

産業能率大学紀要

第39巻 第1号
2018年 9月

研究ノート

チェビシェフの微分方程式の別解

手代木琢磨
勝間 豊 …………… 1

中小企業の生き残り戦略と経営者の属性

三村 孝雄 ……………23

日本人EFL学習者の発話コーパスにおける冠詞の使用

日吉 佑太 ……………45

「グローバルマネジメント特性診断」の
「妥当性」に関する研究

欧陽 菲
堀内 勝夫 ……………59



「産業能率大学紀要」執筆要項

産業能率大学紀要審査小委員会

1. 投稿資格

次の条件を満たすものとする。

- (1) 産業能率大学情報マネジメント学部・経営学部および自由が丘産能短期大学の専任教員を原則とする。
- (2) 共著の場合には、少なくとも一名は、上記(1)の資格を有するものであること。
- (3) 本務校を持たない産業能率大学情報マネジメント学部・経営学部および自由が丘産能短期大学の兼任教員。
- (4) 上記(1)、(2)、(3)以外で、紀要審査委員会が適当と認めた者。

2. 原稿の種類

原稿は、邦文もしくは欧文の、他の刊行物に未発表のもので、論文、研究ノート、事例研究、資料、その他(書評、紹介、報告)のいずれかに該当するものに限る。

3. 原稿構成

原稿には、次のものを含むこと。

- (1) 邦文および欧文の表題。
- (2) 邦文および欧文で書かれた執筆者名と所属。
- (3) 論文と研究ノートの場合は150語程度の欧文抄録。

4. 原稿の量および投稿方法

- (1) 14,000字前後とする。
- (2) 欧文原稿の場合は、A4判の用紙を用い、ダブルスペースで30枚以内を原則とする。
- (3) 完成原稿をメール添付にて事務局宛に送付する。手書きは不可。なお、セキュリティ上、パスワードを設定し、送信履歴を残す。

5. 表記

- (1) 原則として、常用漢字、現代かなづかいを用いる。
- (2) 表題の脚注
 - (a) 学会等に発表している場合には、「本論文は、学会名、講演会名、発表日、場所、において発表した。」というように注記する。
 - (b) 原稿受理日は、事務的に入れる。
- (3) 章、節などの記号
章の記号は、1.2.……、節の記号は、1.1、1.2……、2.1、2.2……のように付ける。
- (4) 脚注
 - (1)、(2)のように、注記の一連番号を参照箇所の上肩に書き、注記そのものは、本文の最後に一連番号を付けてまとめる。
(例)
……価格理論の一部として、取り扱われていることになり(1)……(本文)
(1) 価格理論では、このことを特に「機能的分配の理論」と呼んでいる。(注記)
- (5) 文献の引用
文章の一部に引用文献の著者名を含む場合は、著者名、続いて文献の発行年度を〔 〕で囲む
(例1)
文章の外で文献を引用する場合は、著者名、発行年度を〔 〕で囲む(例2) 同一著者、同一年度の文献を複数引用する場合は、発行年度の次に a, b, ……と一連の記号を付ける。
(例1) 文章中の引用
Minsky と Papert [1969] のパーセプトロンでは……岩尾 [1979a] は、すでに述べた…

(例2) 文章の外の引用

関係完備制が証明された [Codd 1971a]

Example [von Neumann and Morgenstern 1944]

(6) 参考文献

本文中で引用した文献は、参考文献として著者名のアルファベット順にまとめる。書誌記述は、単行図書の場合は『著者名：書名、出版社、出版年、(その単行図書の一部を引用する場合には) ページ』の順に記述する。

(例1) 和書の場合

テイラー，F．W．著 上野陽一訳編：科学的管理法、産業能率短期大学出版部、1969

(例2) 洋書の場合

Abliat.J.R. : Data Semantics, Proc.IFIP Working Conference on Data Base Management, North-Holland, 1974, pp.1-60

雑誌の場合は『執筆者名：表題、雑誌名、巻(号)、出版年、ページ』の順とする。

(例1) 和雑誌の場合

小田稔：マイクロ波の朝永理論、科学、49(12)、1979, pp.795-798

(例2) 洋雑誌の場合

Kipp,E.M. : Twelve Guides to Effective Human Relations in R.&D., Research Manegement, 7(6), 1964, pp.419-428

(7) 図・表

図・表は、1枚の用紙に一つだけ書き、図・表のそれぞれに、図1-1 (Figure 1-1)、表1-1 (Table 1-1) のように一連番号を付け、タイトルを記入する。

6. 投稿期日

9月刊行の号は4月上旬、2月刊行の号は9月中旬を締め切りとする。ただし、投稿は随時受け付ける。

7. 投稿原稿の審査

原稿の採否は紀要審査委員会において決定する。採用された原稿について、加筆、修正が必要な場合は、一部の書き直しを要求する場合がある。また、表記などの統一のため、紀要審査委員会で一部改める場合もある。なお、原稿のテーマによっては紀要審査委員以外のものに原稿の査読を依頼することがある。

8. 執筆者校正

校正は執筆者の責任において行うこととする。(校正段階における加筆は、印刷の進行に支障を来すので、完全原稿を提出すること。)

9. 著作物の電子化と公開許諾

本誌に掲載された著作物の著作権は執筆者に帰属するが、次の件は了承される。

- (1) 執筆者は、掲載著作物の本文、抄録、キーワードに関して紀要審査委員会に「電子化公開許諾書」を提出し、著作物の電子化及び公開を許諾するものとする。共著の場合は、すべての執筆者の提出が必要である。
- (2) 上記により難しい場合は、紀要審査委員会に相談する。

10. 掲載論文の別刷

掲載された論文1編につき、本誌1部、別刷100部を無償で執筆者に贈呈する。別刷100部以上は有料とする。

(1991. 6. 5)

(1994. 7. 6改正)

(2003. 1. 7改正)

(2003. 9. 17改正)

(2013. 4. 29改正)

(2015. 4. 24改正)

チェビシエフの微分方程式の別解

The Other Solutions of Chebyshev Differential Equation

手代木 琢磨
Takuma Teshirogi
勝間 豊
Yutaka Katuma

Abstract

In the previous paper, the differential equations of the fundamental style of Chebyshev polynomials were discussed. In this paper, other solutions of the differential equations which contain inverse trigonometric function are discussed.

1. 序 論

手代木と勝間 [2017] において、第一種および第二種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式を定義し、その性質を議論した。本稿ではそれらの微分方程式の別の解を検討する。

2. チェビシエフ多項式とチェビシエフ多項式基本型

2. 1 第一種のチェビシエフ多項式と第一種のチェビシエフ多項式基本型

すでに知られているように、 $\cos N\theta = f(\cos\theta)$ の $\cos\theta$ を x と書き直した式 $T_N(x)$ が、第一種のチェビシエフ多項式で、 $T_N(x)$ の各項に係数 γ を掛けて、係数 γ と x との積が N 次となるように誘導された多項式が第一種のチェビシエフ多項式基本型 ${}_0T_N(x)$ である。例えば、 $\cos 5\theta = 16 \cos^5\theta - 20 \cos^3\theta + 5 \cos\theta$ から $T_5(x) = 16x^5 - 20x^3 + 5x$ で、 ${}_0T_5(x) = 16x^5 - 20\gamma^2x^3 + 5\gamma^4x$ である。

チェビシエフの微分方程式の別解

同様に、 $\cos 6\theta = 32 \cos^6\theta - 48 \cos^4\theta + 18 \cos^2\theta - 1$ から $T_6(x) = 32x^6 - 48x^4 + 18x^2 - 1$ で、
 ${}_0T_6(x) = 32x^6 - 48\gamma^2x^4 + 18\gamma^4x^2 - \gamma^6$ である。

2. 2 第二種のチェビシエフ多項式と第二種のチェビシエフ多項式基本型

すでに知られているように、 $\sin(N+1)\theta = \sin\theta \cdot g(\cos\theta)$ の中の $g(\cos\theta)$ の $\cos\theta$ を x と書き直した式 $U_N(x)$ が第二種のチェビシエフ多項式で、 $U_N(x)$ の各項に係数 γ を掛けて、 γ と x との積が N 次となるように誘導された多項式が第二種のチェビシエフ多項式基本型 ${}_0U_N(x)$ である。

例えば $\sin 6\theta = \sin\theta (32 \cos^5\theta - 32 \cos^3\theta + 6 \cos\theta)$ から $U_5(x) = 32x^5 - 32x^3 + 6x$ で、

${}_0U_5(x) = 32x^5 - 32\gamma^2x^3 + 6\gamma^4x$ である。同様に

$\sin 7\theta = \sin\theta (64 \cos^6\theta - 80 \cos^4\theta + 24 \cos^2\theta - 1)$ から $U_6(x) = 64x^6 - 80x^4 + 24x^2 - 1$ で、

${}_0U_6(x) = 64x^6 - 80\gamma^2x^4 + 24\gamma^4x^2 - \gamma^6$ である。

3. チェビシエフ多項式基本型の微分方程式

3. 1 第一種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式

手代木と勝間 [2017] で述べたように、第一種のチェビシエフ多項式基本型 ${}_0T_N(x)$ の微分方程式は次式で表される。

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0T_N(x)'' - \frac{x}{\gamma^2} \cdot {}_0T_N(x)' + \frac{N^2}{\gamma^2} \cdot {}_0T_N(x) = 0$$

3. 2 第二種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式

手代木と勝間 [2017] で述べたように、第二種のチェビシエフ多項式基本型 ${}_0U_N(x)$ の微分方程式は次式で表される。

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0U_N(x)'' - \frac{3x}{\gamma^2} \cdot {}_0U_N(x)' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot {}_0U_N(x) = 0$$

4. チェビシエフ多項式基本型の微分方程式の別解

4. 1 第一種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の別解

まず新しい多項式基本型 ${}_0V_N(x)$ を ${}_0V_N(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{N-1}(x)$ と定義する。

この関数の一階微分、二階微分を求め、

$${}_0V_N(x)' = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \{(\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0U_{N-1}(x)' - x \cdot {}_0U_{N-1}(x)\}$$

$${}_0V_N(x)'' = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{3}{2}} \{(\gamma^2 - x^2)^2 \cdot {}_0U_{N-1}(x)'' - 2x \cdot (\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0U_{N-1}(x)' - \gamma^2 \cdot {}_0U_{N-1}(x)\}$$

これらの値を第一種のチェビシエフ多項式の微分方程式に代入すると、次のようになる。

$$\begin{aligned} & (\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0V_N(x)'' - x \cdot {}_0V_N(x)' + N^2 \cdot {}_0V_N(x) \\ &= (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \{(\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0U_{N-1}(x)'' - 3x \cdot {}_0U_{N-1}(x)' + (N^2 - 1) \cdot {}_0U_{N-1}(x)\} = 0 \end{aligned}$$

ただし最後の式の誘導のために ${}_0U_{N-1}(x)$ が第二種のチェビシエフ多項式の微分方程式、

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0U_{N-1}(x)'' - \frac{3x}{\gamma^2} \cdot {}_0U_{N-1}(x)' + \frac{(N-1)(N+1)}{\gamma^2} \cdot {}_0U_{N-1}(x) = 0$$

の解であることを利用した。ここから、 ${}_0V_N(x)$ が第一種のチェビシエフ多項式の微分方程式の解になっていることが判明する。

$N=1$ から $N=12$ までの ${}_0V_N(x)$ は次のようになる。

チェビシエフの微分方程式の別解

$${}_0V_1(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}}$$

$${}_0V_2(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot 2x$$

$${}_0V_3(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (4x^2 - \gamma^2)$$

$${}_0V_4(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (8x^3 - 4\gamma^2x)$$

$${}_0V_5(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (16x^4 - 12\gamma^2x^2 + \gamma^4)$$

$${}_0V_6(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (32x^5 - 32\gamma^2x^3 + 6\gamma^4x)$$

$${}_0V_7(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (64x^6 - 80\gamma^2x^4 + 24\gamma^4x^2 - \gamma^6)$$

$${}_0V_8(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (128x^7 - 192\gamma^2x^5 + 80\gamma^4x^3 - 8\gamma^6x)$$

$${}_0V_9(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (256x^8 - 448\gamma^2x^6 + 240\gamma^4x^4 - 40\gamma^6x^2 + \gamma^8)$$

$${}_0V_{10}(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (512x^9 - 1024\gamma^2x^7 + 672\gamma^4x^5 - 160\gamma^6x^3 + 10\gamma^8x)$$

$${}_0V_{11}(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (1024x^{10} - 2304\gamma^2x^8 + 1792\gamma^4x^6 - 560\gamma^6x^4 + 60\gamma^8x^2 - \gamma^{10})$$

$${}_0V_{12}(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (2048x^{11} - 5120\gamma^2x^9 + 4608\gamma^4x^7 - 1792\gamma^6x^5 + 280\gamma^8x^3 - 12\gamma^{10}x)$$

この ${}_0V_N(x)$ を $x = \gamma \cdot \cos \theta$ とおいて整理すると、

$${}_0V_N(x) = {}_0V_N(\gamma \cdot \cos \theta) = \gamma \cdot \sin \theta \cdot {}_0U_{N-1}(\gamma \cdot \cos \theta) = \gamma^N \cdot \sin(N \cdot \theta) = \gamma^N \cdot \sin(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma})$$

が得られる。ただし $(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}}$ に $x = \gamma \cdot \cos \theta$ を代入する場合、正をとって $\gamma \cdot \sin \theta$ とした。

以下同様である。

そこで別の関数 $y_T = \cos(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma})$ も第一種のチェビシェフ多項式基本型の微分方程式の解と

なるかを検討する。 $\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} = t$ とおくと、 $y_T = \cos(N \cdot t)$, $x = \gamma \cdot \cos t$ となるので、

$$y_T' = \frac{dy_T}{dx} = \frac{dy_T}{dt} \cdot \frac{dt}{dx} = \frac{N}{\gamma} \cdot \frac{\sin(N \cdot t)}{\sin t}$$

である。この式をもう一度微分して次式を得る。

$$\begin{aligned} y_T'' &= \frac{d}{dx} \left(\frac{dy_T}{dx} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dy_T}{dx} \right) \cdot \frac{dt}{dx} = \frac{d}{dt} \left\{ \frac{N}{\gamma} \cdot \frac{\sin(N \cdot t)}{\sin t} \right\} \cdot \left(-\frac{1}{\gamma \cdot \sin t} \right) \\ &= \frac{N}{\gamma^2} \cdot \frac{1}{\sin^2 t} \cdot \left\{ -N \cdot \cos(N \cdot t) + \frac{\sin(N \cdot t) \cdot \cos t}{\sin t} \right\} = -\frac{N^2}{\gamma^2} \cdot \frac{1}{\sin^2 t} \cdot y_T + \frac{x}{\gamma^2} \cdot \frac{1}{\sin^2 t} \cdot y_T' \end{aligned}$$

さらに $\sin^2 t = 1 - \frac{x^2}{\gamma^2}$ を利用して、次式が得られる。

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot y_T'' - \frac{x}{\gamma^2} \cdot y_T' + \frac{N^2}{\gamma^2} \cdot y_T = 0$$

上の式は第一種のチェビシェフ多項式基本型 ${}_0T_N(x)$ の微分方程式

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0T_N(x)'' - \frac{x}{\gamma^2} \cdot {}_0T_N(x)' + \frac{N^2}{\gamma^2} \cdot {}_0T_N(x) = 0$$

の ${}_0T_N(x)$ の代わりに y_T を代入した式となっているので、 y_T が第一種のチェビシェフ多項式基本型

の微分方程式の解になっていることが解る。この $y_T = \cos(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma})$ は $\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} = \theta$ と

おくと $y_T = \cos(N \cdot \theta)$ となり、 $y_T = \cos(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}) = \cos(N \cdot \theta) = \frac{1}{\gamma^N} \cdot {}_0T_N(x)$ となる。

すなわち、 y_T と ${}_0T_N(x)$ は係数が異なるだけで、本質的に同じ関数である。

チェビシエフの微分方程式の別解

前述したように、 ${}_0V_N(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{N-1}(x) = \gamma^N \cdot \sin(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma})$ なので、

$$\{ {}_0T_N(x) \}^2 + \{ {}_0V_N(x) \}^2 = \{ {}_0T_N(x) \}^2 + (\gamma^2 - x^2) \cdot \{ {}_0U_{N-1}(x) \}^2 = \gamma^{2N} \quad \text{となる。}$$

さらに次式が得られる。

$${}_0T_N(x) \cdot {}_0V_N(x) = \gamma^{2N} \cdot \cos(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}) \cdot \sin(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}) = \gamma^{2N} \cdot \frac{\sin(2N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma})}{2} = \frac{{}_0V_{2N}(x)}{2}$$

この式は次のようにも導入できる。

$${}_0T_N(x) \cdot {}_0V_N(x) = {}_0T_N(x) \cdot (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{N-1}(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{{}_0U_{2N-1}(x)}{2} = \frac{{}_0V_{2N}(x)}{2}$$

ただし最後の式の導入のために、手代木と勝間 [2017] で報告した、 ${}_0T_N(x) = \frac{1}{2} \cdot \frac{{}_0U_{2N-1}(x)}{{}_0U_{N-1}(x)}$ を

利用した。

すなわち ${}_0T_N(x)$ と ${}_0V_N(x)$ だけでなく、その積である ${}_0T_N(x) \cdot {}_0V_N(x)$ もまた第一種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解となっている。

以上の結果を利用して $\gamma^N \cdot \cos(N \cdot \sin^{-1} \frac{x}{\gamma}) = {}_0A_N(x)$ を検討する。

$$\begin{aligned} {}_0A_N(x) &= \gamma^N \cdot \cos(N \cdot \sin^{-1} \frac{x}{\gamma}) = \gamma^N \cdot \cos(\frac{N}{2} \cdot \pi - N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}) \\ &= \cos(\frac{N}{2} \cdot \pi) \cdot {}_0T_N(x) + \sin(\frac{N}{2} \cdot \pi) \cdot {}_0V_N(x) \end{aligned}$$

同様に $\gamma^N \cdot \sin(N \cdot \sin^{-1} \frac{x}{\gamma}) = {}_0B_N(x)$ を検討する。

$$\begin{aligned} {}_0B_N(x) &= \gamma^N \cdot \sin(N \cdot \sin^{-1} \frac{x}{\gamma}) = \gamma^N \cdot \sin(\frac{N}{2} \cdot \pi - N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}) \\ &= \sin(\frac{N}{2} \cdot \pi) \cdot {}_0T_N(x) - \cos(\frac{N}{2} \cdot \pi) \cdot {}_0V_N(x) \end{aligned}$$

すなわち、 ${}_0A_N(x)$ や ${}_0B_N(x)$ も第一種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解となっているが、これらの関数は ${}_0T_N(x)$ や ${}_0V_N(x)$ と独立ではない。また次式が成立する。

$$\{ {}_0A_N(x) \}^2 + \{ {}_0B_N(x) \}^2 = \{ {}_0T_N(x) \}^2 + \{ {}_0V_N(x) \}^2 = \gamma^{2N}$$

N の値と ${}_0A_N(x)$ 、 ${}_0B_N(x)$ の結果を下にまとめる。

N	${}_0A_N(x) = \gamma^N \cdot \cos(N \cdot \sin^{-1} \frac{x}{\gamma})$	${}_0B_N(x) = \gamma^N \cdot \sin(N \cdot \sin^{-1} \frac{x}{\gamma})$
1	${}_0V_1(x)$	${}_0T_1(x)$
2	$-{}_0T_2(x)$	${}_0V_2(x)$
3	$-{}_0V_3(x)$	$-{}_0T_3(x)$
4	${}_0T_4(x)$	$-{}_0V_4(x)$
5	${}_0V_5(x)$	${}_0T_5(x)$
6	$-{}_0T_6(x)$	${}_0V_6(x)$
7	$-{}_0V_7(x)$	$-{}_0T_7(x)$
8	${}_0T_8(x)$	$-{}_0V_8(x)$
9	${}_0V_9(x)$	${}_0T_9(x)$
10	$-{}_0T_{10}(x)$	${}_0V_{10}(x)$

${}_0A_N(x)$ と ${}_0B_N(x)$ は正負の符号をつけた ${}_0T_N(x)$ や ${}_0V_N(x)$ で表され、さらにその積は

$${}_0A_N(x) \cdot {}_0B_N(x) = \pm {}_0T_N(x) \cdot {}_0V_N(x) = \pm \frac{{}_0V_{2N}(x)}{2}$$

チェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解となっている。

4. 2 第二種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の別解

まず新しい多項式基本型 ${}_0W_N(x)$ を ${}_0W_N(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot {}_0T_{N+1}(x)$ と定義する。

チェビシェフの微分方程式の別解

この関数の一階微分、二階微分を求め、

$$\begin{aligned} {}_0W_N(x)' &= (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{3}{2}} \{(\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0T_{N+1}(x)' + x \cdot {}_0T_{N+1}(x)\} \\ {}_0W_N(x)'' &= (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{5}{2}} \{(\gamma^2 - x^2)^2 \cdot {}_0T_{N+1}(x)'' + 2x \cdot (\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0T_{N+1}(x)' \\ &\quad + (\gamma^2 + 2x^2) \cdot {}_0T_{N+1}(x)\} \end{aligned}$$

これらの値を第二種のチェビシェフ多項式基本型の微分方程式に代入すると、次のようになる。

$$\begin{aligned} &(\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0W_N(x)'' - 3x \cdot {}_0W_N(x)' + N(N+2) \cdot {}_0W_N(x) \\ &= (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot \{(\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0T_{N+1}(x)'' - x \cdot {}_0T_{N+1}(x)' + (N+1)^2 \cdot {}_0T_{N+1}(x)\} = 0 \end{aligned}$$

ただし ${}_0T_{N+1}(x)$ が第一種のチェビシェフ多項式基本型の微分方程式の解であることを利用した。

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0T_{N+1}(x)'' - \frac{x}{\gamma^2} \cdot {}_0T_{N+1}(x)' + \frac{(N+1)^2}{\gamma^2} \cdot {}_0T_{N+1}(x) = 0$$

ここから ${}_0W_N(x)$ が第二種のチェビシェフ多項式基本型の微分方程式の解になることが解る。

$${}_0W_N(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot {}_0T_{N+1}(x) \quad \text{を下にまとめる。}$$

$${}_0W_1(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (2x^2 - \gamma^2)$$

$${}_0W_2(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (4x^3 - 3\gamma^2 x)$$

$${}_0W_3(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (8x^4 - 8\gamma^2 x^2 + \gamma^4)$$

$${}_0W_4(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (16x^5 - 20\gamma^2 x^3 + 5\gamma^4 x)$$

$${}_0W_5(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (32x^6 - 48\gamma^2 x^4 + 18\gamma^4 x^2 - \gamma^6)$$

$${}_0W_6(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (64x^7 - 112\gamma^2x^5 + 56\gamma^4x^3 - 7\gamma^6x)$$

$${}_0W_7(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (128x^8 - 256\gamma^2x^6 + 160\gamma^4x^4 - 32\gamma^6x^2 + \gamma^8)$$

$${}_0W_8(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (256x^9 - 576\gamma^2x^7 + 432\gamma^4x^5 - 120\gamma^6x^3 + 9\gamma^8x)$$

$${}_0W_9(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (512x^{10} - 1280\gamma^2x^8 + 1120\gamma^4x^6 - 400\gamma^6x^4 + 50\gamma^8x^2 - \gamma^{10})$$

$${}_0W_{10}(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (1024x^{11} - 2816\gamma^2x^9 + 2816\gamma^4x^7 - 1232\gamma^6x^5 + 220\gamma^8x^3 - 11\gamma^{10}x)$$

$${}_0W_{11}(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (2048x^{12} - 6144\gamma^2x^{10} + 6912\gamma^4x^8 - 3584\gamma^6x^6 + 840\gamma^8x^4 - 72\gamma^{10}x^2 + \gamma^{12})$$

$${}_0W_{12}(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot (4096x^{13} - 13312\gamma^2x^{11} + 16640\gamma^4x^9 - 9984\gamma^6x^7 + 2912\gamma^8x^5 - 364\gamma^{10}x^3 + 13\gamma^{12}x)$$

この ${}_0W_N(x)$ を $x = \gamma \cdot \cos \theta$ とおいて整理すると、

$${}_0W_N(x) = {}_0W_N(\gamma \cos \theta) = \frac{{}_0T_{N+1}(\gamma \cos \theta)}{\gamma \cdot \sin \theta} = \gamma^N \cdot \frac{\cos \{(N+1)\theta\}}{\sin \theta} = \gamma^N \cdot \frac{\cos \{(N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\}}{\sin(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma})}$$

と書くことができる。そこで第二種のチェビシェフ多項式基本型の微分方程式のもう一つの解を

$$y_U(x) = \frac{\sin \{(N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\}}{\sin(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma})} \quad \text{と仮定し検討する。}$$

$\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} = t$ とおくと、 $y_U = \frac{\sin \{(N+1)t\}}{\sin t}$ となるので、まず一次微分は次式となる。

$$y_U' = \frac{dy_U}{dt} \cdot \frac{dt}{dx} = \left(-\frac{1}{\gamma}\right) \left[(N+1) \frac{\cos \{(N+1)t\}}{\sin^2 t} - \frac{\sin \{(N+1)t\} \cdot \cos t}{\sin^3 t} \right]$$

後に使用するために上の式を整理して次式を得る。

チェビシエフの微分方程式の別解

$$\frac{1}{\gamma} \cdot (N+1) \frac{\cos \{(N+1)t\}}{\sin^2 t} = -y_U' + \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{\sin \{(N+1)t\} \cdot \cos t}{\sin^3 t} = -y_U' + \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{\cos t}{\sin^2 t} \cdot y_U$$

さらに二次微分は次式となる。

$$\begin{aligned} y_U'' &= \left(\frac{1}{\gamma^2 \sin^2 t} \right) \left[-(N+1)^2 \cdot \frac{\sin \{(N+1)t\}}{\sin t} - 3 \cdot (N+1) \cdot \frac{\cos \{(N+1)t\} \cdot \cos t}{\sin^2 t} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\sin \{(N+1)t\}}{\sin t} + 3 \cdot \frac{\sin \{(N+1)t\} \cdot \cos^2 t}{\sin^3 t} \right] \\ &= \left(\frac{1}{\gamma^2 \sin^2 t} \right) \left[-N(N+2) \cdot y_U - 3 \cdot (N+1) \cdot \frac{\cos \{(N+1)t\} \cdot \cos t}{\sin^2 t} \right. \\ &\quad \left. + 3 \cdot \frac{\sin \{(N+1)t\} \cdot \cos^2 t}{\sin^3 t} \right] \\ &= \left(\frac{1}{\gamma^2 \sin^2 t} \right) \left[-N(N+2) \cdot y_U + 3\gamma \cdot y_U' \cdot \cos t \right] = \left(\frac{1}{\gamma^2 \sin^2 t} \right) \left[-N(N+2) \cdot y_U + 3x \cdot y_U' \right] \end{aligned}$$

右辺を移項して整理すると次式が得られる。

$$\begin{aligned} \sin^2 t \cdot y_U'' - \frac{3x}{\gamma^2} \cdot y_U' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot y_U &= (1 - \cos^2 t) \cdot y_U'' - \frac{3x}{\gamma^2} \cdot y_U' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot y_U \\ &= \left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2} \right) \cdot y_U'' - \frac{3x}{\gamma^2} \cdot y_U' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot y_U = 0 \end{aligned}$$

以上の結果から y_U が第二種のチェビシエフ多項式の微分方程式の解になっていることが判明した。

さらに y_U に $\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} = \theta$ を代入して整理すると

$$y_U(x) = \frac{\sin \{(N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\}}{\sin(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma})} = \frac{\sin \{(N+1)\theta\}}{\sin \theta} = U_N(\cos \theta) = \frac{1}{\gamma^N} \cdot {}_0U_N(x) \text{ となり、}$$

$$\text{結局 } {}_0U_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \{(N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\}}{\sin(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma})} \text{ となる。}$$

すでに述べたように ${}_0W_N(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot {}_0T_{N+1}(x)$ から

$$\{ {}_0T_{N+1}(x) \}^2 + (\gamma^2 - x^2) \cdot \{ {}_0U_N(x) \}^2 = (\gamma^2 - x^2) \cdot [\{ {}_0W_N(x) \}^2 + \{ {}_0U_N(x) \}^2] = \gamma^{2(N+1)}$$

となり、この結果は次式からも誘導される。

$$\begin{aligned} \{ {}_0W_N(x) \}^2 + \{ {}_0U_N(x) \}^2 &= [\gamma^N \cdot \frac{\cos \{(N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\}}{\sin(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma})}]^2 + [\gamma^N \cdot \frac{\sin \{(N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\}}{\sin(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma})}]^2 \\ &= [\frac{\gamma^N}{\sin(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma})}]^2 = \frac{\gamma^{2N}}{(1 - \frac{x^2}{\gamma^2})} = \frac{\gamma^{2(N+1)}}{(\gamma^2 - x^2)} \end{aligned}$$

また ${}_0V_N(x) = \gamma^N \cdot \sin(N \cos^{-1} \frac{x}{\gamma})$ を利用して、 ${}_0V_{N+1}(x) \cdot {}_0W_N(x)$ を計算すると、

$${}_0V_{N+1}(x) \cdot {}_0W_N(x) = \gamma^{2N+1} \cdot \frac{\sin \{ 2(N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \}}{2 \sin(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma})} = \frac{{}_0U_{2N+1}(x)}{2}$$

この式は ${}_0V_N(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{N-1}(x)$ と ${}_0W_N(x) = (\gamma^2 - x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot {}_0T_{N+1}(x)$ を利用して、

$${}_0V_{N+1}(x) \cdot {}_0W_N(x) = {}_0U_N(x) \cdot {}_0T_{N+1}(x) = \frac{{}_0U_{2N+1}(x)}{2} \text{ としても導入できる。}$$

このことから ${}_0U_N(x)$ 、 ${}_0W_N(x)$ 、および ${}_0V_{N+1}(x) \cdot {}_0W_N(x) = {}_0U_N(x) \cdot {}_0T_{N+1}(x)$ は

第二種のチェビシエフ多項式基本型の解となっている。

さらに、次の ${}_0C_N(x)$ も 第二種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解となっているが、

チェビシエフの微分方程式の別解

$${}_0C_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \sin \left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi \right) \cdot {}_0W_N(x) - \cos \left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi \right) \cdot {}_0U_N(x)$$

となり、同様に次の ${}_0D_N(x)$ も 第二種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解となっているが、

$${}_0D_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\cos \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \cos \left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi \right) \cdot {}_0W_N(x) + \sin \left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi \right) \cdot {}_0U_N(x)$$

となるので、 ${}_0C_N(x)$ や ${}_0D_N(x)$ は ${}_0U_N(x)$ や ${}_0W_N(x)$ の関数になっている。

$$\text{また次式が成立する。} \quad \{ {}_0C_N(x) \}^2 + \{ {}_0D_N(x) \}^2 = \{ {}_0W_N(x) \}^2 + \{ {}_0U_N(x) \}^2 = \frac{\gamma^{2(N+1)}}{(\gamma^2 - x^2)}$$

N の値と ${}_0C_N(x)$ 、 ${}_0D_N(x)$ の結果を下にまとめる。

N	${}_0C_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$	${}_0D_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\cos \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$
1	${}_0U_1(x)$	$-{}_0W_1(x)$
2	$-{}_0W_2(x)$	$-{}_0U_2(x)$
3	$-{}_0U_3(x)$	${}_0W_3(x)$
4	${}_0W_4(x)$	${}_0U_4(x)$
5	${}_0U_5(x)$	$-{}_0W_5(x)$
6	$-{}_0W_6(x)$	$-{}_0U_6(x)$
7	$-{}_0U_7(x)$	${}_0W_7(x)$
8	${}_0W_8(x)$	${}_0U_8(x)$
9	${}_0U_9(x)$	$-{}_0W_9(x)$
10	$-{}_0W_{10}(x)$	$-{}_0U_{10}(x)$

${}_0C_N(x)$ と ${}_0D_N(x)$ は正負の符号をつけた ${}_0U_N(x)$ や ${}_0W_N(x)$ で表されることが解る。

4. 3 第二種のチェビシェフ多項式基本型に類似した関数の微分方程式

第二種のチェビシェフ多項式基本型の微分方程式の解を上述べたが、その解に非常に良く似ている関数で、しかも第二種のチェビシェフ多項式基本型の微分方程式の解とならない関数が存在することが解ったので、ここに詳述する。それらの関数を下にまとめる。

$$y_E = \frac{\cos \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$$y_F = \frac{\sin \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$$y_G = \frac{\cos \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$$y_H = \frac{\sin \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

ただし、これらの関数は相互に関係づけられ、例えば y_G は次のようになり、

$$y_G = \frac{\cos \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \frac{\cos \left\{ \frac{N+1}{2} \cdot \pi - (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$$= \cos \left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi \right) \cdot y_E + \sin \left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi \right) \cdot y_F$$

y_H は次のようになる。

チェビシエフの微分方程式の別解

$$y_H = \frac{\sin \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \frac{\sin \left\{ \frac{N+1}{2} \cdot \pi - (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$$= \sin \left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi \right) \cdot y_E - \cos \left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi \right) \cdot y_F$$

以上から y_E と y_F の微分方程式を決定すればよい。

まず y_E であるが、すでに述べた ${}_0T_N(x) = \gamma^N \cdot \cos(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma})$ と $\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} = \theta$ を利用して、

$$y_E = \frac{\cos \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \frac{{}_0T_{N+1}(x)}{\gamma^{N+1}} \cdot \frac{\gamma}{x} = \frac{{}_0T_{N+1}(x)}{\gamma^N} \cdot \frac{1}{x} \quad \text{から}$$

${}_0T_{N+1}(x) = \gamma^N \cdot x \cdot y_E = x \cdot {}_0E_N(x)$ のような ${}_0E_N(x)$ を考え、その微分方程式を検討する。

まず ${}_0T_{N+1}(x)$ の一階微分、二階微分を求め、

$${}_0T_{N+1}(x)' = x \cdot {}_0E_N(x)' + {}_0E_N(x) \quad {}_0T_{N+1}(x)'' = x \cdot {}_0E_N(x)'' + 2 \cdot {}_0E_N(x)'$$

この結果を ${}_0T_{N+1}(x)$ の微分方程式に代入する。

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0T_{N+1}(x)'' - \frac{x}{\gamma^2} \cdot {}_0T_{N+1}(x)' + \frac{(N+1)^2}{\gamma^2} {}_0T_{N+1}(x)$$

$$= x \cdot \left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0E_N(x)'' - \left(\frac{3x^2}{\gamma^2} - 2\right) \cdot {}_0E_N(x)' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot x \cdot {}_0E_N(x) = 0$$

以上から $\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0E_N(x)'' - \left(\frac{3x}{\gamma^2} - \frac{2}{x}\right) \cdot {}_0E_N(x)' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot {}_0E_N(x) = 0$ となる。

この式を第三種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式と呼ぶことにする。

$N = 1$ から $N = 10$ までの ${}_0 E_N(x) = \frac{{}_0 T_{N+1}(x)}{x}$ は次のようになる。

$${}_0 E_1(x) = 2x - \frac{\gamma^2}{x}$$

$${}_0 E_2(x) = 4x^2 - 3\gamma^2$$

$${}_0 E_3(x) = 8x^3 - 8\gamma^2 x + \frac{\gamma^4}{x}$$

$${}_0 E_4(x) = 16x^4 - 20\gamma^2 x^2 + 5\gamma^4$$

$${}_0 E_5(x) = 32x^5 - 48\gamma^2 x^3 + 18\gamma^4 x - \frac{\gamma^6}{x}$$

$${}_0 E_6(x) = 64x^6 - 112\gamma^2 x^4 + 56\gamma^4 x^2 - 7\gamma^6$$

$${}_0 E_7(x) = 128x^7 - 256\gamma^2 x^5 + 160\gamma^4 x^3 - 32\gamma^6 x + \frac{\gamma^8}{x}$$

$${}_0 E_8(x) = 256x^8 - 576\gamma^2 x^6 + 432\gamma^4 x^4 - 120\gamma^6 x^2 + 9\gamma^8$$

$${}_0 E_9(x) = 512x^9 - 1280\gamma^2 x^7 + 1120\gamma^4 x^5 - 400\gamma^6 x^3 + 50\gamma^8 x - \frac{\gamma^{10}}{x}$$

$${}_0 E_{10}(x) = 1024x^{10} - 2816\gamma^2 x^8 + 2816\gamma^4 x^6 - 1232\gamma^6 x^4 + 220\gamma^8 x^2 - 11\gamma^{10}$$

さらに y_F は直接微分して検討する。 $\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} = t$ とおいてまず一回微分して次式が得られ、

$$\begin{aligned} y_F' &= \frac{dy_F}{dt} \cdot \frac{dt}{dx} = \left(-\frac{1}{\gamma \sin t}\right) \left[(N+1) \frac{\cos\{(N+1)t\}}{\cos t} + \frac{\sin\{(N+1)t\} \cdot \sin t}{\cos^2 t} \right] \\ &= \left(-\frac{1}{\gamma}\right) \left[\frac{1}{\cos t} \cdot (N+1) \cdot \frac{\cos\{(N+1)t\}}{\sin t} + \frac{1}{\cos t} \cdot y_F \right] \end{aligned}$$

ここからまず $(N+1) \frac{\cos\{(N+1)t\}}{\sin t} = -\gamma \cos t \cdot y_F' - y_F = -x \cdot y_F' - y_F$ が得られる。

さらにもう一回微分して整理すると次式が得られる。

チェビシエフの微分方程式の別解

$$y_F'' = \left(\frac{1}{\gamma^2 \cdot \sin^2 t} \right) \left[-N(N+2) \cdot y_F + x \cdot y_F' - 2 \cdot \frac{\sin^2 t}{\cos^2 t} \cdot x \cdot y_F' \right]$$

$$= \left(\frac{1}{\gamma^2 \cdot \sin^2 t} \right) \left[-N(N+2) \cdot y_F + \left(3 - \frac{2}{\cos^2 t} \right) \cdot x \cdot y_F' \right]$$

この式に $\cos^2 t = \frac{x^2}{\gamma^2}$ と $\sin^2 t = 1 - \frac{x^2}{\gamma^2}$ を代入し整理して、次式が得られ

$$\gamma^2 \cdot \left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2} \right) \cdot y_F'' = -N(N+2) \cdot y_F + \left(3x - \frac{2\gamma^2}{x} \right) \cdot y_F'$$

さらに整理して次式を得る。

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2} \right) \cdot y_F'' - \left(\frac{3x}{\gamma^2} - \frac{2}{x} \right) \cdot y_F' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot y_F = 0$$

この式はすでに述べた ${}_0E_N(x)$ の微分方程式と全く同じ式である。

そこで ${}_0U_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$ と $\cos t = \frac{x}{\gamma}$ と $\sin t = \left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2} \right)^{\frac{1}{2}}$ を利用して、

$${}_0F_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_N(x)}{x} = \frac{{}_0V_{N+1}(x)}{x}$$

として ${}_0F_N(x)$ が第三種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解になっているかを、

${}_0V_{N+1}(x)$ を直接微分して検討する。まず ${}_0V_{N+1}(x)$ の一階微分、二階微分を求め、

$${}_0V_{N+1}(x)' = x \cdot {}_0F_N(x)' + {}_0F_N(x) \quad {}_0V_{N+1}(x)'' = x \cdot {}_0F_N(x)'' + 2 \cdot {}_0F_N(x)'$$

この結果を ${}_0V_{N+1}(x)$ の微分方程式に代入して次式が得られる。

$$\begin{aligned} & (\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0V_{N+1}(x)'' - x \cdot {}_0V_{N+1}(x)' + (N+1)^2 \cdot {}_0V_{N+1}(x) \\ &= x \cdot (\gamma^2 - x^2) \cdot {}_0F_N(x)'' - (3x^2 - 2\gamma^2) \cdot {}_0F_N(x)' + N(N+2) \cdot x \cdot {}_0F_N(x) = 0 \end{aligned}$$

さらに整理して次の $F_N(x)$ の微分方程式が得られる。

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0F_N(x)'' - \left(\frac{3x}{\gamma^2} - \frac{2}{x}\right) \cdot {}_0F_N(x)' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot {}_0F_N(x) = 0$$

この式は y_F を直接微分して得られた y_F の微分方程式と同じである。以上から ${}_0F_N(x)$ は第三種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解となっている。

$N=1$ から $N=10$ までの ${}_0F_N(x)$ は次のようになる。

$${}_0F_1(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot 2$$

$${}_0F_2(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(4x - \frac{\gamma^2}{x}\right)$$

$${}_0F_3(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (8x^2 - 4\gamma^2)$$

$${}_0F_4(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(16x^3 - 12\gamma^2x + \frac{\gamma^4}{x}\right)$$

$${}_0F_5(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (32x^4 - 32\gamma^2x^2 + 6\gamma^4)$$

$${}_0F_6(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(64x^5 - 80\gamma^2x^3 + 24\gamma^4x - \frac{\gamma^6}{x}\right)$$

$${}_0F_7(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (128x^6 - 192\gamma^2x^4 + 80\gamma^4x^2 - 8\gamma^6)$$

$${}_0F_8(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(256x^7 - 448\gamma^2x^5 + 240\gamma^4x^3 - 40\gamma^6x + \frac{\gamma^8}{x}\right)$$

$${}_0F_9(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (512x^8 - 1024\gamma^2x^6 + 672\gamma^4x^4 - 160\gamma^6x^2 + 10\gamma^8)$$

$${}_0F_{10}(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(1024x^9 - 2304\gamma^2x^7 + 1792\gamma^4x^5 - 560\gamma^6x^3 + 60\gamma^8x - \frac{\gamma^{10}}{x}\right)$$

チェビシエフの微分方程式の別解

また ${}_0E_N(x) = \frac{{}_0T_{N+1}(x)}{x}$ と ${}_0F_N(x) = \frac{{}_0V_{N+1}(x)}{x} = \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_N(x)}{x}$ とから、

$$\{ {}_0E_N(x) \}^2 + \{ {}_0F_N(x) \}^2 = \left\{ \frac{{}_0T_{N+1}(x)}{x} \right\}^2 + \left\{ \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_N(x)}{x} \right\}^2 = \frac{\gamma^{2(N+1)}}{x^2} \quad \text{が得られる。}$$

この式は ${}_0E_N(x)$ と ${}_0F_N(x)$ とから直接計算しても得られる。

$$\{ {}_0E_N(x) \}^2 + \{ {}_0F_N(x) \}^2 = \gamma^{2N} \cdot \frac{1}{\left\{ \cos \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right) \right\}^2} = \frac{\gamma^{2(N+1)}}{x^2}$$

$$\text{また } {}_0T_N(x) = \frac{1}{2} \cdot \frac{{}_0U_{2N-1}(x)}{{}_0U_{N-1}(x)} \quad {}_0V_N(x) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{N-1}(x)$$

$${}_0F_N(x) = \frac{{}_0V_{N+1}(x)}{x} = \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_N(x)}{x} \quad \text{を利用して次の二式も得られる。}$$

$${}_0E_N(x) \cdot {}_0V_{N+1}(x) = \frac{{}_0T_{N+1}(x)}{x} \cdot (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_N(x) = \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{2N+1}(x)}{2x} = \frac{{}_0F_{2N+1}(x)}{2}$$

$${}_0T_{N+1}(x) \cdot {}_0F_N(x) = {}_0T_{N+1}(x) \cdot \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_N(x)}{x} = \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{2N+1}(x)}{2x} = \frac{{}_0F_{2N+1}(x)}{2}$$

ここから ${}_0E_N(x) \cdot {}_0V_{N+1}(x)$ も ${}_0T_{N+1}(x) \cdot {}_0F_N(x)$ も、第三種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解となっている。

さらに y_G や y_H からも同様に ${}_0G_N(x)$ や ${}_0H_N(x)$ を誘導する。

$${}_0G_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\cos \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} \quad {}_0H_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

これらの関数は ${}_0E_N(x)$ と ${}_0F_N(x)$ と関係づけられ、例えば ${}_0G_N(x)$ は次式となり、

$${}_0G_N(x) = \cos\left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi\right) \cdot {}_0E_N(x) + \sin\left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi\right) \cdot {}_0F_N(x)$$

${}_0H_N(x)$ は次式となる。

$${}_0H_N(x) = \sin\left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi\right) \cdot {}_0E_N(x) - \cos\left(\frac{N+1}{2} \cdot \pi\right) \cdot {}_0F_N(x)$$

上の ${}_0G_N(x)$ と ${}_0H_N(x)$ の式を使って次の関係式を得る。

$$\{ {}_0G_N(x) \}^2 + \{ {}_0H_N(x) \}^2 = \{ {}_0E_N(x) \}^2 + \{ {}_0F_N(x) \}^2 = \frac{\gamma^{2(N+1)}}{x^2}$$

この式は ${}_0G_N(x)$ と ${}_0H_N(x)$ とから直接計算しても得られる。

$$\{ {}_0G_N(x) \}^2 + \{ {}_0H_N(x) \}^2 = \gamma^{2N} \cdot \frac{1}{\left\{ \sin\left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma}\right) \right\}^2} = \frac{\gamma^{2(N+1)}}{x^2}$$

N の値と ${}_0G_N(x)$ と ${}_0H_N(x)$ の結果を下にまとめる。

N	${}_0G_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\cos\left\{(N+1)\sin^{-1} \frac{x}{\gamma}\right\}}{\sin\left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma}\right)}$	${}_0H_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin\left\{(N+1)\sin^{-1} \frac{x}{\gamma}\right\}}{\sin\left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma}\right)}$
1	$- {}_0E_1(x)$	${}_0F_1(x)$
2	$- {}_0F_2(x)$	$- {}_0E_2(x)$
3	${}_0E_3(x)$	$- {}_0F_3(x)$
4	${}_0F_4(x)$	${}_0E_4(x)$
5	$- {}_0E_5(x)$	${}_0F_5(x)$
6	$- {}_0F_6(x)$	$- {}_0E_6(x)$
7	${}_0E_7(x)$	$- {}_0F_7(x)$
8	${}_0F_8(x)$	${}_0E_8(x)$
9	$- {}_0E_9(x)$	${}_0F_9(x)$
10	$- {}_0F_{10}(x)$	$- {}_0E_{10}(x)$

${}_0G_N(x)$ と ${}_0H_N(x)$ が正負の符号をつけた ${}_0E_N(x)$ や ${}_0F_N(x)$ で表されることが解る。

5. 総括

第一種のチェビシエフ多項式基本型 ${}_0T_N(x)$ の微分方程式 :

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0T_N(x)'' - \frac{x}{\gamma^2} \cdot {}_0T_N(x)' + \frac{N^2}{\gamma^2} \cdot {}_0T_N(x) = 0$$

第一種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解とその間の関係 :

$${}_0T_N(x) = \gamma^N \cdot \cos\left(N \cdot \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\right)$$

$${}_0V_N(x) = \gamma^N \cdot \sin\left(N \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\right) = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{N-1}(x)$$

$${}_0T_N(x) \cdot {}_0V_N(x) = \gamma^{2N} \cdot \frac{\sin\left(2N \cos^{-1} \frac{x}{\gamma}\right)}{2} = (\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{{}_0U_{2N-1}(x)}{2} = \frac{{}_0V_{2N}(x)}{2}$$

$${}_0A_N(x) = \gamma^N \cdot \cos\left(N \cdot \sin^{-1} \frac{x}{\gamma}\right)$$

$${}_0B_N(x) = \gamma^N \cdot \sin\left(N \cdot \sin^{-1} \frac{x}{\gamma}\right)$$

$$\left\{{}_0T_N(x)\right\}^2 + \left\{{}_0V_N(x)\right\}^2 = \left\{{}_0A_N(x)\right\}^2 + \left\{{}_0B_N(x)\right\}^2 = \gamma^{2N}$$

第二種のチェビシエフ多項式基本型 ${}_0U_N(x)$ の微分方程式 :

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0U_N(x)'' - \frac{3x}{\gamma^2} \cdot {}_0U_N(x)' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot {}_0U_N(x) = 0$$

第二種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解とその間の関係 :

$${}_0U_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$${}_0W_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\cos \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \frac{{}_0T_{N+1}(x)}{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$${}_0V_{N+1}(x) \cdot {}_0W_N(x) = {}_0T_{N+1}(x) \cdot {}_0U_N(x) = \gamma^{2N+1} \cdot \frac{\sin \left\{ 2(N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{2 \sin \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \frac{{}_0U_{2N+1}(x)}{2}$$

$${}_0C_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$${}_0D_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\cos \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$$\{ {}_0U_N(x) \}^2 + \{ {}_0W_N(x) \}^2 = \{ {}_0C_N(x) \}^2 + \{ {}_0D_N(x) \}^2 = \frac{\gamma^{2(N+1)}}{(\gamma^2 - x^2)}$$

第三種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式 :

$$\left(1 - \frac{x^2}{\gamma^2}\right) \cdot {}_0E_N(x)'' - \left(\frac{3x}{\gamma^2} - \frac{2}{x}\right) \cdot {}_0E_N(x)' + \frac{N(N+2)}{\gamma^2} \cdot {}_0E_N(x) = 0$$

第三種のチェビシエフ多項式基本型の微分方程式の解とその間の関係 :

チェビシエフの微分方程式の別解

$${}_0E_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\cos \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \frac{{}_0T_{N+1}(x)}{x}$$

$${}_0F_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\cos \left(\cos^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)} = \frac{{}_0V_{N+1}(x)}{x} = \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_N(x)}{x}$$

$${}_0E_N(x) \cdot {}_0V_{N+1}(x) = {}_0T_{N+1}(x) \cdot {}_0F_N(x) = \frac{(\gamma^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot {}_0U_{2N+1}(x)}{2x} = \frac{{}_0F_{2N+1}(x)}{2}$$

$${}_0G_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\cos \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$${}_0H_N(x) = \gamma^N \cdot \frac{\sin \left\{ (N+1) \sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right\}}{\sin \left(\sin^{-1} \frac{x}{\gamma} \right)}$$

$$\{ {}_0E_N(x) \}^2 + \{ {}_0F_N(x) \}^2 = \{ {}_0G_N(x) \}^2 + \{ {}_0H_N(x) \}^2 = \frac{\gamma^{2(N+1)}}{x^2}$$

参考文献

手代木 琢磨、勝間 豊 : チェビシエフ多項式の基本型について、産業能率大学紀要、38(1), 2017, pp. 1-28

中小企業の生き残り戦略と経営者の属性

The Survival Strategy of Small and Medium Enterprises
and Attributes of Management

三村 孝雄
Takao Mimura

Abstract

When faced with financial crises, large enterprises often invite "management professionals" or people with sufficient knowledge and experiences to rebuild their companies. However, that is not the case for most small and medium-sized enterprises (SMEs), which account for 99.7% of Japanese companies and about 70% of employment, because banking institutions do not allow third parties to succeed management. Even if the owner president nominates someone, in reality, however, the person will not be granted the right of representation because there is no guarantee that he or she will be able to repay the debt.

The collapse of Lehman Brothers in September 2008 caused global financial crisis followed by Great East Japan Earthquake in March 2011, which had devastating impact on the economy. Large enterprises were forced to adjust production, and SMEs faced crises of survival due to reduced demand from suppliers and cost reduction requests. Thousands of them actually went bankrupt. However, there are ones which survived the difficult situation and have continued to exist. In author's investigation, there were two types of companies that survived the crisis--ones going overseas and the others remaining in Japan. Both types of companies made the right decision at the right moment. In this paper, the author analyzed the successful managers' qualities, backgrounds, ways of thinking and tried to find any relevance, if any, between their attributes and their business strategies that led to their successful decisions.

The author found that attributes of managers can generally be classified into two

categories. Most second-generation managers who grew up watching the founder's hardships and who have also struggled to live themselves opted to take a chance in going overseas. On the other hand, many of the managers who decided to remain in Japan are founders themselves and they tend to prioritize harmony with their local area and the stability of employees' lives.

1. 問題の背景と研究目的

2008年9月15日（月）にリーマン・ブラザーズは連邦倒産法第11章の適用を連邦裁判所に申請した。同社が発行していた社債や投信を保有していた企業への影響、取引先への連鎖などの恐れ、またそれに対する議会政府の対応の遅れからアメリカ経済への不安が広がり、世界的な金融危機へと連鎖した（リーマンショック）。日本でもこれを境に世界的な経済の冷え込みから消費の落ち込み、金融不安で各種通貨から急速なドル安が進み（図表1）参照）、米国市場への依存が強い輸出産業から大きなダメージが広がり、結果的に日本経済の大幅な景気後退へも繋がっていった。リーマンショックという金融危機が円の価値を強くしたのは、日本経済が好調だったからではなく、逆にリーマンショック後の日本の生産水準は急落している。アメリカ発の金融ショックでありながら先進国最大のインパクトを日本が受けてしまった（伊丹〔2013〕）。

円高は2010年になっても続き、日本の大手企業は労働賃金の安い東南アジア諸国へ製造工場移転を加速させた（製造コストの削減）と同時に、海外生産比率の拡大や急激な生産調整（減産）を実施した。しかし、日本経済に追い打ちをかけるように2011年3月11日に東日本大震災が発生し、日本国内のサプライチェーンが大混乱となり、特に多くの半導体を使用している自動車や電気製品は生産も出来なくなってしまった。

国内工場で生産し、国内の発注元に納品していた中小企業にとっても、発注元からの受注数量の急激な減少や更なるコストダウンの要求に対し、売上高の維持や利益確保に関し厳しい時代を迎えることになった（中小企業庁〔2010〕）。

しかし、リーマンショックから9年が経過し、景気後退時期を乗り越えて現在でも好調な業績を維持する中小企業は存在している。中沢〔2014〕も中小企業研究の中で、中小企業でも大企業でも継続し利益をあげている会社は「なすべきこと」が社員に共有化されている。また逆に連続して大きな赤字をだしている企業は「コア」がなく、「何屋さん」なのか判然としていない。そして「何をしたいのか」もわからず、克服すべき課題や向かって行くべき方向が不明瞭であると言及している。

高橋〔2015〕も大企業だけでなく中小企業においても、国内需要の減少に伴い、成長著しい東アジア新興国において、海外需要を取り込むことが命題である。しかし、海外展開には様々な課題・リスクがあるため、中小企業はそれらを見極めつつ、支援施策等も活用することで、海外展開に取り組むことが求められると指摘している。

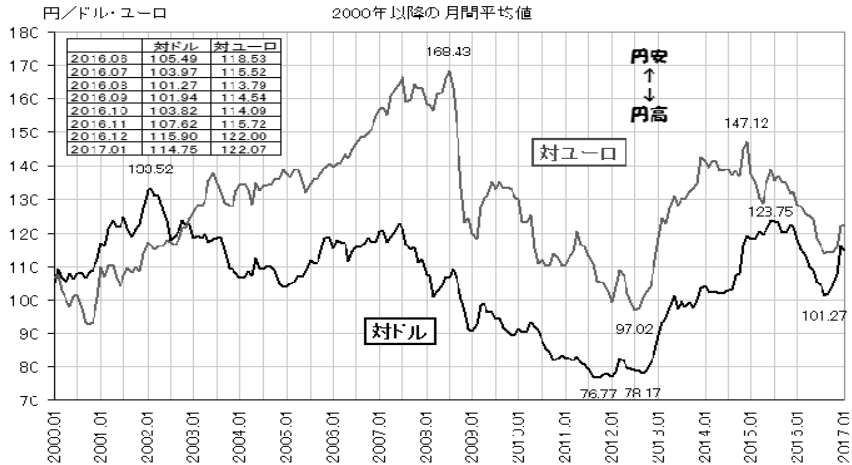
三村〔2017〕の中小企業生き残り戦略の実体調査の中では、国内に工場を残しつつベトナムに販売拠点や製造拠点までも進出させ、現地で大量生産品を製造し、現地で納品し売り上げを伸ばしている企業と、一方では自社の固有技術力を高めながら、大手企業の下請けとして国内残留をして売り上げを伸ばしている企業の2極化していることがヒアリング調査結果として分かった。この戦略分析は、海外進出でも国内残留でも、企業の背景と成功のプロセスを見出しており、決断した経営者の資質・思考に関しては言及していない。

一方、中小企業の生き残り戦略に関して、芦澤〔2013〕は関東地方に立地する8社の中小企業経営に関しヒアリングを実施し、各社の①市場状況と業務内容の変化 ②戦略の状況 ③経営者の持論（支配的論理）という観点から中小企業の戦略を分析しており、同様に長野県諏訪地方の3社の中小企業経営者にもヒアリングを実施している（芦澤〔2015〕）。中小企業における戦略転換は、過去の個人的な持論だけで対応するのは不可能な時代であり、意思決定は試行錯誤法になると考えられるとしている。また経営者の持論の形成やアナロジー⁽¹⁾を利用した戦略形成は、経営者の経験から生まれていることが確認できたとしている。

本論文の目的は、海外進出を決断して成功した経営者と国内残留を決断して成功した経営者の判断思考特性に関し、その経歴や生い立ち、創業者からの継承時期などの指標の分析を行い、企業戦略に関わる経営者の属性を見出すことにある。

(図表 1) 2000年以降の為替の動向

円の為替レート・対ユーロ為替レートの推移



(注) 対ドルはインターバンク相場(東京市場)スポット・レート、対ユーロは対ドルの円レートとユーロ・レートから算出
(資料) IMF, Principal Global Indicators (PGI)

2. 継続している中小企業の特徴

三村〔2017〕の実施した中小企業6社の聞き取り調査(図表2)により、大別して以下のことが分かった。

(図表3)は各社のリーマンショック後の海外進出の有無を示すものであり、(1)新たに海外工場進出を実施して売り上げを回復させた企業(A社、B社)と、(2)海外進出の検討は実施したが結果として国内に注力して売り上げを回復させた企業(C社、E社、F社)、その他(D社)に層別できる。以下に(1)と(2)企業群の特徴をまとめる。

(1) 海外進出をして成功した中小企業の特徴

1. 進出時点は現地にツテがあり、情報の入手や現地視察が容易にできた。
2. 進出国からの誘致活動があったので初期投資金額が低く抑えられた。
3. 進出国にはローカル企業で、日本品質を確保できる同業種企業が居ない。
4. 発注元は日本では無く、現地企業からの発注で現地納品としている(為替変動の影響を受けない)。
5. 民生品の部品を安定的数量で受注し、大量生産をしている。
6. 一環生産をして完成品として発注元に納品するために(付加価値を付ける)、複数社(前工程～後工程)で同じ場所に進出し協働している。

7. 経営者が頻繁に現場で指揮を執っている（年間のおよそ半分は現地で仕事）。
8. 国内工場の従業員に外国人を多く採用している。

(2) 国内に留まって成功した中小企業の特徴

1. 国内製造品を民生品中心から業務用中心に変更した（利益率の向上）。
2. 発注元の国内企業を増やし、発注元の技術力を自社に定着させ、更に自社技術力を磨き上げていった（技術主導型の会社）。
3. 自社の固有技術が活かせる分野を選択し、経営資源を集中している。
4. 従業員の多くが日本人であり、且つ地域密着型の経営をしている。
5. 為替変動の影響を受けない国内取引形態をしている。

(図表2) 聴き取り調査対象企業

企業	業種・業態	本社所在地	従業員数 (名)	創業年 (年)
A	プラスチック塗装、金型設計	神奈川県川崎市	15	1984
B	一般樹脂の二次加工全般	神奈川県川崎市	20	1971
C	メカトロニクス専門商社	神奈川県横浜市	34	1962
D	特殊ヒーター製造	神奈川県横浜市	12	1987
E	プラスチックと精密プレス部品	長野県塩尻市	79	1979
F	特殊プリンター開発製造販売	長野県塩尻市	24	1993

(従業員数は2016年12月現在)

(図表3) リーマンショック後の拠点変化

企業	海外進出の有無	営業・製造拠点の変化
A	有	国内2工場維持。ベトナムに1工場進出。
B	有	国内1工場維持。ベトナムに1工場進出。
C	無	海外進出の検討は実施。国内営業拠点を1か所増設。
D	無	海外進出の検討は実施せず。国内2工場維持。
E	無	海外進出の検討は実施。国内1工場維持。
F	無	海外2販売拠点を閉鎖。国内1工場、2営業支店維持。

(2016年12月現在)

また各社の経営者が「海外進出か国内残留か」の決断をしたポイントを以下にまとめる。

【A社（二代目経営者）海外進出決断のポイント】

- ① 円高により海外インフラ投資金額が安く、国内に投資するよりメリットを感じた。
- ② 完成品まで一貫生産できる部品メーカーの仲間を日本で持っており、そのメーカーも海外進出すればビジネス成功のチャンスがあると感じた。
- ③ 社長自身が海外で指揮を取る覚悟があった。

【B社（二代目経営者）海外進出決断のポイント】

- ① 国内ビジネスのみでは、3～5年先の売上見込みが立たなかった。
- ② 先に海外進出を果たしたA社の先行事例を応用でき、且つ現地に住む親族にサポートして貰えると思った。

【C社（二代目経営者）国内残留決断のポイント】

- ① シンガポールでは人件費とオフィス賃貸料が異常に高騰していたので、進出しても単独で黒字化が難しいと判断した。
- ② 同業者が既に進出しており、また日本製部品でなくてもお客様は既に台湾製の部品でも受け入れられていたので、日本製部品調達の価値が薄れてきた。

【D社（創業者）国内残留決断のポイント】

- ① 地域一体型の企業を目指しており、海外進出の必要性を感じていない。

【E社（創業者）国内残留決断のポイント】

- ② 海外進出の仲介役と自身の経営者としての会社経営スタンスが異なった。
- ③ 経営者として、国内工場と海外工場の両方を均等に全力でマネジメントすることが出来ないと判断した。

【F社（二代目経営者）国内残留決定のポイント】

- ① 会社の実力（人材、資金力）を考えると、海外も含めた全てのお客様の要望に对应していたら、自社が対応できる限界を超えていた（海外進出を断念した理由）。
- ② 安定した売上と利益を確保する為に、社長自らがマネジメント出来る範囲での国内新規市場開拓とビジネスに集中させた方が経営が安定すると判断した。

上記から分かるように、企業Aの経営者は円高のメリットを活かし、投資先としてベトナムへの海外進出を決めている。また塗装業だけでは一連の製品加工が出来ないことから、同地域（神奈川県）の企業Bに声をかけ海外進出を決断した。企業Bの経営者は、このままでは廃業の危機感から企業Aの経営者の誘いにのり、早々に海外進出を決断している。企業Cは製造業ではなく商社である立場から、海外拠点費用の高騰や海外現地での自社の存在価値が低いと判断し国内残留を決めている。企業Dの経営者は、創業時から国内ニッチ市場に特化した経営方針で進めており、海外進出は現時点では考えていない。企業Eの

経営者は、海外進出しても国内と変わらず大手国内企業の下請けの立場から脱却できないと判断し、同じ下請けならば国内で固有技術の伸張に特化した経営を優先した。企業 F の経営者は、創業者が手広く海外進出を実施したことによる経営効率が低いことを改革するために、国内における選択と集中経営を実施した。

3. 継続している中小企業経営者の経歴

現在の経営者の経歴と就任時期を（図表 4）に日本の経済状況と現社長の就任時期との関係を（図表 5）にまとめた。

企業 A,B,C,F は家族二代目の経営者であり、企業 D,E は創業者である。企業 A,B,C,D,F の後継者（二代目、三代目）は 2008 年 3 月末時点では直接経営には関与していない。企業 E の後継者（二代目）は現在企業 E 社の専務取締役となっている。また企業 A,B,F の経営者は 2008 年 9 月以降の就任であり、リーマンショック後に創業者から会社経営を引き継いだことが分かる。

すなわち、企業 A,B の経営者は本人が学生時代に企業の経営難に伴う現状を見ており、自身の生活も決して裕福な生活を送ってきた訳ではない（4. にて記載）。

企業 F は創業者の他界により急遽経営を引き継ぐ結果となり、継承のタイミングは企業 A,B と同じ時期であるが、企業継承時までの企業 F 経営への関与は企業 A,B とは異なる。なぜならば、企業 F の経営者は、創業者の命を受けて創業者が他界する前まで北米在住にて、商品拡販の責任者として赴任しており、企業 F の日本における経営全般を把握できる環境ではなかった。

企業 C は二代目ではあるが、企業 A,B,F とは異なり、1997 年に創業者との引継ぎがあり、円安における好景気時代もリーマンショック後の厳しい経営環境も経験していることが分かり、企業 D,E の経営者（創業者）と同じ条件で経営を行ってきており、二代目ではあるが企業 D,E と同じ経営環境である。

中小企業の生き残り戦略と経営者の属性

(図表4) 経営者の経歴と就任時期

企業	創業年 (年)	経営者 経歴	社長 就任年	経営者の 生い立ち	従業員数 (名)
A	1984	二代目	2009	創業者の息子	30
B	1971	二代目	2012	創業者の息子	30
C	1962	二代目	1997	創業者の娘	34
D	1987	創業者	1987	創業者	12
E	1979	創業者	1979	創業者	87
F	1993	二代目	2012	創業者の息子	24

(従業員数は2017年12月現在)

(図表5) 日本の経済状況と現社長の就任時期との関係

主な経済 的出来事	④リーマンショック;2008.9																	現社長の海外拠点 進出判断		
																		検討の有無	実施の有無	
①バブル景気;1986.1-1991.2 ②阪神・淡路大震災;1995.1 ③消費税率5%;1997.4																				
⑤東日本大震災;2011.3 ⑥タイ洪水;2011.7 ⑦消費税8%;2011.4.4 ⑧アベノミクス;2012.11																				
企業																				
A	創業者(1984~2009)							二代目(2009~)										0	0	
B	創業者(1971~2012)							二代目(2012~)										0	0	
C	二代目(1997~)																	0	x	
D	創業者(1987~)																	x	x	
E	創業者(1979~)																	0	x	
F	創業者(1993~2012)							(創業者 他界) 二代目(2012~)										x	x	
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		

これらの結果から「海外進出によって自社の拡大を目指す経営者像」と「国内残留することで安定経営を図る経営者像」の2極化した経営者の判断基準を以下のような属性にわけて仮説を立てた。

仮説の前提条件は、以下の観点（図表5）参照）から属性分けを実施した。

- ① 現在（2017年12月時点）の経営者は「創業者」か「継承者」か？
- ② 継承者の場合、継承時期が「リーマンショック前」か「リーマンショック後」か？
- ③ 継承者の場合、継承時期前の数年間における会社業績が「良い」か「悪い」か？

(図表 6) 経営者の属性 (仮説)

企業	経営者 履歴	継承時期 (2008年前後)	継承時の 会社業績	経営者の 属性 (仮説)
A	二代目	後	悪い	1
B	二代目	後	悪い	1
C	二代目	前	良い	2
D	創業者	—	—	2
E	創業者	—	—	2
F	二代目	後	良い	2

【経営者の属性の仮説】

(属性1) リーマンショック以降に継承した二代目経営者は、苦しい時代の創業者を見て育ってきているので、現状を打破し事業の改革を第一優先に、多少のリスクは覚悟で経営判断を行う。その為、自身が国内外を先導する事を覚悟で海外進出を実施し企業の付加価値を高めていく (企業 A,B)。

(属性2) 創業者およびリーマンショック以前から経営に携わる経営者は、会社を潰さない事を第一優先に、従業員の安心・安全を考え大きなリスクを伴う経営判断はしない。その為、自身の経営が目の届く範囲として国内残留で企業の付加価値を高めていく (企業 C,D,E,F)。

4. 経営者の属性検証

3. における仮説を検証するために、各企業経営者や経営者に深く関わる人物へのヒアリング内容 (三村 [2017])、雑誌や講演会でのインタビュー記事などから、経営者の育った環境や経験に基づき、現在の企業経営方針に特徴 (属性) が有るか否かを分析する。

【A社 経営者の背景】

自身の幼少期から企業Aに入社後の仕事内容および生活に関して以下のように述べている。

社長の祖父は沖電気(現在の沖電気工業)の塗装部の立ち上げに携わった塗装職人であり、沖電気を退社後に東京・品川でプラスチック塗装業を開業した。その祖父から塗装技術を叩き込まれた創業者も塗装職人であり、1984年に祖父から独立する形で多摩川を渡り、川

崎の地で A 社を設立した。子供の頃から自宅1階にある工場で創業者の仕事を手伝っていた社長は、いつの間にか父親から塗装技術の基礎を受け継いでいた。幼心に父親の後姿から学んだことも多く、掴んでしまった不渡り手形^②の穴埋めをするため自家用車を売り払い、会社の軽トラックで通勤している父親を目の当たりにして、中小企業経営の厳しさを感じたこともあった。大学卒業後すぐに現社に入社して職人の世界に飛び込んだが、最初に任された仕事といえば、トラックの運転手として塗装した部品を客先へ配達することだった。「父親からは働きに見合った給料しか出せない、自分の力でお金を貯めてみろと突き放されました。この時甘やかされなかったことは、経営者としての器を磨く良い機会になったと思います」と社長は当時を振り返る。

配達をしながら職人としての技を磨く一方で、配達先の声を耳にする機会の多かった社長は、「量産品への対応」が会社の急務と考え、ロボットの導入を父親に進言した。塗装ロボット^③を導入することで、それまで熟練技術を持つ数名の職人による手塗りであったのが、先進的な塗装工場に生まれ変わった。その結果としてウォークマン^④、ビデオ、パソコン、携帯電話など、その時代時代の製品ライフサイクル^④の変遷に合わせて事業を発展させてきたが、ロボット導入後もプラスチック塗装の技術開発には職人としての「技や勘が欠かせない」と言う。「お客様が要求する色味や光沢などの塗装の仕上がりを得るためには、塗料の配合や噴霧条件を変えながら、実際に吹いてみるしかありません。職人が手作業で何度も試し吹きをして最適な塗装条件を見極めた上で、塗装ロボットのプログラムを作成します。これまで使用したことのない新しい塗料を使う場合、私自身が必ず手吹きして確認するようにしています」と社長は説明する（公益財団法人川崎市産業振興財団 元気企業紹介〔2010〕）。

また、リーマンショックを契機に発注元からの受注が激減し、売上金額がピーク時の40%になってしまった時に、創業者（現会長）は廃業して「蕎麦屋」の経営に転換することを現社長（息子）に打ち明けた。その時点で現社長は、「蕎麦屋」に事業転換するリスクよりも現有の金型設計やプラスチック塗装のノウハウを活かしたいと考え、2010年に経営権を引き継いだ。

【A社 経営者思考のポイント】

- ① 祖父および創業者（父親）の仕事内容を幼少期より見て育ち、厳しい経営環境の中で成長して社会人となった為、中小企業の苦しさは体で理解している。
- ② 自らも塗装職人であり技術ノウハウは身につけている。その為、塗装ロボットを導入しても高品質確保の自信がある。
- ③ 自らも塗装職人であり、仕事が減ったからという理由で他業種（創業者が提

案した「蕎麦屋」など）への転換には抵抗があった。

【B社 経営者の背景】

B社は1971年、わずか5坪ほどの建物から始まった。当時の従業員は妻と創業者のみ。創業者は、お客様を喜ばせたい一心で、毎日夜中まで懸命に作業をするうちに、納品が早いと評判になり、しだいに多くのお客様とお取引をさせていただけるようになった。バブル期^⑥には、採算が取れないからと他社が断る仕事や、加工が難しい仕事でも、決してお断りせず、お客様のご要望に応えるべくチャレンジしてきた。その努力が実を結び、日々工夫を積み重ね、技術開発に取り組むなか、B社の加工技術は格段に進歩し、多くのお客様と信頼関係を築き上げるまでに成長することができた。

現在、B社がプラスチック二次加工^⑦のメーカーとして高い評価をもらい、その高度な技術を誇れるようになったのも、この時期の懸命な技術開発とお客様との信頼関係があったからにほかならない。この頃にお取引させていただいたお客様との絆はバブル崩壊後^⑧も決して途切れることはなく、B社の大切な財産となっている（B社 会社案内ウェブページ 会長（創業者）挨拶より〔2017〕）。

B社経営者は、A社経営者と同じ二代目の知り合いでもあり、先行してベトナムに工場進出していたA社の現場を見ていたら、自社も出したいと思った。なぜならば国内だけのビジネスでは、3～5年後の売上計画を立てづらくなってきた時期であった。また弟（現専務）の嫁がベトナム人で身近にベトナムを感じており、現地に親戚も多く、サポートが期待できたこともあった。創業者が積極的に外国人（日系ブラジル人、ペルー人、フィリピン人）を採用してきたことから、国際色豊かな中で育ち、海外進出に対する違和感は無かった。また、工場の設備はA社が持っていたのを借りられるし（初期投資金額が少ない）、A社の海外経験も自社に活かせると思い、1週間でベトナム進出へのライセンスを取得し、約1ヶ月で工場を立ち上げることが出来た。

【B社 経営者思考のポイント】

- ① 創業者（父親）の仕事内容を幼少期より見て育ち、厳しい経営環境の中で成長して社会人となった為、中小企業の苦しさは体で理解している。
- ② 創業者が積極的に外国人従業員を採用してきた環境下で育ち、外国人に接する事や海外進出に対する違和感を持ち合わせていない。
- ③ 3～5年先の売り上げ確保に警戒感を持っており、現状維持に不安を抱いている。
- ④ 海外進出をするに当たり、投資の抑制も含め、A社の海外進出事例を研究し

ている。

- ⑤ 自社の特殊印刷技術力⁹⁾に自信があった。

【C社 経営者の背景】

会社の名前は、創業者がお坊様との付き合いも多く、仏法の真理を社名にされた。会社は、始めの頃は船に積む物資を調達する商社をし、その後コンベアの製造メーカーになり、現在の機械部品の商社に業種転換をしている。

二代目の現社長は小さいころからお転婆娘だったという話や学生時代は演劇もしていたという話もユーモアたっぷり、自ら講演をしている。特に人生の岐路である中学生の頃、ヴィクトール・フランクルの「夜と霧」を読んで、強制収容所で死んでいくユダヤ人の生き残る理由に深く感銘した。また、大学生のころ一燈園のM氏やI氏と出会い、そして、アーサーヒラーの「ラマンチャの男」などとの出会いで現在があると話をされている。仕事の話では、機械の商談などで「理系だった、それとも文系」と聞かれると「美形です」と言ったというユーモアも持ち合わせた性格である。

創業者から会社を引き受けた後、機械のことは何も知らない自分が、代表取締役をしてこられたのは、“know-how”ではなく“know-who”でやってきたと言明している。これは正に、C社経営者の明るい人柄と広い人脈があるからだと推測される（横浜市北倫理法人会第669回 経営者モーニングセミナー〔2012〕）。

リーマンショック以前の2000年代前半と比較して、同社の現在の取引形態はかなり異なってきた。円高（(図表1)参照）によって、国内製造メーカーが製造拠点を海外に移転してしまったこと、海外のローカル会社に仕事自体を奪われてしまったことである。そのため、従来は国内間で取引していた企業からも、海外に出て行った限りは「海外企業として扱って欲しい」と要求された。即ち、為替レートを考慮した商売をしなくてはならなくなったのだが、C社は現在でも「円建ての取引¹⁰⁾」を基本としている。また、無借金経営¹¹⁾をしている関係で、リーマンショック後もC社にとって大きな影響は無かった。

【C社 経営者思考のポイント】

- ① 創業者（父親）の仕事内容を幼少期より見て、比較的裕福な環境下で育っている。
- ② 経営を継承してから好景気時期もリーマンショック後の低迷期も体験しているが、為替変動に影響しない「円建て取引」であった為、大きな被害は被っていない。
- ③ 経営を引き継いだ時点で、既に製造メーカーから商社に業種転換しており、

また C 社で扱う商品自体が「装置の中の部品⁽¹²⁾」と言うニッチなカテゴリであり、市場的に売り上げ変動が少ない。装置内部品は消耗品であり、破損する前に定期交換が必要である。また破損した場合、お客様は価格よりも品質を優先する傾向が強い商品である。

- ④ 国内での人脈を大切にしており、あえて人脈のない海外展開は考えていないと推察される。
- ⑤ インターネットの普及により、商社は海外に事務所を持たなくても商売は可能と判断した。

【D社 経営者の背景】

D 社商品のヒーターと言っても、岩盤浴の岩の内側に埋め込まれる大きなものや、防犯カメラの曇りを抑えるための指先ほどの小さなヒーターなどがあり、これらは使用する場面によって大きさも形も異なる。D 社は、お客さまごとに異なるご要望を細かに把握するため、全国どこへでも直接お客さまへお伺いして、適切なヒーターの提案をしたうえで製造過程に入る仕組みが構築されている。その為、一つひとつの商品がオーダーメイド⁽¹³⁾の手づくり品である。

多くのお客さまに同一規格の製品を提供するのではなく、お一人の、または一社のためだけのヒーターを製造し、信頼と安心を勝ち得ている。

近年、MADE IN JAPAN（日本製製品）は、無用なこだわりが販売を邪魔していると言われ、他の先進国の後塵を拝している。この状態から脱却するためには、お客さまが求めているものを的確にとらえ、それに加えて、求められているものの延長線上にある、更に優れたものをつくる必要がある。モノをつくることは、それをお使いになる人のことを考えるということであり、すなわち、「モノを思う、人を思う」ことこそが、モノづくり企業のあるべき姿であると D 社経営者は考えている。

「良いモノをつくりたいんだ」という強い思いを、お客さまのご要望を通じて体現すること、これが D 社の存在意義であり、モノづくりに対し真剣であることは、お客さまに利便性をもたらし、D 社従業員の人生の充実をもたらす。この循環を大切に、実践している（オルタナ S D 社採用情報ページ〔2014〕）。

【D社 経営者思考のポイント】

- ① 創業時点から大手部品メーカーとの競合は避け、大量生産品よりも少量多品種のお客様の要望にマッチした固有商品を供給する。
- ② 国内市場に特化して、自社技術により安全安心を優先して、お客様のニーズ

に答えることが会社の存在価値であると認識している。

- ③ 従業員の人生を大切に考えている。

【E社 経営者の背景】

1979年長野県塩尻市に創業以来、E社はエンジニアリングプラスチック⁽¹⁴⁾と精密プレス⁽¹⁵⁾の開発・生産に独創的なアイデアで挑戦し続けてきた。30年の歴史を踏まえE社を一言で表すならば「セイセン部品工場」である。精密部品生産工場なのに「セイセン部品工場」とは、綺麗な職場で新鮮な材料を最高の技術で良い品質の部品を生産し、お客様の必要な時に必要なモノを納入する「セイセン部品」すなわち「精鮮部品」という意味がある。この意味には部品だけの品質ではなく、経営や事業環境、生産プロセスに至るまで総合的な品質、つまり「企業の品質」に重点を置いているという意味も含まれており、あえてカタカナで「セイセン部品工場」という表現を使用している。

またE社では「同じフィールドで同じベクトルに向って人生の夢が描ける人」を採用条件のひとつとしている。初めは小さな、そしておぼろげな夢かも知れないが、それでも良い。一人ひとりが夢を思い描き、その夢を語り合いその夢が大きく実現するよう仕事を通じて人生の夢を築き上げる。その夢先案内人が経営者の役割かと思っている。

創業時の志である経営理念への思いは今でも変わりなく、社員一人ひとりが仕事を通じて日々成長し、変化し続けていくこと。そしてそれが仕事において一人ひとりの存在価値となり、「やりがい」や「生きがい」へと変化していく。存在価値のある一人ひとりの集合体の仕事が、お客様にとっても存在価値ある仕事であり、企業でもあるはずと語っている。

E社は家庭においても、地域社会においても、そして産業界においても常に変化に対応し続け存在価値ある企業で有り続けなければならないと思っている（E社 会社案内〔2017〕）。

発注元からの依頼により海外に進出した部品メーカーはあった。しかし、海外に出ていて安い労働力で部品を製造しても、最終的には発注元からのコストダウン要求は国内にいた時と同じように強い。日系企業が発注元だけに部品を納めるだけのビジネス形態では意味がない。即ち、日本で作れる部品をそのまま海外で製造しても意味がないので、現地の他社の仕事を増やさない限り意味はないと判断した。

アジア圏の労働賃金は安い、発注元からのコストダウン要求は国内と同様で海外進出しても収益は同じであり、海外進出してまでその要求に応じるリスクは高い。また、現地労働者のスキルや加工する部品材料自体の品質問題も含め、国内製造と同等の高品質な部品を供給するリスクが高いと判断した。

更には、進出から3年以降に自立経営をするには、誘致を斡旋した発注元に依存しない

ビジネス営業をしなくてはならないが、現地では会社対会社の信頼関係の構築に時間がかかり、新規ビジネス獲得は難しいと判断した。仮に、新規ビジネスが獲得できたとしても、最終的には現地ローカルの部品製造メーカーとの競合になり、ローカルの人的ネットワークや華僑の資本力とは差が大きすぎて E 社の実力では勝負できないと判断した。また、自社の生産技術ノウハウが、現地のローカル会社に流出することを恐れた。

E 社は海外への進出をあきらめたが、その代わり「日本で生き抜くには何をやれば良いか」を考え、国内大手企業複数からの部品を製造している。その部品もコモディティ商品群⁽¹⁶⁾の部品ではなく、付加価値が高く価格も急激には下がらない自社固有技術が活かせる業種に特化してビジネスを継続している。

【E社 経営者思考のポイント】

- ① 創業時点から大手完成品メーカーの部品製造を担当しており、プラスチック成型技術と精密プレス技術には自信がある（供給元企業の品質要求には応えてきた）。
- ② 供給元の依頼により海外進出をしても、数年後には自立しなくてはならず、結局量産部品は最終的にローカル企業とのコスト競争力だと認識している。
- ③ 国内市場に特化して、自社生産技術を磨き、付加価値の高い分野にシフトしてお客様の要望に応えることが会社の存在価値であると認識している。

【F社 経営者の背景】

創業者から継承して、楽観的な性格なので当初は何とかなると思って代表者を継いだものの、現実には甘くなくて、なかなか思うようにならない時期もあった。これからの夢は長野県の中小企業の中で、この会社に入りたいと思われる魅力的な会社にすることです。魅力的な会社とは働いている社員一人ひとりが働いていて良かったと思える会社である。社員にはつらい思いもさせてきたので、社員とその家族に喜んでもらえる会社、責任をもって仕事ができ、チャレンジできるやりがいのある会社にしたい（長野県信用保証協会 信州夢追人 新時代の経営者たち〔2015〕）。

F 社の商品開発は、創業者のアイデアを具現化することによって成り立ち、既存の印刷物はインクジェット技術⁽¹⁷⁾と特殊インクにより「何にでも印刷できる」を目標に売り上げを拡大してきた。2008年5月には「元気なモノ作り中小企業300社2008年版」に選ばれ注目を集めた。開発した機種数は70種類を超え、全世界でおおよそ5,000台以上のプリンターを販売してきた。創業者の時代には、市場ニーズが少しでもあればすぐに開発し、市場投入してきた。しかし現在ではそういったニッチ市場でも、日本からの技術供与を受けた中

国メーカーが直ぐに参入し、1990年代のように品質や安全性、稼働安定性などの項目での差別化が困難となり市場は混乱している。

しかし、同年9月にはリーマンショックが訪れて、販売先からの資金回収が難しくなり、プリンターの仕入れ元への支払いも厳しい状況が続いた。2012年に先代社長が病気で他界し、息子である現社長が会社を引き継いだのを契機に経営方針を転換し、グローバルに何でもお客様の要求に応える商品開発から、国内市場に特化した固有商品で経営をする判断をし、北米と欧州からは撤退した。

【F社 経営者思考のポイント】

- ① 創業者独自のアイデアを商品化することによって、会社が大きくなってきた現状を見て育ってきた。しかし、一方で会社を経営する観点から、自社の企業規模感から、アイデア優先の企画を具現化し、多種少量生産する問題点も把握していた。
- ② 創業者は結果的に、市場を海外まで展開し、ビジネスという意味では失敗（資金未回収の負債）した苦境も現経営者は経験している。
- ③ 創業者が他界したことに伴い、継承者として先代の経営方針を変えることとし、海外進出による事業拡大よりも、よりリスクの少ない国内ニッチ市場に特化した経営を実施し、付加価値の高い分野にシフトしてお客様の要望に応えることが会社の存在価値であると認識している。

ここまでの検証では、3. で記載した「経営者の属性の仮説」は、A社～F社においては正しそうである。

5. 経営者の属性による経営方針の特徴

5. では、経営者が自社のホームページ上に掲載している「企業理念」「経営方針」「挨拶」などから、現在の企業経営方針が経営者の属性と関係が有るか否かを検証することで4. の裏付けを更にとることとする。

（図表7）では、各社のホームページ上から経営者の理念や方針が、他社と比較して特徴的に表現されている文言を抜粋して記載した。特にキーワードとなる部分をアンダーラインで示す。

(図表7) 経営理念や基本方針の各社文言

企業	経営者の属性 (仮説)	企業理念、基本方針の注目すべき文言	海外拠点の有無
A	1	①現場は見て覚えろという感覚は知らず知らず教育された ②技術の革新はいつも現場から発見される ③世界に製造ネットワークを構築する ④24H 最新案件に対して最高の対応ができること ⑤漂えど沈まず	有
B	1	①挑戦し、変わり続ける姿、それこそがB社の未来の姿 ②ここでしか創れないものがある ③「挑戦」「情熱」をキーワードにニーズを具現化 ④製造業における競争はグローバル化が進んでいます ⑤グローバルニーズに対応し「挑戦する」文化	有
C	2	①顧客満足度110%を目指します ②売り手良し、買い手良し、世間良し ③地球環境の保全に取り組む ④共生と持続可能な社会づくりに貢献する ⑤地域および地球環境との調和を目指す	無
D	2	①ものを思う。人を思う。 ②モノ、人をどこまでも温めていける存在でありたい ③シリコンラバーヒーターの製造に特化した企業とする ④10年後も専門性の高い業務に携わる ⑤横浜市との調和有る発展と活動をする	無
E	2	①「企業の品質」に重点を置いている ②常に「存在価値有る企業」を目指す ③地球と人、そして未来の為に発展し続ける ④社員一人ひとりが仕事を通じて日々成長する ⑤家庭においても、地域社会においても、そして産業界においても常に変化に対応し続け存在価値ある企業	無
F	2	①ONE for ALL 共に輝く未来のために ②みんなが幸せになれるモノ作りをしていく ③大量生産ではなく、小ロット多品種をモットーに ④ニッチな業界、小さなニーズに対して、丁寧に製品を作り込む ⑤お客様と共に輝く未来を創るため	無

(最終検索日：2017年12月20日)

(図表7)から読み取れる、各企業経営者の特徴は以下のとおりである。

(属性1)の経営者から共通する、特に重要な単語を抜き出すと「革新」「挑戦」「情熱」「グローバル」「世界」「ネットワーク構築」と言うように、非常に会社経営に対して海外を見据えた拡大の方向性を示す、アグレッシブに受け取れる文言が多い。

(属性2)の経営者から共通する、特に重要な単語を抜き出すと「社会」「地域」「調和」「社員」「家族」「幸福」「特化(ニッチ)」「品質(丁寧)」と言うように、会社経営に対して社会に貢献し、社員や家族が幸せに暮らせることを維持したいと受け取れる文言が多い。

5.の検証でも、3.で記載した「経営者の属性の仮説」は、A社～F社においては正しそうである。

6. 考察および今後の課題

今回の研究は、リーマンショック後の不況を乗り越えて成長している中小企業において、その具体的生き残り戦略を立案し、決定し、実行している経営者の資質や考え方に焦点を当てた。調査対象の企業は、海外に営業拠点および製造拠点を出して成功している企業と海外進出を検討したが国内残留を決めて成功している企業、および海外進出は考えずに国内事業に特化して成功している企業とに分かれる。

経営者の属性による経営判断の指標は、「創業者か二代目継承者か」および二代目継承者の場合の継承時期が「リーマンショック前か後か」によって経営者の思考が異なるのではないかという仮説に基づいて検証した結果、2つの属性に分類することがある程度出来た。

海外進出を積極的に進める(属性1)の経営者は、リーマンショック以降に経営継承した二代目経営者であり、苦しい時代の創業者を見て、また自身も苦しい環境で育ってきた。その為、現状を打破し事業の改革を第一優先に、多少のリスクは覚悟で経営判断を行い、自身が国内外を先導する事を覚悟で海外進出を実施し、企業の付加価値を高めている。国内残留で固有技術に磨きをかける(属性2)の経営者は、創業者およびリーマンショック以前から経営に携わる二代目経営者であり、従業員の安心・安全を考え、地域社会貢献も念頭に置き、会社を安定させることを第一優先に、大きなリスクを伴う経営判断はしない。その為、自身の経営責任の目が届く範囲として国内残留で、企業の付加価値を高めている。

今後の課題としては、属性1と2の指標で分類できる企業数の調査を増やし、属性仮説の精度向上をさせなければならないと考える。また、三代目継承者が現れる時期でもあり、三代目継承者の属性も、今回の研究における属性分類に入ってくるのか否か調査する必要があると考える。

〔注記〕

- (1) 未知の物事、深く知らない物事を既知の物事に当てはめて推論する思考方法。
- (2) 支払いを受けるために提示された手形で、支払い場所に指定された銀行に支払いを拒絶されたもの。振出人の当座預金残高を上回る金額の手形が振出された場合などに起きる。
- (3) 手作業による塗装作業に比較して、時間の短縮と品質の安定（特に塗装被膜の均一化に優れる）が塗装ロボットのメリットである。価格は安いもので¥100万からの小型タイプも存在する。
- (4) ソニー株式会社が1979年7月1日から販売するポータブルオーディオプレイヤーシリーズ。初代ウォークマンはカセットテープでスタートし爆発的なヒット商品となった。現在ではハイレゾ再生対応の高性能フルデジタルアンプ搭載のモデルまで用意する（参考価格 ¥299,880）。
- (5) マーケティング用語のひとつで、商品が上市してから退場するまでの間を示し、通常は各商品に対してこの間の売り上げと利益の変化に着目して、最適なマーケティング戦略を構築する為の基本情報となる。
- (6) 景気動向指数（CI）上は、1986年12月から1991年2月までの51ヶ月間に、日本で起こった資産価格の上昇と好景気、およびそれに付随して起こった社会現象とされる。
- (7) 金型から生み出されたプラスチック成形品を、その表面に着色したり、文字を印刷したりして、機能を向上させること。
- (8) 1991年3月から1993年10月までの景気後退期を示す。
- (9) 2009年10月「第61回かわさき起業家オーディション」にて印刷技術が優秀賞受賞。2010年12月「第7回かわさきものづくりブランド」に印刷技術が認定。
- (10) 輸出入取引や資金の貸借・投資を円でおこなうこと。為替変動のリスクが回避されるメリットがある。
- (11) 一般的に銀行など金融機関からの借り入れや、各種社債、CP（コマーシャル・ペーパー）などにより資金調達に一切頼らず、自己資金（資本金）や内部留保（余剰金）で経営を行う手法。ただし、「無借金」とはいえ、売掛金等による短期負債や退職給与引当金等による長期負債項目は貸借対照表へ計上しているのが一般的である為、貸借対照表の負債項目が、すべてゼロ円となる厳密な形での「無借金経営」はほとんど存在していない。
- (12) C社はメカトロニクスの専門商社であり、「工作機械」「半導体・液晶製造装置」「自動車」「食品」などの装置の部品を供給している。完成品の供給商社ではない。販

中小企業の生き残り戦略と経営者の属性

- 売相手企業は中小企業から大手企業までである。
- (13) 受注生産と注文生産に分類され、一般的には両者を混同して用いており、両社の明確な区分はない。D 社の場合、規格外の製品を新たに設計し、大量生産を前提としない一品生産を行い、製造・発送する事を意味する。
 - (14) 特に強度に優れ、耐熱性のような特定の機能を強化してあるプラスチックの一群を示す分類上の名称。
 - (15) 用途に合わせて様々な精密プレス加工技術が開発されており、材料や形状、使用環境によって適切な加工方法が選択される。プレス加工では一般的なせん断加工、曲げ加工、絞り加工、鍛造加工が適用されるが、超精密なプレス金型を用いることで精度の高い精密プレス加工品を製作することができる。薄板素材に対してのミクロン台の高精度加工を行う精密プレス加工では、特有の特殊なプレス加工を適用することで付加価値の高いプレス加工製品を作り出すことができる。
 - (16) 一般化したため差別化が困難となった製品やサービスのこと。家電量販店に売られている商品は一般的にコモディティ化商品と位置付けられる。
 - (17) プリントヘッドがインクを噴射する方式には、大きくサーマル方式とピエゾ方式がある。サーマル方式は、加熱により気泡を発生させインクを吐出するため、加熱部分のヒーター劣化の懸念やインク種の制約などがあるが、それに対し、ピエゾ方式は電圧によりピエゾ素子を収縮させインクを吐出する仕組みで非加熱のため、ヘッドの耐久性が高く多様なインクが使える、消費電力も抑えられる。F 社は後者のピエゾ方式を用いて、さまざまな印刷媒体に印刷できる事を特徴とした商品開発を実施している。

- [参考文献]：企業 A～F は本論で企業名非公開の為、検索した URL は割愛する
- 伊丹敬之：日本企業は何で食っているのか、日本経済新聞出版社、2013,pp.13-23
- 中沢孝夫：中小企業の底力、筑摩書房、2014,pp.23-24
- 細谷祐二：地域の力を引き出す企業、筑摩書房、2017,pp.22-36
- 安田武彦：中小企業白書を読む2017年度対応版、同友館、2017,pp.6-14
- 芦澤成光：日本の中小企業経営者の支配的論理と戦略との関係-、玉川大学経営学部紀要 第21号、2013,pp.29-39
- 芦澤成光：中小企業経営者の支配的論理の利用-長野県諏訪地方の中小企業の事例分析-、玉川大学経営学部紀要 第25号、2015,pp.1-14
- 高橋文行：東アジア新興国における中小企業の海外展開、日本経済大学大学院紀要、2015,Vol.3,No.2,pp.83-92

三村孝雄：中小企業の生き残り戦略-海外進出か国内残留か-、産業能率大学紀要 第38巻

第1号、2017,pp.29-45

中小企業庁編：中小企業白書（2010年版）、日経印刷、2010,pp.34-57

公益財団法人 川崎市産業振興財団：元気企業紹介ホームページ、平成21年度

B株式会社 会社案内ホームページ：会長挨拶（最終検索日：2017年10月9日）

横浜市北倫理法人会：第669回 経営者モーニングセミナー、2012

オルタナ S：D 株式会社の採用情報ページ、2014

長野県信用保証協会：信州夢追人、新時代の経営者たち、2015

株式会社 A ホームページ：（最終検索日：2017年12月20日）

B 株式会社 ホームページ：（最終検索日：2017年12月20日）

株式会社 C ホームページ：（最終検索日：2017年12月20日）

D 株式会社 ホームページ：（最終検索日：2017年12月20日）

E 株式会社 ホームページ：（最終検索日：2017年12月20日）

株式会社 F ホームページ：（最終検索日：2017年12月20日）

〔聞き取り調査日〕

A社：代表取締役社長	2016年6月3日	A社本社にて実施
B社：代表取締役社長	2016年6月3日	B社本社にて実施
C社：支店長	2016年6月23日	C社厚木支店にて実施
D社：代表取締役社長	2016年8月5日	D社本社にて実施
E社：代表取締役社長	2016年8月23日	E社本社にて実施
F社：代表取締役社長	2016年8月30日	F社本社にて実施

日本人EFL学習者の発話コーパスにおける冠詞の使用
The Use of Articles in Japanese EFL Learners' Spoken Corpus

日吉 佑太
Yuta Hiyoshi

Abstract

This research surveys Japanese EFL learners' errors related to articles. In particular, the following are investigated; (1) how often the errors occur, (2) what types of errors are more frequent, and (3) how the frequency and the types of errors change over learners' development are investigated. The error-tagged component of NICT JLE Corpus, the transcription of Japanese EFL learners' speech in the English oral proficiency test, was used in the present research, and the errors were detected and analyzed by using AntConc, a concordancer software. As a result, the learners were found to make about 31 errors related with articles in every 1,000 words. Errors regarding indefinite articles (*i.e.*, *a/an*) occurred more frequently than those regarding the definite article (*i.e.*, *the*), and the omission of articles was more common than substitution and addition of them among the learners. It was also revealed that the group of the most proficient learners made approximately one-third as many errors as beginners did. In general, the percentage of errors related to the definite article and that of the addition errors increased as the learners' proficiency level rose.

1. Introduction

I have been teaching English to junior high, high school, and college students for more than nine years. In the course of my teaching, I often notice that my students omit, add, and substitute articles and that they complain about the difficulty of learning English articles. In my perception,

the difficulty has been increased by the lack of time spent on teaching articles, as it has been generally placed near the end of textbooks used for lessons.

Articles have been hypothesized to be one of the morphemes that are learned relatively early by both L1 and L2 learners. Brown [1973] argued that an article is the sixth of nine morphemes that L1 learners acquire. Similarly in L2, Dulay and Burt [1974] reported that English learners who spoke various L1 also followed the similar sequences of morpheme acquisition. Following the series of studies, Krashen [1977] formulated the Natural Order Hypothesis of L2 morpheme acquisition, with articles being, along with the auxiliary *be*, the second of four groups of morphemes that are acquired early by L2 learners.

Judging from my teaching experience, I have had doubts about the above proposed easiness of learning articles until I learned recently that there are research papers focusing on Japanese learner's acquisition of morphemes. These papers have indicated, the order of acquisition of Japanese learners is basically consistent with Krashen's theory, except for possessive *-s* and an article, *i.e.* the former was learned relatively early, and the latter was learned late [Hakuta 1976; Shirahata 1988; Tono 2002 as cited in Izumi, Uchimoto and Isahara 2005; Luk and Shirai 2009].

However, it is still unclear how learners' use of articles change over time. I am here concerned with how the frequency of errors change, and what types of errors Japanese EFL learners commit in regard to articles. I will begin this paper with the details of research on morpheme acquisition order of Japanese learners, followed by the statement of research questions. I will thereafter describe the methodology of this paper, along with the results and discussion. In the conclusion, I will summarize and raise further questions for study.

2. Literature Review

As mentioned in the introduction, a number of studies were conducted to investigate the acquisition order of morphemes in the 1970s. The research

by Brown [1973] was the starting point of a series of papers, although it was L1 learners, not L2 learners, that were surveyed in the paper. He reported that L1 learners manifested the following order of acquisition: (1) Present progressive *-ing*, (2) plural *-s*, (3) irregular past, (4) possessive *'s*, (5) copula *be*, (6) an article, (7) regular past *-ed*, (8) third person singular present *-s*, and (9) auxiliary *be*.

Subsequently, similar results were found for L2 English learners irrespective of their L1, such as Spanish and Chinese [Dulay and Burt 1974; Bailey, Madden and Krashen 1974]. However, ranking all morphemes has potential risk that they disguise the actual difference in accuracy between them [Ellis 2008, p. 83], meaning that actual distances of difficulty levels between the morphemes are ignored. To deal with this issue, Krashen [1977] finally put morphemes into groups that are learned at the same stage of development. This is known as the Natural Order which consists of four groups: (1) *-ing*, plural, and copula, (2) auxiliary and article, (3) irregular past, and (4) regular past, third person singular, possessive *-s*.

Some studies have been conducted to explore the acquisition order of Japanese learners of L2 English. They have shown that Japanese learners basically share similar sequences of acquisition with the Natural Order, although there were some differences. In particular, articles have been shown to be more difficult for these learners (*i.e.*, they are learned later) than it was predicted in the Natural Order. On the contrary, morphemes such as possessive *'s* were learned earlier [Hakuta 1976; Sihrahata 1988; Tono 2002 as cited in Izumi, Uchimoto and Isahara 2005; Luk and Shirai 2009]. For example, Luk and Shirai [2009] reviewed eight studies of morpheme acquisition by Japanese learners and found that all the studies except two indicated Japanese learners acquired articles relatively late compared with the Natural Order, where articles belong to the second group learned. These findings were consistent with the recent research that was carried out from the perspective of learner corpus research. Tono [2002 as cited in Izumi, Uchimoto and Isahara 2005] which surveyed the corpus named JEFFL (Japanese EFL Learner) Corpus that consists of written production derived for Japanese high school and college students. He

likewise found that the acquisition of articles was delayed in comparison with the Natural Order of acquisition while possessive 's was learned earlier.

The reason for these differences has been attributed to the influence of L1. As the Japanese language does not have any system equivalent to articles, a negative transfer occurs, forcing learners' difficulty. On the other hand, possessive 's has its L1 equivalent that allows learners to learn easily [Luk and Shirai 2009].

3. Research Questions

Following the discussion above, it seems to be obvious that articles impose a heavy burden on Japanese learners compared with other L1 speakers. It is thus advised that teachers offer substantial help to learners. For that reason, it is important to focus on the details of the acquisition of articles, *i.e.*, how often the errors occur, what errors are prevalent among Japanese EFL learners, or how those features change with the learners' development. However, there is yet little research that directly answers to these questions. Thus, the following research questions are set for the present study:

1. How often do Japanese EFL learners make errors regarding articles?
2. What types of errors do Japanese EFL learners tend to make?
3. How do the frequency of errors and the error types change as learners develop their English proficiency?

4. Methodology for the Present Study

The corpus used for this project is taken from the NICT JLE Corpus. This corpus consists of 1,281 samples and 1.2 million words which were elicited from Japanese EFL learners in an English oral proficiency test (ACTFL-ALC SST). One of the advantages of using this corpus is that 167 out of 1,281 transcripts are error-tagged and easy for analyses using a concordancer software. It is also beneficial that each learner's proficiency level is specified, from Level 1 (lowest) to Level 9 (highest). To maximize these advantages, I only used 167 error-tagged transcripts and divided them

into 8 sub-corpora according to the proficiency level. As there was only one transcript from Level 1 learner, Levels 1 and 2 were combined and formed a sub-corpus. Table 1 shows the summary of the sub-corpora.

The errors were detected by utilizing AntConc, a free concordancer software which was developed and distributed by Dr. Laurence Anthony. To answer Research Question 1, the number of errors were counted in each sub-corpora and subsequently frequency rates per 1,000 words were calculated.

For Research Question 2, the detected errors were further classified in two ways. First, the errors were categorized into indefinite article (*i.e., a, an*) and definite article (*i.e., the*) based on which article is obligatory grammatically. Secondly, the errors were categorized into three types: omission, substitution, and addition. In this project, they were defined as follows: (a) Omission: An error in which article was omitted when it was required; (b) Substitution: An error in which indefinite article (*a, an*) was used instead of the definite article (*the*), or in which the definite article was used instead of an indefinite article; (c) Addition: An error in which an article was unnecessarily used although it was not required.

For Research Question 3, the frequency data and the categorized data are compared between sub-corpora in order that the change of article use according to proficiency can be observed.

Table 1

Summary of eight Sub-Corpora

Level	Number of learners	Total words	Distribution
1 & 2	8	1,680	4.78%
3	28	12,506	16.76%
4	43	30,244	25.74%
5	30	26,547	17.96%
6	28	28,016	16.76%
7	16	18,562	9.58%
8	9	10,507	5.38%
9	5	6,682	2.99%
Total	167	134,699	–

5. Results

5.1 Research Question 1 (How often do Japanese EFL learners make errors regarding articles?)

The frequency of the errors regarding the use of articles is shown in Appendix A. The number of errors regarding articles adds up to 4,177 times in 134,699 words. This means the learners committed 31.01 errors in every 1,000 words.

5.2 Research Question 2 (What types of errors do Japanese EFL learners tend to make?)

The numbers of errors regarding indefinite articles (*a, an*) and definite articles (*the*) are shown in Appendix B. The learners made 2,044 times of mistakes regarding indefinite articles (60.1%), and 1,356 times regarding definite articles (39.9%). Moreover, the numbers of each type of errors and its percentage are shown in Appendix C. When we look at the whole subject corpus, 2,779 errors out of 4,177 were omission of articles, which was 66.5% of the total. Substitution occurred 503 times, and addition 895 times, which accounted for 12.0% and 21.4% each. Thus the most common type of error among Japanese EFL learners was omission of articles. The results show that Japanese learners make errors for

indefinite articles more often than definite articles, and they tend to omit articles more frequently than the other types of errors, substitution and addition.

5.3 Research Question 3 (How do the frequency of errors and the error types change as learners develop their English proficiency?) To begin with, for overall frequency of errors, Japanese learners tend to improve as their language proficiency develops (See Appendix A). The learners at Levels 1 and 2 made 50.00 errors per 1,000 words; for the most proficient group of learners, Level 9, the figure dropped down to 17.36. In other words, the most advanced learners showed error frequency that was about one-third that of the beginners.

Next, the percentage data in Appendix B was transformed into a chart (see Figure 1). Here we can find that more than 75% of the errors made by the beginners are with indefinite articles. Throughout the proficiency levels, however, errors regarding indefinite articles are more common than those of the definite article. Additionally, the ratio of proficient learners' errors with the definite article was higher than that of beginning learners.

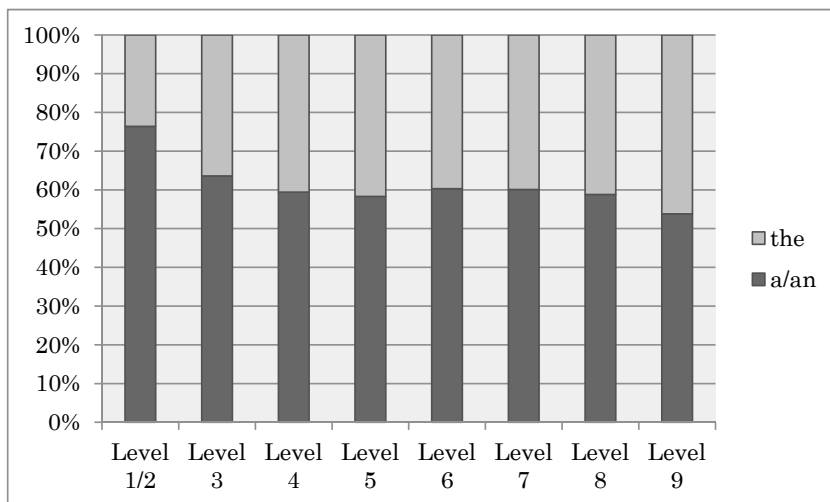


Figure 1. Rate of Errors Regarding Indefinite/Definite Articles

Finally, The percentage data in Appendix C were organized as a chart (see Figure 2). It is obvious that learners tend to make frequent omission of articles from the beginning of learning. As they improve their proficiency, learners move away from omission to addition. However, omission was still the most frequent type of error throughout the proficiency levels. Even for learners who belong to Level 9, the most proficient group, omission accounted for 58.6% of the total number of errors.

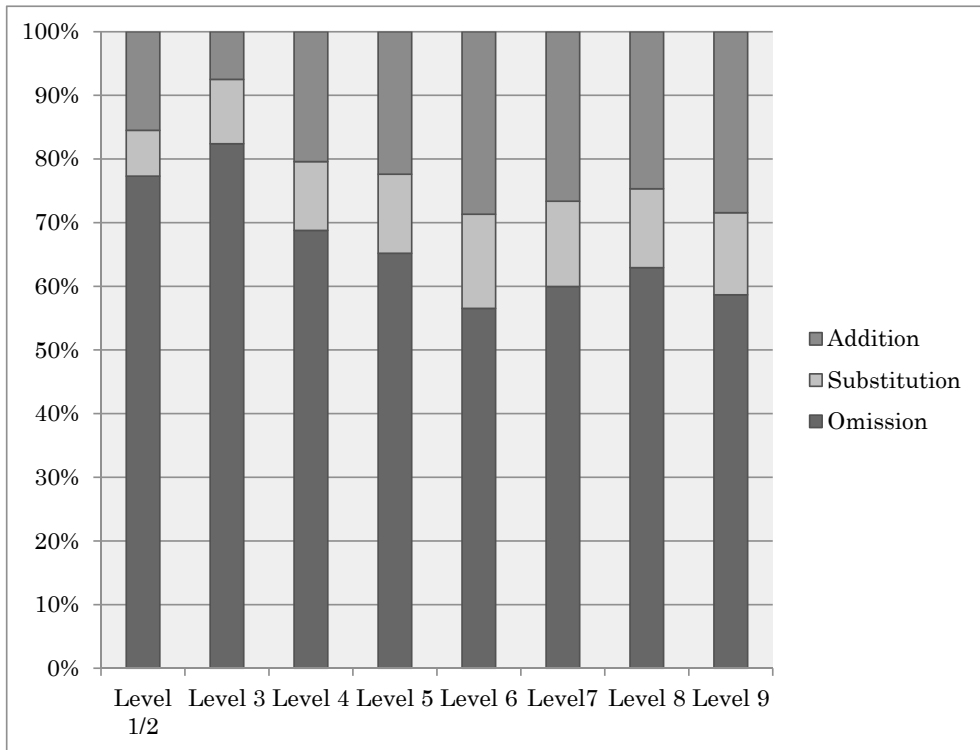


Figure 2. Rate of Error Types

6. Discussion

As we have seen in the previous section, Japanese EFL learners as a whole appear to make about 31 errors about articles in every 1,000 words according to the subject corpus. Although beginning learners make about 50 article errors in every 1,000 words, the rate should ultimately decrease to less than 20 per 1,000 words if they keep on learning.

According to the study, indefinite articles (*a, an*) are prone to errors more frequently than the definite article (*the*). This tendency seems to persist even after the learners reach high proficiency, although the rate of errors with the definite article errors slightly increased. It can be assumed that indefinite articles are more susceptible to Japanese EFL learners' errors because the proportion of obligatory contexts requiring indefinite and definite articles could have been consistent throughout the levels. However, we cannot directly conclude that, as the accuracy rate of each article type was not calculated in this paper.

With regard to the types of the errors, omission is the most frequent for all groups of learners. This result might have reflected the influence of negative transfer from Japanese to English. That is, the learners probably do not even notice that there should be articles, as the Japanese language does not include any system that is comparable to articles. Bryan [1984] is supportive of this view, mentioning that incorrect omission of articles by Japanese learners results is caused by the 'intrusion of L1' (p. 2). The fact that the articles are function words, and the misuse of them does not necessarily affect communication might also account for this tendency. Here again, the accuracy rate of articles was not counted either. The same problem also occurs here so that we cannot make a conclusion. We can nevertheless presume that beginning learners are likely to make more omission than substitution and addition errors, while advanced learners make less omission and more addition.

In class, teachers should inform learners of the importance of articles from the beginning stage of learning, against frequent disregard for them in textbooks and syllabi. The recent trends toward communication-oriented teaching make the situation more difficult, as communication can be carried

out without articles to some extent. However, brief but frequent references to when and how articles are used might help learners' understanding. Teachers furthermore need to focus on the indefinite article rather than the definite article if they want to improve the overall article use of their learners.

7. Conclusion

It is true that Japanese EFL learners frequently make errors regarding articles. However, such a difficult morpheme of English can be acquired over time gradually, not to say rapidly. It might be a good idea for teachers to show their learners such data derived from learner corpus research so that learners are properly encouraged and motivated. It was also found that the beginning learners make more errors with indefinite articles than with the definite article, and more omission than substitution or addition. As learners improve, the rate of errors with the definite article and addition type errors increase.

There are certainly some limitations in this study. The small sample size of the study may have influenced the results. In addition, the total number of occurrence of articles in learners' production should have been counted, which enables calculation of an accuracy rate.

Further research is required. Analyzing other types of corpora and comparing the results from various analyses should help us understand morpheme acquisition of Japanese learners. For instance, the use of morphemes in written learner corpus (e.g., the JEFFL Corpus) should be investigated to see whether there is a different tendency of errors between oral production and written production because writing allows more planning time for learners. If there is enough time for monitoring, learners can pay more attention, which leads to higher accuracy in turn (*i.e.*, style-shifting) [Tarone 1985]. It is thus predicted that the error frequency should fall. Research involving a corpus gained from younger learners should also benefit classroom teaching at junior-high and high school in Japan.

References

- Bailey, N., Madden, C., & Krashen, S.: Is there a “natural sequence” in adult second language learning?, *Language Learning*, 24(2), 1974, p.p.235-243
- Brown, R.: *A First Language: The Early Stage*, Harvard University Press, 1973, Cambridge, Mass.
- Bryant, W. H.: Typical errors in English made by Japanese ESL students, *JALT Journal*, 6, 1984, p.p.1-18
- Dulay, H., & Burt, M.: A new perspective on the creative construction process in child second language acquisition, *Language Learning*, 24, 1974, p.p.37-53
- Hakuta, K.: A case study of a Japanese child learning English as a second language, *Language Learning*, 26, 1976, p.p.321-351
- Izumi, E., Uchimoto, K., & Isahara, H.: Investigation into Japanese learners' acquisition order of major grammatical morphemes using error-tagged learner corpus, *Journal of Natural Language Processing*, 12, 2005, p.p.211-225
- Krashen, S.: Some issues relating to the Monitor Model, In H. Brown, C. Yorio, & R. Crymes (Eds.), *On TESOL '77*, TESOL, Washington, D.C., 1977, p.p.144-158
- Luk, Z. P., & Shirai, Y.: Is the acquisition order of grammatical morphemes impervious to L1 knowledge? Evidence from the acquisition of plural -s, articles, and possessive 's, *Language Learning*, 59(4), 2009, p.p.721-754
- Shirahata, T.: The learning of English grammatical morphemes by Japanese high school students, *JACET Bulletin*, 19, 1988, p.p.83-102
- Tarone, E.: Variability in interlanguage use: A study of style-shifting in morphology and syntax, *Language learning*, 35(3), 1985, p.p.373-403

Appendix A

Frequency of Article Errors

Level	Total words	Total errors	Errors per 1,000 words
1 & 2	1,680	84	50.00
3	12,506	562	44.94
4	30,244	1,196	39.55
5	26,547	896	33.75
6	28,016	686	24.49
7	18,562	394	21.23
8	10,507	243	23.13
9	6,682	116	17.36
Total	134,699	4,177	31.01

Appendix B

Number of Errors Regarding Indefinite/Definite Articles

Level	Indefinite (<i>a, an</i>) (%)	Definite (<i>the</i>) (%)
1 & 2	55 (76.4)	17 (23.6)
3	302 (63.6)	173 (36.4)
4	585 (59.4)	400 (40.6)
5	434 (58.3)	310 (41.7)
6	320 (60.3)	211 (39.7)
7	185 (60.1)	123 (39.9)
8	114 (58.8)	80 (41.2)
9	49 (53.8)	42 (46.2)
Total	2,044 (60.1)	1,356 (39.9)

Appendix C
Number of Error Types

Level	Total errors	Omission (%)	Substitution (%)	Addition (%)
1 & 2	84	65 (77.3)	6 (7.2)	13 (15.5)
3	562	463 (82.4)	57 (10.1)	42 (7.5)
4	1,196	822 (68.7)	130 (10.8)	244 (20.4)
5	896	584 (65.2)	111 (12.4)	201 (22.4)
6	686	388 (56.6)	101 (14.8)	197 (28.7)
7	394	236 (59.9)	53 (13.4)	105 (26.6)
8	243	153 (63.0)	30 (12.4)	60 (24.7)
9	116	68 (58.6)	15 (12.9)	33 (28.4)
Total	4,177	2,779 (66.5)	503 (12.0)	895 (21.4)

「グローバルマネジメント特性診断」の
「妥当性」に関する研究

Study on validity of "Global management characteristic diagnosis"

欧陽 菲

Fei Ouyang

堀内 勝夫

Katsuo Horiuchi

Abstract

This study examines the validity of "Global Management Characteristic Diagnosis" developed by SANNO University Institute of Management.

This diagnosis is intended to measure the ability of an individual who are likely to be able to well adapt to any given global environment and fulfill the expected role from the organization.

We tried to conduct some experiment on 3918 people: Japanese who have worked abroad, foreigners working in Japan and graduate students who have never been abroad.

In this study, the validity of these characteristic diagnosis results are verified by "external aspect" or "external variable" in Messik (1995) validity theory. Data of other categories and overall average and "other people's evaluation" by boss, colleagues, teachers are used as "external variable".

はじめに

本研究は、産業能率大学総合研究所が開発した「グローバルマネジメント特性診断」（以下、本診断とする）の妥当性を検証するものである。

本診断を開発する背景として、日本企業の海外への進出と、企業内の人材のグローバル化、ダイバーシティ化の進展である。この進展に伴い、本診断は、海外適応できる人材や

グローバル志向の人材の特性を明確にし、測定できるようにしている。

本診断を開発するにあたり、総合研究所のクライアント企業に勤める日本人を主たる対象としているが、海外駐在経験者や日本で働く外国人、大学院生といった特色のあるグループを含め、3918人に対して、調査を実施している。

本研究の目的は、この調査によって開発された本診断について「外的側面」からの妥当性を検討することである。

1. 「グローバルマネジメント特性診断」の概要

1.1 本診断の目的

本診断は、グローバルな環境下において、その環境にうまく適応し、組織から期待された役割を果たすことができる人材の特性を測定しようとするものである。

一般に、海外に赴任する日本人は、国内では業務の担当者レベルであっても、赴任先ではリーダーもしくはマネジメントを行うことが求められる。ところが、赴任前教育ではマネジメントに関する教育が実施される割合は2割程度という調査結果がある（学校法人産業能率大学総合研究所編 2017 「次世代リーダー・グローバル人材の育成に関する実態調査 報告書」 p 41）。そこで赴任前で時間が取れない中、マネジメント教育の代替的な手段として、本診断を活用していただくことを目的として開発された。

本診断は、マネジメント基本特性、ダイバーシティコミュニケーション特性、海外適応スタイルの3つの領域を診断する。そのうちベースになっているのは、本診断の開発目的からも明らかなように「マネジメント基本特性」である。本診断は、業務そのものに関する知識は一定レベルであることを前提とし、マネジメントの役割を果たすための特性がどの程度かを診断するものである。なお、本診断の3つの領域を組み合わせたものをここでは測定モデルという。

1.2 本測定モデルの考え方

(1) マネジメント基本特性（対仕事、対ヒト）

マネジメント基本特性は、グローバル人材の基本として、集団を効率的かつ効果的に運営するために必要な特性である。

マネジメント基本特性は、仕事に対しては「変革力」と「構想力」、人に対しては「育成力」と「協働力」の合計4能力と、先見性、チャレンジ精神、知的柔軟性、熟慮性、指導性、支援性、公正性、配慮性という8尺度によって構成されている。そして、「マネジメント基本特性」において、最も基本になるのが、「仕事コミットメント」である。（図表1を参照）。

「仕事コミットメント」は、仕事に対して誇りとやりがいを持っている度合いを診断するものである。これを一定以上の水準で有しており、その上で、仕事と人のどちらにもバランスよく特性を有していることが重要であると考えている。

図表1 マネジメント基本特性の構成

A.仕事コミットメント	誇りとやりがいを持って仕事に取り組む
B.変革力 先見性 チャレンジ精神	<ul style="list-style-type: none"> ・環境の変化を先読みし、新しい取り組みを推進する力 変化をとらえ、先を読む ・高い成果に向けて、新しいことに挑戦する
C.構想力 知的柔軟性 熟慮性	<ul style="list-style-type: none"> ・柔軟な発想でものごとを深く考察し、進むべき方向を考える力 興味関心を広く持ち、枠組みにとらわれず考える ・ものごとを深く、いろいろな角度で考える
D.育成力 指導性 支援性	<ul style="list-style-type: none"> ・部下や後輩に厳しくも温かく接し、成長を促す力 部下や後輩を厳しく教え導く ・部下や後輩を温かく支え、動機づける
E.協働力 公正さ 配慮性	<ul style="list-style-type: none"> ・信頼関係を構築し、他者と円滑に仕事を進める力 私情を挟まず、フェアに人と接する ・周囲に気を配り、人とよい関係を築く

(2) ダイバーシティコミュニケーション特性

ダイバーシティコミュニケーション特性は、集団の多様性が高い状況でリーダーシップを発揮していくために必要な特性である。

ダイバーシティコミュニケーション特性は、多様性が高い集団において自らの意思を伝達し、他者をうまく活用していくために必要な特性である。上述した「マネジメント基本特性」を多様性の高い集団で活用するために必要な特性ともいえる。

ダイバーシティコミュニケーション特性は、「意思の伝達」、「他者の活用」、「力強さ」の3能力と「論理的思考」、「説明力」、「受容力」、「多様性志向」、「エネルギー」、「しなやかさ」の6尺度で構成されている（図表2を参照）。

図表2 ダイバーシティコミュニケーション

3つの能力	定義
F.意思の伝達 論理的思考 説明力	・ 異質な相手に明確な言葉で意思を伝達する 冷静に筋道立てて考える 自分の考えを相手が理解できるように伝える
G.他者の活用 受容力 多様性志向	・ 多様な人々の個性を受け入れて活かす 相手の個性を尊重し受け入れる さまざまな人から刺激を得ることを楽しむ
H.力強さ エネルギー しなやかさ	・ 逆境や困難を乗り越え、力強く前に進む 日々が充実し、活力に満ちている 逆境にくじけても立ち直る

(3) 海外適応スタイル (グローバル適応スタイル)

海外適応スタイルとは、海外や異文化環境に適応していく際に、どのようなスタイルを取りやすいかを示したものである。

海外適応スタイルは、海外（異文化環境）に適応していく際に、取りやすい行動パターンを3つのスタイルで測定している。それは、冒険スタイル、自信スタイル、演技スタイルである。

冒険スタイルが高い人は、新たな環境から受ける刺激を楽しむことで適応していく人である。

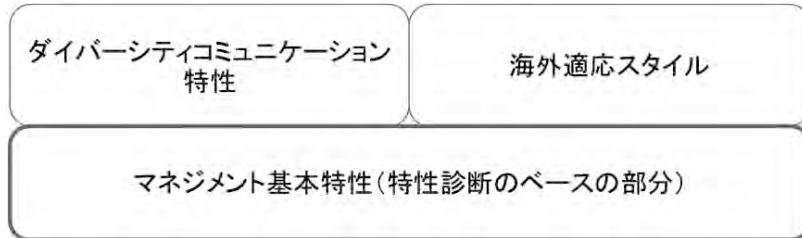
自信スタイルが高い人は、誰にも負けないほど仕事に精通しているという自信で適応していく人である。

演技スタイルの高い人は、その国の文化や慣習にあわせた振る舞いをすることで適応していく人である。

(4) 3つの特性の関連性

本診断は上記の3つの特性を重視している測定している。そのうち、「マネジメント基本特性」は、メンバーを育て活かしながら、職場の成果を上げるという仕事の基本能力を測定しようとするもので、ベース・土台になっている。「ダイバーシティコミュニケーション特性」は、多様なメンバーと意思疎通を通じて率いるために必要な能力を明らかにしようとするものである。「海外適応スタイル」は、異文化環境での適応特性と、そこで活躍しようとする意欲を明確にしようとするものであり、重要な特性であるが、「マネジメント基本特性」を前提として考えている（図表3を参照）。

図表3 3つの特性の関連性



2. 本研究の基本的な考え方と進め方

2.1 妥当性を検証する尺度

一般的に、特性診断やテスト、検査に用いられる心理尺度は、古典的テスト理論に基づいて開発が行われ、その精度を示す指標として、「信頼性」(reliability)と「妥当性」(validity)が使われている。「信頼性」と「妥当性」はそれぞれ、測定が安定していて正確であるか、その尺度が測定すべきものを測定しているかを重視している概念である。しかし、近年では、「妥当性」に重きを置く考え方が主流となりつつあり、その嚆矢となったのがメシク(Messik,1995)である。

メシクは「妥当性」について、「内容的」、「本質的」、「構造的」、「一般化可能性」、「外的」、「結果的」の6つの側面を挙げている。ちなみに古典的テスト理論における「信頼性」は、この内「一般化可能性」の側面に含まれている。

本診断における「内容的側面」(content aspect)は別の研究(三村、堀内、平田,2016)で、検証済みであるため、今回は、5番目の「外的側面」(external aspect)から検証する。すなわち、「外的側面」または「外的変数」との間に想定される相関を探ることとする。

ここで使う「外的変数」は定量的なものではなく、基本的に、1)各カテゴリ間や全体との比較と、2)本人以外の上司、同僚、教員からの「他者評価」という定性的なものを主とする。なお、「他者評価」の内容は、各カテゴリ構成員の背景・キャリア、仕事・学習能力、性格などが含まれる。「他者評価」のデータはインタビュー形式によって、2016年6月～2018年2月に取得したものである¹。インタビューの対象は、各カテゴリメンバーの直属上司、同僚、友人、教員としている。

¹ インタビュー内容について、本文の中で、引用する形になっているので、字数制限の関係で、新たに「付録」に添付するのを省略することとしている。

2.2 妥当性検証の進め方

(1) テスト診断の概要

実施目的：本診断の妥当性を検証することである。

対象：組織に所属している方

サンプル数：合計3918人。

より正確に診断の特徴を把握するために、「大手メーカーの海外駐在経験者」（11人、40～50代）、「日本で働く外国人」（15人、20代後半～30代前半、アジア人）、「様々な業界とキャリアが異なる大学院生」（28人、20～50代）、という3つカテゴリに分けて特性を測定した。この3つのカテゴリの人数は、その3918人のサンプルに含まれる。以下は、この3つのカテゴリまたはグループに対して、「海外駐在者」、「外国人」、「院生」という略称を使うことにする。

実施方法：インターネット調査、個別依頼、クライアント依頼

実施期間：2015年～2016年

(2) 妥当性分析のステップ

本研究では、次のステップで妥当性分析を行う。

まず、各カテゴリと全体平均および3つのカテゴリ間の比較による分析を行う。

次に、各カテゴリにおける個人別診断結果と他者評価との比較による分析を行う。ここで、グローバル適応に関する検証について、異文化の中で生活・仕事を体験している「海外駐在者」と「外国人」という両カテゴリのデータを中心に分析する。「院生」については、他の2つのカテゴリの検証結果に基づき、成績や他者評価との関連性を考える。

最後に、自己診断の誤差を考察する。

本研究において、すべてのデータに対して分析することは不可能なので、特徴のある診断値や異常値に絞って進める。

この分析によって、妥当性の検証とともに、診断結果の誤差を発見することで、本特性診断は、より正確に活用されることが期待できる。

また、分析に使用している数値は、3918人の平均であるが、総合研究所のクライアント企業で実施した場合、各社毎に実施人数が大きく異なるため、実施人数の多い企業からはランダムにサンプリングを行い、その上で平均50、標準偏差10の標準得点（いわゆる偏差値）に換算したものである。

3. 診断結果の「妥当性」分析

3.1 平均値の比較から見る診断結果の「妥当性」分析

ここで、全体平均と3つのカテゴリとの比較、カテゴリ間の比較を通じて、図表4～6の診断結果を、各グループ構成員の背景・特徴と照らし合わせながら分析する。

(1) カテゴリ別平均と全体平均との差から見る診断結果の客観性

図表4と図表5の「駐在経験者」、「外国人」、「院生」と全体との比較を見ると、明らかに、3つのカテゴリの診断結果の値が全体平均²より高い。得意・不得意、あるいは、自信がある・自信がないというグラフの形においても、両者の相似性が見られない。

「マネジメント基本特性」で測定しようとしている「仕事コミットメント」は、3つのカテゴリともに55を超えているのに対して、全体平均は50に満たしていない。ほかの特性の比較からも同様な結果が見られる。

同時に、全体から見て、3つのグループの特性の相似性も高い（図表4と図表5）。特に「マネジメント基本特性」と「ダイバーシティコミュニケーション特性」の相似性が高い。

考えられる理由はこの3つのカテゴリの背景・特色にあると考えている。各カテゴリのさらなる詳しい特殊性・特徴については必要に応じて後述するが、ここで、インタビュー内容に基づき、3カテゴリの構成員の背景を簡単に要約する。

「駐在経験者」グループ：大手メーカー出身で、営業という分野において、ある程度の権限を持って、アジアや欧米のビジネスの最前線で実績を作った方たちである。つまり、仕事のできるグループである。

「外国人」グループ：日本語を学び、異文化の環境において、生活、勉強、大手で仕事を経験している方たちである。メンバーのほぼ全員は、大手企業（外資も含む）に勤務している。

「院生」グループ：仕事をしながら、大学院に進学し、MBAか税理士を取得しようとする向上心のある方たちである。そのうち、多くの方は、自組織や自業界に問題意識を持って論理的に解決方法を探ろうと思ひ、進学してきた人たちである。

この3つのカテゴリメンバーの背景から考えて、全体平均より診断値が高いという結果は納得できるものである。

(2) 各カテゴリと全体との開きの大きい特性から見る診断結果の客観性

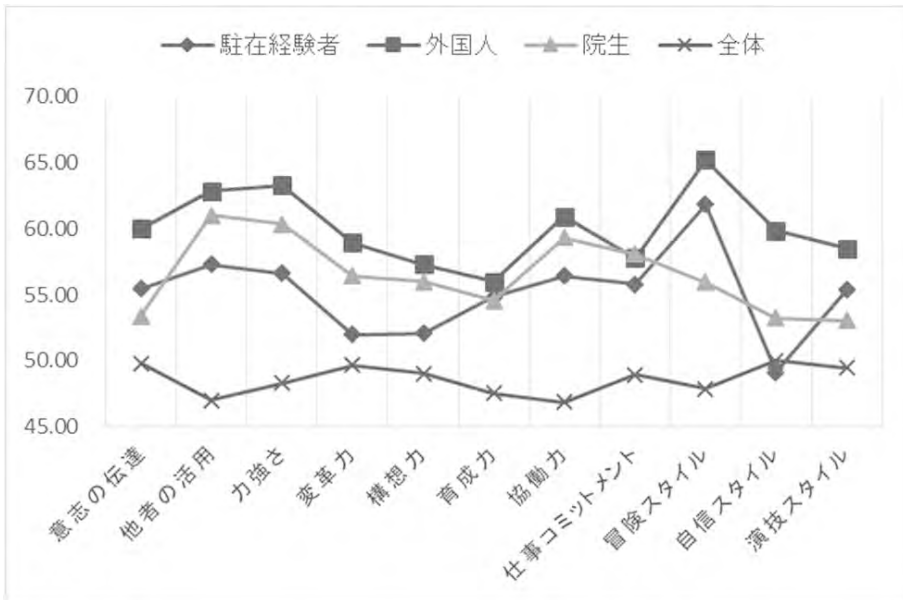
図表4で示したように「他者の活用」、「力強さ」、「協働力」の項で、3つのグループの値

² 全体の平均は、3つのカテゴリの人数を除いた値である。

は全体の平均値を大きく上回っている。さらに因子尺度を見ると、「他者の活用」では「受容力」、「力強さ」では「エネルギー」と「しなやかさ」、「協働力」では「配慮性」は、全体平均値との開きが大きい（図表5を参照）。

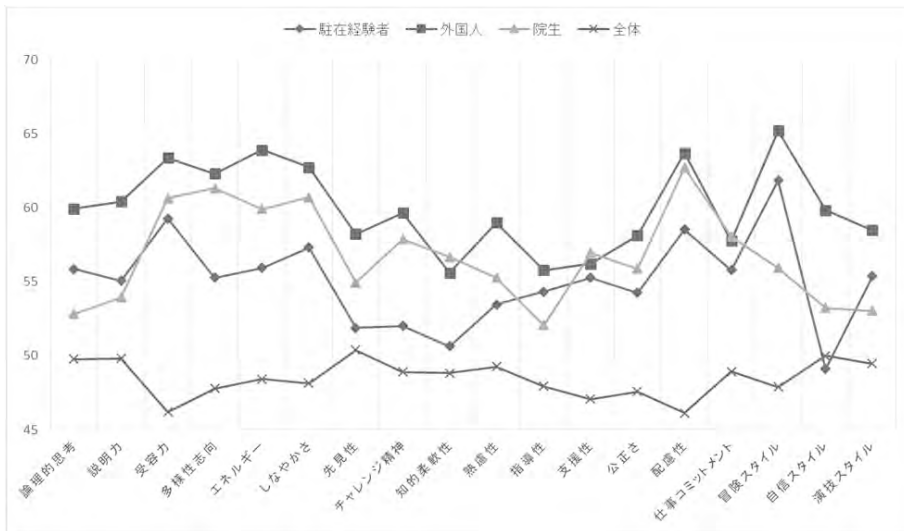
この3つのカテゴリの特徴から、彼らの多くはある程度複雑な環境において、他人の力をうまく活用しながら、目的を達成した経験を有することが容易に推測できる。上記の診断結果に一定の客観性があると言える。

図表4 グローバルマネジメント特性診断結果の全体比較³



³ 図表横軸の左から「ダイバーシティコミュニケーション特性」、「マネジメントの基本特性」、「マネジメントタイプ」、「海外適合スタイル」の順になっている。以下の図表も同様。

図表5 グローバルマネジメント特性診断の全体比較(因子尺度を含む)



(3) カテゴリ間の比較から見る診断結果の客観性

① 「意思の伝達」「育成力」の開きについての考察

図表4で示したように、「駐在経験者」と「外国人」と「院生」のカテゴリにおいて、自信度からみて、ほぼすべての特性に相似性が見られるが、「意思の伝達」と「育成力」と「海外適応スタイル」は異なる。

「意思の伝達」(論理的思考、説明力)では、院生グループはやや低い。大学院は、仕事上でこのような能力の不足を強く意識している表れとも考えられるが、「駐在経験者」と「外国人」グループは海外という自分にとって異なるコンテキストの環境で生活・仕事をするため、この能力が高く鍛えられ、自信につながった可能性が高い。

「基本特性」における「育成力」(指導性、支援性)では、「外国人」と「院生」グループは、他の特性と比べ、凹んでいるが、「駐在員」グループは、高い値になっている。「駐在員」たちは、営業という分野で一定の権限を持って部下を率いる必要性から鍛えられた能力として考えられるので、納得のいく診断結果である。

② 「海外適応スタイル」診断値の開きについての考察

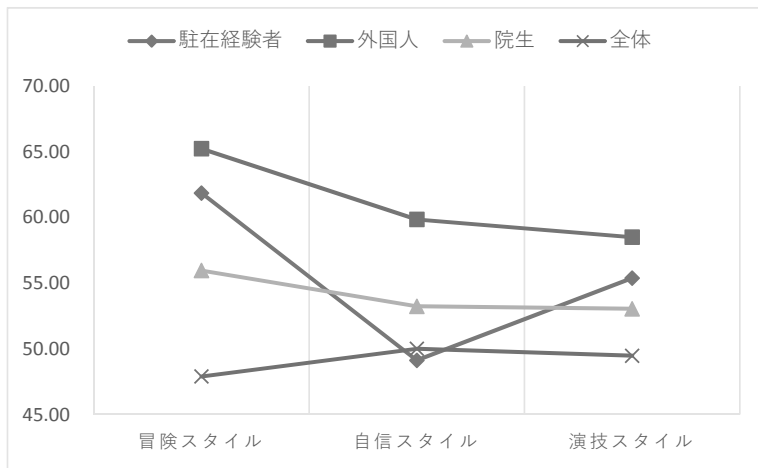
「海外適応スタイル」(図表6)において、「駐在経験者」と「外国人」の両者の間には、「自信スタイル」の値で、開きが見られる。その理由についても、それぞれのカテゴリメンバーの特殊性から探ってみることにする。

この開きは、「駐在経験者」は40代後半から50代で、中年からの海外生活において、成功

の経験や失敗の教訓を体験している実践者による「現実的な判断」であり、「外国人」は24～35歳、人生の出だしで得た成功体験と将来への希望に基づく「展望的判断」である可能性が高い。一方、「冒険スタイル」と「演技スタイル」においては、この両カテゴリの相似性が高く、全体を大きく上回る結果になっている。総じて、「駐在員」と「外国人」グループは、グローバル適合力が高いと判断することができる。

一方、大学院生グループは、「海外適応スタイル」における3つの特性ともに、平均に近づいている。この差は、異文化の中で生活、仕事を体験しているか否かに関係している可能性がある。

図表6 海外適応スタイル・グローバル志向の比較



③ 「外国人」カテゴリ診断値が高いことについての考察

図表4～6からは、ほぼすべての特性において、「外国人」グループのほうが明らかに他の2つのカテゴリより高いことがわかる。その理由についても、構成メンバーの特徴から見ることにする。

上述したように、若い外国人グループは、私費留学経験者や、専門能力の高さ・日本語能力の高さで本国から日本企業に本社採用されている者などで構成されている。「留学組」の半数以上は、生存するための経済力および人間関係を含めた社会環境を自ら築かないといけないし、「直接本社採用組」は、専門性があっても、異文化という社会環境に適応する努力が必要である。それに加え、このカテゴリは測定時点で日本の大手企業または日本における外資の大手企業に勤務しているという職歴を持っている。これらの特徴から、この高い診断値は、個人差があるものの、彼らが将来に対する自信によるものであると推測できる。

3.2 「駐在経験者」個人別自己診断と他者診断による「妥当性」分析

このグループでは、前述した「外的変数」として、駐在期間中の元上司からの評価⁴を使うことにしている。

図表7で示したのは、駐在経験者グループ個人別特性である。

ここでも特徴のある診断値や他者評価内容に基づき、分析対象を分類しながら進める。

(1) 50～70以外の診断値についての分析

まず、70を超えている特性を診断している駐在経験者3（欧州、アジア）、駐在経験者5（アジア）、駐在経験者8（アジア）の3人と、50より大幅に低い駐在経験者7（アメリカ）の合計4人に絞って考察する。

3.1でも述べたように、駐在経験者全体に関しては、仕事能力を持っていることは、診断結果と上司の評価と一致している。ここで、これを前提に、個人差で検証してみる。

・駐在経験者3

上司評価：仕事ができる。性格的には、何事もポジティブに考え、ロジカル思考よりも感性で行動する傾向がある。それもあって、自己に対して過大評価する場合がある。上司に好まれる。部下がついてこない時があるが、これについて、気付かない場合が多い。

自己診断と分析：「しなやかさ」、「配慮性」、「演技スタイル」で、70を超える評価になっている。

ポジティブかつ感性で動くタイプなので、この3つの特性において上司の評価と自己診断とは一致している。同時に、本人の認識と部下の評価との間にずれがある可能性を上司が指摘しているので、この診断値には、性格による誤差の存在も伺える（誤差については後述する）。

・駐在経験者5

上司評価：目立った特徴はないが、言われた仕事をこなすことができる。駐在者の中では若い方である（40代後半）。

自己診断と分析：「冒険」、「エネルギー」の特性においてそれぞれ67と73で評価している一方、「論理的思考」、「先見性」、「チャレンジ精神」、「知的柔軟性」、「支援性」、「演技スタイル」で、程度の差があるが、50以下になっている。この診断結果は、上司の評価とほぼ一致している。

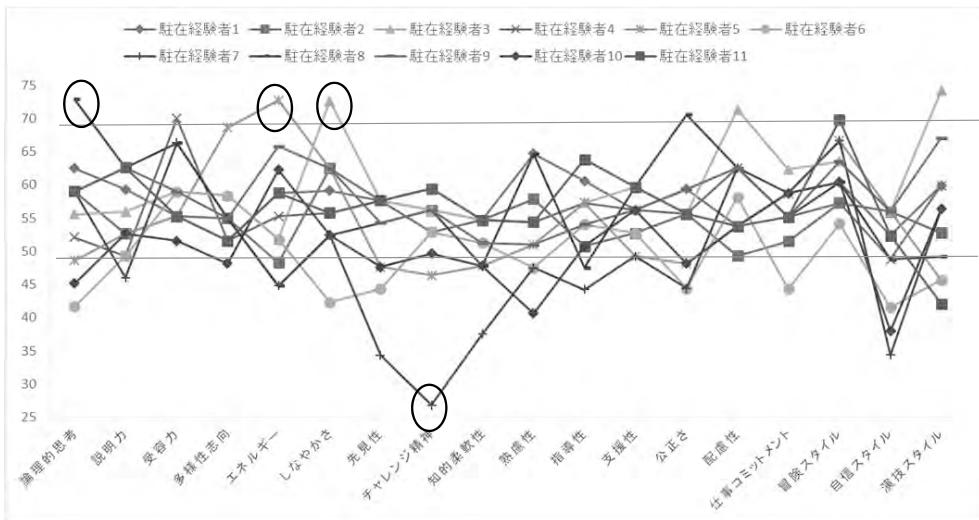
⁴ 海外駐在期間中に本社の海外営業本部の事業部長による評価。

・駐在経験者8

上司評価：目立った特徴はないが、仕事上ロジカル的に物事を考えている。性格はとてもやさしい。

自己診断と分析：ロジカル的で、やさしいということもあって、自己診断では、「論理的思考」と「配慮性」の特性について、それぞれ73と71の評価をしている。「知的柔軟性」や「指導性」については50以下の評価をしている。この診断結果も、上司の「ロジカル」「やさしい」「特徴がない」という評価に合致している。

図表7 駐在経験者グループの個人別特性



・駐在経験者7

上司評価：仕事能力が高い。向上心があり、物事を冷静に考えるタイプである。性格は謙虚でやさしいし、静かで内向的である。

自己診断と分析：「先見性」、「チャレンジ精神」、「知的柔軟性」、「自信スタイル」において、それぞれ、34、27、38、34を評価し、このグループの他のメンバーよりはるかに低い評価になっている。

この診断結果は、向上心（自分の現状に満足していないという意味で）、冷静、謙虚、やさしい、内向的という上司の評価とほぼ一致している。一方、同様に仕事ができるという前提であれば、能力がなさそうに見える結果になっているので、数字による誤差の存在と誤差によるズレの解消が重要であることを示唆している。

(2) ロジカル思考タイプについての分析

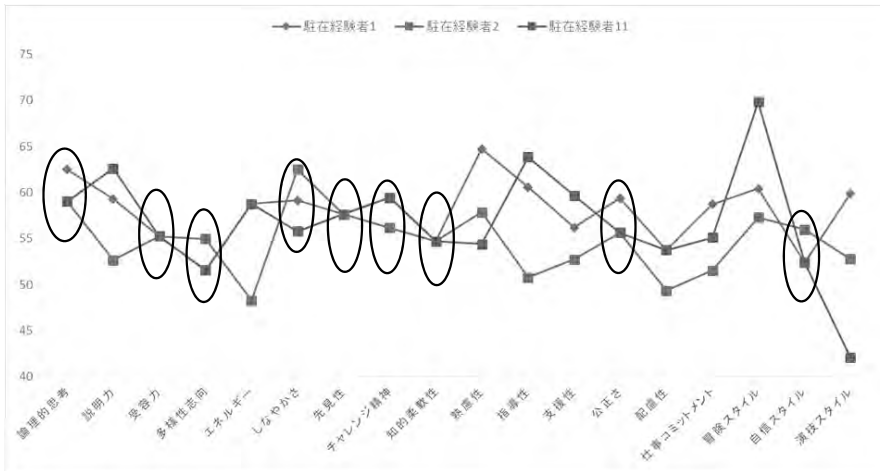
論理的思考・ロジカル思考タイプの駐在経験者1（アメリカ、中国）、駐在経験者2（シンガポール）、駐在経験者11（アメリカ）の3人に絞って考察する。ここでいう「ロジカル思考タイプ」は、他者評価の内容に基づき分類したもので、自己診断の結果によるものではない。客観評価をグループ分けの基準にすることで、診断結果の妥当性を発見しやすいと考える。

図表8で示したのは、駐在経験者グループのロジカル思考タイプ3人の特性診断結果である。

上司評価：この3人は、仕事能力が特に高く、ロジカル的に物事を考えてから行動するタイプである。そのため、上司、部下、顧客から信頼されている。求心力も高い。こういった共通性のほかに、駐在経験者1の場合、この3人の中でも最も優秀である。駐在経験者2は、3人の中で最も若い（5歳前後の差）。駐在経験者11は、考えや行動においてポジティブであるが、自ら手を挙げない内向的な一面もある。

自己診断と分析：3人ともに「論理的思考」の特性において、60前後の自己診断になっている。「受容力」、「しなやかさ」、「先見性」、「チャレンジ精神」、「知的柔軟性」、「公正さ」といった多くの特性において、3人の診断結果が極めて近い。海外適応スタイルでも、自信スタイルの診断結果はかなり近い。しかも、各特性の値の高さから、仕事の能力の高さが推測できる。上司の評価とも一致している。駐在経験者11は、海外適応スタイルにおいて、「冒険スタイル」と「演技スタイル」の特性で、他の2人と比べ、それぞれ70と42と大きく差が開いている。この診断結果からも、上司が評価するポジティブであるが内向的な性格と合致している。

図表8 駐在経験者グループ—ロジカル思考タイプ



(3) 感性で行動するタイプ⁵についての分析

感性で行動するタイプの駐在経験者3（欧州、アジア）、駐在経験者6（アジア）、駐在経験者10（欧州）の3人に絞って考察する。

図表9で示したのは、駐在経験者グループの感性で動くタイプ4人の特性診断結果である。

上司評価：この3名の方は、感性で動くという点では共通している。前述した駐在経験者3のポジティブに対して、駐在経験者10は自分のことを含め、ネガティブに物事を考える傾向がある。この性格によって、何事も無難に運ぶが、クレームも多い。ある意味では、多様性が欠けている。駐在経験者6は、行動派で、まずやってみてダメならやり直しという抜群の行動力を持っているタイプである。一方、性格的には控えめの一面もある。

自己診断と分析：「論理的思考」の特性に関して、ロジカル思考と評価された3人の平均60.00⁶に対して、この3人は、50以下の48未満⁷である。そのうち、駐在経験者3の場合、「論理的思考」の診断結果は56と高いが、しかし、個人診断値全体が高いため、自身の他の特性と比べ、決して自信を持っている特性ではないことがわかる。むしろ低いほうである。よって、この特性について、上司の評価と自己診断の値は近いと判断できる。

図表9で示したように、駐在経験者3は、ほかの2名と比べ、「受容力」と「多様性志向」の項で駐在経験者6と重ねたほか、すべての特性において、高い結果になっている。すなわ

⁵ ロジカル思考タイプの分類と同様に、他者評価の内容による分類であり、自己診断によるものではない。

⁶ ロジカル思考タイプの3人の「論理的思考」の値は、それぞれ、62、59、59である。

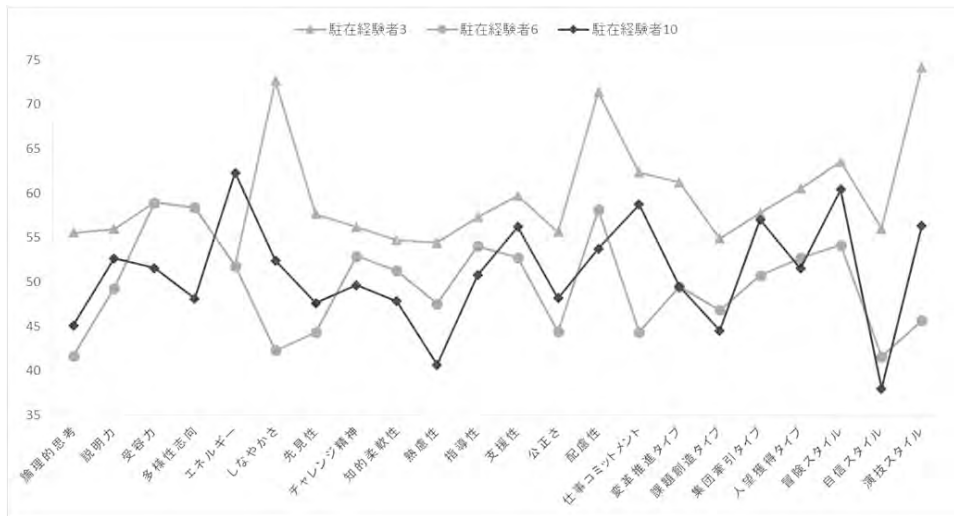
⁷ 感性で行動するタイプの3人のその値は、それぞれ56、45、55になっている。

ち、駐在経験者6と10は、ほぼすべての特性において、駐在経験者3より自己診断の値が低い。

また、図表8と図表9を比較してみた場合、多くの特性について、ロジカル思考タイプの3人の値は収斂しているが、感性で行動するタイプの3人の値は発散している傾向が見られる。

上述した自己診断結果は、上司からの駐在経験者3に対する「ポジティブ」の評価と、駐在経験者6と10に対する「控えめ」、「ネガティブ」の評価と一致し、本測定モデルに一定の妥当性が見られる。

図表9 駐在経験者グループ—感性で行動するタイプ



以上では、海外駐在経験者のカテゴリについて、上司の評価と自己診断の結果との比較を通じて、本特性診断モデルに、一定の「妥当性」、「客観性」を見ることができる。

3.3 「外国人」個人別自己診断と他者診断による「妥当性」分析

(1) 「外国人」カテゴリの分析方法について

このグループでは、「外的変数」として、同僚、知人、上司による評価⁸を使うことにしている。

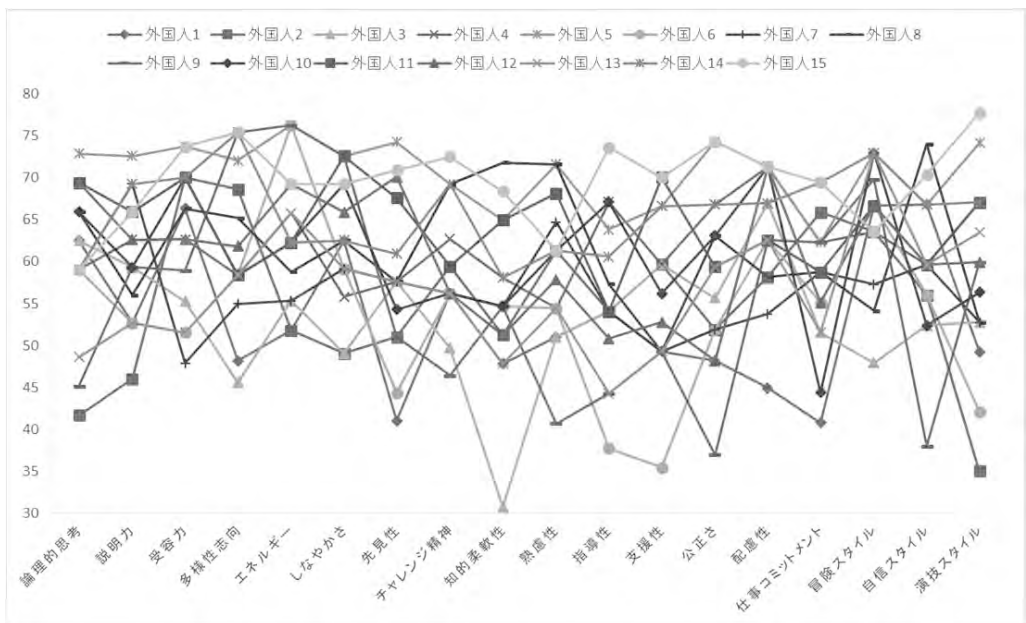
図表10で示したのは、外国人の個人別特性である。すべての特性の診断結果が50～75の区間内に収まる人は73%であり、カテゴリ内の収斂性が見られる。主要特性で見ると、15

⁸ インタビュー期間：2015年9月～2018年2月。

人のうち、「仕事コミットメント」で13、「冒険」で14、「自信」で14、「演技」で13の人は、50以上に集中している。

分析しやすいように、すべての特性が55以上のグループ（図表11）と、50以下を少なくとも2つ診断したグループ（図表12）にわけて考察する。

図表10 外国人グループの個人別特性診断結果



(2) 診断結果55以上の者についての分析

55を超える特性診断をしている外国人5、外国人14、外国人15の3人に絞って考察する（図表11を参照）。

・外国人5

他者評価：現地の日本支社に勤務しているときに、仕事がまじめで、専門能力が高く、性格も明るくて、周囲と良好な関係を作ることができる。こういう面もあって、日本本社に採用され、日本で働くようになる。日本語もできる。結婚後（診断後）は家庭を中心に考えるようになっている。

自己診断と分析：「ダイバーシティコミュニケーション」にかかわるほぼすべての特性と、「冒険」の特性で、このグループで最も高い値になっている。とくに「エネルギー」では一番自信のある特性のようで、76と診断している。

異文化の環境においても、明るい性格と良い人間関係が、この診断結果からも確認できる。「公正さ」と「配慮性」特性のほかに、「マネジメント基本特性」にかかわる特性に相対的に低く自己認識している。特に、「仕事コミットメント」は最も低い値で診断している。

考えられる理由は2つある。1つは、日本本社に来てから間もない(測定当時は2年未満)こともあって、まだ仕事で多くのことがわからない状態にある。もう1つは、「仕事コミットメント」で表す「仕事に対して、誇りとやりがいを持っている度合い」が本当に低いということである。つまり、能力は高いが、仕事は仕事としてこなしているだけの状況にある。結婚後に家庭中心に考えるようになったという評価を考案すると、この診断データは一定の真実を反映していると理解できる。

・外国人14

他者評価：小さいときに1年間日本に留学した経験があり、日本語は帰国後も使っていたので、堪能である。母国で大学卒業後に、直接に日本の企業に本社採用され、日本企業で働くようになる。その後、日本にある外資大手に転勤し、日本企業と似た分野の仕事をしながら自分の専門性・キャリアを積んでいる。年収も同年代より高い。仕事がまじめで、負けず嫌いの努力家である。控えめで堅実である。上司や同僚、顧客など、周囲の人に信頼されている。

自己診断と分析：「受容力」、「多様性志向」、「冒険スタイル」の特性で、70を超える。その自信に溢れた診断結果と本人の経歴から、多様性に対する適応力やグローバル適応力の高さを確認できる。

「仕事コミットメント」も70に近い。この値は、他者評価のキャリアプランを設定し、専門性を磨くといった主体性を持つ人間像にも一致している。一方、「論理的思考」、「知的柔軟性」の特性で、60を下回る相対的に自信のない診断をしている。本人は職歴がまだ浅く、英才教育を受けたわけではなく、自分より優秀な方に囲まれている環境にいたので、自信とともに、能力不足を感じているのも不思議ではない。この分析から、客観性を反映する診断結果であると理解できる。

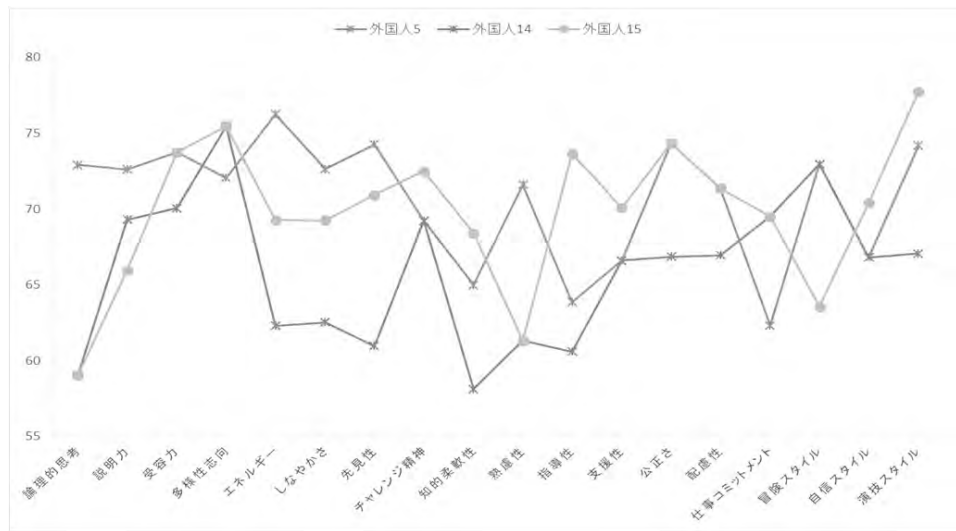
・外国人15

他者評価：私費留学生で、卒業後に日本の企業に勤務している。仕事内容は、自分の国とかかわる業務を担当している。目立った特徴や専門性は見られないが、性格が明るく、いつも前向きである。

自己診断と分析：自己診断の値が70を超える特性は10個もある。駐在員3や外国人5に似たように、前向きでポジティブの性格が、このような診断結果に影響を与えている可能性がある。「多様性志向」と「演技スタイル」は75と診断している。この結果も、グループ全体や上記の外国人5と外国人14と共通の特徴が見られ、「海外適応力」を有すると理解でき

る。「論理的思考」、「知的柔軟性」では、前述した外国人14とほぼ同様に、60を下回る相対的に自信のない診断になっている。他者評価の内容に照らし合わせれば、この自己認識に一定の妥当性が見られる。

図表11 外国人グループー診断結果55以上の者



(3) 50以下を2つ以上診断した者についての分析

50以下を2つ以上診断した外国人1、2、3、6、9の5人を割り出すことができる。人数が多いため、低く診断した特性に絞って考察する（図表12を参照）。

①診断値のぶれの大きい個人についての考察

ほぼ全員が、「論理的思考」のほかに、「ダイバーシティコミュニケーション特性」において50以上で診断している。また、1人を除き、4人とも「冒険スタイル」に自信を持って60以上の診断をしている。ここでも同様に、外国人カテゴリの海外適合力を再度確認することができる。

他者評価において、5人の共通性は、明るい、前向きである。

そのうち、最も特性の値が激しくぶれているのは、「外国人9」である。

外国人9は、「ダイバーシティコミュニケーション特性」において、「多様性志向」、「エネルギー」、「しなやかさ」で70を超える診断になっている。一方「公正さ」と「自信スタイル」では、40以下の診断をしている。

他者評価では、外国人9は、留学組で、就職したばかりの新米である。非常に向上心が

あって、感性で動くことが多いが、目標が明確になった場合、しっかり下準備をして、前向きに取り組む行動派である。ストレートな性格であるが、外向的で、人と交流したり、自分の世界に人を巻き込んだりするのに長けている。このこともあって、語学を含め、上達が速く、日本語が堪能である。

70を超える特性からも外国人9のコミュニケーション力の高さを反映している。感性または感情で動いているので、「熟慮性」、「公正さ」が欠けていることも容易に理解できる。大学で学んだこととまったく違う分野の企業に勤務していることと、周りのエリートたちに圧倒されていること、就職して間もないことは、「自信スタイル」に自信のない診断結果になったと考えられる。また、非常に前向きに診断する特性と自信のない特性との間に激しくぶれているのは、自分に対してもストレートに表現していると考えられる。

②5人とも自信のない特性についての考察

「マネジメント基本特性」において、50を下回る診断が最も多い区間になっている。重要な「仕事コミットメント」では、外国人1が、「先見性」とともに、41を診断している。

他者評価では、外国人1は、留学組で、業務・専門能力が高く、周囲から頼られる存在である。人間がやわらかくて、ユーモアである。課長代理にもなっている。IT 関連の仕事をしていることもあって、仕事そのものの単調さは、「仕事コミットメント」の低さに現れた可能性がある。

最も低い診断は、外国人3の「知的柔軟さ」であり、31の値である。「多様性志向」も46と低く診断している。一方、「論理的思考」、「説明力」、「配慮性」などについて相対的に自信を持っている。

外国人3に対する他者評価では、外国人3は、業務・専門能力が非常に高く、さまざまな分野のクライアントに対応できる。専門知識という意味で、プロジェクトにかかわる120人の中で大黒柱的な存在といわれている。頼まれたら断れないやさしさがある。謙遜で、内向的で、腰が非常に低い。

外国人3の自己診断を他者評価と照らしてみると、ロジカル思考で、仕事の能力は高い割には、他の人と比べ、診断値は低い。前述した「駐在員7」と似たようなパターンである。また、この診断値の低さ、とくに「知的柔軟さ」、「多様性志向」の低さは、「内向的」や、「腰が低い」といった評価にも合致している。

ほかに、外国人9と似たように、診断値が激しくぶれて、かなり自信を持ってない特性を診断したのは、外国人2と外国人6である。

外国人2は、「受容力」と「多様性志向」は非常に高く診断したものの、「論理的思考」、「説明力」、「演技スタイル」では、50以下もしくは40以下の診断をしている。

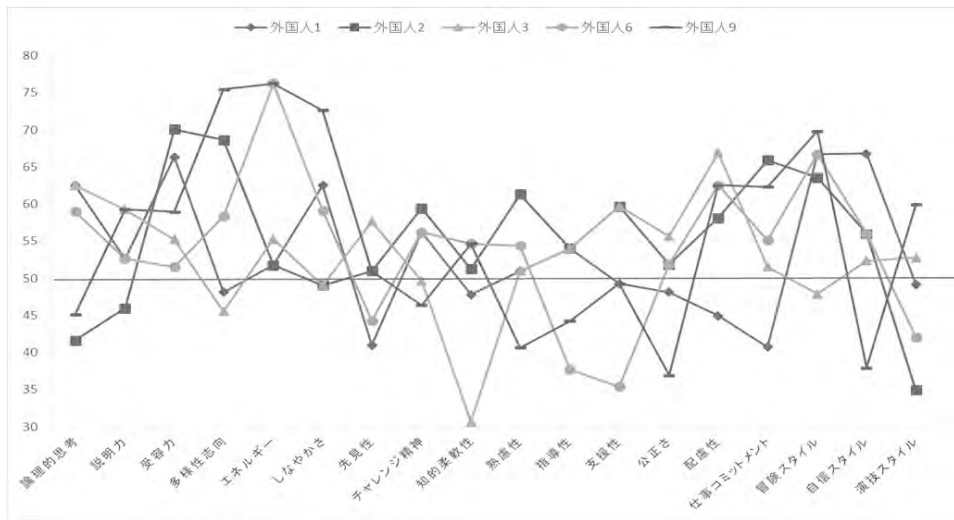
「グローバルマネジメント特性診断」の「妥当性」に関する研究

外国人6は、「エネルギー」に最も自信を持っているようであるが、「指導性」、「支援性」、「演技スタイル」では、50以下もしくは40以下の診断をしている。

他者評価では、外国人2は、感情を表に出さないタイプで、おとなしそうにみえるが、長く付き合うと、前向きで明るい。外国人6は、現地支社から日本本社に一時派遣の形で勤務している。技術者としての専門能力が高い。個性が強いが、性格が明るいので、付き合いにくい。2人の共通点は仕事姿勢がまじめで、堅実である。

外国人2について、「論理的思考」の診断結果から、表向きで理性タイプだと思われているが、実際は感性で動くときがあることを伺える。外国人6は、年齢的にも、立場的にも、「指導性」と「支援性」に自信がないことを容易に理解できる。

図表12 外国人グループ50以下を2つ以上診断した者



以上は、「外国人」グループの個人別に対する考察である。「駐在員」グループと同様に、各個人に対して、すべての特性の「妥当性」を検証することができなかったが、部分的には自己診断と他者評価との一致が見られ、本測定モデルは、一定の客観性を有することが確認できる。

「駐在経験者」と「外国人」のカテゴリのメンバーは、全員海外経験者で、他者評価からみても仕事ができる方がほとんどである。診断結果を見ても、彼らの強みとしての「共通特性」は、「論理的思考」、「受容力」、「仕事コミットメント」、「冒険スタイル」であることがわかる。ここで、この4つの特性は、グローバル・海外に適応できる人材を判断する

基準・目安として考えるのは、時期尚早であるが、海外適応力のある人材の「共通特性」として考えることができる。

3.4 「院生」個人別自己診断と他者診断による「妥当性」分析

(1) 院生グループの分析方法について

このカテゴリでは、「外的変数」として、「グローバル経営」関連の科目の成績評価⁹と、担当教員（複数）による評価を使うことにする。このカテゴリのデータには、2つの限界がある。1つ目は、多数の院生にとって海外経験がないこと。2つ目は、教員は、上司、同僚、友人の評価と違って、学習上の能力や今の仕事内容を通じて評価するもので、「表面的」という可能性がある。

上記の2つのカテゴリと違って、このデータを使って、グローバル志向関連の「妥当性」を検証することは難しい。ここで、「駐在員」と「外国人」のカテゴリの「共通特性」に絞って、教員の評価とリンクしながら、本人の特性診断の妥当性を検討してみる。

(2) 成績90点以上の院生に対する考察

他者評価の情報量が少なく、深さが欠けている中で、優秀だと思われる成績90点以上の者、院生8、15、19、26の4人に対して考察する（図表13）。

院生8は自分で小さい会社を経営している。院生15はまだ若い一般社員で、院生19は、駐在ではないが、日本の商品を海外に売れるためのプランを考案し、実際に売り込みに行くような仕事を長年携わり、分析的で問題解決力の高そうな方である。院生26は企業で部長として活躍している。学習能力が高い。

「共通特性」における自己診断の結果を見ると、4人とも「仕事のコミットメント」が69で高い収斂性が見られる。

同様に因子尺度の「論理的思考」にもばらつきが見られない。「受容力」では同じく院生8以外に66～74の高い区間に収まっている。

「共通特性」について、「駐在経験者」と「外国人」の診断結果に近いことから、院生15、19、26が仕事能力をベースに、潜在的に海外適応力を備えている可能性が高いと考える。

院生8の診断結果は、この3人の平均および院生の平均と乖離しているので、院生8をさらに考察してみる。

⁹ 成績評価：授業レポート、授業中の発言の回数と質、グループワークにおける役割、最終試験の成績によって総合的に判断した成績評価である。

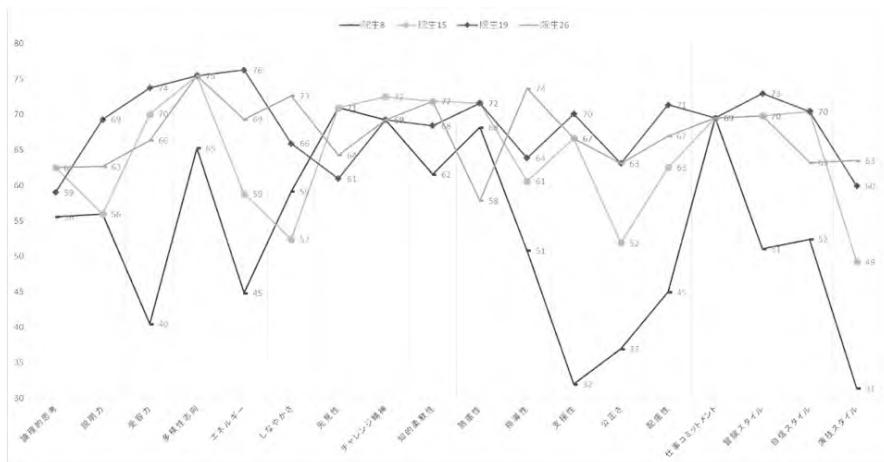
(3) 院生8の「異常値」に対する考察

院生8の他者評価：音楽のプロとして活動した後、中年になってからまったく異なる分野の企業を起こし、企業家に変身する。堅実で、腰が低い。自分の考えを簡単に曲げない。何をやっても本格的で品質にこだわる。読書家。数字派で、人情よりも、IT やソフトで多くの問題を解決できると考えている。学問や興味のある話題については発言するが、雑談には興味がなさそう。このような性格もあって、友人や同級生からみて魅力的な人として惹かれる。人望も高い。推測であるが、彼の下で働く人たちは成長できるが、大変そうに感じる。自分のことを企業家から経営者に変えるために、とくに自組織の生産性向上に関心があって、大学院に進学した。

院生8の自己診断と分析：「先見性」と「仕事のコミットメント」は、自身にとって最も自信のある特性になっている。一方、「受容力」、「エネルギー」、「支援性」、「公正さ」、「配慮性」、「演技スタイル」については、値が31~45の間で、自信のかなり低い特性が多い。

院生8の診断結果は、本人の性格や気質、関心事などと照らし合わせると、次のことを推測できる。先を見据えて、仕事に対して確実に取り組む自信がある。この仕事スタイル・経営スタイルには、短期的にノルマ管理による集団の生産性向上に効果があるが、長期的に組織を一丸にまとめるところが弱い一面を本人は感じている。また、今までのキャリアや、腰が低いといった評価から、他人より診断値が低いことも理解しやすい。

図表13 院生グループ—成績90点以上者



以上で院生グループに対して、サンプルの少ない中でも、良い成績の方にさらに絞って考察した。特性診断結果と成績との間に、4分の3の人のデータからは相関関係が見られた

だけで、ここで相関関係があるという結論を出したわけではない。このカテゴリの分析は、検証の1つの切口としての試みであると考えている。

成績の良くない院生の中に、高い診断値で診断した者もいるが、他者評価資料の限界もあって、今回は割愛する。

4. 考察

(1) 妥当性の検証結果について

①海外適応力診断についての妥当性

実際に異文化環境において生活・仕事を体験している「海外駐在者」グループと「外国人」グループの平均値は全体平均より高く、その高さ（自信あり）と低さ（自信なし）の分布にも相似性が見られる。このことから、本測定モデルを使って、海外適応力があるかを診断するには、一定の妥当性が見られた。院生、特に成績90点以上院生の診断結果からも、相似性の高いデータが見られた。

同時に、海外適合能力を持っている2つのカテゴリのデータを比較することによって、「論理的思考」、「受容力」、「仕事コミットメント」、「冒険スタイル」について、全員は、相対的に高い値で診断している特性であることもわかった。すなわち、この4つの特性は、海外適応できる方たちの「共通特性」として認識できた。

②個人別の診断結果と他者評価から見た妥当性

個人別の診断結果と他者評価との比較を通じて、かなり多くの特性について、両者が合致した結果になっている。このことから、診断結果に一定の妥当性が見られた。また、本診断結果を他者評価と組み合わせて使うと、後ほど述べる誤差によるノイズをある程度除去することができる。

(2) 自己診断の誤差

自己診断と他人診断と客観性との間に誤差が存在していることは疑う余地もない。このような誤差を見つけ出すことは困難であるが、この研究を通じて、いくつか見つけ出すことができた。

①経験・キャリアの違いから探る誤差

カテゴリ間の比較から、経験・キャリアの違いによって、診断の誤差が見られる。「駐在経験者」グループは、3つのカテゴリの中で、多くの特性では、全体平均に近い値が見られ

る。たとえば、「変革力」の「先見性」尺度と「構想力」の「知的柔軟性」である（図表6と図表5）。「自信スタイル」では、全体平均よりも1点を下回っている（図表8）。理由を明らかにすることが容易ではないが、前述したように、数年間の駐在で、さまざまな現実問題に直面する経験から、こういった能力は他のカテゴリが思った以上に重要だと感じたのかもしれない。また、権限委譲の度合いによって、こういった能力を発揮する機会がなかったことも考えられる。

外国人グループは他のカテゴリと比べ、高い値になっている。留学経験や一流企業で仕事をしている経験による自信も考えられるが、外国人と日本人との「異文化」的要素－「内省能力」、「控えめさ」－の影響も考えられる。もちろん、このような影響は、同文化集団においても「個人差」として存在している。

②年齢の違いから探る誤差

年齢も誤差を招く原因として考えられる。「海外駐在者」と「外国人」の両グループは、事実としてともに異文化適応力がある。しかし、診断データだけみて、「外国人」の平均値が高いからといって、海外適応力も「駐在者」グループより高いという結論を安易に出してはいけない。

①の可能性に加え、前述したように、「駐在経験者」と「外国人」の年齢構成の違いによって、経験や、視点、立場の相違が生じてくる。「駐在者」は、中年からの海外生活で、実践を通しての経験や教訓に基づく「現実的な判断」であり、「外国人」は今までの成功体験と将来への希望に基づく「展望的判断」である可能性が高い。

前述したように、診断対象の特殊性を理解せず、カテゴリ間の値の差は、能力の差として理解することは合理的ではない。

③思考様式の違いから探る誤差

ロジカル思考タイプと感性で行動するタイプといった思考様式の違いからも誤差を生じる。「海外駐在者」のカテゴリで分析したように、ロジカルタイプの場合、多くの共通特性が見られ、全体的に収斂的な結果になっているが、感性タイプの場合、共通特性が少ないことに加え、診断値が激しくぶれている。当然、このぶれ方には、感性によるものもあれば、性格によるものもあると認識すべきである。

④性格の違いから探る誤差

他者評価において、評価で使う言葉が異なるが、外向的⇔内向的、ポジティブ⇔ネガティブ、前向き・明るい⇔控えめ・謙虚・やさしいという性格上の表現があった。上述した

ように、この性格の違いは、多くの診断者のデータに反映している。「外向的」、「ポジティブ」、「前向き」で評価されている群は、高い値で診断する傾向、「内向的」、「ネガティブ」、「控えめ」で評価された群は、低い値で診断する傾向が見られた。前者の例として、駐在経験者3、外国人15のようである。後者の例としては、駐在経験者6と10、外国人3、院生8が挙げられる。

誤差を明確に認識することで、診断結果のノイズを除去でき、本当に能力の高い人を数値で除外するのを防ぐことができる。反対も同様である。

おわりに

本研究では、「グローバルマネジメント特性診断」の診断結果に「妥当性」があるかを、カテゴリ間などの比較や、他者評価といった「外的側面」から検証してきた。カテゴリ別・個人別における多くの特性から、診断の妥当性、海外適応志向人材の共通特性、自己診断による誤差を初歩的であるが、明確にすることができた。

この研究において、サンプル数の不足があったが、「駐在経験者」と「外国人」という非常に貴重なサンプルデータを取れたことを幸いに感じる。加えて、別の視点で分析可能な「院生」サンプルにもありがたく思う。

本特性診断は、国境を越えて仕事ができる人材の育成・選別にはもちろんのこと、企業の内なる人材のグローバル化やダイバーシティ化における人材の育成・選別にも役に立つ。

今後の課題として、サンプル人数の不足、インタビューによる他者評価基準の統一、定性的に限定した分析といったことが挙げられる。

別の機会に、新たな切口を検討し、本測定モデルの妥当性を引き続き検証してみたい。

執筆者紹介（掲載順）

2018年9月現在

手代木 琢 磨	産業能率大学情報マネジメント学部	元教授
勝 間 豊	産業能率大学情報マネジメント学部	准教授
三 村 孝 雄	産業能率大学経営学部	教授
日 吉 佑 太	産業能率大学経営学部	兼任講師
欧 陽 菲	産業能率大学経営学部	教授
堀 内 勝 夫	産業能率大学総合研究所	

ご協力いただいた査読者の方々にお礼申し上げます。

産業能率大学 紀要

第39巻1号（通巻74号）

2018年9月28日 発行

編 集 産業能率大学紀要審査委員会

発 行 産業能率大学

〒158-8630 東京都世田谷区等々力6-39-15
経営学部 経営学科

マーケティング学科

〒259-1197 神奈川県伊勢原市上粕屋1573

情報マネジメント学部

現代マネジメント学科

発行事務局 産業能率大学 自由が丘キャンパス図書館

〒158-8630 東京都世田谷区等々力6-39-15

T E L 03 (3704) 7653

印 刷 株式会社ピー・アンド・アイ

〒224-0053 神奈川県横浜市都筑区池辺町3437

T E L 045 (938) 7041

SANNO University Bulletin

School of Information-Oriented Management
School of Management

Vol. 39 No.1 September 2018

Article

The Other Solutions of Chebyshev Differential Equation

Takuma Teshirogi
Yutaka Katuma 1

The Survival Strategy of Small and Medium Enterprises
and Attributes of Management

Takao Mimura23

The Use of Articles in Japanese EFL Learners' Spoken Corpus

Yuta Hiyoshi45

Study on validity of "Global management characteristic
diagnosis"

Fei Ouyang
Katsuo Horiuchi59

SANNO University