

「東京大学公共政策大学院

公共政策の経済評価」 2007年度

消費者余剰推計に基づく東武東上線ピーク時
ダイヤへの急行導入の効果分析*

東京大学大学院 公共政策学教育部

酒本隆太

山下貴志

バンバンインドラワンチャーヤプトラ

ゲレンゲジャヴァ ボルドバートル

要約と結論

1 章 はじめに

2 章 分析手法の概略

2.1 消費者余剰の推計

2.2 社会的費用と社会的便益

3章 推計結果と急行導入効果分析

3.1 使用データと前提

3.2 推計結果

4 章 感度分析

5 章 結論と今後の課題

付録 1 全区間の混雑率

付録 2 感度分析結果

付録 3 時間評価値についての感度分析

要約と結論

本稿は、東武東上線のダイヤ改正の可能性について、経済学的に分析したものである。東上線はピーク時に急行列車がないこと、池袋駅まで混雑率がほぼ減少しないことのため、長距離利用者にとって不便なものとなっている。本稿では大きなコストをかけずに、現在の状況を改善する方法としてダイヤ変更を取り上げた。具体的には列車の運行本数の合計は変化させずに、急行列車を2時間に6本増便させ、通勤急行、準急列車は3本ずつ減便させたときと、現在のダイヤとの便益の差を測定した。

分析の方法としては、消費者余剰アプローチを用いた。具体的には以下の手順で計算を行った。まず分析対象区間である坂戸駅ー池袋駅間を、急行、通勤急行、準急、普通と4種類の列車すべてが停車する駅ごとに5つの区間に分けた。さらに分析対象時間は朝のピーク時2時間とし、それぞれ区間ごとにダイヤ改正前後の消費者余剰の変化分を測定した。本稿では一般化費用と社会的費用が等しいと仮定したため、この消費者余剰の差が社会的便益の差となる。そして5つの区間で計測された社会的便益の差の合計を求め、今回分析対象とする坂戸ー池袋駅間の社会的便益の純増を測定した。

以上の計算で用いられた一般化費用は時間費用、混雑不効用、料金から構成される。これらの項目を求めるには通過人員、時間評価値が必要だが、それぞれ都市交通年報、毎月勤労統計調査年報のデータを利用した。時間費用と混雑不効用は運行の種類によって異なるが、混雑不効用においては計算に必要なデータが存在しないため、区間ごとにいくつかの仮定をおき計算した。具体的には急行列車の需要が先に決定し、その急行の混雑率と整合的になるように通勤急行、準急列車の需要が決定するというモデルを考えた。また4種類の列車の市場関係を捉えることが困難なことから1つの市場と捉えた。そのため運行の種類によって異なる一般化費用を、列車の種類ごとの利用者によって加重平均を行い、区間ごとの一般化費用を求めた。

分析結果によると、ダイヤ改正によって接続を考慮しない場合には1人当たり約72円、考慮した場合は1人当たり約31円の社会的便益の純増が計測された。さらに接続時間を考慮しつつ、列車の種類ごとの需要量や合計の需要量について感度分析を行うと、最大で1人当たり約42円、最小で1人当たり約29円の社会的便益の純増が計測された。分析を通じて、社会的便益は所要時間に敏感なこと、時間費用に比べて混雑不効用の影響は少ないことがわかった。

今回の分析を踏まえ東上線のダイヤ改正は考える余地がある。しかし社会的便益が時間費用を構成する所要時間に非常に感応的な点を考慮すると、結論を出すには更なる調査が必要といえる。

はじめに

東武東上線は池袋駅から埼玉の西北部を通り、寄居駅に至る私鉄である。営業距離は75km¹⁾、停車駅数は39駅である²⁾。利用者は朝と夕方の通勤通学を目的とする人々が中心である。

東上線の問題点として長距離利用者の不便さがあげられる。その理由として以下の2つが考えられる。1つ目はピーク時に急行列車がないことである。今回の分析対象である坂戸駅を6時から8時までに発車した列車において、急行はわずかに2本しかなく、その2本は6時4分と7時57分とピークの最初と最後である。2つ目は池袋駅まで普通列車以外の混雑率がほとんど減少しないことである³⁾。これは家田他〔1989〕で指摘されているようにピーク利用者の7割弱が池袋駅まで利用するためと、竹田〔2006〕で指摘されているように長い区間を走る競争路線が有楽町線だけのためである。

このような状況を踏まえ、大きなコストをかけずに現状を改善する方法として、東上線のダイヤ改正を考える。そしてダイヤ改正を行ったさいの便益が、どの程度発生するのかを消費者余剰のフレームワークを使って分析する。具体的には全体の運行本数を変化させずに、急行列車を土日同様の便数にするために2時間で6本増便させ、逆に通勤急行、準急列車は3本ずつ減便させたときをwithとする。そして現在のダイヤをwithoutとし、便益の差を調べる。ダイヤ改正によって考えられる効果は、以下の3点である。1点目は急行利用者における所要時間の短縮である。2点目は急行列車の停車しない駅の利便性の低下である。今回の分析では、利用者はダイヤの変更を完全に理解していることを仮定するので、利便性の低下は急行列車の接続待ちをすることによる所要時間の増加となる。3点目は混雑率への影響であるが、これは不確定である。なぜならば急行列車の停車駅では、急行列車の需要が高いと考えられるため、その他の列車に対する需要は減少する。一方急行列車の停車しない駅では、本数の減少により通勤急行、準急列車の1本当たりの利用者が増加すると考えられるからである。

ダイヤ改正についてのより技術的な分析についてはOyama and Han-i〔1987〕がある。また地価のデータを利用し、通勤の疲労コストや社会的費用を計算したものとしては、山鹿・八田〔2000〕や山崎・浅田〔1999〕がある。今回の分析は、運行の種類ごとに一般化費用が異なることに着目した点で上述の先行研究と異なる。

2章 分析手法の概略

2.1 消費者余剰の推計

今回の評価は消費者余剰アプローチを用いる。消費者余剰アプローチとは、需要1単位の費用の変化分に需要の変化分を乗じた値を計算することで、便益の変化分を求めるものである。金本〔2004〕では、このアプローチの利点として適用可能な例が多いこと、単純

さゆえ大きな誤りをおかす危険性が低いことをあげている。

消費者余剰アプローチでは便益を計測するさいに、需要曲線の左側の面積で表されるマーシャルの消費者余剰を用いる。今回の分析における利用者便益は（１）式で求められる。

$$(1) \quad UB=1/2(QB+QA)(P1-P2)$$

UBは消費者余剰の変化分、QBはダイヤ改正前の通過人員、QAはダイヤ改正後の通過人員、P1はwithoutの一般化費用、P2はwithの一般化費用である。一般化費用とは利用者が負担する様々なコストをすべて含む費用である。一般化費用を用いる理由は、品質の差を価格の差として表現することにより、消費者余剰アプローチの枠組みで考えられるようにするためである。今回の分析では一般化費用は（２）式となる。

$$(2) \quad \text{一般化費用〔円〕} = \text{時間費用} + \text{混雑不効用} + \text{料金}$$

2.2 社会的費用と社会的便益

価格体系に歪みのないときは、（１）式の消費者余剰を求めることにより社会的便益を求めることが可能である。価格体系に歪みのないときは、一般化費用が社会的費用と一致しているときである。一般化費用と社会的費用が等しいとすることは非現実的だが、今回は以下の理由によってこれを仮定する。

まず社会的費用は（３）式で求められる。一般化費用との違いは料金が含まれず⁴⁾、運行費用が含まれることである。

$$(3) \quad \text{社会的費用〔円〕} = \text{時間費用} + \text{混雑不効用} + \text{運行費用}$$

運行費用として荒木他〔2007〕は電気料金、駅員コスト、設備投資費用、管理費用などをあげている。今回の分析では短期を対象にし、新たに列車の本数を増加させるわけではないので、設備投資費用はかからないとする。その他の費用はwithとwithoutで一定であるとしても大きな問題は発生しない。先行研究より運行費用の計測が困難であることも踏まえ、分析をいたずらに複雑にすることを避けるため、運行費用と料金が等しいことを仮定する。これらの仮定により一般化費用と社会的費用が等しいことになり、消費者余剰を計測すれば社会的便益を計測したことになる。

社会的便益は図1の四角形P1P2BAとなる。分析は短期を対象としているため、運行の種類を合計した需要dは一定とする。一般化費用は運行の種類によって異なると考えられるが、利用者数によって加重平均する。これは4種類の列車の市場関係が複雑となっているため、1つの市場として単純化して計算するためである。

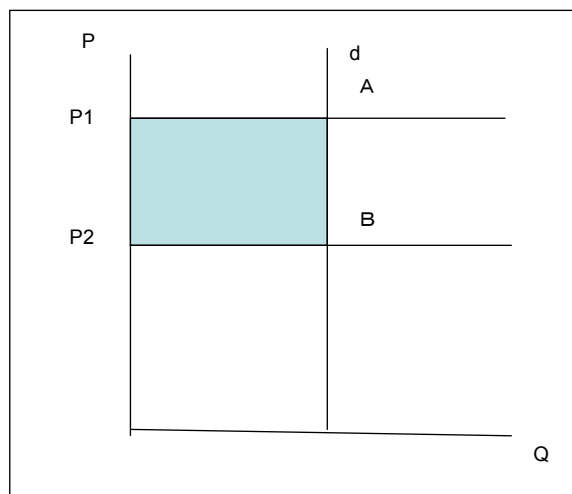


図 1 社会的便益の変化

3章 推計結果と急行導入効果分析

3.1 使用データと前提

まず今回の分析対象時間は、坂戸駅を午前 6 時から 8 時の間に出発する列車とする。これはピーク時 1 時間とその前後 30 分を含めるためである。また分析対象区間は川越ーふじみ野、ふじみ野ー志木、志木ー和光市、和光市ー成増、成増ー池袋駅間である。対象を川越駅より池袋駅側に限定したのは、運行の種類によって停車駅が異なるのが川越駅より池袋駅側だからである。その後の対象区間は、4 種類の列車すべてが停車する駅ごとに対象区間を区切った。対象時間の各種類の列車の本数、停車駅は表 1 となる。ここで 0 は停車しない駅を示す。また with では急行列車の本数が 8 本、通勤急行列車の本数が 8 本、準急列車の本数が 10 本となる。これは急行列車の本数を土日並みに増便させ、その増便と同じ分だけ通勤急行、準急列車の本数を減便させるためである。

表1 駅ごとの列車停車本数と通過人員

駅名	列車停車本数(本)				通過人員(人)
	急行	通勤急行	準急	普通	
池袋	2	11	13	25	91,471
北池袋	0	0	0	25	91,471
下板橋	0	0	0	25	90,781
大山	0	0	0	25	90,052
中板橋	0	0	0	25	86,535
ときわ台	0	0	0	25	84,095
上板橋	0	0	0	25	81,151
東武練馬	0	0	0	25	76,298
下赤塚	0	0	0	25	72,916
成増	2	11	13	25	71,803
和光市	2	11	13	28	69,411
朝霞	0	0	13	28	85,007
朝霞台	2	0	13	28	81,585
志木	2	11	13	28	81,198
柳瀬川	0	11	13	13	71,150
みずほ台	0	11	13	13	68,224
鶴瀬	0	11	13	13	64,028
ふじみ野	2	11	13	13	59,351
上福岡	0	11	13	13	53,762
新河岸	0	11	13	13	48,596
川越	2	11	13	13	50,475
川越市	2	11	13	13	52,099
霞ヶ関	2	11	13	7	54,563
鶴ヶ島	2	11	13	7	58,809
若葉	2	11	13	7	64,093
坂戸	2	11	13	7	69,023

2章のフレームワークで社会的便益を求めるためには、(2)式によって一般化費用を求める必要がある。一般化費用は時間費用、混雑不効用、料金から構成される。以下で順に使用したデータ、前提について述べる。

まず時間費用について述べる。時間費用とは時間を貨幣換算したものである。時間費用は(4)式で求められる。

$$(4) \text{ 時間費用 [円]} = \text{時間評価値 [円/分]} \times \text{所要時間 [分]}$$

時間評価値の算定方法には選好接近法と所得接近法がある。今回は所得接近法を用いる。所得接近法では、年間賃金を年間実労働時間で割ることにより時間評価値を求める。国土交通省〔2005〕を参考に(5)式で時間評価値を求めた。この値を48.25〔円/分〕とする。

(5) 時間評価値〔円/分〕 = 平均月間現金給与総額〔円〕 ÷ 平均月間総実労働時間〔分〕
 具体的なデータは、東京都の毎月勤労統計調査年報〔2005〕の事業所規模5人以上の常用労働者1人平均月間現金給与総額⁵⁾と平均月間総実労働時間を用いた。

所要時間は時刻表より表2のようになる。

表2 所要時間（分）

区間	急行	通勤急行	準急	普通
池袋－成増	16	17	16	20
成増－和光市	3	5	4	4
和光市－志木	6	7	9	9
志木－ふじみ野	8	11	11	11
ふじみ野－川越	7	8	8	8

次に混雑不効用について述べる。混雑不効用とは鉄道車両内混雑による不快感を貨幣換算したもので、(6)式によって求められる。

(6) 混雑不効用〔円〕＝時間評価値〔円/分〕×所要時間〔分〕×混雑不効用関数
 混雑不効用関数は混雑不効用の評価値の時間換算係数である。混雑不効用関数は国土交通省〔2005〕より表3のようになる。また混雑不効用関数を決定するには混雑率が必要であり、それは(7)式で求められる。

表3 混雑不効用関数

混雑率(%)	混雑不効用関数
0以上100未満	$F=0.0270R$
100以上150未満	$F=0.0828R-0.0558$
150以上200未満	$F=0.179R-0.200$
200以上250未満	$F=0.690R-1.22$
250以上	$F=1.15R-2.37$

$$(7) \quad R : \text{混雑率} [\%] / 100 = (\text{通過人員} \div \text{車両定員})$$

混雑率は通過人員と車両定員からなる。通過人員は都市交通年報〔2006〕を利用した。都市交通年報には大手民鉄のピーク時の最混雑区間（東上線では池袋－北池袋）における1時間の編成、本数、輸送力、輸送人員、混雑率のデータ、主要線区の1年間の旅客発着通過状況のデータがある。したがって最混雑区間以外の区間は、(8)式によって変換係数 β を計算し、1日当たりの通過人員を求めた。

$$(8) \quad \text{year} \times \beta = \text{day} \times 1.8$$

ここでyearは池袋－北池袋駅間の1年間における定期利用による通過人員である。ここでの利用者は、すべて定期利用者と仮定した。dayは池袋－北池袋駅間のピーク時1時間における1日の輸送人員である。1.8としたのは、ピーク時前後30分はピーク時より20%通過人員が減少すると仮定しているためである。 β は0.0014となり、この結果を利用して求めた各駅間の2時間の通過人員が表1のようになる。

次に車両人員は（9）式で求められる。

$$(9) \text{ 車両定員 (人)} = 1 \text{ 両当たり定員 (人)} \times \text{編成 (両)} \times \text{本数 (本)}$$

編成はヒアリング調査よりピーク時は、すべて10両編成ということがわかった。本数は時刻表より求めた。1両当たり定員は、都市交通年報の東武鉄道の輸送力を編成・本数で割ることにより得られ、138人となった。

区間ごとの混雑率は（7）式で求められる。しかし今回の分析では運行の種類ごとの混雑率が必要である。このため以下で運行の種類ごとの混雑率の計算の仕方について述べる。運行の種類ごとの混雑率、通過人員のデータは存在しないため、いくつかの仮定をおいて計算する必要がある。以下の計算はすべて without のものである。

まず急行列車については、川越駅で混雑率130⁶⁾%、ふじみ野駅で混雑率150%になり、その後の駅では利用者は混雑を嫌って急行列車に乗らないと仮定する。これは以下の2点を考慮したためである。1点目は池袋から遠い駅において急行列車の需要が大きいと考えられること、2点目は都市交通年報のピーク時1時間における東上線の最混雑区間の平均混雑率は138%となっており、急行列車の混雑率はそれより大きいと考えられることである。

通勤急行、準急、普通、それぞれの列車の川越－志木駅間での通過人員は、車両数に比例すると仮定する。現実には普通列車よりも通勤急行、準急列車の方が需要は大きいと思われる。しかし志木駅までは普通列車の数がその後の区間に比べて少ないこと、この仮定をおいて求めた混雑率が、実際に実地調査を行って感じた混雑率とそれほどかけ離れていないことからこの仮定をおいた。

準急、普通列車の志木－朝霞駅間の混雑率は車両数に比例するという仮定をおかず、以下の仮定をおいた。その仮定とは朝霞駅を出発するときの準急列車の混雑率が、志木駅を出発するときの通勤急行列車の混雑率と同程度になるように準急列車の通過人員が決まり、残りの通過人員が普通列車を利用するというものである。この仮定をおいて求めた準急、普通列車の需要比は、単純な車両数の比の1.4倍、0.8倍である。この仮定をおいたのは以下の3点を考慮したためである。

1点目は朝霞台駅、朝霞駅には通勤急行列車は停車しないため、志木駅を発車したときと混雑率は変化しないこと、2点目は通勤急行、準急列車は池袋までの停車時間がほとんど同じため需要が大きく異ならないと考えられること、3点目は志木駅を始発とする普通列車が15本あり、車両数の比を取ると普通列車の需要が大きくなってしまうことである。

通勤急行、準急、普通列車の朝霞－成増駅間の混雑率は、和光市駅で通勤急行、準急列車の混雑率が大きく減少せず、成増駅以降の急行、通勤急行、準急列車の混雑率がほぼ同じになるという仮定をおいた。この仮定をおくと、通勤急行、準急列車は車両数の比の1.4倍、普通列車は車両数の比の0.65倍となる。この仮定をおいた理由は以下の2つの理由のためである。

1つ目は和光市駅では有楽町線に接続するため、運行の種類を合計した通過人員は1つ手前の朝霞駅よりも減少する。しかしこのとき急行、通勤急行、準急列車の混雑率の大きな

減少は実地調査より観察されなかった。これは和光市駅で下車する利用者と近い数の利用者が乗者してくるためである。2 つ目の理由として成増－池袋間において急行、通勤急行、準急列車は所要時間がほぼ等しくなるため、3 種類の列車において混雑率の大きな差は生じないことが考えられる。

with でも各区間の混雑率は上でおいた仮定を用いる。例えば志木－朝霞間の準急、普通の通過人員は with での車両数の比の 1.4 倍、0.8 倍となる。この結果は表 4、5 となる。また対象区間以外の混雑率は付録 1 で示す。

表 4 without の混雑率 (%)

区間	急行	通勤急行	準急	普通
池袋－成増	150.0	141.9	140.1	122.0
成増－和光市	150.0	141.9	140.1	65.0
和光市－志木	150.0	152.3	127.3	59.1
志木－ふじみ野	150.0	150.9	150.9	70.1
ふじみ野－川越	150.0	108.1	108.1	108.1

表 5 with の混雑率 (%)

区間	急行	通勤急行	準急	普通
池袋－成増	150.0	132.0	130.3	117.5
成増－和光市	150.0	132.0	130.3	60.5
和光市－志木	150.0	118.1	116.6	54.1
志木－ふじみ野	150.0	151.1	151.1	70.2
ふじみ野－川越	150.0	100.0	100.0	100.0

最後に料金について述べる。利用者はすべて定期利用者として、1 ヶ月定期代金を 50 で割って 1 回の料金を求めている。この 1 回の料金は通勤定期と通学定期で異なるが、ヒアリング調査から通勤、通学の利用者は 7 : 3 ということがわかっているため、加重平均を行い調節した。対象区間の 1 回の料金は表 6 のようになる。

表 6 料金 (円)

区間	料金
池袋－成増	144.58
成増－和光市	81.92
和光市－志木	106.32
志木－ふじみ野	109.34
ふじみ野－川越	109.34

3.2 推計結果

以上のようなデータを用いて計算された社会的便益は表 7 となる。これをケース 1 とす

る。どの区間においても社会的便益は増加し、合計では2時間当たり約540万の社会的便益の増加となった。これは通過人員1人当たりで、約72円社会的便益が増加していることになる⁷⁾。要素ごとの変化を表示したものが表8である。時間費用の小さい急行列車の利用者が増加することにより、利用者数で加重平均した一般化費用が小さくなっていることがわかる。志木ーふじみ野駅間ではその効果が最も大きく、1人当たり約22円の減少となっている。和光市ー志木駅間では約16円、成増ー和光市駅間でも約13円の減少となっている。混雑不効用も成増ー池袋駅間で約4円、和光市ー成増駅間で約3円減少している。

現実には急行列車を増加させると、他の列車が急行列車の接続待ちをするため、駅で停車する時間が増加することが考えられる。この点を正確に測るのは技術的問題があり難しいが、今回は以下のような仮定をおきケース2として計算した。仮定としてwithの場合に、ピーク時以外と同様にふじみ野駅で急行列車の接続待ちをすると考える。接続待ちをする列車は単純化のため、急行列車と本数が同じ通勤急行列車とする。通勤急行列車のふじみ野駅での停車時間は、ピーク時以外の接続待ち時間と同様に4分とする。他の条件はケース1と同じである。

ケース2の結果は表9のようになった。社会的便益の合計は2時間当たり約209万円、1人当たりになると約31円の便益の増加となった。ケース1と比べると半分以下の大きさである。これは急行列車の接続待ちをする志木ーふじみ野駅間で、2時間当たり約149万円、1人当たり約18円の社会的便益の減少となったためである。表10には各項目の変化を示している。(withoutはケース1と全く同じなので、省略している)通勤急行列車の待ち時間が4分増加することにより、1人当たり社会的便益が約40円変化するという結果から、所要時間に非常に敏感なことがわかる。

表7 停車時間を考慮しない場合(ケース1)の社会的便益

	一般化費用(円)		通過(人)	社会的便益(円)	1人当たり
	without	with			社会的便益(円)
池袋ー成増	1,062	1,055	91,471	630,648	7
成増ー和光市	297	282	71,803	1,105,443	15
和光市ー志木	523	505	69,411	1,220,871	18
志木ーふじみ野	661	637	81,198	1,920,890	24
ふじみ野ー川越	503	494	59,351	511,207	9
合計				5,389,060	72

表8 ケース1の各項目の変化

		without 急行	without 通勤急行	without 準急	without 普通	without 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	150	142	140	122	
	成増－和光市	150	142	140	65	
	和光市－志木	150	152	127	59	
	志木－ふじみ野	150	151	151	70	
	ふじみ野－川越	150	108	108	108	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	871
	成増－和光市	145	241	193	193	204
	和光市－志木	289	338	434	434	395
	志木－ふじみ野	386	531	531	531	523
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	383
混雑不効用(円)	池袋－成増	53	51	46	44	49
	成増－和光市	10	18	10	5	11
	和光市－志木	20	24	28	12	22
	志木－ふじみ野	26	28	28	28	28
	ふじみ野－川越	18	10	10	10	13
停車時間を考慮しない場合 (ケース1)		with 急行	with 通勤急行	with 準急	with 普通	with 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	150	132	130	118	
	成増－和光市	150	142	140	65	
	和光市－志木	150	118	117	54	
	志木－ふじみ野	150	151	151	70	
	ふじみ野－川越	150	100	100	100	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	867
	成増－和光市	145	241	193	193	192
	和光市－志木	289	338	434	434	379
	志木－ふじみ野	386	531	531	531	501
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	373
混雑不効用(円)	池袋－成増	53	44	40	40	45
	成増－和光市	10	10	8	5	9
	和光市－志木	20	24	26	12	22
	志木－ふじみ野	26	26	26	26	26
	ふじみ野－川越	18	10	10	10	13

表9 停車時間を考慮した場合（ケース2）の社会的便益

	一般化費用(円)		通過(人)	社会的便益(円)	1人当たり 社会的便益(円)
	without	with			
池袋－成増	1,062	1,055	91,471	630,648	7
成増－和光市	297	282	71,803	1,105,443	15
和光市－志木	523	505	69,411	1,220,871	18
志木－ふじみ野	661	679	81,198	-1,458,747	-18
ふじみ野－川越	503	494	59,351	511,207	9
合計				2,009,424	31

表 10 ケース 2 の各項目の変化

(without は表 8 と同じ)

停車時間を考慮した場合 (ケース2)		with 急行	with 通勤急行	with 準急	with 普通	with 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	150	132	130	118	
	成増－和光市	150	132	130	61	
	和光市－志木	150	118	117	54	
	志木－ふじみ野	150	151	151	70	
	ふじみ野－川越	150	100	100	100	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	867
	成増－和光市	145	241	193	193	192
	和光市－志木	289	338	434	434	379
	志木－ふじみ野	386	724	531	531	541
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	373
混雑不効用(円)	池袋－成増	53	44	40	40	45
	成増－和光市	10	10	8	5	9
	和光市－志木	20	24	26	12	22
	志木－ふじみ野	26	36	26	26	29
	ふじみ野－川越	18	10	10	10	13

4章 感度分析

便益の推定では誤差が大きくなることも多く、便益の推定値を1つだけ公表することは誤差の大きさについて誤った印象を与えるおそれがある。政策分析では不確実性について明示する必要がある。このとき用いられる方法の1つが、分析の仮定を変化させたときに、便益がどの程度変化するかを調べる感度分析である。この章では、ピーク時前後30分の列車利用者全体の需要が変化したときと、急行、通勤急行、準急列車のそれぞれの需要が増加したときの感度分析を行う。

具体的にはピーク時前後30分の利用者がピーク時の80%から50%、100%（ピーク時と同じ）になったときをそれぞれケース3、ケース4として計算する。急行列車の混雑率が、川越駅で150%、ふじみ野駅で170%となり、通勤急行、準急列車の需要がそれぞれ2.5%ずつ増加したときをケース5とする。同様に急行列車の混雑率が、川越駅で150%、ふじみ野駅で170%となり、通勤急行、準急列車の需要がそれぞれ5%ずつ増加したときをケース6とする。ケース5とケース6では、急行列車の混雑率が増加することにより、普通列車の利用者が通勤急行、準急列車へと需要をシフトさせるときを想定した。ケース3からケース6まで急行列車の接続待ちは、ケース2と同じく、通勤急行列車が4分停車することを仮定する。

表12が感度分析の結果である。ここでは全区間を合計した社会的便益のみを示してある。ケース3は社会的便益の増加が約237万円、1人当たりでは約42円と最も大きい。これは付録2の表14に示しているように、志木ーふじみ野駅間の便益の減少が、1人当たり約11円となったためである。所要時間が増加する通勤急行列車の利用者が少なくなるためである。

ケース4も社会的便益の合計は約213万円、1人当たりでは約29円となる。ケース4ではケース3とは逆に全体の利用者が増えるに伴い、通勤急行の利用者も増加するため、表16に示しているように志木ーふじみ野駅間におけるwithの一般化費用の増加が1人当たり22円と大きくなっている。

ケース5では社会的便益の合計は約213万円、1人当たり約33円となっている。ケース4と比べて社会的便益の合計は同程度だが、利用者が少ないため1人当たりの社会的便益が大きくなっている。without、withともに時間費用、混雑不効用が減少しているのが表17よりわかる。これは所要時間の短い列車への需要シフトのためである。

ケース6では社会的便益の合計は約241万円、1人当たり約37円とケース5よりもさらに大きくなっている。表17、19よりケース5に比べて、without、withともに時間費用は減少しているが、逆に混雑不効用は増加していることがわかる。そして全体として社会的便益は増加しているので、時間費用の減少の影響が大きいことがケース5、6の比較からもわかる。

表 1 2 感度分析結果

	社会的便益(円)	1人当たり 社会的便益(円)
ケース3	2,373,768	42
ケース4	2,132,289	29
ケース5	2,126,600	33
ケース6	2,411,402	37

5章 結論と今後の課題

今回の分析では以下の3点がわかった。1点目はピーク時の東上線の急行列車を増発させ、通勤急行、準急列車を減少させることで、東上線の区間合計で1人当たり約31円の社会的便益が生まれることである。2点目はピーク時の社会的便益の分析は、時間費用の影響が大きいということである。3点目は時間費用に比べて混雑不効用の影響は少ないということである。

この結果を受けて再度ヒアリング調査を行ったところ、今回の計測では駅の乗り降りの時間を考慮に入れていない点が今後の課題として指摘された。なぜならば通勤急行、準急列車を減らすことにより、急行列車の停車しない駅のホームで混雑が発生する。これはその駅での電車の乗り降りの時間を増加させるので、結果として時間費用が増加することになってしまうからである⁸⁾。

今後の課題としては、上述の点の他に2点あげられる。1点目は駅ごとの利用者の列車の種類選択行動を、正確に計測できるモデルをつくることである。2点目は4種類の列車の市場間の関係を捉えることである。

* 今回の分析を行うに当たり、複数回にわたって情報を提供してくれた東武鉄道の方々に感謝したい。また大山達雄先生から全体の構成について有益なコメントを頂いた。なお残された誤りはすべて筆者の責任である。

- 1) 東武グループホームページ <http://www.tobu.co.jp>
- 2) 坂戸駅から東武越生線に接続している。営業距離10.9km、停車駅7駅
- 3) 都市交通年報〔2006〕によれば東上線のピーク時の混雑率は、他の鉄道に比べてそれほど高いわけではない。例えば東上線の最混雑区間の混雑率は136%だが、山の手線

の上野－御徒町駅間では216%となる。

- 4) 料金は所得移転に過ぎず、社会的費用ではない。
- 5) 東上線は池袋利用者が多く、池袋利用者は東京都内で働くことを仮定し東京都のデータを用いた。
- 6) 混雑率の目安は以下の通りになっている。100%がすべての乗客が座席につくか、つり革につかまるか、ドア付近の柱につかまることができる状況、150%が広げて楽に新聞を読める状況、180%が折りたたむなど無理をすれば新聞を読める状況、200%では、体がふれあい相当圧迫感があるが、週刊誌程度ならば何とか読める状況である。
- 7) 今回の計算では数種類の仮定をおいたため、計算で求められた各列車の通過人員の合計はwithとwithoutで完全には等しくはならない。一般化費用の加重平均を行う段階までは計算上の通過人員を利用した。そのため一般化費用の誤差が生じている点に注意が必要である。社会的便益を求める段階では列車の種類ごとの通過人員は利用しないため、列車の種類を合計した通過人員は、withとwithoutは完全に等しいとした。
- 8) 池袋駅のホームを1つ増設し、他の運行の種類を減少させずに急行列車を増加させることならば、理論的には可能であることがヒアリング調査よりわかった。しかし今回の分析結果のインパクトの大きさが、列車の遅れなどがまるでない理想的な状態においても1人当たり31円と小さいことを考慮すると、ホームの増設まで行うことの便益は小さいと考えられる。この仮説を証明するためのホームの増設費用を含めた費用便益分析は今後の課題としたい。

参考文献

- [1] 荒木康行，池田厚一，吉田泰己，「JR 埼京線大崎延伸による混雑緩和の費用便益分析」東京大学公共政策大学院 2006 年度冬学期『公共政策の経済評価』レポート，2007 年。
- [2] 家田仁，島崎敏一，畠中秀人，高池勇人，「通勤鉄道混雑緩和策としての需要制御政策の評価」『土木計画学研究・講演集』No. 12, 1989 年，pp. 251－258
- [3] 金本良嗣，蓮池勝人，藤原徹，『政策評価マイクロモデル』東洋経済新報社，2006 年。
- [4] 金本良嗣「消費者余剰アプローチによる政策評価」RIETI Discussion Paper Series 04-J-042, 2004 年。
- [5] 厚生労働省大臣官房統計情報部 『毎月勤労統計調査年報—地方調査—平成 17 年』，2005 年。
- [6] 国土交通省『鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005』，2005 年。
- [7] 国土交通省総合政策局『平成 17 年版都市交通年報』，2006 年。
- [8] 竹田英秋「東京の通勤ラッシュはなぜ緩和したか——都心と沿線人口構成の変

- 化と輸送能力増強の背景」八田達夫（編）『都心回帰の経済学』日経新聞社，2006年，pp. 85－103
- [9] 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，pp. 110－131
- [1 0] 山崎福寿，浅田義久，「鉄道混雑から発生する社会的費用の計測と最適運賃」『住宅土地経済』秋季号，1999年，pp. 4－11
- [1 1] Oyama, T. and Han-i, S. “Application of discrete optimization techniques to train scheduling problems,” *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 4, 1987, 158－186.

付録1 全区間の混雑率

表 13 without の混雑率 (%)

	急行	通勤急行	準急	普通
池袋－北池袋	150.0	141.9	140.1	122.0
北池袋－下板橋	150.0	141.9	140.1	120.1
下板橋－大山	150.0	141.9	140.1	117.9
大山－中板橋	150.0	141.9	140.1	107.7
中板橋－ときわ台	150.0	141.9	140.1	100.7
ときわ台－上板橋	150.0	141.9	140.1	92.1
上板橋－東武練馬	150.0	141.9	140.1	78.1
東武練馬－下赤塚	150.0	141.9	140.1	68.3
下赤塚－成増	150.0	141.9	140.1	65.0
成増－和光市	150.0	152.3	127.3	59.1
和光市－朝霞	150.0	150.9	145.4	82.5
朝霞－朝霞台	150.0	150.9	136.8	77.6
朝霞台－志木	150.0	150.9	150.9	70.1
志木－柳瀬川	150.0	131.2	131.2	131.2
柳瀬川－みずほ台	150.0	125.5	125.5	125.5
みずほ台－鶴瀬	150.0	117.3	117.3	117.3
鶴瀬－ふじみ野	150.0	108.1	108.1	108.1
ふじみ野－上福岡	130.0	98.3	98.3	98.3
上福岡－新河岸	130.0	88.1	88.1	88.1
新河岸－川越	130.0	91.8	91.8	91.8

表 14 with の混雑率 (単位 %)

	急行	通勤急行	準急	普通
池袋－北池袋	150.0	132.0	130.3	117.5
北池袋－下板橋	150.0	132.0	130.3	115.5
下板橋－大山	150.0	132.0	130.3	113.4
大山－中板橋	150.0	132.0	130.3	103.2
中板橋－ときわ台	150.0	132.0	130.3	96.1
ときわ台－上板橋	150.0	132.0	130.3	87.6
上板橋－東武練馬	150.0	132.0	130.3	73.5
東武練馬－下赤塚	150.0	132.0	130.3	63.7
下赤塚－成増	150.0	132.0	130.3	60.5
成増－和光市	150.0	118.1	116.6	54.1
和光市－朝霞	150.0	151.1	140.1	79.5
朝霞－朝霞台	150.0	151.1	130.8	74.2
朝霞台－志木	150.0	151.1	151.1	70.2
志木－柳瀬川	150.0	127.6	127.6	127.6
柳瀬川－みずほ台	150.0	120.8	120.8	120.8
みずほ台－鶴瀬	150.0	111.0	111.0	111.0
鶴瀬－ふじみ野	150.0	100.0	100.0	100.0
ふじみ野－上福岡	130.0	92.1	92.1	92.1
上福岡－新河岸	130.0	80.0	80.0	80.0
新河岸－川越	130.0	84.4	84.4	84.4

付録2 感度分析結果

表14 ピーク前後30分の利用者がピーク時の50%のとき(ケース3)の社会的便益

	一般化費用(円)		通過(人)	社会的便益(円)	1人当たり
	without	with			社会的便益(円)
池袋-成増	1,045	1,039	76,226	449,916	6
成増-和光市	293	277	59,835	947,886	16
和光市-志木	516	495	57,843	1,207,676	21
志木-ふじみ野	650	661	67,665	-742,917	-11
ふじみ野-川越	502	492	49,459	511,207	10
合計				2,373,768	42

表15 ケース3の各項目の変化

ケース3		without 急行	without 通勤急行	without 準急	without 普通	without 加重平均
混雑率(%)	池袋-成増	150	117	115	101	
	成増-和光市	150	117	115	54	
	和光市-志木	150	126	105	49	
	志木-ふじみ野	150	124	124	58	
	ふじみ野-川越	150	89	89	89	
時間費用(円)	池袋-成増	772	820	772	965	870
	成増-和光市	145	241	193	193	204
	和光市-志木	289	338	434	434	394
	志木-ふじみ野	386	531	531	531	522
	ふじみ野-川越	338	386	386	386	382
混雑不効用(円)	池袋-成増	53	34	31	27	37
	成増-和光市	10	12	6	5	9
	和光市-志木	20	16	19	12	18
	志木-ふじみ野	26	18	18	18	21
	ふじみ野-川越	18	10	10	10	13
ケース3		with 急行	with 通勤急行	with 準急	with 普通	with 加重平均
混雑率(%)	池袋-成増	150	103	102	95	
	成増-和光市	150	117	115	54	
	和光市-志木	150	92	91	42	
	志木-ふじみ野	150	119	119	55	
	ふじみ野-川越	150	77	77	77	
時間費用(円)	池袋-成増	772	820	772	965	864
	成増-和光市	145	241	193	193	189
	和光市-志木	289	338	434	434	373
	志木-ふじみ野	386	724	531	531	533
	ふじみ野-川越	338	386	386	386	370
混雑不効用(円)	池袋-成増	53	24	22	26	34
	成増-和光市	10	7	5	5	7
	和光市-志木	20	15	16	12	17
	志木-ふじみ野	26	20	14	14	20
	ふじみ野-川越	18	10	10	10	13

表 16 ピーク前後 30 分の利用者がピーク時の 100%のとき（ケース 4）の社会的便益

	一般化費用(円)		通過(人)	社会的便益(円)	1人当たり
	without	with			社会的便益(円)
池袋－成増	1,075	1,066	101,634	916,025	9
成増－和光市	300	284	79,781	1,278,259	16
和光市－志木	530	513	77,124	1,310,744	17
志木－ふじみ野	668	690	90,220	-1,984,699	-22
ふじみ野－川越	506	497	65,946	611,961	9
合計				2,132,289	29

表 17 ケース 4 の各項目の変化

ケース4		without 急行	without 通勤急行	without 準急	without 普通	without 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	150	159	157	136	
	成増－和光市	150	159	157	73	
	和光市－志木	150	170	142	66	
	志木－ふじみ野	150	169	169	78	
	ふじみ野－川越	150	121	121	121	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	871
	成増－和光市	145	241	193	193	205
	和光市－志木	289	338	434	434	396
	志木－ふじみ野	386	531	531	531	524
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	383
混雑不効用(円)	池袋－成増	53	69	62	55	60
	成増－和光市	10	25	12	5	14
	和光市－志木	20	34	39	12	29
	志木－ふじみ野	26	35	35	35	33
	ふじみ野－川越	18	14	14	14	15
ケース4		with 急行	with 通勤急行	with 準急	with 普通	with 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	150	151	149	133	
	成増－和光市	150	159	157	73	
	和光市－志木	150	135	134	62	
	志木－ふじみ野	150	172	172	80	
	ふじみ野－川越	150	115	115	115	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	869
	成増－和光市	145	241	193	193	193
	和光市－志木	289	338	434	434	382
	志木－ふじみ野	386	724	531	531	545
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	374
混雑不効用(円)	池袋－成増	53	58	52	52	54
	成増－和光市	10	14	11	5	11
	和光市－志木	20	37	37	12	28
	志木－ふじみ野	26	47	35	35	36
	ふじみ野－川越	18	12	12	12	14

表 18 通勤急行、準急列車の需要が 2.5%増加+急行列車の混雑率が増加（ケース 5）
の社会的便益

	一般化費用(円)		通過(人)	社会的便益(円)	1人当たり
	without	with			社会的便益(円)
池袋－成増	1,057	1,052	91,471	466,800	5
成増－和光市	300	283	71,803	1,269,984	18
和光市－志木	523	504	69,411	1,347,958	19
志木－ふじみ野	661	679	81,198	-1,515,399	-19
ふじみ野－川越	504	494	59,351	557,256	9
合計				2,126,600	33

表 19 ケース 5 の各項目の変化

ケース5		without 急行	without 通勤急行	without 準急	without 普通	without 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	170	152	148	112	
	成増－和光市	170	152	148	55	
	和光市－志木	170	164	135	50	
	志木－ふじみ野	170	162	160	60	
	ふじみ野－川越	170	116	115	92	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	864
	成増－和光市	145	241	193	193	205
	和光市－志木	289	338	434	434	392
	志木－ふじみ野	386	531	531	531	522
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	382
混雑不効用(円)	池袋－成増	81	59	52	35	48
	成増－和光市	15	22	11	5	13
	和光市－志木	30	31	29	12	25
	志木－ふじみ野	40	32	32	19	29
	ふじみ野－川越	23	12	12	10	12
ケース5		with 急行	with 通勤急行	with 準急	with 普通	with 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	170	139	135	107	
	成増－和光市	170	139	135	50	
	和光市－志木	170	125	121	45	
	志木－ふじみ野	170	160	157	60	
	ふじみ野－川越	170	104	102	84	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	860
	成増－和光市	145	241	193	193	191
	和光市－志木	289	338	434	434	374
	志木－ふじみ野	386	724	531	531	539
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	371
混雑不効用(円)	池袋－成増	81	48	43	32	47
	成増－和光市	15	11	9	5	10
	和光市－志木	30	29	26	12	24
	志木－ふじみ野	40	40	28	18	31
	ふじみ野－川越	23	10	10	10	14

表 20 通勤急行、準急列車の需要が5%増加+急行列車の混雑率が増加（ケース6）
の社会的便益

	一般化費用(円)		通過(人)	社会的便益(円)	1人当たり
	without	with			社会的便益(円)
池袋－成増	1,056	1,048	91,471	778,893	9
成増－和光市	304	285	71,803	1,411,320	20
和光市－志木	525	505	69,411	1,380,264	20
志木－ふじみ野	663	686	81,198	-1,801,179	-22
ふじみ野－川越	506	495	59,351	642,104	11
合計				2,411,402	37

表 21 ケース6の各項目の変化

ケース6		without 急行	without 通勤急行	without 準急	without 普通	without 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	170	163	158	102	
	成増－和光市	170	163	158	45	
	和光市－志木	170	176	144	42	
	志木－ふじみ野	170	175	171	50	
	ふじみ野－川越	170	125	122	77	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	858
	成増－和光市	145	241	193	193	206
	和光市－志木	289	338	434	434	390
	志木－ふじみ野	386	531	531	531	522
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	382
混雑不効用(円)	池袋－成増	81	75	63	28	54
	成増－和光市	15	28	12	5	16
	和光市－志木	30	38	30	12	29
	志木－ふじみ野	40	38	36	14	32
	ふじみ野－川越	23	15	14	10	14
ケース6		with 急行	with 通勤急行	with 準急	with 普通	with 加重平均
混雑率(%)	池袋－成増	170	151	144	100	
	成増－和光市	170	151	144	43	
	和光市－志木	170	136	130	39	
	志木－ふじみ野	170	174	169	52	
	ふじみ野－川越	170	113	110	72	
時間費用(円)	池袋－成増	772	820	772	965	855
	成増－和光市	145	241	193	193	192
	和光市－志木	289	338	434	434	372
	志木－ふじみ野	386	724	531	531	543
	ふじみ野－川越	338	386	386	386	371
混雑不効用(円)	池袋－成増	81	57	49	26	48
	成増－和光市	15	14	10	5	11
	和光市－志木	30	38	28	12	27
	志木－ふじみ野	40	47	33	14	33
	ふじみ野－川越	23	12	11	10	15

付録 3

時間評価値についての感度分析

付録 3 では時間評価値が減少した場合の感度分析を行う。これは金本他〔2006〕で指摘されているように、日本で用いられている時間評価値は高めに設定されているためである。今回の分析でも時間評価値が低いと思われる通学利用者が 3 割いることなども考え、低めの時間評価値でインパクトの大きさをみることは有意義だと思われる。具体的には他の条件はケース 2 と同じで時間評価値を現在の 6 割、8 割の大きさにしたときをそれぞれケース 7、ケース 8 とする。

表 22 ケース 7 (時間評価値 6 割) の社会的便益

	一般化費用(円)		通過(人)	消費者余剰(円)	1人当たり 社会的便益(円)
	without	with			
池袋ー成増	695	691	91,471	378,389	4
成増ー和光市	211	202	71,803	663,266	9
和光市ー志木	356	346	69,411	732,523	11
志木ーふじみ野	440	451	81,198	-875,248	-11
ふじみ野ー川越	345	340	59,351	306,724	5
合計				1,205,654	18

表 23 ケース 8 (時間評価値 8 割) の社会的便益

	一般化費用(円)		通過(人)	消費者余剰(円)	1人当たり 社会的便益(円)
	without	with			
池袋ー成増	878	873	91,471	504,555	6
成増ー和光市	254	242	71,803	884,419	12
和光市ー志木	440	425	69,411	976,769	14
志木ーふじみ野	550	565	81,198	-1,167,083	-14
ふじみ野ー川越	424	417	59,351	408,996	7
合計				1,607,657	24