

職務適性検査を用いた選抜方式の有効性について

山内 慎介

A Study on Efficacy of Entrance Examination by Using Aptitude Test Battery

By

Shinsuke YAMAUCHI

1 はじめに

航空大学校入学者選抜試験は、筆記による第一次試験、第一種航空身体検査基準に準じた第二次試験、および飛行適性検査と面接による第三次試験で構成されている。

このうち、身体条件により合否が決定する第二次試験を除くと、航空大学校が主体的に選抜基準を設定できるのは

- ・筆記による第一次試験
- ・飛行適性検査
- ・面接

の三つとなるが、

- ・第二次試験（身体検査）受け入れ数の制限
- ・第二次（身体検査）合格率の低さ
- ・最終合格者判定は第三次試験成績および第一次試験成績の両者で実施

により、現行の入試方式では筆記による第一次試験結果（成績）が最終合格者決定に最も大きく寄与していると考えられる。（表1）

表1 第一次および第三次試験倍率

回 期	第 一 次 試 験			第 三 次 試 験		
	受験者数	第二次試験 投入者数	倍 率	受験者数	第二次試験 投入者数	倍 率
49回生	443名	253名	1.75	89名	72名	1.24
50回生	466名	256名	1.82	94名	72名	1.31

従って、第一次試験の段階で Pilot としての適性が高いと思われる者（入学後の教育訓練により順調に伸びると予測される者）をいかに選抜するかがが入学者選抜試験の精度向上の鍵となるといえる。

航空大学校では過去に訓練生の操縦成績に関する調査がなされており、操縦成績に影響する要素を調査・分析している^{1), 2), 3)}。しかしながら選抜（入試）段階でこれを判定する具体的調査はなされていない。

そこで本研究では、近年多くの職種に用いられている「職務適性検査」により更に有効な選抜の可能性について調べた。

2 「職務適性検査」について

「Pilotの適性」については比較的古くから科学的に注目されてきたが⁴⁾、近年では多くの職種について「適性」の研究がなされ「職務適性検査」による人材の選抜がなされている。

「職務適性検査」として現在普及しているのは、「基礎能力」および「パーソナリティ」による Test Battery（組合せ検査）である。

筆記による Test Battery での Pilot 適性の予測には限界があることがわかっているが⁵⁾、多くの場合、選抜初期段階での人数絞り込みのために用いられている。Test Battery の使用に際しては、実際にその職種に就いている者に当該 Test を受検させ、

その結果と職務成績との相関を調べることによりその職種に適しているか否かを予測する因子を抽出し、これを用いてその後の選抜基準を設定する方法がとられている。

統計的に有意と認められた因子を選抜試験に用いることおよび各因子に対して適切な重み付けを行い評価することから、選抜試験の作成および評価に客観性が保たれる上、受検者データの増加に伴い予測精度の向上も期待できる。

今回分析に用いたのは職務適性検査として広く用いられている以下の Test (5 科目) である。

- ① 暗算
- ② 法則性
- ③ 暗号
- ④ 言語理解・計数理解
- ⑤ パーソナリティ

3 Test Battery を用いた入学後到達レベルの予測

3-1 到達レベル予測の考え方

到達レベルを予測するために、以下の2つの作業を実施する。

- ① 在籍学生に対する評価付け
- ② 在籍学生に対する Test Battery 実施
 - ①および②の結果に対し重回帰分析を行い、両者を結びつける回帰方程式を導出し、これを入学者選抜試験結果に適用することで、統計的根拠に基づいた到達レベル予測をおこなう。

3-2 在籍学生に対する評価付け

在学する Flight 学生^(注1)の評価付けの仕方として、各種審査成績を用いる方法も考えられるが、審査成績は全般にばらつきが少なく⁶⁾、学生間の能力差を表す指標としては不適であると判断した。

そこで Pilot にとって重要と考えられる5つの能

力要素と総合能力について担当教官による5段階評価をアンケート調査し、在籍学生の能力指標とした。(表2)

(注1) 49回生Ⅰ期：17名／49回生Ⅱ期：14名／49回生Ⅲ期：15名
49回生Ⅳ期：13名／50回生Ⅰ期：18名／50回生Ⅱ期：18名
計：95名

表2 担当教官による評価項目および基準

項目	内容	評価				
		1	2	3	4	5
知識	現段階で身につけているべき知識	かなり不足している	やや不足している	標準的である	標準よりは知識があるほうである	豊富な知識を有している
要点	要点把握が出来、物事の本質を捉える能力	かなり劣っている	やや劣っている	標準的である	どちらかというと優れているほうである	非常に優れている
応用	知識・経験が論理的に整理されており、類似事項に柔軟に対応する能力	かなり劣っている	やや劣っている	標準的である	どちらかというと優れているほうである	非常に優れている
コミュニケーション	他人の話を正しく理解し、自分の考えを明確に表現すること	不得手である	やや不得手である	標準的である	どちらかというとう上手な方である	非常に上手である
操縦	Aircraft Control に関し、指導した内容の修得	かなり時間がかかる	やや時間がかかる	標準的である	特別早いわけではないが標準以上である	早い方である
総合	総合的な能力	相当の努力を必要とするレベルである	やや努力を必要とするレベルである	標準的である	優秀とまでは行かないが標準以上である	優秀である

在校生95名に対する評価結果は以下のとおりとなった。(表3および図1)

今回の分析では代表値として「総合」評価点を用いることとした。

表3 在校生に対する評価結果 (単位：人)

項目	評価				
	1	2	3	4	5
知識	5	17	39	29	5
要点	12	13	35	23	12
応用	10	20	36	24	5
コミュニケーション	11	19	31	24	10
操縦	10	22	28	24	11
総合	13	20	28	21	13

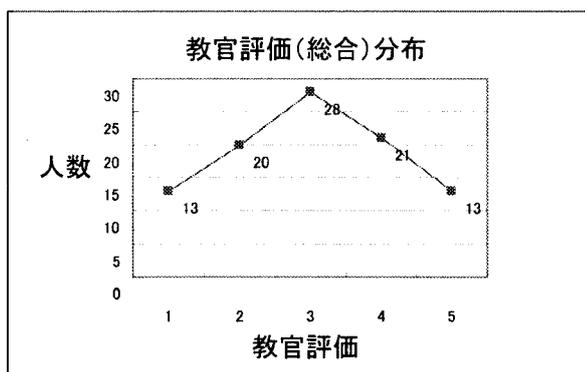


図1 教官評価(総合)分布

4 評価付けと Test Battery (5科目) の分析

本分析の目的は、「受験者が教育・訓練によって到達するであろうレベル」を予測する因子の抽出、およびこれを用いた「適性予測式」の導出にある。

今回実施した Test Battery の結果と教官による評価の間に相関が見られれば Test Battery による入学後の到達レベル予測に少なからず効果があると考えられる。

4-1 相関の分析

在校生95名に対する職務適性検査から得られた「知的能力およびパーソナリティ45因子」と「教官評価」との相関を調べ、相関の高いものから16因子^(注2)を抽出し重回帰分析^(注3)を行った。

その結果、回帰方程式に用いることのできる因子は11因子で相関係数は表4のとおりであった。

(注2) 今回分析に用いたツール (Microsoft Excel) の独立変数の選定数の上限が16であるため。

(注3) 重回帰分析とは、p 個の説明変数 (独立変数) と、ある目的変数 (従属変数) の間に式をあてはめ、目的変数の変動が説明変数の変動によってどの程度影響されるかを分析する手法のこと。

表4 有効な予測因子と相関係数

因子	教官評価との相関
指導力	0.268
友好性	-0.156
謙虚さ	-0.286
具体的事物	0.164
変化志向	-0.241
緻密	0.329
タフ	-0.230
批判的	0.219
行動力	-0.202
決断力	0.261
創造的思考力	-0.198

重回帰分析の結果は以下のとおりである。(表5)

表5 回帰統計値

重相関係数 R	0.593
決定係数 R ²	0.352
自由度調整済み決定係数 R ^{*2}	0.266
標準誤差	1.064
観測数	95

4-2 回帰方程式の検定

次に、在校生95名を標本として導出した回帰方程式が入学試験受験者全体 (母集団) について有効か否かを検定する。観測された分散比は4.099となり (表6)、自由度11, 83の F 分布を用い有意水準 5% として回帰方程式を検定すると、

$$F \text{ 値} = 4.099 > 1.90596$$

となり、得られた回帰方程式は有効であることを示している。

表6 分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比
回帰 (p)	11	51.040	4.640	4.099
残差 (n-p-1)	83	93.949	1.132	
合計 (n-1)	94	144.989		

n: 標本数 (=95)
p: 説明変数の数 (=11)

4-3 母相関係数の検定

次に、在校生95名に対して行った重回帰分析より得られた標本相関係数 (r=0.593) を用いて母相関係数 (受験生全体に対する相関係数) の検定を行う。母相関係数 ρ がゼロになる仮説 H₀: ρ = 0 の下で、標本相関係数 r から作る次の量 t

$$t = \sqrt{n-2} \frac{|r|}{\sqrt{1-r^2}} \dots\dots\dots (1)$$

が自由度 n-2 の t 分布に従うことを利用すると、

$$t = 7.102$$

自由度93のときの危険率 5% の値は

$$t_0 = 1.986 < 7.102$$

となり、有意水準 5% で仮説が棄却された。すなわち95名の標本から求めた回帰方程式を母集団に用いた場合の教官評価予測値と教官評価の間には相関関係が存在するといえる。

さらに、母相関係数の信頼区間の推定を行ったところ、

$$0.445 < r < 0.710$$

という結果が得られたが、予測値が実測値を表す割合と考えられている寄与率 R² は、

$$R^2 = 0.352$$

であり、得られた回帰方程式は残差による変動の影響を大きく受けているといえる。また、回帰方程式の精度を示す自由度調整済み決定係数 R^{*2} は

$$R^{*2} = 0.266$$

に留まった。表7より、11因子の P-値のうち有意水準 5% (0.05) を下回っているのは1因子のみとなっており、回帰係数の有意性が低いことが理由のひとつであると考えられる。

なお、今回の分析対象である95名は在校生であり、入学試験受験者全体 (母集団) と性質が異なることも考えられるため、回帰方程式に用いた11因子と現行入学試験成績との相関を求めた。(表8)

各因子のうち最も相関が高いもので0.187 (絶対値)、いずれも0.2以下 (絶対値) となり、絶対値の

平均は0.053となった。このことから、分析対象の95名は今回用いた11因子に関して特別な集団ではないことが確認された。

表7 11因子分析値

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	1.689	1.460	1.157	0.251	-1.214	4.592
指導力	0.132	0.067	1.974	0.052	-0.001	0.264
友好性	-0.019	0.058	-0.319	0.751	-0.134	0.097
謙虚さ	-0.113	0.063	-1.776	0.079	-0.239	0.013
具体的事物	0.078	0.062	1.270	0.208	-0.044	0.201
変化志向	-0.032	0.076	-0.419	0.677	-0.182	0.119
緻密	0.159	0.070	2.253	0.027	0.019	0.298
タフ	-0.047	0.054	-0.878	0.382	-0.155	0.060
批判的	0.059	0.058	1.018	0.312	-0.056	0.174
行動力	-0.040	0.062	-0.654	0.515	-0.163	0.082
決断力	0.103	0.063	1.635	0.106	-0.022	0.229
創造的思考力	-0.068	0.066	-1.035	0.304	-0.198	0.063

表8 現行入試成績と11因子の相関

	現行入試成績 (合計偏差値) との相関
指導力	0.004
友好性	0.029
謙虚さ	-0.013
具体的事物	0.086
変化志向	-0.005
緻密	0.015
タフ	-0.187
批判的	-0.174
行動力	-0.020
決断力	0.073
創造的思考力	-0.022
絶対値平均	0.053

5 無作為抽出によるシミュレーション

在校生95名に対する分析から、回帰方程式の有効性は確認されたものの、予測精度については十分な値が得られなかった。回帰方程式による教官評価予測を行った場合の相関を検証するため、以下の手順によりシミュレーションを行った。(図2)

- ① 在校生95名のうち無作為に30名を抽出し (単純無作為抽出法) グループ A とし、残りの65名をグループ B とする。
- ② グループ A に対し、教官評価と45因子との相関係数を求める。

- ③ 相関の大きいものから16因子を抽出し説明変数とし、教官評価を目的変数として重回帰分析を実施する。
- ④ F 値により回帰方程式の有効性を検証する。
- ⑤ 得られた回帰方程式をグループ B に当てはめ、「教官評価予測値」を求める。
- ⑥ 「教官評価（実測値）」と「教官 9 評価予測値」との相関を求める。

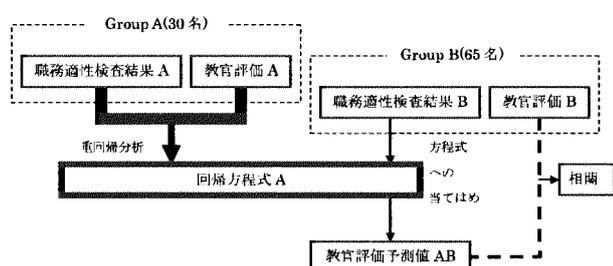


図2 検定の流れ（グループAで導出された回帰方程式をグループBに適用して教官評価予測値A Bを求める）

5-1 相関の分析

「4-1 相関の分析」で実施したのと同様にグループ A において教官評価と45因子の相関係数を求め、このうち有効な予測因子のみを抽出したところ12因子が選定された。（表9）

これら12因子を用いて重回帰分析を行った結果、重相関係数 R は0.897、自由度調整済み決定係数 R^{*2} は0.666となった。（表10）

表9 有効な予測因子と相関係数

因子	教官評価と相関
指導力	0.532
人間	0.289
変化志向	-0.538
緻密	0.288
余裕	-0.520
タフ	-0.406
楽観的	-0.701
批判的	0.294
行動力	-0.316
競争性	0.311
決断力	0.283
パーソナリティ	-0.370

表10 回帰統計値

回帰統計	値
重相関係数 R	0.897
決定係数 R^2	0.804
自由度調整済み決定係数 R^{*2}	0.666
標準誤差	0.663
観測数	30

5-2 回帰式の検定

次に、回帰式の有効性を検定する。観測された分散比は5.8179となり（表11）、自由度12,17のF分布を用い有意水準5%として回帰方程式を検定すると、

$$F \text{ 値} = 5.8179 > 2.38065$$

となり、得られた回帰方程式が有効であることを示している。

表11 回帰統計値

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意F
回帰 (p)	12	30.693	2.558	5.818	0.000592
残差 (n-p-1)	17	7.473	0.440		
合計 (n-1)	29	38.167			

n : 標本数 (=30)
p : 説明変数の数 (=12)

5-3 母相関係数の検定

グループ A (30名) に対して行った重回帰分析より得られた標本相関係数 ($r=0.897$) を用いて母相関係数の検定を行う。

母相関係数 ρ がゼロになる仮説 $H_0: \rho = 0$ の下で、標本相関係数 r から作る量 t が自由度 $n-2$ の t 分布に従うことを利用すると、式(1)より

$$t=10.723$$

自由度28のときの危険率5%の値は、

$$t_0=2.048 < 10.723$$

となり、有意水準5%で仮説が棄却された。すなわち30名の標本から求めた回帰方程式を母集団に用いた場合の教官評価予測値と教官評価の間には相関係数が存在するといえる。

さらに、母相関係数の信頼区間の推定を行ったところ、

$$0.793 < \rho < 0.950 \dots\dots\dots (2)$$

となったが、回帰方程式をグループ B (65名) へ当てはめて得られた教官評価予測値と実際の教官評価値の間の相関係数 r は

$$r=0.28159$$

となり、95%信頼区間 (式(2)) に対し低い値に留まったが、母相関係数の検定を行ったところ (式(1)) において $r=0.28156$ 、 $n=65$ 、

$$t=2.329$$

自由度63のときの危険率5%の値は

$$t_0=1.998 < 2.329$$

となり、有意水準5%で母集団において回帰方程式が相関を有することは確かめられた。

6 結 論

今回の分析から次の点が確認された。

- ・ある標本に対して実施された職務適性検査から得られた特定のパーソナリティ因子を用いることにより母集団に対し有効な回帰方程式が得られた。

- ・95名の標本から導出した回帰方程式の自由度調整済み決定係数は0.266 (標本数95)、30名の標本によるシミュレーションでの相関係数は0.282に留まり、今回利用した因子のみでは十分な予測精度は得られなかった。

7 ま と め

航空大学校をはじめ、Pilot 要員の選抜手続は前述のとおり世界各国とも類似している。ただし、各機関とも過去のデータを基にした統計的分析により、受験者の将来性予測因子を見出す努力を行っており、現在では認知心理学を用いることにより“g” (Cognitive Ability) を測定する方法が最も有効であると考えられている。⁷⁾

今回の分析では回帰係数の有意性が低く、回帰方程式による予測は十分な精度が得られなかったが、一定の基準に基づき作成された試験の結果と入学後評価との比較分析を行うことにより「適性予測因子」を更新し続けることが選抜試験の精度向上には必須であると考ええる。

8 参 考 文 献

- 1) 山本次郎 操縦適性における思考能力に関する考察 航空大学校研究報告 M-1 1981
- 2) 笠井修二 航空大学校帯広課程における脱落学生の分析 航空大学校研究報告 R-35 1981
- 3) 山口治郎 松原賢一郎 知能検査成績と操縦成績との関連性について 航空大学校研究報告 R-40 1986
- 4) Ian A Young, Captain, USAF Development of a pilot candidate selection model using multivariate techniques (2002) P7 Department of the air force air university
- 5) Dr.Thomas R. Carretta Common Military Pilot Selection Practices (1996) Human

Systems Information Analysis Center

- 6) 前掲3) P13-P14
- 7) Dr. Thomas R. Carretta Military Pilot Selection Procedures - Cumulative Evidence (Human Systems IAC GATEWAY Volume XIII: Number 1, 2002) P 2 In Dr. Thomas R. Carretta *Common Military Pilot Selection Practices* (1996) Human Systems Information Analysis Center
- 8) Stanley N. Roscoe, Louis Corl, Jean LaRoch Predicting Human Performance 5.0 Edition (2001) HELIO PRESS
- 9) Dr. Thomas R. Carretta US Air Force Pilot Selection and Training Methods (2000) Aviation, Space, and Environmental Medicine, 71, 950-956

註) 8) および9) は本文中に言及されていないが参考とした文献である。