

高感度・高選択的な 小型エチレンセンサの開発

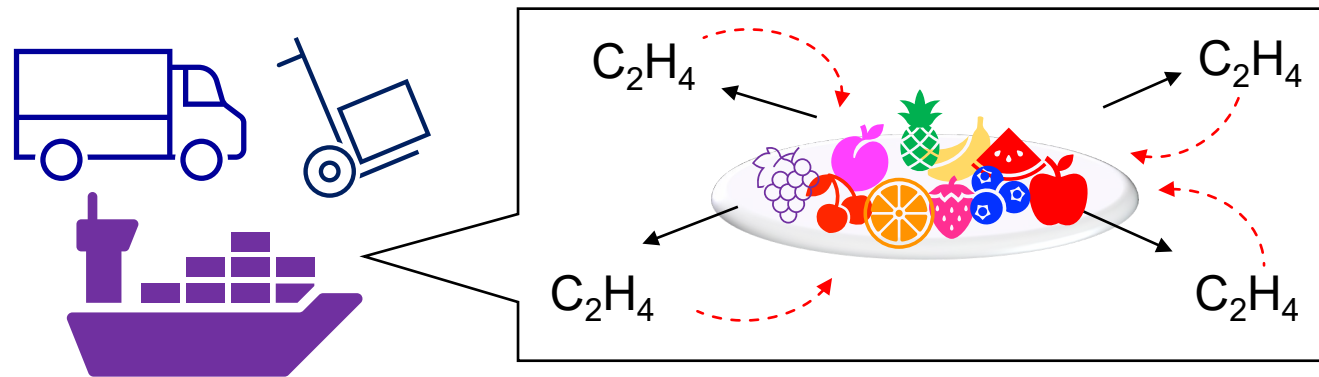
産業技術総合研究所 材料・化学領域
触媒化学融合研究センター 革新的酸化チーム
主任研究員 洪 達超

2021年9月9日

研究の背景

■ エチレンガス（植物ホルモン）

低温でも青果物から微量エチレン(ppmオーダー)が放出され、自身あるいは他の青果物の熟成を促進する。



- 日本の家庭から出るフードロスの60%が青果物(120万トン)
- 世界で生鮮果実・野菜の約1/2が廃棄*
(毎年16億トンの食品が廃棄され、1.2兆ドルに相当**)

*国際連合食糧農業機関(FAO)編集「世界の食料ロスと食料廃棄」2011年

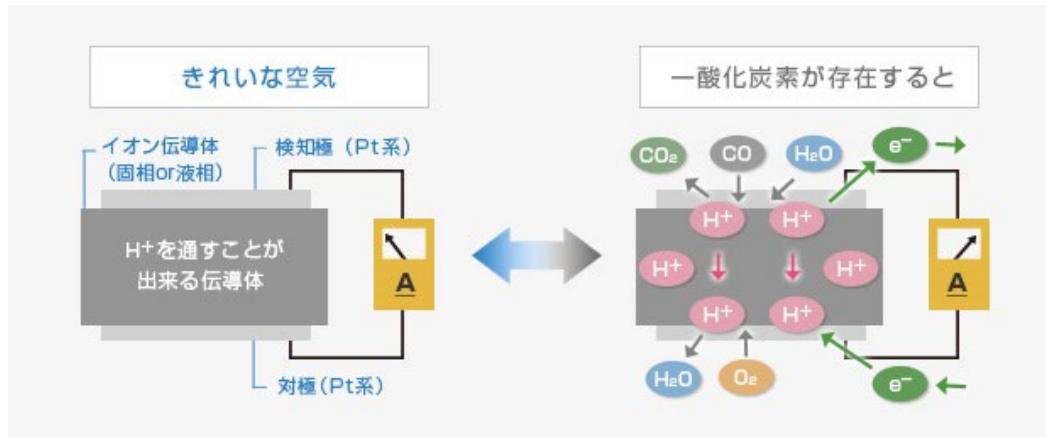
**Tackling the 1.6-billion ton food loss and waste crisis. Boston Consulting Report, 2018.

小型センサを用いてエチレン濃度の推移をデータ化し、
IT技術による貯蔵・輸送の最適化によってフードロス削減に貢献

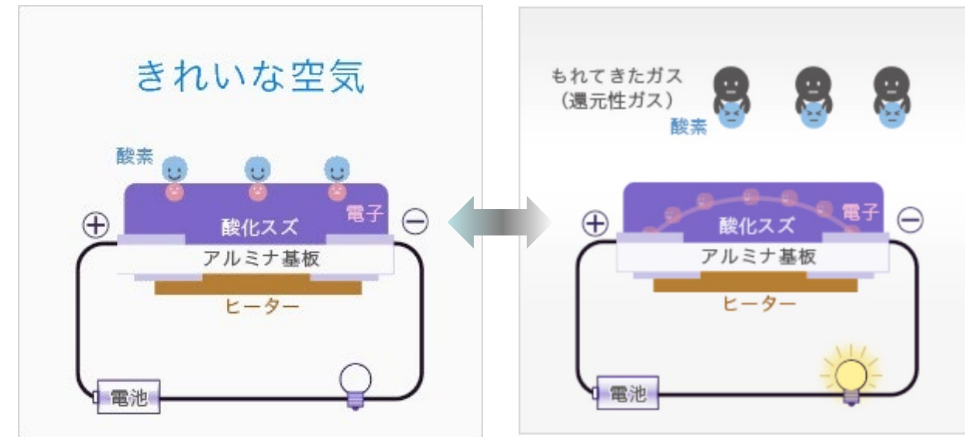
従来の技術と問題点

既存のエチレンセンサ

■ 電気化学式



■ 半導体式



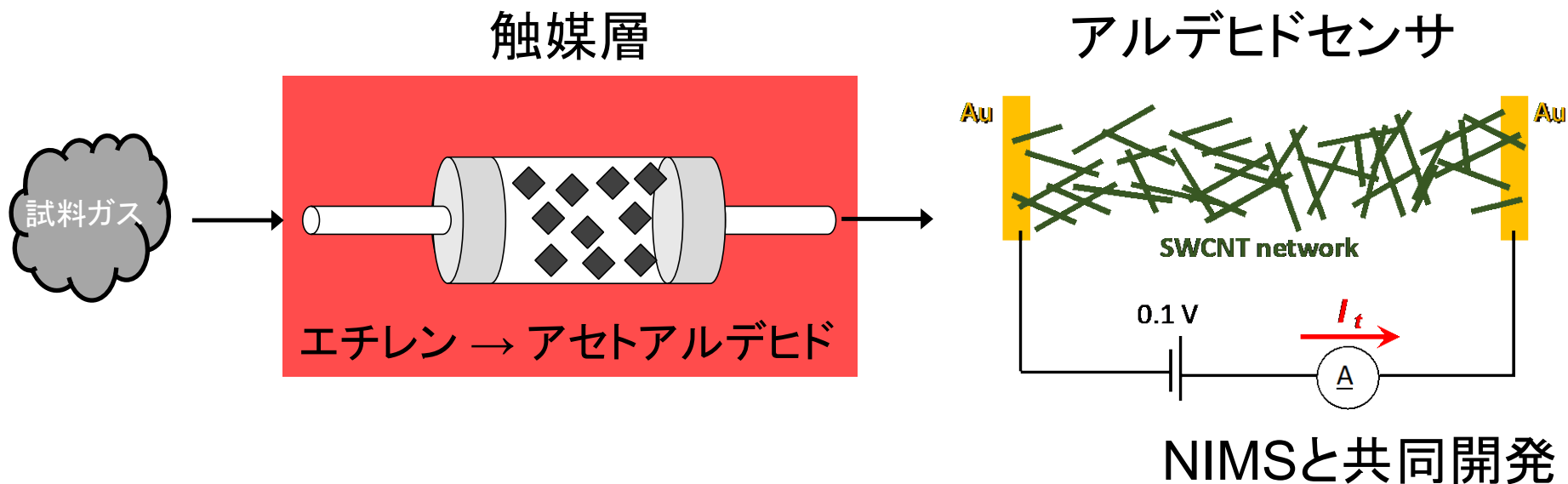
©フィガロ技研株式会社ホームページより

■ 問題点

- 他のガスと区別が付かない (ガス選択性が低い)
- 半導体式では高温が必要 (消費電力が高い)
- ベースライン測定に綺麗な空気が必要で、試料ガスだけの連続測定が困難

新技術の特徴

■ 新技術の概要



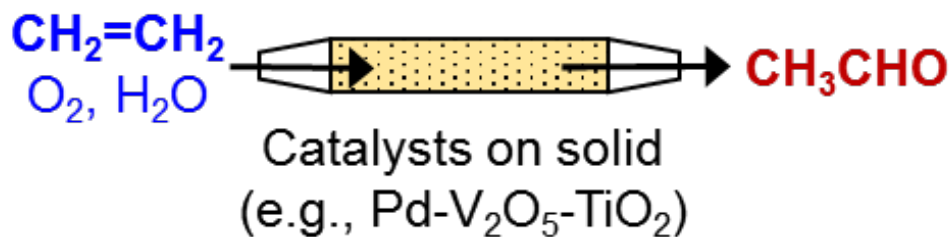
■ 特徴

- エチレンガスをアセトアルデヒドに変換し、検知が容易
- 触媒とセンサを分離した多段階システムで構築
- 触媒を利用してエチレンガスの選択性を向上
- 普通の空気や湿度下でも作動可能

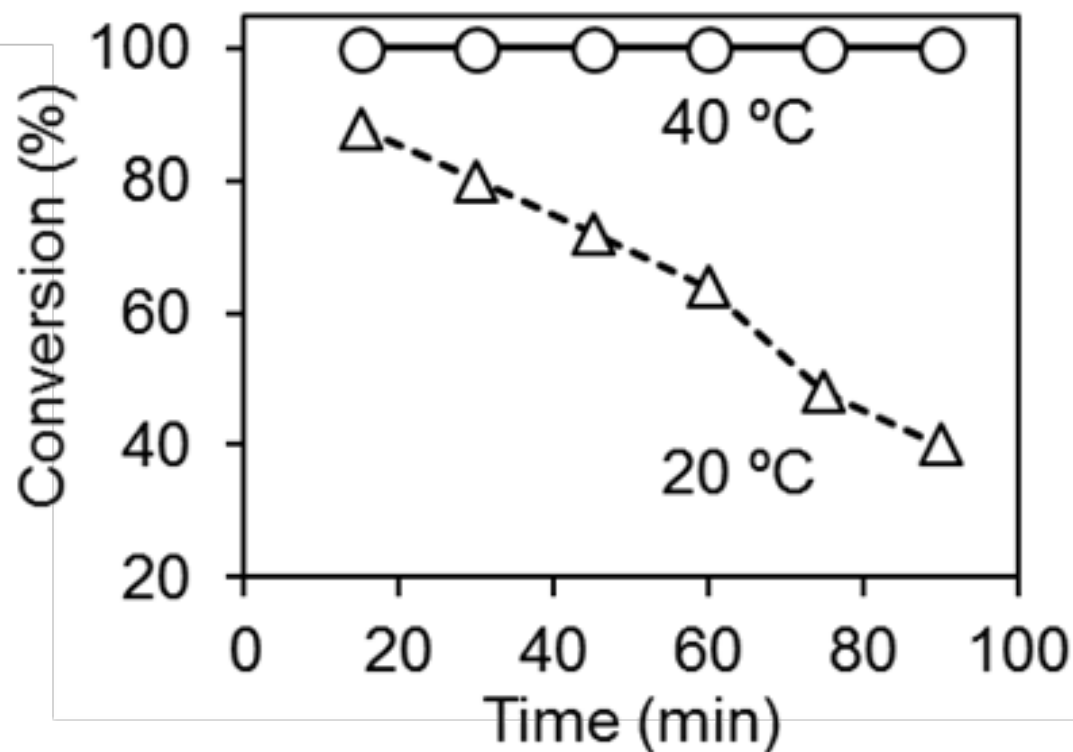
触媒の開発

■ エチレンガスの変換

Heterogeneous catalysis



100ppmエチレンガスの変換率

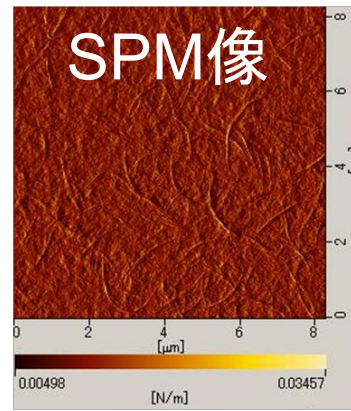
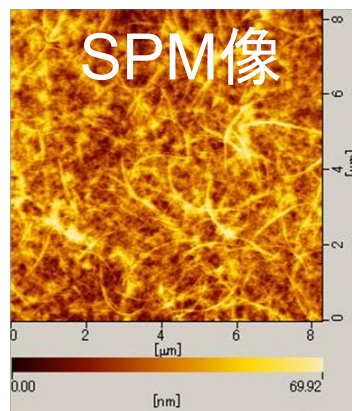
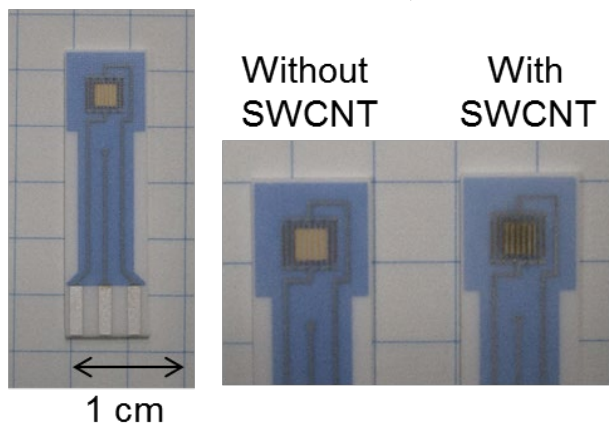


- 固体触媒Pd-V₂O₅-TiO₂は40度で選択的にエチレンを変換
- 固体触媒Pd-V₂O₅-TiO₂は120度で再生可能

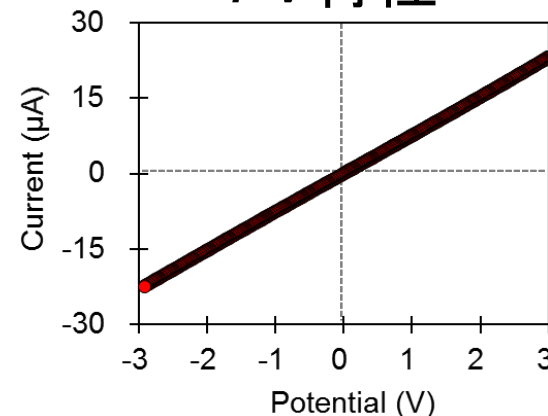
アルデヒドセンサ

■ 単層カーボンナノチューブ(SWCNT)の電極

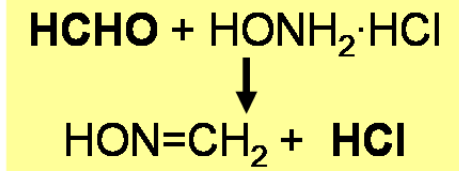
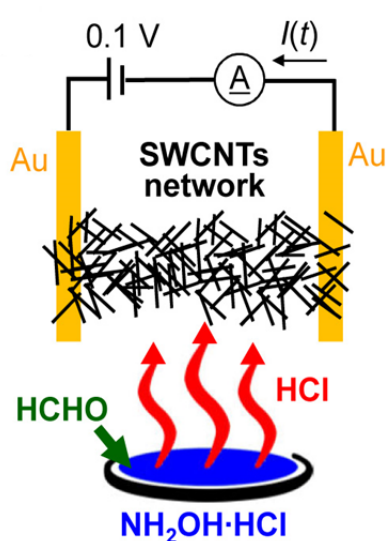
電極の外観



I-V特性



■ アルデヒドセンサの概要



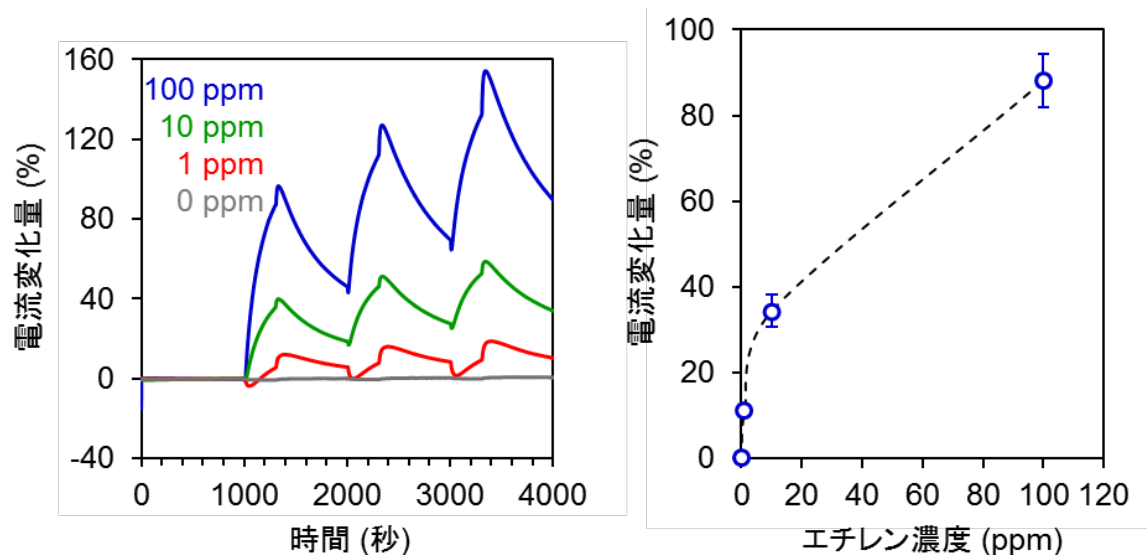
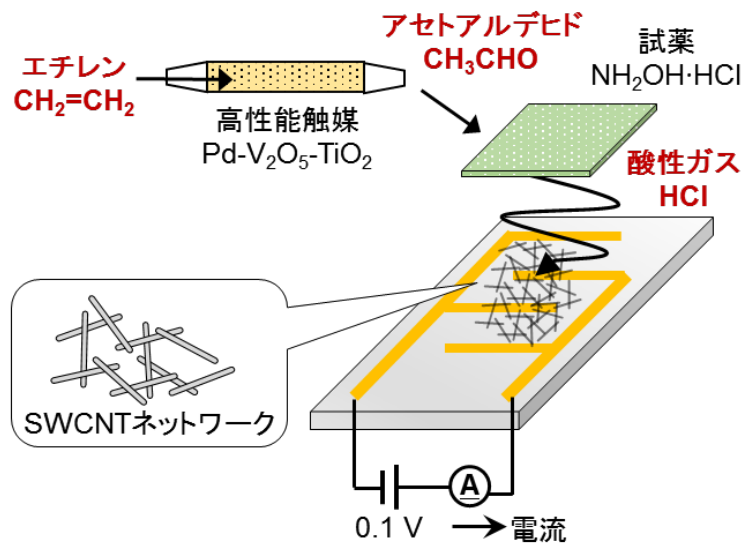
- ヒドロキシルアミン塩による前処理
- 小型電極センサを実現
- 高感度なアルデヒドセンサ
(ホルムアルデヒド検出下限0.016ppm)

Ishihara, S. et al. *ACS Sens.* **2017**, 2, 1405.

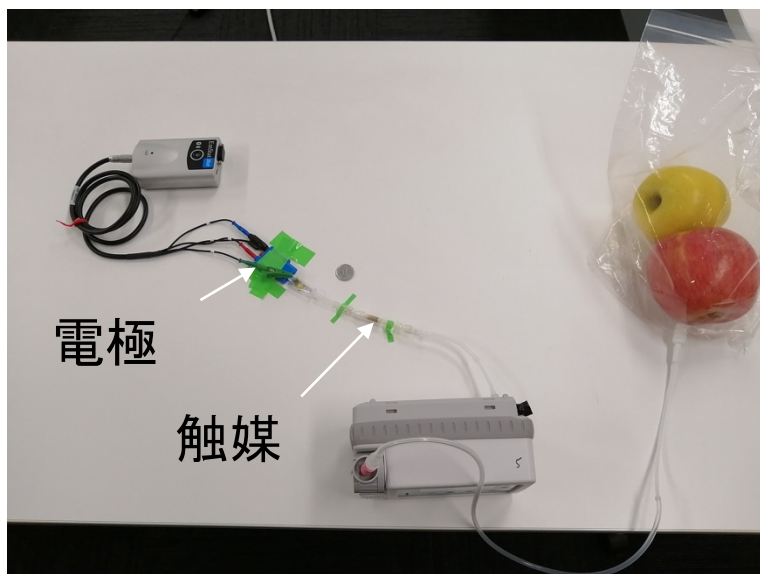
Ishihara, S.; Hong, D. et al. *ACS Sens.* **2020**, 5, 1405.

本開発のエチレンセンサ

■ センサの概略と応答

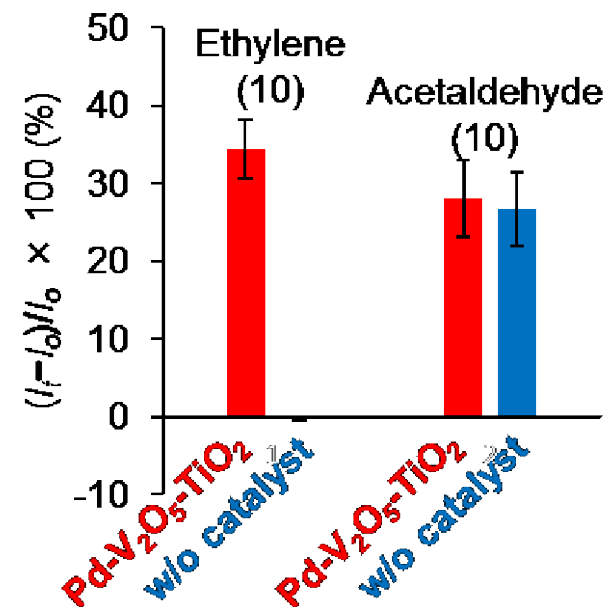
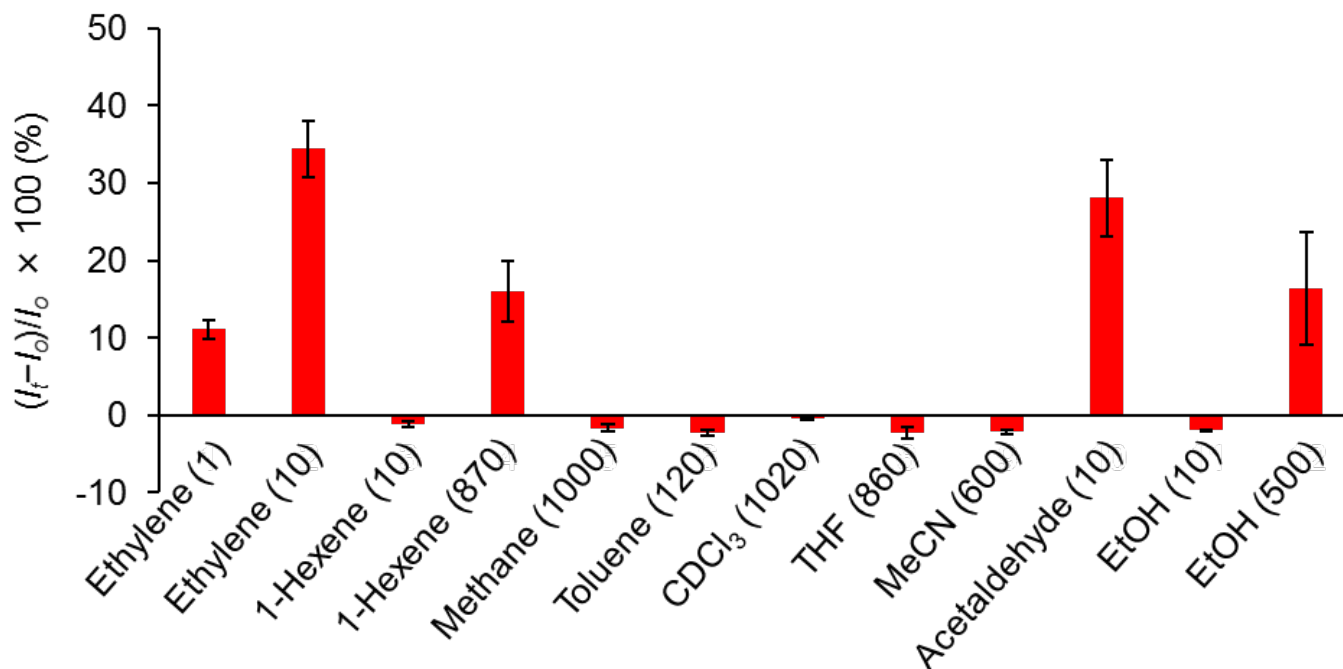


- 1 ppmのエチレンに対して、約10%の電流変化量は世界最高レベル
- 大気下、湿度を含む環境でエチレンを高選択的に検知
- 40度の低温で安定的に駆動
- ✓ 触媒と電極の有償貸与を実施中



選択性

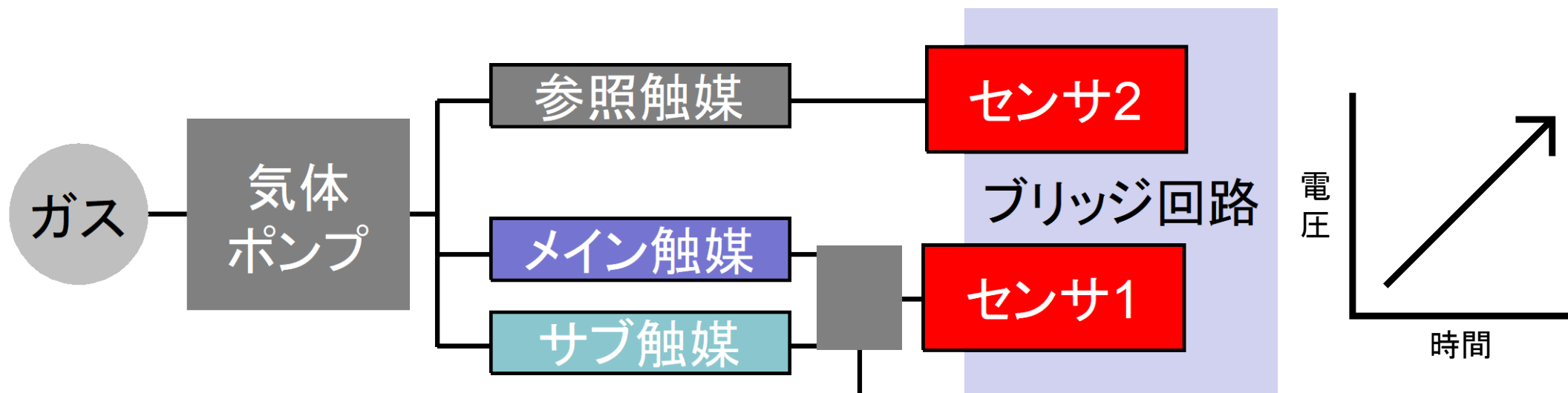
■ 他ガスの応答性、アルコール/アセトアルデヒドの識別



- ひとつのセンサでVOCに対して高い選択性があるが、アルデヒド及び高濃度アルコールは誤検出
- 複数のセンサ(触媒なし、参照触媒)を組み合わせることで、アルデヒド／高濃度アルコールも区別可能

試作機の製作中

■ 試作機のシステム



- ブリッジ回路を利用することで、微量エチレンガスを高感度に識別
- 混合ガスでもエチレンのみを検出することが可能

✓ 試作機の有償貸与を実施予定(2021年10月以降)

従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、水蒸気、アルコールなどのガスへの誤応答を改良することに成功した。
- 従来はベースライン測定に綺麗な空気が必要で、試料ガスだけでの連続測定が困難であるが、ガス選択性の性能が向上できたため、通常の水蒸気雰囲気でも簡便に測定が可能となった。
- 本技術の適用により、通信モジュールを搭載することで、遠隔での操作やデータ取得が可能にできるため、ICTを活用したスマート農業へ利用が期待される。

想定される用途

- 青果物の輸送・貯蔵時の鮮度状態を常時モニター
- エチレンガスのモニターを適用したスマート農業への展開

触媒 × センサ

- 触媒やセンサーを組み合わせることで、特定ガスのセンシング技術に応用可能

実用化に向けた課題

- センサの長期的な安定性と耐久性
- 装置の小型化
(試作機:A4サイズ、約4.5kg)
- 技術的な課題以外に、エチレンセンサ市場
需要の創出

企業への期待

- センサの実地試験、耐久性、安定性評価
- センサの小型化、システムの改善技術を持つ、企業との共同研究を希望
- 農業分野関係を考えている企業の本技術の導入
- 特定ガスのセンシング技術の新規開発を考えている企業、本技術の応用が可能

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : アルケン検知ガスセンサ、及び、
それを用いたシステム
- 出願番号 : PCT/JP2020/039138
- 出願人 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所、
国立研究開発法人物質・材料研究機構
- 発明者 : 洪 達超、石原 伸輔、中西 尚志

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ガス検出装置
- 出願番号 : 特願2021-080920
- 出願人 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所、
国立研究開発法人物質・材料研究機構
- 発明者 : 洪 達超、古賀 健司、石原 伸輔

お問い合わせ先

産業技術総合研究所
知的財産部 技術移転室

TEL 029-862-6158

FAX 029-862-6159

e-mail aist-tlo-ml@aist.go.jp