

## 浜松職業能力開発短期大学校紀要

## 第23号

2020年 1月

---

 巻頭言

	垣本 映	1
ワールドスキルズ 2019 カザン大会	垣本 映	2
製品開発プロセスに基づいた総合制作実習の取り組み	湯浅 英司	6
切りくずによる旋削のチップブレーカの選択	西川 広憲	10
若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス職種」への取り組み	小沢 浩二、山中 光樹	14
SL理論を取り入れた総合制作実習報告 ー半自動炒め機の制作ー	山中 光樹、浅井 隆久	18
PICマイコンを用いた組込みシステム教材の開発と教育訓練およびその効果に関する考察	橋本 隆志	22
平成30年度総合制作実習発表テーマ		28
第23回ポリテックビジョン in 浜松入賞課題		
最優秀賞		
・シーケンス制御による円筒座標型搬送装置の制作	生産技術科 上妻 成実、鈴木 朝陽、寺田 智哉	30
優秀賞		
・小型電動トレーラの制作	電気エネルギー制御科 楠ヶ谷 太希、大石 奉典、木村 賢彦、丸山 雅人	32
・Deep Learning を使用したワイヤーハーネス不良品自動判別機の制作	電子情報技術科 栗田 慎也、小山 洸生、鈴木 泰貴、寺田 和司	35
平成30年度事業概要		36

---

## 巻頭言（23号の発刊にあたって）

昨年、本校は4年ぶりに紀要を復刊した。手に取って見るとわずか2mmほどの背表紙に雑誌名、巻号が小さな文字でしっかりと印刷されている。ISSNも取得した。小さな媒体に過ぎないが、本校教職員の教育訓練の実践や研究開発成果を発表する場として再スタートが切れた。本年は、施設概況も掲載し、在職者訓練の実施状況やものづくりイベントや出前授業の実施状況も含めた。紀要が本校の現状をより理解していただくための一助になることを期待している。

今号の掲載内容は、総合制作実習の成果に関するもの2件（①SL理論を取り入れた総合制作実習—半自動炒め機の制作—、②製品開発プロセスに基づいた総合制作実習の取り組み）、技能競技会への取り組みに関するもの2件（③若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス職種」への取り組み、④ワールドスキルズカザン大会）、教材開発研究に関するもの2件（⑤切りくずによる旋削のチップブレーカーの選択、⑥PICマイコンを用いた組込みシステム教材の開発と教育訓練およびその効果に関する考察）、総合制作実習テーマ一覧、事業概要となっている。いずれも本校のものづくりの技能技術とそのための人づくり即ちものづくり実践技術者の育成内容を示すものである。特に①は新聞記事として取り上げられ、②は総合制作実習課題の機構本部表彰を受けた内容を含む。③の競技会で昨年度は特別賞を受賞することができ、全国大会への出場に期待が膨らむところである。

総合制作実習の課題や技能競技大会(静岡ものづくり競技大会、若年者ものづくり競技大会、Econo Power in Gifu)に取り組む学生は実に生き生きとしている。専門課程の2年間はぎっしり詰まった充実した時と思う。修了後の進路決定は7年間100%を継続している。8割が地元の学生で、そのほとんどが地元の企業に就職する。地産地就という人がいるがまさにその通りで、浜松、東海地域の製造業を支える人材となっている。

ものづくり実践技術者の基本は自ら考え行動できること。教員は学生の自主性、主体性を重んじている。本年、ノーベル化学賞を受賞した吉野彰氏がマイケル・ファラデーの「ろうそくの科学」という本を推薦していたが、ろうそくが燃える機序を科学の目で解説している。ろうと芯という簡単な構造だが、自らの炎の熱で自らを溶かし、気化させ、燃焼し、熱と輝きを放つというのは象徴的である。自主性、主体性とはろうそくが火を付けられたら自分自身で燃え続けるように、自分の力で技術や技能を獲得していくことだと思う。総合制作実習や競技会参加の取り組みは学生に火を灯すよいきっかけとなっていると思う。

さて、本校の教育訓練の実施にあたりポリテクカレッジ浜松協会の79社の企業を中心に多くの地元企業のご支援をいただいている。インターンシップの受け入れや、採用、共同研究、能力開発セミナー(在職者訓練)の受講など多方面にわたる。来年度には2021年度開校に向け静岡県立職業能力開発短期大学の学生募集が始まる中で、本校の存在価値を再確認し切磋琢磨しつつ共存共栄へつなげていきたい。引き続き、各方面のご協力、ご支援をお願いして巻頭言とする。

東海職業能力開発大学校附属  
浜松職業能力開発短期大学校  
校長 垣本 映

# ワールドスキルズ 2019 カザン大会

WorldSkills 2019 in Kazan

校長  
垣本 映

## 【要約】

ワールドスキルズ(技能五輪国際大会)カザン大会<sup>1)</sup>が本年8月22日から27日までロシアのカザンにて開催された。2013年のライプチヒ大会後、日本チームが好成績を収めるために検討した対策や、サンパウロ大会後に練り上げられてきたチーム強化策の成果が試される場となった。また、アブダビ大会で表明して以来日本が取り組んできた2023年愛知大会招致活動に審判が下される大会であった。

## 1. はじめに

現在、各地の職業能力開発大学校（以下、能開大）、職業能力開発短期大学校（以下、能開短大）は学生のモチベーションを高め、教育訓練の成果を向上すること、学生の習得した技能技術を公開することで学校の知名度を向上することなどを意図として、厚生労働省の主催する若年者ものづくり競技大会に積極的に取り組み、メダルの獲得、入賞など成果を上げている。能開大、能開短大からの参加者は8月に開催された福岡大会で74名と全参加者のおよそ6分の1を占める。

浜松能開短大でも、メカトロクス、電子回路組み立て、ITネットワークシステム管理、フライス盤、機械製図と複数の職種で取り組んでおり、昨年度はメカトロクスとITネットワークシステム管理で特別賞を受賞することができた。

若年者ものづくり競技大会の15職種のうち、一部の職種では優勝者だけでなくさらに成績優秀者も技能五輪全国大会への出場権を獲得できる。さらに、技能五輪全国大会で優勝し年齢条件を満たせば、ワールドスキルズ、即ち技能五輪国際大会への出場が叶う。

筆者は、2015年サンパウロ大会、2017年アブダビ大会<sup>2)</sup>で技術代表を務めた。総会や技術委員会での国の代表の一人である。サンパウロ大会では九州能開大の応用課程卒業生、和田大樹さんがメカトロクスの選手として参加し敢闘賞を受賞した。若年者ものづくり競技大会、そして民間企業に就職して技能五輪全国大会の優勝を経ての出場、受賞であり、後進への良きロールモデルを示したと言え感慨深かった。将来、浜松能開短大からも後に続く卒業生が出ることを密かに期待しているところである。

カザン大会には話題がもう一つあった。2023年の開催地に関する投票が総会で行われ、アブダビ大会で候

補地として名乗りを上げた愛知の切実な願いは残念ながら実現できなかった。

カザン大会での成績、技能五輪国際大会、日本チームの取り組み、愛知の招致活動について触れる。

## 2. カザン大会の日本チームの成績

### 2-1 開催概要

カザン大会は63カ国から56職種に1348名の選手が参加した。会場はカザン国際空港に隣接するカザン国際展示場で屋内施設だけで75400㎡、仮設テントも含めると170000㎡の会場面積（東京ドーム3.6個分）である。これらの点において過去最大の規模となった。会場を回るのも一苦勞であった。図1の左列に実施された職種の一覧を示す。職種は業種カテゴリーごとにまとめた。番号は大会で用いられる職種番号である。

### 2-2 日本チームの成績

日本チームは図1で色塗りしていない42職種に参加した。クラウドコンピューティング、サイバーセキュリティは今回から実施で参加した公式職種である。

結果は、情報ネットワーク施工と産業機械組み立てで金メダル、製造チームチャレンジ、CNCフライス盤、CNC旋盤で銀メダル、クラウドコンピューティング、電子機器組立て、メカトロクス、試作モデル製作、溶接、自動車板金で銅メダルを獲得し、メダルの総数は11個であった。

敢闘賞は成績が700点以上で銅賞未満の選手に与えられる。機械製図CAD、印刷、配管、ウェブ技術、電気、工場電気設備、移動式ロボット、家具、美容/理容、ビューティーセラピー、洋裁、洋菓子製造、自動車工、造園、ITネットワークシステム管理、構造物鉄工、サイバーセキュリティの17職種で獲得した。移動式ロボット、自動車工、造園、ITネットワークシステム管理、

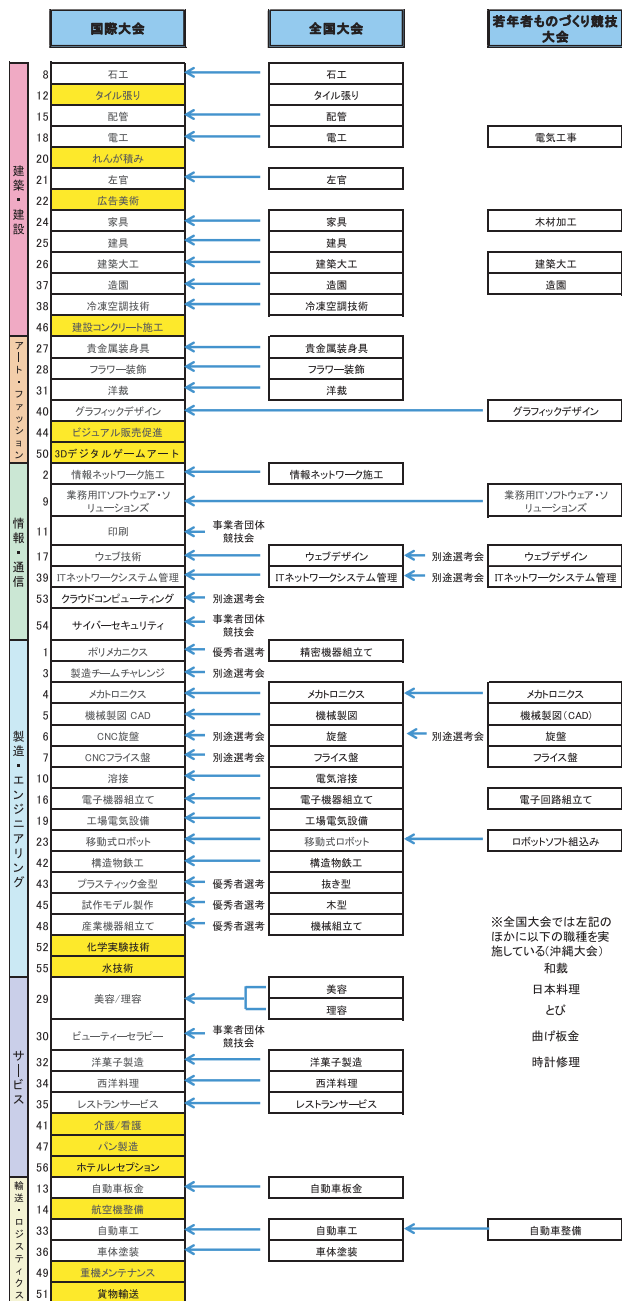


図1 カザン大会職種と技能五輪全国大会職種、若年者ものづくり競技大会職種の選考関係(青矢印)

はいずれも4位で惜しくもメダルに届かなかった。

成績の評価についてはいくつかの観点がある。まずは金メダルの数である。今回2個と、前回大会から1つ減らした。しかしながら、国や地域別順位では7位と前回9位より上回っている。1位は中国で16個、2位はロシアで14個、3位は韓国で7個である。中国とロシアの躍進は前回のアブダビ大会で想定した通りであった。

メダル総数で見ると、日本は7位である。前回は9

位であった。1位は中国、2位はロシア、3位はスイスである。

ワールドスキルズ独自の評価としては金を4点、銀を3点、銅を2点、敢闘賞を1点として総得点を計算するメダルポイントという考え方がある。これによると日本は8位である。前回は9位であった。1位は中国、2位はロシア、3位は韓国である。国別の総力を示しているといえる。

各選手の成績は職種を超えて比較できるように偏差値のごとく正規化され700点を中央値とする得点換算が行われる。これにより最優秀選手賞、アルバートビダル賞と国別最優秀選手賞、ベストオブネーション賞が選出されている。国別チームの総得点をもって評価することも行われ日本は7位である。前回6位であった。1位は中国、2位はロシア、3位はブラジルである。こちらも国別の総力を表しているといえる。

メダルポイントにしても得点にしても出場職種が多いほど順位が高くなりうる。そこで、1職種あたりの平均を求めた平均メダルポイント、平均得点という評価も行われる。平均メダルポイントを用いると日本は12位となる。前回13位であった。メダルの獲得数に比べて順位が大きく下がるのは参加した職種間で成績位置にばらつきがあるためと考える。1位は中国、2位はロシア、3位は韓国である。平均得点を用いると日本は11位となる。前回15位であった。得点そのもので比較するので精度が高い。1位は中国、2位は韓国、3位はスイスである。

選手の採点結果については確定後にワールドスキルズから各国の事務局を通じて各エキスパート、選手に配布されて以後の選手指導に活用されている。

複数の指標で成績を評価すると、金メダルの数、総得点の順位が前回より下がってはいるが、国ごとの参加職種数が大会ごとに異なることを考えると、総じて日本のカザン大会のチーム成績は前回大会よりも向上したと言える。

### 3. 技能五輪国際大会

#### 3-1 位置付け

技能五輪国際大会に関連した国内の技能競技大会には厚生労働省が主催するものとして技能五輪全国大会と若年者ものづくり競技大会がある。

技能五輪全国大会は国際大会への選手選考のために始められた。図1の矢印で示す通り、そのほとんどの

職種の優勝者は国際大会の代表選手として参加する。日本料理やとびなど一部の日本固有の職種については例外である。昨年の沖縄大会では42職種、参加選手数が1292名と規模的には国際大会並みである。

一方、若年者ものづくり競技大会は8月の福岡大会で15職種と少なく、必ずしも技能五輪全国大会への選手選考とはなっていない。メカトロニクス、ウェブデザイン、自動車整備など一部の職種の優勝者や成績優秀者が全国大会の代表選手となる職種もある。また、業務用ITソフトウェアソリューションズについては特別で優勝者が即、国際大会の代表選手となる。

選手選考と各競技大会の流れを図1にまとめてある。5年ほど前から造園職種が加わり、参加選手数も443名と規模が拡大している。

### 3-2 技能五輪全国大会との違い

技能五輪全国大会と技能五輪国際大会の違いを表1にまとめる。職種数や選手数は近いが、国際大会は1会場で実施するのが原則で会場の規模が大きい。競技の内容については、競技期間が4日間、競技時間が全体で15から22時間と長いこと、課題のレベルも上回っていること、採点項目が最大300と細かいことなどが挙げられる。また、使用言語は英語で、規則に従い通訳を付けることができる。競技が公平、公正に行われることに注意が払われており、競技規則、倫理行動規則の理解が求められる。参加前に選手やエキスパート(参加国競技専門委員)はアクセスプログラム研修を受講し、規則や専門分野の知識につきウェブテストで満点をとらなければ競技に参加できない。ただし、心配は無用で大会前に何度でも受けることが可能である。規則違反の申し立てがあると紛争(問題)解決のプロセスがあり、違反が認定されると成績の減点や会場からの追放、エキスパートの出場資格はく奪など厳しく処分される場合がある。アブダビ大会では10件以上の申し立てがあり、うち数件で厳しい処分が実施された。

## 4. 成績向上の取り組みと成果

2013年ライプチヒ大会後に、技能五輪国際大会の事務局である中央職業能力開発協会技能振興部において、日本チームが好成績を残すための人材育成の方針を検討する委員会が立ち上がり議論を行って提言書にまとめた<sup>3)</sup>。筆者も技術代表として座長を務めた。その後、2015年サンパウロ大会を経てアブダビ大会に向けて様々な対策が戦略と予算化を伴って具現化しカザン大

表1. 国際大会と全国大会の違い

	技能五輪国際大会 (カザン)	技能五輪全国大会 (沖縄)
開催年	西暦奇数年	毎年
参加選手数	1354名	1292名
会場数	1か所	15か所
職種数	56職種	42職種
競技期間	4日	1日
競技時間	15-22時間	最長12時間
競技課題	エキスパート作成と外部機関作成	競技委員会にて作成
事前公表課題	当日30%変更	一部国際大会準拠
年齢制限	22歳以下、一部25歳以下	23歳以下
参加回数制限	1職種1回のみ	その職種で国際大会に出場していないこと
職種会議	ウェブ上のフォーラム	競技委員会

会を迎えた。

提言の中身は、

- ① 全国大会競技内容の国際大会化の促進
  - ② 全国大会開催時期の早期化
  - ③ 選手への指導・サポート体制の見直し
  - ④ 国際大会ノウハウの蓄積
  - ⑤ 日本チームの結束力向上
- 等であった。

①については全国大会で目指す人材像と国際大会で求める人材像が異なる職種があり、国際大会に合わせていく必要性が打ち出された。例えば日本の得意だった旋盤やフライス盤はそれぞれCNC旋盤、CNCフライス盤となったように、汎用機の課題からCNC機を用いた課題に移行していた。これに対処する案として全国大会とは別に、優勝者等に対してCNC機による選考会を開いて代表を決定することが行われるようになった。カザン大会では両職種とも銀メダルを獲得できた。これは②の準備期間の解決にもなっている。他の多くの職種においてもこれまで以上に課題内容を国際大会に近づけるよう取り組みがなされている。

③については長期にわたり情報ネットワーク職種のチーフエキスパートを務め現在は職種競技マネージャを務める職業能力開発総合大学校(以下、職業大)の菊池准教授を中心に提案がなされ、エキスパート(競技専門委員)となった人のための研修、通訳と合同の研修、ワールドスキルズから課せられた大会参加のための研修が実施されるようになった。また、選手、エキスパートともに国際大会や共同訓練に参加するための助成制度も始められ、オーストラリアで前哨戦的に行われるGlobal Skills Challenge、EuroSkillsなど海外の大会に多数の職種で参加するようになった。

④については全国大会の主査と国際大会のエキスパート経験者をコアとした職種別分科会が立ち上げられた。これにより、全国大会と国際大会のリンクが濃密となり、課題内容についても国際大会化について検討しやすくなった。また、選手の所属が大会ごとに変わるため生じていたエキスパートの持続性が職業大など教育訓練機関の委員が務めることにより担保される職種もでてきた。また、製造チームチャレンジではデンソーの今川氏が副チーフエキスパートとなった。ノウハウの蓄積と共有がしやすくなったといえる。

⑤については日本チームとしての一体感の演出が必要とのことから、Team Japan の T シャツを作成したほか、国内では Line、現地では WhatsApp など職種横断的にエキスパート、技術代表間で連絡が取れる体制が作られた。職種別委員会に加え、他職種のメンバーとの交流は本番の国際大会だけでなく、EuroSkills など海外大会経験時に単に情報取得にとどまらず、励みとなっている。

## 5. 愛知大会招致の取り組みと結果

カザン大会のもう一つの話は 2023 年に愛知大会としての招致が成功するかどうかであった。カザン大会に先立って開かれたワールドスキルズの総会において加盟国による投票が行われ、リヨンへの招致を提案したフランスとの戦いとなり、残念ながら結果は愛知 20 票、リヨン 44 票でフランスが開催権を勝ち取った。

圧倒的な差は全く予想していない事態であり、日本から駆け付けた根本厚生労働大臣も落胆されたとのことである。2023 年日本で開催となると 2021 年の上海大会の後もアジア地域開催となってヨーロッパ地域外での開催が続くことになる。ヨーロッパ地域での開催を望む声が大きいとされる。また、フランスは、カザン大会が決まった時を含め過去 2 回招致の投票で敗れていることも挙げられている。1995 年リヨン大会からおよそ 30 年ぶりのフランスでの開催となる。

すでに、1970 年の千葉大会、1985 年の大阪大会そして 2007 年の静岡大会などの経験もあり、これらの蓄積をもって愛知大会の実現をしてもらいたいと考える。愛知県の 大村知事も早速、2025 年に愛知大会を再び招致することを表明された。大阪万国博覧会が開催されるのに続いて愛知県にも多くの人が訪れるよう期待したい。

## 6. 今後に向けて

### 6-1 成績向上

参加国が増え、規模が大きくなる国際大会でさらに好成績を上げるためには、ライプチヒ大会以降検討し、実行してきた強化策を一層進めることが重要と考える。さらには、エキスパートや選手の英語によるコミュニケーション能力を高め、通訳に大きく依存しなくても課題や発生した問題に対処できるようになることも大切である。

今回、サイバーセキュリティやクラウドコンピューティングが加わったように、今後職種としてより増加が見込まれる IT 系の職種については技能五輪全国大会でも取り上げるなど、選手層を広げ、優秀な人材が集まる仕組みを構築することも肝要であると考えられる。

### 6-2 国際大会の再招致

前述のように大村知事はすでに 2025 年大会を招致する考えを明らかにしている。会場としての活用も念頭に開業したアイチ・スカイ・エキスポが 11 月には全国大会の会場として活用される。6 年後に晴れて国際大会の会場となることを願っている。

カザン大会では多数の Future Skills が紹介されたが、その中にはデジタル技術を駆使した第 4 次産業革命といわれるロボット、AI、IOT、ビッグデータを活用した様々な職種が国際大会の職種として加わっていることが想像される。これらの技能技術を目の当たりにすることができるのが国際大会である。

次世代を支える日本の若年者に対してこれらのものづくりの技術を紹介できるイベントの影響力は大きい。

能開大や能開短大においては、若年者ものづくり競技大会や全国大会を通じて、国際大会出場への夢をより身近に具体的に感じられることになることを期待している。

#### [参考文献]

- (1) WorldSkills Kazan 2019、カザン大会公式ページ  
<https://worldskills2019.com/en/> (2019. 10. 15)
- (2) 垣本映：「第 44 回技能五輪国際大会アブダビ大会を終えて」、技能と技術、職業大基盤整備センター、2018 年 No. 2, pp. 30-35 (2018)
- (3) 技能五輪国際大会の成績を踏まえた人材育成のあり方の検討委員会報告書、中央職業能力開発協会、2014  
[https://www.javada.or.jp/jigyoin/gino/kokusai/42\\_kentou\\_houkokusyo.pdf](https://www.javada.or.jp/jigyoin/gino/kokusai/42_kentou_houkokusyo.pdf) (2019. 10. 15)

# 製品開発プロセスに基づいた総合制作実習の取り組み

Efforts for General Production Practice Based on Product Development Process

生産技術科  
湯浅 英司

## 【要約】

当機構の運営する能開大・短大校においては、2年間学んだ集大成として開発課題や総合制作実習に取り組んでいる。当校においても地域ニーズを基に、就職後に学生が活躍できる素地を身に着けるため、各指導員が熱心に総合制作実習の指導に当たっている。本稿は、筆者が着任当初より取り組んでいる『製品開発プロセスに基づいたものづくり』の実践報告である。

## 1. はじめに

総合制作実習はいわゆる“卒業制作”のことで、2年間の教育訓練を通じて学ぶ、様々な技術要素を総合的に活用した課題について、学生自らが企画、設計、製作、組立、評価・検証等への取り組みを含むものであり、総合的なものづくり力を養うために設定された科目である。

年度末には、各校で開催されるポリテックビジョン等において、学生の成果報告の場として「総合制作実習発表会」を行い、その成果発表を行う(図1)。

最優秀作品については、校の推薦作品として高齢・障害・求職者雇用支援機構の本部に推薦され、全国24校の作品の中から優秀な作品は表彰を受けることとなっている(図2)。

筆者の関わった総合制作実習においては、赴任した年から学校の推薦を受けることとなり、また2年連続で同表彰において特別賞を受賞するに至った。

本稿は、製品開発プロセスに基づいた総合制作実習の取り組みについての実践報告である。

当校を厚く支援して下さる地元企業をはじめとし、今後、総合制作実習に携わる指導員等に理解を深めていただく参考となれば幸いに思う。



図1 第23回ポリテックビジョン in 浜松

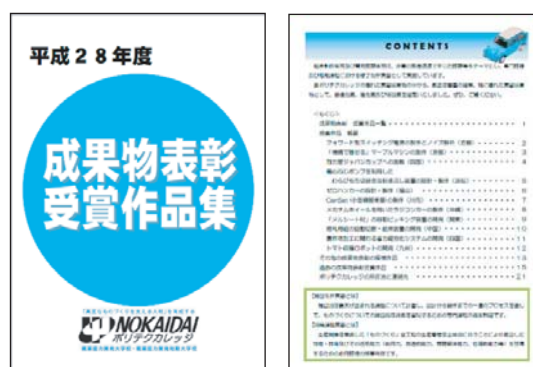


図2 総合制作実習等成果物表彰作品

引用元：(独) 高齢・障害・求職者雇用支援機構  
ホームページ<sup>(1)</sup>

## 2. 地域の特性<sup>(2)(3)</sup>

浜松市を含む静岡県西部は昔からのものづくりが盛んな地域で、繊維、楽器、バイクなどで世界を牽引する企業が集積する日本有数の工業地帯である。その起源は江戸時代にさかのぼり、天竜川をはじめとする豊富な資源のもと、織物、製材、木工加工により基盤となる産業が形成され、近代化により自動織機、木工機械へと進化した。戦後には自転車車がオートバイへさらに自動車へと発展した。

近年では光技術や電子技術に関する話題で世界から注目されるなど、ものづくりの街として更なる発展が期待されている。

浜松市に本社または本社工場を置く事業所のうち、従業員が概ね300名以上である事業所は、トクラスプロダクツ(株)、エンシュウ(株)、ローム浜松(株)、朝日電装(株)、浜松ホトニクス(株)、(株)アツミテック、(株)小楠金属工業、金田工業(株)、サクラ工業(株)、スズキ(株)、(株)スズキ部品製造、THKリズム(株)、ヤマハファインテック(株)、(株)ユタカ技研、ヤマハ(株)、ローランド(株)など、世界的に有名なメーカーと、その下請けなどが数多い。また、これら企業に対するサプライヤも無数に点在する。その中で、図3に示すとおり、浜松市で製造業に従事する労働者のうち、3割以上が輸送機械器具製造業を



図3 浜松市の製造業における従業者数の構成比

占め、また生産技術科の訓練内容と関連する機械器具製造業の合計は、全体の約7割を占めている(注1)。

このように、製造業が盛んな地域に設置された当校においては、採用する側の企業からは即戦力として活躍する実践技術者としての期待は大きく、例年300社以上の求人を戴いている。このうち生産技術科を指定した求人は約3割を占め、おかげさまで就職率は7年連続で100%を維持している。一方で有効求人倍率が上がると、高卒で就職を選択する高校生も多くなることから、学生募集に苦慮することが課題である。そのような状況においても、多くの学生に進学を選択してもらえるよう、存在価値を高める取り組みを、校を挙げて取り組んでいる。

### 3. 自ら考え、行動できる

地元企業の期待に応えるため、生産技術科において日々の学生指導について大切にしていることは、『自ら考え、行動する』人材の育成である。前項で述べたとおり製造業の労働人口は非常に多いが、浜松においても例に漏れず、少子高齢化により働き手が慢性的に不足している。これを解消するため、外国人労働者や技能実習生を受け入れたり、自動化を進め生産性を向上させたり、各企業で苦慮されている。

また、メーカーも多いため、存続の要となる新製品開発の仕事も多いことから、指示通りに作業を行うだけでなく、豊かな発想力、創造力によりカイゼンや効率化など、幅広い視点から見極め、判断する人物が望まれている。

これらを踏まえ、当校生産技術科では、就職後に即戦力として活躍することはもとより、単なる現場作業要員としてではなく、将来的に生産現場におけるリーダーとして活躍できる、『自ら考え、行動できる』人材の輩出を目指している。

### 4. 全ての仕事はお客様に通じる

学生は入校当初より様々な固有技術について学ぶ。当科においては機械加工を軸とし、力学、材料、設計製図等の周辺知識を身に着けることとなっている。総

合制作実習では、これらの技術を活用し、製品開発の全工程である企画⇒設計⇒試作⇒評価・検証までを行う。

ここで最も大切にしていることは、ただ『考え、つくり、うまくいった/いかなかった』の体験に終わるのではなく、全ての作業において『お客様を第一に考える』ことである。

製造現場に就職をする学生においては、直にお客様と接する機会はそう多くないため、何のため・誰のために仕事をしているか見失いがちとなる。心の中に留めておいて欲しいことは、『お客様のために仕事をしている』ことである。過剰なお客様第一主義は不要だが、仕事は自分のためではなくお客様のために行うものである。将来的に、仕事のうえで何かしらの判断を迫られる立場となった際、自分たちの都合だけで物事を片付けないで欲しいと指示している。

自己の都合で考えるプロダクトアウトより、お客様ご要望を第一に考えるマーケットインの思想でものづくりを行う方が、お客様が満足されることは言うまでもない。

特にお客様の顔が見えない現場においては『次工程はお客様』を念頭に置き、全ての仕事はお客様に通じているということ、製品開発の体験を通して学んで欲しいと思う。

### 5. 受賞した2つの作品

初年度(平成27年度)は、偏心ねじポンプを題材とした装置開発に取り組んだ。

偏心ねじポンプとは図4に示すとおり、2条ねじのケース(ステータ)と、1条ねじの回転軸(ロータ)を組み合わせることで発生する密閉空間(キャビティ)の移動により液体などを送り出すものである。指導する我々も偏心ねじポンプそのものを取り扱ったことがなかったため、初年度はこの設計・製作を試みた。課題選定においては、加工の難易度などの技術面と、製作の過程(プロセス)を重視した。前述の通り、地域的に装置産業が盛んであることから、当科で取り組む総合制作実習の課題は、主に精密機械設計(装置設計)と金型設計(プレスまたは射出成形)としている。

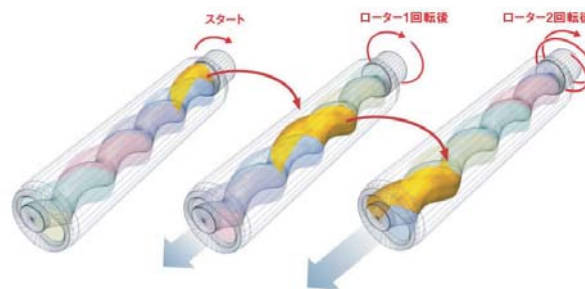


図4 偏心ねじポンプの原理

引用元：兵神装備(株)ホームページ  
なぜ困難を解決できるのか<sup>(4)</sup>



仕様や構想を決めるうえで徹底したことは、前述のとおりお客様の立場となって作業を進めることであった。展示を前提とした要求仕様（お客様のご要望）であったため、ポンプの内部構造が視認できる、持ち運びが容易、液体が漏れないなど、ある程度の制約（お客様からのご要望として）を設け、お客様から開発の仕事を請け負ったという設定のもと、課題に取り組んだ（図5）。

同ポンプの部品は螺旋形状のため、5軸のマシニングセンタを活用するなど、高度な加工技術が必要であることと、加工精度についてもポンプの効率や展示物からの液漏れを考慮すると、高精度な加工が必要であった（図6）。

次年度（平成28年度）は、この確立された技術を活用し、「偏心ねじポンプを利用したわらびもち切断きな粉まぶし装置の設計・製作」に取り組んだ（図7）。



図5 製作した偏心ねじポンプ

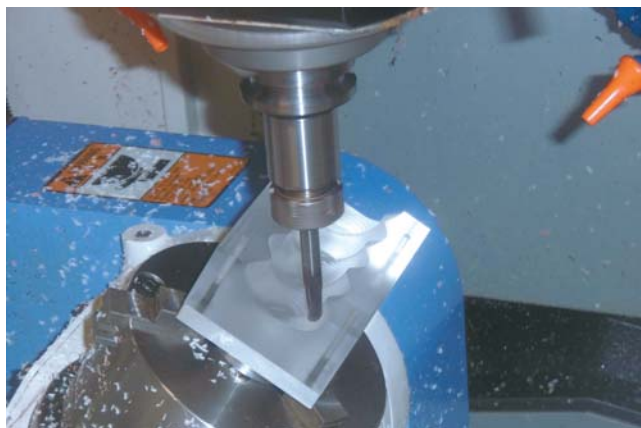


図6 5軸マシニングセンタによるポンプのケース加工

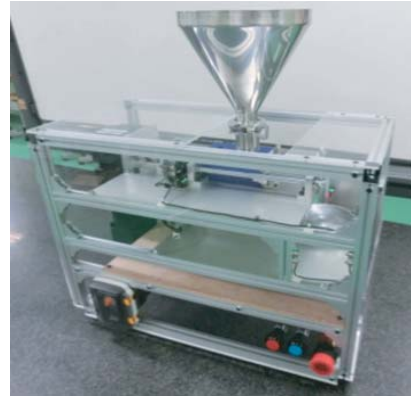


図7 わらびもち切断きな粉まぶし装置

前年度は機械要素のうち、ポンプというメカニズムを作製したに留まっていたため、2年目は機械装置として役割を果たすべく、この技術を活用し、高粘度の液体輸送が可能である偏心ねじポンプの特徴を活かした装置開発に取り組んだ。

課題選定のポイントは、前に述べた通り確立した技術の応用と、食品を扱う装置の開発であるため、部品の材質の選定においては食の安全を守る食品衛生法をはじめとした関係法令に準拠すること、装置を使用する作業を守る労働安全衛生法に適合した装置開発を行うことであった。

経済活動を行う上では、お客様のご要望を実現することは必要条件を満たしたにすぎず、実は暗黙知として様々な制約や規制を受けることを認識して欲しいと考えた。

わらびもちを題材としたのは、毎年秋に開催されるポリテク祭で使用する機材を受注したという設定で取り組むためであった。購入部品（特注品）の納期が間に合わなかったり、製作の過程で多くのトラブルに見舞われたり、目標としたポリテク祭での完成は叶わなかったが、最後まで意欲的に取り組むことができたテーマであった。

## 6. 習得（体験）して欲しい3つのこと

### 6-1 仕事はお客様のためにある

前項にも触れたが、仕事全体の流れや全体像を認識することで、就職先でも自分の役割、目指すべき方向性を判断できるようになり、闇雲に指示された作業を行うより、質の良い仕事ができるようになる。繰り返しとなるが、特に製造現場においては、直接お客様と接する機会が少ないため、お客様の存在を忘れがちである。

お客様の役に立たない仕事など世の中に存在せず、自らの仕事は工程を進めればお客様に通じていることを、判断が必要な場面において思い返してもらい、実践する。

### 6-2 重点思考で判断する

限られた時間・人数・機器で効率よく判断および作業をする。授業科目として取り組むため、時間的な制約が大きく影響するため、優先して進めるべきことと

そうでないことを明確に分けて作業を進める。

実務においても納期や機材など、さまざまな制約があるなかで、最良の結果を出すことが求められる。細かく拘りたいところもあるようだが、お客様の要求はQCD（品質、コスト、納期・品揃え）の総合バランスであり、拘った末に期待値以上の品質を達成できたとしても、納期が遅れては本末転倒である。

### 6-3 グループでの仕事の進め方を体験する

グループ作業に欠かせない方向性と見解の一致を図るため、情報共有の方法、時間管理、役割分担、問題解決手段などの管理方法を体験する。企業においても部や課、グループ等で目標を掲げ仕事に取り組む。

個々にやりたいこと、得意なことをやっているだけでは一向に作業は進まず、目標が達成できない状況となるため、進捗管理を細かく行い、スケジュール管理を徹底する。技術の寄せ集めだけで作業をするのではなく、次に述べる管理技術の存在を認識する。

## 7. 管理技術と固有技術

能力開発校では多くの技術を学ぶことになるが、これは主に『固有技術』である。一方、管理技術とは、『効率的に仕事を進める方法』のことである。仕事の成果は固有技術と管理技術の掛け算であるため、片方だけ長けていても良い成果は得られない。管理技術の例として2つほど示す。

### 7-1 デザインレビュー (DR)

仕事全体の進捗管理のため、定期的に部員が交代で上司へ説明を行う。交代で説明を求めることで、分業等で作業を行っている場合は、DRの前に各々の作業の進行状況を報告しあうミーティングが必須となる。

就職活動や体調が優れず欠席する学生がいた場合も、『彼に聞かなければわからない』状況とならないよう、常に共通した認識でいることで、互いに補うことができるようにすることを目的としている。

### 7-2 品質機能展開 (QFD)

お客様の言葉や調査結果は抽象的な表現を含んでいる。それを機械の目標品質（機械仕様）に変換する必要がある。

機械仕様は、「装置がどうあるべきか」を工学的に表現するものであり、例えばお客様が装置に対してどのような操作をするかを想定してみると、『装置を操作する』『装置を収納場所から設置場所へ移動する』『不具合が生じたらメンテナンスをする、などが支配的な要素として挙げられる（①操作性、②可搬性、③メンテナンス性）。図8のように数次展開することにより、具体的に数値化する項目が表れる。

## 8. おわりに

総合制作実習を通し、学生は多くのことを学び、実習をやり遂げることで達成感や自信を持ち社会へ羽ばたいてゆく。

多くの学生が浜松市内であるため地元就職し、即戦力として活躍しているが、即活用できる技術を学び、

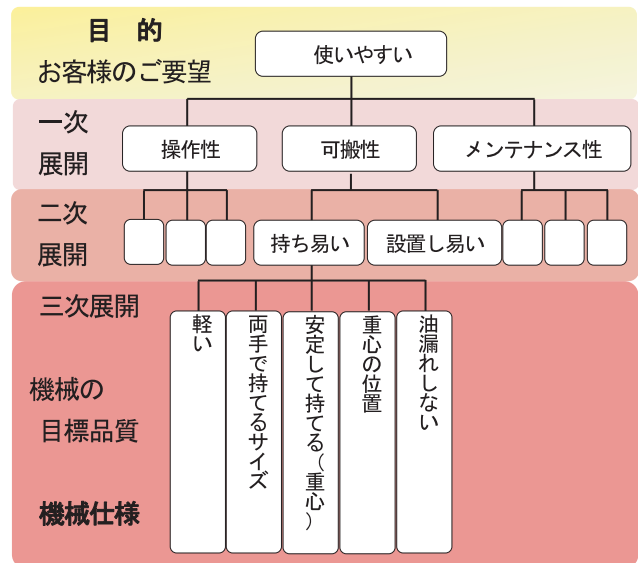


図8 品質機能展開の例

技能を備えるだけでなく、5年後、10年後に有能な技術者となるため、一つ上の次元である管理技術という概念や、お客様のために仕事をしていることを意識し、地元浜松の発展に貢献して欲しいと考えている。

### [注]

(注1) 地域経済分析システム（経済産業省・内閣官房） 産業構造マップ（浜松市の製造業の構造）より従業者数を抽出

### [参考文献]

- (1) (独) 高齢・障害・求職者雇用支援機構 HP 総合制作実習及び開発課題実習の成果物表彰 (2019. 09. 11) [http://www.jeed.or.jp/js/kousotsusya/polytech\\_co/senmon\\_ka/hyosho/index.html](http://www.jeed.or.jp/js/kousotsusya/polytech_co/senmon_ka/hyosho/index.html)
- (2) (公財) 浜松・浜名湖ツーリズムビューローHP 浜松地域の産業の歴史 (2019. 09. 11) <https://www.hamamatsu-daisuki.net/industry/history.html>
- (3) 浜松市産業部、浜松の産業、令和元年度版、pp6-7
- (4) 兵神装備（株）、なぜ困難を解決できるのか <http://www.heishin.jp/products/solution.html> (2019. 10. 11)

# 切りくずによる旋削のチップブレーカの選択

## Selection of Turning Chip Breaker by Chip Formation

生産技術科  
西川 広憲

### [要約]

旋盤の刃物に使用されているスローアウェイチップについて、切りくず処理のためのチップブレーカ形状には多数の種類があり、用途に応じて適したチップを選択する必要がある。切削原理と切りくず生成の仕組みを通じて、カタログに記載されたチップ性能だけではなく、旋削実験による切りくずの観察を通して、加工現場に適したチップの選択を検討する。

### 1. はじめに

旋盤やフライス盤などの切削加工で使用される刃物について、スローアウェイチップと呼ばれる交換可能な刃が誕生してから半世紀以上が経っている。その間、材質やコーティング技術の向上、成形技術の向上などにより、メーカ各社は様々な種類のスローアウェイチップを揃えて市場に提供している。

切削加工の現場ではNC 工作機械を活用した作業の自動化、無人化が普及しており、重要な点として切削効率と切りくず処理が挙げられる。量産現場で使われる刃物としては、安定した加工条件で運用管理がしやすいスローアウェイチップが多用されており、現場の主導的な作業者にとって適切なチップを選択する技術が求められる。

そこで、本稿では旋削チップのチップブレーカ形状に注目して、切削条件の適正を比較することによってチップの選択の検討を行った。

### 2. 切りくず処理

#### 2-1 切りくずの生成と折断

旋盤やフライス盤などの金属の切削加工では、工作物に対し刃物による連続したせん断作用により行われる。例えば旋削の場合、図1のように回転する工作物は刃物によってせん断力を受けながら削り取られ、排出部分はせん断ひずみによって大きく変形し、せん断面に沿って滑りを起こし、切りくずとなる<sup>(1)</sup>。この時、刃物と工作物、切りくずの間で摩擦が起き、この摩擦とせん断変形によって刃先周辺には切削熱が発生するが、ほとんどは切りくずとともに放熱され、一部は残

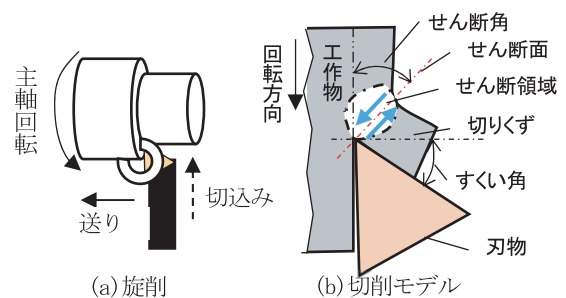


図1 切りくずの生成機構

留ひずみエネルギーとして工作物の内部に残る。

切りくずに大きな変形をほぼ瞬間的に与えることから、変形量が小さいほうが費やされるエネルギーが小さくなり、その結果切れ味が良い切削となる。この切れ味は、せん断角の大小によって定量的に評価することができ、せん断角が大きいと切りくずが薄くなり変形量が小さくなるため、切れ味が良くなる。せん断角はすくい角に影響され、すくい角が大きいとせん断角は大きくなる。

旋削は連続切削であることから切りくずは連続して生成され、刃のすくい面に沿って直線もしくはカールする。切りくずの厚さ方向に丸まったものが上向き

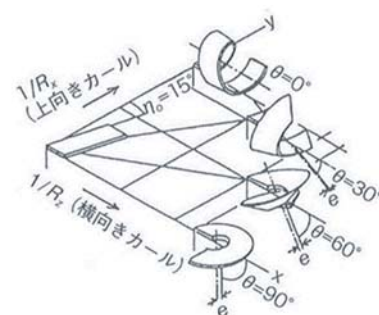


図2 切りくずの形の決まり方<sup>(2)</sup>

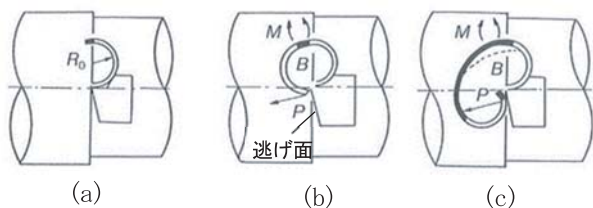


図3 切りくずの折断プロセス<sup>(2)</sup>

カールであり、幅方向に丸まったものが横向きカールである(図2)。これらが合成されると円錐状になる。

すくい面で曲げられた切りくず(図3(a))は、先端が逃げ面に当たることでカール半径が増大し、外向きの曲げ変形を受ける(図3(b))。その後、切りくず表面のひずみが限界に達した時に折断する(図3(c))。切りくず折断条件として、切りくず厚みが厚いほど、流出時のカール半径が小さいほど、工作物の材質がもろいほど、折れやすい。

切りくず形状の判定として、学会やメーカから様々提示されており、表1にメーカの判定表を例として示す。加工性や安全性、仕上げ面などの影響から切りくずの巻き数が1/2~5巻程度のものを良好としており、長く連なるものや不規則にもつれる形状のものは不適當と判定している<sup>(9)</sup>。

表1 切りくず形状の判定

区分	形状	概要	良・否
A形		不規則にもつれ絡まる	否
B形		長く繋がる螺旋形(100mm以下)	良 (無人では否)
C形		短い螺旋形(50mm以下)	良
D形		1巻前後	良
E形		1巻以下	良 (飛散に注意)

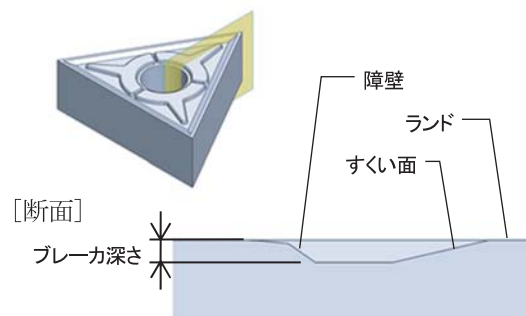


図4 チップブレーカ形状

## 2-2 刃先形状とチップブレーカの役割

切りくずは本来カールするものであるが、折断条件を満たさないと繋がってしまう。チップブレーカは切りくずの流出方向を制御し、上向きに曲げを与えてカールさせる土手あるいは突起のような形状である。チップブレーカ形状には図4のように刃先強度を保つためのランドやせん断角に影響するすくい面、切りくずを曲げるための障壁で構成されている。チップブレーカの種類によってすくい面の角度のちがいが、ランドや障壁の有無が異なるため、多種多様なブレーカ形状が存在する。

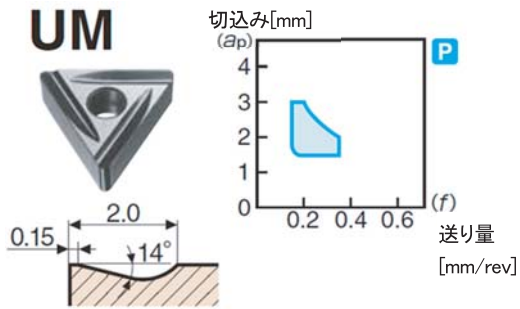
スローアウェイチップが普及し始めた頃は、ブレーカ形状がすくい面に溝をつけただけの単純な形のチップがほとんどであった(図5(a))。現在はチップの成形技術の向上により、複雑な凸凹をつけたブレーカ形状が多く提供されている(図5(b))。

チップブレーカの形状の分類はチップメーカより提示されており、大きな分類として重切削用、中切削用、軽切削、仕上げ切削用の4種類になる。各メーカの商品カタログではチップブレーカが切りくずを折断するのに有効な切削条件(切込み量と送り量)について、図5のようなブレーカ有効範囲図が示されている。

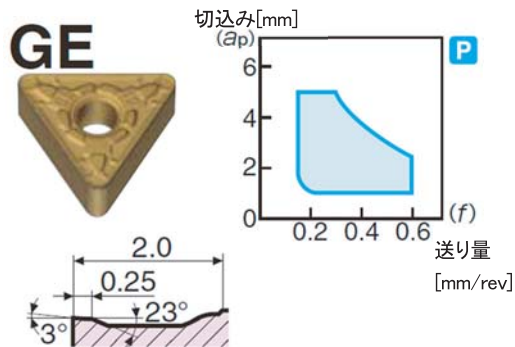
## 3. 数種のチップブレーカによる旋削実験

### 3-1 実験概要

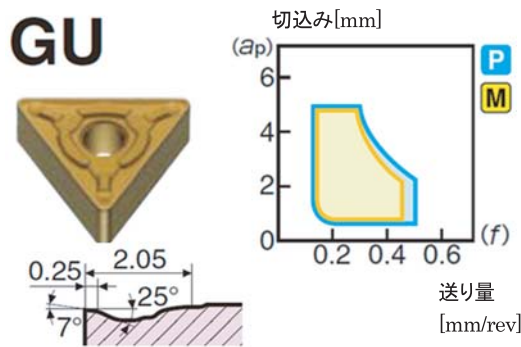
チップブレーカの形状のちがいにより切削条件の有効範囲や範囲外での効果、切りくずの飛散具合について検証するため、普通旋盤による旋削を行い、切りくずの採取を行った。チップブレーカの種類の多様であることから、今回は訓練での使用頻度が高い外形切削の荒加工を想定して、中切削用のチップブレーカを3



(a) 溝形チップブレーカ



(b) 突起形チップブレーカ



(c) 突起形チップブレーカ (汎用)

図5 ブレーカ形状とブレーカ有効範囲図<sup>(4)</sup>

種類取り上げることとした。チップブレーカの種類により、ブレーカが有効である切削条件は異なることから、有効範囲の周辺での切削条件で旋削実験を行うこととした。表2に旋削実験の実験条件、図5に使用したチップのチップブレーカ形状とブレーカ有効範囲図、図6に切削実験の様子を示す。

チップブレーカ形状のちがいとして以下の点が挙げられる。

- ・すくい角 UM: 14°、GE: 23°、GU: 25°
- ・溝形 (UM)、突起形 (GE、GU)
- ・ランド UM: 0.15mm、GE、GU: 0.25mm

溝形のチップブレーカの有効範囲に比べて、突起形のチップブレーカのほうが切込み量、送り量とも範囲

表2 旋削実験の実験条件

被削材	S45C 丸棒 (φ40~80)
使用旋盤	池貝 AM-20 主電動機最大出力 5.5kW
切削速度	100~125m/min
送り量	0.15~0.6mm/rev (使用チップによって範囲は異なる)
切削方式	乾式
バイトホルダ	住友電工 外径バイト ETGNR2525M33W
使用チップ (材質)	住友電工 TNMG160408N-GE (CVD 超硬) TNMG160408N-GU (CVD 超硬) TNMG160408R-UM (サーメット)



図6 切削実験の様子

が広く、高い条件値での切削が可能である。

### 3-2 実験結果

旋削実験の結果、切削条件 (切込み量と送り量) により発生する切りくずの違いは図7のようになった。なお、切込み量 4mm 以上の切削では旋盤の主電動機の電流計が過電流レベルに達して出力限界となったため、一部の切削条件で実験することができなかった。

メーカーの提供するブレーカ有効範囲に対し、チップブレーカによって良好な切りくずである C~D 形となる切削条件はほぼ一致し、有効範囲外でも一部は良好な切りくずを生成している。ブレーカ UM のチップでは切削条件の変化に伴い B、C、D の推移が見られ、溝形ブレーカのために切りくずの細かい折断にはある程度の送り量が必要である。また、ブレーカ GE および GU に比べすくい角が小さく、ランドが小さいことから、少ない切込み量からでも B~C 形の切りくずで切削できる。一方、ブレーカ GE および GU のチップについては D 形の切りくずが広く分布しており、突起

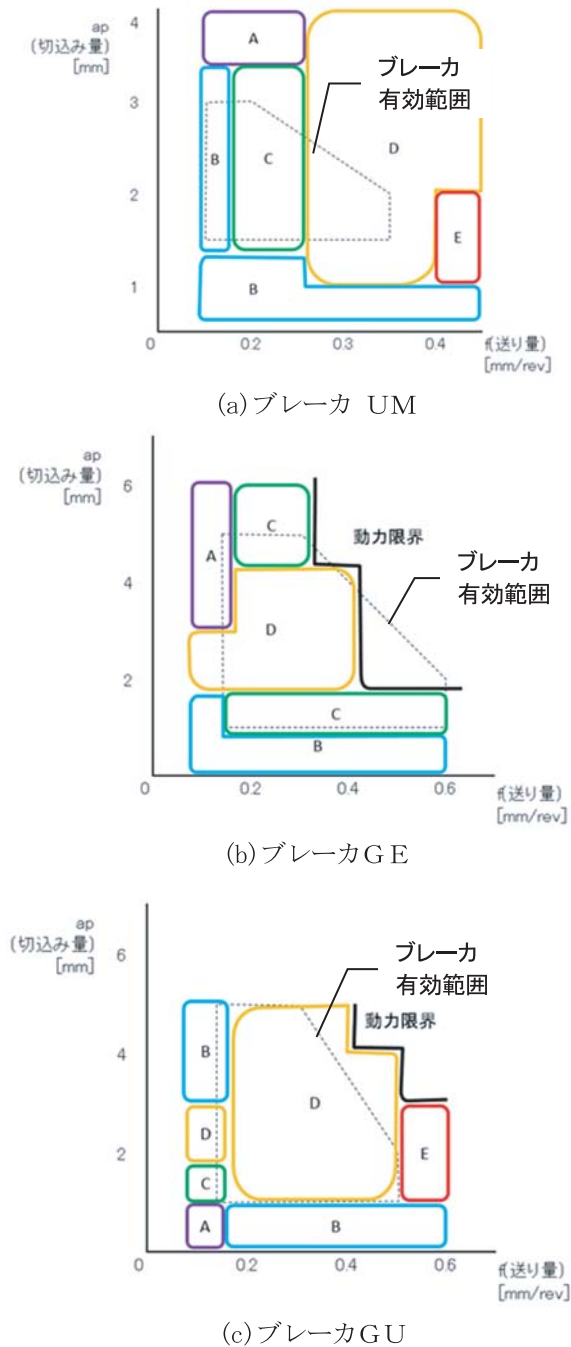


図7 切削条件に対する切りくず形状の分布

形ブレーカによる切りくずの細かい折断に効果を発揮していると考えられる。更に、同じ突起形でも障壁までの形状のちがいで D 形切りくずの分布にちがいが見える。

また、D～E 形の切りくずにおいて飛散が起りやすく、特に送り量  $f=0.4\text{mm/rev}$  以上になると旋盤の外まで激しく飛散していた。飛散の要因としては送り量の増大により、切りくずに加えられた曲げの弾性ひずみエネルギーが増加して飛散距離を伸ばしているものと

考えられる。

#### 4. 実験から見るチップブレーカを選択

ブレーカ有効範囲が広い突起形ブレーカでは切込み量および送り量を大きくすることができる。しかし切削条件を上げると切りくずの飛散が激しくなるので、有人加工するには安全上の問題がある。このことから、切削効率を上げて加工する NC 旋盤などの量産現場で使用するには有効であると考えられる。また、今回実験で使用した旋削チップはブレーカ形状やチップ材質のちがいがあがるが、チップの単価はすべて同じ価格であり、費用対効果においても有効である。

一方、ブレーカ有効範囲が狭い溝形ブレーカでは、C～D 形の廃棄しやすい切りくずを生成する。普通旋盤などの有人加工で切削するには、切りくずが飛散しない程度の切込みや送り量の条件で加工するのが望ましい。安全に配慮して訓練現場で指導する際には、溝形ブレーカのような汎用性のあるチップブレーカが適していると考えられる。また、切込みや送りに対して切りくずの形態が順に推移していくことから、適切な切削条件を調べるような切削実験にも向くものと考えられる。

#### 5. おわりに

メーカー各社から様々な形状の旋削チップの中から中切削用の一部について旋削実験を行ったが、チップブレーカの有効範囲図だけでは使用に最適であるとは限らないと感じた。切削実験を行うことで、訓練上安全な切削になるように切りくずを観察して判断する必要があると考えられる。今後は仕上げ用や他素材用の旋削チップでも実験を行って報告できるようにしていきたい。

#### 【参考文献】

- (1) 職業能力開発総合大学校 基盤整備センター編、「機械工作法」pp. 25-37、一般社団法人 雇用問題研究会 (2018)
- (2) 新井 実、「切りくず処理 基礎のきそ」pp. 50-51、pp. 64-65、日本工業新聞社 (2009)
- (3) 三菱日立ツール、切削工具 商品カタログ (2019)
- (4) 住友電工ハードメタル株式会社、切削工具 総合カタログ (2019)