

平成29年度医学部入学者選抜前期日程における 「数学」の記述統計および統計解析

加茂憲一¹、三瀬敬治²、高橋弘毅^{2,3}

¹ 札幌医科大学医療人育成センター 数学・情報科学講座

² 札幌医科大学アドミッションセンター

³ 札幌医科大学医学部呼吸器・アレルギー内科

本学医学部の定員は110人である。このうち、推薦入試の募集人員は「地域枠」20人、「特別枠」15人の2枠35名、また一般入試は前期日程入試のみであり、募集人員は「一般枠」20人、「北海道医療枠」55名の2枠75人となっている。また前期日程では選抜試験成績の成績上位者から合格者を決定するが、その際、「北海道医療枠」の合格者が先に募集人員(55人)に達した場合、募集・選考状況により、他の合格者は「一般枠」と「北海道医療枠」合計20人とし、定員に柔軟性を持たせている。

「一般枠」と「北海道医療枠」受験者の受験科目や配点等は等しい。出願者が募集定員の5倍を超えた場合、5教科7科目のセンター試験成績(900点満点)による第1段階選抜を行う。その後センター試験に加えて、英語、数学、理科(物理、化学、生物から2科目を選択)の個別学力試験と面接試験による第2段階選抜を行う。第2段階選抜においてはセンター試験成績を700点に圧縮、個別学力試験は英語、数学、理科の各教科200点満点、面接試験100点満点、総得点1400点満点で可否を決定する。

平成29年度の入試結果は、出願者は368人で第1段階選抜は行われなかった。このうち第2段階選抜受験者は324人であり合格者は75人であったが、入学辞退者が1人あったため1人の追加合格者があった。この結果を道内外別に分けると、出願者は道内243人に対して道外125人、第2段階選抜受験者は道内207人に対して道外117人、合格者は道内55人に対して道外20人、入学者は道内56人に対して道外19人である。

今回、平成29年度の医学部前期入学者選抜における「数学」に着目し、その記述統計および統計解析を行った結果を紹介する。用いたデータは、第2段階選抜全受験者324人中、面接試験を含む全科目を受験して順

位を決定できた320名における、総合順位、数学における4つの大問の点数(合計200点)、性別、道内外の別、浪人年数である。

まず、平成29年度「数学」において実際に出題された問題の傾向を紹介する。例年通り4つの大問が設定されており、そのうち1つが小問集合となっている。具体的には、問1が3問から成る小問集合であり、各小問の内容は、数学Bベクトル、数学Ⅲ積分、数学A整数の性質に関する問題であった。以下、問2は数学Ⅲ複素数平面、問3は数学Ⅲ数列とその極限、問4が数学Ⅲ微積分法からの出題であった。

本学では毎年、合格者に対して試験問題に関するアンケートを行っている。アンケートの結果は非公開であるため、ここにデータとして記載することはできないが、数学の問題内容や量に関しては、肯定的な回答が多く得られているものの、難易度に関してはやや難しめであると受け止められている傾向にあった。

まず、平成29年度「数学」における基本的な得点分布を図1に示す。ただし、図1に示されているのは素点ではなく得点率(最高点に対する得点率)である。分布としては、正規分布に近い形状と言えるが、やや左側に裾の重い分布であった。得点分布の形について、どのような形が理想的な形であるのは諸説ある。図1のように正規分布形になるのが理想的というのが一般的な見解である一方で、入学者選抜は受験者を合格者と不合格者の2群に分ける判別分析であると考え、倍率に比例する二峰性をもつような分布である方が、誤判別確率は低くなる。例えば、本学では通常5倍で第一次選抜を行っているため、上位20%と下位80%の2つの正規分布から成る混合分布かつ2つの分布の平均が極力離れている(あるいは分散が小さくなっている)状況であれば、誤判別確率は低くなると考

えられる。

次に、大問間における得点の関連性について考察する。2019年度入試においては、例年通り4つの大問が出題された。このうち問1は小問集合により構成されているが、全体で一つの大問と見做す。図2は4つの大問の得点率に関するペアワイズ・プロット (Becker, Chambers and Wilks, 1988) である。対角成分は各グラフの軸を表すラベルおよびヒストグラムを表す。それ以外は、4つの大問全ての組み合わせに関する散布図を表す。例えば1行2列の散布図は、横軸を問2、縦軸を問1に設定した際の散布図である。更に散布図の傾向を表す曲線も重ねて描かれているが、この曲線は統計ソフトウェアRにおけるpanelオプションを用いて描いた。また、対角成分を境に右上と左下の散布図は対称となっており本質的には同義となっている。どの

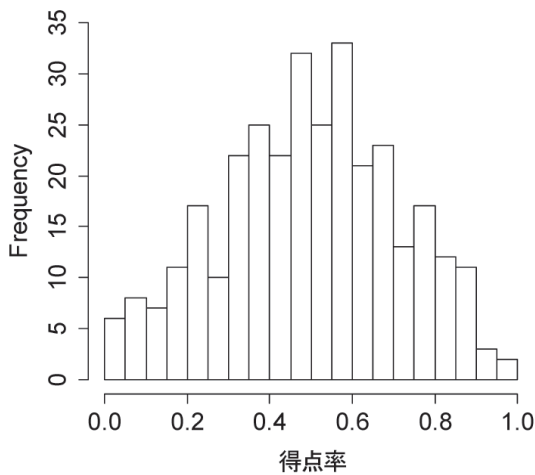


図1 数学得点率のヒストグラム

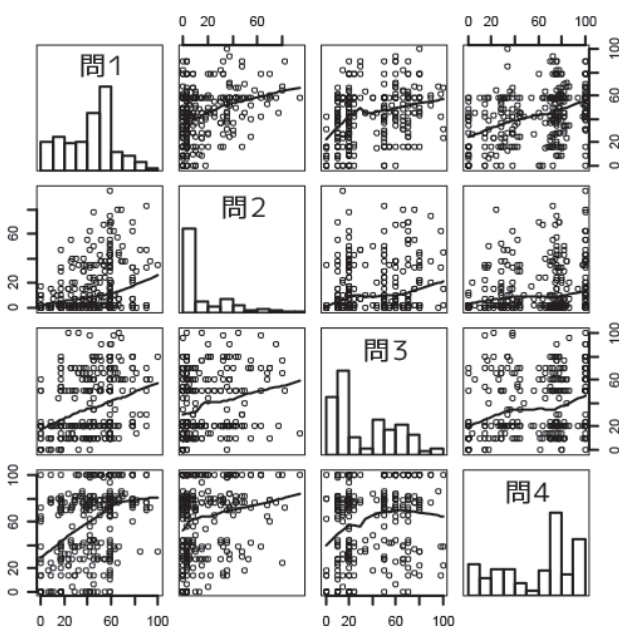


図2 大問得点率のペアワイズ・プロット

散布図に関してもやや右上がりの傾向が見られることから、数学高得点者は全ての問題において平均的に高得点を得ていることが予測される。しかし、右上がり傾向は決して強いトレンドではないため、各大問における役割分担が機能しており、数学の広い範囲を補完し合う形の問題設定になっているとも考えられる。実際に4つの大問間の相関係数を算出した結果を表1に示す。全ての相関係数は0.2から0.4の範囲であり、これらは正の相関であるが決して強い相関ではないことを意味している。尚、相関の有無について検定を行ったところ、表1中の6つ全ての組み合わせについて、有意な相関がみられた。

表1 大問得点の相関係数

	問2	問3	問4
問1	0.340	0.306	0.401
問2	-	0.234	0.221
問3	-	-	0.221

次に、各大問の配点 (数学200点満点の按分) の最適解を求めるため主成分分析を行った。主成分分析とは、複数の変数の線形結合において、結合後の数値における分散を最大にする (結合による情報損失を最小にする) 重みを推定する手法である。この重みを、合計が数学の200点満点に等しくなるように各大問の満点を調整した結果を表2に示す。表2の配点により総合点の分散が最大となり、このことは受験生間の差を最大限に顕在化させ得る一つの解であると見做すことができる。今回は問1の配点を軽く、問4の配点を重くする結果が得られた。問1は小問集合という特性上、満点や0点といった極端な点数を取った受験生が少なかった。このような安定した得点源の問題に対する配点を小さくする方が、選抜という観点からは受験生間の差が顕在化しやすいと言える。

表2 主成分分析による大問の配点

	配点
問1	41.28085
問2	45.17458
問3	49.08765
問4	64.45691

次に、総合順位に影響を与えている要因を特定するために、ロジスティック回帰分析を行った。医学部前期試験の合格定員が75人であることから、総合順位が75位未満と以上の2値変数に対し、説明変数の候補として、性別、浪人年数、数学の点数、道内外の4つを設定し、赤池情報量規準 (AIC: Akaike's Information Criterion) (Akaike, 1973) に基づいてフルモデルからのステップワイズ法による変数選択を行った。道内外に

平成 29 年度医学部入学者選抜前期日程における「数学」の記述統計および統計解析

については道外を 1 とするダミー変数を規定した。その結果、「浪人年数、数学の点数、道内外」の 3 つが必要な変数と推定された(表 3)。推定された係数の符号から、75 位以内に入る確率は、浪人年数が多いほど低く、数学の得点が高いほど高く、道内ほど高いという傾向にあった。数学の得点が高いほど順位が高いのは、数学は総合点の一部であるため自明な結果といえよう。次に、浪人年数については、現役生の順位が高い傾向にあったことを意味する結果であった。道内外については道内の合格率が高い傾向にあることを意味する結果であった。実際に、第 2 段階選抜受験者中の道内外出身のそれぞれに合格率を求めると、道内高校出身者では 26.6% に対して道外高校出身では 17.1% という結果であった。また新卒既卒別の、それぞれの合格率は、新卒者では 26.1% に対して既卒では 21.5% であった。

数学についても同様に、得点に影響を与える要因を特定するために重回帰分析を行った。ここでの被説明変数としては数学の素点を用いた。説明変数の候補としては、性別、浪人年数、道内外の 3 つとし、先ほどと同様に AIC を規準とするステップワイズ法により変数選択を行った。その結果、性別のみのモデルが最適と判断され、男性の方が 15.43 点高い傾向にあるという結果であった(表 4)。数学の得点率に関する性差をボックスプロットにより比較した結果を図 3 に示す。実際に数学の得点(素点)について性差が存在するか t 検定を適用したところ、p 値は 0.0009 となり、有意な性差が存在するという結果が得られた。男性の平均点が高いことから、男性の方に数学高得点者が多い、あるいは男性の方が数学を得意とするという通説を裏付ける結果とも言える。なお、もう一つのカテゴリ変数である道内外についても数学の平均得点について差の検定を行ったところ p 値は 0.6574 となり有意な差は見られ

なかった。

入学者選抜に関する業務およびデータについては守秘性が高く、その詳細内容の公表には慎重な姿勢が望まれる。本報告における記述統計および統計解析結果の紹介においても、素点や得点率といった記述が混在しているのは、公表の可否性に依存している。また、幾つかの項目に関しては、更なる細かい結果が期待されると感じる読者も多いと思われるが、業務・データの性質上、公表レベルに関する調整を行っている点を留意頂きたい。また、計らずとも誤解を与えるようなメッセージを発信してしまう危険性を勘案し、必要最小限の解釈を付記するに留めたことについても言及しておく。

入学者選抜に関する特性から、積極的な解析結果の公表はし辛い点がある。しかし、系統的かつ継続的な統計解析は、入学者選抜の特性を明らかにするのみならず、今後の入学者選抜業務の最適化・効率化に寄与することが可能な重要テーマである。今回は平成 29 年度入学者選抜単年の解析結果を紹介したが、今後はこのような解析・考察を経時的に積み重ねることにより、複数年に渡った傾向解析も期待される。

参考文献

- Akaike, H. (1973) Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, *Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory*, Petrov, B. N., and Caski, F. (eds.), Akadimiai Kiado, Budapest: 267-281.
- Becker, R. A., Chambers, J. M. and Wilks, A. R. (1988) *The New S Language*. Wadsworth & Brooks/Cole.

表 3 ロジスティック回帰
ベストモデルにおける推定結果

	推定量	標準誤差	p値
浪人年数	-0.186	0.076	0.015
数学点数	0.064	0.008	<0.001
道内外	-0.727	0.374	0.052
(切片)	-6.619	0.802	<0.001

表 4 重回帰ベストモデルにおける推定結果

	推定量	標準誤差	p値
性別	-15.43	4.422	<0.001
(切片)	83.585	2.197	<0.001

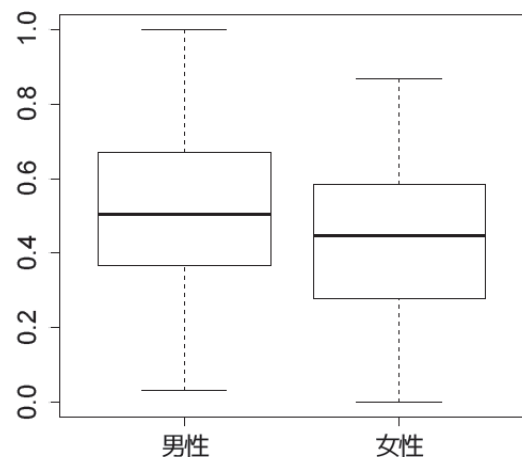


図 3 数学得点率の男女比較

