

研究テーマ①
海洋空間情報を活用した
沿岸生物相・水圏環境の
健全化と高次活用の両立

研究テーマ②
高機能性物質を含有する
北方系メガベントスの
自立型バイオファーミング

計測・予測

資源探索と
持続的生産

函館マリバイオクラスター

海を生産システムに

北海道大学大学院水産科学研究院
教授 宮下和夫

ブランド化

高機能化

研究テーマ④
食と健康の
グローバル・スタンダード
構築のための研究開発

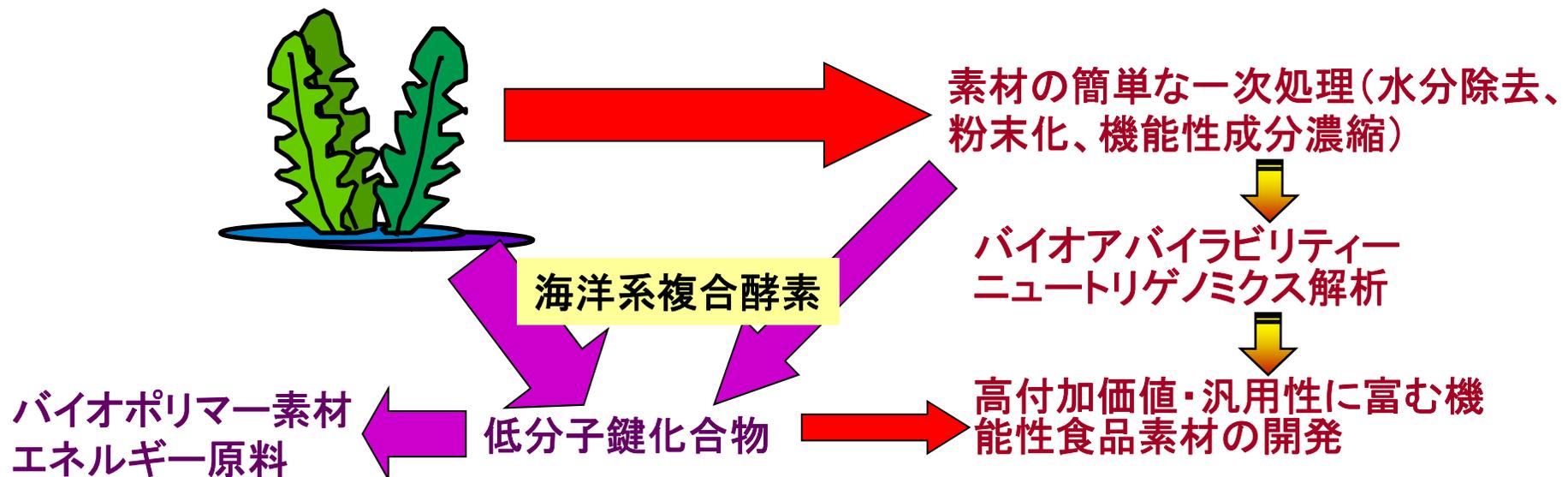
研究テーマ③
メガベントスの生物特性を
活かした高機能資源創出
のための研究開発

UMI(Universal Marine Industry)のグリーン・イノベーション~

研究テーマ3：海藻は研究テーマ3にとって重要なメガベントス素材

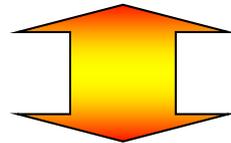
藻類の物質生産能力の高さと生物環境保全における重要性

- 極めて高い物質生産能力。→ 陸上植物の場合、茎、根、幹など炭酸ガスを吸収できない部位があるが、藻類はどの部位でも炭酸ガスを吸収でき、エネルギー効率が陸上植物の10倍。
- 藻類への社会的・世界的な注目度の増大と新たな産業創出への期待
- 魚の産卵場・幼魚の生育場など、生態環境保全にとって極めて重要な大型藻類(第三次生物多様性国家戦略:環境省)



■ 食品素材(サブテーマ1)

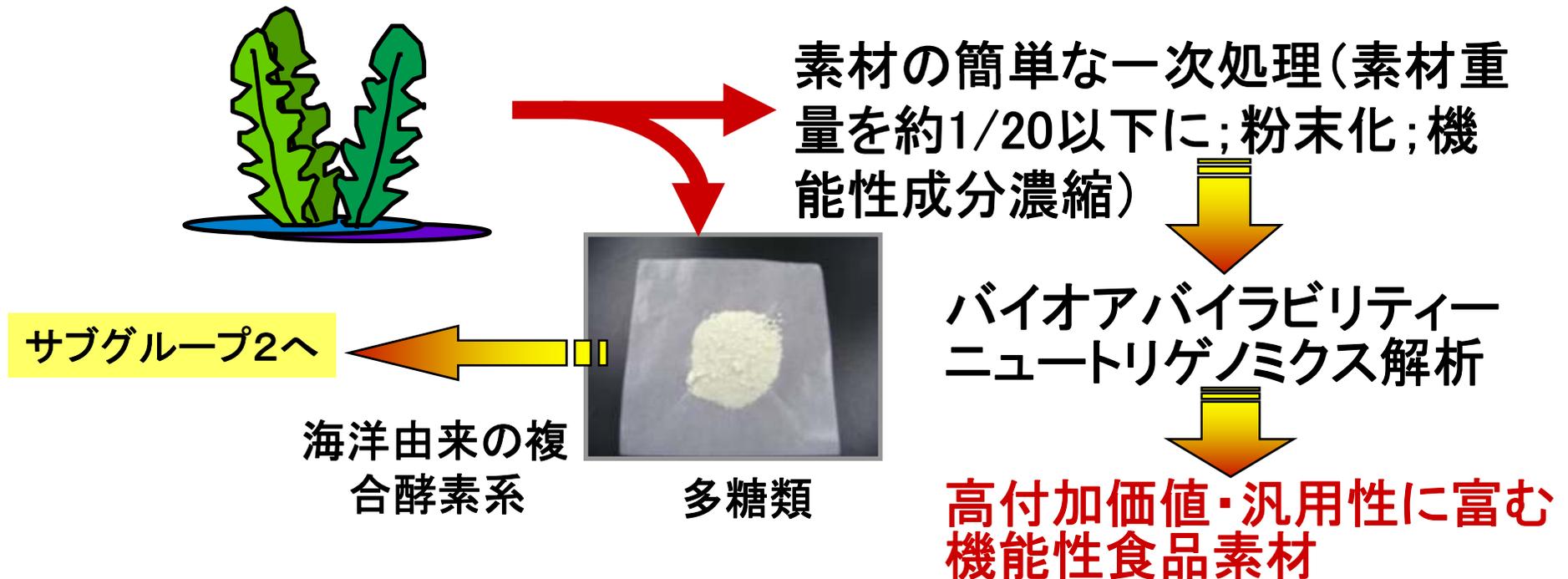
- 食経験のある褐藻
- 低コスト・高付加価値・汎用性に富み、分子レベルでの科学的エビデンス(ニュートリゲノミクス解析)に基づく高機能食品素材の開発



■ バイオマテリアル素材(サブテーマ2)

- サブテーマ1で排出される低利用部分の活用
- 未利用・低利用海藻の活用
- 生物反応(酵素反応)を活用した鍵化合物の調製と、鍵化合物からの高機能素材の開発

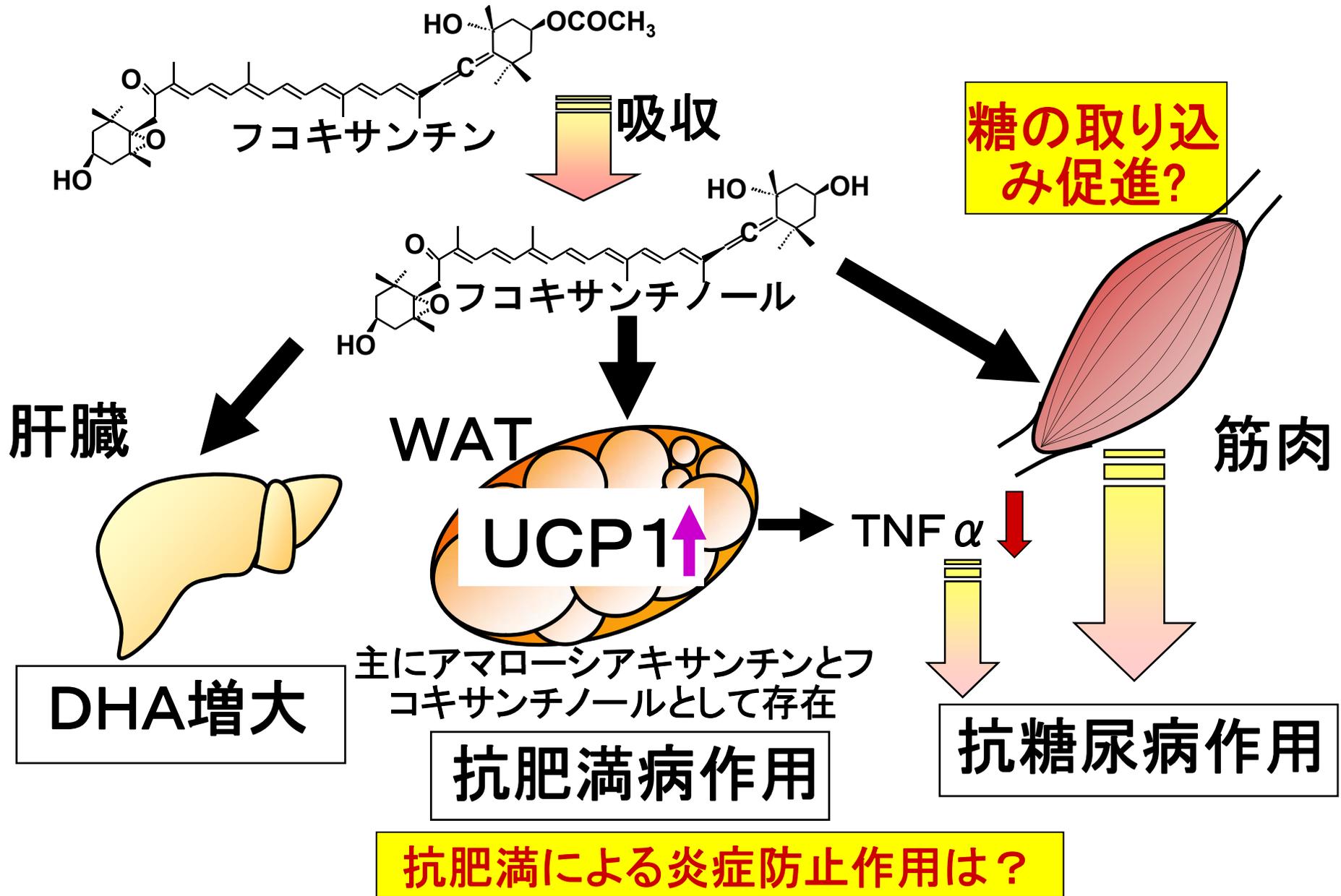
UMI (Universal Marine Industry) のグリーンイノベーション 褐藻からの高機能食品素材の開発 (サブグループ1)



研究開発の要点

- 褐藻中の鍵活性物質: 海藻色素、フコキサンチン
- 鍵活性物質の価値を高める生理活性成分: オメガ3PUFA、糖脂質、褐藻ペプチド、プロスタグランジン
- 低コストで汎用性に富む高付加価値素材の生産方法開発: 弱酸・弱アルカリ処理
- 優れた原料海藻の創出

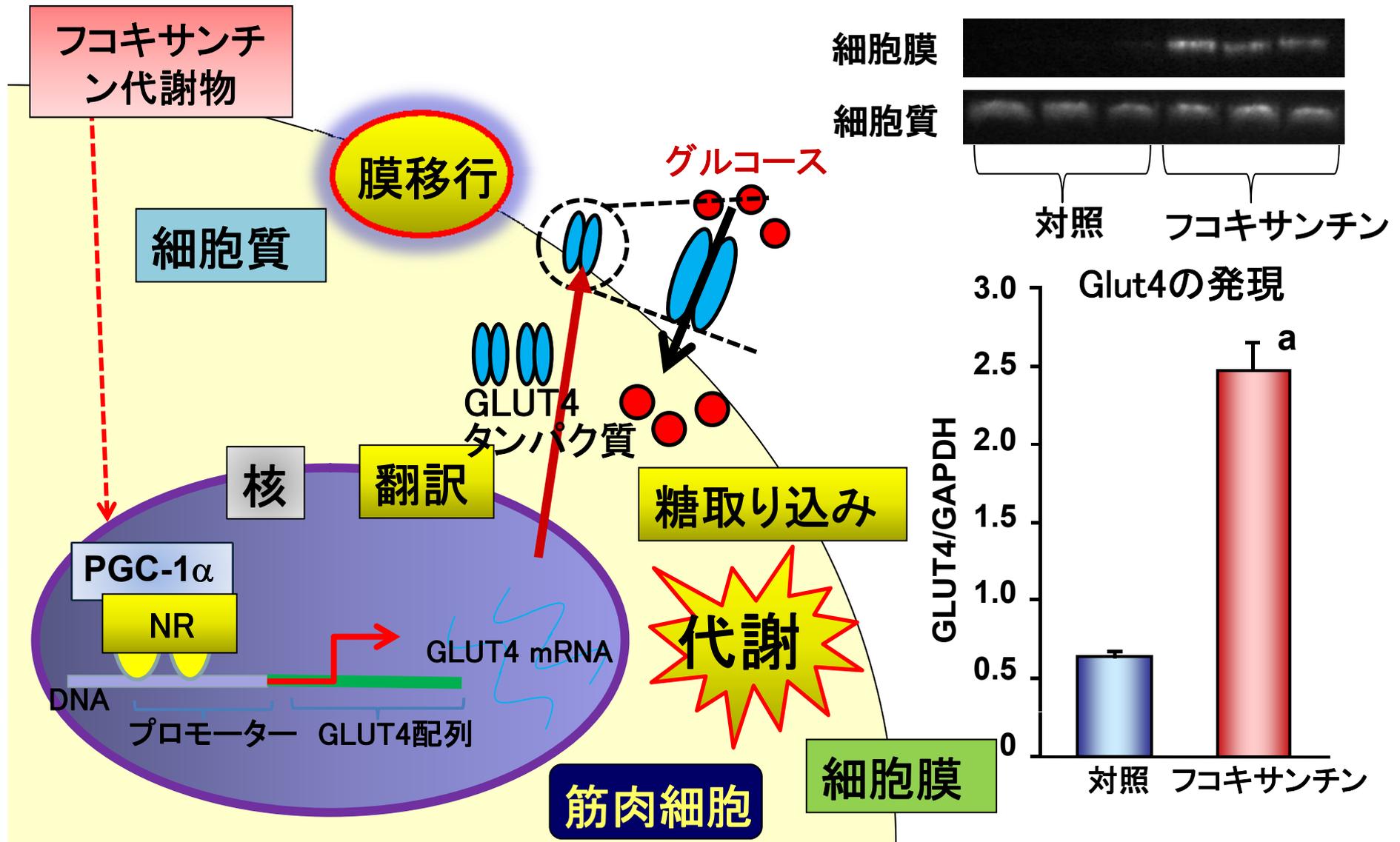
鍵活性成分としてのフコキサンチンの機能



成果：フコキサンチンの血糖値抑制作用の分子機構解明

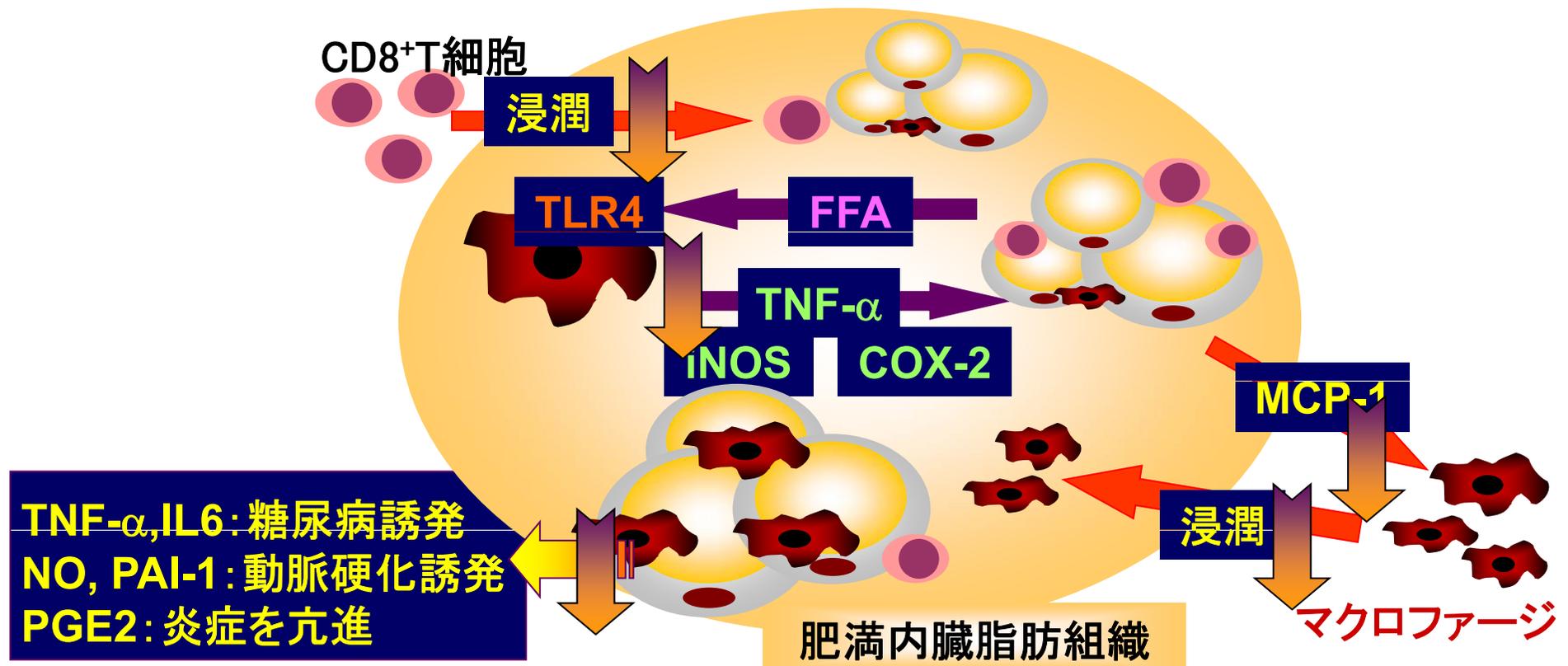
フコキサンチンの抗糖尿病作用の新規分子機構の解明

(理想的な抗糖尿病作用：取り込んだグルコースの消費を促進する)



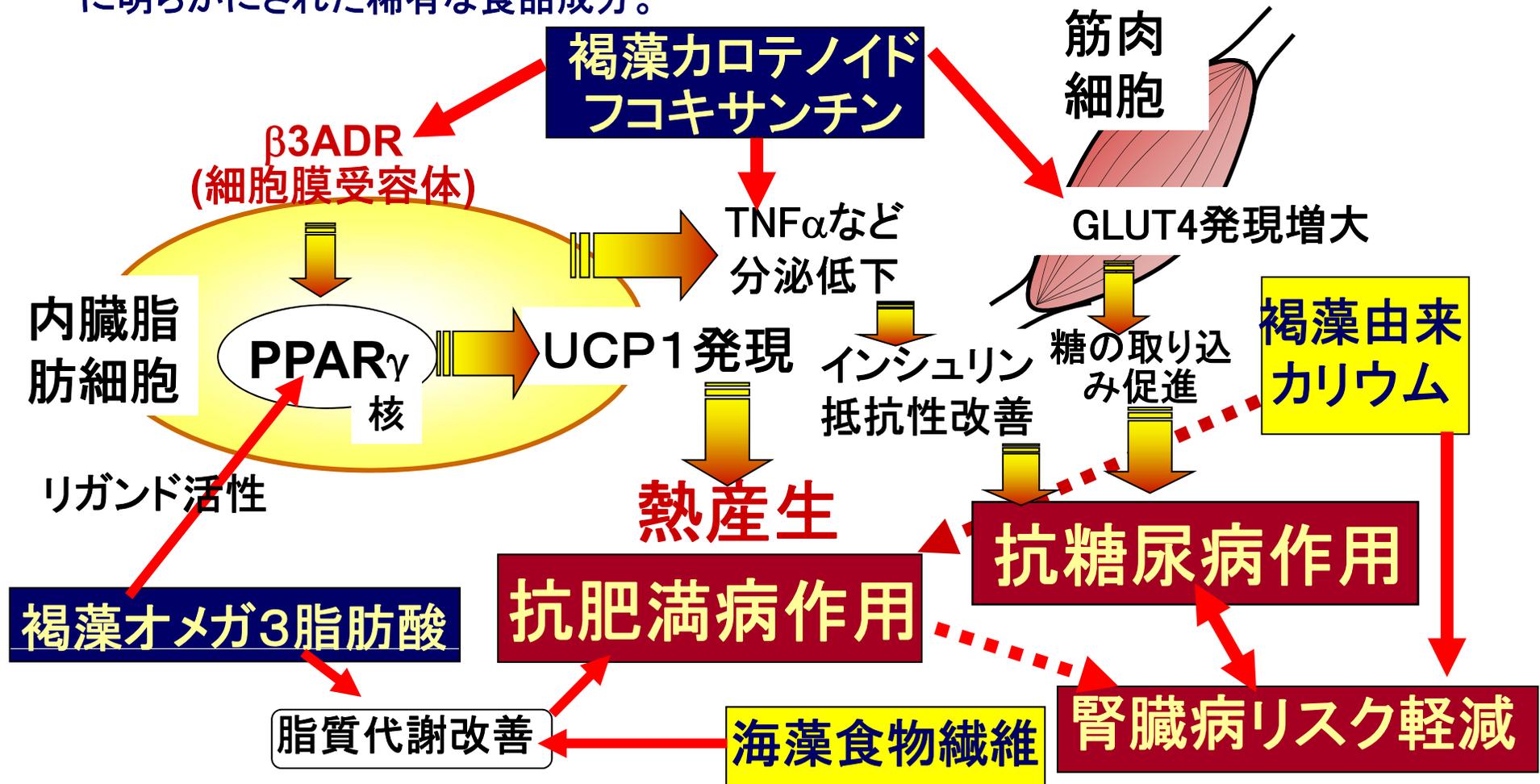
成果：フコキサンチンの新たな機能としての抗炎症作用とその分子機構解明

- 太った人はアレルギーや炎症になりやすいが、これは、炎症細胞と肥満細胞が相互に悪影響を及ぼしあうため。
- フコキサンチンは炎症細胞の脂肪細胞への浸潤を防止し、さらに炎症を引き起こすサイトカインの分泌も抑制することを細胞実験と動物実験で明らかにした。
- 新しい抗炎症食品由来機能性成分の発見。



フコキサンチンを中心とした機能性褐藻素材による 疾病予防

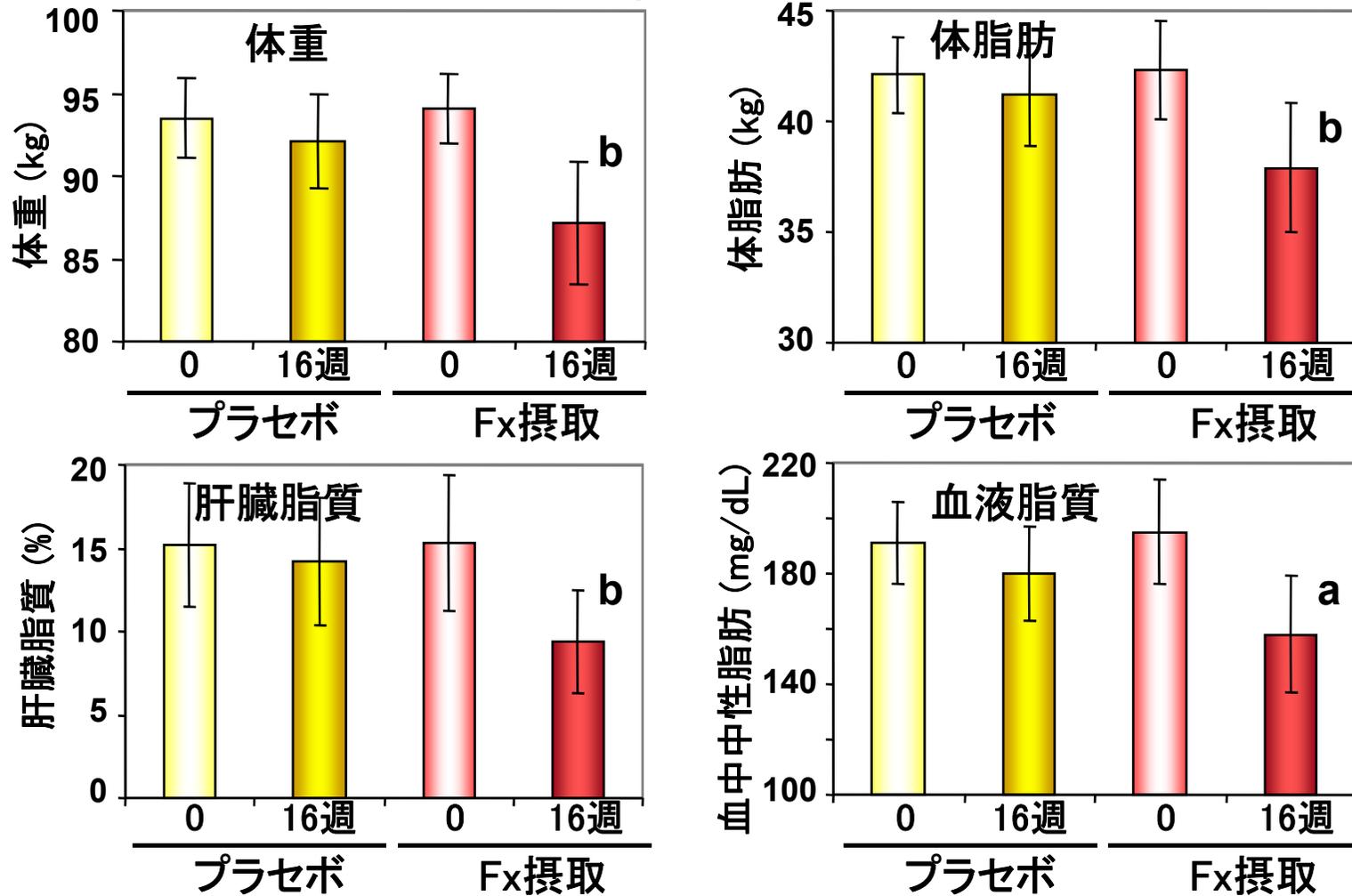
- 科学的なエビデンス(吸収性、代謝動態、ニュートリゲノミクス解析)に基づいた機能性食品成分(フコキサンチン+α)を含む素材としての褐藻の重要性を明確にした。
- フコキサンチンは、その抗肥満、抗糖尿病、抗炎症の分子機構が薬品と同等かそれ以上に明らかにされた希少な食品成分。



ヒトでのフコキサンチンの効果

(Abidov M. et al., Diabetes, Obesity and Metabolism 12:72–81, 2010)

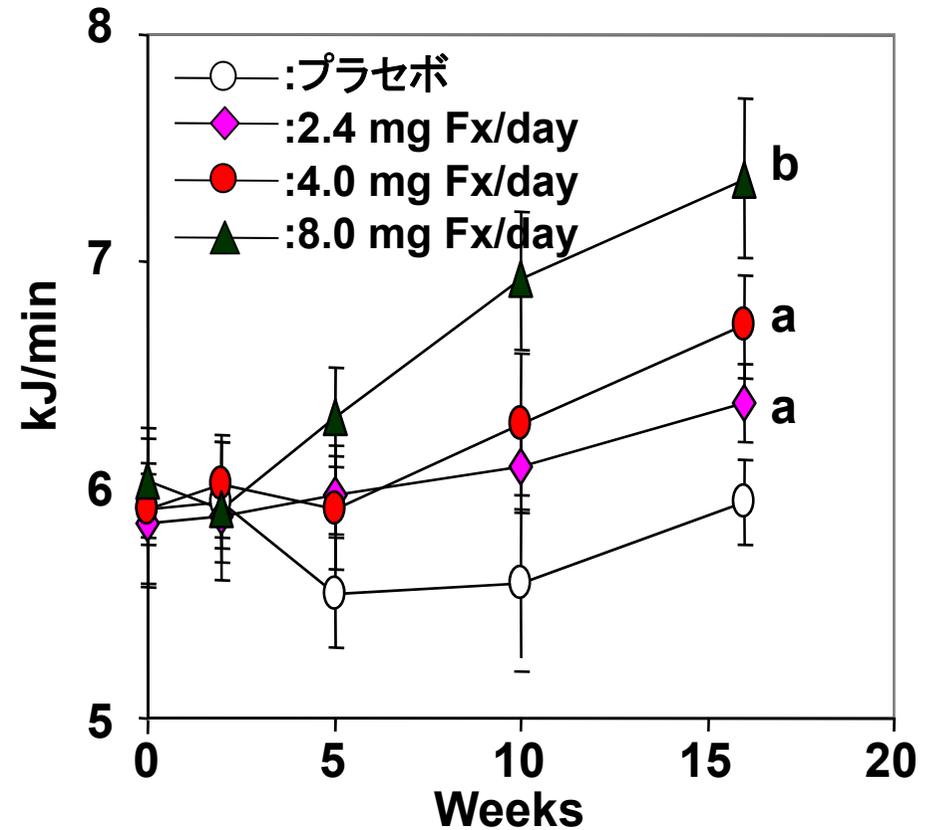
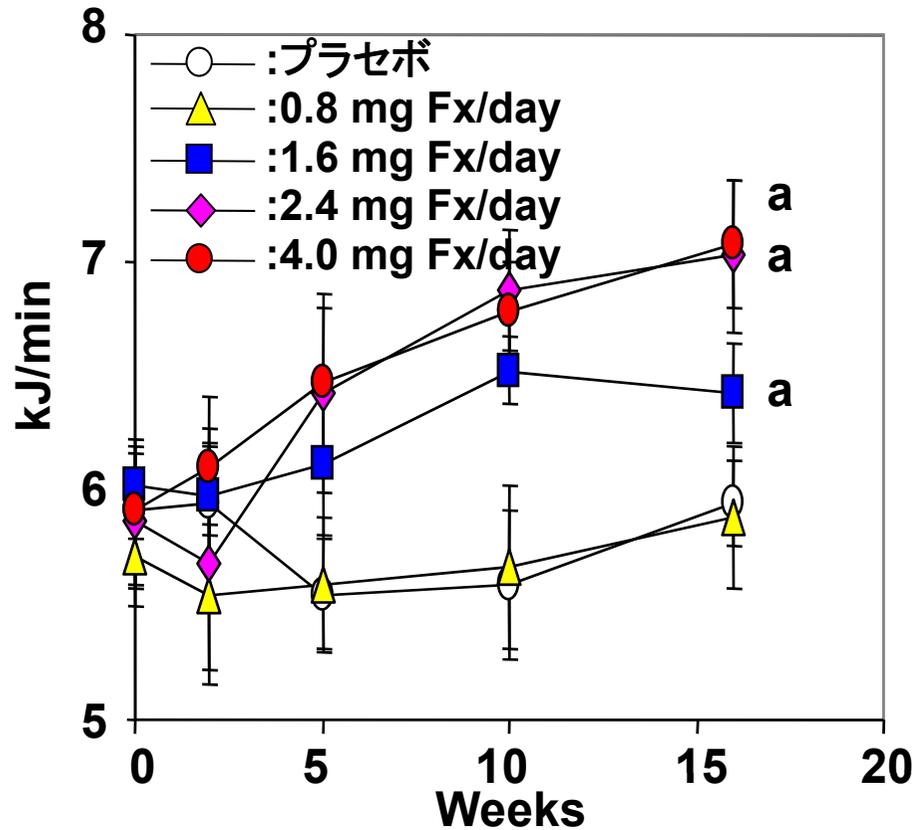
ヒト(白人女性:肥満)がフコキサンチン(Fx)を一人一日
2.4mg摂取した場合



a,b プラセボ(対照)と比較して有意差あり。(^aP<0.05; ^bP<0.01)

ヒトでのフコキサンチンの効果: エネルギー代謝向上

■ 本研究グループが発見した分子機構(内臓脂肪でのUCP1タンパク質の発現誘導によるエネルギー代謝の向上)をヒトでも証明した画期的な成果



a,b プラセボ(対照)と比較して有意差あり。(^aP<0.05; ^bP<0.01)

16週後の総エネルギー消費(EE/kJ/1日)				
プラセボ	0.8mg	1.6mg	2.4mg	4.0mg
8568	8467	9259	10123	10210

フコキサンチン含有機能性素材の開発の現状

■ 褐藻からのフコキサンチン粉末素材の開発の現状

- 国内外で様々なフコキサンチン素材が製品化されているが、すべて有機溶剤で褐藻から抽出した脂溶性成分を、さらに精製したもので、多くの欠点がある。
- 素材は高い粘性(タール状)を有し、汎用性が低く、高コスト。
- 有機溶剤抽出の際に食品としては適さない成分を含む危険性が高い。
- 他の褐藻中の有用成分(タンパク質、無機物、食物繊維など)を活用することができない。

■ 求められる理想像

- 有機溶媒を用いない、低コストで汎用性に富む素材開発が重要。
- 様々な食品素材と混合できる素材形態が求められる。
- 褐藻中の他の成分との相乗作用に基づく高付加価値素材が求められる。

成果：機能性褐藻粉末素材の低コストで汎用性に富む製造法開発

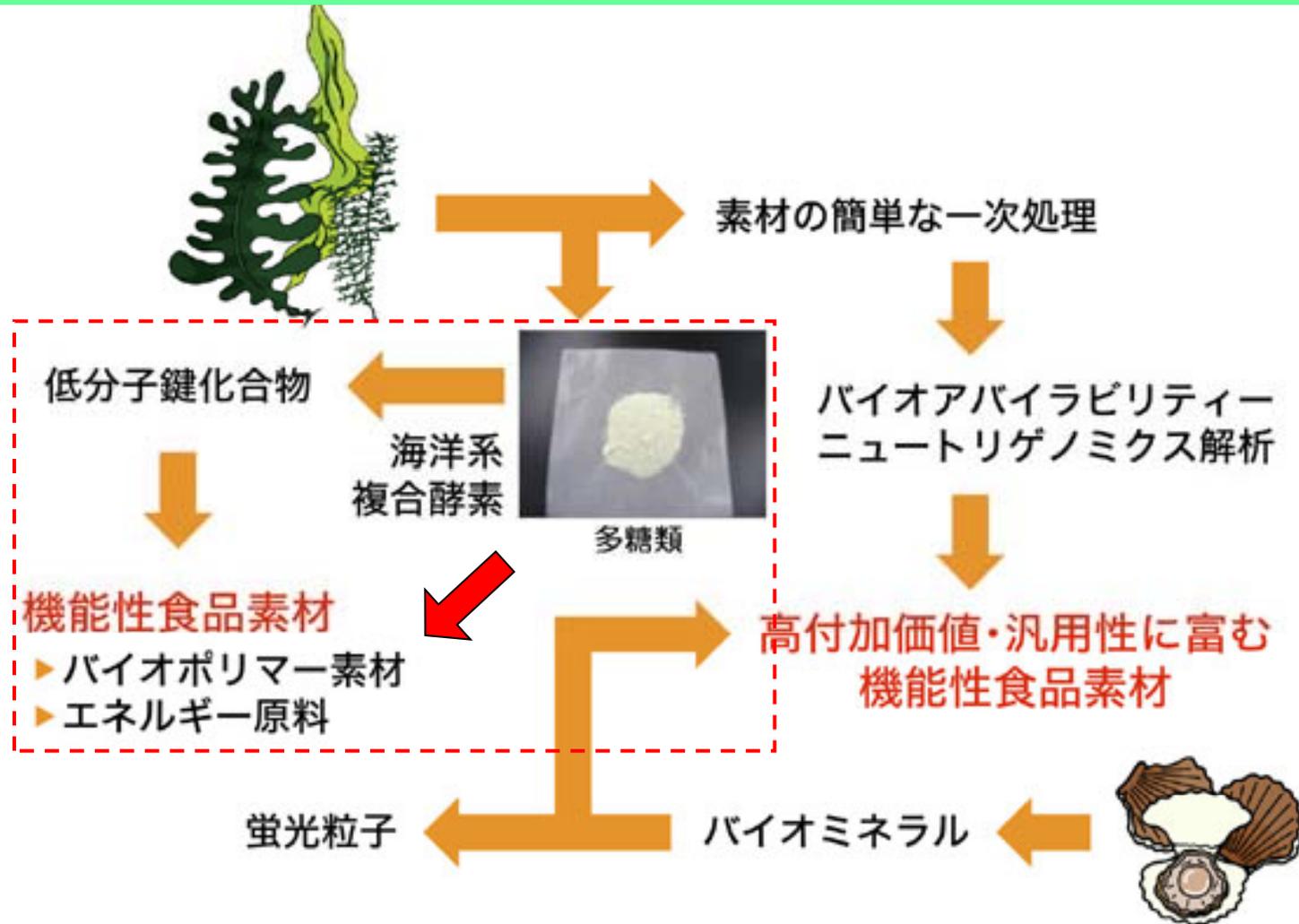
褐藻からのフコキサンチン粉末素材の開発

- 低コストで汎用性に富む高機能素材製造法の開発（特許出願済）
- 藻体→弱酸処理→水洗→弱アルカリ処理→水洗→乾燥→粉末化
- 藻体中の多糖類を除去することでフコキサンチンなどの機能性成分含量が増大、また、素材の粉末化により商品などへの汎用性が向上。水処理により塩類（ナトリウム）や重金属などが除去される。
- 弱酸やアルカリの種類、濃度、前処理などの工夫により、機能性成分含量のさらに高い粉末の製造法を開発できる。

海藻粉末素材の利用用途の開発

- ラーメン素材の開発（グループ4との共同研究）
- その他、他の主要食品素材（穀類、乳製品、豆類など）と混合することによる、物理的にも味覚にも優れた海藻粉末食品素材の開発。

UMI (Universal Marine Industry) のグリーンイノベーション 海藻多糖類からの高機能素材の開発 (サブグループ2)



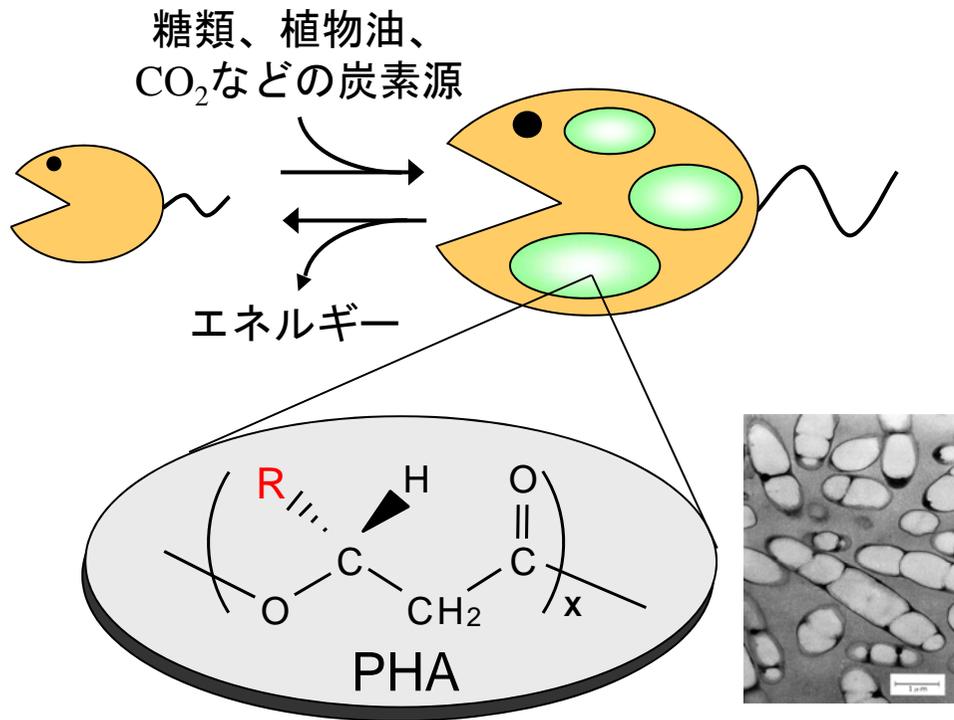
海藻由来の多糖類を原料としたバクテリアによるバイオポリマー素材の合成

バクテリアによって合成されるバイオポリマー

1. プラスチック
(ポリヒドロキシアルカン酸 (PHA))
2. 紙 (セルロース)
(微生物セルロース (BC))

バイオプラスチック(ポリヒドロキシアルカン酸(PHA))

1. エネルギー貯蔵物質 (バクテリア体内)

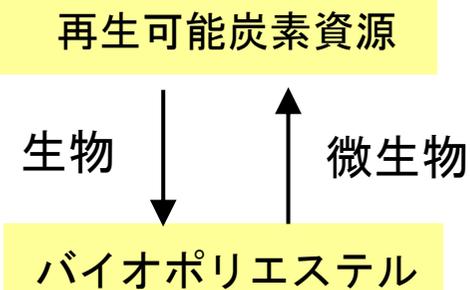


R = CH₃ : P(3HB)

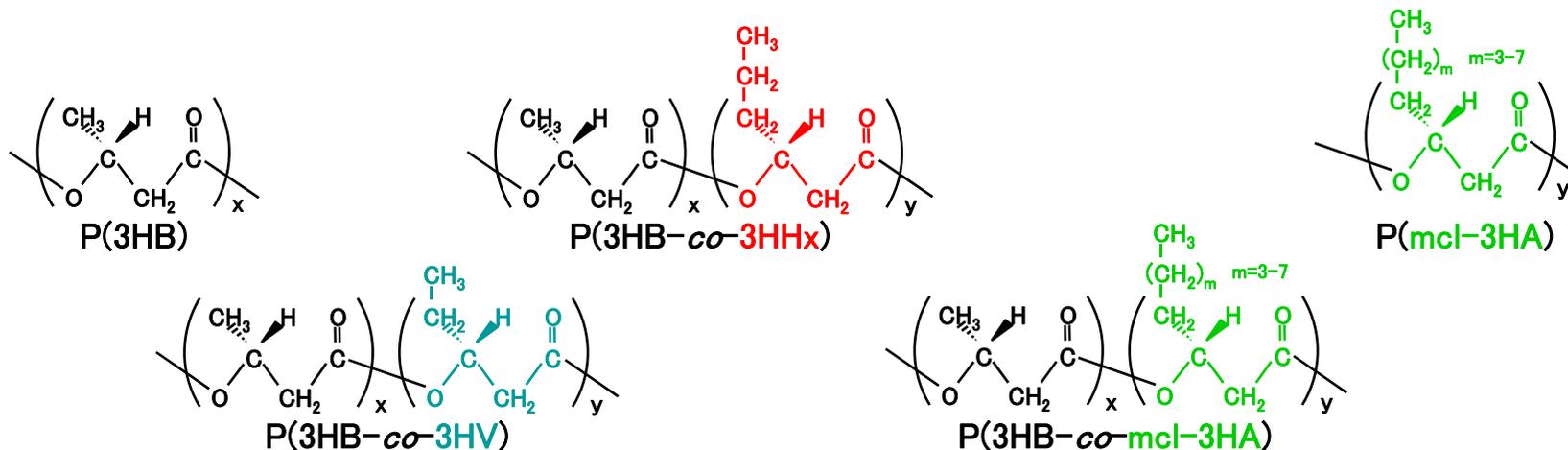
2. 幅広い物性をカバーできる材料

共重合化 → T_g、T_m、引っ張り強度

3. 環境循環型材料

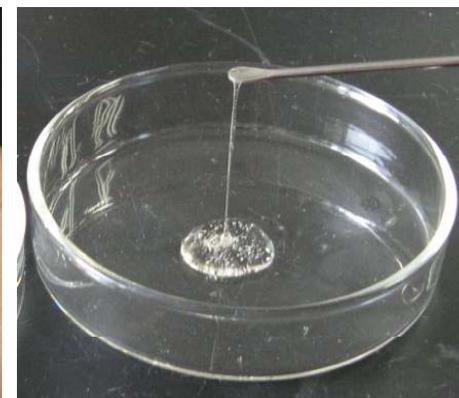


PHAのモノマー組成と物性



硬

柔

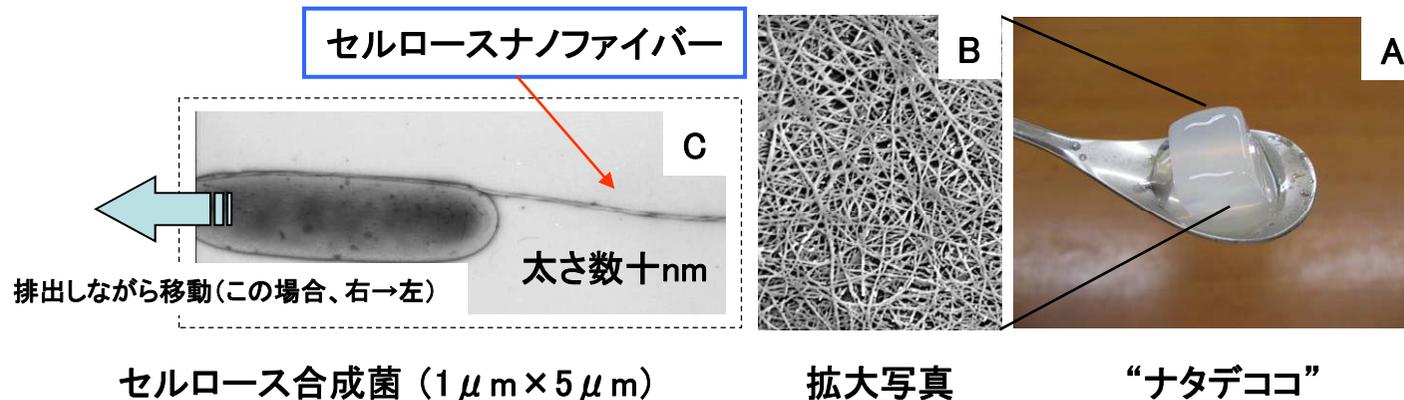


バクテリアによって合成されるバイオポリマー

1. プラスチック
(ポリヒドロキシアルカン酸 (PHA))
2. 紙 (セルロース)
(微生物セルロース (BC))

バクテリアセルロース(BC)の特徴

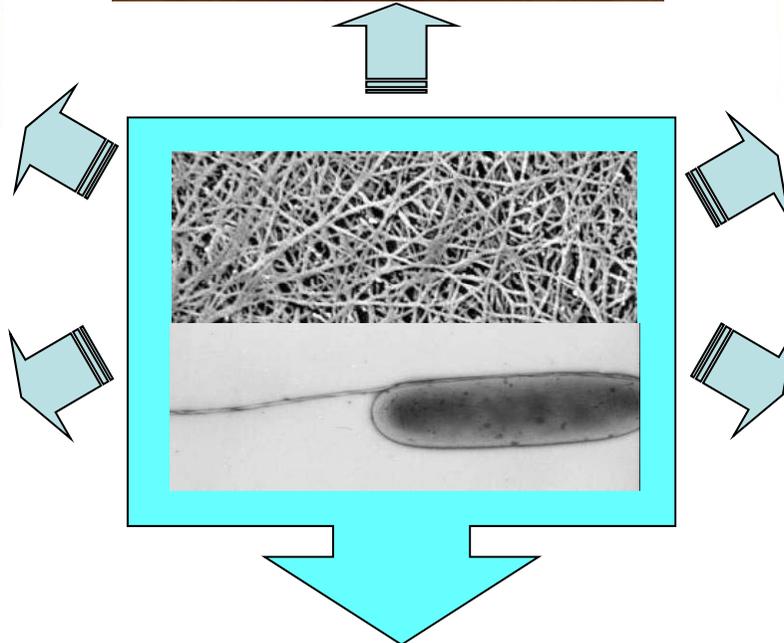
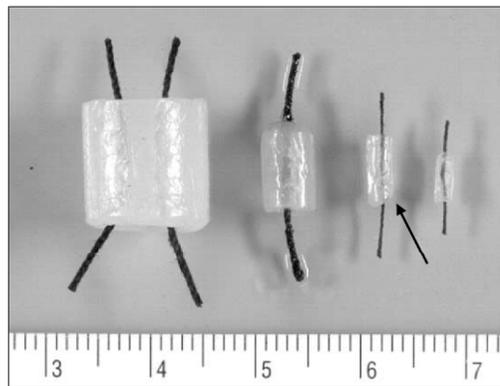
- ・ 超微細繊維幅50~100nm(パルプの1/1000)
- ・ 微細なネットワーク構造
- ・ 高強度(高いヤング率・強度を有してる)
- ・ 他の繊維、粒子などへの結着能
- ・ 高い保水性、生分解性



バクテリアセルロースの様々な応用例



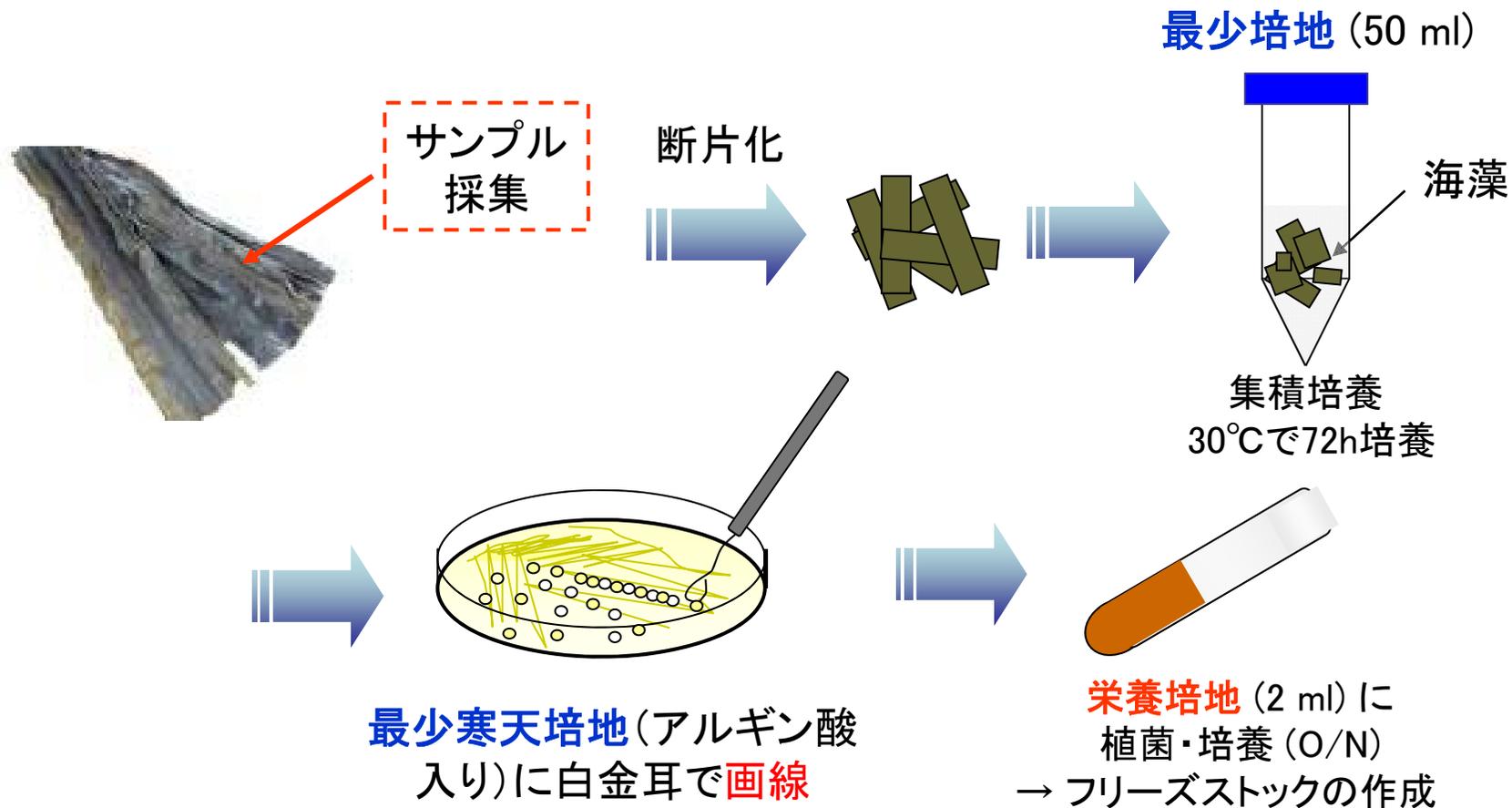
Figure 7. Appearance of optically transparent acetyl BC nanocomposite.



エレクトロクロミズムを利用した
表示デバイスの開発

成果：バイオポリマー合成菌のスクリーニング

海藻に含まれる炭素源(アルギン酸など)を資化して、増殖し、さらにバイオポリマー(BC、PHA)を合成する微生物を取得する



成果：バイオポリマー合成菌のスクリーニング

SW1



SW2



SW3



SW4



SW5



SW6



SW7



SW8



SW9



SW10



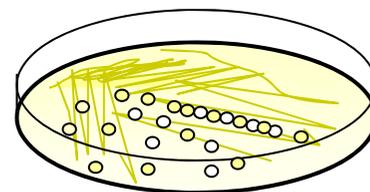
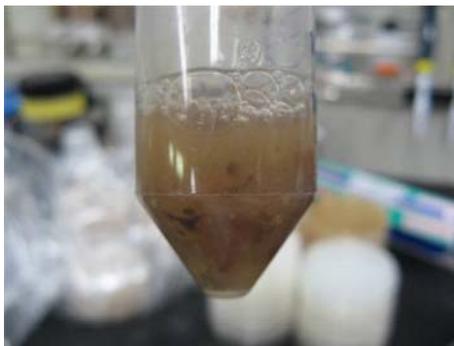
SW11



30°C、72時間

海藻が分解され、
様々な微生物が増殖
していることを確認

成果：バイオポリマー(BC、PHA)合成菌の取得



MS プレート(炭素源入り)
に白金耳で画線



アルギン酸ナトリウム
あるいはオリゴマー

を唯一炭素源としてバイオ
ポリマーを合成する菌の
取得



バクテリアセルロース(BC)合成菌

ポリヒドロキシアルカン酸(PHA)合成菌

海藻由来の多糖類(アルギン酸)を原料としてバイオポリマー(BC、PHA)を合成する新奇微生物の取得に成功した。

研究テーマ3：メガバントスの生物特性を活かした高機能資源創出のための研究開発

