

機械導入による経営評価

スマート農業にはロボットトラクターや自動水管理システムなど、さまざまな装備や技術が用いられ、経営者は新しい機械を導入することになります。ここでは農業経営評価に役立てるため、機械導入の前と後の農業経営がどう変わるかを、「利益」という数字で示す方法を紹介します。

前半では基礎として「費用対効果」という視点からスマート農業機器のとらえ方を説明します。そして後半では具体的な分析方法を取り上げます。

なお、データや資料はスマート農業の実証事業で得られたものを用いています。

スマート機械導入による費用対効果

効果を「時間」と「重量」で見てみる

費用対効果を考える上で、まず「効果」に注目し、その効果を「時間」ベースで見てください。例として、自動運転トラクターと直進アシスト田植機をセットで導入した実証事業をあげます。

図1は、機械を導入したことで「10a当たりの労働時間がどれくらい変化するか」を示していて、データが45度線よりも下なら労働時間が短くなったことを表しています。

新しい機械の導入による効果を考える時は、時間の面の省力化だけでなく「重量」、つまり収量も大切です。可変施肥技術の導入前後で単収がどう変わったかを表したのが図2で、45度線よりも上にデータが来れば収量がアップしたことになります。

スマート農業を導入することの魅力(効果)を「数字」で確認することができるでしょう。

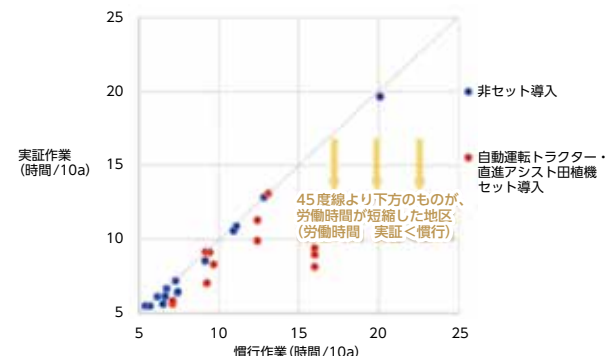
費用対効果 ― 効果を得るためにどれほどの「費用」がかかったか？

次に、こうした効果を得るためにどれだけ費用がかかるかが重要なポイ

図1 効果：技術の特性評価 例1「時間ベース」

水田作経営の例：

自動運転トラクター + 直進アシスト田植機
→作業効率向上効果



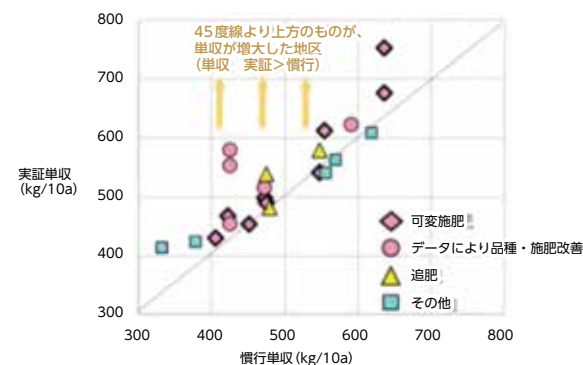
出典：農林水産技術会議事務局・農研機構「令和元年度スマート農業実証プロジェクトの成果について(水田作)」2022年8月

時間ベースで見ると、自動運転トラクターと直進アシスト田植機の導入は、作業効率を大きく向上させたといえる。

図2 効果：技術の特性評価 例2「重量ベース」

水田作経営の例：

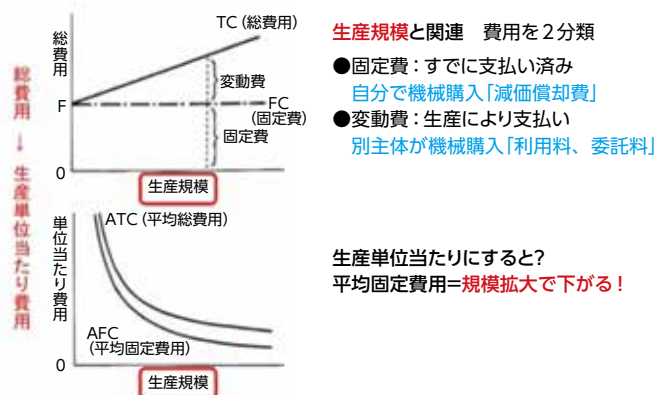
可変施肥技術 →増収効果



出典：農林水産技術会議事務局・農研機構「令和元年度スマート農業実証プロジェクトの成果について(水田作)」2022年8月

ピンクであらわしたものがスマート技術を導入したケースの結果。45度線よりもかなり上に来ているものが多く、収量の増加があったことを表している。

図3 費用：機械（ハードウェア）導入の捉え方



上のグラフ：「固定費」は自分で機械を買ったなど支払い済みの費用で、具体的には「減価償却費」として上乗せされる。「変動費」は誰かが買った機械を使わせてもらう場合の利用料や委託料などで、機械をどういうふうに使うかによって変動する。
下のグラフ：規模を拡大することで「平均固定費」が下がることを経済学では「規模の経済」といい、固定費が大きいビジネスでは、規模が大きいほど「規模の経済」がはたらく。

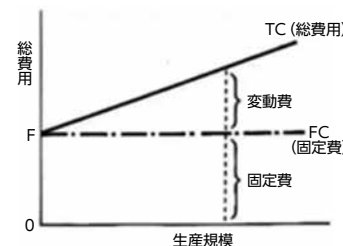
ントです。ここでは、機械導入の際の費用の捉え方の1つとして「コスト曲線分析」を紹介します。

図3の上のグラフの縦軸は「総費用」、横軸は「生産規模」です。費用は「固定費」と「変動費」に分けて考えます。たとえば、自分で機械を購入して支払った分は固定費に入ります。具体的には、減価償却費は機械の場合は7年と決まっているので、取得価額を7で割った金額が減価償却費として毎年の負担に上乗せされます。一方、他の誰かの機械を借りて使う場合には自分の使い方に応じて費用が変わり、これは変動費となります。つまり、実際に機械をどう使うかによって費用のかかり方が違ってきます。

次に、図3下のグラフは縦軸が生産単位当たりの費用です。こちらは主に固定費に関わり、生産規模が大きくなるほど生産単位当たりの費用が下がっていくのがわかります。

実際には今まで使っていた機械をスマート農業の機械に買い換えることが多く、その場合は両者の差額を見ることになります。共同所有で購入

図4 農業機械の所有

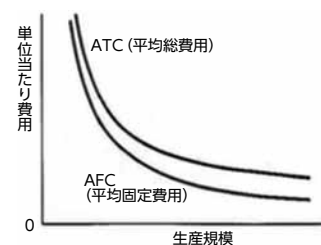


年当たり費用：
減価償却費（取得価額÷法定耐用年数7年）＋修繕費

- 固定費 増加
 - 個別所有で新規導入：全額↑
 - 個別所有で買い換え：差額↑
 - 共同所有なら分割↓
 - ※農林水産省による財政支援あるも、なお高額
- 変動費 増加
 - 機械借入：利用料金↑
 - 作業委託：委託料金↑
 - 既存機械を処分できると↓
 - ※共同所有・委託
 - ▲自由度が低い→「効果」を得られる？
 - ▲料金体系が不確定
 - ▲調整がたいへん！

費用だけを見ると共同所有や委託は優れているが、「好きな時に使いたい」という自由度は低くなる。所有するのと借りるのとどちらが長期的に見て得か、また機械の所有者は利用者の調整の負担を負うなどの留意点がある。

図5 農作業の季節性



- 農繁期の省略化のみ規模拡大に直結
- 農繁期：適期作業可能な面積拡大
→生産規模拡大 →平均総費用は下がる
- 天候不順の年次 作業適期が短い
＝短時間で作業しないと収量・品質低下
- 生産拡大により[平均総費用低下]するが…
天候不順時の[収入低下リスク]を考慮 “余力”

その年に限って天候不順で、短期間に作業をしなければならない時もある。生産拡大によってコストを抑えるという考え方は大事だが、天候不順の時などの対応力など“経営の余力”を考えて装備と規模のバランスを取ることも重要。

する場合には分割しての負担となり、また、新たに機械を借りる場合には固定費が下がって変動費が新たにかかるというふうな、所有と利用のパターンによって費用の上乗せの形は異なることに注意しましょう。

なお、実際には共同所有をめぐっての留意点(図4)や、農業の季節性にかかわる留意点(図5)なども踏まえておく必要があります。

作業の季節性

図6は、水稻の作業時間を月別にあらわしたものです。たとえば農繁期である5月に直進アシスト田植機を導入すると、所有者は固定費を払うことになりますが、規模拡大の実現で平均固定費用が下がるかもしれませんし、固定費である常雇の人件費や、変動費であるこの時期のみの臨時雇用を減らせるかもしれません。一方、農閑期の6～8月に自動水管理システムを導入しても、もともと余剰時間があるので規模拡大にはつながらず、固定費のアップが経営に直接のしかかってくることになります。

金額ベースで利益を示す分析方法

「大きな効果」と「抑えた費用」のデータが出てきた場合、どう分析すればいいのでしょうか。効果は「時間」や「重量」で出てくることが多いですが、費用は「金額」で出ます。そこで、金額ベースで利益を表す「収支分析」と「シミュレーションによる農業経営モデル分析」を紹介します。

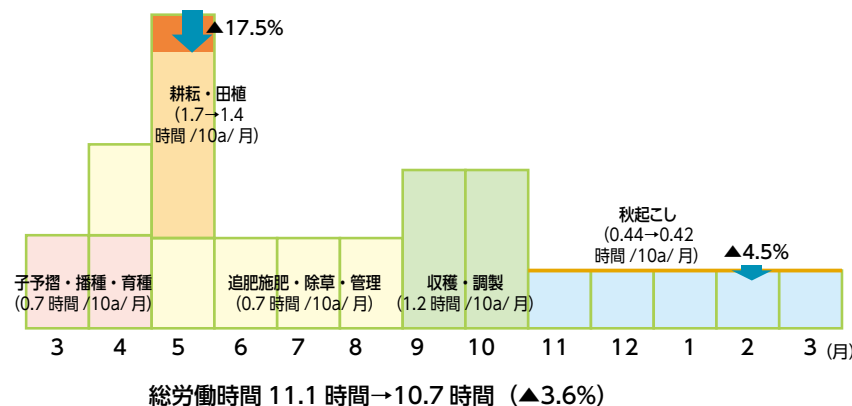
収支分析

スマート農業は、機械だけ交換して他は同じという事例は、ほぼないと考えられます。実証事業でも、「機械体系」だけでなく農地面積や労働力などの「経営資源」、作付品種や作付比率などの「作付体系」、施肥量や資材銘柄の変更などの「栽培技術」が変化します。

「収支分析」は、機械導入も含めたこれら全ての変化を反映したうえで決算データとして数字を出す方法です。「スマート農業をやったらどうなるか」を明らかにすることが目的である場合は、何をどこまで計上するかは、その目的に合わせて調整します。

実際には、収入と、変化の支出を単純に引き算して出てくるのが利益なので計算自体は簡単で、導入前と導入後での利益の増減がはっきり数字で表されます。

図6 実証結果：月別水稻作業時間の削減例



【農繁期】5月

●直進アシスト田植機

固定費↑

規模↑：平均固定費用↓

常雇↓：固定費↓

臨時雇↓：変動費↓

【農閑期】6～8月 管理作業

●自動水管理システム

固定費↑

→これまで以上に余剰時間が増える

水稻収量アップ
園芸作物など栽培
作業受託 など

出典：農林水産技術会議事務局・農研機構「令和元年度スマート農業実証プロジェクトの成果について(水田作)」2022年8月

農繁期の機械装備の変化は、いろいろな意味で費用に影響をあたえる。農閑期でのシステム活用は、優秀な管理システムなら収量アップになったり、他の作物を栽培したり、受託で稼いだりといった選択肢があるものの、総じて費用を抑えにくいと言える。

収支分析の2つの例

図7は、水田作経営の事例です。最終的には10a当たりの利益が3万8400円から5500円に大幅に下がった結果になっています。ところが、導入機械の稼働面積を機械のスペックに合わせて53haまでフル稼働すれば、十分な利益が出るという結果となりました。

もう1つの例(図8)を見ると、規模拡大によって経費が上がるものと下がるものが相殺され、利益は6287万円から5146万円に下がっています。

図7 現状評価：収支分析の例 水田作経営の事例1

経営概要(令和2年度)			
・労働力構成： 家族3名 常時雇用1名、臨時雇用2名			
・経営面積： 65.2ha うち主食用水稲38.6ha 新規需要米26.6ha			
・実証面積： 5.1ha			
実証内容(目標)			
・自動運転トラクター (耕耘・代かき時間 20%減)			
・自動運転田植機 (作業時間 30%減)			
・収量コンバイン (単収・粗収益 10%増)			
・営農管理システム			

区分	慣行区 (6.7ha)	実証区 (5.1ha)	備考
収入	117.8	129.3	※
販売収入	117.8	129.3	販売単価はいずれも250円/kg
(単収)	(471kg)	(517kg)	施肥設計の見直しにより単収増大
その他収入	0	0	
経費	79.4	123.8 (81.3)	
種苗費	2.1	2.1	
肥料費	9.7	9.2	施肥設計の見直しにより施肥量を低減
農業費	2.8	2.8	
機械・施設費	13.7	59.2 (16.7)	導入機械の稼働可能面積(53ha)での試算値
労働費	16.7	16.1	労賃単価1500円/時間で計算
(労働時間 (時間/10a))	(111時間)	(10.7時間)	代かき、田植作業において18%省力化
その他費用	34.4	34.4	
利益	38.4	5.5 (48.0)	※

※上表は「コシヒカリ」での収支を計算。実際に導入機器の稼働可能面積までスマート農業を使用する場合には、業務用品種や新規需要米(飼料米等)も組み入れるため経営全体の収入・利益は、これよりも低位。

面積あたり収支 慣行>実証 利益↓(導入機械の稼働面積を拡大すれば利益↑)

出典：農林水産技術会議事務局・農研機構「令和元年度スマート農業実証プロジェクトの成果について(水田作)」2022年8月

家族経営で家族3名。そこに常雇が1名。臨時雇用2名で規模は65.2haと、家族経営の中ではかなり大規模経営。ラインナップとしては自動運転トラクターや田植機、収量コンバイン、営農管理システムが入っていて、それなりのフル装備。結果的に、機械の所有と利用次第で十分利益が出るとみられる。

図8 現状評価：収支分析の例 水田作経営の事例2

経営概要(令和2年度)			
・労働力構成： 家族5名 常時雇用8名			
・経営面積： 水稲46.0ha、大豆50.6ha、 大麦10.3ha、枝豆8.1ha、 その他1.3ha			
・実証面積： 水稲27ha、大豆40ha、枝豆5ha 計116ha			
実証内容(目標)			
・自動運転トラクター+自動操舵システム(耕耘・整地、ドローン(防除)、自動水管理システム、自動運転コンバイン →(水稲における労働時間を24%削減)			
・自動運転トラクター+自動操舵システム(耕耘・整地、ドローン(防除) →(大豆における労働時間を35%削減)			
・車道連動ブロードキャスト(肥料散布)、自動操舵システム(耕耘同時散水マルチ播種) →(枝豆面積を約50%拡大)			

区分	慣行(実証前) (平成30年度)	令和2年度	備考
収入	139,963	163,910	
販売収入	115,077	152,284	
水稲	36,739	53,396	面積：32ha→46ha
大豆	43,759	60,636	面積：41ha→51ha、交付金等を含む
枝豆	8,391	12,251	面積：3ha→8ha
その他	26,188	26,001	
その他収入	24,886	11,626	
経費	77,090	112,448	
種苗費	2,969	4,207	
肥料費	5,387	9,507	
農業費	3,709	10,163	
機械・施設費	8,112	19,562	
労働費	18,644	15,166	
(労働時間 (時間))	(12,430)	(10,111)	うち水稲：6,500時間→3,600時間 大豆：3,300時間→2,700時間 枝豆：2,100時間→3,100時間
その他費用	38,268	53,842	
利益	62,873	51,462	

面積あたり収支 前>後 利益↓(面積拡大するも労働時間削減 時間あたり利益同等)

出典：農林水産技術会議事務局・農研機構「令和元年度スマート農業実証プロジェクトの成果について(水田作)」2022年8月

家族労働力5名、常雇8名、経営面積は米・大豆・大麦・枝豆その他を作付する116haの規模。収入は最終的に減っているが、面積拡大しているにもかかわらず労働時間が削減された。

その代わり、総労働時間は短くなるという結果になり、この削減時間をどう使うかが、ポイントになります。

シミュレーション分析

線形計画法という方法で、さまざまな要素を数式であらわし、それをツール^{※1}にインプットすることで計算します。費用対効果に優れた理想的な経営とはどのようなものかなどをモデルとして示すことができます。

シミュレーション分析は、面積に制約をかけたたり、天候条件に基づいて日数に制約をかけたたりなどの設定をすることで、あらゆる状況を想定した結果を出すことができます。また、例えば可変施肥についても、収量アップを5%、10%と具体的な数字で条件を設定してシミュレーションできます。

シミュレーション分析の2つの例^{※2}

まず、「水田作の大規模モデル」を見てみましょう(図9)。平場で圃場条件が良く、規模も100haの大規模雇用型法人を想定しています。導入する機械は自動運転田植機から営農管理ソフトまでスマート農業のフル装備を設定しています。所得目標が1人当たり1000万円を超える経営をシミュレートした結果、面積当たり時間は40%減、加えて、非熟練者でも作業しやすい機械を導入したことで、雇用労働力を確保しやすくなり、大規模化を実現しています。高性能機械により固定費はかなり上がりますが、収量が15%アップすることで、米重量当たりのコストは逆に下がるという意欲的なモデルで、「スマート農業の理想的な経営のやり方」が提示されています。

その他のモデル例として、図10は、平場で圃場条件がよい場合で、家族経営の15haモデルを示しています。ロボットトラクターは利用せず、後付け自動操舵システムを活用しています。収量コンバインは「3戸利用共同」しており、規模に見合った装備を選択しています。ここでも、固定費は上がりますが、収量が15%アップすることによって、むしろ米重量

※1：一例として、インターネットで「農研機構 XLP」で検索すると、Excelで計算するツールが無料配布されているサイトがある。じっくり解説資料を読んで方法を理解すれば、だれでも最終的な最適な計算結果を得られる。

※2：農林水産省「食料・農業・農村基本計画」に付随する参考資料「農業経営の展望」の2020年版より。

図9 水田作(平場・規模拡大)農業経営モデル

- 平場 100ha 雇用型法人
- 面積当たり時間 40%削減、非熟練人員規模拡大
- 収量 15%アップ、米 60kgコスト 15%削減
- 一人当たり所得 1024万円



出典：農林水産省「農業経営の展望」(食料・農業・農村基本計画参考資料。2020年3月31日閣議決定)

自動運転田植機や高速の播種機、防除のドローン、自動水管理システム、営農管理ソフトウェア自動収量コンバインとフル装備となっている。

あたりのコストは下がっています。

収支分析は機械導入の前と後での利益の増減が見られるのでとてもシンプルですが、いろいろな収支分析の結果資料からすると、スマート農機は導入直後から利益が大幅にアップということは難しそうです。機械の所有方法や、余った時間をどう使うかなどの工夫が必要でしょう。

効果や費用、実績について、あらゆるデータを取り込んで計算してモデルを提示するシミュレーション分析も活用して、現在の経営評価をしてみましょう。

図10 水田作(平場)農業経営モデル

- 平場 15ha 家族経営
- 機械 3戸共同 費用抑制
- 収量 15%アップ、米 60kgコスト 15%削減
- 一人当たり所得 630万円



出典：農林水産省「農業経営の展望」(食料・農業・農村基本計画参考資料。2020年3月31日閣議決定)

装備はフルではない。また、個人で買うのではなく3戸共同という形となっているモデル。