



RIETI Discussion Paper Series 05-J-017

容積率緩和による通勤鉄道混雑への影響

寺崎 友芳
日本政策投資銀行



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

容積率緩和による通勤鉄道混雑への影響

2005年4月

日本政策投資銀行 調査部

寺崎友芳

【要旨】

本稿では、丸の内・大手町地区で容積率を1000%から2000%に引き上げた場合の通勤鉄道の混雑率の変化とそれに伴って増加する疲労費用を金銭換算する。

丸の内・大手町地区で容積率が2000%になった場合、同地区の従業者数は15.3万人から最大42.9万人にまで27.6万人増加する。そのとき、ピーク集中度と集中原単位は不変、容積率緩和地区に通勤する従業者の居住分布と通勤経路は不変という2つの仮定を設けて首都圏の全駅間の混雑率の変化を予測すると、現在の首都圏の主要34路線の最混雑区間のピーク時平均混雑率は179%から187%に8%ポイント上昇する。平成2年度は212%であったので、容積率緩和によって上昇するのは、この間の減少幅の1/4程度である。次に、山鹿・八田(2000)で推定された疲労費用関数を援用し、全駅間の疲労費用の増分を算出すると、首都圏合計で年間430億円になった。路線別で見ると、東海道線が77億円で最大となった。丸の内・大手町地区で容積率を緩和する場合、このような増加疲労費用の大きい路線について保安装置の改良等による運転本数の増加、二階建て車両の導入などの輸送力増強投資に対してインセンティブづけを同時に行うことが容積率緩和の負の効果を最小限に抑えることに有効である。

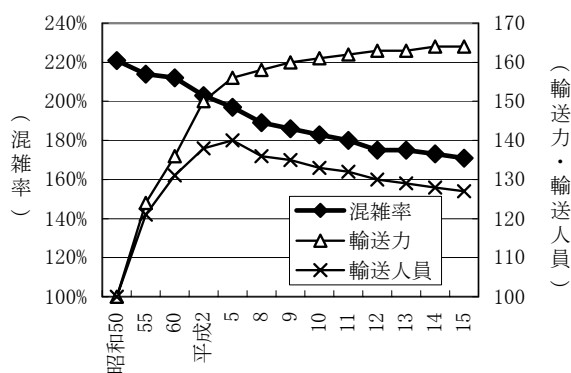
1. 東京圏における鉄道混雑の現状

通勤電車の混雑はサラリーマンにとっては誰しも不快であり、なんとか上手い対策が講じられないものかと、みな不満を持っている。しかし、東京圏における鉄道混雑は、主要 31 路線のピーク時の平均混雑率でみると、図表1に示すように、昭和 50 年度では 221%であったのが、平成 15 年度には 171%にまで 50 パーセントポイントも低下している。混雑率とは、ピーク時の輸送人員を輸送能力で割ったもので、100%は定員乗車で「全員が座席につくか、つり革・柱につかまることができる状態」、150%は「肩が触れ合う程度で新聞は楽に読めるような状態」、180%は「体が触れ合うが、新聞は読める状態」、200%は「体が触れ合い相当圧迫感があるが、週刊誌程度なら何とか読める状態」とされている。

混雑率低下の要因を図表 1 のグラフでみると、平成 5 年度までは、朝のラッシュ時における長編成化や運転本数の増加など輸送能力の増強により混雑率が低下しているのに対し、平成 8 年度以降は、輸送能力は微増にとどまるものの、ピーク時の輸送人員

図表1 東京圏の最混雑区間における平均混雑率・輸送力・輸送人員

年度	混雑率	輸送力	輸送人員
昭和50	221%	100	100
55	214%	124	121
60	212%	136	131
平成2	203%	150	138
5	197%	156	140
8	189%	158	136
9	186%	160	135
10	183%	161	133
11	180%	162	132
12	175%	163	130
13	175%	163	129
14	173%	164	128
15	171%	164	127



(注1) 混雑率・輸送力・輸送人員は主要31路線の平均

(注2) 輸送力・輸送人員は50年度を100とした指数

(注3) 出典「数字でみる鉄道2004」

が減少に転じていることが主因であることが分かる。輸送人員の減少は、主に定期券利用客の減少によるもので、首都圏の定期券利用客は路線によっては、20年～30年前の水準にまで落ち込んでいる。これは、少子化による通学利用客の減少や、正社員からパートへの雇用形態の変化、社員が勤務時間を選べるフレックスタイム制の導入などビジネススタイルの変化によるものだと考えられる。平成 12 年の運輸政策審議会では、既

存路線の改良や路線の新設・複々線化などの輸送能力の増強により、平成 27 年度までに主要 31 路線のピーク時平均混雑率を 150% にまで低下させることを目標にしているが、ピーク時の輸送人員が現在の年率 1% 減のペースで減少していけば、仮に輸送能力は横這いで推移しても、今後 10 年間で 158% までは低下するものと思われる。さらに言えば、平成 18 年以降、団塊の世代が定年を迎えて少子高齢化が一層進展することや、地価下落に伴う近時の人口の都心回帰の動向を勘案すれば、ピーク時の輸送人員の減少スピードはさらに増し、今後 10 年間で 150% 台前半まで低下することは十分に予想される。

図表 2 で混雑率の変化を路線別で見ると、JRでは、山手線内回りの代々木→原宿間の 267% (平成 2 年度)→185% (平成 15 年度)、地下鉄では丸の内線の新大塚→茗荷谷間の 216% (同)→156% (同)、民鉄では、西武池袋線の椎名町→池袋間の 209% (同)→153% (同)などで減少幅が大きい。山手線は 10 両編成から 11 両編成になるなど輸送能力の増強も寄与したが、いずれも主因はピーク時の輸送人員の減少である。山手線については、平成 8 年の埼京線の新宿から恵比寿までの延伸によって、丸の内線と西武池袋線については、平成 6 年の西武池袋線と有楽町線の相互乗り入れの開始によって需要が他路線に振り替わったためピーク時の輸送人員が減少したものと

図表2 混雑率減少上位10路線

路線	最混雑区間	平成2年度		平成15年度		(B)-(A)
		輸送能力 (人/時)	混雑率 (A)	輸送能力 (人/時)	混雑率 (B)	
1 山手線(左回り)	代々木→原宿	33,600	267%	38,040	185%	-82%
2 総武本線	新小岩→錦糸町	24,790	246%	35,340	178%	-68%
3 丸の内線	新大塚→茗荷谷	22,990	216%	23,731	156%	-60%
4 西武池袋線	椎名町→池袋	36,960	209%	35,840	153%	-56%
5 京浜東北線(北行)	大井町→品川	33,600	273%	33,600	218%	-55%
6 伊勢崎線	小菅→北千住	43,356	195%	51,540	143%	-52%
7 京浜東北線(南行)	上野→御徒町	33,600	277%	33,600	225%	-52%
8 山手線(右回り)	上野→御徒町	33,600	274%	38,220	223%	-51%
9 横須賀線	新川崎→品川	16,210	237%	20,504	189%	-48%
10 常磐線各駅	亀有→綾瀬	30,800	246%	33,600	200%	-46%

(注) H2・H15年の混雑率と輸送能力はピーク時1時間の数値。出典は国土交通省「数字で見る鉄道」

考えられる。他方、対平成 2 年度比で混雑率が上昇しているのは、半蔵門線の渋谷→表参道間の 168% (平成 2 年度)→175% (平成 15 年度)、京葉線の葛西臨海公園→新木場間の 182% (同)→187% (同)、東西線の木場→門前仲町間の 196% (同)→198% (同)の 3 路線だけであるが、これらの路線は、輸送能力は横這い、若しくは微増

に留まる一方、沿線人口の増大によりピーク時の輸送人員が増加しているため混雑率も上昇している。東京・千葉の湾岸エリア、神奈川県港北エリアでマンション開発やニュータウンの開発が進んだことを背景にしていると考えられる。このように、個別路線ごとに見ると、比較的、混雑率は低下している路線が多いが、混雑率が上昇している路線もあり、混雑状況の二極化が進んでいるといえる。

また、図表 5 で路線別に混雑率の水準をみると、京浜東北線（南行）の上野→御徒町間の混雑が 225% と最も激しく、その他、京浜東北線（北行）の大井町→品川間など合計 8 路線で 200% を超えている区間がある。この 8 路線は全て JR で、地下鉄で最も高いのが東西線の木場→門前仲町間の 198%、民鉄で最も高いのが田園都市線の池尻大橋→渋谷間の 198% となっている。概して、どの路線も、郊外から都心部に入る直前や地下鉄との結節点の直前が最も混雑が激しく、路線密度の高い都心部の中に入ると比較的低下していく傾向がある。

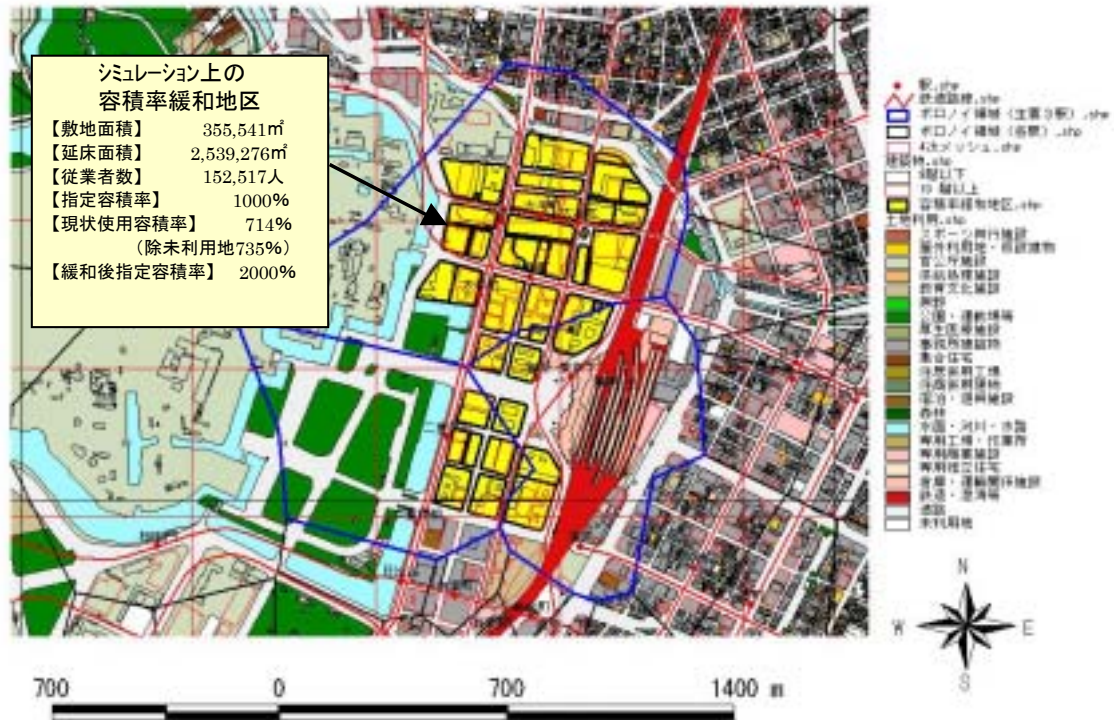
2. 容積率緩和のシミュレーションの概要

次に、丸の内・大手町の一部区域（図表 3 の黄色のエリア、敷地面積 35.6ha、従業者数 15.3 万人）において指定容積率を現行の 1000% から 2000% に引き上げた場合の鉄道混雑に与える影響を計測してみる。丸の内・大手町地区を対象にしたのは、オフィス賃料が日本で最も高いことから土地利用の高度化による便益が大きく、また、周辺地区の従業者密度も高く、交通の要所に立地していることから集積の経済による効果も大きいと考えられるからである。

丸の内・大手町地区では、丸の内ビルや現在建設中の新丸の内ビル¹のように建て替え時には容積率をフルに使用していることから推察されるように、仮に指定容積率

¹ 新丸ビル建て替え計画では、東京駅上空の容積率を周辺に譲渡・移転できる制度の活用や、再開発に連動し、東京駅正面から延びる行幸通りの地下通路や駅前地下広場をつくることを条件に、東京都は容積率を 1655% にまで緩和した。

図表3 シミュレーション上の容積率緩和地区の概要



を 2000%にまで緩和したとしても、現在の建設単価とオフィス賃料を前提にすれば、容積率は、フル使用されるのを見込まれるが、容積率が緩和されてからビルの建て替えが進み、使用容積率が増加し、従業者数が増えていく時間軸には不確実性があるため、ここでは、図表 4 に示すように、容積率緩和直後で床面積、従業者数に変化がない時期(ステージ1)、指定容積率の充足率が現状程度の 73%となり床面積と従業者数が倍増する時期(ステージ2)、建て替えが全て完了し、充足率が 100%となる時期(ステージ3)の 3つのステージを設定した²。

図表4 容積率緩和による従業者数の増加の仮定

	使用容積率	従業者数(人)
現状	714%	152,517
ステージ1	714%	152,517
ステージ2	1470%	315,079
ステージ3	2000%	428,815

²2丸の内・大手町地区では既存ビルの充足率は73%だが、既存ビルの建て替えの進捗が進まないのは、①1970年以前のビルについては、絶対高さ制限のため使用容積率が1000%を下回っているが、指定容積率1000%との差が僅少であることから工事期間中の逸失利益が賃料収入の増収分を上回るため建て替えが進まない、②官公庁施設では建て替えのインセンティブが働かない、という要因があると考えられる。①の要因から容積率緩和の効果に実効性を持たせるには漸増的な緩和ではなく、本シミュレーションのような急激な緩和が必要となると考えられる。

3. 通勤混雑による増加疲労費用の計測

本節では、丸の内・大手町地区で容積率が緩和された場合に首都圏全体にもたらされる通勤混雑激化のコストを金銭換算する。具体的には、容積率の緩和によって同地区のオフィス人口が図表 4 のように増えたとき、首都圏において全駅間の混雑率がどのように変化するかを予測し、駅間ごとに疲労費用の増分を求める。なお、丸の内・大手町地区でオフィス供給が増えた場合、近隣する副都心に立地する企業が集積のメリットを求めて丸の内・大手町地区に移転し、空いた副都心のオフィスに郊外の企業が移転するという連鎖的なオフィスの移転が実現されると仮定している。すなわち、丸の内・大手町地区でオフィス人口が増えた場合でも、他の近隣する副都心のオフィス人口は減少せず、CBD地区のオフィス人口は、丸の内・大手町地区のオフィス人口の増分だけ増加するものとして通勤混雑への影響を推計する³。この仮定のもとで次の 3 つのステップを踏む。

まず、現状の全駅間の混雑率を求める。図表 5 の左から 4 つめのコラムに示したように主要路線の最混雑区間の混雑率についてはデータがある。しかし、それ以外の駅間についてはデータがないため、大都市都市交通センサスと時刻表を用いて全ての駅間における混雑率のデータを作成する。次に、容積率緩和後の駅間混雑率を予測する。そのために、①ピーク集中率⁴と集中原単位⁵は不変、②容積率緩和地区に通勤する従業員の居住分布と通勤経路は不変、という 2 つの仮定を設け⁶、東京駅、大手町駅、二重橋前駅で降車する通勤者の初乗り駅の分布と現状の混雑率から容積率緩和後の駅間混雑率を推計する。そして最後に、先行研究で推定された疲労費用関数に現状の混雑率と容積率緩和後の予想混雑率を代入し、駅間ごとに増加疲労費用を計測する。

³ なお、当地区で容積率緩和後に容積率がフル使用された場合に増床するオフィススペースは、日本全国のオフィスストックの 0.6%、東京圏の 2.2%、東京 23 区の 5.8%、都心 3 区の 11.7% である。(資料は自治省「固定資産の価格等の概要調査」、東京都「東京の土地」)

⁴ ピーク集中率 = ピーク 1 時間降車数 / 終日降車数

⁵ 集中原単位 = 定期券利用者 / 従業者数

⁶ 実際には、通勤混雑が激化すると、通勤者はオフピーク通勤や経路変更などの混雑回避行動をとるため、ピーク集中率は低下し、代替路線への需要シフトが起きるものと思われる。

3.1 現状混雑率のデータ作成

増加疲労費用の計測には、容積率緩和前と緩和後の駅間混雑率のデータが必要となる。ここでは、緩和前の駅間混雑率のデータを作成する手順を説明する。なお、推計の対象時間帯はデータの制約からピーク1時間とその前後1時間の計3時間とした。

まず、ピーク1時間については、主要路線の最混雑区間の混雑率については、毎年度公表されているが、最混雑区間以外の駅間混雑率については公表されていない。ただし、5年に1度実施される「大都市交通センサス」ではピーク1時間の主要路線についての全駅間の断面交通量が公表されているので、平成7年調査を用いて以下のようにすることで平成15年度の全駅間の混雑率のデータを作成した⁷。

$$(1) \text{平成15年駅間混雑率} = \frac{\text{平成7年駅間断面交通量}}{\text{平成7年最混雑区間断面交通量}} \times \text{平成15年最混雑区間混雑率}$$

なお、混雑率は、混雑率＝断面交通量／輸送能力で表されるが、駅間ごとの輸送能力の差異については、時刻表により各駅間の列車の通過本数を調べることで補正している⁸。ピーク時以外の混雑率については、「大都市交通センサス」では各路線の山手線境でのピーク前1時間、ピーク1時間、ピーク後1時間の交通量が示されているので、山手線境でのピーク1時間に対する各時間の交通量の比率を同じ路線の全駅間の断面交通量に当てはめることでピーク前後1時間の駅間断面交通量を推計した。そして、ピーク時と同様、輸送能力には各時間の列車の通過本数を用いて所要の調整を行い、ピーク前後1時間の混雑率を求めた。

3.2 容積率緩和後混雑率の推計

次に、容積率緩和後の混雑率を推計する手順を説明する。ここでは、容積率緩和によって従業者数が増えたとしても、①ピーク集中度や集中原単位は不変、②容積率緩

⁷ 最新の平成12年調査では、ピーク時の駅間断面交通量が公表されていなかったため平成7年調査の結果を用いた。

⁸ 輸送能力は本数×車両数×1車両あたりの定員で表されるが、ここでは本数のみを補正した。

和地区に通勤する従業者の居住分布は不変、という2つの仮定を設ける。また、図3で示した各駅のボロノイ領域⁹をみると、容積率緩和地区は全エリアが東京駅、大手町駅、二重橋前駅(以下東京駅周辺3駅)のボロノイ領域(図表3の青線で囲まれている領域)に含まれていることが確認できる。従って、容積率緩和地区で働く従業者はこの東京駅周辺3駅で降車すると考えて差し支えない。従って、①の仮定から、容積率を緩和した場合、ピーク時における東京駅周辺3駅での降車人数の変化は次のようにして求めることができる。

$$(2) \quad \Delta \text{ピーク時東京駅周辺3駅降車人数} \\ = \frac{\Delta \text{従業者数} \times \text{集中原単位} \times \text{定期券利用者ピーク1時間集中度}}{\text{ピーク1時間定期券比率}}$$

集中原単位 = 定期券利用者 / 従業者数

ピーク1時間集中度 = ピーク1時間降車数 / 終日降車数

ここでは、集中原単位 = 0.82(東京都心3区平均)、定期券利用者ピーク1時間集中度 = 0.47(東京駅平均)、ピーク1時間定期券比率 = 0.92(山手線内平均)として推計した(以上出典はすべて平成7年「大都市交通センサス」)。ピーク前後1時間については、前述した緩和前の交通量の推計と同様に山手線境でのピーク前後1時間の交通量からピーク前後1時間集中度を推計した。次に(2)式で推計した降車人数の変化をもとに各駅間の混雑率変化を求める。ここで、②の居住の分布は不変という仮定を用いる。②の仮定は、容積率緩和後においても東京駅周辺3駅で降車する通勤者の初乗り駅の分布は不変ということの意味している。つまり、東京駅周辺3駅で降車する通勤者は20.8万人であるが、例えば、これが2倍になった場合、全ての駅において東京駅周辺3駅で降車する初乗り客が2倍になると仮定している。初乗り駅の分布については、「大都市交通センサス『初乗り・最終降車駅間移動人員表(最終降車駅別)』」において首都圏の全路線、全駅について最終降車者がどの路線のどの駅から何人初乗りしているかを公表している¹⁰、全ての通勤者は最短経路で通勤するものとして、各初乗り駅か

⁹ 平面上にいくつかの点(ここでは駅)があるときに、ある点がいいくつかの点のなかで最も近い点となる領域。

¹⁰ ただし、この調査は定期券のデータを使用しているため対象は定期券利用者のみである。

ら東京駅周辺3駅への最短経路を求め、全駅間における東京駅周辺3駅最終降車者の通過人数を集計し、(3)式を求めた。(3)式について、中央線三鷹駅を例にとると、東京駅周辺3駅で降車する通勤者のうち中央線三鷹以西から通勤している者の比率を求め、その比率に東京駅周辺3駅の降車人数の増加分を掛け合わせることで、容積率緩和後の三鷹駅の断面交通量の増分を推計している。そして、(3)式を(4)式右辺に代入して全駅間における混雑率の変化を予測した。ピーク前後1時間についても同様に推計した。

$$(3) \quad \Delta i \text{ 駅断面交通量} = \frac{i \text{ 駅での東京駅周辺3駅最終降車者の通過人数}}{\text{東京駅周辺3駅最終降車人数}} \times \Delta i \text{ ピーク時東京駅周辺3駅降車人数}$$

$$(4) \quad \Delta i \text{ 駅混雑率} = \frac{\Delta i \text{ 駅断面交通量}}{\text{輸送能力}}$$

推計は全駅間のピーク3時間について行ったが、そのなかで主要路線の最混雑区間におけるピーク1時間の混雑率の変化を図表5に示した。なお、図表5では現状の混雑率が高い順に列挙している。容積率2000%をフル使用し、従業者数が27.6万人増加するステージ3では、最混雑区間混雑率は主要路線平均で179%から8%ポイント上昇し、187%となるという結果になった。ただし、現在の最混雑区間である上野→御徒町間の混雑率についてみると、京浜東北線で27%、山手線で24%も上昇するなど、概して混雑の激しい区間ほど上昇率も高くなっていることが分かる。ただし、これは、平成17年度に開業予定のつくばエクスプレス(常磐新線)や、平成21年度を目処に予定されている宇都宮線、高崎線、常磐線¹¹の東京駅までの延伸を織り込んでおらず、これらの新線開業や延伸計画が実現すれば、上野→御徒町間の混雑率は、相当程度緩和されることが予想される。一方、過去との比較では、平均で見ると最混雑区間混雑率は、平成2年から平成15年にかけて212%から179%に33%ポイント緩和されたが、容積率緩和によって上昇するのは減少幅の約4分の1であり、未曾有の水準にまで上昇するわけではないことが分かる。

¹¹ 常磐線については特急の乗り入れのみ決まっている。

図表5 丸の内・大手町地区における従業者数の増加が主要最混雑区間に与える影響

路線	最混雑区間	平成15年度		増加混雑率(%ポイント)		平成2年度	
		輸送能力 (人/時)	混雑率	ステージ2 (16.3万人増)	ステージ3 (27.6万人増)	輸送能力 (人/時)	混雑率
1 京浜東北線(南行)	上野→御徒町	33,600	225%	16%	27%	33,600	277%
2 山手線(右回り)	上野→御徒町	38,220	223%	14%	24%	33,600	274%
3 京浜東北線(北行)	大井町→品川	33,600	218%	10%	16%	33,600	273%
4 中央線	中野→新宿	42,000	218%	7%	12%	39,200	255%
5 総武線各駅	錦糸町→両国	38,480	211%	3%	5%	33,600	247%
6 埼京線	池袋→新宿	28,000	211%	1%	1%	23,800	218%
7 東海道本線	川崎→品川	35,280	204%	16%	27%	30,230	240%
8 常磐線各駅	亀有→綾瀬	33,600	200%	9%	15%	30,800	246%
9 東西線	木場→門前仲町	38,448	198%	6%	10%	38,448	196%
10 田園都市線	池尻大橋→渋谷	41,272	195%	3%	4%	35,600	197%
11 高崎線	宮原→大宮	27,010	190%	4%	7%	23,400	210%
12 常磐線快速	松戸→北千住	21,840	190%	7%	13%	21,000	221%
13 横須賀線	新川崎→品川	20,504	189%	11%	19%	16,210	237%
14 小田原線	世田谷代田→下北沢	38,566	188%	3%	5%	38,396	201%
15 京葉線	葛西臨海公園→新木場	25,200	187%	13%	21%	19,320	182%
16 千代田線	町屋→西日暮里	41,296	186%	10%	16%	38,448	218%
17 山手線(左回り)	代々木→原宿	38,040	185%	0%	1%	33,600	267%
18 総武本線	新小岩→錦糸町	35,340	178%	13%	22%	24,790	246%
19 有楽町線	東池袋→護国寺	34,176	176%	0%	1%	28,480	209%
20 半蔵門線	渋谷→表参道	38,448	175%	2%	3%	34,176	168%
21 東横線	祐天寺→中目黒	30,870	173%	1%	2%	29,776	204%
22 京王線	下高井戸→明大前	42,000	169%	3%	4%	36,960	189%
23 東北本線	土呂→大宮	27,620	167%	3%	5%	21,900	199%
24 日比谷線	三ノ輪→入谷	28,224	167%	0%	1%	28,224	211%
25 銀座線	赤坂見附→溜池山王	18,240	167%	0%	0%	18,240	196%
26 西武新宿線	下落合→高田馬場	33,600	157%	1%	2%	32,480	192%
27 丸の内線	新大塚→茗荷谷	23,731	156%	9%	15%	22,990	216%
28 西武池袋線	椎名町→池袋	35,840	153%	3%	4%	36,960	209%
29 京浜急行本線	戸部→横浜	33,792	151%	2%	4%	33,024	166%
30 井の頭線	神泉→渋谷	20,160	148%	0%	0%	17,920	181%
31 伊勢崎線	小菅→北千住	51,540	143%	2%	4%	43,356	195%
32 東上線	北池袋→池袋	37,260	140%	2%	3%	33,396	183%
33 都営三田線	西巢鴨→巢鴨	15,960	130%	2%	4%	14,280	166%
34 都営浅草線	押上→本所吾妻橋	23,040	114%	1%	1%	20,880	140%
合計 (加重平均)		1,071,197	179%	5%	8%	967,084	212%

(注)H2・H15年の混雑率と輸送能力はピーク時1時間の数値。出典は国土交通省「数字で見る鉄道」

3.3 増加疲労費用の計測

疲労費用関数の先行研究はこれまで幾つかあるが、本稿では、等価変分として疲労費用を計測している山鹿・八田(2000)の疲労費用関数を用いる。山鹿・八田(2000)では、混雑率が効用関数に入っているモデルから、混雑率と通勤時間を説明変数とする家賃関数を導出し、中央線沿線の混雑率と家賃のデータを用いて家賃関数を推定した。そして、家賃関数の推定パラメータから効用関数自体のパラメータを導き、その推定パラメータをもとに通勤の疲労費用の等価変分を計測することで(5)式のような通勤区間の疲労費用の関数を導出した。なお、ここでは、降車駅を0駅とし、1駅,2駅,...,i駅と

続くとしている。

$$(5) \quad f(C_i, T_i) = 9826 \left(\frac{180 - T_i}{180 - 0.807 C_i^{1.112} T_i} \right)^{0.1764} - 9826$$

C_i : i 駅から 0 駅までの通勤区間平均混雑率

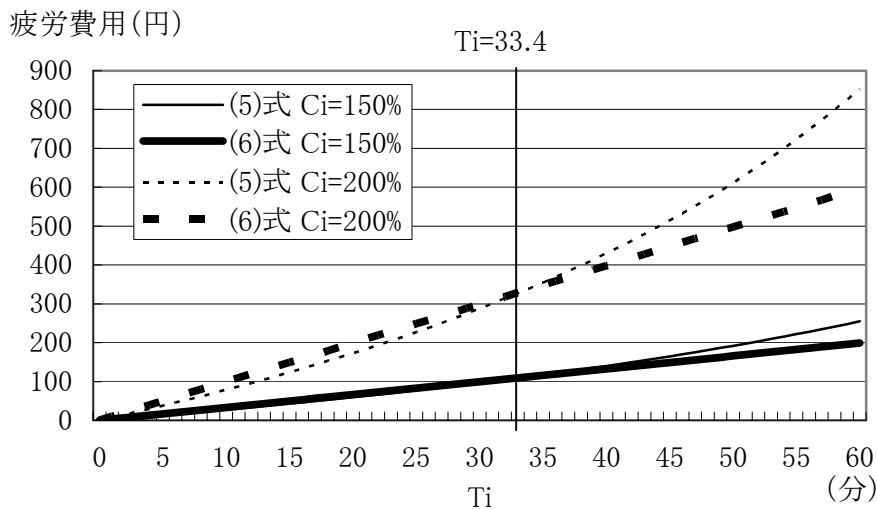
T_i : i 駅から 0 駅までの乗車時間

ただし、本稿の分析においては、駅間 (i 駅から $i+1$ 駅) の交通量は判明しているものの、通勤区間 (i 駅から $i+x$ 駅) ごとの交通量は判明していないので、乗車時間について非線形な(5)式のままでは社会全体の増加疲労費用を計測することはできない。そこで、山鹿・八田(2000)で推定対象とした中央線利用者のうち東京駅で降車する利用者の平均の乗車時間は 33.4 分であることから、 $T_i = 33.4$ で $f(C_i, T_i)$ を線形近似した。なお、疲労費用が負になることを避けるために、テイラー展開ではなく、次のような原点を通る線形近似を行った。

$$(6) \quad \phi(C_i, T_i) = \left\{ 9826 \left(\frac{180 - 33.4}{180 - 0.807 C_i^{1.112} 33.4} \right)^{0.1764} - 9826 \right\} \frac{T_i}{33.4}$$

すなわち、この近似により、混雑率が同じであれば、疲労費用は乗車時間に比例するという仮定を設けたことになった。これを図示したものが図表 6 である。(6)式に従えば、混雑率 150% の電車に 30 分乗車するときの疲労費用は 99.6 円であり、混雑率 200% の電車に 30 分乗車するときの疲労費用は 298.4 円となる。

図表6 乗車時間と疲労費用の関係



この線形近似により、(7)式に示すように降車駅までの疲労費用は各駅間の疲労費用の総和として表すことができる。

$$(7) \quad \phi(C_i, T_i) = \sum_i \phi(c_i, t_i)$$

c_i : i 駅から $i-1$ 駅までの駅間混雑率

t_i : i 駅から $i-1$ 駅までの乗車時間

従って、社会全体でのこの路線の疲労費用の増分 ΔF は、

$$(8) \quad \Delta F = \sum_i \left\{ \phi(\hat{c}_i, t_i) - \phi(c_i, t_i) \right\} \hat{V}_i$$

\hat{c}_i : 容積率緩和後の i 駅から $i-1$ 駅までの駅間混雑率

\hat{V}_i : 容積率緩和後の i 駅から $i-1$ 駅までの断面交通量

と表すことができる。

前節で求めた各駅間の容積率緩和前と緩和後の駅間混雑率 c_i, \hat{c}_i と緩和後の駅間断面交通量 \hat{V}_i を(8)式に代入し、路線ごとに増加疲労費用を算出した。そして、それらを合算すると首都圏全体での増加疲労費用になる。なお、混雑率は、前述のとおりデータの制約から午前中のピーク時 3 時間についてしか集計できないが、表 7 に示したように増加疲労費用の約 4 分の 3 はピークの 1 時間に集中していること、疲労費用は混雑率に関して凸の関数となるが、夕方のラッシュは朝のラッシュに比べて混雑率が低いこと、から終日全体の増加疲労費用は午前のピーク 3 時間における増加疲労費用の 2 倍以内であると見なせよう。ここでは、負の効果の最大値を計測することを目的に、午前のピーク 3 時間の増加疲労費用を 2 倍にした値を終日全体の増加疲労費用とした。すなわち、表 7 からステージ 3 での午前のピーク 3 時間の増加疲労費用は、87 百万円であるが、1 日あたりでは、その 2 倍の 175 百万円とみなした。

表 8 は、年間の平日の日数を 245 日として、年間

図表7 ピーク前後1時間の増加疲労費用(午前)

	(百万円)	
	ステージ2	ステージ3
ピーク前1時間	3.8	6.9
ピーク1時間	37.2	66.3
ピーク後1時間	7.8	14.2
合計	48.9	87.5

の増加疲労費用を算出する過程を表している。その結果、増加疲労費用は、1年あたりでみると、従業員が16.3万人増加するステージ2で240億円であり、従業員が27.6万人増加するステージ3で430億円となった。

図表8 1年あたりの増加疲労費用

	(百万円)	
	ステージ2	ステージ3
ピーク前後1時間合計	48.9	87.5
1日あたり (×2)	97.7	174.9
1年あたり (×245)	23,946	42,855
同全体推定 (／判明率 ^{*1})	24,044	43,030

^{*1}初乗り駅判明率は99.6%

最後に、表9において増加疲労費用を路線別で見ると、JRと千代田線、東西線で9割近くを占めている。一方、民鉄やその他の地下鉄には影響は少ないことが分かる。また、混雑率の上昇幅では山手線と京浜東北線と同レベルである東海道本線が、両路線と比べてピーク時の混雑率が低いにもかかわらず、増加疲労費用は最大となった。これは、混雑費用は通勤時間に比例するが、混雑率が200%を超える区間の時間が東海道本線では17分と京浜東北線の13分、山手線の10分と比べて長いためである。

丸の内・大手町地区で容積率を緩和する場合、こうした増加疲労費用の大きい路線について、保安装置の改良や加減速速度と最高速度の向上による通勤時間の短縮化や運送本数の増強、車両の長編成化、二階建て車両の導入等によって輸送能力を集中的に増強することなどが首都圏全体にもたらされる容積率緩和による負の効果を抑制するのに効果的であり、そうした鉄道事業者の施策に対してのインセンティブ付けも必要となろう。例えば、東海道線については、現在、運行速度は最高で110km/時程度とされているが、130km/時の車両性能を有する車両も開発されており、保安装置の改良等によるスピードアップの余地はある。また、既に215系などでオール二階建て車両が運行されているが、こうした輸送能力の高い車両の運行を増やすための助成措置が求められよう。



オール二階建ての215系

図表9 路線別増加疲労費用

(百万円)

		ステージ2		ステージ3		
		半日 あたり	1年 あたり	半日 あたり	1年 あたり	全体比 _{*1}
JR	東海道本線	8.6	4,228	15.6	7,668	17.8%
	総武本線	5.4	2,628	9.8	4,803	11.2%
	中央線	5.5	2,682	9.6	4,715	11.0%
	京浜東北線(南行)	4.6	2,260	8.4	4,118	9.6%
	常磐線快速	2.8	1,352	4.8	2,343	5.4%
	山手線(右回り)	2.5	1,237	4.6	2,263	5.3%
	京浜東北線(北行)	2.3	1,149	4.2	2,056	4.8%
	常磐線各駅	2.2	1,072	3.8	1,879	4.4%
	横須賀線	1.9	940	3.5	1,692	3.9%
	京葉線	1.4	684	2.5	1,233	2.9%
	総武線各駅	1.1	521	1.8	891	2.1%
	高崎線	1.1	515	1.8	891	2.1%
	東北本線	0.7	333	1.2	572	1.3%
	埼京線	0.2	121	0.4	206	0.5%
	山手線(左回り)	0.1	26	0.1	43	0.1%
民鉄	小田急線	1.0	483	1.7	825	1.9%
	田園都市線・新玉川線	0.7	329	1.1	563	1.3%
	東上線	0.5	266	0.9	460	1.1%
	伊勢崎線	0.5	235	0.8	402	0.9%
	京王線	0.5	233	0.8	402	0.9%
	西武池袋線	0.5	224	0.8	385	0.9%
	京浜急行線	0.4	209	0.7	358	0.8%
	西武新宿線	0.3	137	0.5	233	0.5%
	相鉄線	0.3	124	0.4	213	0.5%
	東横線	0.1	71	0.2	120	0.3%
	京成本線	0.1	61	0.2	105	0.2%
井の頭線	0.0	2	0.0	3	0.0%	
東京メトロ	千代田線	3.4	1,642	6.2	3,043	7.1%
	東西線	2.3	1,146	4.1	2,005	4.7%
	丸の内線	0.9	437	1.6	792	1.8%
	有楽町線	0.2	116	0.4	199	0.5%
	半蔵門線	0.2	112	0.4	196	0.5%
	日比谷線	0.2	101	0.4	173	0.4%
	銀座線	0.0	8	0.0	14	0.0%
公営	都営新宿線	0.4	212	0.7	362	0.8%
	都営三田線	0.2	116	0.4	206	0.5%
	横浜市営地下鉄	0.1	25	0.1	43	0.1%
	都営浅草線	0.0	22	0.1	38	0.1%
合計		53.2	26,059	87.5	42,855	99.6%

*1残り0.4%は初乗り駅不明

4. 容積率緩和効果との比較

前節では、丸の内・大手町地区において容積率を 1000%から 2000%に緩和した場合、従業者数は15.3万人から42.9万人に増加し、通勤混雑激化による混雑費用の増加は、最大で年間 430 億円と計測された。

一方、容積率緩和の効果については、ここでは詳細には分析してはいないが、シミュレーションを行った容積率緩和地区の現在の地価総額は、約 4 兆円程度と試算され、容積率が 2 倍になれば、収益還元法で地価を評価すれば、テナント収入は約 2 倍になるので、高層化に伴う建設単価の上昇を織り込んでも、地価総額の増加幅は 3 兆円を上回るものと見込まれる。また、集積の効果は容積率緩和地区のみならず周辺地域にも及ぶため、容積率緩和地区を含む周辺地域のオフィスの生産性が上昇し、オフィス賃料の上昇を通じて周辺地域の地価も上昇すると思われる。増加疲労費用は1年あたりの費用なので地価の上昇幅とは単純に比較はできないものの、正の効果は全て地価にキャピタライズされると考えれば、正の効果についても相応に大きいものと思われる。

ただし、混雑費用の増加も無視できる水準ではなく、容積率を緩和する場合には、前述したような増加疲労費用の大きい路線での輸送力増強投資に対する助成や交通容量に余裕がある山手線内での住宅地の容積率緩和、混雑料金の導入による外部不経済の内部化、などの施策を同時に進めることが望ましいと言えよう。

参考文献

[1] 山鹿久木・八田達夫(2000)「通勤の疲労コストと最適混雑料金の測定」、『日本経済研究』,No.41