

スコットランド・エディンバラ市における LRT 導入について



慶應義塾大学 経済学部 4 年
大沼あゆみ研究会 7 期生
志場 加奈子

今日という日は、残りの人生の最初の日。

映画『アメリカン・ビューティー』

序章

私は 2001 年 4 月から 2004 年の 7 月までの約 3 年半をイギリスの北部に位置するスコットランドの首都・エディンバラで過ごした。スコットランドは「寒い、暗い」というイメージを持つ人が多い。それに反論することはできない。しかし、世界遺産に登録されているエディンバラの町並みは非常に美しく、エディンバラに住む人々が皆街を誇りに思っていることには納得できた。

そんなエディンバラの抱える最大の問題点は、都市部の交通渋滞である。エディンバラは、他のヨーロッパの都市と同様に、古い街並みが残っている。道路は狭く、そして細かく入り組んでいる。そのため、ラッシュ時のみならず、一日を通して慢性的な渋滞に悩まされているといえる。

この交通渋滞の緩和を目指すべくスコットランド政府が約 4 億ポンドを投資して建設するのが、Edinburgh Tramways、次世代型トラム（路面電車）、LRT である。路面電車というと、古くてのろいという印象があるかもしれないが、エディンバラを始め、近年ヨーロッパの都市で多く導入されているのは LRT (Light Rail Transit) と呼ばれるものである。LRT は、「大部分を専用軌道とし、部分的に道路上（併用軌道）を 1 両ないし数両編成の列車が電気運転によって走行する、誰でも容易に利用できる交通システム」と定義付けられている。LRT は高架鉄道や地下鉄よりも一回り小さいが、バスよりも大きな輸送力を持つ交通機関である。簡易な設備による、低コストな建設を目指して開発された。また、建設費が安い事に加え、車やバスといった他の交通機関に比べ CO2 の排出量が約 3 分の 1 と少ない事から、環境にもやさしい乗り物としても注目を集めている。スコットランド政府も、トラムの導入により、交通渋滞の緩和、それによる CO2 の大幅な削減が可能であるとうたっている。

しかし、このトラム導入にエディンバラの市民は納得しているわけではない。事実本当に渋滞の解消につながるのか、という声や地元の経済への影響は少なくない。しかし、トラムの建設は 2008 年度より本格的に始まり、予定よりは遅れているものの 2011 年には完成する予定となっている。本論分では、車社会であったエディンバラが、新たな交通機関 LRT を導入することにより、人々と車、そして LRT がどのように共存して行くのが最適であるのかを探ってゆく。

目次

序章

第1章 LRT とは

1-1 ترامの歴史

1-2 次世代型路面電車：LRT

第2章 スコットランド・エディンバラ市について

2-1 スコットランドについて

2-2 エディンバラ市

第3章 エディンバラ市を走る LRT Edinburgh Tramways について

3-1 Edinburgh Tramways の概要

3-2 LRT 建設の背景

第4章 分析

4-1 モデル分析の前に

4-2 モデル簡略化のための前提

4-3 モデル分析

4-4 結論

終章

参考文献

第一章 LRT について

この章では、路面電車（以下トラム）の歴史や、次世代型トラムといえる LRT の概要について紹介する。また、LRT が現在欧米を中心に注目されている理由についても触れる。

1-1 トラムの歴史

トラムの歴史は、今から 100 年以上前に遡る。そもそも、トラムは元々乗合馬車そして馬車鉄道を発祥としている。その動力を馬力以外に変換する際に蒸気動力などが試みられたが、最も普及したのが電気動力であった。これは 1879 年にドイツでデモンストレーション走行させたのがはじまりで、1881 年にはベルリン郊外での運行が開始された。その後、1887 年にアメリカのバージニア州リッチモンドに架線集電方式と釣り掛け駆動を用いたシステムを建設。これが高い信頼性から一般的なシステムとなり世界的に普及してゆくことになる。なお、欧州において電気軌道と一般鉄道が別個のシステムと認識される背景には、そもそもの発祥が全く異なるという理由がある。

電気軌道（路面電車）はまず米国の各都市で、続いて欧州各国で普及していった。特に米国では、専用軌道化や運転速度の向上などシステムを高度化し都市と都市を結ぶインターアーバンにも発展した。しかし、1920 年代に入ると、米国では自家用車が普及し、多くの都市で廃止されていった。また、直接的な要因ではないが、路面電車は古い、というイメージも廃止の増加を助長したといえる。欧州の一部でも戦前までに同様にロンドン、パリなどの都市で廃止された。1960 年代までにはほとんどの都市から路面電車が姿を消してしまった。



写真 1-1 1900 年代前半のトラム¹

¹ <http://www.cuenta.freereserve.co.uk/melb-trams.html> より

1-2 次世代型路面電車：LRT

1960年代にトラムはその姿を殆ど消してしまった。しかし、1980年代に入り、フランスで、都市内での軌道システム整備の動きが強まっていった。フランスでは、併用軌道率の高いトラムを採用した。これは後に他の欧州諸国にも広まって行くが、これらを一部では「ライトレール」、「LRT」と呼ぶようになった。LRT (Light Rail Transit) は、1970年代初頭、アメリカで路面電車を都市交通システムとして再生させるためのイメージチェンジを図るために戦略的に付けられた名前である。LRT で使用される車両は車体幅が 2300～2700mm 程度、編成の長さはおおむね 30～90m で、小規模な地下鉄といえるだろう。また平均速度の面でも路面電車が 17km/h なのに対し、LRT は 29km/h と高速である。

現在運行している「トラム」と「LRT」は、車両 (LRV: Light Rail Vehicle、近代の高性能の車両) 自体には違いはない。しかし、この二つの大きな違いは、都市交通としての役割である。トラムは単なる輸送機関であるのに対し、LRT はその都市の都市計画と結びつき、生活と一体化して利便性を兼ね備えることにより機能を発揮するよう、装置性を持って整備される都市交通システムである、ということだ。

では、この次世代型ともいえるトラムはどのような利点をもっているのだろうか。以下の3点が主な利点といえる。

(1) 車両の「質」

「誰でも気軽に乗り降りできる」、魅力的な乗り物を目指し、LRT のユニバーサルデザイン化が進んでいる。通常、軌道面上 800mm 程度ある床面を 350 mm 程度とし、道路上に設けられている LRT の停留所 (250～300 mm) から、段差を殆ど感じることなく乗降することができるようになった。これにより、高齢者・身障者の対応だけでなく、乗降時間の短縮にもつながった。また、高性能で低騒音、低振動で快適な乗り心地も追及されている。



写真 1-2 低床式のトラム。段差が殆どないことがわかる。²

² www.miytzka.net より

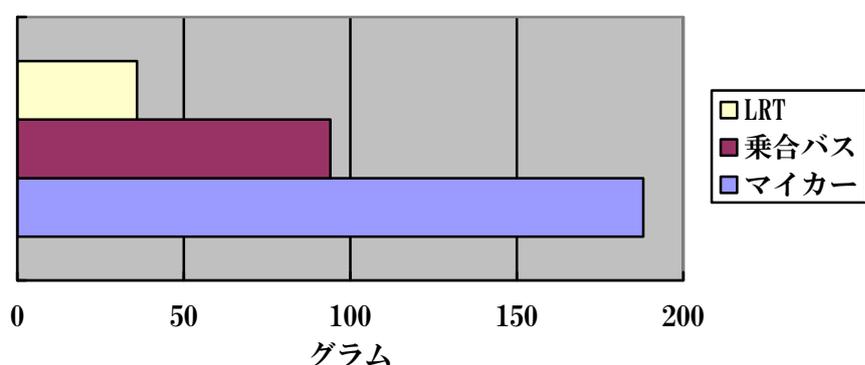
(1) コスト面

LRTの最大の利点ともいえるのが、このコスト面、すなわち建設費用である。都市交通システムの建設費を比較してみると、LRTの海外での建設費用は1kmあたり10～30億円程度とされている。これでも高いと思われるかもしれないが、地下鉄が1kmあたり300億円以上、「新交通システム」と呼ばれているものが1kmあたり100億円前後ですからLRTの建設費用がとても安く、トラム導入にあたっての財政的負担は軽くて済む。これは、LRTが走るのには基本的には地上の道路だから、用地の取得にかかる費用が殆どないからだといえる。

(2) 環境面

LRTは電車であるため、他の交通手段に比べ、CO₂の排出量は少ない。下の表³はLRT、マイカー、乗合バスにおける輸送人キロ当たりのCO₂排出量を表している。グラフからも、LRTのCO₂排出量はマイカーの約1/5、乗合バスの約1/3と確然に少ないことがわかる。また、駅の空調・換気・照明やエスカレーター・エレベーターなどに必要とされるエネルギーが不必要になることも考えると、LRTは環境に優しい乗り物だといえる。

表2 輸送人キロ当たりのCO₂ 排出量

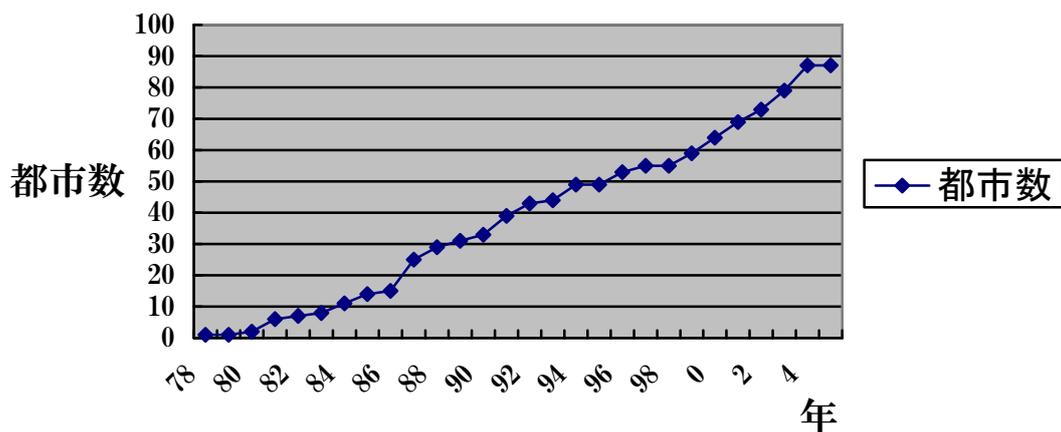


LRTが欧米で注目される背景には、上記のようなLRTの利便性が欧米の都市部の都市計画に最適であるからといえる。特に、欧州では今でも古い街並みが残し、またそれが保全されている。そうした市街中心部で人を輸送するのにLRTはふさわしい交通手段だといえる。また、市街中心地への人の流れを確保し振興する手段として、また環境破壊を防ぐ面から有意義であることが考えられるためである。したがって、LRTの整備は土地利用や人口分布などの点で都市政策にしっかりと組み込まれているのが常である。また、自家用車の中心市街で自動車の乗り入れを禁止し公共交通と歩行者のみを通行可能としたトランジットモール化といったアイデアも生まれ、実行されている。

³ <http://www.mlit.go.jp/chubu/tsukuro/> より作成

このような利便性から、現在欧米を中心とした多くの都市で導入されている。下の表1⁴は、1978年以降のLRT開業都市の累計数を表している。1978年に、カナダのエドモントン以来、二十数年あまりの内に87もの都市に導入されていることがわかる。

表1 1978年以降のLRT開業都市（累計）



このように、トラムは一度はその姿を消したが、その利便性が近年再び注目され始め、次世代型トラム、LRTとして再度普及への道を進んでいるといえる。

次章では、このLRTの導入を決めた都市の一つである、イギリス北部に位置するスコットランドのエディンバラ市について論じる。

⁴ 服部重敬「路面電車新時代」(2006) 35頁より作成

第二章 スコットランド・エディンバラ市について

この章では、トラムの導入が進められているスコットランドのエディンバラ市の概要について紹介する。

2-1 スコットランドについて

スコットランドはイギリス国土（グレートブリテン島）の北部 3 分の 1 を占め、南部でイングランドと国境を接する。東方に北海、北西方向は大西洋、南西方向はノース海峽およびアイリッシュ海に接する。本島と別にスカイ島などの 790 以上の島から構成されている。最大の都市であるグラスゴーは大グラスゴーの中心であり、スコットランドの人口の 40% が集中する。スコットランドの法制度、教育制度および裁判制度はイングランドおよびウェールズならびに北アイルランドとは独立したものとなっており、スコットランド独自の制度が定められている。そのため、流通している貨幣もイギリスの通貨ポンドではあるものの、スコットランド独自の貨幣が流通している。スコットランドで知名度の高い物は、ネス湖のネッシーや、バグパイプ、羊の内臓を羊の胃袋に詰めて茹でた伝統料理、ハギスである。



図 2-1 スコットランドの所在地⁵

⁵ <http://uk.answers.yahoo.com/>より

2-2 エディンバラ市

エディンバラ市は、スコットランドの首都であり、ロージアン州の州都でもある。地名は「エドウィン (Edin) の城 (Burgh) =Edinburgh」という意味である。スコットランドの東岸、フォース湾に面するこの都市は、グラスゴーにつぐスコットランド第2の都市で、政治の中心。また、ヨーロッパ最大の金融中心街のうちの一つである。2007年時点での人口は488,070人となっており（スコットランド第二の都市）、現在減少傾向にある。町の中心部は旧市街と新市街の2つの美しい町並みに分かれており、1995年にはユネスコの世界遺産に登録された。街の中心にカールトン・ヒルと呼ばれる小高い丘がある。毎年8月、エディンバラ・フェスティバルと呼ばれる芸術祭典が行われ、多くの観光客で賑わう。古くから行政府・商業都市として栄え、金融業や小売業が強い。なおイギリス国内では、ロンドンに次いで観光客が多い町で、毎年同市の人口と同じ数ほどの観光客が訪れるという。



写真 2-1 エディンバラ市の旧市街⁶

このエディンバラ市で、新市街や街の北部に位置し、北海に面するリース地域、市の南西に位置するエディンバラ国際空港をつなぐLRT、Edinburgh Tramwaysが2011年の操業開始を目指し現在建設されている。次章では、このEdinburgh Tramwaysの導入経緯について論じる。

⁶ http://4travel.jp/overseas/area/europe/united_kingdom/edinburgh/ より

第三章 エディンバラ市を走る LRT Edinburgh Tramways について

第一章では、次世代型トラム、LRT の概要について紹介した。本章では、エディンバラ市に導入される LRT、Edinburgh Tramways の概要や、導入背景について紹介する。

3-1 Edinburgh Tramwaysの導入背景

スコットランド政府は、2005 年にエディンバラ市での LRT 導入計画を発表し、2008 年よりその建設は 2011 年の開業を目指し進められている。このエディンバラ市の LRT 導入計画には、Local Transport Strategy (LTS) の存在が大きく関与しているといえる。

現在、自動車交通への過度な依存により、交通渋滞や排気ガスによる環境負荷といった深刻な問題が起こっているため、「総合交通計画」が注目されている。これは、適正な自動車利用を実現するためには自動車と公共交通を一体的なものとして捉え、その上で交通計画、都市計画そして土地利用計画を図らなければならないと考えるものである。近年、各地域でそうした視点を取り入れた交通計画が策定され、自動車交通と公共交通との最適な組み合わせを模索する試みが行われている。

スコットランドでも、交通戦略「Local Transport Strategy: LTS」という独自の交通計画を策定している⁷。この交通戦略の導入には、①人口増加に伴い、世帯数は増加すると予測している。これは、一人暮らしの割合が増加することが一番の要因であると推測されている。このため、車の台数も増加するのではないかという懸念がある、②自動車利用の増加の懸念がある一方、スコットランドでは高齢化が進んでいる。そのため、車を持たない高齢者の足となる交通機関が早急に必要とされているという問題も抱えている。実際、高齢者の 74%は車を所有していないという、といった背景があるといえる⁸。

最初の LTS (Local Transport Strategy 2001-2004;以下第一次 LTS) は 2000 年 10 月に発表された。そこでは、自動車利用の抑制、渋滞の解消、大気汚染と交通事故の減少を目的として記されている。2004 年 3 月に発表された第二次 LTS (Local Transport Strategy 2004-2007) では、第一次 LTS の導入により、自動車利用の減少、公共交通の利用割合の増加などを成果として挙げている (図 3-1 を参照) また、第二次 LTS では、道路の容量を増やす「オプション 1: 道路要領戦略」、通常資金でまかなう「オプション 2: 基本戦略」、混雑課金により得られる資金を追加投入する「オプション 3: 優先戦略」の 3つのオプションが提示された。このうちのオプション 2 の基本戦略の最大のプロジェクトとして打ち出さ

⁷ 第二章で述べたように、スコットランドの法制度、教育制度および裁判制度はイングランドおよびウェールズならびに北アイルランドとは独立したものとなっており、スコットランド独自の制度が定められている。

⁸ Scottish Government 「Scotland's Transport Future」11 頁を要約

れたのが、3億7500万ポンドの費用を要するLRTの計画であると言える。このLRTの導入されるエディンバラ市は、他のヨーロッパの大都市同様、慢性的な交通渋滞に悩まされている（写真3-1）、時間性のパーキング・チケットにより認められている路上駐車も、車の数が多いため円滑な交通の妨げとなっており、交通渋滞の緩和に繋がっているとは言い難い。交通渋滞の解消は求められているものの、世界遺産という歴史的景観の保存のため、建築は厳しく制限されており、エディンバラ市では道路の拡幅は難しく、他の都市よりいっそうと区別の発想が求められていた。また、エディンバラ市の統合交通計画、Integrated Transport Initiativeによると、2021年にはエディンバラ市内の交通量（走行台キロ）は、人口増加等に伴い2001年に比べ約20%増加し、その結果交通混雑に伴う時間の損失は2001年に比べ約2倍になると予想しており（表3-2）、既存の経済活動を阻害し、新規の経済活動を抑制することになると結論している。

表3-1 エディンバラにおける交通分担率⁹

	自転車	徒歩	公共交通	自転車	その他
1999年	1.6%	23.8%	15.7%	56.9%	2.1%
2000年	0.8%	23.5%	16.7%	56.0%	3.0%
2001年	1.8%	25.3%	17.8%	52.8%	2.2%
2010年(目標)	6.0%	26.0%	23.0%	45.0%	N/a



写真3-1 渋滞の激しいエディンバラ市¹⁰

⁹ 山崎治 「英国の交通政策」74頁より作成

¹⁰ <http://www.edinburghhotelscotland.com/edinburgh-car-travel.html>

	2001	2006	2011	2016	2021
Traffic (veh-km/day)	12.8m	13.6m	14.5m	14.5m	15.4m
Congestion (veh-hrs/day)	14730	16900	18840	23040	28500

表 3-2 Traffic growth and congestion 2001-2021¹¹

3-2 Edinburgh Tramwaysの概要

(1) 路線

2006年にスコットランド政府に承諾された Edinburgh Tramways には、いくつかの路線が設けられているが（図 3-1 を参照）、2011年からの操業を目指し現在着工が進められているのは、セント・アンドリュース・スクエアからプリンセス・ストリート、ハイマーケット、シティセンターを結ぶ北部環状ルートと、セント・アンドリュース・スクエア（各都市をつなぐ鉄道の駅、ウェイバリー駅が位置する）から、ハイマーケット、マレイフィールドを通りエディンバラ空港を結ぶ南ルートの2路線、全長11.5マイル（約19 km）のフェーズ1aである。ハイマーケットからローズバーンを通りグラントンまでを走るフェーズ1bは全長3.5マイル（約6 km）となっている。

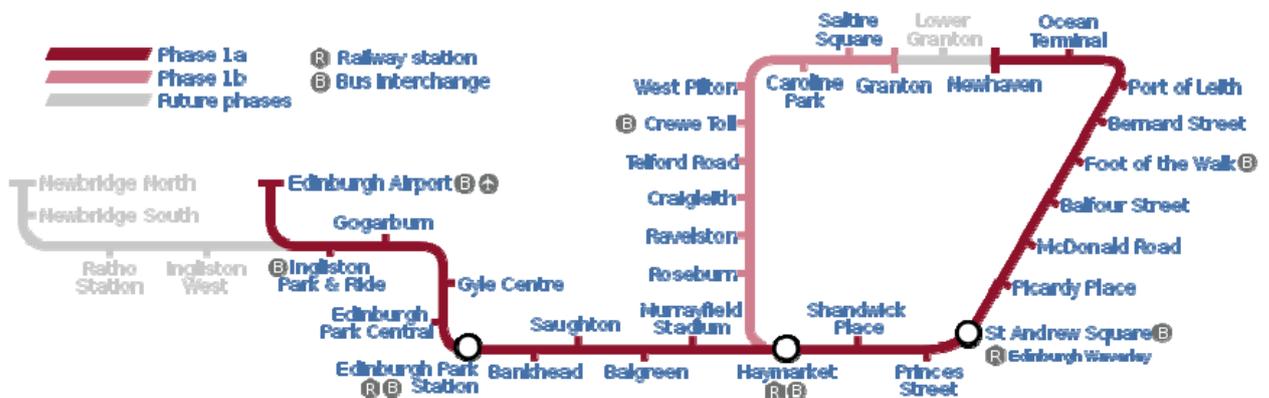


表 3-1 Edinburgh Tramwaysの路線図¹²

(2) 車両

Edinburgh Tramways の車体には、スペインの鉄道車両メーカー、CAF 社 (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles) の製品が使用されることが決まっている。デザインは現在市内を走る Lothian Bus と同様、白地に赤と黄色の模様

¹¹ <http://www.ititime.com/> より作成

¹² <http://en.wikipedia.org/>

のある車体（写真 3-2）、そしてシートはスコットランドの伝統衣装にも用いられるタータンチェック柄となっている（写真 3-3）。車両は全長約 43m、速度は最高 70 km/h で走る。座席は 80 席で、立っている乗客も含めると 332 人を一度に収容できるという。



写真 3-1 Edinburgh Tramways の車体



写真 3-2 車内のイメージ図

（3）料金

料金は一律£1.25（約 160 円）である。これは市内を走るロージアンバスの料金と同額であり、またバスと LRT は乗合が可能だという。バスと Edinburgh Tramways の相互利用により移動をよりスムーズにし、車を利用している市民の更なる公共交通への移行を促進しようとしていると伺える。

3-3 LRTの導入に伴う不安材料

Edinburgh Tramwaysの導入は着々と進まれているようにも思われるが、建設にあたりい

くつかの問題が浮上しているのが現状である。それには3つの原因があると思われる。第一は、路線建設の遅れである。Edinburgh Tramwaysの操業開始は、当初2009年の予定であると言われていた。しかし、工事の遅れにより現時点では2011年へと修正されている。第二に、予算の修正がある。当初の計画では約4億ポンドと言われていた予算も、5億ポンドへと大幅に予算修正がされた。これは工事の遅れによる追加費用、また世界的不況やそれによるポンド安が要因であると言われていた。現時点ではEdinburgh Tramwaysの建設費用はスコットランドが負担しているため、予算が増えればスコットランド市民に何らかの負担が生じることは避けられない。第三に、路線建設に伴う市民への影響が挙げられる。これには、①工事による道路の迂回。Edinburgh Tramwaysが走行するプリンセス・ストリートやマレイフィールドは大通りであり、元々交通量も多く渋滞も起こりやすい。ここへの交通が路線建設に伴い制限され、迂回路では渋滞が起こっているという。工事が延びれば更にこの状況に耐えなければならないことになる、②北部環状ルートの通るリースウォークでは、Edinburgh Tramwaysの建設が原因で自営業の店舗が廃業の危機に瀕しているという¹³。ある店では路線の建設による道路閉鎖により収入が通常より半減してしまい、これ以上店を続けることが困難になっているという。これは、工事により道路が閉鎖され、車を利用する客が車を止められず、結果客数の減少につながっているといえる。一時的な工事とはいえ、エディンバラ市の経済状態にも影響を及ぼしてしまっている状況にある。



写真 3-3 路線建設により封鎖される市内の道路

また、これはEdinburgh Tramwaysに限らずどのLRTにも言える事であるが、LRTの普及の要因ともいえる、交通渋滞の緩和の助長という利点を疑問視する声が上がっている。LRTの導入により、確かに人の大量輸送が可能となるが、既存の道に路線を敷く事により車線減少につながる。もし仮に車の利用数が変わらなければ、車線の減少は更なる交通渋滞を招くのでは、とも言われている。このため、交通課金（ロード・プライシング；都市の中心部など、ある一定の地域を特定の時間に通行する車に税を課することにより、車の利用を抑制する効果のある税）や、自転車など他の交通手段との乗り入れを容易にするような仕組み（トランジットモール）の導入などを促進し、LRTの利用の促進を政策の一部として取り入れることが望ましいとされている。

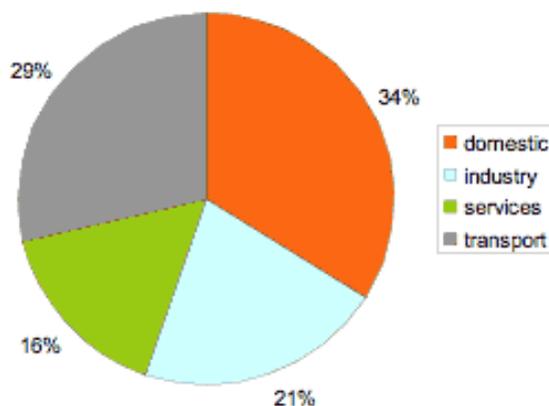
¹³ 2008年3月31日付のBBCニュースより

エディンバラ市も、交通課金を取り入れた政策を進めていた。しかし、2005年2月に行われた混雑課金制度導入の是非を問うため住民投票を行った結果、賛成 45,965 票、反対 133,678 票となり混雑課金制度の導入は否決されてしまった。この結果、エディンバラ市は他の都市と異なる選択を強いられることとなった。

3-4 Edinburgh Tramwaysへの期待

スコットランド政府は5日、2050年までに温暖化ガスの排出量を80%、2030年までに50%削減することを掲げた法案、「The 2050 Target」を発表した¹⁴。この法案では、排出量に国際航空や国際船舶からの温室効果ガスも含まれていて、さらに2010年から2050年まで毎年の年間目標を設定している。運輸・インフラ・気候変動担当のステーブソン大臣は、「目標達成には大きな努力がともなうが、政府、産業界、市民は気候変動に立ち向かう覚悟ができていると確信している」と述べている。

下のグラフ3-1は2002年時点におけるスコットランドのセクター別CO₂排出量を表している。スコットランドも他国同様運輸セクターの占めるCO₂排出量は全体の29%と高い割合を占めていることがわかる。

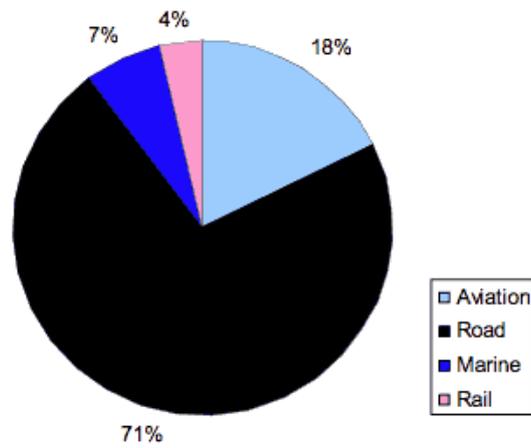


グラフ 3-1 スコットランドにおけるセクター別CO₂排出量¹⁵

また、グラフ3-2は運輸部門での交通機関別のCO₂排出量を見ることができる。道路からのCO₂排出量は全体の71%と運輸部門のほとんどを占めているといえる。Edinburgh Tramwaysの導入により、エディンバラ市の交通渋滞により発生するCO₂を、現在の排出量からおよそ40%引き下げられると推測されているので、このLRTへの期待はよりいっそう強まるといえる。

¹⁴ <http://www.scottish.parliament.uk/s3/bills/17-ClimateChange/b17s3-introd.pdf>

¹⁵ <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2006/01/19092748/5>



グラフ 3-1 スコットランドの運輸部門における分野別CO2 排出量¹⁶

¹⁶ <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2006/01/19092748/5>

第4章 分析

4-1 モデル分析の前に

前章でも述べたように、Edinburgh Tramways はエディンバラ市の交通渋滞の緩和、そしてスコットランドの CO2 排出量の削減のためにも、その導入による効果がより一層期待されている。そのためには、交通渋滞を引き起こす車と LRT の共存が求められる事となる。本章では、渋滞を引き起こす通行人の行動に注目し、2 通行人による混合戦略ゲームを用いて、Edinburgh Tramways と車がどのように共存するのが望ましいのかを探っていく。

4-2 モデル簡略化のための前提

通行者はみな車を保有し、車か Edinburgh Tramways (以下簡略化のため LRT と称す) のどちらかを選ぶ。

(1) 車の通る道路の交通容量を 1 とする。そのため、二者がどちらとも車を使用することをきめると、片方の通行人しか道路を通れず、渋滞が発生する。その時 LRT は空の状態である。

(2) 車を使用しない通行人は LRT を交通手段として選択する。もし二者共に LRT を選択した場合、車内が混雑し、また乗降のための停車時間が長くなり、結果目的地への到着時間は遅くなる。その時道路は空いており、渋滞に巻き込まれることなく移動することができる。

以上の前提を元にモデルを作成していく。

4-3 モデル分析

使用する文字は以下のとおりである。

通行人 1 が車を使用する確率： $p(0 \leq p \leq 1)$

通行人 2 が車を使用する確率： $q(0 \leq q \leq 1)$

通行人 1 の期待利得： $E_1(p, q)$

通行人 2 の期待利得： $E_2(p, q)$

車を使用した場合の利得： w

LRT を使用した場合の利得： X

道路が渋滞した場合の利得： Y

LRT が混雑したときの利得： $Z (= X - W + Y)$

利得の大小関係は、 $W > X > Y > Z$ である。車では確実に座る事ができる一方、LRT では混雑すると座れない確立が生じるので、 $Y > Z$ となる。また、 Y と Z は利得の損失分を表すので $Y < 0, Z < 0$ となる。

LRT で渋滞してしまったときの利得 Z は、LRT よ使用した場合の利得の損失分と、道路が渋滞した時の利得の損失分の和である、LRT が混雑した時の利得の損失分は、LRT を使用した場合の利得から、車を使用した場合に得られる利得を差し引いた $X - W$ 、渋滞した時の利得の損失分は Y であるので、 $Z (= X - W + Y)$ と表すことができる。

これらを用いて、通行人 1 と通行人 2 の期待利得を作成する。すると期待利得は下の表 4-1 のようになる、

		車 q	LRT $(1-q)$
		通行人 2	
車 p	通行人 1	Y, Y	w, X
LRT $(1-p)$		X, w	Z, Z

表 4-1 通行人 1・2 の期待利得

この表を用いて各々の通行人の期待利得を表すと、

通行人 1 の期待利得

$$E_1 = p \cdot q \cdot Y + p \cdot (1-q) \cdot W + q \cdot (1-p) \cdot X + (1-p) \cdot (1-q) \cdot Z$$

$$= \{(2Y + 2W) \cdot q + 2W - X - Y\} \cdot p + X - W + Y + q \cdot (W - Y)$$

・・・(1) 式

通行人 2 の期待利得

$$E_2 = p \cdot q \cdot Y + p \cdot (1-q) \cdot X + q \cdot (1-p) \cdot W + (1-p) \cdot (1-q) \cdot Z$$

$$= \{(2Y + 2W) \cdot p + 2W - X - Y\} \cdot q + X - W + Y + p \cdot (W - Y)$$

となる。

ここで、(1) 式より、

$$\begin{aligned}(2Y + 2W) \cdot p + 2W - X - Y &= 0 \\ \Leftrightarrow q &= -\frac{2W - X - Y}{2W + 2Y} \\ &= 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y}\end{aligned}$$

となる。よって、

$$\begin{cases} q < 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y} \text{ のとき、 } p = 1 \\ q = 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y} \text{ のとき、 } p = [0, 1] \\ q > 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y} \text{ のとき、 } p = 0 \end{cases} \quad \dots (3) \text{ 式}$$

また、(2) 式も同様に、

$$\begin{aligned}(2Y + 2W) \cdot q + 2W - X - Y &= 0 \\ \Leftrightarrow p &= -\frac{2W - X - Y}{2W + 2Y} \\ &= 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y}\end{aligned}$$

となる。よって、

$$\begin{cases} p < 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y} \text{ のとき、 } q = 1 \\ p = 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y} \text{ のとき、 } q = [0, 1] \\ p > 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y} \text{ のとき、 } q = 0 \end{cases} \quad \dots (4) \text{ 式}$$

(3) 式は、通行人 1 の反応関数、(4) 式は通行人 2 の反応関数となる。これらを図で表し

ているのが下の表 3-2 である。青い線が通行人 1 の反応関数、赤い線が通行人 2 の反応関数であり、 $p' = 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y}$ 、 $q' = 1 - \frac{X + 3Y}{2W + 2Y}$ である。

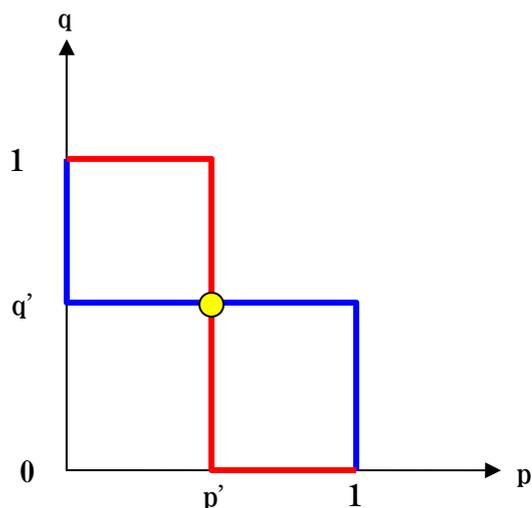


表 4-2 反応関数

図からもわかるように、 (p', q') がナッシュ均衡となる。

4-4 結論

通行人は、相手が車と LRT のどちらを使用するかを知っていれば、交通渋滞を起こすことなく移動し、自己の利得を最大にすることができる。

しかし、社会的な最適点は環境面を考慮するため、今回導き出した結論とはまた異なるものとなる。

終論

一度は車社会の普及によりその姿を消しかけたトラムが、次世代型トラム・LRT と姿を変え、欧米の都市を中心に再び普及の道を進んでいる。英国のスコットランドの首都・エディンバラ市も他の欧州の都市同様に、Edinburgh Tramways をエディンバラ市の交通渋滞の解消、そしてスコットランドの CO2 排出量削減の大きな切り札として導入しようと準備を進めている。しかし、現在この LRT の導入にあたり、スコットランド政府では LRT 利用を促進するような、交通課金やトランジットモールといった試みは予定されていない。新しい交通機関を受け入れ、市民と車社会とも効率的に共存していくために、政府による環境面を配慮した政策導入などのさらなる努力が必要だといえる。

参考文献

文献

服部重敬 「路面電車新時代」 山海堂 2006

青山吉隆、小谷通泰 「LRT と持続可能なまちづくり」 学芸出版社 2008

村田省三 「ミクロ経済のゲーム」 九州大学出版会 1997

武隈 慎一「ミクロ経済学」新世社 1994

ウェブサイト

The Scottish Government (<http://www.scotland.gov.uk>)

Edinburgh Trams (www.edinburghtrams.com)

山崎治「英国の交通政策」

(http://www.ndl.go.jp/jp/data/publication/refer/200505_652/065204.pdf)

Le Tram (<http://eurotram.web.infoseek.co.jp/>)

CAF (<http://www.caf.net/ingles/>)

BBC News (<http://news.bbc.co.uk/>)

The Scotsman (<http://www.scotsman.com/>)

表紙の写真：エディンバラ城