

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：32503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00657

研究課題名 (和文) 高効率水耕型ソーラーシェアリングシステムの基礎研究

研究課題名 (英文) Basic research on high efficiency hydroponic solar sharing system

研究代表者

久保 裕史 (Kubo, Hiroshi)

千葉工業大学・社会システム科学部・教授

研究者番号：20581151

交付決定額 (研究期間全体) : (直接経費) 3,700,000 円

研究成果の概要 (和文) : 農業就労人口減少と高齢化, 耕作放棄地増加の問題解決に貢献する低労働負荷, 高収益型の高効率水耕型ソーラーシェアリングシステムの基本技術を構築した。単位面積あたりの年収が水稲水田の百倍に相当する1千万円/10a (=1反) を実現可能である。主要要素技術は, 以下の通りである。1) 緩効性肥料や水耕ポットとパネルを用いた独自の非養液型水耕栽培技術 (低コスト, 低労働負荷, 低環境負荷で高付加価値野菜の多期作栽培)。2) 超低コストの太陽光一軸自動追尾機構を装備した高架型ソーラーシェアリング技術 (発電量11.4%向上)。3) 低架型水耕ソーラーシェアリング技術 (低光量環境下での半陰性植物の多期作栽培)。

研究成果の学術的意義や社会的意義

単位面積あたりの年収1千万円/反を実現可能とするための要素技術として, 1) 独自の非養液型水耕栽培技術 (低コスト, 低労働負荷, 低環境負荷, 高付加価値野菜の多期作栽培) と, 2) 超低コスト太陽光一軸自動追尾機構を装備した高架型ソーラーシェアリング技術 (発電量向上), 3) 低架型水耕ソーラーシェアリング技術 (低光量環境下での多期作栽培) を研究し, その成果をそれぞれ専門の国際会議と査読研究論文誌で発表した。各技術とも, 独自の着想に基づき, 且つ波及効果が期待でき, 学術的価値がある。また, 本研究成果により, 農業就労人口の減少と高齢化や, 耕作放棄地増加の問題解決に貢献する可能性があり, 社会的意義も大きい。

研究成果の概要 (英文) : We have constructed the basic technology of a high-efficiency hydroponic solar sharing system with low labor load and high profitability that contributes to solving the problems of decreasing and aging of the agricultural workforce and increasing the number of abandoned cultivated land. Annual income per unit area is 10 million yen / 10a, which is equivalent to 100 times that of paddy rice paddy. The main elemental technologies are as follows. 1) Unique non-nutritive hydroponic cultivation technology using slow-release fertilizers and hydroponic pots and panels (multi-term cultivation of high-value-added vegetables with low cost, low labor load, low environmental load). 2) Solar sharing system technology equipped with an ultra-low-cost solar uniaxial automatic tracking mechanism (power generation amount improved by 11.4%). 3) Hydroponic solar sharing technology (multi-season cultivation under low light conditions).

研究分野：研究開発プログラムマネジメント

キーワード：ソーラーシェアリング 非養液型水耕栽培 営農継続型太陽光発電 太陽光追尾機構 高架型太陽光発電 低架型太陽光発電 緩効性肥料 水田水耕栽培

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

我が国では、2011 年 3 月の東北大震災後、再生可能エネルギー（以下、再エネ）の活用が喫緊の課題となり、2012 年 7 月に、「再エネ特別措置法」が施行された。本法の固定価格買取制度で優遇された「メガソーラー」は、爆発的に普及したが、同時に、系統連系に関わる電力会社の買取拒否や用地不足などの問題を生じた。その一方、農業では、農業就労人口の急減と高齢化、および耕作放棄地の増加が深刻な問題となっている。これらの問題の解決策のひとつとして、2014 年 5 月に「農山漁村再エネ法」が施行され、農地への太陽光発電設備の設置（架台の支柱位置箇所のみ農地転用）が可能となった。この営農継続型太陽光発電システムは「ソーラーシェアリング」（以下、SS）と呼ばれ、全国的に普及し始めている。SS は、作物の生育度が光飽和点をもつことを利用し、太陽光を作物と太陽光パネルが分け合う複合システムである。その基本構造は、高さ約 3m の位置に狭幅の太陽光パネルを一定間隔で設置するというシンプルな構造である。土地全体に占める太陽光パネルの設置面積の割合は 3 割程度が一般的だが、電力収入の方が農業収入を上回ることさえ多いのが現状である。一方、SS は 3 年後に、農作物の収量がパネル設置前の 2 割減少以内に収めるよう義務づけられている。そのため、2 割を超えて減少すると、パネルの全面撤去が必要となる。また、SS 自体で農作業の負荷が軽減することではなく、農業就労人口減少対策にはなりえない。これらの問題を解決するためには、SS における単位面積あたりの農業生産性を飛躍的に高める必要がある。

他方、SS はこれまで、学術面で系統的な研究が行われてきておらず、生産性向上の支配要因は未だ明らかにされていない。

このような背景の下、報告者は、上記従来型 SS の本質的課題解決を目指し、前職の企業での太陽光発電研究及び事業開発経験と、現職の大学における共同研究ベンチャー企業 2 社（（有）エムエスイー、（株）アグリア）との共同検討により、本研究の着想を得るに至った。

2. 研究の目的

本研究では、1 反（千平米）あたり年間 1 千万円以上の高収益が得られ、かつ省人化可能な「超高効率水耕型ソーラーシェアリング」の基礎技術を開発する。

3. 研究の方法

以下 5 段階の研究を実施し、本研究目的の目的を達成する。

- (1) 追肥（養液供給）不要で、手間いらずの超簡易型多期作水耕栽培システムの開発。
- (2) 3 年以内に投資回収できる超簡易型追尾機構付きの太陽光発電システム技術開発。
- (3) 低光量環境下で多期作栽培可能な低架型水耕 SS システム技術の開発。
- (4) 水耕 SS 用自動データ収集分析管理システム技術の開発。
- (5) 上記（1）～（4）の結果に基づき、本研究の目的を達成する。

4. 研究成果

下記（1）～（4）の要素技術の研究を行い、千平米あたり年間 1 千万円以上の高収益が得られる非養液型多期作水耕ソーラーシェアリングシステムの基礎技術を確立した。

(1) 非養液型多期作水耕栽培システム技術（図 1～3）

様々な検討の結果、低労働負荷で単位面積あたりの農業の生産性を高めるには、工業的大量生産技術であるモジュラー型要素技術を開発し、高付加価値作物を多期作栽培することが有効との結論に至った。図 1 にそのプロセスとモジュラー型パッケージ技術の概要を示す。まず、①白色 LED を用いた高密度・高速苗床で、高品質育苗する。次に②苗を培地及び緩効性肥料とともにスリットポットに入れ、③硬質発泡スチロール製水耕パネルに多数装着して、④水田に浮かべる。



(図 1) 非養液型水耕栽培のプロセス

栽培品目	LED 育苗 日	株数 / 千株	毛作 数	水田水耕期間(月)											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
リーフレタス	21	18	4			1	2				3	4			
バジル	25	48	2				1	2			3				
ミント	30	48	3				1	2			3				
小松菜	14	81	5			1	2	3			4				
ホウレンソウ	14	81	4			1	2	3			4				
葉ネギ (小ネギ)	30	81	4			1	2	3			4				
ミニパル	40	48	3			1	2				3				

(図 2) 野菜と花卉類の水田式非養液型多期作栽培

そのまま放置し、⑤収穫は、水面からパネルを引き上げ、根を切断して行う。パネルとポットは繰り返し再利用する。図2は、この非養液型水耕栽培技術を用いて、種々の高付加価値野菜や花卉を多期作した結果である。土耕のような多期作による農地の疲弊の問題はない。その一方、養液を用いないため、一般的な水耕栽培のように、蒸発や雨滴混入による養液濃度の調整も不要である。そのため、屋外の水田等で、低コスト、低環境負荷、低労働負荷の多期作湛水栽培が可能である。本方式を用いたレタスの大規模実証実験を行い（図3）、その有効性を確認した。



（図3）レタスの水田式水耕栽培実証実験

表1は、本方式のコストを他の農業3方式（土耕、屋内太陽光型水耕栽培、完全人工光型植物工場）と比較した結果である。本方式が、多期作可能、且つ設備費不要で、最も利益率が高いことが確認できた。

（表1）非養液型新規水耕方式と他の農業方式の収益性比較

method	unit	EZ hydroponics	soil cultivation	hydroponics	plant factory
environment	-	open-field	open-field	in greenhouse	in a building
light source	-	sun light	sun light	sun light	artificial light
area	-	400m ²	6,000m ²	2,000m ²	1,396m ²
produce	-	leafy vegetables	leaf lettuce	leaf lettuce	leaf lettuce
production volume	stump・kg	2,300 stump	14,400 kg	232,324 stump	3,600,000 stump
selling price	yen	53yen/stump	265yen/kg	100yen/stump	100yen/stump
sales	thousand yen	1,220	3,816	23,232	360,000
cost	thousand yen	1,036	3,534	23,112	364,458
seedlings	thousand yen	460 44%	38 1%	1,430 6%	8,000 2%
fertilizer	thousand yen	0 0%	255 7%	754 3%	10,800 3%
pesticide	thousand yen	0 0%	141 4%	258 1%	0 0%
material expenses	thousand yen	82 8%	171 5%	238 1%	2,520 1%
utility costs	thousand yen	21 2%	48 1%	1,588 7%	108,000 30%
repair costs	thousand yen	7 1%	81 2%	646 3%	22,500 6%
distribution expenses	thousand yen	173 17%	1,620 46%	4,672 20%	72,000 20%
personnel expenses	thousand yen	200 19%	545 15%	5,620 24%	85,138 23%
depreciation cost	thousand yen	88 8%	413 12%	6,450 28%	37,500 10%
interest expense	thousand yen	0 0%	149 4%	1,000 4%	12,000 3%
land rent	thousand yen	6 1%	72 2%	456 2%	6,000 2%
annual profit	thousand yen	184	282	120	▲4,458
profit rate	%	15.0%	7.4%	0.5%	▲1.2%

（2）超簡易型追尾機構付きの太陽光発電システム技術（図2）

一般のSSは、太陽光発電と農業を両立させるため、30cm程度の幅狭太陽光パネルを60cm程度の間隔を空けて高さ3m程度の高さに設置するのが一般的である。そうすることにより、日中の太陽光の移動に伴い、必要十分な太陽光が農地に照射され、且つ太陽光パネル下での農作業が可能となる。したがって、用地をほぼ全面被覆する一般の野立て太陽光発電専用設備に比べて、発電量が約1/3に制限されると同時に、モジュールコストもやや割高になる。そこで、超低コストの太陽光一軸自動追尾機構を装備した高架型SS設備を開発した（図4(a)）。太陽光の年間移動にも対応する二軸にしなかった理由は、投資効率に劣るからである。今回開発した簡易型一軸追尾機構では、単価5万円のリニアモーター（図4(b)）2台を用い、連結された256枚のパネルを、太陽光の軌道計算結果を記憶したシーケンサで駆動制御する。その結果、太陽光の日間移動をほぼ完全に追尾でき（図4(c)(d)）、年間を通じて発電量が11.4%増加することが確認できた。

尚、図(4)の高架型水耕SSシステムでは、土耕のような農作業空間は不要である。そこで農地空間を有効活用するため、樋式二段型の非養液型水耕栽培方式を開発した。図(4)の樋の中には、縦長の発砲スチロール製トレイに苗、培地、緩効性肥料入りのスリットポットが装着されており、手前側から定植し、奥側から引き出して収穫する。樋には、手前側から奥側に向けてごく僅かな勾配を持たせてあり、水が微量一方向掛け流しとなるため、根腐れの懸念がない。リーフレタスとサラダ菜の栽培実験の結果、一般的な土耕と比べて1回あたりの収量や味に差がないことを確認できた。今回は2段に留めたが、3段化も可能と思われる。

以上の結果、一軸太陽光追尾機構を備えた高架型の非養液樋式水耕SSで、低コスト、高生産性が確認された。



(a) 非養液型桶式水耕方式を用いた高架型 SS 設備



(b) 簡易型一軸太陽光自動追尾機構



(c) 朝方は自動的に東方向を向く



(d) 朝方は自動的に西方向を向く

(図 4) 簡易型追尾機構付き高架型太陽光発電設備
(b) (c) (d)

(3) 低架型多期作水耕ソーラーシェアリングシステム技術(図 3)

(2)で開発した高架型の一軸太陽光追尾機構を備えた二段式桶型水耕 SS システムは、既存の SS システムに比べて、追尾による発電量増加と、多期作による収量増が可能となるため、収益性に優れるが、本研究の目的に掲げる「反収 1 千万円以上」には達しない。そこで、既存の野立て太陽光発電設備下の空きスペースを活用した「低架型水耕 SS システム技術」を開発した。本研究の狙いは、低架型による設備費低減、パネル被覆率増加による発電量増加、構造シンプルな水田式（プール式）水耕による設備費低減、SS 由来の 1 桁以上安価な農地(税率と土地代)の 4 つである。実験設備は、大学屋上に既設の低架型太陽光発電設備下にブロックと耐候性シートで水田を模した簡易な水槽を設置し、温湿度と水温、照度の自動測定と、ウェブカメラ自動監視の機



(図 5) 自動計測・監視システムを備えた低架型水田式水耕ソーラーシェアリング実験設備

能を備え、IoT 化の可能性も同時に検討した。

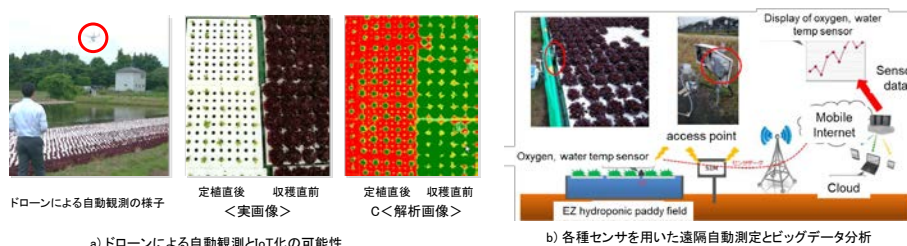
太陽光発電は年間を通じてモニタリングし、水耕栽培は半陰生植物（生育に要する飽和光量が低い植物）の長ネギとサニーレタスを夏と冬の2回、太陽光直射部との比較で栽培実験をした。その結果、図6に示す通り、パネル下の低光量でも2種とも市販可能レベルに生育する結果が得られた。長ネギでは太陽光直射部と日陰部とで、外観、食感とも差はなかった。それに対し、サニーレタスは直射部が紫色で食感もシャキッとしている（図6）水田式水耕SSによる半陰生野菜生育度の光量・季節差のに対し、日陰部は緑色で柔らかい食感であった。好みにもよるが、市販可能レベルと判断された。また、千葉県11月下旬～12月中旬の時期でも、定植後3週間で収穫可能レベルに生育したことから、4期作可能と判断される。

	leaf green onion		sunny lettuce	
	direct sunlight area	shaded area	direct sunlight area	shaded area
Summer Aug.18- Sep.2. 2018 (2weeks)				
Winter Nov.21- Dec.11. 2017 (3weeks)				
	Little difference in color and texture in both winter and summer.		"Direct sunlight area" was reddish purple and darker than "shaded area", and the texture was crunchy.	

(図6) 水田式水耕SSによる半陰生野菜生育度の光量・季節差

(4) 水耕ソーラーシェアリング用自動データ収集分析管理システム技術(図6)(図7)

非養液型水耕SSシステムに、遠隔操作可能な監視カメラや、温湿度、照度、電力センサーと無線設備を装備し、自動的にデータを収集・解析することによって、省力化と収量を向上できる技術を開発した(図6)。また、(株)NTTドコモとの共同による水田水耕における実証試験では、ドローン(図7左側)や、様々な環境センサ(温湿度、水温、照度、電気伝導度、溶存酸素、pH、CO2量、水位等)を用いた自動測定システム(図7右側)の分析データを用いることにより、適切な追肥や病虫害予防、収穫等の操作でIoT化による収益性向上が可能であることを確認した。



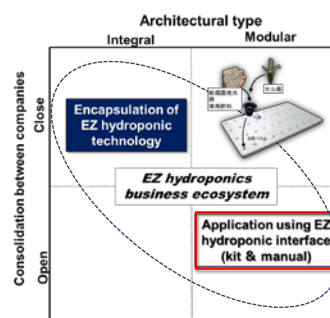
(図7) 水耕ソーラーシェアリング用自動データ収集分析管理システム技術

(5) 高効率水耕型ソーラーシェアリングシステムの収益性向上試算結果

以上に述べた水耕SSシステムの研究結果から、非養液型水田水耕栽培を用いた低架型SSシステムにより、大幅な収益性向上と、低労働負荷、低環境負荷の同時実現可能な基礎技術を確立できた。収益性向上の試算結果は以下の通りである。(1)と(3)の結果から、10aあたりの年間売上高は、農作物が1227万円(利益185万円)、電力が120万円(12円/kWh)、計1347万円と試算され、年間売上高目標1000万円/10a以上の水耕SSシステムの基礎技術を確立できたと判断される。

(6) 非養液型(EZ)水耕栽培SSによるビジネスエコシステム戦略

本研究の狙いは、工業の大量生産や情報通信産業で成功を収めたビジネスエコシステム戦略(キーストーン戦略)を、農業と発電の世界に持ちこむことで飛躍的な生産性と収益性の向上を図ることにある。本研究により、新開発の非養液型のEZTM水耕用モジュラーキット(肥料・ポット・パネル)を用いた低架型水田水耕SSシステムで、高収益・低労働負荷・低環境負荷の同時実現が可能であることを示した。図8は、「クローズド・インテグラル型」の水耕キットをハブ技術として、サプライチェーン下流の「オープン・モジュラー型」農家や法人と健全・堅牢なビジネスエコシステム構築が可能であることを示す。



(図8) 水耕キットを用いたビジネスエコシステム

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hiroshi Kubo, Xiaoxia Qu and Takashi Kakimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Proposal of Business Ecosystem Strategy Construction Method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of AU International Conference in Business & Economics 2019	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo, Kazuki Okoso	4. 巻 -
2. 論文標題 Business Ecosystem Strategy Using New Hydroponic Culture Method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 Proceedings of PICMET '19	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo, Kazuki Okoso, Shizuo Maeno	4. 巻 -
2. 論文標題 FEASIBILITY OF HYDROPONIC SOLAR SHARING SYSTEM WITHOUT LIQUID FERTILIZER	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of EU PVSEC	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 久保裕史, 垣本隆司	4. 巻 14-1
2. 論文標題 P2Mを用いたビジネス・エコシステム戦略構築法の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of International Association of P2M	6. 最初と最後の頁 119-140
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo, Kazuki Okoso	4. 巻 -
2. 論文標題 Aqua Solar Sharing Ecosystem Strategy Through Program Management	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ProMAC (Yangon)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 大社一樹, 久保裕史	4. 巻 13-2
2. 論文標題 P2Mを用いた新規露地水耕栽培ビジネス	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of International Association of P2M	6. 最初と最後の頁 119-138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 久保裕史, 大社一樹	4. 巻 -
2. 論文標題 開放系ゼロエネルギー植物工場 (OZEPF) の基礎研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 千葉工業大学2018年プロジェクト研究年報	6. 最初と最後の頁 15-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Kazuki Okoso, Fumihiko Okiura, Takashi Kakimoto, and Hiroshi Kubo	4. 巻 -
2. 論文標題 A Study of Open-Field Hydroponics in Paddy Fields	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of ICENS 2018	6. 最初と最後の頁 7-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo, Hiroko Tanaka, Takashi Kakimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Proposal of Five Frameworks for Constructing Keystone Strategy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2018 Proceedings of PICMET '18	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 大社一樹, 久保裕史	4. 巻 Vol.13 No.2
2. 論文標題 P2Mを用いた新規露地水耕栽培ビジネス	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of International Association of P2M	6. 最初と最後の頁 119-138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo, Xiaoxia Qu and Takashi Kakimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Proposal of Business Ecosystem Strategy Construction Method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of AU International Conference in Business & Economics 2019	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 久保裕史	4. 巻 43
2. 論文標題 水耕ソーラーシェアリングの可能性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 太陽エネルギー	6. 最初と最後の頁 35-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi KUBO	4. 巻 12
2. 論文標題 Innovation Follows Strategy - Aiming to realize Super Smart Society -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of International Association of P2M	6. 最初と最後の頁 126-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Kazuki Okoso, Hiroshi Kubo, Masaki Tanimoto and Shizuo Maeno	4. 巻 5
2. 論文標題 Feasibility of Low-Cost and High-Performance Hydroponic Solar Sharing System	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of ICENS-Summer, August 23-25, 2017, Sapporo, Japan	6. 最初と最後の頁 416-422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo	4. 巻 2017
2. 論文標題 A Consideration of Strategy and Innovation for Hyper Smart Society Realization	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 2017 Proceedings of PICMET '17	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo	4. 巻 11
2. 論文標題 Consistency among Strategies, Innovation Models and Project Styles	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Project Management	6. 最初と最後の頁 462-471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo, Shun Murayama, Masaki Tanimoto, Kazuki Okoso, Shizuo Maeno	4. 巻 -
2. 論文標題 A Possibility of Open Zero Energy Plant Factory	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of Electronics Goes Green 2016+	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 —

1. 著者名 久保裕史, 前野静夫, 谷本征樹, 大社一樹	4. 巻 -
2. 論文標題 多毛作水耕を用いた営農継続型太陽光発電の基礎研究	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 2016 千葉工業大学附属研究所 プロジェクト研究年報	6. 最初と最後の頁 37-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Hiroshi Kubo	4. 巻 5
2. 論文標題 Innovation follows strategy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings The 5th International Conference on Project and Program Management	6. 最初と最後の頁 KS23-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 2件／うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Kazuki Okoso, Fumihiko Okiura, Takashi Kakimoto, and Hiroshi Kubo
2. 発表標題 A Study of Open-Field Hydroponics in Paddy Fields
3. 学会等名 ICENS July 30-August 1, 2018, Tokyo, Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大社一樹, 久保裕史
2. 発表標題 新規露地水耕栽培システムの開発
3. 学会等名 太陽エネルギー学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大社一樹, 久保裕史
2. 発表標題 P2M を用いた新規露地水耕栽培ビジネス
3. 学会等名 国際P2M学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Kubo, Xiaoxia Qu and Takashi Kakimoto
2. 発表標題 Proposal of Business Ecosystem Strategy Construction Method
3. 学会等名 AU International Conference in Business & Economics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Kubo, Hiroko Tanaka, Takashi Kakimoto
2. 発表標題 Proposal of Five Frameworks for Constructing Keystone Strategy
3. 学会等名 PICMET '18 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Kubo
2. 発表標題 A Consideration of Strategy and Innovation for Hyper Smart Society Realization
3. 学会等名 PICMET '17 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuki Okoso, Hiroshi Kubo, Masaki Tanimoto and Shizuo Maeno
2. 発表標題 Feasibility of Low-Cost and High-Performance Hydroponic Solar Sharing System
3. 学会等名 ICENS-Summer, 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Kubo
2. 発表標題 Consistency among Strategies, Innovation Models and Project Styles
3. 学会等名 Consistency among Strategies, Innovation Models and Project Styles (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Kubo, Shun Murayama, Masaki Tanimoto, Kazuki Okoso, Shizuo Maeno
2. 発表標題 A Possibility of Open Zero Energy Plant Factory
3. 学会等名 Electronics Goes Green 2016+ (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 久保裕史
2. 発表標題 水耕型ソーラーシェアリングの可能性
3. 学会等名 日本太陽エネルギー学会 研究講演会「太陽エネルギー利用技術と農林水産業の融合」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Kubo
2. 発表標題 Innovation follows strategy
3. 学会等名 The 5th International Conference on Project and Program Management (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

EGG2016+(OZEPf) http://www.kubo-labo.com/egg2016ozepf
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	大社 一樹 (Okoso Kazuki)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	前野 静夫 (Maeno Shizuo)		
研究協力者	大関 優 (Ozeki Masaru)		
研究協力者	鈴木 淳也 (Suzuki Junya)		