

異分野融合研究の推進について

平成25年8月30日

農林水産技術会議事務局

目 次

1	はじめに	2
2	異分野融合研究の現状	3
	(1) 異分野融合研究を推進するための体制整備	3
	(2) 異分野融合研究を推進するための支援	4
3	異分野融合研究の推進の考え方	5
	(1) 研究の推進方針	5
	(2) 研究推進にあたって留意すべき事項	9
	(3) 研究推進が期待される分野	9
4	まとめ	11

- (参考1) 「農林水産・食品分野と異分野との連携に係る研究戦略検討会」設置要領
- (参考2) 科学技術イノベーション総合戦略【概要】
- (参考3) 異分野融合研究の連携手法整理票
- (参考4) 異分野融合研究の連携イメージ
- (参考5) 異分野融合研究に関するアンケート調査結果
- (参考6) 農林水産・食品産業と異分野との融合研究の領域

1 はじめに

農林水産・食品産業は食を通じて、人の生命や健康の維持に直結し、人が自然環境に手を加えることにより継続する産業であることから、その研究には医学、工学、理学など異分野との境界領域が数多く存在する。例えば、①機能性食品については医学、薬学及び栄養学と、②施設園芸、植物工場の環境管理技術、生産管理技術等はICTやロボット技術等工学と、③品種開発等に活用されるゲノム編集、メタボローム等は理学との関わりが深い。

近年、異分野との融合研究としては、農林水産物、食品の機能性研究において医学、栄養学、薬学との連携が進んでいるものの、概して、自らの研究機関のみ、あるいは同一分野内の研究独法と都道府県試験場が基礎研究から実用化研究までを分担して実施する垂直統合型の研究が多く、いわゆるクローズド・イノベーションによる研究が進められている。

一方、欧米においては、分野を跨いだ研究ネットワークが構築され、それぞれの研究機関、企業が保有する技術やアイデアを持ち寄る形で、オープン・イノベーション研究が進められ、限られた研究開発費の中で新たなアイデア・技術の活用や研究アプローチの採用により、革新的な技術やシステムの開発を進めている。例えば、欧米のあるバイオ企業は、有用な遺伝子、化合物又は技術を保有する研究機関を囲い込んで、研究資金を支援する形で研究開発を進め、国際的な技術競争力を高めている状況にある。

このような中で、農林水産・食品分野において、クローズド・イノベーションによる研究が継続される場合には、我が国の有する高い基礎科学力や医学、工学、化学等の高い技術力を活かすことができず、農林水産・食品産業の国際競争力の低下を招く可能性が高い。

本年6月に閣議決定された「日本再興戦略」においては、新たな育種技術や高機能・高付加価値農林水産物の開発、IT・ロボット技術等の科学技術イノベーションを活用した生産・流通システムの高度化等を通じ、市場・産業の拡大発展を図るとの方向が示された。

また、同月、「科学技術イノベーション総合戦略」が閣議決定され、長期ビジョンと短期的行動プログラムの下、課題解決を目的とした科学技術イノベーションに政策を集中させるとともに、責任省庁を明示しつつイノベーションを総合的に推進することとしており、また、科学技術関係予算編成の主導における3つの矢の1つにイノベーション推進のための府省横断型のプログラム（「戦略的イノベーション創造プログラム」）の創設を掲げ、総合科学技術会議が一定規模の予算枠を確保し、府省の枠にとらわれず重点的に予算を配分する方向が示されるなど、今後、分野横断型の研究が関係省庁の協力の下、進展することとなる。

このため、限られた研究投資の中で、オープン・イノベーションへの転換を図り、我が国の農林水産業・食品産業の国際競争力を高める上では、重要研究分野の選択とプロジェクト方式による研究投資の集中により、研究を推進していくことが必要である。このため本検討会

では、農林水産・食品分野に関係した分野において、どのように分野横断型研究を推進していくかについての指針を得るため、検討を行ったものである。

今後、府省連携の下、農林水産・食品分野と異分野の融合研究を推進するに当たっては、本戦略の趣旨を踏まえ、達成すべき目標を基に研究を組み立て、推進するバックキャスト型のアプローチにより事業化・商品化を念頭においたオープン・イノベーションへの転換を推進する必要がある。

2 異分野融合研究の現状

本検討会では、異分野との融合研究の現状を把握するとともに、今後、異分野融合を効果的に進めるため、大学、研究独立行政法人、研究支援独立行政法人等から、異分野融合研究の推進状況、今後融合研究を進めることが有効な研究領域等の報告をいただいた。

その概要は以下の通りであるが、各機関の意見を総合すると、異分野との融合研究により、事業化・商品化につながる様々な有益な研究成果が上がっており、今後、研究推進が有望となる分野も数多く存在している。

一方、異なる研究分野の異なる文化の壁を乗り越える必要があり、真に異分野との融合研究を推進するためには、関係府省や産学官が連携して、融合研究を支援する枠組みを構築していくことが重要と考えられる。

なお、現行、農林水産省では、競争的資金により異分野連携を支援しているが、競争的資金制度は、研究者の発想で研究課題が提案されるとともに、既存の連携関係をベースに研究グループが構成されることから、国主導での研究テーマ設定や効果的な研究グループの編成を行うことには限界がある。このため、真に異分野との融合研究を成功させ、オープン・イノベーションへの転換を進める上では、産業界からの技術ニーズを汲み上げる仕組みや出口を見通した研究推進の仕組みの構築が必要と考える。

また、支援機関(ファンディング・エージェンシー)の2機関からは、異分野融合研究の支援実績及び今後の異分野融合研究の展望が示された。

(1) 異分野融合研究を推進するための体制整備

① 岡山大学(テニユア・トラック制度～研究者の交流推進～)

全国の複数の大学において、異分野融合を目的とした研究の取組が推進されており、融合研究の推進のための環境や体制の整備が実施されている。例えば、岡山大学では、最先端の異分野融合研究を推進するため、「グローバル最先端異分野融合研究機構」の設置を計画している。機構内の融合領域の拠点となる「異分野融合先端研究コア」等は既に設置され、テニユア・トラック制度*を活用して異分野融合研究にチャレンジする若手研究者の参画を求め、異分野融合研究を推進している。所属する若手研究者は異なる分野の複数の研究領域に属し、各領域から指導を受けることにより、革新的な研究成果が

上がっている旨の説明があった。今後、融合研究が有望な研究領域としては、「有機」光触媒と農芸化学の融合による有用物質生産法の開発（「in vivo ナノファクトリー」）等が紹介された。

- * テニユア・トラック制度：任期付の雇用により若手研究者が自立した研究環境で研究者として経験を積み、その任期の後、希望により審査を経て、専任教員となることが可能なキャリアパスを提供する仕組み

② 独立行政法人理化学研究所（オールジャパン体制～研究機関の連携～）

理化学研究所では、同研究所のメタローム解析基盤を基にした植物科学研究、天然化合物バンクを擁する生化学研究、触媒科学技術等の基礎研究と農林水産省関係の研究機関等における実用化研究の融合により、効率的かつ国際競争力のある農業が実現する旨の説明があるとともに、農業分野におけるオールジャパン体制での研究開発、府省連携、国際連携、産学連携の強化の必要性及びこれを推進するための「連携プラットフォーム」構築の必要性が提言された。

また、今後、融合研究が有望な研究領域としては、ゲノム解析と育種、生産情報の融合による気候変動等環境ストレスに強い農作物、植物工場に適した農作物の創出や代謝制御技術、重イオンビーム育種法等の研究を通じた国際競争力のある高機能・高付加価値農作物の開発等が紹介された。

(2) 異分野融合研究を推進するための支援

① 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）の報告事例

生研センターでは平成13～23年度において、異分野にまたがる複数の研究者が共同して研究を実施する研究コンソーシアムに対する支援プログラム（基礎的研究推進事業）を実施し、その研究成果を活用して、機能性食品や生物機能を模倣した魚群探知機の開発等事業化・商品化に至った事例が出ている旨の報告があった。また、競争的資金により実施されている研究課題においても、イノベーションの創造につながる成果が出ている旨の報告があった。一方で、競争的資金制度では、個々の研究課題に関与することには限界があり、真に異分野との融合研究を成功させる上では、技術ニーズを汲み上げる仕組みや出口を見通した研究推進の仕組みの構築が必要との指摘があった。さらに、今後、融合研究が有望な研究領域としては、新植物育種技術（NBT）の開発、医療・新素材の開発、微生物による環境・エネルギー課題の解決技術の開発、高齢者用食品加工技術の開発等が紹介された。

② 独立行政法人科学技術振興機構（JST）の報告事例

また、JSTからはイノベーション創出に向け、異分野間の融合・連携を重視した研究を戦略的に推進する取組として「JST戦略プログラムパッケージ」を推進していること及び同パッケージにおいて異分野融合研究を支援する多彩な支援プログラムが紹介された。特に、異分野融合研究を支援する「CREST」、「さきがけ」においては、優れたPDを配置し、PDの強い指導力の下で、研究推進することにより、研究成果が上がっており、PDの役割の重要性が指摘された。また、今後、農林水産・食品分野と異分野の連携が期待される分野としては、遺伝子、代謝物等に着目した効率、環境耐性の優れた作物開発、植物工場、食商品管理システム、食のトレーサビリティ技術、農畜水産物・食品のリスク評価・管理技術、機能性食品の開発、食の感性科学等が提案された。

3 異分野融合研究の推進の考え方

(1) 研究の推進方針

本検討会では、多様な学問分野の有識者、産業界からのメンバーの参画に加え、様々な研究機関から異分野融合研究の推進手法の事例が紹介された。また、大学等に向けてアンケート調査を行い、その結果を基に、異分野融合研究を実施し、成果を上げるための手法について検討を行った。

席上で、異分野との融合研究により、分野内にとどまる研究に比べて、イノベーションにつながる画期的な研究成果が得られた旨の事例が示された反面、異分野の研究機関間の連携にとどまらない、真の意味での異分野との融合研究を推進することの困難さが示された。

本検討会では、そのような検討に並行して、事務局から示された提案をもとに異分野融合の推進手法の検討を行い、所要の見直しを加えた以下の枠組み・推進手法（詳細は参考3「整理表」参照）による研究推進が有効との結論を得た。農林水産分野において、今後、異分野との融合研究を進めるに際しては、異分野の研究機関のおかれた事情、環境、研究の出口の姿等を踏まえ、研究推進方法を柔軟に見直すことが肝要との指摘があった。さらに、総合科学技術会議が次年度に開始を予定する「戦略的イノベーション創造プログラム」で異分野との融合研究を実施する場合にあっては、総合科学技術会議から提示される推進スキームを踏まえて、政府全体として府省連携研究を推進することが妥当と考える。

① 研究戦略の策定

研究対象領域において研究を推進する場合にあっては、基礎研究開始から実用化まで円滑に進める観点から、農林水産省が主導し研究戦略を策定する必要がある。

研究戦略においては、事業化・商品化を見通した、研究の推進方向及びMOT(技術経営)の考え方を明確化する必要がある、以下に留意して研究戦略を策定することとする。

- (ア) 研究対象技術に係る国内外のニーズ、市場評価等の明確化のため、事業化・商品化を目指す産業界の戦略を聴取し、研究戦略に反映
- (イ) 研究推進上の問題及びこれを踏まえた解決策の明確化のため、研究現場とのコミュニケーションの確保
- (ウ) 事業化・商品化を進める上での規制等を明確化するため、これに係る規制、規格等の調査・分析及び関係府省との対応に向けた協議の実施
- (エ) 研究投資による経済効果を明確化するため、経済効果分析及びB/C(便益/費用)の分析の実施

② 融合研究を管理する仕組み

異分野との融合研究を効果的に推進するためには、各領域から産学の研究勢力が結集し、人、アイデア、技術、ニーズ等を有機的に融合させるとともに、研究成果の社会還元が容易となるよう研究を推進する必要がある。このため、研究の推進管理においては、各連携分野を所管する省庁との連携・調整が可能な「府省横断ガバニングボード(GB)」を設置し、研究推進、事業化に係る方針の調整、研究プラットフォーム(PF)が複数置かれる場合のPF間の調整等を実施することが有効である。

また、研究推進過程においては、GBが定期的に研究評価を行うとともに、これを踏まえて、研究実施計画の見直しを行い、基礎から実用化に向けた研究計画実施についてPDCAサイクルを徹底することとする。

③ 研究体制の整備

学問の細分化が進展する中で、異分野は異文化であり、異分野融合を実際に推進することは難しく、同一分野内では成立した研究プロジェクトの運営法が異分野融合研究では機能しない可能性が高い。このことから、本研究を推進する上では、各領域から研究勢力が結集し、人、アイデアや理論、技術等を共有するとともに、企業等の参加を求め、事業化・商品化のニーズを基礎研究者に還元するためのネットワークとして「研究プラットフォーム(PF)」を設置し、日常的に意見交換を行えるようにすることが有効である。

PFについては、研究の出口を見通した研究領域をプラットフォームとする場合(例:「機能性食品開発プラットフォーム」、「作物別プラットフォーム」)のほか、技術を核としたプラットフォーム(例:「ゲノム情報の高度活用プラットフォーム」)等が考えられる。PFの設置に際しては、研究戦略に沿って、どのようなPFとすることが研究の推進に有効かを考慮していくことが重要である。

PFの運営については、融合する各研究分野の拠点となる機関が共同して行うことが重要である。このため、本研究の推進に当たっては、これまで異分野を含む産学連携研究の進行

管理実績があり、専門的知見のある農林水産省のファンディング・エージェンシー(農水FA)と連携先分野において研究推進能力を有する「拠点大学・研究機関」を選定し、両者が連携してPFを運営することが重要であるが、いずれにしてもニーズとシーズを結びつけることがその主な役割となる。

拠点大学・研究機関の業務については、研究実施計画の策定、直轄研究の実施、外部委託研究との連絡調整等の研究統括業務等が想定される。

また、研究成果を社会に還元することを念頭に、事業化の中心となる民間企業等のPFへの積極的な参画が求められる。さらに、こうした民間企業を含む産業界においては、国内外の市場動向等のニーズの把握や産業生態系を見通し、PFに情報提供していくことが有効である。

④ 研究課題を決定するための仕組み (ワークショップの開催)

国が策定した研究戦略の実現のための研究アプローチ等は一通りではないため、研究課題の決定に際しては、拠点大学等が研究の進め方、研究アプローチ手法について関係者から意見を聞くことが重要と考える。不特定の研究関係者の間で意見交換を進める手法として、拠点大学等が「研究ワークショップ(WS)」を主催する方法が有効と考える。WSには、農林水産・食品分野の研究者、連携分野の研究者、研究成果の事業化を考えている企業等の参加を求め、多様なアイデアやニーズを基に、意見交換を行い、これを踏まえ、拠点大学等と農水FAが公募研究内容を決定することが可能となる。

また、研究推進手法についても、異分野融合研究に適した枠組みとなるよう留意すべきである。研究戦略を達成することを念頭に、革新的な研究アプローチを確保する観点では、文部科学省が「新学術領域研究」において採用している、「計画研究」と「公募研究」を組み合わせる手法が有効との指摘があった。

(研究課題の募集・採択)

研究課題の採択については、拠点大学等が研究採択等に直接関与し、同時に研究を実施する場合には、利益相反が生じる懸念が検討会において指摘された。また、本研究をオールジャパンで実施する観点からは、広く研究課題を公募することが必要となる。上記を踏まえ、研究課題の募集・採択に当たっては、拠点大学等と農水FAが募集内容を相談したうえで、農水FAが募集及び採択審査を行うことが考えられる。また、応募課題の評価(審査)にあたっては、外部評価(審査)委員会を設けて、「日本再興戦略」や「科学技術イノベーション総合戦略」との整合性や透明性と公正性を確保した形で採択課題を決定することが重要である。なお、研究課題の募集に際しては、多様な研究機関の研究参加と多彩な研究課題の提案を募るため、同一分野内での公募に比べ、公募情報の浸透に工夫するとともに、公募期間を長めにとる等の配慮が必要である。

⑤ 研究を推進する仕組み

(研究プロジェクトの開始)

また、決定した研究課題について、研究グループが融合研究の柱となる研究プロジェクトを開始し、公募研究プロジェクトとの連携の下で研究を実施することが有効である。

なお、研究推進においては、研究開始時から研究成果の事業化・市場化を考慮するとともに、取り巻く環境やニーズの変化をモニタリングし、必要に応じて研究そのもののあり方を見直すことも必要である。

(研究プロジェクト間の調整)

異分野との融合研究の推進に当たっては、研究プロジェクト間で連携・調整を図った上で研究を推進する必要がある。JSTの「CREST」、「さきがけ」のような研究において採用されているPD-PO連携の仕組みが参考となる。

連携・調整手法としては、各研究プロジェクトの統括研究者からなる「合同推進会議」の開催や各研究プログラムのPDによる「PD会議」が有効である。特に、各研究を真に融合させるためには、PDの役割は重要であり、その人選に十分配慮するとともに、PDに研究の統括権限を付与するとともに、PDが研究目標の設定を主導することが重要である。

また、研究開始段階ではロードマップを共有し、連携する研究に関する統合ロードマップを作成するなどして、研究実施計画の調整を図るべきと考える。

- * PD: プログラム全体を統括する者 PO: 要素研究を個別に担当する者
統括研究者: 内部で研究を実施する代表者

(研究基盤、設備の有効活用)

このほか、真に研究機関相互に、研究基盤や研究機器を活用できる環境を整備することも重要である。例えば、理化学研究所のバイオリソースセンター、仁科加速器研究センターのイオンビーム、農業生物資源研究所の放射線育種場等の活用は研究の推進に有効と考えられる。

(成果報告会の合同開催)

研究成果の報告会については、次の研究ステージにおける研究計画の策定、研究体制の整備、産業界による事業化・商品化の取組を促進するものとなるよう、留意が必要である。

特に、異分野との融合研究での成果については、幅広い分野での研究や多様な産業での事業化に活用される可能性があるため、これを想定して産学官に幅広く成果報告会・発表会を案内する必要がある。

また、研究成果の発表に当たっては、事業化等を念頭にあらかじめ企業等と相談するとともに、知財マネジメントを徹底すべきである。

⑥ 事業化を推進するための仕組み

研究成果については、海外展開を含め、市場を見通し、事業化・商品化を推進する必要がある。

事業化を推進する上では、GBに参加する省庁が研究段階から実用化のため環境整備を行うとともに、事業化の支援施策の充実やインセンティブの付与に留意することとする。また、PFでは基礎的研究段階から民間企業の参画を得ることで、研究成果の事業化可能性を高めることができる。このため、民間企業の基礎的研究への参加を促す方策を実施する。

(2) 研究推進に当たって留意すべき事項

「科学技術イノベーション総合戦略」は、科学技術イノベーションに向けて、総合科学技術会議の司令塔機能を強化することを提言しており、これを受けて、平成26年度予算編成において一定規模の予算枠を確保し、省庁の枠にとらわれない「戦略的イノベーション創造プログラム」を創設する方針が示されている。現在、総合科学技術会議において、本プログラムの推進スキームが検討されており、今後、本プログラムにおいて、府省連携の下、分野融合型の研究が進むこととなる。

当該プログラムに参画するに当たっては、総合科学技術会議から示された推進の枠組みの中での研究推進に協力することとし、適宜、本検討会での検討結果を活用することが望ましい。

また、医学分野との連携による医療用素材の開発や遺伝子工学の活用による新たな農林水産物の開発等の研究においては、これに関係する規制、規格等の制定、倫理規程及び社会的受容の観点からの適切な配慮が求められることから、これらに十分留意する必要がある。

(3) 研究推進が期待される分野

「科学技術イノベーション総合戦略」においては、農林水産省が主体的な立場で、研究を推進することが期待される分野として、①ゲノム情報を活用した農林水産技術の高度化、②医学との連携による高機能・高付加価値農林水産物の開発、③IT・ロボット技術等による農林水産物の生産システムの高度化があげられている。

右を踏まえて、本検討会は、異分野融合研究の対象研究領域について検討を行った。その結果、以下のような研究領域が有望とされた。また、本検討会における検討のほか、本年6月上旬～7月上旬の間に実施した「異分野連携の研究開発に関するアンケート」においては、イノベーションが期待される研究領域も聴取した。

提案された研究領域については、異分野の技術を活用することにより、我が国農林水産・食品産業の産業競争力の強化、課題解決等の「攻めの農林水産業」につながるものと、農林水産・食品分野での技術開発が新たな産業の創出につながるものとに大別される。前者は、例えばICT・ロボット技術を駆使した無人化トラクターを土地利用型農業へ、環境制御

システムを施設園芸へそれぞれ活用することで、高度に効率化された農業経営を実現し、農家の所得向上等に資することができる。後者は、例えば再生医療や医薬品へ農畜産物を活用することで新たな医療市場を創出し、農畜産物の生産拡大に資することができる。研究領域の選定及びその推進手法等の選択に当たっては、提案された研究領域の農林水産・食品産業との関わりを明確にして進めることが必要と考える。

対象研究領域の選定に当たっては、当該研究領域における研究成果が社会に還元されることが最も重要な点であり、事業化・商品化を念頭に、バックキャスト型の研究が推進できる研究領域が選定されるべきである。

また、研究領域ごとにその目標達成までの期間は一律ではなく、直ちに成果が見込まれる課題から、中長期的な視野で研究開発を考慮すべき課題までである。このため、それぞれの要素研究のタイムラインを明確化した上で、技術経営（MOT）を進める必要がある。

（異分野融合研究が有望な研究領域）

① 医薬との連携

- (ア) 食と健康の研究（医→農・食）
 - a 日本食の評価研究
 - b 次世代機能性食品研究（新たな機能の追求）、新たな食品開発
- (イ) 再生医療、医薬品への農畜産物の活用（農→医、薬）
 - a 無菌ブタ等を利用した臓器形成、移植等の再生医療素材開発
 - b 植物、昆虫等の物質生産による再生医療素材、医薬品、動物医薬品開発
- (ウ) 分子情報を活用した農林水産物、食品の探索（医、薬→農・食）
ケミカルバイオロジー（タンパク質構造同定）、天然化合物ライブラリー活用
- (エ) 農林水産物、食品の産生物質を活用した薬剤開発（農・食→薬）

② 理工との連携

- (ア) 新しい育種技術による新品種作出（理、工→農）
 - a 人工DNA結合技術をワクチンとして用いた抗ウイルス病農産物等の開発
 - b NBTによる耐病性、良食味の農作物開発
 - c 重イオンビーム、放射線を活用した耐病性や需要に応じた農作物の開発
- (イ) 遺伝子や代謝物、根の機能に着目した栄養・水利用効率、環境耐性の優れた農作物作出、生産制御技術の開発（理、工→農）
- (ウ) バイオミメティクス（生物模倣、生物規範工学）を活用した機能性素材開発（農→理、工）
- (エ) ICT、ロボット等技術の活用による農林水産業現場技術（工・情報科学→農）
 - a 暗黙知と形式知の統合による農林水産業情報システムの構築
 - b 経営・生産工程の可視化

- c 農業ビッグ・データ、クラウドシステムの構築
- d 無人走行機、遠隔システム、作業補助機器（高齢化対応）の開発
- e 植物工場、養殖プラント、集中管理畜舎（高度制御管理）の開発
- f 農林水産物の生育促進、食品殺菌のためのファインバブル技術の活用（工→農）
- (オ) 農林水産物由来の物質による機能性素材等開発（農→工）
 - a もみがら等バイオマス資源の機能性材料化
 - b 高機能樹脂、有用油脂等の生産

(カ) 農林水産生物によるエネルギー及び関連材料の開発（農→工）

* ()内の分野表示は(「主たる技術シーズを有する分野」→「当該技術が貢献可能な分野」)を示す。

4 まとめ

本検討会で他産業分野を含む多様な分野の研究機関から研究の推進状況、融合の可能性等を聴取した。農林水産・食品分野における異分野との連携研究については、過去に生研センターの基礎的研究推進事業において支援され、現在は、同センターや農林水産省の競争的資金等で支援されてきている。これにより、農林水産省所管の独立行政法人においても競争的研究資金等により異分野との融合研究を実施する事例が増えてきているが、報告のあった他産業分野での研究に比べて低調であり、また、農林水産省の支援の枠組みも脆弱である。

一方、我が国農林水産・食品分野には有望な連携研究領域が数多く存在するとの指摘があり、異分野の各研究機関は、農林水産・食品分野での融合研究の実施、参加に積極的であった。また、総合科学技術会議は、次年度予算編成において、府省連携型のプログラムの導入を予定し、本プログラムにより府省連携研究を推進することとしており、本プログラムの下で異分野連携研究が進展することが見込まれる。

このような状況を踏まえ、農林水産省は関係府省と連携の上、これまで以上に異分野との融合研究を推進していく必要がある。研究の推進に際しては、研究の出口を見通したものとなるよう、広く産業界の技術開発ニーズを把握するとともに、産学連携を推進する等して、達成すべき目標をもとに研究を組み立て、推進するバックキャスト型の研究推進を徹底していくべきと考える。

本検討会では、各メンバー及び外部有識者からのヒヤリング及び、アンケート調査結果をもとに、研究が有望な領域及び研究推進手法の検討を行った。今後、農林水産省は、具体的な研究領域を選定し、異分野との融合研究を推進する場合にあっては、本戦略に沿って研究領域を選定するとともに、選定された研究領域ごとに研究推進戦略を策定した上で研究を推進していくべきである。また、その推進に当たっては、本戦略を踏まえつつ、研究毎におかれた環境、巡る情勢の変化に従って、柔軟に研究を進めるべきである。

(付属) 「農林水産・食品分野と異分野との連携に係る研究戦略検討会」

【検討会メンバー】

いそがい 磯貝	あきら 彰	(座長) 奈良先端科学技術大学院大学名誉教授
くろき 黒木	としたか 敏高	独立行政法人科学技術振興機構執行役 (産学連携事業担当) (兼) 科学技術イノベーション企画推進室長
こうの 河野	まこと 誠	富士通株式会社政策渉外室長
こたけ 小竹	かずお 一男	ヤンマー株式会社農機事業本部開発統括部開発マネジメント部長
こんどう 近藤	かつよし 勝義	大阪大学接合科学研究所副所長・教授
さいとう 齋藤	のぶお 信男	慶應義塾大学名誉教授
しのざき 篠崎	さとし 聡	株式会社前川製作所国際大型プロジェクトブロック技術研究所副所長
すぎやま 杉山	ゆういち 雄一	独立行政法人理化学研究所イノベーション推進センター特別 研究員
たかの 高野	まこと 誠	独立行政法人農業生物資源研究所遺伝子組換え研究センター長
たけばやし 武林	とおる 亨	慶應義塾大学医学部教授
たなか 田中	よしかず 良和	サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社研究部長
ながしま 長嶋	ひろし 比呂志	明治大学農学部生命科学科教授
なかにし 中西	ともこ 友子	東京大学大学院農学生命科学研究科教授
なりた 成田	みのる 年	星薬科大学薬理学教室教授
のぐち 野口	のぼる 伸	北海道大学大学院農学研究院教授
やまもと 山本	たかし 卓	広島大学大学院理学研究科教授

(敬称略・五十音順)

【アドバイザー及び事例提案者】

○ 第1回検討会

やまもと 山本	しんいち 進一	岡山大学理事・副学長 (研究担当)
たかぐち 高口	ゆたか 豊	岡山大学大学院環境生命科学研究科・准教授
おおかわ 大川	やすのぶ 安信	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構理事 (基礎的研究担当)

○ 第2回検討会

はしもと 橋本	かずひと 和仁	東京大学大学院工学系研究科教授
しのざき 篠崎	かずお 一雄	独立行政法人理化学研究所環境資源科学研究センター長

【関係府省】

もりや なおふみ
守屋 直文 内閣府政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）付
政策企画調査官（共通基盤技術グループ）

しのざき もとし
篠崎 資志 文部科学省研究開発局環境エネルギー課長

くわやま ひろし
桑山 広司 経済産業省産業技術環境局研究開発課 研究開発調整官

総務省情報通信国際戦略局技術政策課
文部科学省研究振興局ライフサイエンス課
厚生労働省大臣官房厚生科学課

【農林水産省】

べっしょ ともひろ
別所 智博 大臣官房技術総括審議官

あまみや ひろつぐ
雨宮 宏司 農林水産技術会議事務局長

こばやし ひろゆき
（小林 裕幸 農林水産技術会議事務局長 第1回）

おおの たかし
大野 高志 農林水産技術会議事務局研究総務官

さいごう まさみち
（西郷 正道 農林水産技術会議事務局研究総務官 第1回）

おおしま ひろし
大島 宏志 農林水産技術会議事務局研究総務官

まつお はじめ
松尾 元 農林水産技術会議事務局技術政策課長

しおや かずまさ
塩谷 和正 農林水産技術会議事務局研究推進課長

しまだ かずひこ
島田 和彦 農林水産技術会議事務局研究推進課産学連携室長

(2) 検討会の開催経過

○ 第1回検討会

日 時：平成25年6月19日（水）10:30～12:30

場 所：農林水産省第3特別会議室

議 事：

1. 検討会設置の趣旨説明
2. 異分野融合研究の検討項目の説明
3. 異分野融合研究に関する関係機関、委員からの事例紹介

○ 第2回検討会

日 時：平成25年7月9日（火）16:00～18:30

場 所：農林水産省第2特別会議室

議 事：

1. 異分野融合研究の推進方向（骨子案）の説明
2. アンケート調査結果の報告
3. 異分野融合研究に関する関係機関、委員からの発表

○ 第3回検討会

日 時：平成25年7月19日（金）10:00～11:45

場 所：農林水産省 第2特別会議室

議 事：

1. 異分野融合研究に関する関係機関、委員からの発表
2. 異分野融合研究の推進方向（案）の検討・とりまとめ

農林水産・食品分野と異分野との連携に係る研究戦略検討会の設置について

25農会第355号

平成25年6月11日

農林水産技術会議事務局長通知

第1 趣旨

農林水産業は、これに関わる多様な学問領域を持つことから、これまでも異分野との連携によりイノベーションにつながる革新的技術が創造されている。

近年においては遺伝子工学、医療、創薬、IT、ロボット工学等の分野において画期的な技術が開発されており、農林水産・食品分野においてこれらの技術を活用した新たな産業形態も創造されている。こうした動きを加速させるためには、農林水産・食品分野と異分野との融合領域の研究の推進が必要である。

さらに、総合科学技術会議の議論を経て策定された「科学技術イノベーション総合戦略」（平成25年6月7日閣議決定）においても、府省間の連携の強化を図る旨の方針を示しているところである。

このような状況の下、農林水産・食品分野と異分野との融合研究において、重点分野を設定し、研究の推進システムを策定することにより、研究を効果的に推進するために、「農林水産・食品分野と異分野との連携に係る研究戦略検討会」（以下「検討会」という。）を設置する。

第2 検討会の構成

検討会メンバーは、農林水産・食品分野と異分野との融合研究に関する有識者で構成する。また、検討会には、農林水産技術会議事務局（以下「事務局」という。）職員その他農林水産技術会議事務局長（以下「事務局長」という。）が必要と認める者が参加できることとする。なお、委員には、事務局長が必要と認める者を追加できるものとする。

第3 主な検討事項

検討会は、以下について実施する。

- (1) 異分野融合研究の重点分野の設定
- (2) 異分野融合研究の推進システムの策定

第4 運営

- (1) 検討会の議事進行は座長が行う。座長は、委員の互選により選任するものとする。座長は、座長代理を指名することができる。
- (2) 検討会は公開とするが、企業秘密又は研究開発上の秘密に触れることになる場合等座長が必要と判断したときは、検討会を非公開とし資料等を非公表とすることができる。
- (3) 検討会の議事要旨については、会議の終了後、ホームページにより公表する。

第5 設置期間

検討会は、設置年月日から平成25年度末まで設置する。

第6 事務担当

検討会の事務は、事務局研究推進課で行う。

総合戦略策定の必要性

我が国は、人口減少や少子高齢化の急速な進行、地球環境問題等の難題が山積しているが、現下の最大かつ喫緊の課題は「経済再生」
→これらの課題の克服のために、科学技術イノベーションに期待される役割は増大

総合戦略の基本的な考え方

- ① 科学技術イノベーション政策の全体像を含む長期ビジョン+短期行動プログラム

- ② 課題解決型志向の科学技術イノベーション政策の包括的パッケージ

- ③ 産官学連携の役割分担、責任省庁を明示し、予算・税制、規制改革等の様々な政策を組合せ

総合科学技術会議の司令塔機能強化

「科学技術関係予算戦略会議(仮称)」の設置
(政府全体の科学技術関係予算編成の主導)

各府省の概算要求の検討段階から総合科学技術会議が主導して、政府全体の予算の重点配分等をリードしていく
新たなメカニズムを導入

「戦略的イノベーション創造プログラム(仮称)」の創設
(イノベーション推進のための府省横断型のプログラムの創設)

内閣府に予算計上し、重要課題の解決のための取組に對して府省の枠にとらわれず、総合科学技術会議が自ら重点的に予算を配分

「革新的研究開発支援プログラム(FIRST)後継施策の新たな展開」
(最先端研究開発支援プログラムの創設)

長期的視点からインパクトの大きな革新的研究テーマを選定し、権限を有するプログラムマネージャーの責任のもとで、独創研究を大胆に推進

- ✓ 発想を転換し、科学技術イノベーションの成果をどのような経済社会の実現につなげていくのかという、いわば**出口志向の課題解決型政策運営**を行う
- ✓ 「**世界で最もイノベーションに達した国**」を創り上げる

【ポイント】

第1章 科学技術イノベーション立国を目指して

世界トップクラスの経済力を維持し持続的発展が可能となる経済 国民が豊かさや安全・安心を実感できる社会

＜2030年に実現すべき我が国の経済社会の姿＞

世界と共生し人類の進歩に貢献する経済社会

【全体構成】

科学技術イノベーション政策推進のための3つの視点

- スマート化
- システム化
- クローバル化

第2章 科学技術イノベーションが取り組むべき課題

I. クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現

- 重点的課題
- クリーンなエネルギー供給の安定化と低コスト化
 - 新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減等
- 主な取組(例)
- 浮体式洋上風力発電、火力発電の高効率化
 - 革新的デバイス(モーター、情報機器等)の開発

II. 国際社会の先駆けとなる健康長寿社会の実現

- 重点的課題
- 健康寿命の延伸
 - 次世代を担う子どもの健全な成長等
- 主な取組(例)
- がん等の革新的予防・診断・治療法の開発
 - BMI、在宅医療・介護関連機器の開発

III. 世界に先駆けした次世代インフラの整備

- 重点的課題
- インフラの安全・安心の確保
 - レジリエントな防災・減災機能の強化等
- 主な取組(例)
- インフラ点検・診断技術の開発
 - 耐震性等の強化技術の開発

IV. 地域資源を「強み」とした地域の再生

- 重点的課題
- 科学技術イノベーションの活用による農林水産業の強化
 - 地域発のイノベーション創出のための仕組みづくり
- 主な取組(例)
- IT・ロボット技術等による生産システムの高効率化
 - 生産技術等を活用した産業競争力の涵養等

V. 東日本大震災からの早期の復興再生

- 重点的課題
- 住民の健康を災害から守り、子どもや高齢者が元氣な社会の実現
 - 地域産業における新ビジネスモデルの展開等
- 主な取組(例)
- 被災者に対する迅速で確かな医療の提供と健康の維持
 - 競争力の高い農林水産業の再生

第3章 科学技術イノベーションに適した環境創出

第2章における経済社会の課題を解決する取組をより効果的なものとし、迅速にイノベーションを創出するための基盤を整備するため、以下の課題について重点的に取り組む。

イノベーションの芽を育む

- 企業・大学・研究開発法人で多様な人材がリーダーシップを発揮できる環境の構築
- 大学・研究開発法人を国際的なイノベーションハブとして強化
- 競争的資金制度の再構築

イノベーションシステムを駆動する

- 産官学の連携・府省間の連携の強化
- 人材流動化の促進
- 研究支援体制の充実

イノベーションを結実させる

- 新規事業に取り組む企業の活性化
- 規制改革の推進
- 国際標準化・知的財産戦略の強化

第4章 総合科学技術会議の司令塔機能強化

上記ポイントに加え、以下の事項について取り組む。

- 事務局体制の強化(事務局の人員体制の強化、調査分析機能(シンクタンク)の強化)
- 総合科学技術会議の活性化
- 総合科学技術会議の「総合性」の発揮
- 司令塔機能強化のための予算措置・法律改正

(参考3) 異分野融合研究の連携手法整理表

項 目	対 応 方 針
1. 対象研究領域の選定	<ul style="list-style-type: none"> ○ 対象研究領域の選定にあたっては以下を考慮する。 <ul style="list-style-type: none"> ・異分野融合により新技術の創出が可能なものとする。 ・既存の重点分野政策との相違を明確にする。 ・現場の潜在的なニーズを把握するため調査を行う。 ・他府省では選定できないテーマを選定する。 ・ターゲットを想定した上で（バックキャスト方式）、研究領域を設定する。 ・研究成果にかかる知財マネジメントの方針を盛り込む。 ・研究成果の規格化、標準化の方針を盛り込む。
2. 戦略の策定関係	<ul style="list-style-type: none"> ○ 戦略の策定にあたっては以下を考慮する <ul style="list-style-type: none"> ・問題を共有するため、研究現場とのコミュニケーションの場を設定する。 ・事業化（研究の出口）を念頭においた研究管理を明確化する。 ・研究成果の輸出産業化などを見据えたグローバルな研究戦略とする。 ・基礎研究から実用化を円滑に進める枠組みを明確化する。 ○ 戦略の策定にあたっては、研究投資による経済効果分析等を行い、B（便益）/C（コスト）を考慮する。 ○ 戦略の策定にあたっては、事業化を見通した規制等の調査・分析の実施を考慮する。
3. 拠点大学等との連携体制 (1) 全般 (2) 拠点大学等の役割 (3) <u>拠点大学等の選定基準</u>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 農林水産省が実用化に向け主導的に対応する。 ○ 拠点大学等の役割は、概ね以下のとおりとする。 <ul style="list-style-type: none"> ・研究ワークショップの主催 ・公募課題・内容の検討（公募は農研機構（又は農水省）が実施） ・研究統括業務の実施 <ul style="list-style-type: none"> －研究実施計画の策定 －直轄研究の実施 －外部委託研究との連絡調整 －シンポジウム・成果報告会の主催 －「府省横断ガバニングボード」への研究進捗の報告等 ○ 拠点大学・研究機関の選定の考え方については、概ね以下の通りとする。 <ul style="list-style-type: none"> ・選定された研究領域、テーマについて高い研究能力を有すること

項 目	対 応 方 針
	<ul style="list-style-type: none"> ・戦略に沿った研究推進上、必要な研究インフラ、環境を有し、これらを研究参画者、グループに提供できること ・戦略の目的達成に向けて積極的な研究実施、推進が約束されること ・研究成果の事業化、実用化支援が可能なこと
4. 研究プラットフォーム関係	<p>○ 研究プラットフォーム（PF）の設置・運営にあたっては、以下を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ターゲットを想定し（バックキャスト方式）、PFの推進体制、実行プログラムを設定する。 ・PF間の横の連携を強化するため、連絡会等を置く。 ・PFの運営は拠点大学等、現場に任せる。 ・同一分野内での研究運営手法が異分野では機能しない可能性が高いので、PF毎に柔軟な運営が室用必要である。
5. 研究管理関係 (1) 府省横断ガバニングボード（GB）の役割 (2) GBの機能 (3) 研究管理手法	<p>○ GBの役割については、概ね以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究実施計画の承認 ・PF間の研究調整 ・研究推進会議への意見提出 ・研究推進、事業化に係る方針の提案 等 <p>○ GBの具体的機能としては、概ね以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究連携にかかる府省間調整 ・PD、研究グループに対する研究推進の指導、アドバイス ・事業化に向けての環境整備 ・関連支援措置の検討 等 <p>○ 研究管理にあたっては以下を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他府省の研究プロジェクトとの連携により、バックキャスト型の研究を進める。 ・社会情勢や技術動向に拠り、研究途上であっても研究計画の大胆な改変、中断などを行うこととする。 ・効果的研究管理のため、GBに以下の者の参画を求める。 <ul style="list-style-type: none"> - 共同研究の相手研究機関を所管する府省や研究成果の事業化に関する規制を所管する府省の関係者 - 知財マネジメントの専門家 - 規格化、標準化の指導が可能な、MOTの専門家
6. 研究ワークショップ関係	<p>○ 研究ワークショップを開催して、異分野研究者間で問題意識の共有を図る。</p>
7. 研究課題審査・採択関係	<p>○ 応募研究課題の審査基準のばらつきをなくすため、連携研究、共同研究間の審査の観点・視点を共有する。</p>

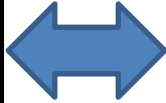
項 目	対 応 方 針
	<p>○ 特定の研究者に過度に研究費が集中しないよう、提案内容を重視した審査・採択及び研究者毎のエフォート分析の徹底を行う。</p>
<p>8. 研究プロジェクト関係</p> <p>(1) 研究プロジェクトの連携手法</p> <p>(2) 研究プロジェクトの期間</p> <p>(3) 研究推進制度</p>	<p>○ 研究プロジェクト間の具体的な連携の枠組みについては、概ね以下の通りとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 研究プロジェクト間の研究実施計画の擦り合わせ及び統合ロードマップの作成 ・ 研究推進過程での問題解決に向けた調整の仕組みの構築（合同推進会議等） ・ 研究プロジェクト間の事業化・実用化方針の調整（PD会議等） <p>等</p> <p>○ 事業を推進する観点から、専門POに事業化・実用化のアドバイスが可能な民間あるいは民間出身者を求める。</p> <p>○ 本事業の研究コンソーシアムのメンバーに海外の主要な研究機関を加えることが有効ではないか。</p> <p>○ 研究プロジェクトの期間については、基礎から実用化に向けた研究の期間の確保の観点からは、長期（10年程度）である必要があるものの、早期の事業化・実用化の観点では、迅速な対応が望ましい。研究プロジェクトの期間については、研究プラットフォームにおいて作成されたロードマップ等を踏まえ、妥当な研究期間を検討することとする。</p> <p>○ 政府の成長戦略では、農林水産業を成長産業にするための施策の目標達成年次を2020年、あるいは今後10年間と設定しており、本研究プロジェクトの期間についても、その時間軸を意識したものとする。</p> <p>○ 異分野融合研究においては、より戦略的な研究推進制度を検討する必要がある。文科省の新学術領域研究が参考となる。</p> <p>〔新学術領域研究のスキーム〕</p> <p>当該の研究領域に関する研究を行う者をあらかじめ組織して、計画的に進める研究（「計画研究」）と当該研究領域の研究をより一層推進するために「計画研究」と連携しつつ行う研究（「公募研究」）を組み合わせる研究スキーム。</p> <p>異分野融合研究においては、拠点大学等においては研究コンソーシアムを組織して「計画研究」を推進し、補完が必要な研究課題は「公募研究」によって実施することを考慮する。</p>

項 目	対 応 方 針
<p>(4) 研究資金の流れ、規模</p> <p>(2) 研究連携協定</p>	<p>○ 既存研究では、国（農水省）又は農研機構（生研センター）の資金を研究グループへの委託費、資金規模については、研究プロジェクト当たり、数億円規模。</p> <p>○ 研究グループにおいて締結される「研究連携協定」については、研究成果の事業化等、社会還元ルールづくりを行う。その際、当該研究グループ以外の者に（合理的な条件で）ライセンスする等ルールを明確化する。</p>
<p>9. 事業化関係</p> <p>(1) 事業化環境の整備</p> <p>(2) 事業化支援施策等</p>	<p>○ 戦略において「実用化のための環境整備」の考え方を明確化するとともに、GBにおいて、戦略を踏まえた研究推進を指導していくことに留意する。</p> <p>○ 得られた研究成果に関しては、国内での実用化のみならず、先行して海外で実用化すること等を考慮する。</p> <p>○ 事業化を推進するための支援施策、インセンティブとして以下を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マーケット調査等の実施 ・事業推進に係る規制の把握及びこれを踏まえた方針の明確化 ・事業化資金の提供 ・事業化にかかるその他の支援措置の提供 ・研究税制優遇 等
<p>10. その他</p>	<p>○ 研究の社会貢献をアピールするため、広報活動を工夫する。</p> <p>○ 異分野融合研究及び事業化の推進においては、法規制が課題となる場合がある。その推進においては、<u>総合特区の申請など、研究のフレキシブルな対応が可能な仕組みの導入を考慮する。</u></p>

推進手法のイメージ (案)

(参考4)

関係府省



☆方針調整

農林水産省
(戦略検討会)

☆重点研究分野の選定 (検討結果を考慮)、推進方針の策定、経済効果、B/Cの分析

● ○○研究戦略の策定 (農林水産省)

☆国民、産業界のニーズに基づき、実用化、海外展開を見通した研究戦略

● 府省横断ガバニングボードの設置 (農水省・関係府省等)

☆研究推進管理、PF間の調整等

○○プラットフォーム

拠点大学・研究機関等

※研究推進能力を有する機関を選定



☆連携協定の締結

農林水産省ファウンディング・イニシアチブ (FA)

☆研究委託、技術支援

● 研究ワークショップの開催 (主催: 拠点大学、農水省FA等)

☆戦略に基づく研究課題の検討

● 新規研究課題の採択
(農研機構等)

☆評価ルール等は調整

● 研究課題の採択
(□□機構)

● 農研機構プロジェクト研究

研究グループ

(大学・独法・企業)

☆研究連携協定の締結

(社会還元ルールを記載)

● PD会議、
合同推進会議
等の開催

☆ロードマップの
共有、進捗管理、
実用化推進

● ○○機構プロジェクト研究

研究グループ

(大学・独法・企業)

● 府省横断研究レビュー (ガバニングボード)、成果報告会開催 (拠点大学等)

● 事業化支援 (関係府省)

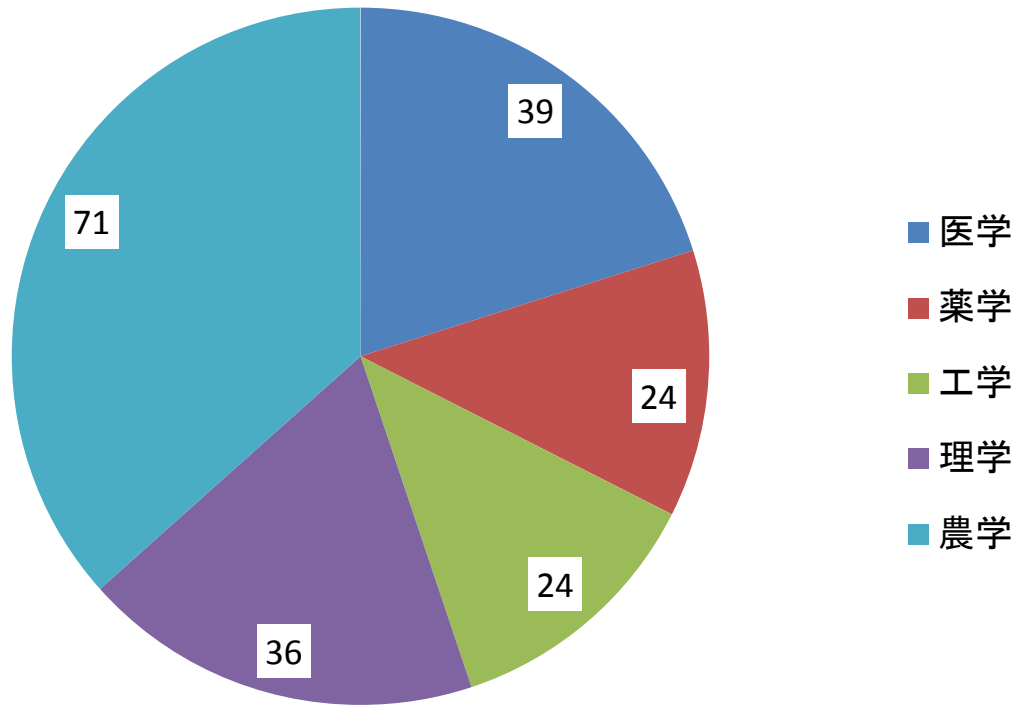
☆革新的な成果の実用化 (競争的資金等を活用)

攻めの農林水産業を実施するためのイノベーションの創出

異分野融合研究に関するアンケート調査結果

農林水産省農林水産技術会議事務局
研究推進課

アンケート回答者の専門分野

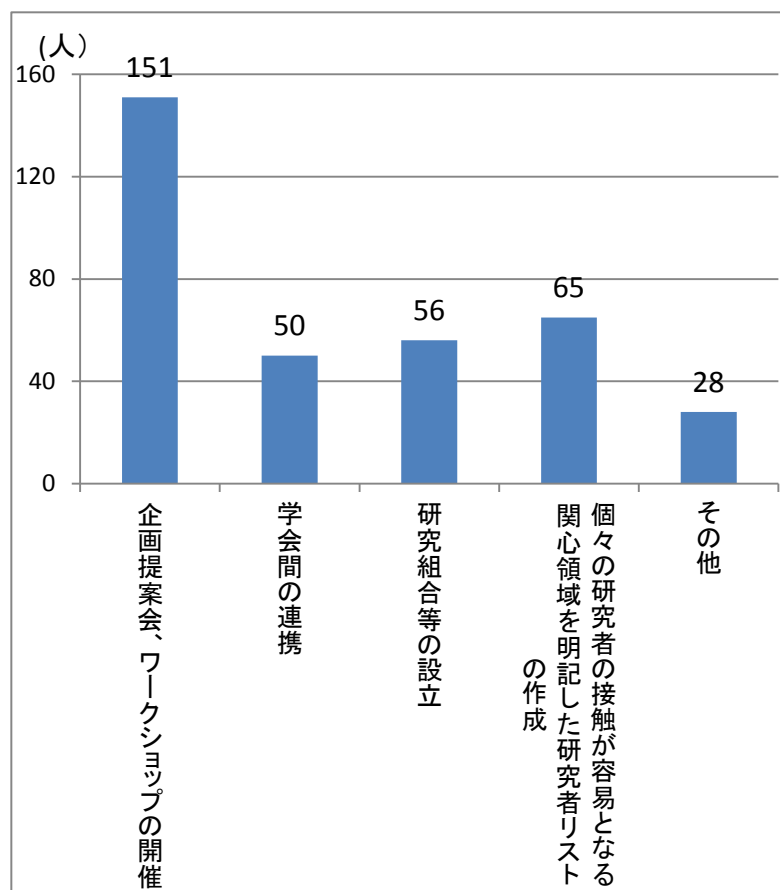


- ・アンケート期間:平成25年6月下旬～7月中旬
- ・アンケートの回答者(回収)数:193名
- ・回答者内訳:回答者数のうち農学が4割、医学、理学でそれぞれ2割、残りが薬学と工学である。

問2-1

農林水産・食品分野とそれ以外の分野との連携を効果的に進める上で何が必要か。
 (※複数回答のため、合計は回答者数と一致しない)

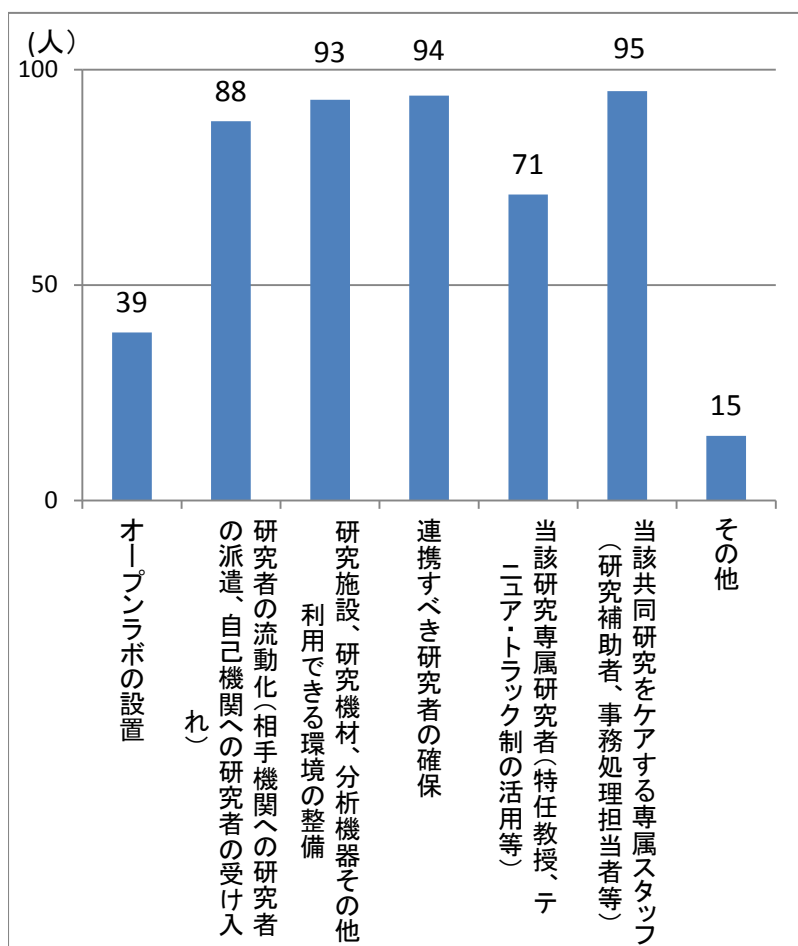
(1) 企画段階



・企画段階において異分野連携を効果的に進める上で、企画提案会、ワークショップの開催が有効との回答。

・この他、関心領域を明記した研究者リストの作成、技術研究組合の設立、学会間連携も効果ありとの回答があった。

(2) 研究段階



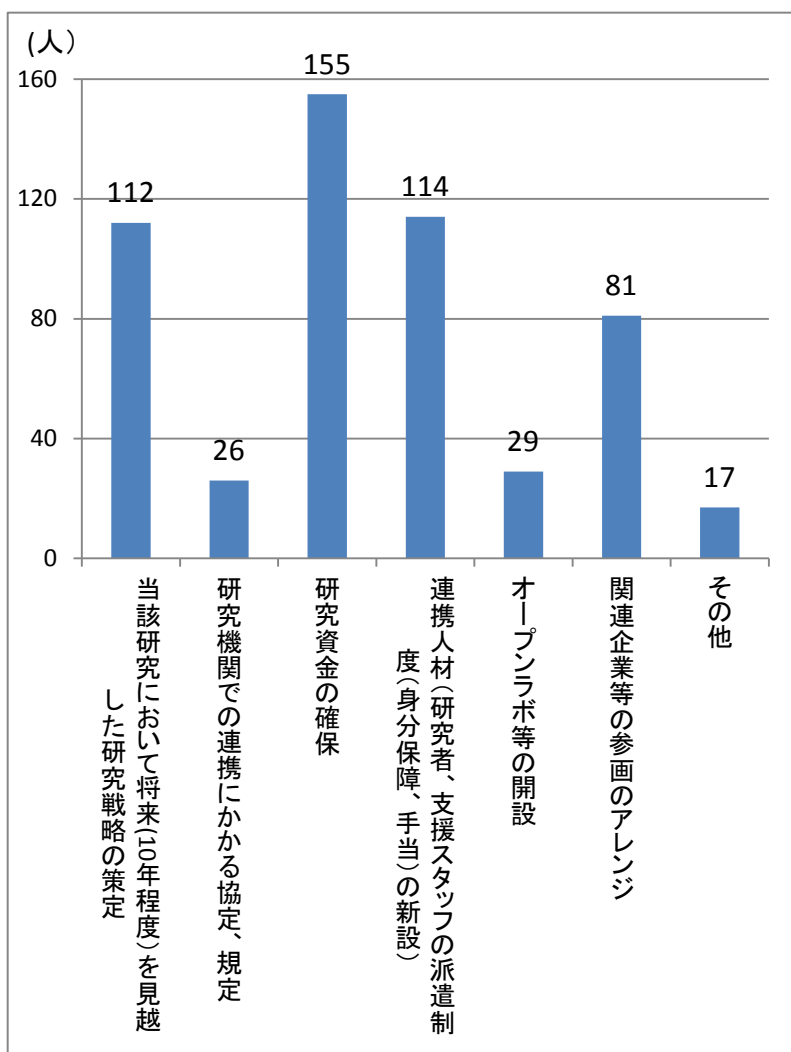
・共同研究をケアする専属スタッフ、連携する研究者の確保にかかる施策、研究者の流動化を挙げられる者が多かった。

・また、共同研究に活用できる施設、機器等を重視するとの回答も多く挙げられた。

問2-2

問2-1を効果的に進めるための国にどのようなことを期待するか。

(※複数回答のため、合計は回答者数と一致しない)



・効果的な連携のための国への期待としては、研究資金の確保が最も多く挙げられた。

・また、連携人材の派遣制度、将来を見越した研究戦略策定、関連企業等の参画アレンジについても期待が挙げられた。

農林水産・食品産業と異分野との融合研究の領域（例）

参考 6

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
医学① ・機能性食品研究 (医→農・食、 1,2,4,5,10,11,15,23) ・再生医療、医薬品 への家畜、農林水産 物の活用 (農畜→医、 3,6,7,8,9,13,14,16,17,1 8,19,20,22) ・その他(12,21)	マッシュルーム由来レクチン、甘味材の口腔ケアへの応用。	口腔ケア管理は健康寿命の維持が期待できる。
	渋柿抽出液による動脈硬化予防薬の開発。	動脈硬化予防及び薬剤、食品の産業創出。
	疾患モデルブタ、蚕のシルク、昆虫由来成分等の利用による再生医療素材(臓器、血管)、医薬品、動物医薬品開発。	医療新素材産業の創出と、農林水産物の高付加価値利用、生産・需要拡大。
	機能性食品及び高齢者用食品の開発。	機能性食品及び高齢者用食品の開発による新需要開発、生産拡大、国民の健康寿命の延伸。
	解明された特定の生理機能に基づいて生理活性物質をスクリーニング(ニュートリゲノミクス)。当該成分の酵素反応、吸収、血中濃度、代謝などを解明。これら食品化により、コストダウン、安定化、効果向上、食感の改善、おいしさ向上。	複合的食品機能の定量解析研究による医学、食品科学の進展。機能性食品開発による新市場創出、国民の健康寿命の延伸。
	メタボロミクス、プロテオミクス、ゲノミクスと疫学研究ユニット、農林水産物・食品研究との間で有効な機能性成分についてのエビデンスを獲得、出口に近いところで介入試験を実施。異なる各地域の食習慣における検証も必要。	機能性食品について、ヒトにおける健康、疾病予防への効果が明らかに。ヘルスコミュニケーションによって消費者が未病、健康寿命延伸などを享受。
	ブタ臓器をベースにヒトに近づける難病・希少疾患モデル研究、ブタの体内でヒトの臓器を形成する研究、ブタからヒトへの臓器、組織移植研究、及びこれらを支える医療用無菌ブタの研究。	ブタをプラットフォームとする医農連携研究が推進。再生・移植資料の臨床応用としての視点から実用化や産業応用が実現できる。
	ブタなどを利用した再生医療。(ブタを脱臓器しIPS細胞によるヒト幹細胞を充填、人工ヌクレアーゼを用いる)	再生医療への活用。
医療に活用可能な植物等由来のシーズ探索に資する、疾患特異的iPS細胞を用いたスクリーニング系の確立。	医療に活用可能なシーズ探索の際に、患者由来かつ少量多検体での分析を実現。	
食品機能学活用により工学による大量生産、in vivo系の検証。	機能性食品の工学的製造による安価な製品の提供。	

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
医学②	生活習慣病に関わるバイオマーカー検索、これを指標とする未病達成食品開発。	バイオマーカー開発による生活習慣病の改善に有効な食品開発。
	生理心理応答解析を活用した植物由来の香り(物質)の開発。	植物由来香り物質の活用による快適空間創出。
	ゲノムインフォマティクスによる農業生物を宿主とした物質生産による再生医療における細胞細分化制御剤の開発。	農業生物を宿主とする安価、大量生産によって、農業においては次世代育種技術の開発、医療においては治療法開発。
	天然食品成分を化粧品、医療素材として開発。	-
	生理機能解析・内分泌機能探索により、食品の機能性評価及び食成分探索、育種との連携。	トクホを含む食品、成分の再評価及び生活習慣病の予防。
	微生物資材を用いた低脂肪高タンパク質家畜生産によるメタボリック対策、高タンパク質による高齢化対策。	内臓脂肪を減らした豚肉生産技術開発。ヒトへの応用も期待される。
	ゲノム編集による水産生物や牛、豚などの改良。	医薬品開発、再生医療研究、ヒト疾患モデルの開発。
	植物工場での生産を見据えた植物による活性型アレルゲンの大量調製。	アレルゲンの医療(舌下減感療法)への利用。
	適正妊婦食の展開のため、バイオマテリアル一覧と医学側マーカー開発。	妊婦への推奨栄養食の開発と医学側の食事教育、栄養マーカーの開発による母子健康チェック。
	より人間に近い生命科学実験に応用可能な高等動物や細胞モデルの確立。	より人間に近い生命科学実験に応用可能な高等動物や細胞モデルの確立による疫学、遺伝子情報を背景とした成人病などの予防可能な食材の開発。
	豊かな環境(森や海)、アロマ、天然の音等と行動療法による精神疾患のリスク軽減、予防。	精神医療、保健福祉に貢献する技術。
	植物の栄養輸送の数理モデル研究による高品質食品生産、医療応用。	
遺伝子組み換え植物による異種タンパク質による人獣共通感染症を目指した食べるワクチン開発。	隔離栽培、高度環境制御による均質な医療用タンパク質の生産、冷蔵庫や注射器なども不要で、人獣共通感染症の予防について途上国でも容易に使用可能。	

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
薬学 ・メタボロミクス等分子情報を活用した農林水産物、食品探索(薬→農食1,3,13) ・農林水産物、食品の産生物質を活用した薬剤開発(農食→薬2,4,5,6,7,8,10,11,12) ・その他(9)	生理活性物質(ペプチド等)の農作物による生産技術。	生理活性物質の生産による薬剤開発、農薬開発。
	食品の微量分子の薬理効果研究。	分子機能食薬品の創薬による新産業創出。
	ケミカルバイオロジー(標的となるタンパク質の構造同定)等による天然化合物のライブラリーの充実、メタボロミクス、情報科学を駆使した解析。	天然化合物のライブラリーを活用し、医薬用に有用な天然物の検索と効率的生産技術の開発。
	海洋生物の生理活性物質を活用した医薬品の開発。	未知の海洋生物の探索により創薬の可能性を拡大。
	植物が持つ機能性を活用したサブリン・医薬品の開発。(植物工場における生産を含む)	
	ラビリンチュラ類(海洋真核単細胞生物)の育種による有用脂質生産、超臨界抽出技術によるEPA等の医薬品製造。	海洋天然生物の漸減の中、機能性成分の精製・製造。
	機能性成分による疾病予防効果のヒト試験での検証及び、創薬開発。	創薬を出口とする農作物、食品の生産、需要拡大、健康寿命延伸による医療費の軽減。
	植物細胞を利用した「薬剤糖タンパク質」の発現系構築と応用。植物や昆虫が生産する機能性糖鎖を利用した機能性食品、免疫調整剤の開発。	糖鎖生物学、糖鎖工学は、日本が世界をリードしている領域が多々ある。糖鎖機能の理解と医学・食品・薬剤への応用研究は、日本のバイオ産業や工学産業の復活に大きく貢献できる極めて重要なもの。
	有機合成化学的手法による植物成長調整剤、殺虫剤の開発。(創薬技術による創農薬技術)	植物作用メカニズム解明による植物成長調整剤開発等。
	植物を用いた有用タンパク質の生産によるワクチン(ヒト)などの生産。遺伝子組み換え植物の栽培システム開発等。	植物学の基礎力資産を医学分野へ展開。食べるワクチンは注目を集めている。
脂肪細胞由来の細胞の分化全能性の解明、植物の含有する天然有機化合物の探索、生物有機化学における構造と生物活性研究による再生医療、抗がん、抗ウイルス、医薬品の開発、エネルギー産業への活用が期待。		
エピジェネティック技術、微生物・植物二次代謝物探索及び医薬品の開発。	ゲノム解析により、微生物、植物の未知成分と未利用遺伝子の存在が明らかになった。エピジェネティックな方法による未利用遺伝子、医薬品開発へ展開。	
プレニル化合物(ポリフェノール等を高機能化)の生産技術の開発、セルメディケーションに応用。	健康志向の高まりと医療費の負担軽減に寄与。	

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
理学① ・NBT(遺伝子編集技術)等による新品種作出(理→農、1,4,5,6,8,9,10,12,13) ・遺伝子や代謝物、根の機能に着目した栄養・水利用効率、環境耐性の農作物作出、生産制御技術(理→農7) ・バイオミメティクス(生物模倣)を活用した機能性素材開発(農→理11) ・その他(2,3,14)	人工DNA結合タンパク質をワクチンとして用いたウイルス耐病性植物の開発。	ウイルスに感染しない植物(農作物)の創出のためのワクチン製造や農業生産における農薬等のコスト低減。
	人工染色体の創出による耐病性植物の作出。	耐病性、収量性のターゲット遺伝子を導入した品種作出が期待される。
	植物のもつ光合成機構を解明し人工光合成を創出。	人工光合成創出、葉緑素電池による、新産業(クリーンエネルギー)を創出。
	NBT。(外来遺伝子が残らないGMO作出、ゲノム情報利用技術、イオンビーム利用、TILLING法を用いた養殖魚育種開発)	新品種作出の効率化、加速化による種苗関連産業創出、農林水産業の生産増大、コスト低減等。
	代理親魚技術による周年産卵、成熟期間短縮。	大型魚の養殖期間短縮等による資源保護、生産拡大。
	NBTによる耐病性、良食味の農畜産物の作出、ゲノム編集技術を利用した臓器作成用家畜作出及び高効率エネルギー産生微生物作製。	耐病性、良食味農畜産物生産拡大、ヒト臓器用家畜、微生物エネルギー産生による新産業の創出。

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
理学②	遺伝子や代謝物、根の機能に着目した無機栄養効率、水利用効率、環境耐性等の農作物作出、フィールドや環境変動に適応した生産制御・予測技術の開発。	投与資材、水を減少させても同等の生産性を維持できる農産物創出、半減したインプットコストでも植物工場、施設栽培等で1.5倍程度の生産性向上を実現。アジア、アフリカ等の環境に適応した低コスト高生産技術で国際競争力を高める。
	代謝物の網羅的解析技術、代謝制御技術、重イオンビーム育種技術の開発。	小分子化合物による遺伝子活性化や代謝スイッチング、新規遺伝子などの制御技術。植物工場による高機能・高付加価値作物、薬用植物栽培システムのパッケージとしての輸出産業化。種苗会社、食品会社、農協などとの産業連携によるアグロメディカルフーズとしての商品化。ゲノム編集等遺伝子組み換えを超えた新技術や重イオンビーム育種技術の社会への還元。
	イネ、ナズナのゲノム解読が終了、有用形質を探索。新たな育種技術開発により新品種の作出。	ゲノム解読完了によるストレス耐性等の有用形質を同定、新品種が作出。
	養殖における遺伝子導入や発現制御技術による低栄養高成長魚種の開発。マダイ、トラフグ、ヒラメ等高級魚を対象としたゲノム解読が進展中。	完全養殖等の確立。高級魚における養殖によるコスト低減、品質向上、また水産資源保護にも寄与。
	バイオミメティクス(生物模倣)を活用した新規高機能性素材の開発。	バイオミメティクス開発では人工蜘蛛糸のような高機能素材の量産化を目途が見つけたものもあり、生物の特性を手本とした新規素材の開発は多くの可能性がある。
	遺伝情報に基づく植物機能性の評価による機能性新品種の開発。	
	ゲノム編集を使った高成長性、早期成熟性などの優良形質を保持した養殖用新品種を作製。	ヒラメ、マダイ、トラフグなどの養殖は出荷まで数年要するが、一年以内というような早期に成長、成熟する新品種を作製。
	植林技術、森林環境と鉱業の両立する技術。	鉱物採掘による土壌の強酸性化の問題に対応し、日本の環境保全技術、日本ブランドを向上。

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
<p>工学①</p> <p>・ICT、ロボット技術の活用による農林水産業現場（機械、ロボット、植物工場等）での活用（工→農 3,4,5,6,8,9,10,11,12,16,19,22,24,25,30,35）</p> <p>・ファインバブル技術の活用による農林水産物の生育促進、食品の殺菌（工→農28）</p> <p>・農林水産物由来の物質による機能性素材等開発（農→工 1,13,14,17,18,20,27,33）</p> <p>・農林水産生物によるエネルギー及び関連材料の開発（農→工 15,23,26,31,32,34）</p> <p>・その他（2,7,21,29）</p>	物質生産のパラダイムシフトを目指したin vivoナノファクトリー。	農業の持つ物質生産能力の活用により、新産業（エネルギー）を創出。
	ガスプラズマ利用殺菌技術。	ポストハーベストを用いない殺菌技術による国内需要、輸出促進。
	植物工場における環境制御技術。（温度、湿度、CO2濃度、栄養、水、光照射を各種センサにより自動制御）	エネルギー使用量を抑え生産コストを下げる。安全性が高く、年間通じた安定した供給が実現。
	精密農業。（収量、品質向上及び環境負荷低減を総合的に達成しようとする農場管理、土壌・生育等環境パラメータの観察・制御、農作物の収量、品質が測定可能な収量モニター、マップやフィールドサーバ等）	省力化、大幅な生産性向上。育成状況の自動計測、センシングによる適切なほ場管理、収量、品質向上。
	農業ロボット、加工ロボット、GPS、GIS等による農業機械自動化。	
	篤農家ノウハウのデータベース化、オープンソース化。	実践的な農業技術、経営の研究、先進的農法の普及により、後継者の確保、先進的農業の拡大。
	食商品管理システム。（フードサプライチェーンにおける品質・安全管理、トレーサビリティ、食情報の収集デバイス）	
	「暗黙知」と「形式知」の統合によるスマート農業システム開発。（低コストで良質なG空間情報収集技術、形式知の体系化、システム、タブレット、スマホなど汎用プラットフォーム開発が重要）	減少する熟練農家の知識・知恵をデータとして保全・活用し、農業の魅力を高め、若い世代の新規就農を促進。

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
工学②	農業ロボットの研究開発。(精密工学、情報工学、機械工学、航空宇宙工学、空間情報工学、エネルギー、経営等多くの分野の融合が必要)	農業就業者の減少、高齢化による労働力不足を解消、農業生産の低コスト化。
	農業生産管理SaaS(Software as a Service、ユーザーが必要とするサービスだけ配布)、センサー、カメラ、モバイルからデータを収集し、蓄積・分析(クラウド)し、ほ場管理から経営判断に活用。	現場で使いやすく、経営に活かせる分析システム。
	牛歩SaaS。(牛歩から発情期を検知し高い受胎率で繁殖)	種付けタイミングの見逃しによる畜産農家の損失を激減。このような農林水産現場のニーズに適切に対応できる。
	施設園芸においてクラウドに蓄積したデータを活用し栽培技術を向上。(温室とクラウドをつなぎ、遠隔監視・リモート制御、日本発の施設園芸／植物工場複合環境制御システムUECS(Ubiquitous Environment Control System))	生産性と品質向上、生産プロセスの革新、後継者育成、国際競争力の強化。
	粳穀のクエン酸処理により、金属不純物元素を除去し、(通常燃焼時は発がん性物質が精製)高純度非晶質シリカを生成。卵殻等から高純度炭酸カルシウム、酸化カルシウムを生成。	シリカ肥料(農業現場)の他、半導体封止材、コンクリート・タイヤ強化剤、化粧品・食品添加物、タイヤ補強材などに活用。シリカの空孔内にCNT(カーボンナノチューブ)を充填(ナノ複合化)しフリクション(摩擦)低減による高付加価値工業用素材として利用。
	天然高分子のバイオマス資源から機能性材料開発。	バイオマス資源の活用で持続的かつ低環境負荷社会の構築に寄与。
	水産廃棄物のタンパク質を活用した汚濁水の処理技術の開発。	生物分解性凝集剤による低環境負荷の汚濁水処理技術の開発。
	農林業ロボットによる少人数遠隔作業システムの開発。	農林業の完全自動省力化の実現。
	農林水産物由来素材の成型加工技術開発と医療デバイスへの応用。	生体由来素材の医療デバイスを実用化。

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
工学③	生物由来の高性能・高機能な新規樹脂の開発。	非可食性バイオマスの高度利用を実現。
	準天頂衛星をアプリケーションとする高精度(cm単位)自動走行農作業ロボット。	より大面積で自動作業により少人数のオペレーターで農作業を実現。
	ミドリムシを原料としたバイオプラスチック開発。	-
	植物の様々な微細形態構造解析による耐震建築。	-
	ICT、環境計測によるデータ収集と高収量環境制御技術。	高度環境制御システムの安価な供給により、収量増、コスト減により価格競争力、輸出展開も。
	ラビリントチュラ類(海洋真核単細胞生物)の育種による有用脂質生産、超臨界抽出技術によるスクアレン等のバイオディーゼル生産。	海洋天然生物の漸減の中、バイオ燃料生産技術による産業化。
	ITC、クラウドコンピューティング関連技術による農業生産情報可視化・分析システム、生産環境制御システム、生産者－消費者ソーシャルネットワーク。	生産者からステークホルダへの発信による価格決定権付与。
	データセントリック科学、ICTを活用した次世代農業生産・経営システム構築。	農業リスク高度管理、ビックデータ、経営管理のシステムを構築することにより、農業生産の大規模化、低コスト化とともにシステムの輸出。
難分解性のバイオマスについて直接発酵し高機能材料・分子を生産。	これまでの複雑かつエネルギー多消費のプロセスであったが、高効率で有用な高機能材料を生産。(家畜繁殖学)	

融合研究の領域	想定される融合研究課題	想定される成果
工学④	突然変異や遺伝子組換えを利用した効率的な作物改良法と高付加価値化成品への転換。	植物由来成分から有用な化成品を効率よく生産、環境負荷の少ない社会の実現。
	ファインバブル技術による農林水産物の生育促進、香気付与及び食品の殺菌。	農林水産物の生産性向上、日持ち向上、高付加価値化が期待できる。
	変形特性の指標データ化技術による(柔らかさ)食感等の食品品質管理。	高齢化社会に適した食品の開発・管理等。
	IT通信技術(リモートセンシング、センサー)を利用した森林蓄積量や温室効果ガス排出測定と森林管理技術。	我が国ではタブレットを用いながらの森林管理。途上国とりわけアジア地域での農林水産業で適用可能性が高い。
	バイオマスエネルギーの高効率化を実現するための籾殻固形化技術と燃焼技術によってバイオマス発電によるビニールハウス・酪農畜舎向け送電システムの開発。	棒状の成形固形化技術と大気燃焼技術を確立することにより長時間の安定燃焼、有効なバイオマス燃料と期待してできる。
	熱帯農林水産物等のバイオマス資源のバイオリファイナリー技術。	廃棄バイオマス資源の有効活用。
	硫酸性紅藻類による希少金属の回収、有害物質の除去。	
	微細藻類の大量培養技術。	畜産バイオガスステーション、発電給湯による小規模循環型環境設備。
	ワカメ・コンブ・ノリの陸上養殖に適したタンク的设计、水環境の浄化、冷却技術の開発。	海産物資源の安定供給や端境期の積極的供給。(高付加価値化)