

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.2-1

NEDO先導研究プログラム/
エネルギー・環境新技術先導研究プログラム/

液化アンモニアによる湿潤藻類からの 成分抽出技術の開発

発表日：2025年07月15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 櫻木 潔

*団体名 (一財)電中研、(再委託)(国)東京大学、(一社)日本微細藻類技術協会

問い合わせ先 <https://criepi.denken.or.jp/>

1. 目的

本事業では、CO₂排出量削減効果の高い微細藻類由来SAFを生産するため、液化アンモニアを抽出溶剤とする未乾燥試料からのSAF成分抽出プロセスのシステム開発を行い、同システムのエネルギー消費量低減効果を示すとともに社会実装に向けた技術課題を明確化する。

2. 期間

2024/5/1 ~ 2026/3/31

3. 目標(中間)

液化アンモニアによる抽出試験装置の製作・設置し、抽出成分の分析手法を構築するとともに、提案法による熱物質収支解析ツールを作成すること。

4. 成果・進捗概要

液化アンモニアによる抽出試験装置の製作・設置し、提案プロセスのシステム開発に必要な抽出条件データの取得を開始した。また、抽出成分の分析条件を確立した。さらに、液化アンモニアによる抽出システムの構成を検討して、熱物質収支解析ツールを作成した。

背景

- ◆ 2050年のカーボンニュートラル社会を実現するためには、電化による脱炭素化が難しい大型機器による運輸部門のCO₂排出量削減が不可欠
- ◆ 既存の持続可能な航空燃料（SAF）製造技術では、安価に大量のSAFを確保することはできず、微細藻類由来SAF製造技術の確立が期待
- ◆ 微細藻類由来SAF製造工程では、**乾燥および細胞破碎を必要とする抽出工程のエネルギー消費量低減**が実用化に向けた大きな技術課題

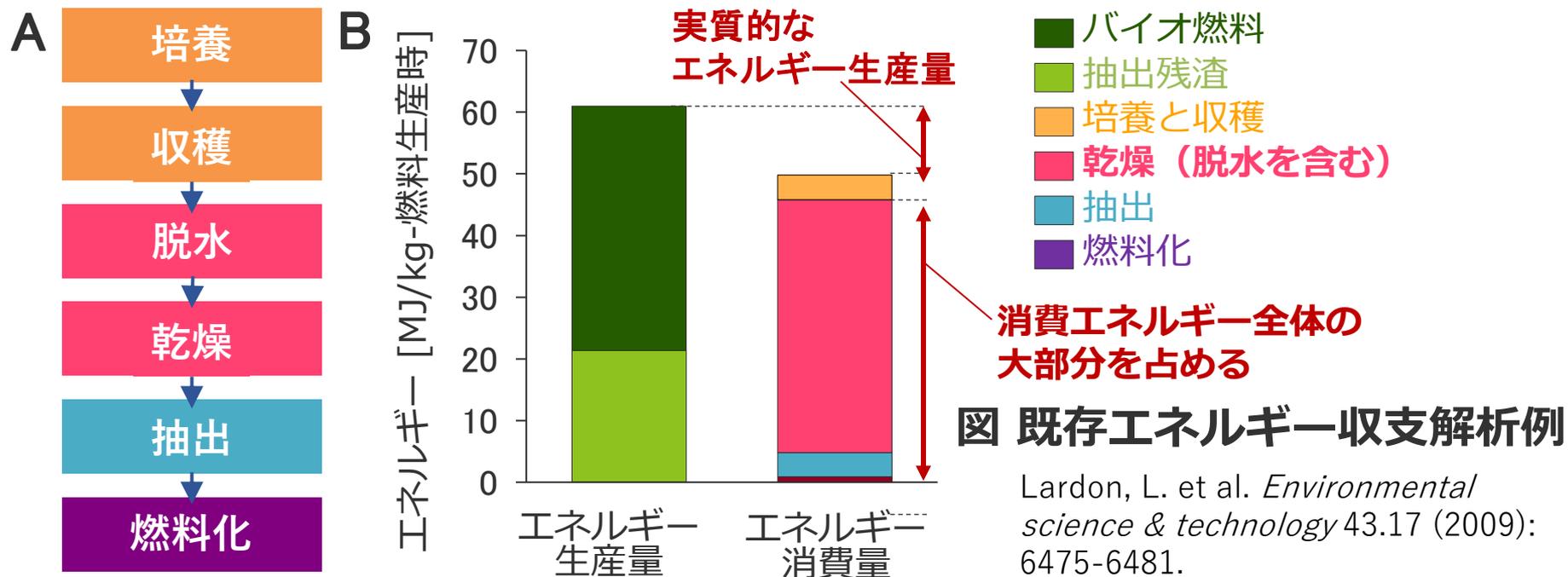


図 既存エネルギー収支解析例

Lardon, L. et al. *Environmental science & technology* 43.17 (2009): 6475-6481.

液化NH₃の基本特性

- アンモニアは常温常圧で気体であるが、**加圧（20℃で0.85MPa）あるいは冷却（常圧で-33.5℃）することで容易に液化する非水溶媒**
- アンモニアの生産および利用を目的とする技術開発が活発化するなかで、アンモニアの燃料用途に限らない、**抽出溶媒としての利用可能性**を検討

表 液化NH₃の基本特性

項目	NH ₃	H ₂ O
モル質量 [g/mol]	17	18
融点 [°C]	-77.7	0
沸点 [°C]	-33.35	100
蒸気圧 [MPa]	0.85 (20°C)	0.002 (20°C)
比熱 [kJ/kg・K]	4.8 (20°C)	4.2 (20°C)
液密度 [kg/L]	0.67 (20°C)	0.998 (20°C)
臨界温度 [°C]	112 (11 MPa)	218 (22 MPa)
比誘電率 [-]	22 (-33°C)	80 (20°C)
蒸発熱 [kJ/kg]	1262 (-33°C)	2243 (100°C)

常温常圧付近での
気液相変化を利用
できる

目的

- 常温付近でのNH₃の気液相変化を用いることで、未破碎の湿潤試料から効率的にSAF成分などを抽出することが期待
- 乾燥および細胞破碎工程のエネルギー消費量削減ならびに低コスト化を達成するため、NH₃を抽出溶剤とする新たな抽出技術を開発

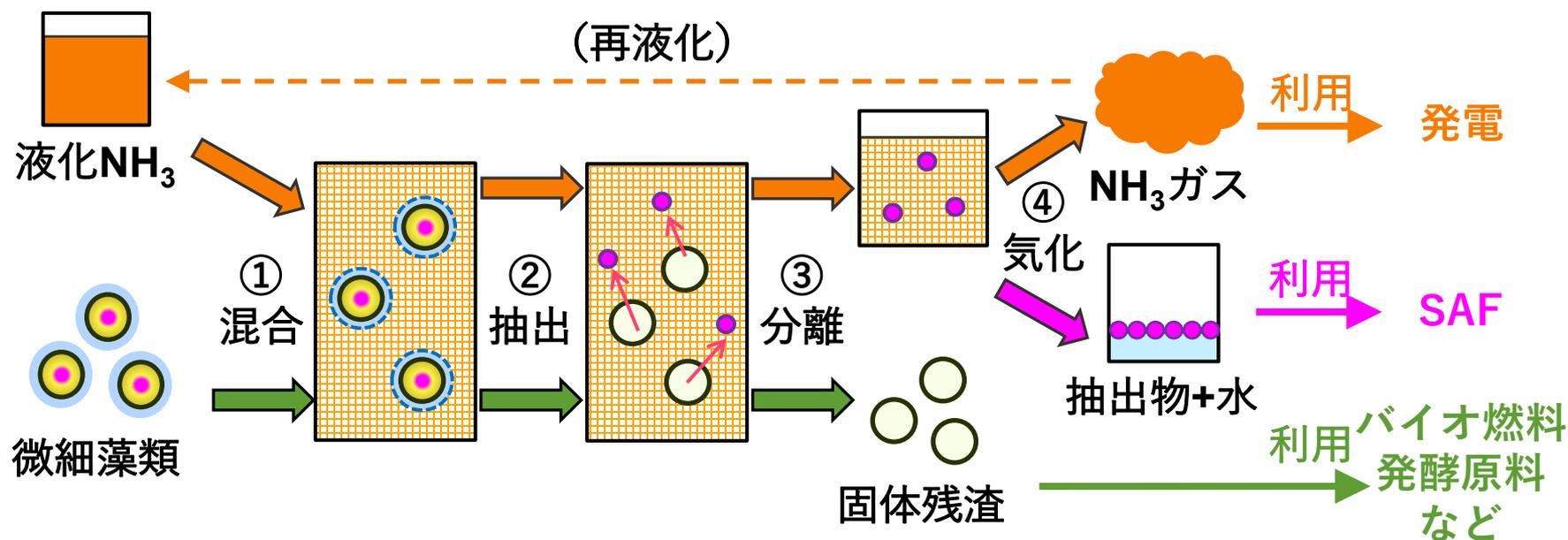


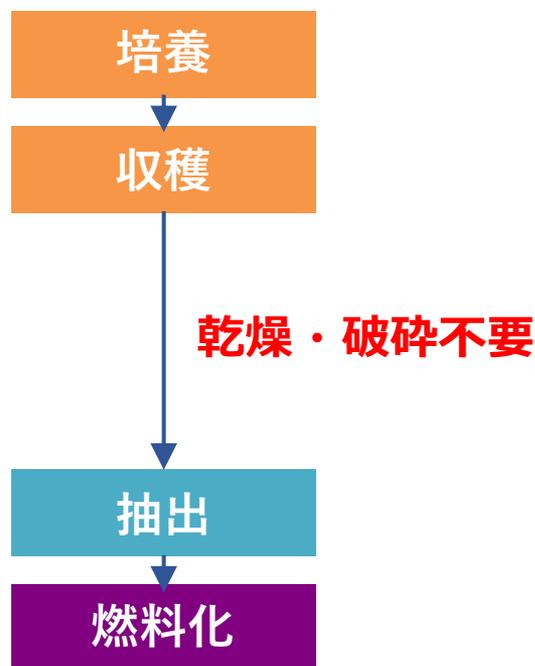
図 液化アンモニアによる成分抽出原理のイメージ

※NH₃は加圧（20℃で0.85MPa）あるいは冷却（常圧で-33.5℃）することで容易に液化

開発目標

- 本事業では、CO₂排出量削減効果の高い微細藻類由来SAFを安価で大量に確保することを目的に、エネルギー消費量が少なく経済性に優れた、液化アンモニアを用いた新たな抽出技術を開発することを目標とする。

提案法(液化NH₃)



既存法(ヘキサン)

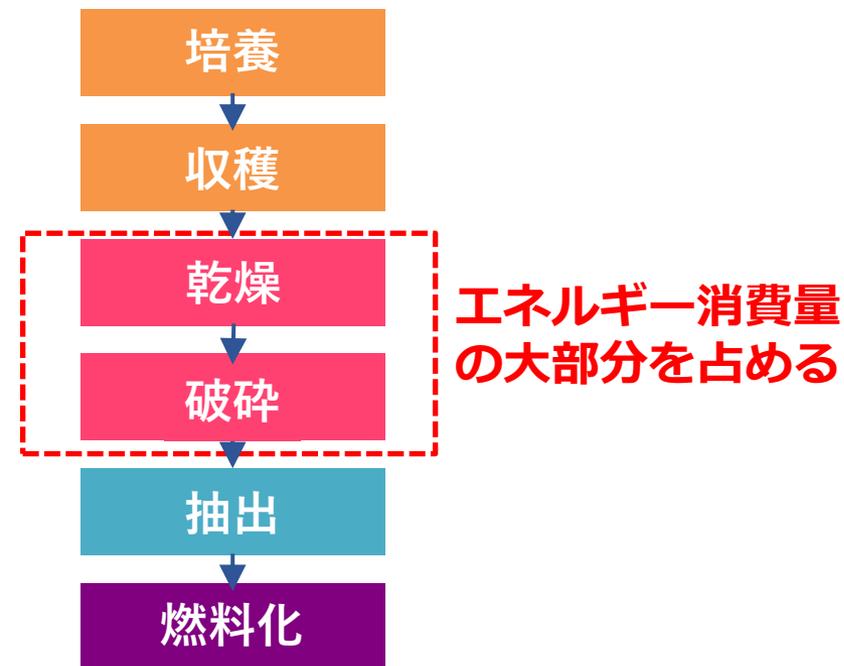


図 提案法と既存法による微細藻類由来SAF製造工程の比較

開発項目

実施項目A：液化アンモニアによる抽出技術の開発

提案抽出技術の実用化に向けて、 NH_3 の気液相変化を組み込んだ新たなプロセスのシステム開発に必要な設計情報を取得する。

実施項目B：抽出成分および固体残渣の有効利用に向けた評価分析

抽出物および残さに含まれる成分を各種装置を用いて網羅的に分析するとともに、抽出物および残さの有効利用策の検討を通じて、経済性に優れた微細藻類由来SAF製造プロセスを開発する。

実施項目C：抽出プロセスのエネルギー収支解析

液化 NH_3 による抽出プロセスについて、システム設計を行い、実験データに基づく熱物質収支解析を行うことで、各操作工程や機器におけるエネルギー消費量を明確にし、エネルギー消費量低減に向けて、重要となる技術課題を明らかにする。

実施内容

2024年度の実施内容

実施項目A：液化アンモニアによる抽出技術の開発

液化NH₃を定量供給可能な抽出試験装置を設計・製作し、抽出特性の解明に向けた検討を開始

実施項目B：抽出成分および固体残渣の有効利用に向けた評価分析

微細藻類成分（脂肪酸、グリセリド類、極性脂質およびタンパク質など）の分析条件を構築

実施項目C：抽出プロセスのエネルギー収支解析

液化NH₃を用いた抽出システムの構成を検討して、熱物質収支解析ツールを作成

研究スケジュール

- 微細藻類由来SAFの省エネ製造と社会実装に向けて研究を推進

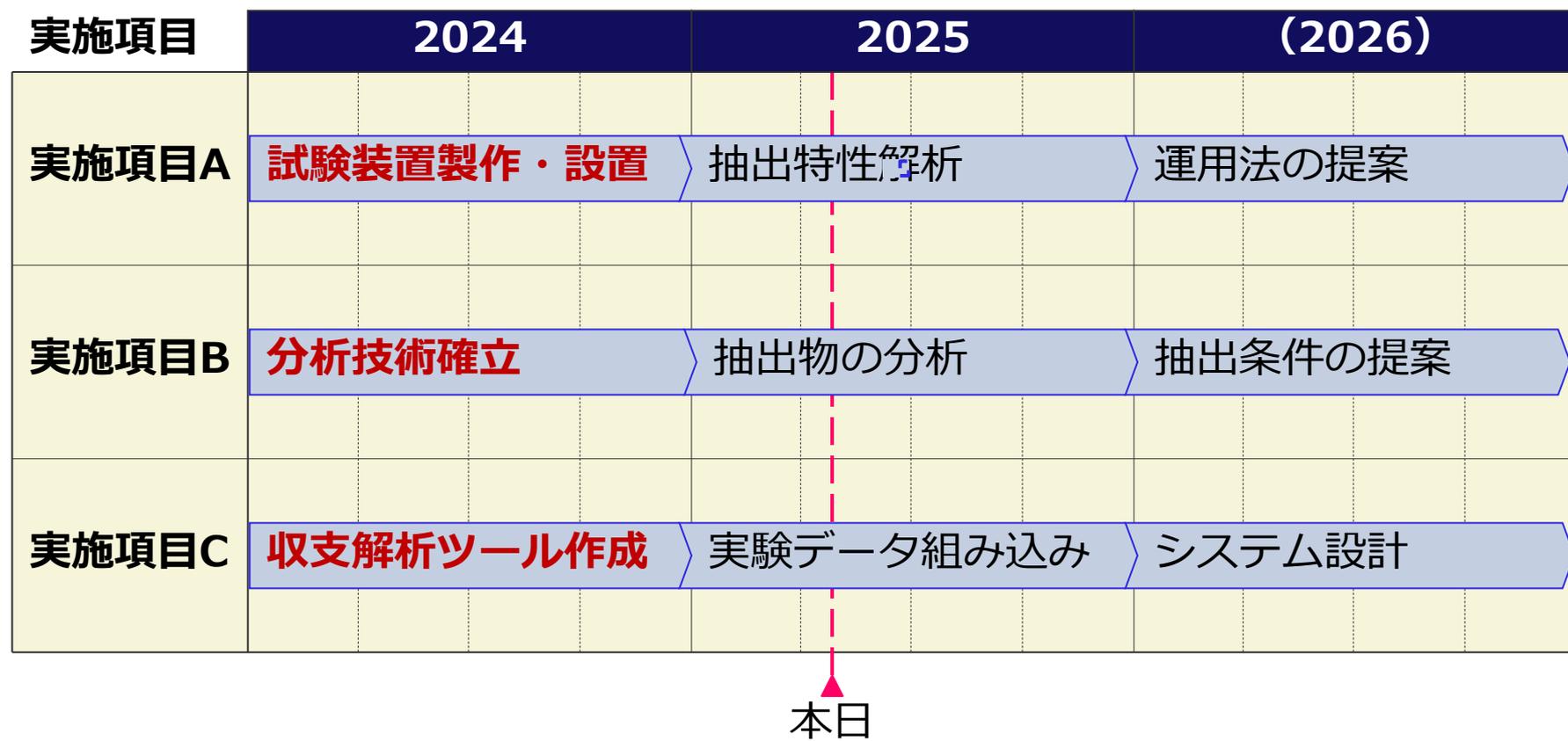
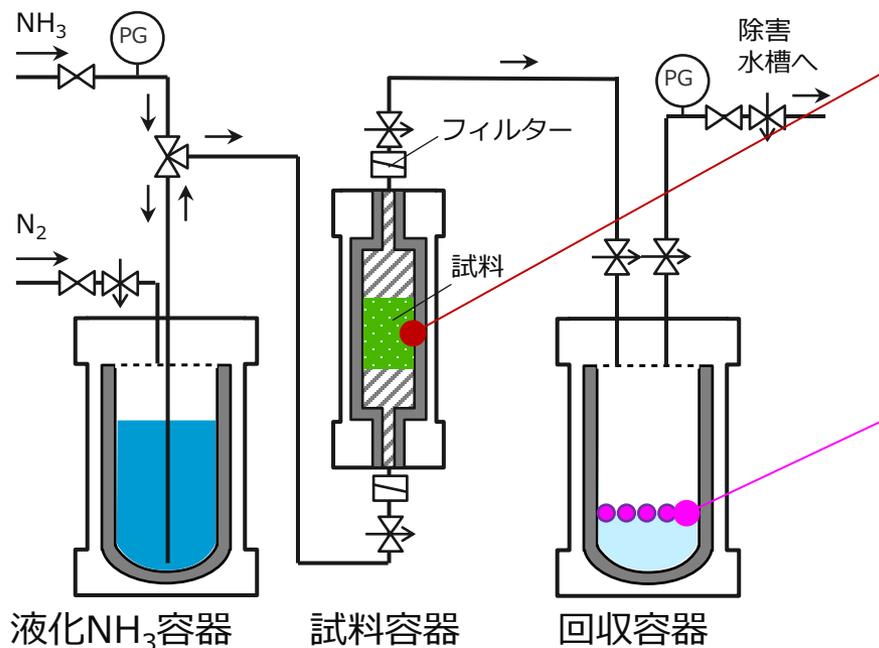


図 研究開発項目と年度展開

抽出試験装置の概略系統

- 液化NH₃による未乾燥の微細藻類からの抽出試験を実施
- 抽出物収率および含まれる脂肪酸組成を測定
- **SAF原料となる脂質成分を直接抽出できるか**を確認



産業利用が期待される3種類の微細藻類について試験を実施

- *Scenedesmus obliquus*
- *Nannochloropsis oceanica*
- *Chlamydomonas reinhardtii*



抽出物の写真
(水分なし)

図 液化アンモニアによる抽出試験装置の概略系統

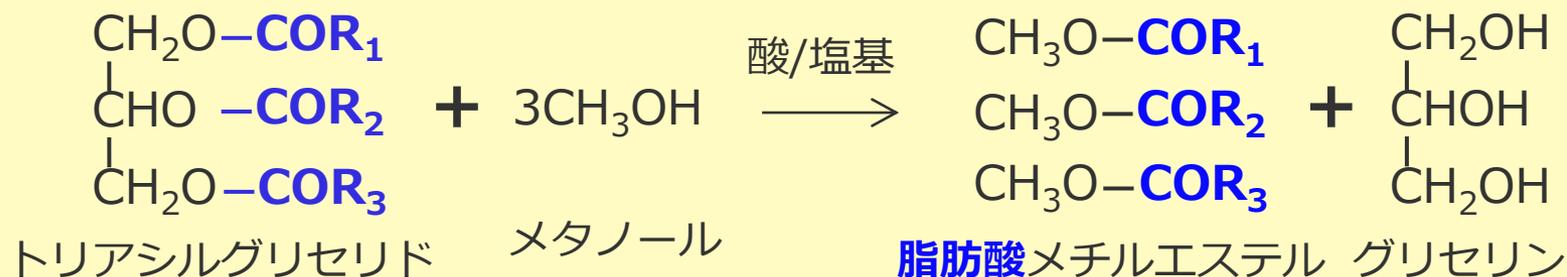
K. Sakuragi and M. Otaka. *Bioresource Technology Reports* 24 (2023): 101623.

抽出試験の概要



◆ メチルエステル化反応

◆ 抽出物を脂肪酸メチルエステル (FAME) に変換して定量測定



抽出物およびFAME収率

- 液化NH₃を抽出溶媒とする方法では、乾燥や細胞破碎などの前処理工程が不要であるが、既存法よりも高い抽出物収率が得られる
- 産業利用が期待される微細藻類から、**FAMEをヘキサンを用いる既存法と同等以上の収率で抽出**できることを実証

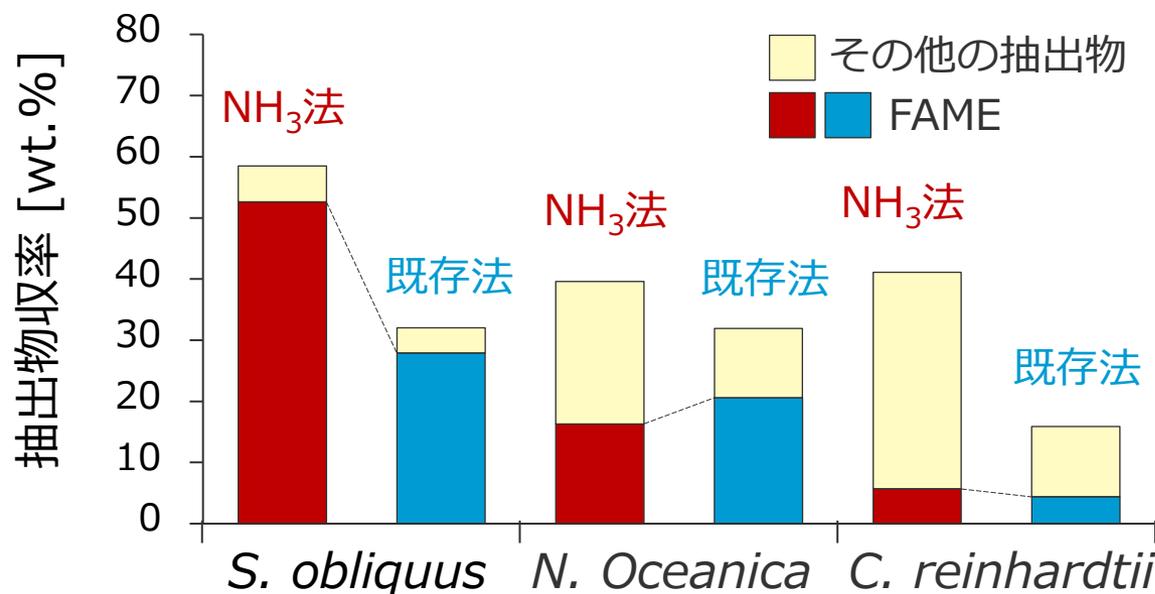


図 微細藻類からの抽出物収率およびFAME収率
 収率（縦軸）は乾燥藻体重量を基準とした値を示した

抽出物の脂肪酸組成分析例

- 液化NH₃およびヘキサン（既存法）で得られる抽出物に含まれる脂肪酸組成を分析は類似
- 液化NH₃を抽出溶媒とする本方法では、既存法で必要となる**乾燥や細胞破碎などの前処理工程が不要**であることを確認

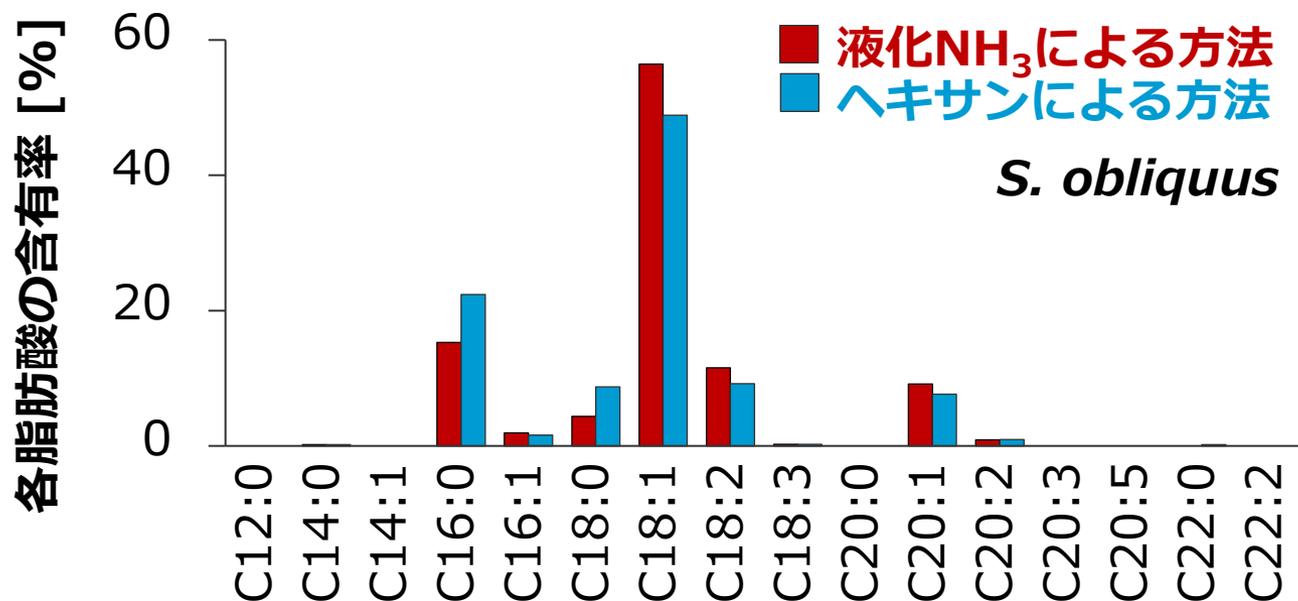


図 抽出物に含まれる脂肪酸組成
収率（縦軸）は乾燥藻体重量を基準とした値を示した

今後の技術課題

実施項目A：液化アンモニアによる抽出技術の開発

液化NH₃を定量供給した抽出試験を行い、試料性状（藻類種、水分、脂質含有率など）や抽出条件（液化NH₃の通液速度など）の影響を解明し、実用化に向けたシステム設計情報を取得

実施項目B：抽出成分および固体残渣の有効利用に向けた評価分析

抽出物および残渣に含まれる成分を詳細に把握することで、抽出機構解明を進めるとともに、抽出プロセスの効率化と、抽出物および残さの有効利用策を検討

実施項目C：抽出プロセスのエネルギー収支解析

抽出物収率、アンモニア通液量などの実験データを熱物質収支解析ツールに組み込み、微細藻類由来SAF製造の各パラメータがエネルギー収支に与える影響を定量的に解明

まとめ

- 液化アンモニアを定量供給可能な抽出試験装置を製作し、抽出物に含まれる主要な成分の分析方法を構築するとともに、提案抽出プロセスのエネルギー収支解析ツールを作成した。
- 今後、新規導入した抽出試験装置を用いて、液化アンモニアによる抽出特性解明し、抽出物および残渣に含まれる成分を分析するとともに利用に向けた評価を実施する。また提案抽出プロセスについて、システム設計を行い、実験データに基づく熱物質収支を行う。これらにより、既存法に比較してエネルギー消費量1/2を達成する新たな抽出システムを開発する。