

道路情報獲得過程における運転者の情報処理に関する研究

A Study on Information Processing of the Driver in Acquisition Process of Road Information

中川 剛士**・徳永・ロベルト***・内田 賢悦****・萩原 亨****・加賀屋 誠一*****

By Koji NAKAGAWA**Roberto TOKUNAGA***Ken-etsu UCHIDA****Toru HAGIWARA****Seiichi KAGAYA*****

1. はじめに

現在のドライバーは、多数の情報源に囲まれている。情報源には、道路標識や信号、道路線形や路面状況といった車外に存在するもの、ラジオやカーナビ等の車内に存在するもの等がある。近い将来、ITS の開発に伴った新たな情報源が、ドライバーを取り囲むような状況が想定される。新たな情報源の登場が、ドライバーに対して正の効果をもたらすだけとは限らない。例えば、新たな情報源が普及すると、ドライバーの処理を必要とする情報は増加する。しかし、ドライバーは、記憶容量に限界を持っている。そのため、送信される情報が、容量を越えてしまうと処理しきれなくなる。本研究は、送信されてくる情報量が、ドライバーの情報処理の容量を越えるといった状況を想定して行った。そのため、人間（ドライバー）が、情報処理を行う記憶について考えた。

記憶は、持続時間の長さなどによって何種類かに分類される。本研究は、何種類かの記憶の中から短期記憶とワーキングメモリ^{1)・2)}を取り上げて考えた。

認知心理学上では、短期記憶とワーキングメモリは持続期間のみで分類すると短期記憶の種類である。しかし、両者の内部処理に関しては全く違っている。図1は、人間の情報処理機構について示している。短期記憶は、入力された情報をそのままの形で出力すると考えられている。一方、ワーキングメモリは、情報を統合したり、入力された情報を元に新たな情報を作成するといった作業をすると考えられている。言い換えれば、ワーキングメモリは情報をアクティブに保持し、短期記憶はパッシブに保持する。アクティブに情報を保持するというのは、情報を一時的に保持している

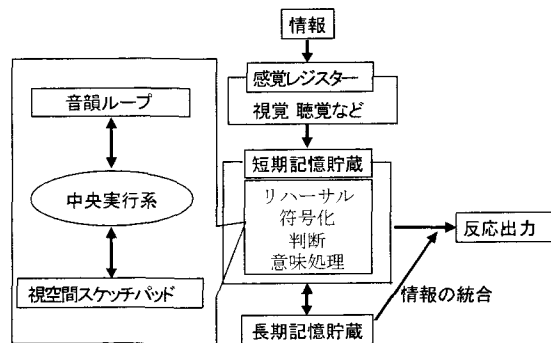


図1 人間の情報処理機構

間、目標を達成するための課題処理を行うために活性化された状態で保持することをいう。この違いによって情報の記憶容量も若干であるが異なってくる。

本研究の目的は、これらのことを踏まえて、ドライバーが、どの記憶を使うことによって情報を処理しているかを実証的に検討するものである。さらに、どの記憶に対して情報を送信すれば、短時間で正確な出力が、可能であるかを考察していく。また、情報の処理を行うにあたって情報量の多さが、記憶に対してどの程度影響を与えるかについても考えていく。

2. 実験内容

(1) 被験者

被験者は23～26歳の大学生で、免許保持者、計62名を対象とした。また、これらの被験者は、ランダムに6つのグループに分けられた。

(2) 情報の並列処理

a) 経路

被験者は、目的地（駐車場）に向かうにあたって音声誘導のグループと経路暗記のグループにランダムに割り振られた。経路暗記はワーキングメモリで処理され、音声誘導は短期記憶によって処理されると考えた。前者は、目的地に向かう時にワーキングメモリを必要

*キーワード：交通情報、ITS

**学生員、北海道大学大学院工学研究科

(〒060 札幌市北区北13条西8丁目)

Tel: (011) 706-6212 Fax: (011) 706-6211)

***正員、独立行政法人、北海道開発土木研究所

(札幌市豊平区平岸1条3丁目、TEL841-1738)

****正員、*****フェロー、北海道大学大学院工学研究科

とし、後者は短期記憶を必要とする。また、図2に示したように、目的地までの経路の長さにも違いをつけた。経路 S・M・L の順に目的地までの距離が長くなっている。目的地までの経路の長さに比例して、ワーキングメモリ・短期記憶に記憶される情報量のサイズが大きくなることを想定している。

目的地に向かうにあたっては、経路暗記グループにも最低限情報として図3に示した案内標識を提示した。

b) 短期記憶標識問題とワーキングメモリ標識問題

被験者は、各グループ共通課題として、短期記憶問題とワーキングメモリ問題を回答した。ここで、短期記憶問題とワーキングメモリ問題の定義を以下に示す。

- ・短期記憶問題…回答用選択肢が提示情報と同じ形式
- ・ワーキングメモリ問題…回答用選択肢が提示情報とは異なる形式。解答の際に内部処理を必要とする。

これらの問題は、選択肢が4つずつ与えられ、その中から正解を選択する形式を取っている。

両問題を提示している情報画像(図4)は、1画像につき、道路標識や文字情報(単語)を4個ずつ2秒間(日本道路協会の道路標識設置基準より)提示した。すべての情報画像が提示する情報は、同量であるため各情報による影響は均一化できたと考えられる。

(3) 計測

実験では、経路暗記と音声誘導別による各問題の正答率と経路選択の正誤反応の記録、また各問題の解答時間の測定を行った。これらの計測は、アンケート調査と実験状況を録画したビデオにより計測した。

(4) 実験計画

計測された結果より、経路の長さや音声誘導・経路選択の違いが、短期記憶問題とワーキングメモリ問題の正答率にどの程度の影響を与えるのか。また、短期記憶問題とワーキングメモリ問題の解答時間に影響を与えるのかについて考えていく。その際に、前にも示した様に被験者を以下に示す条件でグループ分けした。

- ・経路暗記、経路 S (被験者 10 名)
- ・経路暗記、経路 M (被験者 11 名)
- ・経路暗記、経路 L (被験者 11 名)
- ・音声誘導、経路 S (被験者 10 名)
- ・音声誘導、経路 M (被験者 10 名)
- ・音声誘導、経路 L (被験者 10 名)

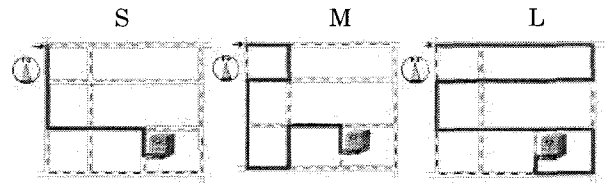


図2 実験経路図

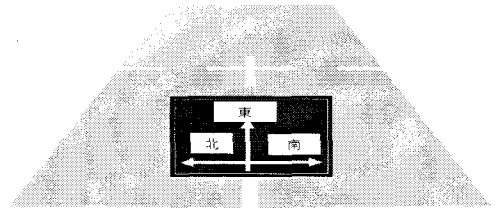


図3 実験用交差点図



図4 問題画像

(5) シミュレーション実験

本研究は、新たな情報源により送信されてくる情報量の増加を想定し、室内でシミュレーション実験を実施した。被験者には、一台のディスプレイとパソコンに接続されたマウス、アンケートのついた解答用紙が与えられた。実験操作は、パソコンを用いたため、画面の更新と経路選択の際にマウス操作を必要とした。それ以外の操作は必要としないため、被験者に対する負荷は小さいものとなっている。被験者は、提示された情報を限られた時間内に暗記し、問題の解答を行った。回答終了後に画面を自分で更新し、目的地につくまで同じ操作を繰り返した。回答に関しては時間制限を設けなかった。解答は、各被験者に配布した解答用紙に記入してもらった。また、実験終了後にアンケート調査も行った。

3. 実験結果

(1) 短期記憶とワーキングメモリ

a) 正答率

図5-a)・b)は、短期記憶問題とワーキングメモリ

問題の正答率を音声別と経路別にまとめたものである。音声誘導のほうが、両問題の正答率ともに高かった。それについて、経路暗記の短期記憶問題と音声誘導のワーキングメモリ問題の正答率が高かった。また、経路暗記の短期記憶問題の正答率と音声誘導のワーキングメモリの正答率が同じ値になった。また、経路暗記、音声誘導共に短期記憶問題の正答率の方が高かった。どのグループに関しても、グループ内のバラツキはほぼ同じ値となった。

経路では、両問題とも経路Lが、最も高い正答率となった。短期記憶問題の正答率に関しては、経路の長さ に比例して正答率は高くなっていた。また、グループ内のバラツキは、経路の長さ に比例して小さくなっていた。一方、ワーキングメモリ問題の正答率に関しては、経路Mで最も正答率が低くなっていた。グループ内のバラツキに関しては、経路Sが、経路M・Lと比較すると小さな値となっていたが、経路M・Lは、ほぼ同じ値を示した。

b) 解答時間

図 6-a)・b)は、問題解答時間を音声別と経路別にまとめたものである。音声誘導のほうが、解答時間が短かった。特にワーキングメモリの経路選択のグループは、バラツキが大きくなっていた。また、短期記憶問題の解答時間は、ワーキングメモリ問題の解答時間より短かった。

経路に関しては、経路S・M・Lでそれほど大きな違いはなかった。ただし、経路Mで解答時間が最も長かった。また、短期記憶問題の場合は、グループ内のバラツキに差が小さかった。逆に、ワーキングメモリ問題に関しては、バラツキが大きくなっていた。経路Lが一番大きく、それに次いで経路S、経路Mの順になった。

c) 分散分析

正答率と解答時間において、音声（音声誘導と経路暗記）と経路（S・M・L）による差を明らかにするために分散分析を行った。その結果は、表 1・2 に示したとおりである。

正答率に関しては、被験者間効果の検定結果より、音声と経路による差は、有意である事が分かった。正答率と音声と経路の間に交互作用は見られなかった。

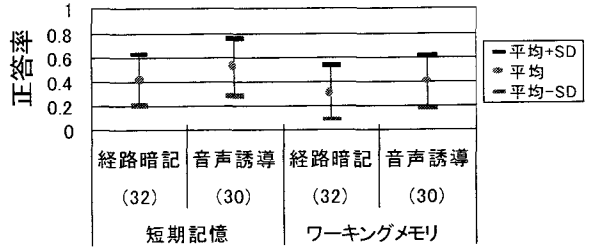


図 5-a 音声別—正答率

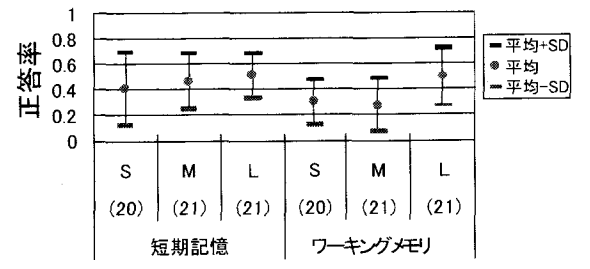


図 5-b 経路別—正答率

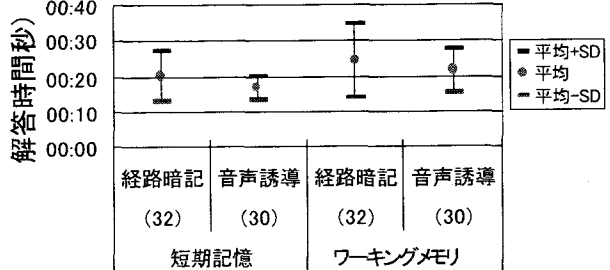


図 6-a 音声別—解答時間

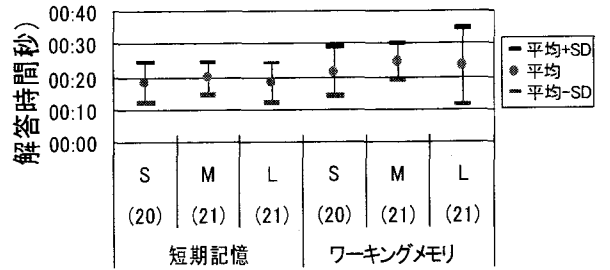


図 6-b) 経路別—解答時間

表 1 正答率に関する分散分析表

被験者内効果の検定(正答率)					
	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
正答率	0.369	1	0.369	11.588	0.001
正答率×音声	4.59E-03	1	4.59E-03	0.144	0.706
正答率×経路	0.148	2	7.42E-02	2.333	0.106
正答率×音声×経路	3.79E-03	2	1.89E-03	0.06	0.942
誤差	1.781	56	3.18E-02		

被験者間効果の検定(正答率)					
	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
音声	0.3	1	0.3	5.223	0.026
経路	0.54	2	0.27	4.705	0.013
音声×経路	0.333	2	0.167	2.902	0.063
誤差	3.215	56	5.74E-02		

経路間に関しても、被験者間効果の検定結果より、音声・経路ともに差が有意ではなく、交互作用も見られないという結果を得た。ここで、被験者内効果の検定結果より、球面性検定において仮説が棄却されたが、イプシロンの値が1であったことより有意確率を修正しても変化は見られない。その結果、表1と表2の値を用いても検定結果に問題はないと考えた。

解答時間に関しては、経路の長さによる差は有意であった。経路暗記と音声誘導に関しても同様に差が有意でなかった。また、解答時間と音声と経路の間の交互作用はなかった。

(2) 情報処理に与える経路の影響

a) 正誤反応数

図7は、経路暗記と音声誘導で経路選択の正誤反応数を比較したものである。ここでいう誤反応は、指定された経路に従って目的地（駐車場）に向かえたかどうかである。誤反応を示した被験者が各経路暗記グループに存在した。しかし、音声誘導グループでは、ほぼ全員が間違えることはなかった。

b) 作業重点の比較

図8は、実験作業の重点を比較したものである。経路暗記グループの被験者は、ルート選択に重点をおいて実験に取り組んでいた。逆に音声誘導グループの被験者は、問題解答に重点をおいて実験に取り組んでいた。

4. まとめ

本実験は、被験者に対して短期記憶・ワーキングメモリを使用するであろう形式で情報を提供した。その中で、短期記憶・ワーキングメモリでの情報処理の中で、どの組み合わせが短時間で正確な出力を行えるかについて比較した。その結果、両問題の正答率に関しては、1割程度の差が見られ、解答時間に関しても4～5秒程度の差が見られた。これより、短時間で正確に情報を出力できる記憶の組み合わせは、短期記憶と短期記憶の組み合わせであることが明らかになった。また、経路探索に関しては、経路暗記と音声誘導に関わらず、経路の長さが経路選択に対して影響を与えているといった結果は得られなかった。しかし、経路の

表2 解答時間に関する分散分析表

被験者内効果の検定(解答時間)					
	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
解答時間	580.937	1	580.937	23.972	0
解答時間×音声	2.784	1	2.784	0.115	0.736
解答時間×経路	19.792	2	9.896	0.408	0.667
解答時間×音声×経路	132.972	2	66.486	2.743	0.073
誤差	1357.109	56	24.234		
被験者間効果の検定(解答時間)					
	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
音声	238.368	1	238.368	2.976	0.09
経路	86.776	2	43.388	0.542	0.585
音声×経路	119.875	2	59.938	0.748	0.478
誤差	4484.818	56	80.086		

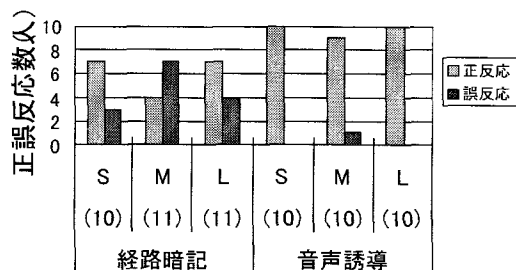


図7 経路選択の正誤反応数の比較

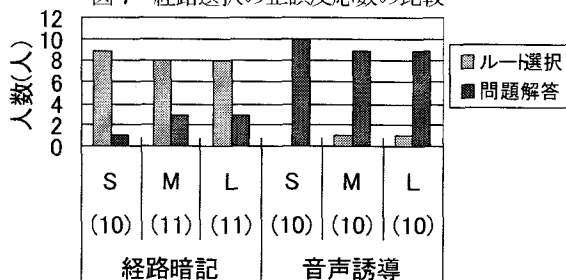


図8 作業重点の比較

複雑さによる影響は見られた。つまり、目的地までの経路が複雑であれば音声の効果は大きいと言える。

本研究は、短期記憶・ワーキングメモリを用いた情報処理の相対的比較検討を行った。短期記憶は、ワーキングメモリと比較して、情報処理作業にかかる負担が小さいため、ある程度情報処理作業ならば並行して行うことが可能であることが明らかになった。しかし、本実験は、室内でのシミュレーション実験であったため、実際の運転状況との違いを考慮する必要がある。今後、このような点を改善して実験を行い、ドライバーに対してどのような形式で情報を送信していくべきかについて検証していきたい。

参考文献

- 1) Baddeley: Human Memory, Allyn and Bacon, 1998
- 2) 荻阪: 脳とワーキングメモリ, 京都大学学術出版