

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

須惠 耕二

熊本大学 技術部

1. はじめに

全盲の児童は触察によって物の形状や図形、地図等を理解するが、児童が一人で自由に描け、繰り返し使える教材がない。代表的な筆記学習教材レーザライターは筆跡が膨れる特殊な使い捨てフィルムを使用しており、描く度にフィルム交換の手間と廃棄物を生じて費用もかかる。幼少期の知育上「描きたい時に好きなだけ何度でも書ける」ことは大変重要とされ、全盲児が一人でいつでも描き学べる教材が求められていた。そこで「ピン式作図器」を開発し、全国の盲学校への導入を図った。

2. ピン式作図器「ぴん作」(以下、ぴん作)

開発した「ぴん作」を図1に示す。A4サイズのシナベニヤ合板に直径2.2mmの穴を縦69×横47計3,243個レーザ加工機で穿孔し、これに特注した直径2.0mm鉄製ピンを裏側から手差しする。ピンを可動式とするため、直径1.7mmの穴を開けた厚さ0.6mmのシリコンシートを2枚の合板の間に挟み込んでからピンを差した。シート穴とピンの直径差から生じるシリコン弾性力での摩擦により、ピンが上下へ動いた位置に留まる仕組みである。

ぴん作の表面を、ネオジム磁石を付けたペン形状の筆記具でなぞると、磁力でピンが2mm程吸い上げられて止まる。飛び出した状態のピンを指で触察すれば、描いた図形や文字などの形が理解できる。

ペンの側面などで表面を均せば、ピンは押し戻されて再び平面となり、次を描くことが可能となる。

3. 開発上の工夫

3.1 レーザ加工による熱変形への対応

使い慣れたアクリル板で試作したところ、レーザでの大量穿孔時に板の上面側が熱で膨張し、大きく湾曲した。板の反りを抑え込む治具をアルミ材で作ってレーザ加工機内にセットし、アクリル板を差し込んで穿孔したが、使用に足るだけの平面度を確保できなかったため、素材をシナベニヤ合板へ変更した。合板は層毎の繊維方向が同一でないため反りが起きにくく、比較的安定した平面のまま穿孔できるようになった。

板間に挟むシリコンシートは購入時にロールされていてわずかにヨレがあり、レーザ熱で膨れるなどあって、穿孔したシートを板で挟むと、板とシートの穴同士で1ミリ近くずれる箇所が出てしまった。ピンを差す作業効率が下がり、ピンの上下動固定強さのバラつきも無視できない状況となった。

この解決のためシリコンシートに、切り離されない位置・長さで直線切り込みを複数入れ、シート歪みの張力を切り込み部分に逃がし、穴ずれを生じにくくするようにした。また、シナベニヤの反りを抑えてシリコンシートを上下から均等に挟み込むよう、ピン配置面に計12か所ほど、M2皿頭ねじを差し、ナットで締めて固定した。これらにより、ピンが均等に近い摩擦力で上下動するようになった。



図1 「ぴん作」と磁石ペン

3. 2 磁石ペン：磁石吊り下げ機構

試作当初、木棒の先に磁石を埋め込んで磁石ペンとしたが、磁石とピンの間の距離を一定に保てないためピンの飛び出し高さが定まらず、触察に適さない状況となった。この解決のため、ペン先にプラスチック製ミニ漏斗を取り付け、磁石をその内側にたこ糸で吊り下げて、ペンを持つ角度に関わらず磁石が縦になってピンに向き合うようにした(図2)。ペンを引き始めると、カチカチという音を発生させながらピンが磁石に吸い付き、ペンの移動によって上にしっかり吸い出されて一定の高さに留まるようになり、触察できる状態を作り出すことに成功した。

一方で、ペンを鉛筆などのように押して書く動作をすると、飛び出したピンに漏斗の縁が引っかかる場合がある。スムーズに描くには、ペンを上下左右とも引く動作になるよう手首で向きを変えなければならず、びん作固有の描き方として、導入時に練習して貰う必要がある。



図2 ペンの磁石吊り下げ機構

4. 全国普及に向けた取り組み

4. 1 県内高校生による製作体験イベント

びん作の製作では多数のピン差し作業が必要である。今回は「視覚障がい児の学習を支援する地域貢献活動」として県内2高校による「熊本県立高校 One Team プロジェクト」(参加者27名)へ講師招聘され、令和5年12月20日に熊本市城南公民館で出前講義と製作体験を行った。

割り当てられた時間が3時間であったので、2人一組になってびん作1台ずつのピン差し作業に取り組んでもらい、同日13台を作ってもらった。2名×3時間で約8割のピン差し完了率であった。

4. 2 市民ボランティアによる製作

開発成果を社会普及させるために令和4年に立ち上げた^[1]「NPO法人テクたまご」では、毎月市民ボランティアによる教材製作会を実施しており、びん作の部品作成や塗装、仕上げ作業を行ってもらっている。さらに、ピン差し作業を希望者が自宅で行ってくる「おうちボランティア」もスタートした。

5. 今後の予定

アイデア段階で全国の盲学校へ行ったWebアンケートでは、返答した盲学校の6割がびん作導入に前向きであった。本開発の目標も、これまで同様に「全国1校1台寄贈」を実現することである。

そこで、びん作を紹介する動画をYouTubeに限定公開し、全国盲学校長会事務局を通じて改めて導入希望調査を行っていく。また、びん作の導入から生まれる図形学習での児童の変化についても導入校へWebアンケートや聞き取り調査を実施して、学習改善の効果も評価する予定である。

6. おわりに

びん作の開発は令和5年度JSPS科研費(奨励研究:課題番号23H0511100)の助成を受けており、全国普及に向けた製作は、日本財団助成事業(ID:2023012138)によって行った。

参考文献

- [1] 「開発成果を社会実装するための市民連携事業への展開 ～視覚障害児向け教材の普及を目指すNPO法人の設立～」 須恵 耕二 実験・実習技術研究2023 広島大学, 発表番号O-5-6 2023年3月

謝辞

びん作の試作機テストでは、熊本県立盲学校 茂村 広 教諭に御助言を頂きました。また配布に向けた製作は、NPO法人テクたまごの市民ボランティアの活躍なくしては成し得ません。この場を借りて厚く御礼申し上げます。