

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 30 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)、江崎グリコ(株)、(株)カネカ、月桂冠(株)、コスモ石油(株)、ダイセル化学工業(株)、帝人(株)、長瀬産業(株)、日東電工(株)、(株)日本紙パルプ研究所、(株)日本触媒、ハウスウェルネスフーズ(株)、Bio-energy(株)、フジッコ(株)、三井化学(株)

I. 概要

本拠点では、バイオプロダクションを実用化してグリーン・イノベーションを達成し、持続可能な低炭素社会の実現を目指す。農学と工学の融合による先端融合領域において、神戸大学が優位性と独自性を誇る 6 つのコア研究領域「リサーチエンジン」を、産・産・学連携で発展させて確立する。バイオマス増産から、スーパー微生物(細胞工場)を用いた一貫バイオプロセスによる基幹化学品生産、分離・化学プロセスによる製品化までプロセスイノベーションを達成してバイオベース製品を実用化するとともに、新規物質を生み出すプロダクトイノベーションに展開する。

1. 機関の現状

神戸大学は各分野での日本の“強み”を有機的に融合し、本拠点化構想をもとに国際的なレベルの研究開発拠点としてわが国でも唯一の地位を築いてきた。特に、神戸大学は国内大学機関において唯一「統合バイオリファイナリーセンター」を設置し、バイオリファイナリー研究拠点として国内随一のポテンシャルを持つ。これまでバイオ燃料開発やバイオベース化学品生産を目指す多くの大型研究開発を主導した実績があり、その細胞表面提示技術や合成生物学技術の開発成果は、世界的に高く評価されている。また、神戸大学先端膜工学センターは膜分離分野に特化した日本で唯一の研究拠点であり、膜工学とバイオリファイナリー技術の有機的な統合を可能としている。さらに、バイオファインケミカルの製造にも対応するため、農学研究科の「食の安全・安心科学センター」や他研究科の様々な領域とも組織的に連携した体制を構築しており、これらは国内に例を見ない拠点となっている。バイオマス育種に関しても、農学研究科の強い基盤を活用するとともに、国内トップの実力を持つ他機関とも強力に連携を行う体制を構築している。さらに、当該分野を代表する国内有力企業群が集結しており、国内でも類を見ない拠点を形成するに至っている。本拠点では企業研究者や大学の若手研究者を養成する教育機関としての拠点化も進め、今後の日

本のバイオリファイナリー産業の発展を担う人材を輩出しつつある。農と工が連携して、バイオマス育種から一貫プロセス開発までを統合的に行うとともに、独自技術を有する有力企業群と協働研究体制を整備して実用化を目指している先端的な研究拠点は、国際的にも先例はなく、本拠点の独自性と唯一性を国内外に対して際立たせる特徴となっている。

2. 拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

バイオリファイナリーは、巨大な市場を創出して工業や農林水産業を活性化しながら、化石資源への全面依存から脱却して低炭素社会を構築することで、資源・エネルギー安全保障を確保するとともに、地球温暖化防止に大きく貢献する重要性の高い研究分野である。このためには、バイオマス増産や有用生物資源の取得を得意とする「農学」と、物質生産の効率化やプロセス化を得意とする「工学」の広範囲な学術領域を融合して、バイオプロダクションを実現することが極めて重要であり、先端融合領域として取り組む必要がある。

3. 拠点化構想の内容

神戸大学は協働機関との協働研究の進展に応じて、使用用途の異なる 3 つの学内研究施設を協働機関に提供し、協働研究を円滑に行える環境整備を整えた。また企業経験者や外国人研究者などの多様な人材を雇用し、世界的規模でのネットワーク構築を行っている。また、人材の流動化に向け、特命教員やポスドクの年俸制を導入しており、より優れた研究者の確保と育成に努めていく。

参画する 15 協働機関からは、多数の技術者・研究者が本事業に従事し、本拠点化の推進に十分なコミットメントを確保している。拠点長・副拠点長の強いガバナンスにより、各協働機関が拠点内で競合せず補完的で明確な役割を担っており、強力に連携した拠点運営を進める。独自の知財システム「バイオレストラン」のもとに、各協働機関の特徴を最大限に発揮し、技術移転などを含めた産・産・学の連携を円滑に行える体制を構築する。

また本拠点では、バイオマスや微生物等の科学的知識、プロセス各工程における化学工学的知識、物質生産に求められる経済性を含めた総合的理解を基に、世界的情勢を考慮しながら判断できる人材を育成する。

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拠点運営を「統合バイオリファイナリーセンター」と共同で行う。
 - (2) 海外の研究機関との提携を最低 2 箇所以上行う。バイ

オマース資源が豊富な東南アジアの国との連携を強化する。
 (3) 3種類以上の目的物質に関し、物質生産を醗酵装置や反応装置において、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) 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のスケールアップ技術確立を目指す。3種類に関しては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3社程度の協働企業を受入れ、3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

7. 実施体制

本拠点では、神戸大学「統合バイオリファイナリーセンター」を中核に、農学研究科、工学研究科、及び関連研究領域(理学研究科など)より選抜された研究者によって研究拠点を運営する。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15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、開発・知財委員会を設置し、人材育成、研究開発、知財等の取扱いに関して運営と協議を継続して行う。4つの研究部門を設置し、そして各部門に神戸大学の複数の研究者と協働機関の研究者から構成される研究ユニットを設置し、継続的な拠点運営と研究展開を行う。

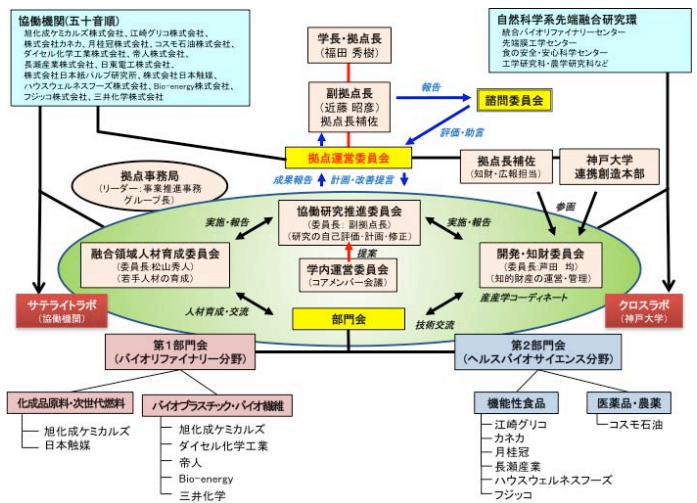
成、及び継続的な国内インターンシップ(協働機関)・海外インターンシップ(連携研究機関)による実践経験などにより、「農工連携」融合領域の産業界への継続的な人材を輩出させる。

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は、企業における事業化の際に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

大学を核とした15協働機関によってバイオプロダクションを統合的に実施する研究拠点は日本国内で唯一である。今世紀の潮流になるバイオマスを用いたグリーン・イノベーションを本拠点から世界的に発信できれば、環境技術面で世界をリードすることが可能となり、学術的、経済的な波及効果は極めて大きい。また温暖化防止の観点からも、大幅な温室効果ガスの排出量削減が期待でき、その社会的波及効果は大きい。また、工業に加えて農林水産業も活性化するため、波及効果が幅広い。さらに、本拠点の特徴である産・産・学連携によるプラットフォーム構築をもって、世界的潮流の技術革新における激しい開発競争に打ち勝てれば、新しい産・学連携システムとしても高く評価されるため、本拠点構想の波及効果は計り知れない。



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
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	バイオファインケミカル開発に関する研究
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ビケム研究
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
吉田 健一	農学研究科・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
荻野 千秋	工学研究科・准教授	バイオナイロン、機能性素材に関する研究
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
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
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
松田 史生	自然科学系先端融合研究環・准教授	アーミング酵母、高級アルコール、次世代燃料に関する研究
蓮沼 誠久	自然科学系先端融合研究環・講師	細胞工場の合成生物学に関する研究
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
石井 純	自然科学系先端融合研究環・特命助教	細胞工場を用いた化成品原料生産に関する研究
岡井 直子	自然科学系先端融合研究環・特命助教	バイオプラスチック・バイオ繊維原料生産に関する研究
岡崎 文美	自然科学系先端融合研究環・特命助教	前処理プロセスにおける酵素大量生産に関する研究
原 清敬	自然科学系先端融合研究環・特命助教	バイオファインケミカル大量生産技術に関する研究
伊吹 一郎	旭化成ケミカルズ(株)・執行役員 研究開発総部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
栗木 隆	江崎グリコ(株)・取締役常務執行役員 研究部門統括 研究本部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
内田 喜実	(株)カネカ 執行役員 QOL 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
大倉 治彦	月桂冠(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
熊谷 仁志	コスモ石油(株)・研究開発部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
島 幸治	ダイセル化学工業(株)・取締役常務執行役員 研究統括部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
友納 茂樹	帝人(株) 融合技術研究所 第一研究室長	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高性能バイオプラスチックの開発
志水 修三	長瀬産業(株) 研究開発センター長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
廣瀬 雅彦	日東電工(株)・メンブレン事業部開発部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画及び膜アプリケーション技術の開発
森井 博一	(株)日本紙パルプ研究所 常務取締役 研究所長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
喜多 裕一	(株)日本触媒・取締役専務執行役員 企画開発本部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
山本 佳弘	ハウスウェルネスフーズ(株) 取締役 研究生産本部長	協働機関の代表として拠点運営委員会の運営に参画
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有用物質生産の工学的検討
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

田脇 新一郎	三井化学(株)・触媒科学研究所長	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微生物を宿主とした有用化学品製造実用化触媒の研究開発
久保田 昇	旭化成ケミカルズ(株)・膜水処理事業部 マイクロザ技術開発部長	水資源確保等に関わる高効率分離膜設計製造技術の開発
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	バイオマスを原料とする高級アルコールの生産プロセスの開発
高田 洋樹	江崎グリコ(株)健康科学研究所 主幹研究員	抗メタボリックシンドローム効果を有する食品素材の作製
前 辰正	(株)カネカ・QOL 事業部技術統括部戦略企画チームリーダー	医薬品・機能食品のバイオ生産技術開発
秦 洋二	月桂冠(株)・総合研究所 所長	麹菌による物質生産技術開発
藤本 尚則	コスモ石油(株)研究開発部 担当グループ長	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
松山 彰収	ダイセル化学工業(株)・グリーンプロダクト開発センター 所長	バイオコンバージョンによる有用物質の生産
劉 曉麗	長瀬産業(株)・研究開発センター センター長補佐	バイオマスからの有用ファインケミカル(石油代替)の研究開発と工業化
池水 昭一	(株)日本紙パルプ研究所・バイオマス利用活用グループリーダー	リグノセルロース原料の前処理とその応用研究開発
向山 正治	(株)日本触媒 GSC 触媒技術研究所 主任研究員	アルコール発酵プロセスの研究開発
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	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	食品機能成分の研究開発

(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を記載した。

8. 各年度の計画と実績

a. 平成 20 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ィウリングの機構解明と防止策の開発
- (2) バイオマスからの次世代燃料生産に関する研究
- (3) バイオマスからの次世代燃料類の製造技術

(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
- (2) 細胞表層工学を用いたバイオマスからの乳酸生産

(c) 機能性食品部門

- (1) 酵母細胞表層技術を用いた医薬品・機能性食品のバイオ生産技術の構築
- (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
- (3) 機能性リン脂質の製造技術に関する研究
- (4) 機能性ポリフェノール含有食品素材の開発
- (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

(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
- (2) 新規シンバイオティクスの開発

(2) 実績

上記 4 部門それぞれにおいて標的化合物の発酵生産、及び実用化に向けた一貫プロセスの基盤となるための研究開発を行った。合成生物学及び細胞表層提示技術をそれ

ぞれの標的化合物に対して最適化するための指針を見出すことに成功し、バイオプロダクション研究における基礎技術を開発した。また、拠点運営委員会をもとに拠点運営を進め、知財システムであるバイオレストランの導入を図った。更に、多様な人材を参画させ、研究開発及び人材育成の両方を進めた。

b. 平成 21 年度

(1) 計画

昨年度に引き続き 4 部門の研究開発を進める。特に研究が進んでいる領域に関してはベンチスケールへのスケールアップを行うことでプロセスイノベーションを推進し、また新規標的化合物を新たに開発することでプロダクトイノベーションを進める。また、拠点の運営方法を改善することで産・産・学連携をより深め、企業間での連携をもとにイノベーションを加速する。

(2) 実績

上記 4 部門それぞれにおいて標的化合物の発酵生産、及び実用化に向けた一貫プロセスの基盤となるための研究開発を行った。研究が進んだ化合物においてはプラスコスケールからベンチスケールへの移行を開始し、実用化に向けた開発フェーズを進めることができた。更に、拠点運営委員会をもとに拠点運営における問題点を抽出し、研究開発、知財システムを含めて改良を行った。また、企業と大学の研究者の交流をより深め、多角的な視野を持った人材を育成するとともに、海外から多数の研究者を招聘し、情報交換及び研究交流を通して世界的な拠点となるための基盤を構築した。

c. 平成 22 年度

(1) 計画

昨年度に引き続いてバイオプロダクションに関する研究開発を進める。スケールアップへ移行する化合物の種類を増やすとともに、プロセスイノベーションを進める。また、これまで開発してきた拠点のコア技術であるリサーチエンジンを、イノベーションの達成のために活用しやすい基盤技術として整備する。更に、拠点長の強いガバナンスのもと、拠点における各協働機関それぞれにおける拠点での役割を再度明確にし、大学、企業が有機的に連携することで世界をリードする拠点へと発展させる。

(2) 実績

20 種類の標的化合物の発酵生産に成功し、さらにその中で 5 種類がベンチスケールでのバイオリアクターを用いた発酵生産に成功した。更に、1000L 規模以上でのスケールアップ実証に 2 つの化合物が成功している。更に、複数の企業と大学が連携することで達成できる一貫プロセスの開発にも成功し、世界をリードするための拠点となりつつある。また、リサーチエンジンを活用することで研究開発のスピードアップが顕著に見られている。

d. 平成 23 年度

(1) 計画

これまでの研究成果及び世界の情勢をもとに、実用化研究を加速させるため研究部門を「次世代燃料・化成品原料」、「バイオプラスチック・バイオ繊維」、「バイオフィンケミカル」、「基盤技術開発」へと改変する。また、拠点のコア技術である「リサーチエンジン」を更に充実させ、バイオプロダクションを実用化してイノベーションを起こしていく。更に、この拠点でしかなし得ない産・産・学連携を押し進め、バイオマスを活用した低炭素産業の育成の足がかりとする。

e. 平成 24 年度～30 年度

(1) 計画

上記の研究開発を進め、プロセスイノベーションとプロダクトイノベーションの両方を達成することでバイオプロダクションを実現し、グリーン・イノベーションを達成する。また、バイオコンビナートの形成を目指し、日本から世界に向けたイノベーションの発信と低炭素産業に貢献できる広い視野を持った人材の育成を図る。

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	学長 (拠点長)
近藤 昭彦	工学研究科 教授 副拠点長 (協働研究推進委員会・委員長)
芦田 均	農学研究科 教授 (開発・知財委員会・委員長)
松山 秀人	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	中部大学 客員教授 (名古屋大学名誉教授)
新名 惇彦	奈良先端科学技術大学院大学 理事・副学長
清水 昌	京都学園大学 教授 (京都大学名誉教授)