

ヒヤリハット事象にみる乗用ゴルフカートの事故要因

大阪大学未来戦略機構 正会員 ○ 石塚裕子
大阪大学大学院 正会員 猪井博登
IDEC 株式会社 非会員 栗山龍起

1. はじめに

地球環境保全、高齢社会の生活の質の確保などに対応した人と環境にやさしい移動手段として、パーソナルモビリティ、搭乗型移動支援ロボット、超小型モビリティなど様々な名称、分類で新たな移動機器の開発、導入が進められている¹⁾。パーソナルモビリティ等の移動機器は、試行段階のものが多く、実験特区における試行走行時の社会的受容に関するアンケートや搭乗者への操作上の安全性に関するアンケート調査が報告²⁾されているが、事故に関する研究は少なく、実用化に向けて課題となっている。そこで本研究では既に実用化された乗用ゴルフカート（以下、カートという。）に着目し、利用者のヒヤリハット経験から事故要因の特性を把握することを目的とした。

カートは、1990年代頃から全国のゴルフ場で急速に導入が進められ、現在では導入率が90%以上と報告³⁾されている。また、高齢の利用者が増える中で、その役割はますます高まっており、ゴルフ場だけでなくリゾート施設や公園など利用領域が広がりつつある。カートには運転操作が必要な「手動式」と、埋設された電線もしくは電磁誘導上を自動走行することができる「誘導式」の2タイプがある。誘導式カートは、走行経路が既定されているほか、速度についてもコントロールされている。2011年の時点では全国のゴルフ場が保有するカートのタイプの構成は約半数ずつである。

本研究は、カート事故の事故要因の特性を把握するため、ゴルフプレイヤーのヒヤリハット経験に関する調査を行い、以下の3点から分析を行う。

- ① 利用者属性のヒヤリハット経験への影響の把握
- ② カートの種類別のヒヤリハットとその要因の把握
- ③ ヒヤリハット要因間の関連性の把握

2. 調査体系・概要

2.1 調査体系

カートの事故については、マスメディアで報道されていることがあるが、カート事故に関する統計調査データは現在のところ見当たらない。そこで、図1に示すとおり、近畿圏の6ヶ所のゴルフ場にヒアリング調査を実施

し、カート事故の概要を把握した上で、キャディを対象にヒヤリハット経験に関するアンケート調査を実施した⁴⁾。それらの結果からカート事故の要因を抽出し、カート事故の構造を仮定した上で、プレイヤーに対してヒヤリハットした経験とその要因について調査を行った。

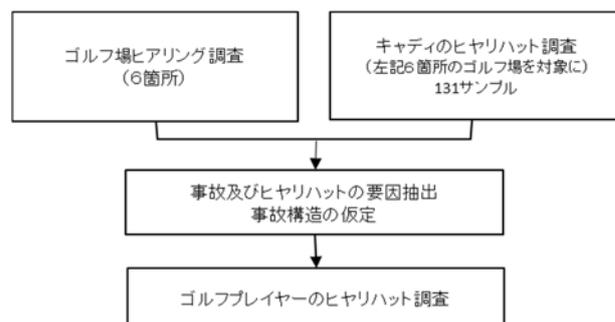


図1 調査体系

2.2 調査概要

調査の概要は表1のとおりである。

事前調査を通じて、半年に1回以上ゴルフをする人を対象に1000サンプル回収した。回答者属性は、余暇活動におけるゴルフ参加率を参考に回収した。また、年齢については20歳代から60歳代以上の5段階でほぼ同率となるよう回収している。

表1 調査概要

調査日	2012年10~11月
調査方法	WEB調査（楽天リサーチモニター使用）
回収数	1000サンプル (ゴルフを年数回以上行う人対象)
設問概要 (事前調査)	・プレイ頻度 ・誘導式、手動式カートに関わるヒヤリハット経験頻度
設問概要 (本調査)	もともと印象に残るヒヤリハットした経験について ・カートの種類 ・ヒヤリハットした事故の種類 ・ヒヤリハットした事故の要因

3. カート事故の構造

図1の調査体系で示したゴルフ場のヒアリング調査ならびにキャディのヒヤリハット調査の結果から、カート事故は①操作要因、②行動要因、③環境要因の3要因か

Keywords: ゴルフカート, ヒヤリハット, 事故要因

* 連絡先: y-ishizuka@respect.osaka-u.ac.jp

(Phone) 06-6879-4705

ら構成されると仮定した(図2).

操作要因とは、カートを運転する際に起こす操作ミス
 のことであり、「急ハンドル」や「スピードの出しすぎ」
 などである。ただし、誘導式カートの場合は、リモコン
 による操作も含まれる。次に行動要因とは、カートの運
 転手又はリモコンを操作している以外の人の事故を誘発
 する行動のことであり、「カートから飛び降りる」、「カ
 ートにきちんと座っていない」、「カート道を歩行する」な
 どの行動をさす。3つ目の環境要因とは、カートが走行
 するカート道の構造上の特性のことであり、「カーブ部」、
 「急勾配部」、「ホールとホールの接合部（通称、ジョイント
 部）」などである。

表1の調査で使用したヒヤリハット要因の一覧を表2
 に示す。

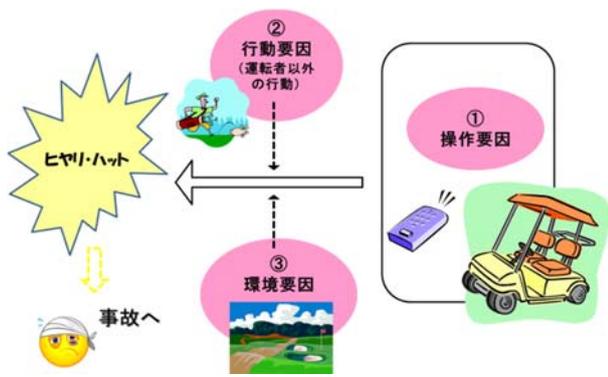


図2 カート事故の構造

表2 ヒヤリハットの要因一覧

操作要因	行動要因	環境要因
急ブレーキを踏んだ	飛び降りた	相互通行部 ⁽²⁾
急ハンドルをきった	飛び乗ろうとした	カーブ部
スピードを出しすぎた	きちんと座っていなかった	交差部 ⁽³⁾
急発進させた	カート道の上を歩いていた	急こう配部(上り)
ブレーキとアクセルを間違えて操作した	カート道を横切った	急こう配部(下り)
カート道から逸脱して走行した	カート道に立ち止っていた	ホールとホールの接合部 ⁽⁴⁾
わき見運転をした	その他	カートの出入庫部
前方を確認せずにカートを進ませた	特に危険な行動はなかった	その他
後方を確認せずにカートを進ませた		特に危険な場所ではなかった
リモコン ⁽¹⁾ を誤操作した		
その他		
特に危険な行動はなかった		

4. 調査結果

4-1. 利用者属性とヒヤリハット経験頻度

性別、カート種類別のヒヤリハット経験頻度の構成比は図3に示すとおりである。誘導式カートでは性別による構成比の有意な差は確認されなかったが、手動式カートでは性別による構成比に有意な差が認められた。手動式カートは、女性のほうがヒヤリハットする経験頻度が高い傾向にある。

年齢別には、カートの種類を問わずヒヤリハット経験頻度の構成比に有意な差が確認された(図4)。手動式カートでは、ヒヤリハットを経験した人の割合(「よくある」から「一度はある」の合計値)が20歳代で86.9%と最も高く、年齢が上がるごとに下がる傾向にあり、60歳以上では50.7%である。手動式カートでは、すべての回答者がヒヤリハットの経験があるため、ヒヤリハット経験率の高い人(「よくある」と「時々ある」の合計値)の割合で比較すると、年代による規則的な傾向は確認できないが、60歳代以上が53.1%と最も低い頻度となっている。年齢別のプレイ頻度は図5に示すとおりであり、60歳以上のプレイ頻度はやや高い傾向にある。このことを考慮すると、60歳以上のプレイヤーはカートでのヒヤリハット経験頻度は低いといえる。

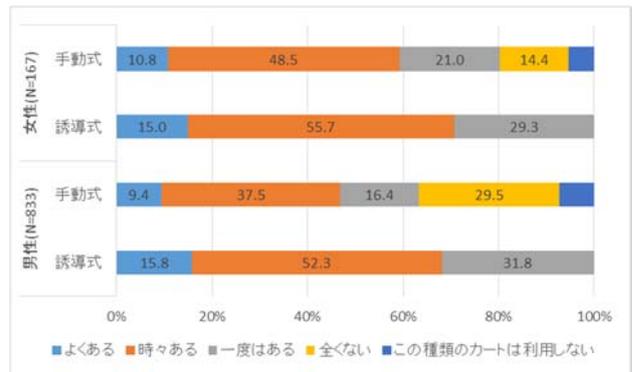


図3 性別_カート種別_ヒヤリハット経験頻度(%)

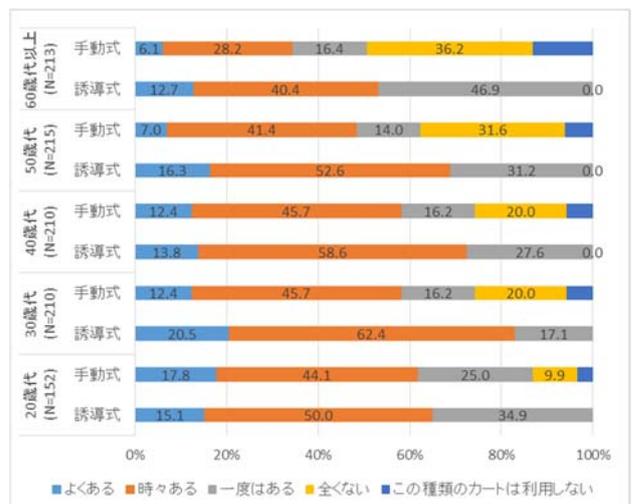


図4 年代別_カート種別_ヒヤリハット経験頻度(%)

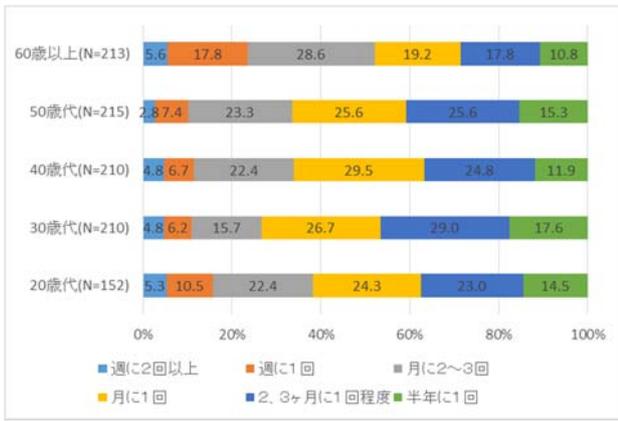


図5 年代別_プレイ頻度(%)

4-2. カートの種類とヒヤリハット

(1) ヒヤリハット時の乗車状況

カートには誘導式と手動式の2タイプがあるが、誘導式カートはリモコン操作により無人でも走行できることが特徴である。プレイヤーがヒヤリハットを経験した時の乗車状況について集計した結果が図6である。

手動式カートでは本人又は同行者が乗車している割合が91%であるのに対して、誘導式カートは71%と有意な差が確認された。誘導式カートでは、誰もカートに乗っていない時(以下、無人時という。)にヒヤリハットが起きており、ヒヤリハット全件数の25%(137件)を占めている。このため、以下の分析については、誘導式カート(有人)、誘導式カート(無人)、手動式カート(有人)の3分類(合計943サンプル)で行った。

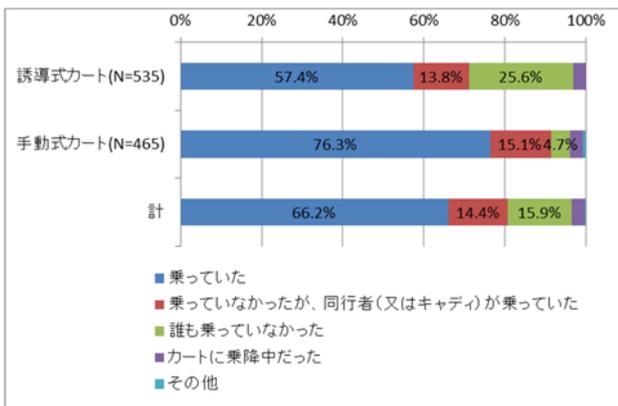


図6 カート種類別_ヒヤリハット時の乗車状況(%)

(2) 事故の種類

カート種類別にどのような事故になりそうなヒヤリハットであったかについて集計した結果が図7である。

いずれも衝突・追突事故につながるようなヒヤリハットが多い傾向にある。手動式カート(有人)は衝突・追突以外にも転落(19.1%)、横転(31.3%)などの占める割合が比較的高く、事故種別間にも有意な差は認められなかった。一方、誘導式カート(有人)は衝突・追突が54.3%

を占めており、有意な差(有意確率10%)が確認された。また、誘導式カート(無人)では92%が衝突・追突に係わるヒヤリハットであった。

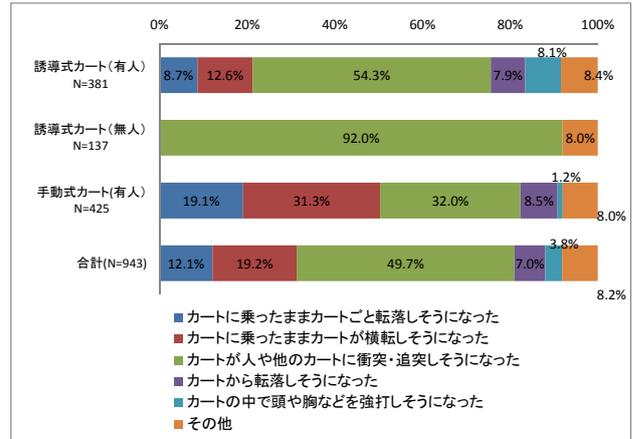


図7 カート種類別_ヒヤリハット事故種別割合(%)

(3) ヒヤリハットの要因

操作要因、行動要因、環境要因別に要因の有無と要因の内訳についてカート種類別に集計を行った。なお、要因の項目は表2に示したとおりであり、複数回答で回答を得ている。

① 各要因の有無

図8はヒヤリハットの要因として選択された割合を示す。手動式カート(有人)のヒヤリハットの大部分は環境要因と操作要因がかかっていることがわかる。一方、誘導式カート(有人)は、操作要因がかかわる率(72.2%)がやや減少する。これは、誘導式カートは誘導線上を自動走行し、速度設定も行われているため、プレイヤー等の操作技術の影響を受けにくいと考えられる。また、誘導式カート(無人)では、有人時と比較して、行動要因がかかわる率が高く(72.2%)、操作要因がかかわる率も誘導式カート(有人)より高くなる傾向にある。これは、リモコンによる操作時に前方確認の不足などが操作者側の要因として認識されているためである。

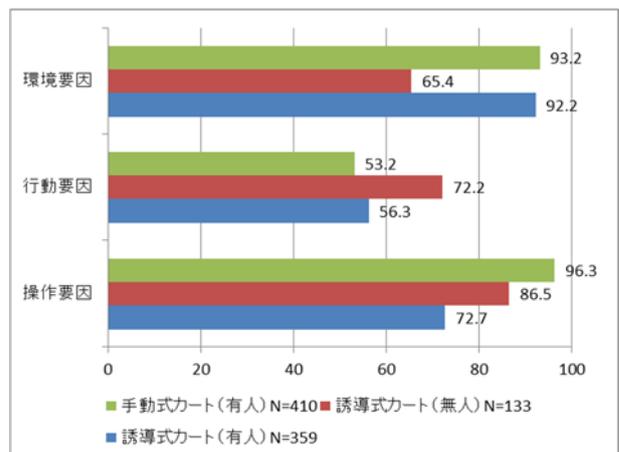


図8 カート種類別_要因有の割合(%)

② 要因の内訳

各要因の内訳の選択率について図9~図11に示す。

操作要因では手動式カート(有人)の「スピードの出しすぎ」、誘導式カート(無人)の「前方確認の不足」の選択率が高くなっている。

行動要因では手動式カート(有人)の「きちんと座っていない(不着席)」、誘導式カート(無人)の「カート道の歩行(歩行)」、「カート道の立ち止まり」の選択率が高い。誘導式カート(無人)の行動要因の選択率が高いのは、操作要因とも関連するが、リモコン操作時に前方確認不足のためカート道内を歩行又は立ち止まっている他のプレイヤー等に衝突しそうになった場合に、回答者(操作者)が、カート道に人や物があることを事故がおこる要因として認識しているためと考えられる。

環境要因ではカート種類に関係なく、カーブ部、下り急勾配部の選択率が高くなっている。手動式カート(有人)では60%のヒヤリハット経験がその要因として選択している。また、誘導式カート(無人)において接合部の選択率が高まるのは、ホールとホールの接合部では停止点が多く、見通しが悪い箇所が多いためと考えられる。

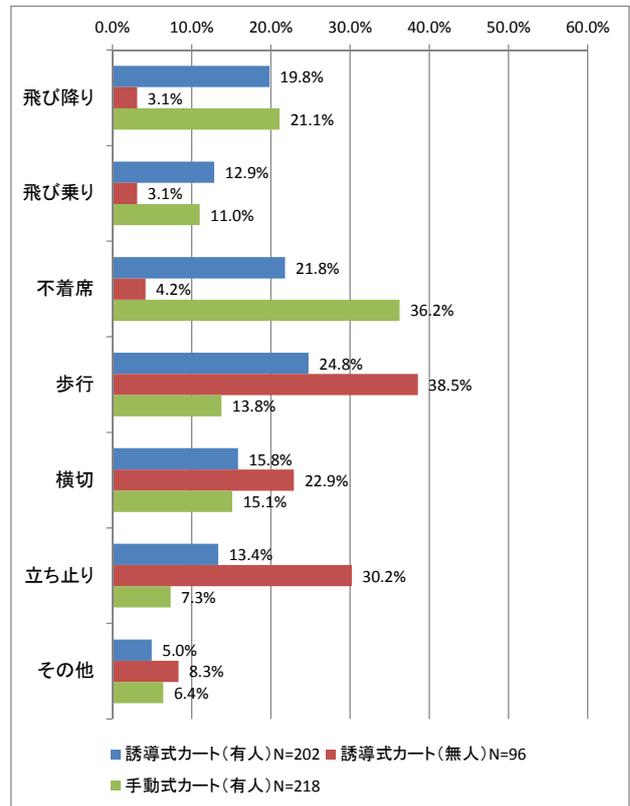


図10 カート種類別_行動因子の選択割合(%)

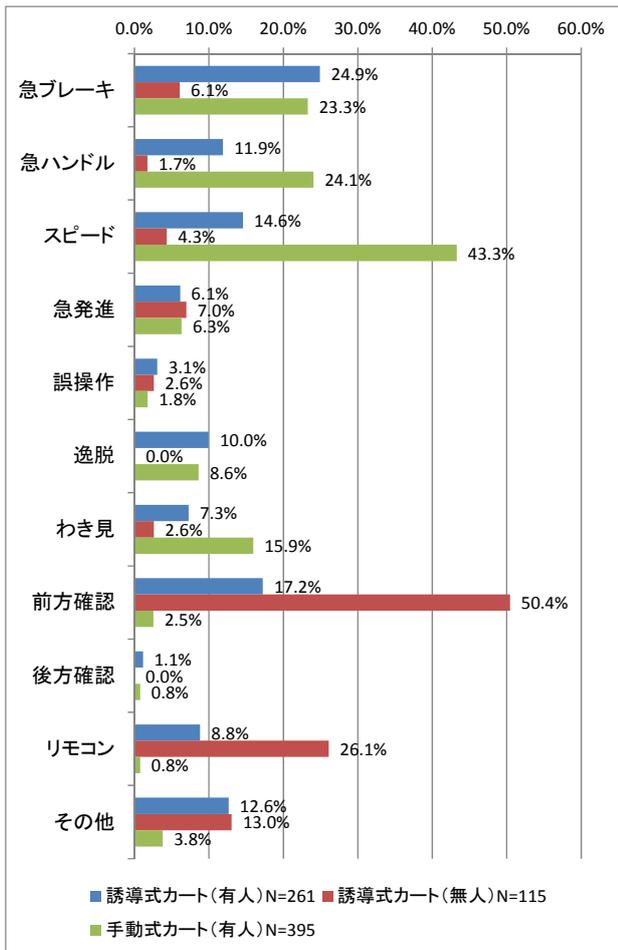


図9 カート種類別_操作因子の選択割合(%)

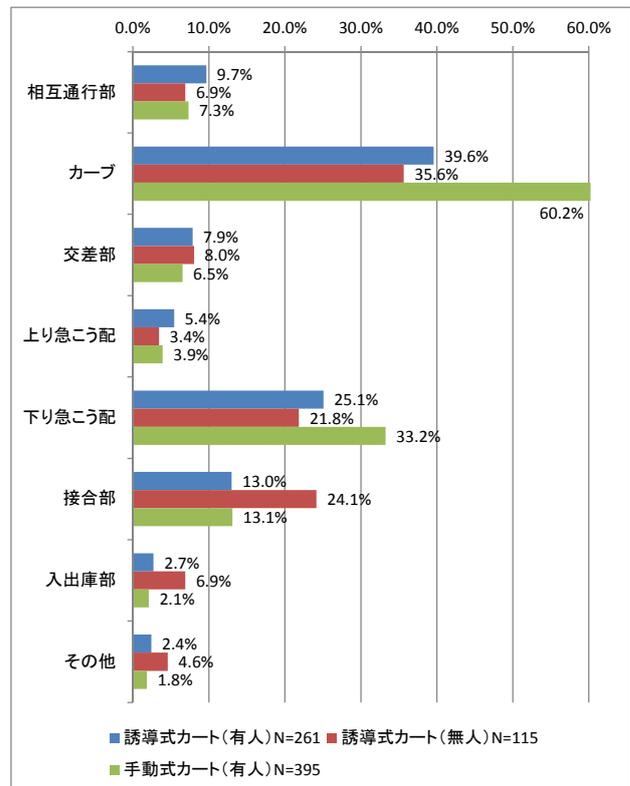


図11 カート種類別_環境因子の選択割合(%)

4-3. ヒヤリハット要因間の関係性

4-2の分析結果から、手動式カート(有人)は、環境要因と操作要因の影響が強い傾向が確認された。一方、誘導式カート(有人)は環境要因、誘導式カート(無人)

は行動要因の影響が強い傾向が確認された。

各要因の組み合わせ、つまりヒヤリハットから導き出される事故パターンを把握するため、カート種類別に決定木分析を行った。目的変数をヒヤリハットした事故の種類とし、説明変数を操作、行動、環境の各要因項目を用いて、有意度最大となる説明変数で分割していった。(図12,図13,図14)。

誘導式カート(有人)では、カーブ部(環境要因)で前方確認の不足(操作要因)、同じくカーブ部でカート道の歩行(行動要因)により衝突・追突事故にいたるヒヤリハットがあげられる。その他はスピードの出しすぎや前方確認不足などの操作要因ならびに下り急勾配部といった環境要因が単独でヒヤリハットの原因となっていることが確認できた。

誘導式カート(無人)では、環境要因の接合部、下り急勾配部、操作要因のリモコンの誤操作、行動要因のカート道の歩行などがあるが、複数の要因の関連性は確認しにくい。

一方、手動式カートはカーブ部(環境要因)においてカート道逸脱(操作要因)や急ハンドル(操作要因)による横転事故、カーブ部のスピード出しすぎ(操作要因)、下り急勾配部(環境要因)での横転事故などが確認できる。また、スピード出しすぎ(操作要因)の接合部(環境要因)での衝突追突事故など複数の要因が重なっている傾向が確認できた。

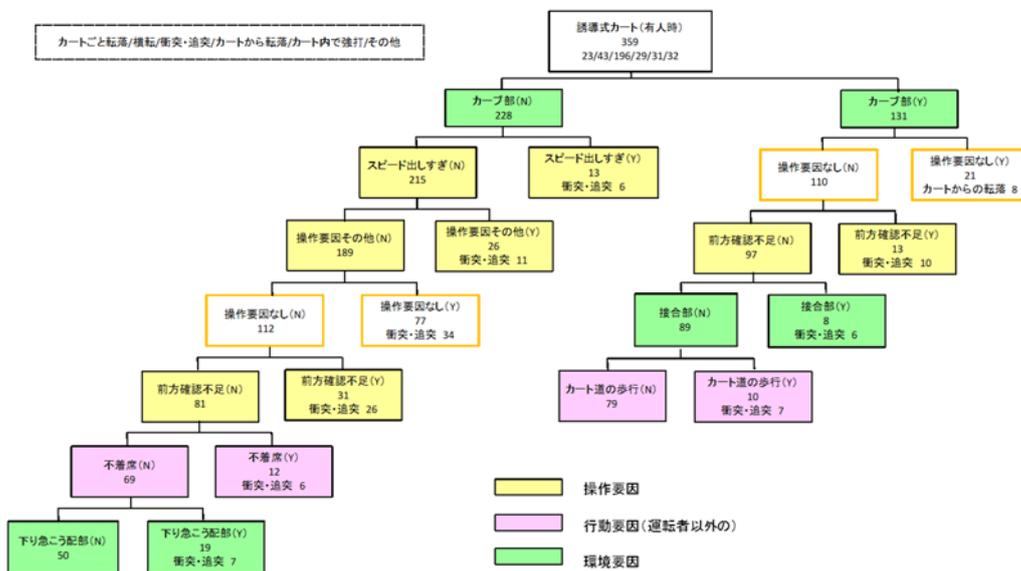


図12 誘導式カート(有人)ヒヤリハット要因ツリー図

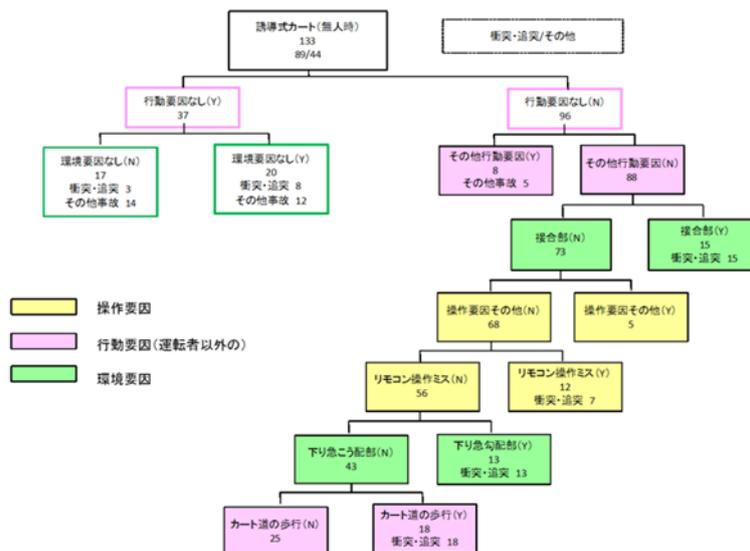


図13 誘導式カート(無人)ヒヤリハット要因ツリー図

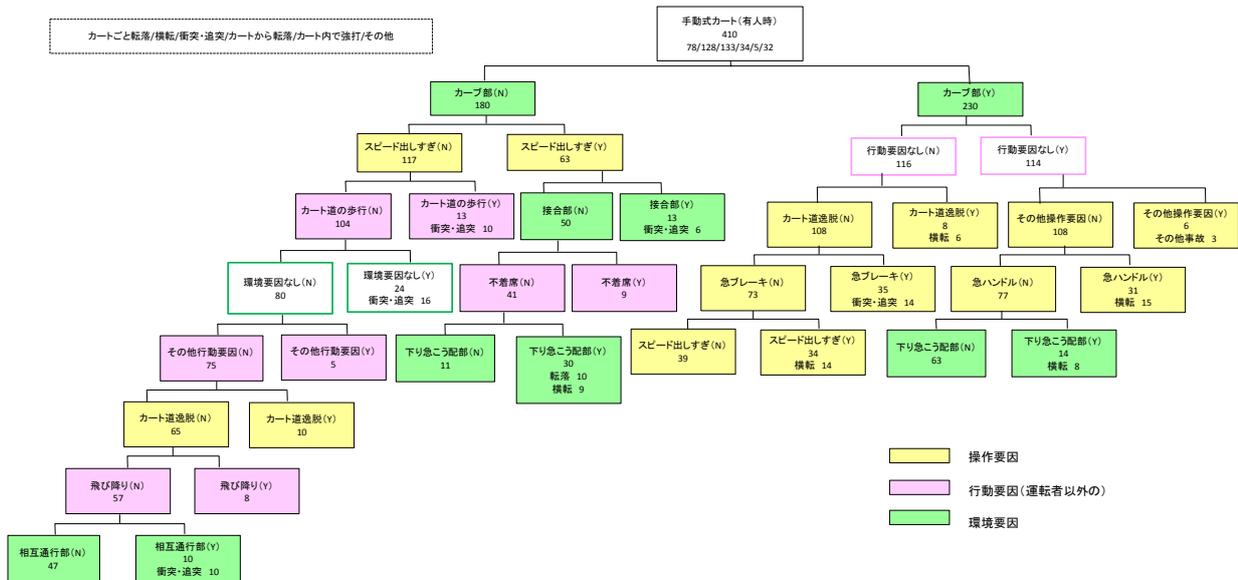


図 14 手動式カート (有人) ヒヤリハット要因ツリー図

5. 結論

本研究の調査結果から乗用ゴルフカートの事故要因の特性として得られた成果は以下のとおりである。

(1) カート事故における利用者属性の影響

手動式カートにおいて性別の影響が確認された。手動式カートは運転操作が必ず必要なことから、運転操作技術に対する性別の影響について精査が必要である。一方、年代については、本調査では60歳以上のプレイヤーのヒヤリハット経験率が低い傾向が確認された。しかし、あくまでも本人からの自己申告に基づくヒヤリハット経験であるため、本当の事故における年齢の影響については、今後精査が必要である。

(2) カートの種類別の事故要因の特性

誘導式カートではリモコン操作による無人走行時の事故が一定程度含まれる傾向が確認された。また、事故の種類としては、誘導式カートは衝突・追突の占める割合が高く、手動式カートは転落、横転、衝突と様々なタイプの事故がおきやすいことが確認された。

ヒヤリハットの経験頻度からは、手動式カートよりも誘導式カートの頻度が高い傾向にあり、上述の事故種類とあわせて解釈すると、誘導式カートは衝突・追突の比較的軽微な事故が多数おきやすい傾向が想定される。反対に手動式カートは、事故頻度は誘導式に比べて低い、いったん事故が起きると、転落、横転など大事故が起きやすい傾向にあると考えられる。

事故要因の特性としては、手動式カートは環境要因と操作要因、誘導式カート(有人時)は環境要因、誘導式カート(無人)は行動要因の影響を受けやすい傾向が確

認された。特に特徴的なのは、誘導式カート(無人)において、ヒヤリハットした原因としてカート道の歩行など行動要因を強く認識している点である。図15に示すとおり、カート道の歩行頻度はカートの種別によって異なるわけではない。これは機器への依存心が反映された結果とも考えられ今後、精査が必要である。

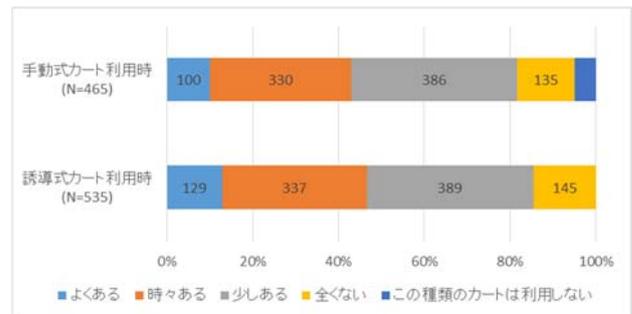


図 15 カート道の歩行頻度 (回答数)

(3) 事故要因間の関連性

誘導式カートは単発要因である場合が多く、手動式カートは環境要因と操作要因の複合要因によるヒヤリハットが起きている傾向が確認された。

ただし、今回の調査では事故要因のパターンの傾向が把握された段階であり、実際の事故頻度まで把握はできていない。このため、本研究結果をもとに、全国のゴルフ場に対して事故頻度や事故対策への意識に関する調査を引き続き実施する予定である。

謝辞

本研究は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業「生活支援ロボット実用化プ

プロジェクト」において委託業務として行っているものである。本研究の遂行にあたり多大な助言をいただいた関係者の方々に深く感謝いたします。

補注

- [1] 誘導式カートは、地中に敷設された誘導線を無人でも誘導線に沿って走行することが可能である。通常、誘導式カートにはリモコンが装備されており、リモコン操作により離れた場所から走行、停止させることが可能である。
- [2] カート道は原則、一方通行の一経路で設計されているが、コーススタート部等では行きと帰りの2経路となって、部分的に相互通行（対面通行）となっている。
- [3] 交差部とは、カート道が二方向で交差している箇所をいう。通常、可能な限り交差させないように設計することから、1コースあたり2,3箇所程度である。
- [4] ホールとホールの接合部とは、前ホールのグリーンから次のホールのティグラウンドまでのカート道をいう。

参考文献

- 1) 特定非営利活動法人ITSプラットフォーム21:パーソナルモビリティに関する研究報告, 2012.09
- 2) ロボット特区実証実験推進協議会・つくば市:平成23年度つくばモビリティロボット実験特区(搭乗型移動支援ロボット公道走行実証実験)事業報告書, pp43-52, 2012.02
- 3) ゴルフダイジェスト社: ゴルフ場セミナー2011年12月号, pp89-93, 2011.11
- 4) 栗山龍起, 猪井博登, 石塚裕子, 土肥正男: 屋外生活支援ロボットとしての誘導式ゴルフカートの安全エンジニアリング技術の開発, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集(CD-ROM), 2012.09