

音声入力を用いた自転車利用者による 危険箇所記録方式の評価

佐藤光¹ 敷田幹文¹

概要：日本では自転車が広く利用される一方、交通事故が社会課題となっている。その主な危険要因として、静的な「狭路」や、路上駐車などの動的な「障害物」、歩行者の「密集」が挙げられるが、既存のナビゲーションアプリでは、これらのリアルタイムかつ主観的な危険情報を効果的に共有する仕組みが不十分である。そこで本研究では、利用者が危険を感じた際に「狭い」「障害」「いっぱい」のキーワードを音声入力し、危険箇所を記録・共有する方式を提案する。本稿では、まず自転車シミュレーターを用いた実験を通して、3つの危険場面で、音声入力のタイミングや心理的抵抗にどのような違いが生じるかを明らかにした。分析の結果、静的な危険「狭路」に対しては、危険だと認識するタイミングは相対的に遅れるものの、音声入力への心理的抵抗は低かった。一方、動的な危険「障害物」「密集」に対しては、危険を素早く認知するが、発話への心理的抵抗は有意に高いことがわかった。この結果は、提案する音声入力方式が特に静的な危険箇所の報告には有効である一方、動的な危険場面では発話の認知負荷が課題となることを示唆している。

キーワード：運転支援, 自転車, 音声入力

KO SATO¹ MIKIFUMI SHIKIDA¹

1. はじめに

日本では、自転車が日常的な移動手段として広く利用されている。しかしその一方で、自転車に関わる交通事故は深刻な社会課題となっている。昭和40年代に自動車の保有台数が急増した結果、自転車と自動車の事故が急増した。これに対する窮余の策として、自転車と自動車を分離する目的で自転車の歩道走行が暫定的に認められた。しかし、この措置は逆に自転車と歩行者との事故を増加させ、歩道の安全性を低下させるという新たな問題を生み出した。この状況を受け、近年では法律が改正され、自転車

は原則として車道を走行することが定められた。しかし、多くの幹線道路では交通量が非常に多く、車道走行が自転車利用者にとって極めて危険な状況を生んでいる。実際に自転車の歩道走行（左右問わず）と比較して、車道の左側通行は危険性が30倍高いという報告も確認されている [1]。また、停車需要の多い路線等の自転車専用通行帯では、通行帯上に停車車両が発生し、自転車はこれら車両を避けて第二通行帯を通行することとなり、自転車通行の安全性が低下している [2]。このように自転車の走行空間は「対自動車」「対歩行者」双方の危険性を完全には解消できないという、ジレンマを抱えている。にもかかわらず、近年では健康志向の高まりや環境負荷の

¹ 高知工科大学

低減への貢献といった観点から、国や自治体は自転車の利用を積極的に促進している。この「安全性への懸念」と「利用促進の要請」という矛盾こそが、現代の自転車交通が直面する最も重要な課題である。

この矛盾を解決する手助けとなる既存のナビゲーションアプリケーションは、急な坂やトンネルの有無といった静的な要素を考慮した経路提案は行うものの、自転車通行帯の整備状況、歩行者の混雑度、突発的な障害物の有無といった動的な安全情報をリアルタイムで把握し提供することは困難である。その原因は、主に四つの要因に細分化される。

リアルタイム性の欠如が挙げられる。自動車による路上駐車や、歩行者の混雑といった状況は数分から数時間単位で目まぐるしく変化する。これに対し、アプリケーションの地図データ更新は数ヶ月から数年に一度の頻度であり、こうしたリアルタイムの動的变化に対応することができない。

第二に、利用者が感じる主観的な危険が反映されにくい点である。走行者が体感する恐怖や不安といった主観的な危険度は、GPS やセンサーから得られる物理的な数値データのみで捉えることが難しく、既存のアプリケーションはこうした利用者視点の情報を十分に反映していないのが現状である。

第三に、インフラストラクチャそのものの機能不全である。自転車と自動車、歩行者を分離し安全性を確保する目的で自転車専用道路や自転車通行帯の導入が進められているが、日本ではその整備が道路全体のわずか 2.4%（2020 年、国土交通省）に過ぎない、さらに深刻なのは、整備されたインフラが実質的に機能していないという質的な問題である。先述の通り、通行帯の多くが路上駐車によって占拠され、自転車が安全に通行できる空間として役割を果たしていない。これは、自転車の安全確保と、高まる物流需要という社会的な要請が路上で衝突している実態を示している。このため、アプリケーションが正確なインフラ情報に基づいて経路を提案することは極めて困難となっている。

第四に、データ収集における厳しい制約の存在である。障害物の発生や歩行者の混雑状況といったリアルタイムデータを広範囲で収集するには、高密度なセンサー網やカメラの設置が不可欠となる。しかし、その導入には高額なコストや、日本の個人情報保護法に代表されるプライバシー規制への配慮が障壁となり、社会的な実装と普及が遅れている。以上の複合的な限界により、既存のアプリケーションは、サイクリストが日常的に遭遇する主要な危険箇所（狭隘な道路、突発的な障害物、歩行者の密集地帯）に

関する情報を効果的に共有する仕組みを備えていない。したがって、自転車事故を未然に防ぐ上で、その機能は不十分であると言わざるを得ない。

本研究では、利用者の主観的な危険認知と音声認識技術を活用し、自転車走行中の危険箇所をリアルタイムに記録・共有する方式を提案、危険の種類に応じた提案方式の有効性と心理的負荷を評価する。本提案方式で収集された情報を活用して、既存ナビゲーションが提供困難であった動的な安全性を考慮した経路選択を支援し、自転車利用者に対して迂回等の事故防止を促すことを目標とする。

2. 関連研究

2.1 自転車安全運転支援方式に関する研究

久保田ら [3] は、急な段差や未舗装の道などで急ブレーキや転倒といった危険が存在することを受けて、口コミや道路状況を他のユーザーと共有し、注意喚起を行う仕組みを提案している。この研究では、加速度センサーで路面の凹凸を、GPS で位置情報を取得し、さらに利用者の口コミ情報を加えてサーバー上で「危険箇所マップ」を生成する。そして、利用者が危険箇所に接近した際には、画面表示ではなく腕の振動によって触覚的に注意喚起を行う点に特徴がある。

原田ら [4] は、自転車の危険な挙動認識及び運転記録における、既存の自転車マップが主観的な報告に依存している点や、挙動情報の収集が分類結果の提供に留まるという具体的な課題という背景を受け、Web 地図を活用した自転車の運転記録システムを提案している。この研究では、スマートフォンに内蔵されている加速度・ジャイロセンサやアクションカメラを用いて危険な挙動と連動した映像の記録機能を備えたシステムを構築する。そして、従来の自転車マップが主観的な報告内容に依存するという課題ではなく、客観的な挙動認識と映像記録を組み合わせることで情報の信頼性を高め、安全支援に役立てるという目的の達成を行う点に特徴がある。

2.2 移動中における入出力に関する研究

Woźniak ら [5] は、自転車走行中のスマートフォン使用による交通事故のリスク増加という背景を受け、サイクリストがハンドルバーから手を離さずにスマートフォンを安全に操作するためのデバイスを提案している。この研究では、ユーザー中心設計プロセスで特定された主要機能に基づき、回転制御式の「Brotate」と 3 ボタン式の「Tribike」を用いて、二つのプロトタイプを構築する。そして、片手での

スマートフォン操作による認知的負荷の増加や横方向の制御の悪化ではなく、ハンドルバーから手を離さずに操作できることによって交通安全性の向上と効率的なスマートフォン操作を行う点に特徴がある。

2.3 利用者参加型情報記録システムの研究

出世ら [6] は、気象観測における局地的・突発的な現象の把握が困難であるという背景を受け、一般利用者がスマートフォン等を用いて気象状況を報告する「ふるりポ！」システムを提案している。この研究では、ユーザーによる気象現象の主観的報告（例：雨、ひょう、突風など）や写真投稿を用いて、局地的な気象データを収集・可視化する音地図を構築する。そして、従来の定点観測装置による広域的な気象データ取得ではなく、利用者の体験に基づく報告という独自な点によって、気象災害の早期把握と防災意識の向上を行う点に特徴がある。

Hologa ら [7] は、ドイツのフライブルク市における自転車利用が盛んな一方で、交通事故に占める自転車事故の割合が非常に高いという背景を受け、クラウドソーシングで収集した市民の主観的なハザード知覚（VGI）を用いて、危険なホットスポットを特定し地域計画に貢献するを行うシステムを提案している。この研究では、オープンソースのスマートフォンアプリ「KoBo Toolbox」を用いたデータ収集や走行距離に基づいてデータを六角形グリッドで集計し信頼性を評価する手法を用いて知覚されたハザードの空間的な分布図や、ハザードと道路タイプの関係性を示したデータセットを構築する。そして、事故が起きてから分析する従来の手法ではなく、個人の主観的な知覚（VGI）と客観的な事故データを統合し、市民中心の視点から危険箇所を予防的に特定する点によってサイクリストの安全性を向上させるための地域計画へ貢献するという目的の達成を行う点に特徴がある。

3. 提案方式

本研究では、自転車利用者が走行中に遭遇する危険箇所を、音声入力によってリアルタイムに記録・共有する方式を提案する。本方式の目的は、利用者の主観的な危険認識を即時かつ簡易に収集・蓄積し、他利用者へ提供することで、潜在的な危険の可視化と自転車事故の未然防止に貢献することである。

提案方式の概要を以下に示す。

- 音声入力による危険情報の記録
利用者は、走行中に危険を感じた地点で、あらかじめ定義されたキーワード（例：「狭い」「障

害物」「混雑」）を発話する。音声入力はハンズフリーでの操作を可能とし、走行の安全性確保と記録作業の負担軽減を両立する。

- 危険情報のデータ化
発話された音声は、音声認識エンジンによってテキストデータに変換される。将来的には、スマートフォンの GPS 機能や時刻情報と連携することも想定しているが、本稿ではまず、危険種別を示すキーワード（「狭い」「障害物」「いっぱい」）の音声認識に焦点を当てる。

4. 実験

4.1 実験概要

本実験は、提案方式の有効性を検証することを目的として、以下の4つの主要な評価項目を設定した。

- 音声入力の正確性
提案方式の根幹技術である音声認識が、指定されたキーワード（「狭い」「障害」「いっぱい」）をどの程度の精度で認識できるかを、認識結果を用いて定量的に評価する。
- 音声入力の操作性と認知負荷の評価
音声入力操作のスムーズさや、運転への集中阻害の度合いを主観評価する。
- 危険箇所における危険認知と発話タイミングの評価
利用者が危険を認知し、発話するまでの時間的・心理的プロセスを分析する。
- 実験の妥当性評価
実験環境（後述）への没入感が十分であったかを評価する。

5. 実験環境

実験は倫理的配慮および安全性を考慮し、物理的危険を伴わない室内シミュレーション環境で実施した。仮想の走行環境は、ゲーム開発エンジン Unreal Engine 5 を用いて構築し、被験者の前方に設置した大型ディスプレイに一人称視点の走行動画を投影した。被験者は床に固定された自転車に乗り、仮想走行速度を 11.5 km/h に設定し、動画の進行に合わせてペダルを漕ぐことで、高い没入感を得られるように設計した。また、走行シナリオは、被験者が直線路を走行し、危険箇所の手前で蛇行して回避した後、再び直線走行に戻る形で構成した。音声入力には、襟元に装着したワイヤレスマイクを使用した。音声入力には襟元に装着したワイヤレスマイクを使用し、音声認識には Vosk モデル (vosk-model-small-ja-0.22) を適用した。実験中には車の走行音を再生し、実験

中の環境騒音を測定した結果、平均 52.8 dBA（範囲 42.4 dBA ～ 63.9 dBA）であった。実験の様子を図 1 に示す。



図 1 実験の様子

5.1 実験条件

5.2 被験者

被験者は 30 名であり、その属性は以下の通りである。

- 年齢：平均 21 歳（標準偏差 2.9 歳，範囲 18～30 歳）
- 男性 26 名 (86.7%)，女性 4 名 (13.3%)
- 主な自転車利用目的（複数回答可）：「買い物などの日常の用事」が 21 名 (70.0%)，「通勤・通学」が 18 名 (60.0%) であった。
- 「月に 1 回未満」が 11 名 (36.7%) と最も多く，次いで「週に 6, 7 回」が 8 名 (26.7%) であった。

5.3 危険箇所

走行動画内には、以下の 3 種類の危険箇所を実験条件として設定した。これらは自転車走行中に遭遇しうる危険場面を想定している。各危険箇所の配置を図 2, 3, 4 に示す。

- 狭路: 自転車通行帯がなく、道路幅が狭い状況
発話キーワード：「狭い」
- 障害物: 自転車通行帯に静止する路上駐車
発話キーワード：「障害」
- 密集: 複数の歩行者（同一座標上で歩行）
発話キーワード：「いっぱい」

5.4 実験の流れ

実験は以下の流れで実施した。

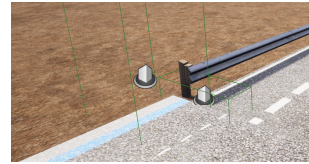


図 2 狭路

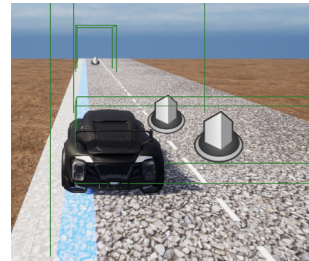


図 3 障害物

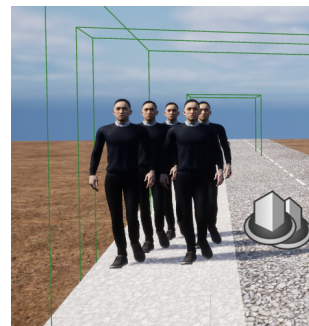


図 4 密集

(1) 準備

被験者に実験概要を説明し、同意を得る。

ワイヤレスマイクを襟元に装着し、自転車のサドルの高さを調整した。

(2) 練習試行

本番と同様の試行を 1 回実施

(3) 本番試行

被験者は走行動画の再生に合わせてペダルを漕ぐ。被験者自身が危険を感じたまたは、記録したいと感じた際に、指定されたキーワード（「狭い」「障害」「いっぱい」のいずれか）を発話する。音声認識の結果が定義されたキーワードに分類されると「ピ」という効果音が再生される。危険箇所を通過後、ディスプレイに質問が表示される。ここでの質問の内容を表 1 に示す。被験者は自転車ハンドルに設置されたボタンで回答する 1 つの危険箇所につき 3 回、合計 9 試行を繰り返した。

(4) 事後評価

すべての試行終了後、追加の質問及びヒアリングを実施した。質問の内容を表 2,3,4 に示す。

また、被験者は、順序効果の影響を抑えるため、ラ

表 1 実験中の質問

質問番号	質問内容	評価 (1 ⇄ 5)
Q1	この危険箇所での音声入力はスムーズに行えましたか？	スムーズではなかった⇄スムーズであった
Q2	音声入力によって走行への集中が妨げられましたか？	妨げられた⇄妨げられなかった

ンダムに3つのグループに均等に分けて実験を行った。各グループは危険箇所の提示順序を以下のように設定した。

- グループ 1：狭路 → 障害物 → 密集 → 狭路 → 障害物 …
- グループ 2：密集 → 障害物 → 狭路 → 密集 → 障害物 …
- グループ 3：障害物 → 密集 → 狭路 → 障害物 → 密集 …

表 2 音声入力の操作性と認知負荷に関する実験終了後の質問

質問番号	質問内容	評価 (1 ⇄ 5)
Q1	音声入力を行っても、自転車の走行に集中を保てましたか？	当てはまらない⇄当てはまる
Q2	音声入力は走行中に負担を感じましたか？	当てはまらない⇄当てはまる
Q3	今回使用したキーワード『狭い』『障害』『いっぱい』について、危険場面で発話する際の心理的な抵抗や難しさはどの程度でしたか？ ● 狭い ● 障害 ● いっぱい	話しにくかった⇄話しやすかった

6. 結果

本章では、実験から得られた客観的データと主観評価アンケートの結果について述べる。

6.1 発話発話開始と危険箇所通過時との時間差分

被験者が各危険箇所を通過した時刻と、キーワードを発話した時刻の差を分析した。結果を表5に示す。

3つの危険場面における平均時間差は、障害物が3.23秒、狭いが3.05秒、いっぱいが3.23秒であった。これらの時間差に対してフリードマン検定を行った

表 3 危険箇所における危険認知と発話タイミングに関する実験終了後の質問

質問番号	質問内容	評価 (1 ⇄ 5)
Q1	あなたは、各危険場面に対して、どのくらい前から“危険だ”と感じていましたか？ ● 狭い ● 障害 ● いっぱい	話しにくかった⇄話しやすかった
Q2	各危険場面で、音声入力を行ったタイミングは、ご自身の感覚ではどのくらい余裕がありましたか？ ● 狭路 ● 障害物 ● 密集	余裕がなかった⇄余裕があった
Q3	各危険箇所に対して、あなたの感じた危険度を教えてください。 ● 狭路 ● 障害物 ● 密集	危険ではない⇄危険

表 4 実験の妥当性に関する実験終了後の質問

質問番号	質問内容	評価 (1 ⇄ 5)
Q1	シュミレーターを介した自転車走行体験について、没入感どの程度感じましたか？	感じなかった⇄感じた

表 5 危険箇所と発話の時間差の記述統計量

危険場面	平均値 (秒)	標準偏差 (秒)
障害	3.23	2.48
狭い	3.05	2.46
いっぱい	3.23	2.51

結果、3条件間に統計的に有意な差は認められなかった ($\chi^2(2) = 4.22, p = .121$)。このことから、危険の種類によらず、被験者が危険を認識してから実際に発話するまでの反応時間には大きな差異がないことが示唆された。

表3, Q1に対する回答を分析した。平均評価値は、障害物が4.73, 歩行者が4.67であったのに対し、狭いが4.00という障害物と歩行者に対して低い値を示

した。多重比較の結果、この差は有意であり、被験者は狭いにおいて、他の2場面よりも危険を認知するタイミングが遅い（直前で気づく）ことが示された ($p < .01$)。

表3, Q2 に対する回答を分析した。平均評価値は、「密集」が4.13, 「障害物」が4.03, 「狭路」が3.90となり、「狭路」で最も余裕がなかったと感じる傾向が見られた。しかし、フリードマン検定の結果、3条件間に統計的に有意な差は認められなかった ($\chi^2(2) = 3.70$, $p = .157$)。

表3, Q3 に対する回答を分析した。「障害物」が4.10 ($SD = 0.84$) と最も高く、「狭路」が3.90 ($SD = 0.99$), 「密集」が3.90 ($SD = 0.99$) と続いた。しかし、フリードマン検定の結果、3条件間に統計的に有意な差は認められなかった ($\chi^2(2) = 2.17$, $p = .3372$)。

6.2 発話容易性及び心理的抵抗

本節では、提案方式の操作性や、利用者が発話する際の心理的な側面について、アンケート結果を基に分析する。

まず、実験中のアンケートから、操作のスムーズさと走行への集中度合を評価した。表1, Q1 では、3つの危険場面間に統計的に有意な差が認められた。しかし、その後の多重比較では、いずれのペア間にも有意な差は確認されなかった。このことは、3条件間で全体として何らかの差が存在するものの、その差は特定の2条件間に限定されるほど顕著ではないことを示唆している。また、表1, Q2 では、3条件間に統計的に有意な差は認められなかった ($\chi^2(2) = 0.51$, $p = .776$)。このことから、危険箇所の種類が異なっても、音声入力が走行への集中を妨げる度合いに変わりはないことが示された。次に事後アンケートから、キーワードそのものの話しやすさについて分析した。「キーワードを発話する際の心理的な抵抗や難しさはどの程度でしたか？」という質問の結果、3つのキーワード間に統計的に有意な差が認められた（フリードマン検定, $\chi^2(2) = 13.63$, $p = .001$)。平均評価値は、狭いが4.53と最も高く、障害(3.70), 「いっぱい」(3.87) がそれに続いた。多重比較の結果、「狭い」と「障害」($p = .003$), 「狭い」と「いっぱい」($p = .045$) の評価間に、それぞれ統計的に有意な差が認められた。平均評価値から、「狭い」は他の2つのキーワードよりも心理的抵抗が低いと評価されたことがわかる。「障害」と「いっぱい」の間には有意な差は認められなかった。

6.3 実験環境に対する没入感

表4, Q1 の質問に対して、平均値3.43, 標準偏差0.88となり、参加者の多くが肯定的な没入感を感じていたことが示された。

6.4 音声認識の分類

本節では、音声認識システムの性能評価のため、認識結果を以下の5つの主要なカテゴリ（ラベル）に分類する。

- 完全一致：認識結果が、事前に定義された正解キーワードと完全に一致する場合。本稿の実験では、正解カテゴリごとに狭い, 障害, いっぱいのラベルを付与する。
- キーワード部分一致：認識結果に正解キーワードは含まれるが、余分な単語や誤認識が付随する場合。（例：正解キーワード「狭い」に対し、認識結果が「狭い道です」）
- 環境音：認識結果が環境音として判定された場合。
- 認識失敗：音声認識エンジンが有効なテキストを返さず、null 結果を出力した場合。
- その他: 上記のいずれのカテゴリにも当てはまらない、全く異なる単語として認識された場合。

分類結果を図5にて示す。横軸が予測ラベル、縦軸が正解ラベルを表している。

6.4.1 「いっぱい」クラス

正解「いっぱい」は99件であり、そのうち87件(88%)が正しく「いっぱい」と認識された。残りは「その他」(1件), 「キーワード部分一致」(2件), 「環境音」(8件), 「認識失敗」(1件)に誤分類された。この結果から、「いっぱい」クラスの認識率は比較的高く、全体的に安定していることが示された。性能指標は以下の通りである。

- Precision (適合率): 1.00
- Recall (再現率): 0.88
- F1-score: 0.94

6.4.2 「狭い」クラス

正解「狭い」は103件であり、そのうち77件(75%)が正しく「狭い」と認識された。誤分類は「その他」(5件), 「キーワード部分一致」(10件), 「いっぱい」(10件), 「認識失敗」(1件)に分散している。このクラスでは認識漏れが目立ち、特に「いっぱい」や部分一致への誤分類が多い傾向が確認された。性能指標は以下の通りである。

- Precision: 1.00
- Recall: 0.75
- F1-score: 0.86

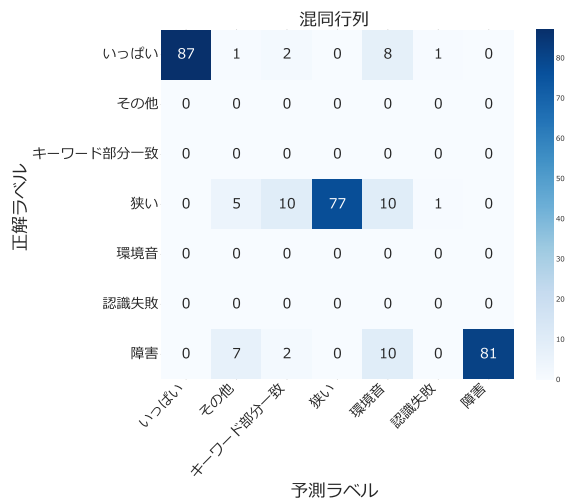


図 5 音声認識の分類結果

発話が「狭い」と認識された場合の誤認識はほぼなく精度は高いが、実際に発話された「狭い」の約25%が正しく認識されなかったことが問題点として挙げられる。

6.4.3 「障害」クラス

正解「障害」は100件であり、そのうち81件(81%)が正しく「障害」と認識された。誤分類は「その他」(7件)、「部分一致」(2件)、「狭い」(10件)に散らばっている。「障害」クラスも比較的高い精度を示すが、「狭い」との混同が一部見られる。性能指標は以下の通りである。

- Precision : 1.00
- Recall : 0.81
- F1-score : 0.90

6.4.4 全体傾向

主要3クラスにおける正答率は「いっぱい」88%、「狭い」75%、「障害」81%であった。特に「狭い」クラスでの誤認識が全体正解率(81.1%)を低下させる要因となっている。一方、「その他」「環境音」「認識失敗」といった本来のキーワード以外への誤分類は少数に留まり、全体的な性能には大きな影響を与えていないことが確認された。

総じて、本音声認識システムは「いっぱい」「障害」において高い安定性を示す一方、「狭い」に対しては認識漏れが課題として残ることが明らかとなった。

7. 考察

7.1 発話タイミングと危険対象の性質に関する考察

本研究で計測された客観的な発話タイミング、すなわち危険箇所通過時刻との差分において、3つの危険場面(障害物、狭路、歩行者)間に統計的に有意な差は認められなかった。この結果だけを解釈す

れば、危険事象の種類は発話反応時間に影響を及ぼさない可能性が示唆される。

しかしながら、この客観的指標は、事後アンケートによって得られた被験者の主観的評価と明確な乖離を示した。被験者は障害物および歩行者の存在を、狭路よりも有意に早い段階で危険として認知していた。この乖離は、発話タイミングが単純な危険察知プロセスの反映ではなく、より複雑な認知的判断に依存していることを示唆する。

この相違の要因として、危険対象の「性質」の違いが考えられる。障害物および歩行者は遠方からでも視認が可能な物理的「オブジェクト」であり、被験者は早期に認知した上で、回避や減速といった行動計画を開始できる。特に歩行者は動的で挙動の予測が困難なため、より早い警戒を促す傾向がある。これに対して狭路は、単体のオブジェクトではなく道路の「状態」や自己との「空間の関係性」として知覚される。そのため、危険性の評価には対象に接近し、自身の通過可能性を判断するプロセスが必要となり、発話が相対的に遅れると考えられる。

さらに、客観的データにおいて統計的有意差が得られなかった理由として、被験者間の個人差が寄与した可能性もある。本研究では発話タイミングの分散が比較的大きく、特に狭路場面での個人差が顕著であった。これは、危険察知の閾値やリスク許容度が個々に異なることを反映していると推察される。

以上を踏まえると、発話タイミングは「危険を早期に認知すれば早期に発話する」という単純な線形プロセスでは説明できず、危険対象の性質(オブジェクトか状態か、静的か動的か)および個人の判断基準に依存する複合的なメカニズムで決定されることが考えられる。本研究の限界として、発話以外の認知指標(例:視線挙動、生理指標)を併用していない点が挙げられる。今後はこれらのデータを組み合わせることで、危険察知から発話に至る認知プロセスをより精緻に解明できると期待される。

7.2 キーワードの発話しやすさと心理的抵抗に関する考察

事後アンケート結果の分析から、各キーワードの「話しやすさ」に明確な序列が存在することが示された。特にインタビューにおいて、「『障害』は日常で使用しない、咄嗟に発話しにくい」といった回答が多く、心理的抵抗の存在が確認された。

注目すべき点は、キーワードの「話しやすさ」と発話反応時間との間に有意な相関が認められなかったことである。最も話しやすいと評価された「狭い」

においても、平均反応時間は最も遅い傾向がみられた。この結果は、危険回避という本能的な行動が、単語の言いやすさという認知的ハードルを上回ることを示唆している。言い換えれば、利用者は心理的に「言いづらい」と感じていても、危険を認識した場合にはそのキーワードで報告を試みることがわかる。

一方、緊急時に心理的抵抗の大きいキーワードを強制すると、発話の躊躇や失敗に加えて、誤報の増加や情報の不正確さ、発話遅延による危険回避行動の遅れ、さらには利用者の認知負荷や心理的ストレスの増大を招く可能性がある。これらの影響はシステムの利用者体験や安全性に直接的な悪影響を及ぼすことが懸念される。したがって、キーワード選定においては、意味的理解のしやすさに加え、発話の容易さや日常性、緊急時の心理的負担といった認知・心理的側面も慎重に考慮する必要がある。

7.3 屋外実環境への一般化可能性と本実験の限界

本研究は管理された実験環境下で実施されたため、得られた結果を屋外の実環境へ一般化する際には、いくつかの制約を考慮する必要がある。身体的リスクの欠如: シミュレータ環境では衝突しても被験者に怪我は生じない。現実環境では、発話よりもブレーキ操作やハンドル操作などの自己防衛行動が優先されるため、切迫した状況下では発話が抑制される可能性が高い。認知負荷の低さ: 実験環境には路面状況、天候、他の交通参加者などの予測不能な要素がほとんど存在せず、認知負荷は極めて低い。屋外では膨大な情報処理が要求されるため、発話という副次的タスクに割ける注意資源が不足する可能性がある。ノイズ耐性: 本研究で用いた音声認識モデルの全体正解率は81.13%であったが、誤分類の多くは本来発話であるものを「環境音」と判定したものである。屋外では風切り音や交通騒音が常時存在するため、再現率の低下による危険報告の見逃しが発生する恐れがある。一方、適合率は高く、システムが危険を通知した際の信頼性は高いことを示しており、実用上の利点である。キーワードの硬直性: 「危ない」「うわっ」などの自然発話に対応できず、定義されたキーワードのみを認識する点は、実用性の制約となる。個人差: 被験者間の平均反応時間には最大で約17倍の差が認められ、個人特性に大きく依存することが示された。すべての利用者に一律のシステムを提供するのではなく、個別対応の必要性が示唆される。社会的プレッシャー: 公共空間で独り言のように発話することに対する心理的抵抗は、本実験では評価されていない。これは、人が存在する場面での

発話行動をためらわせる可能性がある。切迫した状況において発話を行うことが、逆に安全確認や回避行動の妨げとなる可能性がある。これは、脳が同時に処理できる情報量に限界があることに起因しており、危険認知と発話行動との間で認知リソースの競合が生じることを示唆している。

8. まとめ

本研究では、自転車シミュレーターを用いた実験を通して、3つの危険場面で、音声入力タイミングや心理的抵抗にどのような違いが生じるかを明らかにした。

参考文献

- [1] 横関俊也, 萩田賢司, 矢野伸裕, 森健二. 自転車の通行方法と事故の危険性について - 歩道のある単路部での検討 -. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 72, No. 5, pp. I.1095-I.1104, 2016.
- [2] 国土交通省道路局, 警察庁交通局. 安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン, 6 2025.
- [3] 久保田彰人, 北島規雄, 小林 祐貴他. 口コミと路面状況を共有できる自転車用安全運転支援システム. 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報, Vol. 109, No. 39, p. 103 108, 2009.
- [4] 原田力伎, 小野重遥, 金井秀明. Web 地図を活用した自転車の危険な挙動認識及び録画映像に基づく運転記録システムの提案. 第 2024 巻, pp. 124-129. 情報処理学会, Nov 2024.
- [5] Paweł W. Woźniak, Lex Dekker, Francisco Kiss, Ella Velner, Andrea Kuijt, and Stella F. Donker. Brotate and tribike: Designing smartphone control for cycling. MobileHCI '20, New York, NY, USA, 2020. Association for Computing Machinery.
- [6] 出世ゆかり, 横山仁, 鈴木真一, 前坂剛, 平野洪寛, 下瀬健一, 加藤亮平, 飯塚聡, 三隅良平. 気象リポートシステム「ふるりポ!」を活用した気象と防災への関心向上のための取り組み. 日本気象学会大会講演予稿集, 第 124 巻, p. 486, sep 2023.
- [7] Rafael Hologa and Nils Riach. Approaching bike hazards via crowdsourcing of volunteered geographic information. *Sustainability*, 2020.