

山梨県内コースター事故調査報告書

令和6年6月

社会資本整備審議会

本報告書の調査の目的は、本件遊戯施設の事故に関し、昇降機等事故調査部会により、再発防止の観点からの事故発生原因の解明、再発防止対策等に係る検討を行うことであり、事故の責任を問うことではない。

昇降機等事故調査部会

部会長 藤田 聡

山梨県内コースター事故調査報告書

発 生 日：令和2年12月18日～令和3年8月8日

発 生 場 所：山梨県富士吉田市 富士急ハイランド「ド・ドドンパ」

昇降機等事故調査部	会
部会長	藤田 聡
委員長	中埜 良昭
委員	青木 義男
委員	鎌田 崇義
委員	河野 守
委員	仲 綾子
委員	吉田 可保里
委員	安孫子 聡子
委員	金城 純彦
委員	杉山 美樹
委員	寺田 祐宏
委員	中川 俊明
委員	二瓶 美里
委員	三浦 奈々子
委員	三根 俊介

目次

1 事故の概要等	1
1.1 事故の概要	
1.2 調査の概要	
2 事実情報	1
2.1 遊園地に関する情報	
2.2 遊戯施設に関する情報	
2.2.1 遊戯施設の仕様等に関する情報	
2.2.2 遊戯施設の定期検査に関する情報	
2.2.3 遊戯施設の概要	
2.3 事故発生時の状況に関する情報	
2.4 乗車姿勢の案内に関する情報	
2.5 走路（ループ部）に関する情報	
2.6 車両に関する情報	
2.7 走行時の車両の加速度・周波数に関する情報	
2.8 自動車衝突試験用ダミーを使用した実機検証に関する情報	
2.9 身体の振動応答に関する情報	
3 分析	21
3.1 負傷の状況等に関する分析	
3.2 乗客に作用する力に関する分析	
3.3 車両の振動特性に関する分析	
3.4 乗車姿勢に関する分析	
4 原因	22
5 意見	23
6 （参考）施設管理者による対応	24

《参 考》

本報告書本文中に用いる用語の取扱いについて

本報告書の本文中における記述に用いる用語の使い方は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

1 事故の概要等

1.1 事故の概要

発生年月日：令和2年12月18日、
令和3年5月25日、6月2日、6月15日、6月20日、
6月28日、7月9日、7月10日、7月29日、
8月2日、8月6日、8月8日

発生場所：富士急ハイランド

被害者：重傷6名、軽傷6名

概要：コースター乗車中に12名の乗客が主に頸椎の骨折や捻挫の怪我を負った。

1.2 調査の概要

令和3年8月21日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び特定行政庁（山梨県）職員による現地調査を実施。

その他、昇降機等事故調査部会委員によるワーキングの開催、ワーキング委員及び国土交通省職員による資料調査を実施。

2 事実情報

2.1 遊園地に関する情報

名称：富士急ハイランド

所在地：山梨県富士吉田市

所有者：富士急行株式会社

管理者：株式会社富士急ハイランド（以下「富士急ハイランド」という。）

2.2 遊戯施設に関する情報

2.2.1 遊戯施設の仕様等に関する情報

機種名：一般名称 コースター、固有名称 ド・ドドンパ

設計者：S&S Worldwide社（米国、以下「S&S社」という。）、
三精テクノロジーズ株式会社（以下「三精テクノロジーズ」という。）

製造業者：S&S 社

施工者：三精テクノロジーズ

保守点検業者：富士急ハイランド

車 両：5 両^{※1}×4 編成

※1：先頭車両 1 両は客席無し、後続の 4 両は 1 両 2 人乗り

定 員：8 名（1 両あたり 2 名×4 両）

確認済証交付年月日：平成 28 年 12 月 6 日

検査済証交付年月日：平成 29 年 6 月 26 日

2.2.2 遊戯施設の定期検査に関する情報

検査実施者：管理者の社員

直近の定期検査実施日：令和 3 年 6 月 10 日（指摘事項なし）

直近の保守点検日：令和 3 年 8 月 11 日（指摘事項なし）

2.2.3 遊戯施設の概要

- ・当該遊戯施設は、走路全長 1,244m のレール上を、1 両 2 人乗りの車両 4 両と、客席なしの先頭車 1 両の 5 両を連結した列車（図 1）が走行するコースターであり、列車の最高速度はスタート後 1.56 秒で 180km/h に達する。
- ・走路は駅舎を起点として、ランチ部（列車発射装置部）からエアシリンダーによる空気圧で発射された列車が自由走行し駅舎に帰着する（図 2）。
- ・走路は高低差約 46m のループを有している。駅舎から発射された列車はハイバンクに突入し、トンネルを抜け、その後ループを駆け上がる（図 2）。
- ・平成 29 年 7 月に「ド・ドドンパ」として営業する前は、「ドドンパ」という名称で、走路について「ド・ドドンパ」ではループとなっている箇所がタワー形状の遊戯施設として、平成 13 年から平成 28 年まで営業していた。
- ・「ド・ドドンパ」として営業後、令和元年 11 月から令和 3 年 3 月にかけて、車両の形状（ホイールキャリア）を順次変更している。
- ・当該遊戯施設の利用者数は、ホイールキャリア変更前（以下「旧ホイールキャリア」という。）の利用者数が 1,236,879 人、ホイールキャリア変更後（以下「現行ホイールキャリア」という。）の利用者数が 534,975 人の、合計 1,771,854 人であった。

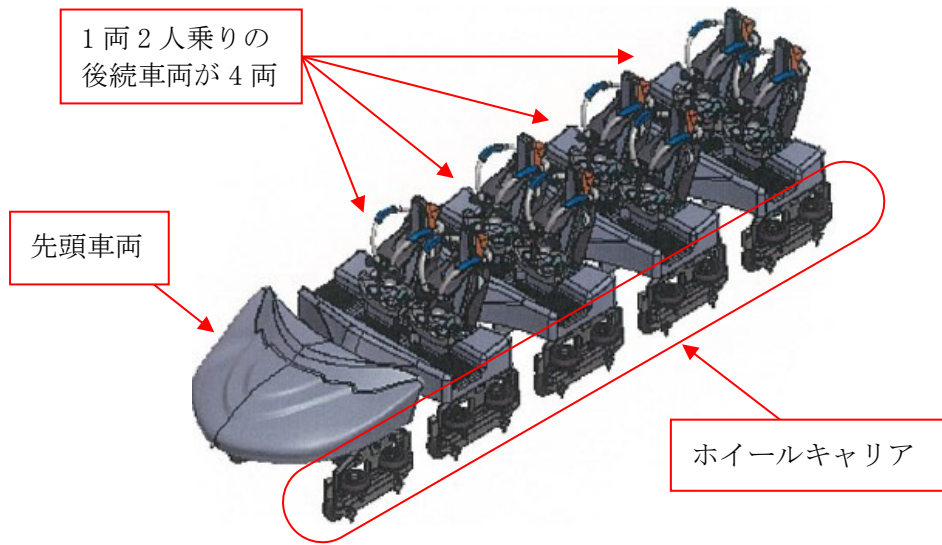


図1 列車の外観

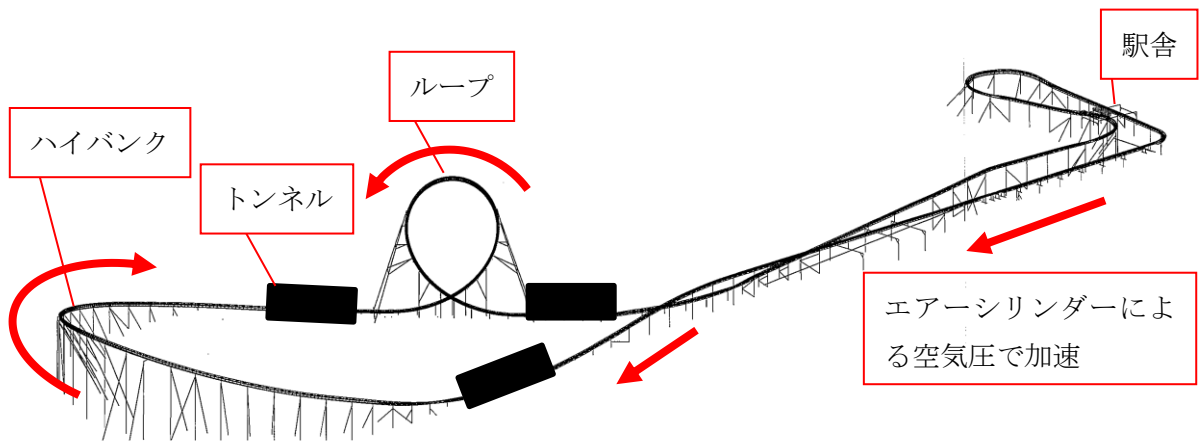


図2 走路全体図

2.3 事故発生時の状況に関する情報

事故発生時の状況について、施設管理者への聞き取りから以下の情報が得られた。

- ・施設管理者が令和3年8月21日に設置した相談窓口への申出も含め、事故発生日、被害者の負傷状況等は、表1のとおりである。

表1 被害者の負傷状況^{※2}

No.	発 生 年 月 日	負 傷 程 度	負傷状況の詳細	被害者の申告内容	乗車 車 両
1	令和2年 12月18日	重傷	第6・7頸椎、第2・3・4 胸椎圧迫骨折	ループ付近で前傾姿勢から後ろに 戻されて首を痛めた。	2両目 (客席最前列)
2	令和3年 5月25日	重傷	第7胸椎圧迫骨折	カーブ付近で車両が揺れ背中を座 席背もたれのクッションに強打し た。	4両目
3	令和3年 6月2日	軽傷	頸椎捻挫	乗車中に首を痛めた。	5両目
4	令和3年 6月15日	重傷	頸胸椎移行部圧迫骨 折	乗車中に首を痛めた。	2両目 (客席最前列)
5	令和3年 6月20日	軽傷	頸椎捻挫	ループ突入前に下を向き、そのまま ループを走行し、首を痛めた。	2両目 (客席最前列)
6	令和3年 6月28日	軽傷	頸椎捻挫	乗車後に首と腰の不調があった。	2両目 (客席最前列)
7	令和3年 7月9日	軽傷	頸椎捻挫	乗車中、ヘッドレストから首が離れ 痛めた。	2両目 (客席最前列)
8	令和3年 7月10日	重傷	第4頸椎、第5頸椎棘 突起骨折	ループ付近でマスク ^{※3} を直そうと 俯いた時に首を痛めた。	2両目 (客席最前列)
9	令和3年 7月29日	軽傷	頸椎捻挫	ループ部でむち打ちになり首を痛 めた。	2両目 (客席最前列)
10	令和3年 8月2日	重傷	第7頸椎圧迫骨折	ループ付近で前傾姿勢になり首に 力がかかり痛めた。	2両目 (客席最前列)
11	令和3年 8月6日	重傷	第6・7頸椎圧迫骨折	乗車中にループ部で力を入れたと ころ、首を痛めた。	2両目 (客席最前列)
12	令和3年 8月8日	軽傷	外傷性頸部症候群、 腰部挫傷	後半上下の振動が激しく、首の痛み があった。	2両目 (客席最前列)

※2：施設利用者からの申出を踏まえて、施設管理者において確認の上、特定行政庁に報告があ
ったもの

※3：当時、新型コロナウイルス感染拡大予防としてマスク着用が義務づけられていた。

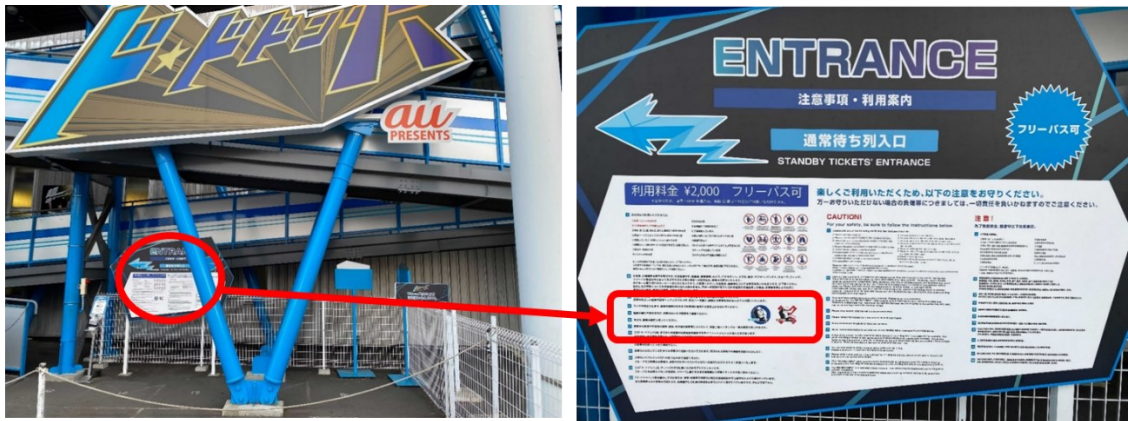
- ・いずれの被害も、現行ホイールキャリアに変更された以降に発生している。
- ・いずれの被害者も、コースター乗車中に主に頸椎部分について、骨折や捻挫
などの怪我を負っている。
- ・被害者の申出によると、負傷時の状況として、場所について6名よりループ
付近で痛めたという申出があり、姿勢について5名より前傾姿勢や俯いた

姿勢の時に首を痛めたという申出があった。

- ・車両の乗車位置については、重傷者6名のうち5名が2両目（客席最前列）、1名が4両目、軽傷者6名のうち5名が2両目（客席最前列）、1名が5両目に乗車していた。
- ・いずれの事故発生日についても、始業前点検で車両や制御システム、走路等の状態を確認していたが、異常は認められなかった。
- ・表1のNo.1、2、8、10の事故については、被害者から連絡を受け、事故後に車両や走路等の状態を確認したが、異常は認められなかった。

2.4 乗車姿勢の案内に関する情報

- ・乗車待ち部入口に設置している注意書看板にて乗車姿勢等について記載されていた（写真1）。
- ・乗車待ち部に設置しているモニターでは、背筋を伸ばした状態で乗車する旨、走行中に前かがみになると首等を痛める危険性がある旨の内容を放送していた（写真2）。
- ・乗車待ち部に設置している音声放送では、座席に設置されている安全ベルトと安全ハーネスを必ず両方とも装着する旨、急激に加速また大きく回転する部分があるため乗車中は頭をしっかりとヘッドレストにつけ、安全バーをしっかりと握り、乗物から手足を出さないようにする旨を放送していた。
- ・乗車ホームの壁、座席裏面には、乗車姿勢に関する案内が掲示されていた（写真3、4）。
- ・車両乗車時に、スタッフがハーネスを下ろし、股ベルトを装着する際に、頭を後ろにつけ、安全ハーネスにしっかりと掴まり、乗車中は下を向かないようにする旨を案内していた。
- ・出発時のランチ部への移動中に、乗車中は頭をヘッドレストにつけ正面を向き、安全ハーネスにしっかりと掴まる旨、危険のため下を向かないようにする旨を案内していた。



- 3 座席には「安全ベルト」と「安全ハーネス」がついておりますので、必ず両方を掛けてください。
搭乗中は正しい姿勢で頭をヘッドレストにつけ、安全バーを握り、乗物から手足を出さないようにお願いいたします。
- 4 ライドが完全に止まり、係員の指示があるまでは絶対に座席から立ち上がりません。
- 5 健康状態に不安のある方、自覚のない方は搭乗をご遠慮ください。
- 6 その他、係員の指示に従ってください。
- 7 搭乗中の負傷や手荷物の紛失・破損、その他の損害等につきまして、富士急ハイランドは一切の責任を負いかねます。

写真1 乗車待ち部入口の注意書看板



写真2 乗車待ち部のモニター



写真3 乗車ホーム壁面部



写真4 座席裏面部

2.5 走路（ループ部）に関する情報

被害者の証言（表1参照）より、事故の多くが発生したと考えられるループ部付近の走路を確認したところ、

- ・目視では大きな歪みは確認できなかった（写真5）。
- ・走路継ぎ目の溶接部は滑らかであった（写真6）。



写真5 ループ部の構造

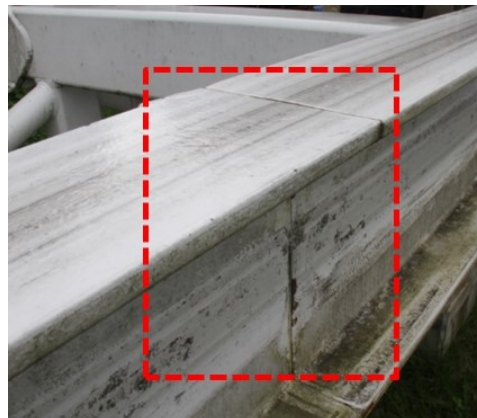


写真6 継ぎ目の溶接状態

2.6 車両に関する情報

- ・身体保持装置は、ベストベルト（胸当て）を具備したハーネス（上から下ろす）タイプの膝押さえ、バケット型シート^{※4}と膝押さえとシートを固定する股ベルト、腰回り用シートベルトにより乗客を保持する構造となっている（写真7）。

※4:左右に側壁を設け、身体の左右方向の動きを拘束する構造のシート。

- ・現行ホイールキャリアは2個の主車輪、2個の側車輪、2個の浮き上がり防止車輪、2個のスキッド^{※5}で構成され、1つの車両に2組のホイールキャリアが旋回ベアリングを介してボルト接合されている（図3）。

※5:主車輪内の空気がパンク等で抜けた場合にホイールキャリアの傾きを抑制し、側車輪より先にレールに接触することで、側車輪の擦り抵抗を最小限にして、走路途中で停止となる可能性を軽減させるための部品（図4）。

- ・旧ホイールキャリアは、2個の主車輪、2個の側車輪、1個の浮き上がり防止車輪、1個のスキッドで構成されていた（図3）。
- ・車輪は、空気入りタイヤを採用している。空気入りタイヤを採用しているコースターは、当該遊戯施設のみである。他のコースターでは主にウレタンソリッドタイヤが採用されているが、「ドドンパ」の設計当時の検討において、ウレタンソリッドタイヤでは速度に耐えられないということから、空気入りタイヤが採用された。
- ・空気入りタイヤはウレタンソリッドタイヤと比較してバネ定数が低いため、車両の固有周波数も低い。

- 主車輪、側車輪、浮き上がり防止車輪の設定空気圧は 700kPa である。
- 当該遊戯施設は平成 29 年 7 月 15 日より営業を開始しており、平成 29、30 年に発生した逆走事故^{※6}の対策として、走行を安定させるためにホイールキャリアを令和元年 11 月から令和 3 年 3 月にかけて順次変更している。
※6：主車輪内の空気がパンク等で抜けたため速度が低下し、ループ部を登りきれず発生。
- 旧ホイールキャリアと現行ホイールキャリアの違いは、タイヤ及びスキッドの数、フレームの構造であり、タイヤの材質や設定空気圧に変更はない。
- 現行ホイールキャリアに変更したことにより、1 編成の重量は 980kg 増加している。
- ホイールキャリアのみの変更であり、ランチ部や走路等その他既存の施設に変更はない。
- なお、ホイールキャリアの変更に際し、本施設の客席部分を支える主要な支持部分について、建築基準法施行令第 144 条第 2 項で規定された摩損又は疲労破壊が生じるおそれがないことは、(一財)日本建築設備・昇降機センターの自主評価により検証されている。



写真7 客席の外観

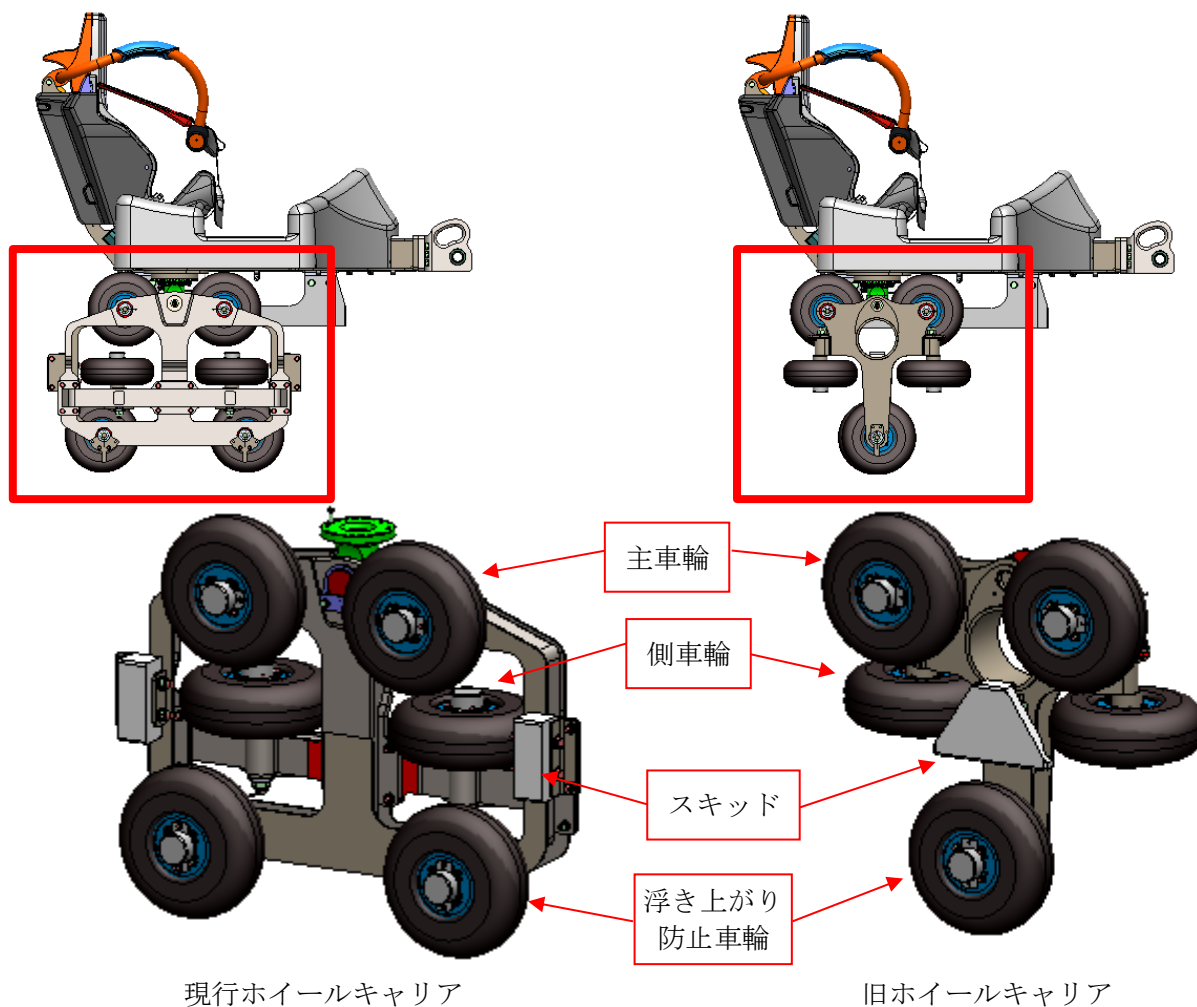


図3 ホイールキャリアの構成

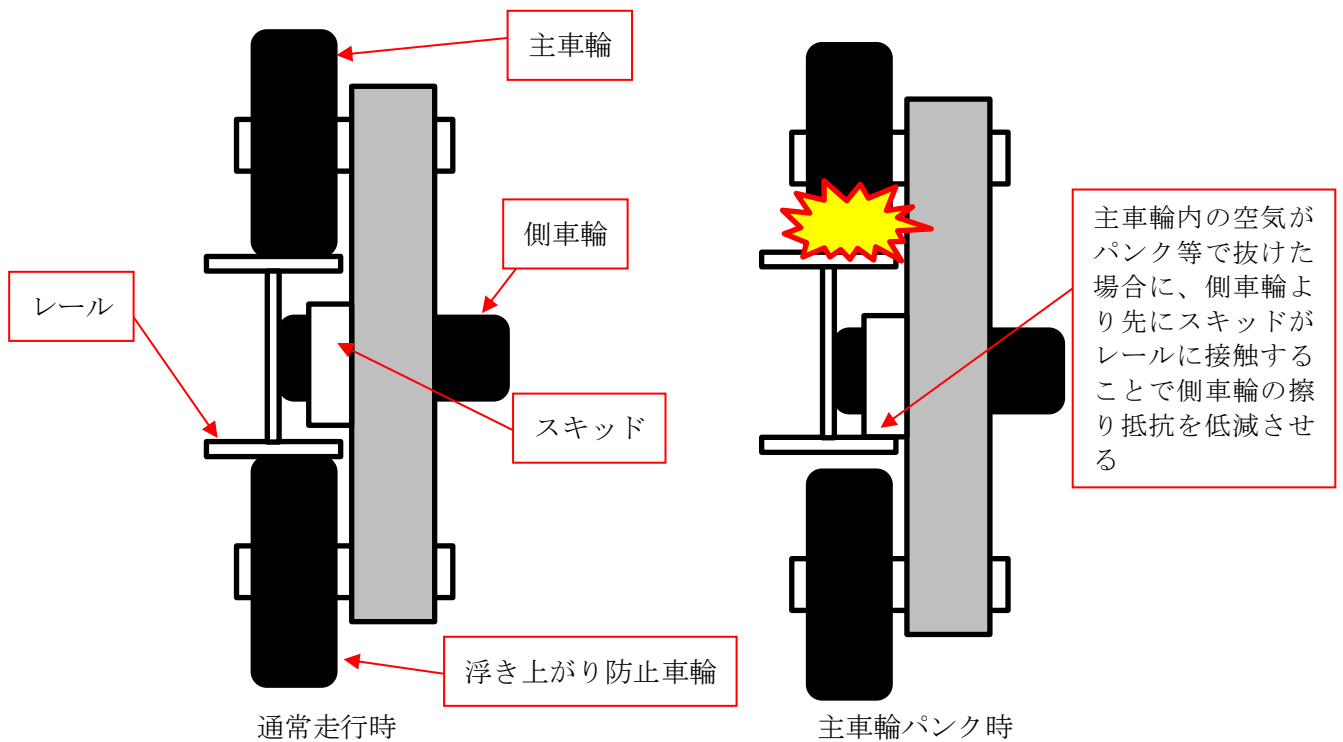


図4 スキッドの役割について

2.7 走行時の車両の加速度・周波数に関する情報

図5のように前後方向をX軸、左右方向をY軸、上下方向をZ軸として計測した旧ホイールキャリアの2両目（客席最前列）における加速度について、全体を図6、ハイバンク終端からループ部を図7に、現行ホイールキャリアの2両目（客席最前列）～5両目における加速度について、車両毎の全体を図8、図10、図12、図14に、ハイバンク終端からループ部を図9、図11、図13、図15に、2～5両目におけるハイバンク終端からループ部でのZ方向加速度を図16に示す。

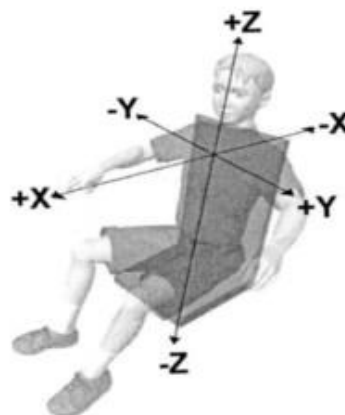


図5 加速度軸の向き

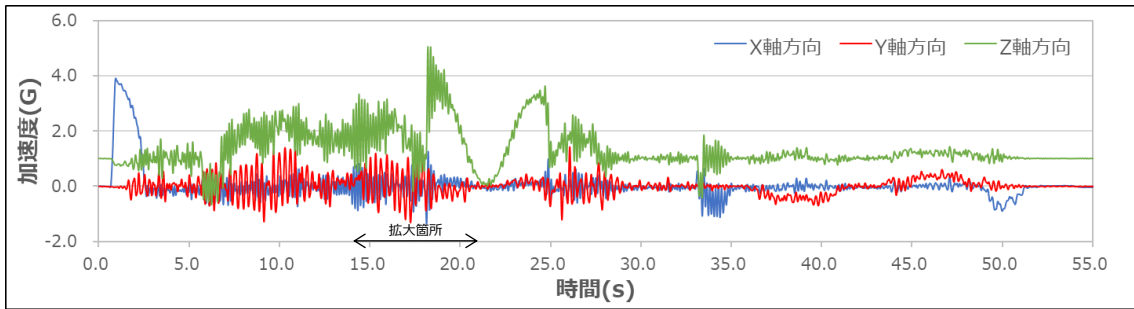


図6 旧ホイールキャリアの2両目（客席最前列）における加速度（全体）

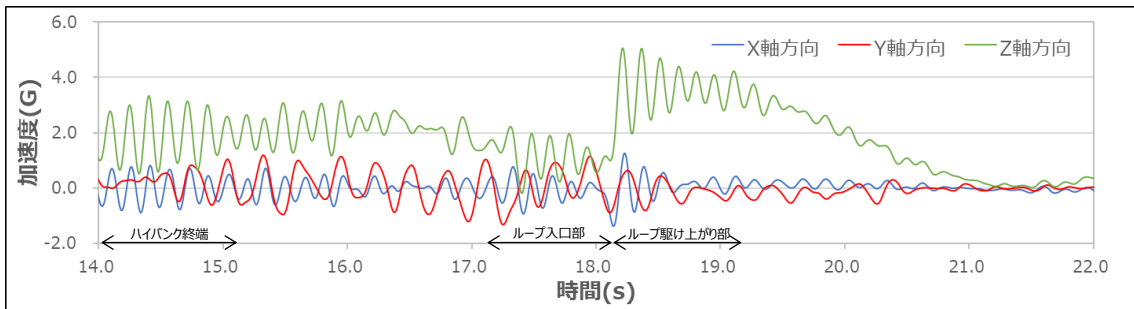


図7 旧ホイールキャリアの2両目（客席最前列）における加速度
（ハイバンク終端からループ部）

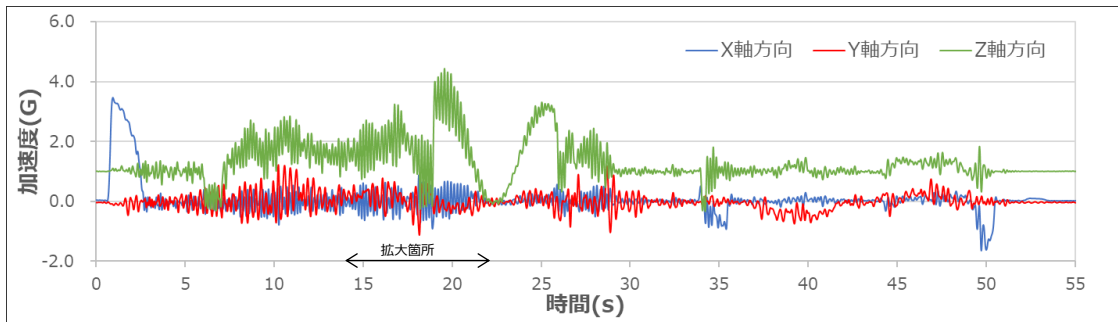


図8 現行ホイールキャリアの2両目（客席最前列）における加速度（全体）

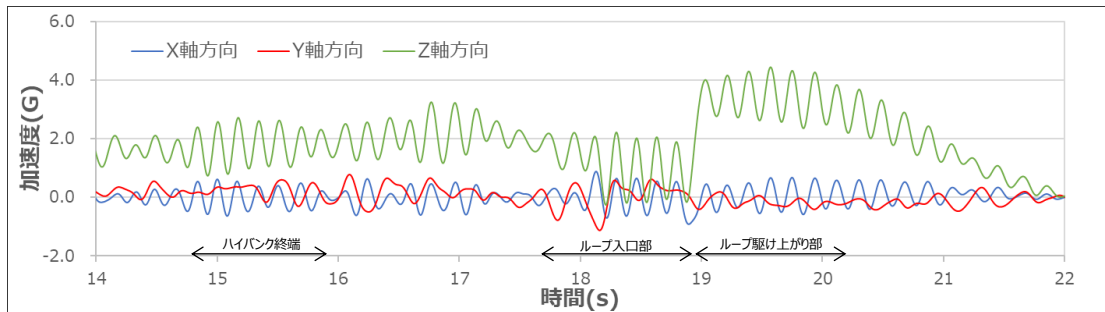


図9 現行ホイールキャリアの2両目（客席最前列）における加速度
（ハイバンク終端からループ部）

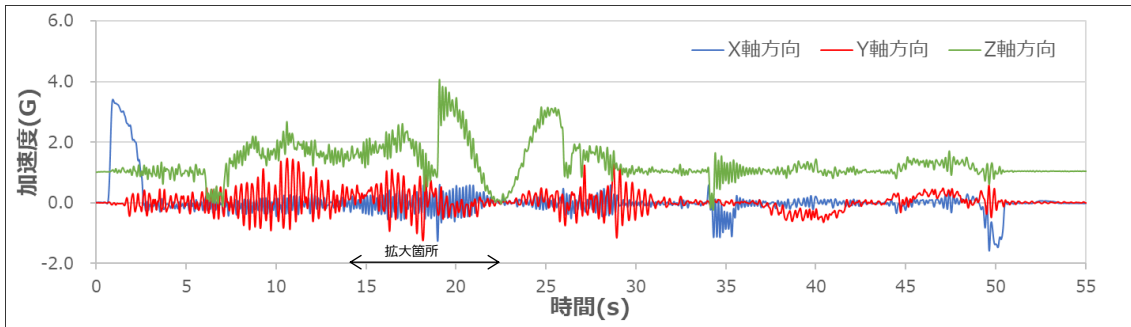


図 10 現行ホイールキャリアの3両目における加速度 (全体)

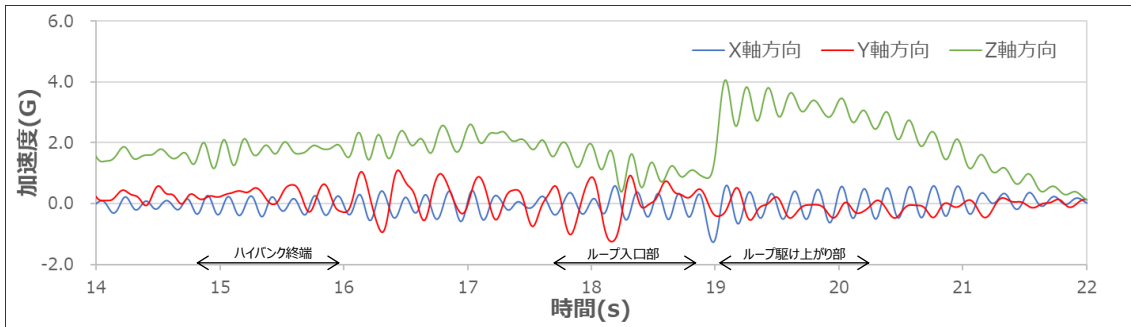


図 11 現行ホイールキャリアの3両目における加速度
(ハイバンク終端からループ部)

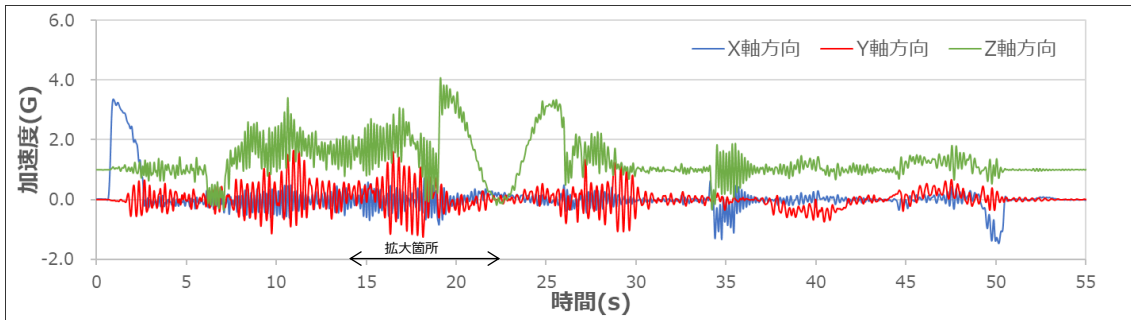


図 12 現行ホイールキャリアの4両目における加速度 (全体)

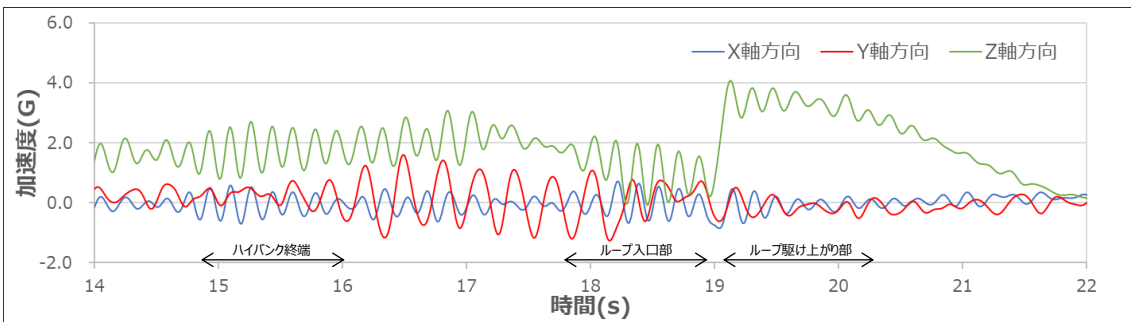


図 13 現行ホイールキャリアの4両目における加速度
(ハイバンク終端からループ部)

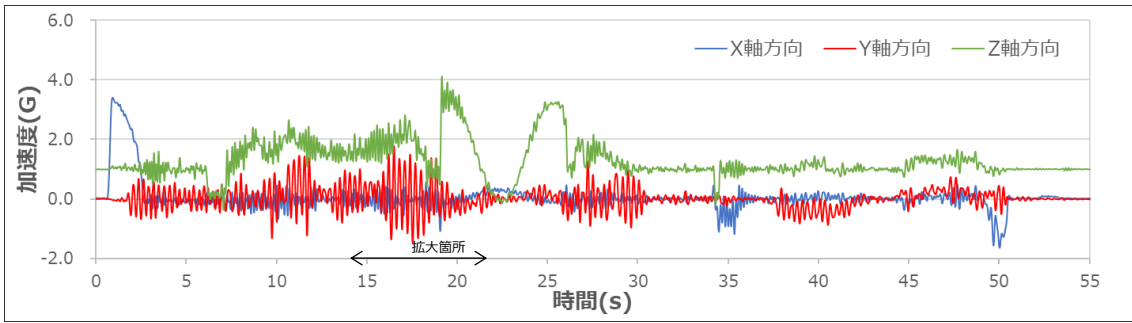


図 14 現行ホイールキャリアの 5 両目における加速度 (全体)

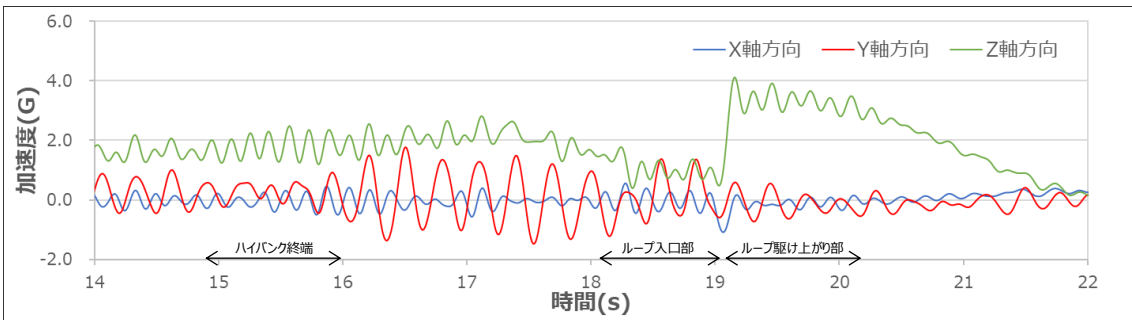


図 15 現行ホイールキャリアの 5 両目における加速度
(ハイバンク終端からループ部)

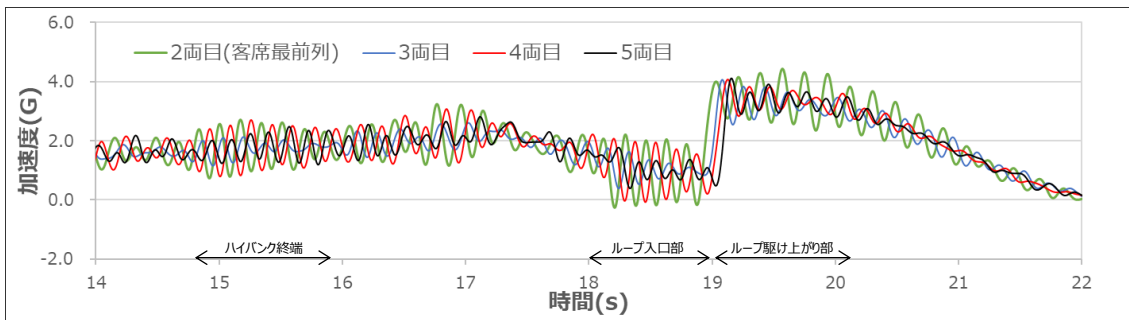


図 16 現行ホイールキャリアの 2～5 両目における Z 方向加速度
(ハイバンク終端からループ部)

各ホイールキャリアにおける走行時(事故の多くが発生したと考えられるループ部付近)の Z 方向加速度の周波数は表 2 のとおりである。

表2 走行位置における車両のZ方向加速度の周波数

ホイール キャリア構造	車両 位置	周波数 (Hz)		
		ハイバンク終端	ループ入口	ループ 駆け上がり部
旧	2両目	6.4	6.6	6.7
現行	2両目	5.9	5.7	5.5
	3両目	5.5	5.8	5.4
	4両目	5.9	5.8	5.4
	5両目	6.3	7.0	6.4

また、現行ホイールキャリアにおける走行時のZ方向加速度については、最大値に大きな差は見られなかったが、2両目（客席最前列）が他の車両よりも大きく振幅していた。

2.8 自動車衝突試験用ダミーを使用した実機検証に関する情報

- ・当該遊戯施設に乗車した際の人体に加わる衝撃度合いを把握するため、男性と女性を模擬したダミーを乗車させ運転し、ダミーの各部位の加速度や荷重・モーメント等の衝撃値を計測した（写真8、9）。
- ・ダミーは、Hybrid-III 5th percentile Female（以下「ダミー1」という。）
※7 および Hybrid-III 50th percentile Male（以下「ダミー2」という。）※8
を使用した。

※7：主に自動車の前面衝突試験に使用されるアメリカ人の成人女性の小柄な体格を模擬したダミー

※8：主に自動車の前面衝突試験に使用されるアメリカ人の成人男性の平均的な体格を模擬したダミー

- ・自動車衝突試験用ダミーの頸部に作用する荷重やモーメントについて、ループ部に着目して確認した結果と、計測条件が異なる※9ため参考値であるが、頸部損傷の指標である N_{ij} ※10を算出した結果を図17～図19（ダミー1）、図20～図22（ダミー2）に示す。

※9：＜本試験＞サンプリング周波数 1kHz、フィルタ処理なし

＜ N_{ij} ＞サンプリング周波数 10kHz、フィルタ処理 CFC1000

※10：Normalized Neck Injury Criterion の略。頸部のZ軸荷重とY軸まわりモーメントの組み合わせによって算出される自動車の安全性能基準に採用されている頸部傷害の危険性を表す指標であり、同基準における損傷の閾値は1である。

$N_{ij} = FZ / FZc + MY / MYc$ FZc : 臨界力、 MYc : 臨界モーメント

各ダミーの臨界力と臨界モーメントは表3のとおりである。

表3 各ダミーの臨界力と臨界モーメント

	FZc [N] Tension (引張)	FZc [N] Compression (圧縮)	MYc [Nm] Flexion (屈曲)	MYc [Nm] Extension (伸展)
ダミー1	4287	-3880	155	-67
ダミー2	6806	-6160	310	-135

なお、正負の組合せで評価されるため、N Flexion-Tension、N Extension-Compression、N Flexion-Compression、N Extension-Tension の4項目について計算される。

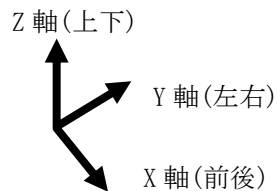
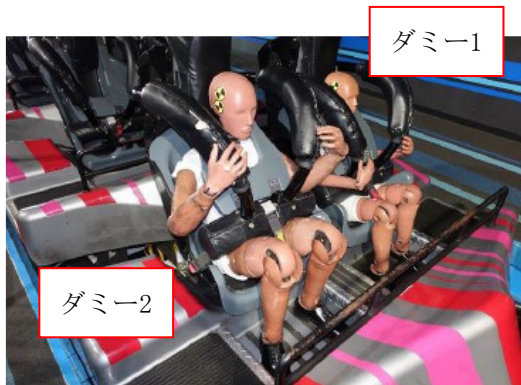


写真8 ダミー乗車の様子

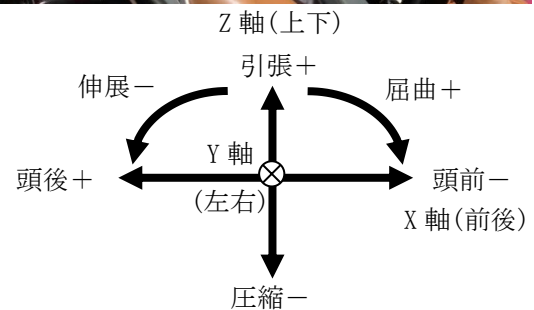


写真9 荷重計の感度方向

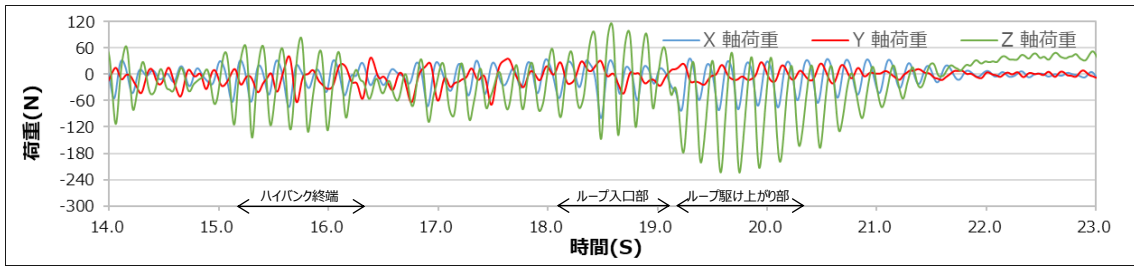


図 17 ダミー1 の頸部上部荷重

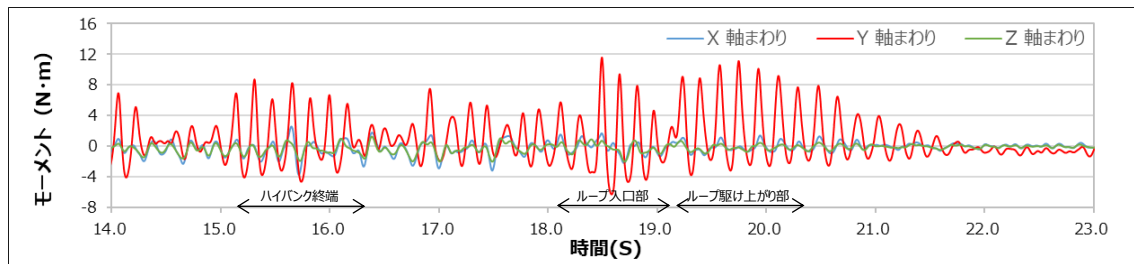


図 18 ダミー1 の頸部上部モーメント

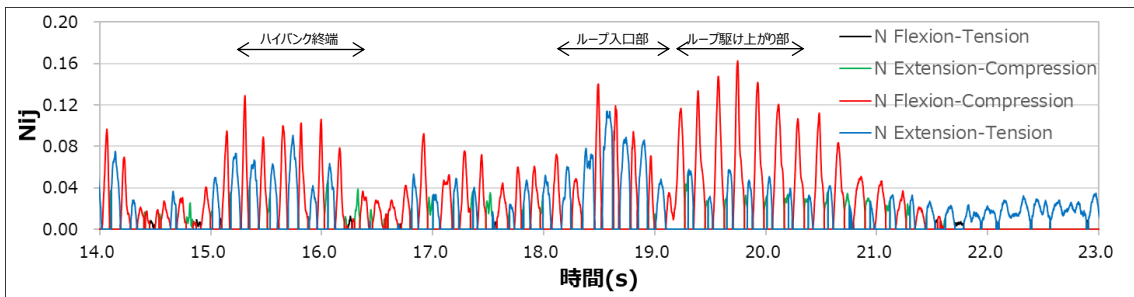


図 19 ダミー1 の N_{ij}

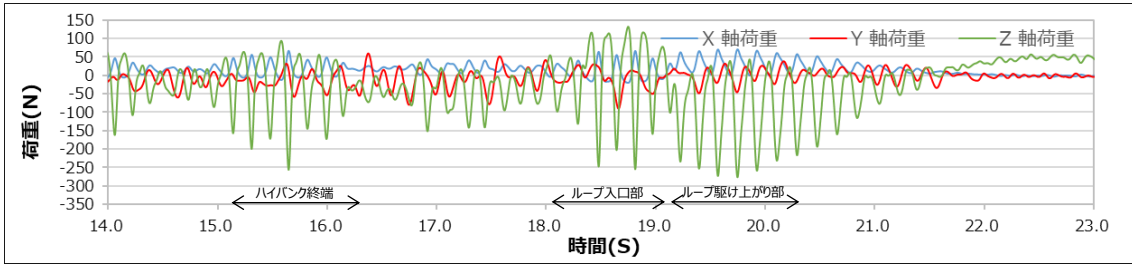


図 20 ダミー2 の頸部上部荷重

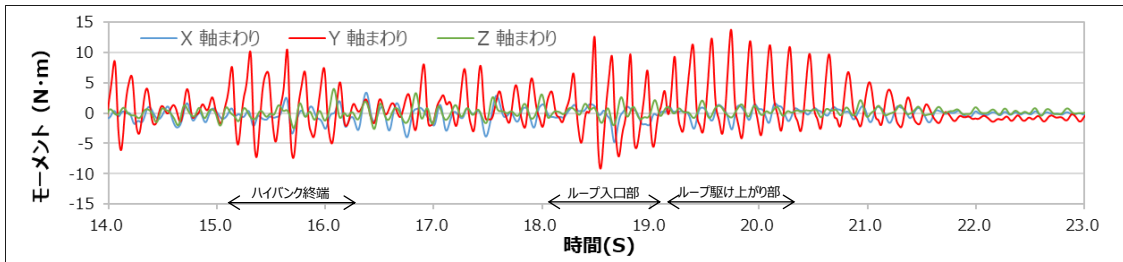


図 21 ダミー2 の頸部上部モーメント

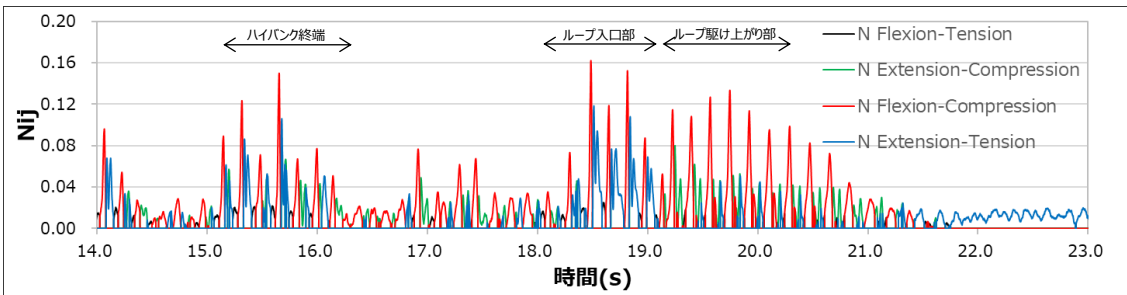


図 22 ダミー2 の N_{ij}

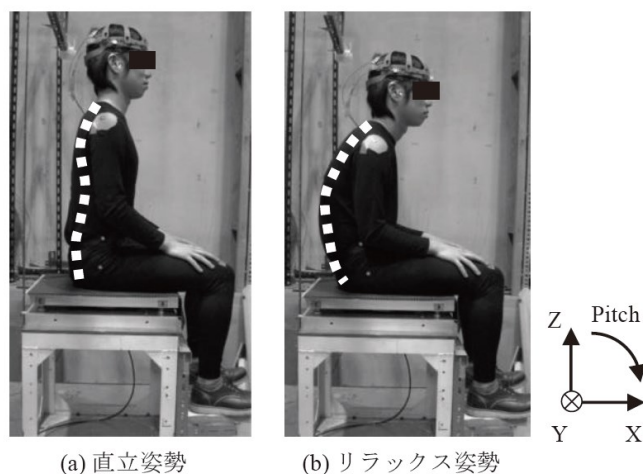
2.9 身体の振動応答に関する情報

文献^{※11}によれば、着座状態時に、図 23 に示すように体幹の緊張度合を、背筋を伸ばした直立姿勢と体の力を抜いて楽にしたリラックス姿勢の 2 姿勢に変えて行った鉛直方向の加振試験において、振動特性が異なるとされており、頭部鉛直伝達率^{※12} に関してはリラックス姿勢での応答倍率の方が大きく、共振周波数は 4.5~5Hz 付近、また頭部ピッチ伝達率^{※13} に関しては、頭部鉛直伝達率と同様にリラックス姿勢での応答倍率の方が大きく、共振周波数は 5~5.7Hz 付近とされている (図 24)。

※11：玉置、吉村、全身振動を受ける着座人体の振動特性、バイオメカニズム学会誌 Vol. 41, No. 1, p. 9-14, 2017)

※12：頭部鉛直伝達率：着座部分の鉛直方向の振動が、頭部の鉛直方向の振動に伝わる割合

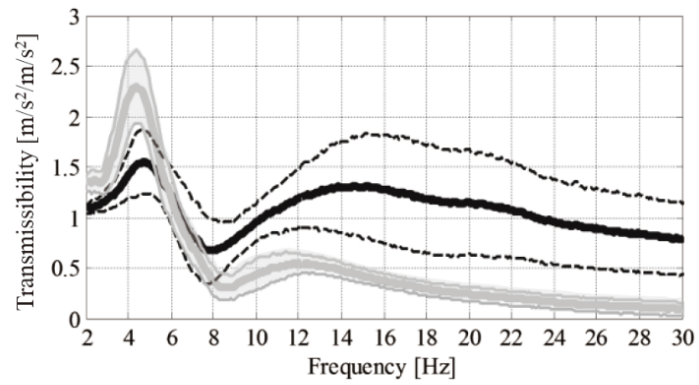
※13：頭部ピッチ伝達率：着座部分の鉛直方向の振動が、頭部のピッチ回転方向（頭部が前後に回転する方向）の振動に伝わる割合



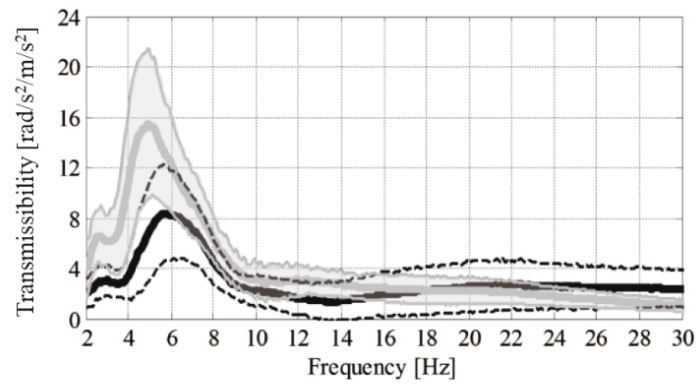
(a) 直立姿勢

(b) リラックス姿勢

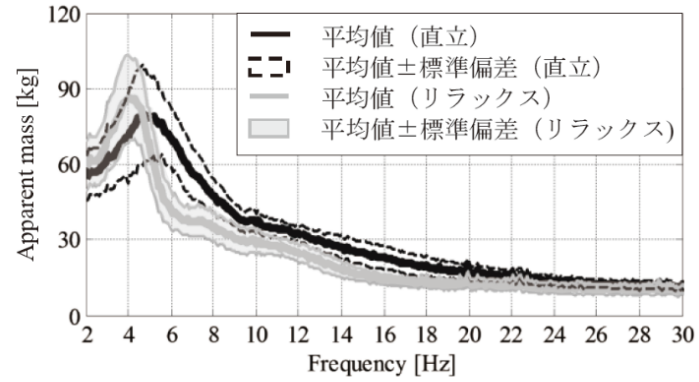
図 23 被験者の 2 姿勢^{※11}



(a) 頭部鉛直伝達率



(b) 頭部ピッチ伝達率



(c) 駆動点動質量

図 24 着座姿勢変化による伝達率と動質量の変化^{※11}

3 分析

3.1 負傷の状況等に関する分析

被害者の負傷の状況及び申告内容について、医学系専門家の見解は次のとおりである。

- ・全ての負傷が、頸椎や胸椎の急な屈曲、伸展力で生じ、特に重症の損傷は頸椎胸椎の屈曲方向、軸圧縮方向の力が加わって起こる外傷であると考えられる。
- ・カーブ付近で車両が揺れて背中を座席背もたれのクッションに強打したという被害者からの申告もあるが、通常そのような方向の外力で圧迫骨折は起こらないため、受傷機転と合っていないという印象がある。
- ・身構えて首に力が入った状態では骨折するような事故にはなりにくいと考えられるため、事故時は首に力が入っていなかったと考えられる。
- ・事故発生時期を考えると、着用していたマスクのせいで注意力が奪われ、姿勢の変化に繋がった可能性や、直前のトンネルの影響により身構えることができず、首に力が入っていなかった可能性も考えられる。
- ・身体保持装置により、体幹は車両にしっかり固定されている一方で、首は動かせる状態であったことから、首に外力が集中し、頸椎を負傷しやすくなっていた可能性が考えられる。
- ・傷害発生の頻度を考えると、コースター側の要因のみならず、乗車姿勢等の要因の関与も否定できないと考えられる。

3.2 乗客に作用する力に関する分析

2.8の図17、図18、図20、図21から、事故機は乗客の頸部に作用する圧縮荷重と屈曲モーメントの波形のピークが揃う状態で走行していたと考えられる。また、参考として算出した N_{ij} （図19、図22）にて、圧縮荷重（Z軸荷重）と屈曲モーメント（Y軸まわりモーメント）が作用している際（N Flexion-Compression）の数値が他の組合せと比較して大きいことから、乗客の頸部に最も作用する力は、圧縮荷重と屈曲モーメントが組み合わさった力であると考えられる。なお、今回算出した N_{ij} の数値自体は最大で0.16程度と、自動車の安全性能基準で採用されている閾値（ $N_{ij}=1$ ）に対して小さい数値である。

3.3 車両の振動特性に関する分析

以下の理由により、現行ホイールキャリアでは頭部に作用する加速度が増大し、頸部に作用する圧縮荷重と屈曲モーメントが増大したと考えられる。

- ・2.6より、旧ホイールキャリアでは当該事故が発生していないこと。
- ・2.7の表2及び2.9より、現行ホイールキャリアと旧ホイールキャリアのZ方向加速度の周波数を比較すると、現行ホイールキャリアの方が着座姿勢時の人体頭部の鉛直方向及びピッチ方向の共振周波数に近いこと。
- ・特に2両目はZ方向加速度の振動減衰がされにくく、他の車両より長い間振動にばく露されていたと考えられる。

なお、2.8で使用した自動車衝突試験用ダミーの共振周波数は10Hz程度であったため、試験結果には共振による圧縮荷重と屈曲モーメントの増大の影響は生じなかったと考えられる。

また、本事故機では空気入りタイヤを採用しているが、ウレタンソリッドタイヤの場合は車両の固有周波数が、人体頭部の共振周波数より高くなり共振域より外れるため、頭部に作用する加速度は増大しにくいと考えられる。

3.4 乗車姿勢に関する分析

以下のことから、負傷した乗客は、案内された乗車姿勢を保持していない状態で受傷したことが考えられる。

- ・3.1より、事故時は身構えられておらず首に力が入っていなかったと考えられる。
- ・2.4より、乗車前の待機中から発車までの間に乗客に対して、頭をヘッドレストにつけ正面を向き、安全ハーネスにしっかりと掴まり、下を向かないように、看板等の掲示物や放送による乗車姿勢の説明、スタッフによる乗車姿勢の案内が行われていた。
- ・身構えて首に力を入れるという案内はなかったものの、案内どおりの乗車姿勢を保持していれば、コースターの振動に伴い乗客の頸部に作用する屈曲モーメントに抗い、自ずと首に力が入る状態となると考えられるとともに、進行方向を見て動きを予測し身構えることは可能であったと考えられる。

4 原因

本事故は、以下の事象が重なったことにより発生したものと考えられる。

- ・事故機が乗客の頸部に作用する圧縮荷重と屈曲モーメントの波形のピークが揃う状態で走行していたと考えられること。
- ・現行ホイールキャリアのZ方向加速度の周波数が、着座姿勢時の人体頭部の鉛直方向及びピッチ方向の共振周波数に近いことから、頭部加速度が増

大し、頸部に作用する圧縮荷重及び屈曲モーメントが増大したと考えられること。

- ・負傷した乗客は、身構えられておらず、案内された乗車姿勢を保持していない状態で受傷したことが考えられること。

5 意見

- ・車両座席部より人体に入力される振動の周波数の影響により、人体への負荷が増大する可能性があるため、今後、全身振動にばく露される人体の振動特性についての研究進展が望まれる。
- ・国土交通省は、コースター等の所有者に対し、乗客に対し安全な乗車姿勢を保持し、コースター等の動きを予測し身構えることについての注意喚起を徹底するよう周知すること。

6 (参考) 施設管理者による対応

当該遊戯施設は営業終了することとなったが、施設管理者である富士急ハイランドでは本事故等を受け、その他の遊戯施設に対し、事故防止の観点から以下の取組等を実施したとのこと^{※14}。

(1) ソフト面での取組

- ・搭乗前にスタッフが遊戯施設の特徴、荷物持ち込みルール、正しい乗車姿勢を説明し注意喚起を行う安全プレシヨアの導入。
- ・走路途中にスピーカーを施工し、搭乗姿勢や加速、ブレーキ等の特性に関する注意喚起放送の追加。
- ・スタッフの試乗による安全確認。
- ・乗客及びスタッフ双方でのシートベルトのロック確認。
- ・落下物によるリスク回避のため、高所のアトラクションを対象に金属探知機ゲートの導入。

(2) ハード面での取組

- ・法に基づく定期検査、メーカー基準に加え、さらに厳しい自主点検基準、点検項目を設け、点検確認を実施。

(3) 安全管理体制の見直し

- ・遊戯施設ごとにオペレーション、整備、誘導部門を一元管理する役職を設け、顧客安全のための情報収集及び改善活動を遊戯施設ごとに実施するよう体制を見直し。
- ・顧客安全の統括指令として、ハード、ソフトの情報を一元的に吸い上げて分析と対策を行う部門を新たに設置。

※14：富士急ハイランド HP 内「お客様の安全・安心への取り組みについて」

(<https://www.fujiq.jp/event/h5f6de000002p3zr.html>) より