

複々線区間における列車運行の最適化に関する研究

STUDY ON THE OPTIMIZATION OF TRAIN-RUNNING ON QUADRUPLE LINE

富井 義郎*・河内 清**

By Yoshiro TOMII and Kiyoshi KAWACHI

1. はじめに

大都市圏における国鉄・私鉄各通勤路線での快速運転あるいは急行運転は最近増加する傾向にある。従来の快速運転は複々線区間で主に実施されていたが、通勤輸送需要が極めて大きな複々線区間では輸送力を最大にするため平行ダイヤのオール緩行運転の採用が必至であった。

しかしながら、近年では都市圏の通勤輸送緩和を目的とした線路増設（複々線化）に際し、線路利用を快速・緩行の 2 系統に分離し、輸送力を低下させることなくスピードアップに貢献できる快速・緩行運転が注目され、首都圏における中央・総武・常磐の各路線で意欲的に計画実施されている。

ところが、快速運転の計画に際し、その停車駅および停車駅数の決定は難しい問題であり、現状においてはシステマチックな計算手法がないため、経験的に選定した数種類の列車運行パターンについてのみの試算結果からおおむね乗客数の多い駅が快速停車駅と決定されている場合が少なくない。また、複々線区間においては方向別運転と線路別運転の 2 つの運転方式が考えられ、両者の長短について種々の議論がなされているが、部分的にしる計量的にその差異を明らかにした研究はなく、施工の難易度および工事費等から決定されているのが現状である。

列車運行計画の最適化に関する従来の研究として安井の研究¹⁾がある。安井は複々線区間上の快速・緩行運転に焦点をあて、快速利用者の途中駅通過により得られる節約時間の総和を評価指標としてとりあげ、これを最大にする最適快速停車駅配置を見出すべく部分変化の原理と D.P. を用いた 2 通りの手法を明らかにしている。しかしながら、複々線区間上での快速運転は緩行運転と従属関係にあり、停車場設備を含めてダイヤ作成に大きな制約

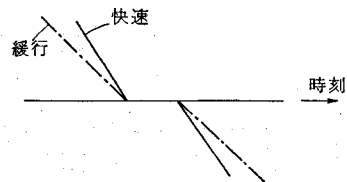


図-1 快速と緩行のダイヤグラム

となるが、安井の前提条件は列車ダイヤグラムを 図-1 としながらも、すべての快速停車駅で快速列車と緩行列車が接続・連絡できるとしており、実際の運行形態との間に大きな差異が認められ、安井の研究が複々線区間上よりむしろ複々線区間上での最適快速停車駅配置の研究に近いと考えられる。そこで、本研究では快速列車と緩行列車とが互いに独立運転できる複々線区間上での最適快速停車駅配置を求める問題に発展させ、新たにモデル化を行ってみた。

まず、通勤輸送構造に関する研究²⁾が通勤ルート選択における通勤時間、混雑度、定期運賃等の諸要因の中で通勤時間が圧倒的な比重を占めていることを明らかにしており、評価指標として本研究では安井と同様に通勤時間をとりあげる。そして快速停車駅を緩行列車から快速列車への乗換えに要する損失時間が快速列車利用による都心までの通過節約時間より小さい場合に乗換え有利駅と、大きい場合に乗換え不利駅と定義し、緩行停車駅を有利駅群と不利駅群に区分する。次にそれぞれの群について快速停車駅の最適配置を求める D.P. の定式化を行い、最後にそれらを総合する手法を提案する。

2. 複々線区間における快速停車駅の最適配置 問題のモデル化

モデル化の仮定条件と諸記号の定義について説明した後で、有利駅と不利駅のそれぞれの場合についての D.P. の定式化を説明する。

* 正会員 日本国有鉄道 首都圏本部長 常務理事

** 正会員 日本国有鉄道 東京第二工事局

(1) モデル化の仮定条件と諸記号の定義

まずモデル化の仮定条件について説明する。

㊸ 同一方向に快速線と緩行線の2路線をもつ複々線区間を対象とする。

㊹ 郊外から都心終着駅への通勤者のみを対象とする。

㊺ 快速停車駅勢圏に居住する通勤者はすべて快速を利用する。

㊻ 緩行停車駅勢圏に居住する通勤者は快速利用による途中通過短縮時間が乗換え時間と待合わせ時間の和に優る場合には都心方向の最寄りの快速停車駅で快速に乘換え、劣る場合には都心まで緩行を利用する。

㊼ 都心駅は快速停車駅とする。

㊽ 乗換え時間はいずれの駅においても同じとする。

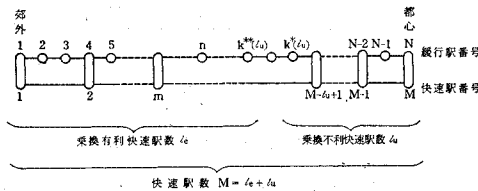


図-2 複々線区間における快速停車駅モデル

次にモデルの定式化に用いる諸記号を次のように定義する。

- n : 緩行停車駅番号
 $n \in \{\text{郊外始発駅}=1, \dots, N=\text{都心終着駅}\}$
- m : 快速停車駅番号
 $m \in \{\text{郊外始発駅}=1, \dots, M=\text{都心終着駅}\}$
- l_e : 緩行から快速に乘換える方が有利な快速停車駅数
- l_u : 緩行から快速に乘換える方が不利な快速停車駅数

$$M = l_e + l_u$$

P_n : n 駅から都心への乗客数

P_{sn} : 始発駅から n 駅までの区間で乗車し、都心に向う累積乗客数

t_F : 快速で1駅通過することにより得られる節約時間

t_C : 乗換え時間

t_W : 待合わせ時間

$$q = (t_C + t_W) / t_F$$

$k^*(l_u)$: 乗換え不利な快速停車駅数が l_u 個の時、最も郊外よりに設置できる乗換え不利な快速停車駅の緩行停車駅番号。

$k^{**}(l_u)$: 乗換え不利な快速停車駅数が l_u 個の時、最も都心よりに設置できる乗換え有利な快速停車駅の緩行停車駅番号

T_{jk} : 隣接する快速停車駅 j 駅と k 駅間での節約時間

F_k^l : $l \leq k \leq k^{**}(l_u)$ で区間 $[1, k]$ に快速停車駅数が l 個の時の k 駅までに得られる節約時間の最大値 (ただし k 駅は快速停車駅とする)。

$k^l \mu_m$: F_k^l の最適ルートを構成する快速停車駅群の中で、郊外よりから m 番目のものの緩行停車駅番号。

L_k^u : $k \leq k^{**}(l_u)$ で、 k 駅までの累積乗客数 P_{sk} の区間 $[k, N]$ で得られる節約時間

G_l^e : 乗換え有利な快速停車駅が l_e 個、不利な駅が l_u 個の時、乗換え有利駅を利用して得られる節約時間の最大値

$l_u^l \mu_m$: G_l^e の最適ルートを構成する快速停車駅群の中で、郊外よりから m 番目のものの緩行停車駅番号

$l_u J_j^l$: l_u 個の乗換え不利な快速停車駅のうち l 番目のもので、緩行停車駅番号 j による節約時間

$l_u H_k^l$: $k^*(l_u) + l - 1 \leq k \leq N$ で区間 $[k^*(l_u), k]$ に不利な快速停車駅が l 個ある時のそれによる節約時間の最大値

$l_k^l \mu_m$: $l_u H_k^l$ の最適ルートを構成する乗換え不利な快速停車駅群の中で、郊外よりから m 番目のものの緩行停車駅番号

I_M : M 個の快速停車駅による全区間にわたる節約時間の最大値

τ_m^M : I_M の最適ルートを構成する快速停車駅群の中で、郊外よりから m 番目のものの緩行停車駅番号

(2) 乗換え有利な快速停車駅と不利な快速停車駅の区分

快速停車駅は緩行列車から快速列車への乗換えが有利な駅と不利な駅に区分でき、記号の定義から乗換え有利駅は始発駅と第 $k^{**}(l_u)$ 番目との間に、不利駅は第 $k^*(l_u)$ 番目の駅と終着駅との間にあることになる。

$k^*(l_u)$ 駅で緩行から快速に乘換えると、乗換えに要する損失時間が途中通過による節約時間よりも大きく、 $\{k^*(l_u) - 1\}$ 駅ではその逆になることから、 $k^*(l_u)$ は l_u, N, q を用いて表わすと次式となる。

$$k^*(l_u) = [N - l_u - q + 1] \dots \dots \dots (1)$$

ただし $[]$ はガウス記号である。

同様に $k^{**}(l_u)$ も次式となる。

$$k^{**}(l_u) = [N - l_u - q] = k^*(l_u) - 2 \dots \dots \dots (2)$$

乗換え不利な快速停車駅数が l_u の時、乗換え有利駅は1から $k^{**}(l_u)$ までの範囲になければならず、最大

数 $k^{**}(l_u)$ 個設置することが可能である。その時の快速停車駅数は l_u と $k^{**}(l_u)$ との和となり、その値は $[N-q]$ で常に一定である。

したがって、快速停車駅はその数 M が

$$2 \leq M \leq [N-q]$$

であれば、乗換え不利駅と乗換え有利駅に区分できる。

$$M > [N-q]$$

であれば、快速停車駅はすべて乗換え不利駅となる。

(3) 乗換え有利な快速停車駅による節約時間

乗換え有利な快速停車駅による節約時間の算出にあたり、まず $k \leq k^{**}(l_u)$ で区間 $[1, k]$ に快速停車駅数が l 個の時、 k 駅までに得られる節約時間の最大値 F_k^l とその時の快速停車駅の緩行停車駅番号 $k\mu_m^l$ について考えてみる。

$l=1$ の時、区間 $[1, k]$ で k 駅は快速始発駅となり、この区間での途中通過による節約時間はなく、 k 駅での乗換えによる損失時間のみを考慮すればよく、次式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} F_k^1 &= 0 & k &= 1 \\ F_k^1 &= -(t_W + t_C)P_{s(k-1)} = -q \cdot t_F \cdot P_{s(k-1)} & k &\neq 1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$$k\mu_1^1 = k \dots\dots\dots (4)$$

$2 \leq l \leq l_e$ の時、図-3 で示すように l 個の快速停車駅により k 駅までに得られる節約時間は 1 つ前の快速停車駅 j 駅までに得られる最大節約時間と $j \sim k$ 間に得られる節約時間の和で表わされ、 j を $l-1$ から $k-1$ まで変動させる時の最大値 F_k^l は次式となる。

$$F_k^l = \max_{l-1 \leq j \leq k-1} [F_j^{l-1} + T_{jk}] \dots\dots\dots (5)$$

これを満足する j を j^* とすれば、快速停車駅の緩行停車駅番号は次式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} k\mu_m^l &= j^* \mu_m^{l-1} & m &= 1, 2, \dots, l-1 \\ k\mu_1^l &= k \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

ただし

$$T_{jk} = P_{sj}(k-j-1)t_F - \{P_{s(k-1)} - P_{sj}\}(t_W + t_C) \dots\dots\dots (7)$$

次に、乗換え有利な快速停車駅数 l_e 個による全区間にわたる節約時間は 図-4 で示すように区間 $[1, k]$ と区間 $[k, N]$ によるものに分けられる。区間 $[1, k]$ で得られる節約時間の最大値は F_k^l の最終段階 $F_k^{l_e}$ であり、区間 $[k, N]$ で得られる節約時間 $L_k^{l_u}$ は都心への k 駅までの累積乗客数と途中通過駅数の積となり次式で表わされる。

$$L_k^{l_u} = P_{sk}(N-k-l_u)t_F \dots\dots\dots (8)$$

M 個の快速停車駅のうち乗換え有利駅が l_e 個、不利駅が l_u 個の時、乗換え有利駅を利用して得られる節約時間の最大値 $G_k^{l_u}$ は k を l_e から $k^{**}(l_u)$ まで変動さ

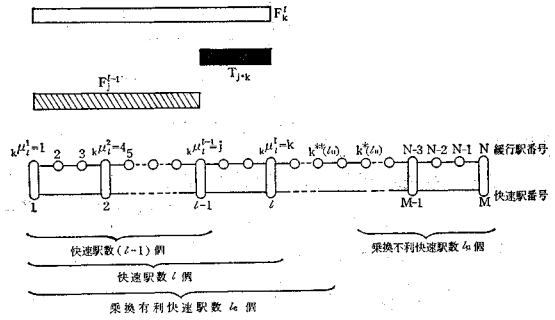


図-3 乗換え有利な快速停車駅による k 駅までの節約時間

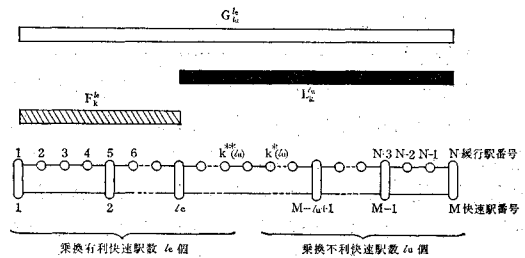


図-4 乗換え有利な快速停車駅による節約時間

せた時の区間 $[1, k]$ での節約時間と区間 $[k, N]$ での節約時間との和の最大値に等しく、次式で表わされる。

$$G_k^{l_u} = \max_{l_e \leq k \leq k^{**}(l_u)} [F_k^{l_e} + L_k^{l_u}] \dots\dots\dots (9)$$

また、この時の快速停車駅の緩行停車駅番号は $F_k^{l_e}$ の時に等しく、次式で表わされる。

$$l_u \lambda_m^{l_u} = k \mu_m^{l_e} \quad m=1, 2, \dots, l_e \dots\dots\dots (10)$$

(4) 乗換え不利な快速停車駅による節約時間

$k^*(l_u) + l - 1 \leq k \leq N$ で区間 $[k^*(l_u), k]$ における l 個の快速停車駅による節約時間の最大値 $l_u H_k^l$ とその時の快速停車駅の緩行停車駅番号 $k \lambda_m^l$ について考える。

$l=0$ の時、区間 $[k^*(l_u), k]$ に快速停車駅は存在せず、節約時間は当然 0 となり次式が成立する。

$$l_u H_k^0 = 0 \dots\dots\dots (11)$$

$$k \lambda_0^0 = 0 \dots\dots\dots (12)$$

$l=1$ の時、図-5 に示すように区間 $[k^*(l_u), k]$ に 1 個、区間 $[k+1, N]$ に (l_u-1) 個の快速停車駅があり、節約時間の最大値は次式で表わされる。

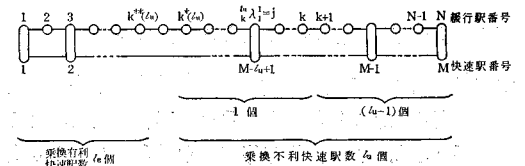


図-5 乗換え不利な快速停車駅による節約時間 ($l=1$)

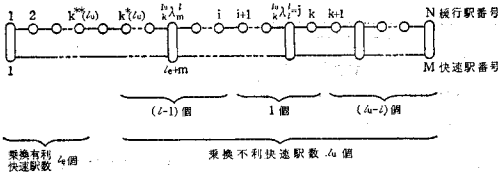


図-6 乗換え不利な快速停車駅による節約時間
(2 ≤ l ≤ l_u - 1)

$$\left. \begin{aligned} k^*(l_u) \leq k \leq N - l_u + 1 \\ l_u H_k^l = \max_{k^*(l_u) \leq j \leq k} [l_u J_j^l] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (13)$$

ただし

$$l_u J_j^l = P_j(N - j - l_u + 1)t_F$$

上式を満足する j を j^* とすれば、快速停車駅の緩行停車駅番号は次式で表わされる。

$$l_u \lambda^l = j^* \dots\dots\dots (15)$$

2 ≤ l ≤ l_u - 1 の時、図-6 に示すように区間 [k*(l_u), 0] に (l-1) 個、区間 [i+1, k] に 1 個、区間 [k+1, N] に (l_u - l) 個の快速停車駅があり、したがって節約時間の最大値 $l_u H_k^l$ は i を k*(l_u) + l - 2 から N - l_u + l - 1 まで、 j を i + 1 から k までそれぞれ変動させる時の $l_u H_j^{l-1}$ と $l_u J_j^l$ の和の最大値に等しく、次式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} k^*(l_u) + l - 1 \leq k \leq N - l_u + l \\ l_u H_k^l = \max_{\substack{k^*(l_u) + l - 2 \leq i \leq N - l_u + l - 1 \\ i + 1 \leq j \leq k}} [l_u H_j^{l-1} + l_u J_j^l] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

ただし

$$l_u J_j^l = P_j(N - j - l_u + l)t_F \dots\dots\dots (17)$$

また上式を満足する i, j をそれぞれ i^*, j^* とすれば、快速停車駅の緩行停車駅番号は次式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} l_u \lambda_m^l = l_u \lambda_{m-1}^l \quad m = 1, 2, \dots, l-1 \\ l_u \lambda^l = j^* \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (18)$$

都心の N 駅は快速終点駅であるので、区間 [k*(l_u), N] での節約時間の最大値は $k \dots k^*(l_u) + l_u - 2$ から N - 1 まで変動させる時の区間 [k*(l_u), k] に (l_u - 1) 個の快速停車駅がある時の最大節約時間の最大値に等しく、次式で表わされる。

$$l_u H_N^l = \max_{k^*(l_u) + l_u - 2 \leq k \leq N - 1} [l_u H_k^{l-1}] \dots\dots\dots (19)$$

上式を満足する k に対して、快速停車駅の緩行停車駅番号は次式となる。

$$\left. \begin{aligned} l_u \lambda_m^l = l_u \lambda_{m-1}^l \quad m = 1, 2, \dots, l_u - 1 \\ l_u \lambda_{l_u}^l = N \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (20)$$

(5) すべての快速停車駅による総節約時間

すべての快速停車駅により得られる総節約時間は乗換え有利駅利用による節約時間と乗換え不利駅利用による節約時間との和であり、快速停車駅数 M の値により次のように求まる。

a) 2 ≤ M ≤ [N - q] の時

M 個の快速停車駅は乗換え有利駅 l_e 個と不利駅 l_u 個とに分けることができ、総節約時間の最大値 I_M は次式で表わされる。

$$I_M = \max_{\substack{1 \leq l_e \leq M \\ M = l_e + l_u}} [G_{l_e}^{l_e} + l_u H_N^{l_u}] \dots\dots\dots (21)$$

また、最適快速停車駅の緩行停車駅番号は上式を満足する $G_{l_e}^{l_e}, l_u H_N^{l_u}$ に対応した $l_{uv} \lambda_m^{l_e}, l_{uN} \lambda_m^{l_u}$ に等しく、次式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} \tau_m^M = l_{uv} \lambda_m^{l_e} \quad m = 1, 2, \dots, l_e \\ \tau_m^M = l_{uN} \lambda_m^{l_u} \quad m = l_e + 1, \dots, M \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (22)$$

b) [N - q] < M ≤ N の時

M 個の快速停車駅はすべて乗換え不利駅であり、総節約時間は乗換え不利駅利用による節約時間に等しく、次式で表わされる。

$$I_M = M H_N^M \dots\dots\dots (23)$$

また、最適快速停車駅の緩行停車駅も当然 M H_N^M に対応した $l_{uN} \lambda_m^M$ に等しく、次式となる。

$$\tau_m^M = l_{uN} \lambda_m^M \quad m = 1, 2, \dots, M \dots\dots\dots (24)$$

3. 解法の手順

複々線区間 [1, N] を快速・緩行運転の対象区間とする時、快速停車駅数を 2 から N まで順次変化させる場合のそれぞれの快速停車駅の最適配置とその時の節約時間を算出する計算手順を 図-7 に従って説明する。

- 1) N, t_F, q, P_j を基礎データとして与える。
- 2) F_k^l, k \mu^l, l_u H_k^l, l_u \lambda_0^l を D.P. の定式化の初期値として与える。
- 3) 式 (1) により、k*(l_u) を式 (2) により k**(l_u) を計算する。

(l_u を 1 から N まで)

- 4) k*** = k**(1) を計算する。
- 5) 式 (7) により T_jk を計算する。
(j を 1 から k*** - 1 まで)
(k を j + 1 から k*** まで)
- 6) 式 (5) と (6) より F_k^l と k \mu_m^l を求める。
(l を 2 から k*** まで)
(k を l + 1 から k*** まで)
(m を 1 から l まで)
- 7) 式 (8) により L_k^{l_u} を計算する。
(l_u を 1 から [N - q] - 1 まで)
(k を 1 から k**(l_u) まで)
- 8) 式 (9) で (10) より G_{l_e}^{l_e} で l_{uv} \lambda_m^{l_e} を求める。
(l_u を 1 から [N - q] - 1 まで)
(l_e を 1 から k**(l_u) まで)
(m を 1 から l_e まで)

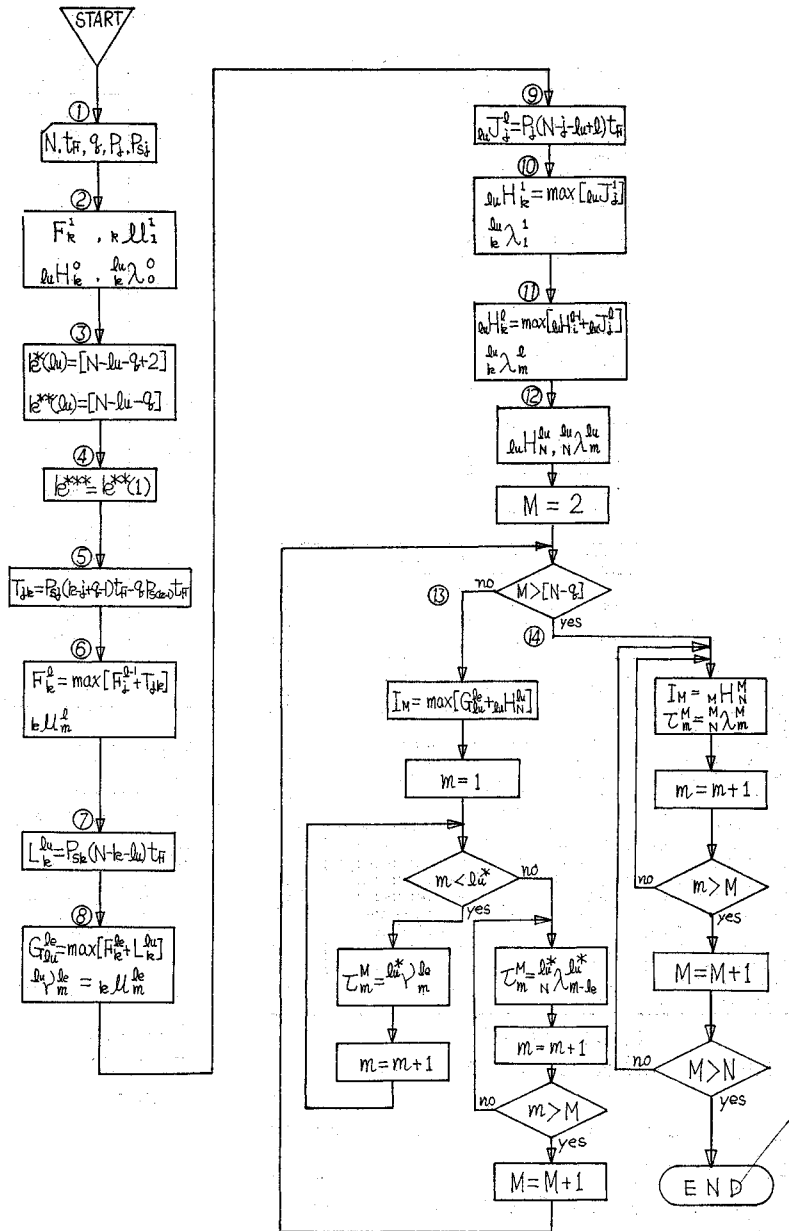


図-7 快速停車駅の最適配置算出のための計算フローチャート

- 9) 式 (17) より $l_u J_j^l$ を計算する。
 $\left(\begin{array}{l} l_u \text{ を } 2 \text{ から } N \text{ まで} \\ l \text{ を } 1 \text{ から } l_u - 1 \text{ まで} \\ j \text{ を } k^*(l_u) + l - 1 \text{ から } N - l_u + l \text{ まで} \end{array} \right)$
- 10) 式 (13) と (15) より $l_u H_k^l$ と $l_u \lambda_k^l$ を求める。
 $\left(\begin{array}{l} l_u \text{ を } 2 \text{ から } N \text{ まで} \\ k \text{ を } k^*(l_u) \text{ から } N - l_u + 1 \text{ まで} \end{array} \right)$
- 11) 式 (16) と (18) より $l_u H_k^l$ と $l_u \lambda_k^l$ を求める。
- 12) 式 (19) と (20) より $l_u H_N^l$ と $l_u \lambda_m^l$ を求める。
 $\left(\begin{array}{l} l_u \text{ を } 2 \text{ から } N \text{ まで} \\ m \text{ を } 1 \text{ から } l_u \text{ まで} \end{array} \right)$
- 13) 式 (21) と (22) より I_M と τ_m^M を求める。

快速 停車駅数	停車駅番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	節約時間 (分)	
2																												14	
3																													2256850
4																													2433550
5																													2505050
6																													2521150
7																													2536250
8																													2534000
9																													2524650
10																													2506950
11																													2479800
12																													2440250
13																													2396200
14																													2344950
15																													2274350
16																													2194600
17																													2099650
18																													1985150
19																													1857100
20																													1724400
21																													1535750
22																													1257550
23																													977550
24																													693200
25																													385400
26																													0.000

(その1) 方向別運転

快速 停車駅数	停車駅番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	節約時間 (分)	
2																													1315900
3																													1942100
4																													2149300
5																													2253300
6																													2298800
7																													2324000
8																													2340900
9																													2344800
10																													2348600
11																													2351300
12																													2329000
13																													2298500
14																													2265200
15																													2213100
16																													2153100
17																													2078800
18																													1977400
19																													1857100
20																													1723200
21																													1525400
22																													1253800
23																													975600
24																													693000
25																													385400
26																													0.000

(その2) 線路別運転

図-8 快速停車駅数別による最適配置パターン

表-1 試算に用いる各駅の乗客数および累積乗客数

.....	P_i	P_{si}	$P_i/\Sigma P_i$
1	13,000	13,000	0.030
2	4,300	17,300	0.010
3	5,300	22,600	0.012
4	7,400	30,000	0.017
5	8,200	28,200	0.019
6	11,700	49,900	0.027
7	3,900	53,800	0.009
8	6,900	60,700	0.016
9	12,300	73,000	0.028
10	8,700	81,700	0.020
11	7,400	89,100	0.017
12	10,400	99,500	0.024
13	7,900	107,400	0.018
14	8,300	115,700	0.019
15	11,800	127,500	0.027
16	5,200	132,700	0.012
17	3,100	135,800	0.007
18	629,500	265,300	0.298
19	21,900	287,200	0.050
20	3,000	290,200	0.007
21	3,900	294,100	0.009
22	29,800	323,900	0.069
23	22,700	646,600	0.052
24	38,800	385,400	0.089
25	48,600	434,000	0.112

換算して加えるものなどいろいろあるが、ここでは単純に時間のみを考慮し、待合わせ時間を含めた $t_c + t_w$ は方向別運転で 1.5 分、線路別運転で 4 分とした。この結果は図-8,9 に示すとおりとなり、おおむね次のように考察される。

1) 方向別運転では快速停車駅数が 7 のとき、線路別運転では 11 のとき節約時間は最大となる。しかしながら方向別運転では快速停車駅数が 5~10 で、線路別運転では 7~11 で節約時間がほぼ等しく、最適快速停車駅数に幅があると考えられる。

2) 方向別運転と線路別運転による節約時間の差は快速停車駅数が 2 の時の 3.4×10^5 人分から停車駅数の増加につれて減少し、方向別運転による節約時間に対する割合も快速停車駅数が 5 以上では 10% にも達していない。従来、方向別運転が線路別運転より利用者にとって非常に有利であるといわれてきたが、通勤時間を評価指標とする場合には計量的な効果はそれほど大きくないことがわかる。

3) 方向別運転と線路別運転において快速停車駅数を同じとした場合の最適配置パターンには大きな相違はなく、快速停車駅数を変化させても第 6 駅、第 9 駅、第 12 駅、第 18 駅がおおむねその快速停車駅となっている。そして快速停車駅数を増加するにつれ、快速停車駅は始発駅の方から順次定まり、また利用者の多い駅の順に定

$$\begin{pmatrix} M \text{ を } 2 \text{ から } [N-q] \text{ まで} \\ m \text{ を } 1 \text{ から } M \text{ まで} \end{pmatrix}$$

14) 式 (23) と (24) より I_m と τ_m^M を求める。

$$\begin{pmatrix} M \text{ を } [N-q] \text{ から } N \text{ まで} \\ m \text{ を } 1 \text{ から } M \text{ まで} \end{pmatrix}$$

4. 試算と考察

前述の手順により、ある複々線計画路線での最適列車運行形態について試算した。この試算に際して対象路線の緩行停車駅数 N を 26、各駅からの都心終着駅への通勤者数 P_i および累積通勤者数 P_{si} を表-1 に示すとおりとし、1 駅通過による節約時間 t_F は 1 分とした。また、運転方式別による乗換え時間 t_c については、単に乗換え時間を考えるもの、エネルギー損失を時間項に

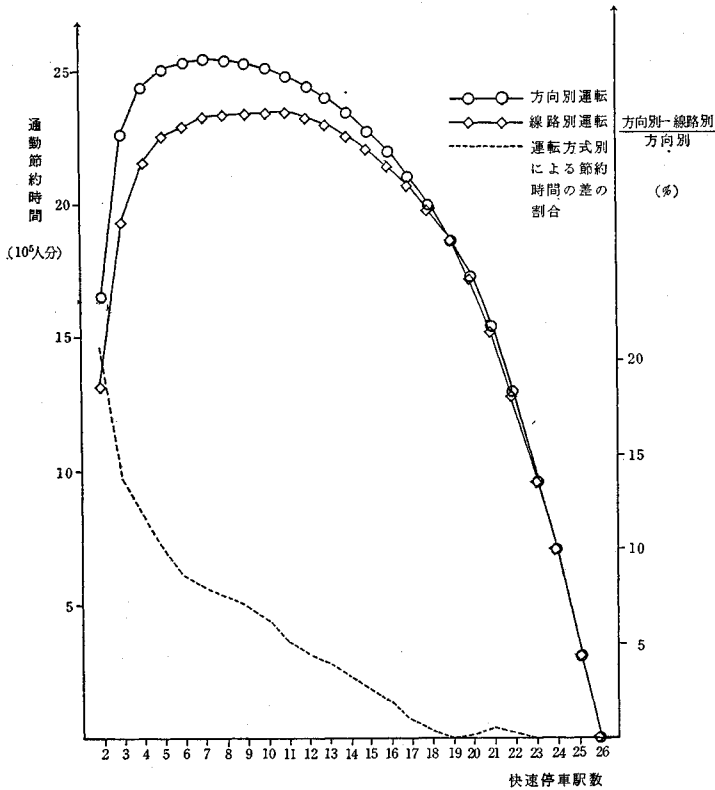


図-9 運転方式別による節約時間の比較

まる傾向がある。

5. おわりに

本研究において、通勤節約時間を評価指標とする場合の複々線区間上の快速・緩行運転における快速停車駅の最適配置パターンの決定手法を見出し、快速停車駅での緩行と快速の乗換え時間を与えることにより、この手法から方向別運転と線路別運転との運転方式別の計量的差異をある程度明らかにでき、通勤節約時間からみた複々線区間での最適列車運行形態を見出している。したがって、大都市圏における通勤鉄道路線の線路増設計画に際

して、本手法が客観的な資料の提供を可能にしていると考えられる。

しかしながら、利用者は主に通勤時間と通勤混雑率を考慮して快速・緩行別の列車を選択するのに対し、通勤節約時間のみを本手法の評価指標としてとりあげているところに本研究の今後の課題があるといえる。すなわち、評価指標として通勤混雑率をとりあげる場合いかなる基準を設定するのか、快速・緩行別の輸送配分をD.P.の手法にどの様に組入れるのか、それぞれ難しい課題である。

さらに、本研究の手法が都心への利用者のみを対象にしており、都心が分散されている路線、あるいは都市間鉄道への適用法をどう処理するかの課題も残されており、あわせて今後の研究に待つところが大きい。

また、今後コンピューターを使用して、沿線人口の分布、路線延長、列車の運転時隔、乗換え時間等を変化させた数多くのケーススタディーを行うことにより運転方式別の特長、快速停車

駅としての主たる条件が見出されるであろうことが考えられる。

最後に本研究をまとめるにあたり、懇切なるご指導を賜った京都大学 天野光三教授に深甚なる謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 安井常二：交通路線の最適ノード配置に関する研究，京都大学工学部土木工学科修士論文，No. 485，pp. 54~77，昭和45年3月。
- 2) 日本鉄道施設協会：大都市内交通網の旅客流動の解析に関する研究報告書，pp. 22~35，昭和44年3月。

(1976.6.14・受付)