

製品のバイオマス由来を判別できる 低コスト・簡便な測定手法

東京都立産業技術研究センター
技術支援部 計測分析技術グループ
副主任研究員・内田 海路

2026年2月12日

本技術の位置付け

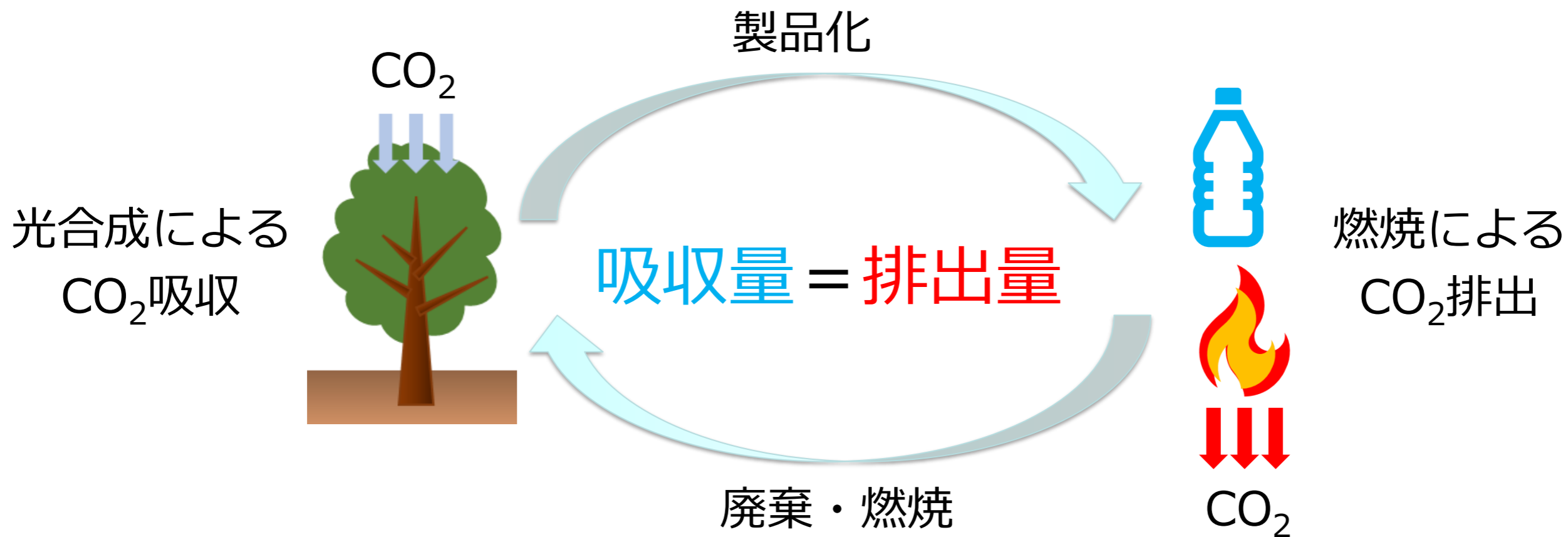
プラスチック製品や原料に含まれる
バイオマス由来炭素の含有量（バイオベース度）を、
低コストかつ簡便に測定可能な技術

共同研究の実施、本技術の使用を期待する企業

- バイオマス由来原料を使用した製品開発をしている企業
- バイオマスマークの認証取得を検討している企業
- バイオベース度測定の導入を検討している企業や分析機関
- 分析装置の開発を行っている企業

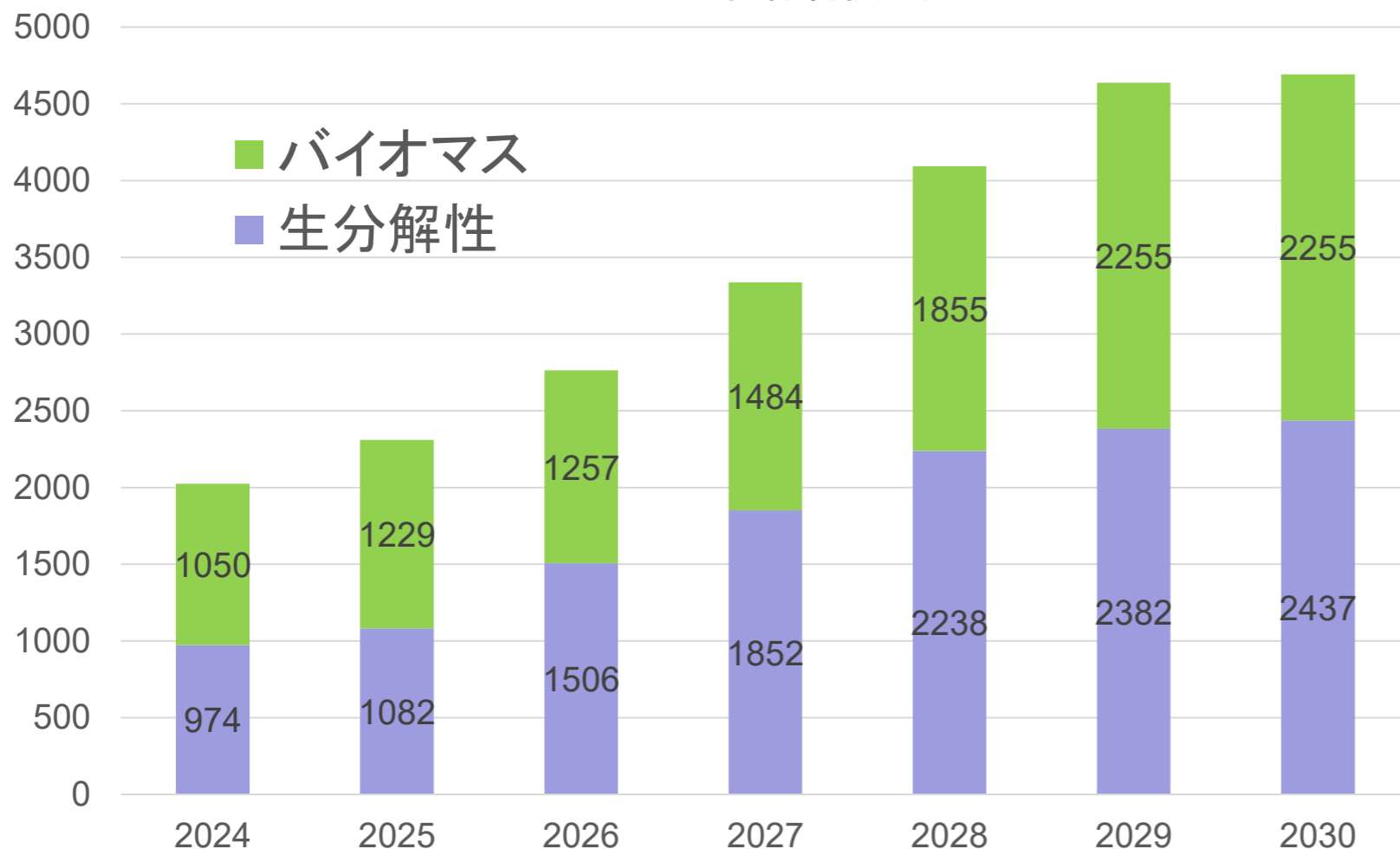
環境配慮の観点からCO₂排出量抑制が求められている

➡ カーボンニュートラルな特性を持つバイオマスプラスチック



- ・ バイオマスプラスチックの市場規模は年々拡大
- ・ バイオマスマークによるブランド化

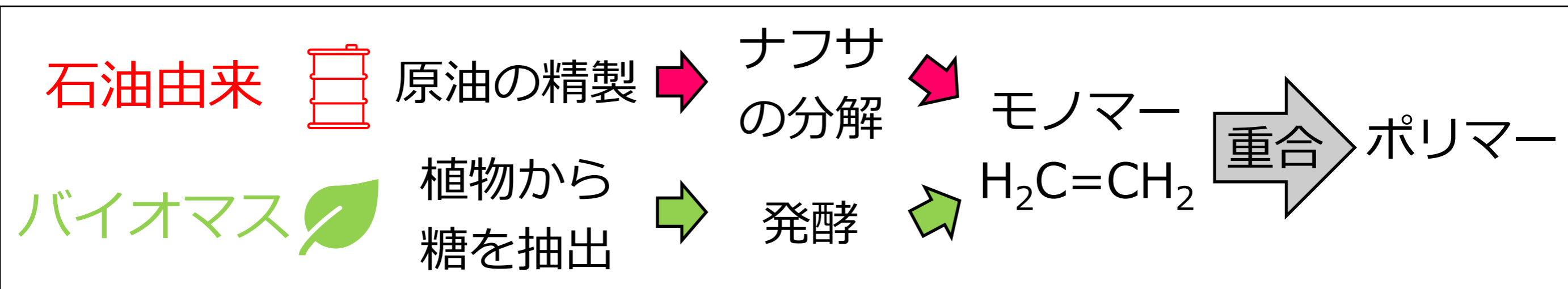
バイオプラスチック*の市場規模(単位:1000 t)



*バイオプラスチック
バイオマスプラスチック（再生可能な有機資源由来の物質を原料とする）と
生分解性プラスチック（微生物により分解し、自然界へ循環する性質）の総称

*本技術の分析対象は
バイオマスプラスチック

石油由来プラスチックとバイオマスプラスチック を消費者が見分けることはできるのか？



製造工程が違っても最終的な化学構造は同じ

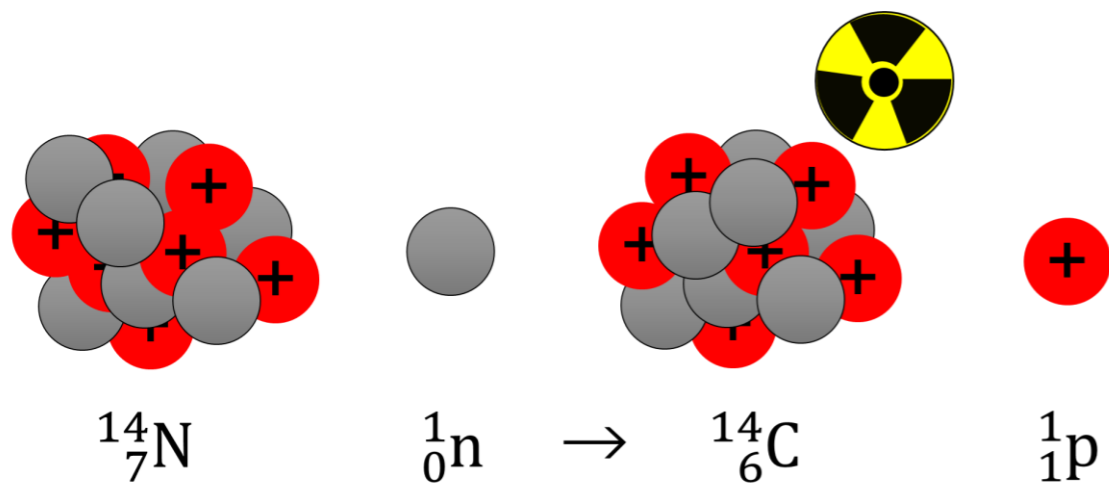
➡見た目、におい、肌触りなどは変わらない

バイオマス由来であることを判別できる技術が必要

➡**バイオベース度測定**

バイオベース度測定の仕組み

石油由来とバイオマスの判別方法：放射性炭素同位体 ^{14}C の含有量を測定

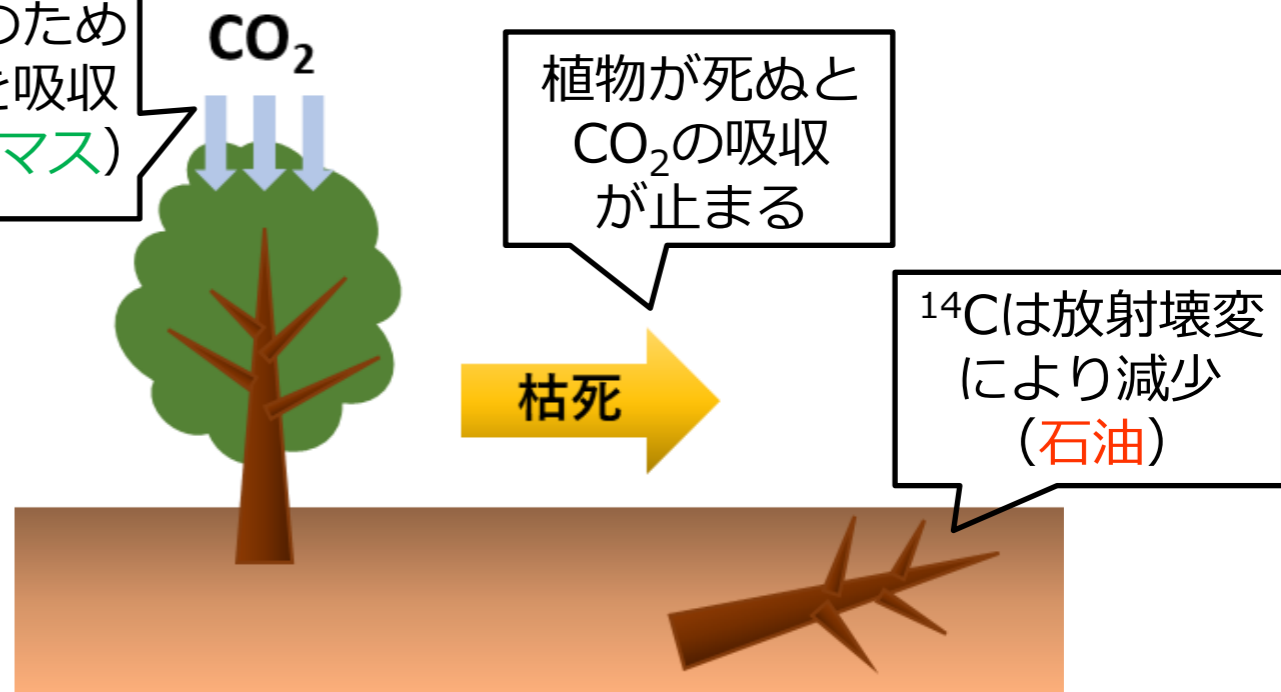


宇宙線と高層大気の核反応により生成

➡ $^{14}\text{CO}_2$ として大気中に存在

半減期5730年
存在比1.2ppt

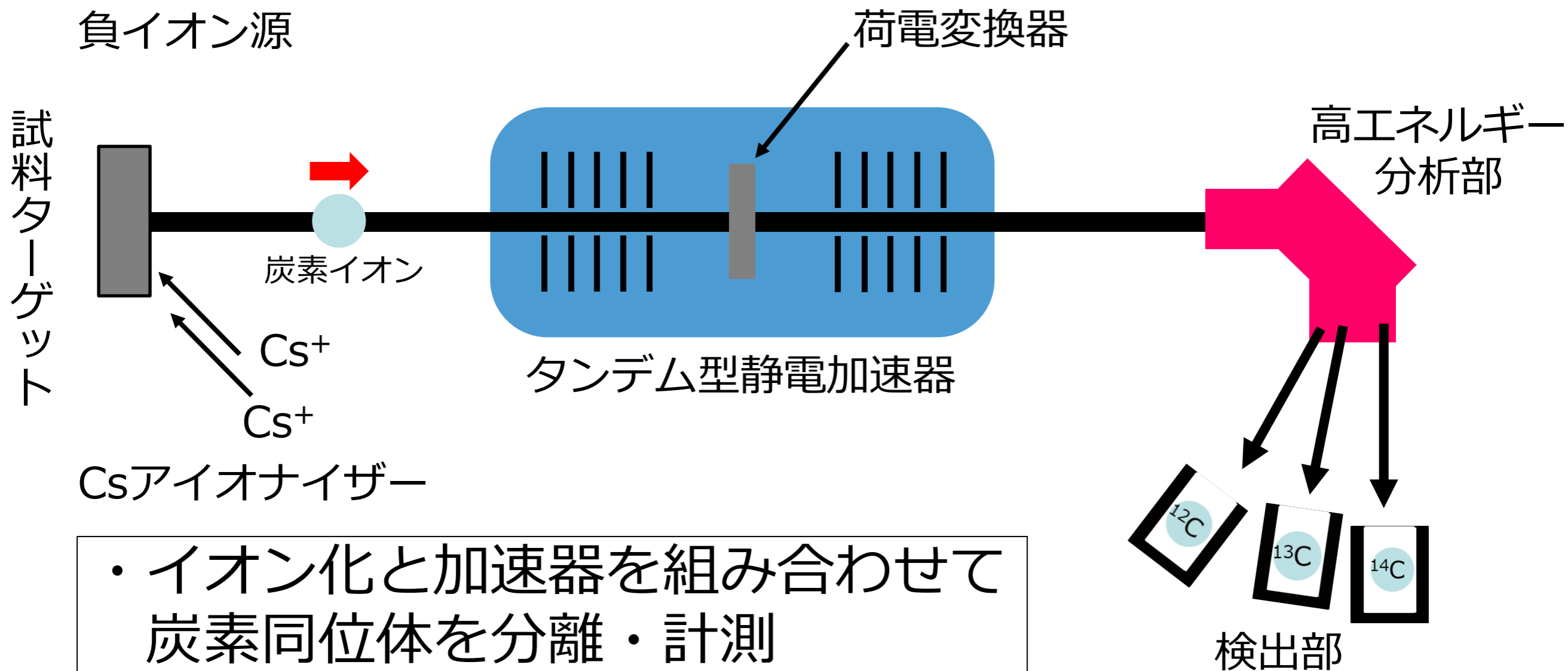
光合成のため
 $^{14}\text{CO}_2$ を吸収
(バイオマス)



バイオ由来： ^{14}C あり
石油由来： ^{14}C なし

➡ 判別可能

バイオベース度測定法：加速器質量分析AMS



- ・ イオン化と加速器を組み合わせて炭素同位体を分離・計測
- ・ 非常に高精度な測定が可能

従来技術とその問題点

^{14}C の濃度を測定する方法として従来用いられてきた測定法には加速器質量分析(AMS)やベンゼン-液シン法があるが、

○加速器質量分析

- ・装置が高価、大型であるため多くの機関での導入が困難
- ・分析費用が高額（1サンプル8万円～）

○ベンゼン-液シン法

- ・前処理工程が複雑で、高度な実験技術と専用の装置が必要

等の問題があり、より低コスト・簡便な測定技術が必要

新技術の特徴・従来技術との比較

- 比較的**安価で小型の分析装置**である液体シンチレーションカウンタを用いた分析
→分析費用は加速器質量分析の1/3~1/2、多くの機関での導入が容易
- 汎用性が高く**簡便な前処理**
→ベンゼン-液シン法に比べて、高度な実験技術や専用の装置が不要
- 低コストで簡便な測定でも**実用的な精度**
→バイオベース度10~100%の広い範囲で、従来技術と近い分析結果

新技術の特徴・従来技術との比較

	本技術	AMS	ベンゼン-液シン法
使用装置	液体シンチレーション カウンタ	加速器質量分析	液体シンチレーション カウンタ
前処理	燃烧 ⇨ CO ₂ ⇨ 有機塩基で固定化 ⇨ 液体シンチレーション	燃烧 ⇨ CO ₂ ⇨ グラファイト ⇨ 加速器質量分析	燃烧 ⇨ CO ₂ ⇨ CaCO ₃ ⇨ CO ₂ ⇨ Li ₂ C ₂ ⇨ アセチレン ⇨ ベンゼン ⇨ 液体シンチレーション
測定精度	△ (~6 %)	◎ (0.5 %)	○ (3 %)
装置価格	~4000万円	2億円~	~4000万円
分析費用	~4万円	8万円~	10万~
国内装置台数	数十台以上	数台	数十台以上

- AMSよりも安価な分析費用
- ベンゼン-液シン法に比べて簡便な前処理

技術の詳細は後述

新技術の特徴

① 試料前処理

試料を電气管状炉中で燃焼してCO₂に変換
→発生したCO₂を有機塩基を用いて捕集・固定化



写真:電气管状炉

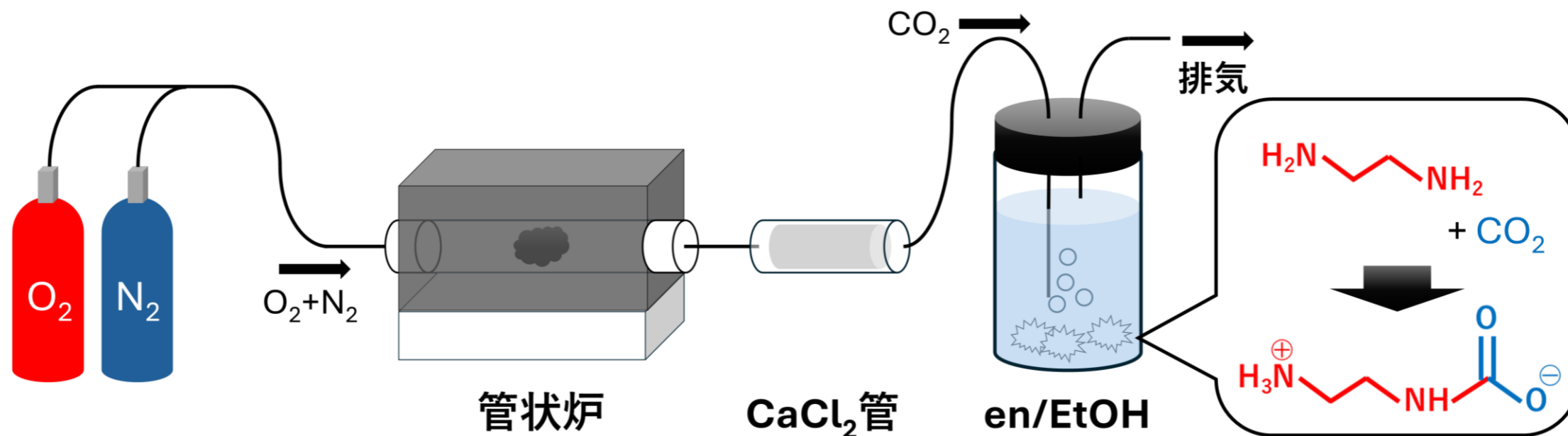
② 放射能測定

前処理で合成した試料の放射能を
液体シンチレーションカウンタにより計測
→参照試料から作成した検量線に
よりバイオベース度を算出



写真:液体シンチレーションカウンタ

新技術の特徴：試料前処理



- ①電氣管状炉中で試料を完全燃焼
- ②発生した CO_2 をエチレンジアミンのエタノール溶液で捕集

発生した CO_2 を一段階の化学反応で変換・固定化 → **簡便な実験操作**
燃焼可能なあらゆる試料に適用可能 → **高い汎用性**

新技術の特徴：試料前処理



様々なバイオベース度の製品

① 燃烧

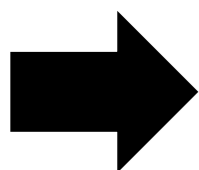


写真：電气管状炉

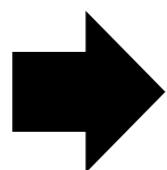
② CO₂に変換



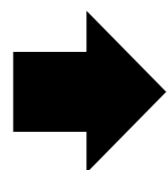
③ 捕集



無色透明溶液
(エチレンジアミン
のエタノール溶液)

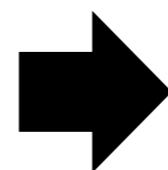


白濁液



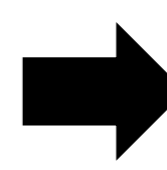
白色沈殿
(カルバミン酸
誘導体)

④ 濾過



白色粉末
(カルバミン酸
誘導体)

⑤ 乾燥



⑥ 放射能測定



**安価な試薬と簡便
な実験操作のみで
前処理が完結**

新技術の特徴：参照試料の放射能測定

試料のバイオベース度を測定するためには、基準となる参照試料が必要
→バイオベース度100%と0%の2種類の参照試料を合成

バイオマス炭素参照試料(100%)

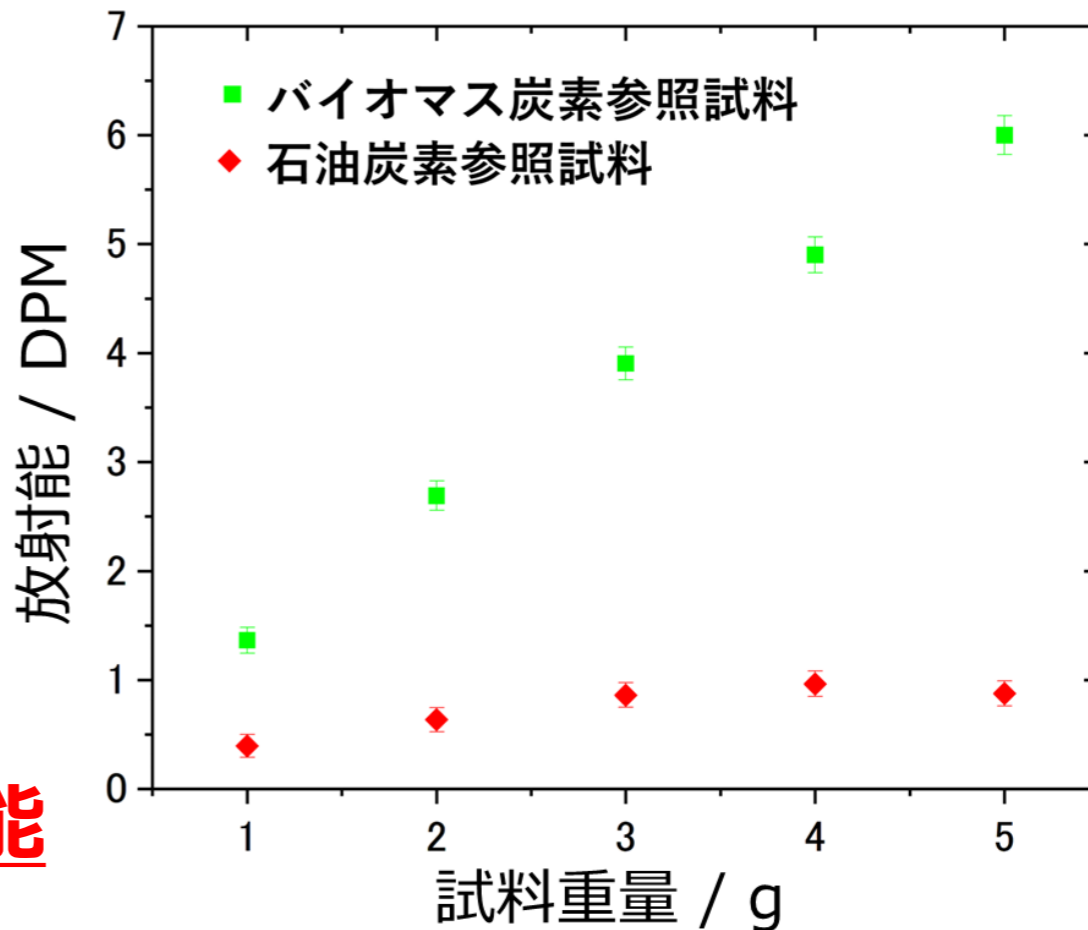
大気中のCO₂から合成

石油炭素参照試料(0%)

CO₂スプレーから合成

液体シンチレーション測定により

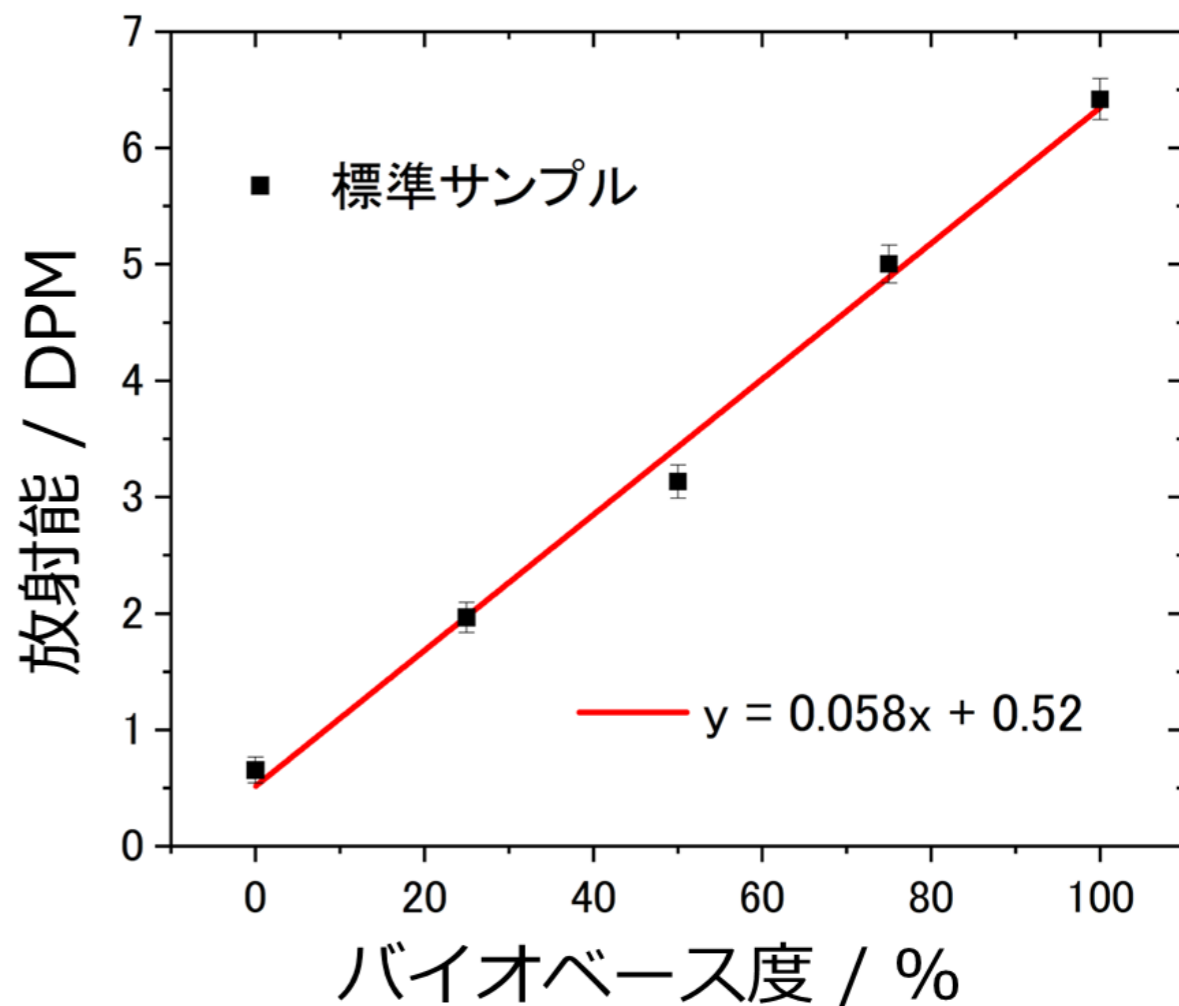
バイオマス由来と石油由来炭素を判別可能



新技術の特徴：参照試料による検量線作成

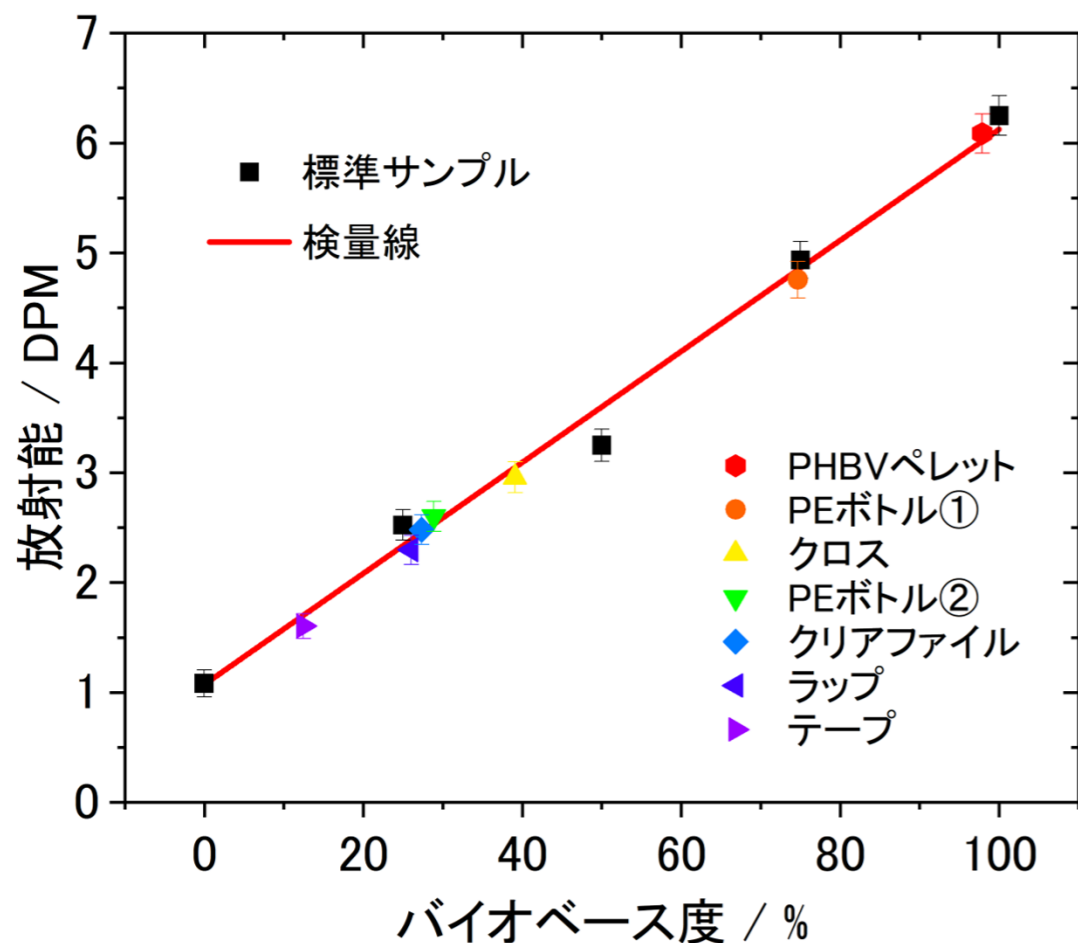
バイオマス炭素参照試料と石油炭素参照試料を混合することにより、バイオベース度0, 25, 50, 75, 100%の標準サンプルを調製

- 直線性の良い検量線
- バイオベース度と放射能測定値が比例関係にあることを確認



新技術の特徴：バイオベース度算出

プラスチック製品から合成した測定試料の放射能測定の結果を、標準サンプルから作成した検量線に当てはめバイオベース度を算出



	本技術	AMS	差(本技術-AMS)
PHBVペレット	98.5	97.9	+0.6
PEボトル①	72.4	74.7	-2.6
クロス	35.2	39.1	-3.9
PEボトル②	30.5	28.9	+1.1
クリアファイル	26.4	27.4	-1.0
ラップ	22.9	26.0	-3.1
テープ	13.0	12.5	+0.5

簡便・低コストな測定法でありながら従来法と近い値を得られた

本技術の位置付け

プラスチック製品や原料に含まれるバイオマス由来炭素の含有量を、低コストかつ簡便に測定可能な技術

想定される用途

- 化学、プラスチック産業において、原料のバイオマス由来比率を分析
- 容器、衣料品など様々な製品のバイオマス由来比率を分析
- 将来的に、本技術によるバイオマスマーク認証

実用化に向けた課題

- 前処理工程の自動化
現在は前処理の実験をすべて手動で行っているため、多くの試料の分析は困難
- 分析実績の不足
10~100%という幅広いバイオベース度の製品を分析しているが、その多くはポリエチレン製
異なる材質、添加剤を含む製品にも適用可能であることを示す必要がある。

企業への期待

- 自動前処理装置開発の共同研究
試料の燃焼→CO₂捕集の前処理工程を自動で行える装置の開発。
- バイオベース度測定の技術支援
2026年度からバイオベース度測定の技術支援を開始予定。ご利用お待ちしております。
- バイオベース度測定標準化のための共同研究

企業への貢献、PRポイント

- 本技術により 低コストなバイオベース度測定が可能であるため、開発段階の試作品の スクリーニング や AMS測定前のプレ試験 として有効。
- 分析機関等において、バイオベース度測定の導入にあたっての技術指導等

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究 2023～	・試料前処理および分析手法の開発	
実証実験 2023～2025	・試料前処理および分析手法の確立 ・様々なバイオベース度の製品を用いた分析	
技術支援開始 2026	・ポリエチレン製以外の製品や添加物を含む製品の前処理法の開発	・都産技研において技術支援開始
2027	・試料前処理の自動化	・企業との共同研究
2028	・バイオベース度測定標準法としての確立	・企業、研究機関との共同研究 ・バイオベース度測定法の規格提案を行い、バイオマスマークの認証に使用

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : バイオ由来判別方法及びバイオ由来判別装置
- 出願番号 : 特願2024-089831
- 出願人 : (地独) 東京都立産業技術研究センター
- 発明者 : 内田海路、片岡憲昭

お問い合わせ先

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
企画部 開発企画室

TEL 03-5530-2528

e-mail kaihatsu@iri-tokyo.jp