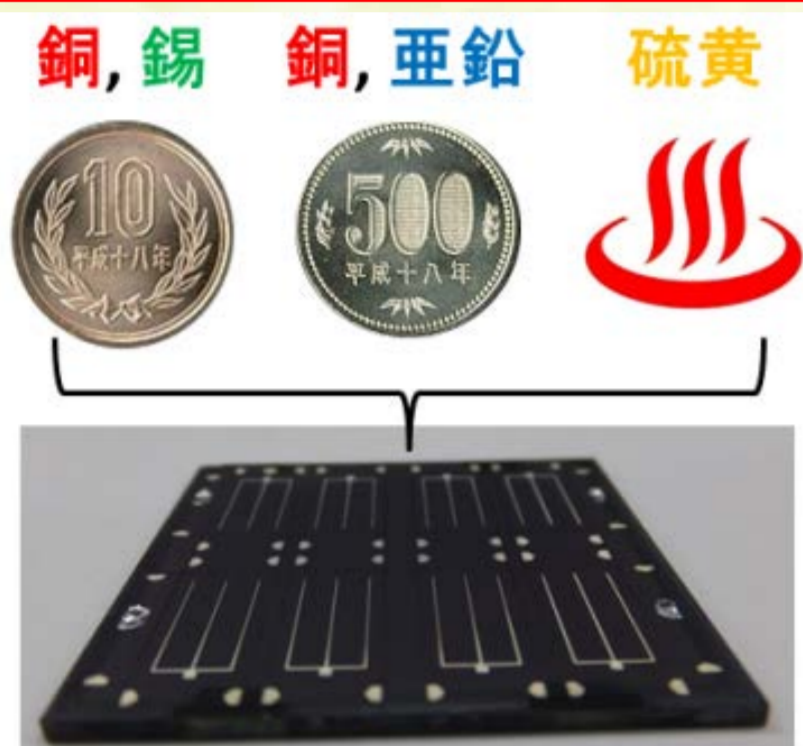
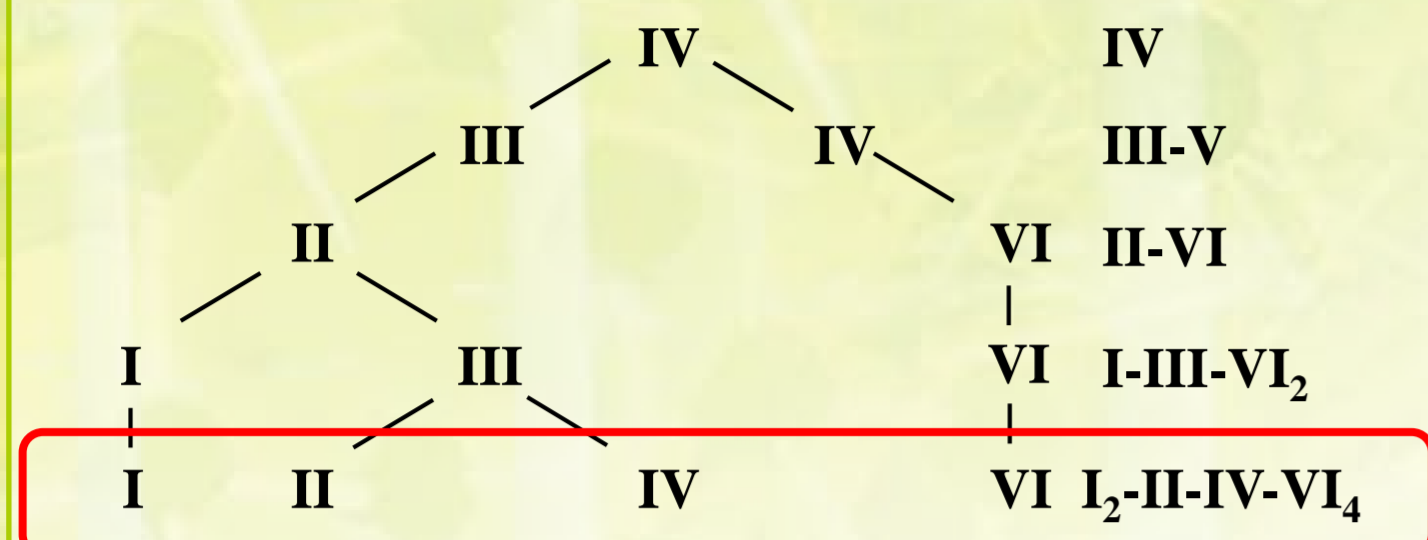


# 多様な化合物半導体を利用した 新規薄膜太陽電池とその評価

反保衆志、永井武彦

産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門

## 研究の背景および目的



同時蒸着法により作製

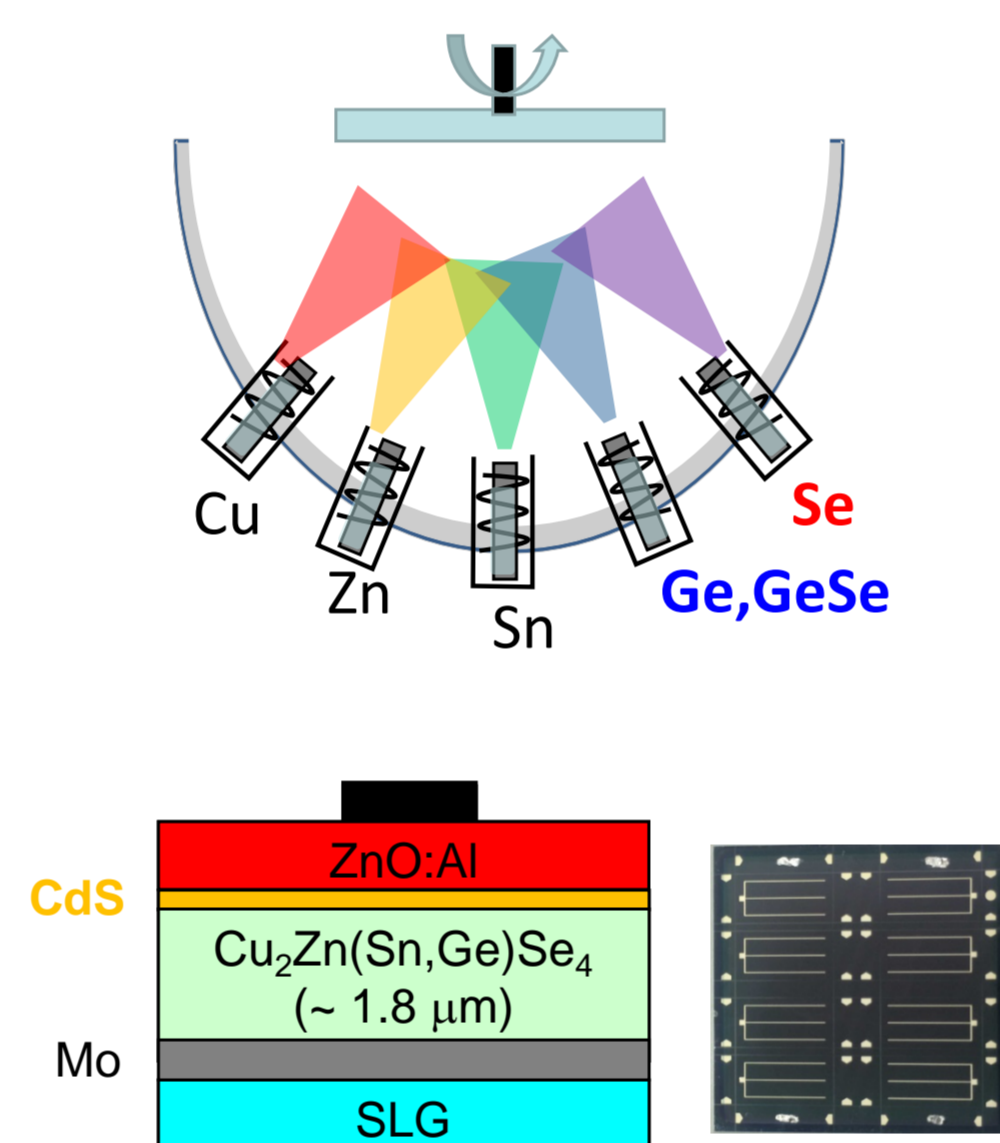
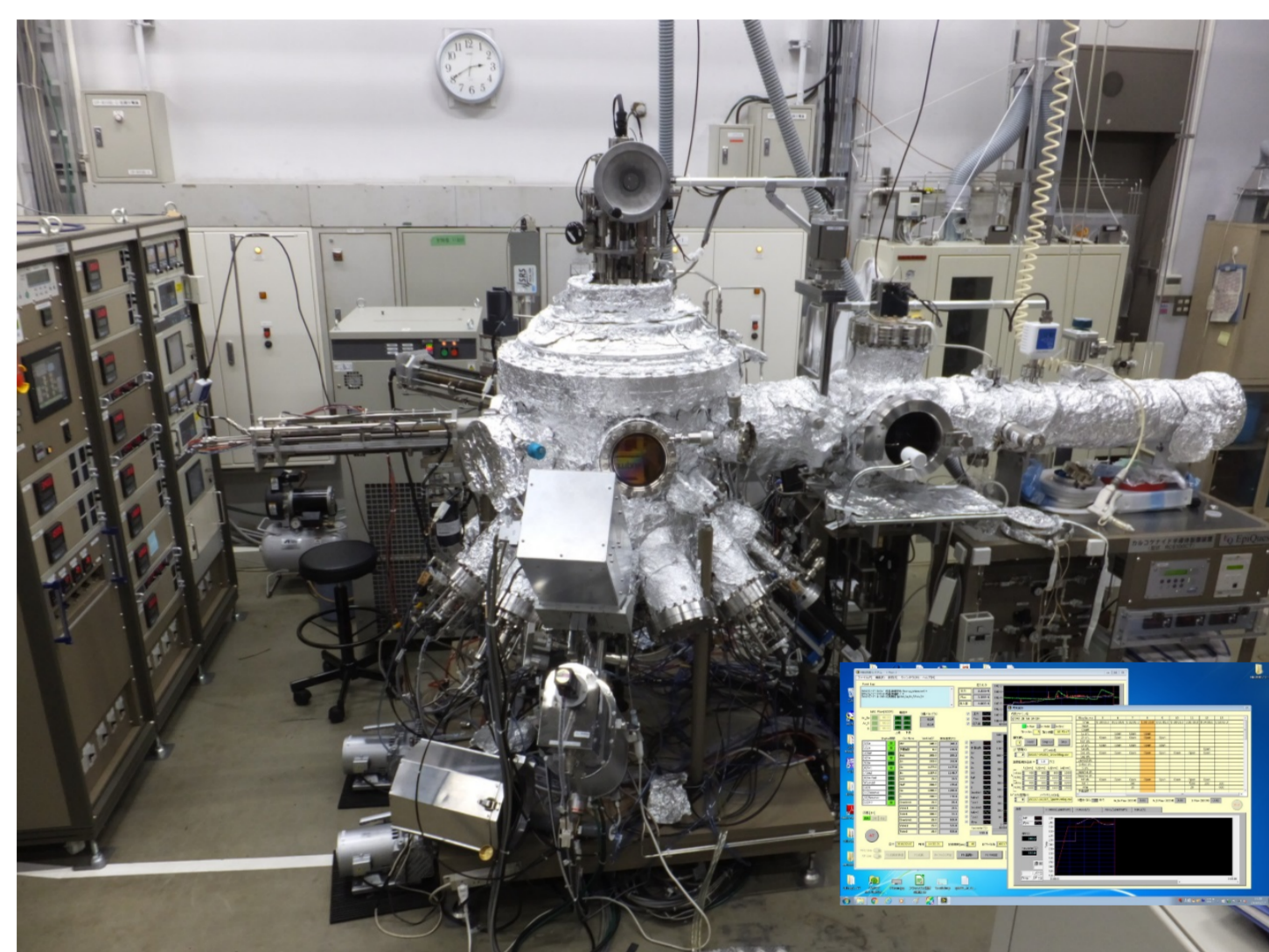
**社会的背景:** 2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会を実現し、ストックベースのCO<sub>2</sub>をも削減する「ビヨンド・ゼロ」を達成するためには、再生可能エネルギーの大量導入が不可欠であり、太陽電池はその主要電源として期待されている。このような太陽電池の大量導入時代においては、長期信頼性に優れ、高効率で安価で、かつ、低環境負荷の条件も望まれる。

**研究目的:** 既存の材料系においては、太陽電池材料として安価、長期信頼性、低環境負荷を満たすものが無い。我々の研究では、これら条件を満たす太陽電池材料として、**多元系からなる多様な化合物半導体を開発し、従来に実現できなかった機能性を有するテラワット太陽電池時代に不可欠となる半導体薄膜・太陽電池の開発を目的**としている。

**発表内容:** 本発表では、その一例としてケステライト結晶構造を有するCu<sub>2</sub>Zn(Sn<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub>)Se<sub>4</sub>を光吸収層とした太陽電池の開発状況について報告する。この材料の課題は、開放電圧が他の薄膜太陽電池と比較し低く、その主要因が未知な点に有る。本発表では、CZTGSeプロセス技術の改善と表面・界面の電子状態評価を実施し、課題解明に迫る研究結果を得たので報告する。

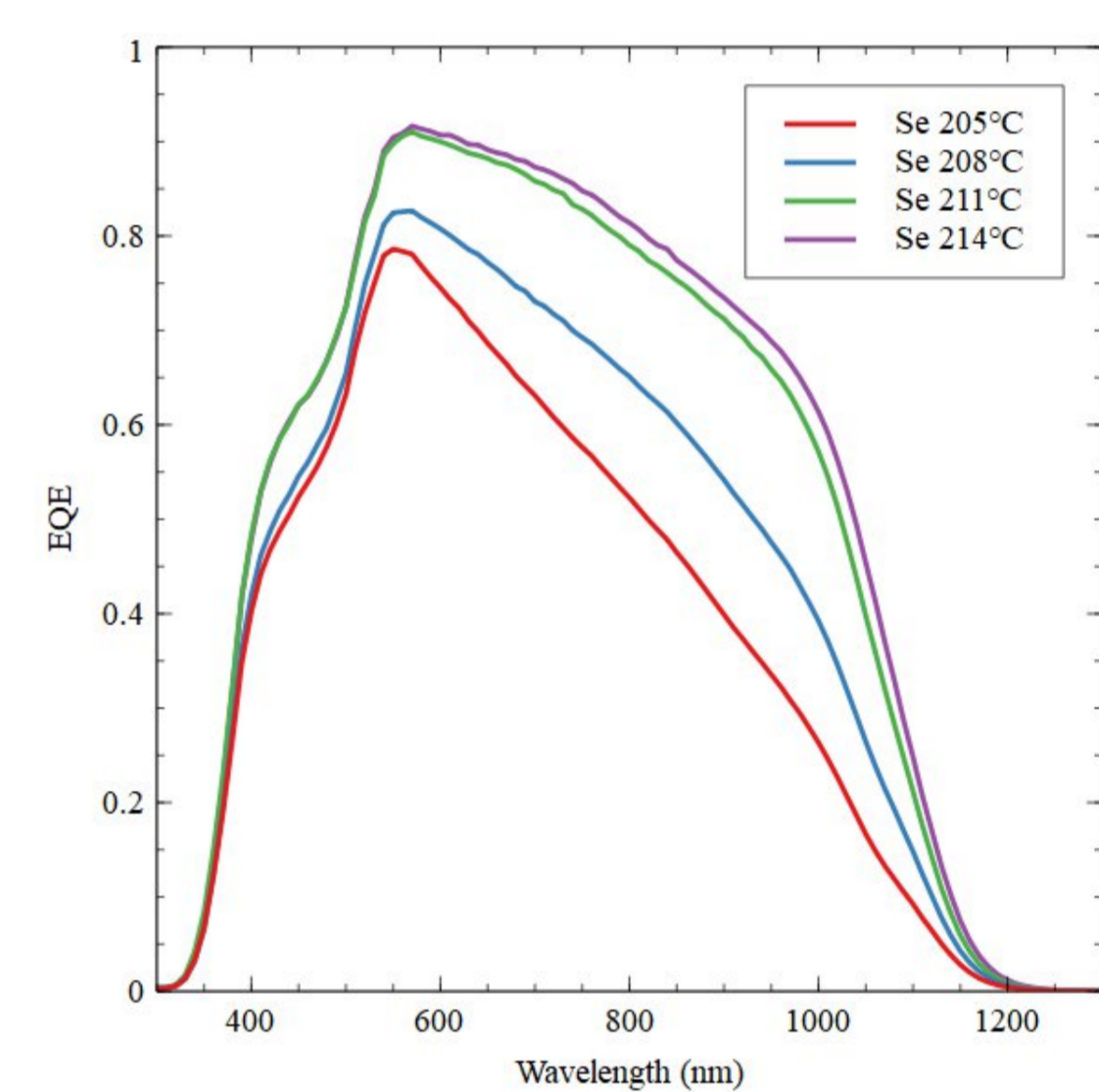
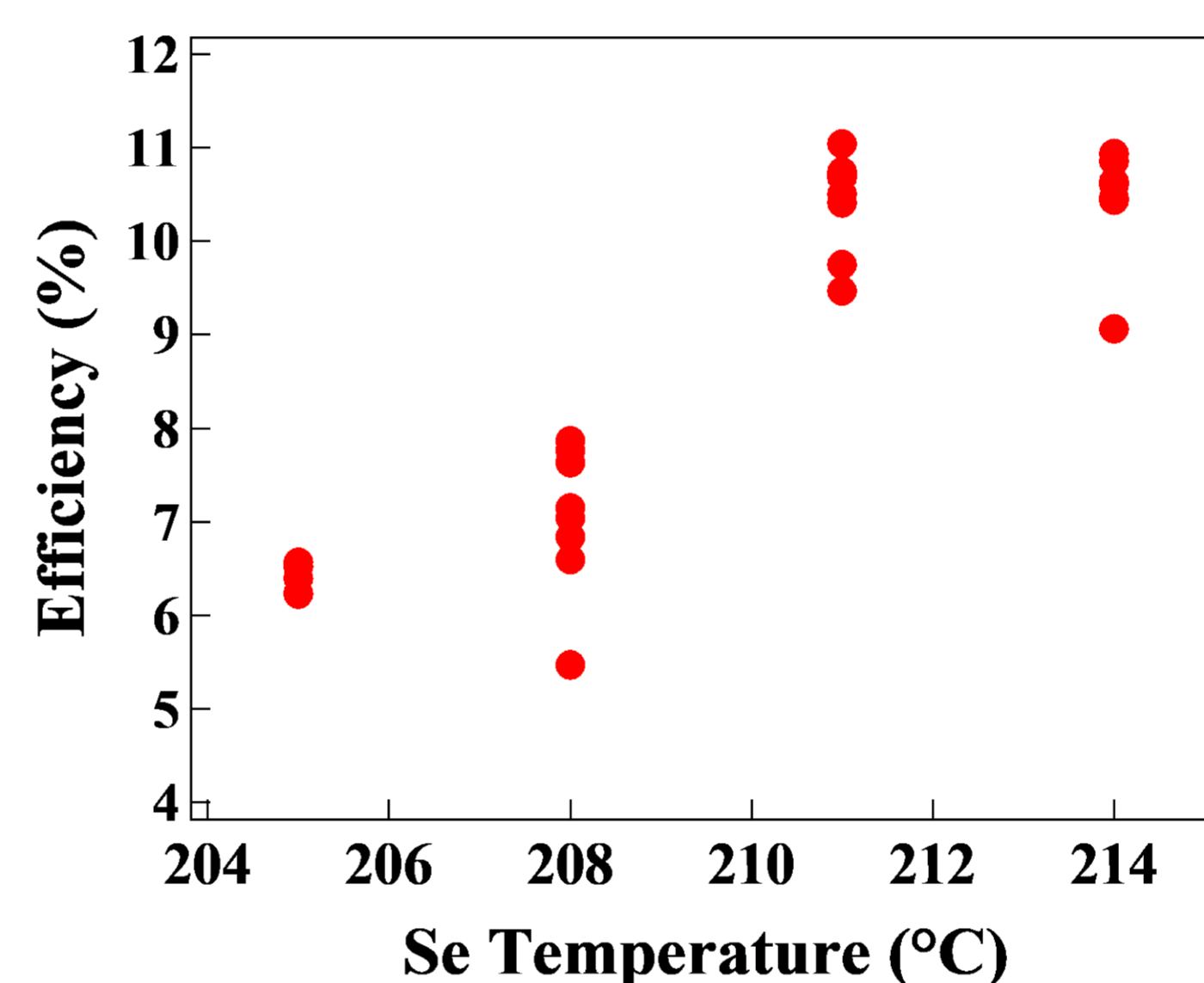
## 結果1 (カルコゲナイド薄膜成長技術と太陽電池)

### 2台の硫化物・セレン化合物専用 MBEによる材料探索



豊富な資源を利用したTW-PV時代に  
適した太陽電池の研究開発

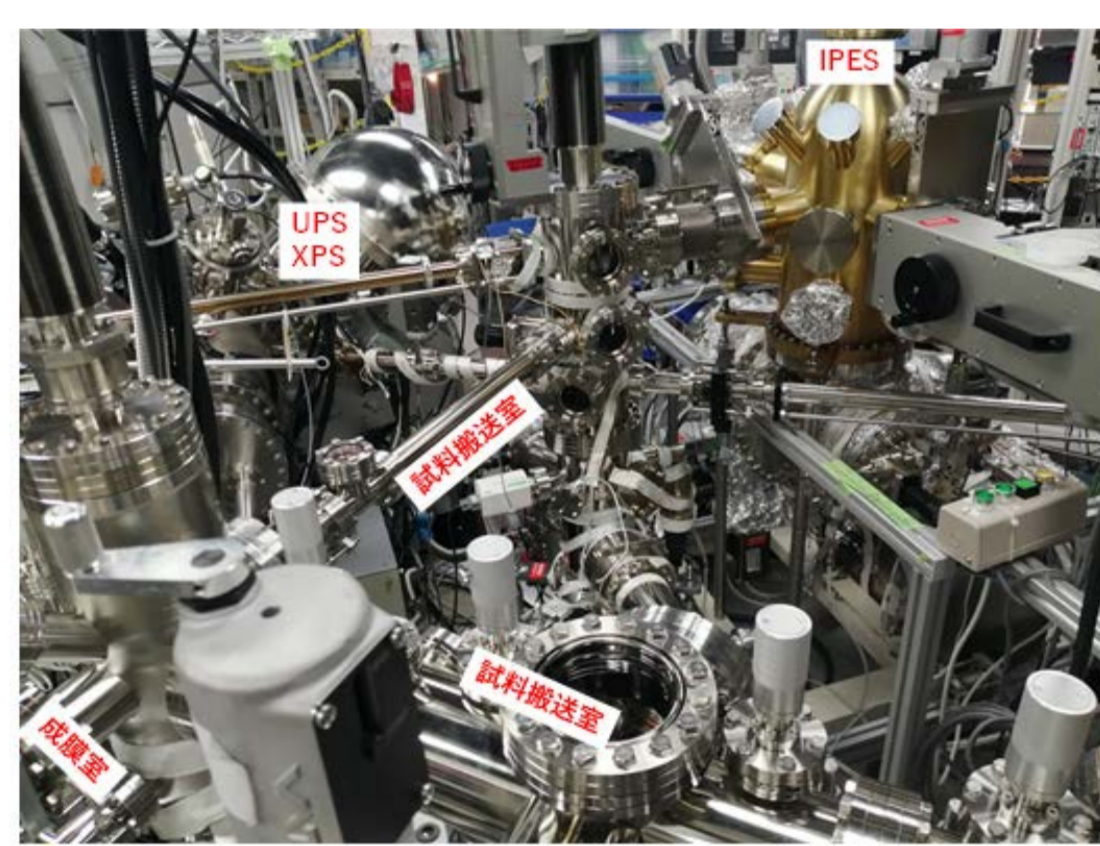
### Geを含む混晶系によるCZTS系太陽電池の高効率化



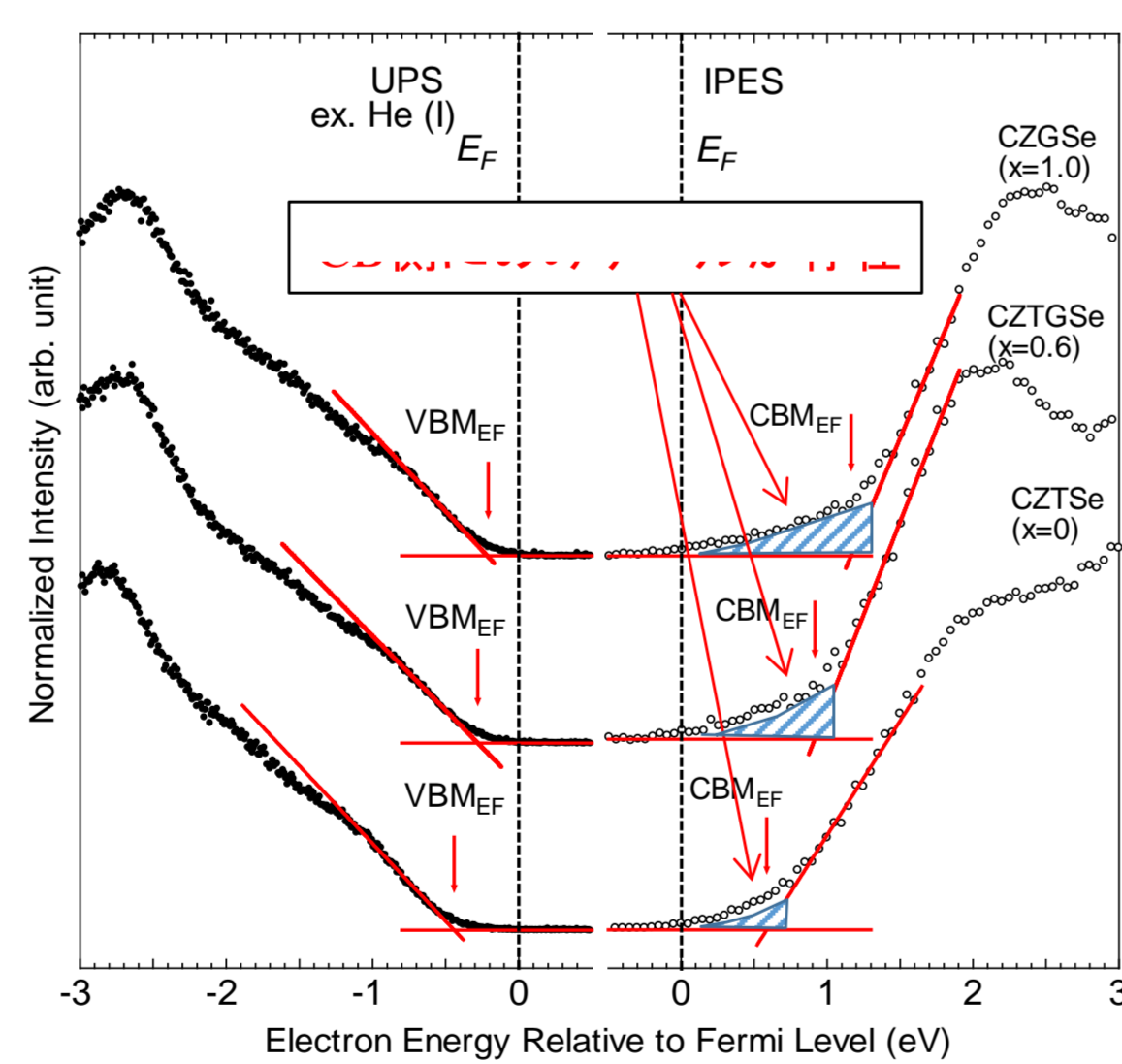
製膜時のSe供給が太陽電池特性に大きな影響

拡散長の増大や表面再結合の抑制効果

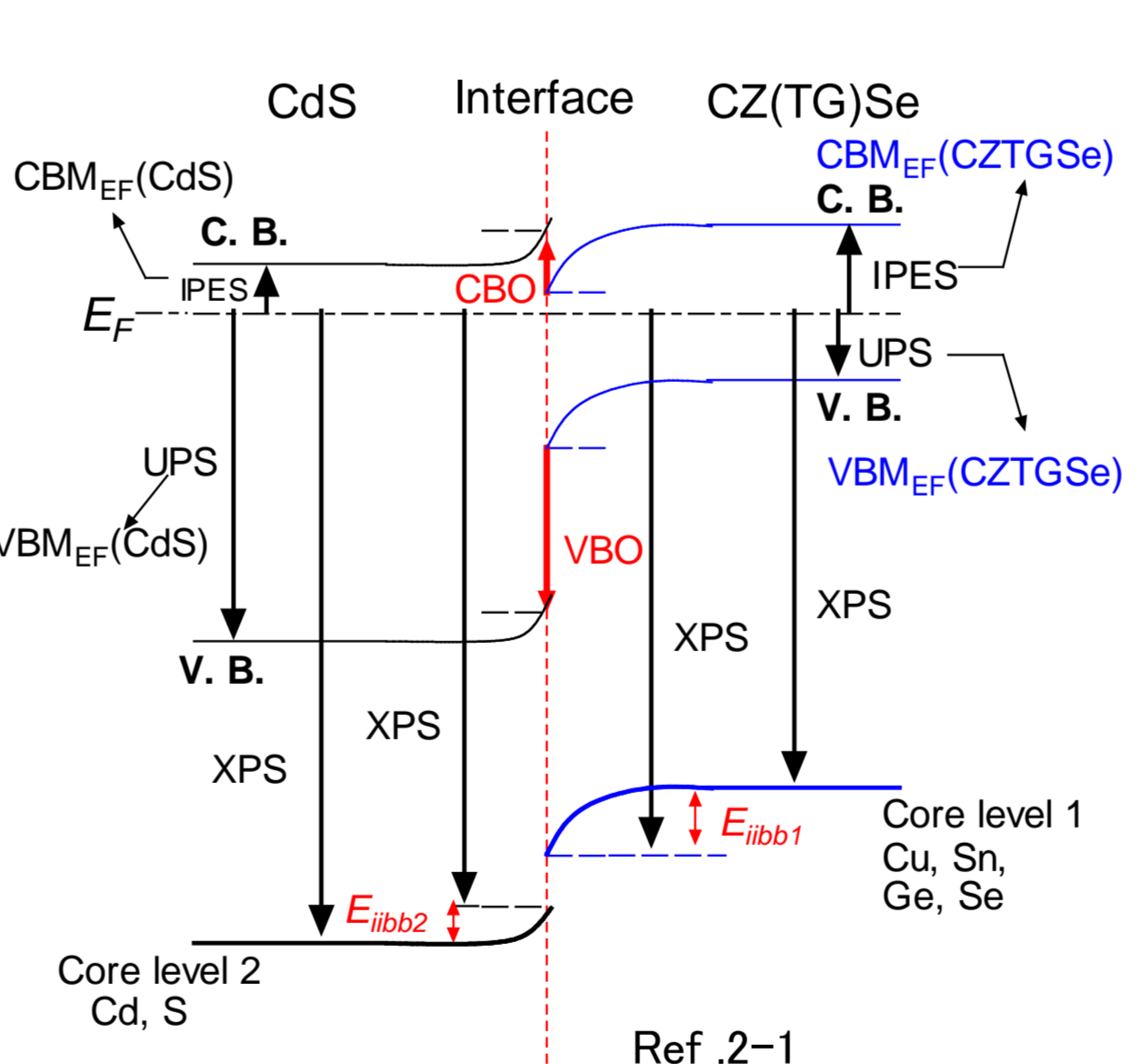
## 結果2 (カルコゲナイド薄膜表面・界面の電子状態評価)



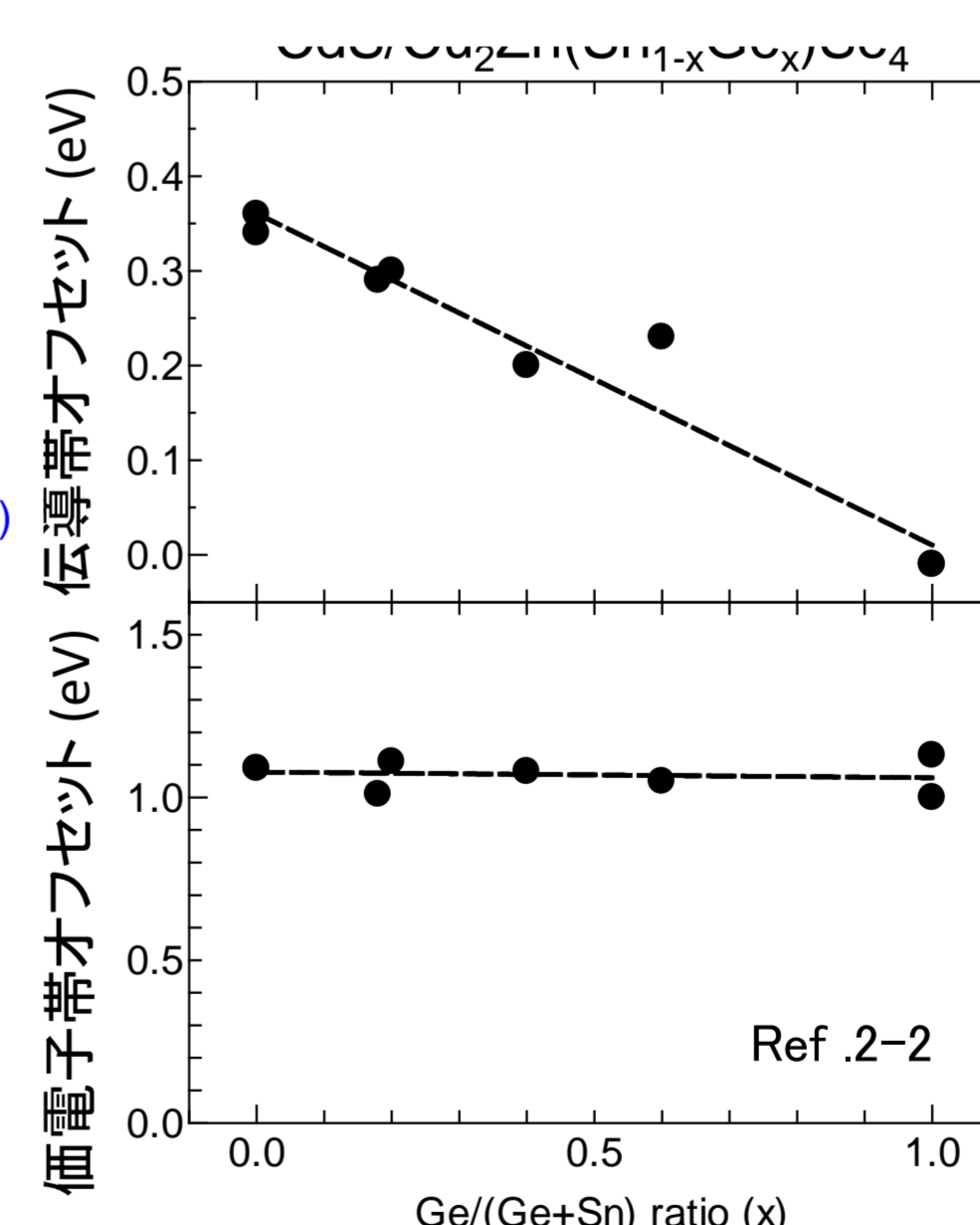
### 正・逆光電子分光法を用いた表面電子状態測定結果



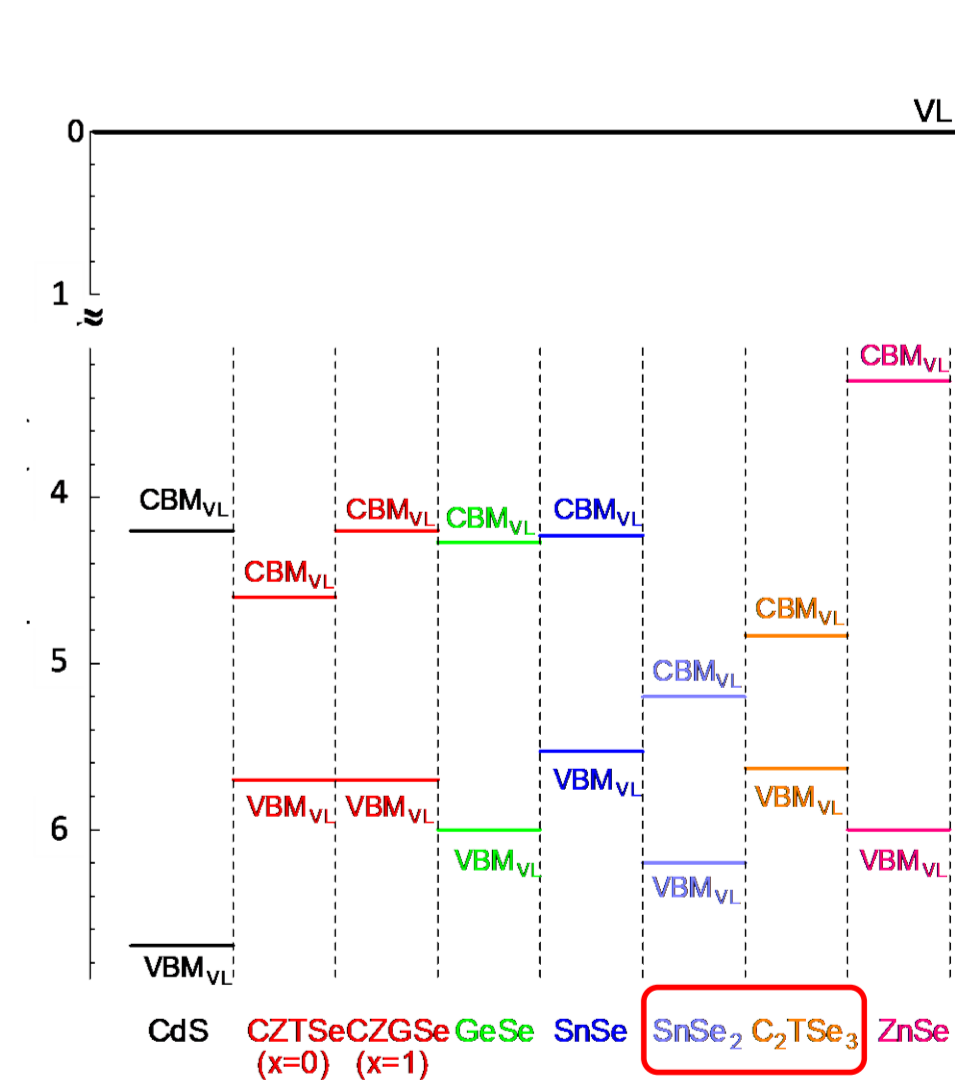
### CBO, VBO評価手法の概念図



### CBO, VBOの結果



### 考えられる表面異相の候補



## 将来展望

### 本発表のまとめ

- 製膜プロセスの改良と表面・界面の電子状態評価による太陽電池性能向上に関する知見の収集とフィードバックにより、高効率化への方向性が明らかになってきた。

### 今後の展開

- テラワット級の太陽電池導入時代に向けた太陽電池材料として利用可能な、天然埋蔵量豊富で、長期信頼性、低環境負荷、安価といった従来に無い新規機能性を有する多様な化合物半導体薄膜の探求と太陽電池応用を推進する。

## 参考文献

- [1-1] H. Tampo *et al.*, J. Appl. Phys, **122** (2017) 023106.
- [1-2] H. Tampo *et al.*, ACS Appl. Mater. & Interfaces, **11** (2019) 13319.
- [2-1] T. Nagai *et al.*, ACS Appl. Mater. & Interfaces, **11** (2019) 4637.
- [2-2] T. Nagai *et al.*, Phys. Status. Solidi-RRL., **14** (2020) 1900708.