

# 低コストIII-V//Siタンデム太陽電池に向けた 1.5 eV帯GaInAsPセルの開発

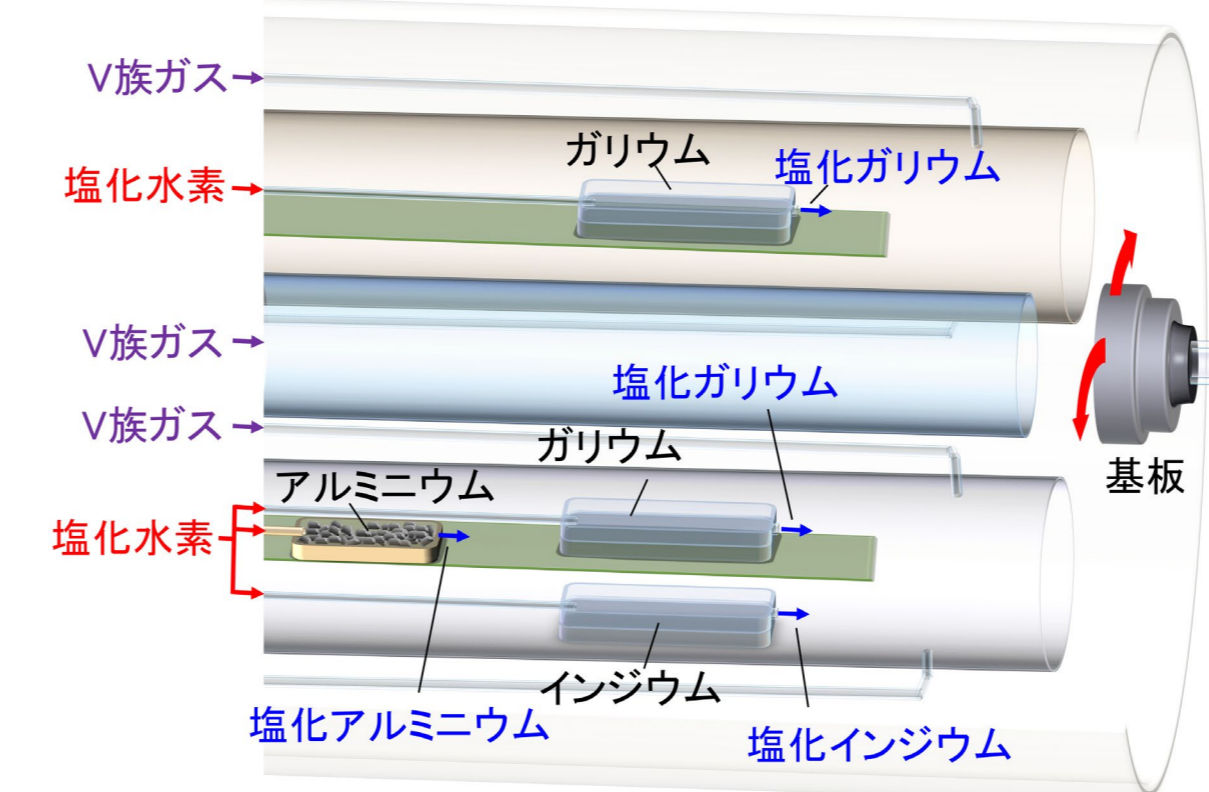
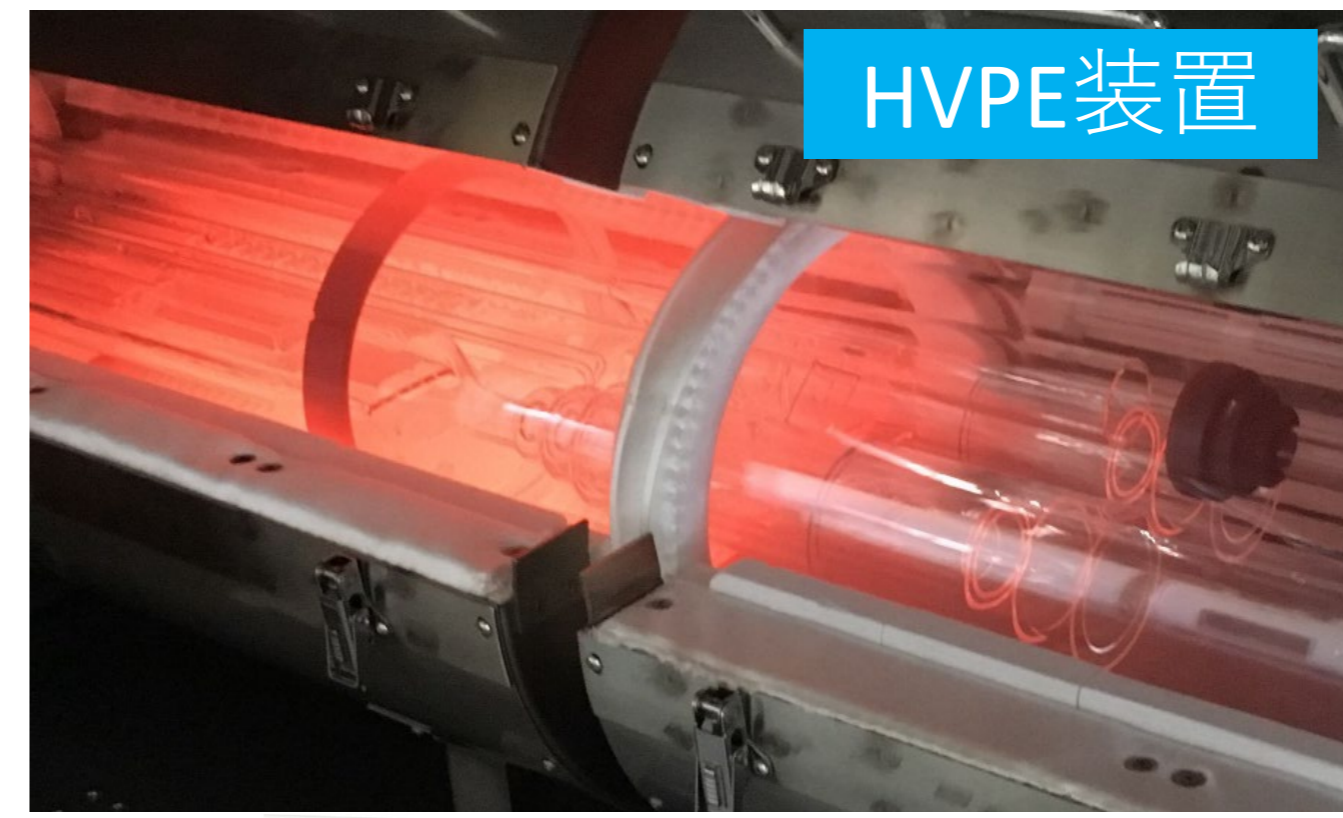
## 研究の目的

高効率と低コストを両立する太陽電池として、当グループではIII-V//Siタンデム太陽電池に注目している。エアマス1.5グローバル太陽光スペクトル照射下において、Siをボトムセルとした3接合構造のスペクトル整合性を良くするには、ミドルセルのバンドギャップを1.5 eVにすることが好ましい[1]。

Fraunhofer ISEではミドルセルに1.5 eV帯のGaInAsPセルを用いたIII-V//Siタンデム太陽電池において、36.1%の変換効率を達成している[2]。一方で、コスト面が課題であり、特にIII-V太陽電池を低コストで作ることが重要となる。本研究では、1.5 eV帯GaInAsPセルをハイドライド気相成長(HVPE)法で作製することにより、当該タンデム太陽電池の低コスト化を模索する。



## HVPE法の特徴



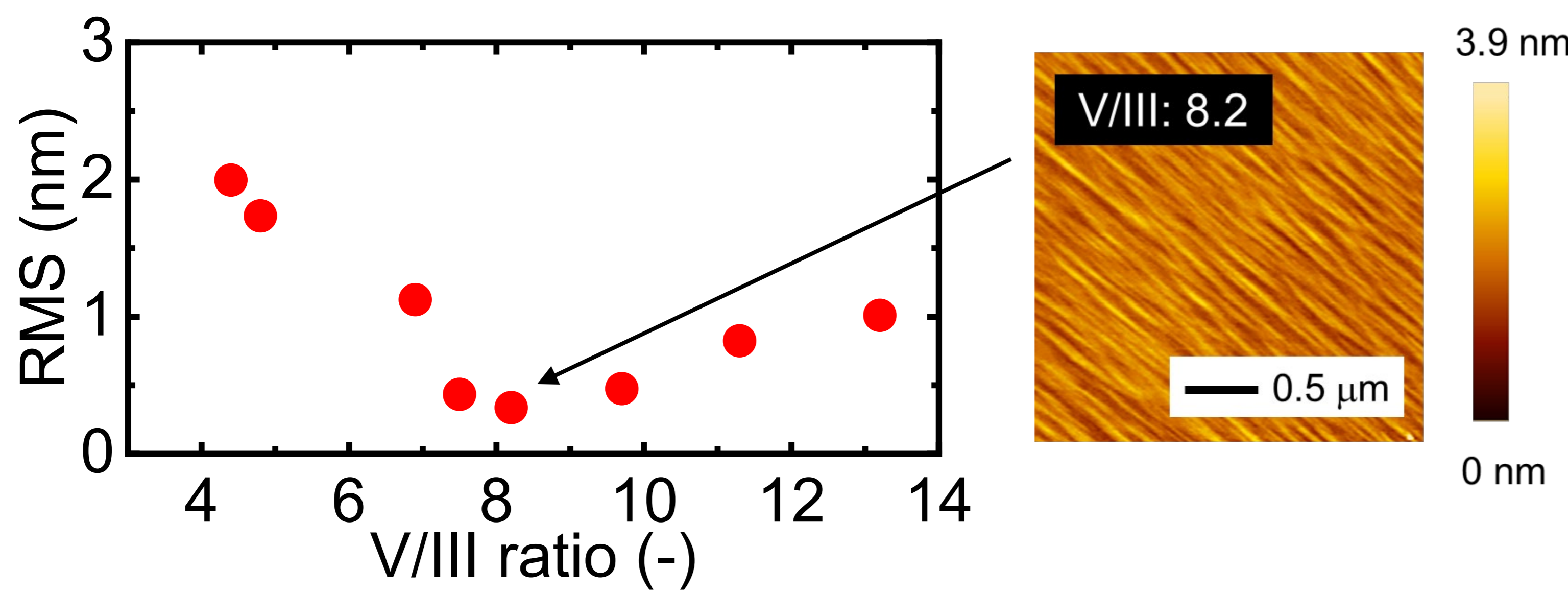
	MBE	MOVPE	HVPE <sup>[3,4]</sup>
III族原料	金属	有機金属	金属塩化物 ※1
V族原料	金属	水素化物	水素化物
V/III比	高い	やや高い	低い ※1
成長速度	×	○	◎ ※2
AI系材料	○	○	×

※1 従来に比べて結晶成長コストを90%ダウン  
※2 装置償却コストダウン (高スループット)

III族原料に安価な金属塩化物を利用し、低V/III比での結晶成長もできるため、III-V族太陽電池の作製コストを低減可能

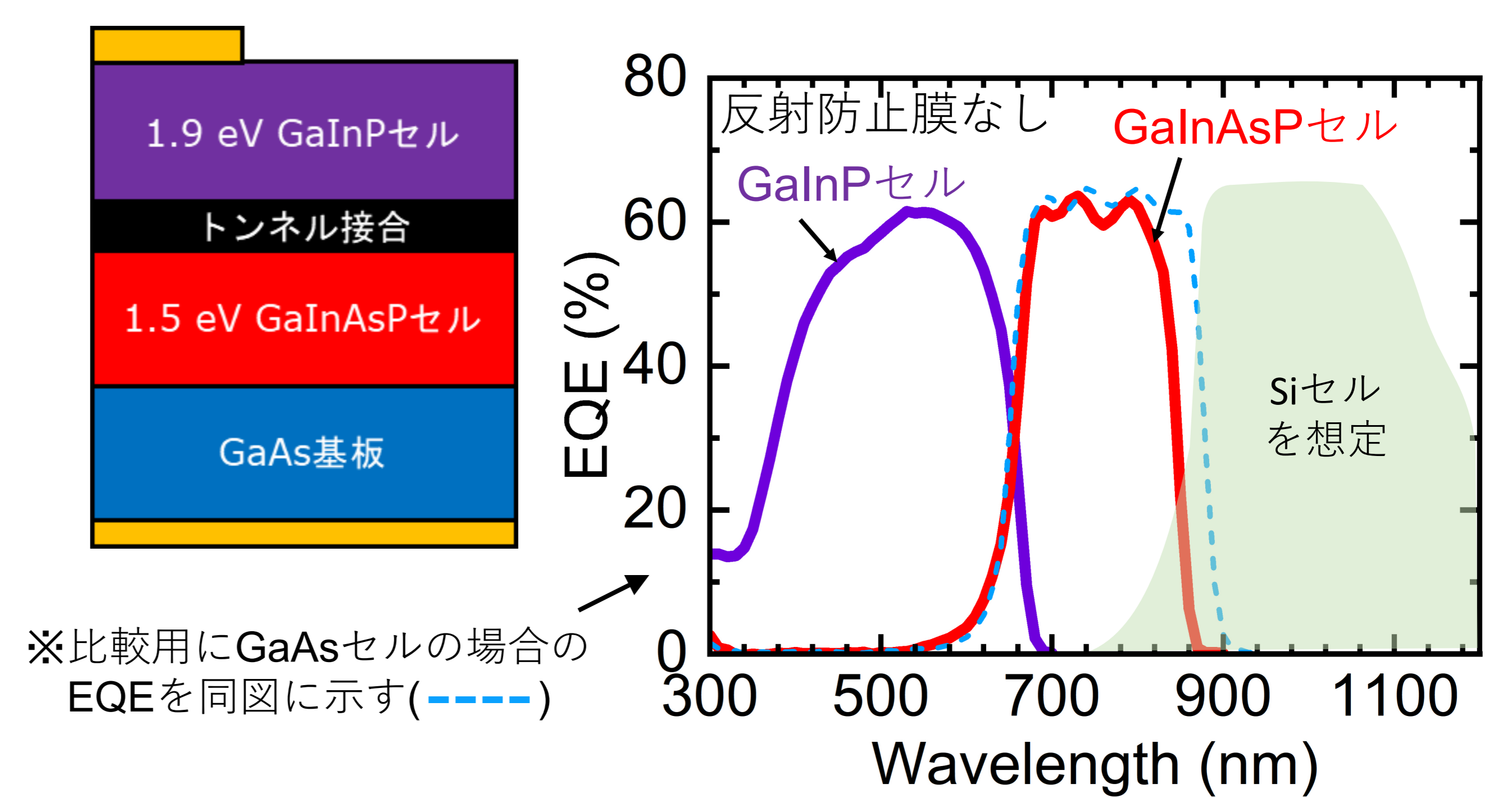
## 実験結果と今後の道筋

### GaInAsPのHVPE成長と表面平坦性の評価



V/III比の調整により平坦なGaInAsP結晶が成長

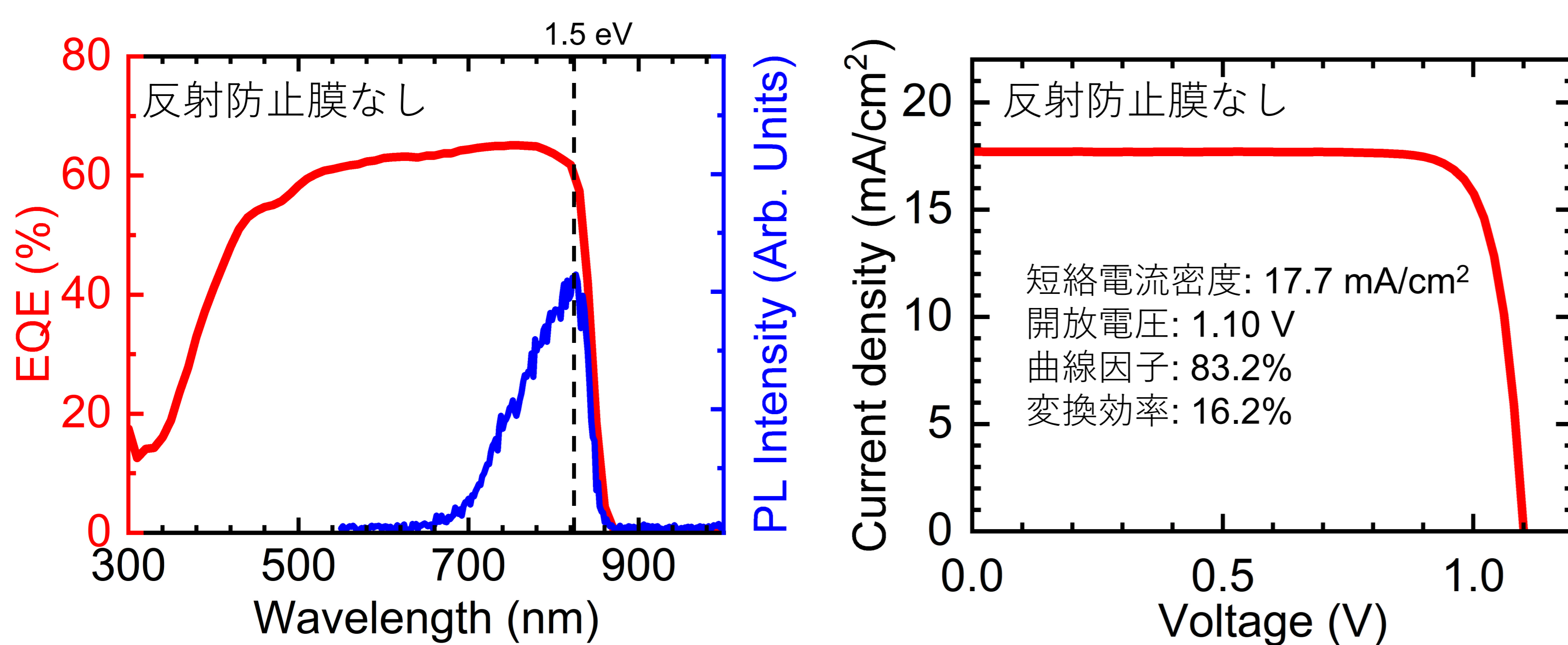
### GaInP/GaInAsP 2接合セルの作製評価



※比較用にGaAsセルの場合のEQEを同図に示す(-----)

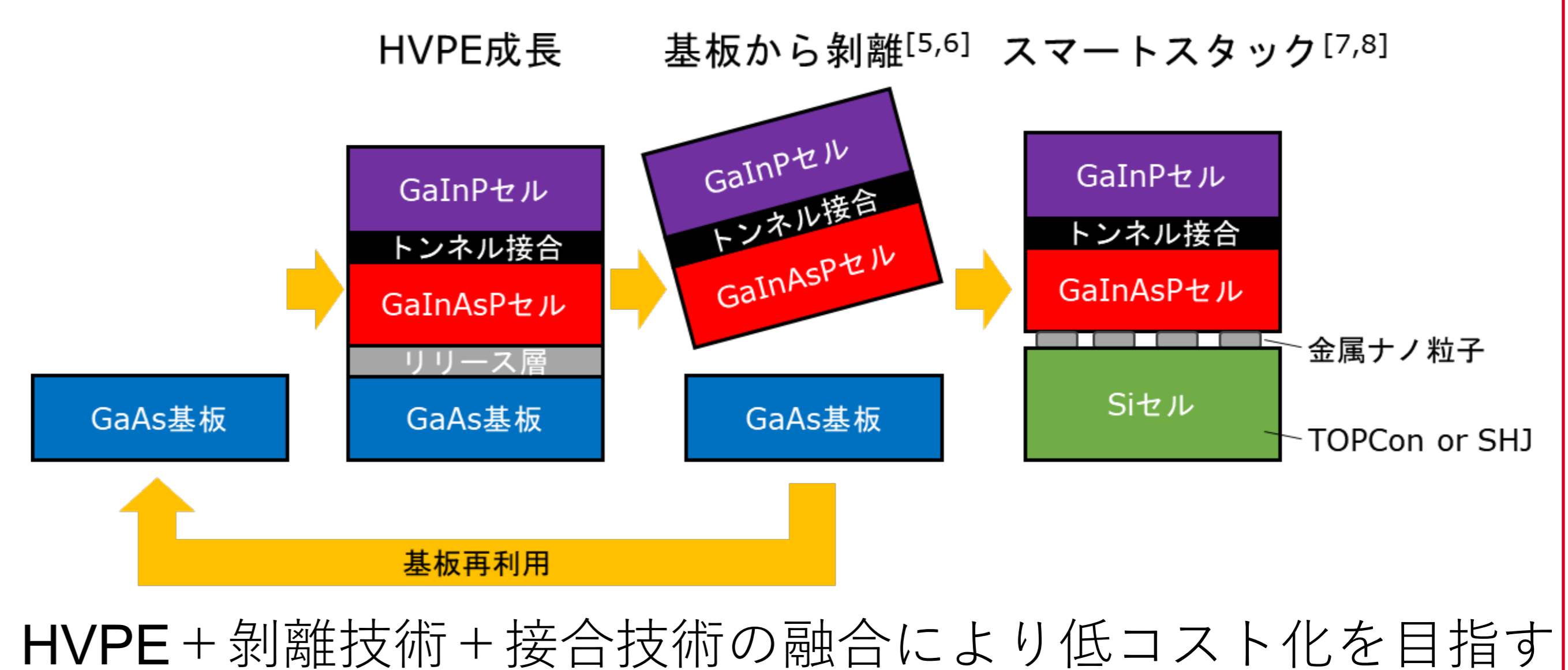
GaInAsPセルはGaAsセルよりも吸収端が短波長になる  
→ 3接合構造作製時にボトムSiセルの電流量を増大可能 (ミドルセルがGaAsの場合はSiセルの電流が不足傾向)

### 1.5 eV帯GaInAsP単接合セルの作製評価



GaInAsP光吸収層の結晶成長速度は77.6 μm/hで作製  
→ 結晶成長に要する時間はわずか51 sec

### III-V//Siタンデム太陽電池の低コスト化の道筋



HVPE + 剥離技術 + 接合技術の融合により低コスト化を目指す

## 結論

- HVPE法において1.5 eV帯の高性能GaInAsPセルを77.6 μm/hの高速成長速度にて作製することに成功した
- 当該セルをIII-V//Si 3接合セルのミドルセルに利用することで、高効率・低コストIII-V//Siタンデムセルの実現が期待される

## 謝辞

本研究は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP20015)によって得られた成果である。

## 参考文献

- [1] P. Schygulla et al., *Prog. Photovolt. Res. Appl.* vol. 30, 869 (2022).
- [2] P. Schygulla et al., *Proc. EUPVSEC* (2023).
- [3] R. Oshima et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* vol. 57, 08RD06 (2018).
- [4] Y. Shoji et al., *Sol. RRL* vol. 6, 2100948 (2021).
- [5] M. Konagai et al., *J. Cryst. Growth* vol. 45, 277 (1978).
- [6] Y. Shoji et al., *IEEE J. Photovolt.* vol. 11, 93 (2021).
- [7] H. Mizuno et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* vol. 55, 025001 (2016).
- [8] K. Makita et al., *Prog. Photovolt. Res. Appl.* vol. 28, 16 (2019).