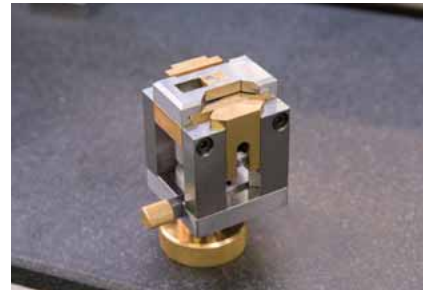


技能競技大会を活用した 人材育成の取組マニュアル

精密機器組立て職種編



はじめに

技能五輪全国大会をはじめとする技能競技大会は、国内の青年技能者の技能レベルを競うことにより、青年技能者に努力目標を与えるとともに、技能に身近に触れる機会を提供するなど、広く国民一般に対して、技能の重要性、必要性をアピールし、技能尊重気運の醸成を図ることを目的として実施されており、近年参加選手数が増加傾向にあるなど、活性化を見せています。

この理由として、技能競技大会が単に技能レベルを競い合う大会であるだけでなく、大会参加に向けた訓練を通じて技能レベルはもとより、段取り構成力、応用力、判断力、忍耐力など、技能者として必要な人格形成にも大きな影響を及ぼし、将来、ものづくり立国日本を支え、日本のマザー工場機能を維持するのに必要な中核技能者の育成に大きな役割を果たしていることが挙げられます。

しかしながら、技能競技大会に出場するには各都道府県で開催される地方予選を勝ち抜き、決められた大会会場に集まる必要があるため、会場から遠方の企業や、訓練方法のノウハウを持たない企業にとってはハードルが高いことは否めません。

このため厚生労働省では、「ものづくりマイスター」が企業、職業訓練施設、工業高校等の若年者に対して、技能競技大会の競技課題等を活用した実技指導等を行うことにより、若年技能者を育成する新しい事業を創設しました。

「技能競技大会を活用した人材育成の取組マニュアル」は、「ものづくりマイスター」はもとより、企業、職業訓練施設、工業高校等の関係者が、技能競技大会の競技課題等を活用した人材育成等を理解し、訓練計画の策定、実技指導等を行う際に使用されることを想定して作られており、製造、建設業関係の職種について、職種共通編及び職種別編の2種類から構成されています。

職種共通編では、①技能競技大会の競技課題等を活用した訓練の特徴及び人材育成の効果、②技能競技大会の競技課題等を活用した訓練の取組方法の概要、③技能競技大会及び技能検定の実技課題の入手方法などが説明されています。

職種別編では、①競技課題の概要、②競技課題が求める技能の内容、③採点基準、④技能習得のための訓練方法、⑤課題の実施方法（作業手順）、⑥期待される取組の成果などを説明しています。

これらのマニュアルのほかに、技能競技大会の競技課題等を活用した訓練による人材育成の具体的な取組について、企業、教育訓練機関での事例を紹介した「好事例集」も作成されています。そちらも参考としてください。

最後に、ご多忙の中、本マニュアル作成にご協力いただいた次の方々に心から感謝申し上げます。

和田 正毅（職業能力開発総合大学校）
山下 富雄（元 黒田精工株式会社）
長谷 亜蘭（埼玉工業大学）
古賀 俊彦（職業能力開発総合大学校）

徳永 剛（千葉工業大学）
石田 純雄（株式会社ミットヨ）
二宮 敬一（職業能力開発総合大学校）

（敬称略、順不同）

【実演協力】

キヤノン株式会社

目 次

1	このマニュアルの使い方	1
2	精密機器組立て職種に求められる技能	2
	(1) 読図と加工方法、組立手順を考案できる技能 / (2) 加工技能 / (3) 測定技能 / (4) 組立て・調整技能 / (5) 動作摺動の確認	
3	競技課題の概要	4
	(1) 材料、使用工具等 / (2) 課題条件 / (3) 製作物 / (4) 課題の狙い / (5) 製作物の構成・機能 / (6) 大会の様子	
4	競技課題が求める技能の内容	7
	(1) 課題作成に必要なとなる技能要素とその水準 (2) 競技時間内に課題を仕上げるためには	
5	採点基準	11
	(1) 採点方法 / (2) 採点項目及び配点 / (3) 大会の成績結果	
6	技能習得のための訓練方法	16
	(1) 技能要素を習得するための訓練方法 / (2) カリキュラム例	
7	課題の実施方法（作業手順）	17
	(1) 部品加工 / (2) 組立て / (3) 組立検査及び動作確認	
8	期待される取組の成果	88

巻末資料

第51回技能五輪全国大会「精密機器組立て」職種競技課題 他

1 このマニュアルの使い方

この職種別マニュアルには、技能五輪全国大会の競技課題や採点基準（公開が可能な部分）の他、競技課題の具体的な実施方法（作業手順）や競技課題を通して培った技能を現業でどのように役立てるかのヒントとなる事例等を記載している。

特に、「課題の実施方法（作業手順）」については、課題作製の作業手順を写真や解説で紹介し、現場でスムーズな実技指導が行えるよう配慮している。しかしながら、そもそも技能五輪全国大会の競技課題は、技能検定1級レベルの技能を必要とするだけでなく、多くの技能要素を含んでいること、限られた時間内で完成させなければならないこと等から、受講者によっては、短時間・短期間の訓練で課題全てを完成させることは難しいと考える。

本マニュアルの利用にあたっては、訓練時間・訓練期間等を考慮の上、受講者の技能レベルに合わせて必要な箇所（特定の作業や一部部品の作業手順等）を利用されることをお勧めする。

本マニュアルを参照し、若年者に技能を身につけさせる指針として活用願いたい。

次ページ以降の各項目の記載内容の概要は以下のとおり。

項 目	概 要
2 精密機器組立て職種に求められる技能	競技に限らず、精密機器組立て職種に携わる技能者が実務上必要となる技能について、一般論を記載。
3 競技課題の概要	本マニュアルで取り上げる競技課題の概要。競技では、何を材料に、何（課題条件）を手がかりにして、何（製作物）を作るのかについて掲載。
4 競技課題が求める技能の内容	作業手順を勘案しつつ、競技課題が求めている具体的な技能の内容（要素）について列挙するとともに、それぞれについて求められる技能レベルについて掲載。また、競技課題を制限時間内に仕上げるポイント、参加者・指導者のコメント等を紹介。
5 採点基準	どこを採点対象とするのか等、採点基準や評価方法について、今後の大会運営に支障を来さない範囲で掲載。合わせて実際の大会結果についても掲載する。
6 技能習得のための訓練方法	先に記述した技能要素を習得するための訓練方法の一例について掲載。
7 課題の実施方法（作業手順）	技能五輪で優秀な成績を収めた企業等の事例。技能のポイント、具体的な課題作製の手順、取組・作業のポイント等を紹介。
8 期待される取組の成果	技能五輪で優秀な成績を収めた企業等の事例。競技課題を用いた訓練等を行う目的や期待する成果等について紹介。

2 精密機器組立て職種に求められる技能

精密機器組立て職種では、図面から設計者の意図を読み取り、個々の部品について寸法の狙いを定め、ミクロン単位の精密加工を行う。加工を終えた部品の寸法を測定・組立調整を行いつつ装置を連携動作させる。この職種の技能者は、F A化が進む時代となっても、企業内の試作や生産設備のメンテナンス等において大切な役割を担っている。

精密機器立て職種に求められる基本技能要素は、次のとおり。

(1) 読図と加工方法、組立手順を考案できる技能

- ① 製品の構成、要求される機能が理解できる。
- ② 組立製品の基準面（線）及び対応する部品の基準と必要な寸法公差が理解できる。
- ③ 製品の組立てにあたり、重要となる寸法及びそれを確保するための加工手順、組立手順、組立途中でのチェック項目を抽出できる。

(2) 加工技能

① けがき

ア. 次に掲げるけがき用工具及び測定具の種類、用途及び使用方法について十分な知識を有する。

定盤／Vブロック／トースカン／直定規／スコヤ／コンパス／けがき針／
センタ穴ポンチ／ハイトゲージ／分度器／水準器

イ. けがきの作業方法について十分な知識を有し、作業ができる。

部品の据付け及び取付方法／部品の中心の求め方／部品の寸法の求め方／
加工作業に応じたけがき方法

ウ. ハイトゲージを用いて基準となる位置から部品の加工箇所に目安となる線を正確に
けがくことができる。

② フライス盤を用いた加工

ア. フライス盤の特徴・用途を理解し、タップ立て、リーマ仕上げ、エンドミルやボー
リング加工ができる。

イ. 切削工具の種類・材質を理解し、被削材質や要求加工精度に対応した切削条件で加
工できる。

ウ. 被削材のクランプ方法を考案できる。

③ 旋盤を用いた加工

ア. 旋盤の特徴・用途を理解し、円筒形状材の外周／端面切削、ドリルや内径ボーリン
グ加工ができる。

イ. 切削工具の種類・材質を理解し、被削材質や要求加工精度に対応した切削条件で加
工できる。

④ 研削盤を用いた加工

ア. 平面／円筒研削盤の特徴、用途を理解し、平面または円筒加工ができる。

イ. 研削砥石の種類・性質及び用途を理解し、研削条件を選定できると共に、砥石のツルー
イング・ドレッシングができる。

⑤ 手仕上げ加工

ヤスリ、ねじ立て、きさげ、みがき作業などについて十分な知識をもち、手仕上げ加
工ができる。

(3) 測定技能

加工段階の部品や完成部品の精度を確認するため、ノギス、マイクロメータ等の実長測定器、ダイヤルゲージ等の比較測定器、ブロックゲージなどの各種基準ゲージ等を用いて正確に測定できる。

(4) 組立て・調整技能

読図の段階で検討した手順により、主要部品の累積誤差、はめあいなどを考慮しながら組み立てる。

- ① 組付け作業用工具の種類及び用途について十分な知識を有する。
- ② 精密器具の組付け作業に関し、次の作業ができる。
はめ込み作業／圧入作業／締付作業／回り止め作業／かしめ作業／心出し作業
- ③ 精密器具の調整作業に関し、次の作業ができる。
隙間調整／あたりの調整／平行度、直角度及び同軸度の調整
- ④ ねじ締付けはトルク管理を行い、ねじ緩みのない品質を確保できる。

(5) 動作摺動の確認

運動部分や摺動部分については異音やかじりの無い滑らかな動作性能を確保できる。

上記の作業を決められた時間内で完了するには、単に工程毎の加工技能だけでなく、作業の手順作成／段取り計画をする能力、部品間の誤差の測定や累積誤差を考慮したユニット全体を見渡す能力、併せて時間配分などのスケジュール管理の能力が求められる。

3 競技課題の概要

本マニュアルでは、第51回大会の競技課題を用いた。競技に先立つ約3ヶ月前に競技課題の組立図、素材図、部品図、工具一覧表、会場設置基準、採点概要が公開されている。(巻末資料に収録)

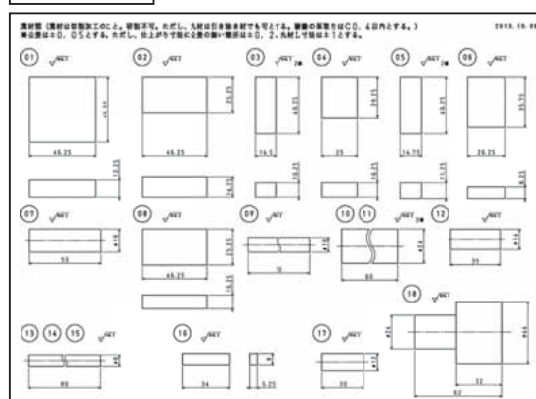
(1) 材料、使用工具等

材料は10枚の角材 (S45C鋼 7、C3604真鍮 3)、10本の丸棒 (S45C鋼 5、C3604真鍮 3) を使う。
4種類4点の部品 (部品01、部品09、部品17、部品18) については事前に加工して持ち込み、残りの14種類16点の部品は材料を持ち込んで競技中に加工する。

加工する機械 (旋盤、フライス盤、研削盤、バイス付き仕上げ用作業台)、工具 (旋盤用バイト、エンドミル、ボーリングバー、砥石等)、計測具等は参加選手が競技会場に持ち込む。

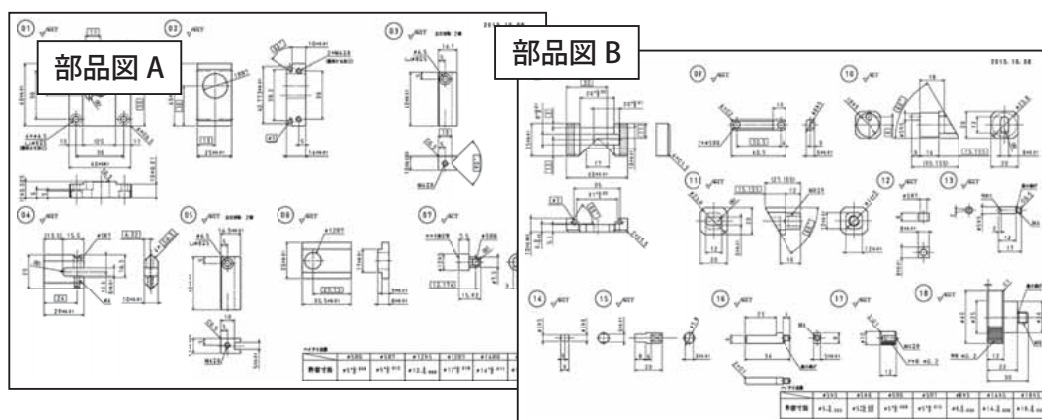
競技会場には、卓上ボール盤、ハンドプレスが各2台設置され、共用で使用する。

素材図



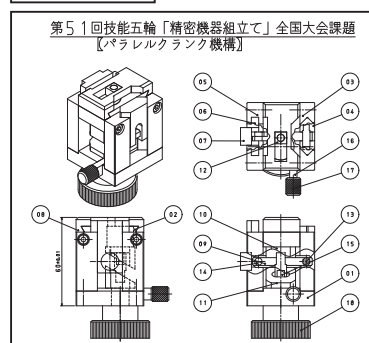
(2) 課題条件

7時間00分の競技時間内に素材を加工し、図面に指定された製品を作成する。個々の部品図と組立図が示され、組立図内に製品の要件 (動作時の精度など) が示されている。



競技当日、事前公表された図面に対して変更が指示され、変更された図面の検討に30分が与えられる。

素材図



<第51回大会での変更内容>

- ① 部品08スライダの角穴の高さ又は幅のどちらかを1mm大きくして、影響を受ける部品も変更すること。
- ② 部品10及び部品11の□20mmの4面のうち、対角のどちらか2面を加工しないこと。
- ③ 部品12の□8 ±0.01mm (正方形) を8 ±0.01mm × 10 ±0.01mm の長方形に変更すること。

※①②共にどちらを変更するか (選択するか) は選手に任される。

(3) 製作物

課題で製作する「平行クランク機構」は右のとおりである。

評価にあたって、組み立てた状態でのスライダの動きの滑らかさや、部品間に隙間や段差のないことが要求されている。各部品にわずかな誤差があっても正しい位置決めはできず、各部品が公差内であっても機能を満足しないことがあるので、組立完成品を想定し、公差内で独自に寸法設定をする必要がある。

そのため、各部品の寸法精度がどのように関連しているかを見極めることが重要である。



(4) 課題の狙い

課題の作成にあたっては以下の目標が設定された。

- ① 図面を見て出来上がったときのイメージができ、多くの加工要素について、自ら加工工程を考案／立案できる人材の育成。
- ② 図面変更に対し部品間の相互関係を理解した上で、複雑な機構の図面変更に対応できる人材の育成。
- ③ 3種類の工作機械を用いた加工ができ、手仕上げの技能を身につけ、ミクロン単位の感性を持つ人材の育成。
- ④ 0.01mm台の精度での組立て・調整技能を有する人材の育成。

これに対して、下記の内容を含む課題とされた。

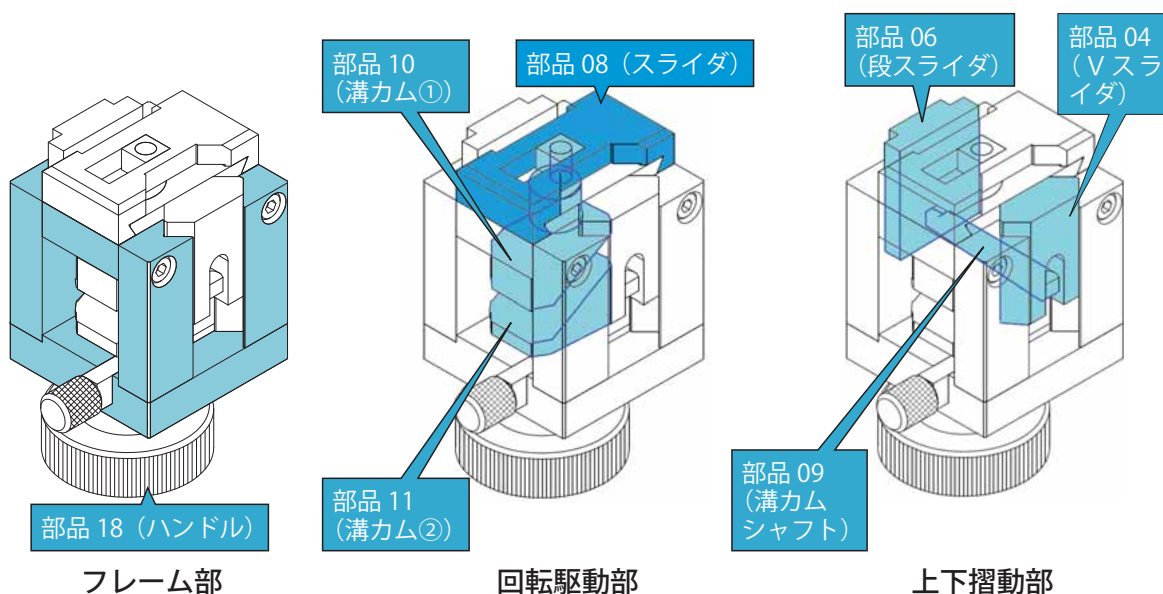
- ① 競技当日に図面変更を行い、課題変更に対応できる分析能力や加工工程変更などの解決能力を問う。
- ② 短い訓練期間内に効率的な技能を習熟するためにアリ溝、偏心軸、リンク機構など種々の技能要素を取り込む。
- ③ 旋盤、フライス盤、平面研削盤、ヤスリ掛け等、複数工程の組合せを要する部品形状にした。併せて、部品の心出し、平面、平行、直角出しなど加工の技能を要する部品とした。
- ④ 組立て後、滑らかに動作すると共に部品間の隙間や段差を0.01mm以下に設定した。

(5) 製作物の構成・機能

作品はフレーム部、回転駆動軸部、上下摺動部から構成される。

平行クランク機構とは、部品18（ハンドル）を回すことにより、回転軸に直結した斜板形状の部品11（溝カム②）が回転する。この動力は

- ① 部品10（溝カム①）に伝達され、部品10の偏心軸を介して部品08（スライダ）がアリ溝に沿って前後に動く
- ② 部品09（溝カムシャフト）の前後に付いている部品04（Vスライダ）、部品06（段スライダ）は部品09で連結されたヤジロベエのようにになっている。部品09は部品10と部品11に挟まれており、溝カムの回転により斜面部に沿って部品09は上下に動く。部品10に沿って2個のスライダ（部品04、部品06）も上下に動く。



(6) 大会の様子

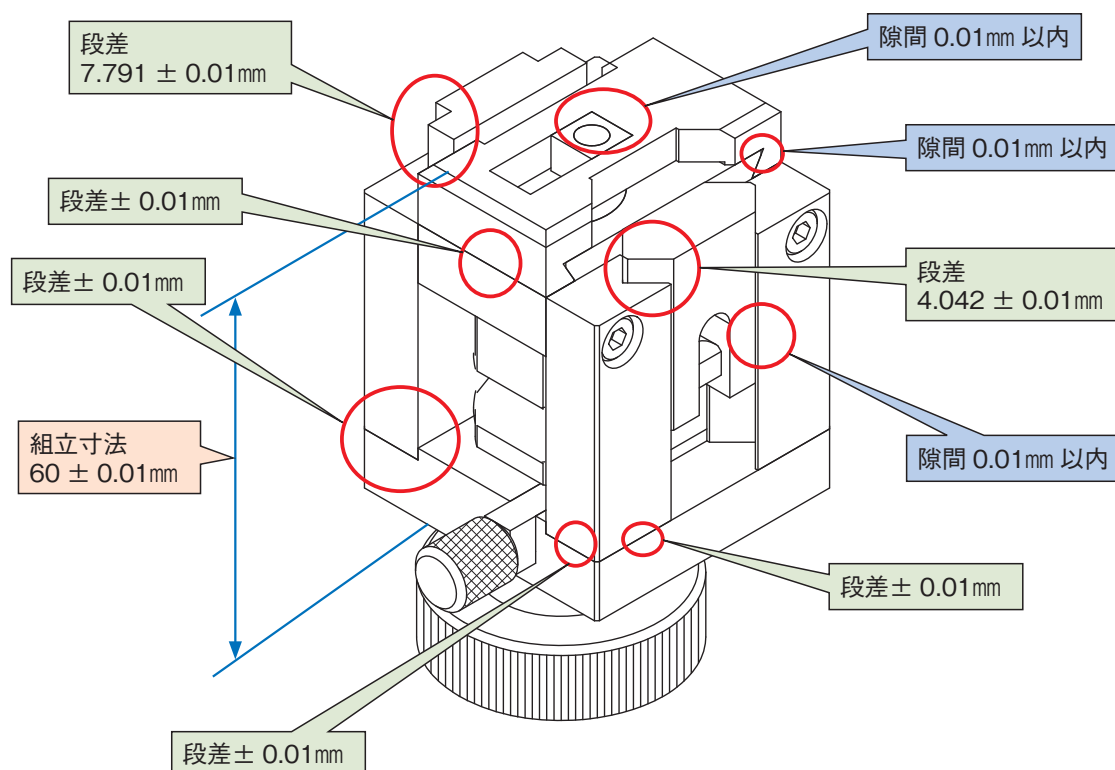


4 競技課題が求める技能の内容

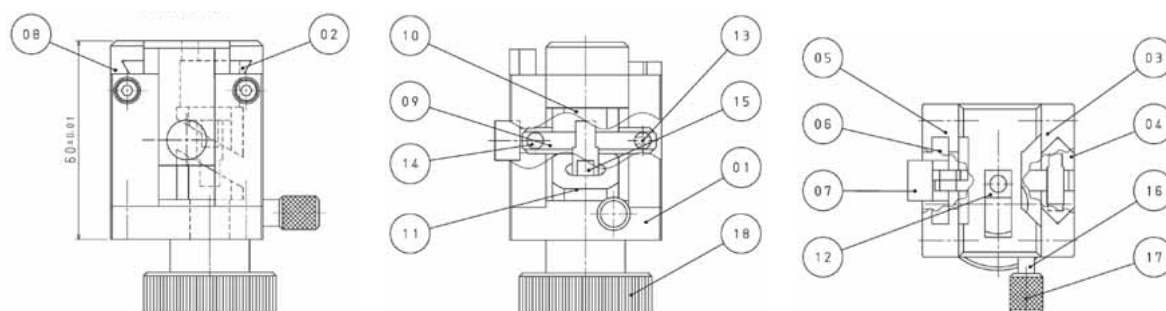
本課題を実施するにあたって必要となる特徴的な技能は、次のとおりであり、可動部はガタなく滑らかに動くことが求められる。

(1) 課題作成に必要な技能要素とその水準

① 精度の高い組立技能



組立精度は $\pm 0.01\text{mm}$ 以内の組立てができる調整技能が求められる。各組付け状態での組立精度を次に示す。



1) 可動部はガタ無くスムーズに作動すること。

組付け状態の時

2) 部品①から⑧にかけての全長は 60 ± 0.01 とする。

3) 部品①と③、①と⑤、②と③、②と⑤、②と⑧、③と④、⑤と⑥に段差のないこと。

- 4) 部品②と⑧、③と④、⑤と⑥、⑧と⑫の接触面に隙間のないこと。
- 5) 部品⑥と⑦の段差は 4.354 ± 0.01 とする。
- 6) 部品③と④の段差は 4.042 ± 0.01 とする。
- 7) 部品⑤と⑥の段差は 7.791 ± 0.01 とする。

組付け状態から部品⑬を90度回転させロックした時

- 8) 部品⑥と⑦、⑥と⑧に段差のないこと。
- 9) 部品⑤と⑧、⑥と⑧、⑧と⑫の接触面に隙間のないこと。

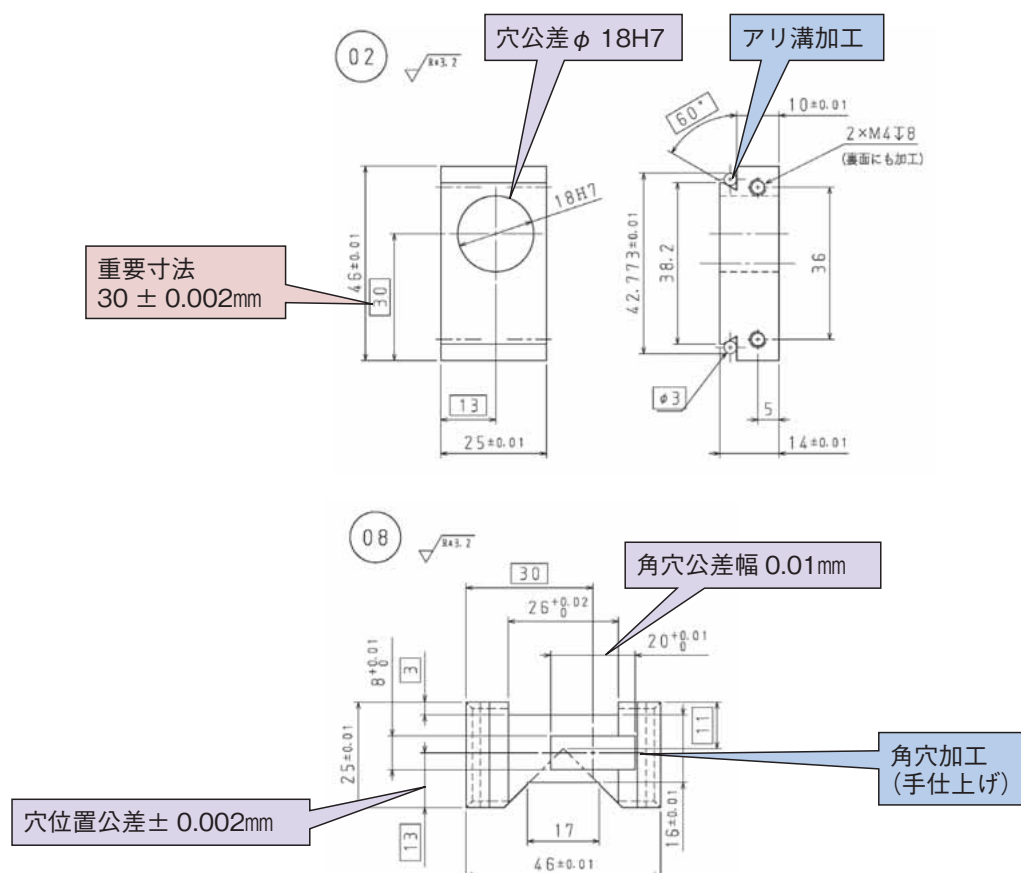
組付け状態から部品⑬を180度回転させロックした時

- 10) 部品⑥と⑦の段差は 4.354 ± 0.01 とする。
- 11) 部品③と④の段差は 4.042 ± 0.01 とする。
- 12) 部品⑤と⑥の段差は 0.292 ± 0.01 とする。
- 13) 部品②と⑧に段差のないこと。
- 14) 部品⑧と⑫の接触面に隙間のないこと。

組付け状態から部品⑬を270度回転させロックした時

- 15) 部品⑥と⑦、④と⑧に段差のないこと。
- 16) 部品③と⑧、④と⑧の接触面に隙間のないこと。

② 精度の高い部品加工技能



図面で要求された精度を満たし、かつ工作機械（旋盤、フライス盤、平面研削盤）や手仕上げ工具を用いて、公差内で狙い値の寸法に加工できる技能を要す。重要寸法である□内の寸法公差は記載されていないが非常に重要な寸法でその誤差は $\pm 0.002mm$ 以内が要求される。

(2) 競技時間内に課題を仕上げるためには

<競技選手の経験談>

1. どのような練習をして大会に参加されましたか

大会課題公開前は、自身で訓練課題を設計し、加工工程検証、試作、不良原因の追及を実施するなど、考える力を伸ばすことに重点を置いていました。

また、自身で設計した課題の中に、精密機器組立て職種で重要とされる要素を凝縮することで、基礎技能・動作の確実性も共に伸ばしていくことができ、課題公開前には、全ての加工に自信を持つことができました。

51回大会は50回大会に比べ加工難易度は高い課題でしたが、部品単体の精度は問題なく満足することができました。しかし、組立て状態の仕様を満たすことは非常に難しく、多くの失敗や苦労を重ねてきました。



実演していただいたキヤノン株式会社
池田 祐紀さん

(第51回技能五輪全国大会金メダリスト)

2. 制限時間内で製作するには

一つ一つの「作業の正確性を向上させること＝ムダを省くこと」が重要だと考えています。

物の取り間違い、機械加工での削りなおしなどはもちろん、両手それぞれに役割を与え待ち時間を作らない。そのようにムダを省くことで、作業全体が安定し、時間短縮・品質向上に繋がります。

また、部品単体の完成度を高めることで、組込みの際の調整作業を無くし、時間短縮に繋がってきました。部品単体の精度向上の為に工程の変更も必要になりましたが、加工工程や、作業環境を改善していくことで、精度向上の為に必要な時間を作り出していました。

3. 競技中に感じたこと、考えたことは

競技開始時の心境としては、自己ベストを出そうなどとは全く考えておらず、いつも通り作業をして、いつも通りの結果を出そうと考えて競技に臨みました。

競技が始まり、図面変更の内容を見たときには、想定外の内容で一瞬戸惑いましたが、どうしたら品質の高いものが作れるかを第一に考え、落ち着いて工程を考えていました。

品質を優先した為、図面変更への対応に時間がかかってしまったものの、時間内に提出できる見積もりだった為、落ち着いて作業を進めることができました。

<指導者からのコメント>

1. 指導する際の基本的な考え方は

基礎訓練では、小さな単位で目標を与え一つ一つ達成していく事によって選手の自信に繋がっています。

その上で、選手自身に訓練の方法や加工方法を考えさせる事によって応用力を養っています。

2. 訓練はどのように行われていますか

高精度に仕上げるためには高い測定精度が求められます。まず測定技能を習得させてから、機械／工具や製品を把握し、まんべんなく訓練します。

競技課題が公開されるまでは、要素技能を、公開されてからは競技課題に特化した訓練になります。作業を分析し、加工方法の検討、加工時間の短縮などに多くの時間を費やしました。



選手を指導されているキャノン株式会社
鈴木 義久さん

3. 制限時間内に競技課題を製作するには

製作時間については、あまり意識しませんでした。

「速く動く」のではなく、「無駄なく動く」ことを念頭に、道具の配置や製作工程の改善に努める共に作業のやり直しや段取り作業の低減を図りました。

4. 特徴的な訓練は

選手には、自分の加工したものに「なぜ誤差が発生するか？」を考えさせ、原因解析をさせます。足の立ち位置から指の使い方まで、同じ姿勢、同じ作業方法で取り組むことが品質を安定させるうえで重要なことがわかります。

5. 所感

競技課題を通して、困難な問題に出会ったとき、原因追求から始まり、対策案の検討、実験・検証など「物の見方／考え方」が鍛錬される良いトレーニングです。

5 採点基準

第51回大会の採点基準の概要は、競技課題と同時期に公表されているが、具体的な検査項目等は公開されていない。

本マニュアルの作成にあたり、訓練の参考としていただくため、今後の大会運営に支障を来さない範囲で採点基準を掲載する。なお採点基準は競技大会毎に見直される。

(1) 採点方法

- ア. 所定の時間内に製作したものを受け付ける。(時間延長はない。)
- イ. 提出時に選手と検査員が共同で「動作確認」を行う。
- ウ. 作品を提出後、測定検査の前に「隠し番号」を作品につけ、どの選手の作品かわからないようにして検査を行う。
- エ. 作品は機能検査項目に沿って検査する。
- オ. 上記の検査後、作品を分解して、タップ折れ、キズなどの外観検査後に寸法測定を行う。
寸法測定はダブルチェックする。

(2) 採点項目及び配点

① 採点基準概要

- ア. 機能点：組み上げられた作品が要求機能を満たしているか、評価する。
- イ. 部品点：各部品個々の寸法精度を評価する。

得点は、(機能点50点+部品点50点)-(減点)となる。

	項目	箇所数	配点
機能点	約30	約40	50
部品点	18個	約50	50
減 点	キズなど外観の見栄え及び作業中の不安全行為や違反行為があった場合		
合計点数			100

※実際の検査は、「機能点」「部品点」各々100点満点で採点し、採点後各々50点満点に換算する。

② 測定箇所及び寸法公差

ア. 機能採点

- ・測定箇所等については、次ページの「機能採点基準」を参照。
- ・組立位置(0度回転)、90度回転位置、180度回転位置、270度回転位置の4姿勢の状態で検査する。
- ・精度は指定公差内が原則ではあるが、難しい箇所については配点を大きくすると共に、指定公差を少し外れても中間点を与える救済処置が採られている。

イ. 部品採点

- ・測定項目等については次々ページの「部品採点基準」を参照。
- ・同一寸法であっても複数箇所測定する場合は指定寸法から外れの大きい数値を評価の対象とする。

「精密機器組立て」機能採点基準（参考）

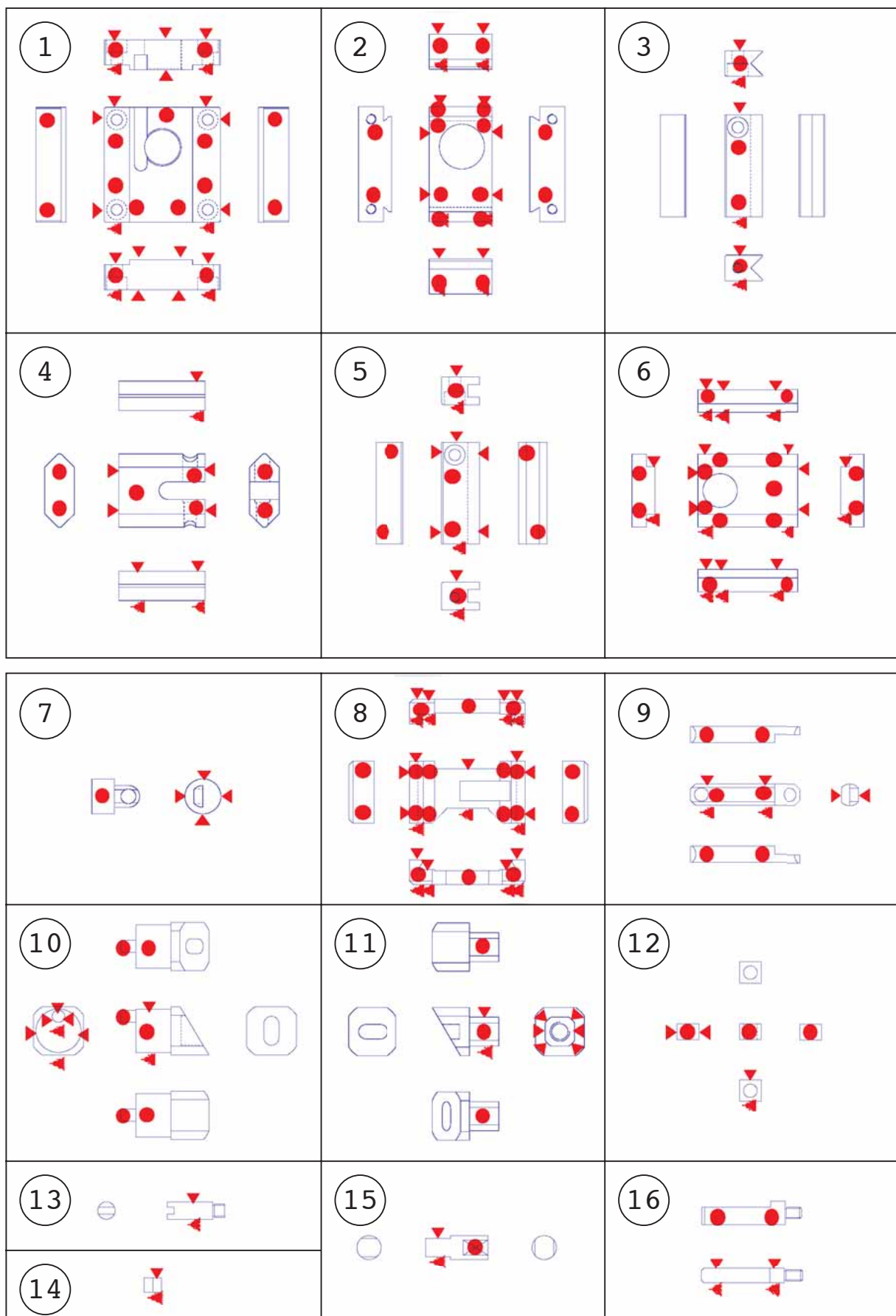
順序	回転 状態	測定面	測定箇所	公差		測定器具	備考	
				中間寸法				
1			組付け状態の確認 (組付け不良、見栄え等)			目視		
2	0 度	上面	⑧高さ60	± 0.01	± 0.02	ハイトマチック		
3			③④段差4.042	± 0.01	± 0.02			
4			⑤⑥段差7.791	± 0.01	± 0.02			
5		⑬側面	①③段差	± 0.01	－			
6			①⑤段差	± 0.01	－			
7			②③段差	± 0.01	－			
8			②⑤段差	± 0.01	－			
9			②⑧段差	± 0.01	－			
10		奥側面	①③段差	± 0.01	－			
11			①⑤段差	± 0.01	－			
12			②③段差	± 0.01	－			
13			②⑤段差	± 0.01	－			
14			②⑧段差	± 0.01	－			
15		④側面	①③段差	± 0.01	－			
16			①③段差	± 0.01	－			
17			③④段差	± 0.01	－			
18			②⑧段差	± 0.01	－			
19		⑥側面	①⑤段差	± 0.01	－			
20			①⑤段差	± 0.01	－			
21			⑤⑥段差	± 0.01	－			
22			②⑧段差	± 0.01	－			
23			⑥⑦段差4.354	± 0.01	± 0.02			
24				②⑧隙間	0.01	－	隙間ゲージ	
25			⑤⑥隙間	0.01	－			
26			③④隙間	0.01	－			
27			⑧⑫隙間	0.01	0.02			
28	9 0 度	上面	⑥⑧段差	± 0.01	± 0.02	ハイトマチック		
29		⑥側面	⑥⑦段差	± 0.01	± 0.02	隙間ゲージ		
30			⑤⑧隙間	0.01	0.02			
31			⑥⑧隙間	0.01	－			
32			⑧⑫隙間	0.01	－			
33	1 8 0 度	上面	③④段差4.042	± 0.01	± 0.02	ハイトマチック		
34			⑤⑥段差0.292	± 0.01	± 0.02			
35		⑥側面	⑥⑦段差4.354	± 0.01	± 0.02			
36			②⑧段差	± 0.01	－			
37		④側面	②⑧段差	± 0.01	－			
38			⑧⑫隙間	0.01	0.02	隙間ゲージ		
39	2 7 0 度	上面	④⑧段差	± 0.01	± 0.02	ハイトマチック		
40		⑥側面	⑥⑦段差	± 0.01	± 0.02			
41			③⑧隙間	0.01	0.02	隙間ゲージ		
42			④⑧隙間	0.01	0.02			
小計							100点満点	

- 減点項目
1. 旋削端面・丸穴内面のヤスリ掛け（1箇所につき－5点）
 2. バリ出し・コーキング・カシメによる勘合調整（1箇所につき－10点）
 3. その他
 - イ) タップの折れ込み（－10点）
 - ロ) 面取り不足（1箇所につき－1点）
 - ハ) 表面のキズ（1箇所につき－1点）
 - ニ) 不注意による機械の損傷（－10点）
 - ホ) その他
- 未変更、加工指示違反、ローレット不良、食い込みなど（委員の合議により減点）

「精密機器組立て」部品採点基準（参考）

順序	測定面	測定箇所	公差		測定器具	備考
				中間寸法		
1	②	外寸46	両端2箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 角から離して測定
2		外寸25	両端2箇所	± 0.01	-	
3		板厚14	4箇所	± 0.01	-	
4		板厚10	隅4箇所	± 0.01	-	
5	③	穴18	表から1箇所	H7	-	栓ゲージ 1mm食い付きまでOK
6		外寸40	1箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 部品2個 角から離して測定
7		板厚10	2箇所	± 0.005	-	
8	④	外寸29	両端2箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 角から離して測定
9		板厚10	3箇所	± 0.01	-	
10		長穴幅6	29側1箇所	± 0.01	-	
11		穴5	1箇所	H7	-	角ゲージ 1mm食い付きまでOK
12	⑤	外寸40	1箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 部品2個 角から離して測定
13		外寸14.5	2箇所	± 0.01	-	
14		板厚11	2箇所	± 0.005	-	
15		溝5	両端2箇所	± 0.01	-	角ゲージ 1mm食い付きまでOK
16	⑥	外寸35.5	2箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 角から離して測定
17		外寸26	両端2箇所	± 0.01	-	
18		板厚8	3箇所	± 0.01	-	
19		段17	両端2箇所	± 0.01	-	
20		板厚5	4箇所	± 0.01	-	
21	⑦	穴12	表から1箇所	H7	-	栓ゲージ 1mm食い付きまでOK
22		軸12	2箇所	h5	-	外側マイクロ
23		外寸46	両端2箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 角から離して測定
24	⑧	外寸25	両端2箇所	± 0.01	-	
25		板厚10	隅4箇所	± 0.005	-	
26		板厚6	隅4箇所	-0.02~0	-	
27		段部幅16	1箇所	± 0.02	-	
28	⑨	アリ幅31	両端2箇所	0~+0.02	-	角ゲージ+ピンゲージ
29		溝幅26	中央1箇所	0~+0.02	-	角ゲージ 1mm食い付きまでOK
30		角穴幅8	中央1,両端2(表裏)	0~+0.01	± 0.02	
31		角穴幅20	両端2箇所(表裏)	0~+0.01	± 0.02	
32	⑩	軸18	2箇所	h5	-	外側マイクロ 角から離して測定
33		軸5	2箇所	h5	-	
34		長穴幅6	中央1箇所	± 0.01	-	角ゲージ 1mm食い付きまでOK
35	⑪	外寸12	両方で中央1箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 角から離して測定
36		軸14	2箇所	h5	-	
37		長穴幅6	中央1箇所	± 0.01	-	角ゲージ 1mm食い付きまでOK
38	⑩	外寸8	中央1箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 角から離して測定
39		外寸8	中央1箇所	± 0.01	-	
40		穴5	表から1箇所	H6	-	栓ゲージ 1mm食い付きまでOK
41	⑬	軸5	中央1箇所	h5	-	外側マイクロ 角から離して測定
42	⑭	軸5	1箇所	h5	-	外側マイクロ 角から離して測定
43	⑮	段6	両方で中央1箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 角から離して測定
44	⑯	軸厚5	両端2箇所	± 0.01	-	外側マイクロ 角から離して測定
小計						100点満点

部品の測定ポイント（外側マイクロメータ使用） ●▲：測定方向を示す。



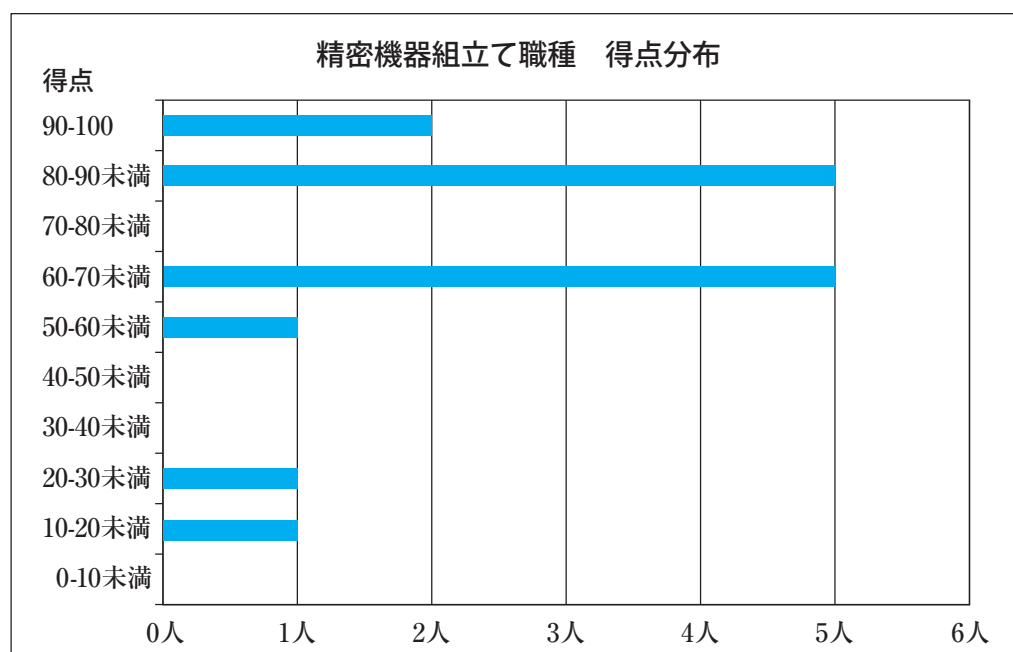
(3) 大会の成績結果

第51回技能五輪全国大会における競技結果の成績と得点分布を参考までに示す。

(成績)

大会での成績	人数（名）
金 賞	1
銀 賞	1
銅 賞	2
敢闘賞	3

(得点分布)



6 技能習得のための訓練方法

実技訓練を通して発生した問題を正確に把握し、原因を分析し、対策を考え、その効果の検証を行っている。その方法に基づき、下記の要領で訓練する。

(1) 技能要素を習得するための訓練方法

① 組立図を解読する技能

- ア. 組立図から基準面（線）をベースに構造が理解できる。
- イ. 基準面（線）から各部品の関連箇所按要求される寸法精度や表面粗さ精度が理解できる。

② 部品加工技能

- ア. 精密旋盤を用いた各種加工ができ、外径や内径の高精度加工ができる。
- イ. 精密フライス盤を用いた各種加工ができ、部品の中心位置出し及び各種セッティングができる。
- ウ. 研削盤の機械操作ができ、砥石加工の原理を理解し、砥石の目立てや成形ができる。
- エ. ヤスリ掛けやねじ立てなどの手仕上げができる。

③ けがき／計測技能

- ア. 定盤上でトースカン、ハイトゲージ等を用いてけがきができる。
- イ. 加工段階の部品や完成部品の精度を確認するため、ノギス、マイクロメータ等の実長測定器、ダイヤルゲージ等の比較測定器、ブロックゲージなどの各種基準ゲージ等を用いて正確に測定できる。

(2) カリキュラム例

一定水準にある技能者（技能検定2級相当）が本課題の実施に向けて取り組む訓練カリキュラムの例を示す。

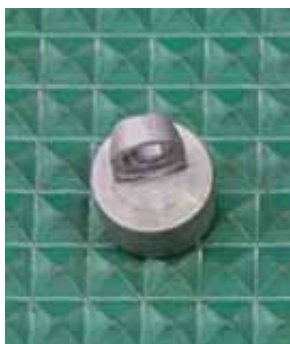
教科の細目	内容	時間
1. 概要	工作機械、切削原理、工具の特性、計測機器など	8H
2. 旋盤実習	外周、ボーリング、穴あけ、ねじ切り、ローレット加工等	8H
3. フライス盤実習	平面、穴あけ、溝、エンドミル、ボーリング加工等	8H
4. 研削盤実習	研削加工、砥石の成形・目立て	4H
5. ヤスリ掛け	四角穴の作成	4H
6. 計測実習	ノギス、マイクロメータ、ハイトゲージ、けがき等	8H
7. 組立実習	組立面の合わせ方、組立寸法の出し方など	4H
8. 競技課題への取組	各工程の考え方と作業手順の検討と製作	20H
9. 課題実施演習による検証と対策	(1) 繰り返し製作（10個～20個） (2) 時間配分の検討	20H
10. まとめ	全体的な講評及び確認・評価	4H
訓練時間計		88H

7 課題の実施方法（作業手順）

本マニュアルでは、全18種類の部品のうち持参部品（部品01、部品09、部品17、部品18）を除く14種類の部品の中から、加工要素を多く含む部品4点、特殊形状の加工を要する部品3点の計7点を選定し、加工方法や測定方法を示すとともに、部品の組立調整方法について記載する。

【加工要素を多く含む部品】

- ・ 部品07……旋盤、フライス盤、研削盤を使用し、h 5級の穴公差の加工をする。
- ・ 部品08……フライス盤、研削盤を使用し、角穴はヤスリ掛けで仕上げる。
- ・ 部品11……旋盤、フライス盤、研削盤を使用し、深溝の長穴や斜面を加工する。
- ・ 部品13……旋盤、金鋸で手仕上げする。小さい部品（小物部品）で器用さを要する。



部品07



部品08



部品11



部品13

【特殊形状の加工を要する部品】

- ・ 部品02……フライス盤、研削盤を使用し、寸法公差の入ったアリ溝加工をする。
- ・ 部品03……フライス盤、研削盤を使用し、スライド面の90° V溝加工をする。
- ・ 部品04……フライス盤、研削盤を使用し、凸形のV山加工とU形の溝加工をする。



部品02



部品03

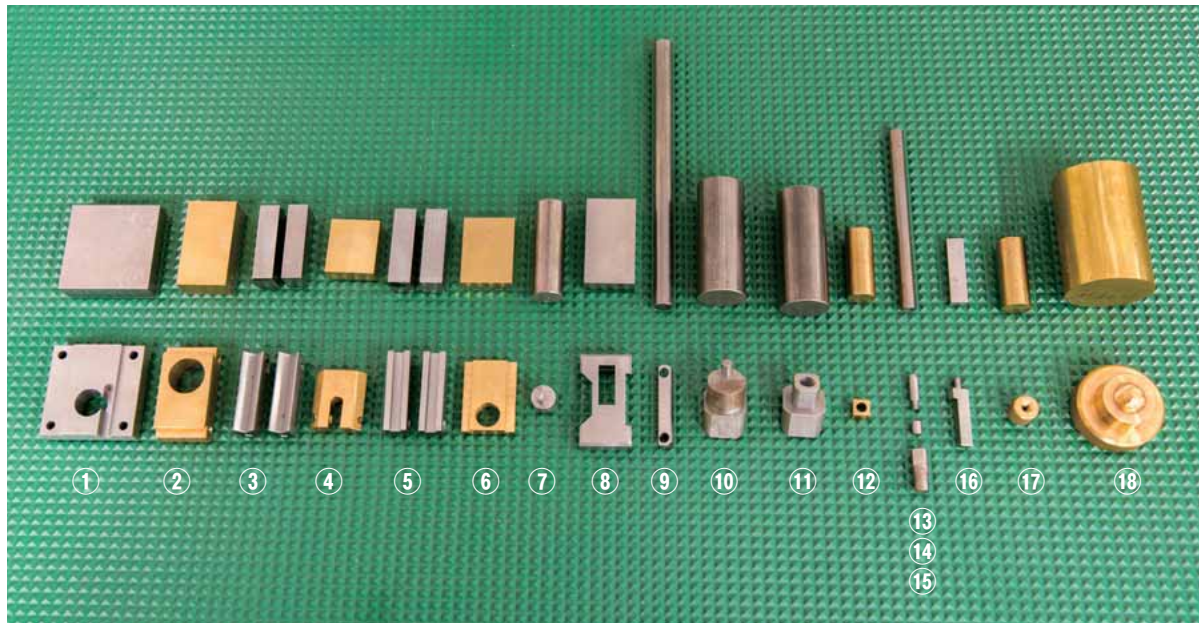


部品04

＜技能のポイント＞

- ① 部品図に寸法公差が入っているが、パラレルクランク機構の組立図より基準面を設定し、部品に求められる寸法公差や寸法線の見直しを行う。
- ② 図面の□で囲まれた「重要寸法」（誤差0.002mm以下）の加工方法を検討する。
- ③ 加工に必要な寸法を計算し、形状や公差から各々の部品の製作工程をどの工作機械でどのようにクランプして加工するか、又その順序を決めることが重要である。

<持参材料と完成部品>



※加工前材料は素材図に基づき加工した材料（S45C、C3604）を持参する。

このうち、①部品01（ベース）、⑨部品09（溝カムシャフト）、⑰部品17（ツマミ）、⑱部品18（ハンドル）は事前に加工して持ち込む持参部品である。

<使用工作機械・工具>



旋盤



フライス盤



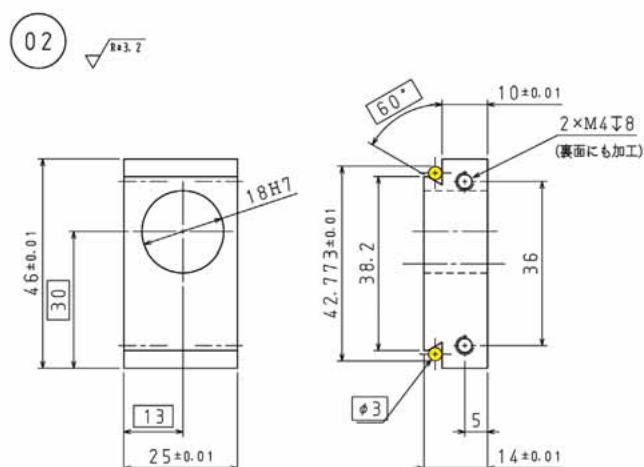
平面研削盤



計測・手仕上げ工具

(1) 部品加工

[1] 部品 02 (軸受) の製作



技能ポイント

- (1) 6面体はいずれも $\pm 0.01\text{mm}$ の公差に入っている高精度な部品加工をする。
- (2) 60°アリの溝加工は、専用工具を用いて加工する。
- (3) 測定用ピンを用いて、アリの溝幅を加工／測定する。
- (4) 正確な位置に穴公差 $\phi 18\text{H}7$ の穴をあける。

<フライス盤>



【部品の取付位置】

位置決め治具（スコヤ）を使って部品の取付位置を決めクランプする。

POINT

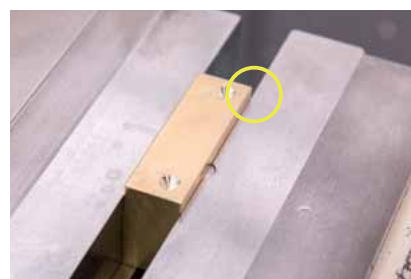
- ① バイスをフライス盤のテーブル上に固定する。
- ② バイスの端から位置決め治具（スコヤ）を用いて、部品を常に同じ位置に取り付ける。
- ③ そこを部品の原点とし、切削工具の先端位置を部品の原点に合わせる。
- ④ その位置で機械のダイヤルを0にセットすると機械の移動量で加工位置を決めることができる。



【ねじ加工】

右の写真の右上の角が部品の原点になっている。

原点から、M4ねじ穴位置をフライス盤の移動量（機械精度）で位置を割出し、センタ穴ドリルでセンタ穴をあける。



ドリル $\phi 3.4$ でM4ねじの下穴をあける。穴あけ深さは機械の移動量（機械精度）で確認する。





主軸にスパイラルタップを取り付け、切削面に切削油をつける。



フライス盤の主軸を手で回して、ねじ切りを行う。ねじの深さはスパイラルタップが回転した回数で深さ8mmを測る。他方のねじも同様にねじ切りする。

※フライス盤を使っているが、手作業でタップを回すのと同じである。

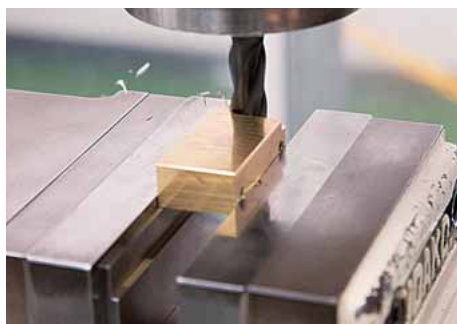


M4のねじ切り完了。
裏面のM4のねじ（2穴）も同様に加工する。



【アリ溝の面取り】

部品を治具で位置決めし、アリ溝の加工面を上にして取り付ける。工具はエンドミルφ12を主軸に取り付ける。



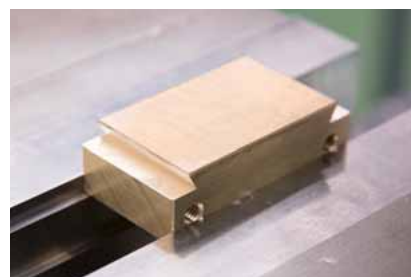
アリ溝部の段差部分をエンドミルで削る。加工後の底面の取代を約0.1mm残す。



反対側も同様に段差加工する。



アリ溝カッターを使って、アリ溝の荒加工を行う。
(取代0.2mm残す。)



【φ18H7の穴加工】

φ18の下穴をエンドミルφ17.8であける。

回転数 600rpm

切削速度 34m/min

(回転速度 600min^{-1})



クランプを一旦ゆるめ再度軽く締めた後、ボーリング加工で中仕上げする。
(狙い寸法：φ17.9)

POINT

クランプを弱めにしてφ18穴が歪まないようにする。



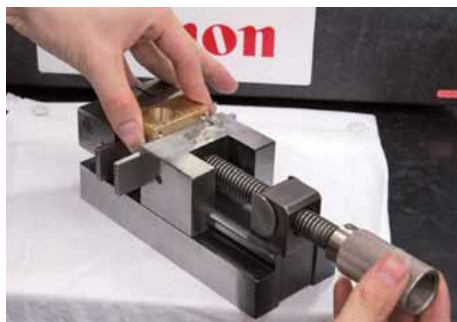
中仕上げ後、マイクロメータで内径を測り、残りの取代を調べる。



仕上げボーリング加工後、栓ゲージで寸法を確認する。
(狙い寸法： $\phi 18.002$)



<研削盤>



研削盤用の精密バイスに平行ブロックを挟みクランプする。

POINT

研削盤用の精密バイスは直角度／平行度が出ているので、精密バイスに正確にクランプして部品の精度を確保する。

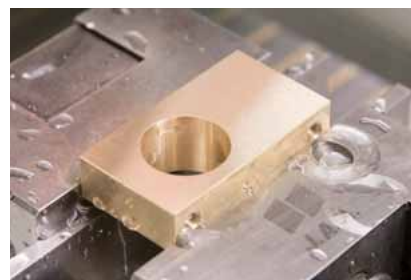


【基準面の加工】

取り付けた部品に浮きがないかプラスチックハンマーで軽くたたいて確認する。



研削盤で表面を研削する。研削した面を基準面とする。



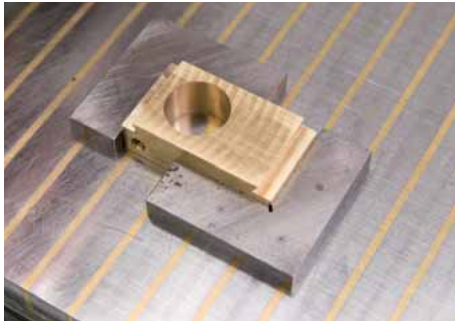
POINT

研削の取り代の目安

- ・ 荒研削 0.01mm
- ・ 仕上げ研削 0.002mm



部品を洗浄油で洗う。



基準面を下側にして研削盤のテーブル上に載せ、スコヤで挟み、テーブルのマグネットで固定する。



裏面を研削する。両面の平行が出る。



研削後、厚みをデプスマイクロメータで測り、残りの取代を調べる。



仕上げ研削後、厚さ $14 \pm 0.01\text{mm}$ に入っていることを確認する。

厚みは基準面でない側を削って寸法を出す。
(狙い寸法： 14.000mm)



【 $\phi 18\text{H7}$ の穴位置（重要寸法） $\nearrow 25 \pm 0.01\text{mm}$ 幅、 $46 \pm 0.01\text{mm}$ 幅の加工】

部品を精密バイスにクランプし、研削盤のテーブルに固定する。精密バイスへは、平行ブロックの上に部品を載せ、機械テーブルと平行に部品を取り付ける。





46±0.01mmの基準でない側の面を研削をする。



精密バイスを90度回転させ、25±0.01mmの基準でない側の面を研削する。



POINT

精密バイスの精度を利用し、ワンチャック加工により部品の直角度を保証する。



25±0.01mmの基準面及び46±0.01mmの基準面も同様に研削する。



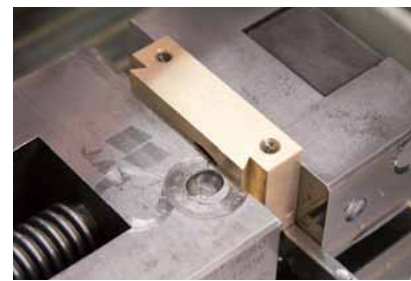
基準面からφ18H7の穴位置の高さを測る。

POINT

図面指示は穴の中心から13mmであるが、穴の中心位置は測定できないので、穴径φ18の1/2を差し引き、高さ4mmに対して取代を算出する。



測定した取代残り分を研削し、基準面を仕上げる。
(狙い寸法：13.000mm)





外側マイクロメータで幅を測り、残りの取代を調べる。
(狙い寸法：25.000mm)



基準面でない側を研削し、 $25 \pm 0.01\text{mm}$ に仕上げる。



マイクロメータで寸法を測り、全長 $25 \pm 0.01\text{mm}$ になっていることを確認する。



$\phi 18$ 穴を下にして精密バイスに載せ、基準面を研削する。



定盤の上で穴 $\phi 18\text{H}7$ の下面の高さを測り、残りの取代を調べる。

右の写真はブロックゲージで高さ合わせをしている様子。





残り取代分を除去後、基準面からの高さを測り寸法を確認する。

(狙い寸法：21.000mm)
重要寸法30mmはφ18
穴の中心からの寸法
であり計測の高さは
 $21 \pm 0.002\text{mm}$ になる。



46mm幅の全長を測り、残りの取代を調べる。基準面でない側を研削する。



外側マイクロメータで測り、全長 $46 \pm 0.01\text{mm}$ に入っていることを確認する。(狙い寸法：46.000mm)

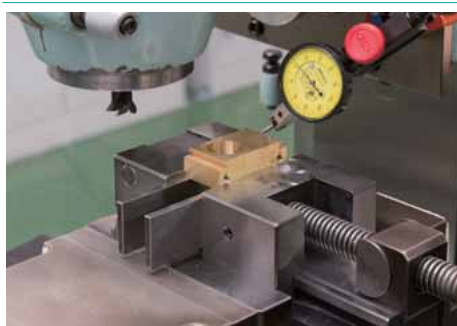
<フライス盤>



【アリ溝の仕上げ】

フライス盤のマシンバイスに精密バイスをクランプする。

※相手部品08を先に作り、
アリ溝は部品08に現物合
わせする



ダイヤルゲージを用いて、機械のX軸／Y軸の送り方向、
部品上面の水平度を測定し、取付精度を確認する。





荒加工で0.2mmの取代を残しているので、アリ溝カッターで0.1mm切込みを入れて削る。
機械目盛りで深さ方向／幅方向に各々0.1mmの切込みを入れる。



アリ溝の深さをデプスマイクロメータで測り、残りの取代を調べる。



基準面からアリ溝までの長さを測るために側面のバリ取りをして面を平らにする。



測定用ピンをアリ溝に当て、部品の基準面から測定ピンまでの長さをデプスマイクロメータで測り、残りの取代を調べる。



POINT

手順は、右側のアリ溝を部品の右端基準で仕上げた後、左側のアリ溝を右側のアリ溝基準で仕上げる。



高さ方向及びアリ溝幅方向に切込みを入れて削る。
削った後、アリ溝幅、深さ方向の寸法を測る。
高さ方向、幅方向を同時に仕上げる。
(狙い寸法：
幅1.6135mm
深さ4.000mm)





フライス盤の移動量（機械精度）で位置決めし、反対側のアリ溝を削る。測定ピンを2本使って、アリ溝の幅を測定する。

POINT

[加工手順]
深さと幅の中仕上げ
↓
深さと幅の測定
↓
深さと幅の仕上げ



相手部品08と勘合確認する。
先に作ってある部品08は寸法公差0.00mmから0.02mmの範囲でできている。部品02の寸法公差 ± 0.01 mmの範囲内でガタなく入るように現物合せする。



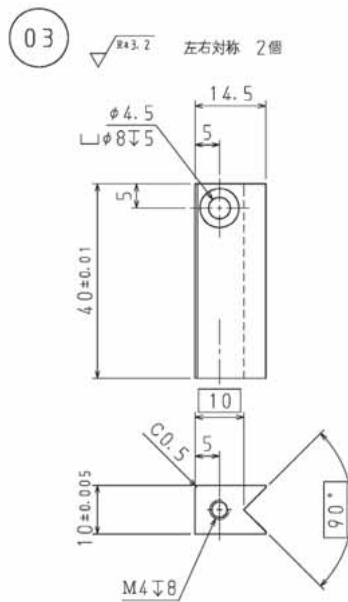
加工が終わったらオイルストーンでバリの取りを取る。



POINT

全ての部品は加工が終わったらオイルストーンでバリの取りやキズ取りを行う。

[2] 部品 03 (V 溝ガイド①②) の製作



技能ポイント

- (1) V溝の深さ、角度を正確に作る。
- (2) 4本の溝ガイドを同一高さにする。
(部品03：2本、部品05：2本)
- (3) 部品幅の公差は $10 \pm 0.005\text{mm}$ という高精度の加工をする。

<フライス盤>



【ねじ加工】

位置決め治具を使って2個の部品03 (V溝ガイド①②) をバイスでクランプする。



M4ねじ穴加工位置を機械原点からの移動量 (機械精度) で割出し、センタ穴ドリルでセンター穴をあける。

POINT

同一部品を2個並べて製作すると、効率が良かつ同一精度で作れる。



ドリルφ3.4でM4ねじの下穴をあける。穴あけ深さは機械の移動量 (機械精度) で確認する。



切削油をさし、フライス盤の主軸を手動で回し、ねじ切りを行う。スパイラルタップが回転した数を勘定して所定のねじの深さまで削る。



【ねじ穴、ザグリ加工】

バイス溝の上に平行ブロックを介して部品03をクランプする。



ドリルでφ4.5の穴をあける。

※ねじ穴ではなく一般公差の穴なのでセンタ穴ドリル加工せず時間短縮を図る。
ドリルの突出し量を小さくしてドリルの振れを抑える。



エンドミルで、ザグリφ8深さ5mmの加工をする。
(部品は左右対称形状)



【V溝の荒加工】

角度45度のVブロックに部品03を載せ、クランプする。



POINT

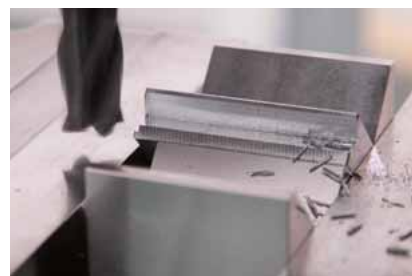
- ① 位置決め治具でVブロックの右端を原点に設定する。
- ② 部品03とVブロックの位置関係を事前に計算しておき、部品の機械位置を確定する。



部品の端にエンドミルを軽く当てて工具位置を確認する。



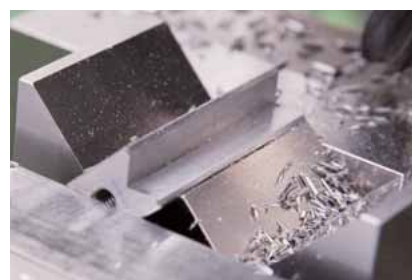
エンドミルでV溝の荒加工を行う。



切り込みを入れて、テーブルの戻り方向（左→右）に動かし、中仕上げする。



2 個目の部品03も同様の手順で加工する。



<研削盤>



【外形面の加工】

部品03と同じ高さ（ $10 \pm 0.005\text{mm}$ ）の部品08をテーブルに取り付け、同時に加工する。

POINT

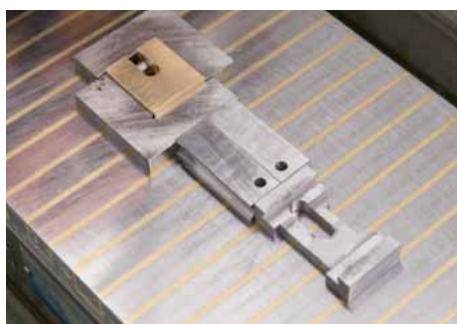
機械加工作業は部品ごとではなく、旋盤加工作業、フライス盤加工作業など各々をまとめて行うと時間短縮が図れる。また同じ高さの部品は、同時に行うと効率良く加工できる。



研削し、基準面とする。



洗浄油で洗う。

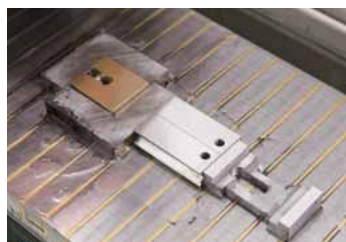


部品03と部品08の基準面側を下にしてテーブルに取り付ける。

併せて同じ高さに加工する部品04（基準面加工済）も取り付ける。



研削加工完了後、デップスマイクロメータで高さを測り、 $10 \pm 0.005\text{mm}$ に入っていることを確認する。
(狙い寸法：10.000mm)

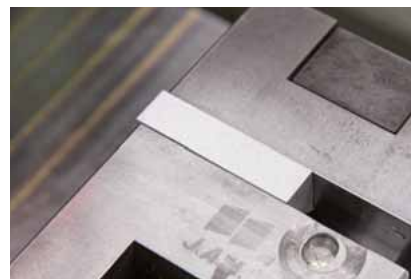


部品03のM4ねじ部とV溝の背面の2箇所が削れるように精密バイスにクランプする。





V溝面の反対側を基準面とするために研削する。



精密バイスを90度回転させ、M4ねじ面を研削する。



POINT

部品01（ベース）に組み立てたときの直角度を確保する。



【V溝高さ14.5mmの仕上げ】

V溝の高さ、平行度をだす中仕上げをする。

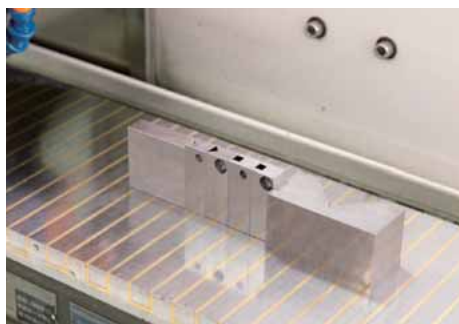


参考

部品05も高さが同じ14.5mmであるので一緒に加工すると良い。寸法は公差指定されている部品05に合わせる。



加工後、寸法を確認する。



【高さ 40 ± 0.01 mmの仕上げ】

部品03、部品05の高さ方向 40 ± 0.01 mmの研削仕上げを4個同時に行う。

※両側のブロックは固定のために使用する。

重要

部品03及び部品05は平行クランク機構の高さ方向を決める支柱になっている。共加工することにより、4本の高さを同一にできる。(同一高さを確保する。)



【V溝の仕上げ】

部品を精密バイスにクランプし、当て金を用いて、研削盤のテーブルと平行に精密バイスを取り付ける。



POINT

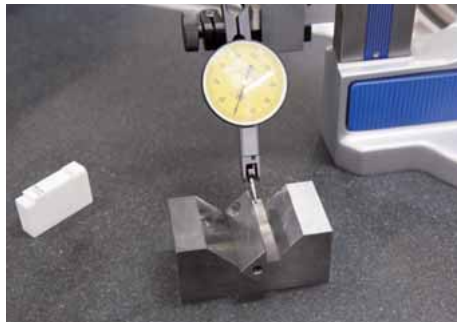
加工面がテーブル送り方向と平行にならない場合、精度のでている精密バイスを研削盤のテーブルと平行に取り付ける。



クランプ時にプラスチックハンマーで軽く叩き、浮きがないことを確認する。



研削盤でV溝面を研削する。



研削後、定盤上でV溝の高さを測る。
Vブロックに載せた
ときの高さ寸法は事
前に算出しておく。



残りの取代分を研削後、寸法を測定し所定の寸法になって
いることを確認する。
V溝の隣り合った面
も同様に加工する。

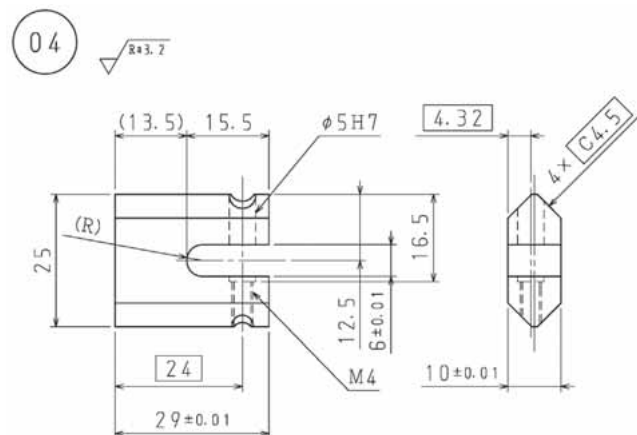


もう1つの部品03のV溝も同様に研削する。

POINT

V溝の寸法をVブロックに載せた状態で測定するな
ど、工夫をしないと測れない箇所があるので、事前
に測定方法等を検討して、目標となる数値をあらか
じめ算出しておくことが必要である。

[3] 部品 04 (Vスライダ) の製作



技能ポイント

- (1) 先端角90°のV山の加工ができる。
- (2) エンドミルで 6 ± 0.01 mm (厚み10mm)のU溝の加工ができる。
- (3) ボーリングで $\phi 5H7$ 穴の加工ができる。
- (4) 重要寸法 4.32 及び 24 の加工と測定が正確にできる。

<フライス盤>

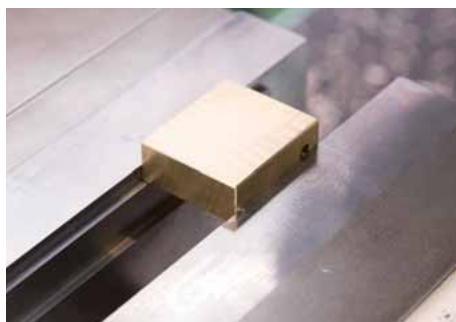


【ねじ加工】

センタドリルでセンタ穴を加工した後、M4ねじの下穴をドリルであける。



M4のタップを機械に取り付け、主軸を手回しでタップを立てる。



【U溝の荒加工】

位置決め治具を用い、M4ねじを右側に、広面を上にしてクランプする。

POINT

全ての部品を取り付けるとき、機械の原点が同一になるように取り付ける。



エンドミルφ5.5でU溝の部分の荒加工をする。

POINT

溝底の円弧は荒加工の時、
溝幅より大きめに作って
おく。
仕上げで両壁を仕上げると
円弧になるようにする。

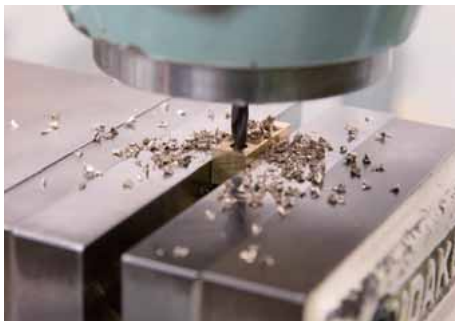


【φ5H7の穴加工】

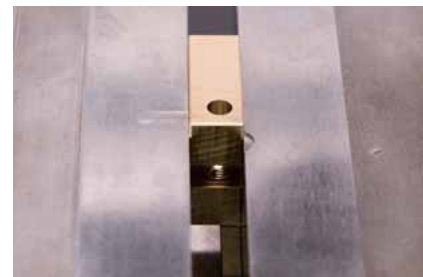
位置決め治具を用い、部品04（Vスライダ）の側面を上にしてクランプする。

POINT

M4ねじと同軸度を出すため、U溝と反対側を原点とし、M4ねじの加工と同じ面を原点とする。



φ5H7の下穴をドリルφ4.8であける。



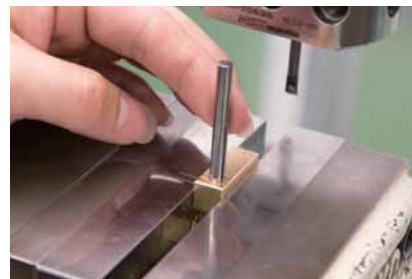
ボーリングで中仕上げ（φ4.9）加工をする。



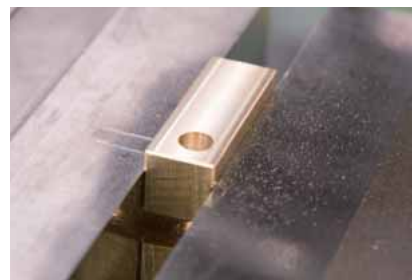
ボーリング中仕上げ加工後、内径を内測マイクロメータで測り、残りの取代を調べる。



仕上げ加工をする。栓ゲージでφ5H7の公差に入っていることを確認する。
(狙い寸法：φ5.002)



エンドミルφ12で上面を軽く削る。



POINT

ワンチャック加工により、穴と面の直角度を確保する。

<研削盤>



【外形面の加工】

U溝に切欠き部にピンを通してねじ止めする。
真鍮を研削盤のテーブルに固定する。



POINT

- ① ピンで固定し、U溝部の剛性を確保する。
- ② 真鍮はマグネットに付かないので鉄製スコヤで固定する。

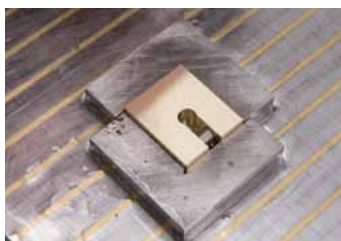


広面を研削し、基準面とする。研削後、デプスマイクロメータでピンまでの高さを測定する。
重要寸法4.32mmを測定するため、ピンまでの寸法を測り、ピン径の1/2を差し引く。全体の厚みは基準面ではない側を研削して寸法出しをする。



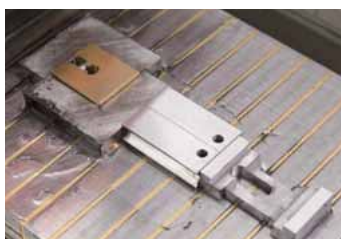


狙い寸法まで研削して、寸法を確認する。



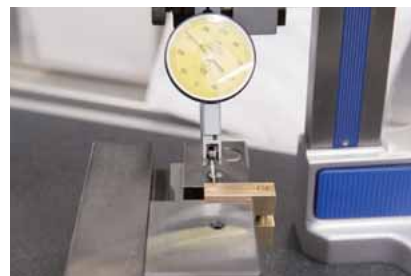
裏面を同一寸法の部品04、部品08と一緒に仕上げる。
研削後、 $10 \pm 0.01\text{mm}$ に入っていることを確認する。

※部品04の寸法公差は $10 \pm 0.01\text{mm}$ であるが、他の2部品は公差 $\pm 0.005\text{mm}$ であるので、寸法は $10 \pm 0.005\text{mm}$ 以内にする。
(狙い寸法： 10.000mm)



精密バイスに部品04の2面が加工できるように取り付ける。

ダイヤルゲージで定盤に対して平行に取り付けられていることを確認する。
フライス盤で $\phi 5\text{H7}$ と直角度を出した面を使用する。



【側面の直角出し加工】

平行が出ていない場合、微調整する。調整後、平行を確認する。

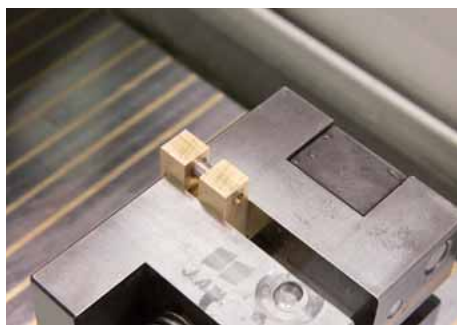


POINT

精密バイスは直角度、平行度が保証されているので、正確に取り付ければ、精密バイスの精度で加工できる。



基準面を研削する。



【重要寸法24mmの加工】

精密バイスの向きを変える。研削した後、U溝の端面からピンまでの長さを測り、取代を調べる。

※U溝の端面からピンまでの寸法と基準面までの全長の寸法精度を出し、ピンの位置を確定する。



U溝上面を研削する。

研削後、U溝の端面からピンまでの長さを測り、寸法を確認する。

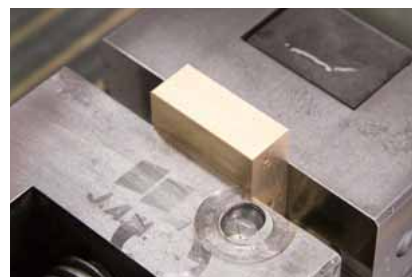


【 29 ± 0.01 mmの寸法出し】

U溝端面から基準面までの寸法を測り、U溝端面を下にして取り付ける。

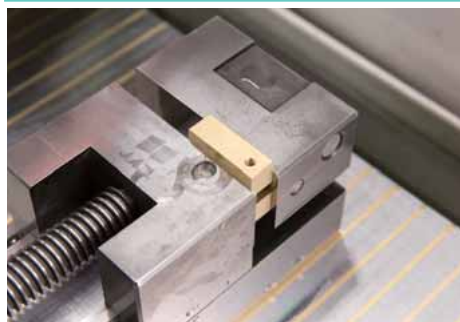


基準面を研削する。





研削後、マイクロメータで全長の寸法を測定する。残りの取代を測定し、仕上げ加工後は全長の寸法が出ていることを確認する。



【25mm幅の仕上げ】

研削加工した基準面を下向きにクランプし、V山側の寸法出しを行う。
(狙い寸法：25.000mm)



POINT

25mm幅は一般公差であるが、V山の加工の基準になるので、 $\pm 0.01\text{mm}$ の精度に入れる。



測定した残りの取代分を研削する。



研削後の寸法を確認する。

POINT

研削盤に取り付ける時、U溝があるのでハンマーで叩くことができない。浮き上がりがないように部品を取り付ける。

<フライス盤>



【U溝の仕上げ】

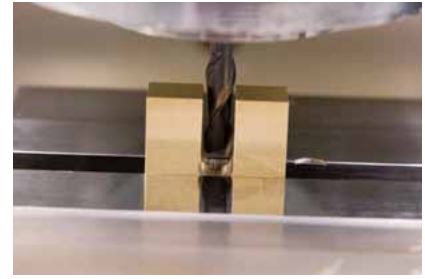
U溝を仕上げるためピンを外し、位置決め治具を使ってバイスにクランプする。

POINT

U溝の切りかきの影響を受けないように幅方向をクランプする。



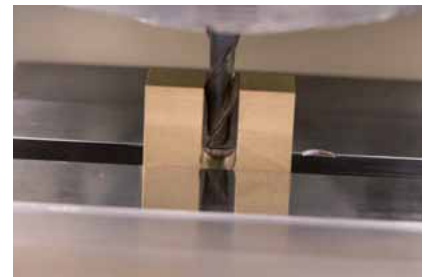
仕上げエンドミル $\phi 5.5$ で U 溝の側面を削る。



端面から U 溝基準面までの長さを測り、所定の寸法に入っていることを確認する。



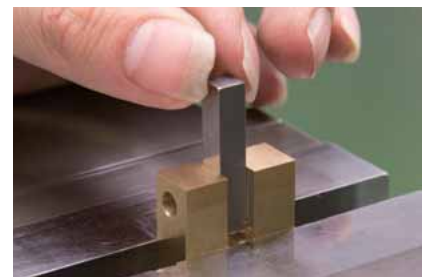
同様に、U 溝の向かい側の面を削る。



溝幅 $6 \pm 0.01\text{mm}$ の寸法を測定し、残りの取代を調べる。



仕上げ切削後、角ゲージで溝幅 6.00mm から 6.01mm の寸法を確認する。
図面上は部品 04 も相手部品 09 も公差は $\pm 0.01\text{mm}$ になっているが、部品 04 は大きめに、部品 09 は小さめに作る。



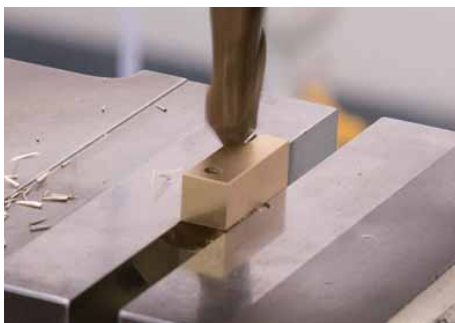
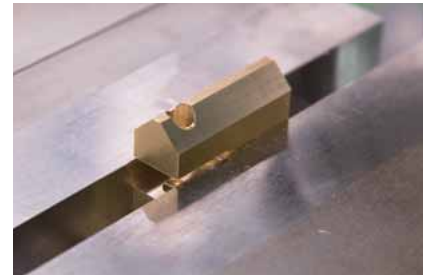


【V山の荒加工】

先端が90度のV形エンドミルで部品04のV山を削る。



反対側のV山を削る。削り代は機械座標より割り出し、両側とも同じ切り込みになるようにする。

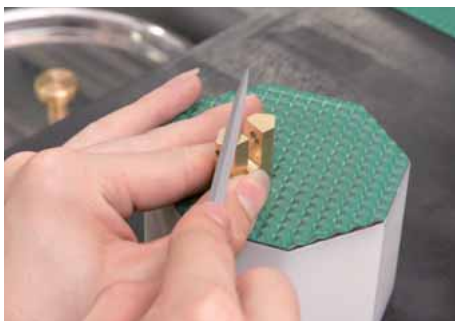


部品04を上下反対にクランプして、V山を同様に加工する。



V山の荒加工完了。

※主軸には振れがあるので
V山の角度は正確な45
度にならない。



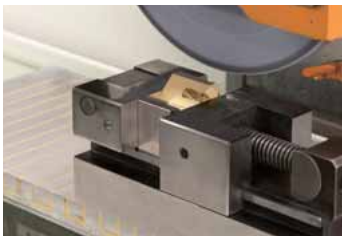
バリを取り、洗淨油で切り粉などを洗い落とす。

<研削盤>



【V山の仕上げ】

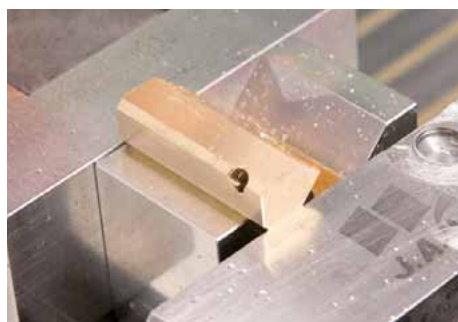
部品をVブロックに載せ、精密バイスでクランプする。
V山面を研削して平面を出した後、Vブロックから部品のV山面までの高さを測り、残りの取代を調べる。



V山面を研削する。
研削後、V山面からの高さを確認する。



角の面取りをする。



隣のV山面、下側の残りの2面も同様に研削仕上げする。

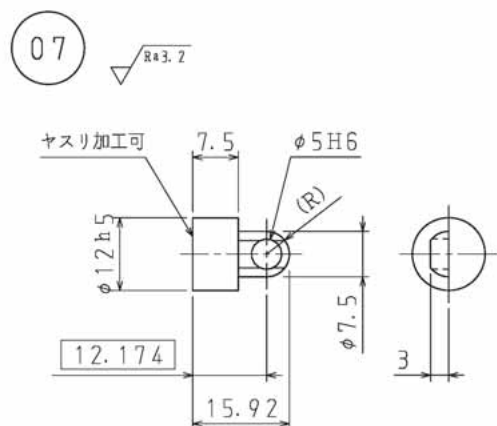
※砥石の高さが決まるので、
部品の向きを変えて4面
全て同じ高さで研削す
る。



POINT

Vブロックに載せた部品の位置は部品の厚みとV山先端（平面）までの長さできまる。V山斜面はVブロックに接触しないのでV針山面を加工しても製品寸法には影響しない。

[4] 部品 07 (連結ピース) の製作



技能ポイント

- (1) 小物部品加工ができる。
- (2) 旋盤を用いて $\phi 12h5$ の高精度加工ができる。
- (3) 旋盤とフライス盤のコンビネーション加工ができる。

<旋盤>



【外径加工】

丸棒（素材）をコレットチャックで掴む。

POINT

コレットチャックは心の振れが少ない。



端面及び外径を荒加工する。
工具の移動量（機械精度）で削り、外径の狙い寸法は $\phi 12.2$ 、 $\phi 7.7$ とする。



$\phi 12h5$ 部の中仕上げ寸法が $\phi 12.1$ になるまで削り、中仕上げ寸法を測定し、残りの取代を調べる。





外径 $\phi 12$ の仕上げ加工をする。仕上がり寸法が $\phi 12h5$ に入っていることを確認する。
(狙い寸法： $\phi 12.000$)

mm



$\phi 7.5$ の外径を削り、中仕上げ寸法を $\phi 7.6$ にする。中仕上げ寸法を測定し、残りの取代を調べる。



仕上げ加工をする。
切削後、 $\phi 7.5$ の寸法を確認する。
(狙い寸法： $\phi 7.500$)



切削面のバリ取りをする。



<フライス盤>



【半円柱の加工】

Vブロックと平行ブロックを用いてバイスでクランプする。

部品07の $\phi 7.5$ 側の端面が原点になるように治具で位置決めする。



POINT

小型のVブロックを使用し、3点支持で固定する。



旋削した面の軸方向にダイヤルゲージを当て、水平にクランプされていることを確認する。



エンドミルで半円柱に中仕上げ切削する。取代を0.2mm残す。



マイクロメータで厚みを測り、残りの取代を調べる。



エンドミルで機械の切込み寸法を合わせ、仕上げ切削する。切削後に寸法を確認する。



【φ5H6の穴加工】

φ5H6の下穴をドリルφ4.8であける。





ボーリングでφ5H6の穴を中仕上げする。
切削後、内測マイクロメータで寸法を測定し、残りの取代を調べる。



ボーリングでφ5H6の穴を仕上げ加工する。
切削後、内測マイクロメータで寸法を確認する。



<旋盤>



【突っ切り加工、全長の仕上げ】
旋盤に取り付ける。



突っ切りバイトを用いて部品を切断する。



突っ切り後の長さをノギスで測り、残りの取代を調べる。



部品を反転してチャックする。



端面加工を行い、狙い寸法16.12mm（取代0.2mm残し）になるよう切削する。
端面加工後、面取りをする。



面取り後のバリをヤスリで取り、長さをノギスで確認する。



<フライス盤>



【半円柱裏側の厚み3mmの加工】

半円柱の平面をバイスに当ててクランプする。



ピン取付部を厚み3mmになるようにエンドミルで切削する。

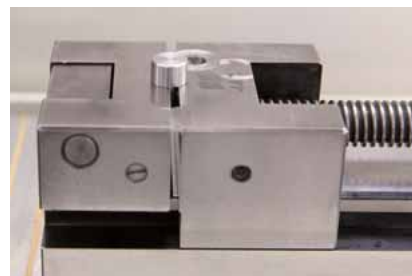


<研削盤>



【重要寸法12.174mmの仕上げ】

ピンの穴の高さを定盤上で測定し、研削盤での取代を調べる。精密バイスにクランプする。



部品07の端面を研削する。

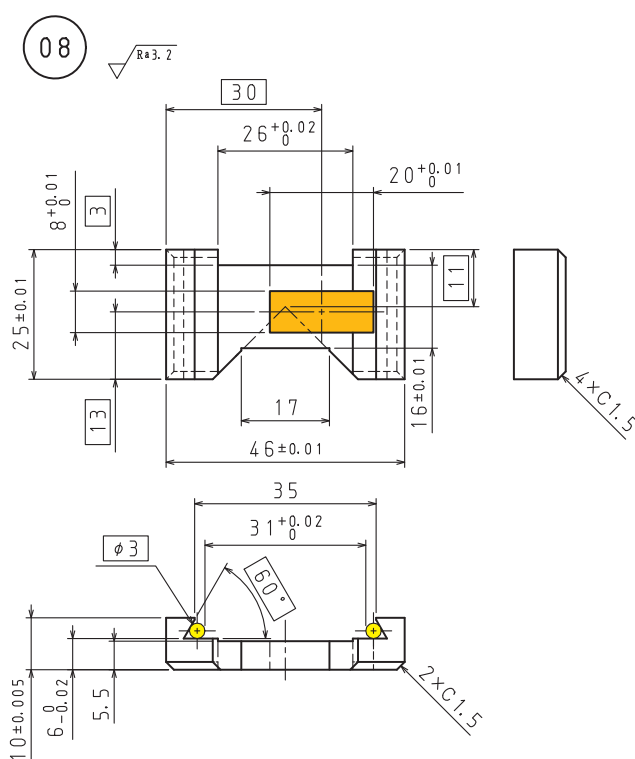


研削後、ピン穴の高さを測定し、寸法を確認する。



ピン穴の外側をヤスリで仕上げる。

[5] 部品 08 (スライダ) の製作



技能ポイント

- (1) 低剛性部品の加工をする手順／クランプ方法が考案できる。
- (2) 四角穴を手加工（ヤスリ）で仕上げる。
- (3) アリ溝を部品02（軸受）に合わせた勘合になるように加工できる。
- (4) 測定用ピンを用いたアリ溝幅の測定ができる。

<フライス盤>



【角穴の荒加工】

エンドミルφ7.5で穴をあける。

POINT

コーティングエンドミルを使用すると速く切削できる。



エンドミルを動かし、長穴をつくる。

POINT

荒加工は、部材に剛性のある状態で行う。



【アリ溝側の溝加工】

エンドミルφ12を用いて、アリ溝側の溝を加工する。

POINT

ワークのクランプは5mm程度にして、アリ溝深さにかぶらないこと。

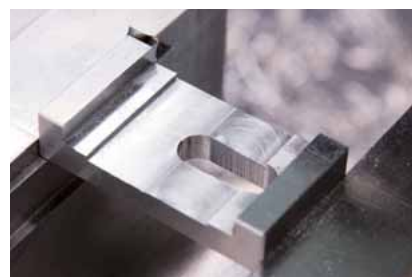




アリ溝逃げ部の仕上げ加工を行う。

POINT

アリ溝の逃げ部分は部品がたわまないように軽切削する。逃げ部のみ加工し、溝と一緒に加工をしない。



【アリ溝の荒加工】

アリ溝専用工具（荒加工用）を使用してアリ溝の荒加工を行う。（取代を0.3mm残す。）



オイルストーンでバリを取る。

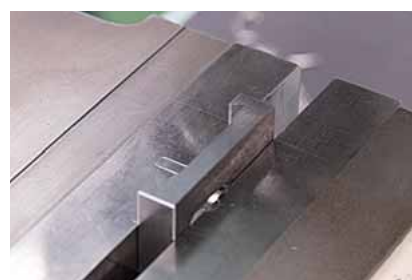
POINT

荒加工後は必ずオイルストーンで小さいバリも取る。



【幅26mm溝の荒加工】

位置決め治具を使ってバイスにクランプする。



φ12エンドミル使用して幅26mm溝の荒加工を行う。





【幅17mm溝の荒加工】

部品の上下を反転し、クランプする。



幅17mm溝の荒加工をする。



V形エンドミルに交換して、斜面の切削をする。研削仕上げ用の取代を0.1mm残す。



<研削盤>



【外形面の基準面加工】

フライス盤で加工した溝部に平行ブロックを挟んで精密バイスにクランプする。

クランプ位置は、2面加工できるようにする。

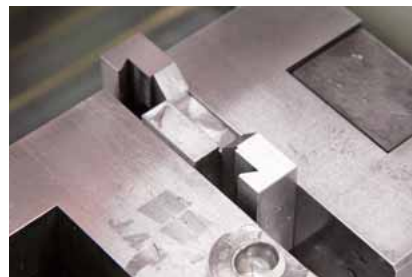


側面を研削する。





精密バイスを回転させ、幅17mm溝側の上面を研削する。

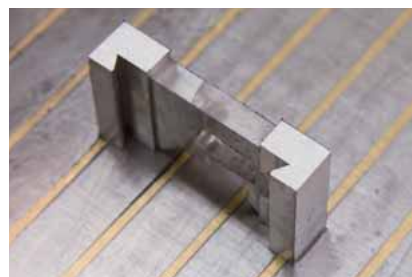


【高さ $25 \pm 0.01\text{mm}$ の加工】

研削した面を研削盤のテーブル上に設置し、マグネット
で固定する。上面を研削後、部品の高さを測
り、残りの取代を調べ
る。



部品08の高さ $25 \pm 0.01\text{mm}$ を研削する。
(狙い： 25.000mm)

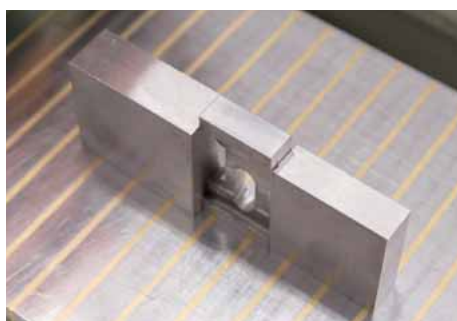


コメント

薄く倒れやすいため、四方をブロックで固定した方
が安全である。



部品08をマグネットで固定して研削し、寸法が
 $25 \pm 0.01\text{mm}$ に入っている
ことを確認する。



【幅 $46 \pm 0.01\text{mm}$ の仕上げ】

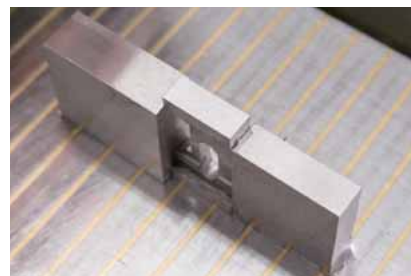
研削した面をテーブル上に載せ、両側を支えて部品08を
固定する



部品08を研削する。

コメント

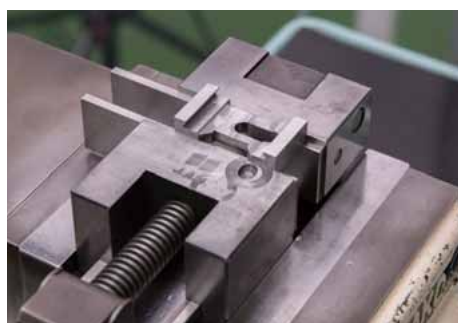
ここでは外寸のみ精度を出す。角穴との位置関係は角穴を仕上げる時位置調整を行う。(角穴取代0.2mm残し。)



寸法が $46 \pm 0.01\text{mm}$ に入っていることを確認する。
(狙い寸法：46.000mm)



<フライス盤>



【アリ溝の仕上げ】

部品08を精密バイスにクランプする。プラスチックハンマーで叩いてバイスから浮いていないことを確認する。



アリ溝のスライド方向について、水平面、側面をダイヤルゲージを走らせて取付精度を確認する。

POINT

スライド面が滑らかに動くために、アリ溝の精度は重要である。加工前に部品の取付精度を充分確認する。



アリ溝の中仕上げを行う。取代が約0.3mm残っているのを0.1mmの切込みを入れて削る。

※部品の右端面を基準に仕上げた後、右のアリ溝を基準に他方のアリ溝を仕上げる。





溝幅方向は測定用ピンを使用して部品の右側の端面からの長さを測る。



アリ溝面の深さはデプスマイクロメータを用いて測定する。



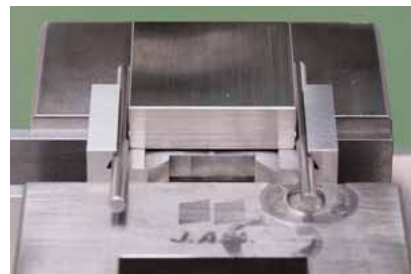
残り取代分を仕上げ切削する。仕上げ後、部材の端方向の長さとし、アリ溝面の深さを測定し、深さ4.010mm／幅7.500mmになっていることを確認する。



反対側のアリ溝を工具の高さは同じにして溝幅方向に0.1mmの切込みを入れて削る。ピンφ3をアリ溝の両側に入れてアリ溝の間隔を測る。

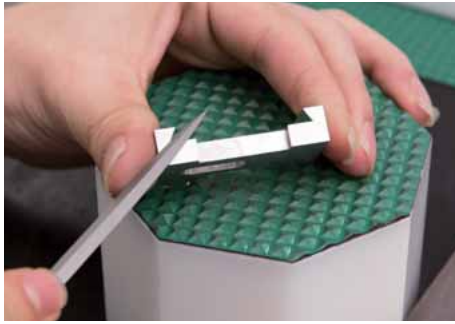


反対側のアリ溝を仕上げ、ゲージで寸法を確認する。



POINT

アリ溝の雌側は寸法公差の中央値を狙う。



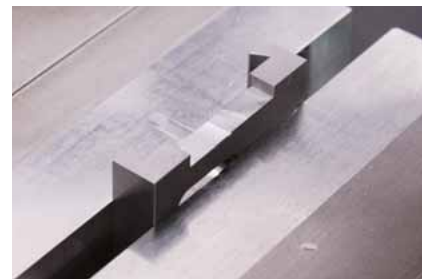
部品の面取りをする。



【幅26mm及び重要寸法3mmの仕上げ】
部品をバイスに取り付ける。



内側の片面を加工する。

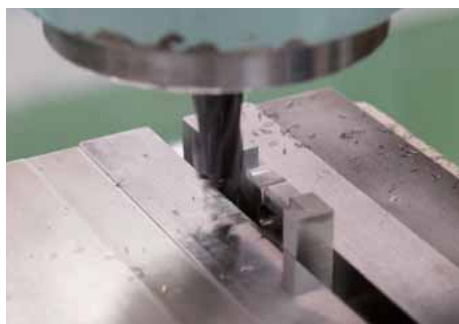


側面からの溝までの長さ及び深さ3mm（重要寸法）を測定し、残りの取代を調べる。

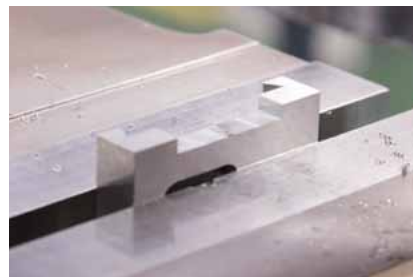


仕上げ加工を行い、溝までの長さ及び深さが所定の寸法に入っていることを確認する。仕上げ後、面取りを行う。





同じ高さで向かいにある溝の端を薄く削る。



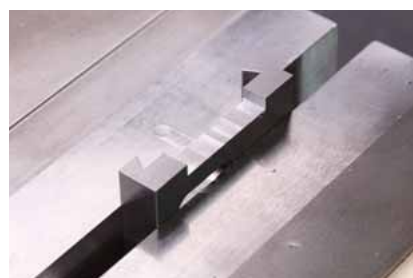
加工面の面取り後、溝幅を測り、残りの取代を調べる。



仕上げ加工を行い、ブロックゲージを用いて溝幅が26.00mmから26.02mmに入っていることを確認する。



中央部の山を削り、溝を平らにする。



バリ取り、面取りを行う。



POINT

小さなバリや付着物があるとクランプしたときに付着物を挟み込み測定誤差が生じるもととなるので、加工後は必ずバリ等を除去する。

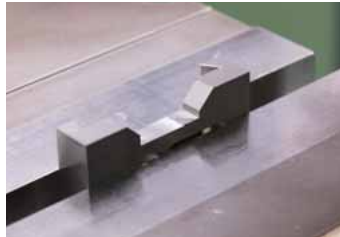


【溝幅17mm側の仕上げ】

溝幅17mmの側を上面にしてバイスにクランプする。



溝を削り、デップスマイクロメータで深さを測る。



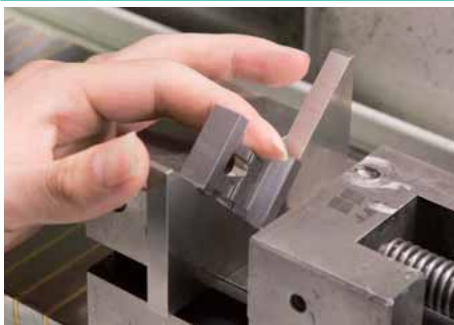
仕上げ加工を行い、 $6 \pm 0.01\text{mm}$ の寸法確認を行う。



POINT

測定位置の深さは（全体寸法25mm）－（重要寸法3mm）
－（幅16mm）＝6mmを測定する。

<研削盤>



【V溝の仕上げ】

部品を45度Vブロックに載せてクランプする。

POINT

V面と幅17mm
との接続部には
逃がしがあるので
角は砥石に接
触しない。



V溝を研削する。





V溝面と精密バイス面との高さをデプスマイクロメータで測定する。

POINT

使用する器具と部品との取付寸法を事前に計算しておく。



研削仕上げをしてデプスマイクロメータで測定し、寸法精度を $\pm 0.01\text{mm}$ に入れる。

(狙い幅：
 $0.000\text{mm} \sim 0.002\text{mm}$)



POINT

図面指示寸法は入っていないが組立て後、部品04と接する。隙間をなくすために高精度が要求される。



他方のV溝面も同様にVブロックに載せクランプする。



他方のV溝も仕上げる。



<フライス盤>

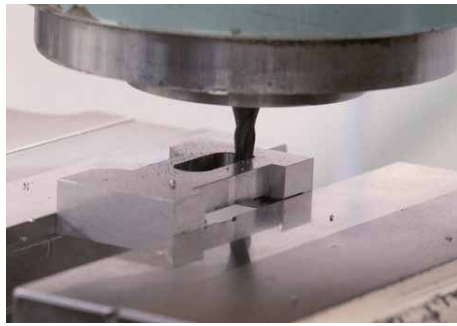


【角穴の加工】

位置決め治具を用いて部品08を取り付ける。

POINT

長穴位置と外側形状との位置関係を確認して仕上げる。



φ4エンドミルを用いて長穴部を長方形に近い穴に広げる。



穴加工後、ノギスで穴の幅／長さを測る。狙い値は内径で0.1mmの取代を残す。(片側約0.05mm)



V形エンドミルを用いて、C1.5の面取りを行う。



<手仕上げ>



【角穴の仕上げ】

平ヤスリ（荒・細）、角ヤスリ（荒・中・細）を用いる。

POINT

市販のヤスリを追加工して作る。ヤスリの幅を角穴に合わせるとともに、ヤスリの側面が部品に当たらないように逃げを付ける（台形）。ヤスリは片面しか使用しない。

POINT

ヤスリによる取代の目安

- ・ 荒目ヤスリ：取代 0.030mm残しまで削る。
- ・ 中目ヤスリ：取代 0.010mm残しまで削る。
- ・ 細目ヤスリ：最終仕上げ



角ヤスリで四隅の角から削る。



POINT

加工の手順

- ・ 四隅の角をヤスリ掛けして、寸法を測る。
- ・ 荒目ヤスリで四面を順繰りに削る。
- ・ 中目ヤスリで四面を順繰りに削る。
- ・ 細目ヤスリで寸法を測りながら、四面を順繰りに削る。



上下四隅の角をヤスリ掛けする。



角穴の広い側は平ヤスリを使用する。幅の狭い所は角ヤスリを使用する。
荒目・中目・細目ヤスリで四面を順繰りに削る。

POINT

ヤスリは水平に動かし、加工面が水平な平面になるようにヤスリ掛けする。



角穴の角部をヤスリ掛けして仕上げる。



細目ヤスリを用いた仕上げ工程では、定盤上で、幅26溝側から角穴の寸法及び穴の長手方向の寸法を測り、穴位置を測定しながら仕上げる。



POINT

高さ方向、横方向を定盤上で各々片方の面を測定し、他方の面は穴寸法を測る。



穴の幅はブロックゲージで確認する。

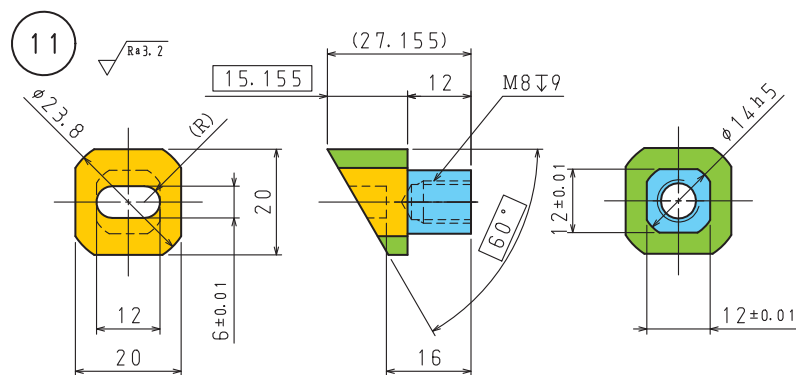


部品12との勘合を確認する。

POINT

ガタなく滑らかに動くように調整する。

[6] 部品 11 (溝カム②) の製作



技能ポイント

- (1) 複雑な小物加工ができる。
- (2) $\phi 14h5$ と $\square 12\pm 0.01\text{mm}$ の外
形加工ができる。
- (3) $6\pm 0.01\text{mm}$ エンドミルの
深い長穴加工ができる。
- (4) 角度60度の勾配加工がで
きる。
- (5) M8のネジ穴と長さ12mm
の長穴を結ぶ基準軸に対し、
 - $\phi 14h5$ の同軸度が出ていること
 - $\square 20\text{mm}$ の中心軸は基準軸
と一致していること
が求められる。

<旋盤>



【ねじ加工】

材料をコレットチャックで掴む。



端面加工をする。



ねじM8の下穴をドリル $\phi 6.9$ であける。





ねじM8をスパイラルタップでねじ切りをする。
主軸は回転させないで手回しでねじを切る。ねじ切りのとき切削油を使用する。



ねじ切り後、センタ穴ドリルで面取りをする。



φ14の外径荒加工を行う。



寸法を測定する。
(狙い寸法：14.9mm)



<フライス盤>



【四角20mmの外形加工】

Vブロックを使用してバイスに固定する。工具の先端と部品先端との高さ合わせをする。

POINT

バイス端から治具で取付位置を決めているので機械精度で中心位置を割り出す。





□20mmの面を加工する。最初に1面を仕上げ加工する。



残りの3面も加工する。



□20mmの仕上げ加工の終了。



【φ14h5の仕上げ】

φ14h5をボーリング加工で中仕上げを行い、外径を測定して残りの取代を調べる。

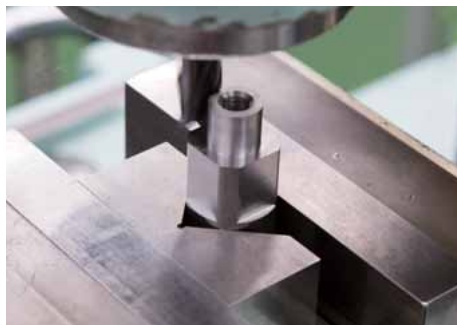


仕上げボーリング加工を行う。加工後に寸法を測りφ14h5に入っていることを確認する。
(狙い寸法：φ14.000)





φ14h5の仕上げ終了。



【四角12±0.01mmの加工】

□12mmの1面を加工し、寸法を測定する。



片側1mm削り取る狙いに対し、残りの取り代を削り仕上げる。

POINT

当部品が部品16（ロックピン）と隙間なく接するためには、φ14h5と同軸度が要求される。ボーリング加工と同一クランプで加工して同軸度を確保する。



□12mm幅の反対面を加工する。加工後に寸法を測定し、残りの取り代を削り仕上げる。



残りの2面も同様に1面を加工し、切込み量を測る。





反対側を加工し、寸法を測り、残りの取代を調べる。



仕上げ加工をして寸法を確認する。



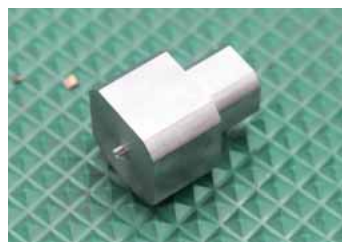
<旋盤>



【突っ切り加工／全長の仕上げ】
旋盤に取り付ける。



突っ切り加工で部品を切り落とす。



突っ切り加工した部品の長さを測り、残りの取代を調べる。



反転して取り付け、端面を加工して27.155mm（カッコ寸法）に合わせる。



【φ23.8の仕上げ】

外径を切削してφ23.8（一般公差）に仕上げる。

コメント

外形寸法φ23.8（一般公差）は素材寸法がφ24であるので、黒皮がなくなる程度で良い。



<フライス盤>



【幅6mmの長穴加工】

位置決め治具を用いてフライス盤のバイスに取り付ける。



荒削り用エンドミルφ5.5で長穴の端に穴をあける。

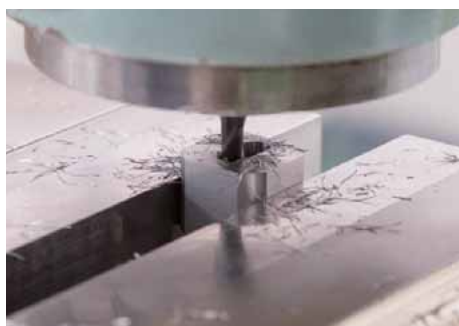
POINT

エンドミルで穴あけを行う。エンドミルの側面は刃殺しをして、側面が当たって穴を広げないようにする。



初めに長穴部の両端に穴をあけ、その後、中央に穴をあける。





仕上げ用エンドミル $\phi 5.5$ に交換する。仕上げ用エンドミルを水平に動かし、長穴を作る。機械の送り量で長穴の片面を基準面として仕上げる。

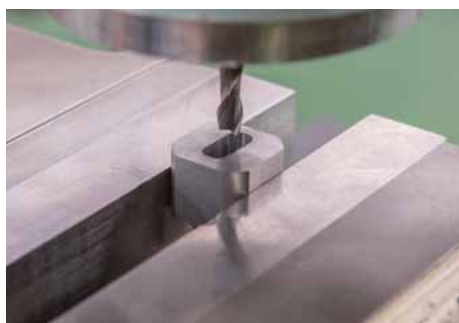


POINT

$\phi 6$ のエンドミルを使うと穴径が大きくなるので、 $\phi 5.5$ のエンドミルを用いて片面ずつ仕上げる。



長穴の幅を内測マイクロメータで測る。



基準面でない側の面を削り寸法 $6 \pm 0.01\text{mm}$ に仕上げる。

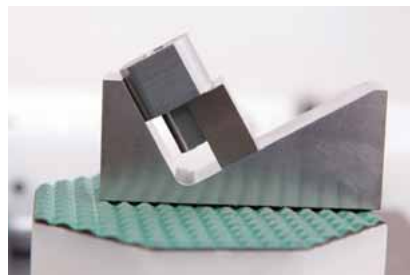


ブロックゲージで長穴の幅を確認する。
長穴加工完了後、ヤスリでバリ取りを行う。



【勾配面の荒加工】

バイスへの取付は、30度Vブロックの上にスペーサーを挟み、部品11の高さをかさ上げする。





荒切削用エンドミルφ12で切り込み深さを決めて、Vブロックの上面から約2mm高い位置まで加工する。



POINT

部品11をVブロックに載せたときの高さを事前に算出しておき、研削工程の取代を残す。



中仕上げ加工を終えたところ。



<研削盤>



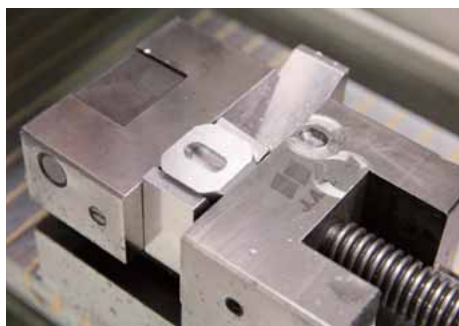
【勾配面の仕上げ】

部品11を精密バイスにクランプして研削盤のテーブルに載せる。

Vブロックを用いた部品のクランプはフライス盤と同じようにする。



研削加工する。



勾配面を試し削りした後、デプスマイクロメータで30度Vブロックまでの高さを測り、残りの取代を調べる。



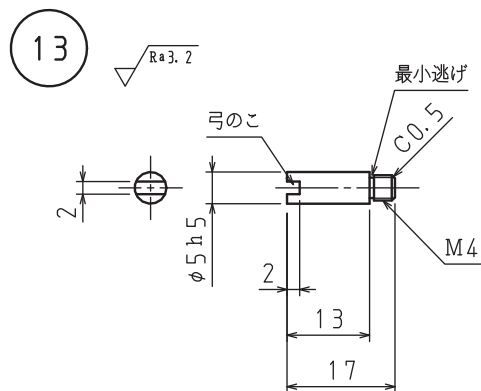
研削仕上げをする。

POINT

組立調整用の取代として、0.002mmプラスにする。



[7] 部品 13 (止めピン①) の製作



技能ポイント

小物部品を旋盤で加工する技能

- ① 旋盤で外径公差φ5h5の高精度加工をする。
- ② 小さなM4のねじ切り加工をする。
- ③ 弓鋸で溝加工する。

<旋盤>



【外径の荒加工】

素材の丸棒をチャックする。



端面を削る。



素材の外径φ8がわかっているので、工具が当たる位置をみつける。





φ5h5の荒加工をする。
工具が当たった位置から1.4mmの切り込みを入れる。

<加工寸法>

外径φ5.2で軸方向
に20mm削る。

- ・仕上がり寸法17mm
- ・突っ切りバイト2mm幅
- ・取代残し1mm



M4ねじ部の外径加工
をする。



【ねじ加工】

M4ねじ用のダイズを旋盤のセンタに取り付け、手回し
でねじ切りをする。



ねじの逃げ部を突っ切りバイトで削る。



正確な切込み量を設定するため工具タレットの移動量を
ダイヤルゲージで測りながら切り込みを入れる。



【φ5h5の加工】

外径を中仕上げして、外径の寸法を測る。

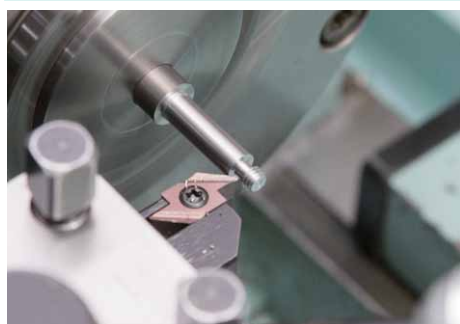
(狙い寸法：φ5.1)

残りの取代を調べる。





タレットに当てているダイヤルゲージの目盛りで切り込み量を決めて仕上げ切削する。
寸法が $\phi 5h5$ ($\phi 4.995$ から $\phi 5.000$)に入っていることを確認する。
(狙い寸法： $\phi 5.000$)



【面取り、バリ取り、突っ切り加工】

段差部の面取り、ねじの端面のバリ取りをする。



突っ切りバイトで必要部分を切り、部品を取る。



【全長の仕上げ】

小径の部品をつかめるコレットチャックに交換する。

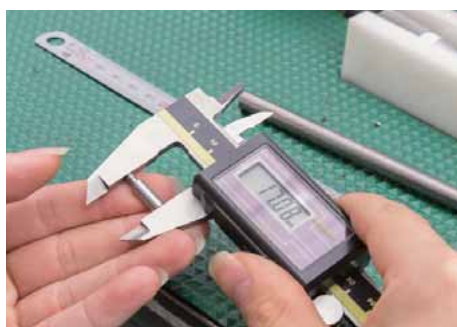


部品13を反転後、チャックして端面を削る。





面取りを行い、ヤスリで返り取りをする。



部品の全長を測定し、寸法を確認する。



【割溝の加工】

弓鋸で割溝を入れる。

POINT

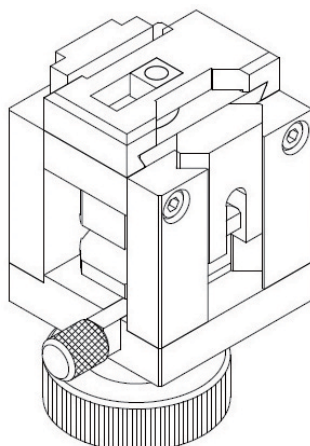
切り込み深さの印
を鋸の刃に印をつ
けておくと良い。



弓鋸で加工した溝の深さを測る。



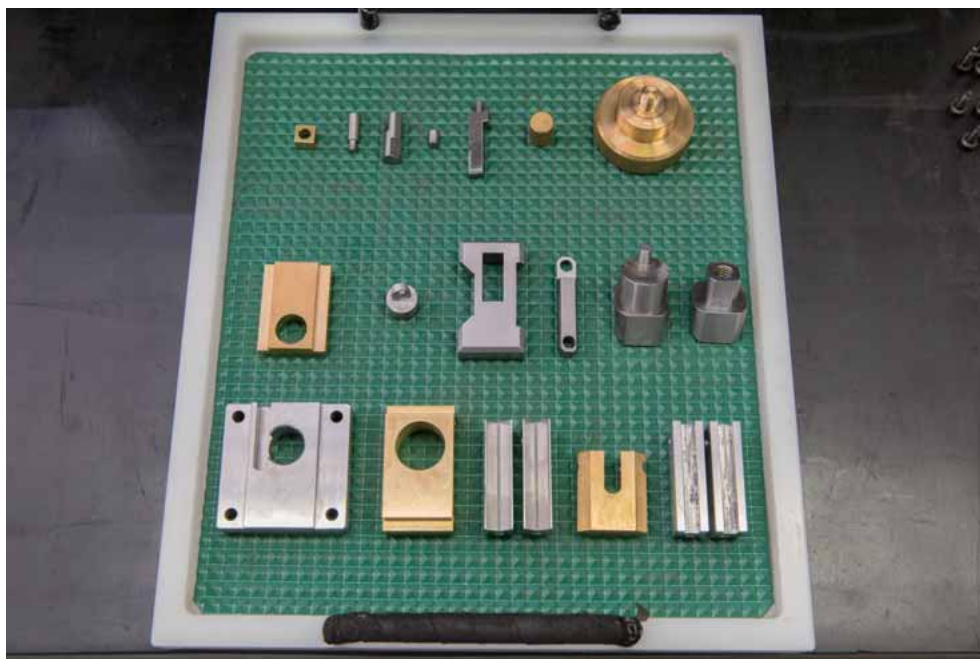
(2) 組立て



技能ポイント

- (1) 各ユニットのはめあい部分の勘合確認をする。
- (2) 中央回転部の組立て高さを調整し、滑らかに回転するようにする。
- (3) 組立ては、主要部品を仮組して、部品図には記載されていないが、各部の寸法が事前に検討した寸法と一致しているかを確認しながら、各々の部品の寸法長さ・直角度・平面度を確認する。
- (4) 摺動面には防錆油を塗り、ガタなく滑らかに動くようにする。
- (5) 各回転位置で部品間の段差や隙間がないように組み立てる。

【組み立てる部品一覧】



部品01（ベース）、部品09（溝カムシャフト）、部品17（ツマミ）、部品18（ハンドル）は事前に製作して持ち込む部品である。

[1] 小部品の組立て



部品07(連結ピース)に部品14(止めピン②)を差し込む。





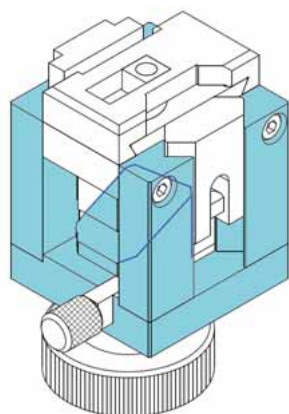
精密バイスに挟んで圧入する。

POINT

摺動（しゅうどう）
面には防錆油を塗
り、組み立てる。



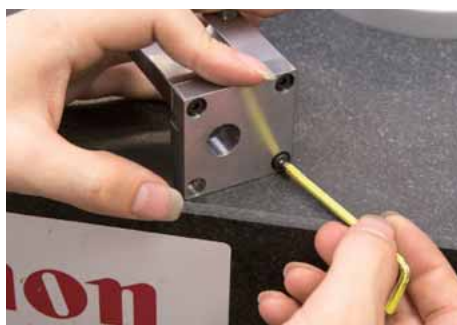
[2] 下部ユニットの組立て



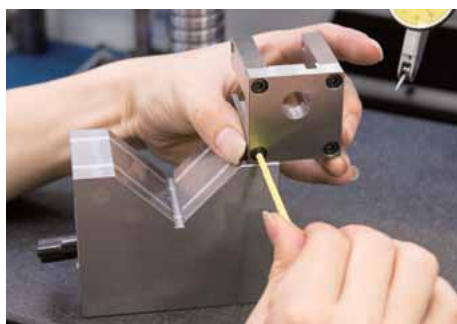
部品01（ベース）の上に部品03（V
溝ガイド①②）と部品05（溝ガイド
①②）を各々2本ずつ組み立てる。
中央に部品11（溝カム②）を取り付
ける。



定盤の上で部品03（V溝ガイド①②）を部品01（ベース）
に仮締めする。
部品01の直角度が出
ていると部品03が直
角に取り付く。



部品05（溝ガイド①②）を部品01に仮締めする。



マグネット付きブロックの上で4箇所のボルトを締める。

POINT

マグネットを使っ
て組み立てると
部品間の段差が
0.01mm以下にで
きる。





部品01と部品03、部品05の段差が0.01mm以下であることを確認する。



ダイヤルゲージを走らせて、部品01に対し部品03、部品05が直角（高低差0.002mm以下）であることを確認する。



POINT

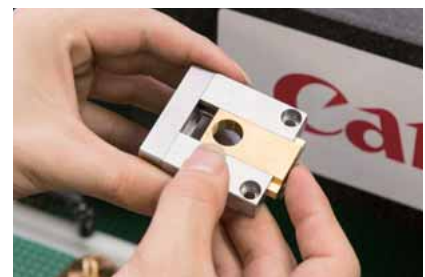
倒れの微調整の方法は、柱のエッジの面取りで行う。調整代は0.003～0.004mm程度できる。



側面も同様に段差、直角度を測定する。段差は0.01mm以下、倒れは0.002mm以下であることを確認する。

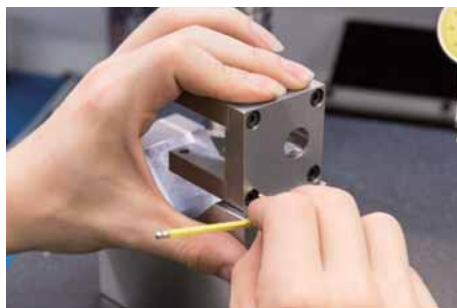


スライドと部品06（段スライダ）の勘合を確認する。



スライドと部品04（Vスライダ）の勘合を確認する。





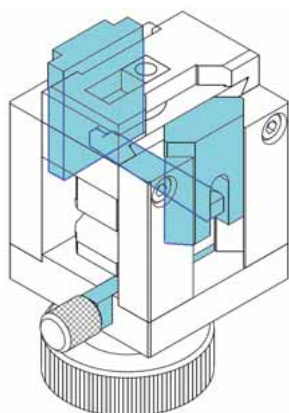
確認後に増し締めする。増し締め後に再度部品04、部品06の勘合を確認する。



部品11（溝カム②）を部品01に取り付ける。部品16（ロックピン）も差し込み確認する。
ロックピンの挿入は、部品11（溝カム②）がパラレルリンク機構の回転角0度の位置にある状態で行う。



[3] 横軸の組立て



部品04（Vスライダ）と部品06（段スライダ）を部品09（溝カムシャフト）で連結する。
連結後、下部ユニットと勘合の確認を行う。
最後に部品16（ロックピン）を挿入する。



部品09（溝カムシャフト）を部品04（Vスライダ）に差し込む。



部品13（ピン）を部品04、部品09に差し込む。





部品13のねじを回し固定する。



部品06（段スライダ）のφ12穴に防錆油を塗る。



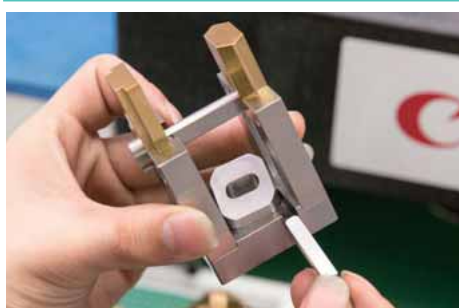
部品06と部品07（連結ピース）を組み立てる。



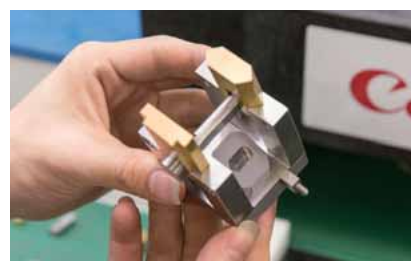
部品07に取り付けた部品14（止めピン②）に部品09を取り付ける。

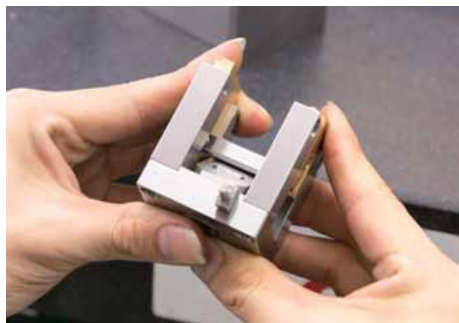


組み立てた横方向軸を部品03（V溝ガイド①②）、部品05（溝ガイド①②）に挿入する。



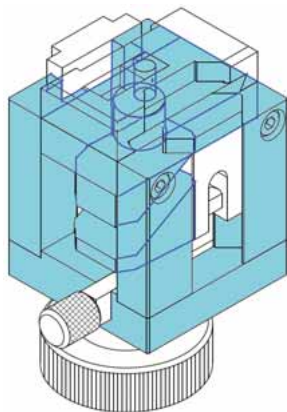
部品01（ベース）に部品16（ロックピン）を挿入する。





横軸ユニットの勘合を確認する。

[4] 下部ユニットと部品02/部品10/部品13の仮組み



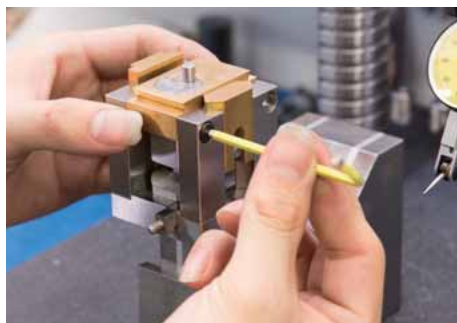
下部ユニットと部品13(止めピン①)、部品10(溝カム①)を介して部品02(軸受)を仮組して、勘合や高さを確認する。



部品10(溝カム①)に部品15(溝カム連結ピン)を取り付ける。



部品02(軸受)に防錆油が回るように部品10を動かして組み立てる。
潤滑の役割を果たす防錆油が均一に付くようにする。



マグネットの上で部品03(V溝ガイド①②)、部品05(段ガイド①②)と部品02をボルトで仮締めする。



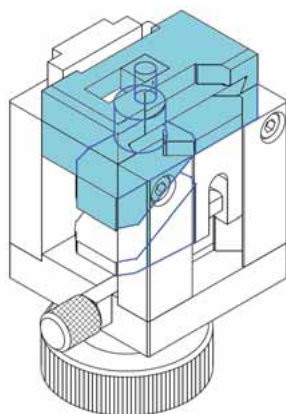


組立て後、上面に段差があるかどうか6mm厚ブロックを当てて確認する。全長の高さを測定し、 $56 \pm 0.01\text{mm}$ に入っていることを確認する。

POINT

支柱（部品03、部品05）の高さは、部品09を挟んだ回転軸の組立高さより高いこと。
部品15は公差内で短めに作り、部品11の斜面を削って調整する。

[5] 上部ユニットの組立て



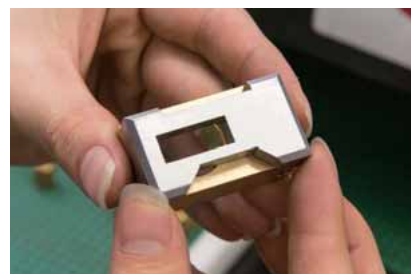
上部ユニットを組み立てる。



部品02（軸受）と部品08（スライダ）を組み立てる。

POINT

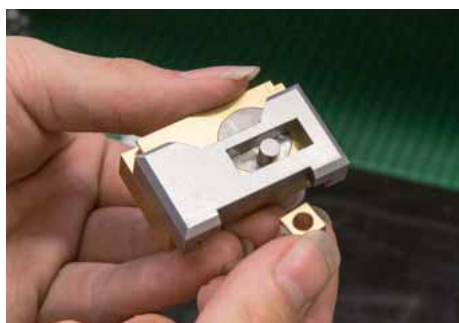
ガタなくかつ滑らかに動くことを再確認する。



組み立てた部品02と部品10（溝カム①）の勘合を確認する。

POINT

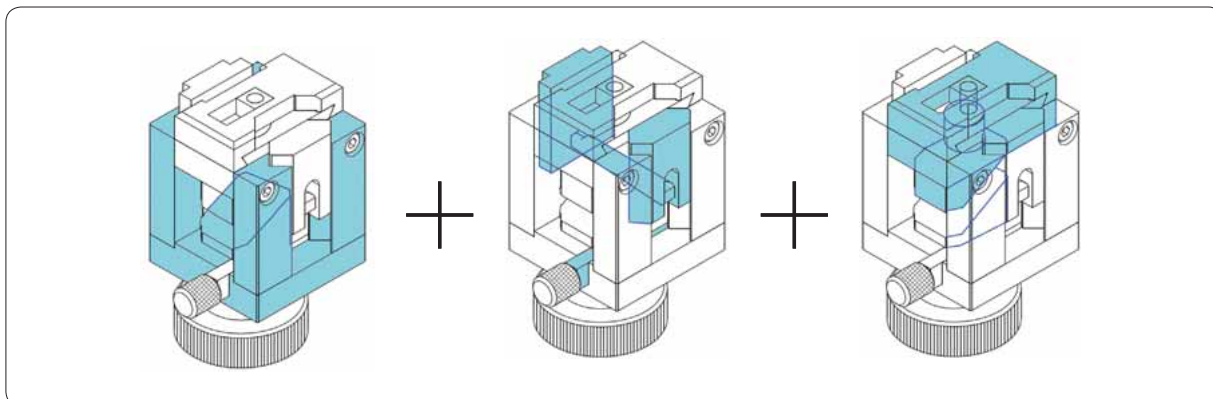
ガタなくかつ滑らかに回転することを確認する。



部品12（偏心ピース）を取り付け、部品10を回転することにより部品10が部品08の角溝に沿って滑らかに動くことを確認する。



[6] 総合組立て

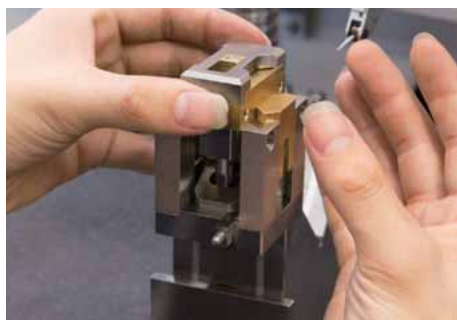


上部ユニットを本体に取り付ける。部品15（溝カム連結ピン）が部品10（溝カム①）の長穴に入るように組み立てる。

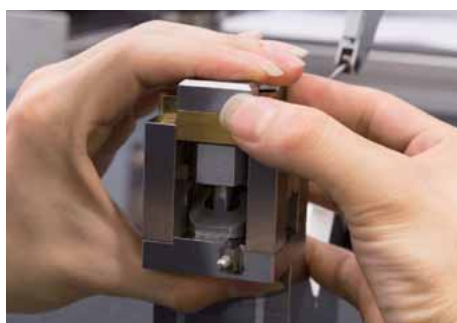


POINT

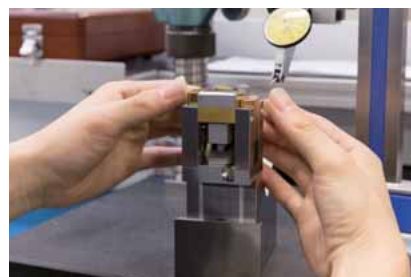
下部ユニットはロックピンで回転方向を固定し、上部の部品10で、はめあい位置を合わせる。



部品08（スライダ）が中央に、部品10は端に位置している状態で組み立てる。



位置合わせが終わったら、上部ユニットを押し下げ、部品15を上部ユニットの部品10の長穴に押し込む。



POINT

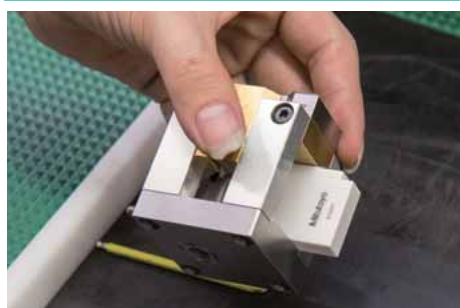
部品11（溝カム②）の回転角度が0度の位置になっていることを確認する。



部品03（V溝ガイド①②）、部品05（溝ガイド①②）を部品02（軸受）をボルトで仮締めする。



接続部の段差が0.01mm以内に入るように調整する。



ブロックゲージを挟んで組み立てる。

POINT

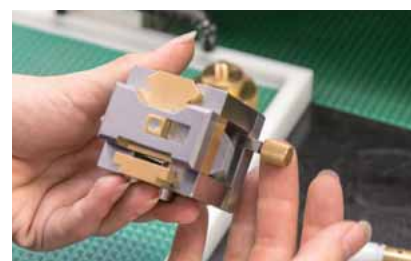
高さ方向の内寸を確保するためブロックゲージを挟んで組み立てる。



精密バイスで固定し、ボルトを増し締めする。

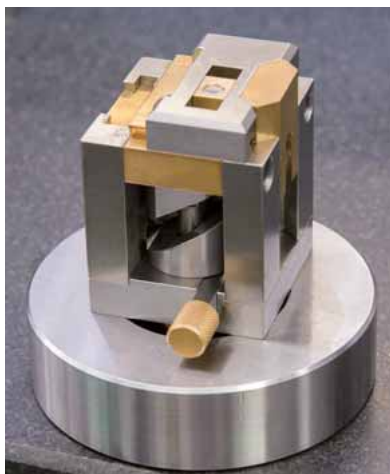


部品16（ロックピン）に部品17（ツマミ）を取り付ける。



組立完了。

(3) 組立検査及び動作確認

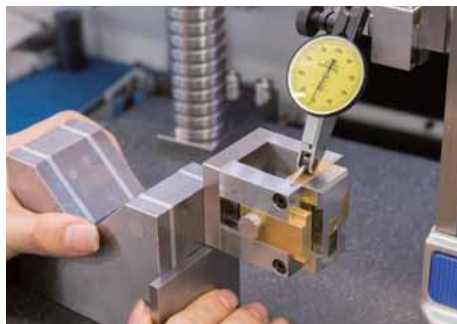


技能ポイント

- ① 個々の部品精度に加えて、組立寸法、接続部の段差が課題の指定寸法を満たすか確認する。
- ② 指定寸法を満たさないときは、各々の寸法に対し、どの部品のどこをどのように追加工するかを事前に決めておき修正する。

※完成後、台に載せて提出する。

[1] 組立検査



マグネットブロックに定盤と平行に取り付け、組立て後の段差、平行度を確認する。



部品02（軸受）の高さをブロックゲージとダイヤルゲージを用いて測定する。

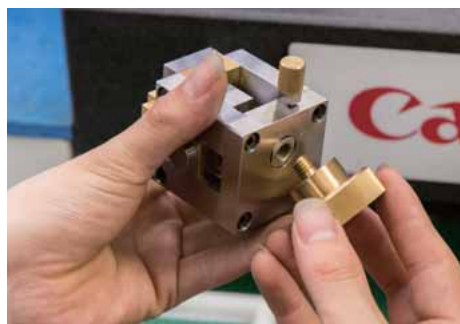


上面の高さ $60 \pm 0.01\text{mm}$ は提出時に使用するリングの台の上に置いて測定する。

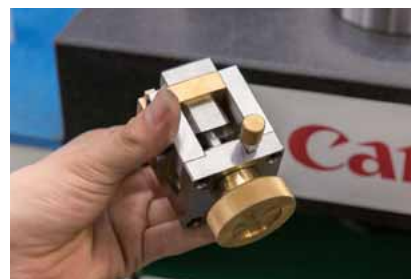


POINT

4本のガイド部が高い場合はガイドを、内部の駆動部が高い場合は、部品11（溝カム②）の勾配面を削って高さ調整する。



ハンドルを取り付ける。



[2] 動作確認

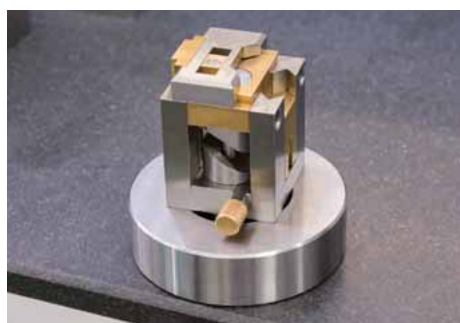


【組立て状態】

ハンドルを回転させ、動きを確認する。

POINT

外観のキズ、面取りの大きさなどを確認する。併せて、ガタ無く滑らかにスライド可動部が動くように調整する。

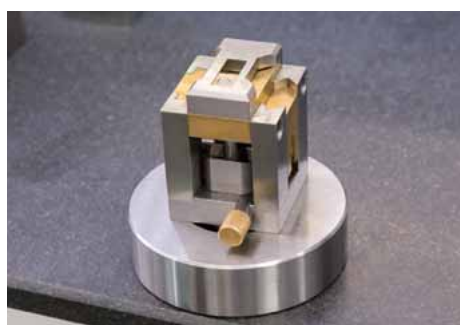


【ハンドルを90度回転】

90度回転した状態で、指定された各部の寸法や段差を確認する。

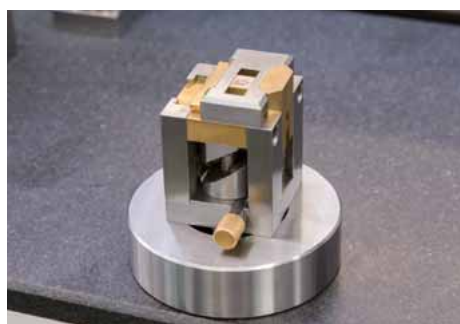
POINT

回転軸の動きが悪い場合、部品11の勾配面を2um単位で削って調整する。



【ハンドルを180度回転】

180度回転した状態で、指定された各部の寸法や段差を確認する。



【ハンドルを270度回転】

270度回転した状態で、指定された各部の寸法や段差を確認する。

8 期待される取組の成果

現在、製造分野における工作機械は数値制御（CNC）が主流であり、効率や品質保証のバラツキを軽減させるため数値制御のフライス盤や旋盤が多く企業で使われているのが一般的である。

しかしながら、それらNC機を使った加工にあっても、さまざまな条件に応じた最適な加工条件や加工工程の設定には高レベルの技能・技術やノウハウが必要である。

① 被削材や切削工具の形状、特徴・材質に合わせた加工条件

② 工作機の性能と精度の把握

③ 視る、聴く、触るなど人間の感性による繊細な感覚

それらは汎用設備を用いた加工から培われた、高い技能・技術と知識や経験から反映されている。

技能五輪全国大会の競技において、選手・指導員がともに力を合わせて自分の可能性に挑戦し、必死に努力する姿勢は、今後の自分自身の大きな財産となり、上述した技能・技術、知識に加えて、以下のような経験を得ることができる。

① 困難なことを最後まであきらめずやり遂げるための努力と、その後の達成感

② 実業務におけるPDCAや問題解決力、改善意欲の必要性を体験

③ 選手、指導員一体となって一つの事に取り組むことで、協調性や自立性など人間形成の確立

これらを通過点として、選手・指導員が、近い将来職場の中核を担い、個々の大きな成長につながることを期待する。

最後にこの取組を通じ、将来のものづくりを担う若年技能者の人間形成との技能尊重気運の醸成に貢献できることを確信している。

卷 末 資 料

第51回技能五輪「精密機器組立て」全国大会課題
【パラレルクランク機構】

1. 競技時間 7時間00分 2013. 10. 08

2. 要求機能

1) 可動部はガタ無くスムーズに作動すること。

組付け状態の時

- 2) 部品①から⑧にかけての全長は 60 ± 0.01 とする。
- 3) 部品①と③、①と⑤、②と③、②と⑤、②と⑧、③と④、③と⑥に段差のないこと。
- 4) 部品②と⑧、③と④、⑤と⑥、⑧と⑫の接触面に隙間のないこと。
- 5) 部品⑤と⑦の段差は 4.354 ± 0.01 とする。
- 6) 部品③と④の段差は 4.042 ± 0.01 とする。
- 7) 部品⑤と⑥の段差は 7.791 ± 0.01 とする。

組付け状態から部品⑬を90度回転させロックした時

- 8) 部品⑥と⑦、⑤と⑧に段差のないこと。
- 9) 部品⑤と③、⑤と⑧、⑧と⑫の接触面に隙間のないこと。

組付け状態から部品⑬を180度回転させロックした時

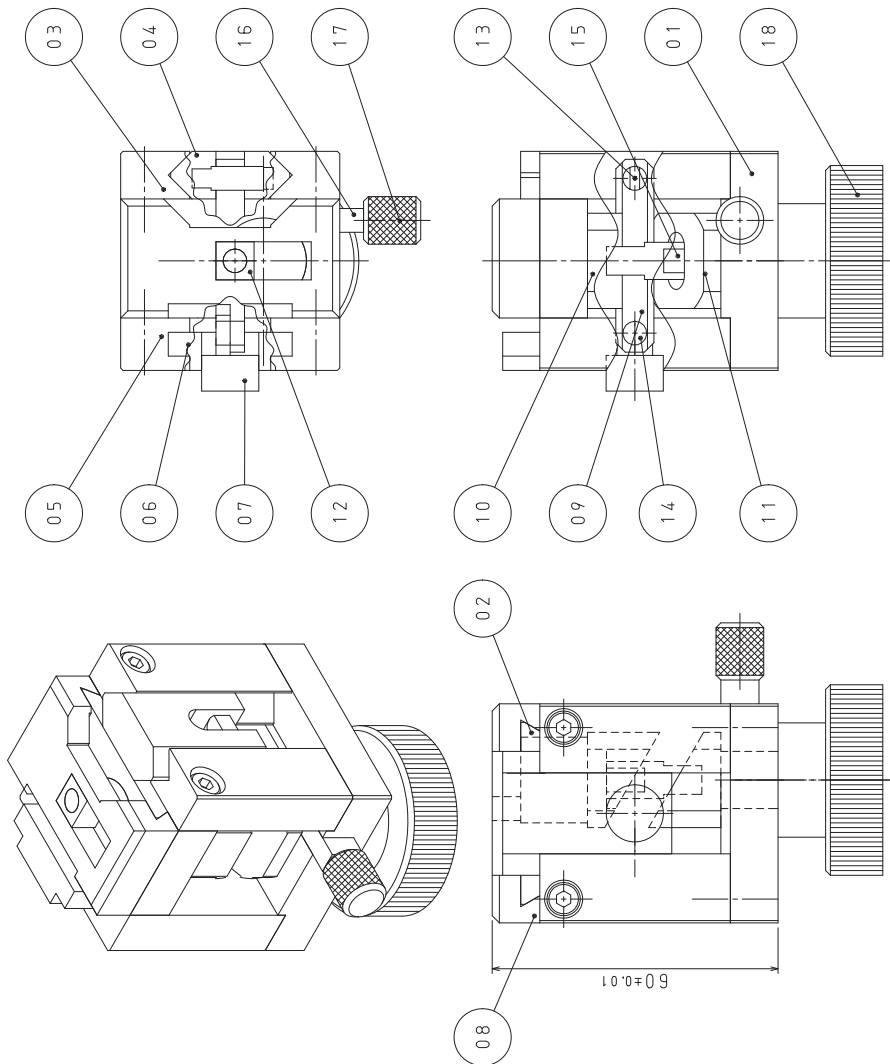
- 10) 部品⑥と⑦の段差は 4.354 ± 0.01 とする。
- 11) 部品③と④の段差は 4.042 ± 0.01 とする。
- 12) 部品⑤と⑥の段差は 0.292 ± 0.01 とする。
- 13) 部品②と⑧に段差のないこと。
- 14) 部品③と⑫の接触面に隙間のないこと。

組付け状態から部品⑬を270度回転させロックした時

- 15) 部品⑥と⑦、④と⑧に段差のないこと。
- 16) 部品③と⑧、④と⑧の接触面に隙間のないこと。

3. 注意事項

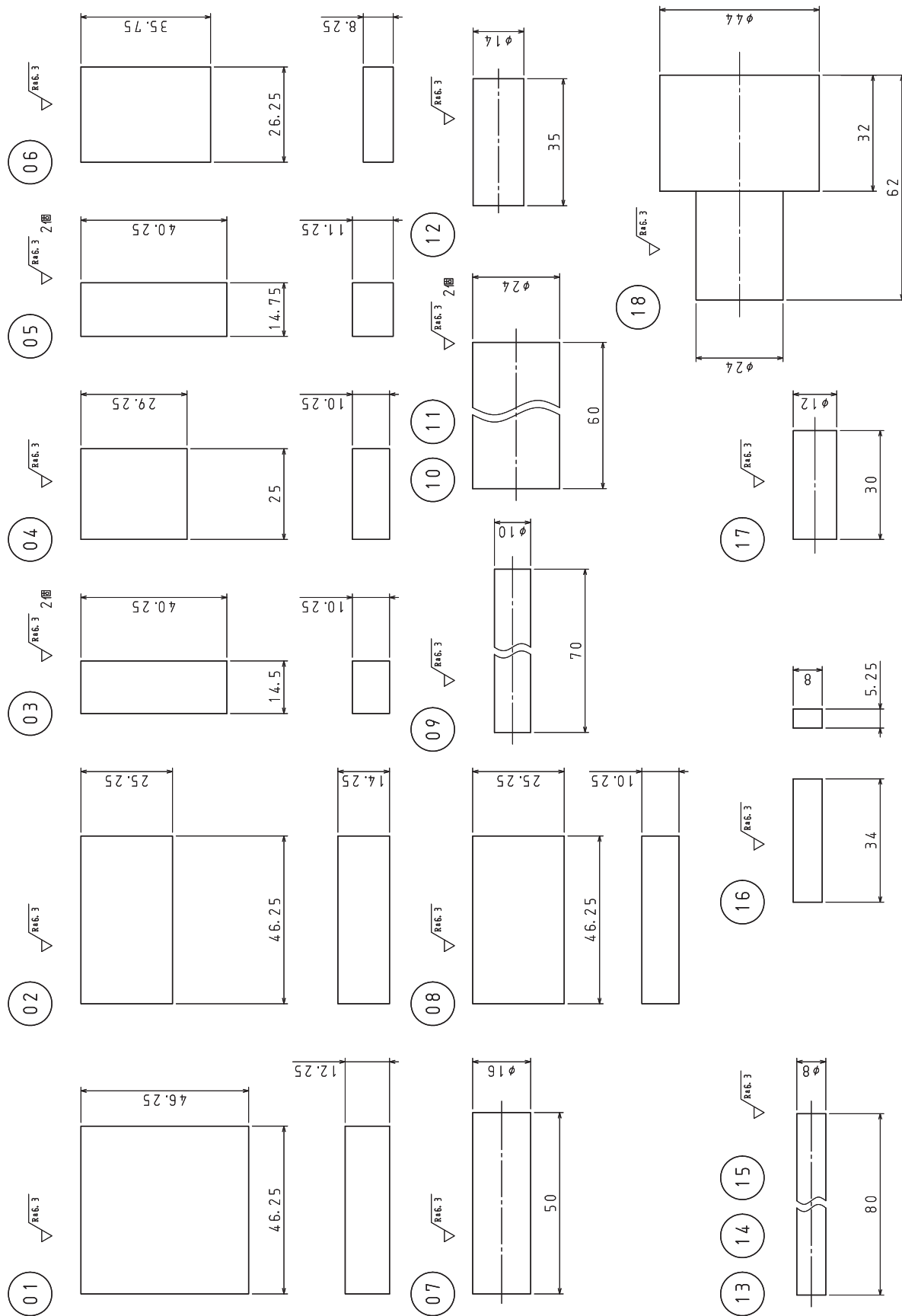
- 1) いかなる箇所も、バリ出し、コーキング、カシメは一切行ってはならない。(加工禁止条項Ⅳ)
 - 2) 旋削端面、丸穴内面のやすりがけは行ってはならない。(加工禁止条項Ⅴ)
- *この課題図面はJISを元に、競技課題図面として作製してあります。



19	六角穴付ボルト	S45C	8	支給品 M4×10 (ミスミ CB4-10)
18	ハンドル	C3604	1	
17	ツマミ	C3604	1	
16	ロックピン	S45C	1	
15	溝カム連結ピン	S45C	1	
14	止めピン②	S45C	1	
13	止めピン①	S45C	1	
12	偏心ピース	C3604	1	
11	溝カム②	S45C	1	
10	溝カム①	S45C	1	
09	溝カムシャフト	S45C	1	
08	スライダ	S45C	1	
07	連結ピース	S45C	1	
06	段スライダ	C3604	1	
05	溝ガイド②	S45C	2	
04	Vスライダ	C3604	1	
03	V溝ガイド②	S45C	2	
02	軸受	C3604	1	
01	ベース	S45C	1	
	部品名	材質	数量	備考

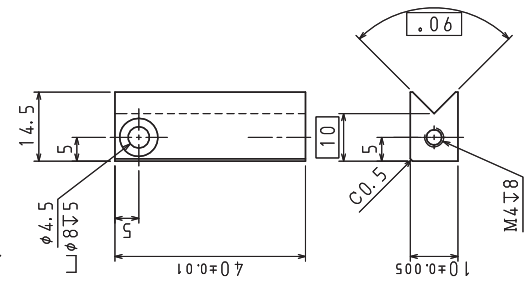
素材図 (素材は切削加工のこと。研削不可。ただし、丸材は引き抜き材でも可とする。稜線の面取りはC0.4以内とする。)
 ※公差は±0.05とする。ただし、仕上がり寸法に公差の無い箇所は±0.2、丸材寸法は±1とする。

2013.10.08

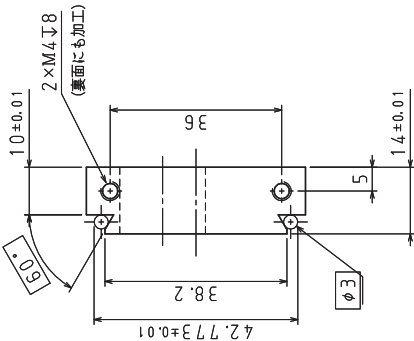


2013. 10. 08

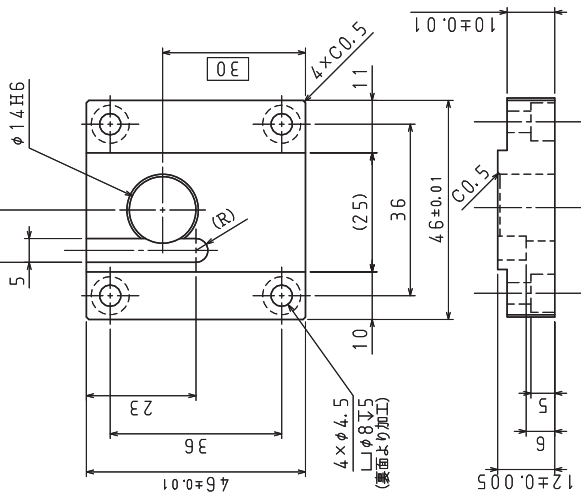
03 $\sqrt{Ra3.2}$ 左右対称 2個



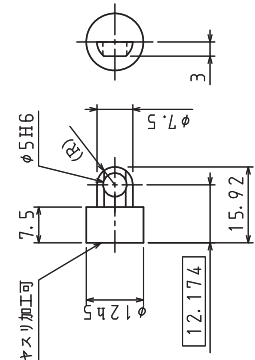
02 $\sqrt{Ra3.2}$



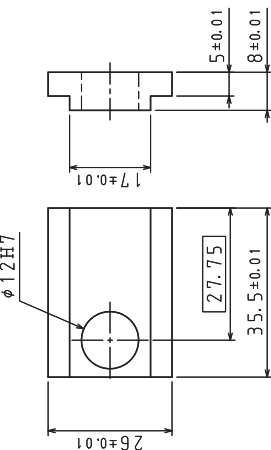
01 $\sqrt{Ra3.2}$



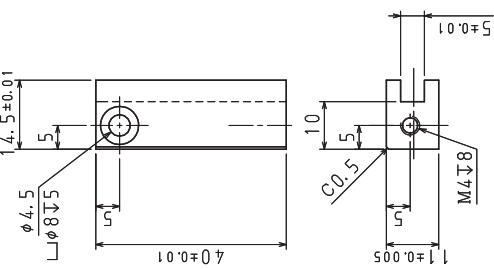
07 $\sqrt{Ra3.2}$



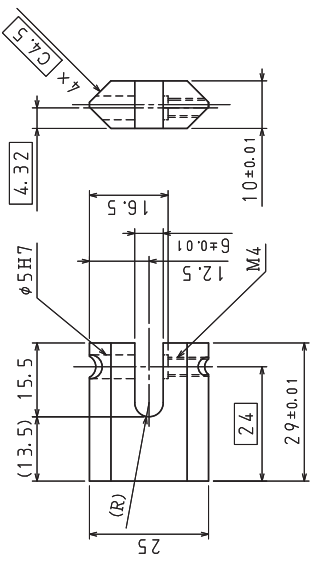
06 $\sqrt{Ra3.2}$



05 $\sqrt{Ra3.2}$ 左右対称 2個

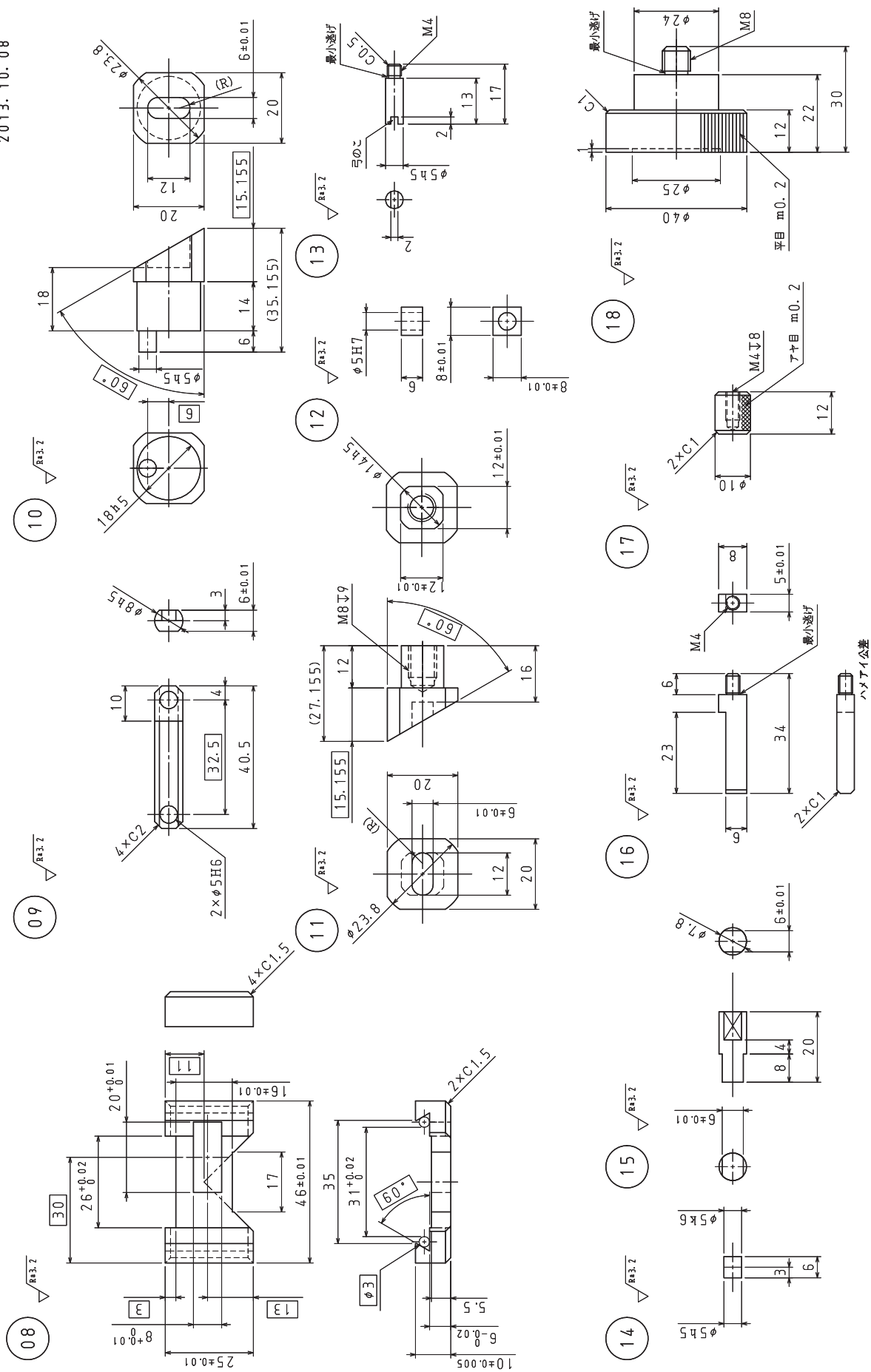


04 $\sqrt{Ra3.2}$



ハメアイ公差

許容寸法	φ5H6 φ5+0.008	φ5H7 φ5+0.012	φ12h5 φ12-0.008	φ12H7 φ12+0.018	φ14H6 φ14+0.011	φ18H7 φ18+0.018
------	------------------	------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------



許容寸法	$\phi 5\text{h}5$	$\phi 5\text{k}6$	$\phi 5\text{H}6$	$\phi 5\text{H}7$	$\phi 8\text{h}5$	$\phi 14\text{h}5$	$\phi 18\text{h}5$
	$\phi 5\text{--}0.005$	$\phi 5^{+0.009}_{-0.007}$	$\phi 5^{+0.008}_{-0.006}$	$\phi 5^{+0.012}_{-0.010}$	$\phi 8\text{--}0.006$	$\phi 14\text{--}0.008$	$\phi 18\text{--}0.008$

第51回技能五輪全国大会「精密機器組立て」職種 工具一覧表

2013. 7. 26

区分	番号	品名	型式 寸法 規格	数量	備考
1 旋 盤 用 工 具	101	旋盤用バイト	外径用バイト (2) 内径用バイト (2) 端面用バイト (2) 面取りバイト (1) 突っ切りバイト (1) その他(予備、仕上げ用等) (14)	22	総形バイトは使用不可 ホルダとチップは一体とみなす(チップの交換は認めない) 材質は自由 バイトホルダーとスリーブ等の使用可 (ただしバイトは芯高が変わっても対応可能なこと) 被削材:S45C、C3604
	102	ドリルチャック	MT-No.2(EC16はMT-No.3もしくはスリーブ)	1	ハンドル付き、ワンタッチ可
	103	センタ穴ドリル		3	
	104	センタ		1	回転センタ可
	105	ナーリングツール	平目 m0.2 綾目 m0.2	2	切削ローレット可
	106	ヤットコ		1	切り屑除去用(ベンチ、ブライヤ可)
	107	敷き板		適宜	バイト芯高調整用
	108	ダイス	M4 M8 (各2)	4	ハンドホルダー付き(数量はダイスの種類分)
	109	ダイスホルダー	M4用 M8用	2	
2 フ ラ イ ス 盤 ・ 研 削 盤 用 工 具	201	ストレートシャンクエンドミル	φ4 φ4.5 φ4.8 φ5 φ5.5 φ5.8 φ7 φ7.5 φ8 φ11 φ11.8 φ12 φ13.8 φ14 φ16 φ17.8 φ18 予備(17)	34	2枚刃又は多刃 φ13.8 φ17.8は φ13.7 φ17.7でも可
	202	アリ溝カッター		4	
	203	ボーリングヘッド	NT-No.40 MT-No.2+スリーブ可	1	レンチ付き
	204	ドリルチャック	NT-No.40 MT-No.2+スリーブ可	1	コッタ付き
	205	ボーリングバイト	外径用 φ5 φ12 φ14 φ18 予備(10)	15	バランサー、スリーブ等の使用可 ホルダとチップは一体とみなす(チップの交換は認めない)
	206	面取りバイト	市販品	6	面取りカッターも可
	207	位置出しピン	φ8×40 又は φ10×40	2	
	208	平行パラレル	4×10×110 4×22×110 4×28×110 4×35×110 2×35×110 4×37×110 3×37×110 2×37×110	8組	寸法は参考程度 段付き可(段付き部分は使用禁止)
	209	プラスチックハンマー		3	木 銅 鉛可
	210	精密バイス	市販品	1	主に研削盤で使用できるもの、締め付け用でこ棒使用可
	211	基準ブロック	50×50×70程度	1	コンパレータ一様式可
	212	当て板		5	寸法は参考程度、六面体のみ
	213	ダイヤモンドドレッサー		1	
3 仕 上 げ 用 工 具	301	ヤスリ	種類は自由	36	ヤスリ修正及び切断可
	302	ドリル	φ3.3 φ4.5 φ4.8 φ5 φ6.8 φ7.5 φ11.5 φ11.8 φ13 φ13.5 φ13.8 予備(8)	19	φ3.3 φ4.8 φ6.8は φ3.4 φ4.9 φ6.9でも可
	303	タップ	M4 M8 (各3本)	6	ハンドル付き 先端カットは可
	304	スクレッパー		3	面取り用
	305	定盤		4	
	306	当てずりブロック	15×15×80程度	1	寸法は参考程度、六面体のみ
	307	ストレートエッジ	8×9×48程度	1	寸法は参考程度(平面を確認するエッジのある物)
	308	スコヤ	15×70×100程度	3	寸法は参考程度
	309	新明丹		適宜	タンボ付き プリユースト可
	310	マジックインキ		適宜	
	311	けがき針		1	
	312	センタポンチ	大小	2	
	313	ハンマー	鉄製	1	
	314	ピン抜き棒	φ5用 φ12用 φ14用 φ18用	4	材質形状は自由
	315	六角棒スパナ	3ミリ	適宜	
	316	オイルストーン		5	
	317	三角砥石	60°	2	
	318	ダイヤモンドストーン		1	
	319	チョーク		適宜	ヤスリ用
	320	ワイヤブラシ		2	ヤスリ用 真鍮ブラシ可
	321	ドライバ	プラスドライバー マイナスドライバー	適宜	
	322	ブライヤ		1	栓ゲージ取り外し用
	323	弓鋸		1	鋸刃 若干 加工不可
	324	ボール盤用バイス	市販品	1	パラレル1組付き 口金加工段付き不可 会場にもあり
	325	平行クランプ		1組	ジャコ万力不可、一組は同サイズとする
	326	Vブロック	45度Vブロック 30度Vブロック	10	45度Vブロックのみ中心のずれ 段付き不可
	327	マグネットVブロック		1	組付け、測定作業のみ使用可
4 測 定 器 具	401	ノギス	150 デップス付き	1	ダイヤル、デジタル式可
	402	スケール	150	1	
	403	外測マイクロメータ	0-25 25-50 50-75	3	デジタル式可
	404	内測マイクロメータ	5-30 25-50	2	デジタル式可 リングゲージ付き(ゼロ点合わせ用)
	405	歯厚マイクロメータ	0-25 25-50	2	デジタル式可
	406	片球マイクロメータ	0-25	1	デジタル式可 片棒マイクロメータでも可
	407	デップスマイクロメータ	0-25 25-50	2	デジタル式可
	408	ハイトゲージ	200又は300	1	デジタル、カウンタ式 ダイヤル式可
	409	ダイヤルゲージ		5	スタンド(5)付き 芯出しホルダ使用可
	410	スキマゲージ	0.01 0.02 0.03 及び標準品(1)	10	0.01 0.02 0.03 は3、4枚
	411	Rゲージ	R3.75用	1	
	412	栓ゲージ	φ5H6 φ5H7 φ12H7 φ14H6 φ18H7	5	通り側は長くて可 止まり側はなくて可
	413	ブロックゲージ	112個組	1組	112個組の中に無い寸法の物は使用不可
	414	測定用ピン	φ3(2) φ5(5) φ12(1) φ14(1) φ18(1)	10	つまみ付き可(つまみ部は研削不可)長さは参考程度
	415	角ゲージ	5用(1) 6用(1) 8用(1) 20用(1) 26用(1) 31用(1)	6	
	416	機能測定用ゲージ	4.354用(1) 4.042用(2) 7.791用(1) 0.292用(1)	5	4.042用 0.292用は 50.45.958.49.708でも代用可
5 雑 品	501	保護眼鏡		適宜	
	502	薄紙		適宜	
	503	切削油 防錆油		適宜	油差し 油缶 油ハケ を含む
	504	ウエス		適宜	
	505	筆記具		適宜	テープ若干 電卓 手鏡 を含む
	506	洗浄油		適宜	容器含む
	507	ドライバ	プラスドライバー マイナスドライバー	1式	精密ドライバー可
	508	レンチ		1式	メガネレンチでも可
	509	六角棒スパナ		1式	
	510	ワゴン		1式	
	511	ヤスリ収納棚		1式	
	512	照明器具		1式	
	513	手袋		適宜	機械作業では使用不可

第51回技能五輪全国大会
「精密機器組立て」職種 競技会場設備基準

設備の名称		寸法又は規格	数 量	備 考
区 分	品 名			
競技用	旋 盤	理研製鋼 RBL-51	16台	スプリングコレットチャック 作業台 エアー・照明付
	フライス盤	理研製鋼 RTM-2	16台	スイベルバイス スプリングコレットチャック 作業台 エアー・照明付
	平面研削盤	黒田精工 GS-BMHL 岡本工作機械 PFG500	16台	作業台 エアー・照明付
	仕上げ作業台	高さ750 × 幅700 × 長さ1800 (mm)	16台	エアー・照明付
	バイス	JIS呼び寸法 100 (mm)	16台	仕上げ作業台用
	卓上ボール盤		2台	
	ハンドプレス		2台	

技能五輪「精密機器組立て」職種 採点概要

機能点50点 + 部品点50点 - 減点 = 100点

機能点	項目	箇所数
	約30	約40

部品点	部品数	測定箇所数
	18個	約50

減点	見栄え、変更点未対応、加工損じ、キズ…等
----	----------------------

