

Note

高校の数学指導における文系と理系の生徒の現状と課題 —テスト調査とアンケート調査の分析を通して—

Current status and Issues of humanities and sciences students in mathematics education in high school —Through analysis of test and questionnaire surveys—

中村 好則*

概要： 現在，多くの高校では，文系と理系に分かれての教育が行われている。高校の数学科においても文系と理系に分かれた指導の在り方は重要な検討課題である。しかし，高校の数学科において文系と理系に分かれた指導の現状と課題はほとんど明らかにされていない。そこで，本研究では高校の数学指導における文系と理系の生徒の現状と課題について，数学学習に関するアンケート調査と数学Ⅰの学習内容に関するテスト調査を実施し，それらの分析を通して考察した。その結果，(1)数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度は文系より理系が高いが，文系の約4分の1の生徒は数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度ともに約8割以上であること，(2)文系は数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度に強い相関がみられたが，理系ではほとんど相関がないことなど7点が明らかとなり，3点の指導への示唆を得た。今後は，これらの結果を基礎的な資料として高校の数学指導における文理融合の在り方を検討していくことが課題である。

検索語：高校，文系，理系，数学Ⅰ，メタ認知

Abstract : In this study, I examined the current situation and Issues of humanities and science students in mathematics education in high school through test and questionnaire surveys. As results, I found seven facts. And I got three suggestions for teaching mathematics in high school. In the future, based on these results, I will study mathematics education in high school, which combines both humanities and science.

Keywords : High school, Humanities, Science, Mathematics I, Metacognition

1. 研究の背景

令和元年5月に公表された「技術の進展に応じた教育の革新，新時代に対応した高等学校改革について（教育再生実行会議第十一次提言）」では，新時代に対応した高等学校改革において「主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善や，一人一人の子供の能力を最大限に引き出すためのICT等の活用も含めた多様な学びの提供を実現するとともに，実社会での問題発見・解決にかかわっていくために各教科での学習を結びつける

教育を重視し，特定の教科を履修しないなどの極端な学習状況にならないよう，文理両方をバランスよく学ぶこと等を通じ，Society5.0をたくましく生きる人材の育成を図っていくことが求められる」と述べられ（教育再生実行会議2020，下線は筆者），数学教育においても文理融合の在り方は重要な検討課題である。しかし，現状では，多くの高校において，早い段階から文系と理系に分かれたカリキュラムが実施されている。数学においては，数学Ⅰが必修教科目であり，文系と理系に共通して学習する科目である。また，数学Ⅰは第1学年で履修する高校が多く，文系と理系が分かれずに共に学ぶ場合がほとんどである。第2学年以降は文系と理系が別々に学ぶ場合が多くな

* Yoshinori NAKAMURA
岩手大学

り、数学Ⅰ以外の科目は文系と理系では別々の授業を受けることになる。文系と理系の生徒を対象とした数学指導に関する研究は生徒の数学に対する意識の状況を比較した研究（例えば、塚原 2002, 今井 2007）がいくつかあるものの、高校を対象とした文系と理系の生徒の数学の学習状況を比較した先行研究はほとんどなく、その状況はあまり明らかにされていない。そこで、本研究では、今までほとんど明らかにされてこなかった文系と理系の生徒の数学の学習状況（数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度）の現状と課題を明らかにし、高校の数学指導への示唆を得るとともに文理融合の在り方を検討するための基礎的な資料を得る。文系と理系の生徒の数学の学習状況の現状と課題を検討せずに、文系と理系の生徒をただ一緒に学習するだけでは、文理融合の目的を達成することは難しいものとする。文系と理系の生徒の数学の学習状況の現状と課題の把握は、高校の数学指導における文理融合の在り方を検討するための基礎的な資料になるものとする。

2. 研究の目的

本研究の目的は、高校における文系と理系の生徒の数学の学習状況（数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度）の現状と課題を分析し、高校の数学指導への示唆を得るとともに文理融合の在り方を検討するための基礎的な資料を得ることである。

3. 研究の方法

3.1 アンケート調査Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ

数学と数学学習に対する意識の把握と、数学に関するメタ認知の獲得度を捉えるために、アンケート調査を実施する。アンケート調査Ⅰは、数学に対する意識（好意度、理解感、有用感、積極性）を問うものである。アンケート調査ⅡとⅢは、上田（2013）で開発された算数・数学調査の質問項目の一部（基本調査、Ⅰ説明、pp.148-149）を使用した。アンケート調査Ⅱは、数学学習に対する意識（興味・関心、暗記科目）を、アンケート調査Ⅲは数学学習に関するメタ認知の獲得度を捉

えるものである。数学学習に関するメタ認知の獲得度はアンケート調査Ⅲの回答を数値化したものである。

3.2 テスト調査

生徒の数学Ⅰの学習内容の習得度を把握するためにテスト調査を実施する。テスト調査の問題は、平成 30 年度第 2 回高等学校卒業程度認定試験問題の数学の問題（本論文末の資料）を用いる。高等学校卒業程度認定試験は、高等学校を卒業した者と同等以上の学力があるかどうかを認定するための試験であり、数学は数学Ⅰの内容から出題される。そのため、生徒の数学Ⅰの学習内容をどの程度身に付けているかを評価するのに適していると考えた。このテスト調査の得点を数学Ⅰの学習内容の習得度とする。

3.3 対象生徒

公立高等学校 普通科 第 2 学年 93 名

文系生徒 42 名、理系生徒 51 名

第 1 学年時は、文系と理系には分かれずに数学Ⅰを履修している。第 2 学年から文系と理系に分かれ数学の各科目を履修している。

3.4 調査実施日

2019 年 9 月上旬 数学Ⅱの授業時間

4. アンケート調査の結果と考察

4.1 アンケート調査Ⅰの結果と考察

4.1.1 アンケート調査Ⅰの結果

アンケート調査Ⅰは、数学に対する意識（好意度、理解感、有用感、積極性）を問うもので、下記の 7 つの項目について、4 件法（「はい」「どちらかと言えばはい」「どちらかと言えばいい」「いいえ」）で問うものである。質問項目(1)(3)は数学に対する好意度（好き、楽しい）、質問項目(2)(4)は数学に対する理解感（得意、分かる）、質問項目(5)は数学に対する有用感（役立つ）、質問項目(6)(7)は数学に対する積極性（積極的、力）を見るものである。

- (1) 数学は好きである（好き）
- (2) 数学は得意である（得意）
- (3) 数学は楽しい（楽しい）
- (4) 数学は分かる（分かる）

- (5) 数学は役に立つ (役立つ)
- (6) 数学の授業に積極的に参加している (積極的)
- (7) 数学の学習に力を入れている (力)

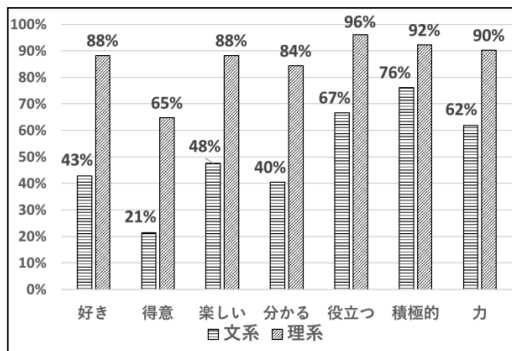


図 1 アンケート調査 I の結果

表 1 アンケート調査 I の結果 (単位: 人)

		肯定	否定	両側検定
(1) 好き	文系	18	24	p=0.0000 ** (p<.01)
	理系	45	6	
(2) 得意	文系	9	33	p=0.0001 ** (p<.01)
	理系	33	18	
(3) 楽しい	文系	20	22	p=0.0000 ** (p<.01)
	理系	45	6	
(4) 分かる	文系	17	25	p=0.0000 ** (p<.01)
	理系	43	8	
(5) 役立つ	文系	28	14	p=0.0002 ** (p<.01)
	理系	49	2	
(6) 積極的	文系	32	10	p=0.0425 * (p<.05)
	理系	47	4	
(7) 力	文系	26	16	p=0.0022 ** (p<.01)
	理系	46	5	

肯定的回答(「はい」又は「どちらかと言えばはい」と回答、以下同様)の割合をグラフにしたものが図 1 である。どの項目も、理系が文系よりも肯定的回答の割合が高い。各項目の肯定的回答数と否定的回答数(「どちらかと言えばいいえ」又は「いいえ」と回答した人数、以下同様)について直接確率計算を行った。その結果、7 項目すべてにおいて理系が文系よりも有意に多かった(表 1)。

4.1.2 アンケート調査 I の考察

アンケート調査 I の結果から、理系の生徒は数学に対する好意度、理解感、有用感、積極性について文系の生徒より高いと言える。

塚原(2002)は、文系と理系の大学進学希望別に高校生の数学に対する意識を調査している。その結果、「数学が好きである」の質問項目では、理系志望者の肯定的回答の平均点が文系志望者よりも有意に高いこと(有意水準 5%)を述べている。しかし、「数学は役に立つ」の質問項目では、肯定的回答の平均点は理系志望者と文系志望者で有意な差はなかったことを報告している。塚原(2002)の調査は 18 年前の調査結果であり、現在は数学の有用性が社会や学校でより強調されており、本研究の結果からは理系の生徒がより有用性を感じていると考えられる。

4.2 アンケート調査 II の結果と考察

4.2.1 アンケート調査 II の結果

アンケート調査 II は、主に今までの算数・数学学習を想起し答えるもので、数学に対する意識(興味・関心、暗記科目)を捉えるために、下記の 6 つの項目について、(1)と(3)から(6)は 2 件法(「はい」「いいえ」)、(2)は複数選択で回答を問うものである。

- (1) 算数・数学を学習するときに面白いと思ったことはありますか(面白い)
- (2) 面白いと思ったのは、どのような場面ですか(複数回答可)
 - ① 理解できたとき(理解)
 - ② 計算ができたとき(計算)
 - ③ 問題が解けたとき(解決)
 - ④ その他(その他)
- (3) 算数・数学は暗記科目だと思いますか(暗記)
- (4) 小学校のとき算数は好きでしたか(小)
- (5) 中学校のとき数学は好きでしたか(中)
- (6) 高校のとき数学は好きですか(高)

(1)と(3)から(6)については「はい」と回答した生徒数の割合を、(2)の①から④については選択した生徒数の割合をグラフにしたものが図 2 である。各項目について「はい」の回答数と「いいえ」の回答数((2)は選択数と非選択数)について直接確率計算を行った。その結果、(1)、(2)の③、(4)から

(6)において、理系が文系よりも有意に多かった(表2)。また、算数・数学を学習するときに「面白い」と思った経験は、理系の生徒の方が有意に多かった(有意水準1%)。特に、その場面は「問題が解けたとき」に面白いと思った経験は理系が多い。また、小学校、中学校、高校において、理系は算数・数学が好きという生徒が多かった。

算数・数学を暗記科目だと考えている生徒は、文系が33%(3分の1の生徒)、理系が25%(4分の1の生徒)であるが、有意な差はなかった。

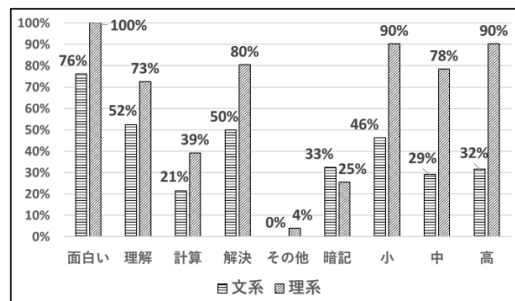


図2 アンケート調査Ⅱの結果

表2 アンケート調査Ⅱの結果

		はい 選択	いいえ 非選択	両側検定
(1) 面白い	文系	32	10	p=0.0002 ** (p<.01)
	理系	51	0	
(2)① 理解	文系	22	20	p=0.0536 +(.05<p<.10)
	理系	37	14	
(2)② 計算	文系	9	33	p=0.0757 +(.05<p<.10)
	理系	20	31	
(2)③ 解決	文系	21	21	p=0.0037 ** (p<.01)
	理系	41	10	
(2)④ その他	文系	0	42	p=0.4993 ns (.10<p)
	理系	2	49	
(3) 暗記	文系	13	27	p=0.4913 ns (.10<p)
	理系	13	38	
(4) 小	文系	19	22	p=0.0000 ** (p<.01)
	理系	46	5	
(5) 中	文系	12	29	p=0.0000 ** (p<.01)
	理系	40	11	
(6) 高	文系	13	28	p=0.0000 ** (p<.01)
	理系	46	5	

4.2.2 アンケート調査Ⅱの考察

アンケート調査Ⅱの結果から、理系は文系よりも数学学習に対する興味・関心が高く、特に理系は文系よりも「数学の問題が解決できた」ときに

興味・関心を持つことが分かった。また、数学を暗記科目と考える生徒の割合は文系と理系であり変わらないと言える。

今井(2007)は、大学生を対象に(4)から(6)と同様な項目の調査を行い、小学校時に好きは文系が63.6%、理系が84.9%、中学校時に好きは文系が63.6%、理系が78.1%、高校時に好きは文系が52.1%、理系が42.4%であることから、理系に進む学生は小学校時から算数が好きである意識が強かったと推測している。今井(2007)では、大学生が小学校から高校までを振り返り調査しているが、本調査は高校生が小学校と中学校を振り返り、高校は現在について回答しているものである。今井(2007)では、文系と理系ともに小学校から中学校になるときに、好きの割合はほとんど変わらないが、高校になると減少している。しかし、本調査では小学校から中学校になると好きの割合は減少し、高校になると中学校よりも増加しており結果に違いがある。また、本調査からは、文系と理系ではすでに小学校のときから数学に対する好きという意識に大きな差があることが分かる。

4.3 アンケート調査Ⅲの結果と考察

4.3.1 アンケート調査Ⅲの結果

アンケート調査Ⅲは、数学学習に関するメタ認知の獲得度を捉えるために、下記の26の項目について、数学の問題を解くときを想定して、思い浮かぶかどうかを4件法(「よく思い浮かぶ」「時々思い浮かぶ」「あまり思い浮かばない」「全く思い浮かばない」)で回答を問うものである。

三宮(2018)は、「メタ認知(metacognition)」とは、一言でいってしまえば、認知についての認知です。つまり、自分や他者の行う認知活動を意識化して、もう一段上からとらえることを意味します。いわば、頭の中において、冷静で客観的な判断をしてくれるもう一人の自分のようなものです(pp.14-15)」と述べている。また、三宮(2018)は、メタ認知について以下のように整理している(pp.16-23)。メタ認知は、1)メタ認知的知識と2)メタ認知的活動に分けられる。メタ認知的知識は、(1)人間の認知特性についての知識、(2)課題につい

ての知識, (3)方略についての知識の3つの要素に分けられ, メタ認知的活動は, (1)メタ認知的モニタリング (認知についての気づき・予想・点検・評価など), (2)メタ認知的コントロール (認知についての目標・計画を立てたり, それらを修正したりすること)の2つの要素に分けることができる。さらに, 方略についての知識は, ①宣言的知識 (どのような方略か), ②手続き的知識 (その方略はどう使うか), ③条件的知識 (その方略はいつ使うのか, なぜ使うのか) に分けることができる。

アンケート調査Ⅲの26項目を三宮 (2018) のメタ認知の分類に従って, 以下のように整理した。「知識」はメタ認知的知識, 「活動」はメタ認知的活動, 「コントロール」はメタ認知的コントロール, 「モニタリング」はメタ認知的モニタリング, 「方略」は方略についての知識, 「宣言」は宣言的知識, 「課題」は課題についての知識, 「手続き」は手続き的知識を表している。

- ㉔ 前に同じような問題をやったことがあるかな (活動, コントロール)
- ㉕ おもしろい問題だな (活動, モニタリング)
- ㉖ 図が書ければ必ずできるぞ (知識, 方略, 宣言)
- ㉗ 式がわかれば簡単だ (知識, 方略, 宣言)
- ㉘ 問題は計算だけでできるとは限らないぞ (知識, 課題)
- ㉙ 求めなければいけないのは何かな (活動, モニタリング)
- ㉚ わからないことは何かな (活動, モニタリング)
- ㉛ 他の方法はないかな (活動, コントロール)
- ㉜ 問題の意味はわかっているかな (活動, モニタリング)
- ㉝ 式はどうなるかな (活動, コントロール)
- ㉞ わけを説明できるかな (活動, モニタリング)
- ㉟ 今まで習ったことを使えるかな (活動, コントロール)
- ㊱ 図を書いて考えてみよう (活動, コントロール)
- ㊲ 問題をよく読んでみよう (活動, コントロール)

- ㉓ できたら見直そう (活動, コントロール)
- ㉔ どんなやり方でもいいから答を出してみよう (活動, コントロール)
- ㉕ 問題によっては, 答がいくつもあるぞ (知識, 課題)
- ㉖ わからなくなったらもう一度ははじめから読み直してみよう (活動, コントロール)
- ㉗ わからなくなったら別の方法でやろう (活動, コントロール)
- ㉘ 今までのパターンに当てはめよう (活動, コントロール)
- ㉙ すぐできるとは限らないぞ (知識, 課題)
- ㉚ 何がわからないから解けないのか考えてみることが重要だ (知識, 方略, 手続き)
- ㉛ 問題を解くのにには順番が大切だ (知識, 方略, 宣言)
- ㉜ 問題の意味はわかっているのかな (活動, モニタリング)
- ㉝ 途中まででもいいからやろう (活動, コントロール)
- ㉞ 自分にわかるところまで簡単にして考えてみよう (活動, コントロール)

肯定的回答数 (「よく思い浮かぶ」又は「時々思い浮かぶ」と回答した人数, 以下同様) の割合をグラフにしたものが図4である。

肯定的回答数と否定的回答数 (「あまり思い浮かばない」又は「全く思い浮かばない」と回答した人数, 以下同様) について直接確率計算を行った (表3)。その結果, 以下の5項目について, 理系の生徒が有意水準1%で有意に多かった。

- ㉔ おもしろい問題だな (活動, モニタリング)
- ㉝ 式はどうなるかな (知識, 方略)
- ㉞ 今まで習ったことを使えるかな (知識, 方略)
- ㉟ 図を書いて考えてみよう (活動, コントロール)
- ㊱ 何がわからないから解けないのか考えてみることが重要だ (知識, 方略)

また, 以下の5項目について, 理系の生徒が有意水準5%で有意に多かった。

表3 アンケート調査Ⅲの結果 (単位: 人)

		肯定	否定	両側検定
㊦	文系	35	7	p=0.1764
	理系	48	3	ns (.10<p)
㊧	文系	8	34	p=0.0000
	理系	35	16	** (p<.01)
㊨	文系	17	25	p=0.0386
	理系	32	19	* (p<.05)
㊩	文系	33	9	p=0.2617
	理系	45	6	ns (.10<p)
㊪	文系	22	20	p=0.0536
	理系	37	14	+ (.05<p<.10)
㊫	文系	37	5	p=0.7660
	理系	43	8	ns (.10<p)
㊬	文系	36	6	p=0.3016
	理系	39	12	ns (.10<p)
㊭	文系	23	19	p=0.5261
	理系	32	19	ns (.10<p)
㊮	文系	33	9	p=0.4111
	理系	44	7	ns (.10<p)
㊯	文系	31	11	p=0.0025
	理系	49	2	** (p<.01)
㊰	文系	16	26	p=0.0129
	理系	33	18	* (p<.05)
㊱	文系	34	8	p=0.0099
	理系	50	1	** (p<.01)
㊲	文系	25	17	p=0.0017
	理系	45	6	** (p<.01)
㊳	文系	30	12	p=0.0299
	理系	46	5	* (p<.05)
㊴	文系	24	18	p=0.1212
	理系	38	13	ns (.10<p)
㊵	文系	31	11	p=0.1055
	理系	45	6	ns (.10<p)
㊶	文系	22	20	p=0.2030
	理系	34	17	ns (.10<p)
㊷	文系	30	12	p=0.0299
	理系	46	5	* (p<.05)
㊸	文系	27	15	p=0.1655
	理系	40	11	ns (.10<p)
㊹	文系	35	7	p=0.3657
	理系	46	5	ns (.10<p)
㊺	文系	25	17	p=0.0202
	理系	42	9	* (p<.05)
㊻	文系	23	19	p=0.0026
	理系	43	8	** (p<.01)
㊼	文系	27	15	p=0.5005
	理系	37	14	ns (.10<p)
㊽	文系	31	11	p=0.1055
	理系	45	6	ns (.10<p)
㊾	文系	36	6	p=0.5361
	理系	46	5	ns (.10<p)
㊿	文系	27	15	p=0.1020
	理系	41	10	ns (.10<p)

- ㊾ 図が書ければ必ずできるぞ (知識, 方略)
 ㊿ わけを説明できるかな (活動, モニタリング)
 ㊽ 問題をよく読んでみよう (活動, コントロール)
 ㊼ わからなくなったらもう一度はじめて読み直してみよう (活動, コントロール)
 ㊻ できたら見直そう (活動, コントロール)

一方、有意差はなかったが、文系が理系よりも肯定的回答の割合が高かった項目は以下の2つであった。

- ㊾ 求めなければいけないのは何かな (活動, モニタリング)
 ㊽ わからないことは何かな (活動, モニタリング)

「よく思い浮かぶ」を4点, 「時々思い浮かぶ」を3点, 「あまり思い浮かばない」を2点, 「全く思い浮かばない」を1点とし、各生徒個人のアンケートの回答結果を数値化し、最高点を100点に換算した。この数値を数学学習に関するメタ認知の獲得度とする。その結果を箱ひげ図にしたものが図3である。文系の中央値71は、理系の第一四分位数74よりも低く、理系の四分の三以上の生徒の数学学習に関するメタ認知の獲得度は文系の平均値72よりも高い。一方で、文系の生徒の概ね四分の一は8割以上の獲得度である。

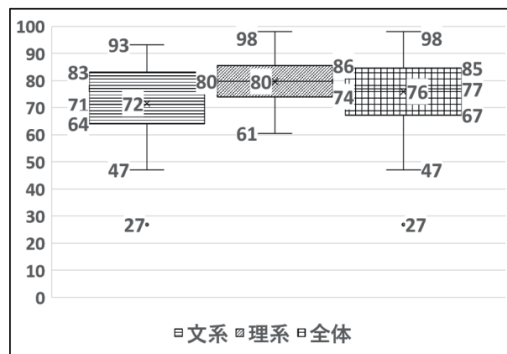


図3 アンケート調査Ⅲの箱ひげ図

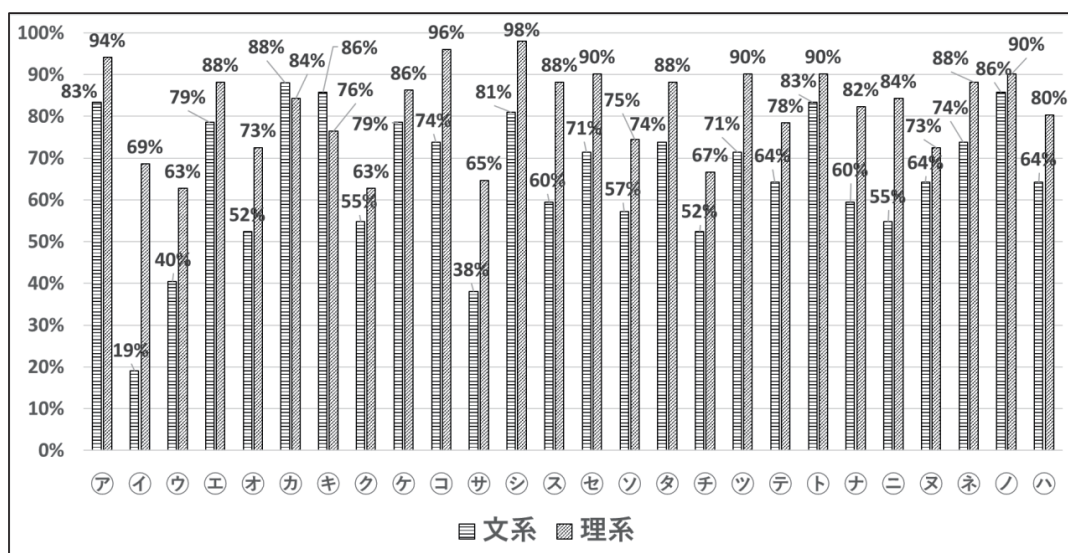


図4 アンケート調査Ⅲの結果

4.3.2 アンケート調査Ⅲの考察

アンケート調査Ⅲの結果より、文系は、理系よりも方略についてのメタ認知的知識(㊸式はどのようなかな、㊹今まで習ったことを使えるかな、㊺何がわからないから解けないのか考えてみるのが重要だ、㊻図が書ければ必ずできるぞ)が有意に低いことが分かった。また、メタ認知的活動では、メタ認知的モニタリング(㊼おもしろい問題だな、㊽わけを説明できるかな)とメタ認知的コントロール(㊾図を書いて考えてみよう、㊿問題をよく読んでみよう、㊽わからなくなったらもう一度ははじめから読み直してみよう、㊽できたら見直そう)ともに、文系が低い項目があることが分かった。

4.4 テスト調査の結果と考察

テスト調査の結果を箱ひげ図に表したものが図5である。文系の平均点は60点、理系の平均点は87点である。文系は理系の第1四分位数の80点よりも低い生徒が75%もいる。各問題の正答数の割合をグラフにしたものが図6である。すべての問題において、正答数の割合は文系よりも理系が高い。これらのことから、数学Ⅰの学習内容の習得度は、文系が理系よりも低いと言える。

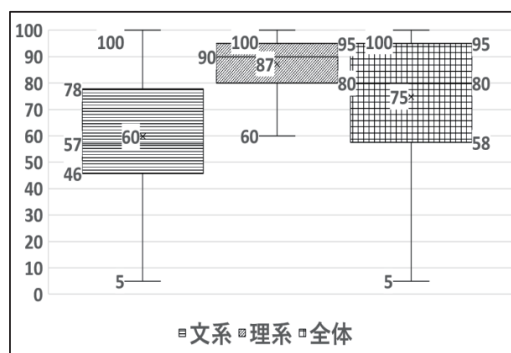


図5 テスト調査の箱ひげ図

正答数と誤答数(無答数を含む)について直接確率計算を行った。その結果は表4の通りである。

以下の12項目について、理系の生徒が有意水準1%で有意に多かった。

① 数と式(式の計算、逆思考)

A から $x^2 + 2x - 5$ を引いたら $2x^2 - 4x - 1$ になったときのAを求める。

基本的な式の計算であるが、正答率は文系で45%、理系で76%である。逆思考の問題であることが影響していることが考えられる。

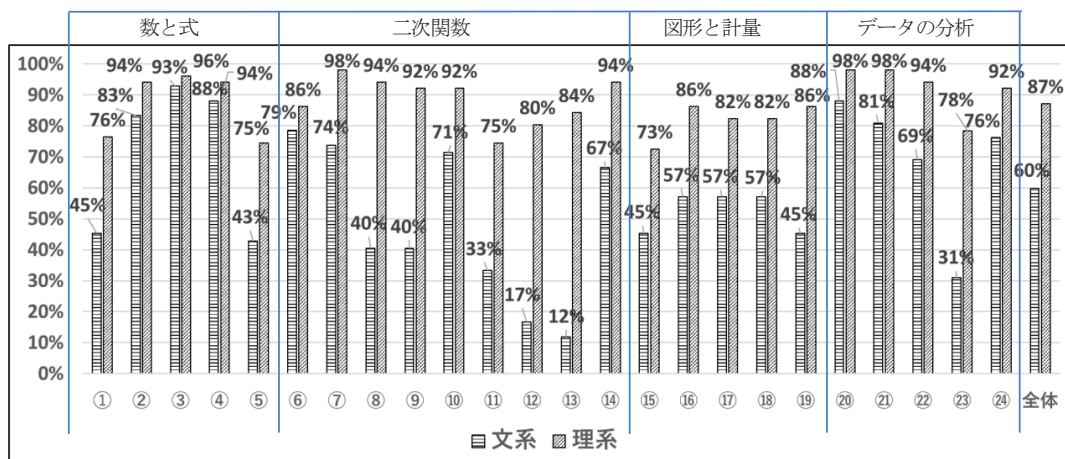


図6 テスト調査の結果

⑤ 数と式 (1次不等式, 文章題)

山間部にある家庭では, 冬季 (11月~3月) に暖房と給湯のため灯油を購入している。11月において, 購入した灯油から暖房用として18L使用し, 残りの灯油の半分を給湯用を使用する。給湯用の灯油を30L以上にしたいとき, 購入する灯油は最低何Lか。

文章題から不等式を立て, 不等式の解から条件にあう答えを導かなければならず, 正答率は文系で43%, 理系で75%である。

⑦ 二次関数 (二次関数の決定)

二次関数 $y = a(x+2)^2 + 1$ (a は定数) のグラフが点 (0, 9) を通るとき a の値を求める。

二次関数における基本的な問題であり, 正答率は文系で74%, 理系で98%である。理系はほぼ全員が正答しているが, 文系は四分の一の生徒が誤答である。

⑧⑨ 二次関数 (頂点の座標)

二次関数 $y = x^2 + 4x + 6$ のグラフの頂点の座標を求める。

二次関数における基本的な問題であり, 正答率 (x 座標, y 座標) は, 文系で (40%, 40%), 理系は (94%, 92%) である。⑦と同じ二次関数の基本的な問題でも, 文系は正答率が4割とかなり低い。平方完成ができない生徒が多いことが考えられる。

⑩⑪ 二次関数 (最大値・最小値)

二次関数 $y = (x-2)^2 + 5$ について, x の変域を $0 \leq x \leq 3$ とするとき, y の最大値と最小値を求める。⑩は最大値を, ⑪は最小値を求めるもので, それぞれ有意水準5%と1%で理系 (92%, 75%) が文系 (71%, 33%) よりも正答率が高い。最小値が頂点の位置であることに気づいていない生徒がいることが考えられる。

⑫⑬ 二次関数 (x 軸との共有点)

二次関数 $y = 3x^2 - 4x - 7$ のグラフと x 軸との共有点の座標を求める。

二次関数における基本的な問題であり, 正答率 (整数になる共有点, 分数になる共有点) は, 文系で (17%, 12%), 理系は (84%, 80%) である。二次関数の基本的な問題であるが, 文系生徒は正答率がかなり低い。誤答の原因として, 2次方程式が解けないことが考えられる。

⑭ 二次関数 (二次不等式の解の意味)

二次不等式 $x^2 - x < 0$ の解を, グラフをもとに求める。

グラフと x 軸との共有点が与えられ, それを利用して二次不等式の解を求める問題である。正答率は文系で67%, 理系で94%である。理系はほぼ全員が正答しているが, 文系は約3割の生徒が誤答である。二次不等式の解と二次関数のグラフの関係を理解していないことが考えられる。

表4 テスト調査の結果 (単位:人)

		正答	誤答	両側検定
①	文系	19	23	p=0.0026
	理系	39	12	** (p<.01)
②	文系	35	7	p=0.1764
	理系	48	3	ns (.10<p)
③	文系	39	3	p=0.6550
	理系	49	2	ns (.10<p)
④	文系	37	5	p=0.4605
	理系	48	3	ns (.10<p)
⑤	文系	18	24	p=0.0028
	理系	38	13	** (p<.01)
⑥	文系	33	9	p=0.4111
	理系	44	7	ns (.10<p)
⑦	文系	31	11	p=0.0009
	理系	50	1	** (p<.01)
⑧	文系	17	25	p=0.0000
	理系	48	3	** (p<.01)
⑨	文系	17	25	p=0.0000
	理系	47	4	** (p<.01)
⑩	文系	30	12	p=0.0121
	理系	47	4	* (p<.05)
⑪	文系	14	28	p=0.0001
	理系	38	13	** (p<.01)
⑫	文系	7	35	p=0.0000
	理系	41	10	** (p<.01)
⑬	文系	5	37	p=0.0000
	理系	43	8	** (p<.01)
⑭	文系	28	14	p=0.0009
	理系	48	3	** (p<.01)
⑮	文系	19	23	p=0.0105
	理系	37	14	* (p<.05)
⑯	文系	24	18	p=0.0022
	理系	44	7	** (p<.01)
⑰	文系	24	18	p=0.0112
	理系	42	9	* (p<.05)
⑱	文系	24	18	p=0.0112
	理系	42	9	* (p<.05)
⑲	文系	19	23	p=0.0000
	理系	44	7	** (p<.01)
⑳	文系	37	5	p=0.0874
	理系	50	1	+ (.05<p<.10)
㉑	文系	34	8	p=0.0099
	理系	50	1	** (p<.01)
㉒	文系	29	13	p=0.0020
	理系	48	3	** (p<.01)
㉓	文系	13	29	p=0.0000
	理系	40	11	** (p<.01)
㉔	文系	32	10	p=0.0425
	理系	47	4	* (p<.05)

⑯ 図形と計量 (90° -A の三角比)

57° の三角比が与えられ、 $\sin 33^\circ$ を求める。
三角比の公式を使って計算できる基本的な問

題である。正答率は文系で57%, 理系で86%である。理系は約9割の生徒が正答しているが、文系は約6割の生徒しかが正答ではない。

⑲ 図形と計量 (三角形の面積)

AB=6cm, AC=4cm, $\angle A=30^\circ$ の三角形ABCの面積を求める (図が与えられている)。

よく使う三角比の面積公式を使って、面積を求める問題である。しかも、図も提示されている。正答率は、文系で81%, 理系で98%とどちらも高い。しかし、文系は理系よりも有意に正答率が低く、公式の理解や計算力の不足が考えられる。

㉑ データの分析 (平均値)

ある野球チームの7人の投手の出場試合数(21, 22, 3, 61, 4, 18, 53 試合)の平均の試合数を求める。

平均値を求める問題であるが、その正答率は、文系で45%, 理系で86%であり、文系は約半分以上の生徒しか正答を得ていない。平均値の求め方は分かっているが、正しく計算ができないことが考えられる。

㉒ データの分析 (箱ひげ図)

大学生10人が持っている靴の数(5, 8, 5, 9, 6, 8, 10, 3, 6, 4 足)の箱ひげ図を選択する問題である。

最小値と最大値、第三四分位数が同じ箱ひげ図が与えられており、第一四分位数と中央値が分かれば正しく選択できる。その正答率は、文系で69%, 理系で94%であり、文系は約7割の生徒しか正答を得ていない。文系と理系の差の原因は、四分位数や箱ひげ図の意味を理解していないことのほか、計算力の不足が考えられる。

㉓ データの分析 (分散)

電気自動車5台の1回の充電で走行可能な距離(280, 295, 300, 320, 305km)の分散を求める。

分散を計算で求める問題であるが、平均値300kmと分散の公式は与えられているため、その公式に当てはめて計算すれば正答を得ることが

できる。その正答率は、文系で 31%，理系で 78% であり、文系は約 3 割の生徒しか、理系生徒では約 8 割の生徒しか正答を得ていない。文系と理系の差の原因は、与えられた公式（分散）の意味を理解していないことのほか、計算力の不足が考えられる。

以下の 5 項目について、理系の生徒が有意水準 5% で有意に多かった。

⑮ 図形と計量（正接の利用）

仰角と水平距離が与えられ高さを正接（tan）で求める問題である。

正接を使って高さを求める基本的な問題で教科書等でもよく見かける問題である。その正答率は、文系で 45%，理系で 73% であり、文系は約半分以下の生徒しか正答を得ていない。

⑯ 図形と計量（ $180^\circ - A$ の三角比）

$\sin 120^\circ$ の値を求める。

三角比の公式を使って計算できる基本的な問題である。正答率は文系で 57%，理系で 82% である。理系は約 8 割の生徒が正答しているが、文系生徒は約 6 割の生徒しか正答ではない。⑯（ $90^\circ - A$ の三角比）とほぼ同様の結果である。

⑰ 図形と計量（余弦定理）

$AB=4\text{cm}$ ， $AC=5\text{cm}$ ， $\cos A=\frac{1}{5}$ の三角形 ABC の辺 BC の長さを求める（図が与えられている）。

余弦定理を使って、三角形の 1 辺の長さを求める問題である。しかも、図が提示されている。その正答率は文系で 57%，理系で 82% である。理系は約 8 割の生徒が正答しているが、文系は約 6 割の生徒しか正答ではない。⑰とほぼ同様の結果である。

⑳ データの分析（相関関係）

散布図 A（ある都市の 10 月における一日の最高気温と最低気温）と散布図 B（同じ都市で同じ月における一日の最高気温と平均湿度）から相関関係を問う問題である。

与えられた 2 つの散布図から、相関関係の正負と強弱について、正しい記述を選択する問題である。その正答率は文系で 72%，理系で 96% である。理系は約 9 割の生徒が正答しているが、文系は約 7 割しかできていない。相関関係の意味を正しく理解していないことが考えられる。

以上より、テスト調査の文系と理系で有意差のあった問題を検討すると、誤答の原因は計算力の不足や、数学的な概念や公式の理解不足が考えられる。文系は理系に比べ、計算力の不足や数学的な概念や公式の理解不足があることが推察される。

4.5 数学 I の学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度の相関関係

数学 I の学習内容の習得度（テスト調査の点数、縦軸）と数学学習に関するメタ認知の獲得度（アンケート調査Ⅲを数値化したもの、横軸）を散布図にした。学年全体の散布図が図 7、文系の散布図が図 8、理系の散布図が図 9 である。数学 I の学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度の相関係数を求めた。その結果、学年全体では 0.562402，文系では 0.60513，理系では 0.186767 であった。学年全体と文系では正の相関があった。特に、文系では強い正の相関があった。しかし、理系ではほとんど相関はなかった。また、図 9 より、理系は数学 I の学習内容の習得度も数学学習に関するメタ認知の獲得度も共に高いと言える。

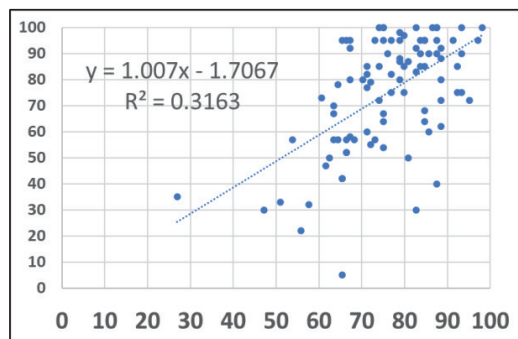


図 7 散布図（学年全体）

一方、図8より文系は、数学Ⅰの学習内容の習得度は5点から100点まで、数学学習に関するメタ認知の獲得度も27点から93点までと、幅広く散らばっており、しかも、それらには強い正の相関があると言える。

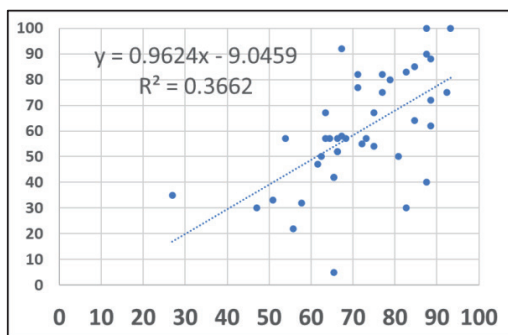


図8 散布図（文系）

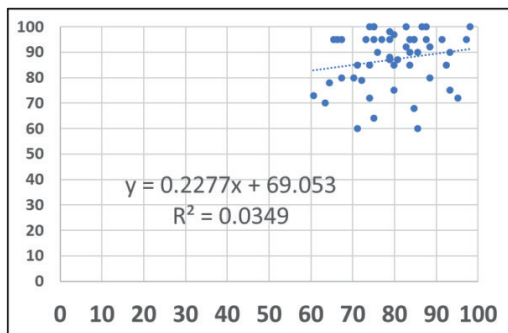


図9 散布図（理系）

5. まとめと課題

本研究では、高校における文系と理系の生徒の数学の学習状況（数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度）の現状と課題を明らかにするために、アンケート調査とテスト調査を実施し、その結果を分析した。その結果、以下の7点が明らかになるとともに、3点の高校の数学指導への示唆を得るとともに文理融合の在り方を検討するための基礎的な資料を得ることができた。

- (1) 数学に対する意識（好意度，理解感，有用感，積極性）は理系が文系よりも有意に高い。
- (2) 数学学習に対する興味・関心は，理系は文系よりも高く，特に，理系は文系よりも「数

学の問題が解決できた」ときに興味・関心を持つ。

- (3) 数学を暗記科目と考える生徒の割合は文系と理系で有意な差はなく，どちらも3割程度である。
- (4) 文系は理系よりも方略についてのメタ認知的知識が有意に低い項目がある。また，メタ認知的活動では，文系は理系よりメタ認知的モニタリングとメタ認知的コントロール共に有意に低い項目がある。
- (5) テスト調査の問題からは，文系の生徒は理系の生徒に比べ，基礎的な計算力の不足や，数学的な概念や公式の理解不足があることが推察される。
- (6) 数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度のいずれも文系より理系が高いが，文系の約四分一の生徒は数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度は共に概ね8割以上である。
- (7) 文系は，数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度に強い相関がみられたが，理系ではほとんど相関がない。

これの結果からは，①数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知には相関関係がある（学年全体，文系）ことから，高校の数学指導においては，学習内容の習得とメタ認知の獲得の両面を意識した指導を行うことが重要であること，②数学の学習内容の習得度が低い生徒に対しては，数学学習に関するメタ認知の育成とともに，基礎的な計算力や，数学的な概念や公式の意味理解を高めるような指導の工夫が必要であること，③文系と理系では，数学や数学学習に対する意識（好意度，理解感，有用感，積極性，興味・関心）が大きく異なっており，そのことを理解した上で指導内容や指導方法を考えていく必要があることなどの示唆を得た。

今後は，高校の数学指導における文理融合の在り方を検討するとともに，これらの結果を活かして高校における数学指導の改善ための方略を検討することが課題である。

謝辞

ご協力頂いた生徒の皆さんに感謝いたします。

付記

- ・ 本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究C（課題番号 JP18K02650，研究代表者：中村好則）の支援を得た。
- ・ 平成30年度第2回高等学校卒業程度認定試験問題の数学の問題は、以下を参照した（2019年5月2日現在）。
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2019/01/25/1411253_07.pdf

引用・参考文献

今井敏博，理系の大学生と文系の大学生の学校数学に対

する意識の比較—同志社女子大学の学生を対象にして—，同志社女子大学総合文化研究所紀要，第24巻，pp.150-161，2007.

教育再生実行会議，技術の進展に応じた教育の革新、新時代に対応した高等学校改革について（第十一次提言）（2020年7月2日現在）

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouikusaicei/pdf/daill_teigen_1.pdf

三宮真智子，メタ認知で＜学ぶ力＞を高める 認知心理学が解き明かす効果的学習法，北大路書房，2018.

塚原久美子，生徒の特性に応じた数学史の活用—文系・理系の大学進学志望別による「数学の形成」に関する意識調査—，数学教育学会誌，Vol.43，No.1・2，pp.15-24，2002

上田喜彦，研究編第2章メタ認知をとらえる実践・研究方法；重松敬一，算数の授業で「メタ認知」を育てよう，日本文教出版，pp.143-151，2013.

資料

(平成30年度第2回高等学校卒業程度認定試験問題の
数学の問題の問題番号を①から④に振り直した。)

1 次の **ア** ～ **オ** の を適切にうめなさい。

- (1) A から x^2+2x-5 を引いたら $2x^2-4x-1$ になった。
このとき、 $A = \text{ア} x^2 - \text{イ} x - \text{ウ}$ である。

(問題番号①)

- (2) $(x+y+1)^2$ を展開すると **エ** になる。

次の ①～④ のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① x^2+y^2+1
② $x^2+2xy+y^2+1$
③ $x^2+xy+y^2+x+y+1$
④ $x^2+2xy+y^2+2x+2y+1$

(問題番号②)

- (3) 2つの集合 A, B について、 $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ 、 $B = \{3, 6, 9\}$ のとき
 $A \cap B = \text{オ}$ である。

次の ①～④ のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① $\{9\}$
② $\{3, 6\}$
③ $\{1, 2, 4, 5\}$
④ $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 9\}$

(問題番号③)

2 次の **ア**、**イウ** の を適切にうめなさい。

- (1) 一次不等式 $2(1+x)+7 \leq 3(x-1)$ を解くと、その解は **ア** であ
る。次の ①～④ のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① $x \geq 12$ ② $x \leq 12$ ③ $x \geq -12$ ④ $x \leq -12$

(問題番号④)

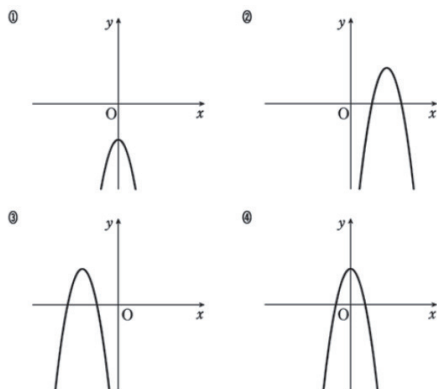
- (2) 山間部のある家庭では、冬季(11月～3月)に暖房と給湯のため灯油を購入
している。11月において、購入した灯油から暖房用として18L使用し、残りの
灯油の半分を給湯用に使用する。給湯用の灯油を30L以上にしたいとき、購入
する灯油は最低 **イウ** L である。

(問題番号⑤)

3 次の **ア** ～ **オ** の を適切にうめなさい。

- (1) 二次関数 $y = -2x^2 + 3$ のグラフの概形として、最も適切なものは
ア である。

次の ①～④ のうちから一つ選べ。



(問題番号⑥)

- (2) 二次関数 $y = a(x+2)^2 + 1$ (a は定数) のグラフが点 $(0, 9)$ を通るとき、
 a の値は **イ** である。

(問題番号⑦)

- (3) 二次関数 $y = x^2 + 4x + 6$ のグラフの頂点の座標は **(ウエ, オ)** である。

(問題番号⑧⑨)

4 次の **ア** ～ **キ** の を適切にうめなさい。

- (1) 二次関数 $y = (x-2)^2 + 5$ において、 x の変域を $0 \leq x \leq 3$ とするとき、
 y の最大値は **ア**、最小値は **イ** である。

(問題番号⑩⑪)

- (2) 二次関数 $y = 3x^2 - 4x - 7$ のグラフと x 軸との共有点の座標は、

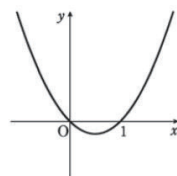
$$\left(\text{ウエ}, 0 \right), \left(\frac{\text{オ}}{\text{カ}}, 0 \right)$$

である。

(問題番号⑫⑬)

- (3) 二次不等式 $x^2 - x < 0$ を解くと、その解は

キ である。
次の ①～④ のうちから正しいものを一つ選べ。
ただし、右の図は、二次関数 $y = x^2 - x$ の
グラフである。



- ① $0 < x < 1$
② $x < 0, 1 < x$
③ $-1 < x < 0$
④ $x < -1, 0 < x$

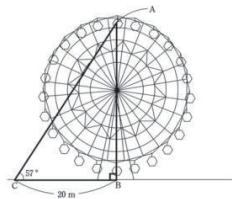
(問題番号⑭)

- 5 次の **ア** ～ **オ** の を適切にうめなさい。
必要であれば、次の三角比の値を利用すること。

$$\sin 57^\circ = 0.8387, \cos 57^\circ = 0.5446, \tan 57^\circ = 1.5399$$

- (1) 下の図のような観覧車がある。観覧車の最も高い位置にあるゴンドラ A の真下の地点 B から 20 m 離れた地点を C とする。
 $\angle ACB = 57^\circ$, $\angle ABC = 90^\circ$ であるとき、高さ AB はおよそ m である。
次の ①～④ のうちから最も適切なものを一つ選べ。

- ① 10.9
② 16.8
③ 30.8
④ 36.7



(問題番号15)

- (2) $\sin 33^\circ$ の値は である。

次の ①～④ のうちから最も適切なものを一つ選べ。

- ① 0.8387 ② 0.5446 ③ 1.5399 ④ -0.8387

(問題番号16)

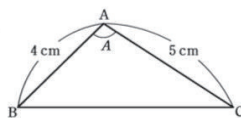
- (3) $\sin 120^\circ$ の値は である。

次の ①～④ のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ③ $-\frac{1}{2}$ ④ $-\frac{\sqrt{3}}{2}$

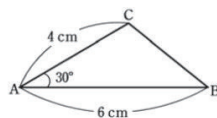
(問題番号17)

- (4) 右の図の三角形 ABC において、
 $AB = 4$ cm, $AC = 5$ cm, $\cos A = -\frac{1}{5}$
である。
このとき、BC の長さは cm である。



(問題番号18)

- (5) 右の図の三角形 ABC において、
 $AB = 6$ cm, $AC = 4$ cm, $\angle A = 30^\circ$
である。
このとき、三角形 ABC の面積は cm^2 である。



(問題番号19)

- 6 次の **アイ** ～ **ケ** の を適切にうめなさい。

- (1) 次のデータは、ある野球チームの、7 人の投手の出場試合数である。

21, 22, 3, 61, 4, 18, 53 (試合)

このデータの中央値は **アイ** (試合) で、平均値は **ウエ** (試合) である。

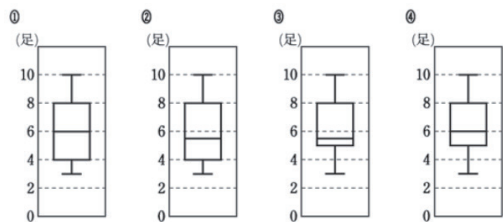
(問題番号20①)

- (2) 次のデータは、大学生 10 人に、持っている靴の数を聞いたものである。

5, 8, 5, 9, 6, 8, 10, 3, 6, 4 (足)

このデータの箱ひげ図として正しいものは **オ** である。

次の ①～④ のうちから一つ選べ。



(問題番号22)

- (3) 次のデータは、電気自動車 5 台について、1 回の充電で走行可能な距離を調べたものである。

280, 295, 300, 320, 305 (km)

このデータの平均値は 300 (km) であり、分散は **カキク** である。

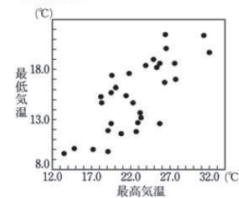
ただし、変数 x のデータの値が x_1, x_2, \dots, x_n で、その平均値が \bar{x} のとき、

$$\text{分散} = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}$$

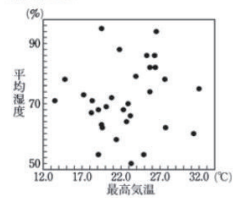
(問題番号23)

- (4) 下の散布図 A は、ある都市の 10 月における一日の最高気温と最低気温を表したものであり、散布図 B は、同じ都市で同じ月における一日の最高気温と平均湿度を表したものである。

< 散布図 A >



< 散布図 B >



これらの散布図に関する記述として最も適切なものは **ケ** である。

次の ①～④ のうちから一つ選べ。

- ① 最高気温と最低気温、最高気温と平均湿度は、ともに正の相関関係が強い。
② 最高気温と最低気温、最高気温と平均湿度は、ともに負の相関関係が強い。
③ 最高気温と最低気温は相関関係が強く、最高気温と平均湿度は相関関係が弱い。
④ 最高気温と最低気温は相関関係が弱く、最高気温と平均湿度は相関関係が強い。

(問題番号24)