

触媒科学研究所 物質変換研究部門



北キャンパス・創成科学研究棟4階
居室: 04-309, 310, 実験室: 04-109, 01-310

再生可能資源の利用や環境保全のための固体触媒と反応の開発

Development of Heterogeneous Catalysts and Reactions for Renewable Energies and Environmental Protection

教授: 福岡淳
Atsushi Fukuoka

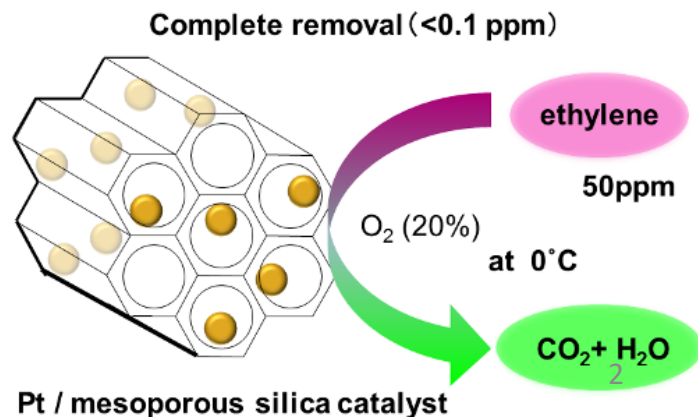
准教授: 中島清隆
Kiyotaka Nakajima

助教: 小林広和
Hirokazu Kobayashi

助教: Abhijit Shrotri

研究活動のコンセプト

- 固体触媒を分子レベルで設計し、再生可能エネルギーの利用と環境保全のための反応に応用する研究
- 環境負荷やエネルギー消費に優れた次世代型化学産業の基盤技術になるような新しい固体触媒や触媒反応を創出



次世代エネルギーの開拓
太陽光発電・太陽熱利用・原子力・バイオフューエル・...

エネルギー

化石燃料

石油
天然ガス
石炭

枯渇

対策がない

必須化学資源

医薬品、食品添加物の一部を除いた
ほとんど全ての化学製品の原料

○ポリマー、合成樹脂・繊維

○各種添加剤

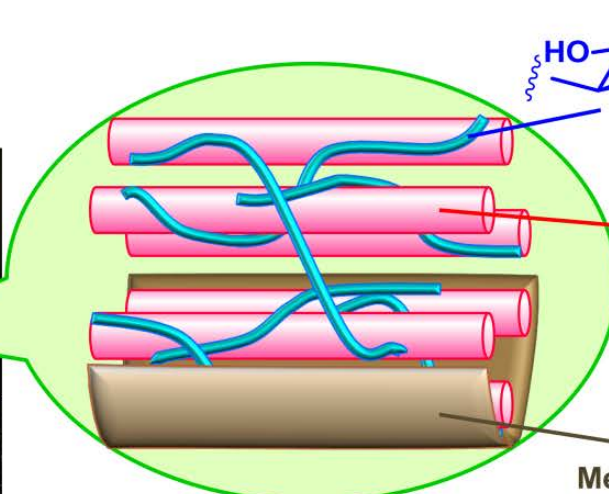
○アルコール

○飽和・不飽和・芳香族炭化水素

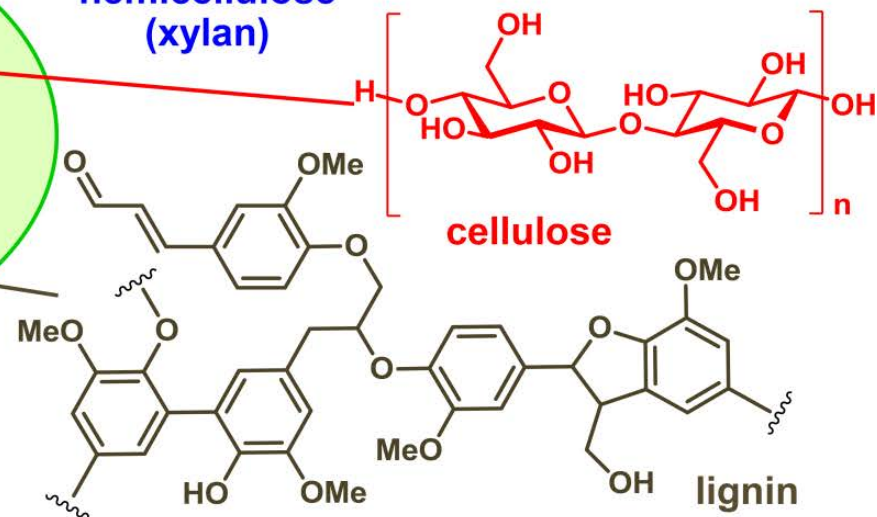
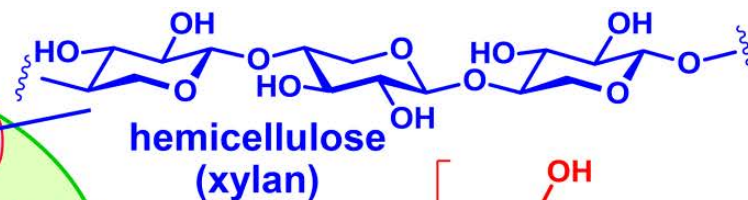
○etc.



poplar sawdust



lignocellulose



Lignin
10-30%

Hemicellulose
20-40%

Cellulose
30-50%

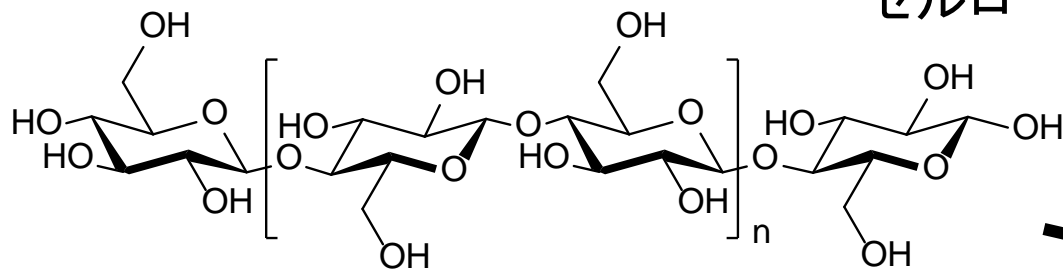
【重要な化学品原料】

- C2: エタノール, 酢酸, エチレングリコール, エチレン
- C3: プロパノール, 乳酸, 乳酸エステル, アクリル酸
3-ヒドロキシプロピオン酸, 1,3-プロパンジオール
プロピレングリコール, プロピレン
- C4: ブタノール, コハク酸, 1,4-ブタンジオール
- C5: イタコン酸, レブリン酸, メチルテトラヒドロフラン,
フルフラール
- C6: イソソルビド, アジピン酸,
5-ヒドロキシメチルフルフラール

セルロースを加水分解してグルコースを作る

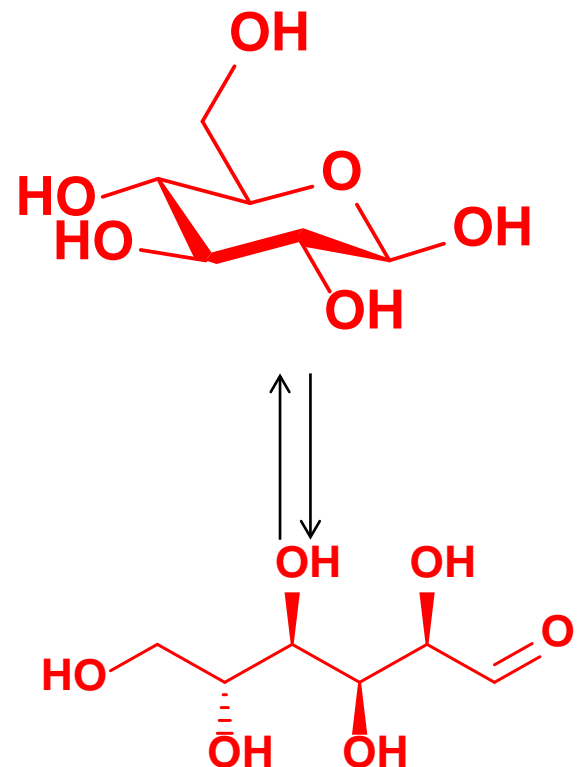
より強固な水素結合
水に不溶, 強いグリコシド結合

セルロース



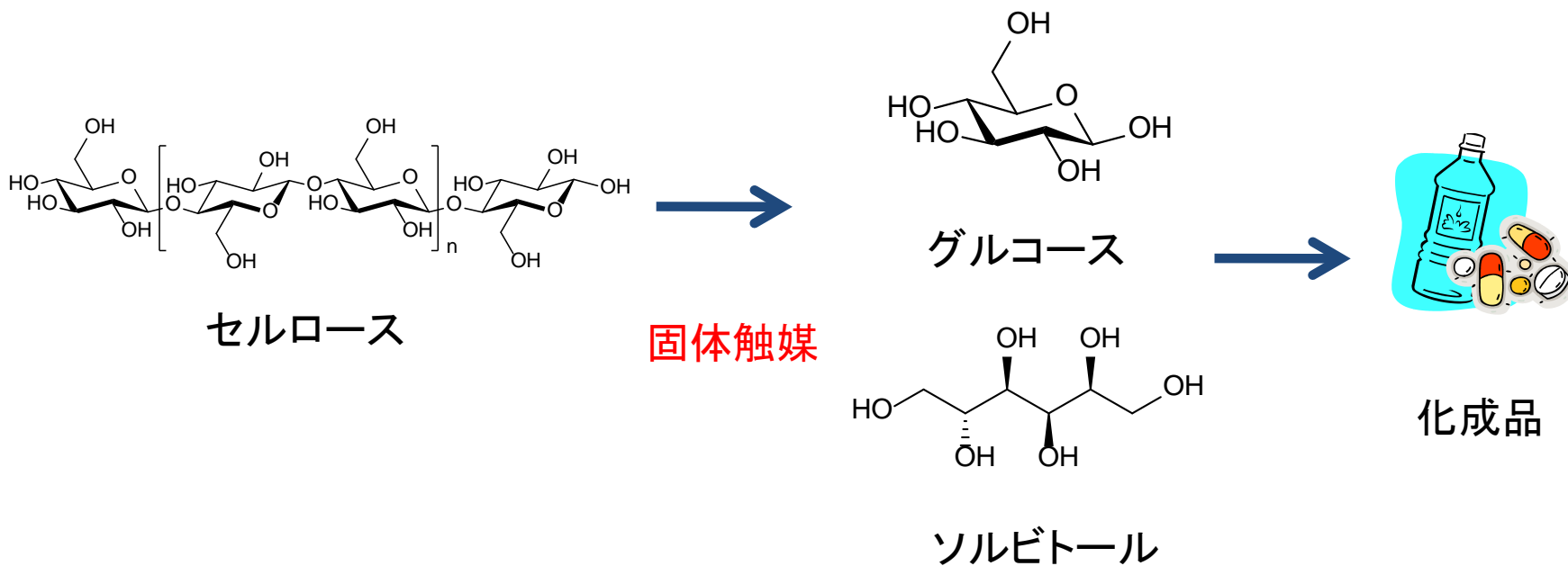
酸触媒

酸触媒



デンプン

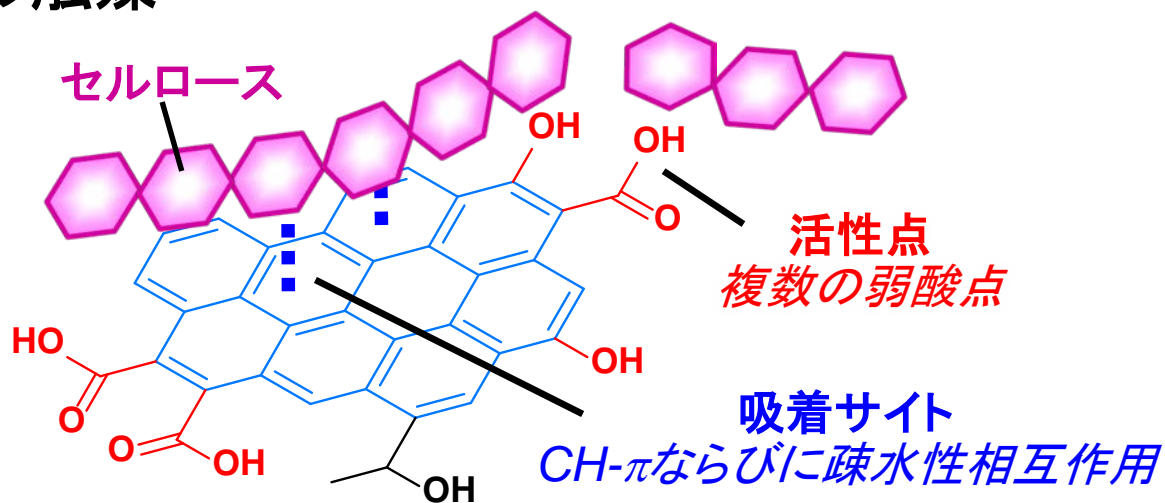
条件を厳しくすると生成したグルコースが分解するため、
セルロースの加水分解はデンプンのようにはいかない



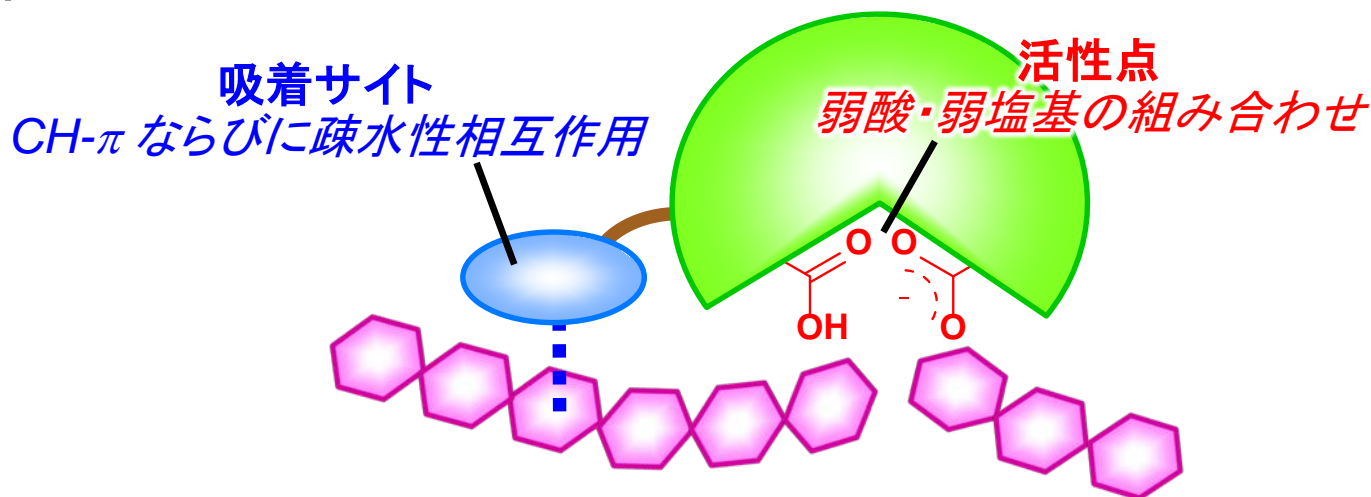
A. Fukuoka et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 45, 5161 (2006)

世界初の固体触媒法セルロース分解、引用数640回以上
10年以上引用されている論文 触媒分野で世界8位

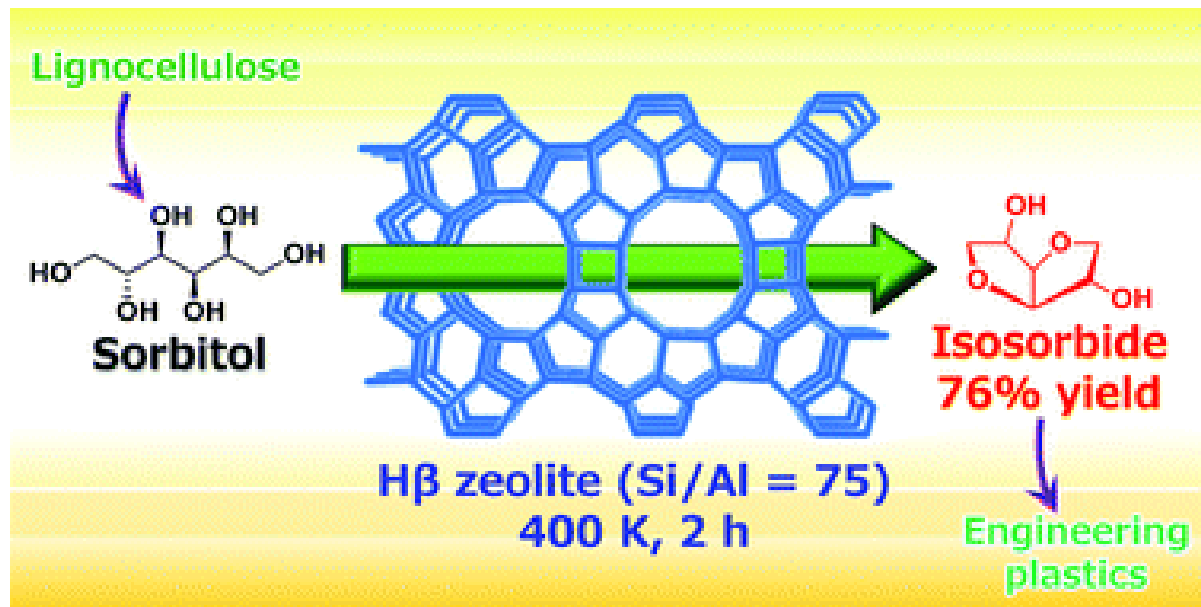
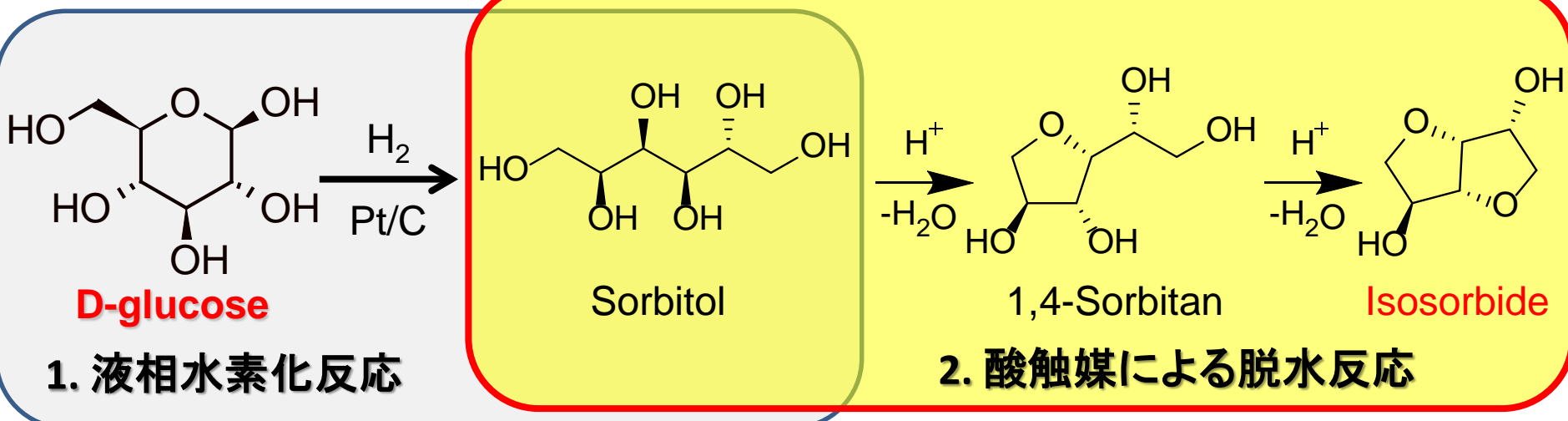
炭素の触媒



酵素



グルコースからのイソソルビドの合成



硫酸を固体の酸触媒であるゼオライトに置き換えることに成功、セルロースをベースとした高分子原料を獲得できる道筋になる！

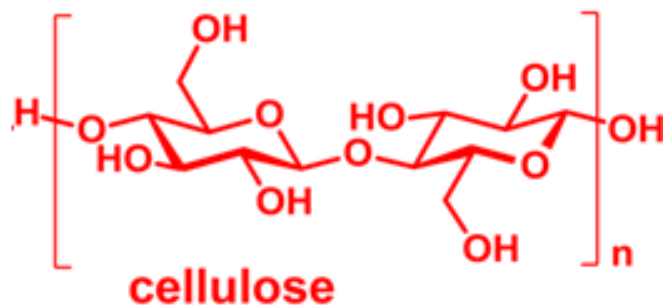
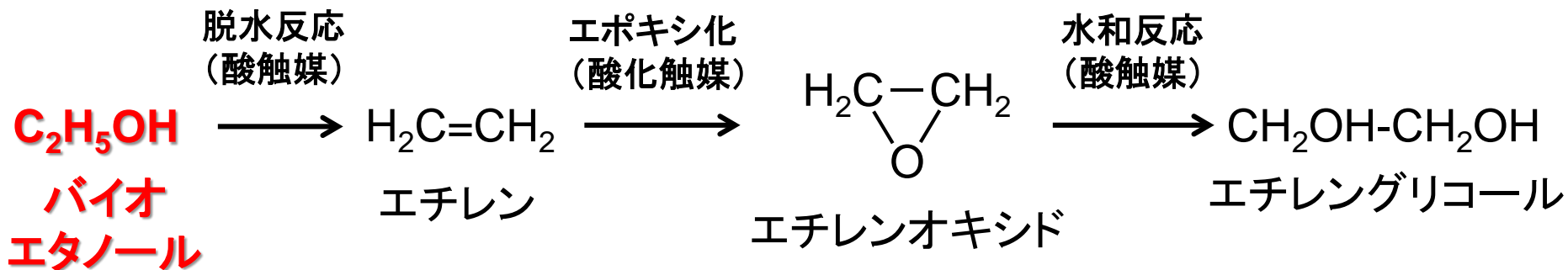


透明性が高く、歪みの少ない光学特性が高く評価され、スマートフォン「AQUOS CRYSTAL2」の前面パネルに採用

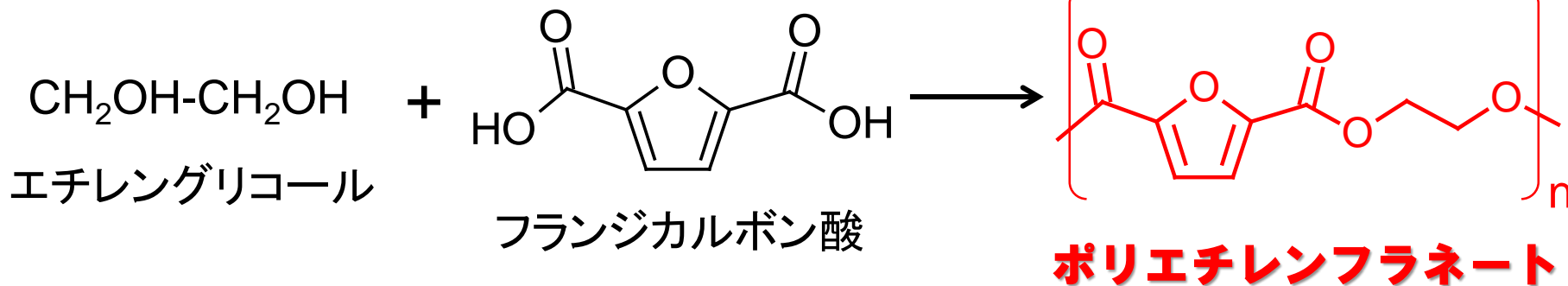
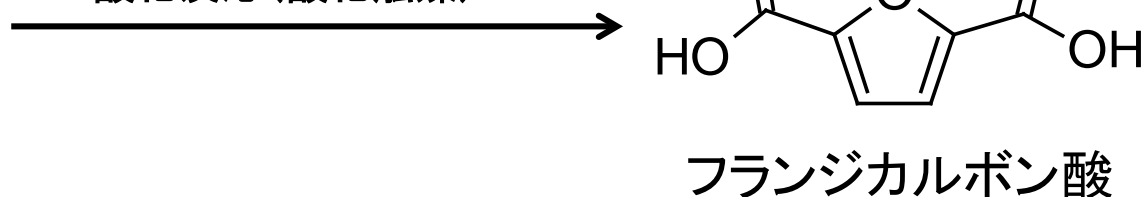


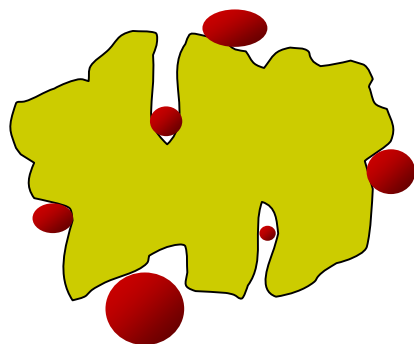
スズキ株式会社の軽自動車「HUSTLER (ハスラー, 2014年発売)」および新型「アルトラパン(2015年販売)」の内装樹脂カラーパネルに採用

バイオマスを原料とした次世代プラスチック

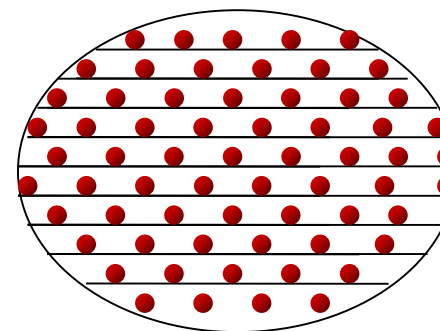


1. 加水分解 (酸触媒)
2. 異性化・脱水反応 (酸触媒)
3. 酸化反応 (酸化触媒)



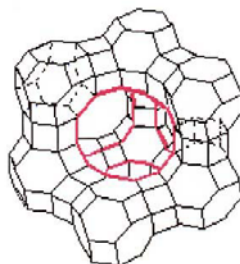


通常のシリカ担体

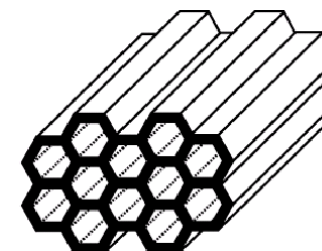


規則性多孔体：鋳型

1. 同じ大きさと形のナノ粒子(多数) => 高活性、高選択性
2. 規則細孔 => 形状選択性

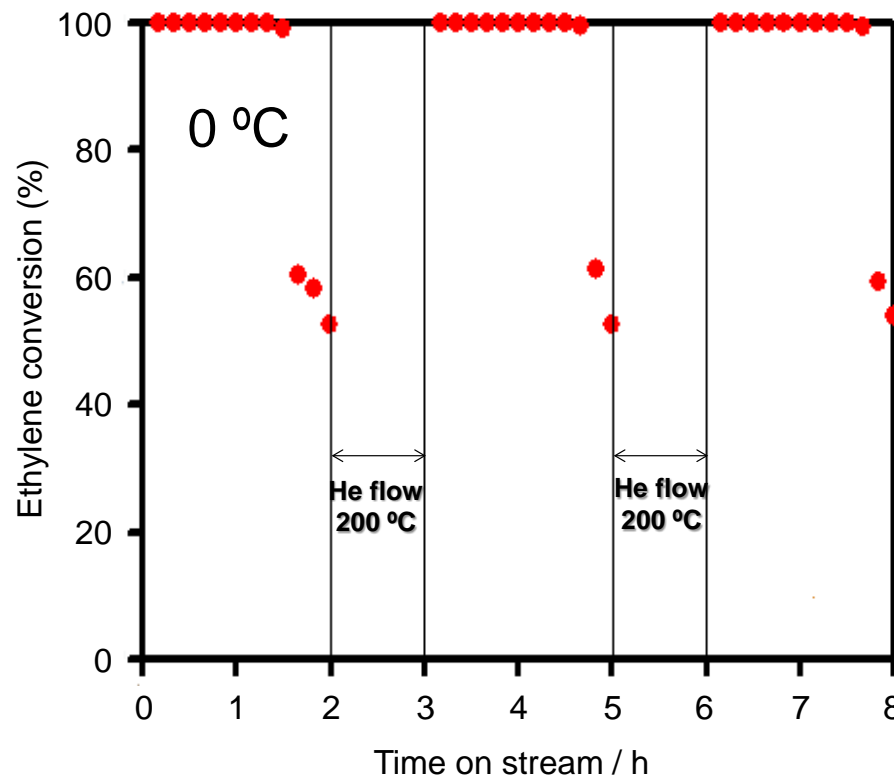
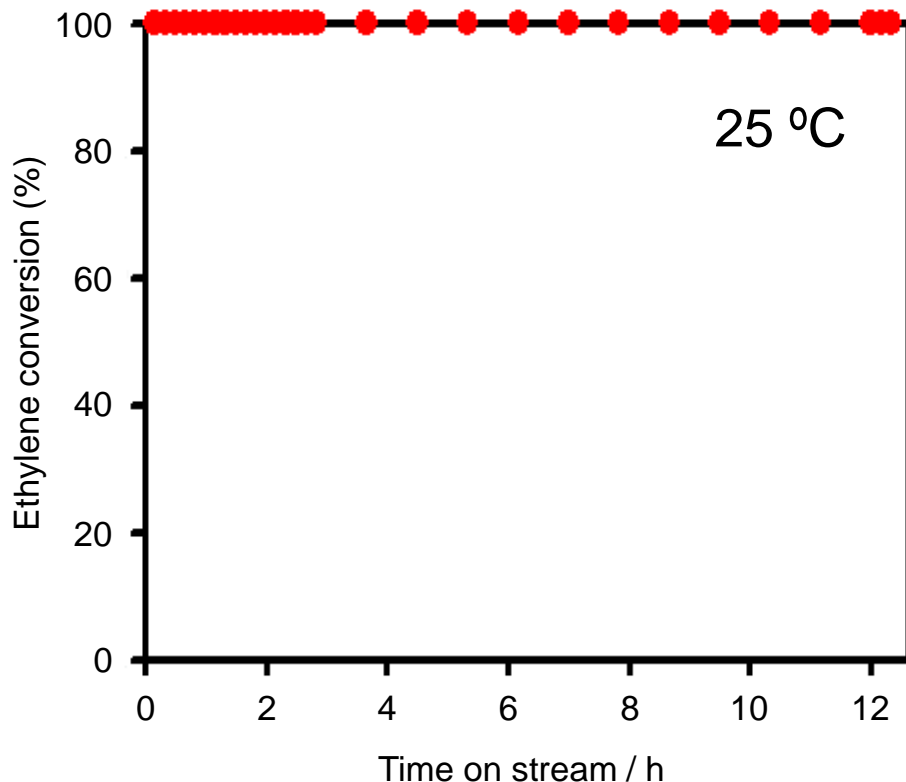
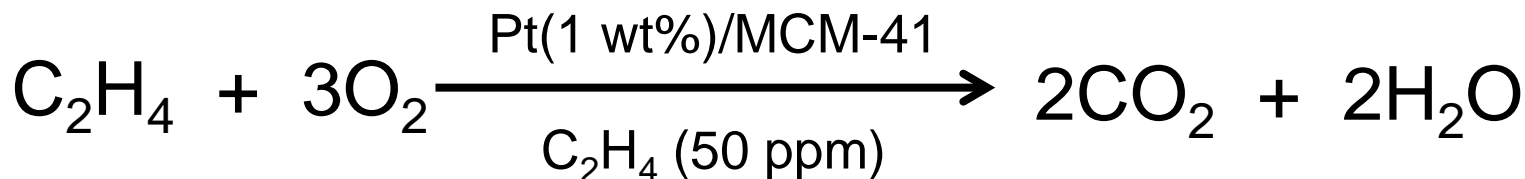


ゼオライト (< 2 nm)
NaY



メソポーラスシリカ (2-50 nm)
MCM-41, FSM-16
SBA-15

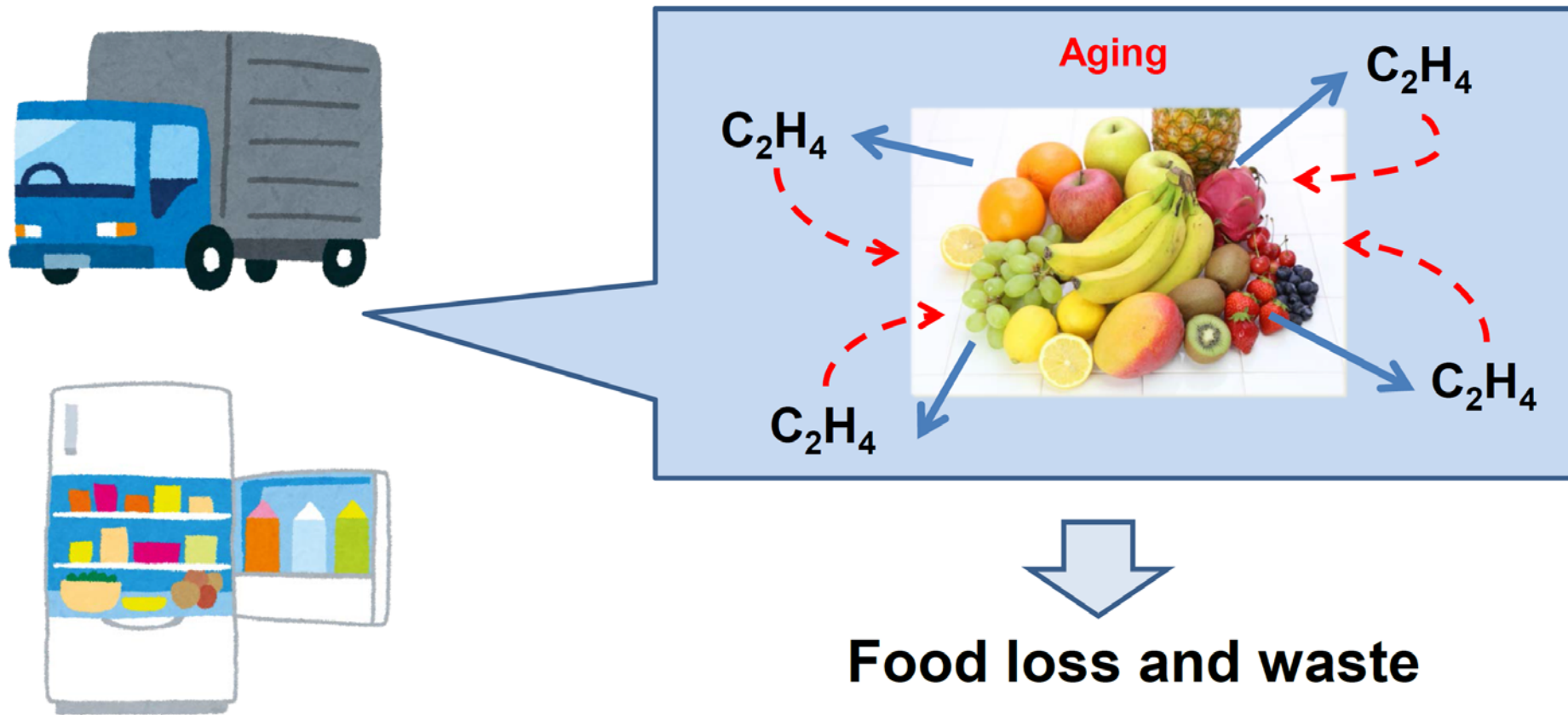
メソポーラスシリカ担持白金触媒による低温エチレン酸化



Catalyst 0.4g, O₂: 20vol%, N₂: 5vol%, He balance, space velocity = 1500 mL h⁻¹ g⁻¹

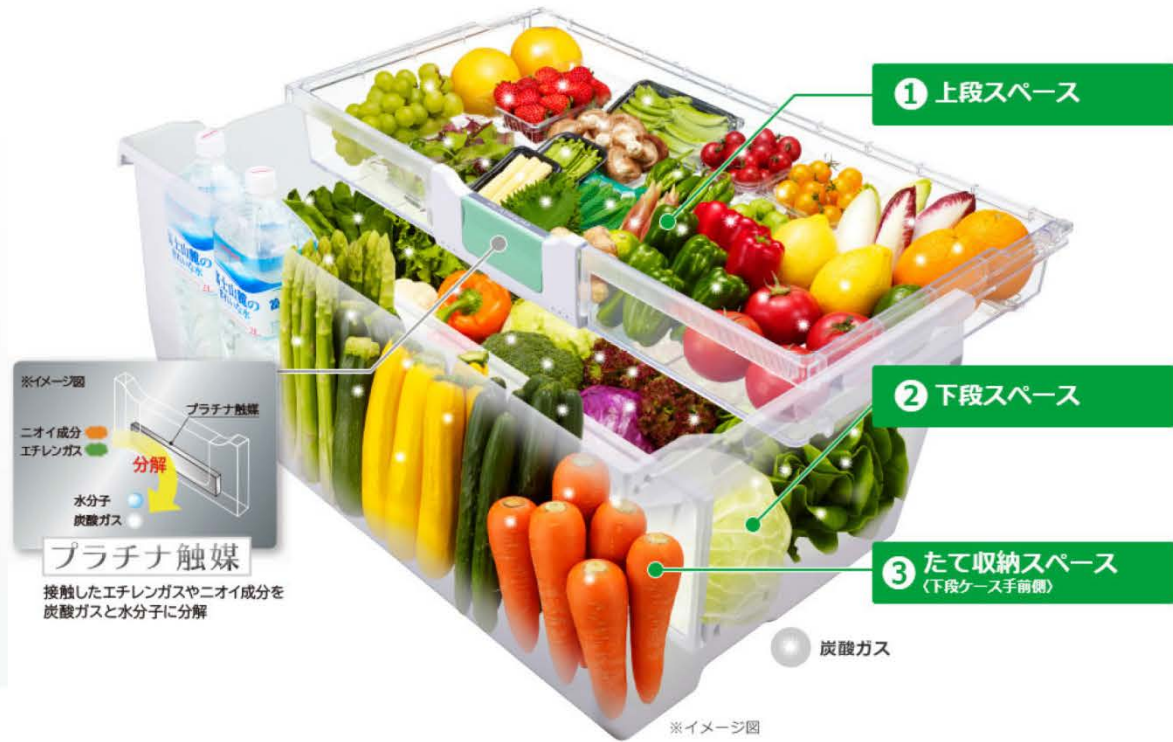
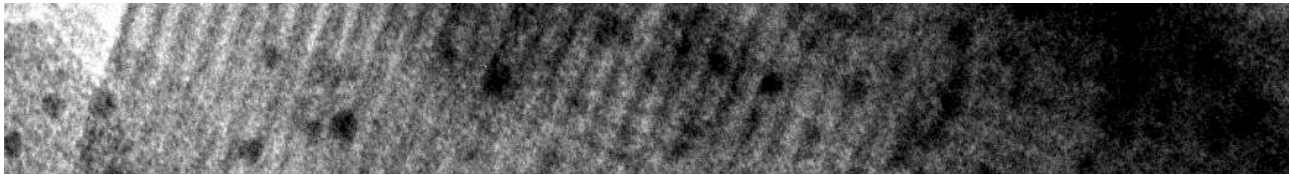
特徴: COによる白金の被毒を受けないユニークな酸化反応

Jiang, Hara, Fukuoka, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **52**, 6265 (2013)



- ✓ エチレンは低濃度でも野菜や果物の熟成を促進するため、低温～常温域における効率的かつ定常的な分解・除去技術が必要
- ✓ エチレン分解による貯蔵・輸送技術の向上は、年間500-800万トンと推定される食品ロスの低減に有効

メソポーラスシリカ担持白金触媒による低温エチレン酸化



野菜室まるごと【スリープ保存】を可能にした【プラチナ触媒】

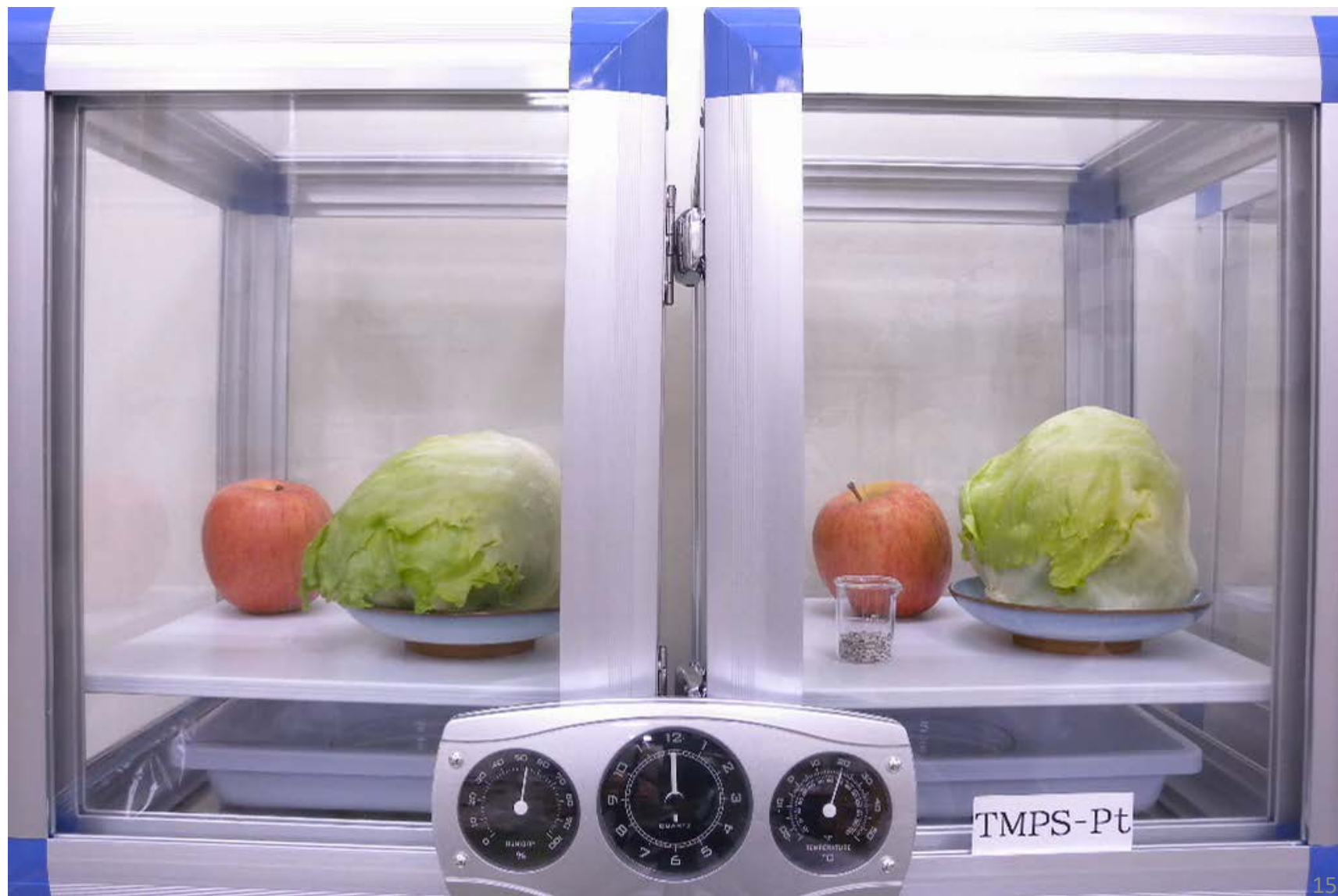
北海道大学で開発された、低温環境でも効率よく働くプラチナ触媒。

北海道大学と日立は共同研究により、そのプラチナ触媒を家庭用冷蔵庫に初めて採用。低温の野菜室内でも、従来の光触媒に比べて炭酸ガス生成量が増加し、広い野菜室全体を【スリープ保存】することができるようになりました。



国立大学法人 北海道大学
触媒化学研究センター
福岡 淳 教授





教員:4名(福岡教授、中島准教授、小林助教、シュロトリ助教)

博士研究員:4名(出身:日本, 韓国, インドネシア)

研究補助員:2名

博士課程学生:2名(D3-1名(国費留学生), D2-1名(ALP))

修士課程学生:2名(M1-2名)

学部4年生:2名

合計:16名



ポスドク, 研究員:

- ・カリフォルニア大学バークレー校・博士研究員
修士短縮、博士短縮、DC2
Springer Theses Prize
- ・ダッカ大学・講師
- ・北大理学研究院・研究員
- ・愛媛大学・助教
- ・東京大学・研究員
- ・大連化学物理研究所・教授
- ・インド国立化学研究所・上級研究員
- ・バンガラテシュ・アーサヌラー大学・助教
- ・産業技術総合研究所・研究員
- ・北大電子研・研究員

院生:

トヨタ、旭化成
東レ、トーカロ
明成商会、北興化学工業
東京工業大学
出光興産
(財)材料科学技術振興財団
信越化学
JX日鉱日石
三菱化学
三井化学
クラリアント触媒

- ✓ **触媒化学の基礎研究を重視する。**
- ✓ 触媒の応用は企業との共同研究で行う。
- ✓ 研究テーマによりチーム体制とし、准教授、助教が実験の直接指導
- ✓ 毎月、教授とDiscussion、3カ月毎に研究室会議で報告、年2回中間報告会
- ✓ 毎週の研究室会議では全員レジュメを英語で作成、院生は英語でプレゼン
- ✓ コアタイム(月～金、9:15～18:00)、夜間や休日に研究をすることもある。
- ✓ 大学院受験の4年生は7月上旬から院試勉強。
- ✓ 研究室内の交流:お茶会(週1-2回)、ワインの会(月1回程度)
- ✓ 学生も活発に学会へ参加して研究成果を発表
 - 例) 日本化学会(3月), 触媒学会(9月), ゼオライト学会(11月)
 - 国際会議(国際触媒会議, 北米触媒会議など)
- ✓ 詳細は見学で確かめてほしい, 学生からの説明もある

主催プロジェクト, 共同研究

科学技術振興機構: ALCA(2件), 日本学術振興会: 若手研究A(2件)
企業との共同研究(6社)

分担プロジェクト

科学技術振興機構: 戦略的国際共同研究プログラム(日本-EU共同研究)
NEDO: 未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発

北キャンパス・創成科学研究棟, 4階**04-310**室
見学の際には必ず事前にメールで予約すること
e-mail: fukuoka@cat.hokudai.ac.jp
電話: **011-706-9140**