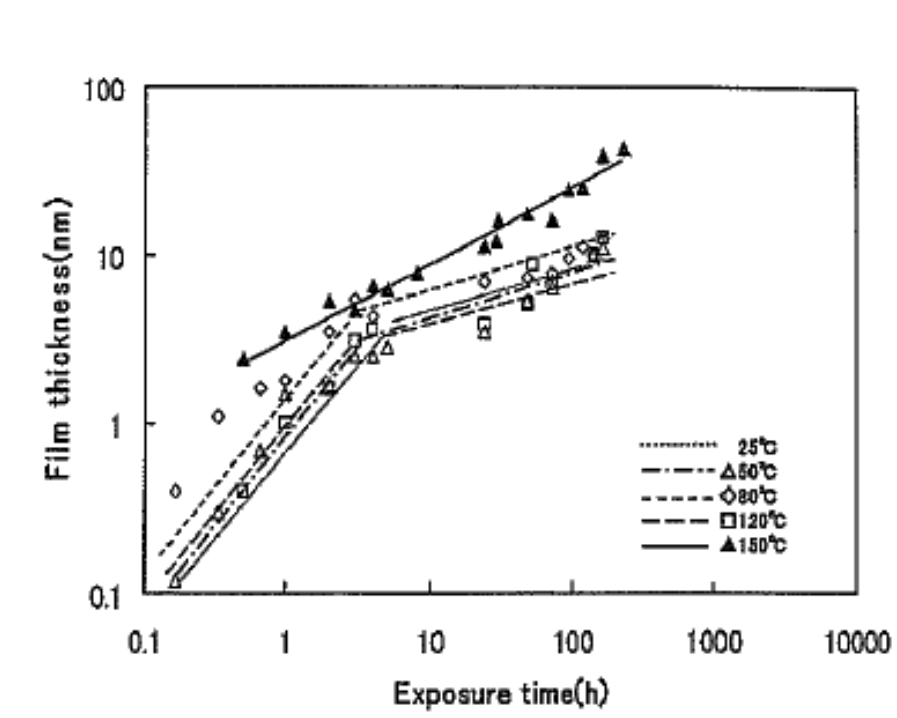
コネクタ(カブラ) = ターミナル + ハウジング

部品交換が可能
⇒利便性、コストダウン



安価なSnに着目

課題



高温下では熱酸化膜が成長し抵抗が増加の懸念有り

[研究目的] 各種電子分光を用いて、Snめっき電極表面における熱酸化膜の電子状態(エネルギーダイアグラム)を明らかにし、同材料表面の導電性を明確にする。

実験条件

【サンプル】

- Snめっきサンプル
- 新品
- 125°C3000hr放置
- 150°C3000hr放置
- 175°C3000hr放置

X線光電子分光法(XPS) @ デンソー

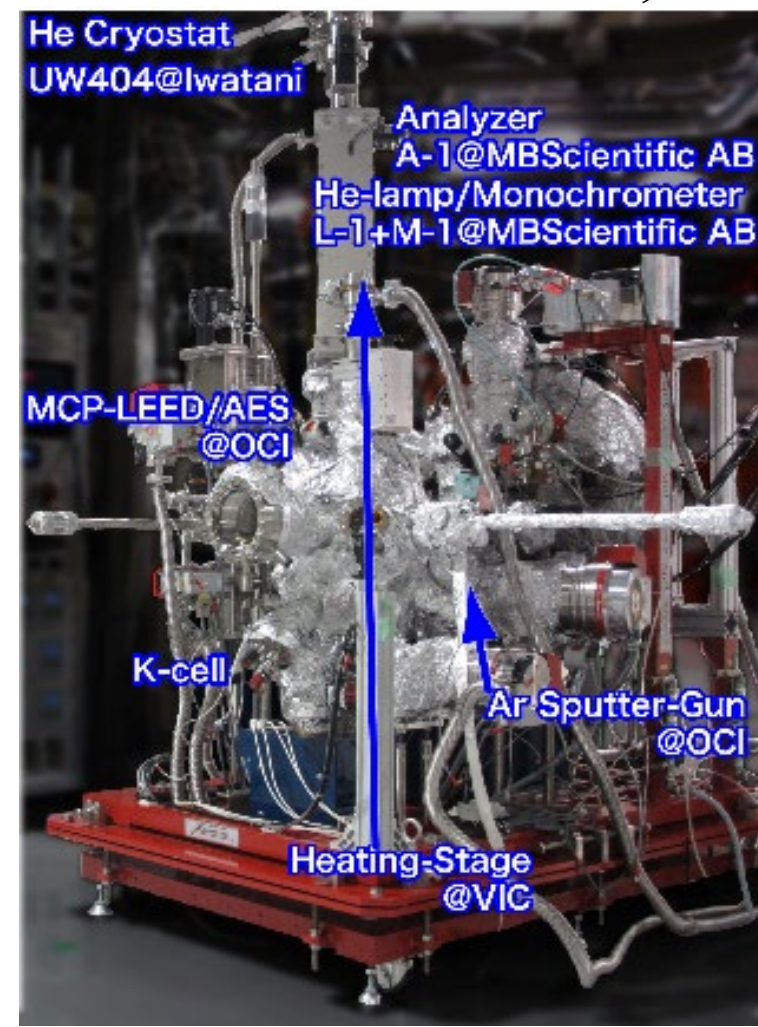
入射エネルギー= 1486.6 eV (Al K_α線)

逆光電子分光法(IPES) @ HiSOR

入射エネルギー= 50 eV

BL7U 光電子分光法(PES)

入射エネルギー=40 eV, 200 eV



BL11S2 X線吸収微細構造法(転換電子収量-XAFS)

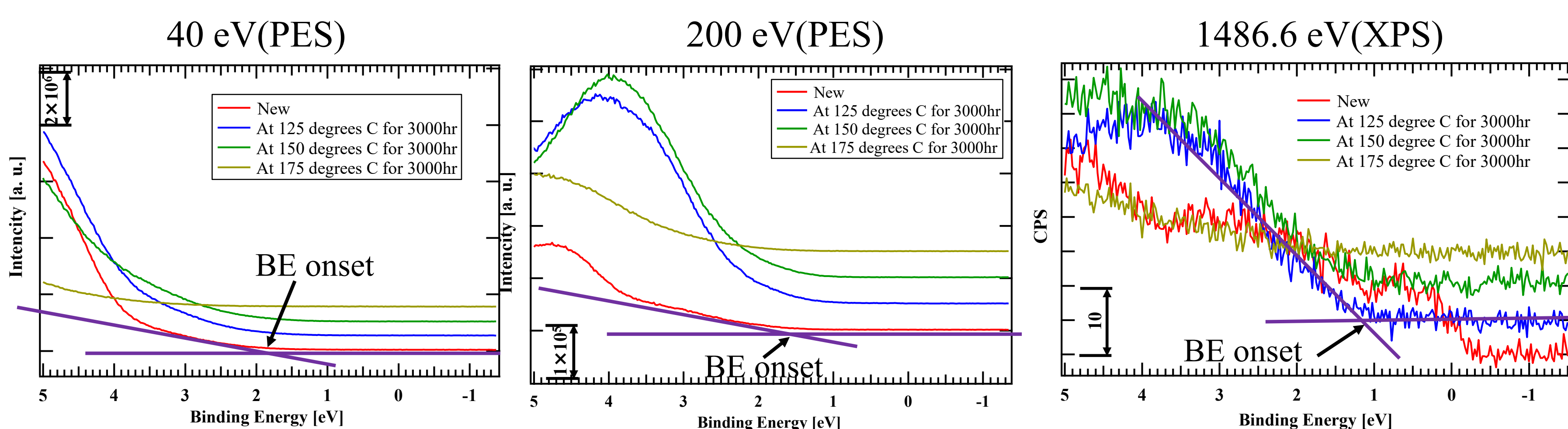
Sn-K吸収端



http://www.astf-kha.jp/synchrotron/userguide/gaiyou/bl8s1_ii_x.html

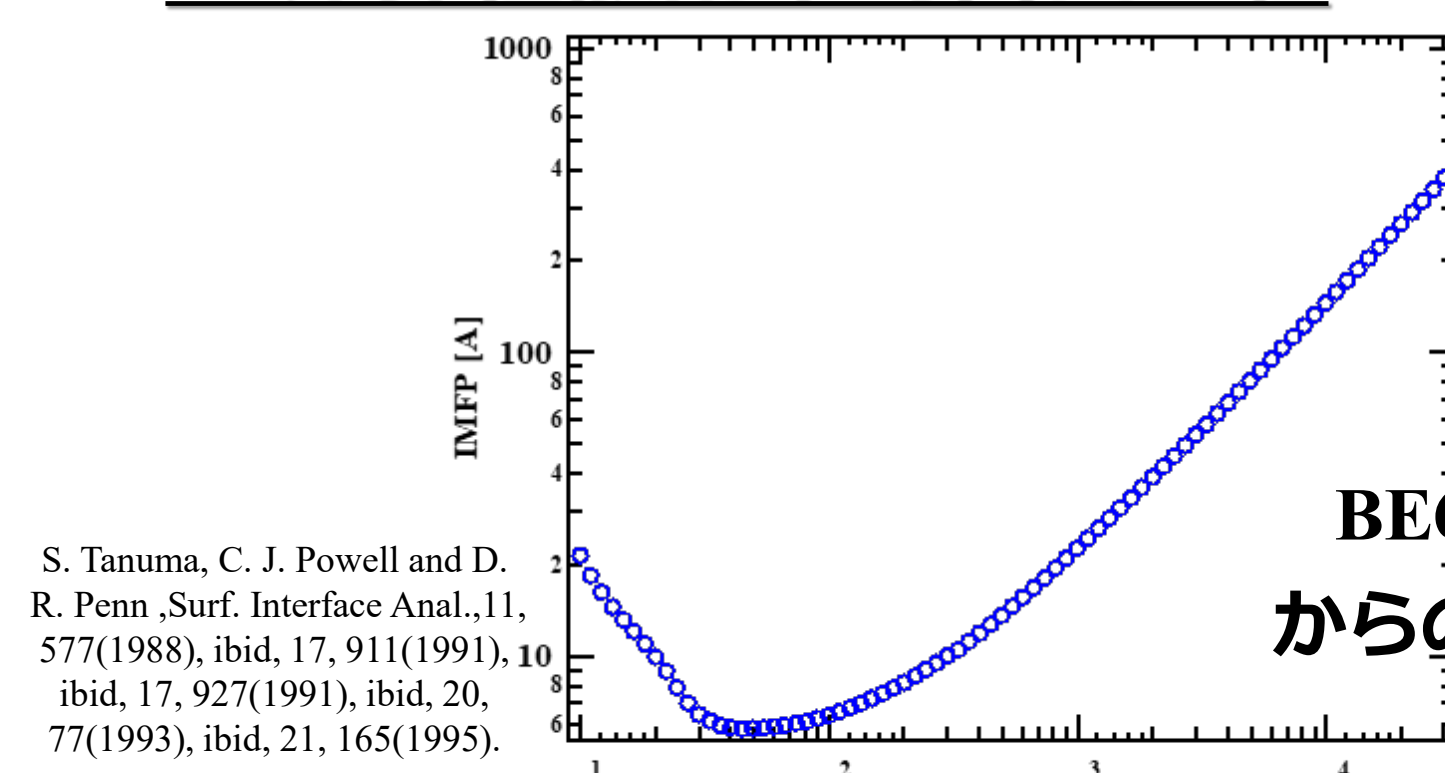
Snの表面電子状態の明確化その1

価電子帯: 光電子分光



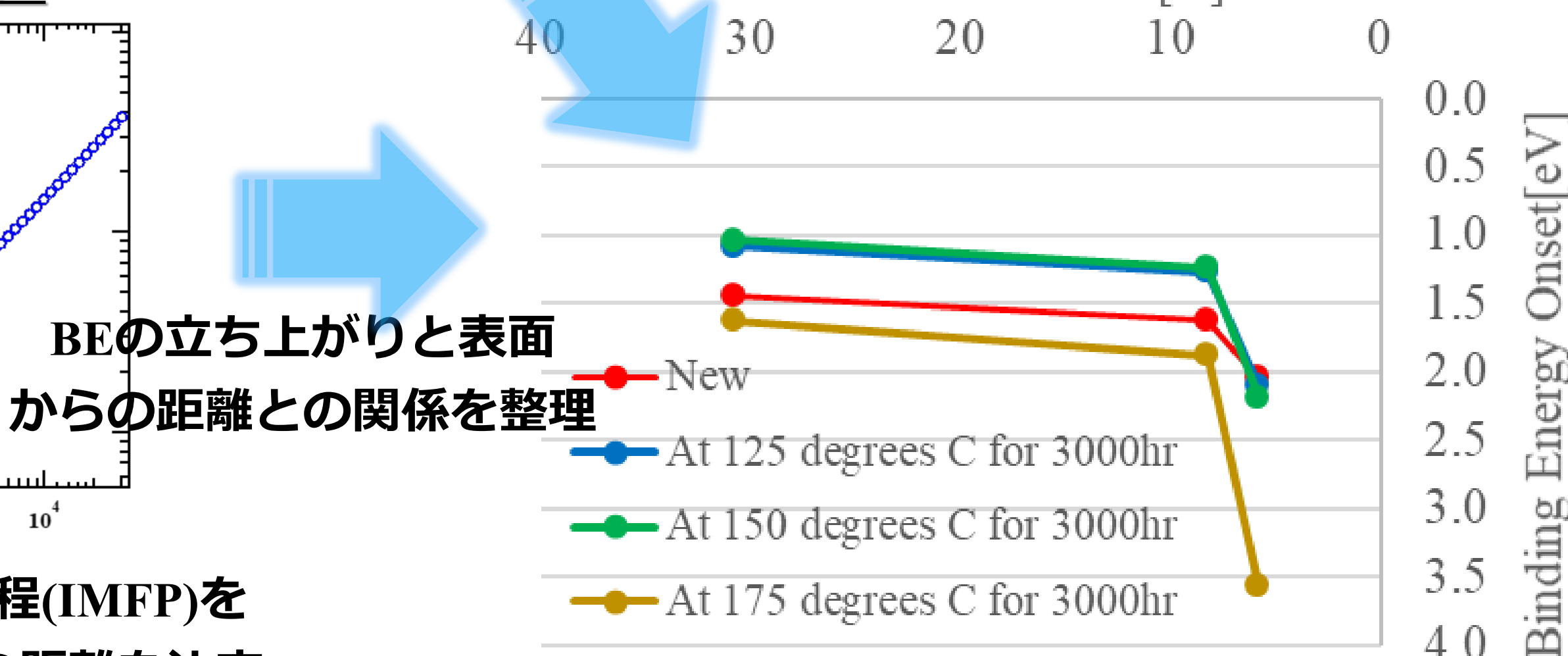
価電子帯とフェルミ準位のエネルギー差を導出

Sn非弾性散乱平均自由工程



Snの非弾性散乱平均自由工程(IMFP)を参照しサンプル最表面からの距離を決定

Distance from surface [Å]



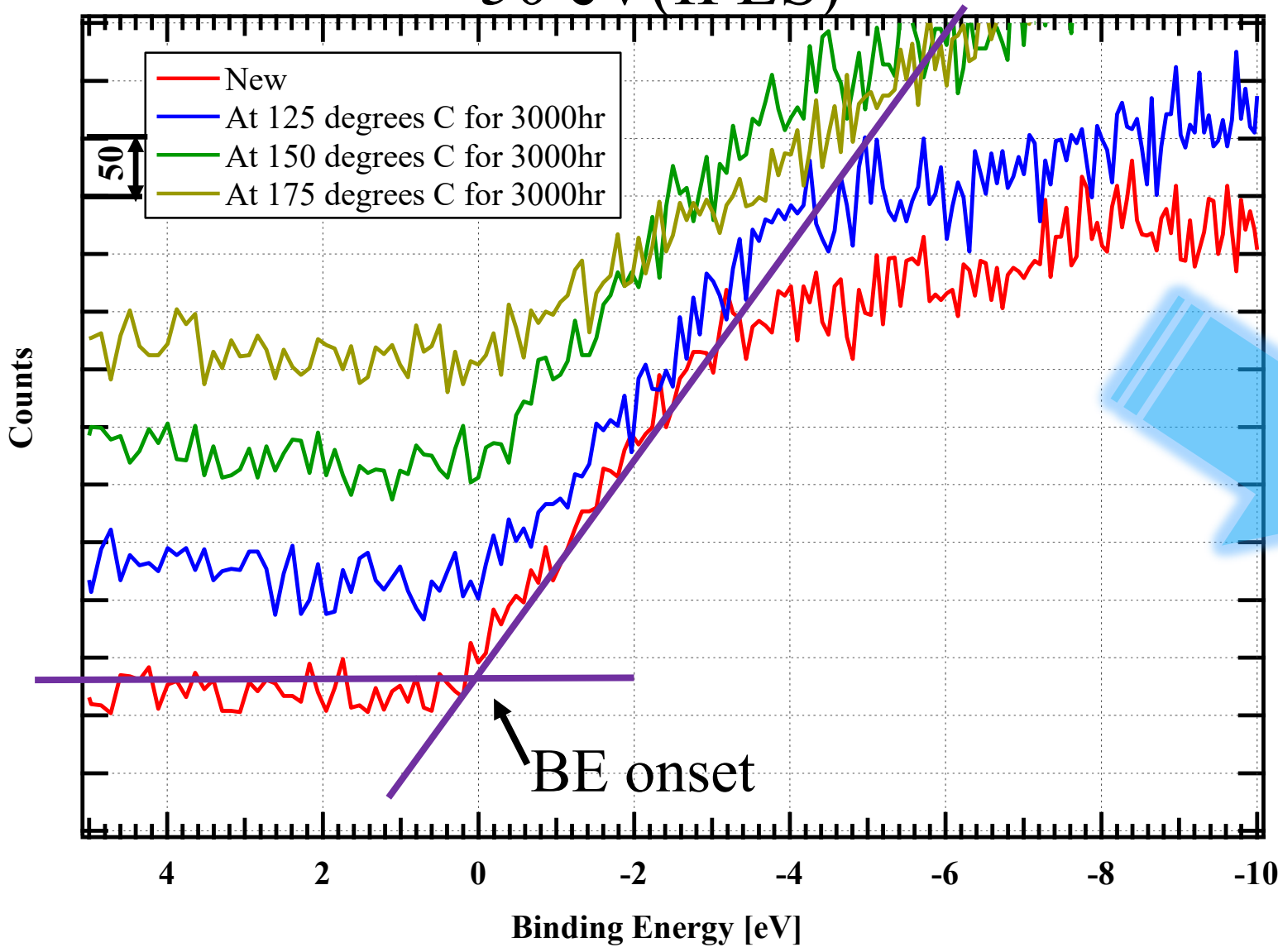
下向きのバンドベンディング→Snめっきサンプルはp型

Snの表面電子状態の明確化その2

Sn表面の導電性の定量化

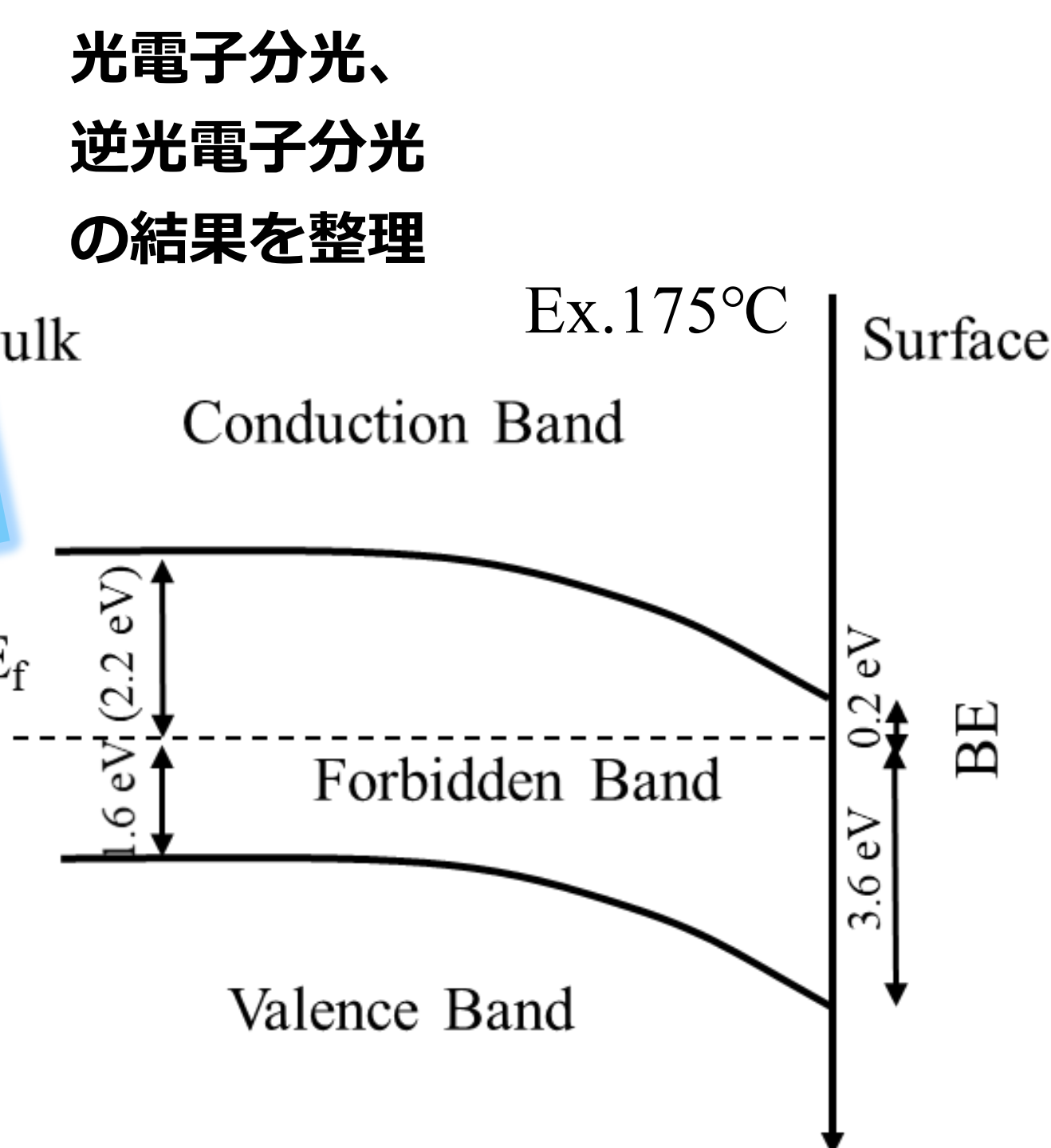
伝導帯: 逆光電子分光

50 eV(IPES)

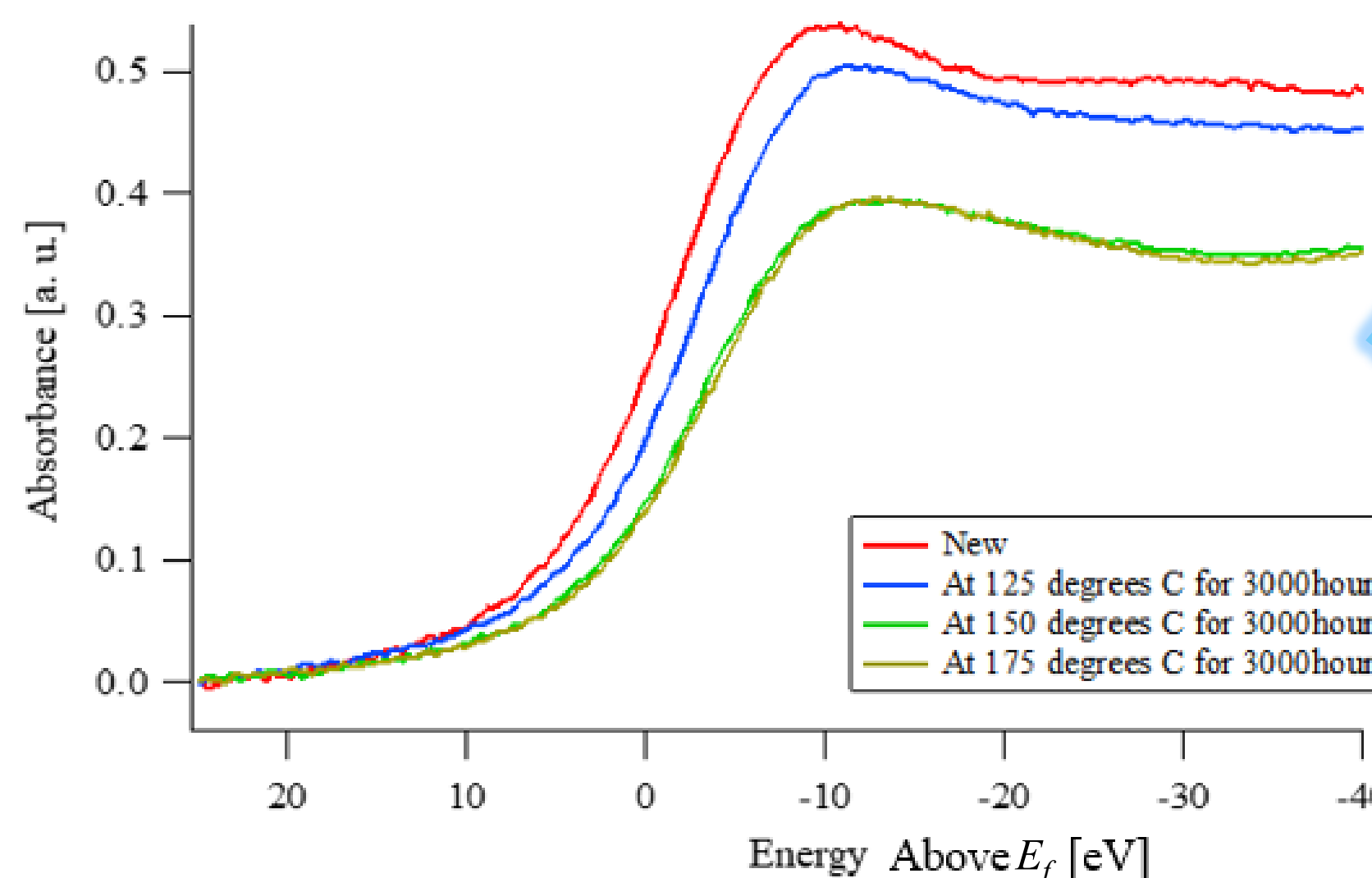


伝導帯とフェルミ準位のエネルギー差を導出

エネルギーダイアグラム



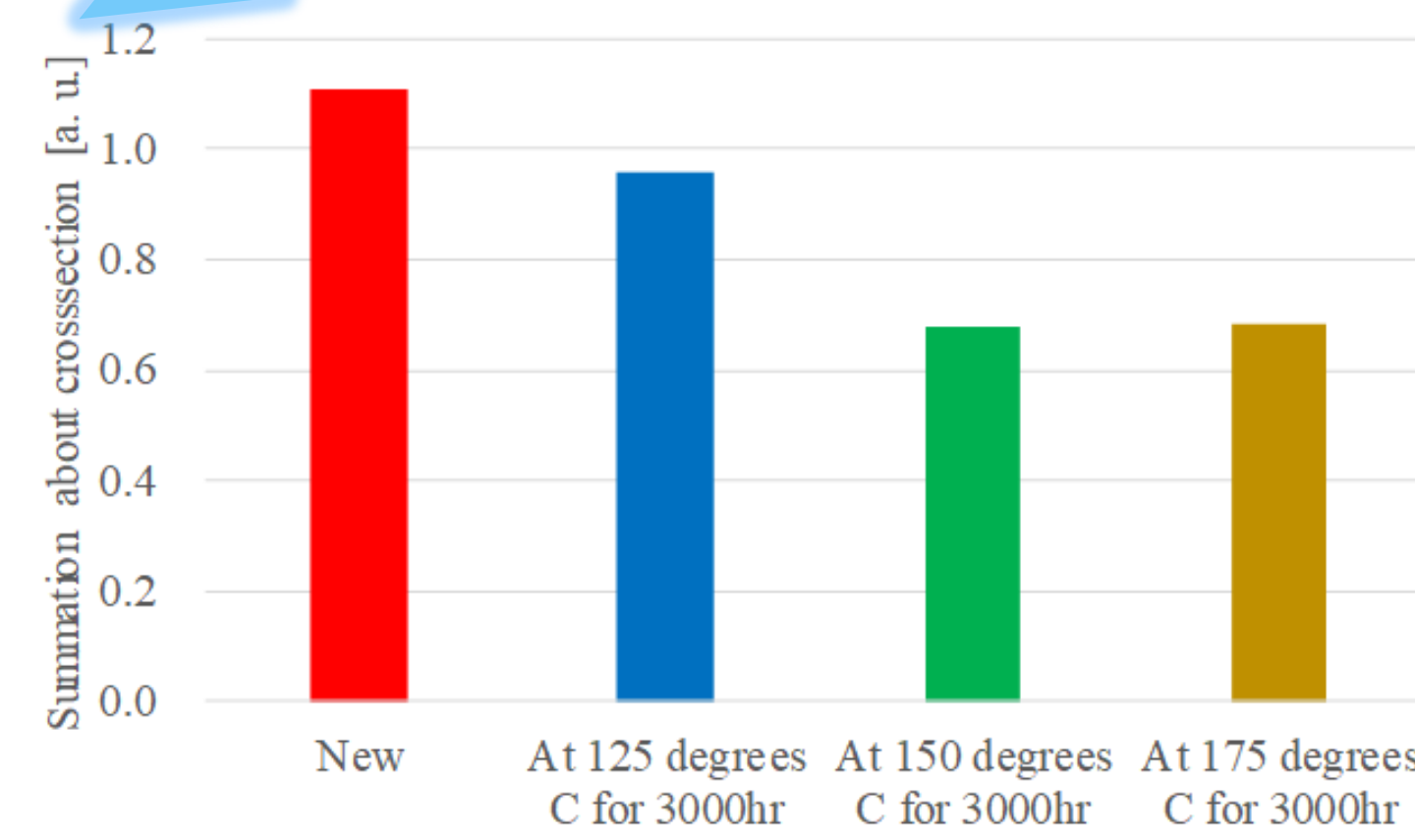
伝導帯: Sn-K吸収端スペクトル



IPESから求めたフェルミ準位を参照しSnのフェルミ準位を決定

導電性パラメータ

各スペクトル最大値に高さを合わせたフェルミディラック分布を作成し、交差し囲まれた面積値を導電性に寄与する値と仮定



Snめっきサンプルはバルクはp型、表面はn型

Snサンプル表面の導電性の定量化に成功
→150°C以上では導電性が悪化

まとめ

謝辞

結論: Snめっきの表面電子状態(エネルギーダイアグラム)を明確にし、導電性を定量化することに成功した。

今後の展望: Snの使用環境上限(温度・湿度など)の決定や熱酸化膜がある状態での信頼性保証など、車載電動化製品の開発に大きく貢献したい。その他のめっき電極材料にもこの分析手法は横展開可能なため、さらに競争力ある製品の開発に繋げていきたい。

本研究における放射光測定におきましては、あいちシンクロトン光センターの下記職員の皆様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: 2018P0105)。



渡辺義夫リエゾン、上原康雄 BL7U 仲武昌史様 その他皆様