

〈論 文〉

経営者の自己評価に基づいた現場力モデルの探索プロセス

—共分散構造分析による要因間の因果関係の探求—

王地 裕介

Abstract

本論文では中小企業の現場力に関して、共分散構造分析をはじめとする統計分析と情報量規準 AIC に基づいた現場力モデル構築プロセスの提示を目的としている。この研究から得た成果は以下の2点である。第1に、経営者による自社現場力の評価に対して、従業員満足度の要因の抽出と重回帰式の算出である。第2に、抽出した要因から情報量規準 AIC に基づいたモデルを構築することで、従業員満足が単純に経営者の現場力評価に結びつかない複雑なモデルの可能性が示唆されたのである。

キーワード (Key Words) : 現場力、共分散構造分析、情報量規準

1. はじめに

昨今、現場の重要性は再認識され、現場力向上の方法に関しても様々な知見が析出している。遠藤 (2014) は、「標準」・「気づき」・「知恵」・「改善」からなる循環が現場力の向上を促すと主張する。また、現場の予測不可能に着目し、状況を判断して即応する俊敏性を持った「速い経営」(Goldman et al., 1995) や、経営者とステークホルダー間のコミュニケーション、中でも従業員の暗黙知と参加が現場力の向上に有効だ (Camillus, 2008) といった視点もある。

著者はこれまで、現場力とは現場による自己の組織や製品サービスを改善する力であると捉えて、現場力に関する調査活動を行ってきた。そして、その向上に影響を与える要因として「①従業員の働く意欲」、「②能力開発環境の充実」、「③経営者のコミットメント」の3因子を量的調査から抽出した研究がある (王地, 2019a; 2019b)。上記の引用文献を含めたこれまでの現場力に関する研究の多くは、従業員のモチベーションやマネジメントに関する研究が主であり、著者が見出した要因①・②もそれらに含まれると考えられる。他方、要因③の「経営者のコミットメント」に関する考察を深めるうえで、経営者による自社の現場力評価の実測値データと、その評価に影響を及ぼす従業員満足度から見た要因の特定、そしてそれらの関係性を明らかにすることは重要な点であろう。しかしこの点に関して、特に中小企業に対する量的調査を行った先行研究は見られなかった。

本論文で取り組む課題として、以下の2点を掲げる。第1に、現場力の向上に関する経営者の評価に対して、影響の大きな従業員満足項目の要因を抽出し、重回帰式を算出することである。このため、従業員の満足度のアンケート調査結果と、経営者へのインタビューによる自社現場力の自己評価採点を組み合わせたデータセットを分析し、回帰分析と分散比を使用した変数選択を行う。

第2の課題は、上記データセットに共分散構造分析とパス解析をあてはめることにより、従業員の満足度だけによらない、組織の現場力向上に関する複雑なモデル構成の可能性、及

び要因間の因果関係の存在を確認することである。確かに、顧客満足度を高めるためには、従業員満足度を高めるべきだという主張や、従業員満足度が企業利益と結びつくという先行研究もある (Heskett et al, 2003; Ton, 2017 など)。そこで、複数のモデルの比較検討の方法論として、赤池情報量規準(Akaike Information Criteria、以下 AIC)によるモデル選択の探索プロセスを提示する。これは、最終的なモデルをしばらくこむまでには、1つのデータに対して複数のモデルを構築し、その結果を比較・評価することが必要である、という豊田・前田・柳井 (1992、p.162) の理論を実践するものである。

本論文の構成は、次の通りである。第2節では、本論文の量的調査の土台となる統計分析の理論を概説する。ここでは回帰分析をはじめ、母数推定法である最小二乗法、そして有効な変数を特定する変数選択手順について記述する。更に、尤度と最尤推定法を導入し、共分散構造分析と AIC の理論的枠組みについても概説する。続く第3節では、調査概要とともに、分析対象となるデータセットの作成について記載する。そして第4節において、共分散構造分析のパス解析から、因果関係を含めたモデル構築を試みる。最後に、第5節にて、まとめと残された課題について記載する。

2. 統計分析の理論の導入

2.1. 回帰分析の概要

回帰分析とは、指定できる変数 x と特性を表す変数 y との関係を検討する統計的手法 (永田、1992、p.180) である。通常はまずデータを取り、最小二乗法によりモデルをあてはめ、分散比 F や t 値などの統計量や指標を用いることによって、そのあてはめを評価する (松原、2013、p.154)。また、変数 x は原因となるべき変数として、「説明変数」や「独立変数」と呼ばれ、一方、変数 y は結果となるべき変数として「目的変数」もしくは、「従属変数」と呼ばれる。 y を目的変数、 x_1, x_2, \dots, x_n を説明変数として、母平均であると同時に、 y の期待値である値を μ 、誤差を ε として表すと、回帰分析で想定されるモデルは、

$$y = \mu + \varepsilon = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \varepsilon \quad (2.1)$$

のように、目的変数は説明変数の関数として表すことができる。また、 x_1, x_2, \dots, x_n に対応する係数を $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ 、定数項を β_0 と置いた場合、 y の期待値 $E(y)$ の重回帰モデルは以下のようになる。

$$E(y) = \mu = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n \quad (2.2)$$

更に、式(2.2)において説明変数の数が1のときのモデルを単回帰モデルと呼ぶ。ただし、回帰分析は相互の関係を示す分析であり、因果関係を明らかにするためには回帰分析の応用としてパス解析が有効となる (浦上・脇田、2008、pp.194-198)。従って本論文では、経営者の現場力自己採点につながる要因間の関係性を重回帰分析によってあらわす試みを第4節にて考察する。

2.2. 回帰式の中の最小二乗法

回帰分析も含めた母数推定の際における一般的な評価法の1つに、最小二乗法が挙げられる。最小二乗法とは、目的変数のデータ値 (y_i) とモデルから想定される予測値 (\hat{y}_i) との差である「残差 $e_i (= y_i - \hat{y}_i)$ 」が最小となる母数を推察する方法である。ここでは、論理を単純化するために、永田 (1992) を参考にして、説明変数の数が1である単回帰モデルを

使って最小二乗法を考えたい。式(2.1)(2.2)より、この時のデータの構造式は

$$y_i = \mu_i + \varepsilon_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \quad (2.3)$$

と置ける。ここで ε_i は互いに独立であり、正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従うことが仮定される。

次に母数推定を行うにあたって、あるデータによる推定値、 $\hat{\beta}_0$ (母回帰係数) , $\hat{\beta}_1$ (母切片) が得られたときに、 $x = x_i$ としての予測値は

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i \quad (2.4)$$

となる。そして、残差の二乗を足し合わせた値である残差平方和 S_e を最小とする値によって母数を推定するのである。

$$S_e = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_i)^2 \quad (2.5)$$

S_e を $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$ について最小にするためには、 $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$ について偏微分を行ったものを0とおいて方程式を解けばよい。そうして得られた式を整理したものが式(2.6)と (2.7) である。

$$\hat{\beta}_0 n + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \quad (2.6)$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_i + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad (2.7)$$

更に、式 (2.6) を変形することにより、

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - \hat{\beta}_1 \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x} \quad (2.8)$$

が得られる。そして、これを式 (2.7) に代入した後に、整理することによって、

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n} \right\}}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n} \right)} \quad (2.9)$$

を得る。また、 x, y の偏差積和を S_{xy} 、 x についての平方和を S_{xx} と置くと、それぞれ、

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n} \quad (2.10)$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n} \quad (2.11)$$

を得る。以上より、母回帰係数と母切片の推定式と、残差平方和は以下のように表すことができる。

$$\hat{\beta}_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad (2.12)$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x} \quad (2.13)$$

$$S_e = S_{yy} - \frac{S_{xy}^2}{S_{xx}} \quad (2.14)$$

以上が、最小二乗法によって推定される母数である。ここでは、より詳細な数式は割愛するが、最小二乗法の目的関数は f_{LS} として表され、算出された値が小さければ、データと理論値の乖離を出来るだけ小さくする母数を推定していると判断できるⁱⁱⁱ。

更に、もともとの目的関数である y の平方和である S_{yy} を総平方和 S_T として考えると、これは、残差平方和 S_e と、回帰によっての変動による平方和 S_R からなる。

$$S_T = S_e + S_R \quad (2.15)$$

そして、 S_R/S_T を y の変動のうち回帰による変動の割合を表すものとして、 R^2 (「寄与率」

もしくは「決定係数」と呼ばれる) で表す。更にその平方根である R は「重相関係数」と呼ばれ、 \hat{y}_i と y_i の相関係数に等しい。これらの2つの係数により、回帰方程式が良くフィットしているか(松原、2013、p.164)を判断することができるのである。

2.3. 回帰式導出時の分散比による変数選択手順

回帰式の導出にあたり、目的変数に対して有効な説明変数を選択する必要がある。これは、目的変数に対して、全ての説明変数が等価で効いてくるわけではないからであり、本論文第1の課題である、現場力に関する経営者の評価に対して有効な従業員満足項目の要因の抽出と関わっている。変数選択手順の詳細について飯塚ら(2018)が詳解しており、ここではその概要についてまとめておく。飯塚らは変数選択の方法として、「(1) 個々の回帰係数の優位性に基づく方法」と「(2) 予測誤差に関する基準に基づく方法」の2つを挙げている(pp.110-112) iv。本論文では、(1)の方法の中でも、以下で記述する分散比を表す F 値^vに着目することで変数を逐次増減させる「変数増加法」を採用する。

- ① n 個の変数 (x_1, x_2, \dots, x_n) のうち、1つによる単回帰分析を行い、残差平方が最小となる変数を選ぶ。これを $x_{(1)}$ として、 F 値を計算し、 F_{IN} より多ければ回帰式に取り込み、小さければこの手続きを終了する。
- ② 次に $x_{(1)}$ と残りの変数のうち1つとの組み合わせによる説明変数が2つの回帰式のうち、残差平方和が最小になるものを選び、これを $(x_{(1)}, x_{(2)})$ とする。 $x_{(2)}$ による残差平方の減少分の F 値を計算し、 F_{IN} より多ければ回帰式に取り込み、小さければこの手続きを終了する。
- ③ 同様の手順を繰り返し、回帰式にない変数のいずれかについても、 F 値が F_{IN} より小さくなるまで続ける。

つまり、回帰式中に新たな変数を加えたときの有意性を検定することで、変数を増加すべきかどうかを決定しようとするのである。ただし、 F 分布の曲線の形は一般的に、標本の大きさだけでなく、幾組の標本を比較するかによって、その自由度の数とともに変化するため、棄却値や有意とされる分散比が変化する(Rowntree、2001、p.163)。そこで飯塚らは実際の検定時には、変数を増加させるときの F の限界値である F_{IN} の固定を推奨する。そして、「経験的に無難な値」(飯塚ら、2018、p.111)として $F_{IN} = 2.0$ とし、それ以上であれば変数を増加させ、それ以下であれば変数として回帰式に組み入れないという手順を提案しているのである。

2.4. 尤度と最尤推定法

次に本小節では、「尤度」と「最尤推定法」の概念について記述する。尚、次小節以降で詳解するAICは、最尤推定法の方程式から派生する統計量である^{vi}。一般的に母数の真の値を知ることはできず、得られた観測データから母数を推定する必要がある。言い換えれば、ある事象の確率が分かっている可能性は少なく、事象が起こった観測値データのみが手に入る。そこで、観測されたデータを固定し、モデルの母数を変数として扱うことで、それを推定する手法が最尤推定法である。そして、推測された母数のモデルに対するデータの当て

はまりを示す値を「尤度」、その関数を「尤度関数」と呼び、尤度が最も大きくなる母数を推定する。

最尤推定法では多変量正規分布に従うことを仮定する。ある仮説に関して、それを定めるパラメータを θ とすると、その分布は $\Sigma(\theta)$ を与えることで定められる。従って、ある尤度関数における分布を f と書くと、観測データベクトル x とその多変量データ行列 $X = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ に対して、その密度関数は $f(x|\Sigma(\theta))$ と表すことができる。 $\Sigma(\theta)$ は仮説から導出され、 X は採取されたデータによって決まる定数である。従って、 $f(x|\Sigma(\theta))$ は $\Sigma(\theta)$ のもとで X が生じるもってもらしさの程度を意味する（朝野・鈴木・小島、2005、pp.52-53）。そして、 x と $\Sigma(\theta)$ の関係を逆にすることに加えて、 $\Sigma(\theta)$ を θ に置き換えた関数により、尤度関数 $L(\theta)$ と、その対数関数 $LL(\theta)$ は以下のように表される。

$$L(\theta) = f(\theta|X) = f(\theta|x_1) \times \dots \times f(\theta|x_i) \dots \times f(\theta|x_n) \quad (2.16)$$

$$LL(\theta) = \sum_{i=1}^n \log f(\theta|x_i) \quad (2.17)$$

ここで尤度を最大化する θ を見つけるために、負の値をとった $-LL(\theta)$ を最小化させる θ を求めればよい。最尤推定法の目的関数 f_{ML} として

$$\begin{aligned} f_{ML} &= \text{tr}(\Sigma(\theta)^{-1}S) - \log|\Sigma(\theta)^{-1}| - \log|S| - p \\ &= \text{tr}(\Sigma(\theta)^{-1}S) - \log|\Sigma(\theta)^{-1}S| - p \end{aligned} \quad (2.18)$$

を得ることができる。この目的関数 f_{ML} を最小化する θ を求めることによって、尤度を最大化する母数を推定する方法が最尤推定法なのである。

2.5. 共分散構造分析と AIC

では次に、モデル構築にあたって共分散構造分析の導入理由と、最尤推定法を応用した基準である AIC について記述しておく。共分散構造分析では、実際に値が測定される変数を「観測変数」、直接には測定されていないが、複数の変数の背後に仮定した共通原因を表現する仮想的な変数を「潜在変数」（浦上・脇田、2008、p.214；豊田、1998、p.68）として、変数間の間接効果と直接効果を分析する。そして「①モデルに学習機能がある」、「②双方向の因果関係を扱うことができる」、「③因果関係の影響力を間接効果と直接効果とに分けることができる」（豊田・前田・柳井、1992、pp.20-22）といった特徴を有する。従って、本論文の課題である要因間の因果関係含めたモデルの構成が、共分散構造分析を採用することで可能となるのである。

そもそも、あるモデル間の共分散を母数の関数で表現することを「構造化」、共分散を方程式モデルの母数で表現したものを「共分散構造」と呼ぶ（豊田、1998、p.55）。そして、先ほど導入した $\Sigma(\theta)$ を理論値として、実際の観測データから算出される標本分散共分散 S とを比較し、 $\Sigma(\theta)$ と S の乖離がなるべく小さくなるような θ を調整することで、理論値と実測値との乖離が少ないモデル構築を意図する。実際に、先述の $\Sigma(\theta)$ は共分散構造分析の仮説から導出することができ、その推定法として最小二乗法や最尤推定法があり、どちらの推定法を使うかは、使用する目的関数の違いでしかない（豊田、1998、p.139）。そして、誤差変数が正規分布に従うという仮定の下では、重回帰分析において、最小二乗法と最尤推定法の推定母数は完全に一致する（豊田・前田・柳井、1992、p.86）ことが知られており、最尤推定法に基づいた指標の1つである AIC を用いることでモデルの精査を試みる^{vii}。AIC とは、母数を推定した相対的な「統計モデルの良さ」を測るための指標であり、AIC 自体の値に関し

てはある一定の値以上や以下でなければならないという基準はない。この値自体は絶対的な意味を持つものではなく、相対比較において有効な値（浦上・脇田、2008、p.219）なのである。従って、複数のモデルの AIC を比較することで、値のより小さいものがより情報量の規準に沿ったモデルといえる。

AIC の導出に際し、想定したモデルの方程式 $f(x)$ と真のモデル $g(x)$ からできる確率分布との距離の大小によって、モデルのよさを測る尺度の 1 つである、「カルバック-ライブラー情報量（以下 KLI ）」が参考となる（山口、2008、pp.46-52）。

$$KLI = E_g \left[\log \left\{ \frac{g(x)}{f(x)} \right\} \right] = E_g [\log\{g(x)\}] - E_g [\log\{f(x)\}] \quad (2.19)$$

しかし、真のモデル ($g(x)$) とその確率分布 g は、想定したモデルに依存せず、かつ求めることが出来ない。そこで KLI の最小値を求めるにあたり、式(2.19)左辺の第 1 項は未知であるために、右辺の第 2 項のみに着目すればよい。式 (2.17) と確率収束という考え方により、第 2 項は次のように近似と展開が可能である。

$$E_g [\log\{f(x)\}] \doteq \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \log f(x_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \log f(\theta|x_i) = \frac{1}{n} LL(\theta) \quad (2.20)$$

式(2.20)の右辺は、対数尤度の平均値である。従って、 KLI の最小値を求めるとは、 $E_g [\log\{f(x)\}]$ や $LL(\theta)$ の最大値を求めることを意味し、最尤推定法の目的関数 f_{ML} を導き出すことである。つまり、この式(2.20)をもって、 KLI の第 2 項と式 (2.18) で示される最尤推定法が関連づけられる。具体的には、式 (2.18) 下で記述したように、目的関数 f_{ML} を最小化する θ を求めることである。そこで $E_g [\log\{f(x)\}]$ に最大値を与えるパラメータを $\hat{\theta}$ とし、そのパラメータを代入して求めた最尤推定値を $MLL(\hat{\theta})$ と置く。

しかし KLI は、平均対数尤度の大小によって、モデルの善し悪しを判定するが、対数尤度に基づいて算出される値と、平均対数尤度に基づいて算出される値には、バイアスによる補正が必要となる。このため、バイアス補正量としてそのモデルに含まれる未知のパラメータ数を k として求められる情報量 AIC は、これまでの与式から、次のように表されるのである（鈴木、1991、pp.125-127；山口、2008、p.50）。

$$AIC = -2 \left(\text{統計モデルの対数尤度} - \text{バイアスの補正量} \right) = -2 \times MLL(\hat{\theta}) + 2 \times k \quad (2.21)$$

式 (2.21) では対数尤度が増加するにつれて、AIC の値が小さくなることを示している。従って、共分散構造分析における f_{ML} の最小値の算出、つまりは最尤推定法から、AIC の値からより情報量規準において尤もらしいとされるモデル推定が可能となるのである。

3. 調査概要とデータセット作成

それではここから、上記で述べた統計理論に従って、実際のデータを使用して回帰式とモデルの構築を試みる。まずは、本論文で使用するデータの調査概要と、データの作成について述べる。調査は、企業の従業員満足度とモチベーション向上が現場力の向上へとつながるかといった構造を明らかにすることを意図し、2019年1月に行われた。調査対象は、兵庫県北部の中山間部である但馬地域に位置する3つの中小企業（食品製造業、旅館業、建設業）を選定した。中山間部の中小企業では比較的従来の長期雇用が根強く残っており、特に但馬地域では都市部と比較した際に、職場の数が少なく、労働力の流動性が低い傾向にある。ま

た、組織外での従業員教育の場が少なく、従業員の育成が企業内部に任される比重が比較的大きいことから、各組織による現場力向上に対する重要性の認識が強いのではないかという推察のもと、この地域を調査の対象とした。調査方法は、従業員へのアンケート調査と、経営者への半構造化インタビュー^{viii}の2種類からなる。アンケート調査票は、調査対象の属性（性別、年齢、勤続年数、職種）を尋ねるフェイスシートから始まり、「あなたの職務に関して」（動機づけ要因）、「あなたの社内環境や待遇に関して」（衛生要因）、「あなたの仕事に対する取り組みについて」（モチベーション要因）の3つの要因に分類される25個の質問を尋ねた。回答者は、各質問に対して、リッカート尺度の1（そう思わない）～5点（そう思う）で回答することになっている。質問の文面は、満足しているかを尋ねているため、点数が高いほど、従業員の満足度が高いことを意味する。表3-1は従業員用へのアンケートの質問内容が、上記の3要因のどれに分類されているかに加えて、各質問番号、そして従業員満足度に関する二要因論との対応関係を記している。

経営者に対するインタビュー調査では、事前に調査対象者に質問項目の概要を送付しており、自社の現場力について即興での返答ではなく、考察する時間を持てるようにした。そしてインタビュー時には、互いに質問用紙を見ながら質疑応答を行うことにより、質問内容の齟齬がないように努め、自身の組織の現場のレベルについて1～5点（数字が高いほど、現場のレベルが高い）の範囲で自己評価を依頼した。その内容は、遠藤（2014）による現場力の評価軸を参考に、1点（決められたことをきちんと守れる）、3点（物事を率先して改善している）、5点（これまで御社になかった新しいものをイノベーションできる）と、その点数付けを行った根拠やコメントを尋ねた。

表3-2は、それら質問に対する各企業の返答と企業概要をまとめたものである。各企業は、業種や設立年は大きく異なっているが、いわゆる地域に根差した中小企業として事業を行っている。もちろん、業種や経営者によって自社の現場力の観点などに関しては違いがある。ただし、今回のインタビューでは、経営者の採点とそのコメントを比較することにより、自社の現場が「物事を率先して改善している」かどうかで判断する3点を基準に点数付けを行ったのではないかと推察される。企業A（食品製造業）の経営者は、現場からの改善提案はまだまだ不十分であると捉えており、2点をつけている。一方、企業B（旅館業）と企業C（建設業）の経営者は、十分に満足とは言えないが、現場からの改善提案が出てきていることを実感しており、4点とつけていると推察される。

要因分類	質問番号とその内容	二要因論との対応
あなたの職務に関して (動機づけ要因)	①仕事自体への満足	仕事そのもの
	②仕事上の責任	責任
	⑤仕事を通じた自己の進歩	成長
	⑥上司からの信頼	承認
	⑪評価制度	昇進・達成
	⑫会社のイメージ	承認
あなたの社内環境や待遇に関して (衛生要因)	⑦休日・休暇	労働条件
	⑧労働時間の適正	労働条件
	⑩給与の満足度	給与・保証
	⑪給与の適正	給与・身分
	⑫上司との関係	監督者との関係
	⑮同僚との関係	同僚との関係
	⑳情報共有	会社の方針と管理
	㉑会社の経営方針	会社の方針と管理
	㉒社内での地位	身分
	㉓同僚からの相談	同僚との関係
	㉔業務外の同僚とのつき合い	個人生活・同僚との関係
	あなたの仕事に対する取り組みについて (モチベーション要因)	③仕事への興味
④仕事への誇り		
⑨技能の向上		
⑬仕事の質の向上		
⑭仕事の張り合い		
⑯仕事の改善		
⑰仕事の細部へのこだわり		
㉕仕事へののめり込み		

表3-1 「従業員用アンケートの質問項目」

出典：王地 (2019a)

次に、今回の調査結果から統計的分析を行うために、従業員へのアンケート調査結果に、各回答者が属する企業経営者の現場力の採点を統合することでデータセットを作成した。その内、データに欠損があれば今回の統計数値が算出できないため、回収した結果から欠損値がない25人のデータを使用して、本論文の分析を行った。

	企業A（食品製造業）	企業B（旅館業）	企業C（建設業）
所在地	兵庫県豊岡市竹野町	兵庫県豊岡市竹野町	兵庫県豊岡市日高町
設立年	1841年	2016年	1970年
従業員数	8名	8名	16名
事業概要	<p>天保12年(1841年)、糀(こうじ)製造を始め、明治25年(1892年)に醤油の取り売りを始める。</p> <p>昭和2年(1927年)から醤油醸造を始め、現在は卸売と小売りも行う。</p> <p>昭和58年(1983年)には法人化し、平成25年(2013年)6月に現社長(7代目)の体制となっている。特に近年では、麹を加工した発酵食品の開発・販売にも力を入れている。</p>	<p>2016年4月に、美食美景、五感を喜ばせる宿泊施設としてオープン。海岸沿いに海が見える旅館を運営している。</p> <p>旅館の女将が「国民的美魔女コンテスト」ファイナリストに選ばれたこともあり、美と健康を旅館のコンセプトとしている。</p> <p>2006年7月に海水浴場にて海の家を開業しており、主に夏季は、ジオカヌー事業を行い、それ以外の期間にはカヌーが季節上閑散期となるため、旅館業にスタッフを併用する。</p>	<p>業種は建設業、不動産業であり、主要な商品として土木工事や建設工事を行っている。</p> <p>略歴として、創業時は砂利販売からスタートし、その後、二次創業で生コンプラント関連に着手した。生コンプラント、砂利販売の休止した後、現在の業態に至っている。</p> <p>従来から主に公共工事をメインに行い、国や地方公共団体への入札による受注による経営を行ってきた。</p>
経営者による現場力の採点	2点	4点	4点
自社の現場力に関するコメント	<p>3Sの取り組みを始めてからは、若干3に近い面もあるが、まだまだ「ここはこういうふうにしたい」というのが少し出始めてきた程度である。</p> <p>現状では、現場からの改善提案の雰囲気はなかなか出しておらず、どうしても経営者からの指示待ちが多くなっている。</p> <p>営業からは情報網があり、内部の者よりかは感度があるので商品開発の提案はある程度出てくることもあるが、それほどどんどん積極的に出てくるというわけではなく、まだまだ程遠い。ワークショップに対する取り組みでは提案は従業員が出してくれることもある。</p> <p>工場となると、製品開発のイメージが無いのか、提案はあまりない。作業環境や職場環境をどういうようにするかの改善点のほう目が行っている。</p>	<p>従業員の能力は高いと思っており、関係性を創り出せるような職場の雰囲気づくりが必要である。</p> <p>今まで採用時にこだわりがなかったため、現場のレベルが上がらなかったのではないかと分析している。しかし、経営指針書、自分の理念、こだわりを明確にして、来てくれる顧客までこだわりを明確にしたら、そういう職場やサービスが好きなスタッフが集まって来てくれた。特に、女将がロールモデルをやっているからこそ、女性の良い人材が集まっている。ああいう人と働きたいと思うメッセージを明確にすれば、より現場レベルも高くなるのではないか。</p> <p>現在の取組として、従業員からの提案で、旅館の近くに畑を借り、収穫した作物を宿で使っている。</p>	<p>イノベーションが起きにくい業態であり、決まった中でできるだけ高品質なものを作ることで変革が起きにくい。あまりにはみ出ることが許されない。技術革新も当局が認めてくれないといけない。</p> <p>民間だと色々なやり方があるが現在官公庁の仕事が多いので難しいと感じている。ただ向かっているところと物事を改善していくというところは基本的にできている。</p>

表3-2 「インタビュー企業の概要と現場力に関する点数付けとコメント」

4. 経営者の採点モデル

4.1. 変数選択による回帰式の算出

それでは、前節で概要を示したデータセットに回帰分析と分散比による変数選択をすることにより、本論文の第1の課題である、経営者から見た現場力の自己評価に有効となる因子の抽出と重回帰式の算出を試みる。作成したデータセットに対し、統計ソフトであるStatWorksを使用して小節2.3で示されたF値を基準とした変数選択の手順に従った分析を行った。尚、回帰式に取り込む基準である分散比 F_{IN} は2.0として設定している。経営者の現場レベルの採点を目的変数として、説明変数の逐次増加による選択を行った結果を表4-1で示している。表中1列目に書かれている番号は、表3-1の質問項目番号と対応しており、グレーの網掛けを行っている行に記されている合計10要因がF値を基準として選択された質問項目である。表の上部には寄与率 $R^2 = 0.939$ を表示している。0から1を範囲に持つ R^2 において、その値が大きければ大きいほど、目的変数に与える説明変数の影響が大きく、うまく説明変数で目的変数を説明できている（浦上・脇田、2008、p.193）ことを意味するため、今回は非常に高い説明力を持っている回帰式だと判断できる。

	目的変数名	重相関係数	寄与率 R^2	R^2	R^{*2}	AIC
	経営者の採点	0.969	0.939	0.895	0.854	9.640
		残差自由度	残差標準偏差			
		14	0.243			
vNo	説明変数名	分散比	P値 (上側)	偏回帰係数	標準偏回帰	トレランス
0	定数項	44.8543	0.000	3.137		
1	仕事自体への満足	0.4135	0.531 +			
2	仕事上の責任	1.1313	0.307 -			
3	仕事への興味	3.1186	0.099	0.179	0.168	0.485
4	仕事への誇り	0.4937	0.495 -			
5	仕事を通じた自己の進歩	0.7588	0.400 -			
6	上司からの信頼	0.0006	0.980 +			
7	休日・休暇	5.0824	0.041	0.147	0.272	0.300
8	労働時間の適正	11.9435	0.004	-0.249	-0.406	0.317
9	技能の向上	7.3142	0.017	-0.283	-0.252	0.506
10	給与の満足度	80.2612	0.000	1.076	1.537	0.149
11	給与の適正	44.1724	0.000	-1.070	-1.310	0.113
12	上司との関係	1.3028	0.274 -			
13	仕事の質の向上	0.0010	0.975 +			
14	仕事の張り合い	0.3804	0.548 +			
15	同僚との関係	0.1840	0.675 -			
16	仕事の改善	0.1268	0.727 -			
17	評価制度	16.8396	0.001	0.351	0.430	0.398
18	会社のイメージ	54.5774	0.000	-0.531	-0.695	0.495
19	仕事の細部へのこだわり	15.4995	0.001	0.434	0.335	0.606
20	情報共有	0.6535	0.433 -			
21	会社の経営方針	1.4411	0.251 +			
22	社内での地位	0.0426	0.840 -			
23	同僚からの相談	0.8373	0.377 -			
24	業務外の同僚とのつき合い	4.0462	0.064	0.146	0.167	0.633
25	仕事へのめり込み	0.1916	0.669 +			

表4-1 「回帰分析における変数決定」

そして、表4-1中の偏回帰係数から、経営者の採点 y に対する回帰式を算出することが可能となる。質問項目の番号 i に対する説明変数を x_i とすれば、その回帰式は、

$$y = 3.137 + 0.179x_3 + 0.147x_7 - 0.249x_8 - 0.283x_9 + 1.076x_{10} - 1.070x_{11} + 0.351x_{17} - 0.531x_{18} + 0.434x_{19} + 0.146x_{24} \quad (4.1)$$

と表される。表4-1や式(4.1)の結果から、2つの点に気づく。まず1点目は、目的変数「経営者の採点」に対して特に強い影響力を与える説明変数として、⑩「給与の満足度」

や⑩「給与の適正」、⑬「会社のイメージ」、⑭「仕事の細部へのこだわり」、といった質問項目が挙げられる。第3節での記述にあるように、今回の調査アンケートでは、従業員の職務に関して尋ねた「動機づけ要因」、社内環境や待遇に関する「衛生要因」、そして仕事に対する取り組みに関する「モチベーション要因」という3つに大別される質問を行っている。その3要因すべてにわたって今回抽出された10個の説明変数や特に強い影響を与えるとされる変数が見られるため、3つの要因間には大きな偏りがないことを示唆している。

2点目は、式(4.1)で示される回帰式中には、負の母数を持つ項が存在している点である。その点を明確にするために、正負の項に分けて式(4.1)を整理すると、

$$y = 3.137 + 0.179x_3 + 0.147x_7 + 1.076x_{10} + 0.351x_{17} + 0.434x_{19} + 0.146x_{24} - (0.249x_8 + 0.283x_9 + 1.070x_{11} + 0.531x_{18}) \quad (4.2)$$

と表すことができる。式(4.2)の右辺後半、負の括弧でくくられる説明変数は、その増加に伴って、経営者の採点に負の影響を与えることを意味する。具体的に負の母数を持つ質問項目を挙げると、⑧「労働時間の適正」、⑨「技能の向上」、⑩「給与の適正」、⑬「会社のイメージ」の4項目である。第3節にて述べたように、今回の従業員に向けたアンケート調査は点数が高いほど従業員が満足していることを示している。従って、ある項目において従業員の満足度が高くなることは、逆に経営者にとっての現場力の評価を下げる要因になりうるということを式(4.2)は示している。確かに、従業員が自身の労働時間や給与が適切であると満足していたとしても、経営者の観点から見れば、より効率的な現場こそが、現場力が高いと判断する可能性もあるだろう。つまり、従業員の満足度と、経営者が現場力に満足する基準には、相反する価値観を反映する可能性があることも考えられる。そして、本論文の第2の課題であった、経営者の採点に対するより複雑なモデル構成の可能性が示唆されたのである。ただし、式(4.2)の回帰式では、説明変数間の相互効果や関係性については十分に考慮できていないために、単純に負の母数を持つ項目が目的変数を減じるのみに機能するとは言えない可能性があることは留意すべき点であろう。

4.2. パス解析と2つのモデルの比較

次に、説明変数と目的変数の関係性や因果関係を示すパス解析を行う。まずは、分散比によって選択された説明変数が全て経営者の採点へと直結するという仮定のもと、作成したパス図が図4-1のモデル①にあたる。この図では、図中の中心に「経営者の採点」項目を置き、10個の質問項目から矢印が描かれている。これは、各項目が「経営者の採点」に対しての直接の説明変数であることを示している。そして、「経営者の採点」には、今回の調査では聞けていない項目が効いている可能性があるため、誤差変数を付している。また、式(4.2)で示したように、目的変数「経営者の採点」に負の影響を与える質問項目である⑧、⑨、⑩、⑬には強調するためにグレーで着色している。

しかし、図4-1はあくまで回帰分析によって抽出した説明変数が全て目的変数へと向けられているという仮定に基づいた仮説であり、説明変数間の内容や相互作用に関する考察を加味することで、また別のモデルとの比較が必要である。そこで、IBM SPSSのAmosにより、他のモデルとの比較基準であるAICが210.763という値を得た。

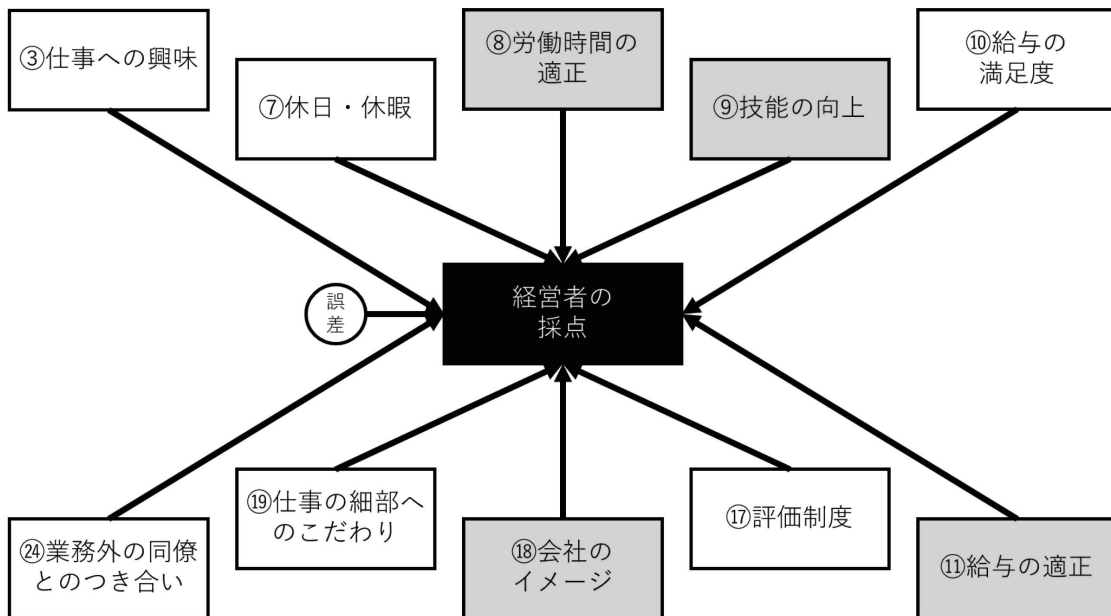


図4-1 「回帰分析における変数決定から作成したモデル① (AIC:210.763)」

次に、別のモデルを構築するため、各 10 個の説明変数の内容を考察した。具体的には、関連のありそうな説明変数間での因果関係を組み換え、図4-1と同じ説明変数を使用しながら、より AIC の値が最小となるモデルの探索を試みた。そうして出来上がったものが図4-2で示されているモデル②である。モデル①と比較した際の違いは2箇所ある。まず、質問番号⑪「給与の適正」が⑩「給与の満足度」に、そして、⑦「休日・休暇」が⑧「労働時間の適正」を介して「経営者の採点」へとつながっている点である。そしてそのために、「給与の満足度」と「労働時間の適正」の質問項目には誤差変数を設定した。図4-2では、図4-1との違いを明確にするため、要因間の因果関係を表す矢印を点線にて描いている。

そして、モデル①と同様に AIC を計測すると、その値は 177.761 となった。従って、AIC の値によって比較した際には、説明変数が全て直接的に目的変数に影響を与えるとしたモデル①に比べて、説明変数間の因果関係を含めて考察する仮説のほうがより尤もらしいモデルとなることを意味している。従って、AIC を基準とした判断においても、本論文の第2の課題として設定していた、経営者の現場力採点と従業員満足度のモデルに関して、要因間の因果関係が確認されたのである。

ここで改めて図4-2のモデル②を見てみる。先ほどモデル①との違いとして挙げた2箇所の説明変数間との関係の中で、説明変数の係数の符号が入れ替わっている。具体的には、質問番号⑪の「給与の適正」の回帰式(4.2)における符号は負であり、⑩「給与の満足度」は回帰式において正符号を持つ。同様に、⑦「休日・休暇」は回帰式で正符号を持つが、⑧の「労働時間の適正」は目的変数に対して負の符号を持つということである。

の算出に加えて、更に AIC を基準に据えた複数のモデル比較により、要因間の因果関係の存在を確認し、より複雑なモデルが示唆されたのである。これらの結果は、自己改善を行うことができるという現場力の高い企業を目指すうえで、単純に従業員満足度を上げればよい、という主張に疑問を呈するものである。しかも、図4-2で示された本論文の共分散構造分析の結果は、現場力向上と従業員満足度の関係には、階層的な構造が存在する可能性を見出す結果であった。

本論文の理論的な弱みとして、調査のサンプル数が非常に少ないなかでの要因探索であったという点が挙げられる。その上、第4節において、「経営者の採点」を目的変数とした回帰分析を行ったが、得られた採点が2つの値しかないことから、従来のフィッシャー統計的手法だけでは信頼性の高い的確な量的調査が難しい点がある。従って、残された課題として、より大きなサンプルを用いた分析を行うことに加えて、階層ベイズやMCMCといったベイズ統計学の推定などを使うことにより、観測されたデータセットの背後にある潜在変数や階層構造の特定が継続調査として求められるのである。

文献

- 朝野熙彦・鈴木督久・小島隆矢 (2005) 『入門共分散構造分析の実際』 講談社サイエンティフィック
- Camillus, C. John (2008) “Strategy as a Wicked Problem,” *Harvard Business Review*, May. (鈴木泰雄訳 (2009) 「戦略の無力」ダイヤモンド・ハーバードビジネスレビュー, 1月号)
- 遠藤功 (2014) 『現場論』 東洋経済新報社
- Goldman, S. L., Nagel, R. N., & Preiss, K. (1995) “Agile Competitors and Virtual Organizations strategies for Enriching the Customer” Van Nostrand Reinhold. (野中郁次郎監訳 (1996) 「アジルコンペティション」日本経済新聞社)
- Heskett, J., Sasser, W., and Schlesinger, L. (2003), *The Value Profit Chain*, Free Press. (山本昭二、小野譲司訳 (2004) 『バリュー・プロフィット・チェーン』日本経済新聞社)
- 飯塚悦功、猪原正守、岩崎日出男 (2018) 『回帰分析』品質管理セミナー・ベーシックコース・テキスト第10章、日本科学技術連盟
- 松原望 (2013) 『統計学』東京図書
- 永田靖 (1992) 『入門統計解析法』日科技連
- 王地裕介 (2019a) 「企業の競争優位を支える現場力」商大ビジネスレビュー、No. 9, Vol.1、兵庫県立大学、pp.201-224.
- 王地裕介 (2019b) 「現場力を向上させる知識創造モデルに関する一考察」商大ビジネスレビュー、No. 9、Vol.1、兵庫県立大学、pp.225-246.
- 王地裕介 (2022) 「AICに基づいた現場力モデルの探索プロセス」星陵台論集、第54巻第2号 (掲載予定)
- Rowntree, Derek (1981) “Statistics Without Tears,” Scribner Book Company. (加納悟訳 (2001) 『新・涙なしの統計学』新世社)
- 鈴木義一郎 (1991) 『先をよむ統計学』、講談社

- Ton, Zeynep (2017) “The Case for Good Jobs,” *Harvard Business Review*, November. (鈴木立哉訳 (2018) 『よい職場』が競争力を生む」ダイヤモンド・ハーバードビジネスレビュー8月号)
- 豊田秀樹 (1998) 『共分散構造分析 [入門編]』朝倉書店
- 豊田秀樹・前田忠彦・柳井晴夫 (1992) 『原因をさぐる統計学』、講談社
- 浦上昌則・脇田貴文 (2008) 『心理学・社会科学研究のための調査系論文の読み方』東京図書
- 山口健太郎 (2008) 「統計学におけるモデル: 情報量基準の観点から」科学哲学科学史研究、Vol.2、京都大学、pp.43-59.

i ある理論値 α に対して、データから得られる予測値を $\hat{\alpha}$ として区別して記載する。

ii \bar{x} は、 x_1, x_2, \dots, x_n の平均値を表す。

iii 最小二乗法の目的関数は次のように表される。

$$f_{LS} = \text{tr}[(S - \Sigma(\theta))(S - \Sigma(\theta))']$$

そして、トレースによって算出された値が小さければ、 $\Sigma(\theta)$ と S との乖離が小さくなることを意味することから、上記の式によって、乖離を出来るだけ小さくする母数を推定することが可能となる。詳しくは、王地 (2021) で解説している。

iv 「(2) 予測誤差に関する基準に基づく方法」を実行するうえで、予測誤差平方和による基準として C_p 統計量やFPE (Final Prediction Error) などが挙げられる。

v F 値の説明は以下の通りである。あるデータに対して、 p 個の説明変数からなる回帰式が得られたと仮定する。そこで、更に1つの変数を加えることで得られる値として、母数 β_r の推定値を $\hat{\beta}_r$ 、データの平方積和行列の逆行列の (r,r) 要素を S^{rr} 、残差分散を V_e とすると、新たに変数を加えた有意性は次式のように表され、 $\beta_r = 0$ の時に、自由度 $(1, n - p - 2)$ の F 分布に従うことが知られている(飯塚ら、2018、p.110)。

$$F = \frac{(\hat{\beta}_r)^2 / S^{rr}}{V_e}$$

ここで、 $\beta_r = 0$ とはつまり、式(2.2)を参照すると、その母数を係数に持つ変数が回帰式中の目的関数に影響を及ぼさないことを表している。このような検定によって変数の追加の是非を判断するのである。

vi 上記2つの母数推定法の違いは、目的関数として f_{LS} と f_{ML} のどちらを使用するかの違いでしかないが、最小二乗法では目的関数の形状には依存しない。一方、最尤推定法は多変量正規分布を仮定している点には留意する必要がある(豊田、1998)。

vii AICの理論的な概要については、王地 (2021) にて一般項の導出も含めた詳細を記述しているため、ここでは概要にのみ触れておく。

viii 実際に送付した半構造化インタビューの質問内容は以下の通りである。

1	御社の経営理念や戦略はどのようなものですか？もしくは、具体的に将来「こういう会社にしたい」とお考えになられることはございますか？
2	先ほど言われた社長様のお考えは従業員に浸透・共有されていると思いますか？その思いを伝えるために、どのような取り組みをされていますか？
3	組織や各従業員の職域は明確に規定されていますか？部門毎に責任を与えていますか？
4	社長から見て、従業員同士のコミュニケーションはとれていると思われませんか？
5	会社の経営・ビジョンの意思決定について、従業員の意見は反映されますか？
6	従業員の評価はどのような材料で判断されていますか？たとえば営業成績や勤務態度など、従業員の評価はどのような基準で判断されていますか？従業員もその判断基準は知っていますか？
7	従業員の福利厚生・給与水準は十分だとお考えですか？
8	人材育成に取り組んでいますか？たとえばセミナーや資格取得の支援など、従業員のスキルを上げるために何か取り組んでいることはありますか？
9	新入社員やキャリアの浅い社員に対して仕事のマニュアルはありますか？
10	ミドルマネジャー（中間管理職）はいますか？ いる場合、その職責はどういったものですか？いない場合、必要だと思いませんか？
11	ミドルマネジャーに対する教育や育成の方法はどうされていますか？
12	経営者として「働きやすい職場」とは、どのような職場とお考えですか？
13	私たちは、現場のレベルを3つに分けて考えています。レベル1は決められたことをきちんと守る現場。レベル2は、物事を率先して改善しようとする現場。レベル3は、これまで御社になかった新しいものをイノベーションする現場です。御社は、どのレベルに当てはまると考えられますか？
14	近年の御社の業績と生産力についてどうお考えですか？変化はありましたか？

図注ー1 「半構造化インタビューの質問内容」

王地 裕介（おうじ ゆうすけ）

東京通信大学 指導補助者（兵庫県立大学経営学研究科 博士後期課程）