



食料生産と エネルギー生産 両立のための 営農型太陽光 発電水田設計

東京大学大学院農学生命科学研究科
教授・加藤 洋一郎（作物栽培学）

再生可能エネルギー推進と食料生産・農村振興の両立

- 世界中で食料生産とエネルギー生産が対立する局面が急増（例：バイオ燃料作物生産）
- 「太陽光エネルギーをどのように有効活用するか」は、21世紀の人類の課題の1つ
- 我が国では耕作放棄地への太陽光パネル平置き設置が急拡大 ⇒ これは望ましくない事態
- 営農型太陽光発電水田は、水田利用の魅力的な高度化を通じた小規模農業活性化への貢献が目標 = **SDG2** と **SDG7** の両立
- EV農機が将来開発されれば、カーボン・ニュートラル（脱炭素社会）を目指す **SDG13**（気候変動対策）に貢献する（ゼロエミッション農業）



営農型太陽光発電水田：太陽光パネルを設置すると水稻生産がどう影響を受けるのか数値データが不足、そのため農業者・関係者が本アイデアに対して**疑念**を抱いている

営農型太陽光発電下の食料生産研究に関する近年の動き

- 営農型太陽光発電による食料生産とエネルギー生産の両立は“Agri-Voltaic Systems”と呼ばれ、2019年に Nature Sustainability 誌で初めて造語が登場した新規の研究トピック
ここ数年で論文数が急増
- 『第1回・営農型太陽光発電に関する国際学術会議』（仏）が2020年に開催された
欧州には水田が無く、湛水する農地＝稲作での試みは、ほぼ皆無
- 「ソーラーシェアリング水田」は魅力ある小規模稲作経営を具体化する我が国の発想
電力自給と農業維持（耕作放棄防止）に危機感を持った稲作農家の取組に端を発する
- 「太陽光パネルを設置すると、本当に稲作が成立しなくなってしまうのか？」
茨城県筑西市の「ソーラーシェアリング水田」（2016年開始）で栽培試験実施中
0.3 ha 程度の家族農業の規模なら農業機械操作は通常と大差が無いことを確認

営農型太陽光発電：水稲生産上の課題

- パネルをゼブラ状に設置すると収量が2-3割低下、玄米品質も劣化（本間ら、2016; 鈴木ら、2022 他）
水稲の論文は日韓で計7～8本(単年～3年試験)
- 農林水産省ガイドライン（2013）：地域の慣行栽培の水稲収量の8割以上が必要
⇒ アリバイ的な稲作（収入実態は売電）ではダメで、営農型太陽光発電に適した栽培管理と太陽光発電と水稲生産のバランスを保つ太陽光配分（パネル設計）の究明が大切



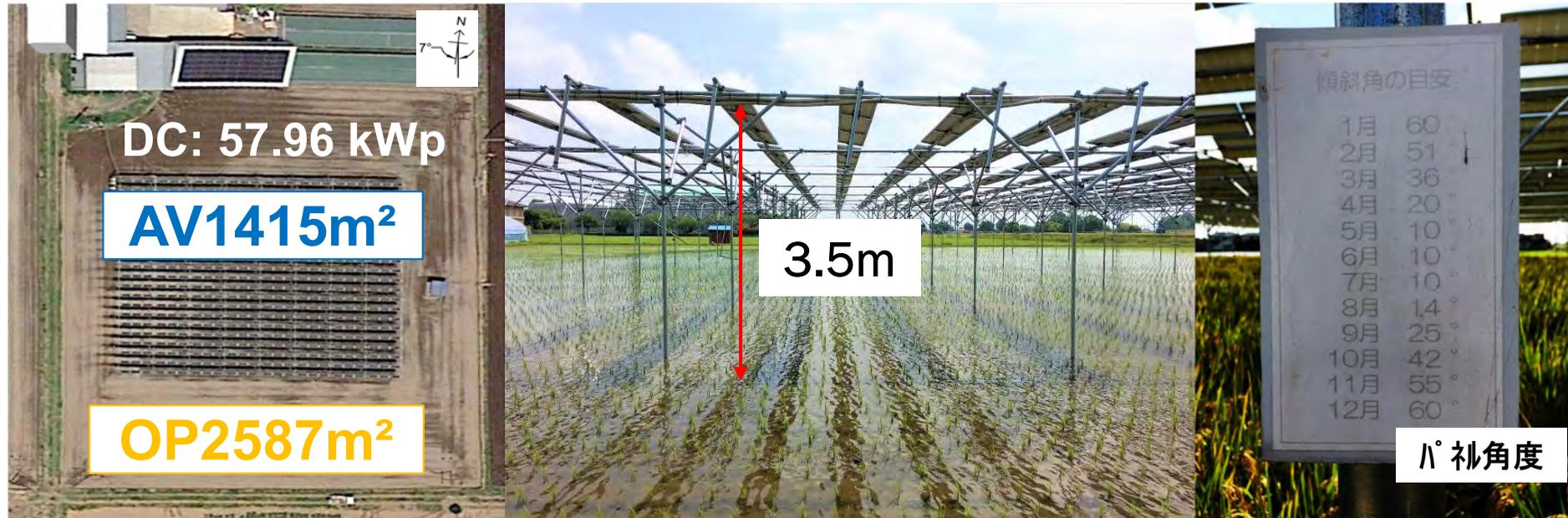
Shading lines (曇天時)



Shading lines (晴天時)

栽培情報

- 茨城県筑西市 (砂:38%, シルト:27%, 粘土:35%)
- 水稻品種：とちぎの星 (2019-22年)、あさひの夢 (2018・2023年)
- パネルによる遮光率 (シーズン平均) : **27%** (反射光は考慮せず)



筑西市は茨城県西部

太陽光パネルの傾斜角度；
発電量が最大となるように
毎月調整 (可動式パネル)

AV (営農型太陽光発電水田) 5 m 間隔で支柱 **OP** (慣行水田)











慣行



農宮

玄米



慣行

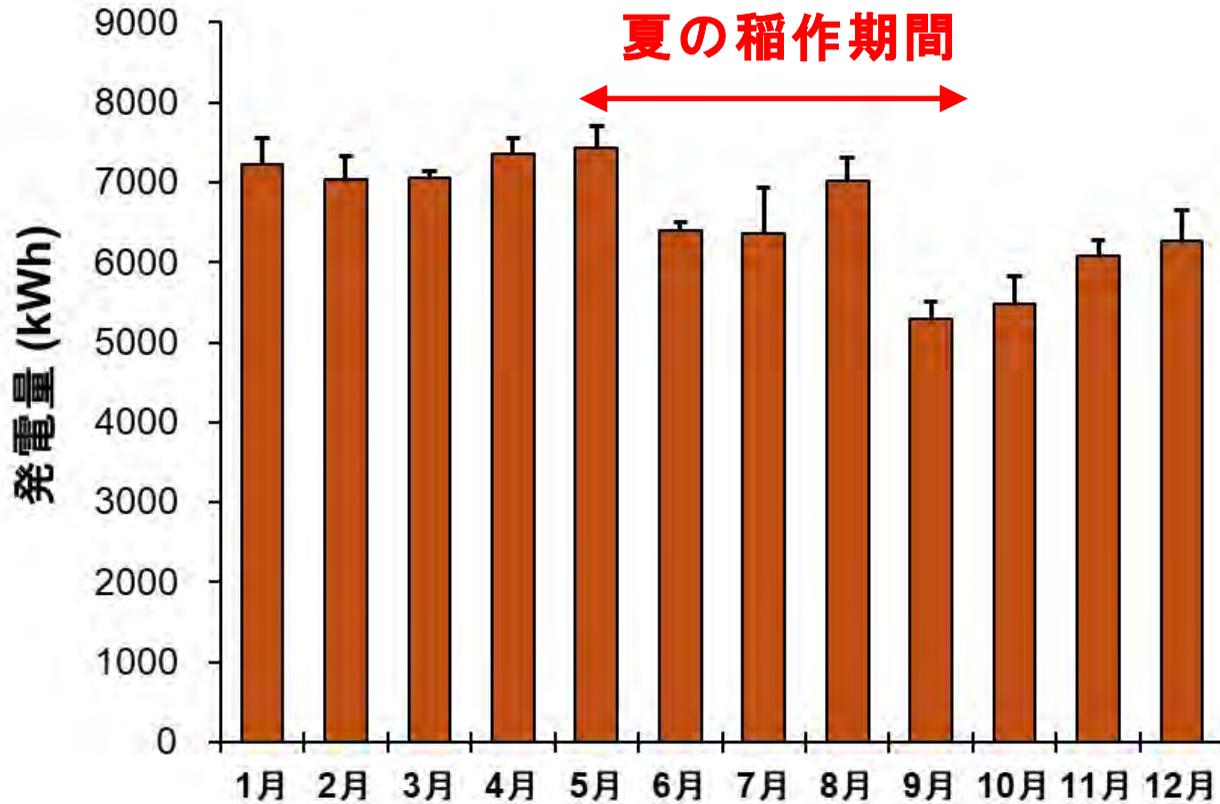


営農

	2018		2019		2020		2021		2022		2023		2023	
	気温 °C		気温 °C		気温 °C		気温 °C		気温 °C		気温 °C		水温 °C	
	営農	慣行												
最高気温 (°C)														
5月	25.1	25.8	25.5	26.4	23.9	24.7	24.0	24.7	24.2	24.6	24.6	24.4	24.5	27.2
6月	25.6	26.3	26.1	27.0	28.3	28.9	27.9	29.3	27.4	28.6	27.7	28.8	28.3	30.4
7月	33.0	33.9	29.9	30.6	28.7	29.6	31.7	33.6	32.7	33.9	34.6	35.9	29.3	30.7
8月	34.2	35.0	34.8	35.4	38.1	38.4	33.7	35.2	33.8	35.4	37.0	36.8	27.7	29.6
9月	28.5	29.4	31.1	31.7	30.1	30.5	27.9	27.9	30.6	32.2	33.7	33.9	26.0	27.2
最低気温 (°C)														
5月	14.9	14.7	14.2	13.6	14.3	14.2	14.8	14.5	14.2	13.8	14.3	15.3	17.2	17.2
6月	17.9	17.8	17.4	17.3	19.0	18.9	18.2	17.9	17.9	17.9	18.5	18.3	19.6	20.2
7月	22.9	23.1	20.7	20.7	20.6	20.6	21.6	21.4	22.8	22.9	22.5	22.5	22.6	24.7
8月	21.7	21.7	23.3	23.4	23.0	22.9	22.1	21.9	22.2	22.3	23.6	23.7	23.1	25.2
9月	17.9	17.9	19.4	19.3	19.9	19.8	17.3	17.1	18.8	18.8	21.2	21.2	21.6	22.7

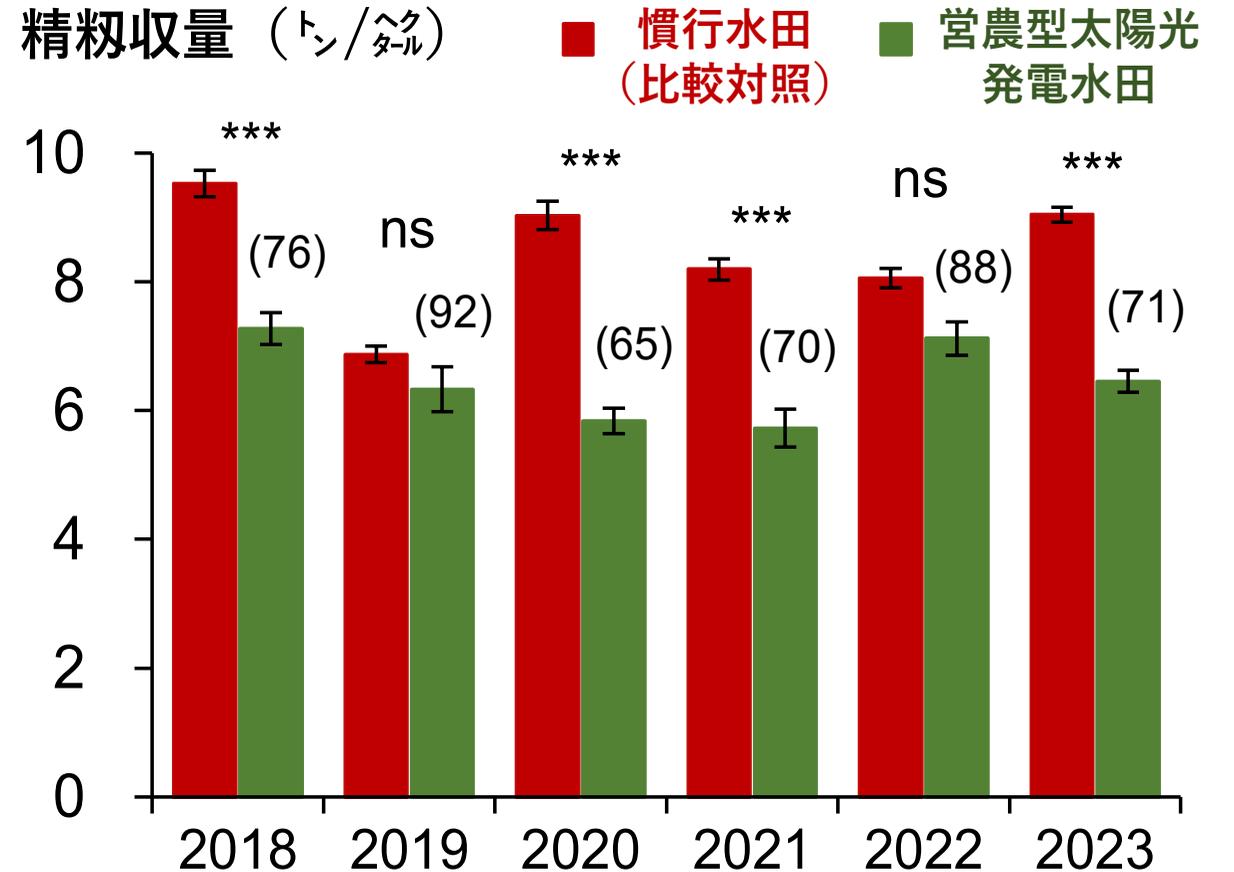
真夏の日中の気温・水温は下がる。先行研究と異なり夜の気温は大きく変わらないが、夜の水温は低い。

太陽光発電量と食糧生産量（イネ精粍収量）



年間総発電量（平均）79004 kWh

設置容量 DC 58 kWp（設置面積1415m²）

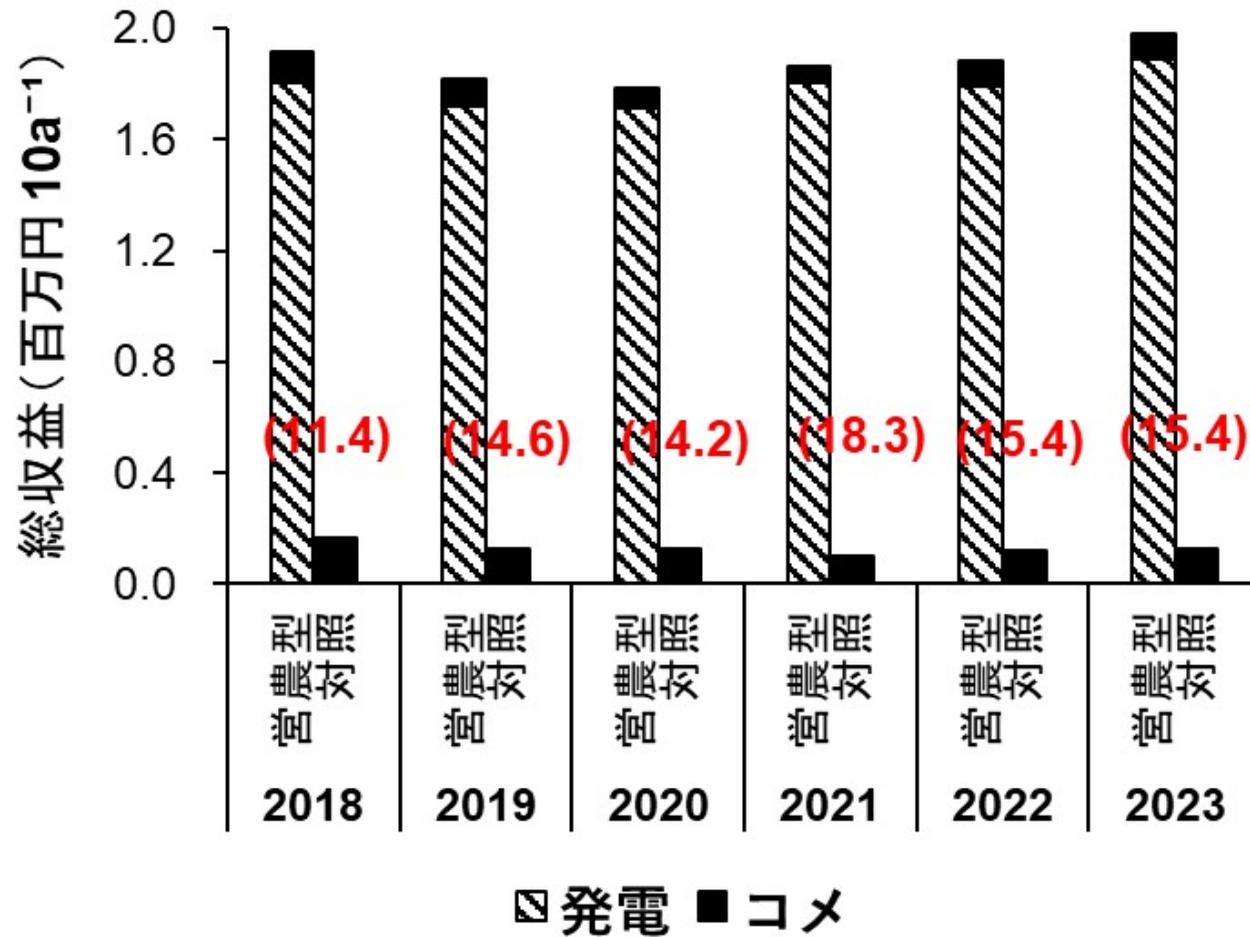


平均で23%の収量減（パネル遮光率27%）

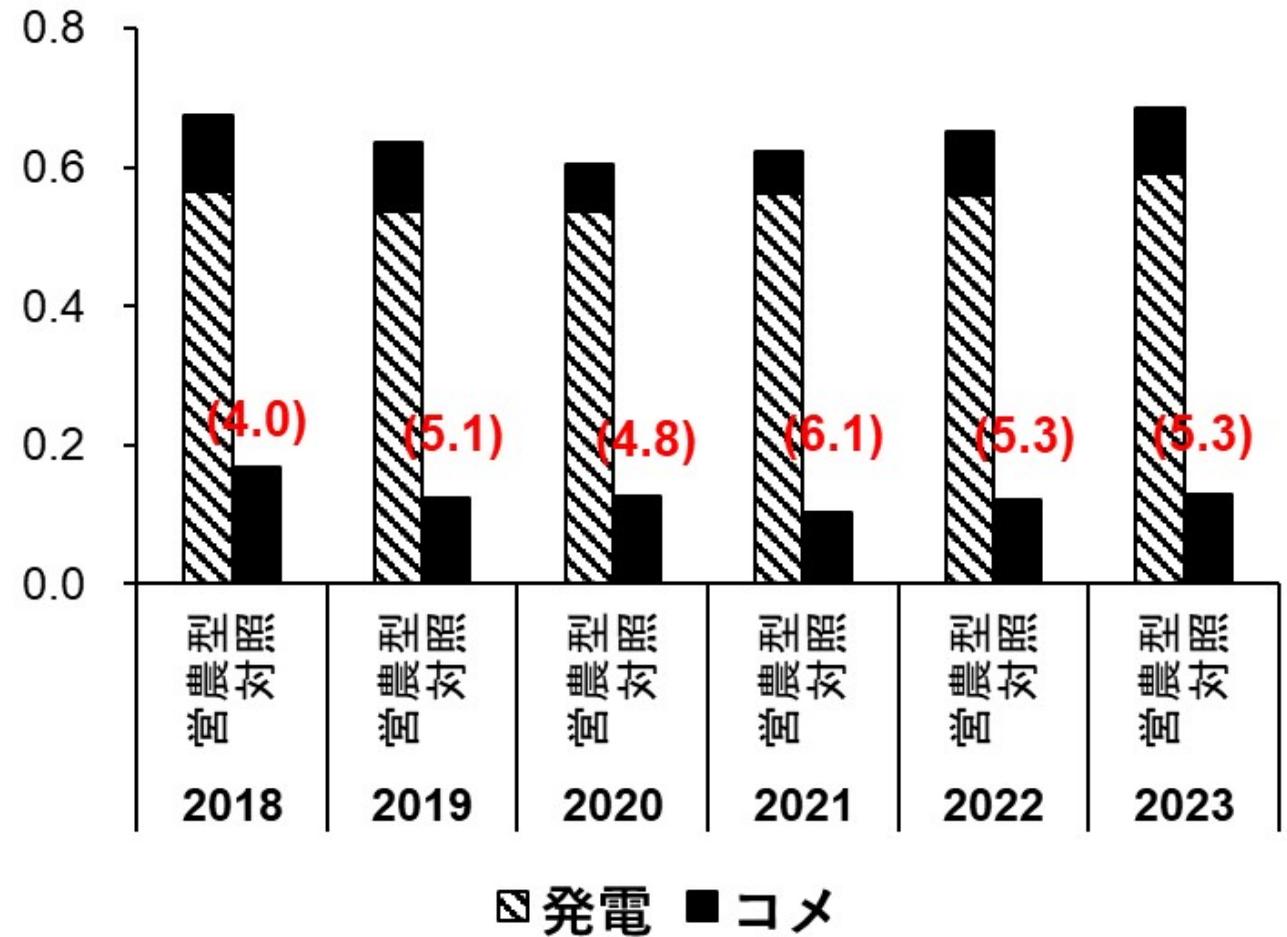
特に収量の年次変動が大きいことに注意

総収益比較（2018年～2023年；赤字は営農型／対照の割合）

FIT32円（2016年スタート）の場合



FIT10円（2025年スタート）の場合



注；設置容量 DC 58 kWp 建設コスト 約14百万円 10a⁻¹