

第一問

(1)

$$V_{OW} = -0.2 \left(27 + \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{10} \right) - 0.005 \cdot 200 = -7$$

OWの選択確率は $Pr(U_{RW} < U_{OW})$ であり、

$$Pr(U_{RW} < U_{OW}) = Pr(U_{RW} - U_{OW} < 0) = Pr(\varepsilon' < 0) = 0.5$$

ゆえに OW の選択人数は毎時21000人。

(2)

F=10

列車一本あたりの乗客数が2400人を下回ると仮定した場合、 $x_{cng} = 0$ 。OWの選択人数は(1)より毎時21000人。ゆえに列車一本あたりの乗客数は2100人となる。これは仮定に適する。

列車一本あたりの乗客数が2400人を上回ると仮定した場合、 $x_{cng} = 1$ 。

$$\begin{aligned} V'_{OW} &= -0.2 \left(27 + \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{10} \right) - 0.005 \cdot 200 - 3 = -10 \\ Pr(U_{RW} < U_{OW}) &= Pr(-7 - (-10) + \varepsilon' < 0) = 0.35 \end{aligned}$$

ゆえにOWの選択人数は毎時14700人。ゆえに列車一本あたりの乗客数は1470人となる。これは仮定に反する。

以上より列車一本あたりの乗客数は2100人。

F=5

列車一本あたりの乗客数が2400人を下回ると仮定した場合、 $x_{cng} = 0$ 。

$$\begin{aligned} V_{OW} &= -0.2 \left(27 + \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{5} \right) - 0.005 \cdot 200 = -7.6 \\ Pr(U_{RW} < U_{OW}) &= Pr(-7 - (-7.6) + \varepsilon' < 0) = 0.47 \end{aligned}$$

ゆえにOWの選択人数は毎時19740人。ゆえに列車一本あたりの乗客数は3948人となる。これは仮定に反する。

列車一本あたりの乗客数が2400人を上回ると仮定した場合、 $x_{cng} = 1$ 。

$$\begin{aligned} V'_{OW} &= -7.6 - 3 = -10.6 \\ Pr(U_{RW} < U_{OW}) &= Pr(-7 - (-10.6) + \varepsilon' < 0) = 0.32 \end{aligned}$$

ゆえにOWの選択人数は毎時13440人。ゆえに列車一本あたりの乗客数は2688人となる。これは仮定に適する。

以上より列車一本あたりの乗客数は2688人。

~~

列車の減便はOWの選択人数を減少させるが、列車一本あたりの乗客数はかえって増加する場合がある。

(3)

あんま思いつかない.....

運賃の値上げ

企業がリモートワークを推奨して交通費を削減するインセンティブをつくれる。しかし、貧しい人やエッセンシャルワーカーにとって家計の打撃になる。

優等列車の運行自粛

通勤所要時間を延ばすことで通勤の効用を悪化させる。都心に近いところに住む人にとっては通勤時間がそこまで変わらないため効果が限定的。

第二問

(1)

航空重力測量

衛星測位で直接計算される高さは、地球を楕円で仮想的に表した時の表面からの高さ（楕円体高）になります。そこから標高を得るためには、その場所の楕円の表面から標高の基準（ジオイド）までの高さ（ジオイド高）が別途必要です。ジオイド高の精度は、算出の素である重力値の品質に左右されます

(2)

(a)

線型回帰モデル $y = X\beta + \epsilon$ に対して、

1. $E(\epsilon) = 0$
2. 正値定符号行列 Ω と $E(\epsilon\epsilon') = \sigma^2\Omega$ と書ける。
3. ϵ は多変量正規分布に従う。

※ ' 記号は転置

通常の最小二乗法とは異なり、誤差項の空間相関を考慮する。

(b)

一般化最小二乗推定量

$$\hat{\beta}_G = (X'\Omega^{-1}X)^{-1}X'\Omega^{-1}y$$

トラバース測量の簡便法において、座標既知の点の情報を使って新点の座標を推定するのに用いる。

(c)

非線形最小二乗法の解法の流れを説明し、測量への応用例を2つ挙げよ（数式を示す必要はない）。

近似値を与え、目的関数をテイラー展開することで線形化し、通常の最小二乗法に帰着して解く。

1. トラバース測量の厳密調整法において、距離と角度を別々に推定する際に用いる。
2. 相互標定で外部標定要素を決定するのに用いる。

(3)

(a)

HELP!

数値設定で $\frac{Z}{-c} = \frac{B}{p}$ が満たされていないが、

(b)

$$\sigma_Z = \frac{Z}{-c} \frac{Z}{B} \sigma_p$$

(4)

(a)

分光反射特性とは、物体が反射あるいは放射する電磁波の強さが波長によって異なる性質。特にどの波長の電磁波が強く放出されているか調べることで、その物体をおおまかに特定することができる。

(b)

「土地被覆分類」では、複数のバンドの観測データを入力とした機械学習により、地表を占める物体を判別し、地域の土地利用状態を判定することができる。