

小中学生のための「工作機械を使ったものづくり教室」

—振り子時計の制作—

“The manufacture classroom using the machine tools” for elementary and junior high school students.

- Manufacturing a pendulum clock -

○菊地 遵^{*1} 和布浦 和夫^{*1} 辻 良一^{*1} 久保 栄^{*1} 杉本 修一^{*1} 宮岸 昌彦^{*1}
Junichi KIKUCHI Kazuo MEURA Ryoichi TUJI Sakae KUBO Syuichi SUGIMOTO Masahiko MIYAGISI

キーワード：工作機械, ものづくり教室, 振り子時計

Keywords: Machine tool, Manufacture classroom, Pendulum clock

1. はじめに

技術支援センターでは平成15年度の「ものづくり教室」実施テーマの選定をセンター内で行った結果、本年度は振り子時計の製作をおこなうことになった。製作工程に工作機械による部品の加工や、精密組立作業があるため、如何に子供たちにわかりやすく安全な作業を行わせればよいかの検討を重ね今回の実施に至った。本報では時計の設計から実施までの概要と、アンケートの結果について報告する。

2. 設計及び試作

設計は次の3点を視野に入れて行った。

- 1) 部品点数を極力少なくする。
- 2) 子供たちが時間内にできる範囲で複数の作業を組み込む。
- 3) 子供たちが持ち帰れる大きさ、重さにする。

当初の設計は30秒で秒針（ガンギ車）が1回転するように行った。フレームの大きさに制限があるため、振り子支点の上方にバランス錘を取り付け振り子周期を調整することにした（図1）。バランス錘のある場合の周期を（式1）、ない場合の周期を（式2）に示す。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M_1 L_1^2 + M_2 L_2^2}{(M_1 + M_2) g L}} \quad (式1) \quad L = \frac{M_1 L_1 - M_2 L_2}{M_1 + M_2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L_1}{g}} \quad (式2)$$

M1：振り子質量 L1：支点-振り子重心間距離
M2：バランス錘質量 L2：支点-バランス錘重心間距離

しかし、この方法だと加工部品点数が多くなるため、最終的にはバランス錘を削除することになった。その結果、秒針1回転に要する時間は25秒程度となった。

脱進機構（図2）の設計では本学機能機械工学科の

新宅教授の協力を得て行い、最も基本的で分かり易いと思われる機構を採用することにした（1656年ロバートフック発明機構）¹⁾。その他の部品についても先に述べた3点の視野に沿って設計、試作を繰り返し実機に至った。実機の外観を（写真1）に示す。

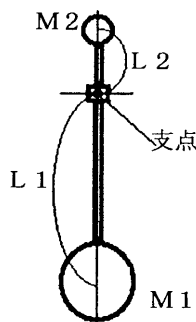


図1 振り子機構図

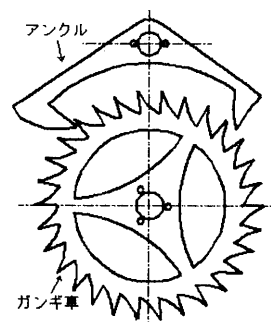


図2 脱進機構 (escapement)

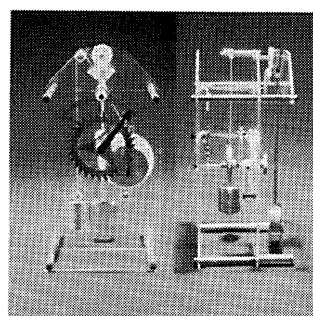


写真1 実機外観写真

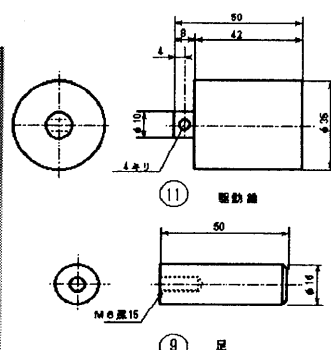


図3 加工部品図

3. 教室実施概要

3-1 受講者加工内容選定

全ての部品を受講者が加工する時間はないので、加工させる部品を2種3品にし、加工時の安全性や加工内容を考慮し、駆動錘と足（図3）を加工させることになった。材質は加工性を考慮し各々真鍮（C3560R）、ジュラルミン（A2017）を使用し旋盤、ボール盤、タップ作業を行うこととした。駆動錘は端面の段付け時に切削屑が大量に飛散し危険であること

*1 金沢大学技術支援センター

から、その部分は事前加工することにした。その他の部品は殆どを本センターで素材加工し準備した。又、組み立て方法は最も効率的な方法を検討し、写真入りのマニュアルも作成した。

3-2 作業内容確認

実施においては教室受講者4名と指導者1名を1班とした8班編制で部品加工、組み立てを行うこととした。そのため事前に指導者だけの模擬教室を実施して当日と同じ加工組み立て工程をこなし、行程上や安全面での問題が無いかチェックを行った。作業内容は下記の通りである。

a) 旋盤作業

- ・ 駆動錘 (図3⑩) の端面切削と段付け仕上げ加工
- ・ 足 (図3⑨) の端面切削とドリル加工

b) ボール盤作業

- ・ 駆動錘 (図3⑩) の段付け部のドリル加工 (4mm)
- ・ 足 (図3⑨) 端面へのドリル加工 (5.2mm)

c) タップ作業

- ・ 足 (図3⑨) のタップ作業 (卓上ボール盤, 手仕上用バイス使用)

d) 組み立て作業

- ・ 製作した部品とセンターで準備した部品21品の組み立て, 調整 (センター製作の工具使用)

3-3 作業環境整備及び安全対策

受講者の安全を確保するため、前日に作業場の環境整備と安全対策を行った。内容は下記の通りである。

- ・ 作業場内の余分な工具、機器類の撤去
- ・ 工作機械及び床面の清掃
- ・ 使用しない工作機械の電源遮断
- ・ 使用エリア外に立ち入り禁止テープの敷設
- ・ 防塵用衝立の設置
- ・ 貸出用帽子、防塵めがねの用意

3-4 教室実施

当日は午前中の2時間で機械加工を行い午後の3時間30分を時計機構の講義と組み立てに充てた。本年度受講者の内訳は小学生21名, 中学生10名, 保護者1名であった。又、にこれまで実施した教室のテーマと受講者, 申込者数を表1に示す。これによれば年々テーマは高度化しているが, 受講申し込み者は増加していることがわかる。当日の作業風景を写真2, 3に示す。

4. 教室実施アンケート

今後の教室実施に反映させるために、教室終了時にアンケートを行っている。アンケート結果の一部を図4, 図5に示す。時計の製作即ち「精密加工及び精密

組立を行う」という面から、図4が示すように受講者の大半が「製作が難しかった」と感じている。しかし、図5の結果では「おもしろかった」が大半を占めている。このことから子供達は、我々が考える以上に「ものづくり」に対して興味を持っていることがわかる。

年, 月	テーマ	受講数	申込数
11.8	ミニハンマーを作ろう	28	28
12.8	ミニハンマーを作ろう	26	30
13.8	ソーラーカーを作ろう	30	32
14.8	ソーラーカーを作ろう	31	47
15.8	振り子時計を作ろう	32	102

表1 過去の教室テーマと申込者数



写真2 作業風景1

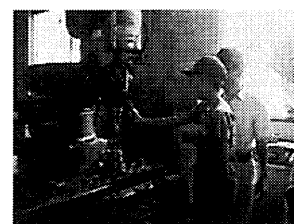


写真3 作業風景2

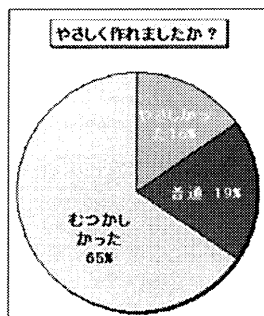


図4 アンケート結果1

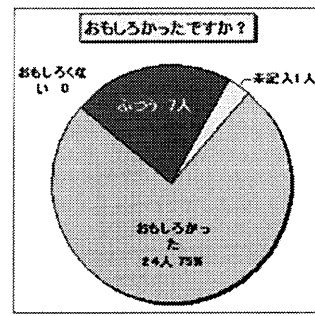


図5 アンケート結果2

5. おわりに

「ものづくり教室」の実施においてはテーマの選定から実施に至るまで幾度もの試作, 試験を繰り返すこととなり, 又, 受講対象者が小中学生ということもあって安全対策には特に配慮しなければならない等, かなりの労力を費やす結果となった。しかし受講希望者は増加しており15年度に至っては定員の約3倍の応募があり年々教室に対する関心が高くなっている。受講者の反響においても総じて良い結果であり, 今後も作業内容や安全対策等の改善を行いながら「ものづくり」に対する啓発活動に取り組む予定である。

参考文献

- 1) 窪田雅夫, 基礎機械工学全書, 森北出版株式会社 (1972), 230-235