

CASEC と TOEIC の相関に関して (3)

上 田 恒 雄

はじめに

CASEC スコアから導き出された TOEIC 予測点と実際の TOEIC スコアとの相関を調査して、今回で 3 回目となる。前回の調査から検証対象データ数（受験者数）が増え、今回はさらに CASEC の受験回数も年 3 回になり、過去の分析結果との比較も交えながらの統計分析を試みる。コンピュータを使って容易にオンラインで受験可能な英語能力判定試験の CASEC と一般の認知度の高い TOEIC 試験のスコア結果の相関の有無を、平成 21 年度に CASEC、TOEIC 両方の試験をすべて受験した本学グローバル英語学科 1、2 年生全員の試験結果を対象として分析、検証する。

CASEC とは

CASEC (Computerized Assessment System for English Communication) は、(財)日本英語検定協会が基礎開発し、現在、(株)教育測定研究所が開発・運営しているインターネット上で受験できる英語コミュニケーション能力判定テストである。会社、学校、自宅から、インターネットに接続すれば、時と場所を選ばずに受けられる。所用時間は TOEIC の 120 分に対し、30 分～40 分。オンラインなので、結果は試験終了後すぐに分かり、現在の実力や、今後の勉強の指針などが画面に表示される。

CASEC は、能力推定のアルゴリズムに IRT¹⁾ (項目応答理論) に基づいた CAT²⁾ (Computerized Adaptive Testing: コンピュータ適応型テストシステム) 方式を採用している。CAT のシステムは、試験中にコンピュータが常に受験者の能力を計算

し、1 問ごとに受験者に最適な項目を提示しながらテストする。故に、少ない実施項目数で、より高精度の測定が可能となる。瞬時に計算し、能力に合った問題を出題するには、複雑な演算も必要とするので、コンピュータの発展で実用化された形式といえる。開発元の実験結果からは、通常の紙テストの 40% 程度の項目数で、同程度の測定精度が得られることが確認されている。なお、このテストの信頼性実験としては約 500 名の受験者に、CASEC と紙ベースのテスト (同じデータベース内から構成されるテストセット) を両方受験させ、何問で紙ベースのテストの信頼性と同等になるかを計測したものである。

CASEC と TOEIC の一般的相関関係

CASEC が認知される過程においては、現時点でのスタンダードといえる TOEIC との相関関係が現状では必要であろう。CASEC のスコアを TOEIC に換算できることで、採用する企業・学校側も TOEIC で蓄積されたデータと比較できるからだ。その TOEIC との相関関係についてだが、開発元によると CASEC と TOEIC のスコアには、両スコアを保有する受験者、約 2000 名のデータを分析した結果、相関係数³⁾ で 0.860 の関連が認められるとのことである。TOEIC とは目的や測定方式や取得時期の違い、スコアの申告値の信頼性なども差し引く必要があるが、0.860 という値は、高い関連性を示すと言えるかと判断している。

ここで CASEC と TOEIC の試験内容を概観しておく。

CASEC :
特徴

	CASEC スコア	TOEIC スコア
1. 短時間（平均は約30～40分）で、測定精度の高いテスト	750	990
2. テスト終了後、すぐにスコアが表示される	700	950
3. インターネット上で受験者の好きな時間に受験できる	650	895
4. TOEIC のスコア目安・英検級の目安等がわかる	550	755
測定内容	500	675
	450	590

Section 1 語彙の知識——4 択, 15問, 配点: 250点, 解答制限時間: 60秒/問	(CASECのSec 1～3の750に対するTOEICスコア)
Section 2 表現の知識——4 択, 15問, 配点: 250点, 解答制限時間: 90秒/問	上記のCASECスコアとTOEICのスコアの対
Section 3 リスニングでの大意把握——4 択, 15問, 配点: 250点, 解答制限時間: 60秒/問	称関係からも分かるようにCASECはTOEICと強い相関があるということを特徴にしているよう
Section 4 具体情報聞き取り——ディクテーション（書き取り）, 10問, 配点: 250点, 解答制限時間: 120秒/問	で、過去のデータから下記の換算式を導きだしている。

スコア（トータル1000点）と英語コミュニケーション能力に対するアドバイスを技能別に表示

TOEIC:

問題構成の特徴

- ・ 2時間で200問（990点）マークシートのテスト
- ・ 問題は、問題形式の説明を含めて英語
- ・ リスニングは45分で100問（495点）Section I（Part I～IV）
- ・ 写真描写、応答、会話、説明文問題（リスニングの設問文は、一度しか流れない）
- ・ リーディングは75分で100問（495点）Section II（Part V～VII）
- ・ 文法・語彙誤、文訂正、読解問題

レベル スコア 評価

A	860～	Non-Nativeとして十分なコミュニケーションができる
B	730～	どんな状況でも適切なコミュニケーションができる素地を備えている
C	470～	日常生活のニーズを充足し、限定された範囲内では業務上のコミュニケーションができる

TOEIC 換算点: $1.0911 \times \text{CASEC スコア} - 92.167$

CASECの開発元のホームページにも、TOEIC/CASEC点数換算表と相関グラフが掲載されている。CASECの点数はいずれもセクション1～3までの750点とTOEICのスコアの相関を取っている。セクション4を除外した理由としてはTOEICの方にセクション4のようなディクテーション形式の問題がない、そしてセクション4を入れない方がより強い相関を示したということである。ではなぜCASECにセクション4があるのかというと、ディクテーション形式の問題はインタビューテストと最も高い相関を示すために盛り込んであるということ、その分、TOEICより広い範囲の能力を把握しようとしていることは言えるかもしれない。それらのデータからももちろん相関があることは分かるが、どのくらいのばらつきがあるのかはCASECから提供して頂いたFigure 1を見ると分かる。なお、データはJIEMより掲載許可を頂いたものである（株式会社教育測定研究所 e-Testing 事業部 <http://www.jiem.co.jp/>）。ここではTOEICとの相関はCASECのSection 1～4の合計点から計算してある。この散布図から、受験者がTOEICで取ると思われる得点の平均点を予想し、TOEICスコア目安として提示している。予想と実際のずれが100点以内

CASEC と TOEIC の相関に関して (3) (上田)

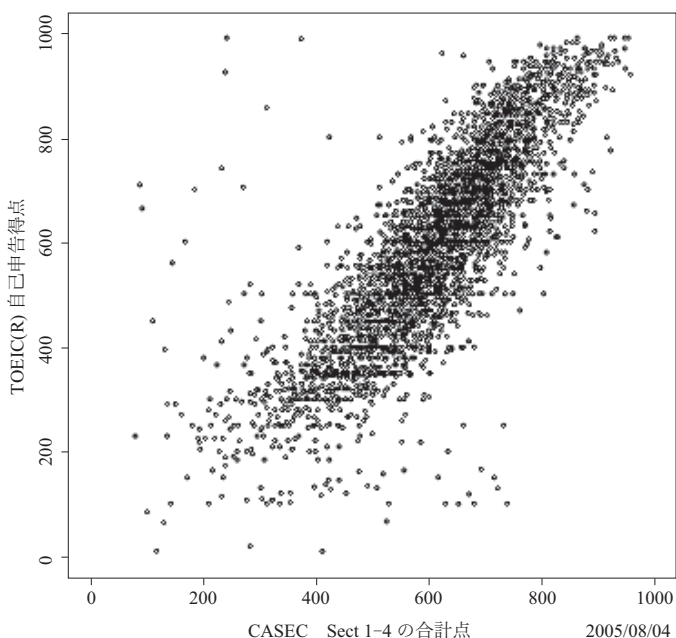


Figure 1 CASEC Section 4までの合計点と TOEIC (R) 自己申告得点との関係
相関係数=0.83 (対象：2003/05/01～2004/10/31の受験者：3767人)

におさまる人は全体の約74%程度である。このグラフはセクション1から3までの750点でなく、CASEC トータルスコアと TOEIC との相関を比較してある。それでも相関係数が0.83である(係数が1.00で100%完璧な相関)。もちろんどちらも英語のコミュニケーション能力を測るテストであるから正の相関があるのは当然であろう。

被験者の CASEC・TOEIC スコア

今回の分析・検証対象となる被験者(H21年度グローバル英語学科1・2年生)のCASEC・TOEICスコアを概観しておく。最初に2009年4月に受験したCASECの統計値をTable 1に示す。続いて同年9月のCASECの統計値をTable 2に示す。

Table 1 CASEC の統計値 (2009年4月)

	Sec 1	Sec 2	Sec 3	Sec 4	Total
平均	125.2727	123.2364	135.2227	120.6682	504.4
標準誤差	1.582567	1.781307	1.871328	1.478227	5.337938
中央値(メジアン)	124	120	137	118	503.5
最頻値(モード)	123	112	144	112	540
標準偏差	23.47326	26.42105	27.75628	21.92565	79.17442
分散	550.9938	698.0717	770.4114	480.7341	6268.588
尖度	0.058931	-0.10613	0.052579	-0.32288	-0.0602
歪度	-0.12564	0.196362	-0.12863	-0.18934	0.037774
範囲	124	150	144	119	454
最小	58	57	54	59	261
最大	182	207	198	178	715
合計	27560	27112	29749	26547	110968
標本数	220	220	220	220	220
信頼区間(95.0%)	3.11901	3.510698	3.688117	2.913372	10.5203

Table 2 CASEC の統計値 (2009年9月)

	Sec 1	Sec 2	Sec 3	Sec 4	Total
平均	126.5545	128.3364	141.2773	130.0727	526.2409
標準誤差	1.574669	1.614054	1.933805	1.572417	5.44393
中央値 (メジアン)	125	125.5	142.5	134	522.5
最頻値 (モード)	120	122	129	146	534
標準偏差	23.35612	23.94029	28.68297	23.32271	80.74652
分散	545.5084	573.1375	822.7127	543.949	6520.001
尖度	0.796326	0.813234	2.543132	3.679012	1.198848
歪度	-0.27862	-0.14604	-0.68714	-0.88389	-0.28824
範囲	144	151	216	202	574
最小	42	38	0	0	192
最大	186	189	216	202	766
合計	27842	28234	31081	28616	115773
標本数	220	220	220	220	220
信頼区間 (95.0%)	3.103446	3.181067	3.811251	3.099007	10.7292

Table 3 CASEC の統計値 (2009年12月)

	Sec 1	Sec 2	Sec 3	Sec 4	Total
平均	133.6682	128.0273	148.7773	130.7045	541.1773
標準誤差	1.590646	1.764743	1.607669	1.558715	5.368934
中央値 (メジアン)	135	129	152	135	544
最頻値 (モード)	148	148	161	137	616
標準偏差	23.59309	26.17537	23.84559	23.11948	79.63415
分散	556.6337	685.1499	568.6123	534.5105	6341.599
尖度	-0.05129	0.005943	0.707327	0.26167	-0.11511
歪度	-0.11554	0.021183	-0.52766	-0.516	-0.1571
範囲	130	157	150	135	401
最小	68	52	64	45	335
最大	198	209	214	180	736
合計	29407	28166	32731	28755	119059
標本数	220	220	220	220	220
信頼区間 (95.0%)	3.134932	3.478053	3.168484	3.072002	10.58139

Table 4 TOEIC の統計値 (2009年12月)

	Listening	Reading	Total
平均	233.5227	166.8409	400.3636
標準誤差	3.733814	3.76794	6.950906
中央値 (メジアン)	225	155	382.5
最頻値 (モード)	220	125	430
標準偏差	55.3814	55.88758	103.0986
分散	3067.1	3123.422	10629.32
尖度	0.72325	0.682791	1.05913
歪度	0.71012	0.831304	0.900535
範囲	310	315	600
最小	100	60	165
最大	410	375	765
合計	51375	36705	88080
標本数	220	220	220
信頼区間 (95.0%)	7.358806	7.426065	13.69923

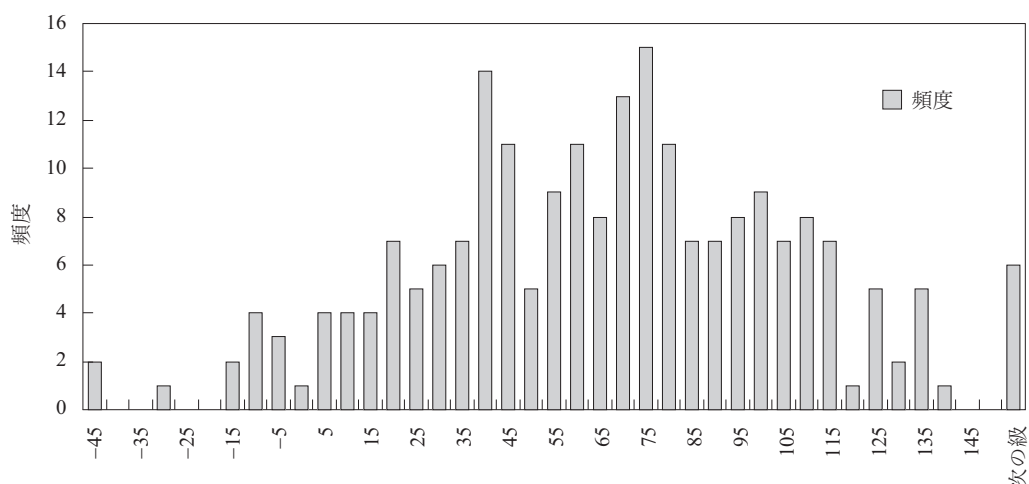


Figure 2 Listening Score と Reading Score の差

さらに同年12月のCASECの統計値をTable 3に示した。続いてTable 4は同じ被験者が2009年12月に受験したTOEICの統計値を表したものである。Listeningスコアの平均点がReadingスコアの平均点をかなり上回っているので、その差が各々の受験者でどのようになっているかを見るために、ListeningスコアからReadingスコアを引いた差の値の頻度を表したものをFigure 2で示した。Figure 2からも明らかなように昨年度同様、受験者全般に言えることは逆にリーディングセクションのスコアがリスニングセクションのスコアをかなり下回っていることである。これはTOEICスコアに当初より客観的な英語能力の評価を可能とするために導入された評価基準とも関係しているようだが、実際にはやはりリーディング能力が、リスニング能力より劣っていることが一因と推察される。

検 証

今回の被験者は本学グローバル英語学科1, 2年生全員で、2009年4月と9月末にCASECを受験、その後同年12月初めにTOEICを受験し、更に2009年12月中旬にもう一度3回目のCASECを受験した。3回のCASEC試験とTOEIC試験のスコア結果を基に2つの英語能力試験の相関を考察するためにデータ分析を行った。統計分析に

先立ち、CASECのスコアから予測されるTOEICスコアと、実際のTOEICのスコアの様子を概観するために受験時期が近接している3回目のCASECスコアから導きだされたTOEIC予測点から実際のTOEICスコアを引いた差の値の頻度をFigure 3で示した。実際のTOEICスコアとCASECが予測したスコアの間には差がない被験者も少しはいるようであるが、全般的にはTOEIC予測点の方が明らかに高い数値を示している。そこでCASECによるTOEIC予測点の信頼性も含めて、両試験の相関を具体的に統計分析することで考察、検証してみる。

分 析

本研究では、上記被験者のTOEICスコアとCASECスコアを用いて、CASECがTOEICと相関関係があるかどうかを総合的に検証するために6つの統計分析を行った。なお、相関係数とは、2つの変数の相関関係を示す指標である。相関係数は必ず「-1~1」の範囲に収まり、0.7以上あれば正の相関(片方の値が上がれば、もう片方の値が一定の割合で上がる関係)があると考えられる。さらに回帰分析におけるR2値とは、ある現象がその回帰式で表される確率というように考える。R2値は一般的には、0.5~0.8なら、回帰式成立の可能性がありそうで、0.8以上ならばかな

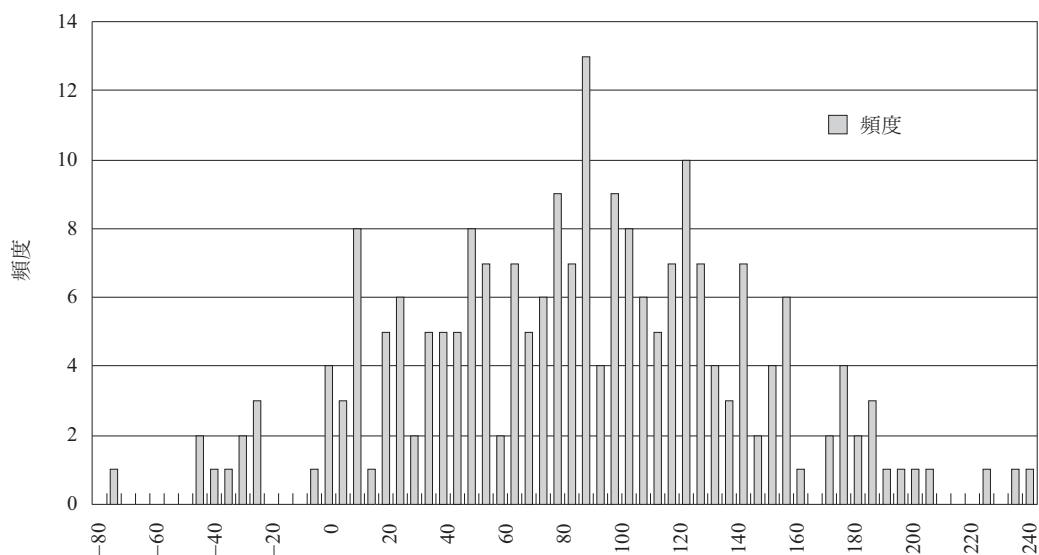


Figure 3 TOEIC 予測点と実際の Score との差

り成立の可能性が高いことを示す。(直線近似の場合は、 R^2 ＝相関係数の 2 乗になる)。いずれの回帰分析の場合も CASEC スコア (CASEC から TOEIC の予測点) を説明変数とみなし、英語能力を測定するための試験としてはすでに標準化されている TOEIC を目的変数として扱った。回帰分析には、重相関係数、決定係数、自由度補正済み決定係数、Y 評価値の標準誤差を計算し、参考までに回帰式の有意性を検定するための分散分析、回帰係数の検定と信頼区間を計算した結果も併せて載せてある。

まず分析 1 では TOEIC (2009 年 12 月受験) のスコアと 2009 年 4 月の CASEC のスコアについて回帰分析を行った。結果を Table 5 に示す。相関係数は 0.785 とかなり高い相関である。 R^2 値も 0.616 と回帰式成立の可能性を示している。決定係数は全データの変動のうち回帰式で説明できる割合を示しているが、この結果では約 62% のデータが回帰で説明できることを示している。標準誤差は実測値と予測値の差の標準誤差を示しているが、約 64 点くらいの変動がある。

次の分析 2 では、同じく 2009 年 4 月の CASEC のスコアから予想される TOEIC のスコアと実際の TOEIC のスコアについて回帰分析を行った。

結果を Table 6 に示す。相関係数は 0.798 となり、かなり高い相関を示した。 R^2 値も 0.637 となり、第 1 回 CASEC スコアと TOEIC スコアの相関同様に、回帰式成立の可能性がある。決定係数は全データの変動のうち回帰式で説明できる割合を示しているが、この結果では約 64% のデータが回帰で説明できることを示している。標準誤差は実測値と予測値の差の標準誤差を示しているが、約 62 点くらいの変動がある。

分析 3 では同じく TOEIC のスコアと 2009 年 9 月の CASEC のスコアについて回帰分析を行った。結果を Table 7 に示す。相関係数は 4 月の CASEC よりわずかに低い 0.762 となり、それでもかなり高い相関を示している。 R^2 値も 0.58 と 4 月の CASEC より僅かではあるが、低くなってはいるが回帰式成立の可能性は十分ある。決定係数は全データの変動のうち回帰式で説明できる割合を示しているが、この結果では 58% のデータが回帰で説明できることを示している。標準誤差は実測値と予測値の差の標準誤差を示しているが、約 67 点くらいの変動がある。

次の分析 4 では、9 月の CASEC のスコアから予想される TOEIC のスコアと実際の TOEIC のスコアについて回帰分析を行った。結果を Table 8

CASEC と TOEIC の相関に関して (3) (上田)

Table 5 CASEC (2009年4月) と TOEIC (2009年12月) の相関

回帰統計	
重相関 R	0.784927
重決定 R ²	0.616111
補正 R ²	0.61435
標準誤差	64.02496
観測数	220

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	1434196	1434196	349.8726	3.27E-47
残差	218	893624.6	4099.196		
合計	219	2327821			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-115.188	27.89839	-4.12885	5.19E-05	-170.173	-60.2032	-170.173	-60.2032
CASEC	1.022109	0.054644	18.70488	3.27E-47	0.914411	1.129808	0.914411	1.129808

Table 6 CASEC 予測点と TOEIC の相関 (2009年4月)

回帰統計	
重相関 R	0.798167
重決定 R ²	0.637071
補正 R ²	0.635406
標準誤差	62.25257
観測数	220

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	1482988	1482988	382.6687	7.07E-50
残差	218	844833.3	3875.382		
合計	219	2327821			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	2.139518	20.78526	0.102934	0.91811	-38.8263	43.10531	-38.8263	43.10531
TOEIC換算点	0.896809	0.045845	19.56192	7.07E-50	0.806454	0.987165	0.806454	0.987165

に示す。相関関係は0.79となり、4月同様の高い数値を示した。R²値も同様に0.624と回帰式成立の可能性が高い。決定係数は全データの変動のうち回帰式で説明できる割合を示しているが、この結果ではおよそ62%のデータが回帰で説明できることを示している。標準誤差は実測値と予測値の差の標準誤差を示しているが、これも4月の値に近い約63点くらいの変動がある。

分析5でも同じく TOEIC のスコアと2009年12

月の CASEC のスコアについて回帰分析を行った。結果を Table 9 に示す。相関関係は0.81となり、初めて0.8を超える高い数値を示した。R²値も同様に0.658と回帰式成立の可能性がかなり高くなっている。決定係数は全データの変動のうち回帰式で説明できる割合を示しているが、この結果ではおよそ66%のデータが回帰で説明できることを示している。標準誤差は実測値と予測値の差の標準誤差を示しているが、約60点くらいの変動

Table 7 CASEC と TOEIC の相関 (2009年9月)

回帰統計	
重相関 R	0.761839
重決定 R2	0.580398
補正 R2	0.578473
標準誤差	66.93684
観測数	220

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	1351063	1351063	301.5402	5.47E-43
残差	218	976757.8	4480.54		
合計	219	2327821			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-111.526	29.82184	-3.73975	0.000235	-170.302	-52.7502	-170.302	-52.7502
CASEC	0.972729	0.056017	17.36491	5.47E-43	0.862325	1.083133	0.862325	1.083133

Table 8 CASEC 予測点と TOEIC の相関 (2009年9月)

回帰統計	
重相関 R	0.790086
重決定 R2	0.624235
補正 R2	0.622511
標準誤差	63.34387
観測数	220

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	1453108	1453108	362.1501	3.16E-48
残差	218	874713.2	4012.446		
合計	219	2327821			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-3.28932	21.63679	-0.15202	0.879308	-45.9334	39.35474	-45.9334	39.35474
TOEIC換算点	0.858836	0.04513	19.03024	3.16E-48	0.769889	0.947783	0.769889	0.947783

がある。

次の分析6では、12月のCASECのスコアから予想されるTOEICのスコアと実際のTOEICのスコアについて回帰分析を行った。結果をTable 10に示す。相関関係は今回の調査分析の中で一番高い0.827となり、とても高い相関を示している。R2値も0.683と一番高い値を示し、回帰式成立の可能性が十分ある。決定係数は全データの変動のうち回帰式で説明できる割合を示しているが、こ

の結果では68%のデータが回帰で説明できることを示している。標準誤差は実測値と予測値の差の標準誤差を示しているが、これは調査中最小の値である約58点くらいの変動である。

今回の6つの分析結果を見ると、昨年度の平均結果(平均:0.8095)に非常に近いCASECスコアと実際のTOEICスコアとの相関関係(平均:0.801)が示された。また初年度の平均結果(0.7815)も上回っている。同様に6つの回帰分

CASEC と TOEIC の相関に関して (3) (上田)

Table 9 CASEC と TOEIC の相関 (2009年12月)

回帰統計	
重相関 R	0.810992
重決定 R ²	0.657708
補正 R ²	0.656138
標準誤差	60.45674
観測数	220

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	1531027	1531027	418.8837	1.18E-52
残差	218	796793.8	3655.017		
合計	219	2327821			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-167.847	28.06039	-5.98164	8.96E-09	-223.152	-112.543	-223.152	-112.543
CASEC	1.049953	0.051301	20.46665	1.18E-52	0.948845	1.151062	0.948845	1.151062

Table 10 CASEC 予測点と TOEIC の相関 (2009年12月)

回帰統計	
重相関 R	0.826727
重決定 R ²	0.683478
補正 R ²	0.682026
標準誤差	58.13644
観測数	220

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	1591015	1591015	470.7359	2.28E-56
残差	218	736806.4	3379.846		
合計	219	2327821			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-30.999	20.26439	-1.52973	0.127534	-70.9382	8.940204	-70.9382	8.940204
TOEIC換算点	0.884434	0.040764	21.69645	2.28E-56	0.804092	0.964776	0.804092	0.964776

析結果の R² 値もすべて回帰式成立の可能性がとも高いことが判明 (58%~68%) し、本研究の目的である両試験の相関は昨年度同様認められたと言えよう。なお、昨年より上がったが、実際の TOEIC のスコアより 58 点~67 点の範囲で CASEC の予測点が高い数字を出す可能性があることも記しておく。

おわりに

昨年度の分析の結果と同様に、CASEC スコアと TOEIC スコア間の数値上の相関は検証された。しかし昨年同様、CASEC のスコアから予測される TOEIC スコアは受験者のリーディング能力を十分に反映していない可能性がある。この 2 つの試験の出題形式 (問題構成の特徴を参照) を比較すると、CASEC の試験の内容は必ずしも TOEIC

のリーディングセクションの出題形式に沿った問題内容にはなっていない。つまり TOEIC に設定されているリーディングプロパーの問題形式がないのである。もちろんこの点を考慮して平成22年度からは CASEC にもリーディング問題が導入される予定であると聞いている。リーディング問題を含んだ新 CASEC 試験を用いて TOEIC との相関を次回は検証できればと考えている。

注

- 1) IRT「項目応答理論 (Item Response Theory)」は、従来の素点を基礎とした評価 (合計点/平均点/偏差値など) では実現不可能であった、受験者集団やテスト問題などに依存しない「絶対尺度の評価」を可能とした新しいテスト理論である。事前に行った予備テストデータから算出した各問題の特性値 (難易度、識別力など) をもとに、新規受験者の能力を絶対尺度上で推定しようとするものである。
- 2) CAT「コンピュータ適応型テストシステム (Computerized Adaptive Testing)」は、受験者のそれまでの問題に対する解答情報に基づいて、次に出題する問題を既存の問題群から選出していくようなテストである。

CASEC では、それまでの問題に対する正誤情報をもとに、次に出題する問題の難易度を調整している。この手法を用いることで、受験者にとって極端に難しい問題や、易しい問題の出題を避けることができる。自分の実力にふさわしい問題だけを解いて

いくため、従来の紙のテストと比較して少ない問題数で精度の高い測定が可能となっている。

- 3) 相関係数とは、2つの変数の直線的な関係の強さおよび向きを表す指標で、2つの変数の関係が完全に線形であれば、相関係数の絶対値が1になる。

一方の値が大きいほど他方の値も大きいという場合には相関係数の符号が正になり、一方の値が大きいほど他方の値が小さいという場合には符号が負になる。相関係数の値の解釈だが、心理学や教育学では一般に次のように解釈している (肥田野 1961)。

0.00～±0.20	ほとんど相関がない
0.20～0.40	(-0.20～-0.40) 低い相関がある
0.40～0.70	(-0.40～-0.70) かなり相関がある
0.70～1.00	(-0.70～-1.00) 高い相関がある

参考文献

- Bachman, Lyle F. 1990. *Fundamental Considerations in Language Testing*. Oxford University Press.
- Bachman, Lyle F. and A. S. Palmer. 1996. *Language Testing in Practice*. Oxford University Press.
- Hatch, Evelyn and Anne Lazaraton. 1991. *The Research Manual*. Newbury House Publishers.
- TOEIC 運営委員会 2000 『TOEIC 公式ガイド&問題集』(財)国際ビジネスコミュニケーション協会
- 林規生 2001 「英語能力測定における CAT の適応例と効果測定」『計測と制御』40 (8), pp. 572-575.
- 肥田野直, 瀬谷正敏, 大川信明 1961 『心理教育統計学』培風館