

研究種目：基盤研究(C)  
研究期間：2007～2008  
課題番号：19560266  
研究課題名（和文） 幼児を対象としたインパクトバイオメカニクス  
研究課題名（英文） Biomechanics targeted for infant  
研究代表者  
小泉 孝之 (KOIZUMI TAKAYUKI)  
同志社大学・理工学部・教授  
研究者番号 20247795

研究成果の概要：本研究では研究代表者らの研究実績を基に、幼児に対する衝突安全技術の開発と向上を試みた。また、新たに幼児の不慮の事故に関する研究を試みた。衝突時の安全性向上の観点から数値シミュレーションを用いたチャイルドシート衝突安全解析を行った。また、最適化アルゴリズムを組み合わせ、チャイルドシート形状の最適化を行った。新たに取り組んだ幼児の事故に関しての研究では、不慮の事故に対する効果的な対策の考案及び評価のために、幼児のマルチボディモデルを成人の特性をスケールリングすることで構築した。また構築したモデルの生体忠実性を衝撃試験シミュレーションによって評価し、簡単な事故再現シミュレーションを行った。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学・知能機械学・機械システム

キーワード：人体，モデル化，バイオメカニクス

## 1. 研究開始当初の背景

(1)チャイルドシートの着用が義務付けられたことにより、着用率が高まったことで幼児の死亡重症率は大きく減少した。しかしながら、死傷者数は依然として多く、チャイルドシートの更なる安全性能向上が求められている。安全性能向上のためにはスレッド試験等の多くの評価試験が必要であり、コスト、開発期間短縮という観点から数値シミュレーションを利用した安全性能評価が効果

的であると考えられる。

(2)幼児の主な死亡原因は不慮の事故であるが、事故データが断片的であるため詳しい事故状況が把握できない。そのため、事故予防や被害を低減するための効果的な対策や評価が難しい現状となっている。事故シミュレーションを行い、事故再現し、事故状況を把握する必要があると考えられる。

## 2. 研究の目的

(1)衝突時の安全技術向上の観点から数値シミュレーションを用いたチャイルドシートの安全解析を行う。チャイルドシートモデルに新しく安全デバイスを付加し、安全性能に対する影響を検証する。衝突シミュレーションを行い、結果を用いた応答曲面と最適化アルゴリズムを組み合わせ、傷害危険性を低減するチャイルドシートモデルの提案を目的とする。

(2)事故予防の効果的な対策を考案し、評価を行うため、事故再現シミュレーションを行う。事故再現に用いる幼児マルチボディモデルを開発し、また妥当性評価を行い、構築したモデルを用いた事故再現シミュレーションを行うことを目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 数値シミュレーションを用いてチャイルドシートの衝突安全解析を行う。チャイルドシートの更なる安全性能向上のため、チャイルドシートモデルにロードリミッタモデル及びエアバックモデルを付加し、安全性能に対する影響を検証する。エアバックが展開した時の様子を図1に示す。次に、実験計画法に基づき衝突シミュレーションを行う。その結果を用いて応答曲面を作成し、応答曲面と最適化アルゴリズムを組み合わせチャイルドシートモデルの最適化を行う。図2にエアバックを付加した際の影響を、図3に作成した応答曲面を示す。



Fig.1.CRSmodel with Airbag

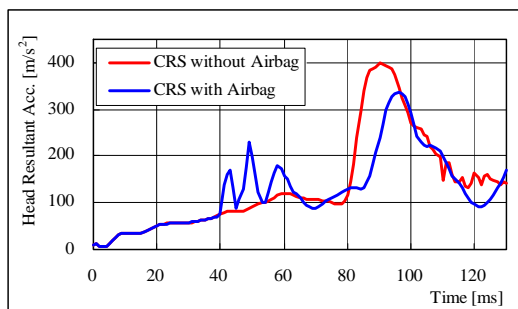


Fig.2.Influence of Airbag

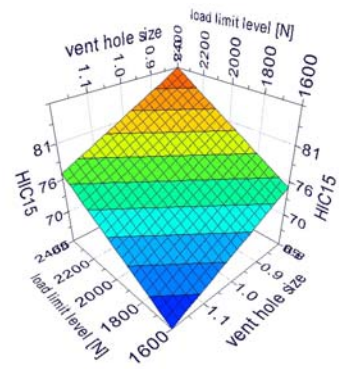
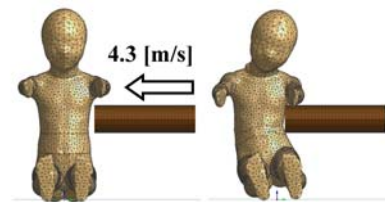


Fig.3.Developed Response Surface

(2)事故再現に用いるための幼児マルチボディモデルを成人の特性をスケーリング手法を用いて構築し、構築したモデルの生体忠実性を Q3 ダミー人形の校正試験である衝撃試験シミュレーションによって評価する。図4に胸部前面衝撃試験の概観を、図5に衝撃応答結果を示す。また、実際に発生した事故のデ



ータを基に、最適化手法を用いて事故時の状況を推定し、事故再現シミュレーションを行う。椅子からの転落事故の再現シミュレーションの概観を図6に示す。

Fig.4.Simulation Setup and Behavior of Lateral Thoracic Impact Test

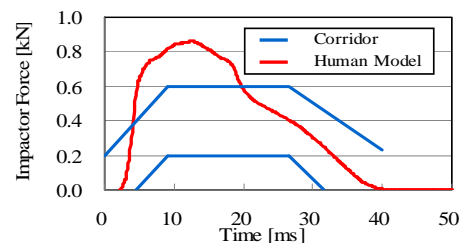


Fig.5.Result of lateral Thoracic Impact Test

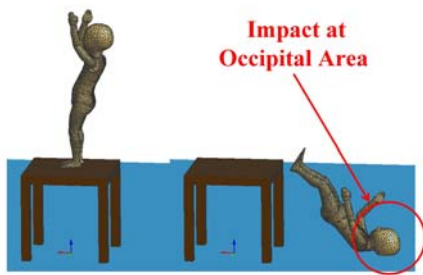


Fig.6.Overview of Accident Reconstruction Simulation

#### 4. 研究成果

(1)チャイルドシートモデルにロードリミッタ及びエアバックを付加し、設計変数を最適化することで、安全性能を向上する可能性を示した。また、国際会議 ICRASH, 国際会議 ISMA, 日本機械学会年次大会で研究発表を行った。

(2) 事故再現シミュレーションのための幼児マルチボディモデルを構築し、実際の事故データを基に椅子からの転落事故の再現シミュレーションを行った結果、事故の再現性を確認した。また、日本機械学会関西支部で研究発表を行った。今後は、モーションキャプチャを用いた動作再現を行うことを考えている。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 4 件)

①発表者名：小泉孝之，辻内伸好，胡桃沢仁  
発表表題：Optimization of Child restraint System with Load Limiter and Airbag using Child FE Human Model in Frontal Crash  
学会等名：International Crashworthiness Conference 2008  
発表年月日：2008年7月22日～25日  
発表場所：京都工芸繊維大学

②発表者名：小泉孝之，辻内伸好，胡桃沢仁  
発表表題：3歳児有限要素人体モデルを用いたロードリミッタとエアバックを有する CRS

の最適化

学会等名：日本機械学会 2008 年度年次大会

発表年月日：2008年8月3日～7日

発表場所：横浜国立大学

③発表者名：小泉孝之，辻内伸好，胡桃沢仁  
発表表題：Optimization of Child restraint System with Load Limiter and Airbag using Child FE Human Model in Frontal Crash  
学会等名：ISMA2008  
発表年月日：2008年9月15日～17日  
発表場所：Leuven University

④発表者名：小泉孝之，辻内伸好，胡桃沢仁，  
中井あずさ  
発表表題：幼児人体マルチボディモデルを用いた事故再現シミュレーション  
学会等名：日本機械学会関西支部  
発表年月日：2009年3月16日～17日  
発表場所：近畿大学

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小泉 孝之 (KOIZUMI TAKAYUKI)

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号：20247795

(2) 研究分担者

辻内 伸好 (TSUJIUCHI NOBUTAKA)

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号：60257798

(3) 連携研究者

なし