

経済産業省 バイオ小委員会トピックス

三菱化学グループの
生物による物質生産の取組み

2016年 3月30日
三菱化学株式会社
石化企画本部 石化研究開発室



Sustainability



Health



Comfort

本ご紹介の内容

- MCCがみる米・欧・中のバイオ活用
- MCHCグループのご紹介と新・炭素社会への取組み
- MCHCグループのバイオ関係の取組み
 - 再生可能原料
 - 生物機能
 - 生物素材
- 持続可能なバイオ関連事業を実現するために

本ご紹介の内容

- MCCがみる米・欧・中のバイオ活用
- MCHCグループのご紹介と新・炭素社会への取組み
- MCHCグループのバイオ関係の取組み
 - 再生可能原料
 - 生物機能
 - 生物素材
- 持続可能なバイオ関連事業を実現するために

米はエネルギー資源転換、欧は機能化学品、中国は資源利用でスタートして基盤を固め、いずれも現在は高付加価値品を主ターゲットの一つとしている

US/北米

政策+補助金で広く機会を提供し、技術育て起業奨励

- Y EtOH以外は独立事業への成長は捗らず、大手が吸収
- Y DOE、USDAの戦略に加えて、DARPAのプログラムは脅威

EU/周辺国

エリアで産学官の開発拠点(センター)構築

- Y 基礎から工業化(パイロットプラント)まで請負う体制作り
- Y 域内で資源融通、バイオ製品の標準化など振興策進む

中国

自国の物的・人的資源を活かし米欧を急追

- Y すでになんらかのバイオマス利用化学品の主生産地化
- Y ただし今後環境対応など課題あり、国の手腕に注目

ほか、韓国、ブラジル、アジア
(マレーシア、シンガポール、
インド)の動きを観測

本日も紹介の内容

- MCCがみる米・欧・中のバイオ活用
- MCHCグループのご紹介と新・炭素社会への取組み
- MCHCグループのバイオ関係の取組み
 - 再生可能原料
 - 生物機能
 - 生物素材
- 持続可能なバイオ関連事業を実現するために

三菱ケミカルホールディングス 概要

株式会社三菱ケミカルホールディングス

Mitsubishi Chemical Holdings Corporation

設立日	2005年10月3日
本社所在地	東京都千代田区丸の内1-1-1 パレスビル
代表執行役社長	越智 仁
資本金	500億円
上場	東京証券取引所
主な事業	グループ会社の経営管理 (グループの全体戦略策定、資源配分など)
事業領域	機能商品、ヘルスケア、素材
連結売上高	36,563億円
連結営業利益	1,657億円
連結従業員数	68,263人
URL	http://www.mitsubishichem-hd.co.jp/



代表執行役社長 越智 仁

数値は、2015年3月期の値

三菱ケミカルホールディングスグループは、
持株会社である(株)三菱ケミカルホールディングスのもと、
三菱化学(株)、田辺三菱製薬(株)、三菱樹脂(株)、三菱レイヨン(株)、(株)生命科学インスティテュート、大陽日酸(株)
を事業会社として連結子会社約500社、持分法適用会社約80社を含む、計約760社を擁する企業グループです。

私たちは、「THE KAITEKI COMPANY」をコーポレートブランドに掲げ、
KAITEKI実現をめざして企業活動を推進しています。

株式会社三菱ケミカルホールディングス*

連結売上高 36,563億円
 連結従業員数 68,263人
 2005.10月～

-  機能商品
-  ヘルスケア
-  素材

* 上場会社
 ** グループ持ち分比率合計
 売上高・従業員数は、2015年3月期の値
 大陽日酸は、三菱ケミカルホールディングス連結の2014年度下期のみの数値

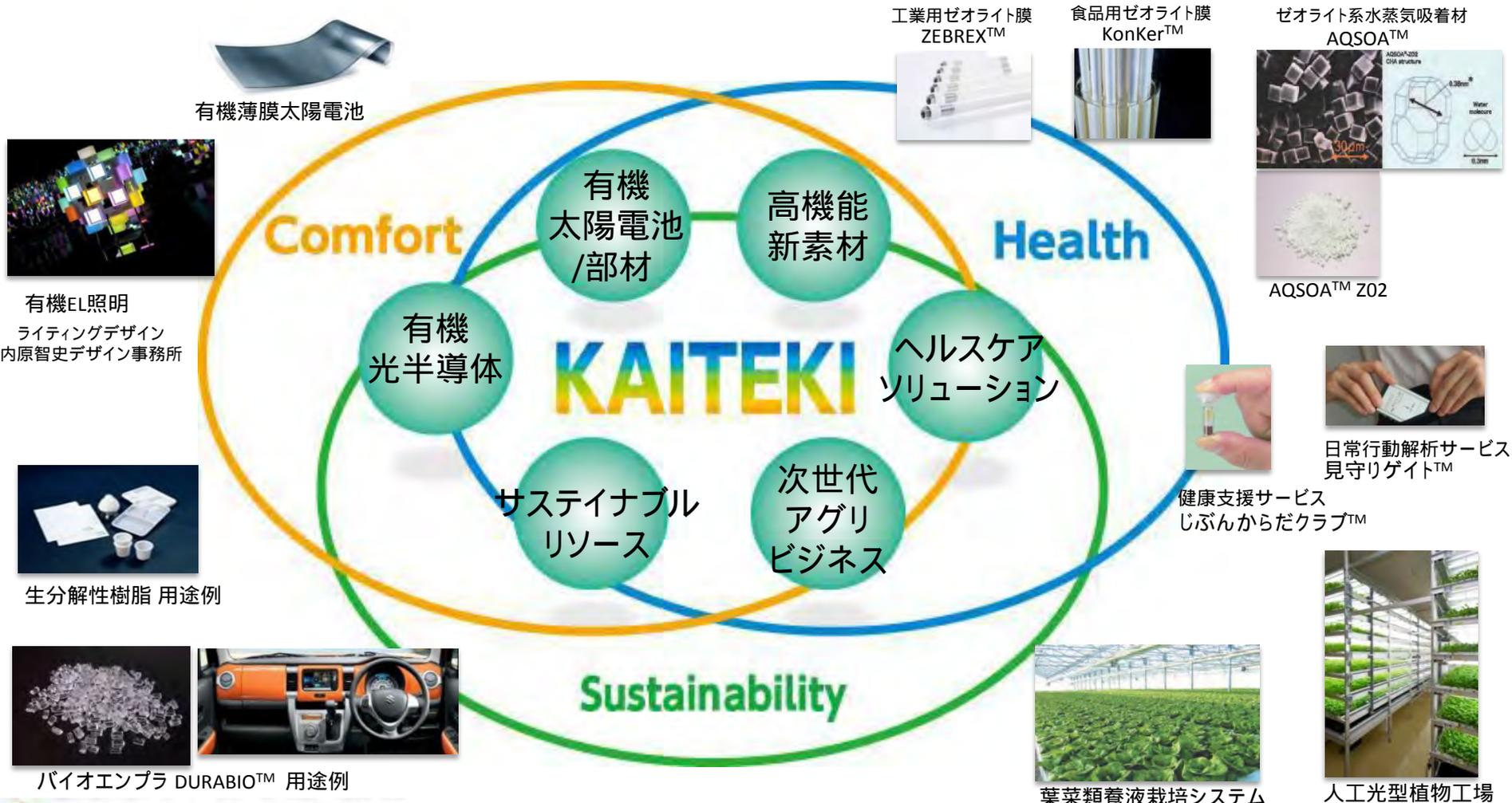
100%	(株)地球快適化インスティテュート	2009.4月～
	Mitsubishi Chemical Holdings America, Inc.	2010.11月～
	三菱化学控股管理(北京)有限公司 Mitsubishi Chemical Holdings (Beijing) Co., Ltd.	2011.1月～
	Mitsubishi Chemical Holdings Europe GmbH	2012.11月～
	(株)三菱ケミカルホールディングスコーポレートスタッフ	2013.4月～
	(株)MCHC R&Dシナジーセンター	2014.4月～





KAITEKI実現をリードする創造事業

グループのコア技術を強みにSustainability、Health、Comfortのすべてに貢献する6つのテーマを創造戦略の中核に位置づけ、早期事業化を推進しています



コーポレートブランド

THE KAITEKI COMPANY

私たちがめざすものは、
“時を越え、世代を超え、人と社会、そして地球の心地よさが続く状態”だと考え、
この状態を“KAITEKI”というオリジナルのコンセプトで表現しました。

今日、人類は様々な社会・環境課題を抱えています。

MCHCグループではイノベーションに立脚した製品・サービスを通じて、
課題に対し最適なソリューションを提供することでKAITEKIを創造していきます。

一人ひとりがKAITEKIの実現に向けて活動し、次の世代につなぐ未来を創造するグループ、

それが私たち「THE KAITEKI COMPANY」です。

KAITEKIに向けて
化学は「錬炭素術」「循環炭素化学」の役割を果たします

新・炭素社会

Sustainable Carbon Society

低炭素社会

共生
Symbiosis



CO₂の輪廻
Metempsychosis



生物多様性
Eco-System



1. GHG排出量の少ない社会づくり; Life Cycle Analysis概念の導入
2. いずれ枯渇する化石資源に代わる新しい炭素資源の活用; CO・CO₂など
3. 人工光合成化学プロセス技術研究組合; 国家プロジェクト '12年～

「循環炭素化学」への取組み

原料多様化



石炭



シェールガス

プロセス効率化



バイオAAM、 法MMAプラント



断熱材



リチウムイオン電池材料

省エネルギー部材



炭素繊維



自動車軽量化



ゼロエネルギービル

炭素資源

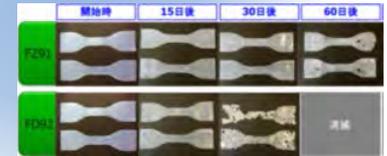
炭化水素
炭水化物

化石資源への極度な依存で
失調した炭素循環のバランスを、
このようなさまざまなソリュー
ション・製品で取り戻します

化学製品

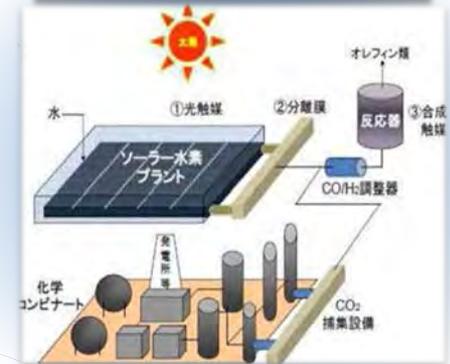
CO₂・H₂O・太陽光

バイオマス



バイオプラスチック

人工光合成



創エネルギー部材



風力発電
太陽光発電
有機太陽電池

「循環炭素化学」におけるバイオは

原料多様化



石炭



シェールガス

プロセス効率化



バイオAAM、 法MMAプラント



断熱材



リチウムイオン電池材料

省エネルギー部材



炭素繊維



自動車軽量化



ゼロエネルギービル

高機能な「素材」として

再生産可能な「資源」として

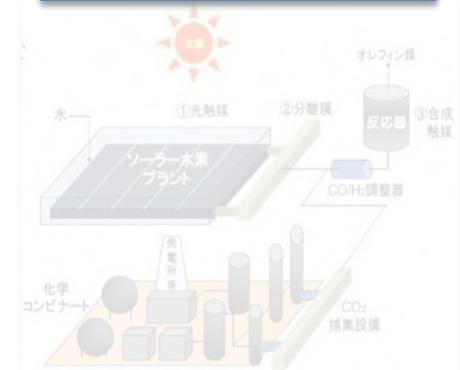
化石資源への極度な依存で失調した炭素循環のバランスを、このようかさまざまなソリューション・製品で取り戻します

バイオマス



バイオプラスチック

人工光合成



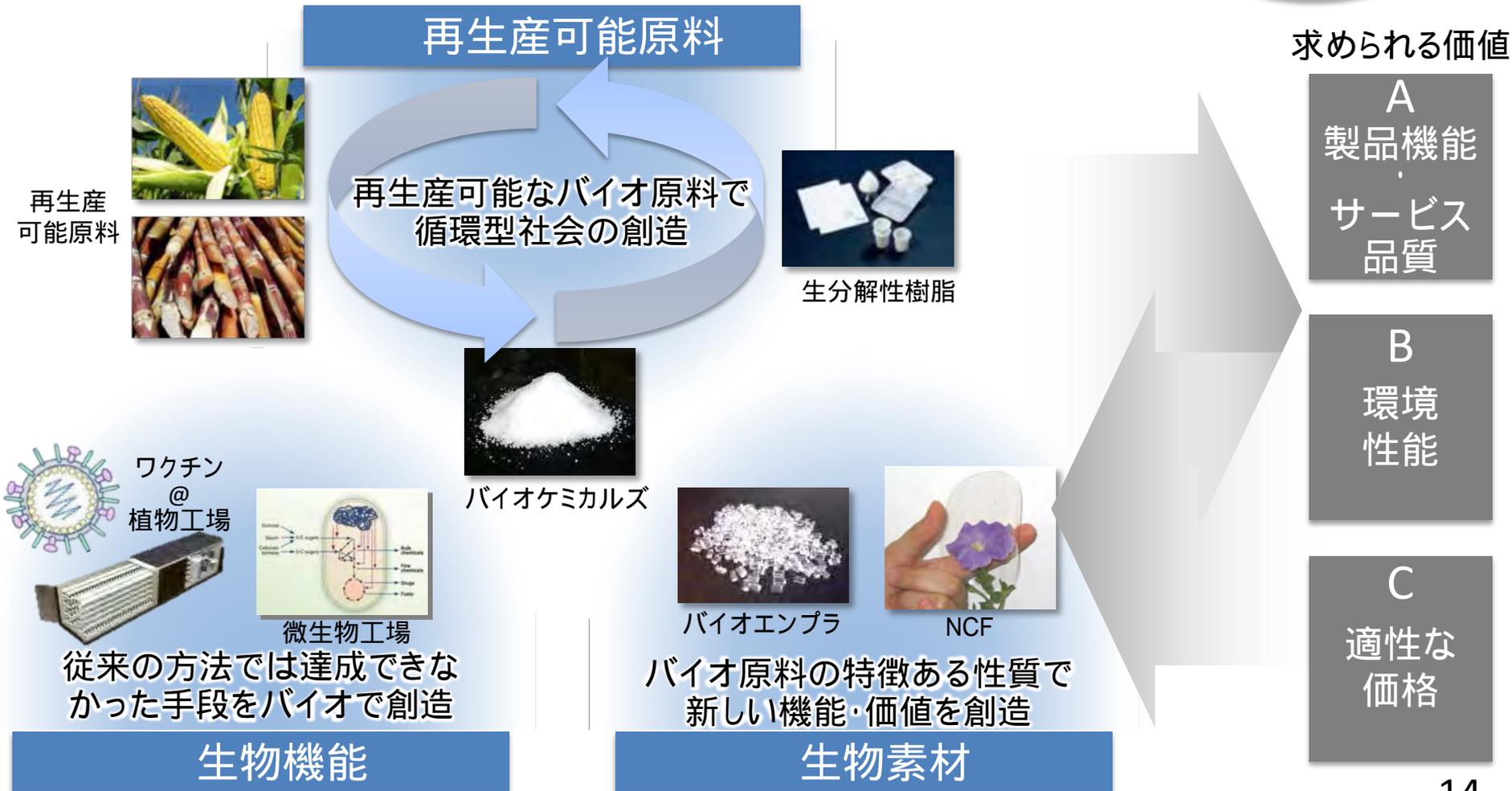
創エネルギー部材

風力発電
太陽光発電
有機太陽電池

ビジネスと「生物(バイオ)」のポテンシャル

製造・販売力と
開発力で
結び付けます!

- お客様が求めるのは; A.機能 B.環境性能 C.経済性
- バイオのポテンシャルは; 再生産可能 機能 素材



本ご紹介の内容

- MCCがみる米・欧・中のバイオ活用
- MCHCグループのご紹介と新・炭素社会への取組み
- **MCHCグループのバイオ関係の取組み**
 - 再生可能原料
 - 生物機能
 - 生物素材
- 持続可能なバイオ関連事業を実現するために

再生産可能原料: 原料多様化

- 「コスト」を狙うバイオ学品★

生物機能: 生物触媒

- バイオ法アクリルアミド
- 酵素の高度利用
- 植物工場の高度利用

生物素材: 高機能高付加価値素材

- 「高機能」を狙うバイオ化学品★
- 植物工場での生産

求められる価値

製品機能
・
サービス
品質

環境
性能

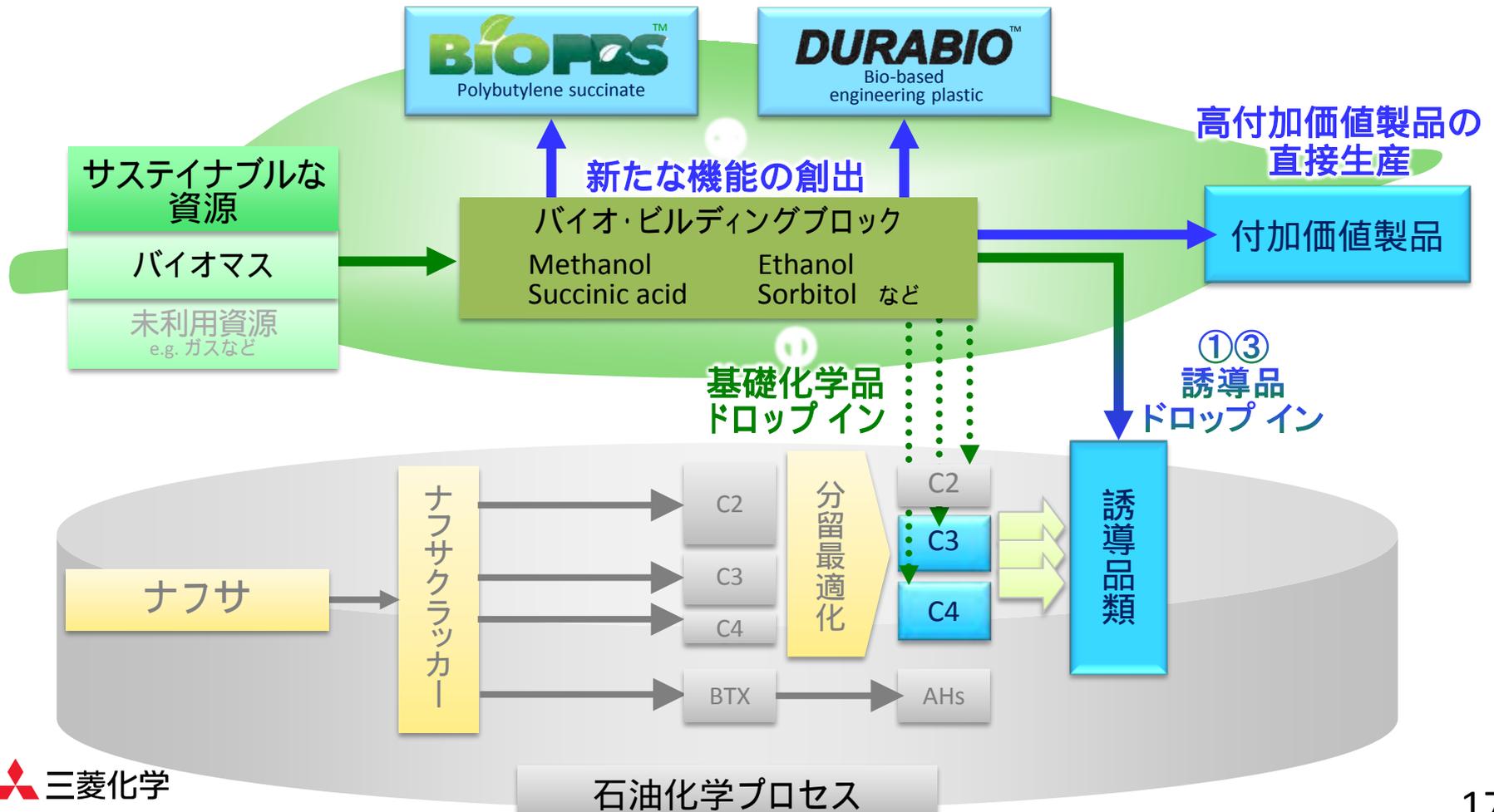
適性な
価格

(医薬・ヘルスケア)

MCCは生物(バイオ)を使いこなす技術群で事業構造を改革していく方針

「コスト」を狙う: コストが合うものについて、現行品代替を狙う

「高機能」を狙う: 高機能に基づいた新たな高利益ビジネスを揃えていく



- 三菱化学は2025年までに原料の20%をサステイナブルなものに転換していく目標を掲げています

アプローチ

1st Step: 導入期

DURABIO、BioPBSなどによる市場形成

2nd Step: 拡充期

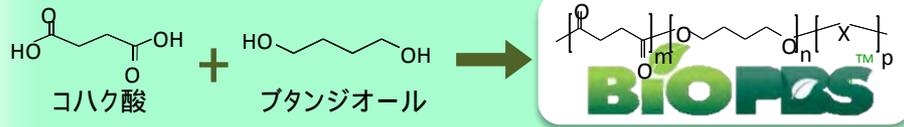
- 高付加価値品; バイオの特性を活用した誘導品、新規製品
- ドロップイン; バイオマスのコスト優位性を活かしたC3、C4 誘導品

3rd Step: 次の飛躍へ

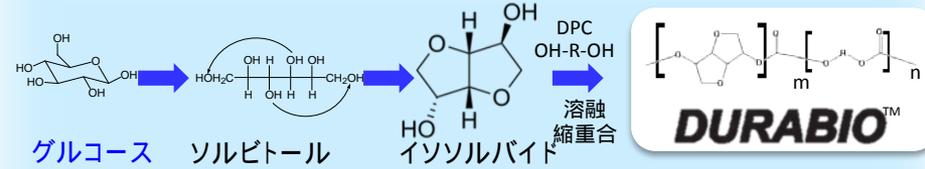


2つのバイオプラスチックの製造とマーケティングを進めている

BIOPES™とは
生分解性プラスチック
Bio-PolyButylene Succinate



DURABIO™とは
高性能透明エンジニアリングプラスチック
Durability + Bio-Plastic



バイオ化で差別化を実現

バイオ由来分子で高機能を実現

農業用フィルム



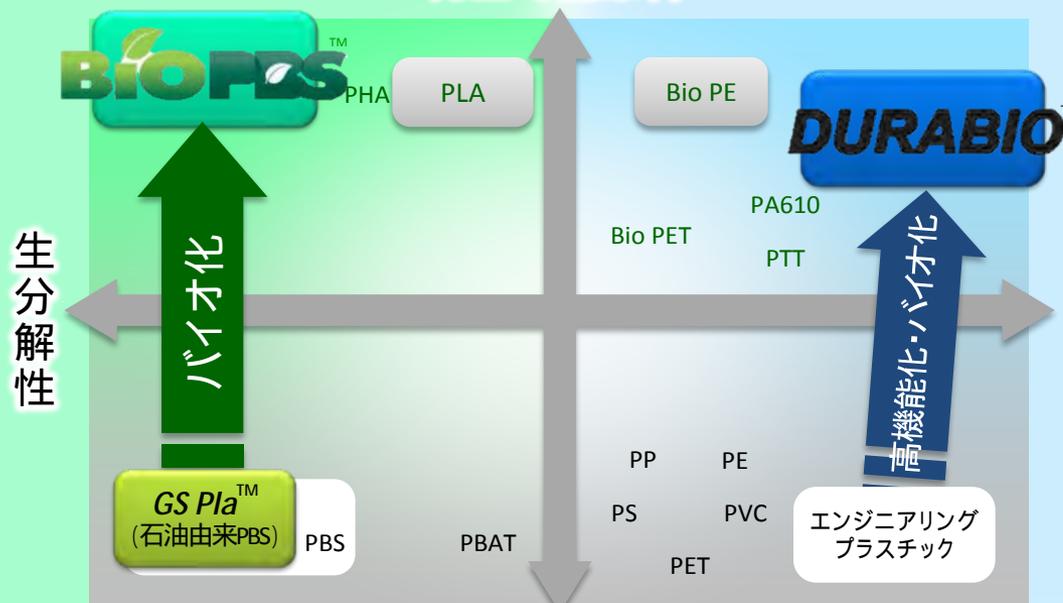
ワンウェイ食器類



繊維コンポジット



再生可能原料



光学フィルム



自動車内装



遮音壁



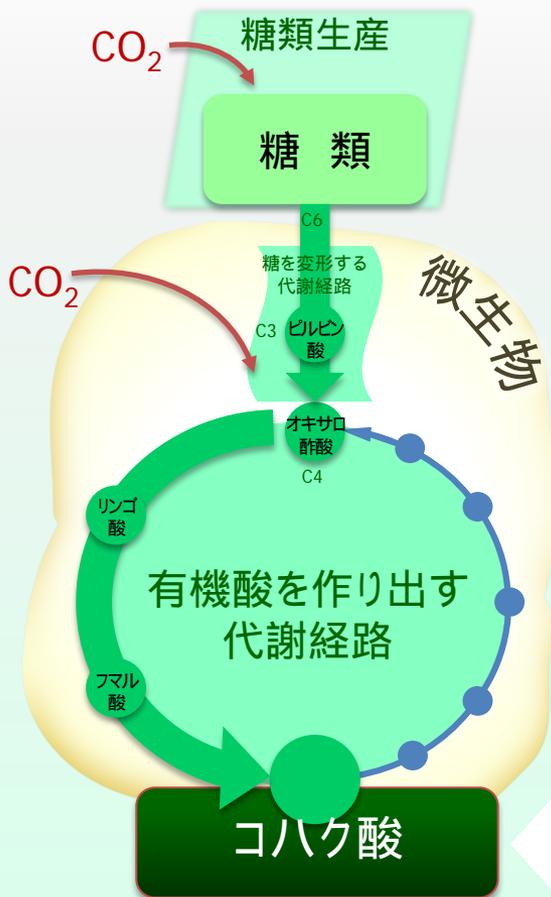
耐久・機能材
非分解性

エンジニアリングプラスチック

化学品やプラスチック原料をバイオを利用して製造する試み:コハク酸の例

- 生物原料(糖)と生物機能(発酵)を利用し、原料多様化・コスト低減()を実現
- このシステムを、さまざまな高付加価値品の生産()にも応用していく

バイオ コハク酸



バイオコハク酸は石化品と比較して;

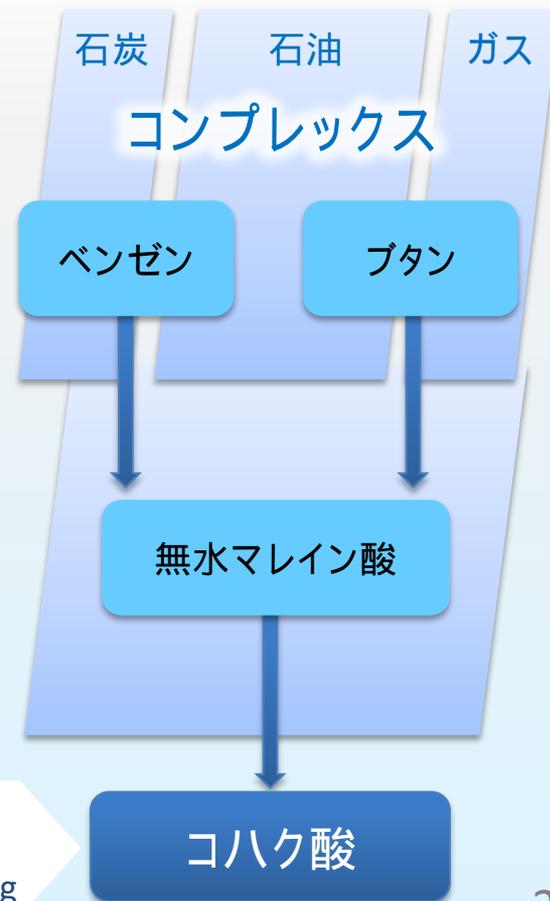
- 反応が常温常圧なので、エネルギー負荷が低い
- 微生物が作りやすい物質
- 途中でCを1つ取込むため糖の原料原単位が良い
- 糖原料コストが40%で、糖のコストダウンが効く

変動費 110
固定費 60
¥170/kg

コスト
イメージ

変動費 100
固定費 80
¥180/kg

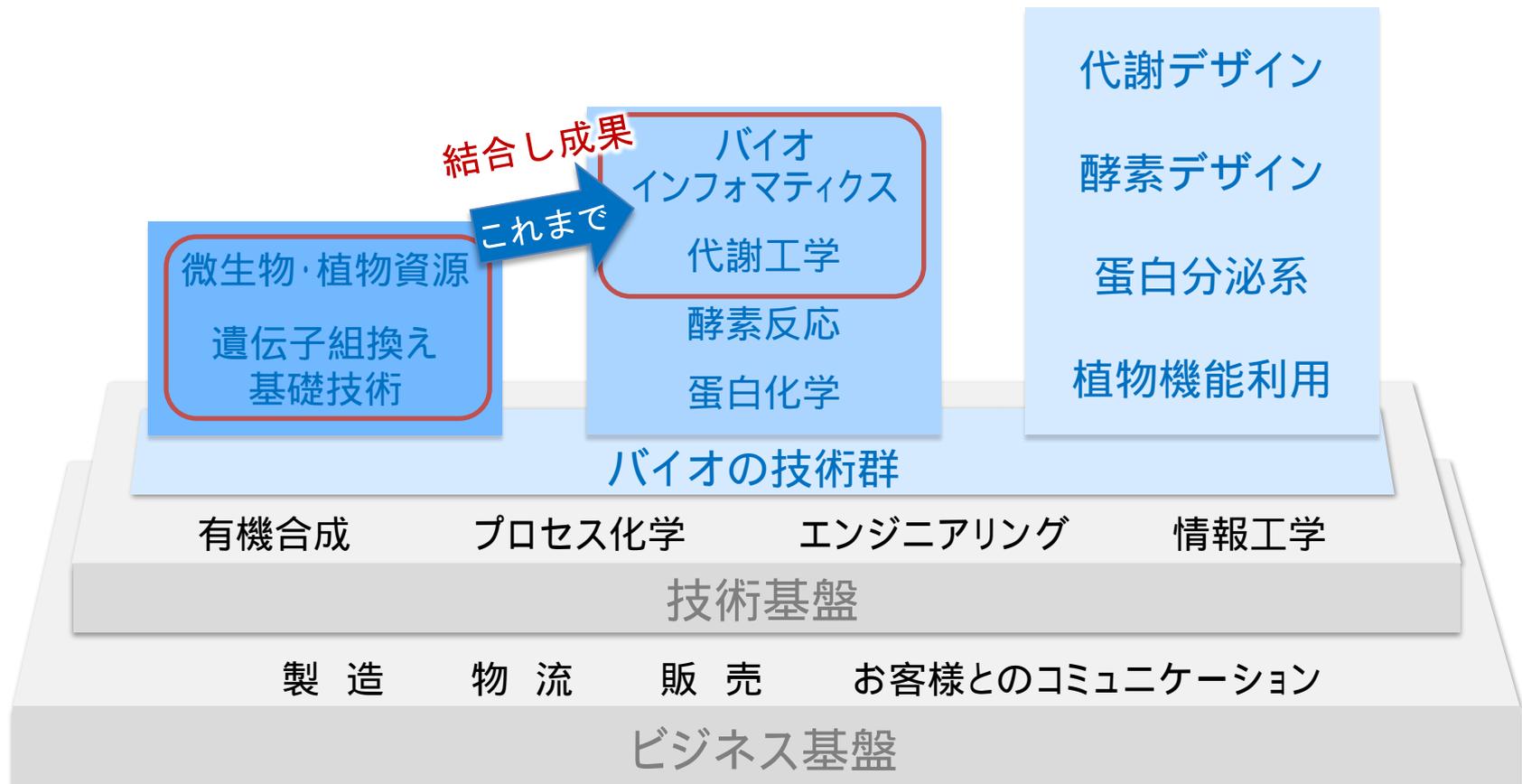
石化 コハク酸



総合化学会社の強みを活かし、高付加価値品 につながるバイオプロセス、ビジネスを開発

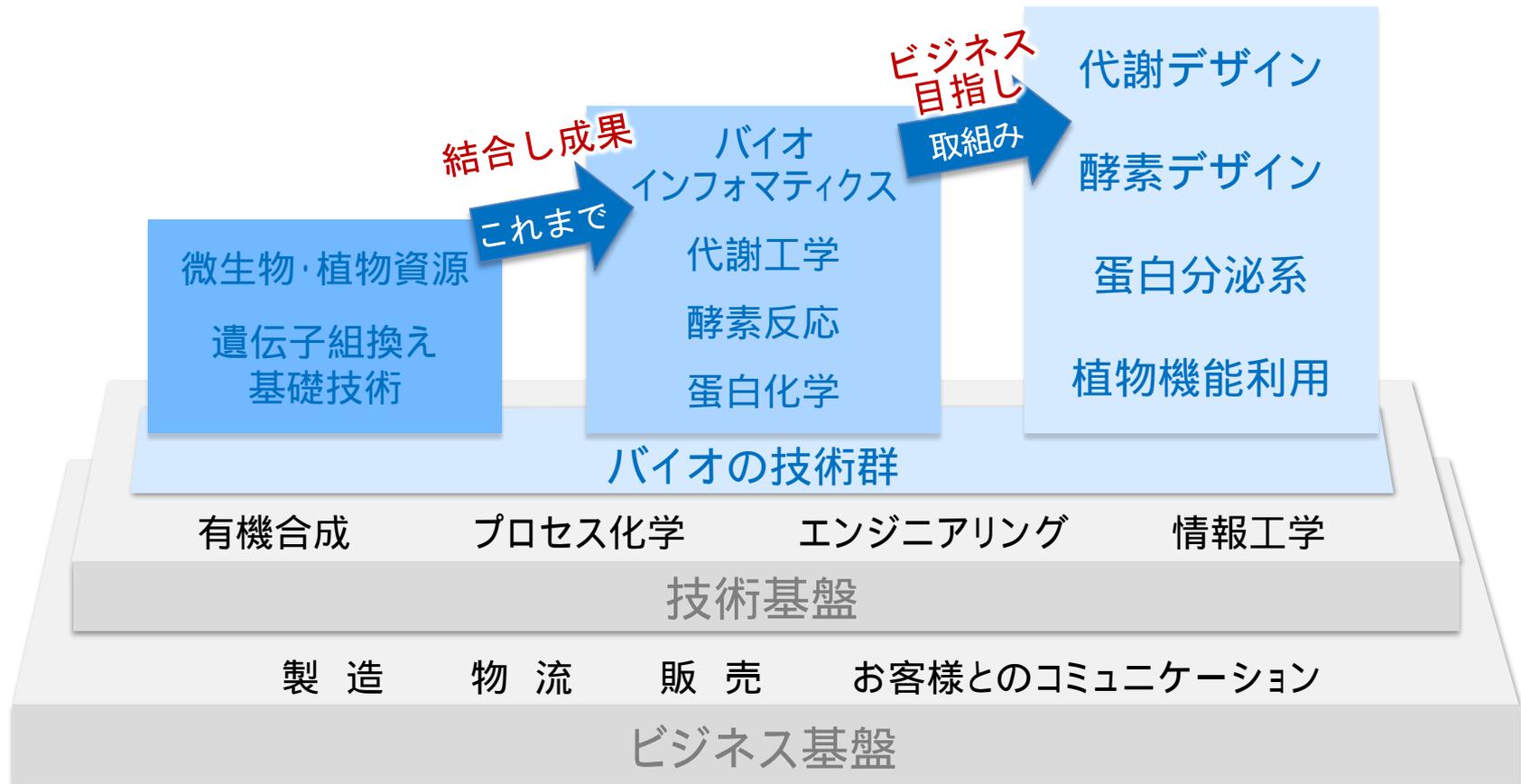
再生可能原料 生物素材 の利用

基盤構築に取り組み、まず原料転換と高付加価値を持つバイオプラスチックの事業に繋がった



総合化学会社の強みを活かし、高付加価値品 につながるバイオプロセス、ビジネスを開発

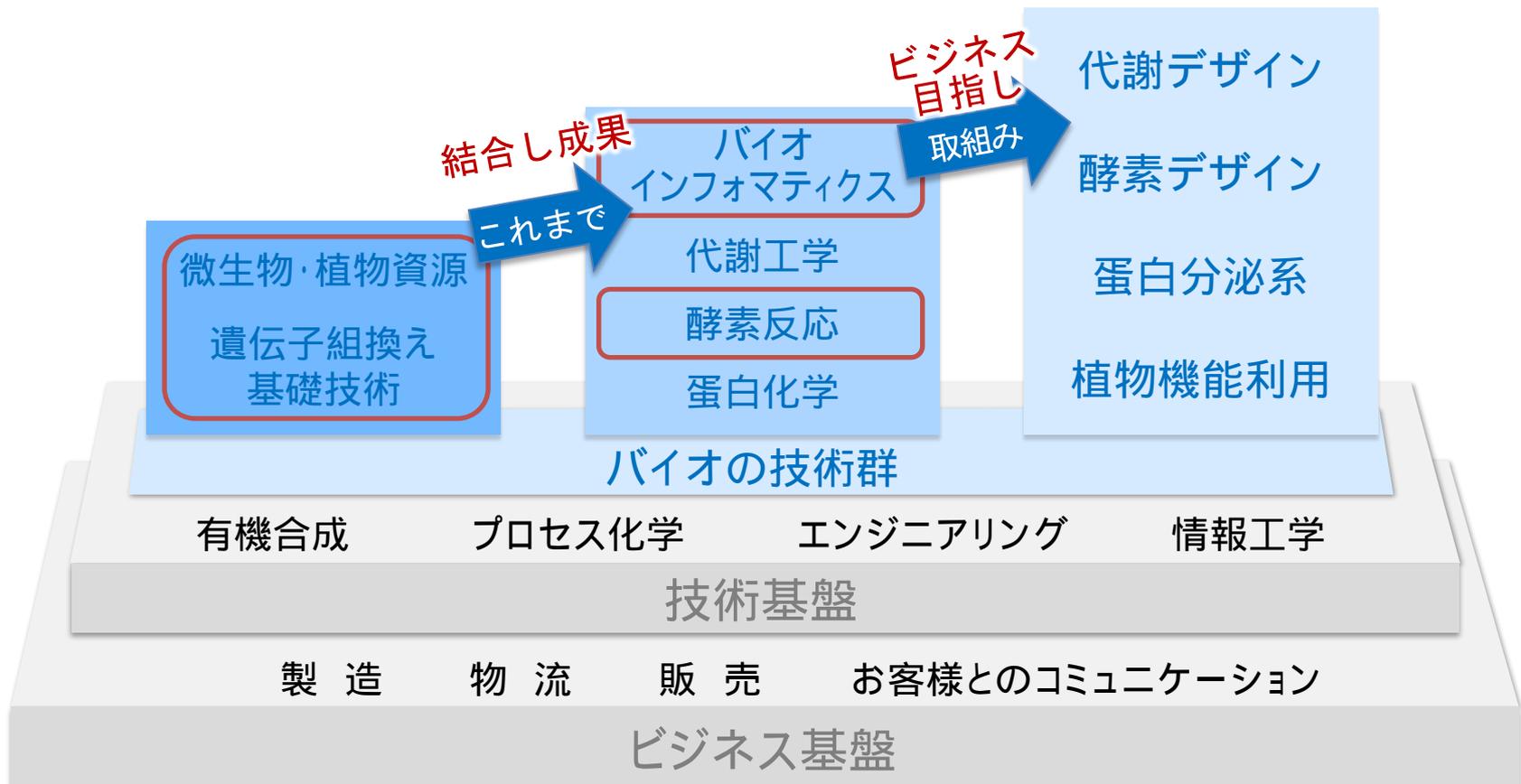
- ビジネス基盤の上で「バイオ」+「合成」+「プロセス」によるモノ作り・商品開発の
総合力で新しい商品を開発し、事業強化/エリア拡大へ
- 情報工学の活用が一つの鍵に のちほど



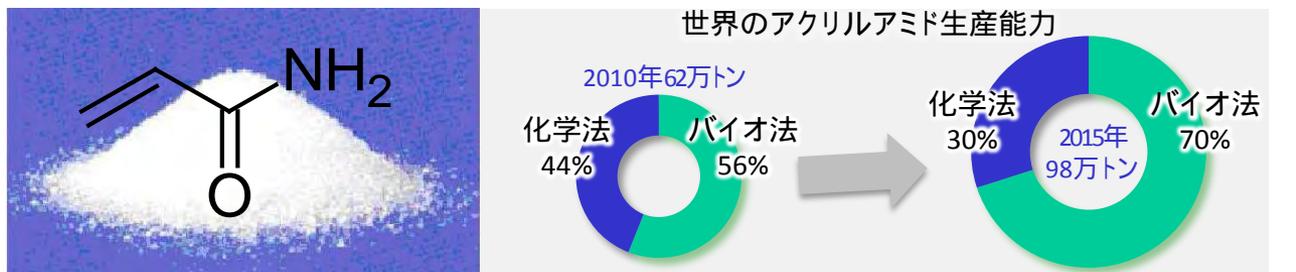
総合化学会社の強みを活かし、高付加価値品
につながるバイオプロセス、ビジネスを開発

生物機能の利用

微生物触媒の技術をベースに、酵素の可能性を活用した事業へ



- ポリマーが水処理用凝集剤, 紙力増強剤, 石油回収剤 など需要拡大
- 微生物触媒を使ったバイオ法が主流となっている



ポリマー化

水処理用凝集剤



割合(世界)*

50%

紙力増強剤等



25%

石油回収剤 (EOR)



15%

排水浄化で環境保全に貢献

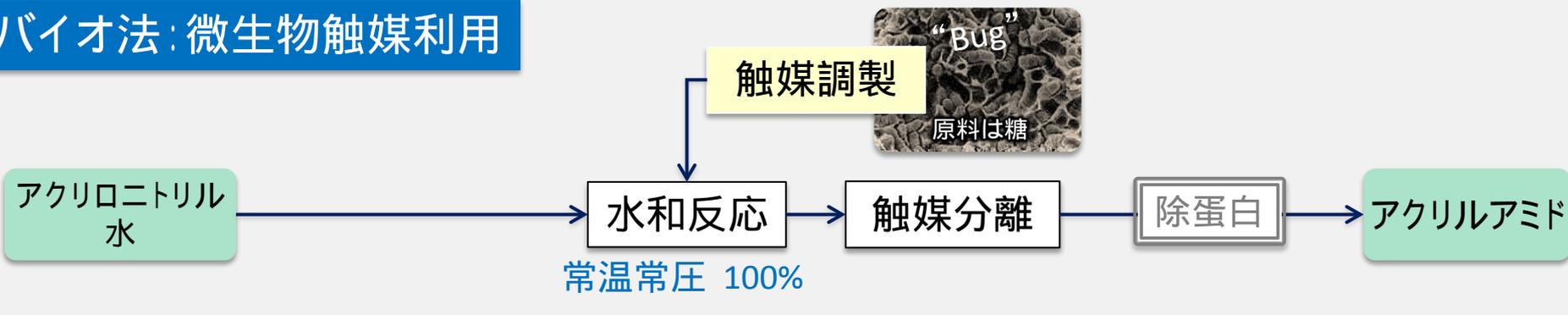
原油回収効率化に貢献

アクリルアミドの製造プロセス比較

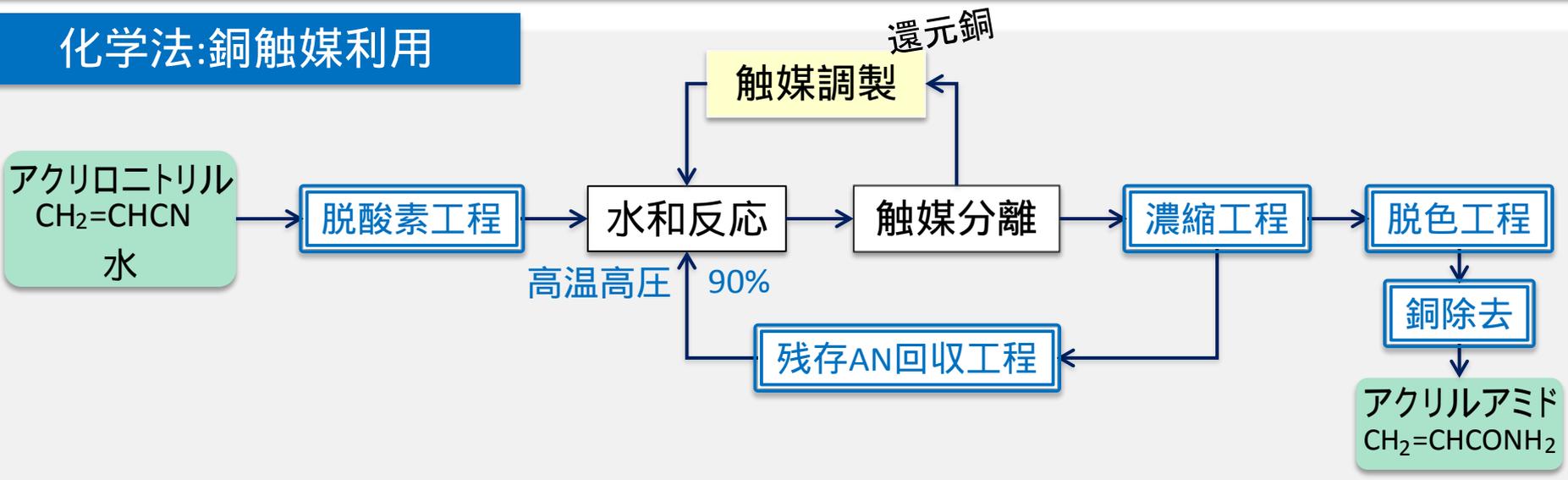
- バイオ法の主反応は常温常圧、転換率も高い
化学法と比較してプロセスがシンプル、投入エネルギーが少ない

環境・コストに有利

バイオ法: 微生物触媒利用

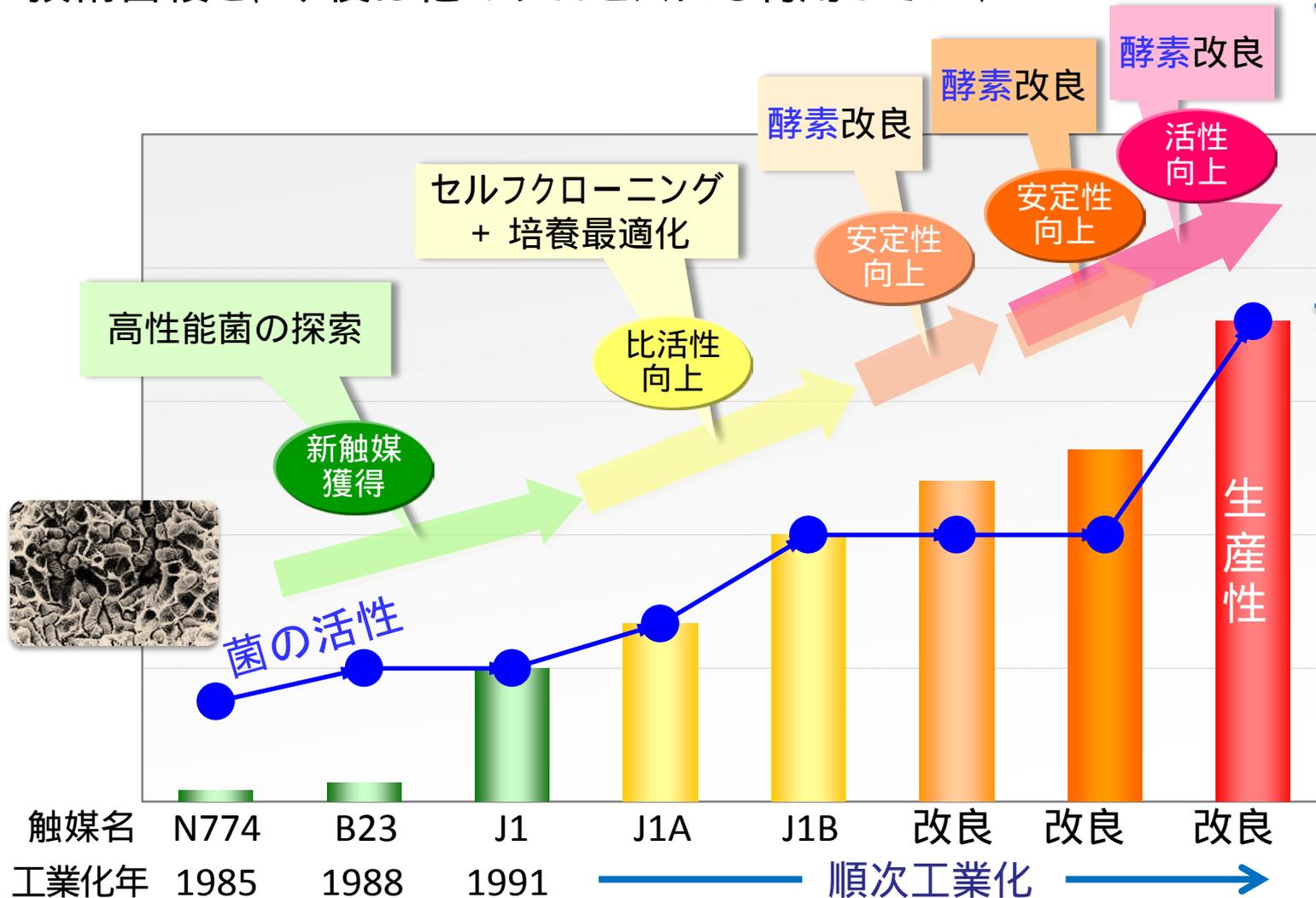


化学法: 銅触媒利用



アクリルアミド用バイオ(微生物)触媒の能力向上

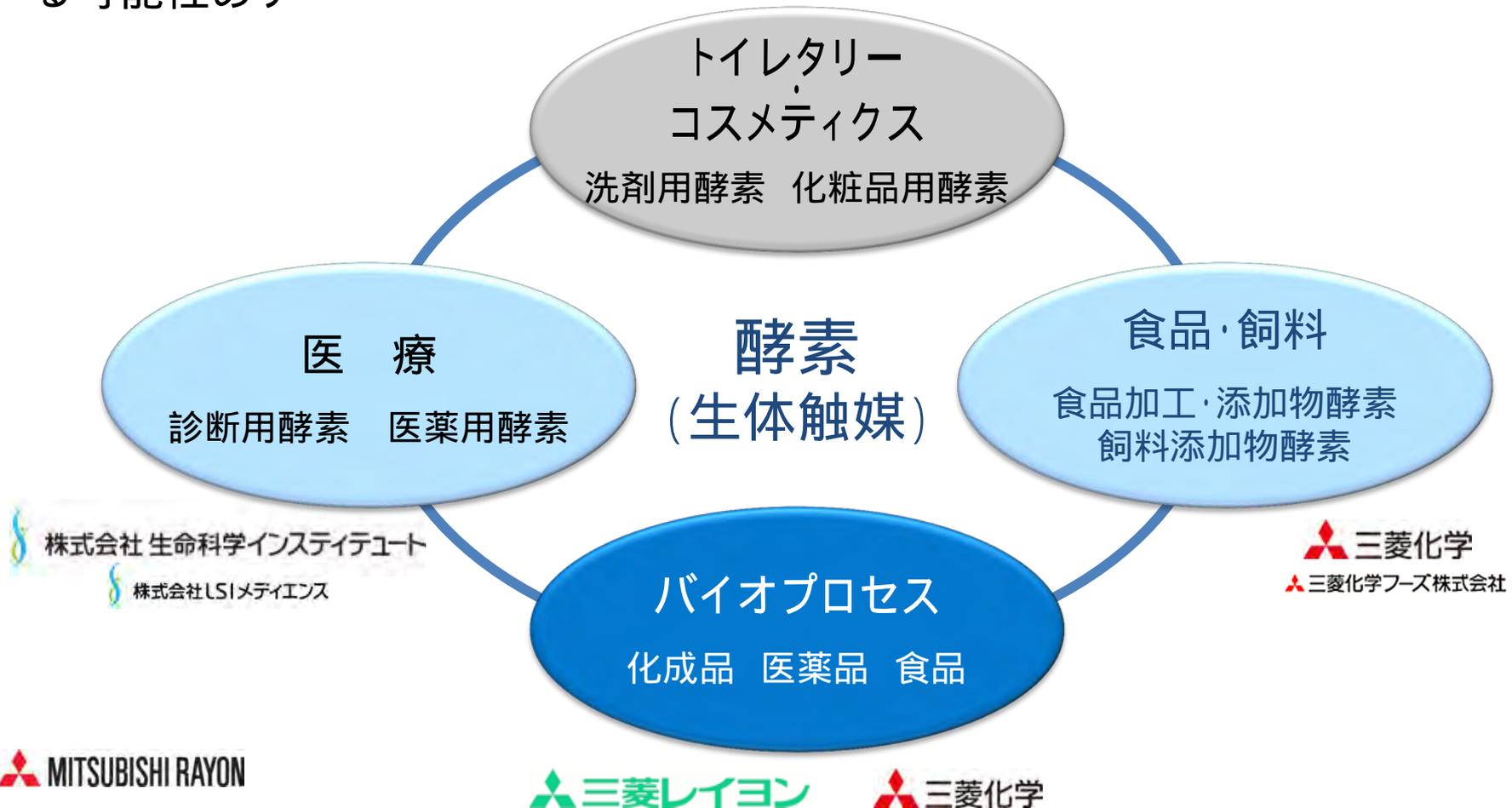
- その時代の最先端の技術を使って触媒能力の向上を図ってきた技術蓄積を、今後は他のプロセスにも利用していく



様々な分野で活用できる高機能酵素の開発に応用

生物機能の利用 広がる酵素の産業応用

- 酵素は、すでに他の材で置換えが容易でない様々な分野・用途で活用されている
- 触媒として、生物機能を用いて製造した物質：酵素を用いると、マイルドな条件で高選択性のバイオ合成が期待でき、環境面・コスト面で有利なプロセスが構築できる可能性あり



アクリルアミド生産反応の鍵酵素： ニトリルヒドラーターゼの応用

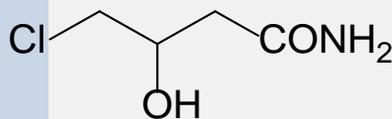
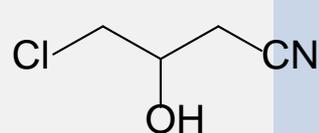
THE KAITEKI COMPANY

Mitsubishi Chemical Holdings Group

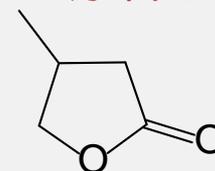
三菱化学株式会社

MCC CONFIDENTIAL

酵素を触媒として
活用

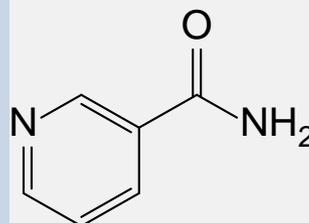
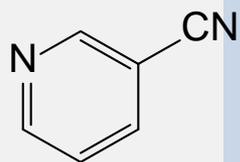


化学変換



情報電子へ

フトリソグラフ用
ポリマー原料として使用

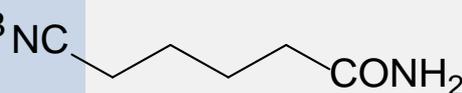
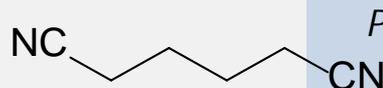


ニコチン酸アミド

ヘルスケアへ

LONZA社が工業化食
品・サプリメント用途

三菱レイヨンがバイオ
触媒供給



農業分野へ

BASF社が農薬原料と
して使用

リソグラフィ技術と レジスト用ポリマー：リソマックス®

THE KAITEKI COMPANY

Mitsubishi Chemical Holdings Group

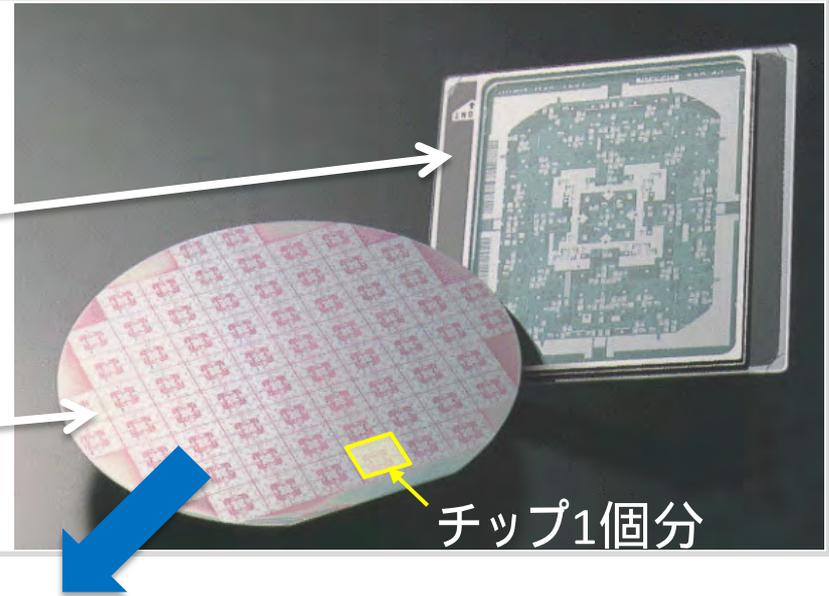
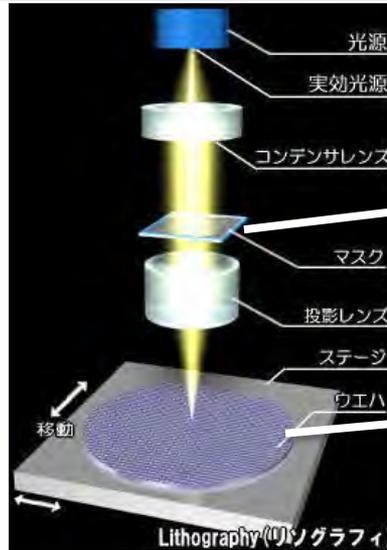
三菱化学株式会社

MCC CONFIDENTIAL

マスクのパターンを
ウエハ上に縮小転
写する技術



半導体の集積度が
上がり、現在は
1Xnmの微細領域に

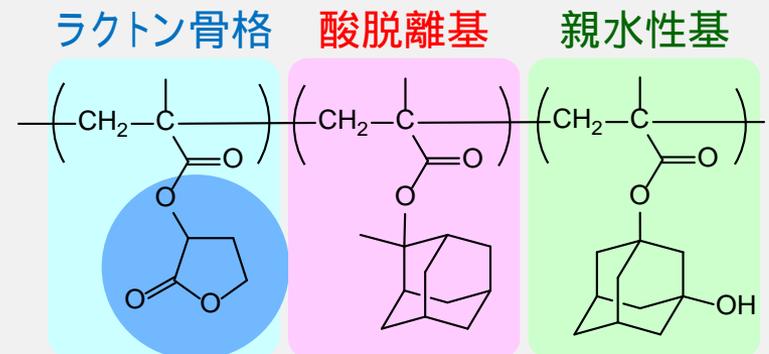


- ウエハ上に塗布する感光性材料がレジスト用ポリマー
主成分の製品半導体レジスト用高純度アクリル系ポリマー「リソマックス®」

ポリマーの構造例

基盤密着性、感光性、パターン矩形性など
必要な性能から、3元系以上が一般的

ポリマーの構造制御、重合・精製工程の改良など
によって、さらなる微細加工の要求に応える



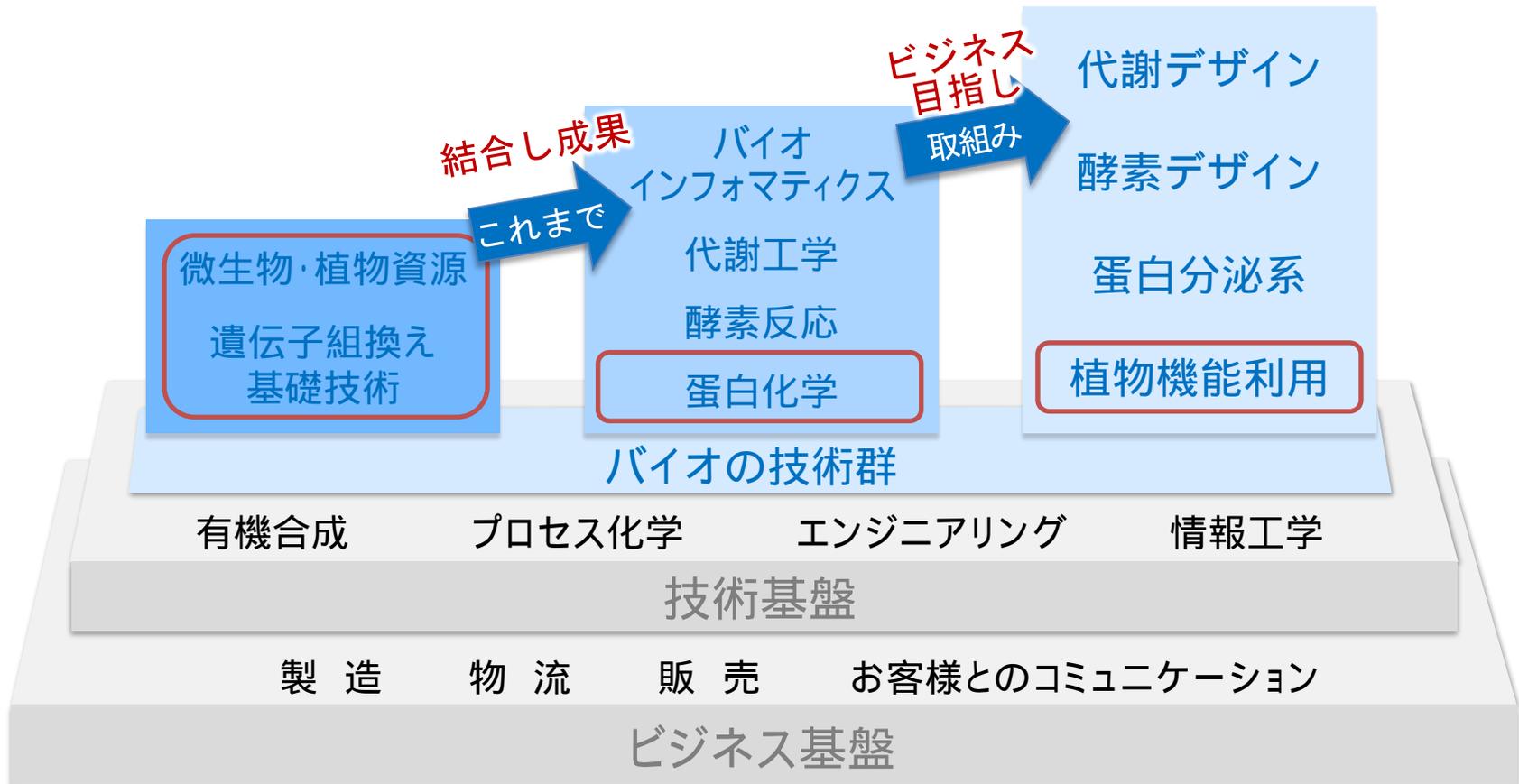
酵素利用 まとめ

- 酵素を触媒として用いると、**マイルドな条件と高選択性**で合成・変換が実現し、**環境対応とコストを両立**できる
- 三菱ケミカルグループは、**食品加工、診断、化学品生産に酵素**を活用し、**酵素ビジネス**も行ってきた
- アクリルアミドでは、**高選択率・高安定性の酵素**を開発することにより、**事実上既存の化学法の置換え**を果たした
 - この酵素の技術はさまざまな産業分野に**応用が図**られている
- このほか、**酵素の得意なところ**として；
 - 光学活性体**の生産：医農薬中間体・食品素材・光学素材など様々なアプリケーションへの活用が検討されている
 - 酵素系キレート剤**の実現：酵素は生分解可能であり、**環境負荷の低い製品**として期待できる
- 酵素の工業的な活用を進めるには、**適切なアプリケーション**を決めること、**有用な酵素**を見出し、**改良する技術**が重要

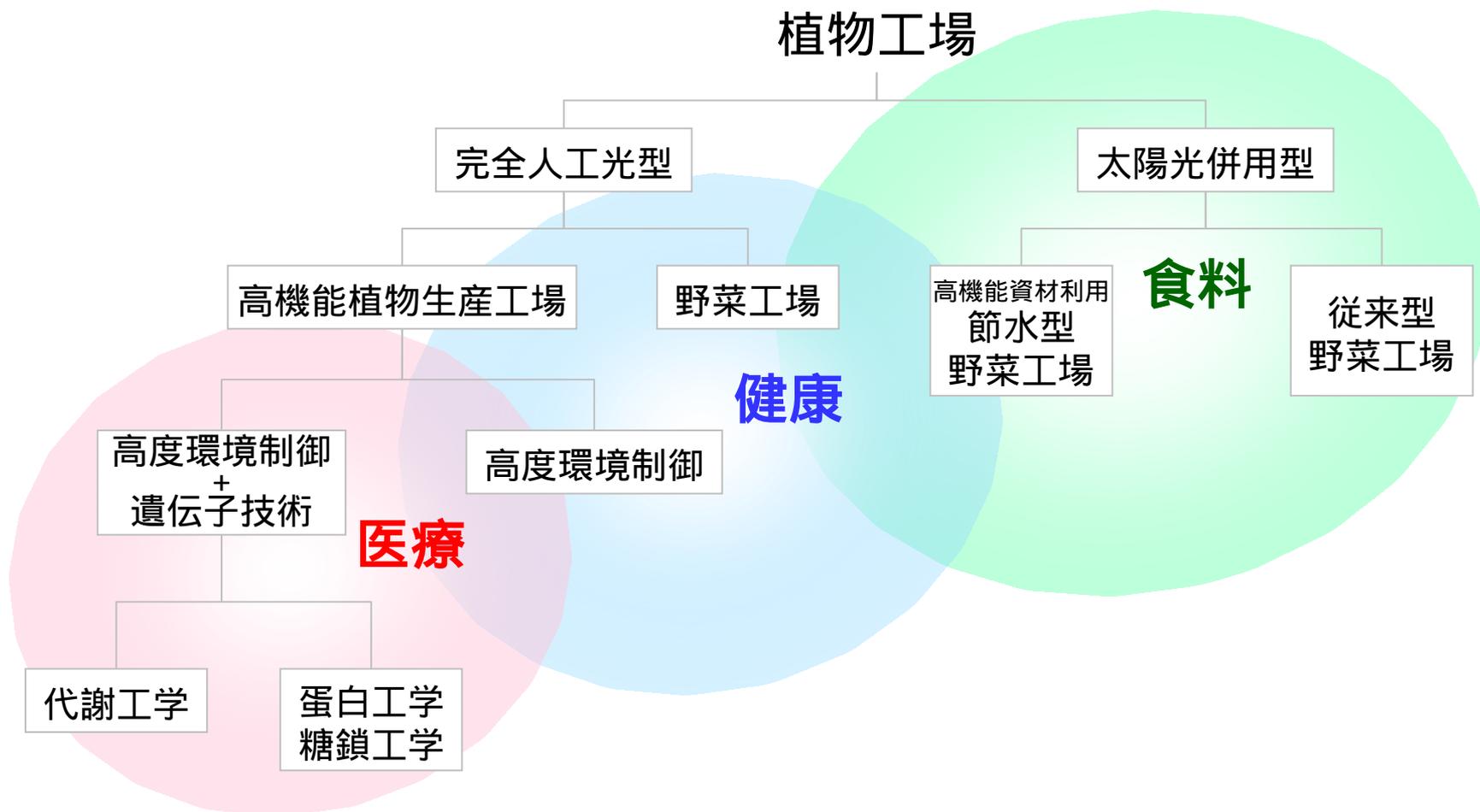
総合化学会社の強みを活かし、高付加価値品
につながるバイオプロセス、ビジネスを開発

生物機能 生物素材 の利用

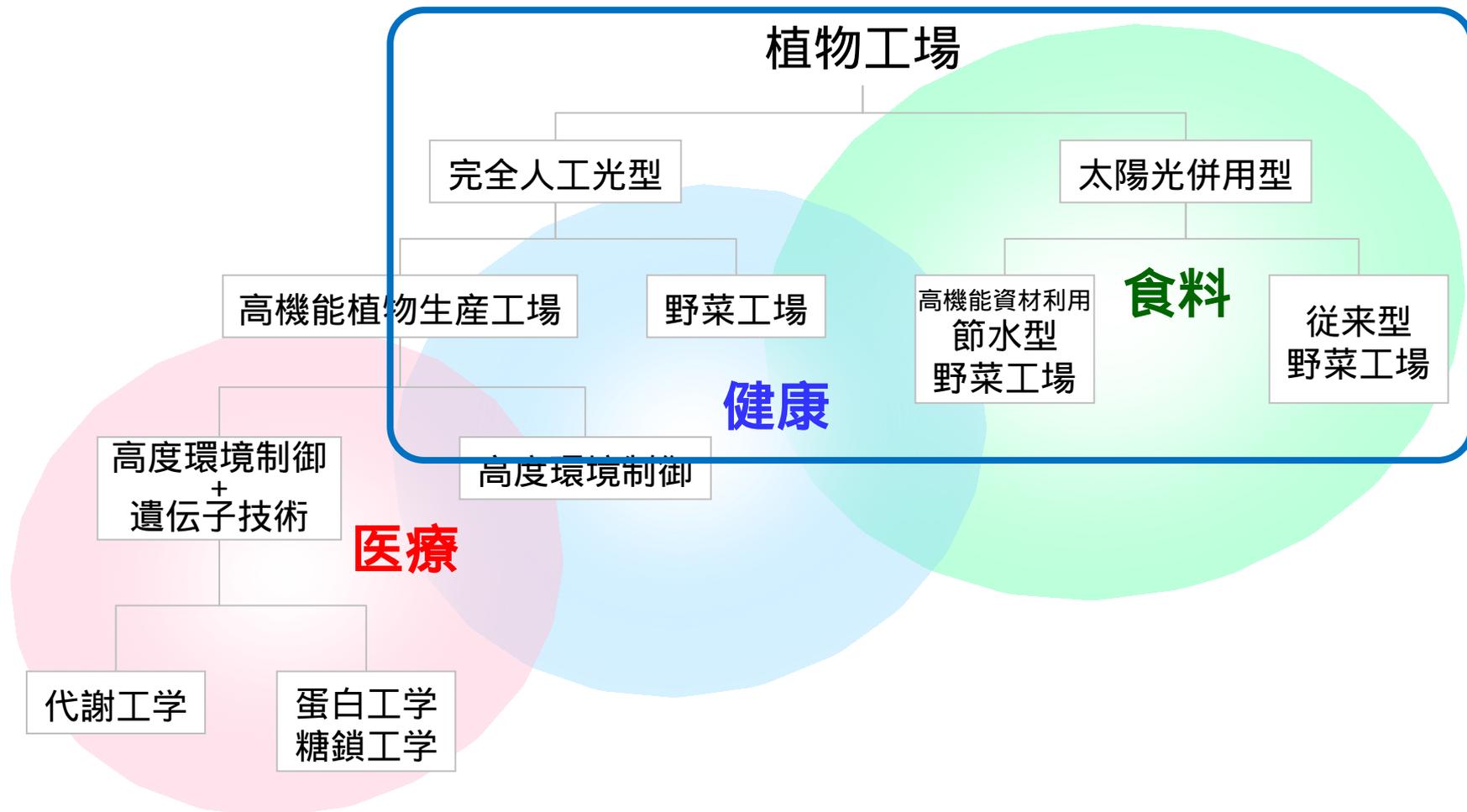
次世代農業をビジネスに育てつつ、新たな植物利用も手掛ける



- 農業生産の発展型として開発してきた植物工場の基盤技術を活かし、新たな事業展開を目指す



- 農業生産の発展型として開発してきた植物工場の基盤技術を活かし、新たな事業展開を目指す



■ 栽培の全部もしくは一部に機器を利用して環境を制御し、通年で計画的に作物の生産を可能にするシステム 環境負荷の低減も狙う

太陽光利用型 三菱樹脂

- 完全人工光の育苗と太陽光の有効利用
- 多品種の生産に対応
- 養液栽培の実績活用

露地と同様の太陽光が必要な葉もの・実もの野菜を効率よく生産



完全人工光型 三菱化学

- 最適環境実現、無農薬も可能
- 多段、人工光による単位面積収量向上
- 養液栽培により機能成分アップ可能

栄養の高い野菜でヘルスケアのコンセプト
密閉条件を利用した特殊な使い方も可能



栄養機能食品表示可能な野菜を提供

- 完全人工光型植物工場にて野菜-ベビーリーフを生産
毎日、継続的に栄養成分が豊富な野菜を摂取することが「未病」対策につながることを消費者にアピール



三菱化学の完全人工光型植物工場で生産された野菜は；

- 栄養成分が有効な濃度以上含まれる
- 洗わずにそのまま食べられる
- 年間通じて継続的に提供できる

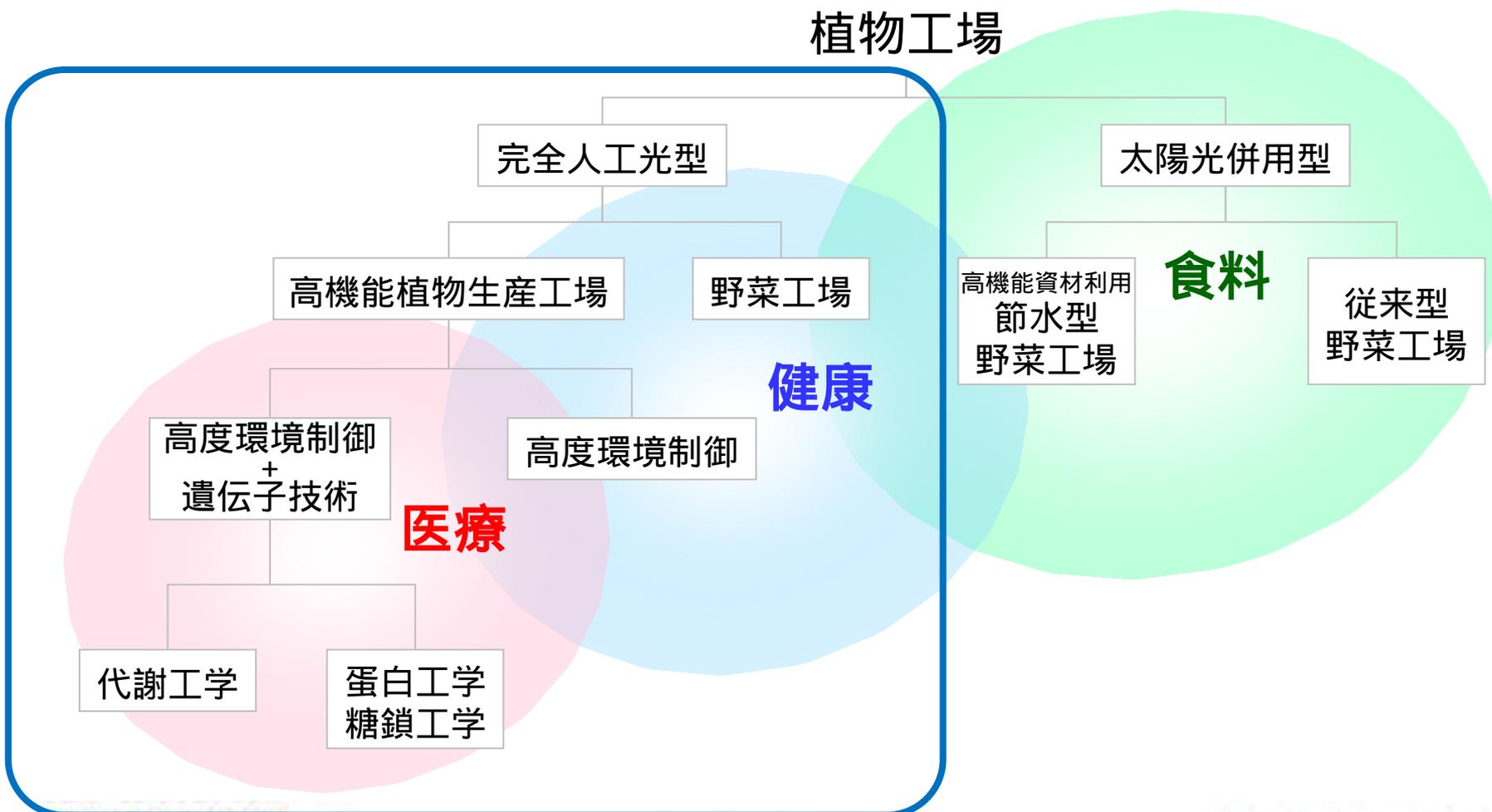
例えば、

「カリウムが一定量以上含まれる野菜を毎日継続的に食べることが、高血圧の予防につながります。」

三菱化学の植物工場 今後進む方向

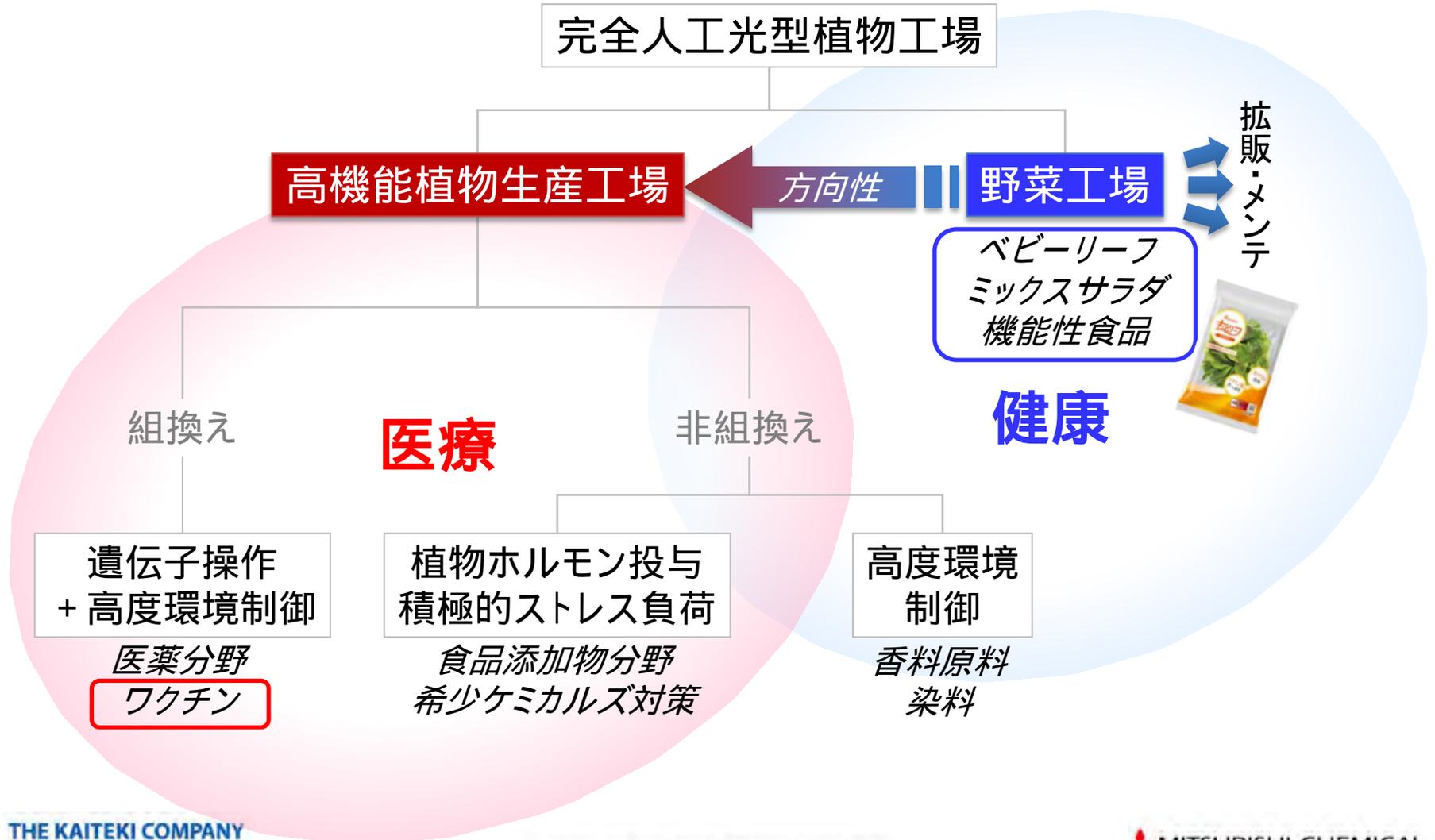


- 高度に制御した環境だから可能な、植物を用いた安全かつ効率的な物質生産を目指す



三菱化学の植物工場 今後進む方向

- 高度に制御した環境だから可能な、植物を用いた安全かつ効率的な物質生産を目指す



■植物工場、遺伝子、植物の技術を集結した植物栽培法で、ワクチンを製造する技術を開発中

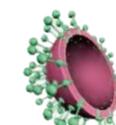
植物工場での
タバコ栽培



遺伝子の導入
(感染)



ワクチン生産
(遺伝子発現)



抽出・精製

ワクチン

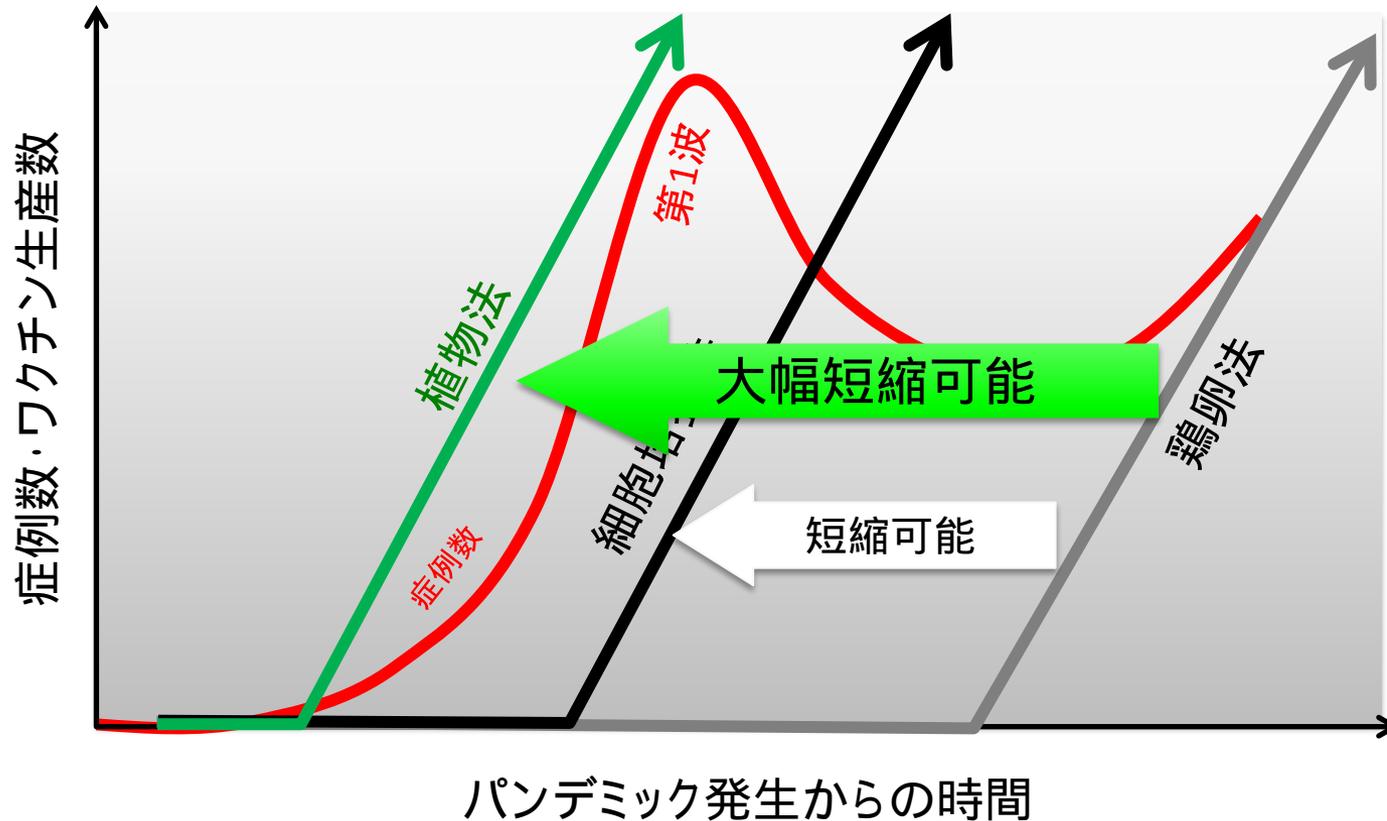


閉鎖型の植物工場による完全制御

	第一世代 鶏卵法	第二世代* 細胞培養法	第三世代 植物栽培法
製造期間	6ヶ月	2~3ヶ月	~1ヶ月目標
製造コスト/dose	\$1以上	第一世代以上	第一世代の1/2目標

* 細胞培養法；鶏卵法に代わるインフルエンザ、特にパンデミックインフルエンザの製造法として、製造期間短縮を目指して多くのワクチンメーカーが開発中の製法

植物法はパンデミック第1波に供給できる可能性



高付加価値植物ケミカルの新たな製造法開発

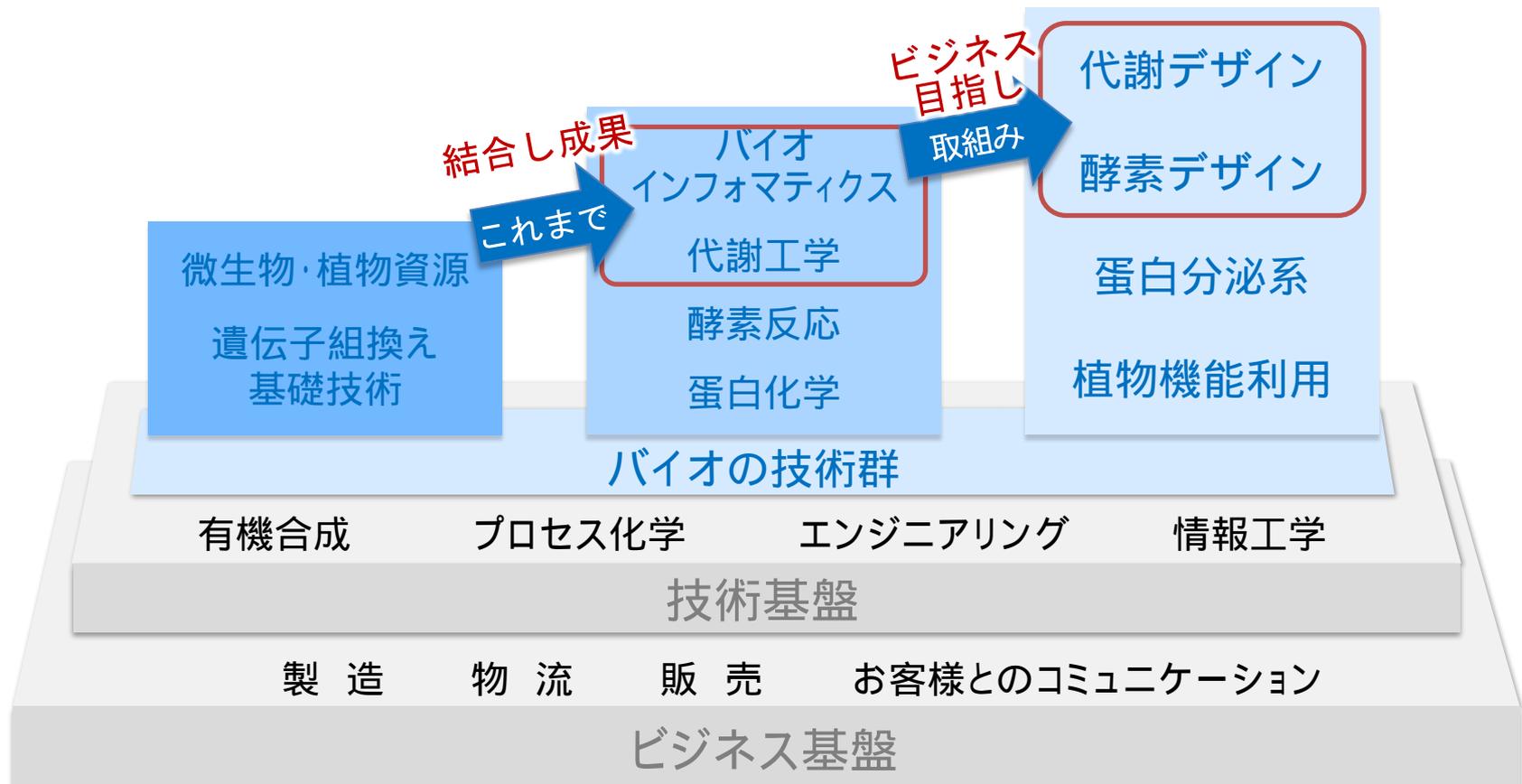
- ワクチンのように植物工場 = 生産技術の土台と、代謝工学、植物遺伝子組換えといった要素技術を組合せ、植物を利用した高付加価値品の新たな製造法を開発していく



総合化学会社の強みを活かし、高付加価値品 につながるバイオプロセス、ビジネスを開発

！情報工学の活用が一つの鍵

これまでのデータの蓄積、ハードウェア/ソフトウェアの発展で、バイオ領域の情報活用は新たな段階へ



生物機能を用いて製造した物質：酵素の利用による化学品製造プロセス開発フロー

触媒基本設計

触媒改良

触媒製造法開発

化学品製造プロセス開発

ターゲット化学品の決定

バイオ合成ルート探索

合成ルート検証

バイオ触媒改良

化学品生産菌株作り

発酵プロセス開発

分離精製プロセス開発

バイオ化学品
製造プロセス完成

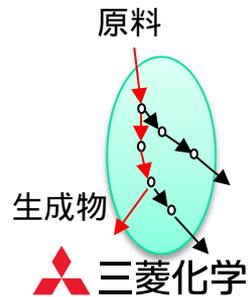
合理的なルートを
計算・選択

個々の反応の
検証

より高性能な酵素開発；
基質特異性、活性安、定性

菌株の改良

バイオ生産に対応したプロセス作り



結晶化

X線解析

酵素改良

スクリーニング

立体構造

鍵酵素

A ↓ B ↓ C ↓ D

原料

生成物

原料

生成物

生産菌

糖

培養液

分離

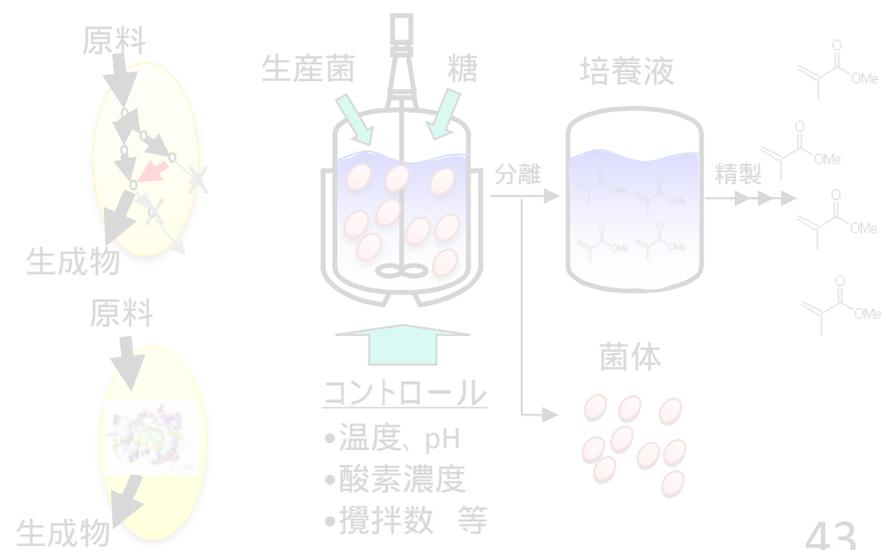
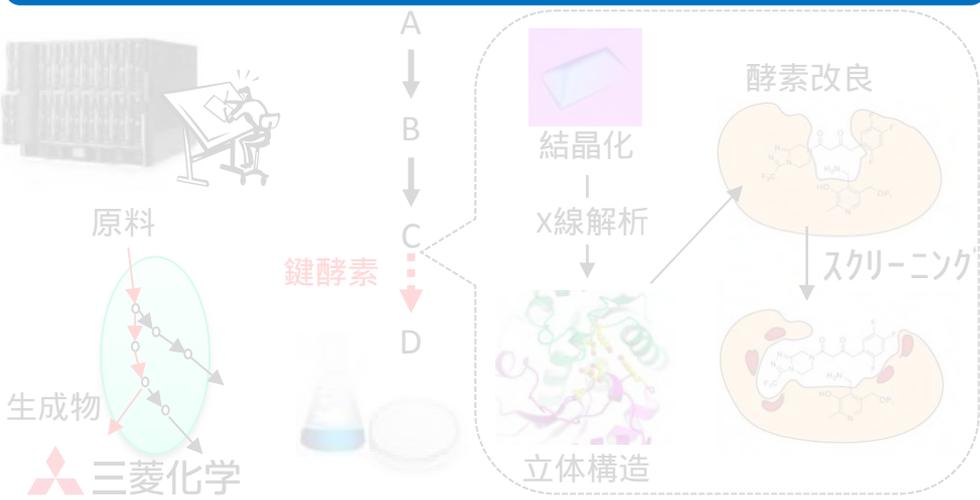
菌体

精製

コントロール

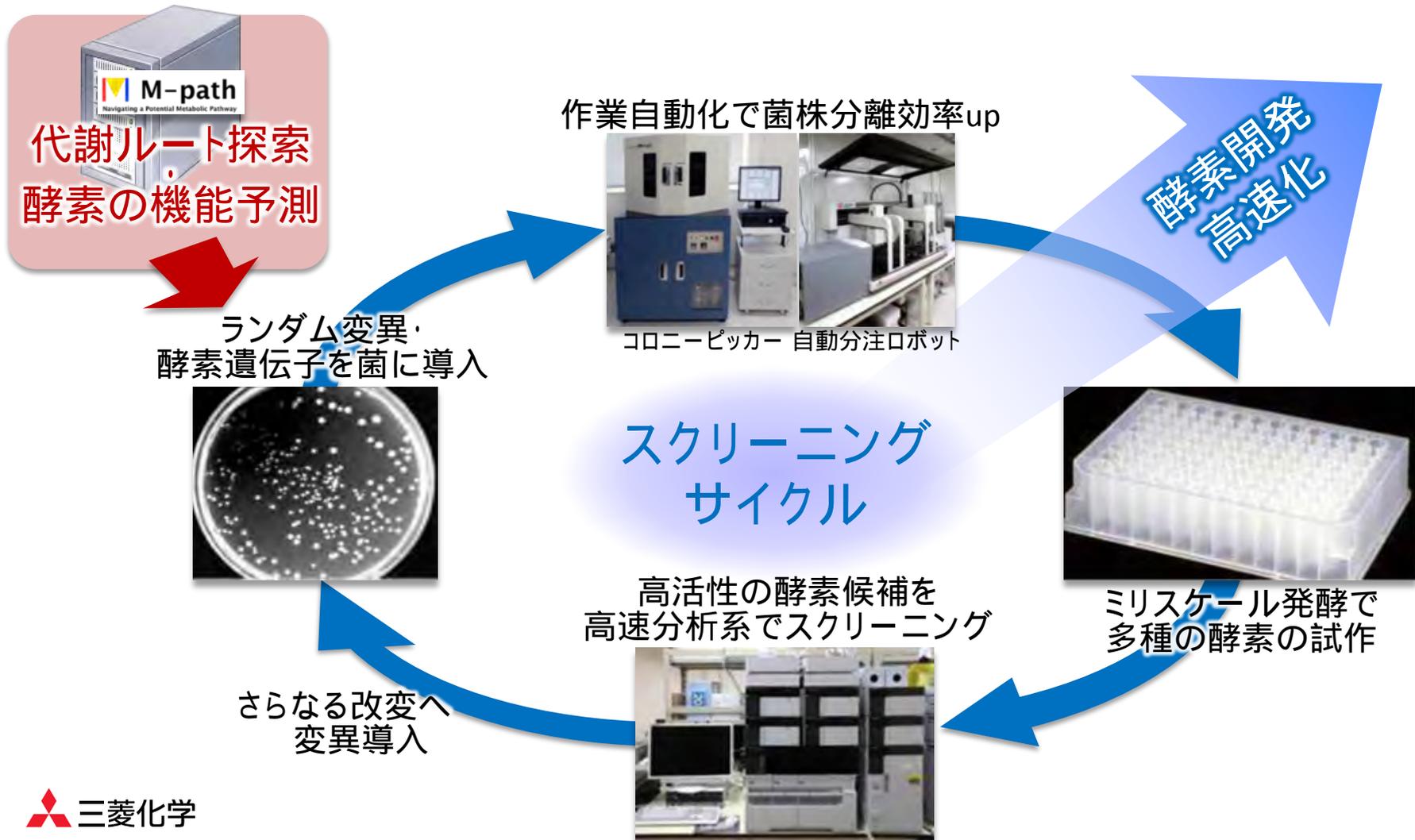
- 温度、pH
- 酸素濃度
- 攪拌数 等

生物機能を用いて製造した物質：酵素の利用による化学品製造プロセス開発フロー



酵素改良のハイスループット化

- 目的の酵素(触媒)を早く得るために、作業の自動化・小スケール化・分析の高度化
- これに、高精度な代謝ルート探索システムを組み合わせさらにスピードと精度を向上



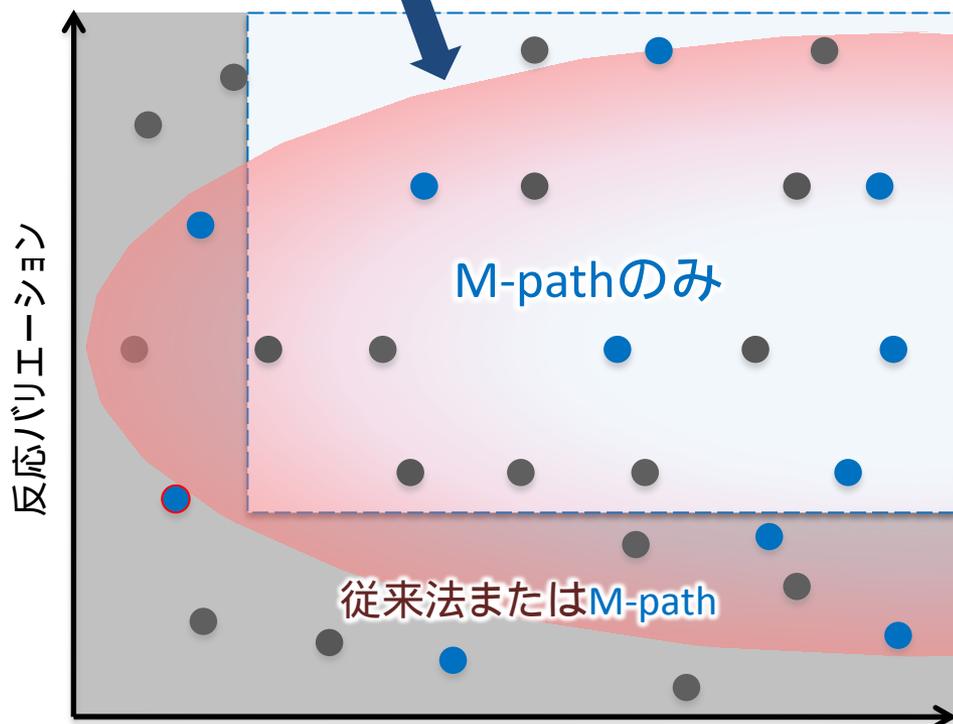
M-pathだけが見つけれられる経路で新たなビジネスターゲット探索をサポート

本手法でなければアクセスできない空間

- 本空間にのみ優良ルートがある場合も
- ターゲットの種類も拡大

独自のルート探索技術によりバイオ合成ターゲットを拡大
新商品/新サービスの可能性が拡大

バイオ合成ルートの探索空間



ビジネス側
化学品ターゲット
↑
市場ニーズ有

製品機能
・
サービス
品質

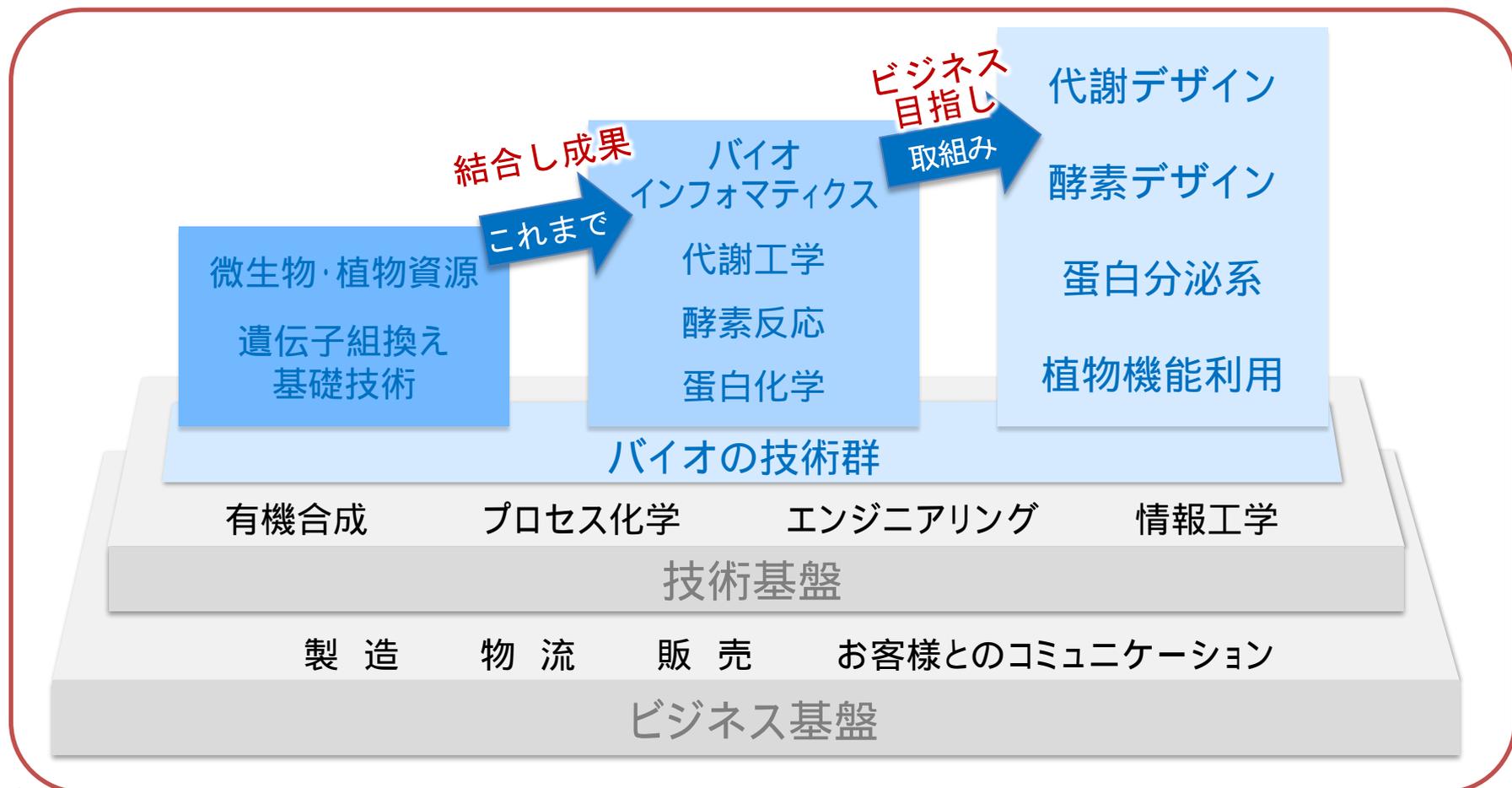
環境
性能

適性な
価格

● : 実現可能合成ルート ● : 実現不可能合成ルート

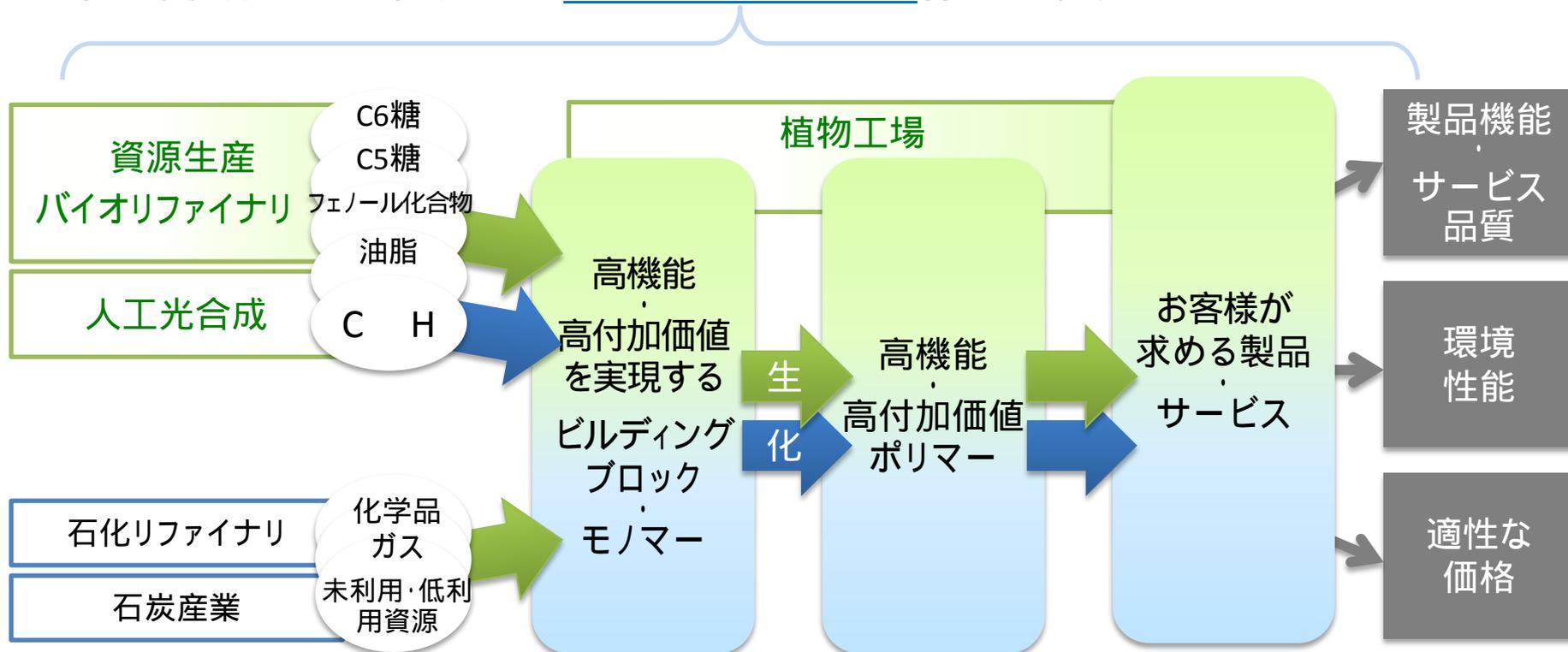
総合化学会社の強みを活かし、高付加価値品につながるバイオプロセス、ビジネスを開発

最後に お客様が求める製品を供給し、開発に投じた資産を回収して企業としての責務を果たさなければならない。そのためには、



バイオを活かしたビジネスで循環炭素社会を実現するために必要なこと

- 開発の成果を活用し、お客様に価値をお届けするには、**企業として事業を持続できる仕組み**：バリューチェーン作りが欠かせない



ただし、原料→製品の一貫チェーンは長く、新たなパートナーとの協力体制作りや技術導入が必要なため、化学メーカーにとってリスクの高いチャレンジ

本ご紹介の内容

- MCCがみる米・欧・中のバイオ活用
- MCHCグループのご紹介と新・炭素社会への取組み
- MCHCグループのバイオ関係の取組み
 - 再生可能原料
 - 生物機能
 - 生物素材
- 持続可能なバイオ関連事業を実現するために

持続可能なバイオ関連事業を実現するために 1/4

バイオの分野でも、日本の技術とその開発力は**世界に伍して戦えるポテンシャル**を持つと信じたい

- 将来性ある**要素技術**が、国内のアカデミアや研究所に散在している

いっぽう企業には、**環境対応**の行き届いた医薬・化学や組立て型、情報関係といった**産業のインフラ**と、製品・サービスをお客様に供給する広い領域の**商流**がある

- 世界が認める「我が国ならではの」な取組みの可能性あり **製造技術と環境技術**とのさらなる融合 など

その上で、

長期的視点でのBioEconomy政策による、国内展開も視野に入れた新しいバイオ事業基盤の整備に期待している

持続可能なバイオ関連事業を実現するために 2/4

1. バイオ基盤のバリューチェーンを構築

Y 最上流=原料・資源の獲得の課題に柔軟に対応

- 地域経済活性化策との協奏により、コストと安定供給の課題の緩和に期待
- または、国内産業・市場の空洞化に留意しつつ、原料調達と嵩張るバイオマスの処理は海外で行い、中間体以降を国内にて 企業の国内事業所活用

ご提案: バイオマス資源の供給拠点の整備推進

1. バイオ基盤のバリューチェーンを構築(つづき)

- Y 1社で完結が難しい長いプロセスなので、戦略的にパートナーリングを進める
 - 今後必要になる技術を異業種・同業種のアライアンスで開発し、早く確実に技術獲得
 - アカデミアには日本のポテンシャルを最大限活かし、海外からの売込みに負けない日本オリジンの技術に期待

ご提案: 尖った国産技術の拡充と企業へのアクセシビリティの向上

たとえばゲノム編集、Living foundries のような、1企業では難しい極めて基盤的な国産プラットフォームの構築

2.新たに開発したバイオ関連技術の工業化を確実に果たす

- ÿ 工業化、特にパイロット規模での試験をリスクなく進めたい
- ÿ バイオ関係の生産設備設計、施工を得意とする企業と確実なプラント建設を行いたい

ご提案：プロセス開発機能付きの汎用ベンチやパイロットに整備(リサーチパーク型か?)し、技術の産業化・定着化をサポート

日本企業や国情のツボをおさえた技術保持者や企業のリスク回避策

本ご紹介の内容 まとめ

- 米・欧・中のバイオ活用
取組み方は異なるが、高付加価値品への方向性あり
- グループのご紹介と新・炭素社会への取組み
成長事業としてバイオ資源・機能を活かす分野の開発を促進
- グループのバイオ関係の取組み
再生産可能原料：原料多様化
「コスト」を狙うバイオ学品
生物機能：生物触媒
バイオ法アクリルアミド、酵素の高度利用、植物工場の高度利用
生物素材：高機能高付加価値素材
「高機能」を狙うバイオ化学品、植物工場での生産
- 持続可能なバイオ関連事業を実現するために
バイオ基盤のバリューチェーン構築 開発した技術の確実な工業化

ありがとうございました

