

太陽電池(ソーラーパネル)下部の農地における 高収益性営農の検討

実績報告書



【令和元年8月10日 秋田市雄和実証ほ場】

令和2年3月

秋田県営農型太陽光発電モデル実証協議会

太陽電池（ソーラーパネル）下部の農地における高収益性営農の検討 実績報告書

1 背景

本県農業においては、担い手の高齢化や減少が進行しており、農村地域においては耕作放棄地の発生が危惧されていることから、将来にわたり営農を維持し、耕作放棄地の発生を防止するためには、一定の所得の確保が必要となっている。

近年、ほ場に設置できる高架台型の太陽光パネルが開発・販売されたことから、農業による収益に加え、営農型太陽光発電による売電収入や発電した電力利用によりコスト低減を図るソーラーシェアリングの取組が注目されている。

しかし、本県を始め全国においても、太陽光パネル下部での営農に関する知見がなく、営農方法も確立していないことから、営農型太陽光パネルの導入・普及が進んでいない状況にある。

一方、農地転用の審査にあたり、高架台設置部分の農地転用について、慣行栽培と比較した収量への影響に関する特例措置が示される中、実際の太陽光パネル下部における営農の事例が不足していることから、許認可に当たる農業委員会においてもその判断が困難な状況にある。

このため、太陽光パネル下部における営農への影響を調査するとともに、パネル下でも収益性が確保できる営農方法の確立が求められている。

2 目的

実証ほ場に設置された太陽光電池（ソーラーパネル）下部の農地において、高い収益性が確保できる営農方法について検討するため、当該ほ場に作物を作付けし、生育や収量、作業性への影響について検討する。

さらに、一時転用許可のための参考となる関連データを整理する。

3 方法

（1）営農型太陽光パネルの設置

平成30年度に食料産業・6次産業化交付金（営農型太陽光発電の高収益農業の実証事業）を活用し、秋田県秋田市雄和種沢地区に（株）新電元工業社製太陽光発電設備（最大出力39.6kW）を設置した（図1）。

本実証試験で採用した営農型太陽光パネルは、高架台の支柱間隔4.2m、高さ2.93mに設定されており、太陽光パネル下でトラクター等の稼働が可能な設計となっている（図2）。

また、当初、本実証では、実証農家の園芸ハウスで電気を自家利用することを検討していたが、諸般の事情で電力会社の電気網と系統連系し、小売電気事業者を介して売電するシステムとなった（巻末【補足】参照）。

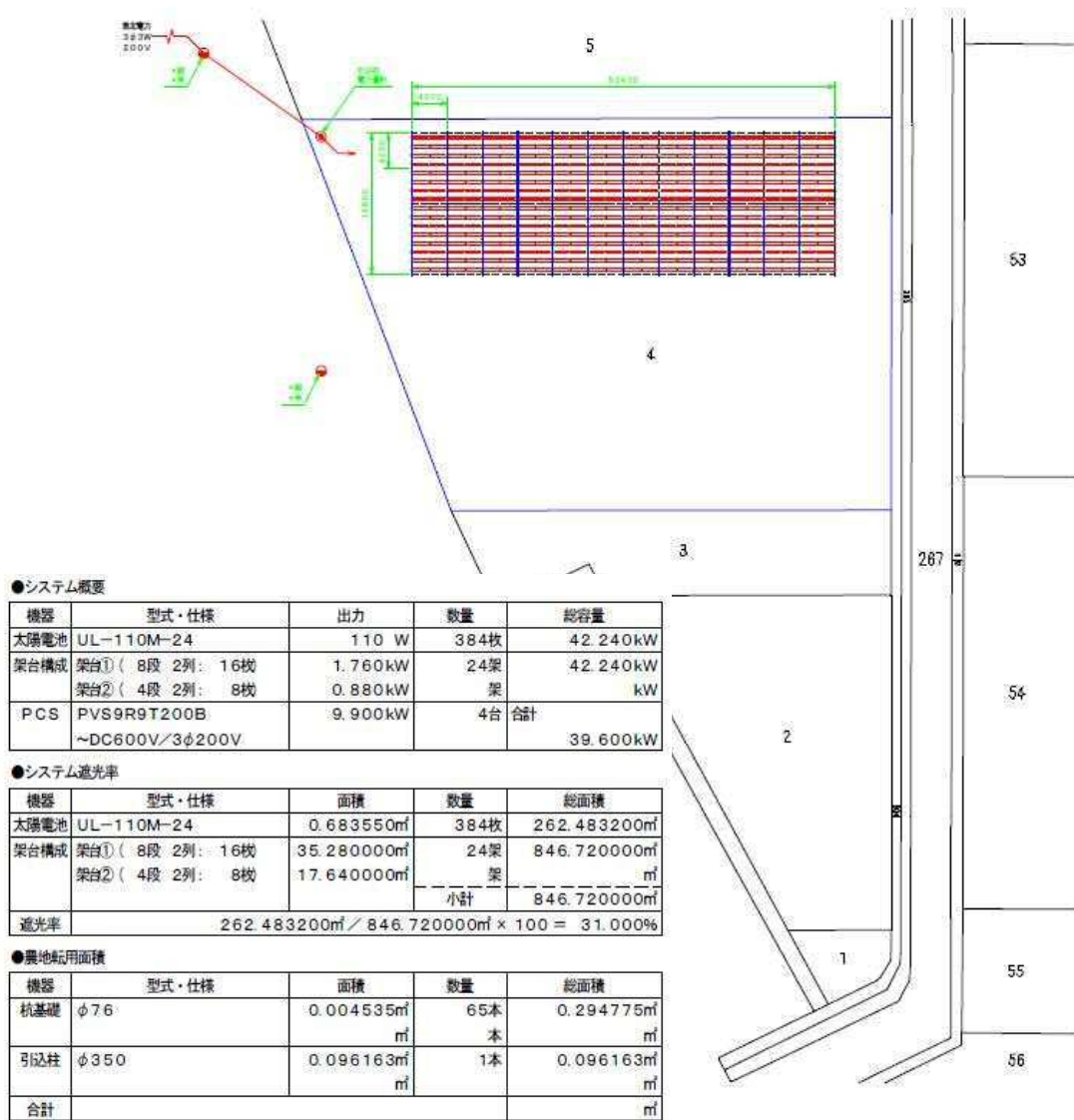


図1 パネル設置状況

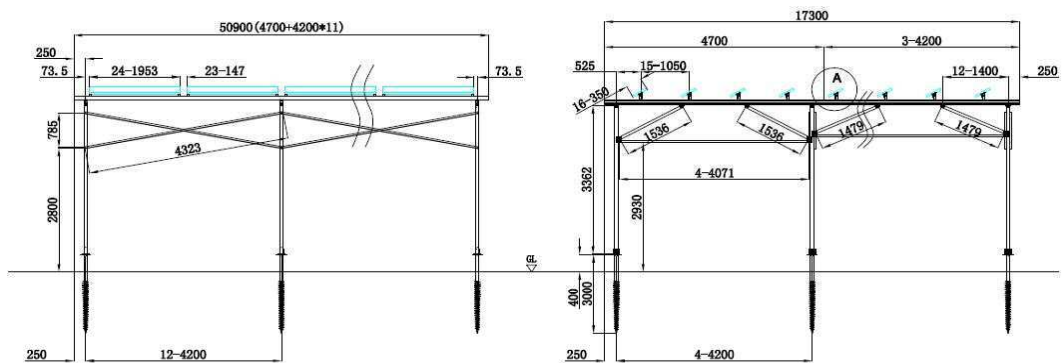


図2 営農型太陽光パネルの断面図

(2) 営農実証

本実証で取り上げるエダマメは、県の重点野菜（3品目）の1つに位置づけられており、「エダマメ日本一生産事業」等で県全域において生産・販売対策を強力に推進している。

植生は陽性植物ではあるが、光飽和点が2.5万ルクス程度であり、太陽光パネルの設置に伴う日照不足による生育への大きな影響はないと考えられることから、本実証に供する作目としてエダマメを取り上げる。

①実証内容

太陽光電池（ソーラーパネル）下部の農地におけるエダマメの生育や収量、農業機械での作業性等について調査し、高い収益性が確保できる営農方法について検討する。

②設置面積（図3）

- ・農家慣行区：10a（実面積 113,274 m²）
- ・実証区：10a（実面積 84,672 m²）

③設置場所 秋田市雄和種沢4

④栽培方法

- ・作物名：エダマメ（供試品種：湯あがり娘）
- ・播種日：令和元年5月16日
- ・栽植密度：1条植え、2粒播き、播種機セット4条（条間75cm、株間20cm）
〔実測〕 農家慣行区：5.79株/m²（1.3粒播/株）
実証区：4.10株/m²（1.5粒播/株）

⑤調査内容：

ア 農作業管理

耕起、施肥、畝立て、除草、中耕・培土、追肥、病虫害防除、開花日、収穫、出荷・調製の各作業について、月日、時間、作業機械等を記録する。

イ 収穫物

分解調査として、収穫期の両区の平均的な代表株を抜き取り、草丈、分枝数、節数、着莢数、計算粗収量を算出する。

全刈収量調査では、収穫適期に速やかに収穫を行い、収穫時間、収穫量（単収）、出荷品質について調査する。

ウ 生育調査

農家慣行区、実証区のそれぞれについて、平均的な生育示す代表株20株×2区（計40株）の草丈、葉数、節数等を調査する。

エ 日射量と地温の測定

日射量はパネル上部とパネル下部にセンサーを設置し測定し、地温については農家慣行区と実証区それぞれに地表と地中5cmに温度計を設置し測定した。

オ 降雨の影響

実証区では降雨時の太陽光パネルから落ちた滴による生育への影響が懸念されることから達観により観察した。

⑥調査方法

- ア 営農現地実証（農作業管理、収穫・調製）
（農）種沢ファームで実施し、適正な栽培管理に努める。
- イ 生育調査、分解・収量調査、地温測定等
県農林水産部農山村振興課で実施する。
- ウ 日射量の測定
（株）アイセスで実施する。

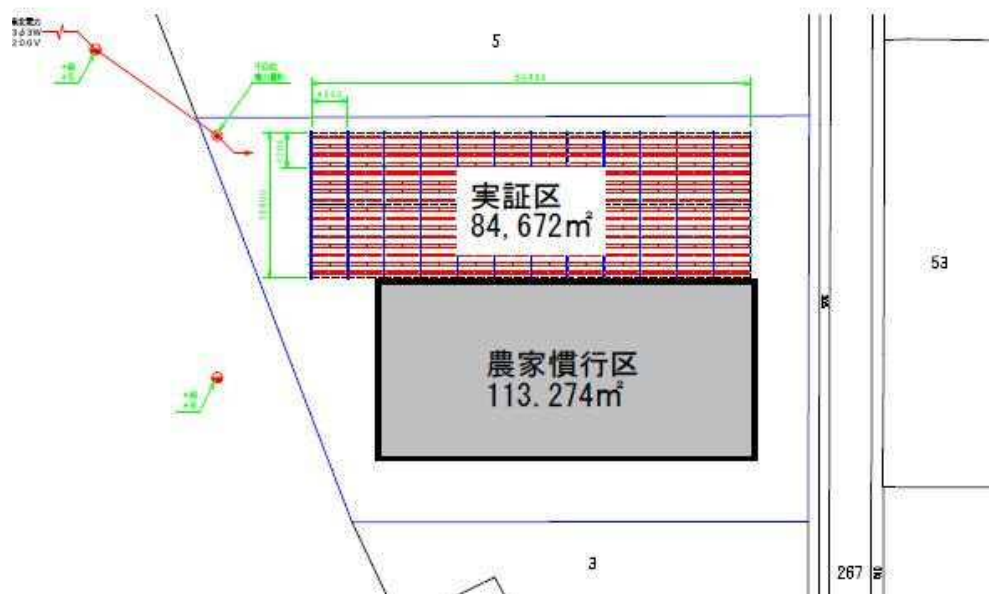


図3 農家慣行区と実証区

4 結果

(1) 営農型太陽光パネルの発電状況

① 営農型太陽光パネルによる発電量

発電量は、売電量で把握することとしていたが、諸般の事業で12月以降に売電が遅れたことから、2ヶ月の実績のみの比較となった。いずれも推定発電量を上回る平均122%の発電となった（表1）。

同様なシステムを稼働している（株）アイセス社の発電所についても、過去2年間の発電量をみると、ほとんどの月で推定発電量を上回る発電量が得られていることから（表2）、良好な発電状況にあると考えられる。

今後も、発電状況を確認し、経年劣化等の影響について検討する。

表1 営農型太陽光発電システムの推定発電量と実績発電量

月	推定発電量 kWh					実測発電量 kWh	
	月平均 日積算 傾斜面 日射量※1	月積算 傾斜面 日射量	温度 補正 係数	月別 総合 設計 係数	月別 システム 発電量 (推定)		
	Hs	Ham=Hs × day	Kpt	K=Kp × Kpt	Epm=K × Pas × Ham	対比 %	
	kWh/m ² ・day	kWh/m ² ・month		<small>※2</small>	<small>※3</small>		
4	4.38	131.40	0.993	0.806	4,474	-	
5	4.56	141.36	0.971	0.788	4,705	-	
6	4.60	138.00	0.951	0.772	4,500	-	
7	4.29	132.99	0.936	0.760	4,269	-	
8	4.62	143.22	0.930	0.755	4,567	-	
9	3.77	113.10	0.950	0.771	3,683	-	
10	3.21	99.51	0.977	0.793	3,333	-	
11	1.91	57.30	1.002	0.813	1,968	-	
12	1.26	39.06	1.002	0.813	1,341	1,515	113%
1	1.44	44.64	1.032	0.837	1,578	2,066	131%
2	2.36	66.08	1.030	0.836	2,333	1,905	82%
3	3.50	108.50	1.019	0.827	3,790	3,827	101%
年間	推定年間発電電力量 Epy(kWh/year)				40,543		-

※1 太陽電池モジュールへの外的影響（積雪や日影など）による日射量の低下分は考慮せず

観測地点 大正寺（経度39° 31.6'、経度140° 14.0'、標高200m）

※2 パワーコンディショナーの実効効率は96.5%で算出

※3 モジュール出力Pms=110W、モジュール枚数n=384枚、Pas=Pms × n =42,240kW

表2 (株)アイセス社 井川営農型太陽光発電所における月別発電量

年月	発電量 (kWh)	シミュレーション (kWh)	シミュレーションとの比較	CO ₂ 削減量 (Kg)	石油消費削減量(%)	備考	発電量対前年比
2018年5月	6,928	6,625	104.6%	3,956	1,573		123.9%
2018年6月	6,847	6,437	106.4%	3,910	1,554		92.9%
2018年7月	7,079	6,068	116.7%	4,042	1,607		95.7%
2018年8月	7,161	6,345	112.9%	4,089	1,626		97.4%
2018年9月	6,339	5,350	118.5%	3,620	1,439		93.8%
2018年10月	5,963	4,754	125.4%	3,405	1,354		131.5%
2018年11月	4,587	2,871	159.8%	2,619	1,041		145.2%
2018年12月	2,760	1,961	140.7%	1,576	627		128.9%
2019年1月	3,201	2,386	134.1%	1,828	727		127.8%
2019年2月	3,446	3,456	99.7%	1,968	782		79.8%
2019年3月	5,692	5,427	104.9%	3,250	1,292		105.8%
2019年4月	7,218	6,212	116.2%	4,121	1,638		121.1%
計	67,221	57,893	116.1%	38,383	15,259		107.6%

年月	発電量 (kWh)	シミュレーション (kWh)	シミュレーションとの比較	CO ₂ 削減量 (Kg)	石油消費削減量(%)	備考	発電量対前年比
2019年5月	9,393	6,580	142.7%	5,363	2,132		135.6%
2019年6月	7,520	6,393	117.6%	4,294	1,707		109.8%
2019年7月	7,757	6,026	128.7%	4,429	1,761		109.6%
2019年8月	7,688	6,302	122.0%	4,390	1,745		107.4%
2019年9月	7,132	5,314	134.2%	4,072	1,619		112.5%
2019年10月	5,820	4,722	123.3%	3,323	1,321		97.6%
2019年11月	3,812	2,852	133.7%	2,177	865		83.1%
2019年12月		1,948	0.0%	0	0		
2020年1月		2,370	0.0%	0	0		
2020年2月		3,433	0.0%	0	0		
2020年3月		5,390	0.0%	0	0		
2020年4月		6,170	0.0%	0	0		
計	49,122	57,500	—	28,049	11,151		73.1%

- ・パネル容量：63.36kw（種沢ファーム：42.24kw）
- ・PCS容量：49.5kw（種沢ファーム：39.6kw）
- ・モジュール：110W×576枚（種沢ファーム：110W×384枚）

(2) 営農実証

①農作業管理作業（表3）

〔作業全般〕

春先の天候不順で、施肥や耕起作業が遅れたことから、当初5月10日頃を予定としていた播種日より遅れて、5月16日の播種となった。

これ以降、除草作業、病害虫防除、中耕・培土等の作業が実施され、当初計画より5日遅い8月19日から21日かけて収穫作業が行われた。

〔播種並びに栽植密度〕

農家慣行区の播種は、4条播きの播種機を密着させて等間隔で播種したことから、すべての条間ではほぼ75cm間隔となったが、実証区では高架台を避けて播種したことから、4条毎に2m程度の間隔が空き、その結果、栽植密度が農家慣行区より1.69株/㎡低くなった（図4）。

これは営農型太陽パネル下での機械作業となるため、やむを得ないものと考えられるが、栽培管理等の工夫により収量を確保するなどの対応が必要である。

〔ほ場での機械作業〕

4月17日の施肥から8月21日の収穫作業まで、機械作業を実施した。

トラクターや乗用ビークル等の大型機械で作業を行う場合には、実証区の高架台並びに支柱への接触を避けるため、慎重に作業にあたる必要があり、機械の切り返しや高架台への侵入時にはやや運行スピードを落として作業を行った。

本実証で行った主な機械作業をみると、全体で農業機械の作業時間が40%程かかり増しとなった（表4）。

防除機（ブームスプレーヤー）による除草剤の散布作業では、農家慣行区では散布ノズルを最長14mまで延長して作業することで効率的な作業が可能であったが、実証区では防除機の前部ノズル部分（2.3m）のみでの散布に止まり、作業幅からすれば作業効率は1/6に低下した（図5）。さらに実証区では、散布ノズルが届かず除草剤が散布されないため、無防除となる部分も発生したことから、別途、人力で除草する必要もあり、除草作業としては、さらに作業時間がかかり増しとなった。

また、収穫作業では、農家慣行区ではトラクター牽引式の1条の収穫機で収穫作業を行ったが、実証区ではこのトラクター牽引式の収穫機が使用できず、乗り入れ部にあたる2条分を自動式ハーベスタ並びに手取り収穫で行ったことから、作業時間がかかり増しとなった。

表3 農作業・栽培管理記録簿

作業日	作業内容	圃場区分	作業時間	作業機名 薬剤名／肥料名	備考
4月17日	施肥	実証・慣行	8:00～10:00	有機質肥料(100kg/10a)	
4月25日	耕起	実証	8:00～17:00		
4月26日	耕起	慣行	8:00～17:00		
5月16日	播種	実証・慣行	9:00～11:00	トラクター牽引式播種	
5月16日	除草剤散布	実証・慣行	11:00～12:00	ブームスプレーヤー プロールプラス乳剤	
6月10日	除草(手取り)	実証・慣行	8:00～16:30	手取り6人で作業	
6月11日	除草 (機械草刈り)	実証・慣行	8:00～15:00		
6月12日	除草剤散布 (畝間)	実証・慣行	8:00～15:00	背負散布機 ラウンドアップ	
6月12日	中耕	実証・慣行	8:00～15:00	管理機	
7月17日	中耕培土	実証・慣行	8:00～12:00	中耕ディスク培土機	
7月18日	追肥	実証・慣行	8:00～12:00	トップスコア(液肥)	
7月18日	病虫害防除	実証・慣行	15:00～17:00	アグロスリン乳剤 ランマンフロアブル	
8月18日	収穫	慣行	4:00～7:30 8:00～15:30	朝採り(5名)収穫・脱莢 選別～袋詰め(9名)	
8月19日	収穫	慣行	4:00～7:30 8:00～15:30	朝採り(5名)収穫・脱莢 選別～袋詰め(9名)	
8月20日	収穫	慣行	4:00～7:30 8:00～15:30	朝採り(5名)収穫・脱莢 選別～袋詰め(9名)	
8月20日	収穫	実証	4:00～7:30 8:00～15:30	朝採り(5名)収穫・脱莢 選別～袋詰め(9名)	
8月21日	収穫	実証	4:00～7:30 8:00～15:30	朝採り(5名)収穫・脱莢 選別～袋詰め(9名)	

作業時間は準備・機械の移動等を含むおおよその時間



図4 栽植密度の低下

実証区では架台を避けるため、4条毎に約19.5 cmの間隔が生じる

表4 主な機械作業毎の運行時間の比較

作業名	10a当たり作業時間(hr/10a)		
	農家慣行区	実証区	対比
施肥	0.7	0.9	134%
耕起	5.3	8.3	156%
播種	0.7	1.4	201%
除草剤散布	2.4	3.9	164%
除草(機械・手取)	4.9	7.7	158%
中耕	2.4	3.9	164%
中耕培土	1.3	1.8	134%
追肥	1.3	1.8	134%
病害虫防除	0.7	1.4	201%
収穫	7.9	8.3	104%
合計	27.6	39.3	142%

注) ほ場での実作業時間による、実面積で補正。

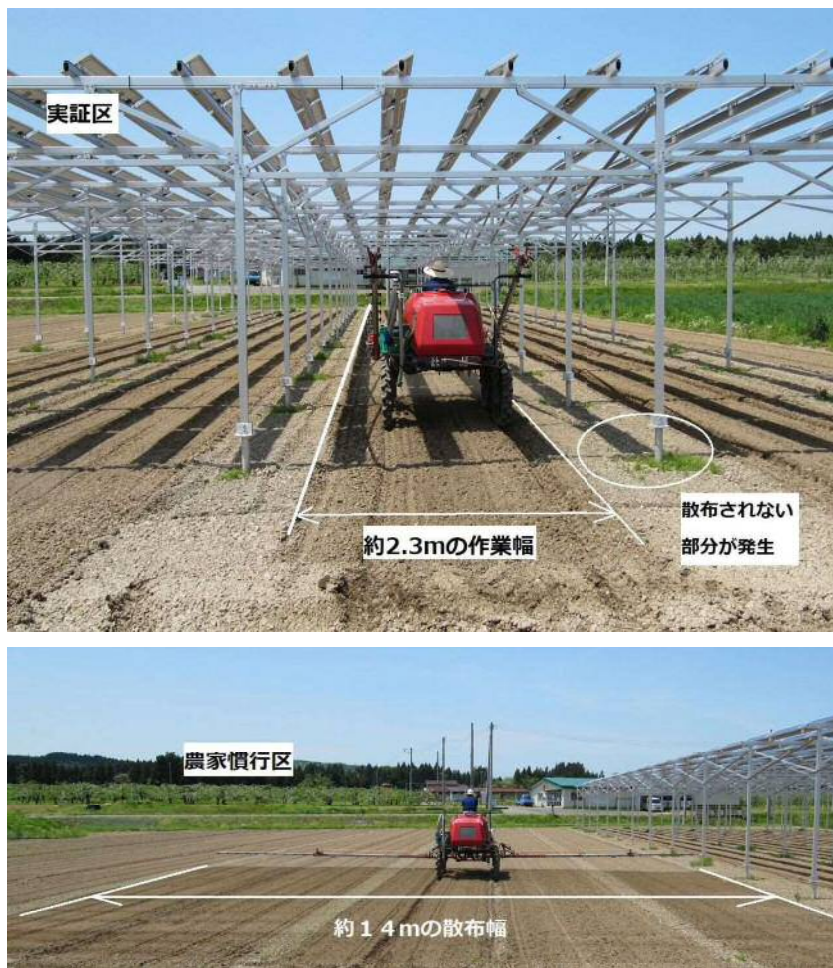


図5 プームスプレーヤーによる防除作業

②生育調査

播種期以降は、好天に恵まれ順調な生育を示し、7月下旬には開花期を迎え、8月中旬には収穫期を迎えた。生育期間を通して大きな気象災害等の発生はなく、病害虫の発生も少なかったことから、農家慣行区並びに実証区とも良好な生育を示した。

実証区では、生育初期から葉数が少なめで、葉数の数が少なく、生育が遅れ気味になった。生育盛期を迎えた7月以降もこの傾向は変わらず、分枝（主茎からの枝分かれ）は実証区で6月下旬まで発生が遅れた。（図6、表5）

③収量

8月10日に平均的な生育を示す代表株で行った分解調査では、粗収量で実証区が838kg/10a、農家慣行区で1,089kg/10aとなり、実証区は農家慣行区と比較して77%の収量に止まった。

同様の分解調査では、農家慣行区と比較して実証区で分枝数が少なく、節数並びに莢数も少なくなった。（図7、表6）

また、ほ場全刈りによる粗収量調査では、実証区で1,062kg/10a、農家慣行区で1,037kg/10aとなり、ほぼ同等の収量となった（表7）。

選別調査では、天候等の影響で収穫時期が8月19～21日と遅くなり、莢が黄化したことから、規格外品が多くなった（表7）。整粒収量（等級A～D品）は、実証区で0kg/10a、農家慣行区で211kg/10aとなり、当初計画していた整粒収量（300kg/10a）には、実証区、農家慣行区ともに届かなかったが、規格外を含めた出荷重量は予想収量の500kg/10a以上を確保できた。

表5 生育調査結果

	草丈 cm			葉数 葉			分枝 枝		
	農家慣行区	実証区	対比慣行区%	農家慣行区	実証区	対比慣行区%	農家慣行区	実証区	対比慣行区%
6月10日	8.5	8.7	103	2.1	1.1	53	0.1	0.0	0
6月21日	22.0	14.8	67	4.8	3.3	68	1.7	0.0	0
7月3日	42.8	35.3	83	7.9	6.5	82	2.6	1.0	40
7月12日	52.3	46.8	89	9.9	8.8	89	3.6	2.1	58
7月26日	55.5	51.5	93	11.6	10.8	93	3.8	3.5	93
7月31日	55.8	51.5	92	12.3	11.3	92	-	-	-

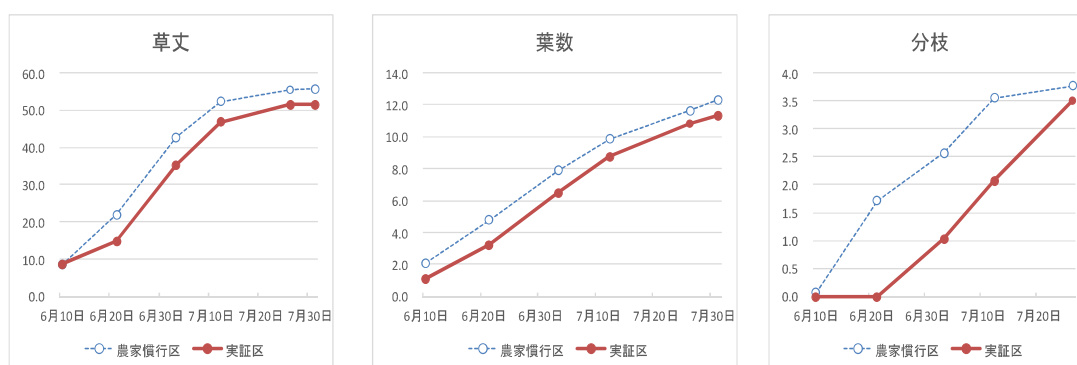


図6 草丈、葉数、分枝の推移

表6 株の分解調査

区	主茎長 cm	全長 cm	分枝 枝/株	節数 節/株	莢数 個/株	全重 kg/10a	収量 kg/10a
農家慣行区	69.6	101.8	3.2	25.8	62.6	2,235	1,089
実証区	67.6	102.8	2.6	23.8	55	1,726	838
比較%	97	101	81	92	88	77	77

注)：平均的な生育を示す代表株5株を調査

栽植密度：農家慣行区 5.79株/m²、実証区4.10株/m²

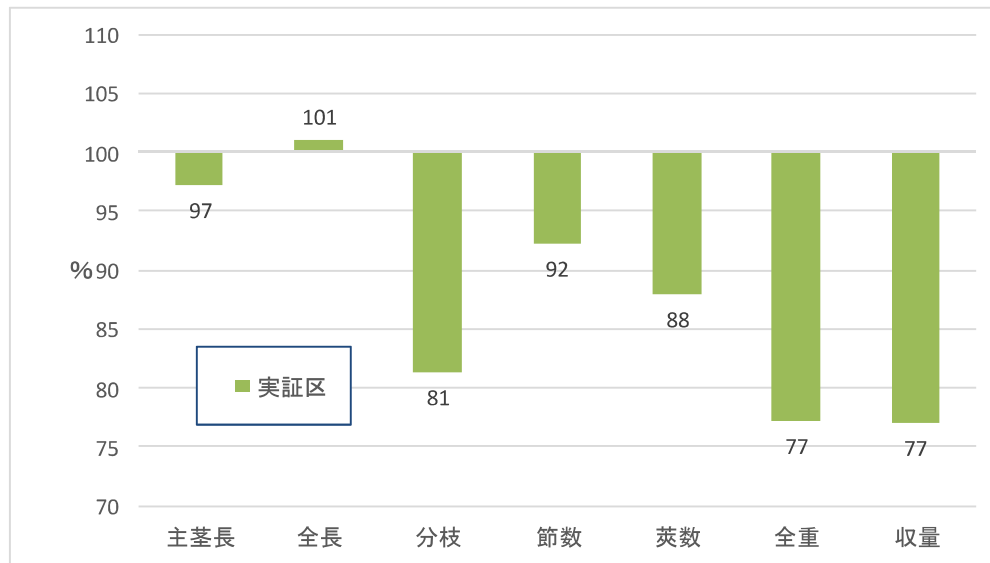


図7 分解調査(農家慣行区を100%として実証区を比較)

平均的な生育を示す代表株5株を調査

表7 全刈・選別調査

区	粗収量 kg/10a	整粒重量				規格外等 kg/10a	製品重量 kg/10a	
		kg/10a	A品	B品	C品			D品
農家慣行区	1,037	211	56	46	32	77	359	570
(比率%)	—	(100)	(27)	(22)	(15)	(36)	—	—
(比率%)	—	(37)	(10)	(8)	(6)	(13)	(63)	(100)
実証区	1,062	0	—	—	—	—	584	584
(比率%)	—	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(100)	(100)

粗収量：

コンテナに収穫されたものを、洗浄・脱水した選別前の重量。製品にならない莢や茎葉等の残渣を含む。

選別基準：

A品：正常粒で被害率5%以下、B品：正常粒で被害率5~10%、C品：正常粒で被害率10~15%以上、D品：欠落粒があり被害率15%以下、規格外；虫害、損傷、黄化で品質が低下したもの。

5 考 察

(1) 営農型太陽光パネルの発電状況

今年度の実証では、売電開始が遅れ、4月から発電量が把握ができなかったことから、次年度以降も実証を継続し、経年劣化を含めた太陽光パネルの発電能力について検証していく。

(2) 営農実証

①生育状況（地温の比較、日差量の比較）

生育期間を通して、実証区で農家慣行区と比較してやや生育量が不足し、開花期も2日程度遅くなるなど、営農型太陽光パネル設置に伴う生育への影響があったと推定される。

両区における日射量を比較すると、8月以降でパネル上部と下部で1日当たり平均日射量で6割程度に止まった（表8）。

また、両区における地温データを比較すると、地表面ならびに地中（5センチ）ともに、農家慣行区で実証区より高く、生育期間中（6月12日～8月20日）の地表積算温度で112℃（約6%）の差が発生していた（図8、表9）。

日射量と地温の相関関係をみると（1日当たり平均日射量と1日当たり平均気温を日別にプロット）、日射量が多いほど平均地温も高くなる傾向がみられることから、日射量と地温の正の相関が示唆された（図9）。

一般的に光飽和点を超過する日照量があれば生育には影響ないと考えているが、本実証では、①営農型太陽光パネルの設置で日照量が減少、②日射量の減少により地温が低下、等の要因により、日射量の減少よりも地温の低下が生育に影響を及ぼしたことが示唆される。

なお、太陽光パネルから落ちた滴によるエダマメへの生育の影響は、特に認められなかった。

②収量の比較

栽植密度が実証区に対して慣行区が71%（農家慣行区：5.79株/m²、実証区：4.10株/m²）であったことに加えて、株当たり莢数が88%と低下した等から、計算収量は77%に低下し、栽植密度が大きく関わったと考えられる。さらに収量を高める方策として、①架台を避けた機械作業のために作付けできなかったスペースに播種を行う（条数を増やす）、②密植栽培を行う（条数は増やさず、密植）、という方法が考えられる。ただし、それぞれの懸念点として、①については条数を増やすため、播種にさらに時間が掛かること、②については密植により根域が制限され、作物の成長（収量）に影響が出る可能性があることが考えられる。

以上より、立毛状態での計算収量では、減収率23%と概ね農地転用の許可条件内に収まることが示唆された。

一方で、機械収穫等による全刈の粗収量調査では、両区ともに同等の粗収量となった。

これは立毛状態では実証区で収量が少なかったものの、機械の収穫能力の違いにより、農家慣行区と実証区の収量差が解消されたためと推定される。

具体的には、農家慣行区では使用したトラクター牽引式の収穫機械は、単位時間当たり処理面積能力が高いものの、株の地際部分の莢が刈り取られず、収穫ロスが多い特性がある（図 10）

一方、実証区では、前述のとおり、収穫にはトラクター牽引式の収穫機の他に、自走式のハーベスタ（図 11）や手取り収穫で行ったことから、収穫ロスが少なくなったと考えられ、結果として立毛状態の収量差がなくなったものと推定される。

実証を行った農業法人では「朝採れエダマメ」のブランドで秋田市内の市場向けに出荷し販売強化を進めており、当日収穫のものを市場の競りに提供するため、午前中に出荷する必要があることから作業スピードを最優先している。

生産者の生産・経営方針によって、作業体系も異なることが想定されるが、本実証の経営体と異なり、収穫後の保冷などコールドチェーン設備を完備し、収量確保を最優先した営農体系では、使用する作業機械も違ってくることが考えられた。

③品質の比較

当初の栽培計画より、播種時期が遅れ全体スケジュールもやや遅れ気味となったが、8月以降は好天により急速に生育が進んだことから本実証の収穫時期が遅れ、過熟による黄化や割莢により、ほとんどの収穫物が規格外品となり、品質への影響は検討できなかった。

しかし、実収穫前の株刈取りによる分解調査では、収量差はあったものの、達観で両区共に大きな品質格差は認められなかったことから、品質面での大きな差異はなかったものと推定される（図 12）。

農業法人では、実証区以外にもエダマメを栽培しており、ほ場毎に順を追って農作業を行っているものの、社員の福利厚生（お盆期間の休業）もあり、本実証では 8 月 12 から 15 日に達していたと考えられる時期に適期収穫が出来なかった。

今後のエダマメ栽培に向けては、ほ場での観察を適宜行い、収穫適期の把握に努めるとともに、品種を変えての作期の分散課化や、迅速な収穫体制を整えるなどの対応が必要と考えられる。

④収量並びに収穫機械から見た評価

実際の収量や、収穫で使用する農業機械を考慮して両区を比較すると、それぞれのメリット・デメリットにより、エダマメの営農体系が異なることが想定される（表 10）。

通常のエダマメの収穫適期幅は約 5 日程度と短いことから、栽培面積が多くなると収穫スピードを重視する必要がある一方で、数十 a 程度の小面積であれば、作業スピードよりも品質・収量を重視した収穫となる。

本実証のように営農型太陽光パネル下部でのエダマメは、パネル設置には費用を要することから大面積での設置は考えにくく、自ずと限られた面積で取り組むことが想定される。また売電収入も期待されることから、このメリットも考慮する必要があると考えられる。

表8 日射量の推移

月	1日あたり平均日射量 (kWh/day)			気象庁 推定日射量 (kWh/day)	パネル上 対比%
	太陽光 パネル上	太陽光 パネル下	パネル上 対比 (%)		
	8月	5.07	2.95	58.25	4.62
9月	4.04	2.59	64.08	3.77	107.2
10月	2.57	1.52	59.21	3.21	80.1
11月	1.56	0.79	50.91	1.91	81.5
平均	3.31	1.96	59.35	3.3775	82.5

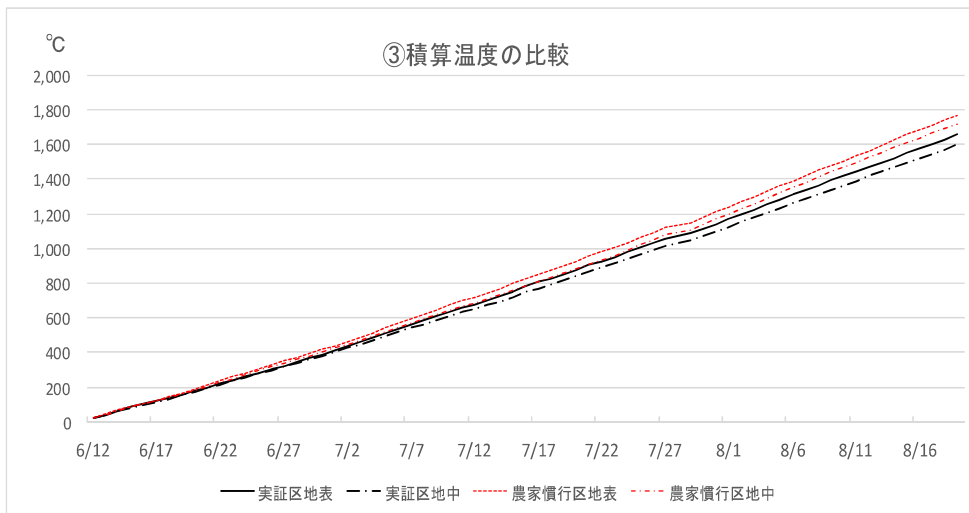
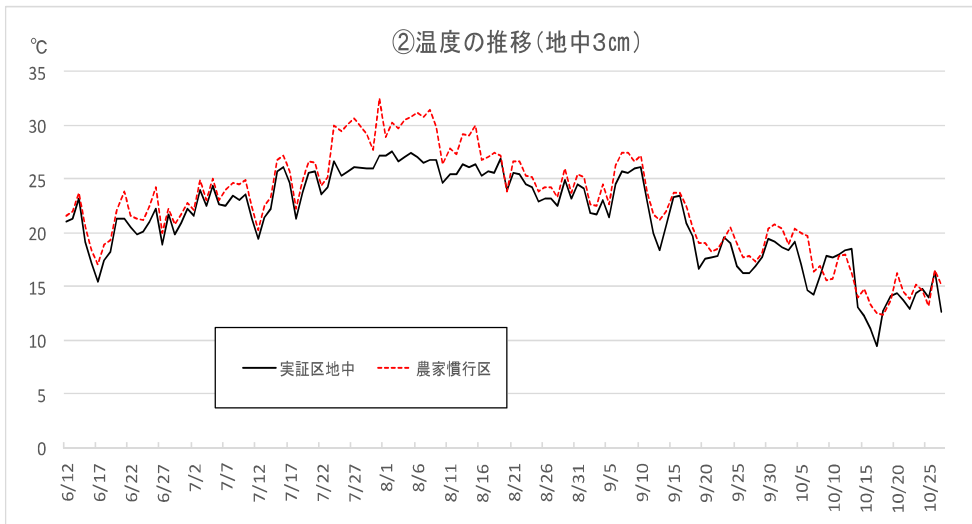


図8地温の比較

表9 積算温度の比較

区	積算期間	積算温度(°C)	
		地表	地中6cm
農家慣行区	6/12~8/20	1,768	1,720
実証区		1,656	1,599
対比		94%	93%

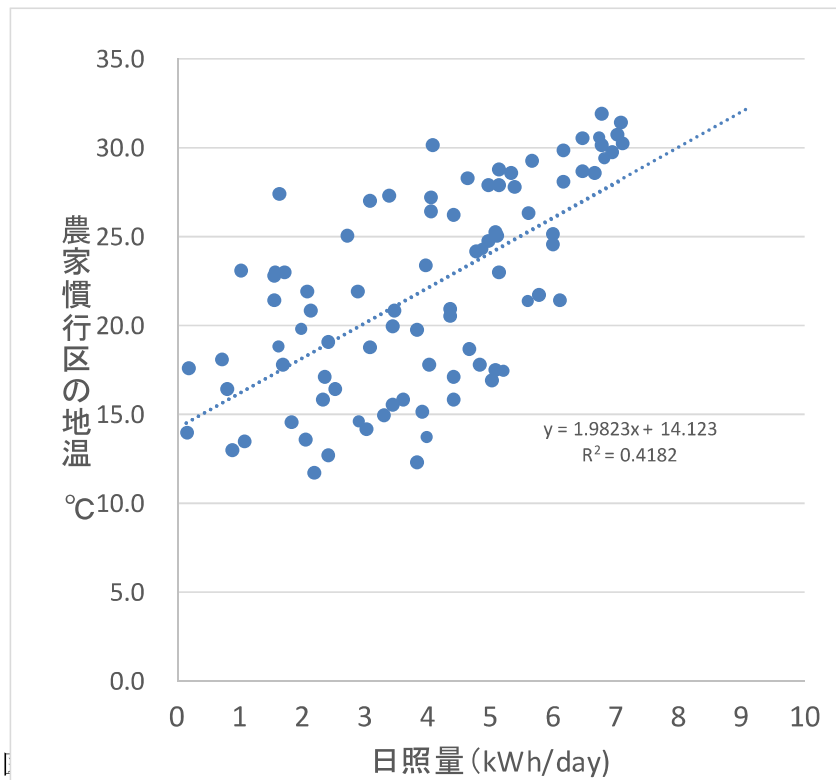




図 10 トラクター牽引式収穫機による作業



図 11 自走式ハーベスタによる収穫作業



図 12 代表的な生育を示す拭き取り株の比較

表 10 本実証における収量と作業機械の整理

項目	農家慣行区 (収穫機械：トラクター牽引)	実証区 (収穫機械：自走ハーベスタ、手取り)
立毛状態での収量	－ (2点) 生育、収量ともに良好 通常収量を維持	△ (マイナス 23%) (1点) 慣行区と比較しやや減 農地転用の許可要件はほぼ満たす ことが示唆される
品質の違い	－ (－)	? (－) 農家慣行とほぼ同等と推定
機械の違いによる 収量ロス	多い × (0点) 大面積でスピードを優先して 収穫するため、収穫ロスが多い	少ない ○ (2点) 限られた面積なので、作業スピード を犠牲にし、品質・収量を優先して 収穫
収穫適期に合わせた 作業スピード	○ (2点) 【予備調査※より】 作業スピード：(2.2a/hr) 収穫量：(12 コンテナ/hr) 1 コンテナ 20kg として、 240kg/hr	× (0点) 【予備調査※より】 作業スピード：(1.7a/hr) 収穫量：(8 コンテナ/hr) 1 コンテナ 20 kg として 160kg/hr (67%) ※単価 500 円/kg、製品化率 50%とし て、1 時間で 20,000 円の差額
【参考】売電収入	なし (－)	あり (－)
総合評価	良 (4点)	やや良 (3点)

※予備調査

収穫時にコンテナ数を調査、コンテナへの収穫重量を把握していないことから参考データとする。

6 総括

(1) 太陽光パネル設置による作物への影響

営農型太陽光パネルによる日射量等の減少で、エダマメの生育・並びに収量は低位となったが、その程度は23%で大幅な減収には至らなかったことから、営農型太陽光パネル設置に係る農地転用の基準を満たしていることが示唆された。パネル設置による栽植密度の低下等の影響については、今後、播種方法の変更等により改善を図ることも必要と考えられた。

また、本実証では、品質面での大きな差異はなかったものと推定された。

(2) 営農型太陽パネル下での農業機械の作業性

本実証で栽培したエダマメ等の豆類は、ある程度の作付面積の確保が必要な土地利用型作物であることから、農業機械での作業が必須となる。

営農型太陽光パネル下の土地利用型作物の栽培では、高架台や支柱の支障を避けるため、農業機械の作業時間がかかり増しとなるなど、農業機械の作業性に与える影響が大きいと考えられた。

7 今後の課題

○ エダマメ等の土地利用型作物への影響

本実証で行ったエダマメ栽培では、立毛状態でやや減収することが示されたが、太陽光パネル下での機械作業違いによる収穫ロスにより、実収量では大きな違いが認められなかった。

引き続き、豆類等の土地利用型作物について、栽培方法や作業機械による影響を、収量・品質の面から検討する。

○ 他作目での営農実証

さらに今後は、エダマメ等の豆類以外の光飽和点が低い作目（葉菜類、花き等）についても営農実証を行っていく。

○ 普及拡大に向けて（FIT制度の終了による太陽光発電の今後）

一部報道によるとこれまで実施されてきた固定買取制度による優遇措置については、抜本的に見直しが行われるとされている。

本実証で示唆された結果を踏まえると、今後の営農型太陽光パネルの普及にも少なからず影響があることから、さらにFIT(電気固定買取制度)の動向を見極める必要がある。

8 実証農家の所感

- 想定はしていたが、エダマメ栽培では、太陽光パネルの支柱による農作業の制約は、作業時間のかかり増し等、影響がやや大きかったように感じている。
- 生育的には実証区でやや見劣りする傾向があったが、実収ではそれほど大差がなかったことからひとまず安心している。
- しかし、実証では収穫適期を逃し、ほとんどが規格外となってしまったことから、次年度は、全面積 A 品となるように努めたい。

9 営農型太陽光発電の高収益農業の実証事業コンソーシアムの概要

- 事業実施主体 秋田県
- コンソーシアム構成機関
 - ・秋田県農林水産部農林政策課（農地転用担当）
 - ・秋田県農林水産部農山村振興課（コンソーシアム事務局）
 - ・秋田県農業試験場（試験研究機関）
 - ・学識経験者 秋田県立大学（農業機械学・農業経済学）
 - ・民間事業者 株式会社アイセス（ソーラー関連機器・設計製造販売ほか）
農事組合法人種沢ファーム（農業法人）

事業担当者名及び連絡先

氏名（ふりがな）	芳賀 英樹（はがひでき）	
所属（部署名等）	秋田県農林水産部農山村振興課	
役職	副主幹	
所在地	秋田県秋田市山王四丁目1番1号	
電話番号	018-860-1851	FAX 018-860-3815
メールアドレス	nousansonshinkouka@pref.akita.lg.jp	URL http://www.pref.akita.lg.jp/

【補足】

一般ほ場への営農型太陽光パネルの設置に係り明らかになった事項

○ 利用地（居住地等）から離れたほ場への営農型太陽光パネル設置について

【留意点①】 系統連系すると発電電気の自家利用が困難になる

太陽光パネルの設置場所と電気の使用場所が異なる場合、両地を連結するには系統連系が必要となることから、基本的に電気を直接利用できないシステムとなる。

よって、自家利用を前提とする場合、太陽光パネルと利用場所を同一場所に設定する必要がある。

【留意点②】 電気の自家利用には蓄電装置が必要

太陽光パネルの発電量は、日射量で増減し、一日を通して発電量が一定せず、想定発電量を下回ることもある。一般的に発電電気を自家利用する場合には、発電量をコントロールするために蓄電装置が必要となる（本実証の 42,000kWh/年規模で 16,000 千円程の見積もり）。

○ 電力会社の電気網への系統連系について

電力会社との系統連系の手続きを進めたが、既存電線の容量不足等から、当初予定になかった負担金や工事が発生し、契約にも多くの時間を要した。

【留意点③】 系統連系には電力会社による精査が必要

当初は、太陽光パネル施工業者の見積もりで、農業者の管理農地にある電柱を利用した系統連系を想定していたが、電力会社の見積もりでは、既存の電線は系統連系に対応した機能（三相）を有していないことや、果樹木による干渉で工事車両が入れない等との判断で、電柱の新設のため、費用がかかり増しとなった（図 13）。

工事費の算定に当たっては、予め電力会社に相談し、事業費を精査する必要がある。

【留意点④】 FIT と非 FIT では申込先が異なる

売電収入を目的とした系統連系の契約には、FIT（固定買取制度）を活用した売電と非 FIT による売電があるが、両者では電力会社の申込先が異なり、契約書類も異なる（図 14）。本事業では、系統連系とともに営農型太陽光パネルによる発電電力の売電手続きを行う必要があったが、非 FIT での売電契約のため、発電事業所の開設手続先と売電契約の申込手続先が異なることから、書類提出から受理までに多くの時間を費やしてしまった（電力会社では、書類の受付から回答が得られるまで 1 ヶ月以上を要することが通例）。実務レベルでは、このような大幅なスケジュール変更は事業への影響が少なくないことから、予め、電力会社と系統連系から売電までのスケジュール並びに費用について十分確認する必要がある。



図 13 系統連系に係るルート変更

当初計画では、既存電線（実線）による法人所有の園芸ハウスに連結し自家消費する予定であった。

しかし、既存電線は送電の容量不足等から連結することができず、新たなルート（変更計画）で系統連系することとなった。

【本実証での経過】

年 月	内 容
平成 30 年 9 月	○低圧系統連系申込（売電先：東北電力（FIT（固定買取システム）） 申込者：秋田県（申込代理人（株）アイセス） 申込先：東北電力太陽光受給センター
平成 30 年 10 月	○系統連系に係る工事負担金の回答（419 万円） （東北電力からアイセス社に通知、当初計画を上回る請求額）
平成 31 年 1 月	○営農型太陽光パネル設置工事着手 請負業者：（株）アイセス
平成 31 年 3 月	○3 月補正県予算に工事負担金を計上（419 万円） ○系統連系負担金について請求（3,859,018 円）（東北電力から県へ） ○協議会で非 FIT での売電について申し入れ ○営農型太陽光パネル設置工事完了 ○系統連系工事負担金払い込み（3,859,018 円）（県から東北電力に）
令和元年 6 月	○非 FIT での売電先を見積もり合わせて決定 売電先：株式会社オノプロックス（秋田市） （なお、東北電力からは非 FIT での買電事業を行っていないことから、見積書の提出がなかった）
令和元年 7 月	○系統連系工事着手
令和元年 8 月	○系統連系工事完了 ○低圧系統連系申込（FIT 対応）解除の申し出 申し出者：（株）アイセス 申し出先：東北電力太陽光受給センター （非 FIT での売電となることから、売電先が東北電力以外になり、 （株）アイセス社より申込解除の申し出を行う）
令和元年 9 月	○系統連系に係る工事負担金の精算・返金（130,554 円）
令和元年 10 月	○低圧系統連系（非 FIT）申込解除完了 ○再・低圧系統連系（非 FIT）申込（売電先：東北電力以外（非 FIT）） 申込者：秋田県（申込代理人（株）オノプロックス） 申込先：東北電力ネットワークサービスセンター
令和元年 11 月	○再・低圧系統連系申込完了（売電先：東北電力以外（非 FIT）） ○検針、売電開始

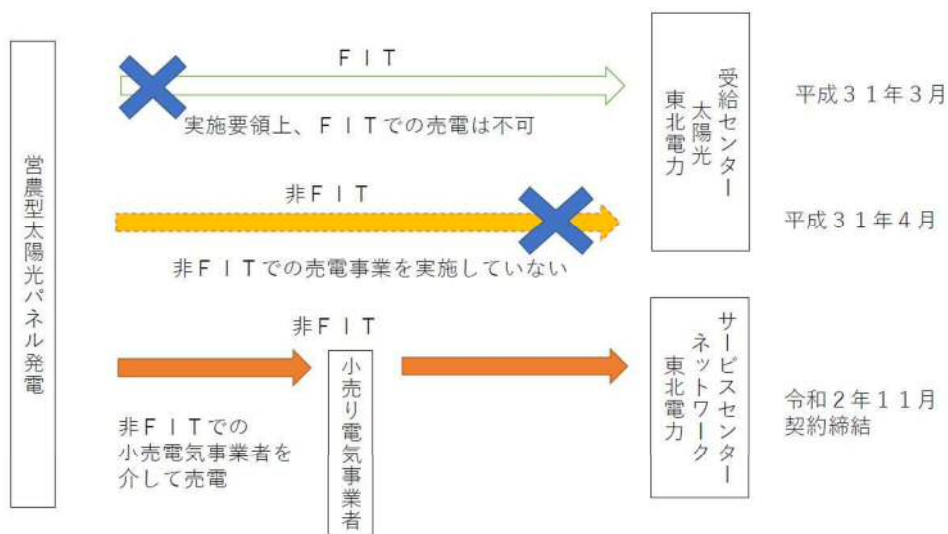


図14 本実証における売電と契約方法

【参考】営農型太陽発電システム設置に係るフロー

- 1 発電電気を自家利用する場合
 - 太陽光発電システムは、電気の利用場所と同一敷地内に設置
 - 電気の安定利用のために、蓄電装置を導入
- 2 発電電気を売電する場合
 - 1) 太陽光発電システムと電気の利用場所が同一の場合
 - 余剰電力を売電する場合に、蓄電装置を導入
 - 2) 太陽光発電システムの設置場所が敷地から離れた一般ほ場等の場合

～営農型太陽発電システムと系統連系工事について～

(電気工事事業者立ち会いのもと確認)

 - 営農型太陽発電システムと系統連系する電柱の位置の確認
 - 系統連系に係る工事負担金の有無
 - 系統連系に係る工事負担金額
 - 3) FIT（固定買取制度）にて売電する場合
 - 再生可能エネルギー発電事業計画の認定申込み（経済産業省）
 - 低圧系統連系申込み（（株）東北電力太陽光受給センター）
 - 系統連系並びに検針日（発電開始日）の確認

～発電開始～
 - 4) 非FITで売電する場合～
 - 売電先となる小売電気事業者の決定
 - 低圧系統連系申込み（（株）東北電力ネットワークサービスセンター）
 - 系統連系並びに検針日（発電開始日）の確認

～発電開始～

