



2016 年 RSS/JSS 試験 (Higher Certificate)

HIGHER CERTIFICATE IN STATISTICS, 2016

モジュール 6 : 統計学の発展的応用

制限時間: 90 分

4 問中 3 問を選択の上 解答のこと。

各問は合計 20 点である。小問の配点は括弧の中に記されている。

グラフ用紙と統計数値表は配布する。

解答にあたっては電卓を使用してよい。
ただし、一般財団法人統計質保証推進協会による「受験要領」に記された範囲で使用する。

数学記号 \log は e を底とする自然対数を表す。
その他の底をもつ対数は、例えば \log_{10} のように底を明示する。

また、 $\binom{n}{r}$ は ${}_nC_r$ と同じ意味とする。

問題用紙は 8 頁からなり、それぞれの頁は片面にのみ印刷されている。
この表紙が 1 頁目である。
第 1 問は 2 頁目から始まる。

問題は全部で 4 問である。

1. ある会社では従業員が課題を研修するための3種類のオンライン学習システムを検討しており，異なる都市の5つの事業所で小規模な試験を行うことにした．課題をこなす技量は事業所毎に異なることが知られている．一方で，オンライン学習システムには大差がなく，その効果は事業所毎に異なることはない信じられている．各事業所では学習システム A, B, C のそれぞれに一人の被験者を割り当てる．各被験者は割り当てられた学習システムを独立に完了させてオンラインテストを受験する．

- (i) この実験を例として用い，「無作為化」の概念を説明せよ．この実験において無作為化がなぜ重要なのか（または重要でないのか）について意見を述べよ．(4)
- (ii) この実験を例として用い，「ブロック化」の概念を説明せよ．この実験計画においてブロック化がなぜ重要なのか（または重要でないのか）について意見を述べよ．この実験で有用となり得る追加のブロック化について述べよ．(5)
- (iii) 全ての被験者が同一のオンラインテストを受験して100点満点で採点され，下記の結果を得た．このデータに適切な分散分析のモデルを書け．どのような仮定をおいたかを述べて，その仮定が正当であることを説明せよ．(3)

学習システム	事業所					合計
	1	2	3	4	5	
A	77	49	78	64	72	340
B	28	75	38	63	29	233
C	51	59	49	54	51	264
合計	156	183	165	181	152	837

$$\Sigma y^2 = 50\,357$$

- (iv) このデータの分散分析表を作成せよ．学習システム間で平均点数に差があるというエビデンスの有無を調べるため，適切な仮説を述べて有意水準5%で検定せよ．検定の結論を明確に述べよ．(8)

2. (a) 肥満の人が減量を試みるための食事療法の種類、および、栄養士指導の間隔について、その有効性を調べる試験を実施する。試験は4種類の食事療法と4種類の間隔(1日, 7日, 14日, 28日)について行われ、被験者はすべて30才から50才の女性である。

この実験を例として下記の用語を説明せよ。一般的ケースおよびこのケースにおいて試験がどのように計画され、どうしてこれらの概念が重要なのか、概要を示しつつ説明せよ。とくに、これらの考え方をを用いることの長所を述べ、どうして長所なのかその理由も述べよ。説明のために有用ならば結果の解析について述べよ。ただし解析の詳細までは述べないこと。

(i) 要因計画 (5)

(ii) 交互作用と交互作用項 (3)

(iii) 盲検化 (2)

- (b) 重回帰モデルを当てはめたときの残差を定義せよ。そのモデルの仮定をチェックするために、残差、とくに残差プロットがどのように用いられるかを説明せよ。ただし略図を用いて説明すること。 (10)

3. ある工業プロセスは，その製品の質量が平均 132 グラム，標準偏差 4 グラムの正規分布に従うとき，管理されていると定義される．5 個の製品を一群として生産ラインから取り出し，その質量を計測する．これを定期的に繰り返す．

連続する群の平均質量（グラム）は次の通りである．

132.87, 133.52, 136.29, 135.41, 136.44, 135.17, 138.01, 136.55, 137.86.

- (i) 平均質量のシューハート管理図をどのように作成するか説明せよ．95% 警告限界値と 99.9% 要処置限界値の定義を述べ，その値を計算せよ．この管理図の背景にある考え方と仮定を説明せよ． (6)
- (ii) シューハート管理図を用いてこの工業プロセスが異常かどうかを判定せよ． (3)
- (iii) 平均値の目標値に関して管理されているプロセスにおいて，累積和管理図がどのように作成され，どのように機能してどうして有用なのかを説明せよ．管理されている場合とそうでない場合の両方について累積和管理図の様子を示せ．累積和管理図の有用性についてシューハート管理図と比較せよ． (7)
- (iv) 先ほどの工業プロセスのデータについて累積和管理図を作成して解釈せよ． (4)

4. 重回帰線形モデル

$$Y = \alpha + \beta w + \gamma x + \varepsilon$$

を n 個のデータ $(w_i, x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n$, に当てはめる.

- (i) 確率変数 ε が何を表すのか説明せよ. また, それについてこのモデルで必要とする仮定を説明せよ. (2)
- (ii) このモデルの α, β, γ の最小 2 乗推定量を得るための正規方程式を導出せよ. (7)
- (iii) ダミー変数の概念を説明せよ. そして, この重回帰モデルが 3 群の一元配置分散分析モデルとして利用できることを示せ. ただし, 第 j 群の観測数を n_j とし, 3 番目の群を参照カテゴリーとせよ. (4)
- (iv) 小問 (ii) の正規方程式を小問 (iii) のモデルに関して書け. それを解いて, α, β, γ のパラメータ推定値を求めよ. (7)