

・ ムーンショット研究が目指すべき方向

-2. 自然界に存在する生物機能を究極活用し、水・肥料等の資源制約を克服

ミッション目標例

2050年までに生物多様性を増大させる農業を地球規模で実現

-2-1. スーパー農作物等の開発
(サイバー育種)

-2-2. 土壌微生物環境の完全制御
(化学肥料ゼロ)

-2-3. 昆虫等の完全制御
(農薬ゼロ)

-2. 自然界に存在する生物機能を究極活用し、水・肥料等の資源制約を克服

- 育種のサイバー化によって、野生種の「強靭さ」を短期間に栽培種に取り込み、農作物やバイオマス植物の環境適応力を格段に高める。
- 化学肥料・農薬ゼロの新たなソリューションの確立を目指し、農林水産業の持続化と生物多様性の保全・増大の両立を図る。

【現状・課題】

野生種が持つ環境適応遺伝子(耐乾性等)を栽培種に取り込む必要性。
育種・微生物機能・作物と微生物の相互作用機構を最大活用することによる、メタン・窒素・リン制御と肥料等の資源制約克服と温室効果ガス削減の必要性。
農薬に依存した病害虫・雑草防除から脱却し、持続的な農業生産と生物多様性の保全・増大を両立する必要性。

【挑戦すべき研究開発の方向】

未来の環境に適応した作物をサイバー空間でデザインできる育種システムの構築。
共生微生物や土壌微生物を完全制御。
農薬ゼロを可能にする新たな病害虫・害獣・雑草防除技術の開発。

【2050年の目指すべきイメージ】

環境適応力の高いスーパー農作物

- ・1万年かかって作出された農作物を10年単位で創出
- ・無肥料・無農薬・劣悪環境下で育つ革新的品種を育成

土壌微生物環境を完全制御し、化学肥料ゼロ

- ・メタン・窒素・リンの微生物による完全制御で無駄ゼロの効率的な食料生産と温室効果ガス削減を両立
- ・頑健作物の創出による生産性の飛躍的向上、劣悪環境でのバイオマス生産

自然界の生物機能を最大活用し、農薬ゼロ

- ・生物多様性保全と病害虫・害獣・雑草防除を両立
- ・防除の労力・コストを大幅削減

-2-1. スーパー農作物等の開発(サイバー育種)

○ 農林水産物の遺伝子機能を全解明し、サイバー空間で農作物等をデザインするサイバー育種システムを構築する。未利用遺伝資源を最大活用し、環境条件に応じ、必要な環境適応遺伝子を自在に付与した、スーパー農作物を迅速に創出する。

フェノーム拠点整備



表現型計測の標準化

農作物の形質・遺伝子情報等
ビッグデータの蓄積



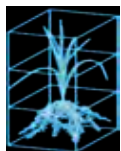
ビッグ
データ

サイバー育種

標準化されたビッグ
データの供給



育種ビッグデータ



モデルの検証と実証



AIによる作物の
デザイン

スーパー農作物のデザイン
育種・栽培のシミュレーション



農作物の
迅速創出技術



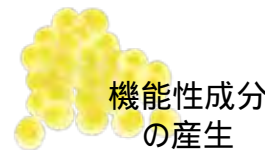
ゲノム編集による
有用遺伝子への
多彩な変異導入

スーパー農作物・植物の創出

砂漠、海水域など不毛もしくは未利用な領域で栽培が可能な高CO₂固定作物開発



機能性成分産生や土壌有害成分等の
吸収能力をもつ作物開発



機能性成分
の産生



有害物質の
吸収・除去

未利用遺伝資源の
最大活用

野生種から1万年
かかった育種を
10年で達成する

-2-2. 土壤微生物環境の完全制御 (化学肥料ゼロ)

○ 土壤中の微生物環境を完全解明。共生微生物や土壤中の有用微生物の最大活用により、農作物生産に最適な土壤環境を創出し、化学肥料ゼロを目指す。

技術革新:

- ・次世代シーケンサー
- ・AI・ビッグデータ解析
- ・微生物培養技術



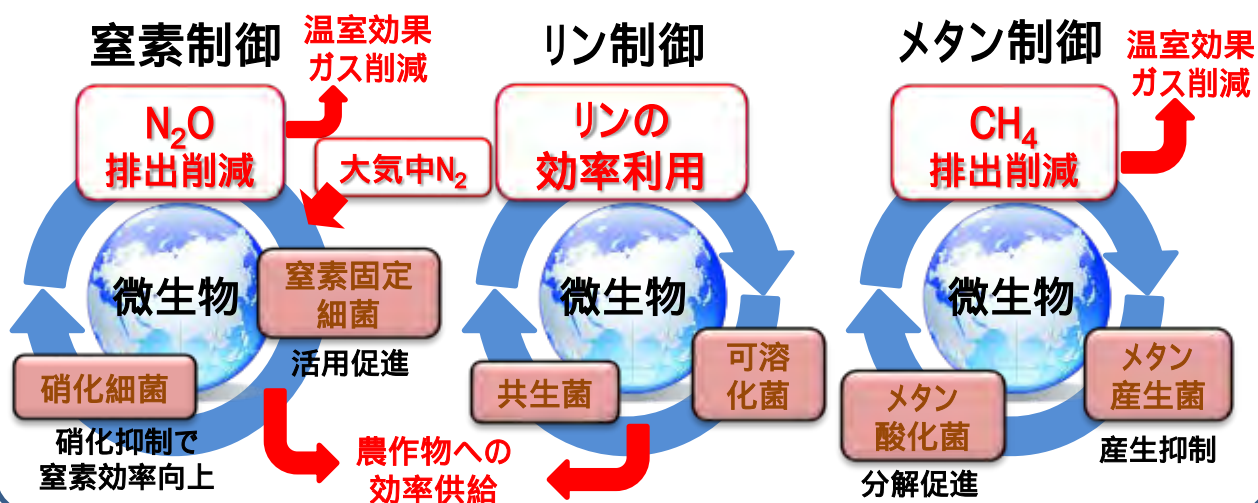
有用微生物の探索同定
ビッグデータの収集・解析



AIによる微生物デザインや
微生物制御法開発



微生物の最大活用により肥料効率を最大化し温暖化防止にも貢献



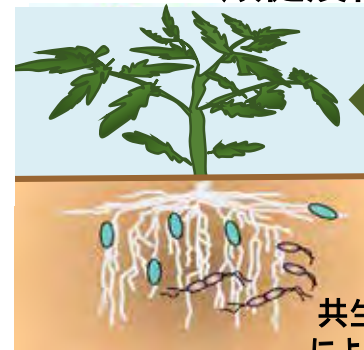
スーパー微生物創出



- ・土壤中カリウムの利用促進
- ・プラスチックや有害物質の除去・分解



頑健農作物の創出



微生物との共生能力の
高い作物育種

化学肥料ゼロ
化学農薬ゼロ
病虫害ゼロ
劣悪環境栽培

化学肥料ゼロの農業を実現

-2-3. 昆虫等の完全制御(農薬ゼロ)

○ 我が国の「強み」であるロボット技術やバイオテクノロジー等を駆使することにより、新たな病害虫制御技術等を確立して農薬ゼロの農業を目指し、生物多様性保全との両立を図る。

AI、ロボット等をフル活用した防除法

超音波等で害虫を忌避・侵入阻止するロボット



超音波、忌避音等であらゆる害虫の植物工場や圃場への侵入を阻止

圃場で雑草から害虫まで防除するロボット



水田用の合鴨型ロボット 畑地用の鳩型ロボット

害虫や害獣を個別に認識し撃退するロボット



どんな害虫も見つけて捕食するロボット

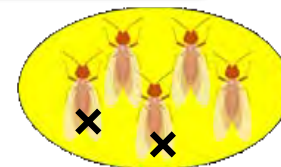


24時間働く待ち伏せクモロボット

生物機能をフル活用した防除法

共生細菌による遺伝性操作で害虫を根絶

昆虫の体内に共生する微生物を利用



雌だけになり絶滅

遺伝的な不妊化法で不妊虫を大量生産・放飼

様々な環境や害虫に使えるスーパー天敵育種



ウリミバエ

ムシを放してムシを殺す



暑さに強い天敵

害虫・害獣の調査から防除まで統合した技術で、農薬ゼロの農業を実現

・ ムーンショット研究が目指すべき方向

-3. 食料のムダを無くし、環境・健康に配慮した合理的な食料消費を促すソリューション開発

ミッション目標例

2050年までにフード・ロスをなくし、全ての人々に必要な食料を効率的に届ける

-3-1. 健康・嗜好に応じたパーソナライズド食品
(リユース)

-3-2. 物流、品質、個人情報駆動によるAIサプライチェーンの確立
(リデュース)

-3-3. 食品廃棄物等の残渣ゼロに向けた新たなソリューション
(リサイクル)

-3. 食料のムダを無くし、環境・健康に配慮した合理的な食料消費を促すソリューション開発

- パーソナライズド食品製造技術の確立やAIを活用した需給調整システム等により、食品ロスが生じないソリューションを開発する。
- これにより、地産地消・半自給自足の消費行動をグローバルに推進する。

【現状・課題】

生産・流通段階における**廃棄農産物・食品の多くは**、鮮度の劣化等による**需給ミスマッチ**に起因。

需給をリアルタイムにマッチングさせる仕組み(商流)と、迅速に配達できる物流システムが必要

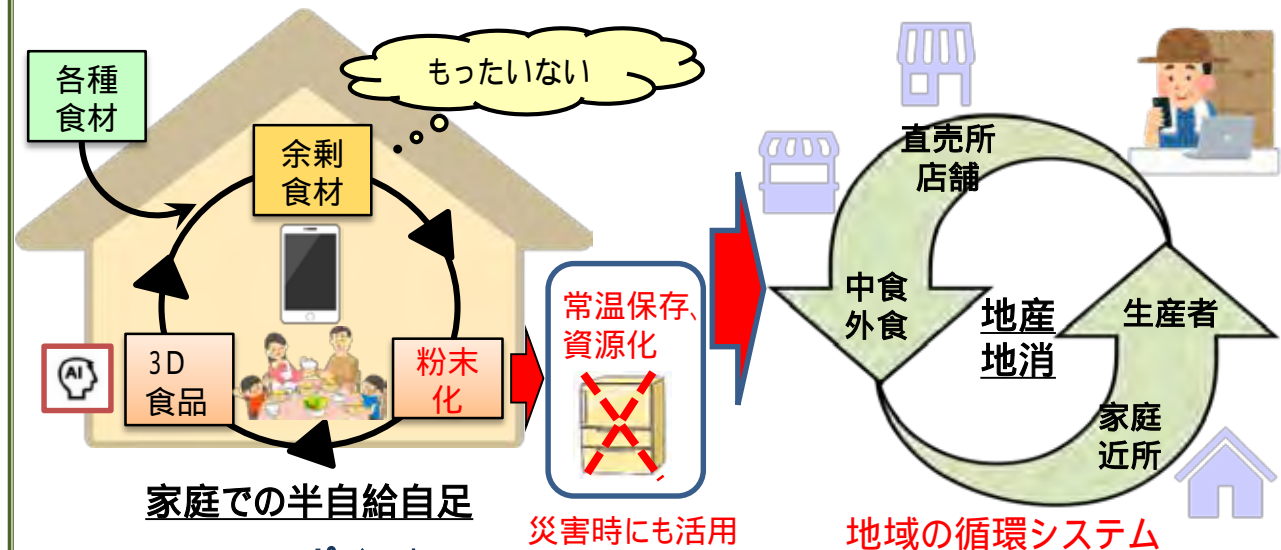
食品ロスの半分は、家庭から発生。

余剰食品の長期保存や家庭での再加工が可能となる新たなソリューションが必要。

【挑戦すべき研究開発の方向】

各家庭で、健康・嗜好に応じたパーソナライズド食品を加工できる技術。(リユース)
AI需給予測に基づくバックキャスト型サプライチェーンの確立。(リデュース)
食品廃棄物等の革新的なリサイクル技術。(リサイクル)

【2050年の目指すべきイメージ】



ポイント

余剰食材の減容・粉末化
食材品質情報のデータ化
AI自動調理による3D食品の再現
健康・嗜好情報のビッグデータ化

パーソナライズド食品、家庭での半自給自足、食料の完全循環型社会を実現

フードロスゼロ、持続可能社会の実現

-3-1. 健康・嗜好に応じたパーソナライズド食品(リユース)

○ 各家庭から発生した余剰食品等を、個々人の健康状態や嗜好に応じ、好みの食品に自在に再加工できる技術を確立し、健康・環境に配慮した合理的な消費行動を促進する。

農産物・余剰食材

高タンパク米
食物繊維、ポリフェノール残存
余剰食材

粉体・分別化

粉体技術

蛋白 脂質 ミネラル 香気成分

AI-3D調理アプリによる個人の健康状態ごとのオンデマンド型個食の提供

AIシェフマシンの開発

植物性ステーキ
生果実
植物性鰻重

先端技術によるおいしさ解析

品質情報
視覚 嗅覚 聴覚 味覚 触覚
脳科学的アプローチ
嗜好おいしさ情報
健康情報 (血圧 血糖値)
VR情報
レシピ情報
高年齢者食、おふくろの味再現
各種災害食への対応

ポイント

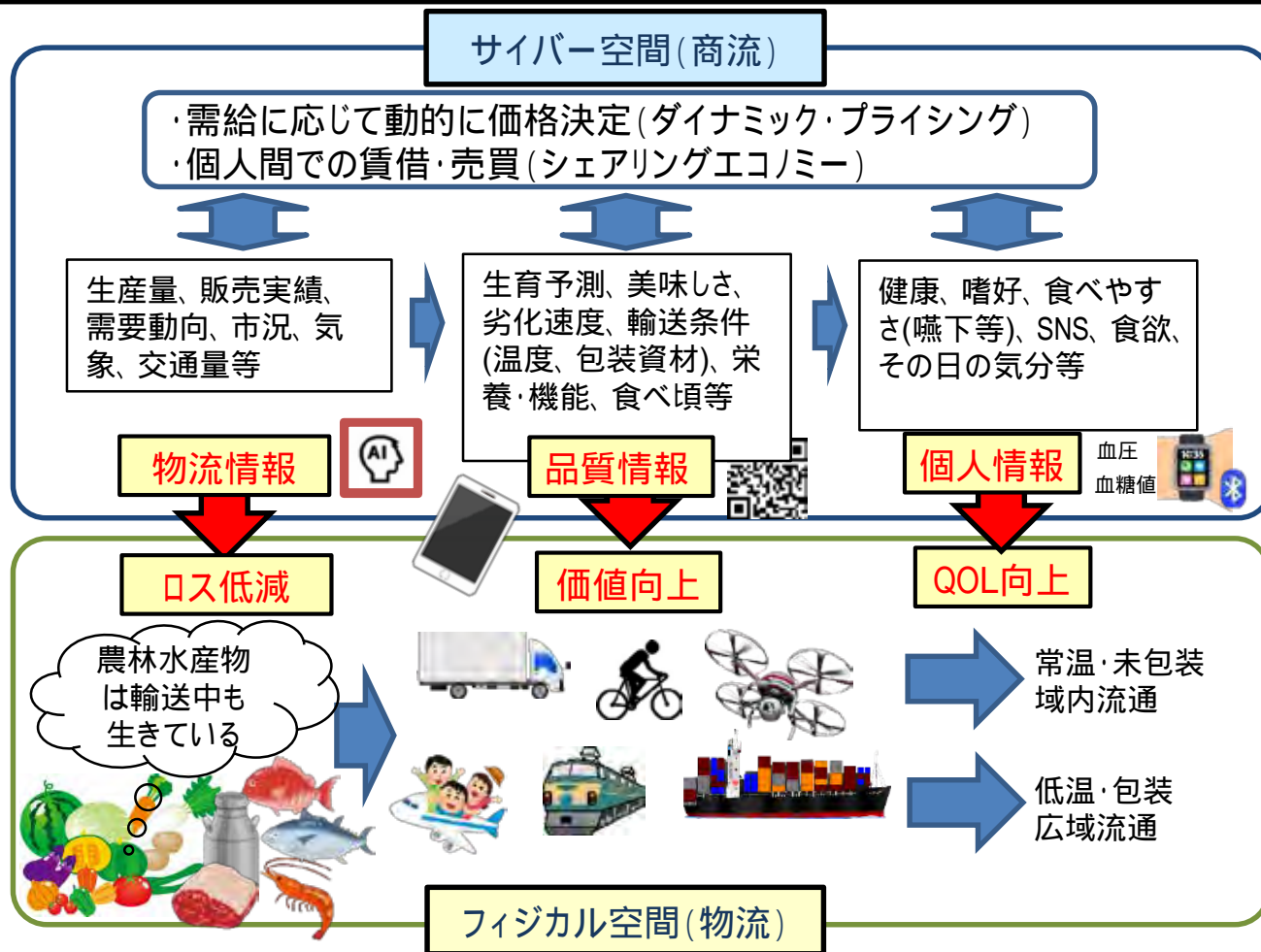
- 乾燥・粉砕技術等による食材の減容・粉末化
- 先端技術による健康・嗜好・食材の高度計測及びAIビッグデータ解析
- 粉末による3D再現・調理加工技術の開発

災害食のQOL向上

個々人の健康・嗜好に応じ、余剰食材等を自在に再加工

-3-2. 物流、品質、個人情報駆動によるAIサプライチェーンの確立(リデュース)

○ サイバー空間(商流)・フィジカル空間(物流)のリアルタイム融合及び最適化により、需給のミスマッチを完全解消し、生産・流通段階における食品ロスをゼロにする。



ポイント

サイバー空間での需給の瞬時マッチング
 物流情報により最適な交通手段・ルートを決し、食品ロスを削減
 品質情報により最適な輸送条件(温度、包装)を決し、収穫し立ての鮮度を提供
 個人情報により健康・嗜好や年齢に応じた最適な食材を提供し、QOLを向上

病患者用災害食へも対応

サイバー空間情報を駆使して食品ロスゼロ、価値向上及びQOL向上を実現

【ImPACT成果等の異分野技術の活用】

○ 膨大な商流・物流情報からマッチングの最適化を図るビッグデータ処理システムの開発 (ImPACT 原田博PM)

-3-3. 食品廃棄物等の残渣ゼロに向けた新たなソリューション(リサイクル)

○ 昆虫等が有する高いタンパク質合成能力を活用し、食品残渣等をバイオ燃料や水産養殖用資源等に転換して新産業を創出するとともに、広大な海洋空間を利用した養殖漁業を振興する。



まとめ ムーンショット研究が目指すべき方向

食料供給量の拡大と地球環境保全を両立させる 食料生産システムの創造



1. 強靱な農林水産システム

生産性の飛躍的向上

農林水産業完全自動化

スーパー作物創出

自然災害による被害の最小化

2. 生物多様性の 活用と環境保全

地球温暖化防止

肥料・農薬ゼロの究極持続農法

3. フード・ロス防止

パーソナライズド食品

廃棄物の完全リサイクル



現状の問題

世界人口の
増加

食料需要量
の増大

フード・
ロス

地球温暖化

生物多様性
の減少

自然災害
の増大

參考資料

- 11. 緑の革命の効果と懸念

- 1950年代に進められた「**緑の革命**」により、**農業生産量は3倍以上**に増加したが、同時に**地球環境への影響**も発生。今後、**農業就業人口が減少**し、**食料供給の不安定化**も懸念。
- 今後、食料供給量の拡大と地球環境保全を両立する**食料・農林水産業のイノベーション**を起すことが不可欠。

[1950年代～]

緑の革命

- 高収量品種の導入
- 化学肥料の大量投入
- 農薬等による病虫害防除
- 灌漑設備の整備、農作業の機械化等

プラス面

- **農業生産量は1960年から2015年にかけて3倍以上に増加**
- **栄養不足人口の減少**

マイナス面

- **過度な施肥**による土壌や地下水の劣化
- 農薬による**生物多様性**への影響
- **温室効果ガス**の増加
- 灌漑農業の普及による**地下水枯渇の進行** 等

新たな懸念

- **農業就業人口が減少**し、**食料供給が不安定化**

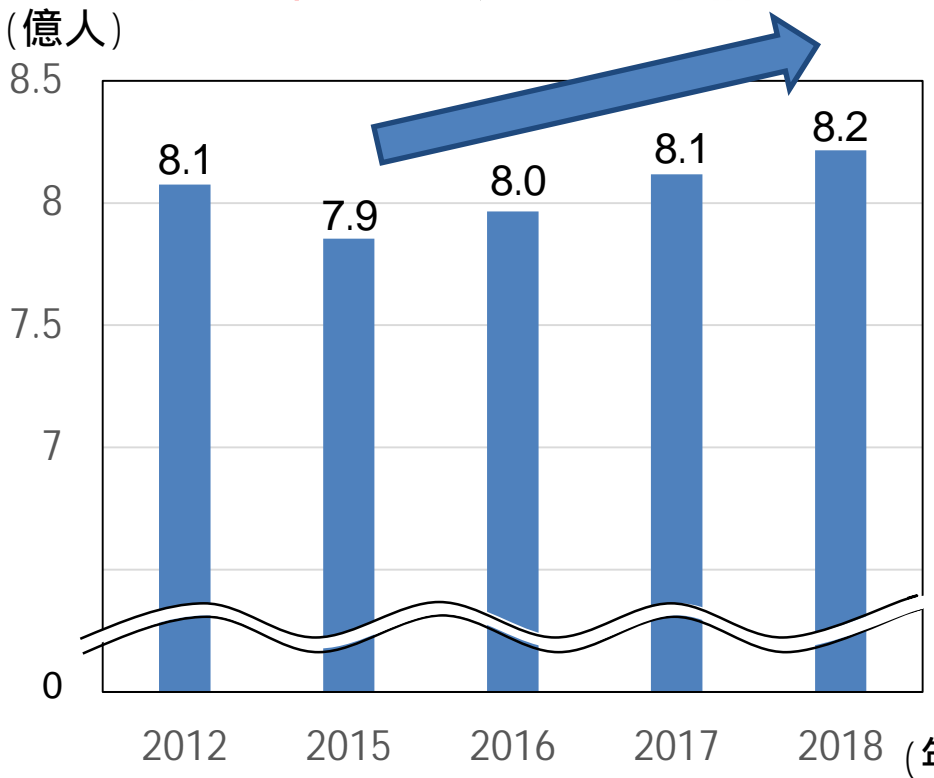
[これから]

食料供給量の拡大と地球環境保全を両立する食料・農林水産業のイノベーション

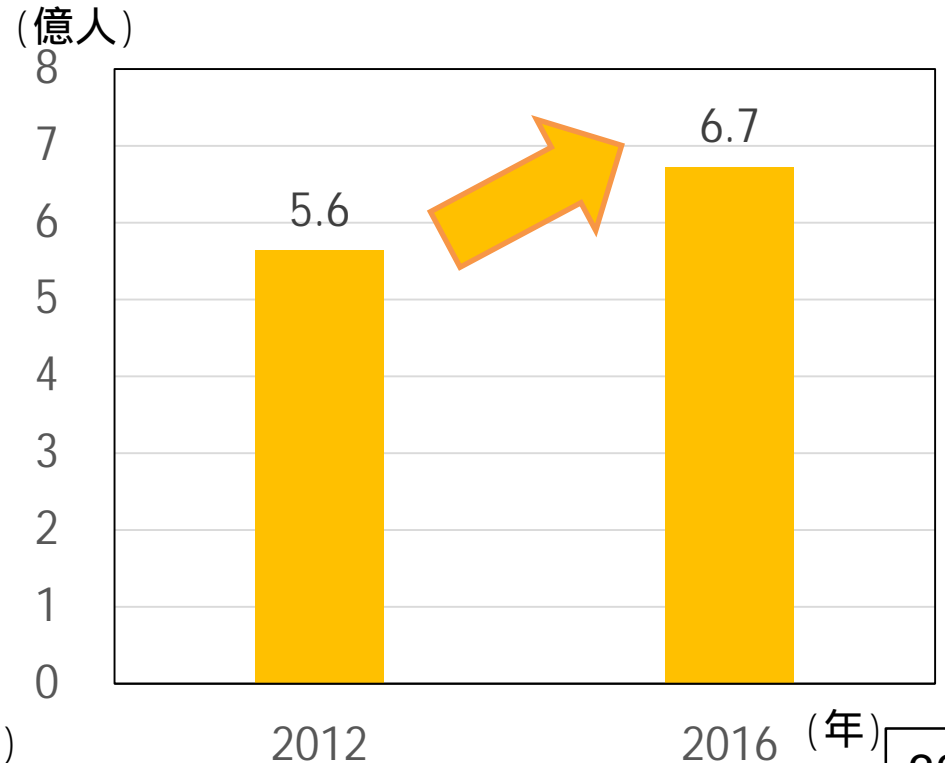
- 12. 食料消費の実態 (栄養不足・肥満)

- 世界の栄養不足人口は減少傾向で推移していたが、2015年以降増加に転じ、2018年には8億2千万人を超えている。
- 一方で、成人の肥満は世界的に悪化しており、2016年は世界の成人のおよそ8人に1人が肥満(13%、6億7千万人に相当)となっている。

○ 世界の栄養不足人口
 2018年の**栄養不足人口**は
8億2千万人を超えると推計



○ 世界の肥満成人人口
 2016年の**肥満成人人口**(18歳以上、
 BMI 30)は**6億7千万人**



- 13. 森林による食料供給や地球環境保全に対する貢献

参考

- 森林は、河川流量の安定、水源の涵養などを通じて、農業用水の安定供給に資するとともに、雨水が森林土壌に浸透し、水質を浄化することで、漁場の保全にも寄与。
- さらに、光合成により大気中の二酸化炭素を吸収することで、地球温暖化を緩和する効果もあり、森林の適切な管理により、食料供給や地球環境保全に貢献。



林業白書、林野庁ホームページを参照して作成

森林の適切な管理により

食料供給量拡大

地球環境保全

に貢献