

ガス感応材料の光吸収変化を利用した  
健康阻害ガスセンサ

健康工学研究部門  
安藤 昌儀

m-ando@aist.go.jp

1

**光学式ガスセンサ(電気式ガスセンサとの対比)**

- ・ノイズに強く、遠隔非接触操作が可能(防爆にも有利)
- ・吸収、発光の波長特性等を用いたガス識別検知
- ・周辺技術が進歩→小型化・高感度化・低コスト化が可能に

**これまでに実用化されている光学式ガスセンサ**

- ・発色剤を用いた検知管・・・高感度だが繰り返し使用不可
- ・ガス自体の赤外吸収を用いたセンサ・・・赤外吸収を示さない水素等は検出不可

**本技術**

ガスに感応して光吸収等が可逆変化する材料(無機ナノ粒子、有機高分子)を、複合化・増感して使用

→ 繰り返し使用できる小型高感度な光学式ガスセンサ

2

・検出対象:健康阻害因子となり得る有毒ガス、可燃性ガス  
・検出実績:一酸化炭素(CO)、水素(H<sub>2</sub>)、オゾン(O<sub>3</sub>)(空气中)

**<イメージ>**

大気中

ガスA (低濃度)

ガスA (高濃度)

ガスB (低濃度)

ガスB (高濃度)

ナノ粒子等からなるガス感応膜

ガスの種類に応じて異なる色変化を示し、大気中では可逆的に元に戻る

**(1) 無機ナノ粒子膜の場合**

**[検出原理]**  
半導体(酸化物系等)ナノ粒子や金ナノ粒子へのガス吸着  
→ナノ粒子の触媒作用等によるガス分子の表面化学反応  
→ナノ粒子中の電子濃度や周囲の誘電率変化  
→ナノ粒子膜の光吸収(強度、スペクトル)変化  
・・・ナノ粒子の種類と複合化により、ガス感度増大・ガス識別機能発現

TEM像

Au

Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

20 nm

金-酸化銅複合膜のCOによる光吸収変化

1% (1000ppm) air+CO

3200ppm

1000ppm

500ppm

200ppm

50ppm

Time / min.

1% H<sub>2</sub>

1% CO

ガスによる複合膜の光吸収スペクトル変化

金-酸化コバルト複合膜の光吸収変化

- ・波長900 nm: CO, H<sub>2</sub>に感応して減少
- ・波長600 nm: H<sub>2</sub>だけに感応して増大

→ CO, H<sub>2</sub>の識別検知(共存時にも可能)

**(2) 有機高分子膜の場合**

**[検出原理]**  
酸化還元やプロトン化により、吸収スペクトルの異なる多数の状態を可逆的に取り得る高分子(ポリアニリン系)へのガス分子吸着  
→高分子の酸化還元状態やプロトン化状態の変化  
→高分子膜の光吸収(強度、スペクトル)変化  
・・・高分子の置換基選択によりガス感度の濃度特性を制御可能

Polyaniline

ポリ(2-クロロアニリン)

ポリ(N-メチルアニリン)

O<sub>3</sub>感度(O<sub>3</sub>によるポリマー一本の吸光度変化率)

O<sub>3</sub>濃度 / ppm

ポリアニリン誘導体膜が空气中のオゾン(O<sub>3</sub>)に感応して示す光吸収変化(25℃)

**想定されるアプリケーション**

- ・小型携帯型／定置型空気質モニター(屋内:工場、オフィス、家庭、乗物内等、および、屋外:大気汚染地域や火山地帯等)
- ・機械装置・燃料電池等の運転状況チェック用定置型ガスモニター

5

**他の類似技術に対する優位点・特徴**

- ・発色剤を用いた検知管と異なり、光吸収変化が可逆的なので繰り返し使用が可能。
- ・ガス自体の赤外吸収を用いたセンサに比べると、赤外吸収を示さない水素等の検出もでき、ガス自体の微小な光吸収ではなくガス感応膜で増幅された光吸収変化を用いるので高感度化に有利。

**弱点・足りない点・補強したい点、所内に期待する協力**

- ・光吸収変化でガスを検知する方法では、出力信号のダイナミックレンジがあまり広く取れないという弱点があるので、ガス感応膜の非表面積増大や増感剤による改良に加えて、発光を併用したガス検知方法を検討中。
- ・異種のガスが共存した場合に、ガス検知の相互妨害が起こる場合の有無を系統的に調べると共に、相互妨害があってもそれを最小限にする技術を開発したい。
- ・本発表者は材料開発が専門なので、センサ装置のプロトタイプを組み上げや、周辺機器を巧みに使用して高感度化・小型化・省エネ駆動化を図るべき段階が近付けば、当該技術がわかる方との意見交換を希望します。