

独り言表現を用いた経路案内表現による ドライバーの曲がり角認知支援の検討

山脇 拓哉^{*1} 北村 尊義^{*2} 泉 朋子^{*3} 仲谷 善雄^{*2}

Proposal of cognitive support for driver by voice guide using soliloquy expression.

Takuya Yamawaki^{*1}, Takayoshi Kitamura^{*2}, Tomoko Izumi^{*3} and Yoshio Nakatani^{*2}

Abstract - In the car navigation system, the voice guidance system is introduced to ensure the visibility for safe driving. On the other hand, the voice guidance requires time for understanding the guidance and may cause misjudgment. We propose a new voice guidance expression (SVN) based on drivers' soliloquy. When drivers check routes to go, they quite often confirm them by changing expressions of the guidance to their own expressions. So they are expected to be receptive to the soliloquy type expression of guidance. We examined the experiment on the driving simulator to validate the hypothesis if SVN is significantly more effective than the existing voice guidance. The result suggests that SVN can decrease time for understanding and possibility of misjudgment.

Keywords : Car Navigation System, Human-machine-interface, Personal Cognitive Support and Voice Navigation

1. はじめに

近年、ITS (Intelligent Transport Systems:高度道路交通システム) の発展に伴い、カーナビゲーションシステム (以下、カーナビ) によって提供される情報は多様化が進んでいる。今後も走行ルートに応じた連続的情報提供など、さらなる発展が推測される[1]。提供情報内容の多様化は多く見られる一方で、経路案内方法は現在も車載ディスプレイが中心に行われているなど、大きな変化は見られない。しかし、運転時の車載ディスプレイの注視は、運転操作の安定性を低下させることや前方の危険検出を妨げるなど安全性を低下させるという指摘がある[2,3]。そのため、こうした問題の対策として、現在様々な経路案内方法の検討が行われている。Liu[7]はドライブシミュレータを用いたドライバーの作業負荷評価の結果、音声案内との併用時、車載ディスプレイのみの場合に比べ運転の安定性が向上することが明らかにした。経路案内など運転時の情報提供は聴覚情報による提示の方が視覚情報に比べ運転への干渉が少ないことから、安全性の向上に有効であると考えられる[4-6]。このような知見から、多くのカーナビでは音声による経路案内を採用し、車載ディスプレイとの併用によって安全性の向上を図っている。一方で、三浦ら[8,9]は音声案内との併用においても、短い時間の車載ディスプレイへの視線移動や、車載ディスプレイを確認する意図だけで前方の危険検出が遅れること

を報告している。このように、車載ディスプレイのみの使用時だけではなく、音声案内との併用時においても車載ディスプレイの使用による安全性の問題が懸念されている。このことから車載ディスプレイを使用しない新たな経路案内方法の検討が必要であると考えられる。新たな経路案内方法の1つとして、音声のみによる経路案内の検討が考えられる。音声のみの経路案内は車載ディスプレイを使用しないことにより、注視による安全性低下の問題の解消が期待できる。しかし、音声案内のみの使用時にはディスプレイ併用時とは異なる問題点が発生する可能性がある。Freundshuh[10]は、音声案内は車載ディスプレイによる経路案内に比べ、抽象度が高く、情報量や精度が低いという聴覚情報特有の問題があることを指摘している。このことから、情報不足などを要因として指示内容の理解にかかる時間 (以下、理解時間)、指示する地点の判断ミス (以下、判断ミス) が増加することが推測できる。この問題の対策として、交差点名など具体的なランドマークを音声案内に使用する方法が考えられる。鈴木ら[11]は、タスクの制御成績などを用いて、ランドマークを用いた音声案内がドライバーの交差点の同定作業に与える効果について検討を行ったところ、ランドマークを用いた音声案内の使用が車載ディスプレイへの注視頻度を減少させ、経路選択を容易にする効果があることを明らかにした。しかし、音声案内のみの使用時には、ランドマークの視認時間増加を誘発することが明らかになっており[12]、安全性を低下させる可能性があると考えられる。このように音声のみによる経路案内の場合、車載ディスプレイとの併用時とは異なる問題が発生することが推測されることから、音声案内のみの使用を想定した表現方法のさらなる検討が必要であると考えられる。

*1: 立命館大学大学院 情報理工学研究科

*2: 立命館大学 情報理工学部

*3: 大阪工業大学 情報科学部

*1: Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

*2: College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

*3: Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

本研究では、音声のみによる経路案内の実現を前提に、そこで想定される理解時間、判断ミスの増加の対策として、運転時の独り言を表現に用いた独り言音声案内（以下、SVN）を提案する。本研究における運転時の独り言とは「ドライバーが運転時、意図した地点での右左折を前に、自身での確認のために発する独話」のことを指す。本研究では、SVNの使用が一般的な音声案内（以下、VN）使用時に比べ、理解時間、判断ミスの減少に有効であるという仮説を立て、実験を通して検討を行うことを目的とする。また、どういった属性のドライバーにSVNが有効であるかについても同時に検討を行う。なお、本研究では、SVNの具体的な作成方法については対象外とし、実験では簡易的に各被験者に合わせたSVNを作成し、評価を行う。

2. 関連研究

理解時間、判断ミスの増加の対策としてパーソナライズ化の概念を取り入れる方法が考えられる。パーソナライズ化とは、各個人の能力、特徴などに応じ個別情報を提供する概念のことを指す。大谷ら[13]は、運転に関する環境知識獲得の過程や空間認知能力に個人差が存在することから、利用者の能力などに応じた形式での経路案内が分かりやすさなどの向上に有効であると指摘している。このことから、個々のドライバーの能力、特徴の差に着目し、パーソナライズ化の概念を経路案内表現に取り入れることで音声案内のみの使用時に発生する理解時間、判断ミスを減少させることができると考えられる。音声案内は視点を柔軟に変更できること、多彩な表現が可能であること[14]からパーソナライズ化が比較的取り入れやすい情報提供方法であると言える一方、音声案内のパーソナライズ化に関する先行研究は少ない。川合ら[15]は、口頭での経路案内をもとに個人に合わせた音声案内表現を検討した研究において、年代により交差点名などで使用率に差があることを明らかにした。しかし、川合らの研究では車載ディスプレイとの併用を想定されており、音声による経路案内のみでの使用時についての評価はされていない。このように音声案内のパーソナライズ化を取り入れた表現方法の研究は車載ディスプレイとの併用が前提であり、音声のみの経路案内を対象とした研究は見当たらない。

3. 新たな音声案内表現方法の提案

3.1.提案する音声案内表現

本研究では、運転時の独り言を音声案内の表現に用いたSVNを提案する。運転時の独り言は、自身で経路の確認のために自然に発した言葉であることから、ドライバーにとって理解しやすい表現が用いられていることが考

えられ、自己受容性が高いと推測できる。これらのことから、運転時の独り言を音声案内の経路案内表現に採用することが、理解時間、判断ミスの減少が有効であると推測できる。

4. 評価

4.1.目的

本研究では、SVNの使用がVNの使用に比べ、理解時間、判断ミスの減少に有効であるとする仮説を検討するため、実験を通して以下の項目を計測し各被験者でSVN使用時とVN使用時による比較評価を行う。

A) 音声案内再生から内容理解までに要した時間の平均

B) 音声案内の指示した曲がり角判断の正答数

理解時間の比較のため、音声案内再生から内容理解までに要した時間を計測する。本研究では音声案内の内容理解を、「音声案内の再生から、指示した地点までの距離を自身の中でイメージすること」と定義する。また、判断ミスの数を比較するため、各音声案内使用の指示した曲がり角の判断が正しく行えた数を計測する。加えて、SVNの使用が判断ミス、理解時間の減少に有効であるドライバーの属性を調査するため、石橋ら[16]が作成したDSQ(Driving Style Questionnaire: 運転スタイルチェックシート)、WSQ(Workload Sensitivity Questionnaire: 運転負担感受性チェックシート)を使用し、運転スタイル、運転負担感受性を調査する。

4.2.方法

被験者属性

本研究では、普段からVNを使用していた場合、経験則により結果に影響を与える可能性が考えられることから、慣れが比較的少ないと推測されるペーパードライバーを実験の対象とする。なお、本研究ではペーパードライバーを「運転頻度が月1回未満」と定義する。本実験では、被験者を19歳から25歳まで（平均:21.7歳、SD:1.27）の情報理工学を専攻する大学生、大学院生の男性10名女性4名とした。詳細を表1に示す。先行研究において、男女で運転時の空間認知能力に差があることが指摘されているが[17]、一方で男性は車に乗る機会が多く、女性は少ないという運転頻度の差により運転時の空間認知能力の差が認められただけであり、生物学的な性差は影響がないとする指摘も存在する[18]。本実験では、全被験者が、運転頻度が少ないことなどから運転経験の差が少ないと考えられるため、性差による影響は考慮しない。被験者の属性として、被験者の運転スタイルおよび運転負担感受性の平均値を図1と図2に示す。なお、一般平均とは、石橋ら[16]の調査で得られた平均値を指す。特徴として一般平均と比較して運転スタイル

表 1:被験者属性

被験者数	14 名
性別	男性 10 名, 女性 4 名
年齢	19-25 歳 (平均 21.7 歳, SD : 1.27)
運転免許所得年数	1-4 年
運転頻度	月 1 回未満

表 2:本実験で使用する VN

曲がり角までの距離	内容
150m	「まもなく左方向です」
250m	「この先, 左方向です」
325m	「およそ 300m 先, 左方向です」

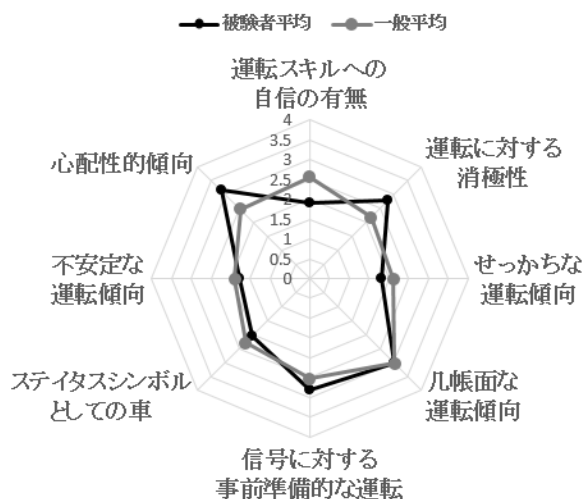


図 1:被験者の運転スタイル平均

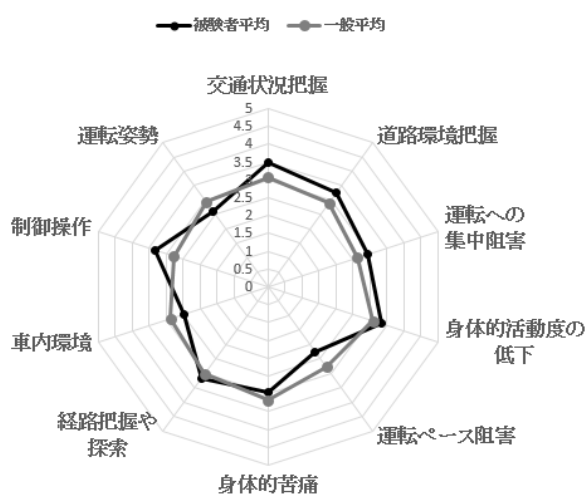


図 2:被験者の運転負担感受性平均

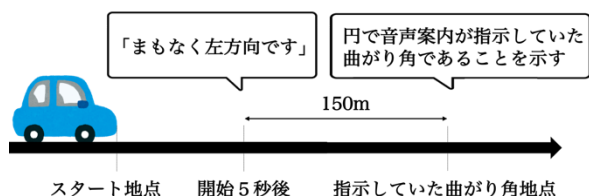


図 3:SVN 作成動画(150m)の概要

において、心配性傾向、運転に対する消極性があり、運転スキルへの自信がないことが挙げられる。これらは本実験の被験者が全員ペーパードライバーであり運転経験が不足していることから、生じた傾向であると推測でき



図 4:曲がり角に円を合成した例

る。また、上記以外の点では概ね一般平均との差が見られなかったため、被験者に大きな偏りはないと考えられる。

4.3.手順

SVN 作成

本研究では、SVN の具体的な作成方法については対象外とする。そのため、本実験では、開始 5 秒後に VN が再生される 3 種類の動画(以下、SVN 作成動画)を被験者に提示し、その後、口頭で回答してもらうことで簡易的に各被験者別の SVN を 3 種類ずつ作成する。SVN 作成動画の概要について図 3 に示す。SVN 作成動画では、まず動画開始 5 秒後に VN が再生される。その後、開始 5 秒の地点から音声案内が示す曲がり角を、円を用いて被験者に示す。本実験で使用する VN は、市販されているカーナビの音声案内表現を参考に作成した。詳細を表 2 に示す。なお、評価実験において等間隔による距離の推測を避けるため、VN が指示する地点までの距離は 150m, 250m, 325m とする。SVN 作成動画には京都市内北大路通、西大路通で撮影した運転時のドライバーの視界に近い走行動画(以下、運転走行動画)を使用した。動画の撮影には車内に固定した GoPro Hero 4[19]を使用した。なお、安全面を考慮し、ドライバーの運転の妨げにならぬよう設置位置等には十分配慮した。SVN 作成動画には開始 5 秒後の地点からそれぞれ 150m, 250m, 325m 直進した地点に左折可能な曲がり角が存在するように編集したものを使用する。また、日光などの影響により視認性に問題があると思われる部分に関しては実際の運転時の視界を逸脱しない範囲で明度などの調整を行う。音声案内が指示した曲がり角を被験者に示す円を合成した例を図 4 に示す。動画再生には、心理学実験環境構築用アプリケーションである PsychoPy[20]を使用し作成したシステムを

用いる。また、動画を再生するディスプレイにはヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）である Oculus Rift CV1[21]を使用する。SVN 作成動画がドライバーの目線に近い動画であることから、HMD を使用することで、より実際に近い感覚で動画を視聴することができると考えられる。被験者に作成手順を説明した後、SVN 作成動画を用いて、以下の手順で各被験者に合わせた SVN を3種類作成する。なおここでの質問に使用する「つぶやき」とは本研究における「運転時の独り言」と同義であり、被験者にも十分教示を行った。

- I. 3種類の SVN 作成動画を1回ずつ提示
- II. SVN 作成動画（150m）を3回連続で提示
- III. 「音声案内が再生されたタイミングでどのようにつぶやくか」という質問を行い、回答を記録
- IV. SVN 作成動画（250m）を3回連続で提示
- V. 同様の質問を行い、回答を記録
- VI. SVN 作成動画（325m）を3回連続で提示
- VII. 同様の質問を行い、回答を記録

上記の手順で記録した回答を機械音声に変換し SVN を作成する。機械音声への変換には Rospeech[20]の API を用いて開発したシステムを用いる。なお、システムの関係上、被験者の回答から一部イントネーション、発話速度の変更を行なった。作成された SVN の例を表3に示す。

表 3:作成された SVN の例

音声案内が示す 曲がり角までの距離	内容
SVN（150m）	「もうすぐ左方向やな」
SVN(250m)	「結構進んでから左」
SVN(325m)	「だいぶ先まで行ったら左やな」

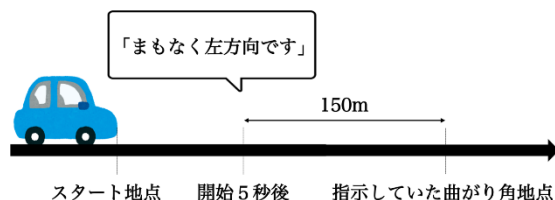


図 5:評価実験動画概要



図 6:停止時



図 7:加速かつ右へ回転させた時

4.4.評価実験

評価実験では、評価実験用に作成した運転走行動画（以下、評価実験動画）を用いて、各音声案内10回ずつ、運転時のハンドル操作またフットペダル操作を模擬したタスク（以下、運転操作タスク）を実施しながら、各音声案内の内容理解に要する時間を計測するためのタスク（理解時間計測タスク）、各音声案内の指示した曲がり角判断の正答数を計測するためのタスク（以下、曲がり角判定タスク）を実施し、計測を行う。評価実験動画の概要を図5に示す。評価実験動画では、SVN 作成動画同様、運転走行動画を使用する。評価実験動画は 150mの計測用が8個、250m、325mの計測用が6個ずつの合計20個作成する。開始5秒後の地点からそれぞれ150m、250m、325mの地点に左折可能な曲がり角が存在するように編集する。なお、評価実験では、音声案内の指示した地点の判断の正確性を評価する曲がり角判定タスクを実施するため、SVN 作成動画とは異なり、指示していた曲がり角を被験者に示す円は合成しない。また、指示していた地点から先の曲がり角を音声案内が指示していた曲がり角と判断する可能性が想定されるため、指示していた曲がり角を通過後も一定時間走行しつづける時間を設ける。また、評価実験動画には運転操作タスクに使用する円を合成する。

運転操作タスク

本実験では運転操作タスクとして、動画内の円の変化に合わせて作業を行うトラッキングタスクを用いることで、運転操作を再現する。評価実験動画には動画内の走行速度などの変化に合わせて色、場所が変化する円を合成する。円の変化は以下の通りである。

- (ア) 加速時また一定速度で走行時、円の色が青色に変化
- (イ) 減速時また停止時、円の色が赤色に変化
- (ウ) 動画中のハンドルの操作に合わせ、円の位置が左右へ移動

タスク実施のため、ハンドルコントローラーの操作とマウスカーソルの左右への移動を連動させる。また、ハンドルコントローラーを操作しない時、動画の中心にマ

ウスカーソルが来るように設定し、円も同様になるよう合成を行なう。その後、動画内と同様の角度までハンドルコントローラーを回転させた際のマウスカーソルの位置が円の中心になるよう円が移動するよう合成を行なう。円の変化の例を図 6、図 7 に示す。上記の円の変化に合わせて以下のタスクを要求する。

- (ア) 円の色が赤色の時ブレーキペダルを踏む
- (イ) 円の色が青色の時アクセルペダルを踏む
- (ウ) 円の移動に合わせて、ハンドルコントローラーを操作しマウスカーソルが円の中心に合わせる

被験者 16 名を対象に予備実験を行い、運転操作タスクを実施させたところ、11 名で実際の運転に近いという評価を得た。このことから、運転操作タスクにより一定の運転操作の再現が可能であると考えられる。

理解時間計測タスク

各音声案内の再生から内容理解までに要した時間の平均を計測するため、理解時間計測タスクを被験者に要求する。被験者には本研究における音声案内の内容理解についての説明を行った上で、「音声案内の内容理解ができたタイミングでハンドルコントローラー上のボタンを押す」というタスクを被験者に要求する。計測のため、ハンドルコントローラー上のボタンとキーボードの入力を連動させ、音声案内再生からキーボードの入力までの時間を記録する。

曲がり角判定タスク

各音声案内使用時の判断の正確性を計測するため、曲がり角判定タスクを被験者に要求する。曲がり角判定タスクでは、「音声案内が指示していたと自身で思う曲がり角に到達したタイミングでハンドルコントローラーのボタンを押す」というタスクを被験者に要求する。なお、ハンドルコントローラーにはボタンが複数配置されており、理解時間計測タスクとは異なるボタンを指定する。理解時間と同様にハンドルコントローラーとキーボードの入力を連動させ、動画再生から入力までの時間を記録する。本実験では音声案内が指示していた曲がり角の中央線に到達した時間から前後 3 秒間を正解範囲とする。なお、正解範囲の重なりは見られず、意図とは異なる曲がり角での入力と判定される可能性は少ないと考えられる。正解範囲の概要を図 8 に示す。

評価実験の手順

被験者には評価実験前に、実験内容を説明した後、各タスクの実施方法について練習を行い、全員に十分習得させる。その後、先ほどの SVN 作成動画を用いて NV、SVN の各 3 種類の音声案内の示す距離について再度確認をした後、評価実験を実施する。評価実験の手順を以下の図 9 に示す。

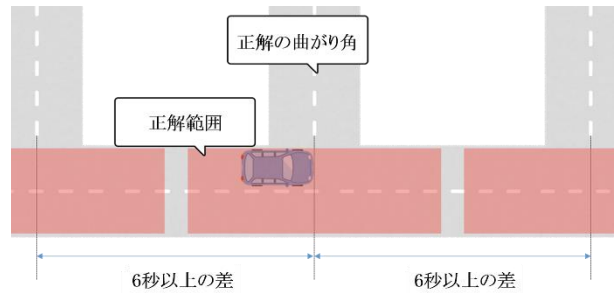


図 8: 曲がり角判定タスクの正解範囲

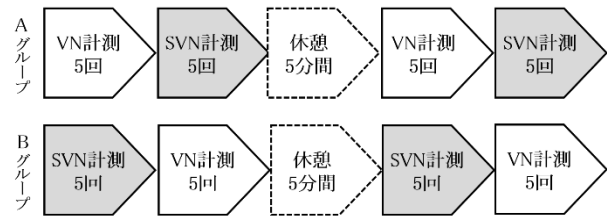


図 9: 評価実験の手順



図 10: 実験環境

順序効果による影響を考慮し、被験者に通し番号をつけ、奇数であった場合 A グループ、偶数であった場合 B グループとし、異なる順番で評価実験を行う。動画を提示するデバイスは SVN 作成と同様に OculusRift CV1 を使用する。実験環境を図 10 に示す。なお、HMD 上でも再生されている映像を卓上ディスプレイ上にも同時に再生されているよう設定を行い、実験者が確認のために使用する。動画の再生、計測には PsychoPy を用いて作成したシステムを使用する。

4.5. 結果

理解時間計測の結果

理解時間計測タスクの結果、VN 使用時の平均理解時間は 5.16 秒(SD:1.40)、SVN 使用時の平均理解時間は 4.71 秒(SD:1.38)となった。各被験者の平均理解時間を表 4 に示す。全被験者のうち、VN 使用時の理解時間のほうが短

表 4:各被験者の平均理解時間における t 検定結果

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
VN	3.97	5.05	5.44	4.47	5.54	5.52	4.84	5.06	4.98	4.55	9.25	5.73	5.8	5.07
SVN	3.73	3.93	5.56	3.59	5.21	4.64	3.75	3.69	3.84	4.44	9.17	4.95	5.24	4.25
t検定	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.:非有意, *:p<.05

表 5:各被験者の平均理解時間におけるカイ二乗検定結果

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
VN	7	5	4	4	4	2	6	4	5	3	7	0	6	2
SVN	3	6	7	7	4	7	5	9	3	7	4	2	4	6
カイ二乗	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n:10, n.s.:非有意, *:p<.10

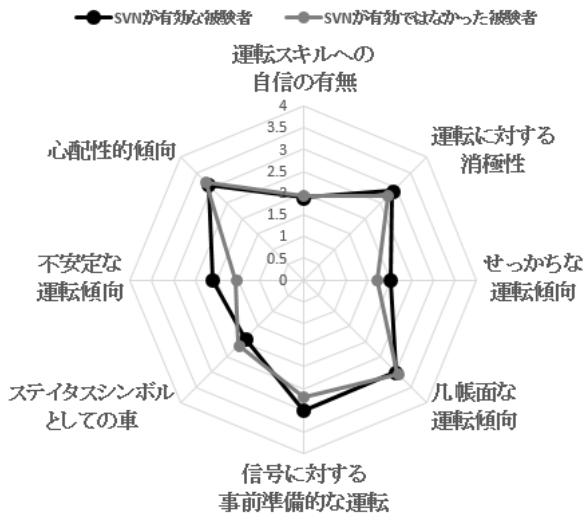


図 11:運転スタイル 比較結果

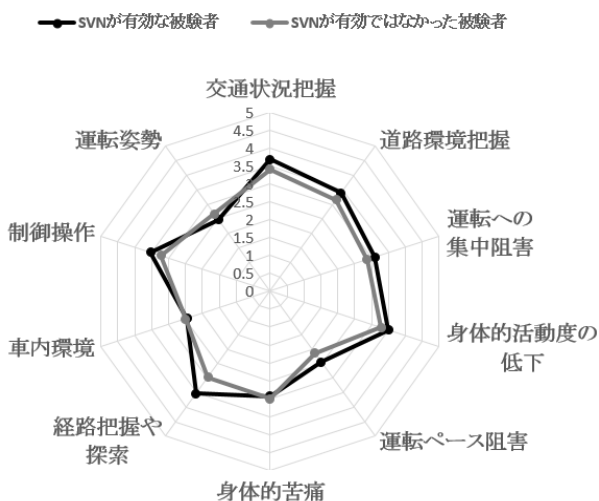


図 12:運転負担感受性 比較結果

いのは1名, SVN使用時の方が短いのは13名であった。また、各被験者で各音声案内使用時の理解時間2群を対応のないt検定を用いて分析したところ、SVNの方の理解時間の方が短い5名に有意差が認められた(p<.05)。t検定において有意差が認められた被験者と認められなかった被験者で運転スタイル、運転負担感受性を比較したところ、運転スタイルにおいて不安定な運転傾向、運転負

担感受性において経路把握や探索に差が見られた。しかし、これらの項目についてt検定を行って分析をしたところ、優位な差は見られなかった。詳細を図11、図12に示す。

曲がり角判定の結果

曲がり角判定タスクの正誤判定の結果、VN使用時の正答数平均4.21個(SD:1.93)、SVN使用時の正答数5.28個(SD:1.94)となった。各被験者の正答数を表5に示す。全被験者でVN使用時の方が、正答数が多い被験者は5名、SVN使用時の正答数の方が、正答数が多い被験者は8名、正答数が等しい被験者は1名であった。また、各被験者において、カイ検定(Fisher 両側検定)を用いて各音声案内使用時の正答数を分析したところ、SVN使用時の正答数の方が多い2名で有意差が認められた(p<.10)。なお、曲がり角判定の結果、有意差が認められた被験者は2名のみであったため、運転スタイル、運転負担感受性の比較は行わなかった。

4.6.考察

理解時間計測の結果、SVNの使用時の方が、理解時間が早い8名において有意差が認められたことから、SVN使用がペーパードライバーの理解時間の減少に有効である可能性が示唆された。また、運転スタイル、運転負担感受性において、理解時間に有意差が認められた被験者に不安定な運転傾向、経路把握や探索にストレスを感じる傾向が強いという結果が見られた。このことから、運転が苦手な、経路案内などにストレスを感じるドライバーに有効である可能性があると考えられる。しかし、これらの項目についてt検定を行って分析をしたところ、優位差は認められなかった。これは、被験者数の不足や、ペーパードライバーのみを対象としたため、各被験者の運転傾向、運転負担感受性に大きな差が見られなかったことが要因である可能性がある。そのため、SVNが有効なドライバーの属性については今後さらなる検討が必要であると考えられる。

曲がり角判定の結果、SVNの使用時の方が、平均正解

数が多い2名において有意差が見られたことから、ペーパードライバーにおいてSVNの使用が内容の理解の正確性向上に有効である可能性が示唆された。一方、有意差は認められなかったものの、VNにおいても正答数がSVNより多い被験者は5名とSVNの方が多い被験者に近い人数いることから、今後も検討が必要であると考えられる。本実験においては、各音声案内10回の計測による比較であったため、結果に差が生じにくく、分析に影響を与えた可能性がある。このことから、今後計測回数を増加させた上でさらなる分析が必要であると考えられる。

5. まとめと今後の展望

音声案内のみによる経路案内は、車載ディスプレイを注視することによる安全性低下の問題へ解決が期待できる一方で、理解時間、判断ミスが増加する可能性がある。このため、音声案内のみによる経路案内を前提とした表現方法の検討が必要であると考えられる。本研究では、音声案内の新たな表現方法として、運転時の独り言を経路案内表現に採用した独り言音声案内(SVN)を提案した。運転時の独り言は、自身で経路を確認するために発する表現であることから、高い自己受容性が期待でき、音声案内表現に使用することで、理解時間、判断ミスの減少に有効であると考えられる。この仮説を検証するため、本研究では、ペーパードライバーを対象に簡易的に各被験者に合わせ作成した3種類のSVNを用いて、一般的な音声案内(VN)と理解時間、判断の正答数の比較評価を行った。その結果、理解時間において、SVN使用時の方が早い5名に有意差が認められ

($p<0.05$)、正答数においてSVNの方が多い2名に有意差が認められた($p<0.10$)。このことから、SVNがドライバーの理解時間、判断ミスの減少に有効である可能性が示唆された。また、理解時間において、SVNが優位に短かった被験者と有意差が認められなかった被験者で運転スタイル、運転負担感受性を比較検証したところ、不安定な運転傾向、経路把握や探索に対する負担を感じる傾向が見られた。しかし、計測回数の不足などが分析に影響を与えた可能性が推測できるため、今後さらなる検討が必要であると考えられる。

6. 参考文献

- [1] ITSによる未来創造の提案, http://www.its-jp.org/document/20131017/ITS-future-vision_j_131010.pdf
- [2] Summala, H., Lamble, D., et al.: Driving experience and perception of the lead car's braking when looking at in-car targets; *Accident Analysis & Prevention*, **Vol.30**, No.4, pp.401-407, (1998).
- [3] Summala, H., Nieminen, T., et al.: Maintaining Lane Position with Peripheral Vision during In-Vehicle Tasks; *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, **Vol.38**, No.3, pp.442-451, (1996).
- [4] Wickens, C. D.: The structure of attentional resources; *Attention and performance VIII*, **Vol.8**, pp.239-257, (1980).
- [5] Wickens, C. D.: Processing resources and attention; *Multiple-task performance*, **Vol.1991**, pp.3-34. (1991).
- [6] Wickens, C. D., et al.: *Engineering psychology & human performance.*; Psychology Press, (2000).
- [7] Liu, Y. C.: Comparative study of the effects of auditory, visual and multimodality displays on drivers' performance in advanced traveler information systems; *Ergonomics*, **Vol.44**, No.4, (2001).
- [8] 三浦, 篠原: 自動車の情報化に関わる視覚的注意特性:カーナビゲーション使用時の注意の時間的特性を中心として; *交通科学*, **Vol.28**, No.1-2, pp.53-59, (1998).
- [9] 三浦, 篠原: 注意の心理学から見たカーナビゲーションの問題点; *IATSS Review*, **Vol. 26**, No. 4, pp.256-267, (2001).
- [10] Freundschuh, S. M., Mercer, D. J.: Spatial cognitive representations of story worlds acquired from maps and narrative; *Geographical Systems*, **Vol.2**, pp.217-233, (1995).
- [11] 鈴木, 他: ランドマークを用いた経路誘導のための音声情報に関する研究, 自動車技術会講演会前刷集, No.90-00, pp.19-22, (2000).
- [12] 阿久津, 池上, 早川, 白井: カーナビは安全か 3種の道路情報提示方式における利用特性の検討; *人間工学*, **Vol.34**, No.Supplement, pp.384-385, (1998).
- [13] 大谷, 神作: 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; *中京大学心理学部紀要創刊号*, pp.45-59, (2001).
- [14] Taylor, H. A., Tversky, B.: Assessing spatial representation using text.; *Geographical Systems*, **Vol. 2**, pp.235-254, (1995).
- [15] 川合, 加藤, 美濃部, 津川: カーナビにおけるドライバアダプティブな音声誘導情報に関する検討; *自動車技術会論文集*, **Vol.37**, No.1, pp.173-178, (2006).
- [16] 石橋, 大桑, 赤松: 運転者特性把握のための運転スタイル・運転負担感受性チェックシートの開発; *自動車技術会講演会前刷集*, pp.9-12, (2002).
- [17] Galea, L. A., Kimura, D.: Sex differences in route-learning; *Personality and individual differences*, **Vol.14**, No.1, pp.53-65, (1993).
- [17] 富田, 他: ドライバーの運転態度・負担意識に及ぼす性別・運転経験・運転習慣の影響; *自動車技術学*

会 学術講演会前刷集, No.63-05, pp.7-10, (2005).

[18] GoPro, <https://jp.gopro.com/>

[19] Peirce, JW.: PsychoPy - Psychophysics software in Python; J Neurosci Methods, **Vol.162**, No.1, pp.8-13, (2007).

[20] Oculus Rift, <https://www.oculus.com/>

[21] Sugiura, K. , Zettsu, K. : Rospeex: A Cloud Robotics Platform for Human-Robot Spoken Dialogues; In Proc. IEEE/RSJ IROS, pp.6155-6160, (2015).