

子ども用文具の安全性確保のためのガイドラインの確立

プラス株式会社

1. 目的

現状、子ども用文具の設計・デザインにおいて身体特性を考慮する場合には（社）HQL発行の『日本人の人体計測データ』が唯一のデータベースとあってよい状況であり、標記データベースで計測されている身体寸法以外の、「力」などといった年代別身体特性データベースは存在せず、各社の独自調査に基づいて設計・デザインを行っている状況である。また、安全基準に関しても年代別身体特性を考慮して設定された共通基準がなく、各社の帰納的実験などにより自社設計基準として採用されている。

また、子どもの場合は、例えば単純な「押す」などの操作においても、荷重とストロークの関係による操作成功率の因果関係も明確ではない。

については、安全で使い易い子ども用文具の開発を実現するために、年代別の基本身体特性（体重、身長、手長、握力、引張り力、押し込み力など）を計測し、子どもの力に関する身体特性を把握することで、想定外の使用方法に耐えうる安全な文具や、特定年代だけを対象としたより使い易い文具などの設計・デザインに活用する。

2. 実施方法

ハサミ・ホッチキスなどの子どもが使用する文具種類及び使用方法を具体的に想定し、検証項目・方法を決定した。また、調査結果のできるだけ幅広い応用を考慮して基本的な身体能力の測定を優先することにした。

検証の対象は満3歳から満8歳までの110名とした。身体寸法として体重、身長、手長を、身体能力として握力、引張り力、そして押し込み能力を計測した。握力の計測にはスメドレー式握力計を、押し込み能力の計測には押し込み計測装置を、そして引張り力の計測には戸板状の計測装置を使用した（写真1、2、3）。



写真1：スメドレー式握力計



写真2：押し込み計測装置



写真3：戸板状の計測装置

押し込み計測装置には、押し込み力が 3 条件 (20N, 30N, 40N)、押し込み距離が 3 条件 (7.5mm、10.0mm、15.0mm)、そしてボタン上面の直径が 2 条件 (7.0mm、10.0mm) の計 18 条件がある。計測順序を表 1 に示す。いずれもボタンを最後まで押し込めた場合、つまり押し込みに成功した場合には電子音が鳴るようにできている。

全ての被験者に対して同じ順番で押し込みの成否を計測した。ただし、ある条件に失敗した場合にはそれ以降の同一直径条件の計測を打ち切った。また、満 6 歳から満 8 歳までの 66 名の被験者に対しては、それぞれのボタンの直径について押し込みに成功した最後の 3 条件の中で最も押し込み易いと感じたものを聞き取り調査した。

表 1: 押し込み能力の計測順序

順序	直径 10.0mm (大ボタン)	順序	直径 7.0mm (小ボタン)
1	力 20N, 距離 7.5mm	10	力 20N, 距離 7.5mm
2	力 20N, 距離 10.0mm	11	力 20N, 距離 10.0mm
3	力 30N, 距離 7.5mm	12	力 30N, 距離 7.5mm
4	力 20N, 距離 15.0mm	13	力 20N, 距離 15.0mm
5	力 30N, 距離 10.0mm	14	力 30N, 距離 10.0mm
6	力 40N, 距離 7.5mm	15	力 40N, 距離 7.5mm
7	力 40N, 距離 10.0mm	16	力 40N, 距離 10.0mm
8	力 30N, 距離 15.0mm	17	力 30N, 距離 15.0mm
9	力 40N, 距離 15.0mm	18	力 40N, 距離 15.0mm

被験者の年齢との分布を図 1 に示す。

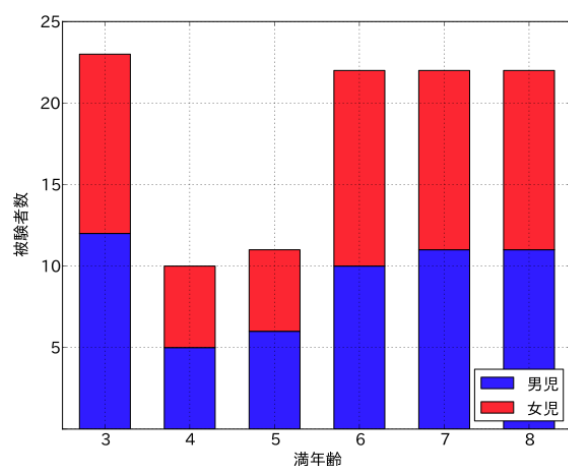


図 1 被験者の年齢と性別の分布

3. 結果と考察

1. 年齢と身体寸法

被験者特性の散布図を図 2 に示す。満年齢、体重、身長、手長はいずれの間にも正の相関があることが分かった。また、いずれの散布図にも明確な性差が認められないこともこの年代の被験者の大きな特徴である。

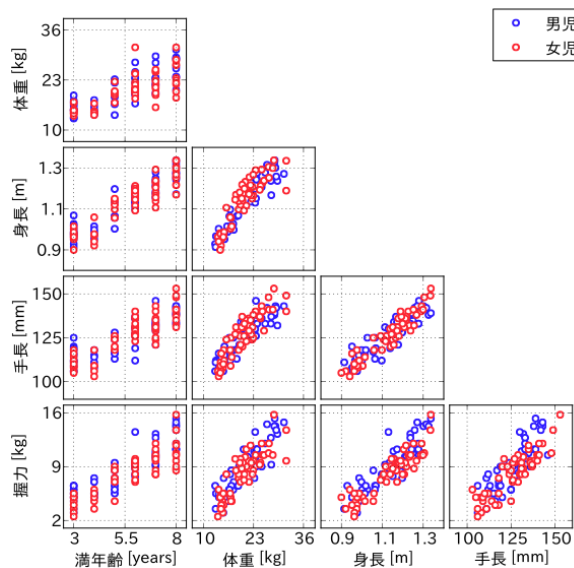


図 2 被験者特性の散布図

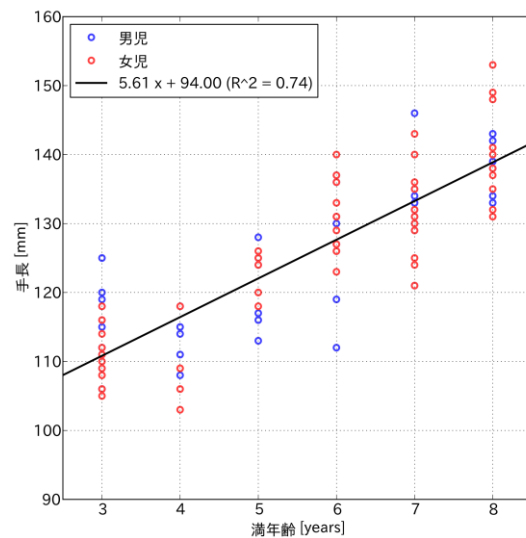


図 3 満年齢と手長の関係

一例として散布図の中より満年齢と手長の関係を図 3 に示す。回帰式も同図内に表示しているが $R^2=0.74$ と R 二乗誤差からも精度は高いと判断される。

2. 年齢と身体能力

満年齢と握力の関係を図 4、満年齢と引張り力の関係を図 5 に示す。

いずれも回帰式と R 二乗誤差からも精度は高いと判断される。

引張り力において「0kg」という値が散見されるが、これは距離の計測制度が mm 単位のため 1mm に満たなかった場合も含まれているためである。

また、同一被験者における握力と引張り力の間を関係を図 6 に示す。

両者には正の相関関係があることがわかった。握力及び引張り力の一方を設計上で想定した場合、他方は図 6 の回帰式で求める事が可能である。

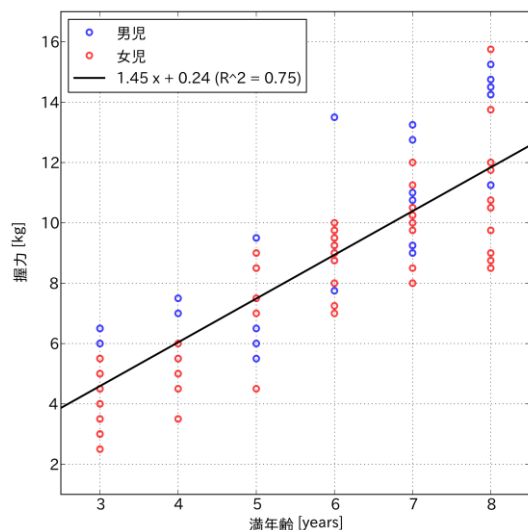


図 4 満年齢と握力の関係

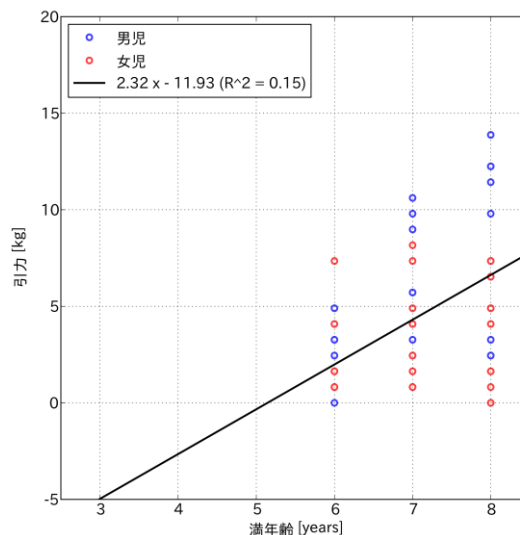


図 5 満年齢と引張り力の関係

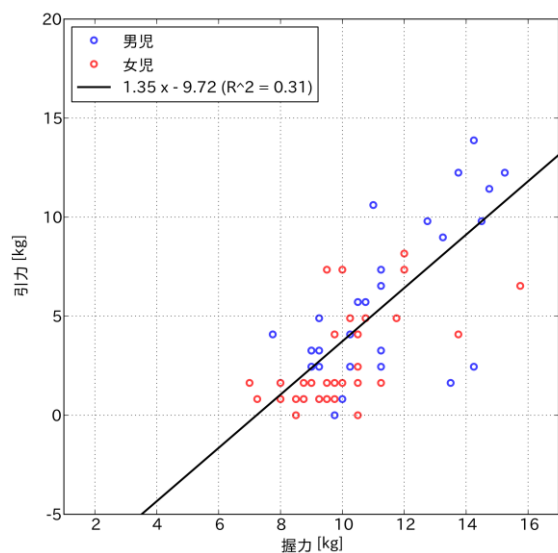


図 6 握力と引張り力の関係

3. 押し込み能力

本報告書では特に押し込み能力の計測結果について詳細に分析する。

押し込み力と押し込み距離に対する押し込み失敗率の分布を図 7, 8, 9, 10 に示す。図は被験者年齢層とボタンの大小によって分けている。押し込み力が大きくなる場合にも、押し込み距離が長くなる場合にも共に押し込み成功率が減少することが分かる。また、ボタンの直径が小さくなる、つまり表面積が狭くなることで、総じて押し込み成功率が減少することも分かる。

押し込み失敗率のカラーマップと等値線（押し込み力と押し込み距離の反比例曲線）を比較すると、両者が似た傾向を持つ事がわかる。つまり、ボタンを押し込むという動作の困難性は、力

や距離ではなく仕事（物体に加えた力とそれによる物体の位置の変位の内積によって定義されるエネルギー、つまりこの実験の場合、力と距離の積で表される物理量）で表される可能性が高い。

満年齢と押し込み仕事に対する押し込み失敗率の分布を図 11, 12 に示す。年齢が高くなるに従い失敗率が減少する傾向が確認できる。

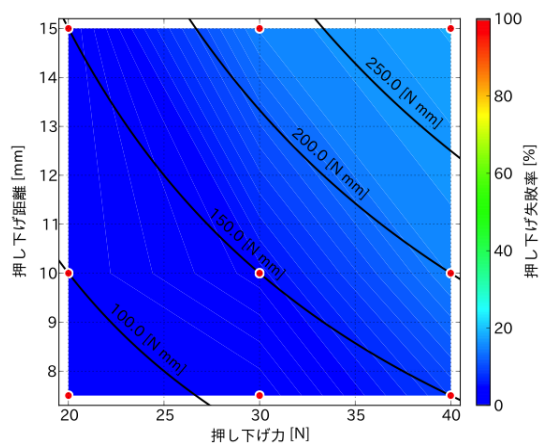


図 7 押し込み力と押し込み距離に対する押し込み失敗率の分布（6～8 歳、大ボタン）

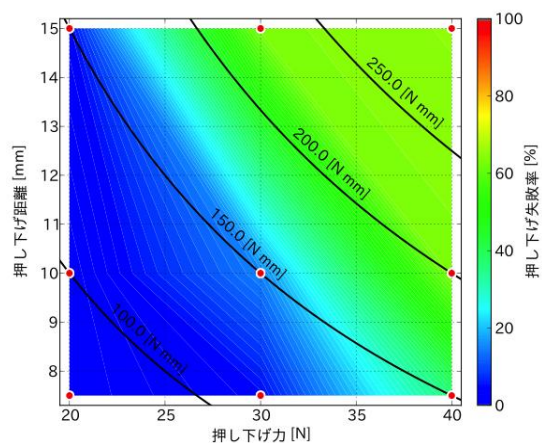


図 8 押し込み力と押し込み距離に対する押し込み失敗率の分布（6～8 歳、小ボタン）

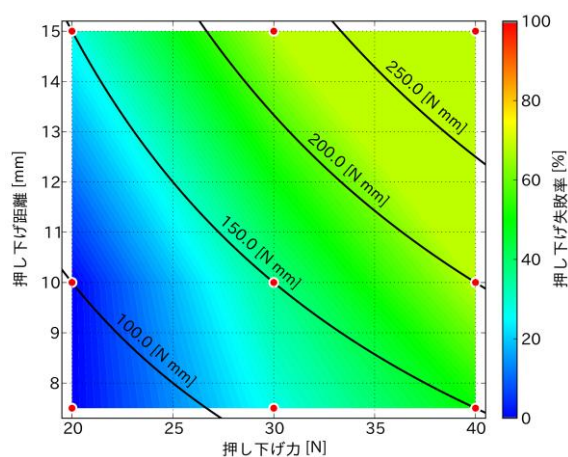


図 9 押し込み力と押し込み距離に対する押し込み失敗率の分布（3～5 歳、大ボタン）

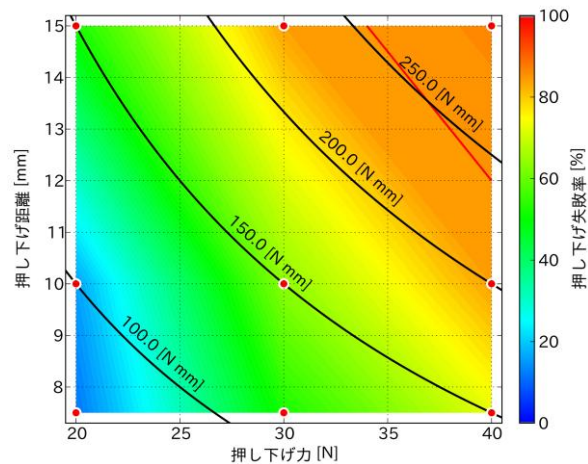


図 10 押し込み力と押し込み距離に対する押し込み失敗率の分布（3～5 歳、小ボタン）

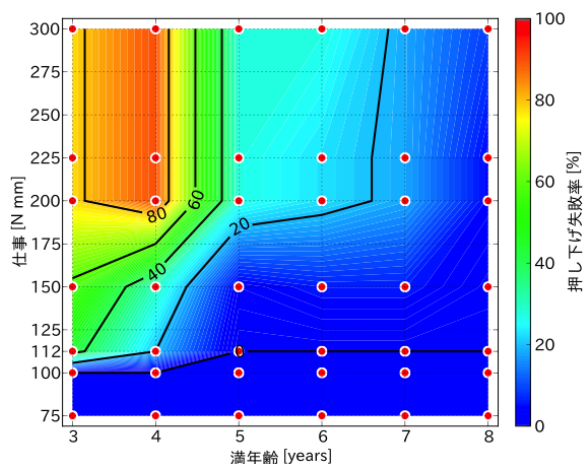


図 11 満年齢と押し込み仕事に対する
押し込み失敗率の分布（大ボタン）

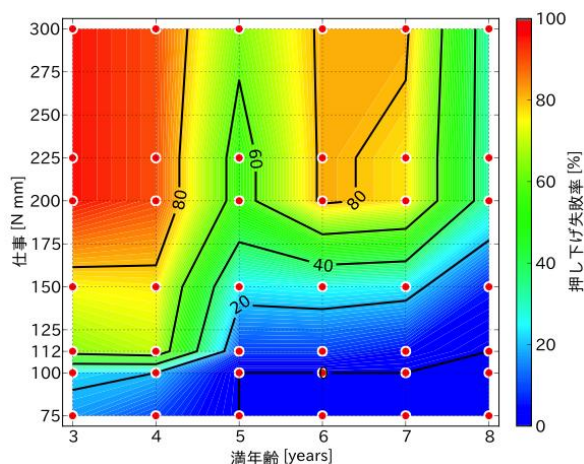


図 12 満年齢と押し込み仕事に対する
押し込み失敗率の分布（小ボタン）

一方、異なるボタンに対する押し易いと感じた被験者の数を図 13、14 に示す。このうち図 13 は仕事を一定としている。

押し込み力が 40N で押し込み距離が 7.5mm、押し込み力が 40N で押し込み距離が 15.0mm の条件まで押し込みに成功した被験者に対する押し込み易いボタンに関する聞き取り調査の結果より、主観的な押し込み易さと押し込み仕事の間には相関がなく、最も押し込み力の小さいもの（7.5mm）を押し込み易いと感じる傾向があることが分かる。

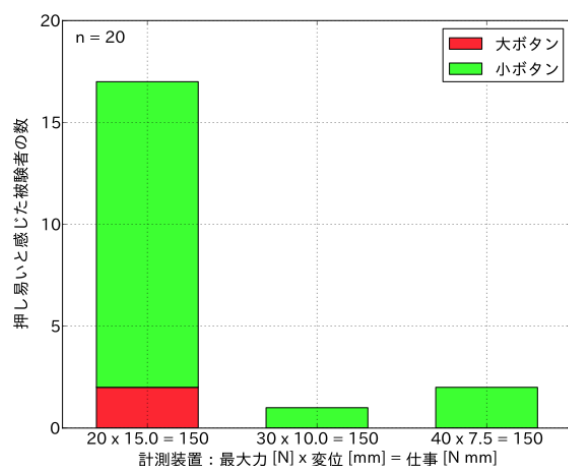


図 13 異なるボタンに対する
押し易いと感じた被験者の数 1

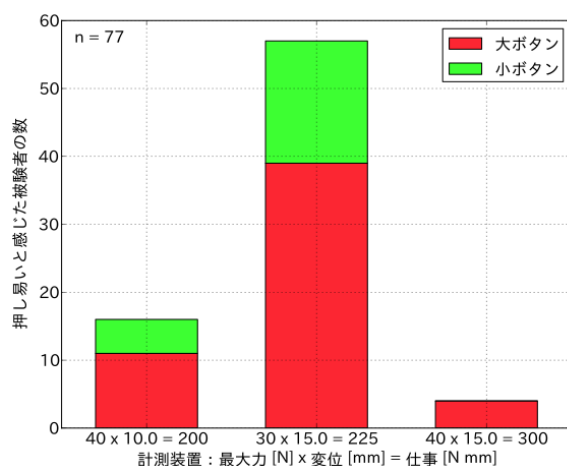


図 14 異なるボタンに対する
押し易いと感じた被験者の数 2

また、握力と押し込み仕事の成功率を図 15、16 に示す。
顕著ではないが、正の相関関係を読み取ることはできる。

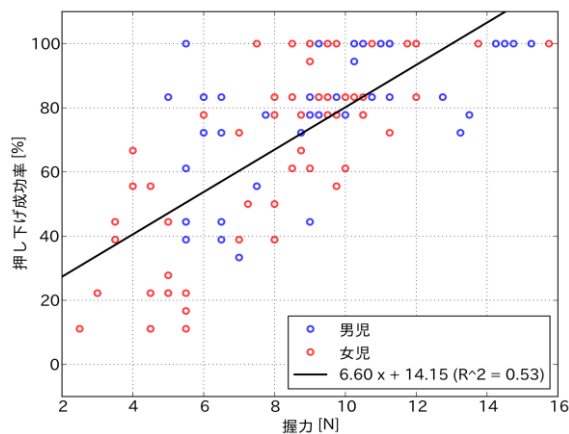


図 15 握力と押し込み仕事の成功率の関係

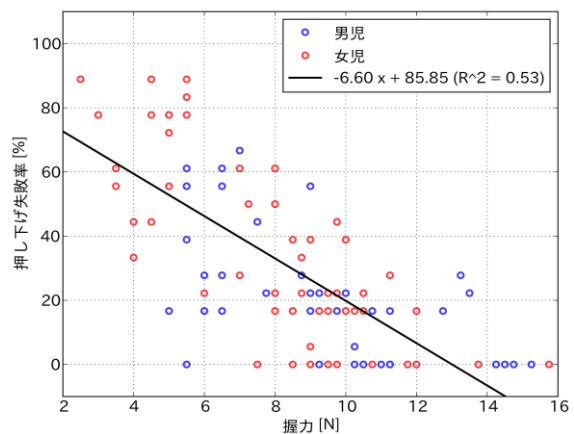


図 16 握力と押し込み仕事の失敗率の関係

4. まとめ

- 体重、身長、手長、そして握力といった基本身体特性の間には正の相関がある
- 上記基本特性間の相関には性差があまり無い
- ボタンを押し込むという動作の困難性は力や距離ではなく仕事で表される
- 同じ仕事でも力が小さく距離が長い方が押し込み易いと感じる
- 主観的な押し込み易さと押し込み仕事の間には相関がない
- 顕著ではないが握力と押し込み仕事の成功率には正の相関がある

5. 今後の展開

今回の実験では、極めて基本的な子どもの身体特性についての検証・考察を行ったが、設計段階・デザインにおける初期の考え方として

- ・ 具体的な操作数値設定の目安
- ・ 操作の力学的成功・失敗は「仕事」という概念を導入して考える
- ・ 同じ仕事でも押し易いと感じる力と距離の関係がある

などの指針を得ることができた。

今後の課題として、実際の製品化にあたっては

- ・ より多くのサンプルを取りデータの精度を上げる
- ・ 実際の製品に近い条件化での検証

などが必要である。

更に研究を進める事により、特定年代を対象にしたより使いやすい文具、想定外の使用方法に耐えうる安全な文具などの開発が推進されると考えられる。また、実際の製品における評価を繰り返して、業界全体への安全性確保のためのガイドライン（＝安全基準のデータベース）としての提案が可能となる。