

自転車ナビ利用時の行動分析～G P S内蔵サイクルレコーダーを用いて～

小錢悠太・石川徹・貞広幸雄

Behavioral Analysis of the Use of Bicycle Navigation Systems

Yuta KOZENI, Toru ISHIKAWA, and Yukio SADAHIRO

Abstract: This study examined the wayfinding behavior of users of three different types of bicycle navigation systems. Results showed that participants who were provided with speech route guidance in addition to a map shown on screen looked at the device screen for a shorter time and less frequently than those who were provided with the screen map only. Participants tended to view the device screen at or near the starting point, intersections, and the goal. Implications for the design of effective bicycle navigation systems are discussed.

Keywords: ナビゲーション (navigation), 自転車 (bicycles), 空間行動 (spatial behavior), 経路探索 (wayfinding), 位置情報システム (location-based systems)

1. はじめに

1.1 研究の背景

最近の自転車による街めぐりの人気の高まりと、各種位置情報サービスの発展を背景に、自転車ナビゲーションサービス（以下、自転車ナビ）の普及が進んでいる。自転車ナビとは、ルート案内や経路検索などで自転車の移動をサポートするサービスであり、近年のスマートフォンの普及によりスマートフォン用の自転車ナビアプリも配信されている。これらは通常、情報端末を自転車のハンドルに装着して使用される。

自転車ナビを扱った既往研究はあまり見られないが、カーナビや歩行者ナビの研究から派生した形で自転車ナビを扱っているものとして、AR（拡張現実）を用いたカーナビを自転車に応用した研究（増田ほか, 2008）や、奈良県飛鳥地域を対象とした徒歩や自転車による観光ナビゲーションの検証（中野, 2008）などがある。

1.2 研究の目的

本研究は、自転車ナビ利用時の人々の行動を実証的に分析し、安全で快適な自転車ナビがどのようなものかを明らかにすることを目的とする。

一般的なナビゲーションサービスは、視覚情報（地図）と聴覚情報（音声案内）の二つによって経路情報を利用者に伝達する。例えばカーナビの場合、ドライバーは経路選択に必要な情報を道路状況や標識などから瞬時に読み取る必要があり、運転中にナビ画面を注視することは大変危険である（外井ほか, 2004；宮武, 2006）。一方、歩行者ナビの場合、音声案内は周囲の雑音の影響で聞き取りづらいことがあり、歩行者は一般に聴覚情報より視覚情報を重視する。

自転車ナビの場合を考えてみると、視覚情報の取得に関しては、自転車の場合も自動車のように高速で移動しているので、ナビ画面を注視することは危険である。自転車を停止させてからナビ画面を見れば安全ではあるが、ナビを見る度に自転車を停めるのは運転者にとって快適とはいえない。一方、聴覚情報の取得に関しても問題がある。

小錢悠太 〒277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

東京大学大学院新領域創成科学研究科

社会文化環境学専攻 修士1年

E-mail: yuta.kozeni@csis.u-tokyo.ac.jp

歩行者と同じく、自転車に乗っている際も周囲の雑音により音声案内が聞き取れない可能性がある。イヤホンを装着すれば聞き逃すことは少なくなるが、周囲の環境音も聞こえなくなり、安全な運転の弊害となる（表-1）。

そこで、本研究では、異なる種類の自転車ナビ利用者の行動を分析することにより、視覚・聴覚情報をどのように提供すれば、利用者が快適で安全に走行することができるのかを明らかにする。

表-1 歩行者ナビ、自転車ナビ、カーナビの特徴

	歩行者	自転車	自動車
走行速度	～5km/h	～30km/h	～60km/h
経路情報の伝達方法	地図重視 (※1)	地図重視 (※1)	音声重視
移動中のナビ操作	○	×	△(※2)
停止して画面を確認	面倒でない	面倒	面倒

注) ※1 現状では地図による表現に依存する人が多い。※2 近年発売の多くのカーナビが利用者の声で操作することができる。

2. 実験の概要

今回の実験では、横浜関内地区において、9名の被験者（18～24歳、男性8名、女性1名）に、①ナビ画面のみ、②ナビ画面+喚起音、③ナビ画面+音声案内の3種類の自転車ナビを使って3つのルートを走行してもらった（図-1）。被験者のヘルメットに装着したGPS内蔵サイクルレコーダーにより、走行中の動画及び位置情報を記録した。自転車ナビとして、スマートフォンIS03上でGoogleマップナビの自動車版を使った（図-2）。

喚起音は、被験者の後方を自転車で走る観測者がベルを鳴らし、トランシーバーで被験者に伝えた。音声案内は、「100m先右方向です」などとトランシーバーで指示を送った（図-3）。喚起音・音声案内を与えるタイミングは、被験者が、①曲がる交差点の100m手前、②曲がる交差点の直前、③ゴール付近にたどり着いたときあるいは通過したときとした。



図-1 実験対象地と走行コース

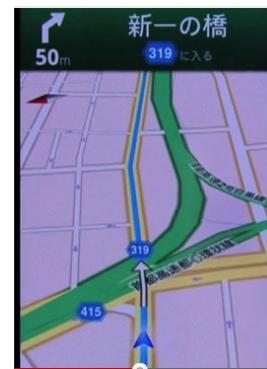


図-2 ナビ画面の例 (Google マップナビ自動車版)

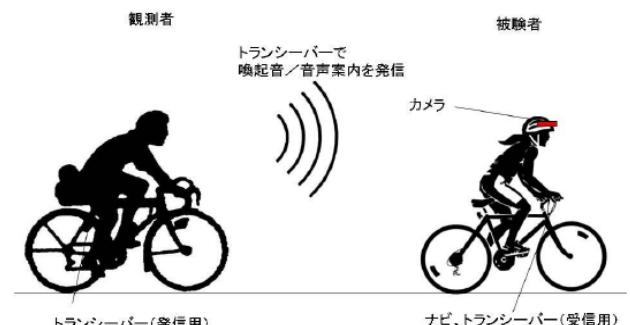


図-3 実験イメージ図

本研究では、2つの実験仮説を立てた。

仮説1：ナビ画面のみの案内よりも、ナビ画面+喚起音の案内のときの方が、ナビ画面を見る回数や時間が減少する。（曲がる交差点付近で喚起音を鳴らすことで、利用者がどのタイミングでナビ画面を見ればよいかがわかると考えられるため。）

仮説2：ナビ画面のみの案内よりも、ナビ画面+音声の案内のときの方が、ナビ画面を見る回数や

時間は減少する。（音声案内をナビゲーションに組み込むことで、利用者が地図から読み取るべき情報が減少すると考えられるため）

3. 実験の結果

3.1 自転車ナビの利用行動

各被験者が走行中にナビ画面を見ていた時間の走行時間に対する割合（図-4）を調べると、画面のみの案内のとき（平均 12.8%）よりも、音声案内を加えた案内のとき（平均 8.2%）の方が、ナビ画面を見る時間が減少しており、仮説 1 が正しいと言えることが示された ($t(16) = 3.46, p < .01$).

一方で、画面のみの案内（平均 12.8%）と喚起音を加えた案内（平均 12.9%）を比べると、後者でナビ画面を見る時間が減少しておらず ($t(16) = -0.01, ns$)、仮説 2 は正しいとは言えないことがわかった。これは、被験者は歩行者が少なく広い道でナビを見たいと思うため、こちらがナビを見るべきタイミングを教えた場合でも、自分が見たいタイミングを優先するためでないかと考えられる。

続いて、1 秒あたりにナビを見た回数について調べた（図-5）。画面のみの案内のとき（平均 0.08 回/s）よりも、音声案内を加えた案内のとき（平均 0.07 回/s）の方がナビを見る回数が減少しており、仮説 1 が正しいと言えることが示された ($t(16) = 2.33, p < .05$).

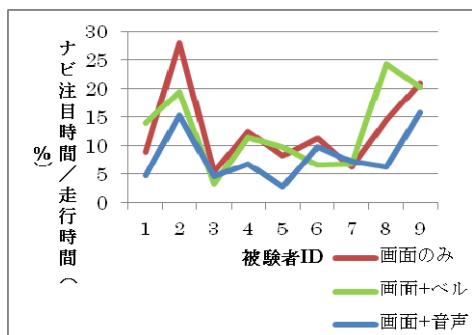


図-4 走行中にナビ画面を見ていた時間の割合（%）

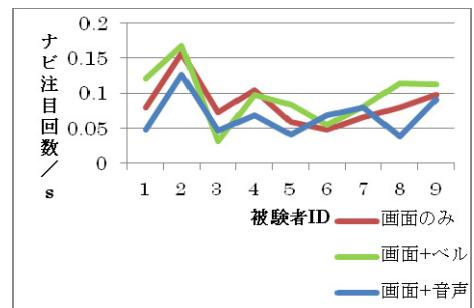


図-5 走行中にナビ画面を見た回数（1秒あたり）

3.2 ナビ画面を見た場所の分布

被験者がどの地点でナビ画面を見ていたかについて、自転車ナビの種類ごとに、カーネル密度推定を用いて視覚化した結果を示す（図-6, 7, 8）。各図において、濃い赤色の部分が、被験者がナビ画面を見ている頻度が高い場所を示す。

ナビ画面のみの案内の場合（図-6）を見ると、ナビ画面を見た場所として、①スタート直後、②交差点の前後、③ゴール付近の 3 つがあることがわかる。また、各地点の赤色の濃さから、ナビを見る頻度は①>②>③の順に高いと判断できる。注目すべきは、②交差点の前後についての結果であり、このことは、経路選択の判断をするポイントである交差点の手前や交差点内を通り過ぎた直後もナビを見ていることを示す。これは、自分がとった経路が正しかったどうかを確認しているためと思われる。

ナビ画面+喚起音の場合（図-7）は、赤色の部分、つまりナビ画面を見ている地点が、分散して分布している。このことは、喚起音を外部から与えられることで、自分のタイミングでナビ画面を見ることができないために、ナビを見る頻度が上がっていることを示していると考えられる。

ナビ画面+音声案内の場合（図-8）は、先の 2 つの図に比べて赤色の部分が少ない。このことは、音声案内によりナビ画面から読み取るべき情報が減少したため、ナビを見る頻度も減少したことを示していると言える。また、他の地点に比べてスタート付近の赤色が濃い傾向が見られるが、こ

れは出発する方向を確認するために画面を見ているためと思われる。

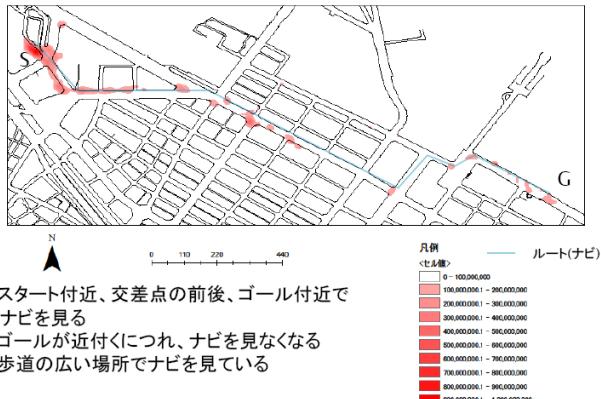


図-6 ナビ画面を見た場所の分布（画面のみ）

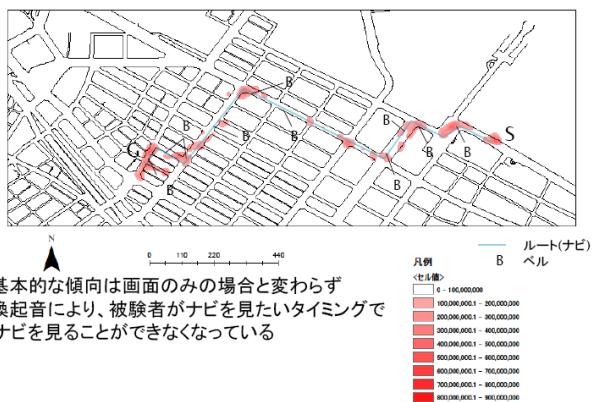


図-7 ナビ画面を見た場所の分布（画面＋喚起音）



図-8 ナビ画面を見た場所の分布（画面＋音声）

4. おわりに

本研究により以下の2点が明らかになった。①音声案内を付加することで、利用者がナビ画面を見る時間・回数が減少する。②ナビ画面を見るタ

イミングとして、スタート直後／交差点の前後（特に大通り）／目的地付近の大きく3つがある。

上記の①に関しては、単なる喚起音によりナビ画面を見るべき地点を示すだけでは十分ではなく、取るべき行動を音声により案内することが有効であることが示された。このことは、安全で快適な自転車ナビゲーションの方法を考えるにあたって有用な知見である。②に関しては、交差点の直後でナビ画面を見るという発見があり、このことは、交差点付近の自転車通行空間に余裕をもたせることで、利用者がナビを見たいタイミングで安心して画面を見ることを可能にし、ひいては自転車ナビ使用時の交通事故の減少につながる可能性があることを示唆している。

なお、今回の実験では、1つの種類のナビに対して特定のコースを割り当てたので、コースの特徴（幅員や道路構造など）による影響が否定できない。また、音声案内については、カーナビの音声案内を参考にそのタイミングや台詞を設定したが、カーナビで良いとされている音声案内が自転車ナビにとって必ずしも良いとは限らない。これらの点について、さらに多くの被験者を募って調べることで、より良い自転車ナビ、およびより理解しやすい情報提示の方法の開発につながると考えられる。

参考文献

- 外井哲志・大塚康司・末久正樹・梶田佳孝（2004）：道路案内標識とカーナビゲーションの利用実態、交通工学研究発表会論文報告集, 24, 117-120.
- 中野美智子（2002）：観光地における歩行者・自転車ナビゲーションシステムについて、国土交通省 国土技術研究会報告, 85-88.
- 増田亮・金帝演・長谷川孝明（2008）：指示位置指向のM-CubITS 車両WYSIWYASナビゲーションについて、電子情報通信学会論文誌A, J91-A(1), 11-20.
- 宮武惇一郎（2006）：カーナビゲーションにおける音声案内の定時タイミングに関する研究、千葉大学工学研究科デザイン科学専攻修士論文。