

【研究資料】

遊園地におけるコースター事故と安全対策

—「ド・ドドンパ」事故の検討から—

稲川 郁子

日本体育大学健康医療系

Roller coaster accidents and safety measures in amusement parks: A study of the accidents of “Do Dodonpa”

INAGAWA Ikuko

Abstract: This study examined the background of roller coaster accidents at amusement parks and the related safety measures based on a study of the “Do Dodonpa” accidents, a coaster-type attraction owned by Fujikyū Highland. Since 2019, multiple accidents involving fractures and other injuries to passengers’ spines have been attributed to “Do Dodonpa”, which has become a serious hazard. From several news articles, I could know that the most important measure by which passengers could avoid accidents was to hold the back of their heads against the head restraint during in starting, since “Do Dodonpa” is characterized by rapid acceleration at the time. Furthermore, although roller coasters are installed and operated in accordance with strict safety standards, both owners and passengers need to be fully aware of the dangers inherent in them. Therefore, I consider it important for owners to thoroughly implement safety measures including not only the maintenance and management of equipment but also the issue of in-depth warnings; passengers must also take the owners’ warnings seriously while enjoying the attractions.

要旨: 本研究は、富士急ハイランドに設置されたコースター型アトラクション「ド・ドドンパ」により生じた事故の検討から、遊園地におけるコースター事故の背景と安全対策に関して考察したものである。2019年以降、「ド・ドドンパ」において、利用者の頸部や背部に骨折などの損傷をきたす複数の事故が発覚し問題となった。「ド・ドドンパ」は発進時の急加速を特徴とするため、事故回避のために最も重要な条件は、発進時の後方シートへの後頭部押し付けによる姿勢保持であると考えられた。コースターは、厳格な安全基準に基づき設置、運行されているが、設置者、利用者ともに、コースターに内在する危険を十分に認識する必要がある。設置者は、設備の保守管理だけでなく十全な注意喚起を含む安全対策を徹底し、利用者は設置者による注意喚起を真摯に受け止めたうえでアトラクションを楽しむことが重要であると考えられた。

(Received: March 22, 2022 Accepted: June 7, 2022)

Key words: amusement park, roller coaster, roller coaster accidents, Do-Dodonpa, inherent dangers

キーワード: 遊園地, ジェットコースター, コースター事故, ド・ドドンパ, 内在する危険

1. 緒 言

遊園地には種々のアトラクションがあり、急降下や急回転など、身体に加わる非日常的な物理的外力とそれに伴うスリルを楽しむものは「絶叫マシン」と呼ばれ人気がある。2019年以降、富士急ハイランド（山梨県富士吉田市）に設置された「絶叫マシン」である

コースター型アトラクション「ド・ドドンパ」において、利用者の頸部や背部に骨折などの損傷をきたす複数の事故が発覚し問題となった。この事故による外傷は、一部では「ドドンパ骨折」と称され、多くの報道がなされた。特定の競技や職業により定型的な症状をきたす外傷や障害は、その機序を冠した別称で呼ばれることがある。例えば、腸脛靭帯炎はランナー膝、

膝蓋腱炎はジャンパー膝、橈骨茎状突起骨折は自動車運転手 chauffeur 骨折、第7頸椎や第1胸椎に生じるスコップ作業者 Schipperkrankheit 骨折などが有名である。コースターの乗車により生じる疾患は、運動器関連疾患よりもローラー（ジェット）コースター頭痛 roller coaster headache が知られる。特定のアトラクション名を冠した「ドドンパ骨折」の名称が医学的に定着することは考えにくい。コースター事故に共通する要素は検討されるべきである。また、コースター型アトラクションは危険と表裏の関係にあり、設置者には、事故防止に向けて万全を期すことと、万が一事故が発生した時には迅速かつ適切な対応を行うことが求められる。一連の「ド・ドドンパ」事故における第三者委員会（顧客安全マネジメント調査委員会）は、設置者である富士急ハイランドの対応が後手に回ったことで被害者を増加させた側面を指摘している（NHK, 2022）。本研究は「ド・ドドンパ」事故の報道資料および関連文献の検討により、遊園地におけるコースター事故の背景および安全対策について考察したものである。

2. 方 法

関連文献の渉猟およびインターネット上の報道資料と動画を参照、また現地でのフィールドワークを行い考察した。なお、本研究では、「ジェットコースター」、「ローラーコースター」は「コースター」に統一して表記した。

3. 結 果

1) 「ド・ドドンパ」の概要と事故

「ド・ドドンパ」は、富士急ハイランドに設置されたコースター型のアトラクションである。高速や回転だけでなく、発進時の急加速を特徴とし、車両に備えられたタンクから噴射される空気圧により発車から1.56秒で時速180kmに達する（富士急ハイランド, online）。2001年に「ドドンパ」が設置された後、2017年、コース形状の変更や速度のさらなる増加などの改変が加えられ、「ド・ドドンパ」として後継された。「ド・ドドンパ」は、発進と同時の急加速により慣性で頭部が後方に振られるため、後頭部をシートに押し付けることで頭部への負担軽減をはかる必要がある。緒言で述べたとおり、2019年から「ド・ドドンパ」で頸部などを損傷する事故が続き、2020年8月より運行が休止された。2022年5月の段階で再稼働には至っていない。なお、次項で述べるとおり、富士急ハイランドはこの事故を受け、独自に第三者委員会を立ち上げ、2022年2月に最終報告を行っている。本研究にあたり、富士急ハイランドに対し研究の目的を明示したう

えで事故調査報告書の開示を求めたが、まだ調査中であるとして非公開との回答を得た。所管である山梨県建築住宅課にも同様の問合せをしたところ、国土交通省昇降機等事故調査部会による調査が継続中であるとの回答を得た。したがって本稿の内容のうち、事故の経緯や第三者委員会に関する記述は、報道資料を典拠としている。

各種メディアは、「ド・ドドンパ」による外傷を、発進に際し急激に頭部が後方に振られることによる頸部や背部の損傷、とりわけ頸椎および胸椎の骨折として報道した。「ド・ドドンパ」で骨折した20代女性が公表した診断書では、骨折は頸椎椎弓部に生じたとされる（文春オンライン特集班, 2021）。その他、負傷者の傷病名については、「背骨の圧迫骨折」であったとする複数の報道がなされている（朝日新聞, 2021a；NHK, 2021a）が、圧迫力により椎体に圧潰が生じた医学的名称としての圧迫骨折を指しているのか、単に受傷時の外力を指し受傷後の椎体形状は問わないものであるのかは、報道からは不明であった。事故原因の調査を行った第三者委員会（顧客安全マネジメント調査委員会）は、2021年11月の中間報告において、設備点検および整備上の不備はなく、「乗客の姿勢」に問題があり何らかの拍子で不適切な姿勢になり頸椎や胸椎に強い負荷がかかったことで事故が起きたと指摘した（NHK, 2021b）。また、2022年2月の最終報告においても、最も重症度が高かった「3人目の乗客」の「『姿勢を崩した』との発言」に言及している（毎日新聞, 2022）。

2) 「ド・ドドンパ」事故をめぐる富士急ハイランドの対応

2021年8月20日、山梨県は、「ド・ドドンパ」において、2020年12月～2021年8月12日の少なくとも8か月の期間に、利用者4名の頸椎や胸椎に骨折が生じる事故が生じたと発表した（朝日新聞, 2021a）。県は毎年、富士急ハイランドに対し重症事故が生じた際の速やかな報告を求めていたが、同施設が山梨県に対する報告を行ったのは最初の事故の把握から8か月以上経過した2021年8月17日であった（朝日新聞, 2021a）。この報告を受け、県は、同施設に対し速やかな報告を怠ったとして行政指導を行い、さらに8月21日、県と国土交通省は、建築基準法に基づく立ち入り調査を行った（朝日新聞, 2021a）。その後、さらに2名の骨折が判明し、富士急は8月31日に記者会見を開くに至り、事故と乗車時の姿勢の関連について言及、また状況認識の齟齬を認めた。9月3日、上山信一慶応大教授を委員長とする第三者委員会が設置され、11月4日に中間報告が行われた。これによると、8月31日

の記者会見後に設置された相談窓口には132件の相談が寄せられ、その9割以上が「ド・ドドンパ」関連の相談であった（NHK, 2021a）。さらに、「設備の点検や整備には特段の不備はなかった」とする一方で、「大型機種の乗客の安全を確保する正しい姿勢保持などの注意喚起に改善の余地があり、その結果、負傷に至る事案が発生していると思われる」、「設備や機材さえ整備しておけば安全だという『機械信仰』が組織全体にあった」とし、顧客からの視点が不十分であったことを指摘した（読売新聞, 2021）。2022年2月25日の最終報告によると、富士急が「園内の遊戯施設に起因する可能性がある」とした負傷者は、「ド・ドドンパ」において重傷6名、軽傷6名、他のアトラクションによる軽傷3名の計15名であった。また、株式会社富士急ハイランドの岩田大昌社長は、同社が「ド・ドドンパ」による複数の事故を把握していたことを踏まえつつ「予兆情報がありながら組織的に探究できなかった。最低でも3例目で運行停止すべきだった」と述べた（毎日新聞, 2022）。

3) 事故後の安全対策の実際：富士急ハイランドにおける現地調査

一連の「ド・ドドンパ」関連事故を受け、富士急ハイランドは、改めて安全対策を徹底することを公表している（富士急ハイランド, online）。富士急ハイランドの4大コースターとされるのは、設置順に「FUJIYAMA」、「ええじゃないか」、「高飛車」、「ド・ドドンパ」である。2021年10月7日、当面運休の「ド・ドドンパ」と、点検日であった「ええじゃないか」を除く「FUJIYAMA」と「高飛車」を中心とした現地調査を行った。なお、「ド・ドドンパ」の運休前の実態については動画投稿サイトに投稿された動画を検証することとし、詳細は次章で考察と併せて述べる。

前項で述べたように、コースターの乗車姿勢は事故防止のために重要であるが、富士急ハイランドでは、遊園地という非日常的な空間で気分が高揚する利用者に対する注意喚起の工夫として、待機時間や動線を利用しての多くの取組みが観察された。まず、動線に沿った各所に、そもそも「絶叫マシン」には危険が内在すること（特徴、全長、最高速度、最大加速度、急上昇・急降下・急旋回・横揺れ・急停止などの動き、保守管理の説明など。図1）、危険を回避しながら楽しむためには乗車姿勢が重要であること（常に正しい姿勢で「安全バーにつかまる」「背中をつける」「後頭部をつける」「正面を向く」など。図2）、体調や気分がすぐれない場合は無理をしないことなどの掲示や放送がなされていた。これら注意喚起の取組みは、いずれも事故報道前の「ド・ドドンパ」の動画から観察



図1 「FUJIYAMA」の通路におけるコースターの特徴とコース全長に関する複数の掲示

（撮影日：2021年10月7日）



図2 「高飛車」における乗車姿勢に関する掲示

（撮影日：2021年10月7日）

された状況よりも、より目立つように、わかりやすく、くり返して行うなどの改善が図られていることが明らかであった。乗車の直前になると、放送ではなく、「安全プレッシャー」としてスタッフが「正面、背中、安全バー」などのかけ声をかけ、利用者と手拍子とともに唱和するなど、客の楽しさや高揚感を維持しつつ注意喚起をはかる工夫がなされていた。また、待機中にリタイアを希望するに至った利用者に対し、「やせ我慢の搭乗」より「勇気ある撤退」を促すために、他のアトラクションの優先利用を認めたり（図3）、断念の記念写真を撮影できるスポットを設置したりするなどの工夫もみられた。

また、現地調査と同日に医務室に勤務していた看護師へのヒアリングを行った。通常、医務室の対応で最も多いのは乗り物酔いで、乗客を医務室内で休憩させ



図3 「アトラクション・チェンジ・サービス」に関する掲示
(撮影日：2021年10月7日)

ることで対応している。その他、医師の診察と治療が必要と判断した場合には、提携病院に紹介する流れになっているとの回答であった。

4. 考 察

1) 「ド・ドドンパ」の特性とコースター事故

遊園地事故は、娯楽の場で生じることから報道されやすく、事故情報を集約したインターネットサイトが存在するなど、人々の関心も高い。国土技術政策総合研究所(2012, pp.88-96)によると、遊園地における危険事象は、衝突、人の落下、加速度、構造体崩壊、部品飛来、閉じ込め、その他に整理され、利用者だけでなく作業員の事故も相当数存在する。直接的な要因として、小児を含めた利用者の予期せぬ行動(例：コースター走行中に安全ベルトを外して立ち上がり座席から転落。1997年、八戸)、現場係員の操作・安全管理上の対応の誤り(例：コースターの利用制限身長に満たない小児が安全装置からすり抜け転落。1997年、福井)、保守管理の遺漏(例：車両用重錘の容器の老朽化により走行中に重錘が飛散。1998年、奈良)、遊戯機械の設計ミスまたは機械設計における不十分な安全対策(例：安全装置の誤作動による衝突。2004年、浜松)などの事象がある(国土技術政策総合研究所, 2012, pp.212-225)。いずれの事故も、利用者への注意喚起、設備の保守管理などの基本的な安全対策を徹底していれば防止できた可能性が高い。

先述のとおり、「ド・ドドンパ」は、発進時の急加速を特徴とし、一連の事故は加速度が人体に損傷を及ぼしたものと考えられる。コースターが身体に及ぼす影

響に関する研究では、頸部への負荷がサッカーのヘディングや“pillow fight”と同様またはそれ以下のリスクしかなく、ボクシングやアメリカンフットボールの方がハイリスクであるとする報告(Pfister et al., 2009)、コースター加速時と同様に頭頸部が後方に振られる自動車の追突事故と比較し、後者は加速への備えがなく負傷率が高いこと指摘した研究(Freeman et al., 2005)がある。

コースターの駆動方式は、コースターを高い位置に引き上げて得た位置エネルギーを利用する巻き上げ式、圧縮空気やリニアモーターなどを利用した運動エネルギーを利用するカタパルト式^{注1)}に大別され、他にモーターを用いる自走式がある(世良, 2019)。コースターは、これらのいずれかを中心とした方式で軌道上を走行し、「ド・ドドンパ」は圧縮空気を用いるカタパルト式の原理で駆動する機械である。巻き上げ式による高所からの急降下を特徴とするのが伝統的なコースターだとすると、「ド・ドドンパ」は、発進時の急加速を特徴とする比較的新しいタイプのコースターである。各々の特性に準じた安全対策が求められるが、巻き上げ式は、軌道の高い位置まで緩徐に上っていき、高度の上昇とともにその後の急降下に対する心理的・身体的準備体勢をとりやすく、さらに古くから設置数が多く利用者の搭乗機会も多いと考えられ、身体への影響を推測しやすいと考えられる。カタパルト式は、発進直後の猛烈な加速を特徴とするため、発進時点での体勢の準備が求められる。また、同じカタパルト式であるナガシマスパーランド(三重県桑名市)の「シャトルループ」^{注2)}の最高速度が90kmであるのに対し、「ド・ドドンパ」の最高速度は倍の180kmである。このように、「ド・ドドンパ」においては、従来の機種よりも速度による身体への負担が大きい点について、設置者は利用者に対し十分な注意喚起をする必要があった。

2) 事故報道前の「ド・ドドンパ」の動画を検証する

前項で、設置者による利用者への十分な注意喚起の必要性について述べた。「ド・ドドンパ」は当面運休で現地での検証が不可能であるため、動画投稿サイトに投稿された事故発覚前の映像(FUJIQ229FUJIKYU, 2020)を検証した。まず、アトラクションの通路に繋がるエントランスに「注意事項・利用案内」と題された掲示があり、「楽しくご利用いただくため、以下の注意をお守りください」、「万一お守りいただけない場合の負傷等につきましては、一切責任を負いかねますのでご注意ください」と記載されているが、文字が細かく、動画内においても利用者が足を止めて掲示を読んでいる様子は観察できなかった。また、通路上には複

数のテレビモニターが設置され、画像とともに「発車後、時速180kmに到達し、コース中盤に世界最大級のループがある非常にハードなコースターです」とアナウンスされている。しかし、混雑時など通路で立ち止まる状況がなければ、十分な情報提供には至らないと考えられた。さらに通路を進むと、「手荷物、小物類等は走行中飛ばされ、大変危険です」、「以下の手荷物等は必ず事前にロッカーにお入れ下さい」との掲示がなされ、具体的に財布、携帯電話、カメラ、帽子、メガネなどの持込み禁止が指示されていた。さらに通路を進み、建物内部のコースター乗車位置まで到達すると、壁一面に広がったスクリーンに宇宙空間を想起させるような映像が映写され、BGMの音量が上がる。動画ではスタッフが注意喚起の説明を行っていると推測される姿が映っているが、動画では音楽にかき消され、内容の聴き取りは不能であった。その後、乗車完了のブザー音が鳴ると、大音量で「乗車中は頭を枕につけ、正面を向き、安全ハーネスにしっかりとおつかまりください」とアナウンスが流れ、コースターは緩徐に加速地点までの移動を開始する。加速地点は照明のないトンネル状の空間となっており、トンネルの入り口には暗転前の最後の視覚的注意喚起として、青基調の「GOOD」（後頭部をシートに密着させ、上肢で安全ハーネスを抱え、足部が着地している）と、赤基調の「BAD」（後頭部がシートから離れ、上肢と下肢が宙に浮いている）の図で姿勢が示されている。コースターがトンネル内の加速地点に到達し、停止すると「時速180キロの興奮を皆様にお届けいたします。ド・ドドンパ、発車！Launch time（発車まで）、three (3), two (2), one (1)！」のアナウンスの直後にコースターが急発進し、トンネルの暗闇を抜け、全長1244mのコースを疾走し、ホームに帰還する。「ド・ドドンパ」の営業開始に先駆け、2017年7月6日に行われたプレス向け試乗会時の動画（時事通信社、2017）では、トンネル入り口の乗車姿勢に関する掲示は確認できず、発車時のアナウンスは「one (1), two (2), three (3)」と推測される聴取しにくい3フレーズのみであった。また、「ド・ドドンパ」以前の「ドドンパ」の動画のうち、参照しえた最も古い動画（purplefinale、2007）を確認したところ、サイレンとともに「three (3), two (2), one (1)」のカウントダウンのアナウンスがあり、その後サイレンのみが鳴り続け、4～5秒程度経過の後に急発進している。なお、この4～5秒の間に、「まだ？まだ？」という利用者の声が聴取できる。カウントダウン後の数秒の間は、利用者の緊張感を極限まで高めるための工夫とも考えられるが、緊張がゆるみ後頭部をシートから離したり周囲を見回したりする危険があると考えられた。

胎中（2013）は、「出発時に急加速をするタイプのコースター」について、「出発時の負荷で体の不調を訴える人が多かった事例があり、出発時にカウントダウンする効果を追加したところ、不調者が激減した」と述べている。この知見を踏まえ、現在のカタパルト式コースターは、カウントダウンが通例となっていると思われ、先述の「シャトルループ」でも、2007年の動画（purplefinale、2007）では発車ブザーのみであったものが、2019年の時点では、発車前に10カウントのカウントダウンがなされている（ナガシマリゾート、2019）。

3) 「ド・ドドンパ」による負傷者の証言

かつて「ド・ドドンパ」に乗車し頸部を損傷した40歳代の男性は、「発車した瞬間、首〔ママ〕が後ろのシートにたたきつけられた」と証言している（朝日新聞、2021b）。この証言は、男性が発車時にシートに後頭部を密着させておらず、後頭部とシートの間に間隙があったことを示唆する。また、同じく取材に応じた20歳代の女性は、「スタート時にいきなりビューンって加速するんですよ。その時、首〔ママ〕がガタガタと上下に揺さぶられて、あ、これはまずいかもと」と証言している（朝日新聞、2021b）。この女性の証言からも、発車時に、後頭部をシートに密着させる状態にはなかったことが推測される。

また、受傷には至らなかった場合について、11歳（当時）の女性が富士急ハイランドの許可を得て撮影した動画（ひまひまチャンネル、2019）を検証したところ、女性の頭部は、発車および加速時にはシートに押し付けられていた。また、発進の数秒後のループ突入時に頭部がやや前方に振られ、その他は小刻みに振られ続けている状況が観察できた。また、帰還時、女性は「くびがどこかいっちゃったかと思った」、「新幹線の頭（の後方が）空いてるバージョン」と発言している。つまり、動画では頭部が大きな振られ方をしていないようでも、頭部は相当揺さぶられ、頸部には相応の負荷がかかっていることが推測された。しかしながら、「ド・ドドンパ」において事故回避のために最も重要な条件は、発進時の後方シートへの頭部押し付けによる姿勢保持であると考えられ、動画の女性は、正しい姿勢の保持の結果「ド・ドドンパ」の搭乗可能年齢の下限である10歳に近い年齢であっても事故を生じなかったと考えられる。

4) コースターに「内在する危険」

「内在する危険」は、主にスポーツ活動、肉体労働などを検討する際、それらの活動が本質的に持つ危険性について用いられる概念である。例えば菅原（2006）

は、スポーツ法学を論じる中で「身体運動であるスポーツを楽しむには何がしかの危険が伴い、リスクのない音楽・絵画・映画鑑賞などとは違う」と述べている。コースターも、そもそも日常生活上は考えられない身体への強烈な外力による刺激を楽しむもので、危険性を内包する。したがって、コースターなどの遊戯施設は、建築基準法の対象（工作物）とされ、設置時には安全性に関する基準に適合しているかの確認と検査を受ける必要がある。また定期検査の結果は特定行政庁への報告が義務付けられている。

2000年代より、速度、高さ、派手さ、危険さなどの要素を内包したいいわゆるエクストリームスポーツが台頭した。極限性を追求する潮流は、オリンピック種目にスケートボード、スノーボードのハーフパイプやビッグエアが採用されたことなどからも明らかである。過激なコースターの出現も、これらエクストリームスポーツの台頭と同様、人々がより強い刺激を求め続ける潮流の証左であると考えられる。胎中（2013）は、多くのコースターにおいて、すでに指針で設定されている加速度の上限に迫る設計であることを指摘している。そのうえで、現在以上のスリルや体感を提供するためには、「音響による臨場感や光や映像による視覚効果などさまざまな技術を組み合わせる必要がある」とする。つまり、身体に加わる外力の観点からコースターを捉えれば、現在のコースターはすでに安全基準の限界に迫っており、今後は身体に加わる外力以外の要素を充実させていくことが求められる。さらに胎中は、これらの効果の組合せにより、乗車時の身体への負担が増加する場面での警告など、安全面での効果もあるとしている。

前項で述べたとおり、「ド・ドドンパ」に搭乗可能となる年齢は10歳である（図4）。富士急ハイランド4大コースターのうち、身長制限だけでなく年齢の下限が設定されているのは「ド・ドドンパ」のみである^{注3)}。搭乗可能年齢設定の根拠について富士急ハイランドに問い合わせたところ、社外秘であるとして情報を得ることはできなかった。小児の頸椎損傷はまれであるが、成人と比較し上位（第1～2）頸椎損傷が多いことが知られる（里見，1988）。小児外傷専門施設における103人（10.3±5.2歳）の頸椎損傷の分析でも、68%が第1～4頸椎の損傷であった（Brown，2001）。多施設の小児外傷データベースに基づく1,098人（11±5歳）の頸椎損傷の分析では、上位頸椎損傷が52%であったとされ、なおかつ下位頸椎損傷の死亡率が4%であったのに対し上位頸椎損傷では23%であった（Patel，2001）。さらに小児においては、脊椎周囲組織の強い弾力性により、脊椎損傷自体は少ないものの脊椎損傷を伴わずに脊髄損傷をきたす場合があり、頸髄に損傷が



図4 「ド・ドドンパ」と「高飛車」に関する身長および年齢制限に関する掲示

（撮影日：2021年10月7日）

生じた場合には完全麻痺や致命的となる場合も多い（里見，1988）。これらの小児における頸椎損傷の特異性が年齢設定の根拠である可能性がある。また、カタパルト式コースターの乗車にあたって設置者が利用者求める条件には、内在する危険と関連付けての物理法則（慣性）への一定の理解と想像力も含まれると考えられ、年齢制限は、この意味での注意喚起の役目を果たす可能性がある。結果で述べたように、一連の事故原因は、機械の不具合や設計上の問題ではなく、利用者の不適切な乗車姿勢によるところが大きい。急発進、急加速の際に、後頭部をシートに押し付けずにいた場合、どのような事態を招来するか理解し、正しい姿勢をとることが求められる。しかしながら、当然、注意喚起の義務は設置者側にあり、第三者委員会の報告では乗車姿勢に関する注意喚起に改善の余地があったことが指摘され、富士急ハイランドはこの事実を認めている。

日本国内に設置されたコースターは、製品仕様や試験方法に関する国際的な規格であるASTM規格に基づく安全基準が設定されている。この規格により、加速度などの許容範囲が厳格に定められ、規格に準じた施設の安全性は保障されている。山本（2002）は、コースターの設計面で配慮すべき事項と遠心加速度に基づく安全性と乗り心地について検討している。山本によると、加速度は速度の2乗に比例するため、コースターの高速度に伴い物理的影響が著明となり、「設計に細心の注意を払わなければ走路、車両、乗客などに、機械的強度、振動・共振、身体的ダメージなどのいろいろな問題が生じる」とし、コースターは「設計、製作、運転、メンテナンスなどあらゆる面で万全を期することが要求される」としている。この「あらゆる面」

には、乗客の適切な乗車姿勢の確保、またそのための注意喚起も含まれると考えられ、一連の「ド・ドドンパ」事故は、この点における問題が大きかった。

先に、コースターが身体に及ぼす影響に関する研究について述べた。その一方で、コースター乗車を原因として生じた様々な疾患が報告されている。代表的なのは脳神経疾患で、ジェットコースター頭痛 roller coaster headache が知られるほか、各種の脳血管疾患が起りやすい（中尾，2016）ことが知られ、国内でも複数の報告がなされている。小守林ほか（2015）は、2種類のコースターに計5回乗車したことを契機として硬膜下血腫が生じた例を報告している。具体的なアトラクション名には言及していないが、山梨県の遊園地の「最高時速172 km（1.8秒で到達）」のアトラクション、および「高低差79m」で「走行時間3分36秒」のアトラクションは、それぞれ「ド・ドドンパ」の前機種である「ドドンパ」と「FUJIYAMA」であると推測される。さらに、「定められた安全基準に合致しているとはいえ、急加速・急減速・急上昇・急下降〔ママ〕は頭部に何らかの影響を及ぼした可能性は極めて高い」、「施設側には年齢や既往歴に関し、嚴重なチェックを要望する」としている。横佐古ほか（2013）は、コースターが誘因であると考えられる外傷性くも膜下出血の症例報告の中で、コースターの過激さの増大に伴う頭頸部にかかる直線加速度、回転加速度の増加について指摘している。また、解離性内頸動脈瘤を生じた例（水谷ほか，2005）、低髄液圧症候群を生じた例（飯ヶ谷ほか，2004）など、コースター乗車に関連した多彩な症例の報告がある。つまり、国際的な規格で安全性を保障され、危険性は通常のスポーツと同等あるいはそれ以下であるとする報告（Pfister et al., 2009）が存在するものの、急加速、急降下、急回転などの動きに伴うコースターそのものに内在する危険は厳然と存在し、設置者も利用者もその危険を十分に認識したうえで設置、また搭乗する必要がある。

5. 結 論

富士急ハイランドのコースター型アトラクション「ド・ドドンパ」により生じた事故の検討から、遊園地におけるコースター事故の背景と安全対策に関して考察した。「ド・ドドンパ」は発進時の急加速を特徴とするカタパルト式コースターで、一般的な巻き上げ式コースターとは異なる乗車上の注意点が存在し、事故回避のために最も重要な条件は、発進時の後方シートへの後頭部押し付けによる姿勢保持であると考えられた。現地調査では、利用者に対する注意喚起の工夫として、待機時間や動線を利用しての多くの取組みが観察できた。動画の検証から、「ド・ドドンパ」事故前よ

り、事故後に対策を充実させたことが明らかであった。また、コースターは、厳格な安全基準に基づき運行されているが、設置者、利用者ともに、コースターに内在する危険を十分に認識する必要がある。設置者は、設備の保守管理だけでなく十全な注意喚起を含む安全対策を徹底し、利用者は設置者による注意喚起を真摯に受け止めたうえでアトラクションを楽しむ姿勢が重要であると考えられた。

6. 謝 辞

本研究の共同研究者である、2021年度整復医療学科稲川ゼミナールの新井裕介さん、宇津山亮さん、大畑陸さん、田中星南さん、松井辰一郎さん、松下淳之介さん、宮島耀大さん、森島凜さん、若林麗さん、朝生諒音さん、内田杏さんに感謝を申し上げます。

7. 利益相反

本研究に関し、開示すべき利益相反はない。

注

- 注1) 本稿では、カタパルト式に「ド・ドドンパ」のようにエアランチャーを用いるランチ式も含めた。また、カタパルトとは、攻城兵器の投石器のことである。
- 注2) シャトルループは、ドイツのシュワルツコフ Schwarzkopf社が開発したカタパルト式コースターである。日本では4機が輸入され、ナガシマスパーランドのものは1980年に設置されたものである。2022年5月現在、国内で稼働しているのはこの1機のみである。
- 注3) 4大コースターの身長制限と年齢制限は以下のとおりである。
 「ド・ドドンパ」：130 cm 以上・10～64 歳
 「高飛車」：125 cm 以上・64 歳まで
 「ええじゃないか」：125～200 cm（未就学児は中学生以上の付添者が必要）・64 歳まで
 「FUJIYAMA」：110 cm 以上（130 cm 未満の場合は中学生以上の付添者が必要）・64 歳まで（未就学児は中学生以上の付添者同伴が必要）

文 献

- 朝日新聞（2021a）富士急「乗車姿勢に問題」と認識ド・ドドンパ連続骨折、朝日新聞デジタル8月24日、<https://www.asahi.com/articles/ASP8R7QKWP8RUZOB002.html>、（参照日2022年2月10日）。
- 朝日新聞（2021b）「これまずいかもと」富士急ド・ドドンパ体験者語る、朝日新聞デジタル8月28日、<https://www.asahi.com/articles/ASP8X2W8TP8WUZOB009.html>、（参照日2022年2月28日）。
- Brown, Rebecca L., Brunn, Margie A. and Garcia, Victor F. (2001) Cervical spine injuries in children: a review of 103 patients treated consecutively at a level 1 pediatric trauma center. *Journal of Pediatric Surgery*,

- 36(8): 1107-1114.
- 文春オンライン特集班 (2021) 富士急ド・ドドンパで骨折した女性が大炎上!, 文春オンライン 8月29日, <https://news.yahoo.co.jp/articles/34d4be4e89ab98ab50387de2ff238e273226b237>, (参照日 2022年2月9日).
- Freeman, Michael D., Croft, Arthur C., Nicodemus, Clarence N., Centeno, Christopher J. and Elkins, Whitney L. (2005) Significant spinal injury resulting from low-level accelerations: a case series of roller coaster injuries. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(11): 2126-2130.
- FUJIQ229FUJIKYU (2020). 富士急ハイランド ド・ドドンパに乗りたくなる動画, YouTubeチャンネル FUJIQ229FUJIKYU, <https://www.youtube.com/watch?v=AKxUTiKp918>, (参照日 2022年3月1日).
- 富士急ハイランド (online) ド・ドドンパ, 富士急ハイランドホームページ, <https://www.fujiq.jp/attraction/dododonpa.html>, (参照日 2022年2月9日).
- ひまひまチャンネル (2019) 富士急の爆速ド・ドドンパに無表情で乗れるかチャレンジ!, YouTubeチャンネル ひまひまチャンネル, https://www.youtube.com/watch?v=6n4IJqe_3Zo, (参照日 2022年3月2日).
- 飯ヶ谷美峰・荻野美恵子・荻野裕ほか (2004) ジェットコースター乗車後に低髄液圧症候群を呈した1例. *日本頭痛学会誌*, 31(3): 93.
- 時事通信社 (2017) 1.56秒で時速180km「ド・ドドンパ」に乗車=富士急ハイランド, YouTubeチャンネル 時事通信映像センター, <https://www.youtube.com/watch?v=hbLLaMOQTzQ&t=59s>, (参照日 2022年3月1日).
- 国土技術政策総合研究所 (2012) 建築空間におけるユーザー生活行動の安全確保のための評価・対策技術に関する研究 (その2). 国総研プロジェクト研究報告, (37): 88-96.
- 国土技術政策総合研究所 (2012) 建築空間におけるユーザー生活行動の安全確保のための評価・対策技術に関する研究 (その2). 国総研プロジェクト研究報告, (37): 212-225.
- 小守林靖一・大間々真一・吉田雄樹ほか (2015) ジェットコースター乗車後に生じた硬膜下血腫の1例. *日本救急医学会雑誌*, 26(1): 25-29.
- 毎日新聞 (2022) ド・ドドンパ負傷「3例目で停止すべきだった」富士急が釈明, 毎日新聞デジタル版 2月25日, <https://mainichi.jp/articles/20220225/k00/00m/040/324000c>, (参照日 2022年2月28日).
- 水谷信彦・前澤聡・中島宏彰ほか (2005) ジェットコースターにより誘発されたと考えられた解離性内頸動脈瘤の1例. 第28回日本神経外傷学会プログラム・抄録集, 124.
- ナガシマスパランド (online) シャトルループ, ナガシマスパランドホームページ, <https://www.nagashima-onsen.co.jp/spaland/attraction/thrill/thrill03.html#shuttleloop>, (参照日 2022年3月2日).
- ナガシマリゾート (2019) カタバルトでジェットコースターを発射!? 「シャトルループ」, YouTube ナガシマリゾート公式チャンネル, <https://www.youtube.com/watch?v=Ih7KFeIVH5I>, (参照日 2022年3月3日).
- 中尾篤典 (2016) ジェットコースターのあとの頭痛. *レジデントノート*, 18(1): 151.
- NHK (2021a) 「ド・ドドンパ」骨折6人に経緯は? 富士急ハイランド会見, NHK首都圏ナビ 9月1日, <https://www.nhk.or.jp/shutoken/newsup/20210901b.html>, (参照日 2022年2月10日).
- NHK (2021b) 富士急ハイランド事故 第三者委「注意喚起方法に改善の余地」, NHK NEWS WEB 11月5日, <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20211105/k10013335171000.html>, (2022年2月10日参照).
- NHK (2022) 富士急ハイランド「ド・ドドンパ」事故 第三者委 調査結果公表, NHK NEWS WEB 2月26日, <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220226/k10013501871000.html>, (参照日 2月28日).
- Patel, Jateen C., Tepas, Joseph J III, Mollitt, Daniel L. and Pieper, Pam. (2001) Pediatric cervical spine injuries: Defining the disease. *Journal of Pediatric Surgery*, 36(2): 373-376.
- Pfister Bryan J., Chickola Larry and Smith Douglas H. (2009) Head motions while riding roller coasters: implications for brain injury. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 30(4): 339-345.
- purplefinale (2007) DODONPA ドドンパ (富士急ハイランド) POV 1 (rear seat), YouTubeチャンネル purplefinale, <https://www.youtube.com/watch?v=RoPVMugft6o>, (参照日 2022年3月2日).
- purplefinale (2007) Shuttle Loop シャトルループ (ナガシマスパランド) POV 2 (rear seat), YouTubeチャンネル purplefinale, <https://www.youtube.com/watch?v=7c0fgvgLRfw>, (参照日 2022年3月3日).
- 里見和彦 (1988) 脊椎の骨折・脱臼, 脊髄損傷. 村上寶久・片田重彦編, 小児の骨折. メディカル葵出版: 東京, pp. 247-259.
- 世良耕太 (2019) ジェットコースターはG=加速度を楽しむ乗り物ではない?, モーターファンテック, <https://car.motor-fan.jp/tech/10011620>, (参照日 2022年3月2日).
- 菅原哲朗 (2006) スポーツと法一競技会主催者と参加者の法的責任一. *学術の動向*, 11(10): 18-23.
- 胎中和宏 (2013) 安全に楽しむジェットコースターの技術. *日本機械学会誌*, 116(1138): 636-637.
- 山本督典 (2002) 遊戯施設の設計規則とローラーコースターの安全・快適性評価に関する一つの試み. *国際交通安全学会誌*, 27(2): 144-152.
- 横佐古卓・石井匡・岩間淳哉ほか (2013) ジェットコースターによる外傷性くも膜下出血の一例. 第18回日本脳神経外科救急学会プログラム・抄録集, 117.
- 読売新聞 (2021) ド・ドドンパ6人重傷, 組織全体に「機械信仰あった」と指摘…第三者委が中間報告, 読売新聞オンライン 11月6日, <https://www.yomiuri.co.jp/national/20211105-OYT1T50107/>, (参照日 2022年2月10日).

〈連絡先〉

著者名: 稲川郁子

住 所: 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町 1221-1

所 属: 日本体育大学健康医療系

E-mail アドレス: inagawa@nittai.ac.jp