

自転車走行中における転倒事故防止に関わる 子どもの身体データ及び動作の評価、解析

株式会社ブリヂストン



プロジェクトの目的

2008 年警察庁交通事故統計⁽¹⁾によると、自転車事故の大半は自動車、二輪車を始めとする動力車との衝突事故であるが、最近十年の推移をみると自転車相互の事故、対人事故及び自転車単独事故の比率が大きく増加していることが分かる（図 1）。

キッズデザイン製品開発支援事業（2）の子供の事故情報の解析によれ

ば、自転車の事故は事故全体の 7.9% で最も多い事故となっている。2006 年 11 月から 2008 年 11 月の 2 年間に（独）国立成育医療研究センターで収集された自転車関係の事故情報 250 件を解析すると、自転車事故の中で転倒事故は、単純転倒事故 57.8%、衝突による転倒事故 14.7% で、合わせて 72.5% と子供の自転車に関する事故の大多数を占める。

この 72.5% の転倒事故をさらに層別すると、子供が父母や祖父母に乘せてもらう同乗中と子供が自ら運転する運転中と比較すると、ほぼ同じくらいの比率で事故が発生している（図 2）。また、自転車を運転したり手押ししたりしている走行時と、自転車を止めている停止時と比較すると、走行時が約 71% を占めており、走行時の転倒防止の配慮が重要であることが認識で

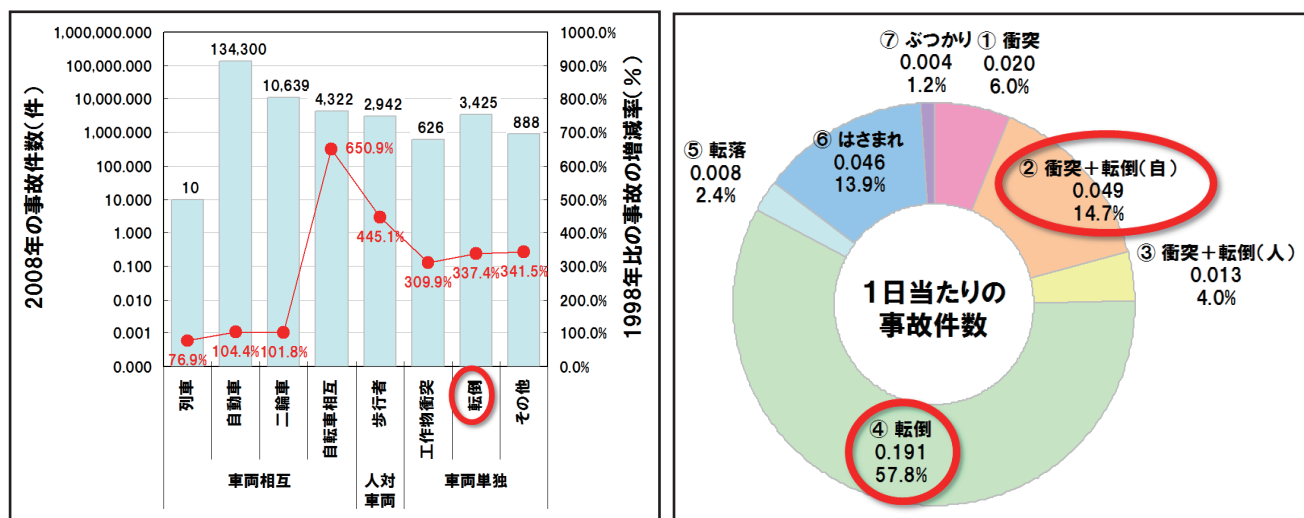


図 1. 事故の種類と事故の件数（左）と一日当たりの事故件数（右）

きた（図2）。そこで、本プロジェクトでは子供に關係する自転車事故の中で、特に走行中の転倒事故に焦点を当てた。

走行時の転倒事故に絞って、子供がどのような状況にいたかということを解析すると、走行時の転倒については子供が自ら運転している時に約67%と、より多くの転倒事故が発生していた。さらに、子供が自ら運転している状況での転倒事故の原因をまとめると、衝突による転倒を始めとして、スピードの出しすぎ、急ブレーキ等々の制動に絡む原因が多く、ついで道路状況による攪乱因子によりバランスが崩れることが多いことがわかった（図3）。

さらに、注目すべきことはこれらの事故の多くが平坦路で発生しているという事実である。もちろん、坂道や段差のある状況でも転倒事故は発生しているが、通常の平坦路で多くの転倒事故が発生しているということは、事故のリスクを理解し運転することができれば、また自転車で安全な運転を補助できれば、事故を削減することが条件的にはやりやすいということを意味するからである。

以上の状況より、本プロジェクトではバランスが崩れる原因が起こる前に自転車の制動をかければ良いとの発想により自転車のブレーキ制動に關係する項目と自転車運転中にバランスが崩れても足が十分に着けば転倒に至らないであろうとの考え方により、脚の長さに關係する項目を計測することとした。ブレーキ制動に關しては、子供の手の大きさ関わる寸法と子供がブレーキをかける上で必要な握力に着目して項目を設定し計測を行った。脚の長さに關係する指標としては股下高を計測した。

実施方法

測定項目は、ブレーキ制動に關係する手の大きさと握力、足が地面に届く為の脚の長さに關係すると思われる股下高を計測した。

本プロジェクトでの対象は子供が自分で運転する時の転倒事故の削減である。図4は子供が運転する走行時の転

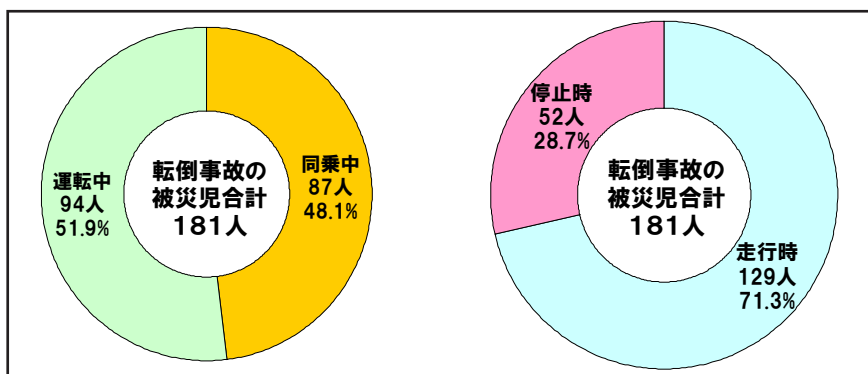


図2. 転落事故状況の分類

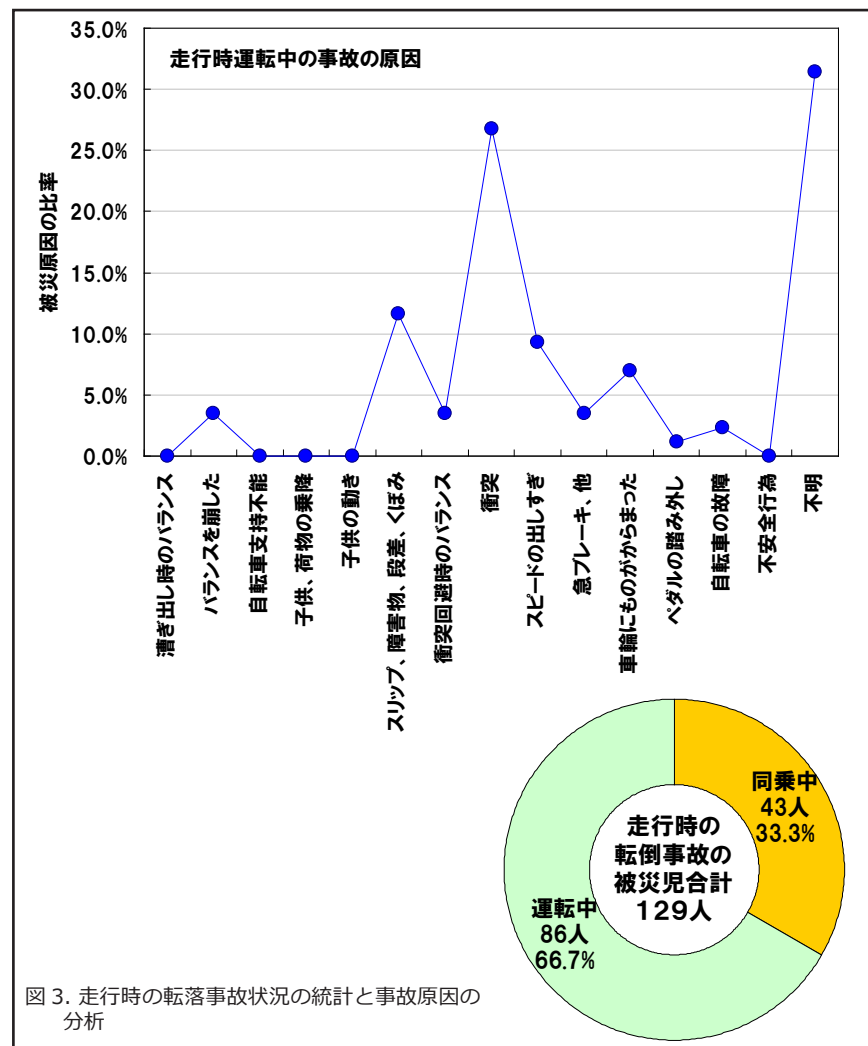


図3. 走行時の転落事故状況の統計と事故原因の分析

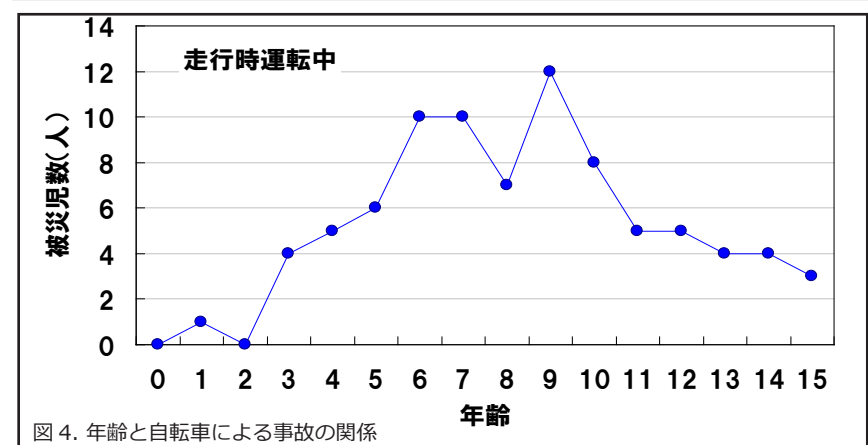


図4. 年齢と自転車による事故の關係

倒事故の年齢別の被災児数の分布であるが、被災児の年齢は3歳以上の子供で発生していることが確認できる。今回は1歳から9歳までの子供を対象に計測を行ったが、警察庁の事故統計⁽¹⁾では、最も自転車事故の多い年代は16歳から24歳までというデータもあるので、今後は小学生後半から高校生の年齢層の高い子供のデータが必要と考えている。

1. 手の大きさと握力測定

ブレーキと関係する手の特性については、ブレーキ形状との関係で手の大きさとブレーキの作動と関係する握力を測定した。

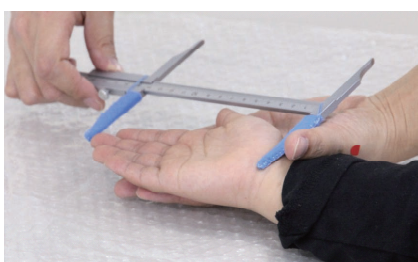
●手の大きさに関する子供の人体寸法としては、下記の項目を計測した。また、計測はすべて右手のみで行った。

- ・手長
- ・手掌長
- ・第3指近位関節－指先長
- ・第3指遠位関節－指先長
- ・手幅（斜め）

●握力測定は、主に大人用の握力計を用いて行った。また、同時に自転車ブレーキ形の握力計を作成し、計測の可能性を模索した。

2. 股下高の測定

自転車運転中に足が地面に到達する指標として股下高を計測した。股下高については従来6歳迄のデータしか無かったので、本プロジェクトでは1歳から9歳までの子供のデータを計測した。



手長の計測



手掌長の計測



第3指遠位関節－指先長の計測



第3指近位関節－指先長の計測



図5. 手の寸法計測の箇所と方法

手幅の計測



大人用の握力測定状況



ブレーキ形握力計の全体



図7. 股下高の測定

※ 股下高の計測風景



ブレーキ形握力計の計测试行風景

図6. 握力計測

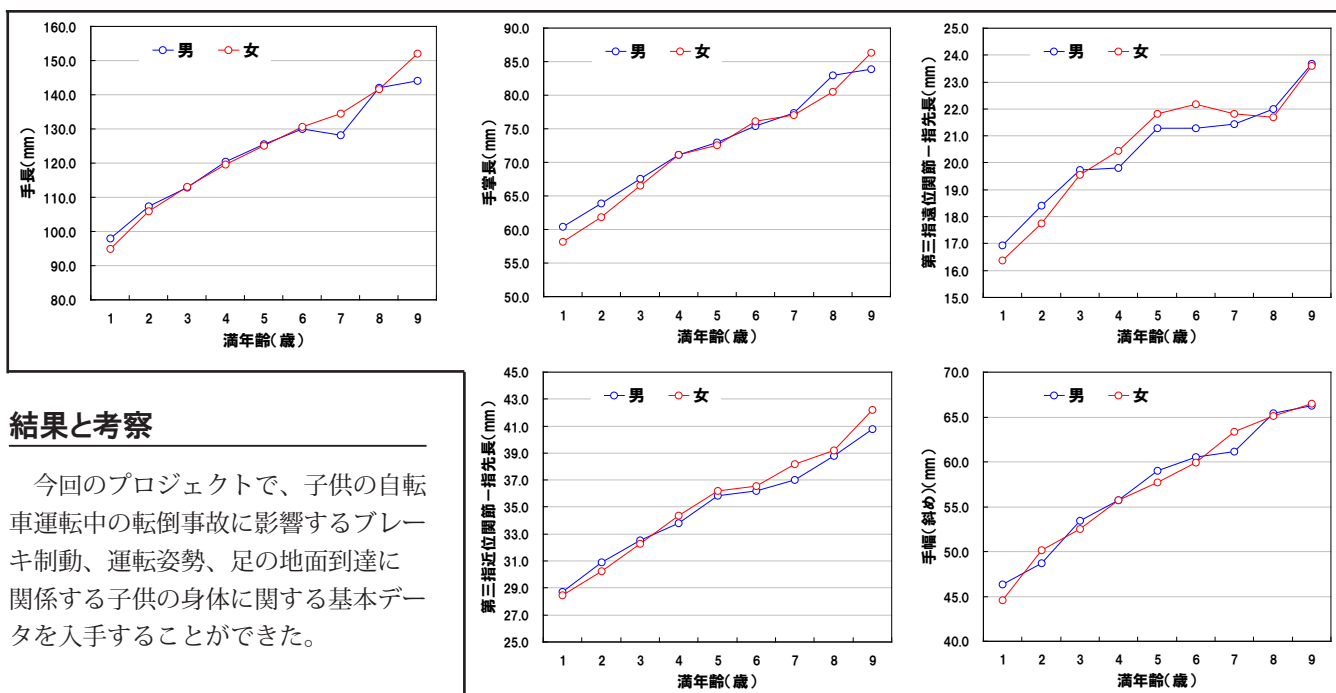


図 8. 年齢と手の寸法との関係

結果と考察

今回のプロジェクトで、子供の自転車運転中の転倒事故に影響するブレーキ制動、運転姿勢、足の地面到達に関係する子供の身体に関する基本データを入手することができた。

1. 手の大きさと握力測定

(1) 手の大きさに関する寸法測定

手に関する寸法は成長に伴い大きくなる。また、9歳までの範囲では男女間差は殆ど無いことがわかる。

手長、手掌長、手幅に関しては年齢に比例してなだらかに大きくなっているが、指先長は6歳前後で成長が止まる傾向を示している。

また、手長と手掌長、第3指近位関節一指先長、第3指遠位関節一指先長、手幅(斜め)等の他の寸法との関係をマップ化すると、手長と第3指遠位関節一指先長との相関が低いことがわかった。

子供がブレーキを指のどの当りで引くのかは現状では明確になっていないが、このような成長の個人差がブレーキのかける時に影響する可能性はある。

(2) 握力の測定

(ア) 一般握力の計測

ブレーキをかける時に重要なブレーキレバーを握る力として握力計測を行った。握力も他の項目と同じく成長に伴い大きくなって行き、9歳までの範囲では男女間差は殆ど無い結果で、手の左右差は右利きが多かったのか右手の握力が高い結果となった。今後、ブレーキ制動に必要な握力という観点で検討を継続して行きたい。

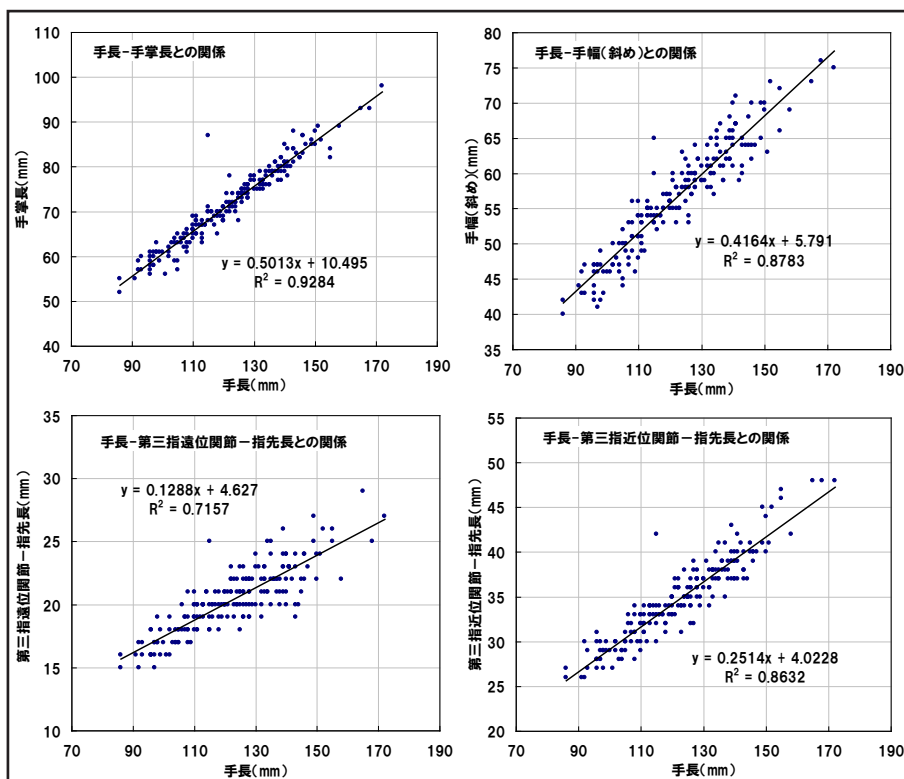


図 9. 手長と他の手の寸法との関係

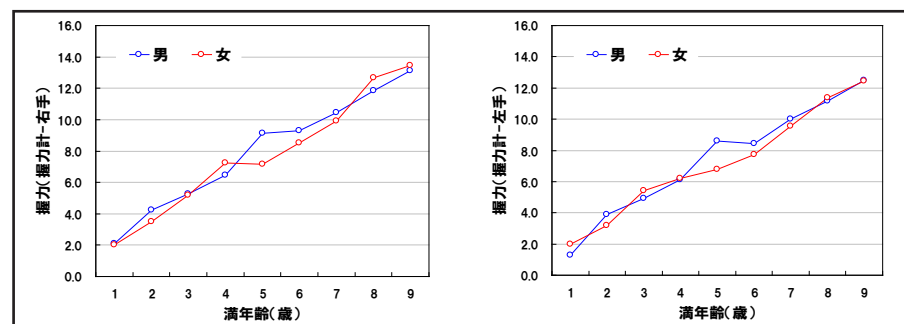


図 10. 年齢と握力の関係

(イ) 手長と握力の関係

今回のプロジェクトでは手の大きさと握力を同時に計測したので、手長と握力の関係性を検討した。手長も握力も基本的には成長に伴い大きくなる項目であるので、9歳迄の年齢では比例関係にある。

本来、身体寸法としての手の大きさと筋力のパフォーマンスとしての握力とは直接的な因果関係は無いと考えられるが、この年代では筋力も成長により大きくなっている為、見かけは比例関係になっていると考えるのが妥当であろう。

(3) ブレーキ握力測定方法の試行

今回のプロジェクトでは一般握力に加えて、ブレーキの形での握力評価法の試行を行い、現場でどのような課題があるかについて検討を行った。今回のプロジェクトではブレーキの先にロードセルを付ける形で握力の計測を行った。しかし、今回の結果はバラツキの大きい結果になった。その原因の一つにブレーキ握力計測に対して子供が興味を持ち円滑に計測ができるようにと配慮し自転車にブレーキ型握力計を装着する形で試行を行ったことがいくつかの問題を残したと考えている。今回の試行計測で浮かびあがった課題は下記の2点である。

- 【1】自転車で装着したため、サドルの調整が十分に行えず、子供の身体寸法に合ったブレーキを握る姿勢が取れない状況が散見されたこと。
- 【2】ブレーキ型の握力計の大きさが一定だったために80mmから160mmまで変化する子供の手の大きさの変化に対応できなかったこと。

但し、子供が自転車に興味を持ち、その結果実験がスムーズに行えたのも事実であるので、今後上記の問題点をクリアした形で再度計測を実施したいと考えている。

2. 股下高の計測

本プロジェクトでは転倒する前に足が着けば多くの転倒事故を避けられるとの発想から、脚の長さの指標である

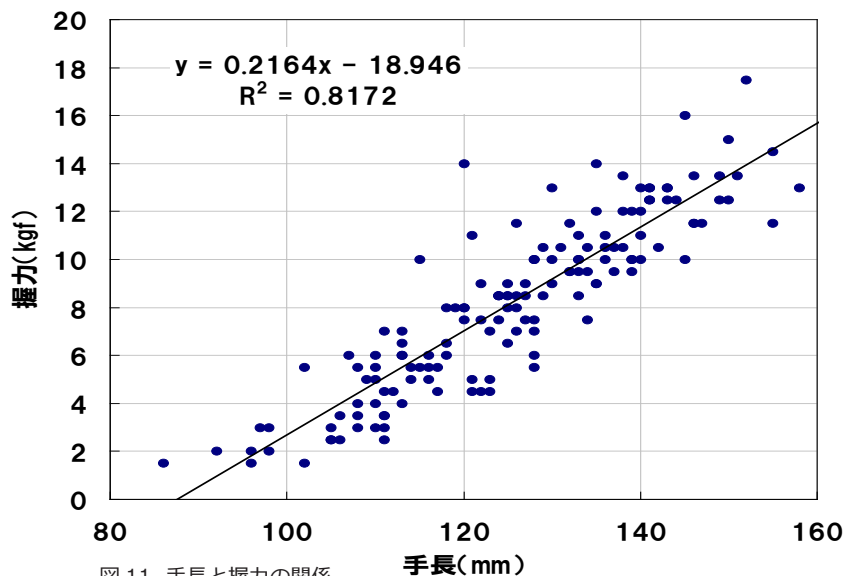


図 11. 手長と握力の関係

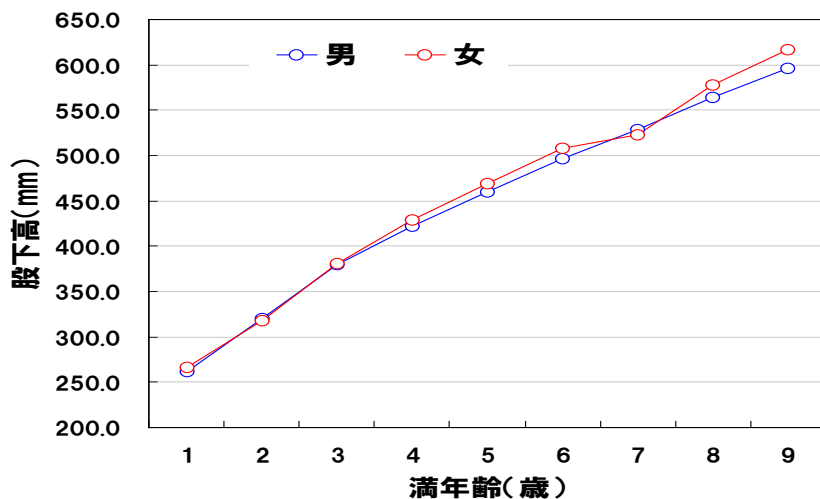


図 12. 年齢と股下高の関係

股下高を計測した。

股下高については、過去にも計測されており、結果は(社)人間生活工学研究センター(HQL)の公開データベースにも掲載されているが、残念ながら子供用自転車を運転する中心の年代である7歳以上の子供のデータが計測されてこなかった。本プロジェクトでは1歳から9歳までの子供を対象として計測となったが、今後はさらに高年齢の子供のデータ計測が望まれる。股下高は子供の身体寸法の中でも最も変化が大きい項目の一つであり、1歳から9歳で約2.5倍にもなる。

従って幼児用や子供用自転車ではハンドルやサドルの高さを調節して使用していくことが重要である。しかし、子供の成長を見越して、大きめの自転車を与えることや調整が十分でなく、足が着かない状況で子供が自転車を運

転することがあることも事実であろう。自転車メーカーとしては、子供の身体寸法を良く理解して販売する自転車が子供達の成長の身体変化に対応できるようにすることは当たり前であるが、実際に子供が使用する時に、周りにいる大人が常に子供の体形に合わせて調整してあげることも重要なことと考える。

今後の展開

1. 製品改善・製品企画への展開の見通し

今回のプロジェクトの位置づけは、製品設計の為のベースとなる子供の寸法に関する実態を理解することで、その意味ではブレーキ制動に関わるブレーキ形状やブレーキ強さに対する基本的な子供の寸法や、自転車の乗車姿

勢で確実に足が着く為に必要な脚の長さの股下高は計測できたと考える。しかし、今回の計測結果は標準的なデータであり、実際の乗車状況でのブレーキや乗車姿勢における脚が地面に着く長さとは若干のギャップが存在すると思われる。今後は子供身体寸法と目的とする自転車のパフォーマンスの関係をより明確にして、今回のデータを含めた子供の身体寸法のデータベースとの組み合わせで、より多くの日本の子供が安心して走行できる自転車を目指して行きたい。

2. 今後の課題

(1) データ数と被験者の年齢範囲について

今回のプロジェクトでは1歳当たり平均約20名の子供の寸法を計測した。しかし、データが皆無であった現状から大きな前進であるが、今回のデータの数だけでは、データの精度という点で不十分であるように思われるため、今後データ数の拡充が重要である。

HQ Lのデータベースで多くの身体寸法項目が公開されているが、その殆

どが7歳以上のデータが極めて少ない。これは、今まで想定されていた製品が低年齢層中心であったのが理由と推測しているが、自転車や遊具等は、ある程度成長した子供が対象であり、事故が発生する年齢層も高くなり、特に自転車の事故の中心は小学生から高校生というのが実態で思われる。

その意味からすると、自転車という製品には1歳から18歳までの子供のデータが必要となる。また、バラツキの大きい子供の身体寸法の計測で20名前後のデータで製品を語るのには不安を拭いきれない。

単独の企業だけでは、この幅広いデータを短期間に計測することは困難な状況があると思われるので、今後もこのような共創プロジェクトにより、幅広い年齢層のデータが計測されることを期待する。

(2) 共創プロジェクトの身体寸法等の結果を製品改善に結び付ける為に

人間中心設計的に子供用の製品を改善して行くには、特定の被験者による身体寸法項目と製品の設計要因とを関係づけることと、幅広い年齢層で数多

くの子供の身体寸法を測定することの2つの活動が求められる。従来より、多くの企業は少数の被験者より得られた関係性で製品を改善してきたと考えるが、よりユーザビリティの高い製品を社会に供給して行くには、子供のデータが重要だと分かっているにもかかわらず、世に出ているデータが非常に少ないことと、自社に製品に関係するデータとは微妙にズレがあり使用に堪えないことも多くの場面で起こっていることが推測される。他方、機密に関する特殊な計測については、企業内での計測をせざるを得ず、特に子供のデータ計測が不足することは多々あると考えられる。今後も利用性の高い多くの指標に対して計測を行うことや、企業が機密面も含め参加しやすい形で共創プロジェクトが発展することを期待する。

参考文献

- [1] 交通事故統計年報 平成21年度版 財団法人 交通事故総合分析センター
- [2] 伊奈 友子 (経済産業省 デザイン・人間生活システム政策室)、キッズデザイン製品開発支援事業について、キッズデザイン製品開発支援事業シンポジウム資料 (平成22年5月28日)