

バイオプロダクション次世代農工連携拠点

実施予定期間：平成 20 年度～平成 29 年度

総括責任者：福田 秀樹（神戸大学・学長）

協働機関：旭化成ケミカルズ株式会社、株式会社カネカ、月桂冠株式会社、コスモ石油株式会社、ダイセル化学工業株式会社、帝人株式会社、長瀬産業株式会社、ハウスウェルネスフーズ株式会社、Bio-energy 株式会社、フジッコ株式会社、丸善製薬株式会社、三井化学株式会社

I. 概要

バイオテクノロジーは、従来、日本が世界にリードしてきた技術分野である。本拠点ではバイオテクノロジーの基礎を固める生物資源(=バイオマス)や遺伝子資源の開発・利用を担う農学と実際の化学物質生産に必須な発酵・反応・分離技術を培う工学を融合的に発展させすべての生物資源を可能な限り有効活用する物質生産(バイオプロダクション)の実学の確立を目指し、バイオプロダクションの基礎から製品化までを一貫したプロセスを体系化し、化成品原料、バイオプラスチック、機能性食品、医薬品などあらゆる化学製品を生物から生み出す研究成果を迅速かつ有効に社会へ発信するとともに、当該融合分野を担う人材を産学連携によって育成する。

1. 機関の現状

神戸大学の研究ポテンシャル: 本拠点化構想の主要構成メンバーは神戸大学内の「統合バイオリファイナリーセンター」、「先端膜工学センター」、そして「食の安全・安心科学センター」の何れかに属し、バイオマスに関連した農学的及び工学的利用に関する先端横断的な研究を推進している。

「統合バイオリファイナリーセンター」は、近年の化石燃料の枯渇問題に生物資源(=バイオマス)を用いて対応するために設立された日本で初めての研究センターであり、また再生可能な生物資源を原料にバイオコンバージョン(バイオマス変換技術)などによる環境調和型プロセスにて変換し輸送燃料・各種化学物質・先端材料などの多様な化学製品を統合的に生産する技術開発を行う研究センターである。

「先端膜工学センター」は、機能性膜技術に関する総合的な研究開発を推進している。本センターの特徴として、中空子膜に関する機能性の微細構造制御の設計と制御の関

する専門に特化している。この技術を用いて、本拠点化構想では生物生産のための水資源確保、そして生産されたバイオプロダクトの選択的分離技術の開発を行う。

「食の安全・安心科学センター」では食を巡る問題・不安要因をトレーサビリティ、HACCP・バイオモニタリングシステム、動物実験による実務レベルの安全性検証等の手法によって解決し、食の安全・安心科学の理論・技術を創出する。

本拠点に協働する各企業の研究ポテンシャル: 各協働機関(企業)における研究開発分野は、化成品、プラスチック及び繊維に関する化学製品全般から、機能性食品、医薬品そして農業にわたる分野に広がっており、各協働機関の活動拠点も国内のみならず、世界的規模で活動している企業が多い。

2. 拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

本研究拠点のビジョンは、農学と工学の融合による先端融合領域としての「バイオプロダクション」において、生物資源の基礎理解から物質生産までの要素技術を統合した、一貫したバイオプロダクションシステムを長期的に創出し、以下に示す研究部門へと発展させる。

「化成品原料/次世代燃料・バイオプラスチック・バイオ繊維」、「機能性食品・医薬品・農業」

3. 拠点化構想の内容

本拠点化構想では、神戸大学「統合バイオリファイナリーセンター」を中核に研究拠点形成を推進する。拠点長の下、本拠点の運営方針を決定する機関として「拠点運営委員会」を各センター群及び協働機関 12 社と組織し、諮問委員会の助言を反映させながら拠点の運営方針を決定する。更に拠点運営委員会の下、「融合領域人材育成委員会」、「協働研究推進委員会」、そして「開発・知財委員会」を設置し、人材育成、研究開発、そして知財等の取扱いに関してそれぞれ、運営と協議を随時行っていく。

4. 具体的な達成目標

- a. 絞り込み期間終了時(3年目)における具体的な目標
 - (1) 総括責任者、研究拠点長の責任の下に、3年目を目処に拠点運営を「統合バイオリファイナリーセンター」と共同して行う。
 - (2) バイオマス変換技術の国際的規模での展開を考え、海外の研究機関との提携を最低2箇所以上行う。特に、バ

イオマス資源が豊富な東南アジアの国との連携を強化する。

(3) 協働機関の企業との連携により、3種類以上の目的物質に関して、その物質生産を醗酵装置や反応装置において、フラスコレベルから生産プラントレベルまで段階的に装置容量の規模を拡大する。そのため、3年目までには実験台（ベンチ）に設置可能規模の醗酵装置や反応装置（ベンチスケールプラント）を「統合バイオリファイナリーセンター」内に設置する。

b. 中間時（7年目）における具体的な目標

(1) 本拠点の運営と「統合バイオリファイナリーセンター」の運営を一本化し、様々な企業の本研究拠点への参画を広く受ける相談窓口を設ける。

(2) 海外の研究機関との提携を5つ以上行い、1つ以上のナショナルプロジェクトへと発展させる。

(3) 協働機関との連携の中で、6つ以上の目的物質に関して、バイオマスからの工業的物質生産に関して、スケールアップ技術の確立を目指し、3種類に関してはベンチスケールプラントより装置規模の大きいパイロットスケールプラント、新規の3種類以上に関してはベンチスケールプラントの装置を設置する。

(4) 農学・工学が融合した「クロスラボ」の活用と、「バイオリファイナリー研究科(仮称)」の設立により、農工連携を担う人材を育成する。

c. 終了時（10年目）における具体的な目標

(1) 参画した全ての協働機関においてバイオマスからの目標物質の工業生産を実行する。

(2) 新たに5社以上の協働企業を受入れ、5つ以上の新しい目標物質の設定を行う。

(3) 本研究拠点の終了時には、「バイオリファイナリー研究科(仮称)」が中核となり、最低10以上の研究機関との国際研究プロジェクトを推進する。

(4) 「バイオリファイナリー研究科(仮称)」での人材育成、及び継続的な国内インターンシップ(協働機関)・海外インターンシップ(連携研究機関)による実践経験などにより、「農工連携」融合領域の産業界への継続的な人材を輩出させる。

5. 実施期間終了後の取組

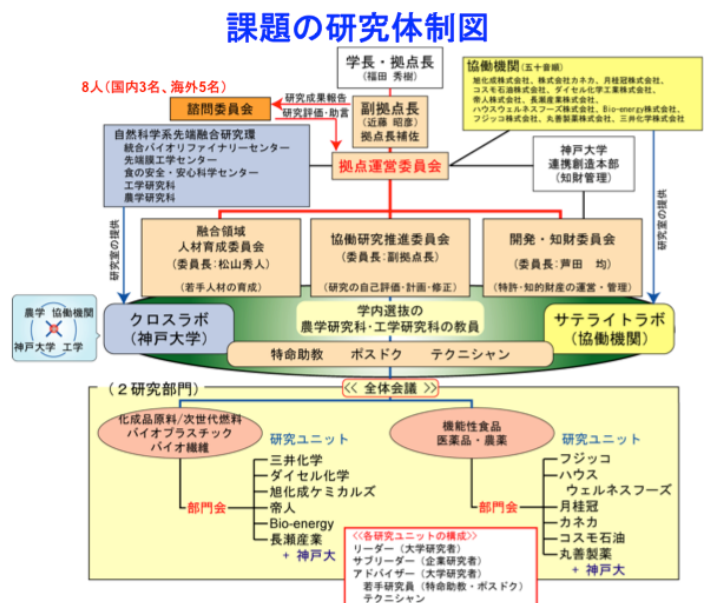
本研究拠点では、参画した協働機関から創出される知的財産に関して、企業における事業化の際にはロイヤリティーとして本拠点に一部還付することを付帯する。また、共同研究に関する協働企業を更に広く受入れ、「バイオプロダクション」イノベーション拠点を継続的に持続する。

6. 期待される波及効果

本拠点化構想は、生物資源を原料としたバイオリファイナリー研究に特化した研究拠点であり、バイオマスを原料とする石油代替に関する技術革新が主な内容であることから、これから10~20年先にその技術に関する需要が飛躍的に伸びると推測される。したがって、本拠点化構想が推進されれば、国内のみならず特にアジア地区における様々な農学及び工学に関連する研究機関に与えるインパクトは大きい。また、本拠点化構想の目的が達成された場合は、産業化・実用化につながる成果となつて、企業による市場創生や経済基盤の創生のための取組が本格化する。

7. 実施体制

本拠点の実施体制を図に示す。「拠点運営委員会」は拠点長、各協働機関(企業)、参画する学内の各センター長、連携創造本部長及び農学・工学研究科科長から構成される。そして「拠点運営委員会」(年2回開催)の下に「融合領域人材育成委員会」、「協働研究推進委員会」、及び「開発・知財委員会」を設置し、人材育成、自己点検・評価、及び知財等の取扱いに関して運営を行う(年4回開催)。拠点長は拠点運営委員会、併せて中核をなす協働研究推進委員会の委員長を務め、拠点の運営を的確・適切に取りまとめる。また、諮問委員会に対して、拠点の研究成果を毎年1回報告し、諮問委員会は本拠点形成の運営に



関して評価・助言を行う。

氏名	所属部局・職名	当該構想における役割
◎福田 秀樹	学長	総括責任者・拠点長としての全体総括及び化成品原料、次世代燃料へのバイオコンバージョンシステム開発に関する研究
近藤 昭彦	工学研究科・教授	副拠点長としての総括補助及びバイオナイロン、ポリ乳酸、バイオマス分解酵素に関する研究
松山 秀人	工学研究科・教授	膜分離による水資源確保システムの開発
森 敦紀	工学研究科・教授	ビルディングブロックの有機合成に関する研究
西野 孝	工学研究科・教授	バイオマス高分子体の構造物性評価に関する研究
西山 覚	工学研究科・教授	ビルディングブロックの有機合成に関する研究
芦田 均	農学研究科・教授	ポリフェノール類の有効利用に関する研究
大澤 朗	農学研究科・教授	プロバイオティクス開発に関する研究
山形 裕士	農学研究科・教授	果実部蓄積シグナルを応用したタンパク質の生産
今石 浩正	遺伝子実験センター・教授	P450 を応用したバイオコンピケム研究
水野 雅史	農学研究科・教授	プレバイオティクス開発に関する研究
土佐 幸雄	農学研究科・教授	作物植物の疾病防除に関する研究
丸山 達生	工学研究科・准教授	膜分離による水資源確保システムの開発
荻野 千秋	工学研究科・准教授	バイオナイロン、機能性リン脂質、タンパク質大量生産に関する研究
金丸 研吾	農学研究科・准教授	植物機能を利用したファインケミカルの開発研究
吉田 健一	農学研究科・准教授	有用イノシトール類の増産と利用促進に関する研究
山地 秀樹	工学研究科・准教授	微生物固定化及び培養工学に関する研究
田中 勉	自然科学系先端融合研究環・助教	バイオマス分解、タンパク質機能化に関する研究
原 拓志	経営学研究科・教授	実用化を目指した研究をするための経営マネジメントの指導
伊藤 宗彦	経済経営研究所・教授	実用化を目指した研究をするための経営マネジメントの指導
島田 智明	経営学研究科・准教授	実用化を目指した研究をするための経営マネジメントの指導
富永 圭介	分子フォトサイエンス研究センター・教授	先端的分子分光法による酵素反応における水と酵素活性、分子認識
大西 洋	理学研究科・教授	生体関連物質を水中計測するプローブ顕微鏡技術の開発
三村 徹郎	理学研究科・教授	植物細胞の形質転換法の改良
Virendra S Bisaria	自然科学系先端融合研究環・客員教授	化成品原料のバイオ生産に関する研究
中島 一紀	自然科学系先端融合研究環・助教	酵素反応プロセス開発及びメカニズムの解析
小宮 強介	旭化成ケミカルズ(株)・取締役常務執行役員	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
伊吹 一郎	旭化成ケミカルズ(株)化学・プロセス研究所・所長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
内田 喜実	(株)カネカQOL事業部・事業部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
岩崎 徹	コスモ石油(株)研究開発部・部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
弘中 克彦	帝人(株)先端技術開発センター・所長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
森脇 雅史	長瀬産業(株)研究開発センター・センター長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
渡辺 裕彦	ハウスウェルネスフーズ(株)・マーケティング技術本部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
奥平 武則	フジッコ(株)・専務取締役開発本部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
小川 進	丸善製薬(株)・取締役研究開発本部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画

秦 洋二	月桂冠(株)総合研究所・所長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画及びバイオプロダクションにおける麹菌における物質生産技術の開発
内藤 正徳	ダイセル化学工業(株)コーポレート研究所・所長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画及びバイオプロダクションにおけるバイオコンバージョンによる有用物質の生産
野田 秀夫	Bio-energy(株)・代表取締役社長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画及びバイオプロダクションにおける次世代燃料の生産に関わる研究
藤田 照典	三井化学(株)触媒科学研究所・所長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画及びバイオプロダクションにおけるバイオマスからの次世代燃料類の製造技術
久保田 昇	旭化成ケミカルズ(株)・マイクロザ技術開発部長	バイオプロダクションにおける水資源確保等に関わる高効率分離膜設計製造技術
小野 満司	旭化成ケミカルズ(株)化学・プロセス研究所・グループ長	バイオプロダクションにおけるバイオマスを原料とする高級アルコールの生産
井上 和彦	(株)カネカ新規事業開発部第二グループ・幹部職	バイオプロダクションにおける医薬品・機能食品のバイオ生産技術
笛木 正一	コスモ石油(株)研究開発部・担当グループ長	バイオプロダクションにおけるテトラピロール合成系化合物の生理活性解明とその産業利用
桑原 広明	帝人(株)新素材開発室・室長	バイオプロダクションにおける高性能バイオプラスチックの開発
劉 曉麗	長瀬産業(株)研究開発センター・チームリーダー	バイオプロダクションにおけるバイオマスからの有用ファインケミカル(石油代替)の研究開発
山本 憲朗	ハウスウェルネスフーズ(株)食品科学研究センター・主席研究員	バイオプロダクションにおける食品成分の機能性評価及び解析
吉田 正	フジッコ(株)研究開発室・係長	バイオプロダクションにおける食品機能成分の研究開発
高柿 了士	丸善製薬(株)・副本部長	バイオプロダクションにおけるシンバイオティクスの開発

(注) 協働機関の参画者については、実施責任者及び研究代表者のみ記載

8. 各年度の計画と実績

a. 平成20年度～22年度

(1) 計画

(a) 化成品原料・次世代燃料部門

(1) 水製造技術におけるバイオファウリングの機構解明と防止策の開発

- ・バイオファウリングの人工的再現
- ・膜構造の違いによるバイオファウリングの検討

(2) 廃棄物バイオマスからの次世代燃料生産に関する研究

- ・酢酸セルロースの前処理法の検討
- ・酢酸セルロース原料に適した発酵酵母の選定

(3) バイオマスからの次世代燃料類の製造技術

- ・大腸菌の新規細胞表面提示システムの開発
- ・酵素工学的手法を用いた大腸菌触媒の質的改善

(b) バイオプラスチック・バイオ繊維部門

(1) バイオマスからの高性能バイオプラスチック原料の生産技術の構築

- ・ポリケタイド生合成オペロン遺伝子群を用いた、多様な2次代謝産物生産放線菌の構築、および生産される2次代謝産物の同定

(2) 乳酸菌の細胞表面工学を用いたバイオマスからの乳酸の生産

- ・選択的生産を可能にする代謝工学研究
- ・デンブレンからの乳酸の直接発酵

(c) 機能性食品部門

(1) 酵母細胞表面技術を用いた医薬品・機能食のバイオ生産技術の構築

- ・デンブレン資化酵素表面提示した機能性ポリペプチド生産酵母の構築

- ・機能性ポリペプチド生産酵母によるバイオリクターでの発酵特性解析

(2) 麹菌を宿主とするタンパク質・ペプチド関連物質生産技術の開発

- ・デンブレン質バイオマス分解酵素の麹菌での大量発現系の構築

- ・HIV阻害ペプチドの麹菌での大量発現系の構築

(3) 機能性リン脂質の製造技術に関する研究

- ・放線菌タンパク質発現系でのリン脂質代謝酵素の大量分泌発現系の構築

(4) 機能性ポリフェノール含有食品素材の開発

- ・培養細胞系スクリーニング試験を用いたポリフェノール化合物の有効性評価

- ・有効化合物について、培養細胞等の試験管内での作用機構解明と安全性試験を実施

(5) ダイズ、イネ、コムギを原料とする有用イノシトール類のバイオプロダクション

- ・原材料となるダイズおよびイネの非食用部を評価、適性品種の選定
- ・ピニトール生産に用いる高温バチルス菌の育種

(D) 医薬品・農薬部門

(1) テトラピロール合成系化合物等の産業利用および新規植物バイオマスの開発

- ・テトラピロール系化合物の生理作用評価
- ・5'-ALAを細胞内蓄積する植物、脂肪酸合成能が亢進した植物、低窒素環境で生育可能な植物の作出

- ・新規植物バイオマスの開発にむけたトマト、コムギ、ナタネ、スイカの栽培・形質転換環境の整備

(2) 新規シンバイオティクスの開発

- ・タンナーゼ産生乳酸菌配合緑茶抽出物の腸溶性カプセル試作品の性能検査
- ・血中内微量カテキン量の高速液体クロマトグラフィーによる定量法の確立
- ・個々人腸管に定着するビフィズス菌の定着特性の解析と「定着型別」法の確立

b. 平成 23 年度～26 年度

(1) 計画

- (a) 化成品原料・次世代燃料部門
- (b) バイオプラスチック・バイオ繊維部門
- (c) 機能性食品部門
- (D) 医薬品・農薬部門

(2) 上記(a)～(D)の各バイオプロダクション項において、協働機関との連携を進め、ベンチスケールプラントでの物質生産へ移行を行う。また、新規協働機関の探索を行い、1～3 社程度の新規参画を企画する。

c. 平成 27 年度～29 年度

(1) 計画

- (a) 化成品原料・次世代燃料部門
- (b) バイオプラスチック・バイオ繊維部門
- (c) 機能性食品部門
- (D) 医薬品・農薬部門

(2) 上記(a)～(D)の各バイオプロダクション項の全てにおいて、ベンチスケールプラントへの移行を完了し、場合によっては、パイロットスケールでの物質生産の施行を行う。

9. 年次計画

項目	1年度目	2年度目	3年度目	4年度目	5年度目	6年度目	7年度目	8年度目	9年度目	10年度目
◎機関全体としての拠点化構想 拠点化に向けた委員会設置	←									→
「バイオリファイナリー専攻及び研究科」の設置			←		専攻の設置	→	←	研究科の設置		→
本拠点の統合バイオリファイナリーセンターとの融合							←			→
◎調整費充当計画 委員会設置に向けた特命教授の雇用	←									→
研究費及び旅費	←									→
若手研究者の雇用と留学費用	←									→
実レベルの発酵装置及び反応装置の試作			←							→

10. 諮問委員会

委員	所属
(研究実施者) ○福田 秀樹 近藤 昭彦 芦田 均 松山 秀人	学長 (拠点長) 工学研究科 教授 副拠点長 (協働研究推進委員会・委員長) 農学研究科 教授 (開発・知財委員会・委員長) 工学研究科 教授 (融合領域人材育成委員会・委員長)
(外部有識者) 小林 猛 新名 惇彦 清水 昌 Colin Webb Stefan Stahl Pierre Monsan Gergi Georgiou Yoon-Mo Koo	中部大学 教授 (名古屋大学名誉教授) 奈良先端科学技術大学院大学 理事・副学長 京都大学 名誉教授 Professor, The University of Manchester, Department of Chemical Engineering and Analytical Science (England) Professor, Department of Molecular Biotechnology, Royal Institute of Technology, AlbaNova University Center (Sweden) Professor, Department of Biochemical Engineering, INSA Toulouse (France) Professor, University of Texas at Austin, Department of Chemical Engineering (U.S.A) Professor, Department of Biological Engineering, Inha University (Korea)