

平成 21 年度中小企業支援調査
安全知識循環型社会構築事業報告書

平成 22 年 2 月 26 日

独立行政法人 産業技術総合研究所

目次

1. はじめに	1 ページ
2. 事業目的と概要	3 ページ
3. 事業の成果概要	7 ページ
4. おわりに	19 ページ
A. 補足詳細資料(事故情報の収集・基礎データの作成)	23 ページ
A. 1. 子どもの身体寸法データベース用データ収集・開発	23 ページ
A. 2. 国立成育医療センターでの傷害情報の収集と統計分析	31 ページ
B. 補足詳細資料(事故事例の知識化)	33 ページ
B. 1. 硬貨返却口での指はさみ事故防止	33 ページ
B. 2. 子ども用ヘルメットの適合性と安全性	43 ページ
B. 3. 角等の性状による衝突安全性	53 ページ
B. 4. 転倒・転落での衝突衝撃を吸収する住宅内装建材	63 ページ
B. 5. 日本小児科学会雑誌 Injury Alert 事例の分析	72 ページ
C. 補足詳細資料(情報発信)	109 ページ
C. 1. 安全知識発信ホームページとその他の普及活動	109 ページ
C. 2. シンポジムの開催	118 ページ

1. はじめに

安全知識循環型社会構築事業も最終年度、3年目の報告をさせていただく時期となった。本事業は我が国でも初めて計画され、取り組まれたタイプの事業であり、期待半分、不安半分でスタートしたというのが正直なところである。

思い返せば、この事業のモデルとなったのは、ある公園の複合遊具で起こった事故の予防に取り組んだことであった。このような事故は、日本中の公園で日々、起こっていた。現在でも同じ状況が続いている。このような状況の中で、何とか解決法を見つけたいという強い思いで取り組んできた。

これまで3年間、現場で役立つデータ収集ソフトウェアや安全評価方法、予防のための技術を作り出し、多くのメディア、ウェブサイト等を通じて情報発信をしてきた。実際の事故事例から傷害発生メカニズムを解き明かし、予防のための改善にまでつなげた例もある。数年前に比べれば、傷害予防に対する社会の見方は少しずつ変わってきているが、一方で今も毎日、事故は発生している。報道によれば、同じ事故が過去にも繰り返し起こっていたことがわかる。なぜ、同じ事故が同じように起こるのであろうか。

それはいまだに、ヒトが被害を受けたときの状況、被害を受けた製品や環境などの情報がきちんと記録されていないからである。医療機関には身体の被害状況や治療経過の記録はあるが、傷害が発生したときの詳しい記録はない。この情報がないため、ヒトに危害をもたらした製品や環境を作る企業、製品や環境を管理している行政は何をしたらよいかはまったくわからないでいるのが現状である。何もしない状態で、同じ環境、同じ製品が存在すれば、当然のことながら、必ず同じ事故が発生し、また同じ経過をたどっていく。このようにして、同じ事故が同じように起こり続けているのである。

このような現状に対し、傷害の発生から予防までの過程で、いろいろな職種が連携して取り組み、それぞれの専門家が安全のための知識を共有して、安全を確保するために「安全知識循環型社会構築事業」が始まった。この事業では具体的に「予防活動」を行い、目に見える効果を社会に示すことが要求されている。1年前、すなわち2年を終えた時点で、傷害情報の収集の量的拡大、質的検討が進んだことから、3年目には、ものづくりに携わる生産現場に我々のデータや技術を提供することで、傷害データをものづくり技術へ活かすことで、具体的な傷害予防につなげる活動を展開することとした。それが「安全知識創造プロジェクト」である。このプロジェクトの内容と結果については後にゆずるが、今回の試みを通じて、本事業の成果を直接、現場で役立てることができることが明らかになった。

本事業では、予防に役立つ形の傷害データを簡便に収集できるよう、システムの開発も進めてきたが、こちらも電子カルテと連動させた形で行えるようになり、広く応用の場を求めていく段階に来ている。重症度が高い傷害は、日々、すべての医療機関に山ほど運ばれている。しかし、その情報を蓄積し、共有し、さらに予防に役立てることはほぼ不可能といってよい状況にある。この限界を突破するために、本事業で開発したソフトウェアを役立てていただきたい。

以上、簡単に述べたが、安全知識循環型社会構築事業の 3 年目の成果をまとめてこの報告書とした。今年度の本事業への取り組みをお読みいただき、忌憚のないご意見をいただければ幸いである。

2010 年 2 月 26 日

事業総括 山中 龍宏

独立行政法人 産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター
子どもの傷害予防工学カウンスル代表
緑園こどもクリニック院長

2. 事業目的と概要

2.1. 事業の目的

我が国における子どもの死因は、1959年以降、1歳を過ぎると19歳まで第1位は不慮の事故である。また、生まれてから3歳までの子どもの約10人のうち8人は事故のために医療機関にかかるとされている。

そこで、本事業では、子どもを安心して生み育てられる生活環境を整備に向けて、子どもの“不慮の事故”を無くしていくことを目指し、病院での子どもの事故情報の収集や保護者等からの事故情報の提供による事故情報のデータベースの構築を行うとともに、集まった事故情報を専門家・研究者・企業による、統計的な分析、現場調査や子どもの行動分析による事故原因究明及び再発防止への対策法を普及させる。また、本事業では、事故情報、事故原因、事故防止策等の情報を保護者など社会全体へ発信していくことにより、事故防止に向け参加型の安全知識の循環を推進する。

2.2. 事業の内容及び実施方法

(1) 事故情報収集

- 病院での事故情報収集の継続及び収集

平成20年度までに確立してきた、国立成育医療センターと緑園こどもクリニックにおける事故サーベイランスシステムの運用体制を継続し、月150件～200件(6,493件(2007年9月～2009年12月分データベース化された数))の事故事例を蓄積した。また、病院で運用する事故情報収集・検索システムに関しては、平成20年度に開発した、病院で運用する事故情報収集・検索システムを利用し、情報収集を行いながら、システムの改善をし、独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造推進事業(CREST)の成果である身体地図情報システム(BIS)を利用しての入力を可能にした。

また、病院でのサーベイランスソフトの普及のため、病院向けサーベイシステム普及用パンフレットを作製した。

- 様々な病院や機関と連携しての事故情報収集

平成20年度までに確立した事故サーベイランスに基づいて、出口小児科医院や日本医科大学千葉北総病院の2か所で事故情報を収集した。また、事故情報収集に関係のある国内機関との情報交換や情報活用の検討も行った。学校管理下で起こった事故情報の外部機関からの提供の検討や、法製品安全に関する情報の外部機関からの提供の検討などを行った。

- 事故予防のための基盤データの整備

事故予防研究に不可欠な基盤データの整備を行った。具体的には、製品設計の基盤となる子どもの頭部と指の寸法データ(0歳～7歳/304人)を計測し、一般公開を念頭にしたデータベースを構築した。

(2) 事故事例分析

- ものづくり現場(企業)と共同で研究をすることにより、企業の視点から安全・

傷害予防に何が必要かを明確にし、取り組む仕組みを作りだした。

- 事故原因解明にあたっては、それに必要な計測装置・データ表現技術・解析技術・シミュレーション技術を作成し、事故原因を分析し、知識化した。また、必要に応じて、事故状況の詳細なデータを取得するために現地に行き、現場検証を実施した。
- 本事業によって明らかとなった安全知識や本事業で開発した対策法、また、他の機関によって開発された安全知識などをホームページで公開した。

(3) 事故情報発信

- 安全知識に関するシンポジウムの実施

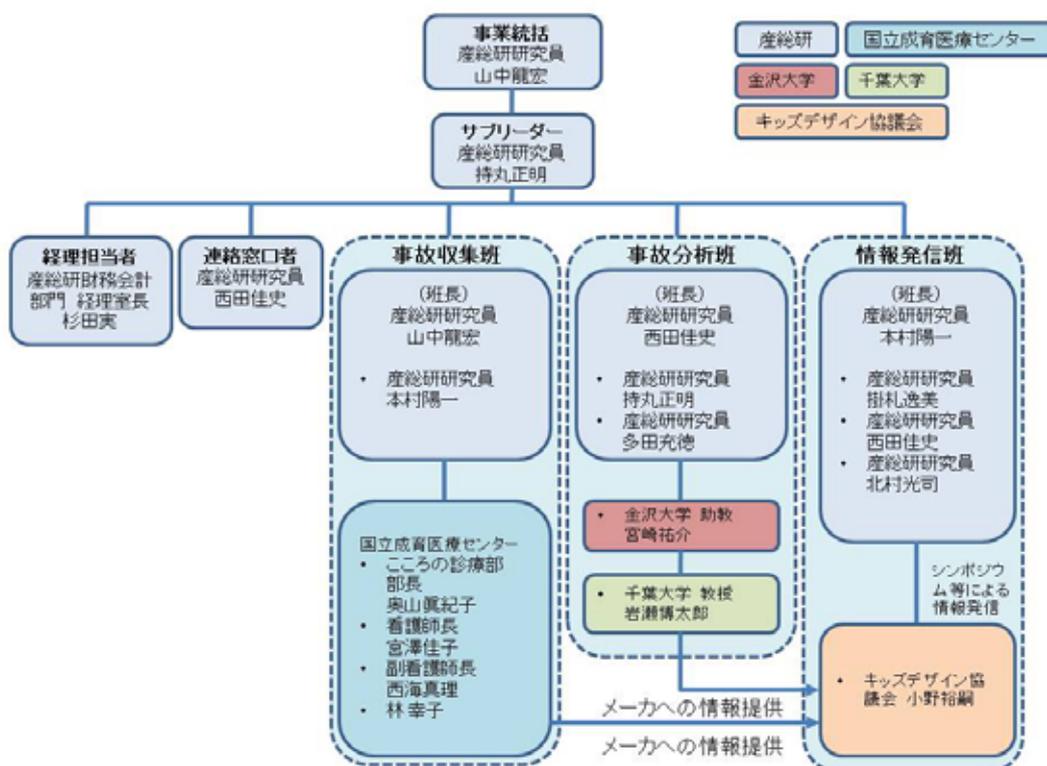
シンポジウムの企画と運営は、NPO法人キッズデザイン協議会と協力し、自治体向け、企業向け、研究者向けなどの情報発信のためのシンポジウムを5月と8月の2回開催した。国内関連学会での研究発表を通じて、本事業の成果や取り組みを周知する活動を行った。

- 安全知識に関するコンテンツの作成

本事業の周知や関係者に対する協力要請のためのパンフレット・ソフトウェア、本事業で明らかとなった事故原因やその対策法を効果的に伝えるコンテンツなどを作成した。作成されたコンテンツは、ホームページでの公開、DVD配布等を行うことで、誰もが活用できるようにする。

2.3. 事業の実施体制

(1) 事業の体制



< 調査実施責任 >

独立行政法人 産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター
子どもの傷害予防工学カウンスル代表 山中龍宏

< 調査実施者 >

山中龍宏 持丸正明 本村陽一 西田佳史 奥山眞紀子 宮澤佳子 西海真理 林幸子
掛札逸美 多田充徳 宮崎祐介 小野裕嗣

(2) 委員会の組織体系

子どもの事故に対する専門的な知見を有する有識者、関係機関（協力を得る救急病院）等のメンバーで構成する企画委員会を設置し、本研究会の主導のもとで事業を実施する。

表 安全知識循環型社会構築事業企画委員（順不同、敬称略）

氏 名	所 属
山中 龍宏	緑園こどもクリニック院長 独立行政法人 産業技術総合研究所 日本小児科学会
奥山 眞紀子	国立成育医療センター
鈴木 弘彦	独立行政法人 国民生活センター
小野 裕嗣	NPO法人 キッズデザイン協議会
西田 佳史	独立行政法人 産業技術総合研究所

2.4. 実施期間とスケジュール

事業実施期間：委託契約締結日から平成22年2月26日まで

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
(1) 事故情報収集	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ← → </div> 病院における事故情報の収集 <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ← → </div> 事故情報システムの改善 <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ← → </div> 事故予防のため基盤データベース（身体寸法データベースの構築）										
(2) 事故事例分析 (3 - 5 事例)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ← → </div> 事故原因の究明・安全知識の創造・事故原因分析に必要な装置・技術の開発 <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ← → </div> 製品改善に役立つデータ整備・改善事例										
(3) 事故情報発信	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ← → </div> 事故予防コンテンツの作成・ホームページの更新										
シンポジウム・イベントの開催											
調査委員会開催											
(4) 報告書作成										←→	

3. 事業の成果概要

以下、平成 21 年度の事業の成果概要を述べる。

3.1. 傷害の実態を知る

独立行政法人 産業技術総合研究所と国立成育医療センター救急外来(東京・世田谷区)では、2006 年 11 月から子どもの傷害情報を収集している。これは、同救急外来を訪れた子どもと最初に接する立場にある看護師(トリアージ看護師)が、保護者等から傷害が起きた状況等について聞き、記録するシステムである。

手書きによる情報入力負担を軽減するため、2008 年 12 月からは同救急外来の電子カルテと連動した「傷害サーベイランス・ソフトウェア」の運用を始め、2009 年 11 月からは身体情報地図システムを導入して、傷害を負った体の部位についても電子的に入力できる体制となった。

救急外来に 2008 年 12 月～2009 年 11 月の間に来院した患者数は、新型インフルエンザの流行もあり、例年より 5 千人ほど多い 35,000 人ほどであった。そのうち事故にともなう外傷などで訪れた受診患者は 3,826 人あり、全体の 10.7%を占めていた。患者・家族から聞き取りを行った看護師による傷害情報記載は 1,751 件あり、外傷等で受診した患者のうち平均 45.8%の記載率であった。傷害情報収集の記載率は、システム導入後一時低下したが、患者数増加による波はあるものの徐々に上昇している。

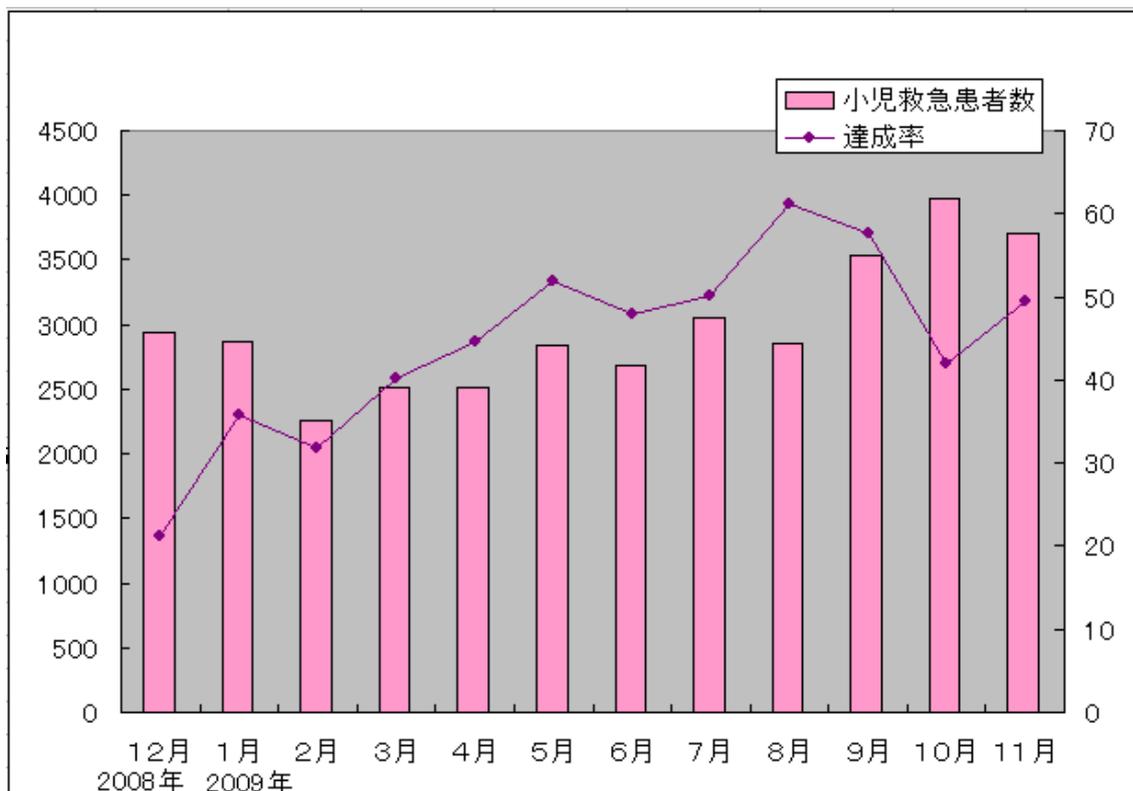


図 3-1 小児救急患者総数と傷害情報収集達成率

本事業で収集した傷害情報を、事故の種類、傷害身体部位、事故に関連した製品について、年齢別に集計した表を、表 3-1, 3-2, 3-3 に示す。集計表の作成には、8,334 件のデータを使用しているが、データ収集時の記入漏れなどの理由から、それぞれの項目で実際に使用したデータ件数は異なる。昨年度のデータと比較してみると、細かい部分での順位の入れ替わりはあるものの、全体の傾向としては大きな違いはなく、年齢によってどんな事故が起きるのかはほぼ決まっており、十分に事故予防を行える対象であることを再確認できる。

本事業で収集した傷害情報は、国立成育医療センターで行われている「事故防止プログラム」にも既に活かされている。図 3-2 に示したように、特定の製品が関係する傷害は、タバコや炊飯器のように、ものによっては狭い月齢範囲で発生することが本事業で得られたデータからわかってきた。これまでも、子どもの成長・発達の特性から「タバコの誤飲は 1 歳前後が多い」といったことは言われていたのだが、傷害データからもそれが裏付けられたのである。国立成育医療センターでは、こうした図を傷害で救急受診した保護者が後日再受診した時などに示し、発達段階に応じた傷害予防情報を提供することに活用されている。

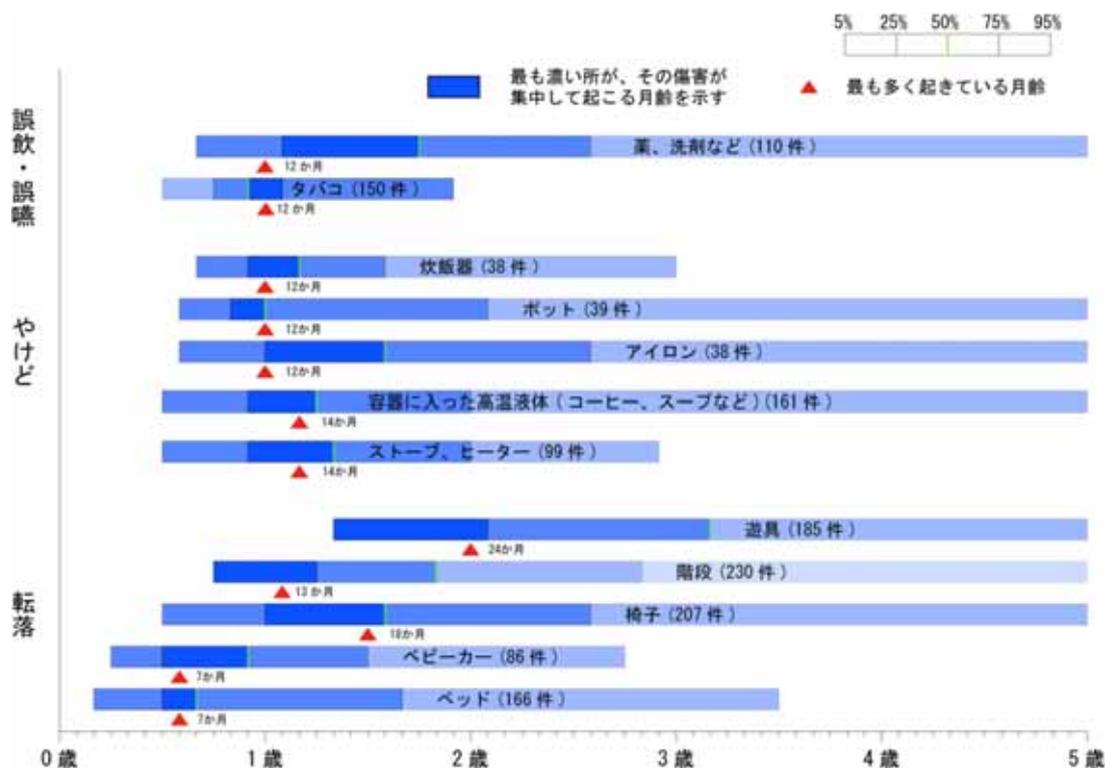


図 3-2. 月齢と、特定の製品に関連した傷害の発生頻度

表 3-1 平成 21 年度安全知識循環型社会構築事業収集データ年齢別集計表(傷害)

	1位		2位		3位		4位		5位		その他		全体	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
0~4歳	転倒・転落		誤飲・誤嚥		衝突		火傷		はさむ					
	3131人	55.5%	611人	10.8%	566人	10.0%	277人	4.9%	267人	4.7%	785人	13.9%	5637人	
	0歳		誤飲・誤嚥		火傷		衝突		はさむ					
	662人	57.7%	214人	18.6%	73人	6.4%	69人	6.0%	30人	2.6%	100人	8.7%	1148人	
	1歳		誤飲・誤嚥		衝突		火傷		はさむ					
	892人	53.4%	241人	14.4%	128人	7.7%	122人	7.3%	75人	4.5%	213人	12.7%	1671人	
	2歳		衝突		誤飲・誤嚥		引っ張られる		はさむ					
742人	57.0%	133人	10.2%	93人	7.1%	79人	6.1%	62人	4.8%	193人	14.8%	1302人		
3歳		衝突		はさむ		誤飲・誤嚥		火傷※		引っ張られる※				
465人	55.4%	122人	14.5%	56人	6.7%	37人	4.4%	25人	3.0%	25人	3.0%	109人	13.0%	839人
4歳		衝突		はさむ		誤飲・誤嚥		引っ張られる						
370人	54.7%	114人	16.8%	44人	6.5%	26人	3.8%	18人	2.7%	105人	15.5%	677人		
5~9歳	転倒・転落		衝突		交通事故		はさむ		火傷					
	912人	50.2%	390人	21.5%	115人	6.3%	105人	5.8%	57人	3.1%	236人	13.0%	1815人	
	5歳		衝突		はさむ		交通事故		火傷					
	270人	55.0%	77人	15.7%	30人	6.1%	25人	5.1%	22人	4.5%	67人	13.6%	491人	
	6歳		衝突		はさむ		交通事故		火傷					
	238人	51.9%	91人	19.8%	32人	7.0%	21人	4.6%	16人	3.5%	61人	13.3%	459人	
	7歳		衝突		交通事故		はさむ		火傷					
170人	47.0%	91人	25.1%	27人	7.5%	17人	4.7%	12人	3.3%	45人	12.4%	362人		
8歳		衝突		交通事故		はさむ		他者による傷害						
137人	48.2%	69人	24.3%	21人	7.4%	14人	4.9%	11人	3.9%	32人	11.3%	284人		
9歳		衝突		交通事故		はさむ		切る						
97人	44.3%	62人	28.3%	21人	9.6%	12人	5.5%	6人	2.7%	21人	9.6%	219人		
10~14歳	転倒・転落		衝突		交通事故		他者による傷害		捻る					
	265人	39.6%	193人	28.8%	63人	9.4%	27人	4.0%	20人	3.0%	101人	15.1%	669人	
15歳以上	転倒・転落		衝突		交通事故※		他者による傷害※		捻る※					
	38人	37.3%	34人	33.3%	5人	4.9%	5人	4.9%	5人	4.9%	15人	14.7%	102人	

全年齢	転倒・転落		衝突		誤飲・誤嚥		はさむ		火傷		その他		全体	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
全年齢	4346人	52.9%	1183人	14.4%	667人	8.1%	391人	4.8%	349人	4.2%	1287人	15.7%	8223人	
年齢不詳	70人		26人		7人		2人		12人		28人		145人	
全体	4416人	52.8%	1209人	14.4%	674人	8.1%	393人	4.7%	361人	4.3%	1315人	15.7%	8368人	

(注意:全データ8,334件使用したが、複合的な事故があるため延べ数では8,368件となる。そのうち年齢不詳の145件を除き、8,223件のデータを用いた。
※は同順位を示す)

表 3-2 平成 21 年度安全知識循環型社会構築事業収集データ年齢別集計表(身体部位)

	1位		2位		3位		4位		5位		その他		全体		
	部位	人数	部位	人数	部位	人数	部位	人数	部位	人数	部位	人数	人数		
0～4歳	頭部	3311人	手首及び手	555人	肘及び前腕	449人	肩及び上腕	152人	足首及び足	130人		303人	4900人		
		67.6%		11.3%		9.2%		3.1%		2.7%		6.2%			
	0歳	頭部	590人	手首及び手	70人	肘及び前腕	64人	股関節部および大腿	23人	胸部	18人		35人	800人	
		73.8%		8.8%		8.0%		2.9%		2.3%		4.4%			
	1歳	頭部	986人	上肢(肩)前腕	151人	手首及び手	144人	足首及び足	47人	胸部	42人		67人	1437人	
		68.6%		10.5%		10.0%		3.3%		2.9%		4.7%			
	2歳	頭部	785人	上肢(肩)前腕	180人	手首及び手	97人	足首及び足	34人	頭部	32人		65人	1193人	
	65.8%		15.1%		8.1%		2.8%		2.7%		5.4%				
3歳	頭部	529人	上肢(肩)前腕	92人	手首及び手	79人	頭部	34人	足首及び足	29人		45人	808人		
	65.5%		11.4%		9.8%		4.2%		3.6%		5.6%				
4歳	頭部	421人	上肢(肩)前腕	68人	手首及び手	59人	頭部※	31人	足首及び足※	31人		52人	662人		
	63.6%		10.3%		8.9%		4.7%		4.7%		7.9%				
5～9歳	頭部	1062人	上肢(肩)前腕	212人	手首及び手	187人	足首及び足	158人	股関節部および大腿	126人		213人	1958人		
		54.2%		10.8%		9.6%		8.1%		6.4%		10.9%			
	5歳	頭部	302人	上肢(肩)前腕	51人	手首及び手	38人	足首及び足	30人	股関節部および大腿	29人		47人	497人	
		60.8%		10.3%		7.6%		6.0%		5.8%		9.5%			
	6歳	頭部	259人	上肢(肩)前腕	60人	手首及び手	52人	足首及び足	36人	股関節部および大腿	24人		55人	486人	
		53.3%		12.3%		10.7%		7.4%		4.9%		11.3%			
	7歳	頭部	225人	足首及び足	47人	上肢(肩)前腕	37人	手首及び手	31人	腹部、下背部、腰 椎および骨盤部	26人		53人	419人	
	53.7%		11.2%		8.8%		7.4%		6.2%		12.6%				
8歳	頭部	149人	上肢(肩)前腕	39人	手首及び手	38人	股関節部および大腿	24人	足首及び足	23人		37人	310人		
	48.1%		12.6%		12.3%		7.7%		7.4%		11.9%				
9歳	頭部	127人	手首及び手	28人	上肢(肩)前腕	25人	股関節部および大腿※	22人	足首及び足※	22人		22人	246人		
	51.6%		11.4%		10.2%		8.9%		8.9%		8.9%				
10～14歳	頭部	290人	手首及び手	112人	上肢(肩)前腕	96人	股関節部および大腿	86人	足首及び足	62人		111人	757人		
		38.3%		14.8%		12.7%		11.4%		8.2%		14.7%			
15歳以上	頭部	41人	手首及び手	18人	上肢(肩)前腕	14人	足首及び足	12人	股関節部および大腿	11人		15人	111人		
		36.9%		16.2%		12.6%		10.8%		9.9%		13.5%			

全年齢	頭部		上肢(肩)前腕		手首及び手		足首及び足		股関節部および大腿		その他		全体	
	人数		人数		人数		人数		人数		人数		人数	
	4704人	60.9%	877人	11.4%	766人	9.9%	384人	5.0%	342人	4.4%	653人	8.5%	7726人	
年齢不詳	63人		13人		9人		4人		13人		18人		120人	
全体	4767人	60.8%	890人	11.3%	775人	9.9%	388人	4.9%	355人	4.5%	671人	8.6%	7846人	

(注意: 使用したデータ数は、全データ8,334件のうち身体傷害情報があった5,864件であるが、いくつかの部位を同時に受傷する事故があるため延べ数では7,846件となる。そのうち年齢不詳の120件を除き、7,726件のデータを用いた。※は同順位を示す)

表 3-3 平成 21 年度安全知識循環型社会構築事業収集データ年齢別集計表(製品)

	1位		2位		3位		4位		5位		その他		全体	
0～4歳	椅子		階段		ベッド		テーブル・机		自転車					
	340人	8.3%	319人	7.8%	271人	6.6%	220人	5.4%	212人	5.2%	2718人	66.6%	4080人	
	ベッド		椅子		階段		小物		テーブル・机					
	158人	18.1%	65人	7.4%	41人	4.7%	37人	4.2%	35人	4.0%	537人	61.5%	873人	
	椅子		階段		テーブル・机		自転車		タバコ					
	128人	10.5%	111人	9.1%	67人	5.5%	54人	4.4%	48人	3.9%	809人	66.5%	1217人	
	階段		椅子		テーブル・机※		自転車※		遊具					
96人	10.9%	79人	8.9%	49人	5.5%	49人	5.5%	46人	5.2%	564人	63.9%	883人		
自転車		遊具		テーブル・机		椅子		階段						
51人	8.2%	50人	8.0%	43人	6.9%	36人	5.8%	32人	5.1%	411人	66.0%	623人		
自転車		遊具		階段		椅子		テーブル・机						
51人	10.5%	49人	10.1%	39人	8.1%	32人	6.6%	26人	5.4%	287人	59.3%	484人		
5～9歳	自転車		遊具		階段		ドア		自動車					
	169人	14.4%	136人	11.6%	72人	6.1%	65人	5.5%	48人	4.1%	685人	58.3%	1175人	
	自転車		階段		遊具		ドア		椅子					
	31人	9.3%	29人	8.7%	24人	7.2%	19人	5.7%	17人	5.1%	214人	64.1%	334人	
	遊具		自転車		ドア		階段		自動車					
	43人	14.2%	42人	13.9%	24人	7.9%	15人	5.0%	13人	4.3%	165人	54.6%	302人	
	自転車		遊具		階段		自動車		椅子					
38人	17.2%	29人	13.1%	11人	5.0%	9人	4.1%	8人	3.6%	126人	57.0%	221人		
自転車		遊具		階段※		ドア※		自動車						
30人	16.7%	25人	13.9%	8人	4.4%	8人	4.4%	7人	3.9%	102人	56.7%	180人		
自転車		遊具		階段		ボール		ドア						
28人	20.3%	15人	10.9%	9人	6.5%	8人	5.8%	7人	5.1%	71人	51.4%	138人		
10～14歳	自転車		ボール		自動車		遊具		階段					
	64人	15.6%	57人	13.9%	30人	7.3%	29人	7.1%	11人	2.7%	218人	53.3%	409人	
15歳以上	自転車		ボール ※1		自動車 ※1		ドア ※2		運動用具 ※2					
	6人	12.5%	4人	8.3%	4人	8.3%	2人	4.2%	2人	4.2%	30人	62.5%	48人	

全年齢	自転車		階段		椅子		遊具		ベッド		その他			
	451人	7.9%	403人	7.1%	381人	6.7%	339人	5.9%	291人	5.1%	3847人	67.3%	5712人	
年齢不詳	6人		11人		7人		5人		2人		54人		85人	
全体	457人	8.1%	414人	7.4%	388人	6.3%	344人	5.7%	293人	5.1%	3901人	67.3%	5797人	

(注意: 使用したデータ数は、全データ8,334件のうち製品情報が記入されていた5,446件であるが、複数の製品が同時に関わる事故があるため延べ数では5,797件となる。そのうち年齢不詳の85件を除き、5,712件のデータを用いた。※は同順位を示す)

今年度は、「傷害サーベイランス・ソフトウェア」の本格運用がスタートし、身体地図情報システムを導入した。これによって従来、看護師の手書きに頼っていた入力を簡便化し、同時にデータ分析までの時間短縮も達成された。ことに身体地図情報システムを導入したことで、傷害を負った体の部位を文章などで記載した際のあいまいさを回避することができるようになったことは特筆すべきであろう。



図 3-3 身体地図情報システム

2.2. ものづくり現場の視点から、安全を推進する「安全知識創造共同プロジェクト」

ものづくりの現場では、製品を安全にするための様々な試みがなされている。そういった試みを後押しするため、我々が本事業を通じて培ってきた技術を企業等に提供する新たな試みを本年度からスタートさせた。

本プロジェクトでは、企業・団体等からプロジェクトを募集、その中から複数を選んで本事業と共同でテーマに取り組んだ。計 6 件のプロジェクト応募があり、うち 5 件をプロジェクトとして採択、実施した。以下に各プロジェクトの報告を記す。

(1) 硬貨返却口での指はさみ事故防止と安全性評価手法の確立

(社団法人 日本アミューズメントマシン工業協会)

平成 20 年度の本事業では、「ベビーカーによる指はさみ事故」の検討を行った。その技術を援用し、今年度は、ゲームセンター等で発生している硬貨返却口での指はさみ事故（指の切断または重症に至る事故）について、そのメカニズムと安全性評価手法、さらには安全な返却口の構造について検討を行った。

検討のため、大人の指 1 種類、子どもの指 1 種類、さらには直径や摩擦係数等の条件を変えられるシリコンゴム棒（指を模したもの）をコンピュータ上で作成した。

その際、子どもの指の模型サイズは、子ども 50 人の指を測定しその結果をもとに製作した。シリコンゴム棒は、直径（太い～細い）摩擦係数（高い～低い）硬さ、そして返却口から指を引き抜く時の加速度の 4 つの条件に関して変えることができる。



図 3-4 (社)日本アミューズメントマシン工業協会が提案する
直径と硬度が異なる安全チェック用シリコンダミー

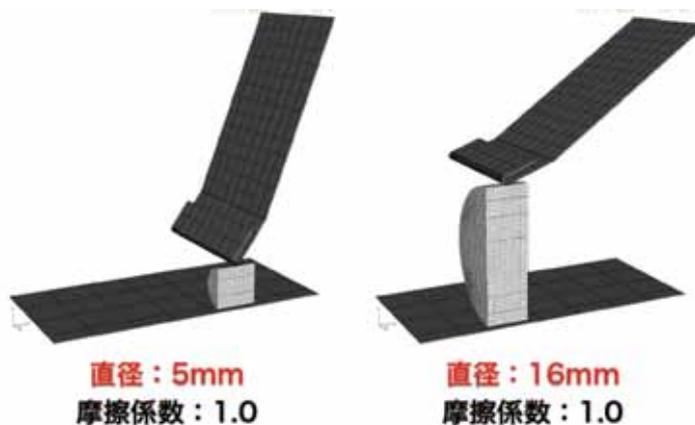
シミュレーション解析の結果、指の直径が細いほど、また指の摩擦係数が高い（指が湿っているなどして、返却口のフタとの間の摩擦が大きい）ほど指はさみのリスクが高いことがわかった。一方、直径が細くて摩擦が大きい「指はさみリスク高」の状態では、指の硬さや引き抜く時の加速度はリスクに大きな影響を与えなかった。

ではなぜ、細い指ほど指はさみのリスクが高くなるのか。くわしく調べた結果、指と硬貨返却口フタの下縁が接触した際にできる角度が 90 度に近いほど、指はさみが発生しやすいことがわかった（図 3-5a）。指が太ければ、扉は寝た状態（角度が小さい）になり、指はさみは発生しにくい（図 3-5b）。

以上の結果から、指と硬貨返却口フタができるだけ小さい角度で接触するようなデザインが求められる。しかし、このようにリスクが低い条件になると、

返却口から指を引き抜く時の加速度や引き抜く方向などの条件がリスクを左右するようになるため、「これで安全」とは言い切れない。そこで、近年見られるようになった「フタにヒンジ機構がある返却口」と「フタの軸受けにあそびがある返却口」についても上と同じ手法で検討した。その結果、いずれの返却口でも指はさみは発生しないことがわかった。

本研究を通じ、硬貨返却口にとどまらず指はさみに至る条件を理解する評価方法が確立され、



a. 直径が細い b. 直径が太い

図 3-5 指の太さと指はさみの関係

安全性の向上に寄与するものとする。

(2) 子ども用ヘルメットの安全性と適合性に関する研究

(株式会社オージーケーカプト)

平成 20 年度に行った、自転車からの転落による子どもの頭部外傷とヘルメット着用による外傷予防効果の検討を通じて、頭部へのインパクトの大きさを計測するための技術的基盤が確立された。そこで、今年度はその技術をさらに広げ、より安全な自転車用ヘルメットの開発につなげるため、ヘルメットの適合性と安全性について検討を行った。

子どもの頭の形やサイズには個人差がある。そこで、日本人の 1~7 歳の子ども 304 人の頭部形状のデータを取った。

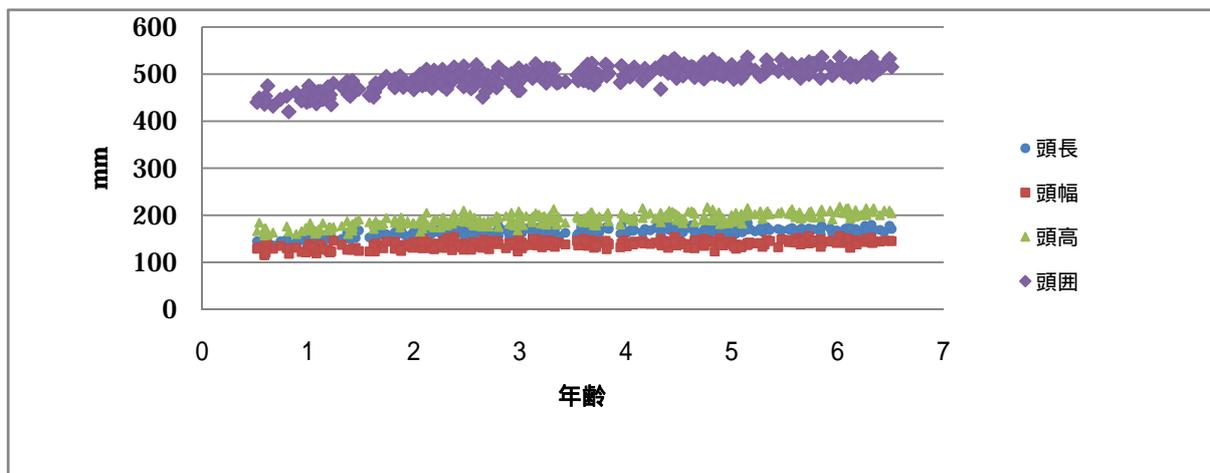


図 3-6 頭部の寸法データ

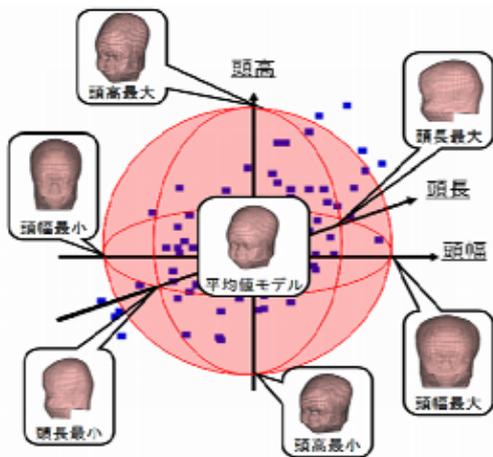


図 3-7 日本人子どもの頭部形状分布を考慮したシミュレーション・モデル

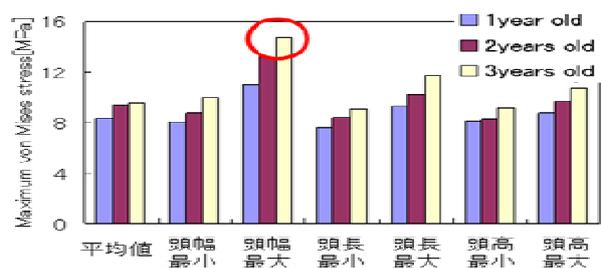


図 3-8 頭部形状と頭蓋骨 vonMises 応力の関係

そのうち、1~3 歳児の頭幅（横幅）、頭長（奥行）、頭高（縦の長さ）がそれぞれ一番大きいモデル 3 種類、一番小さいモデル 3 種類、すべてが平均値のモデル 1 種類を、1、2、3 歳それぞれ

について作成した（計 21 種類のモデル）。

これらのモデルをもとに、ヘルメットをかぶっていて自転車の転倒が起きた時の頭部外傷の程度を検討した。すると、3 歳児で頭幅（横幅）が最大の時には、頭蓋骨にかかるフォンミーゼス（von Mises）応力（衝撃によってあらゆる方向に働く力を総合した値）が大きくなることがわかった。この条件ではヘルメットの幅が足りず、安全性を発揮する適正な位置まで深くかぶれていないためと考えられた。

そこで、ヘルメットをかぶる深さを変えて衝撃の強さとの関係を見た。すると、かぶり方が浅いほど頭蓋骨にかかるフォンミーゼス応力は高いことが明らかになった。ヘルメットの端に行くほど衝撃吸収のための発泡スチロールが薄くなること、また、浅くかぶることで、頭部とライナーの接触面積が小さくなることが原因と考えられる。

以上のことから、子どもの頭部の形やサイズに従って適切なヘルメットを用い、深く装着できるようにすることが重要である。

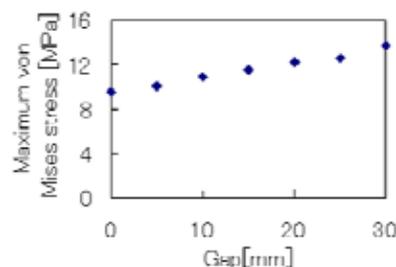


図 3-9 ヘルメット装着深さと傷害評価指標の関係

(3) 角等の性状による衝突安全性に関する研究

（住友林業株式会社）

子どもが室内で転んで家具等の角に頭をぶつけ、ケガをするというのは日常茶飯事である。角が面取りされていたり、曲面にされていたりしたら、ケガの程度は軽くなるであろうか。

この疑問に答えるため、本プロジェクトでは、直線の面取りの程度、曲面の程度を変えた場合で、子どもの頭にかかるインパクトを比較する実験を行った。

実験には 3 歳児のダミー人形と、3 歳児の頭部モデルシミュレーションを用いた。頭皮にかかる圧力を測るため、圧力に応じて色が変化する感圧紙を使用した。ダミー人形を用いた実験では、面取り部分が大きくなるほど頭皮にかかる圧力最大値が小さくなることがわかった（図 3-11 の C1 から C5 への変化）。また、シミュレーションを用いた検討でも、面取りを大きくするだけで、高い圧力がかかからなくなっていることが明らかになった（図 3-12）。



図 3-10 3 歳児ダミーの皮膚の圧力測定

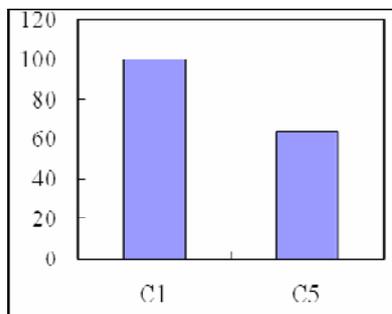


図 3-11 角特性の違いによる最大圧力値の変化(ダミー実験)

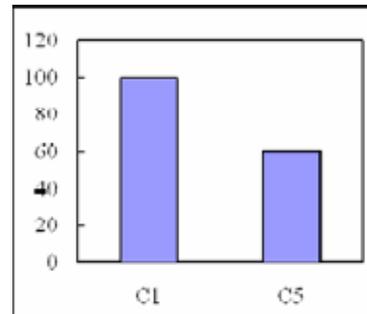


図 3-12 角特性の違いによる最大圧力値の変化(シミュレーション)

このように、角の面取りを行うだけでも子どもの頭皮にかかる圧力は下がり、頭皮の傷予防に貢献することが今回のプロジェクトからわかった。

(4) 転倒・転落での衝突衝撃を吸収する住宅内装建材に関する研究

(永代産業株式会社)

建屋内での子どもの転倒は頻発するものであり、頭部外傷の要因ともなりうる。本プロジェクトでは子どもの転倒の多さと結果の深刻さに鑑み、既存の木質床材と、既存のクッションフロア、及び衝撃吸収構造付き床材を比較して、子どもの頭を転倒の際の衝撃から守る効果を検討した。

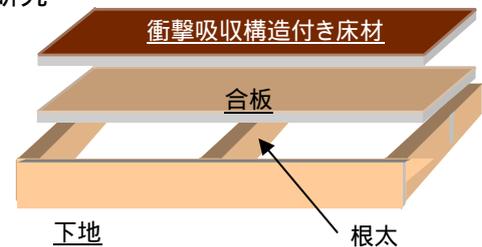
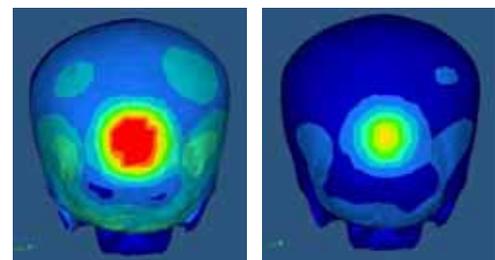


図3-13 床下構造の模式図

衝撃吸収構造付き床材は、特殊な衝撃吸収構造を有する(図3-13)。この床材と既存の木質床材、クッションフロアと材料特性を計測し、コンピュータ・シミュレーションに用いた。子どもの頭については、3歳児の頭部モデルを用いた。

シミュレーションの結果から、衝撃吸収構造付きの床材では、頭蓋骨骨折の危険性を減少させることがわかり(図3-14)。この床材は既存の床材に比べ、子どもの頭部を守る効果が高いことが明らかになった。



コンクリート

衝撃吸収床

図3-14 頭蓋骨von Mises応力の比

(5) 日本小児科学会雑誌「Injury Alert」事例に分析に関する研究

(社団法人 日本技術士会登録子どもの安全研究グループ)

このプロジェクトは、日本技術士会に属し、子どもの安全に強い関心を持っているメンバーがグループ(子どもの安全研究グループ)を構成し、子どもの事故を工学的な広い視点から分析し、技術的解決案を提案することを目的としている。

今年度、分析の対象としたのは、『日本小児科学会雑誌』の「Injury Alert」に掲載された傷害事例のうち2つと、過去、社会に大きな衝撃を与えたプールでの死亡事故例である。

- a. 浴槽用浮き輪による溺水
- b. マニキュア除光液による中毒
- c. 流水水泳プールによる吸い込まれ事故

以上の事故について、次のような視点から分析を行った。

- I. 子どもが接触するモノにある危険源を見つけ、リスクを定量的に評価した上で、危険源のリスクを低減する。
- II. 事故を引き起こした危険源に限定せず、子どもが接触するモノが有するリスクすべてを分析・低減対象とする。これによって、今後起こるかもしれない重篤な事故を予防することができる。

III.事故の本質的防止対策の第一は、モノの危険源そのものの排除であると位置づける。第二の対策は危険源から子どもを防護することであると、人の注意力に頼るとする対策は、ごく小さなリスクに対してのみ用いるものとする。

工学的分析を行ったところ、ともすれば使用法あるいは管理の問題とされがちな事例も、はじめからきちんとリスクアセスメントを行っていれば事故は防げた事例、あるいは危険源そのものを排除できた事例や、また材料の選択や安全な使用法の周知などを必要とする事例があることが分かった。使用者が子どもである場合の身体特性データの入手と子どもの身体が接近する場合の安全距離の求め方、乳児をふくめた子どもの化学物質許容値など整備が出来ていないなど課題があることが分かった。

3.3. 傷害に対する社会及び保護者の意識を高める

本事業では、子どもの傷害予防に関する情報発信を進めてきたが、平成 21 年度は、以下がこの分野にあてはまる。

(1) データに基づく傷害状況アニメーション

国立成育医療センターと共同で集めてきたデータから、頻繁に起こる傷害、重症に至りがちな傷害等が明らかになってきた。これらのデータをもとに、子どもの傷害が起こる状況をリアリティに再現したアニメーションを 25 点制作した。

(2) 「キッズデザインの輪」、傷害検索機能にキーワード表示を追加

国立成育医療センターと共同で集めてきた傷害データは、傷害予防に役立てるため、「キッズデザインの輪」ウェブサイトで公開されている。傷害予防に興味のある個人・企業は、自分が見たいデータに該当するキーワードを入力することで、データを引き出すことができるが、この間、「どんなキーワードを入れればいいのかわからない」という照会が、このデータを活用しているキッズデザイン関連の企業から少なからず寄せられた。そこで、情報提供ウェブサイトに検索用キーワードが自動的に表示される機能を加え、使用する人が簡単に、興味のある分野の情報を引き出すことができるように変更を行った。



図 3-15 検索画面

(3)身体地図型傷害サーベイランスシステム(BISS)の使い方パンフレットの製作

国立成育医療センターに導入した身体地図型傷害サーベイランスシステム(BISS)を他の医療機関でも使用してもらうため、BISSの使用方法を説明するパンフレットを作成した。

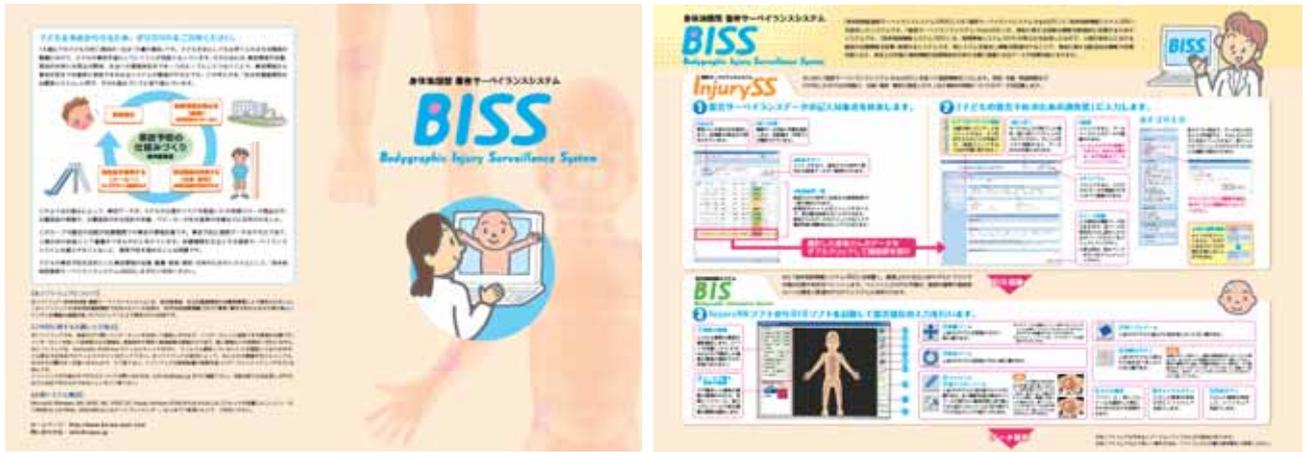


図 3-16 BISS パンフレット

4. おわりに

平成 19 年 9 月から始まった経済産業省の中小企業支援調査「安全知識循環型社会構築事業」の 3 年間の活動が無事に終了した。この 3 年間、経済産業省の担当官をはじめ、いろいろな方に多大なご協力をいただいた。この場を借りて、まず厚くお礼申し上げたい。

3 年間、実質的には 2 年数か月の事業展開ではあったが、私自身の気持ちとしてはずいぶん長いあいだ取り組んできたような気がしている。この事業は全く新しい事業であったため、モデルとなるものもなく、どのような成果が得られるか不安な面もあった。しかし、取り組みの基本を常に「現実起こった事故の予防に徹底して取り組む」点に置くことで、一定の成果をあげることができたと自負している。しかし、幸か不幸か、事故は次々と起こり、かえって苦慮する場所すらあった。取り組むなかで多様な課題にぶつかったが、課題をひとつひとつ解決するためにいろいろな人と関わりを持ち、そうしてできた広いネットワークもまた現時点での成果となっている。

3 年間のまとめをひと言でいえば、当初の予想よりも具体的で役に立つ活動が展開でき、わが国における「不慮の事故による傷害予防システム」の原型を確立することができたのではないかなぜ、そのように申し上げることができるのか、本事業を総括させていただいた立場から理由を列挙すると以下の通りとなる。

1. 傷害予防の包括的概念が結晶化

日々の取り組みと、その間の議論を通じ、安全知識循環の概念図ができあがり、今ある形に結晶化した。この図は傷害予防のあり方をきわめて端的に、かつ明確に示している。この概念図をみれば、我々が今どこの部分に取り組んでいるか、次にどこに取り組むべきか、などがわかる。傷害予防の羅針盤となる概念図である。

2. 情報収集システム開発と現場応用

日々、傷害のために多くの方が医療機関を受診しているが、これまでその情報を収集することは非常に困難であった。医療機関は治療をする場であり、傷害の発生状況を細かく聞くこともなかった。しかし、本事業では国立成育医療センターの看護師の協力で 8,000 例以上の事例が提供され、分析に耐える情報が集まり始めた。これまでに開発した電子カルテと連動可能な傷害サーベイランスシステム（身体地図機能を有する傷害サーベイランスシステム）のソフトウェアの無料配布を開始している。このシステムは、現在も、情報を収集・入力する医療現場の声を反映しながら改良を続けている。

3. 知識化のための工学技術や心理学知見の利用

本事業の中で集められた事故と傷害の情報を分析し、原因究明を行ったり、対策法を開発したりするための様々な工学技術を開発した。従来、事故や傷害のデータは単純な統計処理の対象にしかならなかったが、工学の視点から取り組むことで、従来とは次元を異にした複合的、重層的な分析が展開された。代表的なものを述べれば、転倒・転落や指はさみによる傷害を再現したり、安全性を評価したりするための生体力学シミュレーション技術が開発された。後述する情報公開のために、大規模な傷害データを分析し、事故に関わった製品の辞書を作ることで、製品に関わる事故事例を WEB から簡単に検索できるサービスを開発した。蓄積された傷害データに基づいて、

典型的な傷害の発生パターンを分析し、アニメーションとして可視化する技術も開発された。心理学の知見を活かし、傷害予防のための教材を効果的に伝達するために、人の意識や行動を変容させる技術の開発や、その効果を評価する試みもなされた。いずれも、具体的な課題や産業界からのニーズに応えることが、学術上も価値がある様々な工学・心理学上の技術を生み出すことに繋がった点で、21世紀の科学技術のあり方を予感させる取り組みにもなった。

4．安全な製品開発、環境整備への活用

本事業を通じて収集された傷害データがものづくりに還元された事例もいくつか出てきた。たとえば「熱傷が起きない低温湯気のIH炊飯器」(パナソニック株式会社)が発売された。実際に起きた遊具事事故事例の検討を通して国土交通省の遊具安全指針が変更された。指はさみ事例の検討結果がベビーカーの安全基準に反映された。これら具体的な成果に加え、最終年は「ものづくり現場での活用を通じた安全知識創造」が加わった。最初の2年間に培ってきたシミュレーション技術、安全評価技術がものづくり現場の問題意識をもとに活用され、安全な設計に活かされたことは、本事業の達成点として特記すべきであろう。3年間で扱った知識化の事例は、合計11件と数はまだ少ないものの具体的な傷害の事例検討・検証を行い、中には具体的解決策まで至った「安全知識循環」の成功例がいくつか得られたことは重要である。

5．人的ネットワークの構築

本事業を展開する中で、多種多様な分野の専門家、市民の方々と関わりを持ち、共に働いてきた。そして、我が国においても「傷害予防」という研究分野が確立しつつあること、それを支える人のネットワークができつつあることを実感できた。

6．情報公開

本事業を通じて収集・分析された情報は、ウェブサイト、報告書等を通じて公開してきた。傷害は、できるならば起きてほしくない事象であるが、起こってしまった場合には「次に起こり得る傷害の予防」のためには貴重な情報となるし、貴重な情報として役立てなければならない。過去の情報があって初めて、次に起こる傷害が予防できるのである。傷害の情報は国民の財産であり、誰でも利用できるシステムにする必要がある。情報収集・共有システムははまだ整備中ではあるが、本事業で得られた情報を国民に還元できたことは大きな進歩であると自負している。

7．国際展開

国際学会でのプレゼンテーション、海外から講演者を招いての国際シンポジウム開催等の機会を通じ、本事業で得られた成果を発表し、高い評価を得ることができた。今後は情報発信を加速させ、海外の研究者との共同研究を進めていきたいと考える。

一方で課題もある。最終年度において企業と連携した「安全知識創造」を実施したが、これを通じて、現場で解決しなければならない課題の多さが実感されたのも事実である。真に現場で活かせる安全技術、安全評価技術を作ることを目的とする事業を今後もさらに推し進めていく必要性を痛感した次第である。本事業はこれで終了するが、安全知識循環を我が国に根付かせ、製品づくりの現場にいっそう活用していく試みは途切れさせてはならない。

WHO(世界保健機関)は、21世紀の人々の健康問題として、「傷害」を最重要課題の一つと位

置づけている。今回の「安全知識循環型社会構築事業」で得られた成果の中には、傷害予防に活かせる基本的な知見が多くあり、世界でも有用となりうる材料が少なくない。本事業の核は今後とも継承されるであろうし、本事業で得た貴重な情報をさらに発展させることが不可欠である。

「傷害」は国民の、全世界の人々の健康問題である。そのことを認識し、今後も積極的に傷害予防に取り組む必要性をすべての国民にご理解いただきたいと考える。

2010年2月26日

山中 龍宏

付録(補足用詳細資料)

A. 補足詳細資料(事故情報の収集・基礎データの作成)

A.1. 子どもの身体寸法データベース用データ収集・開発

子どもの“不慮の事故”を無くしていくことを目指して、子どもの事故の原因究明・製品改善・開発の基礎データとして用いることを目的に、子どもの身体特性（頭部・指各部の寸法）データを収集し、データベース化する作業を行った。

(1) 子どもの身体特性データの計測

子どもの事故の原因究明の基礎データとして頭部・指の必要な項目について子どもの身体特性（身体各部の寸法）データを計測した。

- ・ 計測項目は、子どもの事故の原因究明の基礎データとして必要な項目とした。（図 A.1.1、図 A.1.2）
- ・ 計測器具は、触角計、木製ゲージ、巻尺を使用した。（図 A.1.3）
- ・ 指はスキャンを取り、石膏の型をおこした。
- ・ 計測の実施場所と計測した子どもの人数は表 A.1.1 のとおりである。

(2) 子どもの身体特性データの整備

計測したデータを、計測項目ごとに1名ずつのテキストデータとして整理し、データベースにした（表 A.1.2）。

(4) 子どもの身体特性データの散布グラフとパーセンタイル値表の作成

計測したデータを、計測項目ごとに、対年齢、対身長 of 散布グラフとパーセンタイル値表を作成した（図 A.1.4、図 A.1.5、図 A.1.6）。

頭部の寸法データの計測定義

1. ランドマーク

ランドマーク名	定義
眉間点	眉間が正中線上で最も前方に突き出している点
後頭点	正中線上で眉間点から最も遠い位置にある後頭部の点
おとがい点	下顎骨の下縁のうち、正中線上で最も下方の点

2. 計測方法

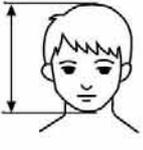
No.	計測項目名	計測定義 (計測方法)	計測器具	計測姿勢
1	頭長	眉間点から後頭点までの直線距離 (後頭部正中線上で触角計を上下に動かし、最大値を読む) 	触角計	立位もしくは座位 (0.5～1.5歳は臥位にて計測の場合あり)
2	頭幅	左右の側頭部の最大水平直線距離 (矢状面に直交するように触角計を持ち、最大値を読む) 	触角計	立位もしくは座位 (0.5～1.5歳は臥位にて計測の場合あり)
3	頭高	頭部最高点からおとがい点までの鉛直距離 (被計測者の前方より、木製ゲージの固定アームをおとがい点に当てて固定し、可動アームを頭部最高点到に触れさせて距離を測る) 	木製ゲージ	立位もしくは座位 (0.5～1.5歳は臥位にて計測の場合あり)
4	頭囲	眉間点と後頭点を通る頭の周長 (水平とは限らない) 	巻尺	立位もしくは座位 (0.5～1.5歳は臥位にて計測の場合あり)
5	文部省式身長	床面から頭部最高点までの鉛直距離	スタジオメータ (各計測場所にて拝借)	立位 (0.5～1.5歳は臥位にて計測)
6	体重	裸体又はそれに近い状態での、身体の重量 (計測番号 ID. 67～250 については、使用した体重計が、小数第一位の単位が「.0kg」もしくは「.5kg」に丸められて表示されるものであった)	体重計 (各計測場所にて拝借)	立位もしくは座位 (0.5～1.5歳は臥位にて計測の場合あり)

図 A.1.1 頭部計測項目

別表

<右手部の寸法データ>

項目名
1 手幅
2 第1指近位関節幅
3 第2指近位関節幅
4 第2指遠位関節幅
5 第3指近位関節幅
6 第3指遠位関節幅
7 第4指近位関節幅
8 第4指遠位関節幅
9 第5指近位関節幅
10 第5指遠位関節幅
11 第1指近位関節厚
12 第2指近位関節厚
13 第2指遠位関節厚
14 第3指近位関節厚
15 第3指遠位関節厚
16 第4指近位関節厚
17 第4指遠位関節厚
18 第5指近位関節厚
19 第5指遠位関節厚
20 手掌長
21 手長
22 第1指長
23 第2指長
24 第3指長
25 第4指長
26 第5指長
27 第1指基長
28 第1指先長
29 第2指基長
30 第2指中長
31 第2指先長
32 第3指基長
33 第3指中長
34 第3指先長
35 第4指基長
36 第4指中長
37 第4指先長
38 第5指基長
39 第5指中長
40 第5指先長
41 手囲
42 第1指近位関節囲
43 第2指近位関節囲
44 第3指近位関節囲
45 第4指近位関節囲
46 第5指近位関節囲

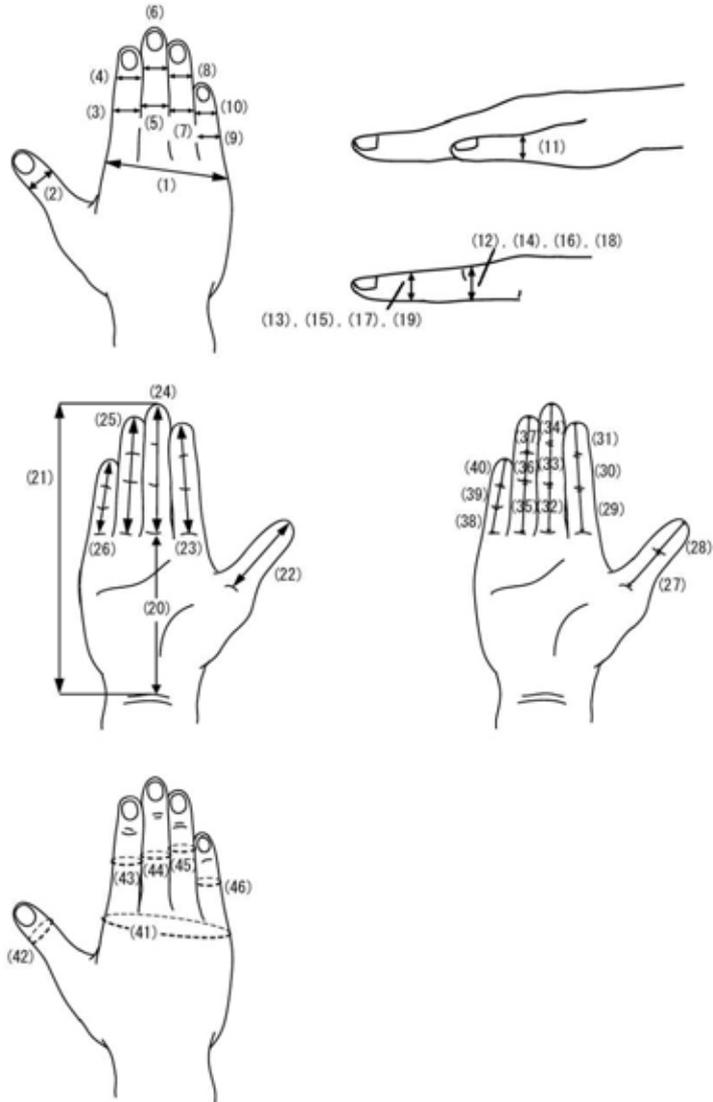
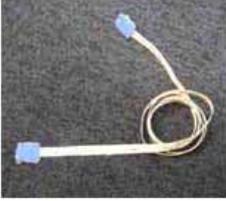


図 A.1.2 指計測項目

計測器具名	詳細	写真
触角計	「GPM 製 No.113」を使用	
木製ゲージ	<p>「足と靴と健康協議会製フットゲージ」の固定アーム部と可動アーム部に厚さ 5mm のステレンボードを貼り付けた特製のゲージを使用</p> <p>※「読みとった値-10mm」を「頭高」の寸法とする</p>	
巻尺	7mm 幅のプラスチックメジャーを使用	

以上

図 A.1.3 計測器具

(単位:人)

	計測地	京都府		福井県		神奈川県		計測人数 総計		データに 欠損あり		有効データ数	
	性別	男児	女児	男児	女児	男児	女児	男児	女児	男児	女児	男児	女児
年齢	1歳 (0.5~1.5歳)	9	10	1	7	10	7	20	24	1	3	19	21
	2歳 (1.5~2.5歳)	22	16	9	10			31	26	1	2	30	24
	3歳 (2.5~3.5歳)	14	26	21	1			35	27	1	1	34	26
	4歳 (3.5~4.5歳)	27	26	1				28	26	0	0	28	26
	5歳 (4.5~5.5歳)	22	26					22	26	0	1	22	25
	6歳 (5.5~6.5歳)	30	19					30	19	1	0	29	19
	7歳 (6.5~7.5歳)	0	1					0	1	0	0	0	1
総計		124	124	32	18	10	7	166	149	4	7	162	142
(男女総計)		248		50		17		315		11		304	

表 A.1.1 計測実施場所及び計測者数

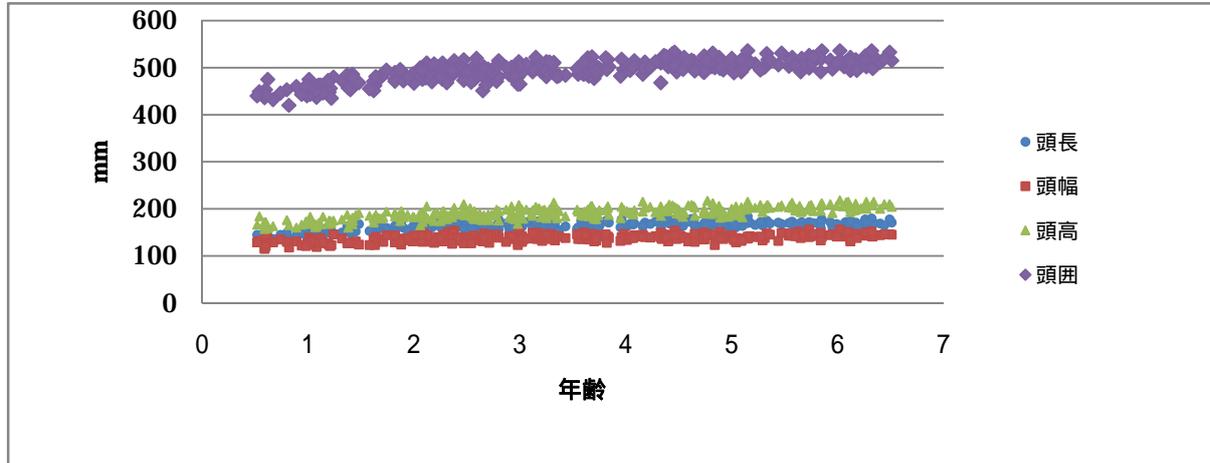


図 A.1.4 子どもの身体特性データの散布グラフ

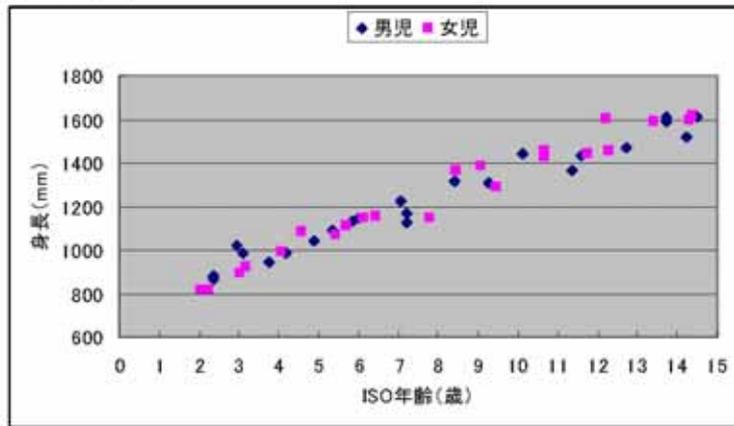
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	計測番号ID	データ欠損	計測日	計測地	性別	ISO年齢	四捨五入 年齢	満年齢	体重	文部省式 身長	身長計測 時の姿勢	頭長	頭幅	頭高	頭囲	着衣	特記事項
2	1		2009/9/29	神奈川県	男児	1.45	1	1	9.9	779	臥位	152	131	186	466	着衣のまま	
3	2		2009/9/29	神奈川県	男児	1.32	1	1	10	780	臥位	150	137	177	473	着衣のまま	
4	3		2009/9/29	神奈川県	女児	0.67	1	0	8	690	臥位	136	129	163	432	裸	
5	4		2009/9/29	神奈川県	女児	0.59	1	0	6.5	635	臥位	133	115	157	436	裸	出生時
6	5		2009/9/29	神奈川県	男児	0.62	1	0	8.3	720	臥位	154	137	159	475	裸	
7	6		2009/9/29	神奈川県	女児	0.59	1	0	7.4	663	臥位	150	117	172	440	裸	
8	7	欠損	2009/9/29	神奈川県	男児	1.07	1	1		760	臥位	159	123		453	裸	大泣き
9	8		2009/9/29	神奈川県	女児	0.54	1	0	8.5	663	臥位	142	132	184	449	裸	
10	9		2009/10/9	京都府	男児	1.01	1	1	8.4	703	臥位	154	139	168	475	着衣のまま	
11	10		2009/10/9	京都府	男児	1.21	1	1	8.6	777	臥位	157	121	174	456	着衣のまま	
12	11		2009/10/9	京都府	女児	1.37	1	1	11.5	823	臥位	163	127	187	485	着衣のまま	
13	12		2009/10/9	京都府	男児	1.42	1	1	10.4	786	臥位	161	128	181	468	着衣のままID13と	
14	13		2009/10/9	京都府	男児	1.42	1	1	10.9	776	臥位	172	127	175	485	着衣のままID12と	
15	14		2009/10/9	京都府	男児	1.42	1	1	10.6	802	臥位	160	128	167	486	着衣のままID15と	
16	15		2009/10/9	京都府	男児	1.42	1	1	10.8	805	臥位	162	129	175	480	着衣のまま大泣き	
17	16	欠損	2009/10/9	京都府	女児	1.17	1	1	10.5	774	臥位	149	127		454	着衣のまま大泣き	
18	17		2009/10/9	京都府	女児	0.99	1	0	11	711	臥位	141	125	172	440	着衣のまま	
19	18		2009/10/9	京都府	男児	1.67	2	1	9.8	790	立位	163	134	180	479	着衣のまま	
20	19		2009/10/9	京都府	女児	2.12	2	2	12.8	866	立位	173	136	205	510	着衣のまま	
21	20		2009/10/9	京都府	男児	2.05	2	2	11.2	834	立位	159	135	187	481	着衣のまま	
22	21		2009/10/9	京都府	女児	2.51	3	2	11.5	834	立位	166	132	193	493	着衣のまま	
23	22		2009/10/9	京都府	男児	2.27	2	2	12.1	838	立位	176	133	194	510	着衣のまま	
24	23		2009/10/9	京都府	男児	2.47	2	2	15	920	立位	175	140	210	517	着衣のまま	
25	24		2009/10/9	京都府	男児	2.27	2	2	11.6	859	立位	157	131	189	475	着衣のまま	
26	25		2009/10/9	京都府	女児	1.99	2	1	11.8	848	立位	163	137	183	480	着衣のまま	
27	26		2009/10/9	京都府	男児	1.87	2	1	11.6	796	立位	165	137	181	485	着衣のまま	
28	27		2009/10/9	京都府	男児	2.27	2	2	10.8	808	立位	165	140	182	493	着衣のまま	
29	28		2009/10/9	京都府	女児	2.19	2	2	12.8	868	立位	169	128	190	488	着衣のまま	
30	29	欠損	2009/10/9	京都府	女児	1.82	2	1	9.6	791	立位	158	129		476	着衣のまま	
31	30	欠損	2009/10/9	京都府	男児	1.99	2	1		796	立位	160	131		487	着衣のまま大泣き	
32	31		2009/10/14	京都府	男児	1.24	1	1	10.4	763	臥位	148	146	175	480	着衣のまま	
33	32		2009/10/14	京都府	男児	1.48	1	1	10.4	784	臥位	168	124	191	468	着衣のまま	
34	33		2009/10/14	京都府	男児	1.02	1	1	9.1	750	臥位	150	136	183	461	着衣のまま大泣き	
35	34		2009/10/14	京都府	女児	1.4	1	1	10.3	790	臥位	149	127	175	453	着衣のまま大泣き	
36	35		2009/10/14	京都府	女児	1.2	1	1	9.3	774	臥位	151	123	175	448	着衣のまま	

表 A.1.2 計測データ

「右手部の寸法データ」主要部位の散布図

平成 21 年 10 月 1 日
社団法人人間生活工学研究センター

1. 身長×ISO年齢



2. 身長×体重

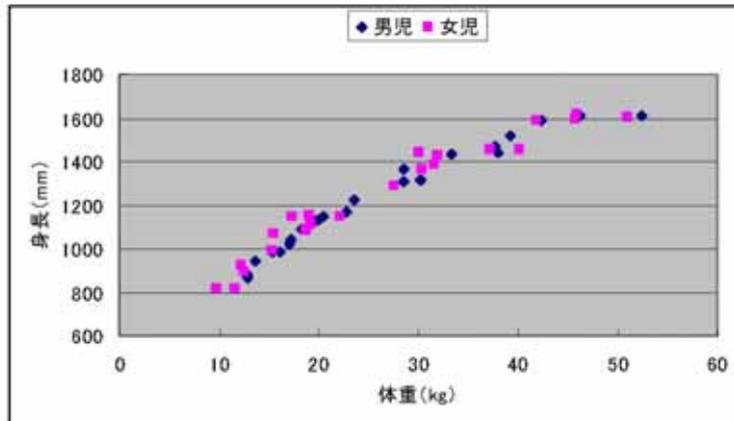
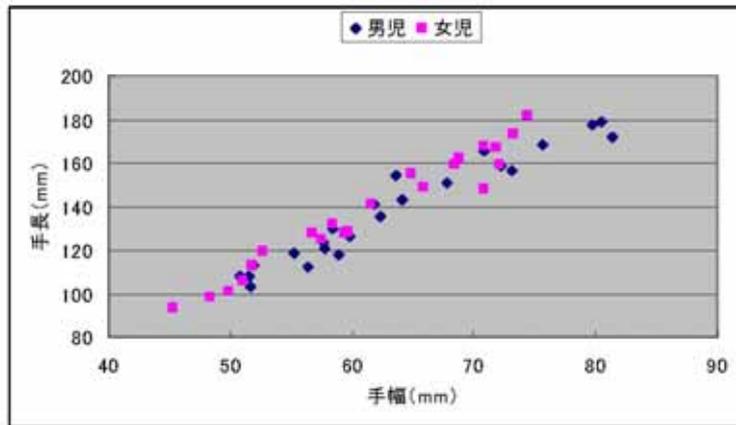
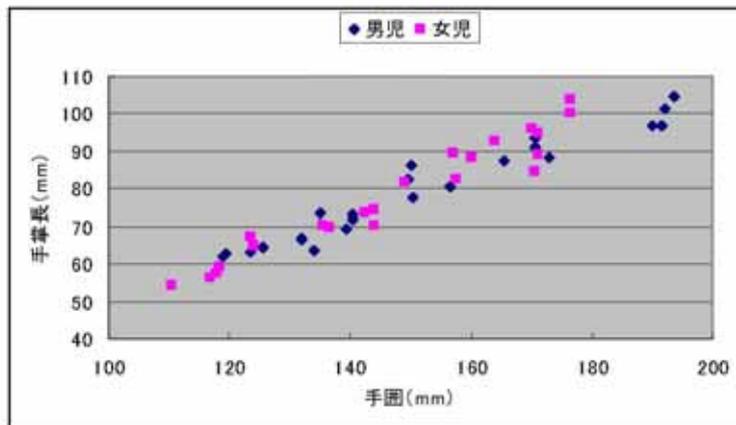


図 A.1.5 子どもの身体特性データの散布グラフ

3. 手長×手幅



4. 手掌長×手囲



5. 第2指長×身長

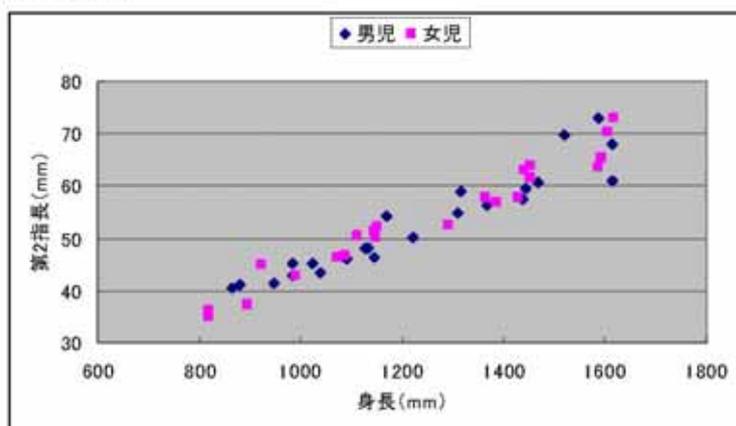


図 A.1.6 子どもの身体特性データの散布グラフ

A.2. 国立成育医療センターでの傷害情報の収集と統計分析

子どもの傷害データベース作成を目的に、独立行政法人 産業技術総合研究所と国立成育医療センター救急センターで子どもの傷害情報収集方法について引き続き検討を行い、前年度と同様の体制で看護師による傷害情報収集を継続している。

2008年12月からは、救急センターの電子カルテシステムと連動させた電子媒体での傷害情報入力（傷害部位情報を除く）を実施し、2009年11月からは傷害情報部位も電子媒体で入力を開始している。

A.2.1. 傷害情報収集状況

救急センターの2008年12月から2009年11月の来院患者数は、新型インフルエンザの流行もあり、例年より5千人ほど多い35,000人ほどであった。そのうち事故にともなう外傷などでの受診患者は3,826人あり、全体の10.7%を占めていた。（図A.2.1）患者・家族から聞き取りを行った看護師による傷害情報記載は1,751件あり、平均45.8%の記載率であった。（図A.2.2）傷害での受診患者の多く（9割強）は診療後に帰宅となっており、無処置や処置を行って即日完了のものから1カ月以上の通院を要したものであり、傷害のレベルは様々であった。

今年度は、傷害情報が記載されていなかった2,075件に対し、担当者が後日カルテからの情報をもとに傷害情報の収集を試行した。「発達段階」「子どもが何をしていたか」「一緒にいた人が何をしていたか」「モノの素材や形態」についての記載がないものがあり、傷害情報の精度にばらつきが見られた。

A.2.2. 電子媒体で傷害情報入力するシステムの導入と今後の課題

効率のよい情報収集活動のために、看護師のトリアージ記録を情報源として、電子カルテシステムと連動させた電子媒体での情報入力システムを導入した。このことにより、「電子カルテのトリアージ記録が傷害情報収集用紙に反映されるため、傷害情報に必要な情報のみの追記ができる」「電子カルテ入力時に傷害情報の“要”“不要”選択を行い、傷害による受診患者数の把握が容易にできる」「傷害情報収集用紙の記入完了時には“完了”と選択することで、傷害情報収集用紙の記載率の把握ができる」「傷害情報収集用紙“未完了”の一覧より情報の追加記載ができる」ようになった。しかし、傷害情報“要”と選択されていない・傷害の緊急性や重症度が高いものほど処置が優先され“未完了”のままになっていることがあるため、担当者による傷害での受診患者の確認・情報の追加記載が必要であった。傷害情報収集の記載率は、システム導入後一時低下したが、患者数増加による波はあるものの徐々に上昇している。

今後は、傷害情報インタビューの流れと情報収集用紙の記入項目の流れが一致しないため、記入しづらいとの声が現場からも挙がっており、検討が必要である。また、傷害情報の聞き取りのスキル向上や、モノについての知識を得ながらのスタッフ教育も必要である。

図 A.2.1 小児救急患者に占める傷害での受診患者の割合

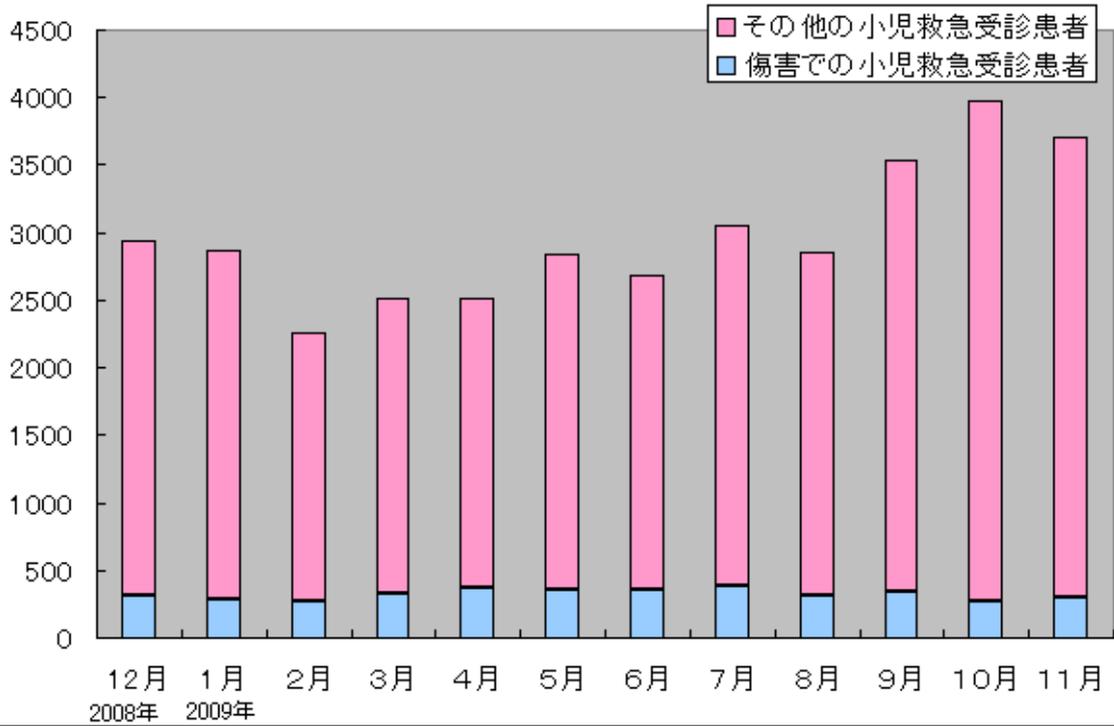
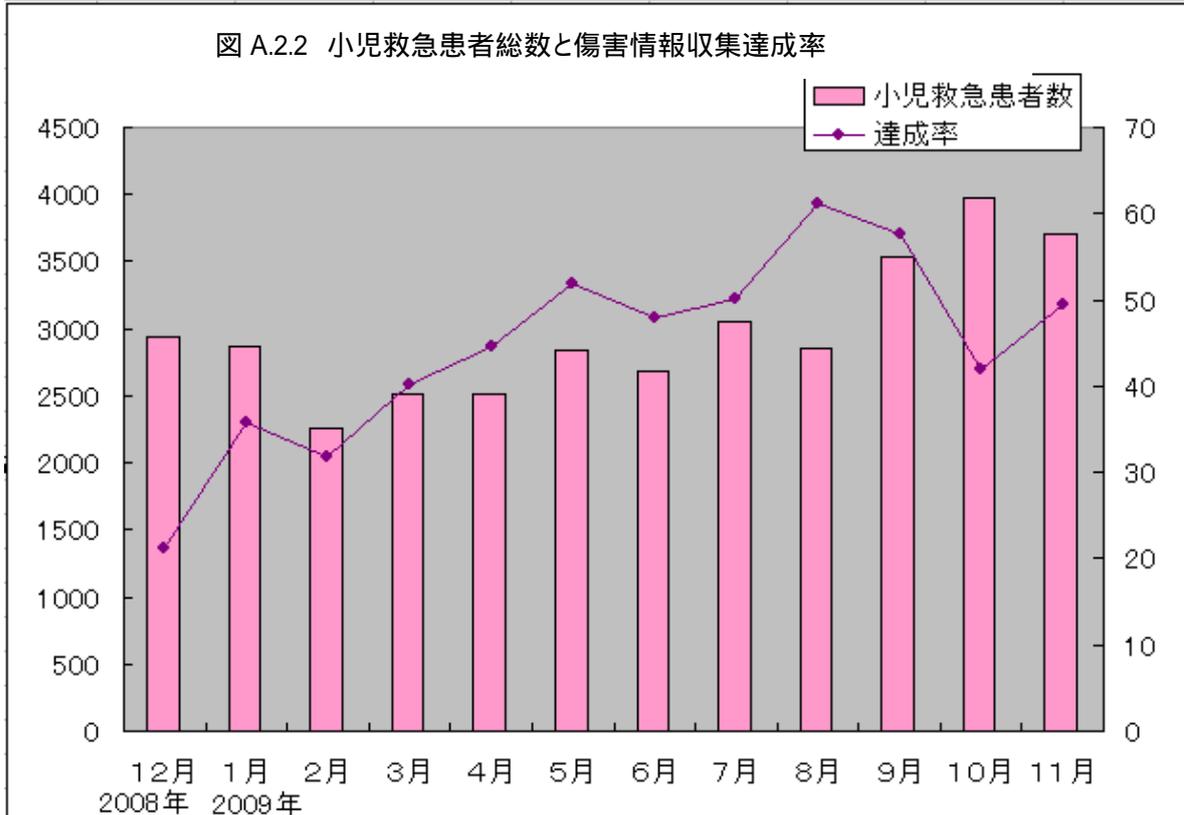


図 A.2.2 小児救急患者総数と傷害情報収集達成率



B. 補足詳細資料(安全知識創造共同プロジェクト)

B.1. 硬貨返却口での指はさみ事故防止と安全性評価手法の確立

(社団法人 日本アミューズメントマシン工業協会)

本調査研究では，硬貨返却口における指はさみ事故のリスク要因を，有限要素法を用いた数値解析で明らかにする．また，得られた解析結果から，安全な硬貨返却口のデザイン指針と，その安全性評価手法を提案する．

B.1.1. 指はさみ現象の再現

方法・実験

平均的な大人指とその単純なスケールで作成した子供指を硬貨返却口から引き抜く際の挙動を有限要素法で再現する．大人指については[1]で作成したものを利用した．また，それを 0.5 倍にスケールすることで子供指を作成した．いずれも骨組織(末節骨，中節骨，そして基節骨)と皮膚組織から成る．硬貨返却口については(社)日本アミューズメントマシン工業協会から提供を受けた図面を基に指はさみを再現するために最低限必要な蓋と底板だけをモデル化した．

境界条件については図 B.1.1 に示す 4 項目を設定した．すなわち，蓋の回転軸を再現するためにヒンジ部に設定した変位拘束，底板の固定を再現するためにその左右端に設定した完全拘束(変位と回転の拘束)，引き抜き動作を再現するために骨組織表面に設定した引き抜き方向への加速度 ($5.0\text{m}/\text{sec}^2$)，そして重力を再現するために下方向に設定した重力加速度 ($9.8\text{m}/\text{sec}^2$) である．

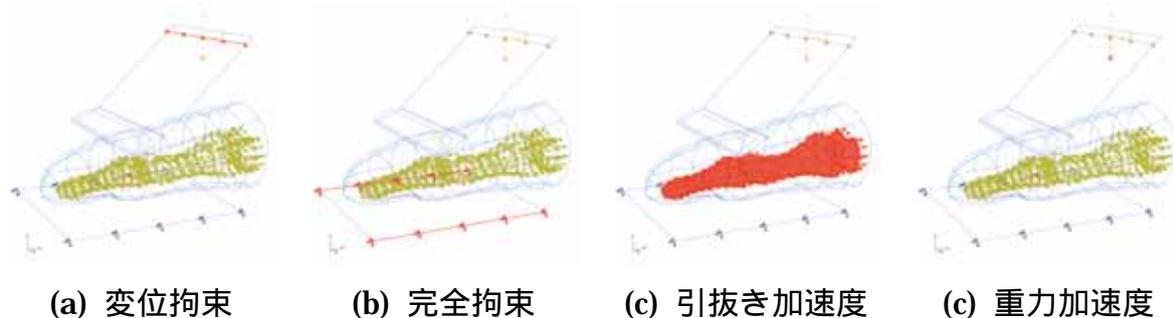


図 B.1.1 設定した境界条件

また，骨組織と皮膚組織の材料定数については代表的な値を，硬貨返却口の材料定数については蓋と底板がともに SPCC (冷間圧延鋼板) から構成されることを考慮して図 B.1.2 のように設定した．

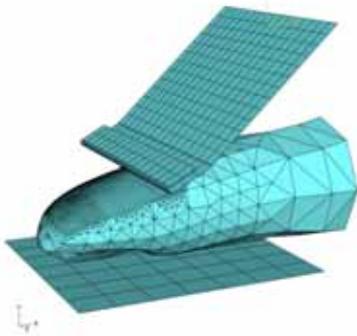
骨組織と皮膚組織については 4 面体要素で，硬貨返却口については 4 角形シェル要素で分割した．それぞれの要素と節点数を図 B.1.3 に示す．

図 B.1.2: 設定した材料定数

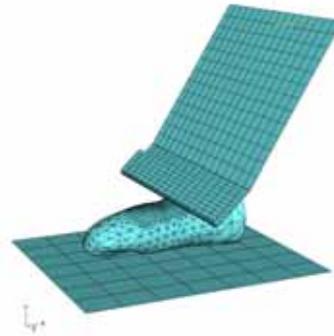
	骨組織	皮膚組織	硬貨返却口
密度 [kg/m ³]	2000	1000	7860
ヤング率 [Pa]	1.00×10^{10}	1.00×10^5	2.03×10^{11}
ポワソン比	0.30	0.49	0.29

図 B.1.3: 要素分割の結果

	大人指	子供指
指(骨と皮膚組織を含む)	14009 要素, 3409 節点	13608 要素, 2657 節点
硬貨返却口の蓋	464 要素, 510 節点	
硬貨返却口の底板	49 要素, 64 節点	



(a) 大人指の有限要素モデル



(b) 子供指の有限要素モデル

図 B.1.4: 作成した有限要素モデル

以上の手順で作成した大人指と子供指の有限要素モデルを図 B.1.4 に示す。大人指については返却口の最深部まで挿入した状態を、子供指については指が届く限界まで挿入した状態を初期位置とした。また、この状態で返却口の蓋が指と接触するようにその初期角度を調整した。図 B.1.4 を見れば明らかなように、蓋が接触する近傍の要素が細かく分割されている。

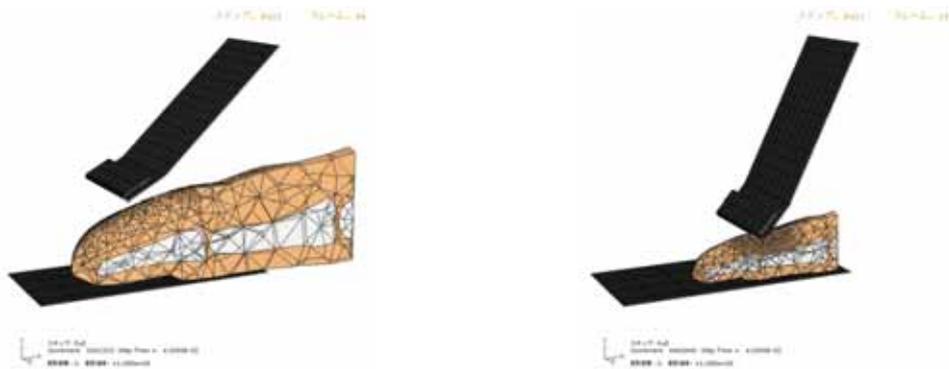
この状態から指を 5.0m/sec^2 の加速度で 0.042 秒間引き抜く現象を解析した。そして、引き抜くに従い硬貨返却口の蓋が指に食い込む現象が確認できた場合には危険な返却口、そうでない場合には安全な返却口と判定した。

なお、境界条件や材料特性の設定と、モデルの有限要素分割には SIMULIA 社製 ABAQUS CAE 6.7 を、有限要素解析には SIMULIA 社製 ABAQUS explicit 6.7 を使用した。また、2 節以降でも特段説明がない限りは基本的に本節と同一の条件、手順、そしてソフトウェアで有限要素解析を行う。

結果

図 B.1.5 に 0.042 秒後の大人指と子供指を示す。大人指では蓋が跳ね上がっており、もはや指に

は触れていない。このため、指を返却口の外へと容易に引き抜くことが出来る。一方、子供指の場合には蓋が指の節に食い込んでいる。このまま引き抜き続けても食い込みが深くなるだけであり、最悪の場合には切断に至るものと思われる。



(a) 大人指 (b) 子供指
 図 B.1.5: 大人指と子供指に対する有限要素解析の結果

以上の様に、大人指と子供指では指はさみ事故のリスクが異なることが分かった。次節以降では子供指でリスクが高まる要因や、安全性を保障するための方策を検討する。なお、以降の解析では指モデルに代わり、シリコンゴム円柱を再現した有限要素モデルを使用する。これは、形状が単純であるため純粋に直径の違いがリスクに与える影響を検討できること、そして容易に入手できるため安全性を評価するためのツールとして利用できる可能性があることを考慮したためである。

B.1.2. 直径, 摩擦係数, 材料定数, 加速度が指はさみリスクに与える影響 方法・実験

シリコンゴム円柱を硬貨返却口から引き抜く際の挙動を有限要素法で再現する。初めに、直径と摩擦係数が指はさみリスクに与える影響を検討するために、これらを5段階に変化させた25通りの総当たりの解析を行った。ただし、材料定数と引き抜き加速度は変化させない。図 B.1.6 に解析条件を列挙する。次に、材料定数と加速度が指はさみリスクに与える影響を検討するために、これらを5段階に変化させた10通りの解析を行った。ただし、直径と摩擦係数については図 B.1.6 の条件の中から最も危険であった組み合わせを選択する。図 B.1.7 に解析条件を列挙する。なお材料定数については密度を一定とし、硬度だけを変化させた。

図 B.1.6: 解析条件 - 直径と摩擦係数

直径 [mm]	2, 8, 10, 12, 16
摩擦係数	0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0
材料定数(硬度・密度[kg/m ³])	30・1000
加速度 [m/sec ²]	5.0

図 B.1.7: 解析条件 - 材料定数と引き抜き加速度

直径 [mm]	図 B.1.6 の中で最も危険な条件
摩擦係数	図 B.1.6 の中で最も危険な条件
材料定数(硬度・密度[kg/m ³])	30, 40, 50, 60, 70・1000
加速度 [m/sec ²]	1.0, 3.0, 5.0, 7.0, 9.0

計算コストを削減するために、蓋が接触する部位近傍の 5mm だけをモデル化した。また、これらのモデルを一辺の長さが約 0.35mm となる 6 面体要素で分割した。それぞれの要素と節点数を図 B.1.8 に、有限要素モデルの外観を図 B.1.9 に示す。この状態からシリコンゴム円柱を所定の加速度で 0.04 秒間引き抜く現象を解析した。ただし、加速度が 3.0 m/sec² と 1.0 m/sec² となる条件においては 0.04 秒間では十分な引き抜きが行えないため、解析時間をそれぞれ 0.06 秒間、0.08 秒間とした。

図 B.1.8: 要素分割の結果

直径 5mm	直径 8mm	直径 10mm	直径 12mm	直径 16mm
2912 要素	7028 要素	12270 要素	17355 要素	30105 要素
3465 節点	8085 節点	10808 節点	15428 節点	27076 節点

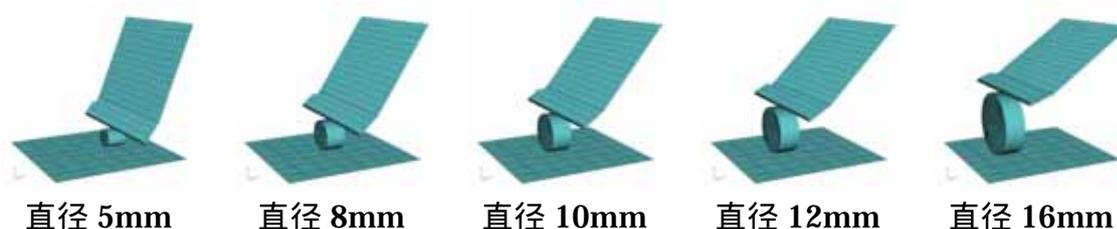


図 B.1.9: 作成した有限要素モデル

結果

図 B.1.6 に列挙した条件の中から代表的な解析結果を図 B.1.10 に示す。ただし、危険な場合には赤で、安全な場合には青で図の説明を記載した。この図から分かるように、(b)の直径 5mm、摩擦係数 1.0 では蓋がシリコンゴムに食い込む。一方、この条件を基準として(a)のように摩擦係数を小さくするか、(c)のように直径を大きくすればシリコンゴムを引き抜くことができる。

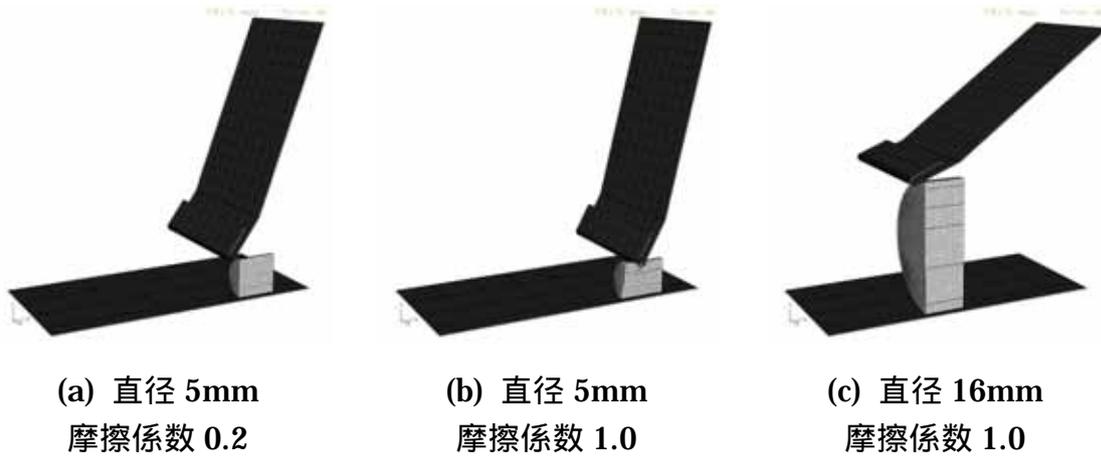


図 B.1.10: 解析結果 - 直径と摩擦係数

直径と摩擦係数を変化させて総当たりの行った 25 解析全ての結果を図 B.1.11 に示す。危険であった条件のセルを赤で、安全であった条件のセルを青で塗りつぶすことで指はさみリスクの分布を可視化している。この図から明らかなように直径が小さくなるほど、そして摩擦係数が大きくなるほど危険な領域が増大する。危険と安全の境界からの距離を危険性（または安全性）の指標とすると、図 B.1.6 に列挙した条件の中では直径 5mm、摩擦係数 1.0 が最も危険となる。以上より、図 B.1.7 の解析では直径 5mm と摩擦係数 1.0 を用いた。

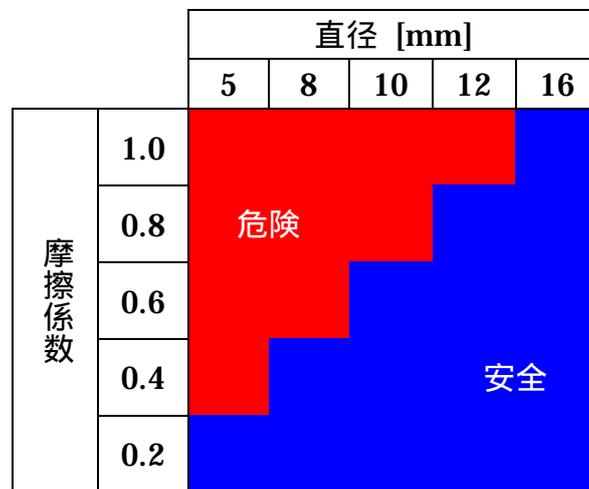


図 B.1.11: 指はさみリスクの分布

図 B.1.7 に列挙した条件の中から代表的な解析結果を図 B.1.12 に示す。ただし、危険な場合には赤で、安全な場合には青で図の説明を記載した。この解析では全ての条件で蓋がシリコンゴムに食い込んだ。このことから、直径と摩擦係数が最も危険な組み合わせの場合、材料定数や引き抜き加速度が安全性の向上にほとんど寄与しないことが分かる。

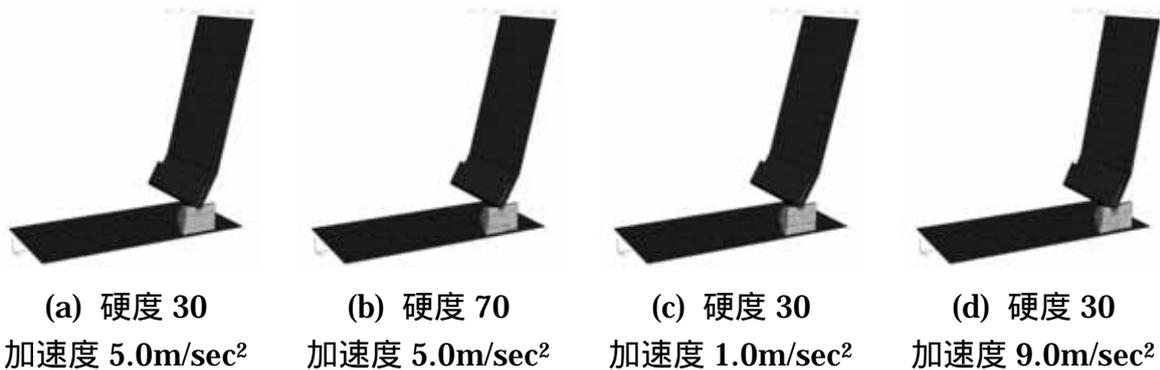


図 B.1.12: 解析結果 - 材料定数と引き抜き加速度

摩擦係数がリスクを高める要因となることは、力学的に考えて妥当な結果である。また、直径が小さく摩擦係数が高い場合には、材料定数や引き抜き加速度が安全性の向上に寄与しないという事実は、安全性評価手法を検討する上で示唆に富む。なぜなら、材料定数や引き抜き加速度を厳密に規定する必要がなくなるからである。

次節では、直径が小さくなるほど指はさみリスクが高くなる原因を考察するために、同一径のシリコンゴムに対して異なる角度で蓋が接触するという、現実には存在し得ない硬貨返却口に対する解析を行う。

B.1.3. 直径の変化が指はさみリスクに影響する根本的な原因の解明

方法・実験

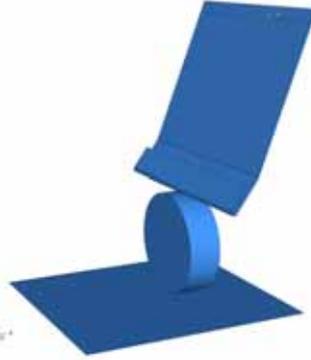
前節と同様に、シリコンゴム円柱を硬貨返却口から引き抜く際の挙動を有限要素法で再現する。直径の変化が指はさみリスクに影響する根本的な原因を明らかにすることがこの解析の目的である。

図 B.1.9 を見れば分かる通り、直径を変化させるとそれに付随して蓋がシリコンゴムに接触する角度も変化する。このため、指はさみリスクの変化が蓋との接触部位における曲率の変化に起因するのか、蓋との接触角度の変化に起因するのかを判別できない。本解析ではこの点を明らかにするために、図 B.1.13 に示すような現実には存在し得ない硬貨返却口を作成した。すなわち、直径が 5mm のシリコンゴムに対して図 B.1.9 の直径 16mm と同じ角度で接触する返却口と、直径が 16mm のシリコンゴムに対して図 B.1.9 の直径 5mm と同じ角度で接触する返却口である。ただし、接触角度とは図 B.1.14 に示すようにシリコンゴムと蓋が成す角度 θ である。一般に指もしくはシリコンゴムの直径が大きくなるほど接触角度が小さくなる。

これらの解析結果を前節で行った 5mm と 16mm のシリコンゴム円柱に対する解析結果と比較すれば、直径の変化に伴いリスクが変化する根本的な原因を特定できる。なお、本解析では摩擦係数を 1.0、硬度を 30、そして引き抜き加速度を 5.0m/sec^2 と設定した。



(a) 直径 16mm の接触角度



(b) 直径 5mm の接触角度

図 B.1.13: 現実には存在し得ない硬貨返却口

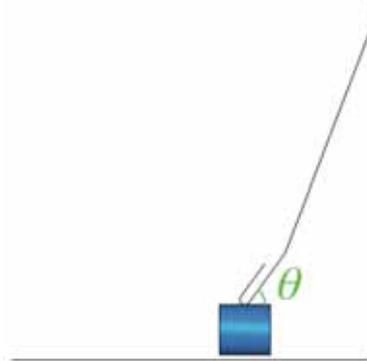


図 B.1.14: 接触角度の定義

結果

図 B.1.15 に 3.1. で説明した 2 条件と、2.1. で行った 5mm と 16mm のシリコンゴム円柱に対する解析結果をまとめて示す。行方向を接触角度の変化、列方向を直径の変化とした。また、蓋の食い込みが確認できた場合、つまり危険な場合には赤で、そうでない場合には青で背景を塗りつぶした。

この図から明らかなように、シリコンゴムの直径が変化しても、蓋との接触角度が 5mm 相当であれば危険、16mm 相当であれば安全となることが分かる。これは、直径の変化が指はさみリスクに影響する根本的な原因が、蓋との接触部位における曲率の変化ではなく、蓋との接触角度の変化にあることを示すものである。

これは安全な硬貨返却口のデザインを考える上で極めて有益な結果である。つまり、図 B.1.15 の左下のように蓋と底面との距離を短くするだけで指はさみのリスクを減らすことができる。また、左上のような既存の返却口でもガイド等を設けて指が斜め上方向に引き抜かれるようにすれば、蓋との接触角が小さくなるため安全性を向上させることができる。

ただし、このような対策を講じるだけでは指はさみのリスクを完全には排除できない。次節では、安全性をより向上させるために、蓋が食い込みにくい材質、そして、もし蓋が食い込みそうになってもそれをキャンセルできる構造を検討する。

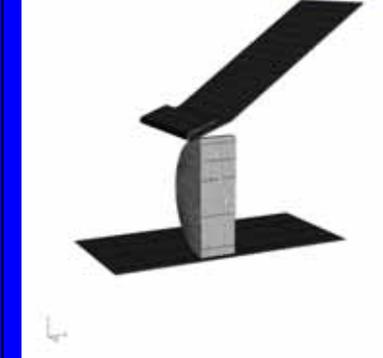
		シリコンゴムの直径	
		5mm	16mm
蓋との接触角度	図4の5mmに相当		
	図4の16mmに相当		

図 B.1.15: 解析結果 - 曲率と接触角度の分離

B.1.4. 蓋が食い込みにくい材質・蓋の食い込みを抑制できる構造の検討 方法・実験

最後に蓋が食い込みにくい材質や蓋の食い込みをキャンセルできる構造を検討する。この解析では図 B.1.16 に示す 3 種類の硬貨返却口を用いた。(a)が従来のもと同じ形状であるが蓋の材質を SPCC から POM(プラスチック)に変更した場合、(b)が蓋にヒンジ機構を設け折れ曲がるようにした場合、そして(c)が蓋根元の回転軸に遊びを設けた場合である。(b)のようにヒンジ機構を設けた蓋については既に市場に出回っており、経験的に指はさみのリスクが減少することが知られている。



(a) プラスティック蓋 (b) ヒンジ付き蓋 (c) 遊びのある蓋

図 B.1.16: 解析に用いる硬貨返却口モデル

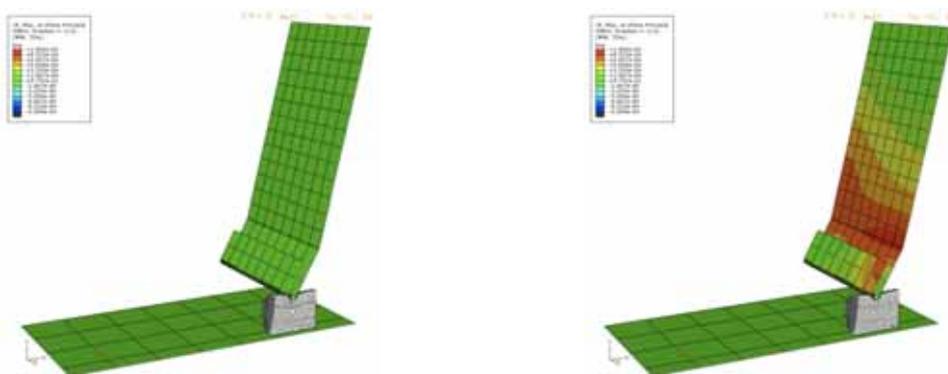
解析の対象となるシリコンゴム円柱は直径 5mm，摩擦係数 1.0，硬度 30，そして引き抜き加速度 5.0m/sec^2 である．また，プラスチック蓋についてはヤング率を $2.8 \times 10^9[\text{Pa}]$ ，ポワソン比を 0.38，そして密度を $1425[\text{kg/m}^3]$ とした．引き抜き始めてから 0.06 秒間の現象を解析した．

結果

図 B.1.17 に蓋の材質を変更した解析結果を示す．この図では変形の大きさをカラーマップで表現している．すなわち，緑から黄色そして赤になるに従い蓋が大きく変形することを表す．この図から明らかかなように，蓋の材質をより軽い素材に変更しても指はさみの発生を抑制できない．ただし，剛性が低くなる分蓋自身の変形が大きくなる．このまま引き抜き続ければ，指より先に蓋が破断する可能性もあるが，指に食い込むか否かという観点で考えれば素材の変更が有効な解決策とはなり得ない．

一方，図 B.1.18 に蓋の構造を変更した解析結果を示す．(a)においてはヒンジ部で蓋が折れ曲がることで，(b)においては回転軸の遊びにより蓋が持ち上がることで蓋が指へ食い込むことを抑制できている．

以上のように，蓋の構造を若干変更するだけで，指はさみのリスクを大幅に低減できることが分かった．



(a) 従来蓋

(b) プラスティック蓋

図 B.1.17: 材質の変更

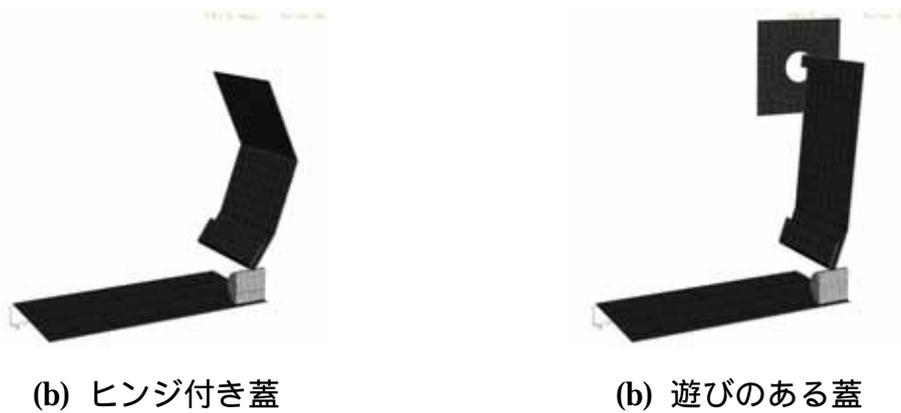


図 B.1.18: 構造の変更

B.1.5. まとめ

以上の解析結果を鑑み、安全な硬貨返却口のデザイン指針と、安全性の評価手法に関する提言をまとめる。

安全な硬貨返却口のデザイン指針：指と硬貨返却口の蓋が極力小さな角度で接触するようにする。または、接触角度が小さくなる方向に引き抜かれるようにガイド等を設ける。ただし、引き抜く方向が状況により変化し得ることを考えると、以上の対策だけでは完全に安全性を保障できない。根本的に食い込みを抑制するためには、ヒンジや軸受け部の遊びを有する蓋の採用が有効である。

安全性の評価手法：硬貨返却口に自発的に指を挿入できる下限の年齢を目処に極力細い指ダミー、またはそれに相当するシリコンゴム棒を用意する。これらを、硬貨返却口の蓋との角度が極力大きくなる方向に引き抜く。摩擦係数、硬さ、そして引き抜き加速度についてはおおよそ人と同じになるように設定する。ただし、硬さと引き抜き加速度については実際の値から離れても結果に与える影響が小さいため厳密性を求める必要はない。

参考文献

- [1] 多田充徳, 野原健, 梅田和昇, 持丸 正明: 個体差の統計分析に基づく多様な形状特徴を持つ手指有限要素モデルの生成, *日本機械学会論文誌 C 編*, vol.75, pp.2765-2772, 2009.

B.2. 子ども用ヘルメットの適合性と安全性

(株式会社オージーケーカブト)

B.2.1. 目的

平成20年度の事業において、形状忠実な子どもの頭部有限要素モデルを構築し、現存する子ども用ヘルメットの有用性、適合性の向上による頭部防護性能の向上を定量的に検証できた。そこで、多様な形状を有する子どもの頭部形状個人差を把握し、そのばらつきとヘルメットの形状設計パラメータの関係を明らかにし、より適合性が高く安全なヘルメットについて検討を行う必要がある。

そこで本研究では、日本人の子どもの頭部形状分布を算出する。さらに、日本人の子どもの頭部形状を代表する頭部有限要素モデルを構築し、ヘルメットの適合性と安全性について分析を行った。

B.2.2. 頭部およびヘルメットのコンピュータ・シミュレーションモデル

頭部有限要素モデル

有限要素モデルとは、三次元の構造物を細かいブロックに分け、固体力学や流体力学の支配方程式に基づいて、複雑な形状を有する構造物の力学状態を算出可能なコンピュータ・モデルである。本手法を用いることで、人体内部の頭蓋骨や脳などの内部構造の変形および力の作用状態を可視化することができる。

本研究で用いた頭部の有限要素モデルは、頭蓋骨、脳脊髄液、脳（左右大脳、小脳、脳幹）、膜類（硬膜、大脳鎌、小脳テント、軟膜）の16パートから構成されており、昨年度の本事業において用いたモデルと同一のものである（図 B.2.1）。なお、本モデルは2歳児のCT画像より構成された三次元頭蓋骨形状に基づくモデルであり、本モデルは16パーツから構成されており、全体の節点数31467、要素数35495である。なお、子どもの頭部の各組織の材料特性はほとんど取得されていないため、成人の材料特性に基づいているが、頭蓋骨については、Irwinらによって報告されている、人間の頭蓋骨の成長曲線⁽¹⁾より1~3歳児の特性を与えた。

ヘルメット有限要素モデル

本研究で対象としたヘルメットは、昨年度と同様のソフトシェル設計の子ども用ヘルメット（「MELON KIDS-S」、OGK KABUTO 図 B.2.2）であり、SG規格およびJIS規格の認定を取得しているものである。なお、ヘルメット有限要素モデル(図 B.2.3)に与える材料特性は昨年度に各種の材料試験により取得されている。

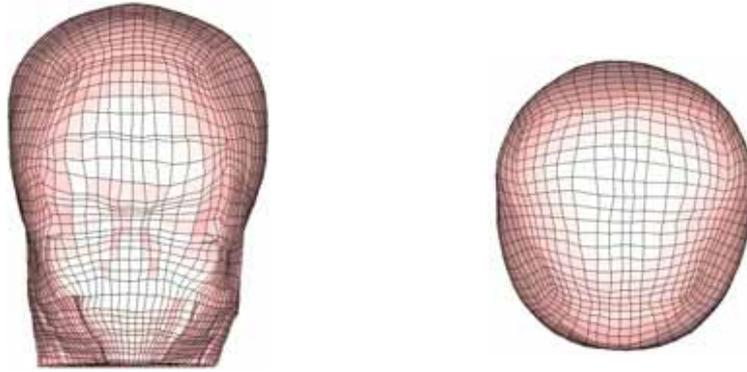


図 B.2.1 子どもの頭部有限要素モデル



図 B.2.2 子ども用ヘルメット

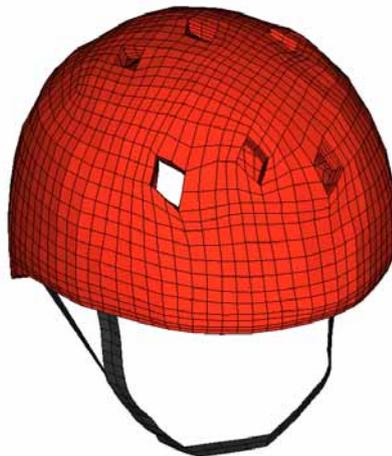


図 B.2.3 ヘルメットの有限要素モデル

B.2.3 子どもの頭部寸法データの取得と代表寸法の算出

子どもの頭部寸法分布の算出

子どもの頭部の寸法分布は判明していなかったため、本事業において1～3歳児の頭部の頭幅、頭長、全頭高の計測を行った。各頭部寸法データに対して正規化を行った後、各年齢で頭幅と頭長、頭長と全頭高、全頭高と頭幅の3種類の散布図を作成し、95パーセンタイルの頭部寸法を算出した。図B.2.4～6に日本人1～3歳児頭部寸法分布内における各寸法の最大・最小値を示した。

図 B.2.4 1歳児の頭部寸法

	頭幅[mm]	頭長[mm]	全頭高[mm]
95 パーセンタイル	150	176	195
平均	134	157	177
最小	117	138	160

図 B.2.5 2歳児の頭部寸法

	頭幅[mm]	頭長[mm]	全頭高[mm]
95 パーセンタイル	153	178	205
平均	137	161	187
最小	122	145	169

図 B.2.6 3歳児の頭部寸法

	頭幅[mm]	頭長[mm]	全頭高[mm]
95 パーセンタイル	155	180	210
平均	141	161	193
最小	128	145	177

日本人の子どもの代表頭部寸法を有する頭部モデルの構築

前節で算出した頭部寸法の95パーセンタイル値を有する頭部モデルを構築した。頭部モデルは、各頭部寸法が平均値であるモデルの他に、

- (1)頭長・全頭高が平均値で、頭幅が分布範囲の最小値であるモデル
 - (2)頭長・全頭高が平均値で、頭幅が分布範囲の最大値であるモデル
 - (3)頭幅・全頭高が平均値で、頭長が分布範囲の最小値であるモデル
 - (4)頭幅・全頭高が平均値で、頭長が分布範囲の最大値であるモデル
 - (5)頭幅・頭長が平均値で、全頭高が分布範囲の最小値であるモデル
 - (6)頭幅・頭長が平均値で、全頭高が分布範囲の最大値であるモデル
- の計6つで、これらを各年齢で用意した。(図 B.2.7)

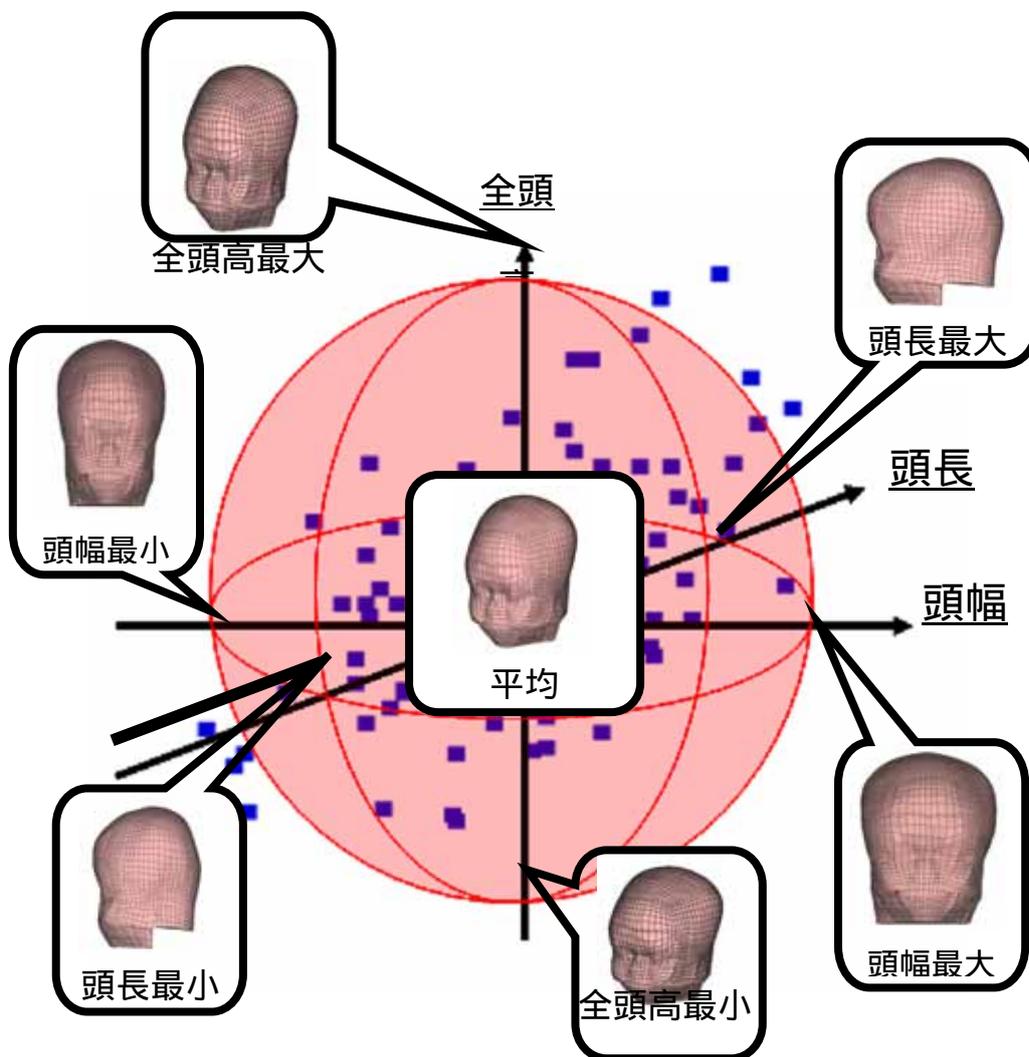


図 B.2.7 頭部寸法の個人差を考慮した頭部モデル

B.2.4. 日本人子どもの頭部分布を考慮した転倒シミュレーション

前章で構築した頭部モデルに対して自転車転倒を模擬した頭部傷害解析を行った。頭部モデルとヘルメットモデルに自転車転倒実験により取得された頭部挙動を与え、図 B.2.8 に示すような姿勢で、剛体平面に落下させるシミュレーションを行った。頭部外傷の評価指標は頭蓋骨に作用する最大 von Mises 応力であり、頭蓋骨骨折発生を評価する指標である。図 B.2.9 に解析結果を示したが、頭幅最大の頭部形状において頭蓋骨に作用する最大 von Mises 応力、脳に作用する最大せん断応力が上昇しており、最も危険な状態であることが分かる。これは、頭幅最大の頭部形状は他の形状と比べ、サイズの不適合によりヘルメットの装着が浅くなることが原因であると考えられた。

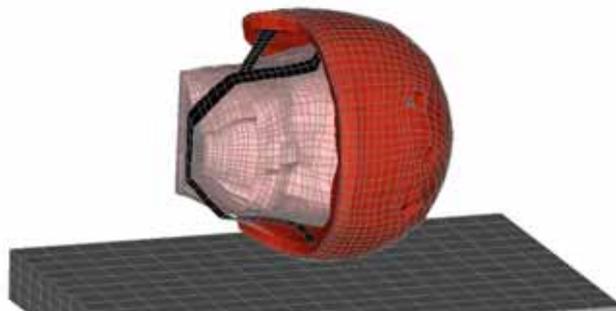


図 B.2.8 転倒時の姿勢

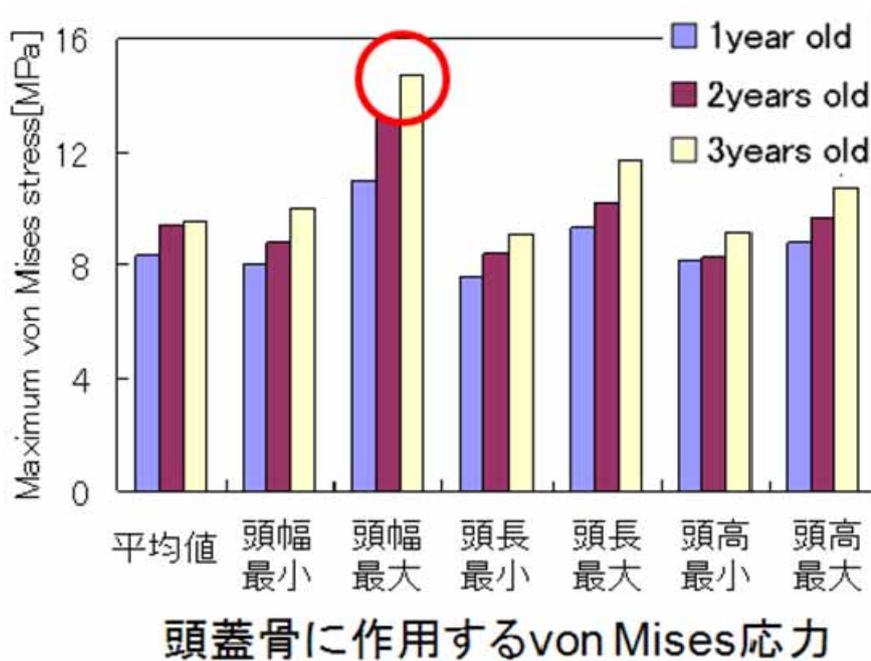


図 B.2.9 頭部形状個人差と頭蓋骨 von Mises 応力の関係

B.2.5.子どもの頭部形状とヘルメットの形状設計パラメータとの関係 装着深さの影響

前章においてヘルメットのサイズ不適合が頭部防護性能の低下の原因として、装着深さの影響が考えられた。そこで、ヘルメットの装着深さが頭部防護性能に及ぼす影響を検討するため、日本人3歳児平均頭部のモデルを用いて、装着深さを変更させたシミュレーションを行った（図B.2.10）。図B.2.11に頭頂部とヘルメットとの隙間が変化した場合の頭蓋骨の von Mises 応力を示した。ヘルメットの装着が浅くなると、頭蓋骨の最大 von Mises 応力は上昇した。これは、頭部とヘルメットの接触面積が減少することおよび端部に近くなるほどライナーが薄くなることによると考えられる。そこで、ヘルメット形状と頭部形状の関係として、奥深くまでヘルメットを被ることができるようにサイズが決定されていることが重要であることが分かった。

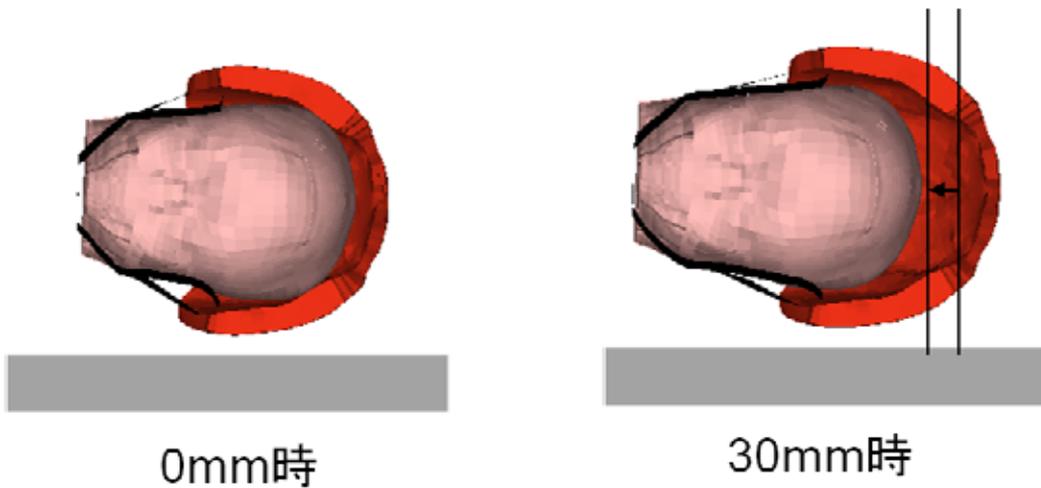


図 B.2.10 装着深さの変更方法

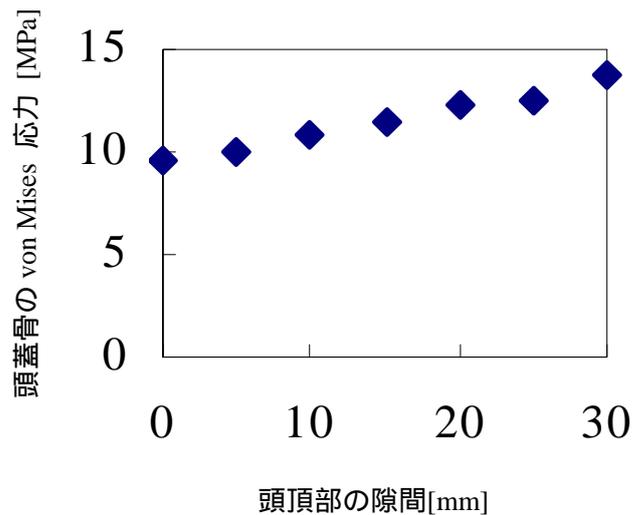


図 B.2.11 頭頂部の隙間と頭蓋骨 von Mises 応力の関係

適切な装着深さを得るヘルメット寸法の検討

また、頭幅 - ヘルメット内部幅比がどの程度になれば、安全となるかを検討するため、サイズの不適合が起こっている 3 歳児頭幅最大時のモデルを用いて、ヘルメットの幅を徐々に拡大して解析を行った(図 B.2.12)。図 B.2.13 より、頭幅 - ヘルメット内部幅比が 1.14 になるまでは頭蓋骨の最大 von Mises 応力は一様に減少し、それ以降はほぼ一定値を保った。これは頭幅 - ヘルメット内部幅比が 1.14 の時点でヘルメットを一番深く被れるようになり、それ以降は頭部とヘルメットの接触状態が変化しないためと考えられる。これより適切な装着深さを決定するヘルメットの幅方向の寸法が存在することがわかった。

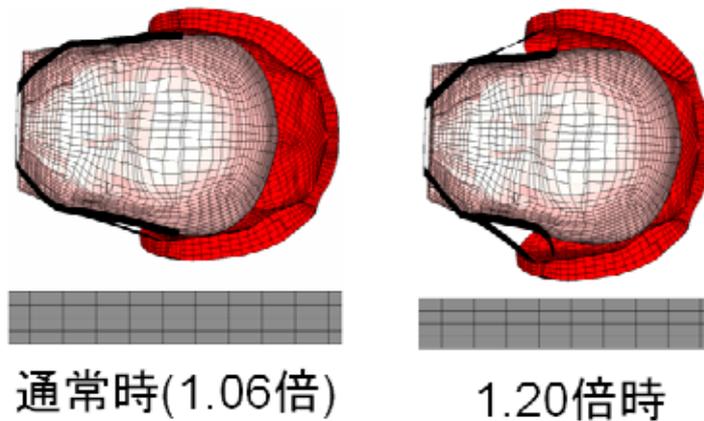


図 B.2.12 ヘルメットの幅寸法の検討

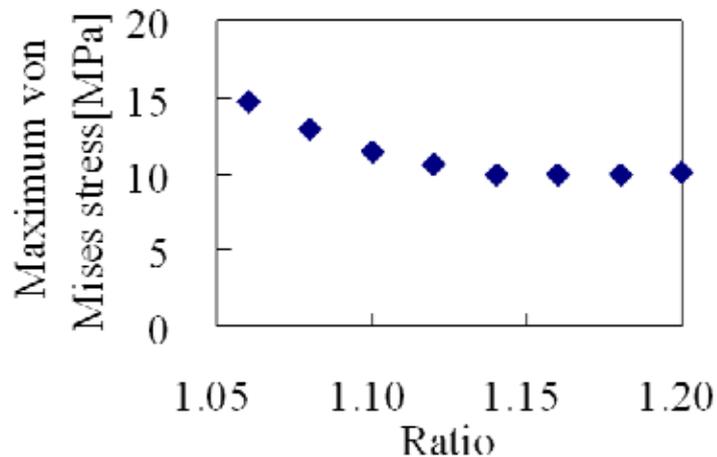


図 B.2.13 頭幅 - ヘルメット内部幅比と頭蓋骨 vonMises 応力の関係(3歳頭幅最大形)

ヘルメット内部形状と子どもの頭部内部形状のフィット性の影響

前節で、3歳児頭幅最大時モデルの場合、頭幅 - ヘルメット内部幅比が 1.14 以上で頭部防護効果がほぼ一定となったが、他の頭部形状においても同様の結果が得られるかを検討するため、1歳児頭幅最小時のモデルを用いて同様の解析を行った。図 B.2.14 より、頭幅 - ヘルメット内部幅比が大きくなると頭蓋骨の最大 von Mises 応力が一様に低下していることがわかる。これは、1歳児頭幅最小の頭部形状は頭幅と全頭高のアスペクト比が大きいため、他の頭部形状よりも頭頂部の曲率が大きいことによると考えられる（図 B.2.15）。つまり、ヘルメットの内部幅を広げヘルメットの曲率が変わることによって、頭部形状とヘルメットの内部形状が適合し、側頭部以外に頭頂部付近でも接触が発生するため、衝撃力が分散したからと考えられる。よって、側頭部のみならず、頭頂部に関してもフィットさせることにより、頭部とヘルメットの接触面積が増加し、衝撃力がさらに分散されると考えられる。

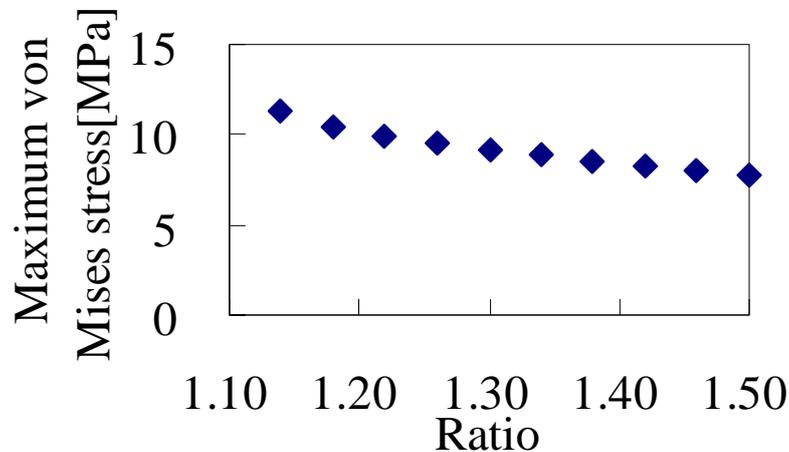


図 B.2.14 頭幅 - ヘルメット内部幅比と頭蓋骨 vonMises 応力の関係 (1歳児頭幅最小形状)

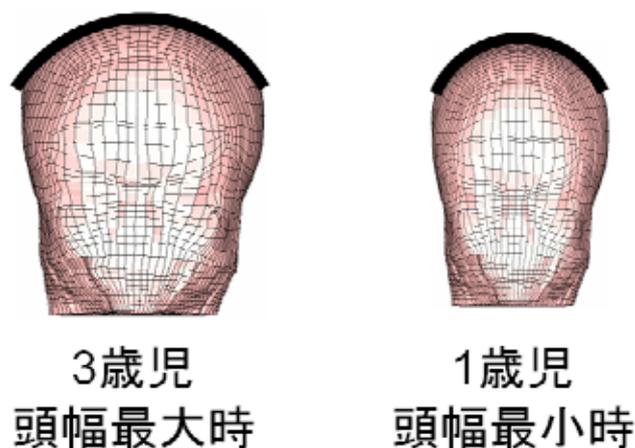


図 B.2.15 頭頂部形状の個人差

B.2.6. 頭部形状へのヘルメットの適合性向上による安全性のさらなる向上

以上よりヘルメットの安全性のさらなる向上に、次の2点が寄与することが分かった。

- 1.適切な装着深さを確保できること
- 2.ヘルメット内部形状と頭部形状がよくフィットしていること

また、平成20年度の事業において次の点も寄与することが分かっている。

- 3.ヘルメットの内部サポートを頭部にしっかりと合わせること

サイズ不適合が発生していた頭幅最大の3歳児について、これらの点を改良したヘルメットを設計し、その効果についてシミュレーションにより検証した(図 B.2.16)。図に頭蓋骨の von Mises 応力を示したが、50%程度まで減少することが分かる。これより頭部形状へのヘルメットの適合性が向上することにより安全性がさらに向上することが分かった。

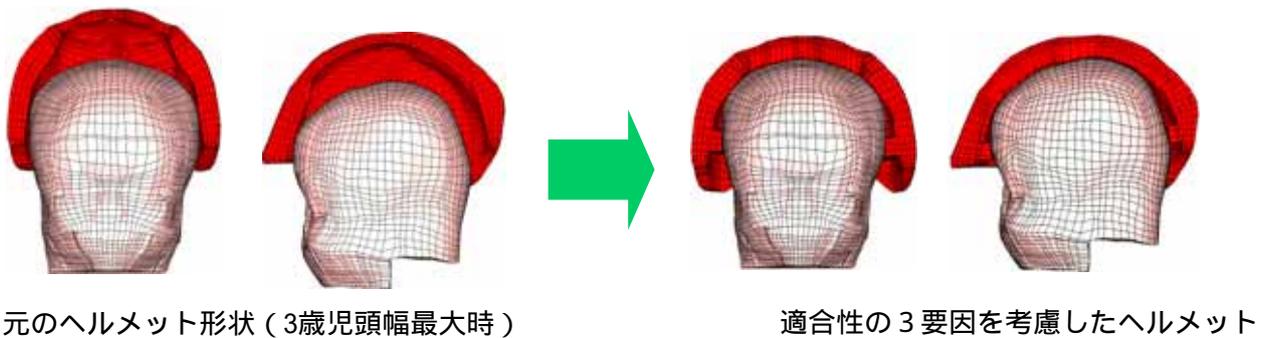


図 B.2.16 適合性向上による安全性のさらなる向上

B.2.7.結論

日本人1～3歳児の頭部寸法を計測し，その個人差について分析した．寸法データの分析結果に基づいて，分布を考慮した頭部モデルにより転倒シミュレーションを行なった．その結果，3歳児頭幅最大時に頭部外傷発生の危険性が最も高く，その原因はヘルメットのサイズ不適合であった．また，子どもの頭部形状とヘルメットの形状設計パラメータとの関係について考察し，ヘルメットの適合性向上により，安全性がさらに向上することが分かった．

B.3. 角等の性状による衝突安全性

(住友林業株式会社)

B.3.1. 本研究の目的

住宅内での転倒などに起因する衝突時に発生する頭皮裂傷事例の報告が見受けられるが、現在、衝突安全性に関する基準は平面への衝突を想定したもののみであり、角等への衝突に関するものがない。

そこで、頭皮裂傷に対する角特性の影響を、シミュレーションおよび実験により検討し、衝突安全性に関する基礎的知見を収集することを目的とする。

衝突時の圧力に影響する要因として、角の面取り形状、角の硬さ、衝突速度、衝突角度等が考えられるが、初歩的段階として、裂傷予防のために重要なファクターであると考えられる角の面取り形状の影響を検討することとした。

B.3.2. ダミー後頭部を用いた加圧実験による圧力評価

実験概要

測定方法

3歳児の Hybrid ダミー後頭部を、種々の面取り形状の角で加圧して圧力を測定する実験を行った。測定にはプレスケール（富士フィルム株式会社製圧力測定フィルム）を使用した。プレスケールは圧力領域に応じて8種類あるが、今回は種々検討した結果、低圧用（測定可能範囲：2.5～10[MPa]）を使用した。

プレスケールはダミー後頭部に簡易に固定し、上から角試料を取り付けた精密万能試験機で加圧した。図B.3.1に、3歳児ダミーの圧力測定状況を示す。

プレスケールは、加圧された所が赤く発色するフィルムであり、平面全体に加わった圧力の分布を確認することが可能である。シートに顕色剤と発色剤（マイクロカプセル）が塗布されており、圧力によって発色剤層のマイクロカプセルが破壊され、中の発色剤が顕色剤に吸着して反応し赤く発色する。そのため、加圧時間や圧力保持時間が短いと、所定の濃度まで発色せず、瞬間圧の測定条件として、加圧時間5秒、圧力保持時間5秒とされている。このような特性から、衝突実験が困難であるため、今回は静的実験を行った。



図B.3.1 3歳児ダミーの圧力測定状況

試料

試料は、一般構造用圧延鋼材（SS400）製とし、図 B.3.2 に示す 10 種の面取り形状に関して圧力を測定した。図 B.3.3 に、面取り形状 C1 の試料の例を示す。図 B.3.4 に面取り形状詳細を示す。

加圧方法

図 B.3.5 に、加圧に用いた精密万能試験機（株式会社島津製作所製 AG-20KNG AG-X/R）を示す。プレスケールの加圧条件を満たすよう、5 秒間かけて加圧し、その後 5 秒間保持するよう制御した。図 B.3.6 に、荷重-時間曲線の例を示す。なお、荷重は、測定に用いたプレスケールでより多くの面取り形状で発色する荷重として、196[N]とした。

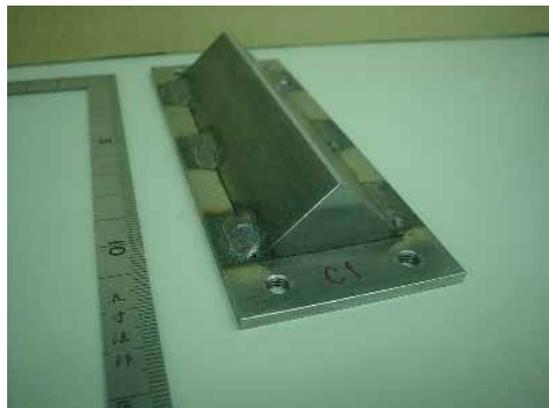
なお、計測時の温湿度条件は、20℃、65%であった。

解析方法

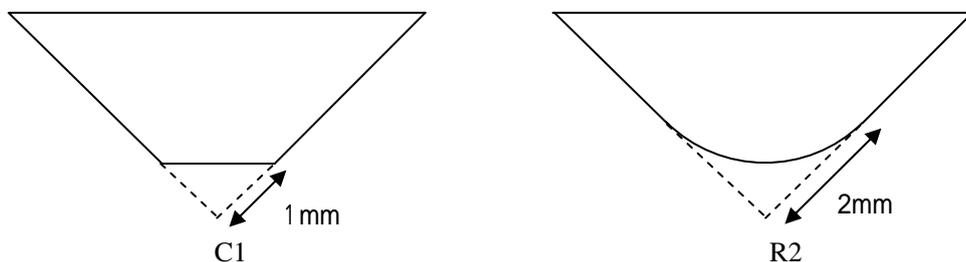
解析には、圧力画像解析システム（富士フイルム株式会社製 PRESCALE FPD-9270）を使用した。

表B.3.2 試料の形状一覧

面取り形状	面取りサイズ				
	C面	C1	C2	C3	C4
R面	R2	R4	R6	R8	R10



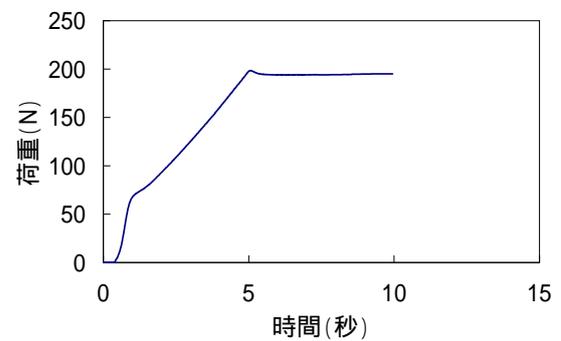
図B.3.3 面取り形状C1の試料の例



図B.3.4 面取り形状詳細



図B.3.5 精密万能試験機



図B.3.6 荷重-時間曲線の例

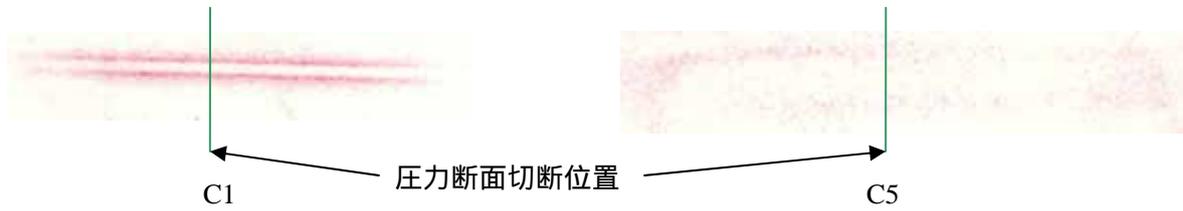
結果

図 B.3.7 に、プレスケールの発色状況の例を、図 B.3.8 に圧力断面の例をそれぞれ示す。図 B.3.8 より、角衝突時の圧力分布は二峰性を示し、面取りのエッジ部分に圧力が集中していることがわかる。

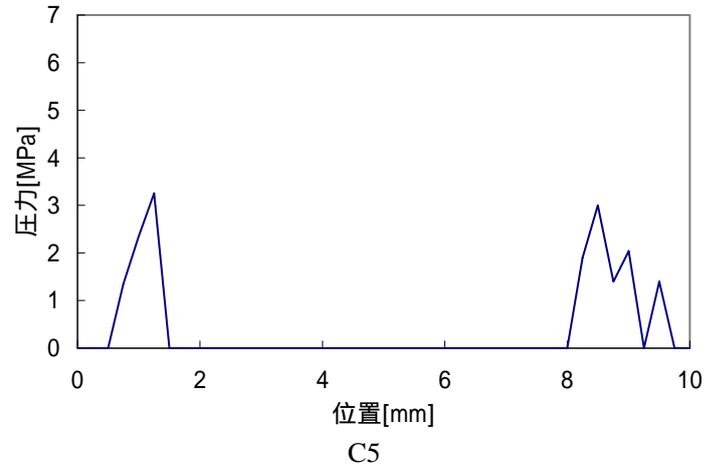
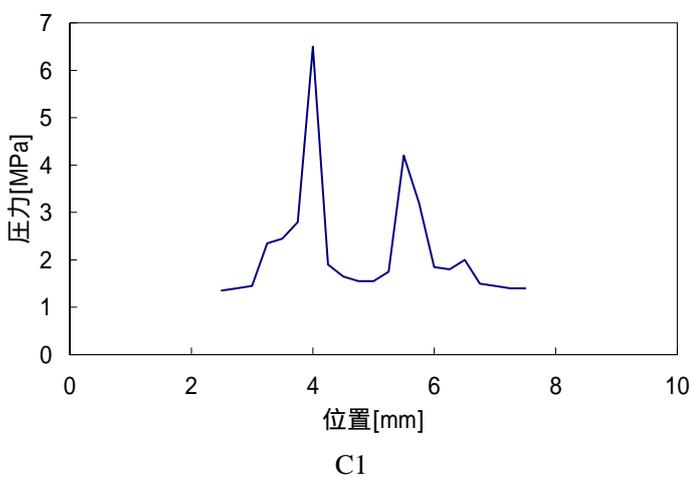
次に、得られた圧力分布を解析した。今回は、圧力最大値で評価することとした。

図 B.3.9 に面取り形状の違いによる圧力最大値の変化を示す。面取り形状を C1 から C3 に変更することにより、その値は 75%まで減少し、C1 から C5 に変更することにより、60%まで減少した。また、R6, R8, R10 に関しては、同一の荷重、プレスケールの条件ではほとんど発色しなかった。

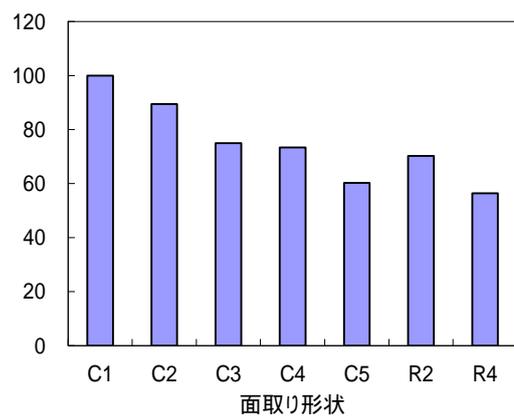
なお、ダミー頭部などの弾性体に角で加圧する今回の実験のように変形を伴う実験の場合、プレスケールとダミー頭部の剛性の違いの影響を確認しておらず、測定値が定量的に正確な値か否かが不確かであるため、今回は面取り形状 C1 のときの最大圧力を 100%として検討を行った。



図B.3.7 プレスケール発色状況の例



図B.3.8 圧力断面の例



図B.3.9 面取り形状の違いによる最大圧力の変化

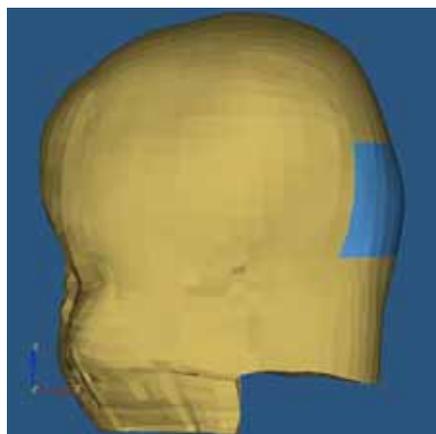
B.3.3 コンピュータ・シミュレーションによる評価

皮膚を有する3歳児頭部の頭部有限要素モデル

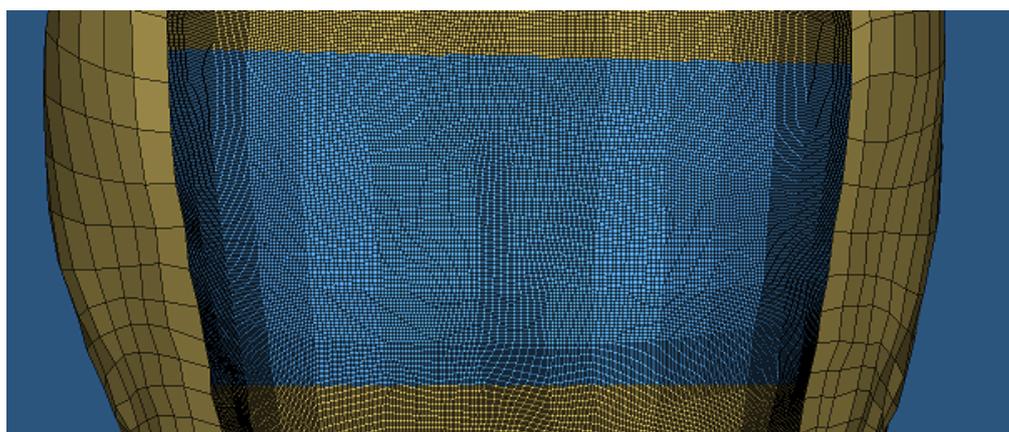
実際の子どもの頭部に作用する圧力分布を検討するために子どもの頭部形状を有するコンピュータ・シミュレーションにより分析を行った。なお、コンピュータ・シミュレーションにおいても実験で用いたダミーと同じ3歳児を想定した。

本解析で使用した頭部有限要素モデルは3歳児の平均頭部寸法を有するモデルである。エッジに対する衝突問題の安定的な解析を図るために、角との衝突部位近傍の要素を微細化した。

図 B.3.10 中の青色部分が微細化された要素であり、その要素数は60万要素程度である。なお、解析コストを考慮し衝突点近傍の皮膚要素のみを微細化した。微細化領域以外の皮膚および頭蓋骨に関しては剛体で定義しており、等価質量を重心に付与した。皮膚は16層の要素でモデル化されており、その厚さはおよそ5mmである。なお皮膚の材料特性は実人体頭部の頭部と同程度となるようにヤング率を17MPaと設定した。



3歳児頭部有限要素モデル

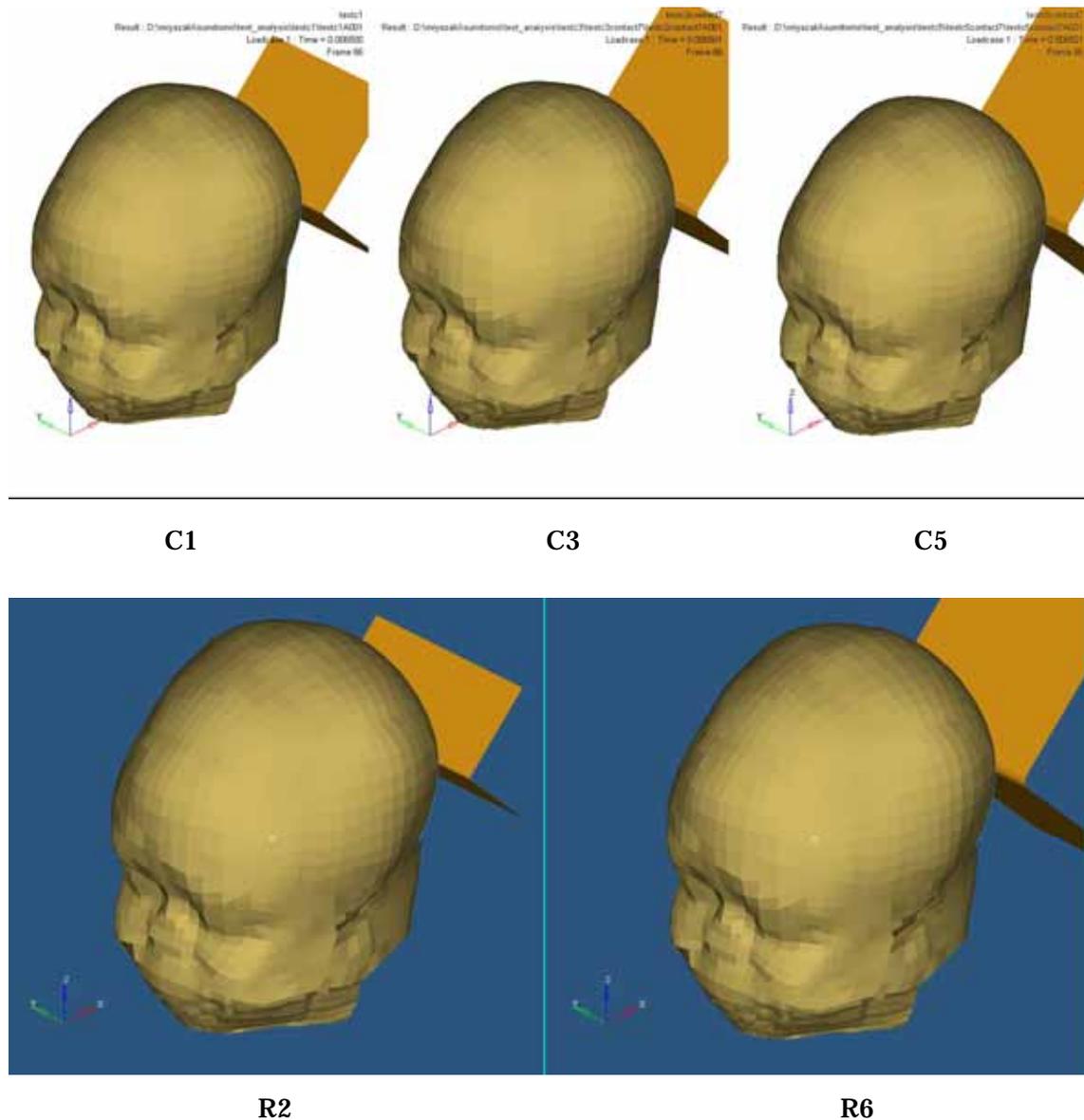


3歳児頭部有限要素モデル(後頭部拡大)

図B.3.10 3歳児頭部有限要素モデル

解析条件

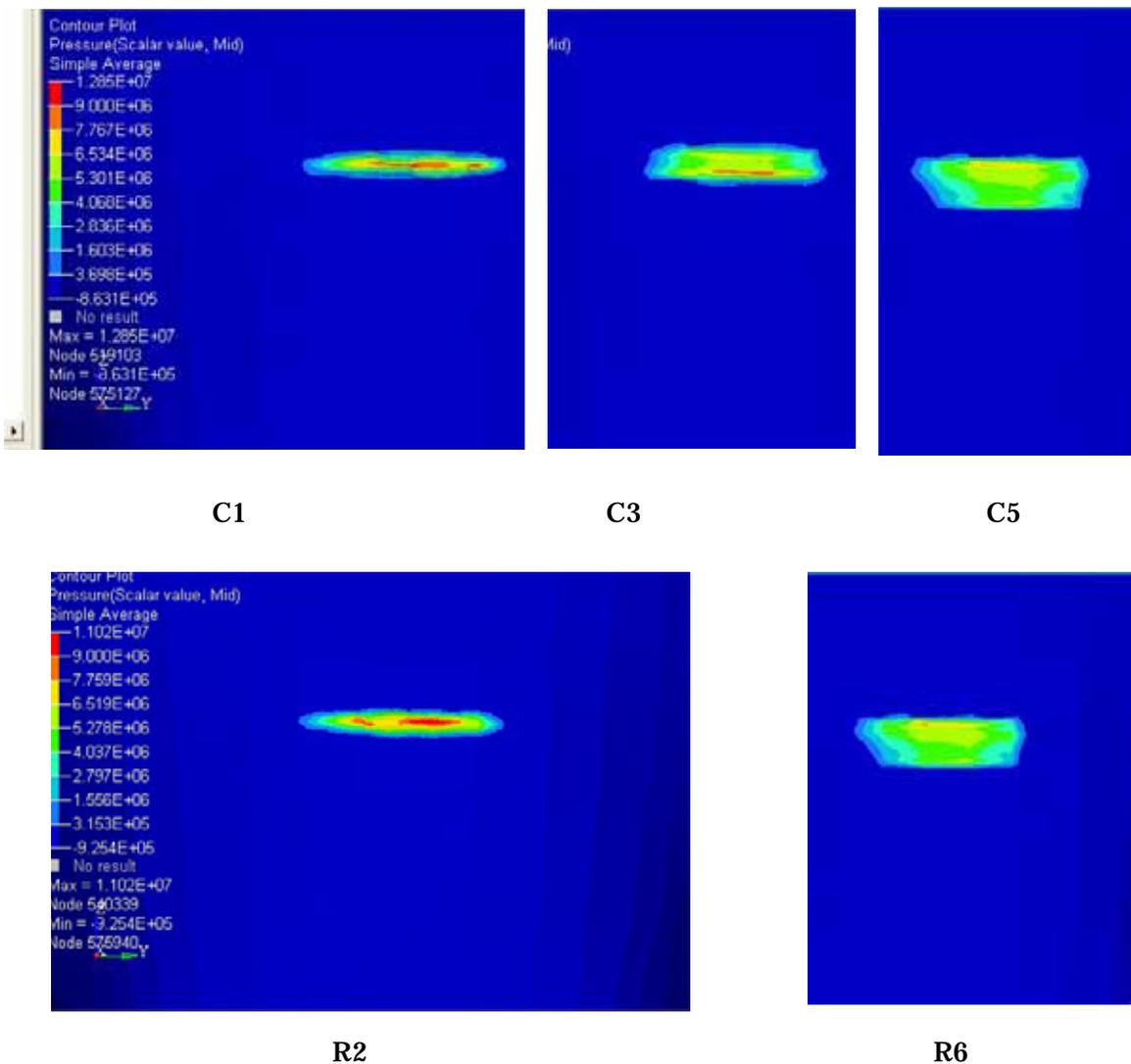
住宅環境等の角を想定し、図 B.3.11 に示すように C1～C5 および R2,R6 の角形状を定義した。なお、角形状と皮膚に作用する圧力に関係に着目するため、角の材料特性は剛体で定義し、その変位を完全拘束した。また、頭部の衝突角度は室内において机等に斜めに衝突することを想定し、45 度傾けた。なお、衝突速度は安定的にシミュレーションが可能であった 0.5m/s で定義した。



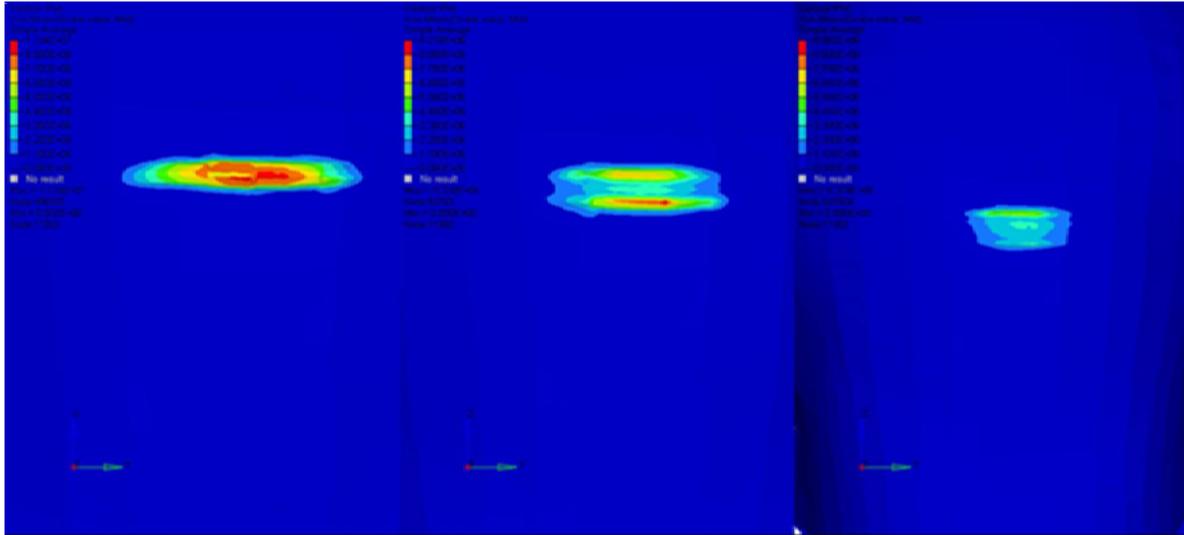
図B.3.11 解析条件

解析結果

図 B.3.12 に角形状を変更した場合の圧力分布を示し、図 B.3.13 に vonMises 応力分布を示した。図中の赤色が最も圧力・応力が高く、青色が低い領域である。C 面の場合、2 峰性の圧力、応力分布が生じた。これは C 端部のエッジによる影響であり、ダミー実験の傾向と一致した。なお、R 面の場合には R 先端付近から圧力・応力が周辺領域に広がるにつれ徐々に緩和される。また、C および R が大きくなるにつれて圧力および応力が緩和されていることが分かる。これは接触領域の拡大によるものである。



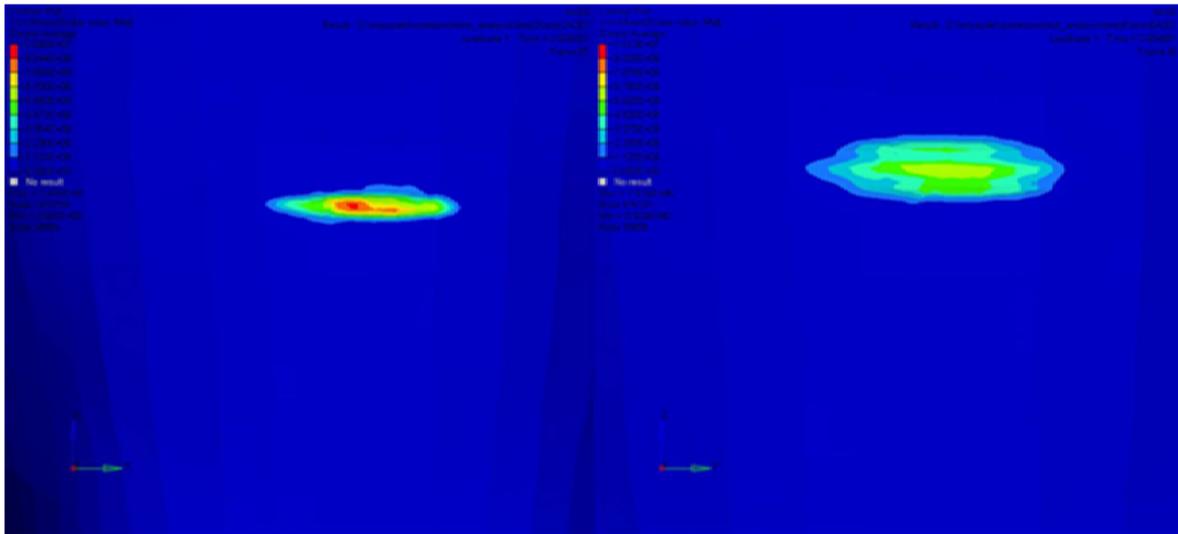
図B.3.12 角形状と圧力分布の関係(拡大図)



C1

C3

C5

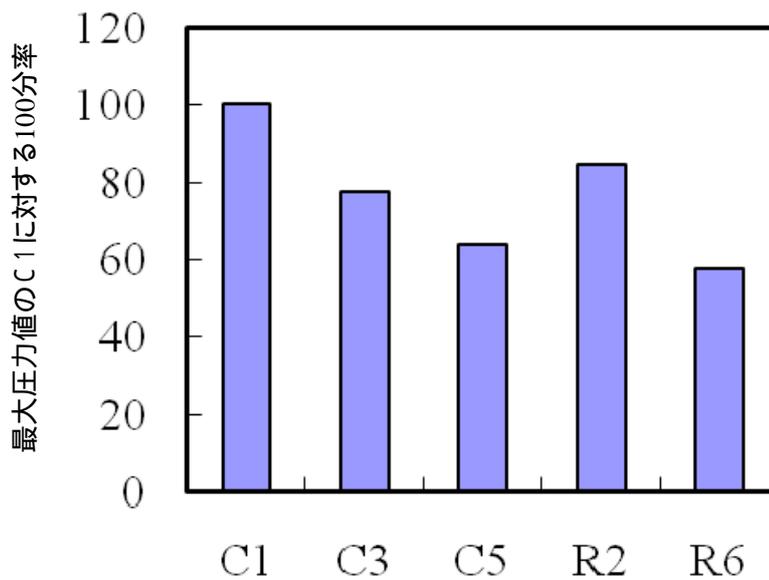


R2

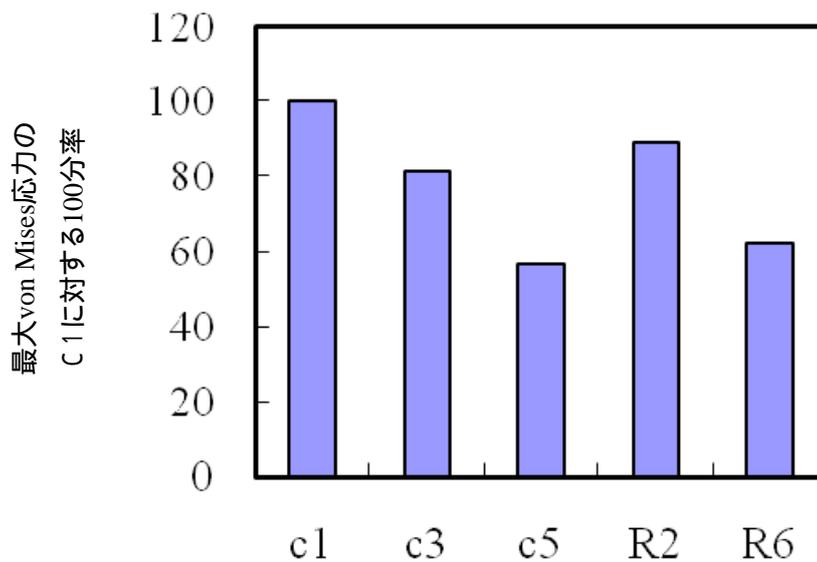
R6

図B.3.13 角形状とvonMises応力分布の関係

次に、図 B.3.14, B.3.15 に角形状と皮膚の最大圧力および最大 von Mises 応力の関係を示した。最大圧力に関しては角形状を C1 から C3 に変更することにより、75%まで低下し、C5 に変更することにより、60%まで低下した。これは実験とほぼ同様の傾向であった。最大 vonMises 応力に関しても同様に、C1 から C3 に変更することにより、82%まで減少し、C5 に変更することにより、56%まで低下した。以上よりシミュレーションにおいても実験と同様に、角形状を例えば C1 から C5 に変更するなどの改良を行うことにより、子どもの頭皮に作用する圧力は大きく低減し、頭皮裂傷の発生危険性は大きく低減しうることが分かった。



図B.3.14 角形状と最大圧力の関係



図B.3.15 角形状とvonMises応力の関係

B.3.4 まとめ

3歳児ダミーを用いた加圧静的実験および3歳児頭部のコンピュータ・シミュレーションモデルを用いた衝突シミュレーションの結果，衝突時の頭皮に作用する圧力への角の面取り形状の影響が確認された．C1 から C5 に変更するなどの改良を行うことにより，子供の頭皮に作用する圧力は大きく減少し，頭皮裂傷の発生危険性は大きく低減しうるといえる．

また，圧力分布をみると，面取りのエッジ部分の圧力が集中していることから，エッジ部分の形状に改良の余地があることがわかった．

今後の課題として，実験では実際の衝突時の圧力との相関の確認や，角の硬さ，衝突速度等の影響の検証などの課題が，コンピュータ・シミュレーションでは実転倒速度への適用などの課題が残される．

B.4. 転倒・転落での衝突衝撃を吸収する住宅内装建材

(永代産業株式会社)

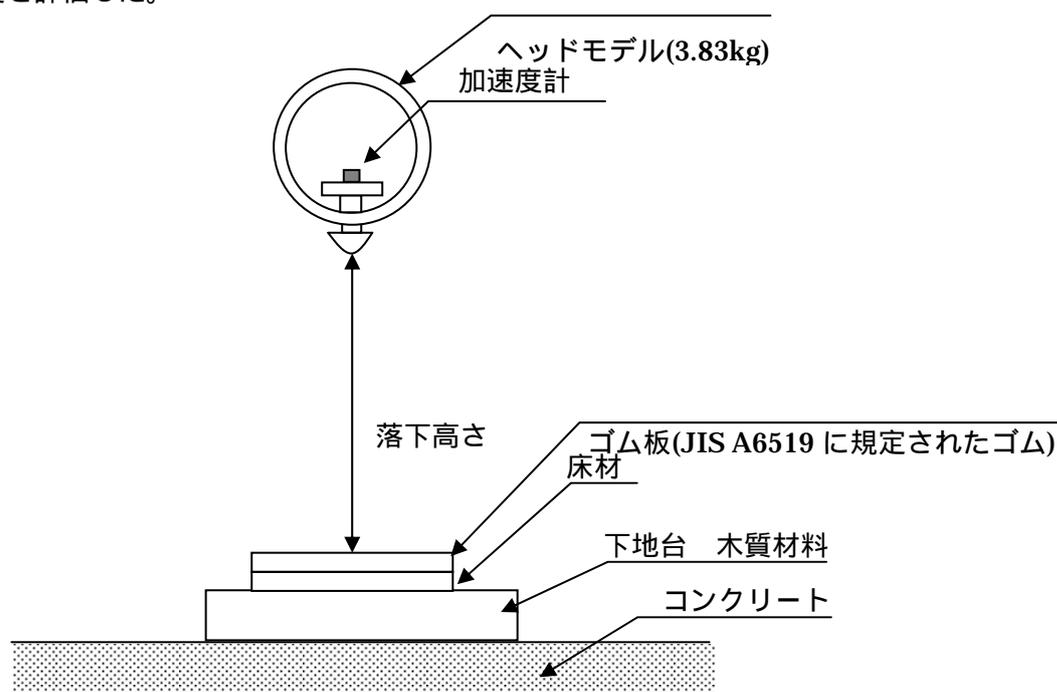
B.4.1 目的

JIS試験に準拠した実験および子どもの頭部モデルによるシミュレーションにより、住宅内床材(12mm厚根太貼用複合フローリング(以下、一般木質床材)、既存クッションフロア、衝撃吸収構造付き床材)の頭部防護性能の評価を行う。

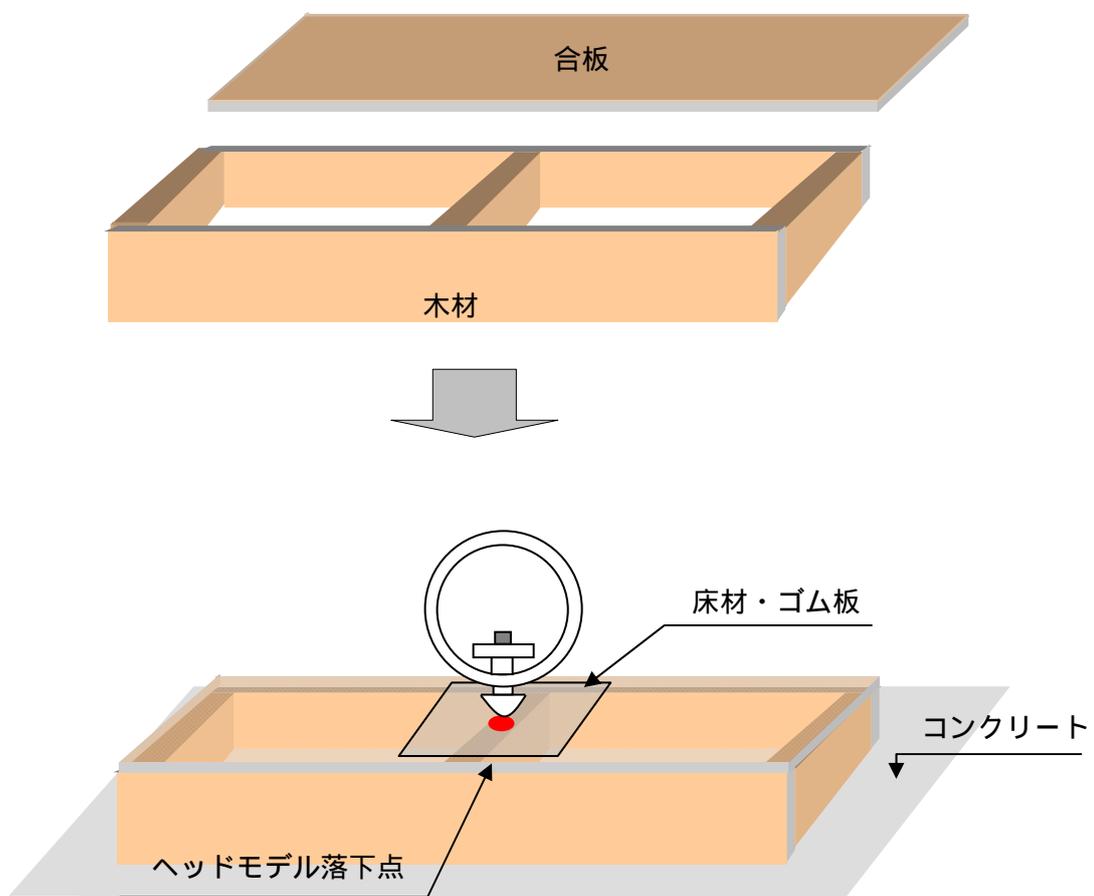
B.4.2 JIS A6519「体育館用鋼製床下地構成材 9.6 床の硬さ試験」による転倒衝突時の頭部などへの衝撃の評価

実験条件

転倒衝突時の頭部などへの衝撃を評価するために、JIS A6519「体育館用鋼製床下地構成材 9.6 床の硬さ試験」に準拠するヘッドモデルを作製し衝撃試験(図 B.4.1)を行った。本試験では、一般木質床材、塩ビ発泡体のクッションフロアのうちクッション性が高いもの、特殊な衝撃吸収構造を有する厚さ 20mm 以下の床材(以下、衝撃吸収構造付き床材)の3種類を用い、床下地を想定して作製した下地台(図 B.4.2)の上に各床材を載置のうえ、ヘッドモデルの落下高さを 100mm ~ 1000mm とした。また、コンクリートに直に衝突した場合も測定した。ヘッドモデルに装着された加速度計(図 B.4.3)より衝突時の最大加速度の計測および HIC の算出を行い、床への衝突時の衝撃および傷害の程度を評価した。



図B.4.1ヘッドモデルによる衝撃試験



図B.4.2下地台構成

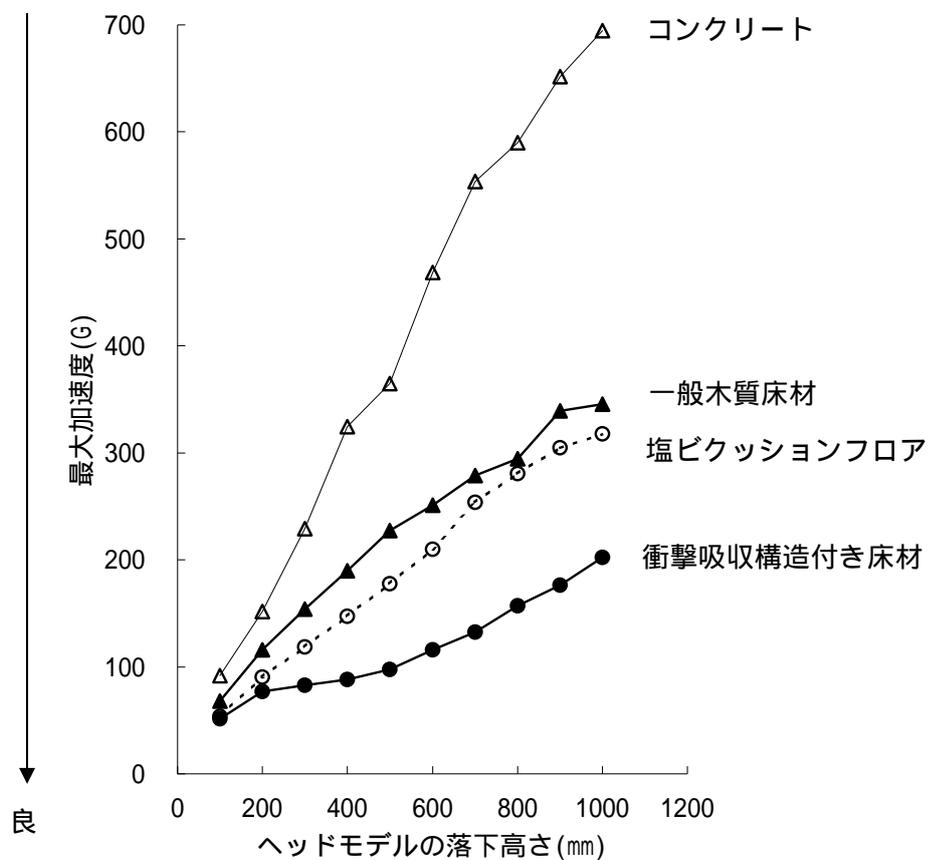


図B.4.3ヘッドモデル加速度計

実験結果

(a)最大加速度

図 B.4.4 に JIS A6519 に準拠するヘッドモデルの衝突時の最大加速度を示した。コンクリートに比べ、一般木質床材、クッションフロア、衝撃吸収構造付き床材の最大加速度は低減した。衝撃吸収構造付き床材は、一般木質床材および塩ビクッションフロアに比べ衝突時の最大加速度が、さらに 40-50%低減した。



図B.4.4 JIS基準ヘッドモデルの落下高さと最大加速度

(b)H I C 値

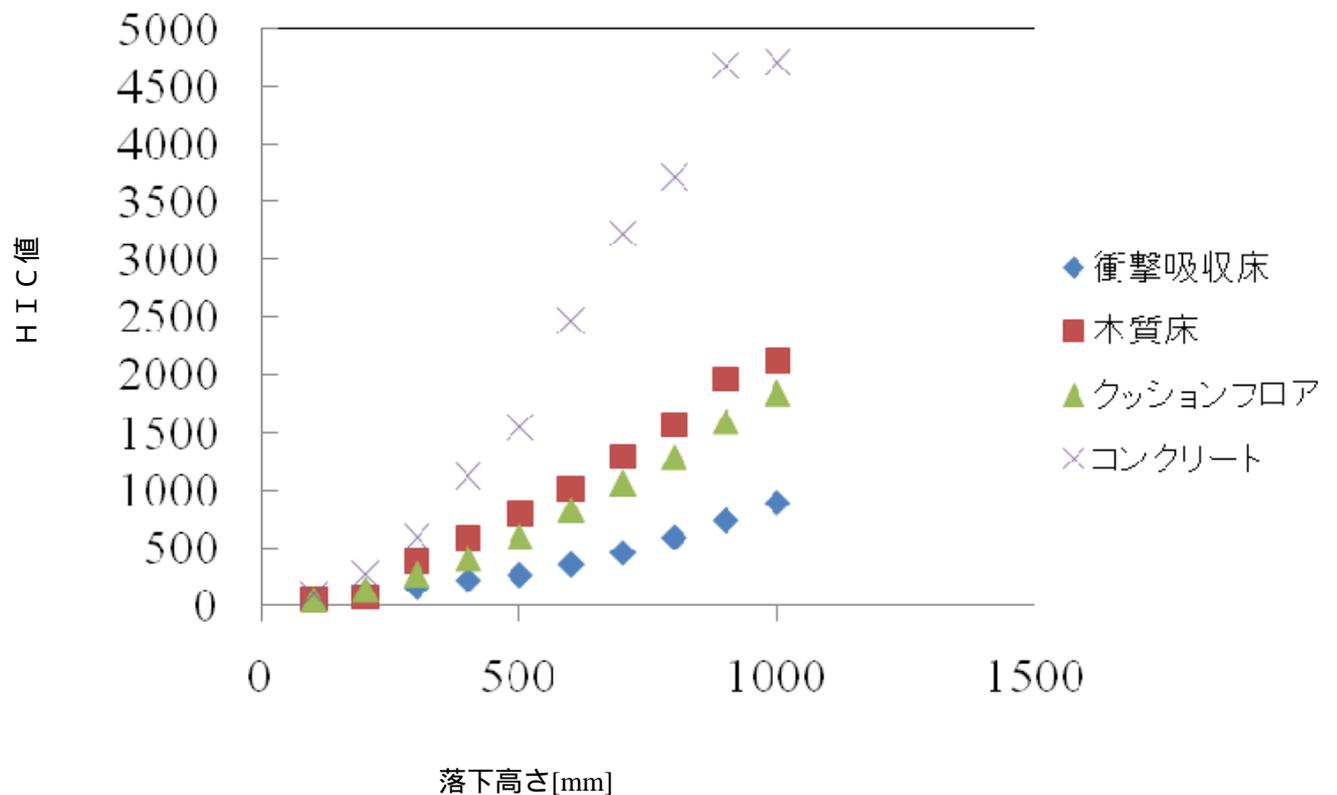
試験で得られた加速度応答よりH I C 値を算出した．H I C 値はヘッドモデルの加速度応答より次式により算出される．

$$HIC = \left\{ (t_2 - t_1) \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} a(t) dt}{(t_2 - t_1)} \right]^{2.5} \right\}_{\max} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $a(t)$: 頭部重心の合成並進加速度(G)
 t_1, t_2 : 計算開始時刻, 終了時刻

図 B.4.5 に各床材における落下高さとの関係を示した．H I C 値は 1000 を超えると頭蓋骨骨折もしくは脳震とうが発生するとされる．一般木質床材はコンクリートより平均 50%その値が低減し，クッションフロアは 60%，衝撃吸収床は 80%低減した．

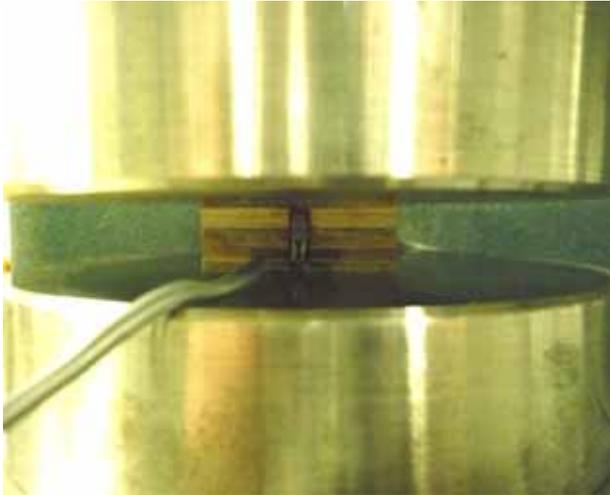
なお，衝撃吸収構造付き床材においては落下高さが 1000mmに達してもH I C は 1000 に達しなかった．



図B.4.5 落下 66

有限要素モデル(コンピュータ・シミュレーション)に与える材料特性の取得

各種床材、下地台の各構成部材の材料特性は、各材料から試験片を切り出し静的圧縮試験等をおこない基礎的な材料特性を取得した(図 B.4.6)。木質材料の圧縮ひずみは、試験片の相対する側面2面にひずみゲージを接着して計測した(図 B.4.6,B.4.7)。なお、各試験には万能材料試験機(株式会社島津製作所 AG-IS 図 B.4.8)を使用した。



図B.4.6 圧縮試験の様子



図B.4.7下地台合板の圧縮試験片

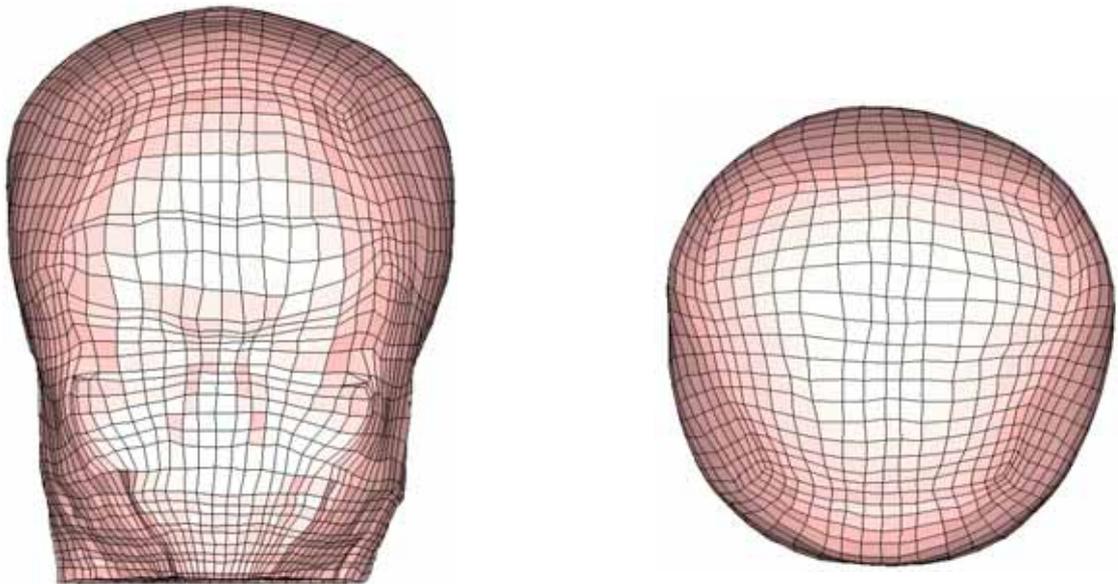


図B.4.8 万能材料試験機

B.4.3 頭部有限要素モデルによる頭部外傷の評価

頭部有限要素モデルの概要

本研究では解析対象を 3 歳児とした。頭部の有限要素モデルは、頭蓋骨、脳脊髄液、脳（左右大脳、小脳、脳幹）、膜類（硬膜、大脳鎌、小脳テント、軟膜）の 16 パートから構成されており、昨年度の本事業において用いたモデルと同一のものである（図 B.4.9）。なお、本モデルは 2 歳児の CT 画像より構成された三次元頭蓋骨形状に基づくモデルであり、全体の節点数 31467、要素数 35495 である。なお、子どもの頭部の各組織の材料特性はほとんど取得されていないため、成人の材料特性に基づいているが、頭蓋骨については、Irwin らによって報告されている、3 歳児の特性を与えた。

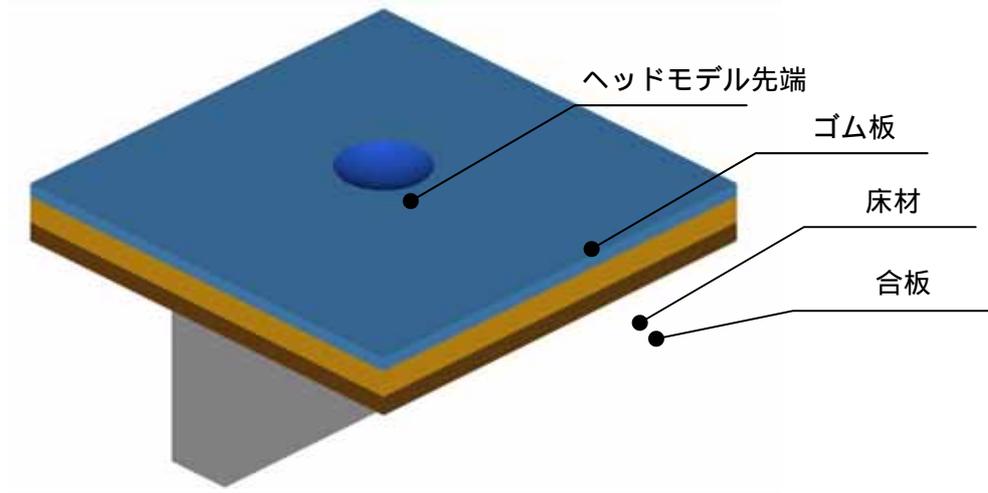


図B.4.9 子どもの頭部有限要素モデル

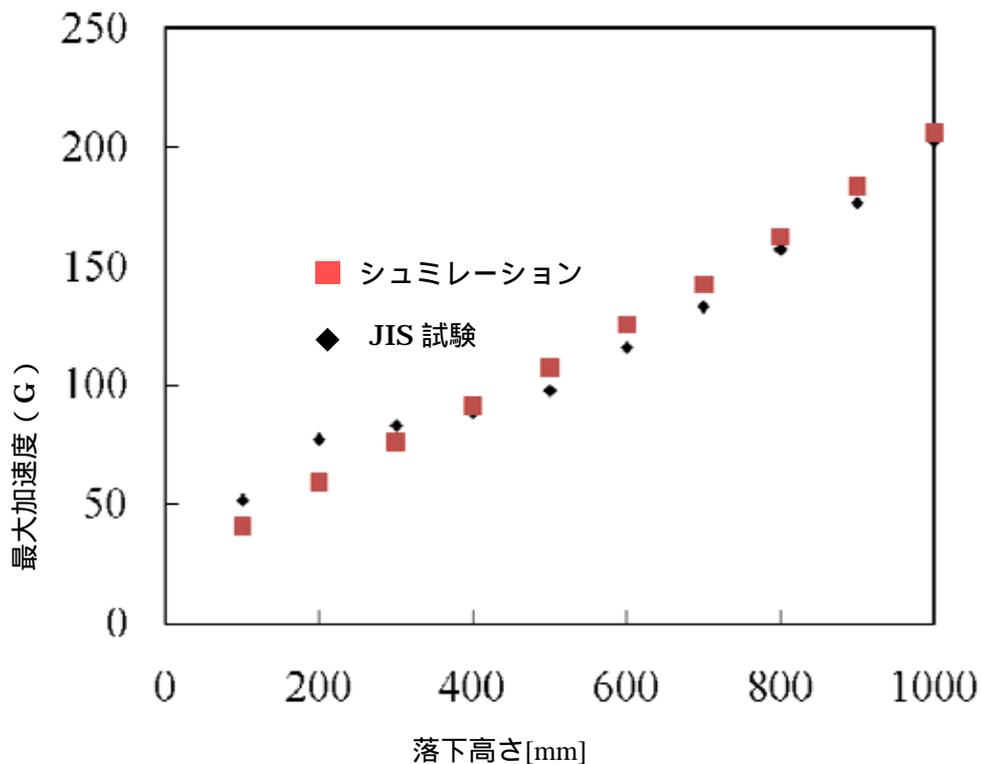
床構造の有限要素モデル

一般木質床材，クッションフロア，衝撃吸収構造付き床材の 3 種類の有限要素モデルを構築した．形状および構造は実床材と同様の形状を有し，各構造の材料特性は 2 章で取得したものを与えた．

なお，これらの有限要素モデルの妥当性を検証するために，図 B.4.10 に示すような J I S 試験の再現シミュレーションを行った．1 例として衝撃吸収構造付き床材における最大加速度の比較を示したが，その傾向は良好に一致しており，本モデルの妥当性は良好であることが示された．(図 B.4.11)



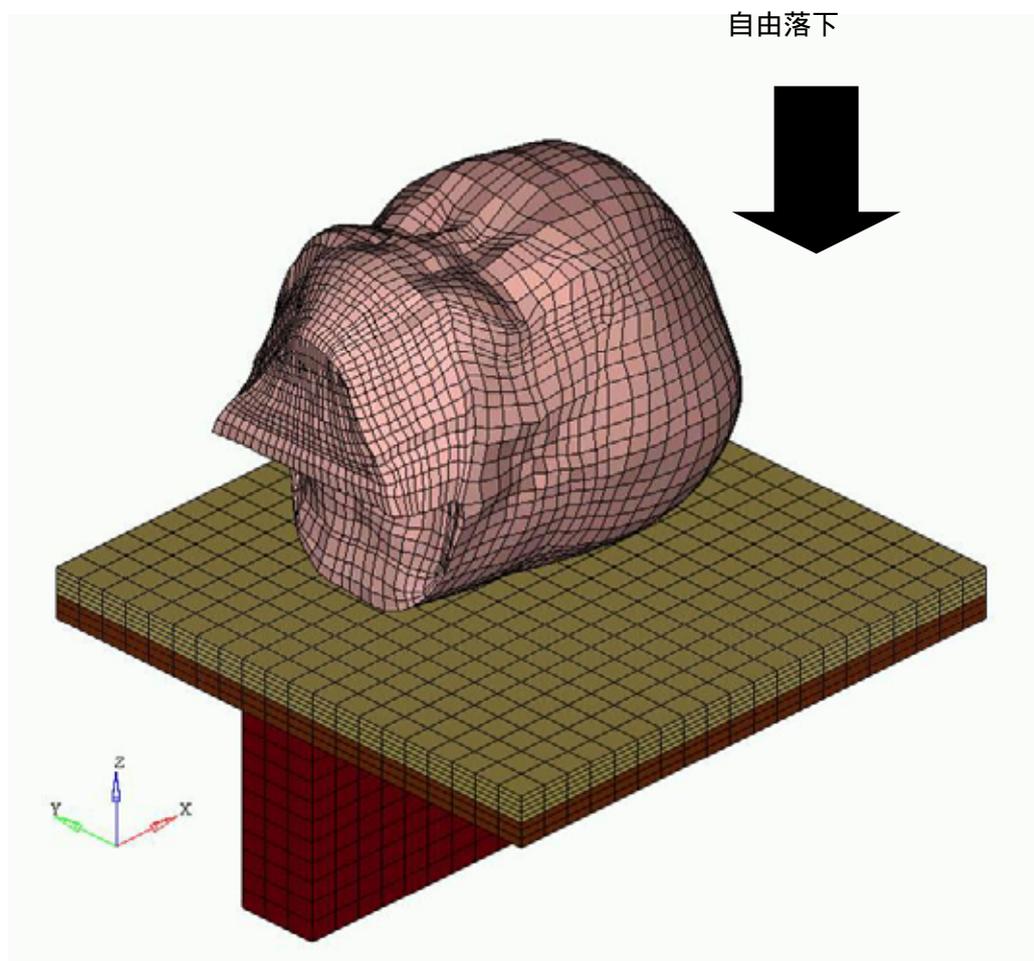
図B.4.10 JIS再現



図B.4.11 JIS試験およびシミュレーションにおける加速度最大値の比較

解析条件

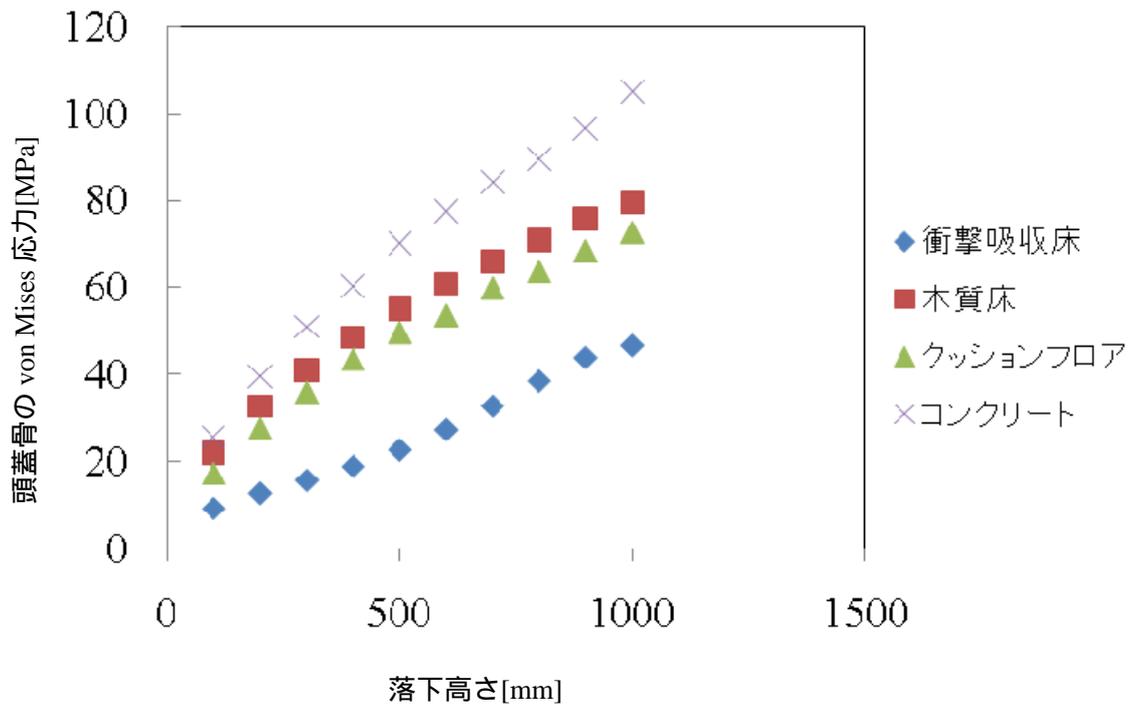
一般木質床材，クッションフロア，衝撃吸収構造付き床材，コンクリート面に対して転落する状況を模擬したシミュレーションを行った．落下高さを 100mm～1000mmとし，自由落下を想定して初速度を算出した．なお衝突姿勢として後頭部から直接床面に衝突する状況を想定した．(図 B.4.12)



図B.4.12 3歳児頭部モデルの床面衝突シミュレーション

解析結果

各床材における頭蓋骨の最大 vonMises 応力と落下高さの関係を示した。(図 B.4.13)コンクリート，一般木質床材，クッションフロア，衝撃吸収構造付き床材の順に頭蓋骨の最大 vonMises 応力は小さくなった。一般木質床材はコンクリートより平均でおよそ 20%その値が低減し，クッションフロアはおよそ 30%，衝撃吸収床は 60%低減した。



図B.4.13 各種床材における落下高さと頭蓋骨のvon Mises応力の関係

B.4.4 まとめ

子どもの頭部有限要素モデルを用いて各種床材の頭部防護性能の評価を行った。その結果，衝撃吸収構造付き床材はより頭部防護性能が高いことを定量的に明らかにした。

B.5. 日本小児科学会雑誌「Injury Alert」事例の分析

(社団法人 日本技術士会登録子どもの安全研究グループ)

B.5.1. 目的

このプロジェクトは、日本技術士会に属し、子どもの安全に強い関心を持っているメンバーがグループ(子どもの安全研究グループ)を構成し、子どもの事故を工学的な広い視点から分析し、技術的解決案を提案することを目的としている。

今年度、分析の対象としたのは、『日本小児科学会雑誌』の「Injury Alert」に掲載された傷害事例のうち2つと、過去、社会に大きな衝撃を与えたプールでの死亡事故例である。

- a. 浴槽用浮き輪による溺水
- b. マニキュア除光液による中毒
- c. 流水水泳プールによる吸い込まれ事故

子どもの安全研究グループでは、その活動方針に基づき、日本小児科学会雑誌(Injury Alert)事例および他の重要な事例の分析は次の視点に立って実施した。

Injury Alert 事例分析の基本的視点

- (1) 事故の工学的な分析と対策とは、当該機械類(道具、設備等を含む)あるいは材料のリスクを定量的に評価して危険源を同定し、その危険源のリスクを低減することである。
- (2) この分析においては事故を引き起こした危険源に限定せず、当該機械類(道具、設備等を含む)あるいは材料が保有するリスク全てを対象とする。これによって当該機械類(道具、設備等を含む)あるいは材料によって今後引き起こされるかもしれない重篤な事故を全て排除することを目指す。
- (3) この研究においては、事故を本質的に防止する方策は人の注意力に求めず、当該機械(道具、設備等を含む)類あるいは材料の危険源そのものの排除によることを第一とし、それからの防護を第二とする。そして人の注意力に頼る方策は、ごく小さなリスクに対してのみ認めるものとする。
- (4) 事実と意見を峻別すること。そして意見はできるかぎり定量的な解析に基づいて実施すること。

この研究においては、研究期間の制約のためおよび入手できる資料類の制約のため、リスクの定量評価に基づく危険源の同定およびリスク低減の提言は十分ではなく基本思想に留まっている事例もある。これについては本報告ののちに引き続き、子どもの安全研究グループにおいて作業を進め、できるかぎり広範な分析および具体的な低減方策をまとめていく計画である。

(補足)

ここに記した方法論は以下の規格、標準にのっとっている。

- ・ ISO/IEC guide50 : Safety aspects - Guidelines for child safety
- ・ ISO/IEC guide51 : Safety aspects - Guidelines for their inclusion un standards
- ・ IS12100-1,-2/JIS B9700-1,-2 : 機械類の安全性 - 設計のための基本概念、一般原則
- ・ 他

機械類の安全性についてこれらの規格類が現在世界で認められていることから、本報告においても、これら規格類を踏まえて評価、分析を行い低減方策の提案を考案した。(上記 JIS を発展させた「機械の包括的な安全基準に関する指針」が平成 19 年 7 月 31 日に、厚生労働省労働基準局長通達として公表されている)。

これら規格類によれば安全とは「許容されないリスクにさらされないこと」と定義されている。そしてリスクを低減させるために、リスクアセスメントおよびリスク低減の反復的プロセスが要求されている。ちなみに機械類に関わらない事例(本報告書の「マニキュア除光液による中毒」)においても当該物質を使用するとき生じるリスクを評価し、許容されないレベルのリスクが認められた場合はその低減を図るという考えで当該ケースに取り組んでいる。

リスク低減については次に示す 3 ステップメソッドによることが強制されている。このステップは順位を含めての強制であることに注意しなければならない。

ステップ 1 : 本質的安全設計方策によるリスクの低減

ステップ 2 : 安全防護によるリスクの低減、付加保護方策の実施

ステップ 3 : 使用上の情報によるリスクの低減

従来はこれらの方策の優先順位が意識されず、ややもすれば簡便な方法に流れやすかったが、有効な再発防止のためにはそれは厳に戒めるべきことである。

機械類に対して本質的安全設計方策を求めるには多くの場合、設計にまでさかのぼってリスクアセスメントを行いリスク低減方策を考慮する必要がある。「事故の事典(日経 BP 社、2009-02-01 発行、p3)によれば、2006 ~ 2008 年代の事故においては製品のライフサイクルの各段階の原因割合は次のようである。

- ・ 設計工程 60%
- ・ 製造工程 14%
- ・ 使用工程 8%
- ・ 保全工程 16%
- ・ 不明 3%

エンジニアリングの世界では品質もコストも設計工程でその 9 割が作り込まれるという見方は常識である。機械類の安全性は品質の一部であり、設計過程で適切な配慮がなされたか否かが製品の安全性に大きな影響を与える。本報告書では入手できるかぎりのデータを元に、設計段階で行うべきリスク評価まで踏み込んで実施し、より本質的な危険源の抽出、安全方策の提案を試みた。

B.5.2 浴槽用浮き輪による溺水

B.5.2.1 浴槽用浮き輪による溺水に関する調査の概要

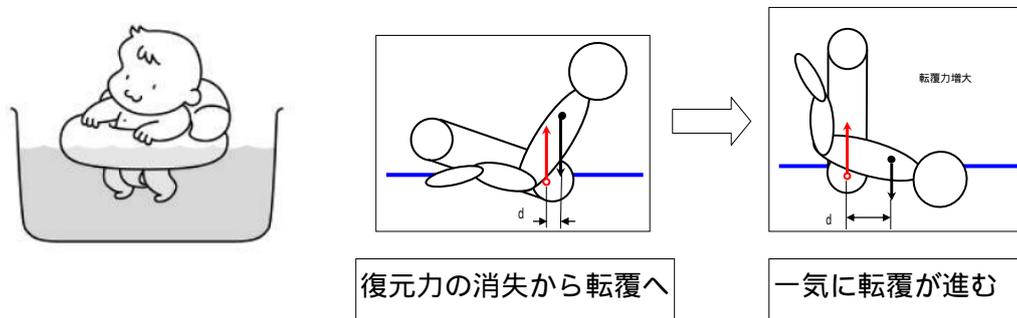


図 B.5.1 浴槽浮き輪調査概要図

発生日時 YY年11月21日 19時頃 (*)

発生場所 事故当事者の自宅の浴槽内 (*)

事故の概要 浴槽内でオムツ型の浮き輪に座らされて浮かんでいた生後9ヶ月の子どもが、洗髪中だった母親が気づかない3～4分のうちに浮き輪からはずれ、うつ伏せで浴槽に浮かび意識混濁し一時呼吸停止した。

子どもは病院へ搬送され、医療処置の後に回復し退院した。(*)

((*) は Injury Alert No.4 による)

リスクアセスメントの観点からの分析

a) 危険源

- ・ 子どもの重心位置が高く、また子どもの活発な動きにより移動しやすく、浮力とのバランスがくずれ、身体の回転モーメントが発生して転覆し易い
- ・ 一度転覆すると頭部が水没し自己復旧不可能である(溺水)

b) リスクの大きさ

- ・ 溺水時間に大きく依存する(4～6分で不可逆な脳ダメージ)
- ・ 最悪は溺死

リスクの低減策の案

- ・ “転倒しない浮き輪設計”、“子どもがどんなに動いても頭が水上にあるようにする”などが考えられる。

今後の課題の整理

- ・ 事故を起こした浴槽用浮き輪だけでなく、同じ原理の危険をはらんでいるものが今もインターネットなどで多数販売されている。浮き輪の種類を調査することで類型化を行い、各浮き輪に対して、リスクアセスメントを適用すること。
- ・ 後述する浴槽用浮き輪の転覆現象の工学モデルを、実際の子どもの特性や浮き輪の特性を反映させたものに精緻化し、実機により検証することで妥当性を評価したり、リスクアセスメントの際に利用できる、簡便な安全性評価法を開発すること。

- ・ 浮上体の不安定現象についての技術資料を整備し、関係諸機関と連携を取りながら安全規格・ガイド類を制定すること。
- ・ 玩具関連の協会と協力して類似の危険を持つ製品を調査すること。

B.5.2.2 浴槽用浮き輪による溺水の事実

B.5.2.2.1 事例の概要（＊）

- (1) 発生日時 YY年11月21日 19時頃
- (2) 発止場所 事故当事者の自宅の浴槽内
- (3) 事故の概要

浴槽内でオムツ型の浮き輪に座らされて浮かんでいた生後9ヶ月の子どもが、洗髪中だった母親が気づかない3～4分のうちに浮き輪からはずれ、うつ伏せで浴槽に浮かび意識混濁し呼吸停止した事故。

B.5.2.2.2 事例の経過（＊）

- (1) 母が洗髪中、患児はオムツ型の浮き輪に座らされ、足はついていない状態で浴槽内に浮かばされていた。母が、患児の声がしないのに気づき(長くて3～4分)確認したところ、患児は浮き輪からはずれ、うつ伏せで浴槽に浮かんでいた。
- (2) すぐに浴槽より引き上げたところ息をしておらず、顔色不良のため人工呼吸を行い、1～2分で呼吸再開した。
- (3) 救急車で近医に搬送され、今後の加療のため同日病院へ搬送され入院となった。
- (4) 病院への入院時、意識はやや混濁していたが集中治療室に入室し管理した。呼吸は数時間で安定し、翌日には意識清明となり、哺乳も普段どおり出来るようになった。頭部CTに異常を認めず、脳波所見も正常範囲内で11月27日に退院となった。
- (5) 以後の外來経過観察と4ヶ月後の発達状況からは後遺症は残さない可能性が高い。

(＊)はInjury Alert No.4による。なお、本件の他にも類似の事例が多数あることが新聞報道されている。)

B.5.2.2.3 当時およびその後の対策

本件Injury Alertの事故事例との前後関係は不明であるが、下記対策が成されている。

- (1) 国民生活センターで危険情報発信(浴槽用浮き輪で溺れる事故)
- (2) 社団法人日本玩具協会(<http://www.toys.or.jp/>)は当該製品のSTマーク更新をしないと表明、「このタイプの浮き輪を今後STマークの対象外とする」と国民生活センターのホームページに記載されている。
- (3) 国内製造メーカーの一部は販売自粛
但し、事故製品そのものの技術的対策は特になし。
インターネット上では現在(H22/2/16)も類似品の販売及びオークション取引がある。
- (4) 英語で検索すると、海外では浮き輪類似製品の危険情報が数多く出されていることがわかる。

B.5.2.3 浴槽用浮き輪による溺水の分析と考察

B.5.2.3.1 浴槽用浮き輪のリスクアセスメント

(1) 事故時の使用方法

子どもを浮き輪に座らせて浴槽内に浮かばせていたのは正規の使用法である。
3~4分間目を離すことの危険性が、もし注意事項に記述があるとすれば、注意事項不遵守ともいえることとなる。

(2) 危険源（下記 2.3.3 に詳述）

- ・子どもの重心位置の移動（高さ方向及び横方向）
- ・子どもは活発に動きたい生来の願望があり、予想できない動きがあり得る。
浮力とのアンバランスによる身体の回転モーメントの発生
- ・頭部の水没と自己復旧不可（溺水）
- ・活発な動きにより浮き輪から外れて水（湯）に落ちる 溺水
- ・破れるか栓の不完全により、浮き輪の空気が抜ける 浮力低下 溺水

(3) リスクの大きさ

- ・溺水時間（保護者の気づき時間）に大きく依存する。
（2分で意識を失い、4~6分で脳に不可逆なダメージが発生する。（資料3））
- ・最悪は溺死

(4) 製品が持つ本質的な危険性

- ・子どもの足がきちんと入らない場合があるとの使用者の発言例があり、その場合は重心位置が高くなる。
- ・水量が少なく、子どもの足が風呂の底に届くと立ち姿となり重心位置が高くなる。
- ・手すりなどに寄りかかっても重心移動が大きい。

(5) 一般的に浮上体の危険に関する情報は乏しい。機械類の安全については多数の JIS 規格（国際規格と整合）があって体系化されているが、その中で「浮上体」の安定性に関するものは見当たらない。

B.5.2.3.2 浴槽用浮き輪のリスク低減策

(1) 転倒しない浮き輪設計とする

浮き輪を大きくして浮力を大きくする / 子どもが浮き輪外へはみ出さない。・・・これは、湯船の大きさの制約有り

（注：プール用浮き輪で”サイズが大きく安全”とPRしている商品もあり）

座高長を高くして重心を下げる・・・これは、湯船の底に足が付き目的を阻害する
子どもがどんなに動いても頭が水上にあるようにする

転覆限界が十分大きく、子どもがどのように動いても転覆しない設計とする。

(2) 破れや栓の不完全で急速に浮力を失うのを避けるよう、空気の区画を設ける

- (3) 警告の徹底（本質的に転倒・沈没の危険があること、4～6分で命にかかわること、水没すると音はほとんど出ないことなど）

B.5.2.3.3 浴槽用浮き輪の技術的検討

水上で子どもが乗って遊ぶ浴槽用浮き輪についてのリスクの第一は転覆である。ここでは浴槽用浮き輪の転覆のメカニズムについて考察する。

子どもが浴槽用浮き輪に乗って水に浮かんでいる状態を模式的に図 B.5.2 で表す。

図 B.5.2 に見るように、子どもと浮き輪からなる系は重心Wがかなり高い位置にある。一方浮き輪と子どもの下半身が水に没している部分には浮力が働き、浮心（浮力の中心）Bは重心Wより低い位置にある。下向き重力の作用線と上向き浮力の作用線が水平方向にずれていると系に回転モーメントが作用する。

図 B.5.2 の状態では右向き回転モーメントが働き系は傾く

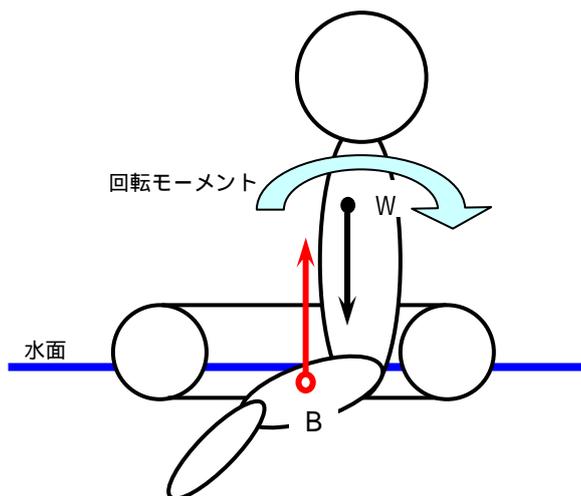


図 B.5.2 子どもと浮き輪の系
B の 方向は浮力の方向
W の 方向は重力の方向

回転モーメントにより子どもと浮き輪は右に傾く。この場合重心位置はほとんど変わらないが、浮き輪の形状により浮心が右へ移動するので上向きの浮力と下向きの重力の水平位置関係が変わって回転モーメントは逆の左方向に向く（図 B.5.3）。これにより系には復元力が働いて安定方向に向う。底が比較的平らな系ではこのように重心が浮心より上にあっても浮心移動による復元力で系は安定方向へ向う。船の安定の原理である。

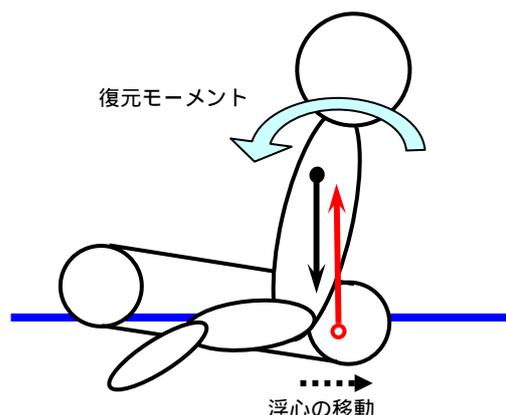


図 B.5.3 浮心の移動と復元力

ちょっとした体重の移動により子どもは回転と復元によるゆらゆらした動きを経験し、面白いと感じて楽しく遊ぶようになることは容易に想像がつく。子どもが足や首を使ってゆらしているうち、傾きが更に増えると浮心の水平移動はやがて限界に達し、重力の作用線と浮力の作用線の水平位置関係が逆転する（復元力の消失）。すると回転モーメントは右に変わり、復元力ではなく転覆力になってしまう。転覆力は二つの作用線の水平距離 d に比例する（図 B.5.4）。

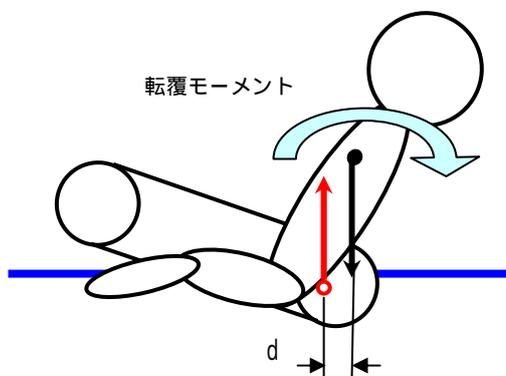


図 B.5.4 復元力の消失から転覆へ

転覆力によって傾きが増えるにつれて水平距離 d が大きくなり転覆力が更に増大するので、転覆は一気に進む。図 B.5.5 の状態になると浮き輪の水没部分の断面は円形に近くなる。原理的に水中に没している部分の断面が円形の浮上体は浮心の移動がなく復元力を期待できない危険なものである。子どもの身体が水に入ればそれに作用する浮力はある程度期待出来るが、転覆の勢いがついている子どもの身体はそのまま水中に没することになる。

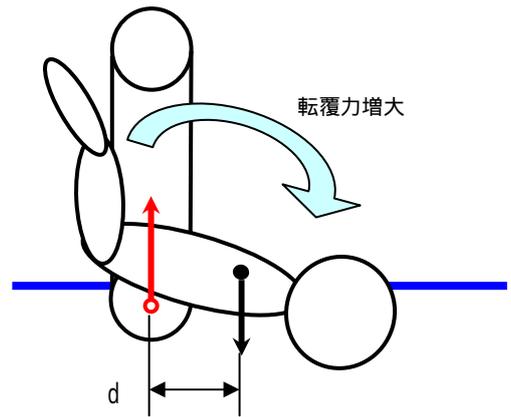


図 B.5.5 一気に転覆が進む

子どもの足が浮き輪から離れない限り系はそのままの形で回転し続け、重心が浮心の真下に来たところで系として安定する（図 B.5.6）。この状態では子どもが頭を上げようとしても、逆さまになった浮き輪が子どもを逆さに吊り上げる働きをしてしまうので、自力で復元することは極めて困難であると考えられる。

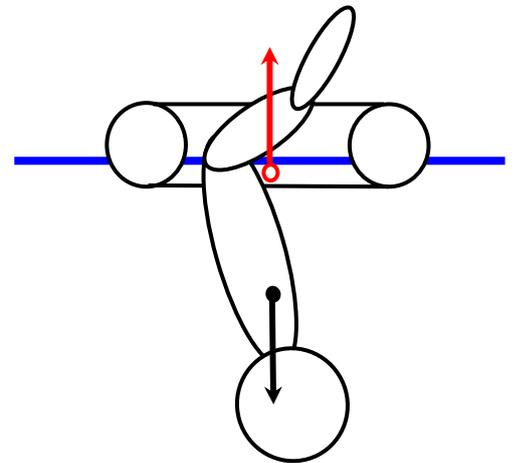


図 B.5.6 重力と浮力のバランスで安定

以上で見たように、子どもが足を拘束されて浮き輪に乗っている系は原理的に極めて危険な状態にあって、子どもがちょっとはしゃぐだけで転覆して後に戻らないことが起こりうる。極端に言えば、ちょっと押して転覆させ、子どもを故意に溺死させることさえ出来る危険な系と言える。

ここでは簡単なモデルにより輪型の浮き輪に子どもが足を半ば固定されて浮かんでいる状態のリスクについて考察したが、子どもが浮上体と一体化して高い重心のまま浮かんでいる系では同じように復元力の消失といったリスクについてよく吟味する必要がある。

B.5.2.3.4 課題の整理

- 事故を起こした浴槽用浮き輪だけでなく、同じ原理の危険をはらんでいるものが今もインターネットなどで多数販売されている。浮き輪の種類を調査することで類型化を行い、各浮き輪に対してリスクアセスメントを適用する必要がある。
- 浮上体の不安定現象についての技術資料を整備し、関係諸機関と連携を取りながら安全規格・ガイド類を制定する必要がある。
- 前述した浴槽用浮き輪の転覆現象の工学モデルを、実際の子どもの特性や浮き輪の特性を反映させたものに精緻化し、実機により検証することで妥当性を評価したり、リスクアセスメントの際に利用できる、簡便な安全性評価法を開発すること。
- 玩具関連の協会と協力して類似の危険を持つ製品を調査する必要がある。

B.5.2.4 資料

B.5.2.4.1 類似事件事例

国内では01～06年に計7件のおぼれる事故があり、死者数1、重体者1の報告がある。(資料1)

フランスでは1997年に10件の溺水事故が報告されている。

(また、フランス、ドイツ、スペインでは販売禁止となっている。)(資料6)

B.5.2.4.2 情報源

日本小児科学会雑誌 *Injury Alert* (傷害注意速報) 抜粋 2009年4月18日、
国民生活センター情報(資料2、6、7など)

新聞記事(資料1)

業界各社ホームページの表現

外国インターネット情報(資料3、4、5など)

B.5.2.4.3 規格などに於ける情報

・ISO/IEC Guide 50

全体を通して子どもの特質と怪我の危険について詳しい解説がある。

5.2.11 溺れる危険源の記述がある。(浮き輪の転覆の記述はない)

・ISO/IEC Guide 51 等、機械安全の標準の中に浮上体の不安定に関する記載はない。

B.5.3 マニキュア除光液による中毒

B.5.3.1 マニキュア除光液による中毒に関する調査の概要

発生日時	不明 午後 10 時ごろ
発生場所	自宅の八畳間
事故の概要	自宅で母親が除光液で爪からマニキュアを除去する際、そばの床に寝ていた生後2ヶ月の男児がアセトン中毒になった。 マニキュア除去後、除光液臭が充満していることに気づいたが換気はしなかった。その後児はぐったりし嘔吐をくりかえし、発生約 20 時間後に嘔吐・意識障害の精査目的で紹介入院となった。発生約 30 時間後の嘔吐を最後に嘔吐は消失し、その後は哺乳も良好となり、4 日後に元気に退院した。
リスクアセスメント	危険源：発生したアセトン蒸気（を乳児が吸引したこと） 本件の危害の大きさ：中毒症状。4 日で回復
リスクの低減策	<ul style="list-style-type: none">・ 溶剤をアセトンより危害性の低い成分に変更・ アセトン蒸気の発生・拡散を防止（乳児の吸引を防止）する方法の提案・ 「除光液 = アセトンが有害であること」と「対応策」の明示と教育
意見	企業活動のケースと異なり、消費者が自分で使用するケースでは消費者が「有害である」という認識をもち、必要な防護策（このケースでは 換気、本報告5.3.2(2)での防護策提案：アセトンをしみこませた布を密閉容器にしまうなど）を実施することが重要である。そのための具体的提案の推進が必要。

B.5.3.2 事実

B.5.3.2.1 事例の概要

(1) 発生日時

不明 午前 10 時頃

(2) 発生場所

自宅の八畳間

(3) 事故の概要

自宅で母親が除光液で爪からマニキュアを除去する際、そばに寝せていた生後2ヶ月の男児がアセトン中毒になった。

マニキュア除去後、除光液臭が充満していることに気づいたが換気はしなかった。その後児はぐったりし嘔吐を繰り返し、発生約20時間後に嘔吐・意識障害の精査目的で紹介入院となった。発生約30時間後の嘔吐を最後に嘔吐は消失し、その後は哺乳も良好となり、

4日後に元気に退院した。

B.5.3.2.2 事例の経過

- (1) 母親が除光液を使用する際、そばに生後2ヶ月の男児を寝かせていた(母親から約1m)。
- (2) ティッシュペーパーに除光液を数回振り出し拭き取ることを繰り返し、手足計20本の爪からマニキュアを除去するのに約15分を要した。使用した除光液は100mlほど残っており、使用中は開栓したままであった。
- (3) 使用后、除光液臭が充満しているのに気づいたが、換気はしなかった。その後児怒責様の発声が数回あり、ぐったりとした様子で12時間以上寝ていた。授乳を試みるも吸いつく力は極端に弱く嘔吐を繰り返し反応が鈍かった。
- (4) 発生約20時間後、嘔吐・意識障害の精査目的で紹介入院となり、発生状況からアセトン中毒を疑った。傾眠傾向で腹部膨満をみとめたが、一般血液、生化学、静脈血液ガス分析、尿検査に異常はなかった。意識障害は改善方向と判断し、経口的には何も与えず、補液のみで経過観察した。発生約30時間後の嘔吐を最後に嘔吐は消失し、その後は哺乳も良好となり、4日目に元気に退院した。入院時のアセトン濃度は $8\mu\text{g/ml}$ (基準値 <5)であった。

引用：Injury Alert(2009年4月18日) No.8

B.5.3.2.3 当時の対策

特になし。

B.5.3.2.4 その後の対策

特になし。

B.5.3.3 見解

B.5.3.3.1 リスクアセスメント

(1) 危険源の特定

上記の事例の経過より、除光液中のアセトンがティッシュペーパーに振り出されペーパーに含まれた(量は不明) マニキュアを拭き取ったティッシュペーパーは容器ではなく、室内か、くず入れにおかれ(推定) 従って振り出されたアセトンの大部分はある時間内に室内に蒸発した(経過時間は不明であるが上記の約 12 時間の可能性はある)



図 B.5.7 アセトンは沈む

アセトンは空気の約 2 倍の密度があり、下部に溜まりやすい(図 B.5.7)、その低い床に自分では逃げることも不快なことを伝えることもできない乳児が寝ていた、母親は除光液が毒性を持つことを知らなかった、従って母親は臭気を感じたが換気はしなかった、の 4 要因が重なって危害が発生した。

直接的原因は「アセトン蒸気」であるが、～ までの 3 項目も主要な原因である。

多くの場合、母親が除光液の毒性、従って換気が必要であることを認識しており、換気など必要な予防策をとる、母親が臭気に耐えられずに換気をするか、子どもと一緒に室外にでる、乳児が十分に大きければ、大声で泣いたり自力で逃げ出す自衛的な行動をとる、などの行動の一つをとることにより、本事例の中毒を予防する可能性は大きい。

しかし、本事例の危害が再発する可能性も予想でき、「危害発生の確率(上記 4 要因がすべて重なって危害が発生)」、「危害の大きさ(本例よりも重大なケースもありえる)」、だれもが一度は乳児であることを考慮すれば、許容できるほど低いとまではいえない。

B.5.3.3.2 リスクの低減方策

当研究チームが作成した対策を述べる。対策は、ISO121001-,-2 (JIS B9700-1, -2) が示す 3 ステップメソッドに従った。

(1) 本質的な安全(危険源の除去・隔離)

本事例における危険源は「発生したアセトン蒸気を乳児が吸引したこと」である。この危険源を無くす、もしくはリスクの大きさを許容できるリスクの大きさ以下にすることが本質的な安全である。

対策案 1. 溶剤をアセトンより危害性の低い成分に変更する。

検討 1：爪からマニキュア（塗料）を除去する機能を満足する可能性がある溶剤の候補として、マニキュアに使用されている酢酸エチルと本事例のアセトンの危害性の比較検討をおこなった。後記する添付資料 B.5.3.4.1 に検討結果を示すが、今のところ、除光液への適用で、酢酸エチルがアセトンより危害性が低いとは言えず、危害性の低い成分に変更する方向性の実現可能性は不明である。

検討 2：ジェルを爪に塗って 10 秒程度後に水洗する方法で使用するアセトンを含まないネイルクレンジングクリームが通販で市販されているが、価格は 15g で約 1300 円でグラム単価が約 40 倍であり、高価である。

(2) 防護による安全

対策案 1．アセトン蒸気の発生を防ぐ（美容院、美容専門学校等で実施している）

検討 1：除光液が毒であることを関係する組織および消費者に周知する。

検討 2：拭き取ったあとの布（以下コットンという、事例ではティッシュペーパー）を蓋つき容器（以下キャニスターという）に入れて必ずフタをして、くずかごに捨てない。キャニスターはネイル専門店から約 800 円で入手可能。

検討 3：ピンから振り出す除光液の量を一定量にするために定量押し出しポンプ付き容器（以下ポンプディスペンサーという）を用いてコットンに振り出す。ポンプディスペンサーはネイル専門店から約 800 円で入手可能。

(3) 使用上の情報

上記の(1)本質的な安全、(2)防護による安全に加えて、更に警告標示、標識、警報、安全マニュアル、などで使用者に周知徹底させる。企業の現場では、教育・訓練を徹底し、行動をチェックし修正することが可能なために(1)本質的な安全、(2)防護による安全の占める役割が大きい。しかし消費者が家庭で使用する場合は、そもそも当該商品が危害を加えるものであることを知らない場合が多く、(1)(2)の改善の結果、高価になったり使い勝手が悪くなったりするために、改善した商品が普及するとは限らない。

このため、(3) 使用上の情報（特に毒性の明示）の役割（たとえ高価でも使い勝手が悪くても改善商品を使用することにより危害性を低下できることが使用の動機づけとなる＝安全のための負担は受け入れる）が重要であることが、企業活動と異なる家庭用品使用のポイントの一つであると考える。

対策案 1．商品に危害性と安全対策を表示する

検討 1：除光液が有害であることおよび安全対策を明示する。後記する添付資料 B.5.3.4.2 に示すように、外国の除光液では、有害(harmful)であることとともに対策、なかでも上記(2) - 検討 2 に示す密閉容器の使用が明示されている。また、後記する添付資料 B.5.3.4.3 に示すように、他の有害物質を含む日用品（例：塗料、塗料リムーバー、防水・撥水剤、漂白剤、殺菌剤、カビ除去剤など）では共通の「必ず換気マーク」「吸い込まないマーク」が表示され、使用上または安全上の注意として「吸い込むと有害」「必ず屋外で使用」「換気をよくしてください」「必要に応じて医師の診察を受けること」などが記載されている。この表示はメーカーなど供給側にとっても有益である可能性があるため、

実現性がある可能性がある。

検討 2：しかるべき方法で消費者教育を実施する。従来多数の機関・組織で消費者教育が実施されているので、それらの機関・組織と協議して方法・教材などを検討することを考える。

(4) 危機管理

実際に危害が発生したときに迅速に対処するために、この中毒がおきる可能性と対策を医療関係者に周知する。乳児傷害の意識障害の鑑別に、除光液など有機溶剤による中毒を入れる必要がある（この項目は Injury Alert より引用）。

B.5.3.3.3 本事例に対する意見・所見

企業などの場合、機械安全のリスクマネジメントの結果に従い、リスク低減の方向に設備・手順・留意事項などが改善され、従事者に周知徹底され、毎日の活動のなかでチェックするなど PDCA サイクルをまわすことでリスク低減が達成されている。これに対し、家庭用品のケースではリスク低減の方法に従事者である消費者に周知徹底・チェックすることは困難であると考えられる。これに対する一つのアプローチは、リスクを低減させる改善商品の開発になると考える。製品の改善に伴って、例えば、高価になった、使い勝手が悪くなった、多少効能が落ちた、などのデメリットがあった場合でも、消費者がリスクを認識しており、購入製品の選択によってリスクを低減させることに価値を見出した場合などである。（例：幼児用シャンプーは高価で洗浄力が落ちるが目にしみにないので使用する）。一般的には、マスメディアによる問題提起・注意喚起、多様な消費者教育、商品の説明書・表示、などがその役割を果たしている。このような観点から、消費者がリスクを認識する具体的な方策が必要と考えるが、関連する機関・組織と連携してどのように進めるかが今後の検討課題である。

B.5.3.3.4 今後の課題の整理

- (1) アセトン蒸気の許容濃度の技術的根拠を調査する。
- (2) 他の溶剤を代替使用する可能性を検討する。
- (3) メーカー側との協議により、提案した対策の評価と検討、対策の具体的実施方法の検討、更なる対策の検討、を行う。
- (4) 消費者へのリスクの伝達、特に商品表示について推進方法を検討する。
- (5) タイミングをはかってメーカー、美容院など供給側と協議し、リスクの伝達とリスク低減対策の進展を図る。

参考文献：内藤裕史 横田規子 監訳 “化学物質毒性ハンドブック 第 巻” 丸善(1999)

G.Clayton “Patty’s Industrial Hygiene and Toxicology” 第 4 版 USA の翻訳
同書の p69 ~ 120 にアセトンの歴大な毒性のデータが記述されている。

B.5.3.4 添付資料

B.5.3.4.1 物性値

表 B.5.1 物性値

				参考
	溶剤	(A)アセトン	(B)酢酸エチル	(C)ラッカー
	分子量	58.08	88.10	うすめ液
	用途	除光液	マニキュア	ラッカー
1	管理濃度 ppm *1)	500	200	50 ~ 100
2	許容濃度 ppm *2)	200	200	
物性値				
3	沸点	56.5	77	107.9
4	蒸気圧 kPa(20)	24.2	10	
5	蒸気密度 (空気=1)	2.0	3.0	
6	水への溶解度	水に易溶	微量(水 8.4%)	
有害性情報				
7	特定標的臓器・全身毒性 (単回ばく露)	1190,2400mg/m ³ /6h のばく露で鼻、喉、気管の刺激が報告されている	400ppm のばく露でヒトの上部呼吸器刺激が報告されている	
8	動物への影響 吸入ラット LC ₅₀ *3)	50,100mg/m ³ /8h	16,000ppm/6h	
9	労働安全上の法規	いずれも労働安全法有機溶剤中毒予防規則第 2 種有機溶剤法で定めた作業場には、発生源の密閉化または局所排気装置を設ける		
10	化粧品種別許可基準 *4)による「配合できる種別」	アイライナーを除く全ての化粧品	爪化粧品のみ	

出典：1～7 項は MSDS：(A)と(B)安全衛生情報センター作成、(C)大阪塗料工業(株)作成、

8 項は MSDS：石油化学工業協会

注*1) 作業環境の測定管理濃度、労働安全法 2004.10.1 改正告示

*2) 日本産業衛生学会勧告値(2005 年版)

*3) LC₅₀：半数致死濃度：50%が死亡する濃度、アセトンの例：1m³の室内に 50g のアセトン蒸気 (27 で 21 =空気中 2vol%) があれば 8 時間後に半数が死亡する。

*4) 化粧品種別許可基準 1994 による。現在は適用されていない。

上記より、除光液への適用で酢酸エチルがアセトンより危害性が低いとは言えない。

B.5.3.4.2 除光液の表示例

(1)日本の除光液の表示例

表示例：

使用後は必ずキャップをきちんとしめてください。

乳幼児の手の届かない所に保管してください。

衣類や家具などにつくといたむことがありますのでご注意ください。

高温や直射日光のあたる場所を避けて保管してください。

中身を他の容器に移し替えないでください（容器が破損する場合があります）。

可燃性ですので保管および取り扱いについては十分注意してください。

成分表示例：商品 と商品

アセトン、水、トリオクタノイン、グリセリン、ダイズ油、メトキシケイヒ酸オクチル、BHT、香料、赤225、黄4

アセトン、DPG、水、ミリスチン酸イソプロピル、オレンジ油

(2)USAの除光液の表示例：アンダーラインは作成者付記

A) 表示：A professional non-smear(油) polish remover that is especially formulated to be safe and effective on all types of nails. Fast acting and non-oily.

Directions : Moisten cotton with polish remover. Press firmly against nail surface and wipe off color from the cuticle(つけ根) to the nail tip.

Danger : Flammable! Do not use near fire or flame. Harmful if taken internally. Keep out of reach of children.

Caution : use with adequate ventilation. Avoid breathing vapors. If you experience eye watering(医学用語、涙目), headaches or dizziness(ふらつき), increase fresh air or leave area. Close container after each use. If swallowed(飲む), do not induce vomiting(吐く). Call your Poison Center or Physician(医者).

Ingredients : Aceton, Propylen Glycol, Water, Parfum

(3) コメント：USA品にはアンダーラインの部分に

危険：体内に取り込むと有害です。

注意：換気を十分にして下さい。蒸気を吸ってはいけません。涙目、頭痛、ふらつきの時は、新鮮な空気に換気するか、室外へ出て下さい。使用後は密閉容器を使用して下さい。の記述あり。日本品にはそのような記述はない。

B.5.3.4.3 他の市販家庭用品の該当する項目の表示例

表 B.5.2 表示例

用途	使用上の注意または安全上の注意	成分	注
スプレー缶			
衣類防水スプレー	「吸い込まないマーク」 「吸い込むと有害・必ず屋外で使用」 「有機溶剤を含んでいて有害なので蒸気を吸わないように注意」	IPA、グリコールエステル	
靴防水スプレー	「吸い込むと有害・必ず屋外で使用」「スプレー噴霧を吸い込むと有害です」「閉め切った場所や車内、浴室など空気の滞留しやすい場所で絶対に使用しないで下さい」	LPG、第四類第一石油類危険等級	
ラッカースプレー	「警告：有機溶剤中毒の恐れがあります」 「有機溶剤が含まれていますので塗装中、乾燥中ともに換気をよくしてください」		
シールはがしスプレー	「使用中は換気をよくして下さい。目やのどに刺激を感じたり気分が悪くなったらすぐに新鮮な空気のある場所に移動し、必要に応じて医師の診察を受けること」	炭化水素、有機溶剤、ブチルアセテート、LPG	
スプレー缶以外			
消臭・除菌クリーナー	「必ず換気マーク」 換気の良いところでお使い下さい	エタノール	
洗濯槽カビキラー パイプクリーナー キッチンハイター トイレハイター	「必ず換気マーク」 必ず換気をしてください。 	例：次亜塩素酸塩、	
ラッカースプレー用リムーバー	「有機溶剤が含まれていますので長時間溶剤のニオイを嗅ぐと有害ですので換気をよくして使用してください」	第2石油類、有機溶剤（主成分アセトン）	

B.5.3.4.4 家庭用品吸入事故等の資料

表 B.5.3 家庭用品吸入事故等の資料

		平成18年度		平成19年度		平成20年度	
		件数	構成比%	件数	構成比%	件数	構成比%
性別	男性	302	41.5%	333	39.5%	399	41.0%
	女性	399	54.8%	473	56.2%	543	55.7%
	不明	27	3.7%	36	4.3%	32	3.3%
年齢	0～19歳	339	46.6%	393	46.7%	414	42.5%
	20～59歳	256	35.2%	292	34.7%	382	39.2%
	60歳以上	84	11.5%	96	11.4%	104	10.7%
	不明	49	6.7%	61	7.2%	74	7.6%
原因製品カテゴリー	防虫剤	13	1.8%	22	2.6%	27	2.8%
	殺虫剤	165	22.7%	210	24.9%	221	22.7%
	洗剤・洗浄剤類	205	28.2%	258	30.6%	329	33.8%
	芳香剤類	89	12.2%	91	10.8%	92	9.4%
	乾燥剤類	4	0.5%	7	0.8%	6	0.6%
	溶剤類	4	0.5%	1	0.1%	8	0.8%
	園芸用殺虫・殺菌剤類	52	7.1%	53	6.3%	67	6.9%
	燃料類	33	4.5%	26	3.1%	39	4.0%
	その他	163	22.4%	174	20.7%	181	19.0%
発生場所	家庭内（ベランダ、庭等含む）	610	83.8%	741	88.0%	855	87.8%
	屋内（工場、学校、商店等）	68	9.3%	50	5.9%	81	8.3%
	屋外（畑、公園等）	37	5.1%	41	4.9%	28	2.9%
	不明	13	1.8%	10	1.2%	10	1.0%
摂取経路	吸入（重複を含む）	544	74.7%	634	75.3%	733	75.3%
	眼（重複を含む）	248	34.1%	278	33.0%	308	31.6%
製品形態	スプレー式	301	41.3%	368	43.7%	396	40.7%
	うち エアゾール	164	22.5%	200	23.8%	200	20.5%
	ポンプ式	137	18.8%	168	20.0%	196	20.1%
	液体	200	27.5%	237	28.1%	297	30.5%
	固形	62	8.5%	66	7.8%	87	8.9%
	粉末状	109	15.0%	103	12.2%	104	10.7%
	蒸散型	40	5.5%	52	6.2%	62	6.4%
	その他	7	1.0%	11	1.3%	15	1.5%
	不明	9	1.2%	5	0.6%	13	1.3%
合計	728	100.0%	842	100.0%	974	100.0%	

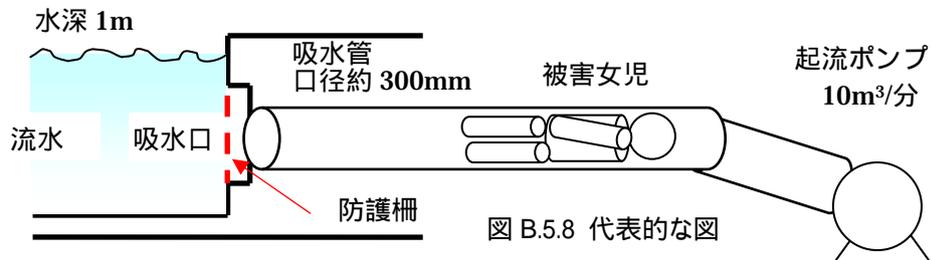
出典：平成20年度 家庭用品等に係わる健康被害病院モニター報告 p43 厚生労働省医薬食品局 審査管理課化学物質安全対策室 平成21年12月25日

B.5.4 流水水泳プールによる吸い込まれ事故

水泳プールには様々なリスクがあるが、本報告は吸い込まれ事故について工学的な分野に絞って調査研究を行ったものである。

B.5.4.1 流水水泳プールによる吸い込まれ事故に関する調査の概要

代表的な図



発生日時	2006年7月31日 午後1時40分頃
発生場所	埼玉県ふじみ野市 市営大井プール
事故の概要	<p>市営の流水プールで、小学2年生(7歳)の女子が吸水口に頭から吸い込まれた。吸水口は縦60cm、横120cmの大きさで、2枚のステンレス製防護柵が針金で取り付けられていたが、事故直前に1枚が何らかの原因で外れていた。</p> <p>女子は吸水口から数m先の直径30cmの吸水配管の中から6時間後に発見されたが、搬送された病院で死亡が確認された。</p>
リスクアセスメント	水中における捕捉の危険源(吸い込まれ)。危害の大きさ:溺死。
リスクの低減策	<p>【本質的安全設計方策】吸い込み管の開口部を分散させる。吸い込み管に身体の一部が密着しても危険な吸い込み圧が発生しない、低コスト・メンテナンスフリーの本質的に安全な方策を提案する。</p> <p>【安全防護・付加の保護方策】非常停止押しボタンの設置の防護による安全方策も必要。防護柵が外れるとポンプが緊急停止するインターロック回路も有効である。</p>
意見	<p>プールの排水口、吸い込み口に吸い込まれての死亡事故は、1966年以降2006年までに56人である1)。</p> <p>事故防止への通知は1979年以降毎年のように行政から出ていたが無効であった。事故後に国土交通省、文部科学省から出た安全指針においても、排水口の二重構造とその取付ねじ・ボルトの点検の人による管理に依存している。</p> <p>大きなリスクが残存している吸排水管には本報告に示す本質的安全対策が必要である。</p>

B.5.4.2 事実

B.5.4.2.1 事例の概要 2)

(1) 発生日時

2006年7月31日 午後1時40分頃

(2) 発生場所

埼玉県ふじみ野市 市営大井プール

(3) 事故の概要

市営の流水プール(図6-10)で、小学2年生(7歳)の女児が吸水口に頭から吸い込まれて死亡した。

吸水口は縦60cm、横120cmの大きさで、2枚のステンレス製防護柵が針金で取り付けられていた(図6-11)が、事故直前に1枚が何らかの原因で外れ、監視員が注意を呼び掛けていた。女児は吸水口から数m先の直径約300mmの吸水配管の中から6時間後に発見されたが、搬送された病院で死亡が確認された。

B.5.4.2.2 事例の経過 2)

- (1) 夏休みの7月31日、ふじみ野市の市営大井プールは、プール管理委託を孫受けしていたビル管理会社の社員である現場責任者と13人のアルバイトの監視員の監視のなか、営業していた。
- (2) 午後1時30分頃、小学3年生の男児が、防護柵の1枚が外れているのを水中で発見。近くの監視台にいた監視員に防護柵を渡した。監視員は蓋を監視台に立て掛け、事務室に連絡、現場責任者が別の監視員と現場に向かった。現場責任者は、吸水口に近づかないように遊泳客に呼びかけることを監視員に指示し、修理道具を取りに戻った。
- (3) 午後1時40分頃、母親と2人の兄と同級生でプールに遊びにきていた小学2年生の女児が吸水口に近づいたのに気が付いた監視員が警告したが、女児は頭から吸水口に吸込まれてしまった。
- (4) 午後1時50分頃、「女児が吸水口に挟まれている」との市営大井プールからの通報を受けた消防隊員らは現場に急行したが女児はすでに吸水管内に吸い込まれていた。プールの水を抜き、重機を使って吸水管を掘り出した。女児は吸水口から数m先の配管湾曲部で見つかり、事故発生から約6時間後に病院へ搬送されたが死亡が確認された。
- (5) 死因は、頭蓋底骨折、脳幹損傷等による脳幹損傷であった³⁾。

B.5.4.2.3 当時の対策

- (1) ふじみ野市長は管理責任を認め、各施設に安全確認の徹底を指示し、市営プールの使用を中止した。
- (2) 埼玉県は、県内のプール管理の実態調査を行った。吸排水口の点検基準がない施設は 42%、吸排水口の防護柵が外れた場合の緊急時対応マニュアルがない施設は 71%という調査結果であったので、埼玉県は 8 月 24 日すべてのプール開設者に「学校プールの安全管理指針～排（環）水口による吸い込み事故防止のために～」を発行した。
- (3) 厚生労働省は 8 月 1 日、都道府県や政令市などに対し、事故の再発防止のため、遊泳用プールの吸い込み事故の防止策などを定めた施設基準（2001 年策定）の徹底を求める通知を出した。
- (4) 文部科学省は 8 月 1 日、各都道府県の教育委員会に、学校や公営施設のプールの安全点検実施と結果の報告を求めた。その結果、学校や公営施設のプール延べ 1901 ヶ所で吸排水口に安全対策の不備が見つかり、8 月 8 日に文部科学省は、それらのプールは使用を中止するか応急措置をとるよう通知した。
- (5) ふじみ野市は、9 月 29 日に、ふじみ野市事故調査報告書²⁾を発行した。
<http://www.city.fujimino.saitama.jp/profile/policy/jikocho.html>
- (6) ふじみ野市は、市営大井プールの使用中止を継続した。

B.5.4.2.4 その後の対策

- (1) 国土交通省、文部科学省、厚生労働省、経済産業省で連絡調整会を立ち上げ、2007 年 3 月 29 日に「プールの安全標準指針」⁴⁾を公表した。
- (2) 文部科学省は毎年 5 月頃に学校プールに関する通知を発行している。
- (3) ふじみ野市は平成 21 年 8 月に事故に関する再調査報告書をまとめた。職員の資質やコミュニケーション不足などの問題点を挙げたが、事故原因については、ほとんどが判決や事故調査委の報告書などの抜粋であるという⁵⁾。
- (4) ふじみ野市は大井プールを平成 22 年度に解体する予定である。事故の救助活動等で施設が破損した上、老朽化が進んで改修の費用がとて大きいと説明されている⁵⁾。

B.5.4.2.5 司法による判断

業務上過失致死罪に問われた、元同市体育課長に禁固 1 年 6 月、執行猶予 3 年を、元同課管理係長に禁固 1 年、執行猶予 3 年をさいたま地裁は 2008 年 5 月言い渡し、控訴、上告を経て確定した。当初起訴猶予とされた下請け業者 2 人は 2009 年 3 月略式起訴され罰金刑を受けた⁵⁾。

B.5.4.3 見解

B.5.4.3.1 リスクアセスメント

水泳プールでは、プール内の水の水質を維持するために、水を循環ろ過し、塩素あるいは水道用次亜塩素酸ナトリウムで消毒する。この運転のため、吸水設備、ポンプ、循環ろ過設備、消毒設備、送水設備を持つ。この循環を行なうために、プール内に1箇所又は複数個所の吸込み口を備える。このうち、吸込み口はプール洗浄等の際し、排水口と兼ねることもある。水の循環のためのポンプ設備は、1日にプールの水を4回から6回循環できる容量が必要である。ふじみ野市大井プールに適用される埼玉県プール維持管理指導要綱（昭和49年6月11日）では6回循環を定めている。

この運転には、吸い込まれ、吸い付きに関し次のリスクを伴っている。

- (1) 循環、或いは排水の目的で、吸込み口より、循環水管（排水管）に水を流すと管内は水流の速度に対応した吸入圧が発生する。
- (2) この吸込み口に発生した吸入圧により、人間をはじめとする、物体が吸込み口に吸い寄せられる。
- (3) 吸込み口に物体が近寄ると水の流れが阻害されてさらに水の流速が上がり、吸入圧も大きくなり、吸引力は強くなる。吸込み口の50cm位の距離から流速の自乗に逆比例する形で急速に増大する。

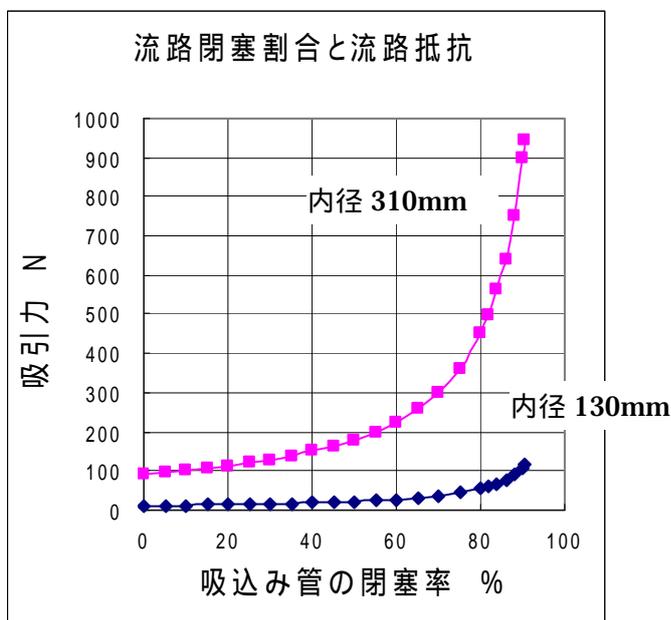


図 B.5.9 排水口の吸引力

- (4) 吸込み口の一部が人体によって閉塞状態となれば、吸入圧が増加し、配管口径が大きくなれば、例えば内径310mmでは800N(図B.5.9)にも達する。人は吸い付かれた状態になり人は捕捉される。
- (5) 吸い込みあるいは吸い付かれた状態に捕捉された人の自力脱出は非常に難しい。救助は困難で、ポンプの非常停止が必要である。または排水弁が備わっているときには排水弁の閉止である。

- (6) 防護柵の存在が遊泳者の安全確保に必要であるが、防護柵は十分な強度と耐久性を持たなければならない。防護柵の取り付けねじ・ボルトを定期的に点検することは人の点検作業に依存している。

注)防護柵の取付は、設計図面(図 B.5.18)では保護柵 1 枚当たり 4 本のタッピングビス(サイズ不詳、M4 あるいは M6 と図面の縮尺より推定)である。タッピングビスは、10 回程度の着脱でネジ山が低くなる、あるいは水流による振動で緩んで抜け落ちる可能性が高い。抜け落ちたタッピングビスが紛失し、そのためにふじみ野市大井プールでは針金で固定するようにしたとも推測できる。このような重要な箇所にタッピングビスを使用する設計であったこと自体が誤りである。(図 B.5.19: タッピングネジ参照)

遊泳プールのうち流水プールは、水路が楕円形で水全体がポンプの力でゆっくり川のように流れている。このポンプを起流ポンプと呼ぶ。起流ポンプの容量は消毒用循環ポンプより格段に大きい。ふじみ野市大井プール流水プールでは、埼玉県プール維持管理指導要綱によれば、循環・ろ過・消毒用のみであれば毎分 2.3m³ のポンプ容量と見積もられるが、流れを起こすための備え付けられている起流ポンプは 1 台毎分 10m³、3 台の合計容量は毎分 30m³ である。したがって流水プールでは、次のようなリスクが加わる。

- (7) 水量が大きいので、吸い込み口から離れたところでも吸水管に向かう水流が発生し、吸水口に人体が吸い寄せられる。
- (8) 吸水管の口径が大きい(ふじみ野市大井プールでは口径約 300mm) ので、人体全体が吸水管に吸い込まれる。

このリスクによる危害の大きさは、吸い付かれる、あるいは吸い込まれると水面下数十 cm に人が捕捉され、呼吸が出来なくなり、溺死という死亡事故となる。発見救出がはやければ一命を取り留める。溺死の他に、ふじみ野市の事故の場合は流速が大きいので吸い込まれて頭部をぶつけて死亡する³⁾痛ましい事故であった。

B.5.4.3.2 リスクの低減方策

事故が発生したふじみ野市大井プールは、事故後直ちに使用が中止され、その後も安全対策やプールの補修工事もされていない。2010年度には解体される予定である。従って実施されたリスクの低減方策は無いので、ふじみ野市が作成した事故調査報告書をもとに、当研究チームが作成した対策を述べる。なお対策は、ISO12100-1, -2 (JIS B9700-1, -2) が示す 3 ステップメソッドに従った。

ステップ 1 : 本質的安全設計方策

(1) 本質的な安全

本事例における危険源は「吸い込まれ」によって吸水管に「捕捉される危険源」である。この危険源を無くす、もしくはリスクの大きさを許容できるリスクの大きさ以下にすることが本質的な安全である。

口径約 300mm の吸排水管の入り口で捕捉され 80% の閉塞の場合の吸い込み力は約 430N にも達するので一旦捕捉されると大人でも脱出は出来ない (図 B.5.9)。吸い込み力を子どもの力でも脱出できるまでに低下させる方法を (図 B.5.14, B.5.15, B.5.16) に示す。

1 本の吸い込み管に接続するプール側の吸い込み口を多数個数設置し、隣り合う 2 個の吸い込み口の間隔を適切に (例えば人体寸法 1.5 倍以上) 離隔して設ける。1 個の吸い込み口が完全閉鎖されても、他方の吸い込み口の吸い込み力は安全性を欠くほど大きくならない。例えば吸入口が 4 箇所あれば仮に 1 箇所を人体が塞いでも閉塞率は 25% となり、図 B.5.9 で示すように閉塞が無いときとあまり変わらない。新設プールには、必ずこの多数の吸い込み口設備を設けることを推奨する。

既設のプールで吸い込み口増設工事が困難であれば、吸い込み口直前に分割板または分割管を設置して、同等に近い効果を得ることができる。また、1 本の吸水管/排水管に接続する吸水口/排水口に、2 個以上、多数個の吸い込み口を設置することが望ましい。

ステップ 2 : 安全防護、付加の保護方策

(2) 防護による安全

防護柵を設置する方法である。防護柵はボルト・ナットで固定する。防護柵は吸い込み口のプール側に吸い込み柵を設け、その前方のプール側に設ける鉄格子、穴あき鉄板、金網状などである。吸い込み口から離隔して吸い込み力の影響を受けにくい位置で、吸い込み口よりも大きい流水断面積をとることにより、防護柵に接近した人などに及ぼす吸い込み力を低減できる。さらに吸い込み力により、または故意、過失などによる吸い込み口への人間の接近を、物理的に妨げることにより、吸いこまれ事故の発生を防止して、安全性を向上する設備である。

本事例にて明かにされたように、正規のボルトが使用されない事もあるし、ボルトの締め忘れもあり得るので、起流ポンプ等特別に大きなリスクを保有する設備の場合は、ボルトでステンレス製防護柵をきちんと締めないとポンプが運転出来ないようにインターロック回路を組み込む事が望ましい。

(3) 停止による安全

非常停止押しボタンを、すくなくとも、3 箇所吸水口付近のプールサイドに設置し起流ポンプの非常停止を可能にする。

(4) 起流ポンプの始動スイッチ

ポンプの始動/停止はポンプから行っているが、起流ポンプ始動時の目視による安全確認が不十分なので、プール全体が見える場所から始動できるようにするのが望ましい。

ステップ3：使用上の情報

(5) 使用上の情報によりプール監視員等を教育する

管理マニュアルの整備、安全管理に携わる全ての従事者への周知徹底、排（環）水口の具体的な点検内容を明記、日常点検の配慮事項および監視員の事故原因や防止策・対応方法についての教育について明記、緊急時への具体的対応方法の明示、利用者に排（環）水口の位置など危険箇所の表示、プール利用上の注意・禁止事項、毎日点検結果等の表示が望ましい。

B.5.4.3.3 プールによる吸い込まれ現象の工学モデルの検討

(1) 流速の計算

図 B.5.10 に示すように壁面に直径Dの吸込み口があり、壁面から距離b離して子ども（計算は直径dの円板モデルで模擬）が近づいたときに、子どもが流れから受ける力および、子どもの身体が吸込み口の一部または全てを塞いだ場合に子どもが流れから受ける力を求める。

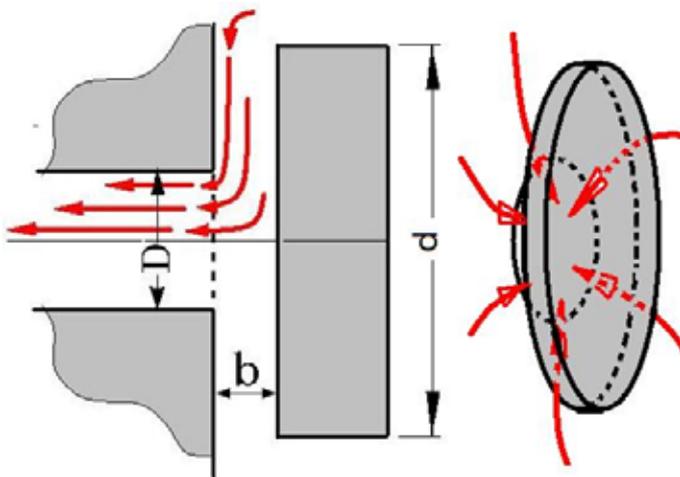


図 B.5.10 吸水管閉塞模擬図

部分的閉塞状態での流路抵抗の大きさは次式にて求める。hを損失抵抗とすると

$$h = \lambda \cdot (v^2 / 2g)$$

ここで、流速は、吸込み口と子どもの身体の隙間を流れる水の平均速度とし、ノズル係数：

$\lambda = 0.5$ とする。

吸込み口と子どもの身体に距離がある場合には、と同じ式にて求める。

ただし、流入隙間の面積の大きさは、「壁の吸込み口の直径Dの円形と子ども模擬の直径dの円板を底面とする円錐台の側面の面積」と「両方の円板の大きいほうの円を底面とし、高さbの円筒の側面の面積」のいずれか小さいほうの面積を当てる。

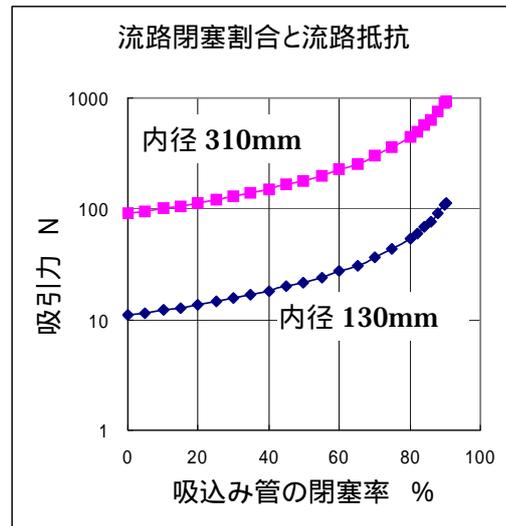
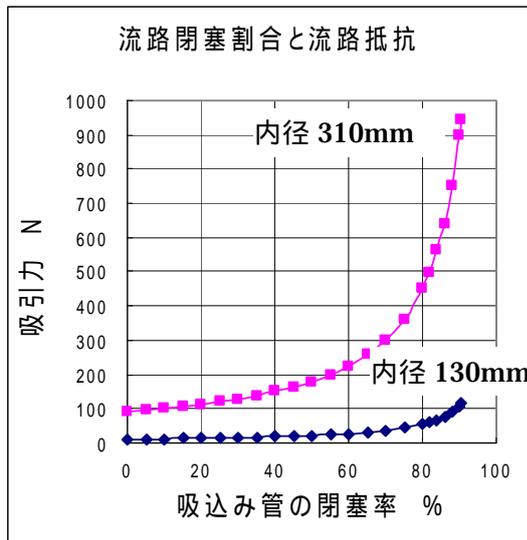
流れにより子どもに作用する力は、損失抵抗（圧力の強さ）と作用面積の積とする

(2) 吸込み圧の試算

一般のプールの循環流量は、 $25\text{m} \times 10\text{m} \times 1\text{m} = 250\text{m}^3$ の容量のプール水を1日で6回循環出来るとすれば、 $250 \times 6 / 24 / 60 = 1.0\text{m}^3/\text{min}$ 程度である。

吸込み口径 134mm で流量 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ の場合と、吸込み口径 311mm で流量 $10\text{m}^3/\text{min}$ (ふじみ野市の流水プール) の2通りの場合について、部分的な吸込み口閉塞の状態における吸込み圧の試算結果を図 6-4 に示す。90%の閉塞では 1000N の力が発生する。

吸込み配管が分岐していて、閉塞されての他の吸込み口が残る場合は、2本の場合は50%、3本の場合は33%が最大閉塞率と考えればよい。グラフより、1本の90%閉塞に比べて2本の場合は、吸引力は1/10以下に低減する。



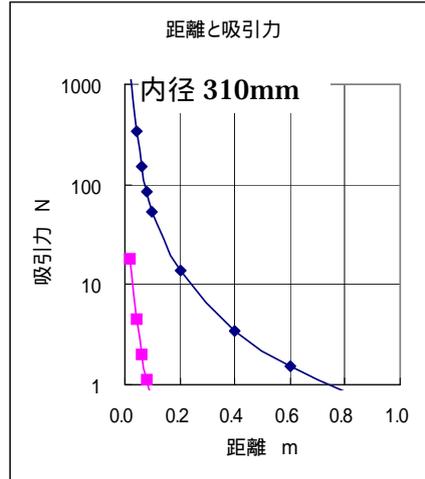
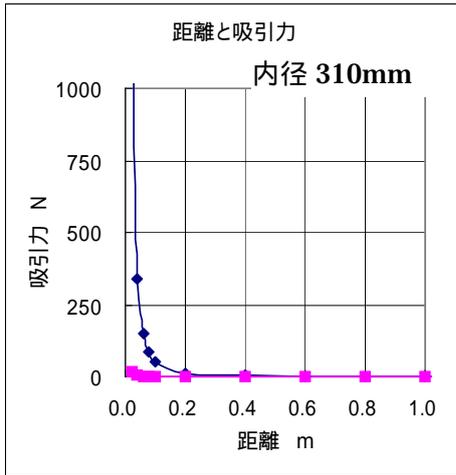
(a) 吸引力をリニアでスケールした図

(b) 吸引力を対数でスケールした図

図 B.5.11 流量閉塞割合と流路抵抗の関係図

(3) 接近時の流れの力の試算

一般のプールの場合とふじみ野市の流水プールの両方について試算結果を図 B.5.12 に示す。



(a) 吸引力をリニアでスケールした図

(b) 吸引力を対数でスケールした図

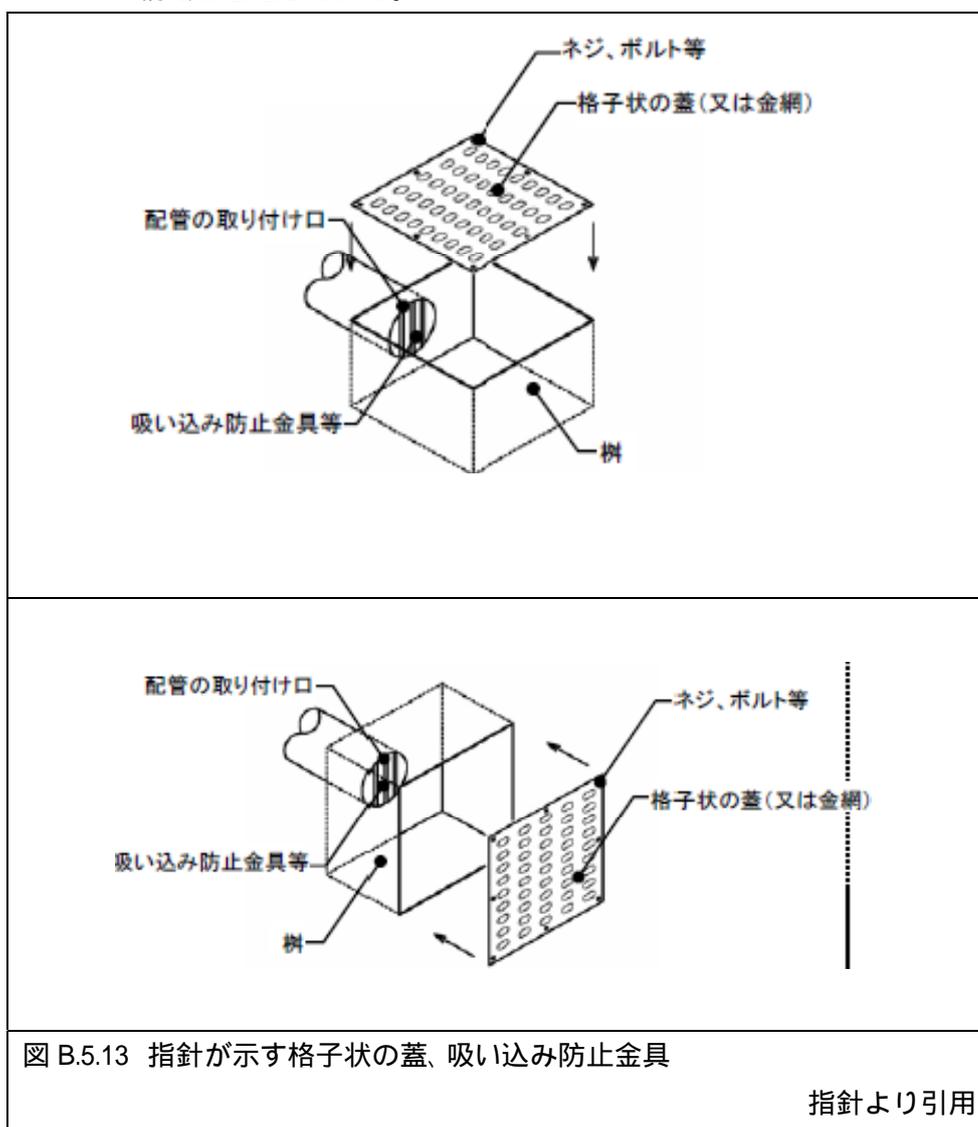
図 B.5.12 吸水管入り口からの距離と吸引力の関係図

ふじみ野市の流水プールの場合では、吸込み口から 20cm 離れた金網の付近では 14N 程度の力が働き、10cm 付近から急に増加し、吸込み口から 5cm 離れた位置では 200N の力が働く。

(4) プールの安全標準指針

当研究チームでの検討結果をもとに文部科学省と国土交通省の「プールの安全標準指針⁴⁾」(以下「指針」という。)を見てみると以下のことがいえる。

- 1) 指針では幅広い対策が列挙されているが、その優先順位が明確ではない。優先順位は、ISO12100 が示す、本質的な安全方策、防護による安全方策、付加の保護方策、使用上の情報にしたがって以下の優先順序ですすめるよう示されるべきと考える。なお指針は図 B.5.13 の構成を想定している。



- ・本質的安全設計方策である「複数の吸水口の設置」を最優先とすべきである。既存プールにも適用出来る多数の吸水口と同等の効力がある方策を前述した。
- なお、指針 2-2 排(環)水口の解説は、例外規定として「ただし、排(環)水口が多数あり、かつ1つの排(環)水口にかかる吸水圧が弱く、1つを利用者の身体で塞いだとしても、吸い込みや吸い付きを起こさないこと(幼児であっても確実かつ容易に離れることができること)が明らかである施設等、構造上吸い込み・吸い付き事故発生の危険性がない施設は必ずしも二重構造の安全対策を施す必要はない。」としているが、指針適用

の例外ではなく、この方策を主たる方策として新設、既存を問わず求めるべきである。

- ・これができない場合に、安全防護である「二重構造の安全対策」すなわち指針がいう排(環)水口の蓋(本報告書の防護柵に相当)と吸水配管の取付口に吸い込み防止金具を設置する。

また取付は、耐久性のあるネジ(ボルト・ナット)などで固定すると明解にすべきである。ふじみ野市大井プールでは、多数回の脱着には耐えられないタッピングネジが使用(設計図面により推定)され、タッピングネジの脱落が防護柵を針金で止めることにつながったとも推察出来るからである。

当面このような対策を実施したとしても、出来るだけ早期に本質的安全設計方策を実施することが望ましい。

- ・付加の保護方策として「緊急停止ボタンの設置」等を実施することとすべきである。一旦吸い付けられると、子ども、成人を問わず自力での脱出は困難で、ポンプを瞬時に停止させることが救助策である。

- ・さらに残留リスクを「使用上の情報」として、プール業務の全従事者の教育・訓練および定期・日常の点検のために、さらにプール利用者への情報提供を行う必要がある。

2) 指針の内容が抽象的あるいは定性的である。

- ・指針の目的が技術的助言であるのでやむをえない面もあるが、実際のプールの現場において、危険性の有無、対策の必要性が容易には判断できない。
- ・子どもの安全研究グループの今後の目標として、専門的知識のない現場の管理者でもポンプの容量や吸水柵の大きさ等がわかれば、危険性や対策の必要性の目安がわかるような方策を検討すべきと考える。

3) ヒューマンエラーの要因について考慮すべきである。

- ・たとえば、吸水口の異常を察知した場合はポンプを停止することとされているが、ここでヒューマンエラーが起きると致命的な事故を招く恐れがある。人による監視は、30分を経過すると急に注意力が続かなくなり異常を発見できなくなるエラーの生理的メカニズム(ビジランス効果)は良く知られている。
- ・インターロックシステムによる異常時のポンプの自動停止など、人の判断や行動だけに頼らない方策を、子どもの安全研究グループとしても検討していくべきである。

(5) 吸い込み防止板の形状の検討

吸入口のます（柵）内にある循環ポンプ、起流ポンプの吸い込み配管取付口（図 6-7）に吸い込み防止板を設置すると、吸い込みリスクを低減出来る。

ポンプに接続しない排水口の排水柵にも同等の吸い込み防止板を設置することが望ましい。

No.	図	説明
1		<p>左図は、プール底面に上向きに開口する吸い込み柵の垂直面側壁に水平方向の吸い込み管の吸い込み口を接続する場合の例を示す。十文字状に構成した吸い込み板を吸い込み柵に挿入設置することにより、吸い込み流れが4分割されて、吸い込み口を4個に多数化した場合に類似の吸い込まれリスク低減効果が得られ、防護柵(穴あき蓋)の効果とあわせてさらにリスクを低減できる。</p>
2		<p>左図は、プール側面に横向きに開口する吸い込み柵の垂直面側壁に水平方向の吸い込み管吸い込み口を接続する場合の例である。X字状に構成した吸い込み板を吸い込み柵に挿入設置することにより、吸い込み流れが4分割されて、吸い込み口を4個に複数化した場合に類似の吸い込まれリスク低減効果が得られ、穴あき蓋の効果とあわせてさらにリスクを低減できる。</p>

図 B.5.14 既存プールの吸水(排水)柵内に設置する吸い込み防止板の概念図

図 B.5.14 に示す十文字、X 字形の吸い込み防止金具は、ステンレス板、塩ビ板などで容易に製作でき、また吸い込み枡への設置は、単に挿入するだけで機能するので必ずしも固定する必要はないなどの特徴がある。

図 B.5.15 の図は、プール底面に細長く上向きに開口する溝状の排水口に吸い込まれるリスクを低減する例を示す。この溝状の排水口には長手方向に分割した穴あき蓋が取り付けられているが、吸い込み口に最も近い穴あき蓋 1 枚を故意に取り外した場合には、その蓋のない部分は単一の吸い込み口となる。この蓋のない部分で吸い込まれ事故が発生した事例が多数ある。この種のリスクを低減するために、溝内に長さを異にする複数のパイプを横たえて設置する。長さを異にするパイプを設置することにより、吸い込み口を複数にしたのに類似する吸い込まれリスク低減効果が得られる。すなわち、仮に吸い込み口に最も近い穴あき蓋 1 枚を故意に取り外した場合でも、設置したパイプを通じて流水があるので、吸い込み口を複数設置したのとほぼ同等のリスク軽減を期待することが出来る。

設置するパイプは腐食せず、軽量で安価な塩ビ管、または、排水用の穴あき塩ビ管が適している。設置するパイプと吸い込み口との間は、吸い込まれ事故が発生しないように密着させるだけでよく、水密構造にする必要はない。

図 B.5.15 プールの底に排水溝があり、グレーチング等でカバーしてある既存プールに本質的安全設計方策を実施する概要図

複数のパイプに代えて 1 本の有孔管を接続する方法も、すべての小孔を同時に塞ぐことはできないため、有効と考えられる。さらに、十分な長さの有孔管を使用することにより、吸い込み口の総断面積が大きくなり吸い込み圧の低減も期待できる。有孔管孔の孔の総面積は、吸水管の断面積の 4 倍以上必要である。その概要図を図 B.5.16 に示す。

図 B.5.16 有孔管を使用して図 6-8 と同様な効果を得ようとする例図

B.5.4.4 水泳プールによる吸い込まれ事故に関する所見

ふじみ野市大井プールの設計上の問題点

- 1) 防護柵と吸込み口間の距離は 200mm である。我々の検討では、防護柵の外側を遊泳する限りでは、吸込み圧は自力で脱出出来ないほど大きくはない。しかし防護柵の内側、例えば吸い込み口から 5cm の距離では捕捉され脱出できなくな恐れが十分ある。したがって防護柵がいかなる故障・不具合がなく存在することが安全に遊泳できる重要な条件である。
- 2) 今回のふじみ野市大井プールで行われたタッピングビスを使用して防護柵を固定する設計は極めて不適切である。プールの清掃時等に取り外すことを毎年何回かは実施するのでタッピングビスの緩みが懸念される。また、プール水の流れに垂直に丸棒などの障害物があれば、障害物の下流側にカルマン渦が発生する。この渦による微細な振動がタッピングビスの緩みを誘発する一つの原因であったと考えている。

B.5.4.5. 今後の課題の整理

- ・ プールの安全は人間の生命に直結していることを重視し、工学的視点から安全を検証するべきものである。今回、プールによる吸い込まれ現象を、工学モデルを作成し危険性を検討した。また、その検討に基づいて、対策法を検討した。ポンプ運転では、吸引力が発生することは避け得ないが、この吸引力が子どもでも自力で脱出できる範囲であれば本質的な安全が維持される。今後、吸引力の許容範囲をシミュレーションや実験等によって明らかにしていくことが重要である。また、今回の検討では、ポンプの吸引力として 50N より小さいと仮定したが、実際の危険性評価や設計の反映のためには、今後、吸引力を実測することによって、工学モデルの妥当性を検証する必要がある。

参考文献

- (1) "[特集] 全国のプール施設の安全を守るために～「プールの安全標準指針」を策定," 月間体育施設, vol. 2007, 5.月間体育施設、2007 年
- (2) ふじみ野市大井プール事故調査委員会, "ふじみ野市大井プール事故調査報告書,平成 18 年 9 月" 2006.
- (3) さいたま地裁判決、平成 19(わ)779
- (4) 文部科学省および 国土交通省, "プールの安全標準指針 平成 19 年 3 月," 文部科学省および国土交通省, Eds., 2007.
- (5) 市営プール事故で小 2 女児死亡(埼玉県ふじみ野市) 市長交代で再検証へ, 東京新聞 WEB 版、2010 年 1 月 12 日
- (6) 埼玉県プール維持管理指導要綱(昭和 49 年 6 月 11 日)

B.5.4.5 添付資料

B.5.4.5.1

(1) 大井プール平面図

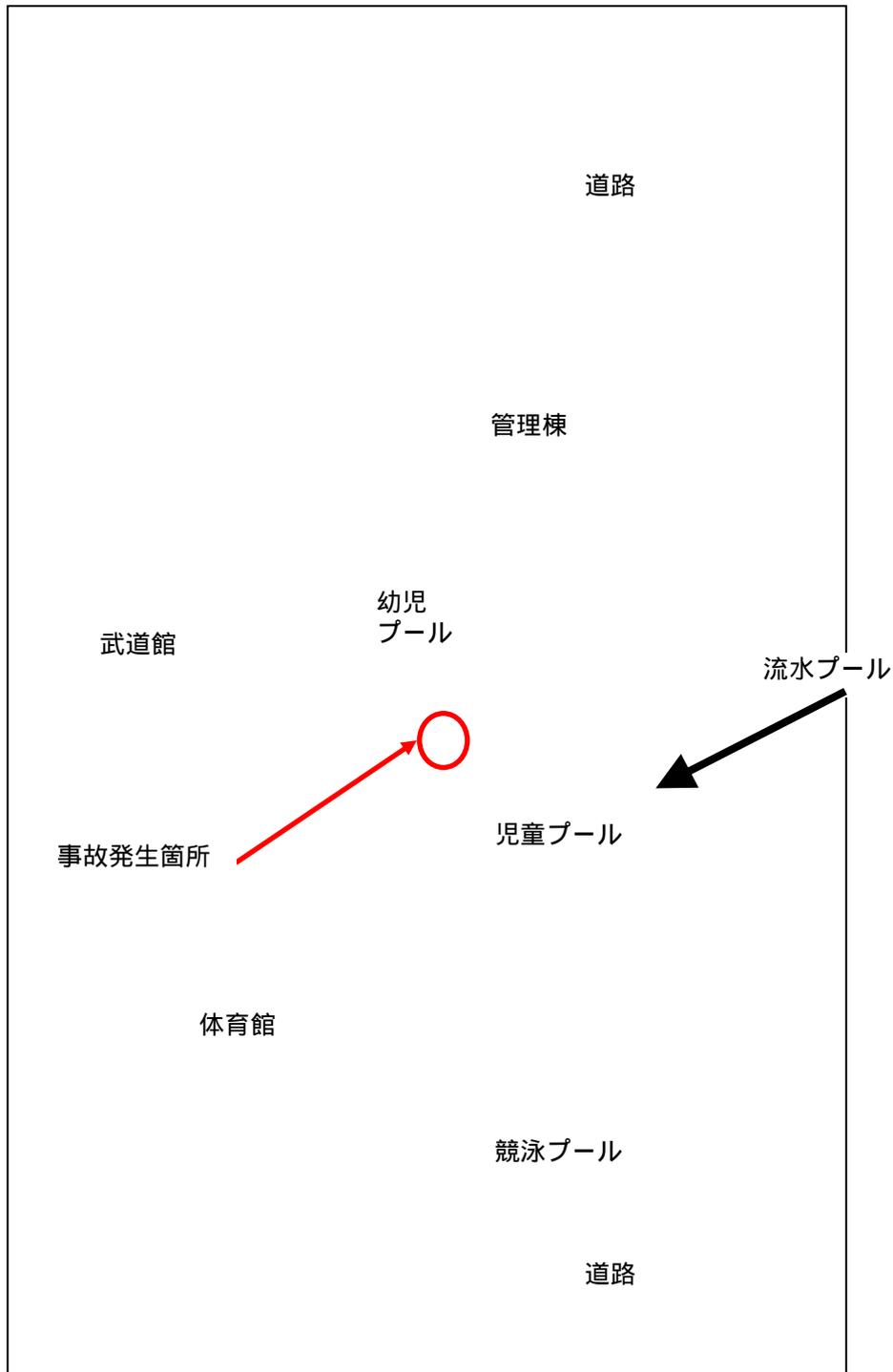
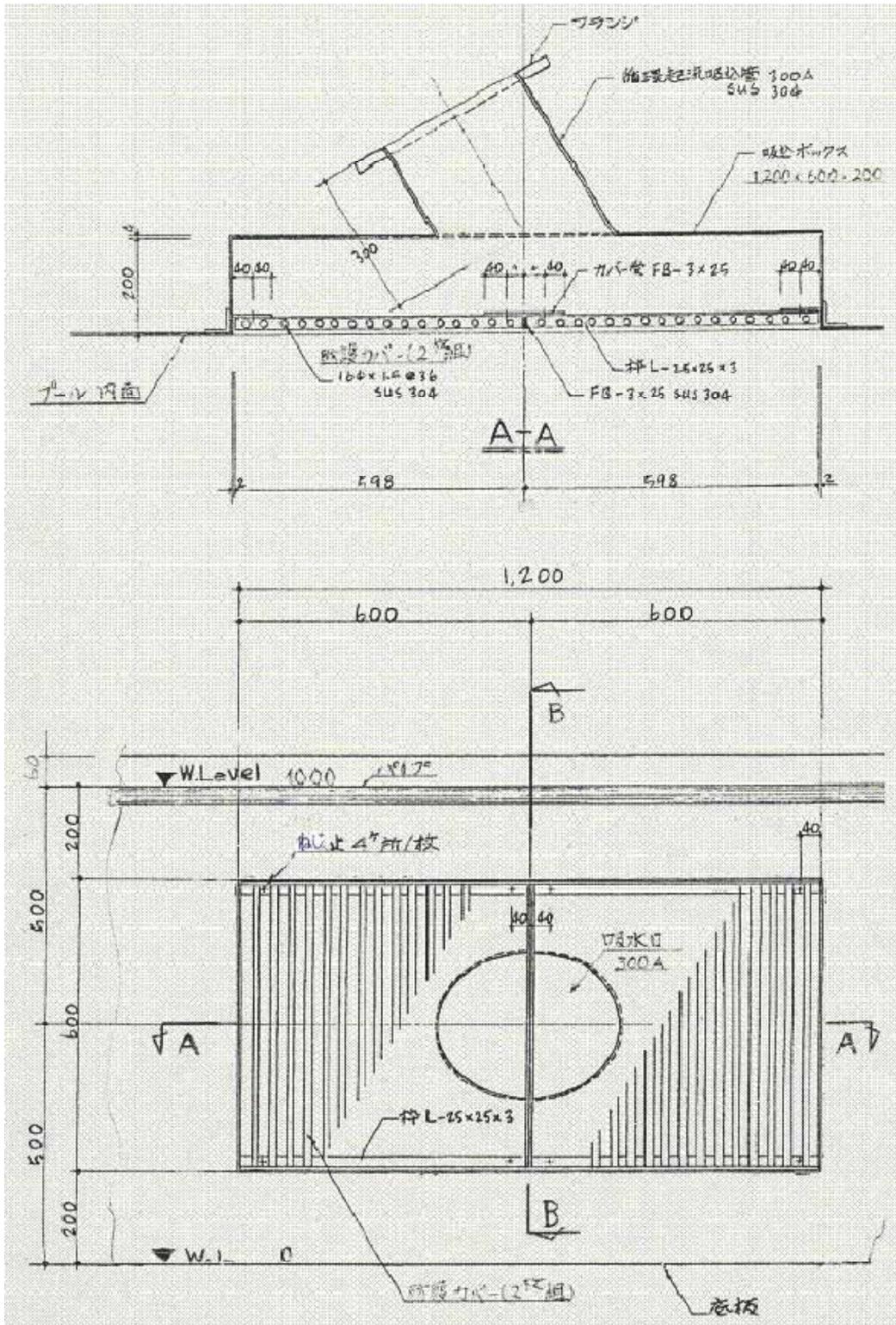


図 B.5.17 施設配置図

ふじみ野市大井プール事故報告書より

(2) 大井プール、吸水管



ふじみ野市大井プール事故報告書より

図 B.5.18 吸水管正面図(下図)と断面図(上図)

C. 補足詳細資料(情報発信)

C.1. 安全知識発信ホームページとその他の普及活動

C.1.1.安全知識循環型社会構築事業発信ホームページについて

1) 製品辞書管理ソフトウェアの開発と製品辞書の作成

国立成育医療センターと共同で集めてきた傷害データは、傷害予防に役立てるため、「キッズデザインの輪」(<http://www.kd-wa-meti>) ウェブサイトで公開されている。これは2008年5月より公開を開始し、2009年12月までで45,997件のアクセスがあった。

ここでは、傷害予防に興味のある個人・企業向けに事故情報の検索サービスを開始している。

The image shows a screenshot of the 'Kids Design Wheel' website. The top navigation bar includes links for 'TOP', '最新情報', 'キッズデザインの輪について', '事故事例の動画集', '事故データの検索', '資料', 'お問い合わせ', and '関連サイトへのリンク'. The '事故データの検索' link is highlighted with a red box. Below the navigation bar is a central graphic with the text 'キッズデザインの輪' and '皆で協力して、子どもが安全に楽しく成長できる環境をつくるためのポータルサイト'. Below this graphic are three buttons: 'ご両親のためのページはコチラ▶ 事故事例の動画集のページに飛びます', '企業向けのページはコチラ▶ 収集した事故データの検索のページに飛びます', and '医療機関での傷害情報収集のお願い'. A red arrow points from the '事故データの検索' link to the search results page. The search results page is divided into three sections: 1. '検索条件にマッチした事例の集計をグラフ表示' (Bar chart showing counts by month), 2. '検索条件にマッチした事例の集計をテーブル表示 (結果をCSVファイルとしてダウンロードできます。)' (Table with columns for date, location, and details), and 3. '検索条件にマッチした事例の詳細を表示' (Detailed view of a specific incident).

図 C.1.1.1 検索方法選択画面

これまでに寄せられた企業からのニーズに基づいて、平成20年度には、製品名によって事故事例を検索する際に、あいまい検索機能を開発してきた。このあいまい検索機能とは、表記ゆれ対応検索機能と階層検索機能からなる機能である。

表記ゆれ対応機能とは、例えば、「イス」というキーワードを入力し、検索を行った場合に、これと同じ製品である「イス、いす、チェア、チェアー、木の椅子、丸い椅子」を検索する機能であり、表記による違いを補完し、同種の製品の検索を可能とする機能である。また、階層検索機能とは、例えば、「すべり台」とキーワードを入力した際に、これの上位概念として、「遊具」というキーワードがあることをユーザに知らせたり、逆に、「遊具」と入力すると、その下位概念に「ブランコ」、「ジャングルジム」、「シーソー」、「うんてい」、「上り棒」などの製品があることをユーザに知らせることで、ユーザが適切な粒度での検索をしやすいようにサポートしてくれる機能である。これらの検索製品名の定義には、流通業界で使用されている JICFS/IFDB (JAN コード統合商品情報データベース) の分類コードを利用した。



図 C.1.1.2 表記ゆれ

上述した表記ゆれ対応検索機能と、階層検索機能を実現するには、同じ製品、同じ種類の製品を表現する異なった表記を、ある一つの代表の表記に変換するための表記ゆれ辞書と、個々の製品名を、製品のカテゴリごとに階層構造で分類することで、製品の名称そのものだけでなく、上位の概念に変換するための階層構造辞書が必要となる。平成21年度は、これらの辞書を管理するための辞書管理ソフトウェアを開発し、このソフトウェアを用いて辞書を作成した。

以下、開発した辞書管理ソフトウェアの機能を説明する。

1. 病院から収集された事故データに含まれる事故状況の説明文（自由記述文）を入力する。（図 C.1.1.3）
2. 自由記述文を複数の単語に分解し、辞書に登録されていない単語、登録されている単語のリストが表示される。その際に、登録したい単語にチェックを入れることで、次の登録作業に移る。（図 C.1.1.4）
3. 登録作業では、登録したい単語「塩素系漂白剤」を登録すべきカテゴリに登録する作業を行う。この際、似た単語が既に登録されていれば、登録すべきカテゴリを推薦してくれる機能も実装されている。（図 C.1.1.5）
4. 登録された単語の確認を行う。（図 C.1.1.6）

図 C.1.1.7 は、作成した辞書の製品カテゴリ間の関係をネットワークで表示した図である。開発したソフトウェアは、このようなネットワークによって、登録されている単語を確認する機能も実装されている。図 5 では、左下部に、塩素系漂白剤が登録されていることが確認できる。



図 C.1.1.3: 辞書管理ソフトウェア(自由記述分の入力)



図 C.1.1.4: 辞書管理ソフトウェア(未定義語の表示)



図 C.1.1.5: 辞書管理ソフトウェア (製品を登録するカテゴリの検索)



図 C.1.1.6: 辞書管理ソフトウェア ('塩素系漂白剤'の登録確認)

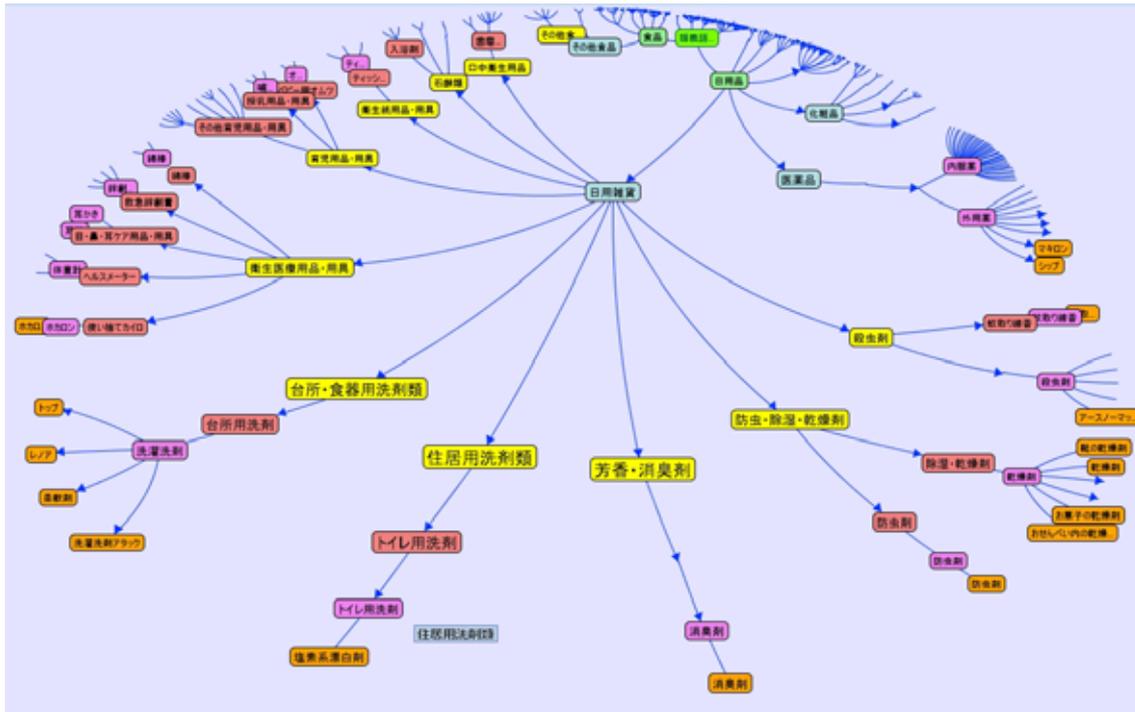


図 C.1.1.7: 辞書管理ソフトウェアによって作成した辞書を可視化した図
(階層構造がネットワーク表示されている。)

2) 傷害検索機能にキーワード表示を追加

前述のように、企業からのニーズに従って辞書機能を開発し、ユーザーの検索効率の向上に寄与した。しかし、検索画面でのキーワード入力の際、初めて使うユーザーがキーワードの選定が出来ず、思ったように検索が出来ないという感想が聞かれた。

そこで、2009年8月より検索画面で検索を行う際に、現在の段階で出現回数の多いキーワードを検索画面に表示するようにし、初めてのユーザーでも簡易に検索できるようにした。

事故データのグラフ解析

表示する項目の設定:
 どの項目の発生頻度を見ますか? 事故の種類 傷害の種類 傷害の部位
 どの項目による変化を見ますか? 事故発生日時(時) 事故発生日時(月) 年齢 性別

データの絞り込み条件の設定:
 頻度の集計に利用するデータを次の項目で絞りこむことができます。条件を設定しなければ全データで頻度を集計します。
 モノをご入力頂かなくても検索できます。

モノに を含む 性別 年齢 歳 時間帯 時 時 季節 月 月

完全一致検索

現在の条件で出現回数の多いモノ 注意: 数値はそれぞれの単語が含まれている回数であり、検索にヒットした事例の件数を表すものではありません。
 階段 (320) 自転車 (310) 床 (229) 足 (207) 頭 (201) 椅子 (181) テーブル (180) 角 (174) 自宅 (151) ベッド (137) [次へ >>](#)

その他の設定:
 グラフの種類 積み重ねグラフ 棒グラフ

実行 4129件該当するデータがあります。

図 C.1.1.8 検索画面

また、一般保護者への傷害情報収集の協力を呼び掛けるために傷害情報収集の協力依頼の DVD を作成し、それを見ることから、WEB サイトを利用して傷害のもととなる環境(間取り情報など)の情報を収集する仕組みも作りあげた。



図 C.1.1.9 情報収集画面

C.1.2.身体地図型傷害サーベイランスシステム(BISS)の使い方パンフレットの製作

平成 20 年度より国立成育医療センターに導入した傷害サーベイランスシステムに平成 21 年 11 月より、身体地図機能を追加し、身体地図型傷害サーベイランスシステムとして生まれ変わった。



図 C.1.2.1 身体地図機能入力画面

現在、国立成育医療センターでは身体地図型傷害サーベイランスシステム(BISS)を利用して、傷害情報の収集が行われている。本システムを利用すると、細かな傷害情報を収集することが可能であり、また、身体地図に簡単に傷害の場所を書き込むことが出来る。

この機能を使用することにより、入力する場合に細かく文章で場所の指定をしていなくても済むようになり、入力が簡素化される。また、入力されたデータに原因や傷害の種類などで検索をかけたときにも、視覚からすぐに理解できる結果を表示できることも特徴的である。



図 C.1.2.2 傷害サーベイランスシステムに追加された身体地図機能(検索後)

この身体地図型傷害サーベイランスシステム (BISS) を使用すると、傷害予防のために必要な情報が項目となっているので、必要な聞き取り情報を知らなくても、項目を埋めていくことでその後の傷害予防に役立つ情報を収集することが出来る。つまり、傷害情報の収集を全くしたこと

C.1.3.アニメーションの制作

国立成育医療センターと共同で集めてきた傷害のデータから、頻繁に起こる傷害、重症に至りがちな傷害等が明らかになってきた。これらの本当にあった傷害データをもとに、子どもの傷害が起こる状況をリアリティに再現したシナリオからアニメーションを25点制作し事故予防に役立てる。



図 C.1.3.1 事故アニメーション

C.3. シンポジムの開催

本事業の取り組みに関するシンポジウムを、以下のように2回開催した。

- 2009年5月18日
安全知識循環型社会構築事業シンポジウム
「キッズデザインとものづくり～事故予防に向けて～」
場所：六本木アカデミーヒルズ49階 タワーホール
出席者：213名
登壇者：
高木美香（経済産業省デザイン・人間生活システム政策室）
「事業概要」
山中龍宏（小児科医 緑園こどもクリニック）
「企業がなぜ事故予防に取り組む必要があるのか」
西田佳史（独立行政法人 産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター）
「企業はどのように事故予防に取り組むべきか」

以下は「ものづくりの現場とのパネルディスカッション」での登壇者

- 鈴木 弘彦（国民生活センター 商品テスト部 主査）
- 柴田 勝久（パナソニック株式会社 ホームアプライアンス社 キッキング機器ビジネスユニット 国内事業戦略グループマネージャー）
- 大熊 康彦（九州電力株式会社 総合研究所 事業推進グループ）
- 吉田 健（株式会社オージーケーカプト 開発部 主任）



図 C.3.1 安全知識循環型社会構築事業シンポジウムの様子

- 2008年8月7日
キッズデザイン博シンポジウム
「キッズデザインとものづくり - 事故予防に向けて - 」
場所：TEPIAプラザ 4階TEPIAホール
出席者数：128名
登壇者：
 - 高木美香（経済産業省デザイン・人間生活システム政策室）
 - 「事業概要」
 - 山中龍宏（小児科医 緑園こどもクリニック）
 - 「企業がなぜ事故予防に取り組む必要があるのか」
 - 西田佳史（独立行政法人 産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター）
 - 「企業はどのように事故予防に取り組むべきか」
 - 中村孝之（積水ハウス株住生活研究所長）
 - 「子供の安全・安心に対する積水ハウス（株）の取り組み」
 - 越山建彦（財団法人製品安全協会 業務グループ調査役、Ph. D）
 - 「事故を受けての安全基準の改正～乳母車のケースから～」

参考資料

安全知識循環型社会構築事業企画委員会名簿

1. 安全知識循環型社会構築事業企画委員会委員

緑園こどもクリニック 独立行政法人 産業技術総合研究所		院長	山中 龍宏
国立成育医療センター	心の診療部	部長	奥山 眞紀子
NPO法人 キッズデザイン協議会		専務理事 事務局長	小野 裕嗣
独立行政法人 国民生活センター	商品テスト部	主査	鈴木 弘彦
安全知識循環型社会構築事業事務局 独立行政法人 産業技術総合研究所		人間行動理解チーム チーム長	西田 佳史

2. 安全知識循環型社会構築事業企画委員会オブザーバー

機関名	部署	役職	氏名
独立行政法人製品評価技術基盤機構	生活・福祉技術センター 技術業務課	主任	宮川 七重
国立成育医療センター			原田 正平
国立成育医療センター		副看護師長	西海 真理
国立成育医療センター		看護師	林 幸子
国立成育医療センター		看護師長	宮澤 佳子
経済産業省 製造産業局	デザイン・人間生活シス テム政策室	室長補佐	高木 美香
経済産業省 製造産業局	デザイン・人間生活シス テム政策室	室長補佐	村山 正子
経済産業省 製造産業局	デザイン・人間生活シス テム政策室	係長	北原 一秀
経済産業省 製造産業局	デザイン・人間生活シス テム政策室		増田 寛子
キッズデザイン協議会			青山 勝博
安全知識循環型社会構築事業事務局 独立行政法人 産業技術総合研究所			本村 陽一
安全知識循環型社会構築事業事務局 独立行政法人 産業技術総合研究所			佐藤 久美子
安全知識循環型社会構築事業事務局 独立行政法人 産業技術総合研究所			渡辺 祐子

委員会議事録

平成 21 年度 第一回安全知識循環型社会構築事業企画委員会議事録

日時：平成 21 年 4 月 22 日 17 時 30 分～19 時 00 分

場所：国立成育医療センター 第 12 会議室

出席者：

安全知識循環型社会構築事業企画委員

山中 龍宏	緑園こどもクリニック院長 独立行政法人 産業技術総合研究所
奥山 眞記子	国立成育医療センター
小野 裕嗣	NPO 法人 キッズデザイン協議会
鈴木 弘彦	独立行政法人国民生活センター 商品テスト部 調査役
西田 佳史	安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局 独立行政法人 産業技術総合研究所

オブザーバー

宮沢 佳子	国立成育医療センター
西海 真理	国立成育医療センター
林 幸子	国立成育医療センター
高木 美香	経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
高橋 幸治	経済産業省
本村 陽一	安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局 独立行政法人 産業技術総合研究所
北村 光司	安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局 独立行政法人 産業技術総合研究所

議事概要：

国立成育医療センターより
報告

今年度の進め方について

1. ものづくり、企業を巻き込みたい
2. シンポジウムは 5 月と 8 月
3. シンポジウムで企業を巻き込むプロジェクトを発表する

平成 21 年度 第二回安全知識循環型社会構築事業企画委員会議事録

日時：平成 20 年 7 月 15 日 17 時 30 分～19 時 00 分

場所：国立成育医療センター 第 12 会議室

出席者：

安全知識循環型社会構築事業企画委員

山中 龍宏 緑園こどもクリニック院長 独立行政法人 産業技術総合研究所
小野 裕嗣 NPO 法人 キッズデザイン協議会
鈴木 弘彦 独立行政法人国民生活センター 商品テスト部 調査役
西田 佳史 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所

オブザーバー

原田 正平 国立成育医療センター
宮沢 佳子 国立成育医療センター
西海 真理 国立成育医療センター
林 幸子 国立成育医療センター
高木 美香 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
北原 一秀 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
村山 正子 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
青山 勝博 NPO 法人キッズデザイン協議会
宮崎 祐介 金沢大学
多田 充徳 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
佐藤 久美子 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
渡辺 祐子 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所

議事概要：

国立成育医療センターより

9/9 救急の日の報告（KDA の製品、AIST のソフト）

8/7 キッズデザイン博のシンポジウムについて

- 4 . 3 人は短めに話すこと
- 5 . 企業、製品安全協会（ベビーカーの安全の取り組みについて業界全体の話）
- 6 . 対象：企業
- 7 . 内容：企業の業界全体
- 8 . 最後に発表を受けてまとめる

安全知識循環共同プロジェクトについて

個別に懸念事項があったら検討

広報の方法を変えれば応募はもっと増えた 応募者からの意見

- 1 . (社)日本アミューズメントマシン工業協会
『硬貨返却口での指はさみ事故防止と安全性評価手法の確立』
実現可能性あり 研究担当 多田
- 2 . 九州電力(株)
『IHアイロンプロジェクト』
×内容は良いのだが、業界全体ではなく、個別社の話になってしまうのでは？
火傷を防げるかという性能評価は難しい
業界全体ではなく、企業サイドの話になってしまう
- 3 . 社)日本技術士会登録 子どもの安全研究グループ
『安全設計ガイドブック』
JISのようなガイドブックを作りたい、年度内での実現は不可能
提案書通りでは難しいが、Injury Alert を工学的に調べて検証し、どのような基準があるかを調べるという内容に変更
AIST や本事業での治験は無料でキッズデザインの輪で公開する
付加価値をつけたものは有料にしてもらって構わない
- 4 . (株)オージーケーカプト
『子ども用ヘルメットの適合性と安全性に関する研究』
実現可能性あり
寸法はHQL
治具の開発も含める
HQLのデータ、金沢大との共同研究
ヘルメットについて：今までは日本人の頭用に作っていたが、JISも含め国際規格(欧米用)に合わせるようになってしまった 逆行
- 5 . 住友林業(株)
『角等の性状による衝突安全性に関する指針の確立』
実現可能性あり
部位と速度と材質によるので相対的なリスク評価
H社のR計測器(プロトタイプ)をけがをした人に渡して次の受信日に測ってきてもらうことも考えられる(山中先生)
- 6 . 永大産業(株)
『転倒・転落での衝突衝撃を吸収する住宅内装建材(床材)の開発』
建材メーカー 床材のシェア20%
本事業で得たことは発表する
床は床下まで2cmしかないので、床面だけでは何ともできないかもしれない
支持構造(建物)も含めて考えなければならないかもしれないがそこまで

なればよい

ハウジングメーカー（設計者）との協働も一考

吸収するという言葉の根拠のないものが多い

波及効果については KDA 会員に確認 後日波及効果ありの回答

採択・不採択の結果は文書で通知

採択分は知識化の報告書になる

会社にとってメリットになることを社内周知してもらう

報告書作成義務あり

来年度以降について

1. 国交相との取り組みの確認(METI 高木さん)
2. 山中先生：アドバイザリーボード
3. 原因究明ネットワークに AIST 参加
4. すべての情報を消費者庁経由で受け取ることになっているが AIST がほしい情報はパイロットケースとして受け取れないか。
5. シンポジウムだけでなく、企業の現場の人とのワークショップもすると意識が変わる
今年度中に 1 回でもいいのでできないか？
6. 研究機関に力学的解析をする人が少ない
協力していく体制が必要

平成 21 年度 第三回安全知識循環型社会構築事業企画委員会議事録

日時：平成 21 年 10 月 7 日 17 時 30 分～19 時 00 分

場所：国立成育医療センター 第 12 会議室

出席者：

安全知識循環型社会構築事業企画委員

山中 龍宏 緑園こどもクリニック院長 独立行政法人 産業技術総合研究所
小野 裕嗣 NPO 法人 キッズデザイン協議会
鈴木 弘彦 独立行政法人国民生活センター 商品テスト部 主査
西田 佳史 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所

オブザーバー

土庫 澄子 消費者庁 消費者安全課/企画課併任 課長補佐（政策担当）
原田 正平 国立成育医療センター
宮沢 佳子 国立成育医療センター
西海 真理 国立成育医療センター
林 幸子 国立成育医療センター
高木 美香 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
北原 一秀 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
村山 正子 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
青山 勝博 NPO 法人キッズデザイン協議会
多田 充徳 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
北村 光司 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
佐藤 久美子 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
渡辺 祐子 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所

議事概要：

消費者庁の現在

1. 経緯
2. 準備会合の開催状況等
3. 今後の予定他 パイロット病院からの聞き取りには調査員を用意する予定

安全知識創造共同事業について

< 進捗状況の報告 >

1. アミューズメント

<目標>

- ・ハンドブックの作成
- ・安全性を簡単に評価したい

<シャッターについて>

- ・有限要素モデルで解析
- ・HQL のデータを使った子どもの指モデルを作成

<今後の予定>

- ・子どもの指モデルを使用して指はさみメカニズムの解明
- ・ガイドライン策定

2. 永大産業

<床の吸収材について>

- ・基礎的データの解析

3. OGC カブト

HQL の頭部の形状データが出来てくるのを待ち、それを反映させたヘルメットを作成する

4. 住友林業

<角について>

- ・C と R を変化させて相対的なリスクを見る
- ・富士フィルム感圧フィルムを使った簡易評価法の確立を目指す

5. 技術士会

国立成育医療センターからの報告

6. 9月9日(救急の日)について

事故予防についてということでの展示品に来場者が触れられたことは効果大であった

OGC カブトの採寸も行えた

7. 傷害サーベイランスシステムの現状報告

- ・1700件
- ・記載率40%の原因

問診時に電子カルテに入れ、後からサーベイランスシステムに入力し直さねばならない

20件/日 を超えるとまとめに1時間以上かかる

シートの項目の順番を考えてほしい 成育内でリサーチをする

- ・BIS システム今月(10月)中に入る予定

8. 事例の報告

a) パワーウィンドウで首絞め

b) デザイナーズマンションでベッド(3F)から1Fのダイニングへ落下(鎖骨等の骨折)

c) 温泉卵作り器で火傷 密閉式でないので倒して湯を浴び熱傷

d) 風呂への転落で全身熱傷(2歳10カ月)

- ・頭から落下

- ・35~40度の熱傷 右耳損失

設備としては欠陥ではないので今の法律では救えない

古い湯沸かし器には後付けでサーモ STOP 機能をつけられるようにして欲しい

e) サイズの合わないこども用自転車での外陰部のサドル外傷(5歳9カ月女兒106cm15kg)

- ・母(自転車)と3歳の妹(三輪車)

- ・3日入院 外陰部裂傷(動脈)

- ・アメリカ製(コストコで購入)

- ・事故品として譲り受けたい

9. 12月18日に成育でKDAのイベント(起業事例紹介)を行う予定

- ・成育(西海・林)、産総研(西田)講演

10. H21年度 事業報告書について

1) 締切

平成21年 12月20日 原稿締切

本年度は事業自体が2月末までとなっており、そのため締切も早くなっておりますので、お気を付け下さい。

平成 21 年度 第四回安全知識循環型社会構築事業企画委員会議事録

日時：平成 22 年 1 月 6 日 17 時 30 分～19 時 00 分

場所：国立成育医療センター 第 12 会議室

出席者：

安全知識循環型社会構築事業企画委員

山中 龍宏 緑園こどもクリニック院長 独立行政法人 産業技術総合研究所
小野 裕嗣 NPO 法人 キッズデザイン協議会
鈴木 弘彦 独立行政法人国民生活センター 商品テスト部 主査
西田 佳史 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所

オブザーバー

原田 正平 国立成育医療センター
宮沢 佳子 国立成育医療センター
西海 真理 国立成育医療センター
林 幸子 国立成育医療センター
村山 正子 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
北原 一秀 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
増田 寛子 経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室
青山 勝博 NPO 法人キッズデザイン協議会
多田 充徳 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
本村 陽一 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
掛札 逸美 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
北村 光司 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
佐藤 久美子 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所
渡辺 祐子 安全知識循環型社会構築事業企画委員会事務局
独立行政法人 産業技術総合研究所

議事概要：

安全知識創造共同事業について

11. アミューズメント

- ・摩擦係数と指の太さの検証（シリコンゴム使用）
- ・子どもの指のモデル

< 今後 >

安全性検証ツールの実現に向けた解析

安全なデザインの低減に向けた解析

12. 技術士会

- ・ マニキュアリムーバ・・・アセトンが問題
- ・ 現時点での問題点を整理してあげる

13. OGK カブト

- ・ HQL のデータをもとに平均値モデル作成しこれにヘルメットをかぶせて検証
- ・ 1～3 歳は頭幅が重要
- ・ 内部サポート・深くまでかぶれる・傘状 であることが良い

14. 永大産業

- ・ 床面コンピュータモデルの構築中
- ・ それぞれの特性知の組み合わせを公表できる

15. 住友林業

- ・ 角状(モデル)
- ・ 検査法の確立(感圧紙でできるか?)

産総研よりの報告

16. 成育に BIS 導入した(11 月)

使いながら使いやすいものへと変えていく予定

17. 検索機能

- ・ 辞書機能の強化(裏で動く辞書作成ツール)

国立成育医療センターからの報告

18. 2008 年 12 月～2009 年 11 月

患者総数(35,728 人)うち、傷害で来院は 3,826 人

患者数が増えると傷害情報達成率が落ちる

< 情報収集の課題 >

- ・ 事後にカルテから入れることが多い
- ・ 問診するストーリーと記入する項目とのずれがある
- ・ 事故情報を収集するスタッフの教育が必要
- ・ 現場へのフィードバックがあるとモチベーションが上がる

シンポジウム資料

2009年5月18日(月)

「キッズデザインとものづくり~事故予防に向けて~」

安全知識循環型社会構築事業シンポジウム 配布資料

「キッズデザインとものづくり ～事故予防に向けて～」

—安全知識循環型社会構築事業シンポジウム—

日時：2009年5月18日（月） 13：30～16：00

場所：六本木アカデミーヒルズ49階 タワーホール

【概要】

経済産業省では、平成19年度より、医療機関において子どもの事故情報を収集し、医学・工学の専門家や産業界による分析を行い、得られた情報を社会全体で共有する「安全知識循環型社会構築事業」を実施しています。

この度、この取組を紹介するシンポジウムおよび子どもの事故予防をテーマにしたワークショップを開催しますので、ご連絡いたします。

【プログラム】

13:00 開場

13:30 開会

第1部：事業成果の報告：企業における事故予防の取組について

発表Ⅰ「事業概要」

高木美香/経済産業省製造産業局デザイン・人間生活システム政策室 室長補佐

発表Ⅱ「企業がなぜ事故予防に取り組む必要があるのか」

山中龍宏/緑園こどもクリニック 院長・医学博士、日本小児科学会

発表Ⅲ「企業はどのように事故予防に取り組むべきか」

西田佳史/（独）産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター

人間行動理解チーム チーム長

14:55 第一部終了

20分休憩

15:15 第2部開演

第2部：パネルディスカッション

「ものづくりの現場とのパネルディスカッション」

子どもの事故予防に向けて —安全知識循環型社会事業—

2009年5月18日
経済産業省デザイン・人間生活システム政策室
高木安香

繰り返されている子どもの事故

*1990年から、0歳の乳児の死亡の第一位は不慮の事故。
*0～19歳の不慮の事故による死亡数(2007年) **1119人**
*プールの溺水は事故は40年間790件続、55人が死亡(出典: 民間団体調査)。

年齢階級別にみた死因別数 (全死因: 3494人)

年齢階級	死因	死因の順位	死因の順位	死因の順位	死因の順位
0歳	不慮の事故	1位	交通事故	2位	自然死
1～4歳	不慮の事故	1位	交通事故	2位	自然死
5～9歳	不慮の事故	1位	交通事故	2位	自然死
10～14歳	不慮の事故	1位	交通事故	2位	自然死
15～19歳	不慮の事故	1位	交通事故	2位	自然死

(2007年人口動態統計)

情報共有がなされていない子どもの事故

*子どもの衣類に関する苦情をメーカーに伝えた人は2.4%に過ぎず、96%の人がどこへも言っていない。

子どもの衣類による被害の原因が「衣類・表示・取扱説明書の問題による」と考える人の割合の申し合わせ (回答数297:複数回答可)

事故の申し合わせ先	%
どこへも言わなかった	96.0
メーカー	2.4
販売店	1.7
消費生活センター	0.3
意見等の提出等を管理している店・役所等	0.0
分からない	0.7

(2008年東京都調査)

今何が必要か—責任追及から原因究明へ

*子どもの事故は繰り返されている。“誰が悪い”メーカーが悪い”責任追及と責任の押し付けではなく、関係者・専門家が連携して原因を究明し、再発防止とともに安全なものづくりのために情報を発信する。

安全知識共有ネットワーク
安全知識共有ネットワークは、消費者の安全意識を高め、製品・サービスの安全性を向上させるための取り組みです。

www.kid-info-1198.com

事故情報収集(成育医療センター)

*成育医療センターのホームページで、子どもの事故情報入力ソフトを使って聞き取り調査を実施。
*NAAOH(日本スポーツ医療センター)から議員での事故情報収集
*国民生活センターとの連携

事故情報の収集状況
本事業期間(2007年9月から2008年10月) **2,349件**
(2008年11月から2008年10月) **4,088件**

収集項目	収集項目
<ul style="list-style-type: none"> 年齢性別 事故発生場所 事故発生時刻 事故発生状況 事故発生原因 事故発生場所 事故発生時刻 事故発生状況 事故発生原因 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急部にて、調査項目 ●事故の種類 ●事故の行動 ●被害の種類 ●被害の部位 ●治療の種類

H2D集約開発した専用サーベイルソフト

事故情報収集(協力病院の拡大)

新潟 日本医科大学新潟北院
長崎 出口小児科医院

ご参照ください。

キッズデザインともものづくり
～事故予防に向けて～

Teag.mika@net.go.jp

厚生労働省 児童虐待防止推進委員会
 ネットデザインともろづくり
 2009年11月19日

**企業がなぜ事故予防に
 取り組む必要があるのか**
 — 医療現場からのメッセージ —

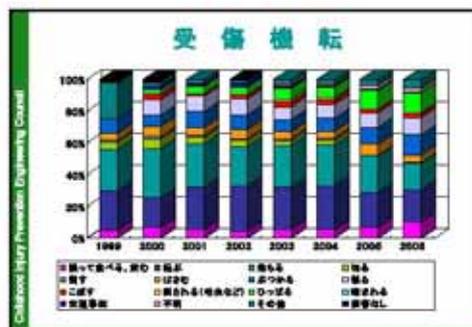
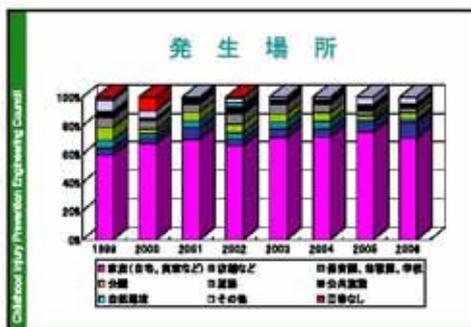
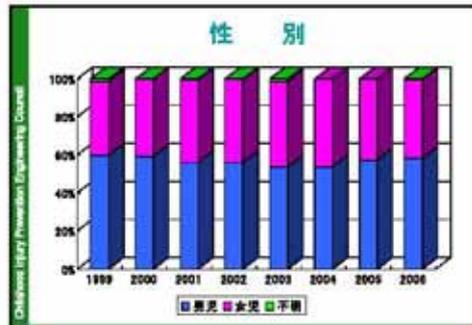
医療法人社団 全国子ども虐待防止センター
 子どもの虐待予防エサカウンスラー (CPPO)
 病院こどもクリニック
 山本 純史

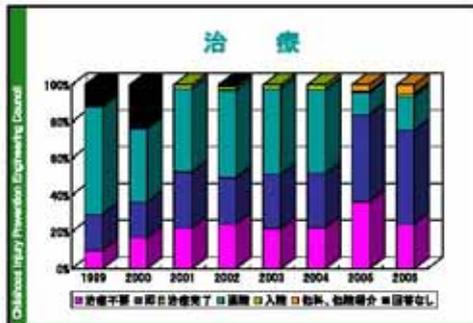
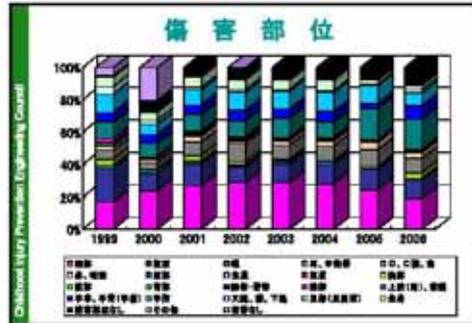
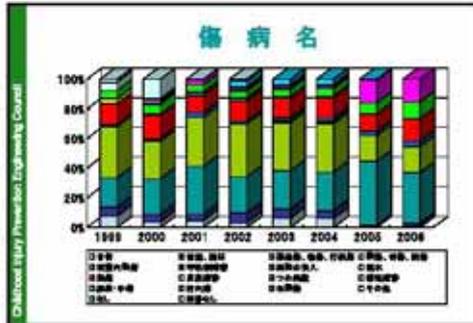
日本外来小児科学会
 WS：小児の事故予防グループ

事故調査のまとめ

調査数 (3歳健診時)

年度	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	計
調査数	880	1245	1561	1298	1850	1560	1375	1108	10810
事故調査なし	527	438	1149	1049	1283	1201	1049	848	7974
事故調査あり	187	410	372	360	567	359	311	260	2634
(調べず)	188	481	362	389	408	389	384	271	2777





調査から得られたこと

- 全国どこでも、同じような事故が、同じような状況で発生している。
- この調査では、発生時の状況が詳しく調査できておらず、事故予防活動に反映できない。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

炊飯器の蒸気による熱傷

私のSuccess Story

Childhood Injury Prevention Engineering Council



Childhood Injury Prevention Engineering Council

日々、小児科医が考えていることは

A. たった今、なんと炊飯器に隣って壁紙が2m×2mのやけどした子どもが来ました。お母さんは炊飯器を床に置いて置かっただけでございまして・・・

B. 炊飯器の蒸気吹き出し口からの蒸気はたいへん危険です。でも使った子は私に相談ありません。

C. でも、どうして買ったのでしょうか？ 子どもの心算って面白いですね、ぜひそのときの気持ちも書いて欲しいな。

D. 炊飯器の蒸気を利用して、ゆで卵を作る道具も売られているくらいです。

E. タイトルを読んでびっくりしてしまいました。乳児の壁紙や床は下の熱気を通し発行。まず感持を考慮する・・・・・・。本症例はお母さまの覚悟でどうしていいです。

F. 私も3歳の頃、同様の経験をしています。うんぬん、かんぬん・・・・・・

G. 貴賓が置かれたのは、17-18年前、私の目の前でわが子が炊飯器でやけどしました。・・・・・・。アホな父親をしていた経験を書きました。

誰でも、言おうと思えば何でも言える。
この状況は不毛と断言できるが、どうがんばってみても私には「予防」はできない！

Childhood Injury Prevention Engineering Council

企業に対し、問題提起をしても

- 使用法が間違っている。
- 取り扱い説明書に書かれているのに、そのとおりに使用しないのは使用者の責任である。
- それは、私の担当ではない。
- よその会社の製品も同じ構造で、私のところだけの責任ではない。
- 手紙、死亡診断書のコピーを送っても無視、隠蔽。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

キッズデザイン協議会での接点

- 2006年5月、キッズデザイン協議会が設立された。
- 設立シンポジウムのあとの懇親会で、たまたま炊飯器メーカーの担当者と話す機会があった。
- 炊飯器の蒸気によるやけどについて、担当者はまったく知らなかった。

「毎日、日本中で数百件起きている」

Childhood Injury Prevention Engineering Council

炊飯器による乳児死のやけどproject 20060505

1. 炊飯器のやけどの概要
 2006年5月、東京都品川区の2歳児が炊飯器の蒸気によるやけどで死亡した。この事件は、炊飯器の蒸気によるやけどの危険性を広く知らしめることになった。この事件は、炊飯器の蒸気によるやけどの危険性を広く知らしめることになった。

2. 蒸気によるやけどの概要
 蒸気によるやけどは、炊飯器の蒸気によるやけどの危険性を広く知らしめることになった。この事件は、炊飯器の蒸気によるやけどの危険性を広く知らしめることになった。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

蒸気によるやけどの概要

蒸気によるやけどは、炊飯器の蒸気によるやけどの危険性を広く知らしめることになった。この事件は、炊飯器の蒸気によるやけどの危険性を広く知らしめることになった。

2. 蒸気によるやけどの概要
 蒸気によるやけどは、炊飯器の蒸気によるやけどの危険性を広く知らしめることになった。この事件は、炊飯器の蒸気によるやけどの危険性を広く知らしめることになった。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

Time and Temperature Relationship to Serious Burns

Water temperature	Time required for a third degree burn to occur	
155°F	84°C	1 second
140°F	64°C	2 seconds
140°F	60°C	5 seconds
133°F	56°C	15 seconds
127°F	52°C	1 minute
124°F	51°C	3 minutes
120°F	48°C	5 minutes
108°F	37°C	Safe temperature for bathing

Reference: Morris, A.R., Herrington, F.C., Jr. Studies of thermal injuries: II The relative importance of time and surface temperature in the causation of cutaneous burns. Ann J Pathol. 1947; 23:405-724.

Childhood Injury Prevention Engineering Council

Panasonic
Steam IH Cooker
SR-SJ1/SK1シリーズ(2009年6月発売)

蒸気温度約100℃

蒸気排気による安全性 (キッズデザイン性)
ふきこぼれを防止による目みしり (未来高齢者化)

http://panasonic.jp/cpr/news/090614/090614_01090614_1.html

Childhood Injury Prevention Engineering Council

私のSuccess Storyの問題点

- あきらめの悪い一人の小児科医と、企業内の個人の熱意によるStoryは続かない。
- 安全であれば100%受け入れられるという単純な考えは、企業の論理と重ならない部分がある。
- Success Storyを素直に受け入れ、社会に普及させていくには、さらにいくつかのステップが必要である。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

いくら情報を集めても、 予防にはつながらない。

(畑村 洋太郎)

予防につながる情報とは？

Childhood Injury Prevention Engineering Council

症例 11カ月 男児 ID 11750

平成20年6月9日、午前9時15分ころ、母親は台所で洗い物をしていた。急に泣き声が出たので和室に行ってみると、乳児用ベッドの中で寝ていたはずの子どもが畳の上に倒れて泣いていた。嘔吐はなかったが、心配になって午前12時に緑園こどもクリニックを受診した。診察上、前額部の打撲?以外に所見はなく、経過観察することとした。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

母親に状況を聞くと

- 子どもの発達段階は、伝い歩きができる状態。(身長: 73 cm、体重: 9 kg)
- 発見時、ベッドの柵は外れていなかった。
- ベッドから転落するには、ベッド内に足がかりになる物があるはずだが、薄い毛布以外、足がかりになるような物はない。
- 虐待や代理人によるミュンヒハウゼン症候群は考えにくい。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

畳
11カ月 男児



Childhood Injury Prevention Engineering Council

この事例からの結論

柵とは、転落を予防するための仕掛けであるのに、このベッドには乳児を転落させる構造が組み込まれており、未熟な製品である。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

予防につながる傷害情報、
 傷害予防の解は、
 医療関係者の
目の前にある！
 製品や環境から予防可能性を指摘
 1% から 80% へ

Childhood Injury Prevention Engineering Council

現場に行かなければわからない。
 現物を見なければわからない。
 現場にいた人に聞かなければわからない。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

傷害データは国民の財産である。
傷害データは人類の財産である。
傷害データが予防の出発点である。

Childhood Injury Prevention Engineering Council

医療現場で
予防につながる
傷害情報を
継続的に収集することは
小児科医の責務である。

Childhood Injury Prevention Engineering Council



子どもの事故は予防できる
NIPPON 2017 10月号

キッズデザインとのつくり

企業はどのように 事故予防に取り組めるか

(理念から実践へ：事故予防の方法論)

西田佳史
東京技術総合研究所 アジタンヒューマン研究センター

観点1: 事故予防は「健康問題」

- 子どもの事故予防のワールドレポート発表(2008年12月)
- 世界でも、事故による傷害は、子どもの主要な死亡原因

(日本)

年齢	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位
1歳	乳児車等 1041人	遊具等 275人	自転車等 146人	下駄の鼻先 125人	浴槽等 121人
1-4歳	下駄の鼻先 177人	乳児車等 159人	遊具等 85人	自転車等 80人	浴槽等 59人
5-9歳	下駄の鼻先 151人	遊具等 96人	自転車等 77人	乳児車等 38人	浴槽等 31人
10-14歳	下駄の鼻先 126人	遊具等 111人	自転車等 47人	浴槽等 38人	乳児車等 28人
15-19歳	下駄の鼻先 437人	浴槽等 409人	遊具等 199人	自転車等 149人	乳児車等 12人

(2007年人口動態統計)

観点2: 事故予防は「見守りの問題」ではない (子どもの見守りの科学の必要性)

Child supervision

- 見守りの効果は検証されていない。
- しかも、何が見守りなのかの定義も曖昧。
- 研究ツールの開発と研究が必要。

観点3: 事故予防は「経済問題」

- 事故による傷害の経済損失、アメリカ80兆円(全年額)
 - 死亡による経済損失 13.5兆円
 - 生産性ロス 66兆円
- 対策法の損益分析の例: 投資額1(製品購入費など)に対して、どれくらい経済損失(医療費など)を削減できるか?
 - 煙感知器 65倍の価値
 - チャイルドシート 29倍の価値
 - 自転車ヘルメット 29倍の価値

(損益分析の結果、経済効果が証明されている例もあるが、まだまだ知られていない。)

観点4: 事故予防は「科学技術問題」

The path to health approach for injury prevention

- 傷害は回避不可能ではなく、予防可能であり、回避可能
- 事故予防のための科学的アプローチ
 - 3分野からの包括的アプローチ
 1. Education(教育)
 2. Enforcement(法権)
 3. Engineering(製品・環境改善)

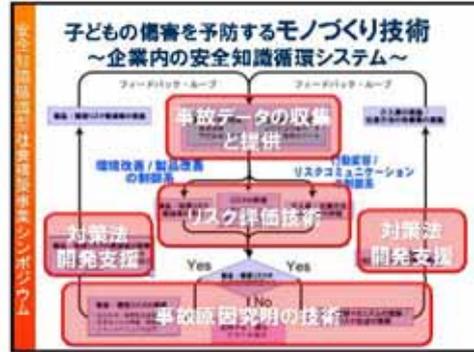
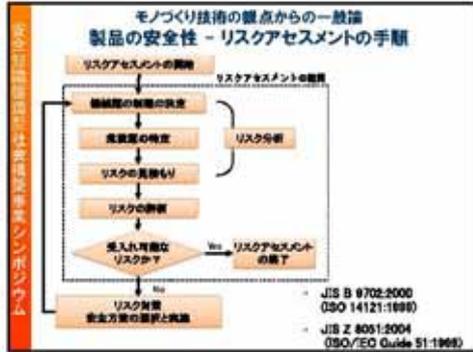
「意識を持って/目を離さないで/自分が悪い」「企業が悪い」
⇒エビデンスベースの事故予防へ
(精神的事故予防→科学的事故予防)

観点5: 事故予防は「社会システム問題」

世界的にも新しい革新的アプローチ

安全対策推進型の社会

製品・環境改善、情報発信・共有、安全知識の共有プラットフォーム、安全文化の醸成、安全意識の向上、安全行動の促進、安全行動の定着、安全文化の醸成、安全意識の向上、安全行動の促進、安全行動の定着



安全知識創造共同プロジェクトの募集
(H21年5月18日～)

<目的>

- 本事業による事故事例データベースや事故原因解析技術と企業のニーズのマッチングにより、事故原因の解明から製品改善までを加速化する
- 企業で行う事故原因の分析や製品改善を補助

<留意点>

- 他企業、業界内外で利用できるような一般的な知見が得き出せるもの
- 同類事故による傷害の頻度、重症度、緊急性、一般化可能性、社会ニーズの高さ
+ 製品改善への応用性

➡ 本発表で紹介する事例を、安全知識創造共同プロジェクト応募の参考資料として見て欲しい。

安全知識創造の取り組み事例①

事故データ提供・解析の協力

事故・傷害サーベイランスシステム
(傷害データだけでなく事故状況のデータを収集)

4,095件
(2006.11-2008.10)

- 対象品
おもちゃのリモコン(18件)
おもちゃの電動機(5件)
- 対象企業
玩具製造メーカー(18社)
玩具販売店(5社)

事故予防のための操作パラメータの候補

保護者をコントロール

子どもをコントロール

環境をコントロール

Passiveアプローチ



事故事例を検索サービスの例（炊飯器）

製品名	製造元	事故の発生時期	事故の種類	事故の状況	事故の経緯
炊飯器	パナソニック	2009年6月	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷
炊飯器	パナソニック	2009年6月	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷
炊飯器	パナソニック	2009年6月	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷
炊飯器	パナソニック	2009年6月	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷
炊飯器	パナソニック	2009年6月	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷	蒸気による熱傷



ISO/IEC 安全側面—子どもの安全の指針 (ISO/IEC Guide 50:2002)

4.4.2 子どもの体の大きさ及び人体計測データ

- a) 体表面積が大きい・・・熱による傷害の影響大
- b) 顔が大きい・・・転倒の危険が大
- c) 重心が高い・・・倒れこむ、溺れる危険が大
- d) 顔が大きい・・・顔だけが濡り濡れられない危険大
- e) 指、手などが小さい・・・開口部に差し込む危険が大
- f) 顔の質量が大きい・・・むち打ち探の危険が大



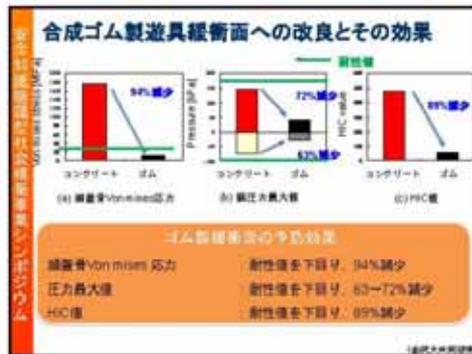
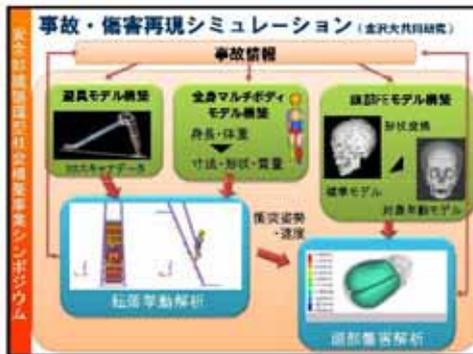
安全知識創造の取り組み事例②

安全知識創造の取り組み事例②

事故原因解析や対策法開発の協力
(H19年度)

頭部傷害: 傷害サーベイランスからの事故事例

症例 1歳11ヵ月 女児
状況 平成19年10月19日(金)午前12時15分ごろ、公園の滑り台の階段の下から3段目から転落して右側顔面部を打った。下はコンクリートであった。顔が痛いことと歩行時に、12時45分に当クリニックを受診した。嘔吐はない。
診断 右側顔骨の骨折 硬膜外血腫
経過 脳外科に4日入院。最初の2日間は集中治療室。現在、後遺症は認められない。

安全指針・基準への貢献

- 国土省: 都市公園における遊具の安全確保に関する指針 (08/19/20) http://www.mhlh.go.jp/report/crpaas/city10_hlp_000008.html
- 日本公園施設協会: 遊具の安全に関する基準 JFPA-S: 2008

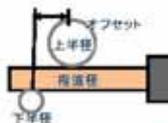
p28 落下対策の必要性に関する事故事例
 P23-24 固い雑草の禁止

安全知識創造の取り組み事例③

業界内・社内安全基準やチェックリスト作成への協力 (H20年度)

数値解析による指はさみの安全性の可視化

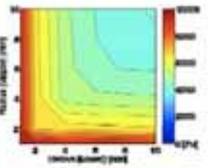
- 指はさみを表す4つのパラメータ
 - 指直径
 - 下半径
 - 上半径
 - オフセット



- パラメータを系統的に変化させた数値解析
 - 指直径: 5, 7 mm
 - 下半径: 1, 2, 4, 6, 8, 10 mm
 - 上半径: 1, 2, 4, 6, 8, 10 mm
 - オフセット: 0, 4, 8, 12, 16, 20 mm



指はさみシミュレーションの結果



指直径: 5mm
オフセット: 0mm

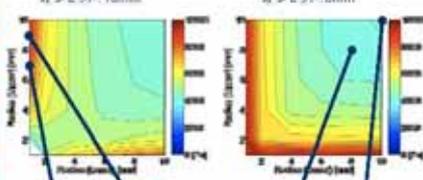
傷害予防 = 最大圧力の減少

- 2mmより小さい半径では最大圧力が急激に増加
- 片方の半径を大きくするだけでは最大圧力に変化なし
- オフセットが大きくなれば最大圧力が減少
- 5mmと7mmの指(直径)では最大圧力の分布に変化なし

製品安全協会・乳母車の認定基準及び基準確認方法の改訂

解析事例: ベビーカーの危険性把握支援

オフセット: 10mm オフセット: 0mm




安全知識創造の取り組み事例④

製品開発や製品普及に必要なデータ作成の協力 (H20年度)

自転車転倒による頭部外傷の分析

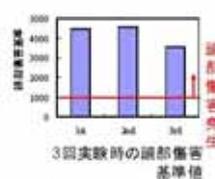
シミュレーション技術を用いて、自転車転倒時にヘルメットの頭部外傷の予防効果を検討。



- 専用自転車とヘルメットの併用
 - 頭部傷害の危険性が大幅減少 (非専用自転車+ヘルメット半装着と比較して90%の削減効果)
- 頭部にフィットしたヘルメット
 - 頭蓋骨の抑制効果

ダミーや数値計算を用いた転落実験

前座後付けシート、ヘルメット無し

3回実験時の頭部傷害基準値

- 頭部が直接打撃
- 席の衝突による減速無し
- 頭部傷害基準値は骨折基準を大幅に超える

安全知識創造共同プロジェクト

安全知識創造の取り組み事例⑤

日常生活の場での
製品の使われ方の科学

センサホームを用いた行動観察・解析技術

製品の日常生活場面での使われ方の科学

- ユビキタスセンサ
 - 2D 動作検出カメラ
 - カメラマイク
- ウェアラブルセンサ
 - 歩行センサ
 - 位置センサ

乳幼児10人のデータ

安全知識創造共同プロジェクトの募集 (H21年度)

＜目的＞

- 本事業による事故事例データベースや事故原因解析技術と企業のニーズのマッチングにより、事故原因の解明から製品改善までを加速化する
- 企業で行う事故原因の分析や製品改善を補助(3-5件)

＜留意点＞

- 他の企業、業界内外で利用できるように一般的な知見が導き出せるもの
- 四輪車者による傷害の頻率、重症度、致命性、一般化可能性、社会ニーズの高さ+製品改善への応用性

安全知識創造共同プロジェクトの募集 (H21年度)

安全知識創造共同プロジェクトの募集(募集要項)

募集要項(1)募集対象(1)企業(2)募集対象製品(3)募集要項(4)募集期間(5)募集場所(6)募集方法(7)募集料(8)募集後の対応(9)募集後のフォローアップ

募集料: 10万円(税込) ※募集料は、募集期間中に発生した事故事例の分析・調査に充てられ、分析・調査の結果は、募集料とは別に別途提供いたします。

募集期間: 2021年10月1日(金)～2021年12月31日(木)

募集場所: 東京都中央区新富町1-2-11 株式会社 安全知識創造共同プロジェクト事務局

募集方法: <http://www.kd-wa-meti.com/news.html>

※ 募集要項委員会で、上記留意点の観点から審査し決定(3-5件)

平成20年度安全知識循環型社会構築事業
収集データ年齢別集計表

1. 傷害

		1位		2位		3位		4位		5位						その他		全体	
0～4歳		転倒・転落		誤飲・誤嚥		衝突		火傷		はさむ									
		1628人	58.1%	307人	10.9%	270人	9.6%	143人	5.1%	136人	4.9%					320人	11.4%	2804人	
	0歳	転倒・転落		誤飲・誤嚥		衝突		火傷		はさむ									
		359人	60.7%	104人	17.6%	39人	6.6%	38人	6.4%	12人	2.0%					39人	6.6%	591人	
	1歳	転倒・転落		誤飲・誤嚥		火傷		衝突		はさむ									
		459人	55.0%	120人	14.4%	64人	7.7%	61人	7.3%	43人	5.1%					88人	10.5%	835人	
	2歳	転倒・転落		衝突		誤飲・誤嚥		はさむ		引っ張られる									
	368人	59.7%	61人	9.9%	55人	8.9%	28人	4.5%	26人	4.2%					78人	12.7%	616人		
3歳	転倒・転落		衝突		はさむ		誤飲・誤嚥		火傷										
	249人	58.5%	53人	12.4%	31人	7.3%	18人	4.2%	12人	2.8%					63人	14.8%	426人		
4歳	転倒・転落		衝突		はさむ		引っ張られる		誤飲・誤嚥										
	193人	57.4%	56人	16.7%	22人	6.5%	12人	3.6%	10人	3.0%					43人	12.8%	336人		
5～9歳		転倒・転落		衝突		はさむ		交通事故		火傷									
		460人	52.6%	174人	19.9%	54人	6.2%	48人	5.5%	29人	3.3%					109人	12.5%	874人	
	5歳	転倒・転落		衝突		はさむ		火傷		交通事故									
		142人	56.6%	29人	11.6%	17人	6.8%	15人	6.0%	14人	5.6%					34人	13.5%	251人	
	6歳	転倒・転落		衝突		はさむ		誤飲・誤嚥		火傷									
		117人	53.2%	46人	20.9%	12人	5.5%	10人	4.5%	9人	4.1%					26人	11.8%	220人	
7歳	転倒・転落		衝突		交通事故		はさむ		刺さる										
	89人	52.4%	40人	23.5%	10人	5.9%	9人	5.3%	6人	3.5%					16人	9.4%	170人		
8歳	転倒・転落		衝突		はさむ		交通事故		他者による傷害										
	71人	53.0%	30人	22.4%	9人	6.7%	7人	5.2%	5人	3.7%					12人	9.0%	134人		
9歳	転倒・転落		衝突		交通事故		はさむ		切る										
	41人	41.4%	29人	29.3%	8人	8.1%	7人	7.1%	5人	5.1%					9人	9.1%	99人		
10～14歳	転倒・転落		衝突		交通事故		他者による傷害		はさむ										
	120人	41.1%	85人	29.1%	23人	7.9%	12人	4.1%	8人	2.7%					44人	15.1%	292人		
15～19歳	転倒・転落		衝突		交通事故		はさむ		誤飲・誤嚥 ※		刺さる ※		切る ※		他者による傷害 ※				
	13人	41.9%	9人	29.0%	3人	9.7%	2人	6.5%	1人	3.2%	1人	3.2%	1人	3.2%	1人	3.2%	0人	0.0%	31人

0～19歳	転倒・転落		衝突		誤飲・誤嚥		はさむ		火傷						その他			
	2221人	55.5%	538人	13.4%	335人	8.4%	200人	5.0%	179人	4.5%					528人	13.2%	4001人	
年齢不詳	65人		17人		10人		3人		5人						20人		120人	
全体	2286人	55.5%	555人	13.5%	345人	8.4%	203人	4.9%	184人	4.5%					548人	13.3%	4121人	

(注意:全データ4,095件使用したが、複合的な事故があるため延べ数では4121件となる。そのうち年齢不詳の120件を除き、4,001件のデータを用いた。※は同順位を示す)

平成20年度安全知識循環型社会構築事業
収集データ年齢別集計表

2. 身体部位

		1位		2位		3位		4位		5位						その他		全体		
0～4歳		頭部		手首及び手		肘及び前腕		肩及び上腕		足首及び足										
		1371人	60.6%	239人	10.6%	205人	9.1%	170人	7.5%	66人	2.9%					213人	9.4%	2264人		
	0歳		頭部		手首及び手		肘及び前腕		肩及び上腕		胸部									
			235人	66.2%	37人	10.4%	19人	5.4%	17人	4.8%	14人	3.9%					33人	9.3%	355人	
	1歳		頭部		手首及び手		肘及び前腕		肩及び上腕		足首及び足									
			397人	58.5%	84人	12.4%	60人	8.8%	54人	8.0%	20人	2.9%					64人	9.4%	679人	
	2歳		頭部		肘及び前腕		肩及び上腕		手首及び手		足首及び足									
			319人	61.0%	60人	11.5%	55人	10.5%	45人	8.6%	12人	2.3%					32人	6.1%	523人	
	3歳		頭部		手首及び手		肘及び前腕		肩及び上腕		足首及び足									
			227人	60.9%	49人	13.1%	32人	8.6%	18人	4.8%	17人	4.6%					30人	8.0%	373人	
4歳		頭部		肘及び前腕		肩及び上腕		手首及び手		足首及び足										
		193人	57.8%	34人	10.2%	26人	7.8%	24人	7.2%	13人	3.9%					44人	13.2%	334人		
5～9歳		頭部		肘及び前腕		手首及び手 ※		足首及び足 ※		膝及び下腿		肩及び上腕								
		454人	47.0%	101人	10.5%	74人	7.7%	74人	7.7%	70人	7.2%	68人	7.0%			125人	12.9%	966人		
	5歳		頭部		肘及び前腕		肩及び上腕 ※		膝及び下腿 ※		足首及び足 ※		手首及び手		股関節部および大					
			135人	50.2%	32人	11.9%	19人	7.1%	19人	7.1%	19人	7.1%	15人	5.6%	14人	5.2%	16人	5.9%	269人	
	6歳		頭部		肘及び前腕		手首及び手		膝及び下腿		足首及び足									
			109人	46.0%	26人	11.0%	22人	9.3%	19人	8.0%	18人	7.6%					43人	18.1%	237人	
	7歳		頭部		肘及び前腕		肩及び上腕		手首及び手		腰部、下背部、 腰椎および骨									
			96人	52.2%	17人	9.2%	14人	7.6%	12人	6.5%	11人	6.0%					34人	18.5%	184人	
	8歳		頭部		肘及び前腕		手首及び手		膝及び下腿		足首及び足									
			62人	37.3%	19人	11.4%	17人	10.2%	16人	9.6%	15人	9.0%					37人	22.3%	166人	
9歳		頭部		足首及び足		膝及び下腿		股関節部および大		肩及び上腕										
		52人	47.3%	12人	10.9%	10人	9.1%	9人	8.2%	8人	7.3%					19人	17.3%	110人		
10～14歳		頭部		手首及び手		肘及び前腕		膝及び下腿		股関節部および大										
	104人	28.0%	52人	14.0%	44人	11.8%	42人	11.3%	31人	8.3%					99人	26.6%	372人			
15～19歳		頭部		手首及び手 ※		膝及び下腿 ※		足首及び足 ※		肩及び上腕		頸部 ※		肘及び前腕 ※		胸部 <郭>				
	11人	27.5%	5人	12.5%	5人	12.5%	5人	12.5%	4人	10.0%	3人	7.5%	3人	7.5%	2人	5.0%	2人	5.0%	40人	

0～19歳	頭部		手首及び手		肘及び前腕		肩及び上腕		足首及び足						その他			
	1940人	53.3%	370人	10.2%	353人	9.7%	263人	7.2%	175人	4.8%					541人	14.9%	3642人	
年齢不詳	62人		7人		9人		7人		5人						24人		114人	
全体	2002人	53.3%	377人	10.0%	362人	9.6%	270人	7.2%	180人	4.8%					565人	15.0%	3756人	

(注意: 使用したデータ数は、全データ4,095件のうち身体障害情報があった2,963件であるが、いくつかの部位を同時に受傷する事故があるため延べ数では3,756件となる。そのうち年齢不詳の114件を除き、3,756件のデータを用いた。※は同順位を示す)

平成20年度安全知識循環型社会構築事業
収集データ年齢別集計表

3. 製品

		1位		2位		3位		4位		5位		その他		全体										
0～4歳	階段	椅子		ベッド		テーブル・机		自転車																
	175人	8.0%		168人	7.7%		141人	6.5%		129人	5.9%		114人	5.2%		1458人	66.7%		2185人					
	0歳	ベッド	椅子		小物		テーブル・机		階段															
		80人	17.1%		36人	7.7%		29人	6.2%		26人	5.5%		23人	4.9%		275人	58.6%		469人				
	1歳	椅子	階段		テーブル・机		自転車		薬															
		61人	9.3%		60人	9.1%		36人	5.5%		32人	4.9%		27人	4.1%		442人	67.2%		658人				
	2歳	階段	椅子		テーブル・机		自転車		遊具															
		50人	11.0%		35人	7.7%		31人	6.8%		28人	6.2%		25人	5.5%		284人	62.7%		453人				
	3歳	自転車	遊具		椅子		テーブル・机		おもちゃ、ドア※															
		25人	7.2%		22人	6.4%		21人	6.1%		20人	5.8%		19人	5.5%		219人	63.5%		345人				
4歳	階段	遊具		自転車		テーブル・机		椅子																
	27人	10.4%		26人	10.0%		25人	9.6%		16人	6.2%		15人	5.8%		151人	58.1%		260人					
5～9歳	自転車	遊具		階段		ドア		自動車																
	97人	15.9%		66人	10.8%		41人	6.7%		32人	5.2%		29人	4.8%		345人	56.6%		610人					
	5歳	階段	自転車		ドア		自動車		椅子															
		18人	10.0%		17人	9.4%		12人	6.7%		10人	5.6%		9人	5.0%		114人	63.3%		180人				
	6歳	自転車	遊具		ドア		階段		テーブル・机															
		20人	13.0%		19人	12.3%		10人	6.5%		9人	5.8%		7人	4.5%		89人	57.8%		154人				
	7歳	自転車	遊具		自動車※		ボール※		階段、椅子※		小物、魚の骨、筆記用具※													
27人		23.1%		19人	16.2%		5人	4.3%		5人	4.3%		4人	3.4%		3人	2.6%		44人	37.6%		117人		
8歳	自転車	遊具		階段		ドア		自動車																
	15人	16.9%		13人	14.6%		6人	6.7%		5人	5.6%		4人	4.5%		46人	51.7%		89人					
9歳	自転車	遊具※		ボール※		階段※		自動車※		ドア、動物、テーブル・机※		パット、縄、タイル※												
	18人	25.7%		7人	10.0%		7人	10.0%		4人	5.7%		4人	5.7%		3人	4.3%		2人	2.9%		15人	21.4%	
10～14歳	自転車	ボール		自動車		遊具		テーブル・机																
	31人	15.7%		25人	12.7%		22人	11.2%		15人	7.6%		8人	4.1%		96人	48.7%		197人					
15～19歳	自転車※	ボール※		ドア※		調理器具※		自動車、テーブル・机、壁、柱、ボール、サッカーゴール、筆記用具、段差、タイル、バイク※																
	3人	15.8%		3人	15.8%		2人	10.5%		2人	10.5%		1人	5.3%		0人	0.0%		19人					

0～19歳	自転車	階段		椅子		遊具		テーブル・机											
	245人	8.1%		220人	7.3%		189人	6.3%		171人	5.7%		154人	5.1%		2032人	67.5%		3011人
年齢不詳	7人	11人		7人		5人		4人											
全体	252人	8.1%		231人	7.4%		196人	6.3%		176人	5.7%		158人	5.1%		2089人	67.3%		3102人

(注意: 使用したデータ数は、全データ4,095件のうち製品情報が記入されていた3,026件であるが、複数の製品が同時に関わる事故があるため延べ数では3,102件となる。そのうち年齢不詳の91件を除き、3,011件のデータを用いた。※は同順位を示す)

2009年8月7日(金)

「キッズデザインとものづくり~事故予防に向けて~」

キッズデザイン博 2009 シンポジウム 配布資料

子どもの事故予防に向けて —安全知識循環型社会構築事業—

2009年8月7日
経済産業省デザイン・人間生活システム政策室
高木美香



繰り返されている子どもの事故

・1980年代から、0歳の乳児(子どもの死因の第一位は不慮の事故)。
 ・0～19歳の不慮の事故による死亡数(2007年)：1116人。
 ・プールの溺水事故は40年間90件超、95人が死亡(国費、月間休業施設)。

年齢階級別に見た死因順位

年齢	死1位の死因	死2位の死因	死3位の死因	死4位の死因	死5位の死因
0歳	乳児虐待等	呼吸器疾患等	乳幼児突然死症候群	交通事故	脳血管疾患等
1～4歳	交通事故	乳児虐待等	窒息死	心疾患	肺炎
5～9歳	交通事故	窒息死	乳児虐待等	肺炎	心疾患
10～14歳	交通事故	窒息死	自殺	心疾患	乳児虐待等
15～19歳	交通事故	自殺	窒息死	心疾患	脳血管疾患等

(2007年人口動態統計)

事故情報収集(成育医療センター)

・成育医療センターのホームページで、子どもの事故情報入力ソフトを使って聞き取り調査を実施。
 ・AAA社(日本スポーツ復興センター)から遊具での事故情報を収集
 ・国民生活センターとの連携

H20年度開始した事故サーベイソフト

情報共有がなされていない子どもの事故

・子ども用の衣類に関する苦情をメーカーに伝えた人は2.4%に過ぎず、68%の人がどこへも言っていない。

子どもの衣類による危害等の原因が「衣類・表示・取扱説明書の誤謬による」と考える人の苦情の申し出先 (回答数297、複数回答可)

苦情の申し出先	%
どこへも言わなかった	96.0
メーカー	2.4
百貨店	1.7
消費生活センター	0.3
遊具等の維持等を管理している店・遊具等	0.0
分からない	0.7

(2006年東京都調査)

原因究明:事故データの分析



- 1位 自転車
- 2位 階段
- 3位 椅子
- 4位 遊具
- 5位 机

データ:4,919例(2004年10月までに発生したもの)のうち、製品情報が記入されていた5,102のケースを抽出

原因究明:自転車転倒による頭部外傷の分析

・シミュレーション技術を用いて、自転車転倒時にヘルメットの頭部外傷の予防効果を評価。



- ・専用自転車とヘルメットの併用→頭部傷害の危険性が大幅減少
(非専用自転車+ヘルメット併用者と比較して50%の削減効果)
- ・頭部にフィットしたヘルメット→衝撃量の抑制効果

情報発信:「キッズデザインの輪」の公開

- ・子どもの月齢や成長・発育に応じた典型的事故のCG映像
- ・収集した事故データ統計の閲覧・検索
- ・アクセス数:41,228件(7月5日時点)

<http://www.kd-wa-meti.com>



ご登録ありがとうございました。

キッズデザインとものづくり
～事故予防に向けて～

Takagi-mika@meti.go.jp

キッズデザイン協議会の子供
キッズデザインものづくり 事故予防に向けて
2009年2月7日

**企業がなぜ事故予防に
取り組む必要があるのか**
— 医療現場からのメッセージ —

産業経済総合研究所デジタル＆ヒューマン研究センター
子どもの健康予防工学カウンスル (C) 青O
特設子どもクリニック
山中 純史



日々、小児科医がしていることは

A: たった今、なんと炊飯器に座って臀部に2cm×2cmのやけどした子どもが来ました。お母さんは炊飯器を床に置いて座ったと誤って聞かれました。・・・

B: 炊飯器の蒸気吹き出し口からの蒸気はたいへん危険です。でも座った手は私も経験ありません。

C: でも、どうして座ったのでしょうか？ 子どもの心理って面白いですね。せびそのときの気持ちを教えて欲しいな。

D: 炊飯器の蒸気を利用して、ゆで卵を作る道具も売られているくらいです。

E: タイムを送んで座待を思い浮かべてしまいました。乳児の臀部や下腿以下の皮膚を赤く傷めます。まず座待を考へる・・・。本症例はたまたまの受傷で済んでいます。

F: 私も3歳の頃、買物の経験をしています。うんぬん、かんぬん・・・

G: 発見されたのは、17-18年前、私の目の前で我が子が炊飯器でやけどしました。・・・アホな父親だしていた経験を書きました。

誰でも、言おうと思えば何でも言える。
この状況は不毛と断言できるが、どうがんばってみても私には「予防」はできない！

炊飯器の蒸気による熱傷

私の Success Story

企業に対し、問題提起をしても

- 使用法が間違っている。
- 取り扱い説明書に書かれているのに、そのとおりに使用しないのは使用者の責任である。
- それは、私の担当ではない。
- よその会社の製品も同じ構造で、私のところだけの責任ではない。
- 手紙、死亡診断書のコピーを送っても無視、隠蔽する。

子どもの危険
No.169 子供のやけど



国民生活センター
1993年7月発行
育児雑誌体験談の定番

あなたの苦情が、新たな事故を防ぐ

事故の責任 N=1598		苦情の申し出 N=1917	
事 項	割合	事 項	割合
商品自体が問題	19.5	販売店	2.2
表示等が問題	2.4	メーカー	0.7
大人の不注意	68.8	消費生活センター	0.2
子供の様子がちがった	15.5	その他	3.3
(権利侵害)		何もしなかった	93.8
		(権利侵害)	

東京都生活文化局消費生活部

キッズデザイン協議会での接点

- ・2006年5月、キッズデザイン協議会が設立された。
 - ・設立シンポジウムのあとの懇親会で、たまたま炊飯器メーカーの担当者と話す機会があった。
 - ・炊飯器の蒸気によるやけどについて、担当者はまったく知らなかった。
- 「毎日、日本中で数百万起きている」

Time and Temperature Relationship to Serious Burns

Water temperature		Time required for a third degree burn to occur
155° F	68° C	1 second
145° F	64° C	2 seconds
140° F	60° C	5 seconds
133° F	56° C	15 seconds
127° F	52° C	1 minute
124° F	51° C	3 minutes
120° F	48° C	5 minutes
100° F	37° C	Safe temperature for bathing

Reference: Meidt, A.R., Herrigges, F.C. Jr. Studies of thermal injuries: II The relative importance of time and surface temperature in the causation of cutaneous burns. Am J Pathol 1947; 23:695-730.

炊飯器による乳幼児のやけどproject 2006/09/05

1. 炊飯器のやけどの発生
 - ・昨までの炊飯器製品はほぼ炊飯器によるやけどのデータを蓄積する
 - ・炊飯器メーカーは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
2. 炊飯器のやけどの発生
 - ・上記の調査により、炊飯器のやけどの発生は、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。

Parasonic
Steam for life

スチームIHジャー炊飯器 SR-SJ1/SK1シリーズ(2009年6月発売)

蒸気温度約50℃

- ・低温排気による安全性 (キッズデザイン性)
- ・ふきこぼれを防止による盲みじP (本来価値強化)

http://panasonic.co.jp/cons/new/official_data/stmt_dir/m090324-1/m090324-1.html

3. 炊飯器のやけどの発生
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
4. 炊飯器のやけどの発生
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。
 - ・炊飯器の設計と製品のテストは、炊飯器の設計と製品のテストから始まる。

私の Success Story の問題点

- ・あきらめの悪い一人の小児科医と、企業内の個人の熱意によるStoryは続かない。
- ・安全であれば100%受け入れられるという単純な考えは、企業の論理と重ならない部分がある。
- ・Success Storyを素直に受け入れ、社会に普及させていくには、さらにいくつかのステップが必要である。

日々の事例からの 問題提起

- ・母親は、誤飲の危険性は知っていた。
 - ・親戚の男の子がやってきて、もらったばかりで、母親はよく見ていなかった。
 - ・ちょっと見たところ人形は大きかったので、まさかこんな大きな物は飲みこまないと思っていた。
- ・6月23日に便に排出された。

事例 7ヵ月28日 男児 ID 12751

2009年5月26日の7ヵ月健診では、誤飲について指導した。

6月21日（日）午後1時ころ、自宅の寝室でお座りをして人形の足をしゃぶっていたとき、姉がぶつかってバランスを崩し倒れた。母は横にいたが、気づいたら倒れていた。倒れた直後、数回ウエツとなり、顔色が青くなった。以後は機嫌も良好であったが、しゃぶっていた人形の靴がどこを探しても見当たらず、6月22日に当院を受診した。



次に診察した子どもの靴を見ると

4歳5ヵ月 男児

7ヵ月 男児



ドラゴンボール ピッコロ



まず基準ありき

基準に合致していればよい

靴に足を合わせる
(縫足方式)

症例 11か月 男児 ID 11750

平成20年6月9日、午前9時15分ころ、母親は台所で洗い物をしていた。急に泣き声があったので和室に行ってみると、乳児用ベッドの中で寝ていたはずの子どもが畳の上に倒れて泣いていた。嘔吐はなかったが、心配になって午前12時に緑園こどもクリニックを受診した。診察上、前額部の打撲以外に所見はなく、経過観察することとした。



ID 11750 11か月 男児

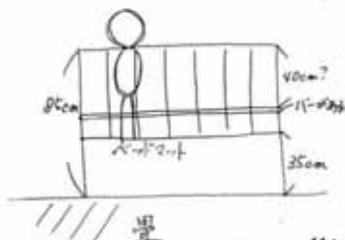
母親に状況を聞くと

- 子どもの発達段階は、伝い歩きができる状態。(身長：73 cm、体重：9 kg)
- 発見時、ベッドの柵は外れていなかった。
- ベッドから転落するには、ベッド内に足がかりになる物があるはずだが、薄い毛布以外、足がかりになるような物はない。
- 虐待や代理人によるミュンヒハウゼン症候群は考えにくい。



- ベビーガードの取り付け
<http://www.kotaka.co.jp/entry.html>
- ◆柵から畳上段までの高さ=65cm
 - ◆畳上段から足がかりとなる横柵までの高さ=113cm
 - ◆畳上段から足がかりまでの高さ=20cm
 - ◆柵と柵のすきま=7.6mm

ID 11750 11か月 男児



11か月 男児



ID 11750 11か月 男児

この事例に対して

製品安全協会の基準には合致している。

柵とは、転落を予防するための仕掛けであるのに、このベッドには乳児を転落させる構造が組み込まれており、未熟な製品である。



傷害の事例から
基準を作る

足に靴を合わせよう！



キッズデザインとものづくり ～事故予防に向けて～

企業はどのように事故予防に取り組めるか

事故データを利用したデザインの可能性



西田佳史

産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター CPEC

企業内での安全知識循環

重要な安全知識循環の仕組みづくりを考えたい！
(産層的:社会と業界と企業の連携プレー)



安全知識循環型社会

世界的にも新しい、実務的アプローチ (WHOも注目)



キッズデザイン産業・育児支援のための事故データの公開

- 2008/5/18公開
- 1,893人の被害ロケ
- 2009/1/5公開
- 41,228件のアクセス (2009/7/5現在)
- シンポジウム開催 8回 (08/3/12, 4/23, 5/18, 7/23, 8/8, 9/26, 09/2/11, 5/18)

企業内での安全知識循環 (現状の課題)

情報到達、情報活用、デザイン反映の問題

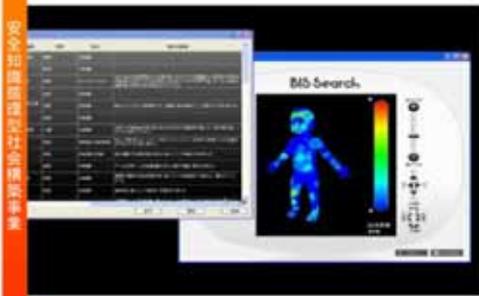


「キッズデザインの輪」の新サービス (8/7から)



- データベースの更新(4,129件公開 2006.11-2008.11)
- 製品入力支援機能の追加

「キッズデザインの輪」の新サービス



安全知識創造共同プロジェクト社会構築事業

安全知識創造共同プロジェクトの募集(H21年度)



<目的>

- 本事業による事故事例データベースや事故原因解析技術と企業のニーズのマッチングにより、事故原因の解明から製品改善までを加速化する
 - 企業で行う事故原因の分析や製品改善を補助(3-5件)
- #### <留意点>
- 他の企業、業界内外で利用できるような一般的な知見が導き出せるもの
 - 同種事故による傷害の頻度、重症度、緊急性、一般化可能性、社会ニーズの高さ土製品改善への応用性

安全知識創造共同プロジェクト社会構築事業

自転車からの転落による頭部傷害の予防 (自転車ヘルメットによる予防) B7から



安全知識創造共同プロジェクト社会構築事業

安全知識創造共同プロジェクト 採択テーマの発表

- 永大産業(株)
「転倒・転落での衝突衝撃を吸収する住宅内装建材」 **EID41**
 - (株)オージーケーカブ
「子ども用自転車ヘルメットの適合性と安全性」 **OGI K&M**
 - 住友林業(株)
「角等の性状による衝突安全性」 **住友林業**
 - (社)日本アムusementマシン工業協会
「硬貨返却口での指はさみ事故防止」 **JAMMA**
 - (社)日本技術士会 子どもの安全 研究グループ
「日本小児科学会雑誌Injury Alert事例の分析」 **日本技術士会**
- 6件応募頂き、審査の結果、5件を採択。

安全知識創造共同プロジェクト社会構築事業

傷害データが傷害予防につながった事例

- 病院での傷害データが傷害予防につながった事例
 1. 横浜市 公園遊具の改善 2008年5月 **横浜市**
 2. 国交省 JPFPAの公園遊具の安全基準 2008年8月 **国土交通省**
 3. (財)製品安全協会 ベビーカーの安全基準 2009年3月 **製品安全協会**
 4. パナソニックの火傷が起りにくい炊飯ジャー 2009年6月 **Panasonic**

安全知識創造共同プロジェクト社会構築事業

子どもの特性に配慮した製品デザイン(参考資料)

- 不慮の事故が子どもの死因の第一位
- 子どもの事故は予防可能
- デザイン力が必要
- 企業のデザイン力(国内をリード)
 - 事故情報をモノづくり技術へ還元し、他社製品との差別化
 - 育児支援機器のラインナップ(選択肢の提供)
 - データに基づく企業内の基準の改善
- 業界のデザイン力(世界をリード)
 - 業界の基準の策定と製品開発力・製品の安全性の向上
 - 業界の海外製品に対する競争力強化
 - ・ 基準の輸出と製品の輸出

安全で安心な住環境づくり

～ 犯罪から子どもを守る ～

2009.8.7

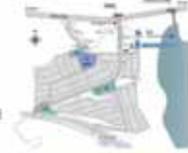
清水ハウス株式会社
住生活研究所
中村 孝之



リフレ岬 望海坂



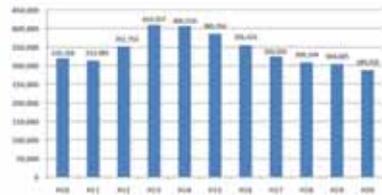
- ・大浜自動車部岬町
- ・南海本線「浜輪」駅下車 徒歩18分
- ・総面積47.8ha
- ・街区画数約600区画
- ・計画人口2000人の大規模団地
- ・「安全に」「便利に」「楽しく」暮らせる街
- ・2002年に創設



清水ハウス株式会社 2009.8.7

子どもの犯罪被害状況①

子どもが被害者となる犯罪は年間30万件も発生



＜ 子どもの刑法犯被害件数の推移 ＞

清水ハウス株式会社 住生活研究所
清水一丁目地区住生活研究所 2009.8.7

リフレ岬 望海坂

- ◆ 専任の警備員が24時間常駐
 - 3交代制、「顔なじみ」の安心感
 - 1日数回、街中を巡回「パトロール(毎回ルートを変える)」
 - 晝下校時の見守りも実施
 - 各住戸設置の警備システム作動時に緊急駆け付け



清水ハウス株式会社 2009.8.7

子どもの犯罪被害状況②

刑法犯被害件数に占める子どもの割合は約20%
子どもが被害に遭いやすい犯罪は、略取誘拐(連れ去り)と性犯罪

	認知件数	子どもが被害者となったケース	
全刑法犯	1,408,887	289,325	20.5%
強盗・強姦	155	111	71.6%
強制的いせつ	3,111	3,851	124.1%
公然わいせつ	812	426	52.5%
強姦	1,582	895	56.6%
強姦	6,189	2,813	45.5%
暴行	31,841	6,094	19.1%
傷害	28,291	5,516	19.5%
殺人	1,290	166	12.8%
強盗	3,378	262	7.7%
詐欺	44,158	1,028	2.3%

子どもが被害者となる割合が高い

清水ハウス株式会社 住生活研究所
清水一丁目地区住生活研究所 2009.8.7

リフレ岬 望海坂

- ◆ 各住戸に光ファイバーを導入
 - ITを利用した機器制御が可能
 - 暮らしの利便性にも寄与

- ◆ 街内の3ヶ所にWebカメラを設置
 - Webを介して自宅から閲覧可能
 - 公園で遊ぶ子どもの様子を自宅から見守ることができる

⇒ 「見守り」と「監視」の違い



清水ハウス株式会社 2009.8.7

リフレ岬 望海坂

◆ 防犯カメラに対する住民評価

< カメラがあることで安心感があるか >

注：色の約3/4はカメラによる安心感を持っている

< カメラがプライバシーを侵害していると思うか >

プライバシー侵害を感じる人は約4%ほど

資料：国土交通省国土院「2017 国土・国土計画調査報告書」2017
調査：国土院国土計画調査部 2018.12

リフレ岬 望海坂

◆ イメージアップ
(道路舗装に変化)

◆ コミュニティ形成につながる積極的な取り組み

ガーデニング 教室
もちつき大会
夏祭り
餅つき大会
防災訓練
防災講習会 4回

資料：国土院国土計画調査部 2018.12

リフレ岬 望海坂

◆ 防犯カメラの課題

- ・カメラ台数、設置場所とプライバシー侵害配慮の折り合い
- ・カメラ仕様の検討
 - 誰が閲覧するか？…住民同士？警備会社？録画場所のみ？
 - 録画量はどの程度？
- ・カメラ運用の取り決め
 - 録画データの管理方法は？
 - システムが誰が所有する？
 - 費用メンテナンスは？
 - カメラ故障交換時の対応は？

資料：国土院国土計画調査部 2018.12

コモンアベニュー毛野

共働き世帯を中心ターゲットに設定
（住宅費は共働き世帯平均110万・世帯年収約400万円）

- ・栃木県足利市八町町
- ・JR川毛線足利駅からバス
- ・街区画数 67区画
- ・敷地面積 約60坪
- ・用途地域 第一種住居地域
- ・30歳前半の共働き家族がメイン客層
- ・2008年に竣工

資料：国土院国土計画調査部 2018.12

リフレ岬 望海坂

◆ 団地入口のモニュメントで個域性を明示
→ 犯罪者の徘徊防止

◆ 団地内を通り抜けにくい道路計画
→ 不要な過渡交通の削減

資料：国土院国土計画調査部 2018.12

コモンアベニュー毛野

◆ 「ケータイホームシステム」を全戸標準装備

携帯電話（おサイフケータイ）のiFido機能を使った「安心」で「便利」な暮らしを提供できるシステム

- 子どもの帰宅連絡メールで知らせてくれる
- 遠隔地から家の温度確認、換気操作が可能
- カードキーを紛失してもリモコンで入居可能
- 遠隔地からインターネット回線の確認が可能
- 持ち物を持っていても家に帰る・外出確認
- 遠隔地から照明・エアコン、シャワーの操作が可能

資料：国土院国土計画調査部 2018.12

2009年8月7日
キッズデザインとものづくり

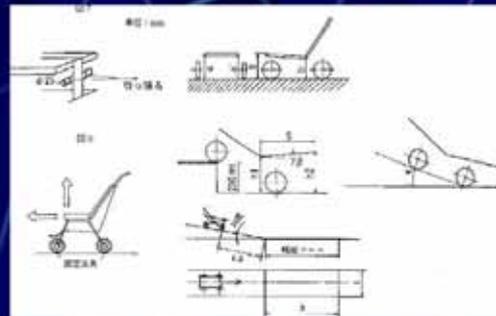
事故を受けての安全基準の改正 — 乳母車のケースから —

越山 健彦
(財)製品安全協会 調査役, Ph.D



乳母車の各国の安全基準

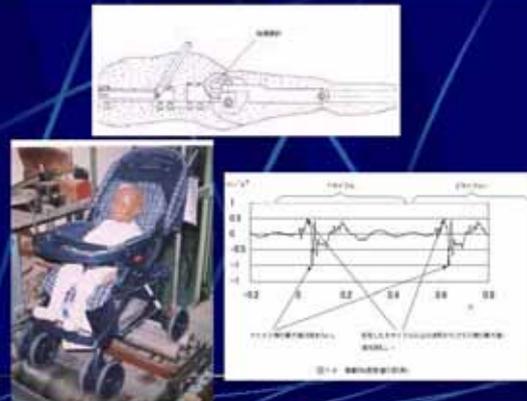
- ・米国 消費者製品安全法 § 1500 (ベビー用品の共通規格)
- ・米国 ASTM F833 乳母車の安全基準 (36月まで、折り畳みの固定性のみ規定)
- ・欧州 EN1888 乳母車の安全基準 (48月まで、折り畳みの固定性のみ規定)
- ・英国 BS6684 乳母車のハーネス (ベルト類に特化した規格)



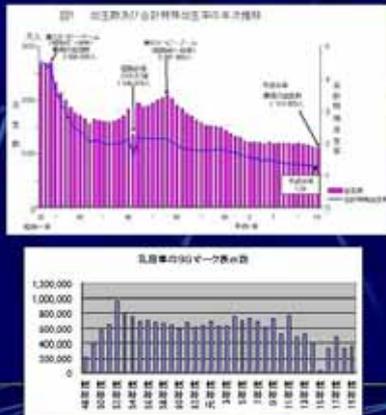
SG基準とは、Safety Goodsの頭文字

昭和48年に消費生活用製品安全法に基づきスタート。
平成12年に法改正で、財団法人化

- 基準の制定 昭和49年 5月23日 (通商産業大臣承認)
- 第一次改正 昭和50年 2月14日 (通商産業大臣承認)
- 第二次改正 昭和51年11月15日 (通商産業大臣承認)
- 第三次改正 平成16年 6月10日



参考



最近の事故から

- 1 折り畳み部位への対応
- 2 列車ドア挟み事故への対応

基本的な考え方

「折り畳み部位での挟み込み危険をゼロにすることはできない」

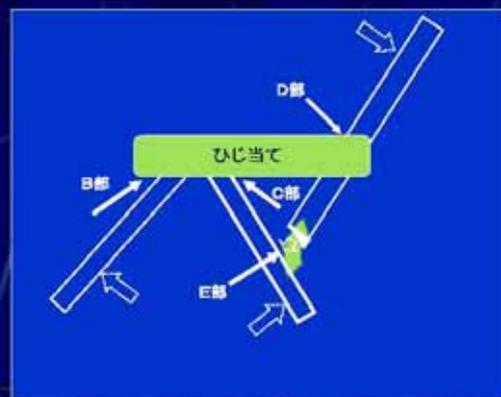
対策

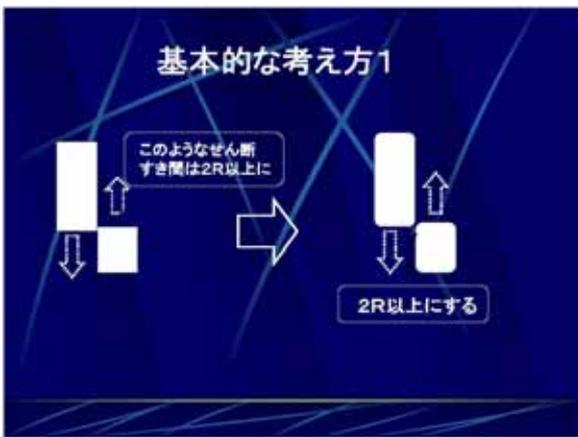
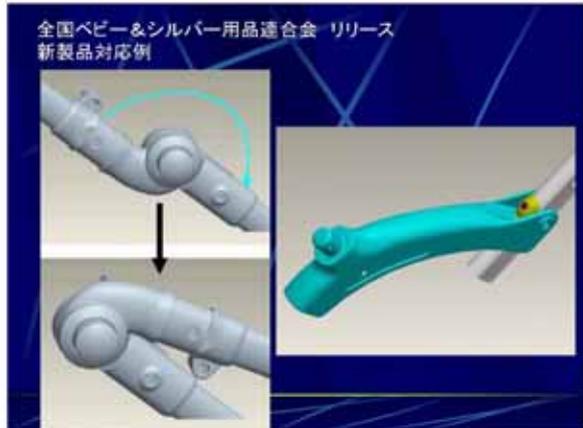
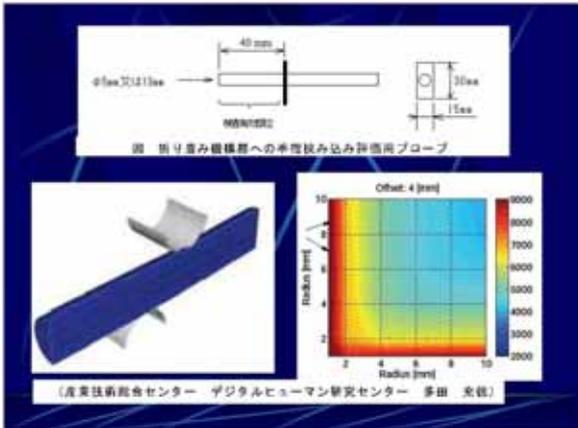
- 1 折り畳み部位をなくす
- 2 残る部位は、傷害のリスクを最小限にする機構に(2R)

1 折り畳み部位への対応



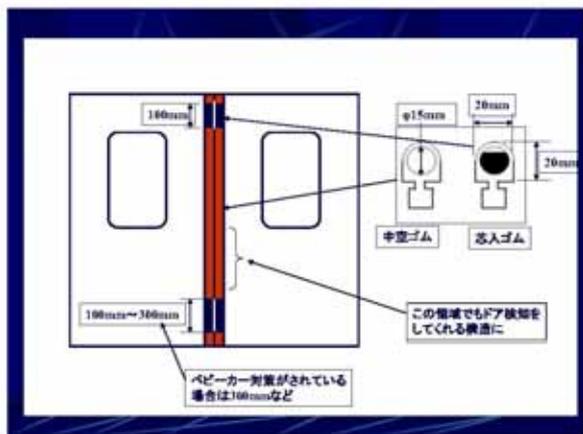
- ・2006年11月 新品購入時に9月女児の左手中指を挟む
- ・2006年11月 公園で1歳10月の左手小指を挟む
- ・2007年5月 2歳の幼児の左手薬指を挟む

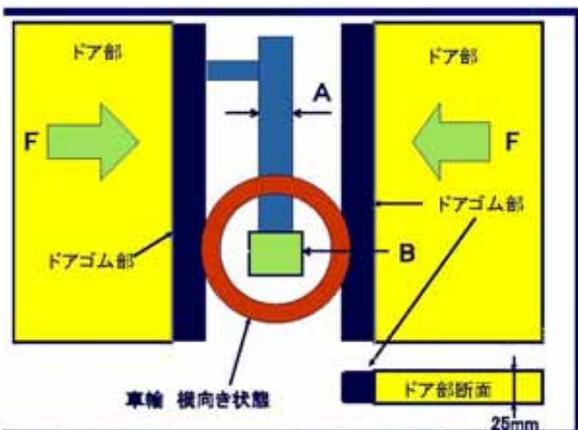




2 列車ドア挟み事故対策

- ・ 2002年9月4日 JR東日本東京駅京葉線で
- ・ 2007年5月24日 JR東日本神田駅で事故
- ・ 2007年9月20日 南海電車高野線萩原でも





安全は、製品だけに求めるのではなく、販売店、保育の指導者、使用環境の者などの理解と協力を
 そして
 消費者ご自身に

