

沖縄県車社会脱却に向けて ～LRTの導入～

慶應義塾大学
大沼あゆみ研究会
エネルギー班
福間 原田 藤井 長尾

目次

序論	3
本論 車社会からの脱却に向けて	4
I 沖縄県の実態	
A 観光実績	5
B 車依存社会の実情	5
C 各公共交通機関の現状	7
D レンタカーについて	10
E タクシーについて	12
F 沖縄県の道路交通の現状	15
G 慢性的な渋滞がおこる更なる理由	16
H 沖縄県の環境実態	17
I 沖縄県の交通渋滞緩和への取り組み	19
II 私たちが考える交通渋滞対策～LRT(Light Rail Transit)	
A 世界的現状	21
B コスト	21
C LRT の特徴	22
D 海外での LRT 成功・失敗事例	23
E LRT 導入への課題	23
III 敷設ルート の決定	
A 旭橋と北谷	24
B 同区内の市外路線バスの役割	25
C モデルケース	25
D どのような設備を導入するか	25
IV 新たな交通渋滞対策としての LRT の導入	
A 道路混雑度と自動車移動時間との関係	27
B 一般的なモデル	27
C モデルを利用した分析 ～データの導入～	31
結論	38
参考文献	39
付録	40

序論

沖縄県では、近年の車依存社会の発展により、都市部による交通渋滞が大きな社会問題となっている。とりわけ、那覇市内の国道・県道の12時間平均交通量は2万台を超え、東京や大阪、名古屋などの大都市圏並みの交通量である。交通量は増加の一途をたどっており、交通渋滞による時間的・経済的損失、精神的・肉体的疲労、環境の悪化等が顕在化し、「交通渋滞の解消」が国民的関心ごとと言っても過言ではないことが伺える。今回取り上げる那覇市において、人口こそ約30万とそれほど多いとはいえないにも関わらず、さまざまな要因が重なり合って交通渋滞による大きな経済的損失が大きな問題となっていることに我々は着目した。この論文ではまず、その要因を一つ一つ明らかにしていった上で、交通渋滞緩和の取り組みを紹介しつつ、その効果について見ていく。そして、今回最大のテーマである代替公共交通機関と交通渋滞の関係について考察する。私たちは数ある代替交通機関の中でも、LRT(Light Rail Transit)に注目したい。詳しい特性については後で説明を加えるが、LRTとは近代的路面電車のことで、1970年代アメリカで生まれた比較的新しい公共交通機関である。沖縄県では市内を走るモノレールが1つあるだけで、鉄道は存在しない。また車体もスマートなスタイルで、島国沖縄の観光シンボルにもなりうると思われる。そこで実際に導入を検討するためにルートや電停を設定し、実際に車の交通量が減少し時速が上昇するのかを検討していく。私たちの目標として、沖縄県にLRTを導入が、県民の足となり、また年間500万人以上訪れる観光客にも利用されるような公共交通機関にするためにさまざまな策を提案したい。そしてこれが実際に、車社会が浸透し公共交通機関が不足している沖縄県に、自動車からのシフトが起こり、都市部の渋滞解消に寄与するのかをモデルやシミュレーションを用いて検討していく。また、もしシフトが起こらないのであれば、どのような原因が考えられるのか。モデルでは、道路の混雑度と総交通費の関係から代替公共交通機関導入の是非、さらには交通渋滞の緩和の実現を目指していくことにする。

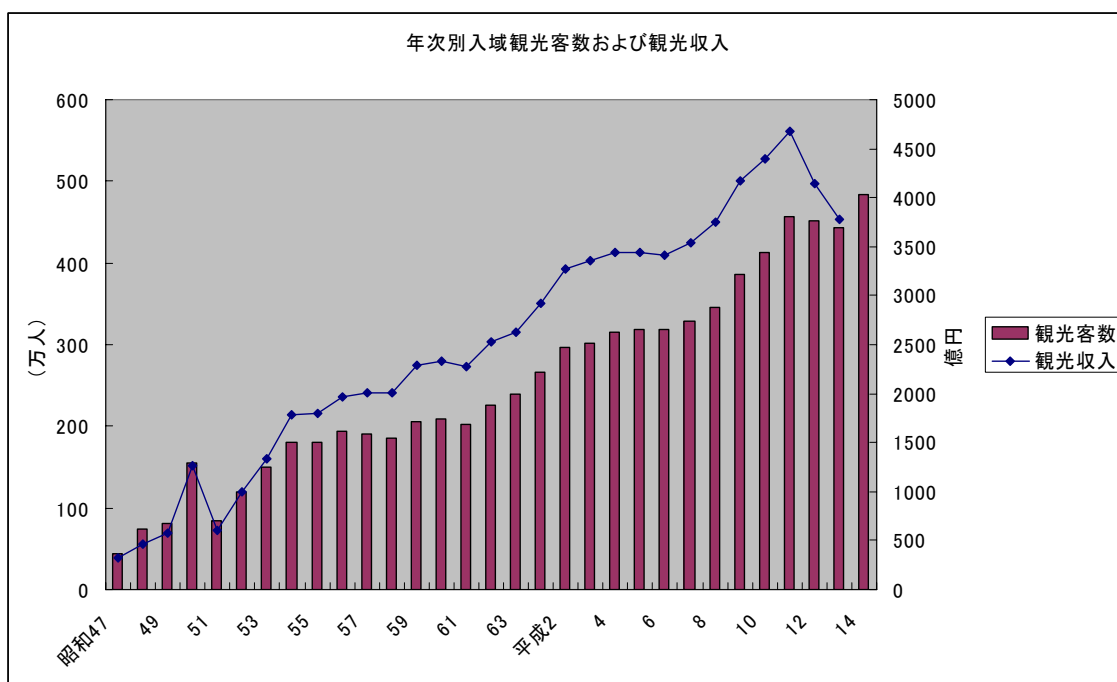
本論

I. 沖縄県の実態

沖縄県は本島、離島を合わせた面積約 2,273.41km²の四方海に囲まれた県で、人口は 1,364,781 人（平成 17 年 8 月 1 日現在）である。日本で唯一亜熱帯地域に属し年間を通して平均気温が約 18℃以上であることに加え、独特の歴史や文化などを持ち合わせており、日本有数のリゾート地として知られている。我々はこの沖縄県に交通渋滞を緩和するために L R T の導入を検証する過程で、まず沖縄の交通実態、L R T とは何かを述べる。その後、沖縄特有のゆったりとした時間の中で効果はみられるのか、モデルを使い説明していきたい。

A. 観光実績

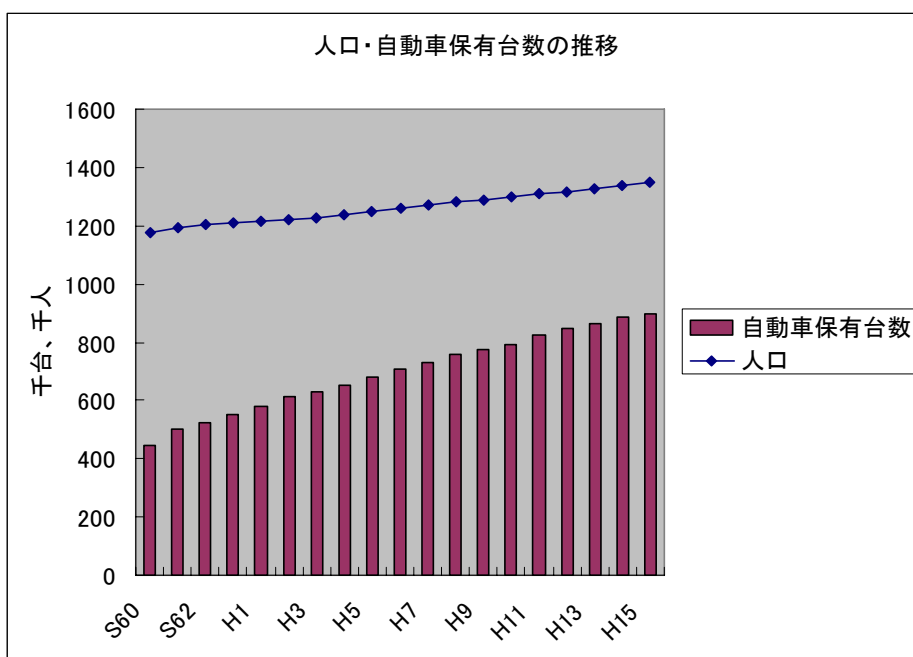
沖縄県の経済にとって観光は重要な産業であり、第 3 次産業の中でも観光関連事業の多いサービス業の比率が全体の 27% を占めている。沖縄へ訪れる観光客数は昭和 50 年の海洋博覧会の開催に伴ったインフラ整備の増進から 30 年間、ほぼ右肩上がりの状態で、平成 16 年には過去最高の 515 万人もの人が国内外から沖縄を訪れた。



出典 沖縄県観光企画課「観光要覧」

B. 車依存社会の実情

このような優雅なリゾート地も、近年厳しい現実と直面している。沖縄県は日本国内でも有数な車依存社会であり、結果、那覇市や沖縄市といった都市中心部で深刻な交通混雑が起きている。近年、車保有台数の増加は著しく、沖縄県における自動車保有台数は昭和 60 年から平成 15 年までの 19 年間に、47 万 6 千台から 89 万 5 千台にほぼ倍増しており、同期間の人口増加率 1.1% を大幅に上回っている。この理由として後ほど詳しく述べるが車の代替交通機関の環境が整っていないことがあげられる。



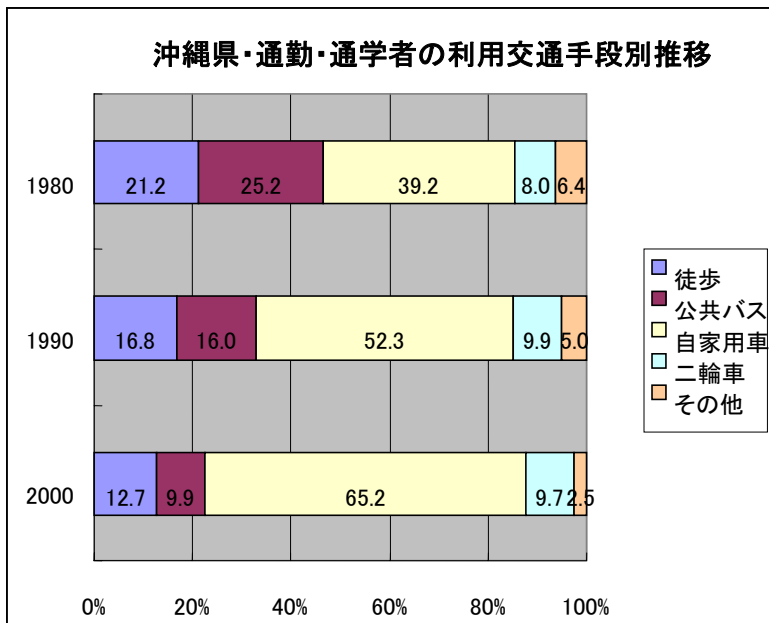
出典: 沖縄の統計(沖縄県)、財団法人自動車検査登録協会(全国)

一世帯あたりの車両保有数をもっても、沖縄は 1.78 台と、東京や全国のそれをはるかに上回っていることがわかる。

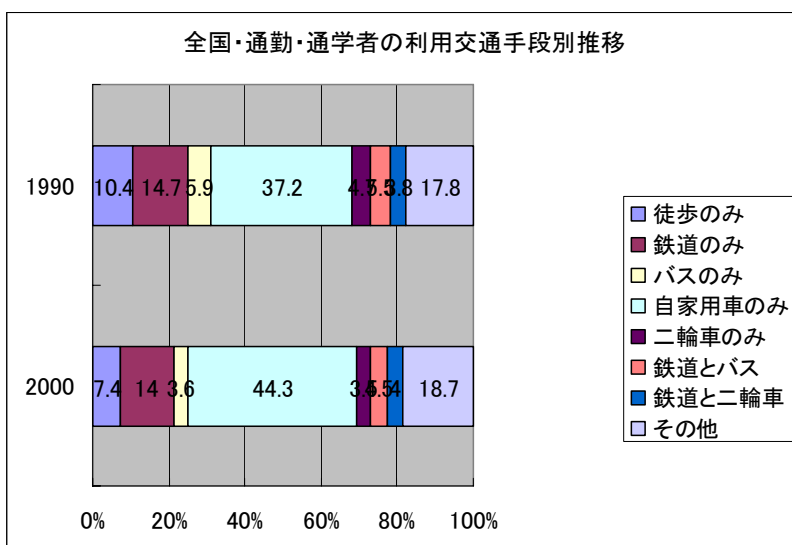
	人口	世帯数	1 世帯平均 構成人員	保有者台 数	1 世帯あたり 車両数
沖縄	1,359,000	501,093	2.72	892,000	1.78
東京	12,387,000	5,776,805	2.09	4,608,000	0.80
全国	127,687,000	49,837,731	2.54	77,390,000	1.55

出典:自動車交通局、総務省 平成 16 年 10 月現在

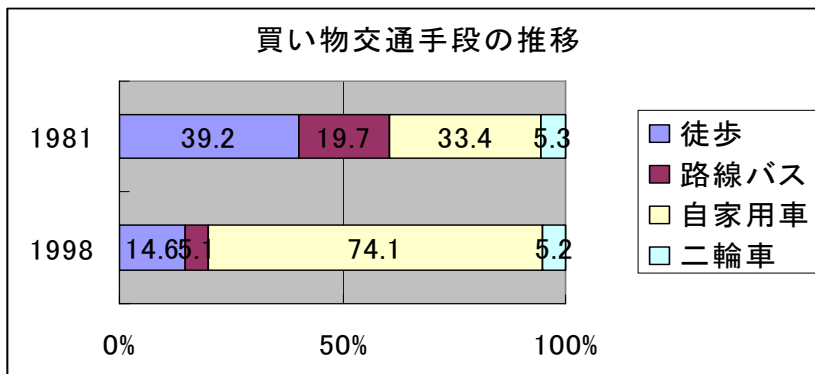
また、沖縄県民が日常生活で使用する交通手段も過去 20 年の間に公共交通手段から自家用車に移行している。15 歳以上の通勤・通学者が利用している交通手段を見ると、自家用車利用の割合は、1980 年では全交通手段の 39.2%を締めていたのに対し 2000 年では 65.2%へと大幅に上昇しているというのが現状である。買い物に行く際に使用する交通手段の中での自家用車の割合も 1981 年の 33.4%から 1998 年には 74.1%と約 2.2 倍になっており、県民がどれだけ車に依存した毎日を送っているのかが伺える。



出典：沖縄県



出典：統計局



出典：沖縄県

図 1 と図 2 で示されている路線バスの割合に注目すると、通勤、通学に使用される路線バスの割合は 25.2%(1980年)から 9.9%(2000年)になっており、また、日常の買い物に使用されている交通手段の中での路線バスの割合は 19.7%(1981年)からわずか 5.1%(1998年)となっている。図 1 と図 2 と比べてみると、全国的に通勤、通学に自家用車を利用する人は 37.2%(1990年)、47.3%(2000年)となっているのに対し沖縄県では 39.2%(1980年)から 52.3%(1990年)、62.5%(2000年)と増加し続けている。我々の思う沖縄が急激に車依存社会へと発展した最大の理由は、沖縄の不十分な公共交通機関設備にある。さらに、沖縄県への観光客が年々増加していることを受け、観光客向けレンタカー台数や業者数も年々増加の傾向にある。

C. 沖縄の公共交通機関の現状

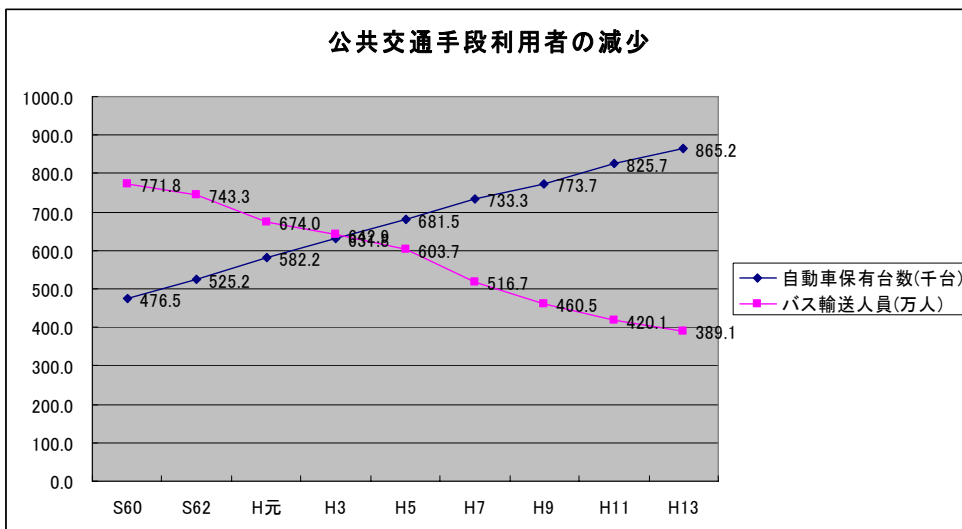
沖縄県にはバスと平成 15 年の開通したモノレールの二つ公共交通機関しかないが、住民も観光客もこれらを車に対する代替交通手段として有効に活用していないのが現状である。中でも設備の不便さが最大の理由となっている。また、鉄道は 1945 年の 3 月以来運行しておらず、実在する公共交通機関の不便さと共に車依存社会の促進の要因になっている。以下ではそれぞれ一つずつ詳しく検証していく。

1. バス事業

現在、沖縄本島のバス事業社が 4 社ある。しかし、マイカーやレンタカーの普及に伴い 4 社中 3 社が経営破綻という厳しい経営状況に直面している。そのうちの 1 社、那覇交通は 2003 年 6 月に 40 億円の負債を抱え、民事再生手続きを申請した。その後、那覇バス株式会社に引き継がれ、営業は続けているが運行している本数が多いところで 1 時間に 3~4 本、ほとんどは 1 時間に 1~2 本と、少ないというのが現状である。上に挙げた通勤・通学者の利用交通手段別推移や買い物交通手段推移のグラフをみても、厳しい現状は明らかである。

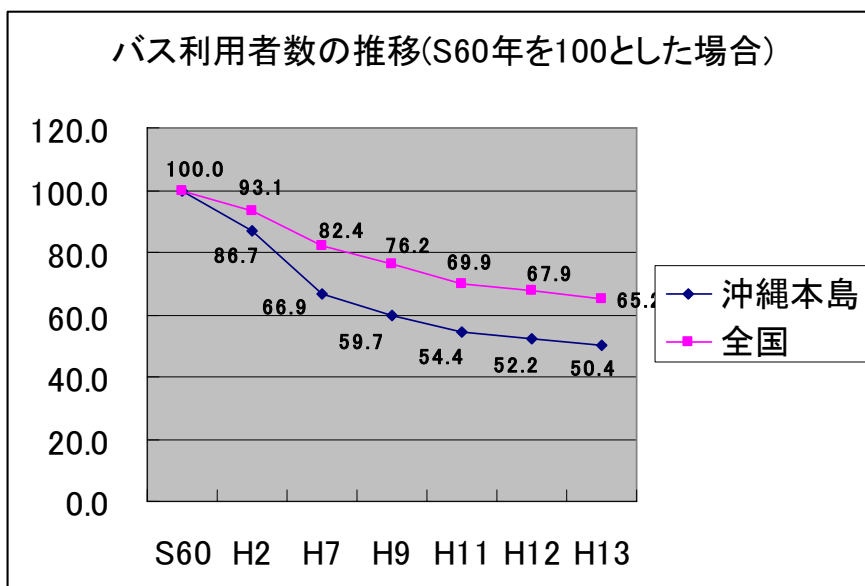
バス事業の実情を数字で見ると、昭和 60 年から平成 13 年の 16 年間に、自動車保有

台数が2倍となった一方、バスの輸送実績は年間約7720万人から3890万人に半減している。



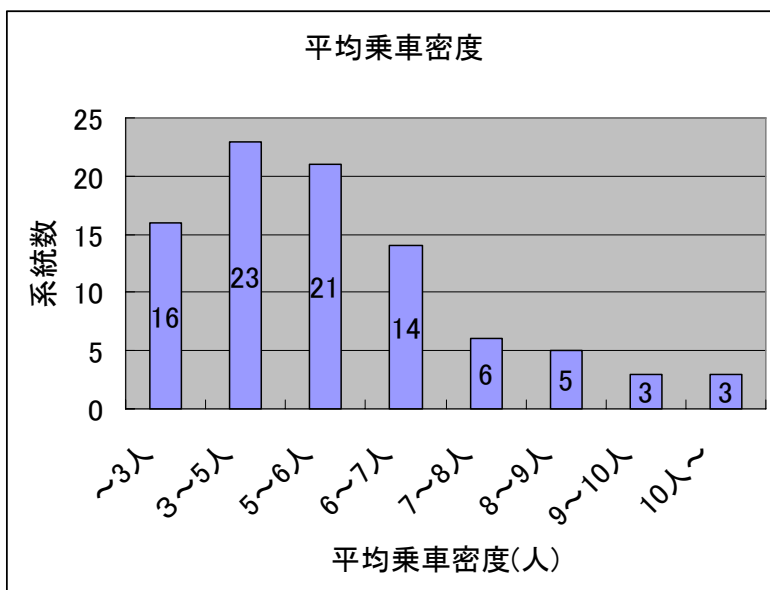
出典:沖縄県総合事務局運輸部「運輸要覧」

営業収入も平成11年から平成15年の間に94億3千万円から77億6千万円と、たった5年間で2割減となっている。昭和60年を基準としたバス利用者数は平成13年に50.4%まで落ち込み、全国より減少スピードが速いことも伺える。



出典:平成16年度「運輸要覧」、地域交通年報

さらに、沖縄本島のバス全システムにおける平均乗車密度が6人以下の系統が66%と大半を占めている。

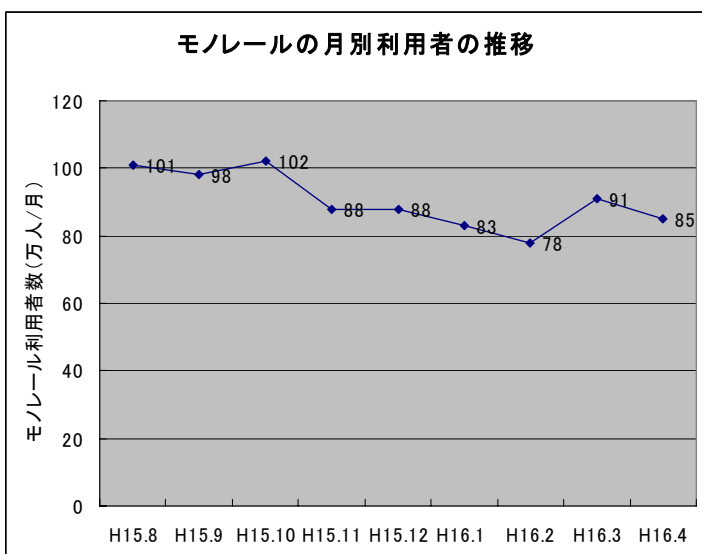


出典:沖縄県

このようなバス事業の低迷の要因として、交通渋滞が原因で時間通りに運行するのが困難であることや、経営不振のため老朽化した車両を新しく出来ないという理由が挙げられ、悪循環に陥っている。

2. ゆいレール

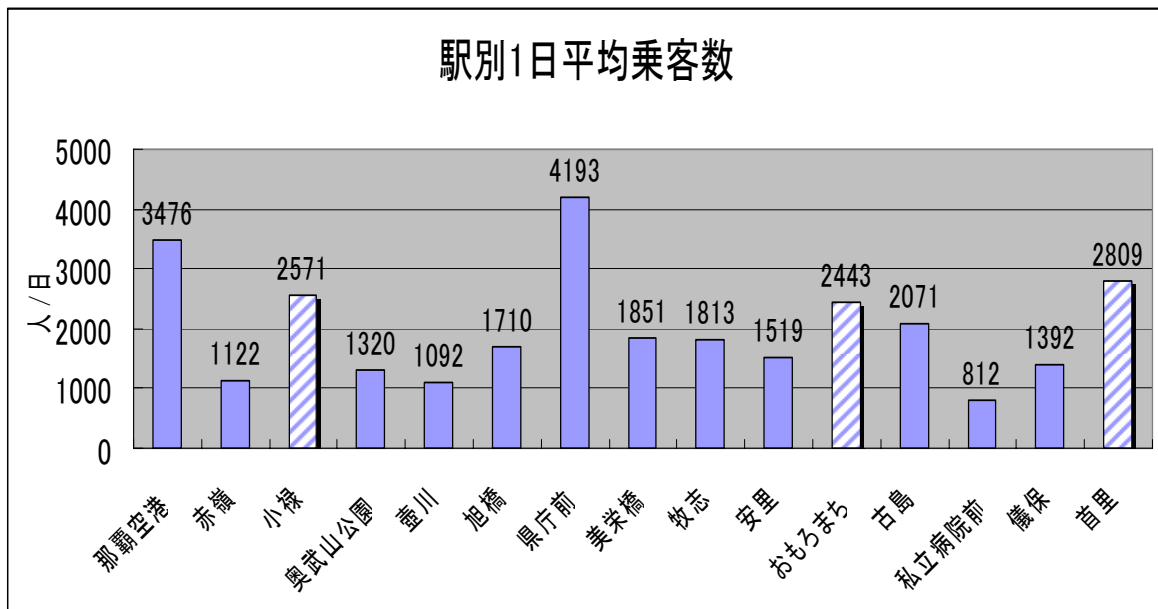
もう一つの公共交通機関は「ゆいレール」という、平成 15 年 8 月に開通したモノレールである。ゆいレールは、那覇空港から首里までの約 12.9km、片道約 27 分の区間でしか運行していない。さらに、ピーク時で約 7 分間隔、それ以外の時間で約 12 分間隔と、本数は決して多くなく、それ故開業からの利用者数は伸び悩んでいる。



出典:沖縄県総合事務局運輸部「運輸要覧」

平成 15 年度の月別日平均利用者数の需要予測は 31,350 人だったが、実績は 31,076 人に留まった。また、平成 16 年度も需要予測 32,258 人だったが、実績は 30,196 人であった。この数字からもモノレールがまだ住民、観光客の間で浸透しきっていないことが伺える。

モノレール利用停滞の現状から脱却すべく、沖縄県は現在、モノレール停車駅 15 駅中、小禄、おもろまち、首里の 3 駅でパーク&ライドを開始した。パーク&ライドとは郊外の駅まで車で行き、その駅に隣接している駐車場に車を止め、駅からモノレールに乗り目的地を目指すというシステムで、街の中心部の交通渋滞を回避することができるという利点がある。パーク&ライドの効果は、徐々にではあるが表れてきているのが資料のグラフからもわかる。パーク&ライドが実施されている 3 駅の 1 日平均利用者人数は那覇空港、県庁前という主要の駅に続く勢いである。



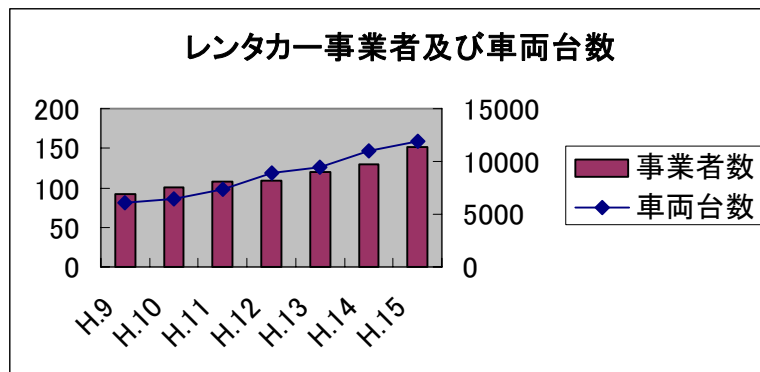
3. 鉄道

戦前は「ちんちん電車」や「ケービン(軽便鉄道)」と呼ばれ親しまれてきた鉄道は第 2 次世界大戦中の空襲により壊滅的なダメージを受け、1945 年 3 月に営業を停止して以来、姿をみせていない。戦後、アメリカ軍に支配されていた沖縄県では自動車で移動するということが定着し、現在に至っている。1972 年の本土復帰後、鉄道導入は検討されたが、国鉄の赤字問題など多くの課題があり、未だ実現していないのが現状である。

D. レンタカーについて

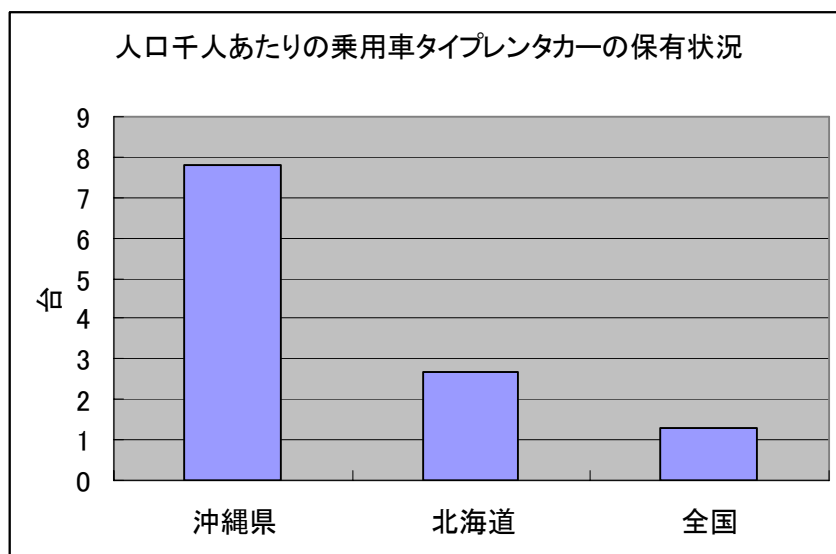
前述の通り、沖縄はしっかりとした公共交通システムが導入されていないとても珍しい観光地であるため、観光客はレンタカーもしくはタクシーを利用せざるを得ない。まずはレンタカーについて述べる。

レンタカー事業者が平成16年に行ったアンケートの調査結果において、観光客が沖縄での交通手段にレンタカーを選んだ理由として「バスやモノレールが不便と感じた」と答えた人は約30%で、「レンタカーが便利だから」という理由とほぼ同じ比率になっている事は、レンタカー需要の高まりを裏付けている。住民はマイカー、観光客はレンタカーに頼らざるを得ず、沖縄の車依存社会は拡大していく一方なのである。このような背景から沖縄県内のレンタカー事業者・車両数は年々増え続けており、平成15年度末に事業者152社、車両台数11,895台となっている。ちなみに、昭和47年度は41社、1,225台である。



出典:運輸要覧

また、このようにレンタカー事業者数が増加しているということは、結果的に沖縄の地に不慣れなレンタカー利用者が増え、交通渋滞の悪化や事故の増加要因の一つとなるともいえる。



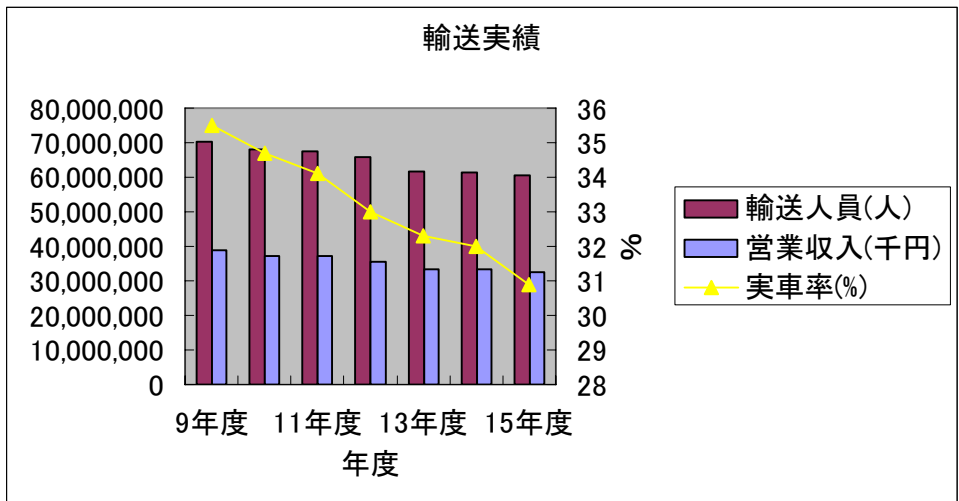
出典: 陸運統計要覧・人口推計資料

人口千人あたりの乗用車タイプのレンタカー台数（地方運輸局別）は7.8台で、全国一である。2位は北海道で2.7台、全国平均は1.3台である。

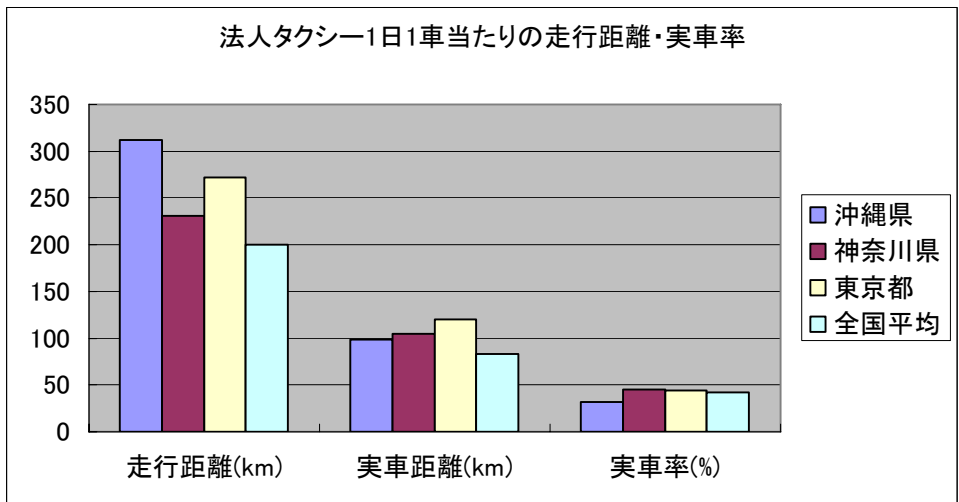
公共交通機関が発達していない、という以外でレンタカー利用が増加し続ける別の要因としては、パック旅行に格安でレンタカー利用が組み込まれている事が挙げられる。一例を挙げるならば、二泊三日2名で一人当たり29700円というパック旅行がある。パック旅行で航空券代を往復で2万円、宿泊代を2泊で6000円と安く見積もってもレンタカー代は3700円となる。またレンタカーのみの二泊三日のレンタル料金は最も安いもので6000円台、最も高いものでも13000円台であるのでパック旅行におけるレンタカー利用料金がかかなり安価であることは想像に難くない。

レンタカーについて総括すると、事業者数と車両数共に増加の一途をたどっており、その要因としては代替交通機関の不足や料金面での優位性が挙げられる、ということである。

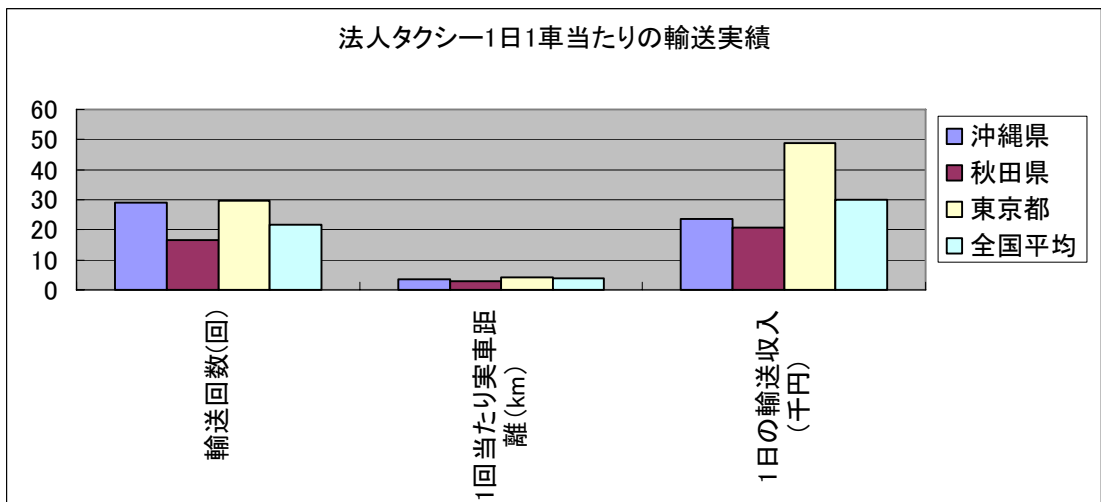
E. タクシーについて



出典: 平成 16 年度 運輸要覧



出典: ハイヤー・タクシー年鑑 2004



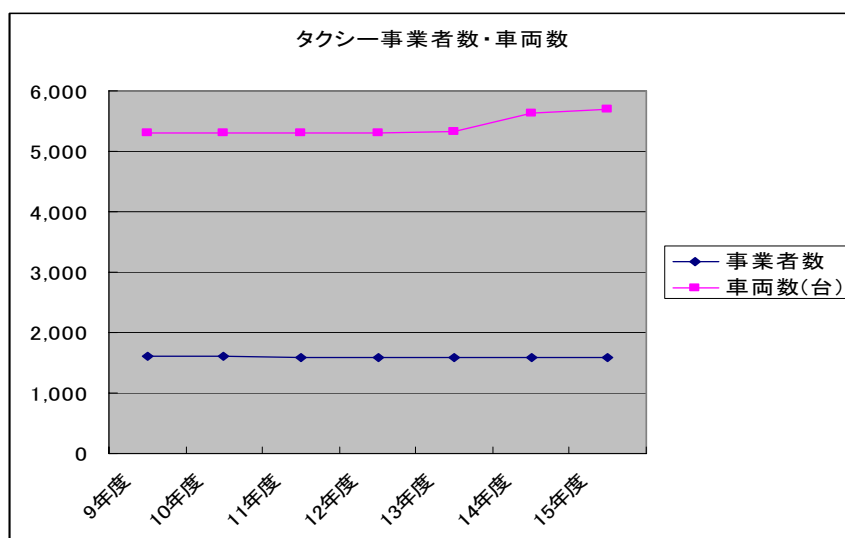
出典: ハイヤー・タクシー年鑑 2004

沖縄本島のタクシーの実車率は2002年度が31.3%、2003年度が30.3%と減少しているほか、全国の42.8%に比べて低い。また、沖縄本島のタクシーは1日1台あたりの売り上げも減少傾向にあり2003年度は2万2981円。全国の3万1614円に比べて1万円近く低くなっている。

輸送実績はマイカーの普及とともに毎年減少しており、平成15年度は60,556千人で、平成元年(100,608千人)と比較すると39.8%の減となっている。

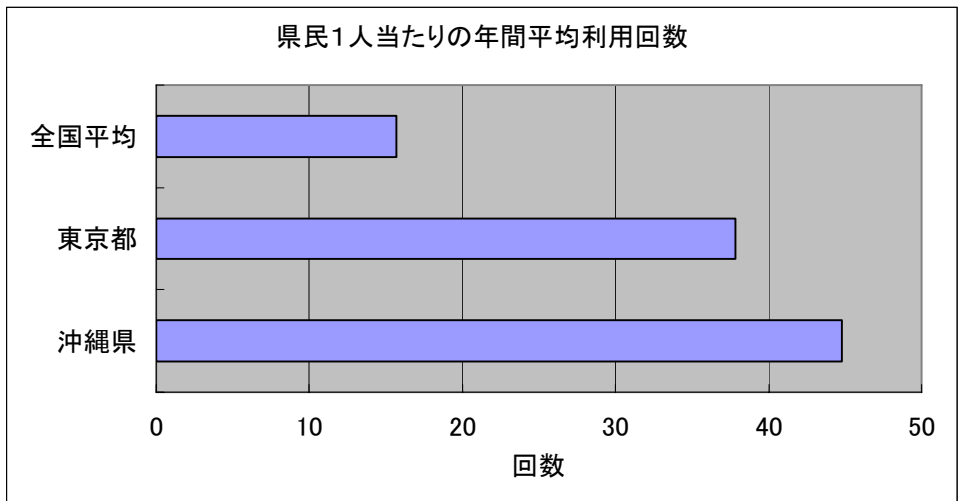
沖縄県の法人タクシー1日1車当たりの走行距離は、312.0kmで全国一長い。また、実車距離も98.7kmで東京、神奈川について全国で3番目に長い。実車率は31.6%で全国一低い。

沖縄県の法人タクシーの1日1車当たりの輸送回数は29.1回で東京、神奈川について3番目に多い。



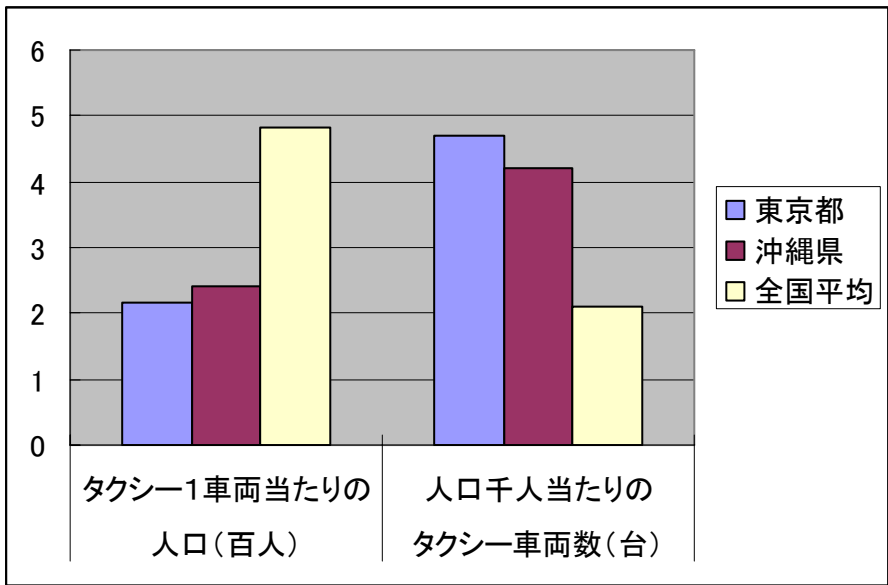
出典：運輸要覧

平成15年度末の沖縄県における事業者は、法人が166社、個人が1,411社、計1,577社となっている。またタクシーの車両台数は、平成15年度において5,654台である。



出典: ハイヤー・タクシー年鑑 2004

県民一人当たり年間平均タクシー利用回数は44.8回で、全国一高い。その要因としては、人口比でタクシーの台数が多い、鉄軌道がない、バスの利便性が悪い、初乗り運賃が460円と他県に比べて安いなどが考えられる。しかし前述のように、輸送収入は全国平均より少なく、実車率は全国一低い。



出典:ハイヤー・タクシー年鑑 2004

タクシー1両あたりの人口は241人で、東京都に次いで少ない。

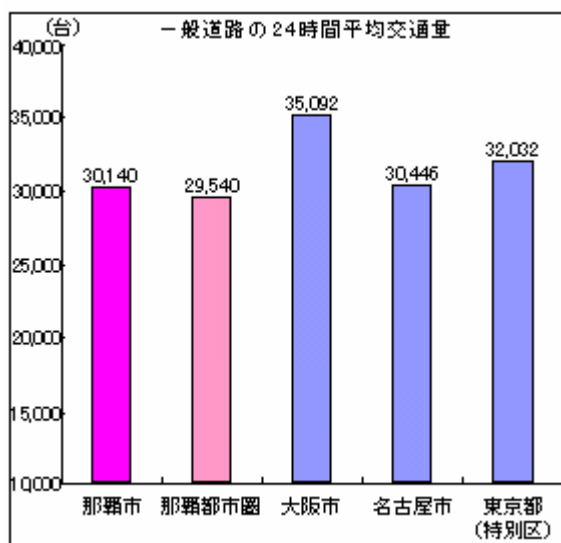
タクシーに関して総括すると、レンタカー利用観光客の増加とマイカー利用県民の増加に伴ってタクシー利用者は減少しているが、そのような状況においても事業者数は増減なく、車両数に至っては増加している。明らかに超過供給の状態であるために乗客の奪い合いになり、結

果走行距離の伸長と実車率の低下を招いている。全ては営業収入の減少に直結するためさらに乗客獲得に躍起になり、ますます走行距離は伸び実車率は低下するという悪循環が存在していると言える。

ちなみに、国土交通省も事態を重く見ていて、沖縄県を全国で唯一、タクシーの増車や新規参入を規制する「緊急調整地域」に指定している。需給バランスの崩れたタクシー台数の増加を制限することでタクシー1台あたりの収益を確保するほか、ドライバーの質向上にもつなげる狙いであると考えられる。これに対応して県内主要法人タクシー協会5団体が組織統合し、県内で8割の車両を有する法人タクシーが誕生した。具体的には、法人タクシー5団体（（社）沖縄県タクシー協会、（社）中部沖縄タクシー協会、北部タクシー協会、宮古タクシー協会、八重山タクシー協会）は、2005年4月1日より（社）沖縄県ハイヤー・タクシー協会として統合された。統合による規模の効果としてサービスの向上などが期待されている。

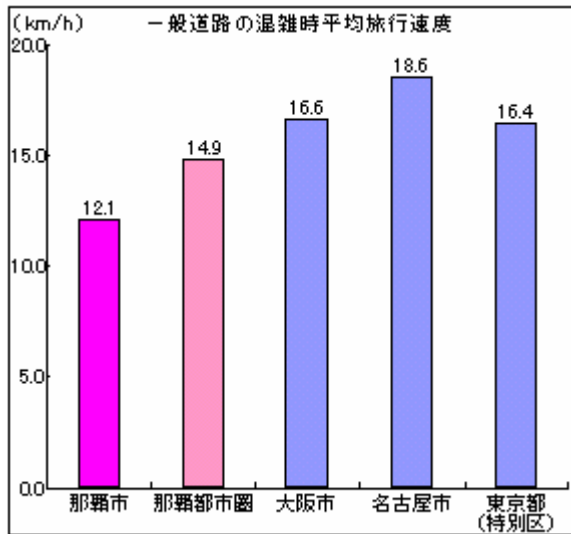
F. 沖縄県の道路交通の現状

狭い県土と高い人口密度により、自動車交通密度もまた極めて高い状況にある。冒頭でも述べたとおり、那覇市内の国道・県道の12時間平均交通量は2万台を超え、大都市圏並みの交通量である。大都市圏を除く他の県庁所在地の中で、2万台を超える地方都市はほかにな



出典：沖縄総合事務局 平成11年度道路交通センサス

そして高い交通密度・混雑度のもとにあって、ピーク時の交通流の平均旅行速度は極端に低下し、交通渋滞は日常化している。特に那覇市内の場合、全国の都道府県庁所在地の中で、ワースト・ワンの旅行速度を記録している。



出典：沖縄総合事務局 平成 11 年度道路交通センサス

G. 慢性的な渋滞が起こる更なる理由

1. 道路の絶対量不足

まず自動車台数に対する道路延長の絶対量不足が挙げられる。「道路統計年報 1998」によると沖縄の単位自動車台数当たりの幹線道路(国・県道)延長は全国平均の 70% にとどまっている。ちなみに自動車保有台数 793 千台が車頭間隔 10m の縦列駐車をする、市町村道から沖縄自動車道まで含めた道路総延長 7,433km からはみ出してしまふ。

2. 都市部道路の低い整備率

復帰後の集中的な道路投資によって沖縄県の道路は改良率・舗装率及び地方部の整備率において、全国の水準を大きく超えたが、都市部道路の整備率の低さは顕著であり、特に那覇市において極端に低く道路延長の絶対量不足を端的に表す結果となっている。

3. 体系的な道路整備の遅れ

沖縄の都市部道路は一般国道への交通負荷が極端に重く、自動車道や県道はバランスのとれた交通分担をしていない。都市部一般国道には生活道路等が無秩序に交差して交差点密度を高くし、交通容量の低下や交通事故の多発を招いている。

4. 交差点の交通容量不足

一般的に交差点での交通容量は単路部容量 8~6 割に低下する。そのうえに交差点の構造的な欠陥(右折滞留長不足、多岐交差、不整形交差等)や幹線交通量の一点集中等が

重なり、交差点が交通ボトルネック現象を呈する場合が多い。国土交通省では、このうち特に渋滞の激しいボトルネック拠点を「主要渋滞ポイント」として指定しているが、都市圏内に 23 ヶ所が指定され、うち 12 ヶ所は那覇市内に集中している。

5. 著しいモータリゼーションの進展

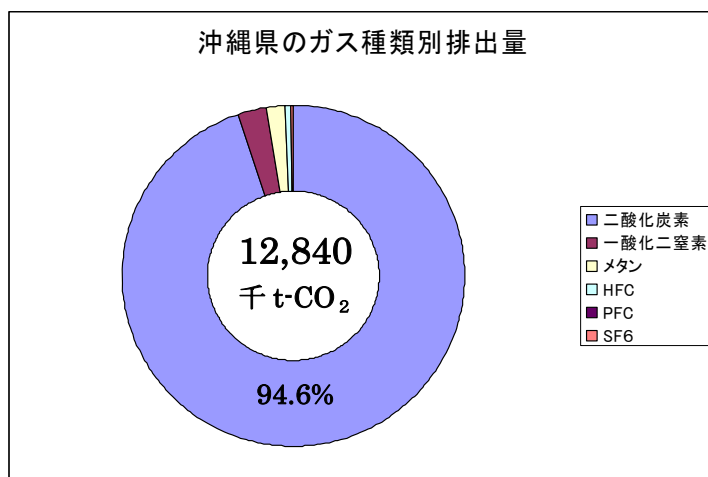
上でも述べたが、自家用車は通勤・買物等の手段として県民生活の中に深く溶け込んでいる。郊外・地方部への低密度住宅市街地の展開による職住の遠隔化、郊外への大型商業施設の立地等が進めば自動車依存型のライフスタイルはさらに進むものと思われる。

6. 路線バス利用者の激減

自家用車利用が急速に進む中で、旅客輸送効率の高い路線バス利用者は著しく減少し、本島内の利用者は過去 17 年間で半減した。利用者のバス離れが進む背景には様々な要因があるとみられるが、交通渋滞による運行サービスの定時・定速性の喪失も大きな要因の一つである。バスの運行サービスの信頼性喪失は先ほども述べたように個別交通手段の利用を一層刺激し、この結果、交通混雑をさらに高めるなど悪循環を呈している。

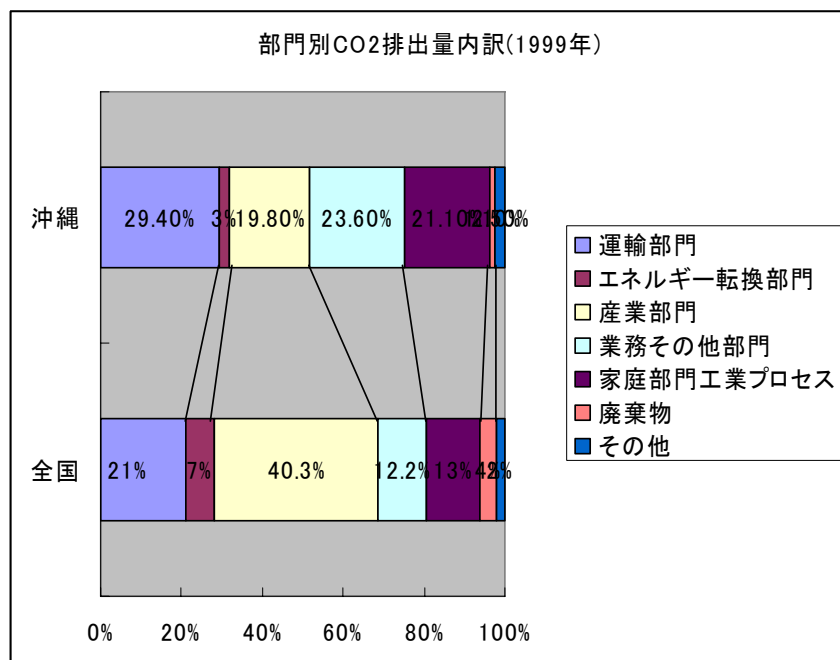
H. 沖縄県の環境実態

現在沖縄県では車依存社会の進行により、排気ガスが深刻な問題になりつつある。沖縄県の温室効果ガス排出量は 12,840,000t-CO₂ で、そのうちの 9 割を二酸化炭素が占めている。



また、沖縄県における 1990 から 2000 年にかけての二酸化炭素増加量は 33.0%で、全国の同期間における増加量 10.5%をはるかに上回っていることがわかる。さらに、沖縄は地理的、需要規模の理由などから、水力、原子力の立地が当面困難であるため、電力のエネルギー源は石油や石炭などの化石燃料に頼らざるを得ない状況にあるのが現状である。近年、沖縄県は地球温暖化対策に本格的に取り組む姿勢を見せており、県として温室効果ガス総排出量を平成 22 年度（2010 年度）までに平成 12 年度（2000 年度）レベルから 8 %削減を目指している。しかし、車依存社会である沖縄の二酸化炭素排出量は増え続けており、

迅速な対応が求められている。



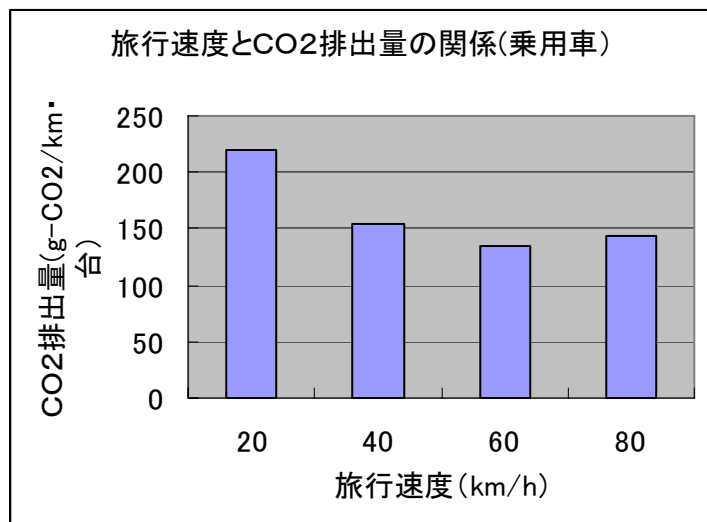
出典：環境省発表資料

二酸化炭素排出量をもっとも多い部門は運輸部門で約 3 割を占め、自動車による二酸化炭素排出量はその中でも約 60%に達する（自家用車 60%、バス 3%）。

CO2 排出量の増減(1997 年-2002 年)	
	CO2排出削減量(百万 t-CO2/年)
自動車(ガソリン)	8.7
自動車(軽油)	-13.8
鉄道	-0.4
船舶	-1.8
航空機	0.2
合計	-6.3

自動車交通からの CO₂排出量は 1997 年以降減少傾向にあり、特に貨物車など軽油利用車両からの排出量は、物流需要が拡大する中で、2002 年までの 5 年間で 13%減少している。これは、ロジスティックスの推進による貨物輸送の効率化やエコドライブの実践など

の効果が現れ始めていることによるものと考えられる。一方、乗用車等のガソリン利用車両から排出される CO₂は、2001 年からは微減傾向ではあるものの、2002 年までの 5 年間で逆に 7%増加している。



出典：国土交通省発表資料

上のグラフを見てわかるように、旅行速度約 60km/h のときがもっとも CO₂排出量が少なく理想的といえるが、速度が遅くなると排出量が増えてしまう。このように渋滞時のノロノロ運転は過度に CO₂排出量を排出してしまうため、改善が求められる。

I. 沖縄県の交通渋滞緩和への取り組み

沖縄県内における自動車保有台数の増加と、全国に比べ低い平均走行速度などから県内では交通流対策が以下のような交通流対策が考えられている。

1. ナンバープレートによる通行規制

ナンバープレートの番号を特定し、時間帯別に走行できる車両をナンバープレートの末尾番号により規制する方式などで、市街地への乗り入れを規制する方法である。

2. 時間帯別一方通行の設定

交通量が多く、また車線数が複数ある区間で、交通量の多い車線を一方通行にし、渋滞緩和を目指す。

3. 信号機の時間設定の改良

走行中の自動車からの情報を活用し、信号機の時間設定を適切に変更し、交通流をより円滑にする方法。

4. 違法駐停車の取り締まり強化

路上駐停車している車によって渋滞が引き起こされることが少なくないため、県として適正な駐車規制を導入し、違法駐停車の取り締まりを強化する。

5. 交通流円滑化のための道路整備など

国道 58 号線・329 号線およびその中間に位置する沖縄自動車道を柱としたはしご状の道路ネットワークを構築することにより、渋滞の解消・観光支援・CO2削減・物流の効率化への効果が期待できる。

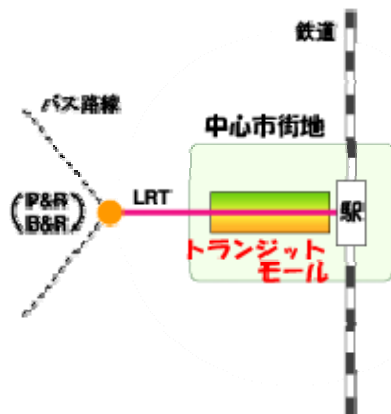
6. ETC の利用促進

料金所をノンストップで通過できるため、料金所での混雑・渋滞が緩和される。また、料金所でのストップ&ゴーがなくなり、排気ガスの排出量が削減できる。

7. トランジットモールの設定

トランジットモールとは、中心市街地のメインストリートなどで一般車両を制限し、道路を歩行者・自転車とバスや路面電車などの公共交通機関のみにすることによって渋滞を緩和させ、街の賑わいを創出させるものである。

◎LRTを組み合わせた導入例



出典：社団法人 日本交通計画協会

8. 歩行者・自転車利用の促進

歩道の幅を広くしたりや段差を少なくすることにより、近場へは徒歩や自転車での移動を呼びかける。

II. 私たちが考える交通渋滞対策～LRT(Light Rail Transit)

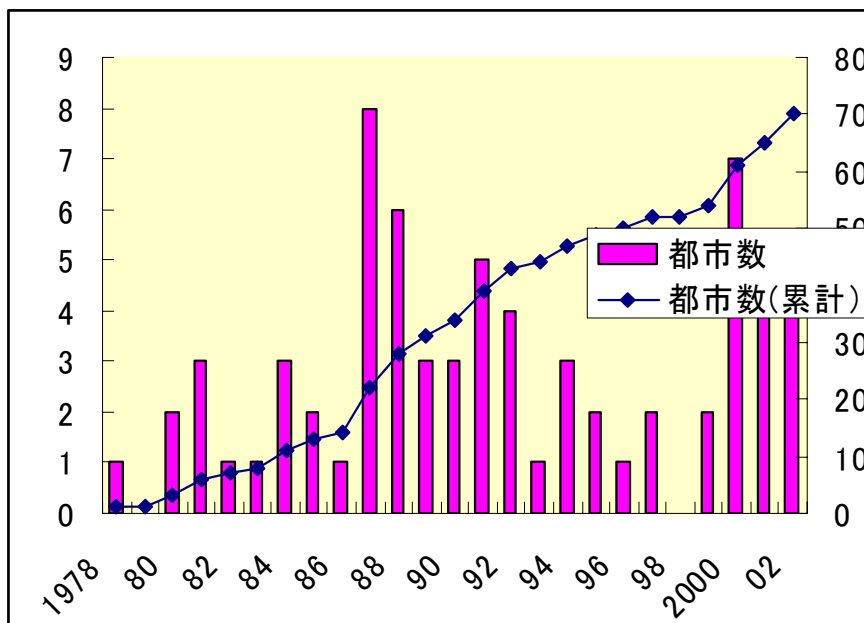
しかし、我々は上で述べられている渋滞緩和への取り組みがどれも決定的な効果に欠けるのではないだろうか、と考えた。また、バスの整備も道路拡張も、車両数の減少には多少の効果をあ

げる可能性はあるが車依存社会からの脱却にはなり得ない。そこで我々は、沖縄に LRT(Light Rail Transit)を導入することを提言したい。

LRT とは近代的路面電車の事で、従来の路面電車を様々な点でハイテク化させた公共交通システムであり、従来の「ちんちん電車」と呼ばれる路面電車のイメージから程遠い、近未来的な外見の電車である。また、自動車規制による道路交通円滑化や市街地活性化に役立つとされる。日本では岐阜県を始め路面電車の廃止が相次いだ、来春には富山でLRTを使用した路線が開業予定である。我々はこのLRTが沖縄にふさわしい交通手段と考える。

A. LRT 導入の世界的現状

LRT は 1970 年代にアメリカで生まれた。アメリカは、世界に先陣を切って車社会が浸透し、1970 年代に深刻な交通渋滞問題や大気汚染による環境問題が浮き彫りになった。そこで路面電車に注目し、トロリーの様な従来の路面電車のイメージから一転、新しいシステムの導入を試みた。その結果誕生したのが LRT なのである。それ以来、アメリカやヨーロッパでは年々 LRT の導入が進んでおり、大規模な成功を収めている。下のグラフは LRT の導入都市数を示したもので、累計で増え続けていることがわかる。



出典:国土交通省道路局 2004 年

B. コスト

敷設費用 (億円、1km あたり)	運営費 (万円、1km あたり)	車両費 (万円、1 車両あたり)
----------------------	---------------------	---------------------

LRT	10～20	30000	20000～30000
バス	—	4000	2000
地下鉄	200～300	100000	12000～18000
モノレール	80～100	50000～60000	12000～18000

この表からわかるように敷設費用や運営費は地下鉄、モノレールと比べて安価である。しかし車両は低床化などのため1～2億円と比較的高価になりがちである。また鉄道と比較してみても、例えば最近開通したつくばエクスプレスは合計で1kmあたり約150億円となっているのでかなり安いことがわかる。そしてコストの面でみればバスが一番安い、先ほども述べたように私たちはバスだけでは交通渋滞は解決できないと考えているので、やはりLRTが一番効率的であるといえる。

C. LRTの特徴

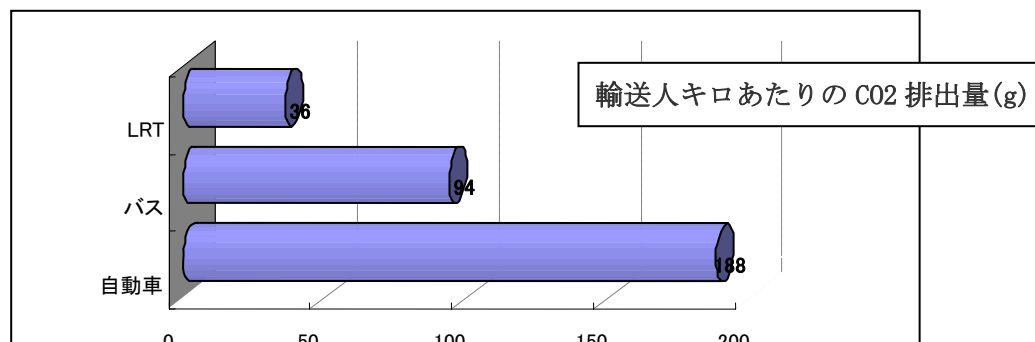
LRTの主な特性をまとめると以下のようなようになる。

①	高性能化(最高時速60km/h以上)・専用軌道化・優先信号等による高速性
②	高頻度走行(最小運転間隔40秒程度)による高い利便性
③	専用軌道化・優先信号・自動車抑制等による定時性
④	低騒音・低振動スムーズな乗り降りによる快適性
⑤	地上・高架・地下のあらゆる形式および在来鉄道乗り入れが可能な走行の柔軟性
⑥	需要に応じて車両を連結することが可能な輸送力の柔軟性
⑦	運転手一人で多くの乗客を運べる高い効率と生産性
⑧	景観形成やモール化により都心活性化を可能にする都市装置性
⑨	建設コストが相対的に安く段階的設備が可能な低廉性
⑩	排気ガスを出さない環境適合性
⑪	低床等によるバリアフリー対応性
⑫	交通弱者への適応による安全性

出典：兵庫県 県土整備部 県土企画局

一般的に、LRTを導入することによって以上のようなメリットがある。それ故、車からLRTへのシフトが起こると交通渋滞の緩和につながるであろう。また、下のグラフのように運行時の排気ガスが自家用車の約6分の1で、バスと比べても排ガス量が少ない。輸送量も大きいので効率がよいという、環境にもやさしい面を持ち合わせている。これにより導入地域での人々の環境に対する意識も変わることも期待される。さらに私たちの提案は車の利用を完全になくすというのではなく依存状態からの脱却を図ろうとするものである。そのため、車と共存しながら、その利用を減らすことができるLRTは代替公共

交通機関として最も魅力的であると考えているのである。



出典:国土交通省道路局 2002 年

D. 海外での LRT 成功、失敗事例

ここで手本となる海外の事例を参考にしたい。成功した例として挙げられるのは 主要な国鉄の駅を結んだイギリスのマンチェスターやフランス・アメリカである。これらの国、地域では交通税を導入し、運営費に回している。失敗例では起伏が多い街で遠回りルートになってしまいバスとの競合に負けたシェフィールドや、開業が遅れ遅延も目立つためマイナスイメージが定着したボルドーが挙げられる。これらの成功、失敗の事例を踏まえ、沖縄ではバスモノレールとの連携、また LRT 以外の沖縄県の交通政策との一致、ルートの適切な決定が不可欠である。

E. LRT 導入への課題

今まで述べてきたように、LRT にはメリットもあるが、その反面、課題も存在する。ブレーキ装置や低床構造などに工夫が必要なため、車両が LRT より大量輸送が可能な一般鉄道の車両や全体的に低コストであるバスに比べてコストが高くなる。また、LRT のメリットを活かすためにトランジットモールの実施、必要に応じた専用軌道の整備、LRT 優先信号の導入などによる速達性の確立が必要となるだろう。パークアンドライドやバス・電車などとの連携、更には一体化した効率のよい料金收受方式も考えなければいけない。そして何よりも、需要を維持するためにそれを利用することになる市民の理解を得ることが不可欠になる。

III. 敷設ルートの決定

今回我々は旭橋～北谷(ちゃたん)区間、国道 58 号の海岸沿いを約 15km(45 分間)区間での LRT 導入を考える。これは信号がないという設定で(株)日立製作所の LRT 敷設計画シミュレーションをした結果の 30 分に信号導入時を考え 15 分を追加し 45 分とした。ルートを決定するにあたり

我々が着目した点は、この 15km 内には沖縄県内における 1km あたりの渋滞損失時間がワースト 10 以内に入る地域が 3 箇所もあるということだ。それゆえ、この区間を走る市外路線バスの定時運行も厳しい状況にある。このような区間で LRT を導入することにより、現在は車で移動せざるを得ない人たちに新たな選択肢を与えることができ、渋滞回避及び環境改善につなげる事ができるのではないか、というのが私たちの考えである。さらに既存のモノレールやバスといったインフラやパーク&ライドの併用により、沖縄の交通事情の特長を生かした公共交通システムが完成するのではないかと考えている。

以下ではこの路線について、更に具体的に検証していく。

A. 旭橋と北谷

始発駅に指定した旭橋は、那覇の中心部に位置しており、ゆいレールの駅、そして市外路線バス的那覇バスターミナルがある。ここは業務集積地帯であるということに加え国道 58 号線のスタート地点と言うこともあり、1km あたりの渋滞損失時間が沖縄県内で 5 番目に高く、渋滞が非常に大きな問題になっている地区だ。旭橋を始発駅と設定することによる一番の利点は、ゆいレールやバスへの乗り継ぎが可能になるということである。これにより、今まで車という手段しかなかったところに、何通りもの選択肢が生まれる。

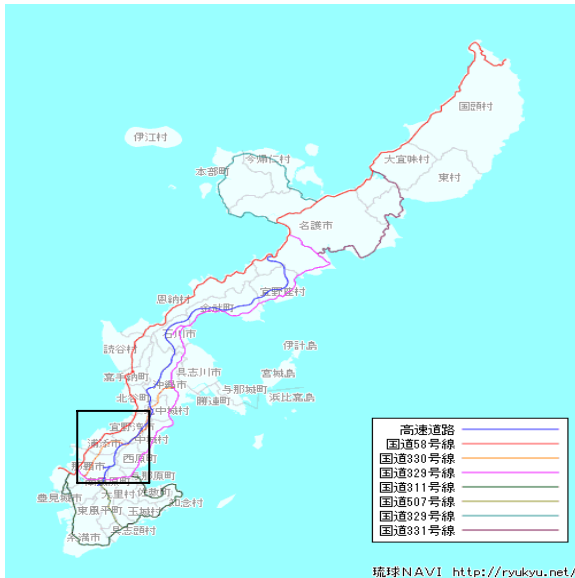
終点の北谷は、若者に人気のアメリカンビレッジをはじめ、新しいショッピング街、レストランなどが多数あり、とてもにぎやかな街だ。また、隣接しているサンセットビーチは施設が充実しているため、海を満喫してからショッピングやお食事を一気に楽しめる事ができる魅力たっぷりの街なのである。また、北谷駅にパーク&ライドなどを導入すれば、他の地域から那覇方面に向かう人たちが北谷に車を止め、LRT に乗り換える事が可能になる。

また、旭橋～北谷間には沖縄コンベンションセンター、国立劇場なども存在する。コンベンションセンターは最大で 20000 人を収容でき、各種説明会や自動車の展示会、人気アーティストの講演などが行われている会場で、国立劇場は主に沖縄の伝統芸能を催している。どちらも多くの利用者を集めることから、これらの近辺を LRT が走ることにより、より多くの乗客を確保することができるだろう。

B. 同区間の市外路線バスの役割

私たちが提案している LRT 導入経路とほぼ同じルートで市外路線バスが運行している。以前にも述べたとおり、沖縄県における路線バスの経営は非常に苦しい状況にあるということを踏まえ、私たちはこの区間ではバスの運行の廃止を提案する。自動車軌道と独立の LRT 軌道を確保できるならば混雑に左右されることはなくなるため、定時性、定刻性でバスが LRT を上回るということはまず考えられない。この区間の路線を廃止することによりここでかかるはずであった費用を、北谷における LRT との接続の整備など、他に回すことができるのではないかと考えている。

旭橋－北谷の位置関係（右図は拡大図）



琉球NAVI <http://ryukyu.net/>
出典：琉球ナビ



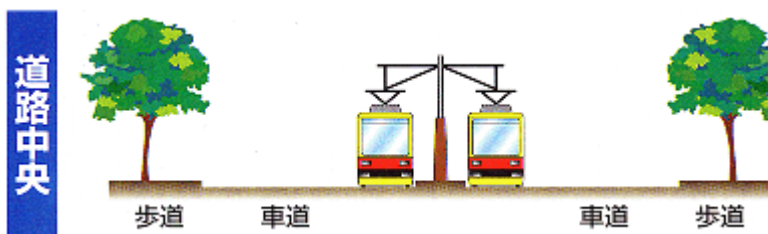
出典：(株)日立エンジニアリングサービス

C. モデルケース

一つ例を挙げてみよう。首里駅から車で 20 分ほどのところに住む家族が、北谷にあるアメリカンビレッジに行こうとしていると想定する。首里にはゆいレールが通っていて駅にはパーク&ライドの施設もあるのだが、ゆいレールに乗ってもアメリカンビレッジにはたどり着けない。旭橋から市外路線バスに乗り換えていくことも可能だが、通常で 50 分、渋滞してれば何分かかるか予測しきれないし、バスはそもそも定時刻に来るとは限らない。帰りのことを考えても家から自家用車に乗って行ったほうが、途中の寄り道もできるし、多少の渋滞に巻き込まれても一番便利なのである。ではもし私たちが想定している範囲で LRT が導入されたらどうなるだろうか。首里駅まで車で向かい、パーク&ライドの設備の駐車場に車を止め、ゆいレールに乗る。旭橋駅で隣接する LRT に乗り換え、北谷を目指す。渋滞に巻き込まれることなく、快適な LRT の車両に揺られながらアメリカンビレッジに辿り着けるのである。

D. どのような設備を導入するか

下図を使って説明していく。



LRT は幅約 6m の狭い空間にも導入可能導入計画ルートの国道 58 号線は片側 3 車線で幅員が 24m 以上あるため余裕である。国道 58 号線の構造を考慮して、中央分離帯を撤去して、中央に LRT を走らせる計画を提唱する。また、定時性が確保できる分離軌道（右写真のような専用軌道）と、都市内道路に導入が容易な併用軌道があるが、基本的には分離軌道を導入して、一部交錯区間などに併用軌道を使用することとなる。また軌道内に芝生をしくことによって都市の緑化、防音効果も期待できる。

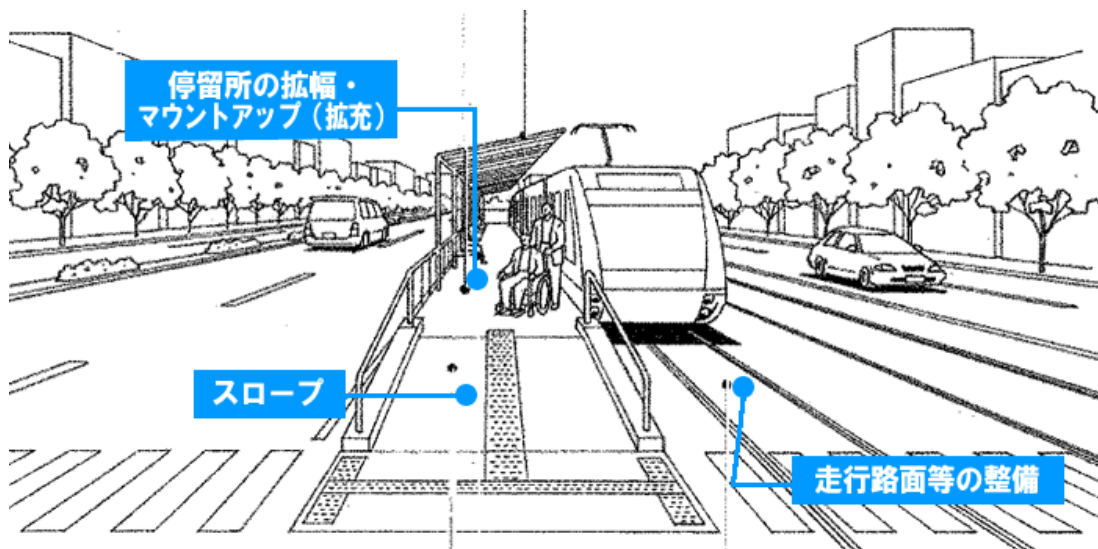
a. 架線

景観上有利なセンターポール使用することとするが、両側の建物からの架線支持線なども条件により選択が可能である。

b. 電停

車椅子等もスムーズに乗り込めるスロープ や低床車両の採用による低いプラットホームや風雨を避ける上屋シェルターを設け、交通弱者に配慮した電停を設置することが出来る。

イメージ



出典:国土交通省道路局

運行管理システム

バスと統合した指令センターで管理することが出来る。つまり既存のシステムと互換性を持たせることで、より簡素化でき、低予算で構築することが出来る。

IV. 新たな交通渋滞対策としての LRT の導入

A. モデル導入への前提

交通渋滞解消のために LRT の導入が有効であることを、これよりモデルを用いて証明していく。我々のモデルにおいて、自動車の時速を道路混雑の度合を計る手段として捉える。一般的に、混雑度が高いときには時速は低下し、混雑度が低いときには時速が上がるというように混雑度と時速の間にはトレードオフの関係が成立しているとかんがえるためである。モデルの方向性としては、LRT を導入したことによって実現される自動車の時速が現在の沖縄の自動車時速を上回る事を実証する事で、LRT の導入は交通渋滞の解消に効果がある事を証明する。

B. モデルによる説明

代表的な消費者が費用最小化行動を行うモデルを想定する。費用とは総交通費を指し、交通費と時間費用の合計とし、代表的消費者は費用の少ない交通手段を選択するとする。さらに単純化のためにいくつかの仮定をおく。

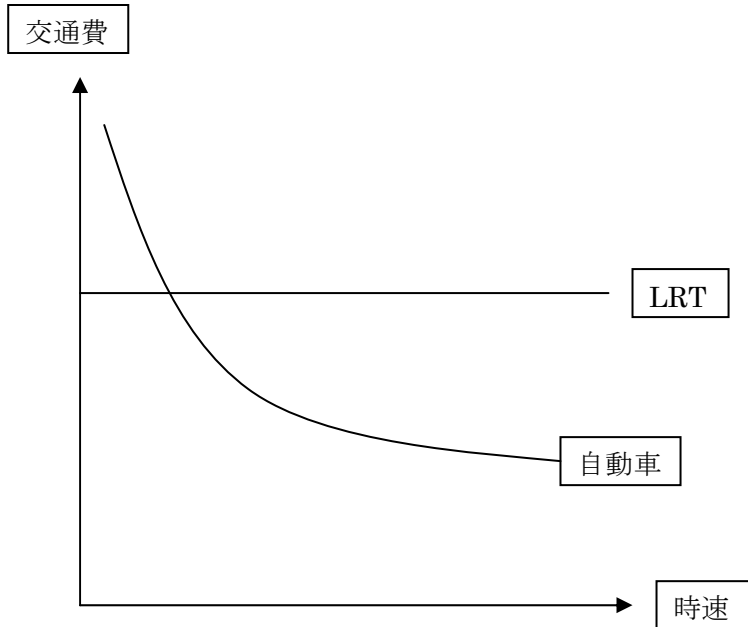
- ① 代表的な消費者は定められた二地点間のみを自動車、LRT のどちらかを利用して移動する。
- ② LRT 軌道には道路混雑に影響されない独立な軌道が確保されている。
- ③ 自動車の交通費は速度に依存し、LRT のそれは速度に依存しない。
- ④ 自動車の時間費用は速度に依存し、LRT のそれは速度に依存しない。
- ⑤ 消費者の人数は一定であり、外部より新たな消費者が参入することはない。

ここでいう交通費とは一般的にいうところの燃料代などの走行経費を指し、詳細については後述する。

次に時間費用の概念について説明する。時間費用とは走行時間の金銭的価値のことであり、機会費用の概念を用いて計測する。ちなみに機会費用とは、ある選択肢を採る際に犠牲とされる費用（コスト）であり、実際に選ばれたもの以外の選択肢の中で、最も高い収益が得られる選択肢を選んだ場合の収益で測定される。このモデルにおける機会費用は労働賃金などより求める。

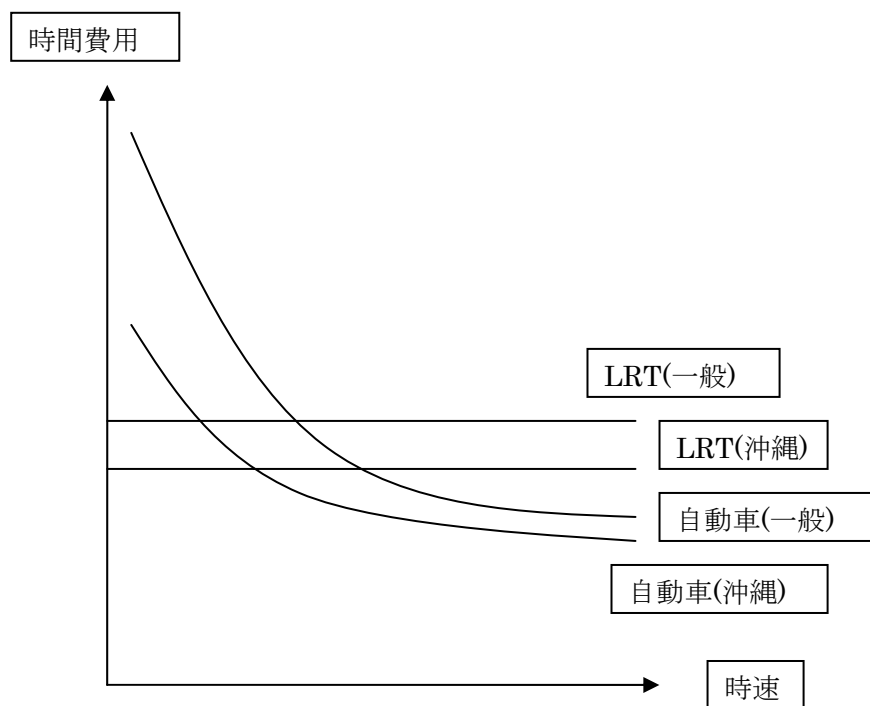
まずは実際の数値をモデルに導入することはせずに一般的な形のモデルとして分析を試み、

その後、実際の数値を導入する。このモデルを導入することで、どのような条件の下で自動車とLRTとの間に競争関係が成立するのか、また、LRTの導入は道路混雑の解消に有効であるのか、を明らかにする。



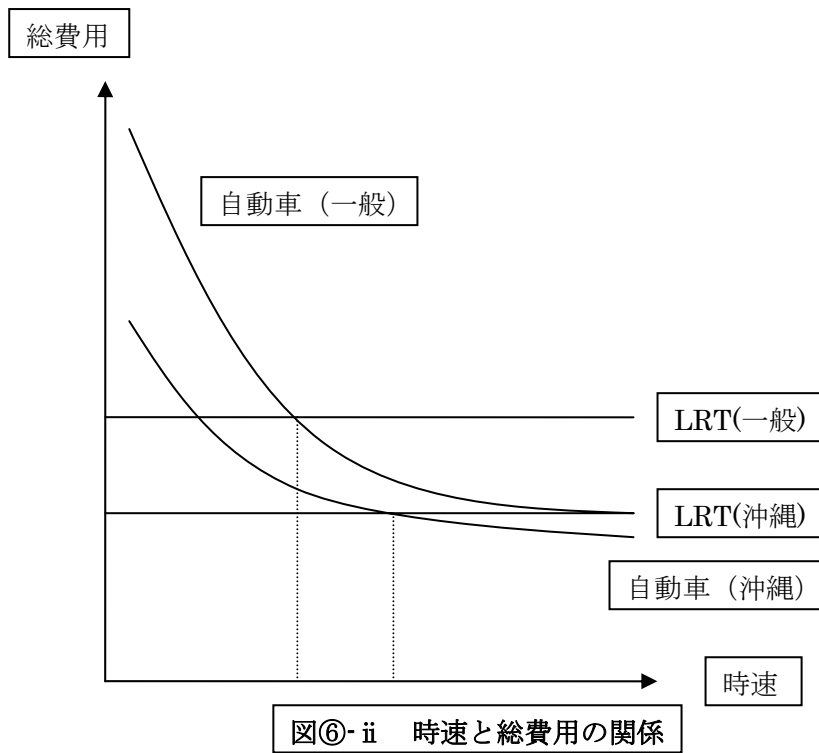
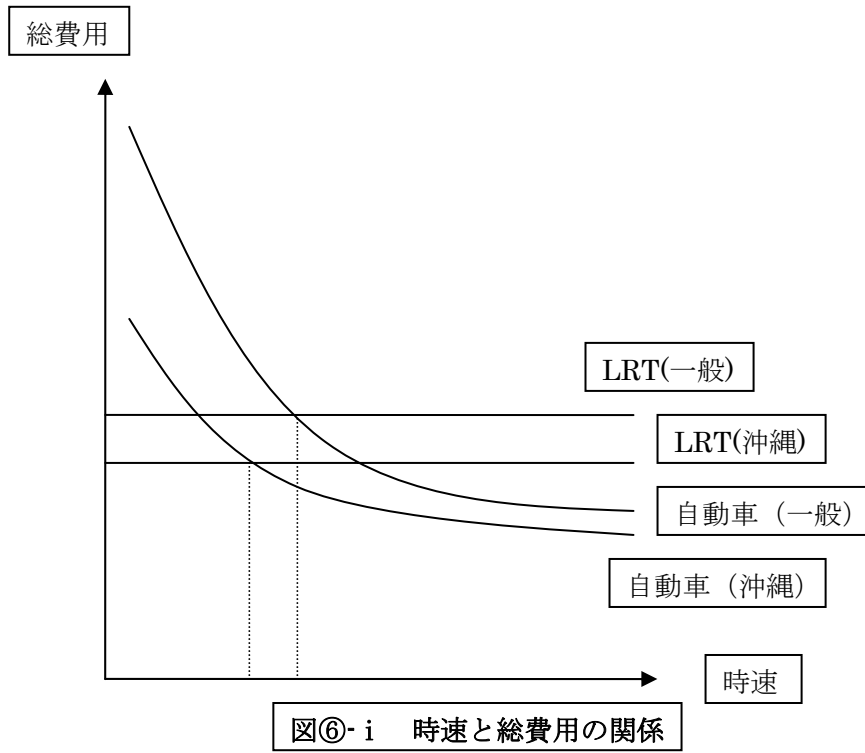
図④ 時速と交通費の関係

図④について述べる。図④は速度と交通費の関係を表している。消費者は定められた二地点間のみを移動するために、仮定よりLRTの運賃は一定である。速度が増加していくに従って自動車の交通費は減少する。また、限界交通費は速度の上昇に伴って減少していくと考えられる。



図⑤ 時速と時間費用の関係

図⑤について述べる。図⑤は速度と時間費用の関係を表している。仮定より LRT 軌道は自動車道路とは独立であり、道路混雑によって遅延などの影響を受けないため、LRT の時間費用は一定である。混雑度が増加していくに従って移動時間も増加するため、自動車の時間費用は増加する。時間費用は機会費用であり、労働賃金などによって表わされる事は既に述べたが、全国的な時間費用と沖縄県における時間費用には所得格差を要因とした乖離が存在する。よって、一般的な場合と沖縄の場合とで LRT の時間費用は異なり、同様に自動車の時間費用も異なる。



図⑥について述べる。図⑥は速度と総交通費の関係を表している。モデルの想定より、交通費と時間費用の総和が総交通費である。所得格差に起因する一般的な時間費用と沖縄における時間費用との違いは、沖縄において道路混雑の解消にどのような役割を果たすのか。その差についてはこれから実際にデータを用いて算出する。仮に現在の自動車の時速において自動車の総交通費が LRT の総交通費を上回っている場合、短期的にはその時点で総交通費の相対的に安価な LRT に需要が偏る可能性があるが、LRT へと需要のシフトが起こった結果道路混雑度が低下し自動車の時速が上昇するため、自動車の総交通費も低下する。逆の場合もまた同様であると考えられる。よって、長期的には自動車と LRT の総交通費が等しくなるような自動車の時速において LRT の需要と自動車の需要が均衡すると考えられる。現在の沖縄における自動車の時速によって LRT 導入が混雑解消に役立つかが決まる。図⑥・i と図⑥・ii を比較すると、一般的な場合と沖縄の場合との均衡速度の大小関係が逆転しているが、これは実際にデータを導入して計算することでしか分からない。つまり、一般的な場合と沖縄の場合どちらに LRT の導入が効果があるのかは現段階では明らかでない。

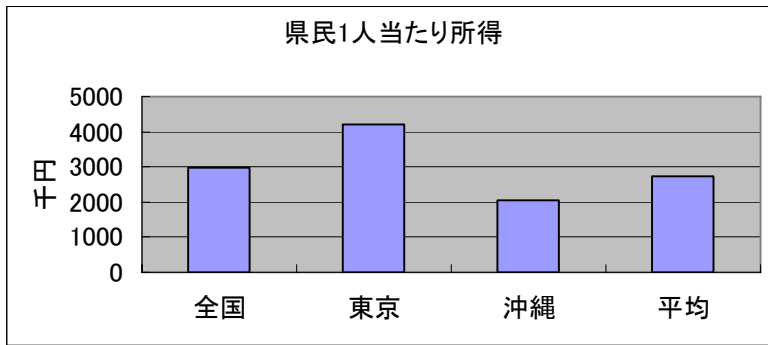
ここまでで一般的なモデルを展開し終えたため、次に実際のデータを導入する。その後、一般的なモデルにおいて想定された結果と現実にはどのような違いが存在しているのかを明らかにし、結果から読み取れる事を用いて沖縄県における LRT の導入に関して何らかの結論を導き出したいと考える。

C.モデルを利用した分析～データの導入～

これからは、今まで見てきたモデルに実際に数値例を導入した上で考察を行う。これまでは一般的なモデルで議論を展開していたためにモデルの詳細に触れる必要は無かったが、これから実際のデータを導入するに当たっては交通費や時間費用の概念について詳細まで説明する必要がある。

自動車の交通費の算出に当たっては走行経費原単位を利用し、自動車の時間費用の算出に当たっては時間価値原単位を利用する。一方 LRT の交通費は運賃であり、LRT の時間費用は自動車の場合と同様にして時間価値原単位より算出する。

走行経費原単位とは、自動車 1 台が 1km 走行した場合の走行経費を計測したものである。時間価値原単位とは、自動車 1 台の走行時間が 1 分短縮された場合におけるその時間の価値（機会費用）を貨幣評価したものである。

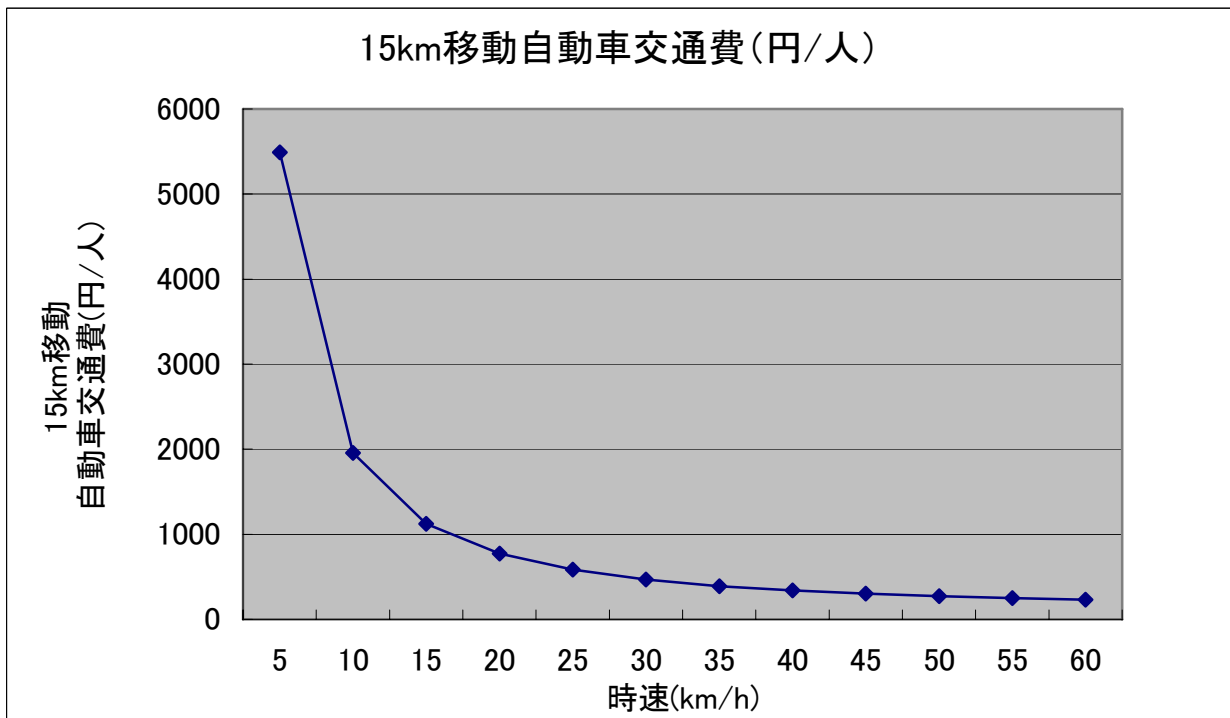
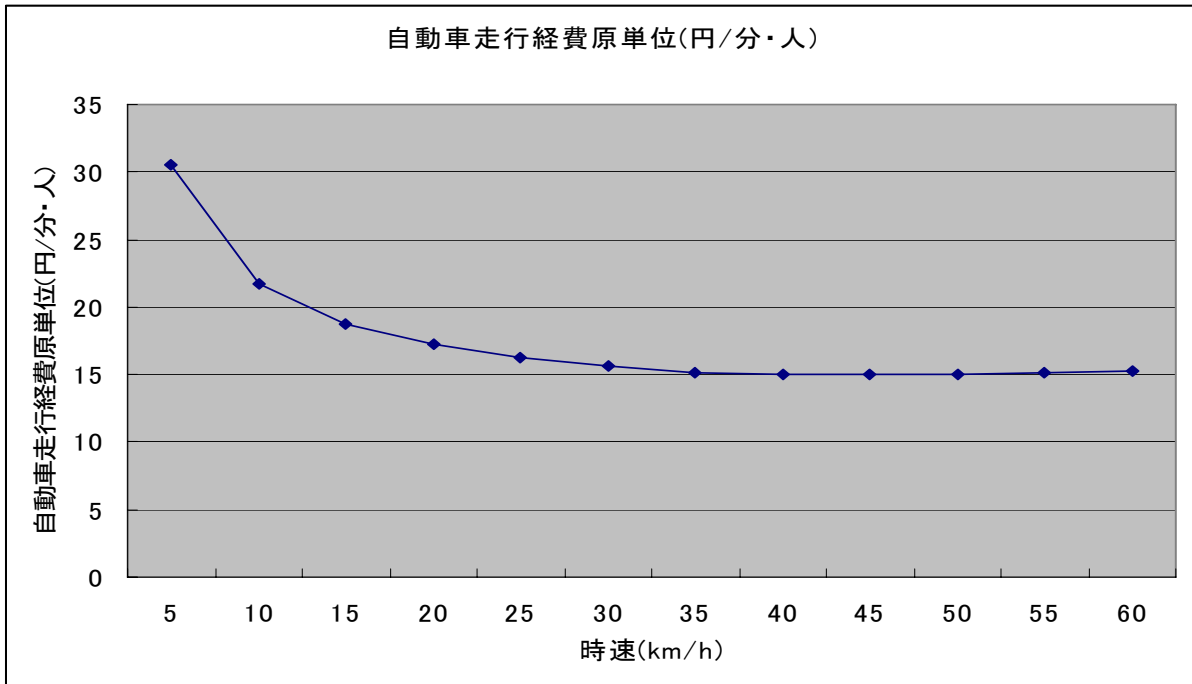


(統計局)

時間価値原単位を計測するに当たっては、常用労働者平均月間実労働時間当たり労働費用（現金給与総額、いわゆる賃金に福利厚生費、いわゆるFRINGE BENEFITを加えた値）を一部利用する。上図よりも明らかなように沖縄は全国平均と比較して所得水準が低いが、賃金水準も低い。そのため、時間価値原単位は一般的な場合と沖縄の場合で異なる。

議論の本筋からそれる事になるため、論文の本文では走行経費原単位・時間価値原単位のそれぞれについて詳しく述べることは避ける。（詳しくは付録で説明する。）数値や基本的な概念は平成十五年一月に国土交通省から発表された、「時間価値原単位および走行経費原単位（平成十五年価格）の算出方法」、を参考にし、他に必要のある数値に関しては、「時間価値原単位および走行経費原単位（平成十五年価格）の算出方法」からデータを引用して計算した。

まず交通費について見ていく。交通費は一般的な場合と沖縄県の場合に差はないものとして考えている。「時間価値原単位および走行経費原単位（平成十五年価格）の算出方法」から自動車走行経費原単位を引用し、下図のように15km移動費用を算出した。

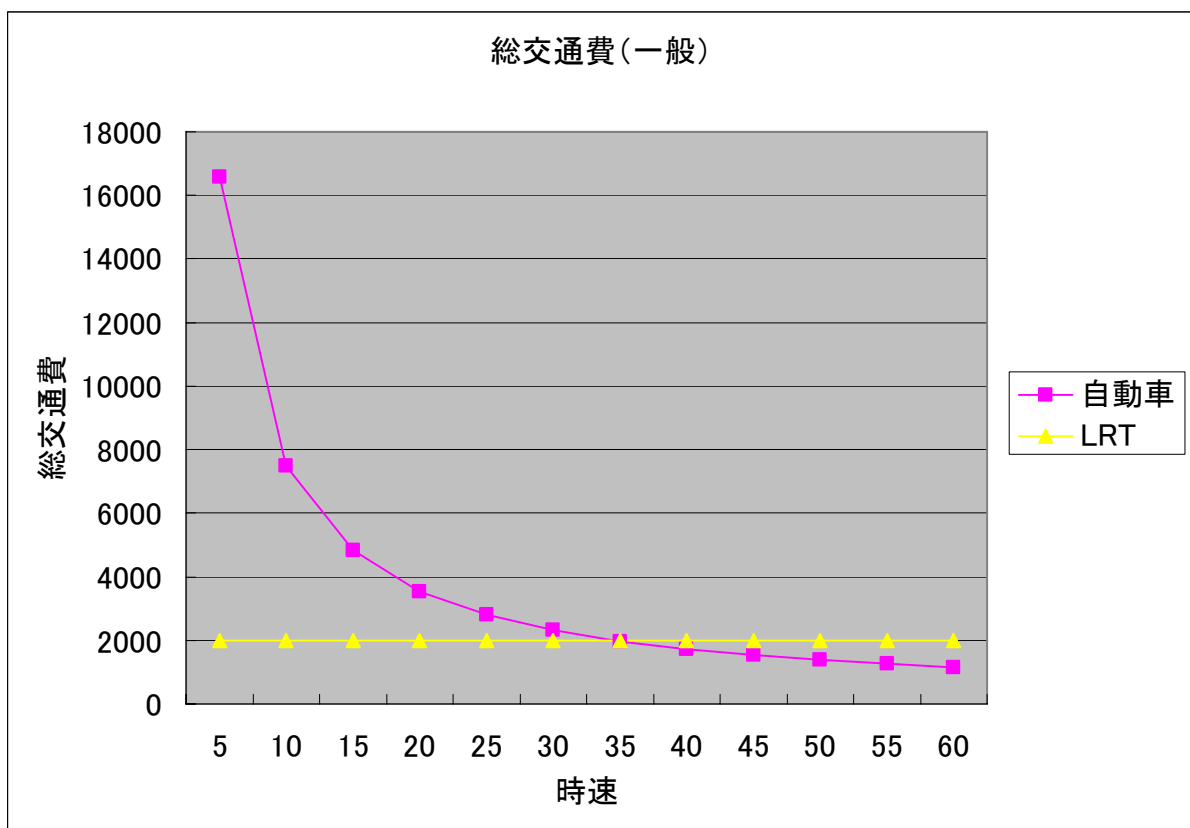


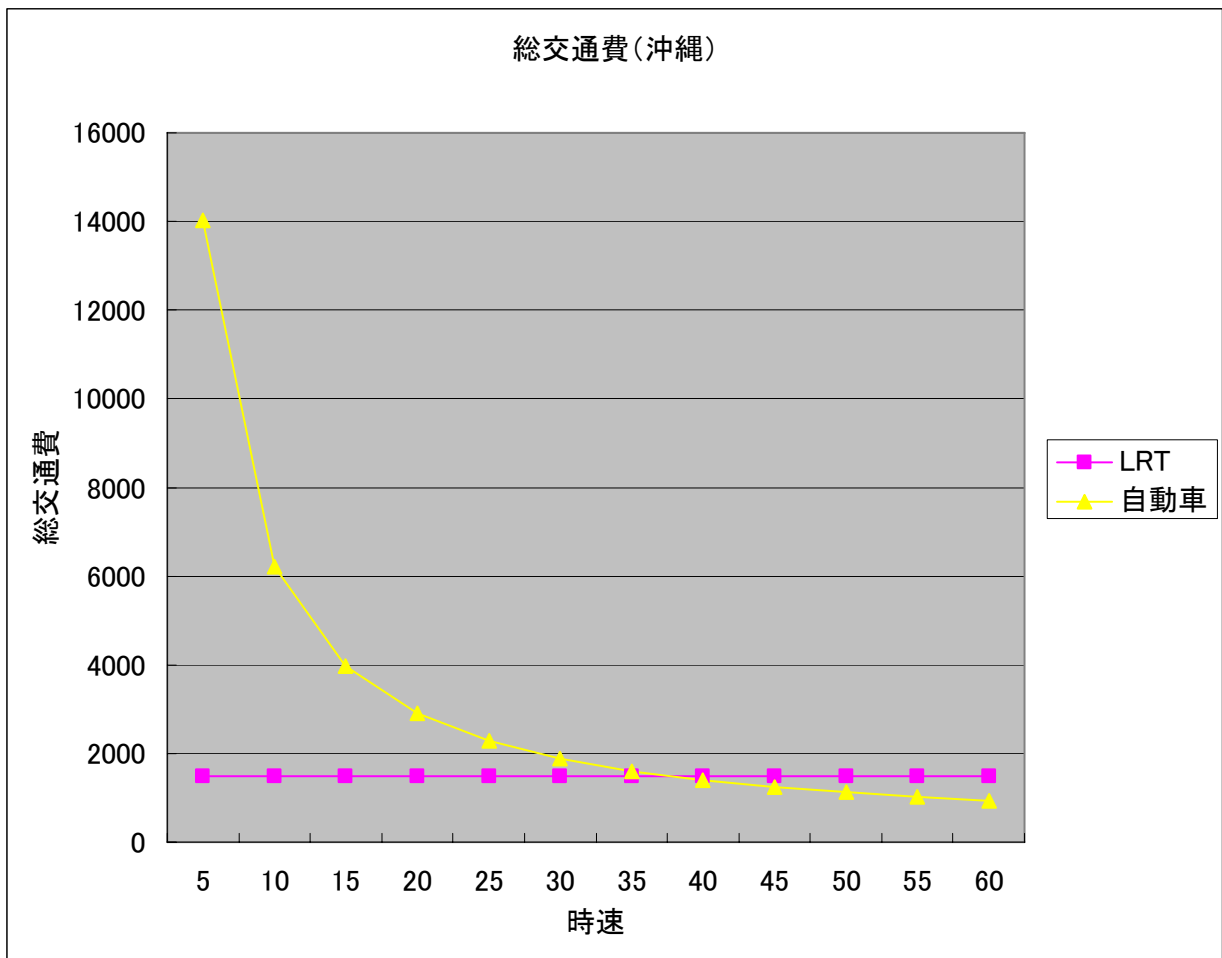
上図からも読み取れるが、自動車の交通費は時速の増加に伴って減少していく。また、LRTは定められた二地点（15km）のみを移動し、消費者にとっての交通費である運賃は仮定より200円として固定されている。

次に時間費用について見ていく。

LRT の利用者については LRT に乗らなかった場合に最も収益の大きい選択肢における収益が機会費用、すなわち時間費用となる。自動車の利用者については、その車が自家用であるか営業用であるか、業務用であるか非業務用であるかによって時間費用が異なり、また、同乗者の時間費用をも考慮する必要があると考えられるが、最終的にはそれぞれの走行キロ比率を適用することによって一元化する。また、営業用車両とはタクシーを指し、営業用車両の時間費用は同乗者(乗客)のそれのみを利用する。

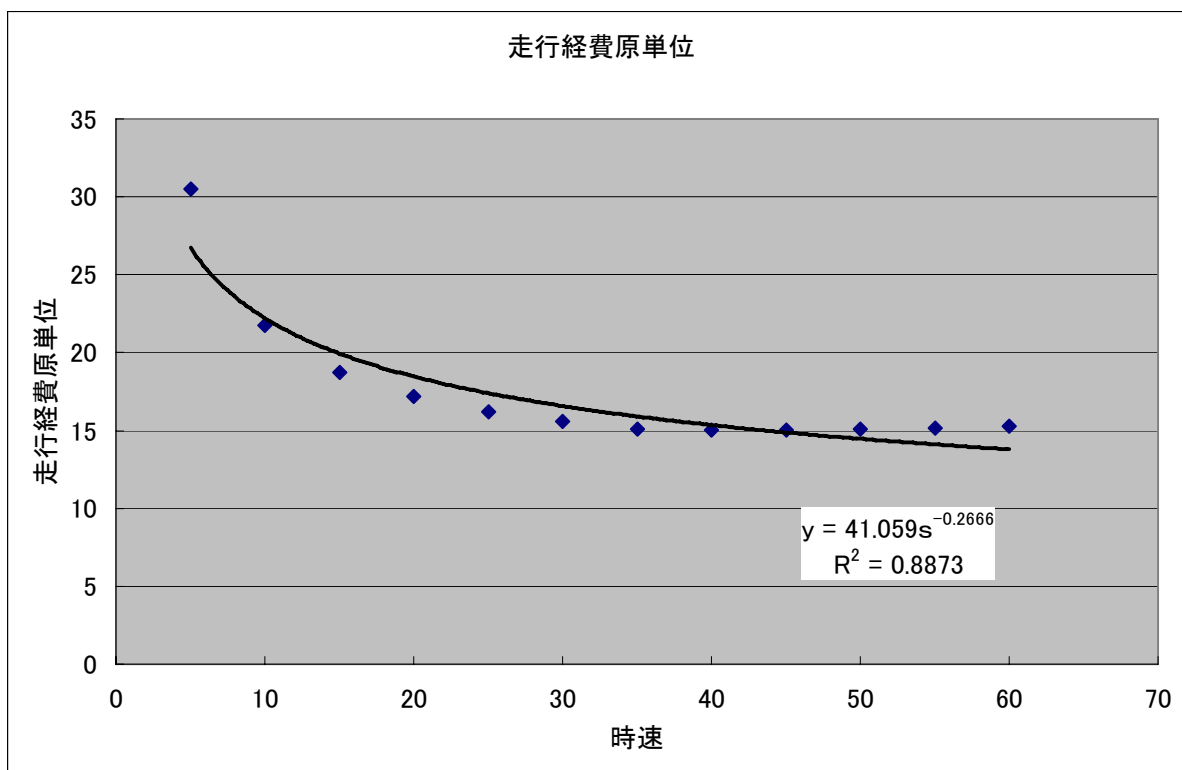
以上より自動車と LRT の総費用について一般的な場合と沖縄県の場合について下図のように表すことができる。





このグラフから分かることはいくつかある。まずは均衡における時速について考えてみたい。一般的な場合については 30~35km/h で均衡し、沖縄の場合では 35~40km/h で均衡することが分かる。これは実際の数値を導入する前段階としてモデルによる説明を行ったが、その内でも図⑥-ii が現状を説明するモデルだったということになる。

均衡を求めるために時速を変数とする時間経費原単位の近似曲線を決定し、それより 15km 移動交通費関数を表す。近似曲線の決定に際しては決定係数 R^2 の数値が最も高くなった累乗近似を用いた。



$$DC(s) = 41.059s^{-0.2666}$$

$$TDC(s) = 15 / s \times 60 \times DC$$

①一般的な均衡

$$TDC(s) + OC1(s) = \frac{900}{s} \times (41.059s^{-0.2666}) + \frac{55440}{s} = 1983.661$$

$$\therefore s1 = 35.16(km/h)$$

②沖縄における均衡

$$TDC(s) + OC2(s) = \frac{900}{s} \times (41.059s^{-0.2666}) + \frac{42633}{s} = 1483.607$$

$$\therefore s2 = 38.17(km/h)$$

今回 LRT の導入を提案した国道 58 号線の混雑時平均旅行速度と比較して、均衡時の時速は高くなっている。よって沖縄県への LRT の導入は交通渋滞の解消に有効であり、また、一般的な場合と比較して沖縄に導入した場合に効果が高いことが実証された。

下図は 58 号線における主な地点での混雑時平均旅行速度を表している。ほとんどの地点で 10km/h 以上の時速の上昇が見込まれることが分かる。

場所	混雑時平均旅行速度 (km/h)
中頭郡北谷町字桑江	29.0
宜野湾市字伊佐	38.7
宜野湾市字真志喜	21.2
浦添市牧港 1 丁目	14.5
浦添市字勢理客	29.8
那覇市字天久	27.5
那覇市久茂地 2 丁目	15.4
那覇市旭町	8.1

(道路交通センサス)

結論

沖縄県の車依存社会は東京都心と遜色ない程であり、全国的に見ても際立っていることはこの論文の前半部分において詳述した。そして後半部分では、その車依存社会についてモデルを用いて分析し、沖縄が車依存社会から脱却することは可能か否かという観点から議論を展開した。結果、沖縄県における LRT の導入は総交通費用最小化行動をする乗客の交通手段選択のシフトを喚起することが分かった。LRT の総費用と自動車の総交通費が等しくなる均衡時速が、沖縄県の場合は 38.17km/h と、一般的な場合の 35.16km/h を上回っている為、沖縄県においての LRT 導入は道路混雑回避に高い効果が期待できる。これにより、LRT の導入によって沖縄は車依存社会からの脱却を可能になる。ここで、問題点として経済発展に伴って LRT 導入の効果が薄れていくことが考えうるが、トランジットモールなどの補助的な政策を組み合わせることによってその効果を維持することができるであろう。

沖縄県における LRT の導入は車依存社会からの脱却に大きな役割を果たすと共に環境面、社会面でも派生的な影響をも広い範囲に及ぼすことが期待される。本文中にも述べたように、沖縄には車に対する代替交通機関が乏しかったため、LRT という、全く新しい交通機関を導入することが望ましいと私たちは考えた。もしこれが沖縄県で成功すれば、全国規模での実施にもつながるだろう。環境にやさしい LRT は、日本全体、そして世界的に大きな問題となっている二酸化炭素排出量の増加にも歯止めをかける端緒になるのではないだろうか。さらに LRT をきっかけに、沖縄県民のみならず、沖縄へ観光に来る人たちの環境に対する意識向上を促すことも可能になるだろう。現在、沖縄県の人々の、車依存社会が生む環境問題に関する意識は徐々に高まってきている。LRT の導入を始め、今後の沖縄県の取り組みに期待したい。

参考文献

- 「交通市場政策の構造」 齊藤峻彦 中央経済社
「都市交通の経済分析」 ケネス・A・スモール 頸草書房
「現代交通政策」 藤井太郎・中条潮 編 東京大学出版会
「現代の交通経済学」 小淵洋一 中央経済社
「交通経済学」 ハーバート・モーリング 頸草書房
平成 11 年度道路交通センサス
ハイヤー・タクシー年鑑 2004
財団法人自動車検査登録協会
地域交通年報
「時間価値原単位および走行経費原単位(平成 15 年価格)の算出方法」 国土交通省道路局
「ミクロ経済学入門」 西村和雄 岩波書店
「環境経済学入門」 R・K・ターナー/D・ピアス/I・ペイトマン 東洋経済

沖縄県 HP	http://www.pref.okinawa.jp/
厚生労働省 HP	http://www.mhlw.go.jp/
統計局 HP	http://www.stat.go.jp/
国土交通省交通局 HP	http://www.mlit.go.jp/road/
沖縄県運輸要覧	http://ogb.go.jp/okiunyu/survey/h16/image/unyuyouran.pdf
陸運統計要覧	http://toukei.mlit.go.jp/youran/youran.html
環境省 HP	http://www.env.go.jp/
総務省 HP	http://www.soumu.go.jp/
日本交通計画協会 HP	http://www.jtpa.or.jp/contents/lrt/index.html http://www.okikosai.or.jp/kenkyusho/magazine/sima_10/sima10-03.pdf

付録1：走行経費原単位と時間価値原単位の求め方

各数値の算出に当たっては、平成15年1月の国土交通省道路局「時間価値原単位および走行経費原単位（平成15年度価格）の算出方法」を参考にした。ここでは特に説明が必要な点と、我々が独自に算出した部分に限り説明を加えたいと思う。また、走行経費原単位と時間価値原単位を計測する際には前提条件が設定されている。

- ①各家計（ドライバー、同乗者含む）は、自らの効用（満足度）を最大化するように労働や資本を企業に提供することにより所得を得て、財・サービスおよび余暇を消費する。
- ②各企業（自動車運送サービス事業者含む）は利潤を最大化するように労働や資本、および中間財を投入し、財・サービスを生産しているものとする。
- ③各市場（財・サービス市場、労働市場、自動車運送サービス市場等）は完全競争的であり、各市場における需要と供給は長期的に均衡している。

I. 交通費について

燃料費、油脂費、タイヤ・チューブ費、整備費、車両償却費の原単位を路面状態、道路条件、ブレーキ頻度、混雑等の要因によって補正したものが自動車走行経費原単位となっている。自動車走行経費原単位のデータを引用することで15km移動時の交通費を算出した。

s: 時速(km/h)	DC(s): 自動車走行経費 原単位(円/分・台)	TDC(s): 15km 移動 交通費(円)
5	30.5	5490
10	21.75	1957.5
15	18.74	1124.4
20	17.19	773.55
25	16.23	584.28
30	15.58	467.4
35	15.11	388.5428571
40	15.04	338.4
45	15.03	300.6
50	15.07	271.26
55	15.16	248.0727273
60	15.31	229.65

$$TDC(s) = 15/s \times 60 \times DC(s)$$

また、LRTの交通費はモデルの仮定より200円としている。

II. 一般的なケースでの時間費用

一般的なケースでの時間費用は時間価値原単位のデータを引用した。

自家用	業務	ドライバー(a-1)	46.7
		同乗者(b-1)	46.7
	非業務	ドライバー(c-1)	38.11
		同乗者(d-1)	32.58
営業用	業務	ドライバー(e-1)	—
		同乗者(f-1)	46.7
	非業務	ドライバー(g-1)	—
		同乗者(h-1)	32.58

(1) LRT について

消費者は単独でしか LRT を利用しない、つまり自動車の場合と異なり同乗者を伴わないで利用する。また、車両は消費者の所有物ではないため、消費者の機会費用は賃金率と等しくなる。

	LRT 時間価値原単位(円/分・人) (A)	シェア(B)	(A) × (B)
自家用業務	46.7	19.1%	8.9197
自家用非業務	38.11	76.8%	29.26848
営業用業務(同乗者)	46.7	0.8%	0.3736
営業用非業務(同乗者)	32.58	3.3%	1.07514
LRT 利用者の時間価値原単位(円/分・人)			39.63692
⇒15km 移動(45分)時間費用(円/人)			1783.661

(2) 自動車について

自家用業務…(a-1)+(b-1)×0.22 (同乗者の人数) + 12.51 (車両の機会費用)

自家用非業務…(c-1)+(d-1)×0.32 (同乗者の人数) + 12.51 (車両の機会費用)

営業用業務…(f-1)

営業用非業務…(h-1)

車両の時間当たり機会費用は、以下のようにして算出されている。

車両の時間当たり機会費用

=1分当たり平均レンタル価格-1分当たり走行経費（燃料費以外）

=12.51(円/分・台)

最終的にはそれぞれの走行キロ比率を適用することによって一元化する。

	時間経費原単位(円/分・人)	走行キロ比率	
自家用業務	69.484	19.1%	13.271444
自家用非業務	61.0456	76.8%	46.8830208
営業用業務	46.7	0.8%	0.3736
営業用非業務	32.58	3.3%	1.07514
			61.6032048
		→	61.6(円/分・人)

s: 時速(km/h)	OC1(s): 15km 移動時間費用(円/台)
5	11088
10	5544
15	3696
20	2772
25	2217.6
30	1848
35	1584
40	1386
45	1232
50	1108.8
55	1008
60	924

$$OC1(s)=15/s \times 60 \times 61.6$$

(3) 総交通費について

LRT と自動車についてそれぞれの交通費と時間費用の和がそれぞれの総交通費となる。

総交通費	自動車	LRT
5	16578	1983.661
10	7501.5	1983.661
15	4820.4	1983.661
20	3545.55	1983.661
25	2801.88	1983.661
30	2315.4	1983.661
35	1972.5429	1983.661
40	1724.4	1983.661
45	1532.6	1983.661
50	1380.06	1983.661
55	1256.0727	1983.661
60	1153.65	1983.661

Ⅲ. 沖縄のケースでの時間費用

沖縄における時間価値原単位を求めるために、沖縄県の HP よりデータを利用し、計算手法を一般的なケースと同様にして算出した。平成 15 年度の沖縄県の 15 歳以上人口は、全人口 1343124 人に対して 1080810 人であった。また、労働費用に占める現金給与総額の割合、デフレーターは一般的なケースと同じ数値を利用している。沖縄県の常用労働者平均月間現金給与総額は 269220 円、平均月間労働時間は 163.1 時間として計算した。

$$(a-2) = (b-2) = (269220 \div 163.1 \div 60) \times 0.9984$$

$$(c-2) = (269220 \div 163.1 \div 60) \div 0.816 \times 0.9984$$

$$(d-2) = (h-2) = (269220 \div 163.1 \div 60) \times 0.984 \times (1080810 \div 1343124)$$

自家用	業務	ドライバー(a-2)	33.66
		同乗者(b-2)	33.66
	非業務	ドライバー(c-2)	27.47
		同乗者(d-2)	22.1
営業用	業務	ドライバー(e-2)	—
		同乗者(f-2)	33.66
	非業務	ドライバー(g-2)	—
		同乗者(h-2)	22.1

(1) LRT について

	LRT 時間価値原単位(円/台・分)(A)	シェア(B)	(A) × (B)
自家用業務	33.66	19.1%	6.42906
自家用非業務	27.47	76.8%	21.09696
営業用業務(同乗者)	33.66	0.8%	0.26928
営業用非業務(同乗者)	22.1	3.3%	0.7293
LRT 利用者の時間価値原単位			28.5246
⇒15km 移動(45 分)時間費用(円/台)			1283.607

(2) 自動車について

同乗者数、車両の時間当たり機会費用、走行キロ比率は一般的なケースと同じ数値を利用した。

自家用業務…(a-2)+(b-2)×0.22 (同乗者の人数) + 12.51 (車両の機会費用)

自家用非業務…(c-2)+(d-2)×0.32 (同乗者の人数) + 12.51 (車両の機会費用)

営業用業務…(f-2)

営業用非業務…(h-2)

	時間価値原単位(円/分・人)	走行キロ比率	
自家用業務	53.5752	19.1%	10.2328632
自家用非業務	47.052	76.8%	36.135936
営業用業務	33.66	0.8%	0.26928
営業用非業務	22.1	3.3%	0.7293
			47.3673792
		→	47.37(円/分・人)

s:時速(km/h)	OC2:15km 移動時間費用(円/台)
5	8526.6
10	4263.3
15	2842.2
20	2131.65
25	1705.32
30	1421.1
35	1218.085714
40	1065.825
45	947.4
50	852.66
55	775.1454545
60	710.55

$$OC2(s) = 15/s \times 60 \times 47.37$$

(3) 総交通費について

一般的な場合の総交通費と同様、LRT と自動車についてそれぞれの交通費と時間費用の和がそれぞれの総交通費となる。

総交通費	LRT	自動車
5	1483.607	14016.6
10	1483.607	6220.8
15	1483.607	3966.6
20	1483.607	2905.2
25	1483.607	2289.6
30	1483.607	1888.5
35	1483.607	1606.629
40	1483.607	1404.225
45	1483.607	1248
50	1483.607	1123.92
55	1483.607	1023.218
60	1483.607	940.2

付録 2 : LRT 導入の現実性を探る

我々が今回導入した規模はゆいレールとよく似ている。ゆいレールは 12.9km を 27 分で結び、月間 90 万人ほどの輸送実績があるのに対して、LRT は約 15km を 45 分間で結ぶ。

①初期費用

$$20 \text{ 億円/km} * 15\text{km} + 2 \text{ 億円} * 10 \text{ 台} = 320 \text{ 億円}$$

②運営費

$$3 \text{ 億円/km} * 15\text{km} = 45 \text{ 億円}$$

③LRT 輸送可能乗客数

稼働時間は 17 時間・片道 45 分・消費者は始点から終点まで毎日往復・乗車率は 100%、と仮定する。

$$2 * 17 \text{ 時間} * 60 \text{ 分} \div 90 \text{ 分} * 80 \text{ 人} * 2 \text{ 両} * 10 \text{ 台} * 30 \text{ 日} = 1087999. \dots \text{人/月}$$

約 110 万人/月の輸送が可能と考えられ、ゆいレールの輸送実績と比較しても違和感無い。

④LRT 可能運賃収入

片道 200 円とする。

$$2 * 17 \text{ 時間} * 60 \text{ 分} \div 90 \text{ 分} * 80 \text{ 人} * 2 \text{ 両} * 10 \text{ 台} * 365 \text{ 日} * 200 \text{ 円} = 2647466. \dots \text{円/月}$$

約 26.5 億円/年の運賃収入が見込まれる。

広告収入・人件費・雑費・税金・補助金などは考慮に入れないとすると、年間 20 億円以上を捻出しなければならない。

そこで我々は環境税の導入を提案したいと思う。沖縄県の人口は約 135 万人、沖縄を訪れる観光客数が年間 500 万人であるが、その全ての人々に年間 350 円の課金を行ったとすると、22 億 2250 万円の収入となる。問題点としては沖縄県民であっても LRT を利用しない人間が存在することがあるが、沖縄県の車依存社会からの脱却を実現するという大義名目の下で導入することは可能であると考えられる。利用頻度や居住地域別の課税額の設定なども将来的には可能なのではないだろうか。