

## 専門科目 (午後)

## 24 大修

### 土木工学 (土木計画学 2)

時間 13:30 ~ 16:30

2 都市間に互いに重複区間のない 2 経路を持つネットワークを考える。2 都市間の時間あたりの交通需要を  $Q$  (台/時間) とし、経路 1, 2 の時間交通量 (台/時間) をそれぞれ  $x_1, x_2$  とする。経路 1, 2 の旅行時間 (分/台) はそれぞれその経路の交通量の単調増加関数であり、 $t_1(x_1), t_2(x_2)$  と表す。以下、交通量、旅行時間は連続変数であるとする。また、ドライバーはネットワークの状態に関して完全情報を持つと仮定する。このとき、以下の各問に答えなさい。

(1) ドライバーが自由に経路を選択するとしたとき、「利用されている経路の旅行時間はすべて等しく、その値 (均衡旅行時間  $\lambda$ ) は利用されていない経路の旅行時間よりも短いまたは等しい」状態となれば、どのドライバーも現在の経路を変更しようとする動機が発生しない。このような安定的状態を等式・不等式で表現しなさい。

(2) 以下の最適化問題の解が満足すべき条件が (1) の均衡条件と等価であることを示しなさい。ラグランジュ乗数を  $\lambda$  としよ。また、 $\frac{\partial}{\partial x} \int_0^x t(w)dw = t(x)$  である。

$$S(x_1, x_2) = \int_0^{x_1} t_1(w)dw + \int_0^{x_2} t_2(w)dw \rightarrow \text{minimize}$$

sub. to

$$x_1 + x_2 = Q, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

(3)  $t_1(x_1) = 5 + 2x_1, t_2(x_2) = 10 + x_2$  とする。交通需要が  $Q = 1$  から 15 (台/時間) まで変化するとき、均衡状態の経路交通量、旅行時間はどのように変化するか、答えなさい。

(4) ネットワーク上の総旅行時間は  $T(x_1, x_2) = x_1 t_1(x_1) + x_2 t_2(x_2)$  と書ける。交通需要  $Q = 15$  (台/時間) のとき、総旅行時間を最小にする経路交通量を求めなさい。 $t_1(x_1), t_2(x_2)$  には (3) の関数を用いること。(このときの交通流は均衡条件を満たさないことに注意しなさい。)

(5) 経路 1 に料金  $P$  (円/台) を課すことは、経路 1 の旅行時間を  $c_1(x_1) = 5 + 2x_1 + P/w$  と書くことに他ならない。ここに  $w$  は時間価値 (円/分) である。料金を課した状態での均衡条件を満たしつつ、総旅行時間  $T(x_1, x_2) = x_1 t_1(x_1) + x_2 t_2(x_2)$  を最小にする料金と経路交通量を求めなさい。ただし、時間価値  $w = 50$  (円/分)、交通需要  $Q = 15$  (台/時間) とし、 $t_1(x_1), t_2(x_2)$  には (3) の関数を用いること。

(6) このように価格メカニズムを利用して交通を誘導する方法を総称して何と呼びますか。その具体例と問題点を挙げなさい。