

SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)  
次世代農林水産業創造技術(アグリイノベーション創出)  
研究開発計画

2014年11月13日

内閣府  
政策統括官(科学技術・イノベーション担当)

## 研究開発計画の概要

### 1. 意義・目標等

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、画期的な商品の提供、新たな機能・価値の創造の3つ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. 研究内容

先端技術を投入した高品質・省力化の同時達成システムや収量・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

新たな育種技術による画期的な農作物や持続可能な新たな植物保護技術の開発

次世代機能性農林水産物・食品や林水未利用資源の高度利用技術の開発

### 3. 実施体制

西尾健がプログラムディレクター(以下、「PD」という。)は、研究開発計画の策定や推進を担う。

PDが議長、内閣府が事務局を務め、関係府省や専門家で構成する推進委員会が総合調整を行う。独立行政法人農業・食料産業技術総合研究機構(以下「農研機構」という。)交付金を活用して、同法人が独立行政法人科学技術振興機構と連携した研究管理を実施する。公募により最適な研究体制を構築する。

### 4. 知財管理

知財委員会を農研機構に置き、発明者や現場普及・産業化を進める者のインセンティブを確保し、かつ、国民の利益の増大を図るべく知財管理を行う。

### 5. 評価

ガバニングボードによる毎年度末の評価の前に、研究主体及びプログラムディレクターによる自己点検を実施する。

### 6. 出口戦略

農地等に係る構造改革と一体的な技術の現場展開

企業との連携により、市場や消費者ニーズを踏まえた商品提供

技術のユーザー視点に立った成果普及とビジネスモデルの確立

知財管理等、グローバル視点での技術普及、制度改革、規制改革等と連動した取り組み

## 1. 意義・目標等

### (1) 背景・国内外の状況

- ・ 農林水産業は、地域経済や食料の安定供給、国土保全、美しい田園風景、伝統の継承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、将来を担う意欲ある農林漁業者の確保が深刻な課題となっている。
- ・ 一方で、世界の食市場の拡大(今後 10 年間で 680 兆円に倍増)、国内外におけるライフスタイルの変化、新興国での経済発展、和食への関心の高まりの中で、2020 年の東京オリンピック・パラリンピックとの相乗効果もあり、次世代機能性食品を含めた農林水産物などの輸出拡大を狙えるなど、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。
- ・ 国際的な農林水産技術の動向としては、特に、ゲノム情報を活用した品種開発が、新興国を含めて急速に進展しており、また、その基本技術の多くは欧米が主導する状況となっている。また、世界第 2 位の農産物輸出国であるオランダが、農産物輸出のみならず、工業技術を応用した栽培システムを輸出するなど、農業技術・インフラそのものを海外展開する動きに出ている。さらに、気候変動や人口増が進む中、世界の食料・水・資源の持続的な供給が世界共通の技術課題となっている。

### (2) 意義・政策的な重要性

#### 先端技術や情報を駆使するスマートな産業を目指す

- ・ SIP が目指すべき農林水産業の姿は、消費者ニーズの変化等に対応して、「チャレンジする農林水産業経営者」が、先端技術や情報を駆使し、企業と連携しながら、魅力ある商品を機動的に市場に提供する産業である。また、農林水産物・食品の安全・安心、高品質といった強みを最大限活かしつつ、農地利用の主体をなす水田・畑作・畜産の低コスト化・省力化や種苗、施設、栽培ノウハウ等の技術パッケージによる園芸、養殖の国際競争力強化を図る。

さらに、美しい田園風景、伝統文化、国土を守るとともに、人々が自然や環境と共生する持続的な産業を実現する。

- ・ IT 等の先端技術により「農作業の姿」の変革を目指す。

これまで、農業は、匠の技術といった経験に頼る面が大きかったが、将来、人工衛星やセンシングの利用によって得た詳細な土壌状況、気象情報、生体情報等を基に、自動化された精密な作業管理により行われる。農作業の常識は変わり、従事者の作業は省力化・効率化され、様々な情報を活用して自然環境等の変化に的確に対応し経営を行う「知識・情報総合産業」、「スマート農業」の時代が到来する。

- ・ 新たな育種技術や植物保護技術は、農林水産業の「ものづくり」の変革を目指す。

これまで、品種の育成は、十数年～数十年の単位を要していたが、これを一気に数年単位まで短縮し、消費者の多様なニーズに的確に対応した商品提供を可能とする。例えば、市場トレンドに応じて色や味の異なる果実の新品種が豊富に店頭に並ぶイメージである。また、これまでの単一の化学合成農薬の散布に依存していた農業から脱却し、環境に配慮した持続的可能な農業生産を実現する。

- ・ 新たな機能開拓は、農林水産物や農山漁村の資源の「価値」の変革を目指す。

これまで、農林水産物は「食」を通じて、国民の健康・栄養の基になってきたが、さらに、高齢化社会を見据え、日常生活動作や認知機能の低下を予防する新たな機能(価値)を付加する。また、山村・漁村で利用されていなかった資源を、企業との新たな連携構築により、工業用製品等へとつなげ、地域に富と雇用をもたらすビジネスモデルを構築する。

### 高齢化社会の進展等に対応した国民生活の質の向上

より豊かな食生活や、高齢化社会を見据えた社会全体の活力の維持のためには、日常的な生活習慣を通じて認知症などの脳機能の衰えや筋力の低下による運動能力の低下を抑えていくことが重要である。「食」は生活習慣の中で重要な位置を占めることから、アンチエイジングに効果のある次世代機能性食品を含めた新たな農水産物・食品を開発し、スポーツを取り入れた相乗効果などを通じて、国民生活の質(QOL)を向上することが必要不可欠である。さらに、農山漁村に存在する未利用資源を活用した新産業の創出は、農山漁村での人々の暮らしや経済活動を維持・発展させるとともに、国土の保全等を通じて、都市住民も恩恵を受ける。

### 関連産業の拡大とグローバル展開

IT等の先端技術が駆使される農林水産業は、精密機械や電機メーカー、気象情報サービス提供会社といった多様な企業等が関連する知識・情報統合産業である。アグリイノベーションは農林水産業だけでなく、食品、種苗、機械、情報、スポーツ等の関連産業の事業展開を、国際市場も含め、大きく拡大するポテンシャルを有している。

農林水産業の技術革新は、農林水産物の輸出促進とともに、農業技術の海外展開も可能する。基礎研究から応用技術まで、その幅と深さを活かし、これらの技術・知見を結集すれば、世界をリードできる技術分野を確立できる。例えば、品種と栽培技術を高度に組み合わせた植物工場での生産技術においては、コア技術(ノウハウ)を秘匿化しつつ、種苗・施設・資材等の技術パッケージを、コンサルティング事業とともに、海外展開を図ることが可能である。種苗産業においては、現在、世界的に約4兆円規模のビジネス市場がある。

また、地球上での農地利用面積に限界がある中で、増え続ける人口を養うためには、農作物の収量を飛躍的に伸ばす技術革新を世界が協力して実現する必要がある。

## (3) 目標・狙い

### 技術的目標

#### ) 農業のスマート化

#### [高品質・省力化を同時に達成する生産システム]

- ・ 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、耕耘、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%削減等を行う。

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、さらに、農業構造改革との連動により、コメの生産費4割削減を目指す。

〔参考〕コメの生産コスト:全国平均:1万6千円/60kg、日本全体でのコメ生産規模:約2兆円

- ・ センシング技術によって、牛の発情状態や栄養状態を正確に検知、モニタリングすることにより牛の受胎率を15%以上向上(現状:45%(酪農)、63%(肉用牛))、牛の生産病の治療費を半減する。

〔参考〕牛の受胎率の低下が畜産経営上、大きな課題となっており、乳牛では分娩間隔が1日延長すると1頭当たり1,500円の損失となる。また、穀物等の濃厚飼料の多給による反芻胃の異常発酵に起因する生産病に係る治療費は1頭当たり年間約24,000円必要とされる。

#### **[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]**

- ・ 植物体内の遺伝子や代謝産物等の動態解析、ファインバブル技術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、トマトの収量を50%以上向上する。

〔参考〕トマトは、日本では野菜生産額第1位(約2千億円)、世界において野菜生産量第1位であり、野菜における最大のグローバル市場を有している。今後も、新興国、途上国の食生活の欧米化等により、その消費量は拡大するものと考えられる。また、トマトは、サラダ、ハンバーガー等での利用に例えられるように、世界標準的な利用がある他、加工用途としても大きな市場が存在し、トマトにおける新たな品種、栽培管理技術は世界市場でのビジネス展開を可能とする。さらに、トマトを材料に提示される新たな栽培管理技術の構築手法は、他品目に対しても容易に適用でき、ビジネス範囲の一層の拡大が期待される。

### **)画期的な商品の提供**

#### **[新たな育種体系の確立]**

- ・ 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する。この技術により、超多収性などの形質を有するイネ(例えば、単収1.5トン/10a(現在の平均0.5トン))、果樹では、従来、「桃栗3年柿8年」(りんごは10年)と言われた結実までの期間を1年以内まで短縮、水産では、養殖場で、いけすへ衝突しないおとなしいクロマグロを作出し、養殖中にいけすに衝突して死亡する飼育魚を半減(現状3割程度死亡)させる。

参考1) イネの高収量化は、農業の生産性向上に寄与するとともに、農地を麦・大豆・飼料米等に振り向けることにより、我が国の食料自給率向上に寄与。また、多収性品種の開発技術は、増大する世界人口の食料問題解決に寄与。

参考2) 果樹の育種では、交配から結実までに長期間要することが、市場ニーズに応じた迅速な品種開発のボトルネックになっていた。なお、我が国の果樹の生産規模は、約7,500億円。

参考3) 我が国のクロマグロの生産規模は約1,200億円。

#### [持続可能な農業生産のための新たな植物保護技術]

- ・ 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虫害抵抗性を誘導する資材等を実用化レベルで開発する。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植物保護技術を確立する。

#### ) 新たな機能・価値の創造

#### [次世代機能性農林水産物・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10個以上開発する。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う。加えて、次世代製品の作出に資する手法として世界に冠たる伝統技術である発酵を活用する。

参考1) 「身体ロコモーション機能」とは、歩行等、日常の基本的身体運動機能のことであり、加齢等による筋肉や関節の劣化等により、その機能が低下する。また、この身体ロコモーション機能の低下が認知機能低下や他の疾病と相まって要介護の要因にもなっている。

参考2) 農林水産物の機能性に着目して開発された食品の例として、高アントシアニン紫サツマイモや高メチル化カテキン茶を原料とした飲料等がある。これらの2事例での市場規模は数十億円から数百億円規模と推定。

#### [未利用資源の高度利用技術の開発]

- ・ 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・耐摩耗性等を有する高機能性新素材を開発する。  
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。

参考1) リグニンの耐熱性等の特徴を利用した新素材が創出する市場規模は、エレクトロニクス用基板、耐熱プラスチック用途等では数十億円から百億円規模と推定。

参考 2) 林地残材の利用はこれまで、製品開発とともに、材料収集面が課題であったが、材料収集面においては、近年、木質バイオマス発電の開始とも相まって、機材整備や路網整備、間伐材の伐採・集材等に対する様々な政策支援が整いつつある。

- ・ 漁村地域・漁業者が、養殖に係る施設やノウハウ等をベースに地場産業として利用することが期待される代表的な未利用資源である微細藻類について、高付加価値製品の高効率な生産を可能とする培養技術等を確立する。  
また、微細藻類から、二枚貝の貝毒検査に利用できる検査用標準品の精製技術・規格化を確立する。

参考 1) これまでの微細藻類の研究は、特に、燃料生産に向けた大規模施設での生産、有用成分生産に向けた培養タンクでの培養を中心に研究開発が実施されてきた。当課題では、新たな試みとして、漁村地域の簡易な開放系での養殖施設等を活用した微細藻類培養技術に取り組む。なお、微細藻類が高効率で生産できると見込まれる DHA、EPA の世界市場は約 3.5 兆円 (2016 年) との試算がある。

参考 2) 海面養殖生産額の 14% (約 560 億円)、水産輸出額の 16% (約 190 億円、第 1 位) を占める二枚貝 (ホタテ等) の養殖においては、有毒微細藻類の摂取による二枚貝の毒化が食品衛生上の大きなリスクとして存在し、毒化海域の二枚貝出荷自粛などにより収益の大きな阻害要因となっている。CODEX 等国際基準に沿った精密なリスク管理には貝毒の検査用標準品が国際的に見ても必須となっている。

## 産業面の目標

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。この取組により、政府が目指す、「農業・農村全体の所得を今後 10 年間で倍増」の実現に、技術面で貢献する。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。

## 社会的目標

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。この取組により、政府が目指す、「新規就農し定着する農業者を倍増し、10 年後に 40 代以下の農業従事者を 40 万人に拡大」の実現に技術面で貢献する。

また、高齢化社会を見据えて、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。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。

表1 「次世代農林水産業創造技術」(アグリイノベーション創出)全体工程表

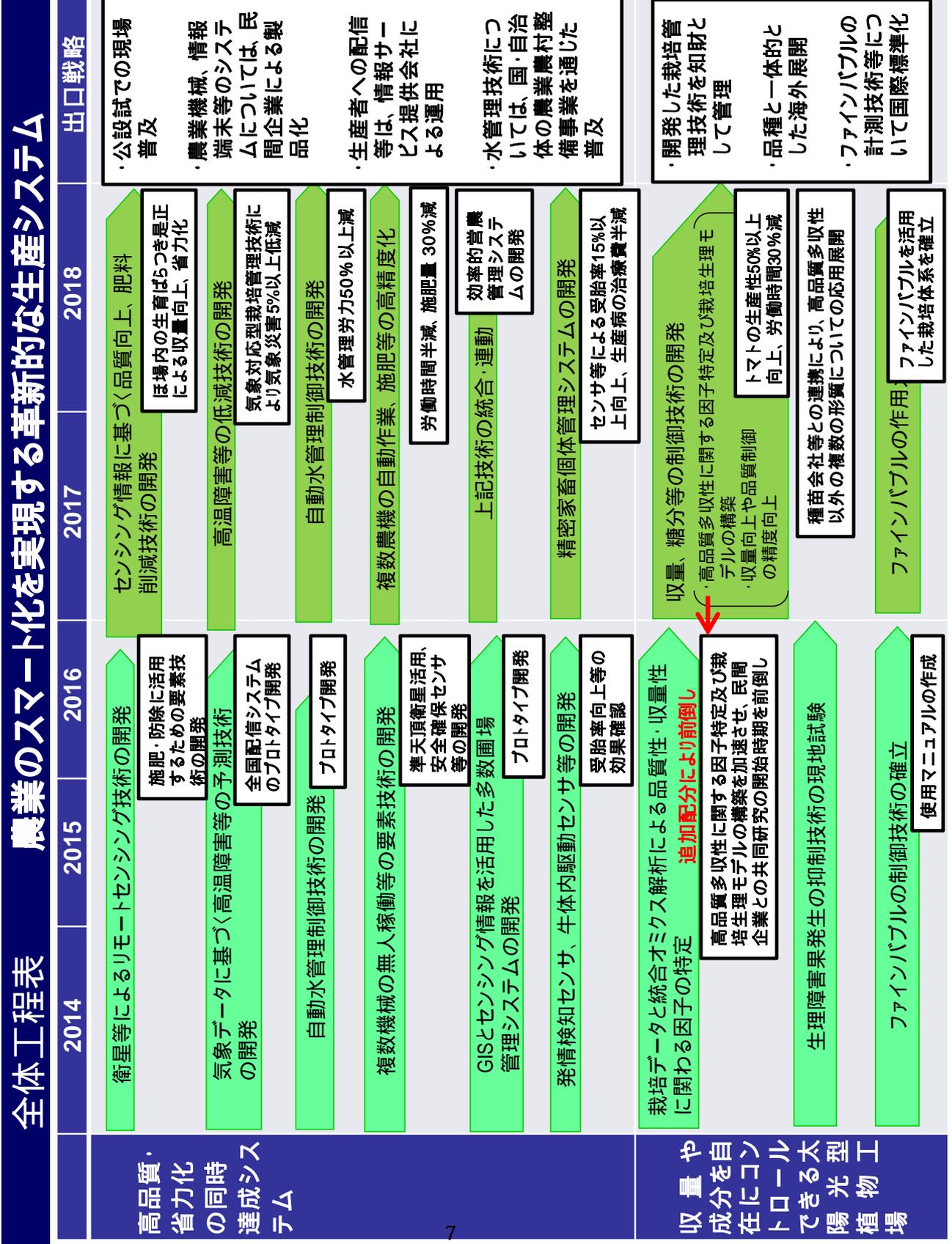


表1 「次世代農林水産業創造技術」(アグリイノベーション創出) 全体工程表(続き)

| 全体工程表      |                    |   |  |  | 2014                                  | 2015   | 2016   | 2017                                | 2018                         | 出口戦略             |           |                                    |                           |   |
|------------|--------------------|---|--|--|---------------------------------------|--|--|-------------------------------------|------------------------------|------------------|-----------|------------------------------------|---------------------------|---|
| 新たな育種体系の確立 | 新たなゲノム編集技術の基本部分の確立 | TALEN, CRISPR/Cas9等の最適用技術確立               | オミクス解析技術を育種に応用するための技術体系の基本設計の完了と要素技術の開発            | ゲノム編集技術を活用した画期的な農水産物の開発                                  | NBTによる農林水産物に対する国民の受容レベルを推測するためのデータの収集 | 新たなゲノム編集技術の基本部分の確立                                   | 国内の育種関係者が容易に利用できる新たなゲノム編集技術の確立(2021年以降の利用)果樹の世代間隔が1年以内   | 編集すべき遺伝子を容易に特定できるようにするための技術マニュアルの作成 | 変異パターンのデータベース構築とウェアベースでの情報提供 | 画期的な農水産物の育種素材の作出 | 育種素材作出の完了 | NBTによる農林水産物の円滑な社会実装を図るための具体的な戦略の策定 | 外来遺伝子が残存しないことを確認するための手順確立 | <ul style="list-style-type: none"> <li>開発した成果の秘匿化を含めた知財管理</li> <li>公設試を通じた品種普及</li> <li>世界貢献できる品種について国際的な研究機関との連携</li> <li>新しい育種技術の規制上の扱いや国際調和との連動</li> </ul> |
|            | 新たな植物保護技術の確立       | 光、化学物質、生物間相互作用を活用した害虫行動制御、病害虫抵抗性誘導メカニズム解明 | 照明显置等の基盤デザイン、害虫の行動制御や作物の抵抗性を誘導する化合物の選抜、活用できる微生物の獲得 | 生産現場での実用レベルに向けた物理的保護技術の開発、化学物質からのリード化合物の絞り込み、生物相互作用の効果確認 | 害虫行動制御等に効果のある照明显置等の開発                 | 作物の病害虫抵抗性誘導や病害虫等の発生抑制に効果のある新規農薬の合成デザインの提示、微生物活用の現場実証 | <ul style="list-style-type: none"> <li>参画民間企業による装置開発</li> <li>リード化合物や標的分子の知財戦略</li> <li>参画資材メーカーによる開発と公設試を通じた栽培管理法の普及</li> </ul> |                                     |                              |                  |           |                                    |                           |   |



## 2. 研究開発の内容

### (1) 農業のスマート化を実現する革新的な生産システム

#### 高品質・省力化を同時に達成するシステム

農地を最大限効率的に活用し、生産現場を強化するためには、担い手への農地集積・集約や耕作放棄地の解消を加速化し、法人経営、大規模家族経営、集落営農、企業等の多様な担い手による農地のフル活用、生産コストの削減が必要である。政府では、現在、今後10年間で全農地面積の8割(現状5割)の農地が担い手によって利用されることを目標として掲げている。

土地利用型農業において、「農業生産の大規模化」、「農産物の品質・収量の維持」、「低投入による環境負荷低減と生産コストの削減」のすべてを満たす必要があるが、現状では同時にすべてを満たすことは容易ではなく、この「トリレンマ」の問題を解消する新たな技術による下支えが求められている。また、地球規模の気候変動の増大、温暖化の進行による異常気象の頻発が、高品質な農産物を安定的に供給する上で大きな足かせになることが予想され、気象条件に応じた適切な栽培管理の選択も、この問題の解決に向けた重要な視点となる。そこで、土地利用型農業については、以下に掲げる( )～( )の技術開発に重点的に取り組み、これらの要素技術を営農類型別の大規模経営向けにパッケージ化することが必要である。

また、畜産については、低コスト化と省力化を同時に達成する技術が望まれており、家畜管理の中で重要な繁殖、栄養管理等の技術を改善することが有効な手段となる。そのため、生産現場を強化するためには、( )繁殖成績の向上や栄養管理の高度化のための次世代精密家畜個体管理システムの開発に重点的に取り組む必要がある。

これらの技術課題の解決に向けて、センシング技術等を担当する経済産業省、総務省、準天頂衛星の利用を担当する宇宙戦略室、農業の応用技術と出口を担当する農林水産省が連携するとともに、異分野、産官学の各研究主体が、それぞれの知見やノウハウを結集して取り組む必要がある。

#### 1) 研究開発期間

2014年度～2018年度

#### 2) 所要経費

2014年度 8.5億円

#### 3) 研究開発の内容と達成目標

##### ( )リモートセンシングによる農作物・生産環境情報の収集及び高度利用技術の開発 必要性

数百筆からなる分散圃場の大規模経営においては、高温障害等による品質劣化や適期の追肥・病害防除ができないことによる減収などの様々な要因を左右する生産環境情報を把握することは容易ではないため、適期・適量かつ省力的な圃場管理を広域的に実現する技術の開発が必要である。

また、一区画1haを超える大規模圃場の経営においては、1つの圃場内でも生育状況や病害の発

生状況に大きなムラが生じることに加え、ごく初期の各種生産環境変化を把握して、限られた範囲に先手を打つような施肥・防除などができる技術の開発が必要である。

### 具体的内容

適時・適量かつ省力的な圃場管理を産地スケールで広域的に実現するために、各種の光学センサ搭載衛星等を用いた作物情報及び各種生産環境情報のリモートセンシング技術を開発するとともに、それらのデータを施肥・防除等の作物管理及び水管理等の農地管理に活用するための技術を開発する。

### 達成目標

#### - 中間目標(3年)

衛星センサ群のデータ等から、作物生育、土壌水分等、営農に活用するための解析技術が開発される。作物生育や土壌水分のばらつきを把握するとともに、圃場内の位置情報とリンクし、施肥・防除に活用するための要素技術が開発される。

#### - 最終目標(5年)

産地スケールのタンパクマップの作成による品質向上や収穫適期予測による胴割れ米・麦の穂発芽の低減が図られる。圃場内の生育のばらつきが是正され、収量の向上と肥料・農薬の削減が図られる。これらにより、高品質化、省資材化、省力化が格段に進む。

研究責任者:石塚 直樹

(独) 農業環境技術研究所 主任研究員

研究実施機関: (独) 農業環境技術研究所、(一財)リモート・センシング技術センター、株式会社クボタ、(地独)青森県産業技術センター、山形県、福井県農業試験場、(独)農業食品産業技術総合研究機構、茨城県農業総合センター、千葉大学、みのる産業株式会社、宇宙技術開発株式会社

### )気象情報及び作物生育モデルに基づく栽培管理支援・気象災害回避システムの開発 必要性

冷害、高温障害、病虫害などによる被害を防ぐためには、圃場ごとの生育ステージを的確に把握し、最も危険な生育ステージの圃場から優先して、順次対策を講じる必要がある。一方、数百筆からなる圃場の大規模経営においては、作業の平準化等を優先することが多いために、様々な品種を利用した作期分散が行われるなど、圃場ごとに品種・生育ステージがバラバラとなり、圃場ごとの生育状況の把握が困難な状況である。そこで、気象予測情報、作物生育モデルにより圃場ごとの生育ステージ、生育量、さらには収量・品質を予測し、高温障害や冷害等の防止に最も効果的な栽培管理を提示する気象対応型栽培技術の開発が必要である。

## 具体的内容

気象災害への対策を講じる時間的猶予を確保するために、数週間先までの気象予測データを生産者が利用しやすいように1km メッシュ単位で作成し、対策情報とともに提供するシステムを開発する。また、気象データに基づいた稲、麦、大豆などの作物・品種ごとの生育予測モデルを開発するとともに、最適施肥量決定モデル、病害虫発生モデルなどを組み合わせ、気象災害の回避や効率的な作業管理を支援することで、大規模経営における生産性・品質の低下を回避するための気象対応型栽培管理技術を開発する。

## 達成目標

### - 中間目標(3年)

1km メッシュ気象データ及び気象災害対策情報を全国に配信するシステムのプロトタイプが開発される。また、冷害や高温障害を予測するための作物生育モデル、最適施肥量決定モデルなどの開発とともに、気象対応型栽培法の基本部分が開発される。

### - 最終目標(5年)

全国の過去から数週間先までの1km メッシュ気象情報及び気象災害対策情報をシームレスに提供するシステムを開発する。また、作物・各地域・品種に対応した生育モデルによる高温障害・冷害の予測技術及び最適施肥量決定モデルの開発と、それらを応用した大規模経営における生産性・品質の低下を回避するための気象対応型栽培管理技術を開発し、気象災害を5%以上低減させる。

研究責任者: 中川 博視

(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 上席研究員

研究実施機関: (独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)農業生物資源研究所、(独)海洋研究開発機構、東北大学、筑波大学、東京大学、神戸大学、鹿児島大学、(地独)北海道立総合研究機構、宮城県古川農業試験場、新潟県農業総合研究所、千葉県農林総合研究センター、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、株式会社ビジョンテック

## 農作物・生産環境情報に基づいた最適な圃場水管理の自動化及び地域全体の水源から圃場までの水分配システムの開発

### 必要性

水田の水管理は、肥培管理と並んで、高品質生産や気象災害の防止のための重要な管理作業であるが、現在はほとんどが手作業で行われており、省力化を望む声が多い。水管理の労力や手間は、規模拡大のネックになっている上、数百筆からなる圃場の大規模経営では、作業の平準化等を優先するための様々な品種による作期分散が行われており、圃場ごとに異なる栽培条件や土壌水分、減水深、水温等の圃場特性や気象条件等に応じてきめ細かな水管理を行うことは容易ではない。このため、作目、品種、生育ステージを考慮しつつ、降雨、日射量の予測情報に基づき各圃場を最

適な土壌水分、湛水深、水温、地温に制御するための水管理を高度かつ省力的に行う技術の開発が必要である。

### 具体的内容

水管理労力の削減と高品質栽培を同時に実現するため、末端圃場のバルブやゲートの開閉を自動化するとともに、各圃場の水深を遠隔操作で設定できるシステムを開発する。また、多数圃場の水管理を行う場合、用排水を一度に行うと、地区全体での水不足や水路への過大な排水が生じることから、これらを適切に配分する技術を開発する。さらに、気象情報と連動させ、水稻の冷害や高温障害を回避する水深設定や、豪雨や濁水にも対応した水分配と排水を行えるよう、水源から末端圃場まで、水需要予測と連動した用排水最適管理技術を開発する。

### 達成目標

#### - 中間目標(3年)

圃場の湛水深又は土壌水分、水温、地温等のセンシング技術、バルブやゲート等を遠隔で制御し、各圃場に必要とされる灌漑水量や水位を自動的に設定するための機器とその整備及び通信・制御に係る要素技術が開発されるとともに、気象や作物状態と連動し、地区全体の用排水を考慮した水管理制御技術のプロトタイプが開発される。

#### - 最終目標(5年)

分散した各圃場において水管理のための労力を50%以上削減するとともに、気象情報や地区の水需要と連動した水管理制御を行うことにより、気象災害を5%以上低減させる。

研究責任者: 樽屋 啓之

(独)農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所 上席研究員

研究実施機関:(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)土木研究所、(独)情報通信研究機構

### 農作業機械の自動化・知能化による省力・高品質生産技術の開発 必要性

大規模経営において、作物の生産を低コスト化するためには、効率的な圃場作業により労働時間を削減し、人件費を圧縮することが必要となっているが、経験ある農作業機械のオペレータの確保が難しい状況であるため、圃場作業の効率化が困難となっているとともに、規模拡大の障害にもなっている。また、収穫作業等が遅れることにより、穂発芽や米の胴割れなどの品質低下が発生し、減益を招くことになる。そのため、オペレータ不足の問題を解決し、超省力的な機械作業を可能とする技術を開発する必要がある。

さらに、大規模経営においては、従業員の雇用による農作業が想定されるが、従業員の農作業の

熟練度は様々であり、また、新規参入者においても容易に大規模経営に取り組めるように、技術による下支えをすることが不可欠である。そのため、農作業機械の制御の高度化や情報取得機能の向上によって、オペレータの熟練度に関わらず一定レベルの作業精度を確保しつつ、情報にもとづく適正な管理作業を自動化する技術を開発する必要がある。

## 具体的内容

### a. 農業機械の自動化技術の高度化

1ha 規模の大区画圃場や分散圃場のどちらの圃場においても、超省力作業による労働コストの低減を実現するため、農業機械間の通信により複数の農業機械が協調しながら無人で作業するマルチエージェントシステムを開発する。また、あらゆる条件の地域において安定した位置情報を入手するため、準天頂衛星の測位信号を活用し、安定した測位信号を得て自動走行する技術を開発する。さらに、無人農作業において、作業中の安全性を確保する技術として、作物が生育しているような障害物の多い圃場内でも立ち入った人を認識するセンシング技術を開発し、農業機械に実装する。

### b. 圃場情報に基づく作業機械の知能化

大区画圃場での耕うんや代掻き作業において、センシングした圃場の凹凸情報に基づいて作業機の動作をコントロールし、均平度を維持・向上させる技術や、田植え機の苗かきとり量や株間、播種機の播種深度などを高精度化する制御技術により、熟練によらず、精度良く効率のよい作業ができる技術を開発する。また、土壌の肥沃度や作物の生育状況のセンシング情報と前作の収量や品質情報とをあわせて求められる施肥計画に基づいて、施肥量を適切に可変制御する技術により、収量や品質のばらつきを是正する技術を開発する。さらに、 )の営農管理システムと連動させることにより、多数圃場や連坦化された大区画圃場を管理する場合に、肥料・農薬の種類や散布量等が適正かつ自動的に設定される技術を開発する。

## 達成目標

### - 中間目標(3年)

#### a. 農業機械の自動化技術の高度化

農業機械間の通信技術や準天頂衛星を活用した自動制御技術、安全確保のためのセンサ等、複数機械が無人で稼働するための要素技術が開発される。

#### b. 圃場情報に基づく作業機械の知能化

センシング情報に基づいて代掻き、播種、施肥、農薬散布などを制御する要素技術が開発される。

### - 最終目標(5年)

#### a. 農業機械の自動化技術の高度化

複数の農作業機が自動作業を行うことにより、労働コストを半減する。

## b. 圃場情報に基づく作業機械の知能化

センシング情報に基づく代掻き、播種、施肥、農薬散布などの高精度化により、収量、品質を向上させるとともに、施肥量を 30%削減させる。

研究責任者：玉城 勝彦

(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 上席研究員

研究実施機関：(独)農業・食品産業技術総合研究機構、北海道大学大学院、京都大学大学院、石川県農林総合研究センター、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、(独)宇宙航空研究開発機構、(独)産業技術総合研究所

## 1) 多数圃場を効率的に管理する営農管理システムの開発

### 必要性

( ) から ( ) で開発される技術については、それぞれ単独でも利用が可能であり、生産者の経営規模・立地条件等により個別技術として普及が期待されるが、これらの技術を相互に連動させることにより、さらに効率的な営農管理が可能となる。

例えば、気象災害の警戒情報が出された場合、リモートセンシングによる生産環境情報と生育予測モデルを基に最も被害が大きくなると予想される圃場を割り出し、最適な水管理を自動で行うことで被害を回避することが可能となる。また、このような要素技術を連動させた営農管理技術については、圃場数が多いほど効率化が可能であり、作業適期判断に基づいて耕うんから収穫に至る各作業計画の最適化が図られる。さらに、作業・管理履歴や品質・収量などの営農管理に関するすべてのデータを蓄積することにより、過年度実績・結果を踏まえた作業・栽培管理が最適化され、年度ごとに作業効率・収量・品質が向上するシステム構築が可能となる。

これらのことを実現するために、個別の要素技術を統合して営農管理を行うことのできるシステムが必要である。

### 具体的内容

多数の圃場を省力的に管理しつつ、良質・多収・低コスト生産を可能とするため、上記 ( ) から ( ) までの個別の要素技術を統合する営農管理システムを開発する。例えば、( ) におけるリモートセンシングによる圃場環境のばらつきや、( ) における気象予測がデータとして入力され、多数圃場を管理する GIS 上において、生育モデルに基づいた管理作業内容や作業適期を判断するとともに、( ) における各圃場の水管理設定や、( ) における可変施肥機の設定を出力するシステムである。

本システムにおいては、センシングデータに基づいた管理作業によって、作物・圃場の能力を最大限発揮する施肥管理や防除等についてのアルゴリズムを開発するとともに、各要素技術間でのデータ入出力の互換性を確保するための共通 API を開発する。また、作業履歴や収量・品質データを蓄積することによって、過年度実績・結果を踏まえて作業効率や収量・品質を改善・最適化し、年度を重ねるごとに作業効率や収量・品質を向上させるとともに、出荷する農産物に対してこれらの情報を付加できる機能を備えたものとする。

## 達成目標

### - 中間目標(3年)

GIS機能をベースに、上記 )~ )で提供される各種の要素技術に基づき、それらを統合・連動することにより、センシングや農作業履歴、気象予測等の入力情報と、農作業計画、水管理設定、防除や施肥の農作業機設定等の出力情報が連動した営農管理システムのプロトタイプが開発される。

### - 最終目標(5年)

上記 )から )までを連動させ、大規模経営体においても活用可能となる効率的営農管理システムが開発される。

研究責任者: 渡邊 朋也

(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 情報利用研究領域長

研究実施機関: (独)農業・食品産業技術総合研究機構、国立情報学研究所、(独)情報通信研究機構、京都大学、中部大学、九州大学、株式会社イーラボ・エクスペリエンス、ベジタリア株式会社、株式会社富士通総研、株式会社日立ソリューションズ、(一社)ALFAE

## )繁殖成績の向上や栄養管理の高度化のための次世代精密家畜個体管理システムの開発 必要性

酪農、肉用牛生産において望まれている技術は、低コスト化と省力化に資する技術であり、その方策として繁殖、栄養、疾病管理の改善技術が挙げられる。繁殖管理は最も重要な飼養技術であるが、受胎率が20年前と比べて10~15%低下しているため、分娩間隔が年々延びてしまっている。受胎率低下は発情行動の微弱化・不顕在化が主な原因であり、乳牛では分娩間隔が1日延長すると約1,500円の損失が生じるとも言われることから、発情行動が微弱化・不顕在化した牛でも簡易に発情を発見できる技術の開発が必要である。

また、乳や肉の高い生産性を維持するために高エネルギーの濃厚飼料が与えられているが、濃厚飼料の多給は反芻胃(ルーメン)内での異常発酵に起因する生産病の原因となり、乳牛では治療費として1頭あたり年間約24,000円が必要となっている。生産病予防のためには、ルーメン内の発酵状態を観察しながら、飼料給与のタイミングや量を調整することが有効であるが、生産現場ではルーメン内の状態を検知する方法がなく、検知技術の開発が必要である。

## 具体的内容

発情行動が微弱化・不顕在化した牛でも発情(排卵)自体は起こっており、それに伴う各種生理活性物質等を指標にした安価で安定して発情を検出できる新規センサを開発するとともに、新規発情センサを利用した効率的な繁殖管理体系を確立し、生産者の収益向上に及ぼす影響を評価する。

また、生体に悪影響を及ぼすことなく、牛の栄養状態等を長時間安定してモニタリングできる生体内センサ等を開発するとともに、それらを利用した生産病の発生が少なく飼料利用効率の高い飼養管理体系を確立し、生産者の収益向上に及ぼす影響を評価する。

## 達成目標

### - 中間目標(3年)

発情行動が微弱化・不顕在化した牛でも発情を検知できるセンサ等が開発され、受胎率の向上効果が確認できる。

牛の生体内でも長時間安定して駆動するセンサ等が開発され、生産病の抑制効果と飼料利用効率の向上効果が確認できる。

### - 最終目標(5年)

センサ等を利用した繁殖管理技術により、生産者実証の段階で、受胎率を現状の 45%(酪農)、63%(肉用牛)から 15%以上向上させる。

センサ等を利用した飼養管理技術により、生産者実証の段階で、生産病の治療費の半減を達成する。

研究責任者:新井 鐘蔵

(独)農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所 上席研究員

研究実施機関:(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)農業生物資源研究所、(独)産業技術総合研究所、(地独)北海道立総合研究機構、広島県立総合技術研究所 畜産技術センター、島根県畜産技術センター、酪農学園大学、東京大学大学院、信州大学学術研究院、徳島大学大学院、九州大学大学院工学研究院、富士平工業(株)、(一財)マイクロマシンセンター、岩手大学、(株)マイメディア、兵庫県立農林水産技術総合センター 淡路農業技術センター、山形東亜 DKK(株)、日本全薬工業(株)

## 4)特記事項

)の課題は、)から)までで開発される要素技術を統合した営農管理システムを開発することから、)から)までに取り組む研究主体は、)の研究の実施に協力することとする。

## 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

植物工場は施設内の生育環境を制御して、野菜等の周年・計画生産を可能とさせることができることから、国産農産物の生産力増強のためのツールとして期待される。

太陽光型植物工場で生産性や品質向上を達成するためには、品種に応じた植物の物質生産能を最大限に発揮させる栽培管理技術の開発とその利用が挙げられるが、現在の施設園芸では、多大な時間をかけて品種特性を把握し、トライアンドエラーを繰り返して栽培管理技術を構築していくしかなか

た。さらに、太陽光型植物工場で栽培される品種・品目は多岐にわたるが、完成された栽培管理技術の適用対象は限られており、他品種・他品目へ応用が困難であった。このため、経験則に頼らない新たな栽培管理技術の構築が可能となれば、生産性や品質の向上が飛躍的に高まる可能性を秘めている。

近年、統合オミクス解析を行うことで、植物体内の遺伝子や代謝産物等の動態を網羅的に把握することが可能となっている。この技術を用いて、多様な条件下で栽培した植物体の解析を行い、生物統計学的解析により高生産性や高品質の鍵となる内在性因子を決定し、これを指標にした技術開発をすることで、他品種や他品目に応用可能な栽培管理技術の構築の可能性が見えてきた。

そこで我が国内で最も生産額が大きいうえ、施設栽培においても最も栽培面積が大きく、野菜ではいち早く全ゲノム解析が達成されているトマトを対象として、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実現に向け、経験則に頼らない新たな栽培管理技術を構築する。

また、近年、ファインバブル(種々の気体で構成できるマイクロバブルおよびナノバブル)の様々な活用の可能性が見いだされているとともに、我が国が発信源となりファインバブルの国際標準化を進めつつ、生物の代謝促進効果や微生物の殺菌効果を示してきところである。ファインバブル技術は我が国が先行している技術であり、この技術を農業生産面に活用することにより、農産物の生産性向上や付加価値向上に寄与することが期待される。

これらの技術課題の解決に向けて、統合オミクス解析技術等の基礎技術を担当する文部科学省、ファインバブル技術を担当する経済産業省、太陽光型植物工場での栽培環境制御等の応用技術と出口を担当する農林水産省が連携するとともに、異分野、基礎・応用、産官学の各研究主体が、それぞれの知見やノウハウを結集し取り組む必要がある。

## 1) 研究開発期間

2014 年度 ~ 2018 年度

## 2) 所要経費

2014 年度 5.0 億円

## 3) 研究開発の内容と達成目標

### ) 生理生態解析と統合オミクス解析による新たな栽培管理技術の構築

#### 具体的内容

高収量・高品質を両立させるため、トマトを対象に多様な条件下で栽培し、それぞれについて統合オミクス解析を行い、栽培条件により変動する収量性と品質性の鍵となる内在性因子、収量減となるトマトの裂果・尻腐れ・葉先枯れ等の生理障害の発生に深く関与する内在性因子、植物工場での軽労化や低コスト生産を可能とする機械化に対応できるよう開花・成熟等の斉一性に関与する内在性因子をそれぞれ、ターゲットとする特性(品質、障害発生度、成熟進行度等)と統合的に相関解析することにより、明らかにする。見出された因子を指標として、環境制御を行うことにより、生理障害を回避しつつ、高収量・高品質を達成する栽培管理技術、斉一化栽培が可能となる栽培管理技術を開発する。開発した技術について、実際の太陽光型植物工場において実証試験を行い、高収量・高品質

等の生産性に及ぼす影響評価、生理障害果発生抑制技術の評価、生産農家の労働負担軽減に及ぼす効果を検証する。

## 達成目標

### - 中間目標(3年)

栽培条件と生育データの収集と統合オミクス解析により、収量性や品質、生理障害、斉一性の指標となる内在性の候補因子が抽出される。多様な栽培環境による検証で、指標となる内在性因子の効果が確認される。生理障害果発生に対しては効果的な発生抑制技術が示される。

高品質多収性の形質について、4年目から種苗会社等との連携により、他品種への適応性検証を可能とするため、対象とする因子特定、栽培生理モデル等を概ね完了させる。

注:高品質多収性において得られた開発手法について、他の複数の形質(例:リコペン含有量向上等の高機能性、業務用におけるカットで崩れにくい等の加工適性等)へ適用するため、種苗会社等と具体的な目標の設定と、4年目以降、種苗会社等の応用展開に対する技術的支援によって社会実装を加速する。

### - 最終目標(5年)

トマトで開発した栽培管理技術を用いて、収量性向上や生理障害の発生抑制により、生産性を反収あたり50%以上向上させる。また、収量、糖やアミノ酸含量などのオーダーメード的な制御が可能となる。斉一化栽培技術の確立により、労働時間を収穫果あたり30%短縮させ、収穫ピーク・時期の微調整を可能とすることにより、定時定量のトマト生産が可能となる。

また、種苗会社等との連携により、高品質多収性以外の複数の形質についての応用展開・検証が可能となる。

研究責任者:坂田 好輝

(独)農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所 野菜育種・ゲノム研究領域長

研究実施機関:(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)理化学研究所、名古屋大学、横浜市立大学、静岡大学、中部大学、愛三種苗、三重県農業試験場、愛知県農業試験場、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

## )ファインバブルの活用

### 具体的内容

#### a. 植物工場における生育促進技術、付加価値向上技術

ファインバブルは植物の生理活性を促進し、発芽や根の伸長を促進することが明らかになっている。植物工場において供給水のコントロールが可能になる点を活用し、養液栽培において、溶液中にファインバブルを含ませることにより、野菜の栽培サイクル短縮を可能とする技術を開発する。

また、ファインバブルの活用によって、農産物のうま味、糖度、有用成分量(機能性)、植物の免疫性・鮮度維持等を制御し、生産物の品質・付加価値を向上する技術を開発する。

#### **b ファインバブルが有する生育促進効果等のメカニズムの解明**

ファインバブルの作用を応用技術として確立するため、ファインバブルが有する生育促進効果、洗浄、殺菌効果等のメカニズムについて、水の流動性変化、バブル径・滞留時間、溶液中での挙動、環境影響等の工学的知見と植物の分子レベルでの代謝促進等との関係の検証等により解明する。

#### **達成目標**

##### **- 中間目標(3年)**

ファインバブルの最適供給方法、栽培環境制御方法を検討し、実用可能な制御技術を構築する。また、生育促進、洗浄、殺菌、付加価値向上等の目的別に、再現性を持って実現する条件をバブル構成気体、バブル径、バブル数/流量比等の要因を用いて明示し、目的別の使用条件マニュアルを整備する。

##### **- 最終目標(5年)**

ファインバブルの物理的特性とファインバブルによる作物の代謝促進等の関係メカニズムを解明する。また、植物工場におけるファインバブルを活用した栽培・生産体系を確立しマニュアルを作成する。

研究責任者: 矢部 彰

公益社団法人農林水産・食品産業技術振興協会 参与

研究実施機関: (公社)農林水産・食品産業技術振興協会、京都大学、株式会社前川製作所、JNC株式会社、IDEC株式会社、近畿大学、東京大学、北海道大学、東海大学、株式会社ゼンショーホールディングス、九州大学、岡山大学、慶應義塾大学、(独)産業技術総合研究所

## **(2) 画期的な商品の提供を実現する新たな育種・植物保護技術**

### **新たな育種体系の確立**

担い手の大幅な減少、規模拡大や企業による農業生産の拡大、和食に対する関心の世界的な高まり、穀物等の国際価格の上昇等、我が国の農林水産業や食料産業を取り巻く状況が大きく変化中、様々な市場のニーズに対応するための多様な農林水産物を可能な限り速やかに開発することがこれまでに重要になってきている。これらの農林水産物の品種の開発は、我が国では国や地方の研究機関及び民間の種苗会社が担っており、それぞれにおいて既存の育種技術を用いた取組が行われているところであるが、これらの担い手たる育種関係者が市場のニーズにより的確に対応できるようにするためには、国の独立

行政法人等が、適切な育種素材を開発して提供するとともに、育種技術そのものを高度化し、育種期間の大幅な短縮と育種材料の多様化を図る必要がある。

現在、政府において、DNAマーカーの開発とDNAマーカー育種の利用促進、早期開花技術やゲノム編集技術を我が国の重要品目の一部に応用するための技術開発等を推進しているところではあるが、農林水産業の成長産業化を品種開発の面から支えるためには、現在開発中の技術の適用範囲を大幅に広げるとともに、育種関係者が容易に活用できるようなゲノム編集技術を開発することが重要である。また、最近になって著しい発展を遂げており、生物の代謝産物等の網羅的な解析を可能とするオミクス解析技術の農林水産物の育種への応用が可能になれば、ゲノム編集技術を適用すべきゲノム上のDNA配列の位置の効率的な特定、変異原処理により生じていたにもかかわらずこれまで見落としていた突然変異体の特定等が可能になること等を通じて、育種期間の短縮化や育種材料の多様化がより進展することになると考えられる。

更に、ゲノム編集技術、オミクス解析技術等の国内育種関係者による利用を促進するため、これらの技術の開発・改良に併せて、これらの技術を利用して画期的な農作物等を政府主導で開発し、その有用性を広く示すとともに、社会実装に至るまでの各過程における課題の抽出及び当該課題への対応策の検討を行うことも重要である。

これらの技術課題の解決に向けて、オミクス解析、バイオインフォマティクス等の基礎技術等を担当する文部科学省、育種技術を担当する農林水産省が連携するとともに、異分野、基礎・応用、産官学の各研究主体が、それぞれの知見やノウハウを結集して取り組む必要がある。

## 1) 研究開発期間

2014 年度 ~ 2018 年度

## 2) 所要経費

2014 年度 8.5 億円

## 3) 研究開発の内容と達成目標

### 1) 新たな育種技術(NBT)の改良・開発

#### 具体的内容

- a. TALEN、CRISPR/Cas9 等の既存のゲノム編集技術を、我が国の農林水産政策上重要な品目（イネを除く。）の育種において容易に利用できるようにするため、これらの技術の利用条件を確立する。
- b. 我が国の農林水産政策上重要な品目の育種において利用でき、これまでのゲノム編集技術よりもより高い精度と効率での編集を可能とする又はこれまでのゲノム編集技術では対応できない農林水産生物にも適用可能な新たな国産ゲノム編集技術を開発する。
- c. リンゴにおいて実用性が確認されている木本植物の早期開花技術を我が国の農林水産政策上重要な他の果樹（かんきつ類を除く。）及び林木に適用できるようにするための技術を開発する。

#### 達成目標

### - 中間目標(3年)

- a. TALEN、CRISPR/Cas9等のゲノム編集技術について、我が国の農林水産政策上重要な品目(イネを除く。)との最適な組み合わせを決定するとともに、選定した技術の最適な利用条件を確立する。
- b. 我が国の農林水産政策上重要な品目の育種において利用でき、これまでのゲノム編集技術よりもより高い精度と効率での編集を可能とする又はこれまでのゲノム編集技術では対応できない農林水産生物にも適用可能な新たな国産ゲノム編集技術について、その基本技術を確立する。
- c. 木本植物の早期開花技術について、発芽から1年以内に開花させる技術を開発する。

### - 最終目標(5年)

- a. TALEN、CRISPR/Cas9等のゲノム編集技術について、我が国の農林水産政策上重要な品目(イネを除く。)の育種で国内の育種関係者が容易に利用できる技術として確立する。
- b. 我が国の農林水産政策上重要な品目の育種において利用でき、これまでのゲノム編集技術よりもより高い精度と効率での編集を可能とする又はこれまでのゲノム編集技術では対応できない農林水産生物にも適用可能な新たな国産ゲノム編集技術について、2021年度末までに国内の育種関係者が容易に利用できる技術として確立することを最終的な目標とし、農林水産物に適用するための利用条件を確立する。
- c. 木本植物の早期開花技術について、2024年度末までに果樹及び林木の育種関係者が容易に利用できる技術として確立することを最終的な目標とし、世代間隔を1年以内に短縮する技術を開発する。

研究責任者: 廣瀬 咲子

(独)農業生物資源研究所 上席研究員

研究実施機関: (独)農業生物資源研究所、広島大学、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、横浜市立大学、岡山大学、北海道大学、玉川大学、千葉大学、ハウス食品グループ本社株式会社、筑波大学、岩手大学、(独)森林総合研究所、東京大学、九州大学、(独)理化学研究所、徳島大学、宇都宮大学、信州大学、東京理科大学、神戸大学、京都大学、山形県農業総合研究センター、山梨大学

### )オミクス解析技術等の育種への応用

#### 具体的内容

- a. オミクス解析技術及びバイオインフォマティクスを活用し、農作物等に関する以下の技術を開発するとともに、国内の育種関係者がそれぞれの技術を利用しやすい形に体系化する(研究機関等によるオミクス解析支援を含む技術マニュアルの作成等)。
  - 1) ゲノム編集技術を適用すべきゲノム上の DNA 配列の位置を効率的に特定できるようにする

#### ための技術

- 2) ランダムな変異を誘発するのみの既存の変異原処理技術(重イオンビーム照射、イオンビーム照射、放射線照射及び化学物質処理)に、変異の指向性を付与する(目的とする変異を得やすくする)ための技術
  - 3) 変異原処理により得られた有用な代謝産物を蓄積する形質を迅速かつ容易に特定するための技術
- b. 都道府県の農業試験場等が突然変異育種を行う機関に変異原照射を依頼するための参考とすることを目的とし、上記 2)及び 3)の技術開発の成果並びにこれまでの突然変異育種の成果を活用しつつ、変異の出現パターンを整理したデータベースを構築する。

### 達成目標

#### - 中間目標(3年)

- a. - 1) ゲノム編集技術を適用すべきゲノム上の DNA 配列の位置を効率的に特定できるようにするための技術について、技術体系の基本設計を行うとともに、要素技術を開発する。
- a. - 2) 既存の変異原処理技術に変異の指向性を付与するための技術について、変異原処理とオミクス解析によるデータの収集を行う。
- a. - 3) 変異原処理により得られた有用な代謝産物を蓄積する形質を迅速かつ容易に特定するための技術について、必要なデータの収集を概ね終了する。
- b. 都道府県の農業試験場等が突然変異育種を行う機関に変異原照射を依頼する際の参考とするデータベースの構築について、これまでの突然変異育種の成果を活用して変異パターンの整理を行う。

#### - 最終目標(5年)

- a. - 1) ゲノム編集技術を適用すべきゲノム上の DNA 配列の位置を効率的に特定できるようにするための技術について、改変したい形質に関する情報を基に、編集すべき遺伝子を容易に特定するための技術マニュアルを作成する。
- a. - 2) 既存の変異原処理技術に変異の指向性を付与するための技術について、変異原処理の方法と得られる変異の種類の相関関係を整理し、技術体系として確立する。
- a. - 3) 変異原処理により得られた有用な代謝産物を蓄積する形質を迅速かつ容易に特定するための技術について、その技術体系を確立する。
- b. 都道府県の農業試験場等が突然変異育種を行う機関に変異原照射を依頼する際の参考とするデータベースの構築について、 )の a. - 2) 及び a. - 3) の成果を活用した変異パターンの整理とデータベースの構築を行い、ウェブベースでの利用者への情報提供を開始する。

研究責任者:阿部 知子

(独)理化学研究所 応用研究開発室長

研究実施機関：(独)理化学研究所、大阪大学、神戸大学、東京工業大学、(独)農業・食品産業技術総合機構、株式会社竹中工務店、名古屋大学、東北大学、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、(独)日本原子力研究開発機構、(公)若狭湾エネグリー研究センター、(独)農業生物資源研究所、株式会社島津製作所、長崎県農林技術開発センター、鹿児島県農業開発総合センター、兵庫県立農林水産技術総合センター

## ゲノム編集技術等を用いた画期的な農水産物の開発

### 具体的内容

- a. ゲノム編集技術を利用し(併せて、オミクス解析技術も利用することが望ましい。)、以下の育種素材(それぞれにおいて1~2系統のみ)の開発を進めるとともに、開発プロセスの過程において、新たな技術が社会実装されるまでの間に生ずる課題及び当該課題への対応方を整理する。
  - ・農業政策上のニーズが高い、又は我が国の食料安全保障にも資する形で国際貢献できると考えられる形質(超多収性など)を有するイネ
  - ・国内外での市場競争力が高いと考えられる形質(機能性成分の高含有性など)を有し、輸出戦略上の重要品目として位置づけることが可能な果菜類
  - ・輸出戦略上の重要品目として位置づけることが可能な、生産者ニーズの高い形質(養殖適性など)を有するマグロ
- b. 変異原処理技術とオミクス解析技術を駆使し、国内外での市場競争力が高い、又は我が国の食料安全保障にも資する形で国際貢献できると考えられる形質を有する穀物又は園芸作物を開発する。

### 達成目標

#### - 中間目標(3年)

- a. )の a.について、ゲノム編集を概ね完了させる。ただし、量的形質を対象とする場合は、2024年度末までに当該形質を有する実用品種が育成されることを最終的な目標として、編集すべき遺伝子のうちのいくつかを特定する。なお、)の a. - 1)の進捗状況によっては、目標時期の前倒しを行う。
- b. 国内外での市場競争力が高い、又は我が国の食料安全保障にも資する形で国際貢献できると考えられる形質を有する穀物又は園芸作物について、変異獲得を目指す作物種及び形質の類型を決定する。

#### - 最終目標(5年)

- a. )の a.について、育種素材を得る。ただし、量的形質を対象とする場合は、2024年度末までに当該形質を有する実用品種が育成されることを最終的な目標として、ゲノム編集を概ね完了し、育種素材を得る目処をつける。なお、)の a. - 1)の進捗状況によっては、目標時期の前倒

しを行う。

- b. 国内外での市場競争力が高い、又は我が国の食料安全保障にも資する形で国際貢献できると考えられる形質を有する穀物又は園芸作物について、2021 年目終了時までには実用品種が育成されることを最終的な目標とし、 ) の a. - 2) の成果を活用しつつ、目的とする形質を有する突然変異体について、研究期間終了時までの獲得を目指す。

研究責任者: 江面 浩

筑波大学生命環境系 教授

研究実施機関: 筑波大学、(独)理化学研究所、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、国際稲研究所、(独)水産総合研究センター、(独)農業生物資源研究所、(独)日本原子力研究開発機構、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、京都大学、東北大学、佐賀大学、富山県農林水産総合技術センター、長崎県総合水産試験場、静岡県農林技術研究所、鹿児島県農業開発研究センター、宮崎県農業試験場、宮城県古川農業試験場、愛媛県農林水産研究所、佐賀県果樹試験場

## ) 社会実装の方法に関する調査研究等

### 具体的内容

本課題で活用し、及び開発又は改良を行う新たな育種技術(NBT)が、品種育成の過程で遺伝子組換え技術を用いるものの育成された品種には外来遺伝子が残存しないとされる技術であることに鑑み、当該技術を利用して開発された農林水産物が円滑に社会に受容されるようにすることを目的として、以下の取組を推進する。

- a. NBT を利用して開発された農林水産物に外来遺伝子が残存しないことを開発プロセスの過程において確認するための仕組みを構築するために必要な要素技術の開発と手順の確立
- b. NBT を利用して開発された農林水産物に対する国民の受容レベルの推測、及び当該農林水産物を上市又は普及に供するための具体的な戦略及び手法の提案

### 達成目標

#### - 中間目標(3年)

- a. NBT を利用して開発された農林水産物に外来遺伝子が残存しないことを開発プロセスの過程において確認するために必要な要素技術を開発する。
- b. NBT を利用して開発された農林水産物に対する国民の受容レベルを推測するためのデータ収集を終了する。

#### - 最終目標(5年)

- a. NBT を利用して開発された農林水産物に外来遺伝子が残存しないことを開発プロセスの過程に

において確認するための手順を確立する。

- b. NBT の利用により開発された農林水産物の円滑な社会実装を図るための具体的な戦略及び手法を策定する。

研究責任者:大澤 良

筑波大学生命環境系 教授

研究実施機関:筑波大学、(独)農業生物資源研究所、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、京都大学、(公社)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

### 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

これまで、単一の化学合成農薬を散布し続けることで病害虫等が薬剤抵抗性を獲得してしまうことが世界中で問題となっており、新規農薬開発と抵抗性の獲得の悪循環が続いている。さらに、新規農薬開発コストの著しい増大や、将来的に様々な農薬に抵抗性を持った病害虫等の増加が懸念されている。この問題を解消するためには、従来の農薬散布だけに依存した防除体系から脱却し、物理的・化学的・生物学的な原理の異なる複数の病害虫等管理技術を組み合わせることにより、持続可能な農業生産のための植物保護に転換していく必要がある。

最近の研究において、特定波長を組み合わせた光が害虫の行動を制御する、あるいは病害とは無関係であると考えられていた微生物が、全く系統が異なる病原微生物による病害に対する作物の抵抗性を誘導するなど、これまでにはない画期的な成果が生まれている。これらの成果をメカニズムの解明とともに技術へと発展させることにより、従来と比較して病害虫等を効果的に管理するシステム構築が可能となりつつある。

これらの成果等を活用し、生産現場で顕在化している薬剤抵抗性病害虫等を抑制しつつ、農作物の持続的な生産を行うための総合的で新たな植物保護技術を開発する。

これらの技術課題の解決に向けて、生物間相互作用、化学構造デザイン等の基礎技術を担当する文部科学省、総合的な病害虫防除技術を担当する農林水産省が連携するとともに、異分野、基礎・応用、産官学の各研究主体が、それぞれの知見やノウハウを結集して取り組む必要がある。

#### 1) 研究開発期間

2014 年度 ~ 2018 年度

#### 2) 所要経費

2014 年度 3.5 億円

#### 3) 研究開発の内容と達成目標

具体的内容

) 光を利用した病害虫管理技術の開発(物理的保護技術)

**a. 害虫の光に対する反応を利用して行動を制御する技術の開発**

視覚イメージングや光波長等が害虫の行動に与える影響と、それを認識した害虫の反応メカニズムを解明することにより、害虫の行動制御に効果を発揮する照明装置等を開発する。

**b. 作物に光を当てて病害虫抵抗性を誘導する技術の開発**

特定の光波長をあてることにより作物に病害虫抵抗性が誘導される仕組みを明らかにして、その光で作物を病害虫に強くする技術を開発する。

**)化学物質を利用した病害虫等管理技術の開発(化学的保護技術)**

**a. 植物の抵抗性を誘導・強化する新規薬剤の開発**

作物に処理することにより、病害虫抵抗性が誘導・強化される化学物質を探索し、その仕組みを明らかにするとともに、その化学物質からリード化合物を絞り込み、それらを合成展開し、効果の高い農薬を新たに開発する。

**b. 病害虫等の発生や動態を制御する技術の開発**

病害虫等の発生、成育、あるいは害虫の忌避や天敵の誘引等に関連した作用点を明らかにするとともに、その関連成分を探索・デザインし、病害虫等を管理する新規農薬を含む作物の被害程度を低減する技術を開発する。

**)生物間相互作用等を利用した病害虫等管理技術の開発(生物的保護技術)**

**a. 作物の病害虫抵抗性等の環境適応力を誘導する微生物利用技術の開発**

作物の地上又は地下部に微生物(エンドファイト等)を共生させることにより、病害虫抵抗性等の環境適応力を付与、あるいは誘導・強化する技術を開発する。

**b. 農業生態系における生物間相互作用を利用した病害虫等管理技術の開発**

病害虫等の発生や行動等に影響を及ぼす生物間相互作用(植物-植物間、植物-微生物間、植物-昆虫間等)の仕組みを明らかにして、作物の被害程度を最小限に抑える農業生態環境を実現する生物(微生物、昆虫、植物)や資材等を利用した病害虫等の管理技術を開発する。

**達成目標**

**- 中間目標(3年)**

)物理的保護技術の開発では、これまで知られている視覚イメージや光波長等による害虫の行動制御や植物の抵抗性誘導の現象のメカニズムを明らかにする。また、それらを活用した照明装置や被覆資材等の基盤デザインを考案する。

)化学的保護技術の開発では、植物の病害虫抵抗性を誘導、あるいは病害虫等の発生や成長速度を効果的に抑制する天然化合物を含む化学物質を選抜するとともに、害虫の行動を制御するメカニズムを解析する。

)生物的保護技術の開発では、生物間相互作用に基づく病害虫等の発生や行動に影響を与える

植物や微生物等を絞り込むとともに、植物に病害虫抵抗性等の環境適応力を付与、あるいは誘導・強化する微生物等を獲得する。

#### - 最終目標(5年)

)物理的保護技術の開発では、生産現場での実用性を満たすレベルで、害虫の行動制御や植物の抵抗性誘導に効果のある視覚イメージや光波長を照射する新規の照明装置や被覆資材等を開発する。

)化学的保護技術の開発では、植物の病害虫抵抗性を誘導、あるいは病害虫等の発生や成長速度を抑制する化学物質からリード化合物を絞り込み、それらを核とした、新規農薬の合成デザインを提示する。

)生物的保護技術の開発では、作物に病害虫抵抗性を付与、あるいは誘導・強化する微生物等を用いた管理技術を確立し、栽培体系での有効性を確認する。また、生物間相互作用に基づき病害虫の発生や行動に影響を与える植物や微生物等を利用した植栽管理技術を開発し、農作物生産現場でその効果を実証する。

)本課題で農薬登録や肥料登録を必要としない新規開発技術は、民間会社への技術移転を先行する。

研究責任者:本多 健一郎

(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 病害虫研究領域長

研究実施機関:(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)農業生物資源研究所、(独)森林総合研究所、(独)理化学研究所、総合研究大学院大学、東北大学大学院、浜松医科大学、九州大学大学院、京都大学大学院、筑波大学、東北学院大学、電気通信大学、琉球大学、神戸大学、鹿児島大学、東京大学大学院、岡山大学大学院、宮崎大学、名古屋大学大学院、茨城大学、兵庫県立農林水産技術総合センター、静岡県農業技術研究所、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、沖縄県病害虫防除センター、香川県農業試験場、広島県立総合技術研究所、埼玉県農林技術センター、千葉県農林総合研究センター、和歌山県果樹試験場、島根県中山間地域研究センター、(地独)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、(地独)北海道総合研究機構、新潟県農業総合研究所、石川県農林研究センター、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、宮城県古川農業試験場、株式会社ネイブル、浜松ホトニクス株式会社、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、有限会社ケイ・ワイ技研、ステラグリーン株式会社、湘南メタルテック株式会社、株式会社倉元製作所、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、日本農薬株式会社、

株式会社日本農林社、片倉チッカリン株式会社、出光興産株式会社、味の素株式会社、OAT アグリオ株式会社、クミアイ化学工業株式会社、富士フレーバー株式会社、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、住友化学株式会社

### (3) 新たな機能の開拓による未来需要創出技術

#### 次世代機能性農林水産物・食品の開発

我が国は、超高齢社会の進展が著しく、高齢者を含む国民の生活の質(QOL)の維持・向上は、社会全体の活力を維持するために必要不可欠となっている。

特に、高齢者において日常生活動作(ロコモーション)や認知機能が低下し、自立して生活を送るのが難しい状態の要介護認定者は著しく増加していることから、高齢社会を迎えるにあたっては、要介護の原因を探り、予防していくことが極めて重要となっている。

これまでの研究から、要介護の原因は 65 歳以上では、疾病と共に認知機能低下による認知症、サルコペニア(筋肉と量の質(機能)の両方が低下した状態)等が多くなっており、栄養と運動の問題を改善することにより、疾病の発症が遅くなるなどの研究も報告されている。

よって、QOL に大きく影響する脳機能と身体ロコモーション機能の維持・改善に効果的な食品因子を含む農林水産物・食品の開発を行うとともに、運動・スポーツによる相乗効果の検証、次世代機能性農林水産物・食品の脳機能及び身体ロコモーション機能の改善効果の評価・分析手法の開発等に取り組むことにより、高齢者になっても健全な心身を保持し、生き生きとした生活を送れる社会の実現を目指して本研究開発を行う。

これらの技術課題の解決に向けて、農林水産物・食品の機能性を担当する農林水産省、運動・スポーツによる相乗効果の検証を担当する文部科学省、工学的見地も含めた機能性成分評価手法を担当する経済産業省、発酵技術等を担当する国税庁が連携するとともに、異分野、基礎・応用、産官学の各研究主体が、それぞれの知見やノウハウを結集して取り組む必要がある。

#### 1) 研究開発期間

2014 年度 ~ 2018 年度

#### 2) 所要経費

2014 年度 5.0 億円

#### 3) 研究開発の内容と達成目標

##### 具体的内容

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

農林水産物・食品に含まれる様々な機能性成分のうち、ストレス緩和、認知・記憶の維持、感覚

応答劣化防止など脳機能改善又は低下防止効果が見込まれる成分について、以下の研究を実施し、科学的エビデンスを獲得するとともに、その成果を活かした次世代機能性農林水産物・食品の開発を行う。

- a. 脳機能活性化の解析基盤を確立し、遺伝子発現など分子レベルでの作用機序等を解明する。動物・細胞レベルでの科学的エビデンスを獲得する。
- b. 認知、うつ、記憶などの具体的な側面から、人体における機能改善効果に関する科学的エビデンスを獲得する。
- c. 脳機能と連動する身体ロコモーション機能や生活習慣病機能(メタボ、ホメオスタシス、免疫など)との関連性の解析を行い、農林水産物・食品のトータルの機能性を評価する。

#### [研究開発の例]

柑橘類による認知機能低下の予防効果について、その抽出物を用い、動物レベルでの基礎的な実験を行うとともに、マイクロアレイ技術等を用いて遺伝子発現等を網羅的に解析する。また、得られた結果に基づき、ヒトでの有効性の検証を行う。また、その成果を活かした次世代機能性農林水産物・食品の開発を行う。

アルツハイマー症状(AD)病態モデルマウスを用いてロスマリン酸を投与し、脳におけるアミロイド(A $\beta$ )やアミロイド(A $\beta$ )のオリゴマー形成阻害を組織学的に観察する(既に効果は実証済み)。この際の迷路実験、水泳遊走実験などで記憶認知を評価する。脳内および血中の遺伝子発現解析を行い、AD状態での脳内シグナリング解析、ADを遅延・改善するメカニズムの解明とそのためターゲット遺伝子を特定する。摂取に伴うロスマリン酸の血中動態を解析し、安全性テストを行なった上で、AD症の患者に投与し、その記憶テスト、運動テストを実施する。これにより、ロスマリン酸を多く含むソコ科ハーブなどの生産および製品開発を提唱する。

亜鉛欠乏状態の動物は高塩濃度の食事を嗜好する原因を解析する。さらに、亜鉛以外のミネラルについても解析し、ミネラルバランスと嗜好性(感覚認知)の相関性を解明する。亜鉛欠乏などミネラルバランスを保つことにより減塩効果を検証する。ミネラルバランスの良い水および飲料の開発が期待される。

研究責任者: 阿部 啓子

東京大学大学院 農学生命科学研究科 特任教授

研究実施機関: 東京大学、(公財)神奈川科学技術アカデミー、前橋工科大学、(独)酒類総合研究所、広島大学、(独)理化学研究所、金沢大学、静岡県立大学、大阪大学、(独)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、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、日本医科大学、福岡女子大学、茨城大学、順天堂大学、北海道大学、(独)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、新潟大学、筑波大学、鹿児島大学

)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

農林水産物・食品に含まれる機能性成分のうち、身体ロコモーション機能改善又は低下防止に関与する成分について、以下の研究を実施し、科学的エビデンスを獲得するとともに、その成果を活かした次世代機能性農林水産物・食品の開発を行う。

- a. 遺伝子発現など分子レベルでの作用機序等を解明する。動物・細胞レベルでの科学的エビデンスを獲得する。
- b. 筋肉劣化(サルコペニア)は、骨代謝や関節炎異常を引き起こし、QOL を著しく低下させる。骨の質・量的活性化に効能のあるミネラルやポリフェノールなどの作用メカニズムを解析し、マーカーを確立する。これらマーカーを用いて農林水産物・食品因子の開発を実施する。
- c. 未利用農産物等から身体ロコモーション活性のある食品因子を抽出し、その身体生理機能を解析する。新規機能性食品を開発する。
- d. 人体における機能改善効果に関する科学的エビデンスを、筋肉量、骨密度、歩行速度などの具体的な側面から解析する。

[研究開発の例]

・魚肉タンパクによる筋肉及び関節機能劣化防止作用の効果について、その抽出物を用い、動物レベルでの基礎的な実験を行うとともに、マイクロアレイを用いて、遺伝子発現等を網羅的に解析し、その結果に基づき、ヒトでの有効性の検証を行う。また、その成果を活かした次世代機能性農林水産物・食品の開発を行う。

・ミネラルバランスの異常(マグネシウム欠乏食、リン過剰食、鉄欠乏・過剰食)が骨代謝に与える影響を、骨密度、骨強度、血中代謝マーカーの測定および遺伝子発現により評価解析する。

・運動による筋肉・骨代謝改善の分子基盤を解析する。骨格筋タンパク質の増強効果を有する食品因子(ポリフェノール)の探索研究を行う。これらのポリフェノールが、運動機能を模倣する効果を有することの科学的エビデンスを獲得する。

・オリーブ、ブドウ、リンゴなどの搾りかすから、トリテルペン類を効率的に抽出する技術を開発する。モデルマウスを用いてトリテルペン類の関節炎緩和効果の評価と、その作用機作の解析を行う。ヒト介入試験を実施し、製品化を目指す。

研究責任者： 森谷 敏夫

京都大学 人間・環境学研究科 教授

研究実施機関：京都大学、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、東京都医学総合研究所、前橋工科大学、名古屋大学、徳島大学、東北大学、長崎大学

## )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

農林水産物・食品に含まれる機能性成分が動物及びヒトにおける認知機能の維持・改善及び身体ロコモーション機能低下防止に及ぼす効果について、運動又はスポーツを取り入れることにより、相

乗的に効果が増進されることを検証する。動物及びヒトでのバイオマーカー等評価指標を探索するとともにその効果検証を行うことにより、ヒトにおける有効性を科学的に明らかにする。また、それらをバランスよく食生活に取り込むためのレシピ開発及び日常的に運動・スポーツの実践が可能となるモデル的なプログラムやメニュー等の作成を行う。

〔研究開発の例〕

総合型地域スポーツクラブを活用し、高齢者の身体ロコモーション機能低下防止のための食事と運動の効果を中長期的に測定し、科学的エビデンスを獲得する。

研究責任者：柴田 重信

早稲田大学 重点領域研究機構 教授

研究実施機関：早稲田大学

### 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

生活習慣病をはじめ認知機能維持、運動機能維持については、身体全体におけるホメオスタシス(恒常性)の維持が重要なファクターとなっている。そこで、農林水産物・食品の全身及び腸管での異物排除能や酸化ストレス抑制能を含めた腸管吸収の面等から、農林水産物・食品や運動・スポーツが身体の恒常性に与える影響を評価する装置や評価 手法を開発するとともに、分子レベルでの機序解明とヒトでの有効性の検証を行う。

〔研究開発の例〕

農林水産物・食品に含まれる LPS、 $\alpha$ -グルカン類、フィトケミカル類などの食細胞の異物貪食増強能や抗酸化成分の酸化ストレス抑制能を蛍光と化学発光の二情報による極微量の血液で簡便に評価出来るシステム、さらに腸管での酸化ストレスを反映した酸化 LDL 増加量をクロマトで簡便に評価できる次世代型システムの開発を行う。また、これらのホメオスタシス維持機能評価システムを活用し、次世代機能性農林水産物・食品の脳・運動機能の改善効果について科学的エビデンスを獲得する。

### 達成目標

#### - 中間目標(3年)

- ・ストレス緩和、認知・記憶の維持、感覚応答劣化防止など、脳機能を活性化する次世代機能性農林水産物・食品の解析基盤を確立し、その作用機序の解明及び生体応答の改善に着目した科学的エビデンスを獲得する。
- ・次世代機能性農林水産物・食品の摂取による筋肉劣化(サルコペニア)など身体ロコモーション機能改善に関し、作用機序解明及びヒトでの生体応答の改善に着目した科学的エビデンスを獲得

する。

- ・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について、具体的な評価指標を明らかにするとともに、ヒトでの生体応答の改善に着目した科学的エビデンスを獲得する。
- ・農林水産物・食品が脳機能活性化及び身体ロコモーション機能改善に及ぼす効果について、生体のホメオスタシス(恒常性)に与える影響から評価する解析技術の開発とそれを用いた分子レベルでの科学的エビデンスを獲得する。

#### - 最終目標(5年)

- ・中間目標で得られた科学的エビデンスに基づき、脳機能活性化効果や身体ロコモーション機能改善効果等のある次世代機能性農林水産物・食品を10個以上開発する。
- ・次世代農林水産物・食品がヒトの脳機能活性化に及ぼす効果に関し科学的エビデンスを獲得する。
- ・脳・身体ロコモーション機能を改善する次世代農林水産物・食品の摂取は、運動・スポーツと同様の効果があることを検証するとともに、運動・スポーツとの相乗効果があることを検証する。
- ・脳機能と身体ロコモーション機能の相乗効果を検証し、食生活へ反映する。
- ・脳・身体ロコモーション機能を改善する次世代機能性農林水産物・食品の生活習慣病(抗メタボなど)との関連性を検証し、付加価値の向上を図る。
- ・高齢者など国民に「食と運動」の効能を周知し実践するため、日常的に運動・スポーツの実践が可能となるモデル的なプログラムやメニュー・レシピの開発を行うなど、普及のための方法を策定する。
- ・中間目標で得られた科学的エビデンスに基づき、生体のホメオスタシス(恒常性)維持に与える影響から次世代農林水産物・食品のヒトにおける機能性について評価するシステムを開発し、ヒトでの有効性の検証を行う。

研究責任者： 杉 源一郎

自然免疫制御技術研究組合 代表理事

研究実施機関：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、(独)国立長寿医療研究センター、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、帝京平成大学、東京大学生産技術研究所、(独)農業生物資源研究所、香川大学、(独)産業技術総合研究所、新潟薬科大学、千葉大学、日本医科大学、石川県立看護大学

### 林水未利用資源の高度利用技術の開発

我が国の山村・漁村で人々が暮らし、経済活動を行うことは、国民への木材や水産物の供給のみならず、国土の均衡ある保全、豊かで美しい自然や伝統ある文化の維持等の重要な役割を有している。一方で、生活面、産業面等での条件不利性から、山村・漁村の人口は減少の一途をたどっており、高齢化率も全国平均に比べて高くなっている。山村・漁村での活動が停滞すれば、国土の荒廃を招き、ひいては都市住民を含む国民全体の安全・安心な暮らしそのものが脅かされる

恐れがある。

今後、山村・漁村の活力を向上させ、地域の所得と雇用を確保していくためには、各分野の技術・知見を結集させた科学技術イノベーションにより、地域に賦存する資源から価値や富を開拓し、政策的支援とも連動しつつ、これら資源を活用した新たなビジネスモデルを実現していくことが重要な課題となっている。

### (林地残材の活用)

山村における最大の未利用資源は、年間 800 万トン発生するとも言われる林地残材である。この巨大な資源が、ほとんど産業利用されてこなかった主な要因は、資源を収集するシステムが十分確立されなかったことと、経済的に優位性のある製品等に転換する技術が確立されなかったことである。しかしながら、国民の環境への意識の高まり等を背景に状況は変わってきている。本格的な木質バイオマス発電のモデルプラントが稼働開始し、政策的にも林地残材活用のため、機材整備や路網整備、間伐材の伐採・集材等に対する様々な政策支援が整いつつある。今後、林地残材から低コストで高付加価値製品に転換できる技術的ブレークスルーが実現すれば、山林の資源を都市・工業界等の需要へとつなげ、新たな富と所得を山村にもたらすとともに、世界をリードする環境オリエンテッドの新産業を構築することが可能となる。

林地残材からの高付加価値製品への転換において、最大の難関であり、かつ、ボトルネックであったのが、木質の 30%程度を占め、木質バイオマスの未利用成分の太宗をなしている複雑な不定形網目構造を有するリグニンである。一方で、この強固な芳香族ポリマーである化合物の特徴は、強度、耐熱性に優れた新素材を生み出す大きなポテンシャルにもなっている。

このため、最先端の林産学・化学・工学を結集・融合させ、リグニン利用の技術的ブレークスルーを、山林側の原料供給の整備と一体的に推進することにより、山村と工業界と消費者の三者を結びつけるイノベーションを目指すものである。また、林地残材利用のビジネスモデルを強固なものとするため、木質成分のリグニン利用とともに、多糖類副産物からの高度利用も並行して開発する。

### (藻類の活用)

漁村地域に存在する未利用資源として代表的なものは、再生可能エネルギー関係として、風、波、太陽光、海藻・微細藻類等が挙げられる。中でも、微細藻類の利用は、これまで、次世代バイオ燃料生産技術として、世界中で研究開発が取り組まれ、米国等では、石油メジャーや化学会社が多額の投資を行い、広大な培養施設を稼働させている。我が国においても、各研究機関で、藻類コレクション等の基盤的研究をはじめ、燃料利用研究、飼料化等の応用研究まで、様々なステージ・分野で研究が取り組まれており、さらに、複数の企業が既に栄養補助食品等の製造において商業化するなど、その研究勢力の広がりや知見の蓄積量は漁村で賦存するとされる他の未利用資源と比較して突出しているとともに、健康食品等として利用される DHA、EPA 等、微細藻類が高効率で生産できると見込まれる高付加価値製品の市場規模も非常に大きい。また、有用成分を産生する微細藻類の開発研究に必要な投資規模は、バイオ燃料分野と比較して小さく、中小企業にとって参入しやすい、魅力的な市場といえる。

一方、微細藻類は、開放系での簡易施設による低コスト培養において、漁村地域・漁業者が有

する養殖施設や培養ノウハウ等の活用が期待されるなど、地域が有するポテンシャルを活かす上でも意義が極めて大きい。これまで学術的・産業的に蓄積された微細藻類に係る知見・技術と漁村地域で蓄積された培養ノウハウ等を結びつける我が国独自の取組みにチャレンジし、小規模でも収益性のある新たな地場産業（水産版植物工場）の実現を目指すものである。

また、海面養殖生産額の14%（約560億円）、水産輸出額の16%（約190億円、第1位）を占める二枚貝（ホタテ等）の養殖においては、有毒微細藻類の摂取による二枚貝の毒化が食品衛生上の大きなリスクとして存在し、毒化海域の二枚貝出荷自粛などにより収益の大きな阻害要因となっている。CODEX等国際基準に沿った精密なリスク管理には貝毒の検査用標準品が必須であるが、貝毒標準品の供給は世界的に不足しており、検査態勢、効率的な規制体制の構築の阻害要因となっている。また、貝毒の一次生産者は微細藻類であるため、貝毒標準品の抽出源としては微細藻類にほぼ限られる。このため、二枚貝養殖業の収益改善と輸出拡大を通じた国際競争力向上を視野に、未利用藻類を利用して食品の安全性管理等に必要な有用成分を効率的に産生する技術開発に取り組む。

これらの技術課題の解決に向けて、林水産物の未利用資源利用技術や農山漁村での産業創出を担当する農林水産省、化学合成デザインに係る基礎技術を担当する文部科学省、工業用素材の開発・利用を担当する経済産業省、微細藻類の基礎・基盤研究を担当する環境省が連携するとともに、異分野、基礎・応用、産学の各研究主体が、知見やノウハウを結集して取り組む必要がある。

### 1) 研究開発期間

2014年度～2018年度

### 2) 所要経費

2014年度 5.0億円

### 3) 研究開発の内容と達成目標

#### 木質リグニン等からの高付加価値素材の開発

##### 具体的内容

木質バイオマスから機能性リグニンおよび副産多糖類を抽出製造すると共に、得られたリグニンおよび多糖類を用いて高付加価値素材を開発する。

a. 林地残材等の農山村のバイオマスから、材料利用できる特性を付与した改質リグニン及び副産多糖類を効率的かつ安定品質で取り出す技術の開発を行うと共に、新たな反応媒体や触媒等を用いてリグニンを低分子化し、有用なプラットフォーム化合物群を製造する技術の開発を行う。また、これらのリグニン供給を基軸においた新産業全体の経済効果や環境影響を評価して、社会実装を加速化させる。

##### 〔研究開発の例〕

用途に応じた改質リグニン及び副産多糖類を製造するために、ベンチプラントによる林地残材の

加溶媒分解処理技術の実証試験、分離・精製技術の高効率化を行う。また、イオン液体処理技術を用いた成分分離技術の確立とともに、分離されたリグニンを化学・生物触媒を用いてモノリグノール等へ低分子化する技術の開発を行う。また、開発するリグニン利用の新技术が農山村地域に与える経済効果やLCAを評価する。

b. 上記で製造された改質リグニンや低分子リグニンを原料として、工業的に付加価値の高いエレクトロニクス素材やエンジニアリングプラスチック等を製造する技術の開発を行う。

〔研究開発の例〕

改質リグニンと国産の粘土等の無機材料との組み合わせでポリイミドフィルム膜の代替となる機能性ハイブリット材料の開発を行う。モノリグノール等の低分子リグニンに触媒等を作用させて高分子化し、石油由来からでは合成困難なエンジニアリングプラスチックを製造する技術の開発を行う。

c. 上記で製造された副産多糖類を原料として、可溶化糖を安価に製造する技術の開発を行う。また、糖の発酵産物である有機酸やアミノ酸を原料として含む付加価値の高い農業用資材等を製造する技術の開発を行う。

〔研究開発の例〕

糖から生分解性の被覆材を製造する技術を開発し、肥効調節型肥料用等の被覆へ適用させる。また、高機能吸水素材等の高付加価値資材の開発を行う。

## 達成目標

### - 中間目標(3年)

- ・改質リグニンをキログラムレベルで製造する技術を開発する。林地残材から製造する場合には200円/kg以下のプロセスコストで供給できる技術を開発する。また、リグニンの低分子化技術においては、イオン液体等の新たな反応媒体のデザインと化学触媒、生物触媒の改変を進め、ニトロベンゼン酸化法(分解効率は極めて高いが試薬の毒性で現実性が低い)に匹敵する分解効率を達成する実用的な技術を開発する。
- ・改質リグニンを原料に含むエレクトロニクス素材の連続製造技術を確立するとともに、産業界とも連携し、エレクトロニクス用基板等の用途毎の仕様を確定する。
- ・副産物利用においては、多糖類からの糖液製造技術の開発および分解酵素の半連続生産技術の開発を確立する。また、得られた糖液の発酵により、生分解性の有機酸ポリマーやアミノ酸ポリマーを製造する実用的な技術を開発する。

### - 最終目標(5年)

- ・ 林地残材の収集コストを含みビジネスが成立し得る高付加価値素材を提供する技術を確立。
- ・ 林地残材等の地域資源から各高付加価値材料利用に適するように改質したリグニンを自由に製造する技術を確立。
- ・ 低分子リグニンの高分子化による新規芳香族ポリマー製品を試作・評価し、家電機器部材、自動車用部材へ利用可能な衝撃吸収及び高耐衝撃機能を備えたエンジニアリングプラスチックを開発する。また、機能性ハイブリッド材料を試作・評価し、高温特性や絶縁性等に優位なエレクトロニクス基板用の素材を生産できる技術等を実用化する。
- ・ 有機酸ポリマーやアミノ酸ポリマーを原料に含む高付加価値な農業用資材等を試作し、圃場試験等で実証する。

研究責任者： 山田 竜彦

(独)森林総合研究所 木材化学研究室長

研究実施機関：(独)森林総合研究所、(独)産業技術総合研究所、(独)理化学研究所、(独)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、ハリマ化成(株)、(株)諸岡、(株)ドーコン、東京工科大学、静岡理工科大学、クニミネ工業(株)、ジャパンマテックス(株)、(株)宮城化成、東京農工大学、京都府立大学、京都大学、三菱化学(株)、(独)国際農林水産業研究センター、京都工芸繊維大学、(株)武蔵野化学研究所

## ii) 未利用藻類の高度利用・培養型次世代水産業の創出

### 具体的内容

#### a. 藻類からの高度不飽和脂肪酸生産 (EPA、DHA 等)

・藻類コレクション及び自然界からの有用株選定、確立：

国内の藻類コレクションから高増殖で有用成分を高含有する有用株を選定するとともに、自然界からの有用株の単離・培養を行い、アスリート株を確立する。

・培養条件の検討、ゲノム情報解析：

アスリート株の培養条件の検討と最適化、特許化に必要なゲノム情報解析を行う。

・有用成分抽出、構造解析、代謝解析および機能性評価

アスリート株からの有用成分(高度不飽和脂肪酸や抗酸化物質等)についての抽出技術開発、構造及び代謝機能の解析、機能性評価を行う。

・安全性評価、大量培養技術開発、スーパーアスリート株の創出：

藻類やその有用成分を食品とする場合を想定し、安全性評価、低コスト培養装置と有機廃棄物を利用した低コスト培養液の開発、大量培養技術・システム開発を実施、また品種改良によるスーパーアスリート株を創出する。

・DHA 等有用成分の生産と事業化の検証

#### b. 藻類からの貝毒標準品生産

・貝毒標準品の効率的な精製技術の確立：

有毒微細藻コレクション及び自然界からの単離した微細藻の各種毒成分産生株のスクリーニン

グ、培養法の確立を行うとともに、貝毒等標準品の効率的精製技術を確立する。

・大量培養技術開発及び製造ライン構築

毒成分高産生アスリート株の培養条件を検討し大量培養技術開発を行うとともに毒抽出・精製・標準品作製までの製造ラインを構築する。

・藻類由来の成分についての機能性の解明等

特許化のためのゲノム情報の取得、バイオアッセイによる新規生理活性の探索、新規有毒・生理活性成分の構造決定、生理活性発現機構の解明を行う。

## 達成目標

### - 中間目標(3年)

高度不飽和脂肪酸等有用成分または貝毒成分を高生産するアスリート株の選別と最適培養条件の決定、有用成分・有毒標準品の効率的抽出・精製技術等の開発を行うことを目標とする。さらには有用成分産生株の品種改良によるスーパーアスリート化、有毒成分生産株の中規模(10L規模)培養技術を確立する。また、アスリート株の有用成分組成、安全性データ、培養特性、ゲノム情報等のデータを収集整理、新規有用成分の発掘、機能・特性解明を行う。

DHA等有用成分に関しては、10株以上のアスリート株の選別、その特性評価を行い、低コスト培養を可能とする培養技術の開発を目指す。

貝毒については10株以上の有毒成分生産アスリート株の選別、オカダ酸群で100mg以上(1万バイアル分)以上の精製標準品の生産を目指す。

### - 最終目標(5年)

事業で収集・確立したアスリート株のコレクション構築、有用成分や貝毒等標準品の規格策定、低コスト大量培養技術・施設の考案を行うことで新たな地域産業としての水産版植物工場の創成を目指す。

DHA等の有用成分を生産するアスリート株の性能向上と低コスト型培養システムの開発に取り組むことで、生産コストを従来の1/2~1/5程度に引き下げる。

貝毒標準品の生産・配布体制の確立により貝毒の機器分析の公定法化等を働きかけることにより二枚貝出荷の規制緩和につなげ、生産額700億円に上る貝類養殖業において、平均43日間続く貝毒による出荷規制期間の短縮を図り、貝類養殖業・二枚貝漁業の収益性の飛躍的な改善を目指す。

研究責任者：石原 賢司

(独)水産総合研究センター中央水産研究所 主任研究員

研究実施機関：(独)水産総合研究センター、(独)国立環境研究所、(独)産業技術総合研究所、(独)理化学研究所、(一財)日本食品分析センター、高知大学、株式会社ユーグレナ、(一社)トロピカルテクノプラス、株式会社シー・アクト、筑波大学、(株)ヒガ

シマル、東京大学

### 3. 実施体制

#### (1) 推進委員会の設置

プログラムディレクター(以下、「PD」という。)が議長、内閣府が事務局を務め、関係府省、専門家等が参加する推進委員会を設置し、当該課題の研究開発の実施等に必要な調整等を行う。

#### (2) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構による支援

本課題は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構(以下、「農研機構」という。)に対する運営費交付金を活用し、下図のような体制で実施する。農研機構は、PD や推進委員会の決定に沿って、研究主体の公募や選考・評価委員会の開催、契約等の事務、研究の進捗や予算の管理、PD や研究主体による自己点検に関する事務など必要な支援を行う。

#### (3) 管理法人の連携

農研機構は、(2)の業務を行うに当たって、独立行政法人科学技術振興機構と連携して取り組む。

#### (4) 研究主体の選定

農研機構は、本計画により、研究主体の公募を行い、PD やサブPD、外部有識者等から構成される選考・評価委員会の審査結果に基づき、研究主体を選定する。農研機構は、審査の事務を行う。なお、選考・評価委員会における審査基準や委員等については、PD 及び内閣府等と相談の上、決定する。審査対象となる提案を行う研究主体と利害関係を有する委員は、当該提案の審査に参加しない。

#### (5) 研究体制

研究主体の応募については、単独の研究機関、あるいは、複数の研究機関による研究グループ等で行うこととし、研究機関同士の連携促進や、基礎から応用まで一貫通貫で研究開発に取り組む体制構築、国際競争力の向上を目指した知的財産戦略の推進のため、研究の実施においては、公募単位毎に1つのコンソーシアムを構成して行うことを基本とする。

各研究コンソーシアムは、PD 又はサブPD の指導の下に密に連携をとり、相乗効果が発揮できるようにすることとする。

#### (6) 府省連携と異分野連携

革新的な農林水産技術を生み出すためには、府省連携により、多様な分野の先端技術、基礎・基盤技術を結集するとともに、背景や分野が異なる研究者・関係者間の壁を取り除くこと、各課題の取組を体系的、重層的に実施することが必要である。このため、PD が中心となり、関係者が問題意識を共有するよう、ベンチマーク等による客観的な進捗状況の把握、目標達成に向けた研究計画や予算配分等の不断の見直しを実施する。

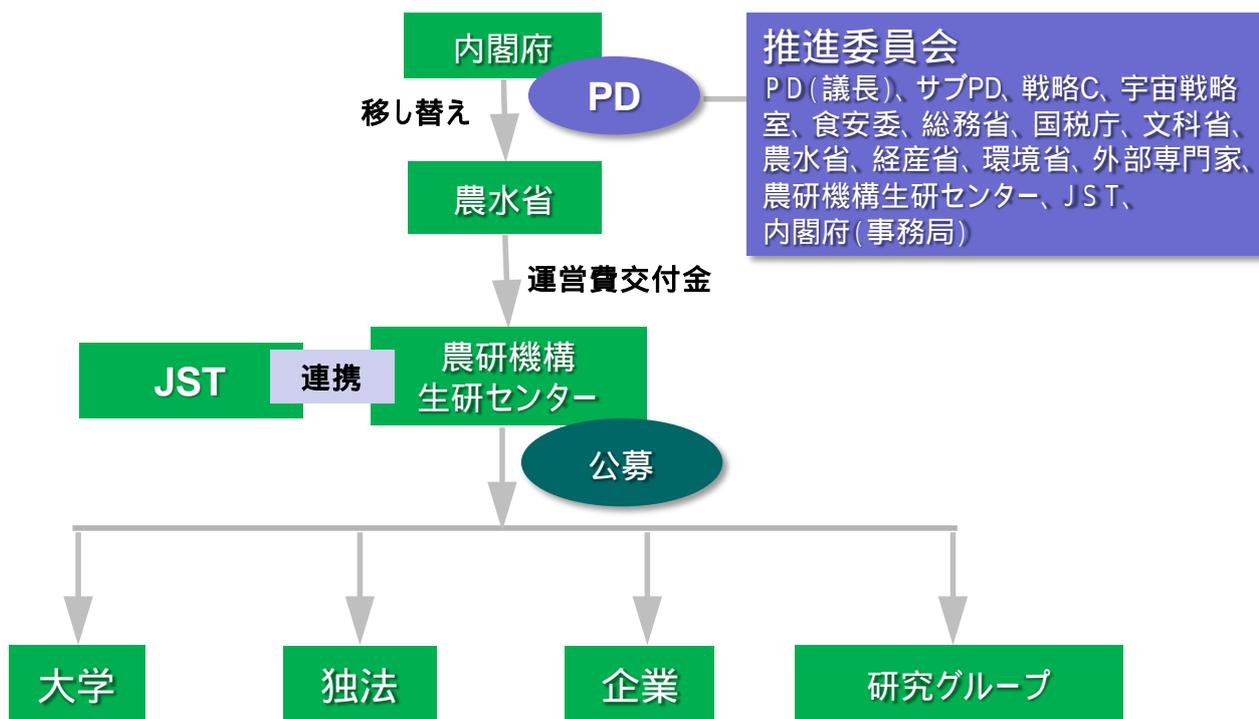


図 3 - 1 実施体制

表 3-1 戦略コーディネーター（戦略C）、サブ・プログラムディレクター（サブPD）

| 戦略コーディネーター  | サブ・プログラムディレクター                    |
|---|-----------------------------------|
| 住友精化株式会社<br>常務執行役員<br>(精密化学品事業部長)<br>荒木 英一          | 東京大学大学院農学生命科学研究科<br>特任教授<br>阿部 啓子 |
| 株式会社 誠和。<br>主幹研究員<br>斉藤 章                           | 東京大学<br>名誉教授<br>小野 拓邦             |
| 株式会社 日立ソリューションズ<br>空間情報ソリューション本部<br>GIS部 部長<br>西口 修 | 東京農業大学 総合研究所<br>教授<br>佐々木 卓治      |
| 味の素株式会社 社友<br>山野井 昭雄                                | 北海道大学 大学院農学研究院<br>教授<br>野口 伸      |
| タキイ種苗株式会社<br>茨城研究農場長<br>山本 正美                       |                                   |

## 4. 知財に関する事項

研究開発の成功と成果の実用化・事業化による国益の実現を確実にするため、優れた人材・機関の参加を促すためのインセンティブを確保するとともに、知的財産等について、2.研究開発の内容及び 6.出口戦略に記述した関連事項を踏まえつつ、以下により、適切な管理を行う。

### (1) 知財委員会

知財委員会を農研機構に置く。

知財委員会は、研究開発成果に関する論文発表、特許等(植物の新品種に係る育成者権、商標権等も含む。以下、「知財権」という。)の出願・維持、ノウハウの扱い・秘匿等の方針決定等のほか、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整などを行う。

知財委員会の担当範囲は、農研機構が執行する予算の範囲とする。

知財委員会は、原則として、PDまたはPDの代理人、主要な関係者、専門家等から構成する。

知財委員会の詳細な運営方法等は、知財委員会を設置する機関において定める。

### (2) 知財権に関する取り決め

農研機構は、秘密保持、バックグラウンド知財権(研究責任者やその所属機関等が、プログラム参加する前から保有していた知財権)、フォアグラウンド知財権(プログラムで発生した知財権)の扱い等について、予め委託先との契約等により定めておく。

### (3) バックグラウンド知財権の実施許諾

他のプログラム参加者へのバックグラウンド知財権の実施許諾は、当該知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

当該条件などの知財権者の対応が、SIPの推進に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

なお、PDの判断等により、当課題の推進(研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む)の範囲内において、コンソーシアム内の他のプログラム参加者等にバックグラウンド知財権を無償で実施させることを求める場合がある。

### (4) フォアグラウンド知財権の取扱い

フォアグラウンド知財権は、原則として産業技術力強化法第19条第1項を適用し、発明者である研究責任者の所属機関(委託先)に帰属させる。

再委託先等が発明し、再委託先等に知財権を帰属させる時は、知財委員会による承諾を必要とする。その際、知財委員会は条件を付すことができる。

知財権者に事業化の意志が乏しい場合、知財委員会は、積極的に事業化を目指す者による知財権の保有、積極的に事業化を目指す者への実施権の設定を推奨する。

参加期間中に脱退する者は、当該参加期間中にSIPの事業費により得た成果(複数年度参加していた場合には、参加当初からの全ての成果)の全部または一部に関して、脱退時に農研機構に無償譲渡させること及び実施権を設定できることとする。

知財権の出願・維持等にかかる費用は、原則として知財権者による負担とする。共同出願の場合は、持ち分比率、費用負担は、共同出願者による協議によって定める。

#### **(5) フォアグラウンド知財権の実施許諾**

他のプログラム参加者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

なお、PD の判断等により、当課題の推進(研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む)の範囲内において、コンソーシアム内の他のプログラム参加者等にフォアグラウンド知財権を無償で実施させることを求める場合がある。

第三者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、プログラム参加者よりも有利な条件にはしない範囲で知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

当該条件などの知財権者の対応が、SIP の推進に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

#### **(6) フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾について**

産業技術力強化法第 19 条第 1 項第 4 号に基づき、フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾には、合併・分割により移転する場合や子会社・親会社に知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾をする場合等(以下、「合併等に伴う知財権の移転等の場合等」という。)を除き、農研機構の承認を必要とする。

合併等に伴う知財権の移転等の場合等には、知財権者は農研機構との契約に基づき、農研機構の承認を必要とする。

移転後であっても再実施権付実施権を農研機構が保有可能とする。当該条件を受け入れられない場合、移転を認めない。

#### **(7) 終了時の知財権取扱いについて**

研究開発終了時に、保有希望者がいない知財権等については、知財委員会において対応(放棄、あるいは、農研機構等による承継)を協議する。

#### **(8) 国外機関等(外国籍の企業、大学、研究者等)の参加について**

当該国外機関等の参加が課題推進上必要な場合、参加を可能とする。

適切な執行管理の観点から、研究開発の受託等にかかる事務処理が可能な窓口または代理人が国内に存在することを原則とする。

国外機関等については産業技術力強化法第 19 条第 1 項を適用せず、知財権は農研機構と国外機関等の共有とする。

#### **(9) 研究成果の有効活用**

研究成果の有効活用を図る観点から、必要と判断される場合は、未公開・未出願の研究成果に係る情報の交換をコンソーシアム間で行うことを求める場合がある。

## 5. 評価に関する事項

### (1) 評価主体

PDと農研機構等が行う自己点検結果の報告を参考に、ガバニングボードが外部の専門家等を招いて行う。この際、ガバニングボードは分野または課題ごとに開催することもできる。

### (2) 実施時期

事前評価、毎年度末の評価、最終評価とする。

終了後、一定の時間(原則として3年)が経過した後、必要に応じて追跡評価を行う。

上記のほか、必要に応じて年度途中等に評価を行うことも可能とする。

### (3) 評価項目・評価基準

「国の研究開発評価に関する大綱的指針(平成24年12月6日、内閣総理大臣決定)」を踏まえ、必要性、効率性、有効性等を評価する観点から、評価項目・評価基準は以下のとおりとする。評価は、達成・未達の判定のみに終わらず、その原因・要因等の分析や改善方策の提案等も行う。

意義の重要性、SIPの制度の目的との整合性。

目標(特にアウトカム目標)の妥当性、目標達成に向けた工程表の達成度合い。

適切なマネジメントがなされているか。特に府省連携の効果がどのように発揮されているか。

実用化・事業化への戦略性、達成度合い。

最終評価の際には、見込まれる効果あるいは波及効果。終了後のフォローアップの方法等が適切かつ明確に設定されているか。

### (4) 評価結果の反映方法

事前評価は、次年度以降の計画に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。

年度末の評価は、当該年度までの実績と次年度以降の計画等に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。

最終評価は、最終年度までの実績に関して行い、終了後のフォローアップ等に反映させる。

追跡評価は、各課題の成果の実用化・事業化の進捗に関して行い、改善方策の提案等を行う。

### (5) 結果の公開

評価結果は原則として公開する。

評価を行うガバニングボードは、非公開の研究開発情報等も扱うため、非公開とする。

### (6) 自己点検

#### 研究責任者による自己点検

PDが自己点検を行う研究責任者を選定する(原則として、各研究項目の主要な研究者・研究機関を選定)。

選定された研究責任者は、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、前回の評価後の実績及び今後の

計画の双方について点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。

### **PD による自己点検**

PD が研究責任者による自己点検の結果を見ながら、かつ、必要に応じて第三者や専門家の意見を参考にしつつ、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、PD 自身、農研機構及び各研究責任者の実績及び今後の計画の双方に関して点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。その結果をもって各研究主体等の研究継続の是非等を決めるとともに、研究責任者等に対して必要な助言を与える。これにより、自律的にも改善可能な体制とする。

これらの結果を基に、PD は農研機構の支援を得て、ガバニングボードに向けた資料を作成する。

### **農研機構による自己点検**

農研機構による自己点検は、予算執行上の事務手続を適正に実施しているかどうか等について行う。

## 6. 出口戦略

### 【全体の出口戦略】

#### (1) 農地等に係る構造改革と一体的な新技術の現場展開

政府は、経営感覚を持ち自らの判断で消費者・実需者ニーズの変化等に対応する「チャレンジする農林水産業経営者」が活躍できる環境整備を図るとともに、担い手への農地集積等による大規模化と生産コストの低減を進めている。この大規模化と低コスト化の構造改革を技術で支えるため、政策と一体的に、大規模経営に適合した省力栽培技術や品種の開発・導入等を進め、先端モデル農業の確立を図っていく必要がある。

このため、研究主体は、成果の利用者(ユーザー)の主体を、規模拡大や法人化等による企業的経営を実践する担い手に設定するとともに、先導的農家の実証、企業による製品販売と連動して、自治体を通じた普及展開に取り組む。このことにより、技術革新を先導して実践する農業者の育成・確保を図り、「ユーザーイノベーション」を目指す。

注) 政府は、農地中間管理機構の活用等により、地域内に分散・錯綜する農地を整理して、担い手ごとに集積・集約を推進し、今後、10年間で、担い手の農地利用が全農地の8割を占める農業構造を確立するとともに、資材・流通面等での産業界の努力も反映して担い手のコメの生産コストを現状全国平均比4割削減とすることを目標としている。

#### (2) 企業との連携により、市場や消費者ニーズを踏まえた商品提供

研究主体は、常に、市場ニーズ、消費者ニーズや生産コストを踏まえたマーケット・オリエンテッドで、国際戦略も視野に、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。そのため、各課題において、研究主体は、食品企業をはじめ、種苗、機械、情報、スポーツ産業等、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) 技術のユーザー視点に立った成果普及とビジネスモデルの確立

IT、センシング等を含む先端技術の実用化について、研究主体は、先導的農家や地方公設試験場等との連携により、また、生命基礎科学の育種・栽培への応用については、育種家・栽培研究者とともに、ほ場レベルでの研究開発を実施する。さらに、新技術や成果の利用者(ユーザー)を明確化し、普及可能な製品価格設定、未利用資源からの製品製造については、材料確保等のコストも含んだビジネスモデルを確立する。これらの取組により、研究主体は、現場・現物・現実主義の研究開発を実施する。

また、研究主体は、構築したデータベースが、より効率的な農業研究に貢献するよう、ウェブでの公開においては、利用者が活用しやすい情報提供を実施する。

#### (4) 知財管理等、グローバル視点での技術普及

育成した種苗や栽培技術が海外に流出するケースが発生している。このため、研究主体、又は、研究成果を利用する事業者等は、品種と栽培法等をパッケージとして「すり合わせ技術化」とするとともに、

栽培ノウハウ等の秘匿化も選択肢とする。このことにより、種苗流出や栽培技術の海外での模倣を防ぐとともに、ノウハウ部分を商材として、技術輸出や海外でのコンサルティング事業を展開する。また、途上国での食料生産性向上に対する育種技術等での技術協力については、研究主体は、推進委員会の協力を得て、国際研究機関との連携を図り、我が国のプレゼンスが明確になるよう広報戦略を併せて実施する。

## (5) 制度改革、規制改革等と連動した取組み

研究主体は、推進委員会の協力も得て、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、食品・農林水産物の機能性に係る表示の扱い、貝毒検査の CODEX 等国際基準の設定等、関連する規制・制度と連動した技術開発を実施する。

### 【個別技術課題ごとの出口戦略】

## (1) 農業のスマート化を実現する革新的な生産システム

### 高品質・省力化を同時に達成するシステム

本研究では、原則として、独立行政法人又は都道府県の地方公設試験場、精密機械メーカー、農業機械メーカー及び情報サービス提供会社等の民間企業がコンソーシアムへ参画することが想定される。公設試験場等はこれまでも、地方自治体の普及組織等と密に連携し、開発してきた技術を着実に生産現場に普及している実績があり、本研究においても、公設試験場等が参画することにより、現場のニーズを吸い上げながら研究を進めることが可能となる。また、民間企業が参画することにより、早期の製品販売やサービス提供につなげることが可能となる。

）農業機械とそれに付随する情報端末のみのような独立したシステムについては、研究主体が開発し次第、民間企業が製品化し、生産者への普及を図る。研究主体はその技術の特許等で権利化して広く許諾し、他のメーカー等、成果を利用する事業者は製品化、さらには高性能化を図る。

）データを収集し、それを解析し、その結果を生産者に配信するような管理者を伴うシステムについては、情報サービス提供会社はその運用を行い、生産者への普及を図る。研究主体はその技術を著作権等で権利化して広く許諾し、他の情報サービス提供会社等、成果を利用する事業者はサービスの提供、さらにはサービスの質の向上を図るほか、メーカー等、i) の成果を利用する事業者とも連携し個別要素技術との連動性の高度化を図る。

）水管理技術については、農業インフラの整備が必要であることから、国又は自治体が農業農村整備事業を通じて普及を図る。

### 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

）本研究において、オミクス解析を用いた手法によりモデル的な作物で新たな栽培管理技術を構築できれば、研究主体や育種および栽培の研究者等その成果を利用する者はそのノウハウを適用することにより、極めて短時間で他の品種・品目でも、その特性に応じた新たな栽培管理技術を構築することが可能となる。

また、生産者への普及に当たっては、種苗会社等の成果を利用する事業者は、栽培管理技術

について、契約した生産者のみに対し開示することにより、栽培管理技術を知財として管理し、品種と一体として、海外展開を含めた普及を図ることを検討する。

）ファインバブルについては、計測技術等の技術については日本発の技術として国際標準化を進め、海外を含めて広く発信する。

## (2) 画期的な商品の提供を実現する新たな育種・植物保護技術

### 新たな育種体系の確立

）研究推進にあたっては、新しい育種技術の開発・改良・体系化において、ユーザーの意見を開発プロセスに可能な限り取り入れるため、研究開始前及び中間評価前に関係者の意見を聴取する機会を設けることとするとともに、その後の適切なタイミングにおいて、未発表・未出願の研究成果の取扱いに注意しながら、これらの育種関係者を研究グループに参画させるための措置を講ずることとする。

また、開発された技術の更なる高度化を図る観点から、研究成果のうち秘匿の対象とするノウハウを特定し、その管理を適切に行うこととするとともに、知的財産権の実施例の蓄積や解析を通じて当該ノウハウの改良を行うこととする。

）新しい育種技術、オミクス解析技術等を活用した新たな農水産物の開発については、以下の研究機関の研究グループへの参画を採択の条件とする。

- a. 農林水産政策上のニーズが高い形質を有するイネ又はマグロを開発する場合は、生産者への普及を担う公設試験場等
- b. 国際貢献できる形質を有するイネを開発する場合は、国際的な研究機関
- c. 果菜類を開発する場合は、民間企業

また、以下を契約の条件とする。

- a. 農林水産政策上のニーズが高いイネ及びマグロを開発する場合は、育種関係者による知的財産権実施の申出に対し、国内産業振興の観点から適切に対応すること
- b. 国際貢献できるイネを開発する場合は、研究成果の公知化及び日本国政府の支援により開発されたものであることの広報を十分に行うこと
- c. 研究グループ又は研究成果を利用する者は、生産者への普及、国際協力における利用又は国内外の市場への上市を行う場合は、社会実装の方法に関する調査研究等を行う<sup>2</sup>(2) 3) ) の調査結果や各種規制制度を踏まえた周到な計画の下で行うこと

### 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

本研究では、世界的に問題化している薬剤抵抗性の発達した病害虫等を制御する新技術を開発し、メーカーが最終的に製品化することにより、公設試験場や普及機関・組織等での技術指導の下、生産現場に普及する。このような出口戦略を確保するため、本研究の採択条件を以下のとおりとする。

）物理的保護技術においては、光波長を利用した病害虫防除技術は、農薬取締法に抵触しないため、有効性が確認された装置等は、直ちに製品として販売可能である。従って、これら装置を開発する上では、原則として、コンソーシアムに、装置の構造に詳しい電機メーカー及び導入を想定す

る生産現場の栽培環境、体系等に精通した都道府県の地方公設試験場が研究初期の段階から参画することを採択の条件とする。

) 化学的保護技術においては、課題内で発見された新たな作用点に関する情報(類縁化合物を含むリード化合物や標的分子等)について、国内化学企業のグローバルな競争力強化を念頭に置いた知財戦略を構築する。そのため、原則として、コンソーシアムにその成果のアウトカムの実現を担う農薬メーカーが参画することを採択の条件とする。

) - 1 生物的保護技術の「a. 作物の病害虫抵抗性等の環境適応力を誘導する微生物利用技術の開発」については、その核となる拮抗性等を示す微生物等は生物農薬に該当するため、原則として、コンソーシアムに生物農薬メーカーが参画することを採択の条件とする。

) - 2 生物的保護技術の「b. 農業生態系における生物間相互作用を利用した病害虫等管理技術の開発」については、害虫を誘引あるいは忌避する植物及び土壌環境を健全化する微生物や資材の利用は耕種的防除であり農薬とは見なされないため、原則として、コンソーシアムに種苗メーカー、資材メーカー及び産地の栽培環境や生産体系に精通した都道府県の公設試験場が初期の研究段階から参画することを採択の条件とする。

### (3) 新たな機能の開拓による未来需要創出技術

#### 次世代機能性農林水産物・食品の開発

本研究では研究成果が国民に着実に浸透し、日常的に機能性農林水産物・食品が摂取でき国民の食生活にバランスよく取り入れられる環境を整備する。このため、管理栄養士、総合型地域スポーツクラブなどが活用できる成果を着実に挙げるとともに、以下の取組みを実施する。

- i) 本研究で開発されるレシピ集や現在、農林水産省が先行して進めている管理栄養士等による栄養指導などを通じた個人の健康状態等に応じた機能性農林水産物・食品の供給システムなど、容易に日常摂取できるようにする環境整備の成果を活用することによって、国民の食生活にバランスよく取り入れられるようにする。
- ii) 運動・スポーツに関し、本研究により脳機能の活性化やサルコペニア等の予防のための日常的な運動・スポーツの実践が可能となるモデル的なプログラムやメニュー等を作成し、総合型地域スポーツクラブでの実践等を通じて普及する。
- iii) 分析機器の専門企業が研究成果を活用し簡便な評価手法を開発し、体力測定等と併せて導入することにより、総合型地域スポーツクラブなどにおいて食品の摂取やスポーツの実践により脳・運動機能の維持・改善効果を実感できるようにする。
- iv) 先行して構築が進められている機能性を持つ農林水産物のデータベースに本研究の成果を加えることにより、消費者及び研究者、農業者、食品産業、栄養士などの専門家が研究成果を活用できる環境を整備する。
- v) 本研究の成果による農林水産物の高付加価値化及び需要の拡大は、農家の所得向上につながり、農林水産業の活性化に寄与する。加えて、その発展として、農家自らが加工に取り組む6次産業化や地域の食品加工業者等との連携による農商工連携の素材としての活用も見込まれ、さらなる所得の向上に寄与することも期待される。

## 林水未利用資源の高度利用技術の開発

本研究では既存品と比較して市場競争力が高い低価格又は高機能な製品の開発が期待される。このため、研究の実施に当たっては、事業ベースへのスムーズな移行を図るため、原則として、化学系民間企業等と連携したコンソーシアムを形成することを採択の条件とする。

）木質リグニンを材料とする機能性素材の製品化については、原料となる林地残材から1次原料となるリグニンを生産する拠点を農山村に設置し、高付加価値製品を川下企業で製造することを想定している。リグニン原料となる林地残材の搬出や運搬等においては、林野庁の林地残材活用のための施策と組み合わせることで、機材整備や路網整備、間伐木の伐倒・集材への支援等、事業実現性を促進させる。また、リグニン生産拠点は、要望される各種機能材料の原料に適するようデザインされたリグニン原料や副産物を製造し、各種機能材料を製造している川下企業に順次出荷して利益を上げる事で、農山村に新たな産業の創出を図る。川下企業は、良質な国産リグニンを原料として新たな高機能製品を生産し、国内資源を用いた新たなビジネス展開を図る。

）高度不飽和脂肪酸等の有用成分生産藻類については、低コストかつ漁業関係者(漁協や関連企業等含む)が運用可能な規模の大量培養プラント(水産版植物工場)の設置、生産される機能性素材からの機能性食品の開発(食品企業等との連携)及び製品化による新たな地域産業の創出が期待される。

貝毒等標準品については、機器分析により、食品安全委員会等で検討している規制対象毒のみを正確に測定することによる規制件数の大幅な緩和が見込まれ、貝類養殖業、例えば被災地において順調に推移しているホタテ貝輸出等への効果が期待される。

また、生産技術の確立した標準品については、認証標準物質(認証事業所による規格検査、分注、ラベリング等)として国内外へ配布・販売が可能となる。

更に、両者に共通の戦略として新規成分及びアスリート株の特許化によるプライオリティの確保があげられる。

## 7. その他の重要事項

### (1) 根拠法令等

本件は、内閣府設置法(平成 11 年法律第 89 号)第 4 条第 3 項第 7 号の 3、科学技術イノベーション創造振興費に関する基本方針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議)、科学技術イノベーション創造振興費に関する実施方針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議)、戦略的イノベーション創造プログラム運用指針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボード)に基づき実施する。

### (2) 計画変更の履歴

本計画は、成果を最速かつ最大化させる観点から、臨機応変に見直すこととする。これまでの変更の履歴(変更日時と主な変更内容)は以下のとおり。

2014 年 5 月 23 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画を承認。内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)において決定。

2014 年 10 月 30 日 総合科学技術会議・イノベーション会議ガバナリングボードにおいて、研究開発計画の修正を承認。

### (3) PD 及び担当の履歴

#### PD



西尾 健(2014 年 6 月～)

準備段階(2013 年 12 月～2014 年 5 月)では政策参与。

#### 担当参事官(企画官)



中川一郎  
(2013 年 10 月～)

## 担当



栗田英治  
(2013年10月  
~2014年3月)



中村真人  
(2014年4月~)

2013年10月~2014年5月までは準備期間。

## 添付資料 積算

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| 1.研究開発費等(一般管理費・間接経費を含む) | 3,550,000 ( 0) |
| 2.研究開発管理費(旅費、委員会費等)     | 70,000 ( 0)    |
| 計                       | 3,620,000 ( 0) |