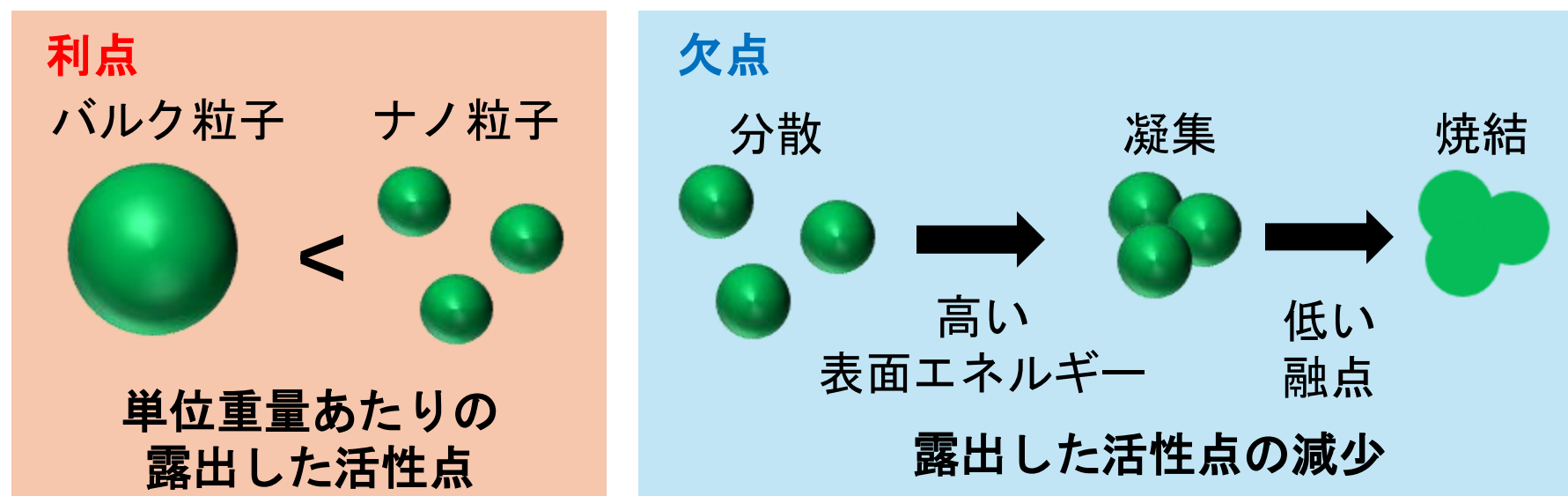


シリカナノ粒子集合体内にセリアナノ粒子を固定化することによる 有機リン酸エステル加水分解反応における触媒活性向上

大阪公立大学 工学研究科 西田美穂

焼結抑制効果

背景



課題：ナノ粒子触媒の凝集

新たな触媒担体SiO₂NPAs

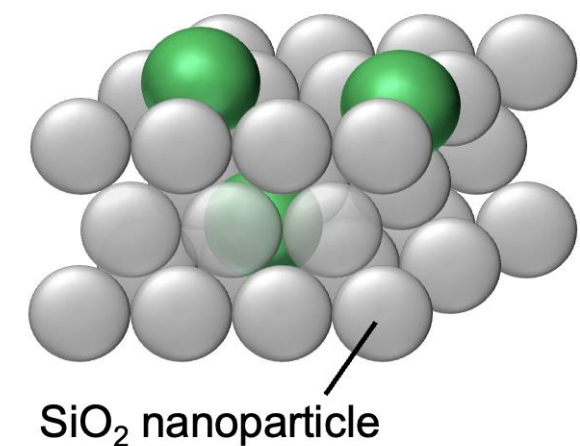
触媒担体：触媒を固定化する方法。ナノ粒子触媒の分散性・安定性・再利用性の向上ができる。

➢ 従来のバルク担体：ある程度凝集を抑制できる、しかし



- 高温でのナノ粒子の焼結（移動およびオストワルド成長）
- ナノ粒子と担体間の電子的相互作用による触媒活性への影響

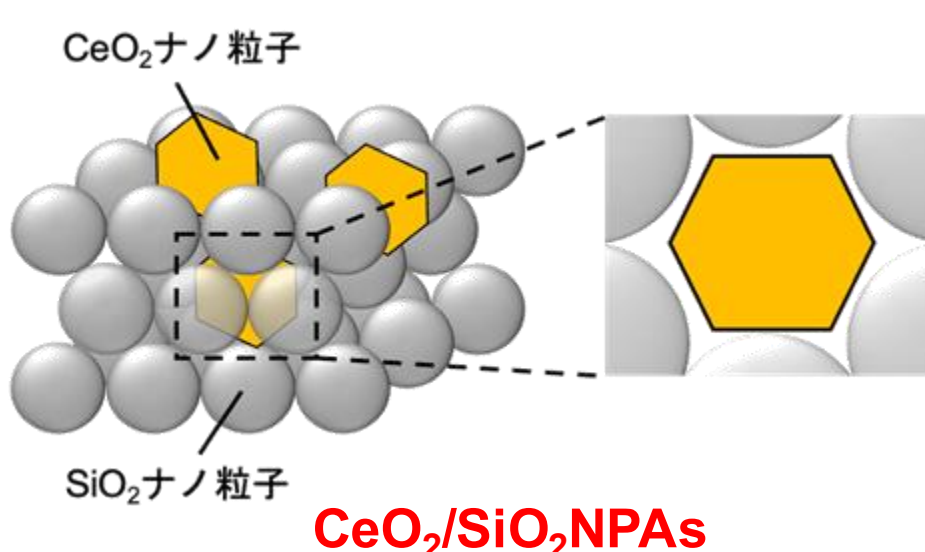
➢ シリカナノ粒子集合体 (SiO₂NPAs) 担体



- 三次元的な分散担持
高温での凝結抑制
- 担体との少ない接触
少ない電子的相互作用
- SiO₂NPAs表面改質による反応基質の吸着量制御
触媒活性制御

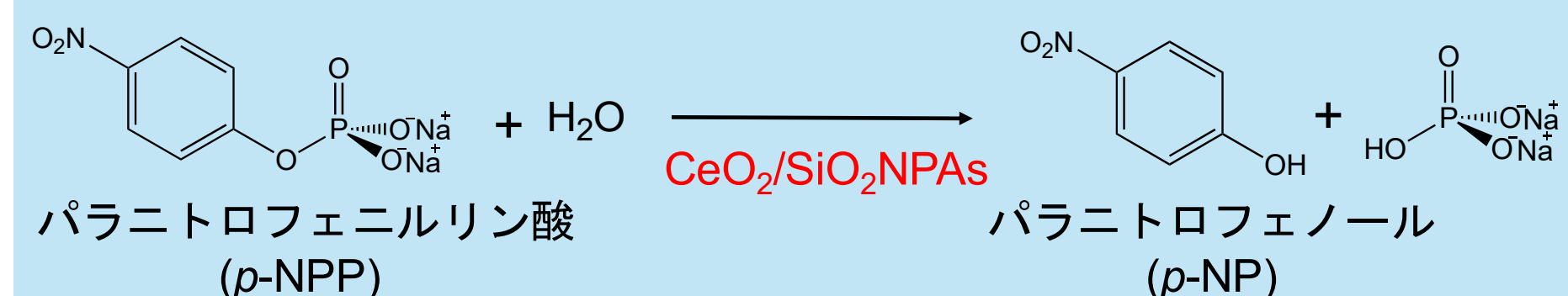
ChemPlusChem 2016, 81, 521. Catalysts 2020, 10, 1015. Mol. Catal. 2021, 510, 111669.

明らかにすること



- SiO₂NPAsへのナノ粒子触媒の分散担持が触媒活性に与える影響
- SiO₂NPAsの利用による焼結挙動
- SiO₂NPAsの表面状態が触媒活性に与える影響

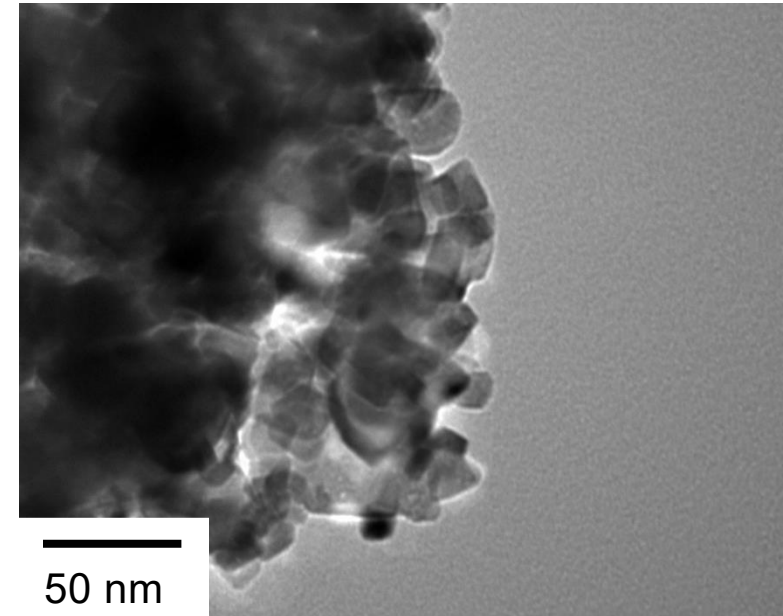
➢ モデル触媒反応



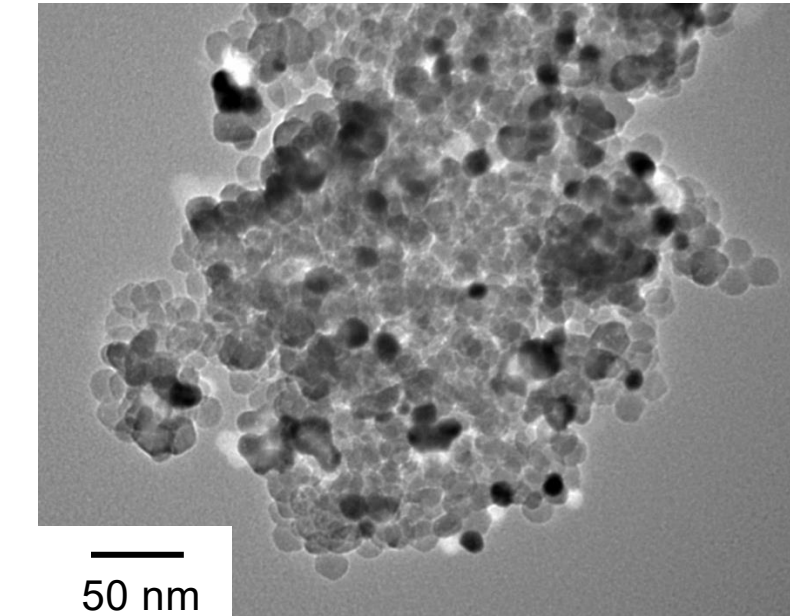
焼結：高温下でナノ粒子が移動またはオストワルド成長から、粒子サイズが大きくなる。

● TEM測定

➢ 800 °C焼成後CeO₂ナノ粒子

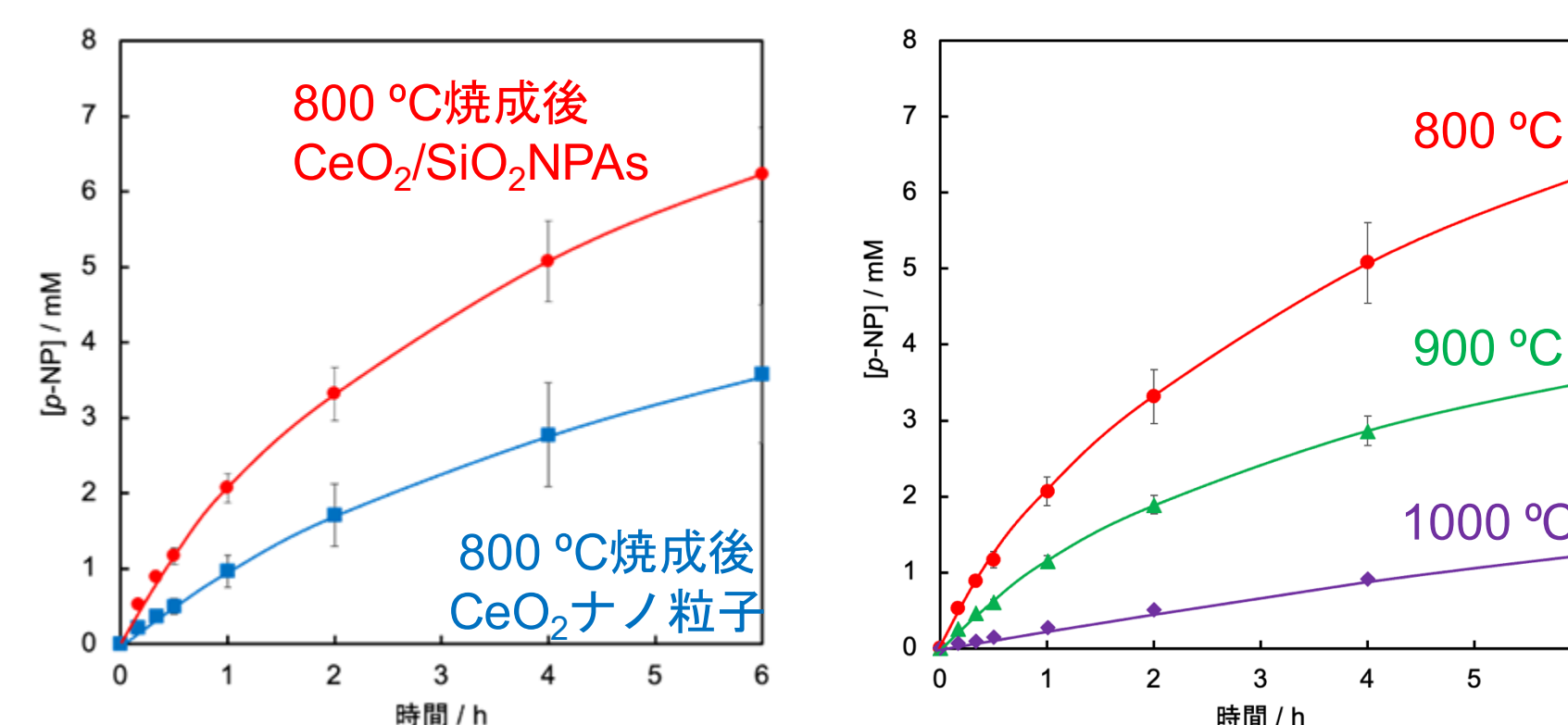


➢ 1000 °C焼成後CeO₂/SiO₂NPAs



CeO₂/SiO₂NPAsでは、1000 °C焼成後も焼結抑制

触媒活性



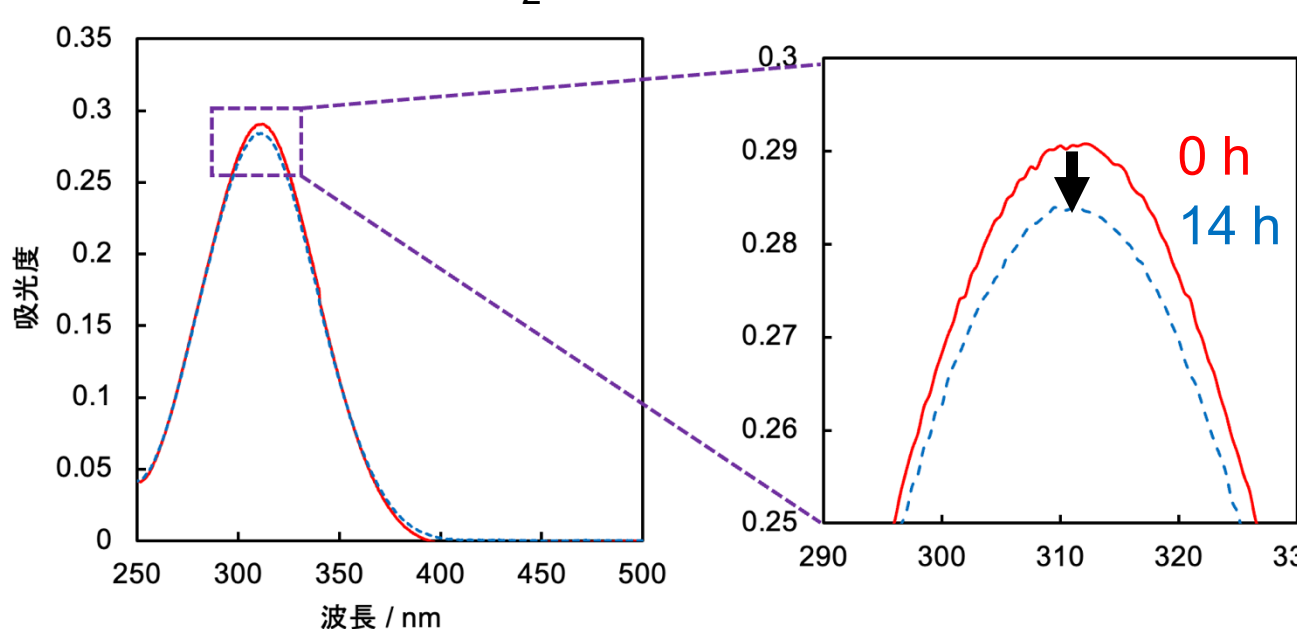
反応条件 p-NPP: 8.0 mM, 1.0 mL 溶媒: HEPES 緩衝液 (200 mM, pH 6)
CeO₂: 500 µg 60 °C, 1200 rpm

CeO₂ナノ粒子およびSiO₂ナノ粒子の焼結は起こっていないが、活性は低下

SiO₂NPAsの表面状態

● UV-vis測定

➢ 1000 °C焼成後SiO₂NPAs



反応条件
p-NPP: 8.0 mM
溶媒: メタノール (1.0 mL)
SiO₂NPAs: 30 mg
25 °C, 1200 rpm, 一晩
UV-Vis測定前に250倍に希釈

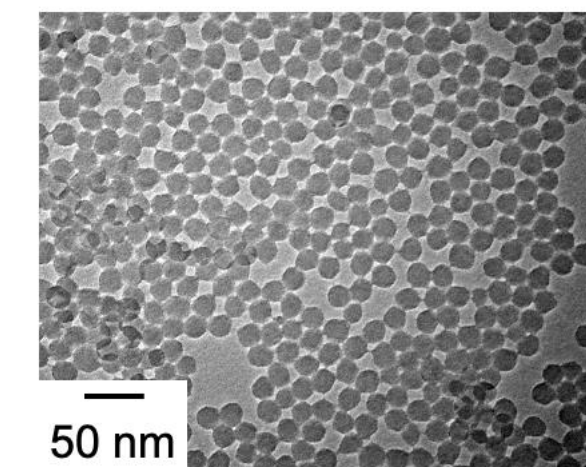
SiO ₂ NPAs	吸着挙動/ µmol/mg-SiO ₂ NPAs
800 °C	0.89
1000 °C	1.6

1000 °C焼成後にSiO₂NPAsの表面水酸基が減少

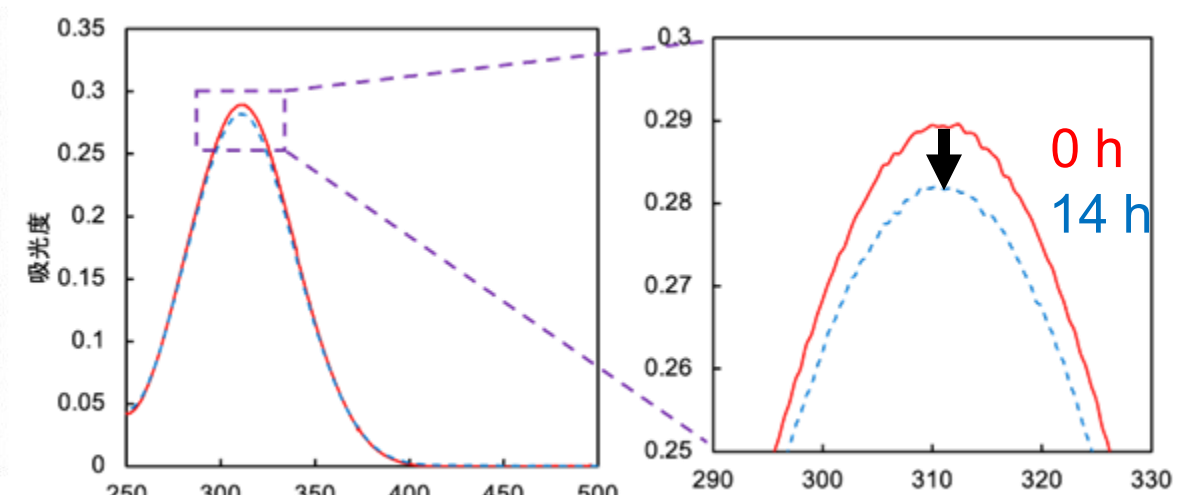
高いp-NPP吸着量
疎水的表面によるものか？

疎水的CH₃-SiO₂NPAs担体

● TEM測定

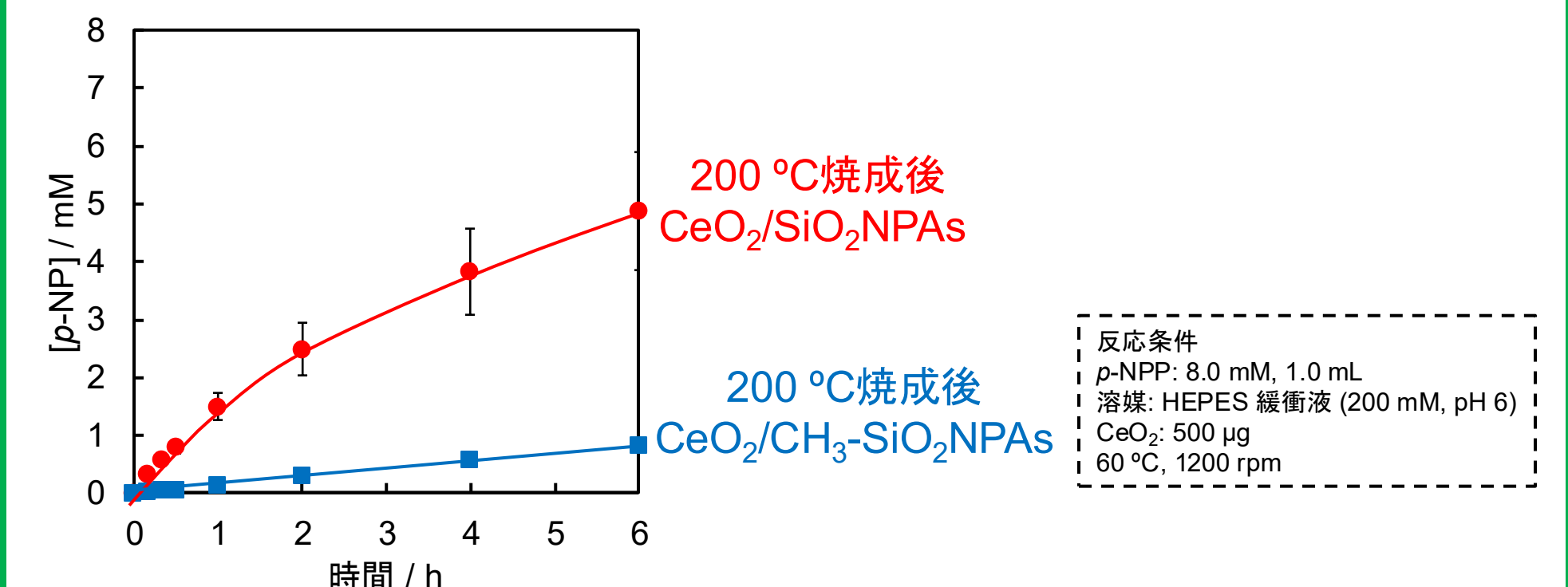


● UV-vis測定によるp-NPP吸着挙動

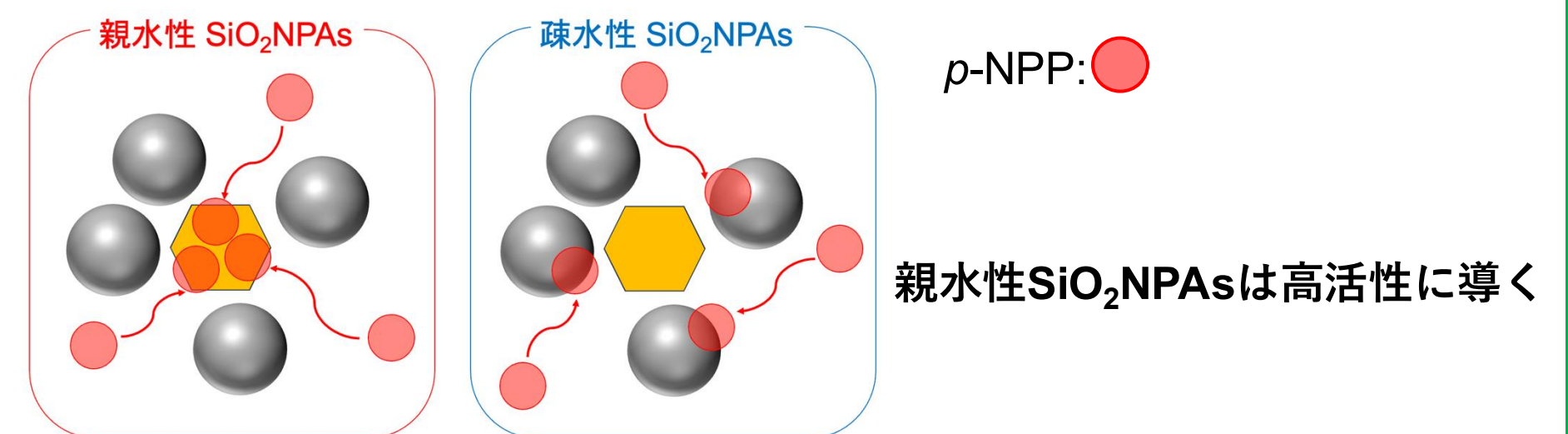


1.8 µmol/mg-CH₃-SiO₂NPAs

CeO₂/CH₃-SiO₂NPAsの触媒活性



反応条件
p-NPP: 8.0 mM, 1.0 mL
溶媒: HEPES 緩衝液 (200 mM, pH 6)
CeO₂: 500 µg
60 °C, 1200 rpm



まとめ

- SiO₂NPAs担体を用いて、ナノ粒子触媒を分散担持することで、触媒活性向上を達成した。
- SiO₂NPAs担体を用いた触媒で、ナノ粒子触媒の焼結を効果的に抑制できた。
- SiO₂NPAs担体の表面状態が触媒活性に影響を与えることを、実証した。

本研究は、ChemistrySelect誌にて報告

次世代研究者挑戦的研究プログラム
異分野研究交流会@大阪公立大学 杉本キャンパス
2025年11月22日