

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	幼児転倒時の頭部裂傷リスク評価
Title(English)	Risk Assessment of Head Scalp Laceration in Toddler Falls
著者(和文)	伊藤雅人
Author(English)	Masato Itou
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10600号, 授与年月日:2017年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:宮崎 祐介,天谷 賢治,木村 康治,中島 求,八木 透
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10600号, Conferred date:2017/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	情報環境学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	伊藤雅人		指導教員 (主)： Academic Advisor(main) 宮崎祐介
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

本論文は、「幼児転倒時の頭部裂傷リスク評価」と題し、幼児の自然転倒データに基づく防護反応能力の評価手法、および皮膚裂傷実験とその有限要素解析に基づく皮膚裂傷評価手法を開発し、さらに両手法を用いて幼児の転倒防護反応能力を考慮した頭部裂傷リスクを評価したものであり、以下の五章から構成されている。

第一章「緒論」では、家庭内転倒事故のリスクアセスメントプロセスにおける定量的リスク評価手法の開発の重要性について述べるとともに、転倒事故において、大腿骨骨折や脳震盪のような重度な傷害だけでなく、皮膚の裂傷のような軽微な傷害にも注目する必要があることを述べた。さらに、頭部裂傷リスクに寄与する人間の転倒防護反応と皮膚裂傷の定量的評価を試みた例は先行研究において見当たらない。そこで、転倒時の頭部裂傷リスクを定量的に評価するために、人間の転倒防護反応と皮膚裂傷の発生を評価する手法を新たに開発するとともに、両手法を総合的に用いた新たな頭部裂傷リスク評価手法を構築することを本研究の目的とした。

第二章「転倒挙動分析による防護反応能力の定量化手法の開発」では、乳幼児の自然発生転倒を計測・分析し、防護反応の特徴と時間を抽出し、その能力を定量化する手法の開発について述べた。まず、全 16 事例の乳幼児の自然転倒を計測し、転倒防護反応時の関節角時刻歴を、多変量解析を用いて分析することにより、転倒防護反応の特徴動作と防護反応時間の抽出、および防護反応能力の定量化を行った。主成分分析を用いた特徴動作抽出では、乳幼児の発達過程で獲得される反射・反応が主成分に現れ、これらの原始的反射・反応が転倒防護反応と関係しうることを示した。また、運動データを変化点検出手法により時間分節化したところ、転倒防護反応開始時間をおおむね抽出できることがわかった。さらに、抽出された転倒防護反応を、防護反応持続時間と、全身の関節角速度で定義される「巧みさ」で整理することにより、防護反応能力を定量化し、それを二次元マップとして提示する手法を開発した。最後に、幼児マルチボディモデルによる転倒シミュレーションにより、転倒防護反応能力は、転倒時の頭部速度時刻歴に影響し、物体との衝突エネルギーを低減することを明らかにした。

第三章「有限要素解析による皮膚裂傷発生推定手法の開発」では、機械的生体材料実験および有限要素解析による皮膚裂傷発生確率推定手法について述べた。まず、人皮膚の代替材料として豚皮膚が適切に判断することとその機械的材料特性を取得することを目的として、単純引張、一様二軸引張、純せん断実験を行った。加えて、皮膚の裂傷状況を模擬する皮膚の裂傷実験装置を開発し、ブレード押し込み実験を行うことにより、皮膚破断時の荷重と裂傷発生確率との関係を順序ロジスティック解析により算出した。さらに、ブレード押し込み実験の再現シミュレーションを有限要素解析により行い、皮膚材料特性の同定と、実験における破断荷重閾値を、皮膚内部のひずみ閾値へと変換した。これにより、ブレードなど裂傷要因物体の形状に影響を受けない皮膚組織のひずみによる裂傷発生確率を新たに導出することができた。

第四章「防護反応の有無に着目した転倒時の頭部裂傷発生リスクの評価」では、第二章、第三章で得られた転倒防護反応および皮膚裂傷発生の評価手法を総合的に用いて、転倒時の防護反応の影響も考慮した頭部裂傷リスクの評価を行った。まず、皮膚裂傷を再現可能な幼児頭部有限要素モデルを構築し、室内物体のエッジ衝突時の頭部裂傷発生率に対する防護反応の影響について検討した。これにより、転倒防護反応が頭部裂傷リスクの低減に貢献することを定量的に示すとともに、転倒時の頭部裂傷発生に至る過程で現れる転倒防護反応と物体衝突時の裂傷発生の両プロセスを考慮した頭部裂傷リスク評価手法の有効性を示した。

第五章「結論」では各章で得られた結果を総括し、本論文の結論とした。

以上要するに本論文は、幼児転倒時の頭部裂傷傷害に着目し、幼児の自然転倒データを使用した防護反応能力の評価手法および皮膚の裂傷発生評価手法を開発し、これらを総合的に用いることで転倒防護反応能力を考慮した頭部裂傷リスク評価を行った。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 情報環境学 専攻  
Department of  
学生氏名： 伊藤雅人  
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (工学)  
Academic Degree Requested Doctor of  
指導教員(主)： 宮崎祐介  
Academic Advisor(main)  
指導教員(副)：  
Academic Advisor(sub)

要旨(英文300語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The evaluation methods of head laceration in infant fall accidents which are frequently occurred in daily life were constructed based on the developed methods of evaluating the protective reaction in fall and the skin laceration. In the evaluation of protective reaction, the natural fall behaviors of infant were captured. And then, the effectiveness of protective reaction was defined by the skill of protective reaction which was calculated from the all body joint motions and the duration of protective reaction which was quantitatively extracted by the change point detection methods based on singular spectrum conversion methods. The multibody simulation was used to confirm the validity of the definition of effectiveness of protective reaction, and the fact that its effectiveness had correlation to the head velocity in fall was clarified. On the other hand, in the evaluation of skin laceration, the porcine skin was selected as a human altered skin and the mechanical properties were measured using uniaxial, biaxial, and pure shear test to confirm the validity of porcine skin. And also the porcine skin laceration experiments were conducted and the force based formula to predict the probability of laceration was defined using ordered logistic regression analysis. And then, the skin finite element model which has epidermis, dermis and hypodermis model was constructed. The model was used to convert the laceration prediction formula from force based formula to strain based formula because the force based formula depends highly on the experiment set ups. Finally, two years old child head finite element model whose skin had the porcine skin mechanical property was constructed and the fall simulations were conducted. The input condition in the simulation was decided using the results of fall behavior analysis. Then the probability of head laceration was calculated in some fall conditions. As a result of these analyses, the relation among fall condition, physical property of impact objects and the laceration probability were clarified.

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).