

# 個別試験における理科と数学の成績分析

高木 繁, 林 篤裕 (名古屋工業大学)

国立大学の個別試験問題は、記述式・論述式の出題が中心であり、思考力を様々な角度で検定できるようになっている。しかし、出題方法と採点方法の組み合わせにより、受験生の学力差を正確に評価する能力(判別能と呼ぶ)が異なる可能性がある。本学の試験では理数系の科目が中心になっているが、判別能について科目別・大問別の検証を行ったことはこれまではなかった。本研究では、数学、物理、化学について成績分布から、その判別能について検討を行った。その中でも、大問内での解答の「連動性」の大小および採点のきめ細かさが与える影響について検証し、連動性が大きな問題の場合、判別能が悪くなることを確認した。また、中間点の出し方、論述式の比率を考慮することにより、判別能が高くなる可能性が示唆された。

キーワード：選抜方法, 入試方法, 個別試験

## 1 序論

本学の個別試験は、数学 400 点、理科(物理または化学の選択) 400 点、英語 200 点という配点で、センター試験の配点を前期は単純に半分にして 450 点、後期は 1/3 にして 300 点に換算しているため、理科と数学、特に個別試験の数学と理科のウェイトが大きいという特色がある。これまでに、数学と理科に関して合否に関する影響の検討結果の報告(高木, 2011)、及び、物理と化学の選択による成績への影響の検討結果の報告(高木, 2016)を行ってきた。いずれの報告も、各科目の総点に基づいた分析であって、各問題の出題形式・採点方法による差異については検討したことがなかった。

学力の三要素の話が出てから、思考力を多角的に判断するために、個別試験において記述式や論述式問題の導入が要求されている。国立大学の個別試験の問題を見てみると、数学において論述式でない出題はほぼあり得ない状況であるが、理科に関しては単なる穴埋めや選択式が多いところと、論述式が主体のところと、出題形式にかなり違いがある。本学も、物理は穴埋め式の記述が中心で一部論述を加えた形であるが、化学は有機化学分野を除いては、論述式の解答が多くなっている。受験生にとっては、受験対策を講じる上で出題形式の部分も大きな影響があるが、もう 1 つの因子として「採点方法の違い」は、より大きな影響を与えている場合がある。すなわち、解答の「連動性」の問題である。ここで「連動性」とは、大問の中の小問(1)を間違えると、自動的に後の小問の得点を失っていくという形式の度合いを示す用語であり、受験産業では良く用いられている。本学の試験で「連動性」が最も高いのは数学で、小問(1)が正解していないと、

小問(2)以降は原則として採点対象外となる。端的に言う、小問(1)ができなければ、その大問は零点ということになる。物理においても連動性は高いが、全ての小問が連動するわけではなく、例えば、小問(1)を間違えると小問(4)までの得点を失うが、途中の小問(5)からは得点を得ることが可能であるなど、大問中の 1/3 から 1/4 程度が連動しているという状況が多い。本学の化学では、連動性はあまり高くないように出題されている。計算問題においては、ほぼ導出過程を書かせており、導出過程の配点を高くすることにより、中間点によって連動性の影響を小さくするように設定している。「連動性」が大きいと、点数の細かい区分が生じにくくなることは、すぐに理解できるが、どの程度の影響が出ているのかを検証したことはなかった。

本研究では、数学・物理・化学の各科目における成績分布の分析から、連動性の影響についての検討を行う。

## 2 物理と化学の各問題の成績分布の分析

本節では、採点方式の違いの影響を見てみる。1 節で述べたように、物理と化学の解答の連動性は、数学ほど高くはなく、また、化学よりも物理の方が高くなっているのが現状である。基本的に連動性が高いということは、採点で大きな点差が生じやすくなることにつながるため、得点分布もなめらかにはならないと想定される。

上述したことを調べるため、図 1 から図 3 に H30 の物理の第 1 問から第 3 問の度数分布を示す。サンプルサイズは 1286 である。グラフの縦軸は頻度(人数)、横軸は得点率(%)である。これ以降の成績分

布のグラフの縦軸と横軸はこれにならう。大問の1と2では、多少成績が上位のところでもがたつき（凸凹があること）が出ているが、大問3ではそれは見られない。H30の物理では、大問1と2は穴埋め形式の記述式問題のみであるが、大問3ではグラフを描写する小問、論述式の小問が含まれている。これらの小問は、ほぼ独立した問題になっており、中間点も与える形式になっている。それに対して、大問1と大問2では中間点は出せない形式になっている。大問1と大問2では、そもそも採点のきめ細かさが低めになっていることと、連動性が高くなっているという2つの要因が組み合わさっている。大問3も穴埋めの記述式が半分近くあるものの、グラフの問題と論述式の問題で、細かく採点されているので、中間点を出していない大問1および大問2に比べると、がたつきが小さくなったと考えている。

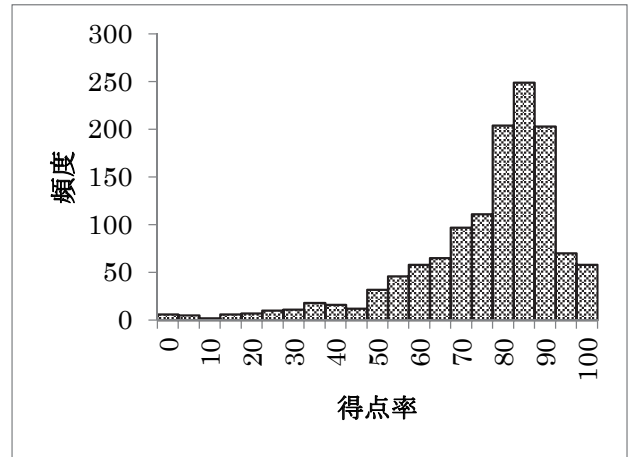


図3 H30 物理大問3の成績分布

H31 物理の大問1～3の成績分布 (n=1155) を図4から図6に示す。H31は大問2に論述式が入っている。大問3が易しかったためか、得点率70%に集中した分布となっている。大問2では、論述式小問の導入により、大問1に比べると多少がたつきが小さくなってはいる。しかし、H30の大問3のようななめらかな分布にはなっていない。これは、配点がそれほど大きくなかったためではないかと思われる。その点では、論述式の小問数をもう少し増やせば、よりなめらかな分布になったと考えられる。

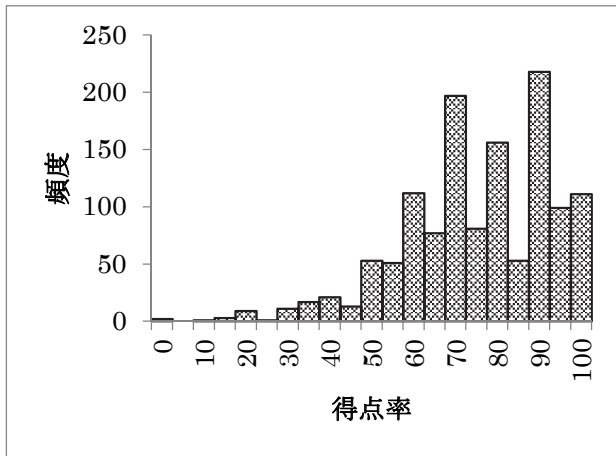


図1 H30 物理大問1の成績分布

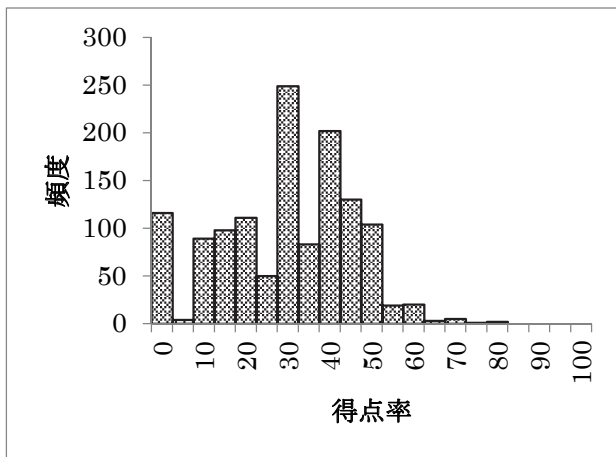


図2 H30 物理大問2の成績分布

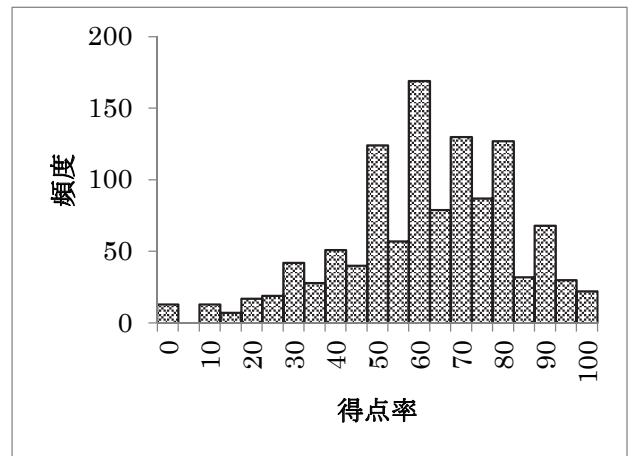


図4 H31 物理大問1の成績分布

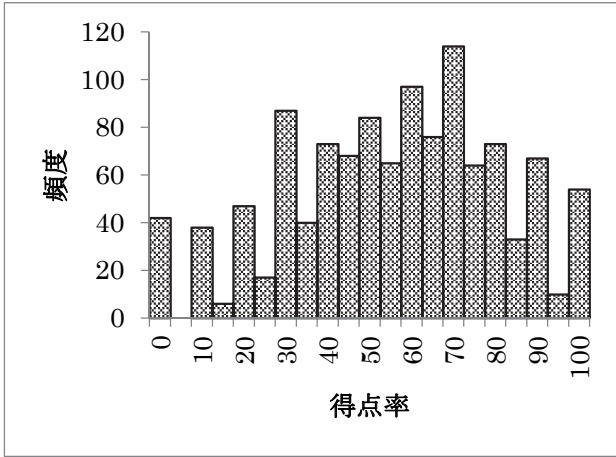


図5 H31 物理大問2の成績分布

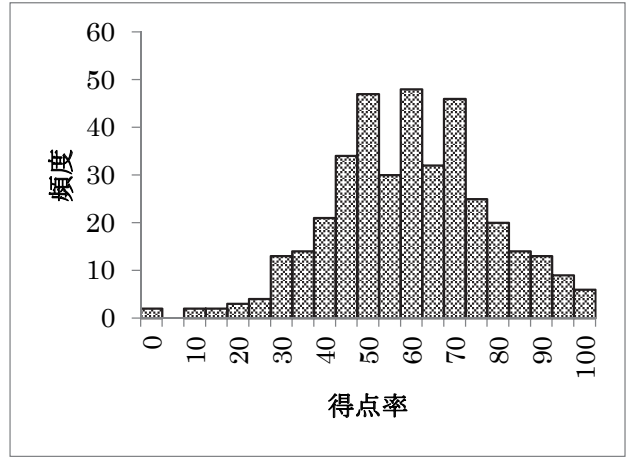


図8 H31 化学大問2の成績分布

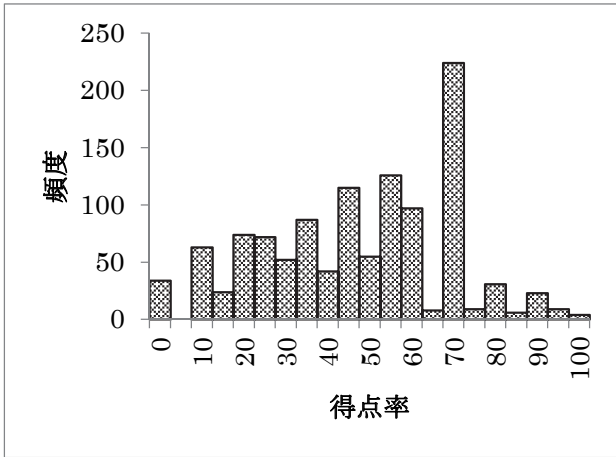


図6 H31 物理大問3の成績分布

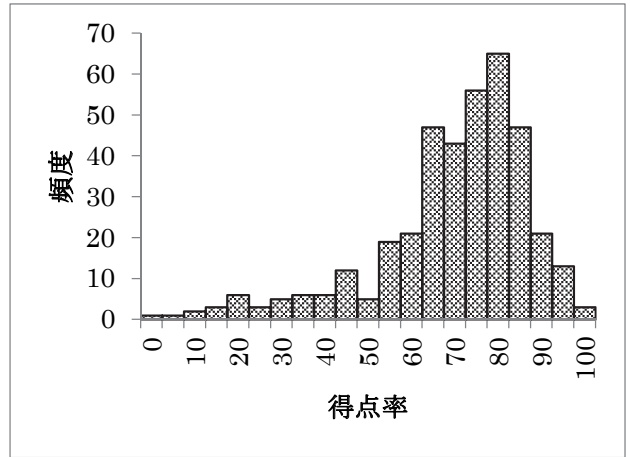


図9 H31 化学大問3の成績分布

化学は大問3の有機化学以外は、論述式が多く出題されている。H30とH31で、あまり顕著な違いが見られなかったため、H31の結果(n=457)のみを図7から図9に示す。

論述式の問題が多いせい、物理に比べると成績分布のがたつきは小さめではあるが、それほど顕著な差があるわけではない。多少ではあるが、化学の方が物理よりもがたつきが小さな分布になっていることは確認される。基本的に、論述式を中心にして、途中経過の部分で中間点を出していくことにより、よりきめ細かな採点となるため、成績分布が比較的なだらかになっているということは示されていると思われる。

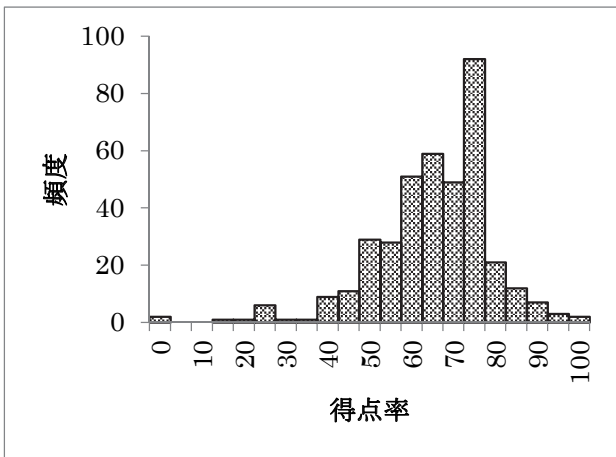


図7 H31 化学大問1の成績分布

### 3 物理と化学の各問題の成績分布の分析

受験の際の科目選択においては、化学系の学科を受ける学生は化学の方を選び、物理系の学科では物理を選ぶのが普通だと思われる。しかし、その逆の選択をする受験生もそれなりにいる。物理工学科を受験するもので化学を選択している学生は、化学によほど自信があるからだろう、と考えている人も多いと思われる。実際にそうなっているのかを、H31の入試について検証した。図10が物理工学科で物理選択者の成績分

布(n=155), 図 11 が物理工学科で化学選択者の成績分布(n=23)である。

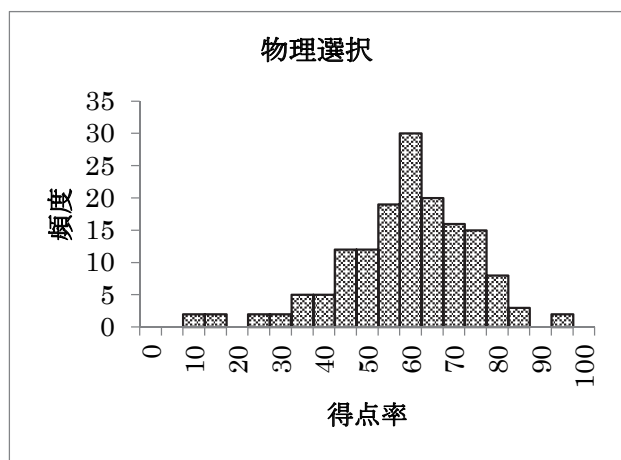


図 10 H31 物理工学科 物理選択者の成績分布

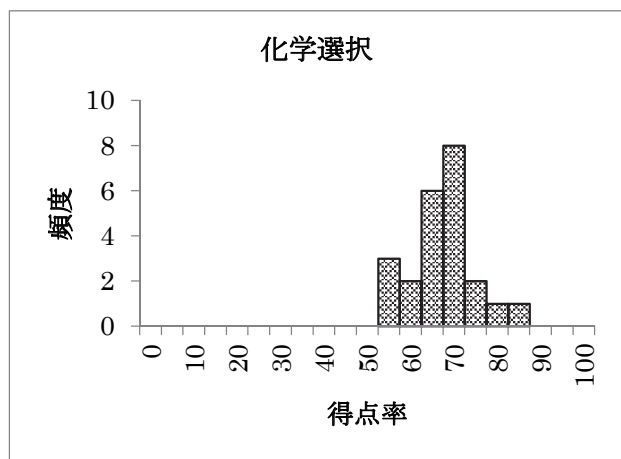


図 11 H31 物理工学科 化学選択者の成績分布

結果を見ると、明らかに化学選択者の方が、成績分布が上に偏っていることがわかる。人数は少ないものの、よほど自信があるのだろうという考えは正しいようである。化学系の学科である生命・応用化学科（以後、生命と略称する）においては、物理によほど自信があるから物理を選択しているということが予想される。図 12 と図 13 に H31 の生命における化学選択者(n=246)と物理選択者(n=64)の成績分布を示す。

生命・応用化学科においては、物理選択者の方が成績分布は悪い方に寄っていることが確認された。得意だからそちらを選ぶというのは、必ずしも当たっていないことになる。

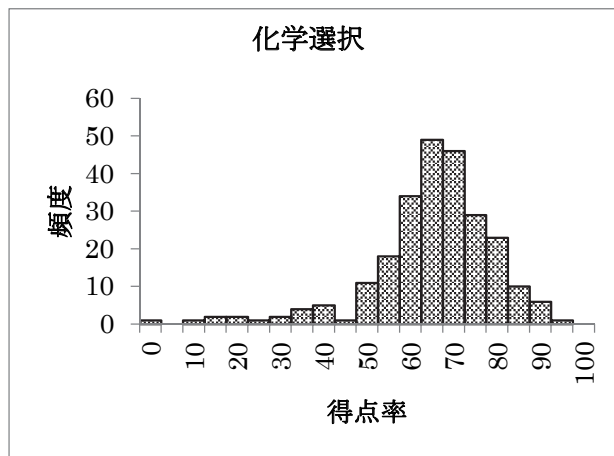


図 12 H31 生命 化学選択者の成績分布

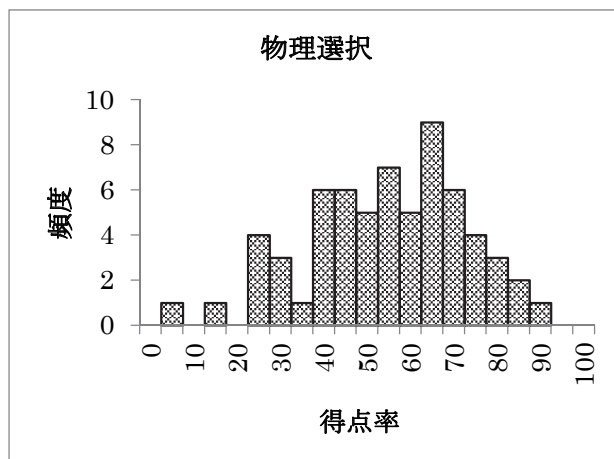


図 13 H31 生命 物理選択者の成績分布

化学の方が、暗記物の要素が高いため各大問で得点が零点となるというような事態は起こりにくい。また、計算問題に関しても本学では導出過程を記述させて、中間点を細かく与える形になっているので、大きく点を失う可能性は低いという特色がある。ただし、論述問題が多く、細かい減点があるため、満点は取りにくい問題になっている。物理に関しては連動性が高いため、連動している最初の問題が確実に解けていると高得点を狙える可能性があるが、最初の問題でケアレスミスをしてしまうと、ちゃんと理解していたのに、大きく点を失う危険がある。生命の場合、物理が得意だから選んだという受験生ももちろんいると思われるが、どちらかというセンター試験や数学などで失敗したために、満点を取りにくい化学よりも、一発逆転を狙って満点を取り得る物理を選択したという受験生が多かったせいなのかもしれない。

#### 4 数学における成績分布

数学は全問題が論述式であり、中間点は本来出しやすい出題形式のはずであるが、非常に連動性の高い採点方法になっているため、物理や化学とは成績分布がかなり異なっている。H30とH31について確認したが、H31の方が顕著な傾向が出ていたので、図14から図17に大問1から大問4のH31の成績分布を示す。各問題において、零点のところに大きな山があるのは、(1)ができていなければ(2)以降は採点対象外になるという採点方式の結果である。また、H31においては大問2を除いて、各大問の平均点がかなり低くなっている。大問別に見ていると合否の判別が可能かどうか、かなり疑問があるが、4題の総点の成績分布(図18)で見ると、それほどおかしな分布にはなっていない。この点では、入試問題としての識別性は保たれていることになる。

物理や化学に比べると、論述式であるわりには個々の問題における成績分布でがたつきが多い分布になっている。細かい中間点の出し方をしていないことも影響していると思われる。

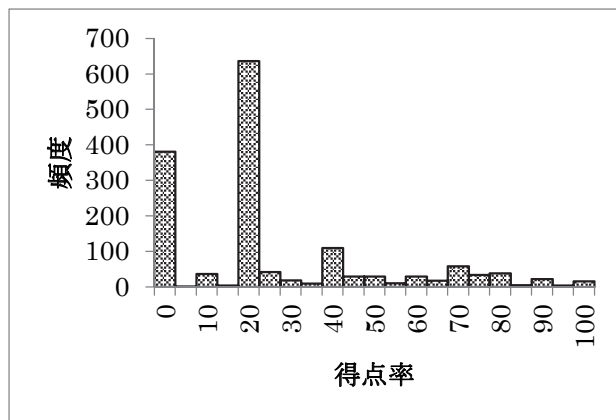


図16 H31 数学大問3の成績分布

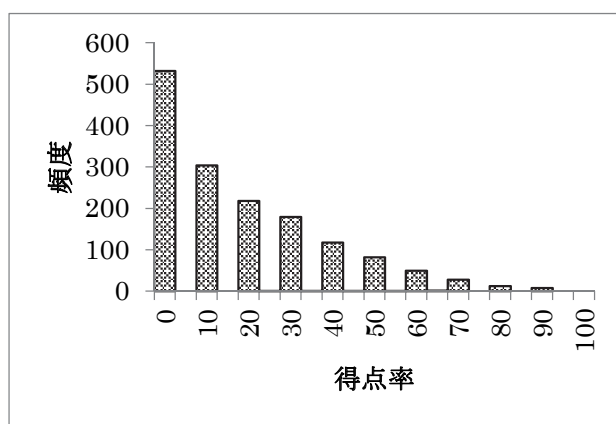


図17 H31 数学大問4の成績分布

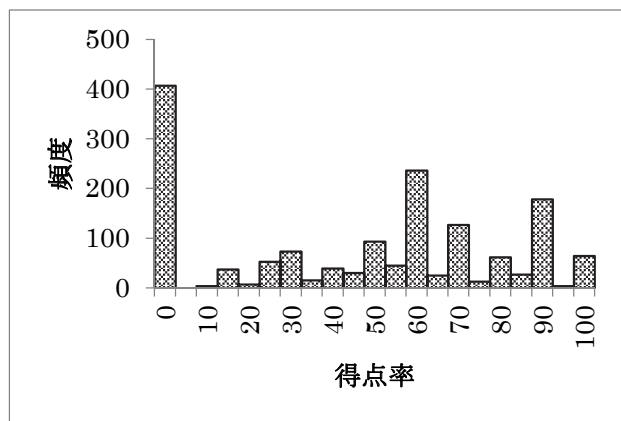


図14 H31 数学大問1の成績分布

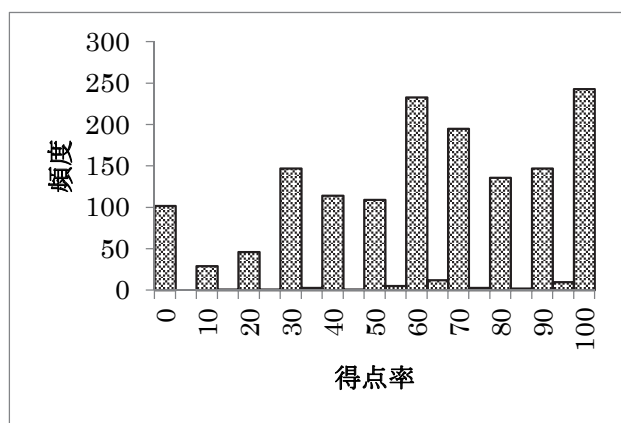


図15 H31 数学大問2の成績分布

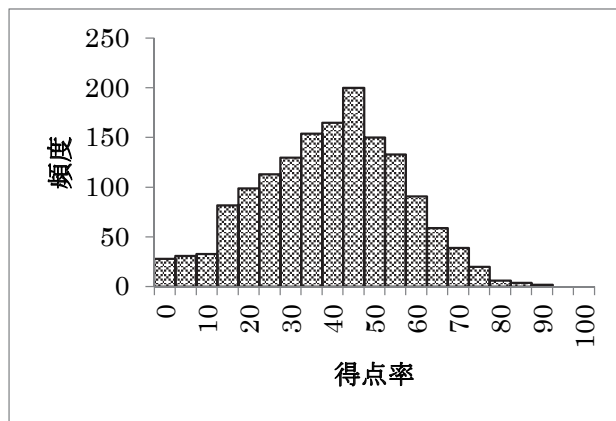


図18 H31 数学全体の成績分布

図18の成績分布から数学の総点では識別性は保たれていると考えられるが、その総点と各大問の得点との間に相関があるのかが疑問であったので、五分位法で検証を行った。数学の総点に基づいて、均等な人数で5群(下位からA, B, C, D, Eと表記している。)に分けて、それぞれの群の平均得点率(縦軸の値)を比較する「五分位法」により評価を行った。図19に、

各問題の結果を示す。

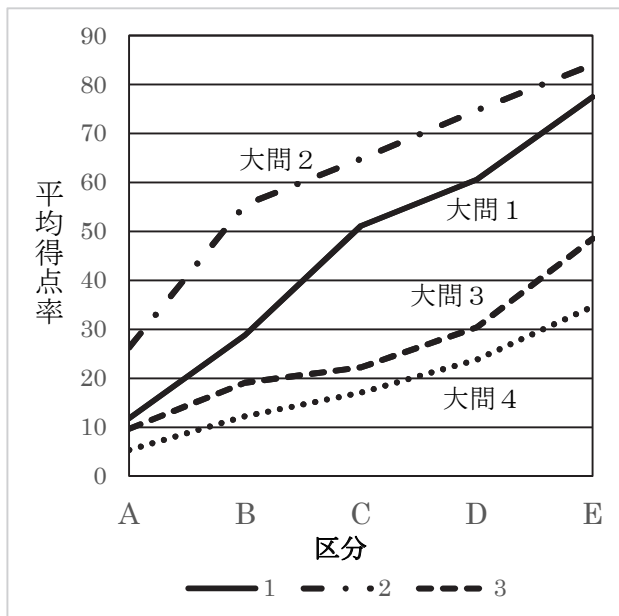


図 19 H31 数学大問別の五分位図

五分位法で見る限りは受験生の識別はできていることが確認される。少なくとも、得点率の大小が逆転しているようなところは見当たらない。この結果でよしとするべきかどうかは難しいところである。順位の入替わりについても含めて、もっと様々な角度から検討する必要があると思われる。

最後に、少し変わった分析を行った。受験産業的な受験生への指導法として、数学の場合、各問題の(1)がわからなかったら、その大問は捨てて他の問題に注力した方が高得点を狙えるという手法がある。それが、本当に正しい手法なのかどうかを単純に検証してみた。ただし、各大問の配点が大きく異なる場合には、このような手法は意味が無くなることになる。本学では、個別試験の各大問の配点については公表していない。しかし、今から 20 年以上前の話になるが、数学の大問数を減らした時に、大問の配点が均等であることを明示していた時期があった。その後、大問の数は 4 のままで現在に至っている。そのため、受験生や受験産業は、数学の大問は均等な配点になっているという前提で対応してきている。

H31 の入試で零点の多かった、大問 1 と 4 について、それぞれの問題が零点の受験生 (グラフの零点) と零点以外の受験生 (グラフの零点以外) に分けて、残りの 3 題の問題の総得点率がどうなっているかを、成績分布で表して検討した。結果を、図 23 と図 24 に

示す。

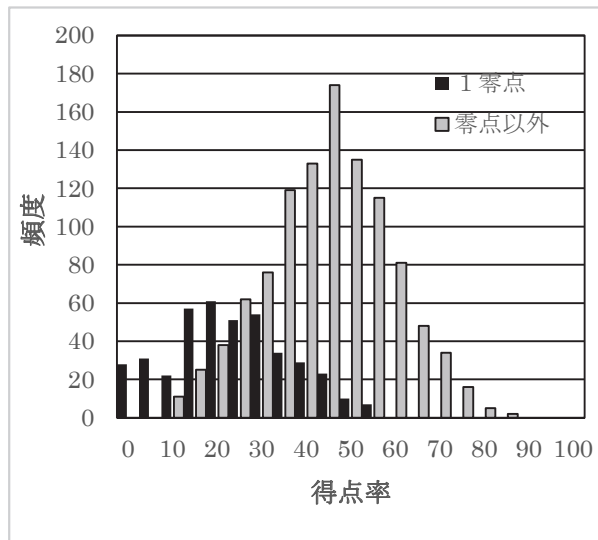


図 20 H31 数学大問 1 の零点と零点以外

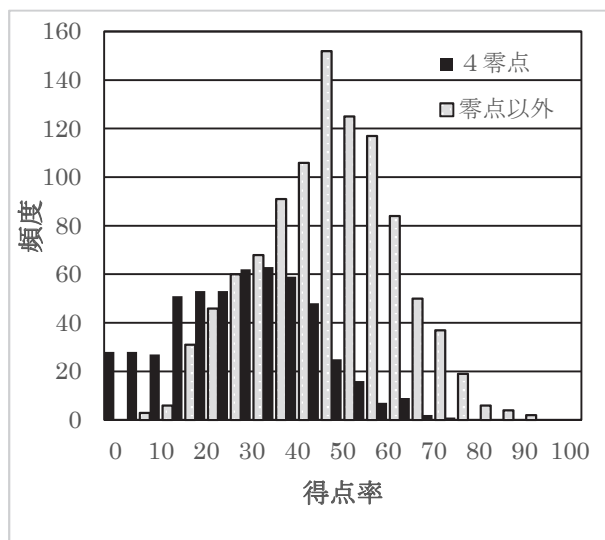


図 21 H31 数学大問 4 の零点と零点以外

図 20 では大問 1 が零点かどうかで 2 グループに分けて、大問 2・大問 3・大問 4 の合計点の得点率を度数分布で比較表示している。結果の分布で見る限り、その問題を捨てて他の問題に注力したので高得点になっているという受験生はほとんど見当たらない状況である。どの分野の問題にしても、(1)の基本事項がわからないような受験生は、他の分野の問題であってもそう解けるわけではないということであろう。ただし、実際に大問の 1 つが零点でも合格している受験生はいるので、図 21 の得点率 60% 以上の受験生に関しては、数名ではあるが他の問題に注力するという作戦が成功したのかもしれない。

## 5 まとめ

個別試験の成績分布を単純に分析しただけではあるが、物理と化学においては穴埋めではない記述式や論述式の割合が多くなるほど、成績分布のがたつきが少なくなっていくことが確認された。その小間によって「連動性」が断ち切られるケースが多いこと、中間点をうまく利用していくことによって採点のきめ細かさが増すことに起因していると思われる。数学においては完全な論述式の出題にはなっているものの、かなり連動性の高い採点方式をとっている。また、中間点の出し方も 10 点刻みのように粗いものになっており、きめ細やかな判別が行えているのかについては疑問な部分がある。数学という学問の特質上、完全に連動性を切ることはふさわしくないという考え方も正しいと思われるが、個別試験においてきめ細やかな判別を行うためには、少なくとも中間点の出し方により、得点分布がクラスター化してしまわないように注意する必要があるかと思われる。

## 参考文献

- 高木繁 (2011) 「入試成績分布から見た個別入試問題の妥当異性の検討 —センター試験との相関と合否判定を決める要因について—」 『大学入試研究ジャーナル』 **21**, 143–148.
- 高木繁 (2016) 「配点変更による志願状況変化の分析 —配点変更による動向変化と個別試験理科選択の影響の分析—」 『大学入試研究ジャーナル』 **26**, 129–134.