

公共政策の経済評価・事例研究プロジェクト

首都圏の通勤鉄道における 混雑料金の導入効果

2006年2月17日

東京大学公共政策大学院修士課程

小田切 未来 (58082)

豊原 行伸 (58090)

深山 剛 (58095)

エグゼクティブ・サマリー

首都圏の鉄道においてかねて社会問題となっていた「通勤地獄」は、近年緩和の傾向にあるものの、いまだ線区によっては劣悪な混雑状況が見られる。本プロジェクトでは、首都圏の通勤線区に混雑料金を導入した場合の混雑緩和の効果を、費用便益分析により検討した。

混雑料金に関する理論的整理は古く、ヘドニック・アプローチを用いた実証分析もいくつか存在しているが、本プロジェクトでは消費者余剰アプローチにより分析を試みた。

分析のステップとしては、まず国土交通省より開示されている首都圏の鉄道に関するデータを用いて、線区ごとの時間当たり輸送量とキロ当たり運賃を推計した。

一方、需要曲線について、既存研究で示されている需要の運賃弾力性値を用いて、カリブレーションにより推定した。さらに、限界費用曲線に関して、私的限界費用である運賃に加えて、国土交通省マニュアルを参考に、時間価値と混雑費用パラメーターを用いて混雑不効用関数を設定することで、社会的限界費用曲線を算出した。

以上のセッティングにより、需要曲線と社会的限界費用曲線の交点を社会的に望ましい均衡点とみなせば、均衡運賃と現行運賃との差額を混雑料金として利用者に課すことが正当化される。

本プロジェクトでは、JR 中央線を例に混雑料金導入の効果を算出した結果、現行の2倍程度の運賃設定で、混雑率は現在の218%から国の当面の目標値である180%まで低下させることができることが示唆された。

また均衡水準では死重損失が解消されることにより、年間約20億円の社会的余剰が増加するのに加えて、混雑料金収入として年間約100億円の収入が得られることが推計された。なお混雑料金を混雑税として徴収すれば、当該の混雑料金収入は税収として政府に帰着する。

さらに本プロジェクトでは、需要の運賃弾力性値、時間価値、および混雑費用パラメーターの3種類のパラメーター値を操作することにより感度分析を行った。

その結果、一般的に所得接近法では過大推計とされる時間価値について割り引いたとしても、混雑不効用が当初の設定レベルよりも高いことを想定すれば、上記の試算結果とほぼ同様の結果が得られた。また社会的余剰の増加額は年5~40億円程度、混雑料金収入額は年50~100億円の幅で推計された。

以上の分析結果より、本プロジェクトでは次の3つの政策提言を行った。

第一に、差別料金の許容または混雑税の導入が行える環境整備が必要であるとして、鉄道事業法に定められる「特定の旅客に対する不当な差別的取扱い」条項の見直しを提言し

た。

第二に、混雑料金財源を活用して、オフピークの運賃割引、複々線化未実施路線における輸送力増強策の実施、および混雑の不効用を悪化させないための車内や駅のセキュリティ向上等の取り組みの実施を提言した。

第三に、需要の運賃弾力性を高めるための政策として、通勤手当の非課税措置の縮小・撤廃を提言した。

これらの政策によって、長期的には、フレックスタイム導入企業の増加、オフィスや家庭の IT 環境整備による勤務形態の柔軟化、あるいはオフィスに立ち寄らずに取引先等に直行するといった通勤行動の変化等の効果が見込まれることを示した。また居住地の選択やオフィス立地にも経済合理性が反映され、長期的には過度な通勤混雑は解消されていくことを指摘した。

最後に、上記政策実施時の課題と対応として、利用者および鉄道事業者のそれぞれの視点から整理を試みた。

まず、混雑料金の実施が利用者間の公平に反するとの主張に対しては、鉄道利用者にメリットのある施策との組み合わせることで、利用者の理解が得られるであろうことを示した。

さらに、鉄道事業者から、技術的問題および規制強化への反発により混雑料金に反対する姿勢が予想されることについては、IC 乗車券普及に併せて当該の施策を実施することで、技術面・コスト面の問題が、一部課題を残すものの概ね解決されることを述べた上で、本プロジェクトで提案したような開示データに基づく簡素な仕組みをベースとした低コストで効果の高い運賃規制政策の設計を今後の課題とした。

目 次

エグゼクティブ・サマリー

1	はじめに	4
1-1	プロジェクトの目的	
1-2	首都圏鉄道の混雑の現状	
1-3	近年の時代背景	
2	分析方法	7
2-1	分析フレーム	
2-2	変数の設定	
2-3	需要曲線の設定	
2-4	限界費用曲線の設定	
2-5	当該モデルの限界	
3	分析結果	12
3-1	中央線における分析結果	
3-2	感度分析の考え方	
3-3	中央線における感度分析の結果	
3-4	分析のまとめ	
4	政策提言	17
4-1	政策提言	
4-2	政策実施時の課題と対応	
	アペンディックス	21
A	区間別混雑料金の計測	
B	ヘドニック・アプローチによる混雑料金の計測	
C	通勤手当の非課税措置廃止の影響分析	
	参考文献	27

1 はじめに

1-1 プロジェクトの目的

首都圏の鉄道においてここ20～30年間に渡り社会問題となっていたいわゆる「通勤地獄」は、近年緩和の方向にあるものの、いまだ線区によっては劣悪な状況が見られる。本プロジェクトでは、首都圏の通勤線区に混雑料金を導入した場合の混雑分散化の効果を、費用便益分析により検討する。

ちなみに混雑料金に関する理論的整理は古く（例えば金本ら[1989]）、実証分析についても、八田[2000]や山崎ら[1999]等の優れた先行研究が存在している。ただしこれらの実証分析は、鉄道沿線のアパートの賃料をデータとしたヘドニック・アプローチによるものが中心である。

本プロジェクトでは、消費者余剰アプローチにより、交通統計として国土交通省より開示されている通勤線区の輸送量等のデータを使用して、比較的簡単に分析できる方法を示す。あわせて、その分析結果から得られる政策インプリケーションについても言及する。

1-2 首都圏鉄道の混雑の状況

首都圏の鉄道の混雑の状況を概観すると図1-1のように、1975年には221%であった平均混雑率は年々低下し、2004年度には171%となっている。

国の運輸政策審議会（7号答申）による「当面の目標」が180%であるので、すでに平均値ではこの目標をクリアしていることになる。ただし、運輸政策審議会（13号答申）による「大都市圏における長期的目標」150%はいまだ達成されていない。

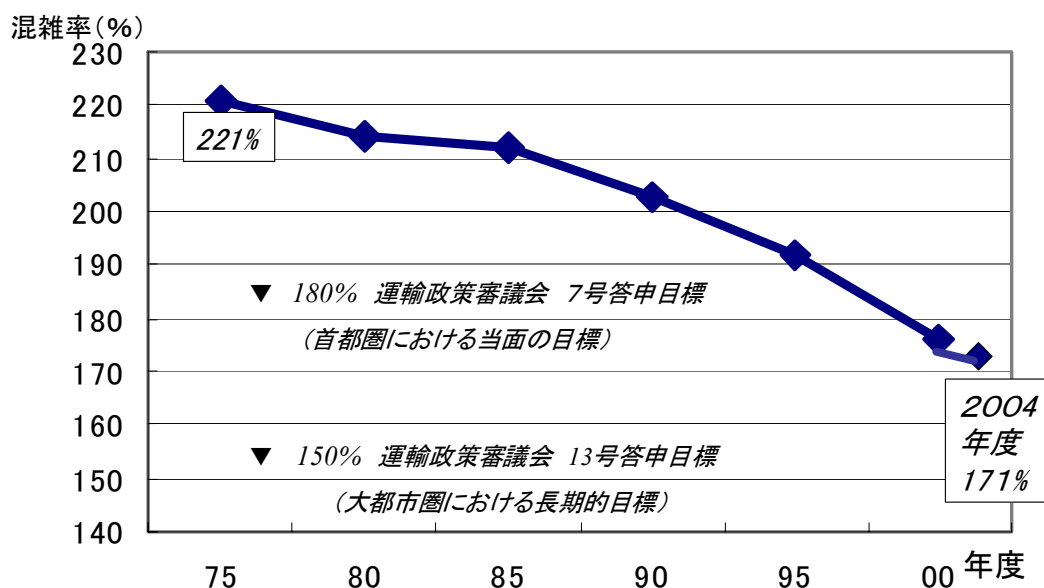


図1-1 首都圏鉄道の平均混雑率の推移

出所) 運輸政策研究機構「数字で見る鉄道」より作成

一方、図1-2のように、縦軸に1975年度の混雑率、横軸に2004年度の混雑率をとって、4つのマトリックスに分解してみると、左上に位置する混雑緩和が実現した線区、左下に位置するもともと混雑が少ない線区のほかに、右上に位置する依然混雑が激しい線区、そして右下に位置する混雑が悪化した線区に分類することができる。

平均値では混雑が緩和されたものの、いまだ線区によっては劣悪な混雑状況が生じていることが分かる。

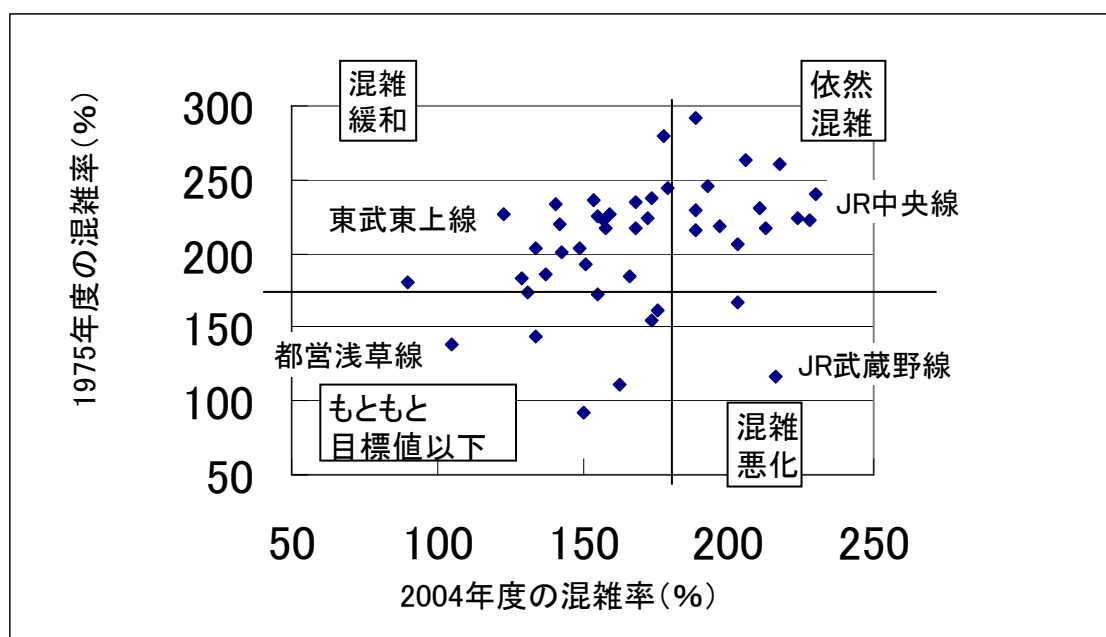


図1-2 首都圏鉄道における混雑率の変化マトリックス

出所) 国土交通省「都市交通年報」より作成

1-3 近年の時代背景

ところで、近年の首都圏鉄道を取り巻く背景として、以下の点が指摘できる。

第一に、複々線化や新規路線開業等、輸送力増強投資による混雑緩和策はほぼ一巡したことが指摘できる。ただし、中央線等JRの一部区間や、武蔵野線等環状方向の路線等、十分な輸送力増強投資が実施されていない線区がある。

第二に、IC乗車券(Suica)導入により、区間別・時間帯別の弾力的運賃収受が技術的に可能になってきている。JR、私鉄、地下鉄のIC乗車券の共通化も計画されているため、複数線区にまたがるケースでも対応が可能となると見込まれる。

第三に、フレックスタイム導入やIT化の進展によるワークスタイルの変化が生じている。もし在宅勤務や取引先直行等の行動形態が増えれば、必ずしも毎日混雑時間帯に通勤列車を利用してオフィスに向かわなくてもよい状況が見られるかもしれない。

第四に、地価下落後の都心回帰現象に見られるように、居住地選択の多様化が進んでいることが挙げられる。混雑料金を実施した場合の長期的な効果として、居住地を変える人が増えることが期待されるが、時代背景としては人々の移住促進を促す素地があるといえる。

われわれは、上記時代背景により、本プロジェクトにおいて混雑料金の導入を検討することに意義があると考えている。

2 分析方法

2-1 分析フレーム

本プロジェクトでは、消費者余剰アプローチにより、混雑料金から得られる社会的余剰の変化額等を算出する。

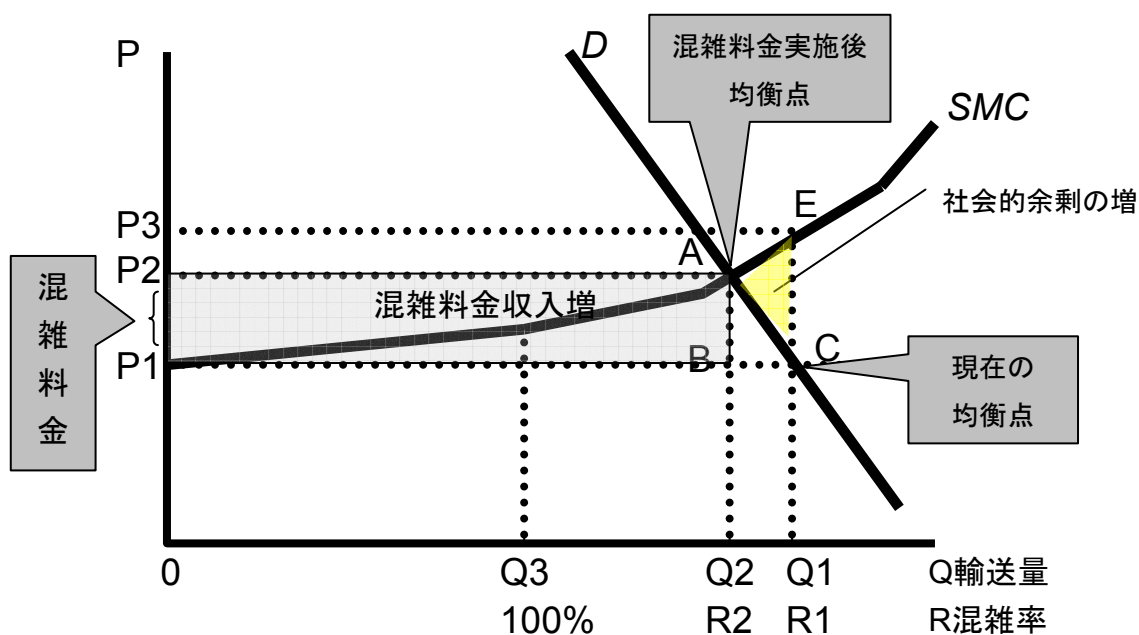


図2-1 分析フレーム

図2-1は本プロジェクトにおける分析フレームを示す。縦軸に P として料金、限界費用をとり、横軸に Q として輸送量をとっている。また横軸の Q は混雑率 R に比例的であると仮定している。これらの変数の導出方法については後述する。

さてこの図で、現在の運賃水準が $P1$ 、現在の輸送量が $Q1$ （混雑率は $R1$ ）であったとすると、点 C を現在の均衡点とみなすことができ、かつ右下がりの需要曲線 D はこの点を通っているはずである。

一方、通勤列車を利用する場合の限界費用としては、運賃 $P1$ （私的限界費用 MC ）に加えて、混雑の不快感等、相応の費用がかかっているはずである。これらをあわせて社会的限界費用 SMC とすれば、 SMC は右上がりの曲線として描くことができる。

よって、もし運賃を $P2$ に上げる（つまり $P2-P1$ の混雑料金を課す）ことによって、需要を $Q2$ （混雑率を $R2$ ）まで下げることができれば、点 A が混雑料金実施後の均衡点であり、この点が社会的に望ましい均衡点となる。

ここで混雑料金の賦課により、混雑料金収入 $P2P1BA$ が発生するが、これは料金として

徴収すれば鉄道事業者に帰属するし、混雑税として徴収すれば政府に帰属する。勿論、この混雑料金収入は、従前は消費者に帰属していた余剰が移転したものである。

また、需要曲線の下部分が社会的便益であり、社会的限界費用曲線の下部分が社会的費用であることから、混雑料金が実施されることによって△ACE分の死重損失(DWL)が減少し、その分の社会的余剰が増加することになる。

本プロジェクトにおいては、需要曲線や社会的限界費用曲線を推計し、混雑料金実施後の均衡点を求めることで、適切な混雑料金水準、混雑料金収入額、および社会的余剰の増加額を算出することを目標にする。

2-2 変数の設定

ここで、図2-1に示すP、Q、Rの各変数の算出方法を述べる。

まず、Pについては、1kmあたり運賃(円)=賃率とし、通勤の大部分を占める定期運賃について算出した。具体的には、私鉄線区については、「鉄道統計年報」の線区別年間収入(定期)を「都市交通年報」の線区別年間輸送量(定期)で除して算出する。JR東日本線区については、線区別の収入データが得られないので、同社「有価証券報告書」に記載された首都圏合計の定期旅客についてのデータを使用する。

例えば、JR中央線ではP1は以下のように算出できる。

$$P1=342,809 \text{ 百万円} / 51,615 \text{ 百万人}^{\#} = 6.6 \text{ 円}$$

次に、Qについては、1時間あたり輸送量(人キロ)とする。ここで人キロとは、旅客一人が1km移動した場合の輸送量を表す。具体的には、「都市交通年報」の線区別年間輸送量を365日で除して1日の輸送量を算出する。これを「都市交通年報」に示されるピーク1時間あたり通過人員の終日に占める割合(ピーク率)で按分する。

例えば、JR中央線ではQ1は以下のように算出できる。

$$Q1=7,656 \text{ 百万人}^{\#} / 365 \text{ 日} \times 24.9\% = 5,223 \text{ 千人}^{\#}$$

ただし、上記の按分率24.9%は中野～新宿におけるピーク率で、同区間のピーク1時間通過人員を終日の通過人員で除して、91,700人/368,402人により算出した。

さらに、Rについては、「都市交通年報」に示されるピーク1時間の混雑率(%)とする。混雑率については、図2-2が目安となる。

なおJR中央線(中野～新宿)ではR1=218%である。

これらのデータにより、P1、Q1(およびR1)が求まることから、需要曲線上の1点が算出されることになる。

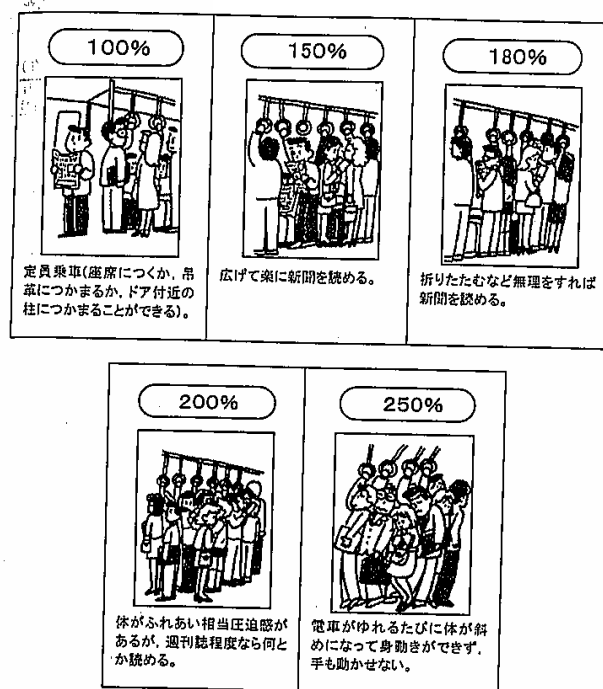


図 2-2 混雑率の目安
出所) 数字で見る鉄道 2005

2-3 需要曲線の設定

次に需要曲線の設定方法について述べる。

先述のとおり、需要曲線上の 1 点が求まっているので、既存研究の需要の価格(運賃)弾力性値を用いたカリブレーションにより需要曲線を算出する。

金子ら[2004]では、首都圏の私鉄 11 線区において、輸送量を被説明変数とし、運賃や沿線人口等を説明変数として OLS による回帰分析を行うことによって、弾力性値を算出している。この研究成果によると、需要の定期運賃に対する弾力性(の絶対値)は $\varepsilon = 0.15 \sim 0.25$ となっている。この平均値 0.2 を本プロジェクトにおける基本ケースの ε 値として用いる。

またその他の弾力性値の例として、運輸政策研究センター[1998]のデータから、国鉄の 1975 年度を 100 とした場合の 1985 年度の運賃水準が 252 であり、また輸送量がそれぞれ 2,153 億人キロ、1,975 億人キロであることがわかっていることから、国鉄時代の値上げ時(1975/85)の $\varepsilon = 0.15$ である。

さらに、多摩都市モノレールでは 2001 年に一駅区間の値下げを実施しており、このとき運賃を 200 円から 100 円に下げた結果、輸送人員は 2,600 人から 4,700 人に増えたという。よって多摩都市モノレールの値下げ時の $\varepsilon = 0.44$ である。

ここで(逆)需要関数について線形を仮定すると、

$$P = \alpha Q + \beta \quad ; \quad \varepsilon = |(1/\alpha) (P1/Q1)|$$

となることから、与えられた変数を用いて需要曲線を導出することができる。また実証的に得られた弾力性値に幅があるので、後述するように弾力性値を操作して感度分析を行うのが適当であると考えられる。

2-4 限界費用曲線の設定

続いて、限界費用曲線の設定方法について述べる。

先述のように運賃 P1 に混雑の社会的費用を加えたものを社会的限界費用曲線 SMC と見なすことができる。

国土交通省マニュアル[2005]によると、混雑の不効用を分あたりの時間価値に換算する算式がある。これは先行研究により、実際に駅のホームにおいて乗客の行動を観察し、混雑の少ない車両へ移動する距離を求めること等によって得られた算式である。これをもとに、混雑の社会的費用関数は、

$$SMC = T \cdot (aR - b) + P1$$

と置くことができる。ただし T は時間価値 (円/分)、 R は混雑率 (%)、 a, b は混雑不効用パラメーターであり、パラメーターは混雑率の大きさに応じて変化する。パラメーターの具体値は国土交通省マニュアルに記載されている (表 2-1)。

表 2-1 混雑不効用パラメーターの値

混雑率 R (%)	a	b
0-100	0.0270	0
100-150	0.0828	0.0558
150-200	0.179	0.200
200-250	0.690	1.22
250-	1.15	2.37

上記の算式では、列車の運行速度を分速 1 km (時速 60km) と仮定することによって、国土交通省マニュアルに示される「混雑不効用の評価値の時間換算係数」($aR \cdot b$) に分あたりの時間価値 T をかけあわせることで、1 時間当たりの費用とすることができるようにした。

さらに T は所得の機会費用として、国土交通省マニュアルでは 48.2 円/分（東京都）という値が示されている（所得接近法によるアプローチ）ので、この値を使用する。

本プロジェクトでは、後述するように T と a, b を操作して感度分析を行うこととする。

なお、ここで鉄道事業者の限界費用については、混雑が多少緩和しても、例えば車両編成数を短くすること等、かかる費用を減らすことはできないので、ゼロと仮定している。

2-5 当該分析モデルの限界

ところで、今回の消費者余剰アプローチによる分析モデルは、国土交通省等から公表されているデータを用いて簡便に分析できるという利点があるが、以下の点にモデルの限界があることに留意する必要がある。

第一に、横軸に Q （輸送量）と R （混雑率）を対応させてモデル化しているため、輸送力が増加して R が緩和するケースでは、同じグラフを使用することができないという限界がある。

第二に、線区一本でのデータを使用しているため、当該モデルでは、線区のピーク 1 時間を通して平均した場合の混雑料金や余剰額等が算出されている。現実的には混雑状況は線区内の一部区間で劣悪となっているので、混雑料金も区間に応じた設定をしなくてはならないが、現状で入手できるデータでは、細かい分析を行うことが難しい。

ただそのような制約の中でも、アペンディックス A に示すように、ややラフであるが、入手可能なデータを駆使して区間別の混雑料金の推計を行うことは可能である。またアペンディックス B に示すように、既存研究のヘドニック・アプローチを用いれば、精緻な区間別混雑料金の推計が可能である。

第三に、セカンダリー・マーケットを考慮していないことが挙げられる。ピーク時に混雑料金を導入すれば、需要の一部はオフピーク時間帯にシフトするだろう。あるいは、通勤をせずに自宅オフィスでパソコンを使って仕事をする人が出れば、インターネットの通信費等が通勤の代替財の費用とみなせる。

しかしながら、本プロジェクトにおいてはデータの制約からこのようなセカンダリー・マーケットの分析は行っていない。勿論、適切なデータが得られれば同様のフレームワークで分析が可能である。

3 分析結果

3-1 中央線における分析結果

2の分析方法で説明したフレームを用いて、基本ケースとしてパラメーターを以下のよう
に設定してJR中央線のケースの分析を行った。

まず需要曲線の変動要因として、需要の運賃弾力性が考えられるが、2-2で紹介した
ように需要の運賃弾力性は0.15から0.44まで様々な数値が報告されている。今回は基本
ケースとして、金子らの研究成果による弾力性値の平均値を採用して0.2とした。

次に費用曲線の変動要因として、通勤者の時間価値および混雑費用パラメーターが考え
られる。今回は基本ケースとして両パラメーターとも国土交通省マニュアル値を採用して、
時間価値は1分当たり48.2円、混雑費用パラメーターは表2-1の数値とした。

また混雑料金の施行時間については、平日の出勤ラッシュ1時間だけ施行すると仮定し、
年間の実施日数を250日と設定して、余剰額等を年単位で算出できるようにした。

試算の結果は表3-1に示すとおりである。

表3-1 中央線における分析結果

運賃(定期)	混雑率	社会的余剰増加分	混雑料金収入
6.6円/キロ→12.5円/キロ	218%→180%	24.5億円/年	97.7億円/年

この結果の妥当性については3-2(感度分析の考え方)の節で詳しく検証するが、上
記のパラメーター設定においては定期運賃をおよそ2倍に値上げすることによって、混雑
率を当面の国の目標値である180%まで低下できる可能性が示唆された。

また均衡水準では図2-1(分析フレーム)で示された死重損失が解消されているので、
社会的余剰が年間で24.5億円増加し、年間97.7億円の混雑料金収入が得られることが推
計された。

われわれの想定するモデルでは混雑料金実施に伴う追加的な費用は混雑料金収入に比し
て皆無に等しいので、この莫大な混雑料金収入の取り扱いについては4の政策提言で考察
する。

3-2 感度分析の考え方

3-1では中央線のデータを使用し、基本ケースとして国土交通省マニュアルで推奨さ
れているパラメーター値を尊重する形で分析を行ったが、パラメーター設定に関しては現
状に鑑み、その妥当性に再考の余地があると思われる。

そこで本節では各々のパラメーターに対してわれわれなりに解釈を加え、上限および下限を設定することによって、混雑料金の実施によって生じる状況の範囲の分析を試みた。

以下それぞれのパラメーターの設定方法について述べる。

<需要の運賃弾力性の設定方法>

2-3（需要曲線の設定）で紹介したようにわれわれの入手した調査結果によると最低の弾力性が 0.15、最大の弾力性が 0.44 であったので、感度分析においては弾力性値を 0.1、0.2、0.5 に設定した。

<時間価値の設定方法>

国土交通省マニュアルでは、所得接近法を用いて東京都の労働者の 1 分当たりの所得を通勤者の時間価値として採用しているが、これは明らかに過大評価である。

実際には通勤区間内で常時身動きが取れないような混雑にさらされている区間は限られており、比較的混雑が緩和されているような区間では能動的な活動が可能であり、また仮に電車の中での活動が困難な状況にあるとしても、労働時間の時間価値を通勤時間の時間価値として単純に割り当てるのは過大評価である。

われわれは 48.2 円/分（基本ケース）を時間価値の上限と考え、36.2 円/分(2/3 ケース)、24.1 円/分（1/2 ケース）についてそれぞれ感度分析を行った。

<混雑不効用パラメーターの設定方法>

混雑不効用関数に関しては、国土交通省マニュアルでは、各種実証分析による研究成果のうち中間的な関数形の採用を推奨している。この標準的な不効用曲線の他にもいくつか先行研究による不効用曲線が存在し、推奨される関数形に対し傾きがおよそ 1/2 の低不効用のパターン、および 2 倍の高不効用のパターンが報告されているので、それらを感度分析の上限、下限として採用した。

ただし、これらの先行研究が行われたのは 1980 年代後半であり、昨今の社会情勢を鑑みると混雑による不効用は低くなっているというよりは、高まっていると考えるべきであろう。

具体的にはテロのリスク、痴漢のリスク（痴漢に遭う、または逆に痴漢の犯人に誤認される）、あるいは新型インフルエンザ感染のリスク等、さまざまなリスクが高まっていることが考えられる。

また、通勤地獄を日常として受け入れてきた団塊の世代と比較し、今後の通勤予備軍は混雑に対して嫌悪感が強いとも予想される。

したがってわれわれとしては、基準ケースや低不効用よりも高不効用のケースの方が現実に即していると考えている。

3-3 中央線における感度分析の結果

次に中央線における感度分析の結果を表3-2に示す。この表では、需要の運賃弾力性ごとに、時間価値の大きさと混雑不効用の高さを変化させて、試算結果を整理した。

表3-2 中央線における感度分析の結果

需要の運賃弾力性 0.1 のケース					
時間価値	運賃	混雑率	社会的余剰の増	混雑料金収入	蓋然性
①低混雑不効用					
24.1	9.3	209%	1.4	51.9	
36.2	10.3	206%	2.8	69.3	
48.2	11.0	204%	4.6	83.2	
②基本混雑不効用					
24.1	11.1	203%	4.6	83.8	*
36.2	12.3	199%	8.9	105.1	
48.2	13.8	195%	14.9	129.2	*
③高混雑不効用					
24.1	13.8	195%	14.8	129.2	*
36.2	16.3	186%	30.0	167.1	
48.2	18.3	180%	48.5	195.4	
需要の運賃弾力性 0.2 のケース					
時間価値	運賃	混雑率	社会的余剰の増	混雑料金収入	蓋然性
①低混雑不効用					
24.1	8.8	204%	2.3	41.6	
36.2	9.5	199%	4.4	52.5	
48.2	10.2	195%	7.4	64.6	
②基本混雑不効用					
24.1	10.2	195%	7.5	64.6	*
36.2	11.5	186%	15.1	83.6	
48.2	12.5	180%	24.5	97.7	基本
③高混雑不効用					
24.1	12.5	180%	24.3	97.7	*
36.2	14.1	169%	46.3	116.9	
48.2	15.2	162%	71.3	129.1	
需要の運賃弾力性 0.5 のケース					
時間価値	運賃	混雑率	社会的余剰の増	混雑料金収入	蓋然性
①低混雑不効用					
24.1	8.3	190%	4.4	29.9	
36.2	8.9	181%	8.7	37.8	
48.2	9.3	174%	13.9	43.4	
②基本混雑不効用					
24.1	9.3	174%	14.0	43.4	*
36.2	10.0	163%	26.1	50.6	
48.2	10.4	156%	39.7	54.9	*
③高混雑不効用					
24.1	10.4	156%	39.3	54.9	*
36.2	11.2	143%	70.8	60.6	
48.2	11.8	133%	108.0	0.3	

注) 単位：時間価値（円/分）、運賃（円/km）、社会的余剰の増および混雑料金収入（億円/年）

上記の表 3-2 の数値のうち、先に示した感度分析の考え方にに基づき、蓋然性の高い 9 のケース（*印のケース）を抽出し、とくに混雑率に着目してグラフにまとめると図 3-1 のようになる。以下では、この図 3-1 に基づいて議論を進める。

まず、弾力性値 0.2 のケースから説明すると、現状の混雑率は 218% で基本ケースでは 1 キロ当たり運賃を 6.6 円から 12.5 円に値上げすることによって混雑率が 180% に低下している。過大評価されていると考えられる時間価値を半減すると均衡混雑率は 195% まで上昇するが、混雑不効用の増大を考慮すると、基本ケースと変わらず均衡混雑率は 180% であった。弾力性値 0.1 および 0.5 のケースも同様のパターンになっていることがグラフから読み取れる。

ここで、混雑率 180% は政府による当面の目標値であり、「折りたためば新聞が読める」程度の混雑率である。したがって弾力性が 0.2 以上あれば約 2 倍の混雑料金を導入することにより十分な便益が得られることが予想される。

弾力性が 0.1 の場合は、195~200% 程度が均衡混雑率となって政府による目標値はクリアできない。よって次の政策提言の節で述べるとおり、需要の運賃弾力性（の絶対値）を高める政策の導入が可能であれば、それを実施することが必要であることが指摘できる。

逆に政策によって弾力性を 0.5 まで高めることができれば、混雑料金実施の効果は絶大で、混雑率は政府が長期的な目標としている 150% 台まで緩和することができる。

また図 3-1 で示された各ケースについて、表 3-2 から社会的余剰の増と混雑料金収入の金額についての幅を見てみると、それぞれ年間 5~40 億円、50~100 億円の範囲にあることが分かる。

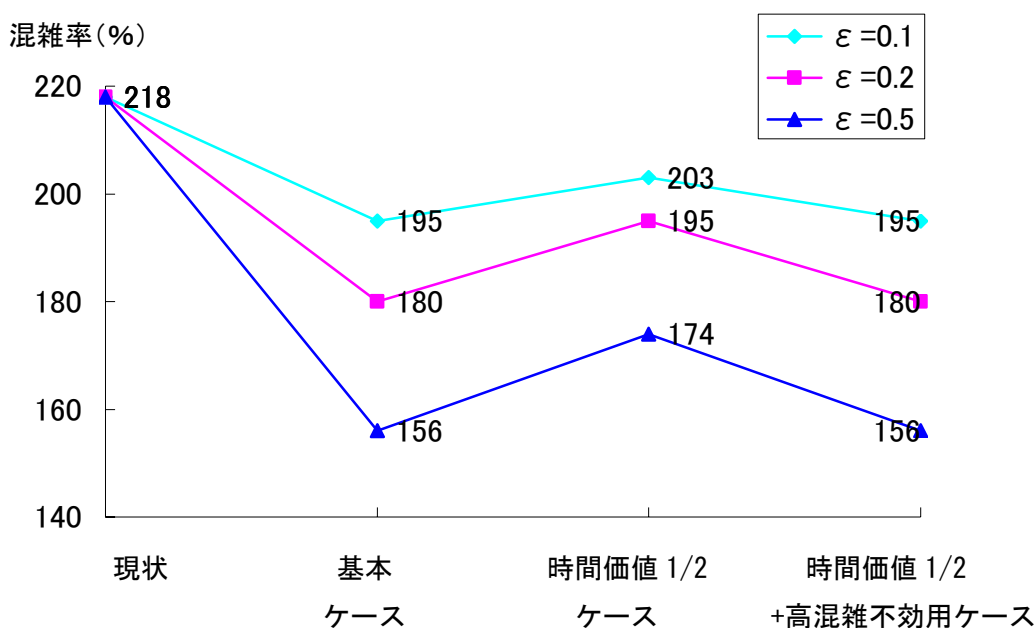


図 3-1 中央線における感度分析の結果

3-4 分析のまとめ

以上の結果をまとめると、次の点が知見として得られた。

まず基本ケースでは、混雑料金（現行定期運賃の約2倍）の導入で混雑率は180%台に低下することが示された。感度分析によって、国土交通省マニュアルで示された値では過大と思われる時間価値を割り引いても、混雑不効用が高ければ同様の結果が得られることが分かった。

また、社会的便益に着目すると、社会的余剰の増加（DWLの減）が基本ケースで年間20億円、感度分析でも5~40億円生じることが分かった。さらに、混雑料金で年50~100億円の収入があり、これを財源とした対策が可能であることが示唆された。

そして、需要の運賃弾力性（の絶対値）を政策的に高めることができれば、混雑率は政府の最終的な目標値である150%台まで低下する可能性もあることが判明した。

4 政策提言

4-1 政策提言

3の分析結果から、混雑料金の導入の効果が検証されたので、これらの分析結果をもとに、首都圏の通勤鉄道における適切な交通政策および関連する税制政策について以下言及していく。

<政策提言（1）：差別料金の許容または混雑税の導入>

第一に、差別料金の許容または混雑税の導入が行える環境整備が必要であるが、混雑料金導入の具体策として、現在 5 割程度割引かれている定期運賃の割引率縮小が簡便かつ有効であると考えられる。

しかしながら、現行制度では、仮に鉄道事業者が定期運賃の割引率縮小を届け出ると、国土交通大臣が運賃の変更を命ずることのできる「特定の旅客に対する不当な差別的取扱い」（鉄道事業法第 16 条）に該当する可能性がある。したがって、中長期的にはこの法律を見直すことで、混雑料金を導入することが可能になると考えられる。

なお混雑料金を実施することは、技術的には Suica 等の IC 乗車券の登場で十分可能な状況になってきたし、海外においてもワシントン D.C.の地下鉄やロンドンの通勤鉄道でも混雑料金は用いられている。その一方で、混雑料金が日本の都市鉄道で用いられない理由の一つに、仮にピーク時に料金を上げても、乗客は減らないだろうと考えられている点があるであろう。

しかし、本プロジェクトで提案する混雑料金の導入によって、フレックスタイム導入企業が増えるほか、オフィスや家庭の IT 環境が促進されて勤務体系が時間にしばられなくなるだけでなく、自分のオフィスに立寄らず取引先に直行する等、長期的にはオフピーク通勤に対するインセンティブが現在よりも強く発揮されるようになるだろう。

また、居住地の選択やオフィス立地の選択にも経済的合理性が反映されることになり、需要シフトは確実に起こるだろうとわれわれは考えている。

ところで、ピークとオフピークに 2 段階の混雑料金を実施しても、混雑料金を実施される前後 15 分程度の需要シフトしか起きず、その前後 15 分に新たな混雑が生まれるだけではないかという疑問が生じる。その解決策として八田[1995]は、多段階式料金制を提案している。

多段階式料金制は、例えば混雑する 8 時～9 時の中で、最も混雑するのが 8 時 30 分とするとその前後ほど料金が高く、その時間から離れていれば、運賃が安いという仕組みであり、このような運賃体系を導入することによって、より混雑度を分散できるのではないかと考えられている。IC 乗車券の普及でこのような複雑な運賃体系導入も不可能ではなくなっているため、選択肢の一つとして考慮すべきである。

最後に、現行の鉄道事業法による運賃規制は、フルコスト原理をベースにしたヤードス

ティック式の上限価格制であるが、混雑料金導入に当たっては、このフルコスト原理の見直しが必要であることも指摘しておく。

<政策提言（2）：混雑料金財源の活用>

次に、3の分析結果から、年間50~100億円ぐらいの混雑料金財源が1つの線区から生じると見込まれるので、ここではその活用方法として3つの案を提言したい。

第一に、非混雑時間帯の運賃割引誘導である。これは、オフピーク時間帯に運賃を下げることによって、ピーク時の需要を吸収することを意味する。今回の分析では非混雑時間帯の分析は行っていないため、当該時間帯の適切な運賃水準を算出することはできなかったが、必要なデータが得られれば、同様のフレームワークで分析可能である。

第二に、これまで複々線化の行われていない路線で輸送力増強策を推進することが挙げられる。首都圏においては、私鉄の多くの路線ではすでに複々線化工事が終了して混雑の緩和に寄与したが、JRの一部路線（中央線や武蔵野線等）では、現時点では複々線化の見込みがないので、この問題を解決する手段になる。

ちなみに、中央線では、並走する総武線が通勤時も空いているという実態があるが、現在は方向別のホームとなっておらず、中央線から総武線への乗り換えが不便で混雑緩和に寄与していない。このようなケースでは、混雑料金収入を同方向ホーム化の工事の財源に当てることが検討されるべきである。

第三に、混雑の不効用を悪化させない政策の導入が必要である。2で言及した社会的限界費用曲線SMCが、これ以上上側にシフトしないような政策に混雑料金収入を充当することは、比較的利用者の理解を得やすいであろう。

具体的な例を挙げれば、車内や駅のセキュリティ向上策を実施することで、混雑の不効用を増やさないことにつながると考えられるが、女性専用車両の整備、監視カメラの設置やホームドアの設置等に必要経費として混雑料金の財源を充当するのは良い例になるであろう。

<政策提言（3）：需要の運賃弾力性を上昇させる政策の導入>

続いて着目するのは、需要の運賃弾力性を上昇させるための税制優遇措置の問題である。

日本では、企業が通勤にかかる運賃を100%負担している例が多い。これは所得税制で、月10万円までの通勤手当の非課税措置があるためである。仮に混雑料金を実施しても、企業がそれに見合う割増相当を従業員に直接交通費として支給してしまうのであれば、混雑料金を実施する意味がなくなってしまう。

またアペンディックスCで示すように通勤手当の非課税措置は価格体系を歪めている。

したがって、我々は当該の措置を縮小、廃止し、その分は給料に上乘せすることを提案する。通勤手当相当を給与として得られれば、従業員はオフピークに安い運賃で通勤したり、家庭のIT化を促進して在宅勤務時間を増やすといったことにお金をかけるインセンテ

イブが生まれよう。

なおアペンディックス C が示すように、通勤費の非課税措置を縮小すると、たとえ混雑料金を導入しなくても通勤時間を短くし、都心の通勤時間がゼロに近い辺りの地価は今より上がるが、郊外では地価が下がると見られる。効率は随分と改善するはずである。

4-2 政策実施時の課題と対応

ところで、混雑料金を実施しようとする、利用者や鉄道事業者から様々な反対意見が出そうである。そこで、ここでは今まで挙げられた政策に対する課題を述べ、その対応を模索していく。

第一に、混雑料金の実施を実施しようとする、当該の政策は利用者間の公平に反するという主張が出てこよう。つまり、混雑時に運賃を引き上げるということは、社会的弱者であるサラリーマンいじめであるという論法である。

しかし、この論議は消費税やその他の税にも当てはまるやや感情的な意見であるというだけでなく、先ほど述べたように、混雑料金自体は諸外国で導入事例もあり、本質的にはさほど問題になるとは思えない。また、IT化によるワークスタイルの変化は、混雑料金によって不利益を得ない層を増やしていくことだろう。

最も有力な説得の方法としては、先に述べたように鉄道利用者に対してメリットのある施策との組み合わせによって、混雑料金導入によって長期的には鉄道利用者に利益が生じることを丁寧に説明していくことであろうと思われる。

第二に、鉄道事業者の立場に立つと、技術的な問題やコストアップを理由に混雑料金の導入に反対意見が出るのが予想される。また、混雑税のような規制強化自体にも鉄道事業者は反発するだろう。

まず技術的な問題については、これまで述べてきたように IC 乗車券の導入で大部分が解決する。ただし、線区によっては、会社間をまたぐ直通運転が行われており、利用者の動向を完全にトレースできないという問題は残るので、この点の解決が課題となる。

また規制強化の可能性については、例えば本プロジェクトにおいて提案したように、開示データに基づく簡素な仕組みをベースとした、規制コストが低く、より効果的な運賃規制政策の設計をしていくことが今後の課題となる。

アペンディックス A： 区間別混雑料金の計測

本プロジェクトでは、線区のピーク一時間を通して平均した場合の混雑料金を算出した。しかしながら、現実的には混雑状況は線区内の一部区間で劣悪となっているので、混雑料金も区間に応じた設定をしなければならない。

ここでは、本プロジェクトで計測した中央線の例を用いて、同線区を 4 区間に分割した場合のそれぞれの適切な混雑料金を試算する。

手順としては 2001 年の「大都市交通センサス」で首都圏の混雑状況を詳細に分析しているので、この調査結果を参考にする。同調査では、利用者アンケートや鉄道事業者から得たデータをもとに、線区別の駅間ごとの混雑状況を示している。それによると、中央線ではピークの 8 時台に下の表のような区間別の混雑状況になっている。

表 A-1 大都市交通センサスによる中央線の区間別混雑状況

区間	混雑状況
高尾～日野	あまり混んでいると感じない
日野～武蔵小金井	混んでいると感じる
武蔵小金井～中野	非常に混んでいると感じる
中野～四ツ谷	非常に混んでいると感じる

ところで、上記の各区間の所要時間はいずれもほぼ 15 分となっている。また「都市交通年報」のデータより、最混雑区間である中野～新宿の混雑率は 218%であった。さらに、本プロジェクトではピーク時の 1 時間あたりの中央線の輸送量を 5,223 千人キロと推計していた。

そこで、ここでは 1 時間あたりではなく、15 分ごとの輸送量を算出することで、4 区間ごとの混雑料金を算出してみたい。まず表 A-1 を参考にして、下表 A-2 を作成した。混雑率はやや恣意的であるが、大都市交通センサスの混雑状況を % 表示に置き換え、また輸送量は、1 時間あたり輸送量をこの混雑率を基準にして按分し、15 分ごとのものを作成した。

表 A-2 区間別混雑率・輸送量・所用時間

区間	混雑率 (%)	輸送量 (千人 ^{キロ})	所用時間 (分)
高尾～日野	150	1,047	15
日野～武蔵小金井	180	1,257	15
武蔵小金井～中野	200	1,397	15
中野～四ツ谷	218	1,522	15
計	—	5,223	60

図 A-1 は、図 2-1 を改良して、15 分ごとの輸送量がそれぞれ D1～D4 の需要曲線上にあるものとし（つまり現状は点 A,B,C,D の各点）、15 分相当の SMC' との交点を求めることによって、均衡点（例えば点 E）を求めることを示したグラフである。

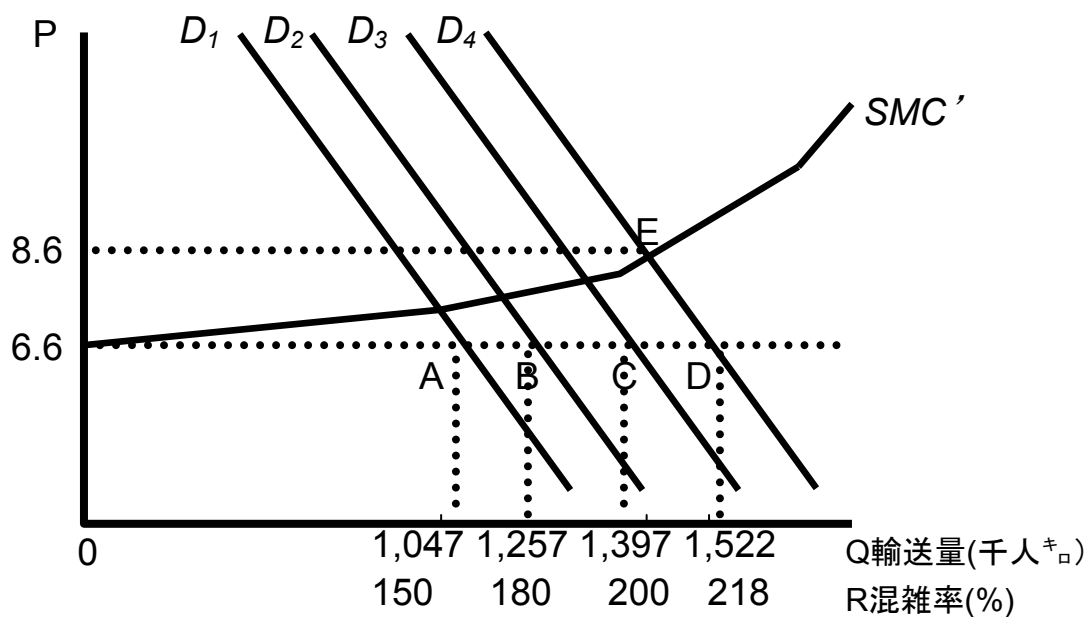


図 A-1 区間別試算の分析フレーム

なお SMC は本プロジェクトですでに算出したものが 1 時間あたりの限界費用であるので、その 1/4 が今回の SMC'（15 分あたり）となっていることに留意すべきである。

このようにして、区間ごとの均衡運賃と均衡混雑率が以下のように算出された。

表 A-3 区間別の試算結果

区間	運賃（円/キロ）	混雑率（%）
高尾～日野	6.6→6.9	150→89
日野～武蔵小金井	6.6→7.7	180→174
武蔵小金井～中野	6.6→8.3	200→190
中野～四ツ谷	6.6→8.6	218→205

先述のように、ここでは前提となる数値を恣意的に設定しているため、表 A-3 はあくまでもラフな結果として参考程度にとどめるべきである。

ただし、区間ごとの乗車状況に関する詳細なデータを入手することができれば、このフレームを使用してより精緻な結果を得ることができると確認できた。

アペンディックスB： ヘドニック・アプローチによる混雑料金の計測

<山鹿・八田のアプローチ>

本プロジェクトでは消費者余剰アプローチにより最適混雑料金を算出したが、従来のアプローチとして山鹿・八田[2000]によるヘドニック・アプローチが最適混雑料金の算出方法として有力である。彼らは以下のような方法により分析を行っている。

すなわち、通勤者は最寄駅から鉄道を利用し、都心へ通勤して所得を得、家計が予算制約にしたがって効用を最大化する世界を考える。通勤者の効用関数を $u(h,z,l)=h^\beta z^{1-\beta}l^\alpha$ と仮定する。ここで h は住宅の床面積、 z は住宅以外の合成財、 l は余暇時間である。

さらに $l=180-(x+a)$ 、 180 は余暇の初期保有時間(分)、 x は通勤時間、 a は混雑電車乗車による疲労回復時間(分)と書け、 $x+a=m(k)x$ と表すとすると効用関数は $u(h,z,l)=h^\beta z^{1-\beta} (180-m(k)x)^\alpha$ と書き直せる。

次に通勤者の予算制約式を $Y=r(x)h+z$ と仮定する。ここで $r(x)$ は家賃関数である。

この予算制約の下で家計が達成する最大効用レベルを、間接効用関数 $v(r(x),Y,x,k)$ とし、都市外での効用水準を v^* とすると都市内外の移動が自由であれば立地均衡では $v(r(x),Y,x,k)=v^*$ が満たされており、 $r(x)$ について解くと、 $r(x)=r^*(Y,x,k,v^*)$ となる。この r^* が家賃関数であり、具体的に計算すると、 $r^*(x,k)=C[180-m(k)x]^{\alpha/\beta}$ である。ここで C は定数項である。

さらに $m(k)=\lambda k^\sigma$ という関数形であると仮定し、両辺の対数を取り、右辺に調整変数を加えると $\log r^*=\log C+s+\alpha/\beta \log[180-x_w-\lambda k^\sigma x_t]$ と書ける。ここで $\lambda=0.807$ 、 $\sigma=1.112$ 、 x_w は通勤時間の内徒歩による所要時間(分)、 x_t は電車による所要時間(分)である。

山鹿・八田は上記(1)式を非線型最小二乗法で推定し、 α/β を求めている。ここで β は所得に占める家賃の割合なので住宅統計調査報告から簡単に求まり、結果として α も求まる。 α 、 β が求めれば、限界代替率を計算することにより、混雑率が1%上昇したときに生じる限界的な疲労を円換算した値を求めることが可能である。

そして限界疲労費用が求めれば各駅区間の混雑率から混雑料金を求められることは容易に想像できるであろう。ただし、ここでは詳しい説明は省略するが各駅区間で混雑率が異なるので駅区間ごとの疲労費用を合算して混雑料金を算出せねばならず限界疲労費用の取り扱いには注意が必要である。

<本プロジェクトにおける現状再現>

さて、山鹿・八田の分析が行われたのは2000年であり、住宅状況に若干の変化は生じていると思われるので、本プロジェクトにおいて、エイブルのホームページから最新のデータを収集し、山鹿・八田のアプローチの再現を行った。なお、簡単化のため $m(k)=\lambda k^\sigma$ に関しては $\lambda=0.807$ 、 $\sigma=1.112$ を採用し、線型最小二乗法で(1)式の推定を行った。われわれ

が収集した 189 組のデータを用いて(1)式を推定した結果は以下の通りである。括弧内は t 値である。

$$\log r^* = -0.596 + 0.032s + 0.405 \log[180 - xw - 0.807k^{1.112}xt]$$

(-2.02) (11.11) (6.75) R²=0.49

また、推定された α 、 β をもとに各駅区間の最適運賃を算出すると以下の表 B-1 のようになった。

この結果から最適な混雑料金を含む運賃は現行の定期運賃の 1 から 2 倍であることが示された。ただし、分析途中で $m(k)$ 関数を恣意的に設定したので、その設定を変更すると今回仮定した効用関数の下でも最適混雑率の多少のずれは生じるであろう。

いずれにせよ、最適運賃が定期運賃の 1 から 2 倍になるという結果は本編で分析した消費者余剰アプローチの結果と大きな乖離はなく、本プロジェクトの研究成果はヘドニック・アプローチによる従来の分析との比較においてほぼ妥当な結果を得られたものと考えている。

表 B-1 ヘドニック・アプローチによる中央線の各駅区間の混雑料金分析結果

駅	駅区間混雑率	通勤区間混雑率	定期運賃	最適運賃	倍率
中野	137%	137%	115	105.0	0.91
高円寺	137%	137%	161	172.7	1.07
阿佐ヶ谷	127%	135%	161	200.7	1.25
荻窪	121%	132%	161	225.0	1.40
西荻窪	116%	130%	207	247.0	1.19
吉祥寺	112%	128%	207	276.6	1.34
三鷹	118%	127%	207	296.6	1.43
武蔵境	228%	139%	247	375.3	1.52
東小金井	212%	147%	247	431.0	1.74
武蔵小金井	199%	151%	247	466.1	1.89
国分寺	192%	156%	293	535.3	1.83
西国分寺	165%	157%	293	595.9	2.03
国立	156%	157%	293	625.0	2.13
立川	135%	155%	338	675.7	2.00
日野	111%	151%	378	717.8	1.90
豊田	104%	148%	378	747.6	1.98
八王子	89%	144%	424	781.7	1.84
西八王子	79%	139%	424	819.7	1.93
高尾	50%	135%	487	833.9	1.71

アペンディックス C： 通勤手当の非課税措置廃止の影響分析

<通勤手当が消費者の効用を減じていることの分析>

金本[1997]は、住宅補助がマーケットの価格を歪めていることを、二財モデルを用いて示している。われわれはこの議論を応用して通勤手当に補助を行うことの非効率性を示す。

まず図C-1で、通勤手当に補助が存在しないときには消費者はO点を選択する。

ところが、通勤手当に100%の補助がなされると予算制約は $Y=Z$ となるので、予算制約式は横軸に平行となってしまう、最適点は O' に移る。この場合に政府が支出しなければならない補助金額は $O'A$ に等しい。

一方、同じ金額を所得として得られると予算制約線は平行に右上にシフトし、 O'' が最適点となる。明らかに消費者の効用水準は、 O' より O'' の方が高い。

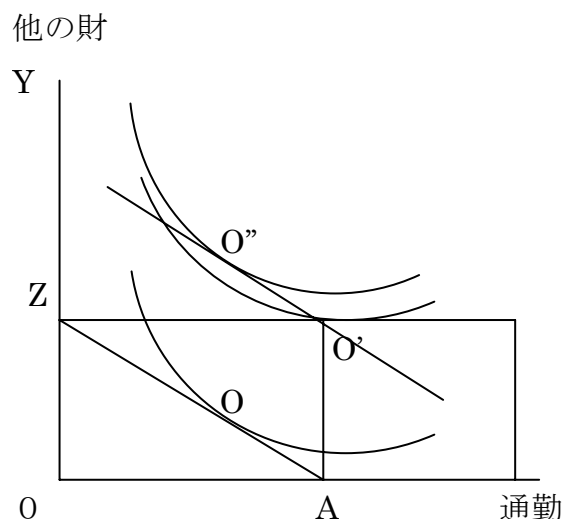
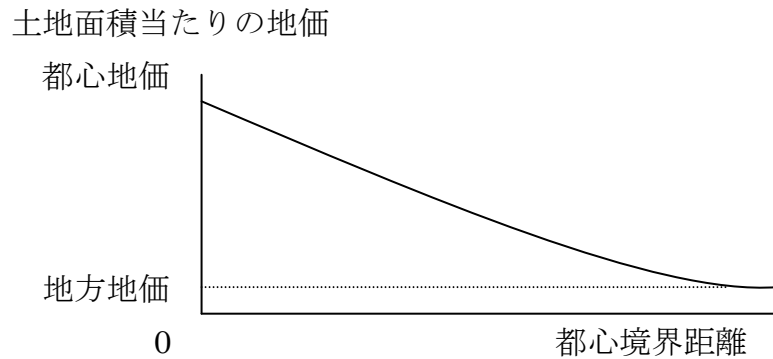


図 C-1 通勤補助の分析

<通勤手当が地価を歪めていることの分析>

次に通勤手当が地価を歪めている分析として、八田[1985]の分析に着目したい。八田は通勤手当の導入で、どれほど非効率になるか地価曲線を用いることによって示している。

地価曲線とは以下の図C-2のように都市地価と都市境界距離との反比例関係にある。つまり、都心では、商業地やオフィス需要があり、この曲線から高い地価であることがわかり、住宅地の地価水準には、通勤費が効いていることもわかる。



図C-2 地価曲線

次に現実の東京の地価曲線の分析として、八田は中央線沿線の駅から歩いて1.5km以内の住宅地移住者のすべてを対象としており、その中の77サンプルで分析している。ちなみに、駅から歩く時間や、駅での待ち時間も含まれている。

ところでこれは、20年ほど前のデータであるが、現在でもかなり実用性があるデータであるとわれわれは考える。その理由として、第一に、その当時と比べて地価が現在と変わらないからである。日本は80年代の終わりにバブルを迎え、地価が高騰したものの、その後バブルが崩壊し、80年代の地価の水準になっているからである。第二の理由として、運賃自体は若干高くなったが、運賃体系自体は現在も差別運賃が規制されているし、混雑税なども導入されていないため、原則的にこのデータを用いても支障をきたさない。

さて、図C-3は地価曲線で運賃負担別を表したものであり、(1)は、会社が通勤費をすべて負担しているケースで、(2)がこの制度を廃止してその分給料に上乗せし、運賃自体を本人が負担するケースであるとする。

(1) 運賃会社負担

$$P = e^{-248.3411} (73982.04 - 44x)^{22.539}$$

(2) 運賃当人負担

$$P = e^{-260.6678} (41.1 - 0.0152374x)^{3.32341} \\ \times (73982.04 - 44x)^{22.539}$$

地価 (1 m^2 当たり万円)

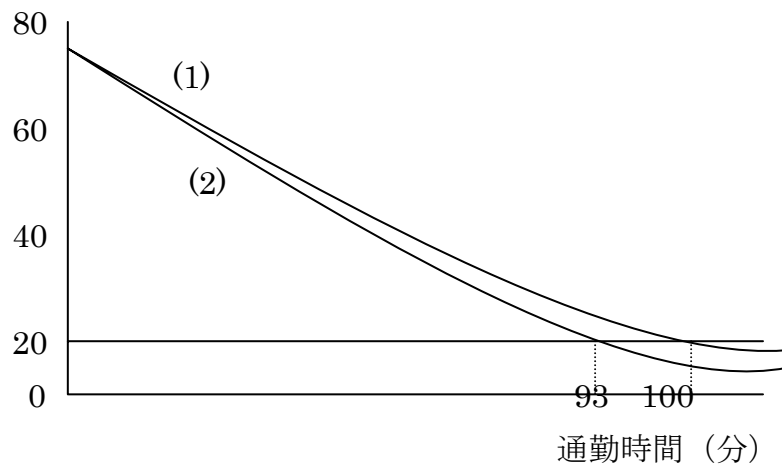


図 C-3 運賃負担別の地価曲線の実証分析

図 C-3の示すように、地価曲線は下方にシフトしており、20万円のところに着目すると、(1)の場合、通勤時間が100分の地点であるが、通勤費の非課税がもし廃止されれば、93分になるので、7分も通勤時間を減らすと考えられる。

以上のように、通勤費非課税措置の廃止によって、通勤時間が減少することが示された。

参考文献

- 金本良嗣「都市経済学」1997年
- 奥野正寛、篠原総一、金本良嗣「交通政策の経済学」、1989年
- 山鹿久木、八田達夫「通勤の疲労コストと最適混雑料金の測定」、『日本経済研究』No41、2000年
- 八田達夫「東京の過密通勤対策」、『東京問題の経済学』、1995年
- 八田達夫「通勤費の非課税枠は引き上げるな」『経済センター会報』、1985年
- 山崎福寿、浅田義久「鉄道の混雑から発生する社会的費用の計測と最適運賃」、『季刊住宅土地経済』、1999年
- 遠藤弘太郎「首都圏鉄道におけるオフピーク通勤の効果分析について」『土木計画学研究・講演集』、1996年
- 美谷邦章、家田仁、畠中秀人「乗車位置選択行動モデルを用いた混雑費用の定量的評価法」、『土木計画学研究・論文集』、1987年
- 金子雄一郎「首都圏における鉄道旅客需要の運賃弾力性の計測」、『土木計画学研究・論文集』、2004年
- 首都圏の鉄道の将来研究会「首都圏の鉄道と将来-10年後の姿-」、『運輸政策研究所 ITPS Report』、2003年
- 国土交通省「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005」
- 国土交通省「都市交通年報（平成16年）」
- 国土交通省「鉄道統計年報（平成15年度）」
- 運輸政策研究機構「数字で見る鉄道 2005」