

### 3.9 次世代農林水産業創造技術

<p>(1)意義の重要性、SIPの制度の目的との整合性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>  府省連携（農林水産省、文部科学省等）によって、従来の単独省庁プロジェクトでは実施困難だった研究の遂行や、課題解決の推進ができた。</li> <li>  3年目に研究開発計画を見直し、重点テーマを絞り込んだことで、多くの成果（農業データ連携基盤、自動運転トラクター等）を生み出した。</li> <li>  従来の農林水産省の研究開発事業と異なり、5年間という長い期間設定と大型の予算により、優秀な人材の確保がしやすかった。</li> </ul>
<p>(2)目標・計画・戦略の妥当性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>  未来投資戦略を始めとした我が国の政府全体の政策目標を踏まえ、途中段階での見直しを経て、農業のスマート化実現が最大目標（コメの生産費5割削減等）となり、概ね妥当である。</li> </ul>
<p>(3)課題におけるマネジメント （適切なマネジメントがなされているか。）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>  集約の結果、基礎的分野での研究テーマを中止することとなったが、課題の前半において、PDと研究責任者との意思疎通が不十分で、テーマ改廃について納得が得られるまでの説明が必ずしもされていなかった。</li> <li>  研究遂行時においても、研究責任者と運営事務局（PD等）との意思疎通が十分でなかったテーマが存在する。</li> </ul>
<p>(4)直接的な研究成果 （アウトプット）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>  スマート施設園芸で、多収・高品質を実証した。</li> <li>  農業データ連携基盤の構築（WAGRI@農研機構）を確立した。</li> <li>  ゲノム編集の基盤技術を世界トップレベルに引き上げた。基本技術（CRISPR Cas9）に改良を加え、世界でも注目される技術を開発した。</li> <li>  ゲノム編集を活用した育種技術では、GABA高含有トマトの外来遺伝子を含まない交雑系統を作出し、世界に先駆けてゲノム編集作物を創出し、商業化の可能性に先鞭をつけた。</li> <li>  世界初の改質リグニンの製造・工業材料化が実現されたことで、スギからこれまでにない高機能性素材の開発が可能となった。</li> <li>  査読あり論文（531件）、特許出願件数（168件）。</li> </ul>
<p>(5)現在・将来の波及効果 （アウトカム）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>  自動運転トラクター（クボタ及びヤンマーが商品化）、圃場の自動水管理システム（ハードとスマホアプリ/クボタが商品化）、身体機能改善に効果があるとされるマスリン酸等の機能性食品が商品化（日本製粉）された。</li> <li>  SIPの成果を全国各地に展開して実証する事業（農林水産省のスマート農業加速化実証プロジェクト等）や国際展開（タイ農業協同組合省等と北海道大学とのMOU締結等）を進める動きが生まれている。</li> <li>  筑波大学発ベンチャー（GABA高含有トマトの生産販売）設立。</li> <li>  植物工場で用いられる養液栽培のファインバブル技術について、農林水産業応用に係る標準案をISO/TC281ファインバブル技術に提案中である。</li> </ul>
<p>(6)改善すべきであった点と今後取り組むべき点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>  「次世代農業」の目指すべき姿、全体像の構築をして、課題関係者と共通認識を持つべきである。課題の総体としての達成目標及び社会実装後のあるべき「次世代農業」の姿を描出し、研究開発計画に盛り込むこと及び構想の段階でSIP制度の目的を研究</li> </ul>

	<p>責任者に浸透させるべきである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ⅰ 自動運転トラクター等のスマート農業実現に向けた成果を全国展開する上で、農業政策とリンクさせ、営農体系（規模、法人・個人、作物種等）の違いに合わせた社会実装の方策を検討すべきである。</li> <li>Ⅰ 全国あちこちではなく、メガファーム園芸を2か所程度に絞り、全ての園芸予算を集中投下すべき。水田も酪農も地域の農業基盤を調査して、それに合うようにビジネスのバランスを取ることが必要。</li> <li>Ⅰ WAGRIについては、ベンダー間の公正な競争の下で農家が適切なサービスが受けられるよう、WAGRIデータの利活用に係るルール作りの検討が必要。</li> <li>Ⅰ ゲノム編集技術利用食品等は、カルタヘナ法や食品衛生法上の取扱等の検討が進捗しているところであり、規制・制度整備の取組と連携しつつ社会的な受容性の醸成推進が必要。</li> <li>Ⅰ スマート農業に向けた成果の社会実装、WAGRIの効果的利用、ゲノム編集技術利用食品等の社会的な受容性醸成については、引き続き、進捗を確認すべき。</li> </ul>
--	--

### 3.9.1 概要

#### (1) 背景と目的

農林水産業は、地域経済や食料の安定供給、国土保全等に重要な役割を有しているが、農林漁業者の減少・高齢化等の問題に直面しており、世界的には食料問題解決が共通の課題となっている。一方で、ライフスタイルの変化、世界の食市場の拡大、和食への関心の高まりは、農林水産業を変革し、若者たちを惹きつけるアグリイノベーションを実現する絶好のチャンスとなっている。

このため、府省連携により、従来技術では成し得なかった、農業のスマート化、農林水産物の高付加価値化の技術革新を実現する。

これらの新技術や成果を、政策と一体的に現場や市場に展開することにより、新規就農者の増大、農業・農村全体の所得増大を図るとともに、農山漁村の維持・発展に貢献し、農業版 Society 5.0 を実現する。また、食生活等を通じた国民生活の質の向上を図る。さらに、企業との連携により、関連産業の海外展開を含めた事業拡大を図るとともに、世界の食料問題解決に寄与する。

#### (2) 実施体制

平成 30 年度時点で、サブ PD は 6 名、研究責任者は 13 名である。4 名の戦略コーディネーターが置かれている。管理法人は農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）となっている。なお、平成 28 年 5 月までは法政大学の西尾健教授が PD を務めていたが、同年 10 月より、北海道大学の野口伸教授が着任した。

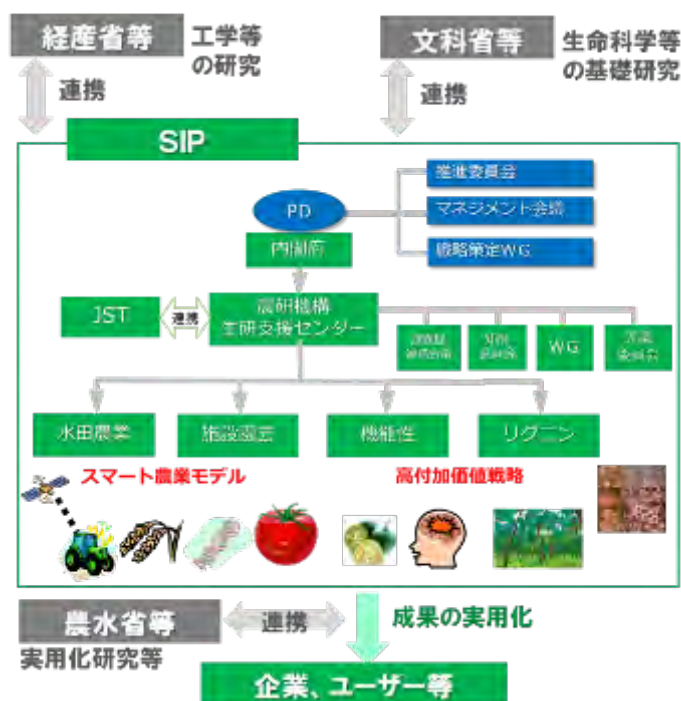


図 3-120 次世代農林水産業創造技術の研究体制

表 3-165 次世代農林水産業創造技術の PD 等

区分	所属	氏名
PD	北海道大学大学院農学研究院副研究院長、教授	野口 伸
サブ PD	株式会社日本総合研究所創発戦略センターシニアスペシャリスト	三輪 泰史
	株式会社誠和ソリューション事業室長	斉藤 章
	日本農薬株式会社代表取締役会長	神山 洋一
	東京農業大学参与	佐々木 卓治
サブ PD 兼研究責任者	東京大学大学院農学生命科学研究科特任教授	阿部 啓子
サブ PD	東京大学名誉教授	小野 拓邦
戦略 C	株式会社日立ソリューションズ空間情報ソリューション本部 GIS 部部長	西口 修
	タキイ種苗株式会社研究農場副農場長	福岡 浩之
	味の素株式会社社友	山野井 昭雄
	住友精化株式会社顧問、技師長	荒木 英一

平成 31 年 1 月 1 日現在

表 3-166 次世代農林水産業創造技術の管理法人（農研機構生研支援センター）の体制

区分	部署・役職	氏名
総括 PO	理事	更田 真一郎
総括 PO 補佐	総括研究リーダー	八木 康之
PO	研究リーダー	足立 礎
	研究リーダー	鈴木 保宏
	研究リーダー	持田 秀之
	研究リーダー	百瀬 眞幸

表 3-167 次世代農林水産業創造技術の主要会議体

名称	構成員	概要
推進委員会	PD、サブ PD、戦略 C、関係省庁、関係機関、事務局（内閣府）、管理法人（農研機構生研支援センター） （表 3-168 参照）	PD が議長、内閣府が事務局を務め、内閣府に置く。課題の研究開発計画の作成や実施等に必要な調整等を行う。 平成 29 年末までに 9 回開催。

知財委員会	PD、内閣府、文部科学省、農林水産省、経済産業省、環境省、特許事務所、JST、管理法人(農研機構生研支援センター) 議長は、必要があると認めるときは、上記横断構成員に加え、該当する専門構成員(サブPD、戦略C、研究代表、専門家)の出席を求めることができる。	農研機構に置く。
マネジメント会議	PD、サブPD、戦略C	GBからの評価結果等について、構成員で議論を行い、研究責任者への情報の受渡しを行う。
戦略策定WG	PD、戦略C、外部有識者(3名)等	出口戦略をブラッシュアップする。

本課題に特徴的な会議体。

表 3-168 次世代農林水産業創造技術推進委員会 構成員一覧表

区分	所属	氏名
PD	北海道大学大学院農学研究院副院長、教授	野口 伸
サブPD	東京農業大学総合研究所参与	佐々木 卓治
	東京大学大学院農学生命科学研究科特任教授	阿部 啓子
	東京大学名誉教授	小野 拓邦
	株式会社誠和ソリューション事業室長	斉藤 章
	株式会社日本総合研究所シニアスペシャリスト	三輪 泰史
	日本農薬株式会社代表取締役会長	神山 洋一
戦略C	株式会社日立ソリューションズ空間情報ソリューション本部 GIS 部部長	西口 修
	タキイ種苗株式会社研究農場副農場長	福岡 浩之
	味の素株式会社社友(元副社長)	山野井 昭雄
	住友精化株式会社顧問/技師長	荒木 英一
関係省庁	内閣府食品安全委員会事務局評価第一課課長	関野 秀人
	内閣府宇宙開発戦略推進事務局参事官	佐藤 耕平
	内閣府宇宙開発戦略推進事務局参事官	滝澤 豪
	総務省国際戦略局技術政策課企画官	中越 一彰
	国税庁課税部鑑定企画官	山岡 洋
	文部科学省研究振興局ライフサイエンス課課長	永井 雅規
	文部科学省研究開発局環境エネルギー課課長	藤吉 尚之
	農林水産省大臣官房政策課技術政策室室長	山田 広明
	農林水産省農林水産技術会議事務局研究企画課課長	原 孝文
	農林水産省農林水産技術会議事務局研究調整官	森田 敏
	農林水産省農林水産技術会議事務局研究企画課技術安全室室長	長峰 徹昭
	農林水産省農林水産技術会議事務局研究推進課産学連携室室長	野島 昌浩
	農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官(生産技術)	原田 久富美

	室研究統括官	
	農林水産省農林水産技術会議事務局研究開発官(基礎・基盤、環境)室研究開発官	水元 伸一
	農林水産省農林水産技術会議事務局研究開発官(基礎・基盤、環境)室研究調整官	板橋 直
	林野庁森林整備部研究指導課首席研究企画官	嶋瀬 拓也
	水産庁増殖推進部参事官	藤井 徹生
	経済産業省産業技術環境局研究開発課未来開拓研究統括戦略官	田名部 拓也
	経済産業省産業技術環境局国際標準課統括基準認証推進官	中野 裕二
	経済産業省商務情報政策局生物化学産業課産業分析研究官	新階 央
関係機関	科学技術振興機構研究開発改革推進部研究監	川口 哲
事務局	内閣府大臣官房審議官(科学技術・イノベーション担当)	黒田 亮
	内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)付参事官(産業技術・ナノテクノロジー担当)	中島 潔
管理法人	農研機構生研支援センター新技術開発部連携・企画課課長	松岡 美志

平成 30 年 4 月 1 日(開催日)現在

### (3) 予算

表 3-169 次世代農林水産業創造技術の予算

年度	予算(億円)
平成 26(2014)年度	36.2
平成 27(2015)年度	33.6
平成 28(2016)年度	29.2
平成 29(2017)年度	27.5
平成 30(2018)年度	23.0
合計	149.5

### (4) 研究開発テーマ

#### 1) スマート水田農業の開発

人工衛星や各種センシングからの情報を解析・利用し、施肥、耕うん、収穫、水管理等の各工程を自動化・知能化することにより、施肥量の 30%削減、気象災害の 5%削減、水管理に係る労働時間の 50%削減等を目指した。

これらの要素技術を統合することにより、高品質化、環境負荷軽減を図りながら、稲作全体の労働時間半減や資材費低減等を図り、コメの生産費 5 割削減(8,000 円程度/60kg)を目指した。

なお、研究成果の出口、受入先が決定したことで、平成 29 年に衛星リモートセンシングが SIP での研究を終了した。

a 高品質・省力化を同時に達成する生産システム

表 3-170 高品質・省力化を同時に達成する生産システムの開発体制

研究責任者	寺島 一男 農業・食品産業技術総合研究機構理事
研究開発実施機関 (計 55 機関)	農業・食品産業技術総合研究機構、みのる産業株式会社、株式会社ビジョンテック、株式会社ライフビジネスウェザー、井関農機株式会社、ヤンマー株式会社、初田工業株式会社、株式会社 IHI スター、株式会社トプコン、株式会社フジミック新潟、株式会社コア、東京計器株式会社、株式会社富士通総研、株式会社日立ソリューションズ、海洋研究開発機構、土木研究所、情報通信研究機構、宇宙航空研究開発機構、国立情報学研究所、産業技術総合研究所、一般財団法人リモート・センシング技術センター、東北大学、筑波大学、東京大学、神戸大学、千葉大学、鹿児島大学、九州大学、中部大学、北海道大学、京都大学、鳥取大学、株式会社クボタ、北海道立総合研究機構、青森県産業技術センター、宮城県古川農業試験場、山形県農業総合研究センター、新潟県農業総合研究所、石川県農林総合研究センター、千葉県農林総合研究センター、茨城県農業総合センター、兵庫県立農林水産技術総合センター、福岡県農林業総合試験場、宮崎県総合農業試験場、マゼランシステムズジャパン株式会社、三菱マヒンドラ農機株式会社、慶應義塾大学、富士通株式会社、日本電気株式会社、NEC ソリューションイノベータ株式会社、株式会社ハレックス、NTT 空間情報株式会社、ソフトバンク・テクノロジー株式会社、株式会社日本総合研究所、株式会社ソフテック

2) スマート施設園芸の開発

植物体内の遺伝子や代謝産物等の動態解析等を活用した高度な栽培管理技術の開発により、収量や成分を自在にコントロールできる革新的な太陽光型植物工場を実現する。この栽培技術により、トマトの収量の 50%以上（糖度 5 度の場合、55t/10a 以上）の向上を目指した。

また、害虫の行動を制御する特定光波長を利用した装置、植物自身が有する病害虫抵抗性を誘導する資材等を実用化レベルで開発した。これらの装置、資材の組合せにより、単一の化学合成農薬の散布だけに依存しない、持続可能な農業生産のための植物保護技術を確立した。

研究成果の出口、受入先が決定したことで、平成 28 年に放射状裂果軽減剤が、平成 29 年に土壌病害（レタスピッグベイン病）防除資材が、平成 30 年に赤色系視覚攪乱防虫ネット及び土壌病害（じゃがいもそうか病）防除資材が、平成 31 年に収量・成分のバランス向上新規育成台木品種が SIP での研究を終了した。同様に、規制当局による農薬登録認可後に、天敵製剤及び害虫忌避剤が SIP での研究を終了した。

a 収量や成分を自在にコントロールできる太陽光型植物工場

表 3-171 収量や成分を自在にコントロールできる太陽光型植物工場の開発体制

研究責任者	松元 哲 農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門安濃野菜研究監
研究開発実施機関 (計 14 機関)	農業・食品産業技術総合研究機構、JNC 株式会社、愛三種苗株式会社、理化学研究所、産業技術総合研究所、名古屋大学、横浜市立大学、静岡大学、中部大学、三重県農業研究所、愛知県農業総合試験場、岐阜県農業技術センター、静岡県農林技術研究所、岡山県農林水産総合センター

b 持続可能な農業生産のための新たな植物保護技術の開発

表 3-172 持続可能な農業生産のための新たな植物保護技術の開発体制

研究責任者	後藤 千枝 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター虫・鳥獣害研究領域長
研究開発実施機関 (計 56 機関)	農業・食品産業技術総合研究機構、株式会社ネイブル、大協技研工業株式会社、日本ワイドクロス株式会社、株式会社シグレイ、JRCS 株式会社、パネフリ工業株式会社、株式会社アイセロ、ジェイカムアグリ株式会社、株式会社日本農林社、片倉コープアグリ株式会社、出光興産株式会社、味の素株式会社、OAT アグリオ株式会社、Meiji Seika ファルマ株式会社、日本ゼオン株式会社、石原産業株式会社、ホルトプラン合同会社、理化学研究所、東北大学、京都大学、筑波大学、東北学院大学、琉球大学、神戸大学、鹿児島大学、宮崎大学、名古屋大学、兵庫県立農林水産技術総合センター、静岡県農林技術研究所、大阪府立環境農林水産総合研究所、徳島県立農林水産総合技術支援センター、京都府農林水産技術センター、宮城県農業・園芸総合研究所、香川県農業試験場、広島県立総合技術研究所、埼玉県農業技術研究センター、千葉県農林総合研究センター、青森県産業技術センター、長崎県農林技術開発センター、群馬県農業技術センター、三重県農業研究所、鹿児島県農業開発総合センター、富山県農林水産総合技術センター、高知県農業技術センター、北海道立総合研究機構、新潟県農業総合研究所、石川県農林総合研究センター、岐阜県農業技術センター、和歌山県農業試験場、岡山県農林水産総合センター、神奈川県農業技術センター、熊本県農業研究センター、株式会社光波、株式会社アグリ総研、株式会社日本総合研究所

3) 新たな育種技術の研究

多様なニーズに対応した農林水産物の提供を実現するため、新たな育種技術を開発した。ゲノム編集技術により、超多収性等の形質を有するイネ(例えば、国内最多収イネ品種の収



量を更に20%向上(反収1.2t/10a相当))を育成することを目指した。水産では、養殖場にいけすへ衝突しない、おとなしいクロマグロの育種素材を作出し、新規育成技術を開発した。またウイルスベクターを利用した花き・果樹の開発では、従来「桃栗3年柿8年」(りんごは10年)といわれた結実までの期間を1年以内まで短縮することを目指した。

なお、研究成果の出口、受入先が決定したことで、平成30年に植物特化型メタボローム解析システムがSIPでの研究を終了した。

a 新たな育種技術(NBT)の改良・開発

表 3-173 新たな育種技術(NBT)の改良・開発体制

研究責任者	廣瀬 咲子 農業・食品産業技術総合研究機構生物機能利用研究部門 門主席研究員
研究開発実施機関 (計15機関)	農業・食品産業技術総合研究機構、株式会社カネカ、日清製粉株式会社、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、日本たばこ産業株式会社、広島大学、北海道大学、岩手大学、東京大学、九州大学、理化学研究所、近畿大学、徳島大学、信州大学、神戸大学

b オミクス解析技術等の育種への応用

表 3-174 オミクス解析技術等の育種への応用の研究体制

研究責任者	阿部 知子 理化学研究所応用研究開発室長
研究開発実施機関 (計10機関)	理化学研究所、農業・食品産業技術総合機構、東北大学、宮崎大学、宮城県古川農業試験場、福井県立大学、サントリーフラワーズ株式会社、量子科学技術研究開発機構、公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター、株式会社島津製作所

c ゲノム編集技術等を用いた画期的な農水産物の開発

表 3-175 ゲノム編集技術等を用いた画期的な農水産物の開発体制

研究責任者	江面 浩 筑波大学生命環境系教授
研究開発実施機関 (計32機関)	筑波大学、理化学研究所、農業・食品産業技術総合研究機構、水産研究・教育機構、名古屋大学、神戸大学、広島大学、愛媛大学、長崎大学、近畿大学、佐賀大学、東京農工大学、九州大学、富山県、静岡県果樹研究センター、鹿児島県農業開発研究センター、愛媛県みかん研究所、佐賀県果樹試験場、玉川大学、千葉大学、ハウス食品グループ本社株式会社、長崎県農林技術開発センター、大阪大学、東京理科大学、岩手大学、山梨大学、横浜市立大学、岡山大学、八幡平市、森林研究・整備機構、長野県農林水産総合研究センター、京都大学

d 社会実装の方法に関する調査研究等

表 3-176 社会実装の方法に関する調査研究等の体制

研究責任者	大澤 良 筑波大学生命環境系教授
研究開発実施機関 (計 8 機関)	筑波大学、農業・食品産業技術総合研究機構、京都大学、公益社団法人農林水産・食品産業技術振興協会、大阪学院大学、特定非営利活動法人くらしとバイオプラザ 21、国際基督教大学、北海道大学

4) 次世代機能性食品の開発

農林水産物・食品の脳機能活性化、身体ロコモーション機能維持に着目した科学的エビデンスを獲得するとともに次世代機能性農林水産物・食品を 15 個以上開発することを目指した。さらに、これら機能性成分を活用した食事レシピや運動・スポーツプログラム・メニューの開発を行った。加えて、次世代製品の作出に資する手法として我が国の伝統技術である発酵を活用した。

DHA 産生微細藻類について、高効率な生産を可能とする培養技術等を確立するとともに、これを利用した高付加価値養殖技術の開発等を行った。

なお、研究成果の出口、受入先が決定したことで、平成 28 年に貝毒標準品が SIP での研究を終了した。

a 機能性農林水産物・食品による脳機能活性化に着目した科学的エビデンスの獲得及び次世代機能性農林水産物・食品の開発

表 3-177 機能性農林水産物・食品による脳機能活性化に着目した科学的エビデンスの獲得及び次世代機能性農林水産物・食品の開発体制

研究責任者	阿部 啓子 東京大学農学生命科学研究科特任教授
研究開発実施機関 (計 32 機関)	東京大学、神奈川県立産業技術総合研究所、前橋工科大学、酒類総合研究所、広島大学、理化学研究所、金沢大学、静岡県立大学、大阪大学、国立長寿医療研究センター、名古屋大学、名古屋市総合リハビリテーションセンター、京都大学、高崎健康福祉大学、農業・食品産業技術総合研究機構、東京都立多摩総合医療センター、福岡女子大学、茨城大学、順天堂大学、北海道大学、産業技術総合研究所、慶應義塾大学、京都府立医科大学、芝浦工業大学、日本獣医生命科学大学、神戸大学、琉球大学、一般財団法人バイオインダストリー協会、神戸学院大学、新潟薬科大学、公益財団法人東京都医学総合研究所、明治大学

b 機能性農林水産物・食品による身体ロコモーション機能維持に着目した科学的エビデンスの獲得及び次世代機能性農林水産物・食品の開発

表 3-178 機能性農林水産物・食品による身体ロコモーション機能維持に着目した科学的エビデンスの獲得及び次世代機能性農林水産物・食品の開発体制

研究責任者	佐藤 隆一郎 東京大学大学院農学生命科学研究科教授
研究開発実施機関 (計 15 機関)	京都医療センター、兵庫県立大学、立命館大学、中京大学、同志社大学、東京大学、奈良女子大学、京都府立大学、静岡県立大学、愛媛大学、名古屋大学、徳島大学、東北大学、長崎大学、日本製粉株式会社

c 食と運動による脳機能、身体ロコモーション機能に関する相乗効果の検証、食事レシピ開発及び運動・スポーツプログラム・メニューの開発

表 3-179 食と運動による脳機能、身体ロコモーション機能に関する相乗効果の検証、食事レシピ開発及び運動・スポーツプログラム・メニューの開発体制

研究責任者	柴田 重信 早稲田大学重点領域研究機構教授
研究開発実施機関 (計 1 機関)	早稲田大学

d ホメオスタシス維持機能をもつ農林水産物・食品中の機能性成分評価手法の開発と作用機序の解明

表 3-180 ホメオスタシス維持機能をもつ農林水産物・食品中の機能性成分評価手法の開発と作用機序の解明の開発体制

研究責任者	柚 源一郎 自然免疫制御技術研究組合代表理事
研究開発実施機関 (計 6 機関)	自然免疫制御技術研究組合、浜松ホトニクス株式会社、愛知学院大学、株式会社ヘルスケアシステムズ、農業・食品産業技術総合研究機構、香川大学

e DHA 産生微細藻類を利用した高付加価値養殖技術等の開発

表 3-181 DHA 産生微細藻類を利用した高付加価値養殖技術等の開発体制

研究責任者	石原 賢司 水産研究・教育機構主任研究員
研究開発実施機関 (計 7 機関)	水産研究・教育機構、株式会社ユーグレナ、筑波大学、株式会社ヒガシマル、宇都宮大学、東京農工大学、立命館大学

## 5) 改質リグニンの抽出と高機能性素材

製材派生物や山林の最大の未利用資源である林地残材の活用を目指し、これまで木質成分利用の最難関・ボトルネックであったリグニンから、強度・耐熱性・耐摩耗性等を有す

る高機能性新素材を開発した。

例えば、改質リグニンを 200 円/kg のプロセスコストで供給する技術を開発し、プリント基板等に利用されているポリイミドフィルムよりも高温特性やコスト的に優位な新素材を開発することを目指した。

a 木質リグニン等からの高付加価値素材の開発

表 3-182 木質リグニン等からの高付加価値素材の開発体制

研究責任者	山田 竜彦 森林研究・整備機構森林総合研究所新素材研究拠点長
研究開発実施機関 (計 31 機関)	森林研究・整備機構、株式会社諸岡、株式会社ドーコン、クニミネ工業株式会社、ジャパンマテックス株式会社、株式会社宮城化成、三菱ケミカル株式会社、株式会社武蔵野化学研究所、産業技術総合研究所、理化学研究所、農業・食品産業技術総合研究機構、名古屋大学、筑波大学、秋田県立大学、東京工科大学、静岡理工科大学、東京農工大学、京都府立大学、京都大学、国際農林水産業研究センター、京都工芸繊維大学、住友精化株式会社、トクラス株式会社、ユニチカ株式会社、日本乳化剤株式会社、新日鉄住金エンジニアリング株式会社、マナック株式会社、株式会社天童木工、ネオマテリア株式会社、株式会社瑞穂、大崎電気工業株式会社

(5) 研究開発テーマと各省庁施策との連関図

研究開発テーマと各省庁施策との連関図を図 3-121 に示す。

研究開発（要素技術の確立）

実証・社会実装（連携・相乗効果の発揮）

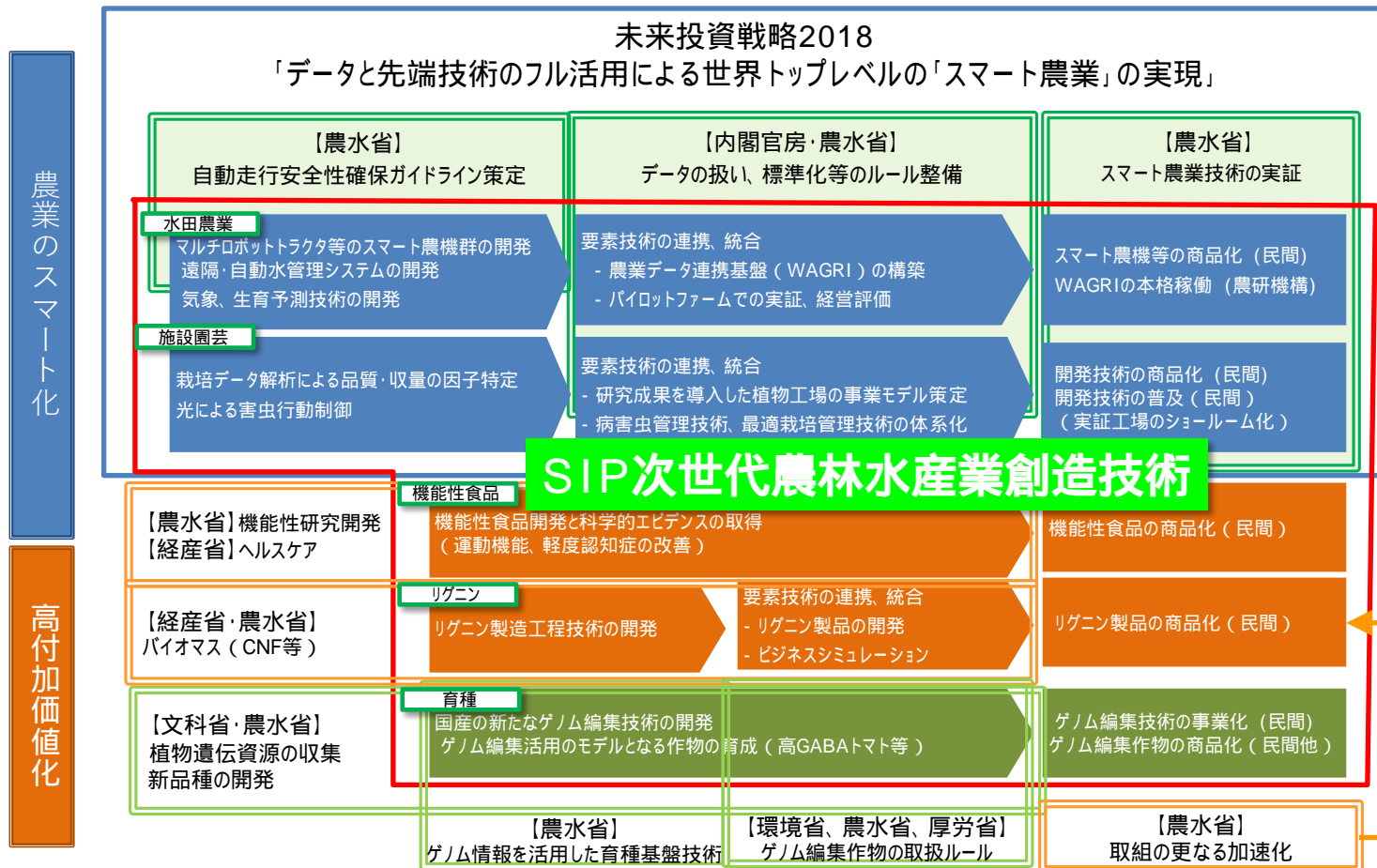


図 3-121 次世代農林水産業創造技術の研究開発テーマ及び各省庁施策との関連図

## (6) 出口戦略

SIP によって豊富な社会実装の成果を出すだけでなく、現場への展開やビジネスモデルの構築、制度改革・規制改革まで踏み込むことを目指す。

### 1) 農地等に係る構造改革と一体的な技術の現場展開

経営感覚を持つ「チャレンジする農林水産業経営者」が活躍できる環境を整備するべく、省力栽培技術、品種開発・導入といった先端モデル農業を確立、農地集積による農業の大規模化とコメの生産コスト削減を推進する。

### 2) 企業の参画・連携による市場や消費者ニーズを踏まえた商品提供

国際市場も含めた市場ニーズや消費者ニーズ、生産コストを常に意識して新たな食品、品種、栽培方法の開発、未利用資源からの製品開発、それらの成果普及等を推進する。継続的に市場ニーズや消費者ニーズを把握するため、食品企業をはじめとした種苗、機械、情報、スポーツ産業等の関連企業が研究初期から参画・協力する体制を構築する。

### 3) ユーザー視点に立った技術開発、成果普及とビジネスモデルの確立

新技術・成果の受け手を明確化しコストや価格等まで具体化されたビジネスモデルを確立することで、ユーザー視点での技術開発を推進する。また、研究過程で得られた情報は、農業研究をより効率化するため、データベースにおいて利用しやすい形で情報提供することを目指す。

### 4) 知財管理等、グローバル視点での技術普及

品種と栽培法をパッケージ化した売り出し方や栽培ノウハウ秘匿化等の方法により、海外における種苗や栽培技術の模倣による我が国の知財流出を防ぐ。さらに、秘匿化されたノウハウを商材とした技術輸出やコンサルティング事業を海外展開し、途上国における食料生産性向上のための育種技術提供等の技術協力時に我が国のプレゼンスが明確になるような広報戦略を実施することでグローバル視点での技術普及を目指す。

### 5) 制度改革、規制改革等と連動した取り組み

研究開発された技術を社会実装するため、農地集約に向けた制度改革、新たな育種技術の規制上の扱いや国際調和等、技術に関連する規制・制度への具体的対策を検討する。

## (7) 分析フレーム（ロジックツリー）

研究開発活動がもたらす直接的な研究成果と、現在・将来の波及効果について、平成 30 年度研究開発計画からロジックツリーにより整理を行った結果を図 3-122 に示す。

本課題の研究開発では、自動運転トラクター、スマートフォンによる圃場自動水管理システム等による労働時間の短縮、害虫の視覚特性を利用した新たな防除資材、農作物の高付加価値化や多収化を狙った育種素材等の開発を通じて、農林水産業の負荷軽減を通じた新規就農者の増大、農林水産業の成長産業化や所得向上を達成することを目指している。また、

機能性食品分野では、脳機能の改善・低下防止に加え、ストレス、感覚応答・感知・認知・記憶不全等の健康不備解消により生活者の QOL ( Quality of Life ) を向上させ、直接研究成果を享受できる製品の開発を目指している。

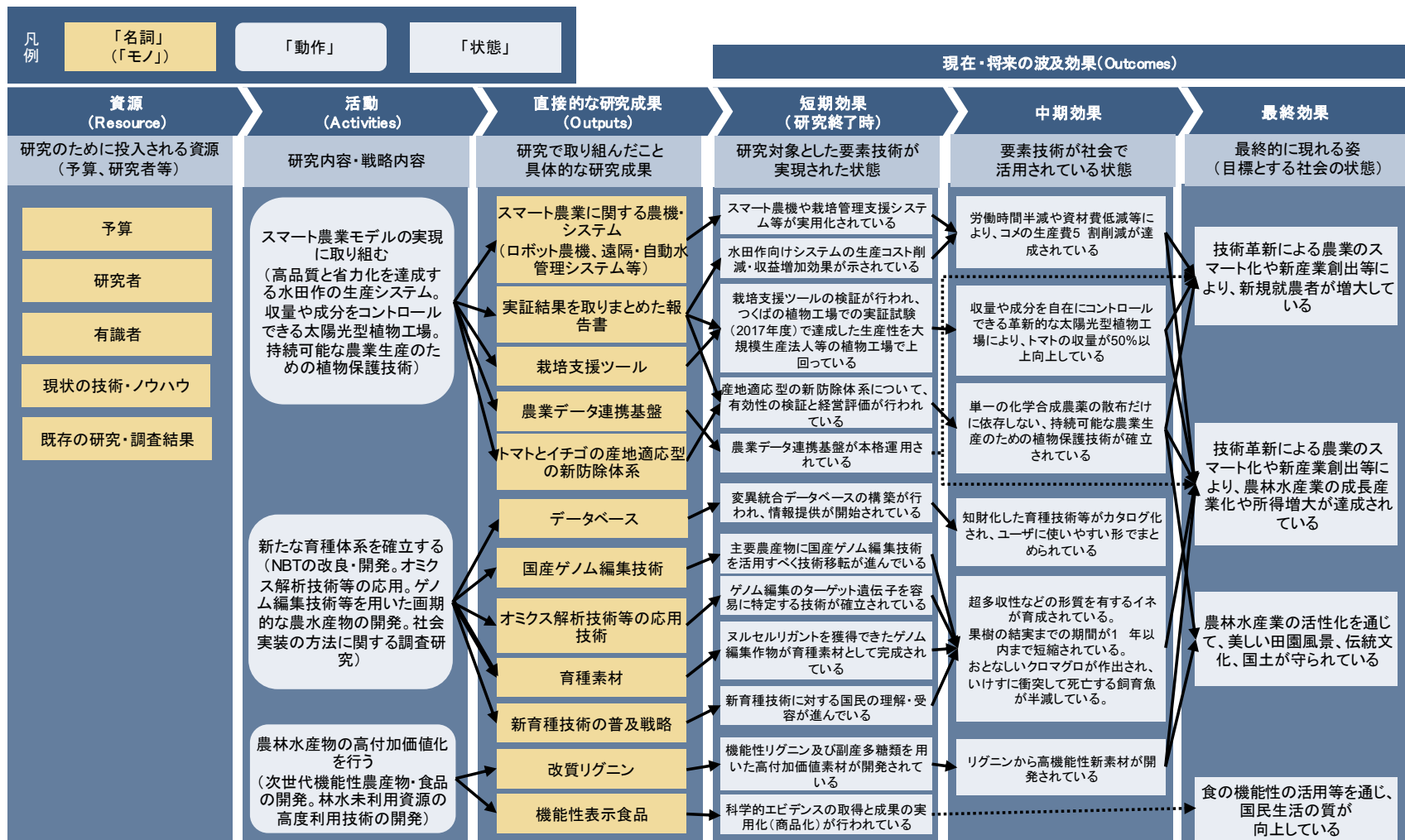


図 3-122 次世代農林水産業創造技術のロジックツリー

(出典) 平成 30 年度研究開発計画を基に作成



## 3.9.2 評価

### (1) 意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性

#### 1) 府省間連携による、従来では実施困難な課題の推進・研究の遂行

各研究開発テーマにおいて、従来の単独省庁（農林水産省、文部科学省）プロジェクトでは実施困難だった研究開発テーマの推進や円滑な遂行ができたとの意見があり、府省間連携によって、自動農機や農業データ連携、食と運動の連携、リグニンでの一貫研究等、従来までの個別府省での取り組みでは達成困難とみられた課題達成という成果が得られた。

例えば、スマート農業の分野においては、府省間連携によって、自動農機<sup>119</sup>や農業データ連携基盤といった成果が生まれた。

また、機能性の分野においては、健康を切り口とした場合、食と運動の両面からの検討が必要となるが、これまでは、農林水産省系の「食」に関する研究者と、文部科学省系の「運動」に関する研究者が連携する機会がなかった。これらの研究者が SIP によって初めて顔を合わせ、共同でプランを検討できたことには意義があった。

さらに、リグニン研究においては、農林水産省系の森林総合研究所と経済産業省系の産業技術総合研究所の連携が行われ、入口から出口まで一貫した研究を遂行することができた。

#### 2) GB の評価を基にした研究開発計画の見直し

SIP 開始当初は、研究責任者に対して SIP 制度の目標が十分に浸透せず、基礎的な研究も散見されたが、GB からの厳しい評価をふまえて PD が研究開発計画の見直しを進めた結果、社会実装に到達した成果が多く生まれた。このことから、社会実装の成果を生むための仕組みとして GB の司令塔機能が効果的に働いたといえる。

具体的には、2年目の課題年度末評価において GB からの厳しい評価を受けた結果、3年目に、出口戦略がはっきりしていた「農業における Society 5.0 の実現」及び「機能性を活かした高付加価値化」の2つの重点テーマに絞り込んだ<sup>120</sup>。このことによって、豊富な成果が出るようになり、社会実装まで到達することができた。

さらに、GB からの厳しい評価が研究者のアウトプットへの強い意識づけにつながった面もあった。

#### 3) 長期間（5年間）の期間設定

従来の農林水産省単独のプロジェクトと比べて長い期間設定と大規模な予算規模によって、優秀な人材の確保や研究から実証・実装までの対応が可能となった面があり、社会実装を目指す研究プロジェクトとして、予算規模と期間設定が適切であった。農林水産省の研究予算は2～3年を期間とするものが多い中、5年間という長期間の期間設定により、通常より長い任期でのポストを提示できるため、優秀な人材を確保しやすい面があった。また、予算額が大きく、一つのプロジェクトで研究から実証・実装まで対応できる予算を確保できた。

<sup>119</sup> 自動農機開発では SIP の課題間連携（自動走行の一部成果を活用）も行われた。

<sup>120</sup> この絞り込み時に、一定程度の成果が出たと判断された研究開発テーマは、SIP の枠組みでの研究を終了した。

一例では、病虫害防除において、従来にはなかった規模の予算によって、多数の県や民間企業が関わる体制を組むことができ、研究者同士のネットワークを拡大・強化できた。これにより、出口を見据えた研究開発の振興や実用化の検証を一体として行うことができ、社会実装に向けた全国的な取組が加速的に進んだ。

## (2) 目標・計画・戦略の妥当性

### 1) 政策目標と合致した目標の設定

本課題では、農林水産省の研究予算と比較して長期の目標(2023年、2025年をターゲットにした目標)となった結果として、未来投資戦略を始めとした我が国の政府全体としての政策目標に合致した目標(農業のスマート化及び農業における Society 5.0 の実現等)を立てることができた。政策目標と合致していたことから、各府省や研究機関・大学、企業等との理解や合意形成が円滑に進んだ。

### 2) 総花的な当初研究計画とその見直し

開始当初は、基礎研究も含めた様々な研究内容を盛り込んだ総花的な研究計画となっていたが、何をしているか分かりにくいとの指摘<sup>121</sup>を GB から受けた。そこで、研究開発テーマを社会実装可能かという観点で絞り込み、3年目に計画全体の見直しを行って、社会実装をより意識した研究開発テーマに再構成した。その結果、多くの成果(自動運転トラクター、農業データ連携基盤等)が出ることにつながった。

課題評価 WG からは、「研究のスタート時点で、課題の総体としての達成目標及び社会実装後の姿の描出を研究開発計画に盛り込む必要があった」との指摘があった。本来であれば、課題のグランドデザインを描いた上で、採択すべき各研究開発テーマを配置し、出口として成果を想定したときに事業化・実用化や社会実装された後の姿を描出し、それをもって研究責任者とビジョンを共有すべきものである。つまり、課題の下に設定される研究開発テーマは課題目標達成のために分解されたテーマでなければならず、研究開発テーマの目標と課題目標の整合性をとって、研究責任者と共有すべきものである。すなわち、研究開発テーマを総花的に採択すること自体が控えられて当然であり、課題が総花的構成を取ったという時点で、速やかに見直さなければならない状況であると認識する必要があった。

一方で、期間途中の予算縮小については、人材育成の観点から、一定の配慮が必要だと考えられる。研究開発テーマによっては、絞り込みと計画の見直しを伴い、基礎的分野を担う研究者・研究主体を中止させざるを得ないことも生じた。その際の契約見直し・契約解除等を研究代表者が行う必要があり、その必要性を認識しつつも、負担となった。

### 3) 工業分野等との横並びの評価について

作物(植物や動物)を対象とする研究開発テーマでは、動植物の成長を加速できない(1年1作が基本)ため、どうしても時間がかかるという不利な面がある。その特性<sup>122</sup>により、

<sup>121</sup> 当初は5か年でメカニズムの解明までとしていたテーマもあった。

<sup>122</sup> 素材を得た後、結果の検証を終えるまでの期間は播種～収穫のサイクルに依存し、中でも生育時間が主たる期間となる。そのため、年一、二回しか成果が得られないことがある。

研究者の努力によらず早期に結果を出すことが難しいため、工業分野等と同等の評価基準、評価スパンに対しては、不公平感を抱く研究者もいた。さらに、5年という研究期間の中で、又は年度評価の段階において、いまだ成果が得られていない状態のままで評価を受けざるを得なかった研究者もあり、客観的な評価が難しいと考えられるケースもあった。

### (3) 課題のマネジメント（適切なマネジメントがなされているか。）

#### 1) GB の評価による研究開発テーマの見直し及び見直しに係る意思疎通の問題

研究責任者へのインタビューの結果、GB の評価を基に適切な（これ以上遅れると成果が間に合わなくなる）タイミングでテーマの見直し及び集約が行われたことにより、社会実装に近い研究により多くの予算を重点的に配分することができ、研究成果の社会実装という点で成果が豊富に出たとの意見が得られた。一方で、以下の事例からは、本課題全体として、PD と見直し時の情報共有や意思疎通が十分ではなかったという点も指摘できる。

- 1 見直しの際の要求事項、判断基準が明確化されており、研究責任者の判断が容易であったテーマがあった一方で、計画見直し時に PD と研究責任者との意思疎通が十分でなかったテーマがあった。
- 1 内閣府の担当者も交えて研究計画の修正等について話し合ったものの、修正の意図等が現場の研究責任者に十分伝わっていないテーマが存在した。
- 1 期中見直しにおいて、目標が当初計画していなかったレベルに引き上げられ、苦労したケースもみられた。

さらに、前述のように、GB による指摘を踏まえて、3年目の段階で研究計画の大幅な見直しを行ったが、計画期間全体を通じて総花的な研究計画との印象が課題評価 WG における評価委員にあった。農林水産分野は、対象範囲や関連事項が幅広いため、計画策定段階で関係者が十分に協議し、本課題総体としてどういう目標を達成し、成果が社会実装された場合にどういう姿になるのかを示すことが必要であるといえる。

#### 2) PD の業務負担の課題

大学等の研究者が、大学教員としての業務や自らの研究を継続しながら PD に従事する場合、負担が大きいとの印象も見られた。そのため、運営事務局として PD を補佐し、事務全般を統括する人材の確保と配置が重要になると考えられる。

### (4) 直接的な研究成果（アウトプット）

研究開発活動で得られた直接的な研究成果は以下である。

#### 1) 目標の全般的な達成状況

スマート農機や栽培管理支援システム等が事業化・実用化されたことや、農業データ連携基盤が本格運用されたこと、機能性表示食品についての科学的エビデンスの取得と商品化が行われたこと、機能性リグニンを用いた高付加価値素材が開発されたこと等、研究開発目標に対して、全般的な達成状況は概ね計画のとおり進捗した。

## 2) 農業データ連携基盤 (WAGRI)

スマート農業分野においては、内閣府、農林水産省、経済産業省、総務省の連携によって、従来の単一省庁のプロジェクトでは実現できない成果である農業データ連携基盤 (WAGRI) を農研機構内に構築した。実質 2 年間という短期間で、基本構造の検討から社会実装ができる段階まで開発を進めることができた。運営主体となる農研機構内に平成 30 年 10 月に「農業データ連携基盤推進室」が立ち上がり、組織運営に係る規約等の策定、収支計画等の検討を進め、平成 31 年 4 月から本格運用開始となる。また、同基盤の構築に伴い農業データ連携基盤推進協議会 (WAGRI 協議会) が立ち上がり、SIP 後も農業データ連携基盤を推進する体制と、協調領域として国内の様々なデータをまとめて整理する仕組みを整えたが、一方で、出口として、収集整理・分析したデータは競争領域として民間のサービスで活用することとしている。データを集めるだけで活用されないということが起きないように、今後、データの入り口と出口が密接に連携することで有効に利活用する方策を遂行することが重要である。

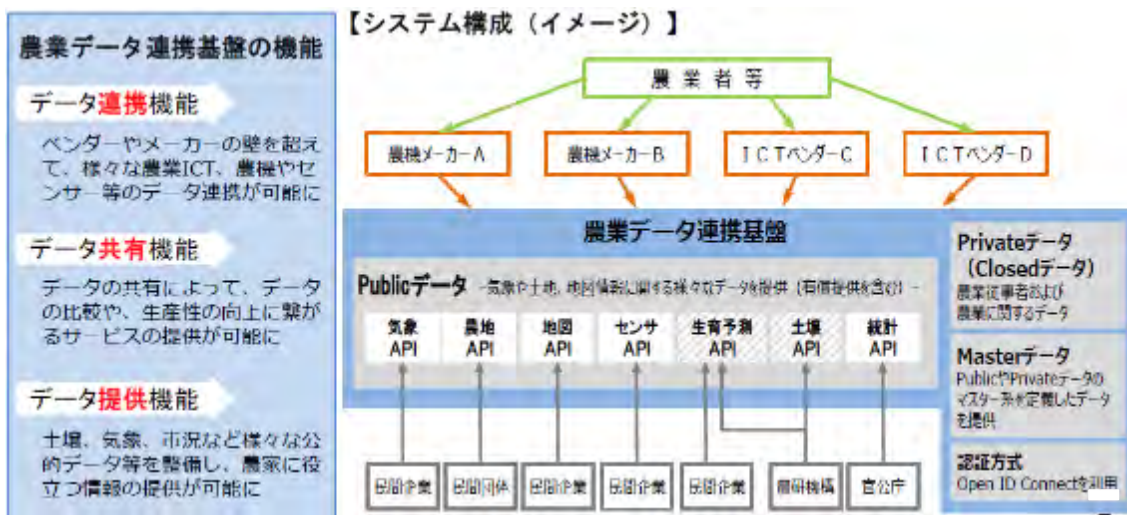


図 3-123 農業データ連携基盤の概要図

(出典) 未来投資会議 構造改革徹底推進会合 農林水産省提出資料『スマート農業の実現に向けた取組について』(平成 30 年 2 月 13 日)

## 3) 病害虫管理体系モデル

防除体系分野においては、トマト、イチゴにおける病害虫管理体系モデルを構築し、全国の複数地域で実証試験を行い、構築したモデルの有用性及び経済性を検証し、マニュアル等を策定した。



図 3-124 防除体系分野の成果(トマト)

#### 4) 育種技術分野

我が国におけるゲノム編集領域の研究が世界水準に後れを取りつつあるという認識の中、SIPによる集中化によって基盤技術が世界水準にレベルアップできた。

基本技術の CRISPR Cas9 について改良版技術を開発し、世界的にも注目度が高い技術となった。 今後は、米国(企業/研究所) Cas9 基本特許とのクロスライセンスができるレベルの技術として評価されるかがポイントとなる。

さらに、ゲノム編集を活用した育種技術では、GABA 高含有トマトについて、外来遺伝子を含まない交雑系統を作り出し、世界に先駆けてゲノム編集作物を創出し、商業化の可能性に先鞭をつけた。

イオンビーム育種は注目されている技術であり、計画どおりの進捗がみられた。

一方で、実用化においては育種技術全般において、社会的な受容性の涵養等の課題が残っている。



図 3-125 ゲノム編集作物である高 GABA トマト

## 5) 改質リグニン分野

機能性分野においては、世界で初めて、スギの木材主成分であるリグニンから「改質リグニン」を製造し、高付加価値製品への展開が可能な工業材料化に成功した。電子デバイス用のフレキシブル電子基板、自動車用部材となる繊維強化剤、3D プリント用基材といったアプリ製品の開発にも成功しており、今後の展開が期待される。将来的に広く普及するために、改質リグニンの製造及び工業材料化までのコストが更に削減されることに加え、必要な資源供給力確保に関する試算が望まれる。



図 3-126 改質リグニンを利用した自動車内外装部品の実車搭載試験を開始

(出典) SIP 第1期 平成30年度課題評価 第2回 WG PD 自己点検説明資料『次世代農林水産業創造技術 - アグリイノベーション創出 - 』(平成30年12月6日)

## 6) 情報発信

本課題の情報発信活動として、平成30年度に開催したシンポジウムを表3-183に示す。

表 3-183 次世代農林水産業創造技術に関する情報発信(平成30年度のシンポジウム)

年月日	名称	主催等	概要
平成30年 7月3日	ゲノム編集技術とその利用に関する公開セミナー「NEW PLANT BREEDING TECHNIQUES が創る作物の新時代」	SIP 次世代農林水産業創造技術「新たな育種体系の確立」	ゲノム編集技術のこれまでの成果や実用化に向けての最新情報を示し、同技術の可能性を考える。
平成30年 9月29日	みらいの食を支える育種フォーラム	筑波大学つくば機能植物イノベーション研究センター、ゲノム編集育種を考えるネットワーク	ゲノム編集技術が農業分野に応用されることにより、食の未来がどのような影響を受けるのかについて関心を持っている全ての人を参加対象とし、多様な意見や疑問を出し合い議論する。

平成 30 年 10 月 23 日	SIP リグニン 2018 公開シンポジウム 森と土のマテリアルイノベーション希望の新素材「改質リグニン」のビジネス戦略	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SIP リグニン</li> <li>・ Clayteam</li> <li>・ 森林研究・整備機構 森林総合研究所</li> <li>・ 産業技術総合研究所</li> </ul>	改質リグニンを実装した自動車等、SIP リグニンの成果を発表するとともに、国産資源を用いた希望の新素材「改質リグニン」を基盤とした新産業のビジネス戦略について議論する。
平成 31 年 2 月 7 日	ゲノム編集技術を活用した農作物・バイオの新しい展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SIP 次世代農林水産業創造技術「新たな育種体系の確立」次世代育種技術コンソーシアム</li> <li>・ SIP スマートバイオ産業・農業基盤技術「ゲノム情報等の活用による農作物育種の効率化に貢献する精密ゲノム編集技術等の開発」精密ゲノム編集コンソーシアム</li> </ul>	SIP 第 2 期にて、スマートバイオ産業・農業基盤技術がスタートする節目の時期に、SIP 第 1 期のゲノム編集技術の成果や実用化に向けての最新情報を示し、同技術研究の在り方や社会実装に向けての可能性を考える。
平成 31 年 2 月 26 日	「収量や成分を自在にコントロールできる太陽光型植物工場」マッチングフォーラム	理化学研究所環境資源科学研究中心	SIP 次世代農林水産業創造技術「収量や成分を自在にコントロールできる太陽光型植物工場コンソーシアム」の 5 年間の活動内容と成果を紹介するとともに、共同で社会実装する相手先との協議を行う。
平成 31 年 2 月 27 日	新たな植物保護技術コンソーシアム研究成果発表会	SIP「次世代農林水産業創造技術」新たな植物保護技術技術コンソーシアム	SIP 次世代農林水産業創造技術「新たな植物保護技術コンソーシアム」の成果に関する講演に加え、製品やパネルを展示し、研究開発を実施した道府県や資材メーカーの担当者が来場者に直接、成果の説明を行う。

平成 31 年 3 月 13 日	第 12 回農業気象研究会「気象情報とICTを活用した栽培管理支援技術の展開」	農研機構	農業気象情報の創出と作物生育・病害虫発生予測モデルに基づく作物栽培管理支援システムの開発を目指し、各種作物について研究を行ってきた SIP 次世代農林水産業創造技術「生産システムコンソーシアム」の成果を取りまとめて紹介する。
平成 31 年 3 月 15 日	SIP 機能性 第 8 回シンポジウム「未来志向の次世代食品機能性と自然免疫」	・ホメオスタシス多視点評価システム開発グループコンソーシアム ・自然免疫制御技術研究組合	第 1 期 SIP の終了に当たり、免疫関連の研究者、予防医療や健康産業の関係者を中心に、これまでの「ホメオスタシス多視点評価システム開発グループ」の研究成果を広く一般に公開し、今後の研究の方向性検討や成果普及につなげる。

## 7) 論文・知的財産

当該課題の過去 5 年分の論文数は全 612 件(うち査読あり 531 件)となっている。

表 3-184 次世代農林水産業創造技術に関する論文数

	発表年					
	5 年合計					
		2014	2015	2016	2017	2018
合計	612	73	153	159	211	16
査読あり合計	531	68	130	135	191	7
英文	476	61	118	122	169	6
和文	55	7	12	13	22	1
その他	0	0	0	0	0	0
査読なし合計	81	5	23	24	20	9
英文	23	0	9	6	3	5
和文	58	5	14	18	17	4
その他	0	0	0	0	0	0

(注 1) 平成 30 年 12 月末実績。発表年は年度ではなく暦年である。

(注 2) 「査読あり」については学術誌での発表論文以外に学会発表・予稿集等も一部含んでいるが、「査読なし」については学会発表・予稿集等は原則として除いている。

特許出願件数は 168 件である(2018 年 12 月時点での実績)。特許出願件数は平成 29 (2017) 年度に急増し、国内だけでなく PCT 国際出願も多い。特許戦略については、競争相手、対象市場が国内か海外かで成果に対して取るべき戦略が異なると考えられる。イネのゲノムに係る論文投稿では、特許化のための実用化が進んでいないことを理由に投稿の保



留を求められ、その間に、中国の研究者が先に論文化した例が3件あった。シーズの発見から実用化における優位性を確立するのに時間がかかるような内容においては、我が国の権利の保護という点では理解できる一方で、研究者は有期のポストで任期中に成果を出すことが求められているため、人材育成や基礎研究力の確保といった観点から配慮が必要であるとの意見があった。

特許以外の知的財産権として、育成者権<sup>123</sup>（4件）が登録されている。

表 3-185 次世代農林水産業創造技術に関する特許数

		出願年度					
		5年合計					
		2014	2015	2016	2017	2018	
出願	合計	168	2	16	30	80	40
	国内のみ	128	2	9	21	67	29
	海外含む	40	0	7	9	13	11
	PCT	29	0	5	8	13	3
	米国	25	0	6	6	10	3
	欧州	4	0	2	2	0	0
	中国	23	0	6	5	10	2
	韓国	20	0	4	4	10	2
登録	日本	4	0	3	1	0	0
	米国	1	0	1	0	0	0
	英国	0	0	0	0	0	0
	ドイツ	0	0	0	0	0	0
	フランス	0	0	0	0	0	0
	中国	0	0	0	0	0	0
	韓国	0	0	0	0	0	0

（注）平成30年12月末実績。みなし取下げを除いた出願年度別の特許出願件数及び登録件数をファミリー単位で集計。

## （5）現在・将来の波及効果（アウトカム）

研究終了時点の目標達成状況と波及効果、将来（短期・中期・最終）に期待できる波及効果については次のとおりである。

### 1) 目標の全般的な達成状況

産業面の目標は、技術革新による農業のスマート化や新産業創出等により、政策と一体的に、農林水産業の成長産業化や所得増大を推進することである。また、企業との連携により、次世代機能性食品、種苗等、関連産業における、海外展開を含めた事業拡大を図ることとしている。

社会的目標として、技術革新による農業のスマート化や新産業創出等により、政策と一体的に、農林水産業を若者にとって魅力ある産業へと変革し、新規就農者の増大を推進すると

<sup>123</sup> 植物の新品種を育成した者が登録により付与される権利。

している。加えて、高齢化社会の進行を見据えて、食の機能性の認知・活用等を通じ、国民生活の質の向上を図るとともに、農林水産業の活性化を通じて、美しい田園風景、伝統文化、国土を守ること、さらに、農業の生産性向上により、グローバルでの食料問題解決に貢献することが掲げられていた。

数値目標として、高品質化、環境負荷軽減を図りながら、稲作全体の労働時間半減や資材費低減等を図り、コメの生産費 5 割削減（8,000 円/60kg、当初目標は 9,600 円/60kg）を目指すことや、革新的な太陽光型植物工場を実現することにより、トマトの収量を 50%以上向上する（糖度 5 度の場合、55t/10a 以上）こと等が目標として掲げられていたが、全般的な達成状況は概ね計画のとおり進捗している。

水田農業における担い手のコメ生産費削減については、大規模農業経営体で技術実証をした実績に基づく試算では 9,000 円/60kg を下回り、当初目標（9,600 円/60kg）を達成した。今後、農林水産省のスマート農業加速化実証プロジェクト（平成 30 年度補正予算額約 60 億円）により全国各地の農業経営体において体系化した技術の導入を検討、農業経営体に技術展開された段階で目標（8,000 円/60kg）が達成される見込みである。

太陽光型植物工場のトマトの収量向上については、大規模農業経営体の植物工場における実証試験で収量目標（収量 50%以上向上 糖度 5 度の場合は 55t/10a 以上）は達成された。

## 2) 自動トラクターと圃場自動水管理の商品化

スマート農業分野においては、自動運転トラクターがクボタとヤンマーで商品化され、スマートフォンによる圃場自動水管理も一部（モニタリングポストと管理アプリ）はクボタから平成 30 年 3 月に発売された。SIP による自動運転トラクターの研究開発においては、低価格の準天頂衛星の受信機（10 万円程度）が開発され、水平方向誤差 3cm 以下やロボット農機の低価格化の実現が見込まれる。

自動運転は大規模農家において効果を発揮するものであり、農地集約といった農業政策と連動した社会実装が求められる。

なお、自動運転等の方向性は妥当なものであるが、農業者の負担する費用が十分納得できる範囲であることや小規模圃場も考慮したシステムであることが大切である。今後、研究開発成果の実装に際しては、利用者のコスト負担力や具体的な活用の場を念頭におき、事業化する企業の競争を促進する必要がある。



図 3-127 自動運転トラクター（左）と準天頂衛星の受信機（右）



図 3-128 スマートフォンによる圃場自動水管理

### 3) 防除体系分野の商品化

害虫の視覚特性を利用した新型赤色防虫ネット(サンサンネットクロスレッド)等が既に商品化されており、平成 30 年度末までに 9 種類の個別技術を商品化又は農薬登録本申請を完了予定である。その後も 10 種類が製品化及び市販化を見込んで開発された。

### 4) 機能性食品の上市

機能性分野においては、マスリン酸(日本製粉)、 $\gamma$ -オリザノール(会津天宝醸造)等が上市済みであり、ヒト試験で有効性を示した試作品が完成したものを併せて、15 品目になる。目標達成に向けて、ヒト試験データの解析等を継続中である。

身体機能改善に効果があるとされるマスリン酸を含む「マスリンゼリー(日本製粉)」「養命酒製造の黒酢」等、平成 30 年 11 月現在 9 品目が商品化を達成した。



図 3-129 上市済みの機能性食品(  $\gamma$ -オリザノール/会津天宝醸造)

### 5) 研究開発成果の国内外への波及効果

SIP の成果を全国各地に展開して実証する事業や国際展開を進める動きが多く生まれた。農林水産省のスマート農業加速化実証プロジェクトでは、SIP の成果を中心に、スマート農業の研究開発成果を全国展開する予定である。

また、近未来技術社会実装事業(内閣府の平成 31 年度事業)に北海道岩見沢市・更別村の提案が採択され、SIP の成果を岩見沢市の稲作、更別村の畑作で実証・実装する予定である。同地域では、規制・制度の改正も視野に入れ、中期的な展望で SIP の成果の利用拡大

が検討されている。

さらに、タイ農業協同組合省・タイ地理情報・宇宙技術開発機関と北海道大学がスマート農業の研究・教育に関わる MOU を締結し、SIP のスマート水田農業の成果を国際展開することになった。

その意味では、SIP の成果は国内にとどまらず、積極的に海外で事業展開することで、その成果を更に大きくしていくことが望まれる。特にスマート農業等の研究成果は、アジア地域の農業生産性向上に貢献することが期待されるため、従来のように、アジア地域等への援助としての農業技術支援ではなく、新たな事業機会として、アジアモンスーン地域に、SIP で開発された成果としての技術の導入を考える必要がある。

なお、今後の研究開発や社会実装等において、全国横並びでの実施が過度に意識されると、予算が分散し、小粒な内容に終始する点が懸念される。そこで、SIP 成果を有効かつ効果的に社会実装するために、SIP 第 2 期、又は農林水産省における事業等では、総花的ではなく集中投下するなどの工夫をするべきである。

#### 6) 研究者のネットワーク形成

SIP により、従来では接点のなかった研究者や企業等との関係が構築されており、将来の研究開発・社会実装への大きな飛躍のきっかけになると考えられる。

機能性の分野においては、これまでは必要性を感じながら連携が進まなかった農林水産省系の「食」に関する研究者と、文部科学省系の「運動」に関する研究者のネットワークが形成された。

別の方面で、病害虫防除や機能性の研究においては、これまでは関係性があるとみられながら、接点が少なかった研究者や企業等との関係構築ができた。

#### 7) 研究者のモチベーション向上

ゲノム編集等に関わる研究者の間では、SIP 開始以前に世界の最先端から一時立ち後れつつあるという認識を持っていたが、SIP によって研究が加速し世界水準にまで追いついたとの認識が生まれた。このような認識が生まれたことは研究者たちのモチベーション向上にも効果的であるとの意見がインタビューから得られ、今後の研究活動の活性化につながることを期待される。

#### 8) 海外展開に向けた課題

研究成果の海外展開については、知財管理を含め、いまだ課題が多いと考えられる。一部研究開発テーマでは、海外展開する際、海外企業等との関係の在り方について最終的な判断が政策当局等から提示されていないため、実質的な社会実装まで至っていないなどの評価があった。研究成果の活用は、アジア地域等海外にも広くニーズがあると見込まれることから、新たな事業として海外展開を積極的に検討、実現していくことが求められる。

#### 9) ベンチャー創出効果

平成 27 年 5 月には、遺伝子編集技術の開発と技術供与や試薬・創薬・種苗・物資生産等への研究、知財管理等を行う「エディットフォース株式会社」が設立された。また、平成 28 年 1 月には改良型 CRISPR 酵素を含む次世代型創薬システムを構築し、希少疾患等に対す

る医薬品の開発を行う創薬ベンチャーである東京大学発ベンチャー「エディジーン株式会社」が設立され、自社創薬パイプラインの開発に加えてテクノロジープラットフォームの提供を通じた共同研究を実施している。平成 29 年 1 月には医療、創薬、農業、微生物の分野を候補として、切らないゲノム編集技術を活用した事業開発を目指す神戸大学発ベンチャー「株式会社バイオパレット」が設立された。さらに、GABA 高含有トマトの生産販売会社として、筑波大学発ベンチャー「サナテックシード株式会社」が平成 30 年 4 月に設立された。最速で、平成 31 年度末の販売を目指している。

#### 10) 国際的な立ち位置

国際標準化への取り組みとして、植物工場で用いられる養液栽培のファインバブル技術について、農林水産業応用に係る標準案を ISO/TC281 ファインバブル技術に提案中である。

農業データ連携基盤は、オープンなプラットフォームを構築、利活用することで、産業全体の活性化を目指すデータベースである。稲作を中心に多様な作物・品種への対応も想定し、圃場の様々な規模や環境を柔軟に受け入れる特徴を有しながら、農業経営に必要な各種のデータを統合し、特定の企業による利用者の囲い込みになることなく利用可能とすることによって、類似の他国のシステムにはない新規性や特異性を実現することができた。

さらに、IT 農機は、稲作主要 3 機種ロボット農機が実用化段階にあり、他国をリードするレベルに到達できた。IT 農機の自動運転技術については、準天頂衛星の受信機を開発したことで、従来の GPS では実現できなかった実用に耐えうる誤差精度を実現できた。

また、本課題で開発したオミクス・AI 解析に基づき生育・収量・成分を予測する技術は世界で類を見ないものである。

ゲノム編集分野において、我が国の研究者間では、研究レベルが世界水準に後れつつあるという認識の中で、本課題による集中化によって基盤技術の世界水準にレベルアップできた。具体的には、「1 塩基を PAM<sup>124</sup>として認識する技術や Cas9 以外の汎用性を高める CRISPR/Cas9 系のゲノム編集ツールの開発」、「海外特許に抵触しない我が国独自の PPR モチーフ<sup>125</sup>を利用した新規人工制限酵素の開発」等が、世界の先端研究と競合するレベルである。さらに、GABA 高含有トマトの外来遺伝子を含まない交雑系統を作出し、世界に先駆けてゲノム編集作物を創出し、商業化の可能性に先鞭をつけた。

機能性食品関連について、「脳機能の改善・低下防止に焦点を当てつつ、ストレス、感覚応答・感知・認知・記憶不全等の健康不備を解消し、生活者の QOL を向上させる」という基本コンセプトは、海外ではあまり見られない視点である。

なお、リグニン系の高付加価値製品の産業化に成功した例は国際的に存在せず、本課題の成果は世界初である。改質リグニンを用いたハイブリッド膜や改質リグニン系繊維強化材は、耐熱性、難燃性等の点で従来材料に対して優れており、今後の普及及び事業化が期待される。

<sup>124</sup> PAM とは Cas9 が標的となる 2 本鎖 DNA を認識するために必要な特定の塩基配列

<sup>125</sup> Pentatricopeptide Repeat (35 個のアミノ酸の繰り返し配列) の単位。構造生物学分野では、一般に、タンパク質中の特定のアミノ酸配列に依存する特徴的な立体構造をモチーフと呼び、1 単位として扱う。

## (6) 改善すべきであった点と今後取り組むべき点

### 1) 改善すべきであった点

構想の段階から農業分野という枠の中の様々な研究開発テーマを採用した、多岐にわたるテーマ構成であり、取り組む課題相互間の関連性や構造等が十分整理されないままスタートした。当初、単独省庁で実施可能なテーマや基礎研究のテーマが幾つか存在し、こうしたテーマは課題評価を通じてテーマの見直しが行われることで一定の成果を上げることができた。しかし、こうした途中段階での見直しだけでは、全体的な整理や構造化をすることは難しいため、研究開始までに取り組む課題や研究開発テーマを整理した上で、個々の研究開発テーマ間の関連をしっかりと組み込んだ全体像を構築し、「次世代農業」のあるべき姿、目指すべき姿について課題関係者と共通認識を持つべきであった。

また、課題評価アンケート（研究責任者向け）の結果をみると、本課題全体として課題内の情報共有や意思疎通が十分でなかったと回答した研究責任者の割合が約半数と他の課題と比べて多くみられた<sup>126</sup>。研究責任者がPDと直接話をする機会が限られており、研究責任者からみてGBや運営事務局の意図が見えにくく、意思疎通が十分でなかったケースがみられた。

### 2) 今後取り組むべき点

課題の総体としての達成目標及び社会実装後のあるべき「次世代農業」の姿を描出し、研究開発計画に盛り込むこと及び構想の段階でSIP制度の目的を研究責任者に浸透させることが必要である。また、農林水産省以外の他の省庁も交えて将来の農業、食品事業がどうあるべきかのビジョンを描くことも効果的である。

自動運転トラクター等のスマート農業実現については、成果を全国展開する上で、営農体系（規模、法人・個人、作物種等）の違いに合わせた社会実装の方策が必要である。特に、営農体系による利用者のコスト負担力や圃場規模の違いは念頭に置く必要があり、費用対効果や、どのような場で活用することができるのかを、具体的に明らかにすることが重要である。

我が国の研究開発において、地域性に配慮することは基本的に農林水産省の施策の範疇であるため、本課題でテーマや内容を絞って集中的に実施したことで一定の成果を得られたことに鑑み、重点的な取り組みを選択し集中するマネジメントが求められる。第2期に向けて、研究開発テーマの絞り込みと横連携を意識した課題となるように配慮する必要がある。

WAGRIについては、ベンダー間の公正な競争の下で農家や農業経営者が適切なサービスを受けられるよう、WAGRIデータの利活用に係るルール作りの検討が進められているが、どのような営農形態の農家をターゲットにしていくのか、明確化が必要である。

ゲノム編集技術の利用により得られた生物のカルタヘナ法上の取扱い方針として、生物多様性の観点から一定の情報を国が収集する方針が環境省から明確化されたところであり、ゲノム編集技術利用食品の食品衛生法上の取扱いについても、平成30年度中に厚生労働省

<sup>126</sup> 他の課題では、課題全体として課題内の情報共有や意思疎通が十分でなかったと回答した研究責任者の割合は0%～25%であった。

から明確化された。SIP の中では、消費者を含むステークホルダー向けの育種技術討論会を開催し、正確で客観的な情報発信を行ったが、今後も引き続き、規制・制度整備に沿った形で実用化を進めるために、社会的な受容性の醸成推進が必要である。