

科学教育における高校から大学への移行問題に関する事例研究 — 化学・生物のプレースメントテストの解答に対する質問紙調査の分析から —

大久保 敦¹⁾ 石原 忍²⁾

A case study on problems of transition from high school to university in science education: A questionnaire survey for chemical and biological placement test answers

Atsushi Okubo¹⁾ Shinobu Ishihara²⁾

(2021年12月1日受理)

1. はじめに

プレースメントテストを実施し、その結果に基づく補習を実施したり習熟度別クラスを編成するなど、いわゆる補習教育（リメディアル教育）の実施が各大学で普及してきている。中村学園大学・中村学園大学短期大学部においても2014年度よりプレースメントテストを組織的に実施し、その結果を入学前後の指導に活用している。

しかしながら、習熟度別のクラス編成や補習教育対象者の選定などを目的として、プレースメントテストの得点によってスクリーニングを行った場合に、その集団はどのような構成になっているのか。あるいは、目的にかなったスクリーニングが実現できているか。このような基礎的な知見については現状では非常に乏しい状況である。

今後プレースメントテストが有効に機能するためにも、このような視点でプレースメントテストを見直してみることは有益であると考えられる。本稿では将来、管理栄養士を目指し入学してきた学生を対象として、特に専門の基礎となる化学や生物に焦点を当て、プレースメントテストの得点に基づいてスクリーニングした集団が、どのような構成をしているのか、不正解解答の原因を指標に用いて検討を行った。

2. 調査方法

本調査は1年次入学時に実施されるプレースメントテスト5科目（国語、数学、化学、生物、英語）のうち「化学」と「生物」、および同テストと連動した質問紙調査（以下アンケート調査と表記）より構成される。

2.1 調査対象

調査対象は中村学園大学栄養科学部栄養科学科の令和3年度入学者208名を対象とした。なおプレースメントテストは入学者全員が受験した。

2.2 調査方法

プレースメントテストは入学者オリエンテーションのプログラムの一環として、2021年4月5日に実施した。一方、アンケート調査は2021年4月8日に全学教務システム「Universal Passport」のアンケート回答機能を用いて調査対象者がWEB上で回答する方法で実施した。

2.2.1 プレースメントテスト化学

プレースメントテスト化学（以下「化学テスト」と表記）は高等学校化学および化学基礎の内容から25問（表1）を設定し、マークシートによる解答方式とし、解答時間60分を設定した。208名から解答を得ることができた（有効解答回収率100%）。

表1 化学テスト内容一覧

1) 同位体、2) 周期表、3) 電子配置、4) 化学結合、5) 価標、5) 二重結合、7) イオン
8) 質量%濃度、9) モル濃度、10) 分子量
11) 銅と希塩酸の化学反応式、12) メタンの燃焼の化学反応式、13) 生成熱
14) 酸と塩基、15) 水素イオン濃度とpH、16) 水酸化ナトリウムの濃度
17) 中和滴定実験操作、18) 中和滴定曲線、19) 中和滴定指示薬、20) 還元剤の化学反応式、21) 酸化還元
22) 高分子化合物、23) 異性体、24) 不飽和有機化合物、25) 脱水縮合

2.2.2 プレースメントテスト生物

プレースメントテスト生物（以下「生物テスト」と表記）は高等学校生物および生物基礎の内容から28問（表2）を設定し、化学テスト同様にマークシートによる解

答方式とし、解答時間60分を設定した。208名から解答を得ることができた（有効解答回収率100%）。

表2 生物テスト内容一覧

1)細胞小器官、2)生物の多様性と共通性、3)ウイルス・原核生物・真核生物
4)DNA複製と細胞周期、5)染色体、6)人の染色体数、7)DNAの構造、8)DNAからタンパク質への遺伝情報
9)血糖量の低下と自律神経、10)血糖量の調節とランゲルハンス島 α 細胞、11)血糖量の上昇と自律神経、12)血糖量の調節とランゲルハンス島 β 細胞、13)ホルモンと血糖量調節、14)血糖濃度の調節機構、15)すい臓以外の血糖量の調節ホルモン
16)予防接種、17)結核未感染とBCG反応、18)結核感染とBCG反応、19)抗原抗体反応、20)体液性免疫、21)細胞性免疫
22)呼吸と高エネルギー物質の生成、23)嫌気呼吸
24)炭水化物の消化、25)タンパク質の消化、26)脂肪の消化、27)酵素活性、28)消化物質の吸収

2.2.3 アンケート調査

アンケート調査の内容は全体で7分野92項目より構成される。各分野の項目内容および項目数を表3に示す。なお、本研究ではアンケート調査の項目の内、①化学テストの各解答結果に対する自己分析、および②生物テストの各解答結果に対する自己分析のみを使用した。

アンケート公開から1週間後を回答締め切りとして、208名から回答を得ることができた（有効回答回収率100%）。

表3 質問内容一覧

分野	項目内容	項目数
①	プレースメントテスト「化学」の各解答結果に対する自己分析	25
②	プレースメントテスト「生物」の各解答結果に対する自己分析	28
③	出身高校所在地、入学者選抜方法、志望順位、大学・学科の選択理由、将来の進路、管理栄養士資格取得希望の有無	7
④	高校2年生時の状況①（授業時間、予習復習時間、授業以外の興味ある勉強時間、受験勉強時間、部活サークル活動時間、アルバイト時間、ボランティア社会活動時間、読書時間、趣味活動時間、PC・携帯でのネット接続時間）	10
⑤	高校2年生時の状況②（宿題での図書館利用頻度、宿題でのWEB活用頻度、WEB授業頻度、提出期限内宿題提出頻度、授業時間以外に他の生徒との共同勉強頻度、授業中の質問・発言頻度、欠席の頻度、遅刻の頻度、授業がつまらない頻度、授業中居眠り頻度）	10
⑥	高校で履修した化学・生物の各科目について（履修単位数、実験実習の実施状況、化学への興味の有無、生物への興味の有無）	8
⑦	入学前教育（化学・生物）について（受講回数、入学前教育への要望）	4

2.3 分析方法

本調査におけるデータ分析は以下に示す大久保他(2007)の方法に基本的に従って行った。

「従来のこの種の学力診断テストでは正解か不正解はわかるものの、例えば不正解の中身、つまり学習の機会が無く不正解となったのか否か（既学習と未学習の区別）、あるいは学習の機会があったもののその内容を理

解したのか否か（既学習の中で理解と未理解の区別）、さらにその内容を理解したもののそのことが身に付いているか否か（理解の中で定着と未定着の区別）を判別することはなかなか難しい。もちろん回答の内容を分析することにより、これらを間接的に判別することはある程度可能であるが、入学当初の短期間に大量の人数を対象として必要な情報を得ることを想定した場合には、この方法は現実的ではない。

そこで、本調査では数学基礎力調査および理科基礎力調査と連動したアンケート調査（質問紙による解答の自己分析）を実施し、アンケートの回答内容を表3（p.45）に示す関係を用いて、既学習と未学習、理解と未理解、定着と未定着、およびその他へ変換した。次に各基礎力調査の得点を基に、それぞれ4つのクラス分けを行い、上述の7つの分析要素を指標として各集団内の構成を分析した。（大久保他2007, p.45）」

つまり、本調査でプレースメントテストと連動したアンケート調査（質問紙による解答の自己分析）を実施し、アンケートの回答内容を表4に示す関係を用いて、既学習と未学習、理解と未理解、定着と未定着、およびその他へ変換した。次にプレースメントテストの正解率を基に、それぞれ4つのクラス分けを行い、いま述べた7つの分析要素を指標として各集団内の構成を分析した。

表4 分析要素と質問紙の選択肢の関係

分析要素			質問紙の選択肢
学習経験	理解度	分類	
未学習	未理解	未学習	習ったことがないので、解けなかった
	理解	定着	習ったことはないが、解けた
既学習	未理解	未理解	習ったが理解が不十分だったので、解けなかった
	理解	未定着	習って理解していたが解けなかった（度忘れ含む）
		定着	習って理解していたので、解けた
その他			その他（覚えていないなど）

3. 結果

3.1 プレースメントテストの正解率

3.3.1 化学テスト

化学テストの平均点は43.2（全25問、100点満点 標準偏差16.03）であった。各問の正解率を表5に示す。正解率の高かった問題は、高い順にイオン、二重結合、中和滴定試薬、モル濃度、メタンの燃焼の化学反応式で、いずれも6割台であった。一方、正解率の低かった問題は、4割未満のものでは低い順に不飽和有機化合物、酸と塩基、脱水縮合、水酸化ナトリウムの濃度、還元剤の化学反応式、酸化還元、高分子化合物であった。特に不飽和有機化合物と酸と塩基については1割以下であった。

3.3.2 生物テスト

生物テストの平均点は64.5（全28問、100点満点 標準偏差15.42）であった。各問の正解率を表6に示す。化学テストに比べ、生物テストでは20点ほど平均点が高い分、各問題の正解率が全体的に高い傾向を示す。正解率の高かった問題は、高い順にDNAの構造、呼吸と高エネルギー物質の生成、染色体、嫌気呼吸、細胞小器官、予防接種でいずれも9割を超えた。一方、正解率の低かった問題は、低い順に結核未感染とBCG反応、生物多様性と共通性、結核感染とBCG反応、血糖量の低下と自律神経、タンパク質の消化、ウイルス・原核生物・真核生物、DNA複製と細胞周期、炭水化物の消化で、いずれも5割未満であった。特に、結核未感染とBCG反応では正解率が2割を下回った。

3.4 アンケート調査の回答

3.4.1 化学テストの解答の自己分析

アンケート調査の回答(化学テストの解答の自己分析)を集計し、各選択肢の頻度を問題ごとに整理したものを表5に示す。

各問の不正解(解けなかった)理由の回答では「習ったことがないので解けなかった」とする回答は意外に少なく、多いものでも脱水縮合(38名)、不飽和有機化合物(36名)、高分子化合物(35名)、生成熱(33名)であったのに対して、「習ったが理解が不十分だったので解けなかった」とする回答が顕著に認められた。特に酸と塩基(87名)、酸と還元(86名)、電子配列(72名)、生成熱(72名)、水酸化ナトリウムの濃度(67名)、同位体(64名)、モル濃度(64名)、高分子化合物(62名)、質量%濃度(60名)で顕著であったが、いずれの問題にも見られた。

3.4.2 生物テストの解答の自己分析

アンケート調査の回答(生物テストの解答の自己分析)を集計し、各選択肢の頻度を問題ごとに整理したものを表6に示す。

まず目立つのが「習って理解していたので解けた」とする回答で、100名を超える回答数が得られた問題が28問中11問におよび、化学テストに比較して相対的に正解率が高いことと調和的である。

一方、各問の不正解(解けなかった)理由の回答では「習ったことがないので解けなかった」とする回答は化学テストに比較してさらに少なく、結核未感染とBCG反応(65名)、結核感染とBCG反応(59名)が顕著であった程度である。またそれ以外では「習ったが理解が不十分だったので解けなかった」とする回答では血糖量の低下と自律神経(44名)、血糖量の上昇と自律神経(41名)、DNA複製と細胞周期(40名)などが比較的回答数の多

いものとしてあげられる程度である。

なお、化学テストおよび生物テストともに「その他(覚えていないなど)」の回答が目立ち、40名以上の回答数が化学テストでは25問14問、生物テストでは28問中14問を占めた。これらの傾向については考察で議論する。

3.5 正解率群別・問題別不正解原因の集計結果

まず、化学テストおよび生物テストそれぞれにおいて、正解率に基づき4段階の群(10%未満、10%以上40%未満、40%以上70%未満、70%以上)に被験者を区分した。次に、アンケート調査の自己分析の回答(選択肢)を、表4に示す関係を用いて5種類の分析要素、つまり**定着**、**未定着**、**未理解**、**未学習**、**その他**に変換した。各分析要素が占める割合を、両テストの群(10%未満、10%以上40%未満、40%以上70%未満、70%以上)別に集計を行い、問題ごとに図示した(図1~図7)。これらの集計から以下に示すような、各分析要素(解答要因)の出現様式に関して、正解率群ごとに特徴的な傾向が認められた。

10%未満の群については、化学テストのみで認められ、生物テストでは認められなかった。化学テストにおけるこの群では、**定着**や**未学習**とする問題が認められないこと、および「解答した内容を忘れた」などの**その他**のカテゴリーが全ての問題に認められるなどの特徴を見出すことができる。しかしながら標本数が3名であるため、これらの傾向は参考程度にみておくことが望ましい(図1)。

10%以上40%未満の群では、化学テストおよび生物テストとも**定着**の回答は認められるものの、上位の正解率の群に比べ相対的にその割合が低いこと、および不正解の要因として、**未学習**、**未理解**、**未定着**が混在することで特徴づけられる。またこれら3者の占める割合は問題ごとに異なるが、**未学習**の占める割合が、上位の正解率の群に比べ相対的に高いことが認められる(図2、図5)。

40%以上70%未満の群では、化学テストおよび生物テストとも下位の群に比較して**定着**の割合が上昇するのに反して**未学習**の割合が低下すること、および不正解の要因として、**未学習**、**未理解**、**未定着**が混在するものの、その主体は**未理解**、**未定着**に移行していることで特徴づけられる(図3、図6)。

70%以上の群では、化学テストおよび生物テストとも不正解の要因に**未学習**がほとんど認められないのに対して、(化学テストでは皆無)、**定着**の割合が下位の群に比較して上昇していることで特徴づけられる(図4、図7)。

なお、化学テスト一部の問題(問6、問11)では全く認められないが、それ以外の両テストの問題では**未定着**、**未理解**が一定割合認められる。

表5 化学テストの問題別正解率とアンケート回答 (n = 208)

問題番号	出題内容	正解率	習ったことがないので解けなかった	習ったことは解けた	習ったが理解が不十分だったので解けなかった	習って理解していたが解けなかった(度忘れ含む)	習って理解していたので解けた	その他(覚えていないなど)
1	同位体	0.34	8	0	64	49	48	39
2	周期表	0.47	7	2	51	44	71	33
3	電子配置	0.56	9	1	72	30	42	54
4	化学結合	0.59	6	2	53	33	83	31
5	価標	0.39	17	5	54	31	58	43
6	二重結合	0.68	9	3	33	18	125	20
7	イオン	0.69	16	1	55	18	84	34
8	質量%濃度	0.51	7	3	60	19	86	33
9	モル濃度	0.63	10	2	64	25	55	52
10	分子量	0.50	13	4	39	24	79	49
11	銅と希塩酸の化学反応式	0.51	14	0	47	20	91	36
12	メタンの燃焼の化学反応式	0.63	10	2	35	11	28	122
13	生成熱	0.42	33	1	72	25	48	29
14	酸と塩基	0.09	26	0	87	29	15	51
15	水素イオン濃度とpH	0.55	12	4	42	28	87	35
16	水酸化ナトリウムの濃度	0.26	10	1	67	27	39	64
17	中和滴定実験操作	0.32	14	2	53	31	61	47
18	中和滴定曲線	0.50	14	0	56	19	44	75
19	中和滴定指示薬	0.66	13	1	44	26	96	28
20	還元剤の化学反応式	0.26	16	0	66	28	27	71
21	酸化還元	0.27	19	0	86	24	12	67
22	高分子化合物	0.28	35	1	62	32	28	50
23	異性体	0.45	30	2	46	20	31	79
24	不飽和有機化合物	0.08	36	2	49	15	21	85
25	脱水縮合	0.15	38	0	48	17	19	86

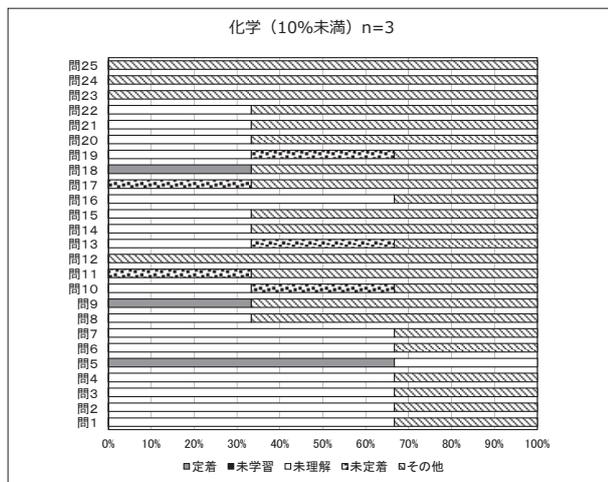


図1 化学10%未満群の問題別回答

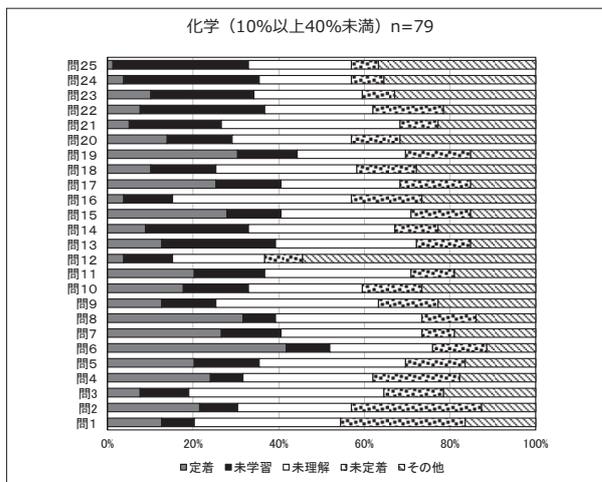


図2 化学10%以上40%未満群の問題別回答

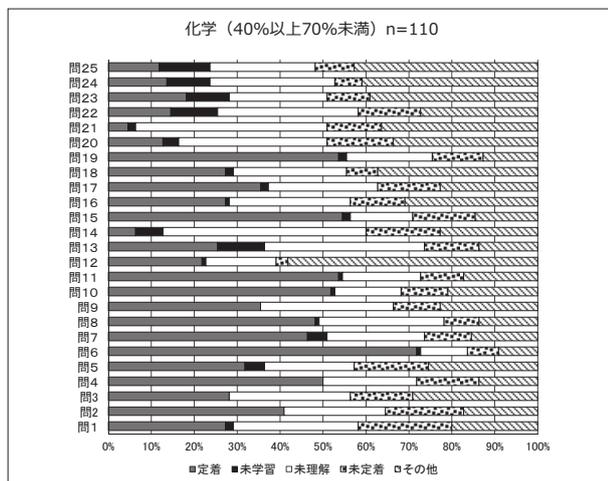


図3 化学40%以上70%未満群の問題別回答

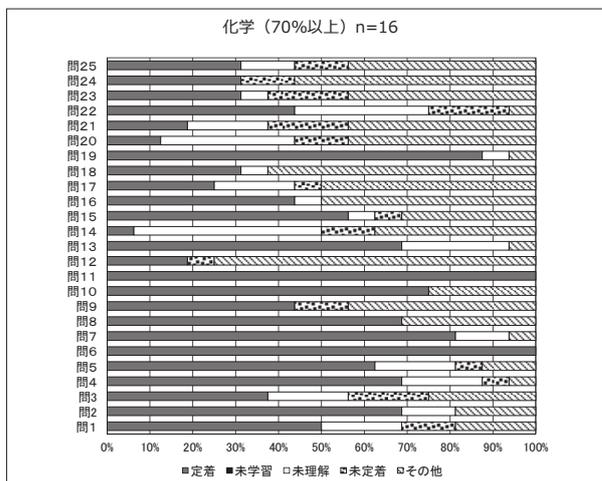


図4 化学70%以上群の問題別回答

表6 生物テストの問題別正解率とアンケート回答 (n=208)

問題番号	出題内容	正解率	習ったことがないで解けなかった	習ったことはないが解けた	習ったが理解が不十分だったので解けなかった	習って理解していたが解けなかった(度忘れ含む)	習って理解していたので解けた	その他(覚えていないなど)
1	細胞小器官	0.92	9	4	14	9	137	35
2	生物の多様性と共通性	0.38	18	3	28	29	83	47
3	ウイルス・原核生物・真核生物	0.48	13	3	24	28	97	43
4	DNA複製と細胞周期	0.49	17	2	40	36	84	29
5	染色体	0.94	6	5	5	4	173	15
6	ヒトの染色体数	0.60	8	6	31	24	123	16
7	DNAの構造	0.95	5	5	1	4	185	8
8	DNAからタンパク質への遺伝情報	0.84	8	4	15	8	150	23
9	血糖量の低下と自律神経	0.41	25	1	44	31	63	44
10	血糖量の調節とランゲルハンス島α細胞	0.62	26	3	28	17	93	41
11	血糖量の上昇と自律神経	0.56	23	2	41	27	64	51
12	血糖量の調節とランゲルハンス島β細胞	0.71	21	6	15	10	122	34
13	ホルモンと血糖量調節	0.62	21	8	30	15	86	48
14	血糖濃度の調節機構	0.58	29	4	28	20	108	19
15	すい臓以外の血糖量の調節ホルモン	0.65	26	7	31	16	92	36
16	予防接種	0.92	35	34	19	11	66	43
17	結核未感染とBCG反応	0.17	65	7	35	24	24	53
18	結核感染とBCG反応	0.40	59	13	29	14	39	54
19	抗原抗体反応	0.84	16	19	19	4	126	24
20	体液性免疫	0.54	28	10	29	18	83	40
21	細胞性免疫	0.56	25	9	33	20	84	37
22	呼吸と高エネルギー物質の生成	0.95	17	10	8	10	136	27
23	嫌気呼吸	0.93	21	28	13	13	105	28
24	炭水化物の消化	0.49	28	8	32	21	73	46
25	タンパク質の消化	0.46	28	8	31	23	71	47
26	脂肪の消化	0.77	27	9	36	28	49	59
27	酵素活性	0.61	21	14	30	19	81	43
28	消化物質の吸収	0.66	20	12	21	17	101	37

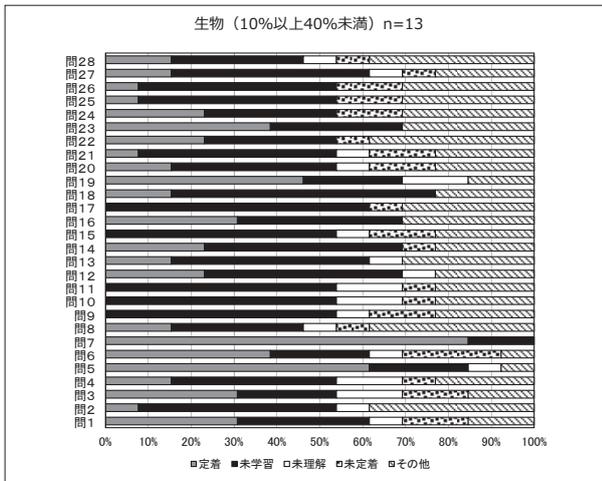


図5 生物10%以上40%未満群の問題別回答

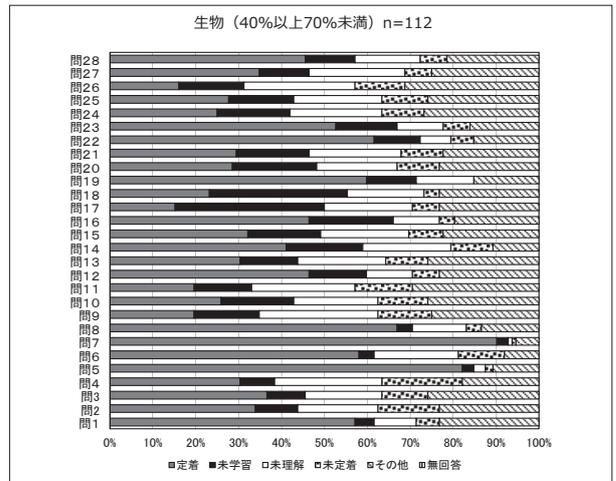


図6 生物40%以上70%未満群の問題別回答

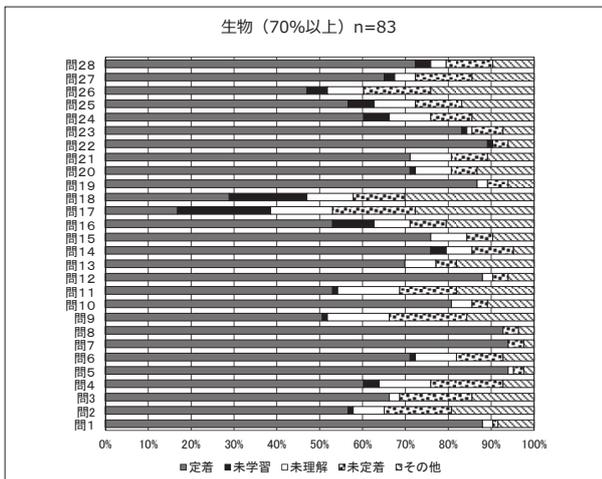


図7 生物70%以上群の問題別回答

4. 考 察

以上のことから、正解率の群により不正解原因の傾向に違いがあることが認められた。つまり、

①**正解率10%以上40%未満の群**では不正解の要因として**未学習、未理解、未定着**が混在し、かつ**未学習**の占める割合が上位の群と比較して高いことで特徴づけられる。

②**正解率40%以上70%未満の群**では不正解の要因として、**未学習、未理解、未定着**が混在するものの、その主体は**未理解、未定着**に移行していることで特徴づけられる。

③**正解率70%以上の群**では未学習がほとんど認められないこと、**定着**の割合が下位の群に比較して上昇していることで特徴づけられる。

④化学テストおよび生物テスト全般に渡り、**未定着、未理解**が一定割合認められる。

これらの特徴は大久保他(2007)で指摘された最下位の得点群については**未学習**が圧倒的に多く、下位から上位の得点群にかけては、それぞれ割合が異なるものの、**未定着、未理解**、場合によっては**未学習**が混在しているとする報告と調和的である。

そこで、これらを踏まえて、プレースメントテストの不正解解答の分析から、受け入れ後の教育に資する示唆を検討する。

4.1 補習の対象者

中村学園大学栄養科学部栄養科学科では、化学テストの結果(素点)を基にまず一定点数以下を補習学習の対象者として決定し、続いて一定点数よりも上位についても補習を希望者とする学生を募っている。これらを合わせて補習学習を1年生前期に実施している。今回の結果から正解率中位や上位の群にも**未理解**や**未定着**の内容が一部分存在することが判明した。従って、全体としては補修対象者を一定点数以下で決定することを原則としながらも、正解率上位者にも補習の機会を設けることの妥当性が示唆された。なお生物については課外での補習学習ではなく、正課の授業として「基礎生物学」を開講して専門への導入教育を実施している。

4.2 「その他」の回答

その他(覚えていない)とする回答が顕著であった原因として、プレースメントテストとアンケート調査の実施日の間に3日間の時差があったことが大きく関係していると推測している。一方、正解率と**その他**の回答数の相関を見たところ、弱い逆相関の関係が認められた。不正解の回答内容については記憶に残りづらいことを示しているかもしれない。調査の実施方法も含めて今後の課題としたい。

4.3 今後の大学での入学受け入れ

プレースメントテストは入学後の受け入れ体制の参考情報として多くの大学で実施されている(山田, 2005)。その際、テストの得点をもとに補習教育受講者の決定や習熟度別のクラス分けを実施している。今回の調査では、テストの合計点では見えない側面があること示した。高校から大学への移行に当たって、従来は高校での**未学習**に焦点が当てられがちであったが、今回の調査から高校で履修していても、**未理解**や**未定着**の部分を抱えて大学に進学してくる学生が普遍的に存在することが示された。今後、18歳人口の減少をふまえると、**未理解**や**未定着**の部分を「補習」という発想のみで対応することの限界を感じる。これには一大学の学科レベルでの対応も考えていかななくてはならないが、同時に日本の高等教育全体レベルでの検討が望まれる。

5. まとめ

プレースメントテストの化学テストおよび生物テストの不正解解答の原因をアンケートの回答を基に正解率群ごとに検討した結果、被験者の回答傾向にそれぞれ異なる特徴が認められた。特に下位の群においては、不正解原因に**未学習**が顕著に認められた。下位から中位の群では**未学習、未理解、未定着**が、また上位の群では、**未理解、未定着**がそれぞれ混在し、不正解原因の多様性が認められた。

これらのことから、得点(正解率)によるクラス分けは、ある程度妥当性をもつと判断される。しかし、中位から上位の群においても、集団構成がかなり多様性を残すことも示された。

以上の傾向は大久保他(2007)の結果と整合的であるが、現象の再現性を確認する知見の蓄積が今後も望まれる。

謝 辞

本調査の一部は中村学園大学・中村学園短期大学部令和3年度教育改革支援制度 取組課題名「円滑な入学受け入れ体制整備のための環境整備」の支援を受けて行われた。ここに謝意を表する。

引用文献

- 大久保敦, 栢田幹也, 坪田誠(2007) プレースメントテストにおける不正解の意味—大学新入生を対象とした数学・理科に関する学力診断テストの結果に基づいて—, リメディアル教育研究, 第2巻 第1号, 43-48.
- 山田礼子(2005) 一年次(導入)教育の日米比較, 東信堂.