

報道発表資料

令和7年3月19日
独立行政法人国民生活センター

抱っこひもからの子どもの落下に注意！
一生後数カ月の子どもの頭蓋内損傷などの重篤なけがを負っています

1. 目的

抱っこひもは、子どもを抱っこすることを補助する道具であり、子守帯やおんぶひもとして昔から活用されています。現在でも、ベビーカーや幼児が同乗できる自転車と並び、子どもを連れて移動する際の手段として広く利用されています。さらに、家庭内においても使用可能なことから、複数個を所有するケースもみられます。抱っこひもの安全性については、国内では唯一、SG基準にて構造や強度、表示について規定されていますが、任意の基準であり、市場に流通している商品にはSG基準に適合するもののほかに、海外規格にのみ適合するものもあります。

抱っこひもからの落下に関する事故については、2014年に東京都商品等安全対策協議会にて「抱っこひも等の安全対策^(注1)」として調査結果が報告されており、それを受けて2015年には抱っこひも安全協議会が設立されたほか、SG基準はより一層強化されました。また、同協議会や関係省庁などからも同様の事故について注意喚起されています^{(注2)(注3)(注4)}。

医療機関ネットワーク^(注5)には、抱っこひもを使用していた際の子どもの事件事例が、2019年度から5年10カ月の間で176件^(注6)寄せられており、抱っこしていた子どもが落下した事例はそのうちの138件でした。その中では、4件に1件の割合で骨折や頭蓋内損傷に至っており、抱っこひもからの落下は、重篤なけがにつながる危険性の高い事故であると考えられます。また、事例の中には正しい着用方法ではなかったために事故が起こったと考えられるものもみられます。

そこで、抱っこひもからの落下事故について情報を取りまとめ、消費者に注意喚起することとしました。なお、抱っこひもは、ベビーキャリア、スリング、ラップなどを包括して扱われることがあります。本資料においてはベビーキャリアを「抱っこひも」として扱います。

(注1) 「抱っこひも等の安全対策～東京都商品等安全対策協議会報告書～」東京都生活文化局（2014年12月）
<https://www.shouhiseikatu.metro.tokyo.lg.jp/anken/kyougikai/h26/>

(注2) 「2022年度抱っこひもの安全な使用に関する調査 結果報告書」抱っこひも安全協議会（2023年8月）
<https://dakkohimo.jp/wp-content/uploads/2024/03/hhr202308.pdf>

(注3) 「子ども安全メールfrom消費者庁 Vol. 587 抱っこひもからの転落や窒息に注意!」消費者庁（2022年4月8日）
https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/child/project_001/mail/20220408/

(注4) 「子ども安全メールfrom消費者庁 Vol. 637 抱っこひも ― 横からのすり抜けに注意」消費者庁（2023年9月29日）

https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/child/project_001/mail/20230929/

(注5) 消費者庁と国民生活センターとの共同事業で、消費生活において生命または身体に被害が生じた事故に遭い、参画医療機関を受診した事故情報を収集するもので、2010年12月から運用を開始しました。

(注6) 自転車に乗車中の事故は除く。件数は本公表のために特別に精査したものです。

2. 実施期間

検体購入：2024年11月～12月

テスト期間：2024年12月～2025年2月

3. 抱っこひもに関する基準

国内における抱っこひもについては、一般財団法人製品安全協会が定めている「抱っこひものSG基準（CPSA0027）」が唯一の基準です^(注7)。また、国外における抱っこひもの代表的な基準として、欧州の統一規格であるEN規格^(注8)や、アメリカの標準化団体によって策定されているASTM規格^(注9)があります。これらの基準では、抱っこひもの構造や強度、取扱説明書や商品本体への表示内容について規定されています。なおSG基準では、ダミー人形を使用して一定の動作を行い、落下する、または落下しそうになるかを確認する試験があり、これは国外の基準にはみられない、より安全性に配慮した独自の項目です。

(注7) 同基準では、乳幼児の身体をベルト等で保持したり、腕回りや足回り等の構造によって保持し、肩ベルト等によって装着するものを対象としており、スリングやラップは対象とされていません。

(注8) BS EN 13209-2:2015「Child use and care articles—Baby carriers—Safety requirements and test methods」Part 2: Soft carrier

(注9) ASTM F2236-24「Standard Consumer Safety Specification for Soft Infant and Toddler Carriers」



写真1. 抱っこひも（ベビーキャリア）の一例

4. 医療機関ネットワークに寄せられた事故情報

(1) 事故の概要

医療機関ネットワークには、抱っこひもを使用していた際の子どもの事故事例（ただし、自転車に乗車中の事例を除く^(注10)）が、2019年度から5年10カ月の間で176件^(注11)寄せられており、そのうち抱っこしていた子どもが落下した事例は138件でした（図1）。抱っこひもの特性上、被害者の約9割は0歳児であり、そのうち3カ月以下の子どもが半数を占めていました（図2）。

(注10) 「こどもを抱っこして自転車に乗ることは危険ですー転倒・転落によりこどもが頭部に重篤なけがをすることもー」国民生活センター（2022年11月16日公表）

(注11) 事故事例の中には、ベビーキャリアのみでなくスリングやラップによる事故事例が含まれている可能性があります。

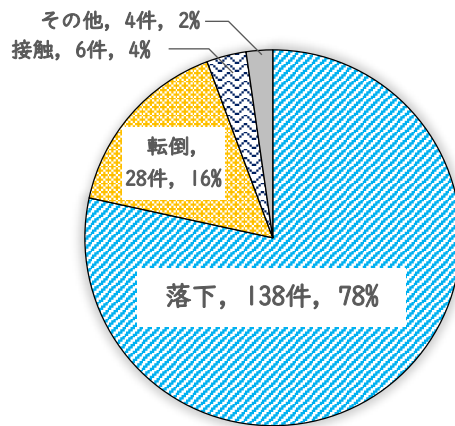


図1. 危害の内容 (n=176)

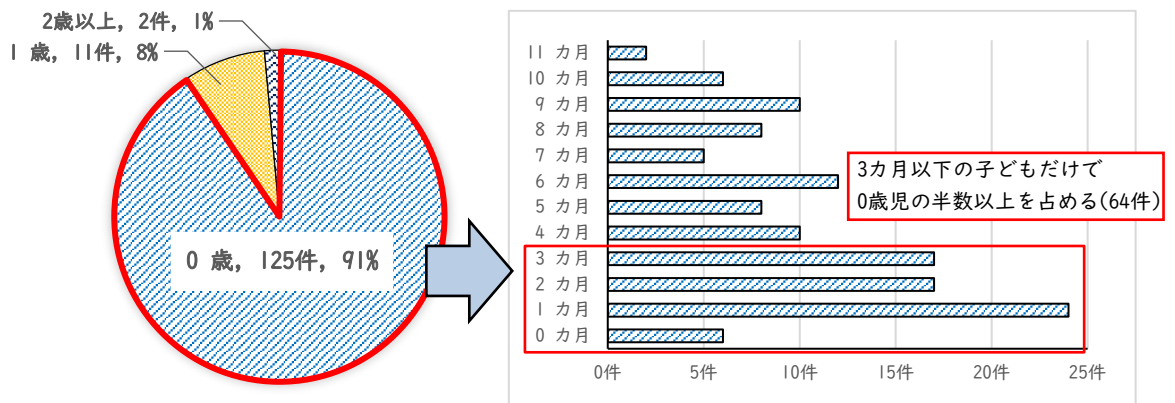


図2. 落下による被害者の月年齢 (n=138)

また、落下による危害の内容では、4件に1件の割合で骨折や頭蓋内損傷といった重篤なけが(37件)に至っていることが分かりました(図3)。年齢別にみると、1件を除く36件が0歳児であり、その中でも月齢の低い子どもがこれらのけがを負っている傾向がみられました(図4)。

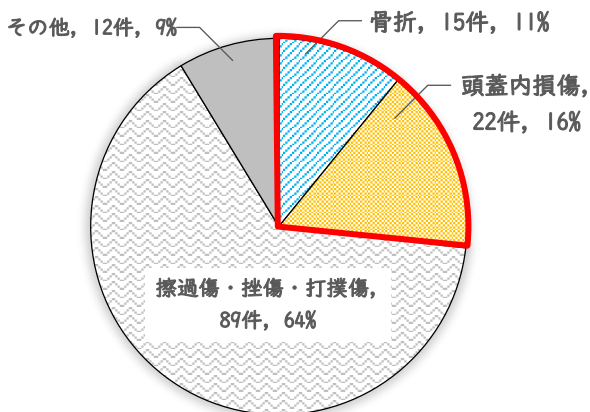


図3. 落下による危害の内容 (n=138)

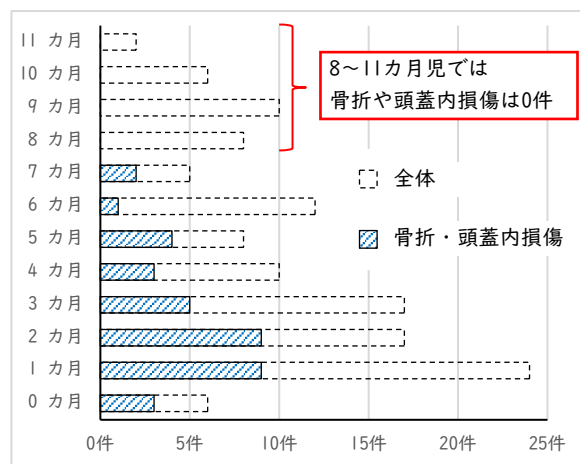


図4. 0歳児の月齢別のけがの分布

1) 着用中の落下事故

落下事故のうち、約7割は着用中に発生した事故でした（図5）。そのうち、抱っこひもから子どもがすり抜けたことによる事故が7割（図6）の67件を占め、うち65件は0歳児であり、全体の傾向と同様に3カ月以下の子どもが39件で半数以上を占めていました（図7）。

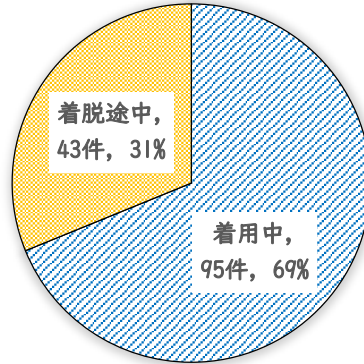


図5. 落下事故のタイミング (n=138)

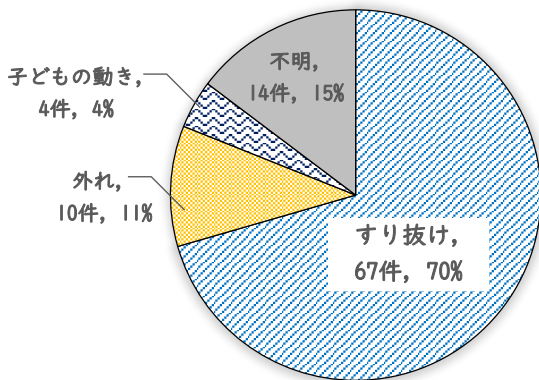


図6. 着用中の事故の原因 (n=95)

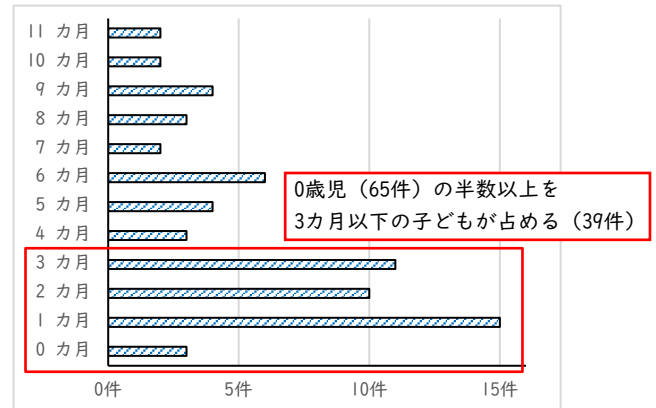


図7. すり抜けによる事故の0歳児の月齢 (n=65)

子どもが抱っこひもからすり抜けて落下した事故の装着状態をみると、分かっているだけでも約4割は、緩めて装着していたなどの誤った装着状態であったと考えられました（図8）。また、事故時の着用者の姿勢は、前屈（かが）みや横に身体を傾けた際が半数を占めていました（図9）。

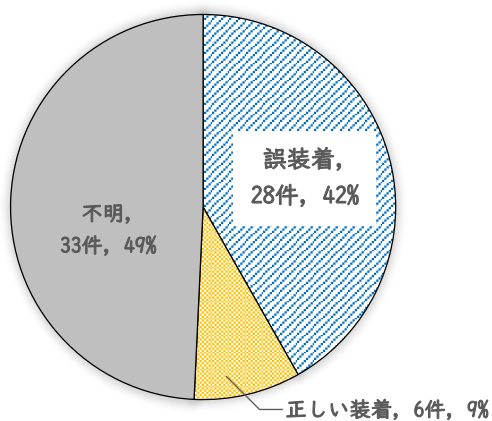


図8. 装着状態 (n=67)

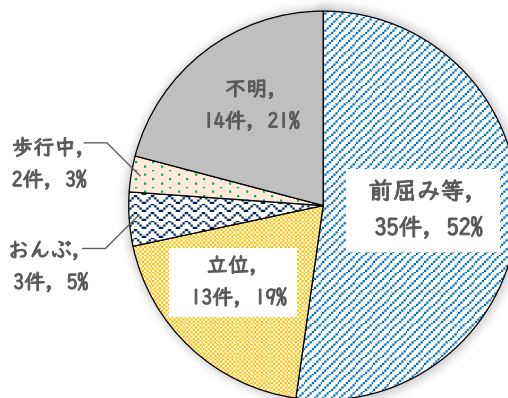


図9. 着用者の姿勢 (n=67)

2) 着脱途中の落下事故

着用中だけでなく、着脱途中でも落下事故が発生しており、着脱途中の事故の原因は、すり抜けによるもののほかに、子どもの動きによるものが一定数みられました(図10)。また、着用者の姿勢では、立位のほかに、おんぶの際に落下する事例もみられました(図11)。

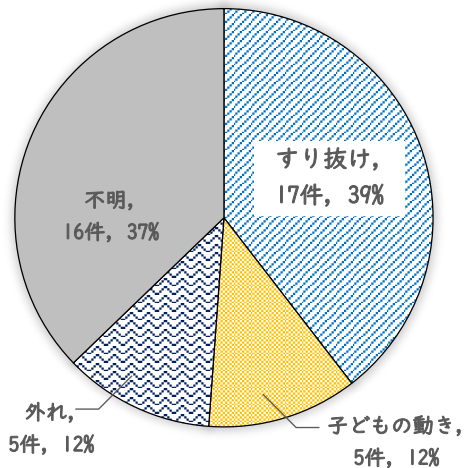


図10. 着脱途中の事故の原因 (n=43)

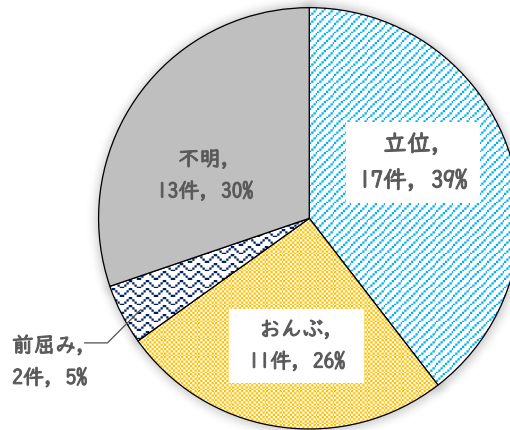


図11. 着用者の姿勢 (n=43)

(2) 主な事故事例

1) 誤った装着状態による事故事例

【事例1】

保護者が抱っこひもで子どもを抱っこしていた。やや前屈みになって両手を洗っていたところ、脇の部分からすり抜けて落下した。装着した後にサイズの調整をしておらず、緩いと思っていた。

(事故発生年月：2023年10月、0歳3カ月、女兒)

【事例2】

自宅玄関先にて、保護者が抱っこひもで子どもを抱っこ中、横からすり抜けコンクリートに右頭部から落下した。子どもは寝ており、抱っこひも内で体が丸くなっていた。安全ベルトは使用していなかった。頭蓋内血腫、頭蓋骨骨折。約3週間入院。

(事故発生年月：2023年9月、0歳9カ月、女兒)

【事例3】

縦対面抱きで抱っこしていた。子どもの頭が傾き、直そうと思ったところ落下した。安全ベルトは使用しておらず、子どもの顔と自分の胸が接していると苦しそうと思い、隙間が空くようにベルトを緩めていた。右頭頂骨線状骨折、急性硬膜外血腫、左外傷性くも膜下出血。約1週間入院。

(事故発生年月：2022年11月、0歳1カ月、男児)

2) 装着途中の事故事例

【事例4】

子どもを抱っこひもで抱っこしようと立ち上がった状態で抱え、後方のバンドを止めようとしていた際に、肩ひもがずれて子どもが頭部より落下した。約1週間入院。

(事故発生年月：2024年4月、0歳2カ月、男児)

【事例5】

子どもを抱っこした状態で立っていた。抱っこひもをつけるためにひもを締めようとしたところ、子どもがのけぞり約1mの高さから落下した。大腿骨骨折。約3カ月間通院。

(事故発生年月：2024年2月、0歳4カ月、男児)

【事例6】

抱っこひもで抱っこした状態からおんぶに切り替えようとした際、抱っこひもから子どもが滑り落ちてしまい受傷。1mほどの高さからフローリングの床へ左側頭部から落下した。

(事故発生年月：2023年10月、0歳4カ月、男児)

5. 医師のコメント

国立研究開発法人国立成育医療研究センター 副院長 救急診療部 統括部長
植松 悟子 先生

小児外傷患者において、抱っこひもからの落下事故による受診は稀ではありません。当センター救急外来の受診状況からみた特徴では、月齢1～3カ月の早期乳児が発生の半数以上を占め、中でも月齢1カ月の乳児が多くみられます。落下時の状況では、抱っこひもの着脱途中、ストラップの調整中、前屈みになった時、抱っこひもが外れた時など、さまざまな場面で発生しています。落下高さの平均は約95cmであり、ソファや大人用ベッドからの落下に比べても高い位置からの落下が多い傾向です。そのため、頭蓋骨や顔面骨骨折、頭蓋内血腫、くも膜下出血を発症するケースが約3割あり、他の落下症例における受診と比較して著しく多くみられます。また、骨折や頭蓋内損傷を負った子どもの平均月齢は1.9カ月であり、骨折や頭蓋内損傷がなかった症例の平均月齢4.3カ月と比較して低月齢であると言えます。抱っこひもからの落下では、月齢3カ月頃までの乳児が多く、高い位置からの落下となるため、頭蓋骨が薄く脆弱な時期に高いエネルギーを伴う外傷となり、骨折、くも膜下出血を含む、頭蓋内の出血に至る危険性が高くなります。

事故を防ぐために注意すべき点として、身体が小さい月齢1～3カ月で多く発生していることから、抱っこひもが、子どもの体格や月齢に適応しているかを確認すること、使用する時にはストラップ調整により抱っこひも、子ども、保護者の身体に隙間が出来ないように適切に装着することが大切です。特に、兄弟に使用していた場合や、他人から譲り受けた場合では、使用する子どもにあわせたサイズに調整する必要があります。また、落下防止ベルト等の付属品も必ず装着してください。譲渡されたものでは、すべての部品や付属品がそろっていないこともあるので注意が必要です。着脱時やストラップ調整時の落下も発生していることから、ソファに座って子どもの位置を低くするなど、万が一の落下時にも衝撃を軽減できる方法を心がけることも大切です。

6. テスト

医療機関ネットワークに寄せられた事故事例を参考に、事故の発生状況を再現しました。再現に使用した抱っこひもは、神奈川県相模原市内の実店舗及びインターネット通信販売にて販売されていた商品の中から12銘柄を選択しました。いずれも、実際の事故とは関係なく選択したもので、このうち規格基準の適合表示があったものは8銘柄でした。

(1) 誤った装着状態による着用中の事故の再現

緩めて装着した抱っこひもは、取扱説明書に従って装着したときに比べて隙間が大きく、姿勢によっては落下の危険性が高いと考えられました

医療機関ネットワークに寄せられた抱っこひもからの落下事故のうち、分かっているだけでも約4割は装着状態が緩かったなど誤った装着によるものでした。抱っこひもを緩めて装着した場合、取扱説明書に従って装着したときに比べ、開口部などの子どもが落下する危険性のある隙間が大きくなりました（写真2）。この状態で着用者が前屈みなど身体を傾けた場合、子どもの身体が容易にすり抜ける可能性が考えられます（写真3）。また、着用者が変わったり、同じ着用者であっても服装が変わることで装着状態が変わることも考えられます（写真4）。

装着の都度必要となる調整については、多くの商品で肩ベルトの端部を引くことで調整可能な構造を有していましたが、ベルトを引く方向が異なるものもあり、正しく使用するにあたっては取扱説明書を確認する必要があると考えられました（写真5）。



写真2. 抱っこひもの装着状態の比較



前屈みになると頭部を下にして落下する危険性

写真3. 緩めて装着したことにより抱っこひもから落下する様子



服装が変わると装着が緩くなるため調整が必要
 写真4. 服装による着用状態の違い

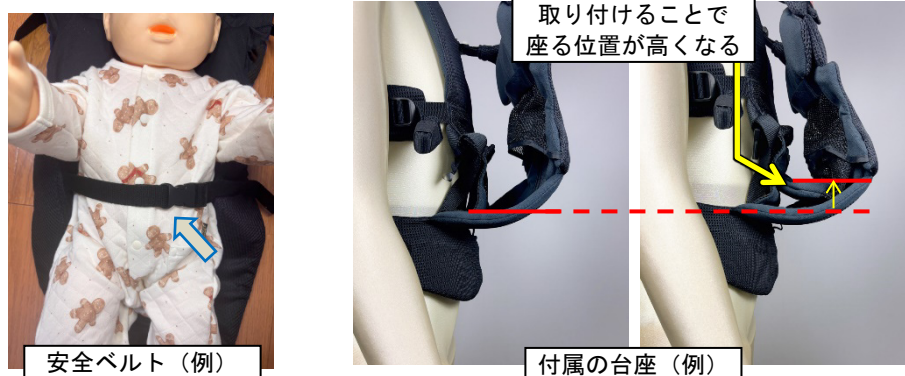


前方に引いて調整するタイプ

後方に引いて調整するタイプ

写真5. 肩ベルトの調整方法（一例）

また、商品の中には、子どもの腹部などに取り付ける安全ベルトや座る位置を高くするための台座が付属しているものがありました（写真6）。これらは身体の小さい月齢の低い子どもを安全に抱っこするための装備でもあり、正しく使用しなかった場合には、落下の危険性が高くなります。このほか、取扱説明書に記載されていない装着方法も落下の危険性を高める一因になると考えられます（写真7）。



安全ベルト（例）

取り付けることで座る位置が高くなる
 付属の台座（例）

写真6. 安全のための付属品（一例）



子どもの肩を出した状態

※商品によっては子どもの肩を出した状態で乗せることが可能な商品もあります
写真7. 取扱説明書に記載されていない装着方法（一例）

（2）着脱途中の事故の再現

抱っこひもを着脱する際やおんぶに切り替える際に子どもが激しく動くなどすると、落下する危険性があると考えられました

抱っこひもには、装着前の抱っこひもに子どもを乗せてから着用者が装着するタイプ（先乗せタイプ）と、着用者が抱っこひもを装着した後に子どもを乗せるタイプ（後乗せタイプ）があります。先乗せタイプは、着用者の背中側のバックルを最後に留めるものが多くみられました（写真8）。一方、後乗せタイプは、子どもを乗せる際に片手で子どもを支えながら前方のバックルを留めるものが多くみられました。どちらのタイプであっても、着脱途中に不意に子どもが激しく動くなどした場合は、落下する危険性があると考えられました（写真9）。

また、首がすわるなど、子どもが一定の月齢を超えると、おんぶなど抱っこ以外の着用ができる商品もあります^{（注12）}。事例の中には、おんぶのために子どもを背負う際や、抱っこした状態から子どもを降ろさずに着用者の背中に移動させようとした際に落下してしまった事例もみられました。おんぶへの切り替えの際も着脱途中と同様に、不意に子どもが激しく動くなどした場合には、落下する危険性があると考えられました（写真10）。

（注12）抱っこひものSG基準では、背負い式（おんぶ）の適用対象年齢を、首がすわった乳児期（4カ月）から36カ月までの間の任意の範囲としています。



背中側のバックルを最後に留める



片手で支えながら前方のバックルを留める

写真8. タイプ別の装着方法（一例）



着脱途中に子どもが激しく動くと落下する危険性

写真9. 着脱途中の落下



おんぶに切り替える際に

子どもが激しく動くと

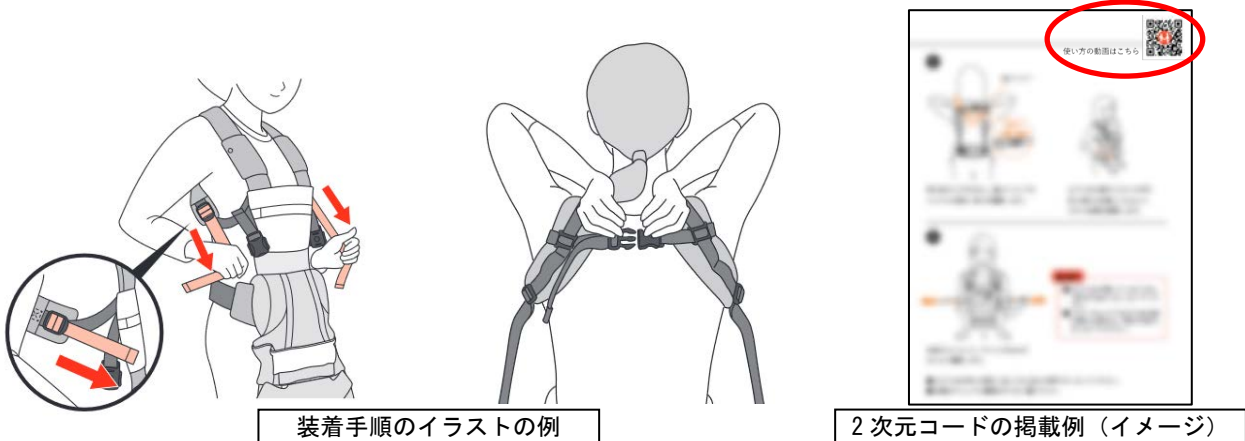
落下する危険性

写真10. おんぶに切り替える際の落下

(3) 表示の調査

基準に適合している商品の取扱説明書には、装着方法がイラストで記載されているほか、映像によって確認できるものもみられました。ただし、国外の規格のみに適合している商品では、注意表示が英語のみで表記されていたものや、適合表示がない商品では、装着方法や注意事項を確認できないものもありました

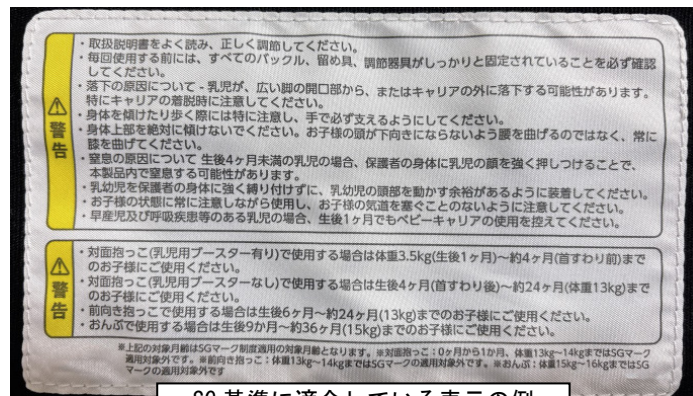
テストに使用した抱っこひもについて、取扱説明書及び商品に貼付されている表示を確認しました。SG基準では、取扱説明書における装着方法について、図や写真を併記して理解しやすくすることを推奨しています。実際にSGマークの付いている商品の取扱説明書には、装着手順がイラストとともに記載されていたほか、2次元コードをスマートフォンなどで読み取ることで、映像による装着方法を確認できるものもみられました(写真11)。また、SG基準や国外の規格においては、適用対象月齢などのほか、落下や窒息に関する使用上の注意を記載することが求められており、基準に適合している商品では、これらの注意事項が記載されていました(写真12)。特に落下については、着脱時に注意する旨や子どもの頭が下向きにならないように腰ではなく膝を曲げる旨が記載されていました。ただし、国外の規格のみに適合している商品では、注意表示が英語のみで表記されていたものがあつたほか、規格基準の適合表示がない商品においては、正しい装着方法や注意事項を確認できないものもありました。



装着手順のイラストの例

2次元コードの掲載例（イメージ）

写真11. 取扱説明書に記載された装着方法等（一例）



SG 基準に適合している表示の例



国外の規格のみに適合している表示の例

警告
落下と窒息の危険性

落下の危険 - 乳児が足の広い開口部から落ちたり、キャリアから落ちたりする可能性があります。

- 赤ちゃんの足にぴったり合うように足の開口部を調整します。
- 使用する前に、すべての留め具が固定されていることを確認してください。
- 前屈みになったり、歩くときは特にご注意ください。
- 腰は絶対に曲げないでください。膝を曲げます。
- このキャリアは、体重 8 ポンドから 45 ポンドまでの子どもにのみ使用してください。

窒息の危険 - 生後 4 カ月未満の乳児は、顔が着用者の体に強く押し付けられると、この製品で窒息する可能性があります。

- 幼児を体にきつく締めつけないでください。
- 頭の動きに余裕を持たせてください。
- 乳児の顔に常に障害物がないようにしてください。

子どもは顔をまっすぐに保てるようになるまで着用者の方を向かせてください。

※商品に記載されていた英語表記を当センターにて和訳したものです。

写真12. 注意表示（一例）

7. 消費者へのアドバイス

(1) 0歳児、特に月齢の低い子どもが抱っこひもからの落下によって重篤なけがを負う事故が発生しています。抱っこひもを着用する際には、取扱説明書に従い正しく装着して使用しましょう

医療機関ネットワークに寄せられた事故情報では、抱っこひもからの落下事故の9割が0歳児であり、月齢3カ月以下の子どもがその半数を占めていました。また、骨折や頭蓋内損傷など重篤なけがは月齢の低い子どもに集中しています。落下事故の原因の一つとして、抱っこひもを誤った方法で装着していたことが挙げられます。事故を未然に防止するためにも、取扱説明書に従い正しく装着して使用しましょう。また、着用者が変わったり、同じ着用者でも服装が変わることで装着状態は変わるため、使用の都度調整するよう心掛けましょう。

(2) 抱っこひもは子どもの抱っこを補助するための道具です。抱っこひもを着用した状態での前屈みはせず、手で支えながら膝を曲げてしゃがむようにしましょう

着用者の姿勢が落下事故の原因となることもあります。抱っこひもを着用中の落下事故のうち、半数は着用者が前屈みになったり、横に身体を傾けた際に起こったものでした。特に前屈みの姿勢で子どもが抱っこひもから落下した場合、頭部を下にした状態となり、頭部を受傷するリスクが非常に高くなると考えられます。抱っこひもは子どもの抱っこを補助するための道具であることを認識したうえで、抱っこひもを着用した状態で腰を曲げた前屈みの姿勢になることがないように、手で支えながら膝を曲げてしゃがむようにしましょう。

(3) 着脱の際や着用姿勢を変える際は、低い姿勢で行うようにしましょう

抱っこひもを着脱する際、装着が不完全な状態で子どもが激しく動くなどすると、落下する危険性があります。着用者が立った状態で子どもが抱っこひもから落下すると、頭蓋骨の骨折など中程度の頭部損傷が生じる可能性が高くなると考えられます^(注13)。着脱の際や着用姿勢を変える際は、取扱説明書に従って着用するとともに、可能な限り低い姿勢で行うようにしましょう。特におんぶなど、子どもの状態が確認しにくい姿勢の場合は、できるだけ周囲の人に協力してもらうなど、安全を心掛けましょう。

(注13) 頭部への衝撃と損傷リスクの関係を分析、検討する評価基準(HIC)より。詳細は10. 参考資料を参照。

8. 業界・事業者への要望

抱っこひもからの落下事故を未然に防止するため、抱っこひもを正しく装着して使用するよう消費者へ引き続き周知啓発するよう要望します

抱っこひもからの子どもの落下事故が継続して発生しています。事故の9割が0歳児であり、その半数は頭蓋骨が薄い月齢3カ月以下の子どもであることから、落下した際には重篤なけがを負う危険性があります。落下の原因の多くは、誤った装着によるものや、前屈みの際のすり抜けなどが挙げられます。抱っこひもからの落下事故を未然に防止するため、消費者が理解しやすい表示等を行うとともに、抱っこひもを正しく装着して使用するよう消費者へ引き続き周知啓発するよう要望します。

9. 行政への要望

抱っこひもからの落下事故を未然に防止するため、抱っこひもを正しく装着して使用する旨について消費者へ引き続き周知啓発するよう要望します

抱っこひもからの子どもの落下事故が継続して発生しています。事故の9割が0歳児であり、その半数は頭蓋骨が薄い月齢3カ月以下の子どもであることから、落下した際には重篤なけがを負う危険性があります。落下の原因の多くは、誤った装着によるものや、前屈みの際のすり抜けなどが挙げられます。抱っこひもからの落下事故を未然に防止するため、抱っこひもを正しく装着して使用する旨について消費者へ引き続き周知啓発するよう要望します。

○要望先

こども家庭庁	(法人番号 7000012010039)
一般財団法人製品安全協会	(法人番号 1010505002118)
抱っこひも安全協議会	(法人番号なし)

○情報提供先

消費者庁	(法人番号 5000012010024)
内閣府 消費者委員会	(法人番号 2000012010019)
文部科学省	(法人番号 7000012060001)
厚生労働省	(法人番号 6000012070001)
経済産業省	(法人番号 4000012090001)
公益社団法人日本小児科学会	(法人番号 5010005018346)
特定非営利活動法人Safe Kids Japan	(法人番号 5010905002878)
オンラインマーケットプレイス協議会	(法人番号なし)

本件問い合わせ先

商品テスト部：042-758-3165

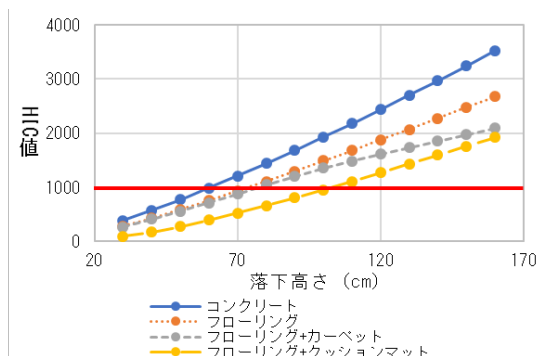
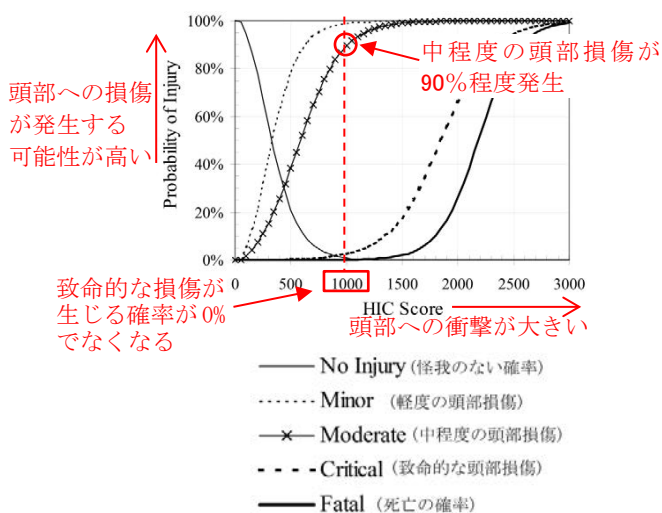
10. 参考資料

頭部傷害リスクの評価基準 Head Injury Criterion (HIC) ^(注14)

頭部への衝撃と損傷リスクの関係を分析、検討する評価基準にHIC ^(注15) があります。HIC値は大きいほど頭部への衝撃が大きく、増加に伴い、損傷が発生する可能性も高くなります(図12)。HIC値が1,000に達すると、致命的な頭部損傷が生じる確率が0%ではなくなり、中程度の頭部損傷(頭蓋骨の骨折や、意識喪失を伴う顔の骨折や深い切り傷など)が90%程度の確率で生じるとされています。国立研究開発法人産業技術総合研究所で実施した子どもの転落・転倒事故の分析では、1歳児が床と水平な状態(寝かせた状態)で転落したと想定してシミュレーションした場合の転落高さ及び落下したときの床材、HIC値の関係が算出されています(図13)。抱っこひもで抱えられた子どもの頭部が100cmの位置にあるとすると、そこから転落した場合、フローリングにクッションマットを敷いた床であってもHIC値は1,000を超え、屈んだ状態で子どもの頭部が50cmほどの位置にあったとしても、硬いコンクリートではHIC値は1,000に近くなります。抱っこひもから転落した場合、頭部が大きい子どもは、頭から転落するため、頭部を受傷することが多く、より損傷リスクが高まる可能性が考えられます。

(注14)「おむつ交換台からの子どもの転落に注意！—頭部損傷リスクが高く、入院する事例が寄せられています—」国民生活センター(2020年3月19日公表)より、一部改変。

(注15) 頭部損傷基準値といい、重篤な損傷の起きやすい頭部に注目した損傷リスクの評価基準。欧州規格EN1177では、遊具の下の地表面の衝撃減衰力の評価値として採用されている。



データ提供：国立研究開発法人 産業技術総合研究所

コンクリート：200mmの厚さのコンクリート
 フローリング：ナラ鍍付複合板、コンパネ(広葉樹合板、パチクルボードを重ねた45mmのフローリング)
 カーペット：ポリエステル98%の4mmのカーペット
 クッションマット：EVA樹脂製の12mmのマット

図12. HIC値に対する頭部損傷程度別の発生確率 ^(注16)

図13. 1歳児が落下した場合の高さ及び落下した床材とHICの関係

(注16) 中野正博、松浦弘幸、玉川雅章、山中真、行正徹(2010)『頭部損傷基準値(HIC)の理論的分析』パイオ・ファジィ・システム学会誌 vol.12 No.2 pp.57-63 より一部改変。