

# 緑藻による化粧品・健康医療向け 新素材の生産技術



茨城大学  
Ibaraki University

農学部  
教授

食生命科学科  
朝山 宗彦

2023年11月16日

# 従来技術の問題点と課題

微細藻類分野で実用化されているものには、  
飲食品・化粧品等の素材製造法がある

しかし

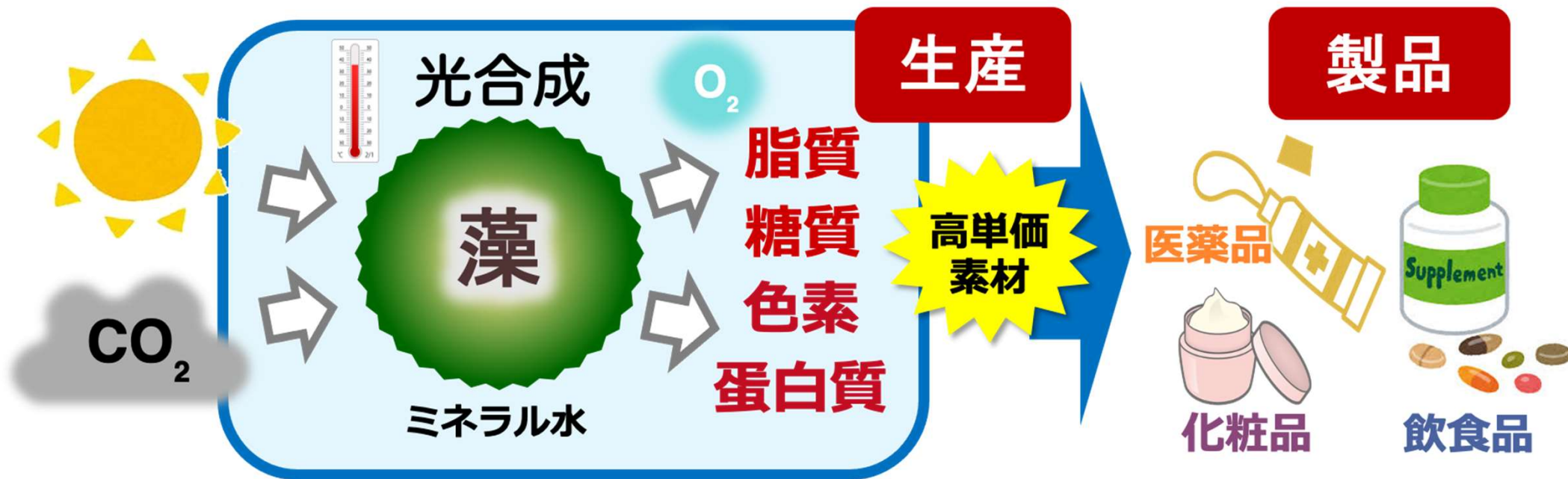
- ・ 素材単価 < 1,000 円/キロ
- ・ 素材単価 > 製造費

それゆえ

- ・ 藻種と培養&抽出の新技術が必要
- ・ 高単価の魅力的な素材が必要

# 課題解決のための新技術

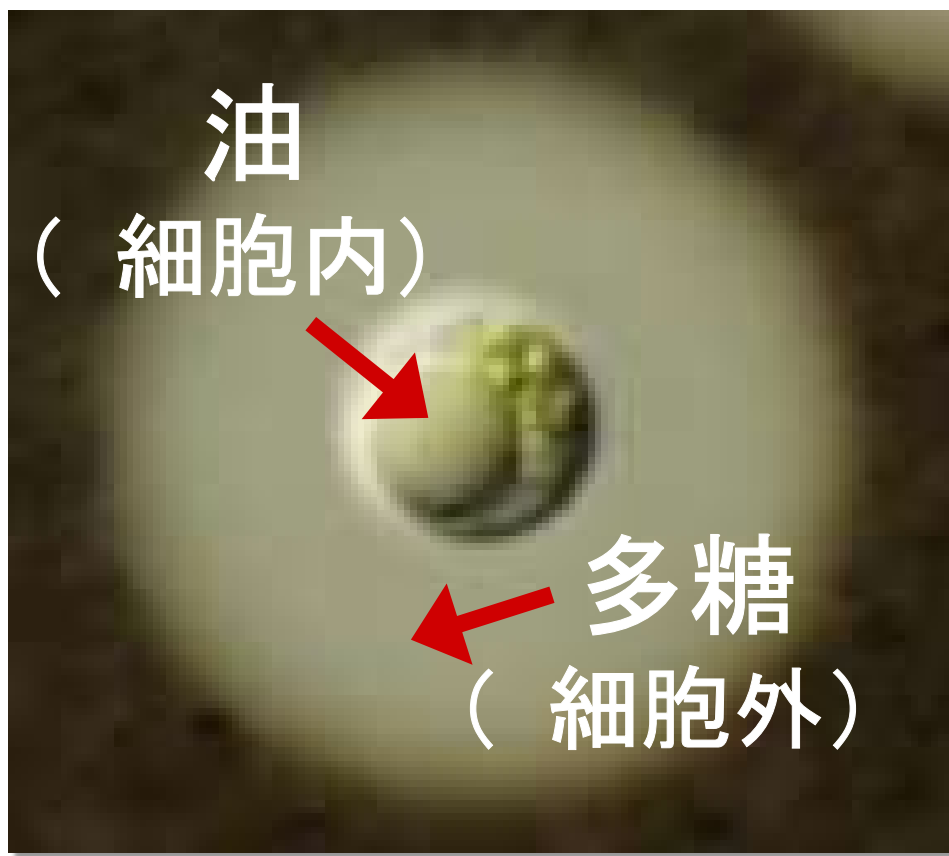
1万円以上/キログラムの素材生産技術が必要



# 有用新株の緑藻 2 種を紹介

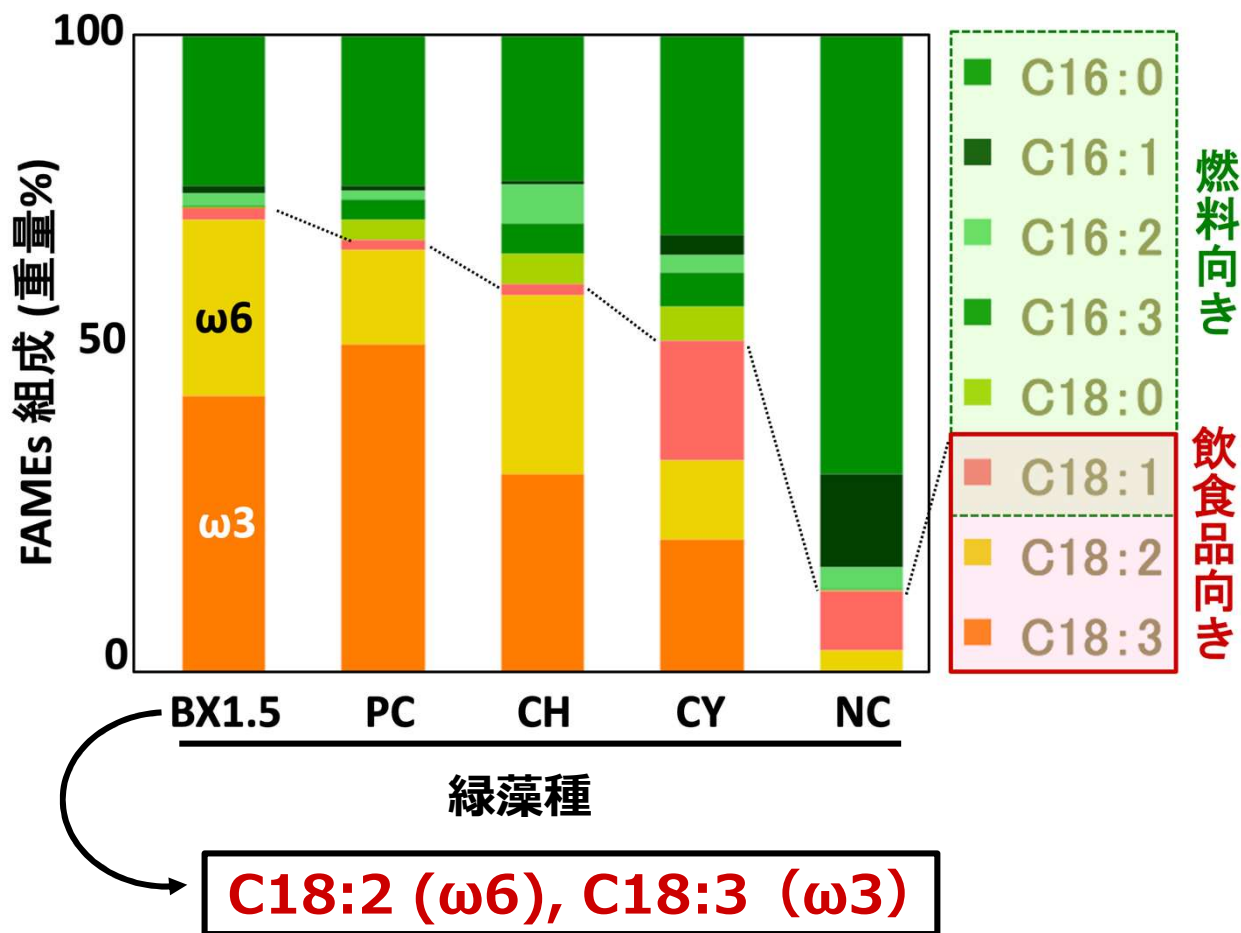
- **パラクロレラ BX1.5株**  
細胞内に脂質 & 細胞外に多糖
- **コーラストレラ D3-1株**  
細胞内に脂質 & 赤色素

# 緑藻パラクロレラBX1.5



- **油** (中性脂肪)  
**C18:2, C18:3**
- **多糖**  
**酸性ラムナン**

# BX1.5油の組成と生産能

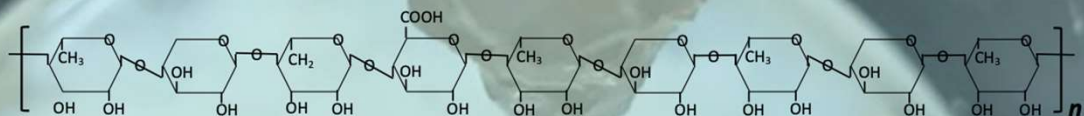


**FAMES**  
**> 30% (w/w)**  
**乾燥菌体重量**

# BX1.5多糖の組成と生産能

酸性ラムナン

Rha : Xly : GlcA  
= 3 : 2 : 1

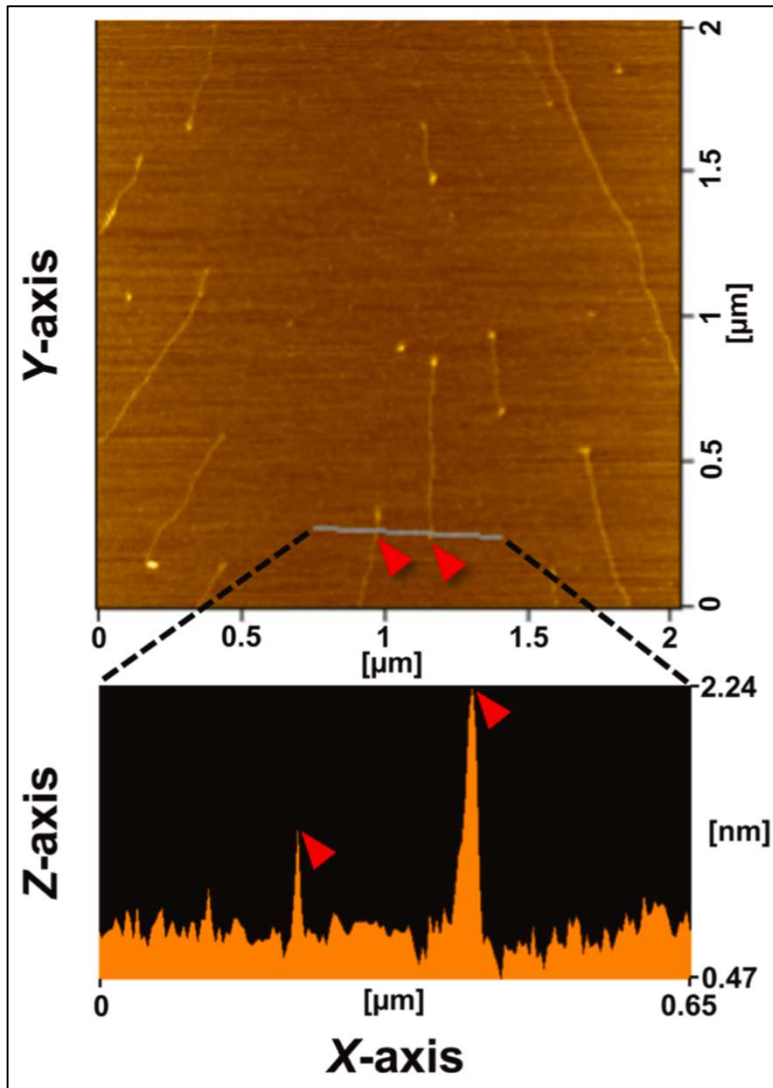


**bxEPS**  
**2g / 1L**  
**屋内**

**bxEPS**  
**1g / 100L**  
**屋外**



# BX1.5多糖の特性



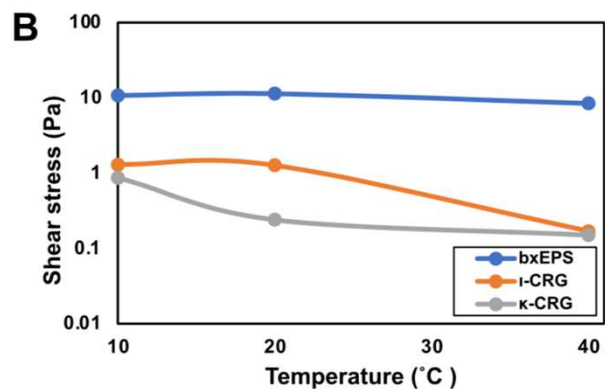
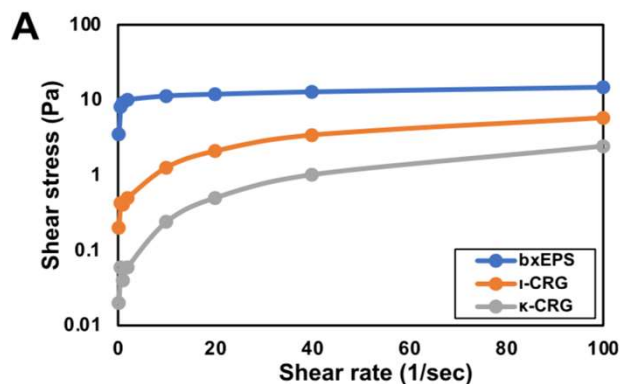
- 超高分子  $1.75-2.11 \times 10^6$
- ほぼ直鎖型の形状 (左図)
- 水溶性ゾル形成
- 安定高粘性 (10-40°C)
- 優れた乳化安定性
- ストレス耐性能付与  
(温度・乾燥・UV照射耐性)

飲食品・化粧品・医薬品 *etc*  
への新規素材としての可能性

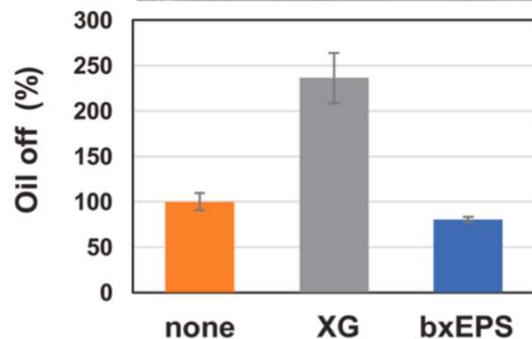
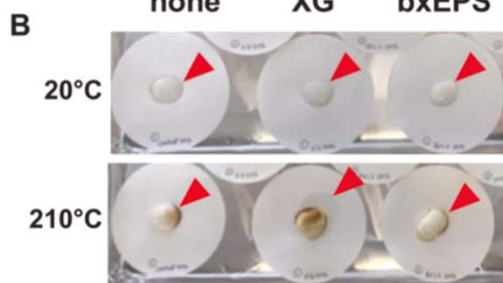
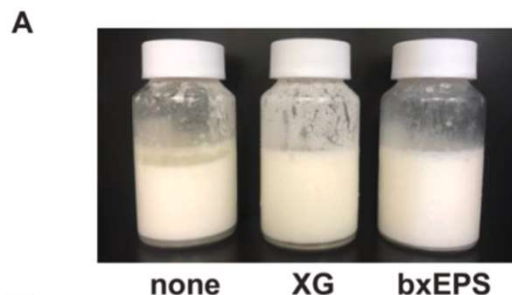


# BX1.5多糖の機能

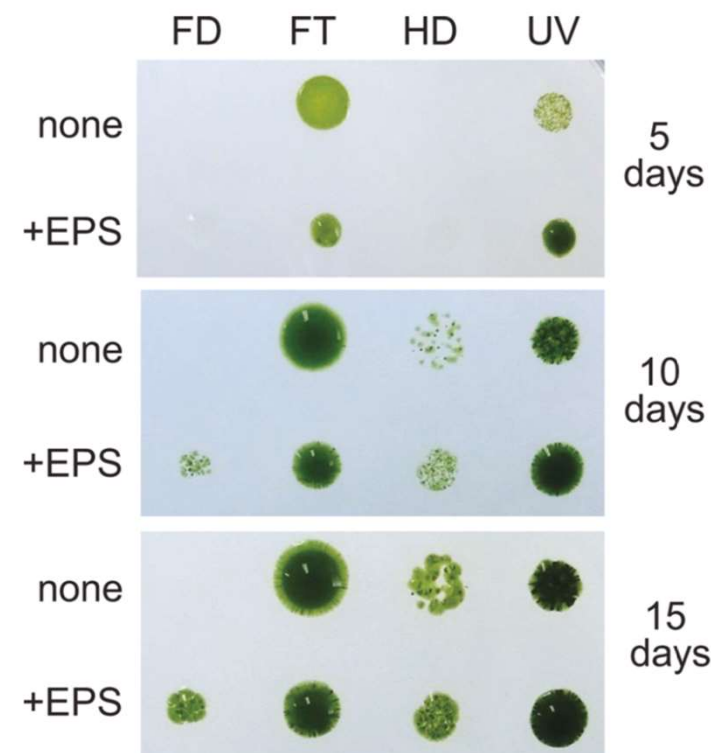
## 高粘性一定



## 乳化安定性

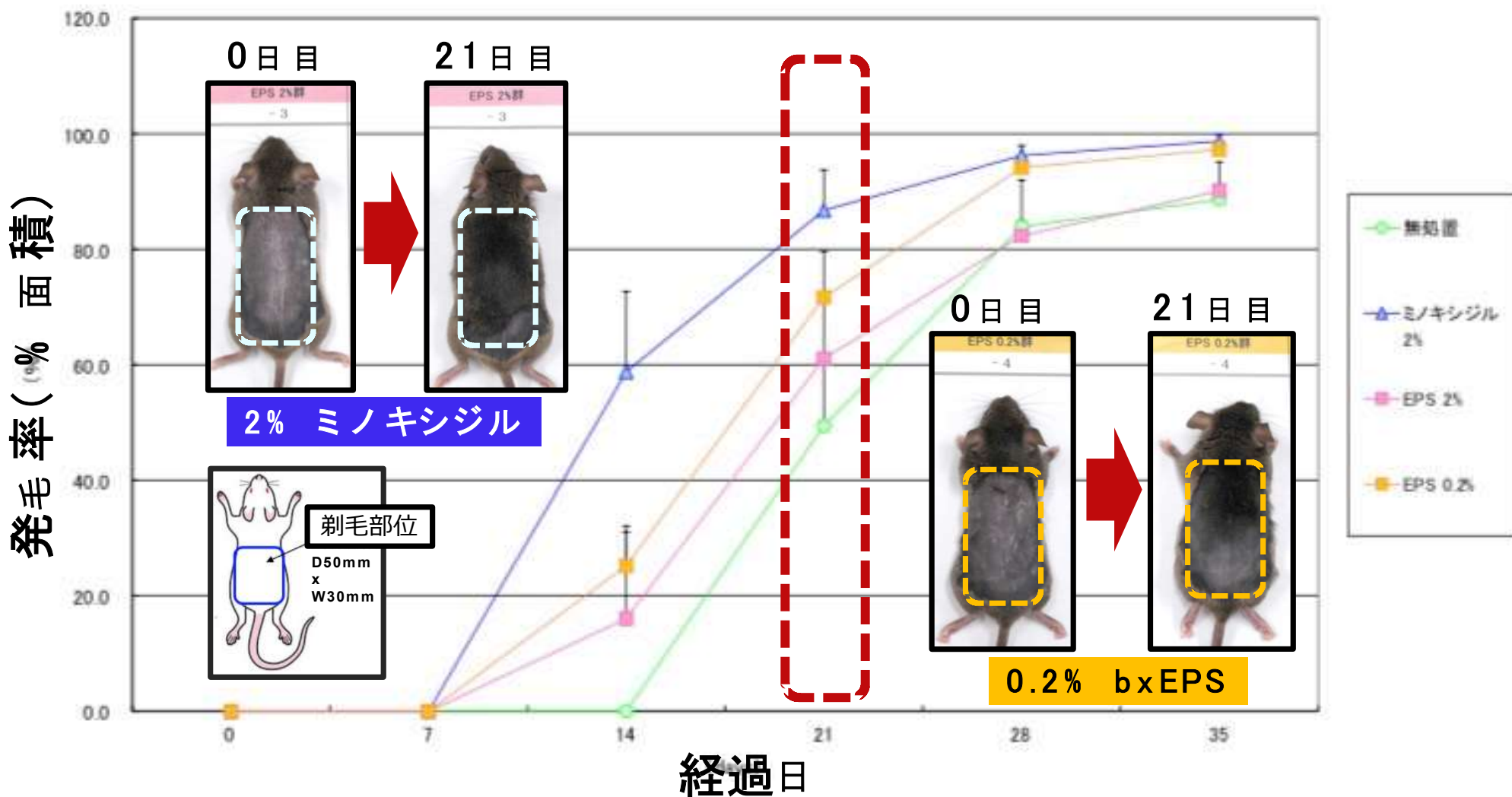


## 生物ストレス耐性付与



# BX1.5多糖の機能

## bxEPSのマウス経皮投与試験による育発毛効果



# BX1.5培養とバイオマス生産

屋内

CO<sub>2</sub> 充填型



屋外

CO<sub>2</sub> 込吹型



**Table 1**  
Biomass production of *Parachlorella* strain BX1.5 under various incubation conditions of pH and CO<sub>2</sub> gas supplying

Location	Incubation scale	Combination conditions	CO <sub>2</sub> gas (%) <sup>1)</sup>	Culture initial pH	Culture type	Dissolved CO <sub>2</sub> in culture (mg/L) <sup>2)</sup>	Biomass production (g-DMW/ L/ day) <sup>3)</sup>
Indoor	50 mL <sup>4)</sup>	9	0.04	4	BG11 only	~150 @pH11	-
			2.0	9			
			4.5	11			
		9	0.04	4	BG11 + cells	~747 @pH11	0.61@pH4 (1.83 g/ L/ 3 days)
			2.0	9			
			4.5	11			
Outdoor	100 L <sup>5)</sup>	4	0.04	3	BG11 only	~150 @pH11	-
			2.0	11			
		4	0.04	3	BG11 + cells	~447 @pH11	0.12 @pH3 (0.83 g/ L/ 7 days)
			2.0	11			

<sup>1)</sup> Indoor, CO<sub>2</sub> gas is constantly filled in an incubator; Outdoor, CO<sub>2</sub> gas is constantly blown into an incubator.

<sup>2)</sup> The highest value of DCDC under the nine incubation conditions.

<sup>3)</sup> The highest value of biomass (cells with EPS) production under the four incubation conditions.

<sup>4)</sup> Amount of media per an Erlenmeyer flask.

<sup>5)</sup> Amount of media per a vertical pipe reactor (VPR).

Frontiers in Bioengineering and Biotechnology (2023) <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1233944> より

屋外10トン規模 (pH3~11) の通年培養が可能

# BX1.5株関連の技術移転

- ・ 培養施設の拡充への支援
- ・ 化粧品等の試作品づくりへの協働

## 課題

### 【特長】

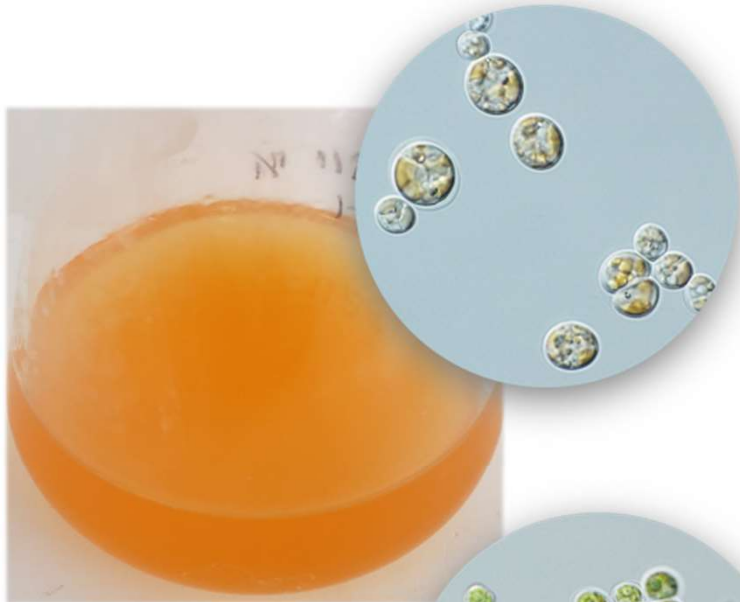
- ・ 高い増殖力
- ・ **油と多糖**の共生産

### 【製品化】

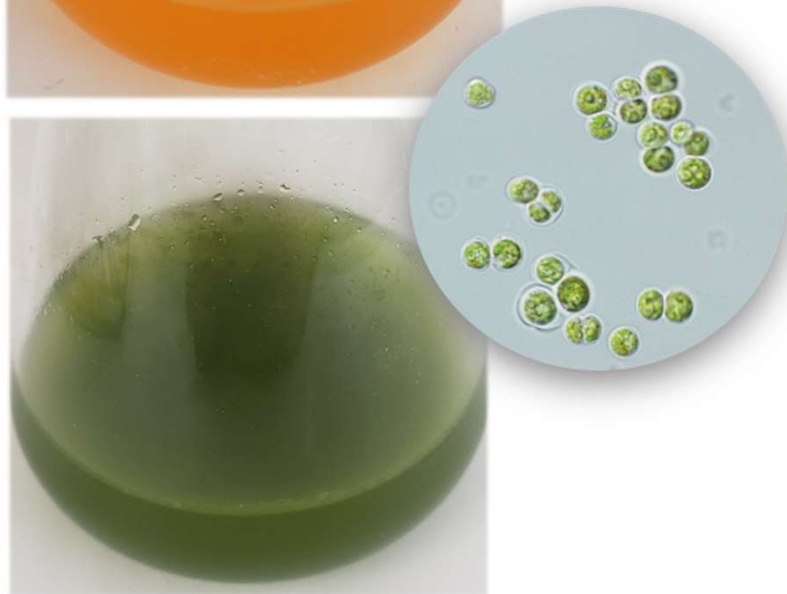
- ・ **育発毛剤** > **化粧品** > **飲食品**

# 緑藻コーラストレラD3-1

赤色相



緑色相



- ・ 新株
- ・ 30℃で培養可
- ・ 有用油と色素の共生産
- ・ 抽出液の機能

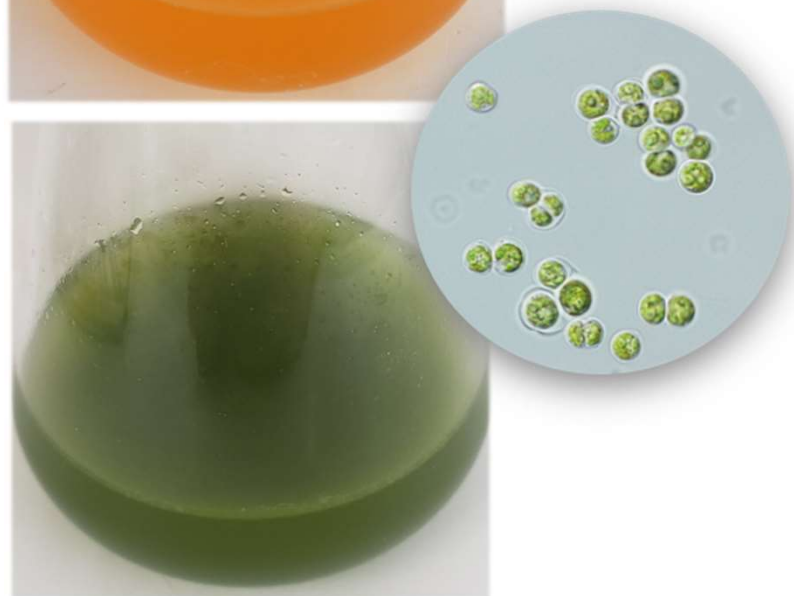


# D3-1の有用生産物

赤色相



緑色相



- **色素**  
**βカロテノイド系**  
**(Ec / Cx / Ax)**

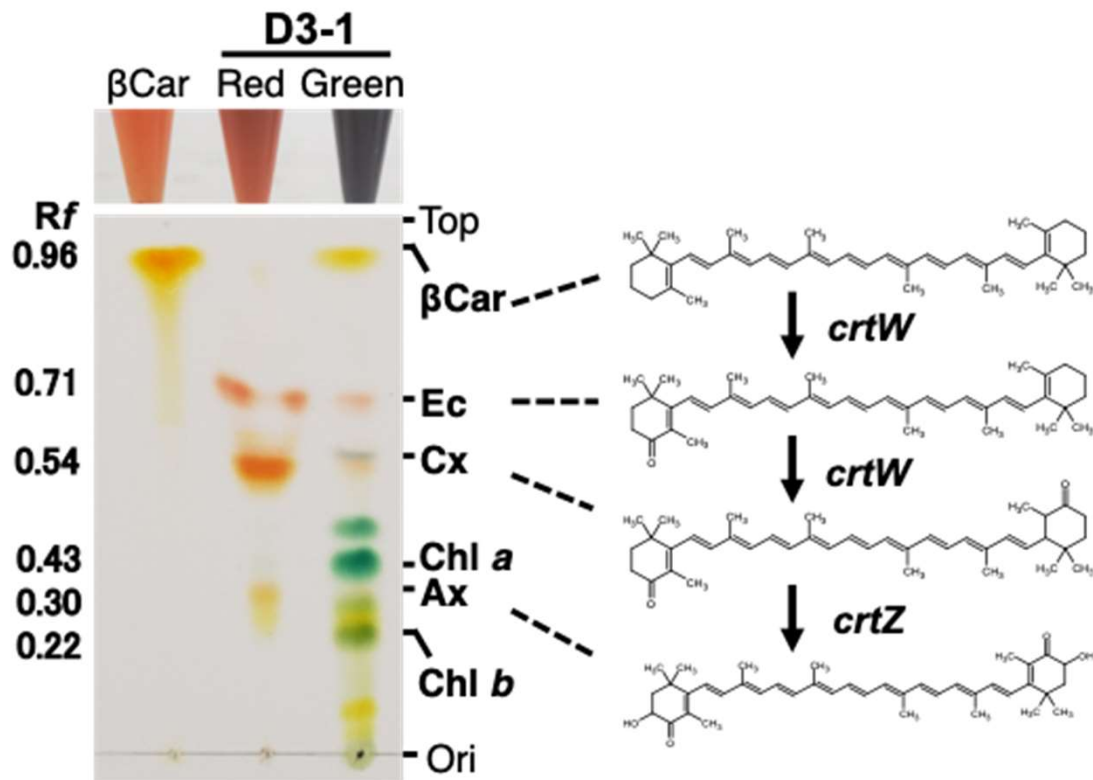
- **油** (中性脂肪)  
**C18:1**  
**(オレイン酸)**

# D3-1の有用生産物

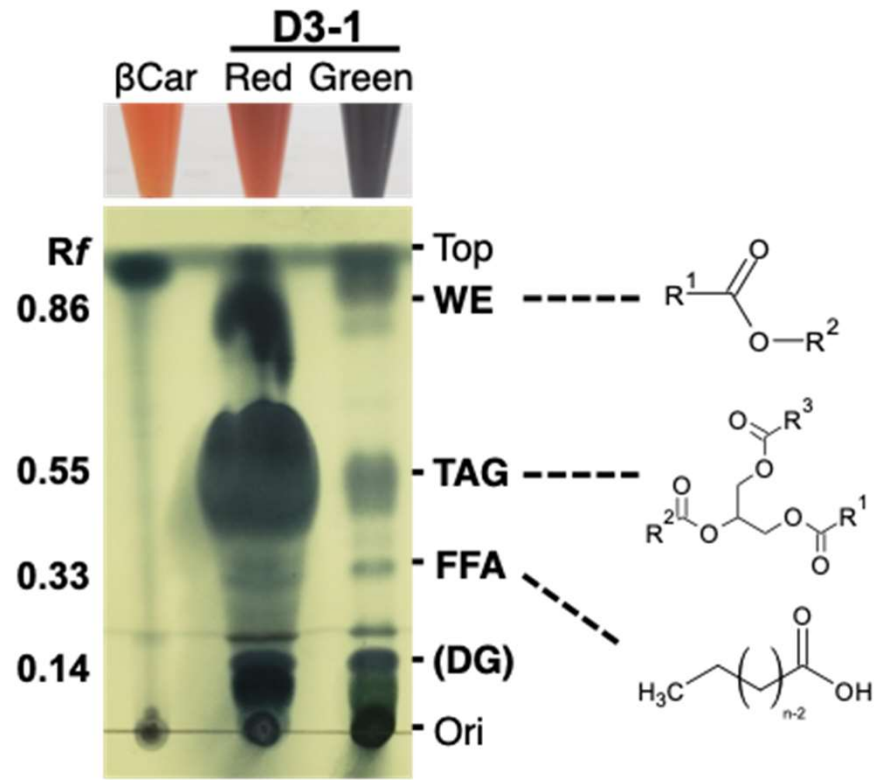
## 色素

## 脂質

A



B





# D3-1株の高生産力

Biotechnology Reports (2022) <https://doi.org/10.1016/i.btre.2022.e00769>より

32%油

34%赤色素

**Table 1**  
**Coelastrrella sp. strains producing lipids and carotenoids**

Strains	Cultivation						Production					References	
	Medium	°C	Light condition Cycles	μE/m <sup>2</sup> /s	CO <sub>2</sub> (%)	Induction	Days	Biomass g-DCW/L/day	Lipids (Red stage) % in DCW (% in FAMES)	Carotenoids (Red stage) % in DCW (% in Pigments)			
<i>Coelastrrella</i> sp. D3-1	BG11	30	24 h-Light	30 (100)	0.04	BG11 (W/R_LED)	26-90@SCC	0.1-0.5	20-44	C16:0 (ND) C18:0 (ND) C18:1 (ND) C18:2 (ND) C18:3 (ND)	37.8	βcal (0.22) Ec (33.8) Cx (38.0) Ax (27.8) Chla (0.14)	This study
				100	2	0.2BG11 (BG11-P)	5-6@BIC			C16:0 (29.8) C18:0 (4.02) C18:1 (37.0) C18:2 (12.7) C18:3 (8.51)	38.5	βcal (0.55) Ec (15.7) Cx (41.2) Ax (32.0) Chla (10.6)	
<i>Coelastrrella</i> sp. FGS-001	TAP	20	24 h-Light	175	0.2	unknown	8, 18	0.8	9.0-9.7	C16:0 (16.1, 17.7) C18:0 (0.31, 0.24) C18:1 (20.2, 22.6) C18:2 (11.1, 7.13) C18:3 (27.8, 32.4)	unknown	Vx (ND) Lt (ND) Cx (ND) Ax (ND)	Goecke <i>et al</i> (2020)
<i>Coelastrrella rubescens</i> IPPAS H-350	BBM	15-16	24 h-Light	140	unknown	Low pH	6-7	0.08	51.2	C16:0 (20.5) C18:0 (0.8) C18:1 (6.8) C18:2 (20.8) C18:3 (30.4)	31.5-58.1	Vx (1.24-37.9) Lt + Zx (11.5-37.9) Ec + α (3.35-10.84) Cx (8.63-19.4) Ax (19.6-26.2)	Minyuk <i>et al</i> (2017)
<i>Coelastrrella striolata</i> var. <i>multistriata</i>	BBM	25	24 h-Light	40 → 65	Air bubbling	500 mg/L NaNO <sub>3</sub> Slender tube	50	0.20	28.0	C16:0 (18.9) C18:0 (3.73) C18:1 (35.4) C18:2 (17.0) C18:3 (15.1)	5.60	βcal (12.5) Cx (84.8) Ax (2.68)	Abe <i>et al</i> (2017)
<i>Coelastrrella</i> sp. V3	BBM B3N	25	12 h-Light → 24 h-Light	(900 Lux) → (4,200 Lux)	Air bubbling	B3N + NaCl High light	7@1 <sup>st</sup> stage 5@2 <sup>nd</sup> stage	> 0.40	30.0	C16:0 (ND) C18:0 (ND) C18:1 (ND) C18:2 (ND) C18:3 (ND)	unknown	Ax (ND) Lt (ND)	Minhas <i>et al</i> (2020)

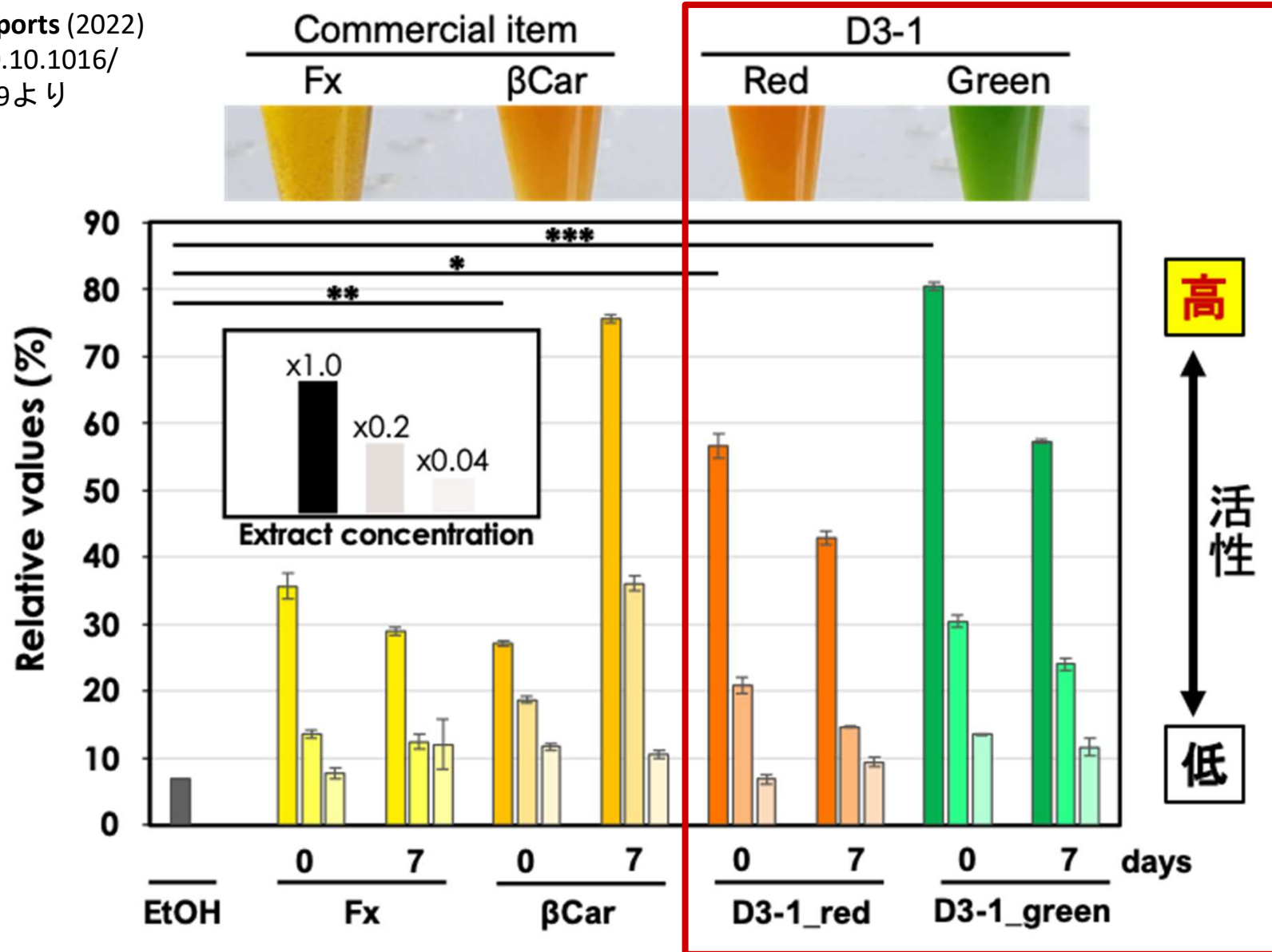
TAP, Tris-acetate-phosphate; BBM, Bold's basal medium; B3N, Bold's triple nitrogen medium; W/R\_LED, white + Red LED-irradiation; ND, not determined; BIC, basal induction conditions; SCC, standard cultivation conditions

Ax, astaxanthin; βCal, β-carotene; Cx, canthaxanthin; Ec, echinenone; Lt, lutein; Pf, phytofluene; Vx, violaxanthin; Chla, chlorophyll *a*

The values as % in five (βCal, Ec, Cx, Ax, Chla) kinds of pigments are measured from the results in both TLC and HPLC analyses and shown as average values in the D3-1 case

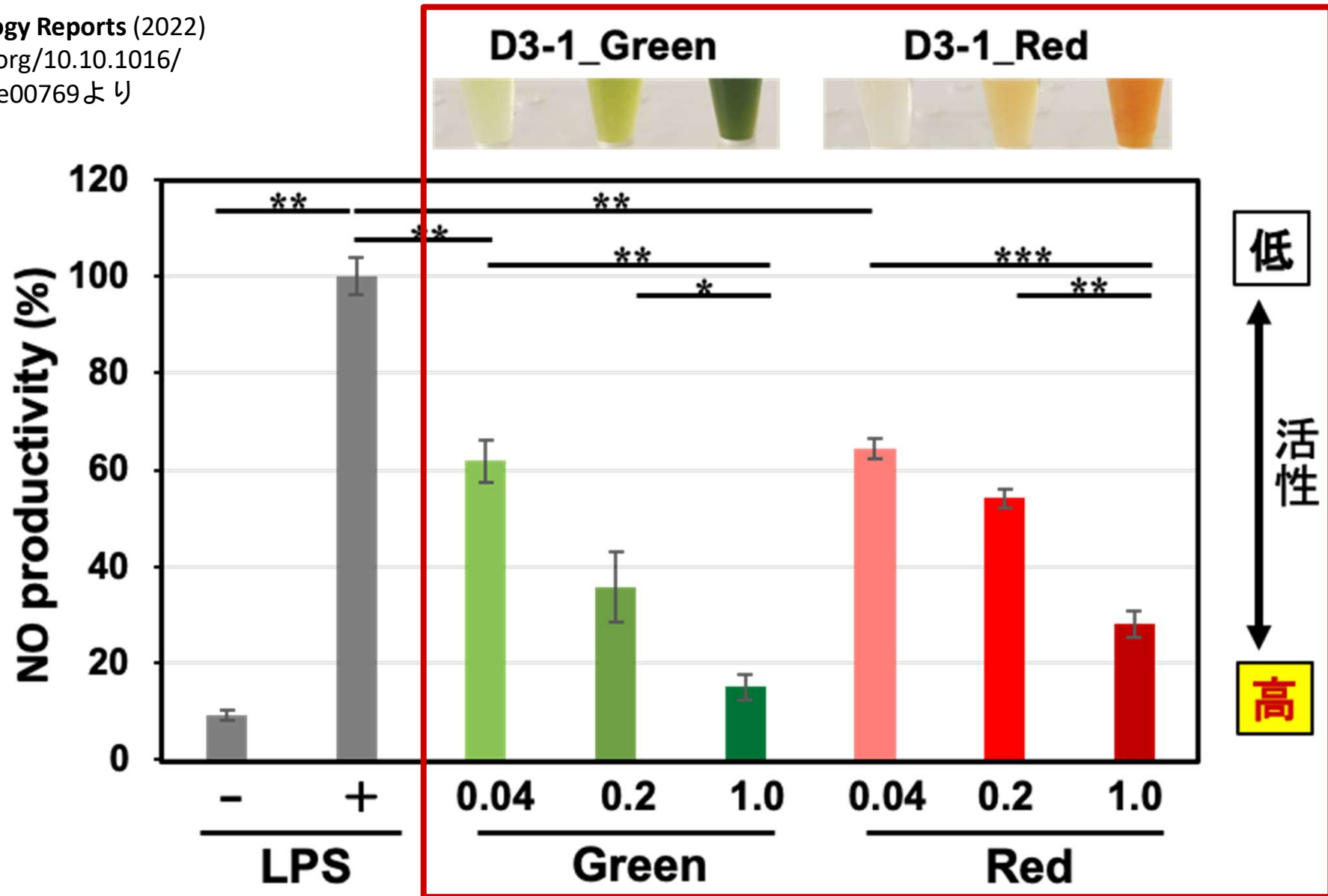
# D3-1抽出液の抗酸化能

Biotechnology Reports (2022)  
<https://doi.org/10.1016/i.btre.2022.e00769>より



# D3-1抽出液の抗炎症能

Biotechnology Reports (2022)  
<https://doi.org/10.1016/i.btre.2022.e00769>より



# D3-1 株関連の技術移転

- ・ 培養施設の拡充への支援
- ・ 化粧品等の試作品づくりへの協働



## 課題

### 【特長】

- ・ 高い増殖力
- ・ **油と色素**の共生産

### 【製品化】

- ・ **化粧品** > 飲食品（サプリメント等）

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 菌体外多糖を含む育発毛促進剤
- 出願番号 : 特願 2022-166398
- 出願人 : 茨城大学  
バイオックス化学工業株式会社
- 発明者 : 朝山 宗彦、佐々木 大作

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 脂質及び色素の共生産能を有する緑藻
- 出願番号 : 特願 2022-074294
- 出願人 : 茨城大学
- 発明者 : 朝山 宗彦

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 緑藻由来多糖及びその製造法
- 特許番号 : 特許第6712709号
- 出願人 : 茨城大学  
バイオックス化学工業株式会社
- 発明者 : 朝山 宗彦、佐々木 大作



# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 緑藻を用いた有用脂質製造法
- 特許番号 : 特許第6647593号
- 出願人 : 茨城大学  
バイオックス化学工業株式会社
- 発明者 : 朝山 宗彦、佐々木 大作

# 産学連携の経歴

- 2019年-2023年 JST\_OPERA事業に採択/実施
- 2014年-2023年 産学共同研究 (BX1.5の脂質と多糖)
- 2020年-2023年 産学共同研究 (BX1.5の多糖)
- 2022年-2023年 産学共同研究 (BX1.5の多糖)
- 2020年-2021年 産学共同研究 (D3-1の赤色素)
- 2019年-2021年 JST\_A-step事業に採択/実施
- 2019年-2021年 日本農芸化学会\_産学連携PJ採択/実施
- 2013年-2015年 農林水産省\_緑と水PJ採択/実施

# お問い合わせ先



研究・産学官連携機構（日立オフィス）

T E L : 0294-38-7281

F A X : 0294-38-5240

e-mail : [chizai-cd@ml.Ibaraki.ac.jp](mailto:chizai-cd@ml.Ibaraki.ac.jp)