

手段を目的化しない ICT 活用方法の提案

～偏差値の包括的理解を例に～

Proposal for Utilizing ICT to Prevent Means Becoming the End

宇 多 賢治郎

UDA Kenjiro

手段を目的化しない ICT 活用方法の提案

～偏差値の包括的理解を例に～

Proposal for Utilizing ICT to Prevent Means Becoming the End

宇 多 賢治郎¹

UDA Kenjiro

キーワード：virtual とヴァーチャル、実質と仮想、補助と代理、専門と教養

要旨：本論文は、教員や教員を目指す学生を主な読者と想定し、教員が業務で活用する、という目的を踏まえた上でICT機器の利用価値を確認し、それに基づいた活用方法を提案する。また、活用方法の例として、テストの結果を偏差値に変換する作業を、Excelにしてもらうための効率的な方法論だけでなく、利用者の理解度を高め、維持するファイルの作成方法を包括的に説明する。ここで言う包括的な説明とは、Excelを使った偏差値の計算をただ習得させるだけではなく、偏差値を教員として説明に用いる際に必要な知識や、実際の処理作業で発生する問題の対処方法などがつながった、実用性の高い知識や技能を習得してもらうための説明であることを意味する。

1. はじめに

Mark Twain “The past does not repeat itself, but it rhymes.”

筆者は、教育学部また教職大学院で、主に社会科の教員を目指す学生に、経済を教える役割を担っており、本論文は授業や指導の一部をまとめたものである。内容は、主に教育学部の選択必修科目「経済学講読Ⅰ」で行なっている授業内容に基づいている。この科目では「講読」、つまり「書物を読み、その意味・内容を解説したり、論じたりすること。」(大辞林)の方法を教える一環として、統計データやそれを加工した表やグラフを読解する方法、また説明に必要な資料を自作する方法を習得することまでを、包括的に教えている。このような一般的な「講読」の定義から外れた授業を行なっているのは、ICT機器の普及による。ICT機器の普及により、購読の意味が、データやグラフを含む様々な形態の情報を読解する能力、またICT機器を使って自身でデータ処理から資料の作成を行う、派生的な「講読」の技能の必要性が高まったためである。

このような授業や指導の経験を踏まえ、本論文ではまずICT機器を活用すること自体の根源的意義を確認する。つまり教育現場のICT機器の導入の際、「目的や原理 (principle)」を確認し、それに基づいた実用的な使い方を提案することを確認する。次に、教員の業務に必要な技能を身に付けさせるという「目的」に基づき、実用性を追求したICT機器の活用方法を説明する。なお、本論文は巷のICT機器に対する要不要の討論に参加するものではないことを明言しておく。「ICT機器は道具、手段」でしかなく、目的を明確にし、適切性を考慮して用いるものだからである。

そのため、今回の説明ではテストの点を偏差値に変換する方法を例にする。また、説明の目的は教員としてその数値を指導などの説明の場で用いる知識と、実際の計算を自力で行える技能をつなげることとする。そして、この目的を達成するための「目標」、つまり理解する知識、習得する技能を「単純な数値、少ないデータ数であるなら、手計算でも計算可能にしておく」、「現場で生じるミスやトラ

ブルが起こらないような状況を整える」、「計算結果の意味、その数値の持つ性質を多面的に説明できるようにする」の三点とする。

この提案に対し、専門家の「統計学では偏差値は教えない」といった、体系化された教育方法に即さないという主張がある。確かに、偏差値は統計学の授業ではまず教えない、教育現場に限定された垂流な使い方ではない。しかし、統計学に基づいて加工された数値に触れる機会は増えているものの、多くの人、特に教員にとって統計学の中で偏差値ほど深く、長く関わる数値は他にはないはずである。そこで、このような専門性とその教育方法の伝統に対する執着は置いておき、有用性を優先させることにした。

また、実際に関係する教員の「偏差値の計算を、教員が自身で計算しなければならない機会はまずない」という主張もある。確かに、多くの教員にとって偏差値は自身で計算するものではなく、与えられる数値であろう。しかし、進路相談をはじめ教育の場で、偏差値の計算方法や目的を理解しないことによる誤解に基づいた、生徒の進路決定に支障をきたしかねない説明がされていることがある。このような誤用を減らすため、目的と計算方法を結びつけた実用的な説明が必要と考えた。

また、本論文では数学や統計学の授業では想定していない、現実の処理作業で生じる問題を回避する方法も説明する。このような現場対処の方法を示すことは、他の業務の処理を効率化させる知識や技能を習得することにつながるからである。また、専門家以外の人にとって、少しでも理解が進むよう、また後から確認する際、おおよそのことは本論文だけで済むようにしたためでもある。

なお、本論文は論文よりも「エッセイ」形式で、あくまで自分の方針を示し、それに基づいて方法論を説明することを優先する。そのため先行研究の分析、評価、批判はしないことを明記しておく。

2. 前提

2-1. 「手段の目的化」という倒錯

まず、本節では前提として、ICT機器を用いる際に重視すべき要点を整理するため、ICT機器を使う上でも陥りがちな「手段の目的化」という「倒錯」の性質を確認する。このようなことをわざわざ説明しなければならないのは、ICT機器の利用に限らず、根本を無視することで違える、という失敗が日々おきているからである²。

このような失敗の原因の一つに、言葉の定義が共有されていないことがあげられる。使う人と聞く人の理解が異なり、それを解消しないまま作業を進めれば、混乱を招く原因となる。そのため、孔子は『論語』で「必也正名乎（必ずや名を正さんか）」、つまり自身が政治を行う際は、まず用語に対する認識を同じにする必要性を説いた³。

これを踏まえ、まず本論文が問題とする、「手段の目的化」の意味を確認する。「手段の目的化」という倒錯は、様々な論分や文献で主題にされている。これらの議論は注で文献を紹介するにとどめ、説明を続ける⁴。

そこで、これまでの論文と同様に、まず「目的」と「手段」の意味を確認する。

まず、「目的」の意味を確認する。

目的（大辞泉）

- 1 実現しようとしてめざす事柄。行動のねらい。めあて。
 - 2 倫理学で、理性ないし意志が、行為に先だって行為を規定し、方向づけるもの。
用法 目的・目標——「目的（目標）に向かって着実に進む」のように、めざすものの意では相通じて用いられる。
- ◇ 「目的」は、「目標」に比べ抽象的で長期にわたる目あてであり、内容に重点を置いて使

う。「人生の目的を立身出世に置く」

- ◇ 「目標」は、目ざす地点・数値・数量などに重点があり、「目標は前方三〇〇〇メートルの丘の上」「今週の売り上げ目標」のようにより具体的である。

この説明の補論では、「目的」が「抽象的で長期にわたる」としているのに対し、「目標」ではより具体的で「目ざす地点・数値・数量などの重点」があると説明している。このことから、違いは達成する度合いを明確にするかになる。本論文の目指すところは「できるようにする」という「目標」であるが、「包括的な理解をさせる」という曖昧な「目的」もある。そこで、本論文では区別せず、「目的」で統一する。

次に、「手段」の意味を確認する。

手段（大辞林）

目的をとげるのに必要な方法。

本論文が「手段」と位置付ける ICT 機器の性質は、「道具」の項目から確認できる。

道具（大辞泉）より抜粋

- 1 物を作ったり、何かをしたりするために用いる器具の総称。
- 2 他の目的のために利用されるもの。また、他人に利用される人。手段。

これらの説明を踏まえると、ICT機器を教育に用いる際は、「道具」に対する二つの説明の違いを意識することが必要であることが分かる。「道具」の二つの意味の違いは、道具を使用する人の必要性による。項目1は、「したりする」という説明から、目的を達成する人が能動的に手段を用いることを示している。つまり、この場合の道具は「補助」、身体、頭脳や手足の延長上にあり、拡張させる働きがあることになる。これに対し、項目2は「利用される」という説明から「代理」、つまり人や機械に自身の代わりをさせる働きがあることになる⁵。

この違いを示すため、例として算盤と電卓を比較する。算盤と電卓は、どちらも計算結果を出すために用いられる。その違いは、算盤は「補助」、「自身で行う」のを手助けする道具という性質が強く、電卓は自身以外の存在に「させる」、「代理」という性質が強いことである。算盤や手計算の場合、計算自体は本人が行なっていることから、道具は「算盤」でなく「紙と筆記用具」でもよい。しかし、計算を自力でできない人にとって、「紙と筆記用具」は「電卓」の代わりにはならない。「電卓」は操作により、「命令」(command) ができれば良く、その人自身の計算能力の有無に関わらず、計算結果を得ることができるからである。

このことから、問題は「命令」ができれば計算能力の有無に関係なく、計算結果は得られることを良しとするか否かにかかっていることになる。例えば、業務なら、自分で計算ができなくても、計算結果を提出すればよいのだから、問題にならない。しかし、教育や訓練の場で目的が計算能力の習得である場合、計算結果が記入されている用紙の提出が、児童・生徒の努力したことを示す証拠、場合によっては計算方法の習得したことの証拠でなければならない。

このような、「補助」と「代理」という二つの性質が、「道具」に同居していることを踏まえ、教育の目的に知識技能の習得があると考えるのなら、ICT機器の使用は「補助」に限定することを勧めたい。つまり、児童や生徒が自身の知識や技能ですべき作業を妨げるような使わせ方をさせるべきではない。例えば、宿題を保護者が手伝うとする。この場合、知識や技能の習得を目的にした「補助」

の場合は、行き詰まったところでヒントを与えることに限定するなど、教育という目的に沿った判断により、調整がされるはずである。このことから、このような「補助」はするが「代理」はしない、といった判断をAIができるようになるまでは、学習に役立つところが妨害要因として扱われても、不思議なことではないことになる。

2-2. 「ヴァーチャル」と「virtual」の違い

次に、「手段の目的化」が生じる原因が、ICT機器が持つ「バーチャル」という性質に対する理解にあることを確認する。そのため、まず日本語の「バーチャル」の意味が、本来の「virtual」から乖離していることを確認する。

まず、国語辞典で「バーチャル」、英和辞典で「virtual」の意味を確認する。

バーチャル【virtual】（大辞泉）

〔形動〕実体を伴わないさま。仮想的。疑似的。「一な空間」「一な体験」

virtual（WISDOM英和辞典）

- 1（名目上または厳密にはそうではないが）実質上の、事実上の
- 2 [IT].
 - 2a 仮想の、バーチャルな、コンピュータによって作られる
 - 2b コンピュータ上の交信による.
- 3 [光学]虚の

この説明により、カタカナの「バーチャル」の唯一の性質である「実体が伴わない」つまり「仮想」は、英語の「virtual」では2番目以降に置かれていること、逆に英語の「virtual」の1番目に置かれた「実質上」、「事実上」という重要な性質は、カタカナの「バーチャル」にはないことが分かる。

そこで次に、「実質」の意味を確認する。

実質（大辞林）より抜粋

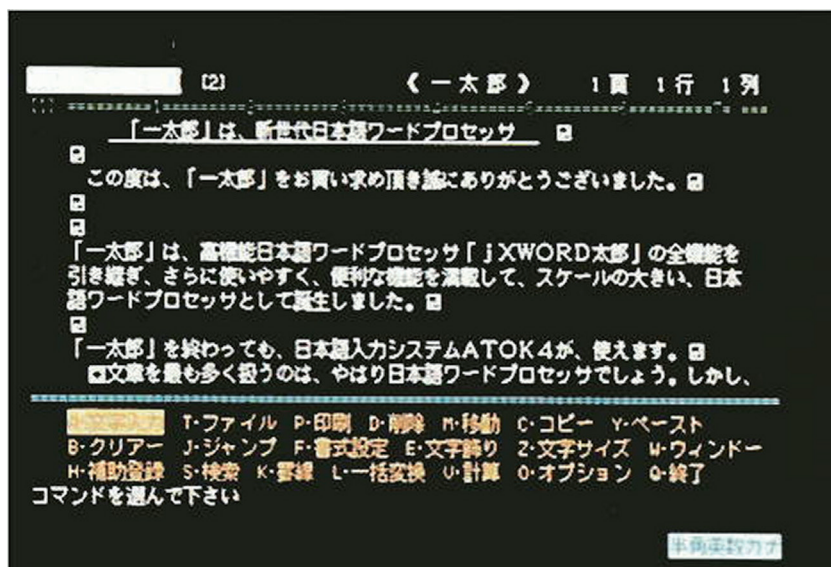
- 1 実際に事物に備わっている内容や性質。「形式ばかりで一が伴わない」⇔形式。

この説明により、「バーチャル」と「virtual」の違いは、「事物に備わっている内容や性質」を踏まえているかどうか、つまり「虚」の世界に構築された「仮想」に「実質」が伴っているか、であることがわかる。つまり、「本質」を無視すれば「実質」が伴わず、その対語である「形式」つまり中身の無いもの、この場合は「目的」を見失ったものとなる。これにより、「手段が目的化」されることになる。つまり、「形式」と「実質」が対立語と位置づけられるかは、その「形式」が「実質」に基づいているか、伴っているかによって決まる。

次に、「実質」を踏まえた「仮想」の意味を確認する。この場合、「仮想」は「実質」、「本質」を抽出したものであり、「みなし」であるはずである。

そこで、次に、ICT機器における再現度を説明する。しかし、今日のICT機器は技術発展による高性能化により、「みなす」ことによって捨象されている部分が少ない、つまり再現度が高いため、参考にしにくい。そこで、抽象化の度合いが高くせざるを得なかった、初期のワープロソフトの画面を用いて説明する。

図1は、1985年に発売されたワープロソフト、初代「一太郎」の画面である。



大重（2023）より引用。

図1 抽出された「本質」の例（昔のワープロソフトの画面）

図1の文字の色が白、紙にあたる背景が黒なのは、今日の「ダークモード」のように、利用者の目を守るために白黒反転させているのではない。これは当時の機器の性能が低いことにより、この程度の再現度しかなかっただけである。また、機能も現在のWindows標準の「メモ帳」程度か、それ以下であった。しかし、「原稿用紙に字を書く」つまり行数と1行あたりの文字数を設定し、文字を書き込んでいくという、当時の原稿用紙の上で行なっていた執筆作業の代用は果たしていたので、これで十分役割を果たせていたのである⁶。

これが機器の処理能力の高度化に伴い、「WYSIWYG」（What You See Is What You Get）、「（画面に映っている）見たままのものが、そのまま得られる（印刷できる）」ことが可能になり、今日のようにキーボードだけでなく手書きや音声による文字入力、ついにはAIを使った文章の自動作成まで可能になっている⁷。

その一方、現実がそのまま仮想空間に落とされているわけではない。例えば、「WYSIWYG」により見た目の再現性は著しく向上したが、画面の見え方と実際の印刷物の大きさを正確に揃えること、つまり画面の1cmを印刷物の1cmに合わせることは重要視されていない。一方、執筆、推敲、編集などそれぞれの作業をしやすいう、仮想の世界でしかできない拡大と縮小が容易になっている。つまり、試し刷りをしてみたら文字が小さく読みづらいなど、想定外の問題が生じ、追加の修正作業が必要になった等の問題が生じる可能性は残されたままになっている⁸。

一方、このような「本質」の抽出化が進むと、その基である実際の作業を経験しない人が増えることになる。これにより、画面内という仮想空間が現実の作業の一部を抽出して作られていることに対する理解がないまま、ただキーを押すことになり、表意文字である漢字を自分で書くという機会は失われることになる。つまり、手書きという作業を通じて文を書くことで、結果的に書くこと、考えることの訓練であった書き取りは、ICT機器を使うことで画面という「仮想、虚」の上に「文字を表示させるための操作」だけという、本来の教育目的から逸脱したものになる。

2-3. 専門と教養の違いと、教育目標の確認

このような、ICT機器の性質に加え、それ以前から生じている、科目や分野という「手段の目的化」が一因になっていることを確認する。そのため、ここでは専門と教養の違いを確認する。ただし、二

つの違いの説明は、宇多（2019a）などで行なっているため、今回必要な箇所のみ扱う。

「専門」は、英語では「specialty」、「technical」であり、その名の通り特殊な知識や技能を意味する。このことから、それを知るべきなのは、その仕事や責任を担う一部の人だけでよい。これに対し、「教養」は「liberal arts」、「職業や専門に直接結びつかない教養。また、そのための普通教育。」（大辞林）である。つまり、多くの人がある程度できていることが望ましいもの、また直接役立っていることが意識されにくい性質を持つものである。

このような専門と教養の違いを踏まえ、ICT機器の発展や普及の経緯を確認する⁹。まず、Personal Computer（以下、PC）の登場以前は、専門性の高い機器であったことを確認する。コンピュータは、1970年代頃までは国家プロジェクトレベルの採算度外視で研究、開発される秘匿性、機密性の高い機器であり、また1970年代以降は、大企業や研究機関など限られた組織だけが持つ超大型の機械であった。しかし、1980年代あたりから現れたPCの登場で、その名前の通り個人で所有、利用するようになり、使用用途も研究や事務処理に限らず、趣味など多様になっていった。

これにより、ICT教育も一部の人が学べばよい専門性の高い処理作業等のTraining（技術訓練）から、多くの人学ぶ生活を豊かにするためのEducation（教養教育）に変化した。このような変化により、プログラミングをはじめとする一部の人しか使わない専門的利用方法と、メール等の文章作成のように誰もが使う教養的利用方法の二つが、一つの機器に対して併存して行われるようになった。また、後者の教養的、日用的使用はスマートフォンで済むようになったため、業務処理はPCで、日用はスマートフォンでという二分化が生じた。これにより、PCがない家庭が増え、三角定規や縦笛のように、学習用としてわざわざ用意しなければならないものになった。

以上の変化を踏まえ、この変化により生じる、専門的な知識を前提とする計算処理のために使う人と、そういう作業に縁がない人の意識の乖離を説明する。専門家や業務で使う人たちは嫌でも「しょっちゅう」使う、しかもあてがわれた業務に即した、特定の使い方をすることになる。また、それを専門、生業とする以上、日々使わない内容も包括的に知っていなければならない、とされる。そういう人にとって専門的な処理は日用であり、「しょっちゅう」計算を行う状況、周りにその分野に詳しい関係者がいるという環境にいることになる。これにより、ただ計算するだけでなく、計算ミスを防ぐ、より効率的に行う、他者に対して手順を説明できるなど、副次的知識を経験、周りの人の影響、また失敗などにより、嫌でも身につけることができる環境が整うことになる。

逆に言えば、高度な計算処理を行う機会がない状況にいるそれ以外の人たちには、このような機会が与えられていないことになる。このことから、教養教育としてのICT機器の使い方を教える際は、上記のような状況にいない人たちを対象に、その機会の不足を補う授業内容が必要になる。そこで、本論文では専門と教養の違いを踏まえ、数学、統計学という分野の専門教育だけでなく、教員にとっての日用、実用を含めた、教養性を意識した方法論の説明を行う。

3. 偏差値の計算の確認

3-1. 統計学教育における偏差値の軽視

前節を踏まえ、表計算ソフトを使って、テストの点数を偏差値に換算する方法を説明する。そこで、教員の業務内容を想定し、教員が説明で困らないようにするため、少数かつ単純な数値なら手計算でもできない程度は理解を目的とする説明を行う。

そのため、初めに教育現場における偏差値の扱われ方を整理する。まず小中高に通う児童、生徒からすれば、偏差値は受験の際、特に高校から入試まで「しょっちゅう」目にし、気にするものである。しかし、計算が困難なこと、また計算に必要な他の人の結果を手に入れることが困難なことから、偏差値を計算することはまずないであろう。また、高校の「数学B」の「統計」の教科書を見ても、偏

差値は説明されていないようである¹⁰。

次に、教員の業務内容を踏まえると、偏差値は「しょっちゅう」目にし、また生徒に指導をする際に用いることになる。しかし、偏差値の計算は業者などに任せ、自身で計算することはほぼなく、仮に自力で計算するとしても、その機会は3学期の中間試験、期末試験と、多くても年に6回程度であろう。このことから、教員にとってExcelというソフトを使うこと、また偏差値を説明で使うことは「しょっちゅう」でも、偏差値の計算自体は「めったにしない」ことであることがわかる。

このような「めったにしない」ことをする場合、目先の作業だけで手一杯になり、作業全体を俯瞰する余裕はない。そして、ノートやマニュアルなどを確認しながら、遅々として進まない作業を行い、慣れている人なら感じないストレスにさらされることになる。

このような状況を踏まえ、筆者は社会科の経済教育の一環として統計学を教えるにあたり、「めったにしない」人のための「実用、日用」を優先、説明している。つまり、「専門分野としての体系的で高度な知識」ではなく、「ICT機器が普及した状況で、必要に対処できること」を優先している。このような目的の場合、例えば「Excelの関数を使って、代わりに計算してもらおう」ことは、その計算方法の理解と数値が持つ意味を包括して理解する、という目的にとって妨げでしかない。その人のしていることは、自分ではない誰か、あるいは人ではない電子機器なども含む「代理」に計算をしてもらい、その結果を意味も分からないまま、ただ他人に渡すだけになるからである。

また、偏差値は教育界隈でしか使うことがないであろう、「統計学」の応用的な、垂流な利用方法である。しかし、日本で受験を経験した多くの人にとって、偏差値はおそらく最も身近であり、おそらく唯一の統計学の活用方法のはずである。また、数学や情報を担当しない多くの教員にとっては、おそらく唯一の日用、実用的な統計学的知識であろう。

一方、偏差値計算の大変なところは、データ数が多いこと、数値の桁が多いこと、また計算処理の負担が大きいことである。しかし、これらはICT機器が「補助」してくれるのだから、教員はデータ数が少なく、数値が単純で、割り切れるなど処理上の負担が小さいデータであれば、手計算でもできる程度の理解があればよいことになる。

それよりも、偏差値計算によって得られた数値の意味を、児童や生徒、また保護者等に説明するための知識の方が重要であろう。しかし、そのような理解から遠い説明がされることがある。例えば、「受験者全員が偏差値60をとることを目標にする」、「100点（満点）をとった人が偏差値60に達しなかったから勉強不足と責める」といった実例が、それにあたる¹¹。ちなみに、「受験者全員が偏差値60をとること」は学外にも受験者がいる模試などなら可能かもしれないが、学内のテストなら不可能である。また、「100点（満点）をとった人が偏差値60に達しなかった」ことを責めることは、理不尽な行為でしかない。

3-2. 平均の確認

このことを踏まえ、統計学の授業では既知とし、扱わないかおざなりにされる基礎部分を確認する。まず、平均の意味を確認する¹²。

平均（大辞泉）

- 1 大小・多少などの差が少なく、そろっていること。また、そうすること。ならずこと。
- 2 いくつかの数や量の中間的な値を求めること。また、その数値。それらの和をその個数で割る相加平均をいうことが多いが、ほかに相乗平均・調和平均などがある。
- 3 ほどよくつりあうこと。均衡。平衡。バランス。
- 4 平定すること。統一すること。

average (The American Heritage Dictionary)

n. Mathematics

A number that typifies a set of numbers of which it is a function.

今回の説明に必要なのは、日本語の2番の「中間的な値」である。

また、以下の説明から、英語では「standard」という意味もある。

標準 (WISDOM和英辞典)

a standard; [平均] an average.

この説明が示すのは、「標準」は「average」、「平均」として訳される性質を持つことである。

この確認作業を行なったのは、言葉の日常的な定義と、専門的な定義は一致しないことがあることにより、誤解が生じることを防ぐためである。

この平均の計算方法を「和訳」すると、「テストの点数を全員分合計して、人数で割る」というものであり、それを計算式で表すと、平均点 \bar{x} の計算式は、次のようになる。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

x_i はある(番号が*i*番目)人の点数、「合計して」が「 \sum 」、人数が*n*だから「人数で割る」が「 $1/n$ 」になる。この数字がクラスの「真ん中」の一つであるから、「標準」、「代表」とするのに向いている数字となる。

3-3. 偏差値の確認

次に、偏差値の計算方法を確認する。その前提として、テストの点数を偏差値に変換する目的を確認する。偏差値の目的の内、今回必要な性質は、ある「受験者」のテストの結果、つまり全受験者における優劣の度合いを直感的に捉えやすい数値で表現し、テスト間でも比較可能にすることである。

しかし、テストの結果は毎回、平均点が異なり、平均点の周辺に分布する様子も異なるものである。そこで、テストというものは、配点を細かくし、大勢が受けた結果を、細かく区切って度数分布表にし、グラフで表せば、図2のようになる「はずである」ものとして、扱うのである。

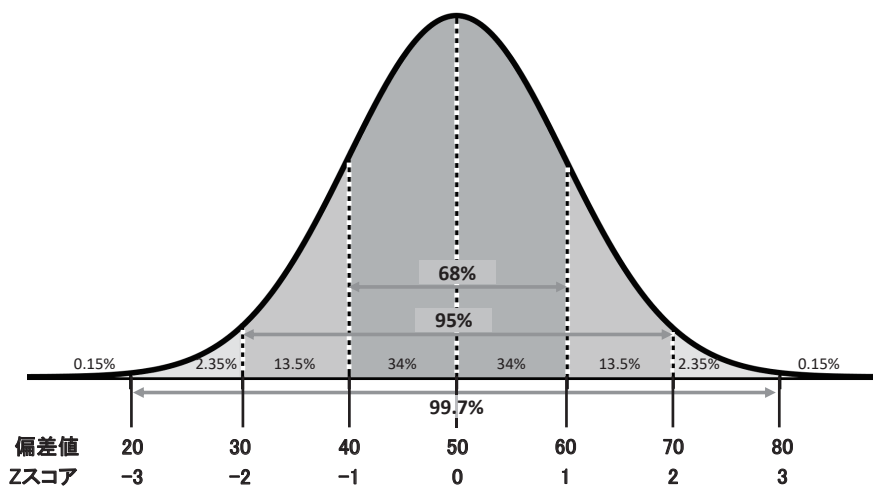


図2 偏差値の計算の手順

図2のグラフは線グラフのように見えるが、横幅を細かくした棒グラフである。また、「はずである」とわざわざ表記したのは、数学では「確率的には」という但し書きがつくことを、意識してもらうためである。実際のテストは、先ほどの条件とは逆に配点の違い、受験者の数などの要因により、棒グラフの横幅が粗くなり、山が二つ以上になる、左右対称でなくなる、裾にコブができるなど、この形から外れた歪なものになることがある。サイコロを振ると同じ目が続けて出ることがたまにおこることがあるように、データ数が少なければ想定から外れた形になりやすいのである¹³。このことから、「確率」は「本来、このようになるはず」ということを意味する、と理解しておけばよい。

また、計算の結果得られた値、「標準化」された値は、例えば「-2から2」のように、よく分からないものになるため、分かりやすい値にしてやる必要がある。そのためには、元々がテストなのだから、その点数に近い値に変換してやるのが望ましいことになる。その変換を行なった値が偏差値であり、これにより計算過程を知らなくても、数値の大きさで、テスト結果の程度を直感的に理解できるようになる。

具体的には、平均点を50に、平均点つまり中心からの散らばり方の尺度（標準偏差）を10に変換する。これにより、先ほどの「-2から2」という、何を示しているかよく分からない値は、偏差値の「30から70」になる¹⁴。

この、各テストの点数を、偏差値に換算する式は、次のようになる。

$$50 + 10 \times (x_i - \bar{x}) \div \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

しかし、この式を見せられても複雑すぎると思う人もいるであろう。そこで次に、この式が義務教育で習っていること、あるいはほとんどの作業が習わずともしていたことであることを示す。

まず、この $(x_i - \bar{x})$ の計算で求まる値を「偏差」という。しかし、この「偏差」の計算、つまりテストの点数から平均点を引いて、その差を求めることは、平均点を知らされた時に、誰に教わることなく無意識にしている、おかしくないものである。

次に、偏差を割っている値、平方根（root）の中の式を見ると、平均の計算と同じ「全員分を合計して、人数で割る」がされていることが確認できる。ただし、この計算では偏差を「自乗」ないし「2乗」しており、その値に「全員分を合計して、人数で割る」計算をして求めた値の平方根を求めている。

この計算に対する統計学的説明は、世にあふれんばかりにある専門書や参考書に譲り、ここでは数学と縁が深くない人向けの、直感的な説明にとどめる。

まず、偏差を全員分求めて足すと、次の式が示すようにゼロになることを確認しておく。

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = \sum_{i=1}^n x_i - n \bar{x} = n \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \bar{x} \right) = n (\bar{x} - \bar{x}) = 0$$

この説明がよく分からないという人は、偏差を全て足せば、相殺されてゼロになる、ということだけ理解しておけばよい。

次に、中学から高校の数学の確認を行う。中学校の数学で習う「平方根」は、別名「2乗根」である。また「2乗根」は「2分の1乗」である。「乗根」とは、例えば「2乗根」なら「2乗すると、その数値になる」ことを意味する¹⁵。これにより、「ある値を2乗して、その2乗根を求めると、元の値に戻る」ことになる。

このような関係から、2乗を求めることによって、マイナスをプラスに転じて合計しても相殺できるようにしてから計算し、その結果の2乗根を求めると偏差の中心、標準とみなせる値を求めるのである。これを「標準偏差」という¹⁶。

このこと、平方根が2乗根、つまり2分の1乗であることを踏まえ、先述の偏差値の計算式を書き換えると、次のようになる。

$$50 + 10 \times (x_i - \bar{x}) \div \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

数学に長けている、「しょっちゅう」使っている人からすれば、このようなわずかな表記の違いをわざわざ示す必要はないと思うであろう。しかし、「めったにしない」人たちからすれば、「平方根」と表記せず「2分の1乗」と表記するというわずかな違いが、Excelに計算をさせることができるかどうかを分けることもあるのである。

4. 表計算上の偏差値の計算手順

4-1. 表計算ソフトを使った計算作業の確認

前節までの説明を踏まえ、次にExcelを使った計算方法を説明する。今回の説明に用いる方法やデータの例は、「教員に偏差値の意味を理解させること」、その達成水準を「児童、生徒に質問された際、うまく伝えられないが、とりあえず自身は理解できている、という自信が持てる」、「単純な数値例なら手計算でも可能である」という目標に沿ったものとする。

そこでまず、授業や技術書の説明では省略される、「当たり前」の見直しから行う。わざわざ「当たり前」なことを確認するのは、「当たり前」を見失っていることが多々見受けられるからである。あるいは、あえて示すことで、無意識にやっていたことを、意識するように仕向けることで理解を深めること、効率化や頭の整理のきっかけとなることがあるからである。

まず、Excelが属する表計算ソフトの、英語名「spreadsheet」の意味を確認する。日本語の辞書には本論文で必要な説明がされていなかったのので、英英辞典で確認する。

spreadsheet (The American Heritage Dictionary)

1. A software interface consisting of an interactive grid made up of cells in which data or formulas are entered for analysis or presentation.
2. A piece of paper with rows and columns for recording financial data for use in comparative analysis.

この説明で、今回重視すべきなのは2番、「with rows and columns」、つまり「行と列を伴う」という部分である。文章が一次元であるのに対し、表には二次元、つまり縦と横があることを理解することが、作業内容を理解する上で重要になる。つまり、表計算ソフトを効率的に使いたければ、他の手法、暗算、手計算、電卓を使った方法が一方通行の一次元（時間）上で作業をしていたのとは別の、二次元で処理を行う方法論を理解することが必要なことが確認できる。

また、表計算ソフトはPCなどのICT機器で動くという性質を活用することも重要である。ここでは「代理」に長けているという性質と「取り消し」ができることの二つになる。このことから、筆者は情報処理や統計学の授業を担当する際は、上手に「命令」できるよう、作業全体の把握、行程の設計、シート状の配置と「Undo」、(元に戻す、取り消す)のショートカット操作（WindowsではCtrl+Z、MacではCommand+Z、以下はWindows仕様で説明する。）などの作業以前の基本を、授業開始時に時間をかけて、確認するようにしている。

4-2. Excel ファイルの設計方針

次に、このようなExcelの性質を踏まえた、偏差値の計算方法を説明する¹⁷。

そのため、まずテストの結果を偏差値に換算する作業をExcelに行わせるために作成したファイルの、設計方針を説明する。本計算ファイルは、筆者のWebページで配布している。式を全て入力したファイルと、練習用のファイルの二つを用意してあるので、実習等に使用していただきたい。

筆者Webページ、「ICT関連」 <https://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~kuda/ict.html>

そのため、まず、今回の作業で活用する、Excelの仕様の内、式で指定したセルが空白である場合の扱われ方の違いを確認しておく。

- ・関数の場合、空白のセルは処理作業の対象外となる
- ・四則演算など、関数を使わない場合、空白のセルは「0」と扱われる

例えば、セルB1が空白の時に、セルA1に式「=B1」と記入すると、「0」と表記されるが、COUNT関数（範囲内のデータ数を数える）の対象範囲にセルB1を含めても空白であるため、結果は変わらない。

次に、Excelシートの設計で、筆者が用いている原則を説明する。

筆者は、効率よく作業ができるよう、かつ作業したことを忘れていても思い出しやすい、把握しやすいよう、以下のルールを設けている。

- ・結果など、重要な項目をシートの左上に配置することを原則にする
- ・隣と同じ性質（式が同じなど）を持つ場合はセルを同じ色で塗り、かたまりで捉えられるようにする
- ・計算部分では、罫線を使わない（式をコピーすると、想定外の罫線が描かれてしまう）
- ・同じ計算は、同じ行、列に揃えて配置し、コピーによって、式の入力の手間を減らす

ただし、色数が限られているため、上下左右と同じ色の場合は同じ式を使うものとし、異なる式の間空白のセルを入れるなどの工夫をする。

また、今回のファイルでは、テストの結果を偏差値に変換する計算の際、次のような配慮をさせるように設計している。

・計算方法は実作業とつなげて理解させる

計算行程の理解を優先するため、「練習用」はデータを少なくしておく。そこで、今回はノートパソコンのモニターに収まるようデータ数を20にとどめ、画面の切り替えにより作業に向けられる集中力が途切れないようにした。一方、計算はExcelに行わせることから、数値の単純化はしていない。

・「めったにしない」人の対応方法

偏差値に対する理解が同じ程度の他の人に引き継がせても困らせないようにしておく。中高の定期試験を想定した場合、偏差値計算の頻度は数ヶ月に1回程度であろう。このことから、「めったにしない」ことなので、忘れてしまうことを想定しておく必要がある。

・汎用性の確保

使いまわしがしやすいように設計しておく。偏差値の計算は行程が多いため、毎回、計算作業を行うことは効率的ではない。そこで、計算手順を理解ができるようになった後の効率化も考え、データを差し替えるだけで計算が済むような、効率的な方法を説明する。

・非受験者など、人数変更への対応

業務での汎用性を確保するため非受験者、つまり病欠など突発的な変更にも対応できるようにしておく。成績評価は0点として扱うであろうが、平均点や偏差値の計算の際は、非受験者を「0点を取った受験者」として扱い、計算対象に含めることはしないはずだからである。

4-3. 作業の分解

次に、前項までのExcelの仕様と設計方針を基に、偏差値の計算をExcelに行わせる方法を説明する。

まず、計算式を確認し、あえて日本語に訳す作業を介することで、行程と各段階の作業内容を確認していく。数学に長けている人、あるいは慣れている状況であれば、計算式が長くてもそれほど苦労することなく済ませてしまうのであろうが、苦手意識を持つ人のためには必要である。

そこで、計算式に手順と作業内容の解説を加え、手順を把握しやすくした。それが図3である。

偏差を標準偏差で割る (比の計算) 全員の偏差を足し、人数で割る

$$50 + 10 \times \frac{(x_i - \bar{x})}{\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}}$$

計算結果を10倍し、50足す

図3 偏差値の計算の手順

図3の手順の説明は、手計算で行うことを前提にしているため、Excelの仕様に合わせて修正する必要がある。「めったにしない」人にとって、このようなわずかなことが、つまづきの原因になることがあるからである。そこで、Excelでの作業を行えるよう、計算を8手順に分け、計算方法を習う校種や科目名、またそれぞれの作業で困難と思われる作業内容を、表1にまとめた。

表1 偏差値の計算の手順

手順		校種、科目	困難な作業
1	平均の計算 合計する 人数を測る 合計を人数で割る	小学校算数	合計の計算
2	各点数から平均を引く (偏差)	小学校算数	人数分繰り返す
3	偏差を二乗	小学校算数	人数分繰り返す
4	作業3の結果を合計	小学校算数	合計の計算
5	手順4の結果を人数で割る (分散)	小学校算数	
6	手順5の結果の平方根 (標準偏差)	中学校数学	平方根の計算
7	偏差÷手順6の結果 (Zスコア)	小学校算数	人数分繰り返す
8	手順7の値を偏差値に換算	小学校算数	人数分繰り返す

表1の色は図3の手順で示した色に対応している。表1を見ると、ほとんどの計算は小学校算数で習うものであり、中学の数学で扱うのは手順6のみであることが確認できる。ただし、手順5、6以外の作業はデータ数が多いという理由から、手計算や電卓で行うことは困難であろう。そのため、Excelに「補助」してもらい、セルのコピーや範囲選択を効率よく行い、負担を軽減するのである。

また、「手順」の数字につけた赤と青の二色は、作業内容の違いに基づいている。この場合の違いとは、「各データにする計算」と「合計を求める、またその合計値に対してする計算」である。この違いを踏まえ、今回は「合計を求める、またその合計値に対してする計算」を上部にまとめて配置した。これにより、「各データにする計算」は下部に置かれ、作業領域よりも下は空白になるため、扱うデータ数が増えたとしても対応がしやすくなるのである。

また、練習用の計算では汎用性を確保しつつ、処理過程が全て一画面に収まるようにしたため、ノートパソコンの全画面設定、標準サイズで開いた場合を想定し、データ数は20、科目数は2とした。

この画面に、作業手順を加えたのが図4、このExcelファイルと、偏差値の計算プロセスと、実際に入力する式の例を並べたものが、表2である。

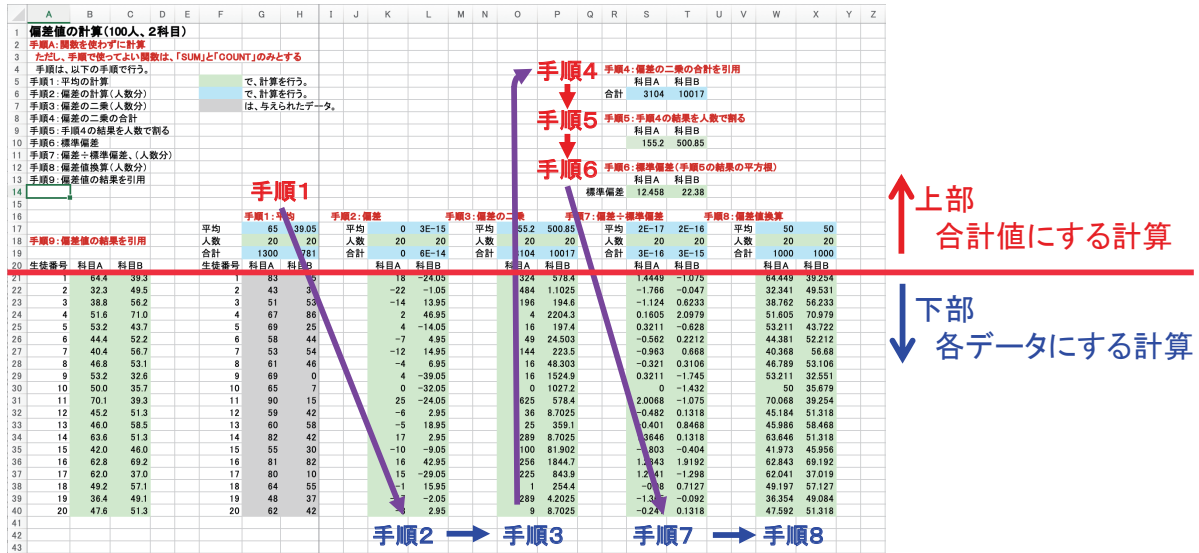


図4 偏差値の計算のExcel化

表2 偏差値の計算の手順 (左上の式、20人分)

手順	作業内容	Excelの計算方法	配置	Excel式
1	平均の計算 合計する 人数を測る 合計を人数で割る	sum 関数	上部	G19 =SUM(G21:G40)
		count 関数		G18 =COUNT(G21:G40)
		/ (除)		G17 =G19/G18
G17 から G19 まで範囲選択、コピーし、H、K、L、O、P、S、T、W、X の 17 に貼り付ける。				
2	各点数から平均を引く (偏差)	- (減)	下部	K21 =G21-G\$17
3	2の結果を二乗	^2 (乗)	下部	O21 =K21^2
4	作業3の結果を合計	sum 関数	上部	O19 =SUM(O21:O40) S6 =O19
5	手順4の結果を人数で割る (分散)	/ (除)	上部	S10 =S6/G18
6	手順5の結果の平方根 (標準偏差)	^(1/2) (乗根)	上部	S14 =S10^(1/2)
7	偏差÷手順6の結果 (Zスコア)	/ (除)	下部	S21 =K21/\$\$14
8	手順7の値を偏差値に換算	*10+50 (乗、加)	下部	W21 =S21*10+50

注：下部の「Excelの式」は、左上に位置する「生徒番号1、科目A」を例として記載した。
残りの部分(20人、2科目分)の式は、それぞれの式をコピーし、貼り付ける。

なお、手順1の説明のように、筆者はExcelで平均点を求める際に、SUM関数とCOUNT関数で求めた結果を割り算するよう指導している。つまり、AVERAGE関数を使うことを禁じている。これは計算内容の理解のため、何をしているかを理解しないまま関数を使わせないという方針と、先述の欠席等の人数変更に対応するためである。

5. 実際の作業で生じる問題の対応方法

5-1. 人数の違い、変更に対応する方法

次に、図4、表2で示した練習用の式を、実際の処理に使えるように加工する方法を説明する。

練習用のシートは、ノートパソコンの画面に収まるよう、20人分を前提に作成した。しかし、実際の受験者数、科目数あるいはテストの回数が、それより多いことに対応するため、シートを加工する必要がある。その際、シートを一から作り直す、つまり式の入力を最初からし直す人も多いであろう。これに対し、ExcelやPCの特徴を活かした、作業量を減らす方法を説明する。

また、このシートの汎用性を増やすため、人数の変更に柔軟に対応できるようにする必要がある。クラスによって人数は異なる、また科目によっては選択により他クラスと混合になることもある。また、転校などの事情で人数が変更することもおこりうる。

そこで、次にデータ数の増減に合わせた改良に必要な考え方を説明する。結論を先に述べると、人数分のデータ、またそれに対する計算結果を扱う関数は、データ数の変更に合わせて式をコピーする範囲を調整することと、手順1と手順4のSUM関数とCOUNTの二種類の式を修正するだけで済んでしまう。

まず、データ数が少なくなる場合、「大が小を兼ねる」場合の対処方法を確認する。先述の、関数や四則演算が空白のセルに対して行う処理方法を踏まえれば、100人分の計算式で20人分のデータを処理することは、下半分の「各データにする計算」が書かれた範囲を20人分に調整し、それ以下の部分に文字、数値を記入しないようにすればよい。つまり、100人分の式で、20人分の処理をする場合は、21人目より下にデータを記入しないというルールを守りさえすれば、ファイルを修正する必要はないのである。

次に、データ数を増やす場合、例えば20人用を100人用に変更する際、つまり「小で大に対応する」ために、しなければならないことは、次の二つだけである。

- ・シートの上部の「合計値に関する計算」の、データの範囲を20人分から100人分に増やす
- ・シート下部の受験者ごとに行う、計算の範囲を20人分から100人分に増やす

まず、図4のファイルでデータ数を20から100に増やすには、シートの上部「合計値に関する計算」にある、SUM関数とCOUNT関数を使った計算式、カッコ内の数値「40」を「120」に変更する。これらの関数で指定している範囲は「21行から40行まで」であり、20番目の数値が配置されている「40行まで」を100番目の数値が配置されている「120行まで」に変更するのである。

次に、二つ目のデータ数を20から100に増やすため、以下の操作を行う。

- ・セルK21からX21まで範囲選択し、コピー (Ctrl+C)
- ・セルK21からX120まで範囲選択し、貼り付け (Ctrl+V、または「Enter」キー)

このような効率的な変更方法を見つけるためには、作業行程を把握した上で、設計することが必要である。つまり、偏差値の計算をするだけでなく、作業内容の効率化のための包括的な把握の上で、目的に合わせた調整作業が必要になる。

ただし、このような効率化を行うにあたって想定しない、「予期せぬ問題が起こりうる」ことは警告しておく。どれだけ慣れていても、計算の構造が複雑で作業の効率化を図れば、想定外の問題を起こす可能性が高まり、検証作業でも取りこぼしが起こりうる。そのため、検算など検証を作業に組み込み、確認をすることは、どんなに慣れていても必須である。

5-2. 非受験者を処理から外す方法の追加

次に、非受験者を偏差値計算から外す方法を説明する。まず、今回は「非受験者」であることを示すための表現として、「-」を用いる。これにより、Excelでは数値、つまり計算処理される値は自

動で右揃え、それ以外の文字列は左揃えになる¹⁸。

表2の手順1～8を確認すると、「-」がある、つまり計算処理を避ける必要がある箇所は、人数分計算を行う、シート下部の手順2、手順3、手順7、手順8の4箇所になる。これらの手順では四則演算が用いられているため、「-」により計算ができなくなり「#VALUE」、つまり「入力した数式に問題があるか、参照先のセルに問題があります」(Microsoft Supportの説明による)が表示されることになる。これに対し、シート上部の内、手順1(平均の計算)は「-」があってもSUM関数とCOUNT関数では無視されるため問題にならないため可能である。

そこで、「-」に対する処理方法を説明する。まず、結果的に式を修正する必要があるのは手順2と手順8の二つだけであり、残る手順3と手順7は変更する必要はない。偏差の合計や平均はゼロとなることから、手順2では、「-」の部分の偏差の計算結果を「0」に置き換えても、問題にはならないからである。ただし、「0」と置き換えることにより、上部の人数は100、つまり全受験予定者の数になる。また、手順2で「-」を「0」に置き換えたのに合わせ、手順8で行う処理が追加される。

以上を踏まえ、まず手順2でIF関数を使って条件を付け、点数はそのまま残し、「-」を「0」に置き換える方法を説明する¹⁹。

例えば、表2の手順2の左上の「偏差」の計算には、次のように加筆する。

$$K21=IF(G21="-",0,G21-G$17)$$

青字の部分が、加筆箇所である。この式は、入れ子型つまり関数の中に関数を入れる形式をとっている。つまり、条件付けの式で、「-」であれば「0」とし、それ以外、この場合は点数が書かれている場合は「偏差」の計算を行う、となる。つまり、空白は0点として処理されてしまうので、注意が必要である。それを回避する方法は、表4で説明する。

しかし、この式の構造を一目で把握することは、慣れていない人には難しいであろう。

そこで、まず入れ子型にせず、式を二つに分けて示す方法を説明する。つまり、IF関数を使った条件付けと計算方法を分けて、別のセルで行う方法を示す。

その作業画面の画像が、図5になる。

Figure 5 shows an Excel spreadsheet with the following structure and annotations:

- Row 1:** 偏差値の計算(100人、2科目、非受験者あり)
- Row 2:** 手順A: 関数を必ず計算
- Row 3:** 手順B: 関数を使わずに計算
- Row 4:** 手順C: 関数を使っていない関数は、「SUM」と「COUNT」、「IF」のみです
- Row 5:** 手順D: 手順1: 平均の計算
- Row 6:** 手順E: 手順2: 偏差の計算(人数分)
- Row 7:** 手順F: 手順3: 偏差の二乗(人数分)
- Row 8:** 手順G: 偏差の二乗の合計
- Row 9:** 手順H: 手順4: 手順4の結果を人数で割る
- Row 10:** 手順I: 手順5: 標準偏差(手順5の結果の平方根)
- Row 11:** 手順J: 手順6: 標準偏差(手順5の結果の平方根)
- Row 12:** 手順K: 手順7: 偏差÷標準偏差
- Row 13:** 手順L: 手順8: 偏差値換算
- Row 14:** 手順M: 手順9: 偏差値の結果を引用
- Row 15:** 手順N: 手順10: 偏差値換算(人数分)
- Row 16:** 手順O: 手順11: 偏差値換算(人数分)
- Row 17:** 手順P: 手順12: 偏差値換算(人数分)
- Row 18:** 手順Q: 手順13: 偏差値の結果を引用
- Row 19:** 手順R: 手順14: 偏差値の結果を引用
- Row 20:** 手順S: 手順15: 偏差値の結果を引用
- Row 21:** 手順T: 手順16: 偏差値の結果を引用
- Row 22:** 手順U: 手順17: 偏差値の結果を引用
- Row 23:** 手順V: 手順18: 偏差値の結果を引用
- Row 24:** 手順W: 手順19: 偏差値の結果を引用
- Row 25:** 手順X: 手順20: 偏差値の結果を引用
- Row 26:** 手順Y: 手順21: 偏差値の結果を引用
- Row 27:** 手順Z: 手順22: 偏差値の結果を引用
- Row 28:** 手順AA: 手順23: 偏差値の結果を引用
- Row 29:** 手順AB: 手順24: 偏差値の結果を引用
- Row 30:** 手順AC: 手順25: 偏差値の結果を引用
- Row 31:** 手順AD: 手順26: 偏差値の結果を引用
- Row 32:** 手順AE: 手順27: 偏差値の結果を引用
- Row 33:** 手順AF: 手順28: 偏差値の結果を引用
- Row 34:** 手順AG: 手順29: 偏差値の結果を引用
- Row 35:** 手順AH: 手順30: 偏差値の結果を引用
- Row 36:** 手順AI: 手順31: 偏差値の結果を引用
- Row 37:** 手順AJ: 手順32: 偏差値の結果を引用

Annotations include:

- 手順1:** 平均
- 手順2:** 偏差
- 手順3:** 偏差の二乗
- 手順4:** 偏差の二乗の合計を引用
- 手順5:** 偏差の結果を人数で割る
- 手順6:** 標準偏差(手順5の結果の平方根)
- 手順7:** 偏差÷標準偏差
- 手順8:** 偏差値換算
- 手順9:** 偏差値の結果を引用
- 手順10:** 偏差値換算(人数分)
- 手順11:** 偏差値換算(人数分)
- 手順12:** 偏差値換算(人数分)
- 手順13:** 偏差値の結果を引用
- 手順14:** 偏差値の結果を引用
- 手順15:** 偏差値の結果を引用
- 手順16:** 偏差値の結果を引用
- 手順17:** 偏差値の結果を引用
- 手順18:** 偏差値の結果を引用
- 手順19:** 偏差値の結果を引用
- 手順20:** 偏差値の結果を引用
- 手順21:** 偏差値の結果を引用
- 手順22:** 偏差値の結果を引用
- 手順23:** 偏差値の結果を引用
- 手順24:** 偏差値の結果を引用
- 手順25:** 偏差値の結果を引用
- 手順26:** 偏差値の結果を引用
- 手順27:** 偏差値の結果を引用
- 手順28:** 偏差値の結果を引用
- 手順29:** 偏差値の結果を引用
- 手順30:** 偏差値の結果を引用
- 手順31:** 偏差値の結果を引用
- 手順32:** 偏差値の結果を引用

図5 偏差値の計算のExcel化

このシートでは、例えば生徒番号2番が科目Bを、生徒番号4番が科目Aを受験していないため、その点数に「-」と記入とし、黄色に塗ることで強調してある。

この該当箇所の手順2の計算結果を見ると、「#VALUE」と表示されている。つまり、「-」により、「偏差」を求めるための引き算ができなかったことを示している。

この図5のシートを図4ただし、130人分に拡張したものと比較したものが、表3である。こちらでも表2と同様に、生徒番号1、科目A、左上の式を例として記載している。

表3 偏差値の計算の手順（非受験者あり、100人、IF関数を別に処理した場合）

手順	作業内容	配置	非受験者なしの Excel 式	非受験者ありの Excel 式
1	平均の計算 合計する 人数を測る 合計を人数で割る	上部	G19 =SUM(G21:G120) G18 =COUNT(G21:G120) G17 =G19/G18	G19 =SUM(G21:G120) G18 =COUNT(G21:G120) G17 =G19/G18
G17 から G19 まで範囲選択、コピーし、K、L、O、P、S、T、W、X、AA、AB、AE、AF の 17 に貼り付ける。				
2	各点数から平均を引く（偏差）	下部	K21 =G21-G\$17	K21 =G21-G\$17
2+	IF関数を使い「-」を削除	下部		O21 =IF(G21="-", 0, K21)
3	2+の結果を二乗	下部	O21 =K21^2	S21 =O21^2
4	作業3の結果を合計	上部	O19 =SUM(O21:O120) S6 =O19	S19 =SUM(S21:S120) W6 =S19
5	手順4の結果を人数で割る（分散）	上部	S10 =S6/G18	W10 =W6/G18
6	手順5の結果の平方根（標準偏差）	上部	S14 =S10^(1/2)	W14 =W10^(1/2)
7	偏差÷手順6の結果（Zスコア）	下部	S21 =K21/S\$14	W21 =O21/W\$14
8	手順7の値を偏差値に換算	下部	W21 =S21*10+50	AA21 =W21*10+50
8+	IF関数を使った「非」の記入	下部		AE21 =IF(G21="-", "非", AA21)

注：下部の「Excelの式」は、左上に位置する「生徒番号1、科目A」を例として記載した。

残りの部分（100人、2科目分）の式は、それぞれの式をコピーし、貼り付ける。

手順2+の式では、「-」の場合は「0」に置き換え、そうでない場合は手順2の結果をそのまま引用するように条件付の指示をしている。

これにより、続く手順3～7までの計算は問題なく行われるが、手順8の計算結果では「非受験者」の偏差値が「50」になってしまうことになる。つまり、非受験者の偏差値は50になることから、平均点以上を取る自信のない人は受験しない方がよい、ということになってしまう。

このことから、元のデータが「-」の場合に限り、受験していないことが分かるよう、計算結果を「-」に置き換える指示が必要になる。しかし、データ処理上の「-」のままでは、計算結果のみを見る人には分かりにくいので、ここでは「非」と示すことにする²⁰。

次に、この手順2+と手順8+の行程を手順2、手順8に組み込む方法を説明する。

IF関数に慣れているのなら、表2の手順2と手順8を表4のように書き換えれば良い。

表4 偏差値の計算の手順（非受験者あり、IF関数を組み込んだ場合、100人分）

手順	作業内容	配置	非受験者なしの Excel 式	非受験者ありの Excel 式
1+	非受験者数を計算	上部		G16 =COUNTA(G21:G120)-G18
2	各点数から平均を引く(偏差)	下部	K21 =G21-G\$17	K21 =IF(G21="-", 0, G21-G\$17)
8	手順7の値を偏差値に換算	下部	W21 =S21*10+50	W21 =IF(G21="-", "非", S21*10+50)

注：下部の「Excelの式」は、左上に位置する「生徒番号1、科目A」を例として記載した。
残りの部分（100人、2科目分）の式は、これをコピーし、貼り付ける。

なお、表4では、手順1+を追加している。この手順1+の式は、科目Aの「非受験者数」を示すためのものである。この式は、科目Bの「非受験者数」も示せるよう、セルH16にコピーする。この手順1+では、COUNTA関数で求めた非受験者を示す「-」を含めたデータ数から、セルG18でCOUNT関数を使って求めた受験者の人数、つまり「-」を除いたデータ数を引いている。これにより、「-」の数、つまり非受験者数を示すことができるようになる。

ちなみに、式は長くなるが、後で式を見た際に把握しやすいよう、次のようにしてもよい。

$$G16 =COUNTA(G21:G120)-COUNT(G21:G120)$$

なお、図5、表3と異なり、表4は図4の配置を変えずに、表3の手順2と手順2+、手順8と手順8+の作業を入れ子型で処理するようにしてある。つまり、青字で示した部分を加えることで、IF関数で条件を付け、条件に合わない場合は偏差（作業2）ないし偏差値（作業8）の計算をするようにしたのである。

これにより、図5と異なり、図4の配置を変えずに、非受験者への対応ができるようになるのである。

6. おわりに

本論文は、ICT機器の使い方を主題にした論文なのに、マーク・トウェインの「歴史は繰り返さないが、韻を踏む」という名言を冒頭で取り上げている。これはICT機器の利用に限らず、日々してしまう失敗の根源的な理由、「本質」を示す教訓だからである。失敗を顧みて、その本質を理解し、学ばなければ「歴史（失敗）を繰り返す」ことは自明であろう。しかし、過去の過ちを繰り返さないとし、失敗を観察し学び、「分かっている」としながらも、その「本質」（virtual）を履き違えることで、似たような結果をもたらしてしまうことがある。これにより「repeat」、同じ失敗を繰り返すことは回避しているとしても、「rhyme」（韻を踏む）、似たような結果に陥いるという、失敗を繰り返してしまうのである²¹。

本論文ではICT機器の利用改善につながるよう、このような「韻を踏む」失敗の原因のうち、「手段の目的化」に焦点を当てた説明を行った。まず、ICT機器の利用ならば、「virtual」（実質）を「ヴァーチャル」（仮想）と捉えていることが、失敗の原因になっていることを示した。そのような行動に至る動機や経緯はともかく、結果的に「virtual」が持つ「実質」、「本質」という意味を重視しない形で抽象化された「ヴァーチャル」（仮想）を大事にし、手段であるはずの「仮想」の利用を絶対視して「目的化」し、本来の目的である「実質」を軽視、無視、時に蔑視、否定までしてしまうのである。

また、このような失敗をもたらす手段の性質として、ICT機器が持つ二つの性質、「補助」と「代理」を明示した。この性質の明示によりICT機器、特にAIが持つ「代理」の機能を使っても、本来の目的である知識や技能の習得には結びつきにくい性質を示した。例えば、計算方法を十分に身につけさせずにExcelで関数を使った計算方法のみを教えても、身につく技能はExcelというソフトに「代理」さ

せるための「命令」にとどまってしまう。また、「代理」による効率化が基本知識や技能の習得に適さない性質を踏まえ、ICT機器を「補助」的に訓練の手段として用いる必要性を説いた。そして、これらの状況を踏まえ、ICTの活用方法の一例として、Microsoft Excelを使った偏差値の計算方法を、教員の業務の効率化に役立つ原理から方法までの包括的な作業方法を提案した。

なお、今回の説明はあくまで一人の教員が、自身の業務の範囲内でICT機器を活用し、効率化する方法を示すのにとどまっている。つまり、「組織（学校）運営に必要」、「児童、生徒の人物形成に役立つ」といった、別の問いには踏み込めていない。また、これら構造的事象は、そもそも一教員の権限を越えている。例えば、何かしらICT機器を導入するとしても、組織的な合意形成を図る必要がある。また、仮に合意形成が図れたとしても、予算の獲得、工事の日程調整などのLogistics、また教員や児童、生徒に対する指導、訓練が必要になる。つまり、この多くのことはICT機器の使用法の検討によって解決する問題ではなく、組織運営の問題であり、一個人の技能やその修得のための努力、また個人の対応といった裁量の外側のものである。そのため、本論文で説明した個人の対応方法で解決できることと混同し、方法論を構築しようと試みれば、ただ混乱を生むだけになりかねない、ということに注意喚起しておきたい。

Appendix 本論文の内容をより活用する方法

他業務との接続方法（他論文、著書との連携）

本論文の補足として、教員の業務の効率化のため、本論で扱った偏差値の計算とその前後にある作業とつなげる方法を説明する。そのため、関連する筆者の論文や著書を紹介する。

まず、今回の偏差値の計算の概要を含めた作業前半の方法は、宇多（2017）の第7章「データの加工、計算」にまとめている。特に、「7-9. テスト結果の集計」を本論文の偏差値換算と組み合わせることで、成績付けまでの評価の作業が効率化されるはずである。他、アンケートの集計方法をまとめた7-8、本論文と異なる形で偏差値の計算方法を説明した7-10、7-11も参考になるはずである。なお、担当する授業ではこれらの作業、テストの点の入力後から評価までを通して行う、訓練用ファイルを使った実習を行っており、その解説も別の機会に行いたいと考えている。

また、筆者は自身の研究や授業を行いながら、ICT機器の使い方を論文としてまとめてきた。宇多（2017）の補論であるPowerPointの活用方法を説明した宇多（2022）、またプログラム教育の前提として教員が理解すべき要点をまとめた宇多（2020）などを作成している。また、その教材として、関連するプログラムやファイルの公開なども行なっているので活用いただきたい。

誤表記の訂正

宇多（2017）の「6-4. 問題4、問題5前半の解説」、掛け算九九の表を作成方法の説明は、拙著にとって包括的な説明の集大成、山場と言っても過言でない、重要な箇所であった。それにもかかわらず、説明する式を間違えるという失態をしたため、訂正を以下に記す。

以下、赤字が修正箇所になる。

まず、6-4の「Excel上の作業」、手順6の9×9のセルK19に書かれるはずの式は、以下の通りである。

誤：9×9 K19=J11*C19

正：9×9 K19=B19*K10

また、手順7のセルC11に入力する式は、以下の通りである。

誤：=B\$11*\$C10

正：=\$B11*\$C\$10

参考文献一覧

- 井上永幸・赤野一郎 編 (2019) 『ウィズダム英和辞典 第4版』、三省堂。
- 今井むつみ (2024) 『学力喪失 – 認知科学による回復への道筋』、岩波書店。
- 宇多賢治郎 (2017) 『教育の場で「説明する」ためのパソコン術』、学文社。
- 宇多賢治郎 (2019a) 『『経済学』と『経済』教育の乖離 その3 専門と教養の違いがもたらす乖離』、『山梨大学教育学部紀要』、第28号。
- 宇多賢治郎 (2019b) 「スカイラインチャートなどのグラフ描画プログラムを組む方法」、『産業連関 – イノベーション&IO テクニク』、第27巻第1号、環太平洋産業連関分析学会。
- 宇多賢治郎 (2020) 「プログラム教育の前に、教員が理解するための教材の一例」、『教育実践総合センター研究紀要』、第25号、山梨大学附属教育実践総合センター。
- 宇多賢治郎 (2022) 「授業におけるPowerPointの使い方の検討と提示」、『教育実践学研究』、第27号。
- 大重真弓 (2023) 『『一太郎』が『ワード』に奪われた地位『マイクロソフトの戦略に敗れた』、それでも伝説の開発者はITの魅力に夢託す…1985年8月『あれから』<36>』、2023年6月12日、読売新聞オンライン。
(<https://www.yomiuri.co.jp/national/20230610-OYT1T50230/>)
- 片田珠美 (2024) 『職場を腐らせる人たち』、講談社。
- 岸野英治 編 (2019) 『ウィズダム和英辞典 第3版』、三省堂。
- 坂村健、他 (2021) 『高等学校 情報I』、数研出版。
- 週刊文春編集部 (2024) 「キャンペーン デジタル教育で日本人がバカになる！」『週刊文春』、文藝春秋、全4回 (2024年11月14、21、28、12月5日号)。
- 小学館国語辞典編集部 (編) (2012) 『大辞泉 第2版』、小学館。
- 白洲次郎 (2006) 『プリンシプルのない日本』、新潮社。
- スイフト (1729) 『ガリバー旅行記』、原民喜訳、青空文庫。(<https://www.aozora.gr.jp/cards/000912/card4673.html>)
- 戸田良一、他 (1991) 『失敗の本質 日本軍の組織的研究』、中公文庫。
- 服部哲弥、他 (2022) 『数学B』、数研出版。
- 福澤諭吉・小幡篤次郎 (1872) 「初篇」、『学問のすゝめ』、岩波書店。
- 松村明 (編) (2006) 『大辞林 第三版』、三省堂。
- 山田正明 (2024) 「紙 vs デジタル学習：ディープリニング (深い学び) は紙が良い デジタルは覚えにくい、集中しにくい、眼に負担 医学・薬学・看護学生調査」、『富山大学報道資料』。(<https://www.u-toyama.ac.jp/wp/wp-content/uploads/20240529-3.pdf>)
- 山本七平 (1997) 『ある異常体験者の偏見』、文藝春秋。
- Houghton Mifflin Company (2012) The American Heritage Dictionary: Fifth Edition.
- Yamada M, Sekine M, Tatsuse T. (2024) 「Paper-based vs. digital-based learning among undergraduate medical, nursing, and pharmaceutical students in Japan: A cross-sectional study」、『Medical education and training Original research』。(<https://bmjopen.bmj.com/content/14/5/e083344>)

¹ 教育実践創生講座 kuda@yamanashi.ac.jp 筆者Webページ：<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~kuda/>

² 週刊文春編集部 (2024) を参照。その中で引用されている、山田 (2024) のデジタルと紙の使い勝手のアンケート結果では、デジタルは目に悪く、集中と記憶で劣るという意見が圧倒的に多いこと、またICTに期待される「分かりやすさ」も紙と大差ないという結果が示されている。なお、山田 (2024) はプレスリリースであり、元の論文はYamada et al. (2024) である。

³ 『論語』、子路編13-3。

⁴ ICT機器の利用が目的化する際の論点整理として、組織論、心理学、失敗学などの文献を参考にした。ここでは直接説明に用いたものとして、白洲 (2006) の「プリンシプル」(principle)、福澤・小幡 (1872) の学問の「実用」、また教育論や組織

論として片田（2024）、今井（2024）を参考文献として紹介しておく。

- ⁵ 経済学（ミクロ経済学）の理論では、財（商品やサービス）が持つ性質を「補完」と「代替」としているが、今回は道具と人の手足や頭脳の関係性を説明していることから、このような表現にした。
- ⁶ 日本語のワープロソフトが原稿用紙を、英語圏ではタイプライターを前提に設計されていることは、昔の一太郎とMicrosoft Wordを比較することで、推察することができる。
- ⁷ スイフト（1729）、『ガリバー旅行記』の「飛島（ラピュタ）」では、発明のためにガリバーに金をせびる発明家の話が出てくる。その発明をガリバーは馬鹿げていると断じているが、その一つに「この機械を使えば、どんな無学な人でも、何でも書けるのです。哲学、詩、政治学、数学、神学、そんなものが誰にでも、らくに書ける機械」（原民喜訳、青空文庫より引用）がある。これは今日のワープロソフトやAIを使った文書作成にあたり、奇しくも人のする批評や風刺の限界を我々に教えてくれている。
- ⁸ 画面で読むことが増え、印刷をしない出版物も増えていることから、原寸の重要性はさらに低くなっている。
- ⁹ 高校の「情報」の教科書にも、その発展の歴史が紹介されている。例えば、坂村、他（2021）、p. ⑤。PCの設計目的を踏まえれば、その技術や性能を娯楽のために使うゲームなどは、本来の開発目的から外れたものであり、派生的な使い方といえる。
- ¹⁰ 服部、他（2022）を確認。
- ¹¹ どちらも筆者の実体験に基づく。また、似たような体験談も聞いた経験から、それほど珍しいことでもないようである。
- ¹² 厳密には算術平均、相加平均なのだろうが、ここでは「平均」か「平均点」を用いる。
- ¹³ 統計学では、これを「大数の法則」という。
- ¹⁴ 偏差値が0以下、100以上になる確率はそれぞれ約0.00003%、1000万分の3程度しかない。これに0点と100点の壁に阻まれることが加われば、「まずありえない」ことになる。
- ¹⁵ ここでは、「4の平方根は±2である」という数学的に正確な説明はせず、Excelや電卓の計算結果に限定している。ちなみに、筆者は数学、統計学の関係者に偏差値の説明をした際、このような指摘を受けた経験が数回ある。
- ¹⁶ この説明で納得できないという人は、統計の入門書を見るか、何度も計算してみるか、諦めて受け入れることを勧める。なお、「2乗根」を手計算で求めることは、小学校レベルの割り算の応用でもできなくはない。
- ¹⁷ 4節は、宇多（2017）の第7章「データの加工、計算」を参考に、書きおろしたものである。
- ¹⁸ このことからExcelでは、特に計算を行う箇所では、「文字揃え」を使わないことを強く勧める。
- ¹⁹ IF関数およびその前提となる条件付は情報処理の基本であり、汎用性も高いので、この関数は使い慣れておくことを勧める。
- ²⁰ もともと「非受験者」と表記していたが、式が長くなり、表4が見にくくなるため、本論文では短くした。
- ²¹ このような失敗の原因を説明するものとして、山本（1997）の「空気」「員数」、「事大」、戸田、他（1991）の「帰納、演繹の欠落」、他多くの文献があるが、別の機会に紹介したい。