

経路選択における道路交通情報の有効性

The Efficiency of Traffic Information Service for Driver Route Choice

谷口 正明* 羽藤 英二** 杉恵 頼寧***

By Masaaki TANIGUCHI, Eiji HATO, Yoriyasu SUGIE

Traffic information systems make it possible to reduce traffic congestion. However, the driver must be given careful consideration as one of the important elements in system design. When traffic information is given, it is necessary to take the driver's response and behavior into account. In this paper, we will introduce a driving study we have carried out on metropolitan expressways and alternate routes as well as a stated preference survey. Then an analysis on driver's route choice when given traffic information is mentioned. As a result of the driving study, a great difference in travel time was found between metropolitan expressways and alternate routes depended on the traffic condition. This means that it is possible to alleviate traffic congestion with a traffic information service. As for the result of the stated preference survey, the rate of driver route changes after receiving traffic information differed according to the degree of congestion on the route the driver was taking, the purpose of the trip, and personality traits.

1. はじめに

21世紀の車を大きく変貌させる要因として「車と道路の知能化システム:IVHS¹⁾ (Intelligent Vehicle Highway System)」がある。これは情報通信技術を活用し、車と道路をネットワーク化し、車単体では解決が困難になってきた交通問題を解決しようとするものである。その中でもATIS²⁾ (Advanced Traveler Information System)は渋滞改善と都市の道路ネットワークの有効利用に資する技術として注目を集めている。ATISは、経路誘導情報を提供することにより、ドライバーが都市のネットワーク上で混んでいる経路を避けることを助ける。これにより都市の交通渋滞を緩和

できる可能性がある。代表的なシステムとして、道路状況／公共交通機関／相乗りなどの最新情報を旅行前／旅行中に提供するサンフランシスコのTravInfo³⁾などがある。我が国においては、所要時間情報を中心とした情報板が整備されつつある。またGPSを利用したナビゲーションシステムが普及しはじめている。今後は光ビーコンなどのインフラの整備に伴い、動的な交通情報提供(real-time traffic information⁴⁾)による交通流の改善が期待される。そのためにはより有効性の高い動的な交通情報提供システムをハードとソフトの両面から構築していく必要がある。

有効なシステムの構築のために研究課題として、

- (1) 情報に対するドライバーの反応の評価
- (2) 情報提供後のネットワークの評価
- (3) 情報の提供方法(インターフェイス)の評価
- (4) 車両データの収集方法の開発

が考えられる。こうした研究課題に対して様々なアプ

キーワード: 道路交通情報、経路選択、ダイナミック、ATIS

* 正会員 工修 日産自動車(株) 交通研究所 主任研究員
(〒104-23 東京都中央区銀座6-17-1)

** 正会員 工修 日産自動車(株) 交通研究所

*** 正会員 工博 広島大学教授 工学部第四類(建設系)
(〒724 広島県東広島市鏡山1-4-1)

表1 情報提供に関する研究

キーワード	特徴	研究例
SP	システムが存在しない時点での評価	Khatrak et al(1993) 飯田、内田、山本、村田(1991)
シミュレーター	より現実に近い形でシステムの評価	IGOR(Bonsall & Parry,1992) TNO(Janssen & Horst,1992)
ネットワーク	ネットワーク上でのシステムの評価	Ben-Akiva(1991)
実車	ドライバーのシステムに対する実際の反応の測定	LISB Aliscout(Bonsall,1992)

ローチで研究が行われている(表1)。SP⁵⁾やシミュレータ⁷⁾を用いて現在存在しない情報提供システムの評価が行われている。シミュレータはグラフィックに優れたものが数多く開発されている。またネットワーク上でのシステムの評価を目的として、仮想ネットワーク上での動的情報提供システムの評価を行った例もある⁹⁾。実車を用いた研究例は、LISB Aliscoutプロジェクトでテープレコーダーで走行状態を記録、経路選択と旅行時間を分析した例がある⁴⁾。

本研究ではドライバーの動的な交通情報提供による経路選択の変更に焦点をあてる。交通情報の提供による交通渋滞の改善が有効と考えられる郊外から都心へ向かう首都高速道路入り線とその代替経路となる一般道路について、走行実態調査を行い、その結果をもとにSP調査を実施した。渋滞改善を目的とした交通情報提供システムにおいてはドライバーもその重要な要素

の一つである。システムの設計には交通情報を利用するドライバーの意識と行動を考慮する必要がある。交通情報の提供による渋滞改善の可能性について検討するとともに、ドライバーの交通情報に対する反応について分析を行った。

2 走行実態調査

2.1 調査概要

交通量の空間的・時間的な偏りが都市の道路ネットワーク上に存在するとき、交通情報の提供による交通需要の分散の可能性がうまれる。交通需要の分散の可能性を明らかにすることを目的として、都内道路の走行実態調査を行った(92年～93年火、水、木いずれが実施)。調査では2台の実験車を使用し、対象路線を同時出発・走行し、所要時間の測定を行った。1路線について午前7時から午後7時まで12時間、2時間毎に7回実施した。調査対象路線を表2に示す。

表2 走行実態調査路線

区間	路線			
	首都高速	距離	一般道路(代替経路)	距離
(1) 羽田-銀座	1号羽田線	15.80	国道15号～中央通り	16.50
(2) 用賀-霞ヶ関	3号渋谷線	14.20	国道246号～内堀通り	14.25
(3) 高井戸-霞ヶ関	4号新宿線	13.20	国道20号～内堀通り	13.60
(4) 板橋-日本橋	5号池袋線	13.30	国道17号～白山通り	11.90
(5) 四つ木-日本橋	6号有馬線	12.60	国道6号～中央通り	8.80
(6) 一之江-日本橋	7号小松川線	13.20	国道14号～中央通り	11.05
(7) 葛西-日本橋	9号深川線	12.70	葛西橋通り～中央通り	12.50

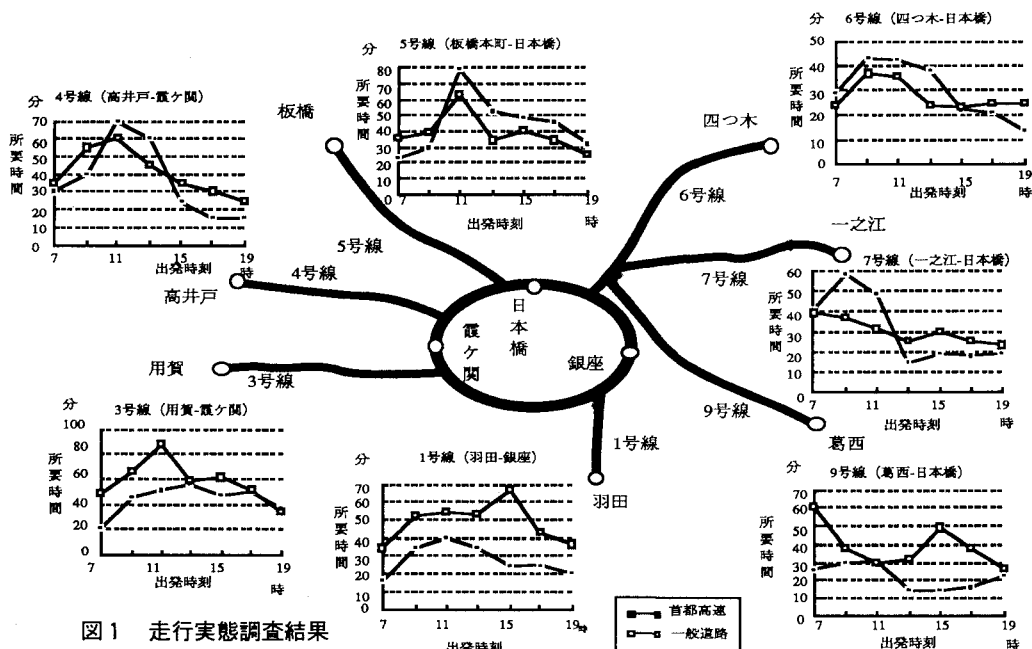


図1 走行実態調査結果

2.2 調査結果

調査7路線の首都高速と一般道の比較を行った（図2）。全般的に首都高速の平均旅行速度（24.5km/h）は、その代替となる一般道の平均旅行速度（18.5km/h）よりも高い。「高速道路は一般道路よりも速い」という一般的な認識を肯定する結果といえる。変動パターンをみると首都高速で時刻による変動が大きく、午前11時頃が業務交通により混雑のピークとなっている場合が多い。

一方路線別、時間帯別に見てみると、所要時間に逆転現象（高速の所要時間 $\geq$ 一般道の所要時間）が起きていることがわかる。特に7号線では9時と11時で20分以上一般道の方が速くなっている。こうした場合、交通情報を提供することによって、ドライバーの経路選択が高速から一般道に転換する可能性がある。またこれとは逆に1号線では15時で40分以上高速が速く、一般道から首都高速へ経路選択を変更する可能性がある。

都内の首都高速とその代替となる一般道において所要時間は路線、時間帯によって様ではない。こうした状況下で所要時間情報等をドライバーに提供することにより、交通需要の分散がなされる可能性があるかと判断される。

3 SP調査

3.1 SP調査の概要

前節の走行調査から、都内の首都高速とその代替路線において所要時間が逆転する場合があることが示された。このような状況のとき、所要時間情報あるいは渋滞情報を比較情報としてドライバーに提供した場合のドライバーの反応を測定するためにSP調査を行った。

図2はSP調査方法についてまとめたものである。調査では横浜/厚木方面から銀座へ向かう際に、東名高速もしくはそれに平行に走っている一般国道246号線を被験者が走行していると仮定し、このとき仮想的な交通情報（プロファイル）が提供される場合の首都高速と一般道の経路選好意識（SP）を尋ねた。実験は、所要時間情報を提供した場合と渋滞情報を提供した場合の2通り行った。各実験のプロファイル作成には実験計画法を用いて、一人の回答者につき所要時間情報で3、渋滞情報では4種類のプロファイルをブロック要因計画に基づいて提示した。

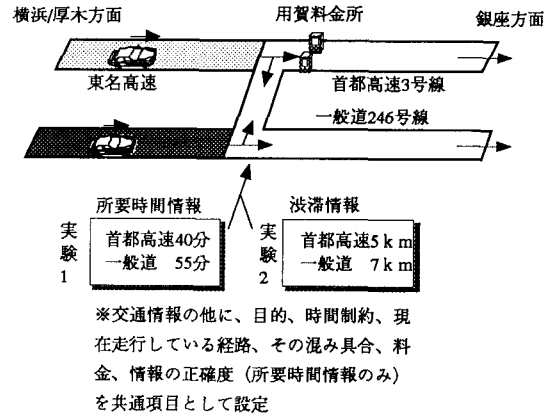


図2 SP調査方法

また情報提供の前後での経路選択行動の変化を測定するために、情報提供前の経路選択意向(SI)、各経路の走行経験、定性イメージ、見込所要時間などを尋ねた。定性イメージの測定項目はレポートリーグリッド法¹⁰⁾に基づいて項目抽出を行った。

表3に調査概要を示す。調査は1993年5月に日産自動車（株）本社地区（銀座）に勤める免許を持つ社員を調査対象者として行った。配布数1470に対して、回収数は852であった。モデル推定に有効なサンプルは所要時間情報については2520サンプル、渋滞情報については3361サンプルであった。

表3 SP調査の概要

項目	サンプル数
配布数	1470
回収数（回収率）	852（58％）
有効回答数（渋滞情報）	3361
（所要時間情報）	2520

3.2 情報提供による経路選択の変化

動的交通情報の提供によって、混んでいる経路の選択率が下り、渋滞が解消されるために、最も重要なのは経路選択の変更である。ここではSP調査から得られたデータをもとに、情報提供による経路選択の変更について分析を行なう。

図3は情報提供前と情報提供後の首都高速の選択率を示したものである。情報提供前に「首都高速が早い」と見込んでいたドライバーに、見込と同じ「首都

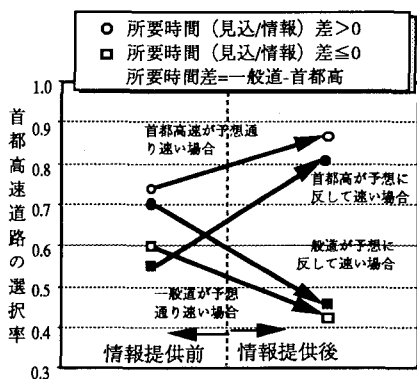


図3 情報提供後の首都高速の選択率の変化

高速が早い」という情報を提供した場合、首都高速の選択率は14%高くなる。また情報提供前に「一般道が早い」と見込んでいたドライバーに、見込と同じ「一般道が早い」という情報を提供した場合、首都高速の選択率は18%低くなる。これは、情報提供前後で、経路選択率の差が大きくなっていることを意味する。

経験に基づくドライバーの見込時間があいまいで信頼性が低いため、情報提供前では首都高速が早い場合と一般道が早い場合の選択率の差が14%に過ぎないのに対して、所要時間情報提供後は、首都高速が早い場合と一般道路が早い場合の選択率の差は44%にも達している。所要時間情報が経路選択に与える影響の大きさが窺える。

これに対して、事前に「一般道が早い」と見込んでいたドライバーに見込とは異なる「首都高速は早い」という情報を提供した場合、首都高速の選択率は26%も高くなる。これは先の見込と同じ情報を提供した場合の経路選択の変更の2倍にあたる。予想と異なる情報によって経路変更が起こると判断される。

「首都高速は早い」と認識しているドライバーに「首都高速は早い」という情報を提供した場合と、「一般道が早い」と認識しているドライバーに「首都高速は早い」という情報を提供した場合で首都高速の選択率の変化は、それぞれ+26%と-25%ではほぼ等しくなっている。これは情報提供による経路変更に可逆性があるということを示している。

3.3 走行経路による交通情報の有効性の違い

現在ドライバーが走行している経路の状況が情報提供後のドライバーの経路選択にどのような影響を与えるのかについて分析を行った。

ドライバーが高速道路を走行しており、高速が混んでいる場合を考え、「高速が早い」という情報と「一般道が早い」という情報を提供した場合を比較する。この時経路選択における料金の影響を取り除くために、首都高速の料金は会社から支給され無料である場合を仮定した(図4)。

「高速の方が早い」という情報が提供された場合、ドライバーのほとんど(97.6%)がそのまま高速を利用する。これに対して、「一般道の方が早い」という情報が出された場合では、一般道に転換するドライバーは全体の70%となっている。これは現在走行している路線をそのまま選択することが容易なのに対して、情報に従い、高速を降り、一般道を選択することに面倒くささというような抵抗が存在するためと考えられる。

つぎにドライバーが一般道を走行しており、「高速が早い」という情報を提供した場合を考え、この際一般道が混んでいる場合と流れている場合を比較する。一般道が混んでいる場合、ドライバーは「首都高速が

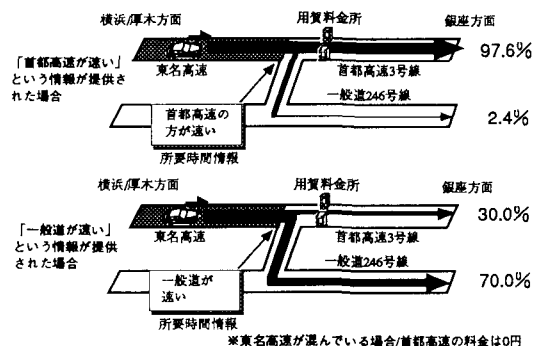


図4 情報提供後の首都高速の選択率の変化

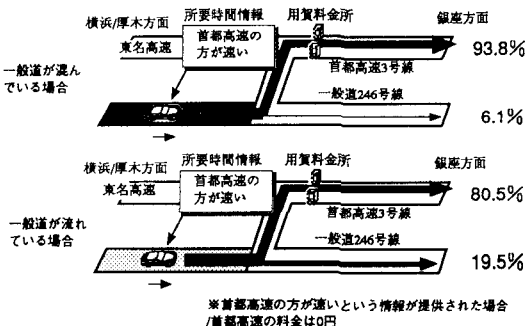


図5 走行経路の混み具合による経路選択の違い

速い」という情報を提供されると、93.4%が高速に転換する。これに対して一般道が円滑に流れている場合では、「首都高速が速い」という情報を提供しても、19.5%のドライバーがそのまま一般道を利用している。これは、現在走行している経路が円滑に流れているという状況の影響をドライバーが受け、所要時間情報による経路選択の変更が減少することを意味する。

3.4 トリップ目的による情報の有効性の違い

表4、表5はそれぞれ通勤、買物目的の首都高速道路の選択率を情報提供前後で比較したものである。通勤目的のトリップにおいて「首都高速が予想通り速い」という情報を提供した場合、首都高速の選択率は+18.3%変化する。一方「首都高速が予想に反して速い」という情報を提供した場合、首都高速の選択率は+34.3%と大きく変化している。同様のケースを買物目的のトリップで比較すると、「首都高速が予想通り速い」という情報を提供した場合で+2.7%、「首都高速が予想に反して速い」という情報を提供した場合で+1.0%と、首都高速の選択率はほとんど変化していない。トリップ目的によって情報提供の有効性が異なることがわかった。

表4 通勤トリップの高速の選択率の変化

情報の種類	情報提供前	情報提供後	選択率の変化
首都高速が予想通り速い	70.2	89.0	+18.8
首都高速が予想に反し速い	49.2	83.5	+34.3
一般道が予想に反し速い	66.3	50.3	-16.0
一般道が予想通り速い	77.5	53.2	-24.3

単位 (%)

表5 買物トリップの高速の選択率の変化

情報の種類	情報提供前	情報提供後	選択率の変化
首都高速が予想通り速い	80.6	83.3	+2.7
首都高速が予想に反し速い	74.3	75.3	+1.0
一般道が予想に反し速い	45.3	25.3	-20.0
一般道が予想通り速い	28.3	55.5	+27.2

単位 (%)

3.5 重回帰モデルによる情報提供のダイナミック分析

ドライバーが交通情報を提供された場合、情報提供前の各経路の見込時間や、情報提供前の一般道の選好意識：SP（絶対一般道を利用する=4、やや一般道を利用する=3、やや首都高速を利用する=2、絶対一般道を利

用する=1）に影響を受けないで、情報提供後の状況によってのみ経路選択を行うケースを考える。この時、仮に一般道の選好意識を $Y(*)$ とくと

$$Y(*) = \alpha X(t) + \epsilon \quad (1)$$

と表される。ここで $X(t)$ は一般道の渋滞情報(0,3,5km)、首都高速の渋滞情報(0,3,5km)、一般道の所要時間情報(40,55,70分)、首都高速の所要時間情報(25,40,55分)、高速料金(0,500,600,700円)、トリップ目的(通勤=1,買物=0)、現在走行路線(東名高速=1,一般道=0)を、 ϵ は誤差項を示す。しかし実際には前節の結果からも明かなように情報提供後(t)の経路選好意識は情報提供前(t-1)の経路選好意識の影響を受ける。この時の情報提供前のSPを $Y(t-1)$ 、情報提供後のSPを $Y(t)$ とし、情報提供前後で経路選択が独立に行なわれる場合の仮想SPの $Y(*)$ との差の比を以下のようにおく。

$$Y(*) - Y(t-1) : Y(*) - Y(t) = 1 : \beta \quad (2)$$

このとき情報提供後のSPY(t)は誤差項を置き換え($\epsilon = 2\epsilon$)、以下のように表現できる。

$$Y(t) = (1 - \beta)(Y(*) - Y(t-1)) + Y(t-1) + \epsilon \\ = \beta Y(t-1) + (1 - \beta)\alpha X(t) + \epsilon \quad (3)$$

ここで β は0から1の間に存在し、 β が1であれば $Y(t)$ は $Y(t-1)$ に等しく、提供された所要時間情報と渋滞情報は経路の選好意識に全く影響を与えないことになる($(1 - \beta)\alpha = 0$)。一方 β が0であれば $Y(t)$ は $Y(*)$ と等しくなる。情報提供後のSPY(t)は、情報提供前のSPY(t-1)の影響を受けないで、所要時間情報などの情報提供後の要因X(t)によってのみ決定されるということを意味する。

式(3)を推定し、情報提供の前後の経路選択の独立性を示すと考えられるパラメータ β について検討を行った。 β が1に近いほど、情報提供前の一般道の選好意識と情報提供後の一般道の選好意識に変化が少なく、 β が0に近いほど、情報提供後の一般道の選好意識は情報提供前の一般道の選好意識に対して独立性が高く、情報提供の有効性が大きいと判断される。

図6は、所要時間情報を説明変数として取り込んだ場合と渋滞情報を説明変数として取り込んだ場合のパラメータ値 β を示している。 β は渋滞情報を説明変数として取り込んだモデルの方が大きくなっている。これは渋滞情報を提供する方が、所要時間情報を提供する場合よりも、情報提供前の経路の選好意識の影響を受けることを示す。

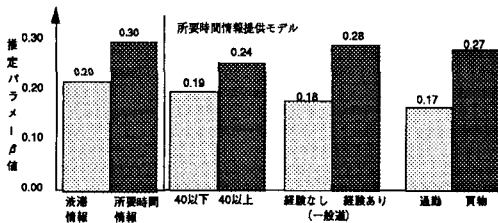


図6 経路選好意識モデルの推定パラメータβ

また交通情報を所要時間情報とし、トリップ目的が通勤の場合と買物の場合でセグメンテーションモデルを推定した(図6)。 β を比較すると、買物モデルの方が β の値は大きい。買物よりも通勤時、所要時間情報の有効性は高いといえる。また走行経験、年齢についてのセグメンテーションモデルの推定結果は、それぞれ走行経験があるドライバーや40歳以下のドライバーで β が大きい。40歳以下の人や走行経験の少ないドライバーにとって所要時間情報の有効性は高いと判断できる。

次に情報の質(正確度)の違いによる情報の有効性について検討を行った。情報の正確度が±0分の場合と±20分の場合でそれぞれモデル推定を行った(表6)。 β に有意な差は認められない。一方、情報の正確度が低い場合、所要時間情報の推定パラメータは小さく、正確度が高い場合には大きくなっている。これは正確な情報がドライバーにとって有効であるのに対して、正確度の低い情報は、ドライバーが経路選択にそれを参考としないで経路選択を行う場合があるということを意味する。

表6 情報の正確度別経路選好意識モデル

説明変数	情報の正確度±0分	情報の正確度±20分
トリップ目的	-0.158 (7.181)	-0.201 (7.048)
走行経路	-0.141 (5.998)	-0.030 (0.972)
所要時間情報(高速)	0.395 (16.250)	-0.037 (0.399)
所要時間情報(一般)	-0.436 (18.542)	-0.589 (6.395)
高速料金	0.275 (12.989)	0.062 (2.232)
情報提供前のSP(β)	0.203 (8.912)	0.213 (7.559)
サンプル数	1544	908
重相関係数	0.568	0.628

() 内の数字はt値を示す

4. まとめ

本研究では、都内の首都高速道路とその代替となる一般道路について走行実態調査を行うとともに、SP調

査を行い、情報提供時のドライバーの経路選択挙動について分析を行った。実態調査の結果、都内の首都高速道路とその代替となる一般道路では所要時間差が大きく、情報提供により渋滞改善の可能性があることが分かった。さらにSP調査の結果、交通情報提供により経路変更が行われ、渋滞情報よりも、所要時間情報が有効であるということがわかった。また通勤目的のトリップ、40歳以上、走行経験の少ないドライバーにとって交通情報が有効であり、情報の正確度が経路選択に大きな影響を及ぼすことがわかった。

参考文献

- 1) Department of Transportation : Inrelligent Vehicle Highway Systems Projects , pp.49-53, 1993.
- 2) DRIVE91 : Research and Development in Advanced Road Transport Telematics in Europe, pp.39-70, 1991.
- 3) Joel M and Lawrence S: TravInfo Bay Area Intermodal Traveler Information System, pp.2-3.1993.
- 4) Bonsall P: Research methods for the study of driver response to in-vehicle and roadside guidance-methods, Selected proceedings of 6th WCTR, pp.2519-2530, 1992.
- 5) Khattak A J, Schofer J L and Koppelman F S: Commuters' enroute diversion and return decisions: Analysis and implications for advanced traveler information systems, Transportation Res-A, Vol.27A, No.2, pp.101-112, 1993.
- 6) 飯田恭敬、内田敬、山本政博、村田重雄：実験アプローチによる経路選択行動のモデル化、土木計画学研究・講演集、No.14, pp.271-278, 1991.
- 7) Bonsall P: Drivers' acceptance of route guidance advice: an international comparison, Conference Record of Papers Vehicle Navigation & Information Systems, pp.617-625, 1992.
- 8) Janssen W and van der Horst R: Descriptive information in variable route guidance messages, Conference Record of Papers Vehicle Navigation & Information Systems, pp.214-220, 1992.
- 9) Ben-Akiva M, de Palma A and Kays I: Dynamic network models and driver information systems, Transportation. Res.-A, Vol.25A, No.5, pp.251-266.1991.
- 10) Fransella F and Bannister D: A Manual for the Repertory Grid Technique, London Academic Press, 1977.