

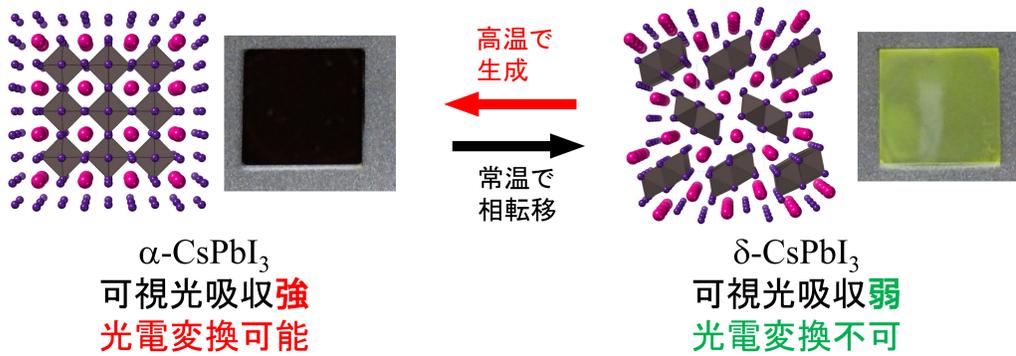
CsPb_{1-x}Ge_xI₃無機ペロブスカイト結晶の発電特性評価

古郷敦史、山本晃平、村上拓郎
産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター

背景

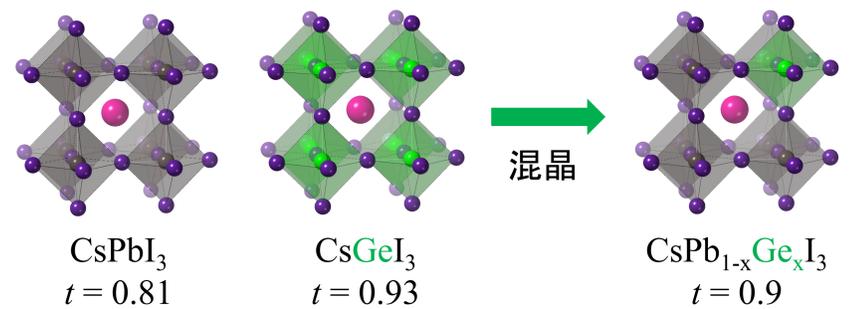
CsPbI₃ペロブスカイト太陽電池

- 従来のCH₃NH₃PbI₃ペロブスカイト太陽電池より安定 (CH₃NH₃⁺は熱・光で分解されるが、Cs⁺は分解されない)
- ×分解はされないが、相転移を起こす。常温で次第にα相 → δ相(可視光吸収弱い)
- × α相生成に>300 °C の高温焼成が必要



本研究の目的

α-CsPbI₃を常温で安定化するため、イオン半径 r の小さいGeイオンを導入

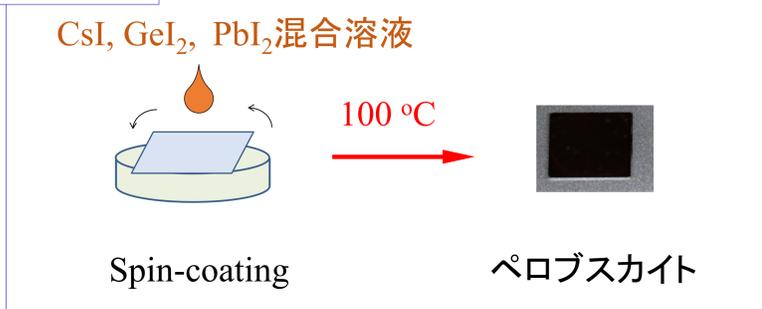


$$\text{トレランスファクター } t = \frac{r_{\text{Cs}} + r_{\text{I}}}{\sqrt{2} (r_{\text{Pb}} + r_{\text{I}})}$$

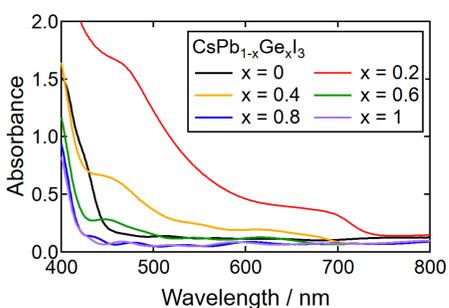
が0.9-1の範囲にあるとα相が常温で安定

結果と考察

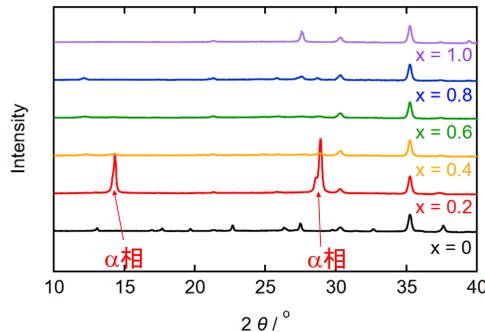
実験手法



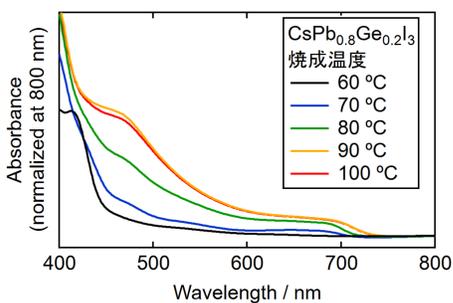
吸収スペクトル



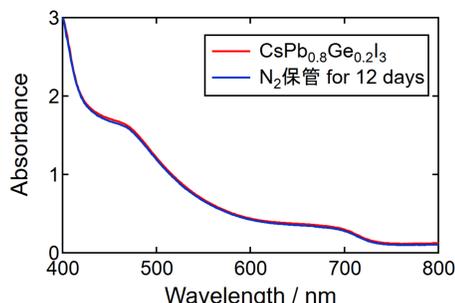
X線結晶解析



20%のGeドーピングで
可視光吸収、α-CsPb_{1-x}Ge_xI₃生成



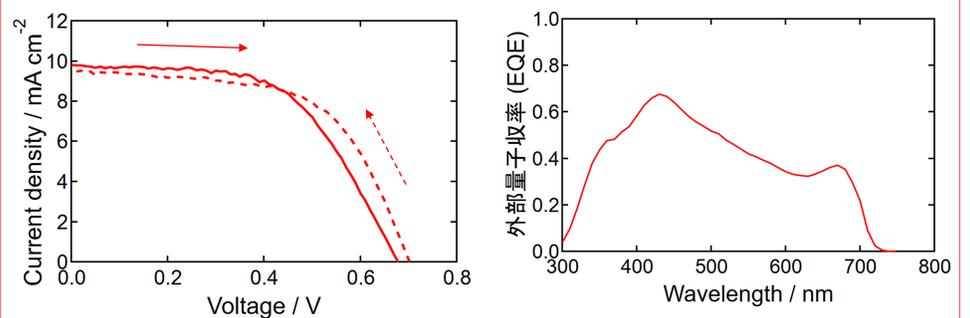
80 °C以上の加熱で
α-CsPb_{0.8}Ge_{0.2}I₃生成



室温で安定

光電変換特性

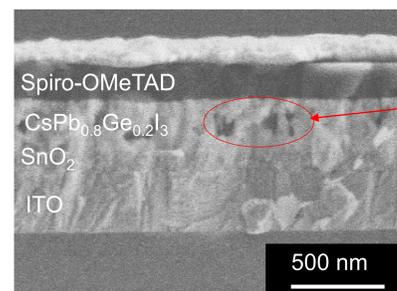
セル構造: ITO/SnO₂/CsPb_{0.8}Ge_{0.2}I₃/spiro-OMeTAD/Au



Scan Direction	J _{sc} / mA cm ⁻²	V _{oc} / V	FF	PCE / %
forward scan (-0.2 V → 1.3 V)	9.80	0.678	0.566	3.76
backward scan (1.3 V → -0.2 V)	9.58	0.701	0.590	3.97

3.97%のエネルギー変換効率
~70%の光電流生成の外部量子効率
が得られた

顕微鏡観察画像



CsPb_{0.8}Ge_{0.2}I₃層に
Voidがみられる。
前駆体溶液に添加剤を
加える等改善が必要

結論

CsPbI₃ペロブスカイト結晶にGeイオンを導入することで、80 °Cの低温製膜に成功した。(従来は>300 °C)
CsPb_{0.8}Ge_{0.2}I₃は常温で安定である。
エネルギー変換効率 3.97%が得られた。(今後、添加剤等で改善予定)

A. Kogo, K. Yamamoto, T. N. Murakami, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **61**, 020904 (2022).

謝辞

科研費若手研究 (21K14733)
「ゲルマニウムを用いた
高耐久ペロブスカイト太陽電池の開発」