

「英語読み上げ算」の英語学習への影響と効果

伊 藤 典 子

1. はじめに

珠算の読み上げ算を英語で行うことにより、珠算の上達と同時に計算力と英語学習向上に役立つことができ、「一石二鳥」だと言われている。

本研究は、「英語読み上げ算」を指導している先生と学んでいる生徒にアンケートをとり、珠算の英語読み上げ算が英語や算数、理科、国語、社会科、スポーツにどのような影響を及ぼし、効果を挙げているかを示し、さらに集中力と注意力、コミュニケーション力に好結果をもたらすかを調査したものである。

2. 目 的

珠算の「英語読み上げ算」学習は、数字を英語で読み上げ、また英語で読み上げられた数字をそろばんで計算することにより、英語と計算に強くなる学習であると言われている。数字を英語で読み上げることは、英語で読み上げられた数字を日本語に置き換えて考える余裕はなく、英語をそのまま直接理解することが要求される。数を英語で発音し、聞き取り、計算することで、英語力と計算力が向上すると言われている。

また、英語で読み上げられた数字を聞き逃がさないため、緊張感と注意力、集中力、スピードが必要とされる。さらに、この読み上げ算の読み手の英語の発音やアクセント、リズムが多種多様のため、多く体験し、慣れることも重要である。

本研究は、珠算と英語の相乗効果を測ることを目的にしている。統計処理は、珠算指導講師と珠算学習者のアンケートの回答より得られた得点から相関係数を求め、それを比較検討する。この相関係数とは、変量間の関連の度合いを量的に表現したものである。¹ 珠算学習者と英語学習向上の背景にある因子が何であるかについて統計学的手法を用いて検討する。

「英語読み上げ算」の有益性に関し、生徒数の増加、生徒のそろばん教室への通学姿勢とそろばん学習態度、生徒のコミュニケーション能力、生徒のやる気、集中力、注意力、保護者の期待度、満足度の計9項目の変量を用いて、多変量解析の分析モデルの中から因子分析法で解析を進めた。さらに、指導の先生と生徒の両者の「英語読み上げ算」と他科目・スポーツへの影響と効果を測るために因子分析法

とクラスター分析法を用いて解析を行った。

研究に先立ちここでは以下の仮説を立てて因子分析とクラスター分析から仮説検定を行い、考察を加えた。

帰無仮説：珠算の読み上げ算を英語で読み上げても、英語学習への影響と効果は変わらない。

対立仮説：珠算の読み上げ算を英語で読み上げることにより、英語学習への影響と効果が上がる。

3. 研究対象および方法

3.1. 被験者

被験者は、日本全国の「英語で読み上げ算」を実施している講師5名と2023年4月1日に開催された『英語読み上げ算競技全国大会』に参加した講師17名、「英語読み上げ算」の指導を受けている生徒51名から成る合計73名である。

3.2. アンケート

3.2.1. 指導の先生へのアンケート

「英語読み上げ算」を実施している指導の先生に、15の質問項目からなるアンケート調査を行った。1) から 15) までの質問項目には、因子分析とクラスター分析を用い、検討した。

以下のアンケートの各質問の1.～3.あるいは1.～2.の中から1つ選び、○印をつけてください。

1) 英語読み上げ算を行うことで、生徒数は

1. 増えていない 2. あまり増えていない 3. 増えている

2) 生徒は、教室にまじめに通っていますか？

1. 通っていない 2. あまり通っていない 3. 通っている

3) 生徒のやる気は

1. 上がっていない 2. あまり上がっていない 3. 上がっている

4) 生徒のコミュニケーション能力は

1. 上がっていない 2. あまり上がっていない 3. 上がっている

5) 生徒の学習中の態度は

1. 良くない 2. あまり良くない 3. 良い

6) 生徒の集中力は

1. 上がっていない 2. あまり上がっていない 3. 上がっている

7) 生徒の注意力は

1. 上がっていない 2. あまり上がっていない 3. 上がっている

- 8) 保護者の英語読み上げ算に対する期待度は
1. 増していない 2. あまり増していない 3. 増している
- 9) 保護者の英語読み上げ算に対する満足度は
1. 増していない 2. あまり増していない 3. 増している
- 10) 生徒が英語を好きになったことを聞いていますか？
1. はい 2. いいえ
- 11) 生徒が国語を好きになったことを聞いていますか？
1. はい 2. いいえ
- 12) 生徒が算数を好きになったことを聞いていますか？
1. はい 2. いいえ
- 13) 生徒が理科を好きになったことを聞いていますか？
1. はい 2. いいえ
- 14) 生徒が社会科を好きになったことを聞いていますか？
1. はい 2. いいえ
- 15) 生徒がスポーツを好きになったことを聞いていますか？
1. はい 2. いいえ

3.2.2. 生徒へのアンケート

「英語読み上げ算」の指導を受けている生徒に以下の10項目からなるアンケートを実施した。

好きか、あるいは好きではないかの2択の問題で、そろばんと算数、理科、国語、英語の学習科目と音楽、野球、サッカー、ダンス、マンガへの効果・影響を測るため、分析を行った。

好きですか？ はい いいえ

1. そろばん
2. 算数
3. 理科
4. 国語
5. 英語
6. 音楽
7. 野球
8. サッカー
9. ダンス
10. マンガ

3.3. 統計学的手法

3.3.1. 因子分析法

因子分析は、多数の要因が関与している幾つかの測定変量をもとに、そこに関与している要因を明らかにするための統計的分析法である。まず変量間の相関係数の分析から始まり、データの背後にある構造を解明するために、因子負荷量をもとにして構築されている共通因子の特性を明らかにし、抽出した因子に適切な名前をつけることが因子の解釈となる。²

因子分析をまとめると、①求めたい事柄についての幾つかの変量に共通して含まれる因子を抽出するための分析法で、主成分分析法と似ている。②因子は互いに無相関である。③因子分析の仮定に満足するような因子は数学的には無数に存在し、一般には単純構造の原理に満足するものを因子とするのが良い。④最初に因子負荷行列を求めるのが因子分析だが、これを単純構造の原理に満足できるように変換するために、因子軸の回転という方法を用いる。ただし、主成分分析には回転がない。⑤因子負荷行列を求めることで、測定対象ごとの因子スコアが推定でき、この因子スコアにより、測定対象の特性を把握し、分類することができる。³

なお、因子分析と主成分分析の相違について補足する。形式的には因子分析には因子軸の回転があるが、主成分分析には回転という考え方は存在しない。しかし、これら両者には、形式上の相違を越えた大きな違いがある。主成分分析は多数の測定データの持っている情報をなるべく少数の主成分によって表現することを目的とし、一方、因子分析は直接測定できない幾つかの測定項目を間接法によって測定したデータから因子を推定する。したがって、因子分析によって抽出された因子は、当初の間接測定によって測ろうとしていた目的に適合するかどうかで、その妥当性が判定される。これらの理由で、因子分析を利用するためには、まず測定目的を明らかにし、それらを間接的に測定するための変量としての幾組かを慎重に選択しなければならない。準備なく因子分析を行なった場合には、抽出された因子そのものの意味が不明瞭になる。因子分析の計算には、多数のバリエーションがあるが、ここでは、因子分析の最も標準的な分析法を用いた。⁴

3.3.2. クラスタ分析

個体の系統分類クラスタ分析は、測定対象や変量に関して類似しているもの同士を幾つかのグループに分類することを目的としている。クラスタ分析は、分析対象の測定データから客観的、計量的方法に基づいて、系統分類などの分類を行なうものであり、広くは数値分類法の一つに位置づけている。得られたメンバーのまとまりをクラスタ（群、集団、集落）と呼ばれている。このように、クラスタ分析の目的は分類対象となるメンバーの分類づけである。⁵

主成分分析や因子分析では、測定対象や変量が特定の空間に布置でき、測定対象や変量の特性を明らかにできるとともに、これらを幾つかのグループに分類できる。クラスタ分析は、測定対象あるいは変量間の類似度や距離を表わす関連データ行列から出発して、測定対象や変量などの分類対象メンバーを幾つかのグループに分類づけるためには便利な方法である。⁶

さらに、クラスター分析は、膨大な数の分類づけを計量的、客観的方法で効率的に行なうために開発され、データのある目的のもとで類似しているいくつかの変量を複数のクラスターにまとめる方法である。クラスター分析の分類法は無数にあるが、最終的には階層構造を図式化した樹形図デンドログラムを作成する。凝集型の階層的クラスター分析が一般的である。⁷

階層的クラスター分析は、N 個の個体または変量の類似度を表す尺度として、距離のように値が小さいほど類似性が高いことを示す場合と、相関係数のように値が大きいほど類似性が高いことを示す場合がある。前者を非類似度、後者を類似度と呼ばれている。実際の計算では、値が小さいほど類似性の高い非類似度行列を用いる。⁸

2つのクラスター間の距離をそれぞれのクラスターから1つずつ選び、そのデータ間の距離の中で最も小さな値として定義する最短距離法と、反対に、そのデータ間の距離の中で最も大きな値として定義する最長距離法がある。⁹

クラスター内のデータの平方和を最小にするように考えられたウォード法もある。いくつかあるクラスター分析法の中ではバランスのとれた方法なので最も使用されている。最も明確なクラスターを作り、分類感度が高いため、ここではクラスター分析のウォード法を用いた。¹⁰

デンドログラムは、クラスター分析の結果を樹形図デンドログラムによって表示される。縦軸はクラスターを結合した際の距離を表し、横軸は個体の位置を表す。デンドログラムは縦軸を適当な高さで横に切ることによって、クラスター分類の数が決まるといって階層的構造を持っている。¹¹

4. 結果

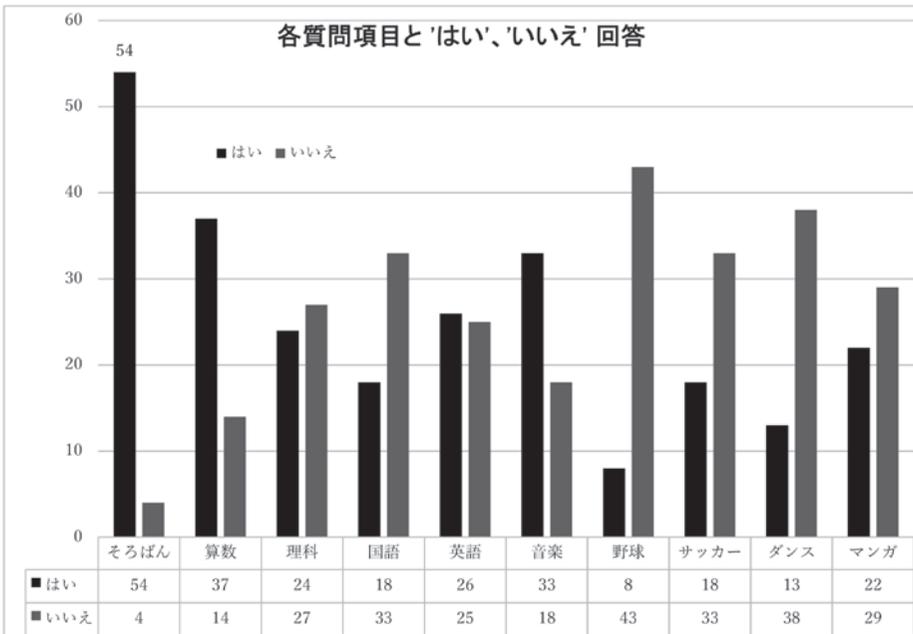
4.1. 生徒のアンケートの集積結果

そろばん教室に通う 51 名の生徒の被験者に対し、「そろばんが好きですか?」「算数が好きですか?」「理科が好きですか?」「国語が好きですか?」「英語が好きですか?」「音楽が好きですか?」「野球が好きですか?」「サッカーが好きですか?」「ダンスが好きですか?」「マンガが好きですか?」の 10 項目に対し、“はい”あるいは“いいえ”の回答を得た。

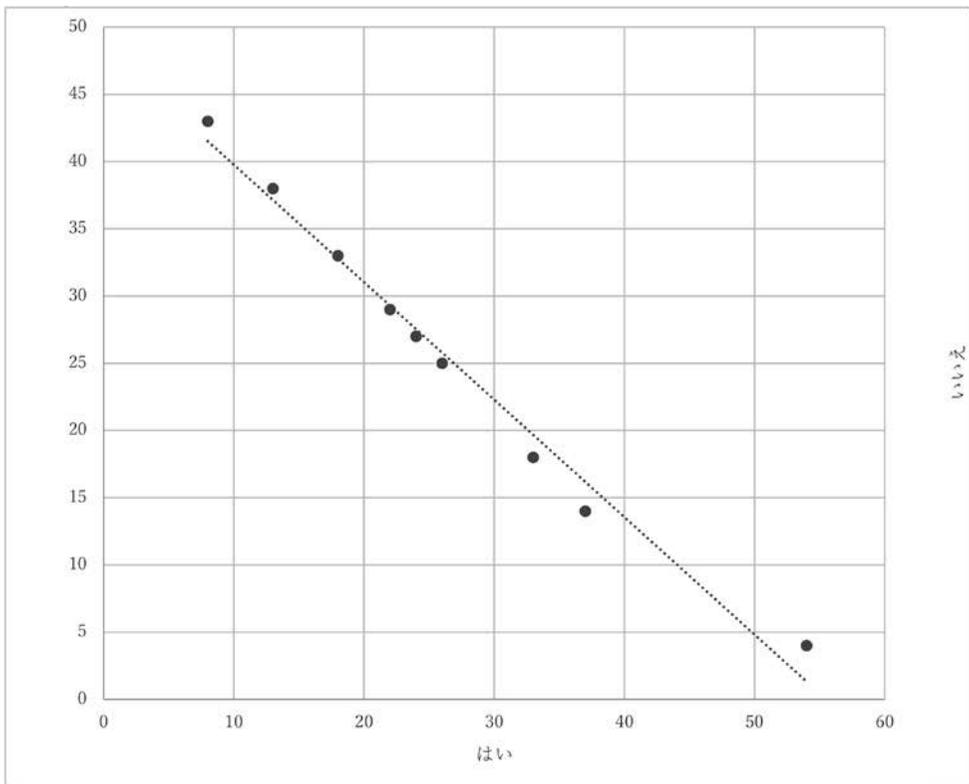
51 名の生徒へのアンケートの結果は、【図 1】のように、“はい”と回答した一番多いのは、「そろばん」の 47 名である。そして、37 名の「算数」、33 名の「音楽」、26 名「英語」、24 名「理科」、22 名「マンガ」と続いている。逆に“はい”の一番小さいのは、「野球」の 8 名、「ダンス」の 13 名、「国語」の 18 名である。

“いいえ”の多い順は、「野球」の 43 名、「ダンス」の 38 名、「サッカー」と「国語」の各 33 名、「マンガ」29 名、「理科」27 名、「英語」の 25 名となっている。“いいえ”と回答した一番小さな数は、「そろばん」の 51 名中わずか 4 名で、全体の 20%以下である。次に「算数」の 14 名、「音楽」の 18 名だった。

【図 2】に示しているように、“はい”と“いいえ”に高い相関性がある。「英語」の“はい”と“いいえ”は、26 対 25、「理科」は 24 対 27、「マンガ」22 対 29、「そろばん」47 対 4、「算数」37 対 14、「国



【図1】



【図2】

語」18対33,「音楽」33対18,「野球」は8対43,「サッカー」18対33,最後の「ダンス」が13対38である。

そろばん教室の生徒へのアンケートの結果は、外でスポーツをやって身体を動かすことより、室内で机の前に座り、そろばんに打ち込むことに集中する様子がわかり、かなりの注意力、集中力、緊張感が伝わって来る。そろばんで計算力が増し、算数が好きだが、国語は35%しか好きではない。英語は約50%で好き嫌いに分かれてしまった。しかし、そろばんは、理系に位置付けることも文系に存在付けることも確認できない。

4.2. 指導の先生のアンケートの集積結果

4.2.1. アンケートの質問項目 10) ~ 15) の因子分析

「英語読み上げ算」を実施している珠算の先生の質問項目の 10) 生徒が英語を好きになったことを聞いていますか？ 11) 生徒が国語を好きになったことを聞いていますか？ 12) 生徒が算数を好きになったことを聞いていますか？ 13) 生徒が理科を好きになったことを聞いていますか？ 14) 生徒が社会科を好きになったことを聞いていますか？ 15) 生徒がスポーツを好きになったことを聞いていますか？ に対して、“はい”か“いいえ”の2択の回答である。行列を変更して因子分析する。

【因子分析】

変量	平均	不偏分散	標準偏差	標準誤差
英語が好きになった	1.409090909	0.253246753	0.50323628	0.107290335
国語が好きになった	1.954545455	0.045454545	0.213200716	0.045454545
算数が好きになった	1.045454545	0.045454545	0.213200716	0.045454545
理科が好きになった	1.863636364	0.123376623	0.351250087	0.07488677
社会が好きになった	1.863636364	0.123376623	0.351250087	0.07488677
スポーツが好きになった	1.818181818	0.155844156	0.394771017	0.084165464

4.2.1.1. 相関行列の固有値

【相関行列】

英語好き	1	0.18156826	0.262265264	0.330623261	0.330623261	0.152534772
国語好き	0.18156826	1	0.047619048	0.549169647	-0.086710997	0.46291005
算数好き	0.262265264	0.047619048	1	0.086710997	0.086710997	0.1028689
理科好き	0.330623261	0.549169647	0.086710997	1	0.614035088	0.499512433
社会好き	0.330623261	-0.086710997	0.086710997	0.614035088	1	0.156097635
スポーツ好き	0.152534772	0.46291005	0.1028689	0.499512433	0.156097635	1

【相関行列の固有値】

2.390578017	1.252766312	1.025804594	0.688794582	0.514105077	0.127951418
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

【対角要素を SMC でおきかえた相関行列の固有値】

1.95819275 0.804537016 0.244255665 -0.030606968 -0.158468311 -0.20783037

【相関行列の固有値】は大きい順に 2.390578, 1.252766, 1.025805, 0.688795, 0.514105, 0.127951 となる。相関行列の対角要素に共通性の推定値として重相関係数の 2 乗 SMC を代入して固有値を求めると大きい順に 1.958193, 0.804537, 0.244256, -0.03061, -0.15847, -0.20783 となる。固有値が正という基準で因子の数を決めると因子数=3 となるが、2 番目の値は正だが小さく、因子 2 の寄与量は少なくなる。従って、因子数は、2 つで良いであろう。

相関係数の大きい組み合わせは、社会科と理科が 0.614, 理科と国語が 0.54917, 理科とスポーツ 0.499512 であった。一方、負の相関は社会科と国語が -0.086 であった。この相関行列で、従来からの理系とか文系という構造が認められない。

4.2.1.2. 因子負荷量と共通性

【非反復解法の因子負荷量と共通性】

	因子 1	因子 2	共通性
英語が好きになった	0.409084398	0.155648113	0.19157638
国語が好きになった	0.577242323	-0.575450032	0.664351439
算数が好きになった	0.168660843	0.062818729	0.032392673
理科が好きになった	0.904684598	0.039244285	0.819994335
社会が好きになった	0.566994779	0.620932364	0.70704008
スポーツが好きになった	0.537819881	-0.241090511	0.347374859
寄与量	1.95819275	0.804537016	2.762729766
寄与率	0.326365458	0.134089503	0.460454961

非反復解法の固有値は寄与量に等しくなり、因子負荷量を表す。固有ベクトルの要素の 2 乗和が寄与量となる。因子 1 の寄与量は 1.958193, 寄与率は 0.326365, そして、因子 2 の寄与量は 0.804537, 寄与率 0.13409。因子の寄与量の合計は 2.76273, 累積寄与率 0.460455 で、0.46% が因子によって説明される。全体からの共通性 h^2 をみると、理科が 82%, 社会科 71%, 国語 66.4%, スポーツ 34.7%, 英語 17.2%, 算数 3.2% が因子によって説明されている。共通性の値が安定するまで因子負荷量を求める。

【反復解法の因子負荷量と共通性】

eps = 0.00001 最大反復回数 = 100 反復回数 = 51

	因子 1	因子 2	共通性
英語が好きになった	0.392324068	0.091913073	0.162366187
国語が好きになった	0.573176721	-0.647459216	0.74773499
算数が好きになった	0.156758843	0.026354739	0.025267907
理科が好きになった	0.916005291	-0.031858118	0.840080633
社会が好きになった	0.680973895	0.73198819	0.999532156
スポーツが好きになった	0.520423745	-0.265870158	0.341527815
寄与量	2.080655075	1.035854613	3.116509688
寄与率	0.346775846	0.172642435	0.519418281

最大反復回数を 100 回と設定した結果、収束判定条件 $\varepsilon = 0.00001$ のもとで、51 回の反復で収束した。因子 1 の寄与量は 2.081、寄与率は 0.346776。因子 2 の寄与量は 1.035855、寄与率は 0.172642 である。因子の寄与量は 3.11651、累積寄与率は 0.519418 となった。全体から共通性 h^2 をみると、社会科に関する情報の 99.95%、理科 84%、国語 74.8%、スポーツ 34.1%、英語 16.2%、算数 2.5% が因子によって説明される。スマートフォン中心の社会にしっかりと基盤を置き、違和感もなく上手く現在のネットワーク社会に溶け込んでいる様子をうかがうことができる。

4.2.1.3. バリマックス回転前後の因子の解釈

【反復解法のバリマックス回転の因子負荷量と共通性】

	初期バリマックス基準値 3.945380658		
	因子 1	因子 2	共通性
英語が好きになった	0.392324068	0.091913073	0.162366187
国語が好きになった	0.573176721	-0.647459216	0.74773499
算数が好きになった	0.156758843	0.026354739	0.025267907
理科が好きになった	0.916005291	-0.031858118	0.840080633
社会が好きになった	0.680973895	0.73198819	0.999532156
スポーツが好きになった	0.520423745	-0.265870158	0.341527815
寄与量	2.080655075	1.035854613	3.116509688
寄与率	0.346775846	0.172642435	0.519418281

回転前の因子 1 は、因子負荷量は国語、理科、社会科、スポーツが正で大きな値を示している。算数、英語は小さい値だ。つまり、スマートフォン中心の社会に順応した生活を示す因子であると解釈することができる。因子 2 の因子負荷量は社会科が正で比較的大きな値 0.732 を示し、英語 0.092、算数 0.026 も正だが小さい値である。国語、理科、スポーツは負の値、寄与率 0.173 と低いいため、このグループの

解釈も意味があると考えられる。算数と英語が、基礎学力の一部となり、自然に慣れ親しんでいることが示されている。

回転後のバリマックス基準値 8.959693868

【因子負荷量と共通性】

	因子1	因子2	共通性
英語が好きになった	0.358140428	-0.184666244	0.162366187
国語が好きになった	0.015927158	-0.864570017	0.74773499
算数が好きになった	0.136370392	-0.081676332	0.025267907
理科が好きになった	0.676254645	-0.618676239	0.840080633
社会が好きになった	0.993129137	0.115007273	0.999532156
スポーツが好きになった	0.223421335	-0.540009928	0.341527815
寄与量	1.640658045	1.475851643	3.116509688
寄与率	0.273443007	0.245975274	0.519418281

しかし、回転後の因子1の因子負荷量は全てが正で大きな値だが、算数0.136と英語0.358が小さな値を示し、因子の解釈にはあまり影響を与えていない。算数と英語は関与しない生活空間を考えるべき因子と解釈される。因子2の因子負荷量は国語、理科、スポーツ、算数、英語が負、社会科だけが正で、大きい値を示している。負の値の大きい国語、理科、スポーツから想定できるのは、健康的な現代の生活をしていることを示す因子であると解釈される。スマートフォン中心の現代社会に上手く順応し、疑問を感じたら直ぐ検索し、情報を確実に得ていることと解釈される。

バリマックス回転の結果、因子1の寄与量は1.640658、寄与率は0.273443、因子2の寄与量は1.475852、寄与率は0.245975となる。2つの因子で3.116、すなわち51.9%の情報が説明され、全体の共通性は回転前と同じだ。

4.2.1.4. 因子得点の推定

【因子得点の推定】

	因子1	因子2
先生1	0.407257727	-0.147310366
先生2	0.610559571	-0.365682504
先生3	0.403438603	-0.230082394
先生4	0.350184595	0.02471344
先生5	0.354003719	0.107485468
先生6	0.407257727	-0.147310366

「英語読み上げ算」の英語学習への影響と効果（伊藤）

先生 7	0.403438603	-0.230082394
先生 8	0.407257727	-0.147310366
先生 9	-0.071309311	3.870865888
先生 10	0.403438603	-0.230082394
先生 11	0.407257727	-0.147310366
先生 12	0.403438603	-0.230082394
先生 13	0.403438603	-0.230082394
先生 14	-2.485084625	0.473720839
先生 15	-2.431830618	0.218925005
先生 16	-2.408655364	-1.540968453
先生 17	0.407257727	-0.147310366
先生 18	0.407257727	-0.147310366
先生 19	0.407257727	-0.147310366
先生 20	0.407257727	0.147310366
先生 21	0.403438603	-0.230082394
先生 22	0.403438603	-0.230082394

因子得点の推定では、バリマックス回転後の得点を表示する。因子 1 では 2 番目回答の先生が 0.61056 と高得点だ。因子 2 では 16 番目の先生が負の値 -1.54097 で高得点のため、特徴的だ。

4.2.2. アンケート質問項目の 1) ～ 9) の因子分析

因子分析

データ数 22

変量	平均	不偏分散	標準偏差	標準誤差
生徒数	2	0.66667	0.816497	0.174078
通学	2.77273	0.37446	0.61193	0.130464
やる気	2.77273	0.27922	0.528413	0.112658
コミ力	2.31818	0.51299	0.716231	0.152701
学習態度	2.77273	0.18398	0.428932	0.091449
集中力	2.68182	0.32251	0.5679	0.121077
注意力	2.63636	0.33766	0.581087	0.123888
期待度	2.22727	0.75541	0.869144	0.185302
満足度	2.54545	0.54545	0.738549	0.157459

「英語読み上げ算」を実施している珠算の先生の1) 英語読み上げ算を行うことで、生徒数は 回答1. 増えていない 2. あまり増えていない 3. 増えている 2) 生徒は、教室にまじめに通っていますか? 回答1. 通っていない 2. あまり通っていない 3. 通っている 3) 生徒のやる気は 回答1. 上がっていない 2. あまり上がっていない 3. 上がっている 4) 生徒のコミュニケーション能力は 回答1. 上がっていない 2. あまり上がっていない 3. 上がっている 5) 生徒の学習中の態度は 回答1. 良くない 2. あまり良くない 3. 良い 6) 生徒の集中力は 回答1. 上がっていない 2. あまり上がっていない 3. 上がっている 7) 生徒の注意力は 回答1. 上がっていない 2. あまり上がっていない 3. 上がっている 8) 保護者の英語読み上げ算に対する期待度は 回答1. 増していない 2. あまり増していない 3. 増している 9) 保護者の英語読み上げ算に対する満足度は 回答1. 増していない 2. あまり増していない 3. 増している のアンケートの質問項目の回答の行列を変更して因子分析をする.

4.2.2.1. 相関行列の固有値

相関行列

	生徒数	通学	やる気	コミ力	学習態度	集中力	注意力	期待度	満足度
生徒数	1	0.28592	0.331111	0.569995	0.271937	0.4107846	0.50183	0.67102	0.55277
通学	0.28592	1	0.127185	0.716095	-0.024739	0.0560565	0.02435	0.19128	0.39273
やる気	0.33111	0.12718	1	0.451812	0.811736	0.8583392	0.80361	0.42888	0.69884
コミ力	0.57	0.7161	0.451812	1	0.246595	0.3778253	0.29124	0.41377	0.64652
学習態度	0.27194	-0.0247	0.811736	0.246595	1	0.8619243	0.79894	0.40061	0.56028
集中力	0.41078	0.05606	0.858339	0.377825	0.861924	1	0.93139	0.34643	0.54703
注意力	0.50183	0.02435	0.803614	0.29124	0.798943	0.9313929	1	0.54857	0.48418
期待度	0.67102	0.19128	0.428878	0.413771	0.400615	0.3464346	0.54857	1	0.46534
満足度	0.55277	0.39273	0.698836	0.646521	0.560279	0.5470317	0.48418	0.46534	1

相関行列の固有値

4.97357	1.82767	0.939504	0.432521	0.374601	0.2063778	0.16356	0.06816	0.01404
---------	---------	----------	----------	----------	-----------	---------	---------	---------

対角要素を RMAX でおきかえた相関行列の固有値

4.78905	1.59199	0.648819	0.222839	0.094496	0.0320621	-0.05267	-0.1156	-0.1549
---------	---------	----------	----------	----------	-----------	----------	---------	---------

アンケートの9項目についての多重相関係数について調べた。生徒数とコミュニケーション力は0.57、生徒数と期待度0.671、生徒数と満足度0.553と相関が強い。教室に通う通学は、コミュニケーション力0.716と相関が強い。やる気と学習態度0.8117、やる気と集中力0.858、やる気と注意力0.804、やる気と満足度0.699と相関が強い。コミュニケーション力は通学0.716、コミュニケーション力と満足度

0.647 と相関が強力だ。学習態度はやる気 0.812, 集中力 0.862, 注意力 0.799. 満足度 0.56 と相関が強い。集中力はやる気 0.858, 学習態度とは 0.862, 集中力と注意力 0.931 と相関が強力だ。注意力はやる気 0.804, 学習態度とは 0.799, 集中力とは 0.931 と相関が大変強い。期待度は生徒数 0.671, 注意力とは 0.55 と相関が強い。満足度はやる気 0.699, コミュニケーション力とは 0.647 と相関があった。

相関行列の固有値は大きい順に 4.9736, 1.8277, 0.9395, 0.4325, 0.374601, 0.206378, 0.16356, 0.06816, 0.01404 となる。相関行列の対角要素に共通性の推定値として重相関係数の 2 乗 SMC を代入して固有値を求めると、大きい順に 4.78905, 1.59199, 0.648819, 0.222839, 0.094496, 0.0320621, -0.05267, -0.1156, -0.1549 となる。固有値が正という基準で因子の数を決めると、因子数 = 6 となる。3 番目の値は正だが、小さく、因子数は 2 つで良いと思われる。

4.2.2.2. 因子負荷量と共通性

【非反復解法の因子負荷量と共通性】

	因子 1	因子 2	共通性
生徒数	0.636732448	-0.374867757	0.545954046
通学	0.289983279	-0.674199862	0.538635756
やる気	0.871506967	0.230454299	0.812633577
コミ力	0.628366354	-0.643181608	0.808526855
学習態度	0.798538012	0.417535369	0.81199874
集中力	0.883751054	0.372507681	0.919777898
注意力	0.877382153	0.354520065	0.895483919
期待度	0.643291302	-0.220914319	0.462626835
満足度	0.766685561	-0.253103673	0.651868219
寄与量	4.833995952	1.613509893	6.447505845
寄与率	0.537110661	0.179278877	0.716389538

非反復解法の固有値は寄与量に等しくなり、因子負荷量を表す。固有ベクトルの要素の 2 乗和が寄与量となる。因子 1 の寄与量は 4.8339, 寄与率は 0.53711 だ。因子 2 の寄与量は 1.61351, 寄与率は 0.17928 である。因子の寄与量の合計は 6.4475, 累積寄与率は 0.7164。70.4% が因子によって説明されるので、因子の数は 2 つである。

全体の共通性 h^2 をみると、集中力が 90.1%, 注意力が 88.4%, 学習態度が 81.8%, やる気 81.3%, コミュニケーション力が 75.3%, 続いて、満足度が 64.7%, 通学 61.1%, で因子によって説明される。共通性の値が安定するまで、因子負荷量を求める。

【反復解法の因子負荷量と共通性】	eps = 0.00001	最大反復回数 = 100	反復回数 = 25
生徒数	0.602689555	-0.310521578	0.45965835
通学	0.28608298	-0.650873924	0.505480337
やる気	0.872063257	0.208433481	0.80393884
コミカ	0.645501276	-0.703153147	0.911096246
学習態度	0.801389314	0.401902806	0.803750698
集中力	0.8831929	0.347271436	0.90062715
注意力	0.870756234	0.342434145	0.875477563
期待度	0.587448828	-0.154922197	0.369097012
満足度	0.758757654	-0.25104847	0.638738511
寄与量	4.723524645	1.544340061	6.267864706
寄与率	0.524836072	0.17159334	0.696429412

最大反復回数を 100 回と設定した結果、収束判定条件 $\varepsilon = 0.00001$ のもとで 25 回の反復で収束した。因子 1 の寄与量は 4.723525、寄与率は 0.524836 だ。因子 2 の寄与量は 1.54434、寄与率は 0.171593 だ。因子の寄与量は 6.267865、累積寄与率は 0.6964294 となった。全体の共通性 h^2 をみると、コミュニケーション力 91.1%、集中力 90%、注意力 87.5%、やる気 80.4%、学習 80.4% となり、因子により、高い値が説明される。

4.2.2.3. バリマックス回転前後の因子の解釈

バリマックス回転	eps = 0.00001	反復解法	
【回転前のバリマックス基準値】	10.04239453	因子負荷量と共通性	
	因子 1	因子 2	共通性
生徒数	0.602689555	-0.310521578	0.45965835
通学	0.28608298	-0.650873924	0.505480337
やる気	0.872063257	0.208433481	0.80393884
コミカ	0.645501276	-0.70315314	0.911096246
学習態度	0.801389314	0.401902806	0.803750698
集中力	0.8831929	0.347271436	0.90062715
注意力	0.870756234	0.342434145	0.875477563
期待度	0.587448828	-0.154922197	0.369097012
満足度	0.758757654	-0.25104847	0.638738511
寄与量	4.723524645	1.544340061	6.267864706
寄与率	0.524836072	0.17159334	0.696429412

回転前の因子の解釈

因子1は、因子負荷量のやる気、注意力、集中力、学習態度が正で80%以上の大きな値を示している。通学と生徒数、期待度は小さい値だが、この因子は、向上心に必要な因子と解釈される。因子2は、因子負荷量の学習態度、集中力、注意力が正で小さな正の値を示している。期待度、満足度、コミュニケーション力、通学、生徒数は負の値だ。寄与率が0.17159は低いながらも解釈する必要がある。そろばん教室が、学習態度、集中力、注意力という学ぶ基本を自然に育み、影響を及ぼしていることを意味する因子でもあることが説明される。

【回転後のバリマックス基準値】	23.76981583	因子負荷量と共通性	
	因子1	因子2	共通性
生徒数	0.354096149	-0.578164567	0.45965835
通学	-0.093153418	-0.704842378	0.505480337
やる気	0.853638478	-0.274299453	0.80393884
コミ力	0.186972492	-0.936022186	0.911096246
学習態度	0.893606171	-0.072240627	0.803750698
集中力	0.935190481	-0.161387464	0.90062715
注意力	0.922049011	-0.159069747	0.875477563
期待度	0.421802098	-0.437241355	0.369097012
満足度	0.518370551	-0.60830131	0.638738511
寄与量	3.867631647	2.400233059	6.267864706
寄与率	0.42973685	0.266692562	0.696429412

回転後の因子の解釈

因子1の因子負荷量は、やる気、学習態度、集中力、注意力が大きな値を示している。コミュニケーション力は小さな値、通学は負の値を示し、因子の解釈にはあまり影響を与えていない。やる気、学習態度、集中力、注意力は、基礎力の向上を示す因子と解釈される。

因子2の因子負荷量は、生徒数、通学、やる気、コミュニケーション力、学習態度、集中力、注意力、期待度、満足度がすべて負だが、やる気、学習態度、集中力、注意力は、小さい値を示している。やる気、学習態度、集中力、注意力で基礎学力の向上を示す因子と解釈される。負の値が大きいほど、学習基礎力を培っているそろばん教室への保護者の期待度、満足度が示されていると解釈される。

バリマックス回転の結果は、因子1の寄与量は3.867632、寄与率は0.429737、因子2の寄与量は2.40、寄与率は0.266693となる。2つの因子で3のうちの6.26だけ、すなわち69.6%の情報を説明している。共通性は回転前と同じだ。

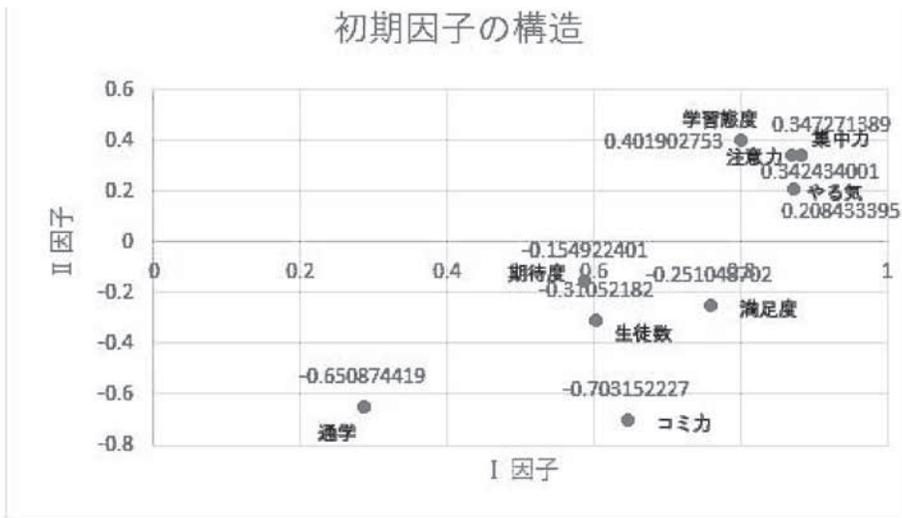
4.2.2.4. 因子得点の推定

【因子得点の推定】

	因子 1	因子 2
先生 1	0.436328678	-0.952480089
先生 2	-0.419974031	0.269287013
先生 3	0.57416179	0.712887605
先生 4	0.404984736	-0.9802719
先生 5	-0.098613204	0.016409305
先生 6	1.053638985	1.706108632
先生 7	-1.520387342	0.296389915
先生 8	0.605505731	0.740679416
先生 9	0.436328678	-0.952480089
先生 10	0.833607967	0.813309238
先生 11	0.88679626	2.32034761
先生 12	0.641911182	0.391872211
先生 13	0.54424622	0.053810615
先生 14	-2.683798822	1.004692282
先生 15	-1.292285106	0.369019738
先生 16	-1.292285106	0.369019738
先生 17	-1.260466063	-1.388408986
先生 18	0.404984736	-0.9802719
先生 19	0.436328678	-0.952480089
先生 20	0.436328678	-0.952480089
先生 21	0.436328678	-0.952480089
先生 22	0.436328678	-0.952480089

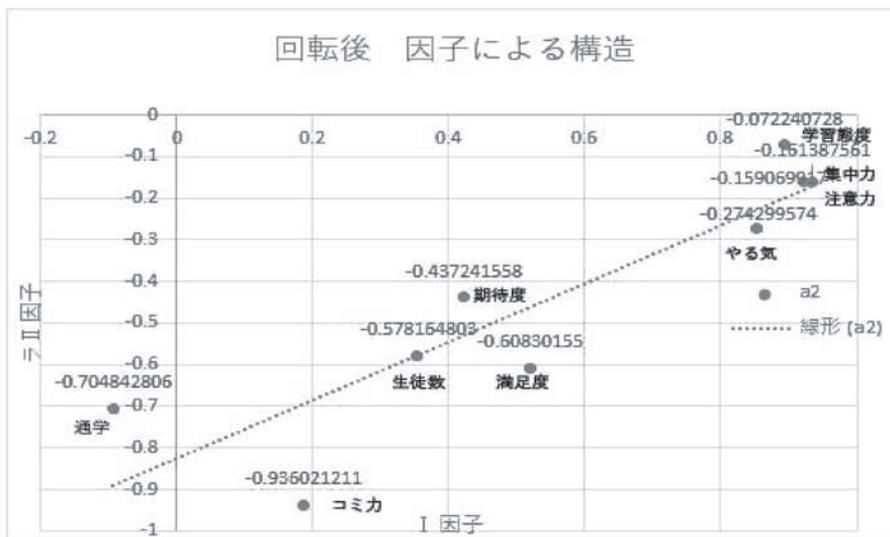
因子得点の推定でバリマックス回転を行った場合、回転後の得点を表示する。因子 1 では 6 番目の先生が高得点をとっている。因子 2 では 17 番目の先生が負の値だが、高い点だ。

因子得点の推定



【図3】

上記の【図3】は、バリマックス回転前の構造を示している。学習態度、集中力、注意力、やる気のグループと、期待度、満足度、生徒数、コミュニケーション能力のグループ、そして、そろばん教室へ通う通学の3つのグループができていることが示されている。



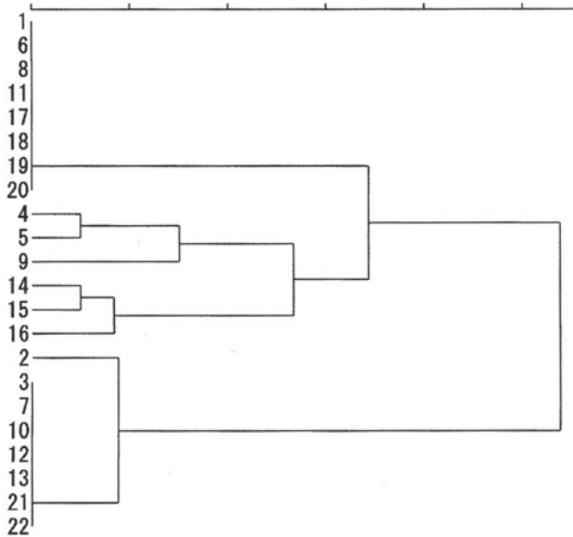
【図4】

【図4】は、バリマックス回転後の構造を示し、学習態度、集中力、注意力、やる気のグループと期待度、満足度、生徒数のグループが同じ線上にあり、並んでいる。この2因子のグループは、相関がある。

4.3. クラスタ分析

4.3.1. クラスタ分析のウォード法の計算値

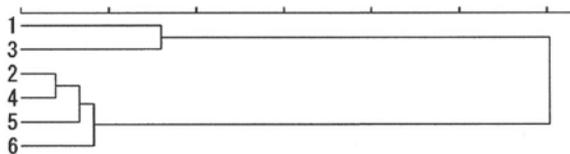
ステップ	平方距離	距離	融合クラスター	
1	0.000	0.000	1	6
2	0.000	0.000	1	8
3	0.000	0.000	1	11
4	0.000	0.000	1	17
5	0.000	0.000	1	18
6	0.000	0.000	1	19
7	0.000	0.000	1	20
8	0.000	0.000	3	7
9	0.000	0.000	3	10
10	0.000	0.000	3	12
11	0.000	0.000	3	13
12	0.000	0.000	3	21
13	0.000	0.000	3	22
14	1.000	1.000	4	5
15	1.000	1.000	14	15
16	1.667	1.291	14	16
17	1.750	1.323	2	3
18	3.000	1.732	4	9
19	5.333	2.309	4	14
20	6.857	2.619	1	4
21	10.756	3.280	1	2



指導の先生の生徒に対する解答の類似性をグループ化すると、4グループのクラスターを認めることができた。

ステップ	平方距離	距離	融合クラスター	
1	2.000	1.414	2	4
2	3.333	1.826	2	5
3	4.167	2.041	2	6
4	8.000	2.828	1	3
5	30.167	5.492	1	2

- (1) 元のデータを使用（正規化されていないデータ）
- (2) デンドログラムは、平方距離に基づいて計算



「英語読み上げ算」を実施している珠算の先生の10) 生徒が英語を好きになったことを聞いていますか？ 11) 生徒が国語を好きになったことを聞いていますか？ 12) 生徒が算数を好きになったことを聞いていますか？ 13) 生徒が理科を好きになったことを聞いていますか？ 14) 生徒が社会科を好きになったことを聞いていますか？ 15) 生徒がスポーツを好きになったことを聞いていますか？のアンケートの質問項目について、ウォード法を用いてクラスター分析を行った。

デンドログラムは、クラスター分析のウォード法を用いている。デンドログラムの左端の数字は1. 英語, 2. 国語, 3. 算数, 4. 理科, 5. 社会, 6. スポーツを意味している。

4.3.2. クラスタ分析の結果

デンドログラムによると、ウォード方法は、2つのクラスターを形成した。クラスターⅠは、1.英語が好きになった、と3.算数が好きになったの2項目を形成した。クラスターⅡは、2.国語が好きになった、4.理科が好きになった、5.社会が好きになった、6.スポーツが好きになった、を含んでいる。結果は、ⅠとⅡの2つのクラスターになった。この2つのクラスターから見ると、従来から分類されている文系と理系は存在しないことと解釈される。

5. 結 論

帰無仮説：珠算の読み上げ算を英語で読み上げても、英語学習への影響と効果は変わらない。以上の帰無仮説は支持された。因子分析とクラスター分析により、「英語読み上げ算」は、英語学習への影響と効果を挙げられていないという結果を示した。影響を及ぼし効果を挙げたというより、むしろ、そろばん学習により、自然に英語学習向上に繋がっていくことを証明されたのである。

日本では、幕末から教育内容の基盤に「読み・書き・そろばん」という基礎的な能力と学力を育てて来た。そろばんは、計算することと計算ができる能力を育てることにある。21世紀に入り、デジタル化が益々進み、そろばんを使って計算することは電子化に相反すると言われて来ている。しかし、そろばん教室に通っている51名の生徒のアンケートを分析すると、デジタル社会に自然に融合しながら、そろばんを使っての計算力、暗算力、さらに集中力、注意力、やる気がなお一層向上している。

謝 辞

常に「数学教育」「日本大学」の為、全力を尽くしてこられた松岡勝男教授の退職記念の研究紀要に拙稿を掲載する機会を与您にいただき深謝致します。さらに、本研究に関してご協力いただいた「英語読上同好会」の伊藤満子講師、松井幸代講師、森永智子講師、原田貴子講師、館野妙子講師、EALの中西章講師に対して感謝の意を表します。

参考文献・図書

1. 奥野忠一、芳賀敏郎、久米 均、吉沢 正『多変量解析法』（日科技連、1981）pp. 323-372
2. 柳井晴夫、高木廣文ほか『多変量解析ハンドブック』（現代数学社、1986）pp. 183-223
3. 本多正久、島田一明『経営のための多変量解析法』（産業能率大学出版部、1977）p. 119
4. Ibid., pp. 119-121
5. Ibid., p. 155
6. Ibid., p. 155
7. Ibid., p. 156
8. Ibid., pp. 156-157
9. 柳井久江『エクセル統計 実用多変量解析編』（オーエムエス出版、2005）p. 116
10. Ibid., p. 116
11. Ibid., p. 118