

# 扱いやすい道具の研究

## —フライス盤的ハンドル操作のメカニズム—

日大生産工 ○村田 光一

### 1 はじめに

“ものづくり”に関心をもつ必要性が提唱されるが、ユーザフレンドリーの要請もあり、扱いやすい道具でなければ関心をもたない。通常、簡単な道具の多くは日常的動作の延長で扱えるのでフレンドリーといえる。一般に、専門的な道具の多くは、非日常的な動作を要し、訓練によって感覚を身につける必要がある。しかし、訓練を経ても常時同じ仕事を続ける機会が稀な現場では、同じ道具を使用しない期間の方が長く、道具を扱う度に戸惑いや思い通りに扱えない不満が生じることもある。ここに、日常的動作の延長で道具が扱える前提となる要件を探ることは、今後のものづくりに役立つと考える。

そのため本研究では、手動工作機械作業の“ものづくり”に着目した。フライス盤を模擬して、道具としての日常動作の適応可能性を捉える基礎的な実験を行なった。扱いやすい道具の視点からフライス盤のテーブル移動を手動によるハンドル操作で行う場合に限定し、操作するハンドル機構の違いと作業効率について日常動作との関係から考察する。

### 2 道具

#### 2.1 道具の認識

道具は、それ自体は何かをつくるための手段である。手段である限り経験則を伴っても、自然な感覚で扱えることが大切である。道具を大別すると、片手もしくは両手を使って楽に思い通りに扱える簡単な道具、そして特別な知識や訓練を要する（初めの人では扱えない）特殊な道具、に分けられる。ユーザフレ

ンドリーの視点から、前者のような道具が増えることが期待されるが、現実にはなかなか難しい状況にある。たとえば、つぎに挙げる日常的な道具を扱うとき（特殊な道具ではないが）、最初からユーザフレンドリーであるとは思えない道具であることを経験する。

- ①普通の手鋸で紙を切る：左手では容易に切れない。
- ②押し切り用鋸で木を挽く：和製鋸のように挽けない。
- ③車で道路を左折する：内輪差で後輪が曲がり切れない。

これらの扱いは体験的に納得できるが、経験則として身に付かないこともある。多くの道具は眼で見ながら扱うが、見ている位置（目の付け所）によってうまく扱えないことにもなる。特殊な道具であればあるほど、道具を扱えるようになること自体に満足を感じるが、そもそも道具は手段であり、そこにはユーザフレンドリーの視点が大切なのである。

#### 2.2 扱いやすさの分類

機能的な観点から、Nielsen, J. (1994)は道具の扱いやすさ（ユーザビリティ特性）について、つぎのように分類している<sup>1)</sup>。

- ①学習しやすさ：Easy to Learn
- ②効率性：Efficient to use
- ③覚えやすさ：Easy to remember
- ④エラーのしにくさ：Few Errors
- ⑤主観的な満足：Subjectively Pleasing

これらは扱いやすさを相互排他的に分類しているとは限らないが、道具が機能的であるための条件といえる。上記の①と③は「扱い方の理解」、そして②と⑤は「扱った成果」

---

A Study of Easy-to-Use Machine

— Mechanism of X-Y Handles like a Milling Machine Operation —

Koichi MURATA

であるから、前者が容易ならば後者は期待できる。このとき、④は「扱い中の事象」なので、「扱い方の理解」が容易であっても「扱った成果」に期待がもてないこともある。「扱い中の事象」が日常的動作の延長で行なわれる自然な感覚で持続できるとき、「扱った成果」が期待できるといえる。

### 2.3 フライス盤

①フライス盤の仕組み：フライス盤(milling machine)は、機械上部の主軸(milling spindle)に取付けた回転刃とテーブル(XY-table(board)、cross table)に固定した加工物の移動とによって切削加工する道具である。一般的な縦フライス盤での切削加工は、加工物を固定したテーブルを前後左右に移動させ、回転刃に接した加工物の部分を切除する仕組みである。本研究では、テーブル移動が手動の場合を扱う。

②テーブル移動とハンドル操作の関係：フライス盤上の加工物を固定するテーブルは、テーブル脇(正面と右側面)に取付けられた2つのハンドル操作(手動)によりY軸方向の移動〔縦送り〕とX軸方向の移動〔横送り〕ができる。ハンドル操作に伴うテーブル移動は一般に用いられる右ねじ(送りねじ)の仕組みと同じであり、操作を理解することは経験的に容易である<sup>2)</sup>。たとえば、右側のハンドル(横送り)を時計の針が進む方向(時計回り)に回すとテーブルはX軸の一方向に移動する。正面のハンドル(縦送り)を時計回りに回すとテーブルはY軸の+方向に移動する。

## 3 実験

本実験では、小型卓上フライス盤(bench milling machine)のテーブル移動機構(手動によるハンドル操作)の部分を模擬する。この機構自体は、一般に人が道具を使う日常生活から見れば特殊なも

のであるが、手動によるハンドル操作自体は特殊なものではない。ハンドドリルやバイス(万力)などねじ機構をもつ道具を扱うときの操作にも共通する要素である。

さらに、フライス盤は切削加工の道具であるが、本研究ではフライス盤におけるテーブル操作のみを模擬し、回転刃と加工物の代わりに筆記用ペンと紙を用いる。切削加工に代えて、ハンドル操作によって紙に図形を描画する実験を行った。

### 3.1 実験装置

テーブル操作を模擬するため、テーブルとハンドルを組合せた実験装置を製作・使用した(図1)。実験での作業は立位姿勢とする。実験装置は作業台上に載せて使用する。テーブル面の高さは床上1mである。同装置はつぎの2種類の仕様とする。

- ①装置A：装置Aは、右ねじ仕様である。左右のハンドル(L・R)を操作すると、右ねじの機構によってテーブルが移動する。
- ②装置B：装置Bは、左ねじ仕様である。左右のハンドル(L・R)を操作すると、左ねじの機構によってテーブルが移動する。

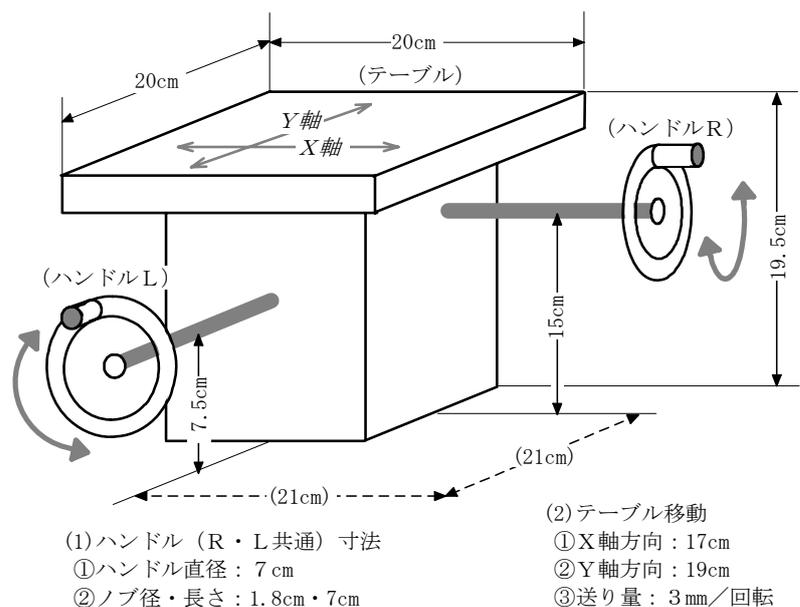
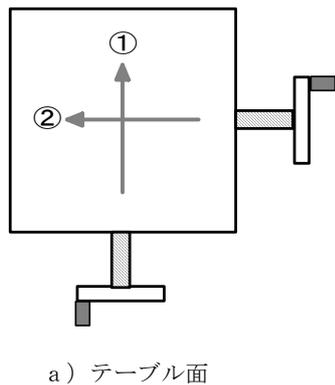
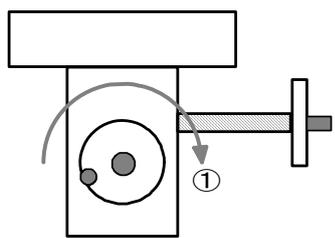


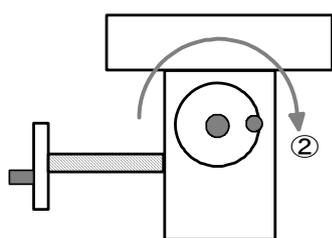
図1. 実験装置(装置A・B共通)



a) テーブル面



b) ハンドルL側面



c) ハンドルR側面

図2. ハンドル操作とテーブル移動の関係 (装置Aの場合)

ここに、一例として装置Aにおけるハンドル操作に伴うテーブルの動きを図2に示す。

### 3.2 実験内容

①基本図と図形描画：実験では、回転刃と加工物の代わりに筆記用ペンと紙を用いた図形描画とする。ここに図形描画とは、基本図（円形：直径10cm、線幅0.5cm、灰色）を印字した用紙をテーブル上に取り付け、その上に筆記用ペン（ボール径0.5mm）を当てて基本図を引き写すようにハンドルを操作する作業である。このとき、ペンはフライス盤の回転刃と同様に固定するが、紙面との密着性を考えて上下方向に自由度を残す。

②被験者の特徴：基礎実験として被験者は3名とし、かつ利き手の違いに配慮して、右利き2名と左利き1名とした。

③実験方法：実験では、道具を使用する期間が短く、使用しない期間が長い状況を仮定した。そこで、被験者毎に同一テーブルにつき前・後半20回ずつ、装置AとBを交互にして4つの実験、計80回/被験者の図形描画

(時計回りに円形を描く)の実験とした。

### 4 結果

作業時間のデータは20回ずつ順次、累計平均値として解析した。実験の結果、被験者によって作業時間や習熟傾向に多少の違いがみられたが、装置Aよりも装置Bの方が作業習熟が早く、習熟後の作業時間が短い。作業効率の点で良い値を示している。一例として、被験者 $\alpha$  (右利き)の作業数に対する作業時間の推移をみると、装置Aの後半20回目の累計平均作業時間は41秒であるが、装置Bは36秒であり5秒の差が生じていた(表1)。この被験者では実験開始直後の装置Aに対する作業時間が装置Bの場合に比べて2倍の値になっていたが、これは装置Aでの作業を最初に行っ

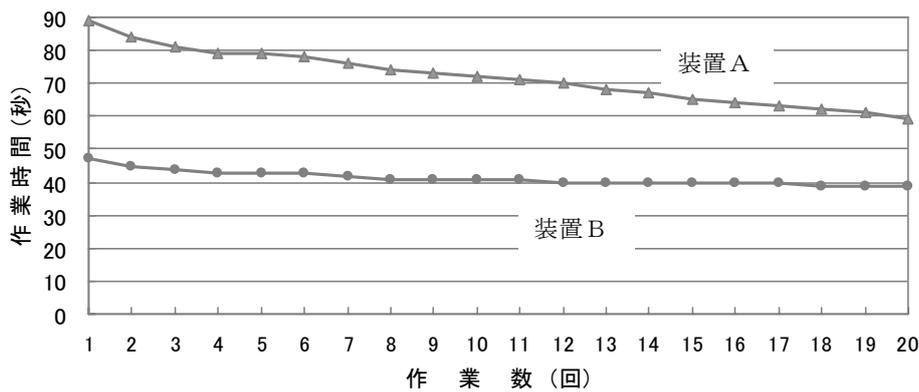
たためで、不慣れな作業であったことが原因したと推察している(図3)。

表1. 被験者毎にみた装置A・Bにおける図形描画の後半20回目の累計平均作業時間の比較

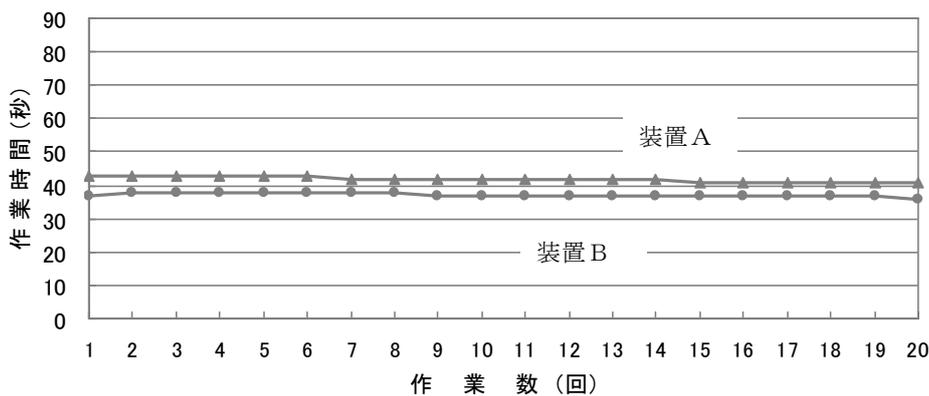
被験者	累計平均作業時間(後半20回目)	
	装置A	装置B
$\alpha$	41秒	36秒
$\beta$	34秒	32秒
$\gamma$	34秒	29秒

### 5 考察

卓上フライス盤のテーブル操作を模擬した実験装置を用いた実験を通して、装置Bの方が装置Aよりも図形描画の時間が短く、作業効率が良いことがわかった。このことは、装置Bの方がハンドルの回転方向と図形描画との関係をイメージしやすく、行動誘発性(アフォーダンス<sup>3)</sup>)に優れているからであると思える。さらに考察すれば、装置Aは「ハ



a) 図形描画の前半20回



b) 図形描画の後半20回

図3. 作業数に対する作業時間の推移 (被験者αの場合)

ンドルを操作してテーブルを移動させる」という点では右ねじの動きで扱いやすい筈である。しかし、ペンによる図形描画が加わり、作業に集中すると眼で円形の描画状況を確認しながらのハンドル操作になり、ペン先の凝視によってあたかもペン先を操作している錯覚(錯視)に陥るようである。このことは、日常の「ペンを動かして紙に書く」動作と勘違いさせる点でもある。装置Bはこうした錯覚に助けられてペンの動きとハンドル操作との間に有機的一体感が生じたからとも推察できる。2.2で指摘した「扱い中の事象」が「扱った成果」につながる良い例であるといえる。

## 6 まとめ

本研究では、扱いやすい道具の研究としてフライス盤にみる回転刃と加工物の代わりに筆記用ペンと紙を用いた図形描画の基礎的な実験を行った。操作するハンドル機構の違う

2種類の実験装置を通して作業効率を比較・考察した。そこでは、テーブル移動に伴うハンドル操作は左ねじの仕組みで扱う道具の方が効率的であった。もちろん、ハンドル操作とテーブル移動との関係では右ねじの仕組みが扱いやすい。しかし、図形描画というペン先を凝視する作業が加わると、ハンドル操作はペンの動きとの関係に及ぶため、ハンドル操作によってペンを動かしていると錯覚する。このことによる効果、すなわち錯視効果(注)がパラドックス的に働

くとき、作業効率に好影響を示す。このことは、日常的動作の適応が扱いやすい道具の研究に一つのヒントを与えたことになる。

なお、実験には4年生津留佑介君、小山哲治君、安武祐太君をはじめ、ゼミナール学生の協力を得た。ここに感謝の意を表する。

(注)本研究では実体と異なる錯視が作業効率に効果を及ぼす能動的な錯視と考える。

## 「参考文献」

- 1) Nielsen, J. "Usability Engineering" (1994) 原著, ユーザビリティエンジニアリング原論-ユーザーのためのインタフェースデザイン, 東京電機大学出版局 (2007) pp.21~30
- 2) JIS Z 8907, 方向性及び運動方向通則 (1987)
- 3) 佐々木正人, アフォーダンス-新しい認知の理論, 岩波書店, (1994), pp. 60-66