

第3章 都市間交通における所要時間の変遷

3.1 概説

地域の発達にとって、他地域との交流は重要な影響があると考えられるが、交通整備の影響は間接的・長期的に現れることを考慮すると、地域の相対的な位置関係の長期的な変遷を定量的に明らかにすることが必要である。このような全国的な地域の相対的な位置関係は都市間交通網整備によるものであるため、その長期的変遷を分析する場合、都市間交通網整備の特徴を考慮することが必要であり、空間的抵抗を表す適切な指標の採用をしなければならない。

本章の分析では、「滞在可能時間」「期待所要時間」の2つの指標を用い、都市間交通の特徴を考慮し、地域間の空間的抵抗である所要時間の変遷を明らかにする。歴史的な変遷を明らかにするに先立ち、これら2指標が、従来からよく用いられてきた「最短所要時間」に比べて有用な指標であることを検証するなどした。

「滞在可能時間」は朝夕の交通機関の利便性を便の所要時間だけでなく、乗換えの利便性を含めて反映させることができ、実際の都市間交通における交通行動に沿った指標となっている。また「期待所要時間」はこれまでの研究における「積み上げ所要時間」から求めた平均所要時間と同じものであるが、一日を通しての交通利便性を表すことができ、各便の所要時間が小さく、運行頻度が高いほど小さな値となり、所要時間と運行頻度の両方を考慮した指標となっている。両指標とも従来の指標とは異なり、都市間・地域間の所要時間を実際の利便性に即した形で表現でき、これら指標は本研究の分析目的に適したものとなっている。

本章では、3.2において上記の2指標に加え、従来からよく用いられる「最短所要時間」を含め、それらの定義・算出手順・指標の特徴などについて述べる。

3.3ではこれら指標の特徴をまとめるとともに、計算条件の変更が指標に与える影響について考察を行う。また、国内の都市間交通における旅客流動や国際交通における空港選択・海外出国者発生量についてモデル分析を行い、これら指標の表現力について検証・考察を行う。

3.4以降でこれら指標を用いて我が国の都市間交通の歴史的変遷について実証的分析を行うが、3.4ではこの実証的分析の分析条件について述べ、3.5において明治期以降の我が国の都道府県庁所在都市間の所要時間の変遷を明らかにする。変遷の分析においては、地理的・時期的な特徴はどのようなものであったか、また整備された具体的な交通機関が都市間の「滞在所要時間」「期待所要時間」及び従来からよく用いられている「最短所要時間」にどのような影響を与えたかについて分析を行う。

最後に3.6において本章での結果をまとめる。

3.2 都市間の空間的抵抗を表す所要時間指標

3.2.1 従来の所要時間指標

1.3.3において指摘したように都市間交通を対象として分析した従来の研究においては、都市間交通が都市内交通とは異なる特徴を持っているにも関わらず、都市内交通と同様の方法により所要時間を取り扱っているという問題があるが、従来からの都市間の所要時間を算出する方法としては以下のような方法により定義されていることが多いと考えられる。説明の例として表3.1を示すが、同表は富山を出発し秋田を訪れる場合の、すべての先着便(その便より遅く出発して、早く到着するような他の便がないもの)について、所要時間の変遷を示したものである。

表3.1 富山 秋田の先着便の変遷

(その1) 1934年12月現在						
モード	富山発	(着)	経由	(発)	秋田着	所要時間
鉄道	6:02		直行		18:55	12:53
鉄道	7:48	14:28	新津	15:53	21:06	13:18
鉄道	17:25		直行		3:28	10:03
(その2) 1961年10月現在						
モード	富山発	(着)	経由	(発)	秋田着	所要時間
鉄道	2:28		直行		13:33	11:05
鉄道	13:14		直行		20:59	7:45
鉄道	17:42		直行		7:18	13:36
鉄道	21:19	1:27	長岡	2:22	8:51	11:32
(その3) 1975年10月現在						
モード	富山発	(着)	経由	(発)	秋田着	所要時間
鉄道	0:59		直行		8:44	7:45
鉄道	4:24		直行		13:46	9:22
航空路	10:25	12:05	東京	14:00	15:35	5:10
鉄道	10:44		直行		19:01	8:17
鉄道	11:37	14:39	新津	14:47	18:33	6:56
鉄道	14:19		直行		21:17	6:58
航空路と鉄道	15:40	17:20	東京	19:27	5:56	14:16
鉄道	16:38	22:01	大宮	22:50	7:00	14:22
鉄道	18:38	21:41	新津	2:47	8:16	13:38
(その4) 1990年3月現在						
モード	富山発	(着)	経由	(発)	秋田着	所要時間
鉄道	0:59		直行		8:40	7:41
航空路	9:10	10:15	東京	11:25	12:25	3:15
航空路	13:15	14:20	東京	16:20	17:20	4:05
航空路	16:15	17:20	東京	18:00	19:00	2:45
鉄道	21:59		直行		5:34	7:35

(1) 結節点間ごとに最も速い便を採用する方法

従来の所要時間の計算方法として最も一般的なものは、結節点間(リンク)ごとに所要時間を設定するもので、通常の最短経路探索によってOD間の所要時間を得ることができるので、最も多くの場合この方法が用いられていると考えられている。この場合乗換え時間は、ダミーノードなどによって考慮することになる。しかし、この方法では、以下のような問題点がある。

- ①乗換え時間を何らかの時間に設定する必要があるが、表3.1の各年代のように、直行便・経路便が混在することが多い。経路便だけを対象としても、1990年の航空便のように、利用する便により待ち時間は異なり、待ち時間の適切な設定値が見つからない場合が多い。
- ②同様に、先着便の経路や交通モードが分析対象年次や出発時刻によって異なる場合も多い。表3.1の1975年の例では、出発時刻により所要時間に3倍近くの差があり、交通モードや経路も多岐に渡っている。このような場合に、どの交通モードを区間の代表交通機関として採用し、所要時間を算出するかについては、適切な方法がない。
- ③実際の運行では最も速い便どうしが接続しているとは限らない。
- ④直通列車の有無や、一部の列車が結節点を通る場合など、運転系統の考慮が難しい。

したがってこの方法は、自動車交通の場合や、所要時間の等しい便が比較的等間隔で運行されている都市内交通などでは有効な方法であるが、運行頻度が低く、便によって乗車時間や乗換え地点での待ち時間が大きく変動する都市間交通に用いるのは不適切である。

(2)その区間の最短所要時間を採用する方法

その区間の最短所要時間を採用する方法は、全便のうちで、乗換え時間も含めた実所要時間の最も短いものを採用する方法で、(1)の方法に比較するとその意味が明確である。しかし、次のような問題点がある。

- ①都市間交通では運行頻度が極めて低い場合があり、最も速い便だけでは都市間の交流可能性を適切に反映できない。例えば表3.1の1990年では最速便は2時間45分で両都市間を結んでおり、この場合所要時間として2時間45分が採用されるが、新幹線のように運行頻度の高い交通機関で同程度の時間数で結ばれた他区間と同様の値となる。
- ②実際に用いる際の問題点として、算出が難しいことがあげられる。すなわち、利用可能なすべての便について起点から終点までの所要時間を算出し、そのなかで最短のものを探さなければならず、乗換えの前後や代替路線を含めたすべての可能な経路のすべての便について時刻表等にあたって検索する必要がある。また、このような計算は、通常の最短経路探索のためのネットワーク計算では行えない。したがって、この方法がとられていることは実際には少ないと考えられる。

なお、都市間の所要時間を用いた分析を行っている文献のなかに、「最短所要時間を用いた」という記述も多いが、これらは本項(2)の方法による厳密な最短所要時間ではなく、(1)の方法によるものを指している場合が多いと考えられ、都市間の所要時間は定義そのものが曖昧である。

3.2.2 「所要時間」の用途とその問題

所要時間の用いられる場面としては、以下のようなものが考えられる。

①全国規模でのモデル分析

地域間産業連関分析における交易係数の算出、地域のポテンシャルやアクセシビリティなどを用いた立地モデル・人口移動モデル、都市間の交通需要予測など都市間・地域間の相互作用を取り扱うモデル分析には、時間距離・経済距離など概念の相違はあるものの多くの場合に「所要時間」が用いられている¹⁾。これらは都市間の空間的抵抗を表す指標として用いられる典型的な例であるが、運行頻度や、航空、鉄道、自動車のミックスモードを考慮できる指標を用いることが適切である場合が多い。

②国土の構造と交通利便性に関する分析

四全総で示されている全国一日交通圏の概念²⁾のように、都市や地域の相対的な交通利便性について論じる際にも用いられる。しかし、四全総においても最短到達距離(注：3.2.1(1)の定義に近い)を用いており適切な指標であるとは言えない。

③交通の発達過程に関する分析

ある都市間や地域間において交通の発達過程を分析する場合にも用いられる³⁾。この際に

も、運行頻度の増大という形の交通発達を考慮する必要があり特に、航空機のみから新幹線との併用への変化など交通モードの変化も含めた比較ができる指標が求められる。

また、本研究のように、我が国のこれまでの交通発達過程を対象として分析する場合、上記の一般的事項に加えて、更に下記の点も考慮する必要がある。

- ①我が国の交通網の発達過程では、速度向上よりも輸送力向上の一環として運行頻度の増加に力をいれた時期が相当期間あり、これによっても都市間の交流可能性は増大している。
- ②航空機のように新たな高速交通モードが登場し、最短所要時間が急速に短縮する場合があるが、運行頻度を考慮すると、鉄道によって同程度の時間で結ばれている都市間と同様の交流可能性が得られたとは言えない場合が多い。
- ③航空機の発達後に完成した新幹線のように、最短所要時間を更新しない都市間交通であっても、交流可能性の拡大に大きく貢献していることも考慮する必要がある。

3.2.3 都市間の所要時間を表す方法

都市間の空間的抵抗としての所要時間を表すため、前述した諸課題を考慮したいくつかの指標が提案されている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。本研究では都市間・地域間交通の利便性を経年的に比較するという目的に照らして、所要時間の考え方として「滞在可能時間」「期待所要時間」を採用し、これら指標により都市間・地域間の空間的抵抗の長期的変遷を分析することが必要であると考えた。なお、本研究における「期待所要時間」は文献5)などに示されている「積み上げ所要時間」から求めた平均所要時間と同じものとなっている。

また、都市間の空間抵抗を表す指標として時間以外に重要な「費用」については、いずれの所要時間の定義についても一般化費用の考え方などへ拡張することができる。

3.2.4 「滞在可能時間」の考え方

滞在可能時間とは、ある都市を一定時刻(例えば午前6時)以後に出発し、一定時刻(例えば深夜12時)以前に到着する場合に目的地において滞在できる時間数のことで、所要時間を表す指標の1つとして用いることができる。この指標の特徴や実用性については、文献5)7)8)で論じられており、最短所要時間など従来から用いられている指標と比較して、都市間の交通利便性をより実際に近い形で反映したものであることが示されている。

この指標は、算出された数値の意味が直感的に理解しやすいため、異なる年次において求めた多くの都市間における計算結果を比較する上で好都合であるほか、実際にモデル分析に用いる場合などにおいても後述する期待所要時間と同程度の説明力を持っている⁵⁾。また、定義から明らかのように、計算に要する時間は、滞在可能時間の方が格段に短い。なお、出発と同一日に到着するとした場合、時期や区間によっては滞在可能時間が負となる場合も少なくないが、この指標

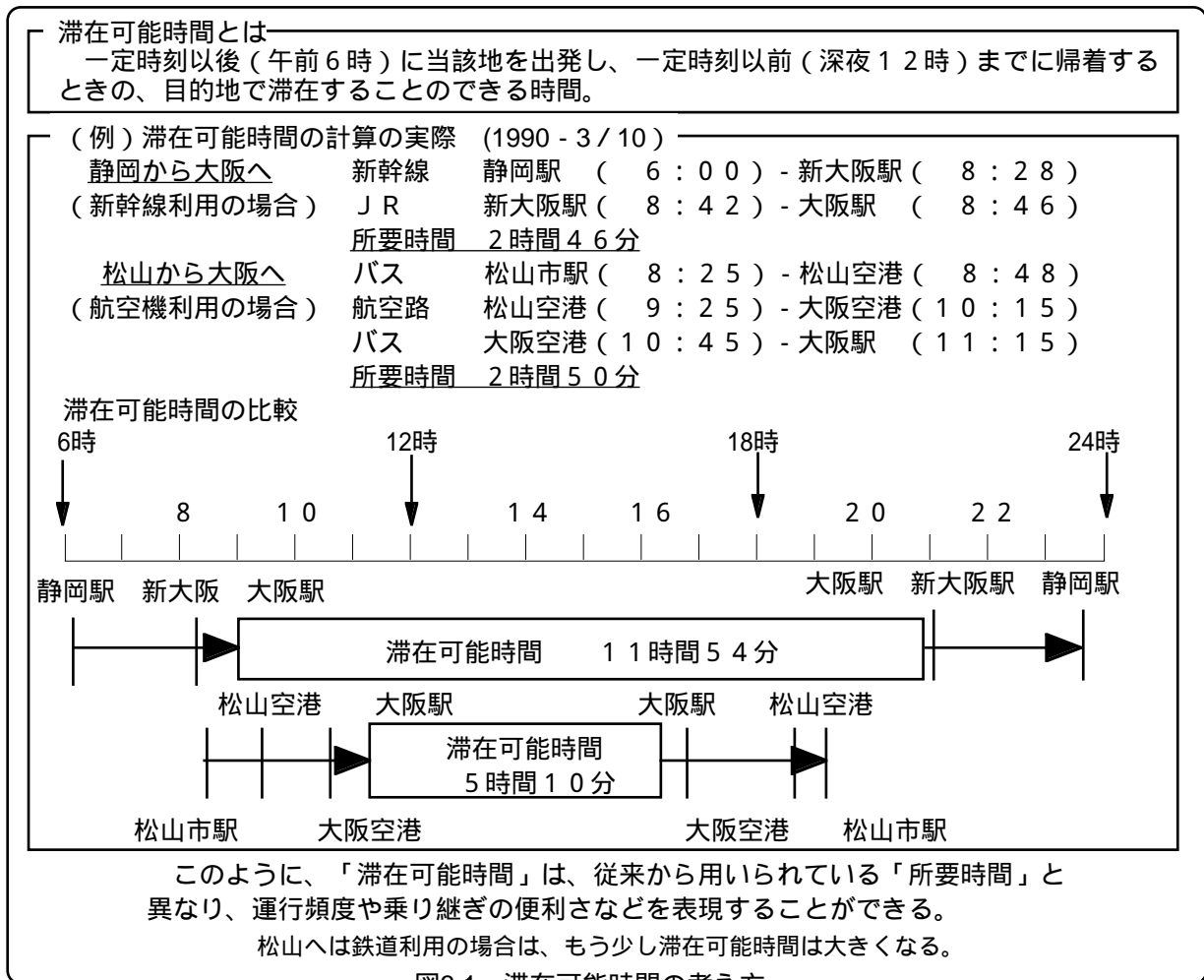


図3.1 滞在可能時間の考え方

は必ずしも日帰り交通での目的地での滞在時間という直接的な内容を考察するためのものではなく、都市間交通の利便性を表す指標として用いるものであり、その値が負になっても意味を失うものではない。

例えば、図3.1のように、静岡を午前6時以降に出発し、深夜12時までに帰着するような条件で鉄道を利用して大阪を訪れる場合と、同様の条件で松山から航空機利用で大阪を訪れる場合を比較してみると、両者とも片道の所要時間は3時間弱で同程度となる。しかしながら、大阪での滞在可能な時間数は前者では12時間近くあるが後者では5時間余りとなり、明らかに地域間の交流の程度は異なっている。

地域間の所要時間指標として「滞在可能時間」を用いる場合には、(3.1)により計測時間帯(例えば6時から24時までの18時間)から滞在可能時間を差し引いたものを半分にすることで、片道あたりの所要時間指標 TS_{ij} とすることができる。

$$TS_{ij} = \frac{W_s - STY_{ij}}{2} \quad (3.1)$$

(3.1)において、 W_s は出発時刻から帰着時刻までの時間数(ここでは午前6時から深夜12時までの18時間)、 STY_{ij} は滞在可能時間である。

3.2.5 「期待所要時間」の考え方

滞在可能時間は主として朝夕に発着する便の交通利便性のみを反映した指標となっているが、期待所要時間はこのような滞在可能時間の問題点を更に補うものであり、算出対象とする時間帯に運行されている全便の所要時間及びダイヤの設定状況を反映した指標である。期待所要時間は以下のように定義する。

2地点間の所要時間は、図3.2の点の箇所のように、まず便ごとに求めることができるが、その他の時刻を出発時刻としたときに目的地に到着するまでに要する時間は、次の便の出発時間までの時間が加わって、図中の右下がりの斜め線のようになる。そこで、各時刻における目的地までの時間を足し合わせたもの、すなわちこの図ののこぎり状の線の下の部分の面積を、まず「積み上げ所要時間」と定義する。図3.2からわかるように、この「積み上げ所要時間」は、各便の所要時間が小さく、

運行頻度が高いほど小さな値となり、また各便の所要時間や運行本数が同じ場合でも、いわゆる団子運転のような実質的な利便性が低い場合には指標値が大きくなり、所要時間、運行頻度、ダイヤ設定のすべてを考慮した指標となっている。更に図3.3は、2地点間にいくつかの交通モードがある場合の例を示したものである。各時刻ごとの目的地に到着するまでに要する時間は太線に示すように得ることができるので、このような場合も「積み上げ所要時間」を定義することができる。

「積み上げ所要時間」は定義上、出発時刻に沿って所要時間を積分した形となっているため、出発時刻の時間帯の幅で除して所要時間の平均値を求めることで、時間調整分も含めた移動に必

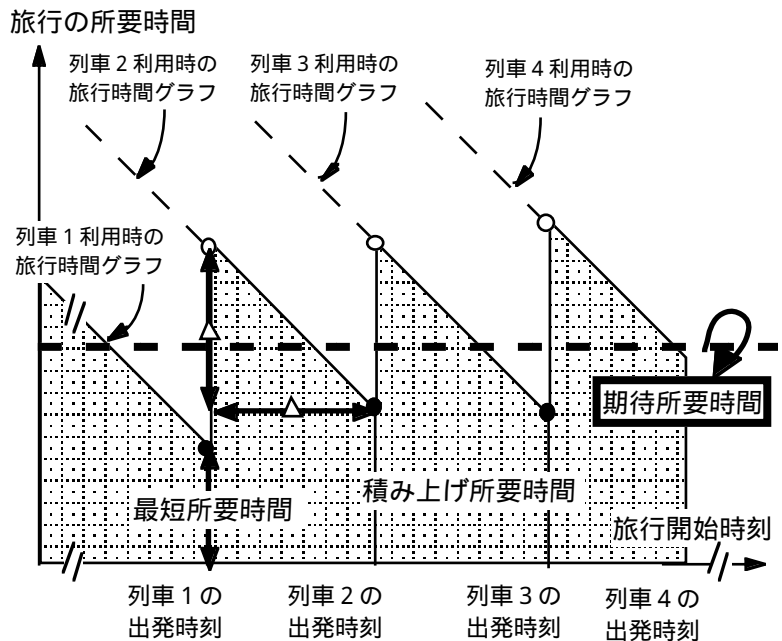


図3.2 「期待所要時間」の考え方

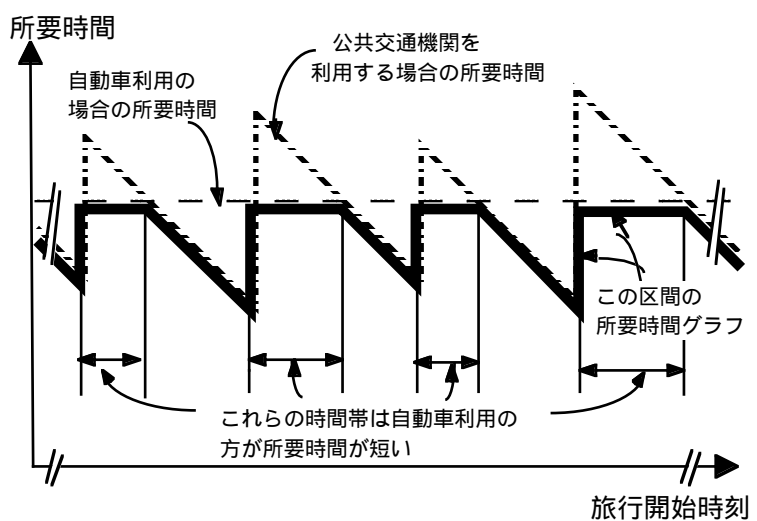


図3.3 複数の交通モードを考慮する場合の考え方

要な時間数とすることができ、所要時間に相当する指標として採用することができる。この所要時間に相当する指標を「期待所要時間」と定義する。「期待所要時間」は各時刻における実際の所要時間を平均したものであるため、出発時刻をランダムにとったときの目的地までの所要時間の期待値となっている。

PIL_{ij}を積み上げ所要時間、Wpを出発時間帯の幅(ここでは6時から21時までの15時間)とすると、期待所要時間TX_{ij}は(3.2)のようになる。

$$TX_{ij} = \frac{PIL_{ij}}{Wp} \quad (3.2)$$

3.2.6 「最短所要時間」の考え方

従来からよく用いられている「最短所要時間」はその定義が曖昧なものが多いが、厳密な意味での「最短所要時間」は図3.2に示すように1日の利用可能なすべての便のうち、実際の乗り継ぎを考慮した上での最も目的地までの所要時間の小さい便の所要時間である。したがって、厳密にこの指標値を求めるためには「期待所要時間」を求める際と同程度の計算量を要する。

なお本研究で「滞在可能時間」や「期待所要時間」と比較する場合における「最短所要時間」とはこの定義による指標を指すものとする。

3.3 所要時間指標の特徴と表現力の考察

3.3.1 所要時間指標の特徴

「滞在可能時間」「期待所要時間」は出発時刻や到着時刻の設定の方法などにより、結果が左右される可能性があるなどの特徴をもっているため、本節で詳しく考察する。

本研究で用いる所要時間指標はその定義をもとに特徴をまとめると、表3.2のようになる。最短所要時間は最も高速で乗換えの便利な交通機関を乗り継いだ場合の所要時間であるのに対し、滞在可能時間に表される所要時間は朝夕の交通機関の便の有無や乗り継ぎなどの利便性を反映した指標となっており、また期待所要時間は一日をとおしての交通機関の運行時間帯及びフリークエンシーを反映した指標となっている。

表3.2 各所要時間指標の特徴

(1) 出発可能な時刻の考慮

時間帯	朝	昼間	夜	備考
期待所要時間				全便の出発時刻を考慮
滞在可能時間	往路	-	復路	朝の初便、夜の終便の往復各1便のみを考慮
最短所要時間	-	-	-	考慮できない

(2) 運行本数の考慮

時間帯	朝	昼間	夜	備考
期待所要時間				全便数を反映
滞在可能時間		-		設定時刻から初便の時刻までの時間数等による間接考慮
最短所要時間	-	-	-	考慮できない

(3) 移動そのものに要する時間の考慮

時間帯	朝	昼間	夜	備考
期待所要時間				全便の各移動時間数をすべて考慮
滞在可能時間	往路	-	復路	朝の初便、夜の終便の往復各1便のみを考慮
最短所要時間				全便のうち最速の1便だけを考慮

(4) 移動途中での乗換え待ち時間の考慮

時間帯	朝	昼間	夜	備考
期待所要時間				全便について途中の乗り換え待ち時間をそれぞれ考慮
滞在可能時間	往路	-	復路	朝の初便、夜の終便の往復各1便のみを考慮
最短所要時間				全便のうち最速乗継ぎパターンの1便だけを考慮(注)

(注) 本研究3.2.6の厳密な定義の場合、リンクごとの最速便の所要時間を足しあわせる方法の場合は、考慮不能。

3.3.2 指標算出条件変更時の影響

「滞在可能時間」「期待所要時間」は計測時間帯などの算出条件の変更により結果が影響を受けるといった特徴があるが、以下ではこの点に関する考察を行った。

(1)滞在可能時間の算出時間帯変更の影響

「滞在可能時間」を算出する際の計測時間帯を「①朝6時発夜22時着」「②朝6時発夜24時着」「③朝6時発深夜翌1時着」の3通りについて変化させ、その結果について考察を行うこととする。計測年次は1961(昭和36)年10月とし、また代表地点は各府県庁所在都市の中心地(鉄道駅)とし、それらの地点相互の所要時間を上記の3つの定義によって求める。

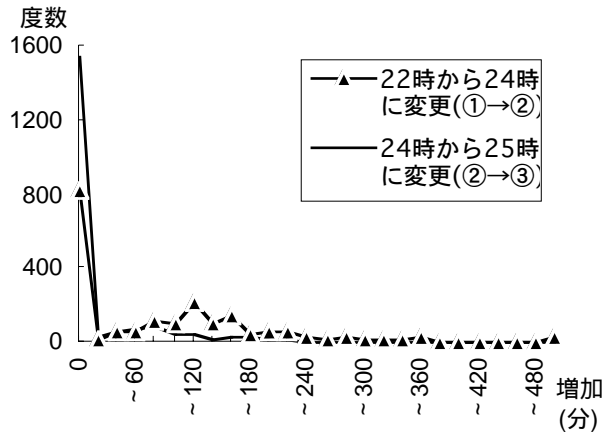


図3.4 条件変更時の滞在可能時間増加

この年次における、全公共交通機関を使用して沖縄を除く46都道府県庁所在都市間を移動する場合の滞在可能時間 STY_{ij} を算出し、ケース①からケース②に変化させた場合(① ②と表記)の結果、及び② ③の結果を図3.4に示した。条件を変化させても滞在可能時間の変化が全くないOD数は① ②で819、② ③で1544となっており、変化させた時刻の間(例えば② ③では24時から翌1時)において到着する便がほとんど存在していないことが原因となっていると考えられる。また① ②では滞在可能時間の増加が120分前後のODが数百程度存在しているが② ③ではほぼ半減しているがこれは24時から翌1時の間に到着する便数は22時から24時の間に到着する便数に比べて少ないことに起因していると考えられる。

(2)期待所要時間の算出時間帯変更の影響

「期待所要時間」を算出する際の計測時間帯を「①朝6時から夜21時まで」を基本に「②朝9時から夜21時まで」「③朝6時から夕18時まで」の2通りについて変化させ、期待所要時間 TX_{ij} の変化について考察を行う。計測年次等は(1)と同様である。① ②の結果、及び① ③の結果を図3.5に示した。

条件を変化させても期待所要時間の変化が余り大きくないODが多いが、① ②では指標値がやや増加傾向にあり、① ③ではやや減少傾向にある。これは朝6時から9時の間には多くの便利な便が設定されており、この時間帯を含む①に比べ、含まない②では値が大きくなったと考えられる。また、夕刻には18時以前に出発する便利な便が多く、18時から21時の時間帯に出発

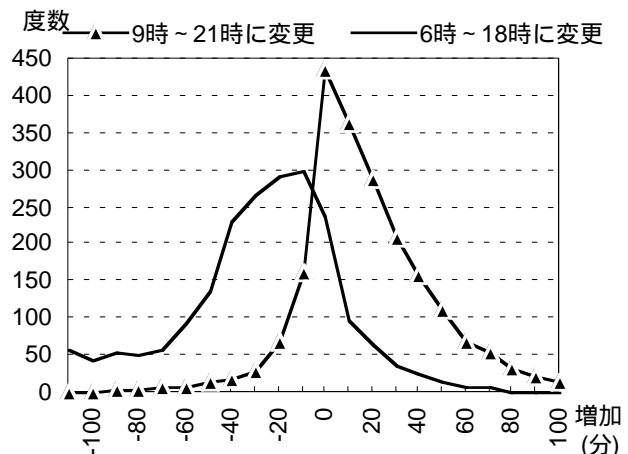


図3.5 条件変更時の期待所要時間の増加

する便が少ないため、この時間帯を含む①が③に比べて値が大きくなったと考えられる。

(3)算出条件の設定についての考察

このように、「滞在可能時間」「期待所要時間」はその算出条件により結果が影響を受けるため、算出条件の設定にあたっては都市間交通の交通便のダイヤ設定状況を考慮し、比較的多くの便の運行されている時間帯を主として計測時間帯とすることが必要であると考えられる。しかしながら、「滞在可能時間」「期待所要時間」は算出時の設定条件が指標値に影響を与えるものの、従来のいわゆる所要時間を用いたものより実用上多くの優れた点がある。とりわけ本研究で対象とするような交通網の発達途上期においては、単に交通機関の速さだけではなく、運行頻度や接続の便利さが重要な要素であるため、これらの指標は重要な意味を持つと考える。

3.3.3 府県間旅客流動に関する所要時間指標の表現力の検証

(1)比較分析の概要

「滞在可能時間」や「期待所要時間」は、運行頻度等も考慮した交通利便性を表しており、直感的にも利点が多いと考えられるが、以下では、実際のモデル分析に用いたときの妥当性について計算例を用いて検討する。そのため、まず、西日本の13府県の府県庁所在都市相互間において「最短所要時間」「滞在可能時間」「期待所要時間」をそれぞれ算出して比較する。次に各府県間の旅客流動を説明するグラビティモデルをそれぞれ作成し、その適合性を比較検討する。

(2)分析の対象と条件

代表地点は各府県庁所在都市の中心地(鉄道駅)とし、それらの地点相互の所要時間を3.24～3.26の3つの定義によって各指標を求める。

最短所要時間は、よく用いられる3.2.6の定義によるものとする。滞在可能時間については、朝6時出発、夜24時到着の条件で算出する。また、期待所要時間は定義上24時間を対象とすることも可能であるが、通常的生活時間帯や交通機関の運行状況を考慮し、6時～21時における値を算出する。いずれの指標においても、鉄道、航空機の時刻はJR時刻表(1990年3月版)より、自動車の所要時間は道路時刻表(道路整備促進期成同盟会1990年6月発行)より求める。また自動車の所要時間は出発時刻によらず一定とする。

(3)期待所要時間算出プログラム

期待所要時間は、対象とする時間帯に運行されている利用可能な全便の運行ダイヤを検索する必要があり、最短所要時間を求める通常のネットワークプログラムでは算出されない。本研究では全路線の全便の時刻表をデータとして入力すれば、駅間・空港間の結節関係や、それぞれの路線の運行系統も考慮したネットワークを自動的に作成し、指定した出発時刻ごとに、すべての目的地の到着時刻が求められるプログラムを作成した⁹⁾。今回の計算では、このプログラムを用いて上述の時間帯における10分刻みの各出発時刻に対応する所要時間を算出し、それらを基に区分求

積により期待所要時間を算出

した。なお、このプログラムは、滞在可能時間の算出にも応用可能となっている。

(4) 計算結果とその考察

期待所要時間を求めた結果は、例えば図3.6、図3.7のように示すことができ、この図の太線の下

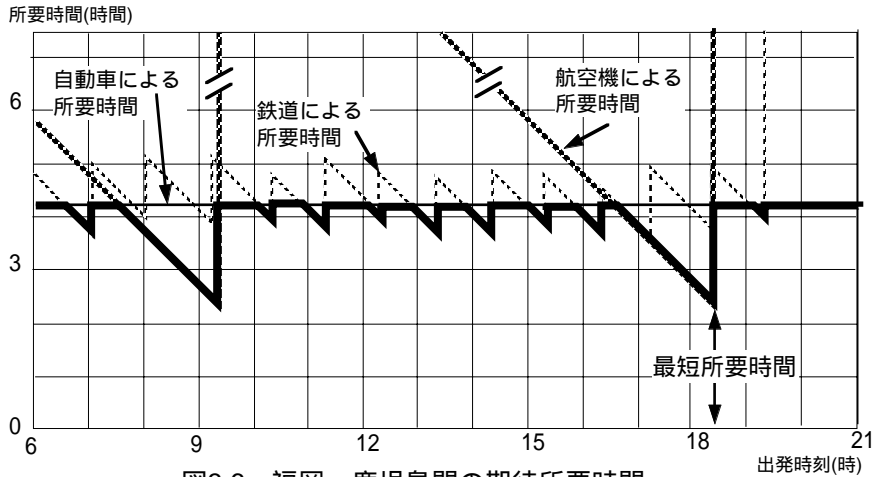


図3.6 福岡 鹿児島間の期待所要時間

の太線の下
の面積が積み上げ所要時間となり、期待所要時間はこれを(3.2)により所要時間指標としたものである。図から1日のうちのある特別な時刻における値のみを表している最短所要時間と比較して全体の利便性を反映できることがわかる。このようにして、13都市相互間において期待所要時間を求め、最短所要時間及び滞在所要時間と比較したものを図3.8、図3.9に示した。な

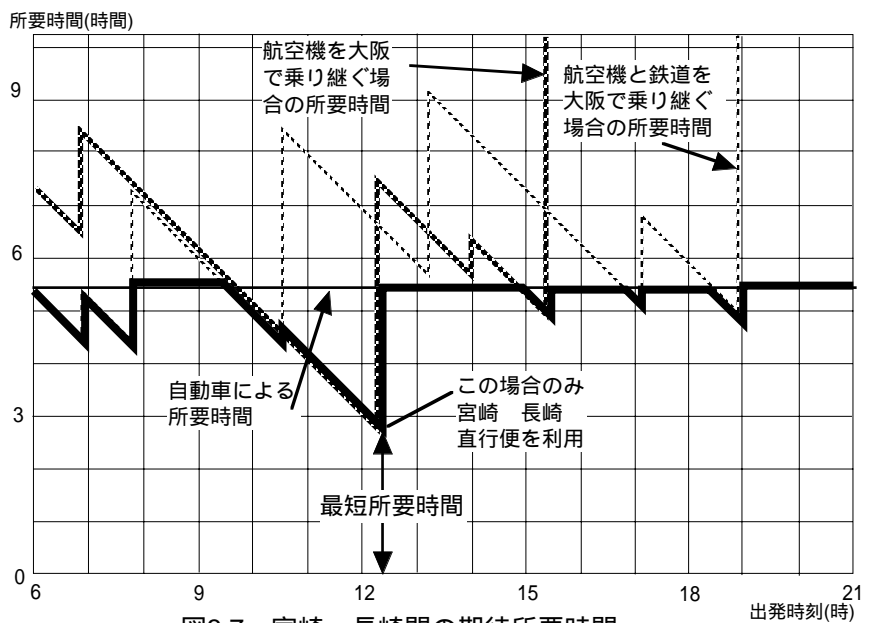


図3.7 宮崎 長崎間の期待所要時間

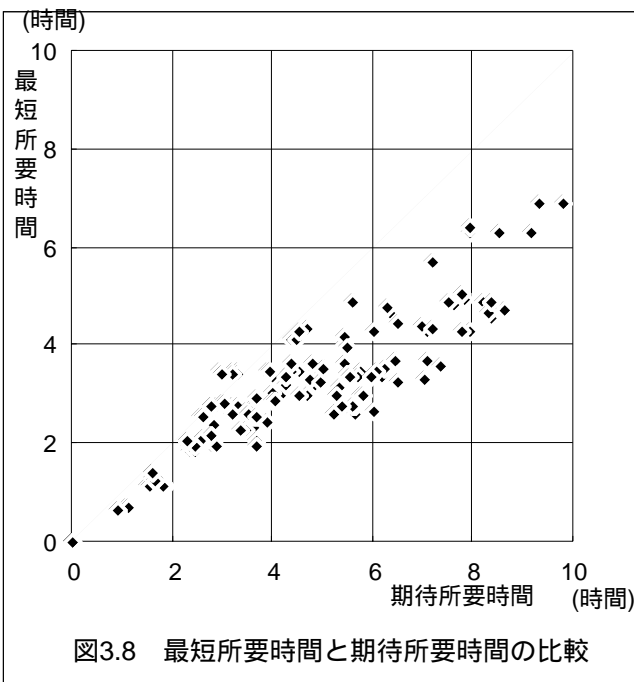


図3.8 最短所要時間と期待所要時間の比較

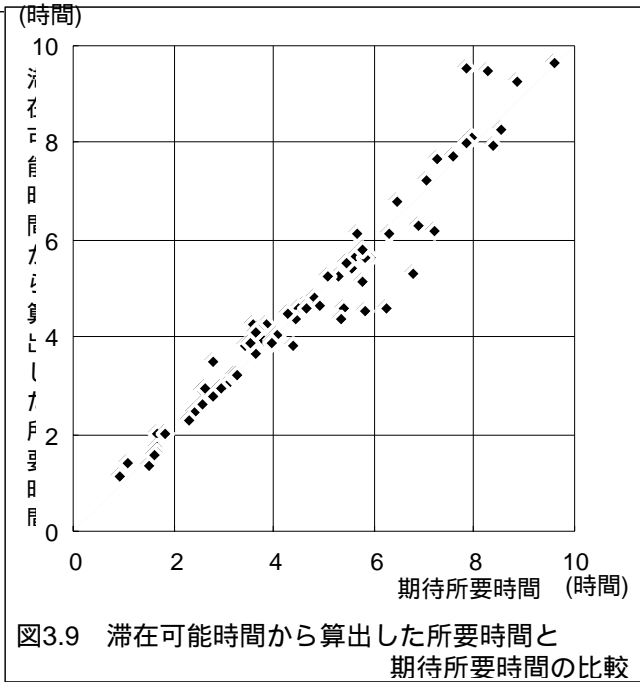


図3.9 滞在可能時間から算出した所要時間と期待所要時間の比較

お、3つの定義を比較するため、滞在可能時間については、目的地に滞在するための移動に必要な実質的な所要時間を(3.1)により算出、期待所要時間は(3.2)により算出した。

図3.8では、最短所要時間が2～4時間の間に入る区間が非常に多いのに対して、それらの区間の期待所要時間はかなりばらついていることがわかる。これは期待所要時間では便数の違いが反映されていることによると考えられる。また、図3.9に示すように滞在可能時間と期待所要時間は極めて相関が高い。滞在可能時間の計算で用いられる便の利便性が、全体の利便性をかなりよく反映しているものと考えられる。なお、自動車利用の所要時間がどの時間帯でも最も短くなる区間では、3つの定義による所要時間は一致する。

(5)モデルの分析方法と結果

13府県間の旅客ODを表3.3のような条件で説明するモデルを作成した。その結果も同表に示したが、滞在可能時間、期待可能時間、最短所要時間の順に大きな相関係数を得た。更に、期待所要時間と最短所要時間を比較するために、実測値とモデル式から算出した計算値の分布を図3.10、図3.11に示した。図3.8の考察で述べたように最短所要時間は2～4時間のところに値が多く集中しているため、図3.11のようにモデルによる計算値も集中して、実績値のばらつきを表現できていない。それに対して期待所要時間の方では、実績値に近づく方向に計算値が改善されていることがわかる。なお、滞在可能時間は、図3.9のように期待所要時間と相関が非常に高いので図示していないが、期待所要時間と同様の傾向である。

(6)分析結果の考察

問題点として前述したように、最短所要時間は都市間の交通利便性を表しているとは言い難く、特にこのモデル分析から運行頻度に差がある場合に適合性の悪いことが示された。また、期待所要時間は運行頻度も加味した指標で、モデル分析でも有効な指標であることが示された。

表3.3 モデル分析の方法

基本式： $Q_{ij} = \frac{P_i \cdot P_j}{t_{ij}}$		
ただし： Q_{ij} ：府県間旅客輸送人員(全機関) 単位：千人/年 昭和63年度 旅客地域流動調査 運輸省運輸政策局情報管理部編 (財)運輸経済研究センター発行, 1990.3 P_i, P_j ：府県人口 単位：人 t_{ij} ：それぞれの所要時間の定義により算出した所要時間 、：パラメータ		
計算方法：基本式の両辺の対数をとった下式を用いて、線形の回帰分析を行う。 この際、 t_{ij} は区間ijの平均をとる。 $\log \frac{Q_{ij}}{P_i P_j} = a + b \cdot \log t_{ij}$		
計算結果： 期待所要時間を用いた場合 $a = -18.31$ ($= 1.12E-08$) $b = -3.65$ ($= 3.65$) $R = -0.7803$ ($R^2 = 0.609$)	滞在可能時間より算出した片道あたり所要時間を用いた場合 $a = -17.75$ ($= 1.96E-08$) $b = -3.99$ ($= 3.99$) $R = -0.7951$ ($R^2 = 0.632$)	最短所要時間を用いた場合 $a = -19.67$ ($= 2.87E-09$) $b = -3.52$ ($= 3.52$) $R = -0.6767$ ($R^2 = 0.458$)

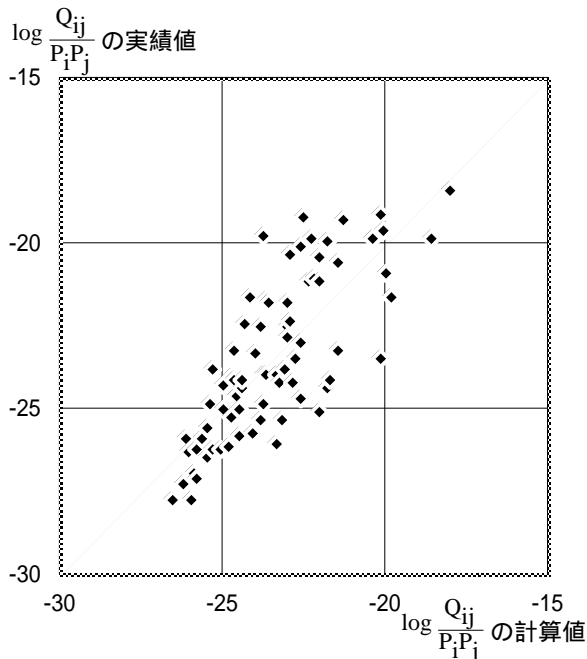


図3.10 期待所要時間に関する分析結果

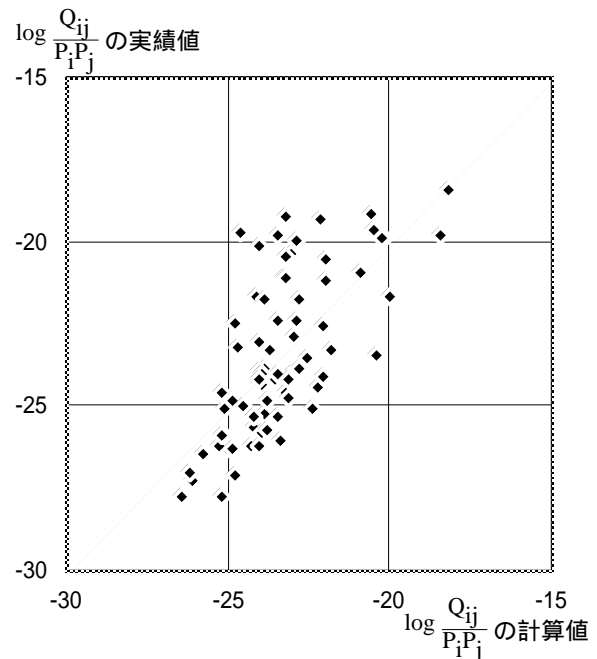


図3.11 最短所要時間に関する分析結果

このように、「期待所要時間」を用いることにより、接続の利便性向上や線増などの輸送力増強による運行頻度の改善など、最短所要時間には反映されにくい交通整備事業の評価を行うことができるほか、航空・鉄道・自動車のミックスマードによる所要時間の算出が可能な点などが利点としてあげられる。しかし算出に多大な手間がかかること、分析対象時間帯の設定によって結果が異なるなどが欠点としてあげられる。

更に、滞在可能時間も、出発時刻・帰着時刻の設定によって値が変わるが、期待所要時間とほぼ同様の結果が得られており、算出の手間が期待所要時間と比較すると格段に少ないことを考えると有効な指標であると考えられる。

3.3.4 国際交通における空港選択モデルによる検証

(1)分析方法

国際交通も都市間交通の一種であり、運行頻度や乗り継ぎの利便性が出発地や出発時刻により大きく変化する特徴を持っている。本項ではこのような国際交通における期待所要時間の有用性について検証を行う。

国際交通の利便性指標としての、期待所要時間の適用可能性を検証するため、表3.4に示した3パターンの変数を用いた空港選択モデルの構築を行う。なお、これらモデルは、国内47都道

表3.4 3種類のモデル構築に用いた指標

モデル1	・国際空港までの最短所要時間(分) ・週あたり便数
モデル2	・国際空港までの期待所要時間(分)(注1) ・週あたり有効便数(注2)
モデル3	・海外空港までの期待所要時間(分)(注3)
(注1)	国内各都市から成田空港・関西空港などの各国際空港を目的地とした場合の期待所要時間
(注2)	有効便数とは、期待所要時間算出の際に得られる。国内各都市から海外空港までの先着便の頻度を表したもので、モデル1に用いた便数よりも、現実に近い頻度を表すことのできる指標である。
(注3)	国内各都市から各海外空港を目的地とした場合の期待所要時間

府県に居住する人々が、海外16目的地へ向かう際に選択する出国空港を説明するロジットモデルであり、そのモデル式は表3.5に示すとおりである。モデル構築の際、所要時間の算出はJR時刻表(1990年3月)、旅客データは国際航空旅客動態調査【運輸省航空局】(1989年)を用いた。

表3.5 空港選択モデルのモデル式

発地 <i>i</i> 、目的海外空港 <i>k</i> の場合の出発空港 <i>j</i> のシェア	$S_{j,i k} = \frac{\exp[V_{j,i k}]}{\sum_j \exp[V_{j,i k}]}$ 但し、 $V_{j,i k} = \beta_1 X_{j,i k}^1$
<i>i,j,k</i> に対応する <i>l</i> 番目の変数(所要時間、便数)	$X_{j,i k}^1$
<i>l</i> 番目の変数にかかるパラメータ	β_1

(2)分析結果

モデルの構築結果を表3.6に示す。国際空港までの期待所要時間と週あたり有効便数を用いたモデル2の説明力が最も高く、海外空港までの期待所要時間のみを用いたモデル3でも国際空港までの最短所要時間と週あたり便数によるモデル1よりも高い説明力が得られた。

表3.6 空港選択モデルの構築結果

変数	上段:パラメータ 下段: t 値		
	モデル1	モデル2	モデル3
最短所要時間	-0.0179 (-15.8)	---	---
期待所要時間 (国際空港まで)	---	-0.0113 (-17.57)	---
期待所要時間 (海外空港まで)	---	---	-0.0021 (-15.58)
便数	0.0466 (16.19)	---	---
有効便数	---	0.1213 (16.32)	---
サンプル数	752	752	752
尤度比	0.227	0.387	0.277
的中率(%)	59.2	70.2	69.6

3.3.5 海外出国者数との相関分析による検証

(1)分析方法

大都市部と地方部における人口あたりの海外出国者数の格差を分析する場合などにおいては、各都市から海外都市までの利便性(アクセシビリティ)を表す指標が重要な役割を持つが、この海外への利便性を直接示す指標として定着したものはなく、森地・屋井ら¹⁰⁾によって空港選択モデルから算出されるログサム変数を用いたアクセシビリティ指標が最も精緻なものである。しかし、この指標においても都市間の所要時間には最短所要時間が用いられているため、アクセス交通の利便性を十分に説明できていない可能性がある。そこで、最短所要時間、期待所要時間を用いて、海外への利便性と出国者数の関係を表す回帰モデルを作成して比較する。モデルは1990年における国内47都道府県から11海外目的地への出国者数を被説明変数とする単回帰モデルである。本分析でも3種類のモデルを構築するが、このうちモデルA、モデルBにおいては、3.3.4の空港選択モデルから得られたパラメータを用いて(3.3)によって算出したアクセシビリティ指標 $AV_{j k}$ を説明変数としている。

$$AV_{j k} = \ln \left(\sum_j \exp[V_{j,i k}] \right) \text{ ----- (3.3)}$$

ただし、

$$V_{j,i k} = \beta_1 X_{j,i k}^1$$

$X_{j,i k}^1$: *i,j,k*に対応する*l*番目の変数

β_1 : 空港選択モデルより得られる*l*番目変数にかかるパラメータ

パラメータ については、モデルAでは空港選択モデル1より、またモデルBでは空港選択モ

デル2より算出された値を用いている。

また、期待所要時間はそれ自体がフリークエンシーや乗換え時間も含めたアクセシビリティを表現しているため、(3.3)のようなログサム変数を用いなくても、1指標のみで分析できる可能性がある。そこで、モデルCとして、海外までの期待所要時間と出国者数との単回帰モデルを構築した。モデルの基本式としては(3.4)のようになる。

$$QV_i = X \dots\dots\dots (3.4)$$

ただし、 QV_i : 発地*i*からの人口1000人あたり出国者数
 X : モデルAおよびモデルBは(3.3)から求めた $AV_{i k}$
 モデルCは発地*i*から海外空港までの期待所要時間 $TX_{i k}$
 、 : パラメータ

(2)分析結果

表3.7に示した結果より、まずモデルAとモデルBを比較すると、空港選択モデルと同様、期待所要時間を用いたモデルBの方が最短所要時間を用いたモデルAよりも良好な結果が得られた。また、海外までの期待所要時間との回帰モデルであるモデルCを見ると、モデルAよりも高い決定係数が得られた。モデルBの結果よりも低い値であるものの、パラメータ推計などを必要としない単独の指標であり、期待所要時間そのものがアクセシビリティを表す指標であるとも言える。

表3.7 海外出国者発生モデルの構築結果

	モデルA	モデルB	モデルC
変数	アクセシビリティ指標 $AV_{i k}$ (国際空港までの最短所要時間と週あたり便数を用いて算出)	アクセシビリティ指標 $AV_{i k}$ (国際空港までの期待所要時間と週あたり有効便数を用いて算出)	海外空港までの期待所要時間 $TX_{i k}$
決定係数	0.5084	0.5852	0.5578

3.4 歴史的変遷の分析条件

3.4.1 分析対象地域

本研究では、国土全体における各地域の交流可能性の比較を行うため、全国の都道府県庁所在都市相互間について滞在可能時間・期待所要時間・最短所要時間を求める。ただし、地理的・歴史的に特殊事情にある沖縄県は除外し、全部で46都道府県を対象とする。都道府県は1888(明治21)年に香川県が設置さ

表3.8 本研究で用いる地方分割

地方名	所属都道府県
北海道	北海道
東北	青森,岩手,宮城,秋田,山形,福島
関東	茨城,栃木,群馬,埼玉,千葉,東京,神奈川
北陸甲信越	新潟,富山,石川,福井,山梨,長野
東海	静岡,岐阜,愛知,三重
近畿	滋賀,京都,大阪,兵庫,奈良,和歌山
中国	鳥取,島根,岡山,広島,山口
四国	徳島,香川,愛媛,高知
九州	福岡,佐賀,長崎,熊本,大分,宮崎,鹿児島

れてその数が47となって以来区分が変更されていないので、全対象年次を通して採用することができる。なお、本研究の分析においては表3.8のような地方分割を採用する。

3.4.2 分析対象年次と交通網の概要

計測対象年次としては、鉄道網の骨格ができはじめた時期から現在までのうち表3.9に示した7

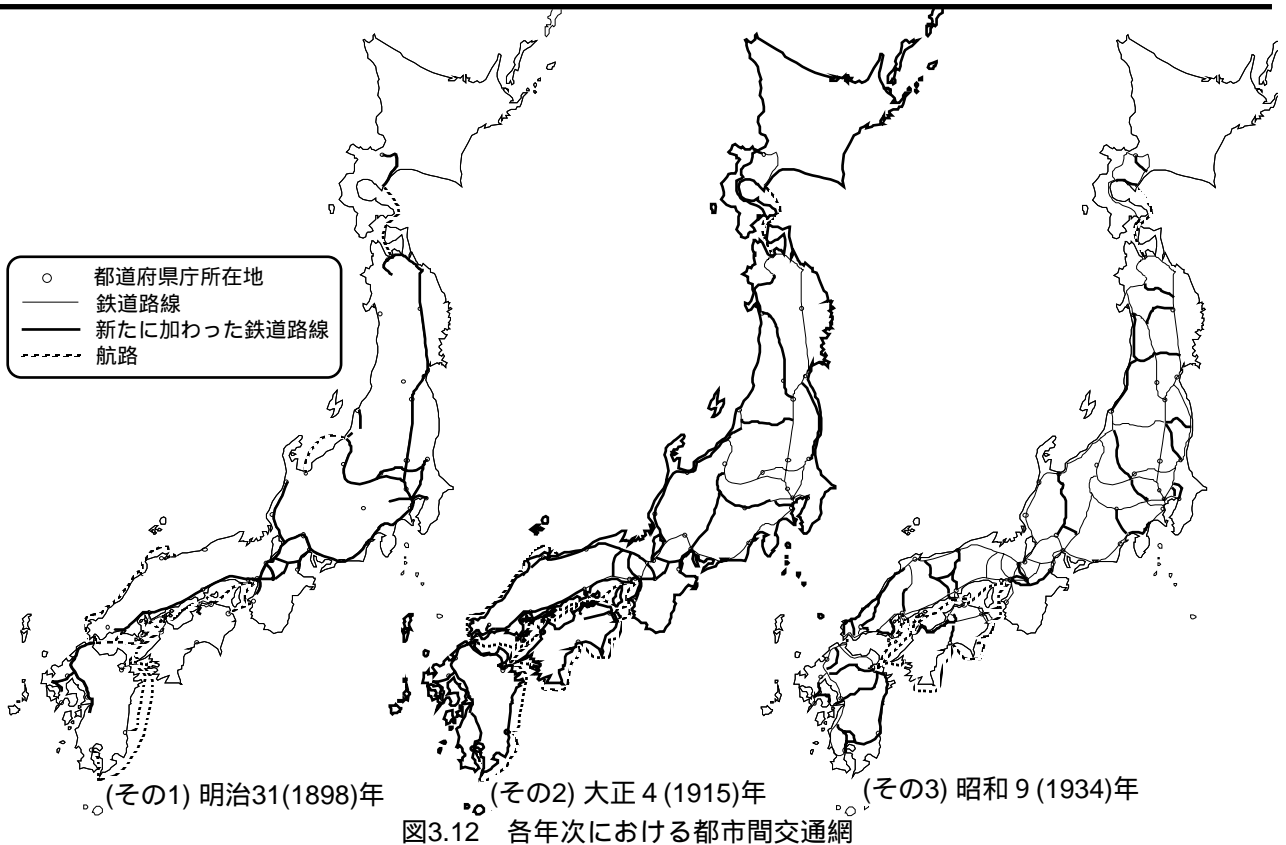
表3.9 各対象年次における交通網の概要

時期	交通網の概要
1898年 (明治31年)	鉄道網の骨格が形成されつつあるが、鉄道が未整備、或いは整備されていても東海道線などを中心とするネットワークに接続していない県が17(秋田,山形,新潟,山梨,富山,和歌山,鳥取,島根,徳島,香川,高知,愛媛,山口,大分,宮崎,長崎,鹿児島)ある
1915年 (大正4年)	奥羽線,北陸線,信越線,中央線,鹿児島線などが全通し,山陰線,日豊線なども一部開通したため,ほとんどの都市が鉄道でつながった。しかし,四国4県と宮崎は未整備である
1934年 (昭和9年)	羽越線,日豊線,山陰線,などが全通するとともに,高山線,伯備線,豊肥線などの横断線路も整備され,土讃線を除き幹線はほぼ完成している。また,一部に航空路線が開設されているが運賃や運送力の面で交通ネットワークとしてはまだ一般的ではない
1950年 (昭和25年)	交通ネットワーク自体は1934年時点と大差ないが,GHQの軍用輸送が行われるなど,第二次世界大戦の影響が残っている。経済的に疲弊しているので,交通網に対する大規模な投資はほとんど行われていない。戦争の影響でこの時点においては航空路線は存在していない
1961年 (昭和36年)	新幹線開業3年前で,在来線については現在とほぼ同じネットワークが完成し,複線化,電化等の輸送力増強が進められている。東海道線などでは優等列車が多数運行され,北・東・西・南の面で地方との差が生じている。また,航空路線が増加しつつある
1975年 (昭和50年)	東海道,山陽新幹線が全通し,航空路線もかなり普及している。特に新幹線の延伸の影響として,西日本方面の交通利便性が比較的高くなった時期でもある
1990年 (平成2年)	東海道,山陽,東北,上越の各新幹線が開業し,青函トンネル,瀬戸大橋の開通によって北海道,本州,四国,九州の全都道府県が鉄道でつながっている。航空路線も増加し,沖縄を含めたネットワークができている
(参考) 道路距離による値	鉄道などの交通機関を利用できない状態を想定。道路(街道)を徒歩によって移動する場合。本研究では鉄道などの交通機関整備以前の状況を表現するものとして用いる

表3.11 計算に用いた交通路線(区間)

	北海道・東北	関東	北陸甲信越・東海	近畿	中国・四国	九州
1898年 鉄道	函館線(札幌-岩見沢) 室蘭線(室蘭-岩見沢) 奥羽線(碓ヶ関-青森)	総武線(本所-千葉) 山手・赤羽線 (赤羽-新宿-品川) 中央線(飯田町-八王子) 常盤線(上野-水戸) 水戸線(水戸-小山) 両毛線(高崎-小山) 高崎線(上野-高崎)	北陸線(米原-金沢) 関西線(名古屋-柘植) 紀勢線(亀山-津) 信越線(高崎-直江津) (春日新田-北条) (長岡-沼垂)	南海線(難波-尾崎) 関西線(天王寺-奈良) 奈良線(七条-奈良) 草津線(草津-柘植) 環状線 (大阪-京橋-天王寺)	予讃線(高松-多度津) 土讃線(多度津-琴平) 宇品線(広島-宇品)	鹿児島線(門司-八代) 長崎線 (鳥栖-肥前山口) 佐世保線 (備前山口-早岐) 大村線(早岐-大村)
明治31年 航路	青森-室蘭	東北線(上野-青森)	東海道線(新橋-神戸)	山陽線(神戸-三田尻)	伏木-直江津 大阪-和歌山 神戸-宇品-門司-長崎 大阪-徳島 大阪-神戸-三津ヶ浜-細島-鹿児島 大阪-神戸-高松-多度津-今治-三津ヶ浜-別府-大分-細島 大阪-神戸-高松-多度津-宇品-徳山-三田尻-門司 大阪-神戸-高松-多度津-三津ヶ浜-門司-温泉津-境	玉島-多度津 八幡浜-宇和島
1915年 1934年 1950年 1961年 1975年 1990年 鉄道	函館線(函館-札幌) 奥羽線(福島-碓ヶ関) 常盤線(水戸-岩沼) 磐越線(郡山-新潟)	山手線(池袋-田畑) 東海道線 (東京-新橋) 横浜線 (東神奈川-八王子)	信越線(直江津-新潟) 篠ノ井線 (松本-篠ノ井) 北陸線(金沢-直江津)	関西線(奈良-柘植) 南海線(尾崎-和歌山) 福知山線 (大阪-福知山) 播但線(姫路-和田山)	予讃線(多度津-観音寺) 徳島線(徳島-阿波池田) 牟岐線(徳島-小松島) 宇野線(岡山-宇野) 境線(米子-境港) 山陰線(三田尻-下関) 山口線(小郡-山口)	鹿児島線 (八代-鹿児島) 大村線(大村-諫早) 長崎線(諫早-長崎) 日豊線(小倉-大分)
大正4年 航路	青森-函館	中央線(八王子-名古屋)	山陰線(京都-小田)	徳島-甲ノ浦-高知 神戸-小松島 高知-宿毛 宇野-高松 尾道-多度津 米子-境	鹿児島-沖縄 下関-門司	
1919年 1934年 1950年 1961年 1975年 1990年 鉄道	室蘭線 (長万部-東室蘭) 千歳線(白石-苫小牧) 花輪線(大館-好摩) 田沢湖線(大曲-盛岡) 羽越線(新潟-秋田) 陸羽線(余目-小牛田) 磐越線(郡山-平) 水郡線(水戸-郡山)	上越線(高崎-長岡) 八高線 (高崎-八王子) 成田線 (成田-我孫子) 総武線(千葉-成田) 野田線(船橋-柏) 東海道線 (国府津-沼津) 身延線(甲府-富士)	高山線(岐阜-富山) 太多線 (多治見-美濃太田) 伊勢鉄道(河原田-津) 近鉄線(名古屋-鶴橋)	阪和線 (天王寺-和歌山) 近鉄線(鶴橋-奈良) (京都-大和八木)	山陰線(小田-下関) 因美線(鳥取-津山) 津山線(岡山-津山) 姫新線(津山-新見) 伯備線(倉敷-米子) 芸備線(広島-三次) 山口線(山口-益田) 美祿線(長門市-厚狭) 岩徳線(岩国-徳山) 土讃線(琴平-三縄) (高知-豊永) 予讃線(観音寺-松山) 鳴門線(古川-撫養) 牟岐線(徳島-小松島)	日豊線 (小倉-西鹿児島) 久大線(久留米-大分) 豊肥線(熊本-大分) 肥薩線(八代-隼人) 吉都線(都城-吉松) 三角線(宇土-三角) 筑豊線(折尾-原田) 長崎線 (肥前山口-諫早) 島原鉄道 (諫早-島原港)
昭和9年 航路				バス: 山口-三田尻 倉敷-茶屋町 徳島-古川 出雲市-三次	航路: 島原港-三角	

(路線名は現在の名称、駅名は当時の名称を用い、航路については週1便程度以下のものは除いている。)



年次を採用する。また、交通網発達による変化を考察する際の参考に、道路(街道)を徒歩で移動する場合についても、鉄道ができる前の状況を示すものとして計算する。各年次の交通網の概要も表3.9に示した。

3.4.3 所要時間指標の計算方法と計算条件

計算に使用したデータを表3.10に示す。計算でとりあげる路線は、対象年次に開業していた全公共交通機関の路線とするが、盲腸線(都市間や幹線間を結ばない行き止まりの路線)等で対象都市間の移動には利用されにくい路線は除いている。実際に計算に用いた鉄道路線及び航路を表3.11及び図3.12に示す。1950年時点でのネットワークは1934年のものとほとんど同じであり、また1961年以降については比較的近年であるため、時刻表等の資料により参照できるので紙幅の都合上省略する。

表3.10 計算に使用したデータ

①1998年 汽車汽船旅行案内	(明治31年8月1日発行)
②1915年 公認汽車汽船案内	(大正4年2月1日発行)
③1934年 鉄道省編纂汽車時間表	(昭和9年12月1日発行)
④1950年 日本国有鉄道編集時刻表	(昭和25年10月1日発行)
⑤1961年 日本国有鉄道編集時刻表	(昭和36年10月1日発行)
⑥1975年 国鉄監修時刻表	(昭和50年10月1日発行)
⑦1990年 J R時刻表	(平成2年3月1日発行)
注)①②「なつかしの時刻表復刻再現版,中央社,1972」	
③ 「時刻表復刻版(戦前・戦中編),日本交通公社出局」	
④⑤「時刻表復刻版(戦後編),日本交通公社出版局」	
徒歩距離「日本街道総覧,新人物往来社,1976」等による	

なお、都市間の移動には自家用車による高速道路利用も考えられるが、我が国では近年における都市間の距離が小さい場合などを除き、鉄道などの公共交通機関を利用する場合の方が所要時間が小さい場合がほとんどであり、本研究では所要時間に関する分析を行っているため、公共交

通機関を主体とする分析を行った。ただし、公共交通機関には高速バスなどの自動車交通も含まれている。

本研究で用いる「最短所要時間」「滞在可能時間」「期待所要時間」の計算には、運行されている全便の時刻を参照する必要があるため、表3.10に示した時刻表に記載されている全便(不定期便や計算上明らかに利用されない各駅停車等を除く)の運行時刻のデータを3.3.3(3)の計算機システム⁹⁾に入力して計算した。

3.4.4 分析の対象と条件

地域の代表地点は各府県庁所在都市の中心地(鉄道駅)とし、それらの地点相互の3種の所要時間指標を3.2.4～3.2.6で示した定義によって求め、年次によって中心地の鉄道駅が利用できない場合や交通機関の運行状況により他の地点を採用する事が適当であると考えられる場合などについては、表3.12に示す地点を採用した。また、空港や港湾などは表3.13に示す条件によりアクセス時間を設定した。交通網未整備で徒歩による移動が必要な場合は、表3.13に示す条件により移動時間の算出を行った。更に、各指標の算出上の時間帯などの設定条件については、表3.14に示すように、最短所要時間は3.2.6の定義によるものとし、滞在可能時間は文献5)6)7)を参考として朝6時出発、深夜12時到着の条件で算出する。なお、期待所要時間は、定義上24時間を対象とすることもできるが、通常的生活時間帯を考慮して6時～21時における値を算出する。

表3.12 代表地点(中心駅以外を採用したもの)

時期	都道府県	採用した地点	採用理由	
1898年	新潟	沼垂駅 (新潟港付近)	新潟駅未開業のため	
	東京	新橋駅(当時)	東京駅未開業のため	
	富山	伏木港	鉄道未整備のため	
	滋賀	馬場駅 (現膳所駅付近)	東海道線 改良前のため	
	奈良	大仏駅(奈良市内)	奈良駅-大仏駅間 未開業のため	
	徳島	徳島港	鉄道未整備のため	
	高松	高松港	鉄道未整備のため	
	高知	高知港	鉄道未整備のため	
	愛媛	三津ヶ浜港	鉄道未整備のため	
	大分	大分港	鉄道未整備のため	
		鹿児島	鹿児島港	鉄道未整備のため
		その他の鉄道未整備都市は市の中心地点		
1915年	和歌山	和歌山市駅	現和歌山駅 未開業のため	
	高知	高知港	鉄道未整備のため	
	愛媛	高浜港	幹線鉄道 未開業のため	
1934年	和歌山	東和歌山駅	現和歌山駅	
1950年	和歌山	東和歌山駅	現和歌山駅	
1961年	和歌山	東和歌山駅	現和歌山駅	
	鹿児島	西鹿児島駅	鉄道の運行状況上	
1975年	鹿児島	西鹿児島駅	鉄道の運行状況上	
1990年	鹿児島	西鹿児島駅	鉄道の運行状況上	

表3.13 計算の条件

1. 交通機関
利用する交通機関は原則として時刻表掲載の公共交通機関とする。その際、原則として定期運行されているもののみについて分析を行った。
2. 空港・港湾のアクセスの条件
原則として公共交通機関によるものとする。時刻表にアクセス交通機関の時刻、または空港・港湾までの所要時間が記載されている場合はそれに従う。記載されていない場合は、空港・港湾と中心駅の距離からアクセス時間を推定する。
3. 徒歩の場合
午前6時から午後6時までの間に時速4kmで移動するものとする。

表3.14 指標算出上の条件(計測時刻・時間帯)

- ①滞在可能時間の計測条件は、出発を午前6時以降とし、到着は深夜12時以前とする。乗換えや接続は実際の運行時刻に基づいて計算を行い、出発地・訪問地は都道府県庁所在都市の中心駅を代表地点とした。
- ②期待所要時間の計測条件は、出発時刻を午前6時から午後9時までとし、その他の条件は滞在可能時間の場合に準ずる。
- ③最短所要時間は、上記②の計算結果のうち最も到達時間の短いものを採用する。

3.5 明治期以降の都市間交通における所要時間の変遷

3.5.1 分析の概要

本節では、各分析対象年次における46都道府県庁所在都市相互間の「滞在可能時間」「期待所要時間」の明治期以降の歴史の変遷を実証的に明らかにするとともに、変遷の地理的特徴や大きな変化があった時期などに着目して分析や考察を行う。また、「最短所要時間」についても変遷を明らかにし、「期待所要時間」と比較することで、整備された具体的な交通機関が都市間の所要時間に与えた影響などを分析する。

3.5.2 滞在可能時間の変遷

表3.15 滞在可能時間の変遷（滞在可能時間10時間以上となった年次）

訪\発	北海道・東北					関東					北陸・甲信越				東海		近畿			中国		四国		九州																									
	札幌	青森	盛岡	仙台	秋田	山形	福島	水戸	宇都宮	前橋	浦和	千葉	東京	横浜	新潟	富山	金沢	福井	甲府	長野	岐阜	静岡	名古屋	津	大津	京都	大阪	神戸	奈良	和歌山	鳥取	松江	岡山	広島	山口	徳島	高松	高山	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島				
北海道・東北				x		x																																											
関東		x				x												x				x																											
北陸・甲信越																																																	
東海									x																																								
近畿																																																	
中国																																																	
四国																																																	
九州																																																	

(滞在10時間以上 :1898年から :1915年から :1934年から :1950年から :1961年から :1975年から x:1990年から)

表3.15は表の上側に示した都市を出発し、表の左側に示した都市を訪れる場合についての滞在可能時間が、10時間以上となった年次を示したものである。1898年時点で、既に滞在可能時間が10時間以上であったのは、近畿圏相互間に多いほか、関東圏や県庁所在地間距離の短い隣接県に限られているが、鉄道がほぼ整備された1934年には、近畿と東海など地方を越えて広がり始めている。近年に至って、関東圏を中心とした広がりが大きく、また1975年には新幹線と航空機の発達によって、関東と東海、近畿と中国の瀬戸内側などに範囲が広がっている。1990年には東北・上越新幹線の開業や瀬戸大橋の開通などにより、関東と東北及び長野・新潟、近畿と四国の瀬戸内海側、四国・中国相互間などに範囲が広がっている。しかし、そのほとんどが新幹線及び新幹線と在来線を乗り継ぐことにより結ばれる都市間であって、関東圏と四国あるいは九州の間などでは航空機が発達していても滞在可能時間が10時間以上となる場合は少ない。滞在可能時間が、直接的な乗車時間だけでなく、鉄道と航空機による運行頻度や運行時間帯の差異などを反映していることがわかる。

また1915年から1934年の間のような鉄道の速度の向上が余り大きくない時期においても、ダイヤ設定などが改善され、滞在可能時間が増大していることもわかる。しかしながら1934年から1950年にかけては第二次世界大戦をはさむ時期であり、速度や運行頻度の変化がほとんどなく、滞在可能時間が10時間を越える区間もほとんど変化していない。

地域別にみると、1990年には関東圏と関西圏では近県への滞在可能時間10時間は、ほぼ達成されているが、東北相互間のうち新幹線で結ばれていない箇所や、山陰と山陽、四国内相互間、南九州などでは、県庁所在都市間の距離が長いこともあるが、近県相互間でも滞在可能時間が小さく、地方の一部では依然として交流可能性が低いことがわかる。

すべての都市についての考察は繁雑であり難しいが、東京発と福井発の場合について全国のい

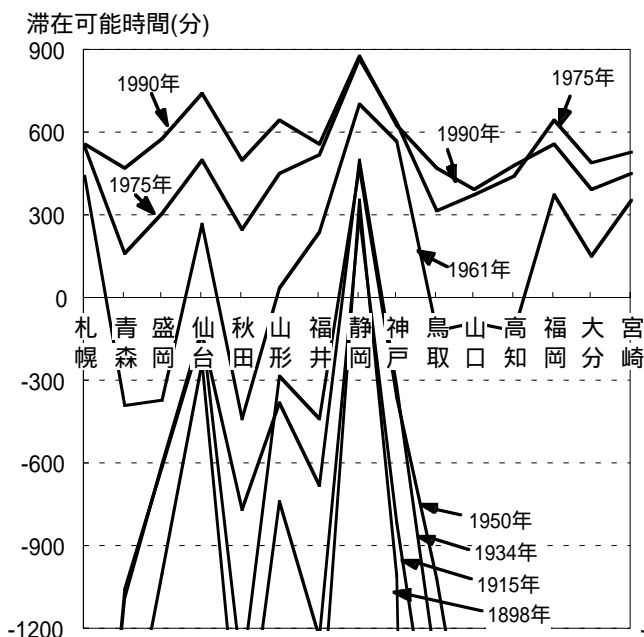


図3.13 東京から各地を訪問する場合の滞在可能時間の変遷

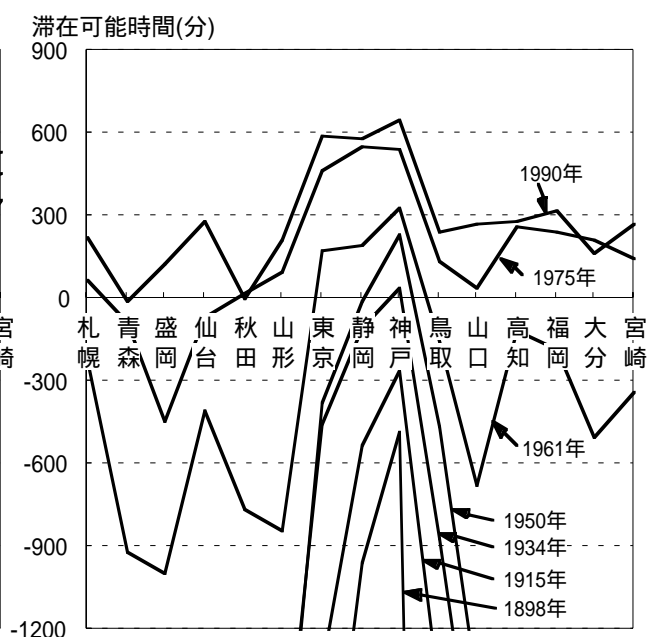


図3.14 福井から各地を訪問する場合の滞在可能時間の変遷

くつかの都市を目的地とする時の滞在可能時間の変遷を図3.13と図3.14に示す。これら図では、時期によっては滞在可能時間が負になる場合もあるが、3.2.4でも述べたように、その値が負になっても意味を失うものではない。

福井は地理的な位置が国土の比較的中央付近にありながら、交通がやや不便な箇所として例示した。東京発の場合、仙台や静岡、神戸を訪問地とするものがいずれの年代でも大きくなっているが、近年に近づくにつれて他都市を訪問する場合との差は縮まっている。それに対して、福井発では、大都市圏を訪問地とするものだけがかなり先行して増加しており、なかでも東京が相対的に近くなっていることがわかる。また1961年以降では、国土の西側に位置する都市に対しても福井発より東京発の滞在可能時間が大きくなるという現象が生じている。我が国の都市間交通網は大都市相互間が先行し、ついで大都市と地方間が整備され、更に遅れて地方都市間が整備されてきているが、その事実が滞在可能時間にも顕著に表れていることがわかる。

3.5.3 期待所要時間の変遷

表3.16は期待所要時間が4時間以下となった年次を示したものであり、滞在可能時間が10時間の場合における片道あたりの移動時間に相当する時間数と同一となっている。同表では1898年時点で、期待所要時間が4時間以下であったのは、近畿圏相互間に多いほか、関東圏や県庁所在地間距離の短い隣接県に限られている。この傾向は、滞在可能時間10時間以上の場合(表3.11)とほぼ同様の傾向を示している。

鉄道がほぼ整備された1934年には、近畿と東海など地方を越えて広がり始めているが、滞在可能時間10時間以上の場合に比べるとややその広がり方は小さい。このような差異が生じている大阪や神戸などを出発して名古屋や岐阜などを訪問する場合などでは、旅客の移動時間帯を考慮し、まず朝夕の利便性を向上させた後、一日を通しての利便性の向上が図られていることを反映しているものと考えられる。

近年に至って、期待所要時間4時間以下の区間が増加しているが、概ねその傾向は滞在可能時間10時間以上の場合と同じ傾向にある。しかしながら、北陸圏を出発し近畿圏を訪問する場合などにおいては、滞在可能時間が10時間以上となっているにも関わらず期待所要時間が4時間を越えており、朝夕に比べて昼間の利便性が小さくなっている区間もある。また逆に中国圏を出発し九州を訪問する場合などにおいては期待所要時間が4時間以下であるのに対し滞在可能時間が10時間未満であるケースもあり、これらは新幹線のダイヤ設定の状況を反映してのものと考えられる。滞在可能時間が10時間以上となる場合と同じく、期待所要時間が4時間以下となる場合のほとんどが新幹線及び新幹線と在来線を乗り継ぐことにより結ばれる都市間である。関東圏と四国あるいは九州の間などでは航空機が発達していても期待所要時間4時間以下となっている区間は少ない。

このように、期待所要時間を用いた分析においても都市間の所要時間が、運行頻度の影響を大

きく受けていることがわかる。また、滞在可能時間を用いた分析と同様に、1915年から1934年の間においても運行頻度の増大等による実質的な所要時間の短縮が見られるが、1934年から1950年にかけてはほとんど変化していないことがわかる。

3.5.4 最短所要時間の変遷

表3.17は最短所要時間が片道4時間以下となった年次を示したものである。これは滞在可能時間10時間の場合における片道あたりの移動時間に相当する時間数に対応している。

この表によると、1898年時点で既に最短所要時間が4時間以下であったのは、近畿圏相互間や関東圏相互間のほか、県庁所在地間の距離が短い隣接県間では圏域を越えて広がっている。鉄道がほぼ整備された1934年における近畿と東海など地方を越えた広がりが見られる傾向は3.5.2及び

表3.16 期待所要時間の変遷（片道4時間以下となった年次）

訪\発	北海道・東北				関東				北陸・甲信越				東海				近畿				中国				四国				九州																								
	札幌	青森	盛岡	仙台	秋田	山形	福島	水戸	宇都宮	前橋	浦和	千葉	東京	横浜	新潟	富山	金沢	福井	甲府	長野	岐阜	静岡	名古屋	津	大津	京都	大阪	神戸	奈良	和歌山	鳥取	松江	岡山	広島	山口	徳島	高松	松山	高知	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島							
北海道																																																					
東北				x	x	x																																															
北			x	x																																																	
東																																																					
北陸・甲信越																																																					
東海																																																					
近畿																																																					
中国																																																					
四国																																																					
九州																																																					

(片道4時間以下 :1898年から :1915年から :1934年から :1950年から :1961年から :1975年から x:1990年から)

3.5.3の分析と同傾向である。しかしながら戦後の航空路線の発達に伴い、特に1975年以降では期待所要時間が大きい都市間においても、直に航空路線で結ばれる地域間では最短所要時間が4時間以下となってきた。このような航空路線で結ばれている区間の例としては、札幌・青森・秋田などを発着地とする区間、富山と関東地域を相互に結ぶ各区間、鳥取及び松江と関東地域を相互に結ぶ各区間、四国・九州を発着地とする区間などである。また便数の少ない高速な鉄道あるいは少数の乗り継ぎの良い鉄道により結ばれる地域もあり、例えば山口と近畿、鳥取・松江と岡山・広島を相互に結ぶ区間等がこれに相当する。このため、1990年時点においては遠距離区間を除き、大部分において最短所要時間4時間以下となっている。しかしながら、国土の中央付近に位置するにも関わらず、甲府や長野を発着地とする場合では最短所要時間4時間以下となる区間は少なく、高速な交通機関そのものの整備が遅れていることがわかる。

表3.17 最短所要時間の变遷（片道4時間以下となった年次）

訪\\発	北海道・東北			関東					北陸・甲信越			東海			近畿			中国			四国			九州																					
	札幌	青森	盛岡	仙台	秋田	山形	福島	水戸	宇都宮	前橋	浦和	千葉	東京	横浜	新潟	富山	金沢	福井	甲府	長野	岐阜	静岡	名古屋	津	大津	京都	大阪	神戸	奈良	和歌山	鳥取	松江	岡山	広島	山口	徳島	高松	松山	高知	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎
北海道・東北	札幌	x	x	x	x					x	x																																		
	青森	x			x																					x																			
	盛岡	x				x				x	x	x	x	x																															
	仙台		x							x	x	x	x																																
	秋田				x								x																																
	山形	x																																											
関東	水戸	x	x	x																																									
	宇都宮		x																																										
	前橋		x	x	x	x																																							
	浦和	x	x	x		x																																							
	千葉	x	x																																										
	東京	x	x																																										
北陸・甲信越	新潟	x		x	x	x																																							
	富山																																												
	金沢																																												
	福井	x		x																																									
	甲府																																												
	長野																																												
東海	岐阜			x																																									
	静岡		x	x																																									
	名古屋	x		x																																									
近畿	大津																																												
	京都	x		x																																									
	大阪	x	x		x	x	x																																						
	神戸			x																																									
	奈良				x																																								
	和歌山																																												
中国	鳥取						x	x	x	x																																			
	松江											x																																	
	岡山												x																																
	広島												x	x																															
四国	徳島							x	x	x																																			
	高松								x																																				
	松山												x																																
九州	福岡	x			x																																								
	佐賀																																												
	長崎																																												
	熊本																																												
	大分																																												
	宮崎																																												

（片道4時間以下 :1898年から :1915年から :1934年から :1950年から :1961年から :1975年から x:1990年から）

3.5.5 最短所要時間と期待所要時間を組み合わせた分析

3.5.4の分析のように、戦後では都市間交通において整備された交通機関の種別により、滞在可能時間・期待所要時間が示す都市間の空間的抵抗と最短所要時間が示す都市間の空間的抵抗とが大きく乖離する傾向にある。このような関係を詳しく分析するために、新幹線が整備されている京都を出発する場合と在来線鉄道だけが整備されている福井を出発する場合について、最短所要時間と期待所要時間の変遷を1950年以降について図示したものが図3.15及び図3.16である。これらの図は各軸とも1950年における値を1として基準化しており、都市間交通利便性の向上において運行頻度の増加による利便性の向上が、最も速い便の所要時間の短縮に比べて早期に行われた区間は、変遷を表す曲線が斜め45度線より下側に凸となり、最も速い便の所要時間の短縮が先行した場合には上側に凸となるようになっている。また分析対象とした訪問地は出発地から直線距離で200～300Km程度に位置する都市を取り上げた。

(1)京都を出発地とする場合

図3.15において、京都を出発地とし、静岡を訪問地とする場合には下側に凸となっており、幹線鉄道における運行頻度の増加が先行したことがわかる。逆に高知や松山を訪問地とする場合には、上側に凸となっており、1960年代に便数の少ない航空機利用が可能となり、最も速い便の所要時間の短縮が先行したことを反映している。また富山を訪問地とする場合は1961年までは上側に凸となっているが1975年以降は下側に凸となっている。1961年以前では北陸トンネルが未開業であり、北陸本線の運行頻度が低かったことを反映しているが、1975年以降では湖西線が開通するなど鉄道の運行頻度が格段に向上しており、これを反映しているものと考えられる。

(2)福井を出発地とする場合

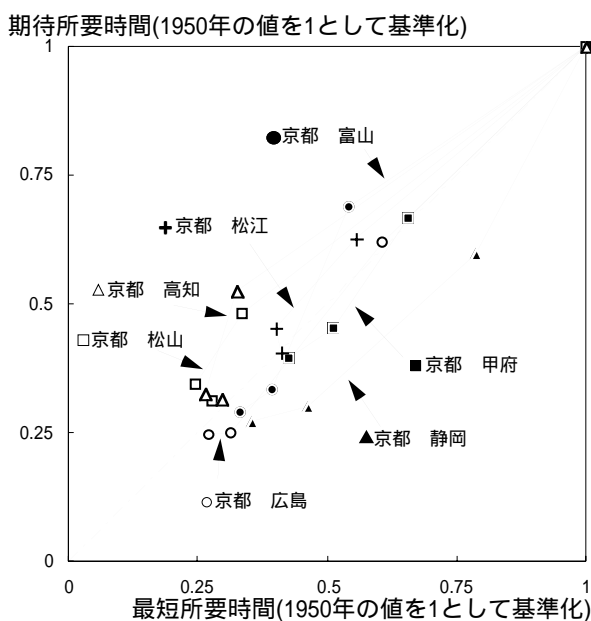


図3.15 京都を出発する場合の各地への所要時間の変化

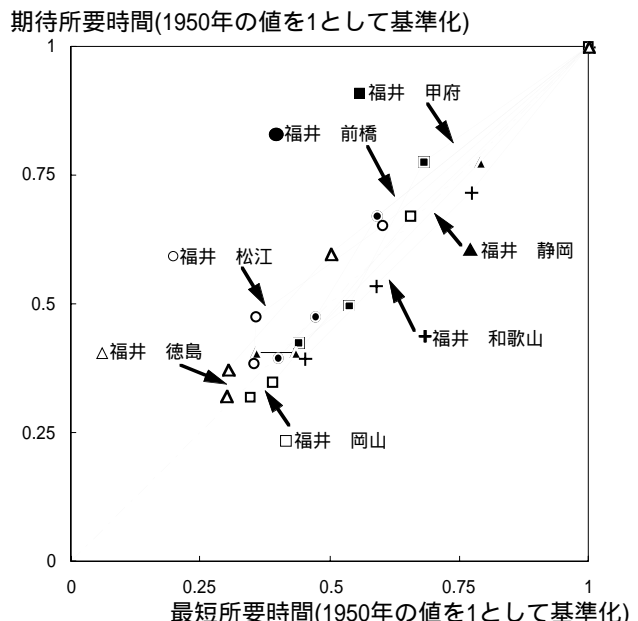


図3.16 福井を出発する場合の各地への所要時間の変化

図3.16において、福井を出発地とする場合については、福井が運行頻度の高い新幹線を利用することができないことを反映し、下側に凸となったグラフはほとんどなく、下に凸となっている場合も程度が小さい。静岡・和歌山・岡山を訪問地とする場合、グラフはほぼ直線状であり、到達時間の改善とフリークエンシーの改善がほぼ同時に進行していることがわかるが、これらの都市とは新幹線や在来線鉄道によって結ばれている。一方、松江・徳島を訪問地とする場合には、京都を出発地とする場合と同じく、グラフは上側に凸となっており、1975年頃までは最短所要時間の短縮が先行し、それ以降に期待所要時間の短縮が行われていることが読み取れる。松江については1975年以降、山陽新幹線の開業と伯備線の電化及び特急列車の増発、中国自動車道を利用した高速バスの運行の開始などの変化がある。また徳島については、大阪-徳島間的高速船の増便、和歌山-徳島間的高速船の運行開始、航空機の利用できない時間帯において瀬戸大橋を利用した鉄道が利用可能となるなどの変化がある。

(3)整備された交通機関が指標の変遷に与える影響

(1)(2)における分析結果より、航空機のように都市間を極めて短い時間で結ぶことができるが、多くの便数が運行されないことの多い交通機関が整備された場合には、最短所要時間の短縮は行われるが、期待所要時間の短縮は比較的小さくなる。また鉄道のように都市間を比較的高い運行頻度で結ぶ交通機関の場合は最短所要時間の短縮と期待所要時間の短縮はほぼ同時に進行する。特に新幹線のような極めて運行頻度の高い交通機関が整備された場合には期待所要時間の短縮が先行する場合がある。

3.6 結語

本章では、「滞在可能時間」「期待所要時間」の概念を示すとともに、その有効性について検証を行った。また従来から用いられている「最短所要時間」と比較しながら、明治期以降の我が国の地域間の所要時間の変遷を明らかにした。

(1)都市間交通の空間的抵抗を表す所要時間指標

3.2では3種の都市間交通における所要時間指標の考え方について説明し、従来から用いられている所要時間指標が都市間交通の分析に適していないことを述べた。また、都市間交通における所要時間指標として「滞在可能時間」「期待所要時間」の考え方を示すとともに、両指標の定義を行った。

(2)所要時間指標の特徴と表現力

3.3では、まず「滞在可能時間」「期待所要時間」および「最短所要時間」について、それぞれの指標の特徴についてまとめ、次に、これらの指標の算出条件の変更が結果に及ぼす影響やモデル分析に適用する際の表現力の検討を行った。

各指標の特徴としては、「滞在可能時間」は朝夕の交通利便性を表す指標、「期待所要時間」

は一日をとおしての利便性を表す指標、従来から用いられている「最短所要時間」は一日のうちで最も高速な一便についてのみの利便性をあらわした指標であることを述べた。

また、「滞在可能時間」「期待所要時間」の算出における計測時間帯等の条件変更が結果に及ぼす影響を実際に値を算出することにより明らかにした。この結果、これら指標の計測時間帯等の設定にあたっては、都市間交通における行動時間帯や都市間交通における交通便のダイヤ設定を参考に、算出条件を定めることが適当であると考えられることがわかった。

また「滞在可能時間」「期待所要時間」を都市間の旅客流動を表すモデルに適用した結果、従来より用いられている「最短所要時間」に比べてより高い表現力があり、「滞在可能時間」と「期待所要時間」の表現力は同程度であることがわかった。更に、国際交通における空港選択モデルや海外出国者発生量モデルに適用した結果でも「期待所要時間」の有効性が確認された。

(3)実証的研究の分析条件

3.4では本章で行う明治期以降の我が国の都市間交通における所要時間の変遷の実証的分析の条件について述べた。分析対象地域としては沖縄を除く全都道府県とし、明治期以降の7年次を分析対象年次とした。また、各分析年次における交通網の概要、各指標の算出時間帯の条件、算出に用いたデータ、算出に用いた公共交通網などについても述べた。

(4)明治期以降の都市間交通における所要時間の変遷

3.5では実際のデータに基づき「滞在可能時間」「期待所要時間」を用いて明治期以降の我が国の都市間交通の所要時間の変遷を定量的に明らかにするとともに、地理的・時期的な変化の特徴について明らかにした。明治期以降現在までの7年次における都市間の所要時間の変遷を分析した結果、滞在可能時間が10時間以上となったのは関東地方や近畿地方における圏域内相互を訪れるようなODで比較的早く、逆に東北地方や山陽・山陰・四国相互間や南九州などでは比較的遅いことなどがわかった。また期待所要時間による分析結果は滞在可能時間による分析結果とほぼ同様であることが明らかになった。最短所要時間に関する分析では、1950年以降片道4時間以下となった都市間が多いが、これらは航空路線により結ばれているものが多いことが明らかとなった。また「最短所要時間」と「期待所要時間」を組み合わせた分析では、航空路線で結ばれた都市間では「最短所要時間」の短縮が「期待所要時間」の短縮に先行していること、極めて運行頻度の高い新幹線で結ばれた都市間では逆に「期待所要時間」の短縮が先行していること、在来線鉄道により結ばれる都市間では両所要時間指標の短縮がほぼ同時に進行していることなどが明らかとなった。

【第3章 参考文献】

- 1)極めて多数あるが例えば、アイザード(笹田友三郎訳):「地域分析の方法」朝倉書店、1969ではいくつかのモデルが解説されている
- 2)国土庁計画・調整局四全総研究会編:「第四次全国総合開発計画-40の解説-」時事通信社、1987
- 3)例えば、佐貫利雄:「交通機関の高速化と都市の未来像」運輸と経済第33巻第一号、pp.11-27、1972
- 4)中川大、加藤義彦:「都市間交流に対する空間的抵抗を表す指標としての所要時間と滞在可能時間」高速道路と自動車第33巻第12号、pp.21-30、1990
- 5)天野光三、中川大、加藤義彦、波床正敏:「都市間交通における所要時間の概念に関する基礎的研究」土木計画学研究・論文集No.9、pp.69-76、1991
- 6)中川大、波床正敏、加藤義彦:「交通網整備による都市間の交流可能性の変遷に関する研究」土木学会論文集No.482、IV-22、pp.47-56、1994
- 7)波床正敏、天野光三、中川大、長谷川強:「「滞在可能時間」と「積み上げ所要時間」の特徴と都市間の交流可能性」土木計画学研究・講演集15、pp.513-520、1992
- 8)中川大、伊藤雅、波床正敏、西澤洋行:「国際交通の利便性指標としての積み上げ所要時間に関する研究」土木計画学研究・講演集No.19(2)、pp.679-682、1996
- 9)天野光三、中川大、加藤義彦、波床正敏:「地域間交流可能性指標の算出支援システムの開発とその利用」土木学会関西支部年次学術講演会概要集IV-25-1 - IV-25-2、1991
- 10)森地茂、屋井鉄雄、兵藤哲朗:「我が国の国際航空旅客の需要構造に関する研究」土木学会論文集No.482、IV-22、pp.27-36、1994