

## (2)「食料・生物生産研究」

- ・ 本文
- ・ 補完的課題

### (2-1) 食料・生物生産研究連携群の目標

ライフサイエンス分野の連携施策群「ポストゲノム」は基礎・基盤研究から医療・食料生産・環境分野の応用研究まで広範囲の領域が含まれることから、より緊密な施策の連携を進めるために、平成19年度より連携施策群「食料・生物生産研究」が設置された。食料を巡る背景には、中長期的には世界の食料需給のひっ迫が予測されることや、我が国の食料自給率が年々低下し、主要先進国の中では最低の水準であり、食料安全保障上の課題となっていること等が挙げられる。また、地球温暖化等の地球規模の環境問題への関心が高まりつつある中で、高温や乾燥に適応できる作物や栽培技術の開発や、生物機能を活用した土壌浄化や低農薬・低化学肥料が可能となる循環型農業生産は、省エネルギー、省資源による食料生産や環境の保全や負荷低減につながるものと期待される。さらに、製造プロセスの省エネルギー化や環境負荷の低減のための技術開発が一層求められており、生物機能を活用したものづくりは、そのための有力な解決策の一つであると考えられる。

このため、食料・生物生産研究連携群では、環境と調和の取れた安全な食料の生産・供給、ならびに生物の機能活用による物質生産のための基盤技術の構築を目指し、植物等の生命現象の生理・生化学的解明の研究を踏まえ、生物が持つ機能を活用して、食料やバイオマス等の生産力を高めるための研究開発の強化策を、府省連携のもとに検討し実施することを目標とした。また、近年、食の安全・安心に関する関心も高まっており、科学的な見地から食品や農産物の安心・安全を確保していく取組みを推進することも目標とした。

### (2-2) 食料・生物生産研究連携群の活動

#### 府省間等の連携活動

##### 連携システムの構築

- ・ 食料・生物生産研究に係る打合せ、タスクフォースの開催状況

平成19年度は、内閣府主催の食料・生物生産研究に係る打合せ会合（関係府省担当官と有識者委員からなる「食料・生物生産研究」連携施策群全体会議）を8回、支援業務室主催のタスクフォース（主監、内閣府、有識者等からなる作業部会）を6回開催し、食の安全・安心や食料生産、生物による物質生産に関する、各府省の施策の重複についての確認、遺伝子組換え作物の実用化をめぐる国内現状に関するヒアリング等を行い、植物における遺伝子組換え技術の今後の展開方向を中心に検討等を行った。

平成20年度は、食料・生物生産研究に係る打合せ会合およびタスクフォースを3回行い、科学技術連携施策群「食料・生物生産研究」として、GMO（遺伝子組換え農作物）の実用化研究の実施に向けた検討を行い、第一次取りまとめ「円滑な屋外栽培試験の促進に関する推進方策」を策定した。

平成21年度は食料・生物生産研究に係る打合せ会合を6回、タスクフォースを8回(内、係る打合せ会との同時開催は6回)行い、海外におけるGMO研究およびGMOの社会受容の状況について検討した。また、米国における植物科学研究の現状と今後の方向性に関して、米国国立科学財団(NSF)と意見交換を行った。さらに、微生物、植物、昆虫(特にカイコを中心にして)、動物(家畜・家禽)、魚類を中心に生物生産における研究の現状と将来方向について検討し、第二次取りまとめ「生物生産研究の推進・強化に向けた推進方策」として策定した。

#### 予算への反映

##### ・重複排除など効率的な施策推進

食料・生物生産研究に係る打合せ、タスクフォースにおいて、関係府省から食の安全・安心や食料・生物生産研究に係る施策のヒアリングを実施し、重複の排除など、効率的な施策の推進に努めた。

##### ・ライフサイエンス分野推進戦略の効果的推進

総合科学技術会議の第3期科学技術基本計画(平成18~22年度)の下のライフサイエンス分野推進戦略を府省横断的に推進するため、戦略重点科学技術「国際競争力を向上させる安全な食料の生産・供給科学技術」、「生物機能活用による物質生産・環境改善科学技術」に該当する施策及び関連施策について情報交換・意見交換を実施し、その中で、平成20年度概算要求に向けての各府省の取組についても情報交換を行った。

#### 補完的に実施すべき研究開発課題(補完的課題)の選定

食料・生物生産研究に関わる各分野の検討・議論の結果、補完的に実施すべき研究開発課題として、平成19年度に「持続的植物生産のための植物・微生物間相互作用の解析研究」を選定した。

#### 関係府省間での成果等の活用

##### ・情報発信・成果共有による成果の利活用促進

平成20年度は食料・生物生産研究連携群シンポジウム「環境・エネルギー・食料の課題解決に貢献するゲノム育種の現状と将来展望」を開催し、今後のGMO技術の果たすべき役割とその展望について議論した。また平成21年度は「生物機能を活用した食料生産・物質生産への新たな光」というタイトルでシンポジウムを開催し、生物による物質生産に係る研究に焦点を当てて、関係府省の取組状況を紹介するとともに、補完的課題で行っている、植物と微生物のゲノムレベルでの共生関係に関する最新の研究成果を紹介した。

## 科学技術連携施策群「食料・生物生産研究」俯瞰図



食品健康影響評価技術研究 (H17-) (食)

牛海綿状脳症(BSE)及び人獣共通感染症の制御のための技術開発 (H15-H19) (農)

食品・農産物の表示の信頼性確保と機能性解析のための基盤技術の開発 (旧施策名: 安全で信頼性、機能性が高い食品・農産物供給のための評価・管理技術の開発) (H18-H22) (農)

食品

食の安心・安全確保推進研究 (H17-) (厚)

鳥インフルエンザ、BSE等の効率的なリスク管理技術の開発 (H20-H24) (農)

## 科学技術連携施策群「食料・生物生産研究」施策一覧

各省施策	府 省 名	当該連携施策群の中 での位置付け及び政 策・成果目標	成果と研究目標の進 捗状況	予算額（百万円）				執行額（百万円）			
				H19	H20	H21	合計	H19	H20	H21	合計
連携施策群 計											
食品健康 影響評価 技術研究 (H17-)	内 閣 府 (食 品 安 全 委 員 会)	透明性・信頼性の高い食品健康影響評価(リスク評価)手法を開発するため、研究領域設定型の競争的資金制度を活用して、リスク評価に関するガイドライン・評価基準の策定等に資する研究を実施する。	平成 21 年度までに 27 課題の研究を実施した。このうち 8 課題についてリスク評価ガイドライン・評価基準の策定等に活用されている。また、これ以外の課題についても評価基準等の策定には至っていないが、新たな知見として活用されている。	364	364	323	1,051	360	347	320	1,027
植物科学 研究事業 (H12- )	文 部 科 学 省	食糧問題や環境・エネルギー問題等の地球規模の問題解決に資する植物科学の基盤技術を確立する。そのため、シロイヌナズナ等のモデル植物を中心とした植物の生産機能、代謝調節に関わるメタボローム基盤技術と最先端ゲノム技術を駆使し、植物の質的量的生産性向上に関わる遺伝子機能を探索して植物の新機能を開発する。また、研究を効果的・効率的に推進するため、国内外の研究機関や大学、企業等との有機的な連携を図る。	植物科学研究センターでは、モデル植物や作物、樹木の代謝関連遺伝子ネットワークの解析のためにメタボロームと遺伝子発現の統合解析基盤を構築し、更に拡大整備に向けた技術開発を進め、大学や他省庁の研究機関と連携協力により植物の量的、質的な生産力向上に関わる有用遺伝子や代謝産物の制御ネットワークの探索と作物や樹木への応用展開を推進している。また、国際連携を進め、食料やバイオマス生産の向上、作物のストレス耐性、病害虫耐性などに関わる植物研究を推進し、H20 年度からは木質バイオマスに向けた有用遺伝子導入ポプラの作出に成功し、圃場での栽培に向け中国・南京林業大学との本格的な共同研究に着手している。	1,599	1,519	1,478	4,596	1,599	1,519	1,478	4,596

<p>革新的タンパク質・細胞解析研究イニシアティブ(ターゲットタンパク研究プログラム)(H19-H23)</p>	<p>文部科学省</p>	<p>現在の技術水準では解明が極めて困難であるものの、学術研究や産業振興に欠かせない重要なタンパク質をターゲットに選定し、タンパク質の生産・解析・制御等を一体としてそれらの構造・機能解析を目指している。このため、食品・環境等の産業応用等に向けてターゲットとなるタンパク質の構造・機能解明を行う研究を進める。</p>	<p>高難度タンパク質の構造・機能解析に必要な技術開発拠点の構築をすすめた。また、「植物の生産性の向上」、「有用な物質の生産(抗生物質、キラル化合物、機能性糖類)」、「新規二酸化炭素固定系」に関わるターゲットタンパク質の解明が進んでいる。特に、「植物の生産性の向上」については、植物の生長を制御する植物ホルモン、ジベレリンの受容体GID1によるジベレリンの分子認識の仕組みと受容体の分子進化の過程を明らかにするとともに、植物の成長や耐乾燥性、耐塩性などの制御に働く重要な植物ホルモンであるアブシジン酸(ABA)とその細胞内受容体の立体構造を決定し、植物細胞内においてアブシジン酸シグナルが伝達する機構を解明するなど多くの成果が出てきている。</p>	5,527	5,200	5,000	15,727	5,521	5,200	5,000	15,721
<p>ナショナルバイオリソースプロジェクト</p>	<p>文部科学省</p>	<p>ナショナルバイオリソースプロジェクトは、ライフサイエンス研究の基礎・基盤となるバイオリソース(動物、植物等)について収集・保存・提供を行うとともに、バイオリソースの質の向上を目指し、保存技術等の開発、ゲノム等解析によるバイオリソースの付加価値向上により時代の要請に応えたバイオリソースの整備を行うものである。また、バイオリソースの所在情報等を提供する情報センター機能を強化する。</p>	<p>27種のバイオリソースについて、収集、保存、提供体制の整備を行い、多くのリソースで優れた成果が得られた。特にラットは、世界最大規模を誇る保有数と多型・ゲノム情報が整備され、ショウジョウバエは、国際的な視野に立った運営体制、ミヤコグサ・ダイズについては我が国独自の品揃えやゲノム解析との連携など、世界最高水準のリソースとして極めて高い成果をあげている。</p>	1,774	1,398	1,368	4,540	1,774	1,398	1,368	4,540

<p>食の安心・安全確保推進研究 (H17- )</p>	<p>厚生労働省</p>	<p>食料・食品の安全と消費者の信頼の確保に関する研究開発を重要な研究開発課題とし、食料・食品の生産から加工・流通及び消費に至る食品供給行程(フードチェーン)全般について、リスク分析に資する研究開発を行うとともに消費者の信頼を確保するための技術を開発する。</p>	<p>・BSE に関する最新の知見を収集し、食品を介する BSE リスクの解明を進めるとともに、食品中の微生物迅速検査手法を開発を進めた。          ・効果的かつ効率的なリスクコミュニケーションを推進するためリスクコミュニケーションの手法の改善に取り組んだ。          ・急性参照毒性量など、従来のリスク評価手法のみならず、新たな評価手法に対応する科学的根拠を整備するとともに、管理に資する検査技術等を併行して開発を進めた。</p>	<p>1,491</p>	<p>1,752</p>	<p>1,531</p>	<p>4,774</p>	<p>1,491</p>	<p>1,752</p>	<p>1,531</p>	<p>4,774</p>
<p>アグリ・ゲノム研究の総合的な推進 (H19-H23)</p>	<p>農林水産省</p>	<p>生物の設計図であるゲノム情報を活用して、病気に強いブタや肉質の良いブタなど付加価値の高い畜産物を短期間で育種するために必要な知見の集積をするとともに、医療研究用モデルブタの開発、カイコを利用した医療用試薬等に用いるタンパク質生産を実用化に結びつけるための技術開発等を実施する。</p>	<p>これまでに、遺伝子組換えカイコを用いた臨床検査試薬としての抗体生産について、厚生労働大臣による産業利用の第2種使用の承認を取得したほか、豚肉の霜降りが2倍になる種豚「ポーノブラウン」を開発するなど、研究成果の実用化へ大きく近づいている。</p>	<p>3,239</p>	<p>442</p>	<p>440</p>	<p>4,121</p>	<p>3,239</p>	<p>442</p>	<p>437</p>	<p>4,118</p>

<p>アグリバイオ実用化・産業化研究 (H16-H20)</p>	<p>農林水産省</p>	<p>「バイオテクノロジー戦略大綱」に示されたバイオ関連産業の跳躍を実現するため、公的研究機関の有する研究成果について、民間企業との連携の下、ビジネスに直結させるための研究開発に取り組む必要があることから、食料・環境分野の研究開発の発展や新産業の創出を目指して、農林水産省所管の独立行政法人の有する技術シーズを基に産学官連携による実用化・産業化研究のための研究開発を行う。</p>	<p>豚の子宮深部注入用カテテル、呈味増強物質探索システム、アレルギーの定量・可視化試験の受託サービスなど事業化・製品化に至ったもの、DNA マーカー情報を用いた腫瘍消滅能を有する実用鶏品種、豚胚の動物由来物質を含まない体外生産・輸送・保存用培地、遺伝子組換えカイコによる蛍光絹糸及び極細繊維度絹糸など実用化可能な段階まで至ったものなど、これらの成果は社会・経済などに及ぼす効果も高いと考えられることから、プロジェクト全体としての目的は概ね達成された。</p>	<p>618</p>	<p>454</p>	<p>-</p>	<p>1,072</p>	<p>598</p>	<p>454</p>	<p>-</p>	<p>1,052</p>
<p>食品・農産物の表示の信頼性確保と機能性解析のための基盤技術の開発(安全で信頼性、機能性が高い食品・農産物供給のための評価・管理技術の開発) (H18-H22)</p>	<p>農林水産省</p>	<p>農産物の国際流通が加速化され、食品成分や原産地表示等の安全・信頼性について消費者の関心が高まる中、高度な製造プロセスやチェック体制等、農場から食卓まで一貫した食の安全・信頼性の確保が求められている。また、少子高齢化や生活習慣病の増加を背景として、国民の健康に対する関心も高く、消費者は健康に良く安全な食品・農産物の提供を求めるとともに、生産者はこれらのニーズを踏まえた高付加価値の農産物の生産についての関心を高めている。このような状況のもと、国産農水産物の安全と信頼性の確保による需要促進と食事バランスによる健康の維持増進を目的として、安全で信頼性、機能性が高い食品・農産物供給のための評価・管理技術の開発を行う。</p>	<p>H20 より信頼性と機能性の2本柱で「食品・農産物の表示の信頼性確保と機能性解析のための基盤技術の開発」として研究開発を進めている。これまでの主な成果としては、妥当性確認されたいちご・米の品種、玉ねぎ、カボチャの産地判別技術については、マニュアルとしてウェブサイト公開するとともに、これまでに開発済みの手法の一部は、すでに公的検査機関において実施されている。また、食品・農産物の機能性解析についても、青果物やその加工品に含まれる代表的な機能性成分であるカロテノイド類・アントシアニン類の妥当性確認された定量分析手法の開発、ゴマリグナンの脂質代謝に与える影響の遺伝子レベルでの解明など、多くの成果があがっており、民間企業による製品の実用化も進められている。</p>	<p>714</p>	<p>340</p>	<p>329</p>	<p>1,383</p>	<p>714</p>	<p>340</p>	<p>329</p>	<p>1,383</p>

<p>新農業展開ゲノムプロジェクト (H20-H24)</p>	<p>農 林 水 産 省</p>	<p>これまでのイネゲノム研究の成果を踏まえ、食料、環境、エネルギー問題の解決に貢献する作物を作出するという目標に向け、研究を推進するための材料となる基盤を整備するとともに、新たな農業上有用な遺伝子の機能解明を進め、DNA マーカー育種技術や遺伝子組換え技術を活用した作物開発に取り組む。また、遺伝子組換え作物の安全信頼の確保のため遺伝子拡散防止技術や GMO の検知技術の開発等を行う。</p>	<p>イネの種子幅を増加させる遺伝子やオオムギの皮裸性に関する遺伝子、イネの分げつ(株数)を調節するホルモンの発見など、Nature を初めとする世界の主要な科学雑誌・学会誌に論文が掲載された。また、遺伝子組換え技術による血圧調整機能を有する GABA を多く含むコメの作出や、DNA マーカー育種技術による良食味でいもち病に強い「ともほなみ」や沖縄に適した良食味品種「ミルクィーサマー」の品種登録出願など、作物開発においても順調に成果が生み出されている。また、遺伝子拡散防止技術については、イネの閉花受粉性の原因遺伝子を特定するとともに、イネ葉緑体に組換え遺伝子を導入することに成功し、花粉の飛散を抑えた GM 作物の開発が期待される。</p>	-	4,003	3,965	7,968	-	3,985	3,956	7,941
-------------------------------------	----------------------------------	--	---	---	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------



<p>土壌微生物相の解明による土壌生物性の解析技術の開発 (H18-H22)</p>	<p>農林水産省</p>	<p>土壌の生物性に基づいた土壌診断法、土壌微生物相の改良による病害低減技術及び適正な施肥管理技術の開発等の環境と調和した生産性・品質の向上に結びつく技術開発に資するため、eDNA(土壌より直接抽出して得たDNA)の解析手法を取り入れ、微生物多様性を調査する手法等を開発し、土壌生物相の機能と構造をeDNAに基づく多様性などにより解明するとともに、作物生産性と土壌微生物相との関連を明らかにする。これらの成果に基づき土壌の生物性を評価するための基盤技術を開発する。</p>	<p>土壌中のDNAの抽出法を確立し、DNAを利用した微生物及び線虫相の標準解析手法を開発した。この標準解析法を用いて、有機物連用などの肥培管理や土壌病害の発生の有無等に伴う土壌微生物相の変化を明らかにし、その特徴や関連を解明するとともにその解析データを蓄積した。土壌微生物相情報及び土壌微生物検査マイクロアレイ用のデータをそれぞれ蓄積するデータベースを完成させ、両者の統合データベースを構築した。以上の研究は、当初の計画通り進捗しており、土壌の生物性を評価するための基盤技術が着実に開発されつつある。</p>	<p>139</p>	<p>111</p>	<p>108</p>	<p>358</p>	<p>139</p>	<p>111</p>	<p>108</p>	<p>358</p>
<p>生物機能を活用した環境負荷低減技術の開発 (H16-H20)</p>	<p>農林水産省</p>	<p>生物が本来持っている病害抵抗性などの生物間の相互作用を活用した、化学肥料・化学農薬の使用を低減する農業生産技術を開発する。具体的には、土地利用型作物、施設野菜、露地野菜、果樹、茶を対象に、生物的防除を効果的に実施するためのセンシング技術を開発し、栽培植物自身が有する機能や生物間の相互作用といった生物機能を活用した病害虫防除技術を開発する。また、作物一般の肥料削減のため、微生物を利用した養分吸収促進技術を開発する。</p>	<p>体系技術では、土着天敵や微生物防除資材等の活用により、殺虫剤の使用量を50%削減可能なキャベツの防除体系を始め、交信攪乱剤や複合病虫害抵抗性品種を活用した減化学農薬防除体系等で、化学農薬の使用回数を大幅に削減可能なことを示した。その他、レタス、トマト、イチゴ、カンキツ等の防除体系を開発・実証した。個別技術では、生物機能を利用した肥料低減化の成果が得られた。これらの研究成果は、原著論文、特許として取りまとめるとともに、技術マニュアルや最新技術集として公表した。</p>	<p>194</p>	<p>136</p>	<p>-</p>	<p>329</p>	<p>194</p>	<p>136</p>	<p>-</p>	<p>329</p>

<p>担い手の育成に資するIT等を活用した新しい生産システムの開発 (H19-H21)</p>	<p>農林水産省</p>	<p>IT やロボット等の新たな技術、効率的な輪作体系等を導入した新しい栽培体系を、土地利用型作物と施設園芸作物について開発する。これにより、経営規模の拡大と大幅な生産性向上を可能とし、生産コストを現状の5割程度削減可能な作物生産モデルを確立する。</p>	<p>個別技術として、作業の省力化および生産性の向上に資する栽培技術、播種機等の作業機、ロボット等が開発された。技術の体系化については、「水田輪作体系の確立」を中心に、目標の生産コストの5割削減に向けて順調に進捗している。平成21年度時点で、新技術の導入により、水稻で5割、大豆で5割程度まで生産コスト削減が可能であることが示された。</p>	<p>604</p>	<p>482</p>	<p>479</p>	<p>1,565</p>	<p>602</p>	<p>480</p>	<p>478</p>	<p>1,559</p>
<p>牛海綿状脳症 (BSE)及び人獣共通感染症の制圧のための技術開発 (H15-H19)</p>	<p>農林水産省</p>	<p>BSE発生メカニズムの解明のため、プリオン蛋白質の性状解明、プリオン病の病態解明とBSE診断技術の開発を行うとともに、環境中の異常プリオン蛋白質の動態解析・不活化技術の開発を行う。また、主要な人獣共通感染症について、国内発生時における国民の不安解消と畜産業への影響軽減のため、病原体の変異・増殖機構の解明及び家畜の感染症の発病・伝播防止技術の開発を行う。また、媒介動物・家畜での病原体の感染・増殖・排出メカニズムの解明及びサーベイランスのための簡易・迅速診断技術の開発を行う。</p>	<p>プリオンの感染増殖機構の解明に重要なツールとなるBSEプリオン感受性細胞株の作出、鳥インフルエンザウイルスのHA遺伝子を特異的に検出するPCR法の開発、鳥インフルエンザウイルスの水禽類での増殖部位の解明などを通じて、BSE、人獣共通感染症の制圧のための技術開発を行い、研究目標はほぼ達成された。</p>	<p>857</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>857</p>	<p>815</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>815</p>

<p>鳥インフルエンザ、BSE等の効率的なリスク管理技術の開発 (H20-24)</p>		<p>鳥インフルエンザ対策技術の高度化のため、鳥インフルエンザウイルスの変異・増殖機構の解明、ウイルス検査の迅速化技術の開発、万ーの場合に備えた家きん用ワクチンに関する研究、媒介動物等でのウイルス感染制御技術の検討を行う。またBSE対策技術の高度化のため、プリオン蛋白質の性状解明、高感度検査法の開発、肉骨粉等の低コスト不活化処理のための技術開発を行う。更に人獣共通感染症の制圧のため、国内での新興・再興が懸念される人獣共通感染症について、国内発生時の緊急的な病性鑑定技術等を開発する。</p>	<p>リアルタイムPCR法による鳥インフルエンザウイルスの迅速検査技術の開発、異種プリオンの試験管内での高感度検出技術の開発、遺伝子改変マウスを用いることによるBSEプリオンの感染性の検出期間の短縮等、目標達成に向けて順調に進捗している。</p>	-	700	691	1,391	-	697	691	1,388
<p>植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発 (H14-H22)</p>	<p>経済産業省</p>	<p>生物機能活用による物質生産に係る施策として位置づけられ、植物機能を活用した環境調和型の工業原料、医薬品原料等の生産プロセスの実現を目指す。</p>	<p>計画に沿って研究開発が進められており、天然ゴムの合成に関与する遺伝子の機能を明らかにする等、有用物質の生産やその効率向上に資する基盤技術を開発中。また、閉鎖型植物生産施設を利用して、医薬品原料等の高付加価値物質を効率生産に資する基盤技術を開発中。</p>	1,658	1,596	1,430	4,684	<p>各年度1040百万円の国からの執行額に加えて、NEDO運営費交付金の内数を含む額</p>			
<p>微生物機能を活用した環境調和型製造基盤技術開発 (H18-H23)</p>	<p>経済産業省</p>	<p>生物機能活用による物質生産・環境改善科学技術に係る施策として位置づけられ、微生物機能を活用した環境調和型の化学品原料、医薬品原料等の生産プロセス及び廃水等の高度処理技術の実現を目指す。</p>	<p>計画に沿って研究開発が進められており、新規に開発した酵素及び高効率発酵技術を活用して、セルロース系バイオマス等から有機酸等を効率よく生産する基盤技術を開発中。また、微生物の効果的な組合せによる効率的な廃水等処理技術を開発中。</p>	1,381	1,105	545	3,031	<p>NEDO運営費交付金の内数</p>			

## 補完的課題の成果概要

### ○「持続的植物生産のための植物・微生物間相互作用の解析研究」

#### ・課題の概要

採択課題名：植物・微生物間共生におけるゲノム相互作用（平成 19～21 年度）

研究代表者：河内 宏 独立行政法人農業生物資源研究所

参画機関：農業生物資源研究所、東北大学、愛知教育大学、鹿児島大学、香川大学、奈良女子大学、基礎生物学研究所、名古屋大学、大阪府立大学、明治大学、かずさ DNA 研究所

内容：マメ科植物と根粒菌および菌根菌の細胞内共生、病原菌シグナルに対する植物の応答機構、エンドファイト(植物内生菌)共生のメカニズムなど、植物と微生物の相互作用を、ゲノムレベル・分子レベルで総合的に解明する。これにより、微生物との共生機能を活用した、安全かつ持続的な食料生産・環境改善技術のための科学的基盤を構築する。研究は以下の3つのサブテーマに分けて実施された。

サブテーマ1：微生物感染シグナルの受容と初期シグナル伝達系。

サブテーマ2：根粒菌・菌根菌の感染プロセスと細胞内共生体化を制御する宿主因子。

サブテーマ3：微生物のゲノム情報に基づく植物・微生物間相互作用の解析。

#### ・成果の概要

サブテーマ1：根粒菌感染シグナルの受容によって起こる感染・根粒形成の全身的な調節機構に関わる植物遺伝子とその機能を明らかにした。病原菌のキチンエリシター受容体の基本構造をシロイヌナズナとイネで解明した。また、根粒菌感染に伴う一過的な防御応答の誘導機構と、その抑制に非共生的なヘモグロビン(Hb)が関与していることを明らかにするとともに、Hbの強発現によって窒素固定能力を高め得ることを示した。

サブテーマ2：根粒菌の感染プロセスに必須な複数の植物遺伝子を単離し、その構造や発現様式を解明した。窒素固定の制御に関わる宿主遺伝子を多数同定し、特に、根粒菌の窒素固定酵素の活性中心の生成に関与する宿主遺伝子 FEN1 の機能解明は、宿主植物と共生菌のゲノムレベルでの相互作用を直接的に示す重要な発見となった。ダイズの菌根共生に特異的なリン酸およびアンモニウム輸送体を特定し、これらの発現が菌根共生の機能的側面だけでなく、共生成立そのものに深く関わっていることを明らかにした。

サブテーマ3：根粒菌ゲノム情報に基づいて、同属異種間の宿主親和性の決定や、宿主植物の防御応答回避に関わる根粒菌遺伝子を明らかにし、共生能力向上のための根粒菌ゲノムエンジニアリングの可能性を提示した。新たな研究分野である植物内生菌の共生に関しては、ダイズのエンドファイトの群集構造をはじめ解明し、植物の窒素栄養条件や遺伝子型による群集構造変動の全体像を明らかにした。この知見は、窒素固定や植物生育促進効果など、エンドファイトの有用性を農業生産に応用するための基盤となる。

全体を通じて本研究は基礎研究であり、これらの成果は Nature、PNAS 等のトップジャーナルを含む国際的な学術雑誌に、22 年 2 月現在までに 30 報以上が発表された。また、国際的なレビュー誌や専門書への依頼執筆、国内外のシンポジウム、ワークショップ等での招待講演など、活発な成果の発信が行われた。

### (2-3) 食料・生物生産研究連携施策群の成果と研究目標の進捗状況の評価

本連携施策群の目標達成に向けて開催された「食料・生物生産研究に係る打合せ」会合および同タスクフォース会合(平成19~21年度)を通じて、関係府省間のコミュニケーションが図られ、連携が強化された。目標達成の取組により、特に以下の様な成果が得られている。

1) 第3期科学技術基本計画(平成18~22年度)の下、ライフサイエンス分野推進戦略を府省横断的に推進するため、戦略重点科学技術「国際競争力を向上させる安全な食料の生産・供給科学技術」、「生物機能活用による物質生産・環境改善科学技術」に該当する施策及び関連施策について情報交換・意見交換を実施した。このような施策の中で、文部科学省が実施している「ナショナルバイオリソースプロジェクト」を活用して、様々なバイオリソースが全国の研究機関で利用されるなど、関係府省の連携が進められている。

2) 関係府省の施策を調査した結果、補完的に実施すべき研究開発課題(補完的課題)として「植物・微生物間共生におけるゲノム相互作用」(平成19~21年度)を選定した。それにより、以下のような成果が得られている。

植物・微生物間共生に関わる相互作用として、根粒菌感染シグナルの受容によって起こる感染・根粒形成の調節機構に関わる植物遺伝子とその機能を明らかにするとともに、根粒菌の感染プロセスに必須な複数の植物遺伝子を単離し、その構造や発現様式を解明した。特に、根粒菌の窒素固定酵素の活性中心の生成に関与する宿主遺伝子(FEN1)の機能解明は、宿主植物と共生菌のゲノムレベルでの相互作用を直接的に示す重要な発見となった。また、植物内生菌の共生では、ダイズのエンドファイトの群集構造をはじめ解明した。これらの知見は、将来に向けて窒素固定や植物生育促進など、持続的植物生産への応用が期待される。

3) GMOの実用化研究の実施に向け、第一次取りまとめ「円滑な屋外栽培試験の促進に関する推進方策」の中で、国民理解を推進すること、野外栽培試験のための研究施設を整備すること、研究支援体制を充実させることを提言した。これに関連して、シンポジウム「環境・エネルギー・食料の課題解決に貢献するゲノム育種の現状と将来展望」を開催し、GMO技術の果たすべき役割とその展望に関して議論して、情報を広く社会に発信した。

4) 微生物、植物、昆虫、家畜、魚類を中心に、生物生産研究における現状と方向性に関して検討し、第二次取りまとめ「生物生産研究の推進・強化に向けた推進方策」の中で、世界的な食料、環境、エネルギー問題の解決を通じた国際貢献等を提言した。これに関連して、シンポジウム「生物機能を活用した食料生産・物質生産への新たな光」を開催し、生物生産研究に係る各省の施策を紹介するとともに、植物と微生物の共生関係に関する最新の研究成果を報告して、広く情報を社会に発信した。

### (2-4) 今後の課題

1) 近年の世界的な人口増加等による食料需要の増大や、化石エネルギーへの依存による地球環境・エネルギー問題に対応するためには、世界トップレベルにある、日本の植物科学をはじめとする生物機能に関する科学・技術の英知を、府省横断的に結集し、推進していく必要がある。

2) とくに、食料・生物生産研究については、生産性の増強、環境負荷低減、食の安全性

の他、食料・海洋資源、水資源管理など、国際貢献の立場から論議を深めていく必要がある。

- 3) 本連携群の第一次取りまとめ「円滑な屋外栽培試験の促進に関する推進方策」の中で提言したように、GMO の実用化研究を推進する必要がある。今後、国民の理解を得つつ、野外栽培試験を行うための研究施設の整備を進め、支援体制を充実させていくため、引き続きフォローアップしていく必要がある。水産物に関しては、ゲノム解析の面で、他の生物に比べ遅れている面が見られるが、資源管理や産地判定などゲノム解析の重要性が高まっており、今後の研究の進展が期待される。
- 4) 環境・エネルギー問題に関しては、生物によって生産されたバイオマスは、今後の石油、石炭資源に代わるものとして、持続的社会的構築に貢献する重要な素材である。しかし、ライフサイエンス PT と環境 PT が遊離したまま議論が進み、生物機能を利用した生物生産の環境・エネルギー問題の解決への貢献について、PT 横断的な議論が不十分であった。例えば、バイオマス等に関して合同の検討会がなされることが必要であろう。とくに、バイオテクノロジーの発展とともに複数の分野の連携、協力が求められる。例えば、バイオ素材のプロセスに関わる化学工学の分野との連携、バイオ燃料等に関する石油化学工学との連携等が上げられる。また、研究開発に関しては、大学、研究機関と企業との連携、課題によっては国際的な連携が必要となる。