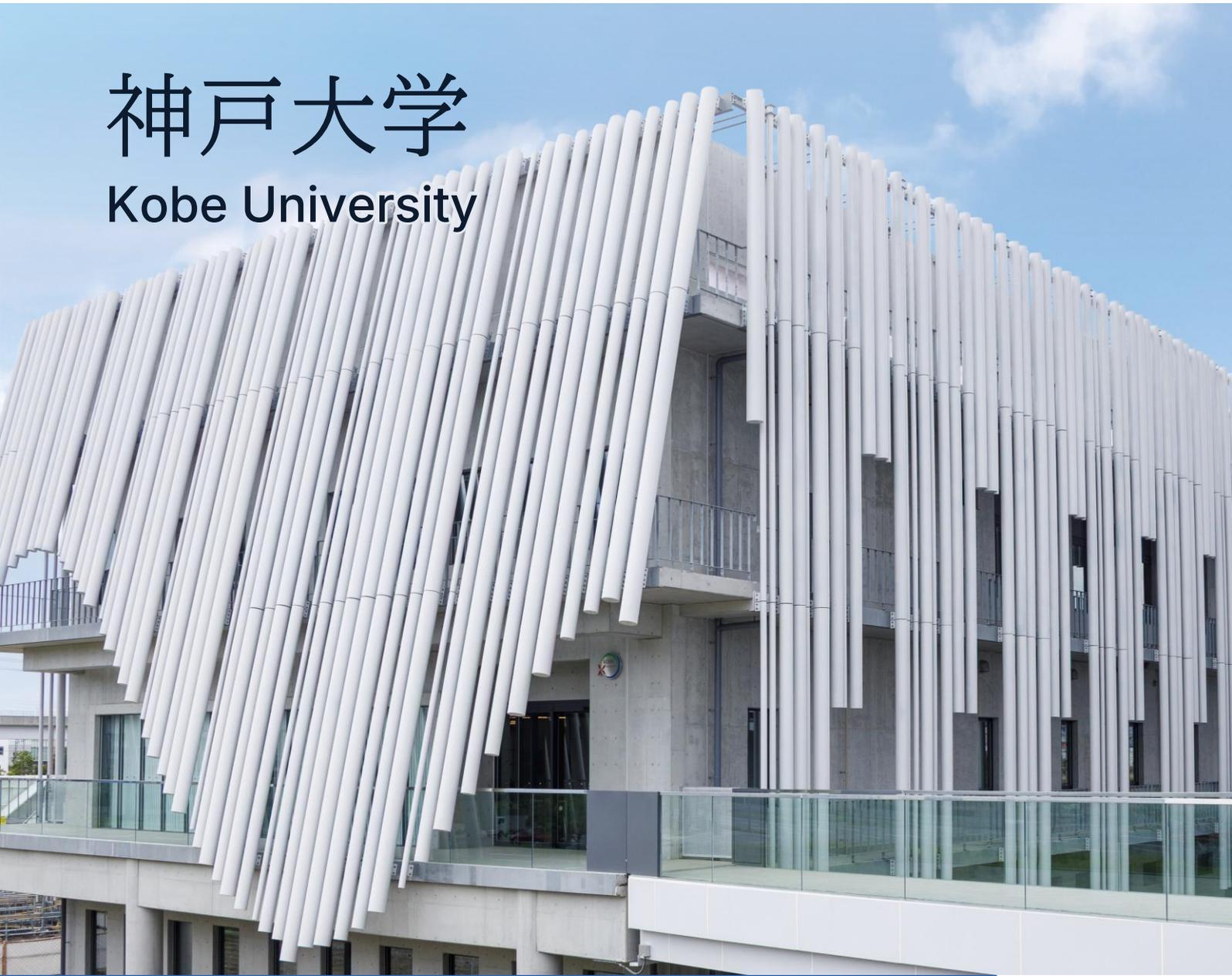




# 神戸大学

## Kobe University



注力領域

バイオの力を活用して  
持続可能な製造システムを構築する  
**バイオものづくり共創研究拠点**

Focus Field

Building Sustainable Manufacturing Systems by  
Harnessing the Power of Biology  
**Advanced Research Hub for Engineering Biology**



文部科学省  
MEXT  
MINISTRY OF EDUCATION,  
CULTURE, SPORTS,  
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN



J-PEAKS



## 所在地

兵庫県神戸市

## ミッション

先端的な異分野共創により、世界に伍する卓越研究教育を推進し、傑出した「知」、有能「人材」、卓越「環境」を、財の循環により創出することで、『知と人を創る異分野共創研究教育グローバル拠点』として、人類社会に貢献する未来社会に向けた経済的・社会的価値を創造する。

## Location

Kobe city, Hyogo

## Mission

Through advanced interdisciplinary collaboration, we foster research and education, generating knowledge, talent, and environment to create economic and social value as a global hub for interdisciplinary research and education.

# バイオものづくり共創研究 拠点

## 領域のビジョン

バイオエコノミーの実現を目指し、Engineering Biologyの国際的な研究拠点を形成し、卓越した研究基盤を構築する。社会課題解決に向けたイノベーションデザインにより、グローバル・スタートアップを輩出する。神戸市と密に連携してポートアイランドを中心に研究拠点群、スタートアップ拠点群、企業群からなるグローバル・バイオクラスターを形成し、地域産業を活性化させる。

## 研究内容

持続可能な資源から製品を製造するバイオものづくりの研究開発を推進する。基盤技術を深化させる「合成バイオ」「スマート育種・バイオ生産」「先端分析評価・プロセス」「オートメーションDX」の4領域、社会課題の解決を目指す「次世代バイオメディカル」「カーボンニュートラル」「次世代フードテック」「バイオエコノミー」の4領域において、国際的な研究チームによる共同研究等、異分野共創研究を推進する。バイオとデジタルを融合した研究を進め、バイオものづくりの先端的プラットフォームを構築し、バイオベース化学品、バイオ燃料、機能性食品素材、次世代型バイオ医薬品の創出を進める。

# Advanced Research Hub for Engineering Biology

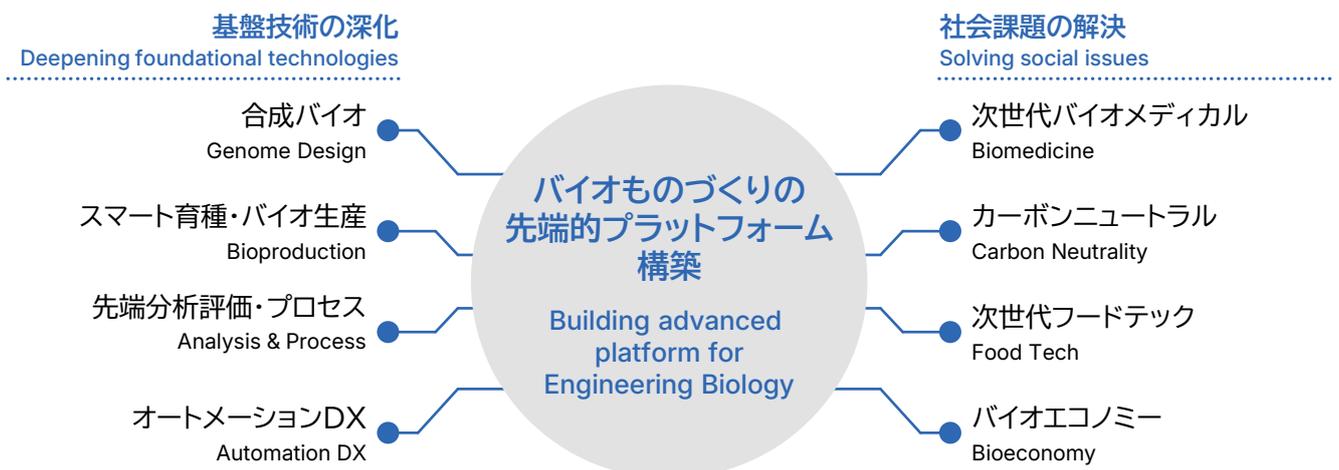
## Vision

We aim to realize the bioeconomy by forming an international research hub for Engineering Biology and building an excellent research foundation. Through innovation design to solve social issues, we will produce global startups. In close collaboration with Kobe City, we will create a global biocluster centered on Port Island, consisting of research hubs, startup hubs, and companies, and revitalize regional industry.

## Research Content

We promote R&D in Engineering Biology that produces materials and products from sustainable resources. Through fields deepening foundational technologies—Genome Design, Bioproduction, Analysis & Process, and Automation DX—and fields aimed to solve social issues—Biomedicine, Carbon Neutrality, Food Tech, and Bioeconomy—we foster interdisciplinary, international research including global joint research activities. By integrating bio and digital technologies, we are building an advanced Engineering Biology platform to create bio-based chemicals, biofuels, functional food ingredients, and next-generation biopharmaceuticals.

### バイオものづくり共創研究拠点の研究内容イメージ



## 領域の特色や強み

### バイオファウンドリ

- バイオファウンドリは、細胞・代謝・配列の設計(Design)、DNAや細胞の構築(Build)、機能や生産性の評価(Test)、データの学習・管理(Learn)を自動化し、これらのDBTLを高速に繰り返す先端的プラットフォームである。DBTLサイクルにより研究期間の短縮が可能であり、バイオ製品の生産性向上やコスト低減を可能とするシステムである
- 神戸大学は自学の強みである合成バイオ、IT・AI、ロボット・自動化、プロセス開発技術等を集積したバイオファウンドリを構築しており、目的の物質を高生産できる性能が高い細胞「スマートセル」を従来の10倍の速さで開発することが可能である
- また、バイオファウンドリ普及の障壁であるデータやワークフロー、オントロジー、規制上の考慮事項における基準や指標の欠如等の解決を目指し、5ヶ国・7つのバイオファウンドリの専門性と成果を活用し、信頼性と拡張性の高いバイオファウンドリ確立に焦点を当てたGlobal Center for Biofoundry Applicationsの構築に向け、若手研究者育成やネットワーク強化、頭脳循環の促進を進めている

### 自律型実験システム

- 株式会社島津製作所と共同で、バイオテクノロジーの研究開発を効率化するための実験から、仮説を自動立案する自律型実験システムを構築した。実験における操作の自動化と最適解が得られる実験条件の迅速な抽出を目指し、実験操作のオートメーションやAIアルゴリズムを活用し、従来手作業に頼っていた研究プロセスの大幅な効率化に成功した

## Features, Strengths

### Biofoundry

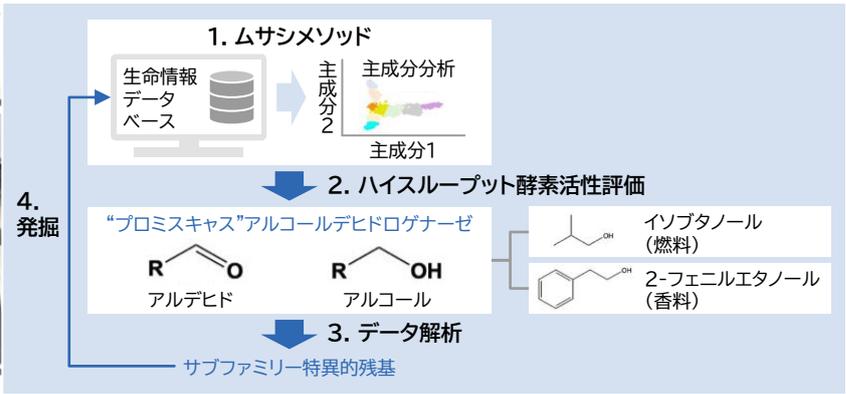
- A biofoundry is an advanced platform that automates the design of cells, metabolism, and sequences (Design), the construction of DNA and cells (Build), the evaluation of function and productivity (Test), and the learning and management of data (Learn), enabling rapid repetition of these DBTL cycles. The DBTL cycle shortens research time and enables improved productivity and cost reduction for bioproducts
- Kobe University is building a biofoundry that brings together its strengths in Genome Design, IT / AI, robotics / automation, and process development technologies, making it possible to develop high performing smart cells that produce target substances at high levels at up to ten times the conventional speed
- We are addressing key obstacles to biofoundry adoption—such as missing standards for data, workflows, ontologies, and regulatory practices. Partnering with seven biofoundries in five countries, we are advancing plans for a Global Center for Biofoundry Applications and promoting early-career training, stronger networks, and international talent exchange to support reliable, scalable biofoundry development

### Autonomous Lab

- In collaboration with Shimadzu Corporation, we built Autonomous Lab that automatically formulates hypotheses from experiments to make biotechnology R&D more efficient. To automate experimental operations and quickly extract experimental conditions that yield optimal solutions, the system uses laboratory automation and AI algorithms, achieving major efficiency gains in research processes that previously relied on manual work

1と2. 研究の様子 1&2. Scenes from Our Research





3. 酵素機能評価システム 3. Enzyme Function Evaluation System

## 研究実績

### 新手法『ムサシメソッド』の開発

- バイオものづくりの中心的役割を担う「酵素」は、反応の効率や選択性を決定づける。しかし、世界中の生命情報が集約された公共データベースには2億件を超える配列情報が登録されており、その中から機能的に優れた酵素を見つけ出すには、従来膨大な手間がかかっていた
- 神戸大学は、公共データベースに登録された数千件規模の酵素配列情報をコンピューターで解析し、配列間の類似性を数値化・可視化することで、性質の近い酵素をグループ化できる独自の分類技術『ムサシメソッド』を開発した。従来は実験的な評価を要していた酵素の特性を、データ解析により高精度に推定できる点が大きな特長であり、未知酵素の発見を加速させる画期的なアプローチである
- さらに、『ムサシメソッド』と『自律型実験システム』を取り入れた酵素機能評価システムの構築を行い、実験ワークフローを実現した。この新技術を活用し、香料や燃料、プラスチックの原料となる有用なアルコールの生産に重要な酵素であるADH※において、未知活性を有する酵素や、既知の活性を凌駕する高活性酵素を見出した。特に、1つの酵素が複数の基質に作用する「プロミスキャス酵素」は、反応工程を簡略化し、開発スピードを飛躍的に高める可能性を秘めており、これに『ムサシメソッド』を適用することで、従来酵素の5倍以上の生産効率を持つ有用ADH※を複数発見した
- 本研究は、酵素探索の効率化と機能予測の高度化を実現し、今後のバイオものづくりを支える基盤技術として大きな応用展開が期待される

※ADH: アルコールデヒドロゲナーゼ

## Achievements

### Development of the MUSASHI Method

- The enzyme, a key player in Engineering Biology, determines reaction efficiency and selectivity. However, with over 200 million entries in global biological databases, identifying highly functional enzymes has required immense effort
- Kobe University developed MUSASHI Method, which analyzes thousands of enzyme sequences from public databases, quantifies and visualizes similarities, and groups them with comparable properties. This data-driven approach enables precise prediction of enzyme traits without experiments, accelerating the discovery of novel enzymes
- Furthermore, by integrating the MUSASHI Method with Autonomous Lab, the team built a workflow for enzyme function evaluation. Using this technology, they identified previously unknown or highly active alcohol dehydrogenases (ADHs) crucial for producing valuable alcohols used in fragrances, fuels, and plastics. In particular, promiscuous enzymes, which act on multiple substrates, can streamline reactions and boost development speed. Applying the MUSASHI Method revealed several ADHs with over fivefold higher productivity than conventional ones
- This study enhances enzyme discovery and functional prediction, offering a powerful foundation for future Engineering Biology

# 研究者紹介

## Researcher Profiles



蓮沼 誠久 教授  
Professor Tomohisa Hasunuma

### 研究テーマ

- 微生物を利用した有用物質生産やCO<sub>2</sub>からの直接物質生産
- 代謝工学・生物化学工学に資するメタボローム解析技術の開発と代謝制御メカニズムの解析

### 主要な研究実績

- 実験から自動的に仮説を立案する自律型実験システムの有用性を実証

### Research Theme

- Production of valuable compounds using microorganisms and direct material production from CO<sub>2</sub>
- Development of metabolome analysis and metabolic control technologies

### Key Research Achievements

- Demonstration of usefulness of Autonomous Lab



荻野 千秋 教授  
Professor Chiaki Ogino

### 研究テーマ

- バイオエタノール生産、バイオプラスチック・バイオ繊維生産および有用タンパク質生産の研究
- ナノ粒子を用いたデリバリーシステムの研究

### 主要な研究実績

- 農業廃棄物のパーム油製造の廃水を活用し、燃料や化学品を生み出す技術を開発し、インドネシアとの連携で実用化を志向

### Research Theme

- Bioethanol production, production of bioplastics, biofibers, and useful proteins
- Research on delivery systems using nanoparticles

### Key Research Achievements

- Developed technology that utilizes palm oil mill effluent, an agricultural waste stream, to create fuels and chemicals, with practical application pursued in collaboration with Indonesia



石崎 公庸 教授  
Professor Kimitsune Ishizaki

### 研究テーマ

- ゼニゴケの分子遺伝学研究基盤の確立、ゼニゴケの食用化展開と有用物質の生産

### 主要な研究実績

- コケ植物の栄養繁殖と有性生殖の両方に必要な鍵制御因子を発見-ゼニゴケの転写因子SHOT GLASSの機能を明らかに-

### Research Theme

- Establishing molecular genetics research platforms for Marchantia (liverwort), developing edible applications, and producing useful compounds

### Key Research Achievements

- Discovered key regulatory factors required for both vegetative and sexual reproduction in bryophytes and clarified the function of the Marchantia transcription factor SHOT GLASS



水谷 正治 教授  
Professor Masaharu Mizutani

### 研究テーマ

- 天然物化学、有機化学、生化学、植物生理学、分子生物を横断する代謝工学的手法を駆使した、植物機能の解明と応用

### 主要な研究実績

- 土壌菌により活性化されるとジャガイモの寄生虫を孵化させる鍵物質を発見
- ジャガイモやトマトの毒を作り出す鍵酵素を発見

### Research Theme

- Elucidating and applying plant functions using metabolic-engineering methods across natural products chemistry, organic chemistry, biochemistry, plant physiology, and molecular biology

### Key Research Achievements

- Identified a key substance that induces hatching of potato parasitic nematodes
- Identified a key enzyme responsible for toxin production in potatoes and tomatoes



茶谷 直人 教授  
Professor Naoto Chatani

### 研究テーマ

- 先端科学技術を社会に導入する際、倫理や法的な課題にどう対応するか、ELSI研究

### 主要な研究実績

- インフォームド・コンセントにおける「情報開示」と「理解」の在り方を提示し、アナロジーによる説明の有効性を明確化

### Research Theme

- ELSI research on addressing ethical and legal issues when introducing advanced science and technology into society

### Key Research Achievements

- Presented approaches to disclosure and understanding in informed consent and clarified the effectiveness of explanation by analogy



加藤 俊介 准教授  
Associate Professor Shunsuke Kato

### 研究テーマ

- 非生物学的な化学反応を触媒する新規酵素の開発

### 主要な研究実績

- 大腸菌内で5-アミノレブリン酸合成経路を代謝工学的に改変し、ヘムタンパク質を用いた生体触媒反応の効率を向上

### Research Theme

- Development of novel enzymes that catalyze non-biological chemical reactions

### Key Research Achievements

- Improved the efficiency of heme-protein-based biocatalytic reactions by metabolically engineering the 5-aminolevulinic acid biosynthetic pathway in Escherichia coli



研究者情報の詳細はこちら  
See researcher details



石井 純 教授  
Professor Jun Ishii

#### 研究テーマ

- 合成生物学のための遺伝子パーツ開発と人工配列設計による代謝改変細胞構築
- バイオ医薬品の高生産宿主および候補分子選択技術の開発

#### 主要な研究実績

- 酵母において最小限で強力に誘導可能な合成プロモーターを構築する簡便かつ信頼性の高い手法を確立

#### Research Theme

- Development of synthetic biology gene parts and construction of metabolically modified cells
- Development of high-producing hosts for biopharmaceuticals and selection technologies for candidate molecules

#### Key Research Achievements

- Established a simple and reliable method to build minimally sized, strongly inducible synthetic promoters in yeast



西田 敬二 教授  
Professor Keiji Nishida

#### 研究テーマ

- より精密で安全なゲノム編集技術の開発

#### 主要な研究実績

- オフターゲット効果と分子サイズを最小化したDNAに、二本鎖切断を生じさせることなく特定の点変異を導入可能なシトシン塩基編集システムを構築

#### Research Theme

- Development of more precise and safer genome-editing technologies

#### Key Research Achievements

- Constructed a cytosine base-editing system that can introduce specific point mutations into DNA without causing double-strand breaks, while minimizing off-target effects and molecular size



青井 貴之 教授  
Professor Takashi Aoi

#### 研究テーマ

- iPS細胞やその関連技術を用い、様々な生命現象の解明や疾病の治療開発

#### 主要な研究実績

- ヒトiPS細胞を、テストステロンを持続的に分泌するライディッヒ様細胞へ効率的に分化させることに成功

#### Research Theme

- Using iPS cells and related technologies to elucidate diverse biological phenomena and to develop disease treatments

#### Key Research Achievements

- Achieved efficient differentiation of human iPS cells into Leydig-like cells that can continuously secrete testosterone



大谷 亨 教授  
Professor Tooru Ooya

#### 研究テーマ

- 医療ニーズに応じて、溶液・コロイド・ゲル・結晶・非晶固体等、物質形態を自由に設計可能にする研究

#### 主要な研究実績

- エピガロカテキンガレート-Auナノ粒子上のタンパク質コロナ形成が腫瘍蓄積を抑制することを発見

#### Research Theme

- Enabling free design of material forms—solutions, colloids, gels, and crystalline / amorphous solids—tailored to medical needs

#### Key Research Achievements

- Found that protein-corona formation on epigallocatechin gallate-gold nanoparticles suppresses tumor accumulation



富永 将大 准教授  
Associate Professor  
Masahiro Tominaga

#### 研究テーマ

- 酵母における遺伝子の発現パターンを緻密にコントロールできる人工遺伝子スイッチの研究

#### 主要な研究実績

- 酵母の遺伝子発現を制御するプロモータ配列を高性能化するための設計原理を解明し、タンパク質合成を自在に制御する手法を確立

#### Research Theme

- Artificial gene switches that finely control gene expression patterns in yeast

#### Key Research Achievements

- Clarified design principles to enhance promoter sequences that regulate yeast gene expression and established methods to control protein synthesis as desired



神大うりばー

## 今後の展望

- 日本では育成が急務となっているバイオ系のAIや計算科学、機械学習の研究者やデータサイエンティスト、および実験の自動化・ロボット化の専門の研究者との連携を深め、AIの活用やロボット化を通じたEngineering Biologyの基盤的技術の研究開発の加速を進める
- また、微生物・動物細胞・植物などを活用した新規物質生産や、生産効率向上などを旨とする研究者や企業と連携して、基礎研究・応用研究・社会実装のさらなる加速を進める

## 連携への期待と可能性

### パートナーへの期待

以下のような企業との共同研究等を通じ、研究開発のより一層の深化を目指す。

- 当拠点のビジョンに共感し、共にバイオものづくりの推進に尽力いただける企業
- 食品、化学、医薬などの分野でバイオ由来生産に関心を持っていただける企業
- バイオエコノミーの推進を目指す企業

※ 共同研究にあたっては、企業が希望の物質を生産するための微生物の創出に向け、適切な微生物種の選定や遺伝子改変、代謝測定ノウハウを活用し、専門的なサポートを提供

### 実績紹介

- 株式会社カネカ、日揮ホールディングス株式会社、株式会社島津製作所、株式会社バックス・バイオイノベーションとの共同によるグリーンイノベーション基金事業の推進

## Future Outlook

- We will strengthen collaboration with researchers in AI and computational science for the life sciences, machine learning, and data science, as well as specialists in laboratory automation and robotics—areas in which capacity building is urgently needed in Japan—and accelerate R&D of foundational technologies for Engineering Biology using AI and robotization
- We will also work with researchers and companies that aim for new substance production using microorganisms, animal cells, and plants, and for improved production efficiency, to further accelerate basic research, applied research, and societal implementation

## Collaboration Opportunities

### Partner Expectations

We aim to further deepen research and development through joint research and related activities with:

- Companies that share our vision and support the advancement of Engineering Biology
  - Companies interested in biobased production across food, chemical, and pharmaceuticals
  - Companies that aim to promote the bioeconomy
- \* In collaborative projects, we provide specialized support for developing microorganisms capable of producing a company's target compounds, drawing on our expertise in strain selection, genetic engineering, and metabolic analysis

### Introduction of Achievements

- Promotion of Green Innovation Fund projects jointly with Kaneka Corporation, JGC Holdings Corporation, Shimadzu Corporation, and Bacchus Bio Innovation Co., Ltd.

お問い合わせ先 Contact

神戸大学 デジタルバイオ・ライフサイエンスリサーチパーク推進機構 グローバル・イノベーション推進室  
Kobe University Institute for Digital Bio Life Science Research Park, Global Innovation Management Office

Email: [dbl-gi-catapult@research.kobe-u.ac.jp](mailto:dbl-gi-catapult@research.kobe-u.ac.jp)

