

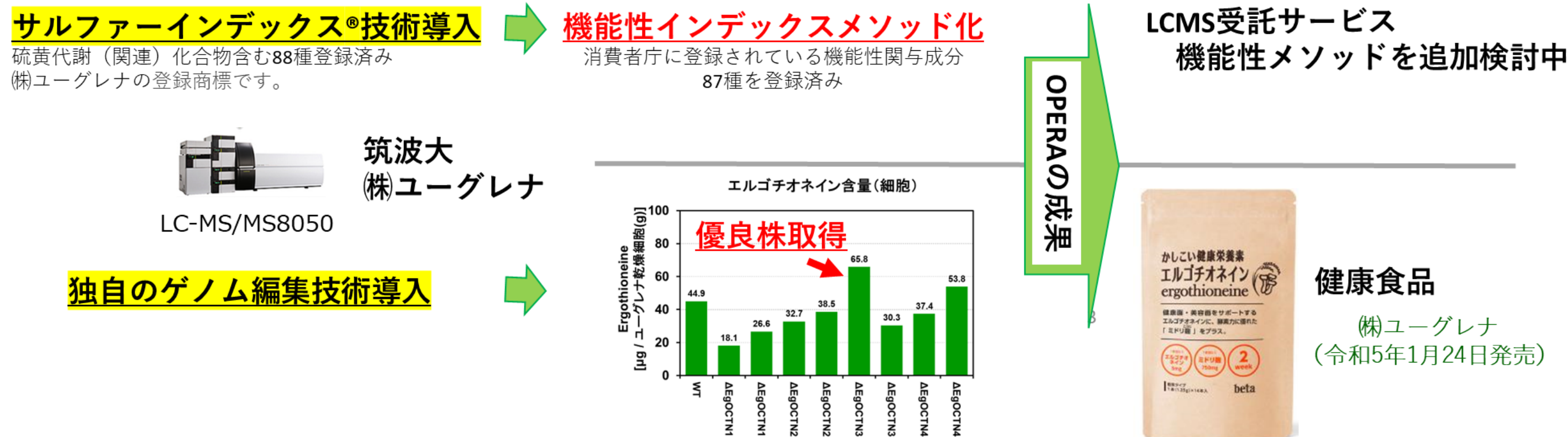
研究開発課題4 「機能性試験と新規成分抽出法の確立と機能性素材の開発と応用」

課題4-5 藻類由来の機能性含硫化合物の効率的な生産法の設計と高生産株の育種

研究開発責任者 (氏名: 大津厳生 所属: 筑波大学)
共同研究参加者 (氏名: 鈴木健吾 所属: ㈱ユーグレナ)

1 最終年度までに達成した研究開発内容の新規性と優位性

- ①機能性分子を見出すべく「機能性表示食品の関与成分」について、70種程の追加登録に取り組み、LC-MSの最適な検出条件 (m/z等) や溶出時間を決定し測定メソッド化した。
- ② CRISPR-Cas9型の高効率ゲノム編集を*Euglena gracilis*株に適用し、エルゴチオネインの膜輸送体遺伝子 (OCTN1) の4つの内在ホモログ (EgOCTN1, EgOCTN2, EgOCTN3, EgOCTN4とした) について各遺伝子破壊株を作製し、ERG生産が高まった株を取得した。(筑波大学・㈱ユーグレナ)



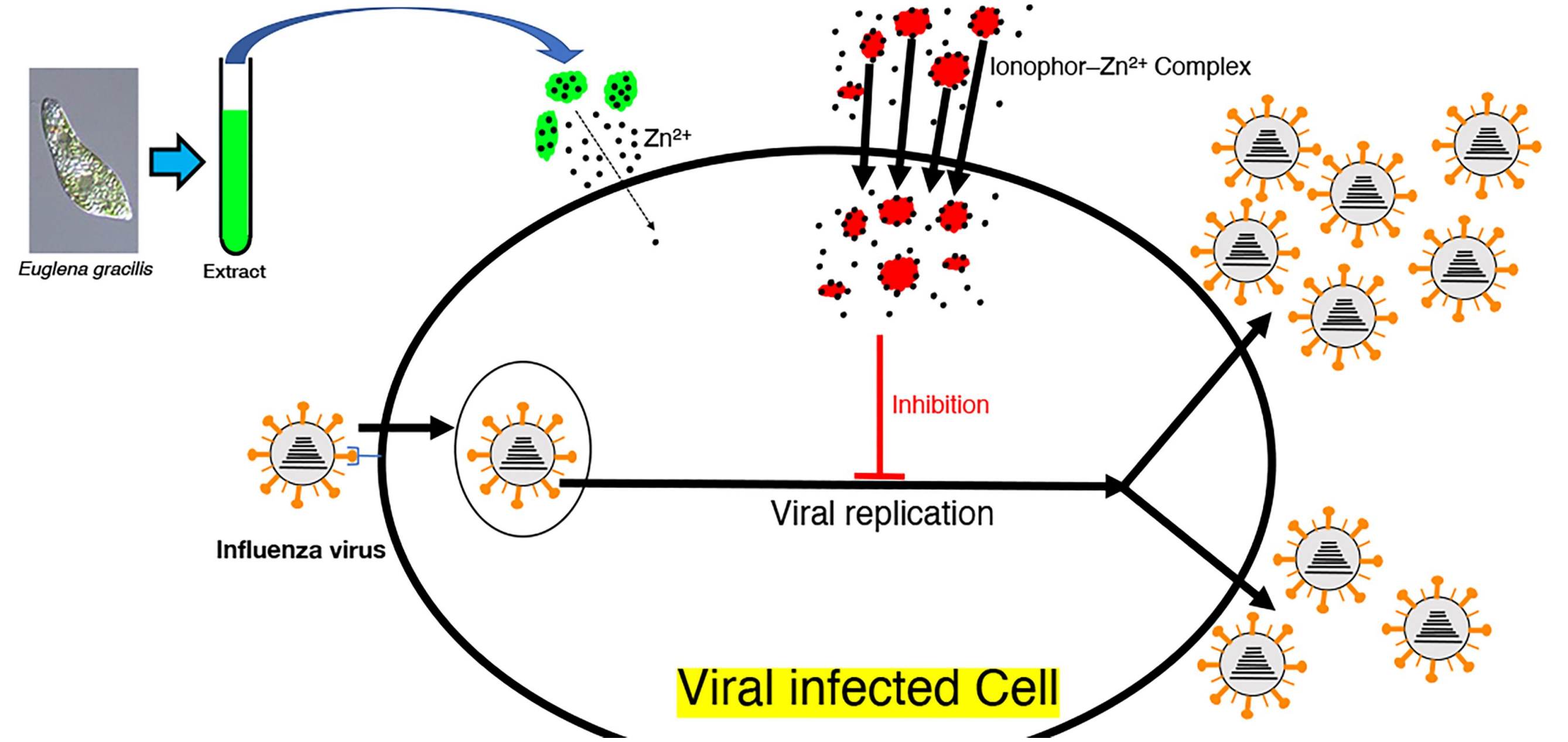
2 今後取り組む課題解決の展望 (非競争領域で継続して取り組むもの、競争領域で取り組むこと) について

最終目標として「藻類由来の機能性含硫化合物の効率的な生産法の設計と高生産株の育種」を果たす。(本研究課題は、藻培養条件や抽出法ならびに素材の特性解析と機能性含硫化合物の生産に向けた高生産菌株の育種など「非競争領域」を中心に進めてきたが、商品開発など「競争領域」に移ってきているため、2023年3月31日をもって早期終了することになった。)

課題4-13 藻類由来の機能性成分のウイルス感染に対する有効性の検討

研究開発責任者 (伊勢川裕二 大阪公立大学)
共同研究参加者 (鈴木健吾・阿開・㈱ユーグレナ)

1 最終年度までに達成した研究開発内容の新規性と優位性



2 今後取り組む課題解決の展望 (非競争領域で継続して取り組むもの、競争領域で取り組むこと) について

細胞レベルでの*Euglena*における抗インフルエンザ効果を示す主要な成分のひとつは亜鉛であることが示された。しかし、その細胞内への取り込み効率の問題から、有効性を示すまでの時間がかかり、濃度の維持も必要となる。そこで、亜鉛イオンフォアであるケルセチンと同時に添加することにより、相乗効果を得ることができ、短時間で高い活性がえられた。しかし、その作用機構は十分に解明できていないので、それを明らかにすること。一方、研究の過程で亜鉛以外の有効成分の存在も示唆されたので、その成分の同定、作用機構について検討する。さらに、インフルエンザウイルス以外のウイルス、例えばSARS-CoV-2、にも有効性が乱れるかどうかを検討する。

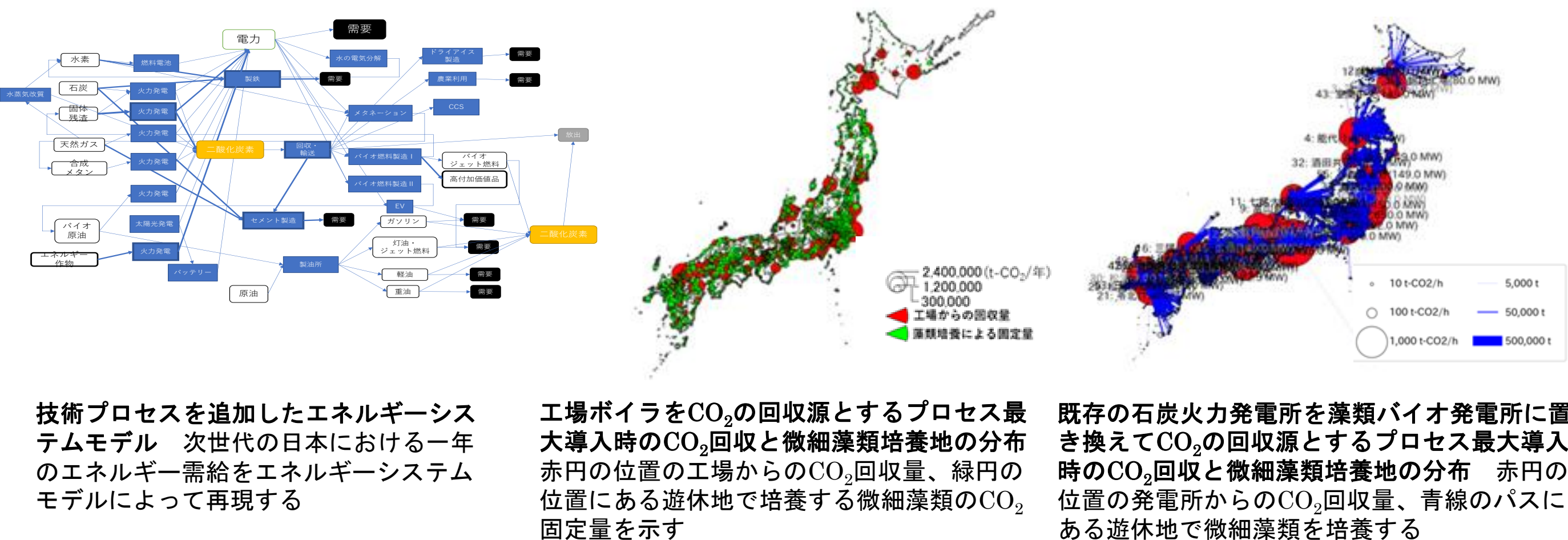
研究開発課題5 「バイオエコノミーと市場調査：機能性バイオによる低炭素社会の実現」

課題5-2 藻類由来のエネルギーの環境改善効果の評価モデルによるCO₂排出削減効果の推定

研究開発責任者 (吉田好邦 東京大学)
共同研究参加者 (高岡尚生 コスモエンジニアリング (株))

1 最終年度までに達成した研究開発内容の新規性と優位性

微細藻類のエネルギー利用を大規模に進めるための課題となる、CO₂の供給源、培養地の問題を現実的に考慮した上で、コストを抑えた方法での微細藻類のポテンシャルを明らかにすること、微細藻類を大規模に導入する際のどの程度のコストがかかるかを推定することを目的として、GISデータや統計データを活用してCO₂の供給源と微細藻類の培養地の候補地の位置関係と規模をまとめ、CO₂の供給から微細藻類の培養・利用までの具体的な流れを求めた。



2 今後取り組む課題解決の展望 (非競争領域で継続して取り組むもの、競争領域で取り組むこと) について

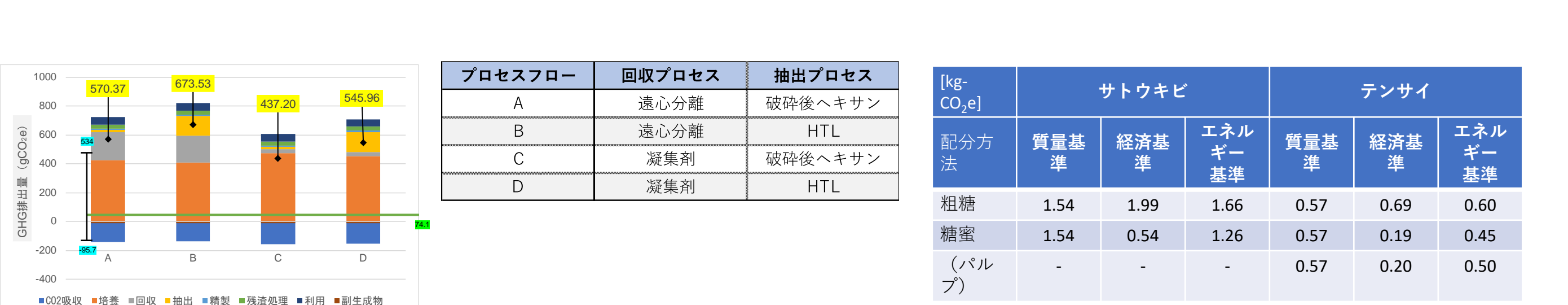
微細藻類のエネルギー利用のポテンシャルを推定できたことを踏まえ、SAFに限らないエネルギーとしての可能性を非競争領域で継続して研究開発に取り組む予定である。

課題5-3 バイオマス生産に関する基礎データに基づくLCAと将来構想シナリオ

研究開発責任者 (井原智彦 東京大学)
共同研究参加者 (高岡尚生 コスモエンジニアリング (株))

1 最終年度までに達成した研究開発内容の新規性と優位性

微細藻類のエネルギー利用を進める上で必須となる、微細藻類バイオマスの環境影響をライフサイクルアセスメントで定量化することを目的として、独立栄養で培養した場合のバイオケロシンのライフサイクルGHG排出量の算出、GHG排出量とプロセスの特定、および既往研究との比較、また日本国内で栽培した場合の従属栄養源のGHG排出量の算出、および既往研究との比較をおこなった。SAFの原料となるバイオケロシンに着目したLCAの実施、および日本国内における従属栄養源のLCAは新規である。



独立栄養で培養した場合のバイオケロシン 1 MJ生産あたりに排出されるGHG排出量の回収プロセス・抽出プロセス別比較 ◆はプロセスフロー全体の排出量の合計値、左側の水色の幅はQuinn and Davis (2015)による微細藻類ベースの各種バイオ燃料のGHG排出量の幅、緑線は現在利用されている石油由来のケロシンを生産・利用する際のGHG排出量をそれぞれ示す

2 今後取り組む課題解決の展望 (非競争領域で継続して取り組むもの、競争領域で取り組むこと) について

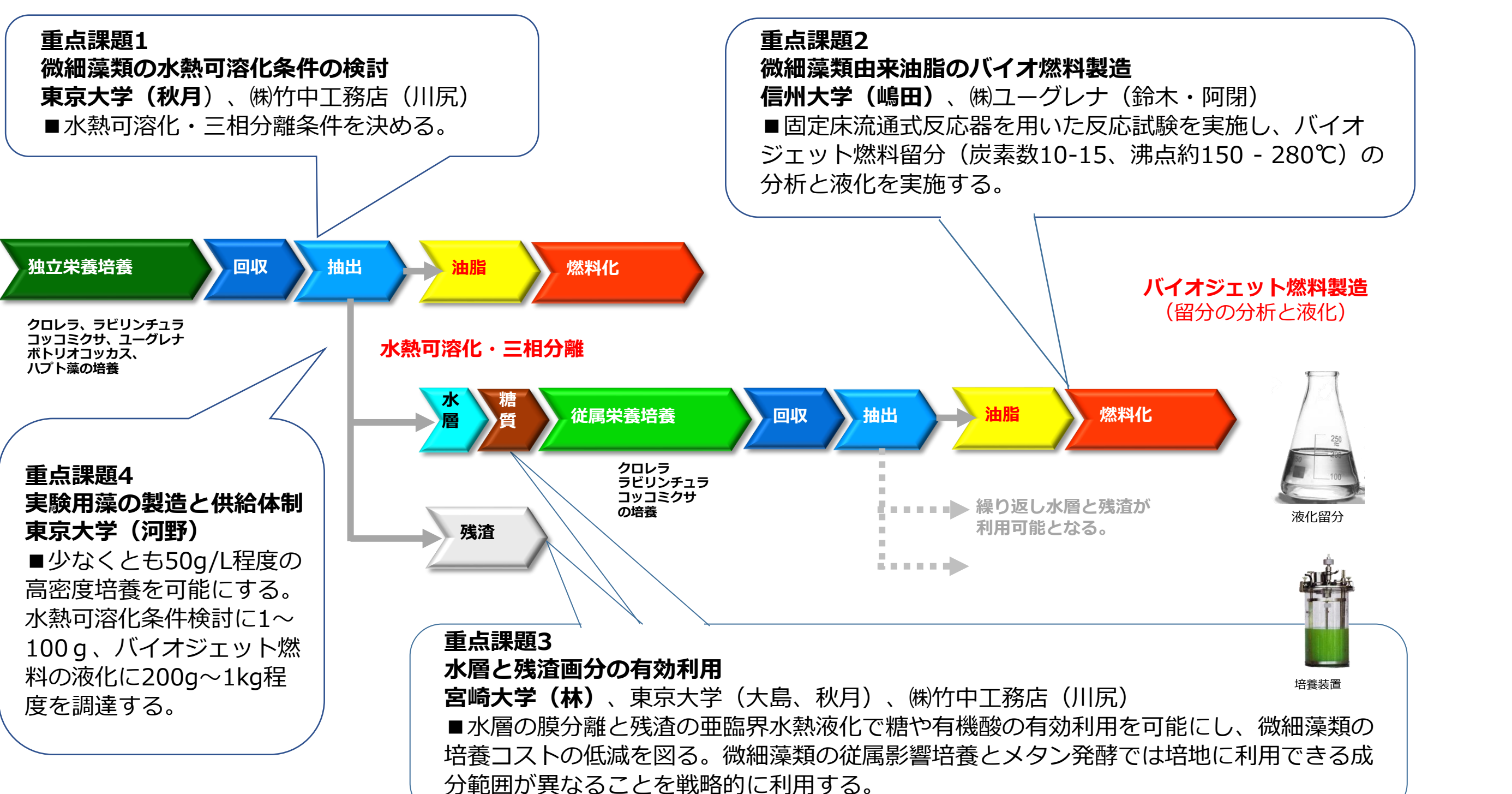
実際の導入に向けて、独立栄養のみならず、さまざまな従属栄養源を利用した微細藻類の培養およびSAFの生産について、具体的にLCAを用いて環境影響を定量化し、低GHG排出となるようなプロセスの提案をおこなっていく予定である。

重点課題について

加速化がもためられている脱炭素社会の実現には、微細藻類バイオマスを原材料としたバイオジェット燃料生産の事業化が急務である。本重点課題では、微細藻類の燃料化に見合う大規模培養システムに加え油脂抽出と燃料化が国内施設で可能であると提案したい。低CO₂負荷プロセスの実データ収集に基づき、ジェット燃料生産につながる本プロジェクトの成果をさらに加速させて、150~200℃、飽和蒸気圧以上における水熱可溶化処理 (HTL) による微細藻類の水熱可溶化と三相分離によって粗抽出した油脂を改質して実験的にジェット燃料化することを重点課題として設定した。

重点課題1~4 重点課題での位置づけとは…

研究開発責任者 (河野重行 東京大学)
共同研究参加者 (秋月 信 東京大学、川尻 聡 ㈱竹中工務店、嶋田五百里 信州大学、阿開耕平・鈴木健吾 ㈱ユーグレナ、林 雅弘 宮崎大学)



重点課題4：実験用藻の製造と供給体制 糖蜜8.3万tとCO₂180万tの処理に必要な培養施設

研究開発責任者 (河野重行 東京大学)
共同研究参加者 (高岡尚生 コスモエンジニアリング (株))

培養	原料	設備	炭素固定効率	生産性		設置面積 (h)	バイオマス (t)	油脂 (t)	文献
				g/m ² /d	g/L/d				
独立	180万t CO ₂	レースウェイ	33%	4.3-11	0.02-0.06	9,600	316,800	158,400	1
		閉鎖系チューブ	58%	25	0.13	7,424	556,800	278,400	2
		バイオフィルム	87%	22-52	0.11-0.26	5,354	835,200	417,600	3
従属	8.3万t 砂糖	タンク培養	78%	-	1.79	2.8~5.6	53,000	27,000	4

1) Kethesani, B., Nirmalakkandan, N. (2012) *Bioresour. Technol.* 108, 196-202. 3) Martín-Girela, I., et al. (2017) *Algal Research* 25, 421-430.
2) Chiu, S.Y., et al. (2008) *Bioresour. Technol.* 99, 3389-3396. 4) Liu, J., et al. (2011) *Bioresour. Technol.* 102, 106-110.

注1) 原料は製油所のCO₂年間排出量180万tをトラップしたもの、糖蜜9.7万tに関しては年間の国内生産分のうち飼料と飼食しない分とした。
注2) 炭素の固定効率は、設備の種類によって大きく変動するが、論文による平均的な値とした。生産性についても同様である。
注3) 設備の設置面積は原料を全て消費するために必要な分とした。独立栄養培養施設の場合、日本の農地の0.1%~0.2%に相当する面積を必要とする。
注4) 砂糖8.3万tを処理するタンク培養には2.8~5.6haの設置面積が必要であるが、これは大型の製油所面積の約3.7~5%に過ぎない。これによって、年間約5.3万tのバイオマス、油脂としては約2.7万tの廃食油相当、SAFとしては1.2万t相当が早い時期に生産できることになる。
注5) 糖蜜の代わりにダブっている砂糖 (1990年代初めは年間消費量は260万tを超えていたが、ここ数年は年間180万tを切る) を使うことも推奨される。この場合設備の増設で約4~18万tの増産が可能となる。

※ 年間1万tの微細藻類バイオマスを作るのに従属栄養なら0.5~1.1haの敷地があればいい。 cf. 独立栄養なら161ha
1万tのバイオマスを10-20tタンクで年間通じて培養するには計算上は約190基ほど必要になる (生物の科学 遺伝より)。