

化合物 3 接合型太陽電池の革新的作製プロセス技術開発

団体名：産業技術総合研究所、東京大学、日本酸素株式会社

発表日：2026年7月22日

■事業の目的・目標

➤ 目的：宇宙用として実用化されている超高効率化合物 3 接合型（IMM 3 接合）太陽電池を低コストで作製し、成層圏または車載用途への市場拡大を目指した研究開発を行う。

➤ 目標（中間）：

・HVPEを用いた逆積み構造で、InGaP/GaAs 2 接合太陽電池の変換効率30%以上。

・4インチIMM 3 接合ウエハのクラックレスELOで剥離速度5mm/h。

➤ 目標（最終）：

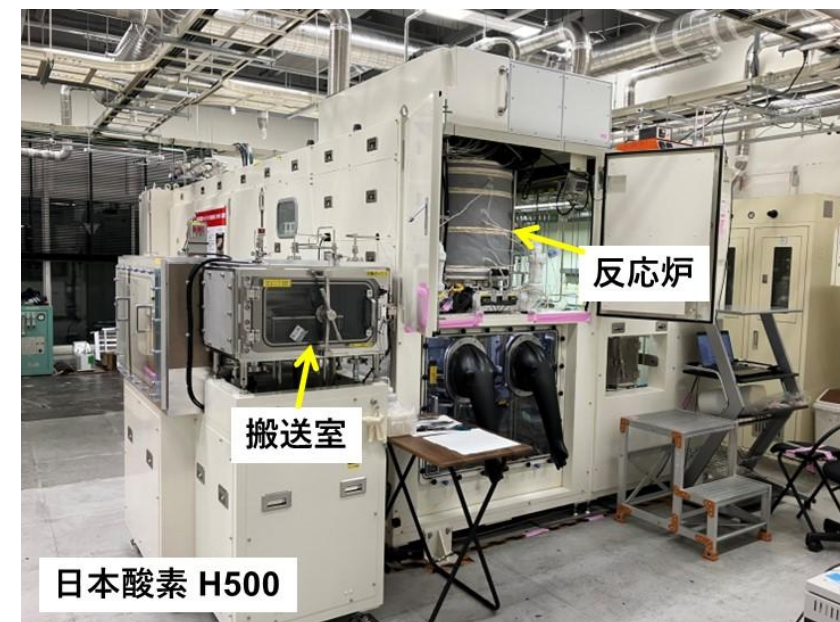
・HVPE及びELO技術を適用したInGaP/GaAs//InGaAs IMM 3 接合太陽電池の変換効率35%(1cm角) および30% (5cm角)。

・IMM 3 接合モジュールの耐久性20年を実証する。

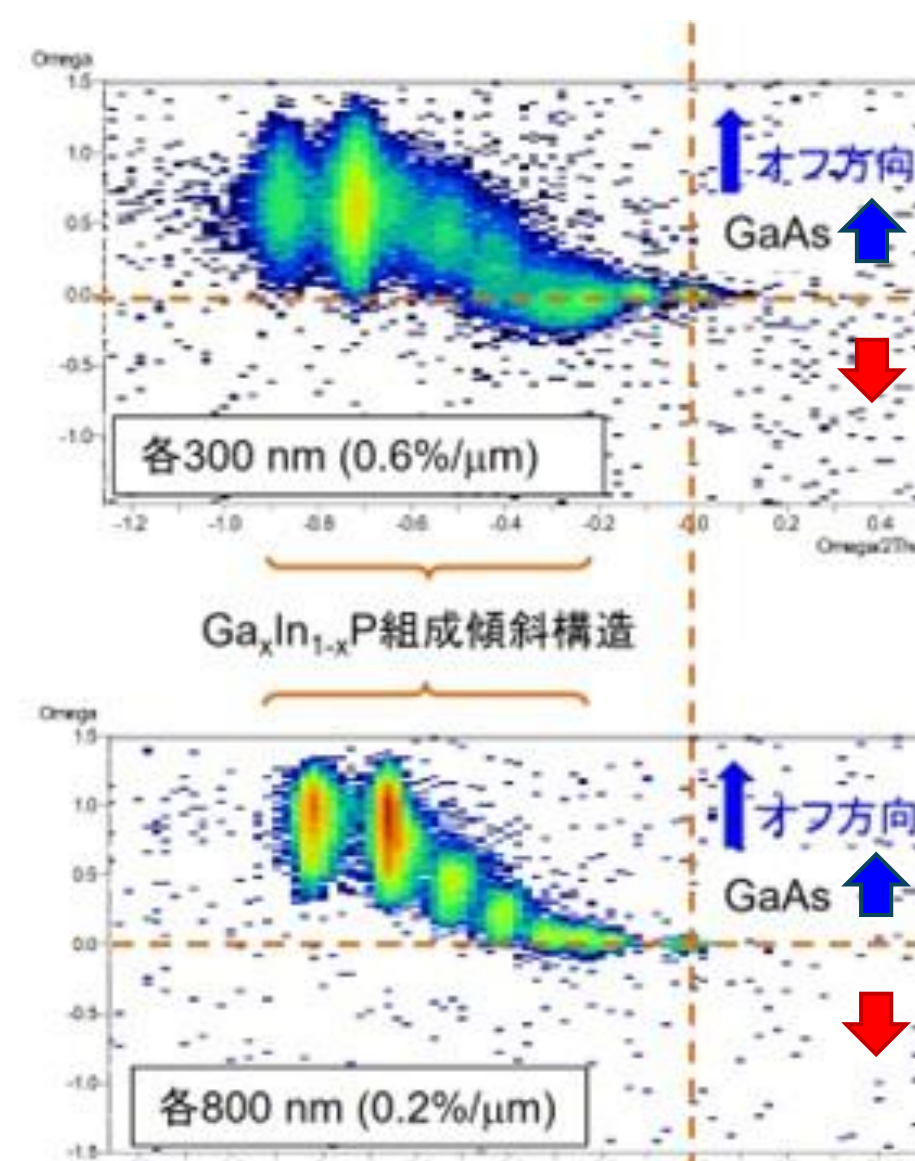
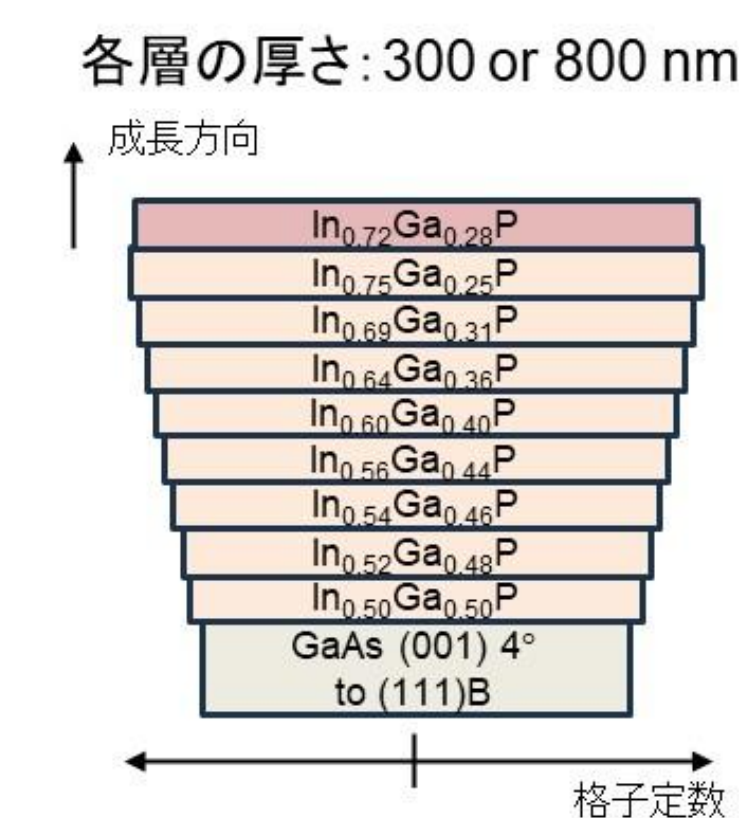
・4インチIMM3 接合ウエハのクラックレスELOで剥離速度10mm/h。

■ 2025年の主な成果

①IMM 3 接合型低コスト結晶成長技術開発



	MOVPE	HVPE
III族原料	有機金属	金属 (塩化物)
V族原料	水素化合物	水素化合物
V/III比	10~100	~2
成長速度	~10 μm/h	~100 μm/h
成膜圧力	減圧	常圧



オフ角、自然超格子
起因の転位すべり

制御されていない
転位すべり

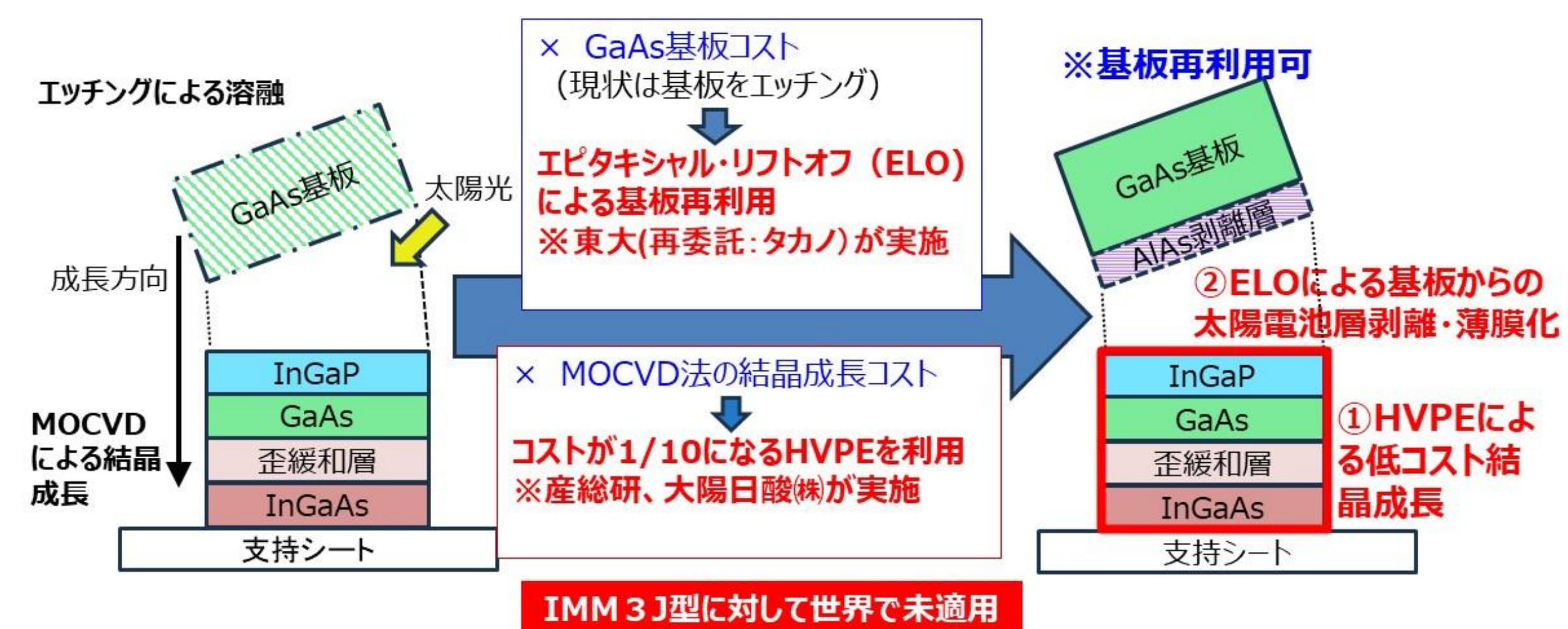
組成傾斜歪緩和層

InGaP組成傾斜構造の(004)逆格子空間マッピング

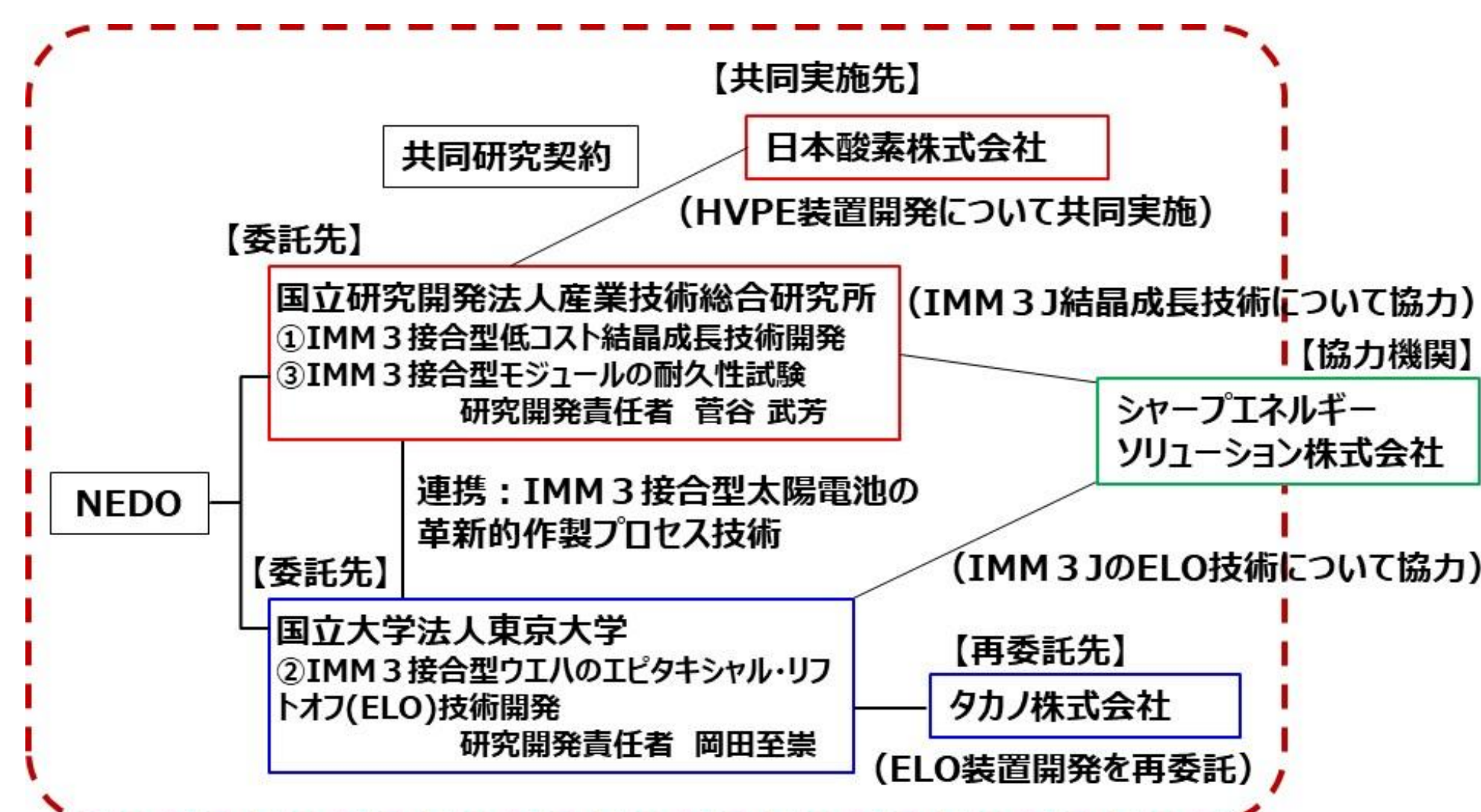
★ InGaP組成傾斜構造を構築

※各層厚800nmで転位すべりが一方向（基板オフ角、自然超格子ができる方向）に制御でき、転位密度が減少可能。

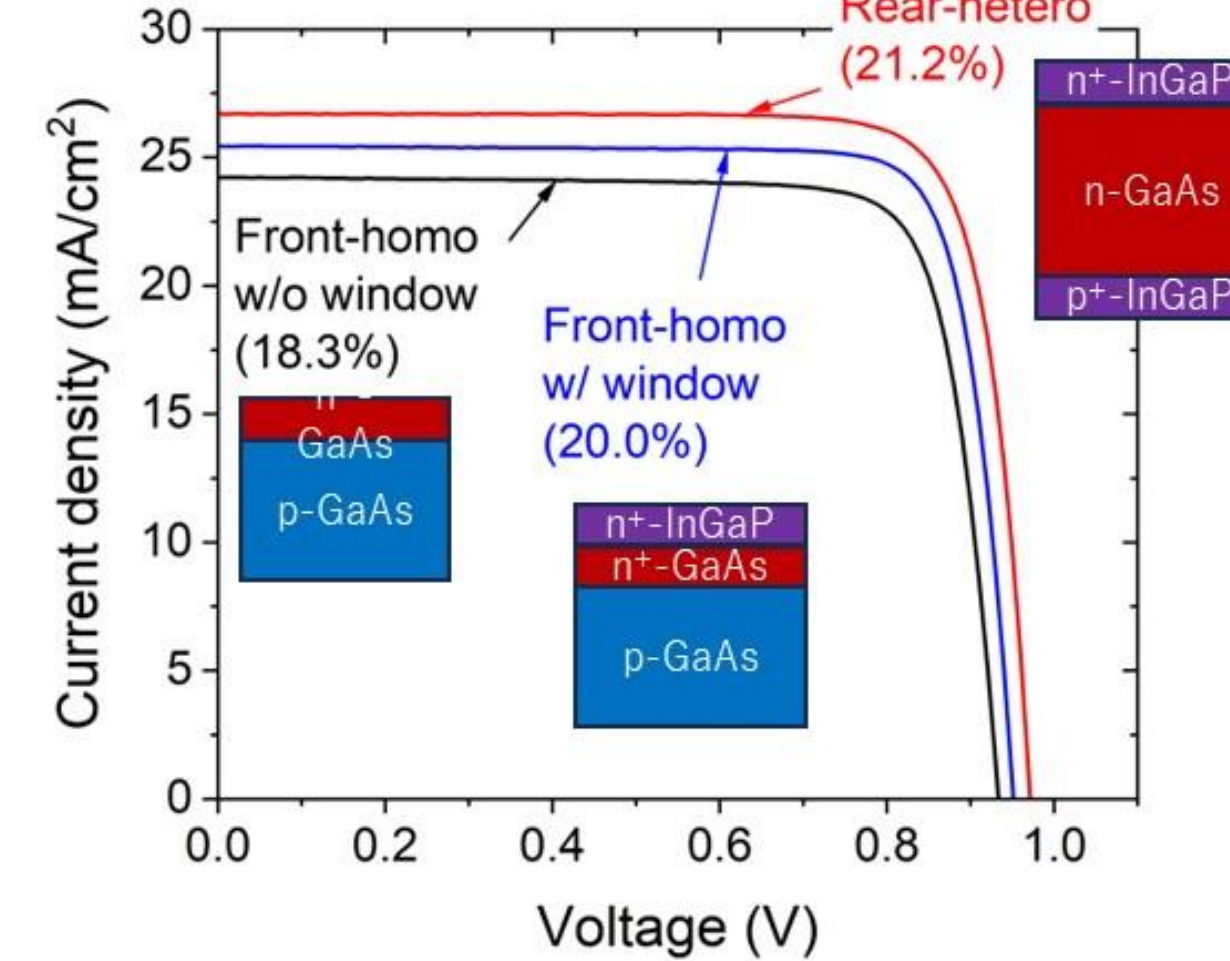
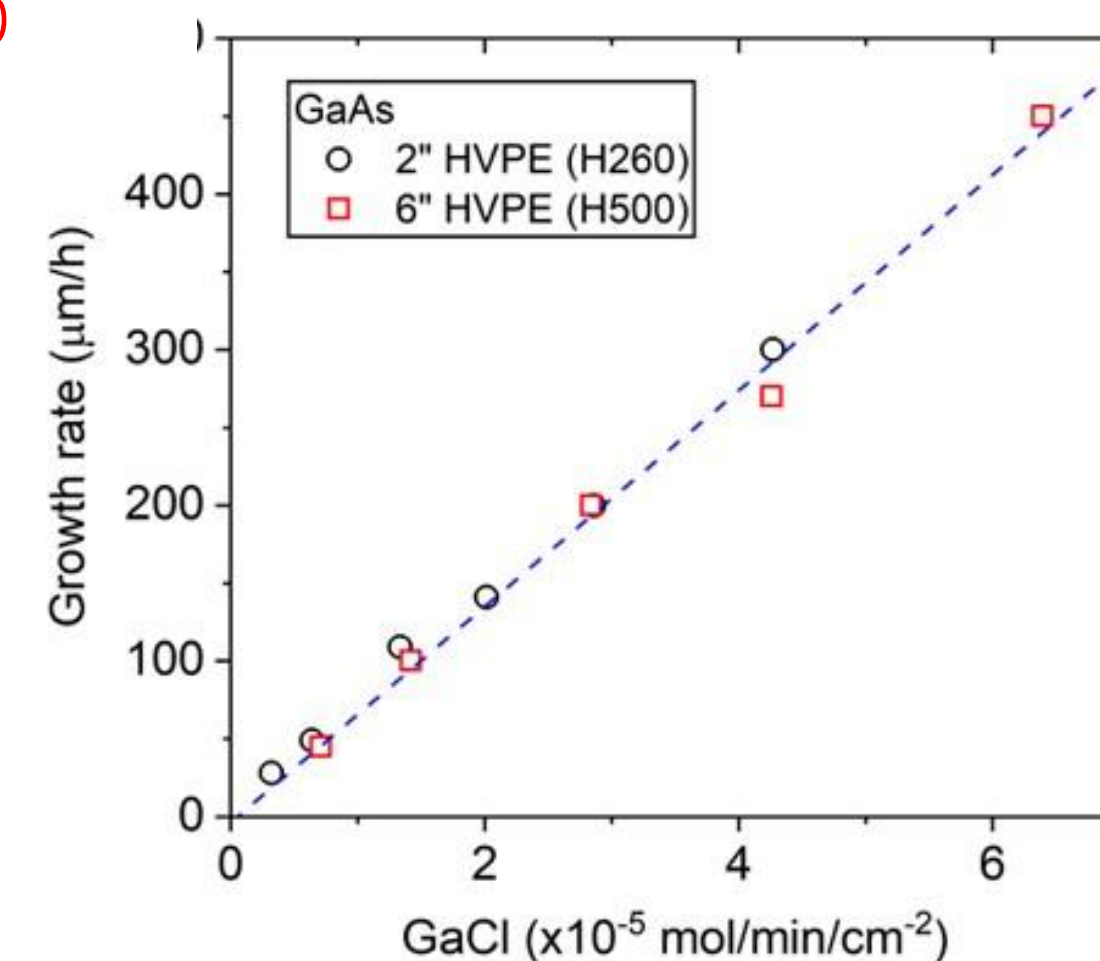
■ IMM3接合セルの結晶成長技術開発



■化合物3接合型太陽電池コスト高の主要因



■ 実施体制



GaAsの超高速成長とセル特性

★量産実証型HVPEでは世界初

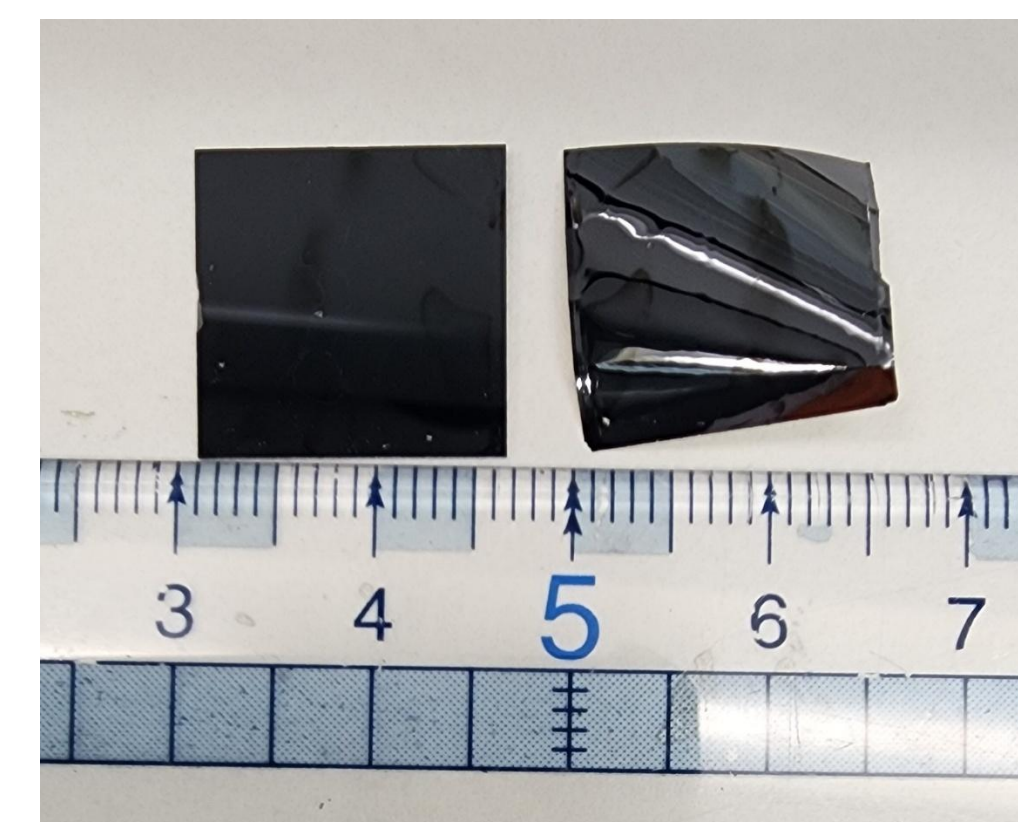
■量産実証型 6 インチHVPEの開発

②IMM3 接合型ウエハのエピタキシャル・リフトオフ(ELO)技術開発

- Au/Ag応力制御層を蒸着したIMM-3J試料において、HF + アセトンの混合エッチャントを用いて**ELO速度が約4mm/h(従来の約4倍)に向上することを確認**
- 高速化に伴うクラック発生抑制及びフィルム持上げ・フィルム押さえ機構による装置化を検討中



自重(吊るし) によるELOプロセスの様子



剥離後のIMM-3J 及び基板
(15mm□)

■ 課題と今後の取組

- ・InGaP組成傾斜構造の低転位化：InGaP成長速度、V/III比、組成傾斜率、層厚、オフ基板の最適化
- ・HVPEによる1.0eV帯InGaAs成長条件の確立、セルデバイス設計
- ・量産実証型HVPEへの展開
- ・前プロジェクトで開発したフィルム持上げ・フィルム押さえ機構などの要素技術を応用し、ELO工程におけるエッチスリットサイズの精密制御により化学反応の促進を図る。

■ 実用化・事業化の見通し

	年度	2025～	2030～	2035～	2040～
技術開発	基板再利用(ELO) 低コストエピ(HVPE)	要素/量産技術開発	量産技術開発 ～装置設計	製造工場整備	量産適用
	モジュール量産自動化	—	要素技術開発		
用途				宇宙用	成層圏用・車載用

産業技術総合研究所 菅谷 武芳
連絡先：t.sugaya@aist.go.jp