

21世紀に相応しい人間優先の道具とは —やすり（鑢）ときさげ—

○平野 重雄¹⁾, 関口 相三¹⁾, 奥坂 一也¹⁾, 喜瀬 晋¹⁾

1. プロローグ

「道具」は「言葉」と並ぶ、人類の最大の発明のひとつである。人類は道具を発明し、その道具がまた人間を変貌させることによって、文化や文明を発達させてきた。道具は私たちの欲望や願望がカタチになってあらわれたものと言ってよいだろう。

近年、道具の変化はめまぐるしく、日常生活の秩序を乱している一方、技術優先と経済優先の工業製品が中心になり、大量生産、大量廃棄によって、環境破壊も招いている。そこで、道具がひき起しているさまざまな問題を整理し直し、道具と私たちの関係を見つめ直し、21世紀をもっと心豊かに、環境にも配慮して暮らしていくために、どんな道具が求められているか考えてみたい。

本報では、金属加工に用いられる道具のうち、「やすり」と「きさげ」を採り上げてその変遷と使われ方などについて考察した。

2. やすり

2.1 やすりの歴史

歴史に残るやすりは、紀元前2000年にギリシャのクレタ島で発明されたブロンズ（青銅）製がある。紀元前1300年になるとエジプトで銅製の鬼目やすりがつくられ、紀元前700年になると鉄やすりが登場した。

このように、やすりは人が道具を獲得して以来、使われてきたと考えることができる。もちろん、今のようなやすりとは似ても似つかないもので、石器を研いだり形をつくる際に表面のごつごつした自然石を使って加工した。この石での加工が時代が進むにつれ、より固い鉄が発見され、またその鉄も西暦1100年（12世紀）頃になると、ローマ人は侵炭処理をした高炭素鋼によってより固いやすりが使われるようになった。

やすりは産業の発達とともに世界中で使われるようになり、15世紀初頭のドイツ、ニュルンベルグで早くも「やすり職人」が登場し、17世紀になると英国が世界一のやすり生産国となり世界中に輸出するようになった。その後は、フランス・スイス・アメリカなど自国産のやすりづくりが行われるようになった。

2.2 やすりの語源とわが国の現状

「金属加工で最も多用する道具を挙げよ」と言われれば、私は迷うことなくやすりと答える（図1）。誰でも

道具箱にやすりの1本や2本は入っているはずである。



図1 やすり

やすりの語源は2説ある。それは、「ますます、きれいに磨くもの」という意味の弥磨（いやすり）が転じて「やすり」となったという説と矢尻（鏃）を擦るもの、成形するものから「やすり」と呼ばれるようになったという説である。どちらも納得できる語源である。

やすりは、ゴリゴリと金属の表面を削る道具に過ぎないと軽く考え、余り吟味することはなかった。しかし、人の薦めでスイス製バローベ社（Vallorbe）のやすりを手に入れるに及んで考えは一変した（図2）。切れないやすりで平らな面を出そうと思っても、カマボコ面（凸面）になってしまう。試しにバローベ社のやすりを使ってみたところ、研ぎ澄まされた鉋で削ったようにスパッと平面を出すことができたのである。スイスの時計職人に、長い間愛用されてきた道具の実力はさすがである。

選び抜かれた鋼を使い、鋭く刃付けされたやすりが、美しく精度の高いスイスの機械式時計を生み出したと言える。「文化が職人を育み、職人が道具を育む」という言葉を実感した。

広島県呉市の仁方（にがた）やすりの起こりは、1824年（文政7）の金谷弥助の大阪での修行とも、刀匠 梶山友平の1867年（慶応3）の大阪での製造技術習得が元になっているとも言われている。

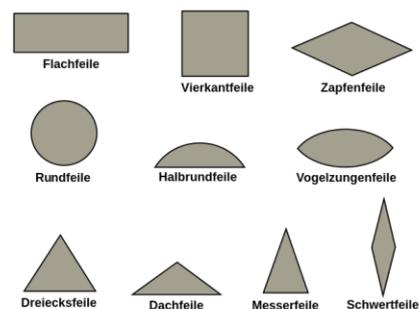


図2 スイス製バローベ社のやすり（断面形状）

¹⁾ 株式会社アルトナー

いずれにしても仁方やすりは、ルーツが大阪で、農村鍛冶の副業程度から始まって、しだいに家内工業として発達した。

当初の製法は、日本刀と同じ材料の玉鋼（たまはがね）を火造りで延ばしてやすりの形状にし、目立ても手切りでコツコツと行っていた。そのため、1人が1日に目立てをすることができる数は、20～30本だったようである。

明治後半には目立機が考案され、大正初期にはそれにモータが取り付けられた。さらに同じ頃に、やすりの形状や大きさを設定できる圧延機も開発されたことにより、1日に1人でおおよそ200本の目立てができるまでに生産量が飛躍的に伸びた。

戦前までは、大阪、新潟、東京などもやすり産地として名をなしていたが、戦災で打撃を受け衰退した。仁方は戦争の被害が少なく、戦前からのやすりの加工・製作機械の考案や技術革新により高品質のやすりが大量にできるようになり、やすりの一大生産地になったのである。

1961年（昭和36）から景気が上向き、その年には120工場、2700人の従業員がやすりづくりに関わり、1965年にかけて盛況を極め、全国シェア85%、海外80余国に輸出するまでになった。しかし、その頃から公害防止が叫ばれだし、1972年（昭和47）26社、1980年（昭和55）24社が仁方湾を一部埋め立てたやすり団地に進出した。順調に業績を伸ばしていたやすり業界も幾度かの不況に合い、一部の企業は、工具や金物などの仕入商品を扱ったり、砥石やダイヤモンド工具の生産をするようになっていく。

近年、組合員50社で製造するやすりは、年間1100万本、全国シェアの95%を占め、つくられたやすりは、全国の機械、金属、木工、美術工芸関連の事業所などで使用されている。

次に代表的なやすりの目の種類と用途を記す。

- 複目：切削力があり、断面の種類の選択肢が最も多い。主に金属部品に使う。
- 単目：切削跡がきれい。刃物研ぎや仕上げ作業に使う。
- 鬼目：削り肌が荒い。木材や石膏など軟質材の主に荒削りに使う。
- 波目：削り肌がきれい。石膏など軟質材の加工に使う。
- シャリ目：削り肌がやや荒い。木材や石膏などの仕上げ、アルミ・樹脂などの荒削りに使う。
- ダイヤモンド：通常では困難な硬い材質に使用。硬い金属・ガラス・セラミックに使う。

国産の鉄工やすりの中には、商標マーク（つぼマーク）が付いている（図3）。仁方のやすり企業名に多く

使われている『壺』や商標の『〇』マークは、やすりの焼入れに使う味噌を保存する壺から採ったと言われ、大阪で評判の良かった壺井豊次郎の商標『壺』を真似たものという話である。



図3 商標マーク（つぼマーク）

付け加えると、このマークの由来には諸説ある。

- （1）やすり用の味噌を保存する壺からきているという説
- （2）師匠筋の大阪の壺井豊次郎の名字の「壺」からきているという説と言われている。

（1）のやすりに味噌をどのように使っているのだろうか、理由は3つあると言われている。①完全焼入れが容易になる、②焼割れ防止、③鉛の付着防止。そして、何故焼入れ時に味噌を付けるのであろうか。焼入れを行う際の材料の温度は、800度近い高温になる。その材料を水で冷やす際に水蒸気が発生するが、この水蒸気の膜によって冷却が悪くなって均一に焼きが入らなくなる。材料に味噌を塗った焼入れは、この水蒸気の膜が破壊されて均一に焼きが入ることになる。また、やすり表面には、凹凸模様があるために被削材を切削できるが、この凹凸が焼入れの際に割れの原因にもなる。そのため、味噌を塗ることでこの凹凸を埋めてしまい、割れるのを防いでいるようである。知れば知るほど、やすりに興味が沸いてくる。今後、やすりをお使いの際には、ちょっと視点を変えてやすりの観察をしてみましょう（図4）。ちなみに海外製のやすりの焼入れでは、日本製のように味噌を塗っていない。では、何を塗って焼入れをしているのであろうか。

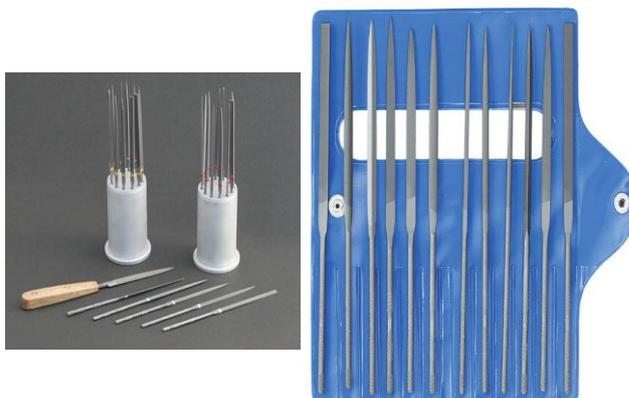


図4 組やすり

3. きさげ

精密測定に用いられるブロックゲージでは、2つのブロックの平面を密着させると「リンギング」(Wringing)と呼ばれる現象により、互いに固着してしまい横に滑らそうとしても容易に動かずなかなか離れなくなることがある。これと同様、または近いことが平面の平面度が極端に高い機械装置の可動部で起きると、機能停止や性能の低下といった不具合となるため、このような平面度の高い部品では金属加工の仕上げ段階で特別な工夫が求められる。

きさげ加工は、「きさげ (Scraper)」と呼ばれる刃先が鈍角の専用の「鑿」(のみ) が用いられる。金属加工の一種であり、工作機械のベッドのような滑り移動を行う金属平面の摩擦抵抗を減らす目的で製造時の仕上げ工程で施される、微小な窪みを付ける加工である。

きさげ加工技術が超精密機械加工を実現する。きさげという技術について、聞いたことはあっても詳しくは知らないといった方々が多いようである。

きさげとは、機械では難しい超精密工作機械や測定器のすべり面や定盤などを、人の技を持って高い精度をつくり上げる技術である(図5)。

- 平面度 $2\mu\text{m}$ 以下の精度が求められている。
- 機械の大型化に伴う精度の低下を防ぎたい。
- 技術レベルの向上のために、保有設備の精度を高めたい。

きさげ技術は、このような高精度の加工を実現することが可能である。



図5 きさげ作業

工作機械の精度が上がらなければ、精度の高い部品をつくることは困難である。工作機械は、加工の寸法誤差が $1\mu\text{m}$ 前後といわれているが、熟練者によるきさげ加工は、機械加工では得られない平面度、直角度、真直度を実現することが可能になる。

きさげ加工の使用例は、工作機械、印刷機械、産業用機械、特殊機械など多岐に渡っている。そして、きさげ加工を施す箇所は、例えば、機械の、テーブル、コラム、ヘッドなどが移動する摺動面である。具体的な作業は、各種機械の摺動面に対して、のみ状の工具を使用して鋳物の表面を削り取っていく作業で、きさげによって一度に削り取れる量は $1\sim 3\mu\text{m}$ 程度、除去量さえわかれば正確に自由な形状をつくっていくことができる。

きさげの目的を要約すると、きさげは、ものものが接する重要な部分に対して、「ストレスをなくす」ために加工を施す。摺動面の精度(真直度や直角度など)は機械精度の重要な要素である。摺動面で問題なのは、その上をものが移動するという点で、まっすぐスムーズに移動することが求められているし、移動すれば重心の変化が生じたりする。そこで、きさげした面が直接摺動面になる場合は微小な窪みが油たまりとなり、摺動面の潤滑と保護に役立っているのである。

3. 1 人がつくり出す運動精度の高度化

機械の回転部分や直線運動する部分の要素部品の精度向上によって機械の運動精度が高まる。また、重量バランスも整えられるので振動の低減にも効果がある。

軸の回転精度やテーブルの直進精度などがそれらを構成する機械部品の精度によって決定されることを「母性原理 (Copying Principle)」といい、工作機械を構成する部品の精度は加工対象とする部品精度よりも一回り高い精度で加工されている。その部品はどのような工作機械で加工するのかという疑問が生ずるが、実は人間の技術・技能がつくり出しているのである。

3. 2 ガリレオの時代・産業革命・きさげ

16~17世紀にガリレオは望遠鏡を天体観測に利用した。光学部品のレンズは表面の滑らかさはもとより正確な球面が必要で、精密機械加工が要求される。工作機械がまだ出現しない時代に精密部品がどのようにしてつくられたのであろうか。それは「定圧加工」の原理によるものである。

定圧加工とは、工具を一定の力で工作物に押し付けて摩擦運動をさせて少しずつ削り取り、工具の形状を工作物に転写する加工方法である。レンズの球面加工は、この方法でつくられ、工具の形状は最初不正確であっても、工作物と工具の出っ張った部分が互いにこすられて低くなり、全体がならされて正確な球面が創生される。このとき重要なのは、工具と工作物をできる限り同じ奇跡を描かないように相対運動させることである。

正確な平面についても定圧加工でつくることが可能である。図6のように、3枚の平面を互いにこすり合わせて全面が接触するようになるまで削り取る。次に

組み合わせを変えて同じように全面があたるまで削り取る。この作業を続け、どれを組み合わせても全面があたるようになったとき、全ての面が「真の平面」になる。この方法は「3面擦り合わせ」として知られており、精密加工の基準となる「石定盤」の加工に使われている。

金属製の定盤の加工には、刃物で数マイクロメートルずつ手作業によって削り取ってゆく「きさげ」という作業で3面擦り合わせを行う。この方法で作成した「平面の基準」は今日でも精密加工に欠かせない重要な要素である。

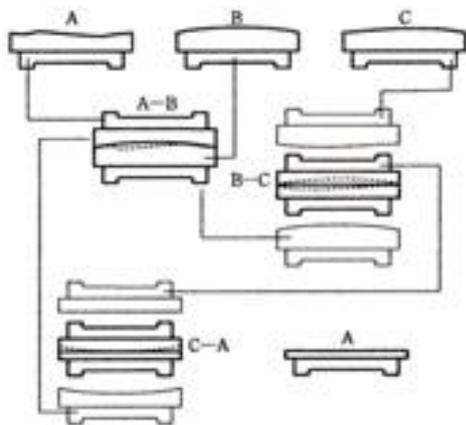


図6 3面擦り合わせ

工作機械を用いた母性原理による精密機械加工は、産業革命以降急速に発展し、工作機械にはさらに高い加工精度が求められるようになる。そして、工作機械の精度を高めていったのは、それは人間の「技」である。きさげで正確な平面や円筒面を手作業で加工する。このようにして、工作機械では得られない精度を持つ部品をつくり、組み合わせで精度を高めていったのである。これは「人の技」で達成されたと言える。

3.3 何故「きさげ」が必要なのか

それは簡単に言えば「親よりも良い子供はできない」ということである。例えば、加工機で出せる平面度が $10\mu\text{m}$ とすると、それで加工したものは $10\mu\text{m}$ よりも良い精度が出ない。親よりも良い子供にはならないのである。それでは親よりも良い子供にするにはどうするか（ $5\mu\text{m}$ の平面度を出すためにはどうするか）。それは「矯正（教育）して良い子にする」ということである。つまり、きさげという人間による矯正手段を通して、親の精度よりも良い子供ができるということになる。さらに、何故きさげが必要なのか。

機械加工はさまざまな要因で「誤差」が生じる。

- 加工時の摩擦熱による誤差。
- 室温の変化による誤差。
- 加工による内部応力による誤差。

よって、 $1\sim 2\mu\text{m}$ の加工精度は不可能に近い。では、きさげは、

- ◇恒温恒湿の仕上げ工場の安定した環境。
- ◇手作業のため摩擦熱が発生しない。
- ◇3点支持という安定した自然放置状態。

よって、正しい測定、限りなく0に近い高精度仕上げの実現が可能になる。

3.4 技術・技能・経験が高度に融合した匠の技

図7は、使い込んだきさげの柄の部分磨り減って凹状になっている。一人前のきさげ職人になるには長い年月がかかる。卓越した職人はどれくらい加減すれば $1\mu\text{m}$ の除去量になるのかを体で覚えている。

これほど微妙な作業になるため、温度変化は大敵で、鉄は1度の温度変化で1mあたり約 0.01mm 伸び縮みするので、わずかな温度差があっても精度を出すことができない。昨日仕上げが終わったのに今日測定してみたら精度が出ていなかったなどということになると、いつまでたっても機械が完成しない。一定温度の環境下でモノづくりにこだわるのは、このような理由があるからである。

きさげ面の微妙な模様はきさげ職人によって違うため、きさげ面を見ただけで、誰がきさげを行ったのかが分かると言われている。また、きさげの刃物部分は使うと磨耗するので研ぐ必要があり、これはきさげ職人自らが行うことになる。研ぎ方は荒取りか、仕上げかによって違い、人によっても千差万別である。その人が最もやりやすい形状や角度に研ぐ。きさげを研げるようになるにも、やはり長い年月がかかる。



図7 きさげ（匠の技）

4 エピローグ

研ぎ澄まされた鉋で削ったようにスパッと平面を出すことができたやすり。工作機械が高精度化された今日でも $2\mu\text{m}$ 以下の平面はなかなか困難とされる。その平面度を $2\mu\text{m}$ 以下の平面を人の技術・技能でつくりあげるきさげ。

金属加工に用いられる道具のうち、21世紀に相応しい人間優先の道具に「やすり」と「きさげ」がある。

（参考文献省略）