

大学入試センター試験25か年における理科の成績動向と統計的総括
— 出題構成の統計的評価と事例福岡教育大学入試個別試験成績動向 —

The Trends and Statistical Summary of Scores on Science Subjects
of the National Center Tests by the National Center
for University Entrance Examination through 25 years
— Statistical Analysis of Content Formation Planning on the Test
and Trend of Scores for Entrance Examination
on the University of Teacher Education Fukuoka —

守口良毅

原田雅章

Yoshiki MORIGUCHI

Masaaki HARADA

福岡教育大学名誉教授

福岡教育大学理科教育講座

(平成28年9月30日受理)

[抄 録]

前報において、平成2年～26年の25回にわたる大学入試センター試験の基本理科4科目の平均得点、同標準偏差及び設問別平均得点率の動向を素点方式による統計的手法により総括し、出題問の難度や受験生の学力の統計的尺度として著者が新しく定義した、統計関数「出問易難度」及び「学力分散度」の動向や科目平均得点の回帰分析の結果、学習指導要領改訂による大きな影響はみられず、通年平均得点は各科目とも所期目標の60点台に収斂するも標準偏差に増大傾向がみられ、また出題問に対する解答箱の数・配点による科目間較差が特に物理でみられ、また受験生の学力分散による年度間較差が生物でみられることを報告した。本報ではさらに著者が新しく定義した統計関数「易・難問得点比」を導入し、化学を中心に出題問の内容構成など、さらに詳細に大学入試センター試験の25か年における動向を統計的に総括し、これらの結果を福岡教育大学個別入試志願者の動向を事例に比較考察した。また、後継の大学入試センター試験新テストでは、記述方式による新学力評価テストとは別日程で、従来のマークシート方式によるテストの継承が予定されていることから、新テスト実施に向けての参考資料およびこれまでのマークシート方式による大学入試センター試験のアーカイブ的資料に資することも目的にした。

1. はじめに

前報において¹⁾、平成2年(1990)(以下、2(90')、H2などと略記)に開始された「大学入学者選抜大学入試センター試験(以下、セ試と略記)」が28(16')に27回を迎え、マークシート式客観テストが一点刻みの知識偏重型テストとの批判があったこれまでのセ試に代わり、いよいよ32(20')から知識の活用・思考力や主体性をも評価する新しい「大学入学希望者学力評価テスト(仮称)」(以下、新テストと略記)の導入が予定されているが、50数万人におよぶ受験生の成績処理に時間的、客観的評価において問題点があるなどから、従来のマークシート式テストも解答を複数個用意するなど択一・一発解答の問題点を是正して、別

日程で行われることを述べ、後継のマークシート式新テスト実施に向けての参考に資する目的で、2(90)～26(14)の25回にわたるセ試・本試験の後述理科基本4科目の科目平均得点等の成績動向を素点統計的に解析した。本報では、引き続き前報で著者が定義した統計関数「出問易難度」,「学力分散度」及びさらに新しく導入した統計関数「易・難問得点比」を利用し、化学の出題問について出題問題検討委員会による講評的評価とは別に、出題問数、解答箱数、配点、出題問の難易度、出題比率等の出題問内容構成の統計的評価を試みた。あわせて、適用事例として22(10)～26(14)の5か年における福岡教育大学(以下、本学と略記)入試個別学力試験(以下、単に個別試と略記)理科の成績動向との関連も比較考察した。

本報でのセ試対象年度および科目は、前報と同じく第1回の2(90)以来26(14)までの25回にわたる本試で実施された理科関連科目のうち、理科基本4科目(以下、単に理基4と略記)の物理、物理I B、物理I(以下、特に断らない限り、単に物理と略記)、化学、化学I B、化学I(同化学)、生物、生物I B、生物I(同生物)、地学、地学I B、地学I(同地学)である^{註1)}。これらの科目は、表1に化学を例に学習指導要領の変遷内容を示したごとく、3回にわたる学習指導要領改訂で必修「理科I」の廃止による重要内容項目であった“物質量”の「化学」への移行や²⁾、科目名変更により、一部の用語の精選整理、内容項目の順位の変更や、新しくIIを付した科目への移行及び6(94)施行実施で新しく各科目に「探究活動」が導入されたものの、学習目的・内容においてほぼ一貫して大きな変更がなく、理系進学志望者の多くがこれらの科目を受験することから、大学進学基礎学力の指標となる科目でもある。

表1 該当化学関連科目学習指導要領の変遷と内容一覧

科目名変更期	科目	改訂告示施行実施	学習指導要領における内容項目(理科Iについては化学関連項目のみ抜粋)
	理科I	昭和53(78')年8月 昭和57(82')年4月	(2) 物質の構成と変化 物質の構成単位, 物質の成分元素, 物質量, 化学変化とその量的変化
	I 化学	昭和53(78')年8月 昭和57(82')年4月	(1) 物質の化学的性質 ア 無機物質, イ 有機化合物, ウ 高分子化合物 (2) 物質の状態 ア 純物質, イ 混合物 (3) 化学反応 ア 反応の速さ, イ 化学反応と熱, ウ 化学平衡, エ 酸と塩基の反応, オ 酸化還元反応 (4) 物質の構造 ア 原子の構造, イ 化学結合
II	化学I B	平成元(89')年3月 平成6(94')年4月	(1) 物質の構造と状態 ア 物質の構成(ア) 物質の構成単位と成分元素, (イ) 物質量 イ 原子の構成(ア) 原子構造のモデル, (イ) 元素の周期表 ウ 化学結合(ア) イオン結合, (イ) 共有結合 エ 純物質と混合物(ア) 気体 液体 固体, (イ) 気体の分圧, (ウ) 溶液 オ 物質の構造と状態に関する探究活動 (2) 物質の性質 ア 無機物質(ア) 単体, (イ) 化合物 イ 有機化合物(ア) 炭化水素, (イ) 酸素を含む化合物, (ウ) 窒素を含む化合物, ウ 物質の性質に関する探究活動 (3) 物質の変化 ア 酸と塩基の反応(ア) 酸・塩基, (イ) 中和 イ 酸化還元反応(ア) 酸化・還元, (イ) 電気分解, (ウ) 電池 ウ 化学反応と熱(ア) 反応熱, (イ) 熱化学方程式 エ 物質の変化に関する探究活動
III	化学I	平成11(99')年3月 平成15(03')年4月	(1) 物質の構成 ア 物質と人間生活(ア) 化学とその役割, (イ) 物質の探究 イ 物質の構成粒子(ア) 原子 分子 イオン, (イ) 物質量 ウ 物質の構成に関する探究活動 (2) 物質の種類と性質 ア 無機物質(ア) 単体, (イ) 化合物 イ 有機化合物(ア) 炭化水素, (イ) 官能基を含む化合物 ウ 物質の種類と性質に関する探究活動 (3) 物質の変化 ア 化学反応(ア) 反応熱, (イ) 酸・塩基, 中和, (ウ) 酸化と還元 イ 物質の変化に関する探究活動

2. 方法

利用した主なる資料は前報で引用した①インターネットの大学入試センター web サイトに公開の 2(90') ~ 26 (14') 「各年度大学入試センター試験実施結果の概要」、②本試理科設問別得点率 21(09') ~ 26(14') 分は、情報公開により入手したものと^{註2)} 2(90') ~ 20(08') の既報公開分²⁾ および③本学入試課により公開開示された中等教員養成課程理科（以下、**中理**と略記）と環境教育課程環境教育コース（以下、**環境**と略記）入試における個別学力試験 22(10') ~ 26(14') の 5 年分で、これらをマイクロソフト EXCEL2003 の統計関数を利用して素点方式的な統計数値を求めた。

本報でもセ試過去 25 年通年（以下、特に断らない限り単に**通年**と略記）における各年度の各科目平均得点及び同標準偏差それぞれを平均して得られた通年平均得点 A_{vt} 、通年平均標準偏差 σ_{yt} を、毎年出題がセ試の目的を指向しながら試行錯誤的に検討された結果、収束した基準指標と位置付けた。同様にして 3 回にわたる学習指導要領改訂の影響を考慮した、各改訂期の得点平均 A_{vi} および同平均標準偏差 σ_{yi} についても同様に位置付けた。

これら基準指標がもつ意義は、毎年度の出題検討委員会による講評的評価とは別に、統計的評価目標値にするもので、これらを利用して前報で平均得点離心度、標準偏差離心度、出問易難度、学力分散度などの統計関数を定義し、成績動向等の統計的解析に利用した。本報でもそれらの統計関数を利用して論及するので、参考のためにそれら統計関数を (1) ~ (7) 式に示した。本報ではさらに新しく、科目平均得点・標準偏差の年度間較差、科目間較差及び出題数（解答箱数）、配点、難問・易問のバランスなど出題の内容構成にかかわる統計関数 (8) 式を定義した。

平均得点離心度 RA_{vt} , RA_{vi}

$$RA_{vt} = (My - A_{vt}) / A_{vt} \text{ ----- (1)} \quad RA_{vi} = (My - A_{vi}) / A_{vi} \text{ ----- (2)}$$

My : 各年度科目平均得点, A_{vt} : 通年科目平均得点
 A_{vi} : 学習指導要領改訂各期平均得点 ($i = I, II, III$)
 (以下特に断らない限り, 単に得点離心度と略記)

標準偏差離心度 $R\sigma_{yt}$, $R\sigma_{yi}$

$$R\sigma_{yt} = (\sigma_y - \sigma_{yt}) / \sigma_{yt} \text{ ----- (3)} \quad R\sigma_{yi} = (\sigma_y - \sigma_{yi}) / \sigma_{yi} \text{ ----- (4)}$$

σ_y : 各年度標準偏差, σ_{yt} : 通年平均標準偏差
 σ_{yi} : 学習指導要領改訂各期平均標準偏差 ($i = I, II, III$)
 (以下特に断らない限り, 単に偏差離心度と略記)

上述 (1)~(4) 式によって定義される両離心度は前述の基準指標 A_{vt} , σ_{yt} からの変動割合を示しており、絶対値が小さいほど基準指標値に指向していることになる。

出問易難度 ESt , ESi

$$ESt = RA_{vt} (1 \pm \Delta ABS (R\sigma_{yt})) \text{ ----- (5)} \quad ESi = RA_{vi} (1 \pm \Delta ABS (R\sigma_{yi})) \text{ ----- (6)}$$

$RA_{vt} \geq 0$ ならば $\Delta = -1$, $RA_{vt} \leq 0$ ならば $\Delta = +1$

$RA_{vi} \geq 0$ ならば $\Delta = -1$, $RA_{vi} \leq 0$ ならば $\Delta = +1$

ABS : エクセル関数による絶対値

(以下, 特に断らない限り, 単に易難度と略記)

上述 (5), (6) 式によって定義された易難度は、易問ほど平均得点が高く、ばらつきが小さくて標準偏差小の傾向が、難問ほど平均得点が低く、ばらつきが大きく標準偏差大の傾向がみられる、経験則の統計関数化を試みたもので、 ESt が正で大なるほど易問、負で大なるほど難問の傾向であることを示しているが、個々出題問の講評的評価による難易を意味するものではない。この統計関数の意義は各年度、各科目におけるいわば“**出題問の質**”の統計的尺度に利用しようとしたもので、この統計関数の有意性のひとつとして、毎年度出題枝問に対する 25 ~ 32 個の解答中、表 2, 3 で示された得点率上位のトップ 5 (t_5) の平均

表2 セ試理基化学, 物理統計数値一覧

科目名 変更期	平成年度 (西暦)	化学					物理				
		My	σ_y	t5avy	b5avy	tb5*	My	σ_y	t5avy	b5avy	tb5*
I	2(90')	67.84	18.13	0.9085	0.3735	2.432	74.12	17.08	0.9328	0.4905	1.902
	3(91')	64.25	16.03	0.9256	0.3629	2.550	73.17	20.34	0.9526	0.5487	1.736
	4(92')	61.58	19.22	0.8590	0.4182	2.054	57.48	19.11	0.9120	0.2962	3.079
	5(93')	58.69	20.17	0.7930	0.3365	2.357	53.84	23.11	0.7419	0.3666	2.023
	6(94')	52.12	18.51	0.7913	0.2679	2.953	68.11	18.88	0.9766	0.3747	2.607
	7(95')	60.56	20.93	0.8285	0.3234	2.562	70.52	17.28	0.9260	0.3662	2.529
	8(96')	65.80	20.07	0.8656	0.4081	2.121	72.81	19.09	0.9311	0.5037	1.848
	平均 同偏差	61.55(AvI) 5.212	19.01(σ_y I) 1.64	0.8531 0.0525	0.3558 0.0519	2.485 0.302	67.15(AvI) 8.16	19.27(σ_y I) 2.04	0.9104 0.0772	0.4209 0.0928	2.246 0.498
II	9(97')	62.93	19.62	0.8964	0.3950	2.269	70.71	19.87	0.9126	0.4409	2.070
	10(98')	65.92	20.98	0.8540	0.4263	2.003	64.88	20.29	0.8434	0.4411	1.912
	11(99')	63.72	21.51	0.8317	0.4204	1.978	66.49	20.75	0.8607	0.3938	2.186
	12(00')	57.53	21.32	0.8488	0.3550	2.391	55.91	19.11	0.7949	0.3083	2.579
	13(01')	58.51	22.83	0.7808	0.4020	1.942	72.81	20.04	0.9017	0.5162	1.747
	14(02')	57.48	20.66	0.8223	0.3009	2.733	61.01	23.60	0.7815	0.4787	1.633
	15(03')	61.81	21.47	0.8435	0.3650	2.311	61.60	19.57	0.7901	0.3628	2.178
	16(04')	54.30	20.20	0.8437	0.2647	3.188	62.92	21.65	0.8249	0.3763	2.192
17(05')	66.06	22.26	0.8731	0.4641	1.881	59.97	20.60	0.8251	0.4005	2.060	
平均 同偏差	60.92(AvII) 4.1390	21.21(σ_y II) 0.99	0.8438 0.0323	0.3771 0.0631	2.300 0.430	64.03(AvII) 5.33	20.61(σ_y II) 1.34	0.8372 0.0472	0.4132 0.0631	2.062 0.278	
III	18(06')	64.13	22.84	0.8289	0.4458	1.859	73.42	20.16	0.9133	0.4937	1.850
	19(07')	61.35	22.28	0.8265	0.3972	2.081	64.42	21.05	0.8017	0.4288	1.870
	20(08')	64.21	21.24	0.8867	0.4145	2.139	64.55	21.20	0.8726	0.3974	2.196
	21(09')	69.54	22.16	0.8683	0.5063	1.715	63.55	21.39	0.8699	0.3906	2.227
	22(10')	53.79	20.95	0.7440	0.3214	2.315	54.01	22.81	0.7540	0.2542	2.967
	23(11')	56.57	20.96	0.8177	0.2707	3.021	64.08	18.59	0.8844	0.3669	2.411
	24(12')	65.13	24.13	0.8643	0.4381	1.973	68.03	21.51	0.8741	0.4338	2.015
	25(13')	63.67	21.16	0.8964	0.4067	2.204	62.70	20.17	0.8162	0.4006	2.038
26(14')	69.42	24.06	0.8760	0.5145	1.702	61.64	24.10	0.7557	0.4134	1.828	
平均 同偏差	63.09(AvIII) 5.250	22.20(σ_y III) 1.26	0.8454 0.0472	0.4128 0.0788	2.112 0.401	64.04(AvIII) 5.16	21.22(σ_y III) 1.59	0.8380 0.0581	0.3977 0.0645	2.156 0.362	
通年平均 同上標準偏差	61.876(Avt) 4.756	20.948(σ_y t) 1.798	0.7916 0.2112	0.3602 0.1050	2.269 0.3943	64.910(Avt) 6.084	20.454(σ_y t) 1.763	0.8042 0.2149	0.4098 0.0705	2.147 0.3703	

*統計関数 tb5 指数, 易・難問得点比, t5avy/b5avy, 得点率トップ5の平均 t5avy と得点率ボトム5の平均 b5avy との比, 本文(8)式参照

得点率 t5avy 及び下位のボトム5 (b5) の平均得点率 b5avy それぞれと, ESt との間の相関係数を調べてみると, t5avy に対して化学 0.7381, 物理 0.7931, 生物 0.6895, 地学 0.5998, また b5avy に対して化学 0.6989, 物理 0.7378, 生物 0.5421, 地学 0.8603 となり, いずれも弱いあるいは強い相関があることによっても裏付けられる。

学力分散度 S_y (理・英)

$$S_y(\text{理・英}) = (M_y(\text{理}) - M_y(\text{英})) / \sigma_y(\text{英}) \text{ ----- (7)}$$

$M_y(\text{理})$: 理基4各年度科目平均得点, $M_y(\text{英})$: 各年度英語平均得点

$\sigma_y(\text{英})$: 各年度英語標準偏差

(以下, 特に断らない限り, 単に分散度と略記)

上述(7)式によって定義される分散度は, 科目間得点調整のアンカー科目として利用されたことのある³⁾受験者のほぼ全員が受験する英語を共通学力の基準にして, 理科各科目の平均得点を英語の平均得点に規格化したもので, 各年度及び理科各科目におけるいわば“受験生の質(学力)”の統計的尺度に利用しようとしたものである。

表 3 セ試理基生物, 地学統計数値一覧

科目名 変更期	平成年度 (西暦)	生物					地学				
		My	σ_y	t5avy	b5avy	tb5*	My	σ_y	t5avy	b5avy	tb5*
I	2(90)	62.06	16.10	0.8623	0.3671	2.349	66.06	17.79	0.8540	0.4450	1.919
	3(91)	58.83	15.60	0.9051	0.2347	3.857	69.31	17.81	0.8782	0.4408	1.992
	4(92)	62.56	15.30	0.8954	0.3536	2.532	68.49	17.37	0.9158	0.4473	2.047
	5(93)	59.94	18.42	0.8618	0.3331	2.587	66.04	19.05	0.8808	0.3352	2.628
	6(94)	62.44	18.81	0.9080	0.3573	2.542	60.26	17.31	0.8716	0.4131	2.110
	7(95)	65.83	17.70	0.8888	0.3624	2.453	52.91	15.68	0.8636	0.2584	3.343
	8(96)	58.36	17.12	0.8352	0.3427	2.437	70.65	15.75	0.8818	0.4866	1.812
	平均 avI	61.43(AvI)	17.01(σ_y I)	0.8795	0.3359	2.679	64.82(AvI)	17.25(σ_y I)	0.8780	0.4038	2.264
同偏差	2.60	1.38	0.0270	0.0504	0.525	6.24	1.20	0.0195	0.0793	0.542	
II	9(97)	51.73	15.99	0.8598	0.2262	3.801	67.62	18.89	0.8467	0.4832	1.752
	10(98)	62.85	17.20	0.7941	0.4092	1.941	60.78	23.18	0.7793	0.4143	1.881
	11(99)	73.02	14.62	0.9514	0.4424	2.151	67.46	20.64	0.8620	0.4487	1.921
	12(00)	70.12	13.30	0.9503	0.2559	3.714	66.23	21.48	0.8161	0.4563	1.789
	13(01)	67.12	14.94	0.9328	0.3208	2.908	64.25	22.74	0.8087	0.4337	1.865
	14(02)	62.85	15.36	0.8191	0.3583	2.286	61.19	21.09	0.8845	0.3621	2.443
	15(03)	66.98	15.69	0.9124	0.3820	2.389	56.83	20.28	0.8030	0.3678	2.183
	16(04)	62.67	17.77	0.8866	0.2678	3.311	63.68	22.62	0.8167	0.4366	1.871
	17(05)	51.58	15.24	0.8141	0.2922	2.787	64.05	20.70	0.8534	0.3483	2.450
	平均 avII	63.21(AvII)	15.57(σ_y II)	0.8801	0.3283	2.810	63.57(AvII)	21.29(σ_y II)	0.8300	0.4168	2.017
同偏差	7.43	1.34	0.0610	0.0742	0.680	3.50	1.37	0.0334	0.0471	0.272	
III	18(06)	69.60	17.16	0.8858	0.5113	1.732	59.29	21.71	0.7542	0.3272	2.305
	19(07)	67.04	17.65	0.8737	0.4579	1.908	62.42	17.80	0.83074	0.3685	2.255
	20(08)	57.64	18.64	0.8533	0.3286	2.597	59.68	17.83	0.84174	0.3438	2.448
	21(09)	55.85	18.74	0.8106	0.3373	2.403	51.85	19.66	0.72842	0.2989	2.437
	22(10)	69.70	16.36	0.9510	0.3151	3.018	66.76	21.88	0.84752	0.4634	1.829
	23(11)	63.36	20.21	0.8629	0.3611	2.390	64.30	23.27	0.8275	0.4396	1.883
	24(12)	64.00	20.77	0.8662	0.4056	2.136	69.48	17.78	0.8732	0.4033	2.165
	25(13)	61.31	21.05	0.8310	0.3963	2.097	68.68	19.71	0.8705	0.4661	1.867
	26(14)	53.25	20.74	0.8123	0.3080	2.637	50.22	17.88	0.7862	0.2050	3.835
	平均 avIII	62.42(AvIII)	19.04(σ_y III)	0.8607	0.3801	2.324	61.41(AvIII)	19.72(σ_y III)	0.8178	0.3684	2.336
同偏差	5.92	1.74	0.0430	0.0693	0.399	6.89	2.11	0.0507	0.0857	0.611	
通年平均	62.427(Avt)	17.219(σ_y t)	0.8163	0.3281	2.598	63.139(Avt)	19.596(σ_y t)	0.7840	0.3738	2.201	
同上標準偏差	5.681	2.087	0.2182	0.0967	0.5685	5.627	2.271	0.2140	0.1091	0.4933	

*統計関数 tb5 指数, 易・難問得点比, t5avy/b5avy, 得点率トップ5の平均 t5avy と得点率ボトム5の平均 b5avy との比, 本文(8)式参照

易・難問得点比 tb5

$$t5avy/b5avy \geq 1 \text{ ----- (8)}$$

t5avy : 各年度出題枝問中得点率トップ5問の平均値

b5avy : 同上ボトム5問の平均値

上式(8)は易問例として得点率トップの5問, 難問例としてボトム5問をサンプリングし, それぞれ5問の得点率の平均値の比をとったもので, 本報では以下 tb5 指数と略記する。tb5 指数と RAvt 及び科目平均得点 My との相関係数は, いずれも化学-0.7325, 物理-0.4798, 生物-0.2688, 地学-0.7403 で化学と地学に負の相関がみられることから, 化学と地学の両科目では t5avy と b5avy の得点率間較差による tb5 指数が大きくなるほど平均得点が基準値から外れる傾向がみられ, また易難度 ESt との間にも化学-0.6981, 地学-0.7642 と負の相関がみられ, tb5 指数が大なるほど易難度が小さくなり出題問が難問化するなど, 出題問の内容構成のバランスを考慮する際の指標となる統計関数になると考えられる。

上述の8統計関数のうち, 前報で RAvt, R σ_y t, ESt, Sy (理・英)の詳細な数値結果は報告済で, 新しく定義した tb5 に関する数値結果を表2, 3に示した。これら統計関数の動向の詳細および適用については後述の3.2で論及する。

前報と関連して, 本報の素点方式統計手法による統計関数のセ試への利用についても, 集団テストの成績評価における受験者能力と出題問の難度の問題は, 素点方式によって代表される「古典テスト理論 (CTT)」

に代わり、近年は「項目応答理論 (IRT)」が利用され、TOEFL, TOEIC 等で活用されており⁴⁾、またセ試における科目間得点調整に関連して、多変量正規分布を仮定した完全情報最尖度 (FIML) による本格的な統計報告があるが⁵⁾ いずれも高度の統計的手法とそれに見合う情報量として、セ試および本学未開示の受験生の受験科目、得点に関する個人情報などが必要である。前報に引き続き素点方式統計手法によっても、いくつか興味ある成果が得られたので、以下 その結果と考察を述べる。

3. 結果及び考察

3.1 受験者及び理科選択動向概略

詳細は前報で3回の学習指導要領改訂による科目名変更期 I ~ III (以下、科目変 I ~ III と略記) ごとに、理基4及びアンカー科目英語の受験者数、平均得点、同標準偏差などの主要統計数値は報告済で、受験者数の動向についてその要約を述べると、明らかに理基4選択者が年々増加するなかで最も多く化学が選択され、通年でセ試受験者総数の38.2%、ついで生物31.6%、物理28.8%、地学4.4%の順となっており、化学、生物の受験者数が年々直線的に増加しているのに対し、物理はほぼ横ばい、地学は極端な低受験率のまま横ばい傾向にあり、高校の教育課程等と関連して今後のありかたが注目される。

3.2 定義8統計関数の動向概略

3.2.1 得点離心度および偏差離心度 $RAvt$, $R\sigma_{yt}$ 理基4の得点離心度及び偏差離心度動向の詳細は前報報告済で、これらの通年推移動向の概略は、得点離心率及び偏差離心率の両離心度とも小刻みに乱高下しながら前者は化学、生物について横ばい、物理、地学について下降傾向がみられ、後者は4科目ともおおむね上昇傾向がみられ、よりはっきりした上昇傾向が化学でみられた。年度ごとの平均得点の標準偏差は次年度のセ試作問上考慮される重要な参考指標の一つであり、この標準偏差離心率の上昇傾向が作問上の難問傾向によるものか、あるいは受験者の学力の低下傾向によるものか留意すべき指標と考えられる。

3.2.2 学力分散度 理基4の易難度 ESt および分散度 Sy の推移動向の詳細は前報報告済で、これら動向の概略は生物と地学における ESt と Sy 相互間の通年推移は両者ともほぼ並行上下に変動しているが、その較差は小さく易難度と学力分散度がマッチングしており、受験生学力応分の易難度出題間であったことが示唆されている。しかしながら、

化学と物理では両統計関数間に顕著なミスマッチングがみられる年度があり、出題間の易難度と受験生の学力の間に乖離があることが示唆された。

年度間及び科目間における易難度差が受験者の学力較差に起因するものか、あるいは出題間内容の難易によるものかは、同一レベル Sy での ESt 及び同一レベル ESt での Sy の比較により推察できる。表4-1, 2で示したごとく年度間で化学のH12~14, 物理のH14~15で Sy が大きく変化しているが、この間の ESt にほとんど差がないことから、この変化は出題間内容の難易によるのでは

表4-1 セ試の ESt がほぼ同じで Sy に較差

科目	H(西暦)	My	σ_y	RAvt	R σ_{yt}	ESt	Sy(理・英)	tb5
化学	12(00')	57.53	21.32	-0.0702	0.0178	-0.0715	-0.1287	2.391
	14(02')	57.48	20.66	-0.0710	-0.0137	-0.0701	0.1588	2.733
物理	14(02')	61.01	23.60	-0.0601	0.1538	-0.0693	0.3712	1.633
	15(03')	61.60	19.57	-0.0510	-0.0432	-0.0532	-0.0888	2.178
科目間								
化学	2(90')	67.84	18.13	0.0964	-0.1345	0.1094	-0.0535	2.432
物理	2(90')	74.12	17.08	0.1419	-0.1650	0.1185	0.2927	1.902
生物	23(11')	63.36	20.21	0.0149	0.1737	0.0123	0.0955	2.390
地学	23(11')	64.30	23.27	0.0184	0.1875	0.0149	0.1411	1.883
生物	18(06')	69.60	17.16	0.1149	-0.0034	0.1145	0.2967	1.732
物理	18(06')	73.42	20.16	0.1311	-0.0144	0.1292	0.4909	1.850

表4-2 セ試の Sy がほぼ同じで ESt に較差

年度間								
科目	H(西暦)	My	σ_y	RAvt	R σ_{yt}	ESt	Sy(理・英)	tb5
化学	2(90')	67.84	18.13	0.0964	-0.1345	0.1094	-0.0535	2.432
	3(91')	64.25	16.03	0.0384	-0.2348	0.0474	-0.0672	2.550
	5(93')	58.69	20.17	-0.0515	-0.0371	-0.0496	0.3076	2.357
	7(95')	60.56	20.93	-0.0213	-0.0009	-0.0213	0.3295	2.562
科目間								
化学	15(03')	61.81	21.47	-0.0011	0.0249	-0.0011	-0.0785	2.311
物理	15(03')	61.60	19.57	-0.0510	-0.0432	-0.0532	-0.0888	2.178
化学	20(08')	64.21	21.24	0.0377	0.0139	0.0372	0.0804	2.139
物理	20(08')	64.55	21.20	-0.0055	0.0365	-0.0058	0.0978	2.196

なく学力較差によることが示唆され、また化学の H2 ~ 3, H5 ~ 7 年に ESt の極端な低下が認められるが、この間いずれも Sy にほとんど差がないことから この低下は学力較差によるのではなく、出題問内容の難問傾向によることが示唆される。他方、科目間では H2 における ESt が化学と物理では化学 0.1094, 物理 0.1185 とほぼ同じなのに、Sy はそれぞれ -0.0535, 0.2927, また H18 における物理と生物では物理 0.1292, 生物 0.1145 でほぼ同じなのに、Sy はそれぞれ 0.4909, 0.2967 と較差がみられ、両科目間に大きな学力較差があることが示唆され、また、H15 および H20 での化学と物理間では、両科目とも Sy はほぼ同じなのに ESt に較差がみられることから、

両科目間での学力較差によるのではなく、出題問の易難度較差によることが示唆される。

3.2.3 易・難問得点比指数 易難度 ESt と易・難問得点比 tb5 指数の年次推移を図 1 に示した。

いずれも乱高下しながら、通年での ESt の推移は物理と地学で下降傾向、化学と生物では横ばい、他方、tb5 指数の推移は化学と生物で下降、地学で上昇、物理ではほぼ横ばいの傾向がみられる。ここで注目すべきは、理基 4 とも随所で ESt のピークと tb5 のピークとの間に顕著な相反動向がみられる点で、これらピークの出現年度がどれも後述の表 5 における適外該当年度になっていることから、適正な易難度の出題問の内容構成に tb5 指数とのバランスがかかわっていることになる。また tb5 指数がほぼ一定になっている化学の H8 ~ 11 及び地学 H8 ~ 13 での ESt の変化は、tb5 指数からは出題内容構成が一定に保たれていることになるので、出題問内容の質の変化よりも受験者の質の変化によるものと考えられる。また、ESt と tb5 指数との間の相関係数を調べてみると、化学 -0.6981, 物理 -0.4856, 生物 -0.2979, 地学 -0.7642 で、化学と地学で弱い逆相関がみられ、通年で tb5 指数が大きくなるほど ESt が小さくなり出題問が難問傾向に、逆に tb5 指数が小さくなるほど ESt が大きくなり易問傾向であることが示唆される。

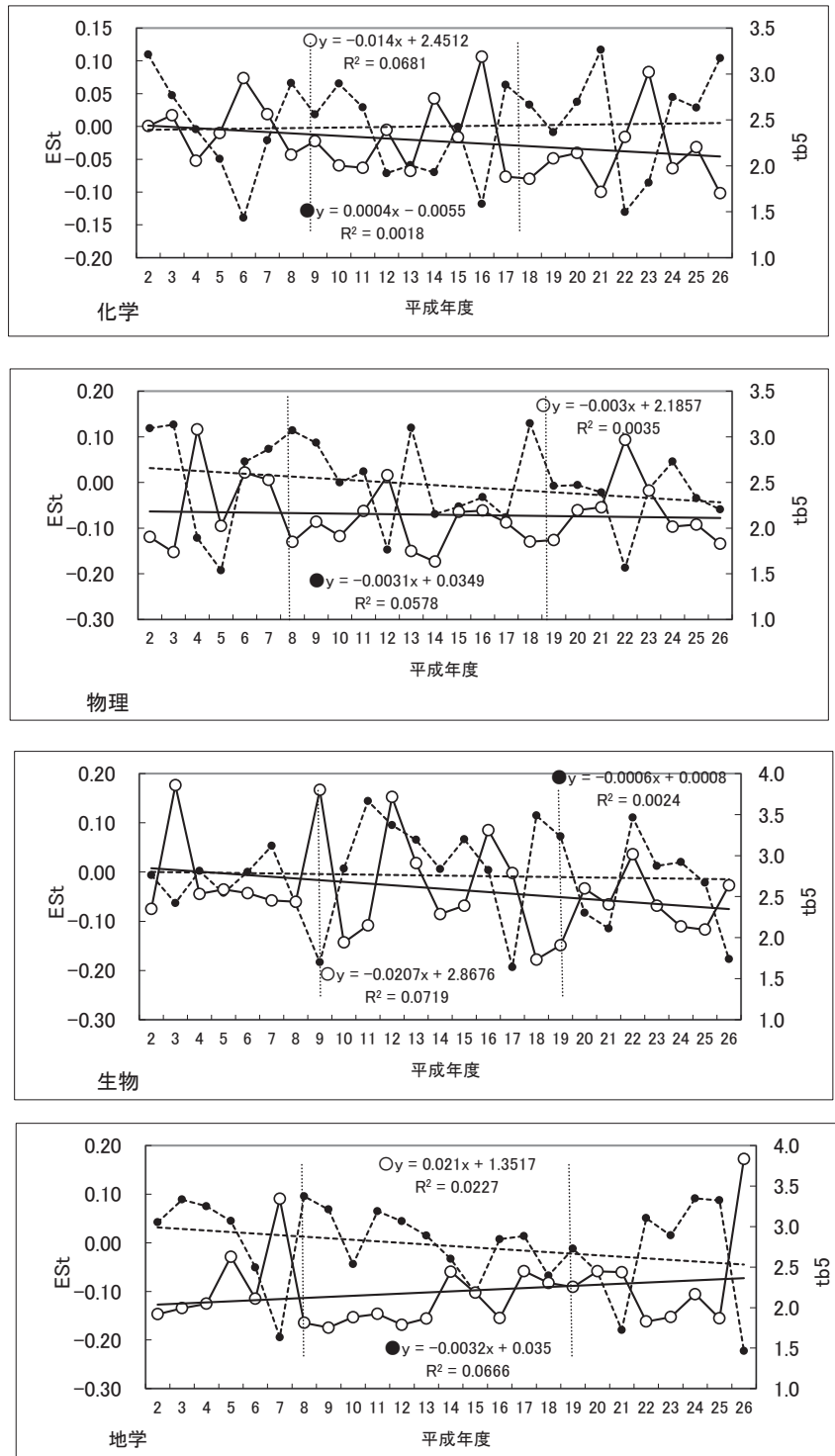


図 1 セ七理基 4 易難度 ESt, tb5 指数推移 (○ tb5, ● ESt)

表5 セ試理基4出題動向の統計関数による適否評価

	科目	化学					物理				
		統計関数	RAvt	Rσyt	ESt	Sy	tb5	RAvt	Rσyt	ESt	Sy
	通年平均値 avt	0.0000	0.0000	0.0000	0.0818	2.269	0.0000	0.0000	-0.0057	0.2530	2.147
	同標準偏差σ	0.0753	0.0858	0.0742	0.2818	0.3943	0.0937	0.0862	0.0957	0.3839	0.3700
最適年度	ABS (最小)	0.0048	0.0001	0.0011	0.0188	1.702	0.00050	0.00557	0.0005	0.0277	1.747
	該当年度	4	22	15	18	26	10	3	10	5	13
適外年度	avt±1.0σ範囲外	2,6,16,21,	2,3,6,13,	2,6,16,21,	9,11,16,17,	6,14,16,18,	2,3,4,5,	2,5,7,14,	2,3,4,5,	4,6,7,12,13,	3,4,13,14,22
	該当年度	22,23,26	18,24,26	22,23,26	19,21,22,23,	21,23,26	8,12,13,	22,23,26	8,12,13,	22	
					26		18,22		18,22		
	同上出現頻度	7	7	7	9	7	9	7	9	6	5
同上最大値	該当年度	0.1239	0.1519	0.1167	0.6409	3.188	0.1419	0.1783	0.1292	1.2889	3.079
	該当年度	21	24	21	21	16	2	26	18	6	4
同上最小値	該当年度	-0.1577	-0.2348	-0.1393	-0.5770	1.702	-0.1705	-0.1650	-0.1927	-0.2533	1.747
	該当年度	6	3	6	16	26	5	2	5	22	13
	科目	生物					地学				
	統計関数	RAvt	Rσyt	ESt	Sy	tb5	RAvt	Rσyt	ESt	Sy	tb5
	通年平均値 avt	0.0000	0.0000	-0.0072	0.1204	2.598	0.0000	0.0000	-0.0066	0.1570	2.301
	同標準偏差σ	0.0910	0.1212	0.0923	0.4501	0.5865	0.0891	0.1159	0.0912	0.3550	0.4933
最適年度	ABS (最小)	0.0002	0.0011	0.0002	0.0558	1.732	0.0086	0.0033	0.0072	0.0586	1.752
	該当年度	6	10	6	10	18	16	21	16	9	9
適外年度	avt±1.0σ範囲外	9,11,12,	11,12,13,	9,11,12,	2,3,6,7,9,11,	3,9,12,16,	3,7,8,15,	6,7,8,10,	3,7,8,15,	5,6,11,15,	7,26
	該当年度	17,18,21,	23,24,25,	17,18,21,	12,13,17	18,19	21,24,26	13,16,22,	21,24,25,	18,21,26	
		22,26	26	22,26				23	26		
	同上出現頻度	8	7	8	9	7	7	8	8	7	2
同上最大値	該当年度	0.1697	0.2225	0.1441	0.9547	3.857	0.1189	0.1875	0.0956	0.7804	3.835
	該当年度	11	25	11	11	3	8	23	8	6	26
同上最小値	該当年度	-0.1738	-0.2276	-0.1937	-0.9124	1.732	-0.2046	-0.1998	-0.2225	-0.2533	1.752
	該当年度	17	12	17	9	18	26	7	26	22	9

3.2.4 統計関数による統計評価 セ試理基4各年度の出題問を4統計関数RAvt, Rσyt, ESt, Sy(理・英)を利用して統計的に評価する目的で表5を示し, 出題問の適否評価に統計の6割基準を準用し, 各統計関数の通年平均値の±1.0σ以内にあるものを適, 以外にあるものを不適, もっとも平均値に近いものを最適とみなし, それら該当年度を示した。特に主要評価目標項目のRAvtの適外年度頻度をみると, 25年間通じて化学7, 物理9, 生物8, 地学7で, 適外率としてセ試25年間で28~36%で, 60%以上が適内にあることから, ほぼセ試本来の目的に指向した出題がなされたものと考え。特に化学のRAvt適外該当年度については, 出題内容構成とも関連して3.5で改めて論及する。

3.3 回帰分析による平均得点動向解析

前報で各年度における理基4の平均得点Myと, 各年度の易難度ESt及び分散度Syとの間に, 次の回帰一次方程式が成立することを報告した。

$$My = \text{Const} + a \text{ESt} + \beta \text{Sy} \quad (9)$$

ここで偏回帰係数 a , β はそれぞれMyへの易難度及び分散度の影響因子係数に, 定数Constはそれぞれ科目の標準基礎得点に対応しており, 前報で①各年度平均得点Myへの易難度の影響度 a は標準誤差に多少の差はあるが, 化学63.28, 物理62.90, 地学61.26, 生物59.52と科目間で大差なく, 化学が最大で生物が最小, ②Myへの分散度の影響度 β はほぼ同じ標準誤差で, 生物0.4736, 化学0.3460, 物理0.2065, 地学0.1066で生物が最大, 地学が最小で, 生物と他3科目間との較差が大きいことから, 科目平均点に及ぼす受験生の質の影響が特に生物で大きいこと, ③標準基礎得点は通年の科目平均得点Avtとほぼ同じで, 物理65.22, 地学63.53, 生物62.80, 化学61.84となり, 物理が最大, 化学が最小となって, 理基4科目間で最大3.4の得点差がみられたが, セ試実施以来25か年の統計結果から所期の目標ラインの60点台^{註3)}に収斂していることを報告した。

表 6 理基 4 科目の解答箱数, 平均配点率, 科目平均得点比一覧

科目 変更 期	平成 年度	化学				物理				生物				地学			
		解答箱 数	配点率 *1	科目平 均得点	配点率 比*2	解答箱 数	配点率 *1	科目平 均得点	配点率 比*2	解答箱 数	配点率 *1	科目平 均得点	配点率 比*2	解答箱 数	配点率 *1	科目平 均得点	配点率 比*2
		n	Dn	My	Dn/My (%)	n	Dn	My	Dn/My (%)	n	Dn	My	Dn/My (%)	n	Dn	My	Dn/My (%)
I	2	28	3.57	67.84	5.26	22	4.59	74.12	6.19	33	3.03	62.06	4.88	32	3.13	66.06	4.73
	3	28	3.57	64.25	5.56	22	4.55	73.17	6.21	34	2.94	58.83	5.00	30	3.33	69.31	4.81
	4	29	3.45	61.58	5.60	36	2.78	57.48	4.83	33	3.03	62.56	4.84	32	3.13	68.49	4.56
	5	28	3.57	58.69	6.08	25	4.00	53.84	7.43	32	3.13	59.94	5.21	32	3.13	66.04	4.73
	6	28	3.57	52.12	6.85	30	3.33	68.11	4.89	32	3.13	62.44	5.00	32	3.13	60.26	5.19
	7	28	3.57	60.56	5.90	27	3.70	70.52	5.25	32	3.13	65.83	4.75	32	3.13	52.91	5.91
	8	28	3.57	65.80	5.43	27	3.70	72.81	5.09	32	3.13	58.36	5.35	32	3.13	70.65	4.42
	平均	28.14	3.553	61.549	5.811	27.00	3.81	67.150	5.700	32.57	3.07	61.431	5.007	31.71	3.13	64.817	4.907
	標準偏差	0.38	0.046	5.212	0.535	4.90	0.65	2.414	0.955	0.79	0.07	2.597	0.213	0.76	0.08	6.235	0.500
II	9	28	3.57	62.93	5.68	26	3.85	70.71	5.44	34	2.94	51.73	5.69	24	4.17	67.62	6.16
	10	29	3.45	65.92	5.23	28	3.57	64.88	5.50	30	3.33	62.85	5.30	24	4.17	60.78	6.86
	11	29	3.45	63.72	5.41	25	4.00	66.49	6.02	29	3.45	73.02	4.72	24	4.17	67.46	6.18
	12	29	3.45	57.53	5.99	27	3.70	55.91	6.62	34	2.94	70.12	4.19	29	3.45	66.23	5.21
	13	29	3.45	58.51	5.89	25	4.00	72.81	5.49	33	3.03	67.12	4.51	30	3.33	64.25	5.19
	14	32	3.13	57.48	5.44	25	4.00	61.01	6.56	33	3.03	62.85	4.82	30	3.33	61.19	5.45
	15	30	3.33	61.81	5.39	26	3.85	61.60	6.24	36	2.78	66.98	4.15	30	3.33	56.83	5.87
	16	30	3.33	54.30	6.14	24	3.85	62.92	6.11	30	3.33	62.67	5.32	32	3.09	63.68	4.86
	17	31	3.23	66.06	4.88	25	4.00	59.97	6.67	35	2.83	51.58	5.48	30	3.09	64.05	4.83
平均	29.67	3.376	60.918	5.562	25.67	3.87	64.033	6.073	32.67	3.07	63.213	4.910	28.11	3.57	63.566	5.621	
標準偏差	1.22	0.136	4.139	0.400	1.22	0.15	5.329	0.499	2.45	0.24	7.425	0.564	3.18	0.46	3.503	0.687	
III	18	28	3.57	64.13	5.57	23	4.35	73.42	5.92	27	3.70	69.60	5.32	30	3.09	59.29	5.22
	19	28	3.57	61.35	5.82	24	4.17	64.42	6.47	30	3.33	67.04	4.97	30	3.33	62.42	5.34
	20	29	3.45	64.21	5.37	26	4.17	64.55	6.45	32	3.13	57.64	5.42	30	3.33	59.68	5.59
	21	28	3.57	69.54	5.13	24	4.35	63.55	6.84	28	3.57	55.85	6.39	30	3.33	51.85	6.43
	22	28	3.57	53.79	6.64	25	4.17	54.01	7.71	29	3.45	69.70	4.95	30	3.33	66.76	4.99
	23	28	3.57	56.57	6.31	24	4.17	64.08	6.50	32	3.23	63.36	5.09	31	3.23	64.30	5.02
	24	28	3.57	65.13	5.48	22	4.55	68.03	6.68	33	3.13	64.00	4.88	30	3.33	69.48	4.80
	25	33	3.13	63.67	4.92	23	4.35	62.70	6.93	33	3.03	61.31	4.94	30	3.33	68.68	4.85
	26	33	3.03	69.42	4.36	22	4.55	61.64	7.37	32	3.13	53.25	5.87	30	3.33	50.22	6.64
平均	29.22	3.448	63.090	5.512	23.67	4.31	64.044	6.766	30.67	3.30	62.428	5.316	30.11	3.29	63.140	5.430	
標準偏差	2.17	0.214	5.250	0.693	1.32	0.1571	5.156	0.534	2.236	0.23	5.681	0.514	0.33	0.083	5.627	0.673	
通年	平均	29.08	3.221	61.876	5.614	25.32	4.03	64.910	6.218	31.92	3.15	62.428	5.083	29.84	3.35	63.140	5.352
	標準偏差	1.58	0.880	4.756	0.549	3.00	0.4167	6.084	0.778	2.18	0.23	5.681	0.489	2.39	0.32	5.627	0.677

*1 解答箱 1 個あたりの平均配点, *2 科目平均得点 My に対する配点率比 (%)

3.4 出題問の内容構成

3.4.1 枝間解答箱数および配点等 前報で理基 4 の得点率ごとの解答箱度数分布と基本統計数値を報告し、以下の問題点を指摘した。その要約は、得点率 0.6 以上の累積度数の全度数に占める割合 (%) が、通年で物理 63.31、地学 60.86、生物 59.77、化学 58.87 の順となり、物理が最大で、化学が最小で、物理と化学間の較差が大きく、仮に個別試験での合否判定資料として合格ラインを得点率 0.6 以上に設定したとき、物理と化学の合格率に通年で 4.4%、特に科目変 I では 14% の選択科目間較差が生じて、通年平均で約 22,000 人の較差が化学と物理合格者数の間に生じていることになり、マークシート方式をとるセ試では、解答箱にマークされた記号の正誤如何によって得点はゼロ点もしくは配当配点のどちらかで、解答箱 1 個あたりの配点および箱総数が科目平均得点に大きく影響することを報告した。本報でさらに考察するため、表 6 に各年度の枝間解答箱数、解答箱 1 個あたりの配点などの数値を、図 2 に平均得点に対する箱 1 個あたりの平均配点、配点率比 (%) の年次推移を示した。図 2 から、通年で化学下降傾向、生物と地学でほぼ横ばい傾向にある

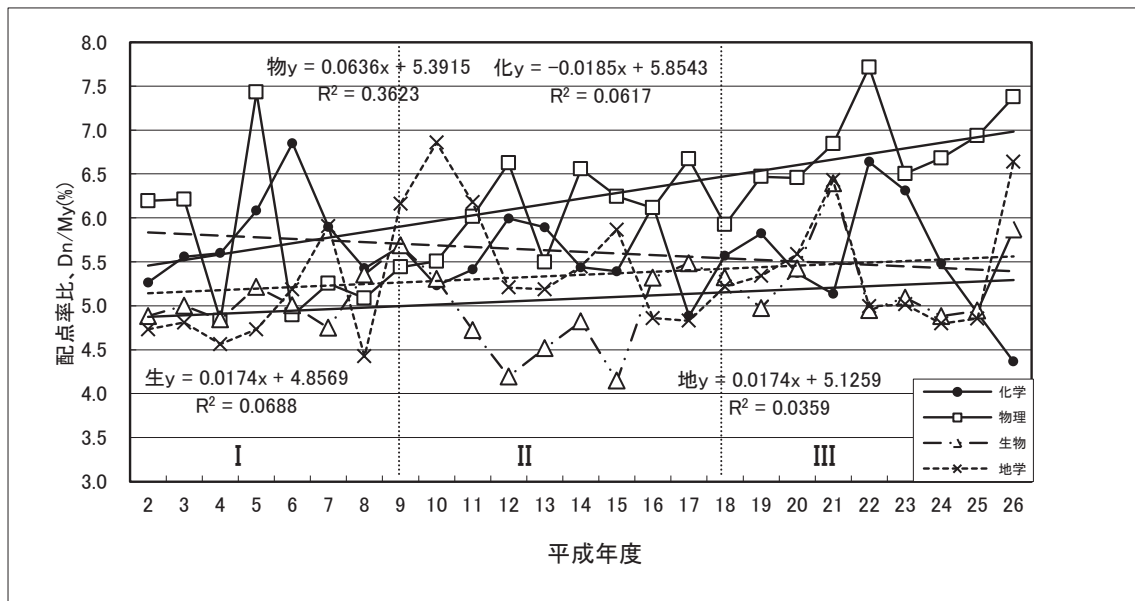


図2 理科基本4科目配点比率動向 (表6参照)

なかで、物理は明らかに高配点率傾向にあり、これが平均得点の科目間較差の要因になっている。

3.4.2 出題問構成と年度間・科目間較差 各科目の出題枝間に対する解答は、それぞれ通年平均で化学 29、物理 25、生物 32、地学 30 個の解答箱にマークされるが¹⁾、年度間及び科目間較差ができるだけ小さい適正な科目平均得点を指向するには、これら 25～32 個の解答箱への問題の難易(高・低得点率)配分・配点バランスを考慮した出題構成が重要と考えられる。サンプリングによって各年度における出題配分・配点バランスと科目平均得点との関係を概略的に知る目的で、前述の tb5 指数を出題構成と得点率の動向解析に利用することにした。理基 4 とも相関係数を調べてみると、tb5 指数が RAvt に対して正相関であることから、tb5 指数が大なるほど、すなわち得点率上位と下位との得点率格差が大なるほど得点離心度が増加し、基準指標の通年平均得点 Avt から外れる傾向がみられ、また $R\sigma_{yt}$ とは逆相関であることから、tb5 指数が大きいほど偏差離心度は減少し、基準指標の標準偏差 σ_{yt} に近づく傾向がみられる。したがって、高得点率が予想される易問へのウェイトが大なる出題構成ほど科目平均得点が大きくなり、基準指標からの平均得点のずれが大きくなり、逆に標準偏差は小さくなり、平均得点へのばらつきも小さくなる。このことから次年度の出題構成を立案するにあたり、年度間較差をできるだけ小さくした適正な科目平均得点の設定に、実施済み年度の tb5 指数を参照しながら、難易バランスがとれた出題問構成を立案することが肝要と考える。

前報で理基 4 の年度間および科目平均得点較差の詳細について報告したが、その要約は年度間較差については生物 21.44 (H11-H17)、地学 20.43 (H8-H26)、物理 20.28 (H2-H5)、化学 17.42 (H6-H21) で、生物が最大であるが、各科目間で易難度較差に大差はなく、分散度で生物の変動が大きいことから、生物の場合は受験生の年度間の質の変動が較差の要因であることが示唆され、このことは 3.3 の回帰分析で分散度の影響因子係数 β が生物で最大であることから裏付けられている。

また科目間較差については、理基 4 の通年で科目平均得点は表 2、3 で示すように化学 61.88、物理 64.91、生物 62.43、地学 63.14 であるので、最大科目間較差は化—物間の 3.03、最小科目間較差は化—生間の 0.55 であったが、年度別での最大科目間較差(絶対値)は H26 における化—地間の 19.20 であった。この化—地間における最大科目間較差の要因のひとつは、H26 における tb5 指数が化学の 1.702 に対し地学の 3.835 で、その差が 2.133 と、tb5 指数の科目間較差が最大であることから、両科目間の出題構成のアンバランスによるものと考えられる。また、組み合わせ出現頻度では物—生 6、化—生 5、化—地 5、化—物 3、物—地 3、生—地 3、物—化 3 となり、生物が関与した組み合わせ 14 が最大頻度となって、通年で最大科目間較差の 56% が生物との間に生じていた¹⁾。

表 7 セ試科目化学及びその大問 1 の解答箱数, 配点, 得点率, 化学大問 1 基準 ESt 等比較総合表

年度(西暦)	化学大問 1 (化大)						科目化学(化)				ESt(化) - ESt(化大)	左数値 / ESt(化大)
	解答箱数 n	配点 Dt *2	Dt/n *3	Sn *4	σ_y	ESt(化大)	My	σ_y	ESt(化)	tb5		
2(90') *1	5	17	3.40	0.7821	0.2618	-0.0817	67.84	18.13	0.1094	2.432	0.1911	2.338
3(91')	6	20	3.33	0.8760	0.0640	-0.1229	64.25	16.03	0.0474	2.550	0.1703	1.385
4(92')	6	19	3.17	0.7439	0.1628	-0.1925	61.58	19.22	-0.0044	2.054	0.1882	0.977
5(93')	6	20	3.33	0.7528	0.0618	-0.2534	58.69	20.17	-0.0496	2.357	0.2038	0.804
6(94')	6	20	3.33	0.7010	0.1852	-0.3396	52.12	18.51	-0.1393	2.953	0.2003	0.590
7(95')	6	20	3.33	0.6950	0.1898	-0.2285	60.56	20.93	-0.0213	2.562	0.2072	0.907
8(96')	6	18	3.00	0.8058	0.0778	-0.1265	65.80	20.07	0.0661	2.121	0.1926	1.522
9(97')	6	19	3.17	0.7152	0.1837	-0.1732	62.93	19.62	0.0181	2.269	0.1913	1.105
10(98')	6	18	3.00	0.7152	0.1741	-0.1300	65.92	20.98	0.0653	2.003	0.1953	1.502
11(99')	6	19	3.17	0.7264	0.1250	-0.1750	63.72	21.51	0.0290	1.978	0.2040	1.166
12(00')	6	19	3.17	0.7398	0.2141	-0.2896	57.53	21.32	-0.0715	2.391	0.2181	0.753
13(01')	6	19	3.17	0.6413	0.1453	-0.2904	58.51	22.83	-0.0593	1.942	0.2311	0.796
14(02')	6	19	3.17	0.7360	0.1290	-0.2815	57.48	20.66	-0.0701	2.733	0.2115	0.751
15(03')	6	19	3.17	0.8009	0.0887	-0.2107	61.81	21.47	-0.0011	2.311	0.2096	0.995
16(04')	6	19	3.17	0.7368	0.2293	-0.3318	54.30	20.20	-0.1181	3.188	0.2137	0.644
17(05')	6	19	3.17	0.7951	0.1167	-0.1352	66.06	22.26	0.0634	1.881	0.1986	1.469
18(06')	7	25	3.57	0.7813	0.0571	-0.1775	64.13	22.84	0.0331	1.859	0.2107	1.187
19(07')	7	25	3.57	0.7183	0.2071	-0.2337	61.35	22.87	-0.0090	2.081	0.2247	0.961
20(08')	8	25	3.13	0.6457	0.2529	-0.1591	64.55	21.49	0.0372	2.139	0.1963	1.234
21(09')	7	25	3.57	0.7169	0.1605	-0.0667	69.54	22.16	0.1167	1.715	0.1834	2.749
22(10')	7	25	3.57	0.5773	0.1722	-0.3535	53.79	20.95	-0.1307	2.315	0.2228	0.630
23(11')	7	25	3.57	0.6035	0.1876	-0.3024	56.57	20.96	-0.0858	3.021	0.2166	0.716
24(12')	7	25	3.57	0.7583	0.1838	-0.1663	65.13	24.13	0.0446	1.973	0.2109	1.268
25(13')	7	25	3.57	0.7680	0.1145	-0.1730	63.67	21.16	0.0287	2.204	0.2017	1.166
26(14')	7	25	3.57	0.7084	0.1485	-0.0750	69.42	24.06	0.1038	1.702	0.1788	2.385
平均	6.36	21.16	3.32	0.7296 *5	0.1557 *6	-0.2028	61.876	20.948	0.0001	2.269	0.2029	1.200
標準偏差	0.64	3.01	0.20	0.0653	0.0577	0.0846	4.756	1.798	0.0742	0.3943	0.0147	0.5632

*1 斜体 太字は RAvt 適外該当年度, *2 大問 1 全問の配点, *3 大問 1 中に含まれる枝間解答箱 1 個あたりの平均配点, *4 入試センター開示平均得点率 (ESt の計算にはこの値を 100 倍して科目平均得点に換算), *5 平均点基準値 (化学大問 1 の通年平均得点率), *6 標準偏差 基準値 (化学大問 1 の標準偏差の通年平均値)

3.5 化学を事例とした内容構成の統計的評価

本報 (1)~(8) で定義した統計関数 RAvt, $R\sigma_y$, ESt, S_y (理・英), tb5 指数のセ試適用による出題内容の構成と統計的な評価について, 化学を事例に検証した結果を以下に考察する。

前述したごとく, 本報におけるセ試評価は, 入試センター開示による科目平均得点・標準偏差および出題問個々の解答得点率等の代表値統計資料をもとに, 著者が提案した統計的手法によって評価しようとしたもので, セ試出題問評価委員会等による出題問個々の講評的评价を目的としたものではない。本報による出題問構成の統計的評価をより具体的に比較考察するため, 出題問の比較基準に理基 4 の化学で毎年度出題される大問 1 を利用することにした。化学の出題内容構成は例年 4~5 の大問から構成されており, そのうち大問第 1 問の出題範囲は基本的基礎事項に限られ, また表 7 で示したごとく, 枝間数平均 6.4 ± 0.6 , 枝間解答 1 個あたりの平均配点 3.3 ± 0.2 , 平均得点率 0.7296 ± 0.1557 ^{註 2)} と例年枝間数と平均得点がほぼ一定の定番的な出題構成がなされており, 他の出題問との具体的な比較考察のための統計基準に相当と考えた。表 7 には, 科目化学の通年平均得点・平均標準偏差 61.876 および 20.948 を用いて (1), (3), (5) 式から求めた易難度 ESt (化) と, 同式に大問 1 の通年平均得点率 0.7296 および通年平均標準偏差 0.1557 を用いて求めた易難度 ESt (化大) の, 両易難度差の ESt (化大) に対する離間度 (10) 式が絶対値で示されており, これらの比較より大問 1 を基準にした出題問間の相対的な易難度が考察できると考える。

$$\text{易難度差離間度} = (\text{ESt(化)} - \text{ESt(化大)}) / \text{ESt(化大)} \text{----- (10)}$$

表5で示したRAvt 適外該当年度 H2, 6, 16, 21, 22, 23, 26 の7か年について比較考察すると, H23を除き, いずれの年度も上述の両易難度離間度の通年平均 1.20 ± 0.56 の範囲外もしくは境界値付近になっており, また tb5 指数についても 6, 16, 23, 26 の4か年が通年平均 2.27 ± 0.39 が範囲外となっており, これら該当年度の易難度は大問1基準の易難度からは易問あるいは難問で, 出題問がより易問あるいはより難問構成に偏っていることが示唆される。さらに詳細な内容構成をみると, 表2の化学のH2での t5avy 0.9085はH3での 0.9256に次いで通年第2位の高得点率となっており, また H16での b5avy 0.2647は通年最低の低得点率であることから, 出題構成がH2では高得点構成, 逆にH16では低得点率構成だったことが裏付けられる。因みに, セ試25か年における当該科目の得点率を調べてみると, 通年最高得点率はH2での枝問番号3の 0.9523(原子核の中性子数, 質量数と元素に関する選択問題), また通年最低得点率はH16での大問3の枝問番号5の 0.1870(錯イオンに関する正誤問題)であった。

4. 福岡教育大学入試とセ試との比較動向

4.1 入試関連公開開示資料

表8に25(13')~28(16')4か年における前・後期日程本学受験者のセ試, 表9に前期日程個別試受験者の中理, 環境それぞれの課程に関する基本統計資料を示した。資料はH28までの科目平均得点・標準偏差は200点満点で開示されているが, 本報でのセ試資料がH26までであるので, そのうちH26までを100点満点に換算して8統計関数の計算などに利用した。

4.2 個別試の動向

表10, 図3に中理, 環境の化学, 物理, 生物3科目それぞれについて, 22(10')~26(14')5か年の個別試平均得点・同標準偏差とセ試25か年通年平均得点Avt, 同標準偏差 σ_{yt} を示し, 表11にはそれらを基準に個別試科目平均得点My, 同標準偏差 σ_y を用いて(1)~(7)式により求めた統計関数RAvt, $R\sigma_{yt}$, ESt

表8 福教大受験入試センター試験開示資料

年度(西暦)	25(13')	26(14')	27(15')	28(16')	平均	標準偏差	25(13')	26(14')	27(15')	28(16')	平均	標準偏差
中理前期日程						中理後期日程						
化学受験者数	24	47	54	46	42.8	13.00	10	25	29	15	19.8	8.77
同上平均得点	72.92	76.45	69.87	62.00	70.31	6.16	80.10	75.04	71.59	54.67	70.35	11.02
同上標準偏差	17.97	18.21	16.96	14.60	16.935	1.65	10.22	17.61	17.82	13.82	14.87	3.60
物理受験者数	14	31	34	32	27.75	9.25	9	14	18	8	12.3	4.65
同上平均得点	73.86	65.16	67.21	60.16	66.5975	5.68	73.67	56.36	70.33	49.63	62.50	11.39
同上標準偏差	9.98	17.93	16.74	16.62	15.3175	3.61	8.38	23.07	18.67	9.94	15.02	7.02
生物受験者数	9	15	20	14	14.5	4.51	1	11	11	6	7.3	4.79
同上平均得点	80.22	61.47	65.20	78.21	71.275	9.33	*	65.82	62.64	77.17	68.54	7.64
同上標準偏差	12.76	19.65	12.90	12.30	14.4025	3.51	*	18.54	11.69	10.32	13.52	4.40
地学受験者数	1	1	0	0			0	0	0	0		
環境前期日程						環境後期日程						
化学受験者数	59	56	59	**	58.0	1.73	43	38	36	**	39.0	3.61
同上平均得点	64.10	71.75	66.32		67.39	3.94	63.53	69.42	63.44		65.46	3.43
同上標準偏差	13.88	14.42	10.67		12.99	2.03	11.44	13.78	11.25		12.16	1.41
物理受験者数	19	29	29	**	25.67	5.77	21	23	18	**	20.7	2.52
同上平均得点	59.89	57.34	61.10		59.44	1.92	56.76	57.91	59.22		57.96	1.23
同上標準偏差	14.16	15.57	16.33		15.4	1.10	12.28	12.67	14.28		13.1	1.06
生物受験者数	41	27	29	**	32.3	7.57	21	16	18	**	18.33	2.52
同上平均得点	71.00	60.19	62.90		64.70	5.62	72.71	62.44	65.53		66.89	5.27
同上標準偏差	11.87	8.05	11.17		10.36	2.03	11.76	9.24	10.39		10.46	1.26
地学受験者数	1	0	0				0	2	0			

* 最高・最低点は10名未満, 平均得点・標準偏差は5名未満の受験者数については公表していない, ** 平成28年度より募集停止

およびセ試全国受験者の英語の平均得点を用いて計算した Sy (理・英) を示したが、tb5 指数は個別試出題問個々の配点および得点率が未開示なので示されてない。本学個別試における理科 4 科目、化学、物理、生物、地学の各出題範囲の一部に、化学 II のように学習指導要領で II を付した内容項目が含まれ、理基 4 の出題範囲がかならずしも一致しないことや、本学入試開示資料がセ試 25 年に対し 5 年分しかなく、個別試験での物理選択受験者数が 5 年平均で中理 9.7 人、環境 7.3 人の 1 桁であるなど、標本母数が少ないことからセ試理基 4 との厳密な比較考察はできないが、図 3 でみられるように 3 統計関数の動向は、中理、環境とも物理でセ試とほぼ同様な凸動向に対し、セ試での化学は上昇傾向、生物は下降傾向がみられるなか、個別試中理化学と生物で凸動向、環境では両科目の H23 に急落した凹動向がみられる。環境におけるこの急落が個別試出題の易難度によるものか、環境生物受験生の学力によるものか、化学と生物の 3 統計関数がほぼ同時動向なのではっきりしない。しかし、物理では H22 ~ 23 でのセ試上昇傾向に連動していることから、環境個別試化学及び生物受験生と物理受験生との間の科目間学力較差の可能性が高いと考えられるものの、物理受験生が 5 人と少数であるので単純な比較はできない。また、中理化学における ESt の変

表 9 福教大入試前期日程個別学力試験公開開示資料

年度 (西暦)	22(10')	23(11')	24(12')	25(13')	26(14')	27(15')	28(16')	平均#	標準偏差#
	中理								
化学受験者数	21	17	13	10	21	27	30	19.86	7.17
同上平均得点	155.76	207.00	208.85	212.70	176.29	198.70	201.00	194.33	20.76
同上標準偏差	62.10	37.98	63.98	48.49	40.97	53.62	49.58	50.96	9.81
同上最高得点	282	274	282	243	247	263	273	266.29	15.93
同上最低得点	25	122	84	84	94	65	93	81.00	30.01
物理受験者数	14	7	8	6	13	12	8	9.71	3.20
同上平均得点	210.93	218.14	244.25	197.17	173.08	187.25	169.13	199.99	26.63
同上標準偏差	26.50	37.72	30.62	49.19	57.28	45.99	64.27	44.51	13.79
同上最高得点	250	*	*	*	257	245	*	250.67	6.03
同上最低得点	145	*	*	*	60	90	*	98.33	43.11
生物受験者数	11	8	11	7	13	15	9	10.57	2.82
同上平均得点	186.18	197.25	207.00	178.43	160.62	188.33	186.89	186.39	14.57
同上標準偏差	38.71	36.81	33.81	41.40	65.08	45.18	61.55	46.08	12.34
同上最高得点	235	*	273	*	244	241	*	248.25	16.92
同上最低得点	118	*	162	*	53	111	*	111.00	44.77
地学受験者数	0	0	0	1	0	0	0		
	環境								
化学受験者数	12	21	25	26	28	37	**	24.83	8.23
同上平均得点	177.58	167.52	197.52	197.88	170.79	179.86	**	181.86	13.06
同上標準偏差	31.84	43.12	38.17	40.10	32.19	30.53	**	35.99	5.18
同上最高得点	219	233	255	255	224	237	**	237.17	15.21
同上最低得点	116	49	120	66	86	110	**	91.17	29.12
物理受験者数	6	5	8	11	7	7	**	7.33	2.07
同上平均得点	145.00	188.80	169.63	155.55	171.57	182.86	**	168.90	16.42
同上標準偏差	53.86	25.82	71.41	70.38	33.35	32.22	**	47.84	20.19
同上最高得点	*	*	*	229	*	*	**	229.00	*
同上最低得点	*	*	*	18	*	*	**	18.00	*
生物受験者数	15	13	30	25	21	16	**	20.00	6.57
同上平均得点	176.27	152.31	190.10	188.32	172.43	200.19	**	179.94	16.83
同上標準偏差	56.94	48.54	41.48	32.37	48.35	29.83	**	42.92	10.41
同上最高得点	238	218	273	260	260	246	**	249.17	19.54
同上最低得点	52	56	99	132	54	160	**	92.17	46.07
地学受験者数	0	0	1	0	0	0			

著者による計算値、* 最高・最低点は 10 名未満、平均点・標準偏差は 5 名未満の受験者数については公開されていない、
 ** 平成 28 年度より募集停止

表 10-1 個別試験中理・化学 (Avt=61.876, σ_{yt} =20.948*1)

年度	My*2	σ_y *2	RAvt	R σ_{yt}	ESt	Sy(化・英)*3
22(10')	51.92	20.70	-0.1609	-0.0118	-0.0019	-0.3579
23(11')	69.00	12.66	0.1151	-0.3956	0.0456	0.3691
24(12')	69.62	21.33	0.1251	0.0181	-0.0023	0.3590
25(13')	70.90	16.16	0.1458	-0.2284	0.0333	0.5500
26(14')	58.76	13.66	-0.0503	-0.3481	-0.0175	-0.0325
平均	64.040	16.901	0.0350	-0.1932	0.0114	0.1776
標準偏差	8.329	3.971	0.1346	0.1896	0.0267	0.3671

表 10-2 個別試験中理・物理 (Avt=64.910, σ_{yt} =20.454*1)

年度	My	σ_y	RAvt	R σ_{yt}	ESt	Sy(物・英)*3
22(10')	70.31	8.83	0.0832	-0.5681	0.0359	0.5626
23(11')	72.71	12.57	0.1202	-0.3853	0.0739	0.5491
24(12')	81.42	10.21	0.2543	-0.5010	0.1269	0.9204
25(13')	65.72	16.40	0.0125	-0.1984	0.0100	0.2987
26(14')	57.69	19.09	-0.1112	-0.0665	-0.1186	-0.0846
平均	69.571	13.421	0.0718	-0.3439	0.0256	0.4492
標準偏差	8.755	4.276	0.1349	0.2090	0.0918	0.3716

表 10-3 個別試験中理・生物 (Avt=62.428, σ_{yt} =17.219*1)

年度	My	σ_y	RAvt	R σ_{yt}	ESt	Sy(生・英)*3
22(10')	62.06	12.90	-0.0059	-0.2506	-0.0074	0.1496
23(11')	65.75	12.27	0.0532	-0.2874	0.0379	0.2114
24(12')	69.00	11.27	0.1053	-0.3455	0.0689	0.3297
25(13')	59.48	13.80	-0.0473	-0.1986	-0.0567	-0.0045
26(14')	53.54	21.69	-0.1424	0.2598	-0.1794	-0.2869
平均	61.965	14.387	-0.0074	-0.1645	-0.0273	0.0799
標準偏差	5.937	4.187	0.0951	0.2432	0.0973	0.2378

表 10-4 個別試験環境・化学 (Avt=61.876, σ_{yt} =20.948*1)

年度	My	σ_y	RAvt	R σ_{yt}	ESt	Sy(化・英)*3
22(10')	59.19	10.61	-0.0434	-0.4933	-0.0647	0.0062
23(11')	55.84	14.37	-0.0975	-0.3139	-0.1282	-0.2692
24(12')	65.84	12.72	0.0641	-0.3926	0.0389	0.1794
25(13')	65.96	13.37	0.0660	-0.3619	0.0421	0.3102
26(14')	56.93	10.73	-0.0799	-0.4878	-0.1189	-0.1218
平均	60.753	12.361	-0.0182	-0.4099	-0.0462	0.0210
標準偏差	4.852	1.651	0.0784	0.0788	0.0828	0.2310

表 10-5 個別試験環境・物理 (Avt=64.910, σ_{yt} =20.454*1)

年度	My	σ_y	RAvt	R σ_{yt}	ESt	Sy(物・英)*3
22(10')	48.33	17.95	-0.2554	-0.1223	-0.2866	-0.5374
23(11')	62.93	8.61	-0.0305	-0.5792	-0.0481	0.0748
24(12')	56.54	23.80	-0.1289	0.1637	-0.1500	-0.2629
25(13')	51.85	23.46	-0.2012	0.1470	-0.2308	-0.3748
26(14')	57.19	11.12	-0.1189	-0.4565	-0.1732	-0.1091
平均	55.370	16.988	-0.1470	-0.1695	-0.1777	-0.2419
標準偏差	5.563	6.964	0.0857	0.3405	0.0898	0.2363

表 10-6 個別試験環境・生物 (Avt=62.428, σ_{yt} =17.219*1)

年度	My	σ_y	RAvt	R σ_{yt}	ESt	Sy(生・英)*3
22(10')	58.76	18.98	-0.0588	0.1023	-0.0648	-0.0157
23(11')	50.77	16.18	-0.1867	-0.0603	-0.1980	-0.5150
24(12')	63.37	13.83	0.0150	-0.1970	0.0121	0.0617
25(13')	62.77	10.79	0.0055	-0.3734	0.0035	0.1555
26(14')	57.48	16.12	-0.0793	-0.0640	-0.0844	-0.0951
平均	58.629	15.179	-0.0609	-0.1185	-0.0663	-0.0817
標準偏差	5.068	3.059	0.0812	0.1776	0.0847	0.2594

*1 各科目の Avt, σ_{yt} は基準となる対応科目のセ試通年平均値, 本文 (1), (2) 式参照

*2 My, σ_y は福教大開示資料 200 点満点を 100 点満点に換算

*3 Sy の計算は個別試験受験者各科目の Myt とセ試該年度の英語平均得点を使用, 本文 (7) 式参照

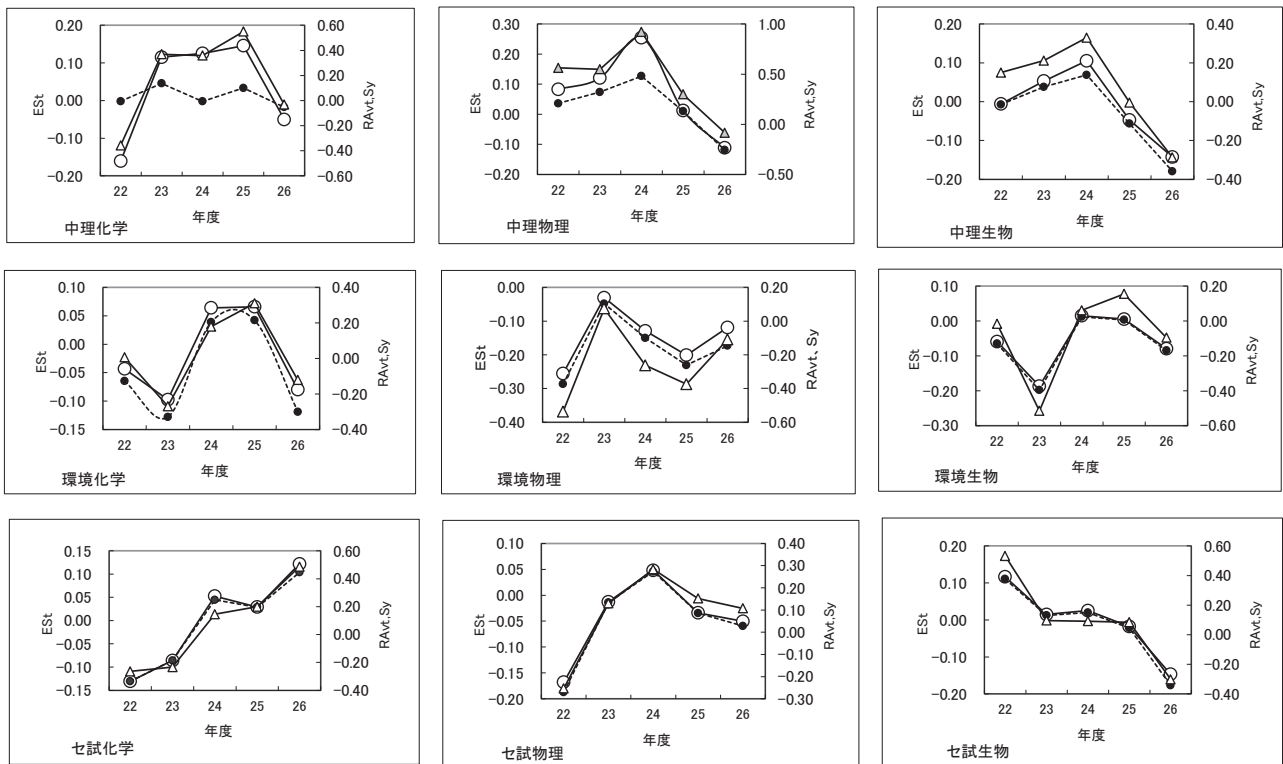


図3 理基4 福教大個別試験, セ試得点離心度 RAvt, 易難度 EST, 学力分散度 Sy 動向 (○ RAvt, ● EST, △ Sy)

動幅がほぼ一定であるのに対し、環境化学では変動幅が大きい。中理、環境ともに受験した個別試化学の問題は同じ内容であるので、これは出題問の易難度較差ではなく、両者間の化学の学力較差と考えられる。また、Sy の5か年平均値が環境化学 0.0210 で中理化学の 0.1776 より小さいことから、個別試化学受験者内の学力の分散については、環境受験者のほうがより狭いことになる。

4.3 統計関数による出題問適否評価

前述 3.2.4 における表 5 に準じて求めた個別試の統計関数数値を表 11 に示した。セ試基準での RAvt の適外頻度は5か年間で、中理では化学 4、物理 3、生物 2 で適外率 40 ~ 80% (2/5 ~ 4/5)、環境では化学 2、物理 4、生物 1 で適外率 20 ~ 80% (1/5 ~ 4/5) と、セ試基準からはかなり外れた出題評価となっている。しかしながら、出題問の易難度 EST 評価でみると、中理の化学 0、物理 2、生物 1 で適外率 0 ~ 40% (0/5 ~ 2/5)、環境の化学 2、物理 4、生物 1 で適外率 20 ~ 80% (1/5 ~ 4/5) で、中理では出題がほぼ適正に行われたと評価できるが、中理と環境両受験生が受験した個別試験 3 科目の出題内容は同じであるので、中理・環境間における適外率の差は両受験生間の学力較差によるものと考えられる。学力分散度 Sy の適外頻度は、中理で化学 2、物理 1、生物 0、環境で化学 1、物理 3、生物 1 で、環境物理の 3 を除けば、両課程の適外率は 0 ~ 40% (0/5 ~ 2/5) で、両課程受験生間に学力較差が認められるも、学力分散度には大きな差はないものと考えられる。

表 11 福教大個別試験出題動向のセ試基準統計関数による適否評価

		化学				物理			
		RAvt	Rσyt	ESt	Sy	RAvt	Rσyt	ESt	Sy
中理	セ試通年平均値 avt	0.0000	0.0000	0.0000	0.0818	0.0000	0.0000	-0.0057	0.2530
	同標準偏差 σ	0.0753	0.0858	0.0742	0.2818	0.0937	0.0862	0.0957	0.3839
最適年度	ABS (最小)	0.0503	0.0118	0.0019	0.0325	0.0125	0.0665	0.0100	0.085
	該当年度	26	22	22	26	25	26	25	26
適外年度	avt ± 1.0σ 範囲外	22,23,24,25	23,25,26	0	23,25	23,24,26	22,23,24,25	24,26	24
	該当年度								
	同上出現頻度	4	3	0	2	3	4	2	1
	同上最大値	0.1458	0.0181	0.0456	0.5500	0.2543	-0.0665	0.1269	0.9204
	該当年度	25	24	23	25	24	26	24	24
	同上最小値	-0.1609	-0.3956	-0.0175	-0.3579	-0.1112	-0.5681	-0.1186	-0.0846
	該当年度	22	23	26	22	26	22	26	26
		生物				地学は受験者が0～2名であるので平均得点,標準偏差等は開示されていない			
		RAvt	Rσyt	ESt	Sy				
中理	セ試通年平均値 avt	0.0000	0.0000	-0.0072	0.1204				
	同標準偏差 σ	0.0910	0.1212	0.0923	0.4501				
最適年度	ABS (最小)	0.0059	なし	0.0074	0.0045				
	該当年度	22		22	25				
適外年度	avt ± 1.0σ 範囲外	24,26	22,23,24,25,26	26	0				
	該当年度								
	同上出現頻度	2	5	1	0				
	同上最大値	0.1053	0.2598	0.0689	0.3297				
	該当年度	24	26	24	24				
	同上最小値	-0.1424	-0.3455	-0.1794	-0.2869				
	該当年度	26	24	26	26				
		化学				物理			
		RAvt	Rσyt	ESt	Sy	RAvt	Rσyt	ESt	Sy
環境	セ試通年平均値 avt	0.0000	0.0000	0.0000	0.0818	0.0000	0.0000	-0.0057	0.2530
	同標準偏差 σ	0.0753	0.0858	0.0742	0.2818	0.0937	0.0862	0.0957	0.3839
最適年度	ABS (最小)	0.0434	なし	0.0389	0.0062	0.0305	なし	0.0481	0.0748
	該当年度	22		24	22	23		23	23
適外年度	avt ± 1.0σ 範囲外	23,26	22,23,24,25,26	23,26	23	22,24,25,26	22,23,24,25,26	22,24,25,26	22,24,25
	該当年度								
	同上出現頻度	2	5	2	1	4	5	4	3
	同上最大値	0.0660	-0.3139	0.0421	0.3102	-0.0305	0.1637	-0.0481	0.0748
	該当年度	25	23	25	25	23	24	23	23
	同上最小値	-0.0975	-0.4933	-0.1282	-0.2692	-0.2554	-0.4565	-0.2866	-0.5374
	該当年度	23	22	23	23	22	26	22	22
		生物				地学は受験者が0～2名であるので平均得点,標準偏差等は開示されていない			
		RAvt	Rσyt	ESt	Sy				
環境	セ試通年平均値 avt	0.0000	0.0000	-0.0072	0.1204				
	同標準偏差 σ	0.0910	0.1212	0.0923	0.4501				
最適年度	ABS (最小)	0.0055	0.0603	0.0035	0.0157				
	該当年度	25	23	25	22				
適外年度	avt ± 1.0σ 範囲外	23	24,25	23	23				
	該当年度								
	同上出現頻度	1	2	1	1				
	同上最大値	0.0150	0.1023	0.0121	0.1555				
	該当年度	24	22	24	25				
	同上最小値	-0.1867	-0.3734	-0.1980	-0.5150				
	該当年度	23	25	23	23				

5. 謝辞

福岡教育大学の入試関連資料の公開開示に関し、ご協力いただいた入試課担当者各位に厚く謝意を表します。

6. 註および参考文献

註

- 1) 以下本報記載の表、図における理科基本 4 科目（物理，化学，生物，地学）の科目表記順は著者の編集上の都合により，化学，物理，生物，地学の順になっている。
- 2) 入手した公開資料では科目平均得点は 100 点満点表示になっているが，設問別平均得点は小数点表示の得点率となっており，統計関数等の計算は得点率を科目平均得点の 100 点満点に換算した。また，マークシートによる解答では正答か誤答かのいずれしかなく，得点率よりは正答率のほうが妥当と考える。
- 3) 例えば，『大学入試センターの平成 15 年度に係る業務の実績に関する評価』4 頁カ「試験問題の第三者評価及び自己点検・評価実施状況」に“各教科とも，おおむね 60 点前後の所期の平均点であり，”との記述がある。

参考文献

- 1) 守口良毅，理科教育学研究，第 57 巻，第 2 号，169-183，2016.
- 2) 守口良毅，理科教育学研究，第 53 巻，第 1 号，169-179，2012.
- 3) 荘島宏二郎，石塚智一，橋本貴充，大津起夫，前川真一，大学入試センター紀要，第 36 号，53-70，2007.
- 4) 大友賢二，電子情報通信学会誌，第 92 巻，第 12 号，1008-1012，2009.
- 5) 大津起夫，大学入試センター紀要，第 40 号，1-23，2011.

