

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

I. Society5.0 における将来像	1
II. 社会実装に向けた戦略	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
III. 研究開発計画	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な肥料・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、地政学的なリ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もある。

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。

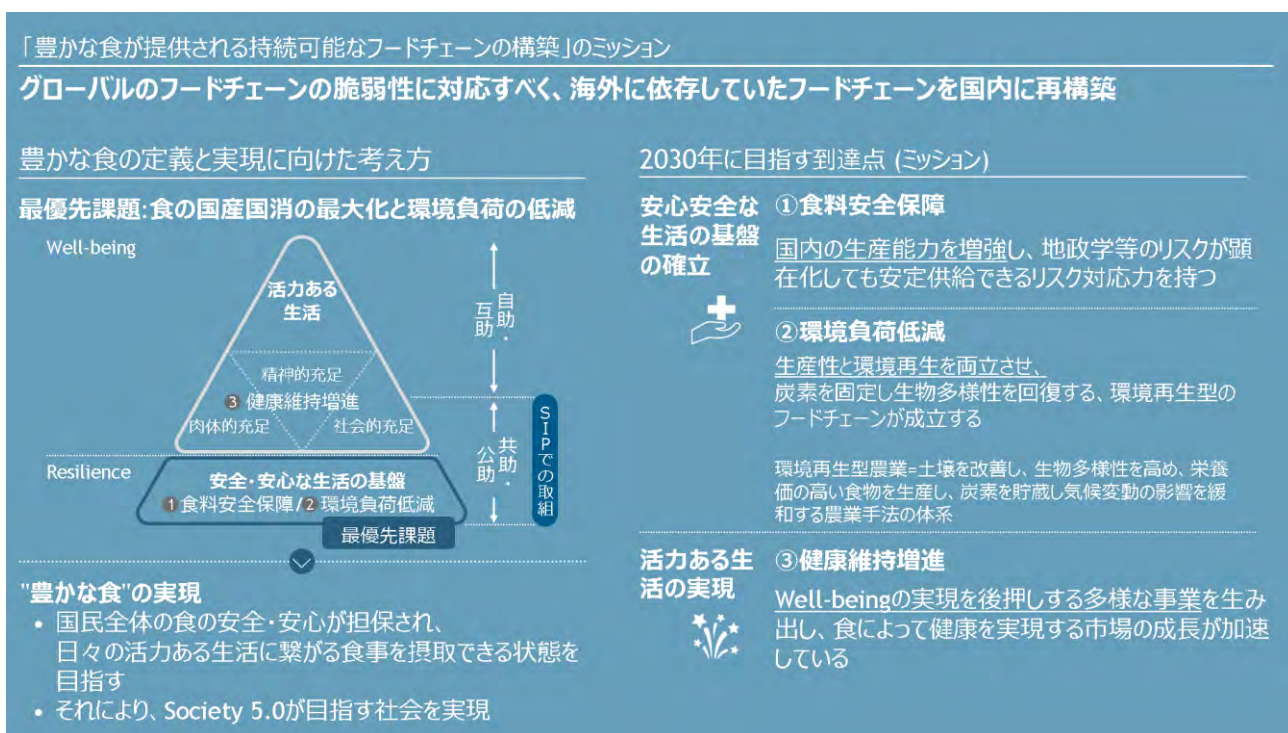


図 II-1 「豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築」のミッション

目指すべき姿と手なりの姿のギャップと解決策

フードチェーンの再構築のために、5つのサブ課題に取り組む

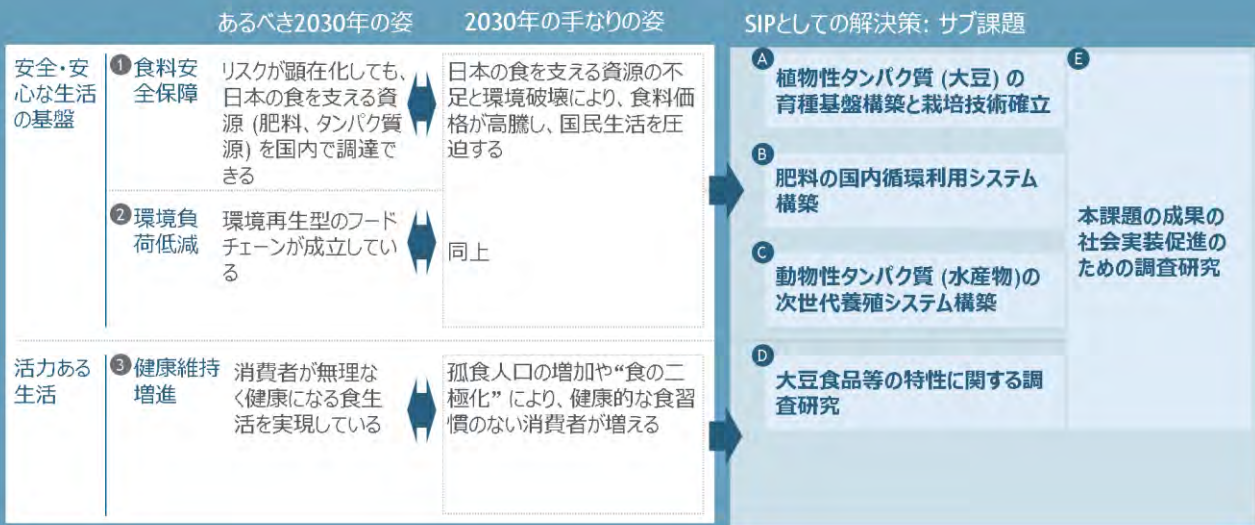


図 II-2 目指すべき姿と手なりの姿のギャップと解決策

サブ課題の絞り込みの考え方

府省連携でなければ実現不可能な領域、かつ5年間で社会実装を目指す協調領域に注力する



Note: 紙面の都合上、同一領域の課題については競争・協調の度合いに大きな差異は存在しない

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、土壌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(飼料用トウモロコン価格は直近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

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

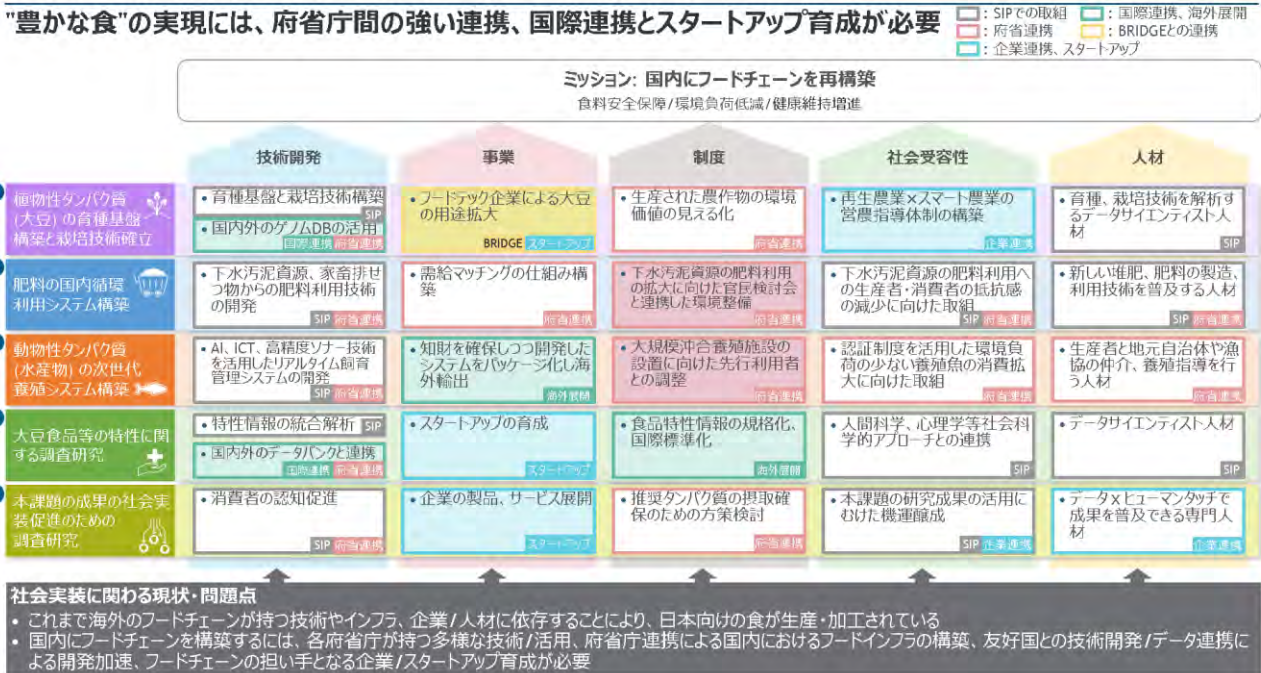


図 II-5 5つの視点での取組

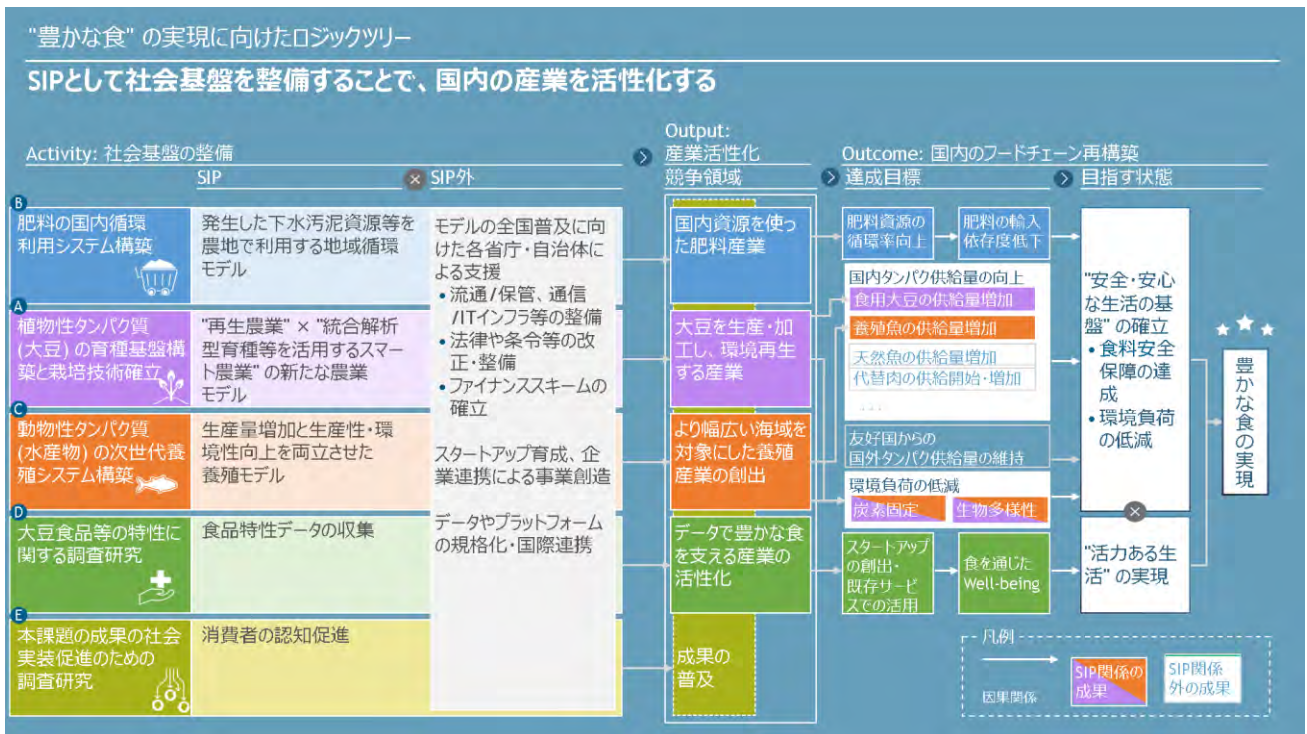


図 II-6 ロジックツリー

(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っ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・土壌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)や土壌から排出されるメタン・N₂O 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、青色顔料のプ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、赤潮や疾病によるへい死リスクが高く、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マ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システム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。

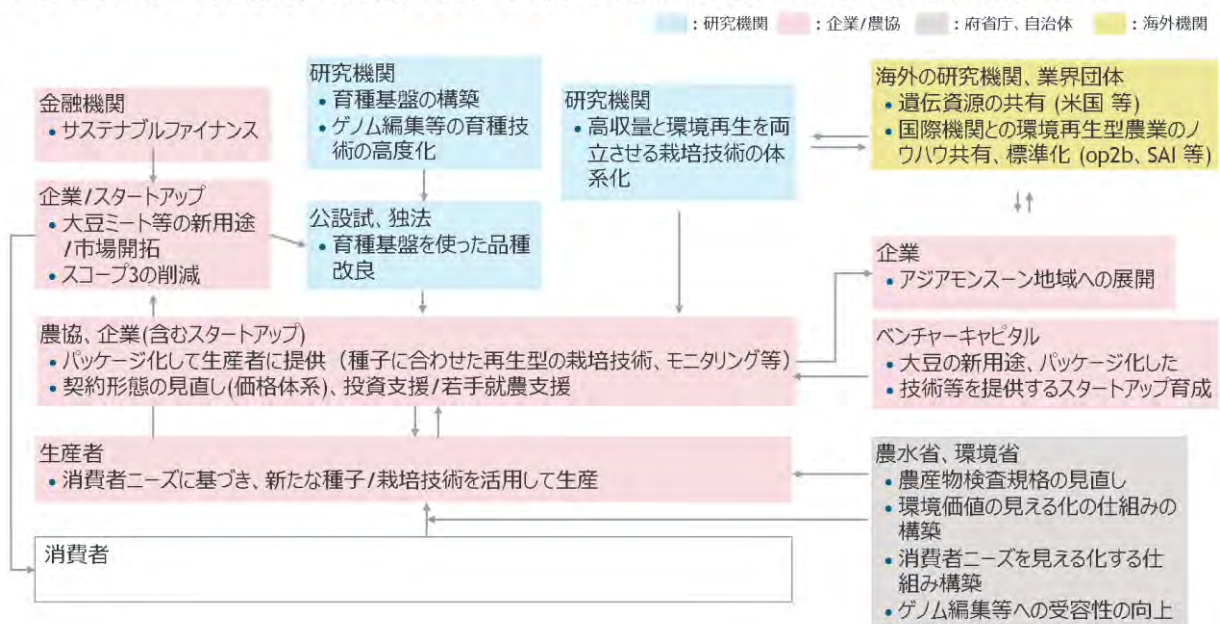
(4) SIP 後の事業戦略(エグジット戦略)

➤ 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、高付加価値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x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

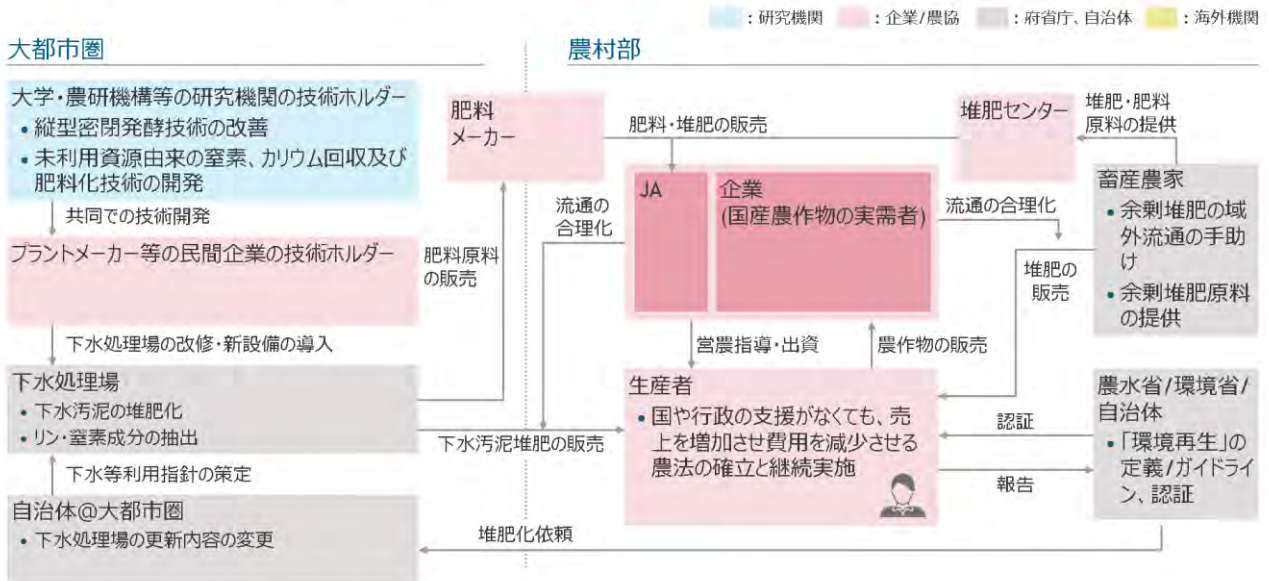


➤ サブ課題(B)肥料の国内循環利用システム構築

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

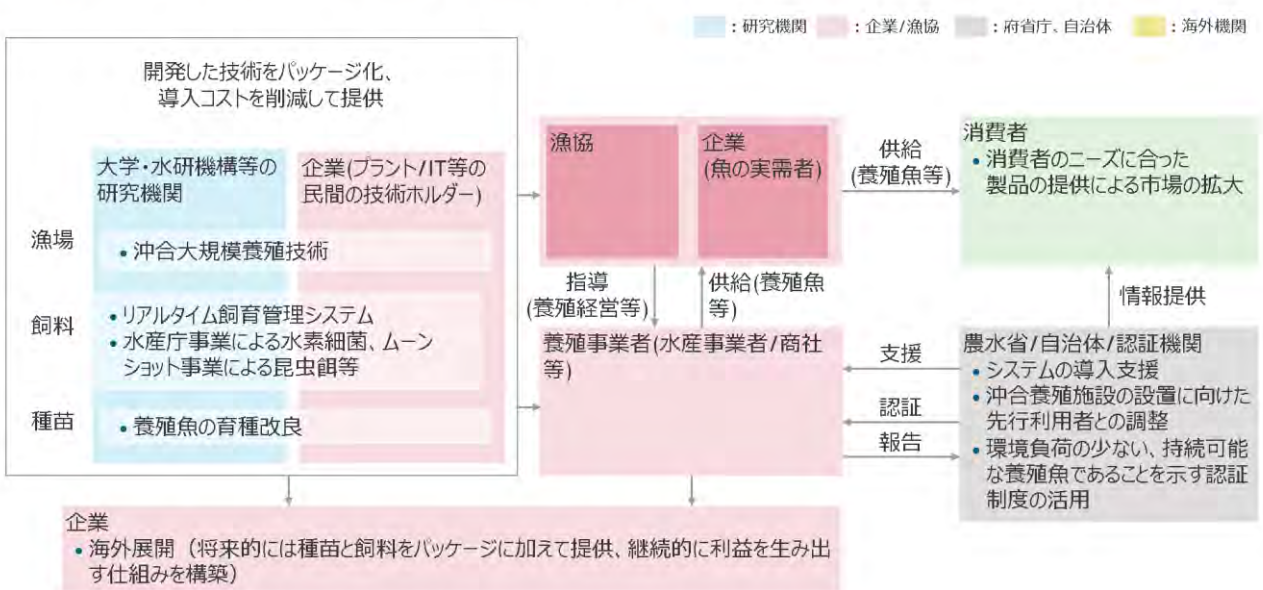


➤ **サブ課題(C)動物性タンパク質(水産物)の次世代養殖システム構築**

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



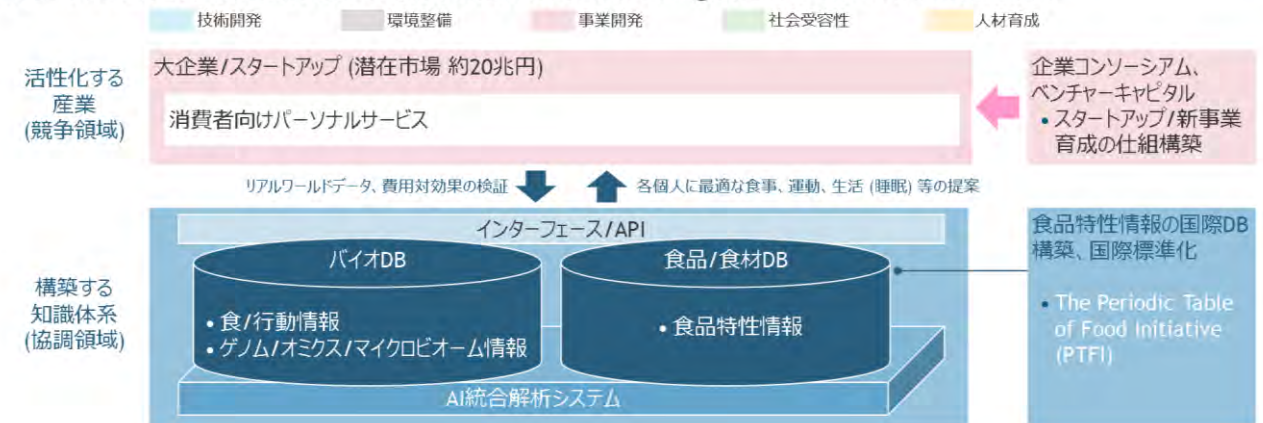
➤ **サブ課題(D)大豆食品等の特性に関する調査研究**

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



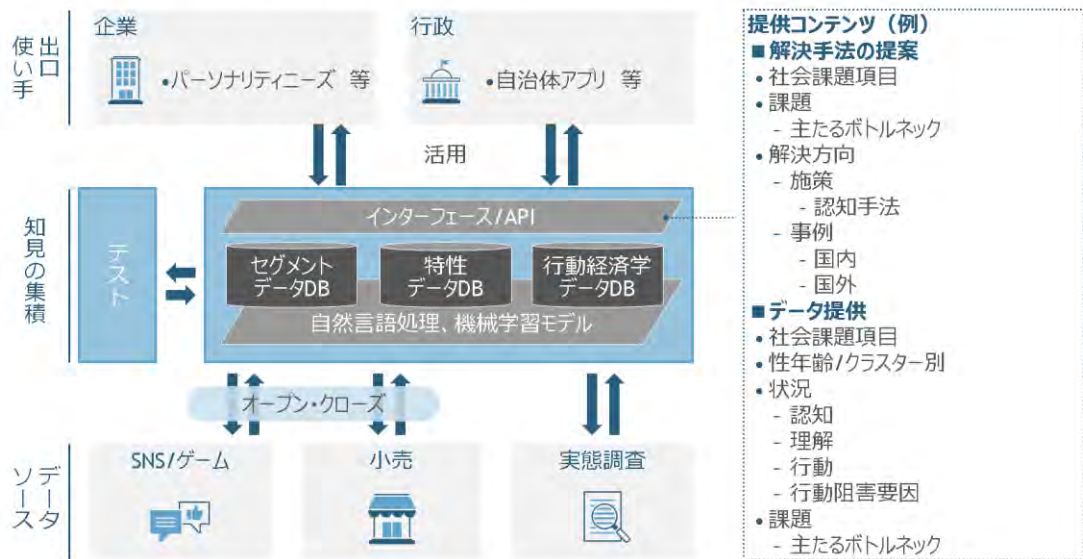
➤ **サブ課題(E)本課題の成果の社会実装促進のための調査研究**

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

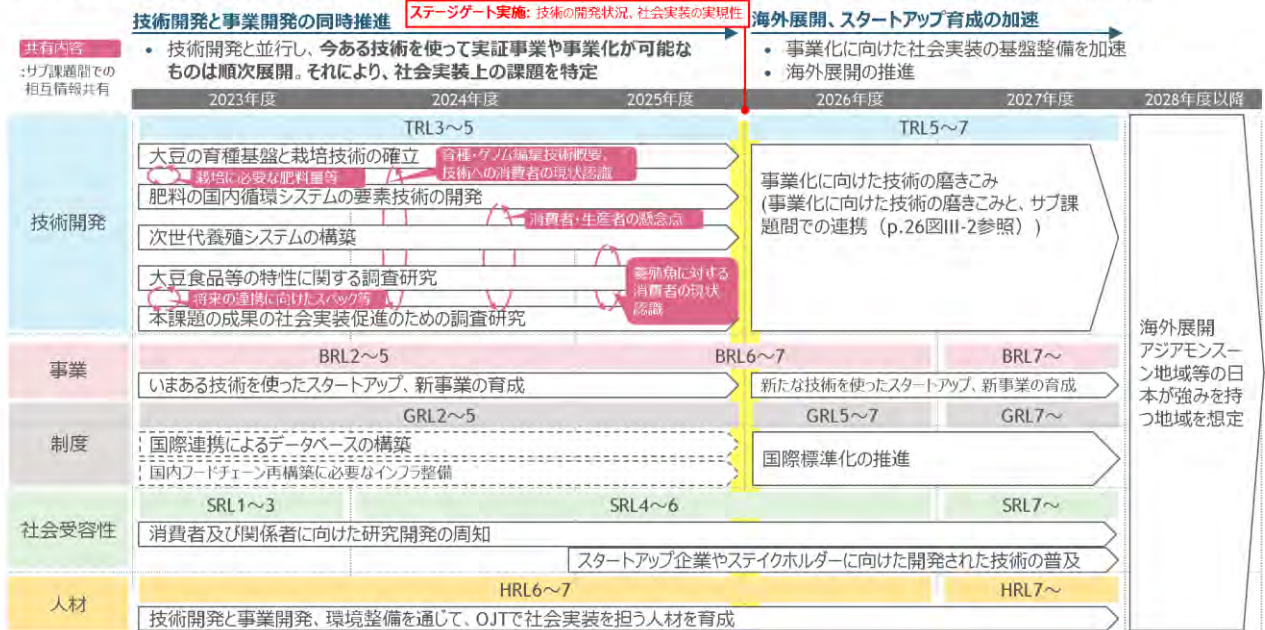
本課題では、5年間の内3年目をステージゲート実施年としたロードマップを策定する。ステージゲートでは、社会実装に向けた成熟度レベル(XRL)を計測指標とし、技術の開発状況や社会実装の実現性を評価し、以後の詳細な方針を決定する。

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。

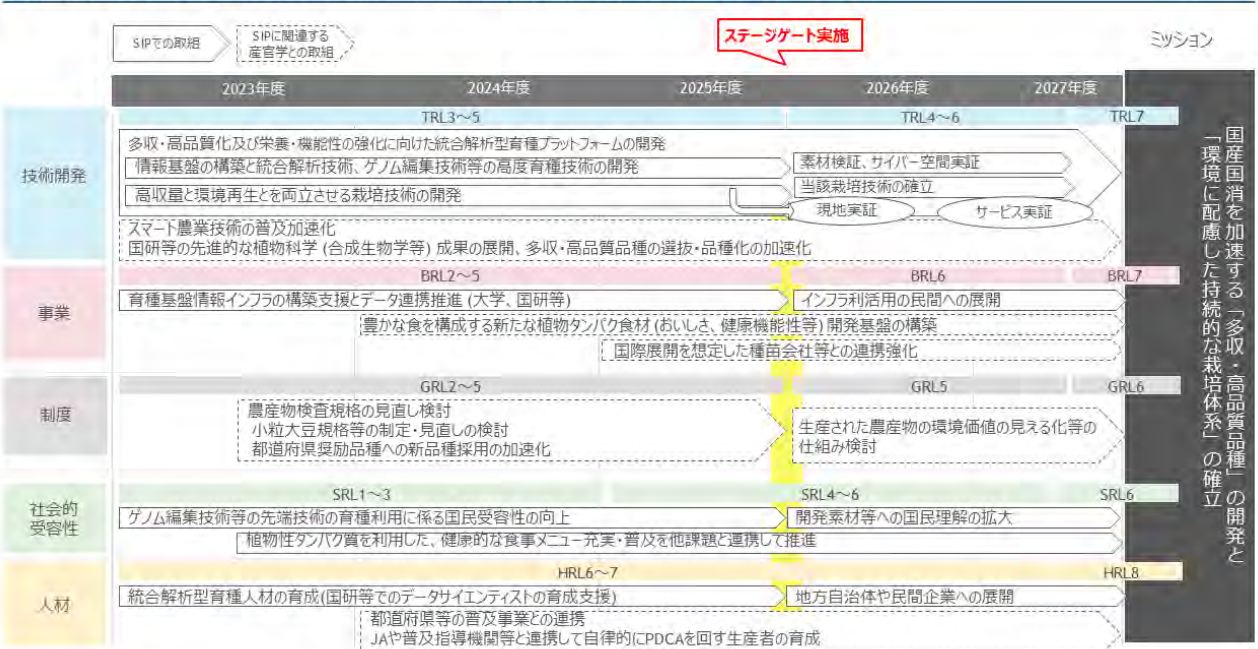
後半の2年間では、事業化に向けた社会実装の基盤整備を加速することでスタートアップの育成等を加速するとともに、海外展開を推進する。

“豊かな食”の実現に向けた進め方/ロードマップ

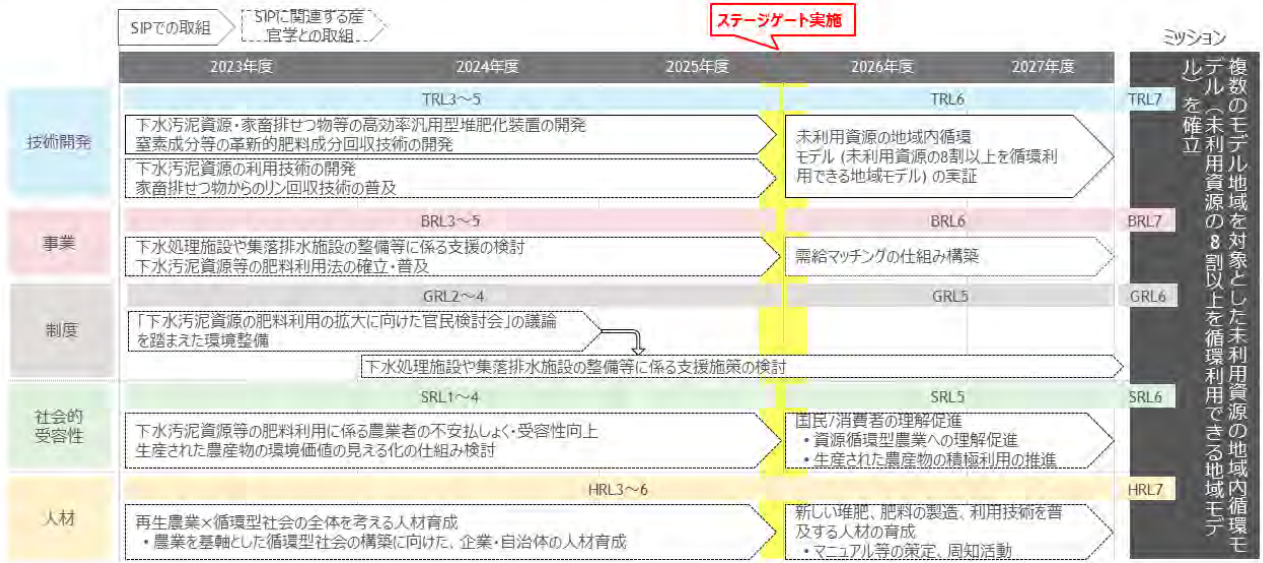
前半は技術開発と事業開発を同時並行で行い、後半は海外展開・スタートアップ育成、国際標準化を推進



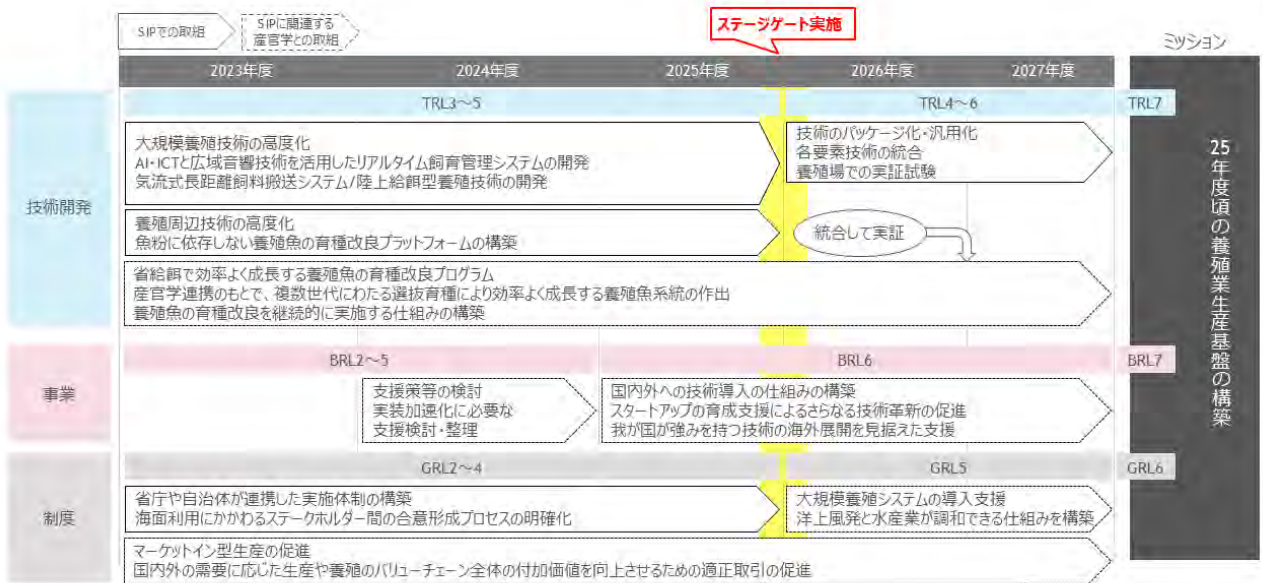
A 植物性タンパク質 (大豆) の育種基盤構築と栽培技術確立: 5つの視点でのロードマップ

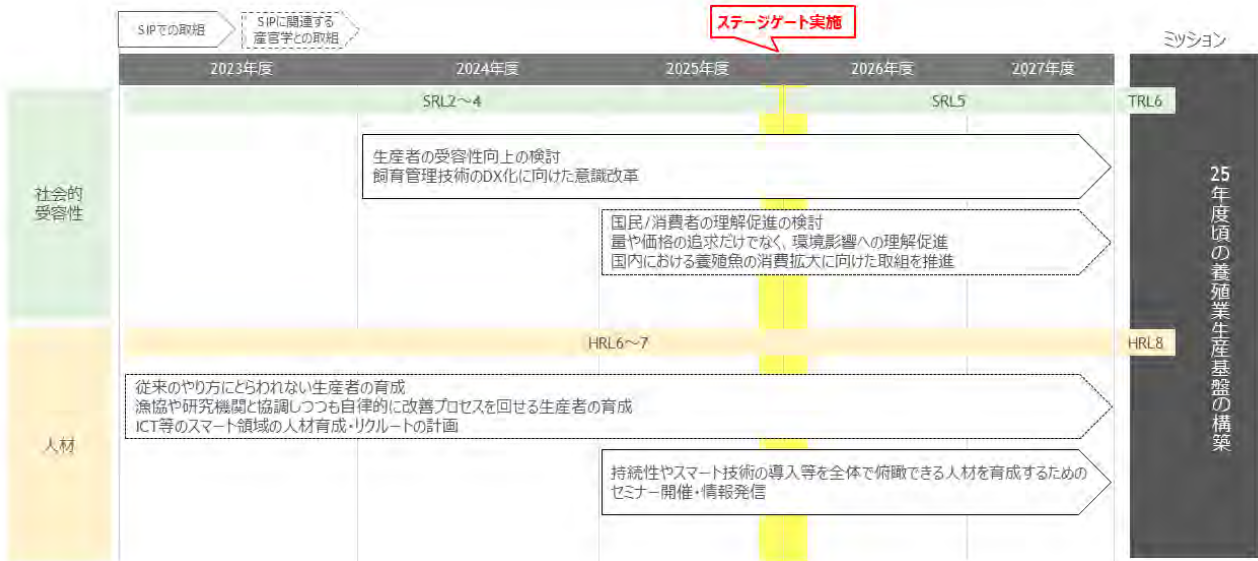


B 肥料の国内循環利用システム構築：5つの視点でのロードマップ



C 動物性タンパク質（水産物）の次世代養殖システムの構築：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

