

平成 22 年 6 月 4 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20700475

研究課題名 (和文) 精密把握運動における物体重量と余剰把握力の関係

研究課題名 (英文) Relationship between object weights and safety margin
in precision grip

研究代表者

青木 朋子 (AOKI TOMOKO)

研究者番号：50433412

研究成果の概要 (和文)：本研究の目的は、先行研究で調べられてきた 200～800g に比べ、日常生活で一般的に使用されることの多い、より軽量の物体 (8～180g、10 条件) を把握した際の力調節について調べることである。先行研究で 200～800g の物体が用いられてきたのは、フォースセンサーを配備した把握器を軽量化するのが困難だったためである。そこで、本研究では、指先による 3 軸方向の発揮力を測定可能な小型フォースセンサーを配備した軽量 (8g) 把握器の開発を行った。この把握器を用いて、10 名の被験者を対象に測定を行った結果、安全領域絶対値は物体重量が大きくなるにつれて増大することが明らかとなった。一方、安全相対値については、40g 以上の重い物体では、先行研究と同様、一定となったが、30g 以下の軽量の物体では、最も軽量の 8g の条件で安全領域が最も小さくなり、15g、20g、30g の順に徐々に大きくなることが明らかとなった。つまり、これまでの研究ではこの安全領域が各個人で一定であるとされてきたが、本研究から 30g 以下の軽量物体では、より小さい安全領域での把握が行われていることが明らかとなり、重量によって異なる把握運動制御戦略が用いられていることが明らかとなった。

研究成果の概要 (英文)：The purpose of this study was to examine safety margins when people gripped light weight objects (8-180 g, 10 conditions). In this study, small and light grasping object with a force transducer was developed and made. The grasp, load and slip forces were measured in the 10 conditions for 10 subjects. The absolute values of safety margin increased when the object weights increased. On the other hand, the relative values of the safety margins were almost constant from 40 g to 180 g while the values seem to increase when the object weights changed from 8 g to 30 g. Thus, this study showed that the relative values of safety margins change depending on the object weights when the object was sufficiently light. This result was different from those when the values were measured with heavy object in the previous studies.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
20 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
21 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、身体教育学

キーワード：脳・神経、神経科学、運動制御、バイオメカニクス、把握運動

1. 研究開始当初の背景

人間の物体把握運動の制御機構については過去 20 年間数多くの研究が成されている。そこからの知見で最も興味深いのは、人間が物体に発揮する力が、物体の滑りを防ぐ最小限の力と人間が随意的に調節している力（安全領域）とに分けられ、後者が物体の重量や材質（摩擦係数）には影響を受けず個人内でほぼ一定に設定される（安全領域一定原理）点である。しかし、この原理が導き出されたのは、物体の重量がかなり重い状況（200-800g）での実験である。我々が日常操作する物体の重量は、通常、より軽い。そこで、本申請研究ではこの原理が日常経験する 200g 以下の軽量物体把握時にも成り立つのか、もし成り立たないのならどのような原理が存在するのか、さらに、その原因は何なのか、を明らかにすることを目指した。

2. 研究の目的

本研究では、これまで先行研究での見解が必ずしも一致していなかった安全領域を詳細かつ丁寧に調べること、これまで全く情報がなかった 200g 以下の把握物体重量における力制御機構を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

被験者は健常な男女 10 名とした。本研究成功の鍵は、指先による 3 軸方向の発揮力を測定可能な小型フォースセンサーを配備し、しかも 200g 以下に重量設定が可能な把握器を開発するところであった。そこで、本研究ではまず、小型軽量のフォースセンサーと、8g から 180g までの重量調節が可能な装置を

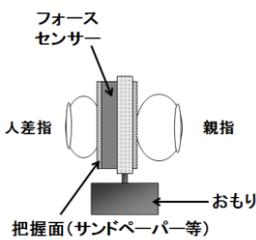


図 1. 実験装置

装備した把握器（図 1）の設計及び制作を行った。特に把握器の軽量化には工夫が必要であり、力の測定のためには、最近開発された小型軽量 3 軸フォースセンサー（テック技

販：20×20×5mm、5g）を用いた。把握器の総重量を 8g から 180g の範囲で変化させるために、把握器の下にネジでおもりを取り付けられるようにした。把握面にはベニヤを用い、指先と把握面との間の摩擦係数（滑りやすさ）が中程度になるようにした。

各被験者は、「置き戻し条件」では、総重量が 8 (0.078)、15 (0.147)、20 (0.196)、30 (0.294)、40 (0.392)、60 (0.588)、80 (0.785)、100 (0.981)、140 (1.373)、180 (1.765) g

(N)の把握器をそれぞれ 5 回ずつ持ち上げ、5 秒程度空中で保持した後、静かに机に置き戻した。一方、「滑り落とし条件」では、これらの把握器を各 10 回ずつ持ち上げ、空中で 5 秒間保持した後、少しずつ力を弱め、最終的に滑り落とさせた。「置き戻し条件」の保持中のデータから保持中の把握力、持ち上げ力を求めた。また、「滑り落とし条件」のデータから、持ち上げ力が急に低下するポイントを見つけ、そこから「slip force」を求め、これらの値から、安全領域を算出した。

4. 研究成果

(1) 把握力

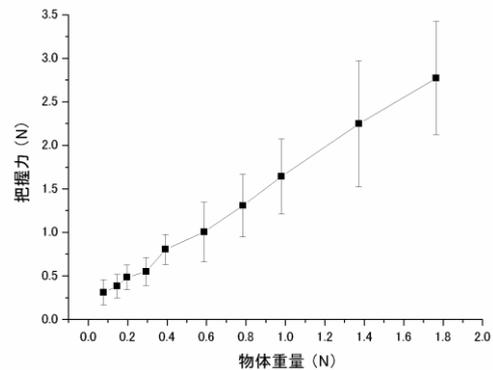


図 2. 物体保持中の把握力

図 2 のように、異なる物体重量における把握力の 10 名の平均値は、物体重量とほぼ比例して増大し、先行研究の結果（Westling & Johansson, Exp Brain Res 1984）と一致した。つまり、本研究において開発した把握器で軽量な物体を把握した際の把握力がほぼ正確に測定できること、180g 以下の軽量な物体を把握した際にも、先行研究で報告されていた 200g 以上の重い物体を把握した際と同

様に、物体重量と把握力がほぼ比例することが確認された。

(2) 持ち上げ力

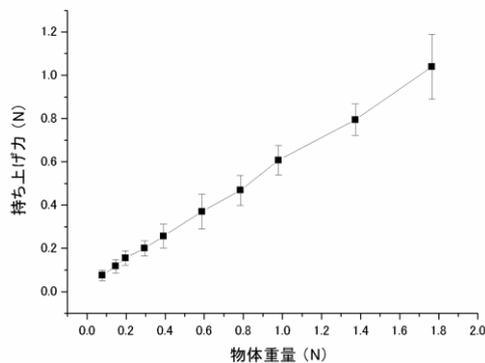


図3. 物体保持中の持ち上げ力

図3のように、保持中に測定した持ち上げ力の10名の被験者の平均値は、物体重量のほぼ半分の値となり、本研究において開発した把握器で軽量の物体を把握した際の発揮力がほぼ正確に測定されていることが確認された。

(3) 安全領域

安全領域絶対値 (N) は、物体重量が増大するにつれて、大きくなることが明らかとなった (図4)。この結果は先行研究の結果と一致した (Westling & Johansson, Exp Brain Res 1984)。

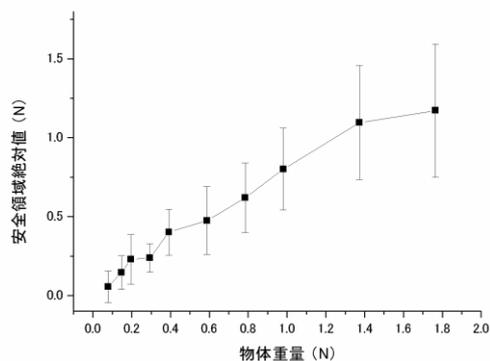


図4. 安全領域絶対値

一方、保持中把握力に対する安全領域相対値 (%) は、物体重量が40~180gの場合には40~50%とほぼ一定の値を示したが、40gより軽い物体では、物体が軽くなるにつれて、安全領域の値が小さくなった。

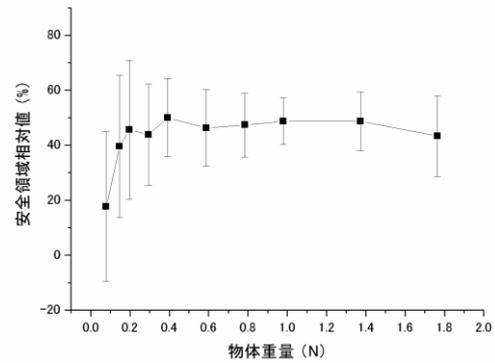


図5. 安全領域相対値

把握力に対する安全領域相対値は、個人差が大きく、おおよそ10~40%になることが先行研究 (Johansson, Hand and Brain 1996) において報告されている。そのため、本研究の結果は、先行研究に比べて安全領域相対値がやや高かった。また、先行研究と違って、物体重量が軽いときには安全領域相対値が変化することが示された。つまり、物体重量が軽い場合には、物体重量が重い場合と異なる把握運動制御戦略が用いられている可能性がある。しかしながら、先行研究と同様に、本研究においても、安全領域は個人内・個人間の変動が大きく、こうした制御戦略について解明するには今後より詳細な研究が必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計0件)
なし。

〔学会発表〕 (計0件)
なし。

〔図書〕 (計0件)
〔産業財産権〕
○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木 朋子 (AOKI TOMOKO)

研究者番号：50433412

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：