

# LCT (習熟度確認テスト) と FPT (フォローアップテスト) の受験状況と期末試験の関係

廣瀬 英雄\*

(平成29年9月15日受付)

## Relation between the Final Test Results and Taking Conditions of LCT (Learning Check Testing) and FPT (Follow-up Program Testing)

Hideo HIROSE

(Received Sep. 15, 2017)

### Abstract

There is a positive relationship between the final test results (success/failure) and the placement (PT) score or the abilities in learning check testing (LCT), but the coefficient of correlation is not so large. In this paper, we have further investigated the relation among the number of success in LCT, the number of attendance to FPC (follow-up program class), etc., in addition to PT and LCT ability values. The findings are the following. 1) Badly failed students (E evaluation) to the final test are very reluctant to attend the FPC and tend to ignore it. In E group, there are two groups: one is consisting of those who need fundamental remedial learning class, and the other is consisting of those who should be taken care of their future courses. 2) Failed students but not so badly to the final test are earnest and eager to attend the FPC to cover their skills. They could be successful someday in the future. However, there are some who are reluctant to tackle the exercises. 3) Successful students attend classes and get good scores in every LCT. The FP system is a good system positively in the following sense. 1) Class attendance rate is increased comparing to the classes without the LCT. 2) To catch up the students in risk, it is recommended to take care of absent students in the FPC.

**Key Words:** placement test, follow-up program, learning check testing, follow-up-program testing, item response theory, multiple linear regression, final test, attendance and absence information

### 1 はじめに

入学直後のプレースメントテスト (placement test, PT) の結果, あるいは1年生前期でのフォローアッププログラム (follow-up program, FP) における LCT (learning check testing) の経過を用いて, 期末試験に失敗しそうな学生を早期に発見することができないかということについて2016年度に報告した<sup>1,2,5)</sup>。そこでは, 期末試験に合格する学生と

不合格の学生を識別できるようなPTの得点, あるいはLCTの得点のしきい値を見つけることができることを述べた。分類手段には決定木 (背後にはエントロピー) を用いていた。しかし, それだけで明確 (つまり, 推定誤差を小さくして) に識別できるかどうかには疑問が残る。そこで, 2017年度では, これらのデータに加え, 更に, LCTやFPTの受験状況の情報も加えた分析を試みる。それらは, LCTの受験と未受験および合否と成績, FPTの受験と未受験

\* 広島工業大学データサイエンス研究センター & 環境学部建築デザイン学科

(FPC, follow-up program class への出席, 欠席と同じ情報) などである。分析には, 各情報をまずプロットして何が起きているかを概観し, 次に情報をまとめながら数値化してそれをもとに統計的に解析することを行なった。

## 2 学期前半でのパイロット調査 (線形代数 A)

図1は, 線形代数Aにおいて, 学期前半(LCT#1-LCT#7)でのLCTやFPTへの受験情報を, (正規日程での) 期末試験で合格した学生 (@, A, B, C 評価, つまり60点以上), (正規日程での) 期末試験に失敗し直後の集中講座への出席が認められて再試験受験可能な学生 (D), 授業への出席状況が思わしくなく期末試験が受験できないか, (正規日程での) 期末試験に失敗して集中講座への出席も認められてない学生 (E) に分類した学生のLCTとFPTの受験状況を表したものである。ここでは, 電子出席カードによる授業の出席情報を加えている。たとえば, 図2に示すように, 電子出席カードでの出席は○ (番号1), 遅刻は□ (番号2), 在室は△ (番号3), 届け出ありは● (番号4), 欠席は× (番号5), 未判定は- (番号6) という具合である。LCTを受験する際にも受験情報が記録されており, それらは, 合格 (番号1), 不合格 (受験) (番号2), 不合格 (未受験) (番号3), 免除 (未受験) (番号4), 未受験 (番号5) である。電子カードの情報とLCTの情報とを併せて持てるように, LCT受験情報を10の位に, 電子出席カードの情報を1の位にして11から56まで数値化した (図2)。

この変換した数値を, 学生全てを縦に, 授業の回数 (LCTの試験id) を横に表したマトリクスを作り先の数値をカラー化し, 期末試験の結果によって3分類したのが図1である。

図を見ると, E評価学生は40人程度で, ところどころ緑が見えるが全体的には暖色に染まっていることがわかる。これは, 16, 21, 22, 31, 36, 51, 56が多いことを, つまり, LCTに失敗したりFPCには出席していない学生が多いことを示している。D評価では, LCTを受験して不合格になった番号21が多いが目立つ。LCTで合格しているのは半分程度である。その他期末試験に成功した学生は, LCTをきちんと受験し, 大方は合格している番号11が多いことが一見してわかる。つまり, これだけでも, LCTで好成绩をとれない学生がD候補になり, そもそも授業に出席しない, FPCに呼ばれても出席しない学生がE候補であることがわかる。

不合理な番号が現れていることについて説明する。番号31は, 電子出席カードで出席状況でありながらLCTを受験していない学生, 番号16番号は電子出席カードで欠席状況でありながらLCTを合格している学生である。前者は, カードをかざして授業を受けない学生に該当するが, 1回

目と7回目では初回と中間まとめの時期ということもあり混乱しているのでその状況を見無視すると (つまり, LCT#2-LCT#6), そのような学生は10-20名程度にしかすぎないことがわかる。つまり, 1000人相当に対して1-2%程度しかそのようなことを行っていないことになる。選択科目では多いときにはそのような学生数は半数にのぼることがあると聞くので, LCT受験は授業を途中から抜ける行為への防止策になっていることがわかる。後者は, 教室にいないのにLCTを受験できた学生でその数も10-20人程度である。教室以外の場所から受験していたのかどうかはわからない。

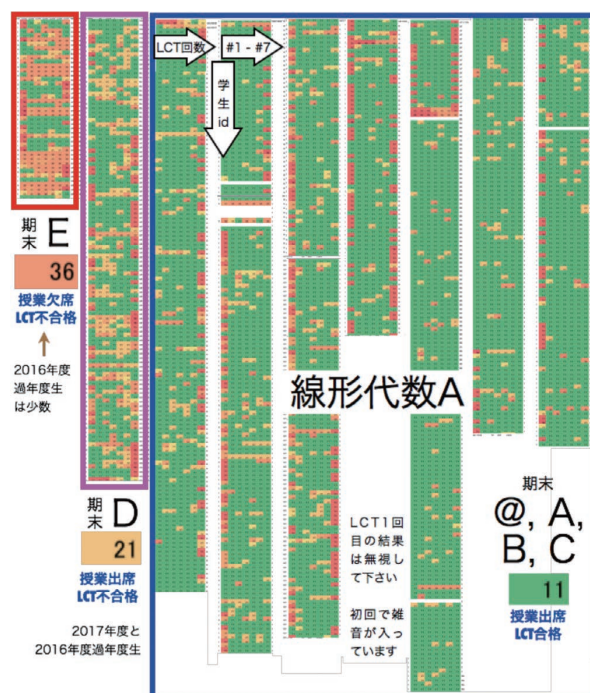


図1 2017年度前期のLCTの受験状況と電子出席カードでの授業出席状況 (線形代数A)



図2 2017年度前期のLCTの受験状況と電子出席カードでの授業出席状況の番号付け (線形代数A)

### 3 3グループの PT\_A スコア (線形代数 A)

(正規の) 期末試験で @, A, B, C 評価を受けたグループ, D 評価を受けたグループ, E 評価を受けたグループの3グループについて, PT\_A (プレースメントテストで, 高校生卒業の知識というよりも中学生程度か高校1年生程度でも解答できるような問題の内容になっていて, 50問からなる) の状況がどのようになっているかをみたものが図3, 4, 5である。横軸は学生の id を縦軸は PT\_A のスコアを表す。平均を見ると, @, A, B, C のグループが高いのは当然であるが, D よりも E のグループの方が高い現象が出ている。これは見過ごすこともあると思われるが, 重要な情報を含んでいることも考えられる。つまり, D グループは習熟度に不安があるので追いつこうと頑張っている様子がうかがえるが, E グループでは少し冷めきった感がある。まったくついていけない学生に加えて, ついていけると思われる基礎力は持っているが何らかの授業出席への意欲あるいはインセンティブを失ってしまっている学生が混在していることが考えられる。このことは後ほどの分析でもふれる。

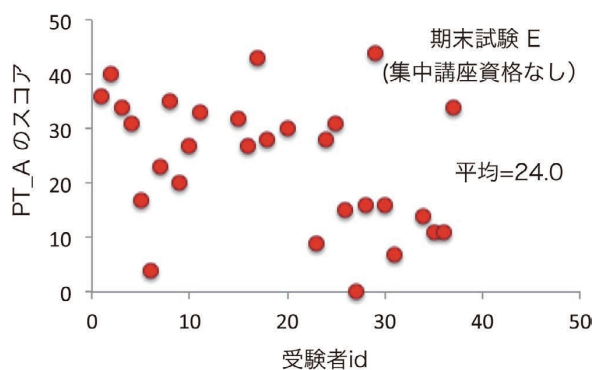


図3 期末試験 E 評価学生の PT\_A のスコア (線形代数 A)

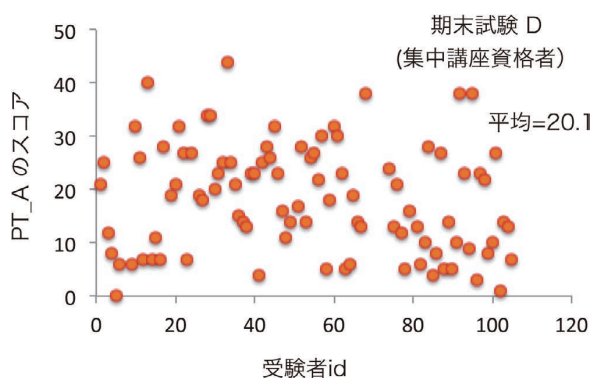


図4 期末試験 D 評価学生の PT\_A のスコア (線形代数 A)

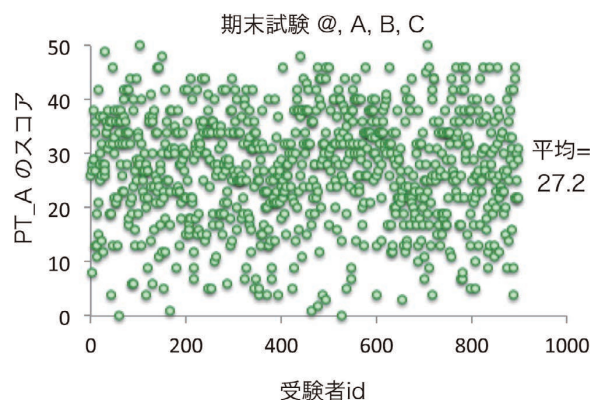


図5 期末試験 @, A, B, C 評価学生の PT\_A のスコア (線形代数 A)

### 4 3グループでの PT\_A と ability (線形代数 A)

(@, A, B, C), D, E の3グループそれぞれについて, PT\_A と, 毎授業時に実施される LCT 結果の (全部の LCT) 12回分をまとめて項目反応理論 (item response theory, IRT) によって解析した結果から得られた ability との比較を行った結果を以下に示す。図6, 7, 8は解析基礎 A, 図9, 10, 11は線形代数 A の結果である。

6つの図を見ておおよそわかることは, PT\_A の結果 (縫う学直度) は3グループの識別にはあまり役に立っていないように思えること, それに比較すればまだ ability (入学後) の方がグループを識別できそうであることがわかる。また, そのしきい値についても, 2016年度に報告した結果とあまり変わらないようである。

解析基礎 A と線形代数 A を比較してみると, 解析基礎 A に比べて線形代数 A の方が ability 値が高い。これは, 線形代数 A の方が問題が易しかったために見かけ上の ability 値が高くなった可能性がある。どちらかといえば, 解析基礎 A の問題選定の方が ability=0 をまたがった評価値の傾向になっているので好ましい困難度を選定していると考えられる。

PT\_A と ability 値の間には相関関係があるが強い相関ではない。PT の結果から判断するよりは, LCT の結果を使って期末試験に失敗しないような注意を日常から促すことが理にかなっていることを示唆しているように思われる。

D と E を比較すると, E では D に比べて ability 値がかなり低い学生が見受けられるように見える。これは, LCT のスコアが低かったということよりも, LCT を受験していなかったためスコアが0と評価されていることに起因している。授業に出ていないので LCT を受けられないためである。

3グループの識別が困難であることを示すために, 図6-8, 図9-11を重ね合わせた図を, 図12, 13に示す。図からは分類が困難であるばかりか, グループの密度が高い部



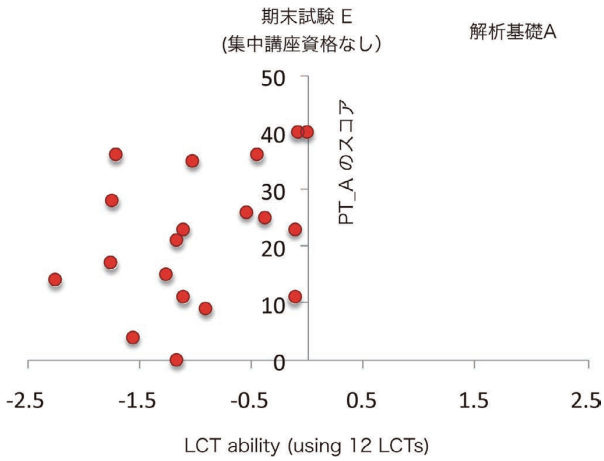


図6 PT\_A と IRT の ability 値の関係  
(解析基礎 A, 期末試験 E 評価)

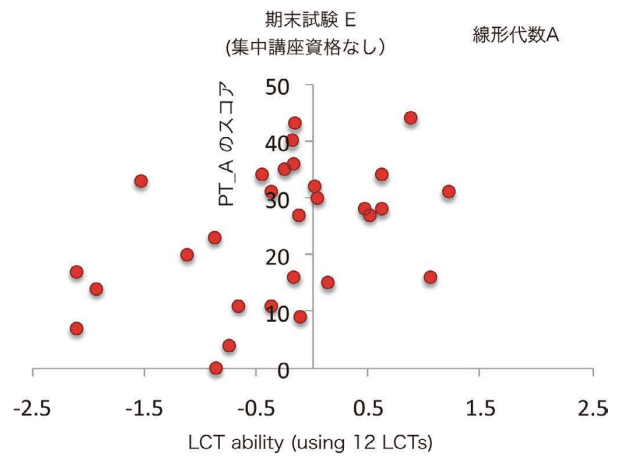


図9 PT\_A と IRT の ability 値の関係  
(線形代数 A, 期末試験 E 評価)

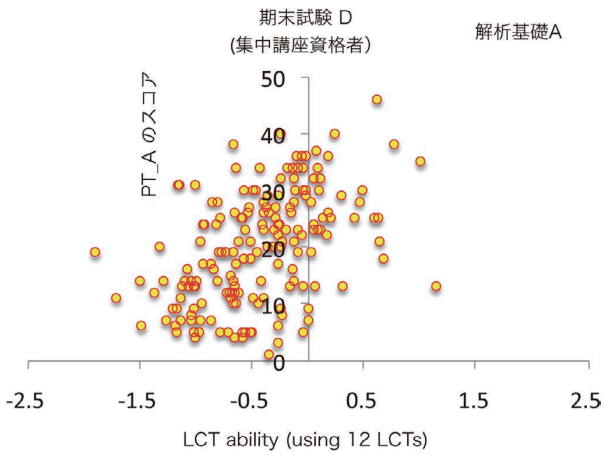


図7 PT\_A と IRT の ability 値の関係  
(解析基礎 A, 期末試験 D 評価)

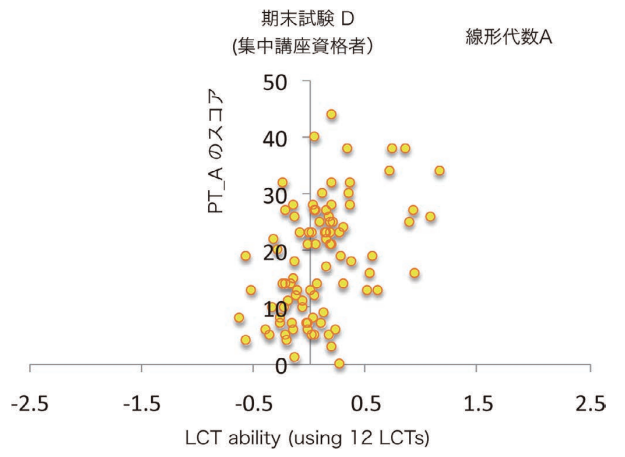


図10 PT\_A と IRT の ability 値の関係  
(線形代数 A, 期末試験 D 評価)

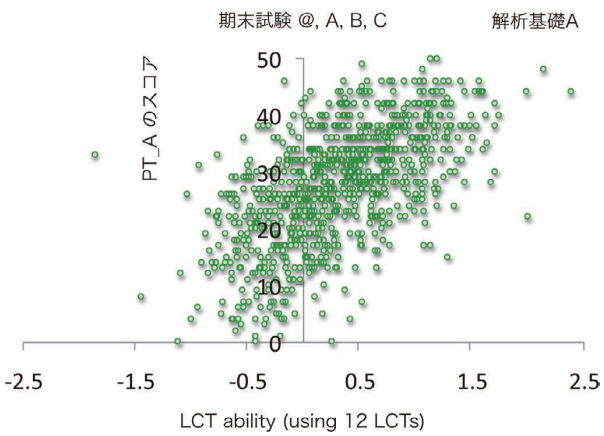


図8 PT\_A と IRT の ability 値の関係  
(解析基礎 A, 期末試験 @, A, B, C 評価)

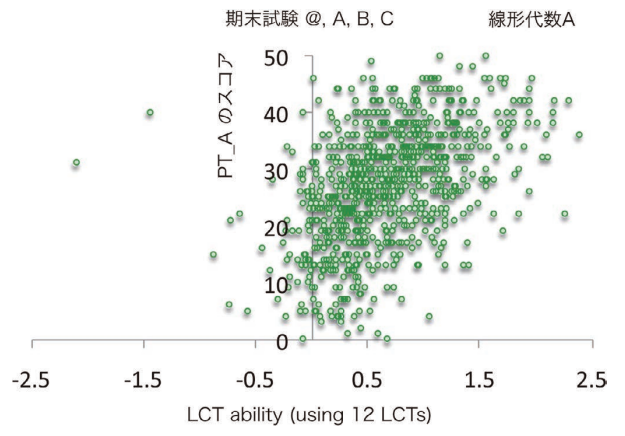


図11 PT\_A と IRT の ability 値の関係  
(線形代数 A, 期末試験 @, A, B, C 評価)

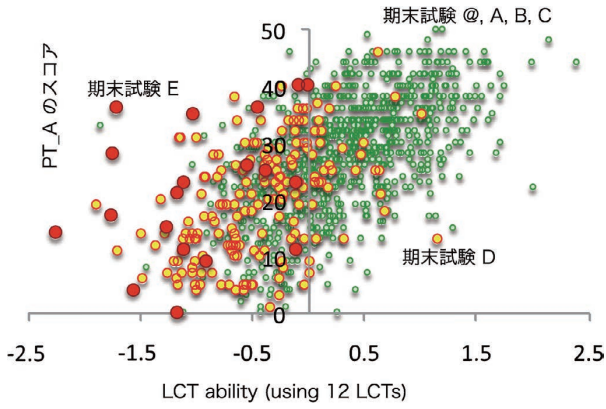


図12 PT\_A と IRT の ability 値の関係 (解析基礎 A)

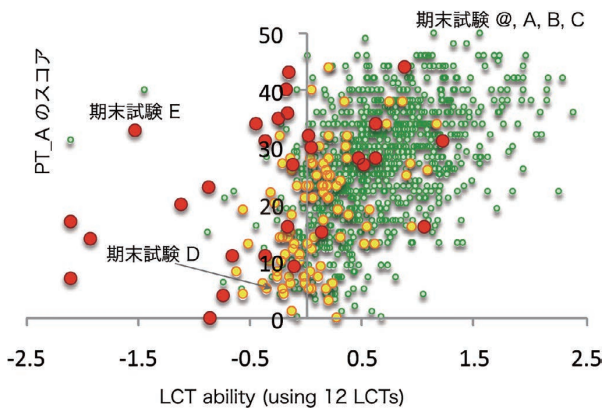


図13 PT\_A と IRT の ability 値の関係 (線形代数 A)

分を抜き出す手法 (bump hunting<sup>3,4</sup>) によっても識別は難しいことが示唆される。

### 5 3グループでのLCTとFPTの受験情報 (相関)

PTやLCTの成績だけでは3グループを分類することは困難であることがわかった。そこで、今度は、LCTの合否やFPCへの参加を用いて3グループを識別できないかを試みる。

図14-16は、解析基礎Aについて、期末試験E評価、期末試験D評価、期末試験@、A、B、C評価の3グループについて、LCT合格回数、LCT不合格(受験)回数、LCT不合格(未受験)回数、LCT免除(未受験)回数、LCT未受講回数、FPT必要なし回数、FPT受験回数、FPT欠席回数、必要なし(未受講)回数の間の相関を見てみたものである。また、図17-19は、同じ比較を線形代数Aについて行なったものである。

分布の違いはある程度は明くできるが、相関についてはなかなか違いがわかりにくい。

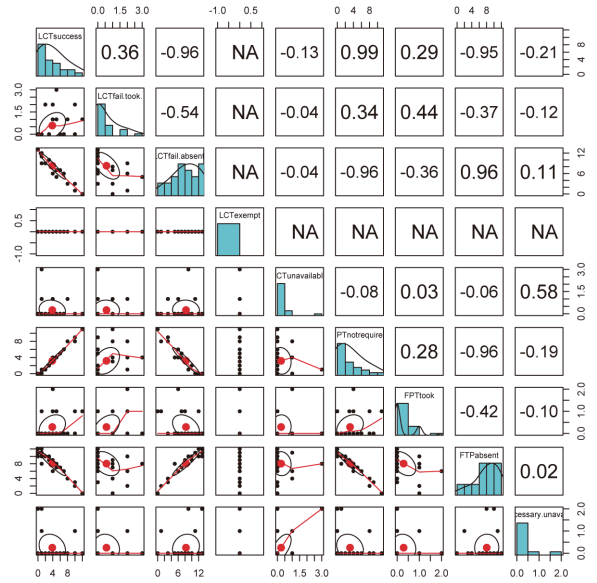


図14 LCT合格回数、LCT不合格(受験)回数、LCT不合格(未受験)回数、LCT免除(未受験)回数、LCT未受講回数、FPT必要なし回数、FPT受験回数、FPT欠席回数、必要なし(未受講)回数の間の相関 (解析基礎A、期末試験E評価)

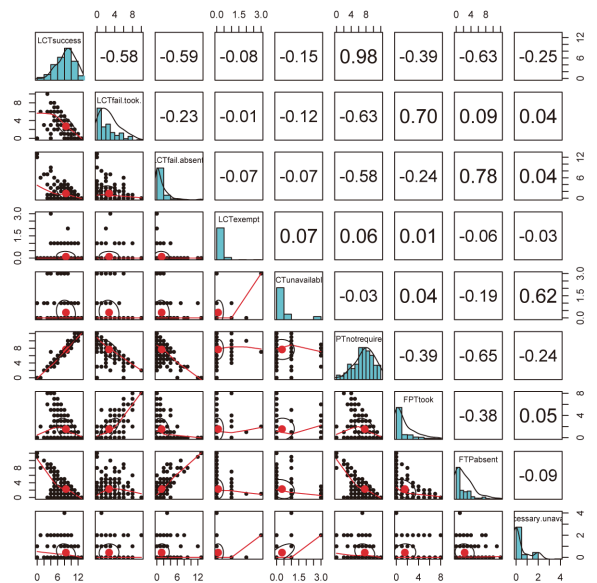


図15 LCT合格回数、LCT不合格(受験)回数、LCT不合格(未受験)回数、LCT免除(未受験)回数、LCT未受講回数、FPT必要なし回数、FPT受験回数、FPT欠席回数、必要なし(未受講)回数の間の相関 (解析基礎A、期末試験D評価)

### 6 3グループでのLCTとFPTの受験情報 (重回帰)

ここでは、PT\_Aのスコア、ability値、LCT合格回数、LCT不合格(受験)回数、LCT不合格(未受験)回数、LCT免除(未受験)回数、LCT未受講回数、FPT必要なし回数、FPT受験回数、FPT欠席回数、必要なし(未受講)回数を説明変数に、期末試験の結果E評価に2、D評価に1、@、A、B、C評価に0をとる目的変数としたときの、重回帰分析を行ってみる。

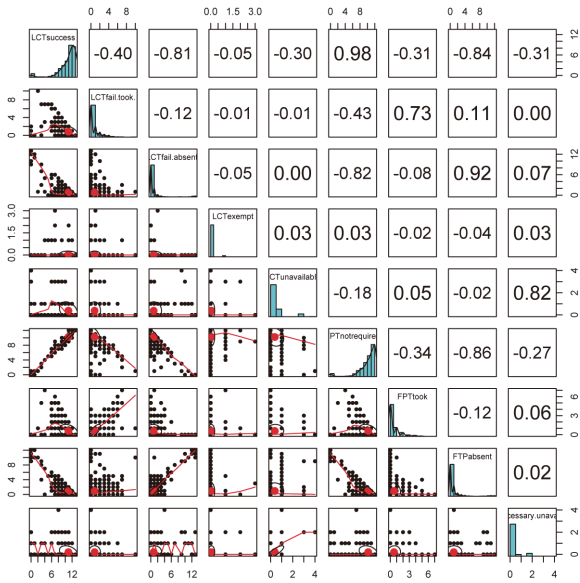


図16 LCT合格回数, LCT不合格(受験)回数, LCT不合格(未受験)回数, LCT免除(未受験)回数, LCT未受講回数, FPT必要なし回数, FPT受験回数, FPT欠席回数, 必要なし(未受講)回数間の相関(解析基礎A, 期末試験@, A, B, C評価)

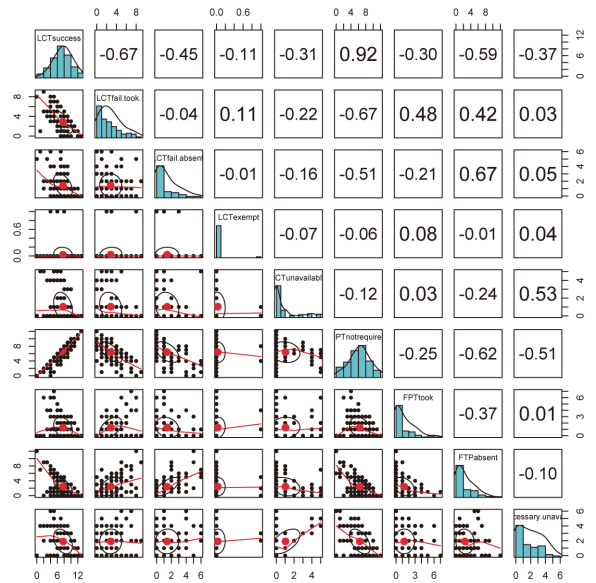


図18 LCT合格回数, LCT不合格(受験)回数, LCT不合格(未受験)回数, LCT免除(未受験)回数, LCT未受講回数, FPT必要なし回数, FPT受験回数, FPT欠席回数, 必要なし(未受講)回数間の相関(線形代数A, 期末試験D評価)

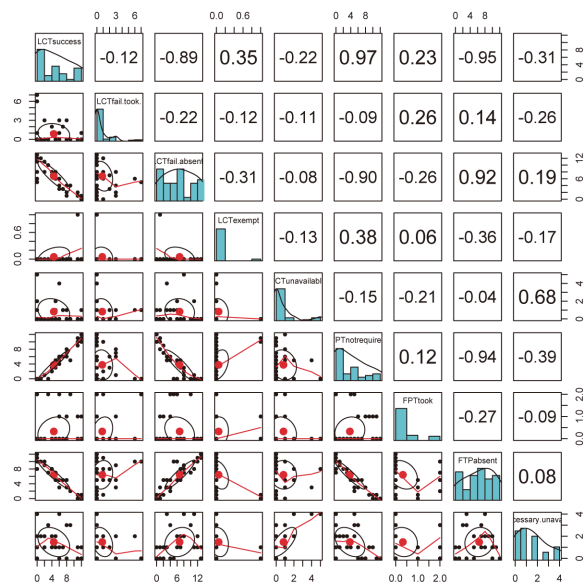


図17 LCT合格回数, LCT不合格(受験)回数, LCT不合格(未受験)回数, LCT免除(未受験)回数, LCT未受講回数, FPT必要なし回数, FPT受験回数, FPT欠席回数, 必要なし(未受講)回数間の相関(線形代数A, 期末試験E評価)

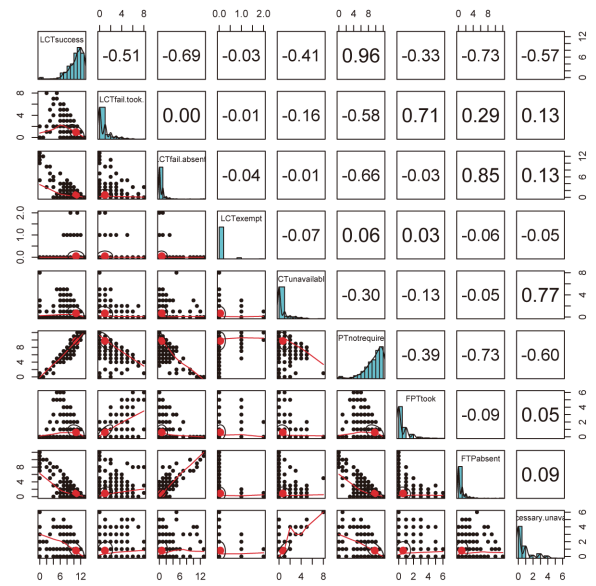


図19 LCT合格回数, LCT不合格(受験)回数, LCT不合格(未受験)回数, LCT免除(未受験)回数, LCT未受講回数, FPT必要なし回数, FPT受験回数, FPT欠席回数, 必要なし(未受講)回数間の相関(線形代数A, 期末試験@, A, B, C評価)

図20, 21に, 解析基礎Aでの結果, 線形代数Aでの結果を示す。ここではいずれの変数も, 平均0, 標準偏差1に規格化されている。決定係数の数値はどちらも小さく, また回帰へのF統計量は37あるいは38で自由度1000以上では有意性を保つ解析結果である。推定値の大きさおよびp値の大きさを勘案して, 2つの興味ある変数間の関係を見てみた。もう1つ, ability値についても興味ある変数であるが, ability値については先に調べているので, ここでは,

LCTでの合格回数とFPCへの欠席の関係について調べてみる。

図22-24に解析基礎Aにおける, 図25-27に線形代数Aにおける, LCTでの合格回数とFPCへの欠席の関係を示した。

図22と25を見ると,

LCTでの合格回数+FPCへの欠席の回数=一定になっていることがわかる。これは, E評価の学生はLCTに合格したらもちろんFPCに呼ばれないので行かないが,



LCT (習熟度確認テスト) と FPT (フォローアップテスト) の受験状況と期末試験の関係

```
Call:
lm(formula = y ~ PTA + PTB + LCTability + LCTsuccess + LCTfail.took. +
    LCTfail.absent. + LCTexempt + LCTunavailable + FPTnotrequired +
    FPTtook + FTPabsent + Notnecessary.unavailable., data = regressionABA0905)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.7340 -0.3980 -0.1620  0.0364  4.0631

Coefficients: (1 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.00163    0.02558   0.064 0.949200
PTA          0.02944    0.04301   0.685 0.493745
PTB         -0.16635    0.05393  -3.085 0.002087 **
LCTability   0.10181    0.06995   1.455 0.145844
LCTsuccess   0.83930    0.18590   4.515 7.01e-06 ***
LCTfail.took. -0.11571    0.16500  -0.701 0.483262
LCTfail.absent. -0.32941    0.23981  -1.374 0.169840
LCTexempt    0.11557    0.02983   3.874 0.000113 ***
LCTunavailable NA         NA         NA     NA
FPTnotrequired -0.46187    0.45387  -1.018 0.309078
FPTtook      0.47564    0.15059   3.158 0.001629 **
FTPabsent    1.10561    0.29038   3.808 0.000148 ***
Notnecessary.unavailable. 0.22809    0.08542   2.670 0.007694 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8587 on 1115 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2713, Adjusted R-squared:  0.2641
F-statistic: 37.74 on 11 and 1115 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

図20 LCT と FPT の受験情報の重回帰分析結果 (解析基礎 A)

```
Call:
lm(formula = y ~ PTA + PTB + LCTability + LCTsuccess + LCTfail.took. +
    LCTfail.absent. + LCTexempt + LCTunavailable + FPTnotrequired +
    FPTtook + FTPabsent + Notnecessary.unavailable., data = regressionLAA0905)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.7816 -0.3578 -0.1064  0.0473  4.3061

Coefficients: (1 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -1.087e-05  2.622e-02  0.000 0.999669
PTA         -7.327e-02  4.323e-02 -1.695 0.090388
PTB        -2.413e-03  4.927e-02 -0.049 0.960954
LCTability  9.609e-02  6.803e-02  1.412 0.158138
LCTsuccess  4.574e-01  3.229e-01  1.417 0.156881
LCTfail.took. 1.170e-01  1.908e-01  0.613 0.539930
LCTfail.absent. 3.746e-01  2.542e-01  1.473 0.140986
LCTexempt    6.509e-02  3.582e-02  1.817 0.069490
LCTunavailable 3.793e-02  3.069e-02  1.236 0.216658
FPTnotrequired -4.470e-01  1.210e-01 -3.695 0.000232 ***
FPTtook      4.582e-02  7.231e-02  0.634 0.526433
FTPabsent    1.985e-01  1.367e-01  1.452 0.146709
Notnecessary.unavailable. NA         NA         NA     NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8474 on 1033 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.289, Adjusted R-squared:  0.2814
F-statistic: 38.17 on 11 and 1033 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

図21 LCT と FPT の受験情報の重回帰分析結果 (線形代数 A)

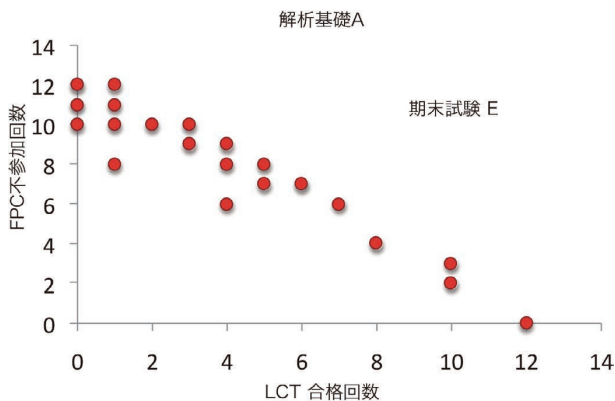


図22 LCT での合格回数と FPC への欠席の関係 (解析基礎 A, 期末試験 E 評価)

呼ばれたらすべて無視して全くいかないパターンである。つまり、E 評価の学生は FPC を無視している傾向がある。PT の成績をみると習熟度に差があったり、LCT すら受験していなかったりと、授業への意欲があまり感じられない。

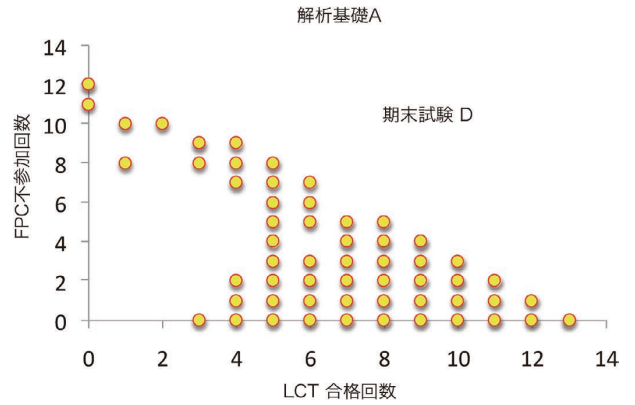


図23 2017年度前期の LCT での受験生の ability 値 (解析基礎 A, 期末試験 D 評価)

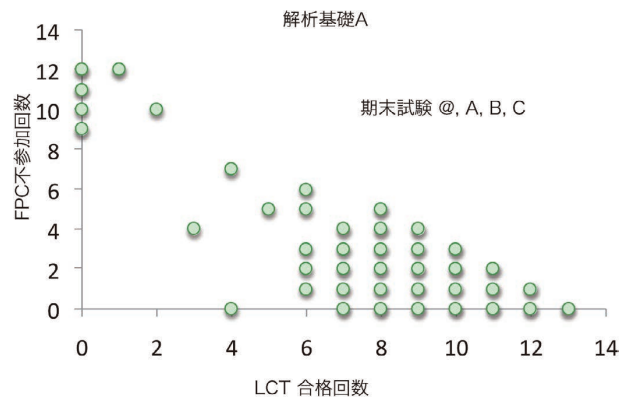


図24 2017年度前期の LCT での受験生の ability 値 (解析基礎 A, 期末試験 @, A, B, C 評価)

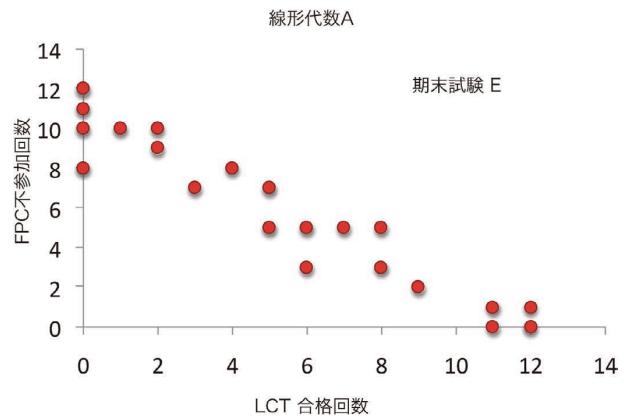


図25 2017年度前期の LCT での受験生の ability 値 (線形代数 A, 期末試験 E 評価)

これに対して、D 評価の学生は、例えば LCT 不合格回数が 6 回であれば FPC への参加は 0 回から 8 回まで広くばらついているように、ある程度の合格回数があれば FPC への参加意欲にばらつきはあるものの参加意欲の傾向が伺える。ただし、LCT 不合格回数がかかなり少なくなると、E 評価のときと同じように、最初からあきらめてか FPC に参加していない。

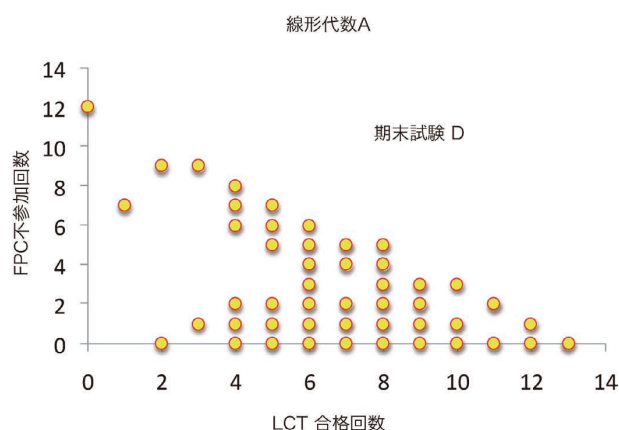


図26 2017年度前期のLCTでの受験生のability値  
(線形代数A, 期末試験D評価)

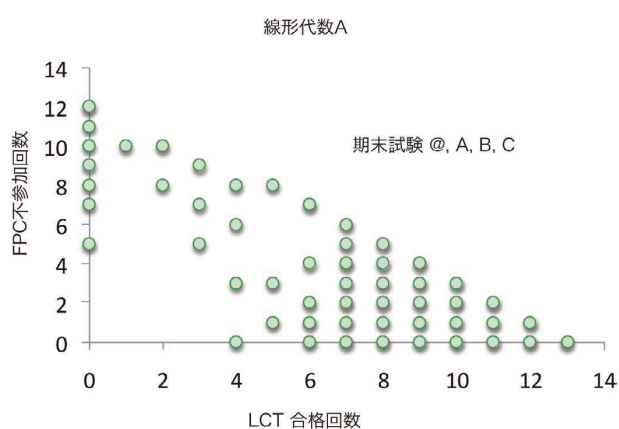


図27 2017年度前期のLCTでの受験生のability値  
(線形代数A, 期末試験@, A, B, C評価)

期末試験@, A, B, C評価の学生は、基本的にはD評価学生と傾向は似ているが、LCT不合格回数が少ない学生が少ないところがE評価と異なる。

## 7 まとめ

LCT受験状況とFPT受験状況が期末試験の合否にどのように影響しているかを述べた。PT\_AのスコアやLCTの成績(IRTのability値)である程度、期末試験E評価、期末試験D評価、期末試験@, A, B, C評価の3つのグループを識別できるが、明確にしきい値が求められるわけではない(しきい値の両側に評価結果が異なる学生が少なからずいる)。この結果は2016年度の調査結果と同じである。

今回は、これに、LCT合格回数、LCT不合格(受験)回数、LCT免除(未受験)回数、LCT未受講回数、FPT必要なし回数、FPT受験回数、FPT欠席回数、必要なし(未受講)回数の情報を加えて、3グループを識別できるものはないかを調べた。重回帰分析の結果、LCT合格回数とFPT欠席回数の関係を調べるとよいことが示唆されたので、その対比と、PT\_Aのスコアと

ability値の比較を3グループ間で行った結果、次のようなことが考えられることがわかった。

- 1) D評価学生は、習熟度の不足を自覚しており、自らFPCに参加する意思を持っているが、ときどきFPC参加にいかなくなる弱さもある。その結果、はじめは習熟度の低かった学生も意識の高さによって追いついていられる一方、初めの習熟度から抜け出せない学生もいる。
- 2) E評価学生には2つのグループがあるようである。1つは、習熟度がかなり低くて、本人は努力しても習熟度が改善されないとあきらめ、その結果FPCにも参加しない学生。もう1つは、習熟度、あるいは能力はある程度あって(ときにはD評価よりもある)、何らかの理由があって、授業に出席する動機を失っている学生。当然、FPCには見向きもしない。
- 3) @, A, B, C評価のグループは、まじめに授業に出席し、LCTでもよいスコアを確保して、FPCにはあまりお世話にならないですむ学生である。最初は習熟度が足りないと思ってもFPCで頑張る意欲を持った学生は、踏ん張って期末試験に合格しているように思われる。

つまり、FPで注目すべきは、FPCに出席していない学生で、来ない理由を明確にさせ、習熟度が特に低い学生には特別なリメディアル教育の機会を与えるか、もう1つは大学、学科などへのミスマッチが考えられるので、早い段階で進路変更などの相談に乗ってあげることが望ましいのでないかと考える。

なお、2017年度は、期末試験に失敗した学生数が2016年度よりも多かった。このことから、FPには効果がなかった、という評価を聞くことがあるかもしれない。しかし、ものごとはそう単純ではないことを付言しておく。それは次のことから言える。

- 1) LCTには名目授業出席(電子カードをかざした直度にいなくなる)ができないために、授業欠席の抑制効果が働いていると考えられるのでLCTは意味がある。
- 2) LCTが毎授業実施されるからこそ、FPCに参加した方がよい学生をその都度見つけることができる。これは、PTだけで補えられるものではない。LCTのスコアが物語っている。このことによって、FPCで頑張っているところと真面目にとりくむ学生がたくさんいる。また、それを真剣に支えるサポーターがいて、彼らの成長はもう1つの大きなFPのしくみの成果である。ただ、数値化していないので見えないだけである。
- 3) FPC参加を促しているにもかかわらず、出席しない学生の中には、1つはリメディアル教育が必要なくらいに落ち込んでいる学生と、もう1つは何らかの理由で



キャンパスや教室に入る動機を失ってしまっている学生がいて、その中にはある程度の（授業についていけない）潜在能力を持ち合わせている学生がいるということがわかった。早めに進路の相談をすべきである。

このように、FPへの取り組みが行なわれて初めてわかった事柄も多い<sup>6)</sup>。今後もFPに組み込み、効果が現れる面で積極的に活用し、一人でも多くの学生に「自分が成長した」という達成感を味わってもらいたいと願っている。

## 文 献

- 1) 廣瀬, 多様な学生集団から固有集団を早期に分類する方法について, 広島工業大学紀要教育編, pp. 131-135, Vol. 51, 2017.
- 2) 廣瀬, フォローアップクラス参加による学習効果の確認法について, 広島工業大学紀要教育編, pp. 43-47, Vol. 16, 2017.
- 3) T. Yukizane, S. Ohi, E. Miyano, H. Hirose, The bump hunting method using the genetic algorithm with the extreme-value statistics, IEICE Transactions D: on Information and Systems, Vol. E89-D, No. 8, pp. 2332-2339, 2006.
- 4) H. Hirose, "The Bump Hunting by the Decision Tree with the Genetic Algorithm" in Advances in Computational Algorithms and Data Analysis, chapter 21, pp. 305-318, Springer, 2008.
- 5) Hideo Hirose, Meticulous Learning Follow-up Systems for Undergraduate Students Using the Online Item Response Theory, 5th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE2016), pp. 427-432, July 10-14, 2016.
- 6) H. Hirose, et. al., Rediscovery of Initial Habituation Importance Learned from Analytics of Learning Check Testing in Mathematics for Undergraduate Students, 6th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE2017), pp. 482-486, July 9-13, 2017.