

**SHIMADZU**  
Excellence in Science

# カーボンニュートラルを支援！ ～CO<sub>2</sub>固定化評価方法の分析事例紹介～

株式会社島津製作所 分析計測事業部

**SHIMADZU**

## カーボンニュートラル実現に向けた取り組み

### カーボンニュートラルとは？

\*1:温室効果ガス≒CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>など  
排出量はCO<sub>2</sub>が多い。

**「温室効果ガス\*1の排出を実質ゼロにする」こと**

排出量から吸収または除去した量を差し引いた量

±0

2020年10月、日本政府の「2050年カーボンニュートラル宣言」を受け、国内では様々な取り組みが盛んに行われている。

実現のためにはCO<sub>2</sub>排出量削減だけでなく「吸収作用」の強化が重要。

➡ 現在、排出ガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収や貯留(CCS)、また再利用(CCUS)といった技術の探索が進んでいる。

- 化学吸収法
- 物理吸着法
- 膜分離法
- 生物学的な固定法

吸収・固定化方法の例

2

SHIMADZU

## CO<sub>2</sub>固定化評価方法の分析事例紹介

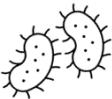
### 1. CO<sub>2</sub>吸収アミン水溶液の評価

- ポータブルガス濃度測定装置CGT-7100によるアミン水溶液のCO<sub>2</sub>吸収挙動のリアルタイム観察
- 全有機体炭素計TOC-Lの無機体炭素量(IC)測定によるCO<sub>2</sub>吸収量評価
- アミン水溶液の全有機体炭素(TOC)、全窒素(TN)の濃度管理

IC=水中の溶存二酸化炭素および炭酸塩

### 2. 微生物を利用したCO<sub>2</sub>の固定化評価

- 全有機体炭素計TOC-LのIC測定によるCO<sub>2</sub>吸収量の評価
- 微生物を含む懸濁試料のTOC測定



### 3. コンクリートのCO<sub>2</sub>吸収量評価

- TOC固体試料測定システムのIC測定によるCO<sub>2</sub>吸収量評価



3

SHIMADZU

## CO<sub>2</sub>吸収アミン水溶液の評価

化学吸収法…アミン等のアルカリ性の吸収液にCO<sub>2</sub>を接触させて化学反応によりCO<sub>2</sub>を選択的に吸収させる方法

<代表的なアミン水溶液>

2-アミノ-2-メチル-1-プロパノール [略称AMP、化学式(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C(NH<sub>2</sub>)CH<sub>2</sub>OH]  
 モノエタノールアミン [略称MEA、化学式HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>]

反応式：  
 $2(\text{R-NH}_2) + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{R-NH}_3^+ + \text{R-NH-COO}^- \quad \dots \textcircled{1}$   
 $\text{R-NH}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{R-NH}_3^+ + \text{HCO}_3^- \quad \dots \textcircled{2}$

一般的に反応性に優れており、燃焼排ガスなど比較的低濃度のCO<sub>2</sub>にも適用できる利点があり、最も発達したCO<sub>2</sub>分離・回収技術の一つ。  
 高効率化・コスト削減を目指し、現在も盛んに技術開発が行われている。

化学吸収プロセスの最適化  新規吸収液の性能評価  
 吸収液や設備の安定性評価

4

**SHIMADZU**

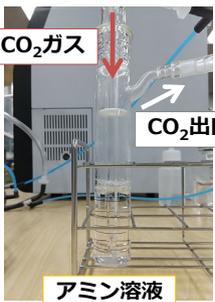
## CO<sub>2</sub>吸収アミン水溶液の評価

ポータブルガス濃度測定装置CGT-7100によるアミン水溶液のCO<sub>2</sub>吸収挙動のリアルタイム観察



**ポータブルガス濃度測定装置 CGT-7100**  
試料ガスを導入するだけでガス濃度測定が可能。  
(CO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>から2成分、オプションでO<sub>2</sub>の測定に対応)

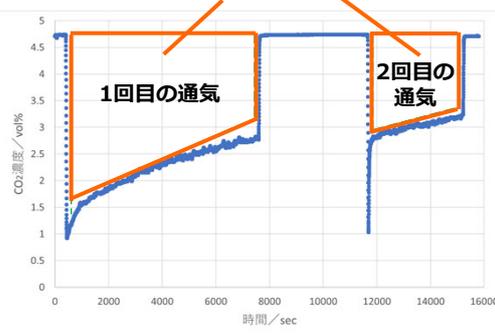
**分析方法**  
CO<sub>2</sub>ボンベからインピンジャーにCO<sub>2</sub>ガスを導入し、出口のCO<sub>2</sub>ガス濃度を連続測定。



CO<sub>2</sub>ガス  
アミン溶液  
CO<sub>2</sub>出口

(2-アミノ-2-メチル-1-プロパノール)

**アミン水溶液に吸収されたCO<sub>2</sub>量**



1回目の通気  
2回目の通気

CO<sub>2</sub>ガス濃度測定結果

**アミン水溶液のCO<sub>2</sub>吸収挙動や吸収能に関する情報を得ることができた。**

5

**SHIMADZU**

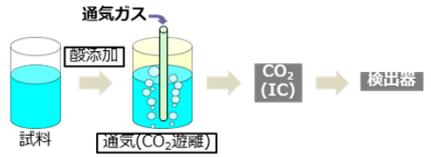
## CO<sub>2</sub>吸収アミン水溶液の評価

TOC-LのIC測定によりCO<sub>2</sub>吸収量評価が、TOC/TN測定によりアミン水溶液の濃度管理が可能

**TN測定ユニット (TNM-L)**

**全有機体炭素計TOC-L**  
試料中の有機体炭素(TOC)と無機体炭素(IC)を分別して定量できる。  
オプションのTN測定ユニットで全窒素(TN)の測定もできる。  
TOCとTNは同時測定が可能。

**IC=水中の溶存二酸化炭素および炭酸塩**  
 $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons CO_3^{2-} + 2H^+$   
低 ← pH → 高



試料 → 酸添加 → 通気(CO<sub>2</sub>遊離) → CO<sub>2</sub> (IC) → 検出器

**測定結果**

試料	IC測定値(%C)	
	AMP溶液	MEA溶液
CO <sub>2</sub> 吸収前	0.00118	0.0006
CO <sub>2</sub> 吸収後	1.26	1.07

▶ CO<sub>2</sub>吸収後はIC濃度が1000倍以上増加

試料	TN測定値(%N)	
	AMP溶液	MEA溶液
CO <sub>2</sub> 吸収前	3.37	7.18
CO <sub>2</sub> 吸収後	3.34	7.08

試料	TOC測定値(%C)	
	AMP溶液	MEA溶液
CO <sub>2</sub> 吸収前	11.7	12.2
CO <sub>2</sub> 吸収後	11.4	12.1

▶ CO<sub>2</sub>を吸収してもTN、TOC濃度に影響しない

**CO<sub>2</sub>吸収量および反応前後の吸収液の品質に関する情報を得ることができた。**

6

**SHIMADZU**

## 微生物を利用したCO<sub>2</sub>の吸収

生物学的な固定法…  
人工光合成や藻類、微生物代謝などを利用した手法  
バイオ燃料などの環境に優しい製品に利用でき、  
その製造プロセスも環境への負荷が少ないことから  
近年注目されている。

- CO<sub>2</sub>吸収量の評価
- 微生物等の培養・生育条件の最適化

測定結果

反応時間	IC濃度 (mgC/L)
0時間	1694
3時間	1163
24時間	288

約83%減少

TOC-LのIC測定による微生物によるCO<sub>2</sub>吸収量の評価

菌体 CO<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> 0,3,24時間経過 菌体除去 上澄み液をIC測定

CO<sub>2</sub>を吸収させた培地に菌体\*2を添加 菌体がCO<sub>2</sub>を吸収

分析方法 一定時間反応させた際のCO<sub>2</sub>吸収量を評価できた。

\*2: 菌体反応試料は、公益財団法人地球環境産業技術研究機構より提供

7

**SHIMADZU**

## 有機物合成細菌のTOC測定

### CO<sub>2</sub>を固定化して生育した微生物量の評価

TOC(mgC/L)

希釈率

R=0.9999

光合成細菌のTOC測定結果  
微生物量をTOC測定で精度よく定量できた。

**高懸濁キット**  
微細藻類や微生物など  
沈降性の高い懸濁性有機物を含む試料でも  
良好な繰り返し性で測定が可能。  
※TOC-L標準モデルには対応不可

**オートサンブラSI-L**  
バイアルをセットする  
だけで多検体の  
自動連続測定が可能。  
オプションでマグネチック  
スターラーも組み込める。

IC測定によりCO<sub>2</sub>の吸収量を、TOC測定により生育した微生物量を評価することで  
微生物によるCO<sub>2</sub>固定における最適条件の検討が可能

8

**SHIMADZU**

## コンクリートのCO<sub>2</sub>吸収量評価

建設業界では、セメントの製造過程で多量のCO<sub>2</sub>が排出されることから、構成材料や製造工程の見直しが進められている。その中で、大気中に排出されたCO<sub>2</sub>を材料中に吸収させる新規コンクリートの開発が注目されている。

排出されたCO<sub>2</sub> → 吸収

**TOC固体試料測定システムによるコンクリートのCO<sub>2</sub>吸収量評価**

固体試料燃烧装置 SSM-5000A

**TOC固体試料測定システム**  
 固体試料を燃烧酸化または酸性化し、生成するCO<sub>2</sub>を検出することで炭素量を定量する装置。全炭素量 (TC) 測定と無機体炭素量 (IC) 測定のどちらも可能で、その差から有機体炭素量 (TOC) を求めることができる。

全有機体炭素計 TOC-L

粉末状に粉砕した  
コンクリート試料

9

**SHIMADZU**

## コンクリートのCO<sub>2</sub>吸収量評価

1. 試料を装置に導入

試料導入部

2. IC測定用酸を添加

IC測定用酸  
ディスペンサー

3. 200℃の電気炉に導入

IC: 1.41 %

注入No.	I/F	換算値	絶対炭素量	濃度	結果	重量	濃度CV
1	85.14	85.14	669.9	1.377	SSM-IC 1.407%	50.10	2.96
2	88.96	88.78	720.9	1.436		50.20	

一般的なコンクリート

約5倍

IC: 6.76 %

注入No.	I/F	換算値	絶対炭素量	濃度	結果	重量	濃度CV
1	420.0	420.0	3403	6.766	SSM-IC 6.760%	50.30	2.01
2	415.1	411.0	3364	6.621		50.80	
3	430.4	427.8	3488	6.892		50.80	

CO<sub>2</sub>吸収型コンクリート

10



ご清聴ありがとうございました。

本発表内に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商品です。  
なお、発表中では「™」、「®」を明記していない場合があります。