

第2回望ましい営農型太陽光発電に
関する検討会
2025年6月10日

営農型太陽光発電に関する 国内外の研究動向と 農研機構における取り組み

農研機構農村工学研究部門
資源利用研究領域

国内外の営農型太陽光発電（APV）に 関連した研究開発動向

土屋ら（2024）、国 内外の営農型太陽光 発電に関連した研究 開発動向：文献デー タベース調査、農業 施設、55(3)、64-82



農業施設, 55巻3号, 64 ~ 82, 2024. 9

研究論文

国内外の営農型太陽光発電に関連した研究開発動向： 文献データベース調査

土屋遼太^{*1,2}・大橋雄太^{*1}・森山英樹^{*1}・石井雅久^{*1}

^{*1} (国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門, 〒305-8609 茨城県つくば市

^{*2} 慶應義塾大学大学院理工学研究科, 〒223-8522 神奈川県横浜府

要 旨

営農型太陽光発電は農地の上部に太陽光パネルを設置することで、ひとつの土地から農産物と電力を同時に得るシステムである。本システムは日本を含め、世界的に拡大し実用されている。しかし、農業と発電の最適なバランスを実現する技術は完全には体系化されていない。そこで、本研究では営農型太陽光発電に関して、日本及び世界における当該技術の状況と、研究実施状況を明らかにするため、文献調査を行った。文献調査の結果、国内外ともに本分野の研究が活発化したのは2020年以降と最近のことであった。国内で発表された論文に関しては2022年までに発表されたものは31件と限られていた。また、発表されている内容としては、発電技術をテーマとしたものが栽培技術をテーマとしたものより多く、国内で発表された論文においては社会科学系の研究が最も多かった。営農型太陽光発電は農業生産と太陽光発電を同時に行うという土地利用形態である。農業生産の側面から見ると本来、農地で得られる日射量の一部が太陽光発電に利用されている。日射は作物生育において重要な要素であるため、農地本来の食料生産という目的に与える営農型太陽光発電による負の影響を可能な限り軽減する作物栽培技術の体系化に資する研究が必要である。

キーワード：再生可能エネルギー、太陽光発電、耕地、土地利用、作物生産、文献調査

Investigating Global Trends in Agrivoltaics: Literature Database Survey

Ryota TSUCHIYA^{*1,2}, Yuta OHASHI^{*1}, Hideki MORIYAMA^{*1} and Masahisa ISHII^{*1}

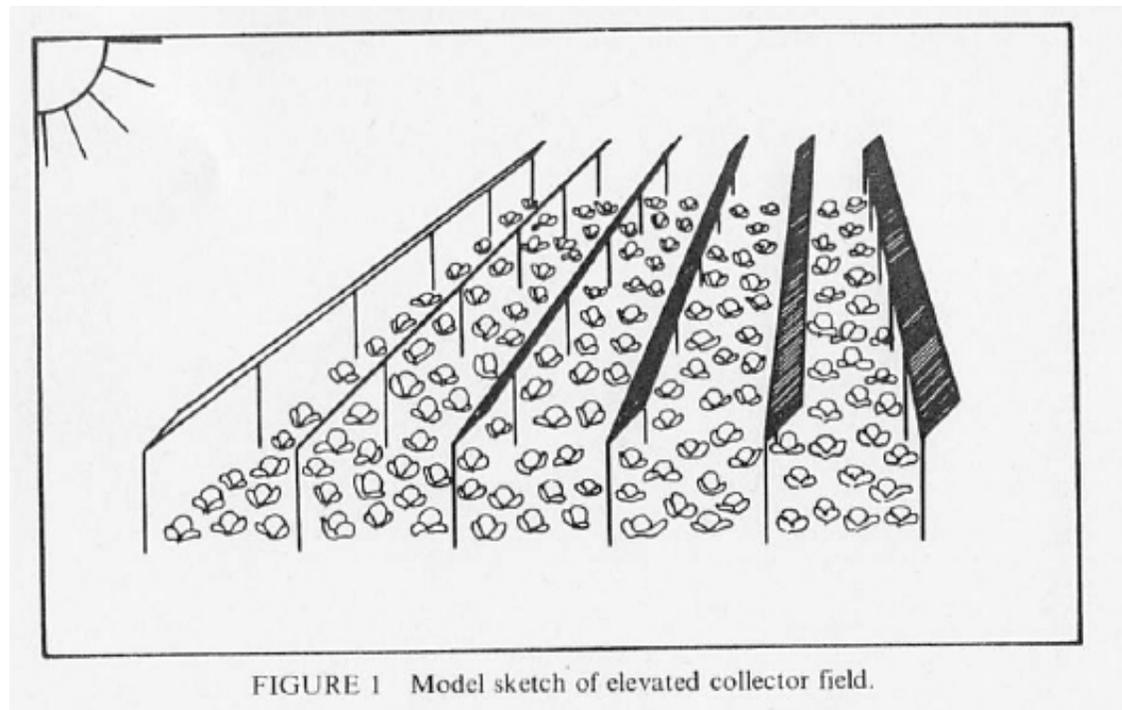
^{*1} Institute for Rural Engineering, NARO, Tsukuba, Ibaraki 305-8609, Japan

^{*2} Graduate School of Science and Technology, Keio University, Yokohama, Kanagawa 223-8522, Japan

Abstract

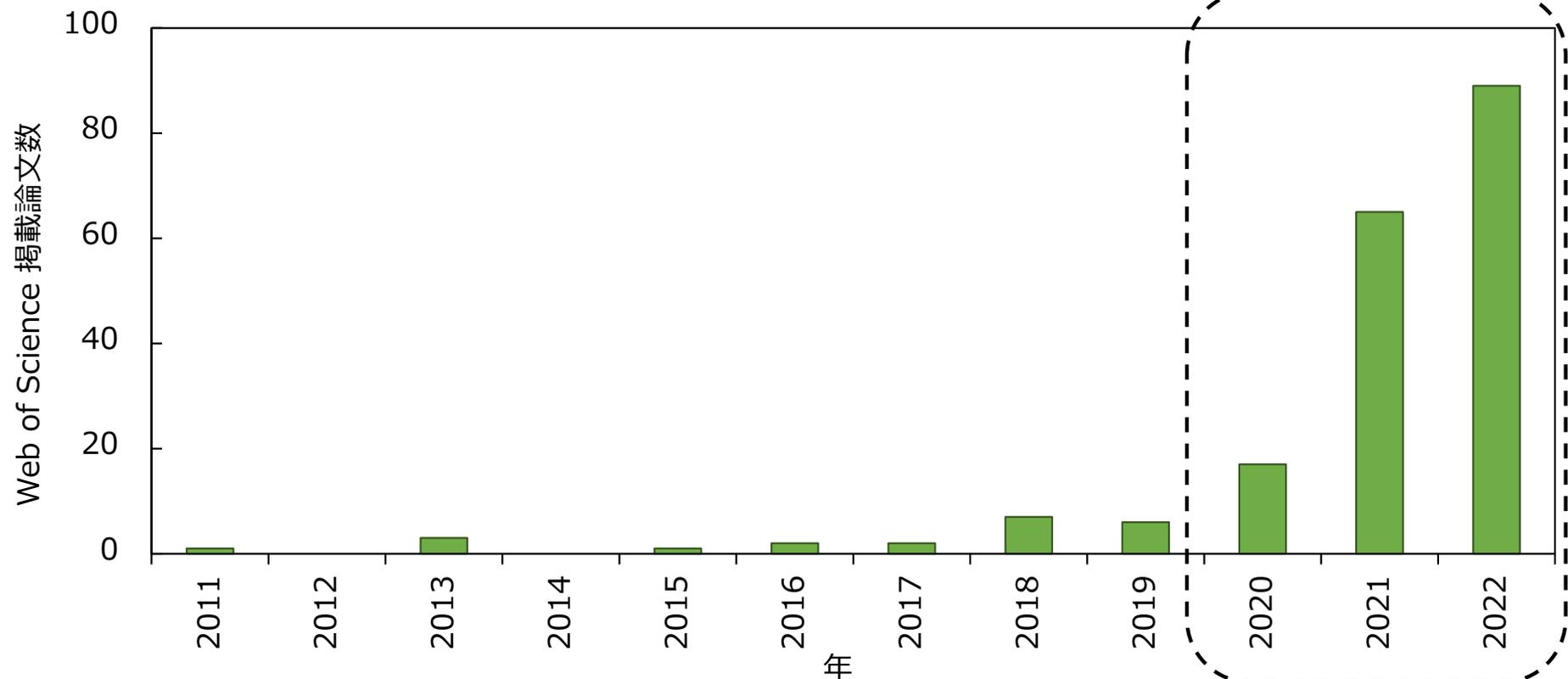
Agrivoltaics is the system of simultaneously engaging in agriculture while generating electricity from photovoltaic panels installed above the same piece of land. Agrivoltaics is becoming increasingly common around the world, including in Japan. However, techniques to achieve the optimal balance between agriculture and photovoltaics have not been systematized. In this study, we conducted a literature survey to clarify the situation of agrivoltaics as practiced in Japan and the world and the trends in research activity. Our literature survey revealed that research in this field, both within Japan and internationally, has only been active since 2020, and only 31 Japanese papers had been published by 2022. In addition, the content of the published agrivoltaics papers focused more on the photovoltaics aspect than on the agricultural aspect; among the Japanese papers listed on CiNii, the majority focused on the social and economic aspects, rather than the technical aspects. From the perspective of agricultural production, a portion of the solar radiation impinging on farmland is distributed to the photovoltaic panels in agrivoltaics. Therefore, to reduce as much as possible the negative impact on food production, it is necessary to conduct research that will contribute to the systematization of crop cultivation techniques under agrivoltaics.

- 1982年にドイツの研究者が現在の営農型太陽光発電と同様のシステムを提案（理論的な検討のみ）



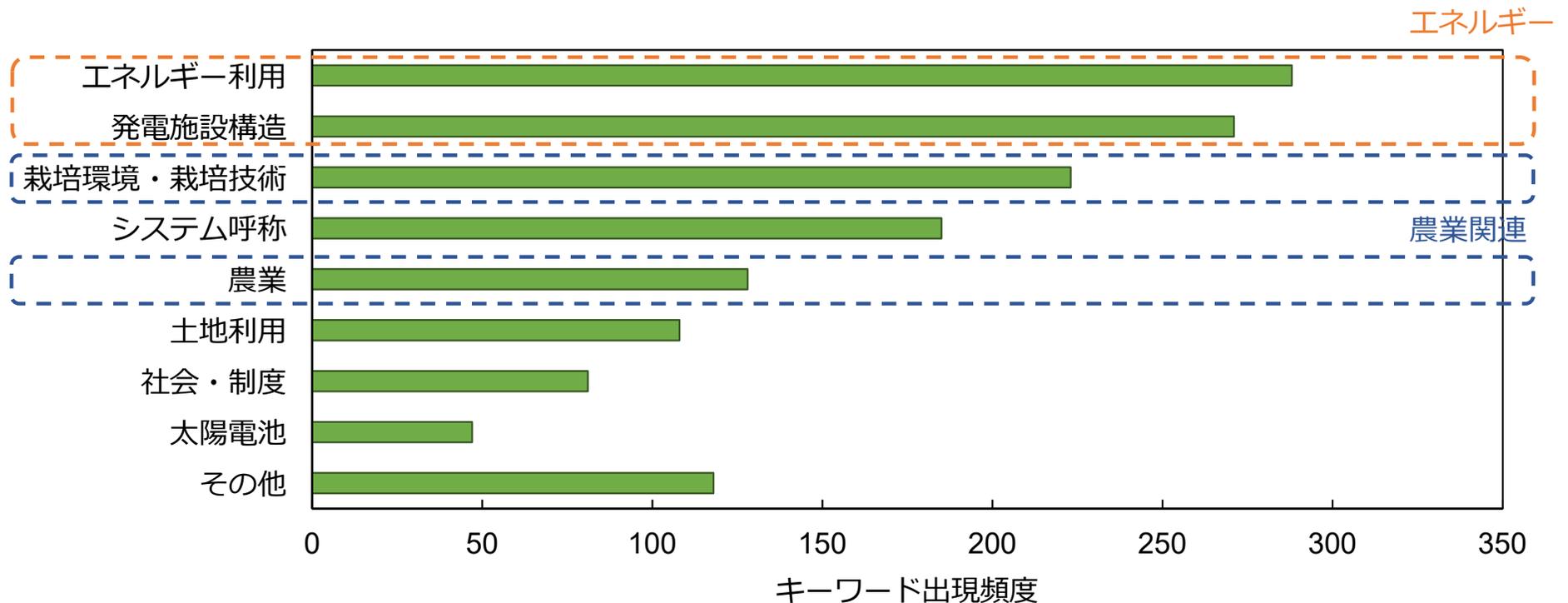
A. Goetzberger and A. Zastrow (1982): On the Coexistence of Solar-Energy Conversion and Plant Cultivation, *Int. J. Solar Energy*, 1, 55-69.

- 国際的に一定の品質が認められたジャーナルに掲載された論文数を集計すると2020年以降に急激に論文数が増加



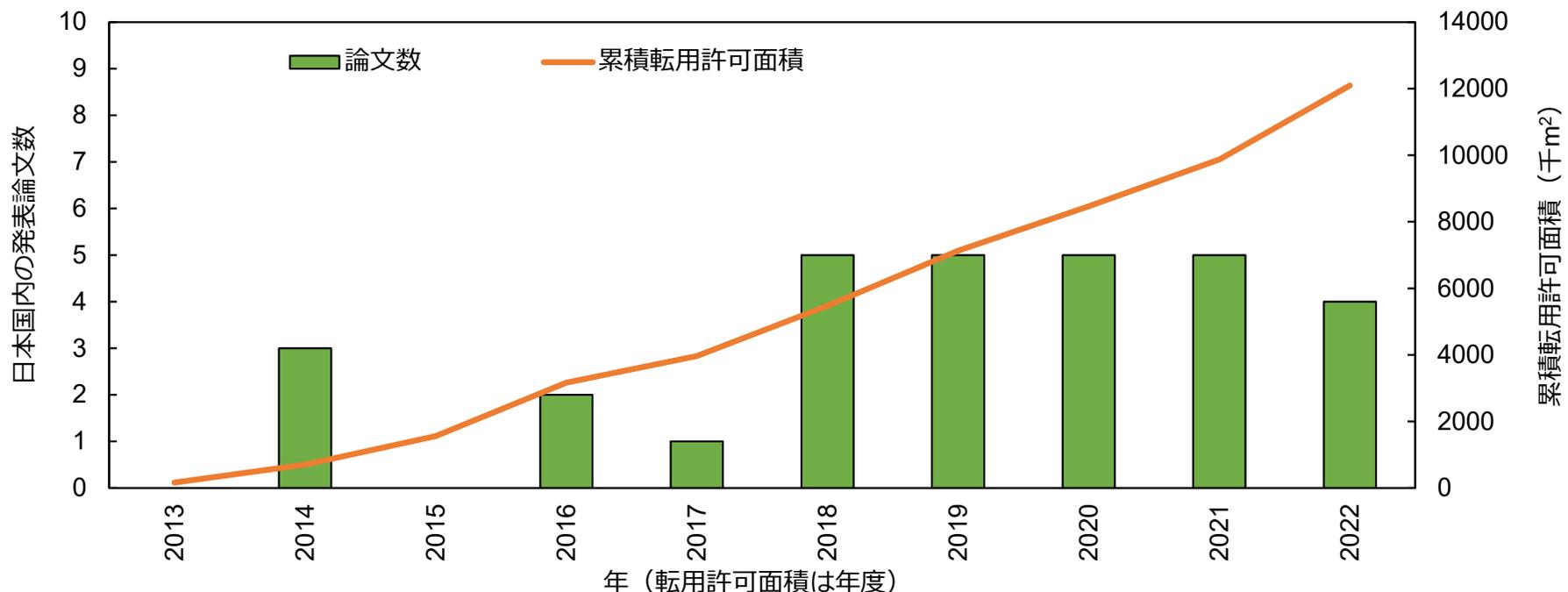
Clarivate社Web of Scienceの論文データベースを元に集計

- 論文に設定されているキーワードを分析すると、国際的には発電技術に関する工学的な研究への関心が栽培技術よりも高い



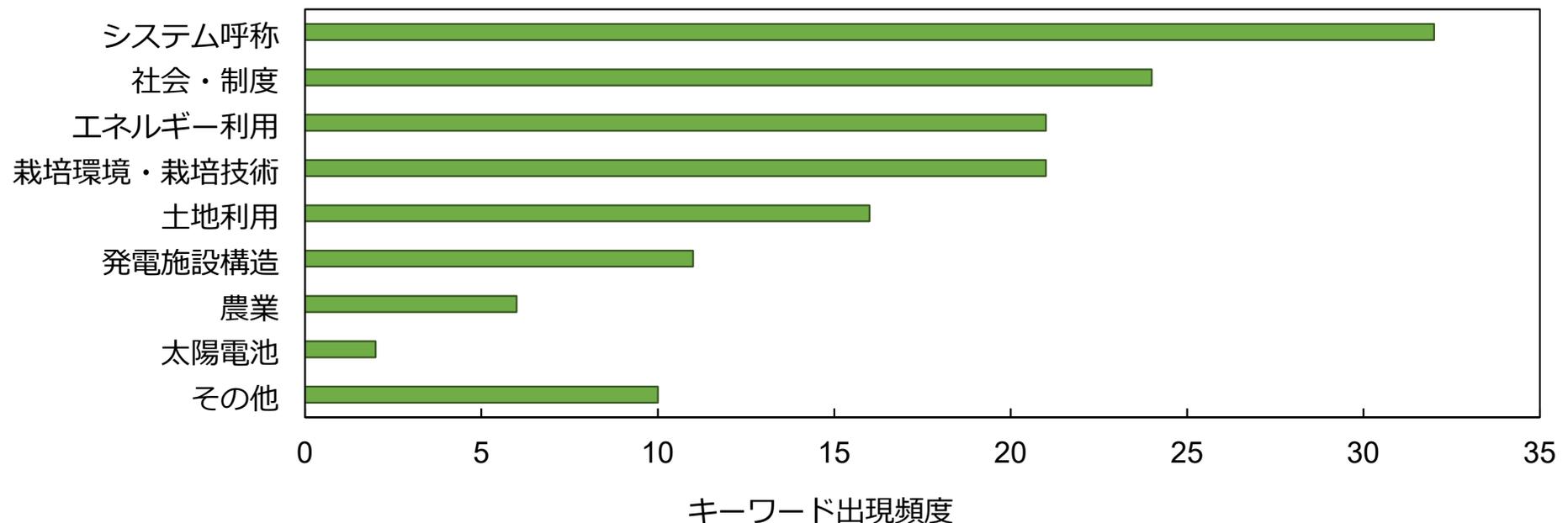
- 日本語で論文化されている営農型太陽光発電関連の研究は2022年までの集計で**31件**と限定的

➡ 科学的な知見へのアクセスが不十分なまま事業が拡大している可能性に注意が必要



論文数はCiNii、
累積転用許可数は農林水産省資料（2023；<https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/totiriyo/einogata.html>）に基づく

- 日本国内の研究テーマとしては地域社会やエネルギー政策の視点からの研究が最も多かった。
- 自然科学的視点での研究はまだ限られている。



論文数はCiNii (2023 ; <https://cir.nii.ac.jp/>) 、
累積転用許可数は農林水産省資料 (2023 ; <https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/totiriyo/einogata.html>) に基づく

- LER （Land Equivalent Ratio）はAgroforestryやIntercroppingの評価に多用される指標

$$LER_{APV}$$

$$= \frac{\text{営農型太陽光発電圃場での作物収量}}{\text{太陽光パネルがない場合の作物収量}} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$+ \frac{\text{営農型太陽光発電施設での発電量}}{\text{太陽光発電施設専用地とした場合の発電量}} \quad \dots \textcircled{2}$$

- 健全な営農型太陽光発電では $1 \leq LER < 2$ となる
- 農地法での「収量8割」は $\textcircled{1} = 0.8$ に該当
- なお、『**営農型太陽光発電 = 農業 + 太陽光発電**』は成立しないといえる
- 正しくは、 $0 \leq a < 1$ 、 $0 \leq b < 1$ において
『**営農型太陽光発電 = $a \times$ 農業 + $b \times$ 太陽光発電**』
といえる。このとき、 $LER = a + b$ が成立する

・作物種だけでなく立地・気象条件への注意必要

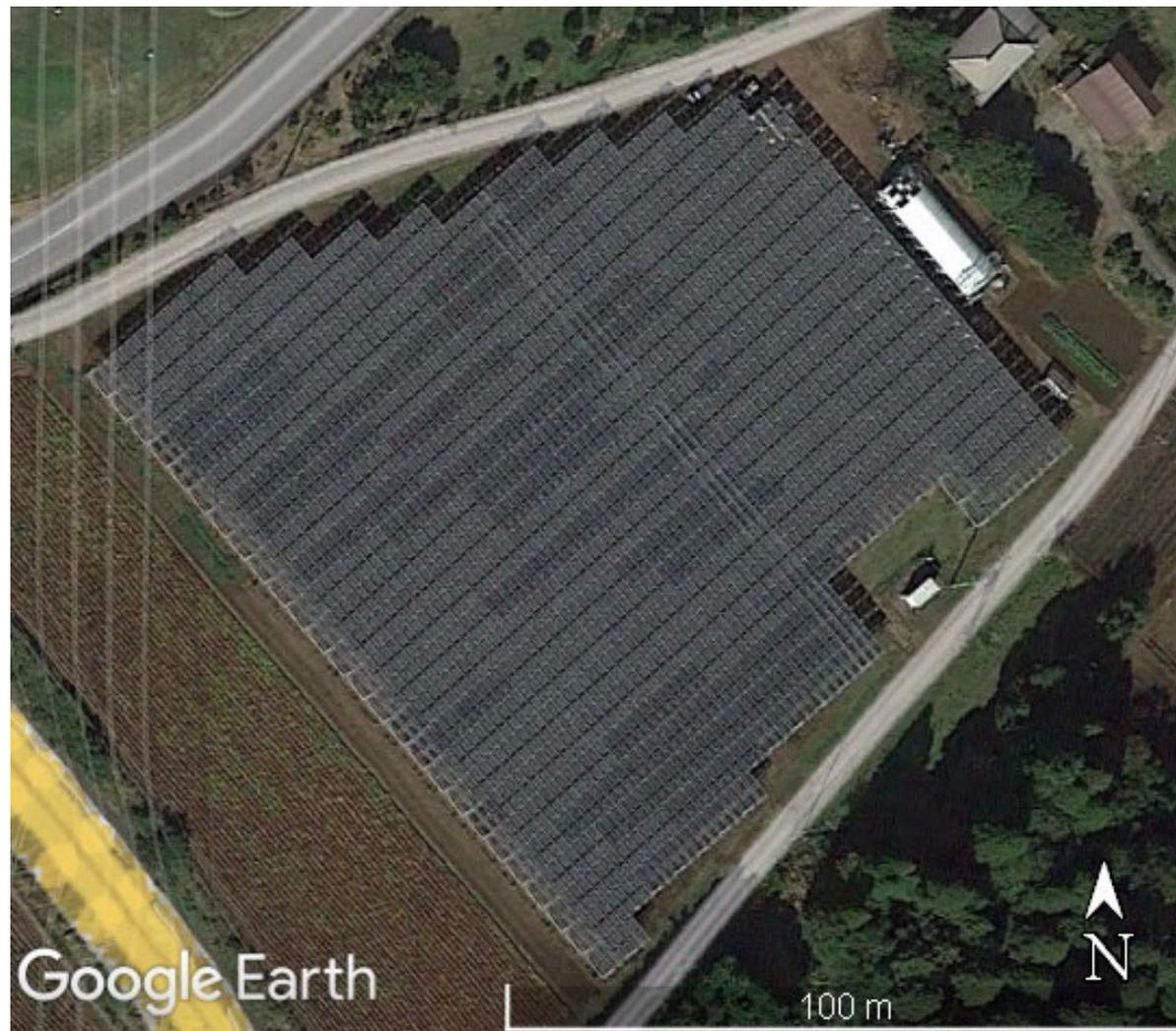
著者	年	地域	作物	生育（収量）への影響*	水利用効率への影響*
Marrou et al.	2013	フランス（モンペリエ）	レタス、キュウリ、デュラムコムギ	-	-
Gonocruz et al.	2021	日本（東京都（大学試験圃場）、静岡県（2圃場）、千葉県（1圃場））	イネ	△	-
鈴木ら	2022	日本（茨城県）	イネ	△	-
Chae et al.	2022	韓国（全羅南道）	ブロッコリー	○	-
Al-agele et al.	2021	米国（オレゴン州）	トマト	△	○
Elamri et al.	2018	フランス（モンペリエ）	レタス	△	○
Jiang et al.	2022	中国（浙江省）	キウイフルーツ	△	△
Ramos-Fuentes et al.	2023	フランス（モンペリエ）	トウモロコシ	△	○
Weselek et al.	2021(a,b)	ドイツ（バーデンヴュルテンベルク州）	セルリアック、コムギ、バレイショ、ツメクサ・牧草類	△	△
Adeh et al.	2018	米国（オレゴン州）	8種類の牧草	○	○
Sturchio et al.	2022	米国（コロラド州）	スズメノチャヒキを中心とした牧草	△	-

*○：正の影響，△：負の影響，-：影響なし，判断不可

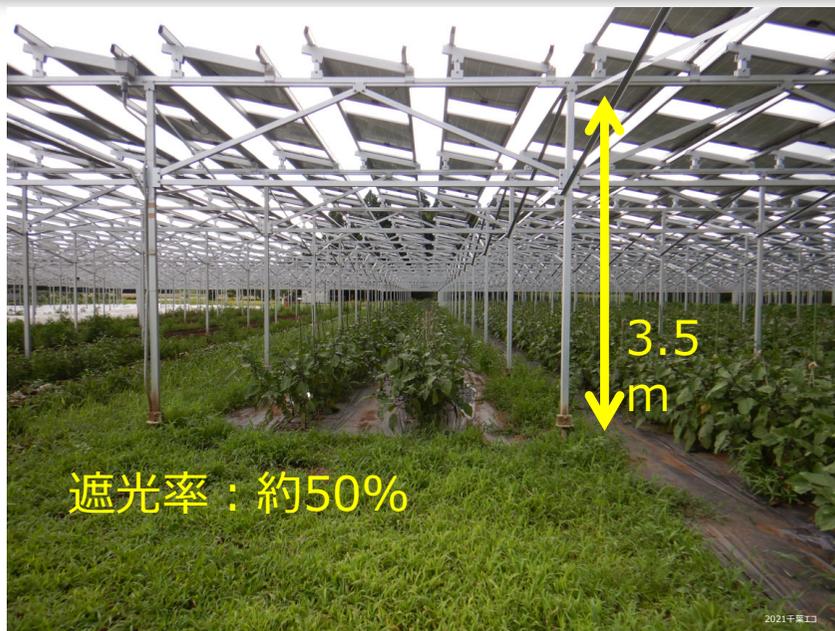
- Gonocruzら（2021）の研究では調査対象の水田では水稲で「収量8割」達成するためには遮光率は27～39%とする必要があった。
- 鈴木ら（2022）も水稲栽培において日射減少が乾物生産に及ぼす影響は強く、結果として収量・品質にも影響することを指摘。

農研機構における取り組み

- 千葉市緑区、千葉工コ・エネルギー所有
- 1 ha規模、日射・気温・相対湿度の平面分布を計測



営農型太陽光発電施設構造の研究



経済産業省（2019）産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会
第18回電力安全小委員会資料より抜粋

被害状況		平成30年 7月豪雨	台風21号	北海道地震	台風24号
原因 (※3)	合計（発電所数）	19 (※1)	23	3 (※2)	3
	水没	8	-	-	-
	土砂崩れ	11	-	-	-
	強風	-	20	-	3
	高潮	-	3	-	-
損傷 部位 (※3)	パネル	10	21	2	3
	パワーコン	9	5	1	1
	キュービクル	4	1	-	-
	その他	9	7	2	2

- ※1 8/28新エネWG以降に4件の追加報告あり
- ※2 10/15電安小委以降に2件の追加報告あり
- ※3 原因と損傷部位については重複あり

営農型太陽光発電ではないが、太陽光発電所の強風被害が複数報告されている

- 営農型太陽光発電は農山漁村の脱炭素化を目指す上で重要なひとつのエネルギー資源
- 一方、太陽光発電の無計画な拡大はすでに九州などでみられているように出力制御がかかるなどの問題もある
- 農研機構が中心として開発に取り組んでいる農山漁村エネルギーマネジメントシステム（VEMS）は地域内での需給調整を行い、エネルギーの自給自足に資する