

乗客サービス水準と平均乗車効率を用いた 列車運行本数の最適化について

吉 田 豊 穂

On the Efficiency of Train Operation By Using the Average of Passengers Usage of Services and Frequency of Ridership

Toyoho YOSHIDA

In this paper, the author has tried to find the efficiency train operation by using the average of passengers usage of services, the owner's estimate of frequency of usage, and the passengers waiting and boarding time.

The passenger hopes that, from time of arrival at the station, waiting time and boarding time are minimal ; this is also in the interest of the owner.

This paper studies whether average frequency of express and non-express train operation is reasonably in line with calculated rates, when divided by passengers waiting and boarding time from time of arrival at the station.

1. はじめに

本研究は利用者からの評価基準である乗客待時間プラス乗車時間と経営者からの評価基準である平均乗車効率を用いて、急行と普通列車の運行本数の最適化について考究するものである。利用者にとっては、列車に乗車するため駅へ到着してから乗車するまでには何分間か待たされるのが普通であって、到着してからすぐに乗車できることは稀である。それゆえ駅へ到着してから乗車するまでの乗客待時間と、乗車してから降車駅へ到着するまでの乗車時間との和、すなわち乗客サービス水準は式(1)を最小とすることが望ましい。これにOD別の利用者数を乗じるとトータルサービス水準が算出される。また経営者にとっては平均乗車効率は高いほどよく、両者を合わせた総合評価基準としては式(2)が考えられ、乗客サービス水準の小さい値を平均乗車効率の大きい値で除すことになるから、式(2)を最小とすることにより運行本数の最適解がえられる。調査研究の対象としたのは図-1と表-1のように福井県の武生市と福井市間を運行している福井鉄道株式会社、福武線である。

$$\text{乗客待時間} + \text{乗車時間} \rightarrow \text{Min} \quad (1)$$

$$\frac{(\text{乗客待時間})^a + a (\text{乗車時間})}{(\text{平均乗車効率})^b} \rightarrow \text{Min} \quad (2) \quad a, b : \text{重み係数}$$

○急行停車駅

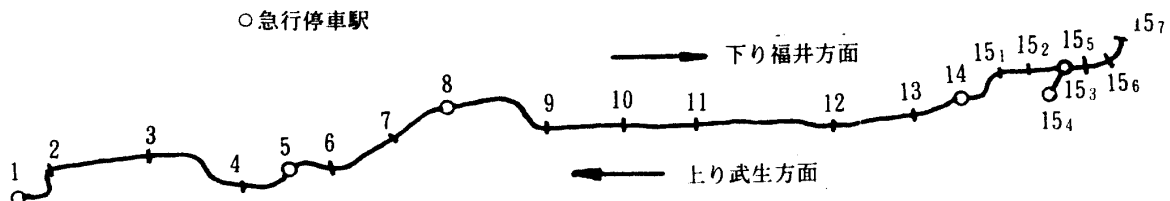


図-1 福武線

表-1 駅名と停留場名

No.	駅名	停留場名	No.	駅名	停留場名	No.	駅名	停留場名
①	武生新		⑧	神明		15 ₁		木田四ッ辻
2	西武生		9	鳥羽中		15 ₂		公園口
3	家久		10	三十八社		⑮		市役所前
4	上鯖江		11	浅水		⑮	福井駅前	
⑤	西鯖江		12	江端		15 ₅		裁判所前
6	西山公園		13	花堂		15 ₆		松本通り
7	水落		⑭	福井新		15 ₇	田原町	

2. 乗客待時間の調査について

調査には駅前までバスの乗入れのない⑭福井新駅において卒研生9名により平成元年9月12日に実施した。調査の対象とした列車は表-2にあるように下りと上りについて急行列車24本と普通列車24本の計48本である。下り列車の乗客待時間調査書を表-3に示す。調査結果では急行列車の下りと上り、普通列車の下りと上りの待時間はそれぞれ相異なるが、急行列車と普通列車の待時間として示せば表-4のように1人平均待時間は4.96分と5.61分である。総待時間については1人平均待時間に乗車人員を乗じて求めることができるが、これを表-5に示す。

表-2 乗客待時間調査の対象列車

調査駅: ⑭福井新駅

調査日: 平成元年9月12日

下り福井方面行発車時刻		上り武生方面行発車時刻	
○7:23	14:49	○7:22	14:33
7:36	15:19	7:31	○14:51
7:49	○15:23	○7:51	○16:51
○7:53	○16:53	8:01	17:03
○8:05	17:19	8:09	17:21
8:10	○17:23	○8:21	17:33
8:19	17:49	○8:51	○17:51
○8:23	○17:53	9:01	18:03
○8:53	18:19	○9:21	○18:21
9:19	○18:23	9:32	18:33
○9:23	18:49	○13:51	○18:51
9:49	○18:53	14:03	
○14:23			

○は急行列車

表-3 下り列車の待時間調査書

○は急行列車

発車時刻	乗客到着時刻	人数(人)	待時間(分)	人数の計(人)	待時間の計(分)	発車時刻	乗客到着時刻	人数(人)	待時間(分)	人数の計(人)	待時間の計(分)		
○ 7 : 23	7 : 19	1	4	3	9	○ 8 : 53	8 : 47	1	6	5	12		
	20	1	3				48	1	5				
	21	1	2				52	1	1				
7 : 36	7 : 28	2	8	7	38		53	2	0			0	0
	30	2	6			9 : 19	0	0					
	32	1	4			○ 9 : 23	9 : 20	2	3	3	8		
	33	2	3			21	1	2					
7 : 49	7 : 38	1	11	8	47	9 : 49	9 : 34	1	15	3	24		
	41	2	8				43	1	6				
	43	2	6				46	1	3				
	46	2	3					○14 : 23	14 : 12	1	11	2	20
	47	1	2	14	1			9					
○ 7 : 53	7 : 51	3	2	7	10	14 : 49	14 : 49	2	0	2	0		
	52	4	1			15 : 19	0	0	0	0	0		
○ 8 : 05	7 : 57	1	8	12	61	○15 : 23		0	0	0	0		
	58	3	7			16 : 40	1	13	3	22			
	59	2	6			○16 : 53	48	1			5		
	8 : 00	3	5			49	1	4					
	03	2	2			17 : 19	17 : 10	1	9	1	9		
	04	1	1			○17 : 23		0	0	0	0		
8 : 10 3分延着 13分発	8 : 07	2	6	31	100	17 : 49	17 : 38	1	11	3	19		
	08	8	5				44	1	5				
	09	9	4				46	1	3				
	12	12	7			○17 : 53	17 : 48	1	5	2	8		
8 : 19 4分延着 23分発	8 : 14	2	9	4	32	50	1	3					
	15	1	8			18 : 09	1	10	3	21			
	17	1	6			10	1	9					
○ 8 : 23 2分延着 25分発	8 : 20	2	5	6	20	17	1	2	0	0			
	21	2	4			○18 : 23	0	0					
	23	1	2			18 : 49	18 : 20	1			29	1	29
	25	1	0			○18 : 53		0			0	0	0
	合 計										106	489	

表－４ １人平均待時間

列車種別	方向別	乗車人員(人)	待時間(分)	乗車人員計(人)	待時間計(分)	1人平均待時間(分)
急行列車	下り	43	170	114	566	4.96
	上り	71	396			
普通列車	下り	63	319	143	547	5.61
	上り	80	483			

表－５ 総 待 時 間

方向別	列車種別	現行運行本数(本)	乗車人員(人)	1人平均待時間(分)	待時間(分)
下り	急行列車	20	1,019	4.96	5,054
	普通列車	31	4,496	5.61	25,223
上り	急行列車	19	869	4.96	4,310
	普通列車	31	4,845	5.61	27,180

3. 乗車時間について

OD表の乗車人員に駅間の所要時間に乗じて求めることができる。表－６は下り普通列車のOD表であるが、これには普通乗車券、回数乗車券、通勤・通学定期乗車券のすべてを含んでいる。表－６にもとづく乗車時間の計算書は表－７のとおりであり、これらをまとめた乗車時間を表－８に示す。

表－６ 下り普通列車のOD表

昭和63年6月14日調査

○は急行停車駅

所要時間(分)	2	3	4	2	3	2	2	2	2	5	5	3	2	7		
着駅	①	2	3	4	⑤	6	7	⑧	9	10	11	12	13	⑭	⑮	計
発駅																
①		3	141	25	73	38	32	62	52	7	18	22	9	31	566	1,079
2			9	25	38	7	4	19	11	2	2	3		9	98	227
3				9	41	4	8	40	14	3	8	5		6	107	245
4					6	7	9	52	18	1	5	3		12	48	161
⑤						6	14	67	17	5	17	30	11	16	406	589
6							5	20	5	2	3	3	2	4	65	109
7								7	3		3	3	1	6	39	62
⑧									13	3	17	30	5	25	659	752
9											6	8	3	8	102	127
10												1	3	2	4	56
11													55	27	45	607
12														1	10	157
13															2	35
⑭																140
⑮																
計			3	150	59	158	62	72	267	133	23	80	165	61	178	3,085
																4,496

表-7 下り普通列車の乗車時間計算表

○ D	乗車人員(人)	所要時間(分)	乗車時間(分)	○ D	乗車人員(人)	所要時間(分)	乗車時間(分)	○ D	乗車人員(人)	所要時間(分)	乗車時間(分)
1-2	3	2	6	3-12	5	27	135	7-9	3	4	12
1-3	141	5	705	3-13	0	30	0	7-10	0	6	0
1-4	25	9	225	3-14	6	32	192	7-11	3	11	33
1-5	73	11	803	3-15	107	39	4,173	7-12	3	16	48
1-6	38	14	532	4-5	6	2	12	7-13	1	19	19
1-7	32	16	512	4-6	7	5	35	7-14	6	21	126
1-8	62	18	1,116	4-7	9	7	63	7-15	39	28	1,092
1-9	52	20	1,040	4-8	52	9	468	8-9	13	2	26
1-10	7	22	154	4-9	18	11	198	8-10	3	4	12
1-11	18	27	486	4-10	1	13	13	8-11	17	9	153
1-12	22	32	704	4-11	5	18	90	8-12	30	14	420
1-13	9	35	315	4-12	3	23	69	8-13	5	17	85
1-14	31	37	1,147	4-13	0	26	0	8-14	25	19	475
1-15	566	44	24,904	4-14	12	28	336	8-15	659	26	17,134
2-3	9	3	27	4-15	48	35	1,680	9-10	0	2	0
2-4	25	7	175	5-6	6	3	18	9-11	6	7	42
2-5	38	9	342	5-7	14	5	70	9-12	8	12	96
2-6	7	12	84	5-8	67	7	469	9-13	3	15	45
2-7	4	14	56	5-9	17	9	153	9-14	8	17	136
2-8	19	16	304	5-10	5	11	55	9-15	102	24	2,448
2-9	11	18	198	5-11	17	16	272	10-11	1	5	5
2-10	2	20	40	5-12	30	21	630	10-12	3	10	30
2-11	2	25	50	5-13	11	24	264	10-13	2	13	26
2-12	3	30	90	5-14	16	26	416	10-14	4	15	60
2-13	0	33	0	5-15	406	33	13,398	10-15	56	22	1,232
2-14	9	35	315	6-7	5	2	10	11-12	55	5	275
2-15	98	42	4,116	6-8	20	4	80	11-13	27	8	216
3-4	9	4	36	6-9	5	6	30	11-14	45	10	450
3-5	41	6	246	6-10	2	8	16	11-15	607	17	10,319
3-6	4	9	36	6-11	3	13	39	12-13	1	3	3
3-7	8	11	88	6-12	3	18	54	12-14	10	5	50
3-8	40	13	520	6-13	2	21	42	12-15	157	12	1,884
3-9	14	15	210	6-14	4	23	92	13-14	2	2	4
3-10	3	17	51	6-15	65	29	1,885	13-15	35	9	315
3-11	8	22	176	7-8	7	2	14	14-15	140	7	980
								計	4,496	計	103,531

表-8 乗車時間

方向別	列車種別	乗車時間(分)
下り	急行列車	15,295
	普通列車	103,531
上り	急行列車	13,096
	普通列車	114,094

4. 駅間乗客需要量の配分について

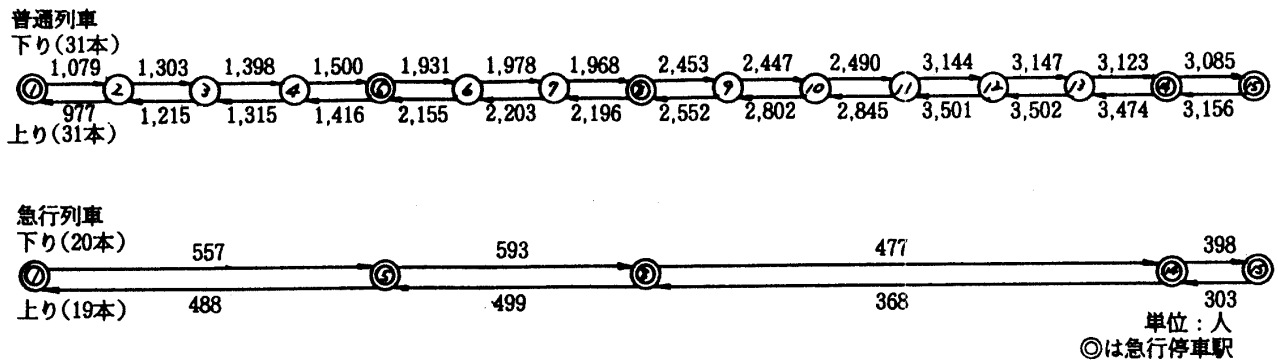
表－6の下り普通列車のOD表により各駅間における乗客需要量の配分の計算書を示すと表－9のとおりであり、これらをまとめると図－2のとおりとなる。

表－9 下り普通列車の駅間乗客需要量の配分

単位：人

	①	2	3	4	⑤	6	7	⑧	9	10	11	12	13	⑭	⑮
①	1,079	1,076	935	910	837	799	767	705	653	646	628	606	597	566	
2		227	218	193	155	148	144	125	114	112	110	107	107	98	
3			245	236	195	191	183	143	129	126	118	113	113	107	
4				161	155	148	139	87	69	68	63	60	60	48	
⑤					589	583	569	502	485	480	463	433	422	406	
6						109	104	84	79	77	74	71	69	65	
7							62	55	52	52	49	46	45	39	
⑧								752	739	736	719	689	684	659	
9									127	127	121	113	110	102	
10										66	65	62	60	56	
11											734	679	652	607	
12												168	167	157	
13													37	35	
⑭														140	
⑮															
計	1,079	1,303	1,398	1,500	1,931	1,978	1,968	2,453	2,447	2,490	3,144	3,147	3,123	3,085	

◎は急行停車駅

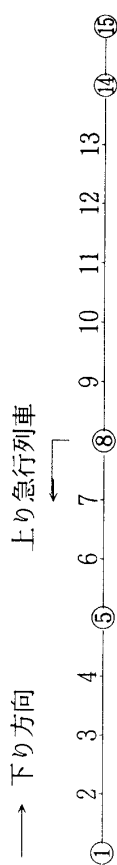


図－2 駅間乗客需要量の配分

5. 急行列車がないものとして普通列車の乗車時間について

表－10の上り急行列車がないものとして下り普通列車のみの乗車時間については、上り急行列車が下り普通列車と⑧でこう換となるので下り普通列車は⑧で1分間の待時間を生じてくる。したがって下り普通列車は①から⑧までは上り急行列車の影響を受けないが、⑧を越して9.10.11.12.13.⑭.⑮へは同様に1分間の待時間を生じる。このような計算方法によると、待時間の合計は1,701分となり、表－8の現行下り普通列車の乗車時間103,531分より1,701分を引くと上り急行列車がないものとして下り普通列車のみの乗車時間は101,830分である。同様に下り急行列車がないものとして上り普通列車のみの乗車時間については、同じ計算方法により表－11に示すように110,245分となる。

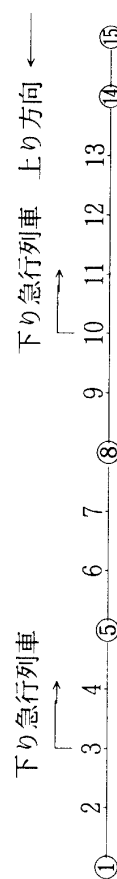
表-10 上り急行列車がないものとして下り普通列車のみの乗車時間
上り急行列車が下り普通列車と⑧でこう換、普通列車は1分の待合せ



O D	乗車人員 (人)	待時間 (分)	待時間計 (分)	O D	乗車人員 (人)	待時間 (分)	待時間計 (分)	O D	乗車人員 (人)	待時間 (分)	待時間計 (分)
1-9	52	1	52	3-12	5	1	5	5-15	406	1	406
1-10	7	1	7	3-13	0	1	0	6-9	5	1	5
1-11	18	1	18	3-14	6	1	6	6-10	2	1	2
1-12	22	1	22	3-15	107	1	107	6-11	3	1	3
1-13	9	1	9	4-9	18	1	18	6-12	3	1	3
1-14	31	1	31	4-10	1	1	1	6-13	2	1	2
1-15	566	1	566	4-11	5	1	5	6-14	4	1	4
2-9	11	1	11	4-12	3	1	3	6-15	65	1	65
2-10	2	1	2	4-13	0	1	0	7-9	3	1	3
2-11	2	1	2	4-14	12	1	12	7-10	0	1	0
2-12	3	1	3	4-15	48	1	48	7-11	3	1	3
2-13	0	1	0	5-9	17	1	17	7-12	3	1	3
2-14	9	1	9	5-10	5	1	5	7-13	1	1	1
2-15	98	1	98	5-11	17	1	17	7-14	6	1	6
3-9	14	1	14	5-12	30	1	30	7-15	39	1	39
3-10	3	1	3	5-13	11	1	11	計			1,701
3-11	8	1	8	5-14	16	1	16				

下り普通列車のみの乗車時間 103,531分 - 1,701分 = 101,830分

表-11 下り急行列車がないものとして上り普通列車のみの乗車時間
下り急行列車通過のため上り普通列車は3と10で1分間づつの待合せ



O D	乗車人員 (人)	待時間 (分)	待時間計 (分)	O D	乗車人員 (人)	待時間 (分)	待時間計 (分)	O D	乗車人員 (人)	待時間 (分)	待時間計 (分)
15-9	358	1	358	13-7	2	1	2	11-5	18	1	18
15-8	495	1	495	13-6	2	1	2	11-4	5	1	5
15-7	40	1	40	13-5	11	1	11	11-3	8	1	8
15-6	65	1	65	13-4	0	1	0	11-2	3	2	6
15-5	617	1	617	13-3	3	1	3	11-1	17	2	34
15-4	48	1	48	13-2	0	2	0	10-2	2	1	2
15-3	106	1	106	13-1	9	2	18	10-1	7	1	7
15-2	98	2	196	12-9	8	1	8	9-2	11	1	11
15-1	383	2	766	12-8	30	1	30	9-1	52	1	52
14-9	8	1	8	12-7	3	1	3	8-2	23	1	23
14-8	97	1	97	12-6	3	1	3	8-1	79	1	79
14-7	6	1	6	12-5	31	1	31	7-2	4	1	4
14-6	4	1	4	12-4	3	1	3	7-1	31	1	31
14-5	103	1	103	12-3	6	1	6	6-2	7	1	7
14-4	13	1	13	12-2	4	2	8	6-1	39	1	39
14-3	7	1	7	12-1	24	2	48	5-2	39	1	39
14-2	10	2	20	11-9	6	1	6	5-1	78	1	78
14-1	95	2	190	11-8	16	1	16	4-2	26	1	26
13-9	3	1	3	11-7	3	1	3	4-1	29	1	29
13-8	5	1	5	11-6	3	1	3	計			3,849

上り普通列車のみの乗車時間 114,094分 - 3,849分 = 110,245分

6. 急行列車と普通列車の運行本数の組合せについて

現行の運行所要時間は急行列車は1往復するのに74分であり、普通列車は113分である。すなわちその比率は急行列車1本に対して普通列車は1.5本分になる。このことは急行列車3本の運行本数に見合うのは所要時間からすれば普通列車は2本である。そこで下りと上りについて急行列車と普通列車の運行本数の変化の組合せを考えてみよう。現行運行本数は急行列車は下り20本、上り19本、普通列車は下り上りとも31本であるから、この運行本数を基準とすれば表-12が考えられる。

表-12 急行列車と普通列車の運行本数の組合せ

運行本数の組合せ (下り, 上り)	急行列車 (本)	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
	普通列車 (本)	41	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21	19

7. 評価方法

表-12にもとづいて最適運行本数の総合評価については下り急行列車 + 普通列車, 上り急行列車 + 普通列車として行なう。

(1) 乗客待時間

急行列車と普通列車の基準運行本数が r_0 と l_0 のとき, その総待時間を $W^1_{(r_0)}$, $W^2_{(l_0)}$ とすると, 運行本数がそれぞれ r , l と変更された時の総待時間 $W^1_{(r)}$ と $W^2_{(l)}$ は次式で求める。

$$\text{急行列車 } W^1_{(r)} = W^1_{(r_0)} \left(\frac{r_0}{r} \right)^a \quad (3) \quad \text{普通列車 } W^2_{(l)} = W^2_{(l_0)} \left(\frac{l_0}{l} \right)^a \quad (4) \quad a: \text{重み係数}$$

(2) 乗車時間

乗車時間については次のような計算方法によって計算を行なう。例えば下り普通列車の乗車時間は上り急行列車19本が通過のため停車駅で待合せ時間を生ずるから, 上り急行列車が存在しないものとすれば下り普通列車のみの乗車時間は表-10のように101,830分となる。同様に上り普通列車は下り急行列車20本を待合せのため上り普通列車のみの乗車時間は表-11のように110,245分である。それで急行列車の運行が存在しないとき, つまり普通列車のみの運行時の普通列車乗車時間総和を $T^2_{(0)}$ 急行列車運行本数が r 本のときの普通列車乗車時間総和を $T^2_{(r)}$ とすると

$$T^2_{(r)} = T^2_{(0)} + a \{T^2_{(r_0)} - T^2_{(0)}\} \frac{r}{r_0} \quad (5) \quad r=0 \text{ のときは } T^2_{(0)}, \quad r=r_0 \text{ のときは } T^2_{(r_0)} \text{ と}$$

なる。
 a : 重み係数

普通列車の乗車時間は急行列車の運行本数 r によってのみ影響され, 普通列車の運行本数 l には関係がない。また急行列車の乗車時間は r に関係なく一定値とする。

$$T^1_{(r)} = C \text{ (一定値)} \quad (6)$$

(3) 乗客待時間+乗車時間

$$Z = Z_1 + Z_2 = [W^1_{(r)} + T^1_{(r)}] + [W^2_{(l)} + T^2_{(l)}] = W^1_{(r_0)} \left(\frac{r_0}{r}\right)^a + W^2_{(l_0)} \left(\frac{l_0}{l}\right)^a + T^2_{(l_0)} + a \{T^2_{(r_0)} - T^2_{(l_0)}\} \frac{r}{r_0} \quad (7)$$

Z_1 : 下り急行列車 + 普通列車の乗客待時間と乗車時間

Z_2 : 上り急行列車 + 普通列車の乗客待時間と乗車時間

(4) 平均乗車効率

駅間乗車効率が高いほど経営者にとっては運行効率が高くなり有利である。平均乗車効率は急行列車と普通列車のそれぞれの組合せについての評価基準であり、駅間乗車効率と同様に高めれば有利である。これを式にあらわせば次のようになる。

$$\text{駅間乗車効率} \quad \lambda_n^m = \frac{N_n^m}{C_n^m \cdot K_n^m} \times 100 \quad (8)$$

ここで、 $m=1$: 下り急行列車、 $m=2$: 下り普通列車、 $m=3$: 上り急行列車、 $m=4$: 上り普通列車、 N_n : 駅間 n の乗客需要量(人) 図-2参照、 K_n : 駅間 n の運行本数(本)、 C_n : 駅間 n の1車あたりの平均乗車人員(人)、よって平均乗車効率 $\bar{\lambda}$ は運行本数で重み付けをして

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_m \sum_n \lambda_n^m \cdot K_n^m}{\sum_m \sum_n K_n^m} \times 100 \quad (9)$$

8. 具体的計算例

急行列車32本と普通列車23本の場合、 $a=b=1.00$

(1) 乗客待時間+乗車時間

$$\begin{aligned} \text{式(7)により, } Z = Z_1 + Z_2 &= \{5,054 \left(\frac{20}{32}\right)^{1.00} + 25,223 \left(\frac{31}{23}\right)^{1.00} + 101,830 + 1.00 (103,531 \\ &- 101,830) \frac{32}{19}\} + \{4,310 \left(\frac{19}{32}\right)^{1.00} + 27,180 \left(\frac{31}{23}\right)^{1.00} + 110,245 + 1.00 (114,094 - 110,245) \frac{32}{20}\} \\ &= 141,850 + 155,596 = 297,446 \text{分} \end{aligned}$$

(2) 平均乗車効率

式(8), (9)を用いて計算すると表-13のとおりであり、これにより平均乗車効率 $\bar{\lambda}$ は次のように求めることができる。

$$\bar{\lambda} = \frac{44,171.22}{900} = 49.08 \%$$

表-13 平均乗車効率の計算表

(3) 計算結果

乗客待時間プラス乗車時間を平均乗車効率で除すと次のとおりとなる。

$$\frac{Z}{\bar{\lambda}} = 6,060$$

表-14はこれらを取りまとめた計算書の一覧表であるが、これを図示すると図-3のとおりである。

m	λ_n^m	K_n^m	$\sum_m \sum_n \lambda_n^m K_n^m$	$\sum_m \sum_n K_n^m$
1	197.75	32	6,328	128
2	692.12	23	15,918.76	322
3	191.89	32	6,140.48	128
4	686.26	23	15,783.98	322
$\sum_{m=1}^4$			44,171.22	900

表-14 最適運行本数の計算書

組 合 せ	急行(本)	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
	普通(本)	41	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21	19
乗客待時間 ^a (分)	a = 0.80	69,762	62,740	60,313	59,780	60,313	61,594	63,494	65,978	69,070	72,847	77,434	83,025
	a = 1.00	76,216	64,525	60,539	59,483	59,990	61,552	63,972	67,203	71,290	76,348	82,585	90,314
	a = 1.20	85,532	67,130	61,039	59,273	59,682	61,510	64,470	68,499	73,667	80,156	88,276	98,510
a × 乗車時間(分)	a = 0.80	213,203	213,880	214,557	215,233	215,910	216,586	217,263	217,940	218,617	219,294	219,971	220,647
	a = 1.00	213,485	214,331	215,177	216,022	216,869	217,715	218,560	219,407	220,252	221,098	221,944	222,790
	a = 1.20	213,767	214,782	215,797	216,812	217,827	218,842	219,858	220,872	221,888	222,903	223,918	224,933
乗客待時間 ^a + a × 乗車時間(分)	a = 0.80	282,965	276,620	274,870	275,013	276,223	278,180	280,757	283,918	287,687	292,026	297,405	303,672
	a = 1.00	289,701	278,856	275,716	275,505	276,859	279,267	282,532	286,610	291,542	297,446	304,529	313,104
	a = 1.20	299,299	281,912	276,836	276,085	277,509	280,352	284,328	289,371	295,555	303,059	312,194	323,443
平均乗車効率 ^b (%)	b = 0.80	22.46	22.39	22.45	22.50	22.49	22.53	22.49	22.55	22.49	22.53	22.48	22.42
	b = 1.00	48.91	48.72	48.86	49.01	48.98	49.09	48.98	49.15	48.97	49.08	48.94	48.78
	b = 1.20	106.48	105.99	106.34	106.75	106.66	106.95	106.67	107.11	106.65	106.93	106.56	106.15
乗客待時間 ^a + a × 乗車時間 平均乗車効率 ^b	a=1.00, b=1.00	5,923	5,724	5,643	5,621	5,652	5,689	5,768	5,831	5,953	6,060	6,222	6,419
	a=1.20, b=0.80	13,326	12,591	12,331	12,270	12,339	12,443	12,642	12,832	13,142	13,451	13,888	14,427
	a=0.80, b=1.20	2,657	2,610	2,585	2,576	2,590	2,601	2,625	2,651	2,697	2,731	2,791	2,861

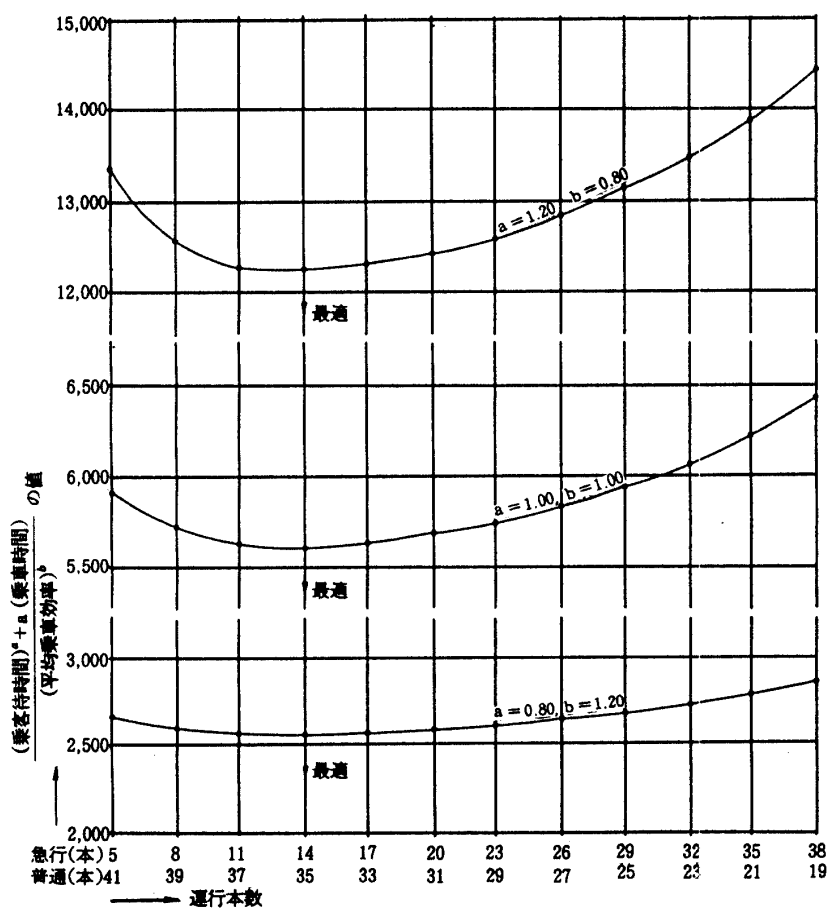


図-3 最適運行本数グラフ

9. ま と め

最適運行本数を論ずるにあたり、急行列車何本、普通列車何本と決定づけることはできないが、表-14の最適運行本数の計算書および図-3のグラフを見較べてみると、最適運行本数は急行列車14本と普通列車35本と思われる。重みをつけてみたが、重み係数の基準値は1.00であるが最適運行本数にどのように感応するのか調べるために $a = 0.80, 1.20$ $b = 0.80, 1.20$ と変化させてみた。ここで、利用者と経営者がともに平均に利便を受けとるものとして $a = b = 1.00$ として最適運行本数を算定し、また利用者を重視して利用者の重み係数を大きくし、経営者の重み係数を小さくして $a = 1.20, b = 0.80$ とした場合も経営者を重視して経営者の重み係数を大きくし、利用者の重み係数を小さくして $b = 1.20, a = 0.80$ として計算をしてみたが、いずれも最適運行本数に変化はみられなかった。現行運行本数は急行列車20本、普通列車31本となっているが、OD表の乗車人員からみると急行列車が1,888人、普通列車は9,341人で普通列車が圧倒的に多い。したがって普通列車の運行本数が増大し、急行列車の運行本数が減少するのも乗車人員からみれば当然といえよう。しかしながら現在では急行優先ダイヤが編成されているので急行列車20本、普通列車31本でも妥当な運行本数と思われる。本文では乗客サービス水準と平均乗車効率とにより最適運行本数をみいだしたが、さらに一步進めて、行き易さの指標であるアクセシビリティを利用して本問題を解くことを考えている。すなわち利用者にとっては運行本数を所要時間で除した値が大きいほど容易に乗車できて早く降車駅へ到着するであろうし、また経営者にとっては平均乗車効率が高い方がよく、この相乗積の最大となるような急行列車と普通列車の運行本数の最適化についても研究を進めていく。本研究において運行本数の増減に対して乗客数を一定値として与えているので今後においては乗客数の変動にも対応できるような運行本数の最適化について考究したいと思っている。終りに本研究につきましては京都大学工学部交通土木工学教室 飯田恭敬教授より御指導をいただきましたことを厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 吉田 豊穂：乗客待時間を用いた列車運行本数の最適化について、福井工業大学研究紀要第19号、1989・9
 吉田・飯田：乗客待時間と乗車時間を用いた列車運行本数の最適化について、土木学会第44回年次学術講演会講演概要集第4部、1989・10

(平成2年10月26日受理)