

**戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)**  
**豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築**  
**社会実装に向けた戦略及び研究開発計画(案)**

令和5年1月 26 日

内閣府  
科学技術・イノベーション推進事務局

## 目次

<b>I. Society5.0 における将来像</b>	1
<b>II. 社会実装に向けた戦略</b>	1
1. ミッション	1
2. 現状と問題点	3
3. ミッション到達に向けた 5 つの視点での取組とシナリオ	5
(1) 5 つの視点での取組	5
① 技術開発	5
② 事業	6
③ 制度	6
④ 社会的受容性	6
⑤ 人材	7
(2) ミッション到達に向けたシナリオ	8
4. SIP での取組 (サブ課題)	8
(1) 背景 (グローバルベンチマーク等)	9
(2) 社会実装に向けた SIP 期間中の達成目標	13
(3) ステージゲート等による機動的・総合的な見直しの方針	14
(4) SIP 後の事業戦略 (エグジット戦略)	14
5. 5 つの視点でのロードマップと成熟度レベル	17
(1) ロードマップ	17
(2) 本課題における成熟度レベルの整理	21
6. 対外的発信・国際的発信と連携	24
<b>III. 研究開発計画</b>	25
1. 研究開発に係る全体構成	25
2. 研究開発に係る実施方針	27
(1) 基本方針	27
(2) 知財戦略	27
(3) データ戦略	27
(4) 国際標準戦略	27
(5) ルール形成	27
(6) 知財戦略等に係る実施体制	28
3. 個別の研究開発テーマ	29
(1) サブ課題 (A) 植物性タンパク質 (大豆) の育種基盤構築と栽培技術確立	29
(2) サブ課題 (B) 肥料の国内循環利用システム構築	31
(3) サブ課題 (C) 動物性タンパク質 (水産物) の次世代養殖システム構築	32
(4) サブ課題 (D) 大豆食品等の特性に関する調査研究	33
(5) サブ課題 (E) 本課題の成果の社会実装促進のための調査研究	34

## (本文)

### I. Society5.0における将来像

我が国が目指す Society5.0 とは、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立した人間中心の社会である。また、目指すべき Society5.0 とは、国民の安全と安心/ Resilience が確保されており、また、一人ひとりの多様な幸せ/ Well-being が実現された社会と評される。

食と健康の分野で Society5.0 を実現するためには、食の安定供給を通じた「安全・安心な生活の基盤」の確立による Resilience の確保、食を通じた「活力ある生活」の成立による Well-being の実現が必要である。

「豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築」(以下「本課題」)では、"豊かな食"を国民全体の食の安全・安心が担保され、日々の活力ある生活に繋がる食事を摂取できる状態と定義し、"豊かな食"を実現するため、①食料安全保障及び②環境負荷低減を通じた「安全・安心な生活基盤」の確立、並びに③健康維持増進を通じた「活力ある生活」の確立を目指す。

現在、我が国においては、国内の食料や食料生産に必要となる肥料・飼料の多くが輸入に依存し、食料供給が特定国の動向に左右される等、地政学的なりスク等を抱えている。また、中国等の新興国のプレゼンス上昇に伴う国際市場での日本の購買力の相対的低下、異常気象の頻発による生産の不安定化、家畜飼料や肥料資源の奪い合いとそれに伴う価格高騰が発生している。さらに、足下ではコロナ禍やウクライナ危機を発端とするグローバルフードチェーンの脆弱さが露見し、円安による国内食品価格の更なる高騰も発生している。加えて、国民の食料消費面では、健康な食習慣を持つ消費者とそうでない消費者の二極化が進みつつあり、今後、健康な食習慣を持たない消費者の増加による医療財政の圧迫等が懸念される状況にある。

本課題では、こうした近年の食をめぐる課題に対応し、国民に豊かな食が持続的に提供されるフードチェーンの構築を目指し、フィジカル空間で得られたビックデータの人工知能(AI)による解析・フィードバック技術等を駆使し、食分野におけるイノベーションの創出と関連産業の活性化を図る。

### II. 社会実装に向けた戦略

#### 1. ミッション

本課題のミッションは、Society5.0 の実現に向けて、将来にわたり豊かな食が持続的に提供されるフードチェーンを再構築することであり、2030 年までに、①食料安全保障、②環境負荷低減の観点から、国内農業の Resilience を強化し、③日々の食生活における Well-being の実現を目指す。これにより、「安全・安心な生活の基盤」と「活力ある生活」の実現が図られる。

具体的には、国内食料生産の Resilience を強化する観点から、(A)植物性タンパク質(大豆)を中心と

した育種基盤の構築と栽培技術体系の確立、(B)肥料資源の国内循環利用システムの構築、(C)動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システムの構築の3つのサブ課題に取り組み、日々の食生活における Well-being を実現する観点から、(D)大豆食品等の特性に関する調査研究のサブ課題に取り組む。加えて、上記サブ課題において得られる研究成果の社会実装の確実化・加速化を図る観点から、(E)本課題の成果の社会実装促進のための調査研究を横断的なサブ課題として取り組む。

なお、豊かな食が持続的に提供されるフードチェーンの再構築に当たっては、生産・消費段階における取組のみならず、物流段階における課題解決も重要な課題であるが、協調領域では、既に「総合物流施策大綱」が策定され、経済産業省、国土交通省及び農林水産省が連携して対策を講じているほか、ムーンショット型研究開発制度のように他の研究開発プロジェクトでも様々な研究開発が進行している。また、競争領域では民間企業が主導する形で様々な加工・保存技術が開発されているため、本課題では、それら既存の施策や研究開発プロジェクト等との連携により、豊かな食が持続的に提供されるフードチェーンの再構築を目指すこととする。

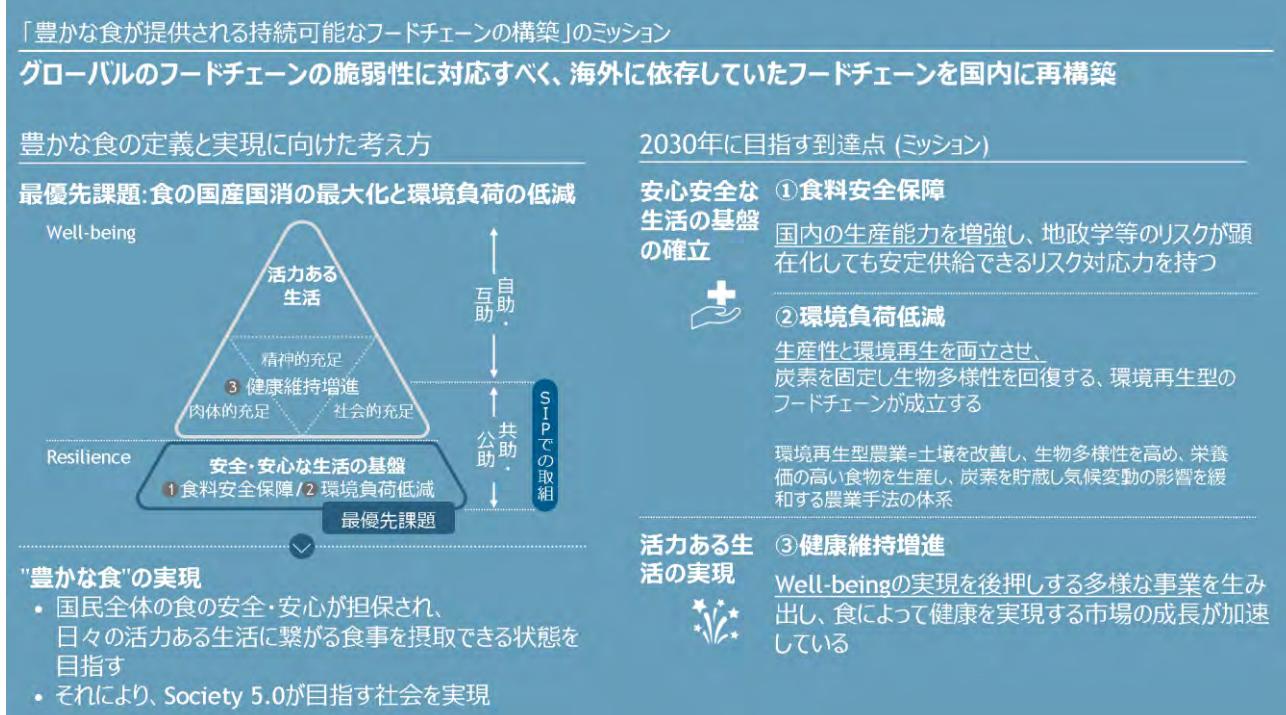


図 II-1 「豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築」のミッション

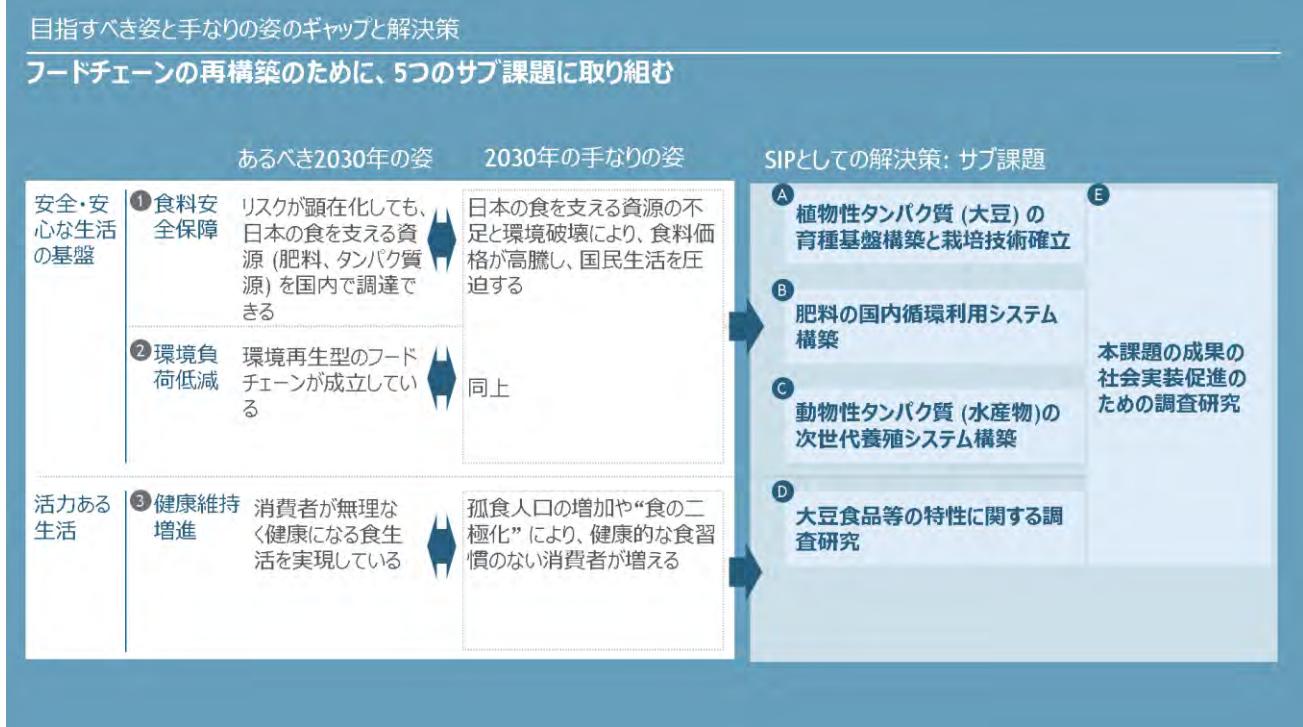


図 II-2 目指すべき姿と手なりの姿のギャップと解決策

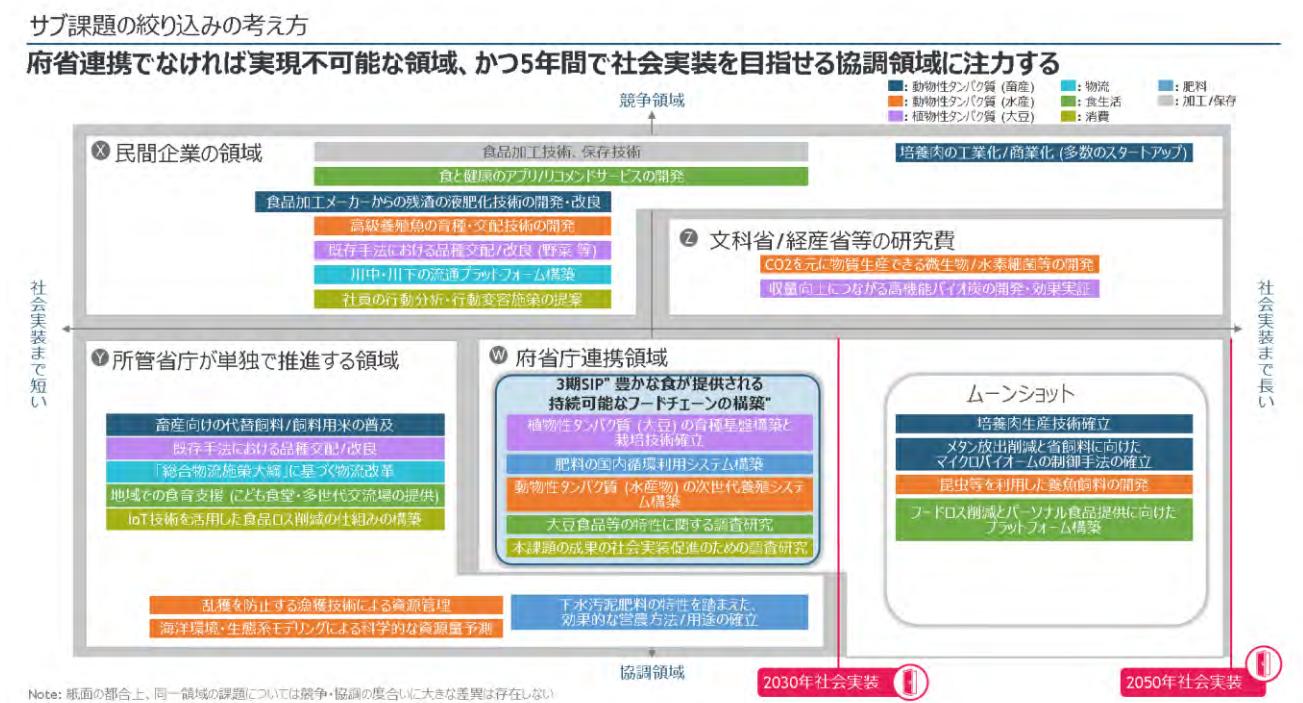


図 II-3 関係省庁での取組

## 2. 現状と問題点

上述のとおり、地政学的なリスクの顕在化等による食料安全保障の強化の必要性や、異常気象の頻

発による生産の不安定化等近年の食を巡る課題に対処するには、以下の技術的な課題を解決する研究開発を進める必要がある。

➤ 食料安全保障・環境負荷低減

- ほぼ全量を輸入に依存する化学肥料の原料に関し、今後の価格高騰等に備えた国内自給力を確保するため、下水汚泥資源、家畜排せつ物等の未利用資源の利用技術を早急に確立する必要がある。また、家畜排せつ物等の有機物資源を農地に還元し、土壤の健全性や炭素貯留量を高める等、地球温暖化問題等に貢献する環境再生型農業に転換していくことが重要である。  
(技術的な課題)
  - ・下水汚泥資源、家畜排せつ物等から肥料原料等を効率的に回収・製造する技術の確立
  - ・上記肥料原料等の需給マッチングシステムを開発し、未利用資源をフル活用した地域内循環利用モデルの構築
- 家畜飼料価格の高騰(飼料用トウモロコシ価格は直近 20 年で約2倍)による食肉価格の高騰等に備え、植物性タンパク質や動物性タンパク質(養殖魚生産)の供給力を抜本的に強化する必要がある。  
(技術的な課題)
  - ・大豆をはじめとした穀類の収量性や品質を抜本的に改善する育種基盤の整備・高度化
  - ・多収品種への転換を可能とする栽培技術体系の確立と環境再生型農業との両立
  - ・養殖量拡大に向けた沖合養殖技術の確立

➤ 健康維持増進

- 孤食人口の増加や“食の二極化”により、健康的な食習慣のない消費者が増え、医療財政の圧迫等が想定される中で、上記のような食料供給面における課題解決と合わせて消費者の食料消費面における課題を同時に解決することが、豊かな食が実感できる社会を実現する上で必要不可欠になる。  
(技術的な課題)
  - ・食習慣の問題に気づきを与え、健康状態に応じ最適な食事が設計・提案できるシステムの開発とサービスの育成
  - ・健康的な食生活の促進

「豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築」への視座

海外に依存したフードチェーンの脆弱性が露見。"豊かな食"の実現が困難に

### 日本のフードチェーンが置かれている状況

3つのリスクが顕在化し、グローバルのフードチェーンが日本の食を支えられなくなる恐れがある



#### 極端な国際分業に伴う食料安全保障リスク

- 肥料等少数の国に生産が集中。これらの国に地政学リスクの高い国も含まれ、有事の際に輸入できなくなる恐れ
- 国際市場における中国のプレゼンスが年々上昇。同時に日本の購買力の低下と食料価格の高騰が進展



#### 気候変動で生産が不安定化する環境リスク

- 異常気象等により、米国等の日本へ輸出する地政学的リスクの低い国や日本における生産性が低下するおそれ



#### 社会の健康維持機能喪失に伴う健康リスク

- 「食の二極化」により、健康な食習慣がない消費者が増え、医療財政の圧迫が進展

### SIPとして目指す"豊かな食"

国民全体の食の安全・安心が担保され、日々の活力ある生活に繋がる食事を摂取できる状態



図 II-4 日本に関係するリスク

### 3. ミッション到達に向けた5つの視点での取組とシナリオ

#### (1) 5つの視点での取組

先述のミッションの達成に向けて、現状と問題点を踏まえた上で、本課題の課題を次のA～Eの5つのサブ課題にブレイクダウンして実施する。

- (A) 植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立
- (B) 肥料の国内循環利用システム構築
- (C) 動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築
- (D) 大豆食品等の特性に関する調査研究
- (E) 本課題の成果の社会実装促進のための調査研究

これら5つのサブ課題に紐づく主要な研究開発テーマを、技術開発・事業・制度・社会的受容性・人材の5つの視点で整理すると以下の通りとなる。

#### ① 技術開発

##### ➤ SIP 内での取組

- （A）育種基盤と栽培技術の構築環境再生型のスマート農業技術の普及加速化
- （B）下水汚泥資源、家畜排せつ物からの肥料利用技術の開発
- （C）AI、ICT、高精度ソナー技術を活用したリアルタイム飼育管理システムの開発

- (D) 特性の統合解析
- (E) 行動経済学×データによる解析
- 国際連携・府省連携による取組
  - (A)国内外の植物ゲノム情報の活用に向けた連携
  - (D)国内外の様々なデータバンクと連携

## ② 事業

- スタートアップ等の企業連携による取組
  - (A) フードテック企業等による大豆の用途拡大
  - (A)再生農業実現に向けたスマート農機等の開発
  - (D) スタートアップの育成
  - (E) 企業の製品、サービス展開
- 府省連携による取組
  - (B) 需給マッチングの仕組み構築
- 海外展開による取組
  - (A) 海外展開を想定した種苗会社等との連携強化
  - (C) 知財を確保しつつ、新たに開発した養殖システムをパッケージ化し海外輸出

## ③ 制度

- 府省連携による取組
  - (A) 大豆等の農産物の生産過程における脱炭素の見える化
  - (B) 下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた官民検討会と連携した環境整備
  - (C) 大規模スマート養殖施設の設置に向けた先行利用者との調整
- 海外展開による取組
  - (D) 食品特性情報の国際標準化

## ④ 社会的受容性

- SIP 内での取組
  - (B)下水汚泥資源の肥料利用への生産者・消費者の抵抗感の減少に向けた取組
  - (D) 人間科学、心理学等社会科学的アプローチとの連携
- 府省連携による取組
  - (C)認証制度を活用した環境負荷の少ない養殖魚の消費拡大に向けた取組
- 企業連携による取組
  - (A、D) 植物性タンパク質を利用した、健康的な食事メニューの充実・普及
  - (E) 成果の活用に向けた機運醸成

## ⑤ 人材

- SIP 内での取組
  - (A) 育種、栽培技術を解析するデータサイエンティスト人材の育成
  - (B) 新しい堆肥、肥料の製造、利用技術を普及する人材の育成
  - (D) データサイエンティスト人材の育成
- 府省連携による取組
  - (C) 養殖事業者と地元自治体や漁協の仲介、養殖指導を行う人材の育成
- 企業連携による取組
  - (A) 再生農業×スマート農業の営農指導体制の構築
  - (E) データ×ヒューマンタッチで成果を普及できる人材の育成

### 5つの視点での取組



図 II-5 5つの視点での取組

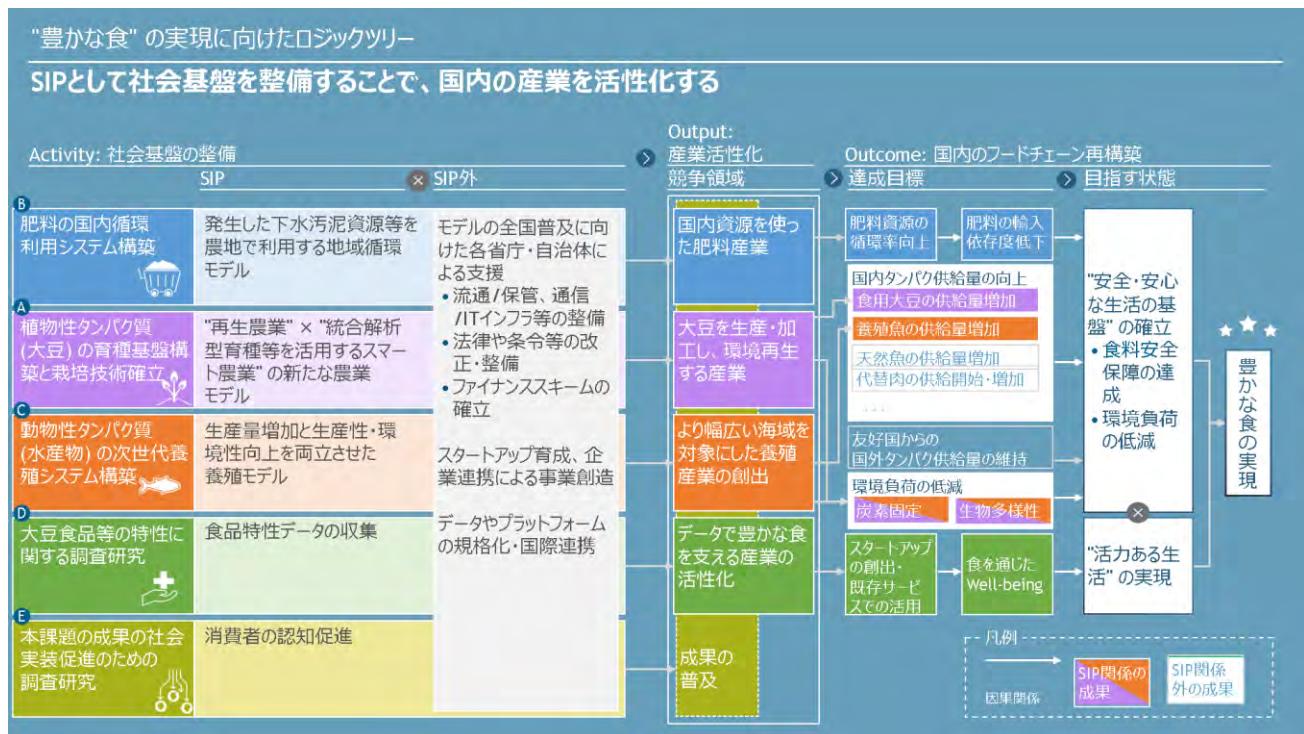


図 II-6 ロジックツリー

## (2) ミッション到達に向けたシナリオ

本課題で目指す姿として、Resilience の強化に向けた国産国消の最大化と環境負荷低減の両立と Well-being に繋がる事業創造を設定し、目指す姿の実現に向けて研究開発と府省間の連携を通じた社会基盤の整備を進めるとともに、その成果を基に国内産業を創出・活性化させる。

#### 4. SIP での取組(サブ課題)

▶ サブ課題(A)植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立

国産食用大豆の生産拡大と生産に係る環境負荷低減さらには土壌の健全性と炭素固定の最大化を同時に実現するため、“各栽培地域の栽培環境に適した多収・高品質品種の育種手法”を開発するとともに、“多収・高品質品種の持つポテンシャルを最大発揮させ環境に定量的なプラス効果を与える環境再生型の栽培技術体系”を確立する。

## ▶ サブ課題(B)肥料の国内循環利用システム構築

化学肥料原料の海外依存度の低減や地域における未利用資源（下水汚泥資源、家畜排せつ物等）の循環利用を推進するため、“家畜排せつ物等の高効率堆肥化技術や革新的肥料成分回収技術”を開発するとともに、複数のモデル地域を対象とした“未利用資源の地域内循環モデル（未利用資源の8割以上を循環利用できる地域モデル）”を確立する。

➤ サブ課題(C)動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築

生産性が高く競争力のある養殖業を実現するため、ICT・AI を活用して給餌や魚の健康管理を最適化・自動化し、養殖に使用されていない沖合海域でも展開が可能となる”次世代型大規模スマート養殖システム”を構築する。

➤ サブ課題(D)大豆食品等の特性に関する調査研究

食による Well-being(肉体的・精神的・社会的な充足)が実感できる社会の実現を目指し、最適な食事が提供できる知識体系を構築する。

➤ サブ課題(E)本課題の成果の社会実装促進のための調査研究

本課題で創出される研究成果はこれまでにない新しい技術や知見であるため、まずは消費者や実需者に正しく認知してもらうことが極めて重要である。このためこれら新しい技術や知見について、その普及方法を検討しつつ実際に普及を図るとともに、特定の事象をプロトタイプとして認知を図つていくための調査研究を実施する。

### (1) 背景(グローバルベンチマーク等)

➤ サブ課題(A)植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立

#### ＜社会動向＞

大豆は、古くから日本人の食文化を支え、植物性タンパク質の供給源として重要な役割を担っている。食用大豆は、約 100 万トンの国内需要に対して国産が約 2 割にとどまり、残りを米国等の特定の国からの輸入に依存している。近年、経済発展による食生活の水準が高まる中国では、この 10 年間で大豆の輸入量が倍増し、1 億トン水準(世界の輸入量の約 6 割)となっており、その輸入量は我が国の約 30 倍となっている。また、この影響もありグローバルの輸入における我が国の割合は 2002 年時点で 9.4% であったのに対し、2020 年時点で 1.9% となっており、いずれにしてもその購買力は低下していると言わざるを得ない。さらに、気候変動による生産の不安定化と合わせて、国際価格の上昇による我が国の食生活への影響が懸念される状況にある。

食用大豆の国内自給力を高めるには、農業者の作付拡大のインセンティブが働くよう、多収品種と栽培制御技術による単収の飛躍的な向上と持続可能な環境再生型栽培技術の開発が課題となっている。我が国の大豆単収は、世界平均の 6 割弱にとどまっており、海外の多収品種のゲノム情報等も活用した迅速な育種改良法の確立が急務な状況となっている。また、我が国は南北に長く、様々な気象・土壤条件下で栽培が行われるため、開発した品種の多収・高品質の特性を、栽培する各地域で最大に発揮できる栽培制御技術を開発しつつ、生産力向上と環境負荷低減の両立に向けた肥料や農薬等の資材使用量を大幅に低減できる環境再生型の栽培体系を確立することが課題となっている。

#### ＜技術開発動向＞

ゲノム情報等を利用した農作物の迅速育種法に関しては、我が国は 2004 年に世界に先駆

けイネの全ゲノム解読を行い、その後、イネ以外についても特定の形質改良に関わる遺伝子を目印として有用品種を選抜する DNA マーカー選抜法を開発した。大豆栽培の大きな課題であった収穫期の脱粒による収量減に対しては、近年、難裂莢性遺伝子を DNA マーカーにより国内主力品種に導入することで解消しつつある。さらに、第 1 期 SIP では、ゲノム編集技術を先駆けて農作物の育種に応用する基盤技術を開発し、第 2 期 SIP では、ゲノム情報と形質関連モデルに基づくデータ型育種のプラットフォームを構築する等、我が国は世界をリードする技術力を有している。また、育種素材としての遺伝資源は、世界第 6 位の約 23 万点(うち大豆は約 1 万点)を有するほか、栽培技術や品種化に関しては、全国各地の公設試験研究機関等と連携して新品種の現地適応性試験等を行うスキームを有している。以上は、研究開発を進める際の日本の強みである。

加えて、最近では、温室効果ガスの削減に貢献する農地への炭素固定技術(バイオ炭施用技術)や土壤から排出されるメタン・ $N_2O$  削減技術のほか、病害虫対策として生物多様性に配慮した天敵利用技術等の開発も進められ、環境再生型農業への転換に向けた、世界の先駆けとなる要素技術も順次開発されつつある。

#### ➤ サブ課題(B)肥料の国内循環利用システム構築

##### ＜社会動向＞

化学肥料(主に窒素、リン、カリウムの肥料 3 要素)は、食料生産に不可欠な生産資材であるが、我が国は使用量のほとんどを海外に依存していることに加えて、それらの主要産地は特定の国・地域に偏在していることから、安定的な調達の確保と国内における肥料資源の循環利用システムの確立が重要である。

足下では、ウクライナ危機や中国の輸出規制に端を発した化学肥料原料の価格高騰が深刻化しており、政府の「食料安定供給・農林水産基盤強化本部」においても、今後の検討課題として「下水汚泥資源等の未利用資源の利用拡大」が掲げられ、農林水産省、国土交通省等の関係府省が連携した対策の検討が進められている。

また、肥料資源の持続的な調達が食料の増産や経済安全保障の観点から重要視される EU では、下水や家畜排せつ物からの肥料資源回収を強化する方向にあるため、今後、本領域における海外市場への技術展開も期待できる状況にある。

##### ＜技術開発動向＞

家畜排せつ物等の堆肥化技術に関しては、これまでロータリ式攪拌機や回行型発酵槽等が開発され、畜産農家や一部下水処理場等に導入されてきた。他方、都市部の下水処理場では施設敷地面積の確保や臭気対策の問題から普及が難しく、我が国では年間の下水汚泥発生量の1割程度の利用にとどまる状況にある。

また、家畜排せつ物等からのリン酸の回収技術としては、既に MAP(リン酸マグネシウムアンモニウム)結晶化法、灰アルカリ抽出法等が確立されているもののコストが高く、窒素やカリウムの回収技術は確立されていない。一方、青色顔料のブルシアンブルー型錯体を活用したアンモニア回収等の技術開発が進められており、今後、下水や家畜糞尿からの資源回収への応用が期待される状況にある。

➤ サブ課題(C)動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築

＜社会動向＞

我が国は豊富な天然資源を供給できる広大な排他的経済水域を保有するものの、近年の気候変動や外国漁船の漁獲増大による漁場争奪等を起因とする一部水産資源の減少、漁場形成の変化を背景に、漁船漁業による生産量の不確実性が高まっている。

一方、工業製品のように安定供給と生産履歴の確認が可能な養殖業は、漁船漁業によるタンパク源供給の不確実性を補完する役割が期待されている。

しかしながら、我が国の養殖業は経験と勘に依存する部分が多く、生産性を高めていく必要があることに加え、近年、輸入に大きく依存する飼料原料(魚粉)の価格高騰等により、養殖事業者の収益悪化が懸念されている。また、生産量の拡大に向けて、養殖に適した沿岸海域だけでなく、沖合海域の有効利用が十分に図られていない状況である。

＜技術開発動向＞

近年、従来の生簀と比較して20～50倍の容積となる大規模生簀が開発され、養殖業の集約化・効率化が可能な状況にある。また、生産量拡大に向けて、波浪の厳しい沖合海域でも活用できる高い堅牢性を有し、数十メートル沈下させて波浪を回避できる生簀が開発されている。

しかしながら、大規模生簀の設置が想定される沖合海域は、波浪等の影響が大きく計画的な洋上給餌が困難であり、陸上から沖合海域まで船舶を用いず飼料を搬送する技術も近距離に限定されている。加えて、水中に沈下した大規模生簀内での魚の健康状態をリアルタイムで把握できる技術も存在せず、飼育管理の最適化・自動化が進んでいない。

サーモン養殖においては、ノルウェーを中心に大規模生簀施設等のハード開発が進められている。一方、我が国ではブリ等の温帯性魚類の養殖が中心であるが、赤潮や疾病による高い死リスクが高く、高度な飼育管理が求められる。この高度な養殖技術が我が国の強みであり、今後、魚の飼育管理に広帯域音響技術(イルカ型ソナー)等を世界に先駆けて活用し、これまで得られなかった生物情報によって飼育管理のさらなる高度化を図る等、新たな技術を活用したイノベーションを通じて養殖業の最適化・自動化を進めることが重要である。

他方、魚粉使用量の低減に向け、高成長や低魚粉に対応した養殖魚の育種改良を進める必要があるが、そのような優良形質を持つ個体を選抜・交配するには形質を評価できる成魚になるまで2～3年待つ必要があるため、飼育にかかる膨大なコストと労力が育種改良のボトルネックとなっている。

➤ サブ課題(D)大豆食品等の特性に関する調査研究

＜社会動向＞

いつまでも健康でありたいという国民ニーズがさらに高まっている。また、厚生労働省(国立社会保障・人口問題研究所)の予測によれば、2030年には単独世帯が38%に達するとされており、「孤食化」の進行により食の健康管理が疎かになるおそれがある。

食生活の乱れ(栄養バランスの偏り)は、若年女性の痩せや壮齢・老齢期における生活習慣病の増加をもたらし、社会全体の労働生産性の低下や医療費のさらなる増大を招く深刻な課

題となっている。

こうした課題に対応するため、内閣府が推進するデジタル田園都市健康特区や、経済産業省が推進する健康経営優良認定法人制度等では、個々人の健康診断情報(PHR)等を活用した健康サービスを強化する動きが広がりつつあり、今後、食分野にもそのすそ野が広がる見通しである。

また、欧米では、疾病予防を目的とした健康食に関する研究開発が強化されつつあり、米国ではアルツハイマー病予防を目的とした MIND 食の推進や、代替肉(大豆ミート)の市場が拡大し身近な存在となっている。さらに、個々人のバイタルデータ(血液成分、遺伝子情報、腸内細菌状態等)とウェアラブル・デバイスデータ(血圧、運動量等)等を統合解析し、個々人の健康状態に応じた運動・睡眠やサプリメントの摂取等をアドバイスする民間の各種セルフケア・サービスの展開も国内外で広がっている。

#### ＜技術開発動向＞

我が国では、これまで医学関係者を中心に長年コホート調査研究が積み重ねられ、地域の食習慣と疾病(高血圧等)との関係性を示す多くのエビデンスが取得されている。また、弘前大学ではこれらコホートデータを活用し、民間企業が開発した個別商品の健康効能等を評価する取組も実施され、同様の取組が各地で模索されている。

一方、農林水産省では、国産農産物の機能性成分を解明する「機能性をもつ農林水産物・食品開発プロジェクト」を 2013 年度から 3 年間実施し、その後、第 1 期 SIP 及び国立研究開発法人の運営費交付金により、本取組を引き継ぐ形で、これまでに 17 の機能性関与成分に関する健康機能性エビデンスが取得されシステムティックレビューとして公表されている。

また、第 2 期 SIP や PRISM では、バイタルデータに基づき腸内細菌と各種循環器等疾患との関係解明に取り組み、骨代謝改善、体脂肪率低下、血糖値上昇抑制等のエビデンスが取得されている。さらに、食材の組み合わせによって特定の機能性関与成分を高めた弁当を開発し、介入試験の実施により健康効果の獲得に成功している。

#### ➤ サブ課題(E)本課題の成果の社会実装促進のための調査研究

#### ＜社会動向＞

我が国では、健康寿命の延伸や生活の質の向上を実現し、健やかで活力ある社会を築くため「健康日本 21」が策定され継続的な取組が展開されている。併せて、国民が生涯にわたり健全な食生活を営むことができるよう「日本人の食事摂取基準」が策定されており、2020 年の改定ではフレイル予防について言及され普及啓発活動等を推進している。

他方、海外に目を向けると、諸外国では高齢者のみならずその他の年代のフレイル者の存在が報告されている。特に米国や英国では中年者等でも高齢者と同様、フレイルと死亡率との関連が報告されており、健康寿命を短くする要因とも言われている。つまり、高齢者のみならずその他の年代でもフレイルの早期対策が重要であることがグローバル規模で認識されている。

また、高齢者以外の年代のフレイルを予防することは、高齢者になった際のフレイル予防に繋がることが期待できるとともに、当該年代の QOL の向上にも貢献するものである。

しかしながら、我が国も含め高齢者以外のフレイルについて実情は必ずしも明らかになって

おらず、国民の認知度も高くないため、仮に自らがフレイル状態になったとしても認知できずフレイル対策の重要な一つである食生活の改善等の行動に繋がらないと推察される。

また、フレイル等であることを認知した後の最適な食生活等への行動変容に関しても、健康な食の提案だけでは、行動変容しないことが行政や企業の事業化の試行錯誤から分かっている。

#### ＜技術開発動向＞

我が国では、公共政策にナッジを応用する取組は始まったばかりであるが、民間企業では環境省の日本版ナッジユニットが提唱する BI-Tech (Behavioral Insights-Technology) といった、行動インサイトと AI や IoT 技術を組み合わせた技術開発の取組が実施されはじめている。例えば、株式会社ディー・エヌ・エー (DeNA) の「kencom」というサービスでは、ゲームの滞在時間最大化のため、行動インサイトを活用している。ゲームのユーザーの射幸心に訴求し、歩数を稼ぐことで健康的な行動変容を促進するという取組により、会員数が 200 万人以上増加した。

### (2) 社会実装に向けた SIP 期間中の達成目標

#### ➤ サブ課題(A)植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立

2027 年度までに、統合解析型育種プラットフォームを構築し【TRL6】、育種素材の検証、サイバー空間における育種設計、フィジカル空間における栽培実証も踏まえ地域条件に応じた栽培技術体系を確立する【TRL7】。

#### ➤ サブ課題(B)肥料の国内循環利用システム構築

2027 年度までに、未利用資源(下水汚泥資源、家畜排せつ物等)の高効率堆肥化技術や革新的肥料成分回収技術を開発し、このような未利用資源を地域内で循環利用するシステムとして確立することにより、未利用資源の 8 割以上を循環利用できる地域モデルを創出する【TRL6】。

#### ➤ サブ課題(C)動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築

2027 年度までに、実証試験を経て開発システムの実用化・汎用化を達成するほか、既存の養殖魚の選抜育種プログラムにゲノム情報に基づく形質予測モデルを組み込み高度化を図ることで、少ない餌で効率よく成長する養殖魚系統を短期間で開発できる仕組みを構築する【TRL6】。

#### ➤ サブ課題(D)大豆食品等の特性に関する調査研究

既存の関係 DB との連携等を図りつつ、最適な食事が提供できる知識体系を構築し、2027 年度までに、当該知識体系を利用したサービスモデルを創出する【TRL6】。

#### ➤ サブ課題(E)本課題の成果の社会実装促進のための調査研究

消費者や実需者の認知促進のための調査研究を実施し知識体系を構築する。また、2027 年

度までに、当該知識体系や本課題の研究成果を利用したサービスモデルを創出する【TRL6】。

### (3) ステージゲート等による機動的・総合的な見直しの方針

2025 年度までに、技術を含む社会基盤の大枠を構築することを目指す。この期間においては、技術開発と並行して社会実装上の課題の特定を実施する。また、後半の 2 年間では、民間企業を積極的に取り込み、社会実装に向けた研究開発を加速化、事業モデルの構築、海外展開や国際標準化に取り組む。

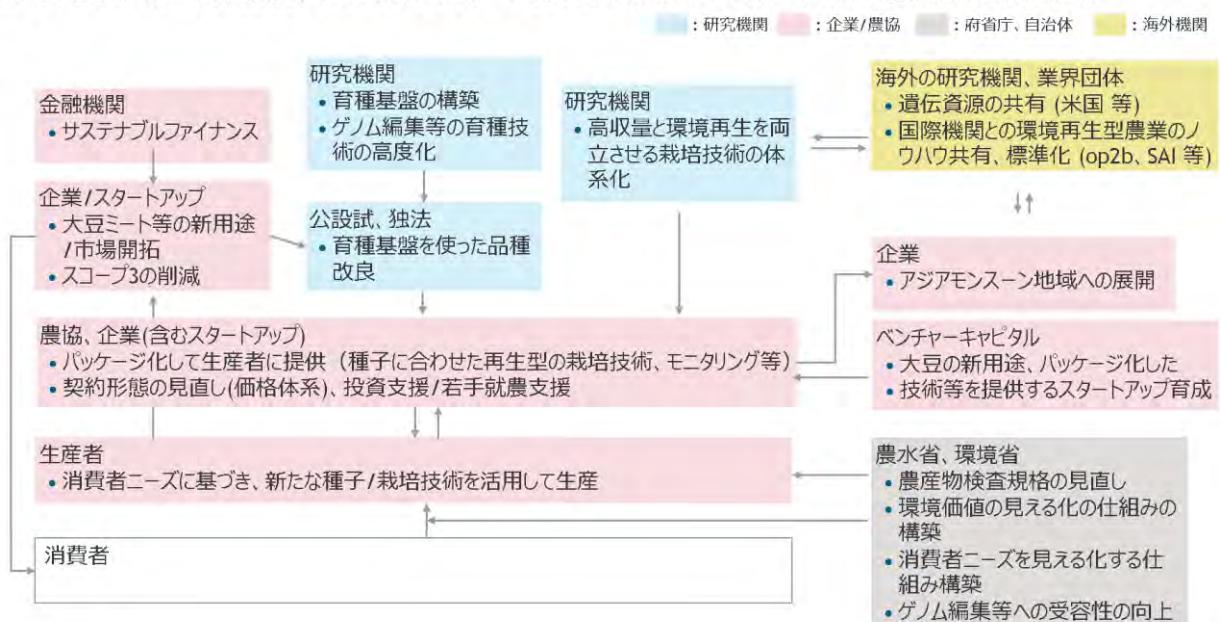
### (4) SIP 後の事業戦略(エグジット戦略)

#### ➤ サブ課題(A)植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立

本課題で開発した「統合解析型育種プラットフォーム」を、国の研究機関や公設試験研究機関、民間企業(種苗会社等)、スタートアップ等が活用し、大豆の多収化育種や機能性成分の改良を推進する。また、企業がプラットフォームの一部の機能を活用した営農支援サービスを国内やアジアモンスーン地域に展開するのを支援するほか、開発された品種を活用して、高附加值の製品開発に取り組む。

#### A 植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立

##### 育種・栽培の技術開発に加え、再生農業×スマート農業を導入するための座組の構築、海外連携を推進

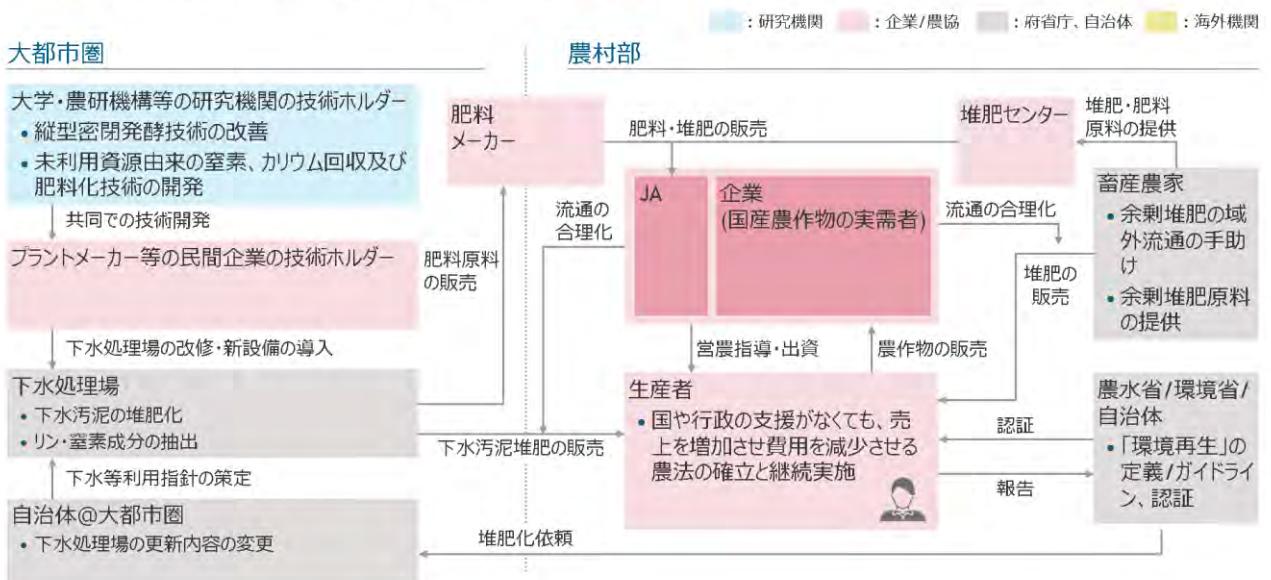


#### ➤ サブ課題(B)肥料の国内循環利用システム構築

本課題で開発した高効率堆肥化装置について、民間事業者との連携により、製品化・事業化を確実に進める。また、地域内循環モデルを元に、公的機関・民間事業者等との連携により肥料資源の需給マッチングの取り組みを実施する。

## B 肥料の国内循環利用システム構築

### 発生した下水汚泥・家畜排せつ物由来の堆肥・肥料原料を融通する仕組みを構築

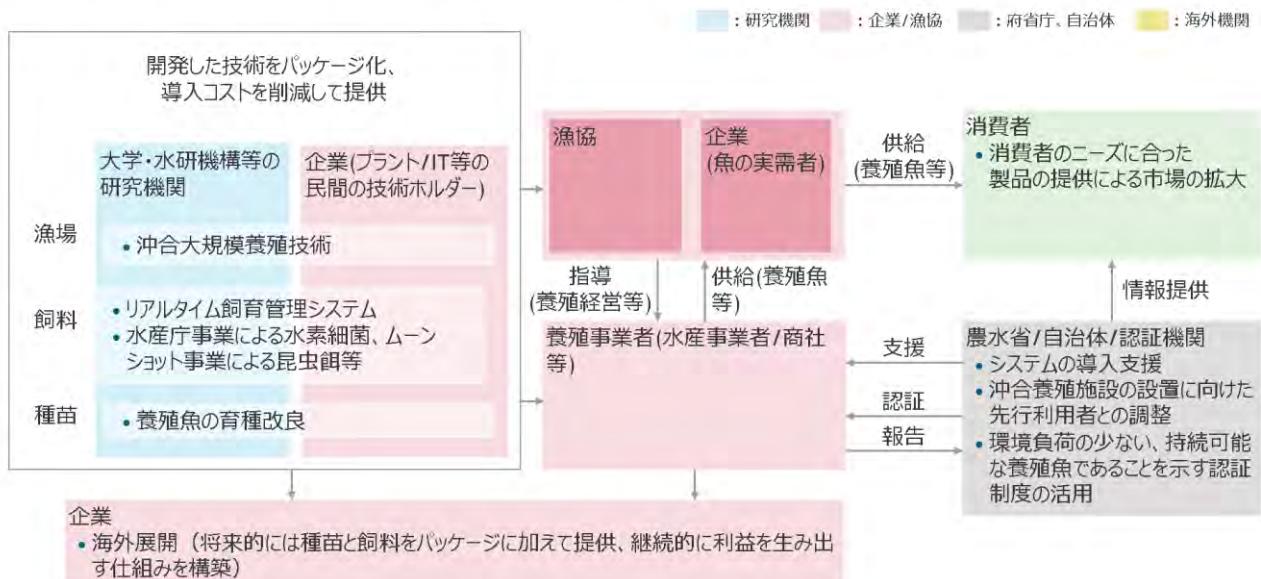


### ➤ サブ課題(C)動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築

本課題で開発したリアルタイム飼育管理システム及び、長距離飼料搬送を可能とする遠隔自動給餌システムについては、国内プラントエンジニアリングメーカー等により事業化を図る。さらに、海外展開に向けた知財化や標準化の検討を進めつつ、これらのシステムをパッケージ化した次世代養殖システムの輸出を図る。また、将来的には育種改良した養殖種苗とそれに適合した飼料をパッケージに加えて提供することで、継続的に利益を生み出す仕組みの構築を目指す。

### C 動物性タンパク質(水産)の次世代養殖システム構築:国内に構築を目指すフードチェーン

養殖事業者に対し、漁場・飼料・種苗をパッケージ化して提供する



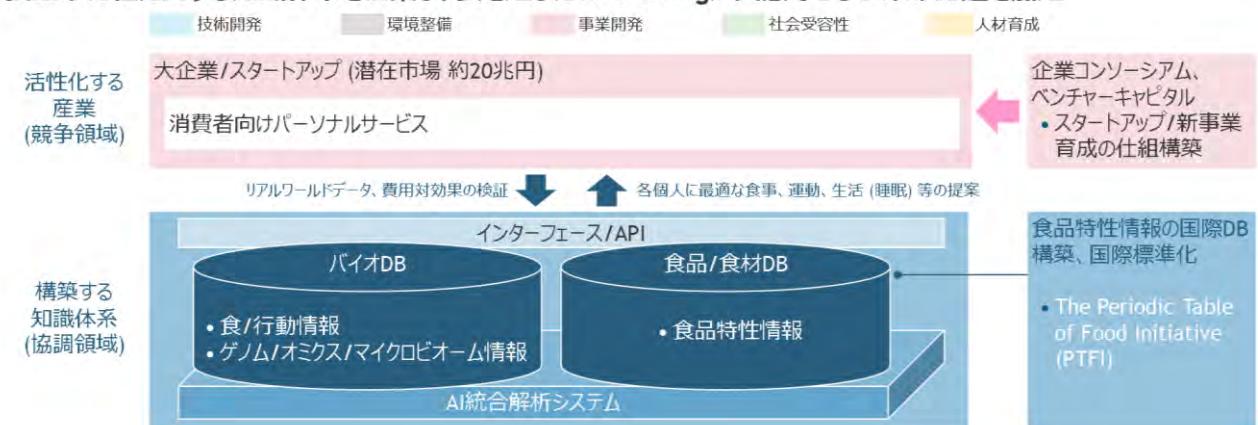
#### ➤ サブ課題(D)大豆食品等の特性に関する調査研究

本課題で構築した知識体系の公開により、民間事業者が様々なサービス・製品を創出することにより、消費者が、食を通じて Well-being を実感できる社会を作り出す。

また、食品の特性情報に関する国際データベース構築を推進する The Periodic Table of Food Initiative (PTFI)に参画し、食品特性の分析法等に係る規格化・国際標準化活動を主導することにより、国内企業の海外事業展開を促進する。

### D 大豆食品等の特性に関する調査研究

食品の特性に関する知識体系を構築し、食を通じたWell-beingが実感できる事業の創造を加速



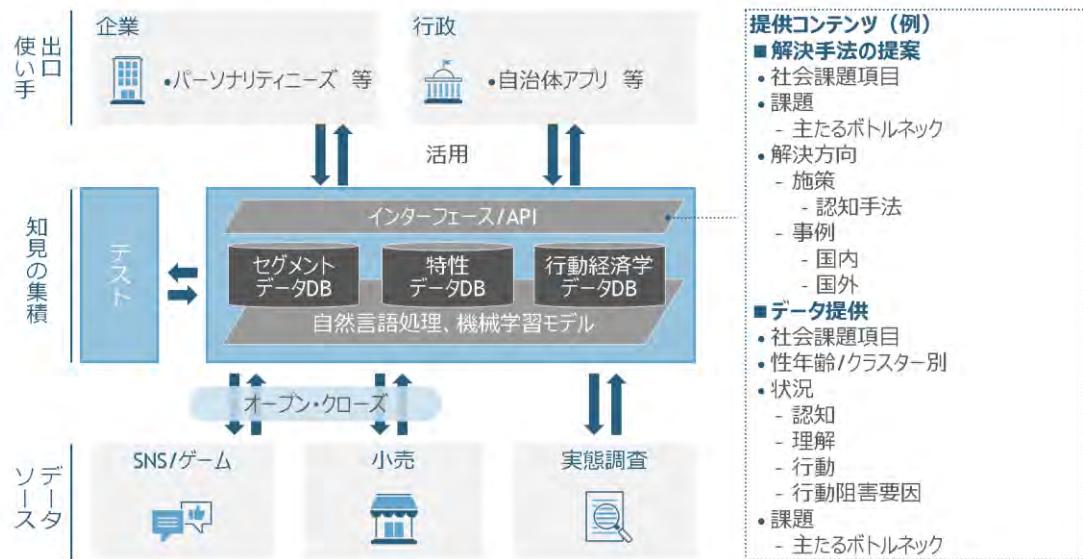
#### ➤ サブ課題(E)本課題の成果の社会実装促進のための調査研究

本課題の研究成果について、消費者の認知を促進する行政/民間事業者の様々なサービス

を創出する。

#### E 本課題の成果の社会実装促進のための調査研究

本課題の研究成果について、消費者の認知を促進する行政/民間事業者の様々なサービスを創出する



## 5. 5つの視点でのロードマップと成熟度レベル

### (1) ロードマップ

本課題では、5年間の内3年目をステージゲート実施年としたロードマップを策定する。ステージゲートでは、社会実装に向けた成熟度レベル(XRL)を計測指標とし、技術の開発状況や社会実装の実現性を評価し、以後の詳細な方針を決定する。

前半の3年間では、技術開発と並行し、既存技術を用いて実証事業や事業化が可能な技術を順次展開していくことで、社会実装上の課題を特定する。

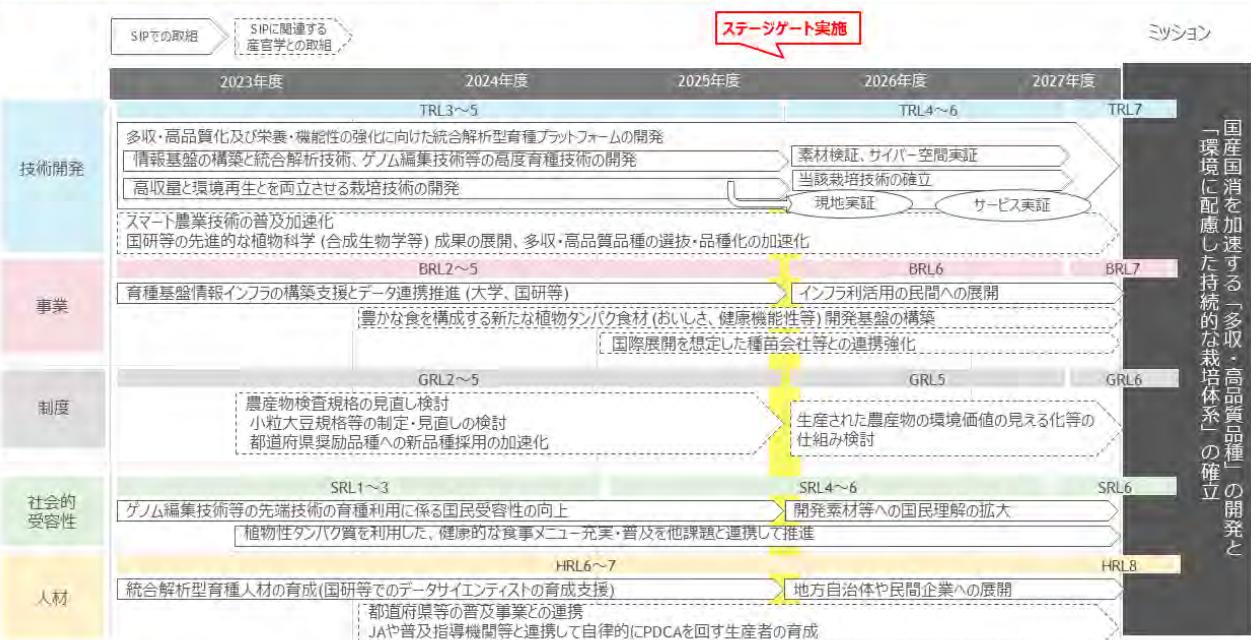
後半の2年間では、事業化に向けた社会実装の基盤整備を加速することでスタートアップの育成等を加速するとともに、海外展開を推進する。

“豊かな食”の実現に向けた進め方/ロードマップ

前半は技術開発と事業開発を同時並行で行い、後半は海外展開・スタートアップ育成、国際標準化を推進



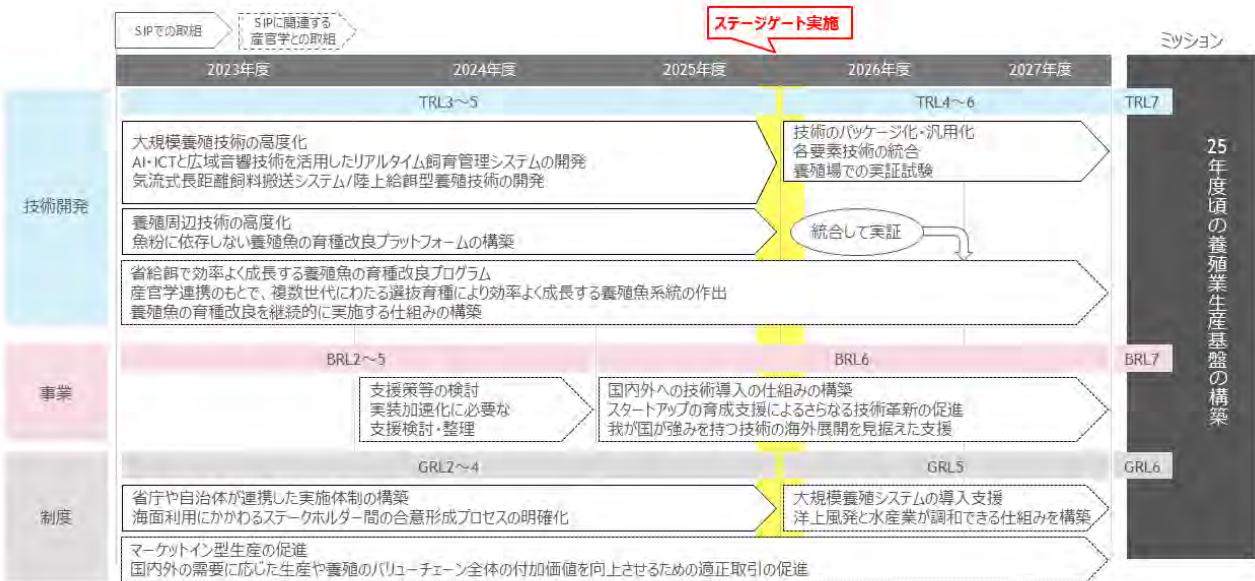
A 植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立: 5つの視点でのロードマップ

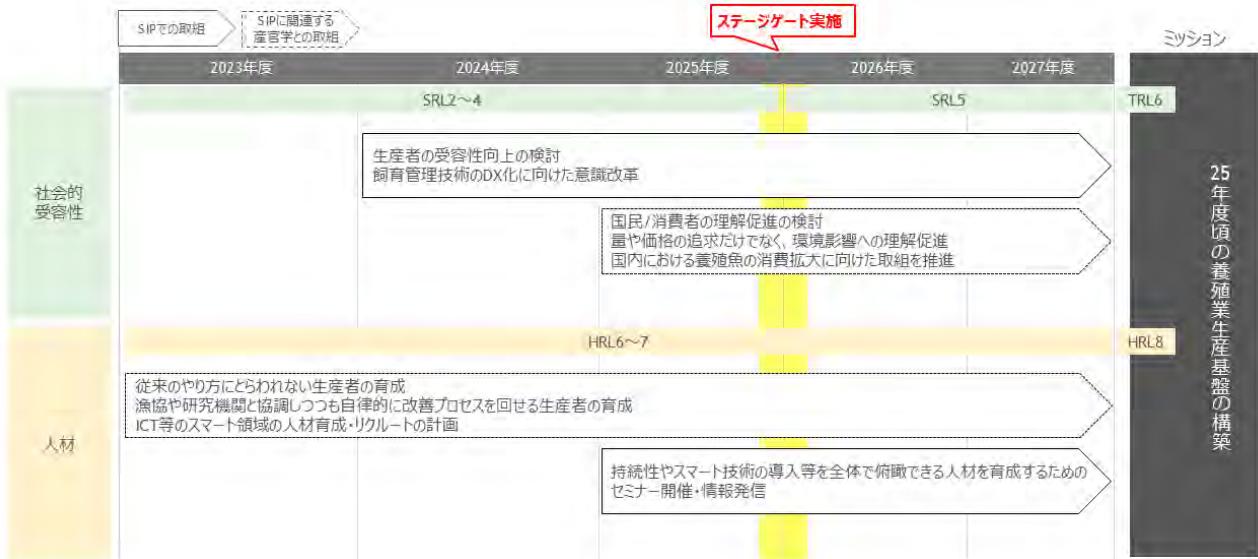


## B 肥料の国内循環利用システム構築: 5つの視点でのロードマップ

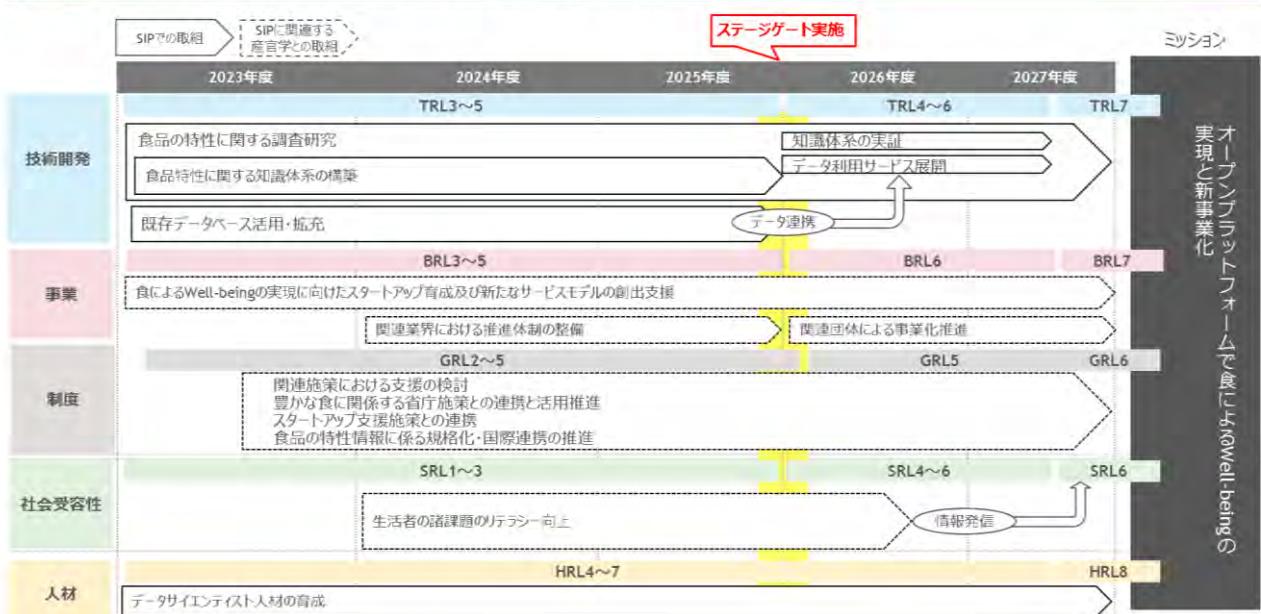


## C 動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築: 5つの視点でのロードマップ





#### D 大豆食品等の特性に関する調査研究: 5つの視点でのロードマップ



## ⑤ 本課題の成果の社会実装促進のための調査研究: 5つの視点でのロードマップ



図 II-7 ロードマップ

## (2) 本課題における成熟度レベルの整理

本課題では、内閣府ガバニングボードで提示された成熟度レベル(指標)を利用している。

社会実装に向けた5つの成熟度レベル: TRL (技術成熟度レベル)

TRL		
1	基礎研究	科学的な基本原理・現象・知識が発見された状態
2	仮説	原理・現象の定式化、概念の基本的特性の定義化等の応用的な研究を通じて、技術コンセプトや実用的な用途と利用者にとっての価値に関する仮説が立てられている状態
3	検証	技術コンセプトの実現可能性や技術用途の実用性が、実験、分析、シミュレーション等によって検証された状態。実用性が確認されるまで仮説と検証が繰り返されている状態
4	研究室レベルでの初期テスト	制御された環境下において、要素技術の基本的な機能・性能が実証された状態
5	想定使用環境でのテスト	模擬的な運用環境下において、要素技術が満たすべき機能・性能が実証された状態
6	実証(システム)	実運用環境下において、要求水準を満たすシステムの機能・性能が実証された状態
7	生産計画	サービスや製品の供給に係る全ての詳細な技術情報が揃い、生産計画が策定された状態(生産ラインの諸元、設計仕様等)
8	スケール(パイロットライン)	初期の顧客需要を満たす、サービスや製品を供給することができる状態
9	安定供給	全ての顧客要望を満たす、サービスや製品を安定的に供給することができる状態

図 II-8 TRL 整理表

## 社会実装に向けた5つの成熟度レベル: BRL (ビジネス成熟度レベル)

### BRL

1	基礎研究	潜在的課題、顧客、解決方法等が発見された状態 (任意の現場における観察・体験、エスノグラフィー等)
2	仮説	課題と顧客が明確化され、提供価値 (解決策の優位性)、リターン・コスト等の事業モデルに関する仮説が立てられている状態 (ビジネスモデルキャンバス等)
3	検証	事業モデルの仮説が顧客にとって有望であることがペーパープロトタイプ、プレゼンテーション、インタビュー、アンケート等のテストで検証された状態。顧客価値が確認されるまで仮説と検証が繰り返されている状態
4	実用最小限の初期テスト	一部で旧技術を使用した限定的な機能を有する試作品を用いた疑似体験によって、提供価値が想定顧客にとって有用であることが実証された状態。顧客価値が確認されるまで仮説、検証、初期テストが繰り返されている状態
5	想定顧客のフィードバックテスト	想定顧客からフィードバックを得ながら、顧客要望を満たす機能・性能が定義・設計され、その設計条件で事業モデルの妥当性が実証された状態
6	実証	サービスや製品が実際に初期顧客に提供され、設計した条件で事業モデルの成立性や高い顧客満足度が実証された状態
7	事業計画	上記事業モデルを基にした、事業ロードマップ、投資計画、収益予想等を含む事業計画が策定された状態
8	スケール	定期的な顧客からのフィードバックを基にサービスや製品が改善されている状態。サービスや製品が、新規顧客に展開可能な根拠がある状態
9	安定成長	プロダクト及び提供者が良く知られ、売上高等が健全に成長する状態

図 II-9 BRL 整理表

## 社会実装に向けた5つの成熟度レベル: GRL (ガバナンス成熟度レベル)

### GRL

1	基礎検討	創出財が類型化 (公共性の有無が検討) され、創出財の影響が及ぶ範囲を特定した状態
2	制度に求める性質のコンセプト化	ガバナンスに関する検討チームが形成され、現実的な制約 (安全性、国際基準、法規等に加え社会・業界通念等) を踏まえて、制度に求める性質 (効率性、公平性、インセンティブ条件) が整理された状態
3	評価	制度に求める性質を現制度が満たしているかを評価している状態
4	制度のコンセプト化	現制度で不十分な場合、レベル2で求める性質を満たす制度 (法制度の解釈変更・規制改革、規格化・標準化、ガイドライン等) を考案できた状態
5	実証	実証実験 (フィールド実験、被験者実験、シミュレーション実験等) を通して、レベル2で求める性質に適った制度が特定された状態。制度の有効性が確認されるまで、仮説と実証が繰り返されている状態
6	導入計画	上記の実験結果を基に、省庁・自治体・民間企業等を含む関係機関が具体的な導入計画を策定できた状態
7	展開と評価	上記ガバナンスに係る内容が実際に導入され、データに基づいて評価・改善されながら、段階的に展開されている状態
8	安定運用	上記ガバナンスに係る内容が社会全体に周知され、運用とチェック機能が適切に機能している状態

図 II-10 GRL 整理表

## 社会実装に向けた5つの成熟度レベル: SRL (社会成熟度レベル)

SRL		
1	基礎検討	創出財によって実現される社会像やその意義が示され、全ての人々に直接的に与えるリターン・コスト (倫理性・公平性を含む) が金銭・非金銭の両面から検討された状態
2	仮説	創出財が与えるリターンへの理解度、コストの許容度、実装の実現可能性を高めるための施策について仮説が立てられている状態
3	検証	初期実装コミュニティの人々にとって、上記の施策が有効であることが、プレゼンテーション、インタビュー、アンケート等で検証されている状態。施策の有効性が確認されるまで、仮説と検証が繰り返されている状態
4	初期検討	初期実装コミュニティの人々のリターンへの理解度、コストへの許容度を高める施策が (消費体験、消費疑似体験、説明会 等) 検討された状態
5	実証	初期実装コミュニティに上記の施策を実施・検証し、人々がリターン・コストを含めて創出財の受け入れを許容した状態
6	普及計画	実証から得たフィールドバックやデータを検証し、施策を改善しながら、より一般的にコミュニティの人々が創出財を許容するための普及計画が策定された状態
7	スケール	上記の普及計画が実行され、創出財が、コミュニティに合わせて修正・再発明されながら、創出財の受け入れが許容される範囲が拡大している状態
8	市場への浸透	創出財が、最終的に目標とするスケールで受容され、継続的に生産・消費 (利用) されている状態

II-11 SRL 整理表

## 社会実装に向けた5つの成熟度レベル: HRL (人材成熟度レベル)

HRL		
1	基礎検討	創出財を作り出すうえで必要となるコア人材のスキル要素が検討された状態
2	仮説	コア人材のスキル要素に加え、事業モデルの実施に必要なスキル要素群の仮説が立てられた状態。目的に賛同し、スキル要素群や事業領域に精通した人材等でのチーミング、育成 (学びなおし) 等の対応策の仮説が立てられた状態
3	検証	シミュレーションや実業務 (OJT) 等を通じて、上記の仮説や対応策 (スキル要素群の過不足、チーミングの適性 等) が検証されている状態。有効性が確認されるまで仮説と検証が繰り返されている状態
4	初期テスト	初期テストの実施を等して、上記の仮説や対応策が検討され、必要に応じて実装に重要な人材が補充された状態。育成 (学びなおし) 等の対応策が上記に連動して実施されている状態
5	実証	実証試験の実施を通して、上記の仮説や対応策が検討され、必要に応じて実装に重要な人材が補充された状態。育成 (学びなおし) 等の対応策が上記に連動して実施されている状態
6	実施計画	当該領域において必要な人材のスキル要素群と必要量、教育方針と手段、マッチング手法が明らかになり、実施に向けた計画が策定された状態
7	スケール	当該領域において必要な人材の教育環境の整備が進むとともに、それら人材が社会で最適にマッチングされながら活躍の場が拡がる状態
8	安定的な人材輩出	当該領域において必要な人材の輩出が社会全体で行われ、適切な活用がなされている状態。また、スキル要素群の高度化が図られている状態

II-12 HRL 整理表

## 6. 対外的発信・国際的発信と連携

### ➤ 情報発信の目的

国内外の一般消費者とメディア、加えてフードチェーン関係者の関心と共感を醸成することとし、ターゲットに対し「わかりやすさを高めるコンテンツと表現」を常に意識して実施していく。これらを実現できる表現方法として映像や画像を多用していく。同時に言語表記は日英とし、国際発信も行うこととする。なお、これら一連の活動を本課題では「広報活動」と称し位置付ける。

### ➤ 対外発信ツール

主に Web サイトを通じた対外発信を行い、トピック的な情報は SNS を活用して発信する。加えてマスメディアを通じた情報伝達も重要な対外発信と位置づけ、報道関係者と良好な関係を築き取材対象となるようメディアプロモーション(勉強会や意見交換会等)を実施する。同時に国内外の学会への参加も積極的に行い、シンポジウム等関係者を集め深く周知できる催事も開催していく。

### ➤ 広報アドバイザーの設置

上記を実施するにあたり広報アドバイザーを設け、報道経験者や関係者に就任依頼を予定している。

➤ 各年における広報活動の方向性

1年目は、関連する国内学会やWebサイトを通じて、本課題のコンセプトや目標を発表する他、第一次産業やフードチェーンに関わる報道記者等との勉強会や意見交換を通じて、本課題の研究目的や主旨が報道されるようメディアプロモーションを行う。

2年目以降は、研究開発成果や研究プロセスを学会やWebサイトを通じて発表する他、報道関係者に実証現場等を積極的に公開し、メディアプロモーションによって築かれた良好な関係性を活用してマスメディア報道が行われるよう広報活動を展開する。

3年目の当初に2年目までの広報実績を評価し、3年目から行われる実証実験等社会実装に向けた広報手法と体制見直しを行う。また2年間の研究開発成果を伝えられる3年目は、国内外の一般消費者、メディア、フードチェーン関係者に向け、成果がわかりやすく伝わるWebサイトのコンテンツづくりやメディアプロモーションを展開する。

4年目の当初にステージゲート評価を加味しながら3年目の広報実績を振り返り、4年目及び5年目に向け絞り込まれたサブ課題と本格化する実証実験や社会実装のステージに見合う広報手法及び体制をターゲットごとに強化する。同時に、国際発信に向け在京の海外通信社や国際報道を担う報道機関にわかりやすいWebサイトのコンテンツづくりとメディアプロモーションを行い、取材・報道が実施されるよう広報活動を展開する。

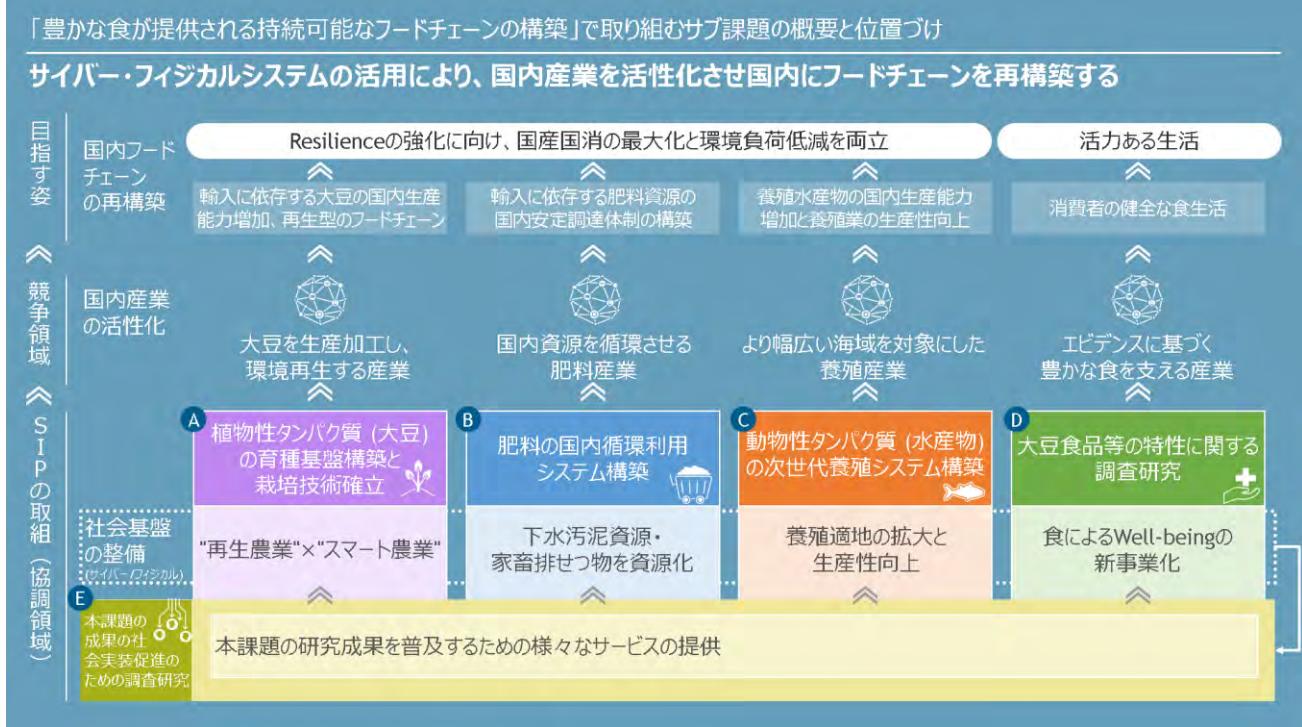
5年目は、最終年の社会実装に向けた課題の戦略に則った広報活動を展開する。

### III. 研究開発計画

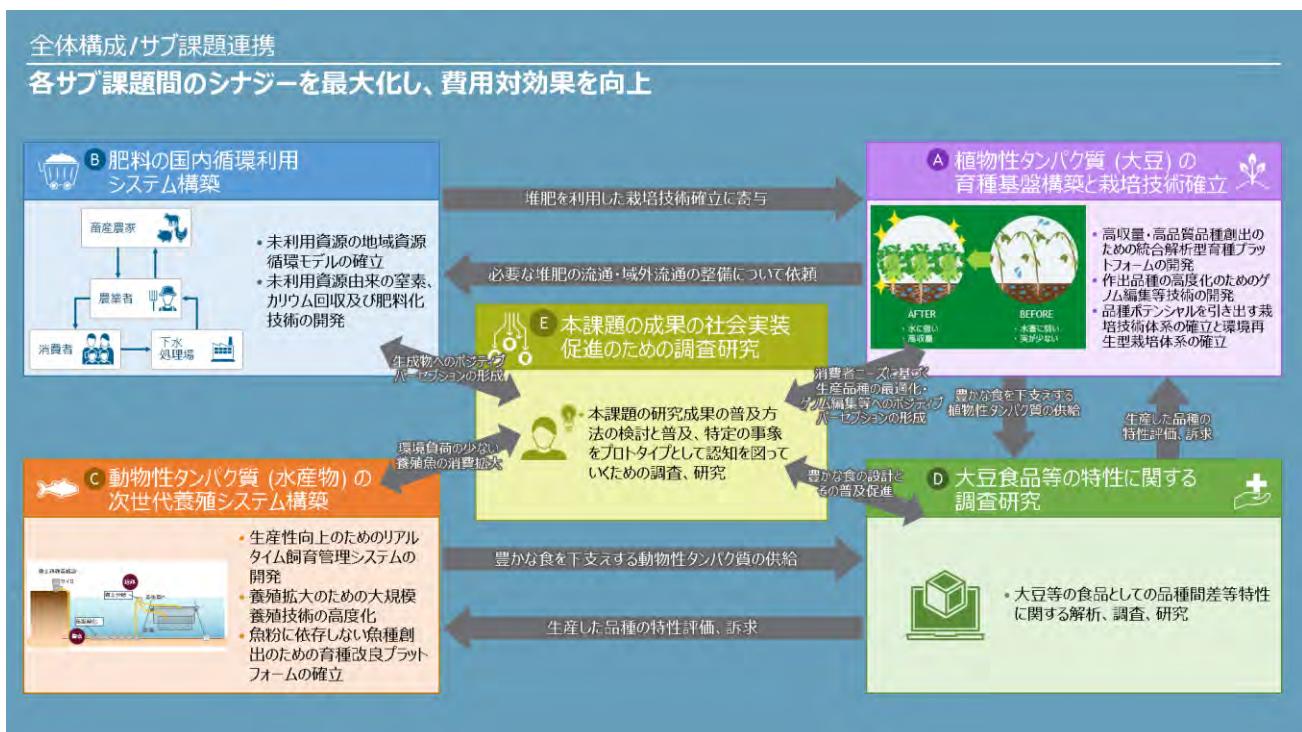
#### 1. 研究開発に係る全体構成

本課題のミッション到達に向けて、課題を(A)～(E)の5つのサブ課題にブレイクダウンした。全体のミッションの関係性を示したのが「図III 1 サブ課題間の概要と位置づけ」と「図 III 2 全体構成/サブ課題間の連携」である。

Resilience の強化に向けた食料安全保障の強化と環境負荷低減の両立を「(A)植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立」「(B)肥料の国内循環利用システム構築」「(C)動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築」の3つのサブ課題により実現し、「Well-beingに繋がる事業創造」を「(D)大豆食品等の特性に関する調査研究」のサブ課題により実現する。なお、両者の実現には、「(E)本課題の成果の社会実装促進のための調査研究」のサブ課題が根底にあり、5つのサブ課題間の相乗効果を生み出すことで費用対効果を向上させる。



図III-1 サブ課題間の概要と位置づけ



図III-2 全体構成/サブ課題間の連携

## 2. 研究開発に係る実施方針

### (1) 基本方針

本課題では社会基盤の整備を行うことを通じて、産業を創出・活性化させ、その結果として“豊かな食”の実現を果たす。そのため、本課題の取組の初期段階から、技術・ノウハウを持つスタートアップ・大手民間企業、需要・消費者側の企業、そして、自治体を含めた多様な関係者の参画により、産業化に向けた社会基盤を整備することを想定している。

多くの関係者が参画するため、知財やデータの取り扱いについては内容や状況に応じて、プログラムディレクター(PD)を補佐する直轄のアドバイザリーボード及び研究推進法人の直下に設置した知財委員会といった専門家の助言も踏まえて、オープン・クローズの戦略を検討することとする。

また、研究推進法人に置かれるプロジェクトマネージャー(PM)を中心に、諸外国の研究開発動向を調査しベンチマークすることを通じて、研究開発全体のマネジメントを行うこととする。

### (2) 知財戦略

PD を補佐する直轄のアドバイザリーボード及び研究推進法人の直下に設置した知財委員会といった専門家の助言を得ることにより、本課題で得られた研究開発成果に関する論文発表及び特許等の取扱いについて、出願・維持等の方針検討や実施許諾に関する調整等を行う。場合によっては、既存の特許等の売却・購入等を通じて、各サブ課題の解決に必要なものを整備することも行う。

また、関連業界での合意形成によりマッチングファンドを分担することや、マッチングファンドを負担する企業に対するインセンティブを付与することも想定している。

### (3) データ戦略

PD を補佐する直轄のアドバイザリーボード等の専門家や関係省庁からの助言も踏まえ、本課題で使用するデータや得られた成果の取り扱い、海外研究機関との共同研究・結果の相互共有等の連携のあり方について、データの専門家からのアドバイスも踏まえ検討する。

なお、構築予定のプラットフォーム間や既存プラットフォームとの協調・連携についても、本課題推進中に実体調査を踏まえて必要性を精査しながら、データプラットフォームの標準化と全体としてのデータアーキテクチャの整理を見据えて、最適なプラットフォームの在り方を検討していく。

### (4) 国際標準戦略

本課題のサブ課題の取組により構築する要素技術等の国際標準化に向けて、PD を補佐する直轄のアドバイザリーボード等の専門家や関係省庁からの助言も踏まえ、国際機関への働きかけ等を行い、国際標準化に向けた仕掛けづくりを行う。

### (5) ルール形成

産業の創出・活性化に向けた社会基盤の整備のために必要なルールについては、課題に取り組む

初期段階から、所管省庁や関係省庁との討議を重ねていく。

## (6) 知財戦略等に係る実施体制

### 知財委員会

- 課題又は課題を構成する研究項目ごとに、知財委員会を研究推進法人等又は選定した研究責任者の所属機関(委託先)に置く。
- 知財委員会は、研究開発成果に関する論文発表及び知財権の権利化・秘匿化・公表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等を行う。
- 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。

### 知財及び知財権に関する取り決め

- 研究推進法人等は、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、プログラム参加前から保有していた知財権及びプログラム参加後にSIPの事業費によらず取得した知財権)、フォアグラウンド知財権(プログラムの中でSIPの事業費により発生した知財権)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。

### 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、知財の権利者が定める条件に従い((注)あるいは「プログラム参加者間の合意に従い」)、知財の権利者が許諾可能とする。
- 当該条件などの知財の権利者の対応が、SIPの推進(研究開発のみならず成果の実用化・事業化を含む)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。

### 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17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。
- 知財の権利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に対しては、当該参加期間中にSIPの事業費により得た成果(複数年度参加の場合は、参加当初からのすべての成果)の全部又は一部に関して、脱退時に研究推進法人等が無償譲渡されること及び実施権を設定できることとする。
- 知財の出願・維持等にかかる費用は、原則として知財の権利者による負担とする。共同出願の場合は、持ち分比率及び費用負担は、共同出願者による協議によって定める。

### 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、知財の権利者が定める条件に従い((注)あるいは、「プログラム参加者間の合意に従い」)、知財の権利者が許諾可能とする。

- 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の権利者が定める条件に従い、知財の権利者が許諾可能とする。
- 当該条件等の知財の権利者の対応が、SIP の推進(研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む)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。

#### 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

- 産業技術力強化法第 17 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・移転には、合併・分割による移転の場合や子会社・親会社への知財権の移転、専用実施権の設定・移転の場合等(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、研究推進法人等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、知財の権利者は研究推進法人等との契約に基づき、研究推進法人等の承認を必要とする。
- 合併等に伴う知財権の移転等の後であっても研究推進法人は当該知財権にかかる再実施権付実施権を保有可能とする。当該条件を受け入れられない場合、移転を認めない。

#### 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、又は、研究推進法人等による承継)を協議する。

#### 国外機関等(外国籍の企業、大学、研究者等)の参加

- 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又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、知財権は研究推進法人等と国外機関等の共有とする。

### 3. 個別の研究開発テーマ

#### (1) サブ課題(A)植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立

「豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築」では、“豊かな食”を“国民全体の食の安全・安心が担保され、日々の活力ある生活に繋がる食事を摂取できる状態”と定義し、その実現のために、①食料安全保障、②環境負荷低減を通じた「安全・安心な生活基盤」の確立、③健康維持増進を通じた「活力ある生活」の確立、を目指すこととしている。①及び③の観点から、今後、最も供給の不足が懸念されるタンパク質の供給に焦点を当て、課題の解決を図る。

大豆は、古くから日本人の食文化を支え、また、現代においても植物性タンパク質の供給源として重要な役割を担っている。食用大豆の国内需要は年間約 100 万トンに達するが、国内供給量は国内需要の約 2 割を賄うに過ぎず、米国等の海外の一部の国からの輸入に依存している。経済発展著しい中国では、食生活の水準の高まりにより、大豆等の輸入量が 10 年間で倍増し、1 億トン水準(世界の輸入量の約 6 割)にまで達している。グローバルな気候変動による生産量の不安定化もあり、大豆の国際価格の上昇による我が国の食生活への影響が懸念される状況である。

食用大豆等の国内自給力の向上が不可欠であるが、この実現のためには大豆単収の飛躍的な

向上と肥料等の生産資材の削減(＝大豆生産のコストパフォーマンスの向上)と、農業者の作付け拡大及び収量増加へのインセンティブ拡大、が必要である。しかしながら、我が国の大豆単収は、世界平均の 6 割弱にとどまっている。また、我が国は南北に長く、様々な気象・土壤条件下での栽培が想定されるため、单一品種の高収量大豆があったとしても国全体での大豆収量の向上が達成されるとは限らず、品種と栽培技術の多様性も重要である。加えて、我が国は食料供給そのものを海外に依存しているだけでなく、国内の食料生産に必要な肥料等の資材もまた海外に依存している。そのため、①及び②の観点からは、肥料等の生産資材の海外依存度の低減も不可欠な条件であり、栽培に必要な生産資材の量を減らし、環境収奪型ではなく環境再生型の持続可能な食料生産システムを確立し、その普及を進めなければならない。

## ① 研究開発目標

### 【2027 年度末(第 3 期 SIP 終了時点)】

- ・大豆等のゲノム情報と表現型情報等とを統合的に解析する育種プラットフォームの構築【TRL6】
- ・育種素材の検証、サイバー空間における育種設計、フィジカル空間における栽培実証等の一連のプロセスを踏まえた最適栽培技術の確立【TRL7】

### 【2025 年度末(ステージゲート時点)】

- ・多収・高品質化を可能にする、ゲノム情報等を活用した統合解析型育種技術の開発【TRL5】
- ・サブ課題 E の取組と連携したゲノム編集技術等の国民受容性の向上
- ・環境再生に配慮しつつ、大豆を中心とした高収量実現のための栽培技術の開発【TRL5】

## ② 実施内容

### 1)高収量・高品質品種創出のための統合解析型育種プラットフォームの開発

従来の国内大豆品種を大幅に上回る多収化(1.5 倍目標)とダイズミート等の原料用としての品質最適化を可能とするための統合解析型育種プラットフォームを開発する。多収かつ加工適性等に優れた高品質な品種を育成のため、海外の多収大豆品種等を利用したゲノム情報や表現型情報等のデータベースを構築し、さらにシロイスナズナ等モデル植物で得られた情報・知見も駆使し、収量性や品質に関わる遺伝子情報を蓄積し、サイバー空間上で育種素材の最適な交配・選抜条件等を予測できるシステムを構築する。これにより、多収かつ高品質な育種素材を短時間に効率的に作出する。

### 2)作出品種の高度化のためのゲノム編集等技術の開発

上記育種プラットフォームにおいても育種改良が困難な形質等を念頭に、ゲノム編集技術等を組み合わせ作出品種の高度化を図る。具体的には、細胞培養を経ることなく、かつ、外来 DNA を用いない国産ゲノム編集技術や、異科接ぎ木技術等を開発し、アレルゲン物質の除去や特定の病害虫抵抗性を付与する等の作出品種の高度化を図る。

### 3)品種ポテンシャルを引き出す栽培技術体系の確立と環境再生型栽培体系の確立

上記において作出された多収大豆品種等の遺伝的なポテンシャルを安定的に発現させるため

の栽培環境条件を明らかにし、各地の条件に応じた栽培技術体系を確立する（目標収量：当該地域の1.5倍以上）。具体的には、人工的に野外環境条件を再現し、遺伝子や表現形質の発現状態を分子レベルでビックデータ解析することにより、品種が持つポテンシャルを最大限に引き出すための環境条件や栽培法を明らかにする。

また、環境再生型農業への転換を促すため、肥料や農薬の使用量を最小限に抑えつつ、農地の炭素固定量や土壤肥沃度の向上に繋がる新たな栽培・作付体系（大豆を含む）の確立やスマート農業技術を活用した省力生産技術等を開発し、カーボンニュートラル社会の実現や生物多様性に配慮した農業の実現に貢献する。

## （2）サブ課題（B）肥料の国内循環利用システム構築

化学肥料（主に窒素、リン、カリウムの肥料3要素）は、食料生産に不可欠な生産資材であるが、我が国では使用量のほとんどを海外に依存しており、また、それら生産国（資源国）は特定の国・地域に偏在していることから、安定的な調達の確保と国内における肥料資源の循環利用システムの確立が重要である。

とりわけ、最近、ウクライナ危機や中国の輸出規制に端を発した化学肥料原料の価格高騰が深刻化しており、政府の「食料安定供給・農林水産基盤強化本部」では、今後の検討課題として「下水汚泥等の未利用資源の利用拡大」が掲げられ、農林水産省、国土交通省等の関係府省が連携した対策が進められている。

また、肥料資源の持続的な調達が食料の増産や経済安全保障の見地から重要視されるEUでは、下水や家畜排せつ物からの肥料資源回収を強化する方向にあるため、今後、本領域における市場の拡大も期待できる状況にある。

このため、化学肥料の海外依存度の低減や地域における未利用資源肥料の循環利用を促進するため、このような未利用資源の肥料化技術を開発するとともに、資源循環モデルを構築する。

### ① 研究開発目標

#### 【2027年度末（第3期SIP終了時点）】

- ・未利用資源（下水汚泥資源、家畜排せつ物等）の高効率堆肥化技術や革新的肥料成分回収技術を開発し、このような未利用資源を地域内で循環利用するシステムとして確立することにより、未利用資源の8割以上を循環利用できる地域モデルを創出【TRL6】

#### 【2025年度末（ステージゲート時点）】

- ・未利用資源に汎用利用可能な高効率堆肥化技術を開発。また、プルシアンブルー型錯体等を活用して未利用資源から肥料資源を回収・肥料化する技術の実証を行い、肥料資源の回収、肥料化の可能性を確認【TRL4】

### ② 実施内容

#### 1)未利用資源の地域資源循環モデルの確立

地域内で発生した未利用資源（下水汚泥資源、家畜排せつ物等）に汎用利用可能な高効率堆肥化装置を開発するとともに、当該肥料の原料供給者、製造者、利用者等関係者のマッチングシ

ステムを確立する。また、畜産用リン使用飼料の節減技術等の開発を合わせて講じることにより、未利用資源の地域内循環モデルを創出する。

## 2)未利用資源由来の窒素、カリウム回収及び肥料化技術の開発

地域の未利用資源をフル活用するため、プルシアンブルー型錯体等を活用し、これら未利用資源の窒素とカリウム及び家畜舎排ガス等からアンモニアを回収し、肥料化する技術の開発を行う。

### (3) サブ課題(C)動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築

我が国は豊富な天然資源を供給できる排他的経済水域を保有するものの、近年の気候変動や外国漁船の漁獲増大による漁場争奪等を起因とする一部水産資源の減少、漁場形成の変化を背景に、漁船漁業による生産量の不確実性が高まっている。

一方で、工業製品のように安定供給と生産履歴の確認が可能な養殖業は、漁船漁業によるタンパク源供給の不確実性を補完する役割が期待される。

しかしながら、我が国の養殖業は経験と勘に依存する部分が多く、生産性を高めていく必要があることに加え、近年、輸入に大きく依存する飼料原料(魚粉)の価格高騰等により、養殖事業者の収益悪化が懸念されている。また、生産量の拡大に向けて、養殖に適した沿岸海域だけでなく、沖合海域の有効利用が十分に図られていない状況である。

このため、生産性が高く競争力のある養殖業を実現するため、ICT・AI を活用して給餌や魚の健康管理を最適化・自動化し、養殖に利用されていない沖合海域でも展開が可能となる次世代型の養殖システムを構築する。

#### ① 研究開発目標

##### 【2027 年度末(第 3 期 SIP 終了時点)】

- ・実証試験を経て開発したシステムの実用化・汎用化を達成するほか、既存の養殖魚の選抜育種プログラムにゲノム情報に基づく形質予測モデルを組み込み高度化を図ることで、少ない餌で効率よく成長する養殖魚系統を短期間で開発できる仕組みを構築【TRL6】

##### 【2025 年度末(ステージゲート時点)】

- ・魚群行動や海洋環境等をリアルタイムで可視化・データ解析できる飼育管理システムのプロトタイプ、長距離飼料搬送ができる遠隔自動給餌システムのプロトタイプを開発【TRL5】
- ・ゲノム情報に基づく養殖魚の形質予測モデルを構築【TRL4】

#### ② 実施内容

##### 1)生産性向上のためのリアルタイム飼育管理システムの開発

給餌計画や魚の健康管理の高精度化を図ることで、生産コストを 2 割削減し、養殖業の生産性向上に貢献する。具体的には、画像解析技術に広帯域音響技術を組み合わせて、給餌計画の策定や疾病等による魚の異常検知に必要となる養殖魚の体サイズや魚群行動をリアルタイムかつ三次元的に可視化できる飼育管理システムを開発する。

## 2) 養殖拡大のための大規模養殖技術の高度化

波浪等の影響により計画的な給餌が困難な沖合海域でも船舶を用いず飼料を搬送する技術を開発し、養殖適地を拡大することで、養殖業の生産量拡大に貢献する。具体的には、陸上から5km先の沖合海域まで飼料を搬送でき、かつ波浪を回避するために沈下させた大規模生簀内に飼料を吐出できる気流式長距離飼料搬送技術を開発し、1)で開発した飼育管理システムと統合することで遠隔自動給餌システムを構築する。

## 3) 魚粉に依存しない魚種創出のための育種改良プラットフォームの確立

魚粉に依存しない養殖魚の育種改良を通じて生産コストの約6割を占める餌代の低コスト化を図ることで、養殖業の生産性向上と生産量拡大に貢献する。具体的には、養殖魚のゲノム情報と形質情報のビッグデータを用いて成長に関する形質予測モデルを開発し、少ない餌で効率よく成長する養殖魚選抜の効率化や交配組合せの最適化を可能とする育種改良プラットフォームを構築する。

## (4) サブ課題(D) 大豆食品等の特性に関する調査研究

高齢化の進展により、いつまでも健康でありたいという国民ニーズがさらに高まっており、また、厚生労働省(国立社会保障・人口問題研究所)の予測によれば、2030年には単独世帯が38%に達するとされ、「孤食化」の進行により、今後、食による健康管理が疎かになるおそれがある。

食生活の乱れ(栄養バランスの偏り)は、若年女性の痩せや壮齢・老齢期における生活習慣病の増加をもたらし、社会全体の労働生産性の低下や医療費のさらなる増大を招く深刻な課題である。

しかしながら、現行の食ヘルスケアサービスは、個別の商品や農産物の販売促進を目的とした健康効能(エビデンス)の取得支援に止まっており、個々人の日常生活や食習慣に起因する問題に対し、気づきを与え、それに対して有効な処方箋を提示するまでには至っていないため、食生活の改善に向けた個々人の主体的な取り組みを引き出すことができていない。

こうした課題に対応するため、政府が推進するデジタル田園都市健康特区や健康経営優良認定法人制度等では、個々人の健康診断情報(PHR)等を活用した健康サービスを強化する動きが広がりつつあり、今後、食分野にもそのすそ野が広がる見通しである。

そこで、食による Well-being が実感できる社会の実現を目指し、最適な食事が提供できる知識体系を構築する。また、当該知識体系の公開により、様々なサービスを育成するとともに、美容やエンターテイメント等、異分野サービスとの融合を通じ、食による Well-being が実感できる社会の実現を目指す。

### ① 研究開発目標

#### 【2027年度末(第3期SIP終了時点)】

- 既存の関連DBとの連携を図りつつ、最適な食事が提供できる知識体系を構築し、2027年度までに、当該知識体系を利用したサービスモデルを3以上確立【TRL6】

#### 【2025年度末(ステージゲート時点)】

- ・最適な食事が提供できる知識体系のプロトタイプを構築【TRL5】

## ② 実施内容

- 1) 大豆等の食品としての品種間差等特性に関する解析、調査、研究

本課題の研究成果を活用して生み出される大豆等を中心として、その品種の特性についてデータ収集し品種間差等を解析する。また、これらの情報を活用した民間企業やスタートアップ等を対象とした新たな事業創出を支援する。

## (5) サブ課題(E)本課題の成果の社会実装促進のための調査研究

本課題で創出される研究成果はこれまでにない新しい技術や知見であるため、まずは消費者や実需者に正しく認知してもらうことが極めて重要である。このためこれら新しい技術や知見について、その普及方法を検討しつつ実際に普及を図るとともに、特定の事象をプロトタイプとして認知を図っていくための調査研究を実施する。

### ① 研究開発目標

#### 【2027年度末(第3期SIP終了時点)】

- ・消費者及び実需者の認知度向上のための知見が蓄積し、当該知見を活用したサービスモデルを創出【TRL6】

#### 【2025年度末(ステージゲート時点)】

- ・消費者及び実需者の認知度向上のための知見が蓄積されつつあり、当該知見を活用したサービスモデル創出のための予備テストを実施【TRL5】

## ② 実施内容

- 1) 本課題の研究成果の普及方法の検討と普及、特定の事象をプロトタイプとして認知を図っていくための調査、研究

本課題では、新たな育種手法の一環としてゲノム編集等新興技術の活用、下水汚泥資源や家畜排せつ物の肥料利用といったおよそ食品とは真逆に位置する産物の食品生産利用などの成果が期待される一方、その活用には消費者や実需者(これら技術や産物を用いる者)が正しく認知してもらうことが極めて重要。

そのため、成果で生み出される産物やサービスそのものについて普及を図るための方策を検討するとともに、実際に普及を図る。

また、このほか、特定の事象をプロトタイプとして認知を図っていくための調査研究を実施し知見を蓄積するとともに、民間企業、スタートアップ等が活用しやすいように当該研究成果を整理し、新たなサービスモデルの創出を支援する。