



麻生 祐司 准教授

Tel. 075-724-7694
E-mail aso@kit.ac.jp

大学院工芸科学研究科 バイオベースマテリアル学専攻 生物資源システム工学研究室
より詳しい情報はホームページをご覧ください <https://yujiaso.wixsite.com/yujiaso>

KIT 麻生

検索

新規メデイカルポリマーへの展開 バイオビニルモノマー生産微生物の探索と 微生物でマテリアルサイエンスの新たな可能性を拓く

背景

- ある種の微生物はバイオビニルモノマーを生産します(図1)。複雑な構造と高い重合反応性を併せ持つため、新規ポリマー原料としての利用が期待されますが、その種類は少なく生産技術もありません。また、どのように生合成されるのかについても不明な部分が多くあります。
- バイオビニルモノマーの一つであるイタコン酸とそのポリマーは、それぞれ抗炎症活性と抗ガン活性を示すため、新しい抗炎症剤やメディカルポリマーとしての利用が期待されています。

目的

- バイオビニルモノマー生産微生物を土壌から選択的に分離する技術の開発、モノマーの体系化および生産技術を開発する。
- バイオビニルモノマーの生理活性(抗菌性、抗炎症性、抗ガン活性)を解明するとともに新規メデイカルポリマーを開発する。

概要

- バイオビニルモノマーの末端二重結合に特異的なカップリング反応を応用することで、バイオビニルモノマー生産微生物を土壌から迅速かつ高効率に分離する技術を世界で初めて開発しました(図2)。我々はこの技術を、DISCOVER(Direct Screening Based on Coupling Reactions for Vinyl Compounds Producers)と名付けました。現在、この技術を用いてモノマーの体系化を進めるとともに、微生物生産技術の開発を行っています。
【発表論文】*J. Planar Chromat.*, 28(1) 12 (2015)など
- DISCOVERを用いて、土壌から新規なバイオビニルモノマー生産菌を分離し、その構造をMSやNMRなどを用いて明らかにしました。培養細胞を用いた生理機能評価の結果、取得したバイオビニルモノマーに抗ガン活性があることがわかりました(図3)。現在、重合実験を行い、メディカルポリマーの開発を進めています。
- バイオビニルモノマーの一つであるイタコン酸に注目し、これを生産する大腸菌の開発に取り組みました。代謝工学に基づき遺伝子組換え技術を用いて、*cis*-アコニット酸炭酸酵素遺伝子*cad*およびアコニターゼ遺伝子*acnB*の発現とイソクエン酸脱水素酵素遺伝子*icd*の破壊を行うことで、大腸菌にイタコン酸生産のための代謝経路を導入しました(図4)。バイオビニルモノマーの新たな微生物生産技術として注目されます。
【発表論文】*J. Biosci. Bioeng.*, 119(5) 548 (2015)など

応用

- バイオビニルモノマーは石油由来ビニルモノマーとは異なり、炭素数が多い(C5以上)、窒素などのヘテロ原子を含むなどの特徴があります。よって、これを用いることで、特殊な物性や生理活性を付与したポリマーの創成が実現できます。
- 代謝工学により新しい代謝経路を自由にデザインすることで、種々の微生物でモノマーなどを生産することができます。
- バイオビニルモノマーはポリマー原料としてだけでなく新規な創薬シード化合物としての可能性も秘めています。

将来展望

- 微生物の持つ潜在能力は無限です。それを最大限引き出す技術を開発することで、バイオビニルモノマーを基盤とした新規ポリマーの創成(バイオビニルイノベーション、図5)を目指していきます。

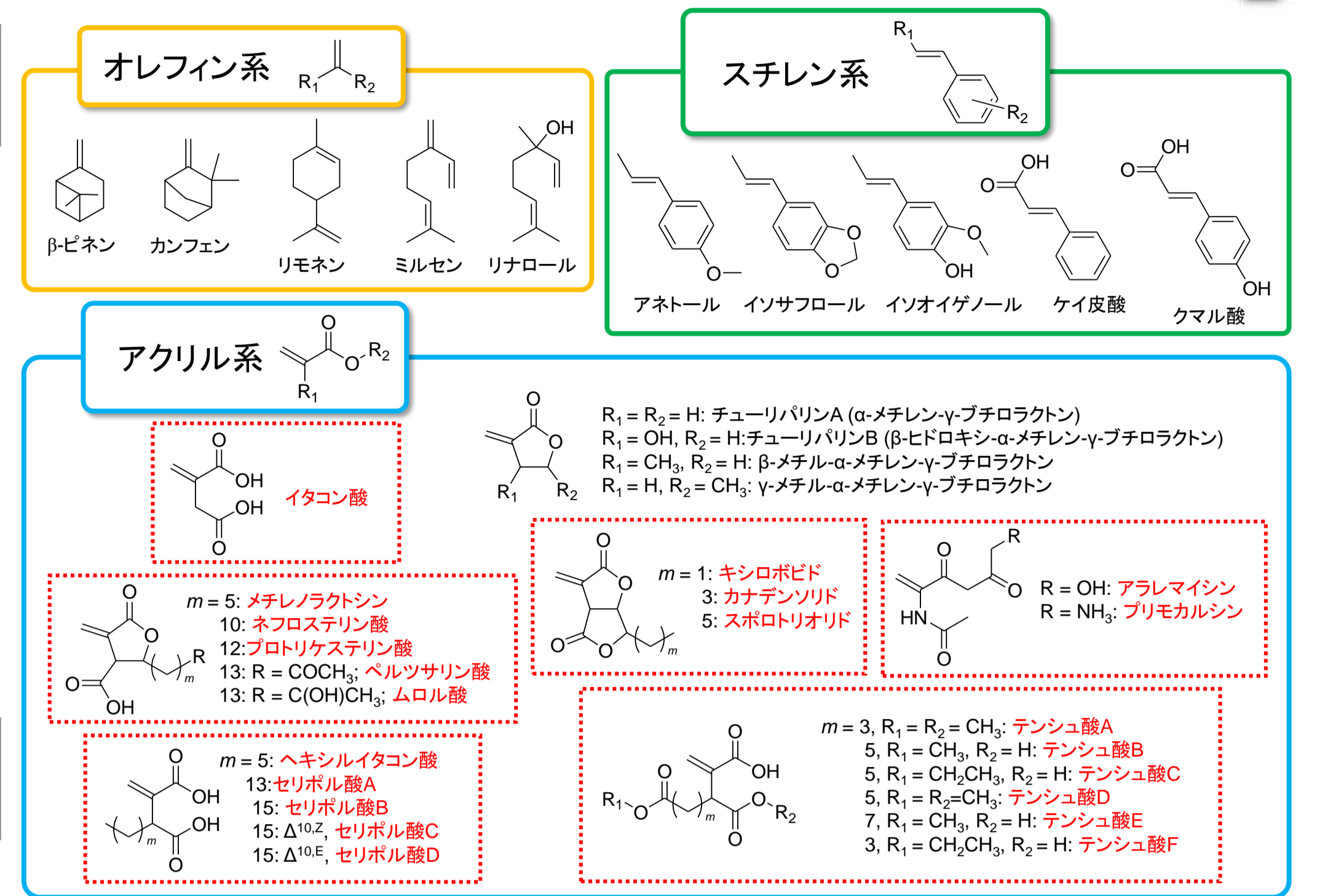


図1. 生物が生産するビニル系化合物の例. 微生物が生産するもの(バイオビニルモノマー)は赤で表記.

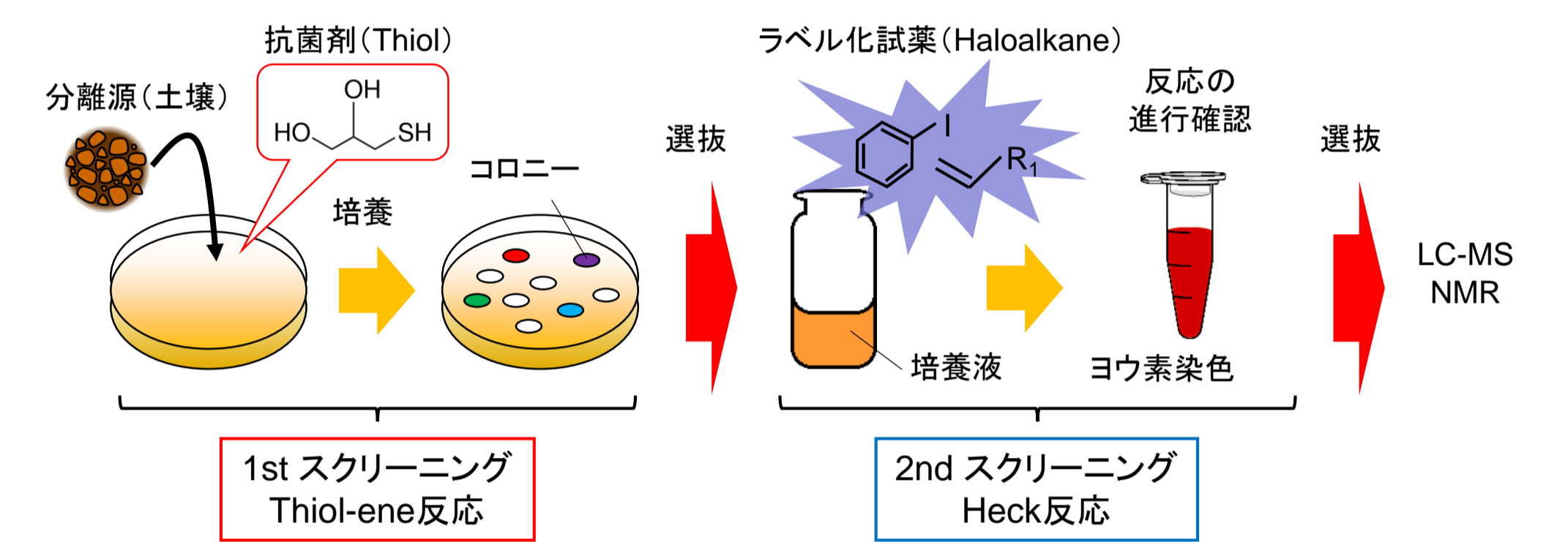


図2. バイオビニルモノマー生産微生物の探索. 分離プロセスには微生物が生産するバイオビニルモノマーの末端二重結合に特異的なカップリング反応を利用(特許:特願2015-146526、2015-165904、2015-165905).

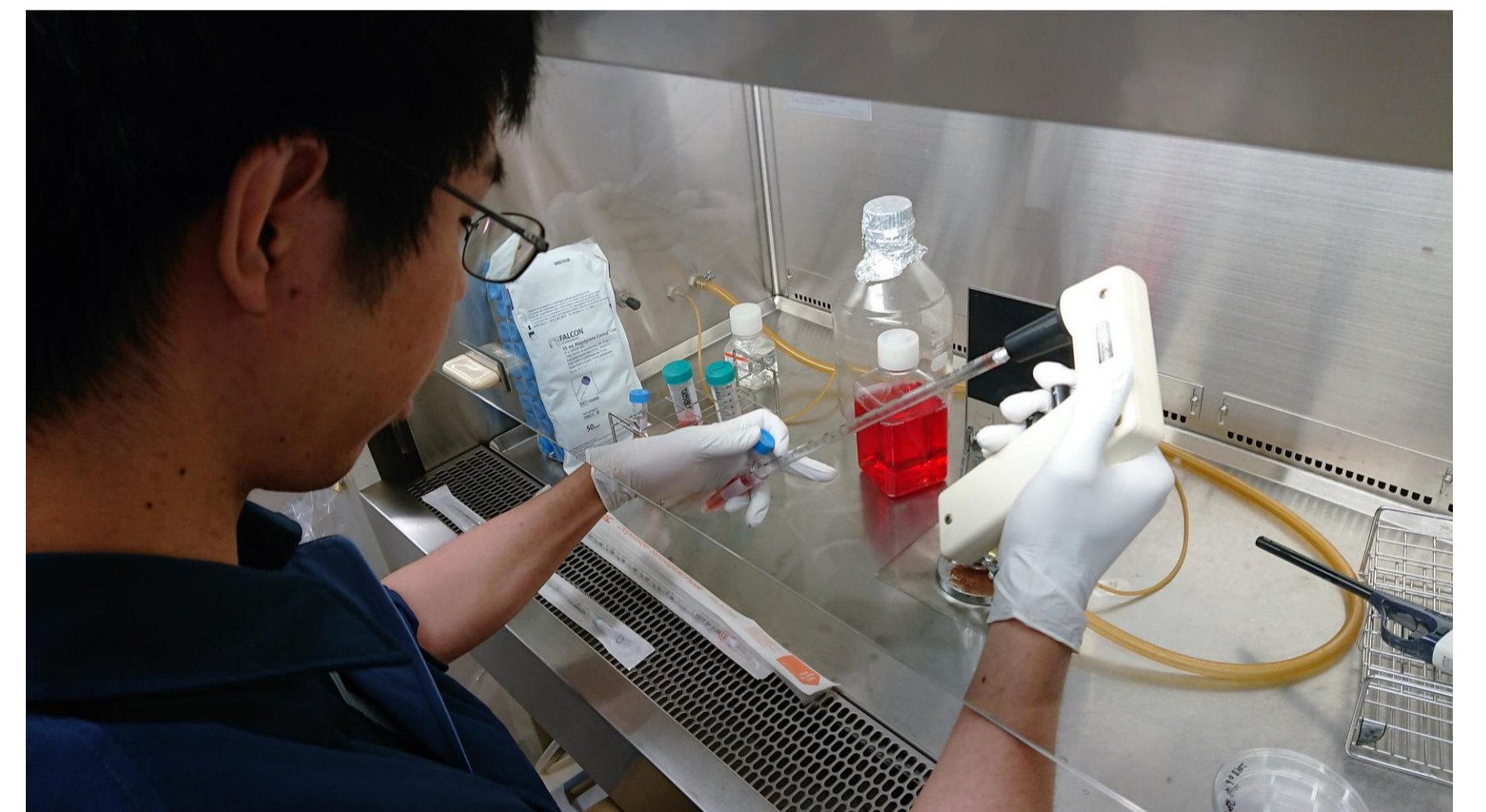


図3. 動物培養細胞HeLaやRAW264を用いた生理機能評価実験の様子.

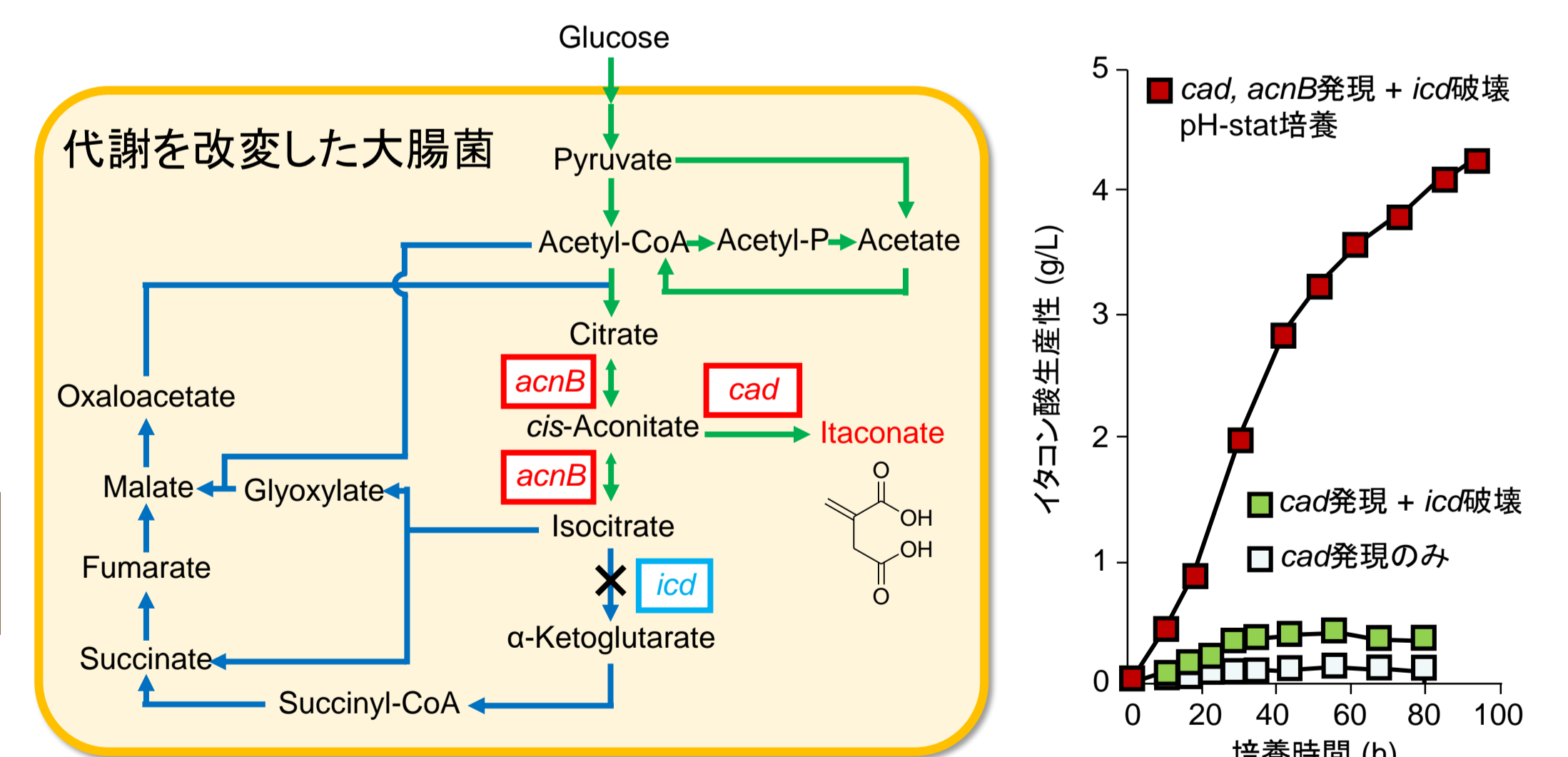


図4. 代謝工学に基づく大腸菌によるイタコン酸生産. 代謝改変することで生産性を飛躍的に高めることができる.

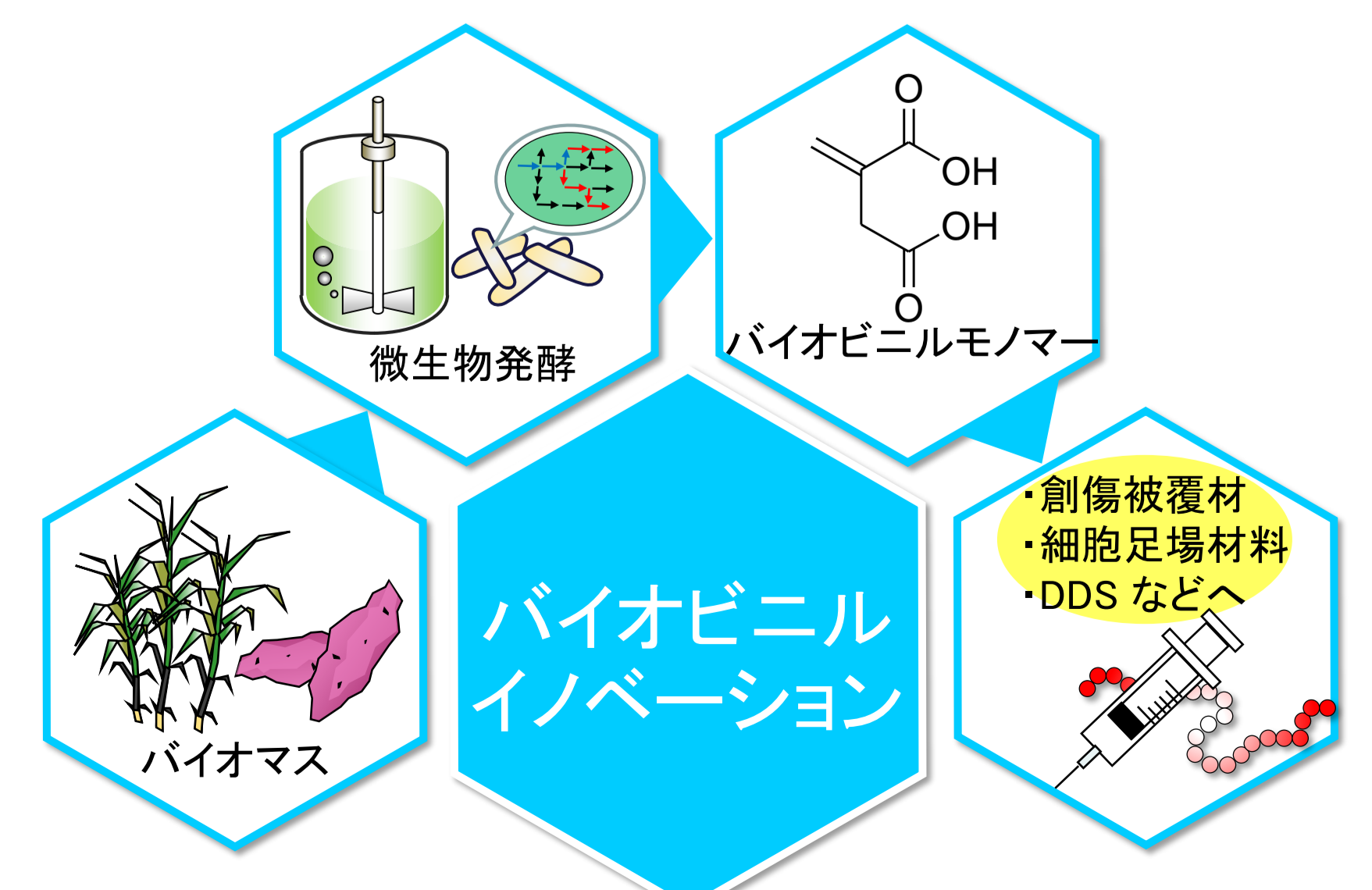


図5. バイオビニルモノマーにより実現されるバイオビニルイノベーション.



京都工芸繊維大学



麻生 祐司 准教授

Tel. 075-724-7694
E-mail aso@kit.ac.jp

大学院工芸科学研究科 バイオベースマテリアル学専攻 生物資源システム工学研究室
より詳しい情報はホームページをご覧ください <https://yujiaso.wixsite.com/yujiaso>

KIT 麻生

検索

地球温暖化・食糧・資源問題を一気に解決 微生物電気培養による 二酸化炭素からの糖生産システムの開発

背景

- 低炭素社会の構築のためには、排出された二酸化炭素をバイオマスとして固定化し有機資源として利用する炭素サイクルの概念(カーボンニュートラル)の考え方が重要です(図1)。光合成機能を持つ植物はその主役を担う役目を持っています。もし、植物の代わりにより成長の速い微生物を用いることができればカーボンニュートラルを加速させつつ物質生産も行えることから、地球温暖化・食糧・資源問題を一気に解決できる可能性があります。
- 微生物の中には光合成ではなく化学合成により炭酸固定を行う化学合成独立栄養細菌があります(図2)。このタイプの細菌を用いれば高効率に二酸化炭素を固定化することが可能になりますが、物質生産の研究例は限られています。
- 電気を還元力として供給し微生物を培養する電気培養があります(図3)。太陽光や風力などの再生可能エネルギーから得た電気をを用いて化学合成独立栄養細菌を電気培養することで二酸化炭素から物質生産を行うことが可能になります。

目的

- 光合成を行う細菌であるシアノバクテリアを用いて二酸化炭素を原料としたバイオプラスチック生産システムを開発する。
- 光合成を行わない化学合成独立栄養細菌と電気培養を組み合わせ二酸化炭素を原料とした糖生産システムを開発する。

概要

- 光合成微生物であるシアノバクテリアを代謝改変し用いて、二酸化炭素からイタコン酸を直接生産することに成功しました(図4)。バイオプラスチック原料を植物を用いず二酸化炭素から直接生産する技術として注目されます。
【発表論文】*J. Biotechnol.*, (195) 43 (2015)など
- 化学合成独立栄養細菌のうち、キサントモナス属細菌である *Xanthobacter autotrophicus* は二酸化炭素やギ酸などのC1化合物を固定化し糖を生産します。電気培養では、水の電気分解により生成した水素を還元剤として二酸化炭素を固定化する方法、もしくは、電気で二酸化炭素を還元して生成したギ酸を還元剤および炭素源として利用する方法が考えられます。現在、キサントモナス属細菌を遺伝子的に改変し糖生産能の向上を試みるとともに、電気培養と組み合わせ二酸化炭素からの効率的な糖生産システムの開発を進めています(図5)。

応用

- シアノバクテリアを用いることで特別な装置を使用せずともマテリアル、燃料、食糧などを永続的に生産できます。
- 高密度培養と電気培養を組み合わせることでキサントモナス属細菌を培養することで工業的に二酸化炭素から糖の生産を行えるようになります。すなわち、植物栽培のための耕作地や農作業は不要になります。食糧は植物でなく微生物から得る時代がやってくるかもしれません(図6)。

将来展望

- 糖は食糧および工業原料として重要な化合物です。一方、世界的に人口爆発が加速しており2050年頃には100億人を突破するといわれています。これだけの人口を養うための革新的技術(ゲームチェインジングテクノロジー)が必ず必要になります。本研究は地球温暖化・食糧・資源問題を解決し安定した循環型社会を構築するための先駆的技術となります。

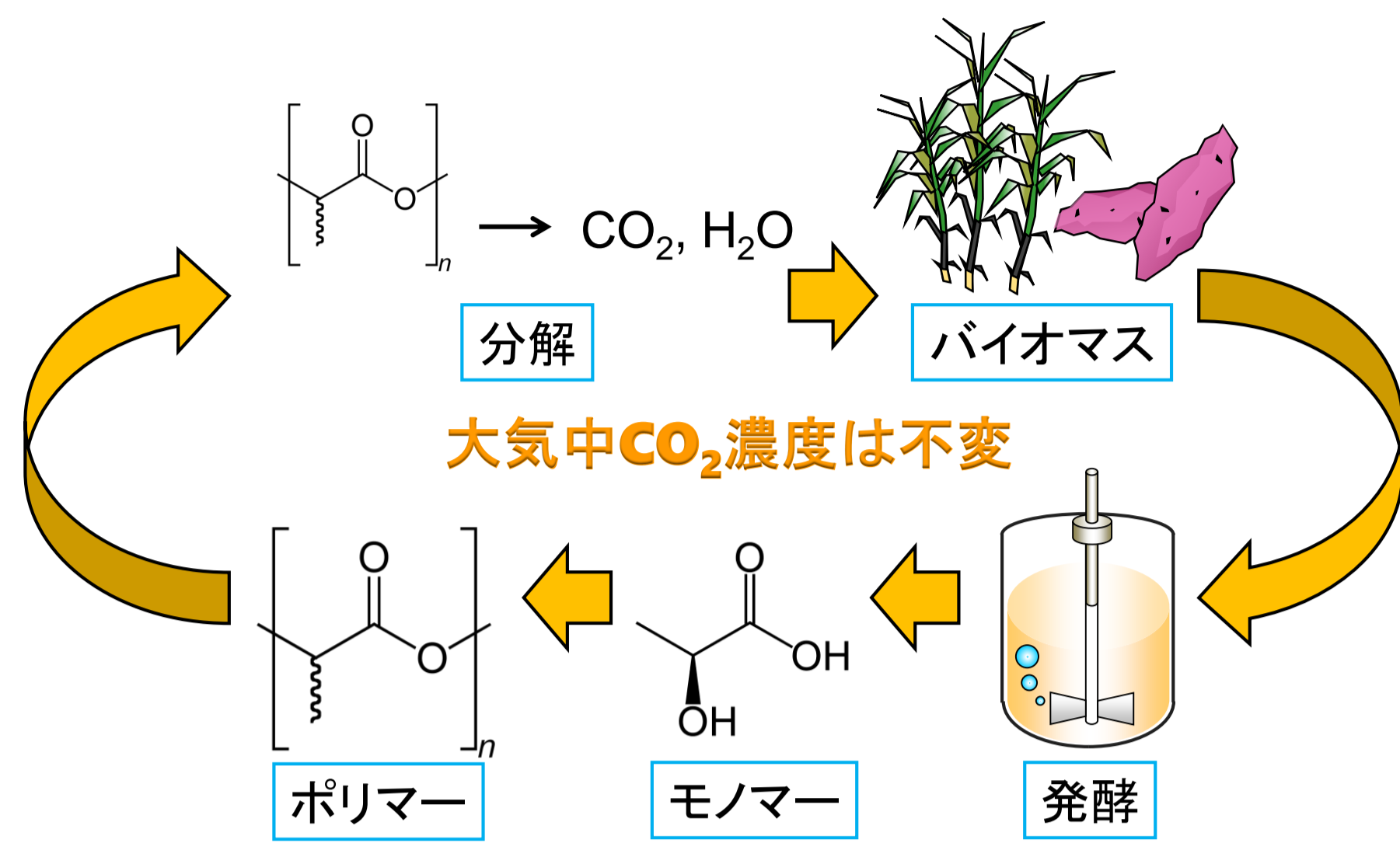


図1. バイオプラスチックを例にしたカーボンニュートラルの考え方。

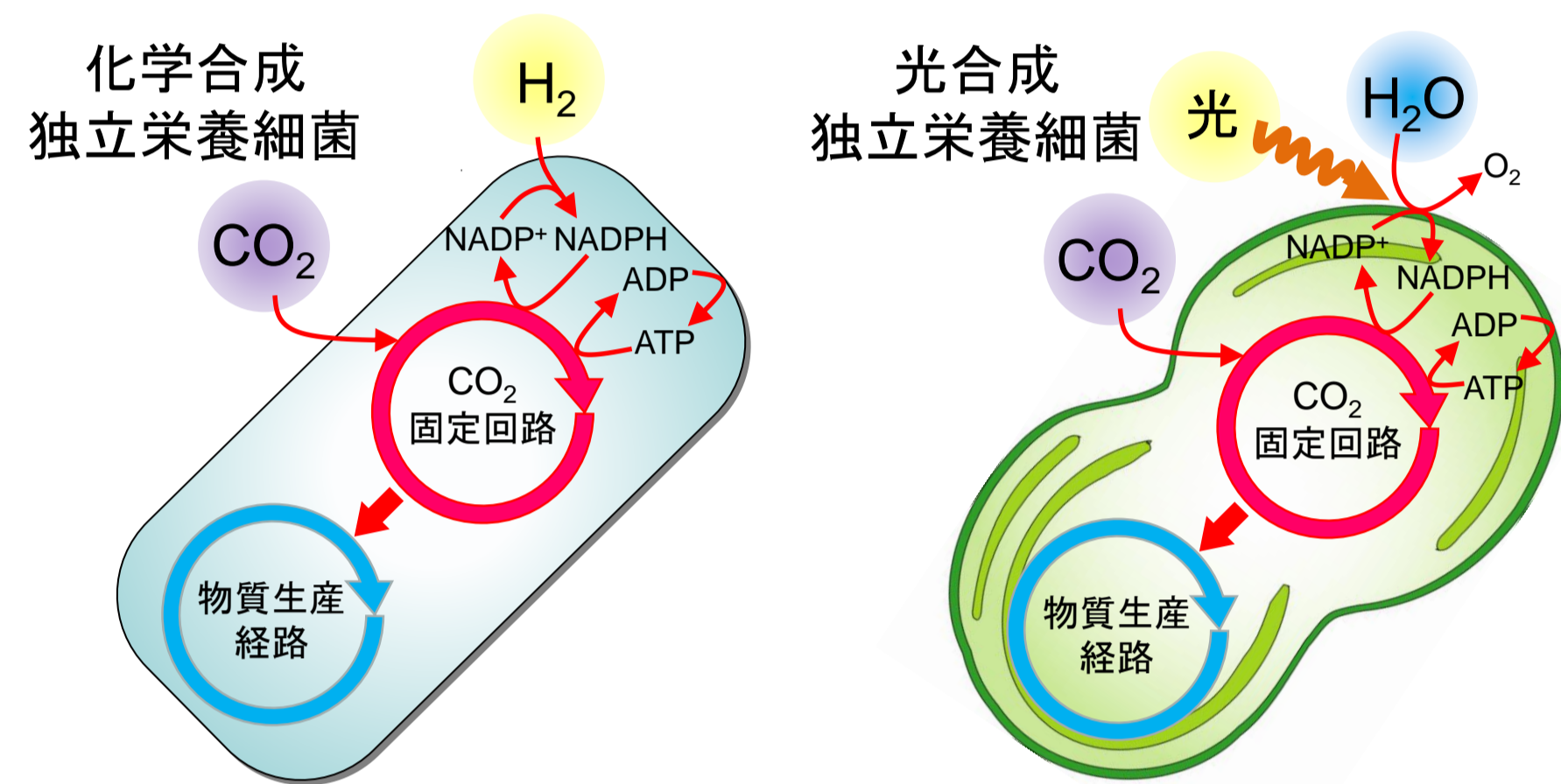


図2. カルビン回路を持つ化学合成独立栄養細菌と光合成独立栄養細菌。

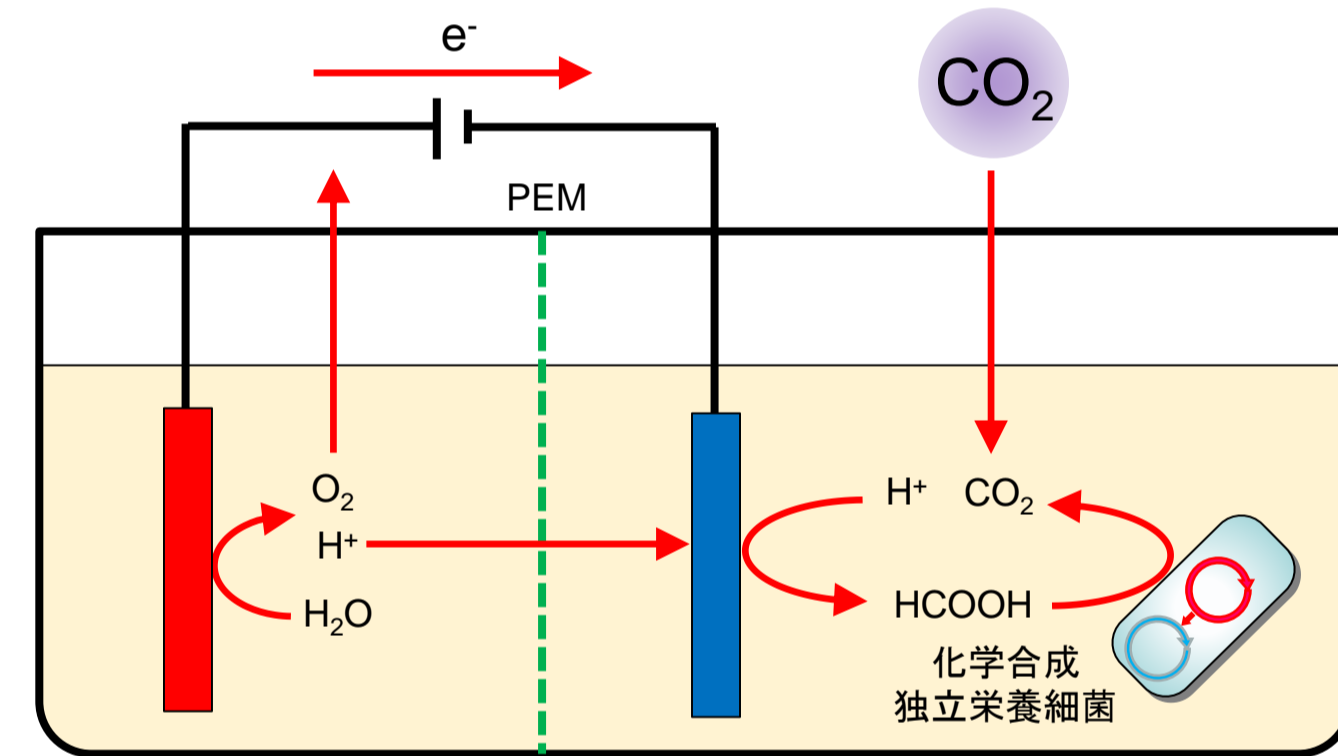


図3. 化学合成独立栄養細菌の電気培養の仕組み

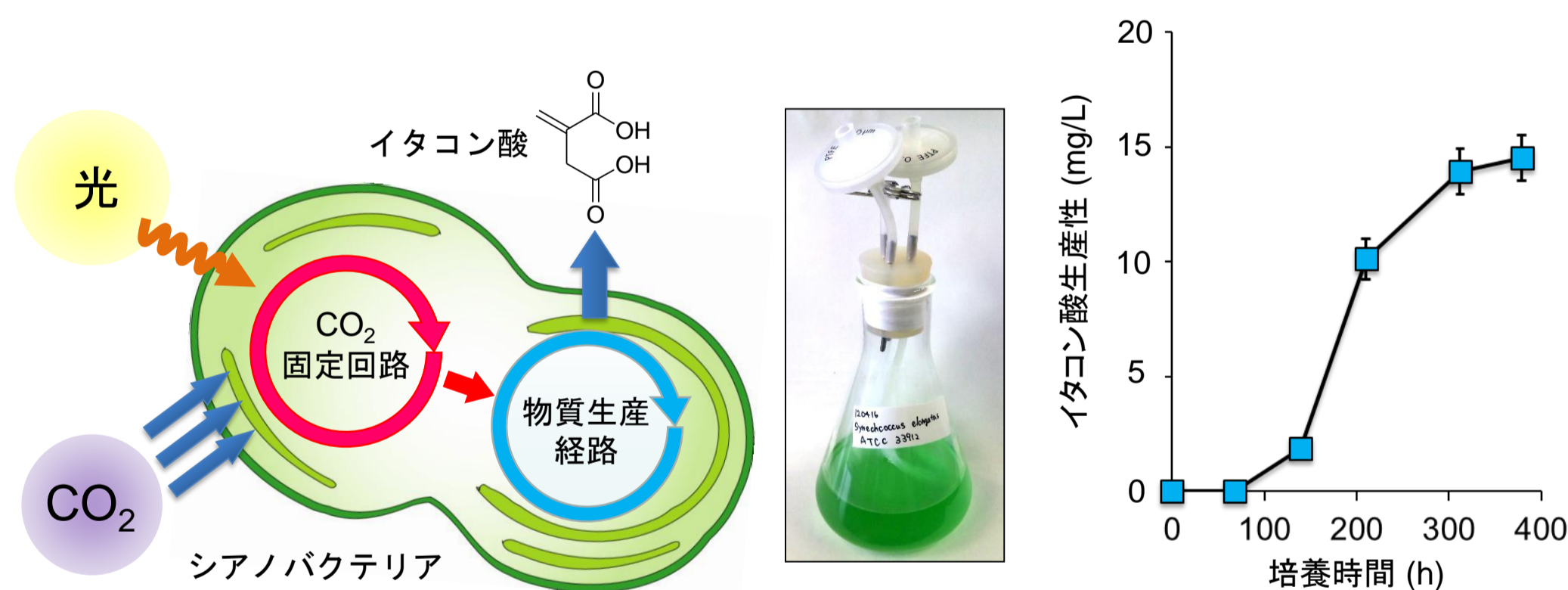


図4. シアノバクテリアによる二酸化炭素を原料としたイタコン酸生産。

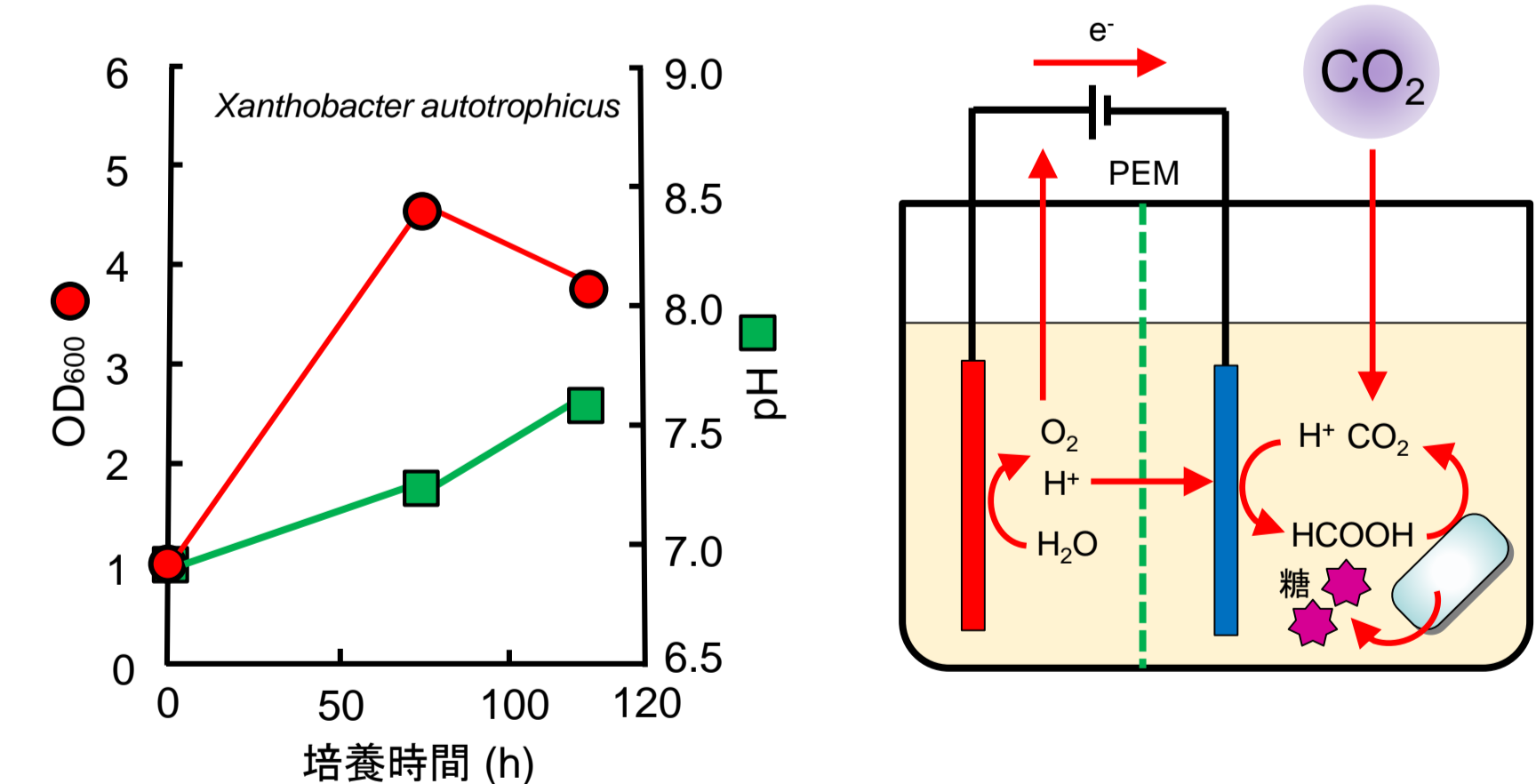


図5. 0.2%ギ酸Na(+40 mM MOPS)存在下でのキサントモナス属細菌 *Xanthobacter autotrophicus* の増殖と、電気培養との組み合わせによる糖生産システムの概要

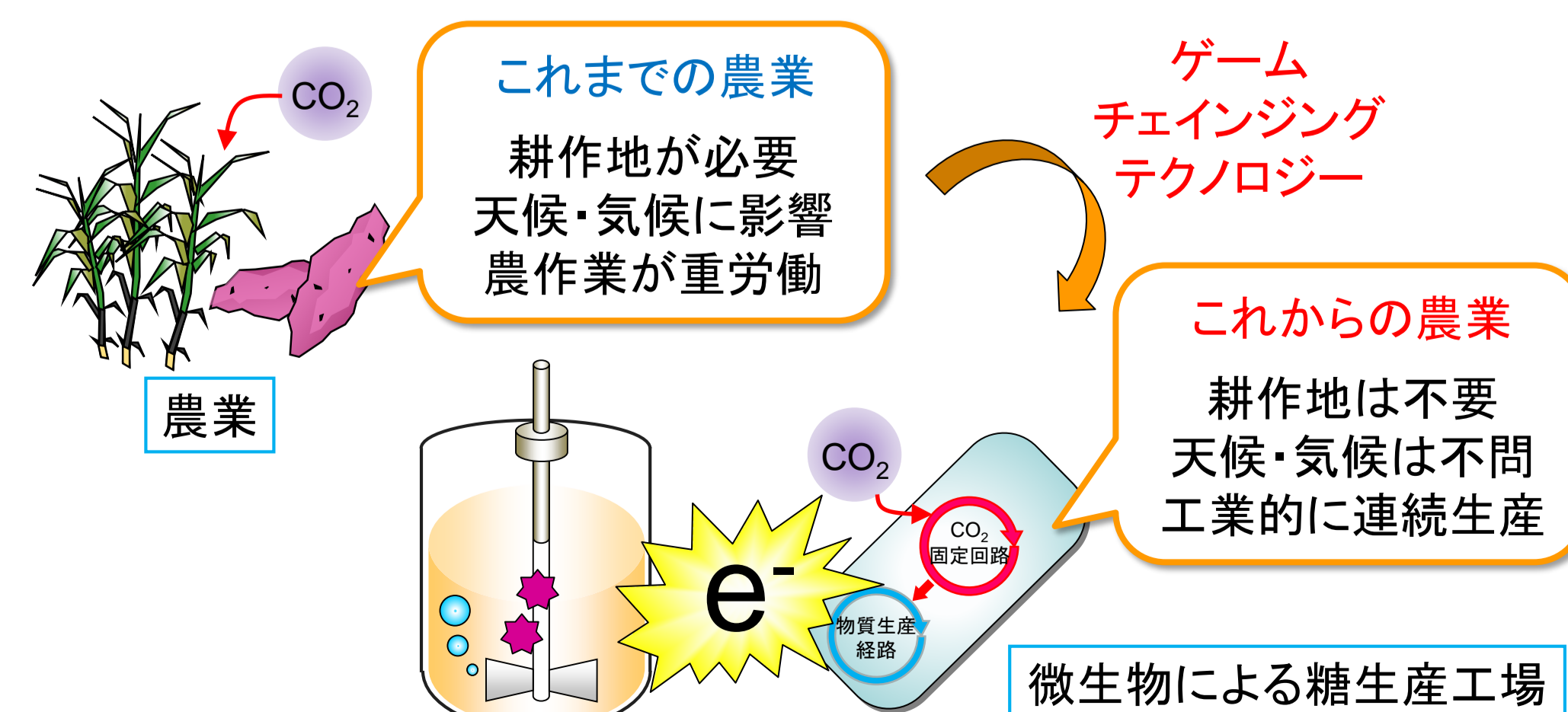
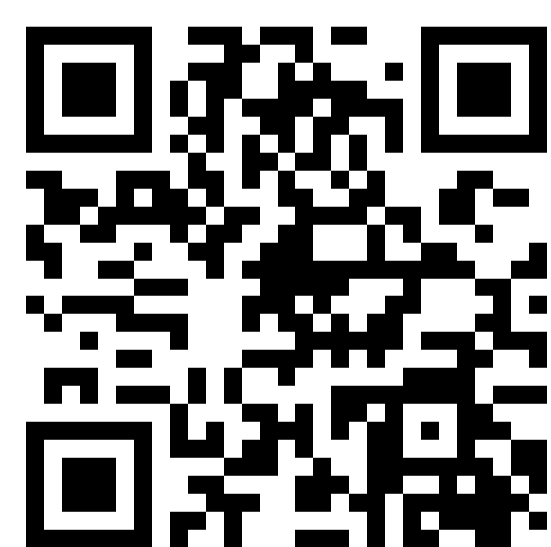


図6. 電気培養の創る未来の農業



京都工芸繊維大学