

関東東海北陸農業経営研究

第112号

2022年2月

座長解題

スマート農業技術に対する経営的評価の現状と新展開
..... 松本 浩一 ... 1

(事例報告)

事例から考えるスマート農業実証プロジェクトにおける経営評価の現状と課題
..... 福田 浩一 ... 5

総説

平成20年代の当研究会を振り返って
—秋季研究会現地視察の所感を中心に—
..... 諸岡 慶昇 ... 11

論文

農商工連携における一次加工の分業化による経済効果
—カンキツ‘湘南ゴールド’の加工流通を事例に—
..... 鈴木 美穂子・北島 晶子・大西 千絵 ... 22

ベスト・ワースト・スケーリングを用いたコンバインの革新技術に対する若手担い手稲作経営者の選好評価
..... 高瀬 一綺・松下 秀介・氏家 清和 ... 31

報告論文

新規参入者における有機農業の経営確立に向けた条件
..... 田村 滯・澤田 守・長坂 幸吉・山内 智史 ... 41

中央卸売市場における青果物の滞留に関する一考察
—東京都中央卸売市場を事例として—
..... 竹本 裕介・松下 秀介 ... 47

【論文】

ベスト・ワースト・スケーリングを用いたコンバインの 革新技術に対する若手担い手稲作経営者の選好評価

高瀬 一綺*・松下 秀介**・氏家 清和***

(*東京大学大学院・**京都大学・***筑波大学)

I はじめに

日本の基幹的農業従事者数は年々減り続け、2000年の240万人から2020年には136万人となった。また、同平均年齢は2000年の62.2歳から2020年には67.8歳へ推移するなど高齢化が進んでいる^{注1)}。その結果、日本の農業は耕作放棄地の増加や食料自給率の低下等、様々な問題に直面している。

このような問題を解決する糸口として、スマート農業に関連した技術開発に注目が集まっており、内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP:2018~2022)第2期において課題化(スマートバイオ産業・農業基盤技術)されるなど、研究開発と実用化に向けた取り組みが加速化している^{注2)}。

スマート農業に関連した技術において、実用化段階にある農業機械のひとつが、コンバインハーベスター(以下、コンバイン)である。具体的には、収穫と同時にタンパク質や水分含有量、収量を計測することができる食味・収量センサ付きコンバイン(以下、収量コンバイン)やGPS測位機能を活用した自動操舵機能付きコンバイン(以下、自動運転コンバイン)等がある(八谷2017;南石2019)。コンバインが担う刈取及び脱穀作業は、稲作10aあたりの作業別労働時間でみると、管理作業、耕起整地作業に次いで3番目に長く(10aあたり1.8時間)、稲作機械化体系の革新に向けて重要な

分野である^{注3)}。このような背景から、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」では、令和元年度以降、収量コンバインや自動運転コンバインの導入実証を内容に含むプロジェクトが複数地区において採択されている。

このような新技術によって問題解決を図るには迅速な普及定着が不可欠であるが、開発主体(研究者)―導入主体(農業者)間の情報の非対称性や、様々な導入阻害要因の存在が課題となっている(上西・梅本2018)。近年、技術革新の目的が多様化する中で、こうした課題を解決するアプローチの一つとして、AHP(階層構造分析)や選択実験等により、外部からでは評価できない農業者の主観的かつ多面的な評価を定量化する手法を用いた研究も行われるようになった(上西・梅本2018)。例えば、仲・藤本(2002)や松原・松下(2013)は、選択実験を用いて農業者の技術導入にあたっての選好を分析している。

コンバインを対象とした研究では、金谷ら(2000)がある。金谷らは、選択実験を用いて「性能、耐久性、操作性、快適性、安全性」の5項目に対する評価を定量化し、農家が安全性と快適性を最も重要視し、耐久性と操作性は現状のままでよいとする傾向があると述べている。ただし、金谷ら(2000)では、技術の細かな要素に対する選好までは論じられておらず、また、この調査より約20年が経過し、コンバインの装備にICTを基礎とした技術が導入されていることを考慮すると、選好が相対的に多様

化していることも推察される。したがって、コンバインの技術革新によって問題解決を図るには、それに対する稲作経営者の選好を把握し、開発主体と導入主体の間に存在する情報の非対称性の解消を図る必要がある。

そこで本研究では、農業機械に対する導入主体の主観的な評価を定量化する新しい方法としてベスト・ワースト・スケーリング（以下、BWS）を適用し、スマート農業の実現に向けて重要な位置付けにあるコンバインの革新技術に対する若手担い手稲作経営者の選好を明らかにすることを課題とする。

II 方法

1 ベスト・ワースト・スケーリング

BWS は、1980 年代に Jordan J. Louviere に よって開発された、複数の項目に対する人々の選好（相対評価）を定量的に把握するための質問調査法である（Louviere et al., 2007）。本研究では Case-1（Object Case）の BWS を採択し相対評価を定量化する^{注4）}。

BWS を用いる利点として、多数の項目を比較する際に、選択実験よりも回答者負担が少ないことや評定型評価よりも信頼性が高いこと、調査設計や回答分析が容易である点が挙げられる（合崎 2017；Kiritchenko and Mohammad 2017）。これらの点から、農業機械の開発・普及時に導入主体側の選好を把握する新たな手法として、BWS 適用拡大の可能性があるとといえる。

2 BWS の適用例

BWS を適用した先行研究について、農業機械に対する評価の定量化は行われていないが、その拡張性の高さから様々な手法を組み合わせた例がみられる。たとえば澤田ら（2010）では、BWS で得た牛肉生産における飼料自給率向上の利点に対する消費者評価に対してクラスター分析を適用することで、消費者の態度を類型化し

ている。また、安ら（2017）では、条件付きロジットモデル及び混合ロジットモデル（ランダムパラメータロジットモデル）を用いて中国人観光客が施設整備に求める要素の重要度を分析し、属性に応じて選好に一定の傾向があることを明らかにしている。加えて、丸山（2020）では、潜在クラスモデルを BWS へ適用することで、モーリタニアにおける米に対する消費者選好の規定要因を明らかにしている。

3 質問デザイン

評価対象としたコンバインの革新技術は、第1表の16項目である。これらの項目は農林水産省（2019）、特許庁（2015）、2019年8月から9月に実施した茨城県の担い手稲作経営者2人に対する予備調査を基に設定した。

この16項目について評価を行うため、つり合い型不完備計画（Balanced Incomplete Block Design: 以下、BIBD）を用いて、最も重要であるもの（ベスト）と最も重要でないもの

第1表 評価項目

i	変数名	評価項目
1	IY	収穫量を増加させること
2	WE	収穫作業効率を向上させること
3	QC	収穫物品質を向上させること
4	DUST	耐久性・強度を向上させること
5	MAINT	メンテナンス性を向上させること
6	US	機械を大型化すること
7	DS	機械を小型化すること
8	RB	作業負担を軽減させること
9	AUTO	作業を自動化すること
10	OPE	操作性を向上させること
11	CONF	居住性・快適性を向上させること
12	VIS	視認性を向上させること
13	SAFE	安全性を向上させること
14	NOISE	振動・騒音を軽減すること
15	ENV	環境への影響を抑制すること
16	ECO	省エネ化すること

問1から16では、コンバインの技術の方向性として6つの評価項目があげられています。その中からあなたが最も重要であると考える項目と最も重要でないと考える項目を一つずつ選び、☑をつけてください。

例		
最も重要である	評価項目	最も重要でない
<input type="checkbox"/>	収穫作業効率を向上させること	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	機械を大型化すること	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	操作性を向上させること	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	安全性を向上させること	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	振動・騒音を軽減すること	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	環境への影響を抑制すること	<input type="checkbox"/>

第1図 質問例

(ワースト)を一つずつ選ぶ質問が、1回答者につき16回繰り返されるような全選択肢集合を作成した(Auger et al., 2007)注5)。

調査で使用した質問表は第1図の通りである。調査対象でない茨城県及び新潟県の稲作経営者6人に対してBWS質問票を用いた事前調査を行い、手順説明や設問設計に関する改善を行った。この事前調査では、6人のうち2人がベストもしくはワーストの項目を複数回答してしまう事例が生じたが、本調査の際には回答例を図示し、口頭で回答方法と質問意図について説明を行ったことで、無効回答は生じなかった。

4 調査の実施

本研究で分析に用いるデータは、2019年12月に東京都内で行われた全国稲作経営者会議青年部の会議において、BWS質問及び関連質問を記載した質問票を配布、回収することで実施した。調査対象とした同会議青年部は、50歳以下の若手稲作経営者が所属する部会であり、その性質から回答者は各地の若手担い手稲作経営者であると仮定する注6)。質問票では、コンバインの革新技術に対する評価に加え、性別や年齢、経営規模、導入している栽培技術等の各回答者及び経営体の属性についても尋ねた。

III 分析

BWSにおいて回答を定量化する方法には、計数法とモデリング法がある。本研究においてはまず、計量分析を必要としない計数法によつ

て、回答を単純集計し、全体の傾向把握を行う。そしてモデリング法においては、条件付ロジットモデル(以下、CNDL)により相対評価の統計的有意差の検証、係数推定値を用いた相対評価の重み算出、個人の異質性を考慮したランダムパラメーターロジットモデル(以下、RPL)による属性と相対評価の関係性の分析を行う。

まず、計数法による分析では、回答者nの項目iに対する相対評価として、以下のように定義する得点(以下、BW得点)を算出する注7)。

$$BW_{in} = B_{in} - W_{in}$$

ただし、 B_{in} は回答者nが項目iをベストと評価した回数、 W_{in} はワーストと評価した回数である。

次に、モデリング法によって分析を行う。その際、回答者の意思決定方法としてMaximum Differenceモデル(以下、MaxDiffモデル)を採用する注8)。

MaxDiffモデルのもと、 V_i を項目iの重要度を示すパラメータ、 U_i を項目iの真の重要度であるとし、 U_i が V_i と、互いに独立で同一の第一種極値分布に従う確率的誤差項 ε_i の和であるとする、回答者が項目iをベスト、項目jをワーストに選ぶ確率 P_{ij} は、以下のように定義できる(Finn and Louviere 1992; Marley et al., 2005; 澤田ら2010)。

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_i - V_j)}{\sum_{s \neq t} \sum_{t \neq s} \exp(V_s - V_t)}$$

CNDLを推定する際、任意の項目の評価を0に基準化する必要があり、本研究ではBW得点のサンプル平均値において、その絶対値が最小となる項目で重要度を基準化する。

さらに、CNDLの係数推定値から項目kの相対評価の重みを把握するため、以下のように定義されるShare of Preference(以下、SP)

を算出する (Lusk and Briggeman 2009)。

$$SP_k = \exp(V_k) / \sum_l \exp(V_l)$$

SPは回答者が項目kを最も重要であると選択する予想確率を示しており、すべての項目について足し合わせると1となる。

最後に、回答者の異質性を踏まえつつ、BWSにおける評価と回答者属性の関係性を明らかにするため、評価項目と属性の交差項を含んだRPLの推定を行う。

RPLにおいて、回答者nの重要度パラメータベクトルを V_n 、 $f(V_n|\Omega)$ を V_n について、 Ω を母数とする確率密度関数とし、回答者nによる回答の選択確率を $P(V_n)$ と表現すると、回答者nの尤度関数 L_n は以下のように表される (安ら 2017)。

$$L_n = \int P(V_n) f(V_n|\Omega) dV_n$$

なお、本研究では、 V_n は正規分布に従うとし、属性変数については、平均のシフターとしてモデルに含める。

属性変数としては、年齢を若年ダミー変数、経営規模を大規模ダミー変数、経験年数を経験ダミー変数、常雇い従業員数を従業員ダミー変数として組み込む (第2表)。

これらの分析は、統計解析環境R (R Core Team 2016) 上にて support.BWS (Aizaki 2021)、crossdes (Sailer 2013)、mlogit

(Croissant 2020)、gmm1 (Sarrias 2020)、survival (Therneau et al., 2021) パッケージを用いて行う。

IV 結果と考察

1 回答者の特徴

回答者の属性を第3表に整理した。全回答者数は21人で、全員が男性であった。年齢は、30歳以下が1人、31から40歳が7人、41から50歳が13人となっている。今回調査を行った全国稲作経営者会議青年部は若手経営者からなる部会であるため、51歳以上はいない。経営規模では、24ha以下が2人、25から49haが11人、50から74haは4人、75から99haが3人、100ha以上は1人となっている。日本全体の販売目的での稲作作付面積別経営体数では、10ha以上である経営体はわずか3.0%であることを考えると、かなり大規模な稲作経営者の集団であるといえる^{注9)}。この点からも、同会青年部所属経営者らが地域の中核を担う存在であることが示唆されている。経験年数では、9年以下が2人、10から19年が9人、20から29年が9人、30年以上が1人となっている。

第3表 回答者の特徴

属性	階級	人数
年齢 (Age)	30歳以下	1
	31 - 40歳	7
	41 - 50歳	13
経営規模 (Scale)	24ha以下	2
	25 - 49ha	11
	50 - 74ha	4
	75 - 99ha	3
	100ha以上	1
経験年数 (Experience)	9年以下	2
	10 - 19年	9
	20 - 29年	9
	30年以上	1
常雇い従業員数 (Employee)	3人以下	14
	4人以上	7

第2表 RPLモデルのダミー変数

変数名	定義
DYAG	若年ダミー [40歳以下=1、41歳以上=0]
DSCL	大規模ダミー [50ha以上=1、49ha以下=0]
DEXP	経験ダミー [20年以上=1、19年以下=0]
DNOE	従業員ダミー [4人以上=1、3人以下=0]

常時雇用の従業員数では、3人以下が14人、4人以上が7人となっている。

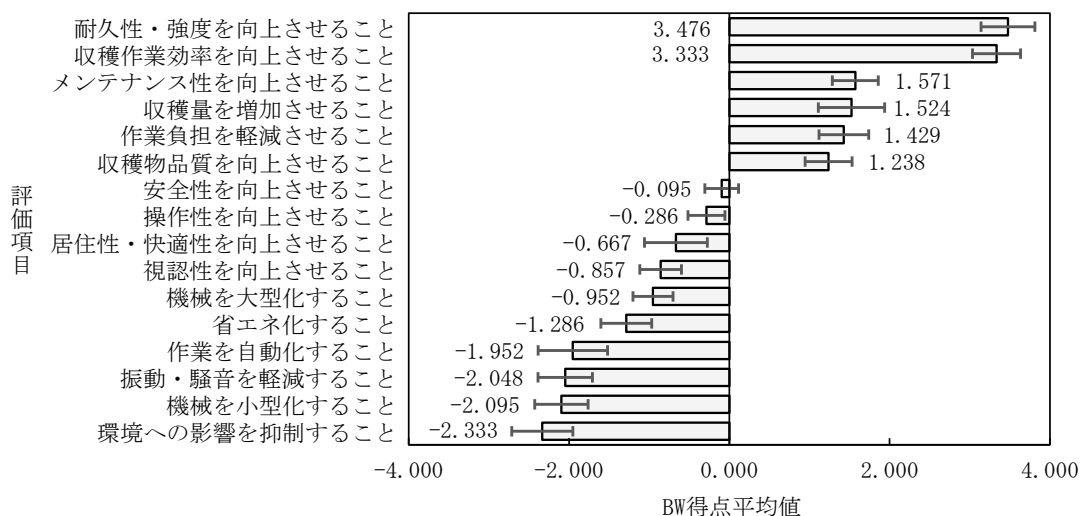
2 計数法による評価

第2図はBW得点のサンプル平均値を表している。「耐久性・強度を向上させること」と「収穫作業効率を向上させること」が特に重要視され、「メンテナンス性を向上させること」、「収穫量を向上させること」、「作業負担を軽減させること」、「収穫物品質を向上させること」が次いで重要視されている。特に重要視されていない項目は「環境への影響を抑制すること」、「機械を小型化すること」、「振動・騒音を軽減すること」、「作業を自動化すること」等である。そして「省エネ化すること」や「機械を大型化すること」等が次いで重要視されていない。近年みられる快適性を向上させたコンバイン、収量コンバインや自動運転コンバインの登場を考えると、「居住性・快適性を向上させること」、「収穫物品質を向上させること」や「作業を自動化すること」等が比較的高く評価されることが想定されるが、これらの項目の評価はそれほど高くないといえる。

3 モデリング法による評価

第4表はCNDLによる推定結果である。「操作性を向上させること」以外の全項目において、基準とした「安全性を向上させること」と有意な差があることが示されている。

また、この係数推定値をもとに各項目の相対評価の重みであるSPを算出した(第5表)。SPが最も大きいのは「耐久性・強度を向上させること」($SP_4=0.283$)で、「安全性を向上させること」を基準としたときに何倍の評価がなされているかを示す SP_4/SP_{13} は10.124となっている。したがって、「耐久性・強度を向上させること」は「安全性を向上させること」よりも約10倍重要視されるといえる。同様の算出方法により、「収穫作業効率を向上させること」は「安全性を向上させること」よりも約9倍重要視されていることが分かった。逆に、単純集計で最も評価の低かった「環境への影響を抑制すること」は、「安全性を向上させること」の約1/5程度しか重要視されていないことが分かった。一方で、本来であれば関連しているはずであるにもかかわらず、評価の程度に大きな違いがあることが確認された組み合わせもある。例えば、「作業負担を軽減させる



第2図 BW得点平均値

注1: BW得点の範囲は-6から6である

注2: 棒グラフ上黒線は標準偏差を表す

第4表 CNDL 推定結果

項目	(変数名)	係数	標準誤差	z 値	p 値	
収穫量を増加させること	(IY)	1.091	0.279	3.911	0.000	***
収穫作業効率を向上させること	(WE)	2.243	0.276	8.133	0.000	***
収穫物品質を向上させること	(QC)	0.982	0.286	3.430	0.001	***
耐久性・強度を向上させること	(DUST)	2.315	0.277	8.359	0.000	***
メンテナンス性を向上させること	(MAINT)	1.254	0.277	4.532	0.000	***
機械を大型化すること	(US)	-0.879	0.282	-3.112	0.002	**
機械を小型化すること	(DS)	-1.577	0.274	-5.756	0.000	***
作業負担を軽減させること	(RB)	1.020	0.281	3.629	0.000	***
作業を自動化すること	(AUTO)	-1.445	0.279	-5.176	0.000	***
操作性を向上させること	(OPE)	-0.346	0.283	-1.224	0.221	
居住性・快適性を向上させること	(CONF)	-0.685	0.287	-2.390	0.017	*
視認性を向上させること	(VIS)	-0.736	0.274	-2.684	0.007	**
振動・騒音を軽減すること	(NOISE)	-1.534	0.280	-5.473	0.000	***
環境への影響を抑制すること	(ENV)	-1.715	0.279	-6.153	0.000	***
省エネ化すること	(ECO)	-1.058	0.284	-3.729	0.000	***
McFadden's R-squared	0.278	Log likelihood	-825.11			

注：有意水準 ‘***’ は $p < 0.001$ 、‘**’ は $p < 0.01$ 、‘*’ は $p < 0.05$

第5表 各項目の Share of Preference

i	(変数名)	SP ₁	SP ₁ /SP ₁₃
1	(IY)	0.083	2.977
2	(WE)	0.263	9.422
3	(QC)	0.075	2.671
4	(DUST)	0.283	10.124
5	(MAINT)	0.098	3.503
6	(US)	0.012	0.415
7	(DS)	0.006	0.207
8	(RB)	0.078	2.773
9	(AUTO)	0.007	0.236
10	(OPE)	0.020	0.707
11	(CONF)	0.014	0.504
12	(VIS)	0.013	0.479
13	(SAFE)	0.028	1
14	(NOISE)	0.006	0.216
15	(ENV)	0.005	0.180
16	(ECO)	0.010	0.347

こと」と「作業を自動化すること」に対する評価は関連していることが想定されるが、その SP である SP₈ は SP₉ の約 10 倍高く重要視されている。これは、各評価項目に対して回答者が抱いた技術イメージが異なるものだった可能性や、評価項目が含む技術の内容や水準の不均一さが影響を及ぼしている可能性があるためだと考えられる。

4 ランダムパラメータロジットモデル (RPL) による属性との交差項導入

属性との交差項を導入した RPL の推定結果を第6表に示している。まず、計数法及び CNDL 分析結果で重要視されていると示されていた IY や DUST、QC や RB について、SAFE との統計的に有意な差を確認することができなくなった。これは、構築した標本サイズが小さく、検出力が低いためだと考えられる。また、モデルの適合度を示す McFadden's R-squared については、0.439 となり、CNDL の推定結果から大幅

第6表 RPL 推定結果

変数名	係数	標準誤差	z 値	
<i>IY</i>	-0.226	0.567	-0.398	
<i>WE</i>	2.111	0.549	3.843	***
<i>QC</i>	0.218	0.580	0.375	
<i>DUST</i>	0.823	0.644	1.277	
<i>MAINT</i>	2.396	0.551	4.346	***
<i>US</i>	-2.094	0.583	-3.590	***
<i>DS</i>	-2.537	0.573	-4.424	***
<i>RB</i>	0.386	0.580	0.666	
<i>AUTO</i>	-3.634	0.598	-6.075	***
<i>OPE</i>	-1.374	0.587	-2.341	*
<i>CONF</i>	-2.161	0.585	-3.694	***
<i>VIS</i>	-1.777	0.557	-3.193	**
<i>NOISE</i>	-2.653	0.579	-4.580	***
<i>ENV</i>	-2.911	0.592	-4.921	***
<i>ECO</i>	-2.581	0.577	-4.475	***
属性ダミーパラメータ交差項				
<i>IY.DYAG</i>	2.198	0.788	2.790	**
<i>IY.DSCL</i>	4.720	0.798	5.916	***
<i>WE.DYAG</i>	2.035	0.803	2.535	*
<i>QC.DSCL</i>	2.338	0.848	2.757	**
<i>DUST.DYAG</i>	1.779	0.838	2.122	*
<i>DUST.DSCL</i>	1.576	0.792	1.990	*
<i>US.DSCL</i>	2.979	0.773	3.852	***
<i>RB.DYAG</i>	1.570	0.760	2.065	*
<i>AUTO.DSCL</i>	4.407	0.774	5.693	***
<i>CONF.DSCL</i>	1.674	0.744	2.252	*
<i>VIS.DYAG</i>	2.256	0.763	2.955	**
<i>ENV.DSCL</i>	1.529	0.748	2.045	*
標準偏差パラメータ				
sd. <i>IY</i>	4.258	0.509	8.366	***
sd. <i>WE</i>	1.336	0.232	5.746	***
sd. <i>QC</i>	1.716	0.299	5.747	***
sd. <i>DUST</i>	3.063	0.450	6.811	***
sd. <i>MAINT</i>	0.133	0.247	0.541	
sd. <i>US</i>	0.954	0.230	4.143	***
sd. <i>DS</i>	1.191	0.311	3.825	***
sd. <i>RB</i>	1.589	0.317	5.014	***
sd. <i>AUTO</i>	2.408	0.334	7.215	***
sd. <i>OPE</i>	0.041	0.276	0.149	
sd. <i>CONF</i>	2.087	0.252	8.292	***
sd. <i>VIS</i>	1.181	0.305	3.872	***
sd. <i>NOISE</i>	0.403	0.192	2.096	*
sd. <i>ENV</i>	1.389	0.238	5.840	***
sd. <i>ECO</i>	0.272	0.232	1.170	
Log Likelihood			-640.7	
McFadden's R-squared			0.439	

注1: 有意水準 '***' は $p < 0.001$ 、 '**' は $p < 0.01$ 、 '*' は $p < 0.05$ 、 '.' は $p < 0.1$

注2: 尤度関数計算では、10回のハルトンドローによるシミュレーションを行った

に向上した。

次に、属性との交差項について、有意な関係が観測されたのは *DYAG* と *DSCL* の2変数であった。有意な関係が観測されたBWS評価項目の変数と属性ダミーのペアは、上から *IY.DYAG*、*IY.DSCL*、*WE.DYAG*、*QC.DSCL*、*DUST.DYAG*、*DUST.DSCL*、*US.DSCL*、*RB.DYAG*、*AUTO.DSCL*、*CONF.DSCL*、*VIS.DYAG*、*ENV.DSCL* があり、これらは正の係数推定値となっている。

まず、*DSCL* との交差項をみると、*IY*、*QC*、*DUST*、*US*、*AUTO*、*CONF*、*ENV* と正の関係があることがわかる。つまり、この結果は、経営面積が50ha以上の大規模経営者は、「収穫量を増加させること」、「収穫物品質を向上させること」、「耐久性・強度を向上させること」、「機械を大型化すること」、「作業を自動化すること」、「快適性・居住性を向上させること」、「環境への影響を抑制すること」への評価が高くなる傾向にあることを示している。

次に、*DYAG* との交差項をみると、*IY*、*WE*、*DUST*、*RB*、*VIS* と正の関係があることが示されている。つまり、40歳以下の若い経営者は、「収穫量を増加させること」、「収穫作業効率を向上させること」、「耐久性・強度を向上させること」、「作業負担を軽減させること」、「視認性を向上させること」への評価が高くなる傾向にあるといえる。

このとき、大規模経営者において「機械を大型化すること」や「作業を自動化すること」に対する評価が高くなる傾向がある理由としては、大規模経営者が規模的限界を打破するための手段を必要としている可能性等が考えられる。また、大規模経営体では、小規模経営体に比べて自己所有コンバインの高負荷な稼働状態が生じ、故障や不具合のリスクが高まることが考えられる。大規模経営体において収穫期に機械が故障した場合、収穫作業やその後の乾燥調製スケジュールが遅れ、経営に大きな影響を及ぼす可能性がある。このようなリスクを回避するために、大規模経営者の「耐久性・強度を向

上させること」に対する評価が相対的に高くなったと考えられる。他方、若手経営者の「収穫量を増加させること」や「収穫作業効率を向上させること」に対する評価が高くなる傾向がある理由としては、若い経営者の方が経営改善への意欲が高いと考えることができるだろう。

V 結論

本研究の目的は、農業技術の開発・普及時における開発主体—導入主体間の情報の非対称性解消に寄与することであった。そのために、スマート農業の実現に向けて重要な位置付けにあるコンバインの革新技術に対して、導入主体である若手担い手稲作経営者がどのように評価するか明らかにすることを課題とし、農業機械に対する経営者の選好分析として初めてBWSを適用した。

まず、計数法による集計により、16項目の革新技術に対する相対評価を明らかにした。その結果、「耐久性・強度を向上させること」や「収穫作業効率を向上させること」を重要視する一方で、「環境への影響を抑制すること」や「機械を小型化すること」を重要視しないことが分かった。ほかにも、近年コンバインの改良で多く見られる「作業を自動化すること」や「居住性・快適性を向上させること」等の項目の評価が期待されるほど高くないことも明らかになった。

金谷ら(2000)では、「安全性」と「快適性」を特に重要視し、その次に「性能」、そして「耐久性」と「操作性」は現状のままでよいとする傾向があると述べていたが、今回の調査ではほぼ逆の結果が明らかになったといえる。これは、金谷らの実証研究から約20年が経過し、当時重視されていた「安全性」や「快適性」、「性能」といた項目が技術革新により改善されたことで、稲作経営者らの選好が多様化していることを示唆していると考えられる。

次に、CNDLを用いた分析からは、「操作性

を向上させること」以外のすべての項目において、相対評価が基準とした「安全性を向上させること」と比べて有意な差を持つことを示し、その係数推定値を用いて相対評価の度合いであるSPを算出した。

そして、RPLの分析からは、回答者の属性と評価の関係性が明らかになった。例えば、経営規模の大きい経営者の方が、「機械を大型化すること」や「作業を自動化すること」に対する評価が高くなる傾向があり、農地集約が進む中で規模的制約を打破する手段を求めていることが示唆された。また、若い経営者の方が「収穫量を増加させること」や「収穫作業効率を向上させること」に対する評価が高くなる傾向があり、新技術を活用した経営改善への意欲が高いことが示唆された。

本稿で分析に用いたBWSは選択実験とは異なる利点を持っている。これを活用することで、技術の開発主体が導入主体のニーズや評価を迅速かつ正確に把握することができるため、両者の間に存在する情報の非対称性を軽減し、新技術による農業分野の課題解決に寄与することが期待される。

VI 今後の課題

SPを算出した際、本来であれば関連していると予想される項目間で、評価の程度に大きな差が存在しているケースが確認された。また、RPL推定では、一部の項目において計数法及びCNDLの結果との整合性を確認することができなくなった。これらの点を踏まえ、構築した標本の大きさが十分でなかったこと、また、質問票に評価項目に関する説明を加えなかったために、回答者の間でそれぞれの評価項目に対して重要視する具体的な技術の構成要素が多様であった可能性があることが課題として挙げられる。今後は、より広い規模層の経営者を対象に、評価項目を改善したうえで調査を実施するなど、技術の開発・普及を目的とした実証分析

の拡充が必要であると考えている。

- 注1) 農林水産省「2000年農林業センサス」・「2020年農林業センサス」より筆者推計。
- 注2) 農林水産省「スマート農業の実現に向けた研究会」の中間報告(平成26年3月公表)によれば、スマート農業とは「ロボット技術や情報通信技術を活用して、超省力・高品質生産を実現する新たな農業」と定義されている。
- 注3) 農林水産省「農業経営統計令和元年産農産物生産費(組織法人経営)(2021)」より筆者推計。
- 注4) BWSは、Case-1、Case-2、Case-3の3種類がある(Louviere et al., 2007)。
- 注5) BIBDを使用することで、最も少ない全設問数で同数項目、同数比較を行う組み合わせとなるような全選択肢集合を設計することができる(合崎2017)。
- 注6) 調査対象である全国稲作経営者会議は、全国の稲作経営者からなる自主組織であり、産業としての稲作経営の確立をめざし、研究会等会員の相互研鑽、若手経営者の育成、各種政策提言等の農政運動、調査活動等を行っている組織である(全国稲作経営者会議2013)。
- 注7) BWSの得点には非集計レベルと集計レベルの2種類がある(Finn and Louviere 1992; Cohen 2009; 合崎2017)。
- 注8) MaxDiffモデルでは、回答者が項目*i*をベスト、項目*j*をワーストとするのは、それぞれの重要度 V_i と V_j の差が最大であるときであると仮定している(Finn and Louviere 1992)。
- 注9) 農林水産省「2020年農林業センサス」より筆者推計。

[引用文献]

合崎英男(2017):「Rを利用したCase 1 Best-

Worst Scalingの実施手順」、『北海道大学農経論叢』、71、pp.59-71.

Aizaki H (2021):「support.BWS: Tools for Case 1 Best-Worst Scaling.」、R package version 0.4-3、<https://CRAN.R-project.org/package=support.BWS>.

Auger P・Devinney T M・Louviere J J (2007):「Using Best-Worst Scaling Methodology to Investigate Consumer Ethical Beliefs Across Countries」、『J Bus Ethics』、70、pp.299-326.

Cohen S H (2003):「Maximum Difference Scaling: Improved Measures of Importance and Preference for Segmentation」、『Sawtooth Software Research Paper Series』、pp.1-17.

Cohen E (2009):「Applying Best-Worst Scaling to Wine Marketing」、『International Journal of Wine Business Research』、21(1)、pp.8-23.

Croissant Y (2020):「Estimation of Random Utility Models in R: The mlogit Package.」、『Journal of Statistical Software』、95(11)、pp.1-41.

Dumbrell N P・Kragt M E・Gibson F L (2016):「What Carbon Farming Activities Are Farmers Likely to Adopt? A Best-Worst Scaling Survey.」、『Land Use Policy』、54、pp.29-37.

Finn A・Louviere J J (1992):「Determining the Appropriate Response to Evidence of Public Concern: The case of Food Safety」、『Journal of Public Policy and Marketing』、11(2)、pp.12-25.

八谷満(2017):「ICTやロボット等活用による農業機械を中心としたスマート農業」、『自動制御連合講演会講演論文集』、60(0)、pp.40-41.

金谷豊・佐々木豊・建石邦夫(2000):「コンジョイント分析手法による農業機械の選好分

- 析」、『農業機械学会誌』、62、pp.119-120.
- Kiritchenko S・Mohammad S (2017) : 「Best-Worst Scaling More Reliable than Rating Scales: A Case Study on Sentiment Intensity Annotation」 、
<https://arxiv.org/abs/1712.01765?context=c>
 s.
- Louviere J J・Flynn T N・Marley A A J (2015) : 「Best-worst scaling: Theory, methods and applications」 、 Cambridge University Press.
- Louviere J J・Hensher D・Swait J (2000) : 「Stated Choice Methods」 、 Cambridge University Press 、
<https://EconPapers.repec.org/RePEc:cup:books:9780521788304>.
- Lusk L J・Briggeman B C (2009) : 「Food values」 、 『 American Journal of Agricultural Economics』、 91(1)、 pp184-196.
- 仲照史・藤本高志 (2002) : 「選択型コンジョイント分析による農業技術の多面的経営評価」 、 『農業経営研究』、 40 (1) 、 pp.1-9.
- 南石晃明 (2019) : 『稲作スマート農業の実践と次世代経営の展開』、養賢堂.
- 農林水産省 (2014) : 「スマート農業の実現に向けた研究会」中間報告 (平成 26 年 3 月公表) .
- 農林水産省 (2019) : 「農業新技術 製品サービス集」 (令和元年度 12 月公表) 、 pp. 22-23.
- 農林水産省 (2020) : 「農林業センサス」 (農林業経営体調査報告書) .
- 松原由佳・松下秀介 (2013) : 「ナシ作農家におけるカキ平棚栽培技術導入の規定要因」 、 『農業経営研究』、 51 (3) 、 pp. 55-60.
- Marley A A J・J J Louviere (2005) : 「Some probabilistic models of best, worst, and best - worst choices」 、 『 Journal of Mathematical Psychology』、 49 (6) 、 pp. 464-480.
- 丸山優樹・氏家清和・入江光輝・Ahmed C・Ahmed B O (2019) : 「モーリタニアにおける消費者の コメ選好評価」 、 『農業経済研究』、 91 (4) 、 pp. 478-483.
- McFadden D (1974) : 「Conditional logit analysis of qualitative choice behavior」 、 『Frontiers in Econometrics』、 Academic Press: New York、 pp. 105-142.
- R Core Team (2016) : R. RFoundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
<https://www.R-project.org/>.
- Sailer O M (2013) : 「crossdes: Construction of Crossover Designs」 、 R package version 1.1-1 、 <https://CRAN.R-project.org/package=crossdes>.
- Sarrias M・Daziano R (2017) : 「Multinomial Logit Models with Continuous and Discrete Individual Heterogeneity in R: The gmn1 Package.」 、 『 Journal of Statistical Software』、 79 (2) 、 pp. 1-46.
- 澤田学・合崎英男・佐藤和夫 (2010) : 「牛肉生産における飼料自給率向上の利点に関する消費者評価」 、 『帯広畜産大学学術研究報告』、 31、 pp. 18-24.
- Therneau T (2021) : 「A Package for Survival Analysis in R.」 、 R package version 3.2-12 、 <https://CRAN.R-project.org/package=survival>.
- 特許庁 (2015) : 「平成 26 年度 特許出願技術動向調査報告書 (概要) 収穫・脱穀機」 .
- 上西良廣・梅本雅 (2018) : 「農業における開発技術の普及に関する研究の動向と展望」 、 『農研機構研究報告』、 pp. 1-26.
- 安可・吉田謙太郎・山本充 (2017) : 「ベスト・ワースト・スケーリングによる国立公園施設整備事業への中国人観光客の重要度評価」 、 『環境情報科学論文集』、 31、 pp. 195-200.
- 全国稲作経営者会議 (2013) : 「全国稲作経営者会議とは？」 、 <http://inakeikaigi.jp/> (2021 年 8 月 16 日参照) .

SYMPOSIUM

New Development of Evaluation for the Smart-agricultural Technology in Farm Management:
Chairpersons' Keynote
..... MATSUMOTO Hirokazu 1

Case Study

Current Situations and Issues of Management Evaluation in Smart Farming Projects Considered from Case
Studies
..... FUKUDA Koichi 5

ARTICLES

Perspectives on Research Trends of the Farm Management Society with Regard to the Kanto Tokai
Hokuriku District in the 2010s: With Special Reference to Autumn Sessions held in Selected Prefectures
..... MOROOKA Yoshinori 11

The Effects of Labor Division of Primary Processing through Collaboration between Agriculture,
Commerce, and Industry
..... SUZUKI Mihoko, KITABATAKE Akiko, and ONISHI Chie 22

Preferences for Combine Harvesters among Young Leader Rice Farmers Using Best-Worst Scaling
..... TAKASE Kazuki, MATSUSHITA Shusuke, and UJIIE Kiyokazu 31

REPORTS

Conditions for the Stability of Organic Agriculture by New Farmers
..... TAMURA Mio, YAMAUCHI Norihito, NAGASAKA Koukichi, and SAWADA Mamoru 41

Notes on the Factors of Fresh Vegetables and Fruits stuck on Central Wholesale Market:
Case Study on Tokyo Metropolitan Central Wholesale Market
..... TAKEMOTO Yusuke and MATSUSHITA Shusuke 47
