

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo.B2-3-13

CO₂分離回収を前提とした廃棄物焼却処理技術の開発 /酸素富化(燃焼)をベースとしたCN型廃棄物焼却施設 /CO₂高濃度化廃棄物燃焼技術の開発

発表：2026年7月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 カナデビア(株) 中田谷直広、(国)京都大学 原田浩希

*団体名 カナデビア(株)、(国)京都大学、エア・ウォーター(株)

問い合わせ先 カナデビア(株) <https://www.kanadevia.com/contact/>

目次

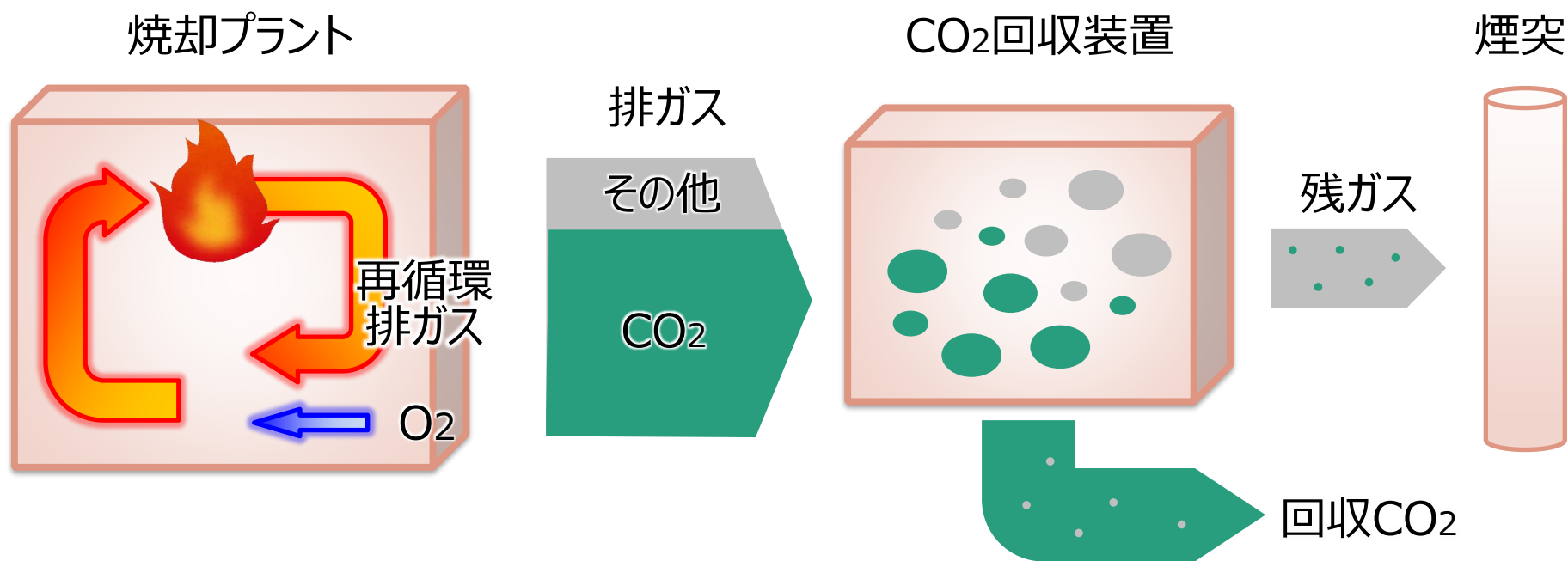
1. 事業概要

2. バイオマス度算出手法の研究紹介

1. 事業概要

事業の目的

酸素と再循環排ガスをコントロールしたガスで廃棄物を燃焼することにより、排ガス中のCO₂を高濃度化し、効率的にCO₂を分離・回収する技術を開発する。



CO₂高濃度化廃棄物燃焼技術のイメージ図

事業の概要

▼委託期間

- ・ 2024/7/18 ~ 2028/3/31

▼開発項目

- ・ CO₂高濃度化廃棄物燃焼技術の確立
- ・ CO₂回収率向上
- ・ LCC評価※1

※1 LCC : Life Cycle Cost

▼社会実装時の目標

- ・ CO₂回収率90%以上
- ・ 廃棄物1tあたりの追加発生費用1万円以下

スケジュール

(年度)

実施内容	2024	2025	2026	2027
小規模実証試験 による評価	事前検討・設計、建設、試験、評価			
CO ₂ 高濃度化 燃焼技術	プロセス評価、腐食・有害物質挙動 etc			
LCC評価 バイオマス度 算出手法	分析機器手配、試料採取、試験、評価			

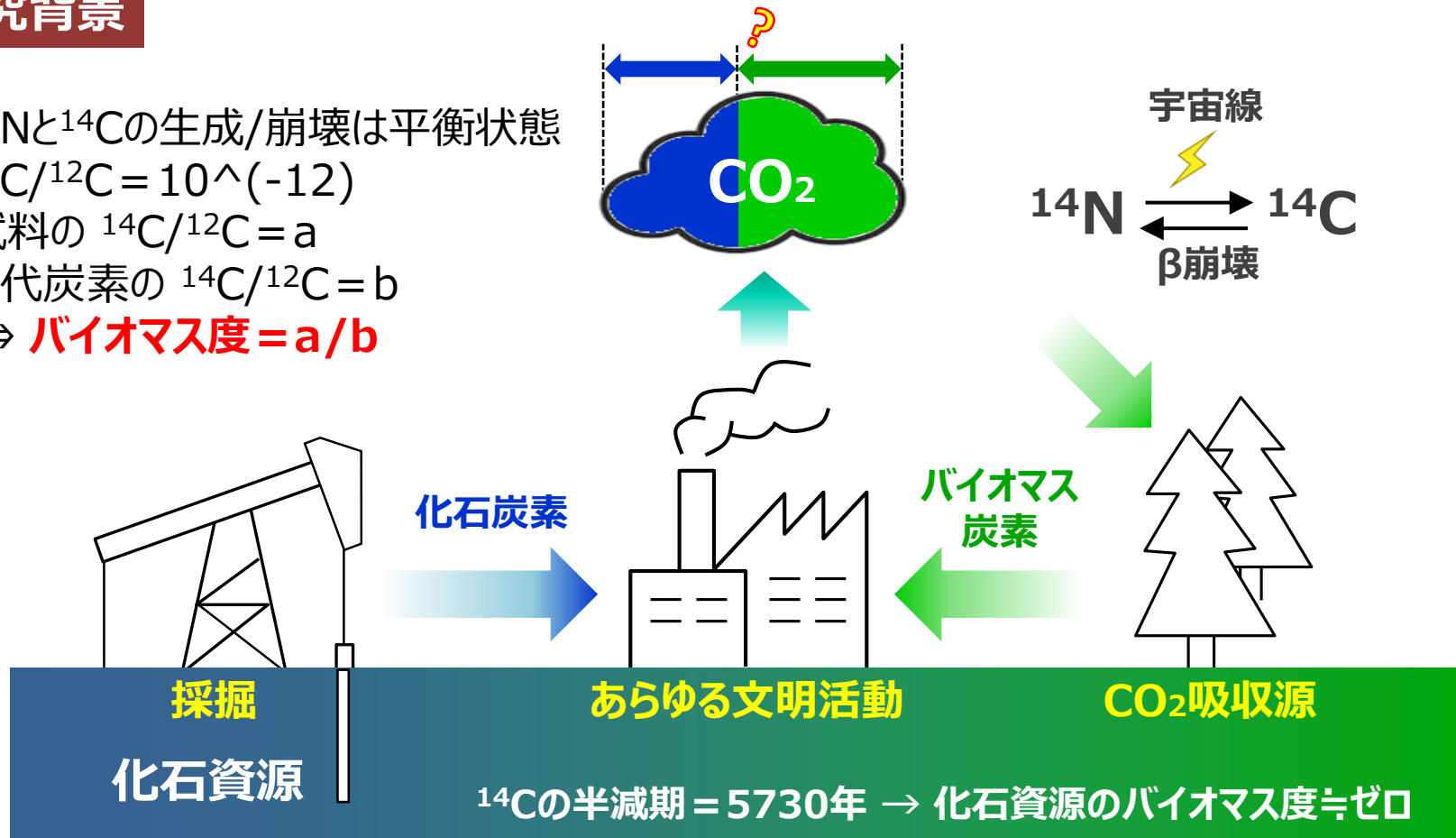
LCC : Life Cycle Cost

2. バイオマス度算出手法の研究紹介

都市ごみ焼却施設における
バイオマス度算出のための ^{14}C 測定手法の確立に向けて

研究背景

- ^{14}N と ^{14}C の生成/崩壊は平衡状態
- $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 10^{-12}$
- 試料の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = a$
現代炭素の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = b$
⇒ **バイオマス度 = a/b**



バイオマス度を正しく測る 目的・意義

- ☞ CO₂排出量の正しい評価
- ☞ 再生可能エネルギー比率の評価（FIT/FIP制度等への対応）
- ☞ 循環経済・資源循環の評価（食口ス量、バイオプラ普及 etc.）
- ☞ 国際基準やカーボンフットプリントへの対応

■ バイオマス度の各測定手法の特徴

測定手法	概要・測定原理	技術的課題	適用可否	
			ごみ	排ガス
1 FIT 固定価格買取制度	ごみの種類別組成を 基に発熱量ベースで 算出	・代表性の確保 ・ごみにのみ適用可		適用 不可
2 AMS 加速器質量分析法	試料中の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ を加速器を用いて 直接測定	・最も高精度 ・大型加速器必要 ・高価		
3 LSC 液体シンチレーション カウンター法	^{14}C 崩壊時のβ線 由来の微弱な光を 測定	・オキシダイザ ・カーボソープの取扱 ・測定条件最適化		

FIT: Feed-in Tariff

AMS: Accelerator Mass Spectrometry

LSC: Liquid Scintillation Counter

CO₂吸収溶媒

サンプル燃焼&CO₂吸収装置

次ページへ

①FIT法による算出

■ 算出原理

- ・画分ごとに、含有するすべての炭素がバイオマス起源 or 化石起源と仮定
- ・各画分の構成比から算出

■ 課題など

- ・実際には各画分にバイオマス炭素と化石炭素が混在
例：「布」の天然繊維や化繊
：「合成樹脂類」中の
バイオマスプラスチック
☞ 正確な算定ができない
- ・ごみにしか適用できない
(排ガスには不可)

$$H_l = (16000x_{pa} + 17300x_{ga} + 17900x_{wo} + 18100x_{cl} + 36000x_{pl}) \times (1 - w) - 2500w$$

[kJ/kg]

$$H_{lb} = H_l - \left\{ 36000 - 2500 \times \left(\frac{0.27}{1 - 0.27} \right) \right\} \times (1 - w) \times x_{pl}$$

[kJ/kg]

16000：紙類の低位発熱量 (乾ベース) [kJ/kg]	x_{pa} ：紙類の重量比 (乾ベース) [kg/kg]
17300：厨芥類の低位発熱量 (乾ベース) [kJ/kg]	x_{ga} ：厨芥類の重量比 (乾ベース) [kg/kg]
17900：草木類(木・竹・わら類)の低位発熱量 (乾ベース) [kJ/kg]	x_{wo} ：草木類(木・竹・わら類)の重量比 (乾ベース) [kg/kg]
18100：布類の低位発熱量 (乾ベース) [kJ/kg]	x_{cl} ：布類の重量比 (乾ベース) [kg/kg]
36000：プラスチック類(ビニール、合成樹脂、 ゴム・皮革類)の低位発熱量 (乾ベース) [kJ/kg]	x_{pl} ：プラスチック類(ビニール、合成樹脂、 ゴム・皮革類)の重量比 (乾ベース) [kg/kg]
2500：水の蒸発潜熱 [kJ/kg]	w ：全体の水分比率 (湿ベース) [kg/kg]
0.27：プラスチック類の水分比率 (湿ベース) [kg/kg]	

※分析の際に、紙類と布類を分別せず、紙・布類として分類している場合には、紙類の低位発熱量をもって紙・布類の低位発熱量とする。

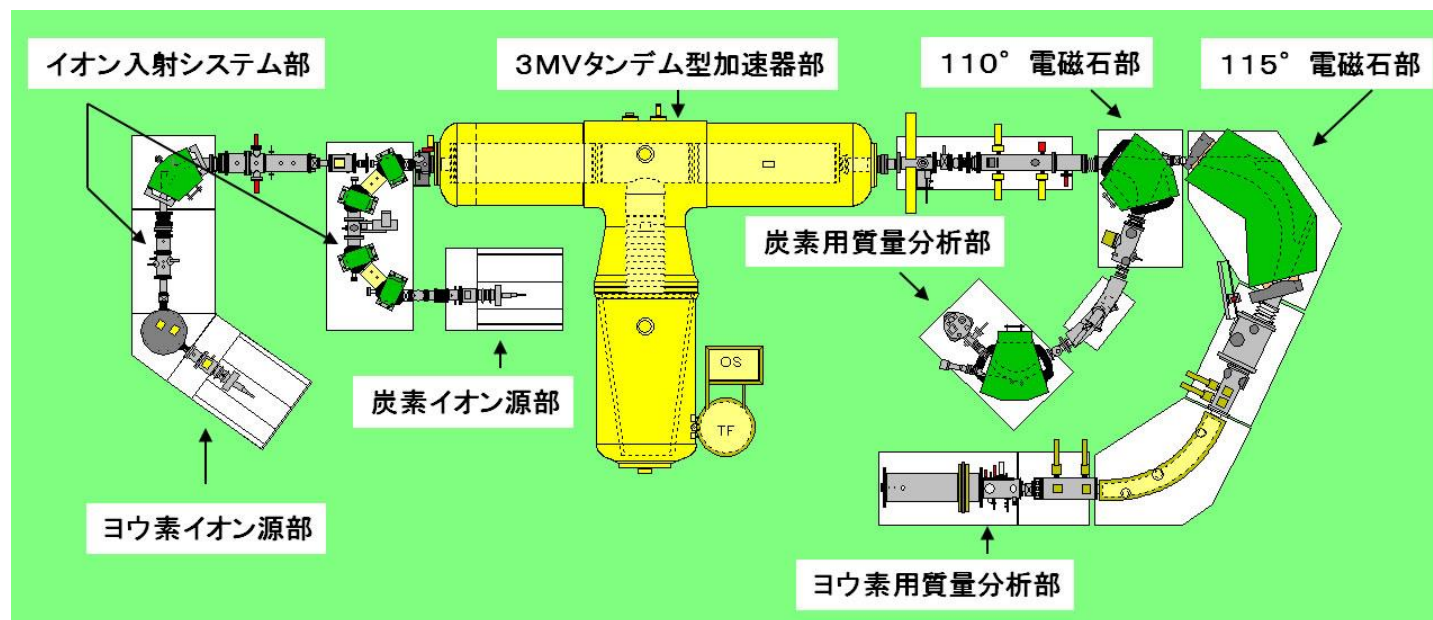
※上記の5種類の組成(紙類、厨芥類、草木類、布類、プラスチック類)の他に、不燃物類、その他類の重量比を合計すると1[kg/kg]となる。

$$\eta_b = \frac{H_{lb}}{H_l + H_f \times f}$$

H_f ：助燃剤の低位発熱量 [kJ/kg]

f ：助燃剤の混合比 [kg/kg]

②AMS法による測定・算出



出典 日本原子力研究開発機構Webサイトより : <https://www.jaea.go.jp/04/aomori/ams/outline.html>

■ 測定原理・特徴

- ・試料中の炭素をイオン化して加速器で高エネルギー状態にし、微量な同位体の比率を検出
- ・ ^{14}C の崩壊を待つ必要がなく測定時間が短く、微量な試料量でも測定可能
- ・現行の分析手法の中では最も正確

■ 課題など

- ・完成された分析技術
- ・限られた機関にて実施可能
- ・高価

③LSC法による測定・算出

■ 測定原理・手順

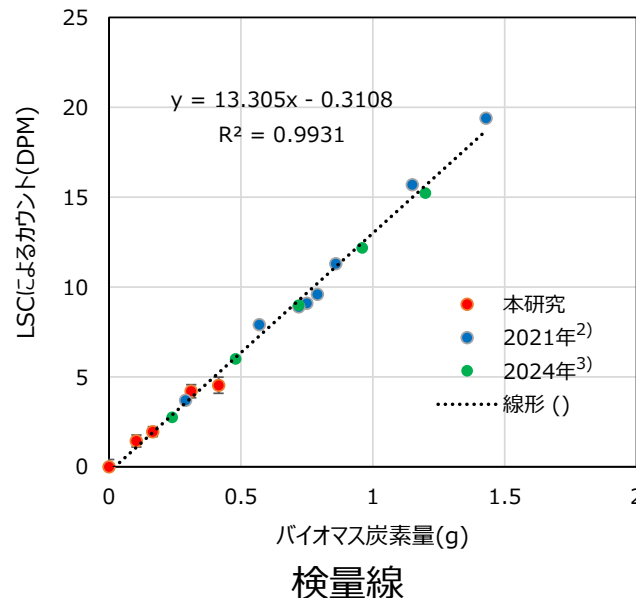
- ・固体試料（ごみ）をオキシダイザで完全燃焼
- ・排ガスをカーボソープを通過させ、CO₂を吸収
- ・気体試料（排ガス）はそのままカーボソープに吸収
- ・シンチレーターを添加しLSCで測定
- ・¹⁴Cのベータ崩壊を検出し(β 線法)、バイオマス炭素を定量

■ 技術的課題

- ・オキシダイザの許容量が少ない→定量下限上昇、再現性低
- ・カーボソープの取り扱い、変質、劣化、代替溶媒の探索



LSC本体外観¹⁾



オキシダイザ外観



試料セット



完全燃焼

- 1) 株式会社レビティジャパンWebサイトより
<https://www.revvity.co.jp/product/tri-carb-4810-tr-110v-a481000>
- 2) Behaviour of Fossil and Biogenic Carbon in Sewage Sludge Treatment Processes and Their Impacts on Greenhouse Gas Emissions
Liu, C., Oshita, K., Takaoka, M., Fukutani, S., Chemical Engineering Transactions 89 (2021)
- 3) 脱水汚泥に含まれる化石炭素の調査とその挙動および影響推定, 大下 和徹, 仲 宇飛, 福谷 哲, 高岡 昌輝, 環境システム計測制御学会誌(EICA) 29(2-3) 93-97 (2024)

ごみ のサンプリング・前処理方法

ごみ焼却施設のごみピットから約200kg採取

縮分により約10kgに減量

乾燥後、水分率算出

画分に分別し、重量を測定

(紙、布、木竹わら、厨芥、合成樹脂類、その他、不燃物)

①
FIT法による算出

2mm以下に粉砕

オキシダイズ、
カーボソープへの吸収

画分ごとの
C含有量

②
AMS分析

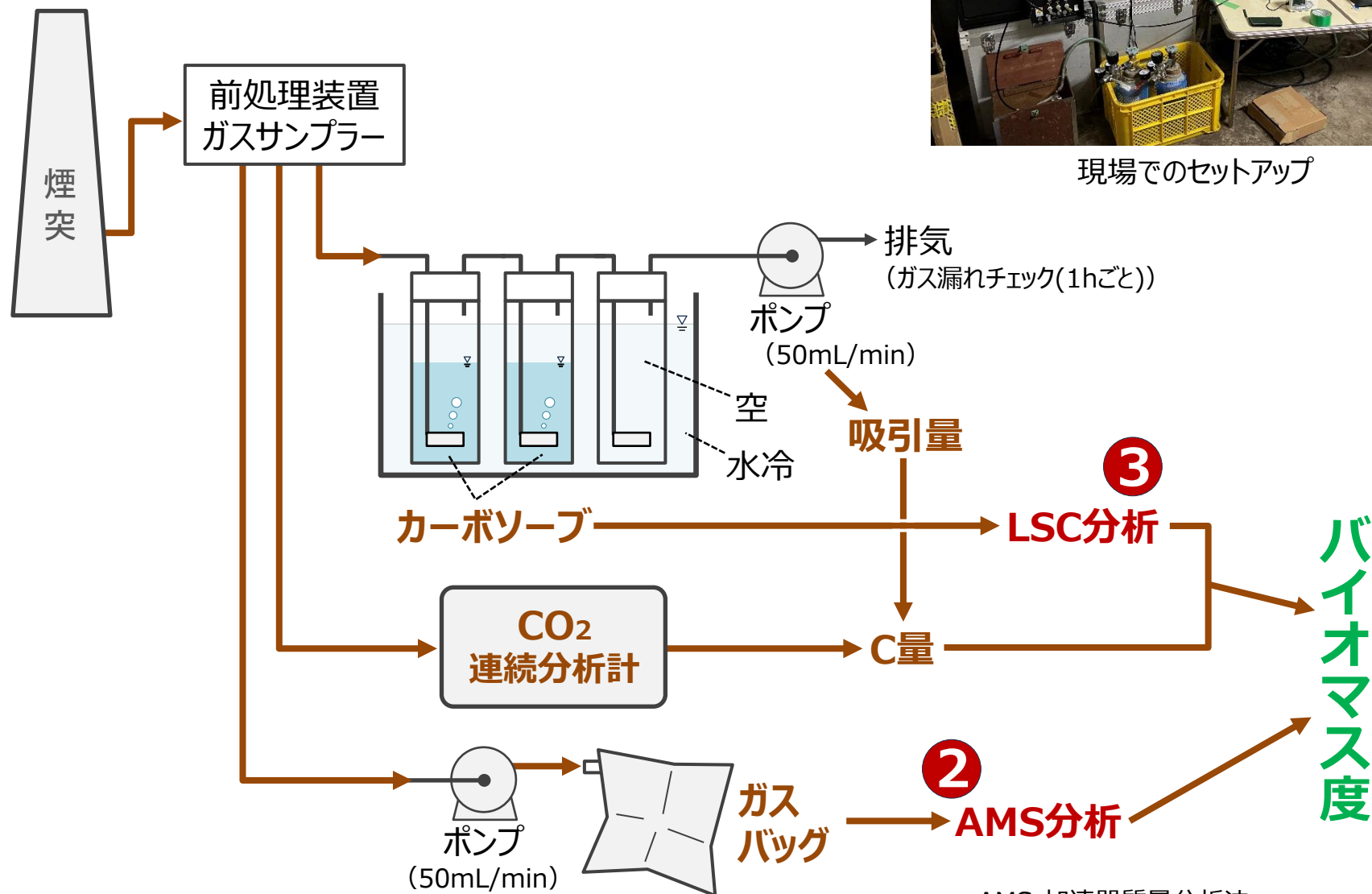
LSC分析 **③**

バイオマス度



FIT: 固定価格買取制度
AMS: 加速器質量分析法
LSC: 液体シンチレーションカウンター法

排ガス のサンプリング方法



現場でのセットアップ

AMS: 加速器質量分析法
LSC: 液体シンチレーションカウンター法

■ バイオマス度の各測定手法の対象物への適用性

対象物	ごみ	排ガス
共通	・サンプリングと前処理が手間 ・分別精度も課題 ・不均一性から代表値の担保が困難 ・バイオマスプラなどによる誤差が課題	・サンプリング機器類一式が必要 ・据え置き型で自動化も可能性あり ・変動に対する適切なサンプリング時間 ・数百トンオーダーの代表値が得られる
① FIT	ごみ重量等の情報さえ得られれば簡易な数式で算出するのみ	適用不可
② AMS	前処理が手間、測定自体は外注のため煩雑な手間はない	ガスバッグに採取できれば、測定自体は外注せざるを得ないため煩雑な手間はない
③ LSC	オキシダイズの再現性、測定精度に課題あり、LSCの定量下限に合わせた手法の最適化が必要	最も現実的な手法カーボソープの取り扱いに課題あり将来的な標準化に期待

FIT: 固定価格買取制度

AMS: 加速器質量分析法

LSC: 液体シンチレーションカウンター法

測定結果および評価 (ごみ, 施設A)

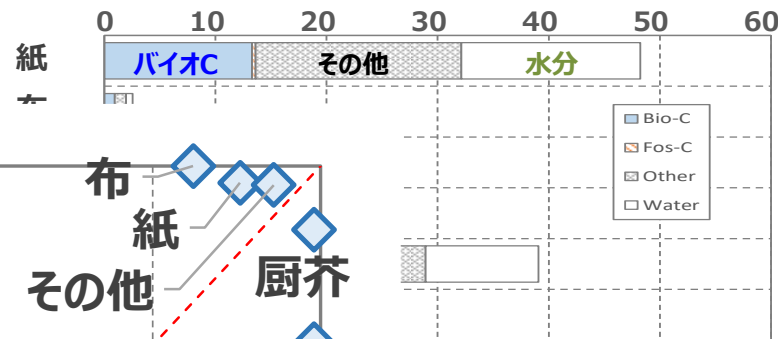
AMS: 加速器質量分析法
LSC: 液体シンチレーションカウンター法

(横軸の単位は%)

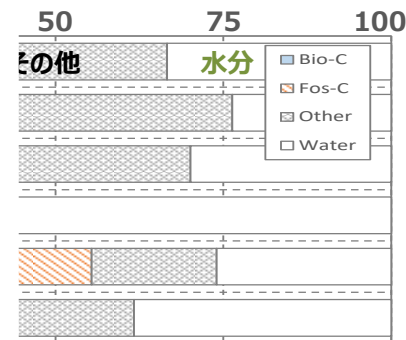
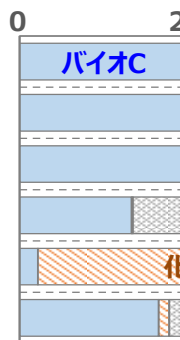
② AMS

③ LSC

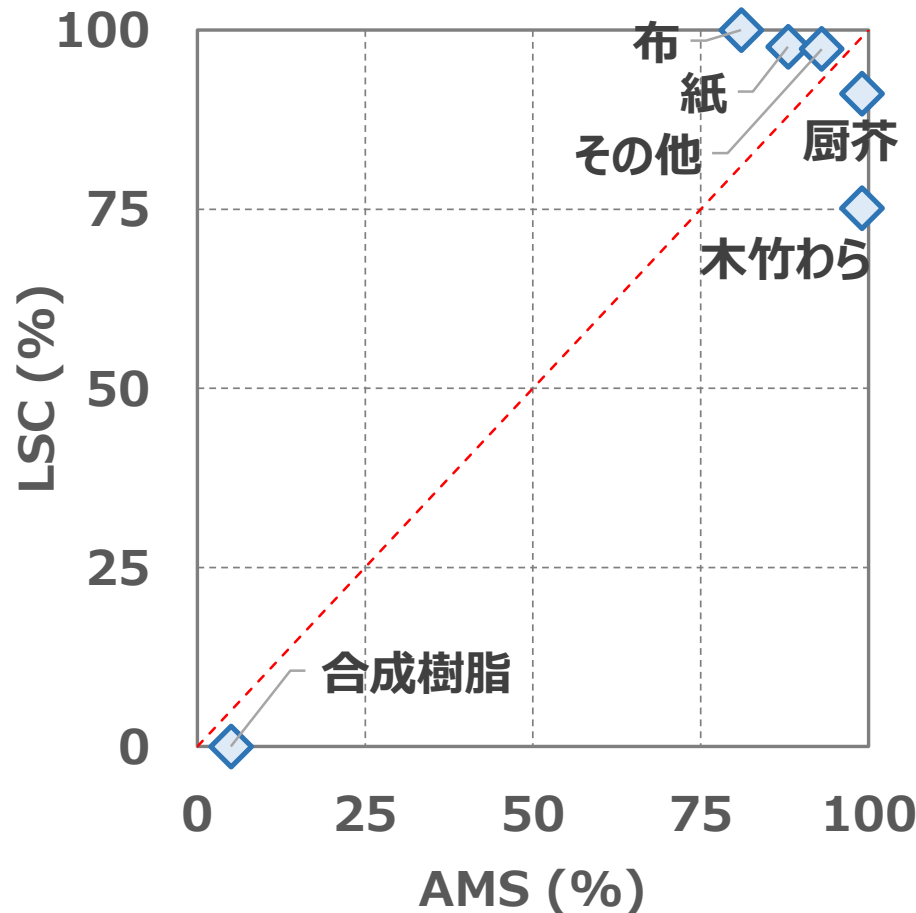
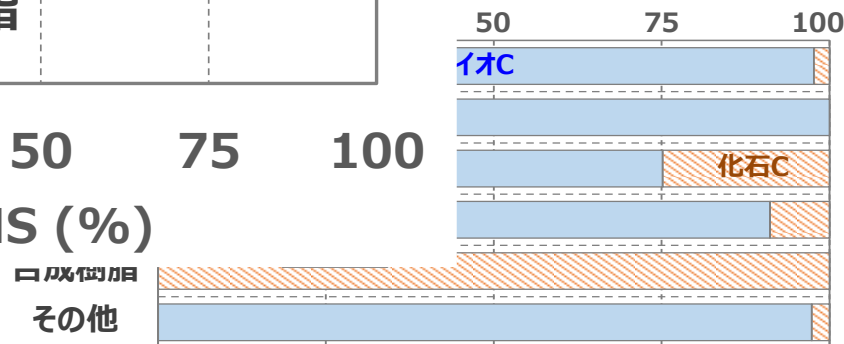
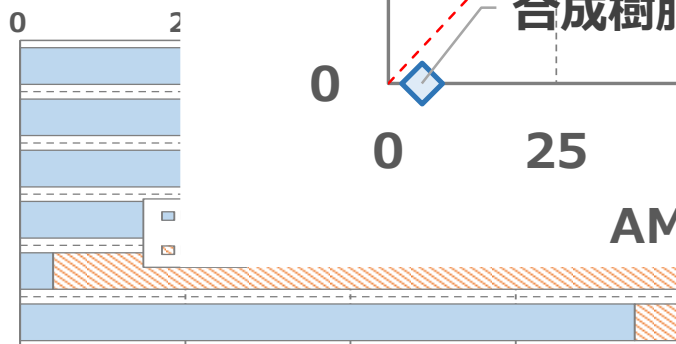
単位ごみ量
あたりの
構成比



画分ごとの
構成比



Bio-C と
Fos-C の
比率



測定結果および評価 (ごみ, 施設B)

AMS: 加速器質量分析法
LSC: 液体シンチレーションカウンター法

(横軸の単位は%)

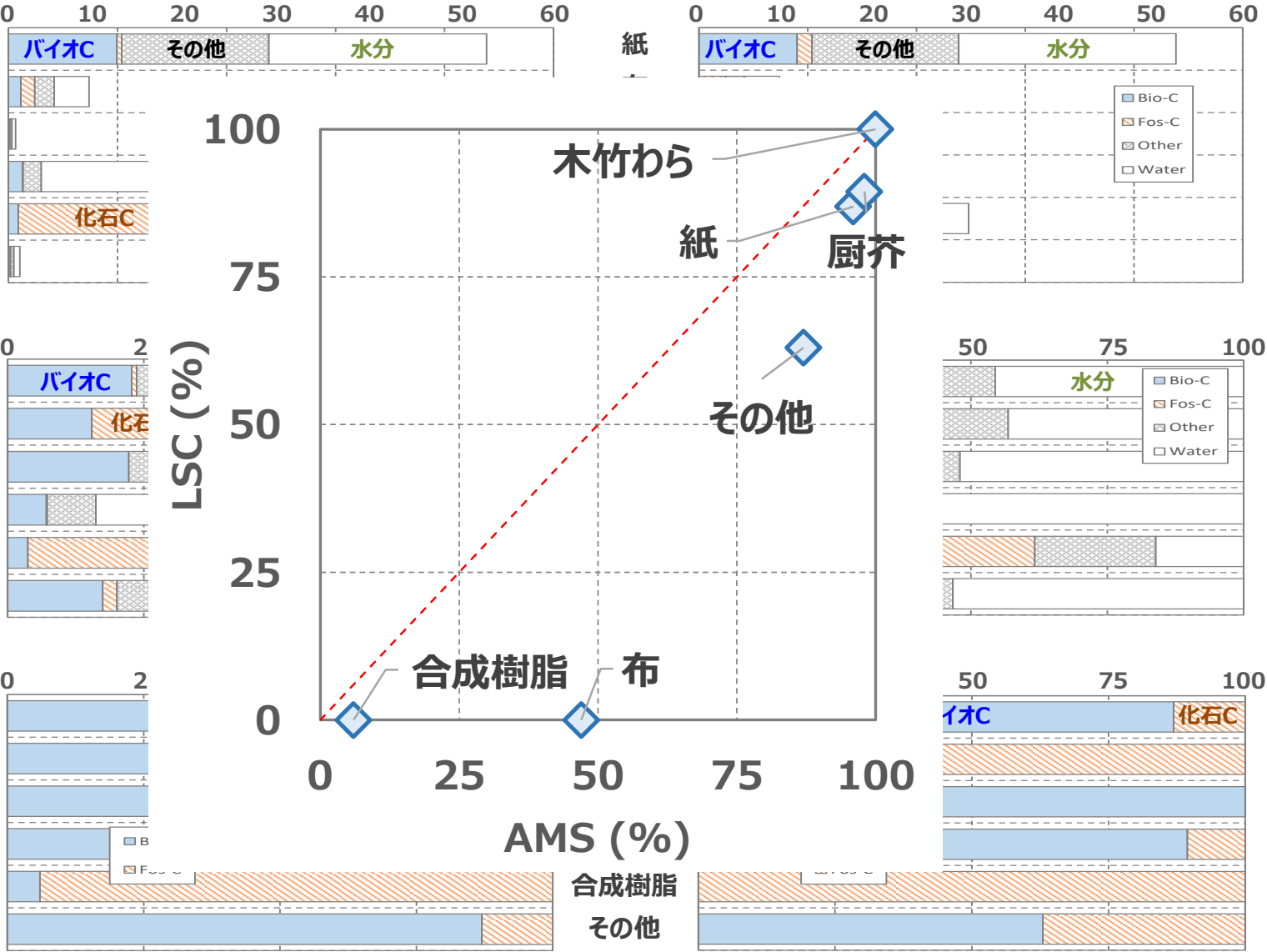
② AMS

③ LSC

単位ごみ量
あたりの
構成比

画分ごとの
構成比

Bio-C と
Fos-C の
比率



測定結果および評価 (ごみ, 施設C)

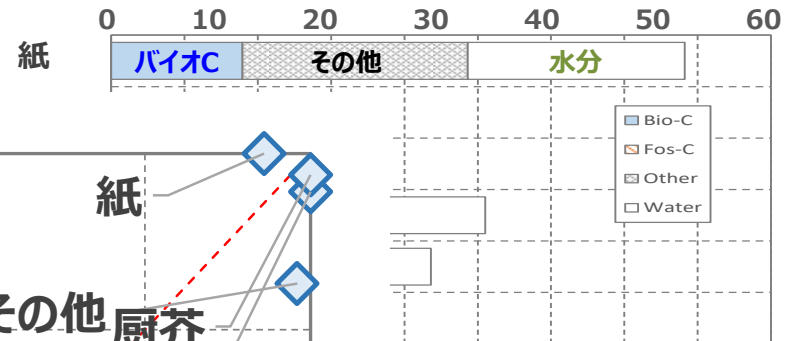
AMS: 加速器質量分析法
LSC: 液体シンチレーションカウンター法

(横軸の単位は%)

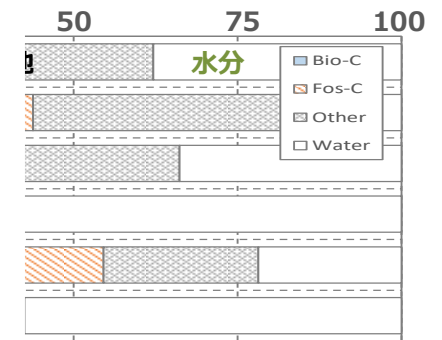
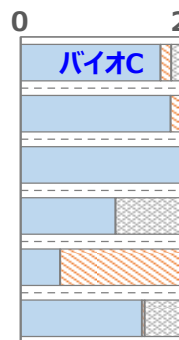
② AMS

③ LSC

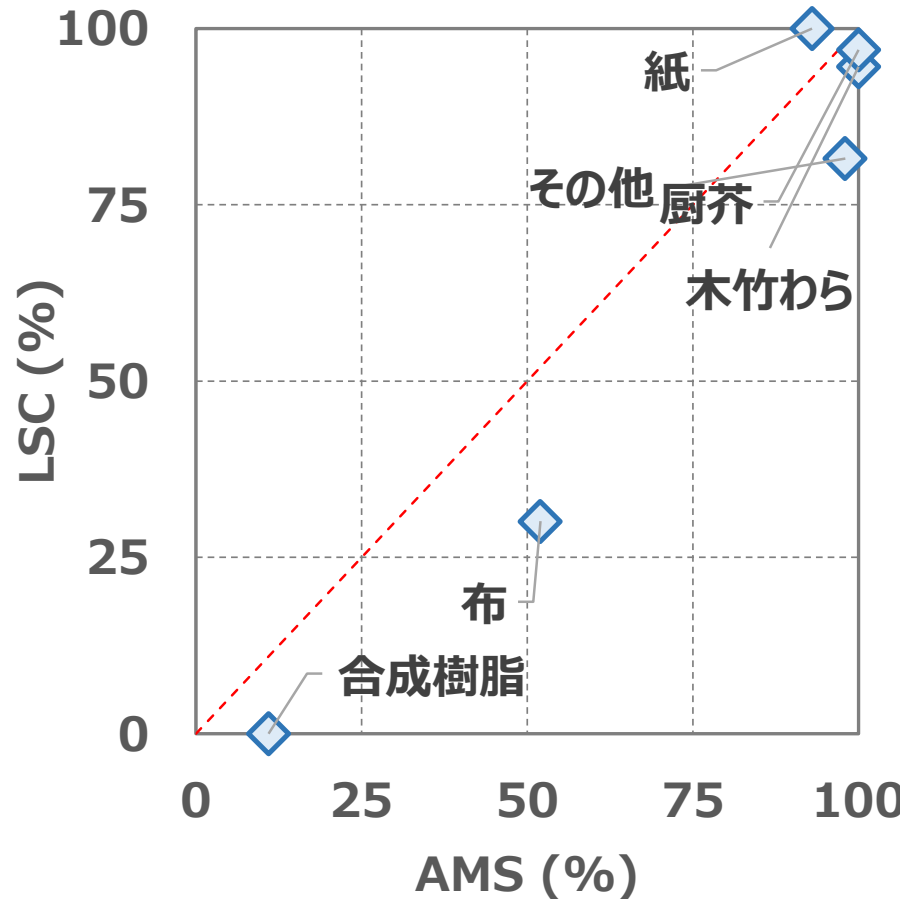
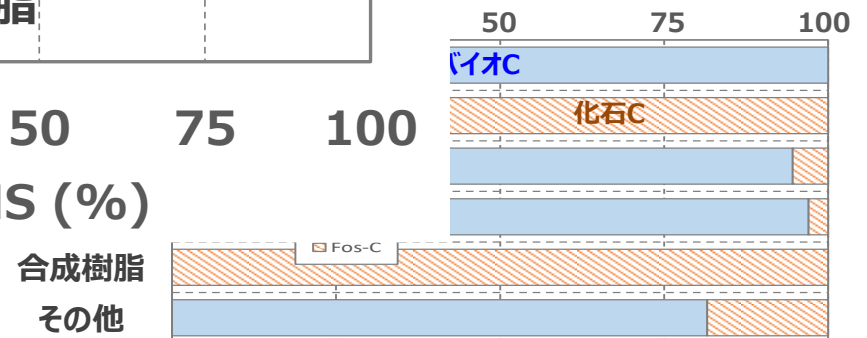
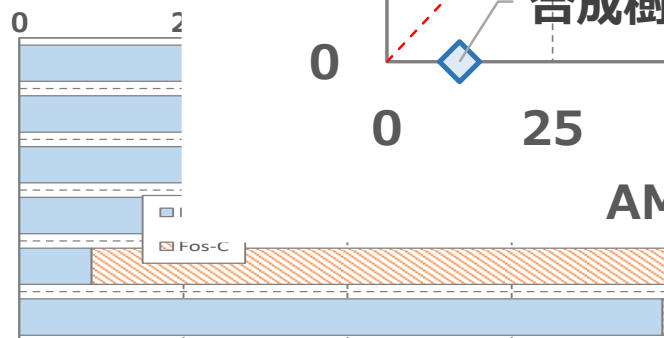
単位ごみ量
あたりの
構成比



画分ごとの
構成比



Bio-C と
Fos-C の
比率



測定結果および評価

FIT: 固定価格買取制度
AMS: 加速器質量分析法
LSC: 液体シンチレーションカウンター法

ごみ			測定手法	排ガス		
施設A	施設B	施設C		施設A	施設B	施設C
35.7	36.9	48.8	① FIT	-	-	-
41.1	45.9	56.1	② AMS	62.0	55.0	61.0
41.6	35.3	50.8	③ LSC	68.8	61.4	72.0

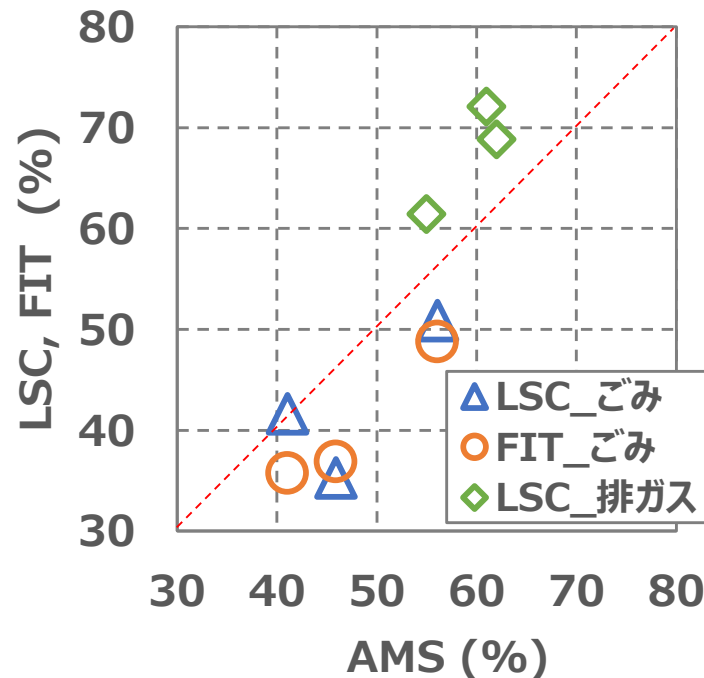
相関係数

0.97

0.74

相関係数

0.91



■ ごみ

- ✓ ①FIT vs ②AMS・・・FITの方が低い、プラスチック画分中のバイオマス炭素
(FITでは発熱量ベースで算出のため合成樹脂類の影響大、バイオマスプラスチックの影響)
- ✓ ②AMS vs ③LSC・・・布画分が比較的大きく乖離、相関関係は低い
(「布」、「木竹わら」は比較的大)
- ✓ 測定の再現性や精度、定量下限の問題
(ごみのサンプリング・前処理における均一性の担保、分別の精度、オキシダイズの条件)
- ☞ 見極めのためのさらなるデータの蓄積が必要

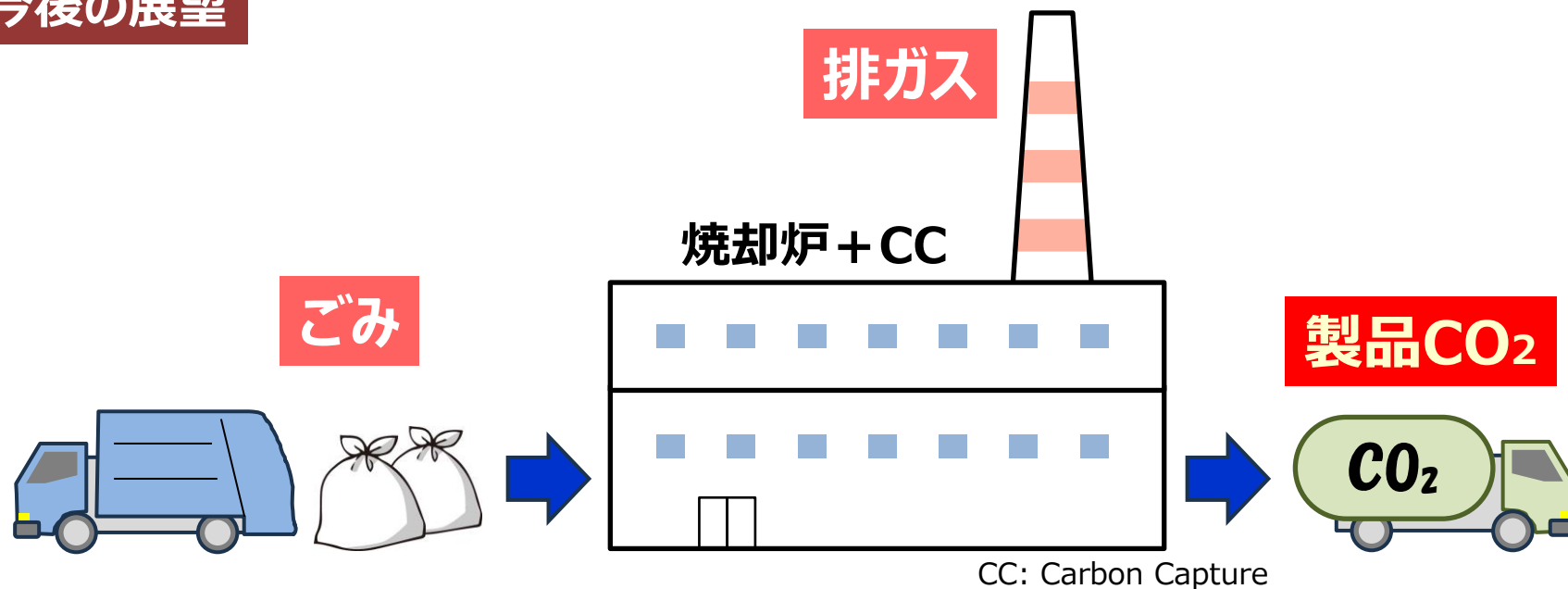
■ 排ガス

- ✓ ②AMS & ③LSC・・・全体的にごみよりも高い
- ✓ ②AMS vs ③LSC・・・AMSの方が低い、相関関係は高い
(長時間サンプリングによるカーボソープの変質等)
- ☞ ごみく排ガス となる原因の究明
- ☞ カーボソープの飽和度、ガス吸収量、定量下限等の制約下で条件の最適化が必要、品質管理の方法
- ☞ LSCの測定精度の向上

測定結果および評価

対象	測定手法	代表性	手間	精度	価格
ごみ	① FIT	弱	前処理 (分別まで)	低	低
	② AMS	弱	前処理 (分別→粉砕まで)	高	高
	③ LSC	弱	前処理 + 計測 (粉砕→分析まで)	本研究に期待	本研究に期待
排ガス	① FIT	適用不可	適用不可	適用不可	適用不可
	② AMS	きわめて高	ほぼ無し	高	高
	③ LSC	きわめて高	カーボソープ への吸収	本研究に期待	本研究に期待

今後の展望



ごみ

- ➡ サンプリングの均一性の担保
- ➡ 分別の高精度化、省力化（画像認識活用etc）
- ➡ オキシダイズの再現性の担保

排ガス

- ➡ CO₂回収装置を通過しなかったバイパスガス
- ➡ CO₂回収装置からの余剰ガス（オフガス）

製品CO₂

- ➡ 液化炭酸ガスは部分的に気化させて分析
- ➡ CO₂が高濃度のため分析技術面での諸制約は緩和傾向
- ➡ 本測定をCO₂利用製品のトレーサビリティへ活用

ご清聴ありがとうございました

本研究においてサンプルを提供いただいた自治体様、一部事務組合様に心から感謝申し上げます。

この成果は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託業務（JPNP21025）の結果得られたものです。