



実施者

- ◀ 教員 ▶ 千葉工業大学 社会システム学部 プロジェクトマネジメント学科 久保 裕史 教授
- ◀ 参加者 ▶ 大社一樹、村山駿、土井裕太、原田勇斗、掛札泰平、森海渡、横見一輝、堤利喜、太田涼介、和田良太、麻生竜弥、井上哲平、越川悠介、清水雄平、松山拓人、木下直哉、大西星、梅林将大、柿岡優汰、谷口雅彦、水野優介、三枝侑揮、五十嵐竣亮、筒口翔太
- ◀ 協働パートナー ▶
- 【行政等】 南房総市 産学協働地域活力創造事業PT会議、農林水産課、県立安房拓心高校 園芸部
- 【企業等】 (株)アグリア、(有)エムエスイー、(株)千葉農産、(有)多聞工業、(株)翔矢ほか

背景と目的

南房総市では、農業就労者数の減少・高齢化や耕作放棄地の増加等の農業問題や、産業振興、少子高齢化や廃校増加対策、再生可能エネルギー普及促進等の課題がある。本PJではそれらの課題解決を目指して以下のミッションを設定した。

▼ phase01 (2016-2017)

水田を用いた野菜の水耕と水耕ソーラーシェアリングを提案し、EZ水耕を用いた水田水耕や水耕ソーラーシェアリング(以下、SS)の実証研究を産官学共同で行うことによって、南房総市の地方創生や、学生の体験的教育、関連ベンチャー企業の育成に貢献すること。

▼ phase02 (2018-2019)

多くの市民・団体と、大学・学生等との連携・協働活動を通じて、地域課題を創造力で解決できる人材を育成すること、また新農法(露地、とくに水田における水耕栽培)を活用した農地利活用促進と高付加価値作物の開発をとおして、地域に根ざした雇用創出、若者定着の契機を促すこと。

活動内容

▼ phase01 (2016-2017)

(1) 水田水耕と水耕ソーラーシェアリングの提案と可能性検討

1) 久保研、アグリア、mSeの3者(以下、「3者共同」)が、南房総市及び農業法人に対し、水田水耕と水耕SS(図1)の

技術及び事業化プランの説明会を実施。現地調査。

- 2)「3者共同」で低架型プール式水耕SSの小規模実証実験を実施。葉ネギとリーフレタス栽培の冬期栽培の可能性を確認。
- 3) 白浜野島崎道の駅の育苗及びハウス設備を活用する実証研究設備及び事業化プランを、農業法人A社に提案。
- 4) 千葉工大津田沼キャンパス4号館屋上の太陽光発電設備を利用した低架型プール式EZ水耕SSの実証実験。パネル裏側の低日射量下でもサニーレタスと葉ネギの水耕が可能を確認。
- 5) 市民課を通じて土地改良区の水利組合に対し、EZ水耕に必要な水利調査を実施。
- 6) 久保研のLED水耕キットと、市民課会議室それぞれで育苗したサニーレタスの苗を、嶺南中学和田校舎の遊休プールに定植。厳冬期の南房総市でのEZ水耕の可能性を実証実験。

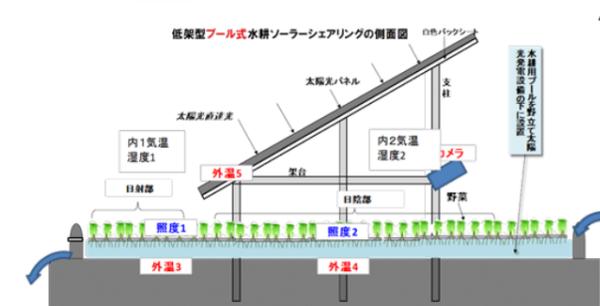
▼ phase02 (2018-2019)

(2) EZ水田水耕の実用化実験

a. 安房拓心高校園芸部共同PJ

安房拓心高校(園芸部)、千葉工大(久保研)、アグリア、南房総市(市民課、農林水産課)の協働により、高収益型新農業方式「EZ水田水耕」の共同栽培実験を実施した(図3)。場所は、調整池と遊休プール。品種は、春がサニーレタス、秋がチシャ、サニーレタス。これらの播種と定植を高校が実施、収穫を高校と大学が共同実施、改良研究を大学が実施した。肥料量の依存性と水質の影響などを検証した。

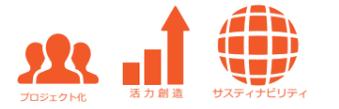
EZ水耕の仕組み



1,2 水耕ソーラーシェアリングとEZ水耕 3 千葉工大生と安房拓心高校生徒による調整池からの収穫作業 4 低架型EZ水耕ソーラーシェアリング実験設備側面図(パネルの左右に太陽光直射部を設け、比較実験を実施) 5 EZ水耕タワーの改良と高付加価値野菜の栽培

域学協働の工夫!

- ★産業化に意欲的な地元中小企業やベンチャー企業との共同と競争的資金2件獲得。
- ★県立安房拓心高校園芸部との共同プロジェクト(企画、共同作業、成果報告)実施。
- ★南房総市PTの成果発表会や合宿、地元産業従事者との緊密なコミュニケーション。



b. アグリア共同プロジェクト_全国10箇所(図14)

関東以西10箇所、農業法人共同で実証事業を展開。従来の土耕や水耕栽培に比べた生産性や収益性について検証した。

(3) EZ水耕を用いた高付加価値化の7イージビリティスディ

a. 千葉工業大学久保研究室の取り組み

- 1)3Dプリンタを用いたEZ水耕用スリットポットの耐風性能向上研究(図6)。
- 2)低架型EZ水耕ソーラーシェアリングシステムについての屋上実験設備による実用化実験と水耕エリアにおける照度向上についての研究(図4、11)。
- 3)EZ水耕タワーにおける高付加価値野菜栽培と改良、EZ水耕タワーのIoT(自動計測・自動制御)化研究(図5)。
- 4)農魚電一石三鳥システムの研究(EZ水耕+魚養殖+太陽光発電)(図12)
- 5)EZ水耕タワー方式アクアポニクスについての研究
- 6)乾燥地におけるEZ水耕についての研究(図13)

b.EZ水耕アクアポニクス事業化検討の取り組み

(千葉農産君津事業場、アグリアつくばEZ水耕施設)EZ水耕と魚養殖の実証事業を千葉農産で準備し、開始する寸前に台風19号の甚大な被害に遭い、中止に追い込まれた。しかし、アグリアの大規模園芸施設で6~7月に大発生するオタマジャクシの根食い対策として、ヒレナマズを放流。

成果と課題

●地域貢献

- ・南房総市及び現地農業法人と協力して、EZ水田水耕及び水耕SSの実証実験を推進し、EZ水田水耕が、南房総市の農業就労者数の減少と高齢化、耕作放棄地の増加等の農業問題に対し、直接的な解決策となりうることを実証した。
- ・上記実証実験に関連し、廃校を利用した育苗や、新規参加者の就農容易化、水稲用水田での裏作等の可能性を示した。
- ・水耕SSによる再生可能エネルギー普及促進と農業問題を同時解決できる可能性を示した。
- ・EZ水田水耕方式の特徴である「高収益性(もうかる)」、「低労働負荷(つかれない)」、「特殊技能・知識不要(かんたん)」、「低環境負荷(きれい)」という特徴が、南房総市の「農業離れ」対策として有用であることが示された。
- ・農業のみならず、太陽光発電及び魚養殖を同時に同じ場所で行える「農魚電一石三鳥システム」実用化の可能性を示すことにより、さらなる高付加価値化の可能性を示すことができた。但し、台風19号による災害で、千葉農産に実施する予定であったEZ水耕型アクアポニクスの実証実験は中止となった。

●教育面

- ・学生が、地方が抱える課題と対策を体験学習する貴重な機会が得られた。

ポットの種類	オリジナルポット	ストッパー付きポット	楕円型ポット	内つばポット	調長ポット
射出成形	中空	3Dプリンタ	3Dプリンタ	3Dプリンタ	3Dプリンタ
個数	1個	1個	1個	1個	1個
ポットが受ける強風の影響度	△	○	○	△	△
培地が受ける強風の影響度	△	△	△	○	△
苗が受ける強風の影響度	×	×	×	×	○
定植作業のしやすさ	○	△	△	○	○



6 3D プリンタを用いた耐風性能強化ポットの試作と性能評価結果
7,8 安房拓心高校における EZ 水田水耕模擬実験

- 水耕 SS 研究の実証実験データを、導入予定の現場で得ることができ、その課題理解も深まった。
- 地方創生問題を産官学一体となって解決していく為の課題が明確となり、連携に関する知見を得た。
- 高校での新型農業の実用化を目指す共同実験により、高校生と大学生の双方が、その理解を深め、自分たちの課題発見力、解決力、協働力、コミュニケーション力の向上に役立てられた。

●研究面

▼ phase01 (2016-2017)

- 水耕 SS 研究の実証実験データを、導入予定の現場で得ることができ、その課題理解も深まった。
- 地方創生問題を産官学一体となって解決していく為の課題が明確となり、連携に関する知見を得た。

▼ phase02 (2018-2019)

- 13m/s の強風に耐える EZ 水耕技術 (凹型パネル、胴長ポット) を開発し、その効果を検証した (図 6)。
- 低架型 EZ 水耕 SS システムの実用性と、必要な環境条件 (温湿度、照度) を明らかにした。
- 低架型 SS 周辺への白色シート敷設による水耕エリア (パネル裏) の照度向上効果を明らかにした。
- 肥料液を用いない低コスト「EZ 水耕タワー」の特徴を生かした下記技術を開発した (図 9、10)。
- a. 落水音低減、照度調整機能付加、育成密度最適化技術の開発。
- b. 高付加価値野菜 (パクチー: コリアンダー、空心菜等) の栽培技術。
- c. ラズベリーパイを用いた EZ 水耕タワーの温湿度と照度の自動計測技術及び水温自動制御技術。
- d. EZ 水耕型アクアポニクス (野菜の水耕栽培と鯉の養殖) 技術。

- 安房拓心高校での EZ 水田水耕実用化実験では、水田の代用として「調整池」と「遊休プール」を用いたが、前者はよく生育し、後者は生育不良という問題があった。その原因を、水質 (pH、温度、TDS、EC) 調査と観察、重量測定などの実験により明らかにした。前者は調整池に流れ込む養液、後者は遊休状態であったため塩素が次亜塩素酸付 (OCI-) に変化して高アルカ

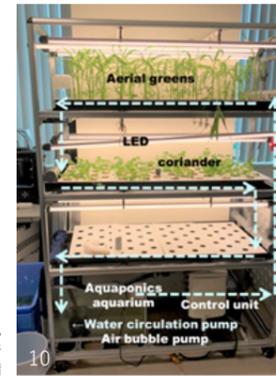
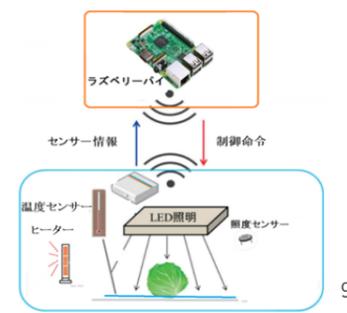
リ化したためと推定される。両者の最適肥料量も明らかにできた (図 7、8)。

- EZ 水耕を用いた高付加価値化のフィージビリティ・スタディ (千葉工大津田沼、久保研) では、高付加価値魚であるヒレナマズを養殖魚として選定し、① EZ 水耕タワーでのアクアポニクス (図 10) と、②屋上に設置した農魚電一石三鳥システムで「ソーラーシェアリング+アクアポニクス」の可能性を確認 (図 12)。但し、ヒレナマズの生育速度が目標 (半年間で 0.8kg/匹) より大幅に遅く、その解決が必要である。③乾燥地での EZ 水田水耕のフィージビリティ・スタディでは、乾燥実験装置を作成し、栽培実験をした結果、目論見通り、水耕パネルによる水蒸発の抑制効果により、乾燥地で用いられている点滴農法より優位性があることが判明した。乾燥地での EZ 水田水耕ソーラーシェアリングについては、シミュレーションによりその可能性を確認した (図 13、14)。

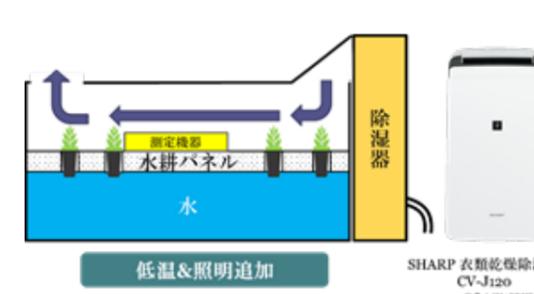
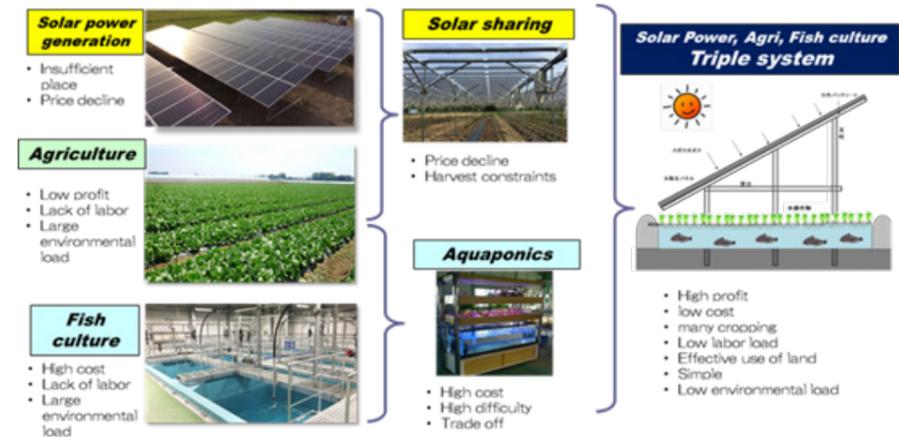
- EZ 水田水耕実証事業 (アグリ共同プロジェクト、全国 10 箇所) 関東以西 10 箇所、農業法人共同で実証事業を展開。従来の土耕と水耕栽培に比べて生産性と収益性に優れることを実証した (図 15)。

今後について

- 安房拓心高校園芸部に移転した EZ 水田水耕技術を、地域の農業振興に役立てて頂く。
- 南房総市、千葉農産、アグリに、EZ 水耕を用いた水田水耕、アクアポニクス等を振興して頂く。



9 EZ 水耕タワーの IoT 化
10 EZ 水耕タワーの改良と高付加価値野菜の栽培
11 低架型 EZ 水田式水耕ソーラーシェアリング実験設備



13 除湿機を用いた EZ 水耕乾燥地模擬実験結果

14 除湿機を用いた生育実験結果

定植条件: 9株を1つおきに定植
生育期間: 播種-定植(室温): 3週間
定植-収穫(乾燥): 3週間

気温: 平均 26°C (33-14°C)
湿度: 平均 23% (18-53%)
水温: 平均 19°C (23-14°C)
照度: 最大 7,398lx

乾燥機との比較 (乾燥機: 50°C)
気温: 平均 30°C (53-31°C)
湿度: 平均 15% (11-5%)
水温: 平均 26°C (27-25°C)
照度: 最大 3798lx

No.	厚さ (cm)	重量 (g)
1	29.0	21.0
2	25.0	15.1
3	25.5	20.0
4	32.0	52.4
5	28.0	42.3
6	27.5	24.7
7	27.0	48.1
8	27.5	55.4
9	30.0	32.3
平均	27.94	34.59

収穫直前のリーフレタス

低温環境下で成長した

12 EZ 水耕を用いた農魚電一石三鳥システム
13 除湿機を用いた EZ 水耕乾燥地模擬実験結果
14 EZ 水耕乾燥地模擬実験結果



15 全国 10 箇所で行った EZ 水耕栽培実証事業を実施

*表彰・マスコミ掲載など

- 水耕 SS の発表 (EGG+2016 国際会議/ベルリン) 久保 及びその取材 (Yahoo ニュース他多数) (2016.11)
- 水耕 SS に関する太陽エネルギー学会招待講演 久保 (2017.3), 及び学会誌特集記事掲載 (2017.5)
- 農魚電一石三鳥システム技術発表 (ICENS 国際会議/チェコ・プラハ) 久保 (2019.6.14)
- EZ 水耕ビジネスエコシステム発表 (PICMET 国際会議/米ポートランド) 久保 (2019.8.28)
- EZ 水耕型ソーラーシェアリング発表 (EU PVSEC 国際会議/仏マルセイユ) 久保 (2019.9.13)
- 農魚電一石三鳥ビジネスシステム発表 (ProMAC 国際会議/ミャンマー・ヤンゴン) 久保 (2019.11.13) ほか