

空間知覚と爽快感の相関評価

——ローラーコースターの実機とシミュレーターの比較——

脇田 裕久¹・米川 直樹¹・八木 規夫¹
鶴原 清志¹・征矢 英昭¹・高木 英樹¹
富樫 健二¹・浜中 健二²・草川 喜種³
小段 範久³

Correlation between and evaluation of perception of space and sensibility of refreshment: Comparison of roller coaster simulator and actual machine

Hirohisa WAKITA¹, Naoki YONEKAWA¹, Norio YAGI¹, Kiyoshi TSURUHARA¹,
Hideaki SOYA¹, Hideki TAKAGI¹, Kenji TOGASHI¹, Kenji HAMANAKA²,
Yoshitane KUSAGAWA³ and Norihisa KODAN³.

Abstract

The present study was designed to compare the psychological and physiological changes between the roller coaster simulator and actual machine. This simulator was manufactured to reproduce the environment of an actual roller coaster as closely as possible, and provided for the use of panorama pictures taken by 3 video cameras, sounds by speaker and body sonic, the generation of air current and disturbances from 4 directions. The subjects were 10 healthy males aged 19-47 years, and they were asked to measure some psychological (POMS: Profile of Mood States, MCL: Mood Check List, STAI: State-Trait Anxiety Inventory) and physiological indices (HR: Heart Rate, NA: Noradrenalin, A: Adrenalin). Only one subject, a male aged 25 years, had blood drawn for analysis by HPLC (High-Performance Liquid Chromatography).

The degree of pleasure measured by the MCL was increased after experiencing both the simulator and riding on the actual machine. HR and the concentration of plasma NA and A measured after riding on the actual machine was greater than that after the simulator. These results suggest that on the simulator such simulated factors as vertical reality increase the degree of pleasure without any physiological changes.

The degree of relaxation was decreased significantly and the plasma NA and A concentrations increased after boarding on the actual machine. HR at both top and screw phases on the actual machine, was increased significantly in comparison with HR right after boarding the machine. These results suggest that both psychological and physiological stimulation provided

原稿受理日 平成6年9月30日

¹ 三重大学教育学部 (Faculty of Education, Mie University)

² 三重大学医学部 (Faculty of Medicine, Mie University)

³ 日本鋼管株式会社 (NKK Corporation)

by the actual machine is greater than that provided by the simulator.

There were no correlation between changes in psychological and physiological indices when measured on the simulator and the actual roller coasters. These results suggest that the way that each subject reacts differs according to psychological and physiological changes, and it is thought that the individual differences result from such factors as sports experience, sex, personality, individual preference and experience on roller coasters.

The degree of pleasure and HR were also decreased, and the degree of relaxation increased with the number of times the subject rode on an actual roller coaster. These results suggest that the degree of mental tension caused by the first trial is much higher than that after the second trial and it is considered that these phenomena are the result of becoming accustomed to riding on a roller coaster.

1. 研究目的

遊園地などで人気のあるローラーコースターは、風景・動揺・風の変化を伴って、乗客に爽快感・嫌悪感・緊張感・恐怖感などの様々な心理的变化を起こさせる。最近のローラーコースターの設計は、加速度の増大・搭乗時間の延長を計って乗客に過激な刺激を求める傾向にある。このような動環境下にさらされたヒトが、外的刺激の大小によって、心理的・生理的のどのように変化するのであるかということは、興味ある問題である。

一方、ヒトの心理作用と生理現象は、極めて密接な関係にあり、心理的な変化によって種々の生理的現象が出現する。例えば、心理的な緊張が交感神経を興奮させ、血液配分の変動、心拍数の増加、発汗作用の亢進などを生じさせる。そして、心理的变化は、心理学的な手法による①POMS (Profile of Mood States: 気分)、②MCL (Mood Check List: 快感・リラックス感)、③STAI (State-Trait Anxiety Inventory: 状態-特性不安)によって評価され、生理学的変化は①心臓血管系の活動水準(心拍出量・心拍数・末梢血流量、血圧等)、②化学物質の分泌(アドレナリン、ノルアドレナリン等)、③発汗(GSR: Galvanic Skin Response, SCR: Skin Conductance Response, SCL: Skin Conductance Level等)によって測定されている。しかしながら、これらの心理作用と生理現象は、それぞれ独自に測定されている報告が多く、両指標を統合し、両者の関係について論及された報告はこれまでにあまり見受けられない。

本研究は、実機に限りなく近い環境を再現できるローラーコースターのシミュレーターを製作し、このシミュレーターとこのモデルとなった実機に

曝されたヒトの心理的变化と生理的变化を測定し、両者の相関関係を明らかにするとともに、これらの評価についても試みようとするものである。なお、本研究では、実機に繰り返し搭乗させた時の心理・生理的变化についても併せて検討することを目的とした。

2. 先行研究

1) POMS

POMS (Profile of Mood States) は、アメリカの精神科医である McNair らによって開発されたテストであり、65項目から構成されている。彼らは、情動の心理を理解するための一つの方法として、一過性で変化し易い情動状態を評価しようとの意図から、気分に関する100の形容詞をもとに因子分析により検討し、6つの因子を抽出している。これら6つの因子は、①緊張、②抑うつ、③怒り、④活力、⑤疲労、⑥混乱である。彼らによれば、精神疾患の状態把握に有効であるだけでなく、健常者にも信頼に足る尺度であるとしている⁷⁾。

以上のように、POMSの質問項目は英語の形容詞であるが、猪俣・山本⁵⁾は比較文化的視点からそのまま日本人にこのテスト適用するには問題があるとの判断から、原著のPOMSの質問項目を記述的表現に改め、さらに同一の意味の範囲で適切な類語を選択しながら、日本語版を作成している。本研究では、ここ1週間における気分が生体に影響する可能性が考えられたので、猪俣・山本が作成した日本語版を使用し、気分のチェックを行った。

このテストにおいては、「活動性」の得点が高く、他の5つの尺度の得点が低く、プロフィール

の形状が「氷山型（アイスバーグプロフィール）」になっていることが気分状態としては望ましいとされている。

2) MCL

MCL (Mood Check List) は、橋本ら³⁾によって作成され、「快感情」9項目、「リラックス感」3項目の2因子、12項目の対形容詞句 (SD 法) からなっており、一過性の運動によって「快感情」や「リラックス感」が改善されることが報告されている。本実験では、シュミレーション搭乗前後の「快感度」「リラックス感」を MCL で評価した。

3) STAI

STAI (State—Trait Anxiety Inventory) は、スピルバーガーらによって作成された不安を測定するものであり、清水・今栄⁹⁾によって日本版の標準化がなされている。STAI は、状態不安尺度と特性不安尺度それぞれ20項目からなっているが、スピルバーガーは「状態不安というのは、一時的な情動状態であり、時間の経過によってその強さは変化し、動揺する。主観的、意識的には、緊張感、イライラ感、心配といったように感じられ、自律神経系の活性化をとまなっている。一方、特性不安は性格特性の一つであり、かなり一定した不安に陥りやすい個人差である。(p93)」⁶⁾と定義している。清水・今栄⁹⁾の研究よれば、通常の講義場面に比較して試験場面のほうが状態不安尺度の平均得点が高いことが報告されている。

本研究では、ある状況における一時的な情動状態としての不安を測定する状態不安尺度を用いた。

4) 心拍数

心理的な興奮が心拍数を上昇させることはよく知られた現象であり、マラソン・レース¹⁾では当日の心拍数が74.8拍/分・レースの10日後では61.8拍/分、自動車レース⁹⁾ではスタート15分前が150~180拍/分・スタート2分前が180拍/分以上・スタート直前が200~205拍/分にもなることが報告されている。また、Videman ら¹¹⁾は、スキー・ジャンパーに偽薬と β -アドレナリン作動神経遮断薬を投与した時のスキー・ジャンプ前と着地後の心拍数を計測し、ジャンプ前の心拍数は偽薬の投与では115拍/分、 β -アドレナリン作動神経遮断薬の投与では79拍/分、着地後の心拍

数はそれぞれ149拍/分と103拍/分であると報告している。これらの結果は、 β -アドレナリン作動神経遮断薬を投与することによって、心臓運動促進作用、血管拡張作用、気管支筋拡張作用などの遮断が神経的興奮を抑制するため、心拍数は約40~45拍/分減少するとされている。さらに Imhof ら⁴⁾や Videman ら¹¹⁾は、スキー・ジャンパーの心拍数が着地後15秒して最高値に達するオーバーシュート現象を報告し、Yamaji ら¹²⁾もこのようなオーバーシュート現象が最大下作業では約140拍/分を超える頃から出現し、最大作業では約60%の者に認められることを報告している。

一方、「慣れ」による心理的な緊張や覚醒の低下が心拍数を低下させることが知られている。精神作業である単純計算中では、作業開始1分目では92拍/分であったが、作業がなれるにつれて徐々に低下し、6分目では88拍/分になると報告されている¹³⁾。また、自動車の同乗者の心拍数は、1回目が81拍/分であったものが、2回目では75拍/分に有意に減少することが報告されている¹³⁾。

5) 化学物質の分泌（アドレナリン、ノルアドレナリン等）

からだの外界からの刺激（ストレス）や、内部刺激（痛み、低血糖、身体運動など）を受けるとある決まった反応を示すことが知られている。例えば、心臓の心拍数が増加したり、同時に細動脈が収縮することにより血圧が増加する。また、血糖値が増加し、代謝が活発になったりする。このような症状は H. Selye により整理され、汎適応症候群、いわゆるストレス状態として知られている。

このストレス状態は、血中のホルモンとしての化学物質が媒体となる。その主なものは、ペプチド、およびベンゼン環を有するアミンであるカテコールアミンの二つである。前者は、下垂体前葉で合成され、血中に分泌される副腎皮質刺激ホルモン (ACTH: adrenocorticotropic hormone)、およびそれにより副腎皮質から分泌されるコルチゾールである。後者は、全身にくまなくはりめぐらされた自律神経の節後線維の末端で合成され、シナプス間隙もしくは血中に分泌されるノルアドレナリン (NA)、および、副腎の髄質にあるのクロマフィン細胞で合成、血中に分泌されるアドレナリン (A) である。NA は中枢神経系でも重要な神経伝達物質として機能し、もちろんストレス状態では脳内の NA 代謝回転（タイロシンというア

ミノ酸を取り込み、それから種々の脱水素酵素の触媒反応により NA が合成され、さらに、その一部がアミノ基転移酵素により A に変換される)が高まり、濃度が増加することが知られている。一般に、血中では NA/A の比率は 1 : 4 となっている。

ストレス状態を形成する中で、これら二つのホルモンは相互に影響し合うことが知られている。例えば、アドレナリンによる昇圧作用には、副腎皮質由来のコルチゾールが必須であることなどである。しかも、最近では、これらを制御する視床下部では、CRH (corticotropin-releasing hormone)

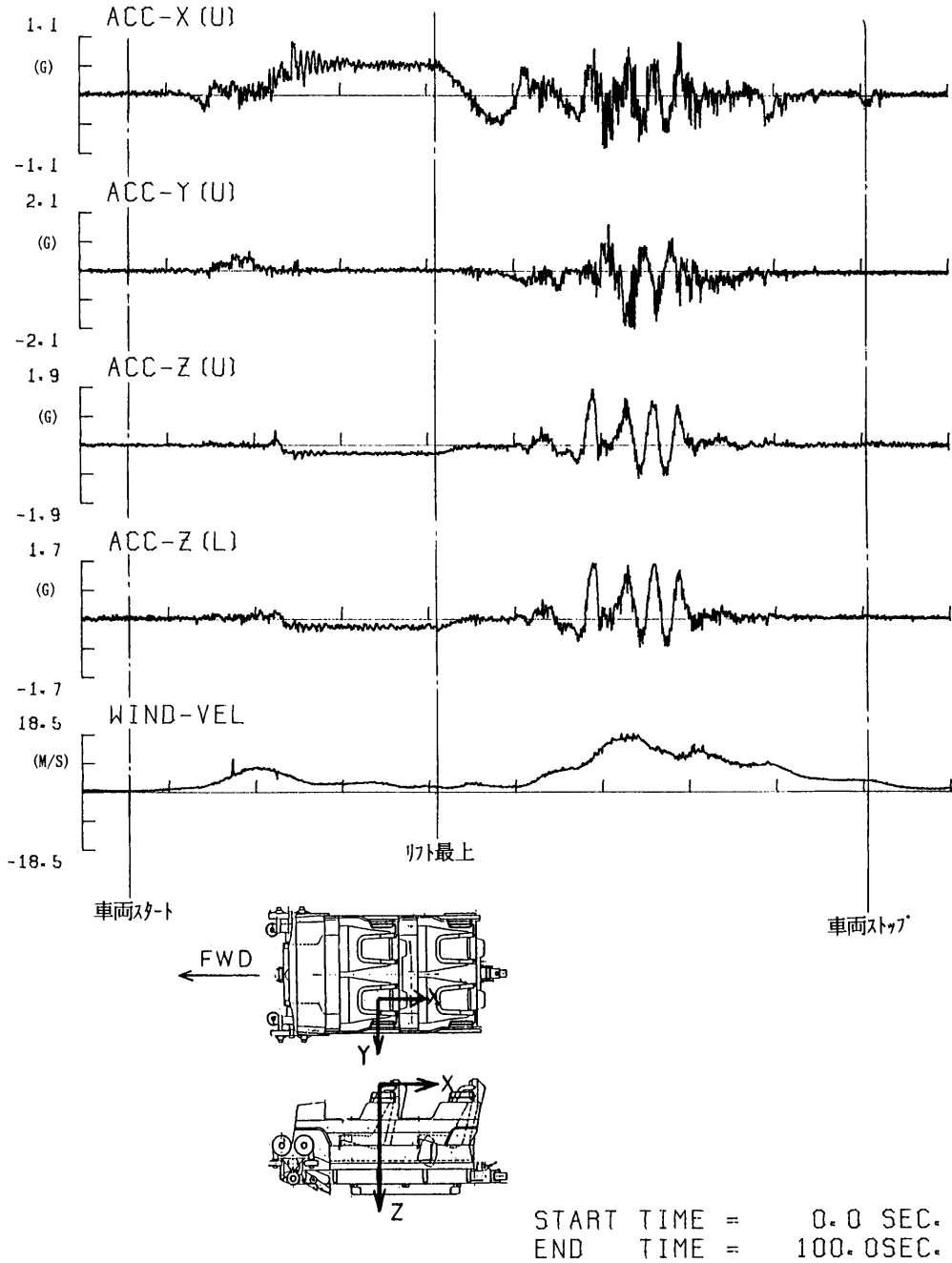


図1. 実機の加速度と風速の変化

というストレス原因ペプチドが両者を同時に刺激することがわかっている。したがって、血中のNAやAが増加することは、あるストレスに対して生体が反応し、視床下部が興奮する状態にあると考えることができる。このことは、人や動物に共通した情動（怒り、不安、恐怖など）が、視床下部の機能と関連していることを考えると、

ストレス状態に生じる精神的变化が、自律神経や内分泌系の情報伝達物質の変化と関連することが推察される²⁾。

4. 研究方法

ローラーコースターの実機は、某遊園地のコークスクリューであり、その加速度変化を図1に示

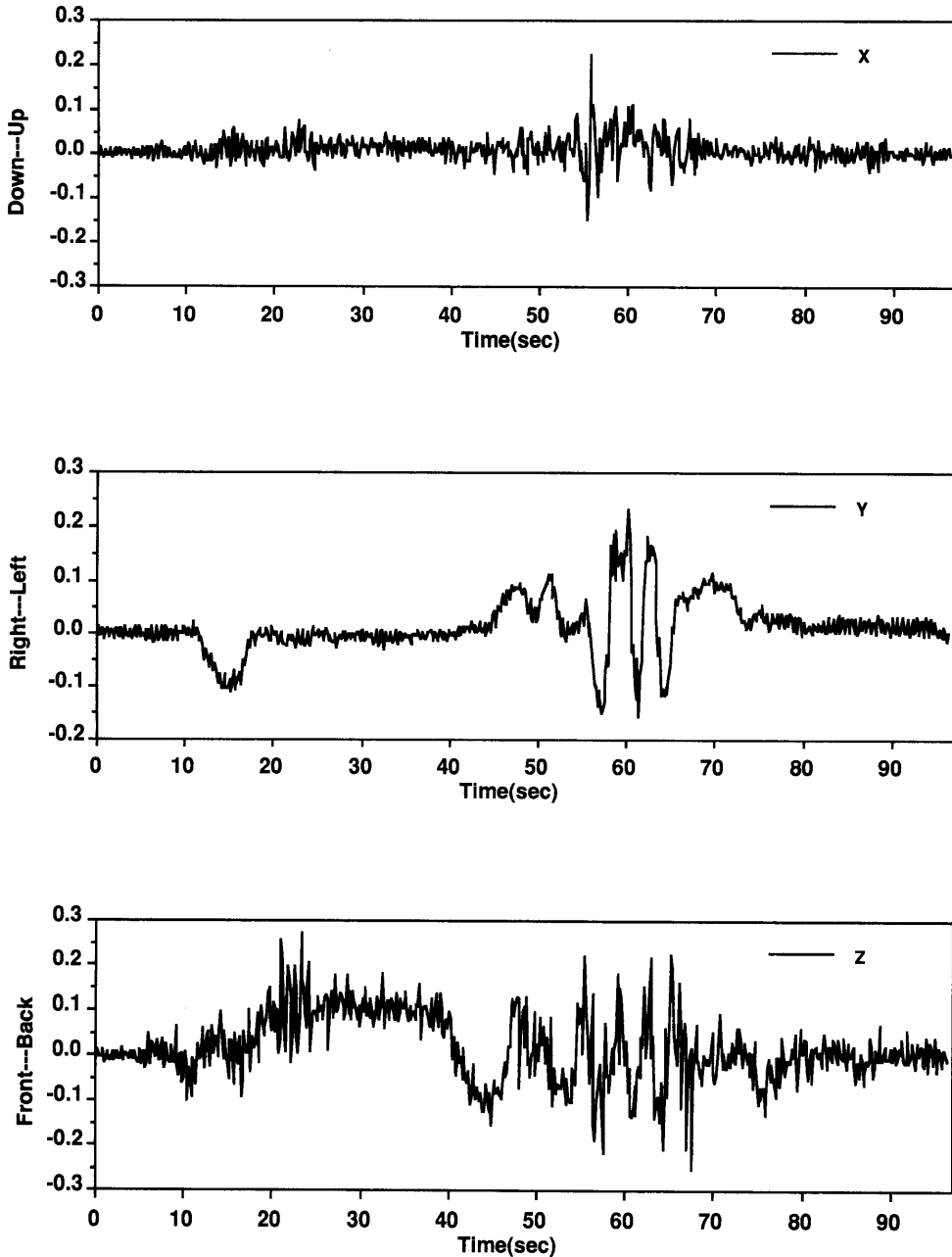


図2. シミュレーターの加速度変化

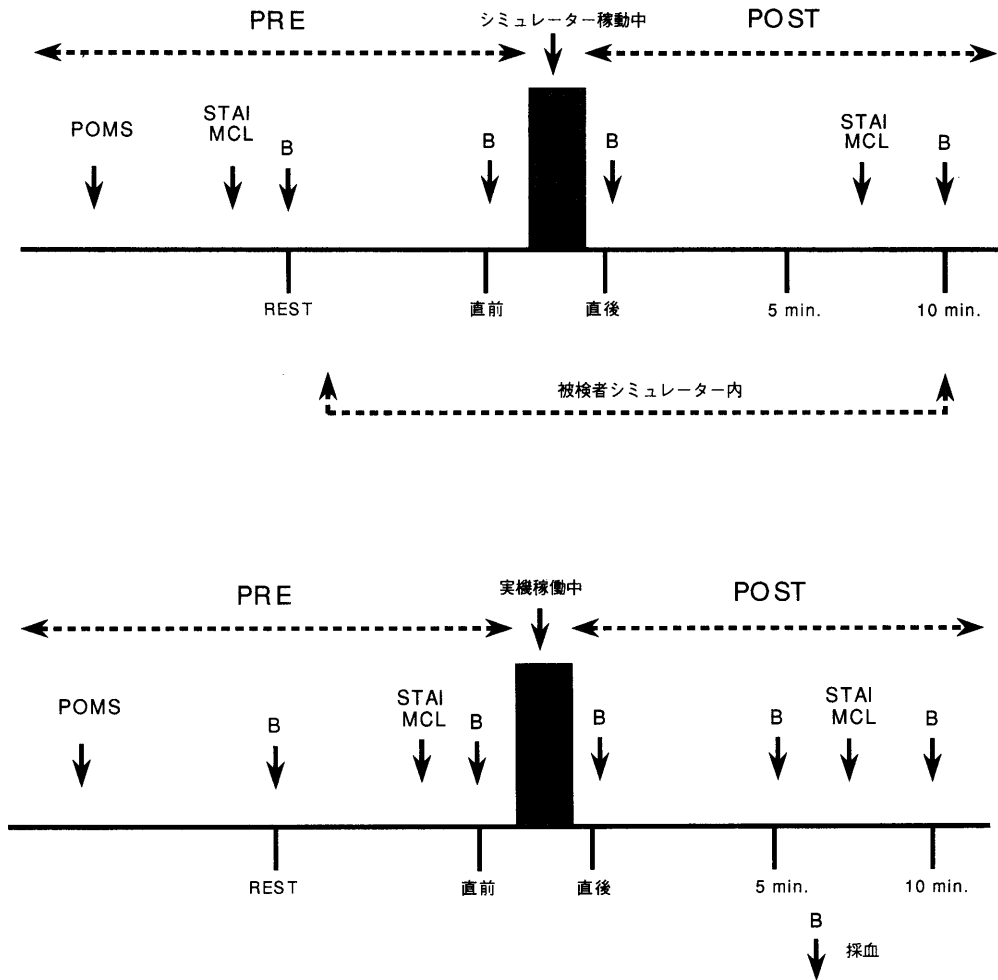


図3. 実験のプロトコール

した。シミュレーターは、この実機に限りなく近い環境を再現できるものを制作した。このシミュレーターは、映像（3台のカメラによるパノラマ映像）、音響（スピーカーとボディソニックによる再生）、風（6台の送風機による気流を発生）、動揺（上下揺・前後揺・横揺・縦揺）の再現現象が可能な装置を有し、その加速度変化を図2に示した。

被検者は、健康な19歳～47歳の男性10名を対象とし、心理調査（POMS、MCL、STAI）、心拍数（Canon polar vantage XL を使用）及び採血を図3に示す実験のプロトコールに従って実施した。なお、採血については、健康な25歳の男性1名（被験者 YOS）に限って測定した。被検者は、控え室において POMS の測定を実施した後、右尺骨

静脈内にヘパリン処理したカテーテルを留置し、安静時の採血を行なった。その後、被検者は実機とシミュレーターに搭乗し、採血は安静時・搭乗直前・搭乗直後・5分後・10分後の5回実施した。血液の処理については、採血した血液（10 ml）を直ちに遠沈し、血漿を分離して、マイクロチューブ（2 ml）に分注し、測定時まで -35°C で保存した。カテコラミンの測定は、高速液体クロマトグラフィー（島津社製）を用いた。また、MCLとSTAIは、安静時採血前とシミュレーター運転後5分～10分間の2度実施した。

さらに実機では、3回の繰り返しの搭乗による「慣れ」の心理・生理変化を測定するために、図3のプロトコールに従って、6名の被検者に心理調査と心拍数を繰り返し測定した。なお、そのう

ち1名の被検者について2回の繰り返し搭乗前後の採血を実施した。

なお、統計処理については、対応のあるt検定を用いた。

5. 結果および考察

1) 搭乗前の心理状態について

シミュレーター及び実機搭乗前の心理的コンディションを表すと考えられる POMS の平均プロフィールを示したのが図4である。両者とも「活力」が最も高く、それを中心に他の尺度が低い典型的な「氷山型 (アイスパーク・プロフィール)」を示しており、搭乗前の心理的コンディションはよかったと思われる。また、各尺度毎にシミュレーターと実機搭乗前の得点をt検定したところ、全ての尺度に有意差は認められなかった。従って、搭乗前の心理的コンディションにおいて、両者に差はなく、しかもよい状態で搭乗していたと考えてよいであろう。

2) シミュレーターと実機の比較について

シミュレーターと実機における搭乗前後の心理調査及び搭乗中の心拍数の時系列変化を図5に示した。

a. 心理的变化

快感情においては、両者ともに搭乗前に比較して搭乗後に得点が増加している。t検定の結果、

シミュレーターにおいて有意差が認められた。一方、実機においても搭乗後の得点は同じ程度に増加していたが、有意差は認められなかった。従って、快感情においては、両者ともに同じようにより方向、つまり搭乗後に「楽しい」、「愉快」等の

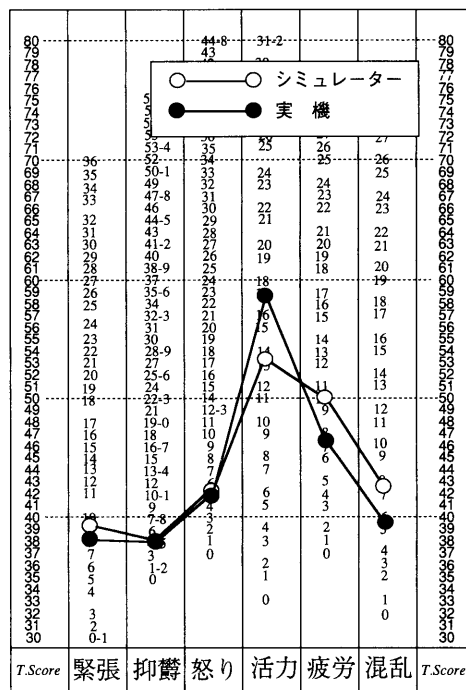


図4. 搭乗前の POMS の比較

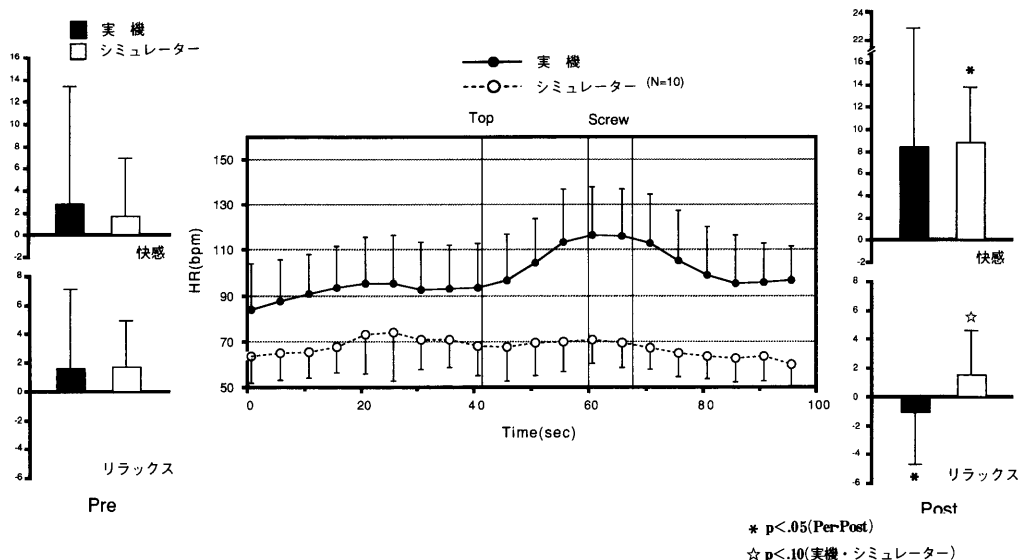


図5. シミュレーターと実機搭乗前後の MCL と搭乗中の心拍数の変化

気分を高める効果があったと考えられる。しかし、図5に示されているように、実機の搭乗前後の分散が非常に大きく、このことが有意差がなかった原因の1つであると考えられ、これは個人によってその反応がかなり異なっていることを示している。たとえば、実機においては、ローラーコースターが嫌いな被検者の快感の得点がマイナスの方向に変化しており、搭乗者の感じ方に大きな差があることを示している。

また、リラックスにおいては、シミュレーターでは搭乗後にほとんど変化は認めれないが、実機では搭乗後に得点が減少している。t検定の結果、実機の搭乗前・後に有意差が認められ、搭乗後のシミュレーターと実機に有意差は認められなかったものの、その傾向が認められた。従って、実機は、「緊張」や「興奮」を高める刺激であり、シミュレーターはそれほど刺激ではなかったと考えられる。

さらに、不安においてはシミュレーターと実機、また搭乗前・後にほとんど変化は認めれず、t検定においても有意差は認められなかった。このことは、両者とも不安を変化させる刺激ではなかったと考えられる(図6)。

以上のことから、実機は、興奮や緊張を高め、その上、快感をも高める効果があり、シミュレーターは快感を高める効果があると考えられる。その意味では、前者は強い刺激であると思われる、後者は弱い刺激であると思われる。いずれにしても両者は、不安に変化がないことを考えるならば、刺激として快感を高める効果のあったものであると思われる。

b. 生理的变化

シミュレーター搭乗時における心拍数の時系列

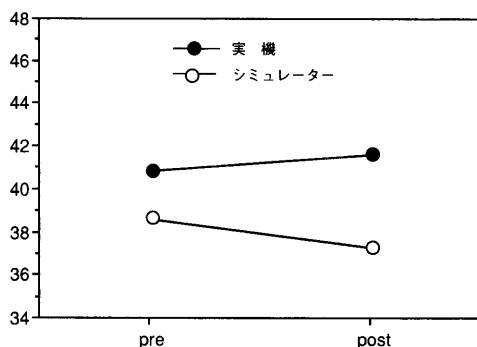


図6. シミュレーターと実機搭乗前後の STAI の比較

変化は、約70拍/分とほぼ一定の値であり、シミュレーターの加速度変化に伴う顕著な変化が認められなかった。運転開始時の心拍数を基準とした各時刻の比較では、30秒・35秒・60秒にのみ1~5%水準で有意な差が認められた。一方、実機では、運転開始から Top までは約90拍/分であり、Top から Screw 局面にかけて心拍数は約110拍/分に増大し、その後運転終了までやや減少する傾向を示した。運転開始時の心拍数を基準とした各時刻の比較では、5秒・10秒・20秒・45秒~80秒の間に0.1~5%水準で有意な差が認められた。従って、実機では特に Top から screw 局面の心拍数の増加が運転開始から Top まで及び運転終了局面に比較して生理的に著しく変化することを示唆している。

また、シミュレーターにおける心拍数は、各時点とも実機に比較して、5%~0.1%水準で有意に低い値を示した。これらの結果から、シミュレーターは、実機に比較して生理的な影響がかなり低いことを示唆している。これらの心拍数が増加する要因については、加速度の影響と心理的な緊張に伴う影響によるものと考えられるが、両者を明確に区別することは困難である。

なお、シミュレーター搭乗時の心拍数変化を被検者別に比較すると、被検者 MUR、OOM、KUS、TOG、SOY の5名は、実機と同様に Top の付近で心拍数がやや増加しており、シミュレーターの局面変化による影響が観察された。しかし、被検者 MUR は運転開始から Top になるまでに増加しており、特異的な変化を示す傾向が認められた。一方、実機における心拍数変化の被検者毎の比較では、10名中8名の被検者が Top から Screw 局面付近で増加しており、ほぼ同様の変化過程が観察されたが、被検者 MUR と YON は、運転開始から Top になるまでに比較的高い値を示し特異的な反応を示した。これらの特異的な反応は、被検者のシミュレーターに対する好嫌に由来することが考えられるが、この点については今後詳細に検討する必要があるだろう。

実機とシミュレーター搭乗前後の血中カテコラミン濃度変化を比較した(図7-AとB)。実機搭乗時における NA は、安静時では 590 pg/ml であったが、搭乗直前の段階では 950 pg/ml に増加した。これは、搭乗前の緊張状態を示すものである。搭乗後5分における血中 NA 濃度は、さらに 1541 pg/ml にまで増加した。搭乗直後のデー

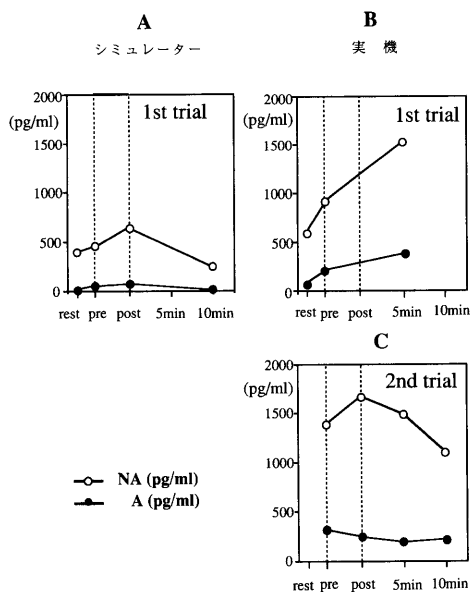


図7. シミュレーターと実機搭乗時における血中カテコラミンの変化

タがとれなかったことや、カテコラミンの血中での半減期（血中の最大濃度が半分減少するまでの時間）が2-3分であることを考えると、搭乗時には、2000 pg/ml 近い NA の増加が予測できる。この分泌反応性は、高強度（100% $\dot{V}O_2$ max）の運動時の反応に匹敵するものであり、ストレスとしては、比較的強いものと考えられた¹⁰⁾。次に、A についてみると、85 pg/ml の座位安静レベルから、スタート直前には 243.6 pg/ml、搭乗後5分には 405 pg/ml と漸増傾向が認められ、副腎髄質系の弱い興奮を示した。

一方、シミュレーター搭乗時における NA については、座位安静時のレベルが 413 pg/ml と、実機におけるもよりも低いほぼ同等の値を示した。搭乗直前でも 450.2 pg/ml と変化はなく、予備緊張の度合いは実機に比べて低いことが推定された。搭乗後5分には 660.4 pg/ml にまで増加したが、搭乗後10分には安静時レベル以下にまで低下した。最高値は直後のデータであるにもかかわらず、実機に比べると、明らかに低く（およそ 39.5%に相当する）、ストレス反応としては極めてマイルドなものであることが示唆された。A についても、座位安静レベル（31.5 pg/ml）から、直後に 77.3 pg/ml に増加したものの、わずかな変化にとどまったことから、副腎髄質系が興奮する閾値以下の刺激であったことが示唆され、シ

ミュレーターのストレス強度が実機に比べてかなり低いものであることが示唆された^{2,10)}。

c. 心理的指標と生理的指標の関係

シミュレーターと実機における心理学的指標の変化量と生理学的指標の変化量の相関関係について検討した。シミュレーターにおける pre に対する post の快感度の変化量と安静時を基準としたシミュレーターの心拍数の増加量の相関係数は、 $r = -0.189$ であり、実機では $r = 0.102$ であり、両者ともに有意な相関関係が認められなかった。また、シミュレーターにおける pre に対する post のリラクスの変化量と安静時を基準としたシミュレーターの心拍数の増加量の相関係数は、 $r = -0.158$ であり、実機では $r = 0.195$ であり、両者ともに有意な相関関係が認められなかった。

以上の結果は、刺激強度が異なる動環境にヒトを曝した場合、心理的な変化と生理的な変化の反応の仕方は、各被検者によって異なっており、一律にならないことを示唆している。これらの要因として、被検者のローラーコースターの搭乗経験、性、性格、興味などが考えられる。しかしながら、本実験では生理学的指標変化量として心拍数を用いたが、さらに微量な化学物質変化が関係している可能性もあり、今後さらに検討を深める必要があると考えられる。

2) 実機の繰り返し搭乗時の変化

a. 心理的変化

図8は、実機を3回繰り返して搭乗した時の搭乗前・後の快感情、リラククス、不安の変化を示したものである。t 検定の結果、すべての項目に有意差は認められなかった。

しかし図8をみると、快感情について、第1試行の搭乗後の上昇が最も高く、第2試行、第3試行になるにしたがって、その変化が小さくなっている。また、リラククスについては、第1試行の搭乗後の減少が最も大きく、第2試行、第3試行になるにしたがって、その変化が小さくなっている。さらに不安では、第1試行、第2試行、第3試行とほとんど変化は認められない。これらのことは、強い刺激であると考えられる実機であっても、繰り返すことによって刺激に対する慣れが生じたものであると考えられる。

b. 生理的変化

実機の繰り返し搭乗時における心拍数の時系列変化を図9に示した。各試行回数とも、運転開始

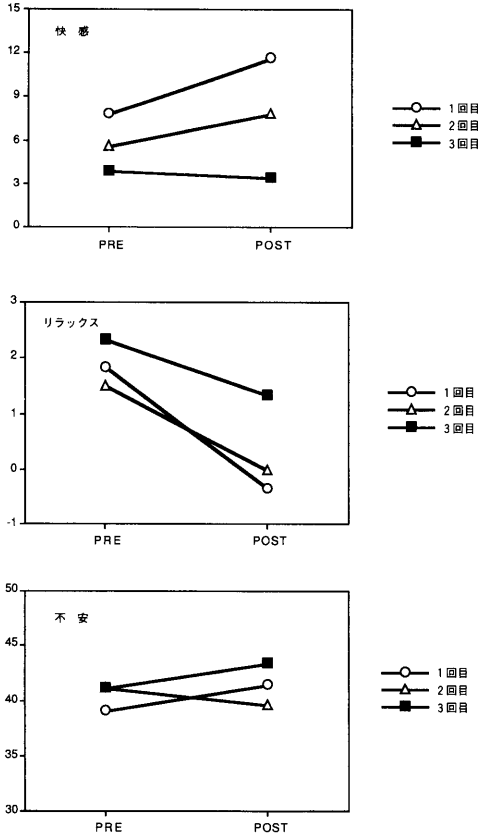


図8. 繰り返し搭乗前後の心拍変化

から Top までは急激な変化は認められないが、Top から Screw 局面にかけて心拍数は増大し、その後運転終了に向かって減少する傾向を示した。運転開始を基準とした各時刻の比較は、第1試行と第2試行では50秒～80秒の間、第3試行では20秒～40秒の間と50秒～75秒の間に0.1～5%水準で有意な差が認められた。また、第1試行における心拍数は、第2試行に比較して運転開始から運転終了前の80秒までの間に5%～0.1%水準で有意に高い値を示した。また、第1試行における心拍数は、第3試行に比較して、運転開始から20秒、35秒～80秒の間に5%～0.1%水準で有意に高い値を示した。さらに、第2試行と第3試行における比較では、両試行間にほとんど有意な差が認められず、運転開始後55秒と60秒にのみ両試行間に5%水準の有意な差が認められた。これらの結果は、身体に及ぼす加速度の影響が各試行とも同一であり、精神的な緊張が心拍数を増加させるというこれまでの報告¹³⁾から、第1試行が特に心理的な緊張を増加させ、その後に続く試行では暫時減少していくことを示唆している。さらに、運転終了直前には繰り返しによる有意な差が認められないことから、それまでの心拍数の増大は、心理的な緊張によって生じたものであることを示唆するものと考えられる。

実機の繰り返し搭乗前後における血中カテコラ

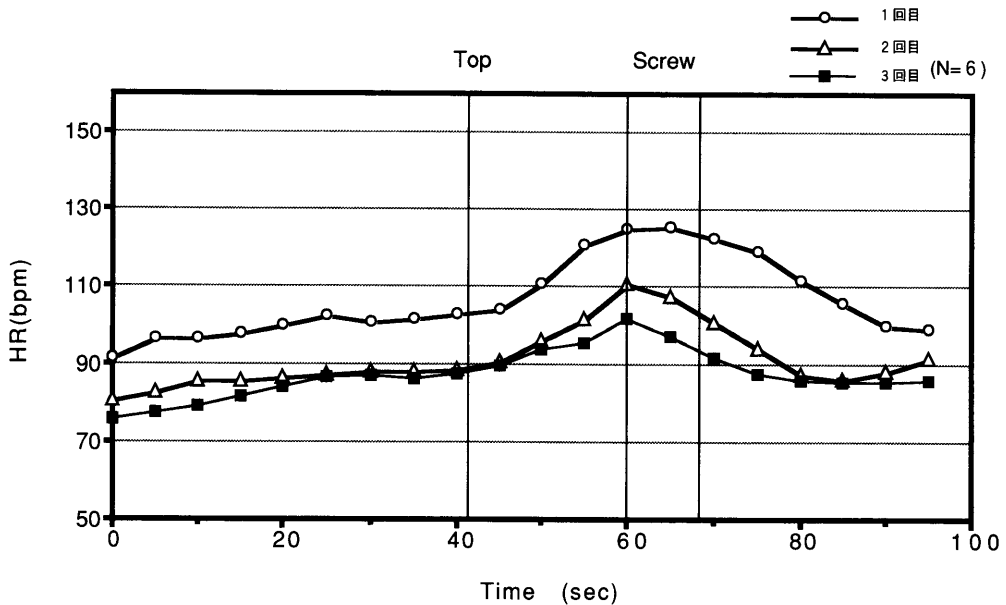


図9. 繰り返し搭乗中の心拍数変動の比較

ミン濃度の時系列変化を図7 (B と C) に示した。第2試行では、第1試行に比較して、NAの血中基礎レベルがかなり増加した状態 (137.6 pg/ml) でスタートすることから、予備緊張が第2試行になるとより高まることが示唆された。しかし、搭乗後の血中 NA 濃度は、直後のサンプルであるにもかかわらず、1675.4 pg/ml までしか増加せず、第1試行の最高値を下回るものであった。搭乗後5分、10分には、NA レベルは漸減する傾向がみられた。次に、Aについてみると、第1試行では85 pg/mlの座位安静レベルから、スタート直前には243.6 pg/ml、搭乗後5分には405 pg/mlと漸増傾向が認められ、副腎随質系の弱い興奮を示した。二回目の搭乗時には、NAと同様、基礎値が高く(294 pg/ml)、搭乗後には時間経過とともに漸減する傾向が認められた。これらの結果から、一定間隔(20分以内)に連続して搭乗する場合、第2試行に臨む前の予備緊張は増加する傾向がみられ、自律神経-副腎系が興奮した状態にあることが示唆された。これは、第1試行と第2試行の搭乗ストレスが質的に異なる可能性を示唆している。

5. ま と め

本研究は、実機に限りなく近い環境を再現できるローラーコースターのシミュレーターを製作し、このシミュレーターとこのモデルとなった実機に曝されたヒトの心理的变化と生理的变化を測定し、両者の相関関係を明らかにするとともに、これらの評価についても試みようとした。その結果、シミュレーターの搭乗では、心理的な緊張と生理的な心拍数・A・NAの顕著な増加を招くには至らなかったが、快感度は有意に増大した。このことは、最近のローラーコースターの設計が過激になる傾向であるものの、実体験によらないシミュレーターであっても精神的な側面に影響を及ぼす可能性のあることを示唆している。

また、実機では、リラックス感が有意に減少し、心拍数がTopからScrew局面にかけて有意に増大し、AとNAが上昇する傾向を示した。両結果から、実機の搭乗はシミュレーターの搭乗に比較して心理的にも生理的にも大きい刺激になっていることを示唆している。

実機とシミュレーターにおける心理学的指標の変化量と生理学的指標の変化量の相関関係については、心拍数変化と快感度やリラックス感の変化

量との間に有意な関係が認められなかった。この結果は、刺激強度が異なる動環境にヒトを曝した場合、心理的变化と生理的变化の反応の仕方が各被検者によって異なっており、被検者のローラーコースターの搭乗経験・性・性格・興味などの個人差が複雑に関与していることが推察される。さらに、小数ではあるが、ローラーコースターの嫌いな被検者は、他の被検者に比較して異なった心理生理反応を示し、この好嫌度も重要な関連要因であると考えられる。

また、実機の繰り返し搭乗による心理的・生理的变化は、試行回数の増加にともなって、心拍数、快感度、緊張の程度の減少が認められた。これらのことは、刺激の強い実機であっても繰り返し搭乗することによる「慣れ」によって、1回目の搭乗のような生理心理的反応が表出しないことを示している。

[付 記]

本研究は、平成5年度の日本鋼管株式会社の奨学寄付金によってなされたものである。

6. 参 考 文 献

- 1) Barach, J. H. (1910) Physiological and Pathological effects of severe exertion (the marathon race) on the circulatory and renal system. Arch. Int. Med. 5: 382-405.
- 2) Ganong, W. F. (1989) 医科生理学展望 (松田幸次郎他訳). 丸善: 220-251.
- 3) 橋本公雄・斉藤篤司・徳永幹雄・磯貝浩久・高柳茂美 (1991) 運動によるストレス低減効果に関する研究(2)——過性の快適自己ペース走による感情の変化——. 健康科学. 13: 1-7.
- 4) Imhof, P. R., K. Blatter, L. M. Fucella and M. Turri (1969) Beta-blockade and emotional tachycardia: Radiotelemetric investigations in ski jumpers. J. Appl. Physiol. 27: 366-369.
- 5) 猪俣公宏・山本勝昭 (1990) コンディショニング・チェックのためのテスト基準の作成—PCT (Psychological Condition Test)—. 平成2年度日本体育協会スポーツ科学研究報告: 97-107.
- 6) 河野友信・風祭 元 (1987) 不安の科学と健康. 朝倉書店: 89-94.
- 7) 河野友信・末末弘行・新里里春 (1990) 心身医学のための心理テスト. 朝倉書店: 31-36.
- 8) 清水秀美・今栄国春 (1981) STATE-

- TRAIT ANXIETY INVENTORY の日本語版
(大学生用) の作成. 教育心理学研究. 29-
4: 62-67.
- 9) Taggart, P. and D. Gibbons (1967) Motor-car driving and the heart rate. Brit. Med. J. i: 411-412.
 - 10) 田中宏暁・征矢英昭 (1994) 内分泌機能とスポーツ生理学. 森谷敏夫・根本勇 (編). スポーツ生理学. 朝倉書店. 59-71.
 - 11) Videman, T., T. Sonck and J. J"anne (1979) The effect of beta-blockade in ski-jumpers. Med. Sci. Sports. 11: 266-269.
 - 12) Yamaji, K. and R. J. Shephard (1985) Factors influencing the use of post-exercise heart rates as indices of cardio-respiratory condition. J. Sports Cardiol. 2: 38-42.
 - 13) Zwaga, H. J. G. (1973) Psychophysiological reactions to mental tasks: Effort or stress. Ergonomics. 16: 61-67.