

スマート農業技術を活用した落花生生産の機械化

～一貫体系による大幅な労働工数の削減と品質確保の実証～
(有)土屋ライスファームほか (千葉県東金市ほか)

背景及び取組概要

＜経営概要 74.2ha(水稲 71.2ha、落花生3ha) うち実証面積 落花生3ha＞

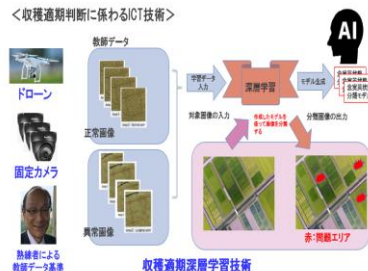
- 他畑作物および世界に比べ大きく機械化が遅れ、併せて、昨今の長雨などの気象変動の影響を受けている落花生栽培において、以下の取り組みを行う。
 - ① 自動運転トラクターを活用したスマート農機、海外製落花生ハーベスターなどを活用した農機の導入による必要労働工数の大幅な削減。
 - ② 屋内自動制御乾燥を活用した工業的乾燥技術の確立。
 - ③ AI技術を活用した収穫適期判断モデルの確立。

導入技術

①-1自動運転トラクター



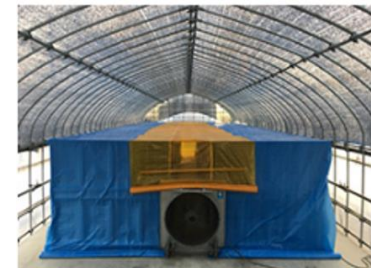
③AIを活用した収穫適期判断



①-2海外製落花生ハーベスター



②天候に左右されない屋内乾燥技術



耕起・施肥・防除

収穫適期判断

収穫

乾燥

(実証項目別成果②) 目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- ① 従来の必要労働工数に対し8割以上の削減
- ② 露地での乾燥から、天候に左右されない屋内での乾燥技術の確立
- ③ 熟練者でなくても落花生の収穫適期が誤差3日以内で決定できるAIモデルの作成

各研究項目の現在の達成状況

・①に対しては、野心的な目標値を立て挑戦するも、表1に示す通り従来の必要労働工数91.3人時/10aに対し41.8人時/10aとなり55%の削減に留まった。

	従来	目標	1年目	2年目
種子消毒・起耕・施肥	2.4	2.4	2.1	2.0
播種	14.0	1.0	1.1	4.9
除草・防除	32.3	7.1	26.6	29.0
収穫・乾燥・脱粒・調製	42.6	7.7	10.9	5.9
全体	91.3	18.2	40.7	41.8

・②に対しては、工業的乾燥技術の確立を実現し、比較のため実施した慣行乾燥方法のショ糖率5.1g/100gに対し、1次乾燥・2次乾燥屋内で6.3 5.1g/100g、1次乾燥露地・2次乾燥屋内で7.3 5.1g/100gを達成した。

また、令和2年度は屋内乾燥でロースト後薄皮が剥ける品質の低下があったが、令和3年度は改善効果により、従来より剥けにくい品質の確保が実現できた。

・③に対しては、実証した品種(千葉半立種、Qナッツ種)において、AIにおける収穫適期の判断指標を構築し、収穫適期誤差3日以内を達成した。

(令和3年度成果①) 自動運転トラクター等による耕起・施肥の経済性の実証

取組概要

・自動運転トラクター(100馬力)+プラウ、ハローを用いた耕起・整地を行い、自動運転トラクター管理機(作業幅2.4m)+ブロードキャスターを用いた施肥を実施する。

従来よりも施肥コストを1割削減する。
作業効率は、従来と同程度であり、本工程における労働工数削減はない。

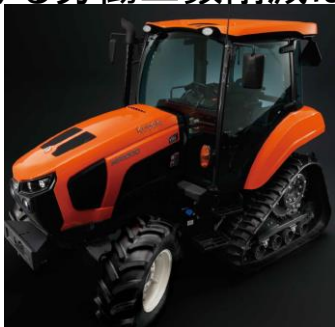
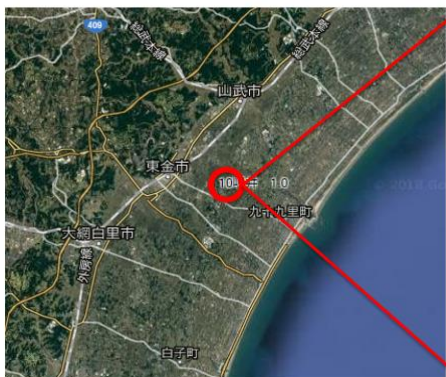


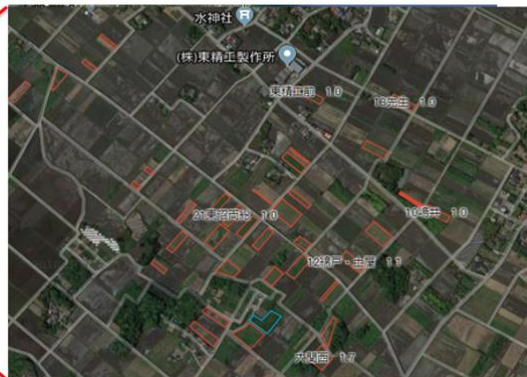
図1-1 耕起



図1-2 施肥



千葉県東金市松之郷



※赤枠部が全て実証圃場(落花生部分)

図1-3 土屋ライスファーム落花生ほ場

実証結果

・令和2年度は、肥料の散布ムラを無くすことにより、従来よりも施肥コストを1割削減を達成した。
令和3年度も同様に実施し、1割削減を達成した。

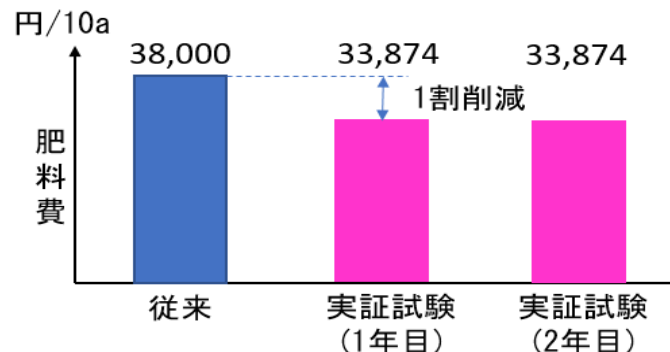


図1-4 肥料費

今後の課題 (と対応)

・本工程においては特になし

(令和3年度成果②) 自動運転トラクター等による播種の省人化の実証

取組概要

・従来の手撒きで行っていた播種作業(マルチなし14人時/10a、マルチあり19人時/10a)を、令和2年度は自動運転トラクター＋施肥機付き播種機(60センチ×4条で作業幅2.4m)で実施(マルチなし)。令和3年度は次工程を考慮し、アタッチメントをマルチ同時播種機(作業幅1.3m)で実施(マルチあり)。

表2 播種体系

	従来	実証
播種 (マルチなし)	土屋RF従来 (手撒き)	施肥付き播種機 の導入 (R2実証)
播種 (マルチあり)	生産者その他 (手撒き)	マルチ同時播種機 の導入 (R3実証)

実証結果

- ・令和2年度は、1.1人時/10aと大幅省人化を実現。但し、次工程の防除において7月の長雨により初期除草のためのカルチをほ場に入れられず、結果として手取り除草が多く発生。
- ・令和3年度は、4.9人時/10aとなり、従来(マルチあり)の75%削減となった。尚、種子補充要員が必要のため2名で作業

今後の課題 (と対応)

- ・本工程においては特になし



図2-1 従来



図2-2 令和2年度実証



図2-3 令和3年度実証

(令和3年度成果③) 自動運転トラクター-管理機等による防除の経済性・省人化の実証

取組概要

- ・自動運転トラクター+ブームスプレーヤーによる農薬投入量などの経済性・省人化の実証を行い農薬費用を従来よりも1割削減する。
- ・また、工数削減について、令和2年度はカルチによる除草防除を行い手取り除草の工数削減を狙ったが、7月の長雨で実施できず。令和3年度は、マルチ栽培による手取り除草の削減を実施する。



図3-1 令和3年度実証

実証結果

ブームスプレーヤー導入で農薬の散布ムラを無くすことにより、農薬費1割削減を達成。

【従来必要労働工数】32.3人時/10a

除草剤散布(人力)1.1、中耕除草(カルチ)1.2、除草防除(手取り除草)30.0

【目標工数】7.1人時/10a

除草防除(ブームスプレーヤ)0.4、除草防除(カルチ、計4回)0.7、中耕培土(カルチ)0.8、除草防除(手取り除草)4.0、病虫害防除(ブームスプレーヤ、計3回)1.2

【令和3年度実証実績工数】 29.0人時/10a

除草防除(ブームスプレーヤ)0.3、中耕1.0、病虫害防除(ブームスプレーヤ、計2回)0.6、除草防除(手取り除草)27.1

今後の課題 (と対応)

- ・実証ほ場は耕作放棄地を開墾し実施しており、生分解マルチを活用し収穫時までマルチシートを貼り続け防除に努めるも、雑草繁茂による手取り除草が除草・防除工数全体の29.0人時/10a中27.1人時/10aとなっている。
- ・より一層の初期除草の強化、二毛作による休耕期間を作らない等、引き続き耕作放棄地開墾畑地の雑草課題克服に努める。

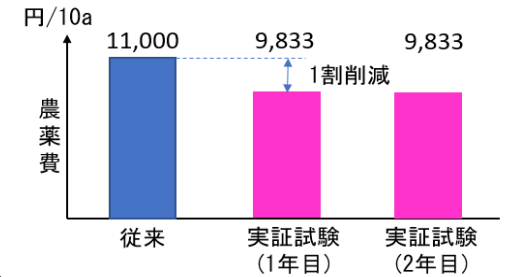


図3-2 農薬費削減効果

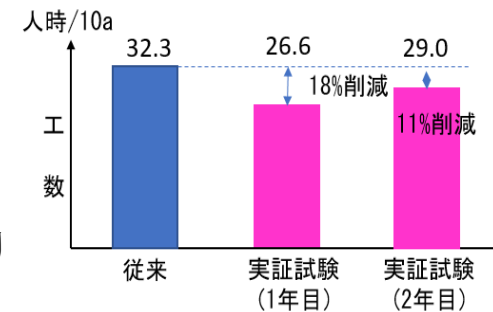


図3-3 防除工程の必要労働工数

(令和3年度成果④) AIを用いた熟練者でなくてもできる収穫適期判断技術の実証

取組概要

・従来の目視による落花生収穫適期を判断を、画像処理やAI技術を用いて定量的に判定できる仕組みを構築する。構築したAIモデルを実際のほ場に適用し、同一ほ場において収穫適期が誤差3日以内で決定できることを目標とする。

実証結果

・AIにおける収穫適期の判断指標は、

- ①葉の植被率を用いる手法
- ②葉の特徴の変化を判定する手法

を用いて行い、判定結果誤差の少ない②を採用。

・AIモデルの収穫適期判定において、同一生産者別ほ場、別生産者ほ場、別生産者ほ場を混合し同一年度・別年度に適用。

その結果、全てのケースにおいて収穫適期誤差3日以内を達成した。

今後の課題（と対応）

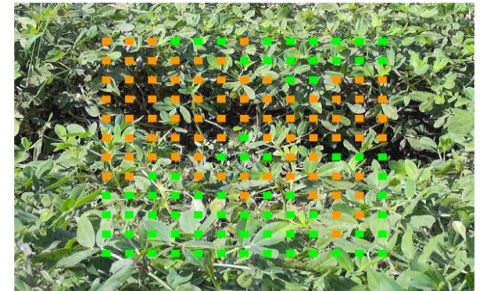
・AIを使った収穫適期を判定するAIモデルを確立させるためには、ある程度の面積の実験ほ場を用意し、収穫適期前と収穫適期後10日程度の十分なデータ蓄積が必要となる。

A：葉の植被率を用いる手法



緑：正常な葉
紫：異常な葉

B：葉の特徴の変化を判定する手法



緑：収穫適期前
橙：収穫適期後

図4 AIを用いた落花生の枯れ上がりの定量化

表4 AIモデルによる収穫適期の判定一覧

a) 2021年度-千葉半立-別圃場
AIモデル：2021年度土屋ライスファーム
適用圃場：千葉農業大学校

カメラ番号	収穫適期	AI判定日	差分
No9	2021/10/6	2021/10/9	+3日
No10	2021/10/6	2021/10/9	+3日
No11	2021/10/6	2021/10/8	+2日
No12	2021/10/6	2021/10/2	+4日
平均			3日

b) 2021年度-千葉半立-別圃場
AIモデル：2021年度千葉農業大学校
適用圃場：土屋ライスファーム

カメラ番号	収穫適期	AI判定日	差分
No7	2021/10/15	2021/10/15	0日
No8	2021/10/15	2021/10/15	0日
No11	2021/10/15	2021/10/15	0日
No12	2021/10/15	2021/10/15	0日
平均			0日

c) 2021年度-Qナッツ-同一圃場
AIモデル：2021年度すぎやま圃場 (No1,2)
適用圃場：すぎやま圃場 (カメラNo3,4)

カメラ番号	収穫適期	AI判定日	差分
No3	2021/8/18	2021/8/20	+2日
No4	2021/8/18	2021/8/20	+2日
平均			2日

取組概要

・掘取・土篩・脱粒まで一気に行う台湾製ハーベスター(日本製がない、50馬力)を活用した収穫工程と自動選別機を活用した調製工程の省人化の実証を行い、収穫工程は従来の16.4人時/10a(JAちばみどりの掘取、脱粒(自走式脱粒機)の工数)から3.0人時/10aの82%削減を目標とする。また、脱粒・調製工程は従来の12.9人時/10aから4.0人時/10aの69%削減を目標とする。但し、トータルの必要労働工数算出時には、従来は掘り取り機を活用した掘り取り(0.4人時/10a)、脱粒・調製(12.9人時/10a)の工数と比較する。



図5-1 台湾製ハーベスターを活用した収穫

実証結果

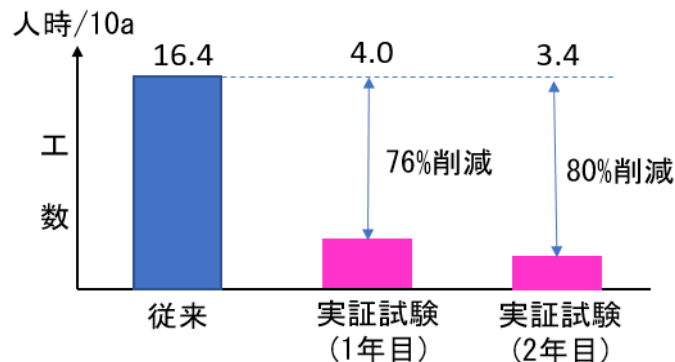


図5-2 収穫工程の必要労働工数

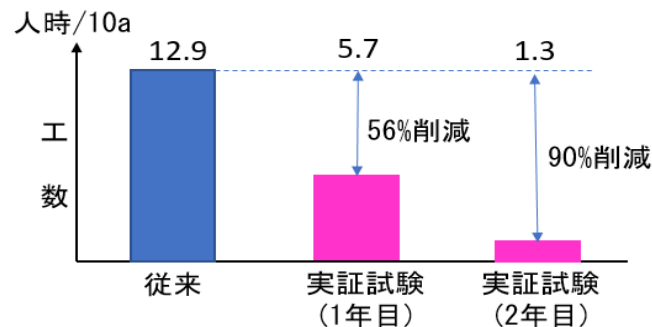


図5-3 調製工程の必要労働工数

・収穫工程、脱粒・調製工程共に大幅な省人効果が実証された。

今後の課題 (と対応)

・海外製ということでアフターサービスが難しく普及に課題が残る。日本製ハーベスターの開発が求められる。

(令和3年度成果⑥) 屋内での工業的乾燥による、乾燥の省人化・品質確保の実証

取組概要

- ・従来の露地乾燥から、屋内の工業的乾燥に切替え、必要労働工数を従来の29.3人時/10aから0.7人時/10aに削減する。
- ・また、露地乾燥落花生と同等の品質を確保する。
(従前の露地乾燥のシヨ糖率目標は7.0g/100g)

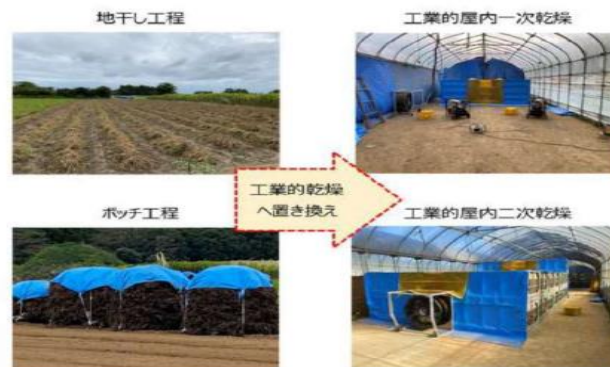


図6-1 屋内での工業的乾燥の実現

実証結果

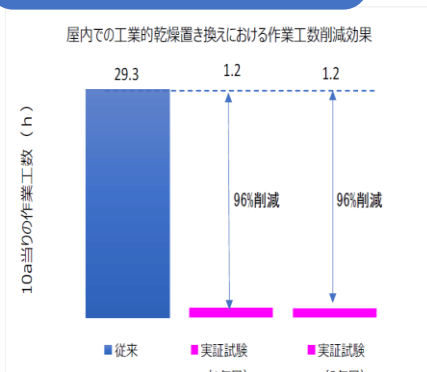


図6-2 屋内で工業的乾燥による工数の削減

表6 成分検査(マイコトキシン協会)

千葉半立種	1次、2次：屋内	1次：露地、2次：屋内	1次、2次：露地(従来)
総アフラトキシン	適合	適合	適合
シヨ糖	6.3g/100g	7.3g/100g	5.1g/100g
たんぱく質	24.5g/100g	23.3g/100g	21.4g/100g
脂質	43.9g/100g	44.7g/100g	43.7g/100g
炭水化物	21.7g/100g	23.4g/100g	19.7g/100g
ナトリウム	2mg/100g	3mg/100g	3mg/100g
水分	7.5g/100g	6.3g/100g	13.1g/100g
灰分	2.4g/100g	2.3g/100g	2.1g/100g

・気候変動により千葉県では、従来の露地乾燥では品質が確保できない(シヨ糖率が低く、水分が多い)事実が本実証により判明した。

一方で、本実証の目論見通り屋内乾燥技術を駆使することにより、省人化の大幅な改善とシヨ糖率の確保(従来の5.1g/100gに対し、6.3、7.3g/100g)、ロースト時の薄皮剥離なしなどの品質の確保ができた。

今後の課題(と対応)

・従来の「地干し」、「ぼっち積み」といった露地乾燥の不安定さを改善するため、今後、産地における屋内乾燥システム導入のきっかけとなるよう関係機関と連携し普及を図る。

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	収穫・選別	落花生ハーベスター、自動選別機	普及するためには、突破型技術開発戦略から普及型技術戦略の展開が必要となる。
2	収穫適期判断	収穫適期判断AIモデル	どの生産者も所持しているプラコンを使った屋内乾燥など、誰でも安価でできる普及型技術戦略が必要となる。国、自治体より支援を受けながら今回得られた技術を普及型に進化させて、推進する。

2. その他

- ・既存機で、台湾製ハーベスター(掘り取り、土篩、脱莢までの処理を一気に行う)を活用し収穫工程の大幅な省人化は実証されたが、海外製ということでアフターサービスが難しく普及に課題が残る。また、次工程の乾燥工程において、慣行の露地乾燥方法は気候変動の影響で品質確保の観点からもはや難しく、実証で実施した屋内方法に変えていく必要がある。そのため、ディガーを活用しての掘り取り後のピックアップコンバインも含め、国産機械の開発が望まれる。
- ・昨今の気象状況の変化により、大雨等による生育障害の発生や機械作業の遅れは深刻である。これは、スマート農業で工数の削減、作業品質の向上を行ってもどうにもなるものではなく、例えば、土地の広範囲な平坦化を図り集中豪雨などで水溜まりを作らない等、農業生産基盤の強化を先行して実施した上でスマート農業を行うことが求められている。

(実証成果 (全体)) 実証課題で取り組んだスマート農業技術を普及するための今後の取組・考え方

○ 教育:

構成員として千葉県立農業大学校に参加して頂き、実際に実習で学生が落花生栽培を行い、AIの教師データ作成のためのデータ提供・試し掘りサポート、乾燥実証の比較のための露地乾燥を行った。千葉の生産者は千葉県立農業大学校出身者が多いことから、引き続き彼らと連携することにより、スマート農業技術を備えた若き落花生生産者育成の一助となる。

○ 技術浸透:

千葉県農林業総合研究センターと常時連携を図ることにより、課題克服に向け議論を進めてきた。2年間の実証で突破してきた技術開発は、千葉県全体の課題解決(日本の落花生生産の8割が千葉県で、日本全体の課題解決とも言える)に繋がり、今後は普及型の技術開発として国・自治体の支援を受けながら研ぎ澄まし推進することとしたい。

○ 日本ピーナッツ協会との連携

落花生は、卸・加工と生産者の距離が一番近い品目の一つで、卸・加工会社の契約農家として落花生を生産している生産者が多い。国内唯一の全国の卸・加工会社が会員で構成される日本ピーナッツ協会にて実証を報告し成果を全国に広げる取り組みを行う。

○ 他地域への展開

当コンソーシアム見学会を通じて関係が出来た神奈川県秦野、茨城県、新たな産地形成を進めている北海道十勝(十勝グランナッツLLC)とは普段より情報交換を密に進めており他地域においても成果を普及させていく。

問合せ先の氏名

熊田 総佳

所属

(株)NTTデータ経営研究所

電話番号

090-5530-0470

メールアドレス

kumadaf@nttdata-strategy.com

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>