

2026年度 JPECフォーラム

光誘起温度勾配制御型逆水性ガスシフト
ケミカルルーピングプロセスの創出

2026年5月12日

京都大学/高見大地

光熱変換触媒反応

持続可能な社会には、再生可能エネルギーの有効活用が必要
太陽光発電、光触媒、光熱変換触媒 etc.

光熱変換触媒

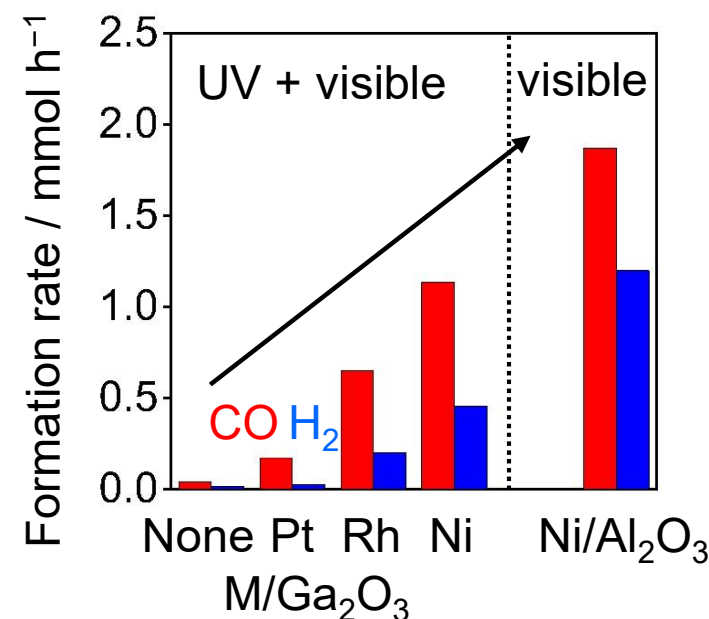
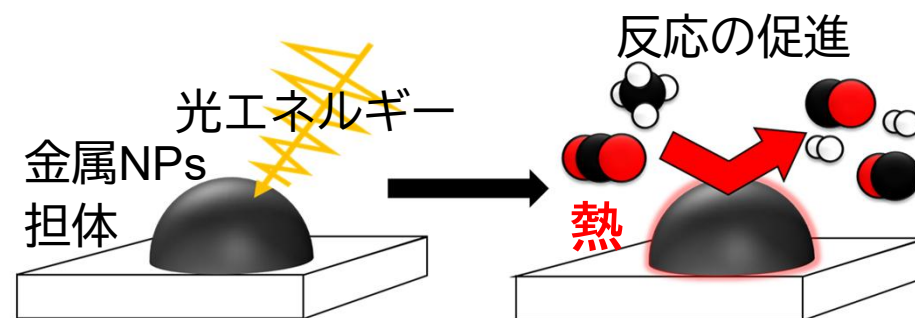
光を熱に換えて反応を促進する

- ・有効波長が広い
- ・反応速度が速い

高活性化の方針

熱触媒のパラメーター

+ 光熱変換独自のパラメーター



光熱変換触媒の独自パラメーター

Ni/SiO₂ (触媒) + セラミックス(不活性)

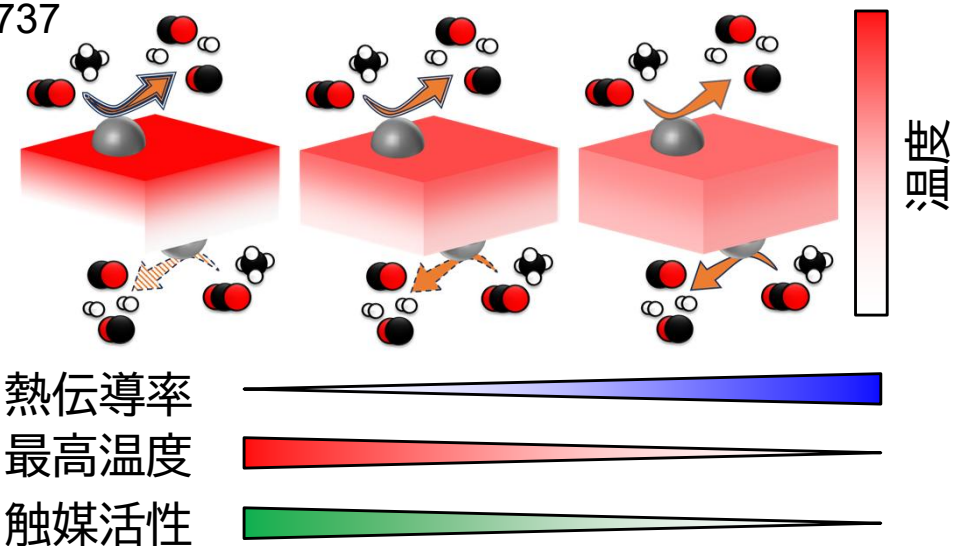
D.Takami et al. *Sustainable Energy Fuels*, 2025,9, 4731-4737

- 熱伝導抑制による高活性化

低熱伝導率

局所高温

高活性

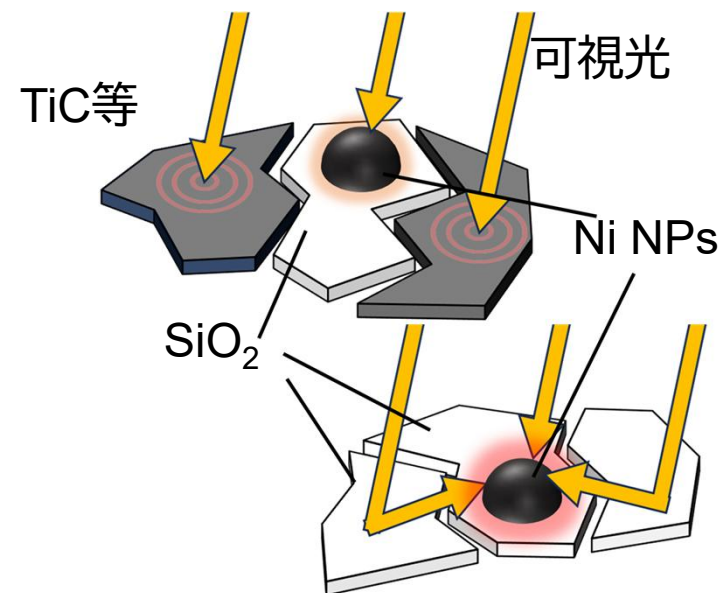


- 活性点の直接加熱による高活性化

白色セラミックス

活性点金属のみ光吸収

高活性



光熱変換型ケミカルルーピング

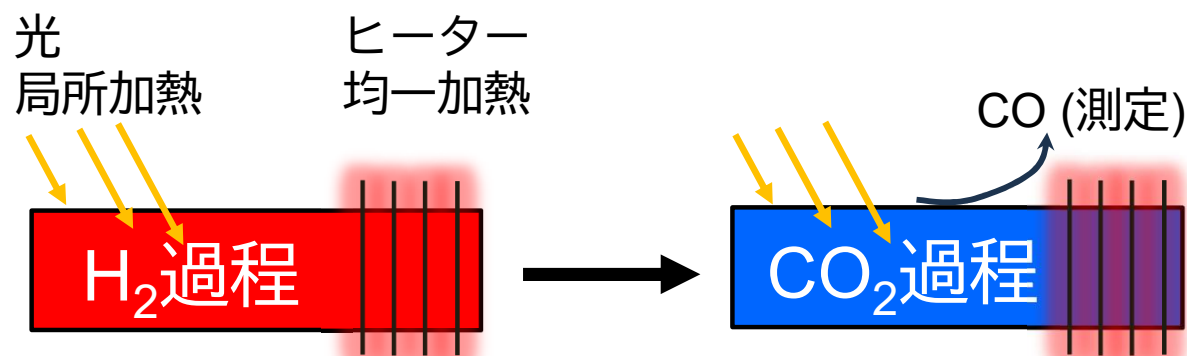
逆水性ガスシフト(RWGS): $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

■ケミカルルーピング(CL) 反応過程の分離

H₂還元過程: $\text{MO}_x + \delta\text{H}_2 \rightarrow \text{MO}_{x-\delta} + \delta\text{H}_2\text{O}$ **発熱過程**

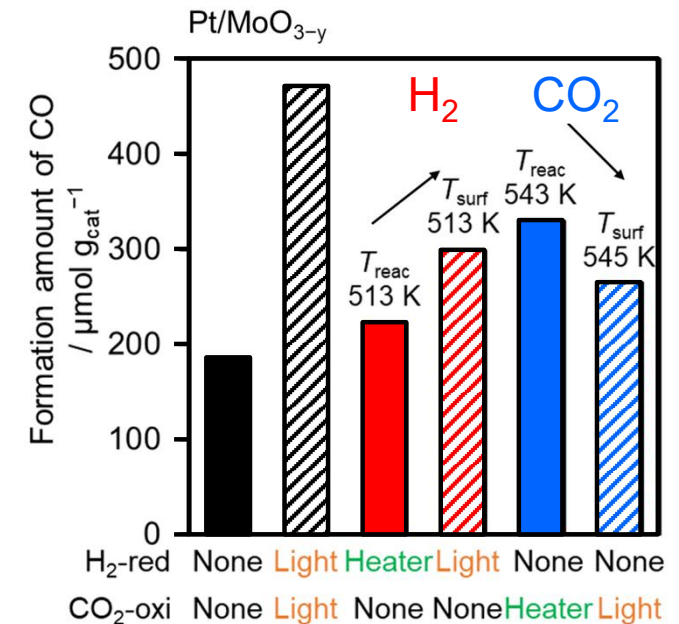
CO₂酸化過程: $\text{MO}_{x-\delta} + \delta\text{CO}_2 \rightarrow \text{MO}_x + \delta\text{CO}$ **吸熱過程**

◇ガスの分離コスト減 ◇副反応の抑制



H₂過程：光加熱の方が高効率

CO₂過程：ヒーター加熱の方が高効率

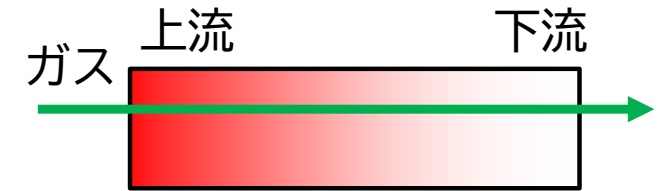


光誘起温度勾配の影響

アンモニア合成(発熱反応)

X. Li et al., *Nano Lett.* 2019 **19**, 1706

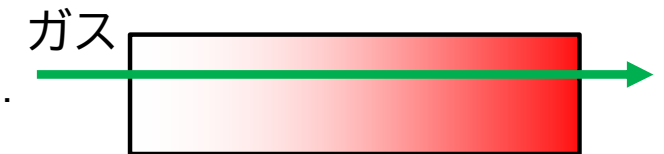
下流が低温で反応が促進



ドライリフォーミング(吸熱反応)

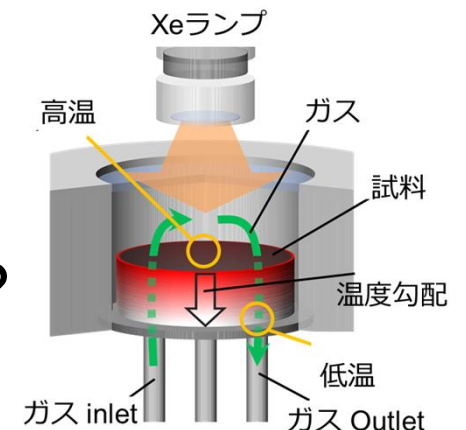
D. Takami et al., *ChemCatChem*, **17** (6), e202401396.

下流が高温で反応が促進



ケミカルルーピングでも

発熱過程に好ましい温度勾配が生じていた?

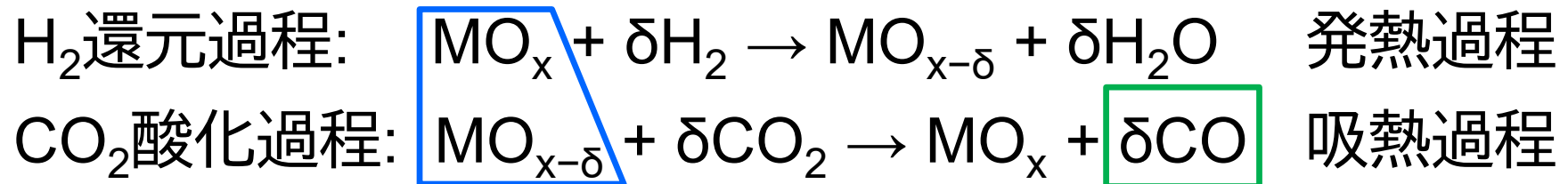


①温度勾配の吸熱/発熱反応への影響の検討

②光の急速加熱×CLによる吸熱/発熱反応の分離による
光利用効率の向上

本研究の概要

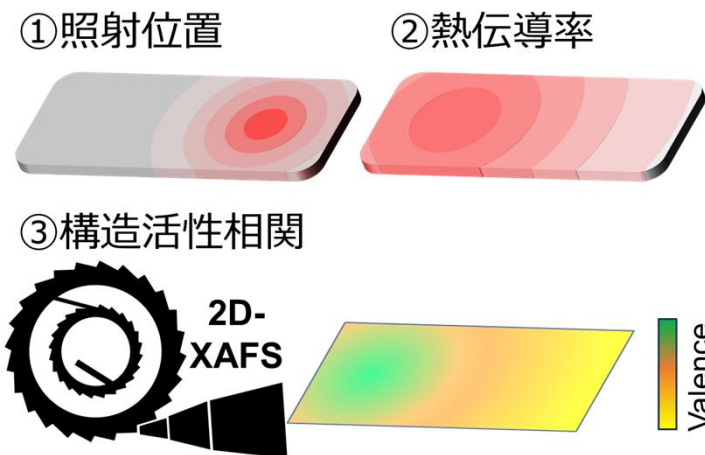
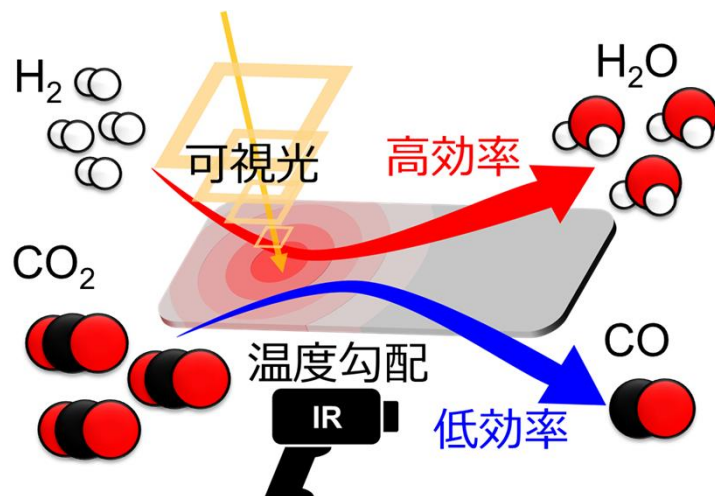
- ①温度勾配の吸熱/発熱反応への影響の検討
- ②光の急速加熱×CLによる吸熱/発熱反応の分離による光利用効率の向上



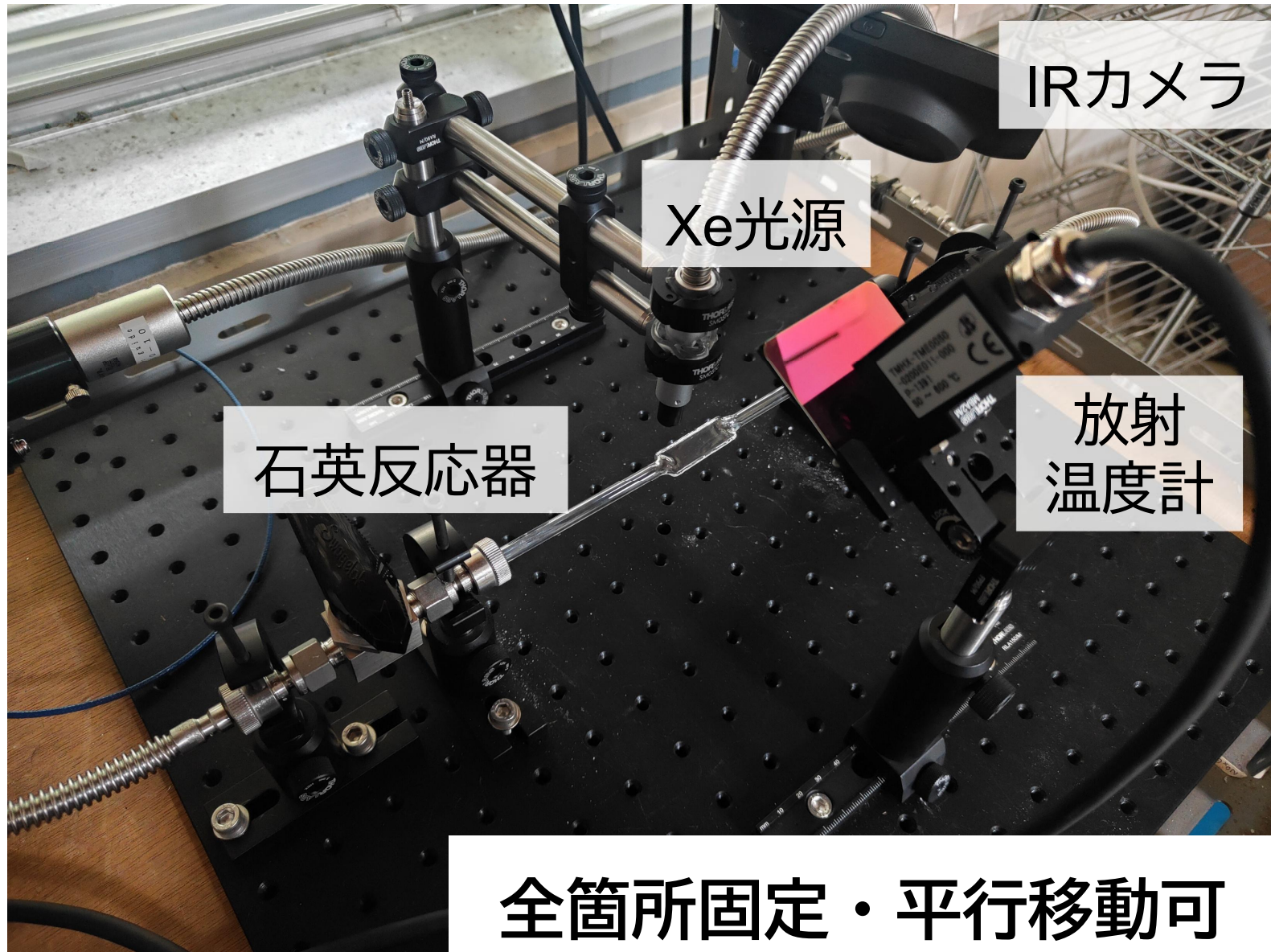
各過程での

光照射位置
熱伝導率 による 温度勾配 × 酸化数 × CO生成量

高効率化&メカニズムの解明



ここまでの研究状況



- ・ 脱炭素社会への貢献

 - CO₂資源化技術の一つRWGS-CLの高効率化を通じた脱炭素技術を更新する

- ・ 太陽光エネルギーの利用指針

 - 光利用時に外乱として認識されている温度勾配を反応の性質に応じて有効に活用する指針を示す

- ・ ケミカルルーピングのメリットの拡張

 - ケミカルルーピング化のメリットを示し、既存の化学プロセスへの応用の可能性を拡げる