

急行停車駅の最適配置に関する研究

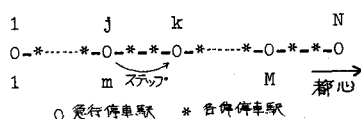
京都大学工学部 正員 天野 光三
兵庫県 土木部 正員 ○ 安井 孝二

1 まえがき 住宅地の郊外への外延化により、通勤の所要時分は増大化の傾向にあり、この対策も通勤問題の重要な課題の一つとなっている。そこで本研究は、都市郊外の鉄道路線を対象とし、路線の施設や運転速度などなすでに定まっているとき、急行列車を運行し、その停車駅を適当に配置することにより、所要時分を最小にするための手法を見出し、鉄道路線設計画の一つの手がかりとするものである。

2. 定式化と解法 定式化にあたって、次の仮定をおく。まず、乗客の流れは郊外から都心へ向う一方方向の流れのみを考慮し、途中駅での降車はないものとする。つぎに、乗客は乗車駅から最も近い急行停車駅（急停駅と略す）で必ず急行に乗り換え、その乗り換え時間は、各停の停車による損失時間と同じとする。また急行運転による所要時分の減少時分を節約時分とし、節約時分が最大のときの急停駅を順につらねたものを最適ルートと名づける。急停駅から、次の急停駅に移ることをステップと名づける。以下において、路線上の駅数（ N 個）が定まっており、急停駅数（ M 個：郊外最端駅から、 N 駅の1個前の急停駅までの個数）が与えられたときの、最適ルートと最大節約時分を求める手法をダイナミックプログラミング（D.P.）の応用として述べる。

いま n 普通駅の番号。最大値 N
 m 急停駅の番号。最大値 M
郊外から都心に向かってつづける。
 j, k 相隣る2個の急停駅の普通駅の番号。 $j, k \in \{1, \dots, n, \dots, N\}$

図1 モデル



$\tau_{j,k}$ j 駅・ k 駅間の急行と各停との所要時間差。

P_j j 駅までの累積乗客数。

$T_{j,k}$ j 駅・ k 駅間 急行が不停車となることによりもたらされる節約時分。

F_n^l n 駅まで l ステップ（急停駅数は n 駅を含まず、 l 個）で進むという条件のもとで、最適ルートを通ったときにもたらされる総節約時分。

$n\mu_m^l$ n 駅までの上記の最適ルートに含まれる急停駅の普通駅としての番号。
任意の n, l に対して、 $n\mu_1^l = 1$ とする。 $n\mu_m^l \in \{1, \dots, n, \dots, N\}$

とすれば、 $T_{j,k}$ は式(1)で表わすことができ、また、 $\tau_{j,k}$ は駅停車による損失時分（一定とし、 τ_F とおく）の初であるとするれば、式(2)が成立立つ。

$$T_{j,k} = P_j \cdot \tau_{j,k} \quad (1)$$

$$\tau_{j,k} = (k - j - 1) \cdot \tau_F \quad (2)$$

先に述べた記号を用いれば、最適ルートを求めるD.P.の定式化はつぎのようになる。

$$F_k^1 = T_{1,k} \quad (l=1) \quad (3) \quad F_k^l = \max_{1 \leq j \leq k-1} [F_j^{l-1} + T_{j,k}] \quad (l \geq 2) \quad (4)$$

式(4)をみたす j を j^* とおけば、式(4)が成立し、このとき k 駅までの最適ルート上の急停車のうち、始めの $l-1$ 個は j^* までの場合と一致しているのて、急停車は式(6)で表わされ、さらに、第 l 個目の急停車は j^* であるから、式(7)となる。

$$F_k^l = F_{j^*}^{l-1} + T_{j^*,k} \quad (5)$$

$$k\mu_m^l = j^* \mu_m^{l-1} \quad (m=1,2,\dots,l-1) \quad (6)$$

$$k\mu_l^l = j^* \quad (7)$$

ステップ数は急停車数と一致しているのて、これを M として外生的に与えれば、 M ステップまで進んだとき求めるべき諸量は次の値となっている。

M 駅停車の総節約時分 $\dots\dots\dots F_N^M$

最適ルート $\dots\dots\dots \{ n\mu_1^M, n\mu_2^M, \dots\dots\dots, n\mu_M^M, N \}$

急停車 1 個の節約時分 $\dots\dots\dots T_{n\mu_m^M, n\mu_{m+1}^M} \quad \text{二に二に } m=1,2,\dots,M \quad n\mu_{M+1}^M = N$

一般に、 $T_{j,k}$ と F_j^{l-1} が $j < k$ をみたすすべての j について求まっておれば、式(5)により F_k^l を求めることができる、 $j\mu_m^{l-1}$ と j とから $k\mu_m^l$ を決めることができる。

したがって、解法の手順は次のとおりである。

1) $T_{j,k}$ ($j=1,2,\dots,N-1$; $k=j+1,\dots,N$) を計算する。

2) $k\mu_l^0 = 1$ ($k=2,\dots,N$; $l=1,\dots,M-1$) とする。

3) $l=1$ の場合、式(5)により F_k^1 ($k=2,\dots,N$) を求める。

4) $l=2$ とする。

5) $k=3$ とする。

6) j を l から $k-1$ まで動かして、式(4)から j^* を求め、式(5)により F_k^l を、式(6)(7)により $k\mu_m^l$ を求める。

7) k を 1 増加させ 6) をくりかえし、 $k=N$ となれば 8) へ移る。

8) l を 1 増加させ 5)6)7) をくりかえし、 $l=M$ となれば終る。

総節約時分を最大とする停車駅数

はこの方法によっても求められるが、 l ステップという条件を省いた式(8)より直接求めることもできる。

$$F_k = \max_{2 \leq j \leq k-1} [F_j + T_{j,k}, T_{1,k}] \quad (8)$$

3 計算例 阪急宝塚線を例として

計算した結果を表-2 に示す。データは、昭40年交通センサスに基づきまた $t_{if} = 1$ (分) として求めた。

4 あとがき 急行と各停との

関連には大胆な仮定を設けたが、より実情を深く考慮して、最適ダイヤの作成にまで進むことは、今後の課題である。

表1 乗客数

No	駅名	乗客数
1	宝塚	1307
2	清荒神	204
3	虎布神社	252
4	中山	218
5	山本	428
6	豊花屋敷	775
7	川面能勢口	1917
8	池田	3409
9	石橋	4682
10	盛池	1332
11	豊中	5385
12	岡町	1518
13	曾根	2031
14	服部	2919
15	庄内	3880
16	三國	1984
17	十三	----

表2 計算結果

$M \setminus N$	12345678901234567	節約時分
1	0*****0*****0	0.1176
2	0*****0*****0	1.1162
3	0*****0*****0	1.2485
4	0****0*****0*****0	1.2587
5	0*0*****0*****0	1.2521
6	00*0*****0*****0	1.2391
7	000*0*****0*****0	1.2258
8	00000*0*****0*****0	1.2075
9	0000000*0*****0*****0	1.1828
10	000000000*0*****0*****0	1.1312
11	000000000*0*****0*****0	1.0608
12	00000000000*0*****0*****0	0.9282
13	000000000000*0*****0*****0	0.7437
14	0000000000000*0*****0*****0	0.5384
15	00000000000000*0*****0*****0	0.2886
16	0000000000000000	0.0000

($\times 10^5$ 人分)

(A)