

地域 ITS が観光誘発交通へもたらす効果の把握*

Induced sightseeing traffic demand analysis for regional ITS*

三澤 勉**・手塚 雄治**・佐々木 恵一***・田村 亨****

by Tsutomu MISAWA**, Yuji TEDUKA**, Keiichi SASAKI*** and Tohru TAMURA****

1. はじめに

近年の情報技術の発展は、道路交通にも大きな変化をもたらしている。ITS の導入は、交通事故減少、交通環境改善、渋滞緩和に結びつくと考えられ、多くの研究がなされている。また、これらの研究成果をふまえ、救急医療や観光を中心とした地域活性化など、地域における諸要請に対応した ITS システムの導入(地域 ITS)も検討されはじめています。

一方、わが国において観光に対する需要は高まる反面、観光地域と観光客のニーズを情報によりリアルタイムで結び付けて行くことは余り行なわれていない。本研究は、地域が情報を作成・発信し、その情報に対する利用者の評価を情報作成にフィードバックすることを考えて、地域 ITS の有効性を検討しようとするものである。

本研究は、ニセコ・洞爺地域の観光交通を対象として、地域 ITS の実験モデルを作ることを目的とする。具体的には、まず地域 ITS を利用する事によって観光行動がどのように変化するかをアンケート調査を行い測定する。次いで、独自調査のデータを用いてファジィ・ニューラルネットワークモデル(以下 FN モデルとする)により、地域 ITS が観光誘発交通へもたらす効果を把握する。

2. 観光情報による誘発交通

(1) 誘発交通

本研究では、交通を誘発することについて、「観光客は観光する際に目的地(混在時間、内容、料金、混み具合、etc.) あるいは目的地への到達(所要時間、混雑度合、風景の良し悪し、etc.)」などの観光行動の対象や手段に関

しては様々な不確実性(あいまいさ:fuzzy)を持っており、これらの不確実性を減少させることは交通を誘発する1要因である」と仮定した。この仮定を設けたのは、本研究の対象地域であるニセコ地域には体験型観光ポイントが多く、それらは他の一般的な見物型観光ポイントに比べて滞在時間の予想が困難であり、1日のスケジュールに大きく影響すると考えたからである。そして、観光行動と情報の関係をその行動内容によって以下の3に分けた。

①行動を起こす前: いつ、どこへ行くか、または行動を起こすかやめるかという、一連の行動生成の意思決定に影響を与える。

②行動の途上: 自分の予定を立て行動を始めたが、途中に予定を変更すること(短縮・延長)や、観光行動の目的そのものの変更をもたらす。

③行動終了後: 一連の行動を終了し、その行動の評価から再び来ようというリピーター行動に影響を与える。

この中で、本研究は、情報提供により行動をやめることを対象としていないため②を対象にして、“普段の観光行動”と、“行動の途上でもし仮に情報が得られた場合の観光行動”をアンケート調査により把握し、情報の有効性を検討する。

(2) 観光地域 ITS

交通を誘発する要因としては、①地域側要因(観光ポイントの魅力付け、周遊観光のストーリー付け、観光案内標識の設置など)、②地域情報要因(イベント案内や開始時刻などのリアルタイムな情報、観光周遊ルート選択のための逐次情報など)、③道路管理者を中心とした走行環境要因(道路構造・安全性、路面状態、観光ポイントへの到着予想時間)などがあると考えられる^{1,2)}。

これら3つの要因のうち、地域情報要因と走行環境要因は、i モードやナビゲーションなどの情報技術を用いて、観光客に情報提供できるものである。このような、地域 ITS がもたらす誘発交通には多くのものが考えられる。短期的な誘発交通としては、①地域 ITS を利用できる「レンタカー需要の増加」、②地域 ITS を利用することによる「観光ポイント入り込み数の増加」「トリップ長の

* **Key Words:** 観光・余暇、交通行動分析、交通情報、ITS

** 学生員、室蘭工業大学 大学院建設システム工学専攻博士前期課程(北海道室蘭市水元町27番1号, TEL: 0143-46-5289, E-mail: s0921097@mmm.muroran-it.ac.jp)

*** 正員、工博、函館工業高等専門学校 環境都市工学科(北海道函館市戸倉町14番1号, TEL & FAX: 0138-59-6498)

**** 正員、工博、室蘭工業大学 工学部建設システム工学科(北海道室蘭市水元町27番1号, TEL: 0143-46-5287)

増加」「立ち寄り箇所数の増加」などがある。長期的な誘発交通としては、地域 ITS を利用したことによる満足度の増加が「リピーター率の増加」につながり、当該地域を訪問する「観光客入り込み数の増加」につながるものと考えられる。さらに、地域 ITS の導入によって地域内アクセシビリティの向上が土地利用の変化をもたらす可能性もある。

本研究では短期的な誘発交通を対象とし、最も基本的な観光情報として『経路所要時間』と『観光ポイントの参考滞在時間』を与えるものとする。そして、①ニセコ地域の周遊観光経路と周遊観光ポイントを設定し、経路の所要時間と観光ポイントの参考滞在時間を観光情報とした1日の周遊観光行動のスケジューリング及び各経路の認知所要時間のアンケート調査、②アンケート調査の結果を用いて、認知所要時間を考慮した FN モデルによる誘発交通量の推計を行う。

3. 調査

(1) 調査の方法

2 章で述べた本研究の仮定をもとに情報の有効性を検討するためには、情報の有り無しによる行動の違いのデータが必要である。実行動の分析が最も適当ではあるが、その場合、情報がない被験者の行動把握が難しい。また、得られた莫大な情報の加工編集に時間が費やされる。しかし、机上におけるアンケートでは、紙面による情報提供ではあるが、ITS 技術による情報提供の仕方の模索及び、情報の有り無しによる行動の違いを短期間に取得することが可能である。

(2) アンケート調査

アンケート調査は室蘭工業大学の学生 87 人を対象に行った。アンケート調査の手順は次のとおりである。

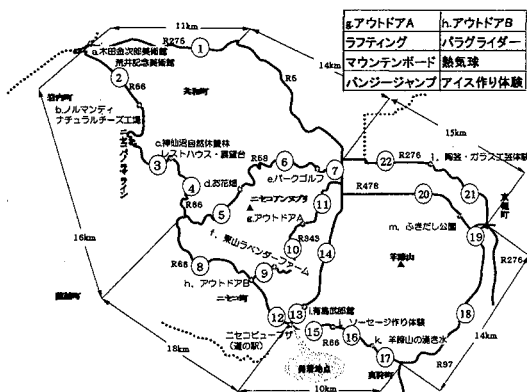


図-1 ニセコ地域観光地図³⁾

①あらかじめニセコエリア内に22の経路と13箇所の立

ち寄り観光ポイントが描かれた地図を提示し、まず次の2つの質問をする。(a)各観光ポイントの過去の訪問回数を答えてもらう。これは実際の観光客とは異なる被験者がどの程度対象エリアを知っているかを把握するためである。(b)夏季に自動車を利用し当該地域にある道の駅(ニセコビュープラザ)を発着地点として観光すると想定した場合の1日の周遊観光をスケジューリングしてもらう。ここで使用した地図は、筆者らが独自に作成したものである。

- ②提示した地図より各経路の『最小(早くて)』・『平均(普通で)』・『最大(遅くて)』認知所要時間を聞く。
- ③各観光ポイントの魅力度を5段階で評価してもらう。これは被験者全体の相対的な魅力度を決定できると同時に、各個人にとっての絶対的な魅力度を考慮した分析を可能とするためである。
- ④『経路所要時間』、『立ち寄り観光ポイントの参考滞在時間』情報が掲載された地図を新たに提示し、それを参考に、再度1日の周遊観光をスケジューリングしてもらう。なお、ここで使用した地図も先の地図と同様に筆者らが独自に作成したものである。

(3) アンケート集計結果

アンケートを集計した結果は表-1のとおりである。これより、有効回答者数のうち、情報を与えられた場合の立ち寄り観光ポイントの増加は約17%(11/66)、経路選択の変更は約32%(21/66)であった。また、約40%(26/66)が情報を与えられたことにより、スケジュールに何らかの変更を行っている。

表-1 アンケート集計結果

	大学院1年生		学部1年生		合計
	男	女	男	女	
① 回答者数	30	3	47	7	87
② 有効票数	21	3	35	7	66
観光ポイント					
③ 訪問数増	4	1	5	1	11
④ 訪問数減	2	1	5	0	8
⑤ 訪問順序変更	5	0	3	1	9
⑥ 訪問場所変更	7	2	5	1	15
経路					
⑦ 経路選択変更	8	2	9	2	21
③～⑦のいずれかに当てはまるもの	11	2	10	3	26
⑧ 出発時刻変更	7	1	9	1	18
⑩ 帰着時刻変更	20	2	13	7	42
変化率(⑧/②)	0.52	0.67	0.29	0.43	0.39

(4) アンケート分析

本研究の目的である情報の有効性(交通の誘発性)を把握するため情報提供後に、スケジュールに何らかの変更を行った被験者26人について分析したところ、経路の

所要時間提供による被験者の行動変化を読み取ることができ、それらを6つパターンに分類した。

- ・ 情報提供により、認知所要時間の不確実性が減少し、立ち寄り観光ポイントの合計魅力度をより増加させようとする行動変化パターン(10 サンプル)。
- ・ 情報提供前に被験者が認知している所要時間に不確実性(あいまいさ)が大きかった経路を新たに選択するようになった行動変化パターン(立ち寄り観光ポイントには変化のないもの→4 サンプル、立ち寄り観光ポイントにも変化のあるもの→2 サンプル)。
- ・ 特に情報提供前に被験者が認知している所要時間に不確実性(あいまいさ)が大きかった経路を選択していたが、情報提供後、選択しなくなった行動変化パターン(1 サンプル)。
- ・ 特に情報提供前に被験者が認知している所要時間に不確実性(あいまいさ)が大きかったトリップの位置が変動する行動変化パターン(1 サンプル)
- ・ 情報提供により、予想よりも時間的に余裕がないことが分かり、より行動を絞った行動変化パターン(2 サンプル)。
- ・ 情報提供により、予想よりも時間的に余裕があることが分かり、行動を増やした行動変化パターン(4 サンプル)。
- ・ その他(2 サンプル)

分類した6パターンの中の行動を増やした4サンプルについて、情報提供によってどのように行動が誘発されたかを把握するため、横軸に時刻、縦軸に出発地点からの移動距離をとり、被験者の対象地域における1日のスケジュールをTime-space-pathで表したものが、図-2である。

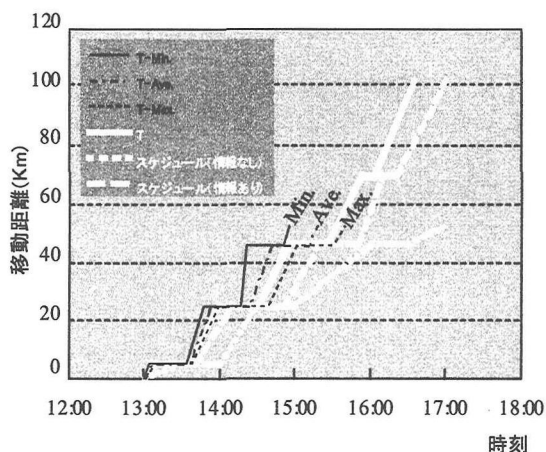


図-2 Time-space-path

ここで「T-Min、T-Ave、T-Max」の線は、それぞれ、アンケート上で対象地域の22経路について被験者が記載した利用経路認知所要時間の最小値(T-Min)、平均値

(T-Ave)、最大値(T-Max)をもとに周遊行動した場合のTime-space-pathである。また、白線は、被験者に対象地域でスケジュールを立ててもらったときのTime-space-pathである。「スケジュール(情報なし)」の線は、情報提供前に被験者4名が立てたスケジュールの平均値を表したものである。スケジュールを立てる際には必ずしも自己の認知所要時間(T-Min、T-Ave、T-Max)に正確に従うのではなく、ある程度余裕のあるスケジュールを立てるのが一般的であると考えられることから、実際にとる行動もこれに近いと思われる。「スケジュール(情報あり)」の線は、情報提供後に被験者4名が立てたスケジュールの平均値を表したものである。ここで、誘発交通として注目すべきことは、情報提供前後で出発時刻、帰着時刻ともに変化がないにもかかわらず、情報提供後に立ち寄り観光ポイントを1箇所増やし、総移動距離については2倍近く長い周遊行動が可能となるスケジュールを立てていることである。また、図中のTは被験者が情報提供後に立てたスケジュールを、提供した経路所要時間に正確に従った場合を想定したもので、想定できる一番無駄のない行動を示している。

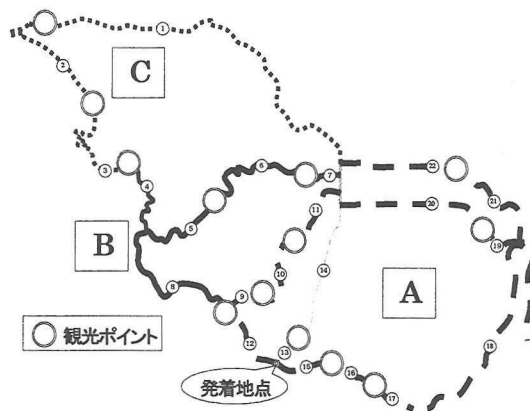


図-3 経路の集約

表-2 周遊パターン

周遊パターン	情報なし	情報あり
A	22	17
B	1	0
AB	26	29
AC	2	2
BC	1	1
ABC	14	17

立ち寄り観光ポイントと選択経路の組み合わせによって周遊パターンを形成することができる。有効回答者66人について使用経路と観光ポイントより周遊パターンの作成を試みたが、被験者のほぼ全員が異なったスケ

ジューリングをしていた。そこで、異なるスケジュール集約するため、発着地点を中心に最も観光ポイントが多いルートをA、観光ポイントとして、アウトドアを含んでいるルートをB、最も広域なルートをCと設定し(図-3)、その組み合わせによって6つの周遊パターンに分類した(表-2)。ここで、周遊パターンAとはルートAを構成している経路を少なくとも1つは使用し、他のルートを構成している経路は1つも使用していないものを指す。他の周遊パターンについても同様である。

表-2より、入り込み数の少なかった周遊パターンB、AC、BCを除くと、情報提供後、パターンAは減少しているのに対して広域型周遊のパターンAB、ABCは増加していることが分かる。

4. FNモデルの構築⁴⁾

(1) FNモデルの概念

ファジ理論は、そのデータの取り扱いに特徴がある。従来の科学では、分析に用いるデータは客観的で完全かつ正確であるものが望まれる。しかし、ファジ理論は、その言葉どおり、“あいまいさ”(主観的・不完全・知識 etc.)を含んだデータを用いることが可能である。これは、個人の認知所要時間を用いる本研究においては適切な手法である。ただし、ファジ理論には学習機能がないのでこれを補うものとしてニューラルネットワーク理論を用いて、あいまいさを持ったデータを入力層として学習させることで、データの再現性を確認することが可能となる。また、入力層としての「ファジ数(信頼性)で表した各ルートの認知所要時間」を表すため三角型メンバーシップ関数を用いた。これは、様々なメンバーシップ関数(台形型、直線型、etc.)の中でファジ分割を細かく行うことができ、2つのパラメータだけで表すことができるため、パラメータの設定が他のメンバーシップ関数と比べても容易である。

(2) 認知所要時間の把握

認知所要時間の把握の方法について、周遊パターンABCを例にとって具体的に説明する。周遊パターンABCに対しては、ルートA、B、Cの3つの認知所要時間を作成することが可能であるが、いずれも把握の方法は同様であるのでルートAのみについて説明する(情報提供前の周遊パターンABCの入り込み数は14である)。

①アンケートでは観光ポイント間(区間)に対して認知所要時間を聞いているので、ルートAを構成している区間10個の認知所要時間の和をルートAの認知所要時間とする。ここで注意すべきことは、移動中の経路所要時間の不確実性を考えて『早くて』『普通で』『遅くて』の3つを答えてもらっているため、3つの認知所要時間が把握できることである。

②①の方法により、14人分(パターンABCの入り込み数)の認知所要時間が把握でき、移動中の経路の不確実性『早くて』『普通で』『遅くて』ごとに14人の平均をとる。

③「移動中の経路所要時間の不確実性を考えて、ルートAを周るのに『早くて』何分かかると思うかのパターンABC14人の平均値」=「パターンABCのルートAに対する最小認知所要時間」とする。『普通で』『遅くて』についても同様である。

④これらを三角形型メンバーシップ関数の各頂点の値とする。

以上のようにして、周遊パターンごとにそれを構成している各ルートの認知所要時間のあいまいさを三角形の面積を1としたメンバーシップ関数に変換した(図-4)。

ここで、75.1分の時に信頼性の値が0.044となるのは、アンケートによって得られた『早くて』『普通で』『遅くて』の認知所要時間によってできる底辺をもとに三角型メンバーシップ関数の面積が1になるように固定し算出したからである。

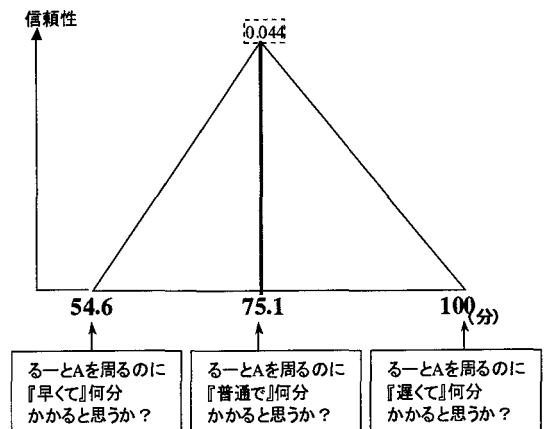


図-4 認知所要時間のメンバーシップ関数
(周遊パターンABC)

(3) 認知所要時間の比較

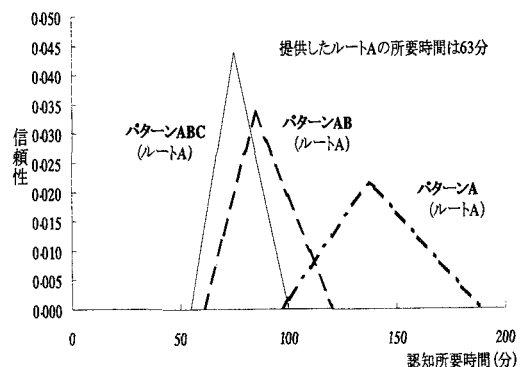


図-5 認知所要時間の比較

入り込み数の多かったパターン A、AB、ABC のルート A に対する認知所要時間のメンバーシップ関数を比較すると、広域型の周遊パターンになるほどその底辺の幅が小さいことが分かる(図-5)。またパターン AB、ABC のルート B に対する認知所要時間で比較しても同様のことが言える。これらのことから、広域型周遊をしている人は認知所要時間が適切であるだけでなく、経路所要時間に対する不確実性が小さいということが分かる。これは2章の(1)で記した本研究の仮定が正しかったことを示すものである。

(4) 魅力度

アンケートでは全観光ポイントについて、その魅力度を5段階で評価してもらった。これらを周遊パターンごとに集計し、「ルート A 上の観光ポイントの魅力度」、「ルート B 上の観光ポイントの魅力度」、「ルート C 上の観光ポイントの魅力度」を設定した。これは、先に説明した認知所要時間同様に周遊パターンごとの平均値を用いている。ただし、認知所要時間はそのルートを構成する全経路について合計しているのに対し、魅力度は各被験者が評価した魅力度のうち、そのルート上で「実際に訪問する」観光ポイントの魅力度のみを合計し、平均値を求めている。

また、ここでの「各ルート上の観光ポイントの魅力度」は「各ルート上で観光客がどの程度の魅力を得ようとしているか」であり、「各ルートにどの程度の魅力があるか」と言い換えれば、「各ルートの魅力度」を表すものであるとも考えられる。

(5) モデル分析

観光客が持つ経路所要時間の不確実性を考慮した需要推計を行う為に、FN モデルを用い、3章の(2)でと

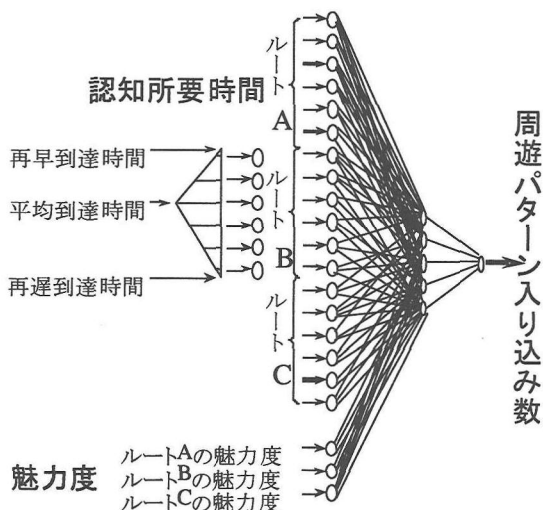


図-6 FN モデル

りあげた情報提供によって周遊行動に何らかの変更を行った6パターンをとりあげて、それぞれについて情報提供前後を合わせて12の行動パターンについて学習を行った。入力層は「ファジィ数で表した各ルートの認知所要時間（信頼性の値）」と「各ルートの魅力度」とし、出力層は「各パターンの入り込み数」とした(図-6)。

実際のモデル解析にあたっては、情報を与える場合、メンバーシップ関数の面積を1と固定し、10分ごとの底辺からの高さ(=信頼性)を入力した(図-7)。情報を与えた場合は、図-7のメンバーシップ関数の傘がとじていると考えて、例えば提供した時間が63分の場合には、情報提供後のメンバーシップ関数は60分が0.7、70分が0.3として入力した(図-8)。

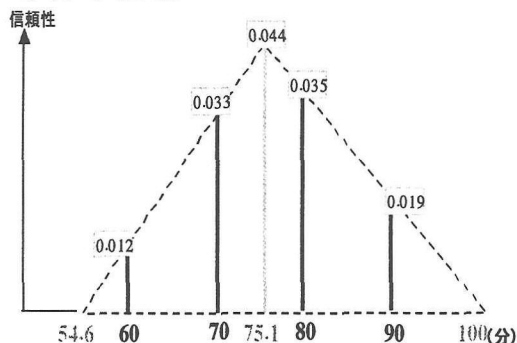


図-7 情報が無い場合の入力

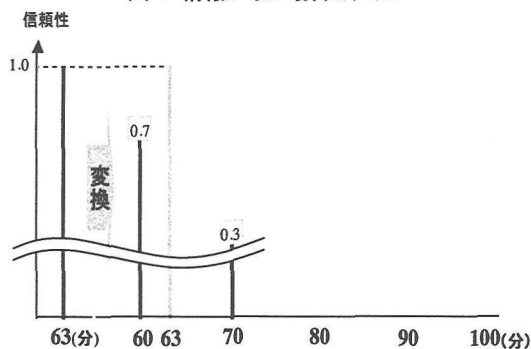


図-8 63分という与えられた場合の入力

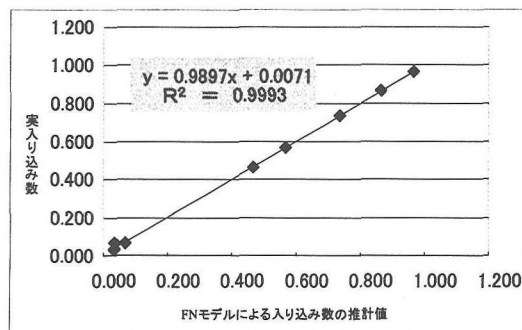


図-9 FN モデルによる入り込み数の推計値と実入り込み数の相関関係

分析の結果、FN モデルによる入り込み数の推計値と実入り込み数の相関係数は0.9993 となり、現状再現性が十分に得られるモデルとなった(図-9)。これにより、経路所要時間が与えられたときの誘発交通の効果把握を行うことが可能となる。

(6) 感度分析

アンケート調査において提供した情報は「観光ポイントの参考滞在時間」及び「経路所要時間」であった。前者については、ニセコ地域の観光特性として体験型の観光ポイントが数多いことから、観光ポイントでの滞在に要する認知時間の差を事前に取り除くことが主たる目的であった。そこで、本節では「経路所要時間」について感度分析を行い、経路集約を行った後の3つのルート(図-10)において「提供する経路所要時間」を変化させたときの「各周遊パターン入り込み数」の変化をみることにした。具体的には周遊パターン A、AB、ABC に対して「提供所要時間」を1分ごとに最大で10分まで増加または減少させた。なお、2つ以上のルートから構成される周遊パターン AB、ABC については各ルートの「提供所要時間」を一様に変化させた。分析結果を図-11 に示す。

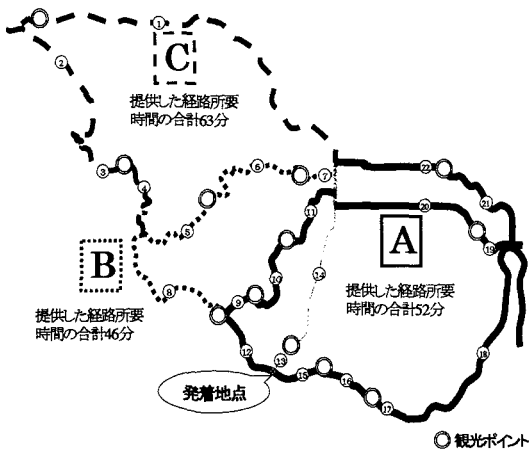


図-10 分析対象ネットワーク

図-11 から明らかなように2つの傾向が見られた。まず、『周遊パターン AB』及び『周遊パターン ABC』においては「提供所要時間」と「入り込み数」は反比例関係にあり、両パターンとも提供所要時間の減少よりも増加に対して感度が高い。また、『周遊パターン AB』よりも『周遊パターン ABC』の方が所要時間の増加に対する入り込み客数の減少が大きい。一方、『周遊パターン A』においては「提供所要時間」と「入り込み数」は比例関係にあり、FN モデルにおいて、その学習機能であるニューラルネットワークモデルでは、今までの傾向を学習するのみでアンケート調査での行動を再現するにとどまってい

る。常識的な判断が可能な周遊パターン AB と周遊パターン ABC に関する限り、アンケート調査被験者は、移動に要する時間的制約のもとで可能な限り広域型の周遊を望んでいることが分かる。つまり、情報提供によって認知所要時間のあいまいさの減少が、個人の時間的制約を緩和し、周遊行動の広域化(立ち寄りポイントの増加・走行距離の増加)をもたらしており、これらが情報提供により交通を誘発していることだといえる。

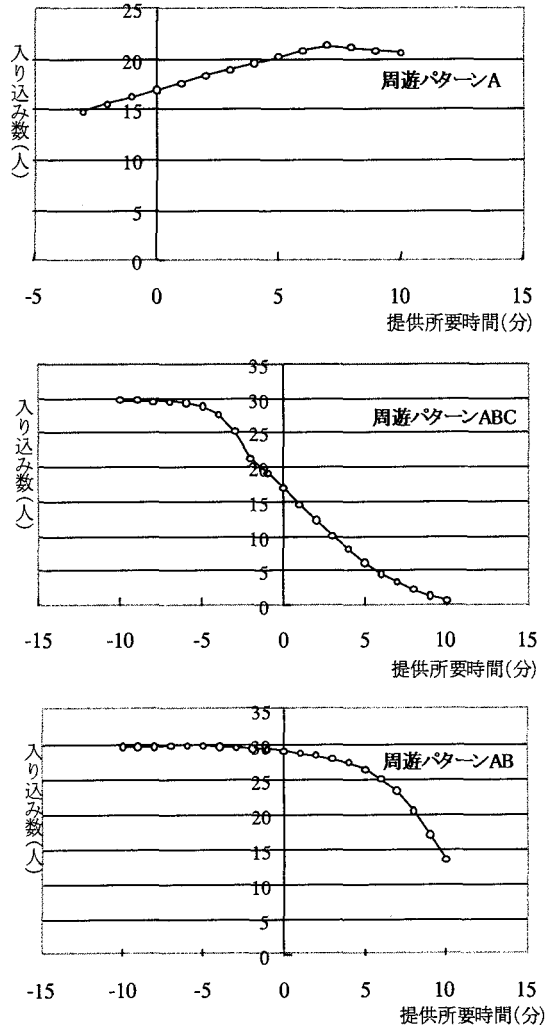


図-11 感度分析

5. 結論と今後の課題

本研究をまとめると、以下の2点になる。

- ①ニセコ・洞爺地域の観光交通システムを対象として、アンケート調査により情報提供による観光周遊行動の変化を検討できた。

②このデータを用いて地域 ITS が誘発交通に与える影響を把握できるモデルを構築し、その有効性を検討した。今後の課題としては、①調査サンプル数を多くして活動属性などの層別の分析を行うこと、②観光ポイントに関する要因をモデルに取り込むこと、③提供する情報のバイアスと交通誘発との関係の分析、等があげられる。

本研究を進めるにあたり、北海道開発局開発土木研究所、加治屋安彦室長には的確なご指摘を頂いた。記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 室谷正裕：新時代の国内観光 魅力度評価の試み、運輸政策研究機構、1998.
- 2) 北海道開発土木研究所：移動中の高度情報通信社会流通情報の利用技術に関する調査研究会、2000.
- 3) ニセコ山系観光連絡協議会・ニセコ山系広域観光推進委員会：ニセコエクスプレス、Vol. 13, 14.
- 4) 坪井兵太、秋山孝正：ファジィ・ニューラルネットワークを用いた経路選択行動のモデル化、土木計画学研究・講演集、No. 20(2), pp. 193-196, 1997.

地域 ITS が観光誘発交通へもたらす効果の把握 *

三澤 勉**・手塚 雄治**・佐々木 恵一***・田村 亨****

本研究ではニセコ・洞爺地域の観光交通システムを対象として、地域 ITS の実験モデルを作成することを目的とするものである。地域 ITS を利用することによって観光行動がどのように変化するかを検討するため、経路所要時間と観光ポイントの参考滞在時間を観光情報として、情報提供前後におけるスケジューリング及び各経路の認知所要時間のアンケート調査を行った。その結果、「観光客が持つ不確実性の減少」が交通を誘発する 1 つの要因であることが示した。さらに、不確実性の考慮が可能なファジィ・ニューラルネットワーク(FN)モデルを用いて、地域 ITS が観光誘発交通へもたらす効果を定量的に把握するモデルを提案することができた。

Induced sightseeing traffic demand analysis for regional ITS *

by Tsutomu MISAWA**・Yuji TEDUKA**・Keiichi SASAKI***・Tohru TAMURA****

In this study, the purpose is to create an experimental model of Regional ITS at the sightseeing points in the Niseko and Toya area. That is to examine how sightseeing behavior changes when tourists have provided the information. This sightseeing information is the necessary time of travel and the distance of the sightseeing point from the tourists' residence. Information was taken through a survey that was done to find out the changes of tourists schedule, the time consumed and the distance of each route. The result shows that as the tourists' uncertainty of schedule decreases, the number of travel increases. Furthermore, the Fuzzy-Neural network model for regional ITS of sightseeing induction traffic was suggest.
