

2021 年度神奈川大学学術褒賞を受賞して

松本 光広*

Acknowledgment for winning 2021 Kanagawa University Academic Award

Mitsuhiro MATSUMOTO*

1. 2021 年度神奈川大学学術褒賞の受賞

今回、私は指一本で保持して押すことで円を描ける製図用コンパスの開発という研究課題名で、2021 年度神奈川大学学術褒賞を受賞した。この賞は、神奈川大学における専任の教育職員の学術研究を推進、奨励するため、その優れた業績に対して褒賞するものである。以下に、指一本で保持して押すことで円を描ける製図用コンパス[1]に基づいて、研究の概要を示す。

2. 研究の概要

製図では製図用コンパスを用いて紙面に線を引くことで円を描き、引く線の太さによって線の用途が異なるために決まった太さの線を引く必要がある。林らは、線の太さに合った直径の芯を用いて、芯を紙面に垂直に立てて、一定の筆圧となる力をかけることで、均一な太さの線で、むらのない濃い線を引けることを述べた[2]。武士俣らは、硬度が HB である芯を用いてトレーシングペーパーに線を引くときに、筆圧が 3.4MPa 以上であれば良好な線が得られることを示した[3]。線の濃さは、筆圧、芯の硬度および紙の湿度が影響することを示した[3]。したがって林らおよび武士俣らの文献から、紙面に均一な太さの線で、かつむらのない濃い線を引くためには、芯を紙面に垂直に立てて、芯に一定の筆圧をかける必要がある。大月らは、仏式、英式および独式の製図用コンパスの形状および機能を示して、現在の主流は製造しやすい独式のコンパスであるとした[4-6]。林らは、独式の中コンパスを用いて、コンパスの持ち方および動かし方、およびコンパスを用いた円の描き方を示した[2]。したがって大月らおよび林らの文献から、独式の中コンパスが製図用コンパスとして最も用いられる。林らおよび片岡は、独式の中コンパスの持ち方および動かし方について、片手の親指および人差し指でつまみを把持して、針を中心として芯を紙面上で周方向に動かすことを図で示した[2,7]。林らは、独式の中コンパスを用いた円の描き方について、両足をなるべく紙面に対して垂直に立て、常に芯に一定の筆圧となる力をかけることを述べた[2]。沓澤らは、ロボットアームの先端に万力を用いて独式の中コンパス全体を固定することで、円を描く制御系を設計した[8,9]。しかし林ら、片岡および沓澤らの文献

からは、人がコンパスのつまみを把持して、つまみに対してどの方向にどの程度の力を作用させれば、紙面に均一な太さでむらのない濃い線の円が描けるかは示されていない。松本は、独式の中コンパスを用いて均一な太さでむらのない濃い線の正確な円を描くためには、保持する力、押す力および支持する力を異なる 3 方向からコンパスのつまみに作用させなければならないことを示した[10]。針と芯の間の距離が変化するとつまみの高さが変化して、押す力および支持する力が大きく変化することを示した[10]。針と芯の間の距離が小さいとつまみの高さが大きくなり、つまみにおける芯から針の方向に外力が作用すると、小さな外力であっても芯に作用する筆圧および反力が小さくなり、均一な太さでむらのない濃い線の正確な円を描くことができないことを示した[10]。福田は、学級の半数以上の児童がコンパスの頭を持って一回りさせることに苦勞しており、手先の不器用さがある児童がコンパスを用いて円を描くことは難しいことを示した[11]。仙石は、不器用さを抱えている児童は少なくとも 5%から 6%いると見積もり、コンパスを用いて均一な円を描くことが難しいことを示した[12]。したがって従来のコンパスにおける問題点を解決した、不器用さがある人を対象とした、新たなコンパスを開発する必要がある。

本研究では、均一な太さでむらのない濃い線の正確な円を描くために、新たな製図用コンパスを開発して性能を評価した。本研究で得られた結果を以下に示す。開発したコンパスは常に芯を紙面に垂直に立てて、1 本の指を用いてコンパスを保持することで芯に一定の筆圧をかける。また同じ 1 本の指を用いてコンパスを押すことで、コンパスに押す力のみを 1 方向のみに作用させることで、円を描ける。6 本のピン、4 本のリンク、1 本の針、1 本の芯、および 1 本のボールローラーから構成される製図用コンパスを開発した。開発したコンパスを解析するために、解析モデルを構成した。実際にコンパスを作成した。作成したコンパスと解析モデルの比較から、コンパスの重心に作用させる周方向の押す力、および芯に作用する筆圧の解析は、実験結果との差の範囲で有効である。作成したコンパスで描かれた円の結果から、押す力が作用するコンパスにより、均一な太さでむらのない濃い線の正確な円を描くことができる。解析結果から、独式の中コンパスと比較すると、開発したコンパスは、針から芯までの距離が変化しても、円を描くための周方向の押す力、および良好な線を得るための芯の筆圧について、これらの変化は小さい。円を容易に描くために周方向の押す力を小さく、良好な線を得

*准教授 経営工学科

Associate Professor, Dept. of Industrial Engineering and Management

るために芯の筆圧を大きくするには、針からボールローラーまでの距離、および芯からボールローラーまでの距離を大きく、コンパスの重心の高さを小さく、芯の摩擦係数、およびボールローラーの摩擦係数を小さく、芯の直径を小さくする必要がある。円を描くための周方向の押す力は大きくなるが、良好な線を得るために芯の筆圧を大きくするには、コンパスの質量、および高さ方向の押す力を大きくする必要がある。

参考文献

- [1] 松本光広, 指一本で保持して押すことで円を描ける製図用コンパス, 産業応用工学会論文誌, 8 (2), 161-172 (2020).
- [2] 林洋次, 三上勝, 遠藤正弘, 佐々木義秀, 関口剛, 堤茂雄, 外山圭祐, 中田信明, 村田和雄, 山根常利, 大塚康正, 中川恵二, 基礎シリーズ最新機械製図, 実教出版 (2003).
- [3] 武士俣貞助, 岩井実, 製図用鉛筆の摩擦・摩耗・濃度特性-主として湿度の影響について-, 図学研究, 7 (2), 1-9 (1973).
- [4] 大月彩香, 比較製図用コンパス論考-形状と機能のデザイン-, 日本図学会大会学術講演論文集, 111-114 (2015).
- [5] 大月彩香, 竹之内和樹, 比較製図用コンパス論考-教育用としての機能の評価-, 日本図学会大会学術講演論文集, 103-106 (2016).
- [6] 大月彩香, 竹之内和樹, 製図用コンパスのデザインの検討-爪かかり部のデザイン-, 日本図学会大会学術講演論文集, 65-68 (2016).
- [7] 片岡徳昌, 新版標準機械製図, 日本理工出版会 (2006).
- [8] 杵澤京, 大熊隼, 境野翔, 辻俊明, コンパスで円を描く動作を実現する制御, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演論文集, 2P1-F07 (2015).
- [9] K. Kutsuzawa, S. Sakaino and T. Tsuji, A control system for a tool use robot: Drawing a circle by educing functions of a compass, Journal of Robotics and Mechatronics, 29 (2), 395-405 (2017).
- [10] 松本光広, 円を描くために必要な製図用コンパスに作用させる力の解析, 設計工学, 54 (8), 535-550 (2019).
- [11] 福田登志子, 子供の特性に応じた道具を準備しよう, Rimse, (3), 9-11 (2013).
- [12] 仙石泰仁, 発達障害児に認められる道具使用時の「不器用さ」の発症要因と支援方法に関する研究, 科学研究費助成事業研究成果報告書, 2-3 (2016).