

# 第一問

## (1)

$$P = Pr(U_b - U_c \geq 0) = Pr(V_b - V_c + \varepsilon' \geq 0)$$

$V_b - V_c$  の値で場合分けすればよい。

$$\begin{cases} 0 & (V_b - V_c < -L) \\ \frac{1}{2L^2}(V_b - V_c + L)^2 & (-L \leq V_b - V_c \leq 0) \\ -\frac{1}{2L^2}(V_b - V_c - L)^2 + 1 & (0 < V_b - V_c \leq L) \\ 1 & (L < V_b - V_c) \end{cases}$$

## (2)

路線再編：バス停が目的地に近い方が効用が高いと考えられる。また、乗り換えがあると効用が大きく低下する。そこで、新しい需要発生地へ直行する路線を新設することで利便性を高める。

鉄道との運賃一体化：バス→鉄道を連続して利用した場合に運賃面で優遇されるようにし、鉄道駅へ向かう需要を拾いやすくする。地域交通をトータルに捉えた施策となる。

自由乗降：家からできるだけ近いところでバスを乗り降りできれば効用が高まると考えられる。既存のバス停にこだわらず、家の前など自由な場所で乗り降りできるようにする。

## (3)

自由乗降を例に。

SP調査と呼ばれる、回答者の選好を尋ねるアンケートを通じて需要を推定する。具体的には自由乗降化により乗車位置までの距離が短縮されたという設定のもと、「自由乗降を使う」「既存のバス停を使う」「車を使う」の3択から選んでもらう。この回答結果と個人属性の情報をもとに、自由乗降化に伴う歩行距離の短縮幅や個人属性がどのように選好に影響するか、手段選択モデルを用いて推定する。

# 第二問

## (1)

トラバース測量

### (a)

簡便解法で解く。

点 B, C における観測角の座北方向からの方向角を  $\theta_2, \theta_3$  とおく。

$$\begin{aligned} \theta_2 &= \alpha_2 + \theta_1 - 180^\circ \\ \theta_3 &= \alpha_3 + \theta_2 - 180^\circ \end{aligned}$$

が成り立つ。

X座標差（緯距）の観測方程式は、

$$\begin{aligned}s_1 \cos \theta_1 &= X_B - X_A + u_1 \\ s_2 \cos \theta_2 &= X_C - X_B + u_2 \\ s_3 \cos \theta_3 &= X_D - X_C + u_3\end{aligned}$$

行列で書くと、

$$\begin{bmatrix} s_1 \cos \theta_1 + X_A \\ s_2 \cos \theta_2 \\ s_3 \cos \theta_3 - X_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_B \\ X_C \end{bmatrix} + \mathbf{u}_X$$

Y座標差（経距）の観測方程式は、

$$\begin{aligned}s_1 \sin \theta_1 &= Y_B - Y_A + u_4 \\ s_2 \sin \theta_2 &= Y_C - Y_B + u_5 \\ s_3 \sin \theta_3 &= Y_D - Y_C + u_6\end{aligned}$$

行列で書くと、

$$\begin{bmatrix} s_1 \sin \theta_1 + Y_A \\ s_2 \sin \theta_2 \\ s_3 \sin \theta_3 - Y_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_B \\ Y_C \end{bmatrix} + \mathbf{u}_Y$$

## (b)

正規方程式：最小二乗法の解となる式。

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

ただし  $\hat{\beta} = [X_B, X_C]'$ （緯距の場合）、 $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ 。  $\mathbf{y}$  は(a)の式の左辺。

## (c)

観測精度が測線の長さに比例する場合はコンパス法則、緯距の絶対値に比例する場合はトランジット法則に基づき、補正用の行列  $\Omega$  を決定して以下のような式に変更する。

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

## (2)

### (a)

共線条件とは、画像座標と地上座標が満たすべき関係のことである。

### (b)

写真測量においては、得られた写真からカメラの正確な位置や傾きを推定する標定を行う必要がある。標定では複数の写真から共線条件を用いて複数の方程式を導出し、最小二乗法で標定要素を決定する。

## (3)

教師付き分類と教師無し分類？

<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/eiseireport/no2/1-8.pdf>

土地被覆分類を行う手段として、教師付き分類と教師無し分類に大別することができる。教師付き分類とはグランドトゥルース（地上での実測値）を使用する分類法であり、教師無し分類はグランドトゥルースを使用しない分類法である。

教師付き分類は、画像からあらかじめ定められたカテゴリー（土地分類）を最もよく代表していると思われる領域を抽出する手法である。このとき指定される領域をトレーニングエリアと呼ぶ。トレーニングエリアは、例えば、オペレータがあらかじめ地図データから現地の情報を把握している場合に、その領域と画像データとの対応付けを行い、画像データの土地被覆分類を行う手法である。教師付き分類は、標本の無作為性および独立性に問題が生じる可能性がある。

教師無し分類では、画像データの画素をランダムに選択し、統計的手法を使用して、いくつかのクラスに分類し、カテゴリーに対応づける手法である。教師無し分類では、生成されたクラスとカテゴリーとの対応づけが困難であるという欠点がある。