

<b>Title</b>	社会厚生からみた最適敬老乗車制度の設計
<b>Author</b>	新納 克広
<b>Citation</b>	経済学雑誌, 114 卷 3 号, p.128-147.
<b>Issue Date</b>	2013-12
<b>ISSN</b>	0451-6281
<b>Type</b>	Departmental Bulletin Paper
<b>Textversion</b>	Publisher
<b>Publisher</b>	大阪市立大学経済学会
<b>Description</b>	佐藤光教授・松島正博教授・田畑理一教授・松澤俊雄教授 退任記念号
<b>DOI</b>	

Placed on: Osaka City University

# 社会厚生からみた最適敬老乗車制度の設計

新 納 克 広

## 要 約

高齢者に対してバスや鉄道の運賃を割り引く敬老乗車制度は、地方政府の歳出抑制の対象となり、各地で制度の見直しが検討され、実施に移されている。敬老乗車制度の直接の目的は高齢者福祉であるが、その効果は公共交通の利用者全体に及んでいる。それは、公共交通サービスのもつ非競争性（非常に小さい限界費用）と外部性に起因している。本稿は、公共交通市場を高齢者と勤労世代に分割して、所与の補助金が社会厚生水準を最大にするような運賃を考察する。外部経済を考慮したラムゼイプライシングは、高齢者の運賃割引を正当化できる。敬老乗車制度は、勤労世代の公共交通利用者や、公共交通サービスの外部経済を通じて都市全体にも便益を及ぼす。これらの点を無視して制度の見直しが検討されるべきではない。

## 1. はじめに

公共交通サービスに対する政府補助は、現代の交通政策の主要課題の1つである。日本では、補助金を増やして公共交通のサービスを改善すべきとの主張と、政府の財政バランスを重視して補助金を減らそうとする主張が、様々な場で対立している。その中で、最近、議論が高まっているのが、敬老乗車制度に対する補助である。多くの都市で、財政健全化を目的に、補助総額の削減や据え置きが議論され、実施に移されつつある<sup>1)</sup>。その際、福祉政策の観点からの議論は盛んであるが、交通政策の立場からの議論は低調である。そこでは、介護や医療のような他の高齢者向けサービスと公共交通サービスの相違点が、十分に認識されていない。交通サービスの非競争性、同じ生産設備で高齢者と勤労世代向けサービスを提供すること（結合生産）、道路混雑や環境に関する外部経済は、他の福祉サービスにないものである。敬老乗車制度の見直しは、高齢者だけでなくすべての公共交通利用者や都市生活全般を変える可能性がある。

経済学の立場から、敬老乗車制度への公共補助を正当化する根拠は、社会厚生水準の改善である。本稿では、交通経済学における主要課題である、限界費用価格形成、運賃とサービス水

---

〔キーワード〕

都市交通、バス、敬老乗車制度、ラムゼイプライシング

1) 各都市の見直しの状況は新納（2009）（2012）を参照されたい。

準の同時最適化問題、ラムゼイプライシングを、高齢者交通市場に適用して、社会厚生水準を高めるような敬老乗車制度の制度設計を考える。本稿で考察する問題は、公共補助の大きさ、高齢者運賃・勤労世代運賃・サービス水準の組み合わせ、二部料金の設計である。外部経済をどの程度まで評価するかが、補助の大きさに関係する。高齢者の運賃を勤労世代より低くする根拠が存在し、外部経済の内部化の観点から公共補助はある程度まで是認される。本稿での議論は、大都市圏の交通、中でも乗合バスサービスを対象としており、高齢者と通学客が需要の大部分を占める過疎地や小都市の公共交通には適用できないことに注意が必要である。

## 2. 敬老乗車制度の見直し

敬老乗車制度は、地方政府が、当該地域に住民登録している高齢者に当該地域のバス・鉄道の運賃を割り引き、その見返りに一般会計から交通事業者に補助金を与える制度である。敬老乗車制度は、1970年代に多くの地方自治体で始まった。制度の対象年齢を70歳以上とする都市が多い。公営交通事業の会計制度に従って、高齢者や障害者などの運賃割引分に対して公営交通事業者が地方政府の一般会計から受け取る金額を特別乗車料繰入金（以下では公営民営にかかわらず、繰入金）と呼ぶ。地方政府の会計からみると、これは繰入金である。敬老乗車制度の形態は大きく分けて3つあり、それらは、一定期間乗り放題の敬老乗車証（敬老定期券）、毎回の乗車における普通運賃割引、一定額あるいは一定回数の回数券またはプリペイドカードである（表1）。公営交通事業をもっている大都市の多くは、乗り放題の敬老定期券を無料で支給していた。2007年度に敬老乗車制度を実施したのは、定期券方式46カ所、回数券・プリペイドカード方式54カ所であった<sup>2)</sup>。敬老乗車制度の対象となる輸送機関はバスが多く、鉄道は公営事業者にはほぼ限られている。

高齢者人口の増加と、数年ごとの運賃値上げによって、繰入金は増加してきた。2009年度の公営バス事業の運送収入に占める繰入金の割合<sup>3)</sup>をみると、青森市と徳島市が40%を超え、大阪市、名古屋市、宇部市が30%を超えている<sup>4)</sup>。

繰入金の算出方法は、当初は、一般に、割引相当分の運賃収入（従量制）であった。従量式の繰入金は、敬老乗車制度の利用者が増えるほど、交通サービス利用者全体の便益を増やす。

---

2) 日本バス協会『日本のバス事業』2008年版より計算。

3) 公営企業会計において、繰入金には敬老乗車制度だけでなく、障害者などを対象とする福祉乗車制度も含んでいる。どの都市も、福祉乗車制度の繰入金額は敬老乗車制度より少ない。厚生省通知を根拠に、障害者、戦傷病者、原爆被災者に対する運賃割引を、公営民営を問わず、ほとんどの事業者が実施している。中央政府や地方政府に割引分の事業者への補助の義務はない。公営事業者は地方政府から補助を受けることが多いが、民営事業者で補助を受けるところは限定されている。厚生省通知の範囲外である、生活保護世帯、母子手当支給世帯、定時制高校生を対象を広げている都市もある。

4) 総務省『地方公営企業年鑑』より計算。

表1 主な都市の敬老乗車制度のバス運賃 (2013年11月現在)

## A. 定期券または割引運賃

	定期券方式				1回払い方式	対象事業者	備考
	無料	有料					
		金額(年間, 円)	条件	区分			
東京都	—	1000または20510	所得条件	2	—	公営, ほとんどの民営	
横浜市	低所得者限定	2500~10000	所得条件	3	—	公営, ほとんどの民営	
川崎市	—	12000			普通運賃2分の1	公営, ほとんどの民営	定期券と1回払い割引の選択制
名古屋市	—	1000~5000	所得条件	3	—	公営	65歳以上
京都市	低所得者限定	3000~15000	所得条件	4	—	公営, ほとんどの民営	
大阪市	—	3000			—	公営	
高槻市	所得条件なし	—			—	公営	
神戸市	—	普通定期運賃の半額(希望者)			普通運賃2分の1, 低所得者対象に年間3万円を限度に無料乗車券配布	公営, ほとんどの民営	
尼崎市	—	4500~15000	所得条件	3	普通運賃2分の1 1日乗車券2分の1	公営	定期券と1回払い割引の選択制
伊丹市	所得条件なし	—			—	公営	
奈良市	—	—			100円	民営	
鹿児島市	—	—			普通運賃3分の1	公営, ほとんどの民営	生活保護者に年間5000円運賃補助

## B. 金額を限定したカード等の配布

	年間利用上限額(円)	自己負担	条件	対象事業者
札幌市	70000	1割		ほとんどの民営
仙台市	120000	1割または0.5割	所得条件	公営, 宮城交通バス
浜松市	6000	なし	所得条件	ほとんどの民営
広島市	6000	なし	所得条件	ほとんどの民営
福岡市	8000~12000	なし	所得条件	ほとんどの民営
熊本市	5000	1300		公営, ほとんどの民営

図1 高齢者の交通需要曲線

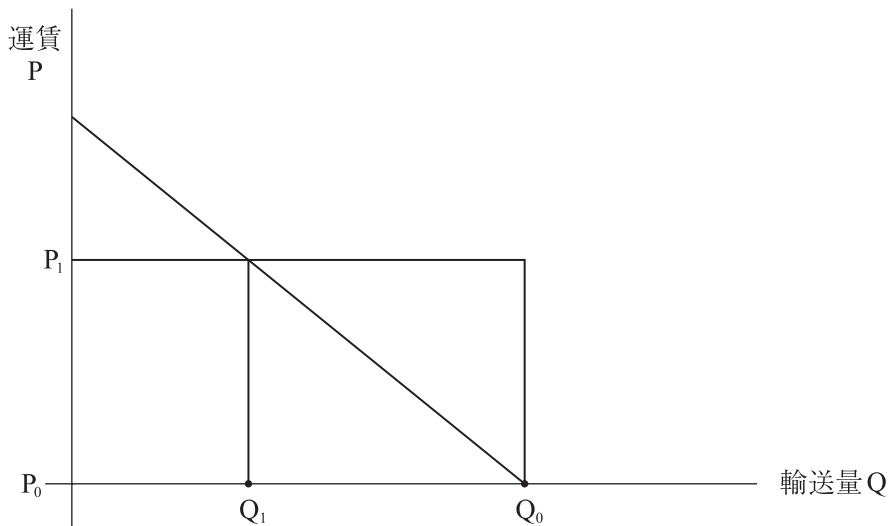


図1で高齢者の運賃を  $P_1$  から無料に変更すると、輸送量が  $Q_1$  から  $Q_0$  に増加する。事業者は、高齢者からの運賃収入がなくなる代わりに、 $(Q_0 \times P_1)$  の繰入金を地方政府から受け取る。収入は  $[(Q_1 - Q_0) \times P_1]$  だけ増加する。それに対応して輸送力（運行回数、バスの大きさ）を増やさないならば、同額の利潤が増加する。交通事業者に利潤規制が課せられているので、利潤が増加すれば、運賃値下げやサービス水準改善につながる。これはすべての利用者にも便益をもたらす。全体の利用者に占める高齢者の割合が高いほど、繰入金が利用者全体の便益に大きな影響を与える。

上記のことを簡単な数値例で説明したい。ある大都市のバスサービスを1事業者が独占しており、敬老乗車制度がない場合を想定する。事業者には収支均衡制約が課されている。年間輸送人員は2000万人で、敬老乗車制度が適用される高齢者がその4分の1の500万人である。運賃は200円均一で、年間運賃収入は40億円である。地方政府からの運行費補助はない。高齢者が無料で乗車できる敬老乗車制度を新たに導入すると、高齢者の輸送量が1.75倍の875万人に増加すると仮定する。運賃が変わらないとき、地方政府からのバス事業者への繰入金金が年間17.5億円発生する。バスの輸送力に余裕があると想定し、輸送量が増加しても車両走行キロは増加しないものとする。収支均衡を図るために、敬老乗車制度の対象者以外の1500万人を対象に運賃値下げを行うとする。運賃値下げにより輸送量が増加する一方、繰入金額が減少する。仮に20%値下げで8.2%需要が増加するならば（需要の運賃弾力性は0.41）、新しい運賃160円で収支が均衡する。このとき、高齢者以外の輸送人員は123万人増加する。事業者は、運賃値下げではなく、運行回数増加や新規路線の開設で収支均衡させてもよい。それは、高齢者にも勤労世代にも便益を与える。

表2 主な都市の最近の敬老乗車制度の変更（バス）

都市	年	変更前	変更後
仙台市	2012	無料金額乗車券（年間1万円が上限） または 低所得者は年間1000円の無料定期券 それ以外は年間5000円の無料定期券	世帯全員住民税非課税者 9.5割引の金額乗車券（年間12万円が上限） それ以外 9割引の金額乗車券（年間12万円が上限）
横浜市	2003	無料定期券	低所得者以外の定期券有料（額は所得段階別）
川崎市	2004	無料定期券	1回乗車100円（普通運賃の半額）になる割引証 または割引定期券
名古屋市	2004	無料定期券	定期券有料（額は所得段階別）
京都市	2005	無料定期券	低所得者以外の定期券有料（額は所得段階別）
大阪市	2013	無料定期券	定期券有料
尼崎市	2010	無料定期券	1回乗車100円（普通運賃の半額）になる割引証 または割引定期券
神戸市	2008	低所得者は無料定期券 それ以外は年間2000円の定期券	1回乗車50円（2010年10月から100円）になる割引ICカード 低所得者に3万円相当の乗車券またはカードを配布
奈良市	2009	年間2000円の定期券	1回乗車100円になる割引ICカード
鹿児島市	2005	無料定期券	1回乗車普通運賃が3分の1になる割引証

実際には、敬老乗車制度は公共交通の運賃値下げやサービスの改善につながっていない。1970年代以降、都市公共交通事業者は、需要の縮小と経費の上昇の結果、常に苦しい経営を強いられていた。そのため、敬老乗車制度は、運賃値上げの抑制やサービス水準の悪化防止の役割を果たすにとどまった。また、敬老乗車制度は、対象が公営事業者に偏っていて、公営事業者を優遇する不公平な制度という問題点があった。それは、公営交通事業の非効率な経営の原因の1つであったかもしれない。

地方財政の悪化が深刻になるにつれて、地方政府は繰入金金の抑制に転換していった。繰入金金の定額制への変更が、その1つの例である。高槻市は1990年代に定額制へ移行した。神戸市も1990年代中期から繰入金金を定額にしている。これと並行して、高齢者へ利用者負担を求める制度変更が行われている（表2）。横浜市、名古屋市、京都市は、敬老定期券を所得水準に応じて異なる価格として有料にし、横浜市と京都市は低所得層に対しては無料を維持した。東京都は1980年から敬老定期券を有料にしており、低所得者以外に年間20510円の負担を求めている。鹿児島市は、2006年から無料乗車から毎回普通運賃の3分の2割引に変更した。神

戸市は、1994年度から高額所得者に対する敬老定期券を無料から年間3万円としていたが、2008年10月から、ICカードの導入とともに、バスは1回乗車当たり50円、地下鉄は小児運賃を支払う制度に転換した（低所得者へは一定額を利用できるカードまたは回数券を支給し、高頻度利用者へは通勤定期券の半額を割り引く）。市バスの50円は暫定措置で、2010年10月から100円になった。川崎市は2004年から、尼崎市は2010年から、割引定期券を有料で購入するか、無料の敬老乗車証の交付を受けて半額割引で毎回乗車するかの選択方式を採用した。

敬老乗車制度の見直しによる輸送量変化の結果をまとめたものが表3である。尼崎市バスは有料化で輸送量が半分以下になり、神戸市バスでは、制度変更によって、変更前の約6割に利用者数が減少している。京都市や名古屋市は、敬老定期券の有料化によって敬老定期券保有者数が2割弱減少した。ただし、定期券方式の都市では、敬老定期券を購入せず一般の運賃で利用する高齢者がいる。障害者対象の福祉乗車制度への転換もある、そのため、高齢者全体の公共交通利用の減少は、敬老乗車制度利用者数の減少より小さい。

繰入金減少は全利用者に影響しそうであるが、今のところ、高齢者以外に大きな影響は出ていないように見える。繰入金減少が運賃値上げやサービス縮小につながっていない。多くの事業者は、従業員の給与削減や業務委託による低賃金労働力の活用により営業費用を削減して、繰入金減少に対応した。しかし、これ以上の賃下げは、運転士の確保を困難にし、質のよい運転士を集められず、安全運行や十分な接客サービスを満たせない危険がある。サービス水準低下で対応したと考えられる都市に、大阪市がある。

表3 敬老乗車証の有料化・値上げによる利用者数の変化

名古屋市	バス	定期券有料化	-17%	(2003年度と2005年度の比較)
京都市	バス	定期券有料化	-19%	(2004年度と2006年度の比較)
神戸市	バス	0円→50円	-39%	(2006-7年と2009年度の比較)
	バス	50円→100円	-8%	(2009年と2011年度の比較)
	地下鉄	0円→小児運賃	-28%	(2006-7年と2009年度の比較)
尼崎市	バス	0円→50円または有料定期券	-57%	(2009年度と2011年度の比較)
奈良市	バス	0円→100円	-41%	(2007年と2009年の比較)

(注1) 京都市と名古屋市の利用者数は敬老乗車証以外の福祉目的の割引乗車を含む。

(注2) 神戸市の2006-2007年は1日標本調査、2009年度はICカードにより計測した年間輸送人員の1日平均値である。また、2009年度以降の輸送量には、無料乗車券を利用する低所得者と、半額普通定期券を利用する多頻度利用者を含んでいる。

(注3) 尼崎市の定期券の価格は、所得水準別に3段階に分かれる。

(注4) 奈良市は、10月11月2ヶ月間のICカードによる計測した値(データ出所)

名古屋市：名古屋市交通局『交通事業成績調書』各年版

京都市：京都市交通局『京都市交通事業白書（事業概要）』各年版

神戸市：神戸市保健福祉局高齢福祉課資料、

尼崎市：尼崎市資料

奈良市：奈良市老春手帳優遇制度検討委員会ホームページ、奈良市保健福祉部長寿福祉課資料

### 3. 敬老乗車制度の厚生経済学からみた評価

地方政府は、繰入金抑制を前提として、敬老乗車制度の議論を始めている。審議会や議会の議論で肝心なのは、削減可能な政府支出と、その結果予想される不利益の比較である。高齢者の社会参加促進、健康増進、寝たきり防止の効果について、定量分析が行われた事例はほとんど見あたらない<sup>5)</sup>。繰入金の削減による不利益は高齢者福祉に限定されるものでなく、それ以外の不利益が都市交通市場で発生する。各都市の敬老乗車制度審議会や地方議会は、この点を見過している。

多くの国で、公共交通サービスの費用を運賃収入だけで賄うのではなく、政府からの補助が収支均衡の手段になっている。これに対して、日本では交通事業者の独立採算性が、建前として維持されてきた。交通経済学の理論は、公共交通サービスに政府が補助金を支出する根拠を提供している。第一は、費用逓減産業における限界費用価格原理である。鉄道は、供給者が負担する平均費用が逓減するので、費用を輸送量で割った水準（平均費用）に運賃を設定するのではなく、限界費用と運賃とを等しくすると、公共交通サービスから発生する社会的余剰が最大になる。しかし、供給者は運賃収入で費用を賄えないので、欠損分をだれかが補う必要があり、一般に、政府がその役割を担う。バス事業者の供給費用に関して、車両走行キロを増やしても平均費用は逓減しないことがこれまでの研究で示されているが、運賃だけでなく時間費用を含めた旅客が負担する費用は、車両走行キロが増えるほど減少する。よって、バスサービスにも、限界費用価格原理が適用できる。

第二は、公共交通サービスのもつ外部性である。自動車や自転車から公共交通サービスにトリップが転換されると、道路と駐車場・駐輪場の混雑緩和、環境改善に効果がある。公共交通サービスには、存在自体に利用可能性という価値があり、警察や消防のような公共財の性格がある。一方、高齢者に限定される外部経済は、高齢者の社会参加の促進、寝たきり防止、認知症等によって判断力が不十分な高齢者の自家用車運転による事故回避などである。また、高齢者は、「外出によって豊かな生活を送れるのにかかわらず、財布の中の金額にこだわって自宅に閉じこもる」から、それが、政府が市場に介入して高齢者のために運賃を割り引く根拠になるかもしれない。この主張は、高齢者の情報不足による問題と考えられる一方で、他人の消費活動への干渉とも考えられ、評価がむずかしい。

理論上は、一般均衡分析の枠組みの中で、最適な補助額を決定することができるが、費用関

---

5) 名古屋市が設置した、今後の高齢者の生きがい施策のあり方検討分科会が2013年に提出した最終報告案 (p. 21) は、敬老乗車制度の経済効果について、社会参加 (外出) 効果、健康効果、外出先での消費増による経済効果、自家用車からの転換による環境効果を挙げている。

[http://www.city.nagoya.jp/templates/kaigikekka\\_2013\\_2/cmsfiles/contents/0000051/51900/20130911134921.pdf](http://www.city.nagoya.jp/templates/kaigikekka_2013_2/cmsfiles/contents/0000051/51900/20130911134921.pdf)



数や需要関数の定式化や適切なパラメータの値付けが困難である。それゆえ、最適な補助額、運賃の組み合わせの値を求めることはむずかしい。交通経済学者は、補助額の決定の問題とは別に、一定の補助を前提に、交通事業者がどのような戦略を用いると、社会厚生を最大にできるかの研究を進めてきた。その1つは、Nash (1978), Frankena (1981), 松澤 (1983), Jansson (1993), などによる厚生水準を最大にする運賃とサービス水準（運行回数、ネットワークの密度）の組み合わせの研究である。彼らの分析は、価格だけを政策変数にするのではなく、価格（運賃）とサービス水準を政策変数としている。こうした研究は、交通サービス市場に、輸送力と需要量が一致せず、空席が発生すること、

供給者が提供する輸送力が需要を説明する変数となること、

を前提としている。また、以下では、彼らのモデルを拡張して、高齢者市場と勤労世代市場に公共交通サービス市場を分けた場合の最適な運賃、サービス水準の組み合わせを分析する。

単一市場の最適な運賃とサービス水準は、社会的余剰（SWF）を予算制約（2）式の下で最大にする点で求められる。社会的余剰は、消費者余剰（CWF）と交通事業者の利潤の合計であり、（1）式左辺の第1項が前者、第2項と第3項が後者を示す。なお、供給は1者独占であるか、複数事業者が存在しても、地方政府が運賃とサービス水準を完全にコントロールしている場合を想定している。

$$SWF = \int_p^\infty f(g, B) dg + P \cdot f(P, B) - C(B) \tag{1}$$

$$P \cdot f(P, B) - C(B) + S \geq 0 \tag{2}$$

ここで、

$Q = f(P, B)$ ,  $Q$  : 公共交通サービスの輸送量,  $P$  : 運賃,  $B$  : サービス水準,

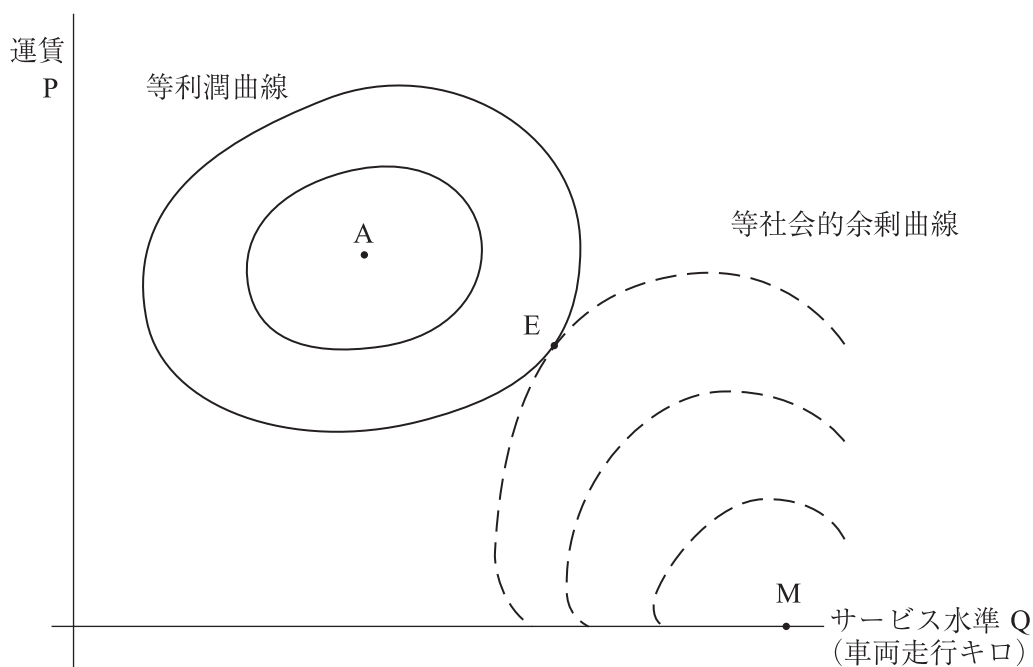
$C$  : 事業者の供給費用,  $S$  : 政府補助（負の場合は事業者の利潤）

である。サービス水準は、一般に、車両走行キロや列車走行キロで測られる。政府補助  $S$  は、輸送量に関係なく一括に支出される運行費補助と想定する。

この問題を図示すると図2のようになる<sup>6)</sup>。横軸を  $B$ 、縦軸を  $P$  として、予算制約を示す等利潤曲線は、利潤最大の点を中心に、楕円のような曲線に描かれる。利潤最大の点  $A$  において、利潤が正になる保障はない。外側の曲線になるほど利潤が減少する。等社会的余剰曲線は、最大の点  $M$  に対して凹で描かれる。  $M$  点から外側にいくに従って社会的余剰が減少する。予算制約が図2の外側の等利潤曲線で描かれとき、社会的余剰最大の点は等利潤曲線と等社会的余剰曲線の接点  $E$  である（曲線の導出については、補論参照）。

6) 同様の図による分析は、Frankena (1981), 松澤 (1983), Savege (2010) らが行っている。

図2 都市乗合バスサービスの等利潤曲線と等社会的余剰曲線



本稿の関心は、高齢者と勤労世代に市場を分割して、最適な運賃と厚生水準の変化を分析することである。両市場に共通する費用を高齢者、勤労世代のどちらが負担すべきかについて理論根拠を与えるのが、Ramsey (1927) に始まるラムゼイプライシングの研究である。交通市場でよく用いられる例は、平日朝のピークとそれ以外のオフピークに市場を二分する時間別運賃である。Nash (1978) は、価格・サービス水準の最適解の同時決定モデルをピーク、オフピークの2市場に適用して、最適な組み合わせを分析している。高齢者、勤労世代の2市場に対するラムゼイプライシングは、予算制約 (4) 式の下で (3) 式のSWFを最大にすることである。

$$SWF = \int_{P_h}^{\infty} f_h(g_h, B) dg_h + \int_{P_w}^{\infty} f_w(g_w, B) dg_w + P_h \cdot f_h(P_h, B) + P_w \cdot f_w(P_w, B) - C(B) \quad (3)$$

$$P_h \cdot f_h(P_h, B) + P_w \cdot f_w(P_w, B) - C(B) + S \geq 0 \quad (4)$$

ここで、

$Q_h = f_h(P_h, B)$ ,  $Q_h$ : 高齢者の輸送量,  $P_h$ : 高齢者の運賃

$Q_w = f_w(P_w, B)$ ,  $Q_w$ : 勤労世代の輸送量,  $P_w$ : 勤労世代の運賃

である。先行研究では、事業者の供給費用を輸送量の関数と定義するものがあるが、事業者が

運行スケジュールや車両の大きさを変更できない短期では、輸送量と供給費用の関係は薄い<sup>7)</sup>。ここでは、短期モデルを想定し、供給費用を車両走行キロの関数で定義し、輸送量に対する限界費用はゼロとする。さらに、議論を簡単にするために、輸送量増加に対する利用者の時間費用の変化や混雑費用を無視する。

最適解は、ラグランジュ式 (5) を最大にする運賃とサービス水準である。 $\lambda_1$  はラグランジュ乗数である。

$$L_1 = \int_{P_h}^{\infty} f_h(g_h, B) dg_h + \int_{P_w}^{\infty} f_w(g_w, B) dg_w + P_h \cdot f_h(P_h, B) + P_w \cdot f_w(P_w, B) - C(B) + \lambda_1 \{P_h \cdot f_h(P_h, B) + P_w \cdot f_w(P_w, B) - C(B) + S\} \quad (5)$$

運賃変動による事業者の限界費用がゼロであると想定しているため、最適運賃は、通常のラムゼイプライシングより簡単な形の (6) (7) 式で示される。

$$\epsilon_h = -\frac{P_h}{Q_h} \frac{\partial Q_h}{\partial P_h} = \frac{\lambda_1}{1 + \lambda_1} \quad (6)$$

$$\epsilon_w = -\frac{P_w}{Q_w} \frac{\partial Q_w}{\partial P_w} = \frac{\lambda_1}{1 + \lambda_1} \quad (7)$$

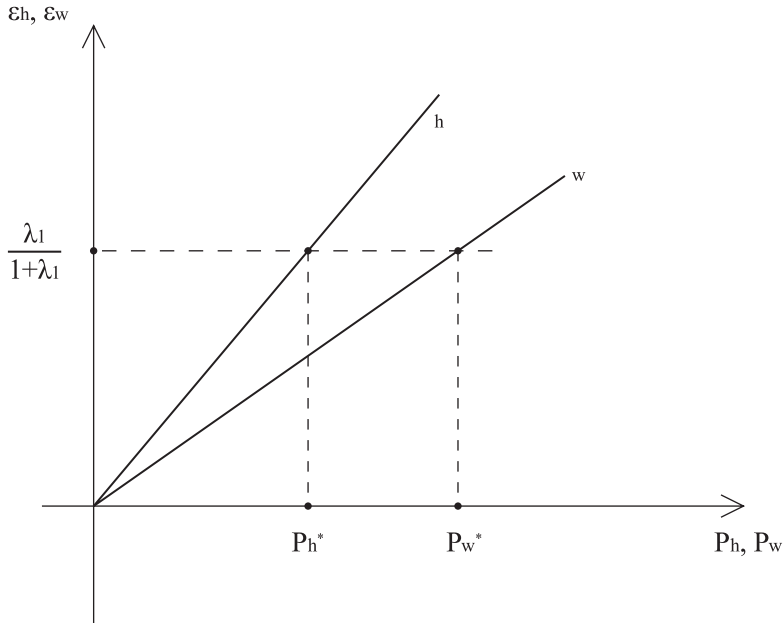
$\epsilon_h$ ,  $\epsilon_w$  は、両市場の需要の運賃弾力性の絶対値である。最適な運賃は、両市場の需要の運賃弾力性が等しい点で決まる。ラグランジュ乗数は正なので、最適点における需要の運賃弾力性は、両市場とも 0 以上 1 未満の範囲である。最適点において、政府補助金がかつとも効率よく作用する。

高齢者市場の需要の運賃弾力性は勤労世代より大きいと考えるいくつかの理由がある。高齢者のトリップ目的は、自由目的が多く、勤労世代より必需性が低い目的の割合が高い。高齢者の所得は勤労世代より低い。高所得の高齢者であっても、将来の収入に不安があれば、貯蓄をより選好し、自由目的トリップの選択に慎重になる。一方、需要の運賃弾力性は、運賃が高くなるにしたがって大きくなる<sup>8)</sup>。運賃水準と需要の運賃弾力性は図 3 のように描かれ、(6) (7) 式を満たす最適点において、高齢者と勤労世代の需要の運賃弾力性は等しくなり、最適な  $P_h^*$

7) 輸送量の増加によって、乗降時間が増加するので、従業員の乗務時間や車両の運行時間の増加が費用増加につながる。しかし、運行スケジュールには一定の余裕時間が組み込まれており、輸送量の増加がそれほど大きくなければ、乗降時間の増加は余裕時間の切りつめで処理できる。

8) 需要の運賃弾力性が 1 に満たなければ(を超えれば)、事業者は運賃を値上げすれば必ず増収(減収)、値下げすれば必ず減収(増収)になる。交通事業者の現在の運賃水準において、一般に、需要の価格弾力性の絶対値は 1 より小さいが、運賃値上げを続けると、やがて値上げが減収をもたらすようになる。また、運賃値下げを続けると、やがて値下げに対して需要が変動しにくくなり、需要の価格弾力性は 0 に近づく。それゆえ、需要の運賃弾力性は、運賃が上がるほど大きくなると考えられる。

図3 需要の運賃弾力性と最適運賃



は  $P_w^*$  より小さい。

高齢者と勤労世代に市場を分割したとき、図2と同様の図が、高齢者市場と勤労世代市場について描かれる。(5)式には両市場に1つの予算制約があり、高齢者市場で予算制約を緩める(等利潤曲線を外側へ移動する)と、勤労世代市場の予算制約をきつくする(等利潤曲線を内側へ移動する)ことになる。

(5)式から得られる最適点において、繰入金額  $S_h$  は事後に決定される。最適繰入金額を  $S_h^*$  とすると、

$$S_h^* = (P_w^* - P_h^*) \cdot f_h(P_h^*, B^*) \quad (8)$$

となる。ここで、 $P_w^*$ 、 $P_h^*$ 、 $B^*$  は社会的余剰を最大にする運賃とサービス水準である。敬老乗車制度を導入して繰入金を従量制にする場合、繰入金額が  $S_h^*$  でなければ、社会的余剰は最大にならない。

次に、公共交通サービスが産み出す外部経済をモデルに含める<sup>9)</sup>。このとき、最適解はラグランジュ式(9)から求まる。 $\lambda_2$  はラグランジュ乗数である。

$$L_2 = \int_{P_h}^{\infty} f_h(g_h, B) dg_h + \int_{P_w}^{\infty} f_w(g_w, B) dg_w + P_h \cdot f_h(P_h, B) + P_w \cdot f_w(P_w, B) + \phi_h(Q_h) + \phi_w(Q_w) - C(B) + \lambda_2 \{P_h \cdot f_h(P_h, B) + P_w \cdot f_w(P_w, B) - C(B) + S\} \quad (9)$$

9) 外部性を含むラムゼイプライシングは、Oum and Tretheway (1988) を参照。

ここで、

$\phi_h$  : 高齢者市場の外部経済,

$\phi_w$  : 勤労世代市場の外部経済,

であり、どちらも輸送量の増加につれて増加する関数と定義する。このときの最適点において、

$$\varepsilon_h = \frac{\lambda_2}{1 + \lambda_2 + \phi'_h / P_h} \tag{10}$$

$$\varepsilon_w = \frac{\lambda_2}{1 + \lambda_2 + \phi'_w / P_w} \tag{11}$$

となる。ここで、 $\phi'_h$  は  $\phi_h$  関数を  $Q_h$  で微分したもの、 $\phi'_w$  は  $\phi_w$  関数を  $Q_w$  で微分したものであり、どちらも正である。(10) (11) 式から、限界外部経済が  $P_h$  と  $P_w$  の大小関係に影響することがわかる。

$P_h$ ,  $P_w$ ,  $B$  の最適解は、(10) (11) 式に、以下の (12) (13) 式を加えた4つの連立方程式を解いて、求められる。(12) 式は (9) 式を  $B$  で偏微分したもの、(13) 式は (9) 式を  $\lambda_2$  で偏微分したものをゼロとおいたもの、 $CWF$  は消費者余剰で (9) 式右辺の定積分、 $f_{hB}$  は  $f_h$  を  $B$  で偏微分したもの、 $f_{wB}$  は  $f_w$  を  $B$  で偏微分したもの、 $C'$  は  $C$  を  $B$  で微分したものである。

$$\frac{\partial CWF_h}{\partial B} + \frac{\partial CWF_w}{\partial B} + P_h \cdot f_{hB} + P_w \cdot f_{wB} + \phi'_h(Q_h) \cdot f_{hB} + \phi'_w(Q_w) \cdot f_{wB} - C'(B) + \lambda_2 \{P_h \cdot f_{hB} + P_w \cdot f_{wB} - C'(B)\} = 0 \tag{12}$$

$$P_h \cdot f_h(P_h, B) + P_w \cdot f_w(P_w, B) - C(B) + S = 0 \tag{13}$$

次に、需要関数を特定して分析する。ここでは、運賃が高くなるほど需要の価格弾力性の絶対値が大きくなる関数の中で、取扱が容易な半対数線形関数 (14) (15) 式で特定化する<sup>10)</sup>。

$$Q_h = \exp\{\alpha_h - \beta_h P_h - \gamma_h (1/B)\} \tag{14}$$

$$Q_w = \exp\{\alpha_w - \beta_w P_w - \gamma_w (1/B)\} \tag{15}$$

ここで、 $\alpha_h$ ,  $\beta_h$ ,  $\gamma_h$ ,  $\alpha_w$ ,  $\beta_w$ ,  $\gamma_w$  はパラメータである。需要の運賃弾力性は (16) (17) 式で、最適運賃は (18) (19) 式で表される。

10)  $k$  を任意の定数とすると、

$$\alpha_i - \beta_i P_i - \gamma_i (1/B) = \alpha_i - \beta_i [P_i + \{(\gamma_i / (k \cdot \beta_i)) (k/B)\}]$$

となり ( $i = h, w$ )、 $[P_i + \{(\gamma_i / (k \cdot \beta_i)) (k/B)\}]$  を総合費用 (generalized cost)、 $\{(\gamma_i / (k \cdot \beta_i))\}$  を時間価値、 $(k/B)$  を移動に要する時間とみなせる。

$$\varepsilon_h = \beta_h \cdot P_h \quad (16)$$

$$\varepsilon_w = \beta_w \cdot P_w \quad (17)$$

$$P_h^* = \frac{\lambda_1}{\beta_h(1+\lambda_1)} \quad (18)$$

$$P_w^* = \frac{\lambda_1}{\beta_w(1+\lambda_1)} \quad (19)$$

高齢者と勤労世代の最適運賃の比は、

$$P_h^* / P_w^* = (1/\beta_h) / (1/\beta_w) \quad (20)$$

であり、 $\beta_h$  と  $\beta_w$  の逆数の比に等しくなる。 $\beta_h$  が  $\beta_w$  の2倍であれば、最適な高齢者の運賃は勤労世代の運賃の半額になる。

外部経済を考慮するとき、

$$\beta_h \cdot P_h = \frac{\lambda_2}{1 + \lambda_2 + \phi'_h/P_h} \quad (21)$$

$$\beta_w \cdot P_w = \frac{\lambda_2}{1 + \lambda_2 + \phi'_w/P_w} \quad (22)$$

である。上の式を整理すると、

$$P_h^* = \frac{1}{\beta_h} \cdot \frac{\lambda_2}{1 + \lambda_2} - \frac{\phi'_h}{1 + \lambda_2} \quad (23)$$

$$P_w^* = \frac{1}{\beta_w} \cdot \frac{\lambda_2}{1 + \lambda_2} - \frac{\phi'_w}{1 + \lambda_2} \quad (24)$$

となる。高齢者と勤労世代の最適運賃の比が、限界外部経済の大きさによって修正されることがわかる。

#### 4. 所得再分配と所得制限導入

敬老乗車制度は所得再分配を伴う。高齢者への所得再配分的手段として、所得補助と特定の財・サービスへの補助のどちらが望ましいかが問題である。補助の効率性の観点から、経済学のテキスト<sup>11)</sup>は、所得補助が個別財・サービスの消費に対する補助より好ましいと考える。

11) 田邊 (2010) pp. 36-37。

それは、高齢者が運賃割引により支出を回避した額を所得補助すれば、同じ補助額で高齢者の効用が大きくなるからである。しかし、外部経済の存在するときは、個別補助が所得補助より効率性がよくなる可能性がある。交通サービスへの補助は、交通ばかりでなく、トリップの目的である需要（本源需要）も刺激する。

もう1つの問題は、制度の恩恵を受ける高齢者の所得が、社会全体に比べ高いことへの批判である。敬老乗車制度の見直し過程で、しばしば、所得制限が議論される。その背景に、政府による他の福祉サービスの価格割引に所得制限が導入されているので、公共交通サービスにもあって当然との認識がある。敬老定期券の価格が課税所得によって変動する制度は、東京都、横浜市、名古屋市、京都市が導入している（表1）。神戸市は、低所得者に年間150回分の無料乗車券を支給している。

政府補助による公共交通サービスの運賃割引は、非利用者から利用者への所得移転を意味する。割引サービスの利用者の多くが高所得者であれば、低所得者から高所得者への所得移転が発生し、財政の目標の1つである高所得者から低所得者への所得再分配に反することになる。高齢者のトリップの多くが、余暇活動参加のためのアクセスである。低所得者は、鉄道やバスが無料でも、有料の余暇サービスを購入する金銭が不足するならば、トリップを断念するかもしれない。有料の敬老定期券だけが敬老乗車制度のメニューであり、定期券の価格がかなり高ければ、低所得者は定期券の購入を選択せず、普通運賃で乗車するかもしれない。そのとき、高所得者の方が、敬老乗車制度から便益をより多く受けそうである。政府補助の原資に、勤労世代、高齢者を問わず、低所得者の負担があれば、批判の対象となる。これに対しては、神戸市のように、低所得者に一定回数無料乗車を保障する制度が適切であろう。

敬老定期券を使って、鉄道やバスを高頻度利用する高齢者は、過度の所得再分配を受けているとの批判がある<sup>12)</sup>。そのため、割引定期券を廃止して、利用回数制限や利用金額制限を課す案が、敬老乗車制度見直し過程で、しばしば議論になる。高頻度利用者の多くは、外出や乗り物好きで、乗ることが生き甲斐であるが、毎回運賃を払うならば利用を控える人たちである。また、彼らは車内混雑を嫌うので、混雑時間帯に乗車しない。彼らに低運賃を適用すると、彼らの厚生水準は高まるが、追加費用はほとんど発生しない。政府が事業者に損失補償する必要はなく、所得再分配は起きない。バスや鉄道以外にも、公営の動物園や博物館の高齢者の入場料を無料にするのも同じ効果がある<sup>13)</sup>。これらには、非排除性はないが非競争性のあるサー

12) 2007年10月の奈良市の調査によると、敬老定期券利用者の2.4%が月間91回以上、0.14%が月間201回以上、奈良交通のバスに乗車していた。

出所：奈良市老春手帳優遇制度検討委員会ホームページ、

<http://www.city.nara.lg.jp/www/contents/1186376496995/files/bus10jisseki.pdf>

13) 公営の動物園や博物館の多くは高齢者の入場料を無料にしているが、これら施設は従量制の繰入金を受給していない。外部資金で費用を賄う公営博物館の特別展では、入場料に高齢者割引が適用されないことが多い。

ビスという共通点がある。しかし、混雑が発生するときは追加費用が発生するので、無料や高額割引は望ましくない。アメリカ合衆国の連邦法（The National Mass Transportation Assistance Act of 1974）は、高齢者に対する都市内公共交通サービスの運賃割引義務を事業者に課し、減収分を連邦政府に補助させているが、平日朝のピークは割引義務がなく、連邦政府補助の対象にならない<sup>14)</sup>。

技術上の問題として、交通サービスに限らず、課税所得が価格差別の手段とし適切かどうかがある。豊かな生活を送る高齢者の中には、豊かなストックをもつ者がいる。預貯金の取り崩しや株式配当や預貯金と債券の利子は、敬老乗車割引の基準になる課税所得に含めなくてよく、遺族年金は非課税である。また、課税所得により価格を変えるのは、敬老定期券や敬老乗車券の発行に関わる政府の費用を増加させる。

敬老乗車制度の見直し議論に、地域間の不公平と所得再分配がある。割引対象の交通事業者には、JR、民鉄、一部の民営バスが含まれないからである。これらを割引対象に含めると繰入金がかかり増加する。補助額に制約があるとき、全体の割引率を縮小する代わりに、対象事業者の範囲を拡大することは意味があるかもしれない。

## 5. 政策への示唆

欧米で最適な運賃、サービス水準の組み合わせの研究が進んだのは、都市公共交通サービスの独立採算制の放棄、政府補助の増加、公営交通企業の増加、政府の公共交通サービスへの関与の拡大にある<sup>15)</sup>。そこでは、補助金の効率性が政策評価の基準となる。日本の都市公共交通事業では独立採算制の原則が維持され、民営事業者が大きな役割を担ってきた。政府の関与は、主として、事業者の利潤率規制と、その手段である運賃規制であった。敬老乗車制度の議論の中で、勤労世代の最適運賃と最適サービス水準の議論が欠けている。高齢者の運賃を議論する場合に、サービス水準と勤労世代の運賃、政府補助の総額を同時に議論することが望ましい。

公共交通サービスを利用する高齢者の負担増の流れは、地方財政の苦しさに関連している。負担増を回避するためには、敬老乗車制度による便益の大きさと追加費用とを証明しなければならない。そのとき、絶対基準ばかりでなく、他の福祉制度との相対比較が必要である。外部経済の大きさの違いが、公共交通サービスの強みになる。高齢者の運賃割引の外部経済は、高齢者の社会参加の増進促進だけでなく、勤労世代の公共交通サービス利用者の便益の増加、高齢者と勤労世代双方で自家用交通需要の抑制である。これらは、介護サービス市場や医療サービス市場には存在しない。混雑がないとき、運賃値下げによる需要増が、事業者の供給費用の増加を招かない。このことは、事業者の負担増なしに高齢者の福祉を向上させる。これも強み

14) Rock (1976) p. 12.

15) Savege (2010) p. 815, 松澤 (1983) pp. 129-130.



の1つである。

ラムゼイプライシングは、高齢者に対する運賃割引を示唆する。いくつかの事業者は、公共補助を前提としない高齢者用の割引定期券を発売している。ただし、その価格がかなり高いため、利用者は少数である。ラムゼイプライシングを意識しなくても、現在の普通運賃の水準で高齢者市場の運賃弾力性の絶対値が1を超えるとの判断があれば、民営事業者は割引が有利と考える。

勤労世代の運賃は、従量制の制約が課されると、それがない場合より高くなる可能性がある。高槻市や神戸市のように、定額制へ繰入金算出方式が変更されると、どのような影響があるだろうか。定額制が続くと、高齢者人口の増加によって高齢者の輸送量は増加するが、事業者の受け取る繰入金は増えない。勤労世代の輸送量が減少して、運賃収入が減少し、収支均衡が困難になる。増収が必要であれば、勤労世代運賃の値上げ、高齢者運賃の値上げが必要であり、費用を削減するならばサービス水準を低下させなければならない。いずれも利用者に悪影響が及ぶ。

最適な制度設計は、毎回支払う普通運賃だけでなく定期運賃の決定を含む。これは二部（多部）料金問題であり、これまでに多くの理論研究が存在している<sup>16)</sup>。普通運賃と定期運賃の双方に敬老乗車制度のある川崎市と神戸市（市営バス）の事例をみると、両市とも普通運賃は1回100円であるが、1カ月定期運賃は、川崎市が1000円であるのに対して神戸市は4200円で4倍以上の差がある。高齢者の需要の運賃弾力性が大きいことと、需要の増分に対する追加費用が小さいことから、定期券の価格を普通券に比べて低く抑える方が、消費者余剰を大きくする可能性が高いだろう。運賃制度の選択において、毎回の乗車が有料か無料かの選択が大きな問題である。神戸市バスの例では、無料から50円への変更で需要が4割減ったが、50円から100円への変更での需要は8%減であった（表3）。同じ50円の変化に対して利用者の反応に大きな差がある。京都市山科区の醍醐コミュニティバスには2007年度から京都市の敬老乗車制度と福祉乗車制度が適用され、1乗車200円の運賃が無料になった結果、制度の適用外の利用者を含めた同年9月の乗車人員が前年比80%増になった<sup>17)</sup>。2007年9月の乗車人員に占める敬老および福祉乗車制度の利用者は全体の61%であった。増加人員のすべてがこれら制度の適用者であったと仮定すると、適用者の需要は3.6倍に増えたことになる（逆に、無料から200円に変更されたとすると72%減に相当する）。毎回の乗車が無料であることは、高齢者にとって魅力が大きい。無料になると需要が大幅に増えるのは、最高支払意思額がゼロより若干大きい消費者が多数存在しているからであろう。高齢者自身の需要関数から計測する消費者余剰の増加はそれほど大きくなくても、外部経済の存在や、高齢者の選好の誤りが存在するな

16) 二部（多部）料金の議論は、Train (1991) 第7章、松澤 (2011) pp.172-173、田邊 (2010) pp.38-39 参照。

17) 土居 (2010) p.65。

らば、毎回無料で乗車できる運賃制度は、大きな社会的余剰を産むであろう。

敬老割引に対するピーク時間帯の利用制限は、日本では議論されていない。敬老割引運賃の利用者の割合が高い場合、ピークの利用制限によって、運行費用の削減の可能性が出てくる。しかし、通勤や業務トリップの少ない高齢者は平日朝のピーク利用が少なく、ピークの混雑を嫌うので、割引適用除外による削減効果は小さいだろう。京都市内の多く一部のバス路線は、観光客の需要が大きいので、休日昼間にピークがある<sup>18)</sup>。京都市内のバスについては、休日の敬老割引の制限が社会的余剰の増加につながる可能性がある。

## 6. おわりに

本稿では、通常、福祉の観点だけで議論される敬老乗車制度の見直しを、都市交通全般、都市生活全般を含めて議論すべきであることを明らかにした。高齢者運賃、勤労世代運賃、運行回数等のサービス水準は、同時に考慮されるべきである。交通事業者の予算制約を所与（＝公共補助額を所与）とするとき、社会的余剰最大解は、高齢者運賃を勤労世代運賃より低くする。しかし、現実の高齢者運賃の割引は、社会的余剰最大を考慮して決められているわけではない。敬老乗車制度が、勤労世代の利用者に過度の負担を強いているかもしれない。最適解を求めるためには、需要関数の特定化とパラメータの推定、外部経済の測定などの実証研究が望まれる。敬老乗車制度の変更による需要の変化のデータが各地で得られるようになっており、実証研究の可能性が高まっている。制度の変化の前後で高齢者が交通行動をどう変えたかを、非集計レベルで調査する必要がある。さらに、高齢者の選好を踏まえた二部料金の設計が研究課題になる。特に、毎回無料で乗車できることをどう評価するのか、無料であることの消費者心理への影響は、先行研究がほとんどなく、興味深い課題である。

敬老乗車制度は、その維持に必要な公共補助の一部が運行費補助の性格を兼ねていたことから、大都市の公共交通、中でも公営バス事業の経営を支えてきた。人口減少下で、公共交通サービスの需要増は期待できない。その中で、公共補助の縮小は、都市公共交通のサービス縮小につながりかねない。制度見直しの議論では、敬老乗車制度の問題点として、住民間の不公平や逆進性のある所得再分配が指摘される。ここでは、補助削減の根拠が主張されるが、制度のもつ長所の主張が少ない。それは、公共交通サービスの特色、利用者にとっての規模の経済、非競争性、外部経済などへの無理解に由来する。敬老乗車制度を他の福祉メニューと比べると、便益増加に対して費用増加が少額であること、勤労世代の利用者や都市全体への波及効果があることが、その有利な点である。これらを考慮した制度設計が望まれる。

18) 2012年5、6月に実施された市バス旅客流動調査の結果。出所：京都市交通局（2012）『市バス旅客流動調査の結果について』

<http://www.city.kyoto.lg.jp/kotsu/cmsfiles/contents/0000122/122848/1.pdf>

## 参 考 文 献

- 土居靖範 (2010) 「自治体による生活交通再生の評価と課題 (II) —— 京都府内地方部における乗合バスに焦点をあてた検証」『立命館商学』第 49 巻第 6 号, pp. 47-72
- 松澤俊雄 (1983) 「交通企業とサービス水準——その社会的評価を中心として」『交通学研究』第 26 巻, pp. 129-140
- 松澤俊雄 (2011) 「運賃・料金をめぐる再考察——昼間時都市交通トリップの運賃設定」『商経学叢』第 57 巻 3 号, pp. 143-176
- 新納克広 (2012) 「敬老乗車制度の見直しをどう考えるか」『都市と公共交通』37 号, pp. 6-16
- 新納克広 (2009) 「敬老乗車制度の改変とその影響」『公益事業研究』第 61 巻第 1 号, pp. 69-77
- 田邊勝巳 (2010) 「公共交通における運賃割引制度と所得再分配」『運輸と経済』第 70 巻 11 月号, pp. 33-41
- Frankena, M. W. (1981) “The Effects of Alternative Urban Transit Subsidy Formulas,” *Journal of Public Economics*, Vol. 15, pp. 337-348
- Jansson, K. (1993) “Optimal Public Transport Price and Service Frequency,” *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 27, pp. 33-50
- Nash, C. A. (1978) “Management Objectives, Fares and Service Levels in Bus Transport,” *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 12, pp. 70-85
- Oum, T. H. and M. W. Tretheway (1988) “Ramsey Pricing in the Presence of Externality Costs,” *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, pp. 307-317
- Ramsey, F. P. (1927) “Contribution to the Theory of Taxation,” *Economic Journal*, vol. 37, pp. 47-61
- Rock, S. M. (1979) “The Redistributive Effects of Reduced Transit Fares for the Elderly,” *Transportation Research Part A*, Vol. 13A, pp. 361-365
- Savege, I. (2010) “The Dynamics of Fare and Frequency Choice in Urban Transit,” *Transportation Research Part A*, Vol. 44, pp. 815-829
- Train, T. E. (1991) *Optimal Regulation: The Economic Theory of Natural Monopoly* (山本哲三・金沢哲雄監訳 (1998) 『最適規制——公共料金入門』文眞堂)

## 補論 等利潤曲線と等社会的余剰曲線の形状

本文図 2 は, Frankena (1981), 松澤 (1982), Savege (2010) などの分析に基づいている。等利潤線と等社会的余剰曲線の形状は, 次の手続きによって求まる。

バス事業者の利潤  $\pi$  を運賃  $P$  と車両走行キロ  $B$  の関数で定義する。

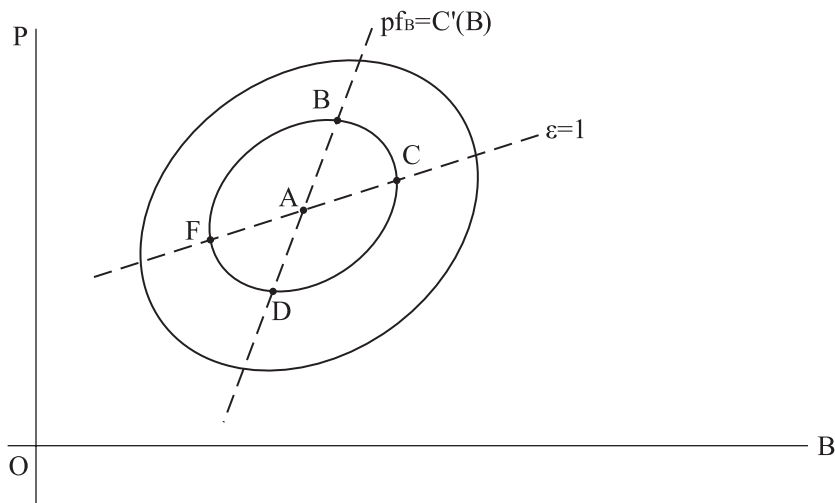
$$\pi = P \cdot f(P, B) - C(B) \quad (A1)$$

(A1) を全微分して,  $d\pi = 0$  とおいて整理すると等利潤曲線を導ける。その傾きは (A2) 式で表せる。

$$\frac{dP}{dB} = - \frac{P \cdot f_B - C'(B)}{Q(1 - \varepsilon)} \quad (A2)$$

ここで, 需要量  $Q = f(P, B)$ ,  $f_B$  は  $f$  を  $B$  で偏微分したもの,  $C'(B)$  は  $C$  を  $B$  で微分したもの

図 A1 等利潤曲線



(注) 点 A, B, D において  $pf_B = C'(B)$ , 点 A, C, F において  $\epsilon = 1$  が成り立つ。

である。等利潤線の傾きは、需要の運賃弾力性 ( $\epsilon$ ) の大きさと、車両走行キロに関する限界収入  $P \cdot f_B$  と限界供給費用  $C'$  の大小で決まる。需要の運賃弾力性は運賃増加とともに大きくなる (本文脚注 7)。車両走行キロに関する限界収入は、車両走行キロが大きくなるほど減少する。その理由は、車両走行キロが増加するにつれて、その増加による待ち時間の短縮の割合が小さくなり、待ち時間の限界変化に対する需要の変化率が小さくなるからである。先行研究に従って供給費用を車両走行キロの 1 次関数で定義すると、 $C'(B)$  は定数になる。ゆえに、(A2) 式の子分子は、車両走行キロの増加につれて減少し、正から負に変化する。2 つの曲線との位置関係で、等利潤線の傾きの正負が表 A1 のように決まる。図 A1 において、 $\epsilon = 1$  である曲線と  $P \cdot f_B = C'(B)$  である曲線の交点で利潤が最大になり、その外側に等利潤曲線が描かれる。曲線が外になるほど利潤は減少する。

図 A1 は上の 2 つの曲線で 4 つの領域に分けられる。 $\epsilon > 1$  であるとき、事業者は運賃値下げで必ず増収になり、 $P \cdot f_B > C'(B)$  であるとき、増便すれば必ず増収になる。運賃の下限やサービス水準の上限に規制がなければ、4 つの領域の中の右下以外を事業者が選択することはない。

表 A1 等利潤線の傾き

	$P \cdot f_B > C'(B)$	$P \cdot f_B < C'(B)$
$\epsilon > 1$	+	-
$\epsilon < 1$	-	+

次に、等社会的余剰曲線を図 A2 に示す。社会的余剰 (A3) 式は、本文 (1) 式と同じである。

$$SWF = \int_p^\infty f(g, B) dg + P \cdot f(P, B) - C(B) \tag{A3}$$

(A3) 式を全微分して、 $dSWF = 0$  において整理すると等社会的余剰曲線を導ける。その傾きは (A4) 式で表せる。

$$\frac{dP}{dB} = \frac{\partial CWF / \partial B + P \cdot f_B - C'(B)}{Q \cdot \varepsilon} \tag{A4}$$

ここで、 $CWF$  は消費者余剰であり、(A3) 式の右辺の定積分に相当する。この式の分母は正である。車両走行キロが増加するにつれて、消費者余剰と運賃収入は共に増加するが、車両走行キロ増加に対する需要の変化率が小さくなるので、(A4) 式分子第 1 項と第 2 項は  $B$  の増加につれて減少していく。それゆえ、(A4) 式の分子は、車両走行キロが小さいときに正であり、等社会的余剰曲線は右上がりであるが、一定の水準を超えると分子が負になり、等社会的余剰曲線は右下がりになる。あらゆる  $P$  について、等社会的余剰曲線が右下がりに転じる点と等利潤曲線の傾きの正負が逆転する点の車両走行キロを比較すると、前者が後者より大きい。

旅客の負担する費用に関する限界費用価格原理より、運賃が下がるほど消費者余剰が増加する。ただし、運賃下落による需要増が混雑を引き起こすならば、時間費用の増加や車内の快適性低下により、消費者余剰が減少し、社会的余剰も減少する。図 A2 の破線  $N$  の左下の領域がその場合である。車両走行キロが小さいほどより高い運賃で混雑が発生し、車両走行キロが一定量を超えると、運賃無料でも混雑は発生しない。現在、高齢者に無料定期券を交付している都市において、運賃無料による混雑は起きているとは言えない。

図 A2 等社会的余剰曲線

