

追加教育実施にともなう 学生の成績の変化傾向に関する考察

百瀬 純也

A Study on the Change of Students' " Flight Performance Score " from Viewpoint of Additional Flight Training

Junya MOMOSE

1. はじめに

航空大学校における教育は教育規程によりシラバスで飛行時間が定められ、そのシラバスの時間内で一定の基準に達しない場合は教育規程に定める追加の飛行教育（以下、「追加教育」という）を行い技術の向上を図っている。

本調査では追加教育を受けた学生がどのような進捗を見たか統計をとることにより追加教育が有効な教育手段であるか検証することとした。

その結果、追加教育を受けた学生とシラバスの時間内で訓練を修了した学生の成績（平均点）に同様の变化傾向が見られた。これらのことから追加教育実施による学生の成績向上の可能性が見い出せたので報告する。

2. 調査対象学生

調査対象は 55 回生 I 期から 60 回生 IV 期までの 370 人（表 1 参照）とした。なお、途中退学した学生及び 61 回生 I 期以降に転入した学生は除き、回生ごとの調査対象者数はその回期で卒業した学生とした。59 回生については東日本大震災により 2 回期のみでの入学となっている。

表 1 対象学生の内訳

回生	調査対象学生数
55 回生	65 人
56 回生	68 人
57 回生	70 人
58 回生	69 人
59 回生	32 人
60 回生	66 人
合 計	370 人

3. フライト成績

操縦教育科目の成績については Education Management System（以下「EMS」という）内の帯広フライト課程（以下「帯広課程」という）、宮崎フライト課程（以下「宮崎課程」という）の成績の操縦個人平均点、仙台フライト課程（多発課程）（以下「多発課程」という）は離着陸、空中操作、計器飛行の平均点、また仙台フライト課程（計器課程）（以下「計器課程」という）は計器飛行、野外飛行、計器飛行野外演習の平均点とした。なお、計器飛行野外演習を実施できなかった回期については計器飛行、野外飛行の 2 科目の平均点とした。

追加教育及び再審査の有無は EMS の学生飛行時間内「シラバス時間超過の内訳」を用いた。

4. 検証方法

4-1 教育内容の区分

シラバス時間内で訓練を終え 1 回目の審査で合格した学生群（以下「時間内」という）、追加教育を受け 1 回目の審査で合格した学生群（以下「追加」という）、追加教育を受けず 1 回目の審査に不合格となり再審査を受け合格した学生群（以下「再教育」という）、そして追加教育を受けたが 1 回目の審査に不合格となり再審査で合格となった学生群（以下「追加再教育」という）に区分した。

4-2 教育区分の適用

帯広課程－宮崎課程の表記では宮崎課程で各区分に該当した学生の平均点と当該学生の帯広課程の平均点を比較、宮崎課程－多発課程の表記では多発課程で各区分に該当した学生の平均点と当該学生の宮崎課程の平均点を比較、そして多発課程－計器課程の表記では計器課程で各区分に該当した学生の平均点と当該学生の多発課程の平均点を比較した。

5. 検定方法

5-1 正規性の確認

5-1-1 正規確率プロットによる確認

図 1 から図 12 のとおり各課程間における区分ごとの正規確率プロット（Q-Q プロット）を作成し、目視による確認を行った。数値の中央部分では、ほぼ直線上に実データの点が並んでいることを確認した。

帯広課程-宮崎課程正規確率プロット (QQプロット)

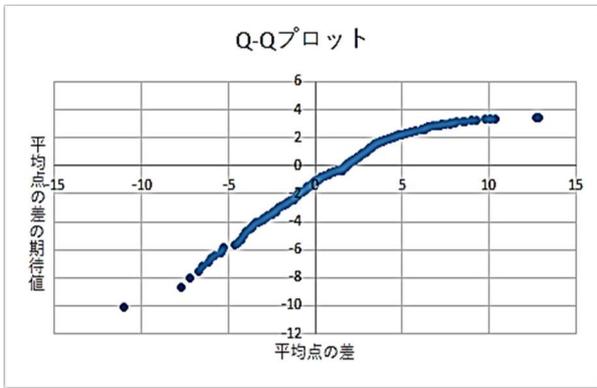


図 1 時間内

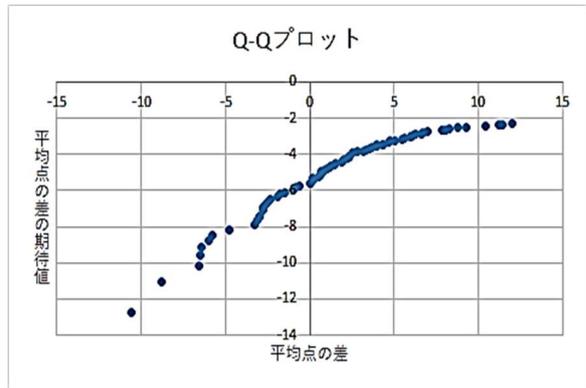


図 2 追加

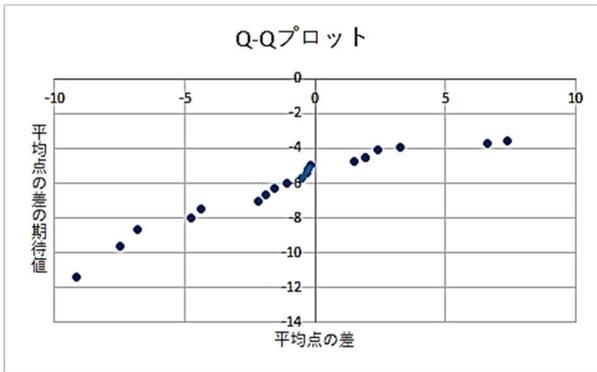


図 3 再教育

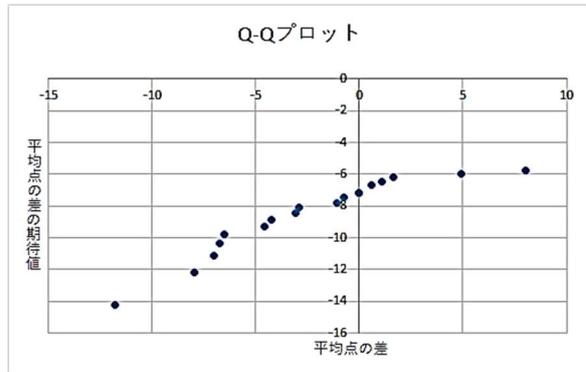


図 4 追加再教育

宮崎課程-多発課程正規確率プロット (QQプロット)

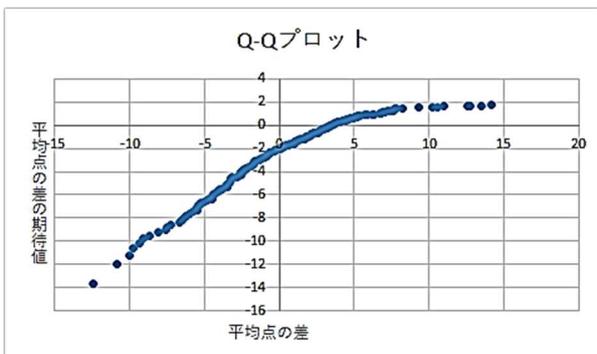


図 5 時間内

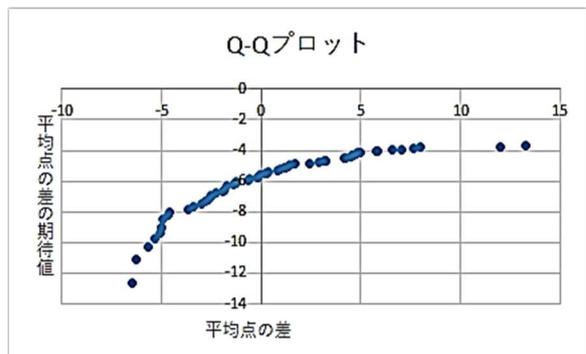


図 6 追加

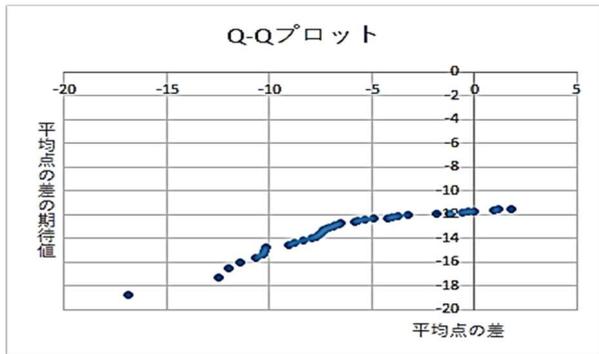


図 7 再教育

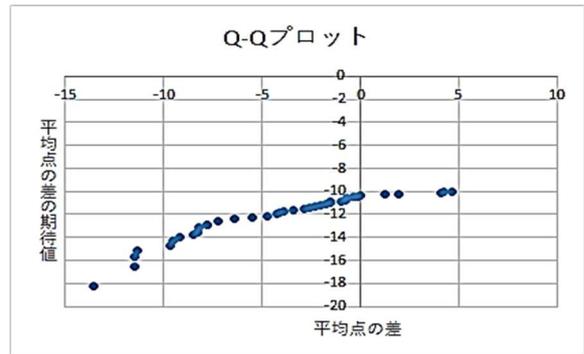


図 8 追加再教育

多発課程-計器課程正規確率プロット (QQプロット)

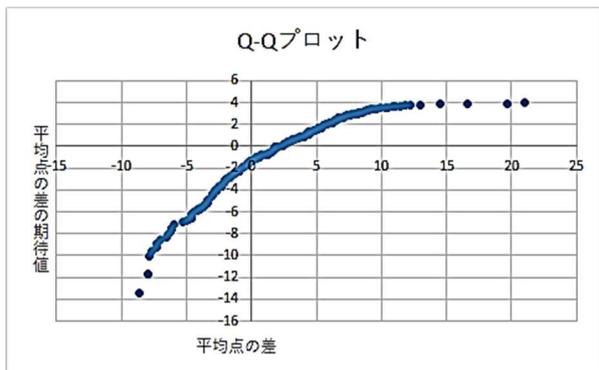


図 9 時間内

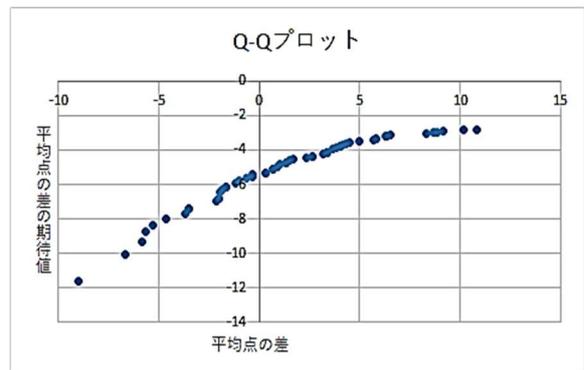


図 10 追加

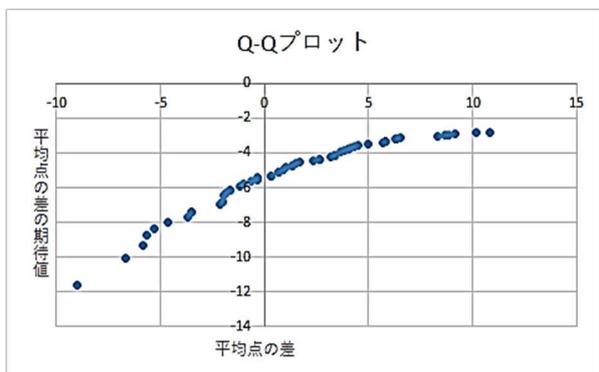


図 11 再教育

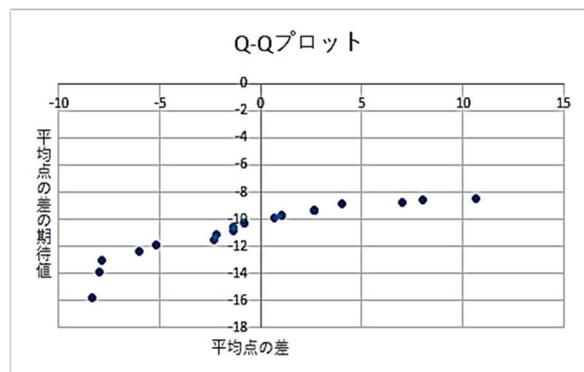


図 12 追加再教育

5-1-2 歪度による確認

Microsoft Office Excel 2016 にアドインされている「関数 SKEW」を使用し、歪度によって正規性を確認した。歪度が±0.5 から±1 までの絶対値は「やや歪んでいる」。絶対値が 0.5 未満であれば、ほぼ正規分布していると判断できる¹⁾。計算の結果、表 2 のような数値が得られた。宮崎課程から多発課程間の多発課程で追加教育を受けた学生群のみ「やや歪んでいる」とされるが、他の学生群はほぼ正規分布していると言える。

表 2 課程間の各区分による歪度

	時間内	追加	再教育	追加再教育
帯広課程-宮崎課程	0.061	-0.109	-0.094	0.134
宮崎課程-多発課程	0.221	0.591	0.048	-0.055
多発課程-計器課程	0.496	-0.053	0.399	0.208

関数「SKEW」による歪度の計算式

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3$$

(n: サンプルサイズ、 x_i : 各データの値、 \bar{x} : 算術平均、s: 標準偏差)

5-2 パラメトリック検定

5-1 で正規性が確認できたためパラメトリック検定により検定する。本調査では 1 人の学生の異なる 2 つの課程においての平均点を得て、その平均点同士に差があるか検定するため、「データに対応のある t 検定」を行った。

5-3 平均点の差の検定

帯広課程と宮崎課程、宮崎課程と多発課程、多発課程と計器課程の平均点の差はないとした仮説が成り立つのか検定した。条件として n を区分ごとの当

該学生数とし自由度を $n-1$ 、有意水準は 5% の両側検定を行った。有意水準と比較する確率を P 値とし、 P 値 < 有意水準であれば仮説を棄却する。

計算には Microsoft Office Excel 2016 にアドインされている「データ分析」中の「t 検定：一対の標本による平均の検定」を使用した。

6. 検定結果

6-1 帯広課程と宮崎課程の平均点の比較

宮崎課程の教育内容の区分に該当した学生群の平均点と当該学生達が帯広課程で得た平均点との差について表 3 の計算結果のとおりとなり、図 13 にグラフで示した。これらの差について教育内容の区分ごとに「データに対応のある t 検定」を行い以下の結果を得た（別紙参照）。

時間内及び追加について得点の上昇は有意性が認められた。再教育及び追加再教育については有意性が認められず、得点差はなかったと言える。

表 3 帯広課程、宮崎課程の平均点

区分	帯広課程	宮崎課程
時間内	84.92	86.41
追加	81.35	83.08
再教育	82.66	81.89
追加再教育	82.11	79.87

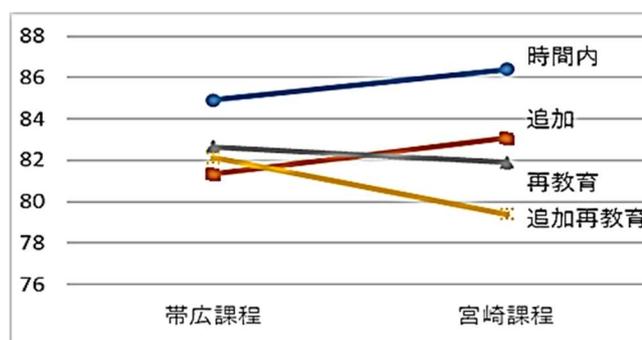


図 13 帯広課程－宮崎課程の平均点の比較

時間内 : 有意性が認められた。($t(256)=-6.215$ $P<.05$)

追加 : 有意性が認められた。($t(74)=-3.112$ $P<.05$)

再教育 : 有意性は認められなかった。($t(19)=0.804$ $P>.05$)

追加再教育 : 有意性は認められなかった。($t(17)=1.964$ $P>.05$)

6-2 宮崎課程と多発課程の平均点の比較

多発課程の教育内容の区分に該当した学生群の平均点と当該学生達が宮崎課程で得た平均点との差について表 4 の計算結果のとおりとなり、図 14 にグラフで示した。これらの差について教育内容の区分ごとに「データに対応のある t 検定」を行い以下の結果を得た（別紙参照）。

時間内及び追加について有意性は認められず平均点の変化はなかったと言える。再教育及び追加再教育の平均点の降下は有意性が認められた。

表 4 宮崎課程、多発課程の平均点

区分	宮崎課程	多発課程
時間内	86.23	86.55
追加	83.28	83.91
再教育	84.86	78.60
追加再教育	82.29	78.13

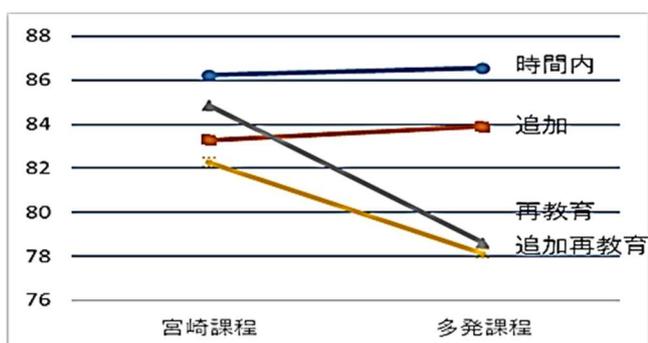


図 14 宮崎課程－多発課程の平均点の比較

時間内 : 有意性は認められなかった。(t(229)=-1.037 P>.05)

追加 : 有意性は認められなかった。(t(60)=-1.109 P>.05)

再教育 : 有意性が認められた。(t(38)=9.372 P<.05)

追加再教育 : 有意性が認められた。(t(39)=5.633 P<.05)

6-3 多発課程と計器課程の平均点の比較

多発課程の教育内容の区分に該当した学生群の平均点と当該学生達が宮崎課程で得た平均点との差について表 5 の計算結果のとおりとなり、図 15 にグラフで示した。これらの差について教育内容の区分ごとに「データに対応のある t 検定」を行った（別紙参照）。

時間内及び追加についての平均点の上昇、及び再教育の平均点の降下は有意

性が認められた。追加再教育について有意性は認められず平均点の差はなかったと言える。

表 5 多発課程、計器課程の平均点

区分	多発課程	計器課程
時間内	85.53	87.38
追加	81.82	83.40
再教育	83.60	80.16
追加再教育	79.48	79.29

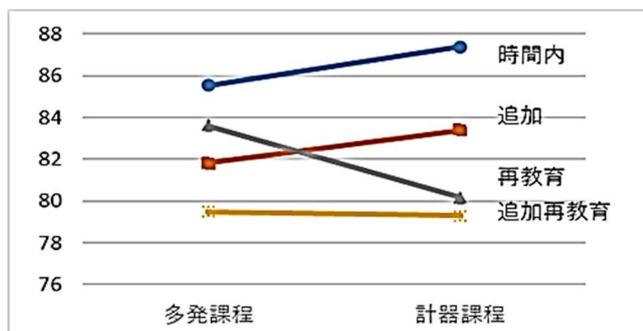


図 15 多発課程－計器課程の平均点の比較

時間内 : 有意性が認められた。(t(244)=-5.690 P<.05)

追加 : 有意性が認められた。(t(57)=-2.712 P<.05)

再教育 : 有意性が認められた。(t(45)=4.851 P<.05)

追加再教育 : 有意性は認められなかった。(t(20)=0.165 P>.05)

7. 考察

追加は時間内と同様の傾向を示したことから、成績の向上に効果があると考えられる。

また、時間内においても平均点が宮崎課程から多発課程にかけて上昇しなかったのは飛行機が単発機から多発機に変わり、機体の特性に慣れるため時間がかかるかと推測される。

4群の中で最も平均点の低かった追加再教育の成績変化傾向はむしろ再教育と類似しており、追加教育を受けたことにより各課程の修業レベルまで成績が引き上げられたと推測される。

8. 結論

時間内の平均点は検定した結果、帯広課程から宮崎課程、多発課程から計器課程において上昇し、宮崎課程から多発課程では差は見られなかった。追加も平均点は劣るものの時間内と同様に帯広課程から宮崎課程、多発課程から計器課程において上昇し、宮崎課程から多発課程では差は見られず、成績の進捗は時間内と同様の傾向を示した。

一方、再教育及び追加再教育の平均点は帯広課程から宮崎課程において差は見られず、宮崎課程から多発課程においては降下した。また、多発課程から計器課程は再教育の平均点は降下し、追加再教育の変化はなかった。

これらのことから時間内と追加の成績の変化傾向は同様に、再教育及び追加再教育の成績の変化傾向とは異なるということが分かった。

最後に提言として、進捗に疑問のある学生においては積極的に追加教育を実施し、成績の向上を図るべきと考える。

参考文献

- 1) 折笠 秀樹「正規性の確認法について」『薬理と治療 vol45』（2017）
PP.1993-1995 ライフサイエンス出版

記述統計量

帯広課程—宮崎課程

時間内		
	帯広課程	宮崎課程
平均	84.92	86.41
分散	10.70	12.60
観測数	257	257
自由度	256	256
最大値	94.00	94.20
最小値	76.50	77.30
平均点の差の標準偏差	3.85	
t	-6.215	
P(T<=t) 両側	2.07 ⁻⁹	
歪度	0.061	
尖度	0.220	

宮崎課程—多発課程

時間内		
	宮崎課程	多発課程
平均	86.23	86.55
分散	13.88	17.12
観測数	230	230
自由度	229	229
最大値	94.20	98.37
最小値	74.00	73.00
平均点の差の標準偏差	4.65	
t	-1.037	
P(T<=t) 両側	0.301	
歪度	0.221	
尖度	0.218	

多発課程—計器課程

時間内		
	多発課程	計器課程
平均	85.53	87.38
分散	23.23	16.87
観測数	245	245
自由度	244	244
最大値	98.37	98.85
最小値	72.67	77.67
平均点の差の標準偏差	5.09	
t	-5.690	
P(T<=t) 両側	3.62 ⁻⁸	
歪度	0.496	
尖度	0.545	

追加		
	帯広課程	宮崎課程
平均	81.35	83.08
分散	16.43	13.74
観測数	75	75
自由度	74	74
最大値	89.50	92.20
最小値	72.00	75.40
平均点の差の標準偏差	4.80	
t	-3.112	
P(T<=t) 両側	0.003	
歪度	-0.109	
尖度	-0.136	

追加		
	宮崎課程	多発課程
平均	83.28	83.91
分散	16.28	13.73
観測数	61	61
自由度	60	60
最大値	92.00	94.63
最小値	74.25	76.33
平均点の差の標準偏差	4.39	
t	-1.109	
P(T<=t) 両側	0.272	
歪度	0.591	
尖度	0.149	

追加		
	多発課程	計器課程
平均	81.82	83.40
分散	18.24	12.34
観測数	58	58
自由度	57	57
最大値	95.00	94.00
最小値	72.50	74.33
平均点の差の標準偏差	4.41	
t	-2.712	
P(T<=t) 両側	0.009	
歪度	-0.053	
尖度	-0.354	

再教育		
	帯広課程	宮崎課程
平均	82.66	81.89
分散	10.71	6.15
観測数	20	20
自由度	19	19
最大値	90.75	88.40
最小値	77.75	77.20
平均点の差の標準偏差	4.20	
t	0.804	
P(T<=t) 両側	0.431	
歪度	-0.094	
尖度	-0.059	

再教育		
	宮崎課程	多発課程
平均	84.86	78.60
分散	17.35	7.97
観測数	39	39
自由度	38	38
最大値	92.20	87.67
最小値	75.20	73.33
平均点の差の標準偏差	4.11	
t	9.372	
P(T<=t) 両側	2.00 ⁻¹¹	
歪度	0.048	
尖度	0.030	

再教育		
	多発課程	計器課程
平均	83.60	80.16
分散	24.97	9.72
観測数	46	46
自由度	45	45
最大値	91.33	89.33
最小値	73.00	74.00
平均点の差の標準偏差	4.77	
t	4.851	
P(T<=t) 両側	1.51 ⁻⁵	
歪度	0.399	
尖度	-0.150	

追加再教育		
	帯広課程	宮崎課程
平均	82.11	79.87
分散	14.68	20.73
観測数	18	18
自由度	17	17
最大値	91.00	90.40
最小値	75.00	74.00
平均点の差の標準偏差	4.85	
t	1.964	
P(T<=t) 両側	0.066	
歪度	0.134	
尖度	0.152	

追加再教育		
	宮崎課程	多発課程
平均	82.29	78.13
分散	13.59	17.69
観測数	40	40
自由度	39	39
最大値	89.00	88.33
最小値	74.80	71.33
平均点の差の標準偏差	4.62	
t	5.633	
P(T<=t) 両側	1.68 ⁻⁶	
歪度	-0.055	
尖度	-0.762	

追加再教育		
	多発課程	計器課程
平均	79.48	79.29
分散	31.52	17.13
観測数	21	21
自由度	20	20
最大値	93.00	87.33
最小値	71.33	70.00
平均点の差の標準偏差	5.07	
t	0.165	
P(T<=t) 両側	0.870	
歪度	0.208	
尖度	-0.260	