A decorative graphic at the top of the slide features a light blue horizontal bar with a darker blue segment on the left. Above this bar are five circles: a solid purple circle, an outlined purple circle, a solid purple circle, an outlined purple circle, and a solid purple circle. The top-left and bottom-right corners of the slide have light purple triangular accents.

スクリーン印刷法による パターン電極の作製と溶存酸素分析

東京理科大学工学部工業化学科

ニューロング精密工業株式会社 開発技術部

電気化学センサー

1/14

電気化学センサー

測定対象で起こっている事象を電気化学パラメータとして測定するセンサー

電気化学パラメータ → 電位・電流

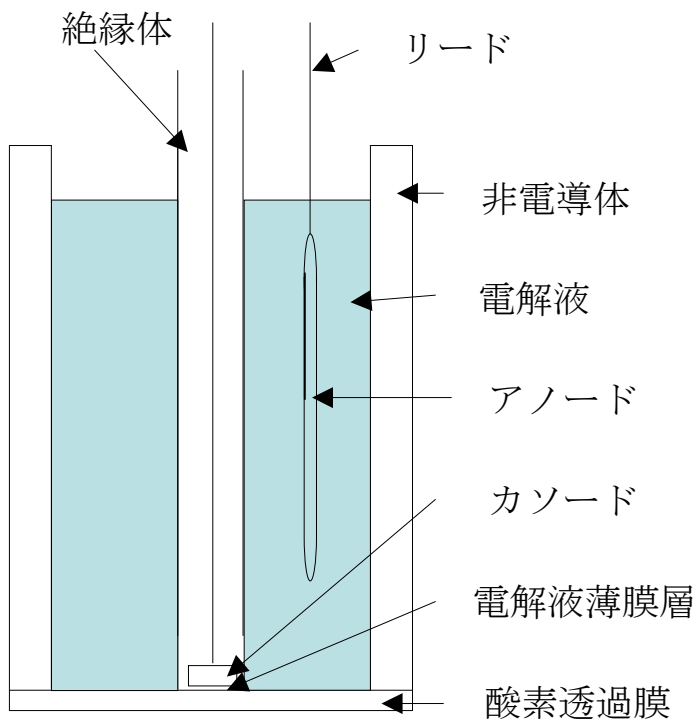
電位・電流 → 抵抗

パターン電極により電気化学センサーを作製

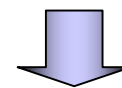
酸素センサー

2/14

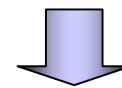
クラーク型酸素センサー（市販品）



電極材料 → 貴金属



電極の価格も高価

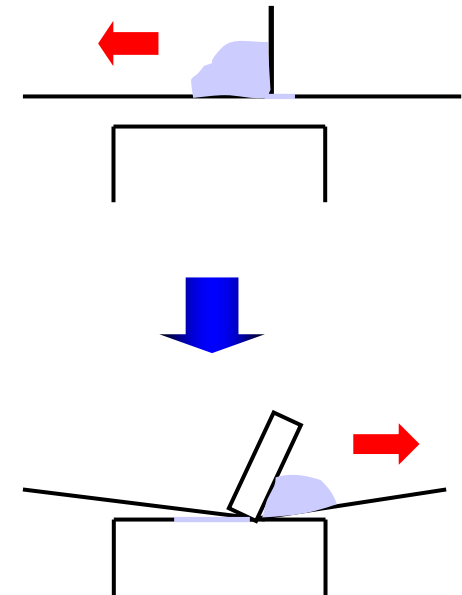


電極材料の検討

スクリーン印刷法

3/14

版支持板として紗を用い，その上につくられた版画像を通して印刷インクを被印刷体に転移させ画像複製を行う技術の総称



LS-150TV (ニューロング精密工業(株)製)

スクリーン印刷法の特徴

4/14

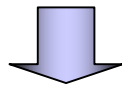
- 厚膜印刷が可能
- インクの種類が多く，印刷物に様々な特性を付与が可能
- 同一印刷条件で作製することにより同じ印刷が可能
- 印刷にはインクや版，また被印刷体との相互関係や装置による印刷条件が影響

酸素センサー測定原理

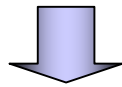
5/14

電流測定型センサー

電極上に卑な電位を印加



溶存酸素を還元



還元電流を測定し、溶存酸素濃度決定

Fickの第一法則

$$J = -D \left(\frac{dc}{dx} \right) \quad \frac{dc}{dx} : \text{濃度勾配 (mol cm}^{-4}\text{)}$$

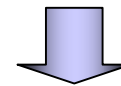
J : 流束 (mol cm⁻² s⁻¹)

D : 拡散係数 (cm² s⁻¹)

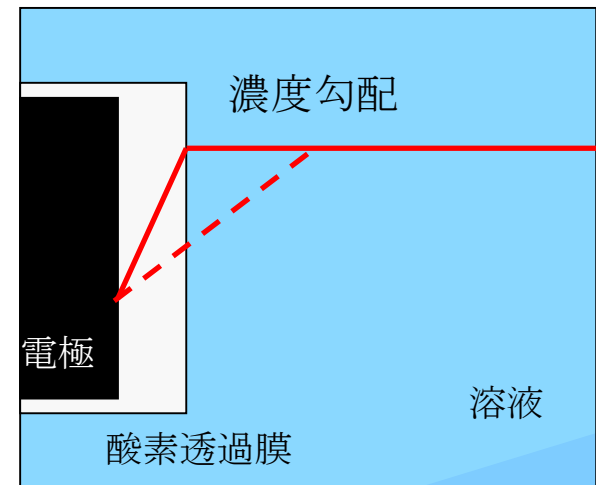
酸素センサーでは

酸素透過膜

拡散層の厚さを決定



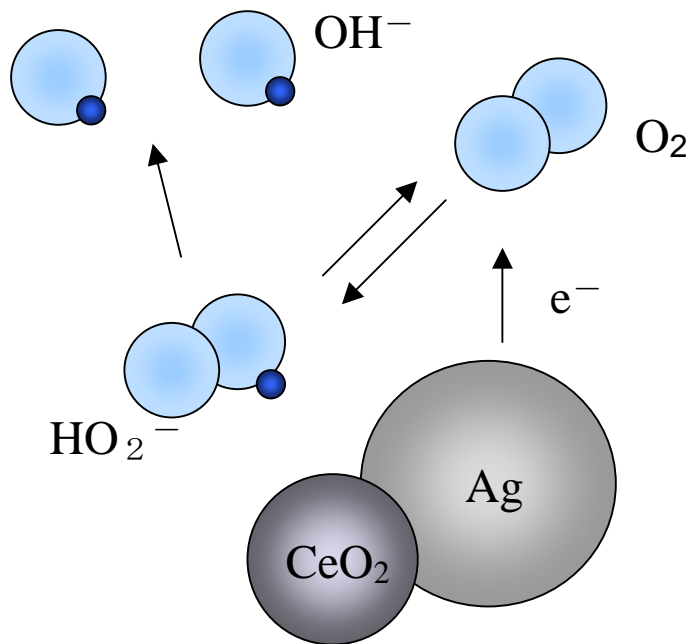
拡散層の成長が時間依存しない



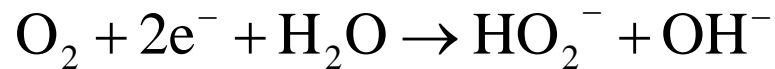
電極材料

6/14

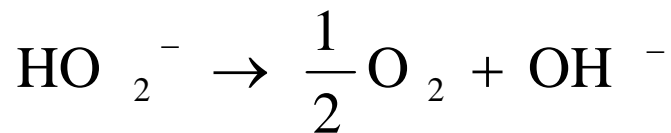
希土類酸化物の酸素還元機構¹⁾



銀上で還元



セリア上で過酸化水素の還元



➡ 間接 4 電子反応

➡ 酸素還元活性が向上

➡ 酸素センサーの感度向上

電極作製準備

7/14

材料

銀インク (ECM-100 AF5000 太陽インキ製造社製)

カーボンインク (JELCON CH-10 十条ケミカル)

レジストインク (TF-200 FR1 太陽インキ製造社製)

カプトン (東レ・デュポン社製)

シルポット (東レ・ダウコーニング社製)

PDMSインクの調製

シルポット 20 ml に対し、硬化剤 2 ml 添加



トルエンをシルポットの量に対し、20・40・50・60%の割合で混合

カーボンインク用触媒の作製

8/14

銀担持カーボン粉末

銀・セリア担持カーボン粉末

硝酸銀溶液をカーボン担体に含浸

硝酸銀, 硝酸セリウムから触媒前駆体を作製

乾燥

カーボン担体と分散

不活性ガス中で焼成 (400°C, 一時間)

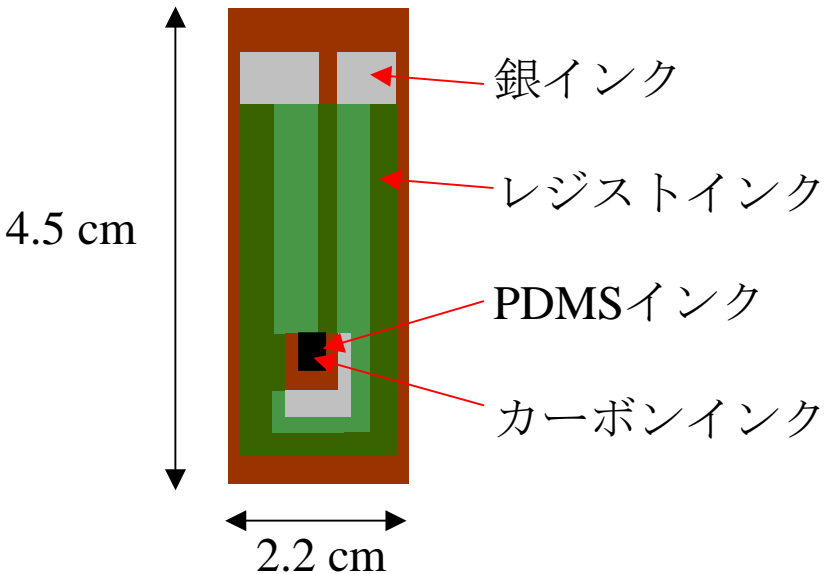
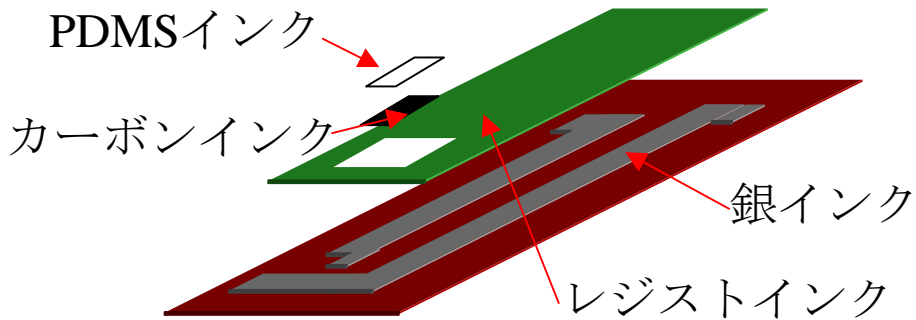
不活性ガス中で焼成 (400°C, 一時間)

カーボンインクに混合

(カーボンインク 20 g に対し, 触媒粉末 0.5 g)

酸素センサー作製方法

9/14



基板の上に銀インクを印刷しリードを作製

↓
120 °Cで30分乾燥

↓
作用極, 対極を残し, レジストで覆う

↓
120 °Cで30分乾燥

↓
作用極にカーボンインクを印刷

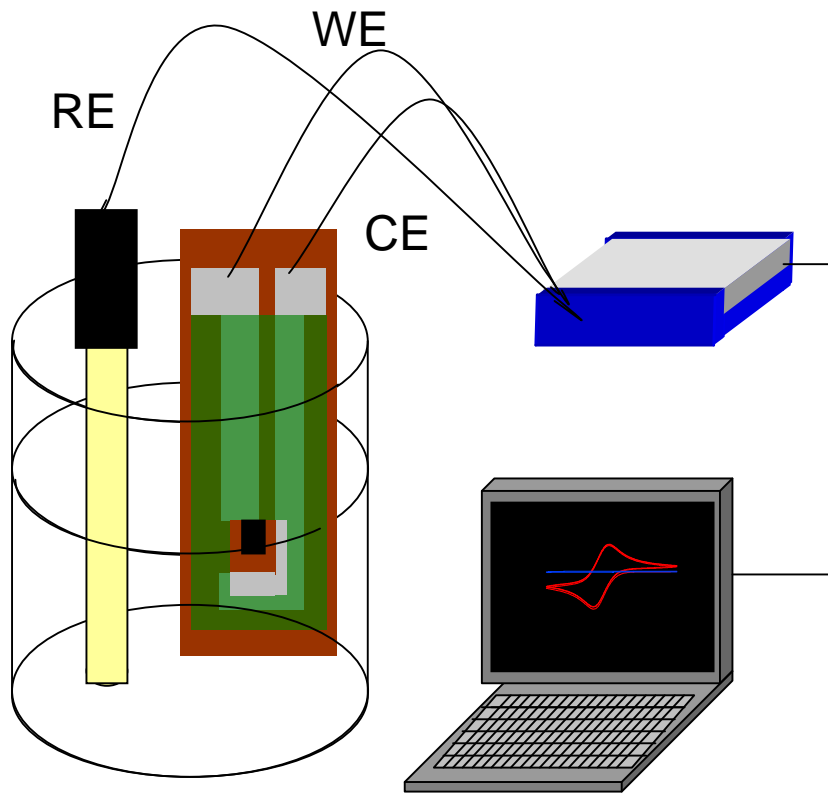
↓
120 °Cで30分乾燥

↓
作用極上に酸素透過膜用インクを印刷

↓
120 °Cで30分乾燥

溶存酸素測定装置図

10/14



測定条件

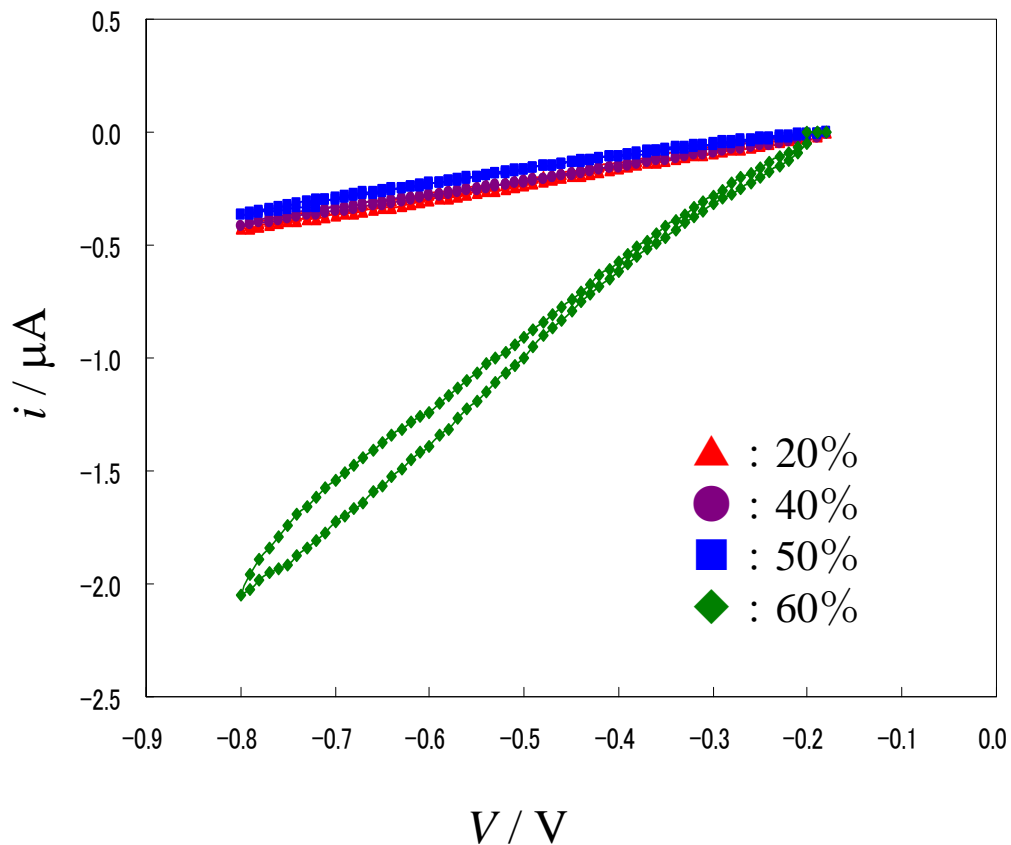
電位走査速度 : 100 mV / sec

電位走査範囲 : - 0.2 V から - 0.8 V

電解質溶液 : Na_2ClO_4 溶液
(0.1 mol dm⁻³)

PDMS膜調整の検討

11/14



測定条件

PDMS膜あり

電位走査速度 : 100 mV / sec

電位走査範囲 : - 0.2 Vから- 0.8 V

電解質溶液 : Na_2ClO_4 溶液
(0.1 mol dm^{-3})

図 PDMSインク中のトルエン量変化による応答の変化

PDMS膜の影響

12/14

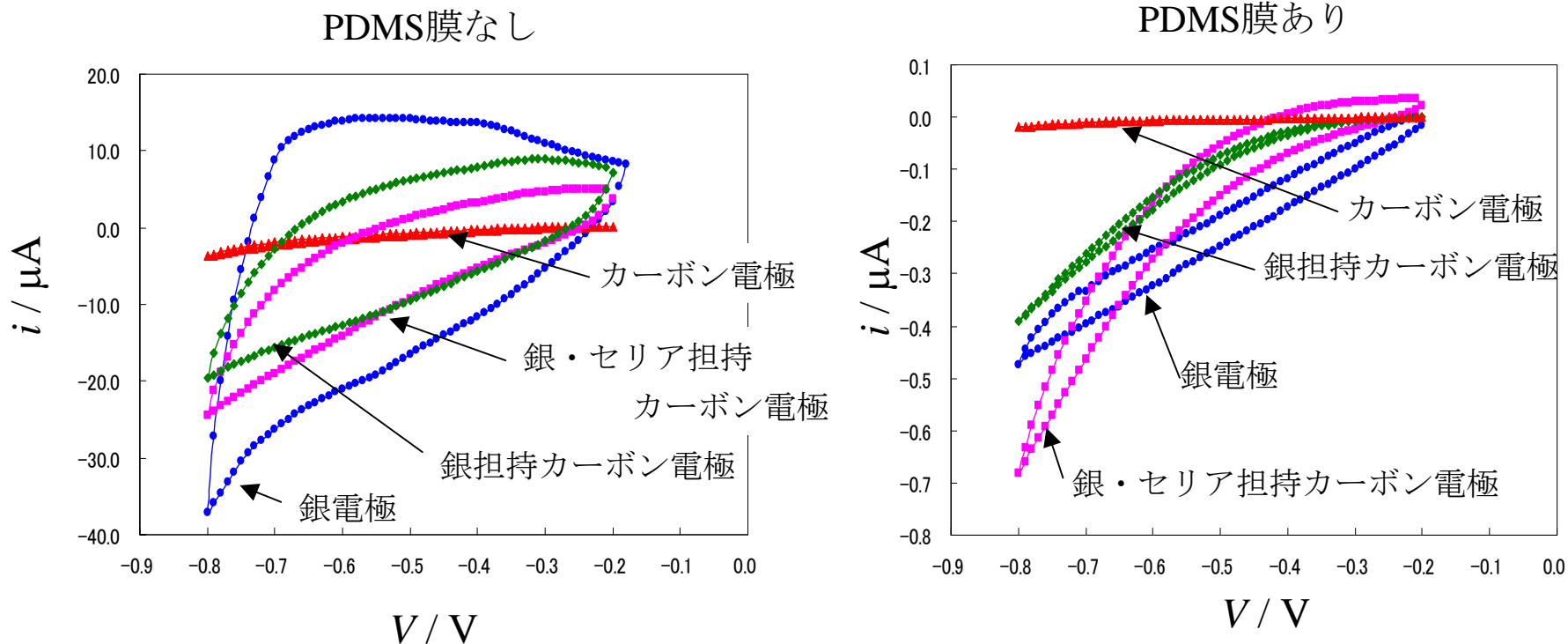


図 電極材料の変化による応答の変化

測定条件
大気開放下

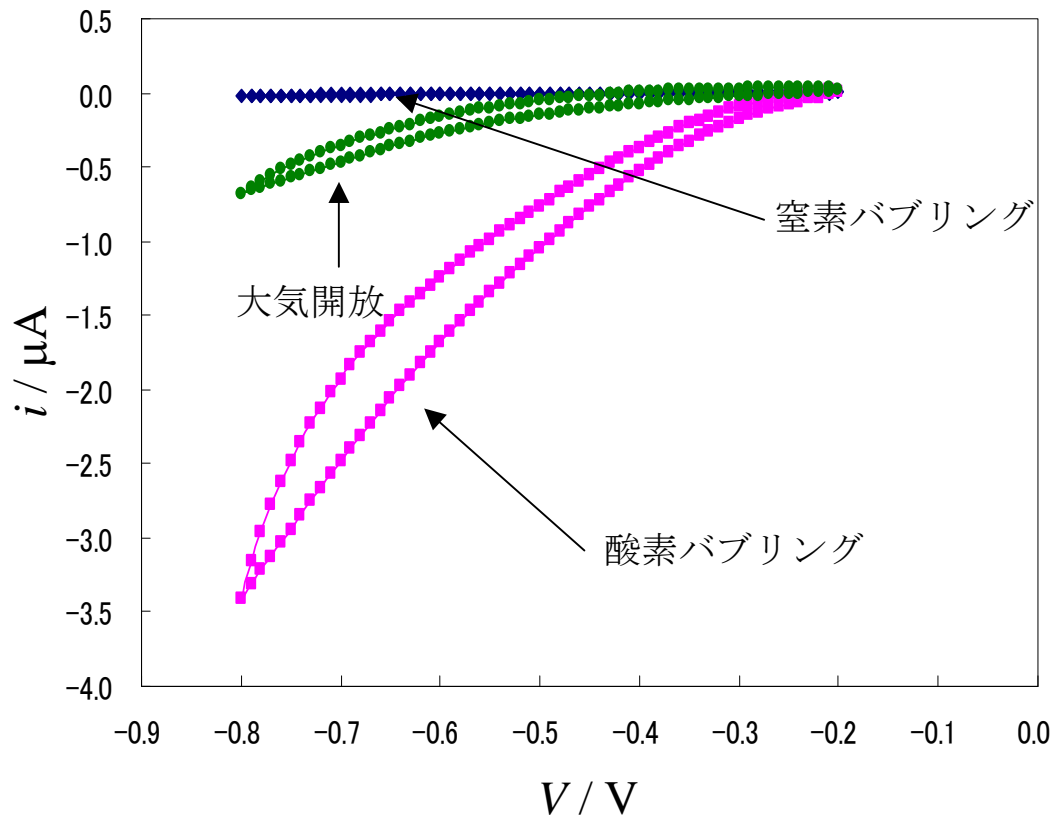
電解質溶液 : Na_2ClO_4 溶液 (0.1 mol dm^{-3})

電位走査速度 : 100 mV / sec

電位走査範囲 : -0.2 V から -0.8 V

酸素センサー測定結果

13/14



測定条件

PDMS膜あり

電位走査速度 : 100 mV / sec

電位走査範囲 : - 0.2 Vから- 0.8 V

電解質溶液 : Na_2ClO_4 溶液
(0.1 mol dm^{-3})

図 酸素濃度による応答の変化 (銀・セリア担持カーボン電極)

まとめ

14/14

センサー作製法

スクリーン印刷法



簡便にセンサー作製が可能

酸素センサーの電極材料の検討

カーボン → 化学的に不活性であるため測定溶液中において安定であるが感度が悪い

触媒としてセリアを適用することにより感度が向上した