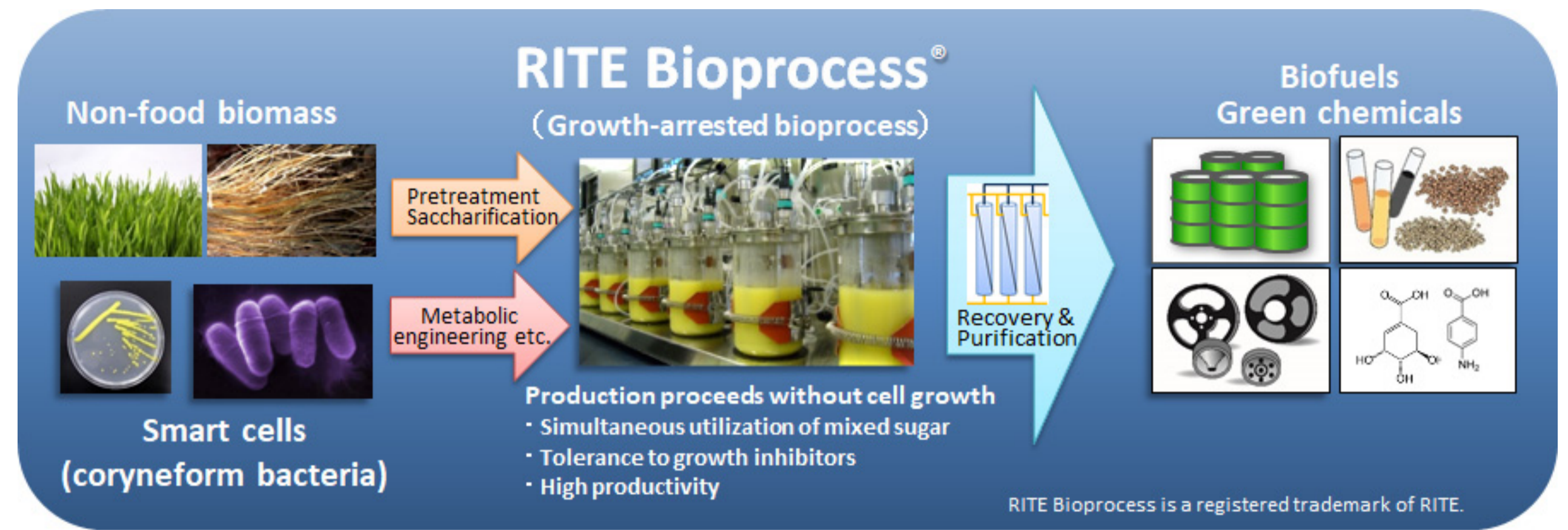
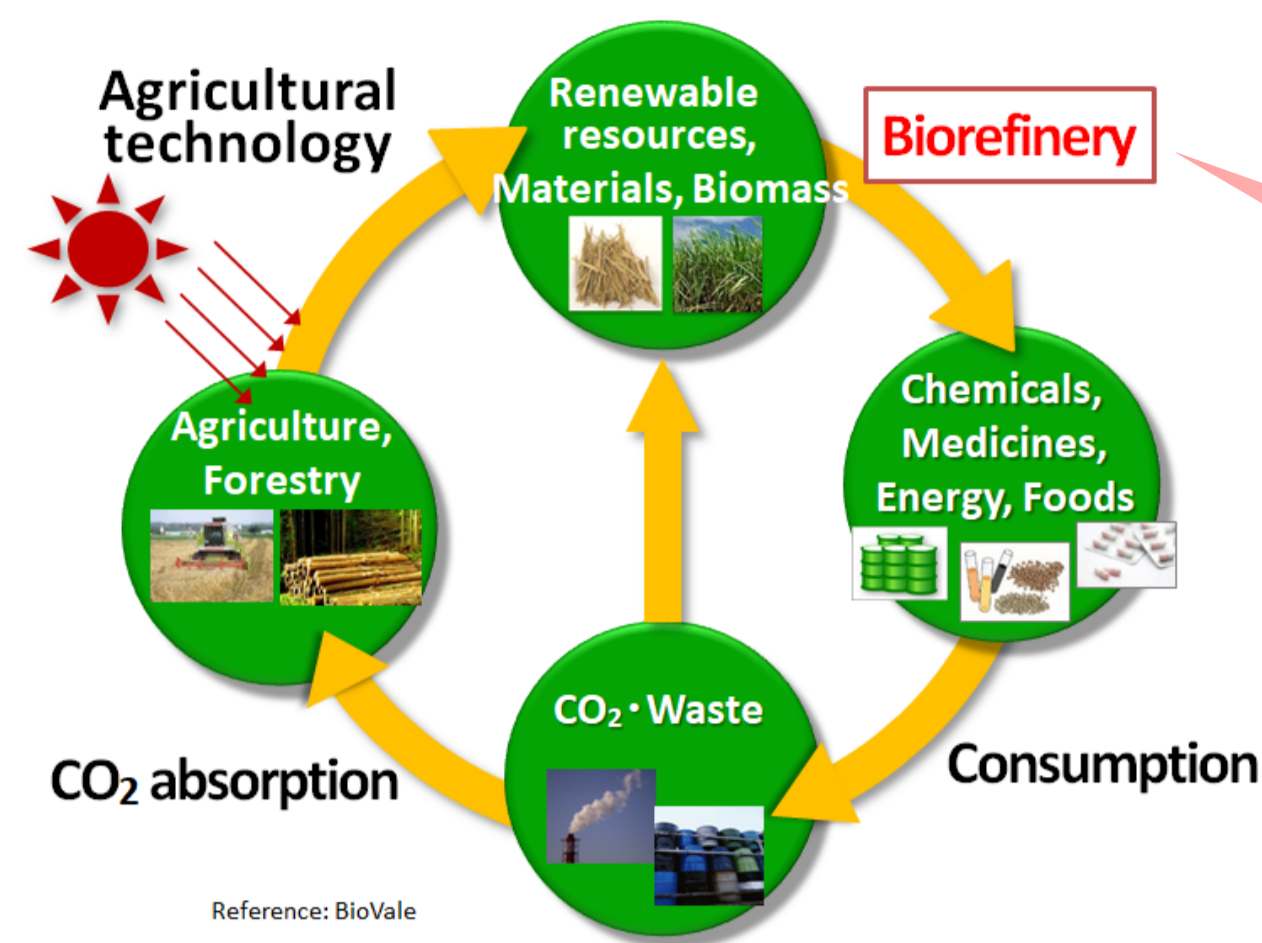


# バイオリファイナリー

## Biorefinery

### ■ バイオエコノミーにおけるキーテクノロジー Biorefinery is a key technology for “Bioeconomy”.



バイオエコノミーとは、「再生可能な生物資源の生産と、これらの資源と廃棄物を、食品、飼料、バイオベース製品、バイオエネルギーなどの付加価値製品に変換すること」です。

Bioeconomy is defined as "the production of renewable biological resources and the conversion of these resources and waste streams into value added products, such as food, feed, bio-based products and bioenergy".

バイオリファイナリーとは、バイオマスからバイオ燃料やグリーン化学品を製造する技術や産業のことです。RITEは、改変コリネ型細菌とRITEバイオプロセスの組み合わせにより、その基本技術を確立しています。

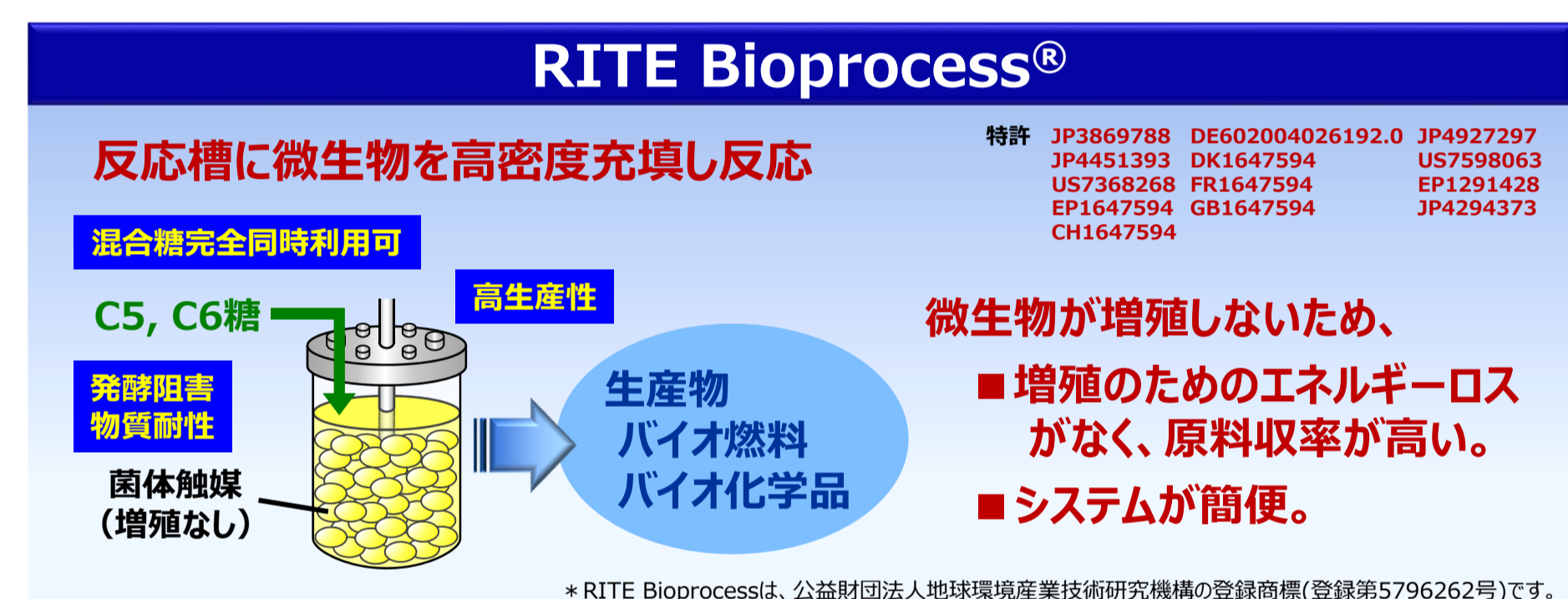
Biorefinery encompasses technologies and industries that enable the production of biofuels and green chemicals from biomass. RITE has established its fundamental technologies through a combination of modified coryneform bacteria and the RITE Bioprocess.

### ■ RITE バイオプロセスの特徴 Advantages of RITE Bioprocess

#### ① 増殖非依存型バイオプロセス Growth-arrested bioprocess

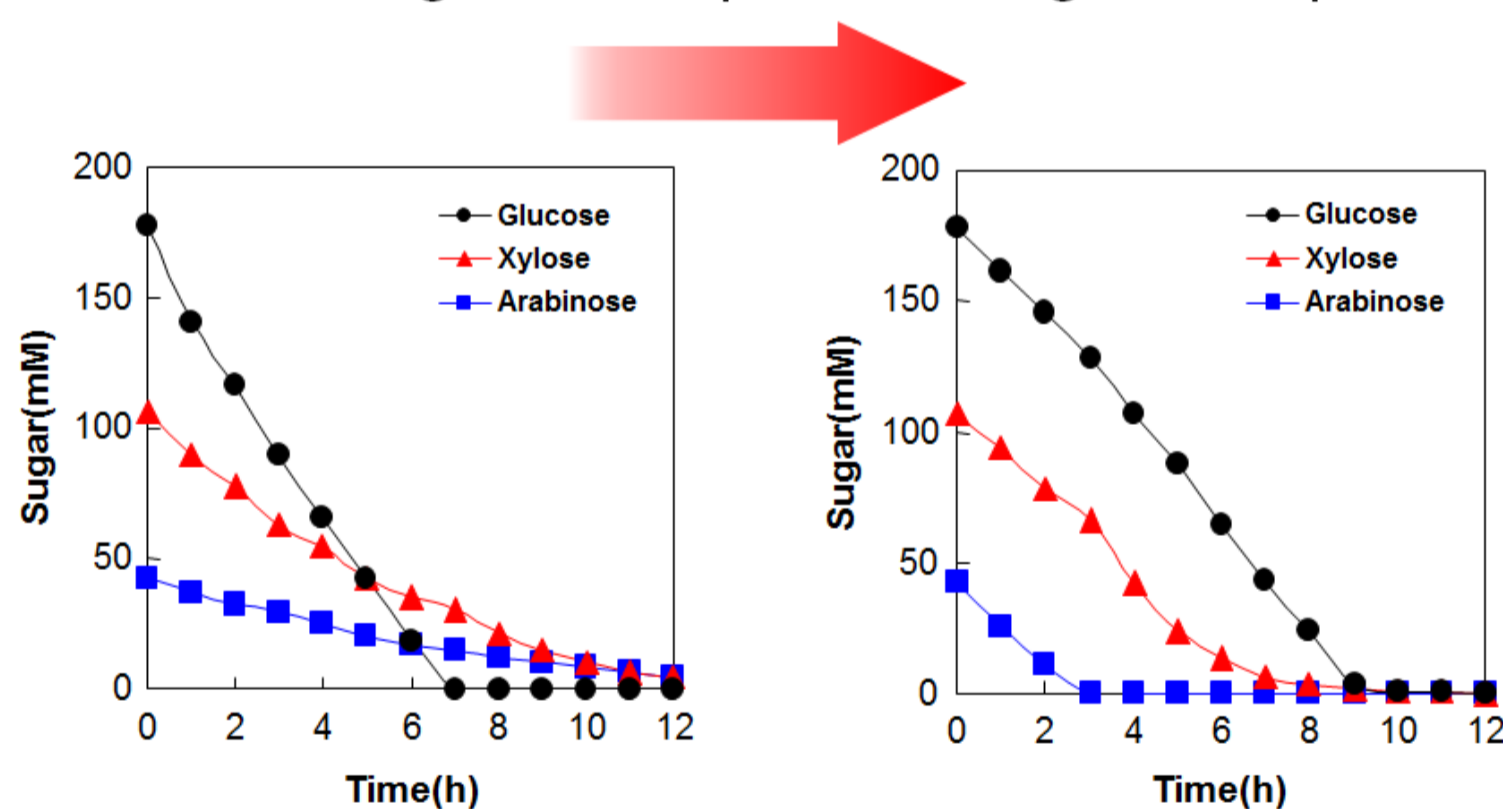
RITEバイオプロセスの生産性は、従来のバイオプロセスに比べ、微生物増殖のための時間や空間が不要なため、化学プロセスの生産性に匹敵します。

In contrast to conventional bioprocesses, the productivity of our process, expressed as space-time-yield (STY), is comparable to that of chemical processes since no time or space is required for microbial growth during chemical production.



#### ② C5 & C6糖類の完全同時利用 Simultaneous utilization of mixed sugars

Effect of Integration of pentose sugar transporter

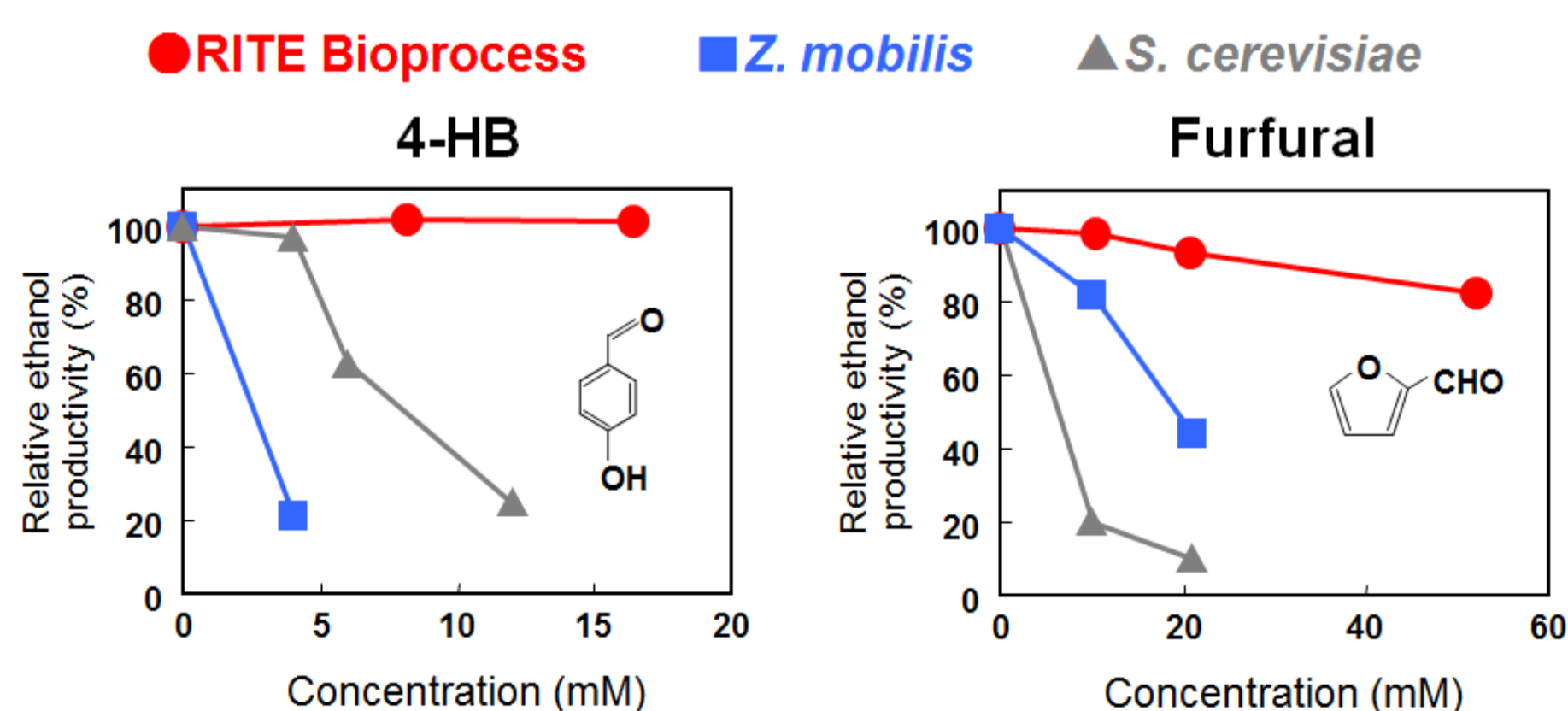


Appl. Microbiol. Biotechnol. 85:105-115. 2009.

セルロース系バイオマスは、ヘミセルロースに由来するペントース(C5)とヘキソース(C6)の混合物から構成されます。微生物バイオ燃料の生産には、ペントースとヘキソースの同時利用が不可欠です。RITEは、C5糖の利用に関与するいくつかの遺伝子をコリネ型細菌に導入し、セルロース系材料の効率的な利用を可能にしました。

Cellulosic biomass constitutes mixtures of pentoses (C5) derived from hemicelluloses, as well as hexoses (C6). It is essential for microbial biofuel production to simultaneously utilize both pentoses and hexoses. Several genes involved in the catabolism of C5 sugars have been introduced into coryneform bacteria, allowing for efficient utilization of cellulosic materials.

#### ③ 発酵阻害物質に対する耐性 Tolerance to fermentation-inhibitors



Appl. Environ. Microbiol. 74:754-760. 2007.

リグノセルロース系バイオマスの前処理中に生成されるフェノール類、フラン類などの発酵阻害物質は、バイオエタノール製造過程で強い阻害を示すことが知られています。RITE Bioprocessはこれらの発酵阻害物質に非感受性であることが実証されています。

Fermentation inhibitors such as phenols, furans, etc. which are formed during the pre-treatment of lignocellulosic biomass, are known to show strong inhibition in bioethanol manufacturers. However, the RITE Bioprocess has been demonstrated to be insensitive to these fermentation inhibitors.

# <国家プロジェクト(NEDO)> スマートセルプロジェクト Smart Cell Project

## ■ 研究の背景 Background

バイオテクノロジーとIT、AI技術の急速な進展により、生物プロセスを高度に制御された工業生産技術に改変し、省エネルギー・低コストな高機能品生産技術の確立を目指すことが可能になりました。

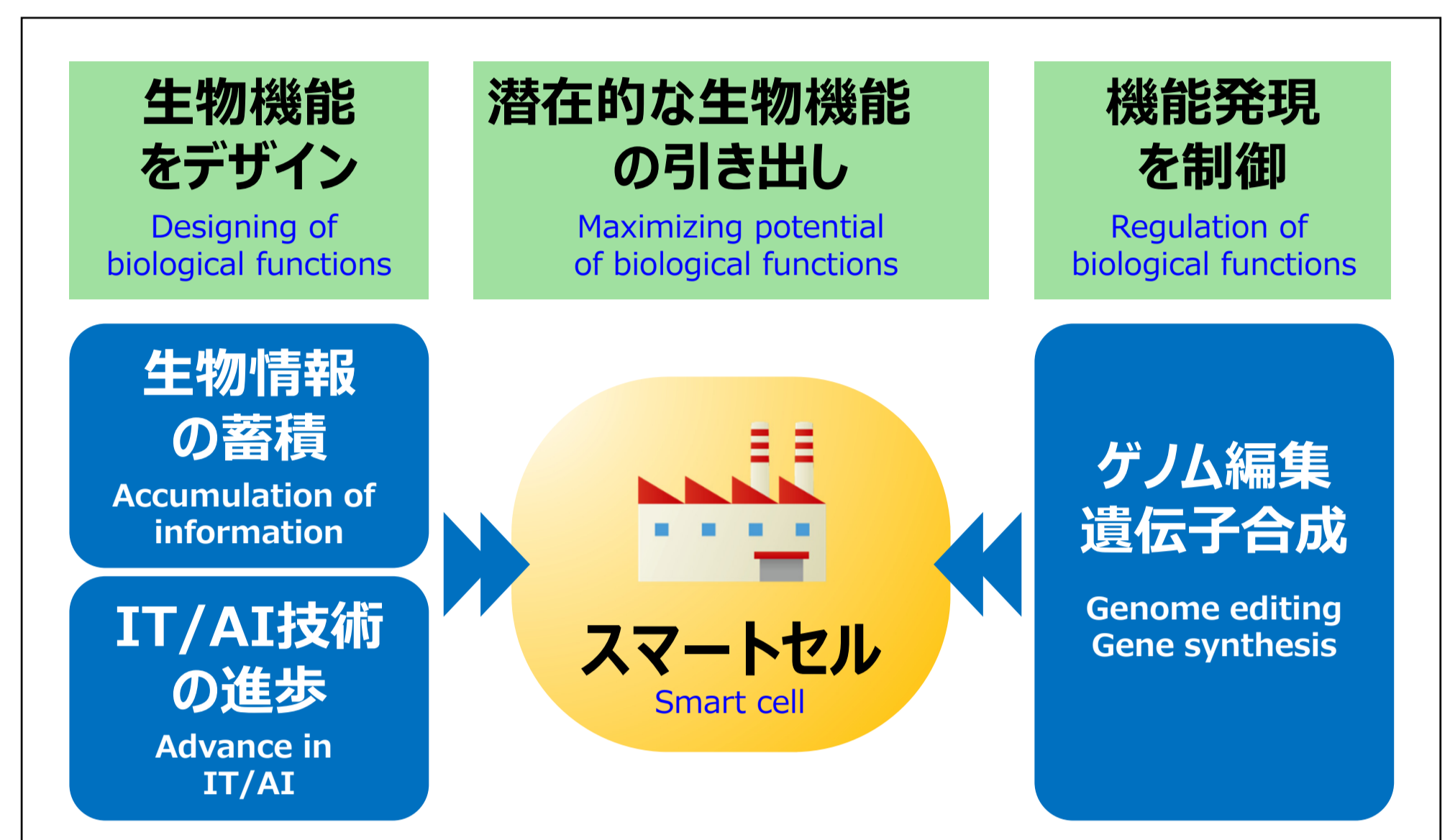
The rapid progress of biotechnology, IT, and AI technology has made it possible to change biological processes to highly controlled industrial production technologies and establish energy-saving and low-cost technologies for production of highly functional chemicals.

## ■ 研究の概要 Outline of research

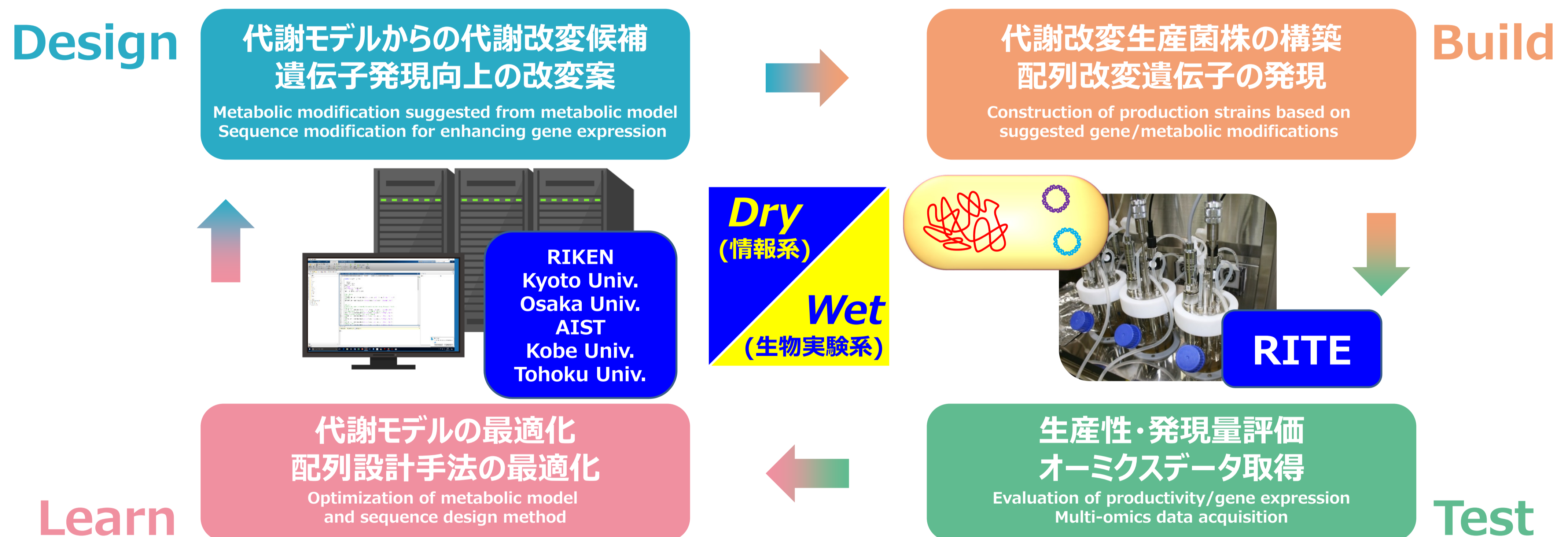
### ①スマートセルプロジェクトの目的 Purpose of the smart cell project

NEDO「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発」(スマートセルプロジェクト)では、スマートセルを構築するための基盤技術(スマートセル設計システム)の開発とその実用化技術の確立を目指します。

NEDO launched a project, "Development of Production Techniques for Highly Functional Biomaterials Using Smart Cells of Plants and Other Organisms" (Smart cell project). The purposes of this project are development of smart cell design systems and establishment of a practical use technology using the systems.



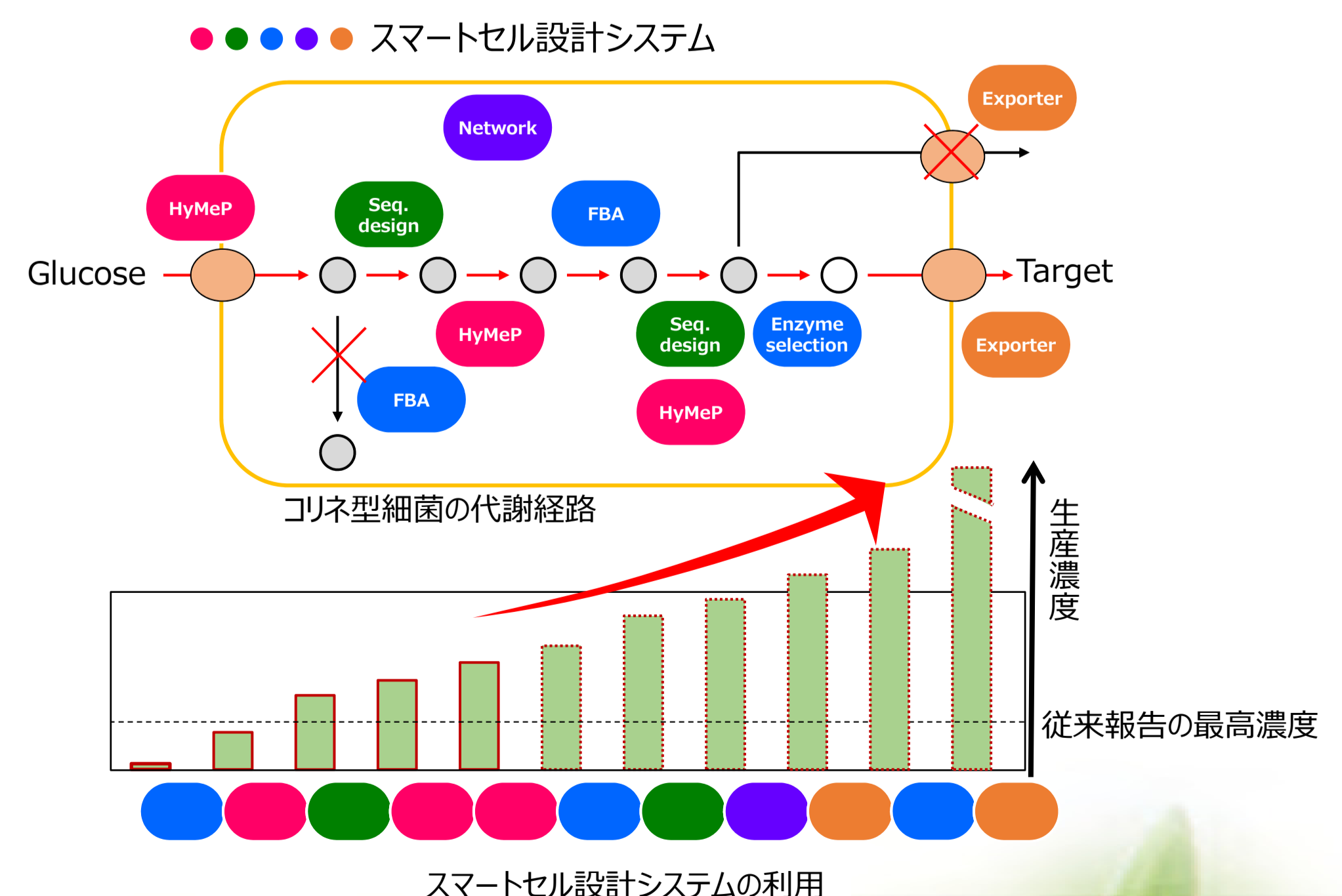
### ②スマートセル設計システムの有効性検証 Validation of the smart cell design system



### ③スマートセル設計システムの積み重ねによる生産性向上 Application of the smart cell design system

スマートセル設計システムをコリネ型細菌に適用し、これまでに発酵生産が困難だった物質の生産株を従来よりも短い期間で育種開発することを目指しました。同システムの成果を1つの生産株系列に積み重ねることで、有用芳香族化合物生産性の大幅な向上を達成しました。

An aromatic compound hyperproducer strain of *Corynebacterium glutamicum* was developed by applying the smart cell design system.



# RITEバイオプロセスの事業化

## Industrialization of RITE Bioprocess

RITEはGreen Earth Institute(株)などとともに、RITE Bioprocessの実用化に取り組んでいる。Green Earth Institute (株) は、2011年にRITE Bioprocessの研究成果を早期に事業化するため、RITE発のベンチャー企業として設立された。

Green Earth Institute Co., Ltd. was established in 2011 for industrialization of RITE Bioprocess.

### Green Earth Institute 株式会社による事業化

Industrialization of RITE Bioprocess by Green Earth Institute Co., Ltd.

**RITE**      物質生産コア技術研究 Core technologies

**高生産株の開発**

- 代謝経路の最適化 Optimization of metabolic pathways
- 酵素機能改良 Improvement of enzymes
- 耐性株の育種 Breeding of resistant cells

コリネ型細菌の代謝を最適化し、高効率でアミノ酸、エタノール等を生産する菌株を開発

Our group developed *C. glutamicum* strains enable to produce biofuels and biochemicals by metabolic engineering.

**ラボスケール生産試験** Lab scale production

分子育種により、アミノ酸高生産株の開発に成功

Yamamoto S, et al. Appl Environ Microbiol. 2012 Jun;78(12):4447-57.  
Jojima T, et al. Appl Microbiol Biotechnol. 2010 Jun;87(1):159-65.

**Green Earth Institute**

**実用化技術開発**

- スケールアップ Scaling up (bench, pilot, commercial size)

培養条件・反応条件を検討  
実用化における問題点の抽出

Investigation of culture conditions and reaction conditions.  
Extraction of the problem in scaling up.

**実生産 (大型プラント)**  
Commercial production

Green Earth 研究所

**製造したアミノ酸** Amino acid

### パートナー企業の海外プラントでアミノ酸の商用生産開始

Production of amino acid with commercial-scale fermenters was successful in partner company's overseas plant.

**ラボスケールから商用スケールへ**      Scaling up RITE Bioprocess from lab to commercial scale

Lab: ~10L

ラボスケール (10L)

Bench: 90L

ベンチスケール (90L)

Pilot: 2kL

パイロットスケール (2kL)

Commercial Size

商用スケール (100kL以上)

**商用スケールの大規模発酵槽で、アミノ酸の生産に成功**  
Production of amino acid with commercial-scale fermenters was successful.

出典: Green Earth Instituteホームページを一部改変

### 国内外のパートナー企業と共同して、バイオ燃料、アミノ酸、その他化学品の生産事業を展開

Biofuel and amino acid production business are developed in cooperation with a domestic and abroad partner enterprise.



公益財団法人  
地球環境産業技術研究機構

# グリーンケミカルズ株式会社 (GCC社)

Green Chemicals Co., Ltd. (GCC)

## ■ 会社概要 Company Outline

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)と、住友ベークライト(株)が共同で設立(グリーンフェノール開発(株)から社名変更)。グリーン化学品の早期事業化を目指す。

Green Chemicals Co., Ltd. (GCC) (renamed from Green Phenol Development Co., Ltd.) was established by RITE and Sumitomo Bakelite Co., Ltd. GCC is making efforts to commercialize useful chemical compounds.

## ■ GCC社設立の経緯 Company History

### ■ 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・高機能フェノール樹脂製造技術研究組合」が株式会社に組織変更(グリーンフェノール開発(株))。
- ・ NEDO実用化ベンチャー支援事業採択、パイロットプラント(500 L反応槽)を建設。

### ■ 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。

### ■ 2018年4月: グリーンケミカルズ株式会社(GCC社)へ社名変更。

・ GPD (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 (500 L jar fermenter) was constructed in 2015.

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

・ GPD changed its name to GCC, and started to treat many bioproducts including high-value added green chemicals in 2018.

### グリーンケミカルズ株式会社

- ・ 様々なグリーン化学品をターゲットとするグリーンケミカルズ(株)へ社名変更
- ・ グリーンフェノールで培った基盤技術を活用し、付加価値の高いグリーン化学品に対してもバイオ事業展開

### 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

### グリーンフェノール樹脂

Green phenol resin

### グリーンフェノール樹脂材料成形品

Molding parts made from green phenol

## ■ 事業内容 Business Outline

- ・ NEDO事業を受託し(2014.5-2015.3)千葉県かずさアカデミアパークにバイオ変換工程パイロット設備を設置後、バイオプロセスによるフェノールの実生産に成功(その後、設備は住友ベークライト静岡工場内へ移設)。
- ・ NEDO事業助成により(2015.8-2018.2)、既存パイロット設備への濃縮精製プロセス導入。糖類からのフェノールのバイオ生産、濃縮、精製までの一貫生産を実現。
- ・ グリーンフェノール開発で培ってきた技術を基盤に、フェノール以外の有用な芳香族化合物を含めたグリーン化学品の早期事業化を目指している。

- ・ In NEDO project (2014.5 to 2015.3), a pilot plant for bioconversion process 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.
- ・ Based on green phenol technologies, GCC is making efforts to commercialize green chemicals including high-value added compounds.



グリーンケミカルズ株式会社  
Green Chemicals Co., Ltd.