

原著論文

# カーナビゲーション画面視認時における 高齢ドライバーの視覚探索特性 — 地図画面の構成要素とランドマーク探索時間の関係 —

○小堀 恒平<sup>1)</sup>, 大門 樹<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>慶應義塾大学大学院理工学研究科, <sup>2)</sup>慶應義塾大学理工学部

## Visual Search of Elderly Driver when Looking at In-vehicle Navigation Display - Relationship between Map Elements and Detection Time in Visual Search for Landmarks of Surrounding Facility-

○Kohei KOBORI<sup>1)</sup>, Tatsuru DAIMON<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Graduate School of Science and Technology, Keio University

<sup>2)</sup> Faculty of Science and Technology, Keio University

**Abstract:** This study focuses on the relationship between detecting ability of elderly drivers and map elements of in-vehicle navigation display, when they search a certain landmark on the display during driving. The experimental condition was determined based on the size, color and location of the certain landmark, the density and size of the other landmarks. The participants were required to search the certain landmark on the in-vehicle display and touch it with their fingers. The data obtained in the experiment were analyzed and evaluated between the elderly and the non-elderly participants. As a result, the factor of "landmark size" is more effective than the other experimental conditions on searching a certain landmark.

**Keywords:** car-navigation, elderly driver, visual search, landmark and map element

**キーワード:** カーナビゲーション, 高齢ドライバー, 視覚探索, ランドマーク, 地図構成要素

### 1.はじめに

近年,カーナビゲーションの技術は進歩し,主な機能である経路誘導機能に関しては,参考となるランドマークや交差点名,交差点拡大図,音声情報など,様々な形式の情報をを用いた工夫がなされている。また,周辺施設情報についても画面上のボタンをワンタッチすることで指定したランドマークを地図画面上に表示する機能に加え,表示されたランドマークをタッチすることにより詳細情報の確認や目的地設定を可能とする機能も装備されつつある。このような周辺施設探索時は,経路誘導時と異なり,音声情報による情報提供が困難であり,地図画面などの視覚情報に頼らざるを得ないと考えられる。

一方,現代の日本において65歳以上の高齢者人口は,過去最高の2,901万人(2009年)に達し,高齢化率も22.7%と5人に1人が65歳以上の高齢者という「本格的な高齢社会」を迎えている[1]。今後もますます高齢化率が高くなることが予想されることから,高齢ドライバーも増加することが見込まれ[2],高齢ドライバーがカーナビゲーションを利用する機会も増加す

ると考えられる。しかしながら,高齢者は視覚機能・認知機能・運動機能といった様々な機能の低下が知られており,高齢ドライバーに配慮した車載情報機器の設計・開発は重要な課題であると考えられる。このような社会背景から,高齢ドライバーと車載情報機器に関する研究として,高齢ドライバーに適した文字サイズ[3]・経路誘導画面の情報量[4]に関する検討などの研究が従来から多く行われてきたが,カーナビゲーションの使用用途の1つである周辺施設探索時の地図画面に関する検討はまだ十分に行われていない。本研究では,周辺施設探索時におけるカーナビゲーション地図画面の構成要素とランドマーク探索時間の関係について分析を行い,カーナビゲーション地図画面視認時における視覚探索特性について,高齢ドライバーと非高齢ドライバーを対象に比較検討をした。

### 2. 実験方法

周辺施設探索場面として,駐車場を探索している場面を想定したタスク(以下,駐車場探索タスク)を設定した。駐車場探索タスクでは,図1のように地図画面上に1箇所呈示された駐車場マークの位置を実験参加者に左手でタッチさせるものとした。本実験では,カーナビゲーション地図画面の構成要素を変化させた際の駐車場探索タスクの反応時間等への影響について,ドライビングシミュレータを用いて検討した。

2011年2月5日受理. 2011年3月10日 シンポジウム「モバイル'11」にて発表

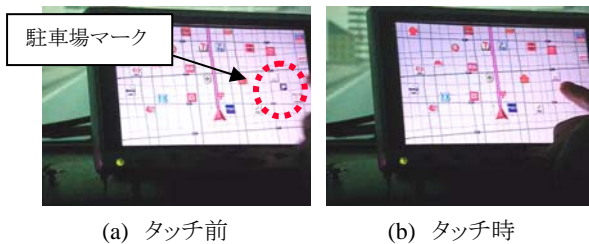


図1 駐車場探索タスク映像例

## 2.1 実験装置

本実験で用いたドライビングシミュレータ(慶應義塾大学・国土技術政策総合研究所共同開発, 三菱プレジジョン製)の概要図を図2に示す。ドライビングシミュレータは, 実験参加者が乗り込む車両や150インチ映像スクリーン8画面, DLPプロジェクタ, 6自由度動揺装置などから構成された。映像スクリーンは8画面で車両を取り囲み, 運転席からのドライバーの視野角は360度であった。駐車場探索タスクで用いる地図画像を呈示する画像装置として, 車内コンソール上部には, 図2に示されるように7インチのタッチパネル式車載ディスプレイ(クイックサン:QT-701AV-S)が設置され, 運転席からの視距離は約75cmとした。地図画像の呈示方法としては, 画像呈示ソフト(Neurobehavioral Systems: Presentation Version 0.60 Build 06.23.03)を使用した。

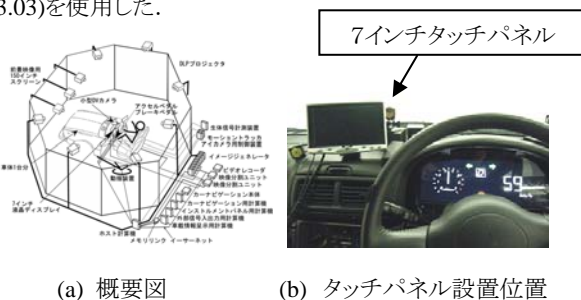


図2 ドライビングシミュレータ概要

## 2.2 実験参加者

実験参加者は運転免許を持つ61から68歳(平均65.6歳)の高齢ドライバー8名(男性7名, 女性1名)と, 22から40歳(平均28.3歳)の非高齢ドライバー8名(男性3名, 女性5名)で, 運転時の静止視力は0.9~1.5(矯正視力を含む)であったが, 高齢ドライバーは全員老視の傾向があった。

## 2.3 実験条件

本実験ではカーナビゲーション地図画面の構成要素として, 「駐車場マークの色」, 「ランドマークの大きさ」, 「背景ランドマークの存在密度」, 「駐車場マークの呈示位置(自車位置マークからの距離)」の4要因に着目し, 実験条件を設定した。

呈示したカーナビゲーションの背景地図画像の道路は100mスケール程度の道路密度(幹線道路:縦8本, 横4本)として, 全画像で同様の道路背景を用いた。駐車場マーク以外の背景ランドマークは, コンビニエンスストア・ガソリンスタンド・銀行・ディーラー・レストラン・アパレル・ファーストフード・公共施

設という8ジャンルそれぞれから, 代表的な3種類のランドマークをカーナビゲーション(パナソニック: Strada F-Class CN-HDS915TD)からキャプチャーし, 全部で24個のランドマークを呈示し, 全画像で同様のランドマークを採用した。

駐車場マークの色に関しては, 通常の色(R:25,G:14,B:145)の駐車場マークに加え, VICSの駐車場マーク色を参考に赤(R:229,G:1,B:18)の駐車場マークを作成し, 2水準設定した。

図3に示すように, ランドマークの大きさに関しては, 高齢ドライバーの視覚機能の低下を考慮し, 現状のランドマークサイズ(駐車場マーク:18×18pixels, 約0.34cm)より縦横1.5倍に拡大したランドマーク(駐車場マーク:27×27pixels, 約0.5cm)を作成し, 通常・拡大の2水準とした。背景ランドマークの存在密度に関しては, 24個の背景ランドマークが地図画面全体に散らばっている場合と自車位置マークから半径200pixels以内(約3.7cm)に密集している場合の2水準を設定した(図3参照)。背景の地図画像は, 以上述べてきた3要因の組み合わせごとに計8種類(色×大きさ×密度=2×2×2)を作成した。

駐車場マークの呈示位置に関しては, 図4に示すように自車位置マークから半径100,200,300,400pixels(約1.85cm間隔)の距離4水準を設定し, 同心円上に推奨経路センターラインから左右22.5度・45度・67.5度の3通りの位置, 24通りの呈示位置を設定した。

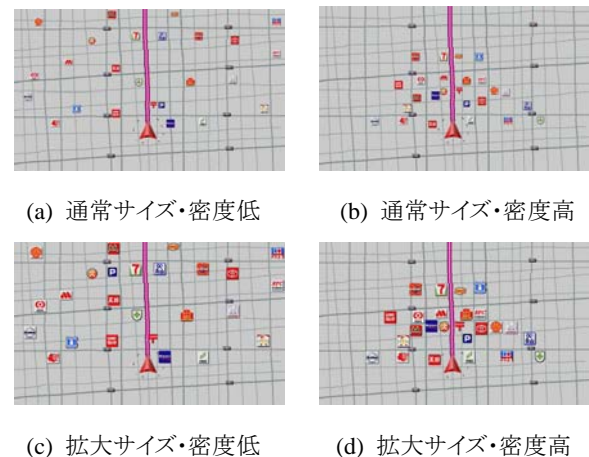


図3 地図画像例

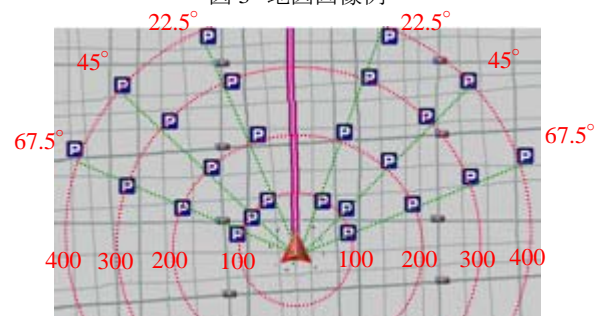


図4 駐車場マーク呈示位置24種類

## 2.4 走行環境および実験手続き

実験コースは、ドライビングシミュレータに搭載されている関内みなとみらい地区の景観を模擬した映像データベース上で右左折を含まないコースを設定し、走行距離は約 2~4km(走行時間 2分~4分)とした。走行車線は片側 2車線道路であり、実験参加者には左車線を走行し、車線変更をしないように教示した。交通環境としては、自車の前方後方および右車線と対向車線に約 30mに 1台程度走行車両を走行させ、車両速度は左車線 50km/h, 右車線 60km/hとした。

実験手続きとしては、ドライビングシミュレータでの運転に習熟させるための走行練習や駐車場探索タスク単体(以下, single task)の練習, 走行と駐車場探索タスクを同時に行う場合(以下, dual task)の練習を行った。駐車場探索タスクと運転操作に関して習熟した状態を、実験者の判断と実験参加者の申告により確認した後, single task, dual task の順で計測実験を行った。single task の実験では, 1回の実験で 1つの画像条件を対象とし, 地図画像に含まれる駐車場マークの呈示位置のみを変化させた。dual task の実験でも同様に, 1回の走行で 1つの画像条件を対象とし, 地図画像に含まれる駐車場マークの呈示位置のみを変化させた。地図画像の呈示回数については, 表1に示すように, 駐車場マーク呈示位置(距離 4水準)を考慮し, 背景ランドマークの存在密度が低い時は 24回, 高い時は 12回地図画像を呈示した。本実験では, 8つの画像条件(色×大きさ×密度=2×2×2=8)を設定したため, 計 8回の走行となった。実験順序は順序効果を考慮し, 各画像条件の順序が実験参加者間で均等になるように設定した。

表1 各密度に含まれる距離水準とその回数

密度	高		低			
距離水準 (pixels)	100	200	100	200	300	400
刺激数	6	6	6	6	6	6
呈示回数	12		24			

地図画像の呈示手続きについては, 図 5 に示すように, 画像呈示ソフト Presentation を用いて, 黒い無地画像と地図画像(800×480pixels)を交互に呈示させ, 黒い無地画像が 5秒間呈示され, 「ポン」という喚起音が鳴った後, 地図画像が最長 2秒間(先行研究[5]等を考慮)呈示されるように設定した。実験参加者が駐車場マークの場所を探して 2秒以内にタッチパネルをタッチした場合は, タッチした瞬間に地図画像が切り替わり, タッチをしなかった場合でも 2秒間経過すると地図画像が切り替わるように設定した。single task の実験においては喚起音が鳴ってから画面を見て, 可能な限り早く正確にタッチするように教示し, dual task の実験では運転操作を第一優先とし, 喚起音が鳴ってから画面を見て, 可能な限り早く正確にタッチするように教示した。

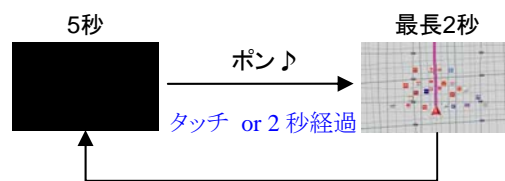


図 5 地図画像の呈示手続き

## 2.5 計測項目

駐車場探索タスクにおける実験参加者のタッチ動作に加え, 走行中の運転操作・車両周辺の道路環境・交通状況の映像を記録し, 駐車場探索タスクの成績として誤答率や反応時間を計測した。本研究では, 呈示時間 2秒以内に駐車場マークの場所に正しくタッチした場合を正答と定義した。これ以外の場合を誤答と定義し, 誤答の種類を①反応遅れ, ②未検出, ③他マークと押し間違えの 3種類に分類した。反応遅れは地図画面が 2秒間呈示され消えた直後に正しい駐車場の場所をタッチした場合, 未検出は駐車場を見つけられず, タッチ動作をしなかった場合, 他マークと押し間違えは他のマークを駐車場と勘違いしてタッチしてしまった場合を指す。反応時間は, 視線が地図画像に移動してから, 駐車場の場所をタッチするまでの時間(正答のみ分析)を計測した。ドライビングシミュレータでの運転行動の成績に関しては, 自車速度と横偏差量を計測した。横偏差量とは, 自車位置が道路の中心から, どの程度ずれているかを表す。横偏差量は左寄りに走るなど各実験参加者の走行方法の影響を受けてしまうため, 横偏差量の差分  $d[t]-d[t-1]$ (以下, 横変位量と定義)に着目した。t は 1/60秒辺りの時間変化であり, 横変位量は 1/60秒あたりの横方向の変化量(m)を表す。主観評価に関しては, 駐車場マークを探す難易度に関するアンケートを行った。

## 3. 実験結果

本実験では, 実験参加者の年齢要因 2水準(高齢ドライバー, 非高齢ドライバー:被験者間要因), タスク要因 2水準(single task, dual task:被験者内要因)および画像構成要因として「駐車場マークの色 2水準(青, 赤)」, 「呈示したランドマークの大きさ 2水準(通常, 拡大)」, 「背景ランドマークの存在密度 2水準(密度高, 低)」の 3要因(被験者内要因)に着目し, 誤答率・反応時間・主観評価の各計測項目について分析を行った。年齢要因に関しては 1要因被験者間計画, タスク要因と画像構成要因に関しては 4要因被験者内計画の分散分析を行い, 結果を記載する。

### 3.1 誤答率

dual task 時の各条件における誤答率平均を図 6 に, その分散分析の結果を表 2 および表 3 にそれぞれ示す。高齢ドライバーは非高齢ドライバーと比較して, 全条件で誤答率が高くなる傾向にあり, dual task, single task 時共に年齢の主効果が

有意であった( $p < 0.0001$ ). 高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に、拡大されたランドマーク(駐車場マーク含む全て)が表示されていた場合、通常サイズのランドマークが表示されていた場合よりも誤答率が下がる傾向が見られ、ランドマークの大きさの主効果が認められた。また、駐車場マークの色が赤の場合、青の場合より誤答率が高くなる傾向が見られ、駐車場マークの色の主効果が認められた。非高齢ドライバーは駐車場マークの色が青の場合、拡大されたランドマークが表示されていた場合でも誤答率に大きな差は見られず、交互作用が認められた。背景ランドマークの存在密度に関しては、高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に、誤答率に大きな違いはなく、密度の主効果も有意でなかった。

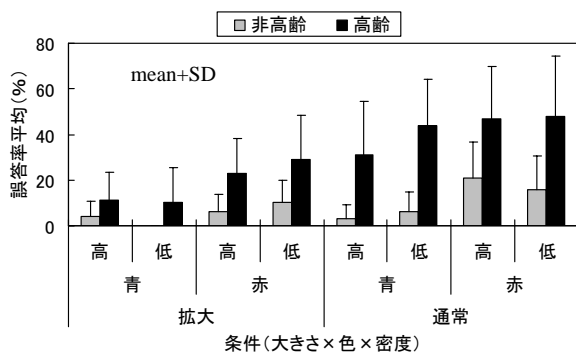


図 6 dual task 時の各条件における誤答率平均

表 2 誤答率に対する分散分析表(高齢ドライバー)

要因	df	SS	MS	F 値	P
色	1	0.555	0.555	36.99	0.0005
大きさ	1	1.242	1.242	67.31	<0.0001
密度	1	0.072	0.072	2.76	0.1407
色×大きさ	1	0.031	0.031	1.12	0.3241
大きさ×密度	1	0.007	0.007	0.86	0.3853
密度×色	1	0.003	0.003	0.14	0.7211
色×大きさ×密度	1	0.054	0.054	4.35	0.0756

表 3 誤答率に対する分散分析表(非高齢ドライバー)

要因	df	SS	MS	F 値	P
色	1	0.350	0.350	11.4	0.0118
大きさ	1	0.125	0.125	16.06	0.0051
密度	1	0.001	0.001	0.03	0.8783
色×大きさ	1	0.034	0.034	10.53	0.0142
大きさ×密度	1	0.000	0.000	0.01	0.9421
密度×色	1	0.000	0.000	0.06	0.8101
色×大きさ×密度	1	0.063	0.063	6.06	0.0434

高齢ドライバーにおける single task と dual task の誤答率平均を図 7 に示す。高齢ドライバーにおいては、single task 時と比べて、dual task 時の誤答率が高い傾向が見られ、タスクの主効果が有意であった( $P < 0.05$ )。また、single task 時の画像構成要因の影響は dual task 時と同様であった。非高齢ドライバーにおいては、single task 時と dual task 時で誤答率の違いは見られず、タスクの主効果も有意でなかった ( $P: 0.3228$ )。

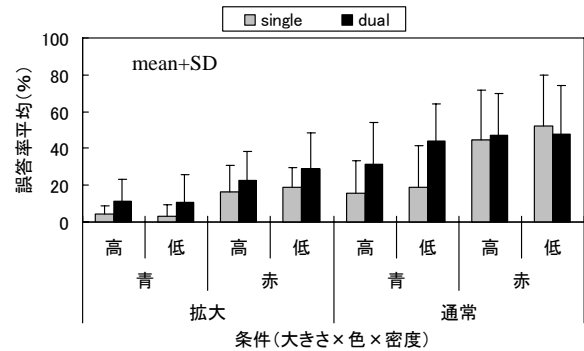


図 7 各条件における誤答率平均(高齢ドライバー)

dual task 時の高齢ドライバーと非高齢ドライバー両者について誤答の 3 種類の割合を図 8 と図 9 に示す。高齢ドライバーは多くの条件で「未検出」の割合が大きく、通常サイズのランドマークが表示された場合や駐車場マークが赤の場合に「未検出」が増える傾向が見られた。また、高齢ドライバーは、通常サイズのランドマークが表示された場合、「押し間違え」のミスが増えていることに対し、非高齢ドライバーは「押し間違え」のミスが全く見られなかった。「反応遅れ」に関しては各条件で大きな違いがなかった。single task 時では高齢ドライバーでも「押し間違え」のミスはほとんど見られなかったが、他は dual task 時と同様の傾向にあった。非高齢ドライバーは全体的に誤答率が低かったが、通常サイズのランドマークが表示された場合で、駐車場マークの色が赤の場合は、やや誤答率が高くなり、「未検出」が増える傾向が見られた。全体としては「反応遅れ」の割合が大きいといった特徴が見られた。

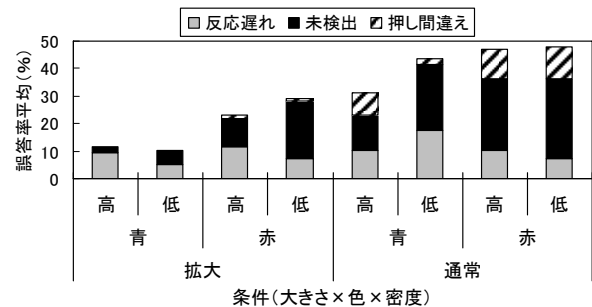


図 8 dual task 時の誤答の種類別割合(高齢ドライバー)

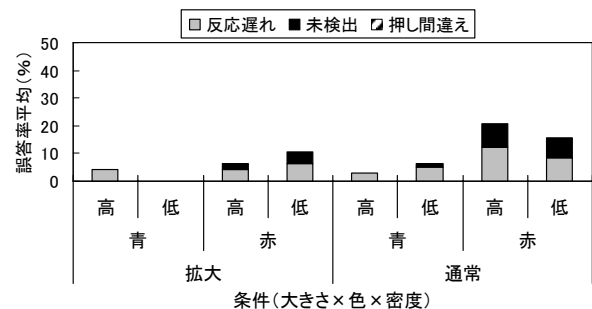


図 9 dual task 時の誤答の種類別割合(非高齢ドライバー)



### 3.2 反応時間

dual task 時の各条件における反応時間平均を図 10 に示し、その分散分析結果を表 4 および表 5 にそれぞれ示す。高齢ドライバーは非高齢ドライバーと比較して、全条件で反応時間が長くなる傾向にあり、dual task, single task 時共に年齢の主効果が有意であった( $p < 0.0001$ )。高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に、拡大されたランドマーク(駐車場マーク含む全て)が表示されていた場合、通常サイズのランドマークが表示されていた場合よりも反応時間が下がる傾向が見られ、ランドマークの大きさの主効果が認められた。非高齢ドライバーは、駐車場マークの色が赤の場合、青の場合より反応時間が長くなる傾向が見られ、駐車場マークの色の主効果が認められたが、高齢ドライバーでは反応時間に大きな違いがなかった。背景ランドマークの存在密度に関しては、高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に、反応時間に大きな違いはなく、密度の主効果も有意でなかった。

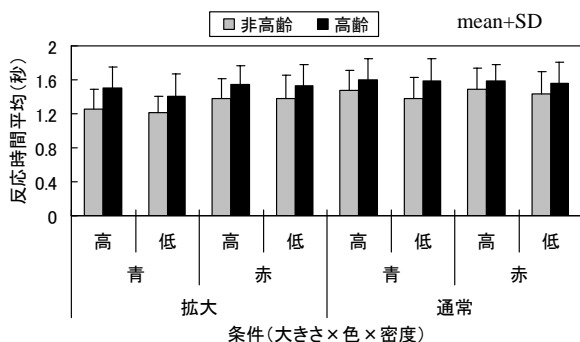


図 10 dual task 時の各条件における反応時間平均

表 4 反応時間に対する分散分析表(高齢ドライバー)

要因	df	SS	MS	F 値	P
色	1	0.184	0.184	1.17	0.3147
大きさ	1	0.999	0.999	11.51	0.0116
密度	1	0.141	0.141	4.39	0.0743
色×大きさ	1	0.162	0.162	3.08	0.1229
大きさ×密度	1	0.037	0.037	1.03	0.3445
密度×色	1	0.030	0.030	3.18	0.1178
色×大きさ×密度	1	0.047	0.047	1.18	0.3188

表 5 反応時間に対する分散分析表(非高齢ドライバー)

要因	df	SS	MS	F 値	P
色	1	3.374	3.374	19.39	0.0031
大きさ	1	1.631	1.631	16.7	0.0047
密度	1	0.401	0.401	3.05	0.1243
色×大きさ	1	0.391	0.391	3.52	0.1028
大きさ×密度	1	0.031	0.031	0.43	0.5331
密度×色	1	0.164	0.164	2.57	0.1528
色×大きさ×密度	1	0.013	0.013	0.25	0.635

高齢ドライバーにおける single task と dual task の反応時間平均を図 11 に示す。高齢ドライバーにおいては、single task 時と比べて dual task 時に各条件で反応時間が長くなる傾向が見られ、タスクの主効果が有意であった( $P < 0.05$ )が、非高齢

ドライバーにおいては、single task 時と dual task 時で大きな違いが見られず、タスクの主効果も有意でなかった( $P: 0.3504$ )。

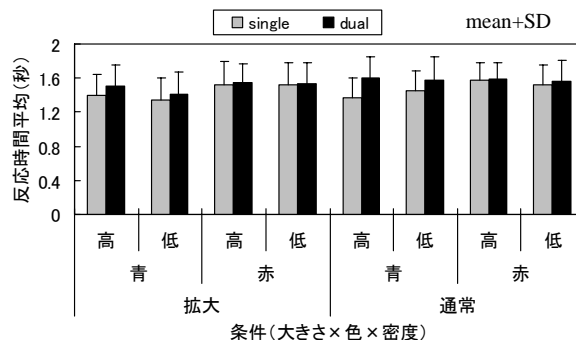


図 11 各条件における反応時間平均(高齢ドライバー)

### 3.3 運転行動

自転車速度に関しては、高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に各条件で平均速度は 50km/h であり、顕著な傾向が見られなかったが、横変位量には顕著な傾向が見られたため、本論文では横変位量の結果のみを記載する。各実験参加者の駐車場探索タスクを行わないで走行した状態での最大横変位量を基準値とし、dual task 時の各走行で、この基準値より大きな横変位量になった割合と、その平均および最大値を実験参加者ごとに求め、高齢ドライバーと非高齢ドライバー両者におけるグラフを図 12 と図 13 に示す。一部の高齢ドライバーにおいて、基準値より大きな横変位量になった割合が大きい傾向が見られたが、非高齢ドライバーでは比較的小さい傾向が見ら

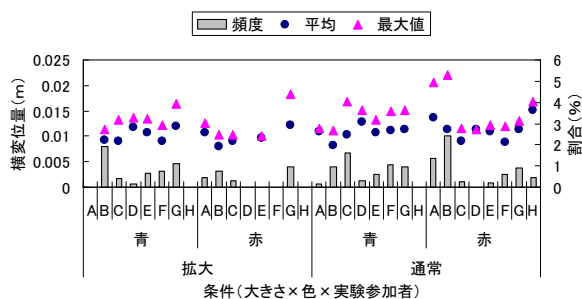


図 12 基準値より大きな横変位量になった割合とその平均および最大値(高齢ドライバー)

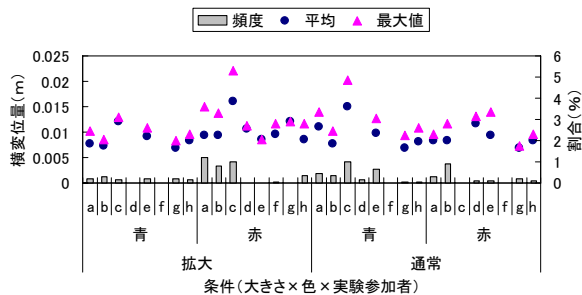


図 13 基準値より大きな横変位量になった割合とその平均および最大値(非高齢ドライバー)

れた。高齢ドライバーA, B, G, 非高齢ドライバーc など、横変位量の最大値が大きく、急激なハンドル操作をしている場面も見受けられた。高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に、画像条件の違いによる割合や横変位量の傾向は見られなかった。

### 3.4 主観評価

各条件において駐車場を見つける際の難易度の主観評点の平均を図 14 に示し、その分散分析結果を表 6 および表 7 に示した。高齢ドライバーは拡大されたランドマークが表示されていた(駐車場マーク含む全て)場合に、非高齢ドライバーと比較して容易と感じる傾向にあったが、分散分析の結果、年齢の主効果は有意でなかった。

高齢ドライバー、非高齢ドライバー共に、駐車場マークの色が赤の場合、青の場合より困難と感じる傾向が見られ、分散分析の結果、駐車場マークの色の主効果が認められた。高齢ドライバーは、拡大されたランドマークが表示されていた場合、通常サイズのランドマークが表示されていた場合より、容易と感じる傾向が見られ、分散分析の結果、ランドマークの大きさの主効果が認められたが、非高齢ドライバーでは難易度に大きな違いがなかった。背景ランドマークの存在密度に関しては、高齢ドライバー、非高齢ドライバー共に、難易度に大きな違いはなく、分散分析の結果、密度の主効果も有意でなかった。

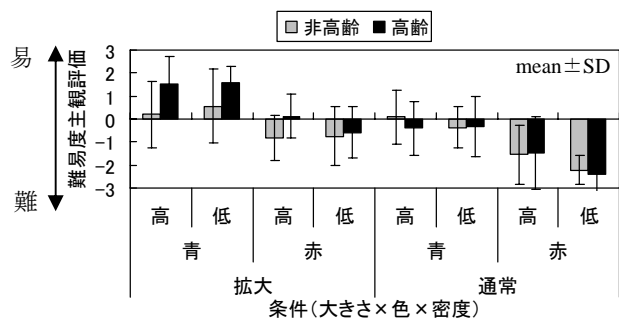


図 14 各条件における難易度の主観評点

表 6 難易度の主観評点の分散分析表 (高齢ドライバー)

要因	df	SS	MS	F 値	P
色	1	45.296	45.296	27.58	0.0012
大きさ	1	52.353	52.353	111.26	<0.0001
密度	1	2.191	2.191	2.88	0.1334
色×大きさ	1	0.159	0.159	0.19	0.6735
大きさ×密度	1	0.051	0.051	0.11	0.7446
密度×色	1	3.254	3.254	26.18	0.0014
色×大きさ×密度	1	0.047	0.047	0.02	0.8875

表 7 難易度の主観評点の分散分析表 (非高齢ドライバー)

要因	df	SS	MS	F 値	P
色	1	34.084	34.084	30.45	0.0009
大きさ	1	10.452	10.452	5.45	0.0523
密度	1	0.466	0.466	0.37	0.5605
色×大きさ	1	1.356	1.356	2.02	0.198
大きさ×密度	1	2.358	2.358	6.41	0.0391
密度×色	1	0.259	0.259	0.8	0.4009
色×大きさ×密度	1	0.004	0.004	0.01	0.9341

### 3.5 駐車場マーク呈示位置の影響

高齢ドライバーと非高齢ドライバー両者について、駐車場マーク呈示位置(自車位置からの距離別)の違いによる誤答率平均を図 15 と図 16 に示す。距離 4 水準の比較を行うため、密度が低いとき(背景ランドマークが全体に分散)のみの誤答率に着目した。高齢ドライバーは、全体を通じて自車位置マークからの距離が 200pixels のときに誤答率が低い傾向が見られた一方 100pixels と 400pixels のときに高くなる傾向が見られた。非高齢ドライバーは、駐車場マークの色が赤で通常サイズのランドマークが表示されていた場合、自車位置マークからの距離が遠くなるほど、誤答率が高くなる傾向が見られた。呈示位置の要因を含めた分散分析を行った結果、高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に呈示位置の主効果が認められた ( $p<0.05$ )。また、反応時間に関しては、高齢ドライバーは自車位置からの近い位置と遠い位置に駐車場マークが呈示された場合に反応時間が長くなり、非高齢ドライバーは自車位置からの距離が遠い位置に駐車場マークが呈示された場合に反応時間が長くなる傾向が見られた。

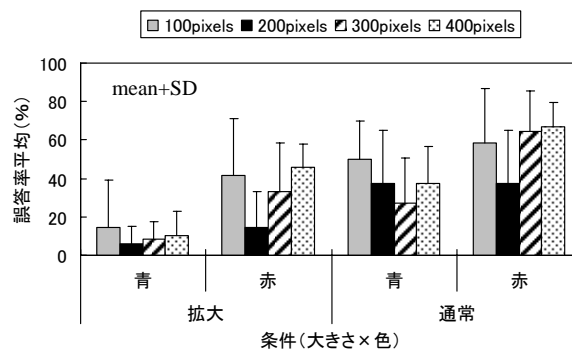


図 15 呈示位置の違いによる誤答率 (高齢ドライバー)

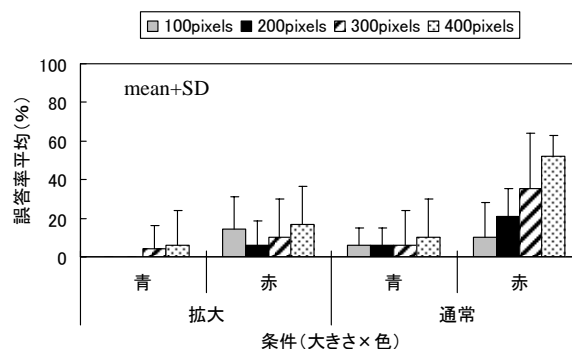


図 16 呈示位置の違いによる誤答率 (非高齢ドライバー)

#### 4. 考察

各計測項目の分散分析における主効果の結果から、目標とするランドマーク探索に最も影響する要因は「探索するランドマークの大きさ」であった。「探索するランドマークの色」も大きく影響するが、「背景ランドマークの存在密度」はあまり影響しないという結果が得られた。本研究では、自車位置マークから半径 200pixels 以内という限られた範囲内での密度の影響を検討したが、この範囲内では密度の影響が小さいことが示唆された。そこで本章では、影響が大きかった「探索するランドマークの大きさ」と「探索するランドマークの色」の2つの画像構成要因の関係、運転行動の成績と駐車場探索タスクの関係、目標とするランドマークの呈示位置に関する考察を行う。

##### 4.1 「探索するランドマークの大きさ」と「探索するランドマークの色」の関係

探索する駐車場マークの色が青で、拡大されたランドマークが表示されている(駐車場マーク含む全て)場合、高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に他の画像条件と比較して誤答率が低く、反応時間が短くなる傾向や容易に感じる傾向が見られた。本研究で用いた背景ランドマークは青系統の色が少なく(24個中1個)、色という1つの特徴のみによる識別が比較的容易であると考えられることから、視覚探索の「ポップアウト」に近い現象[6]が生じたものと推察される。探索する駐車場マークの色が青であるが、拡大されたランドマークではなく、通常サイズのランドマークが表示されていた場合には、高齢ドライバーでは未検出を多く含む誤答率が増加する傾向が見られたが、ランドマークを拡大して表示することによって、未検出を減少させることに効果的であることが示唆された。一方、非高齢ドライバーは、拡大されたランドマークが表示されていた場合と誤答率がほぼ変わらず低い傾向が見られたため、通常サイズでも十分であると考えられる。

探索する駐車場マークの色が赤で、通常サイズのランドマークが表示されていた場合、高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に他の画像条件と比較して誤答率が高く、反応時間が長くなる傾向や困難に感じる傾向が見られた。本研究で用いた背景ランドマークは 24 個中 11 個のランドマークが赤系統の色を用いていたことから、赤の駐車場マークを探索する際、色のみによる識別が困難になり、マークの形状も識別する必要が生じたと推察される。従って、目標とするランドマークと同系色のランドマークが周辺に多いとランドマーク探索が困難になると考えられ、特に高齢ドライバーにおいては、誤答率平均が 60% 程度となり、他マークと押し間違えの誤答も増加することから、かなり困難であると予想される。しかし、探索する駐車場マークの色が赤で、拡大されたランドマークが表示されている(駐車場マーク含む全て)場合、高齢ドライバーと非高齢ドライバー

共に誤答率が低下する傾向などが見られた。これは駐車場マークが拡大されたことでマークの形状識別が容易になったことが起因していると考えられ、ランドマークを拡大して表示することによって、未検出や押し間違えを減少させることに効果的である可能性が示唆された。

##### 4.2 運転行動の成績と駐車場探索タスクの関係

運転行動の成績と駐車場探索タスクとの関係に着目するため、各実験参加者の基準値より大きな横変位量になった割合と駐車場探索タスクの dual task と single task の誤答率差との相関図を図 17 に示す。

非高齢ドライバーは、dual task による誤答率への影響は少なく、むしろ dual task 時の方が single task 時に比べて誤答率が低いということも見受けられた。これは全ての画像条件で single task から dual task という実験順序で行ったことに加え、画像条件ごとの練習を行わなかったという実験手順により、各画像条件の駐車場探索タスクの「慣れ」の効果が生じてしまっていると考えられる。しかし、このような dual task 時の誤答率が single task 時の誤答率より低くなっている場合、基準値より大きな横変位量になった割合が大きくなっているということもいくつか見受けられた。この場合、運転操作と駐車場探索タスクとの間でトレードオフが生じていると考えられる。

一方、高齢ドライバーは dual task 時の誤答率が single task 時の誤答率より高くなる傾向が見られ、慣れの効果以上に dual task の影響を受けていると考えられる。また、高齢ドライバーは非高齢ドライバーと比較して、分布がバラつく傾向にあり、「基準値より大きな横変位量になった割合は小さいが駐車場探索タスクの誤答率に大きく影響がある」、「駐車場探索タスクの誤答率の影響は少ないが、基準値より大きな横変位量になった割合は大きい」といったトレードオフが生じていた。それに加え、高齢ドライバーでは「駐車場探索タスクの誤答率への影響が大きく、基準値より大きな横変位量になった割合も大きい」といったような運転操作と駐車場探索タスク両方に影響がある場合も見受けられた。このような結果から、高齢ドライバー

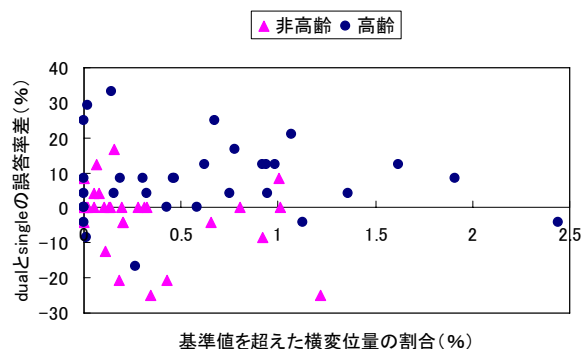


図 17 基準値を超えた横変位量の割合と誤答率差の関係

と非高齢ドライバー共に, dual task によって, 運転操作と駐車場探索タスクとの間でトレードオフが生じていることが考えられる. このことから, カーナビゲーションを用いてランドマークを探索し, タッチするという動作を行いながらの運転では, 運転操作とランドマーク探索操作との間にトレードオフが生じる可能性が示唆された. 特に高齢ドライバーは, 「基準値より大きな横変位量になった割合は小さいが駐車場探索タスクの誤答率に大きく影響がある」というトレードオフも確認されたり, 運転操作と駐車場探索タスク両方に影響があったりするなど, dual task での影響の受け方に個人差があることが確認された. 先行研究[7]で, 高齢ドライバーにおいては選択反応時間や心身機能の個人差が大きいということが示されているように, 本研究においても高齢ドライバーは dual task での影響の受け方に個人差があり, バラつきがあることが確認された.

#### 4.3 目標とするランドマークの呈示位置

目標とするランドマークの呈示位置に関しては, 高齢ドライバーでは 200pixels (約 3.7cm) において検出が早かったことに加え, アンケートの自由回答から, 画面中央付近から目標とするランドマークを探索する傾向が示唆された. また, 高齢ドライバーと非高齢ドライバー共に, 400pixels (約 7.4cm) 程度離れていると, 検出が遅れる可能性が示唆された.

### 5. まとめ

本研究では, カーナビゲーション地図の構成要素とランドマーク探索時間の関係を分析し, 高齢ドライバーの視覚探索特性を探り, 以下の結果が得られた.

- 目標とするランドマークの探索において高齢ドライバーは非高齢ドライバーと比較して誤答率や反応時間の増加が見られるなどランドマーク探索に関する能力の低下が確認された.
- 目標とするランドマークの探索において, 誤答率や反応時間は「ランドマークの大きさ」が最も影響し, 「探索するランドマークの色」も大きく影響する.
- 目標とするランドマークと同系色のランドマークが周囲に多い場合, ランドマークの探索が困難になるが, ランドマークを拡大表示することによって, 高齢ドライバーの検出パフォーマンス低下を抑えられる可能性が示唆される.
- 高齢ドライバーと非高齢ドライバー共にカーナビゲーションを用いてランドマークを探索し, タッチするという動作を行いながらの運転では, 運転操作とランドマーク探索操作との間にトレードオフが生じる可能性が示唆される.

### 参考文献

- [1] 内閣府:平成 22 年版 高齢社会白書(2010).
- [2] 警察庁:平成 21 年版 運転免許統計(2010).
- [3] 高木 他:車載ディスプレイの表示方法,自動車技術会論文集, vol.36(2),pp.113-118(2005).
- [4] 宇野,麻生,新谷:文字ならびに地図情報の取得時間に関する基礎的検討,自動車研究,vol.22(10), pp.487-490(2000).
- [5] 麻生, 紙谷, 伊藤: 車室内に呈示された情報の視認行動と運転操作の関係, 自動車技術会学術講演会前刷集, vol. 62, pp.1-4 (2005).
- [6] 熊田: ポップアウト, 数理科学, vol. 345, pp.78-82 (1992).
- [7] 自動車安全運転センター:高齢運転者の心身機能の特性に関する研究, 昭和 61 年度調査研究報告書 高齢運転者に関する総合的研究 3, pp.1-75 (1987).

### 著者紹介

小堀 恒平 (学生会員)

2011 慶應義塾大学大学院理工学研究科前期博士課程修了, 修士(工学).  
2011 KDDI 株式会社勤務, 現在に至る.



大門 樹 (正会員)



1995 慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了, 博士(工学).  
1997 慶應義塾大学理工学部専任講師を経て, 現在, 理工学部教授に至る.  
主に, ITS や安全支援システムなど車載情報機器に関わるドライバの行動特性やモビリティ機器のヒューマンファクタやヒューマンインタフェースの研究に従事. モバイル学会 理事.