

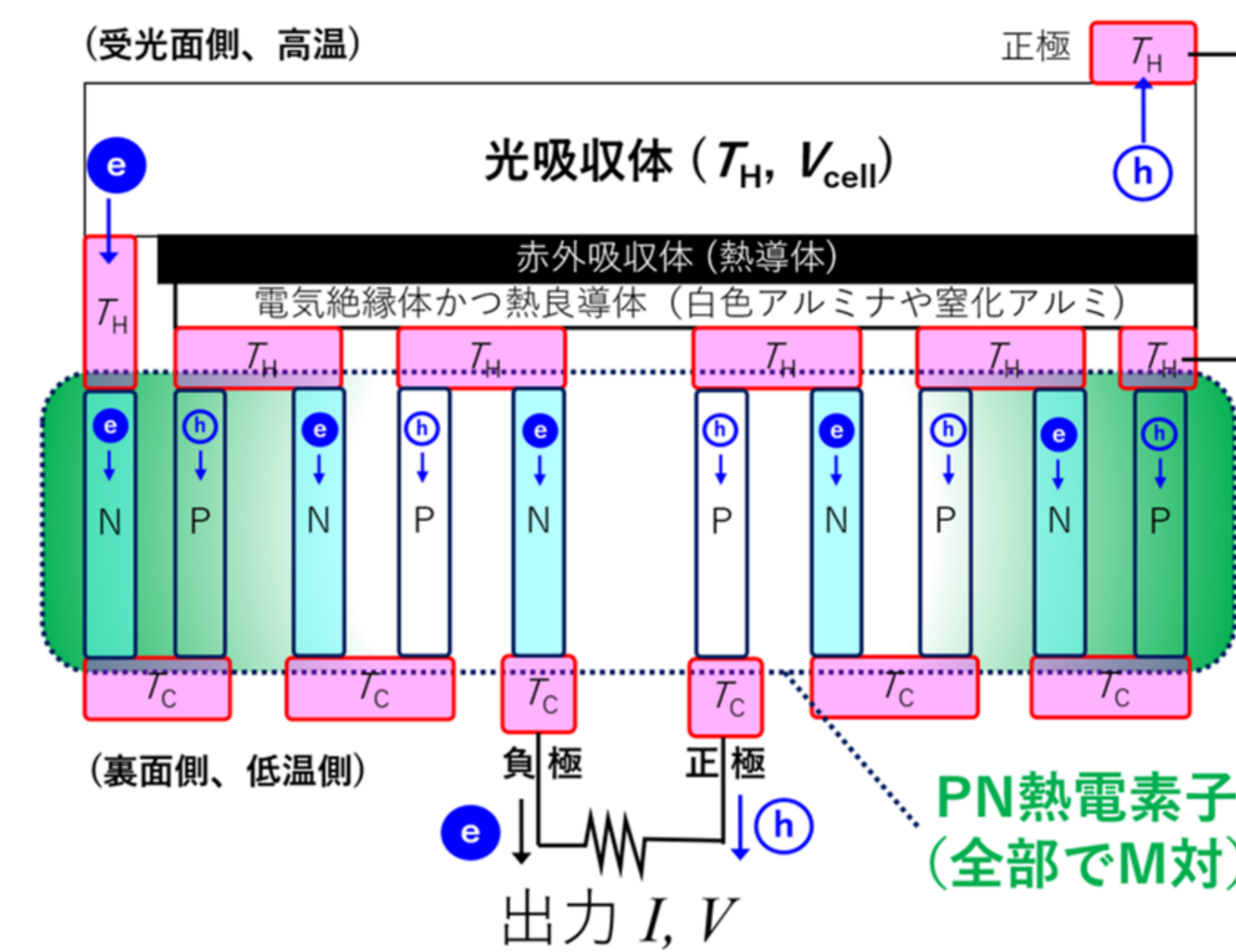
# 二端子直列型太陽電池-熱電素子ハイブリッド素子の開発: 熱回収型太陽電池の一形態として

上出健仁<sup>1</sup>、望月敏光<sup>1</sup>、佐久間惇<sup>2</sup>、秋山英文<sup>2</sup>、高遠秀尚<sup>1</sup>  
 1 産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター、  
 2 東京大学

## 研究の目的

- 高温時に変換効率が向上する正の温度特性(通常とは逆の特性)を持つ「熱回収型太陽電池」を理論提案している(タイプI=ワイドギャップ半導体利用、タイプII=熱電変換素子利用)。
- タイプIIの本構造(二端子直列型太陽電池-熱電素子(PV-TE)ハイブリッド素子)を作製し、温度制御下(強制加熱+冷却)でI-V測定を行い、開放電圧だけでなく、出力の上での「正の温度特性」の観測を目指す。

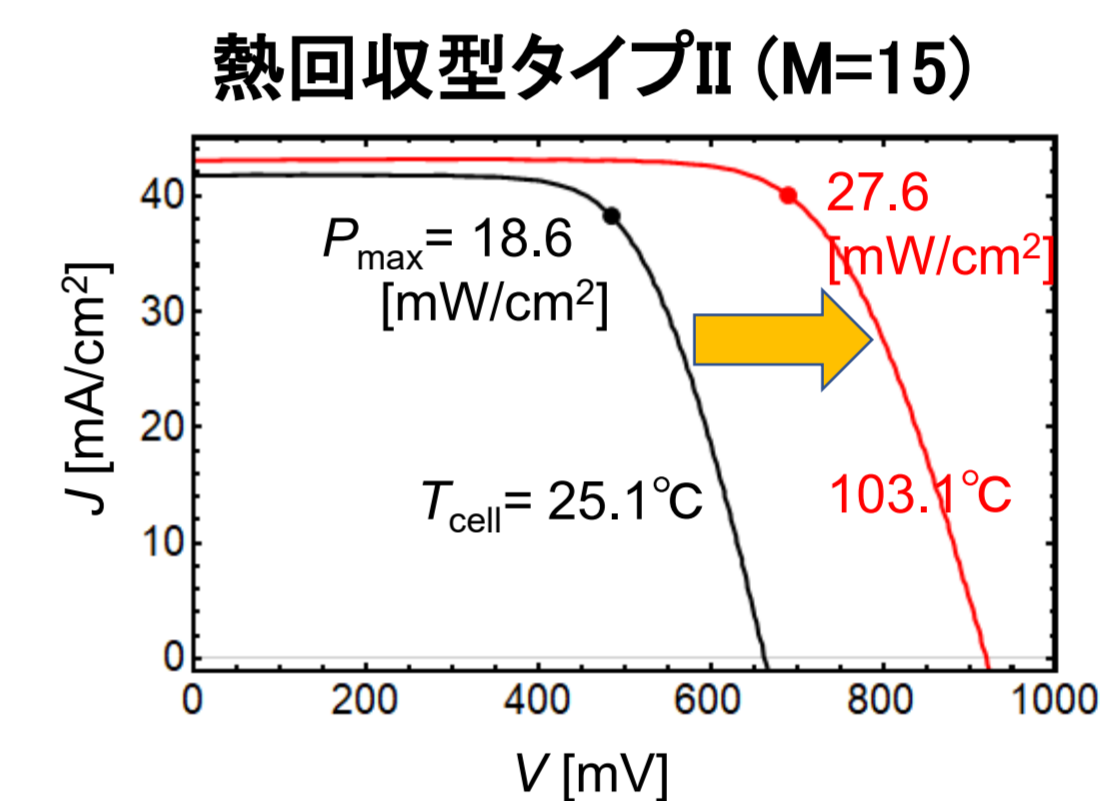
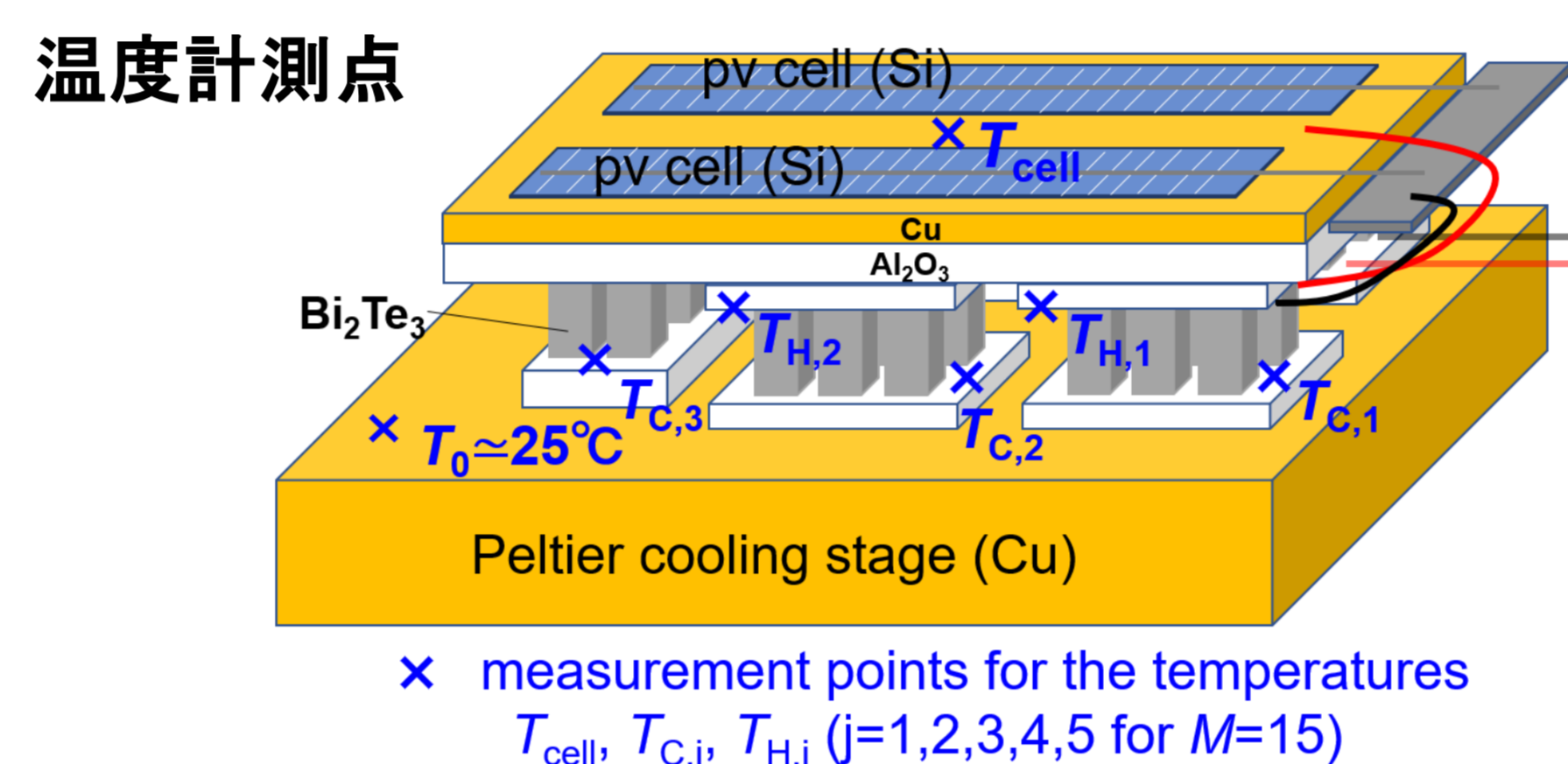
## 実験



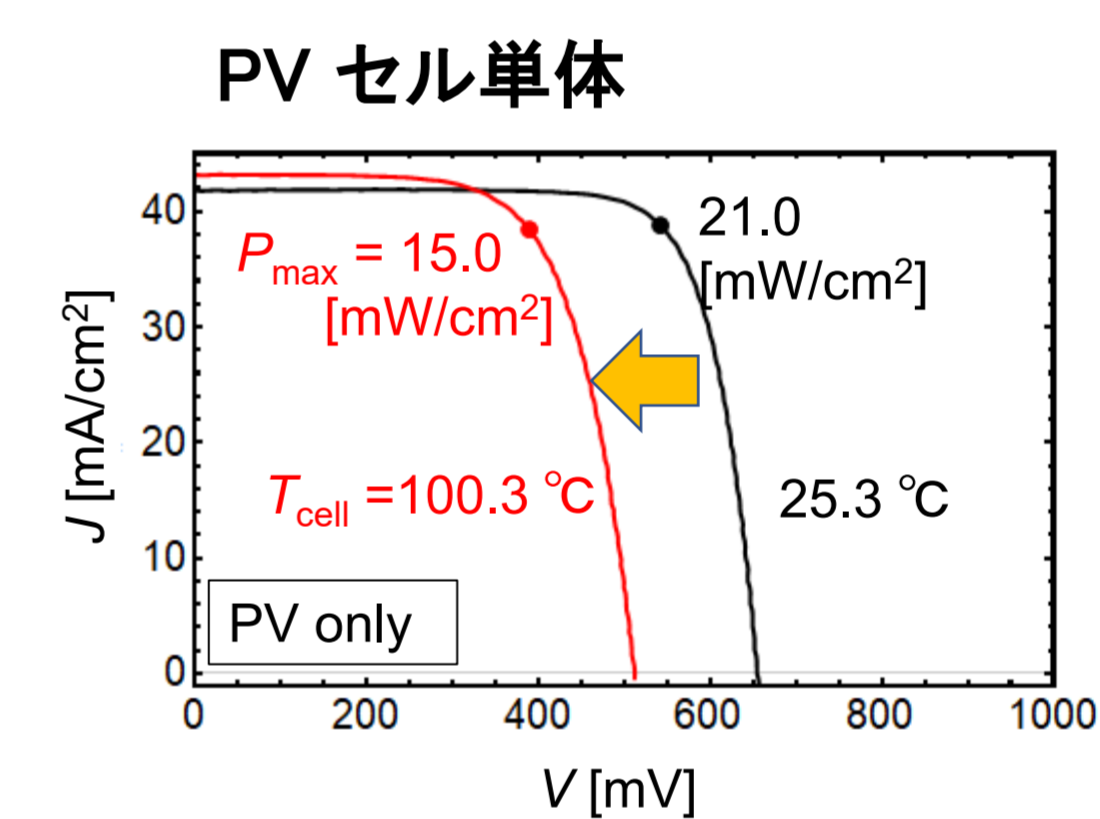
異なる熱電素子対数(M)を持つデバイスを試作し各所温度計測と発電特性評価を同時に行い熱回収効果を評価した。

## 結果1

市販の結晶Si太陽電池(変換効率約21%)と、M=3の熱電モジュール(BiTe)を複数組み合わせ異なる対数(M=3,15)のデバイスを作製し、セル面と低温部を温度調節しながらI-V測定を行った。



• 熱回収型タイプII:  $V_{OC}$ と $P_{max}$ が温度とともに上昇(正の温度特性)

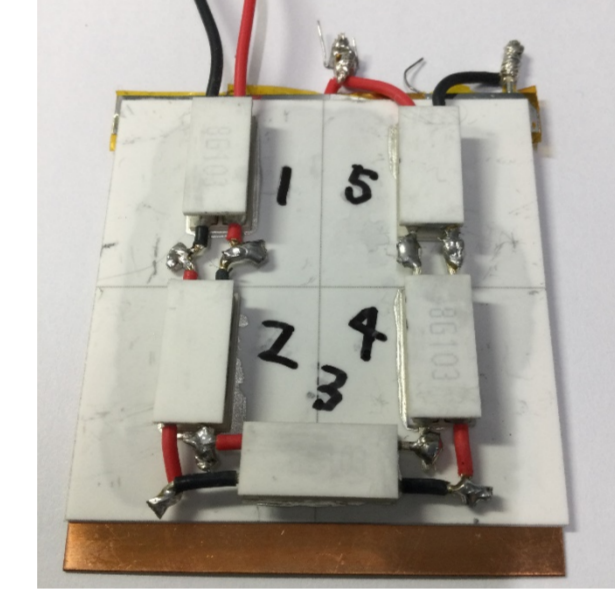
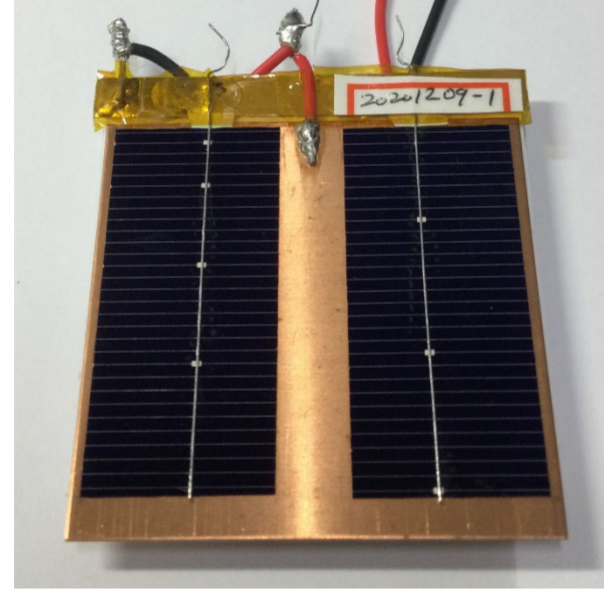


• PVセル単体:  $V_{OC}$ と $P_{max}$ が温度とともに減少(負の温度特性)

サンプル: 熱回収型タイプII (M=15)

Top view

Bottom view



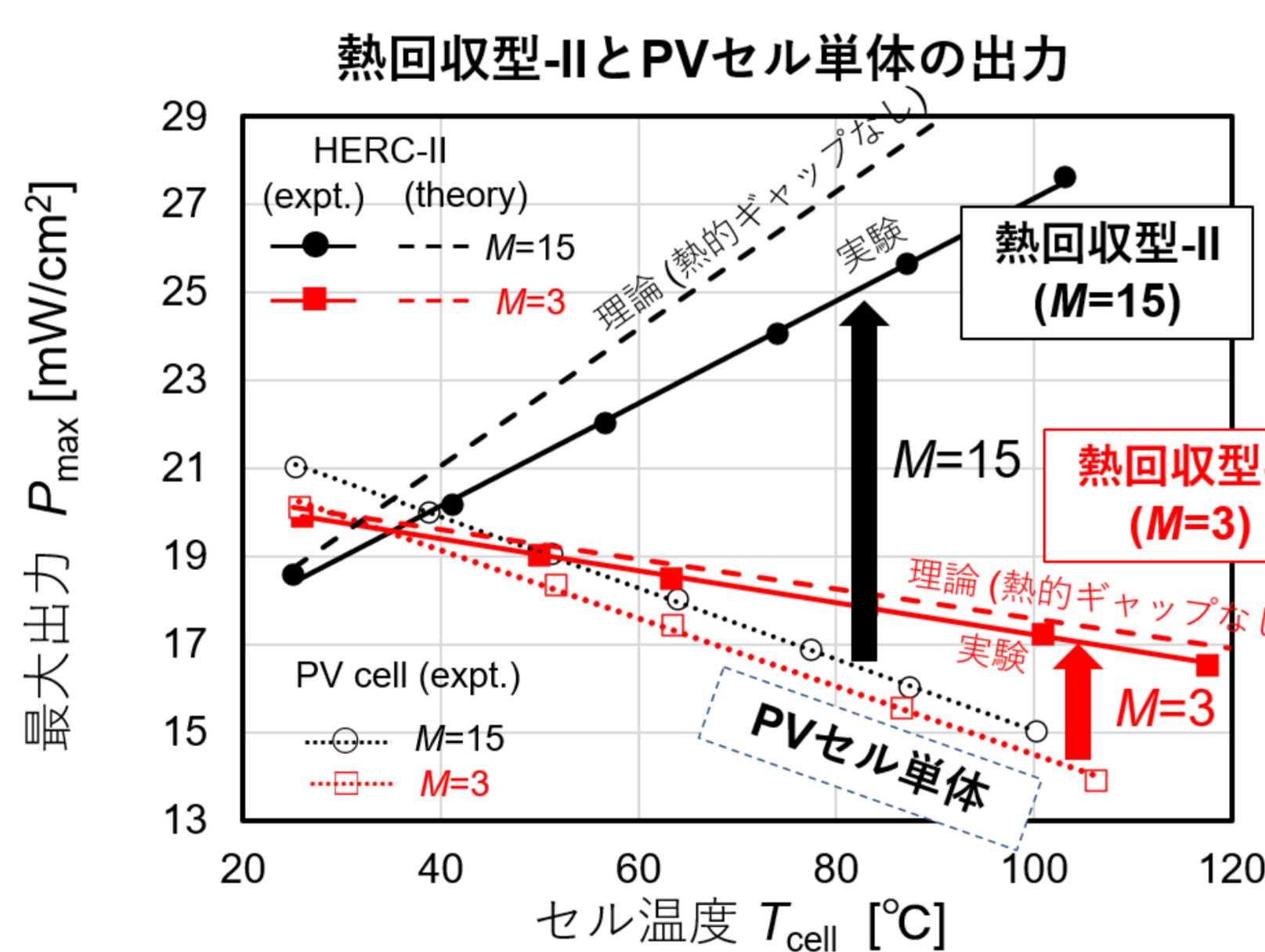
市販シリコン太陽電池 (PERCセル)

BiTe TE素子 (ZT=1.2@300K) (M=3のミニモジュールを複数接続して作製)

- 温度設定については、下段の冷却ステージを常に25°C付近に保った(自然冷却の方法で実現できる最も理想的な状況)。
- 各所温度は、TEデバイスの上面と下面、およびPVセル設置面に熱電対を複数取り付け、平均値として計測。

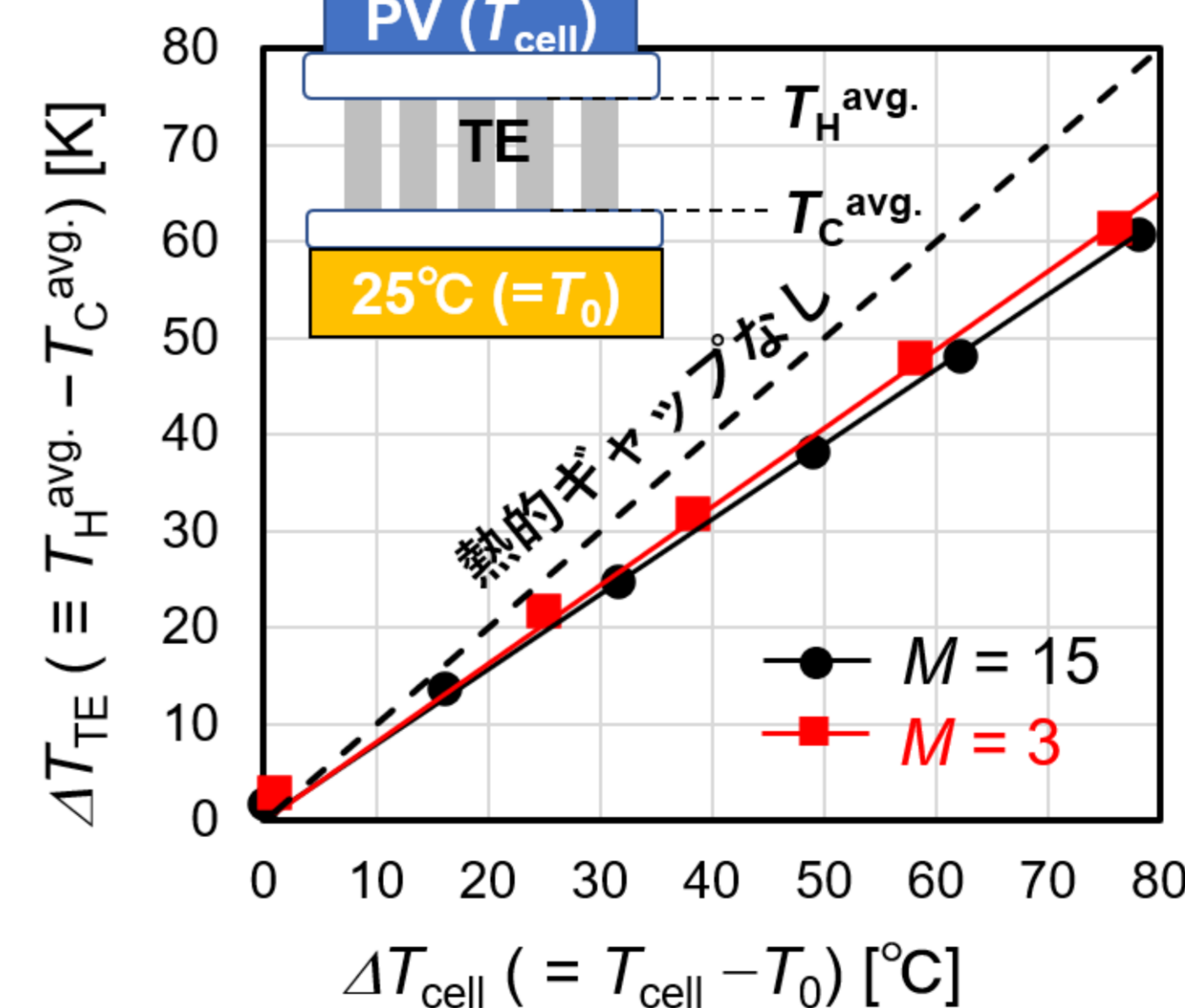
## 結果2

### 最大出力の温度依存性と対数Mによる違い



適切なM(ここでは15)で設計することで出力における正の温度特性が得られる。

### デバイス内の熱的ギャップ



不要な熱的ギャップ(=ΔT\_cell-ΔT\_TE)を低減する熱設計で出力のさらなる向上が可能。

## 結論と展望

- シリコン太陽電池と市販のTE材料で作製した熱回収型タイプIIが、PVセルの排熱に加え外部熱を利用した場合に、出力の上で正の温度特性を示すことを明らかにした。
- 実用的に許される外部熱量の範囲で、出力の正の温度特性が観測できることを示すことが次の課題。
- 熱利用効率向上のため、赤外吸収体の導入に取り組む。
- より実用的な系を意識し、受動冷却による実験を行う。

## 参考文献

- (熱回収型太陽電池:タイプII)
- [1] K. Kamide et al., 38<sup>th</sup> EU PVSEC, 1BO.16.4, pp.37-40 (2021).
  - [2] 上出他, 第82回応用物理学会秋季学術講演会 11a-N204-8 (2021).
  - [3] 上出他, 第66回応用物理学会春季学術講演会 11a-W321-5 (2019).
- (熱回収型太陽電池:タイプI)
- [4] K. Kamide et al., Phys. Rev. Appl. 12, 064001 (2019).
  - [5] K. Kamide et al., WCPEC-7, IEEE PVSC Proceedings, pp.1817-1821 (Hawaii, USA, 2018).
  - [6] K. Kamide et al., IEEE PVSC-47, pp. 2175-2177 (2020).