

# バイオ水素生産技術開発

## 日米仏国際共同研究



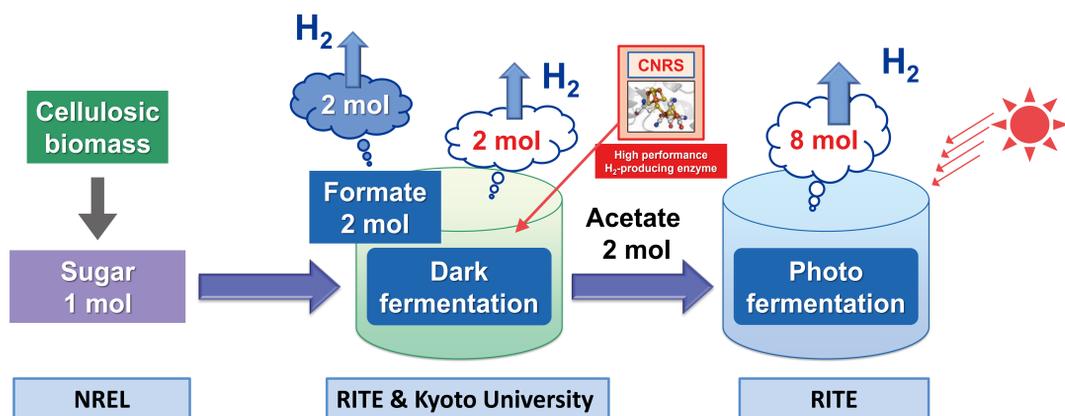
### R&D of bio-hydrogen production

Japan-U.S.-France collaboration research

## ■ 研究の背景 Background

微生物を利用した水素生産（バイオ水素生産）は将来のCO<sub>2</sub>フリー水素製造技術として期待され、世界中で様々なプロセスの研究開発が進められているが、生産性（生産速度、収率）が低いことが課題となっている。

Biological production of H<sub>2</sub> is expected as a CO<sub>2</sub>-free H<sub>2</sub> production technology in the future. However, drawbacks of the bio-H<sub>2</sub> production (low production rate and low yield) still remain as unsolved issues.

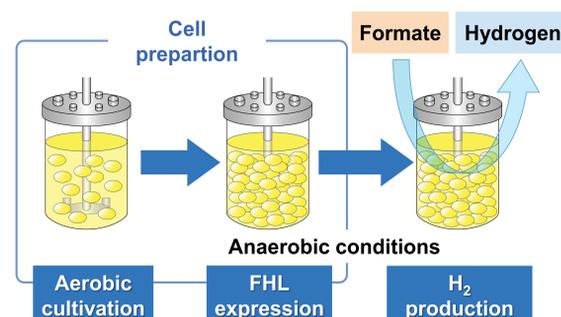


NREL: National Renewable Energy Laboratory, CNRS: Centre national de la recherche scientifique

- \* 暗発酵と光発酵の統合による水素収率: 最大12 mol/mol グルコース  
Maximum 12 mol of H<sub>2</sub> is produced from 1 mol of glucose by integrating the dark fermentation and the photofermentation systems.
- \* 課題: 生産速度と収率の向上  
Technical challenge: improvement of production rate and yield

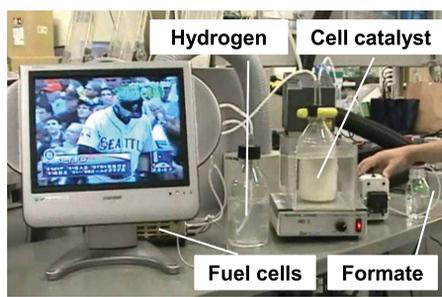
シャープ(株)との共同研究(H12~21年)により水素生産微生物触媒の技術開発を実施し、糖やギ酸からの高速水素生産に成功した。

R&D of bio-H<sub>2</sub> production was carried out in collaboration with Sharp Corporation (2000-2009), and we succeeded to achieve a high H<sub>2</sub> production rate by high-density microbial cell catalysts.



☑生産速度: 300 L H<sub>2</sub>/h/L ⇒  
2 Lリアクターで1 kW級家庭用燃料電池の駆動が可能

Production rate: 300 L H<sub>2</sub>/h/L, which means that a 2-L reactor is sufficient to operate 1 kW fuel cells for housing.



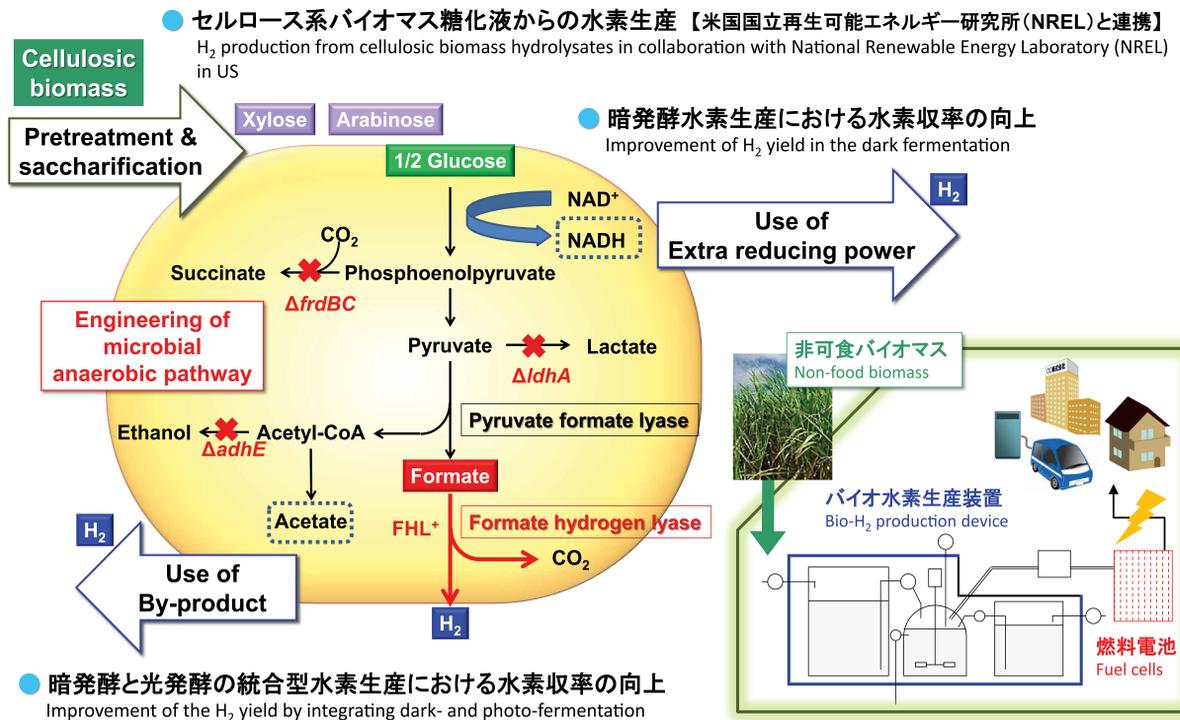
- \* ギ酸を介する水素生産経路  
Formate-dependent H<sub>2</sub> production pathway
- \* 高密度菌体触媒  
High-density cell catalyst
- \* 菌体増殖工程と水素生産工程の分離  
Separating H<sub>2</sub> production process from cell growth

## ■ 非可食バイオマスからの高効率水素生産技術の開発

Development of technology for highly efficient bio-H<sub>2</sub> production from non-food biomass

・ 経済産業省「革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業 (H27 ~ 31年)」において、糖からの水素収率の大幅向上に向けた技術開発を実施中。

METI project of bio-H<sub>2</sub> production technology development (2015-2019) has been carried out by RITE.



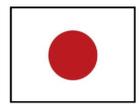
● 暗発酵と光発酵の統合型水素生産における水素収率の向上  
Improvement of the H<sub>2</sub> yield by integrating dark- and photo-fermentation



公益財団法人  
地球環境産業技術研究機構

# バイオブタノール生産技術開発

## 日米国際共同研究



### R&D of bio-butanol production

Japan-U.S. collaboration research

#### ■ 研究の背景 Background

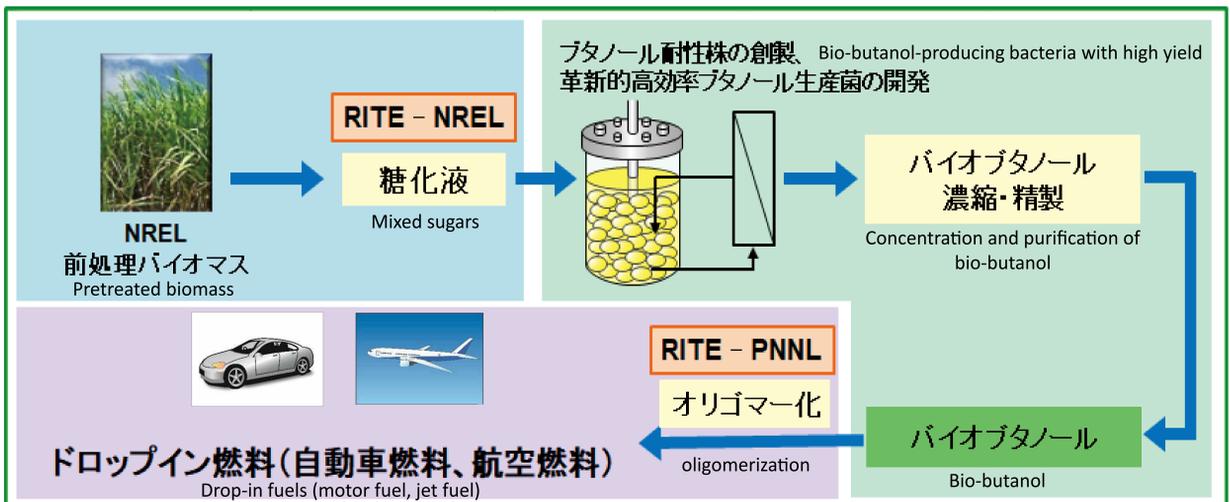
ブタノールは、エタノールと比較して発熱量が大きく、水への溶解度が低いなど、ガソリン代替としてエタノールよりも優れた特性を有する。また、化学的にオリゴマー化することによってジェット燃料に変換可能なため、近年になって特に非可食原料であるセルロース系バイオマスからの生産が注目を集めている。しかし、ブタノールが有する強い細胞毒性のため発酵生産が阻害され、収率が低いことが課題である。

Butanol is attractive as a biofuel due to higher energy density and lower solubility in water than ethanol. Butanol fermented from cellulosic biomass can be converted into jet fuel by chemical oligomerization. However, due to its toxicity, inhibition of the fermentation process leads to low yield of butanol.

#### ■ バイオブタノール生産技術の開発 R&D of bio-butanol production

RITEの発酵生産技術と、米国NREL(国立再生可能エネルギー研究所)のセルロースバイオマス前処理・糖化技術の連携により、高炭素収率を特徴とする革新的なブタノール製造技術開発、および米国PNNL(国立パシフィック・ノースウエスト研究所)と連携して、ブタノールの化学的オリゴマー化技術の共同研究を行っている。現在、経済産業省「革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業(H27～31年)」に参画し、「高炭素収率を特徴とするセルロース系バイオマスからのバイオ燃料ブタノールの製造に関する研究開発」で上記共同研究を推進中。

Combination of RITE's fermentation technology and NREL's pretreatment/ saccharification technology for cellulosic biomass will achieve a novel butanol-producing technology with high carbon yield. Combination of the RITE's technology and PNNL's chemical catalyst technology will achieve oligomerization of butanol for drop-in fuels. METI R&D project of butanol production (2015-2019) has been carried out by RITE, NREL and PNNL.

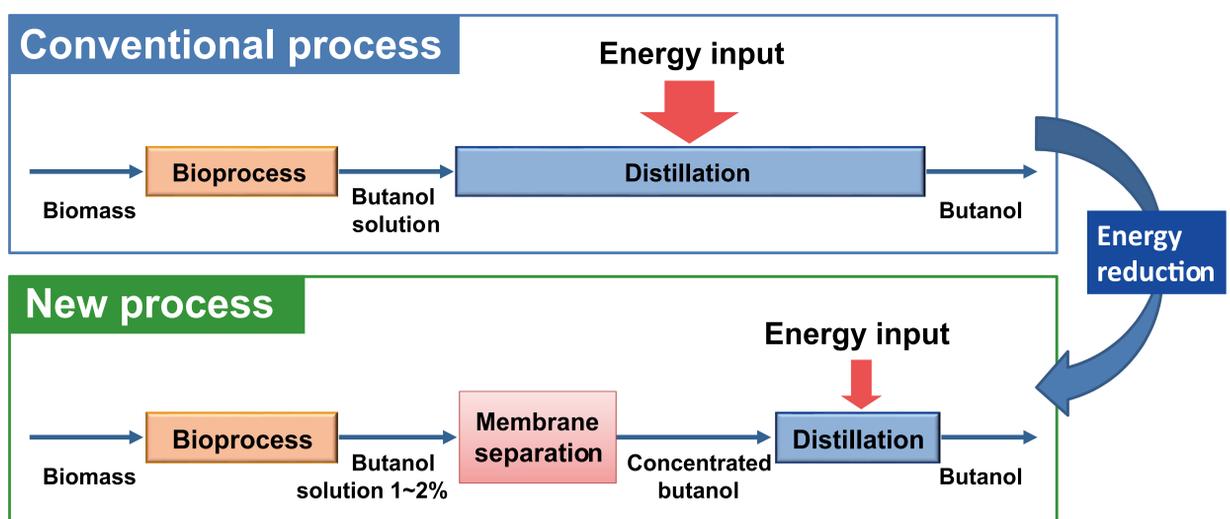


#### 省エネ型ブタノール濃縮精製技術の開発

##### R&D of energy-saving technology for bio-butanol concentration and purification

ブタノール濃度を高めたうえで蒸留を行うプロセスを目指して、パーバレーション(PV)膜分離により、ブタノールの濃縮精製に必要なエネルギーを削減する技術を開発。

R&D of energy-saving bio-butanol concentration and purification has been carried out. A pervaporation (PV) membrane process was used for concentration of butanol prior to distillation process. The combined process can reduce total energy input required for bio-butanol concentration and purification.



公益財団法人  
地球環境産業技術研究機構

# 100%グリーンジェット燃料 生産技術の開発

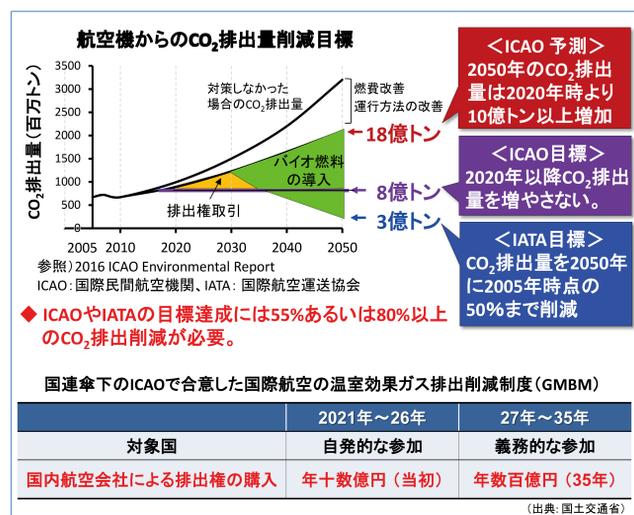


R&D for production of 100% green jet fuel

## ■ 研究の背景 Background

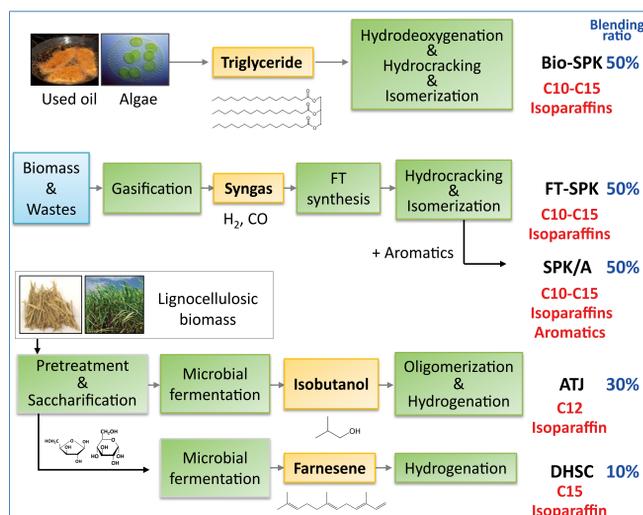
既存のグリーンジェット燃料は石油系ジェット燃料に最大でも 50% までしか混合できないため、ICAO や IATA が設定する航空機からの CO<sub>2</sub> 排出量削減目標を達成できない。目標達成には任意の割合で混合が可能なグリーンジェット燃料の開発が強く望まれる。

100% Green jet fuel is promising fuel to achieve the ICAO's and IATA's CO<sub>2</sub>-reduction targets.



### 航空機からのCO<sub>2</sub>排出削減目標

Mitigation of CO<sub>2</sub> emissions by the aviation industry



### 認証済みグリーンジェット燃料の製造法

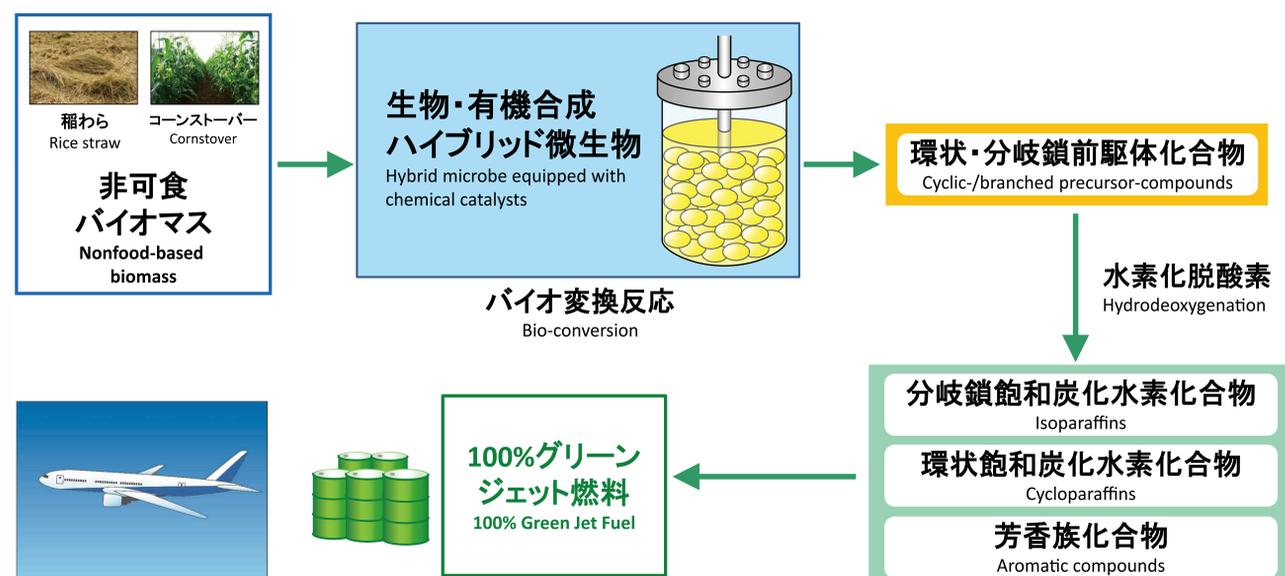
Current R&D status of production of green jet fuel

## ■ RITE バイオプロセスによる100%グリーンジェット燃料生産

R&D for production of 100% green jet fuel

- ・NEDO「エネルギー・環境新技術先導プログラム (H27～28年)」で100%グリーンジェット燃料の生産技術開発を実施。

NEDO project of 100% green jet fuel production technology development (2015-2016) had been carried out by RITE.



### 【特徴】

- ・石油系ジェット燃料との混合が不要
- ・化学重合・水素化分解・異性化工程を必要としない省エネルギー・低炭素型の製造方法

【Significance】

- ・The biofuel produced by our system contains all essential hydrocarbons for jet fuels without blending with fossil fuels.
- ・This is an energy- and carbon-efficient system not requiring oligomerization, hydrocracking or isomerization processes.

## ■ NEDO プロジェクトの成果 Achievements of the NEDO project

任意の割合で混合可能なグリーンジェット燃料生産基盤技術を確立した。有機合成用触媒の微生物細胞内での機能発現および糖からの C10 ジェット燃料前駆体の直接生産に成功した。更に前駆体をジェット燃料成分に化学変換できることも実証した。

A fundamental technology to produce 100% drop-in green jet fuel was established. A chemical catalyst was successfully introduced into microbial cells, and C10 jet fuel precursors were directly produced from glucose. Chemical conversion of the precursors into jet fuel components was also demonstrated.

## ■ 今後の展開 Future schedule

パートナー企業との協力体制を築き、2030年の実用化を目指す。

Technologies for industrialization will be developed with partner companies by 2030.



公益財団法人  
地球環境産業技術研究機構

# グリーンフェノール開発株式会社 (GPD社)

Green Phenol Development Co., Ltd. (GPD Co., Ltd.)

## ■ 設立の目的 Background

世界初のバイオマスを原料としたグリーンフェノール生産基盤技術を有する(公財)地球環境産業技術研究機構と、フェノール樹脂製造に関する技術を有する住友ベークライト(株)により設立され、共同でグリーンフェノールの早期事業化を目指す。

The world's first core technology for biomass-based phenol (green phenol) production has been developed by RITE. RITE established Green phenol development Co., Ltd.(GPD) with Sumitomo Bakelite Co., Ltd., which has technologies for production of phenol resin. GPD is making efforts to commercialize the green phenol production.

## ■ GPD社設立の経緯 Establishment of Green phenol development Co., Ltd.

### ■ 2014年5月:

- ・経済産業省大臣承認を受けてグリーンフェノール技術研究組合が株式会社に組織変更。
- ・NEDO 実用化ベンチャー支援事業採択、パイロットプラント(500L 反応槽)建設。

### ■ 2015年: 3ヶ年(2015-17年) 実用化技術開発計画の推進。

- ・NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラム/実用化開発/非可食バイオマス由来グリーンフェノールの工業生産に向けた技術開発に採択。既存パイロット設備への濃縮精製プロセス導入。

Green phenol development Co., Ltd. was established in 2014 for industrialization of green phenol by RITE and Sumitomo Bakelite Co., Ltd.

In NEDO project, a pilot plant (500L jar fermenter) was constructed in 2014.

In NEDO project, a plant for purification process was constructed in 2016.

バイオ変換工程設備



Plant for bioconversion process

濃縮精製工程設備



Plant for purification process

## ■ GPD社の事業内容 Business of Green phenol development Co., Ltd.

- ・NEDO 事業を受託し(H26.5~27.3)千葉県かずさアカデミアパークにパイロット装置を設置後、フェノールの実生産に成功。その後、装置は住友ベークライト静岡工場へ移設。
- ・NEDO 事業助成により(H27.8~30.2)、既存パイロット設備への濃縮精製プロセス導入。フェノールのバイオ生産、濃縮、精製までの一貫通貫生産を実現。

In NEDO project (2014.5 to 2015.3), a pilot plant was constructed at Kazusa Academia Park in Chiba prefecture, and green phenol was successively produced. Then it was transferred to Sumitomo Bakelite Co., Ltd. in Shizuoka prefecture.

In NEDO project (2015.8 to 2018.2), a plant for purification process was constructed in 2016, and bioconversion and purification processes are now in operation.



グリーンフェノール開発株式会社

Green Phenol Development Co.,Ltd.

# グリーン芳香族化合物のバイオ生産の新展開

New trends for biotechnological production of green-aromatic compounds

## ■ 研究の背景 Background

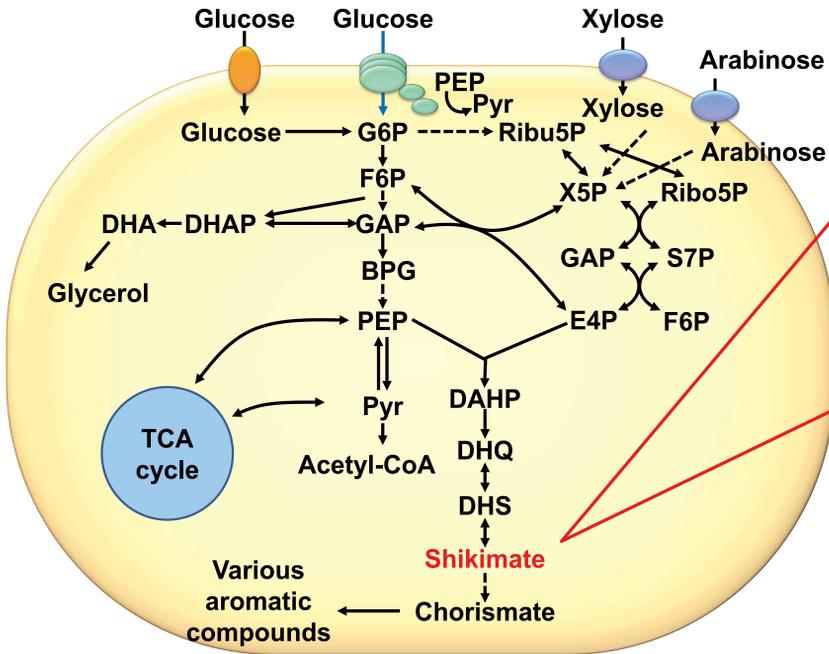
芳香族化合物の微生物生産は芳香族化合物の細胞毒性のため困難とされてきた。バイオ研究グループでは芳香族化合物生産に対するコリネ型細菌と増殖非依存型バイオプロセスの優位性を生かした芳香族化合物生産技術を開発推進している。グリーンフェノール製造技術開発で培った技術を更に発展させ、様々な芳香族化合物の高効率バイオ生産を推進中。

Production of aromatic compounds from biomass has been difficult due to their high cytotoxic effects on microbial cells. Coryneform bacteria and RITE Bioprocess have high tolerance to aromatic compounds.

Our research group has been developing bioprocesses for highly efficient production of aromatic compounds utilizing the advantages. We have been achieving various kinds of aromatic compounds based on the green phenol technology.

## コリネ型細菌によるシキミ酸の高効率バイオ生産を実現

Highly efficient production of "green"-shikimic acid in *Corynebacterium glutamicum*



### シキミ酸の生産

Shikimic acid production



インフルエンザ治療薬タミフルの原料として需要が高いシキミ酸の高効率生産に成功(世界一の生産性、収率達成)。様々な芳香族化合物高生産の道が開けた。

Shikimic acid is known as a precursor of an anti-influenza drug, Tamiflu (oseltamivir). We succeeded in highly efficient production of shikimic acid (The world's highest productivity and yield). This opens the way for high production of aromatic compounds.

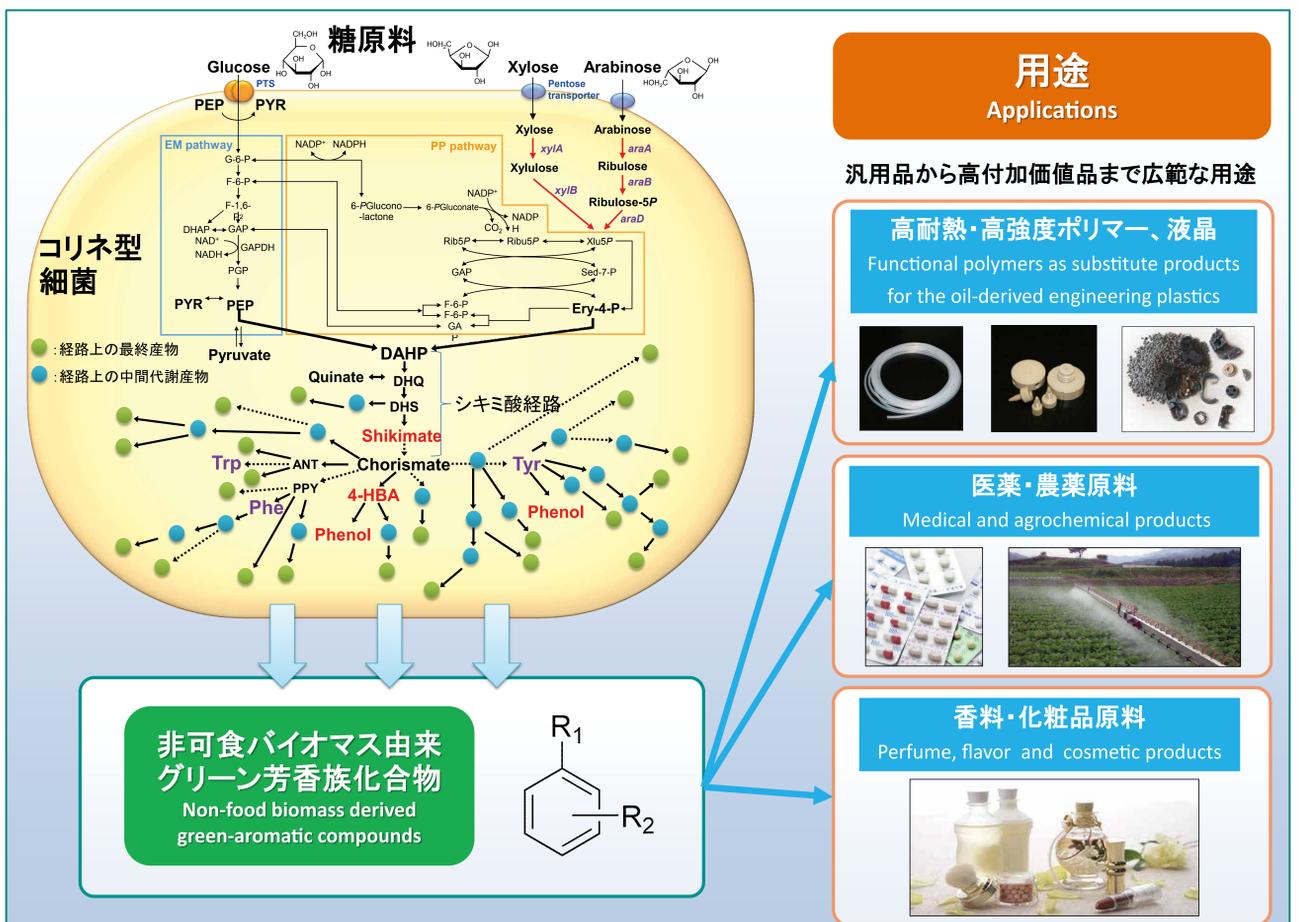
→様々な芳香族化合物の前駆体となるシキミ酸の高効率生産に成功

## ■ 多種多様なグリーン芳香族化合物の高効率バイオ生産への新展開

New trends for highly efficient biotechnological production of various kinds of green-aromatic compounds

効率的、且つ迅速な代謝モデリング、遺伝子探索と評価、及び高生産株構築。非可食バイオマス由来の糖原料からグリーン芳香族化合物を高効率生産。

Efficient and speedy modeling of metabolic pathways, high-throughput gene screening, and construction of strains for high production of aromatic compounds. Production of aromatic compounds from non-food biomass and applications.



### 用途

Applications

汎用品から高付加価値品まで広範な用途

高耐熱・高強度ポリマー、液晶  
Functional polymers as substitute products for the oil-derived engineering plastics



### 医薬・農薬原料

Medical and agrochemical products



### 香料・化粧品原料

Perfume, flavor and cosmetic products



非可食バイオマス由来  
グリーン芳香族化合物  
Non-food biomass derived  
green-aromatic compounds

