

くり返し走行実験による自動車運転者の経路選択機構とその変容に関する研究*

The Way Finding Mechanism and Its Changing of Car Driver by Continuous Car-Driving Experiment*

福山 剛男**、坂本 邦宏***、久保田 尚****

By Takeo FUKUYAMA, Kunihiro SAKAMOTO, Hisashi KUBOTA

1. 研究の背景と目的

現在日本の都市部において、混雑・交通渋滞が頻繁に起こっており、その経済損失、引き起こす環境汚染問題、交通事故問題など様々な問題が顕在化してきた。それら混雑・渋滞を解消する方法の一つとして、最近の交通システムのインテリジェント化等によるリアルタイムな交通情報の提供が挙げられる。これは、情報提供による自動車運転者の逐次的経路選択行動による混雑・渋滞の解消を期待しているが、自動車運転者の個人に着目した経路選択機構については十分に解明されていないのが現状である。自動車運転者の使用経路はどのように決定されているのだろうか。

本研究では、自動車運転者について経路選択機構とその変容について着目する。そして、自動車運転者の経路選択機構について長期のくり返し走行実験を行い、経路選択機構のメカニズムの解明を目的としている。

2. くり返し走行実験概要

本研究では、自動車運転者の経路選択機構を調査する為、自動車運転者の運転経験のない地域において走行実験を行なった。また、地区レベルでの日常的交通を目的としており、経路選択行動について着目しその経路選択機構について調査する為、走行条件として「最適経路を走行出来るように」ということを前提にした。そして、1日に1回、週に2回～

3回の頻度で、出発地～目的地間の往復走行実験を約3ヶ月間にわたり、走行実験をくり返し実施した。

被験者は埼玉大学の学生5人、そのうち3人には地図のみの使用、残りの2人には地図とカーナビゲーション(VICS等の交通情報提供や経路誘導機能なし)が使用可能という条件で走行をしてもらった。また、今回の走行実験では自動車運転者の認知構造を解析する為、被験者には「走行前」、「往路走行後」、「復路走行後」と1回の走行実験で3度認知地図を描いてもらった。また、走行段階による注視挙動の違いについて調査する為アイマーカーレコーダを装着した走行実験を数回実施した。

3. 段階的な自動車運転者の経路形成

(1) 経路形成段階について

自動車運転者の使用経路形成過程において自動車運転者の経路選択機構の変容というある種の段階性があることは既に判明していたが、本研究におけるくり返し走行実験においても同様であった。このことを自動車運転者の経路形成段階と定義する。運転経験の少ない段階での「使用経路が少なく主にわかりやすい幹線道主体の経路を選択する初期段階」、その後「多くの使用経路を選択し使用経路数が多くなり、また新たな経路の発見などが行われる発達段階」、最終的には「多くの経路の中で、ある使用経路に収束しそれ以上の大きな経路変更は行なわれなくなる収束段階」という大きく3つの段階に別れるという段階性がみられた。さらにその3つの段階成長の他に、更なる発達段階が発生し得るという事も見受けられる事が出来た。

この経路形成過程の段階性というものは自動車運転者の空間認知構造が大きく関わってきており、自動車運転者の認知地図からもその段階性についての違いが確認された。(図-1)

* 経路選択、交通行動分析

** 正会員 修士 株式会社奥村組
東京都中央区月島1-3-2

TEL 03-3534-1454 FAX 03-3534-9516

*** 正会員 博士 埼玉大学工学部建設工学科助教授
埼玉県浦和市下大久保255

TEL/FAX 048-855-7833

**** 正会員 修士 埼玉大学工学部建設工学科助手
埼玉県浦和市下大久保255
TEL/FAX 048-855-7833

(2) 経路形成過程における段階的成長

認知地図に見られる空間認知構造の違いは、経路形成過程における段階的成長においての初期段階から発達段階への推移段階に見られる。

認知地図に見られる空間認知構造の初期段階においては、出発地から目的地間で認知している経路は1通りのみで、その空間認知構造には1次元的（線的）表現のみが現れる。それに対して、発達段階においては、目的地までの認知経路は複数記入され、空間認知構造にも2次元的（面的）広がりを見せており、認知ネットワークの拡大が見られる。このような、自動車運転者の空間認知構造における内面的な変化が、自動車運転者の経路選択行動に影響を与え、その経路選択機構においても大きく変化している事が見受けられる。

認知地図に描かれている経路リンク数（認知経路リンク数）について、実験回数による変容を示したものを図-2に示す。これから全体的な傾向として、被験者の空間認知構造において、運転経験（実験回数）の増加に伴い認知経路リンク数の増加傾向が見られる。そして、その認知経路リンク数はいつまでも運転経験とともに増加するのではなく、ある程度運転経験が増加していくにつれて、その認知経路リンク数は増加率が減少していき、ある一定の値に収束するといった傾向が見られる。

走行使用経路の形成段階において、使用経路の初期段階の特性が、認知地図に描かれた認知経路数から初回走行後2～3回の走行期間中に確認できる。また、認知経路数が増加傾向を示していることから経路形成過程の発達段階が見られる。この初期段階と発達段階において、自動車運転者の認知ネットワークは広がっていく傾向にあると見受けられる。実際の走行では初期段階においては、主に幹線道路を中心とした、広くわかり易い道が選択される事が多い。また、発達段階においては、渋滞・混雑、信号を避けるように経路を選択する傾向が見られ、多くの経路を使用し、より満足度をえられる経路を探すというような経路模索状態が見受けられた。

また認知経路数の増加率が減少しある一定の数に落ち着いた段階においては、経路形成過程が収束段階に入ったと見受けられる。この収束段階において実際の使用経路はほぼ固定され、その後は使用経路が

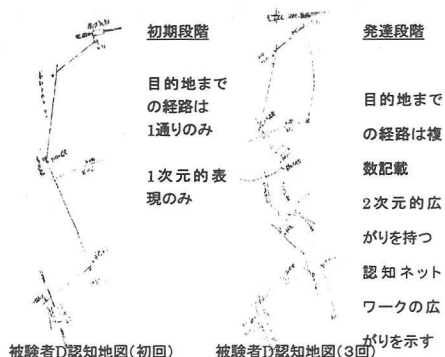


図-1 認知地図による経路形成段階の空間認知構造の変容

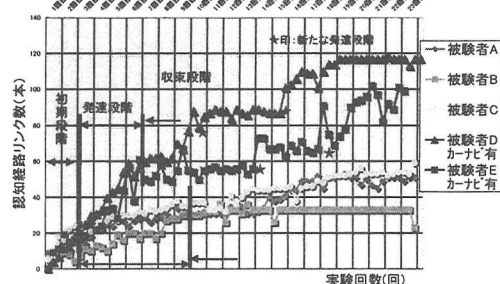


図-2 被験者毎の認知経路リンク数の実験回数による変容

大きく変化する事は無くなってきている。しかし、収束段階に達して、認知経路数が収束傾向を示した後でも、新たな発見による認知経路数の増加を伴う発達段階が見受けられ、収束段階は必ずしも定常的なものではないことが分かった。

(3) 情報レベルの差と経路認知の関係

認知リンク数の発達段階と収束段階の時期において、カーナビゲーションシステムを用いた被験者グループと用いていない被験者グループとの間に違いが見られた。カーナビゲーションシステムを用いた被験者の間では、認知リンク数に見られる収束段階が、カーナビゲーションを用いていないグループよりも早く移行することが確認され、また経路形成段階における初期段階、発達段階、収束段階における認知経路数の数においても、カーナビゲーションシステムを使用しているグループと使用していないグループとでは、カーナビゲーションシステムを使用しているグループのほうが認知経路数が多いという結果が表れた。この結果からは、カーナビゲーションシステム等の情報提供によって、自動車運転者

の経路選択行動について変化を促し、その空間認知構造についても情報を与える事でより多くの、多岐にわたる空間認知を促す事が確認された。

(4) 運転経験の違いによる選択経路の違い

運転経験を重ていくなかでの経路選択機構の変容について、実際に使用した道路の種類について図-3に示すような傾向が見受けられた。図-3は運転経験の回数毎に分けた使用経路における幹線、非幹線道路の割合について集計したものである。これから初期の段階においては幹線道路の選択割合が比較的多くなっており、中期の段階にあたる発達段階においては幹線道路を使用する割合が減り、最終的には幹線道路を利用する割合が再び増えている事が見受けられる。これは、最終的に幹線道路主体の走行経路を選択した被験者がいた事によることによって生じた結果である。また走行前に予定していた走行経路を途中で変更した割合を被験者グループ毎に示したものが図-4である。この結果から、カーナビゲーションシステムを使用しているグループのほうが予定していた経路を途中で変更し走行した割合が多い事が確認される。

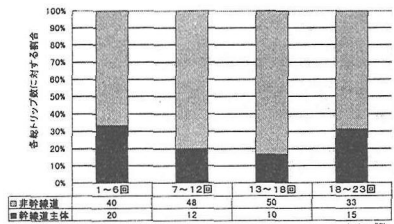


図-3 各総トリップに対する道路種類割合

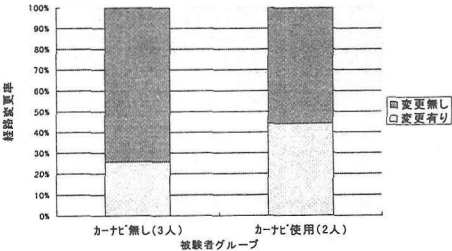


図-4 被験者グループ別に見た経路途中変更割合

4. プロトコル法による解析

実際の経路選択において走行前に被験者に使用する可能性のある経路数について質問しその経路数を

口頭で答えてもらった。そこで問題点の明確化、被験者の記憶に依存しないなどの利点を持つプロトコル分析を用いて解析した。使用可能経路数について図-5に示した実験回数による変容から、空間認知構造の収束段階に入った時点からの使用可能経路数は、全体的な傾向としてある程度の数に落ち着き、その使用可能経路数に収束段階が見られるという事がわかる。また、走行経験を積み収束段階となり、使用可能経路数もある一定数に落ち着いた後にも新たな経路の発見により、使用可能経路数の増加が見られた。新たな経路発見による使用可能経路数の増加は、先にも述べた自動車運転者の空間認知構造の広がりとも大きく関係していると考えられる。また、使用可能経路数においてもカーナビゲーションを使用しているグループと使用していないグループとでは使用しているグループの方が全体的に使用可能経路数が多いという傾向も見受けられた。この事からも、情報提供を受けることで自動車運転者がより多くの経路を選択する可能性があるなどの経路選択行動に与える影響が明らかになった。

以上のようにプロトコルによる運転者の意識の面からも経路選択機構の変容における経路形成過程での段階性について、その存在を確かめる事が出来た。

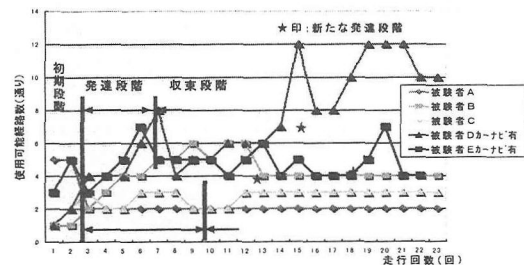


図-5 被験者の使用可能経路数の実験回数による変容

5. 経路選択行動における IF~THEN 条件

使用経路の収束が確認されその収束した経路について、その経路は複数の経路から出来上がっている場合がある事、収束した経路において IF~THEN 条件の確立を内包した選択経路が見られることが確認された。IF~THEN 条件とはある物事に対し、一定の条件が与えられた場合にその条件によって判断を変化させていくことを説明するものである。

図-6 は、ある被験者の収束段階における経路例であるが、ここでは IF~THEN 条件が確立している。この被験者の場合については、

“IF：①交差点の信号に止りそうだと判断した
THEN：②または③の経路に変更する”

“IF：①交差点に止りそうで無いと判断した時
THEN：そのままの経路を進む”

というような IF~THEN 条件の確立を示していた。



図-6 収束経路の IF~THEN 条件の確立

6. 走行経験と注視挙動との関係

自動車運転者の注視挙動の段階別変化についてアイマークレコーダを使用し、主要建物についての分析を行った。図-7 は注視数と走行時間に対する注視時間の割合を示したもので、走行1回目の運転経験の少ない段階においては、注視時間数が比較的多い。このことから初期の段階においては周囲の建物等に多く目を配っていると考えられる。走行3回目においては、初期の段階よりも多くの時間周囲に目を配っている事が見受けられる。経路形成段階における発達段階でのこの注視行動は、経路模索状態にある自動車運転者の注視行動であると考えられる。また、走行11、12回目、および22回目と走行経験を重ねた後の注視行動においては、ともに注視時間が減少している事が見受けられる。これは、走行経験による空間認知構造の発達によって建物を注視する事無

しで経路を認知したり、収束段階になるにつれて使用経路が固定し、周囲に目を配る事が少なくなっていく事を示していると考えられる。このように、走行段階が進むにつれて自動車運転者の注視行動に変化が見られた。また、カーナビゲーションシステムを使用しているグループの方が若干注視時間が少ないという傾向も見受けられた。

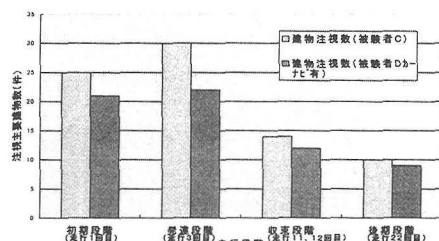


図-7 経路形成段階別に見た主要建物注視数と走行時間に対する注視時間の割合

7. 研究のまとめ

この研究によって、自動車運転者の経路選択機構の変容として、経路形成過程における段階性が確認された。また、その経路形成段階については自動車運転者の空間認知構造が大きく関係していることが分かった。そして、運転経験の段階によって自動車運転者の注視行動に違いが見られ、また使用経路の収束段階において、収束した経路は必ずしも1通りではなく、複数の経路からなることが確認された。また、その経路には交通状況などに対応した IF~THEN 条件の確立という特徴も見られた。そして、自動車運転者の経路選択機構にカーナビゲーション等の情報提供が大きく関係し、経路選択行動に影響を与えている事がわかった。

<参考文献>

- 1) 福山剛男、久保田尚、岩崎伸昭：“日常的 OD 間におけるドライバーの経路選択行動とその経路形成過程に関する調査研究” 土木学会第 51 回年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp.208-209, 1996
- 2) 小山周一、久保田尚、岩崎伸昭、高橋伸夫：“格子型道路網における情報をコントロールされた自動車運転者の Way-Finding 機構に関する実験的研究” 土木計画学研究・論文集 13, pp.603-612, 1996
- 3) 「認知科学のフロンティア Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ」 箱田 裕司著 サイエンス社出版 ISBN4-7819-0622-2
- 4) 「認知心理学概論」 R.J.アンダーソン著 富田達彦・増井透・川崎里子・岸学 訳 誠信書房出版