

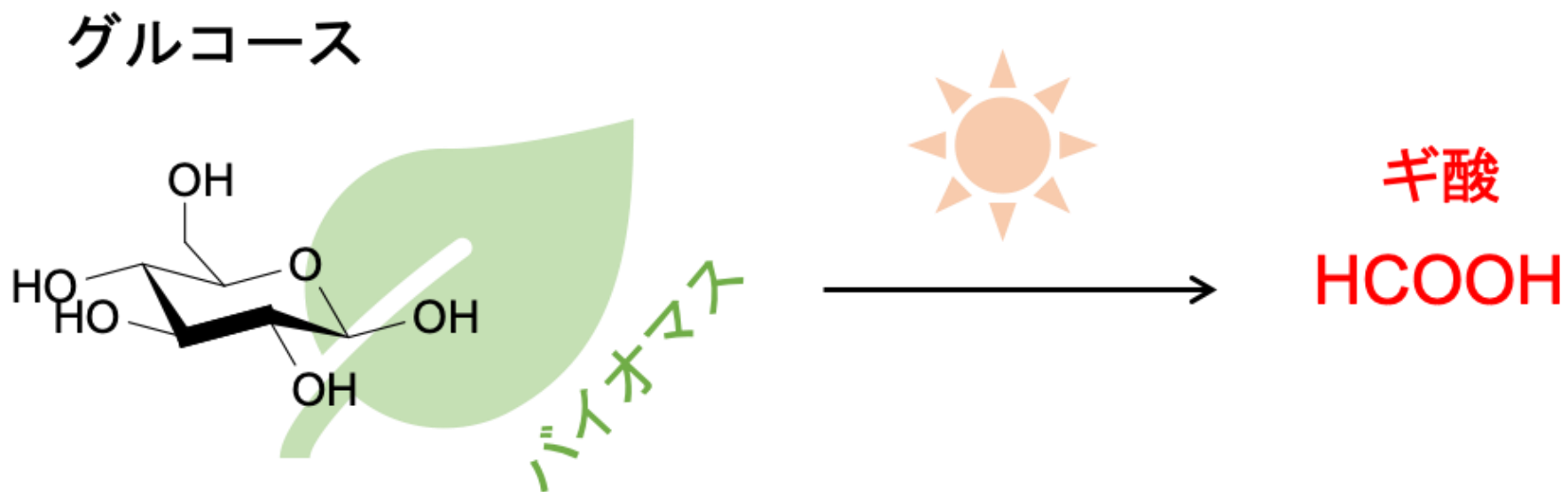
糖類をギ酸へと選択的に変換する光触媒の開発

高知大学 教育研究部総合科学系複合領域科学部門

講師 今村和也

2024年

何ができるようになったのか



なぜギ酸なのか(ギ酸の用途)



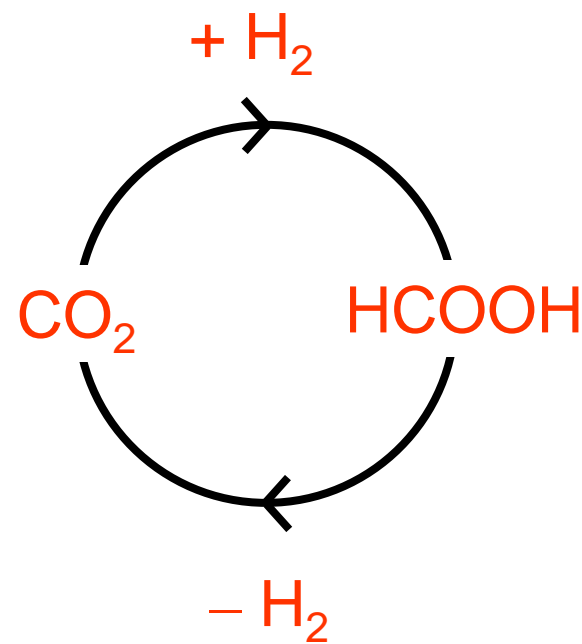
農薬



医薬品

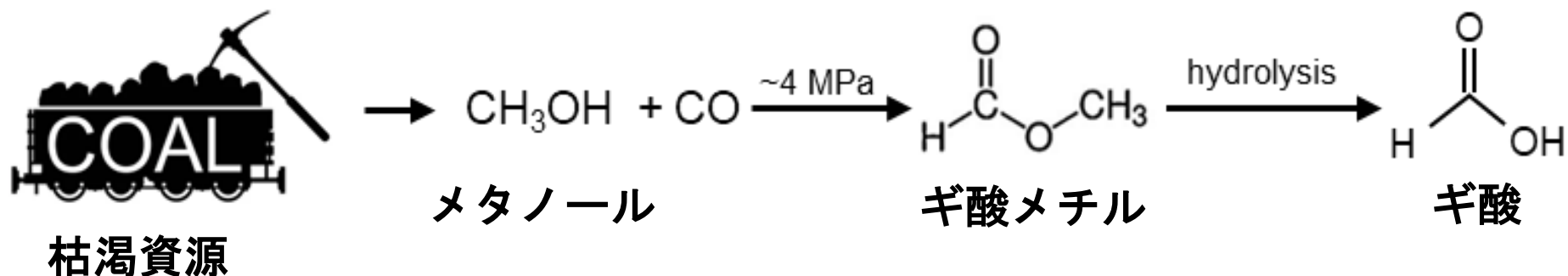


革製品



水素キャリアー

ギ酸の製造方法の課題



課題 1 枯渴資源（石炭,天然ガス）を原料として使用する。

課題 2 大量のエネルギー（高温・高圧）を反応に使用する。

解決 1 再生可能資源（バイオマス）を原料として使用する。

解決 2 温和な反応条件（常温・常圧）で反応させる。

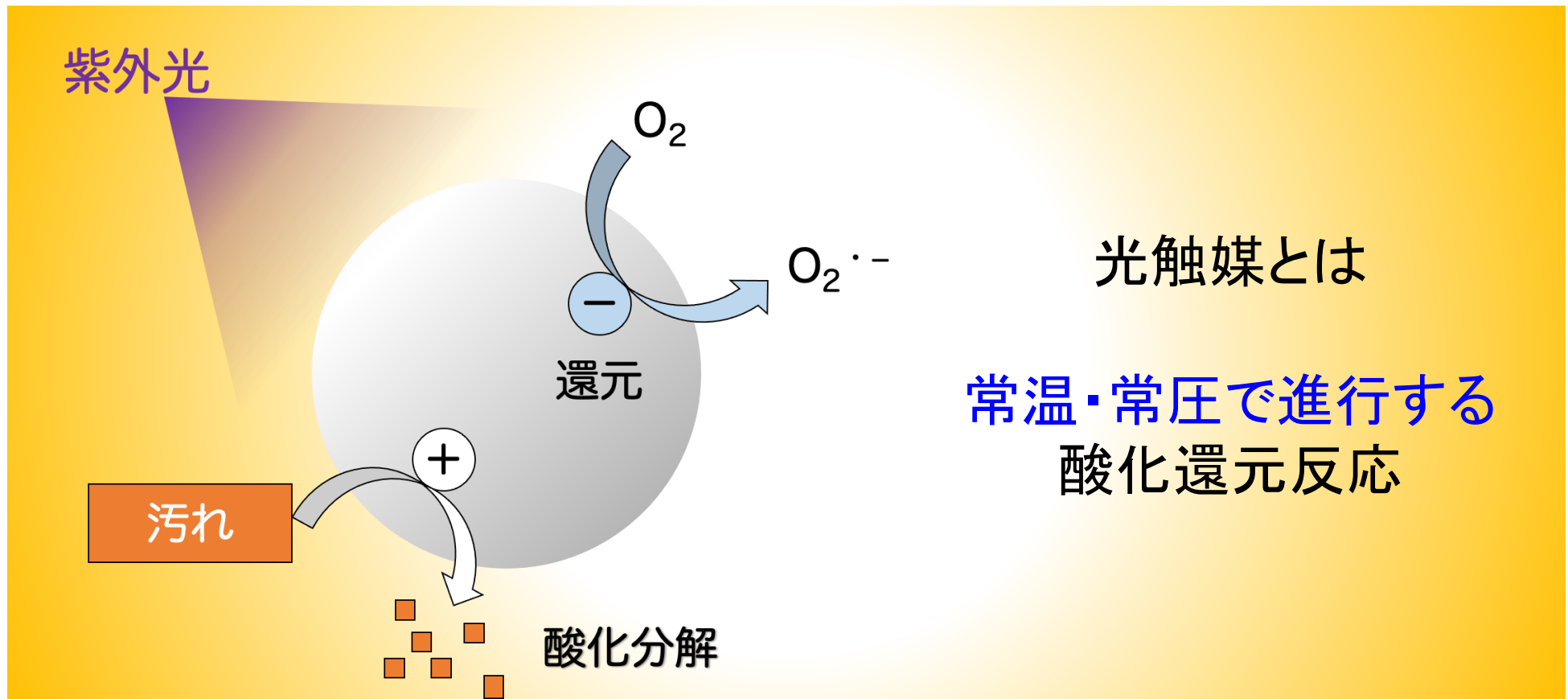
解決 1 再生可能資源を使用する

植物由来のバイオマス



解決2 温和な反応条件で達成する

光触媒を使う



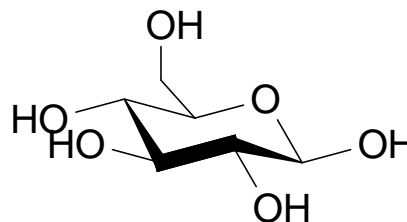
戦略



植物性バイオマス: 糖類

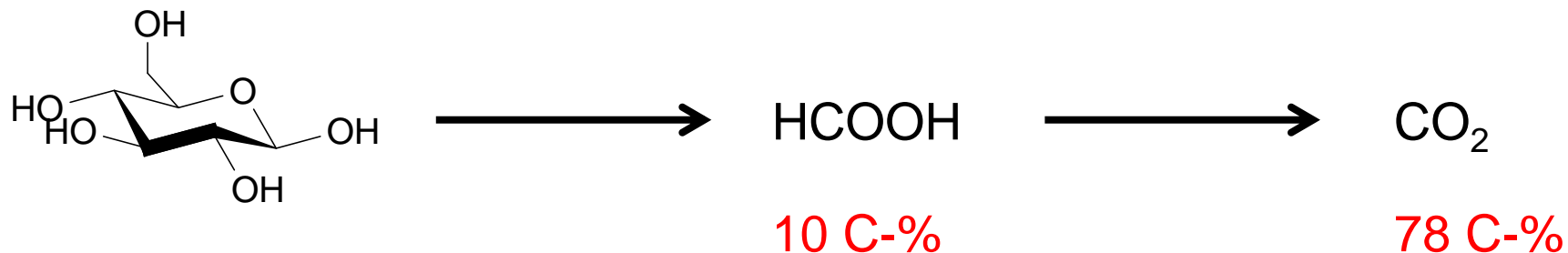
セルロース, デンプンなどとして自然界に豊富に存在する植物性バイオマス

まずは「グルコース」



先行研究

グルコースからギ酸への光触媒的変換



グルコース (10 mM)

水 (100 cm³)

Ar (1 atm)

Xeランプ (300 W, 4 h)

288 K

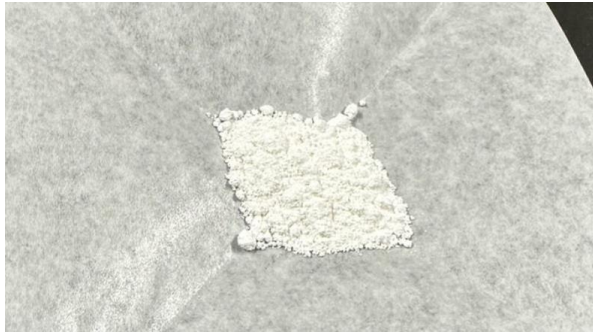
0.2 wt% Rh-TiO₂ (100 mg)

TiO₂は酸化力が強すぎる

CeO₂は酸化力がちょっと弱い

これまでと何が違うのか

酸化セリウム(IV) (CeO_2)



TiO_2



CeO_2



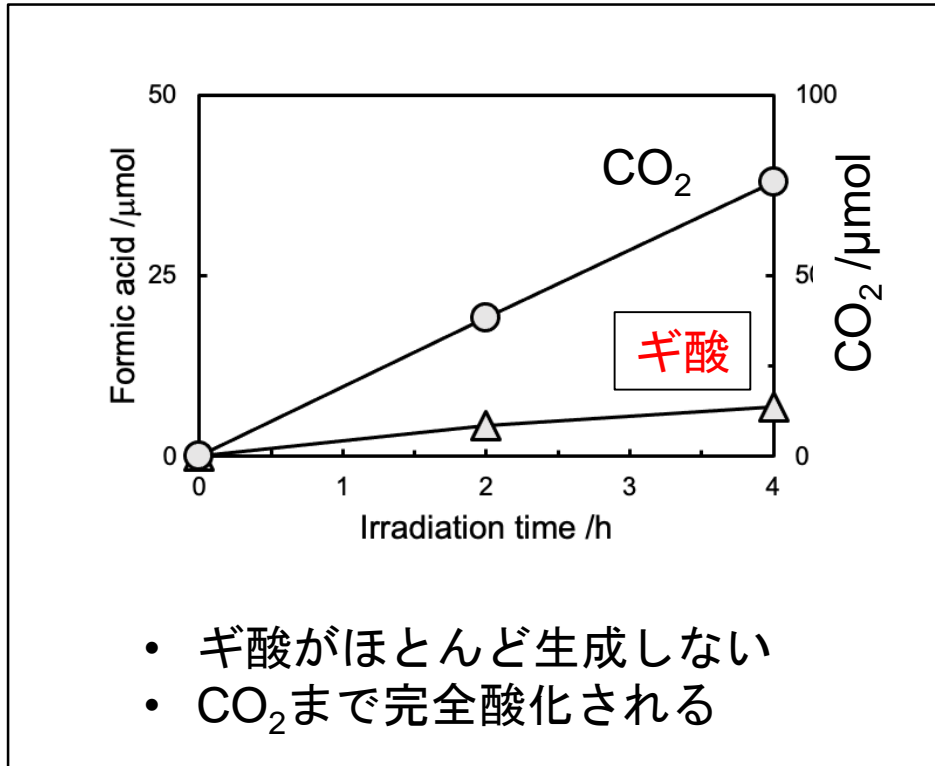
CeO_{2-x}

CeO_{2-x} の特徴

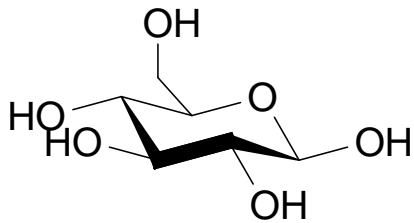
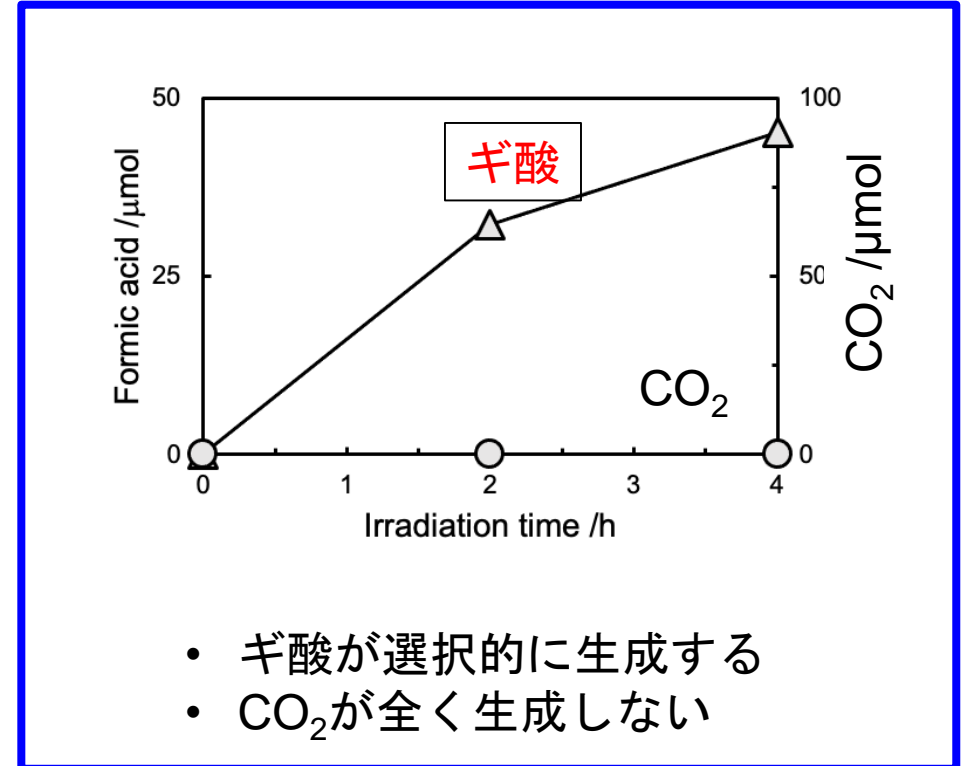
1. 酸化力が TiO_2 より弱い
2. 可視光で駆動する

グルコースを光触媒で反応させた 紫外光(水銀灯)

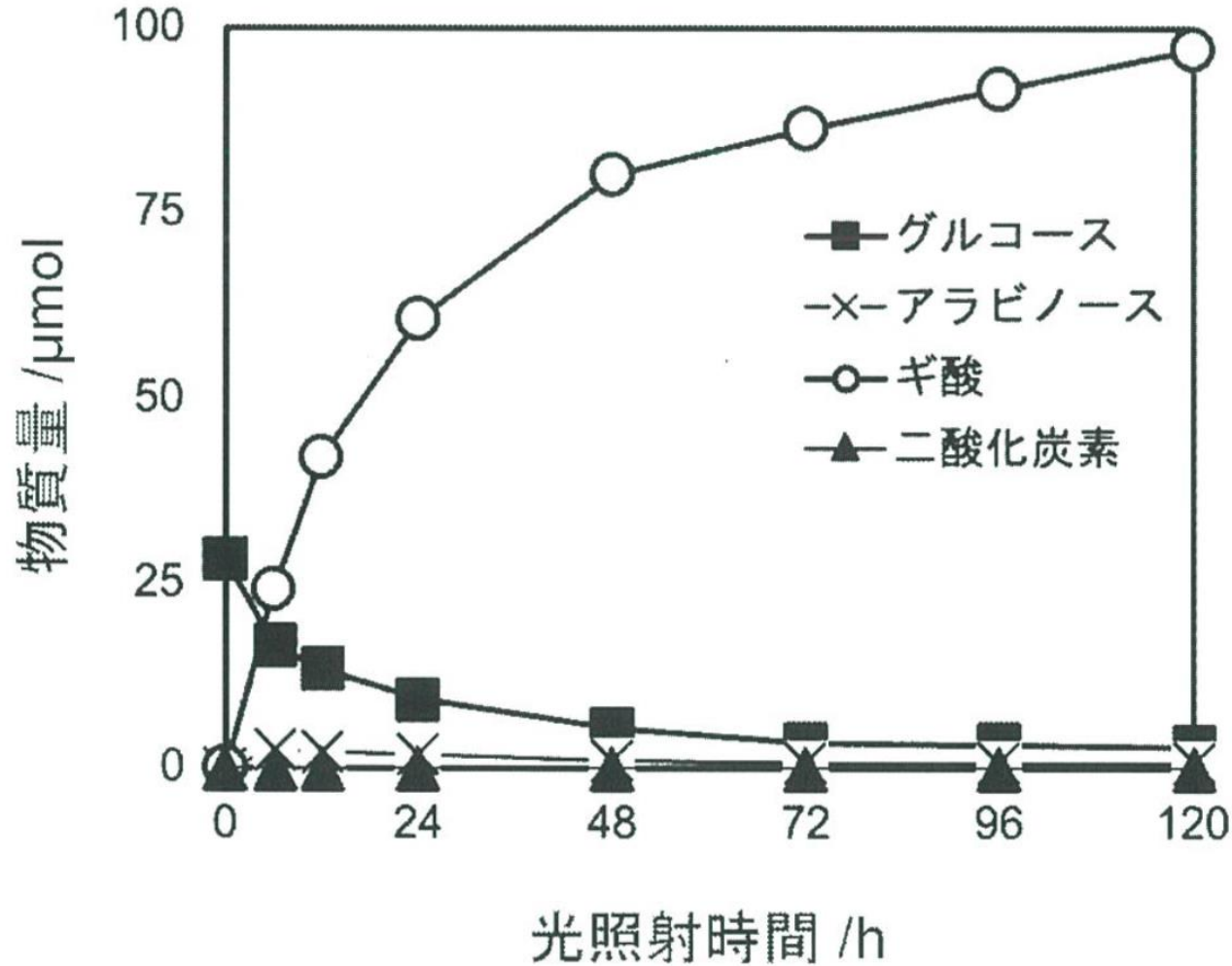
TiO₂



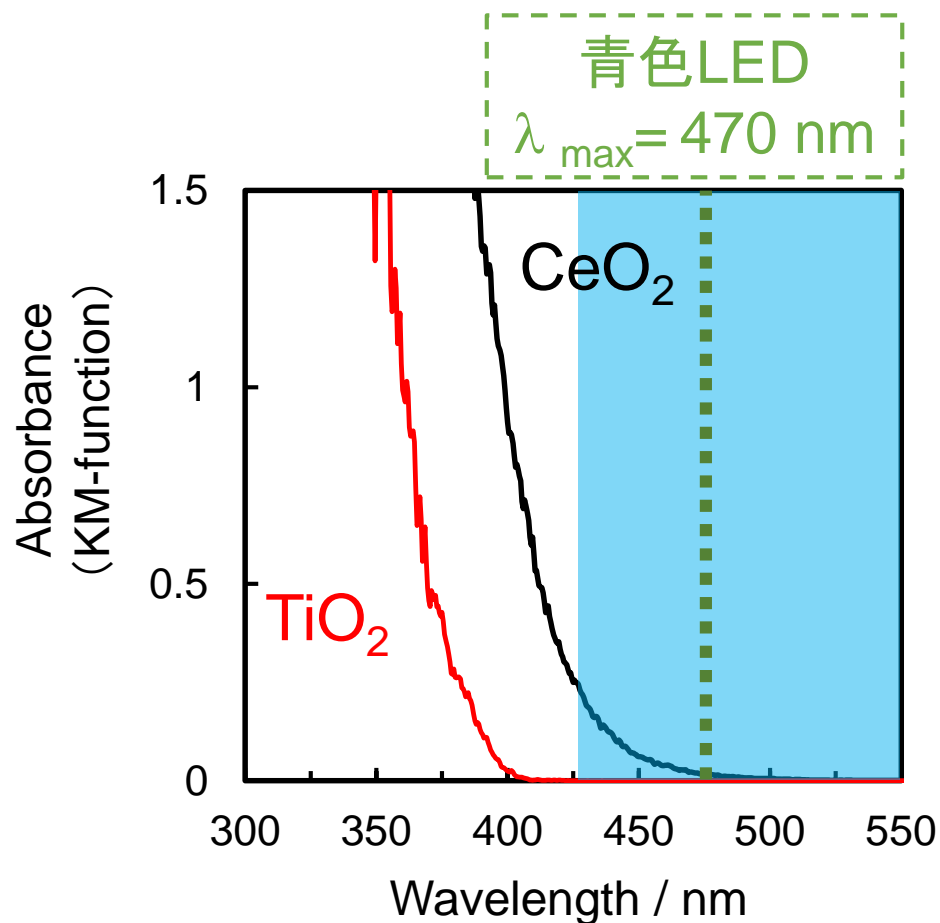
CeO_{2-x}



グルコースと生成物の経時変化



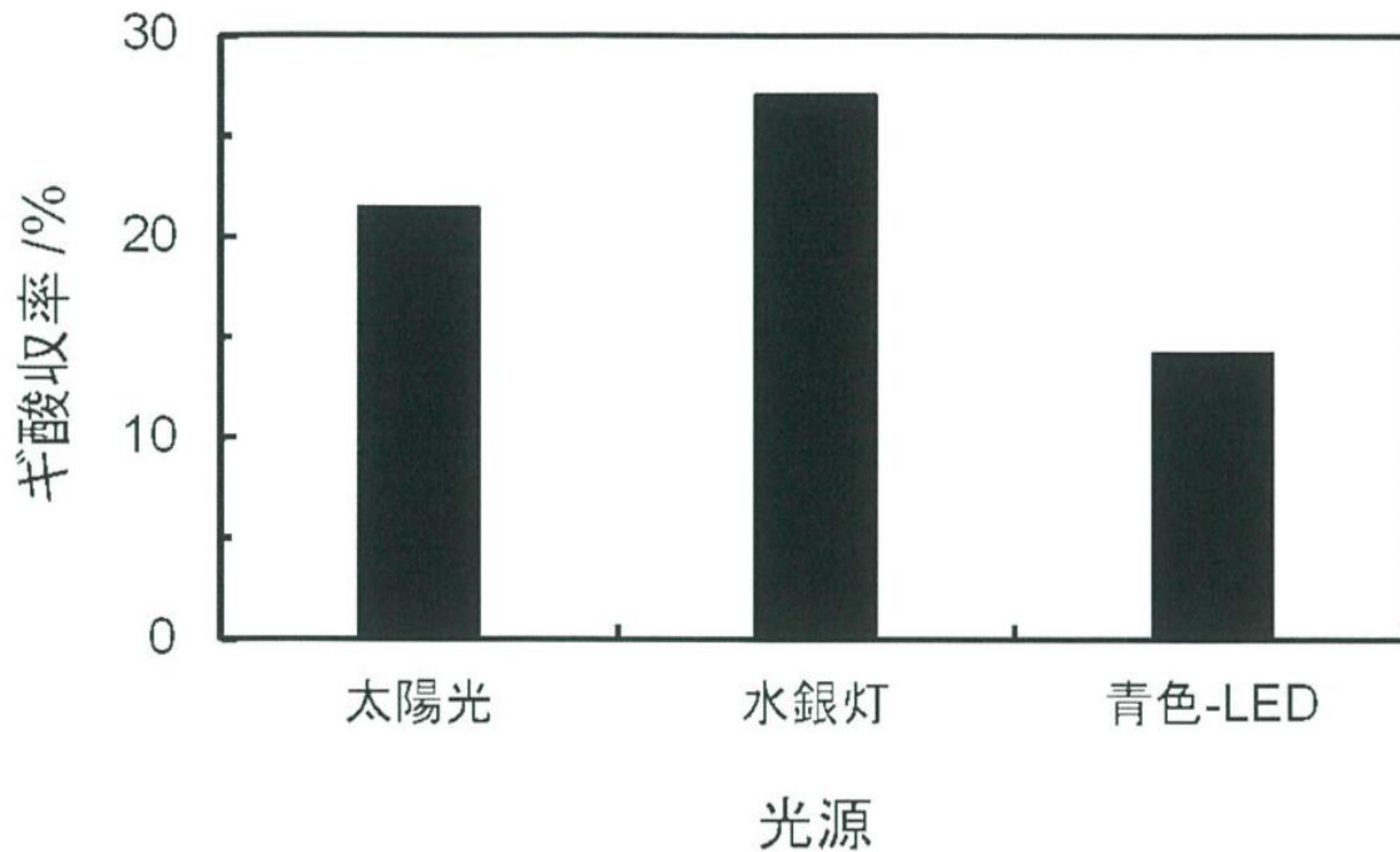
可視光(青色LED)で反応させた



photocatalyst	yield /C-%
TiO ₂	-
CeO ₂	36.0

グルコース (1,000 ppm)
超純水 (5 cm³)
反応温度 (室温)
光触媒 (50 mg)
雰囲気 (O₂, 1 atm)

太陽光で反応させた結果



Unit

saccharide

yield /C-%

19種類の糖類からギ酸を生成できた！

単糖類

Glucose

35.9

Mannose

44.5

Arabinose

40.8

Arabinose

55.5

Xylose

46.0

Erythrose

83.2

Glyceraldehyde

54.1

Glycolaldehyde

44.2

Fructose

32.3

Sorbose

26.6

Fucose

21.9

Rhamnose

42.0

Maltose

16.3

Cellobiose

14.4

Lactose

15.0

Sucrose

1.1

Trehalose

0.8

三糖類

Maltotriose

11.0

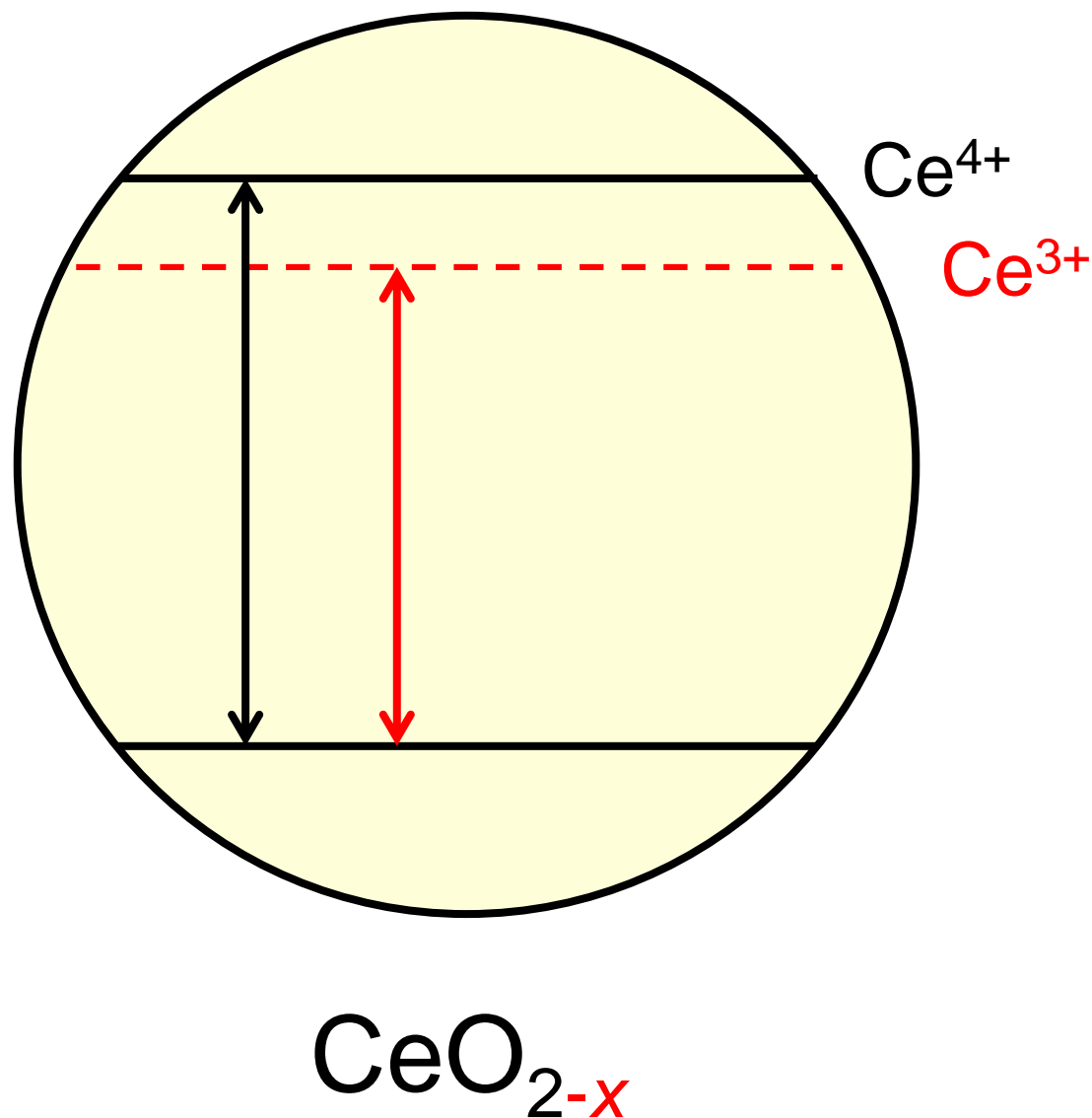
多糖類

Starch

2.5

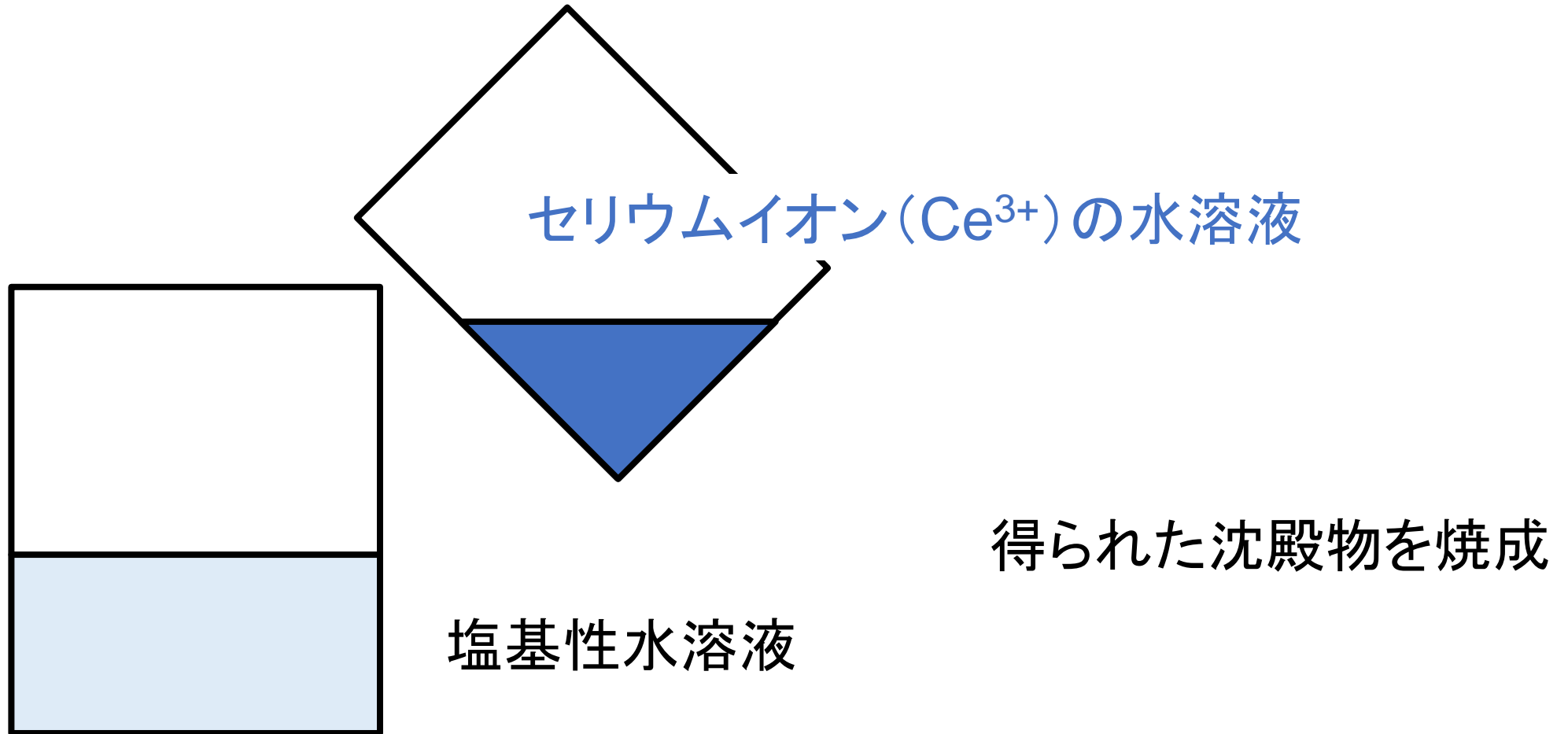
Xylan

14.1

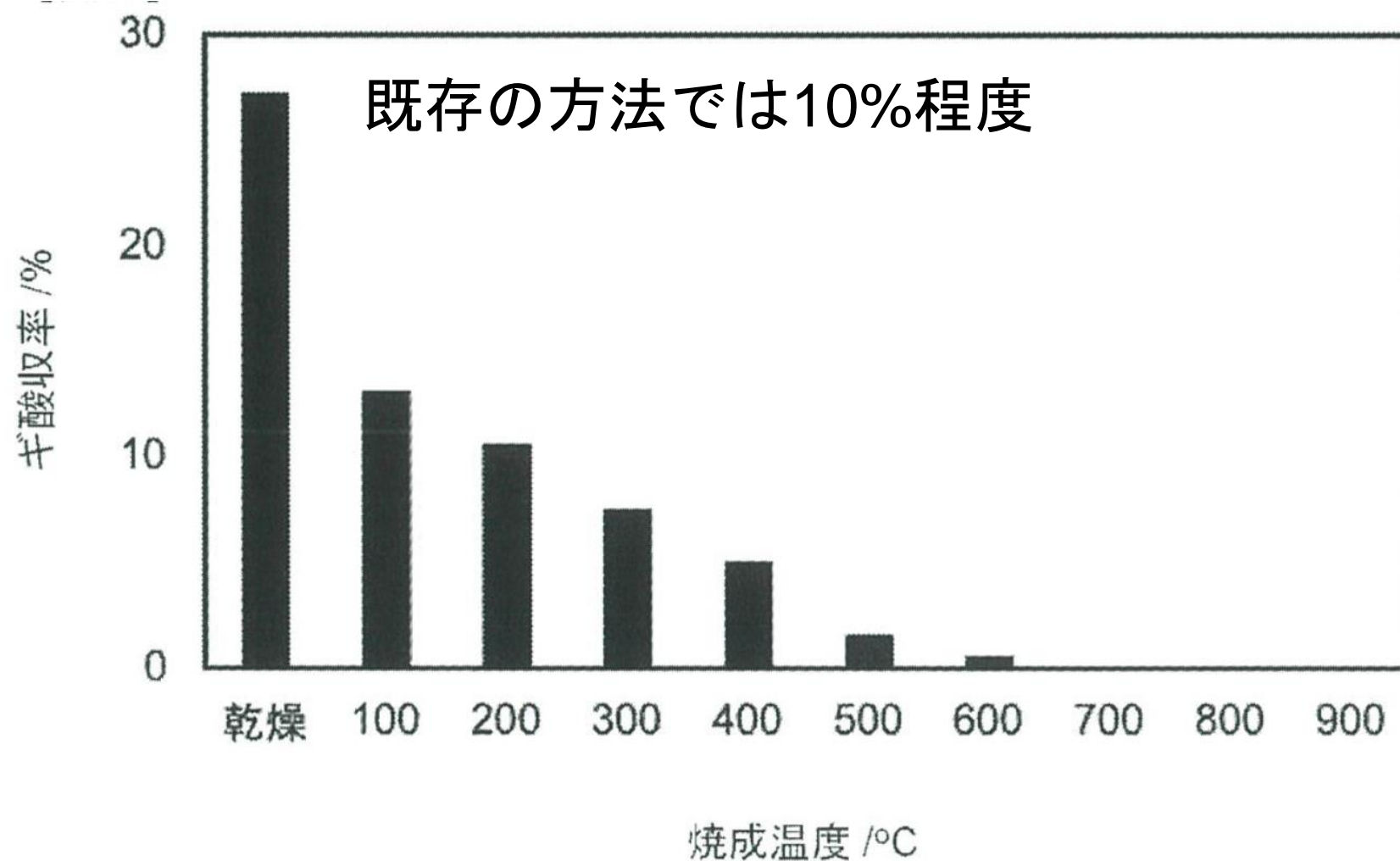


1. 酸素欠陥ができる
2. Ce^{3+} ができる
3. バンドギャップが狭くなる
4. 可視光で駆動する

CeO_{2-x}の調製方法



焼成温度の影響



新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来，ギ酸は化石資源から製造されていたが，これを再生可能資源（バイオマス）から製造する方法を開発した。
- 従来は変換に必要なエネルギーを熱で供給していたことに対し，本発明では光触媒を使用することで光，究極には太陽光を使用できる。
- 報告されている「糖類からのギ酸への光触媒的変換反応では，ギ酸収率が10%程度であった。これを30%程度までが向上できた。

想定される用途

- 植物性バイオマスからギ酸を合成する。
- 路上や下水処理場の枯葉からギ酸を合成する。
- フードロスの削減（資源としての利用）に展開する。

実用化に向けた課題

- 現在、ギ酸収率を50%まで上げる光触媒を開発済み。しかし、反応速度に課題がある。
- 性能の高い光触媒の開発には成功しているが、キャラクタリゼーションが不十分である。

企業への期待

- 反応速度が低いという課題に対しては、リアクターの開発が有効であると考えている。
- 廃棄されている植物性バイオマスを扱っている企業との共同研究を希望する。食品系が良いと思っている。

企業への貢献、PRポイント

- SDGs 目標7：「エネルギーをみんなにそしてクリーン」の達成に貢献できる。
- SDGs 目標13：「気候変動に具体的な対策を」の達成に貢献できる。
- 従来の光触媒では、ギ酸収率が10%程度、 CeO_{2-x} では35%、現在開発している光触媒では50%まで向上している。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ギ酸の製造方法
- 出願番号 : 特願2023-143020
- 出願人 : 国立大学法人高知大学
- 発明者 : 今村和也・大音貴裕・恩田歩武

お問い合わせ先

高知大学 次世代地域創造センター

地域イノベーション部門

知財担当 恒川 典之

山下 奉海

TEL 088-844-8418

FAX 088-844-8556

e-mail kt05@kochi-u.ac.jp