

記憶情報処理過程が運転時の情報再現性能に与える影響に関する研究

Effects of Memory Retrieval Process on Driver's Reproduction Performance

中川 剛士*・萩原 亨**・内田 賢悦**・足達 健夫***・加賀屋 誠一****
K. NAKAGAWA*, T. HAGIWARA**, K. UCHIDA**, T. ADACHI***, S. KAGAYA****

1. はじめに

運転者は、様々な情報を視覚や聴覚を用いて摂取している。摂取した情報から必要な情報を選択・記憶し、車両の制御を行っている¹⁾。最近、運転時の情報供給源が増加し、運転者は従来よりも多くの情報処理を要求される場合が増えている。情報量の増加は運転にとって単純にプラスとなるとは限らない。情報量が増してもその処理が過負荷とならない情報提供が望ましい。本研究では、情報の記憶処理過程に着目し、運転に関する情報提供方法が人間の情報処理過程に与える影響について検討する。

人間は運転場面のような時間的にダイナミックに変化する状況で情報をどのように記憶するのであろうか。Baddeley, A²⁾は、人間が情報を使うまで情報を保持しておく一時的な能動的記憶貯蔵庫としてワーキングメモリを提唱している。ワーキングメモリを視覚及び聴覚情報を符号化、記録、再現する場として定義した。Wickens, C.D.³⁾は、ワーキングメモリと長期記憶を貯蔵庫として用いた記憶の再現過程モデルを提案している。図1は、このモデルによる2種類の記憶再現過程を示している。一つは、'再生'と呼ばれ、符号化・記憶・再現を辿る過程である。ワーキングメモリは、記憶の短期的な貯蔵庫としてのみ使われる。もう一つは、'再認'と呼ばれ、符号化・記憶・長期記憶・再現を辿る過程である。新しい情報は、意味的な処理を行って保持され、再現される。保持された情報は他の情報と組み合わせられて新しい情報となって再現される場合もある。再認過程は再生過程よりも記憶に関する情報処理過程に高い負荷を与えるものと考えられる。

そこで、本研究では運転場面を想定し、'再生'過程となる情報提供課題と'再認'過程となる情報提供課題との比較を行う。具体的には、被験者に経路選択と標識課題の2種類の課題を同時に行わせる。パソコンを用いて簡単な経路選択場面を再現し、'再生'過程と'再認'過程を想定した2種類の経路選択情報提供パターン(以下、

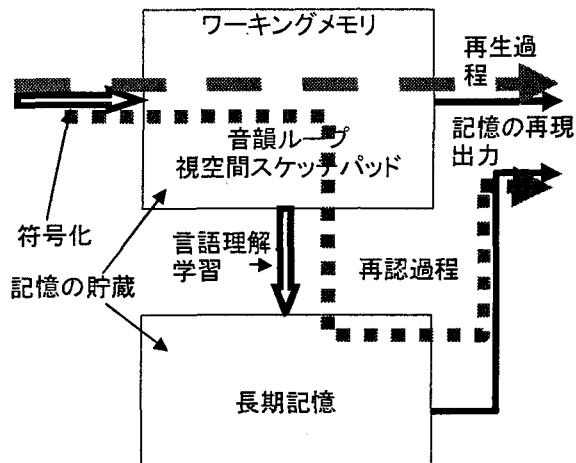


図1 人間の記憶再現過程 (Wickens, C.D., 3))

経路選択課題)を用意する。一つは、出発前に目的地を地図上で記憶しそれを思い出ししながら目的地に至る方法(以下、地図利用)であり、'再認'過程を使う。他方は、交差点手前の音声による方向指示がなされ目的地に至る方法(以下、音声誘導)であり、'再生'過程を使う。この課題と同時に、標識を提示し記憶する課題を与える(以下、標識課題)。標識課題についても'再認'過程となる課題と'再生'過程となる課題の2種類とする。経路選択と標識課題において各々2種類の情報処理過程となり、それら4通りの組み合わせで実験を行い、'再認'過程を持つ課題と'再生'過程となる課題が情報の再現に与える影響を検討する。

2. 実験内容

(1) 被験者

被験者は、表1に示す23~26歳の北大工学部の学生、62名とした。条件別に被験者を6グループにランダムに割り振った。2種類の経路選択と3種類の経路は、被験者間変数として割り当てた。一方、2種類の標識課題は、被験者内変数とした。

Key Words: 交通情報、ITS

*学生員, **正会員, ***フェロー, 北海道大学大学院工学研究科
(〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目 TEL/FAX 011-706-6214)
***正会員, 専修大学北海道短期大学
(〒079-0197 美唄市光珠内町 TEL 01266-3-0245)

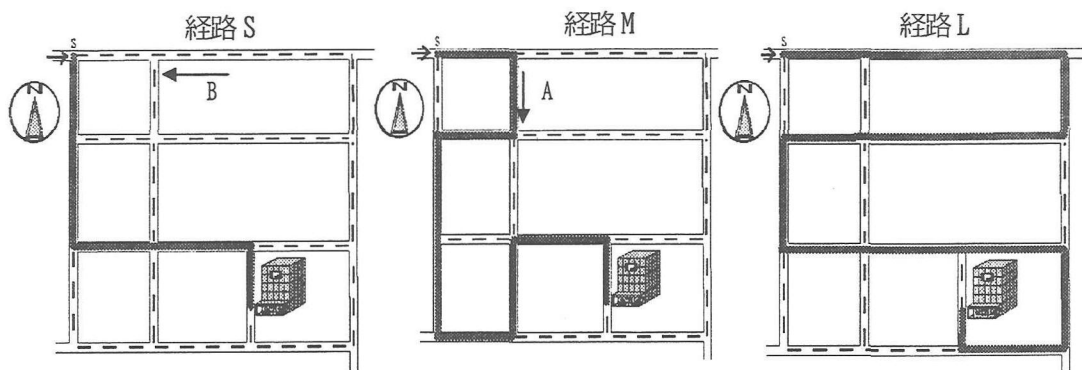


図2 3種類の提示経路

(2) 経路選択課題

被験者は、図2の指定された経路にしたがって駐車場に向かう。提示した経路は、図2に示す3種類とした。通過経路の長さが異なるものとした。記憶する経路が処理過程の出力に与える影響を検討した。経路の長さ以外に進路変更回数・経路の形状パターンは、各々異なるものとした。

経路情報の提供方法は、音声誘導と地図利用の2種類とした。音声誘導グループでは、図3の交差点画像提示と同時に音声で次の進行方向を指示する。図3(A)は十字交差点、図3(B)はT字交差点のときの交差点画像を示している。音声誘導グループの被験者は、目的地までの経路を記憶し再現する必要はない。指示された情報をそのまま保持し、再生して行動する。一方、地図利用グループは、出発前に指定経路を記述された地図を記憶する。図3に示す案内標識情報と記憶情報を組み合わせ進む方向を選択する。方向を示す情報とし、東西南北を用いた。

(3) 2種類の標識課題

本実験では、各グループ共通課題として‘再生’処理となる標識問題（以下、‘再生’標識課題）と‘再認’処理となる標識問題（以下、‘再認’標識課題）を全ての被験者にランダムに与えた。標識課題は、交差点にて経路選択後に提示される。標識課題の終了と同時に次の交差点が提示される。図4は、標識課題の情報画像の一例を示している。ここでは、4つの情報（道路情報板の文字情報や道路標識）が提示されている。情報量の多寡に関わらず、提示時間像は2秒間（日本道路協会の道路標識設置基準より）とした。

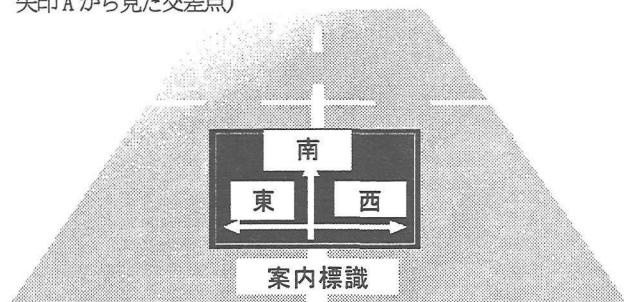
図5(A)は、‘再生’処理を想定した課題では、問題で示した標識画像と回答の標識画像の情報形式を同一とした。選択肢を図5(A)に示すように道路標識や文字情報の形式で提示した。記憶した情報を解釈せず、そのまま再現すれば正答に至る。一方、図5(B)の‘再認’処理を想定

表1 実験計画

	グループ名称（人数）					
	G1(10)	G2(11)	G3(11)	G4(10)	G5(10)	G6(10)
経路探索課題	地図利用	地図利用	地図利用	経路誘導	経路誘導	経路誘導
提示経路	経路S	経路M	経路L	経路S	経路M	経路L
標識課題	両者	両者	両者	両者	両者	両者

（注意）標識課題の両者とは、‘再生’標識課題と‘再認’標識課題の両者を含むを意味する。

A) 十字交差点（図2の経路Mの矢印Aから見た交差点）



B) T字交差点（図2の経路Sの矢印Bから見た交差点）

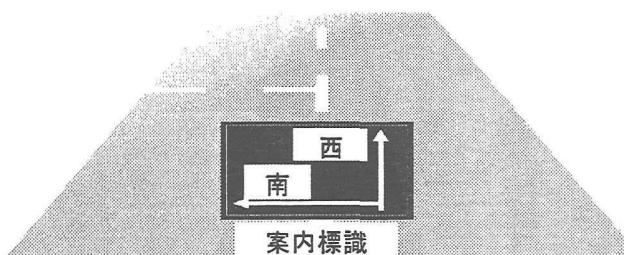


図3 交差点と案内標識

した課題では、問題画像に示された情報を解釈しなければ正答に至らないものとした。図5(B)に示すように、回答形式は道路標識を解釈した文章となっている。記憶した情報をそのまま出力するのではなく、情報の意味を理解しつつ出力する必要がある。

偶然による正答を少しでも回避するため、各課題において正答数は、1個に限定していない。複数個ある場合を用意した。

(4) シミュレーション実験

被験者は、マウス操作と、回答用紙に正解番号を書きこむ作業を行った。実験の一連の流れを以下に示す。最初に、指定経路を記述した地図(図2)を30秒間表示した。地図利用グループの被験者は経路を暗記した。

スタート後から図3に示す交差点の図が表示される。図3は、被験者が画像の下から中央の交差点に進み、交差点で進行方向を選択することを意味している。絶対的な方向を示すため東西南北を示す案内標識と一緒に提示した。地図利用グループは、現在地と進行方向及び出発前に記憶した経路をミックスし、案内標識から進行方向を判断しなければならない。音声誘導グループの場合、図3の交差点画面の表示に次いで、進行方向を示す音声誘導が流れる。

進行方向決定後、被験者は、進行方向に向かう道路の先をクリックした。クリック後、図4に示す標識の問題画面が提示される。2秒後には、自動的に画面が回答画面に移行する。回答画面では、図4に示す選択肢が5個示されている。回答時間は、無制限とした。回答を終了すると画面下にある「次へ」をクリックした。クリック後、次の交差点の画面に移動した。この手順を目的地に着くまで繰り返した。

3. 実験結果

(1) 測定結果

表2は、経路選択の正誤反応数、経路選択に要した時間、標識課題の正答率・回答時間のグループ別平均値を示している。標識課題の正答率は、実験開始前に各被験者に配布した回答用紙から求めた。経路選択の正誤反応数、経路選択に要した時間、標識課題の回答時間は、実験状況の録画映像から求めた。回答時間は、被験者の問題文を読む時間を含んでいる。

(2) 経路選択課題結果

図5は、各グループの経路選択における正誤反応被験者数を示している。誤反応とは、指定された経路を一度でも逸れた場合を意味する。指定された経路以外を通って目的地に到着した場合も誤反応とした。地図利用の3

標識問題

一部凍結 通行注意



A '再生' 標識課題の例

前画面に表示された情報掲示板や標識に書かれていた情報と一致するものを選択してその記号を紙にお書き下さい。

1.

4.

2.

5.

3.

作業中

一部凍結 次へ

B) '再認' 標識課題の例

前画面に表示された情報掲示板や標識の内容より考えられる道路状況や周辺状況として最もふさわしいものを選択し紙にお書き下さい。

1. 降雪により路面全てが凍結している。
2. 路面の一部が凍結しており作業も行われている。
3. この道路は駐車禁止である。
4. この道路の規制速度は50km/hである。
5. この道路は作業中につき通行禁止である。

次へ

図4 標識課題の例

表2 実験結果一覧

		G1	G2	G3	G4	G5	G6
被験者数(人)		10	11	11	10	10	10
経路選択課題形式		地図利用	地図利用	地図利用	音声誘導	音声誘導	音声誘導
誤反応者数(人)		3	7	4	0	1	0
提示経路		経路S	経路M	経路L	経路S	経路M	経路L
経路選択時間	平均経路選択時間(sec)	6.0	8.0	7.5	1.9	1.9	1.5
	標準偏差	2.3	4.0	3.2	0.7	0.9	0.7
'再生' 標識課題	平均正答率(%)	42.5	33.5	44.9	40.0	58.8	57.7
	標準偏差	26.4	17.5	17.4	31.6	17.7	16.0
	平均回答時間	21.0	20.0	19.0	16.0	19.0	16.0
	標準偏差	7.0	6.0	8.0	3.0	3.0	3.0
'再認' 標識課題	平均正答率(%)	32.5	17.4	42.8	26.7	37.5	55.7
	標準偏差	20.6	15.4	25.4	14.6	22.3	17.9
	平均回答時間	21.0	25.0	26.0	22.0	24.0	19.0
	標準偏差	7.0	7.0	13.0	7.0	5.0	5.0

つのグループは、誤反応者が多かった。音声誘導の3つのグループでは、誤反応者は1人のみであった。経路Mの誤反応者は、7名となった。経路L及び経路Sより多く、最大となった。

図6は、各グループの経路選択における平均経路選択時間とその標準偏差を示している。地図利用の3グループは、経路の長さにより平均経路選択時間に差が見られた。経路Mで最も長くなり、経路Sで最も短くなった。平均経路選択時間と同様、各グループの標準偏差も、経路Mが最大であった。一方、音声誘導の3グループの平均経路選択時間は、経路に関わりなくほぼ同じ1.5秒から1.9秒であった。

図7は、3つの地図利用グループを経路選択課題における正反応者と誤反応者で分割したときの、各々における平均経路選択時間を示している。3グループとも、正反応者の平均経路選択時間は、誤反応者の平均経路選択時間より短かった。経路Sでは、正反応者と誤反応者の平均経路選択時間の差は、約2秒となった。誤反応者の標準偏差は小さく、正反応者の標準偏差は大きくかった。経路Mでは、正反応者と誤反応者の平均経路選択時間の差は、約7秒となり3つの提示経路の中で最大となった。経路Sと反対に、正反応者の標準偏差が小さく、誤反応者の標準偏差が大きかった。経路Lでは、正反応者と誤反応者の経路選択時間の差は、約4秒であった。両者の標準偏差は、ほぼ同じ値となった。

3つの提示経路は情報処理過程に影響する結果となった。提示経路は、経路の長さを主な影響要因と想定し選択した。しかし、長さ以外に進路変更回数あるいは経路の形状パターンが情報処理過程に影響した。非制御因子となっており、実験結果の分析に注意を要する。

(3) 標識課題の正答率

表1に示す2種類の経路選択課題・2種類の標識課題・3種類の提示経路が標識課題の正答率に与える効果を検討した。経路選択課題と提示経路を被験者間変数、標識課題を被験者内変数とする分散分析($p<0.05$)を行った。3つの要因間の交互作用はなかった。標識課題、経路選択課題、提示経路の主効果は有意となった。

図8は、経路選択課題と標識課題とによる4種類の情報提供の組み合わせ条件での標識課題の正答率を示している。正答率は、音声誘導と'再生'標識課題で最高となった。音声誘導と'再認'標識課題及び地図利用と'再生'標識課題とで、ほぼ同じ正答率となった。地図利用と'再認'標識課題の正答率が最低となった。'再認'過程を'再生'過程に変えると、同じ情報であっても正答率を高めることが可能となる。

図9は、3種類の提示経路別の平均正答率を示している。各々の経路は音声誘導と地図利用との両者の結果を含んでいる。経路Lの正答率が、2種類の標識課題の何れに

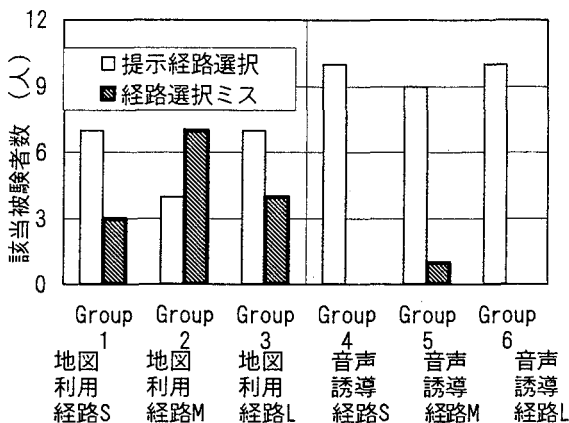


図5 各グループにおける経路選択の正誤反応被験者数

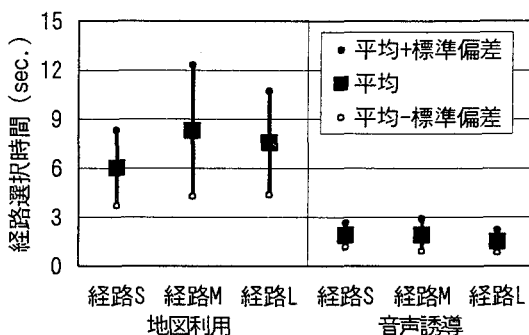


図6 経路の種類が経路選択時間に与える影響

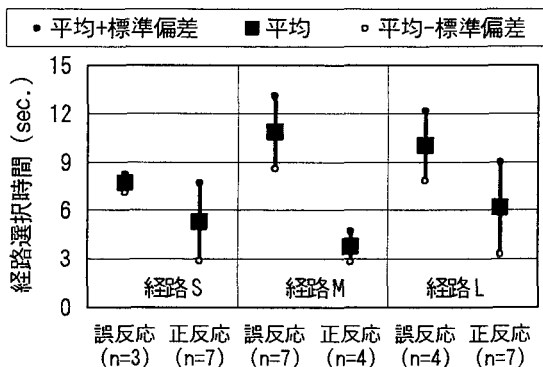


図7 正誤反応時の経路選択時間

おいても最高値を示した。'再生'標識課題の平均正答率は、経路L・経路M・経路Sの順に小さくなった。経路が長くなることから、標識課題への学習効果が現れたものと言える。最初の数題において被験者は課題の内容とその提示時間の短さに戸惑いを示した。しかし、その後は提示に対して準備できるようになり提示情報を読みきれるようになっていた。一方、'再認'標識課題では、経路Mでの正答率が最低となり、経路Sの正答率は経路Mより

若干高くなった。経路 M の正答率を下げた原因の一つとして経路ミスによる影響があった。分散分析で提示経路の主効果が示されたが、その内容は経路が長くなることによる学習効果と経路ミスによる間接的な影響と言え、提示経路が正答率に与える影響とはなっていない。

(4) 標識課題の回答時間

正答率と同様に、表 1 の実験条件が標識課題の回答時間に与える効果を検討した。経路選択課題と提示経路を被験者間変数、標識課題を被験者内変数とする分散分析 ($p<0.05$) を行った。3 つの要因間の交互作用はなかった。標識課題と経路選択課題の主効果は有意となった。しかし、提示経路の主効果は有意とならなかった。

図 10 は、経路選択課題と標識課題とによる 4 種類の情報提供の組み合わせ条件での標識課題の回答時間を示している。最も回答時間が長くなったのは、地図利用と'再認'標識課題であった。最も短くなったのは、音声誘導と'再生'標識課題であった。音声誘導と'再認'標識課題は、地図利用と'再生'標識課題より回答時間が長くなった。2 章でも記述したが、'再認'標識課題は回答の選択枝を読む時間が必要であり、その影響が出ているものと思われる。同じ標識課題ではこの影響を除くことが可能であり、地図利用グループは、音声誘導のグループより回答時間が長くなっていた。以上から、正答率と同様に、'再認'過程から'再生'過程と変えたと同じ情報であっても回答時間を早めることが可能となる。

4. 考察とまとめ

本研究では、経路選択と標識課題とにおける各々 2 種類の情報提供課題を用意し、それら 4 通りの組み合わせで実験を行い、'再認'過程を持つ情報提供課題と'再生'過程をなす情報提供課題が情報の再現に与える影響を検討してきた。実験結果をまとめる。音声誘導のとき経路ミスはほとんどなく、経路判定時間も地図利用に比べ短くなった。音声誘導のとき、地図利用と比べて標識課題の正答率も高くなり、回答時間も短くなった。一方、'再生'標識課題にて正答率が高くなり、その回答時間も短くなった。

これらより、'再生'過程のとき情報の再現性は、'再認'過程となる場合より高くなることが明らかになった。同じ情報量を受け取るとしても、音声誘導で受け取る場合と地図利用とでは人間の情報処理過程に与える負荷に違いがあると言える。'再生'となるような情報提供が、運転時の情報処理負荷を小さくすることが期待できる。今後、情報提供方法として人間の記憶再現過程に配慮すべきであろう。

本実験では 3 つの提示経路を用意し、その違いが出力に与える影響を考察した。残念ながら、提示した経路パ

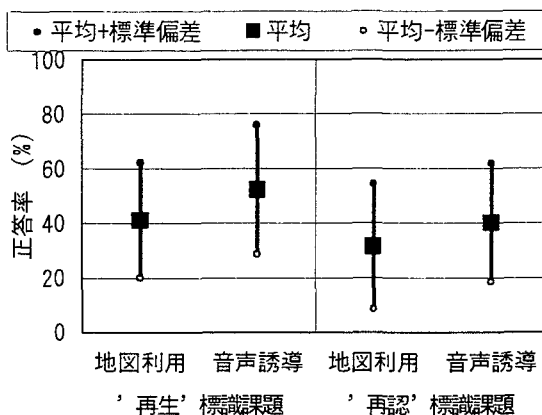


図 8 経路選択課題と標識課題との情報提供方法の組み合わせの違いが正答率に与える影響

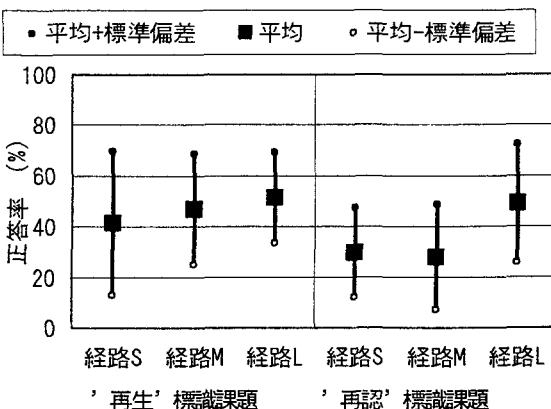


図 9 3 種類の提示経路別、標識課題の正答率

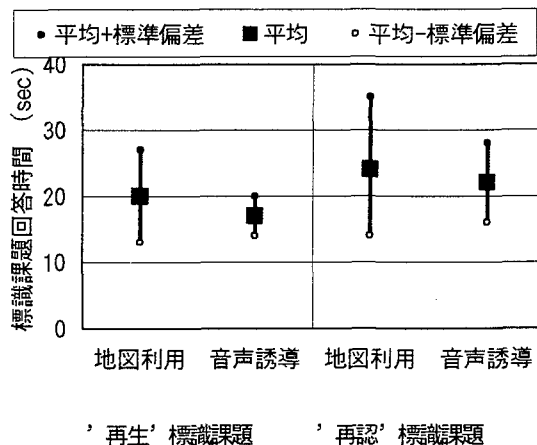


図 10 経路選択課題と標識課題との情報提供方法の組み合わせの違いが標識課題の回答時間に与える影響

タンに整合性が欠けたため、経路の影響を分析するに至らなかった。また、実際の運転状況での情報処理が本研究と同様になるかは不明である。今後、これらの課題をクリアすべく実車で同様な実験を行い、運転者への適切な情報提供過程を明らかにしていく必要がある。

参考文献

- 1) 交通心理学十問、道路交通安全における人間要因、Shinar,D. 野口薫・山下昇共訳、サイエンス社、1987.
- 2) Baddeley, A. Human Memory, Theory and Practice. Revised Edition. Allyn & Bacon, 1998.
- 3) Wickens, C.D. Engineering Psychological and Human Performance, 2nd Edition, Harper Collins Publishers Inc., 1992.

記憶情報処理過程が運転時の情報再現性能に与える影響に関する研究

中川 剛士、萩原 亨、内田 賢悦、足達 健夫、加賀屋 誠一

情報を選択し記憶するダイナミックな情報処理を、運転者は行っている。本研究では、このような記憶処理を行う情報過程に着目し、運転に関する情報提供方法が情報再現性能に与える影響についてシミュレーション実験を行った。運転者への情報提供課題とし、'再生'過程となる課題と'再認'過程となる課題を2つの課題で用意し、それらの組み合わせが情報再現にどのように影響するかを検討した。シミュレーション実験は経路選択と標識課題を同時に行う二重課題形式で行い、各問題の正答率・回答時間や経路選択における選択時間・正誤反応の測定を行った。その結果、記憶情報処理に関する'再生'過程を利用するような形式で情報を伝える事が、運転時の情報再現性能を高める結果となった。しかし、本研究は室内での簡易シミュレーション状況での結果であり、実車での運転時において調査する必要があり、今後の課題として取り組む必要がある。

Effects of Memory Retrieval Process on Driver's Reproduction Performance

By K. NAKAGAWA, T.HAGIWARA, K.UCHIDA, T.ADACHI, S.KAGAYA

Experiments were conducted using a personal computer to study the human factors involved in information processing during route searching. The primary objective was to investigate the effects of difference in amount of memory retrieval load in terms of a given task. In this study, two route searching tasks were combined with two memory reproducing tasks, for four types of task. The subjects used either a map guidance system or a voice guidance system to trace a predetermined route to the destination in a simulated driving test. In addition, the subjects were asked to perform memory reproducing tasks using working memory. In these tasks, the subjects memorized the same number of traffic signs, but there was a difference in the memory retrieval process that the tasks demanded. The subjects were 62 students at Hokkaido University. Multiple ANOVA was used to analyze the interaction effects and the main effects of tasks. The results indicated that the accuracy of route searching, the response time of route searching, and the accuracy of reproducing memorized traffic signs increased as the memory retrieval load decreased. This suggests that the memory retrieval process affects the performance of driver's information processing.
