

大学入学共通テスト「情報」サンプル問題の批判的検討

松田 稔樹^{1) 2)}

1. はじめに

1.1 背景

2000年代の学校教育改革は、知識重視のテスト学力から、日常的な問題解決に資する21世紀型スキルの育成へと焦点を移すことに主眼があった(Partnership for 21st Century Skills 2009)。2010年代に入ると、深層学習に基づくAI技術やデータサイエンス、IoTなどの新情報技術が注目を浴び、今までの仕事の半分が新たな仕事に置き換わるとして、Society5.0に対応する能力が注目を集めた。この中で、プログラミング的思考の育成など、情報技術の活用能力が重視される傾向が見られる。

日本でも、2017～18年に学習指導要領が改訂され、小学校からプログラミング的思考を育成するとして、プログラミング教育の導入が決まった。高校の情報科も、これまでは、「社会と情報技術」「情報の科学」という2科目から1科目を必修選択する形だったが、2022年度からは、情報技術の理解に重点を置いた後者の科目を発展させた「情報I」が全員必修になった。

これを受け、2025年1月に行われる大学入学共通テストから、共通教科「情報」が新たに出题されることになった(大学入試センター2021, 文部科学省2021)。今後、各大学で、「情報」の受験を課すか否かの決定が進められるが、朝日新聞Digital(2021)によれば、朝日新聞と河合塾が775大学を対象に行った調査に655大学から回答があり、そのうち85大学が、共通テストand/or個別テストで「情報」を課す方向だとしている。なお、ここで言う「課す」は、一部の学科/方式で課す場合や、必須ではなく選択の対象にする場合も含む。一方、57大学は課さないとし、残りは「検討中」もしくは「わからない」だった。

大学入試が学校現場の教育に大きな影響を与えていることは周知の通りであり、それ故、高大接続改革が議論されてきた。ただし、英語民間試験の導入、記述式問題の導入、e-ポートフォリオの導入、受験機会の複数化、高校卒業認定に資する基礎テストの導入など、

議論されてきた案のほとんどが取り消しになった。「情報」の出题は、数少ない変更の1つだが、前述の調査では、高校現場での指導態勢に対する懸念を指摘する回答もあったとのことである。同様の指摘は他のマスメディアからも報告されている(読売新聞2021)。

前述の調査で「検討中」もしくは「わからない」と回答した大学は、判断材料不足を理由に挙げていた。従来の大学入試センター試験でも、数学②の選択肢として「情報関係基礎」を含めていた大学が一定数あったことを考えると、既に「課す」と決めた大学が「一部」や「選択式」も含むならば、それらの大学は「従来通り」との判断である可能性が高い。逆に、態度を決めていない大学の多くは、これまで「情報関係基礎」を選択肢にしていなかったため、今回、その扱いを検討する必要に迫られており、その判断材料が不足していると認識している可能性が高い。

そこで、その判断材料の一助になるのが、大学入試センターが公表したサンプル問題である。学会のシンポジウム等で、それらの問題に対する解説やコメントがされている例も見られるが、大学入試センターや文部科学省の関係者など、出題を決めた側からの情報発信が多く、当該問題に対する分析は必ずしも十分に行われているとは言えない。

分析が十分に行われていない理由はいくつか挙げられる。1つは、当該問題の作題は大学教員が大学入試センターの委員として非常勤で担当しているが、コメントの多くがそれら出題協力・推進者周辺からなされている点である。もう1つは、出題内容によっては悪影響を受ける恐れがある高校教員の多くが、出題内容分野に必ずしも精通していない点である。例えば、先の指導態勢との関わりでは、情報科の担当教員に専科教員の割合が少ないとか、本来の免許教科ではなく臨時免許で担当している割合が高いとの指摘もある。また、下地ほか(2021)が、統計分野の用語の既知度や「指導のイメージができるか」を聞いたところ、わからない、できないとの回答率が高かったとの報告もある。

1.2 目的

どの教科であれ、大学入試に出题され、学校での学びの成果が適切に評価されて入学者選抜に生かされるなら、それは歓迎すべきことである。一方、入試に出题されることで本来的な学習が損なわれるようなら、

2021年12月13日受付 2022年1月14日受理

1) 東京工業大学リベラルアーツ研究教育院

2) 江戸川大学情報教育研究所

悪影響が大きく、批判されるべきである。その適否を判断するには、出題内容が適切か(あるいは、適切な問題が出題されると信頼できるか)が鍵になる。

本稿では、限られた判断材料である公表されたサンプル問題に着目し、その内容を吟味し、今後、適切な出題が行われると期待してよいか否かを考察する。その際、宮崎・藤村(2021)などが、共通教科「情報」の履修を工業の「情報技術基礎」や商業の「情報処理」など、いわゆる情報関係基礎科目の履修で振り替えるのは不適切であると批判してきたことをふまれば、情報の出題が従来の情報関係基礎と同様の内容であることは不適切であるということになるだろう。そのことは、まず、出題内容の構成が情報関係基礎と同様で良いのかどうかということにも関わる。

なお、入試問題を作成するのは大学教員であり、それらの人たちは、大学で情報科の教員養成にも関わっている。仮に、入試問題の内容が不適切であるならば、教師教育も適切に行われているのかという疑問が生じる。情報科には共通教科と専門教科があるが、Matsuda(2021)は、この区別を明確にすることが重要だとしている。それは前述した共通教科「情報」の履修や入試問題と「情報関係基礎」の履修や入試問題とを区別すべきという考え方と類似する論点である。その意味でも、サンプル問題が情報関係基礎とは異なる資質・能力を問う問題になっているのか、は重要な分析観点になる。なお、違いを明確にするという意味では、情報と数学は異なる教科であるから、この違いが明確かどうかとも重要な分析の観点になる。

2. 出題内容の構成とバランス

2.1 出題内容の概要

サンプル問題は大問3問で構成され、「出題のねらい」(大学入試センター2021)によれば、学習指導要領の情報Ⅰの内容と、表1のように対応しているとされる。なお、内容のアカイかは、知識・技能か思考力・判断力等かという違いなので、ここでは無視した。また、(2)は全項目が列挙されているので、単元名のみを示し、それ以外の項目は、文で示すと長いので、主要な内容項目名を示した。

前述の通り、大学入試での出題が、学校での学習成果の正当で公正な評価として活用されるなら、それは望ましいことである。その際、1つの科目が4つの単元で構成されるなら、1つの大問は1つの単元をカバーし、4つの大問で科目全体をカバーするといった配慮をするのが通例である。数学Aのように単元選択する科目では、各単元から大問を出題し、選択回答させる

表1 情報サンプル問題の各大問と情報Ⅰとの関係

第1問	(1)情報社会の問題解決 (ウ)情報技術が人や社会に果たす役割と及ぼす影響 (2)コミュニケーションと情報デザイン (4)情報通信ネットワークとデータの活用 (ア)情報通信ネットワークの仕組みや構成要素、情報セキュリティ (イ)データを蓄積、管理、提供する方法、情報システムサービスの仕組みと特徴
第2問	(3)コンピュータとプログラミング (イ)アルゴリズムとプログラミング
第3問	(4)情報通信ネットワークとデータの活用 (ウ)データの表し方と収集・整理・分析方法

方式もとられる。このようにすることで、内容選択や履修時間の比重に影響を及ぼさず、各学校の考える指導計画に即した学習成果を公平に評価できる。

しかし、表1を見る限り、情報Ⅰにおいては、出題内容に大きな偏りがあり、各大問の配点が同程度とすると、特定の内容項目の比重が極めて大きい。これは、学習成果を公平に評価するという主旨に反し、学校の裁量を制約する懸念がある。表1では(ア)～(ウ)のレベルで内容項目を挙げているが、実際には第3問は、この中の「データの分析」のみであり、他の問題もより限定的な内容しか出題されていない。大問の中の小問も、単元内容を幅広く出題するように配慮すべきだが、情報では第1問以外ではそのような配慮もない。

3. 第3問「データの分析」

3.1 検討方針

本稿は、松田・萩生田(2021)を端緒に、サンプル問題の分析を深めたものである。当該論文では、従来の情報関係基礎で出題されておらず、新規の出題対象と想定される第3問の分析に焦点を当てている。

なお、上述の通り、情報関係基礎では、各専門教科の該当科目の分析に基づき、出題内容が検討されている。その中には、「データの分析」(特に今回の出題内容にある統計的な分析)は扱われていない。しかし、類似の問題として表計算ソフトウェアの活用が出題されている。よって、当該出題内容と第3問との関係は分析・検討する必要がある。

第3問は、単元内容の一部に焦点化した出題になっており、それでも情報として出題することの意義があるのかが問われる。数学Ⅰにも「データ分析」の単元が存在するため、数学と情報との評価観点の違いが教科本来の目標の違いを反映しているのかも、情報を出題する意義があるかどうかに関わる。

3.2 出題内容の概要

第3問では、カバーストーリーとして、ある年のサッカーワールドカップにおける各チームの試合数、パス、反則、得点数、予選敗退／決勝進出等のデータが与えられた上で、予選敗退チームと決勝進出チームの違いを調べるというミッションが与えられる。予選と決勝のデータが区別なく使われており、チームによって試合数が異なるから、分析前に各変数の値を1試合当たりに変換している。その後、変数間の相関係数と相関図を求め(問1)、パス本数から得点を予測する回帰分析を行う(問2)。さらに、各変数について予選敗退／決勝進出別に基本統計量を求める(問3)。また、反則回数についてクロス集計表を作る(問4)。

以上の通り、各問では、数学I「データ分析」で学ぶ統計量(相関係数や相関図、ヒストグラム、平均や標準偏差など)の知識の活用が求められる。統計量の計算結果等は示されており、その数値等が示す意味を解釈することに重点があるが、計算するのが数学で意味を解釈するのが情報だということではない。むしろ、数学教育として、計算するのは知識・技能、意味解釈するのが思考力・判断力等だと言える。その意味では、分析結果の数値の特徴を読み取るのは数学の問題であり、情報の問題は、その前後で情報技術を効果的に活用する方法を考えることである。

3.3 目的に対するデータの適切さ

この大問の出題範囲は、表1に示した(4)(ウ)であるが、データは与えられているから、分析のみに焦点を当て、収集方法は考えさせていない。その点にこの出題の問題点が潜んでいる。

少し調べれば、予選(リーグ)と決勝(トーナメント)の以下の違いに気づく。まず、括弧内に書いた通り、両者は「総当たり」と「勝ち抜き」という違いがある。前者には引き分けがあり、後者は無い。その結果、前者には延長が無いが、後者には延長やPK戦がある。延長は30分であり、1試合が延長になると、両チームのパス数などは、1/3試合分多くなる可能性がある。

例えば試合数が4なら、延長1試合を含むだけで、1試合当たりの平均パス数は約1.08倍になる。決勝トーナメント全体を通じて延長戦が1回だけなら影響は小さいが、2021年オリンピックの日本チームのように、複数回になる場合もあり、影響は無視できない。

さらに、総当たりと勝ち抜きで、戦い方(戦略)が同じかどうか問題になる。予選は勝ち点方式で、負ければ0点(相手には3点)、引き分けなら双方が1点だから、負けないことが最も重要であり、失点が順位に影

響を及ぼす。一方、勝ち抜き戦では点を取らないと次が無いから、得点が勝敗に直結する。目的が異なれば、戦略も変える必要があり、パスや(最後の防御法としての)反則の使い方も変わる。予選と決勝ではチーム間の力の差の大小も異なり、それがデータに影響を与える。もちろん、90分の前後半と延長戦とでは選手の疲労度も異なるから、パス等の傾向も変わる可能性がある。

以上を考えると、予選データと決勝データをマージして、予選敗退vs.決勝進出チームの違いを分析した時に、予選と決勝の違いと、チームの特徴の違いとを分離して分析できるのか、疑問を持つべきである。情報の出題なら、まず、ここから問うべきであり、少なくとも、予選と決勝のデータを何の検討も無くマージするのは、元データを試合数で割ることと一貫性が無い。

統計分析では、データクリーニングという作業を必ず行うし、諸外国の統計教育の現状を受けて、日本でも、小学校からPPDAC(Problem - Plan - Data - Analysis - Conclusion)サイクルなどの統計的問題解決の手続きを指導することになっている。この出題では、分析(Analysis)以前の作業を無視しており、統計教育の観点からも不適切である。まずは、予選と決勝のデータを比較して、そこに何らかの違いが無いかを検討すべきだし、その検討を省略するなら、予選データだけで予選敗退／決勝進出チームの違いを分析するのが妥当である。扱うデータが不適切であれば、その分析結果から適切な考察はできない。単元内容の一部に焦点を絞っても、適切な能力評価ができるなら良いが、評価すべき能力を問わない出題は不適切である。

3.4 仮説設定の適切さ

問題分析(Problem)や目標設定(Plan)では仮説を設定する。仮説を立てることに否定的立場をとる研究分野もあるが、人間の情報処理能力には限界があるから、不可避免的に情報を選択せざるを得ず、その意味で先入観を持たずに見ることはできない。むしろ、仮説を明確にすることが、それとは異なる対立仮説を明確にし、より多様な検討・解釈を可能にする。

サンプル問題では、小問1～3に仮説は無く、単にどの分析方法を適用するかの方針が示されているだけである。小問4でようやく「反則回数の分布の違いに気づき分析を深める」と仮説らしきものが出てくる。

本来、仮説設定には、分析する現象に対する考察が不可欠であり、「パスや反則が、なぜ、どう得点と関係するのか」の因果関係を想定する。パスをするにはボールの支配が必要だから、パス回数はボールの支配率を意味する。サッカーはテニスなどと異なり、順番にボールをやりとりする競技ではない。一定時間内での両チー

ムのパス数合計は一定数になり、その総数をより多く占有して、得点に結びつける可能性を高める。

ただし、自陣内でのパスミスは失点につながる可能性があるため、早く敵陣にボールを配球する必要がある。ロングパスやドリブルが活用される。ロングパスは精度が低く、奪われる可能性もある。同様に反則も相手にボールの支配権を与える。一方、反則は相手に攻め込まれた時の最終防御手段になる可能性もある。

サッカーは戦略や戦術を競うゲームであり、得点/失点をどう重視し、その獲得/防御にどんな戦略を使うかで、パスや反則の使い方(避け方)が変わる。各選手の総合力やスタミナがあれば、ショートパス中心で全員が攻撃にも守備にも参加すればいい。スタミナ不足なら、守備に力を入れ、ロングパスでカウンター攻撃を仕掛ける戦略が有効かもしれない。

サッカーという競技を分析し、モデル化して仮説を立てることは、情報システムの設計で、問題を分析し、目標を立て、データの活用方針を立てることと似ている。それが単元(4)の目標であり、第4問で本来問うべき資質・能力である。その意味で、サンプル問題の第4問は、分析に焦点を当てている時点で、情報Ⅰの学習成果を問う問題になっていない。

3.5 分析手順の適切さ

PPDACという手順だけでなく、分析に限定しても、その手順が不適切であれば、結果も不適切になる。3.2に述べた小問1～4が出題者の想定する分析手順だが、この手順は、「①全ての2変数の関係を見る⇒②特にショートパス数と得点との関係に焦点を絞って回帰分析を行う⇒③各変数の基本統計量を求める⇒④反則回数と決勝進出の可否との関係を見る」という手順である。

これに対して、仮説を立てて分析するという基本的な手順に従えば、勝敗を決するのは得点だから、決勝進出/予選敗退を決するのは得点の差であろうという仮説を立て、③で2群の違いを分析する。得点の違いは結果であり、その原因が何かを探るために、①で得点と他の変数との相関関係を調べる。そこで主な原因が判明したら、主要因による結果と実際の結果が異なるチームを抽出するために、②の回帰分析を行い、主要因から期待される結果(順位)を求める。そこで上位16チームに入ったが予選敗退したチームと、下位16チームに入ったが決勝進出したチームについて、③または④と同様の分析を行い、差が見られる変数を探す。

以上の手順に基づくとき、まず、小問3の表2の以下の結果(この論文の表2)が重要になる。

表から明らかなように、決勝進出/予選敗退チーム間には、得点で0.66点、ショートパス数で82本程度の

表2 決勝進出/予選敗退チーム別の基本統計量の一部

統計量	決勝進出チーム		予選敗退チーム	
	得点	ショートパス	得点	ショートパス
平均値	1.35	345.76	0.69	263.33
S.D.	0.48	43.89	0.38	42.71

差がある。その差は標準偏差(S.D.)より大きく、 t 検定で1%水準の有意差がある。試合の勝敗がつくには1点差以上が必要であり、決勝進出には、勝ち点か、得失点差か、得点がより多いかが必要である。いずれにしても予選敗退チームとは明確な得点差が必要であり、1試合当たり0.66点の差は、予選3試合で2点程度の差になる。これこそが、決勝進出と予選敗退を分ける要因になる。そして、その得点差を生むのが、ショートパス数の違いであり、これは、試合を支配している(ボール保持)時間の差だとも言える。

この結果を見れば、小問2で「両者のショートパス数が同じだと仮定する」ことの無意味さは明白である。同様に、「0.04点の得点差」が勝敗に影響を与えるかのような議論の無意味さも浮き彫りにする。これらの議論の無意味さに気づかないのは、小問2の分析以前に小問3の分析を行っていないからであり、手順が不適切だと言え。もちろん、基本統計量を出しても、その結果を丁寧に読み解かなければ意味が無い。これは、仮説の有無とも関係する。

ちなみに、小問3の基本統計量を求めた結果に関する発問内容(正誤問題の選択肢)は、概略以下の通りであり、上述の得点差やショートパス数の差など、重要ポイントについて読み取る問いは無い。仮に上述のポイントは正誤の確定が困難で出題できないというなら、そもそも情報を出題対象にする意義が問われる。

- ・ロングパス本数の四分位範囲は、決勝進出チームよりも予選敗退チームの方が小さい。
- ・ショートパス本数は、決勝進出チームと予選敗退チームともに中央値より平均値の方が小さい。
- ・ショートパス本数に関し、決勝進出チームの第1四分位数は予選敗退チームの中央値より小さい。
- ・反則回数の標準偏差を比べると、決勝進出チームの方が予選敗退チームよりも散らばりが大きい。
- ・反則回数に関し、予選敗退チームの第1四分位数は、決勝進出チームの中央値より小さい。

3.6 意味のある分析と意味の無い分析

小問3の基本統計量は、決勝進出/予選敗退チーム別に求める意味がある。検定を知っていれば、その違いが有意かどうか検討するだろう。一方、小問1の相関係数や小問2の回帰分析については、決勝進出/予

選敗退チーム別の分析結果を比較する意味があるかどうか、検討する必要がある。

例えば、小問3の分析を先にやっていれば、ショートパス数が得点に影響を及ぼすこと(相関関係)が期待される。しかし、2群の間で2変数に有意差がある場合、その相関関係が偽相関である(各群内では負の相関なのに、全体としては正の相関になる)場合もある。そこで、小問1の図1Aなどを見るが、そのような傾向は見られない。この時、小問2の回帰分析を決勝進出/予選敗退チーム別に行うことには疑問がある。

小問2では、別々に回帰直線を求め、決勝進出チームの傾きの方が大きい(ショートパス数100本あたり0.16点の差がある)ことを確認する。さらに、1試合当たりどちらも320本のショートパスをしたと仮定し、決勝進出チームの得点の方が0.04点多くなると計算させ、分析の意義を強調する。しかし、2直線は平行で無い限り必ず交わるから、このデータの場合、296本以下では予選敗退チームの得点が多くなり、297本以上なら決勝進出チームの得点が多くなる。数値の大きさもその符号も、ショートパス数の選び方次第である。

既に表2に関する考察で述べた通り、得点で0.04点の違いを見出しても誤差程度である。また、両群の間には、ショートパス数に大差があり、同じパス数になるという仮定には意味が無い。320本は、決勝進出チームでは第1四分位数に近く、予選敗退チームでは第3四分位数より最大値に近い。予選敗退チームの得点は、3試合合計でも0~3点であり、この程度の分解能で回帰分析を行っても精度が低い。群を分けずに全体で回帰分析を行い、3.5に述べた主要因以外の原因を探る分析をする方が有益である。

3.6 有意義な(=問うべき)問いと無意味な問い

小問1では、変数間の相関係数、相関図、ヒストグラムを参照して、以下のような発問をしている。

- ①予選敗退チームでは相関がないが、決勝進出チームでは負の相関がある変数の組合せは
- ②決勝進出/予選敗退チームで相関係数の符号が逆で、その差が最大な変数の組合せ(散布図)は
- ③以下の1)~4)から誤っているものを1つ選べ。
 - 1)[②に該当する散布図(図1のD)の特徴から] ■が決勝進出、○が予選敗退チームである
 - 2)全チームに関して、最も強い相関関係にあるのは得点とショートパス本数である
 - 3)全チームでは正の相関があるが、決勝進出/予選敗退別では負の相関となる組合せがある
 - 4)ヒストグラム②で、決勝進出チームのものは下である

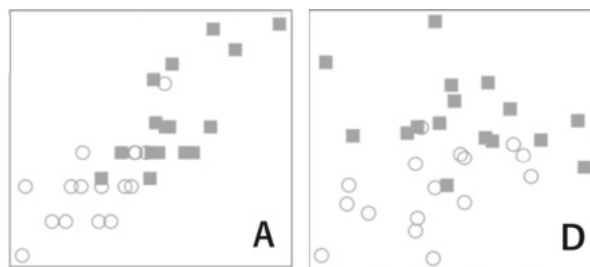


図1 小問1で示されている相関図の一部
※左:得点×ショートパス, 右:ショート×ロングパス

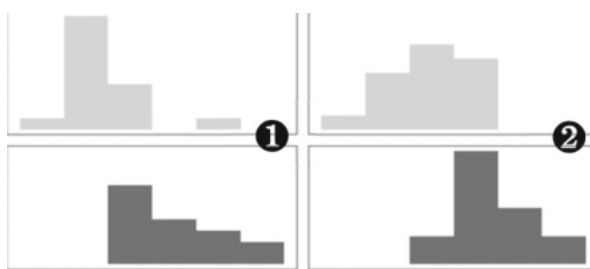


図2 小問1で示されているヒストグラムの一部
※左:得点, 右:ショートパス

この小問では、凡例を示さない不適切な図の読み取りを求めている。大学の授業ではこの種の不適切なグラフがよく使われるから、入学するにはそれを推測する力が必要だということであろうか。また、情報科では、情報デザインなどで適切な情報提示方法を学ぶが、その時に、凡例を示さないグラフなどを使うことはよくあると指導するのであろうか。

本来必要な情報を隠して他の情報から推測させる問題は、小問4(図3)にも見られる。この問題では、その上の※の値を「決勝進出チームのうち1試合当たりの反則回数が全参加チームにおける第3四分位数を超えるチームの割合は約19%であった」という説明から計算させ、[ス]の値を求めさせている。

しかし、本来は、この表の各セルの値を全て求め、そこから、「」内の19%という値を求めるものであり先に19%が求まることは無い。

これだけ類似形式の問題が出題されているということは、出題側はこの種のパズル問題に答えることが情報科で育成すべき重要な能力だと考えているのだろう。しかし、上述の通り、これらの思考が通常のデータ分析の過程で必要になることは無い。つまり、授業でも現実でも必要無い思考を入試対策として求めている。

	1試合当たりの反則回数			計
	Q1未満	Q1以上Q3以下	Q3を超える	
決勝進出チーム	※	※	※	16
予選敗退チーム	2	※	[ス]	16
全参加チーム	8	※	7	32

図3. 小問4で示されているクロス集計表

なお、発問③-1は、発問②⇒**図1D**⇒**図1A**を經由して推測させているが、小問3の基本統計量の値の違いを知っていれば、Aのどちらが決勝進出チームのグラフかは容易に回答できる。その意味でも無意味な思考を求める出題である。

また、上の発問①や②は、この結果をチーム力の向上にどう生かすのか、全く分からない。単に数値の大小や正負の関係に着目して結果をパターン分けしても意味が無く、どんな関係を見出せばサッカーの戦略を考える上で役立つのかを考えさせつつ、その関係を見出す問いをすべきであり、そのためにも仮説を考えさせる必要がある。

小問4の決勝進出チームの反則数が少ない原因も、同様にボールの支配と関係していると推測される。しかし、小問4の正誤問題の概略は、以下の通りであり、表面的な値の読み取りに終始し、考察はしていない。

- ・反則回数最多のチームは、決勝進出チームである
- ・反則回数と得点の間には、全参加チームにおいて正の相関がある
- ・反則回数と得点の間には、決勝進出チームと予選敗退チームのそれぞれで負の相関がある
- ・反則回数のヒストグラムでは決勝進出チームの方が予選敗退チームより分布が左にずれている

本来のデータ分析は、データから統計量を求め、そこから、その現象に対する考察を深めることが重要である。しかし、サンプル問題では、単に、データから手作業で数値計算したり、計算結果の数値の読み取りに終始したりする問題しか無く、本当の意味での考察を求める問題は無い。その意味で、単なる数学の統計分野の知識の適用問題の範囲を出ない。

なお、細かい問題点として、パス数、得点、反則数、試合数のいずれも高々3桁の整数であるが、1試合当たりの数値は、有効数字が5桁になっているものさえある。回帰分析の切片の値も同様である。0.04点の得点差を意味があるように取り扱っているのも、数値の精度や有効数字に無頓着なためであろう。

3.8 情報関係基礎の表計算問題との比較

3.1に述べた通り、情報関係基礎では、表計算ソフトウェアの活用に関する大問が、データ分析を文脈として出題されてきた。このうち、令和3年度の共通テストでは、本試験も追試験も、ほぼ全てがセルに入力すべき計算式や、それを考える前提となる特定のケースでの数値を答えさせる問題だった。一方、令和2年度以前の大学入試センター試験では、式を立てさせたり、値を求めさせたりする以外に、結果を読み取る問題も出題されていた。

例えば、令和2年度の本試験の第4問では、式を立てる問題がいくつか出題された後、結果のグラフ(**図4**)を示して読み取れることを問う問題が出されている。

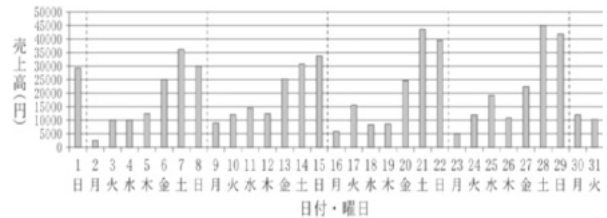


図4 売上高の推移

出題内容は、概ね以下の枠内の通りであり、**□**に対する選択肢は、概略、その下の箇条書きの通りである。

2日から29日のグラフを確認したところ、**□**ということが分かった。また、**・**1週間の中で売上高の低いことが多い**□**曜日を定休日にするのが良いと考えた。

- ・どの週も土曜日の売上高が一番高い
- ・どの週も平日に比べ、週末は売上高が高い
- ・どの週も平日に比べ、週末は売上数が多い
- ・どの週も全ての日において前日より売上高が高い以上が小問1～2を通じた出題であり、小問3でも式を立てた後、結果を読み取る問題が出されている。

この出題内容とサンプル問題・第3問の出題内容とを比較すると、この出題ではソフトウェアの式の記述法や関数の引数の指定法などを使って、入力する式を考えさせている。一方、サンプル問題では、表や文中の値、得られた数式などから手計算で数値を求めさせている。一方、結果の読み取りに関する出題内容は類似している。前者の違いは、情報という教科の目的からすれば、ICTを活用するための思考を問う情報関係基礎の問題の方が、よりふさわしいと解釈される。

一方、情報Iの(4)で行う「情報通信ネットワークを介して流通するデータに着目し、情報通信ネットワークや情報システムにより提供されるサービスを活用し、問題を発見・解決する活動」に照らせば、扱っているデータが(4)の趣旨とは大きく異なり、問題解決の手段が情報ネットワークでも情報システムでも無い。また、問題の発見も解決もしていないから、あくまでも情報関係基礎で学ぶ表計算ソフトウェアの活用方法の範囲を出ていない。サンプル問題の手計算で数値を求める問題はそれ以下の問題である。結果の解釈についても同様であり、単に表面的な数値を読み取る問題は、情報I(4)の学習成果とはかけ離れている。

以上より、サンプル問題は、従来の情報関係基礎の

問題をベースに、表計算ソフトウェアの活用技能を問えない分、手計算による数値計算を求める問題に変更したものと解釈するのが妥当であろう。

4. 第2問「プログラミング」

4.1 検討方針

第3問の分析から、サンプル問題は、情報Iに対応した新たな出題というよりも、従来の情報関係基礎の出題から大きく変わっていないと解釈される。第2問のプログラミングも、学習指導要領における扱いは、情報関係基礎と情報Iとで大きく異なる。情報関係基礎は、職業専門科目を対象にしているから、プログラミング技術を習得することが1つの目的である。

一方、情報Iの内容(3)では、(イ)で、アルゴリズムを表現する手段、プログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークを活用する方法を扱い、(ウ)で、事象をモデル化する方法、シミュレーションを通してモデルを評価・改善する方法などを扱う。サンプル問題は表1の通り、(イ)のみを対象にしている。しかし、「プログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークを活用する方法」は、必ずしも自分でプログラミングする必要は無い。この内容の本質は、「プログラムで動作するコンピュータやそれをネットワークで接続した情報システム(の特性や機能)」を活用して問題解決することであり、プログラミングは学習手段であり目標ではないこと、(4)につながることを意識した学習をすべきである。

以上の観点から、プログラミングの出題も、情報関係基礎とは異なる出題方針、内容になるべきである。プログラムを書くこととプログラミング的思考の違いも意識して、第2問を分析することにする。

4.2 出題内容の概要と批判的考察

サンプル問題は比例代表選挙の当選者決定法を検討するもので、表3の得票数に対して6議席を配分する。

表3 各政党の得票数

	A党	B党	C党	D党
得票数	1200	660	1440	180

小問1は、各政党の得票数の合計を議席数で割ったものを基準得票数と名付け、各政党の得票数を基準得票数で割った値を求める。配列Tomeiには各政党の党名を、配列Tokuhyoには各政党の得票数を格納するものとして、以下のプログラムを完成させる。ア～ウは、全て数値または変数名に関する選択肢を選ぶ。結果は、

小数の範囲で求め、整数にする必要はない。

```
(01) Tomei = ["A党", "B党", "C党", "D党"]
(02) Tokuhyo = [1200, 660, 1440, 180]
(03) sousuu = 0
(04) giseki = 6
(05) mを0から ア まで1ずつ増やしながら繰り返す:
(06)   sousuu = sousuu + Tokuhyo[m]
(07)   kizyunsuu = sousuu / giseki
(08)   表示する("基準得票数:", kizyunsuu)
(09)   表示する("比例配分")
(10) mを0から ア まで1ずつ増やしながら繰り返す:
(11)   表示する(Tomei[m], ":", イ / ウ)
```

図5 小問1で完成させるべきプログラム

小問2は、先生からドント方式による議席配分について解説を受け、以下の手順が示される。その上で、この手順を実行した時の、Hikaku[2]とTosen[2]の手順3終了時の値をトレースし、回答することが求められる。

- 手順1 配列Tokuhyoの各要素の値を配列 Hikakuの初期値として格納する。
- 手順2 配列Hikakuの要素の中で最大の値を調べ、その添字maxiに対応する配列Tosen[maxi]に1を加える。
- 手順3 Tokuhyo[maxi]をTosen[maxi] + 1で割った商をHikaku[maxi]に格納する。
- 手順4 手順2と手順3を当選者数の合計が議席数の6になるまで繰り返す。
- 手順5 各政党の党名(配列Tomei)とその当選者数(配列Tosen)を順に表示する。

図6. 小問2で示されるドント方式の議席配分手順

図6の手順には曖昧さがなく、一意に実行可能であるからこそ、トレース問題が成立する。小問3では、その手順を図7のプログラムとして完成させる。ただし、図6の手順には、議席が割り当てられても候補者がそれ以上いない場合の処理が無いので、その時の処理が説明され、(11)行目をどう修正するかも発問されている。

この一連の出題の流れの中で、プログラミング的思考が求められるのは、図6の手順を導く時である。しかし、当該の手順は出題者が解説しており、その解説過程には発問が無いから、回答者にはプログラミング的思考は求められていない。トレースして配列の値を求めるのは、単に手順に即して数値計算するだけである。数学の問題なら、自分で解くことではなく、正解の解説を理解する程度の力を求めているのに等しい。

さらに、図6の確定したアルゴリズムを図7のプログ

```

(01) Tomei = ["A党", "B党", "C党", "D党"]
(02) Tokuhyo = [1200, 660, 1440, 180]
(03) Tosen = [0, 0, 0, 0]
(04) tosenkei = 0
(05) giseki = 6
(06) m を 0 から [ア] まで 1 ずつ増やしながらか繰り返す:
(07)   | Hikaku[m] = Tokuhyo[m]
(08) [セ] < giseki の間繰り返す:
(09)   | max = 0
(10)   | i を 0 から [ア] まで 1 ずつ増やしながらか繰り返す:
(11)   |   | もし max < Hikaku[i] ならば:
(12)   |   |   | [ソ]
(13)   |   |   |   | maxi = i
(14)   |   |   |   | Tosen[maxi] = Tosen[maxi] + 1
(15)   |   |   |   | tosenkei = tosenkei + 1
(16)   |   |   |   | Hikaku[maxi] = 切り捨て( [タ] / [チ] )
(17)   | k を 0 から [ア] まで 1 ずつ増やしながらか繰り返す:
(18)   | 表示する (Tomei[k], ":", Tosen[k], "名")

```

図7 小問2の手順を実現するプログラムに関する発問

ラムとして記述する能力は、単に、特定のプログラム言語を使ってプログラムを記述するスキルを求めているだけであり、従来の職業専門科目が求めている力と同様である。図6の記述法で一意にアルゴリズムが記述できるなら、このレベルの記述法でアルゴリズムを考えさせる出題をすれば十分であり、最早、DNC言語は必要無い。今後、DNC言語でプログラムを記述する出題をするなら、DNC言語でプログラムを書く能力が大学入学に必要な能力だと主張することになる。

4.3 情報関係基礎との比較

簡潔に結論から述べると、サンプル問題と従来の情報関係基礎の問題との違いは、主に、DNC言語の仕様の違いだけであり、出題傾向には何ら変化が無い。つまり、情報Iの趣旨に即した改善はされておらず、従来の情報関係基礎と同様に「出題すればいい」と考えていることになる。

このことは、出題内容が情報I(3)の趣旨や内容から大きく逸脱していることを意味する。なぜなら、コンピュータや情報通信ネットワークを活用するためのプログラムは、この問題で出題されるような単一のコンピュータ上でデータの入出力も伴わず、最初に与えられたデータだけから数値計算をするようなプログラムにはならないからである。データ駆動型、並列処理型、同期型の発想が重要であり、マイクロなアルゴリズムレベルの設計ではなく、マクロなシステム設計こそが重視されるべきだろう。

また、この問題の小問2は、動作をトレースさせるために配列の値が時系列的に変化する様子を2次元の表のような形で示している。少し考えれば表計算ソフト

トウェアでも簡単に処理できることが想像される。あえてプログラミング言語を使うレベルの問題ではなく、表計算ソフトウェアの活用を想定した方が、プログラミング的思考を問う余地も生まれるだろう。DNC言語ありきの姿勢が作題の発想を狭めている。

なお、プログラミング的思考を問うという意味では、従来の情報関係基礎の第2問(必須問題)は、パズル的な問題ではあるが、それを題材に、手順を構成する過程を問うていた。この問題ではDNC言語を用いておらず、その意味では、手順化する能力は第2問で問い、プログラミングスキルまたは表計算ソフトウェアのスキルを問う問題を選択式で第3・4問として出題していたと解釈できる。その意味で、第3問を踏襲した問題のみを必須で課すことが適切かどうかの問題である。本稿では、情報システムの設計を題材に第2問に相当する問題を出題するのが適切だと考える。

5. 独立した小問で構成される第1問

第1問は独立した小問で構成されており、個々の問題は必要に応じて容易に改善できる。よって、小問の詳細について内容的な分析を深める意味は無いだろう。検討の観点、問題構成と評価する資質・能力の適切さ(特に、知識・技能か思考・判断等)に絞られる。

構成は、表1の通り、情報Iの各単元から幅広く出題していると説明されている。しかし、小問4つ構成の時、各小問には多くても5つ程度しか回答欄が作れないから、実際の出題内容は限定される。仮に、情報関係基礎と同様の出題傾向があるなら、情報Iに合わせた出題内容の検討が十分に行われたとは言えない。

サンプル問題および令和2年本試験の情報関係基礎第1問の具体的出題内容を表4に示す。サンプル問題の小問2は、情報Iに合わせた新たな出題内容と言えるが、パワーポイントのスマートアートの中から適した図式表現を選択するといった問題であり、(2)全体をカバーする内容とは言えない。小問3は、表1に反して、出題範囲に示されていない(3)(7)の「コンピュータでの情報の内部表現」と解釈した方がいいだろう。情報関係基礎は、数学の出題であることを意識した数学的な問題が多く、小問3、4と同様の出題がよく見られる。情報Iでもその傾向が継承されていると解釈されるが、情報の科学的な理解は、数学的な理解とは異なるから、決して適切な出題傾向とは言えない。

各小問を知識・理解、思考・判断等といった観点から分類するなら、おおよそ全ての問題が知識・理解レベルの問題と言える。ブームの教育目標分類で言えば、小問4でも第3段階の適用レベルであり、小問1～

表4 サンプル問題と情報関係基礎の第1問の構成比較

サンプル問題	令和2年度本試験問題
パケット通信の利点, 情報格差, クラウドサービスの利点	POSシステムの関連用語や目的, 知的財産権,
プレゼンで伝えたい内容・ポイントに適した図式表現の選択	
情報のデジタル化の方法や特性	コンピュータ内部での情報の表現方法
IPアドレスの仕組み	コンピュータの構成・装置

3は、第2段階の識別レベルと言ってよい。パケット通信, 情報格差, クラウドサービス, スマートアートの各図式をどういう時に使うか, 情報のデジタル化の手順の知識を持っていれば, どれが説明として正しいか, どれがどのケースに対応するかを識別すればよいだけだからである。「ねらい」では, 小問4を「発展的に考察する力」を問うとしているが, 「考察する力」を低いレベルで捉えていると言えよう。

なお, 各小問の先頭には問題状況を説明する長い文章があるが, それらは回答に全く必要が無い。時間を消費させるためのトラップに過ぎず, 試験対策で差がつくような出題はやめるべきである。

6. 考 察

情報関係基礎は, 新設当初出題されていた選択の計測・制御が出題されなくなったが, それ以外は, 情報技術や情報社会に関する知識・理解を問う問題, プログラミング(当初は必須, その後, 選択), 表計算(選択)であり, 今回のサンプル問題とほぼ同様の構成である。その意味で, サンプル問題は, 全員必須の共通教科の出題と言うよりも, 職業専門教科の出題と言える。情報系に進学する生徒だけを対象にするなら許容されるかもしれないが, それ以外の学部・学科等に進学する生徒にとっては, 少なくとも必須で課すべき試験内容とは言えない。むしろ, 従来通り, 数学②の代替として, 選択的に受験に使えるようにするのが適切な内容という印象である。

これは, 結局, 共通教科情報と専門教科情報, 職業科目の情報関係基礎の関係について, 教育目標の違いや, それに応じた評価方法の違いを十分に検討してこなかった大学関係者の準備不足に依るところが大きい。情報関係基礎と同様の内容でよいなら, それらは1980年代から普通高校で教えられており, わざわざ共通教科「情報」を作るまでもなかった。ただ, 入試にさえ出題すれば情報科が良い方向に変わるという誤った認

識である。

以上のことを考えれば, 大学入試に情報科が出題されたとしても, 情報科の実態が良い方向に変わるとは期待できず, むしろ, より悪い方向に変わる可能性もある。例えば, 情報嫌いを増やす(理系・文系と似た, 情報系・非情報系といった分断を生む, 情報の入試を課す大学を避ける), 必要な資質・能力が身につかずに不適切な思考傾向や意識が身につく(創造的・大局的な発想ができず微視的・ガラパゴス的な発想しかできない, 情報機器活用スキルやプログラミングスキルが問題解決力だと思ひ込む)などである。

筆者は, 第6回情報教育研究会で, 2018年学習指導要領から導入されるプログラミング教育について, 一律にプログラミング的思考の育成といった単一目的で行うことは適切ではなく, 各学校段階で発達段階やカリキュラム全体の中での教科の役割分担などをふまえ, その目的を変えて行うべきだと提言した。具体的には, 以下のような役割分担である(松田2019)。

- ①将来の職業選択を考える機会を提供⇒小学校
- ②コンピュータが動作する原理や自動化のメリットを理解⇒中学校
- ③プログラミングの知識・技能を習得⇒専門
- ④アルゴリズムの思考を習得⇒数学
- ⑤情報社会に参画する態度に結びつく情報の科学的な理解を養う⇒情報科

以上と関係して, 筆者は「新・逆向き設計」の手法を提案している。この方法では, 「総合的な学習の時間」でSDGsの課題解決に市民教育の観点から取り組むことを想定し, そこで必要になる資質・能力に焦点化して, 各教科のカリキュラムを設計する。高校情報科に関しては, SDGsの目標をより効果的に達成するために, 情報システムの導入策が提案されることを想定し, その導入や運用方法に関して賛否の意見表明をしたり, 規制や監視を目的とした法律の制定を求めたり, 自己防衛策を考えたりするなど, システムを批判的に検討する能力を高めることを目標とする(松田2020b)。

以上の観点からすれば, 第2問のような情報システムの設計と無関係で, 数値計算的なプログラムをDNC言語で書かせるような問題, 第3問のような問題解決的な思考とはかけ離れ, 闇雲に統計手法を適用して, 無意味な解釈文に照らした正誤判定をさせたり, パズル的な数値計算を求めたりする問題などは, 入試テクニクの修得を評価するだけであり, 本来求める学習成果の評価からは, ほど遠いと言わざるを得ない。

本来, 「情報技術=工学の産物」は, 可能性を広げ, 多様な代替案を追求する手段であるから, 発想の多様

性や柔軟性を問うたり、実現可能性以前に有用性や利便性に着目して、夢を語る力を問うたりすべきである。情報技術の利点は、実現したいと思えば何とか実現できる可能性が高い自由度を持っている点にあるからである。その意味で、特定の正解を設定し、かつ点数に差がつくような出題をしなければならないマークシート方式の共通テストとの相性が悪い。むしろ、AO入試などでコンテスト的な評価をすることや、個人／集団面接で評価の方がベターであろう。

7. まとめ

入試問題はチーム内での批判的検討を経て出題されるものである。内部での検討を経ても、今回のようなサンプル問題しか作れないのだとしたら、チームの総合力として出題能力に疑問がつく。そうでないとすれば、そもそも、情報を大学入学共通テストの制約条件の下で出題することに無理がある。

さらに、サンプル問題に対する批判的な意見をほとんど見受けない現状を鑑みるに、大学・高校の情報科教育関係者全体の力量(=大学入試に情報を出題する環境が熟成されているか)にも疑問が残る。情報関係基礎の出題が始まって20年近くになるが、筆者の経験では、大学入試センター内に、作題チームと批判的検討チームがあっても、批判的検討チームのコメントが活かされることが少ない。外部からのコメントも、数学の代替科目として出題され、ある意味での救済措置の意味合いがあるため、批判的な意見は少ない。このような状況が、作題の質向上を妨げていると言える。

謝 辞

本研究に関し、JSPS科研費 JP19K02969の支援を受けた。記して感謝する次第である。

参考文献

中央教育審議会(2016)幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)、文部科学省
 大学入試センター(2021)令和7年度以降の試験に向けた検討について、https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken_jouhou/r7ikou.html(参照日 2021年10月2日)
 大学入試センター(2020)令和2年度本試験の問題・数

学・別冊・情報関係基礎、https://www.dnc.ac.jp/center/shiken_jouhou/jisshikekka/index_copy.html(参照日 2021年10月2日)

松田稔樹(2015)情報科教育で扱うべき問題解決活動の明確化と授業・教材の設計指針, *Informatio*, 12, 37-43

松田稔樹(2018a)「情報の科学的な理解」の本質をふまえた情報科の指導のあり方, *Informatio*, 15, 3-13

松田稔樹(2018b)「縦糸・横糸モデル」を基盤とするインフォームドな指導を行うゲーミング教材の提案とその開発支援, *シミュレーション&ゲーミング*, 27(2), 49-60

松田稔樹(2019)育成すべき資質・能力から見た情報科の存在意義と望まれる指導内容・方法, *Informatio*, 16, 3-10

松田稔樹(2020a) STEM教育用ゲーミング教材の設計フレームワーク, 日本教育工学会研究会報告集, JSET20-2, 81-88

松田稔樹(2020b)総合的な探求の時間から情報科の授業を構想する逆向き設計の方法, 日本情報科教育学会第13回全国大会講演論文集, 24-25

Matsuda, T.(2020) Design of Gaming Instructional Materials to Cultivate a Problem-solving Ability by Utilizing Statistical Data Analysis Methods, *Proceedings of the EdMedia + Innovate Learning 2020*, 703-711

松田稔樹(2021)情報社会の問題解決とデータアナリシス, *Informatio*, 18, 3-12

松田・野本(2021)総合から各教科への逆向き設計を促す教師教育用仮想授業ゲームの設計フレームワークの検討と実践, *Informatio*, 18, 19-30

宮崎幸弘, 藤村裕一(2021)高等学校の職業学科における情報に関する専門科目による必修情報科目の履修代替に関する批判的考察, 日本教育工学会研究会報告集, JSET21-1, 54-61

文部科学省(2018)高等学校学習指導要領. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/07/11/1384661_6_1_2.pdf

下地勇也, 福井昌則, 掛川淳一, 森山潤(2021)共通教科情報科におけるデータサイエンスに関する学習内容に対する担当教員の意識, 日本情報科教育学会誌, 13, 35-43