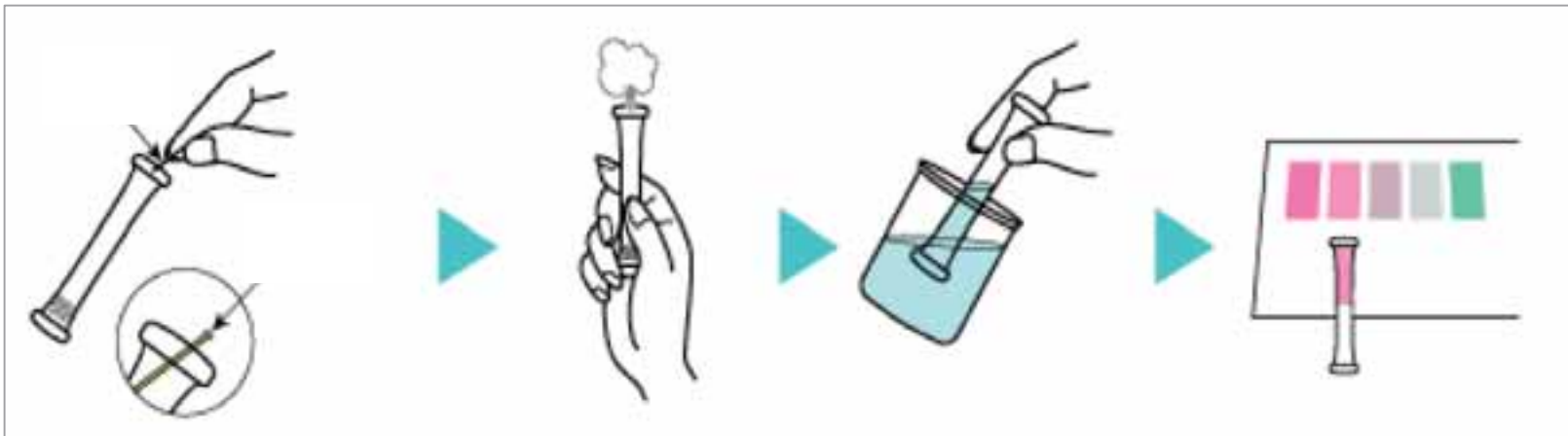

誰もが簡単・明確に濃度を判定できる オンサイト目視計測技術

富山工業高等専門学校 物質工学科
助教 間中淳

研究背景

比色法：色の濃淡で濃度判定(分析装置不要)
現場分析において有効な手法



(水質検査、尿検査、実験キット、etc.)

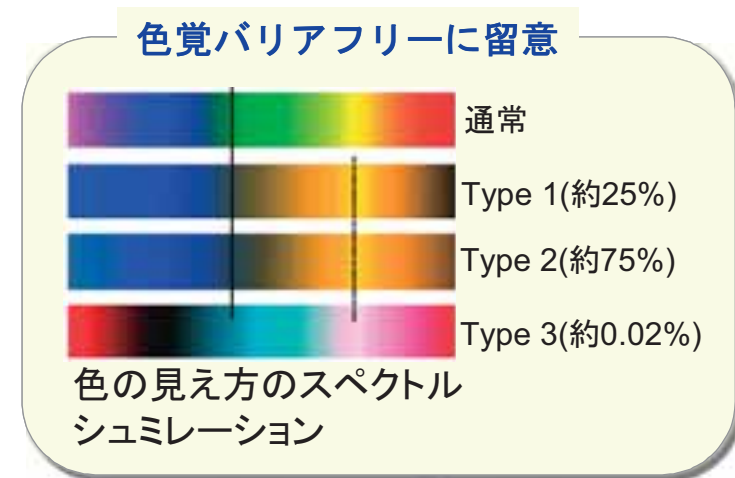
研究背景

比色法：便利だけど・・・

デメリット

測定者の色覚に依存する手法

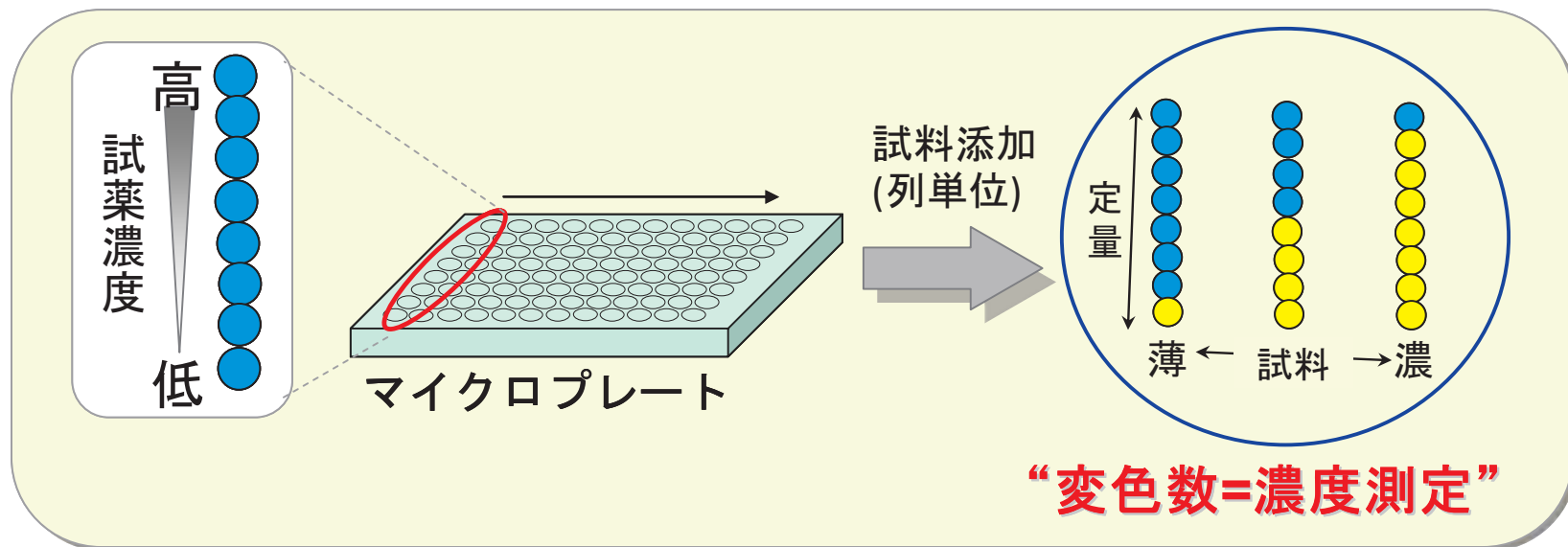
- 分析結果の個人差が大きい
(明確な判定基準がない)
- 色覚に疾患を持つ測定者に
扱いにくい



日本人の約5%

新技術の基となる研究成果・技術

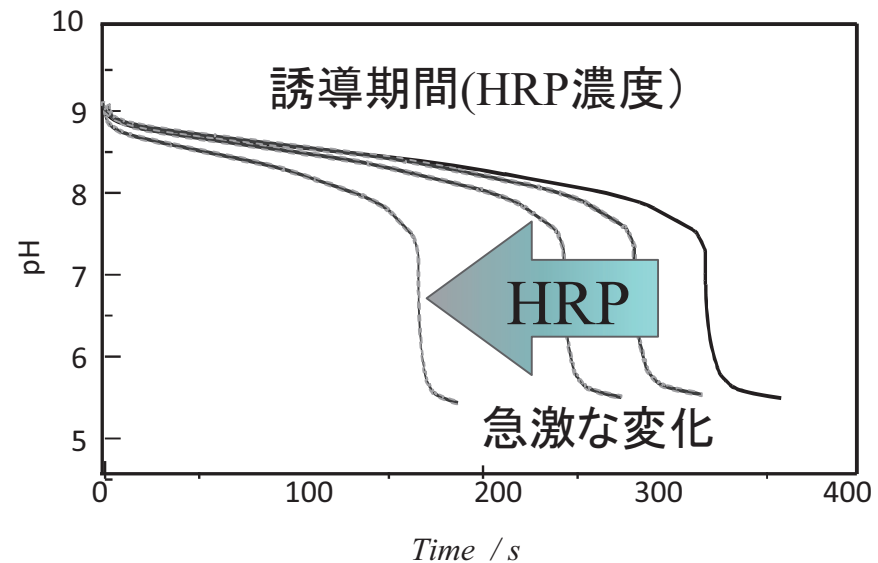
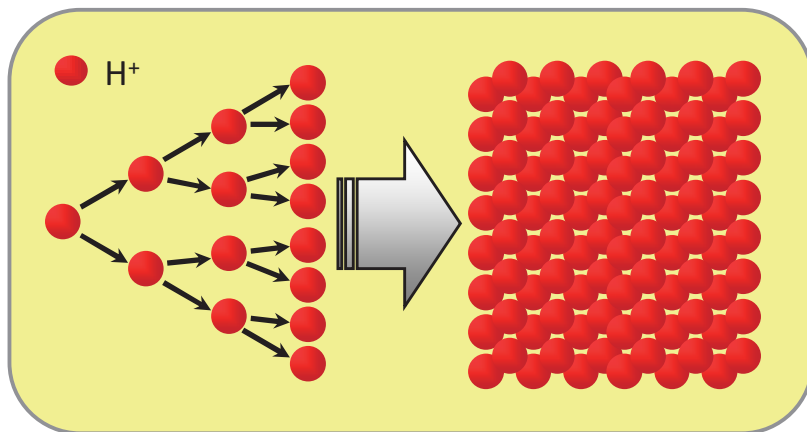
目視－マイクロプレート法 変色数で濃度を判定する目視分析技術



- ①種々の濃度の反応試薬を加える
- ②列単位で試薬を添加
- ③変色数で濃度を判定 → **誰でも明確に濃度を判定**

•本技術に至るまで

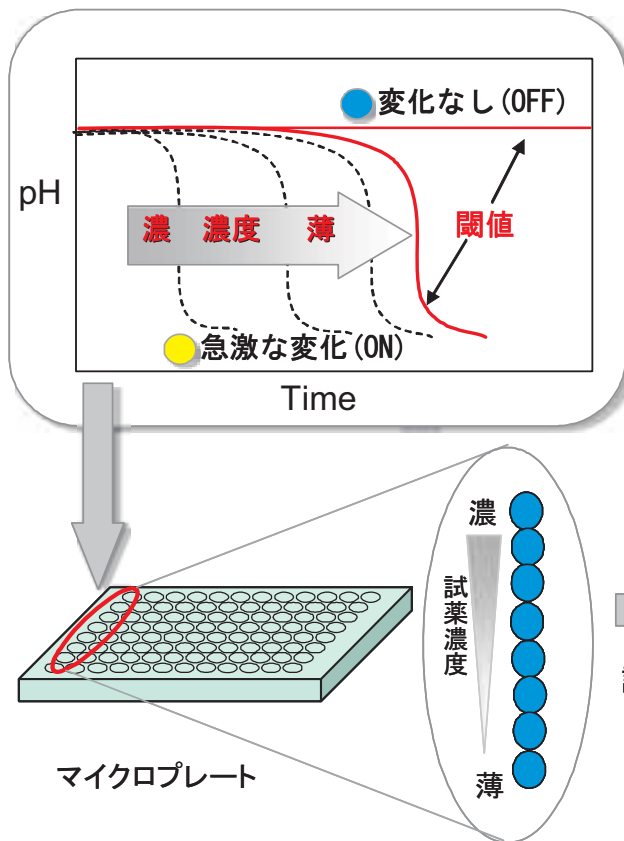
亜硫酸塩－過酸化水素系自己触媒反応



人間の目とストップウォッチによる目視計測

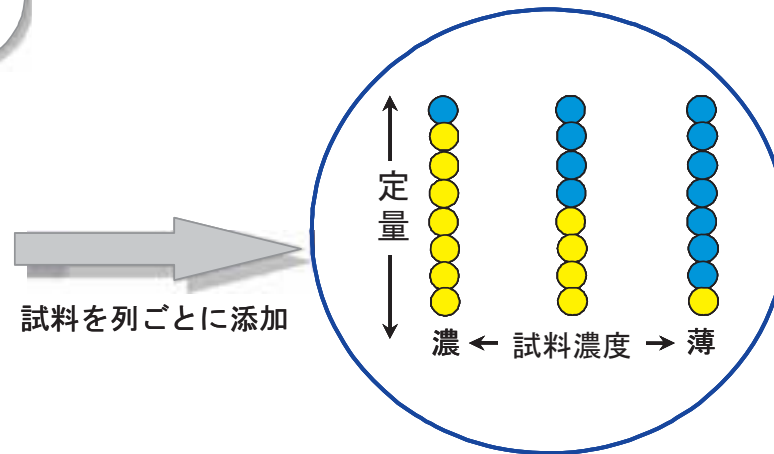
発想の転換

Na₂SO₃-H₂O₂系自己触媒反応



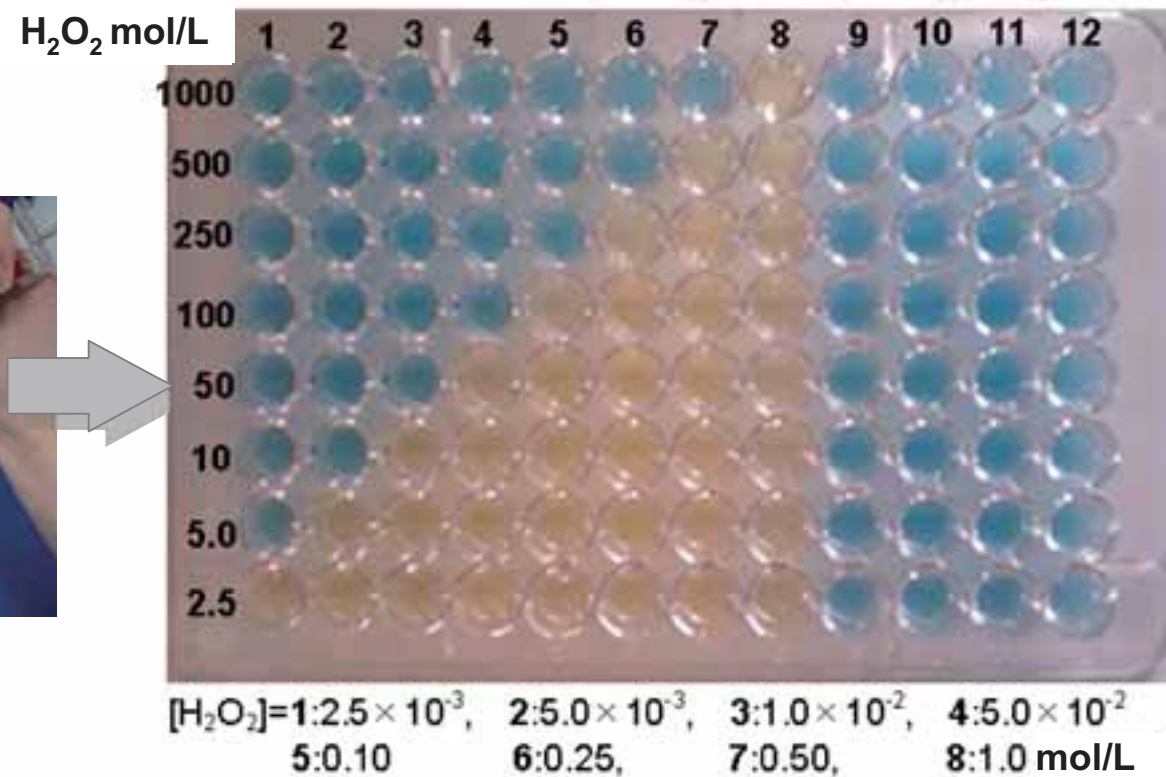
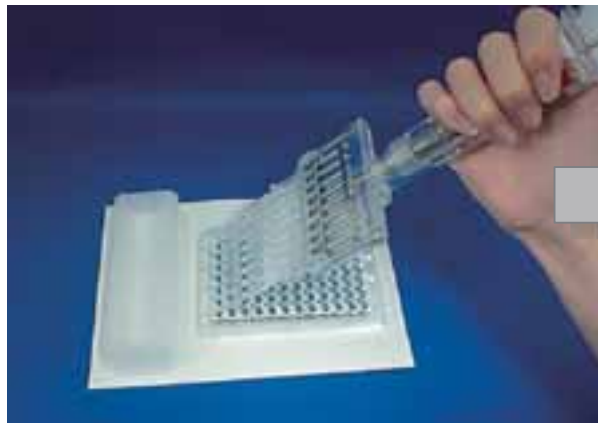
変色反応:濃度の閾値が存在
(一定の濃度比)

- Na₂SO₃ ≤ H₂O₂ 変色
- Na₂SO₃ > H₂O₂ 変化なし



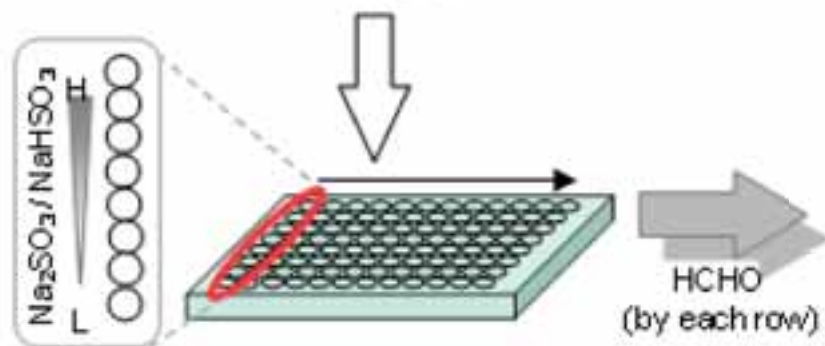
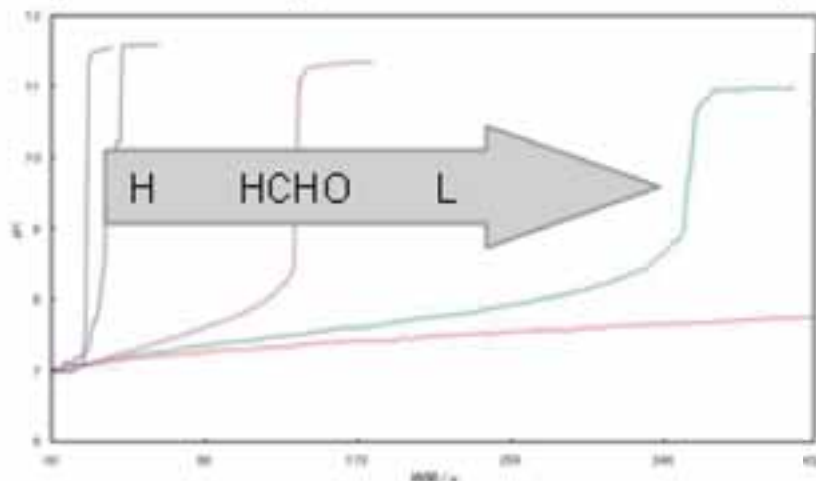
• 実際の測定結果

過酸化水素($\text{Na}_2\text{SO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ 系)

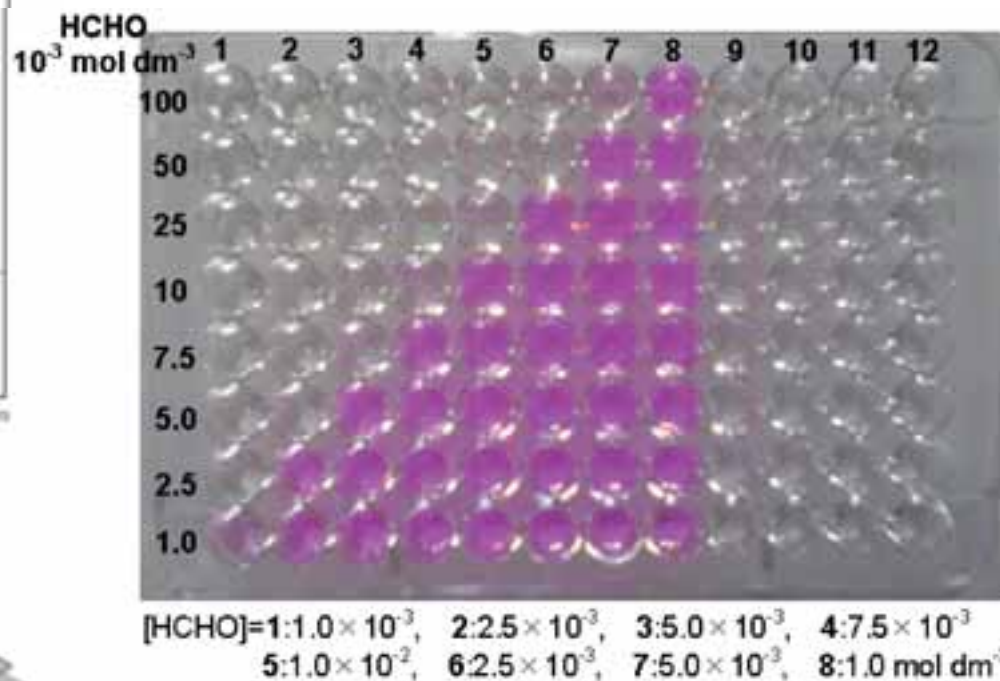


類似例:ホルムアルデヒドの目視分析 (亜硫酸塩—ホルムアルデヒド系)

pH-time curve($\text{Na}_2\text{SO}_3 / \text{NaHSO}_3 / \text{HCHO}$)



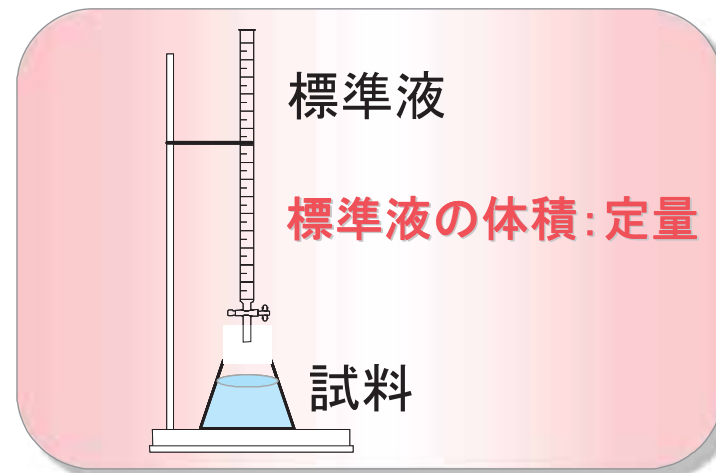
With phenolphtharain



より一般的な変色反応へ(滴定)

滴定分析

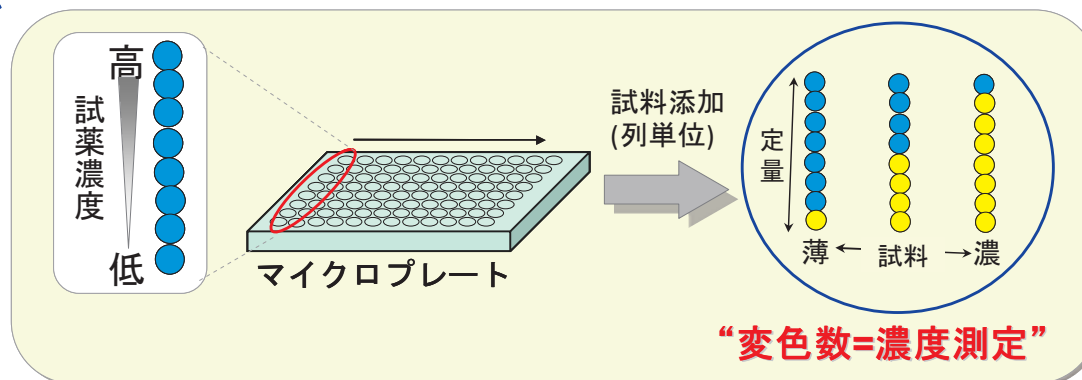
- 試料に標準液を添加：等量点で変色
- 等量点：濃度の閾値が存在
(反応物の濃度比で決定)



試料と標準液の添加順序を逆に

目視-マイクロプレート法

- 標準液濃度を順に変化
(閾値設定)
- 列単位で試料添加
変色数で濃度測定



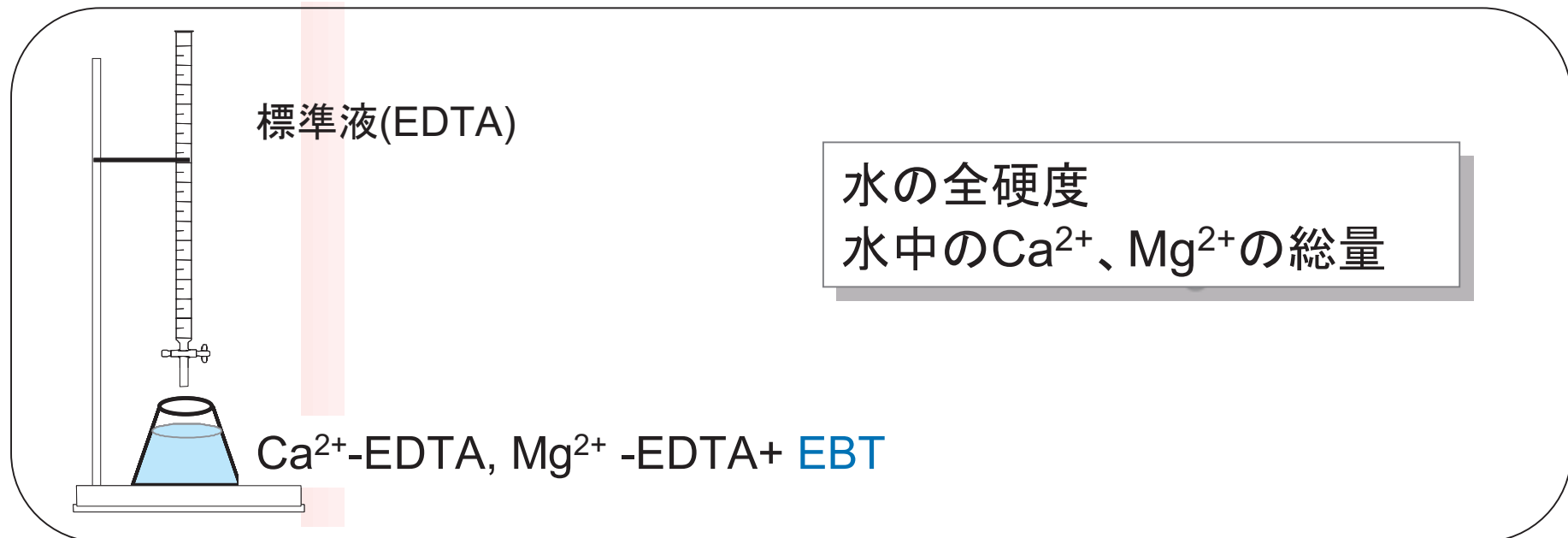
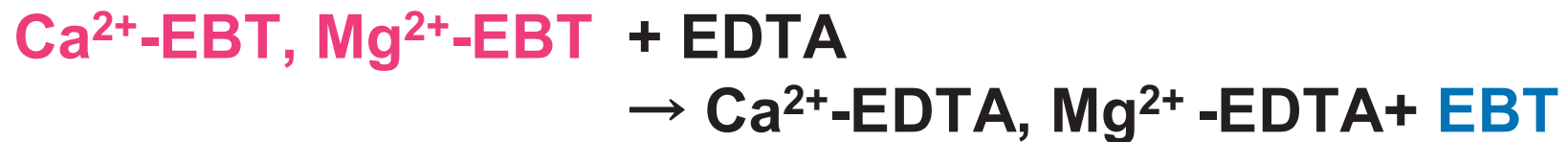
● 滴定の種類

滴定法	主な手法	応用例
中和滴定	酸滴定、アルカリ滴定	酸、塩基、食酢中の酢酸、果実中の有機酸 etc.
酸化還元滴定	過マンガン酸カリウム滴定 ニクロム酸カリウム滴定 ヨウ素滴定 ヨウ素還元滴定	過酸化水素、鉄、銅、DO、COD、塩素、ビタミンC、酸化防止剤、ホルマリン、etc.
沈澱滴定	モール法、ホルハルト法 ファヤンス法	塩化物イオン, シアン, etc.
キレート滴定	EDTAによるキレート滴定	水の硬度 金属イオン

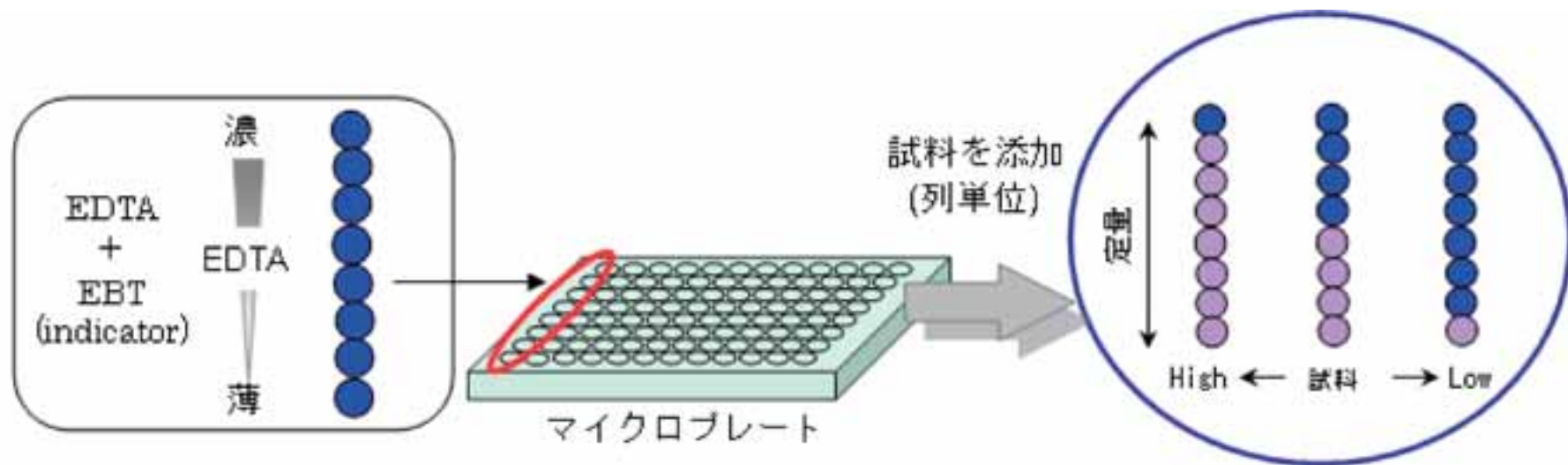
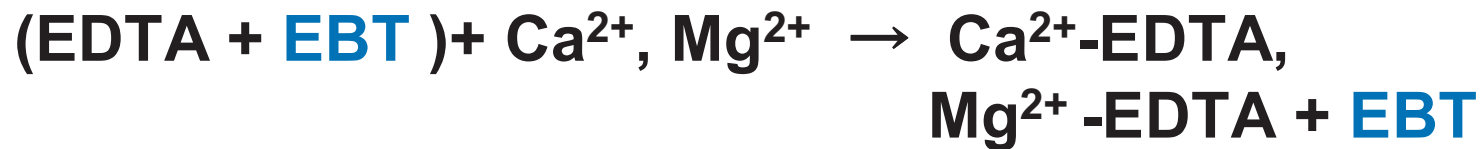
滴定分析の反応を利用 → 幅広い応用性

● 例(キレート滴定による水の全硬度測定)

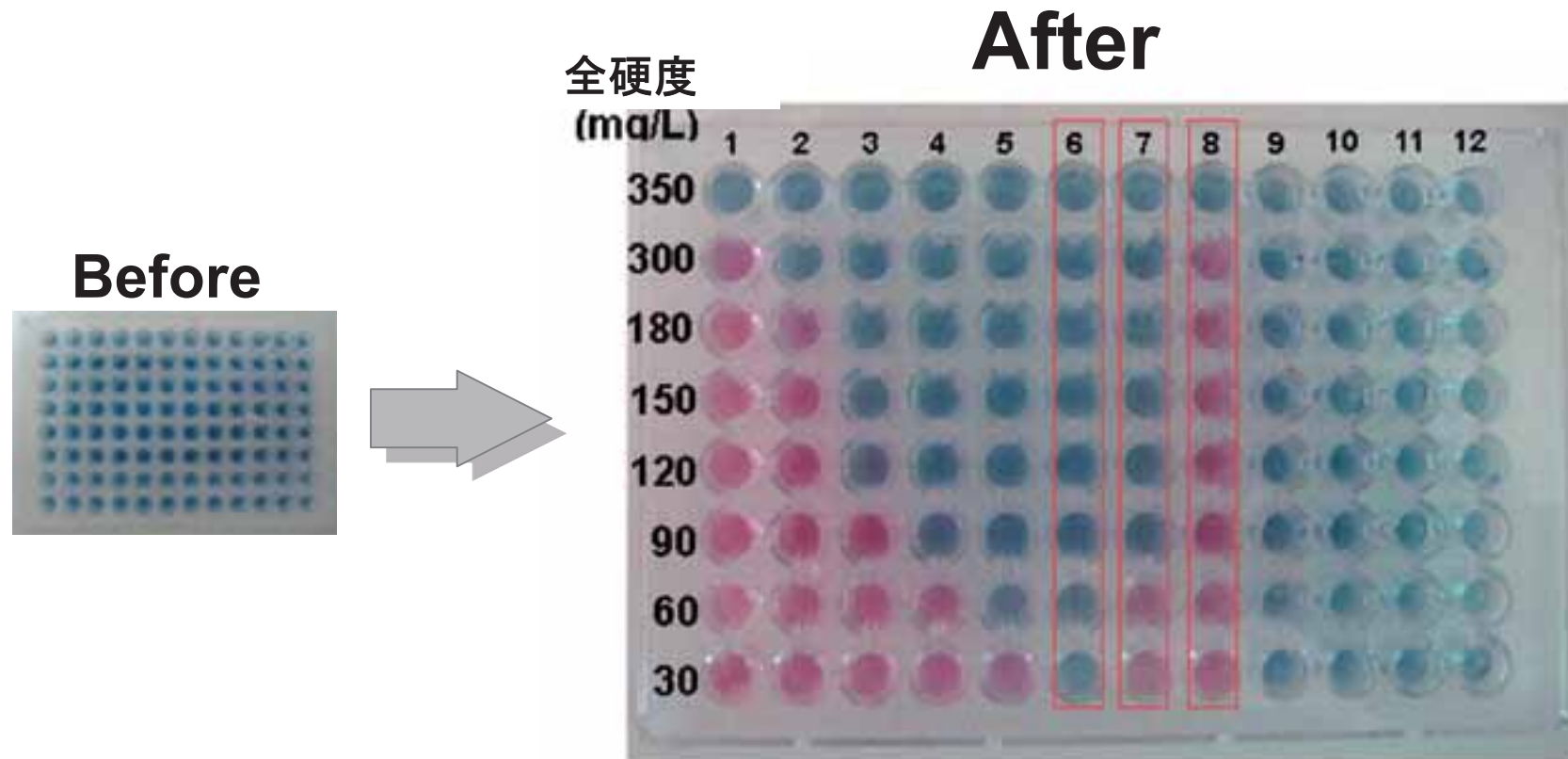
キレート滴定



(例)キレート滴定による水の硬度測定



(例)キレート滴定による水の硬度測定



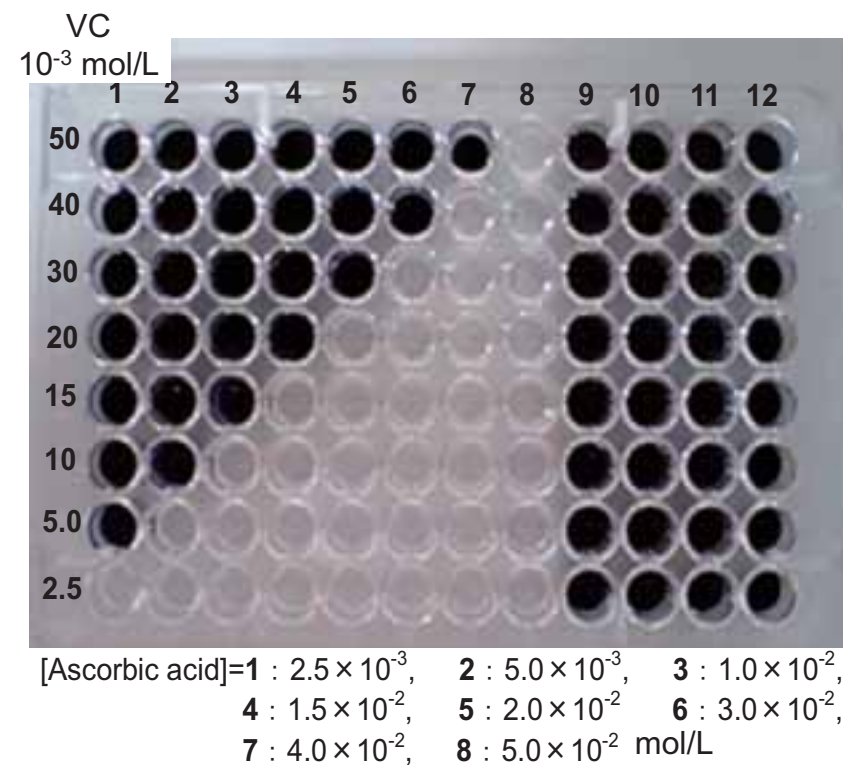
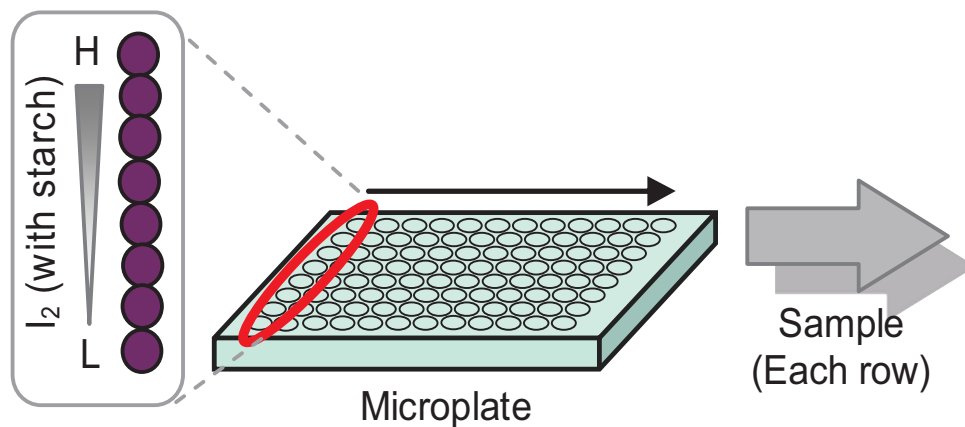
全硬度=1: 300, 2: 180、3: 120, 4: 60, 5: 30 mg/L

6: 蒸留水、7: 水道水(70mg/L)

8: ミネラルウォーター(310mg/L)

変色数=水の全硬度

類似例: ビタミンCの目視計測(ヨウ素滴定)



より多くの分析対象物に対応するため

● 比色法: 多数の分析対象物

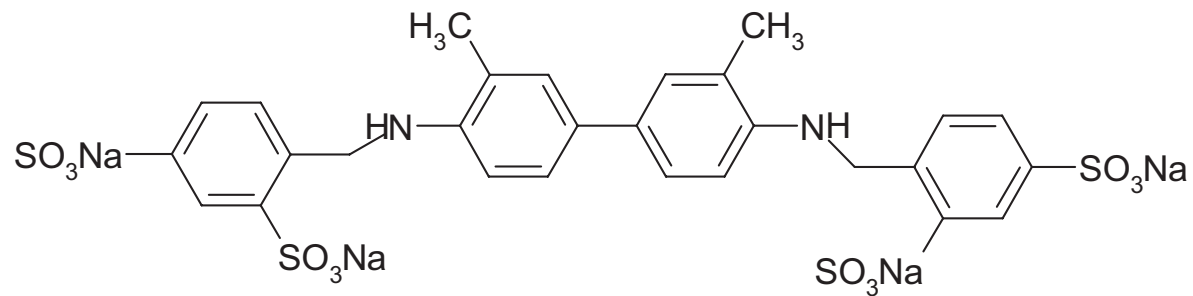


比色法の変色反応を利用

本法の幅広い応用が期待

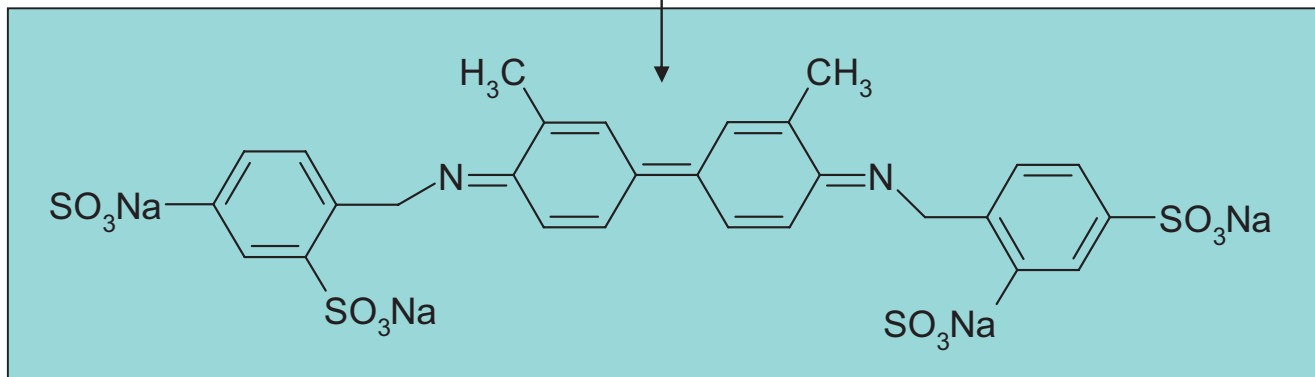
測定項目		
銀	鉄	pH
アルミニウム	鉄(低濃度)	pH-TBL
金	2 価鉄	酸性雨用 (pH-BCG)
ほう素	2 価鉄(低濃度)	pH-BTB
カルシウム	ホルムアルデヒド	pH-TBH
カルシウム硬度	過酸化水素(高濃度)	パラジウム
塩化物(300)	過酸化水素	過マンガン酸カリウム消費量
塩化物(200)	ヒドラジン	フェノール
塩化物(低濃度)	金属総量(5 種)	りん酸(高濃度)
残留塩素(高濃度)	マグネシウム	りん酸態りん(高濃度)
残留塩素(遊離)	マグネシウム硬度	りん酸
総残留塩素	マンガン	りん酸態りん
二酸化塩素	アンモニウム(排水)	りん酸(低濃度)
遊離シアン	アンモニウム態窒素(排水)	りん酸態りん(低濃度)
COD(250)	アンモニウム	硫化物(硫化水素)
COD	アンモニウム態窒素	シリカ
COD(低濃度)	ニッケル	シリカ(低濃度)
6 価クロム	ニッケル(DPM)	亜硫酸(高濃度)
全クロム	亜硝酸(高濃度)	全硬度
銅	亜硝酸態窒素(高濃度)	全窒素(無機)
銅(排水)	亜硝酸	亜鉛
ふっ素(遊離)	亜硝酸態窒素	アントシアニン
硝酸	硝酸(高濃度)	緑茶タンニン
硝酸態窒素	硝酸態窒素(高濃度)	
	オゾン	

比色法の応用例(SBT法による残留塩素)

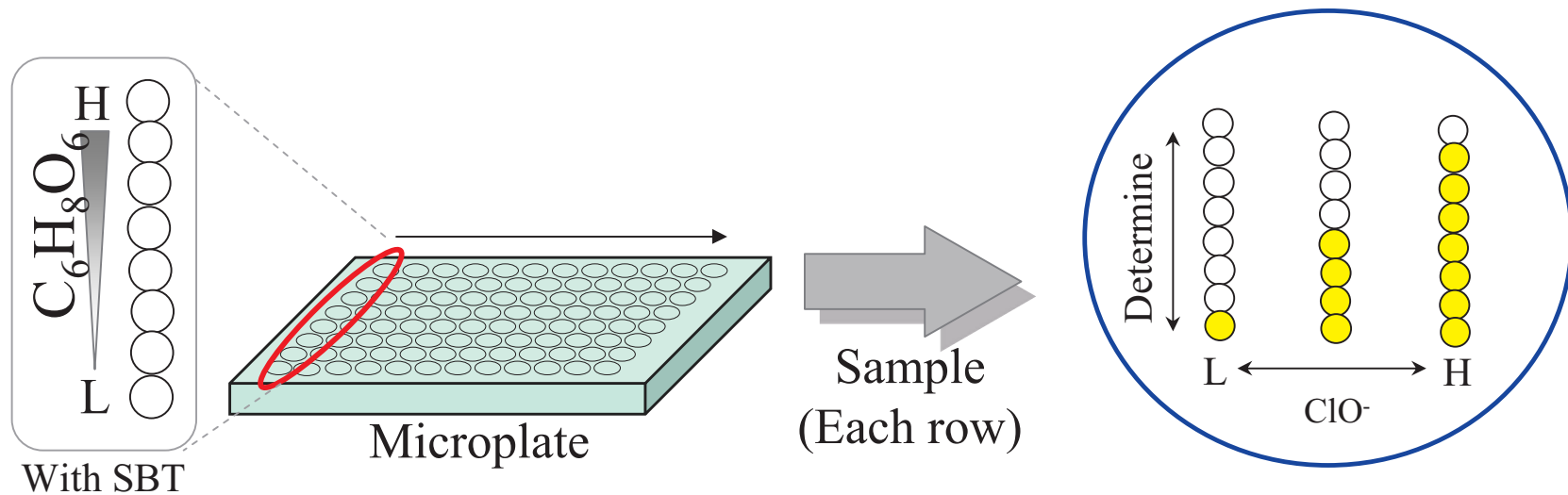


N,N'-bis (2,4-di-sulfobenzyl) tolidine tetrasodium
salt (SBT)

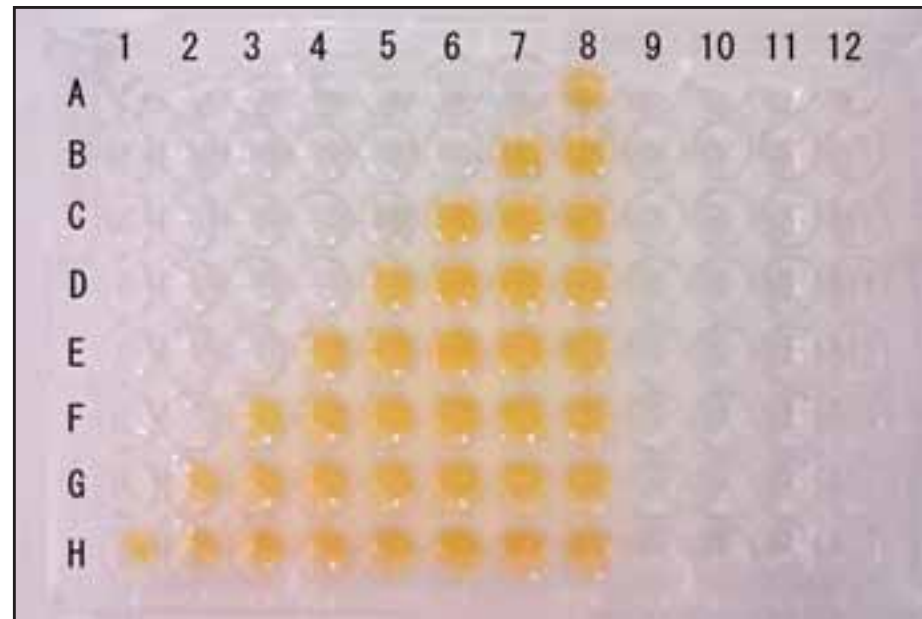
ClO⁻



測定原理



測定結果



[HClO]=1: 1×10^{-4} , 2: 2×10^{-4} , 3: 3×10^{-4} , 4: 4×10^{-4}
5: 5×10^{-4} , 6: 6×10^{-4} , 7: 8×10^{-4} , 8: $1 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

比色法の変色反応を取り込むことも可能

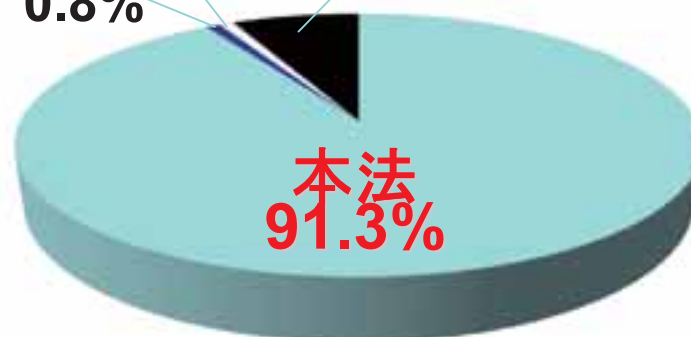
•従来法(比色法)と性能を比べてみました

	全硬度(mg/L)	変動(%)
比色法	86.2 (誤差44%)	36
本法	180.0 (誤差10%)	0

試料硬度: 196 mg/L, 測定人数127人

Q : 比色法と本法どちらが見やすく扱いやすいですか
(回答数 : 127)

同じ : 0.8%
比色法 : 0.8%
無回答 : 7.14%



従来技術とその問題点

既に実用化されている目視分析法：比色法

— 色覚に依存した分析法 —

- ・分析結果の個人差が大きい
- ・色覚に疾患のある測定者に扱いにくい

等の問題が残されている。

新技術の特徴・従来技術との比較

	新技術	従来技術
判定法	変色数	色の濃淡
分析結果	個人差無	個人差大
視認性	見やすい (明確な判定)	判定しにくい (基準があいまい)

その他特徴

- ・試薬・試料量が少ない(μL) → 低コスト・現場へ持込やすい
- ・小型な装置 → 低コスト・現場へ持込やすい
- ・現存する変色反応を容易に利用 → 様々な分野への応用可能

想定される用途

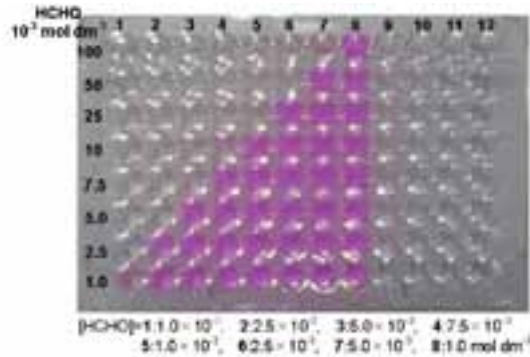
- 本技術の特徴を生かすためには、環境、ヘルスケア、食品の分野の現場分析に適用することで時間・コスト・精度のメリットが大きいと考えられる。
- また、達成された簡易性・経済性に着目すると、分析キットの教材の分野や用途に展開することも可能と思われる。

実用化に向けた課題

- 現在、数種類の分析対象物について目視計測が可能なところまで開発済み。しかし、特殊な器具を使用するため、操作性や汎用性の点が未解決である。
- 今後、対応分析対象物の拡大について実験データを取得し、オンサイト分析に適用していく場合の条件設定を行っていく。
- 実用化に向けて、操作性・汎用性を向上できるように技術を確立する必要もあり。

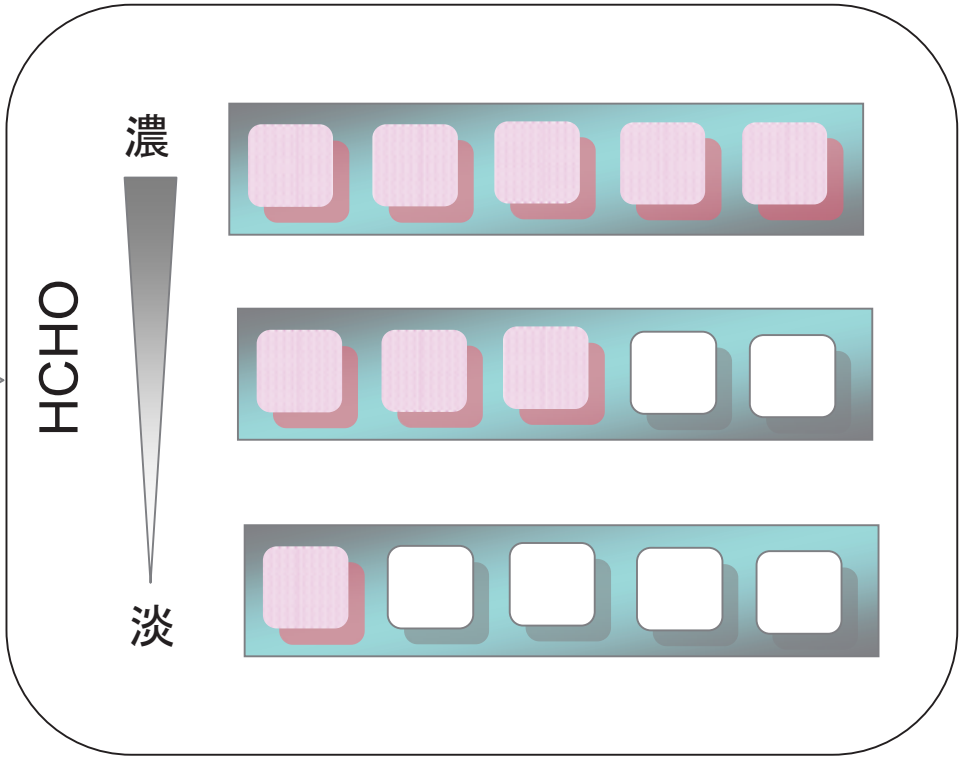
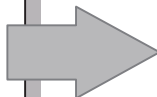
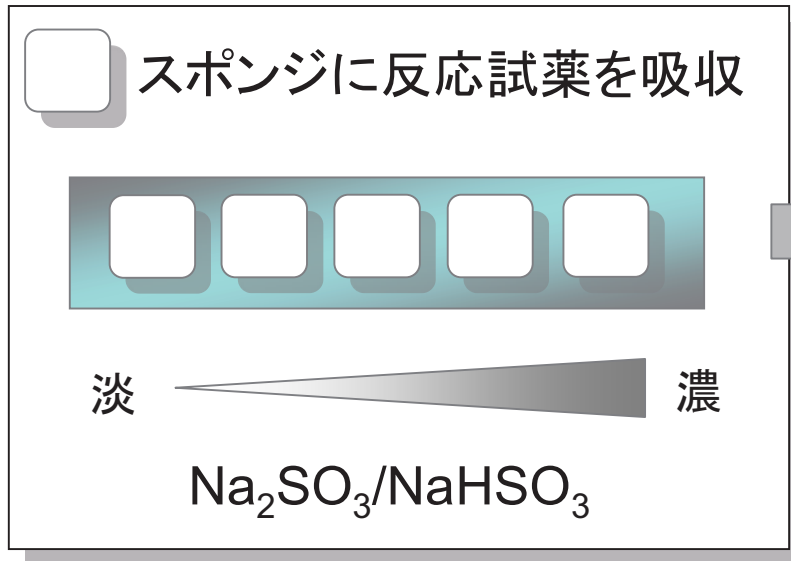
進化系の片鱗

～気体中のホルムアルデヒドの検出～



従来法

試料(気体)中に静置



結果

	実験条件	HCHO ppm			
		0.1	0.08	0.05	0.01
変色 時間 min	溶液	33	47	51	ND
	スポンジ(表面変色)	5	5	8	ND
	スポンジ(全面変色)	20	20	27	ND



- ・ 気体中のHCHOの検出可能(環境基準値)
- ・ 変色時間の大幅な短縮(スポンジ状)

企業への期待

- 未解決の装置化による操作性・汎用性の問題については、加工技術により克服できると考えている。
- ハードウェアの加工の技術を持つ、新技術の教材化を検討できる企業との共同研究を希望。
- また、環境・ヘルスケア・食品の現場分析の分野および分析キット教材への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 目視濃度定量法及び反応容器
- 出願番号 : 特願2007-206084
- 出願人 : (独)国立高等専門学校機構
国立大学法人茨城大学
- 発明者 : 間中淳、五十嵐淑郎

お問い合わせ先

富山工業高等専門学校
コーディネーター（古川）

TEL 076-493 - 5814

FAX 076-492 - 3859

e-mail s-furuka@toyama-nct.ac.jp