



## 平成 30 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

### 【研究題目】

藻類バイオ 3000 株の大量培養と非可食バイオマスによるバイオエコノミーの実践

【整理番号】 TK18-026

### 【代表機関】

東京大学・フューチャーセンター推進機構

### 【調査研究代表者（氏名）】

河野重行

04-7135-5605

kawano@edu.k.u-tokyo.ac.jp

### 【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

筑波大学・生命環境系 磯田博子

産業技術総合研究所・触媒化学融合研究センター 富永健一  
物質・材料研究機構/MANA・ナノシステム分野 吉川千晶

### 【TIA 外連携機関】

国立環境研究所

### 【報告書作成者】

河野重行

### 【報告書作成年月日】

2019 年 4 月 15 日

### 【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

- 1) 2018 年 5 月 21 日 TIA「かけはし」プロジェクトでの連携などを基盤とする大学発ベンチャー・アルガルバイオ社（代表取締役・竹下毅）の活躍が日経新聞や日経産業新聞で紹介された。
- 2) 2018 年 6 月 28 日（木）に、平成 30 年度 第 3 回食・触コンソーシアム総会、および、ワークショップを業技術総合研究所(つくば中央)第 5 事業所 5-2 棟 6 階 会議室で開催し好評だった。
- 3) 2018 年 7 月 4 日（水）に、東京大学 武田先端知ビル 武田ホールで開催された「第 2 回 TIA かけはし成果報告会」において、東京大学・機能性バイオ PJ（河野重行）が「微細藻類 3000 株と非可食バイオマスの機能性試験とセルフメディケーション時代の大学発ベンチャー」について、東京大学発ベンチャー・アルガルバイオ社（竹下毅氏）とともに以下の発表をした。  
口頭発表：藻類バイオ 3000 株の機能性試験とセルフメディケーション時代の大学発ベンチャー  
ポスター：藻類バイオ 3000 株の大量培養と非可食バイオマスによるバイオエコノミーの実践  
ポスター：藻類バイオ 3000 株と非可食バイオマスの機能性試験の迅速化と新市場開  
第 2 回 TIA かけはし成果報告会（7/4）における発表の様子は「TIA かけはし初の大学発ベンチャー」として「科学新聞」の一面でも大きく紹介された。
- 4) 2018 年 7 月 19 日（水）に、日刊工業新聞で、TIA の活動拠点で機能性バイオ PJ の拠点である東京大学フューチャーセンター推進機構（柏の葉キャンパス駅前サテライト）と大学発ベンチャー・アルガルバイオ社などが、「注目の“駅前”産学連携」として紹介された。
- 5) 2018 年 9 月 6 日（木）JST「産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）」の採択が発表された。東京大学、中央大学、筑波大学、お茶の水大学、環境研、産総研と民間企業各社によるプロジェクトで、テーマは『低 CO2 と低環境負荷を実現する微細藻バイオリファ

イナリーの創出』で、TIA「かけはし」の本プロジェクトの拠点としている機能性バイオ研究支援フォーラムを中心とする「機能性バイオ共創コンソーシアム」が実施する。

- 6) 2018年12月5日(水)に、東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライトで、第5回「機能性バイオ」ミニシンポを、JSTのOPERAが採択されたことを記念して、キックオフOPERA「低CO<sub>2</sub>と低環境負荷を実現する微細藻バイオリファインリーの創出」と題して開催し92名の参加者を集めた。
- 7) 2019年1月23日(水)に、第2回食・触コンソーシアム・シンポジウムをつくば国際会議場で開催した。参加人数：52名(企業19社、他)
- 8) 2019年1月30日(水)～2月1日(金)に、東京ビッグサイト(東4～6ホール)で、nanotech 2019展が開催され、TIA「かけはし」メンバーとして参加して、「TIA「かけはし」研究からJST・OPERAへの新たな展開」を展示し好評であった。
- 9) 2019年3月18日(月)に、東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライトで、第6回「機能性バイオ」ミニシンポ「始動したOPERAへの期待：低CO<sub>2</sub>と微細藻バイオリファインリーの創出」が開催され今回も92名の参加者があり大変好評だった。

【調査研究内容(実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果)】

- 1) ヨーロッパ三ヶ国(ドイツ、チェコ、オランダ)の微細藻類培養施設視察とワークショップ：機能性バイオ研究に加え、「低炭素社会実現」に向けた「環境負荷低減」や「バイオマス生産」のヨーロッパの現状をドイツ、チェコ、オランダ3ヶ国で調査するとともに、企業主体の藻類バイオのワークショップ(Algae Tech Conference 2019)に参加した。ドイツはドイツ研究センターヘルムホルツ協会・ユーリッヒ研究センター、チェコは科学アカデミーの微生物研究所・微細藻類部門、オランダはワーゲニンゲン大学・藻類生産研究センター(Algae PARC)を視察し、ワーゲニンゲン大学・藻類生産研究センターでは今後の連携について、チェコの研究グループとは以下の共著論文と今後の共同研究について話し合った。
  - ・ Takeshita, T., Ivanov, I. N., Oshima, K., Ishii, K., Kawamoto, H., Ota, S., Yamazaki, T., Hirata, A., Kazama, Y., Abe, T., Hattori, M., Bišová, K., Zachleder, V. and Kawano, S.: Comparison of lipid productivity of *Parachlorella kessleri* heavy-ion beam irradiation mutant PK4 in laboratory and 150-L mass bioreactor, identification and characterization of its genetic variation. *Algal Research*, 35, 416-426 (2018) 9. DOI: 10.1016/j.algal.2018.09.005
- 2) 東京大学(新領域、先端生命、河野研究室、大矢研究室)、筑波大学(生命環境系、磯田研究室)、産総研(触媒化学融合研究センター、富永研究室)との共同研究による「藻類バイオ3000株の機能性試験」についての多方面における進捗：東京大学と筑波大学の共同研究では、クロレラ23株のうち、抗炎症効果が認められた1株については、ICRマウスを用いた尾部懸垂試験や抗ストレス効果を併せて検証しており関連する遺伝子発現も調べている。抽出法を変えて細胞毒性と抗炎症性について調べ良好な結果が得られており論文発表の準備を進めているところである。また、機能性が期待される脂肪酸合成に関する論文を発表した。
  - ・ Yamazaki, T., Konosu, E., Takeshita, T., Hirata, A., Ota, S., Kazama, Y., Abe, T., Kawano, S.: Independent regulation of the lipid and starch synthesis pathways by sulfate metabolites in the green microalga *Parachlorella kessleri* under sulfur starvation conditions. *Algal Research* 36, 37-47 (2018) 10. DOI: 10.1016/j.algal.2018.09.022
 藻類バイオ3000株のなかでも、アスタキサンチンを生産することで、その機能性が最も注目されるヘマトコッカス藻(*Haematococcus pluvialis*)について、(1)アスタキサンチンの鹼化定量法と(2)アスタキサンチンの細胞内分布と強光応答について研究を進め、アスタキサンチンの定量に必要な鹼化を効率よくするための酵素や反応条件を決定した。また、強光応答ストレスに関しては、極めて迅速にアスタキサンチンを溶解した油滴が移動することを見出した。これに関しては、2018年4月5日付で「アスタキサンチンの日焼け止め～ハイパースペクトルカメラと電顕で見てきたヘマトコッカス藻の強光回避戦略～」としてプレスリリースした。
  - ・ Ota, S., Morita, A., Ohnuki, S., Hirata, A., Sekida, S., Okuda, K., Ohya, Y., Kawano, S.: Carotenoid dynamics and lipid droplet containing astaxanthin in response to light in the

green alga *Haematococcus pluvialis*. *Sci. Rep.* 8, 5617 (2018) 4. DOI: 10.1038/s41598-018-23854-w

- ・ Ota, S. and Kawano, S.: Three-dimensional ultrastructure and hyperspectral imaging of metabolite accumulation and dynamics in *Haematococcus* and *Chlorella*. *Microscopy* 68, 57–68 (2019) 2. DOI: 10.1093/jmicro/dfy142
- 3) **電顕 3D データによるフルカラー 3D プリンター出力**：電顕 3D 技術は機能性バイオ研究には極めて有効な必須技術である。昨年度はこのことを宣伝する解説ビデオ「電顕 3D: 微細藻類の魅力と実力を探る」を制作し集会や展示会で上映して好評であった。また、電顕 3D データを色毎の全球版 STL ファイルすることで、フルカラー 3D プリンターの出力を可能にし、クロレラ「超オイル細胞」などをモデル化することに成功した。これをさらに発展させて、今年度はクロレラの 4 倍程度になるヘマトコッカス藻のフルカラー 3D プリンター出力モデルを作成した。これを 2019 年 1 月 30 日（水）～ 2 月 1 日（金）に、東京ビッグサイト（東 4～6 ホール）で開催された nanotech 2019 展で公開して好評だった。
- 4) **物質・材料研究機構 MANA・ナノシステム分野との共同研究成果**：ナノシステム分野の吉川らが開発したコーティング技術を施した容器で培養すると良好な結果を得たのでクロレラに加えヘマトコッカスなどでも調査しており、種々の藻類で生産性の向上が認められ、培養後の洗浄も楽なことが実証された。

#### 【今後の予定】

大学発の研究成果を社会実装するために産学官連携はもとより大学発ベンチャーの起業も推奨されている。TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」の助成で、「機能性バイオ研究支援フォーラム」を立ち上げたが、これには現在 675 名（学 89、産 459、官 127）の登録がある。昨年度末には TIA「かけはし」の連携を生かし、大学発ベンチャー「アルガルバイオ」社が立ち上げられたが 1 年を経て順調に推移している。また、JST「産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）」が採択され、10 月から東京大学、中央大学、筑波大学、お茶の水大学、環境研、産総研と民間企業各社によるプロジェクトで、テーマは『低 CO2 と低環境負荷を実現する微細藻バイオリファイナーの創出』で、TIA「かけはし」の本プロジェクトの拠点としている機能性バイオ研究支援フォーラムを中心とする「機能性バイオ共創コンソーシアム」が活動を開始した。今後は機能性試験の迅速化と新市場開拓への今後の貢献に期待している。

以上。