

# 年齢別子ども転倒シミュレータによる 遊具の転倒傷害危険度の可視化

宮崎 祐介\*<sup>1</sup> 持丸 正明\*<sup>2</sup> 西田 佳史\*<sup>2</sup>  
河内 まき子\*<sup>2</sup> 宇治橋 貞幸\*<sup>3</sup>

## Visualization of Injury Hazard of a Playground Equipment using Children Fall Simulator

Yusuke Miyazaki\*<sup>1</sup>, Masaaki Mochimaru\*<sup>2</sup>, Yoshifumi Nishida\*<sup>2</sup>,  
Makiko Kouchi\*<sup>2</sup> and Sadayuki Ujihashi\*<sup>3</sup>

In order to clarify and understand hazards lurking in playground equipment, visualization of the hazard is effective way. Therefore, we developed a method to construct hazard maps of playground equipment, calculated from simulations, by using computer models of children falling on a playground slide. This method makes it possible to understand the hazards of playground equipment easily. Full-body multi-body models of children, based on Japanese data, were constructed. The hazard map of a playground slide was constructed to provide an example of possible hazard maps of playground equipment. Simulations of children falling on the playground slide were carried out by using both the multi-body models for children and the playground slide models, which were constructed from CAD data of an actual slide. The calculated head injury hazard values were mapped on the playground slide model so as to easily identify hazards. As the results, the maps made it possible to understand easily that the hazard varies greatly due to initial falling position on the spiral staircase and also children ages.

**Key Words:** Children Safety, Hazard Visualization, Children Multi-body Models, Playground Equipment

### 1. 緒 言

自動回転ドアの事故や、箱ブランコやすべり台等の遊具による事故など、日常生活空間において、子どもの安全が脅かされている。このような事故から子どもをまもるためには、これら製品・環境と人間とのシステム不調和により発生する事故を徹底的に調査することにより事故原因を解明し、製品設計にフィードバックする知識循環社会を構築することが必要であり、西田らの事故サーベイランスシステムを基盤として現在取り組みが始まっている [1]。

遊具の事故対策に関しては、現状では遊具そのものを撤去するということが多い。事故原因を解明しないまま遊具を撤去しても、同様の危険性を含む製品や環境で、同様の事故が起きることが考えられ、真に有効な対策とはならない。また、遊具に

は、そこに包含されるある程度の「リスク」を子どもに体験させることにより、危険予測・事故回避能力を養わせるという目的があり、遊具を撤去することは、子どもの成長を阻害することになりうる。その一方で重篤な傷害を引き起こす潜在的で致命的な「ハザード」を徹底的に排除しなければならない。

遊具の安全性に関する研究としては、例えば単純なバネ—マスモデルにより、遊具からの転倒・転落傷害危険度を評価する研究がなされている [2]。また、国際的にも遊具一般に関する規格が存在し、その中でも転倒・転落傷害にかかわるものとして遊具設置面に関する規格等が存在する [3] [4]。しかし、これらの研究もしくは規格では広範な遊環境に潜在する危険を除去することは難しい。そこで、遊環境に潜む致命的な危険を洗い出し、それらを積極的に事前に提示していく手法を構築することが求められる。

本研究では、遊環境に潜在する危険を可視化する手法として、数値化した傷害危険度を遊具上にマッピングする危険度マップの構築法を提案する。この手法を用いることにより、危険度を視覚的にとらえることが可能となり、潜在する危険を認識しやすいと考えられる。

環境に潜む危険度をマッピングして可視化するためには、子どもの体型や行動パターンなど無数に考えられる可能性を網羅することが必要となる。しかし、これらの各種条件を網羅し、

原稿受付 2007年12月17日

\*<sup>1</sup>金沢大学

\*<sup>2</sup>産業技術総合研究所

\*<sup>3</sup>東京工業大学

\*<sup>1</sup>Kanazawa University

\*<sup>2</sup>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

\*<sup>3</sup>Tokyo Institute of Technology

■ 本論文は有用性で評価されました。

危険度マップを構築できるほど、実際の事故データを現状のところ収集できていない。また、実事故データとして、結果に関する情報は入手可能であるが、過程に関する情報の収集は難しい。そこで、シミュレーションにより仮想的な事故データベースを作成し、それにより遊環境の傷害危険度マップを作成すれば、遊具に潜在する危険を直感的に認識することが可能となるとともに、転倒シミュレーションより事故時の人体挙動を推定することができ、事故原因の究明および安全設計法に対してより深い洞察を与えることが可能となる。

人体が衝撃を受ける場合の挙動もしくは傷害を解析するためのシミュレーションモデルは、交通事故時の傷害予測を目的として、いくつか構築されてきた。そのような人体シミュレーションモデルとして、主に2種類のモデルがある。一つは、全身を剛体セグメントとそれらをつなぐジョイントから構成するマルチボディモデルであり、例えば GEBOD (GEneration of Body Data) などがある [5]。もう一つは、人体を有限要素で構築し、詳細な形状と材料特性を有する人体有限要素モデルであり、例えば THUMS<sup>TM</sup> (Total HUMAN Model for Safety) の子ども有限要素モデルなどがある [6]。

遊具環境に潜在する危険を、事故シミュレーションを利用して顕在化するには、広大な空間を対象とするため、大量のシミュレーションを行うことが必要となる。そのため、解析時間に関してその利点を有するマルチボディモデルを用いて、遊環境に潜在する危険を洗い出す方法が有効である。

以上より本研究は、年齢別の子どもマルチボディモデルを構築し、それを用いたシミュレーションにより数値化した傷害危険度を遊具上にマッピングする危険度マップの構築法を開発することを目的とする。

特に、遊具事故に占める割合の大きい転倒・転落事故 [7] において発生する重篤な頭部傷害を想定し、子どもの年齢別転倒シミュレーションモデルを構築した。これらのモデルを用いて、らせん階段つきすべり台の年齢別の転倒傷害危険度を可視化することにより、らせん階段の構造と年齢差が転倒傷害危険度に及ぼす影響を明らかにし、転倒傷害危険度を可視化することの有効性を示した。

## 2. 子どもマルチボディモデルの構築

子どものマルチボディモデル構築の流れを Fig. 1 に示す。人体のマルチボディモデルを構築するためには、体節形状、関節位置、質量特性、関節特性、接触剛性を定義することが必要となる。本研究では体節形状、関節位置を子どもの寸法データから、質量特性を寸法および子どもの身体部分係数から決定した。また、関節特性、接触剛性に関しては人体の子どもに対して実計測したデータは見当たらないので衝突実験用ダミーである Hybrid-III の値等を参照した。以上の定義を与えることにより構築された3歳および7歳児の子どもマルチボディモデルを Fig. 2 に示した。3歳児のほうが7歳児よりも全身のサイズと比較して頭部のサイズが大きいことのような成長に応じた体型の変化が分かる。以降これらの特性の定義方法について詳述する。

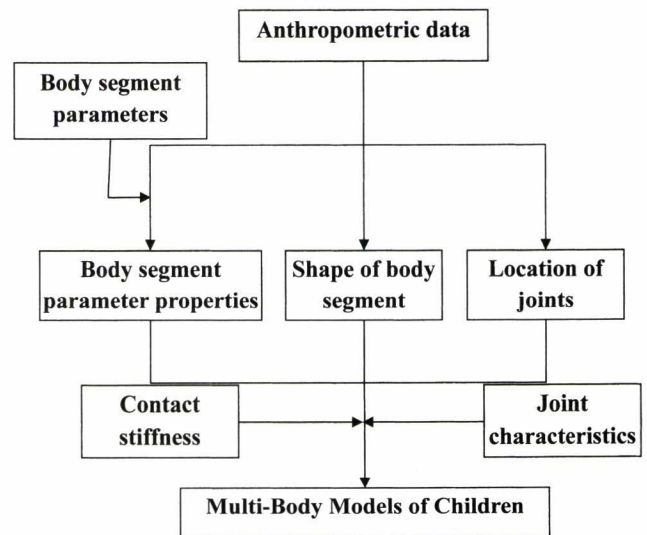


Fig. 1 Flow of the construction method for multi-body models of children

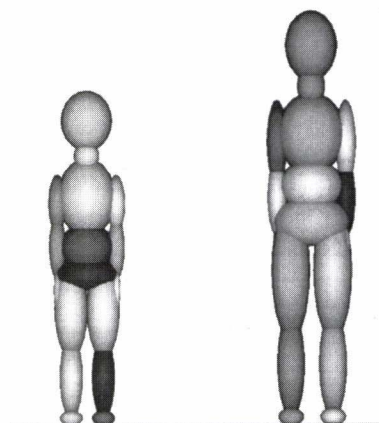


Fig. 2 3 and 7 years old models

### 2.1 関節位置・体節形状の定義

#### (1) 人体寸法

体節形状を作成するために本研究で用いた人体寸法を Table 1 に示す。寸法の値は日本の乳幼児を対象とした身体計測の報告書 [8] [9] を参照し、3, 7歳男児の平均値を用いた。また、その報告書に記載されていない寸法項目については、海外の乳幼児の人体寸法 [10] を身長比からスケールして使用した。なお、Reference の番号は末尾の文献番号である。

#### (2) 体節分割の定義

本研究では人体マルチボディモデルを17の体節とそれをつなぐ16の関節で構成した。体節の分割(頭部、頸部、胸部、腹部、腰部、上腕部、前腕部、手部、大腿部、下腿部、足部)は McConville ら [11] の方法を参考に定義した。

#### (3) 関節位置の決定

関節位置は、文献 [5] を参考にして関節位置を特徴づける人体寸法を用いて決定し、正中矢状面上の人体の縦軸と床面の交点を原点とし、原点からの位置により定義した。

Table 1 Dimensions of the body

Ref.num	ID	Dimension	Ref.num	ID	Dimension
8	D <sub>0</sub>	Stature	9	D <sub>20</sub>	Upper limb length
8	D <sub>1</sub>	Weight	10	D <sub>21</sub>	Forearm circumference
9	D <sub>2</sub>	Head length	10	D <sub>22</sub>	Forearm breadth
9	D <sub>3</sub>	Head breadth	10	D <sub>23</sub>	Radial-styilion length
10	D <sub>4</sub>	Head height	9	D <sub>24</sub>	Hand length
10	D <sub>5</sub>	Tragion to back of head	9	D <sub>25</sub>	Hand breadth
10	D <sub>6</sub>	Tragion to top of head	9	D <sub>26</sub>	Index finger depth
10	D <sub>7</sub>	Neck circumference	8	D <sub>27</sub>	Wrist circumference
10	D <sub>8</sub>	Lateral neck breadth	8	D <sub>28</sub>	Thigh circumference
10	D <sub>9</sub>	Biacromial breadth	10	D <sub>29</sub>	Trochanteric height
9	D <sub>10</sub>	Chest depth	8	D <sub>30</sub>	Calf circumference
9	D <sub>11</sub>	Chest breadth	8	D <sub>31</sub>	Tibiale height
10	D <sub>12</sub>	Suprasternale height	8	D <sub>32</sub>	Foot length
9	D <sub>13</sub>	Abdominal depth	9	D <sub>33</sub>	Foot breadth
10	D <sub>14</sub>	Waist breadth	8	D <sub>34</sub>	Lateral malleolus height
10	D <sub>15</sub>	Hip circumference	10	D <sub>35</sub>	Ankle circumference
9	D <sub>16</sub>	Hip breadth	9	D <sub>36</sub>	Sitting height
10	D <sub>17</sub>	Iliocrystal height	9	D <sub>37</sub>	Elbow height, sitting
8	D <sub>18</sub>	Crotch height	9	D <sub>38</sub>	Shoulder-elbow length
8	D <sub>19</sub>	Upper arm circumference			

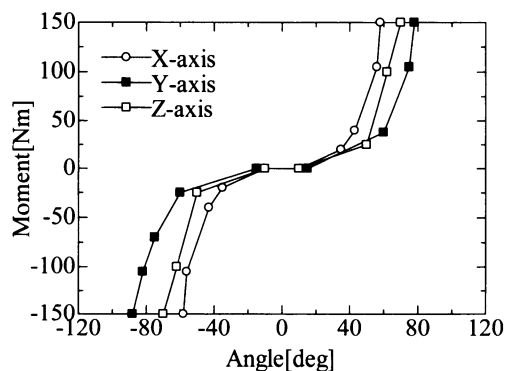


Fig. 3 Joint characteristics of the neck

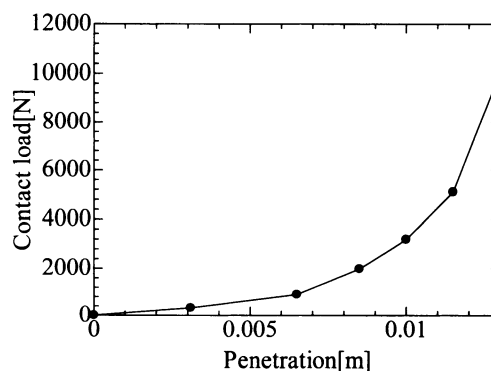


Fig. 4 Contact stiffness of an arm

(4) 体節形状の定義

各体節を歩行者事故シミュレーション等で定義されている [12] ようにだ円体で表現した。したがって、全身は 17 個のだ円体で構成されている。だ円体の 3 軸方向の半径を決定し、だ円体中心の関節位置からの相対位置を定義することにより、モデルの形状を決定した。だ円体の 3 軸方向の半径および中心位置は、17 項目の人体寸法と関節位置を用いて導出した。

2.2 質量特性の算出

質量特性は横井ら [13] の研究で求められた身体部分係数を用いて算出した。この研究では、幼児の質量特性として各体節の質量、質量中心位置、質量中心を通る 3 軸まわりの主慣性モーメントに対する身体部分係数を算出しており、これらの身体部分係数から各体節の質量、質量中心、慣性モーメントを求めた。

2.3 関節特性および接触剛性

関節特性は関節角と受動抵抗トルクとの関係で表しており、一般の自動車の衝突解析における課題と同様に筋緊張等の能動的

特性は現状では考慮されていない。一例として頸部関節の関節角度と受動抵抗トルクとの関係を Fig. 3 に示したが、関節可動域内では抵抗がほぼゼロで、関節可動限界近傍より剛性が急激に高くなるような関節特性である。これらの値は自動車の歩行者事故時の人体モデルを構築した Yang ら [12] の値を参考に定義した。

人体と遊具間との接触時の反力特性は、貫入量に対する接触力の関数で定義される非線形バネにより定義されており、その特性は自動車衝突試験用の乗員ダミーである HybridIII ダミーの値を参考に定義した。一例として上腕部の接触剛性を示すと Fig. 4 のとおりである。

3. 遊具モデルの構築と転倒シミュレーション条件

3.1 解析対象遊具の選定とそのモデルの構築

危険度マップ構築対象の遊具として、西田らにより実ダミーを



用いて実事故の検証およびその対策案の提示がなされた Fig. 5 に示すすべり台を取り上げる [1].

以前の事故検証においては Hybrid-III ダミーにより実事故の再現と検証を行い、らせん階段部への手すりの設置といった対策を講じることができている。しかし、実ダミーを用いた一例の事故再現のみではすべり台全体に潜むハザードを顕在化することはできない。そこで、このすべり台の CAD データより構築されるモデルと、前述した子どもマルチボディモデルを用いた転倒シミュレーションの結果に基づき、このすべり台における子どもの転倒傷害危険度を可視化する。

### 3.2 転倒シミュレーションの条件

人体マルチボディ解析ソフトウェアである MADYMO v.6.3 (TNO Automotive 社) を用いて、すべり台のらせん階段から子どもが転倒する状況を想定したシミュレーションを行った。モデルの初期位置は、階段の形状が三角形であるため面積座標を用いて転倒位置が均等になるように決定した。Fig. 6 に示すように 1 段で計 66 点の位置をとり、3 段目から 7 段目までを対象として、転倒シミュレーションを行った。なお、子どもモデルがすべり台の柱と重なるなどの、シミュレーション上の不都合が生じた部分は排除した。

初期姿勢の設定は、転倒シミュレーションにおいて結果に影響を与える重要な因子であると思われる。しかし、これまでに子どもの転倒姿勢を定量的に計測した例は見当たらない。そこで、本シミュレーションでは仮に直立姿勢から後方に 20° 傾け、外力が加わらない状態を初期条件として設定した。このような条件のもと、Fig. 7 のように階段の下り側の淵を基準の 0° とし 45° ずつ回転させ、4 方向に向けて後方転落シミュレーションを行い、その中で後述する頭部傷害危険度が最も高いケースをその位置での転倒傷害危険度とした。

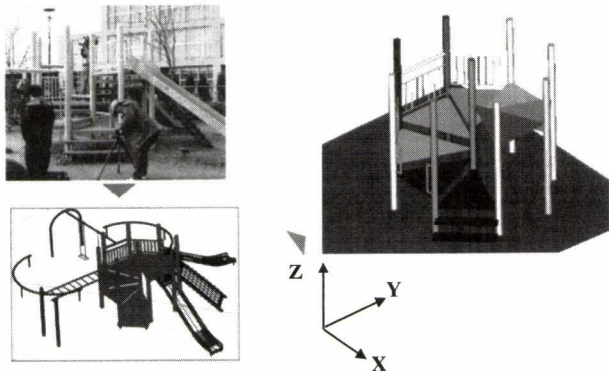


Fig. 5 Construction of playground model

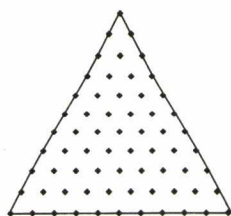


Fig. 6 Fall positions

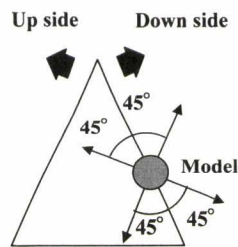


Fig. 7 Direction of fall

転倒時に起こる傷害のうち重篤な頭部傷害に着目し、転倒傷害危険度として頭部傷害危険度を可視化する。頭部傷害基準値 HIC (Head Injury Criterion) などの既存の傷害指標を用いることが考えられるが、HIC のように接触剛性に大きく影響される指標を用いても、遊具の転倒傷害危険度を現時点では正しく評価できない。そこで、式 (1) に示されるように、平面剛体床上での後方転倒時の頭部加速度最大値を基準値とし、遊具からの転倒時の頭部加速度最大値を基準値で除した値を、その位置における転倒時の頭部傷害危険度と定義した。この指標は、らせん階段各場所における転倒時の危険度を一般的な地面上での転倒と比較したときの危険率で表現しており、遊具の構造的危険性を示すことが可能となる。

$$H = \frac{h}{\alpha} \quad (1)$$

$H$  は危険度、 $h$  [ $\text{m/s}^2$ ] はらせん階段転倒時の頭部加速度最大値、 $\alpha$  [ $\text{m/s}^2$ ] は基準値となる平面床転倒時の頭部加速度最大値である。

なお、基準値は、子どもマルチボディモデルを平面剛体床上で後方に約 20° 傾けた状態から転倒させるシミュレーションより取得した。

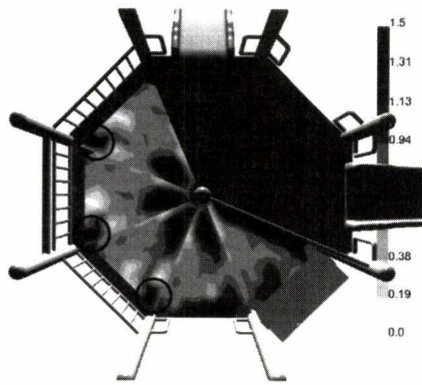
## 4. らせん階段部における頭部傷害危険度の可視化

### 4.1 頭部傷害危険度の可視化と考察

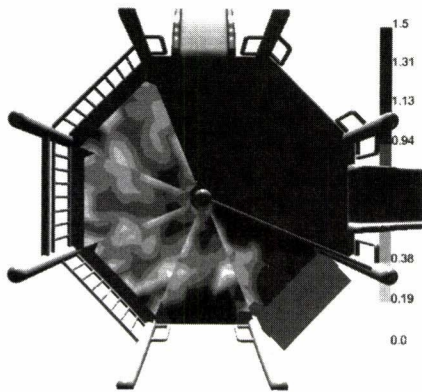
頭部傷害危険度を可視化するプログラムの作成には、JAVA3D を用いた。各点における頭部加速度応答の最大値を線形補間することによって、危険度を連続的に等値面表示した。Fig. 8 に 3 歳児および 7 歳児の頭部傷害危険度マップを示す。いずれの年齢においても、階段 3 段目および 4 段目の縁部分において危険度が高いが、これは子どもマルチボディモデルが、階段から直接地面に落下するためである。

また、いずれの年齢においても各階段の内側のほうが階段外側よりも相対的に頭部傷害危険度が高いことが分かり、特に 3 歳児においてその傾向は顕著である。Fig. 9 はその例として 6 段目内側で 3 歳児が転倒した際の転倒開始時の 0 [ms]、大腿部接触時の 500 [ms] および頭部衝突直前の 650 [ms] における全身の挙動を示したものである。らせん階段は内側ほど傾斜がきついため、内側においては Fig. 9 (c) のように頭部衝突面までの落下距離が長く、高い衝突速度で直接階段面に打ち付けられることが分かる。さらに、Fig. 9 (b) に示すように、転落中に 5 段目階段縁部に大腿部を、Fig. 9 (c) に示すように 4 段目に腰部が衝突することによりこれらの接触点周りの上体の回転運動が生成される。その結果、頭部は、階段面に直接衝突するとともに、衝突した際の衝突速度が回転運動により加速されていることが分かった。Fig. 10 に頭部衝突直前の 650 [ms] までの慣性座標系に対する頭部座標系の角速度を示し、Fig. 11 に大腿部および腰部の階段面との接触力応答を示した。これらより、頭部の角速度は大腿部の接触が生じた 500 [ms] 付近から、急激に上昇し、さらに腰部が接触する 625 [ms] 付近においてさらに上昇していることが分かる。さらに Fig. 12 に、頭部重心における合成並進加速度を示したが大腿の接触後の回転運動により、接触前には重力加速度とほぼ等しい 10 [ $\text{m/s}^2$ ] 程度の頭部加速度が、





(a) The map for 3 years children



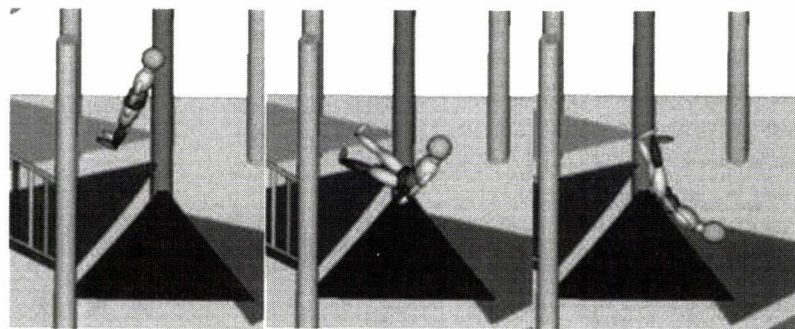
(b) The map for 7 years children

Fig. 8 Head injury hazard maps

その4倍の  $40 [m/s^2]$  程度まで増加し、さらに腰部の接触力により衝撃直前には  $80 [m/s^2]$  にまで達していることが分かる。

これらの要因により、転倒位置が階段内側において頭部傷害危険度が高く、階段外側に移動するにつれ頭部傷害危険度が低くなる傾向がある。しかし、3歳児の場合、Fig. 8(a) 中○で示した階段外側において再び頭部傷害危険度が顕著に高くなること分かる。Fig. 13 にその地点における、3歳児および7歳児の転倒挙動を示した。また、Fig. 14 に頭部重心における合成並進速度を、Fig. 15 に体節に生じる階段面との接触反力を示した。3歳児では、500 [ms] において階段縁に大腿部が衝突することで上体の回転運動が生成され、頭部が加速されるとともに臀部や腰部が階段面に衝突せずに、頭部が650 [ms] 付近で衝突することにより、8,000 [N] ほどの高い衝撃力が発生する。一方で、7歳児は下肢が長いため、下肢はそれほど階段縁に衝突せず、腰部が650 [ms] 付近において頭部よりも先に下段の階段面に衝突および反発することにより、身体全体に衝突面の法線方向上向きに加速度が生じる。このため、頭部が衝突する770 [ms] までに頭部の合成速度は減ぜられ、頭部に作用する衝撃荷重が小さくなり、7歳児の頭部傷害危険度は3歳児よりも低くなった。

以上のように危険度マップにより明らかになった危険箇所について、シミュレーションで得られる転倒挙動を詳細に解析することにより、事故の要因が明らかになった。すなわち、らせん階段内側の高危険度領域は、らせん階段が有する構造的危険と階段端面への接触により生成される回転運動が重要な要因として考えられる。また、階段面外側における低年齢児の高危険



(a) 0 [ms] (b) 500 [ms] (c) 650 [ms]

Fig. 9 Behavior of the 3-year old model when falling from inside the 6th step

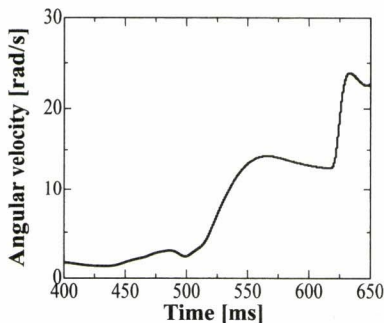


Fig. 10 Head angular velocity

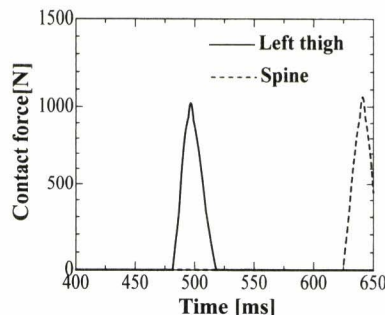


Fig. 11 Contact force at body segments

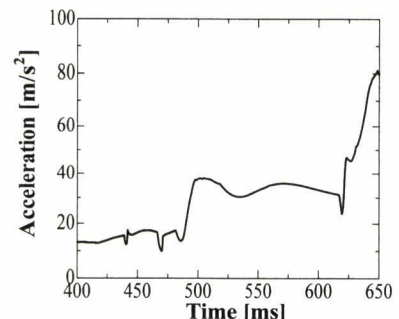
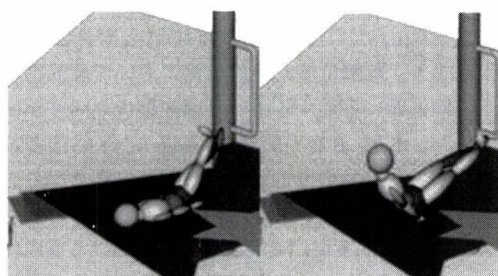


Fig. 12 Resultant linear acceleration at head COG



(a) 3 year old (b) 7 year old

Fig. 13 Falling behaviors from outside of the step

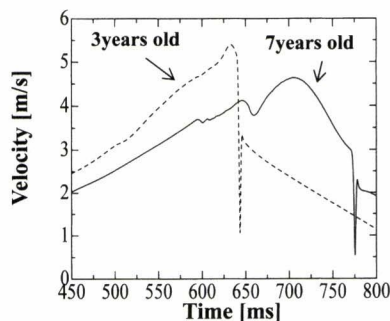


Fig. 14 Resultant head velocity at COG

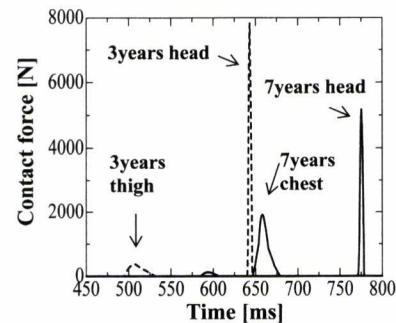


Fig. 15 Contact force at body segments

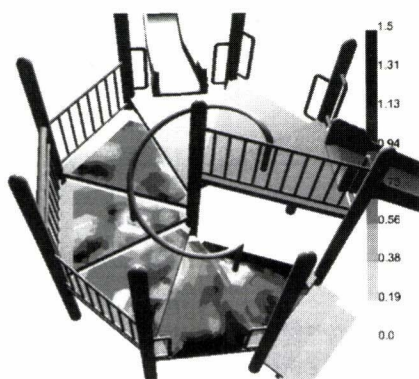


Fig. 16 Hazard map in the case of "with rail"

領域は階段ステップ幅と体型の相関による転倒挙動の変化が要因であると考えられる。

#### 4.2 危険度マップに基づいた対策案の検討

遊具の傷害危険度マップを構築することにより、それに基づき、事前に様々な対策案を仮想的にコンピュータ上で検討することが可能となる。例えば、本報のすべり台に関してその例を挙げると、らせん階段内側への子どもの侵入を制限する、らせん階段の幅を高危険度領域を減らすように変更する、危険度の高い場所を緩衝性の高いマットで覆う等、様々な対策案が考えられ、その効果を仮想的に評価することができるようになる。それらのなかでも本報では、危険度マップに基づいた対策案の検討例として、らせん階段内側への手すりの設置の有効性について検討した。この対策案は事故サーベイランスプロジェクト [1] において、本報と同一のらせん階段つきすべり台において実行されたものと同じである。

CAD 上で、手すりのモデルを構築し、転倒シミュレーションモデルに組み込み、再度頭部傷害危険度マップの構築を行った。Fig. 16 は高危険度領域をカバーするように手すりを設置した場合の頭部傷害危険度マップである。らせん階段内側において頭部傷害危険度が下がることが分かり、本対策案の有効性を事前に評価することができている。

### 5. 結 論

本研究では、年齢別子どもマルチボディモデルを構築し、それを用いたシミュレーション結果を利用して、遊環境に潜在す

る致命的な危険を可視化する手法を開発した。さらに、本手法をらせん階段付きすべり台に応用し、本遊具に潜在する転倒傷害危険度の可視化と考察を行い、さらに対策案の効果について検討を行った。その結果、内側ほど傾斜が大きいというらせん階段の構造上の問題が子どもの転倒傷害の危険性に大きく影響していることと、子どもの年齢による体型の変化に伴い、本遊具の危険箇所が変化することが示された。このように、人体のマルチボディモデルを用いたシミュレーションを利用して、遊具の危険度を可視化することにより、遊具の危険箇所を直感的に認識することが可能となるとともに、CAD データ上で事前に対策案の検討が可能となる。また、危険度マップにより明らかになった危険箇所について、シミュレーションで得られる転倒挙動を詳細に解析することにより、事故原因の究明が可能となる。

今後の課題として、一つは人体シミュレーションモデルと危険度マップの精度向上および検証が挙げられる。精度向上の観点では、特に転倒時の人間の能動的な回避行動をモデル化できていないことが課題として挙げられる。また、実人間を対象に転倒傷害実験を行うことは倫理的に不可能であるため、事故サーベイランスシステムで収集される実事故データを活用し、事故再現シミュレーションを繰り返し行うことにより、危険度マップおよびシミュレーションモデルの精度を向上していくことが必要である。

### 参 考 文 献

- [1] 西田佳史, 本村陽一, 山中龍宏: “公園遊具による事故の検証報告”, 事故サーベイランスプロジェクト報告書, pp.11-16, 2006.
- [2] P. Davidson, D. Chalmers and S. Stephenson: “Prediction of Distal Radius Fracture in Children, using a Biomechanical Impact Model and Case-Control Data on Playground Free Falls,” *Journal of Biomechanics*, vol.39, pp.503-509, 2006.
- [3] American Society of Testing and Materials: *Standard Specification for Impact Attenuation of Surfaceing Materials Within the Use Zone of Playground Equipment*, F1292-04, ASTM Designation, 2004.
- [4] British Standard Institution: *Impact Absorbing Playground Surfacing—Safety Requirements and Test Methods*, BSEN1177, 1998.
- [5] H. Cheng, L.A. Obergefell and A.L. Rizer: “Generator of Body Data (GEBOD) Manual,” Report no.AL/CF-TR-1994-0051, Armstrong Laboratory (WPAFB), 1994.
- [6] K. Mizuno, K. Iwata, T. Deguchi, T. Ikami and M. Kubota: “Development of a Three-Year-Old Child FE Model,” *Traffic Injury Prevention*, vol.6, no.4, pp.361-371, 2005.



- [7] 厚生労働省：児童福祉施設等が設置する遊具で発生した事故調べ（概要），2001.
- [8] 製品安全協会：乳幼児身体計測報告書，財団法人製品安全協会，1973.
- [9] 通商産業省工業技術院，日本規格協会，JIS 衣料サイズ推進協議会：日本人の体格調査報告書—既製衣料の寸法基準作成のための—（1978年～1981年），日本規格協会，1984.
- [10] G. Snyder: “Anthropometry of Infants, Children, and Youths to Age 18 for Product Safety Design,” Prepared for Consumer Product Safety Commission, Report UM-HSRI-77-7, University of Michigan, 1977.
- [11] J.T. McConville, I. Kalpes and J. Cuzzi: “Anthropometric relationships of body and body segment moments of inertia,” AFAMRL-TR-80-119, pp.1-109, 1980.
- [12] J.K. Yang et al.: “Development and Validation of a Human-Body Mathematical Model for Simulation of Car-Pedestrian Collisions,” Proceedings of IRCOBI Conference, pp.133-149, 1997.
- [13] 横井孝志，渋川侃二，阿江通良：“日本人幼少年の身体部分係数”，体育学研究，vol.31, pp.53-66, 1986.



宮崎祐介 (Yusuke Miyazaki)

2006年東京工業大学大学院情報環境学専攻博士課程修了。博士（工学）。2006年より金沢大学自然科学研究科助手を経て2007年より同大学助教。現在に至る。デジタル・ヒューマンモデリングに興味を持ち、衝撃を受ける人体のモデリング及び傷害解析に関する研究を行っている。日本機械学会，自動車

技術会，日本神経外科学会会員。（日本ロボット学会正会員）



持丸正明 (Masaaki Mochimaru)

1993年慶應義塾大学大学院博士課程修了。博士（工学）。1993年より工技院生命工学工業技術研究所研究員。2003年より産総研デジタルヒューマン研究センター副センター長。現在に至る。人体形状・運動の計測，モデル化，産業応用に関する研究に従事。IEEE，日本機械学会，日本人間工学会会員。



西田佳史 (Yoshifumi Nishida)

1998年東京大学大学院機械工学専攻博士課程修了。博士（工学）。同年電子技術総合研究所入所。2001年産業技術総合研究所デジタルヒューマンラボ研究員を経て，2003年同研究所デジタルヒューマン研究センター人間行動理解チーム長。2005年同研究所主任研究員。同年「事故予防のための日常行動センシングと計算論の基盤技術」（科学技術振興機構 CREST）の研究

代表者。人工知能学会，IEEE の会員。（日本ロボット学会正会員）



河内まき子 (Makiko Kouchi)

1979年東京大学大学院博士課程修了。理学博士。1980年より東京大学助手。1987年より製品科学研究所主任研究員。2007年より産業技術総合研究所上席研究員。人体の形態の変異に興味を持ち，形態計測とモデル化，その産業応用に関する研究を行っている。日本人類学会，日本人間工学会会員。



宇治橋貞幸 (Sadayuki Ujihashi)

1971年東京工業大学大学院修士課程修了。博士（工学）。1973年より東京工業大学工学部助手。1994年より同大学大学院情報理工学研究科教授。現在に至る。スポーツ工学・安全工学・バイオメカニクスなどの分野で人間にとって真に安全で快適な工業製品の開発支援や評価に関する研究を行っている。

ISEA 運営委員会理事，IMechE Journal 副編集長，JSEA 委員長，日本スポーツ産業学会理事，日本機械学会フェロー，日本材料学会会員，日本複合材料学会会員。