

令和元年9月13日現在

機関番号：31310

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K13253

研究課題名(和文)重複障害乳幼児に対する視覚機能と手機能を協応させる玩具制作プロジェクト

研究課題名(英文)A project of making toys to cooperate hand and visual functions for multiple handicapped infants

研究代表者

山口 慶子(YAMAGUCHI, KEIKO)

東北文化学園大学・医療福祉学部・教授

研究者番号：50200613

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：ヒトの視力は正常児であれば、生下時の光覚程度から発達し、約7年かけて成人の1.0に到達する。「視力の発育」は「身体機能の発育」と大きく相関する。乳児期において「物を掴む」手機能の出現は、それまで受動的であった物の見え方を、「自の意欲で対象を見る」能動的な視覚活用に展開させる。乳児期における視覚発達の最も初歩段階の機能に着目し、重複障害の乳幼児に対して「物を掴む」動作から「能動的に対象を見る力」を萌芽させることを試みた。手機能に障害のある対象児が掴めるように立体を模索して3Dプリンターで製作した。制作した立体を玩具として遊びに繋げ、手と視覚の機能を協応させ、視覚発達に対する効果を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「物を掴む」動作と視覚発達の萌芽に着目し、手機能が不自由であっても、掴めるようにデザインした球体を玩具として使用することで、手機能と視覚機能を協応させることに繋げ、重複障害が存在しても最大限に視覚発達を促すことができた。眼科的に乳幼児視力検査法(Preferential Looking法)により、玩具開発前後で、視力の数値の向上が認められた。

視覚発達が重複障害がある場合、障害が重度になるほど家庭内で孤立し、家族と別の生活様式を送ることが多い。玩具を与えることや、同胞と遊ぶことすら考えられない状況から転じて、本研究を通して、対象児と家族のこみにゆけシヨンの向上、生活の質の向上が認められた。

研究成果の概要(英文)： Human vision at the birth, a level of light-sense, would develop up to 1.0 and complete as adult vision for about seven years. As grabbing starts in a normal growing process, the passive seeing could change amazingly to intensive gazing. The grabbing leads the gazing and the coordination of hands and visual function could be essential to develop human vision. We focused attentively on this point and tried to cooperate hand and visual functions in patients who have multiple handicaps.

We explored the three dimensional objects using 3D printer, which assist their grabbing, and the usage as toys in order to coordinate hands and visual function. Skeleton spheres with a diameter of the length of middle fingers of subjects, were the most suitable to grab and handle.

In the results, playing with the each object as a toy could improve their vision and the quality of life with their families.

研究分野：小児眼科

キーワード：視覚発達 手機能 重複障害 ロービジョン 特別支援教育 幼小児 3Dプリンター 玩具

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

## 1. 研究開始当初の背景

解剖学的な視覚器、視覚伝導路は胎生期に発達し生下時までには完成するが、それとは対照的に、「物を見る」機能的な視覚発達は出生後に開始する。満期産で正常児の場合、生下時の光覚程度の視力は、日々の物を見る動作を繰り返して発達し、約7年で成人の視力1.0に到達する。「物を掴む」という手指の動作が始まる月齢4か月頃は視覚発達の萌芽期である。この時期に、それまで「受動的」に受け入れていた視覚情報は、「自らの意思で見たい対象を見る」能動的な視覚機能に劇的に変化する。ヒトの視覚の感受性は生直後2～4週間は比較的lowくその後急に高くなり、1歳6ヶ月頃までが最も強い時期であり、その後次第に減衰して8歳頃まで続くと考えられる。

## 2. 研究の目的

重複障害があるために能動的な視覚情報の取り込みが見込めない乳幼児に対して、「物を掴み、自らの意欲で対象を見る」という乳児期における視覚発達の最も初歩段階の機能を萌芽させ、最大限の視覚発達を促すことを目的とする。近年増加傾向にある重複障害児に対して、最大限の視覚発達を促すために、手指運動と協応する個々の児に対応する玩具の制作を提案し、玩具使用の効果を検証する。

## 3. 研究の方法（・対象）

重複障害を持つ児を対象として、対象児の「手の形状」を立体的に分析し、手指の運動機能、上腕の可動性等を把握し、「物を掴んで動かし、自ら遊ぶ」という作業に繋げるためには、各対象児にどのような三次元構造の立体を必要とするかを模索した。「掴む」ことが不自由な対象児に「掴む」ことができるようにサポートする立体を作成し、把持しているものを「注視」する視覚機能に繋げ、さらに、両手を連携して動かして「遊ぶ」動作となるように玩具を制作した。各対象児に対して制作した玩具は、使用中の動作を確認してうえ、自宅で毎日使用してもらい、視覚発達感受性期において最大限の視覚発達を促すことができるかを検証した。

### ①手の機能、手の形状の把握について

宮城県立こども病院において、肢体不自由と複数の重複障害を併せ持つ2歳から4歳の対象児6名について、研究開始時に、研究協力者である小児科医師による各対象児の手の機能的評価、研究代表者である眼科医師による視力発達評価（乳幼児視力検査；Preferential Looking法）を行った。まず、手の機能を補助しうる形状の玩具作成を考え、3Dスキャナーで、各対象児の手の形状を読み取る作業を試みた。しかし、手の形状の細部までの読み取りが難しく、対象児の手の形状を完全に立体画像として記憶することができなかつたため、玩具制作の方法を手の形状から機能面に変換して研究を進行させた。

### ②掴む動作の観察から把持機能をサポートする立体の考案と制作について

各対象児が物を掴もうとする動作を観察し、掴む動作に最も必要な動きとして、拇指と第2指または拇指と第3指であることを観察した。各対象児は手根関節の可動性に差があるものの、掴む基本動作には拇指と第2指、第3指の連携が重要であることが分かり、玩具の立体的なデザインの考案を開始した。理想の立体構造は、片手で容易に掴むことができ、軽くて、手指の動きが滑らでなくとも掌に容易に乗せることができ、片手の動作から両手を連携させて把持することができ、振る、動かすなど、玩具として「遊び」の動作へ繋がるような立体を模索した。立体の形状や大きさを変えながら、対象児の掴む動作を観察したところ、形状は球体で左右対称形が最も掴みやすく、大きさは、各対象児の第3指先端から手根中手骨関節（CM関節）までの長さを直径とした球体が最も掴みやすいことが分かった。また、球体は、掴む手指機能が未発達のため、球体に不随意に指が引っかかるような構造が適していると思われた。そのため、球体は中が空洞で、数本のフレームから成る「鳥かご型」が最も把持しやすく、球体赤道部のフレームの間隔は、対象児の第2指および第3指の第2関節横径を足した距離が最も把持しやすかった。3Dプリンターで描出する場合の安定性から、左右対称の鳥かご型の球体で、8本のフレームから成るスケルトン球体を基本形として制作した。

### ③3Dプリンターでの立体のデザインと制作について

立体構造のデザインはCubify InventとCubify Sculptを使用し、3DプリンターはCube Pro、描出の素材にはABS樹脂を使用した。球体のデザインは、描出の安定性から左右対称とし、フレーム上の「鳥かご」状の球体とした。制作には、Cubify InventとCubify Sculptをデザインに、描出に3Dプリンターを使用する利点は、記憶と再生に優れている点にあり、材質としてABS樹脂を用いた点は軽量で耐久性があり、

手指機能の発達に異常がある場合に適していると思われた。また、描出する色調は赤色、青色を用いた。また、鳥かご型球体の内部へ小体を入れる場合は、3Dプリンターでの描出途中で一時停止し、内部に挿入後に描出を再開して完成させた。

④制作した球体を注視させ、玩具として「遊び」につなげる点について

球体を掴んで、じっと見る動作に繋げ、さらに球体に興味を持って動かし、玩具として「遊び」につなげるため、鳥かご型球体の内部に音が出る鈴や、蛍光色のボールなどを入れて、対象児の興味を惹き、注視に繋がるように工夫を施した。各対象児は制作した玩具を用いて、父母、祖父母、きょうだい等と共に遊ぶことで、「遊びの質」の向上を謀った。

4. 研究成果

各対象児6例に適した球体をそれぞれ制作し、掴む動作、注視に繋がることを確認し、自宅で1回30分を1日2回、玩具として父母または祖父母、きょうだい等、家族と共に遊んでもらった。

研究開始時に乳幼児視力検査 (Preferential Looking 法) を行い、経時的に測定し、研究終了時と数値を比較検討した。研究開始前に調節麻痺剤での屈折検査により、遠視、乱視等の屈折異常が発見された対象児は眼鏡を装着して本研究を実施した。全ての視力検査は宮城県立こども病院において、同条件下で、同検査方法で施行し、結果を比較検討した。

|         | 研究開始時年齢 | 研究開始時視力   |
|---------|---------|---|
| 対象1： 女児 | 4       | NRV = (6.5 cy/cm at 40 cm x PG)                               |
|         |         | NLV = (6.5 cy/cm at 40 cm x PG)                               |
|         |         | PG(装用眼鏡) Rt: +1.0D=cyl+3.0DAx105°<br>Lt: +1.0D=cyl+3.0DAx100° |
|         |         | 研究終了時視力   |
|         |         | NRV = (13.0 cy/cm at 40 cm x PG)                              |
|         |         | NLV = (13.0 cy/cm at 40 cm x PG)                              |
| 対象2： 男児 | 2       | PG(装用眼鏡) Rt: +1.0D=cyl+3.0DAx105°<br>Lt: +1.0D=cyl+3.0DAx100° |
|         |         | NRV = 4.8 cy/cm (n.c.)  |
|         |         | NLV = 4.8 cy/cm (n.c.)  |
|         |         | 研究終了時視力   |
|         |         | NRV = 9.8 cy/cm (n.c.)  |
|         |         | NLV = 9.8 cy/cm (n.c.)  |
| 対象3： 男児 | 4       | NRV = 9.8 (13.0 cy/cm at 40 cm x PG)                          |
|         |         | NLV = (13.0 cy/cm at 40 cm x PG)                              |
|         |         | 研究開始時年齢   |
|         |         | 研究開始時視力   |
|         |         | NRV = (6.5 cy/cm at 40 cm x PG)                               |
|         |         | NLV = (6.5 cy/cm at 40 cm x PG)                               |
| 対象3： 男児 | 4       | PG(装用眼鏡) Rt: +3.5D=cyl-1.0DAx20°<br>Lt: +3.0D=cyl-1.5DAx60°   |
|         |         | 研究終了時視力   |
|         |         | NRV = (13.0 cy/cm at 40 cm x PG)                              |
|         |         | NLV = (13.0 cy/cm at 40 cm x PG)                              |
|         |         | PG(装用眼鏡) Rt: +1.0D=cyl+3.0DAx105°<br>Lt: +1.0D=cyl+3.0DAx100° |
|         |         | 研究終了時視力   |

|           |         |   |
|-----------|---------|---|
|           | 研究開始時年齢 | 研究開始時視力   |
| 対象 4 : 男児 | 3       |   |
|           |         | NRV = (3.2 cy/cm at 40 cm x PG)                             |
|           |         | NLV = (3.2 cy/cm at 40 cm x PG)                             |
|           |         | PG(装用眼鏡) Rt: +1.5D=cyl-2.5DAx90°<br>Lt: +1.5D=cyl-2.0DAx95° |
|           |         | 研究終了時視力   |
|           |         | NRV = (6.5 cy/cm at 40 cm x PG)                             |
|           |         | NLV = (6.5 cy/cm at 40 cm x PG)                             |
|           |         | PG(装用眼鏡) Rt: +1.5D=cyl-2.5DAx90°<br>Lt: +1.5D=cyl-2.0DAx95° |

|           |         |                      |
|-----------|---------|----------------------|
| 研究開始時年齢   | 研究開始時視力 |                      |
| 対象 5 : 女児 | 3       | NRV=2.4 cy/cm (n.c.) |
|           |         | NLV=2.4 cy/cm (n.c.) |
|           |         | 研究終了時視力              |
|           |         | NRV=4.5 cy/cm (n.c.) |
|           |         | NLV=6.5 cy/cm (n.c.) |

|           |         |                                  |
|-----------|---------|----------------------------------|
|           | 研究開始時年齢 | 研究開始時視力                          |
| 対象 6 : 女児 | 3       |                                  |
|           |         | NRV = (6.5 cy/cm at 40 cm x PG)  |
|           |         | NLV = (6.5 cy/cm at 40 cm x PG)  |
|           |         | PG(装用眼鏡) Rt: +0.75D<br>Lt: +1.0D |
|           |         | 研究終了時視力                          |
|           |         | NRV = (19.0 cy/cm at 40 cm x PG) |
|           |         | NLV = (19.0 cy/cm at 40 cm x PG) |
|           |         | PG(装用眼鏡) Rt: +0.75D<br>Lt: +1.0D |

対象児が玩具を掴むことを観察し、注視に繋がることが確認しながら研究を進行させた。制作した玩具に対する対象児の興味の変化や、知的な発達に併せて、経時的に作り替えて、手機能と視覚機能の協応を継続した。乳幼児視力検査では、6例全例で、測定数値は上昇し、玩具の使用で手機能と視覚機能を協応させた後には、より細かな視標を見ることができるようになった。

保護者、家族との遊びの質については、特別支援教育に精通する研究分担者、研究協力者等に評価を受けた。視力が発達したことに加えて、各対象児が本研究で制作した玩具で家族と共に遊ぶことにより、生活の質と家族とのコミュニケーションの向上が見られた。

研究開始前に調節麻痺剤での屈折検査により、遠視、乱視等の屈折異常が発見された対象児は眼鏡を装用して本研究を実施した。

## 5. 主な発表論文等

- [雑誌論文] (計 0 件)
- [学会発表] (計 1 件)
- [図書] (計 0 件)
- [産業財産権] 出願状況 (計 0 件)

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：猪平 眞理

ローマ字氏名：Mari Inohira

所属研究機関名：宮城教育大学

部局名：学内共同利用施設等

職名：研究員

研究者番号（8桁）：76232577

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：柿澤 敏文、熊坂 泰磨、杉山 利恵子

ローマ字氏名：Toshifumi Kakizawa , Yasuma Kumasaka, Rieko Sugiyama,

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。