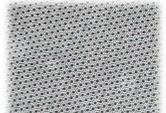




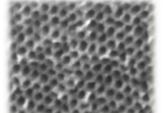
## ナノ空間触媒とは？

ナノ空間材料はゼオライト、メソポーラス材料等、ナノスケールの空間を有する材料であり、すでに幅広く実用化されており、今後もその応用が期待されるナノテクノロジーの基幹材料の一つ。なかでも、ゼオライトは結晶構造の中に分子サイズのナノ空間を持つ非常にユニークな物質である。現在、ナノ空間構造の自在な制御、ナノ空間の機能化などにより、ナノ空間材料は化学品製造用触媒、排ガス浄化触媒、分離材料、吸着材料、燃料電池、太陽光発電などへの応用が盛んに研究されている。

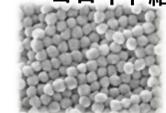
ゼオライト    メソポーラス材料    単分散シリカナノ粒子コロイド結晶



細孔径：0.3-1.0 nm



細孔径：1.0-20 nm



粒子径：5-500 nm

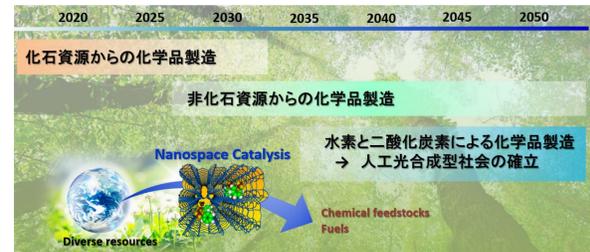
## 研究ユニットの目標

### 炭素循環と持続可能な化学・エネルギー産業の構築に向けて

多様な資源の有効利用を可能にする「ナノ空間触媒」の創製と化学品製造プロセスのグリーン化・脱炭素化



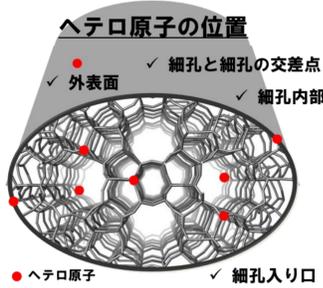
多様な炭素資源、さらに水、空気といった地球上のあらゆる「資源」をグリーンな手法によりエネルギーや有用化学品に高選択率・高効率に変換可能な革新的な「ナノ空間触媒」の創製ならびに触媒プロセスの開発



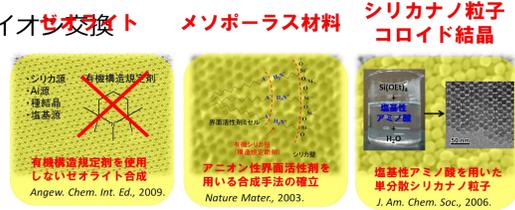
## 研究内容

### 「ナノ空間触媒」の開発

- 【ゼオライト】
  - ゼオライト骨格内のヘテロ原子 (Al, Ti, Ga, Fe, Snなど) の位置・分布制御手法とその評価手法の開発
  - ゼオライト触媒の耐水熱安定性支配因子の解明と、その向上を指向したAl分布制御したアルミノシリケートゼオライト触媒開発
  - 異種構造ゼオライトによる多元機能性コア・シェル型ゼオライト触媒の創製と構造・反応機構解析
  - 大細孔CON型ゼオライト触媒の組成制御、ヘテロ原子分布制御ならびに粒子形態制御
  - LCA優位なゼオライト合成手法の開発と応用：もみ殻由来シリカを原料にしたゼオライトの合成
  - ゼオライトをゼオライトの合成原料とする新規ゼオライト合成手法の開発及び触媒材料への用途展開
  - 新規ゼオライト系SCR触媒の開発：細孔構造の探索、イオン交換サイト制御、耐水熱安定性の向上



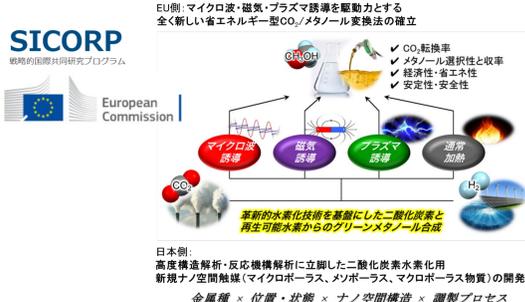
- 【メソポーラス材料】
  - 単分散球状メソポーラスシリカナノ粒子の開発
  - 複数の触媒能を有する多機能型メソポーラスシリカ触媒の開発とバイオマス変換プロセスへの応用
  - キララなメソ空間を有する多孔質ポーラスシリカの開発と不斉合成触媒、不斉分離剤としての応用



- 【シリカナノ粒子】
  - 単分散シリカナノ粒子の精密粒子径制御 (6~nm)
  - 高次構造を制御した単分散シリカナノ粒子コロイド結晶の合成
  - シリカナノ粒子コロイド結晶を鋳型として用いた多孔質遷移金属酸化物やカーボンの合成

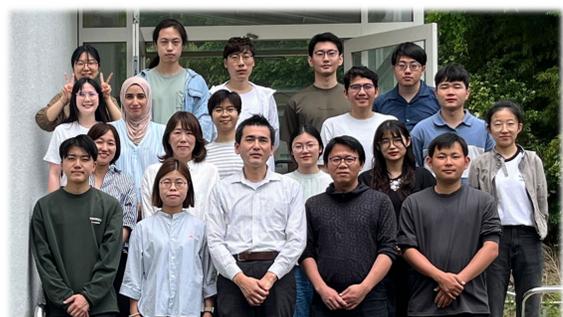
### 触媒反応プロセスの開発

- 二酸化炭素資源化プロセス技術開発：非化石資源から低級オレフィン製造を可能にするゼオライト触媒開発
- CH<sub>4</sub>からCH<sub>3</sub>OHを経由して低級オレフィン合成を可能にする金属含有ゼオライト触媒開発
- ゼオライト系チタノシリケート触媒/過酸化水素酸化による高付加価値品合成(位置選択エポキシ化反応)
- ゼオライト触媒による高難度選択酸化反応：CH<sub>4</sub>→CH<sub>3</sub>OH、ベンゼン→フェノール、プロピレン→プロピレンオキシド
- 革新的水素化技術を基盤にした二酸化炭素と再生可能水素からのグリーンメタノール合成
- 革新的固体触媒技術によるパーム残渣物の利活用
- ゼオライト触媒によるバイオマスからの有用化学品合成：グルコース、ソルビトール変換反応
- Baeyer-Villiger oxidation用ゼオライト触媒開発
- ゼオライト固体塩基触媒開発



Innovation in Catalytic Chemistry is the Key to Success in a Sustainable Future

Nanospace Catalysis Unit – Enabler for Sustainability

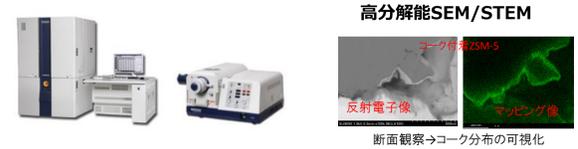


横井 俊之: 教授/研究ユニットリーダー
場所: ずさけ台キャンパスS5棟1F, 2F
東京工業大学 科学技術創成研究院 ナノ空間触媒研究ユニット
Toshiyuki YOKOI, Unit Leader, Ph.D., Professor
Nanospace Catalysis Unit
Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology
Tel: 045-924-5430 Fax:045-924-5431
E-mail: yokoi@cat.res.titech.ac.jp

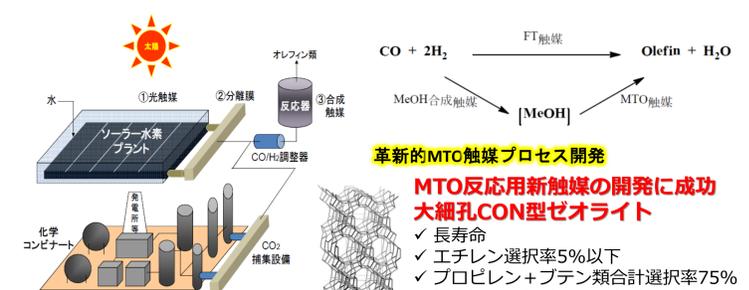
URL: www.nc.iir.titech.ac.jp

### 高度構造解析・評価手法の開発

- 【高分解能多核固体NMRによる構造解析(JEOL ECA600所有)】
  - MQMAS, DQMAS法によるゼオライトの構造解析
  - 温度可変プローブを用いた固体NMR測定による構造解析【プローブ分子を用いた先端in-situ FT-IR法による各種構造・反応機構解析】
  - ゼオライト酸点分布・強度の評価
  - NO吸着FT-IRによるNH<sub>3</sub>-SCR用Cu含有ゼオライト触媒の構造解析
  - ゼオライト固体塩基触媒の塩基性評価
- 【多様化するマテリアル解析ニーズを実現する高度SEM観察技術開発(Hitachi SU9000所有)】
  - 低電圧超高空間分解能SEM観察による超精密表面観察
  - 断面SEM観察と元素分析によるナノ多孔質材料の粒子内部観察
  - in-situ SEM観察によるナノ多孔質材料の観察



CO<sub>2</sub>等を用いたプラスチック原料製造技術開発: アルコール類からの化学品製造技術の開発



最終的には、二酸化炭素と水を原料に太陽エネルギーでプラスチック原料等基幹化学品を製造する革新的触媒の開発やプロセス基盤の確立、化石資源からの脱却や資源問題・環境問題の解決を目指します。

### 産学官連携・国際共同研究

特にメタノール転換用(MTO)触媒では企業と共同で超高耐久性ゼオライト触媒を開発し、小型パイロットスケールでの性能実証まで進んでいます。また、国内はもちろん、海外の産・学・官と積極的に交流しており、共同研究を推進しています。



### 社会実装



- 私たちは、ゼオライト触媒技術を活かして、燃料や化学品原料のグリーン化の実現を目指しています。
- バイオエタノールを原料とし脱水して生成したエチレンを、当社独自のゼオライト触媒により、高選択的にプロピレンに変換することが可能です。
- この反応はETP反応(Ethylene To Propylene)と呼ばれており、他社にはない触媒とこの触媒の再生方法を強みとした独自のETP反応にて、バイオプロピレンを連続して安定に製造が出来る技術を有しています。
- バイオエタノールを原料とすることでCO<sub>2</sub>排出量を低減し、かつ、高選択性・高収率が特徴である触媒を用いた触媒プロセスの開発と大型プラント向けのプロセス設計を行い、カーボンニュートラルの実現に向けて開発を行っています。

