

## 2 個々の技術の研究開発・実用化・社会実装に向けた 工程表

# 1 資材・エネルギー調達における脱輸入・脱炭素化・環境負荷軽減の推進

## ① 持続可能な資材やエネルギーの調達

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン					
		2020	2025	2030	2040	2050	
営農型太陽光発電、バイオマス・小水力発電等による地産地消型エネルギーマネジメントシステムの構築	温室効果ガス削減		研究開発	実証		社会実装	
バイオマス発電、営農型太陽光発電等により得られた電気・熱の農業経営等への活用や、バイオガス発電の副産物である消化液の液肥利用	温室効果ガス削減 肥料原料の国産化	実証			社会実装		
改質リグニン、セルロースナノファイバー（CNF）等を利用した高性能材料の開発（軽量・高強度・高断熱等）	温室効果ガス削減	研究開発			実証	社会実装	
炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発	温室効果ガス削減	研究開発		実証		社会実装	
木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発	温室効果ガス削減	研究開発		実証		社会実装	

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

## ②地域・未利用資源の一層の活用に向けた取組

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン					
		2020	2025	2030	2040	2050	
農業用水などが持つ流水の熱エネルギー利用に特化した熱交換器の活用（農業ハウス等での利用）	温室効果ガス削減	実証	実証	社会実装			
従来システムよりも効率の良い雪冷熱・産業廃熱を利用した作物栽培・陸上養殖システム（冷暖房機の利用低減）	温室効果ガス削減	実証		社会実装			
地域内の工場等で排出されたCO <sub>2</sub> や廃熱活用した園芸生産システム	温室効果ガス削減	研究開発	実証	社会実装			
昆虫・藻類の生物機能を活用した新規飼料の開発	飼料の国産化	研究開発	実証	社会実装			
食品残渣等を活用した昆虫（コオロギ等）の食品化、飼料化	食品ロス削減 飼料の国産化	研究開発	実証	社会実装			
養殖飼料としての水素細菌の利用技術の開発	飼料の国産化	研究開発	実証	社会実装			
堆肥の高品質化、ペレット化の促進、堆肥を用いた新たな肥料の生産、広域循環利用システムの構築	化学肥料低減 資源循環			社会実装			

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

		タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
技術・取組の内容	貢献する分野					
		<p>温室効果ガス排出量が少なく、低コストな家畜排せつ物処理施設の開発・普及</p>	<p>持続的な畜産物生産 温室効果ガス削減</p>	<p>研究開発</p>	<p>実証</p>	<p>社会実装</p>
技術・取組の内容	貢献する分野					
		<p>家畜排せつ物中の有用物質（窒素、リン等）及びエネルギーの高効率な回収・活用技術の開発</p>	<p>肥料原料の国産化 温室効果ガス削減</p>	<p>研究開発</p>	<p>実証</p>	<p>社会実装</p>
技術・取組の内容	貢献する分野					
		<p>輸入花粉に依存しない国産花粉の安定供給システムの開発や花粉使用量を大幅に削減できる技術の開発</p>	<p>花粉の国産化</p>	<p>研究開発</p>	<p>実証</p>	<p>社会実装</p>
技術・取組の内容	貢献する分野					
		<p>カイロ等の高いタンパク合成能力を活用した高機能非石油繊維等の開発</p>	<p>温室効果ガス削減</p>	<p>研究開発</p>	<p>実証</p>	<p>社会実装</p>
技術・取組の内容	貢献する分野					
		<p>シロアリによる未利用木材の飼料化</p>	<p>飼料の国産化</p>	<p>研究開発</p>	<p>実証</p>	<p>社会実装</p>
技術・取組の内容	貢献する分野					
		<p>改質リグニン等に基づく木質由来新素材の開発</p>	<p>温室効果ガス削減</p>	<p>研究開発</p>	<p>実証</p>	<p>社会実装</p>

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

### ③ 資源のリユース・リサイクルに向けた体制構築・技術開発

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
汚泥や食品残渣等の未利用資源からの高度肥料成分（リン等）回収技術の確立	肥料原料の国産化	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
食品廃棄物・端材を飼料化・燃料化するリサイクル技術	温室効果ガス削減 食品ロス削減 飼料の国産化	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
非可食性バイオマス原料からの高機能バイオプラスチック（生分解性・高強度化）の開発 （農業用マルチ、ストロー、レジ袋、食器など）	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
リサイクルしやすい漁具の検討	温室効果ガス削減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
航空機や自動車の廃材から回収された炭素繊維（CF）の人工海藻への利用（水質改善効果）	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

## 2 イノベーション等による持続的生産体制の構築

### ① 高い生産性と両立する持続的生産体系への転換

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン					
		2020	2025	2030	2040	2050	
<b>(スマート農林水産業の促進)</b>							
ドローンによるピンポイント農薬・肥料散布の普及	化学農薬低減 化学肥料低減 有機農業	研究開発	実証	社会実装			
ドローン等を活用したリモートセンシングによる生育・病虫害管理技術の確立	化学農薬低減 化学肥料低減	研究開発	実証	社会実装			
AI等を活用した病虫害の画像診断システムの開発	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装			
AI等を活用した精緻な病虫害発生予察の確立	化学農薬低減 有機農業	研究開発	実証	社会実装			
AI等を活用した土壌病害発病ポテンシャルの診断技術の開発	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装			
光合成データ等を活用した栽培管理	温室効果ガス削減 化学肥料低減	研究開発	実証	社会実装			

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

		タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
技術・取組の内容	貢献する分野					
効率的な土地改良技術（低コストな施工技術、耐久性向上、漏水防止技術、地下水水位制御システム（FOEAS）の改良等）とAI等を活用した作付体系合理化システムの開発	化学農薬低減 化学肥料低減					
除草ロボット等の開発による雑草防除の省力化	化学農薬低減 有機農業					
群制御型小型ロボットの開発	温室効果ガス削減					
自動化林業機械の開発	温室効果ガス削減					
土壌や生育診断などデータに基づく肥料マネジメント技術の開発	化学肥料低減					
田畑いずれでも耕耘・播種と同時に土壌養分を分析して不足分を施肥する可変施肥技術の開発	化学肥料低減					

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

		タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
技術・取組の内容	貢献する分野					
革新的技術を集約した次世代型閉鎖循環式陸上養殖生産	水産資源の適切管理	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
大規模沖合養殖システムの開発	水産資源の適切管理	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
<b>(化学農薬の低減)</b>						
化学農薬のみに依存しない次世代総合的病害虫管理の確立と現場への実証等を通じた促進	化学農薬低減 有機農業	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
薬剤抵抗性病害虫の発生・拡大の正確かつ迅速な予測技術の確立	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
難防除化している病害虫の効果的な管理技術の確立と現場導入	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
薬剤抵抗性の獲得を抑制できる農薬の開発	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階



技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
病害虫の薬剤抵抗性の発達を抑制する効果的薬剤散布体系の構築	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
GIS（筆ポロゴン等）や経営管理ソフトを活用した病害虫管理技術の最適化	化学農薬低減	実証	社会実装			
ヒトや環境に対するリスクがより低い化学・生物農薬の開発	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装		
天敵等を含む生態系の相互作用の活用技術の開発	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装		
ジャガイモシストセンチュウ防除剤をはじめとする線虫防除技術の開発（植物による孵化促進物質の生産）	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装		
幅広い種類の害虫に有効でかつ経済合理性のある生物農薬の開発	化学農薬低減 有機農業	研究開発	研究開発	実証	社会実装	
RNA農薬の開発	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装		

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
光・紫外線等を活用した害虫防除体系の確立	化学農薬低減 有機農業	実証		社会実装		
超音波や振動を利用した害虫防除の技術開発	化学農薬低減 有機農業	研究開発	実証		社会実装	
先端的な物理的手法（青色半導体レーザー光）や生物学的手法（共生微生物）を駆使した害虫防除技術の開発	化学農薬低減 有機農業	研究開発		実証		社会実装
希少糖（抗菌機能）の活用	化学農薬低減	研究開発	実証		社会実装	
農薬の作用効率を上げる資材、施用技術の開発	化学農薬低減	研究開発		実証		社会実装
バイオスティミュラント（植物の免疫力を高める技術）を活用した革新的作物保護技術	化学農薬低減	研究開発		実証		社会実装
ナノ粒子を用いた農薬送達システムによる革新的植物免疫プログラミング（植物が病害虫に攻撃されたときに示す免疫反応）技術の開発	化学農薬低減	研究開発		実証		社会実装

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
除草の自動化を可能とする畦畔・ほ場周縁の基盤整備	化学農薬低減 有機農業	研究開発	実証	社会実装		
<b>(化学肥料の低減)</b>						
地力維持作物を組み入れた輪作体系の構築	化学肥料低減 有機農業	実証		社会実装		
堆肥等の有機資源を活用した施肥体系の確立と現場実証や取組の拡大	化学肥料低減 有機農業	実証		社会実装		
土づくりの高度化に向けた生物性評価の確立	化学肥料低減 有機農業	研究開発	実証	社会実装		
作物の生育タイミングに合わせた肥効調整型肥料の利用拡大	化学肥料低減	研究開発	実証	社会実装		
土壌微生物機能の完全解明と有効活用による減農薬・肥料栽培の拡大	化学農薬低減 化学肥料低減 有機農業	研究開発	実証	社会実装		

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
<b>(畜産における環境負荷の低減)</b>						
AIやICT等を活用した飼養管理技術の高度化	飼料と家畜排泄物の削減 動物医薬品の削減 温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	実証	社会実装
AI、ICT、ロボティクス等の技術を活用した、飼料生産・作業に係る労働負担の軽減、飼料流通の合理化（完全自動化飼料生産・調製、物流、給餌等）	飼料の国産化	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
放牧を主体とした省力的かつ環境負荷の低い家畜の飼養管理技術の普及	飼料の国産化	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
子実用とうもろこしの低コスト多収性の向上、作付・利用の拡大	飼料の国産化	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
多機能で省力型の革新的ワクチンの開発	家畜疾病の予防 アニマルウェルフェア	研究開発	研究開発	研究開発	実証	社会実装
スマート技術（行動センサ・AI処理）を活用した家畜のアニマルウェルフェア対応型の飼育技術の開発	アニマルウェルフェア	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
ビッグデータ・AIを活用した既存草種の混播・品種選定技術の普及	飼料の国産化	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
<b>(その他)</b>						
藻類、動植物細胞を用いた循環型組織培養による食料生産	温室効果ガス削減 化学農薬低減 化学肥料低減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

## ②機械の電化・水素化等、資材のグリーン化

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン					
		2020	2025	2030	2040	2050	
農業機械・漁船の電化、水素化等	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	実証	社会実装	
省エネ型漁船への転換（LED集魚灯の導入）	温室効果ガス削減	社会実装	社会実装	社会実装	社会実装	社会実装	
ハイブリッド型施設園芸設備の導入（ヒートポンプ）	温室効果ガス削減	社会実装	社会実装	社会実装	社会実装	社会実装	
ゼロエミッション型園芸施設の導入（高速加温型ヒートポンプや高効率蓄熱・移送技術、放熱抑制技術の開発）	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	実証	社会実装	
耐久性等に優れた生分解性生産資材（マルチ資材、ハウス被覆資材、被覆肥料、生分解性サイレイジ用ラップフィルム等）の開発	プラスチック廃棄物削減	研究開発	研究開発	実証	実証	社会実装	
生分解性プラスチック製漁具の開発	プラスチック廃棄物削減	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装	
省エネ・低消費電力のパワー半導体等の次世代技術の導入	温室効果ガス削減	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装	

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

### ③地球にやさしいスーパー品種等の開発・普及

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
<b>(温室効果ガスの排出削減)</b>						
CO <sub>2</sub> 吸収能の高いスーパー植物の安定生産	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	実証	社会実装
土壌微生物機能を利用した温室効果ガスの発生抑制技術の開発	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	実証	社会実装
水田からのメタン排出を抑制する低メタンイネ品種の開発	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
水田の水管理によるメタン削減	温室効果ガス削減			社会実装	社会実装	社会実装
ほ場からの温室効果ガス排出状況・削減効果を評価するシステムの開発	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
家畜排せつ物由来のN <sub>2</sub> Oを削減するアミノ酸バランス改善飼料の開発	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
牛げっぷ（消化管内発酵）由来メタン排出を抑制する飼料の開発 発・ルーメン環境制御技術	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
微生物機能を活用した乳用牛のメタン削減生産システムの開発	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
養豚汚水浄化処理由来N <sub>2</sub> Oを削減する炭素繊維リアクター	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装
GHGと水質汚濁物質を削減する生物的硝化抑制（BNI）能強化品種の開発	温室効果ガス削減 化学肥料低減	研究開発	研究開発	実証	社会実装	社会実装

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
(その他)						
土壌病害抑制機能を有する微生物と病害抑制植物による土壌伝染性病害の防除技術の確立（ダイズ）	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装		
複数の主要病害に対する抵抗性を有し、かつ、生産性や品質が優れた品種の開発	化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装		
耐暑性、耐湿性、耐倒伏性、耐病虫害性及び収量性を向上させた高機能な品種開発	化学農薬低減 気象災害の回避	研究開発	実証	社会実装		
高い抗病性を有する家畜育種・改良	動物医薬品削減	研究開発	実証	社会実装		
飼料利用性の高い家畜の改良（少ない餌でよく太る等）	飼料と家畜排泄物の削減 動物医薬品の削減 温室効果ガス削減	研究開発	実証	社会実装		
高速フェニミクスを活用した育種技術等の開発	温室効果ガス削減 化学肥料低減 化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装		

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階



#### ④ 農地・森林・海洋への炭素の長期・大量貯蔵

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン					
		2020	2025	2030	2040	2050	
農地土壌へのバイオ炭の投入技術の開発	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	実証	社会実装	
堆肥、緑肥等有機物の施用による土づくり	温室効果ガス削減 化学肥料低減 有機農業	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装	
高層建築物等の木造化の普及拡大	温室効果ガス削減	研究開発	研究開発	実証	実証	社会実装	
再造林や木材利用の推進による人工林資源の循環利用の確立	温室効果ガス削減			社会実装			
早生樹やエリートツリーの利活用	温室効果ガス削減	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装	
藻場・干潟等による炭素固定技術の開発 (ブルーカーボン)	温室効果ガス削減	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装	

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

### ⑤労働安全性・労働生産性の向上と生産者のすそ野の拡大

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン					
		2020	2025	2030	2040	2050	
傾斜地での作業をサポートする電動式・移動式作業台車・運搬車の開発	労働安全	研究開発	実証		社会実装		
危険な作業や営農管理等を代行する機械・機器の自動化	労働安全	研究開発	実証		社会実装		
AI等を活用した生産条件（環境、病害虫の発生）の変化の予測、それに即した品目・品種の転換、土壌・生育診断、収量・品質等の営農を総合的に管理できるサポートシステムの開発	化学農薬低減 化学肥料低減	研究開発	実証		社会実装		

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

### 3 ムリ・ムダのない持続可能な加工・流通システムの確立

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
AI・ロボット等の次世代技術導入による食品製造の自動化・リモート化	食品ロス削減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
色彩選別機の精度向上等による穀粒の精緻な品質管理技術の開発	食品ロス削減 化学農薬低減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
熱源を利用しない乾燥調製方式（効率的な自然乾燥等）やバイオマス（もみ殻、稲わら、地域特産物の副産物等）を活用した効率的なバイオエタノール生産及び熱風発生等の技術開発	食品ロス削減 温室効果ガス削減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
防カビ効果を有するなど新たな機能性包装資材の開発	食品ロス削減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
植物・微生物タンパク質から発酵などのバイオ技術を利用して保存性に優れた新食素材を開発	食品ロス削減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装
魚類の革新的凍結・解凍技術の開発	食品ロス削減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン				
		2020	2025	2030	2040	2050
野菜・果実の生産から流通・消費にいたるデータ連携による流通の効率化、高付加価値化	食品ロス削減	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装
3Dフードプリンタ等に適した余剰農産物の粉粒体化技術の開発と規格標準化	食品ロス削減	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装
食材のおいしさデータ等と連動した3Dフード・プリンティング技術の開発とパーソナライズド食品の提供	食品ロス削減	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装
3Dフードプリンタに適用可能な粉末野菜など未利用食資源の食材化	食品ロス削減	研究開発	実証	実証	社会実装	社会実装

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階

## 4 環境にやさしい持続可能な消費の拡大や食育の推進

技術・取組の内容	貢献する分野	タイムライン					
		2020	2025	2030	2040	2050	
タンパク質摂取過多の是正が環境にもやさしいことを「食の窒素フットプリント」指標を用いて見える化	食育の推進 食品ロス削減	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装	
個人の健康状態の指標作出と計測デバイスの開発	ヘルスケア	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装	
個人の栄養・健康状態の見える化技術の開発	ヘルスケア	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装	
個人の栄養・健康状態に応じた層別化食の開発	ヘルスケア	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装	
個人ヘルスデータ(遺伝子、マイクロバイオーム、メタボローム、習慣等)、食品・食事中含有成分網羅解析データとの統合とAI解析によるセルフレア食のデザイン技術の開発	ヘルスケア	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装	
3Dフードプリンター等を用いたデータ駆動型加工調理システムによる未来型セルフレア食の創出	ヘルスケア	研究開発	実証	社会実装	社会実装	社会実装	

【定義】○研究開発：技術の研究～開発段階 ○実証：普及に向けた調整段階 ○社会実装：社会に広く普及する段階