

2016.12.12

ワークショップ「フューチャーグリーン」
@ TKP 市ヶ谷カンファレンスセンター

農村超スマート社会をめざして ー地域の管理技術学としての農業農村工学ー



溝口 勝
東京大学
(農業農村工学会)



農業農村工学分野における 「3つの力と1つの価値」

農業農村工学講演要旨検索システム <http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/annuals.html>

	環境保全(338)	エネルギー供給 (5)	食料・産品供給(0)	地域活性 (32)
	環境保全(338)	エネルギー(167)	食料(44)	地域(1427)
1. 観察する	3	2	0	8
2. 解析する	12	17	1	117
3. 予測する	9	3	4	55
4. 創造する	4	0	0	6
5. 支援する	13	1	1	63
6. 評価する	52	29	9	238
7. 制御する	7	5	3	22
8. 管理する	58	25	13	314

農業農村工学分野は「地域の管理」、「地域の評価」に関する研究が多い

農業農村工学分野のキーワード

JSIDRE タグクラウド

農業農村工学会全国大会講演要旨の重要キーワードです。単語数50 300 3000 年度別 説明

() - / セン断試験 **ため池** ため池堤体 アンケート調査 コンクリート コンクリート水路 システム ダム データ **モデル** モデル化 リン 圧縮性
安全性 安定性 移動 維持管理 **影響** 温暖化 温度化 **可能性** 河川 河川水 河川水質 課題 **解析** 解析手法 改良 開水路 開発
活性化 活動 乾燥 **環境** 環境特性 環境負荷 環境保全 環境要因 **管 管理** 管路 観測 関係 関係性 関連性 含水比 機能 規模 技術 挙動 魚類
強度 強度特性 景観 系 経済性 計画 **検討 研究** 研究(現地調査) **効果** 工法 構造 構造物 洪水 降雨 降雨量 降水量 混合土 砂 再現
性 栽培 材料 山間地域 施工 施設 **試験** 資源 事業 事例 式 **実験** 実態 取水量 手法 種集落 住民 循環灌漑 処理 処理水 硝酸態窒素 情報 条
件 状況 状態 蒸発量 植物 浸透 浸透水 浸透量 推定 **水** 水位 水移動 水田 **水環境 水管理** 水管理システム 水資源 **水質** 水質環
境 水質浄化 水質浄化機能 水質調査 水質特性 水質濃度 水需要 **水収支 水循環** 水生産性 **水田** 水田地域 水田土壌 水土 水部 **水分**
水分移動 水分特性 水分分布 **水分量** 水文 水文環境 水利施設 水利用 水利用効率 水理 水理実験 水理特性 水理模型実験 **水路** 水路環境 数値解析
数値実験 性 **整備** 生産 生産性 生息 生息環境 生態系 生物 生物多様性 設計 層 増加 測定 多面的機能 多様性 対策 **対象** 帯水層 湛水 湛水水
田 値 地 **地域** 地域環境 地域資源 地域住民 地域性 地域用水 地下水位 地下水水質 地下灌漑 地区 地震 地盤 地表水 **窒素** 窒素収支 窒素
濃度 **調査** 調査地 低下 堤体 底泥 適用性 **土 土壌** 土壌環境 土壌構造 土壌侵食 土壌水 **土壌水分 土壌水分量** 土壌特性
土壌物理性 土壌面 土水路 土性 土層 土地改良 土地利用 土粒子 透水係数 **透水性 特性** 熱 熱伝導率 粘土 **濃度** 農家 **農業** 農
業水利 農業水利施設 農業水路 農業農村整備事業 **農業用水** 農業用水路 農業用排水路 農村 農村環境 農村地域 **農地** 農地土壌 **排水** 排水機能
排水性 排水量 排水路 畑地 発生 比被害 必要性 **評価** 負荷 負荷量 物質 物理性 分析 分布 分布型水循環モデル **変化** 変動 保水
性 **保全** 圃場 圃場整備 圃場整備事業 方向性 方法 法面 飽和透水係数 面 模型実験 目的 有効性 有効利用 湧水 予測 用水 用水管
理 用排水路 要因 要素 **利用** 利用可能性 流 流れ **流域 流出** 流出モデル 流出解析 流出特性 流出負荷 流出負荷量 流出率 流出量 流量
量 灌漑 灌漑システム 灌漑管理 灌漑期 灌漑水 灌漑水量 灌漑地区 灌漑農業 灌漑農地 灌漑用水

(C) JSIDRE

<http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/annuals.html>

20年前にまとめていた「FORE2050」

Food Rural Earth 2050

- 先導的挑戦

- 1997年3月に食料・田園・地球2050委員会（農業農村工学会）
- 学会の中堅・若手の多くの研究者・技術者が2年の歳月をかけて作成
- 学会のビジョン「新たなく水土の知」の定礎に向けて－生命をはぐくむ農業・農村の創造－

- 2050年の意味

- 21世紀に私達が求めること＝地球人口の爆発的な増加に見合った食料生産そして健全な環境形成が地球規模でも地域規模でも十分に満たされてほしい
- 将来に望まれる地域の形成に向けて蠢動が始まっている
- 2050年の地域像を創造し、学術として何が必要かをまとめた

- 5項目の視角

- 科学技術の加速度的、衝撃的な進歩は想像に絶する
- 難解な分析に挑戦し、地域形成にあたって中心的な事項
- ①情報・交通、②安全、③農業生産基盤、④物質循環、⑤地域管理

- ビジョンの形成

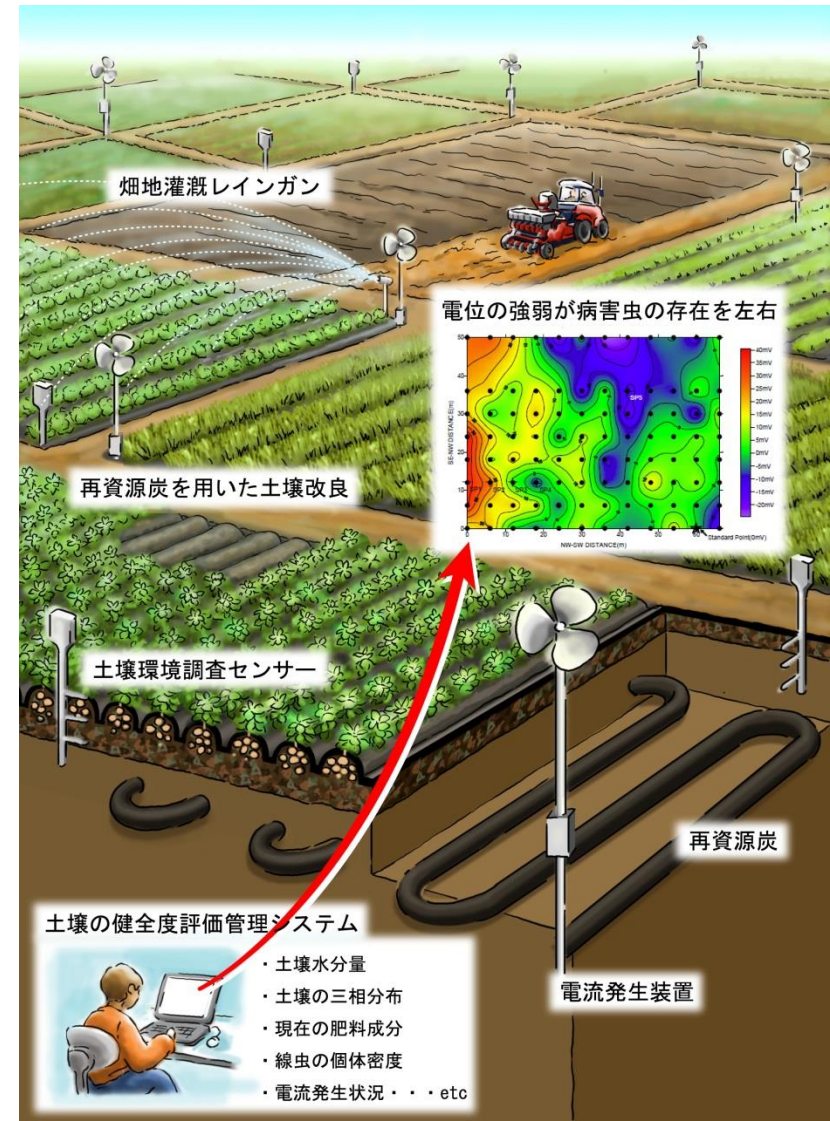
- 1.グローバルズムへの対応
- 2.農業生産環境の一層の整備
- 3.農村地域における環境管理の主体とその担い手



1. 豊かなグリーンがもたらす2050年の社会

(1) 産業としての農業

- ①IoT技術により**無人化・自動化**による農業生産から加工まで可能な農業
- ②気候変動予測に対応した品種に応じた**水・土壌管理**による生産の最大化
- ③社会資本の**自己治癒機能**によるメンテナンスフリー化施設
- ④**再生エネルギー**による農業用動力源の供給システムの完備
- ⑤農業用機械専用の車庫から専用農道、ほ場までの**完備された農地**
- ⑥地域の**水循環、資源循環**が健全に行われ、**環境負荷**の少ない農業



(2) 地域としての農村

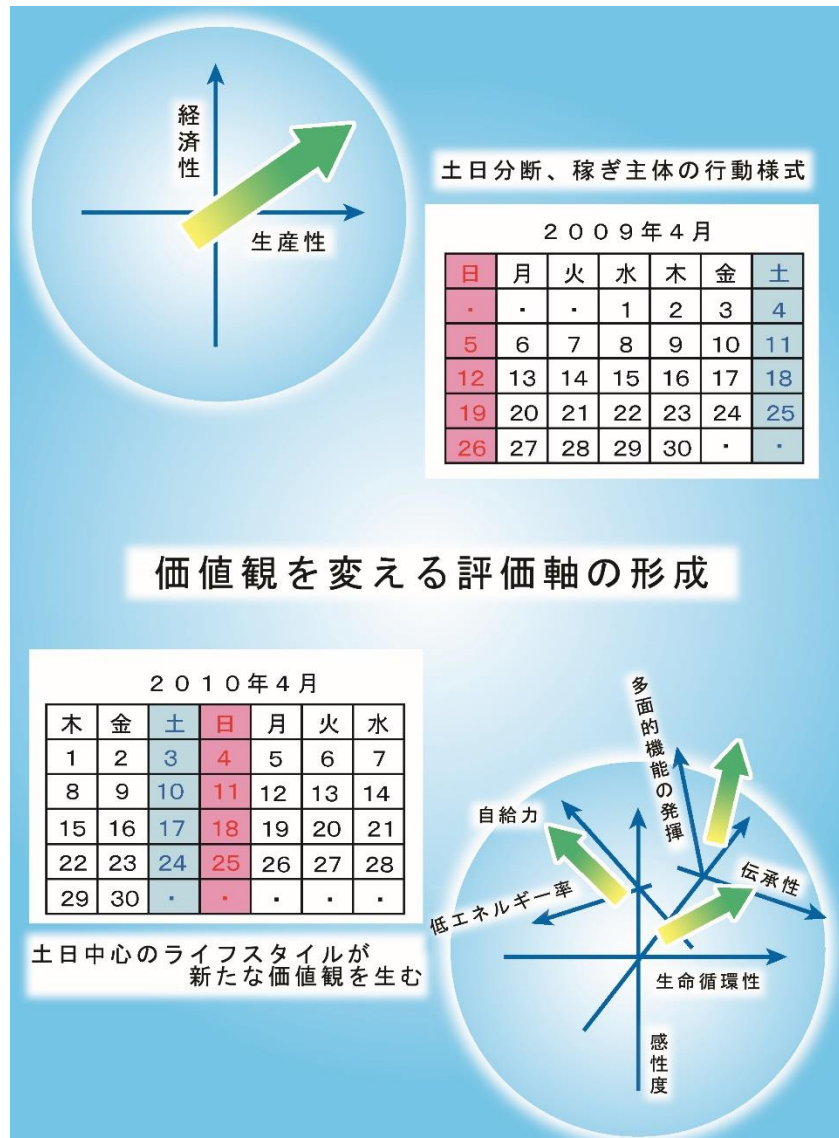
①人口が維持・向上する姿が必要。そのため人、物が**農村**に向かい、**情報を発信**する**多様な価値観**の転換が生まれる地域

②**一家族二居住**、都市と農村。外国人も参画。平日は農村に子どもを含む若い世帯が住み、週末は親の介護も対応する利便性から都市に住む。在宅勤務が常態化する豊かな**ライフスタイル**

③多様な**コミュニティ形成**機能のある地域と多面的機能を享受できる農村環境

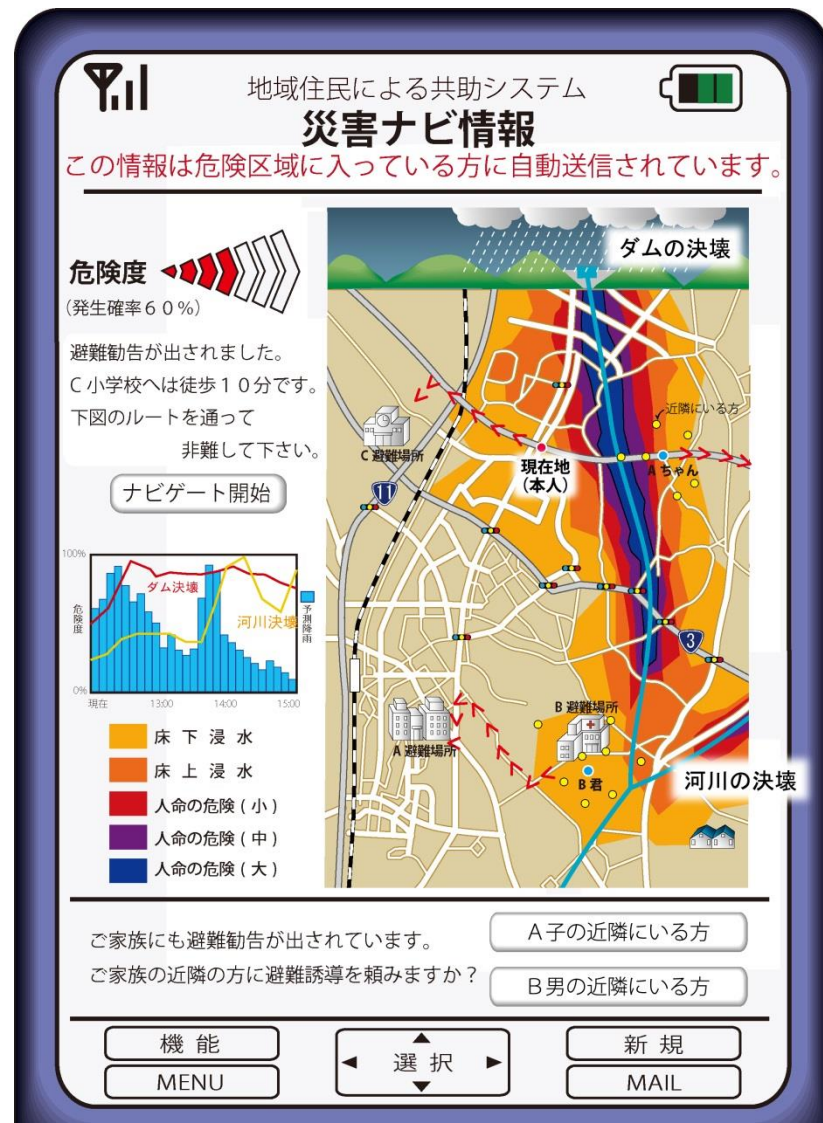
④バイオマス、小水力、地熱等を活用した**地域エネルギー自給**農村

⑤地域固有の資源を活用した農村まるごと**総合ミュージアム**(ジビエを含む地産地消レストラン、医療、教育等)の里



(3) 安全を保障する減災機能地域

- ①地震、豪雨、台風などの被害を最小化するBCP (Business Community Plan) タイムスケジュール管理地域
- ②避難地としての農村が身近にある地域社会
- ③水田等災害の緩和機能を活用した再エネルギー化地域
- ④孤立しない複数のアクセスを備えた農村
- ⑤予測機能による減災機能を備えた農村



2. 現状認識：科学技術が発展しない場合 の2050年の姿と課題

(1) 農業

- ①担い手の少数化による**農村社会資本の劣化**
- ②水資源の変動による利用可能量の減少
- ③施設農業のエネルギー浪費の拡大
- ④**耕作放棄地の増大と鳥獣害被害の拡大**
- ⑤化石燃料由来の燃料、化学肥料の枯渇

写真上：

<http://www.naro.affrc.go.jp/nkk/introduction/files/sisetukinou5.jpg>

写真下：<http://www.nosai-ibaraki.or.jp/small/n20140115-2.jpg>



(2) 農村

- ①雇用場の減少と空家の増大
- ②景観、生態サービスなど多面的機能の劣化
- ③都市と農村アクセス機能の劣化
- ④農村生活資本の劣化、公共サービスの高コスト化と質的低下
- ⑤地域固有の歴史、文化の消滅
- ⑥農村から人と物が外に流れ、動脈・静脈の機能と地域空間の壊死



写真: <http://favorite-time.com/wp-content/uploads/2016/11/cff6b5e3b8f81b166352cdf5a123861-e1480053386999.png>



写真:
<http://lordofdiamond.up.seesaa.net/image/E7A9BAE3818DE5AEB6EFBC91.jpg>

(3) 国土

- ① 激甚化する災害の多発と復旧・復興
困難地域の増大
- ② 過剰な窒素などによる質的悪化
- ③ 融雪水の不足などによる量的な
水資源の枯渇化
- ④ 自然環境の劣化、温暖化による
新たな病虫害の多発
- ⑤ 都市空間も劣化し、農村が脅威な
存在となる



写真:

<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/image.jsp?id=112115>



写真:

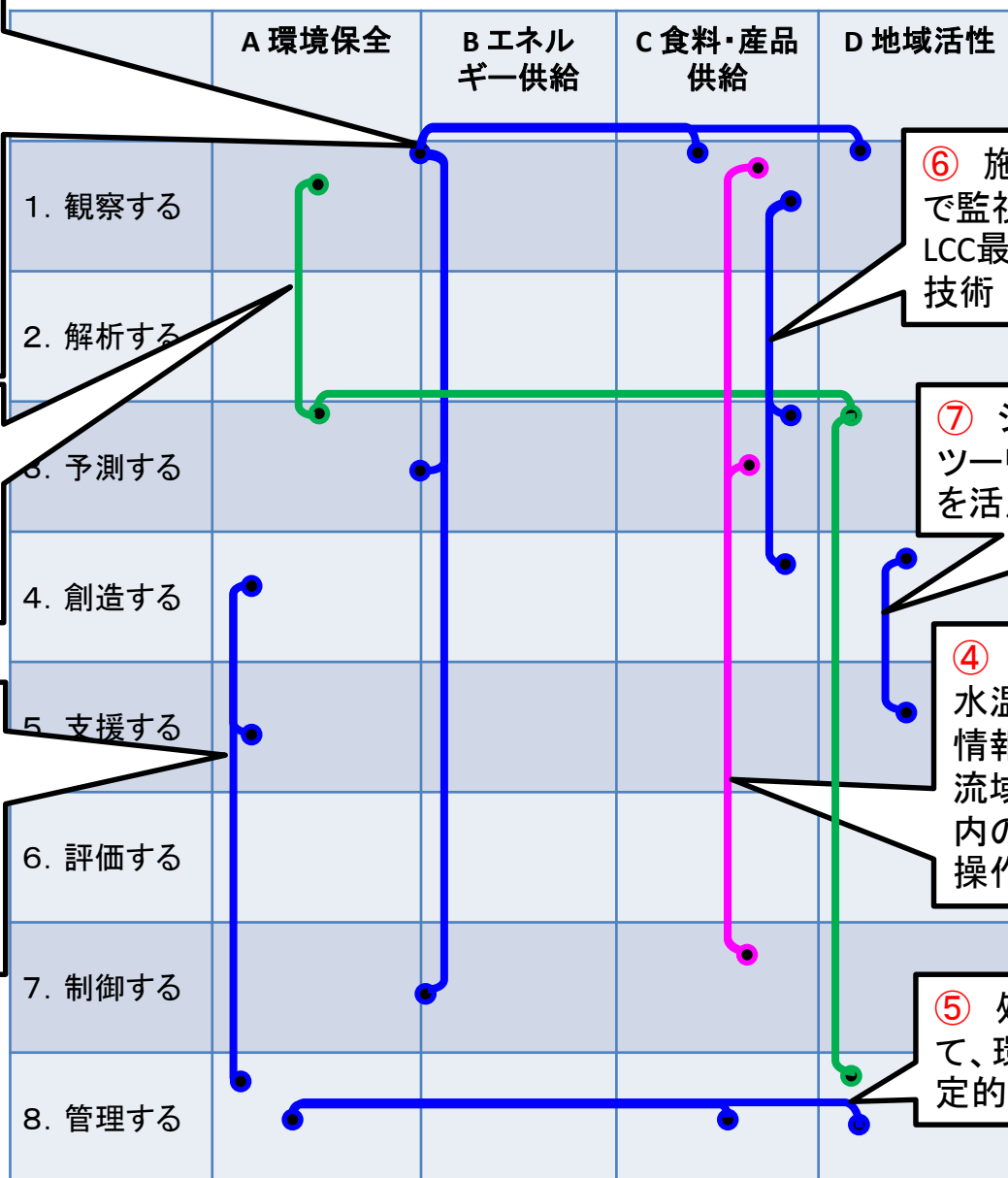
http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_sai_gai/b_bousai/img/03.jpg

科学技術のマッピング

② 農林地の自然エネルギーの利用可能量をセンシング及び見える化しつつ、需要予測に応じたエネルギーのbest mixを解析する技術を開発さらに、解析結果に応じてエネルギーを変換・供給する体系を構築

③ 高精度の気象情報を取得し、避難・防災行動の時間スケールに応じた予測に基づく風水害災害防止技術

① 農業水利施設内での生態系サービスを評価し、管理する技術を開発。また、多様性保全のための施設の管理手法を開発



⑥ 施設の劣化状態を実時間で監視しながら機能診断し、LCC最小時の補修・改修を行う技術

⑦ ズビエレストラン、グリーンツーリズムその他農村の資源を活用したビジネスモデル

④ 水利施設の流量、貯水量、水温、水質、気象情報、作物情報等をもとに需要に応じた流域レベルの水利システム内の水需給調整、施設を操作・管理を行う技術の開発

⑤ 処理水の農業利用によって、環境への負荷を軽減し、安定的な生産を確保する技術

3. 様々な指標

(1) 農業

	A 環境保全	B エネルギー供給	C 食料・産品供給	D 地域活性
1. 観察する				
2. 解析する				
3. 予測する			④	
4. 創造する			④ ④	
5. 支援する			④	
6. 評価する			④	
7. 制御する			④ ④	
8. 管理する	⑤	②	④ ④ ② ⑤	⑤

④生産環境制御機器装備率
④社会資本管理コストの低減率

④自動化のための農地基盤整備率

④農業生産の無人化率

②農業生産の再生エネルギー利用率
⑤農業用水再生率

3. 様々な指標

(2) 農村

	A 環境保全	B エネルギー供給	C 食料・産品供給	D 地域活性
1. 観察する				
2. 解析する				
3. 予測する				
4. 創造する			⑦	
5. 支援する			⑦	
6. 評価する	① ① ②	②	⑦ ② ⑦	
7. 制御する	①		⑦	
8. 管理する	① ⑤		⑦ ⑤	⑤ ⑦

⑦せせらぎと風の道形成率と住居のオーダーメイド化率

①種の多様性とバランス度合い

①有機性資源炭化物の地中埋設化による炭素固定率

②再生エネルギーの備蓄・自給率

⑦地産地消化率

⑤水循環健全度

⑦歴史文化の保全活動割合

3. 様々な指標

(3) 国土

	A 環境保全	B エネルギー供給	C 食料・産品供給	D 地域活性
1. 観察する				
2. 解析する				
3. 予測する				③
4. 創造する	①		①	① ③
5. 支援する	①		①	① ③ ③
6. 評価する	①		①	① ③ ③
7. 制御する	①		①	① ③
8. 管理する	①	②	①	① ③

③予備機能・リスク回避のための
農村容量の可視化率

①グリーンインフラストラクチャー整備率

③減災・活動継続計画整備率

②備蓄・エネルギー化率

③都市と農村のアクセス用バイパス整備率

4. 課題解決のため開発すべき科学技術

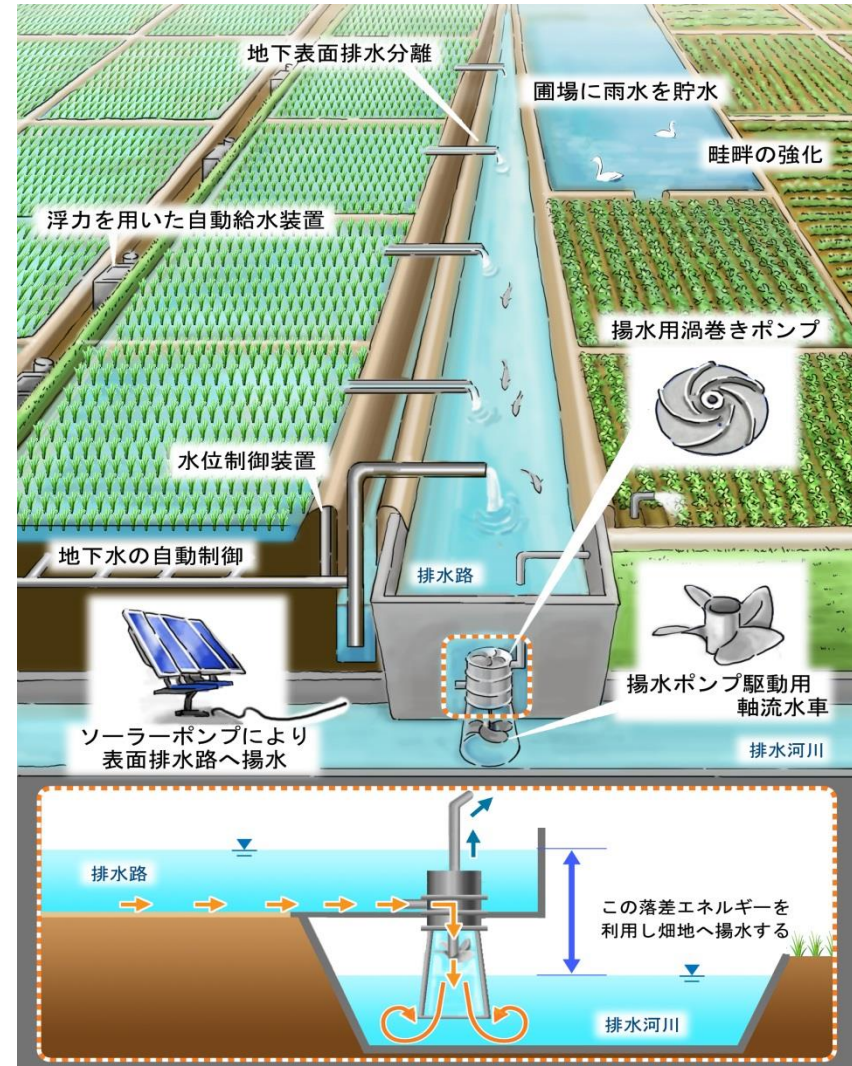
(1) 農業

○自動化のための車庫から収穫・加工施設までの農地等基盤整備技術

○圃場の土壌管理のための情報通信・管理・制御技術

○水質、コンクリート、金属資材の自己治癒技術

○バイオマス、地中熱、水熱、水力、風力等を組み合わせた蓄電と安定供給システム



(2) 農村

○生態サービスの評価と機能増加技術

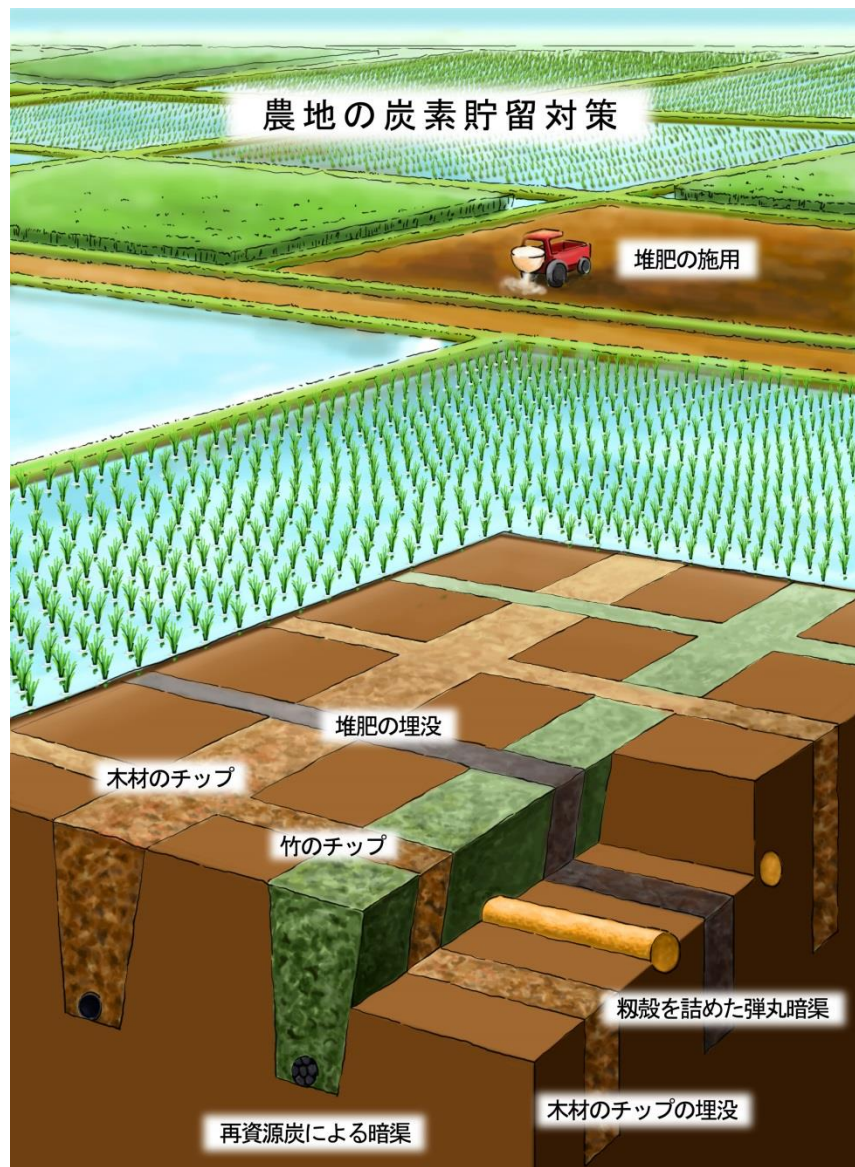
○地域住民から生まれる地域資源を含めた資源化技術 **炭素貯留技術**

○鳥獣害の監視システムと土地利用を含めた移動制御技術

○多面的機能農地、水路、農道、住居の整備技術

○地域内及び都市交流のための多様な合意形成と組織化手法

○交流、二居住、地産地消をもたらす新たな土地利用計画技術



(3) 国土

○資源流域の循環管理手法の開発

○水害、地震等の減災のための農村容量の評価と機能増進技術

○地盤の安定性を可視化する技術

○気候変動予測に基づく水資源容量の拡大のための施設機能管理技術

○発信機能付き健康度合い、家族・親類、仕事を網羅したタグと避難行動計画策定技術

○グリーン・インフラストラクチャー整備技術の開発

○雨滴発電、風力の面的エネルギー化技術



2050次世代型スマート農場の一例

平場の大区画化と並行して、利用率の低い空間に企業型農業を立地させるため、重層的土地利用とスマートエネルギーシステムを活用した次世代型生産基盤を確立し、自然エネルギーの有効利用、負荷の少ない水環境管理、緑空間の再構築を実現

- ①山麓斜面を活用した異気象環境型らせんテラス農場
- ②新FOEAS（コンクリート函、給排水チューブを網状に組み込んだシート）を活用した大規模圃場
- ③地下空間を活用した低エンタルピー生産空間

【地下空間】

国土の重層的利用で
緑空間を再構築

- ・省エネルギーで温湿度制御ができる地下生産空間
- ・太陽光発電、温度差発電等を利用した生産管理
- ・ファーバー束を利用した採光・照明システム
- ・地下水利用かんがいシステム
- ・地上空間の多目的利用

③

排水ポンプ

地下水

【中山間地】

管理放棄山地を生産の場に

- ・山腹をらせん状に取り巻く温室
- ・多様な作物を栽培する寒冷～温暖環境
- ・多様な作物を栽培する短日～長日環境
- ・薬草・果実・山菜等高付加価値作物の導入
- ・風力エネルギーを活用した生産管理

①

圃場

温室

【平場】

大区画圃場での
稲作に加えて
管理の高精度化
で高品質作物を
生産する場に

コンクリート函

②

- ・コンクリート函に作土を充填した有底圃場を造成
- ・土中には給排水チューブを網状に組み込んだシートを敷設
- ・植物の発する音（AE）と人工知能による水分・施肥管理
- ・人工知能による温室ドーム開閉と温室内の気流を制御
- ・農作業の超省力化

今後に向けて

(1) 科学技術基本計画を踏まえた議論

- 第5期科学技術基本計画のキーワード:
 - NESTI2050
 - National Energy and Environment Strategy for Technological Innovation toward 2050
 - Society 5.0(超スマート社会)
- 農業農村工学分野としての戦略
 - NESTI2050の農業版 (in Agriculture?) を作成する
 - Rural Society 5.0 (農村超スマート社会)を意識する

2050農村超スマート社会

- 海外現地生産方式
 - トヨタの農業版
 - 農業生産、適地適作
 - リンゴ、イチゴ
 - 地球観測データ
 - ロボット
- 都市
 - 交流の場、出会いの場
- 地方
 - ゆとりの生活
 - 子育て、三世代家族
 - 産業の分散化
- 農村インフラ整備
 - 情報、交通
 - 次世代型SNS, IoT



今後に向けて

(2)若い世代から意見を聴く

- 30年前は？
 - PC9801, 8-inchFD
 - 天空の城ラピュタ
 - ファミコンソフト「ドラゴンクエスト」
- 現在
 - IoT インターネット(1990年頃～)
 - SNS(Twitter, Facebook, LINE, YouTube)
- 30年後は？
- 不変事項
 - 人間の生活に水は不可欠
 - 水は低きに流れる
 - 農業農村工学は地域の農地と水の管理を担うだろう



土からはなれてはいけないのよ
「天空の城ラピュタ」から引用

- 30年後に社会をリードする20代の学生たちと考えることが重要
 - 農業農村工学会:若手中心の委員会の立ち上げ
 - 「2050農村超スマート社会」の青写真を作成(予定)