

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：17401

研究種目：奨励研究

研究期間：2023～2023

課題番号：23H05111

研究課題名 全盲児の平面筆記学習を支援するピン式表面作図器の開発と全国普及

研究代表者

須恵 耕二 (SUE, KOJI)

熊本大学・技術部・技術専門職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 470,000 円

研究成果の概要：盲学校で図形等を学ぶ際に用いる教材レーズライターは、専用フィルムが使い捨てで交換の手間・費用が嵩み、知育上重要な「好きなだけ自由に描く」という機会を児童に提供しづらい。そこで、平板にφ2mmのピンを3.5mm間隔で約3,250本配し、磁石ペンで吸い上げて触読が可能となる「ピン式平面作図器」を開発した。ピンを押し戻せば繰り返し使用できる。これを盲教育の研究会とWebアンケートで全国の盲学校へ公開し導入希望調査を行った結果、6校への先行導入を含む41校から導入希望が寄せられ、新教材として盲教育現場の高い期待が集まる結果となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ピン式平面作図器を実際にテストした盲学校教員の多くが「これは面白い!」「触ってはっきり分かる」と高い関心を持ち、意見調査では開発時想定 of 図形・地図学習以外に、算数の式やグラフ描写、使用しないものの関心が高い文字・漢字の形状理解に用いることなど、視覚障がい児の知識獲得・知的好奇心の充足に広く役立つ可能性を示した。さらに、インクルーシブ教育校より晴眼児と視覚障がい児が図当てクイズ等でコミュニケーションを図れるツールとする回答もあった。全国66校の盲学校に行った導入希望調査では、回答43校中95%にあたる41校が導入を希望している。

研究分野：電気電子工学

キーワード：視覚障害 教材開発 社会実装 作図 触察

1. 研究の目的

全盲児は視覚情報が得られないため、地図や図形等の把握では平面上に配置された凸の点・線を触察して理解する。その標準的な教材に米国製のレーズライターがあるが、筆跡が凸に変化する専用フィルムは使い捨てで廃棄ごみを生じるだけでなく費用も嵩み、また使う度にフィルムのセットが必要と、幼児が夢中で取り組むようなお絵かきに使いわせるのは難しい。

しかし、知育の観点では自発能動的な作画を受け止める教材が玩具のようにいつでも使えることこそ、拡散好奇心と更なる学習欲求の発生に不可欠である。全盲児には音や形状が即時変化するような専用教材の存在が重要なが、盲学校という限られた市場規模では企業の製品化が難しいため市販品の教材は極めて少ないか、または相当に高価である。

そこで、筆記時に音や感触で変化を感じ取り、筆跡を触察で確認でき、さらに何度も繰り返し使用できる可動ピン式の表面作図器を考案した。規則的な穿孔をした板の穴にピンを差し、磁石ペンでなぞるとピンが浮き出て触察が可能となり、確認後はピンを押し戻すことで繰り返し使用できる仕組みである。幼児期は自由なお絵かきに、小学生には図形・地図にと作図教材としての活用が見込め、使用時に教師の助けを必要とせずゴミも出ない等、SDGs の「全ての人に高い質の教育を」や「作る責任・使う責任」の理念にも適う新教材となる可能性がある。

本研究は、ピン式表面作図器を開発し、全国の盲学校へ導入を図ることで、全盲児の平面筆記活動の自由度をより高め、作図意欲の高揚と持続に繋げて盲学校教育の一助となることを目的とする。

2. 研究成果

【ピン式平面作図器の仕組み】

A4 サイズのシナベニヤに $\phi 2.2$ の穴を 3.5mm 間隔で約 3,250 個あけ、 $\phi 2$ の鉄製ピンを差したもので、ベニヤと同じ位置に $\phi 1.7$ で穿孔した薄いシリコンマットを 2 枚のシナベニヤの間に挟んでおり、マットの穴とピンの直径差によるシリコンの弾力でピンが上下動した位置に留まる。

シナベニヤおよびシリコンマットの穿孔には CO2 レーザ加工機を用いた。教材としての盲学校での親しみ易さのため「びん作」と名付けた。(図 1)

【開発における課題の解決】

開発では試行錯誤が続いた。アクリル板で試作したところ、レーザ穿孔による熱で板に反りが発生した。反りを押さえる治具の製作や板厚を変える等を試みたが改善に至らず、最終的に多層構造のシナベニヤ材に材料変更した。さらに、板同士の反りの違いをフィットさせてシリコンマットを均等圧で挟み込むよう M2 のボルト・ナットを用いて 12 箇所を貫通固定した。

シリコンマットは、穿孔面積全体を 1 シートで試作したところ、マット素材のたわみやロールによって穿孔位置が設計データよりコンマ数 mm ずれ、これにピンを差していくとマットに偏ったテンションが発生した。その結果、マット側の穴の位置がずれてしまい、ピン差しが硬すぎる、上下動しづらい等の不具合を生じた。そこで、マットの穴 5 列毎に 1 本ずつ直線の切込みを設けた。穴ずれによるマットのテンションをこの切込みが吸収して上下動への影響が解消した。

磁石付伸縮棒では、それ単体ではピンを吸い上げるための高さを安定して確保できず、常に磁石部分を板から浮かせるように握って描く必要があった。そこで、磁石がピンに対して一定角度を保ちつつ約 3mm の吸出し空間を生じるような仕組み「磁石吊下げ式」を考案した。これは、磁石付伸縮棒の磁石部分を一旦切り離して糸で繋ぎ、化粧品用ミニ漏斗で作ったカバー内に配置するもので、毛筆の握り方で描くと、磁石の通過後に生じるわずかな空間内にピンが次々と吸い上げられていく(図 2)。

この結果、安定して描画することが可能となったが、鉛筆のように握りペン先を押して描こうとするとミニ漏斗にピンが引っ掛かってしまう。このため、描画時には磁石を引きずるイメージでペンの向きを進行方向に変えながら筆書きするような独特のペン使いが必要となった。



図 1 ピン式平面作図器「びん作」

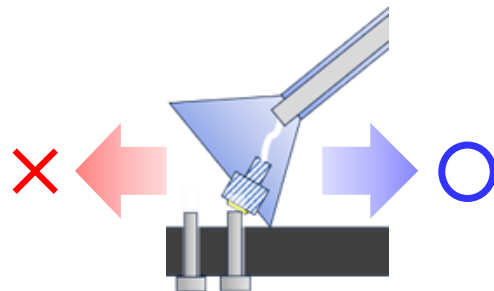


図 2 磁石吊下げ式の構図

【製作：ボランティア団体との連携】

1 台につき約 3,250 本のピン差しは、熊本市で視覚障がい児向け教材の製作活動をボランティアで行っている「NPO 法人テクたまご」の協力を得た。

毎月開催されている教材製作会に参加したボランティアの方々が、ピン差し作業を受け持て下された。1 台につき 3～4 時間かかるが「視覚障がい児の学びに役立ちたい」と作業をして下された(図 3)。



図 3 ピン差し作業の様子

【機器公開と意見調査】

完成したピン作を 2 月 24-25 日に奈良市で開催された「視覚障害教育実践研究会」で展示公開した。これは、全国の盲教育関係者約 150 名が集まる研究会である。ピン作を実際に触れた盲学校関係者から「これは面白い!」「触ってはつきり読める」などの好評価が相次ぎ、配布用に持参した 6 台が開場からわずか 15 分で全て引き取られるという事態となった。

来場者への意見調査でピン作の教育的用途の案として挙げたのは、開発時点での想定であった図形・簡単な名前の漢字などの利用のほかに、算数での四則演算式の記述やグラフ描画など、より具体的な教科内容に即したものであった。さらに、晴眼児と全盲児のコミュニケーション・ツールとしての活用アイデアもあった。一例としては、晴眼児がピン作に動物の絵を描き、全盲児が触読して何かを当てる等の交流に使えるというもので、全国的に推進されているインクルーシブ教育において、通常学級で全盲児との遊びや交流促進のツールにもなり得る。

磁石ペンの独特の描き方については、視覚障がい児はもともと鉛筆を使用しないため、この描き方に慣れてしまえば特に問題ではない、という評価が多かった。実際には、右手でペンを握り、左手の指先でピンが上がるのを確かめながら描く「両手描き」をする視覚障がい者が多く、ピン作の使用方法も視覚障がい児自身が教員と共に編み出していくもの、という印象を強く受けた。

【全国導入希望調査の実施】

ピン作の盲学校への導入にあたり、熊本県立盲学校長の協力を得て全国盲学校長会へ Web アンケートを実施したところ、全国 66 校中 43 校から回答があった。

研究会の配布校 6 校を含めると 41 校 (95.3%) が導入を希望する結果となり(図 4)、ピン作に対する新教材としての高い期待が伺える結果となった。

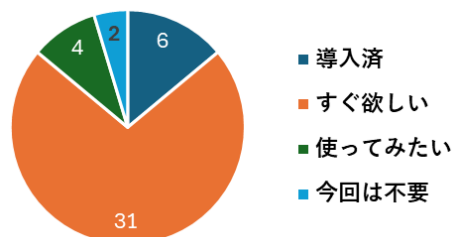


図 4 全国導入希望調査の結果

【今後の普及に向けた展開】

配布したピン作で使用したのは先端部分が平面で角部分をバレル処理によって面取りしたものだが、触読の際にわずかながら指先が滑らない感覚があり、ピン差しの際にはシリコンマットの穴の縁への引っ掛かりも確認された。そこでピン先端を点字のような半球状に丸めた改良型へ変更し、指先の滑りや差込時の引っ掛かりの解消を図ることとしている。

令和 6 年度にピン作の全国普及事業として新たな助成金採択を受けられたので、令和 6 年度中にすべての盲学校 66 校に 1 台ずつ寄贈するという全国普及を実現できる見込みとなった。

謝辞

本開発において助言を頂いた熊本県立盲学校の茂村広先生、ピン差し作業をして下された NPO 法人テクたまごの市民ボランティアの皆様はこの場を借りて御礼申し上げます。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 須恵 耕二
2. 発表標題 全盲児の平面筆記学習を支援するピン式作図器の開発と全国普及
3. 学会等名 2023年度実験・実習技術研究会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

—

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------