

道路案内情報の効果的な利用を目指して (2)

——よりよい wayfinding への情報提示諸方策の検討——

中京大学大学院文学研究科心理学専攻博士後期課程 大谷 亮
中京大学心理学部 神作 博

Usability of route guidance information (2) : The presentation of route guidance information and better wayfinding

OHTANI Akira (Graduate School of Letters, Chukyo University, Yagoto-honmachi, Showa-ku, Nagoya, 466-8666)
KANSAKU Hiroshi (School of Psychology, Chukyo University, Yagoto-honmachi, Showa-ku, Nagoya, 466-8666)

Road users can find their way to unfamiliar destinations using a variety of types of route information, such as road maps, route guidance (road) signs, car navigation systems, and so on. Researchers in psychology and Ergonomics have recognized that the design of these devices should be based on human perceptual or cognitive traits and information processing capacities.

In this paper, we argue that the design of these devices must be geared to human abilities in spatial cognition and wayfinding. In the design of devices such as route guidance signs, intended for all road users in unfamiliar territory, principles of "universal design" should be adopted; whereas when devices are for individual use, such as car navigation systems, "personal fit" should be the goal. In the latter case, route guidance information is delivered to each road user individually in a form tailored to individual differences in spatial cognition and wayfinding ability.

Key words: road traffic, route guidance information, wayfinding, personal fit, universal design

1. はじめに

よりよい wayfinding を遂行することは、走行・輸送効率の最適化のみならず、安全な走行をも可能にする。しかし、逆に wayfinding が不適切なものであれば、交通事故の可能性を増大させる結果を招きかねない。ここで、よりよい wayfinding を遂行するために、①man 側から machine 側への歩み寄り、②machine 側から man 側への歩み寄りが必要であることは先稿でも指摘した通りである。人間側から案内情報側への歩み寄りとしては、人間のメタ認知能力が大きく関与し、自分自身の空間認知能力や wayfinding 特性を理解すること、さらに案内情報源からどのような形式の情報を得ることができるのかを認識することが必要である。また、様々な道路案内情報源を各人の特性に応じて使用すること (wayfinding のためのマクロ・ストラテジー) が必要である。この認識のための、交通教育や学習がなされることが今後期待されることも先稿の中で指摘した。

案内情報源側から人間側への歩み寄りとしては、

人間の空間認知特性や wayfinding 特性等に応じた情報提示が必要である。全ての交通参加者が共通に利用することを目的とした地図や道路案内標識のような情報源では“ユニバーサル・デザイン”の発想にもとづく案内情報提示がなされるべきである。一方、カーナビゲーション・システム (以下、「カーナビ」と略記する) 等の個別に案内情報を提供できる可能性のあるシステム等については、各個人の諸特性・諸能力等に応じた個別情報を提供すること、つまり、“personal fit”の概念 (赤松ら, 2001) を取り入れた情報提示が必要とされる。

本稿では、人間の空間認知能力や wayfinding 能力の個人差等について検討を行い、ユニバーサル・デザインや personal fit の概念を取り入れた効果的な道路案内情報提示方法について検討する。

2. 環境知識の下位概念とその測定法

よりよい wayfinding を遂行するため、または環境知識を獲得するためにはいくつかの下位能力が必

要とされる。この下位能力の差が wayfinding における個人差を生み出す一因となる。例えば、Kozlowski and Bryant (1977) の研究において測定された方向認識もその一つといえる。Steele (1980) によると、環境知識を獲得するための能力には、①環境知識を獲得する際の能力に対する自分自身の自覚、環境に対する好奇心、そして環境を正確に知覚する能力といった“個人のスタイル・態度・意識”，②環境に関連した事実や情報を獲得することをはじめとする“環境についての知識”，③wayfinding、環境を探索すること、環境を私的所有物とすること、そして正確で役立つ認知地図を発展させるといった“実質的な環境知識獲得技量”の3つの種類があるという。また、Allen (1999) は、空間能力を測定するための一連の精神測定テストを被験者に課すことにより、環境に関する知識とその下位概念について Fig.1 のようにまとめた。

Fig.1 から明らかなように、環境に関する知識の獲得の過程には様々な能力が関与し、一般的な空間能力はトポロジーに関する知識に直接結びつくのではなく、空間やその連続性に関する記憶を介している。

また、Blades (1991) が指摘したように、精神測定テストの他、環境についての知識の獲得を検証するテスト（もしくは、課題）として、①言語や記述による再生法、②スケッチマップの描写（map drawing method）、③モデルの構成、④写真やフィルム等の同定、⑤距離や方向の評価、⑥実験環境を実際に歩行（走行）してもらった課題等様々な課題が与えられ、多種多様な評定からこのような環境知識に関する能力が測定されてきた。これまで、環境についての知識獲得に着目した研究間に多くの見解の不一致や個人差・個人内差が示されてきた要因の一つに、このような能力の多様性とそれを測定するテストの特性（例えば、task demand）の違いが関与しているものと推察される。したがって、人間の環境知識に関わる能力を測定する際には、環境の知識獲得に関わる下位概念間の相補的、もしくは排他的関係についての綿密な仮説を立てたうえで、テストの妥当性・信頼性等を吟味し、テストバッテリーの組み方、対象とする被験者集団の特性・属性の明確化についての実験デザインを熟考することが必要であろう。

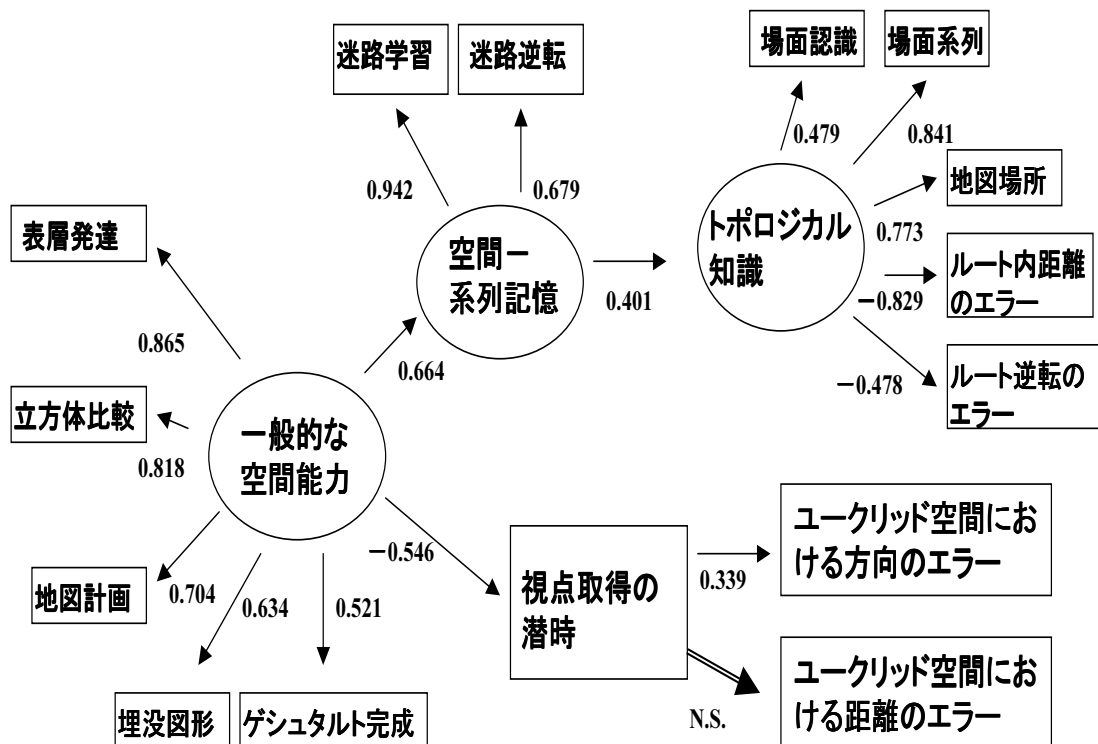


Fig.1 精神測定法テストにより測定された空間能力と様々な課題によって測定された環境知識との関係 (Allen, 1999 からの引用)
注) 図中の数値はパス解析の結果により得られた数値を示す。

3. 環境の知識獲得に関わる個人差の問題について

3.1. 環境知識獲得に見られる個人差に配慮した情報提示の必要性

前記の諸能力の違いによる結果として、環境知識獲得の過程や wayfinding 能力に個人差・個人内差が生じるものと考えられるが、過去の研究においても、この個人差や個人内差が認められてきた。例えば、Thorndyke and Hayes-Roth (1982) は歩行 (ナビゲーション) の経験や地図学習に影響を与える要因として、環境の規則性をあげた他、個人差の影響、つまり、個人の空間についての知識の獲得能力、さらには、個人が使う手続きやストラテジーの差についても言及した。また、Aginsky et al. (1997) のルートの学習を課題とした研究データの中で、ルートを学習する際、最も回数が少ない者で6回、逆に最も多い者では10回というルートを学習の成立に必要な試行数に個人差が見られた。これらの個人差について、人間の情報処理の観点から、Goldin and Thorndyke (1982) は、地図や直接その環境を歩くことで得られる空間知識の個人差について言及し、この個人差は①空間の視覚化、②空間的的定位、そして、③視覚的記憶能力と関連があると言及した。さらに、Allen (1999) は、①情報処理のスピード、②Baddeley (1986) がワーキング・メモリーのモデルの中で仮定した視空間スクラッチパッド等の情報処理能力の差が個人差として反映されると指摘した。

このような見解は、ルート等の環境についての知識を習得する際、環境や学習に使用する案内情報源が全く同じであっても、学習を行う人間の諸能力が異なれば、その学習の程度に差が生じることを意味する。環境についての知識を獲得する際や wayfinding 中に案内情報を提示する際、個人特性や性別等の属性を考慮に入れることが必要であることを示唆している。

3.2. 環境の知識取得に関わる経験の効果

ある環境についての知識を習得する際の経験の効果については、Thorndyke and Hayes-Roth (1982) の研究と Lloyd (1989) の研究の対立見解がある。Freundschuh (1991) が学習しなければならない環境の規則性との関連について検討を加えたことは先稿でも述べた。このことから、環境の規則性と経験の効果との間に何らかの関係があるものと推察される。この点に関して、O'Neill (1992) は、コンピューターにより模擬された複雑性が異なる5つの環境とその環境を繰り返し経験することの効果について検討した。その結果、wayfinding に関わるパフォーマンスと経験との間に有意な関係があることが示された。また、経験度が増すにつれて環境の複雑性の効果は失われ、複雑な環境でも経験によりある程度の知識を獲得することができることを指摘した (Fig.2, 3 参照, Setting ナンバーは環境の複雑度を表し、数値が高いほど環境は複雑である)。O'Neill の研究で使用された5つの環境は幾何学的形状という観点から見た複雑さの程度等につ

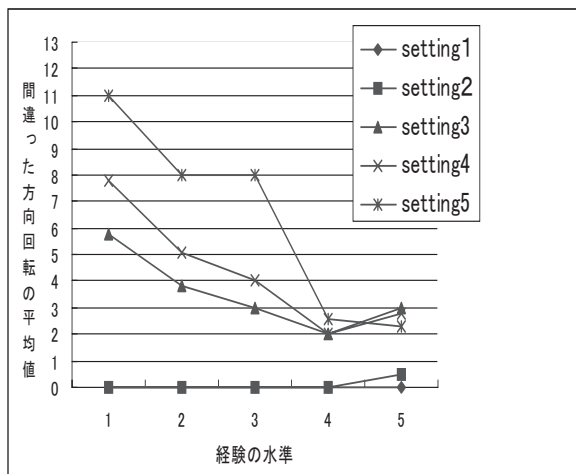


Fig.2 経験や環境の複雑性の効果と方向転換の平均誤差の関係 (O'Neill, 1992 からの引用)

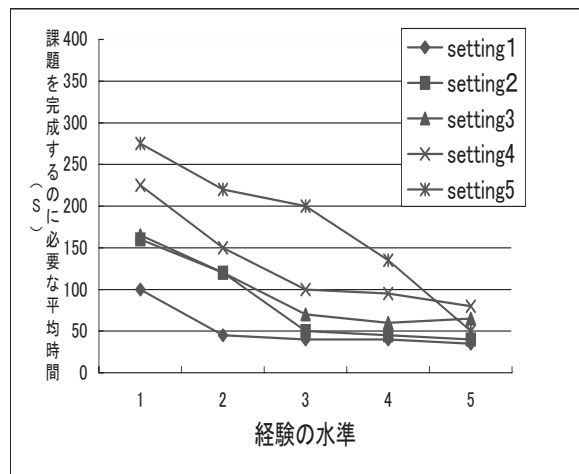


Fig.3 経験や環境の複雑性の効果と課題完成時間の関係 (O'Neill, 1992 からの引用)

いて予め専門家の評価を受け、さらに、wayfindingにおけるエラー等を考慮に入れ設計されている。これは人間の複雑さの理解という視点から見た環境の複雑性を念頭においている点で興味深い。さらに、様々な特性や属性を持った人間を考慮に入れた場合、同様の結果が得られるのかについては今後検討することが必要である。

経験の効果のみの検討としては、環境知識の獲得といった上位の知識ではないが、それに関わる空間認知の問題においても言及されている。例えば、Kozlowski and Bryant (1977) は、空間能力が優れていると主観的に評価した人¹⁾は、空間能力が劣っていると主観的に評価した人よりも方向認識課題において、方向認識の実験を行っているとき自覚した際、試行が進むにつれ(経験が増すにつれ)、エラーが減少することを示した。この研究は個人の空間認知能力と経験の効果の関連を報告しているほか、課題を成し遂げようとする動機づけの問題(実験を行っていることの自覚の問題)についても示している。さらに、Streeter and Vitelloの研究(1986)では、日常、地図を見るという経験や習慣が個人の空間能力を高める可能性があることについても報告されている。このほか、彼等の研究では、普段、地図等の案内情報源を見ることの好み、wayfinding能力に対する自己評価と関連が示されており、このことから考えると、先稿でも述べたように、人間が目的地にまで到達するといった実質的な問題や環境知識を獲得していくといった適応の問題を検討する際には、その課題を行う人間の能力といった側面ばかりではなく、その課題を行うことの好み、つまり、思考スタイル(スタンパーク, 2000)をも視野に入れ検討を行うことが必要であると推察される。

Wayfindingといった高次の過程やルート選択といったより実際的な場面を考慮して、Chase(1983)はタクシードライバーに2地点間を最短距離で走行する課題を課した。その結果、専門家(10年以上の経験)は初心者(1年以下の経験者)や経験者(1から10年までの経験者)よりも二次的な道路システム(主要道路以外の道路)を多く選択することを示し、経験が増すにつれ、より幅広い知識を得ることによって、生活空間の拡大をまねくことを示唆した。

知識をどのような手段により得ようとしているのかといったストラテジー等によって、この経験の効

果の影響度は異なってくるものと考えられるが、様々なレベルの知識や技量の獲得において、経験の効果はおそらく環境の知識獲得という面では正の影響があるものと推察され、このような経験の効果が空間知識獲得やwayfindingに見られる個人差に大きく影響しているものと推察される。

それでは、経験するということが一体どのようなことであろうか。具体的な事柄について述べると、例えば、Aginsky et al. (1997)は、ある人間が他の人間より経験が豊富であるということをもどように規定すべきかについて言及している。その中で、自動車の助手席に座っている人は、おそらくドライバーと同様の視覚刺激を知覚しているものと推測されるが、両者は全く異なった経験をしているわけではない。そして経験の測度として刺激の提示時間やある環境に定住している期間を採用するのは結果の予想を立てるうえでは最良の方法かもしれないが、場合によってはその測度は不適切なものとなる可能性があることを指摘した。また、運動に障害をもつ子供が年齢、性別、そして運動以外の能力についてマッチングされた子供と比較された場合、様々な空間課題にかなりの困難を示すことを示した結果から、能動的に移動する経験の重要性を指摘した研究も見られる(例えば、Allen, 1999)。これらの知見は、経験効果を考える際に、少なくとも能動的な経験と受動的な経験を区別して考える必要性を指摘したことになる。しかし、経験の効果を定義することは容易なことではなく、研究者によって定義づけは千差万別になるものと推察される。この点については、社会において問題となっているものを解決するといった応用的な目的に促した経験の定義づけが行われることが期待される。

3.3. 環境知識の習得時に用いるストラテジーや手続きについて

何かを学習しようと意図した時、例えば、分散学習や記憶術等に代表されるような何らかのストラテジーを適用することによって、学習効率の向上が見られることは広く知られている。また、Allen(1999)によると、情報処理のスピードやワーキングメモリーの容量といった人間の情報処理における制限はストラテジーの使用によってある程度までは補うことが出来るという。

Anooshian(1996)は、学習しなければならない環境内の場所名を覚える群(以下、「place-

learners」と略記する)と目的地に到達するために必要な方向転換を覚える群(以下、「turn-learners」と略記する)に被験者群を分類し比較検討を行った。その結果、turn-learnersはplace-learnersよりも各地点のつながりや空間の布置といった知識の獲得において優れた成績を示した。これは環境知識の獲得を行う時に、どのような形式の情報を利用するのかといったストラテジーが環境知識の獲得に影響することを示した一例である。

そのほかにも、環境を学習する際のストラテジーの効果を示した研究は多く、Thorndyke and Stasz (1980)は被験者が地図を探索(学習)している間のプロトコルを分析することによって、地図探索中の処理過程を、①注意、②符号化、③評価、④コントロールの4つのカテゴリーに分類した。学習された地図の再生に優れた能力を発揮する人はそうでない人と比較し、①空間情報の符号化、②自分の学習の進展具合についての評価、③まだ学習していない情報への注意の集中という点で優れていることを例証した。彼らの第2実験では、①前記の実験から得られた地図学習の上で優れた手法であると考えられる手続きを教示された群(以下、「GS-group」と略記する)、②地図を学習する上で効果的であるとは考えられない手続きを教示された群(以下、「NS-group」と略記する)、③被験者自身の手続きを使って学習するように教示された群(以下、「SS-group」と略記する)の3群にわけて実験が行われた。その結果、GS-groupはNS-groupやSS-groupよりも優れたパフォーマンスを示した。このことから、Thorndyke and Staszは学習する時の手続きと人間の能力がパフォーマンスにとって重要な要因であると指摘した。Thorndyke and Staszの研究は、学習の進展具合についての自覚、つまり、メタ認知の重要性と学習に必要な手続き(ストラテジー)についてプロトコル分析を使って言及した点で注目され、先稿で述べたman側からmachine側への歩よりを考えた場合、適切な道路案内情報を獲得するためのストラテジーを教育現場で教育・学習することの必要性がこの研究からも指摘される。

さらに、Brown, Lahar, and Mosley (1998)は、架空の人物に道を尋ねられた状況を想定した際、人間がどのように目的地までのルートを説明するのかという実験手法(Direction-giving paradigm)を用い、被験者が道を説明する時に用いるストラテ

ジーについての検討を行った。分析の対象となったストラテジーは、ランドマーク、道路の名前、ルートに到達するために必要な方向転換、そして方角の指示であった(ここでのストラテジーとは案内情報として使用される対象物を指している)。この研究の結果、都市部の地図については、ストラテジーの使用頻度は、ランドマーク14.48%、道路の名前45.49%、ルートに到達するために必要な方向転換23.49%、方角の指示16.54%であり、ランドマークと方角の指示との間以外は、道案内の各ストラテジー間に有意差が認められた。また、地方部の地図については、使用頻度は、ランドマーク29.04%、道路の名前35.11%、ルートに到達するために必要な方向転換26.73%、方角の指示9.12%であり、ランドマークとルートに到達するために必要な方向転換との間以外は道案内の各ストラテジー間に有意な差が認められた。この結果はカーナビ等の案内情報源の設計を試みる時、どのような情報を提示すべきかについての示唆を提供している。つまり、都市部と地方部では必要とするストラテジーが異なっており、カーナビ等で情報を提示する場合には、交通参加者が利用しようとするストラテジーをその土地の特性に応じ表示することも効果的な案内情報提示方法の一つの解法であろう(例えば、都市部では、道路の名前を提示する)。しかし、日本と諸外国では、都市設計や地形等が異なるため、この種の研究が日本独自に行われ、都市部と地方部の差が日本人のストラテジーに影響するのかについて検証した研究が行われることが今後期待される。

環境についての知識獲得に関わるストラテジーという観点からではなく、wayfindingに使用される探索ストラテジーを検討した研究も報告されている。Streeter and Vitello (1986)は、ルート選択パラダイムに使用する探索ストラテジーとして、Elliot and Lesk (1982)が提案した探索ストラテジー形態(例えば、Fig.4, Fig.5参照)と経験の効果(研究対象となった地域の既知度をもとに被験者を専門家、経験者、そして未経験者に分類)についての検討を行った。結果はその地域を知らない人間は知っている人間と比べ、地図読解エラーが多いという経験の効果を示した他に、専門家のルート選択パフォーマンスを最も良く表わしているのは、目的地までの最小限の距離を見つける Breadth-first 探索(Fig.5参照)であった。そして、専門家はその土地の道路システムを通して最も短いルートを見つ

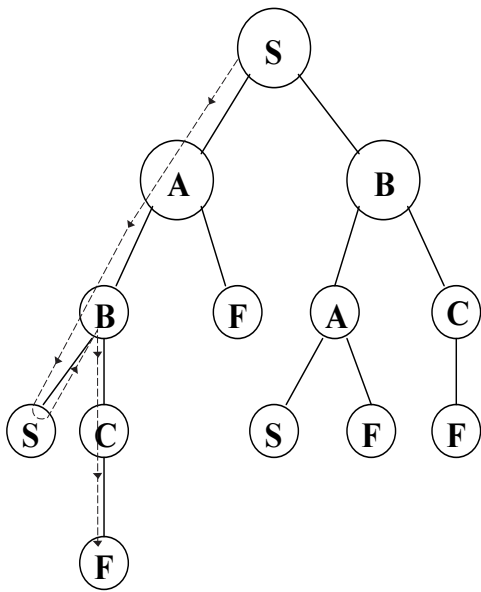


Fig.4 Depth-first search (Streeter and Vitello, 1986 からの引用)
注) S はスタート地点, F は最終的な目的地を表す。

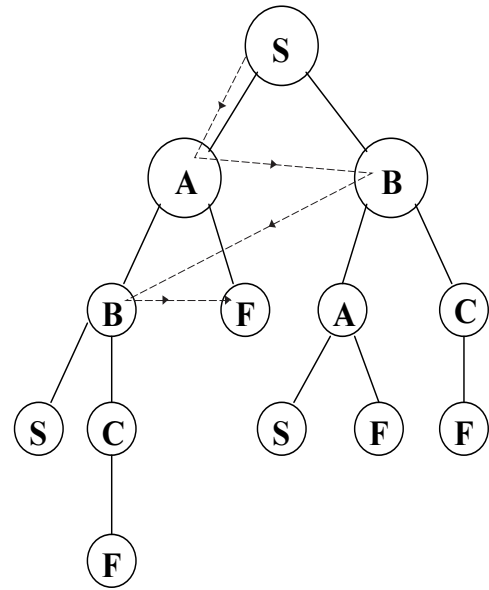


Fig.5 Breadth-first search (Streeter and Vitello, 1986 からの引用)
注) S はスタート地点, F は最終的な目的地を表す。

けだし、事実、専門家の選択したルートは未経験者や経験者の選択したルートよりも短いということが判明した(直線距離を超えて余分に走行した割合は、専門家が20%, 経験ドライバーが20%から10%, 未経験ドライバーが20%から30%であり、専門家が最短距離で目的地にまで行くことが判明した)。このように、環境に関わる知識を獲得する時や道に迷わず初めて行く目的地に到達するといった wayfinding を行う時に使用するストラテジーが学習の程度に大きく関わる可能性が多分にあるものと推察される。

しかし、前記の研究結果とは逆に、ストラテジーが環境知識の獲得に影響を与えないとする研究も報告されている。例えば Kozlowski and Bryant (1977) は、ルートを記憶する時にどのようなストラテジーを使ったのか(例えば、方向転換をする回数を覚えたか、さらには距離や方向を覚えたか等)を調査し、その結果、空間能力が優れていると自己評価した人と劣っていると自己評価した人にこのような記憶に関するストラテジーの差は認められなかった。

このような矛盾した結果があらわれた理由として、ある個人の特性に合ったストラテジーを採用することがルートの知識を始めとする環境の知識獲得に必要なことであり、自分に合ったストラテジーを採用

しない人が Kozlowski and Bryant の研究の空間能力が劣っているグループに多く存在した可能性がある。また、課題内容の中には、学習に関わるストラテジーが大きく関与するものから、ストラテジーでは解決することができない人間の基本的な能力が深く介在するものまで、ストラテジーによって学習結果に影響するものと影響しないものがあることもストラテジーと学習との関連を検討してきた研究間で矛盾した結果が得られる理由でもあろう。したがって、Aginsky et al. (1997) が述べたように、課題内容により低次の各ストラテジー (lower-order strategy) をどのように切り替えるのかといった戦略的なストラテジー (higher-order strategy) も効率的な知識獲得に影響するのではないかと推察され²⁾、ストラテジーによって解決できる内容とストラテジーのみでは解決できない内容を識別できる能力や自分に合ったストラテジーを認識すること(メタ認知の領域)、さらには、探索手段(情報源)をどのように組み合わせ環境知識を獲得するのかといったマクロなストラテジーも wayfinding 能力に大きな影響を与える要因として考えておかなければならない。

3.4. その他の関連要因

環境の知識獲得の個人差に関わるその他の要因と

して、環境の知識獲得において女性は男性よりもランドマークを再生することに長けており、逆に、男性はルートを再生することに長けているといった性差を認める研究が多く報告されている（例えば、Galea and Kimura, 1993）。また、男性は女性よりも、自分自身の wayfinding 技量に自信を持っていると評価することを示した研究も見られる（Lawton, 1996）。しかし、Kozlowski and Brayant (1977) の研究では、目的地を指し示す方向認識に関する課題において性差は確認されなかった（この点については、結果に天井効果が見られたため、注意が必要である）。また、方向認識といった能力ではなく、環境の知識獲得に関わる変数について性差は認められなかった（Anooshian, 1996）。また、Rossano et al. の研究 (1999) においても、布置テストにおける距離の評価エラーに関して男性の方が女性よりも正確であった以外には性差は認められていない。さらに、環境に関わる学習の結果を描画で再生させた Aginsky et al. (1997) の研究においてもその描画に性差は認められなかった。性差については、生態学上の性 (sex) の差と社会における役割等を含めた性 (gender) の差を区別する必要があり、環境についての知識獲得といった外的社会との適応を問題とした時、この区別は一層重要なものとなるであろう。したがって、wayfinding に関わる経験の影響を踏まえた性差について更なる検討がなされることが望まれる。

年齢と環境知識の獲得との関連に着目したものとしては、先の Brown, Lahar, and Mosley の Direction-giving paradigm を使った研究 (1998) があげられる。Brown, Lahar, and Mosley の実験被験者の中で、中年層の女性 (平均年齢 44.5 歳) は、若年層 (平均年齢 22.9 歳) の男性や女性、中年層の男性、高齢者層 (平均年齢 67.10 歳) の女性と比較して、人にルートを説明することを仮定した場合、より多くのストラテジー（ここでのストラテジーとはランドマークやルート名等のこと）を使うことが明らかにされた。また、Streeter and Vitello (1986) の研究では、迷路探索や地図におけるルート設計と年齢との間に僅かに有意な相関が見られた。これらの研究は年齢との関連を示したものであるが、年齢の効果を検討する際には、少なくとも経験や世代の効果を加味して論ずる必要がある。Wayfinding や環境知識獲得等に影響する年齢の効果についてのその他の研究は、後述するユニバーサ

ル・デザインの章で論ずる。

さらに、職業との関連について、Stern and Leiser (1988) は一般ドライバーと職業ドライバー（この中には、タクシードライバー、警察官、消防士等を含む）のインタビューの結果から空間知識等の検討を行った。結果はこの 2 つの被験者グループでルート選択のパターンに差が見られ、最適なルートを選択する確率は、運転経験の増加に伴い、職業ドライバーの方が一般ドライバーよりも高くなることが示された。この職種に伴う最適ルート選択の差は、ルート探索を行う必要性の程度、つまり、active search か passive search のどちらで探索したのか（例えば、Goldin and Thorndyke, 1981）といった要因やどのような環境知識を習得しようとしている群なのか（例えば、環境に関する全体的な布置を必要としているのか、ルートの一部の情報を必要としているのか）等の動機づけ要因が影響しているものと考えられる。

Freundschuh (1991) によると、空間知識の獲得に影響を与える要因として、①環境の配列、②地理情報の密度、③人間の空間認知能力があるという。このように、空間認知に関わる学習に影響を与えるものとして、人的要因のほかに、環境的要因の影響を示すものも多い（例えば、O'Neil, 1992）。また、空間の複雑性ばかりではなく、時間的な制限も知識獲得に影響するものと推察される。例えば、Rossano, et al. (1999) によると、サーベイ知識をコンピュータモデルにより習得する場合、その環境を構造化するのに十分な時間があるのかが重要な決定因であるとした。このことから、人的要因ばかりではなく、空間認知をはじめとする環境知識の獲得や wayfinding に影響を与える環境要因、さらには、人間と時空間の相互関連の検討がなお一層行われることが必要である。

4. 人間の個人差に配慮した案内情報提示の諸方策

これまで記載してきたように、wayfinding や wayfinding 中に形成されていく環境知識の習得には様々な要因が関与し、その結果として、wayfinding 能力や環境知識の獲得に関する能力に個人差が生じることは明らかであるが、これらの個人差をふまえたうえで、wayfinding をよりよいも

のとするために、どのような解決策を講じていく必要があるか。

前記したように、この点については案内情報源の特性を加味した対策、つまり、地図や道路標識のような全ての交通参加者が利用する案内情報源であれば、ユニバーサル・デザインの発想を取り入れ、wayfinding能力や空間認知能力という一側面で劣る人々を基準として案内情報源を設計する必要がある、カーナビ等の個別情報提示が可能な案内情報源では、personal fitの概念を取り入れ、利用者本人のwayfinding能力や空間認知能力等に応じた形式で情報を提示することが今後可能な対策となろう。

4.1. ユニバーサル・デザインの発想を取り入れた道路案内情報提示

ユニバーサル・デザインの観点から考えると、その多くは高齢者や視覚障害等の障害者を基準に設計が計画される場合が多い。例えば、高齢者の視覚特性等の感覚特性（例えば、岩井，1998）に配慮し、案内情報が提示されるべきことは当然である。さらに、wayfinding特性や空間認知特性の面からも、この両群に対する配慮は欠かすことが出来ない。高齢者の空間行動についての研究は過去15年間その努力が払われてこなかったという言葉（Kirasic, 2000）が示すように、高齢者の空間行動やwayfindingについての研究はこれまでなされてこなかったため、今後検討すべき領域であり、その研究結果が蓄積されれば、ユニバーサル・デザインの発想を取り入れた効果的な道路案内情報提示が可能となる。

現時点において明らかとなっている高齢者の空間能力等の主な特性・特徴を総括してみると、①高齢者は情報処理のスピードが遅延することにより空間能力が劣る（Kirasic, 2000）、②大学生（年齢の範囲17歳～27歳）や中年層（年齢の範囲36～50歳）の人々がルートに沿ってランドマークを連続的に記憶するのにに対し、高齢者は特徴的なランドマークを記憶し、さらに、ランドマークを連続的に記憶するというよりランダムに記憶する（Lipman, 1991；Wilkniss et al, 1997）、③大学生等はどの地点で方向転換をすべきかについての重要な情報を与える対象物を記憶すると述べたのに対し、高齢者は目立つ対象物が記憶するのに重要であるとの理由から対象物を記憶すると述べた（Lipman, 1991）、④あるルートに沿って行く時に、布置空間表象を利用する

ことに高齢者は困難を示す（Wilkniss et al, 1997）、⑤高齢者は三次元を二次元に変換することがより難しい（Wilkniss et al, 1997）、⑥内的に空間を回転させることに困難をきたす（Krauss, Quayhagen, and Schaie, 1980）、⑦パターン認知が関与する課題が不得意（Charness, 1976）、⑧三次元知覚に関わる課題に問題が生じる（Plude, Milberg, and Cerella, 1986）⑨行ったことのない環境で情報を習得することの困難（Kirasic, 1991）等があげられる。

このような過去の研究にもとづき、案内情報の提示について考えてみると、例えば、地図により案内情報を高齢者に提示する場合、心的回転を多く必要とする設計がなされることは好ましくない等の配慮（例えば、人間工学の基本であるコンパティビリティの発想から、眼前が地図の上方になるような設計の配慮）が必要となる。また、ユニバーサル・デザインの発想を取り入れ、高齢者に配慮した案内標識の提示を考えた場合、意志決定のスピード（意志決定の質ではない）は若年者と比較し遅いという研究結果から（Walker et al, 1997）、高齢者ドライバーが今後も増加するという日本の交通状況を想定した場合、案内標識の設置場所の再検討を行うことも必要となろう。

しかし、これらの空間能力に関わらず、wayfindingといった実際的な空間問題に対しては、高齢者は若い人たちと同様の能力を発揮するといった研究も見られる（Ohta and Kirasic, 1983）。おそらく、これはwayfindingといった様々な能力が必要とされる過程に対して、高齢者は長年にわたる経験等から自らの低下している能力を他の機能や能力により補償している結果であろう。

高齢者同様、ユニバーサル・デザインの観点から案内情報提示を考える際、配慮されなければならないのは視覚等に障害を持った人々である。自動車免許等では5m視力による制限が加えられるため、視覚障害者がドライバーとして自動車社会に参加するには現在までのところ課題は多いが、歩行者という立場から視覚に障害を持つ人々が交通に参加し、wayfindingを行う機会は多々ある。そのため、wayfindingに際しての視覚障害者への配慮が必要となるわけである。

Millar（1994）によると、視覚正常者は、視覚により、①移動中の身体中心の関係性や外的関係性、②ルートに沿った前後関係の情報を得ることによる

ランドマークの空間的な連続関係の情報、そして、③平面や表面の関係を符号化することについての先行経験を得ることが出来るという。

Wayfinding に関わる視覚障害者の特性としては、①視覚経験が欠如している場合、身体中心の符号化戦略や運動中心の符号化戦略を利用する（この戦略は視覚経験を有する人が使う戦略と機能的には同じものである、Klatzky et al, 1995）、②先天盲の人は通路がカーブしていてもその通路を直線であると認識する（Golledge, Klatzky, and Loomis, 1996）、③後天性の盲人や目隠しをされた人は2つの対象物の間を繰り返し訪れる探索パターン（back-and-forth pattern, Fig.6 後段）を用いるのに対し、より初期に視覚に障害を受けた人は全ての対象物を連続して訪れるパターン（cyclic pattern, Fig.6 前段）を行った。また、パフォーマンスの水準が高ければ高いほど、cyclic pattern を行う割合は低くなった（Thinus-Blanc and Gaunet, 1999）、④盲人や視覚障害者は環境について一次元的な知識のみを習得する（Golledge, 1999）等があげられる。

一般的に、後天盲の人は空間課題の領域において、先天盲の人より正常者と同様のパフォーマンスを示す等の後天性と先天性の差を指摘する研究も見られるが、Ungar (2000) は空間記憶の課題において、後天盲の人と先天盲の人の間にパフォーマンスの差

が見られないと報告した。この結果の矛盾としては、実験に採用される課題特性の違い等のほか、先の高齢者の場合同様、他の機能により補償を行っているかどうかや各個人が用いる戦略の適否が影響しているものと考えられる。したがって、視覚障害者等の wayfinding をよりよいものとするために、視覚以外の機能により補償を行うことが出来るような案内情報システムというものが必要となる。例えば、微弱電波により視覚障害者を案内・誘導するシステム（栗本, 1997）、触覚地図（このシステムの論評については、Ungar, 2000 を参照）、ソニックガイド（このシステムの論評については、和氣, 1988 を参照）等が wayfinding において視覚障害者等を援助する personal fit という観点からシステムとして注目されるが、いずれのシステムもその使い方について適切な教育がなされる必要がある。

高齢者や視覚障害者の双方において、グループ内の個人差が大きいことが wayfinding の研究領域においても指摘されること等から、道路案内情報源の設計にユニバーサル・デザインの発想を取り入れる際に、高齢者や視覚障害者のどのレベルを基準として設計がなされるべきであるのかといった問題が生じる。この問題については現在のところ断定的な結論は見出せていない。知覚面に関しては、高齢者等に配慮した案内標識や道路地図を設計することが最優先とされるべきである。しかし、wayfinding は様々な人間の能力が介在し実行される総合的な過程であるため、wayfinding に必要とされるある課題側面においては高齢者が能力を発揮できない場合があるかもしれないが、別の側面では高齢者や視覚障害者以外のグループが能力を発揮できない場合があるかもしれない。また、高齢者や視覚障害者にとっては使い勝手のよい案内情報源でも別のグループにとっては使い勝手の悪い案内情報源となることが想定されるかもしれない。このような可能性から、先に述べたように個別情報提示の可能な道路案内情報源では personal fit の概念を取り入れ、さらに、ユニバーサル・デザインの視点を取り入れた道路案内情報源においても、高齢者や視覚障害者を基準とする枠組みにとらわれない多くの交通参加者を対象とした“グローバル・ユニバーサル・デザイン”の発想を取り入れることが必要であろう。そのためには、wayfinding に関わる様々な課題を解決するのに要求される人間の能力や特性、さらには、補償機

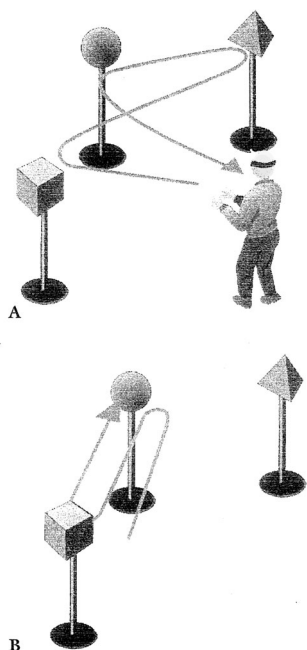


Fig.6 cyclic pattern (A) と back-and-forth pattern (B) の例 (Thinus-Blanc and Gaunet, 1999 からの引用)

能を加味し、様々な特性・属性をもった人を対象とした総合的かつ組織的な研究が今後なされるべきである。

4.2. Personal fit の発想を取り入れた道路案内情報提示

カーナビによる道路案内情報提示の personal fit を考える際には、まず、運転操作を“主課題”、カーナビに頼り目的地にまで到達することを“副次課題”とする二重課題としてとらえた場合、①運転中、カーナビを利用することは安全か、②運転中、カーナビを利用することが安全な場合、カーナビによりどのように案内情報の提示を行うべきかについて考究する必要がある。①については、現在のところ、交通法規により、運転中のカーナビ使用は規制されているが、ドライバーの中にはその法規を無視しカーナビを利用する交通参加者も見られ、ここにフォーマル・ルールとインフォーマル・ルール間のダブル・スタンダードが生じている。運転中にカーナビを利用することは確かに交通安全上危険なことではあるが、道に迷うことによる心理状態の変化が交通事故発生確率を高める危険性があることの懸念から、カーナビを利用しながらでも安全に運転できるシステムが設計されることが今後期待される所であり、その際、personal fit の概念を取り入れたカーナビ設計が一役を担うこととなる。

カーナビによる案内情報の個別提示を行う場合には、次のような点に配慮すべきである。

I. 各ドライバーの特性・属性に応じた個別情報提示

まず、各ドライバーの特性・属性に応じた個別情報提示が必要となる。ドライバーの属性や特性については、分割的注意や心的資源の利用特性のほか、空間認知能力や wayfinding 特性等に見られる個人差に配慮する必要がある。また、高齢者は若年者や中年者よりも情報処理の心的資源にやや制限があるとの結果 (Verwey, 2000) や 65 歳以上のドライバーは運転と目的地までの走行の双方を同時に行うことが難しいという結果を示した研究 (Dingus et al, 1997) から、運転中に高齢者がカーナビを利用することを避けるための fail stop 的な対策 (利用者がシステムの利用に失敗した時に、システムがそれ以上作動しないという対策、しかし、システムが停止していることを利用者に伝達すべきこと

も同時に必要である) や情報処理能力が低下した高齢者にも運転中利用可能なカーナビの情報提示がなされることが望まれる。しかし、同時に高齢者については、同年齢間の個人差が大きいことにも配慮し、個別情報提示を行っていくことが必要であろう。また、ドライバーの性格・人格特性に応じたカーナビによる情報提示も必要であろう。交通関連諸団体では、自動車免許取得時や交通違反者・事故者のための処分者講習等で運転適性診断を実施しているが、そこで得られたドライバー本人の反応時間特性、安全態度特性、性格・人格特性等の知見に応じた道路案内情報提示を行うことも望まれよう。また、カーナビ本体にそのような適性診断受診が可能なシステムを搭載することも一つの案である。さらに、ルート情報が提示された時、距離評価の側面で高い技量を持った人は、何を探索すべきかについてやどこを見るべきかについてのよりよい感覚を持つのに対し、距離評価の側面で低い技量を持つ人は (無作為に) 様々なところを探索するという探索戦略の差に言及した研究 (Kirasic, 2000) から、wayfinding における情報の探索パターンに応じた情報提示も必要であるものと推察される。例えば、wayfinding において、広範囲を探索する戦略を採用するドライバーであれば、必要な情報の同一内容を様々な箇所に提示することも必要であろう。

II. ドライバーの心理状態に応じた個別情報提示

ドライバーの心理状態 (心的状況) にも配慮し、道路案内情報の個別提示が行われることが必要である。池田 (1986) によると、緊急時に対して人間は、外的事象 (例えば、地震等) に対する対応と内的事象 (例えば、不安感等) に対する対応の双方に心的資源を使い分けることが必要になるという。緊急時においては外的要因や内的要因に配分される情報処理資源・時間資源の希少性 (池田, 1986) により、日常と異なる処理が行われることを考えると、道に迷い混乱をきたすような通常走行とは異なる状況において如何に道路案内情報を提示すべきかといった問題が生じ、外的要因と内的要因双方に影響する課題の難しさ (task demand) を軽減させるための案内情報提示が必要とされる。また、初心者ドライバーを対象としたアンケートによる意見調査 (大谷・神作, 2001) では、音声による案内情報は、通常の状態の時と比べ、不安、危険、急いでいる時には必要な時点の前に提示して欲しいとの意見が認められ

た。このような結果からも心理状態に応じた道路情報提示の必要性が指摘されるわけである。自動車運転時の緊急事態を検討した研究には、運転中にドライバーが遭遇する緊急事態の割合を各業種別に検討した研究(石田ら, 1992)や緊急事態により生じるヒヤリ・ハット体験の研究(丸山, 1982)等がある。緊急時の運転行動や反応に関する研究の中には、先行車の急な減速という緊急事態に対する反応とその緊急時の繰り返しと疲労の効果を検討した研究(Muto and Wierwille, 1982)や緊急時の意志決定を概観した研究(Malaterre et al, 1988)がある。

また、神作(1999)は緊急時の人間特性を Table 1 のようにまとめている。これらの知見にもとづく、緊急時に前記の副次課題を遂行することに困難さを感じるドライバーには、カーナビ等の案内情報を使用できないようにする fail-stop 的な対策も必要となろう。このために、諸外国で 1988 年から DRIVE 計画の一貫として行われてきた DREAM

計画(ドライバーの運転中の状態を評価・モニタリングする計画)をもとに、システムがドライバーの状態を検知し、カーナビが利用できる状態でなければ、ドライバーにそのことを告げ、案内情報を提示しないといった解決が取られるべきである。さらに、運転中の認知反応時間の突発的な遅延(松永, 2000)の出現が将来的に検知可能となれば、同様の対策が必要となろう。

心理状態については、緊急時における心理状況ばかりではなく、不安(Schmitz, 1997, 不安という心理状況が wayfinding 行動に影響を示すことを示した)や眠気時(大谷・神作, 2001)等も考慮に入れ、これらの心理状態の変化にもとづく道路案内情報提示がなされることが必要であろう。また、道路混雑時には注意の範囲が縮小するかわりに注意の深さ(注意の度合い)が深まることを示した三浦の研究(1994)や速度上昇により、有効視野が狭まることを示した研究(Elslande and Faucher-Alberton, 1997)等から、外的状況の変化に起因する心的状況の変化に対応した情報提示も今後期待される場所である。

Ⅲ. ドライバーのルート選択基準や運転段階にもとづいた個別情報提示

ドライバーのルート選択基準に応じた案内情報提示がなされることも必要である。Golledge(1999)によるルート選択基準を Table 2 に示す。

これらのルート選択基準において、例えば、「努力することの少ないルート」等についてはカーナビの案内情報表示形態として、turn by turn 形式の表示が望まれるが、「探索行動が変化に富んだルート」等については、地図形式(birds' view)の表示形態が望まれるであろう。これらの背景にはドライバーの運転目的が多様であり、それに応じた道路案内情報提示が必要であることがある。

さらに、先稿でも述べた Freundsuh (1991)の大規模環境と小規模環境や環境の複雑さに応じた情報の提示、ドライバーの目的地までのルートの既知度に応じた道路案内情報提示も必要であろう。また、Mollenhauer et al (1997)が指摘した3つの運転段階、predrive 段階、zero-speed 段階、in-transit 段階毎の道路案内情報提示も必要であろう。つまり、赤信号による zero-speed 段階では、視覚による地図形式の道路案内情報提示を行い、in-transit 段階では、聴覚による情報提示や視覚による turn by turn 情報提示を行うことを今後検討し

Table 1 緊急時の人間特性

(1) 注意や知覚の特徴
①一点集中、②注意の範囲が狭くなる、③内容が変わる、④一方的な見方、固定した見方が生じやすくなる、⑤断定的となる、⑥注意の移動が速くなり、内容の把握がおろそかになる、⑦知ろうとする意欲が低下する、⑧知覚伝達の麻痺
(2) 判断の特徴
①情報を総合する能力の量的、質的低下、②総合の情報から何かの情報を抽出する能力の低下、③記憶を呼び起こし、比較対照することができなくなる、④覚えていたことが思い出せない、⑤判断した内容をもう一度再検討することができなくなる (recheck 機能の低下)、⑥量的な判断ができなくなり、質的にしか判断できなくなる、⑦余裕時間を短めに感じるようになる、⑧思考の省略が行われるようになる、⑨判断が断定的になる、⑩重大な事態の場合、判断が全くできなくなる、⑪全く別な事を考えるようになる
(3) 操作・動作・行動の特徴
①操作や動作が滑らかに行えなくなる、②待ち切れずについ手を出す尚早反応が多くなる、③短絡した行動が多くなる、④反射的な操作・行動が多くなる、⑤機械的操作が著しくなる、⑥省略行動が著しくなる、⑦過大な不必要な力を用いるようになる、⑧円滑な操作ができなくなる、⑨2つ以上の協調した操作ができなくなる、⑩過剰な、急激な操作を行う、⑪目的のない操作を行う、⑫全く操作ができなくなる

注 1) これらの諸症状はすべて一斉に生じるわけではなく、また症状生起の順序もその時に応じてまちまちである(神作, 1999)。

注 2) この表は神作の知見を表にまとめたものである。

Table 2 ルート選択基準の種 (Golledge1999)

最も長い直線道路が最初に出現するルート、
 最も短い直線道路が最初に出現するルート、
 ターンが最も少ないルート、
 信号や停止標識が最も少ないルート、
 障害物や妨害が最も少ないルート、
 探索行動が変化に富んだルート、
 負の外的要因（例えば、汚染）が最小限になるルート、
 交通渋滞を避けるルート、
 回り道を避けるルート、
 実際のもしくは知覚された交通渋滞に対する対応、
 選択されたルート内で分節の数が最小限になるルート、
 左折（日本では、右折）の数が少ないルート、
 直交しない交差点が少ないルート、
 カーブが少ないルート、
 出発地から目的地までの直線の連結を取り囲むある広さ（路面）に移動を保つことを保証するルート、
 計算することの少ないルート、
 努力することの少ないルート、
 実際のもしくは知覚されたコストが少ないルート、
 他の交通機関の乗り換えの数が少ないルート、
 利用される道路、ストリート、国道のシステムの層の数が少ないルート、
 最も速く目的地にまで行くことの可能なルート、
 良く知られた事故に関するハザードが少ないルート、
 道路管理局によるパトロールに遭遇する可能性の少ないルート、
 トラックや他の重荷を積む交通に遭遇する機会が少ないルート

ていくことが望まれる。

4.3. Personal fit を構築する際の交通文化的配慮

2000年3月に行われた日本人間工学会主催「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」のカーナビパネル討論の中で personal fit について、どこまで車社会を個人・個別化すべきかについての質疑応答があった。この点については、広く文化的背景から考究していくことが望まれる論題であると考えられる。個別化については、個別化の目的（安全性、快適性、自己顕示性等）によりその是非は様々であろうが、個別化した場合に利用者が受ける影響と非利用者や交通社会が受ける影響等を考えて個別化を吟味することが必要であろう。案内情報の個別情報提示に関しても現在の所、様々な問題が露呈されている。その一例は、差別・人権問題である。空間能力が劣る人に対し、空間能力が優れた人と異なる情報提示を与えることの社会的・個人的影響は計り知れないものがあろう。今後、このような道路案内情報についての個別化を受け入れる交通文化が自然発生的に生じることが望まれる。現在なされている、ま

たは今後なされようとしている個別化については是非は交通文化としてその社会に生きる人々の長年の判断により、解決されるべき問題であり、一時代の一側面の価値判断から善し悪しが判断されるべきではないが、交通社会における安全性や快適性といった絶対的な価値に根ざした交通文化が創造されることが今後期待される。

5. まとめ

本稿では、道路案内情報のよりよい利用法について、machine 側から man 側への歩み寄りについて言及した。

道路標識等の交通参加者万人が利用する案内情報についてはユニバーサル・デザインの発想をもとに、カーナビのような個別情報提示が可能なものについては、personal fit の概念を取り入れた案内情報提示を行うことの必要性について述べた。赤松(2001)は、ITS や自動車を個人に適合させるための personal fit 技術の要素技術として、①どのようなようにしてドライバーの個人差をはかるか、②ドライバーの個人差にはどのようなものがあるか、③自動車や情報をどのようにすれば個人差に対応できるかをあげている。本稿では、案内情報を利用する交通参加者の安全情報を利用する際に関わる特性や属性等について言及した。①の個人差の測定・評価の面については、自動車教習所等で行われている運転適性検査とともに、wayfinding に関わる能力についても教習諸段階で実施し、カーナビを利用する段階以前に交通参加者本人に自らの wayfinding に関わる能力や人格・性格特性等についての把握を理解させるための教育・学習を行う必要があることについては先稿でも論じた通りである。また、本稿でも、論じたようにカーナビ本体に適性診断が可能なシステムを搭載することも一つの案であろう。③については、個別情報提示といっても、全ての交通参加者のニーズに応じることが出来ない場合には、カーナビにいくつかのモードを搭載しておき、利用する個人の特性に応じた案内情報の提示方法が設定できる自由度をシステムに搭載することが必要であろう。また、先にも述べたように、ドライバーの状態をモニタリングできるシステムにより、走行中のドライバーの状態に応じた道路案内情報の提示が可能なシステムづくりも今後期待されるところである。

道路案内情報の個別提示に関しては、現時点においてはまだまだ未開の領域に近いので、今後、道路案内情報の個別情報提示についての実験を行い、よりよい wayfinding を交通参加者が行うことが可能なシステムづくりを行っていきたいと考えている。またそれと同時に、21世紀の交通社会に自然発生的に生じる交通文化にも注目して行きたいと考えている。

注 釈

- 1) 空間能力が高いと自己評価した人は、客観的に測定された空間能力においても優れた成績を示すことが Kozlowski と Bryant (1977) の研究や Streeter と Vitello (1986) の研究の中で示されている。
- 2) Aginsky らは、Siegel と White (1975) らが提唱した環境の知識獲得に関わる段階説にかわる説として、ドライビング・シミュレーターを使ったルート学習の実験から、次の2つのストラテジーを区別した。

①視覚優位ストラテジー

人間は自分達の wayfinding に関わる決定をその時点で視覚的に認識しているルートに沿った対象物に基づいて行っており(例えば、“赤い建物を右に曲がる”等)、その対象物はサーベイ表象に統合されない。

②空間優位ストラテジー

人間は環境をサーベイマップとして認識し、ランドマークやルート段階を経ることなしにサーベイマップに至る、つまり、場面やランドマークは視覚的にはまだ認識されていないが、それらの認識はナビゲーションに使われるのではなく、メンタルマップを形成するのに使われる。

引用・参考文献

- Aginsky, V., Harris, C., Rensink, R., and Beusmans, J. 1997 Two strategies for learning a route in a driving simulator. *Journal of environmental psychology*, 17, Pp317-331.
- 赤松幹之 2001 ITSにおけるパーソナルフィット技術の期待 シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」カーナビパネル討論 日本人間工学会 Pp31.
- 赤松幹之・村木俊彦・高橋宏・畑秀二・江部和俊・土居俊一 2001 ITSにおけるパーソナルフィット技術の期待 シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」カーナビパネル討論 日本人間工学会 Pp31-38.
- Allen, G.L. 1999 Spatial abilities, cognitive maps, and wayfinding: Bases for individual differences in spatial cognition and behavior. In Golledge, R.G.

- (Ed.), *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, Pp46-80.
- Anooshian, L.J. 1996 Diversity within spatial cognition strategies underlying spatial knowledge. *Environment and behavior*, 28 (4), Pp471-493.
- Baddeley, A. 1986 *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Blades, M. 1991 Wayfinding theory and research: The need for a new approach. In Mark, D.M., and Frank, A.U (Eds.), *Cognitive and linguistic aspects of geographic space*. Dordrecht, Boston and London: Kluwer Academic Publishers, Pp 137-165.
- Brown, L.N., Lahar, C.J., and Mosley, J.L. 1998 Age and gender-related differences in strategy use for route information: A “Map Present” direction-giving paradigm. *Environment and behavior*, 30 (2), Pp123-143.
- Charness, N. 1976 Memory for chess positions: Resistance to interference. *Journal of experimental psychology: Human learning and memory*, 2, Pp641-653.
- Chase, W.G. 1983 Spatial representations of taxi-drivers. In Rogers, D.R., and Sloboda (Eds.), *Acquisition of symbolic skills*. New York: Plenum, Pp391-405.
- Dingus, T.A., Hulse, M.C., Mollenhauer, M.A., Fleishman, R.N., McGehee, D.V., and Manakkal, N. 1997 Effects of age, system experience, and navigation technique on driving with an advanced traveler information system. *Human factor*, 39 (2), Pp177-199.
- Elliott, R.J., and Lesk, M.E. 1982 Route finding in street maps by computers and people. In *proceedings AAAI-82 Conference*, Los Altos, CA: American Assn. for artificial intelligence, Pp 258-261.
- Elslande, P.V., and Faucher-Alberton, L. 1997 When experiences become certainties: A potential adverse effect of experience. In Rothengatter, T., and Vaya, E.C (Eds.), *Traffic and transportation psychology: Theory and application*. Amsterdam, New York, Oxford and Tokyo: Pergamon, Pp147-159.
- Freundschuh, S.M. 1991 The effect of the pattern of the environment on spatial knowledge acquisition. In Mark, D.M., and Frank, A.U (Eds.), *Cognitive and linguistic aspects of geographic space*. Dordrecht, Boston and London: Kluwer Academic Publishers, Pp167-183.
- Galea, L.A.M., and Kimura, D. 1993 Sex differences in route-learning. *Personality and individual differences*, 14, Pp53-65.
- Goldin, S.E., and Thorndyke, P.W. 1981 An analysis

- of cognitive mapping skills. Santa Monica, CA : The Rand Corporation, Technical report, No.N-1664-ARMY, March.
- Goldin, S.E., and Thorndyke, P.W. 1982 Simulating navigation for spatial knowledge acquisition. *Human factors*, 24 (4), Pp457-471.
- Golledge, R.G., Klatzky, R.L., and Loomis, J.M. 1996 Cognitive mapping and wayfinding by adults without vision. In Portugali, J. (Ed), *The construction of cognitive maps*. Dordrecht : Kluwer, Pp215-246.
- Golledge, R.G. 1999 Human wayfinding and cognitive maps. In Golledge, R.G (Ed.), *Wayfinding behavior : Cognitive mapping and other spatial processes*. Baltimore and London : The Johns Hopkins University Press, Pp5-45.
- 池田謙一 1986 認知科学選書9「緊急時の情報処理」東京大学出版会.
- 石田敏郎・市原茂・垣本由紀子・神作博 1992 運転中に遭遇する緊急事態とその対処法に関する研究 *交通心理学研究*, 8 (1), Pp1-10.
- 岩井彌 1998 加齢の影響を加味した視認性評価方法—年齢別等視力曲線の作成—*照明学会誌*, 82 (11), pp 921-925.
- 神作博 1999 緊急事態における心理的分析 *交通安全教育*, 34 (7), Pp6-11.
- Kirasic, K.C. 1991 Spatial cognition and behavior in young and elderly adults : Implications for learning new environments. *Psychology and aging*, 6, Pp10-18.
- Kirasic, K.C. 2000 Aging and spatial behavior in the elderly adult. In R.Kitchin and S.Freundschuh (Eds), *Cognitive mapping : Past, present and future*. London and New York : Routledge, Pp 166-178.
- Klatzky, R.L., Golledge, R.G., Loomis, J.M., Cicinelli, J.G., and Pellegrino, J.W. 1995 Performance of blind and sighted persons on spatial tasks. *Journal of visual impairment and blindness*, 89, Pp70-82.
- Kozlowski, L.T., and Bryant, K.J. 1977 Sense of direction, spatial orientation, and cognitive maps. *Journal of experimental psychology, Human perception and performance*, 3 (4), Pp590-598.
- Krauss, I.K., Quayhagen, M., and Schaie, K.W. 1980 Spatial rotation in the elderly : Performance factors. *Journal of gerontology*, 35, Pp199-206.
- 栗本讓 (研究代表者) 1997 微弱電波を利用した視覚障害者及び高齢者の歩行案内・誘導システムに関する研究 平成7年度～平成8年度科学研究費補助金 (基礎研究 (A) (1)) 研究成果報告書.
- Lawton, C.A. 1996 Strategies for indoor wayfinding : The role of orientation. *Journal of environmental psychology*, 16 (2), Pp137-145.
- Lipman, P.D. 1991 Age and exposure differences in acquisition of route information. *Psychology and aging*, 6 (1), Pp128-133.
- Lloyd, R. 1989 Cognitive maps : Encoding and decoding information. *Annals of the association of American geographers*, 79, Pp101-124.
- Malaterre, G., Ferrandez, F., Fleury, D., and Lechner, D. 1988 Decision making in emergency situations. *Ergonomics*, 31 (4), Pp643-655.
- 丸山康則 1982 ヒヤリ・ハット体験—その原因と対策—日本交通心理学会 (編) *安全運転の人間科学1—事故はなぜ起こるのか—企業開発センター* Pp222-242.
- 松永勝也 2000 自動車運転事故発生モデルに関する考察 日本交通心理学会平成12年度春季大会発表論文集, Pp22-23.
- Millar, S. 1994 Understanding and representing space : Theory and evidence from studies with blind and sighted children. Oxford : Oxford university press.
- 三浦利章 1994 運転者の有効視野と情報獲得機能 道路交通における視覚情報研究調査 (委員会報告書) 社団法人照明学会, Pp6-17.
- Mollenhauer, M.A., Hulse, M.C., Dingus, T.A., Jahns, S.K., and Carney, C. 1997 Design decision aids and human factors guidelines for ATIS display. In Y.I.Noy (Eds), *Ergonomics and safety of intelligent driver interfaces*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, Pp23-61.
- Muto, W.H., and Wierwille, W.W. 1982 The effect of repeated emergency response trials on performance during extended-duration simulated driving. *Human factors*, 24 (6) Pp693-698.
- O' Neill, M.J. 1992 Effects of familiarity and plan complexity on wayfinding in simulated buildings *Journal of environmental psychology*, 12, Pp319-327.
- Ohta, R.J., and Kirasic, K.C. 1983 The investigation of environmental learning in the elderly. In G.D.Rowles and R.J.Ohta (Eds), *Aging and milieu : environmental perspectives on growing old*. New York : Academic Press, Pp83-96.
- 大谷亮・神作博 2001 心的状況の差異にもとづく案内情報提示法に関する研究 (1) —初心者ドライバーを対象とした態度レベルの検討 (1) シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」研究論文集 日本人間工学会, Pp147-150.
- Plude, D.J., Milberg, W.P., and Cerella, J. 1986 Age differences in depicting and perceiving tridimensionality in simple line drawings. *Experimental aging research*, 12 (4), Pp221-225.
- Rossano, M.J., West, S.O., Robertson, T.J., Wayne, M.C., and Chase, R.B. 1999 The acquisition of route and survey knowledge from computer models. *Journal of environmental psychology*, 19, Pp101-115.
- Schmitz, S. 1997 Gender-related strategic in environmental development : Effects of anxiety on

- wayfinding in and representation of a three-dimensional maze. *Journal of environmental psychology*, 17, Pp215-228.
- Siegel, A.W., and White, S.H. 1975 The development of spatial representations of large-scale environments. In H. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior*, Vol.10. New York: Academic Press, Pp10-55.
- Steele, F. 1980 Defining and developing environmental competence. *Advances in experimental Social processes*, 2, Pp225-244.
- スタンバーク, R.J. 2000 思考スタイル-能力を生かすもの- 松村伸高・比留間太白 (訳) 新曜社.
- Stern, E., and Leiser, D. 1988 Levels of spatial knowledge and urban travel modeling. *Geographical analysis*, 20 (2), Pp140-155.
- Streeter, L.A., and Vitello, D. 1986 A profile of drivers' map-reading abilities. *Human factors*, 28 (2), Pp223-239.
- Thinus-Blanc, C., and Gaunet, F. 1999 Spatial processing in animals and humans: The organizing function of representations for information gathering. In Golledge, R.G (Ed.), *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, Pp294-307.
- Thorndyke, P.W., and Hayes-Roth, B. 1982 Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive psychology*, 14, Pp560-589.
- Thorndyke, P.W., and Stasz, C. 1980 Individual difference in procedures for knowledge acquisition from maps. *Cognitive psychology*, 12, Pp137-175.
- Ungar, S. 2000 Cognitive mapping without visual experience. In R. Kitchin and S. Freundschuh (Eds), *Cognitive mapping: Past, present and future*. London and New York: Routledge, Pp 222-248.
- Verwey, W.B. 2000 Online driver workload estimation. Effects of road situation and age on secondary task measures. *Ergonomics*, 43 (2), Pp 187-209.
- 和氣典二 1988 感覚代行研究の現状 人間工学, 24 (3), Pp137-142.
- Walker, N., Fain, W.B., Fisk, A.D., and McGuire, C.L. 1997 Aging and decision making: Driving-related problem solving. *Human factors*, 39 (3), Pp438-444.
- Wilkiss, S.A., Jones, M.G., Korol, D.L., Gold, P.E., Manning, C.A. Age-related differences in an ecologically based study of route learning. *Psychology and aging*, 12 (2), Pp372-375.