大学通学交通施策検討のための居住交通割当モデル*

Residence and Commuting Mode Allocation Model for Design of University's Transportation Policy*

川口康弘**・奥村誠***
By Yasuhiro KAWAGUCHI**・Makoto OKUMURA***

1. はじめに

(1) 協働型交通計画と分析ツールの必要性

人口の減少やニーズの多様化により，これまでのニーズ追随型の交通計画は限界に直面しつつある，すなわち，交通事業者が個々の利用者のニーズを把握することが困難となり，さらにニーズに合ったサービスを提供できたとしても，同一のサービスに満足し利用してくれる利用者が量的に少ないために存続が困難となるためである．住民は，事業者からサービスが提供されるのを一方的に待っているだけでは，いつまで経っても自分にあったサービスを享受できる可能性は小さい．

今後，住民が自らにあったサービスを必要とするならば，共通のニーズを持つものがサービスの必要性を認識して集まり，共にサービスを利用してサービスを存続させていくという，協働型の交通施策が不可欠になってくる．その際には，既存の交通需要予測や費用便益分析のツールのように，さまざまな認識を持つ利用者の中の差異を捨象し，社会内部における便益の移転を前提として精算された指標を示すのみでは十分とは言えない．むしろ特定のグループがなぜそのサービスを必要とするのか，他のグループを巻き込むことによって彼らにはどのようなメリット，デメリットがあるのかを直接的に表現し，協働計画を推進するグループへの勧誘に使うことができるような，新しい考え方の分析手法，ツールが必要となるであろう．

近年では，大学キャンパスにおけるバス交通の改善に対しても協働型の取り組みが見られるようになってきた．例えば大学自らがバス会社と独自の協力関係を結び，乗車権利のバルク買い，ワンコインバスの導入とトリガー方式による需要の掘り起こし，割引率の高いフリー乗車定期券の導入などの思い切った施策を導入する例が見られるようになってきた[1]．これらの施策は単に公共交通利用者の増加にとどまらず，学生の安全な移動範囲の拡大や，居住地選択の自由度の拡大などの多様な効果を目指して行われている．学生が購入しやすいよう，運賃水準を極端に低く設定している場合も多く，利用者の増加が直ちに運賃収入の増加に直結しない政策も多い．

したがって，政策の判断を交通事業者に任せた場合には制度の継続が約束されず，むしろ学生や大学が積極的に参画し，多様な効果も含めて総合的に評価・判断するように働きかけていくことが必要となる．この際，政策の目的の中には，生活の場所や行動形態の変化を通じて長期的に現れる項目や学生が十分認識していないような項目も含まれているため，現在の学生の認識を前提とし，短期的な交通手段の選択行動の観察から作成された行動モデル[2)3)]を用いた従来の分析方法，評価方法では十分とは言えない．むしろ，大学に通学する学生の多くが同様の認識を持ち，集団全体として合理的な行動を取った場合に獲得できる効果を把握できるような，規範的なモデルが必要であると考えられる．

(2) 本研究の内容

本研究では研究対象として大学という一つの集団を取り上げ，大学生を対象に行われる交通政策を考える．そして与えられた交通政策のもとで彼らが集団として最も合理的な生活・行動をとった場合に得られる状態を表現するようなモデルを構築する．すなわち，入学時及び学年進行に伴う通学キャンパスの変更時に学生が直面する居住地および交通手段の選択に着目し，与えられた交通政策のもとで学生生活を送る間に負担する各種費用の学生全体の総和を最小化し，居住地と交通手段の組み合わせを求める最適化モデル[4)]を構築する．

このモデルを仙台市の東北大学に適用し，1年半の社会実験の後2010年4月から本格導入された学都仙台市バスフリーパスの効果分析を試みる．この例を通して，学生に関わる通学交通政策は，移動費用や移動時間などの交通に関する項目への影響ばかりではなく，交通関係以外の居住などの項目に大きな影響を及ぼす場合があることを示し，交通政策に対する多角的な評価が不可欠であることを確認する．

*キーワーズ：土地利用・交通統合モデル，公共交通計画
**非会員，修(工)，三菱重工業株式会社
(E-mail: myheroislarsson@gmail.com)
***正会員，博(工)，東北大学東北アジア研究センター
(仙台市青葉区川内41番地，
TEL 022-795-7571，FAX 022-795-7477，
E-mail: mokmr@m.tohoku.ac.jp)

2．モデルの定式化

（1）モデルの設定

大学生の学生生活期間である4年間，または修士課程を含めた6年間の間にかかる諸費用を計算し，それを学生全体で最小化する居住地と通学手段を割り当てる最適化モデルを考える．最小化すべき諸費用としては，住宅費用として家賃と引越し費用，交通費用として移動金銭費用，移動時間費用，バイク購入費用，バイク維持費用，そして事故リスク費用，環境負荷費用を考慮する．

（2）定式化

本モデルにおける操作変数は学部，学年ごとの学生の交通手段と居住地への割当数である．すなわち操作変数は $X_{j,k}^{h,i} \geq 0$ と表される．ただし，$h \in H$：学年，$i \in I$：学部，$j \in J$：交通手段，$k \in K$：居住地である．

学生の交通手段としては，自動車，バイク，自転車，徒歩およびバスを考えて定式化することが可能である．本研究では後に説明する東北大学において，駐車場の制約から自家用車利用が限定的であること，キャンパスの高低差などの理由で徒歩通学が少ないことを考慮して，バイク，自転車およびバスの３つの手段を取り上げる．本研究ではおおむね２年おきに行われる通学キャンパスの変更やそれに伴う引越しを考慮に入れ，以下のモデルにおいても２年を１期間として３期にわたる計算を行う．

学生生活にかかる費用の学生全体の総和 C を最小化する問題は，以下のように定式化できる．

$$\min C = HC + TC + TAC + ELC \tag{1}$$

$$s.t. \quad \sum_j \sum_k X_{j,k}^{h,i} = P^{h,i} \qquad \forall h,i \tag{2}$$

$$\sum_h \sum_i \sum_j X_{j,k}^{h,i} \leq A_k \qquad \forall k \tag{3}$$

HC：住宅費用

TC：交通費用

TAC：事故リスク費用

ELC：環境負荷費用

$P^{h,i}$：2学年１学部の人数

A_k：地域kの居住容量

制約条件式(2)は学生が全て配分されることを表し，式(3)は地域ごとの居住容量制約を表す．

a）住宅費用

住宅費用 HC は総家賃 HHC と総引越し費用 MC の二つで構成されるものと考え，総家賃は学期(24 ヶ月)ごとに総家賃を計算し，引越し費用は引越し人数に単位引越し費用を乗じて求める．

$$HC = HHC + MC \tag{4}$$

$$HHC = 24\sum_k \left(H_k \sum_h \sum_i \sum_j X_{j,k}^{h,i} \right) \tag{5}$$

$$MC = Y\left(\sum_h^{H-5} \sum_i \sum_k N_k^{h,i}\right) \tag{6}$$

$$\sum_j X_{j,k}^{h,i} = S_k^{h,i} + M_k^{h,i} \qquad h = 5, H-5 \quad \forall i,k \tag{7}$$

$$\sum_j X_{j,k}^{h+5,i} = S_k^{h,i} + N_k^{h,i} \qquad h = 5, H-5 \quad \forall i,k \tag{8}$$

$$\sum_k M_k^{h,i} = \sum_k N_k^{h,i} \qquad \forall i, \ h = 5 \tag{9}$$

$$\sum_k M_k^{h,i} = \sum_k N_k^{h,i} + O^{h,i} \qquad \forall i, \ h = 2 \tag{10}$$

H_k：地域kの平均家賃

Y：１人当たり１回の引越しにかかる単位費用

$M_k^{h,i}$：h期とh+1期の間に地域kから他地域に転出する学期h学部iの人数

$N_k^{h,i}$：h期とh+1期の間に他地域から地域kに転入する学期h学部iの人数

$S_k^{h,i}$：h期とh+1期の間に地域kに留まる学期h学部iの人数

$O^{h,i}$：2期終了後卒業する学部iの人数

式(5)は1期間である2年間の総家賃を表し，式(6)は期末における総引越し費用を表している．引越しは，学年の進行に伴う人数のアンバランスを埋めるために必要な最低限の移動数のみを考える．制約式(7)はh期に地域kに住む学部iの学生は同じ地域に留まる学生と他地域に転出する学生に分けられることを表しており，式(8)はh+1期に地域kに住む学部kの学生が前期から同じ地域に留まっている学生と他地域から転入してきた学生から構成されることを表している．式(9)は転入・転出者のつり合い条件であるが，式(10)のように卒業により転出する学生の存在も考慮する．

b）交通費用

交通費用 TC は，通学及び都心への移動についての移動金銭費用 TcC, TcU，移動時間費用 McC, McU，バイク購入費用 BC，バイク維持費用 BMC により構成されるものとし，それぞれ利用者数に応じて単位費用，時間ごとの原単位を掛けて求めることとする．

$$TC = TcC + TcU + McC + McU + BC + BMC \tag{11}$$

$$TcC = TrC\left(\sum_h \sum_i \sum_j \sum_k fc_{j,k}^{h,i} X_{j,k}^{h,i}\right) \tag{12}$$

$$McC = TrC \times TV \times \left(\sum_h \sum_i \sum_j \sum_k TiC_{j,k}^{h,i} X_{j,k}^{h,i}\right) \tag{13}$$

$$TcU = TrU\left(\sum_h \sum_i \sum_j \sum_k fu_{j,k} X_{j,k}^{h,i}\right) \tag{14}$$

$$McU = TrU \times TV \times \left(\sum_h \sum_i \sum_j \sum_k TiU_{j,k} X_{j,k}^{h,i}\right) \tag{15}$$

$$BC = \alpha \sum_h \sum_i \sum_k G_k^{h,i} \tag{16}$$

$$BMC = \beta \sum_h \sum_i \sum_k \left((H+5-h) G_k^{h,j} \right) \quad (17)$$

$$s.t. \quad X_{j,k}^{h,j} = \sum_{h=5}^{h} G_k^{h,j} \qquad j=1 \quad \forall h,i,k \quad (18)$$

$fc_{j,k}^{h,j}$ ：居住地 - キャンパス間の移動金銭単位費用

$fu_{j,k}^{h,j}$ ：居住地 - 都心間の移動金銭単位費用

TV ：時間価値

TrC ：1 期間の居住地 - キャンパス間のトリップ数

TrU ：1 期間の居住地 - 都心間のトリップ数

$TiC_{j,k}^{h,j}$ ：居住地 - キャンパス間の所要時間

$TiU_{j,k}$ ：居住地 - 都心間の所要時間

$G_k^{h,j}$ ：h 期に新たにバイクを購入する人数

α ：1 台当りバイク購入費用

β ：1 台当りの 1 期間(2 年間)のバイク保険料

式(12)と(14)はそれぞれ 1 期間の居住地 - キャンパス間の通学金銭費用と居住地 - 都心間の移動金銭費用を表し，式(13)と(15)はそれぞれ居住地 - キャンパス間の移動時間費用と居住地 - 都心間の移動時間費用を表している．ここでは，移動時間は時間価値を介してコストに線形に影響すると仮定している．実際に特定の個人に着目すると，授業時間帯とアルバイト等の時間帯に制約があり，移動時間に応じて活動ができなくなるという不連続な影響が生じる可能性がある．しかし本モデルの目的は交通施策が学生全体に及ぼす効果をマクロに把握するところにあるので，各学生への影響を集計化して考えればよく，影響を線形とみなすことができると考えた．

式(16)は学生全体のバイク購入費用を表す．式 (17) はバイク維持費用を表し，バイクの保有期間に応じて維持費用が掛かるように設定している．また制約式(18)は，バイク利用者は一度バイクを購入したら，それ以後は他の交通手段には移らないという制約条件を表す．

c) 事故リスク費用

事故リスク費用 TRC の計算式は走行キロに比例して交通事故が発生すると考え，通学時と都心への移動時に分けて以下のように定式化できる．

$$TRC = TRCC + TRCU \quad (19)$$

$$TRCC = \sum_j \left(TAC_j \times TAN_j \times TrC \sum_h \sum_i \sum_k disc_{j,k}^{h,i} X_{j,k}^{h,i} \right) \quad (20)$$

$$TRCU = \sum_j \left(TAC_j \times TAN_j \times TrU \sum_h \sum_i \sum_k disu_{j,k} X_{j,k}^{h,i} \right) \quad (21)$$

TAC_j ：事故を起こした場合に支払う平均費用

TAN_j ：走行キロ当たりの交通事故件数

$disc_{j,k}^{h,j}$ ：居住地 - 通学キャンパス間の移動距離

$disu_{j,k}$ ：居住地 - 都心間の移動距離

式(20)式(21)はそれぞれ居住地 - キャンパス間の移動，居住地 - 都心間の移動に伴う事故リスク費用である．

d) 環境負荷費用

環境負荷費用 ELC は交通手段ごとの移動距離に基づいて計算するものとし以下のように定式化できる．

$$ELC = ELCC + ELCU \quad (22)$$

$$ELCC = CT \left(\sum_j dc_j \left(TrC \sum_h \sum_i \sum_k X_{k,j}^{h,i} TiC_{j,k}^{h,i} \right) \right) \quad (23)$$

$$ELCU = CT \left(\sum_j dc_j \left(TrU \sum_h \sum_i \sum_k X_{k,j}^{h,i} TiU_{j,k} \right) \right) \quad (24)$$

CT ：炭素税(円/CO_2-t)

dc_j ：交通手段 j の CO_2 排出係数(g/min)

式(23)式(24)はそれぞれ居住地 - キャンパス間の移動，居住地 - 都心間の移動に伴う環境負荷費用である．

3．東北大学への適用

（1）分析の対象

本研究では東北大学を対象に分析を行う．学生の居住地として考慮する地域としては，東北大学の学生および教職員の居住地の郵便番号データ(2007年度)の集計結果を参考に，東北大学生の居住割合が高い地域および，バス路線網が充実している都心部やその周辺地域とし，大字別にゾーンわけした(図1)．また，都心の代表点は仙台駅前と考える．対象バス路線は平日の午前7時30分から8時30分の間の運行間隔が20分未満の系統のみを選抜した．

（2）使用するデータ

本研究で用いる学生数は東北大学HP に掲載されている2009年5月1日現在の学部・大学院学生数を利用し，通学キャンパスの違いによって学部・大学院を表1のように5つのグループに分類した．大字別の居住容量は住宅地図データベースZmap-TOWN II のデータをArcGISを用い，アパート・マンションの部屋数を集計して求めた．大字別平均家賃は，新入生向けに発行される物件情報紙に掲載されているエリア別平均家賃や地域別の物件の平均家賃をもとに作成した．所要時間を求めるための道路距離の算出にはArcGISのNetwork Analyst機能を用い，居住地 - キャンパス間と居住地 - 都心間の最短経路を探索した．その際，居住地の代表点を大字の人口重心とし，キャンパスの代表点をキャンパス入口，都心代表点を仙台駅前のバスターミナルと設定した．探索された最短経路を交通手段のそれぞれの速度で割ることで所要時間を算出した．バスの運賃と所要時間は，それぞれの大字の人口重心に最も近いバス停からキャンパスと都心へバスで移動する際に掛かる値を，仙台市交通局HPに

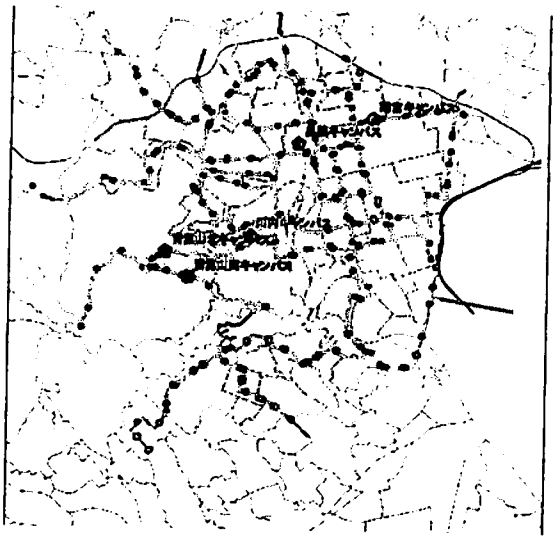

図1. 対象地域とバス路線

掲載されている市営バスの時刻表・運賃表を基に作成した．バス所要時間には端末部分の徒歩時間を加えた．事故リスク費用の計算に用いる走行キロ当たりの事故件数は東北大学発行の資料を基に設定し，環境負荷費用の計算に用いる炭素税や排出係数は環境省HPを基に設定した．

（3）大学生の行動の設定

学生は夏季休暇と学期末休暇を除く年間8ヶ月間週5回通学し，年間を通して週1回都心へ出掛けるものとする．通常この移動の際の交通手段はバイク，バス，自転車のいずれかを利用することとするが，冬季の路面凍結によりバイクと自転車が利用不可能な時期は，通常時の交通手段がバイクまたは自転車の学生も，バスまたは徒歩のうち一般化費用の小さい手段を選択するものとする．また，バイクを利用する場合はバイク購入費用とバイク維持費用を支払わなければならないものとする．なお，起伏による自転車の困難さを表現するため起伏の激しい経路を自転車で移動する場合，平地での平均自転車速度の半分で移動するものとする．

進学に伴うキャンパスの変更時期は1期と2期の間とする．引越しはこの時期にのみ行われ，そのための引越し費用が必要になると考える．

（4）政策の設定

運賃政策として一ヶ月定額制のバスフリーパスを取り上げ，様々なフリーパス運賃水準を設定する．これらのケースについて居住地・交通手段最適割当モデルを解き，フリーパス運賃水準の違いによる各種費用への影響や費用間のトレードオフ，バス収入への影響を分析する．

表1　学部別学生数

学部生(2学年分)			大学院生(2学年分)		
学部	キャンパス	学生数	研究科	キャンパス	学生数
文系	川→川	1420	文系研究科	川	961
工学部	川→青南	1620	工学・情報科学研究科	青南	1474
理・薬学部	川→青北	808	理学・薬学研究科	青北	638
医・歯学部	川→星	598	医学・歯学	星	310
農学部	川→雨	300	農学研究科	雨	194
計		4746	計		3577
総学生数		2×4746+3577=13069			

※川:川内，青南:青葉山南，青北:青葉山北，星:星陵，雨:雨宮の各キャンパスを表わす．

比較のため通常のバス運賃制度のケースについても最適割り当てモデルを適用し，その解との比較によってフリーパス施策の影響を考察する．

ここでフリーパス政策導入時には，通常の交通手段としてバスを選択した学生のみが1期2年間の24ヶ月について設定された値段でフリーパスを購入し，追加の費用なしにすべての移動をバスで行うと仮定する．一方，通常時バイクやバスを利用することになる学生は，バイク・自転車の利用不可能な日はフリーパスは購入せず，通常バス運賃制度でのバスか徒歩のうち一般化費用の小さい方を選択するものとする．

（5）最適割当結果の実現可能性

最適割当てモデルは，各種の制約条件を満足する解の中で学生全体の費用の集計値を最小にする解を求めるものであり，個々の学生にとっては望ましい結果を与えるとは限らないという点で実現可能性に疑問が生じる．ここでは，学部・学年別のグループごとに学生を集計した場合に，現状のコストに比べてモデルの最適解におけるコストが小さくなるかどうかを確認する．どのグループについてもコストが削減できるならば，グループごとの合意形成の結果として，モデルの最適解が実際に実現できる可能性が大きいと考える．

そこで学生を学期・学部別の計15グループに分け，現状の学部別居住分布と学部別通学手段割合の調査データに基づいて各グループごとの総費用を計算して，モデルの最適解における総費用との比較を行う．なお引越しの実態データは入手できなかったため，引越し費用を除く費用の比較を行った．

その結果，最適化モデルの解における学期・学部別の総費用はフリーパス運賃の設定値に関わらず，現状での総費用よりも減少していることから(図2)，モデルの解の実現可能性は小さくないことがわかった．

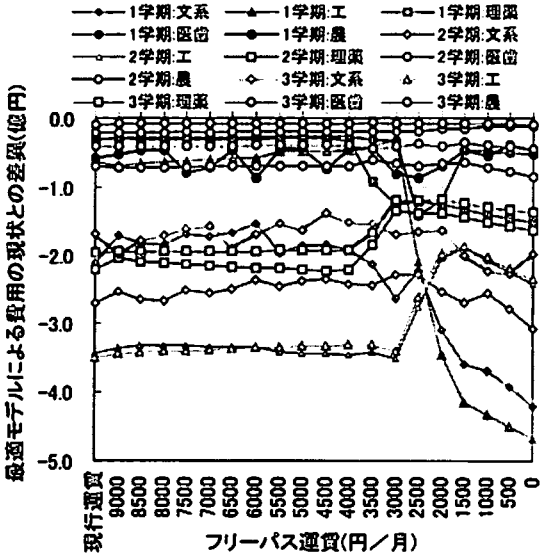

図2　最適化による総費用と実データによる総費用の比較

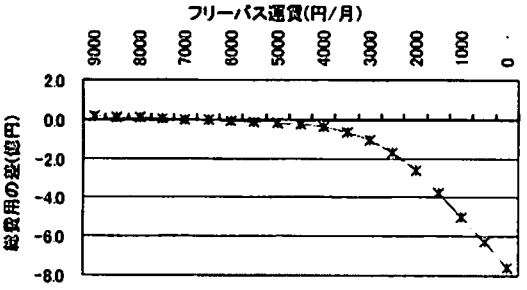

図3　現行運賃制度に対する総費用の差異

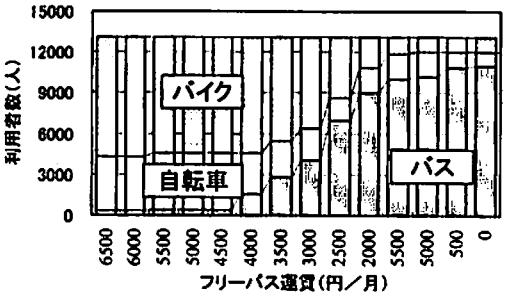

図4　フリーパス設定運賃ごとの交通手段シェア

(6) フリーパス運賃導入効果

以下の計算結果のグラフは，異なるレベルの運賃のフリーパスを導入したときの最適割り当てモデルの解を，現行の運賃制度の下で最適割り当てモデルの解と比較したときの差異を示している．したがって費用の差異が負であれば，政策の効果があると判断できる．

まず総費用の差異(図 3)を見ると，フリーパス運賃が 7000 円以上では現行制度からの差異は正の値になって

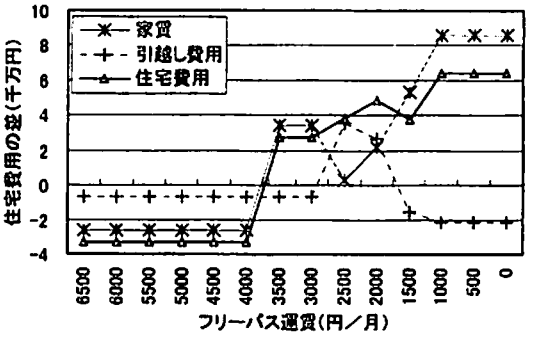

図5　現行運賃制度に対する住宅費用の差異

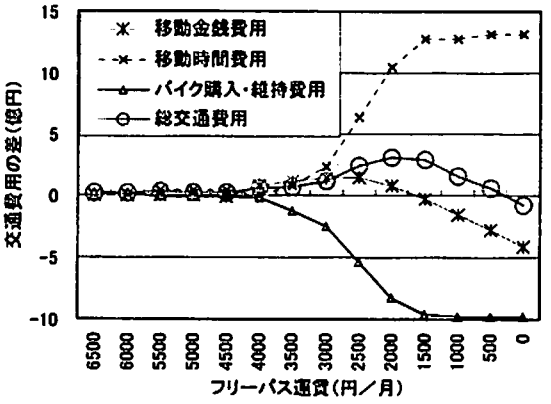

図6　現行運賃制度に対する交通費用の差異

おり，6500 円以下で初めて総費用の差異が負に転じる．つまり，フリーパスは，運賃を 6500 円以下に設定して初めて意味を持つことから，以下では 6500 円以下の計算ケースに注目する．交通手段シェア（図 4)を見ると，フリーパス導入の影響は，バス利用者数の変化が小さい運賃が 6500 円から 4500 円の間の領域と，バス利用者数の増加が著しい運賃が 4000 円以下の領域とで，異なる特徴を持つことがわかった．

まず前者のフリーパス運賃が 6500 円～4500 円の領域での効果を考察する．

住宅費用として取り上げた家賃と引越し費用(図 5)の現行運賃に対する差異は，この運賃の領域では常に安定して負となっており，制度導入の効果が見られる．交通費用(図 6)は，フリーパス運賃が 6500 円～6000 円の時，自転車利用が減少しバイク利用者が増加することによってバイク購入・維持費用と移動金銭費用の増加が起こるため費用が増加し，グラフは正の値をとっている．フリーパス運賃が 5500 円～4500 円になると，バス利用者数の増加による移動金銭費用と移動時間費用の増加により交通費用はさらに増加する．事故リスク費用(図 7)と環境負荷費用(図 8)の変化を見ると，フリーパス運賃が 6500 円から 6000 円の間は，バイク利用者の増加に伴い

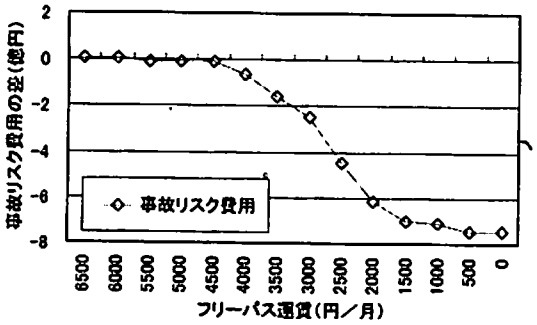

図7　現行運賃制度に対する事故リスク費用の差異

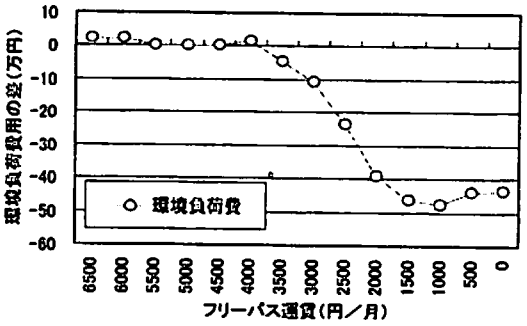

図8　現行運賃制度に対する環境負荷費用の差異

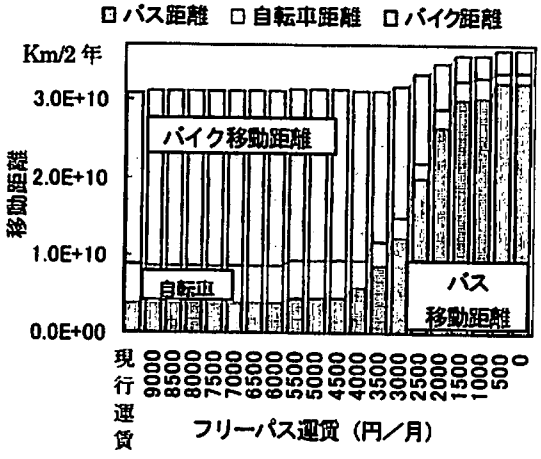

図9　交通手段別総移動距離の変化

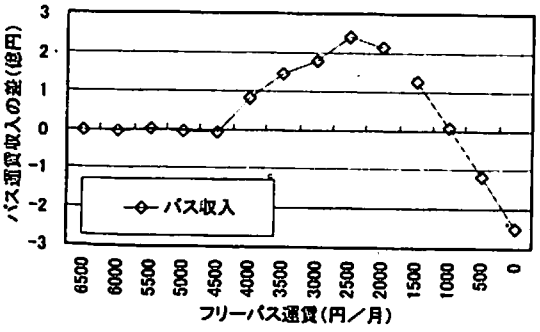

図10　現行運賃制度に対するバス収入の差異

バイクの総移動距離が増加する(図 9)結果，現行運賃制度よりも増加する．5500 円から 4500 円の間は主にバスの総移動距離が増加するために総移動距離が増加するものの，バイクの総移動距離が減少する(図 9)ため，現行制度下に比べて事故リスク費用は若干の減少となる．バス収入(図 10)はフリーパスの運賃を少し変えるだけでその増減は不安定に変化する．

以上の結果をまとめると，この 6500 円～4500 円の運賃帯では，バス利用者の増加によるバス収入の増加の効果や，バイク利用者の減少による事故リスク費用および環境負荷費用の減少の効果は期待できないが，学生のより経済的な居住地の選択を可能にするという効果が最も大きいことがわかった．

次にフリーパス運賃が 4000 円以下の領域における効果を考察する．この領域ではフリーパス運賃が安くなったことにより，バスに便利なより都心に近い地域に居住する者が多くなり，それに伴い家賃は増加する(図 5)．交通費用(図 6)に関しては，運賃が安くなると移動金銭費用の増加率が徐々に小さくなる．そのため交通費用全体ではフリーパス運賃 2000 円をピークに減少に転じ，フリーパス運賃 0 円で政策前より総交通費用は小さくなる．事故リスク費用と環境負荷費用(図 7, 図 8)はバイク利用者の減少と共にバイクの総移動距離が大きく減少する(図 9)ことで費用の減少も大きくなる．バス収入(図 10)はフリーパス運賃が 1000 円以上の範囲では増加するが，実際には利用者の大きな増加に対応すべく増便などの追加的な経費の増加を考える必要があるため，それをそのままバス事業者の効果として評価することはできない．

以上の結果をまとめると，この 4000 円以下の運賃帯では，事故リスク費用と環境負荷費用に大きな効果が期待できる．大学が，フリーパスの導入によって事故リスクの低減や環境負荷低減を目指すのであれば，この料金帯まで運賃を下げる必要があると言える．

4．おわりに

（1）結論

本研究では学生が在学期間内に負担する各種費用の学生全体の総和を最小化する，居住地・交通手段最適割当モデルを構築し，東北大学を対象としてバスフリーパス制度の効果について多角的な分析を行った．

分析結果から，現状のバスサービスの供給体制を大きく変えないとすれば，フリーパス運賃が 6500 円～4500 円の範囲で効果が期待できる．この運賃帯ではバス収入はフリーパス運賃を少し変えるだけで増減が不安定に変化しており，フリーパスはバス収入の増加には直結しない．一方，住宅費用である家賃と引越し費用はフ

リーパスの導入により安定的に減少することから，学生が居住地選択を合理的に行える効果が期待できることが分かる．この効果は，居住地選択が変化するような，長期間において初めて期待出来る効果であるため，フリーパス政策の評価には，長期的な判断が必要であると言える．

フリーパス運賃が 4000 円以下の範囲では，事故リスク費用と環境負荷費用の減少が期待できる．しかし，バスサービスを量的な補強するための供給体制の見直しが不可避であり，追加的な費用が必要になると考えられる．

（2）今後の課題

まず，地域の特徴を表すために用いたキャンパス・都心への利便性や家賃以外に居住地選択に影響があると考えられる要素を考慮すること，バスの容量制約の考慮，各地区の住居のうちで東北大学生が居住可能な比率を考慮した容量の設定などを行い，より実態に合った設定のもとで分析を行うことが望ましい．また，自動車の利用や徒歩の利用が多いようなキャンパスなど，本モデルの適用範囲を広げる努力も必要である．

参考文献

1) 谷口綾子，鈴木春菜，浅見知秀，藤井聡，石田東生：郊外型大学キャンパスにおけるバスを主体としたモビリティ・マネジメントの展望と課題，都市計画論文集，42(3)，pp. 943-948，2007.

2) J.B.Ubillos, F Sainz : The influence of quality and price on the demand for urban transport: the case of university students, Transportation Research part A 38, pp607-654, 2004.

3) 烏頭尾昌宏，徳永幸之：学生の居住地・交通手段保有遷移を考慮したTDMパッケージ施策評価，都市計画論文集，No. 38-3，pp. 487-492，2003. 10.

4) 安村勇亮，奥村誠，塚井誠人：住み替えコストを考慮した職住再配分モデル，土木計画学研究・講演集，vol. 30，2004. 1.

大学通学交通施策検討のための居住交通割当モデル*

川口康弘**・奥村誠***

近年の大学通学交通施策においてもステークホルダーの協働による交通システムの運営を促進するため，事業者の収益をこえた多角的な評価が必要になっている．本研究では学生の居住地と交通手段を割り当てる最適化モデルを提案した．東北大学に対して適用した結果，バス収入はフリーパス運賃を少し変えるだけで増減が不安定に変化していることから，フリーパス制度はバス収入の増加には直結しないことがわかった．一方で住宅費用はフリーパスの導入により安定的に減少することから，学生が居住地選択を合理的に行える効果が期待できることがわかった．この効果は，居住地選択が変化するような長期間において，初めて期待出来る効果であり，本モデルのように，居住地選択と交通手段選択を同時に分析することの必要性を示している．

Residence and Commuting Mode Allocation Model for Design of University's Transportation Policy*

By Yasuhiro KAWAGUCHI**・Makoto OKUMURA***

Recent transportation policy for university students requires wider evaluations in order to promote cooperative activities of stakeholders. An optimization model to allocate residential areas and commuting modes to students is proposed in this study. The model solutions for Tohoku University show the income of bus operator fluctuates unstably and becomes either positive or negative, affected by a small price change of the Bus Free-Pass. Therefore, Bus Free-Pass policy doesn't directly result to the profitability. On the other hand, housing cost decreases stably after introduction of the Free-Pass is introduced. Then they can expect the effect of making a reasonable residential choice, but only in longer time range. This effect can be grasped only by wider consideration both of residential choice and commuting mode choice together.