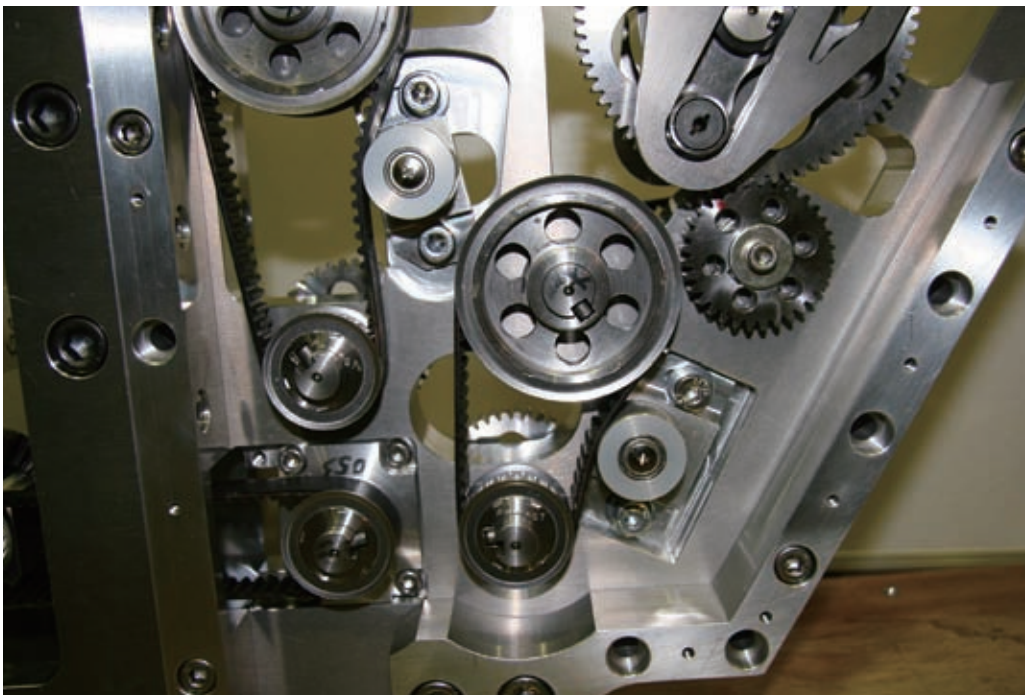
筑波大学
University of Tsukuba

Takumi

工作ニュース

No.4　2012.3



筑波大学研究基盤総合センター
工作部門
http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp

筑波大学　工作ニュース　No.4 (2012)

Contents 目次

巻頭言
工作部門長　河井 昌道 …… 1

研究ノート
石英反応管製作依頼とガラス工作エタノール水蒸気改質反応等への応用 …… 2
数理物質科学等技術室　伊藤 伸一
地球内部構造の解明へ …… 5
生命環境系地球進化科学専攻　興野 純
宇宙芸術“Spiral Top-Ⅱ”の制作と国際宇宙ステーションに於ける実験報告
人間総合科学研究科芸術系　逢坂 卓郎 …… 10

寄　稿
私のものつくり　工作部門　長田 秀治 …… 14

フォトギャラリー …… 16

利用の手引き …… 18

運営報告
利用状況 …… 25
主なイベント（平成23.4～平成24.3） …… 28
新規設備紹介 …… 29
運営委員一覧 …… 30
職員紹介 …… 30

編集後記 …… 31

巻頭言

工作部門長　　河井　昌道

東北地方を中心に甚大な被害をもたらした東日本大震災から１年が経ちます。原子力発電所の原子炉の破損に伴う放射能の広範囲に及ぶ拡散は復旧の大きな障害となり、除染を含めて復興に向けた本格的な歩みはこれから始まります。

ものづくりに関して、この震災は私たちの多くが正確には認識していなかった事実を炙り出しました。それは、東北地方がものづくりの拠点として発展していて、特に多くのハイテク部品が製造されていたことです。多くは自動車メーカーや電子部品メーカー向けのものでした。東日本大震災は、サプライチェーンの寸断を引き起こし、ハイテク部品欠品の影響は、国内の製造業に対してだけでなく、世界の製造業に対して波及しました。他では作れないハイテク部品を世界に供給する一大製造拠点に発展していたことは広くは知られていないことでした。なぜ、そのようなハイテク製造拠点が形成されていたのでしょうか。新興国から溢れるように供給されるコモディティ製品に対して、代替不可能な特注素材・部品を用いた非コモディティ製品で対抗する製造戦略が取られていたことを示唆します。震災によって明らかになったサプライチェーンに関するリスクを分散させる改善を考慮することによって、この製造戦略は今後も有効に機能するように思われます。

一方で、我が国のものづくりの競争力について危機感が語られることが多くなっています。世界市場において、我が国の多くの製品がかつての圧倒的な競争力を失いつつあるためです。深刻なのは、それが価格のためではなく、品質においても差異化された特徴を発揮できなくなっていることを伴っているからです。デジタル化やモジュール化によって引き起こされていると言われています。製造機械を購入すれば、新興国も高い品質の製品を即座に供給できるようになります。先端的な製造機械の供給は我が国にとって一つの重要な戦略と思われますが、GDPへの寄与は限定的です。デジタル化やモジュール化ではまねのできない付加価値の高いものづくりの領域において我が国のものづくりの強みが遺憾なく発揮されるはずであり、そのような新しいものづくりの領域を開拓していくことが必要になります。それが、我が国の傾注すべきものづくりのイノベーションではないでしょうか。

それを支えるのは人材です。工作部門は、研究に必要な装置類等の設計・製作を通して研究の発展に貢献することを本務としてきました。最近では機器類の設計・製作に伴う技術相談等を通して学生に対する教育的効果を発揮することにも配慮しています。新しいものづくりのセンスを備えた技術者の養成に向けて、後者は不可欠のことであり、部門が貢献できる新しい役目とも考えることができます。

石英反応管製作依頼とガラス工作
エタノール水蒸気改質反応等への応用

数理物質科学等技術室　伊藤　伸一

■ はじめに

地球温暖化や石油資源の枯渇問題への対策として近年、バイオエタノールの利用が実現しつつある。バイオエタノールとは植物中にあるでん粉や糖類を発酵により生成するエタノールである。日本に古くからある日本酒は、発酵段階でのエタノール濃度が世界的に見ても非常に高い。ブラジルなどでは工業的な利用も盛んで、自動車用燃料としてもガソリンに数十％混入し使用している。日本ではまだあまり利用が少ないが、それでもガソリンに数％混入したものが販売されはじめている。バイオエタノールの利用については、このほかに固体触媒を用いた脱水素反応(1)や水蒸気改質反応(2)、(3)によって水素を得ることができ、数年前から研究が盛んにおこなわれるようになった[1]。水素は固体高分子形燃料電池の燃料となるほか、化学製品合成に欠かせない原料である。

$$C_2H_5OH \rightarrow H_2 + CH_3CHO \qquad (1)$$

$$C_2H_5OH + 3H_2O \rightarrow 6H_2 + 2CO_2 \qquad (2)$$

$$C_2H_5OH + H_2O \rightarrow 2H_2 + CH_4 + CO_2 \qquad (3)$$

筆者は数年前から、科研費奨励研究（技術職員が行うことが出来る）により、エタノールの水蒸気改質反応を効率よく行うことが出来る固体触媒の開発を行っている。実験には石英製の反応管が必要不可欠であるが、硼ケイ酸ガラスならばともかく石英は自分では加工できない。そこで、ガラス工作部門に依頼した。その使用法と実験装置の動作試験結果の一部、そして自作したガラス製の装置（トラップ）をここで紹介する。

■ 石英反応管

図1に製作していただいた石英反応管に固体触媒を充填した様子を示した。反応管中央部分に石英ウールではさまれた部分が固体触媒（$Nb\text{-}Pt/SiO_2$）である[1]。この触媒の出し入れは、反応管上部から行う。充填後はSwagelokのPlugで閉じる。反応管上部右上の枝管にも石英ウールが詰めてあり、この部分が気化器となる。エタノールや水は常温で液体なので、マイクロポンプでエタノール水溶液をこの部分に連続的に注入し、外側をリボンヒーターで加熱し気化させる。この気化器部分の構造が重要であると筆者は考えている。というのも、学会などで聞くところによると、液体の供給を反応管の真上から垂直に落とす方法では、液滴がぽ

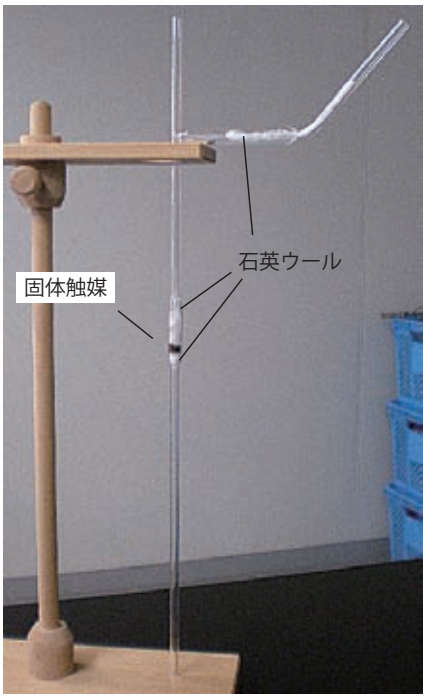


図1　製作依頼した石英反応管

たぽたと落ちることで気化が断続的に起こりうまくないようである。斜めから液体を供給し、石英ウールに浸み込ませると同時にキャリヤガス（アルゴンなどの不活性ガス）で触媒に供給するのがよい[2, 3]。この石英反応管はエタノールの水蒸気改質反応の他、メタノールの水蒸気改質反応にも使用した[3, 4]。図2にエタノール水溶液の供給の安定性を調べた結果を示した。ガスクロマトグラフにより検出したエタノールのピーク面積は、供給開始200分後でも安定していることがわかる。この安定性は反応速度など触媒活性の評価に重要である。このような反応管は市販されておらず、また外注すればかなりの経費がかかる。本学のように必要な装置を作りたいときに、直ちに対応してくれる研究基盤総合センターの工作部門は大変ありがたい存在であり感謝している。

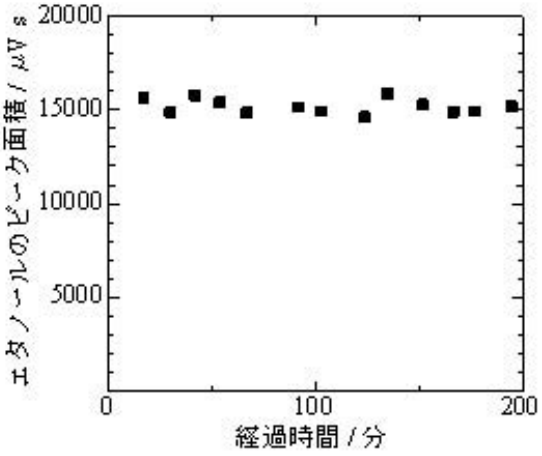


図2　石英反応管気化器によるエタノールの供給安定性
（ガスクロマトグラフによる測定）

■ 硼ケイ酸ガラスのトラップの自作

エタノールの水蒸気改質反応では、反応生成物として水素やアセトアルデヒドのほか、未反応のエタノールや水が反応管出口から排出される。気体であれば、そのままガスクロマトグラフで分析できるが、液体の場合はトラップで捕捉する。その場合、やはり市販にはないものを作る必要がある。トラップは低温寒剤で冷やす場合もあるが、この場合は0℃で十分である。石英である必要はないので、硼ケイ酸ガラス（パイレックス）管で自作してみた。日頃から、ガラス工作部門の明都茂氏、門脇英樹氏にお教えいただいているコツを頼りに試行錯誤してみた。蛇管の製作には少し苦労した。作り方は、ガスバーナーで加熱し軟化したガラス管をゆっくりと鉄パイプなどに巻きつければ良いとのことであった。ガラス工作用旋盤などないので、片手で鉄パイプを持ちもう一方の手でガラス管をもちながら行った。出来栄えは図3のとおりである。トラップの左上から蒸気が入ると蛇管を通る間に冷却され液化しAの液だめに落ちる。気体はそのまま上へ流れ、Bを通り右上から出る。Bの部分にはゼオライト等を詰めておき、液化しきらなかった水などを捕捉することが出来る。このようにしてトラップを通ったガスをガスクロマトグラフで分析すると水などは検出限界以下であった。

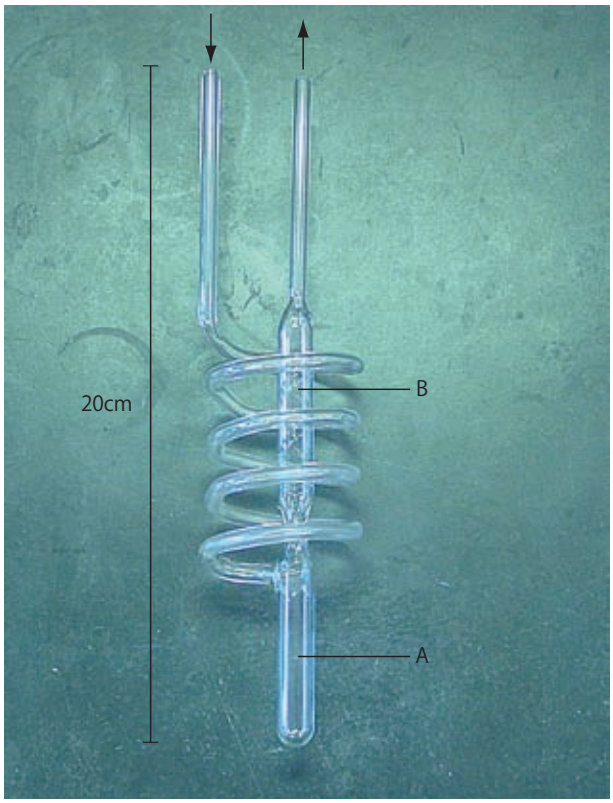


図3　自作トラップ（硼ケイ酸ガラス）

■ おわりに

ガラス工作部門では、ガラス工作実技講習会を行っており、筆者もかつて受講した。そこで教えていただいた技術は大変役立っている。自分ではできない工作は依頼しているが、出来るところは自分でやることも大切である。明都茂氏、門脇英樹氏のお二人に感謝申し上げます。

■ 文献

[1] S. Ito, K. Tomishige, *Catal. Commun.* 12 (2010) 157.

[2] 伊藤伸一, 筑波大学技術報告, No.31 (2011) 1.

[3] 伊藤伸一, 筑波大学技術報告, No.21, (2001) 19.

[4] S. Ito, Y. Suwa, S. Kondo, S. Kameoka, K. Tomishige, K. Kunimori, *Catal. Commun.,* 4 (2003) 499.

地球内部構造の解明へ

生命環境系地球進化科学専攻　興野 純

1. はじめに

地球の中には何があるのか，一体どんな世界が広がっているのか，人類は古代から旺盛な好奇心を地球の内部に向けてきた．そして我々は，今日，地球が層状構造を成しており，最も外側が地殻，中間部分がマントル，最下部が金属からなる核によって構成されていることを知るようになった．しかし，このような地球内部の具体的なイメージが確立したのは20世紀に入ってからのことである．それまでは，地底には大きな空洞が存在してもう一つ別の世界がある地球空洞説も真面目に信じられていた．地球内部の“科学的”研究の歴史は，1687年のニュートンのプリンキピアから始まる．ニュートンは物体の運動法則から，地球は均質でなく表層と中心部の大きく2層に分かれていると考え，地球内部の物質対流にまで言及した．1798年，キャベンディッシュが万有引力定数を測定し，地球の平均密度は5.45 g/cm^{3}であると算出した．地表の岩石の平均密度が2.7-3.0 g/cm^{3}であることから，この値は，地表の岩石よりもはるかに密度の大きいものが地下深部に存在していることを示していた．さらに，1863年，ケルビン卿が太陽と月の潮汐力による地球の変形から地球の剛性率を求め，鋼鉄とほぼ等しい値を導いた．当時の人々は，地球は地表こそは硬い岩石で覆われているものの，その下はドロドロに溶けた液体で出来ており，地球全体は水風船のような柔らかい球体であると考えていた．そのため，ケルビン卿の発表は当時の人々に大変な衝撃を与えた．そして，1889年にパシュビツが地震波の速度を計測し，地震波によって地球内部構造を知ることが出来ることが分かると，その後20世紀以降，急速に地震波を用いた地球内部構造の研究が広まった．

一方，現在は地球内部のマントル物質を直接採取しようという試みもある．統合国際深海掘削計画（IODP）として，米国，日本を中心に進行中の国際プロジェクトである．しかし，今日の最新の掘削技術をもってしても，人類が到達できる深さはせいぜい地下十kmである．地球の最深部までは，深さ6300km，中心核付近は，温度5200度，圧力360万気圧である．地球内部を自由に掘削しサンプルを回収することは技術的にも今なお大変難しい課題である．そこで，地球深部を実験によって再現し，地球深部の物質の原子構造や密度，弾性率，電気伝導度，熱伝導度等を測定する高温高圧実験が盛んに行われている．高圧実験の歴史は，1909年，ブリッジマンの圧力発生装置の発明から始まる．ブリッジマンは，地球のマントルに到達する圧力10万気圧を創り出す装置を開発し，これによって本格的に地球深部を実験室で再現することが可能になった．1959年，リングウッドは，カンラン石（Mg_2SiO_4）が地下深部に行くにしたがって，β-Mg_2SiO_4（ウォズレアイト）を経てγ-Mg_2SiO_4（リングウッダイト）に構造変化し，さらにザクロ石（$MgSiO_3$）もメジャーライトに構造変化することから，これが上部マントルの下方に観察される地震波速度の不連続の原因（マントル遷移層）であることを突き止めた．1975年，リューは，温度圧力の増加とともに，γ-Mg_2SiO_4（リングウッダイト）はさらに $MgSiO_3$（ペロブスカイト）とMgO（ペ

リクレース）に分解することを確認し，これが上部マントルと下部マントルの境界であることを見出した．その後1970年代に，圧力発生部に単結晶ダイヤモンドを用いたダイヤモンドアンビルセル（Diamond Anvil Cell）が開発され，さらにレーザー加熱の技術の発達によって，地球の中心核周辺の高温高圧条件も創り出すことが出来るようになった．2004年，下部マントルと中心核の境界付近において，$MgSiO_3$（ペロブスカイト）がポストペロブスカイトに変化することが，村上等（Murakami et al. 2004, Science）の実験によって新たに見つかり，2009年には，舘野等（Tateno et al. 2010, Science）によって，金属鉄を加熱昇圧し，圧力364万気圧，温度5200度を実験室で創り出すことに成功し，遂に人類は地球の最も深い地点の環境を地上で創り出すことに成功した．

地球内部の諸性質のうち，最も良い精度で決定出来るのが物質の密度と地震波速度分布である．したがって，20世紀から21世紀にかけては，地球内部構造の研究は，高温高圧実験と地震波の研究がお互いを補完することによって進められてきた．今回は，高温高圧実験における実験手順や実験方法，最近得られた結果（Kyono et al. 2012）について紹介する．

2. 合成実験

実験室での高温高圧物性の測定には，天然の岩石鉱物試料を用いることもあるが，その場合，構成鉱物や鉱物の化学組成が不均一であるため，必ずしも適当でない場合が多い．また，地球深部物質は岩石サンプルとしては直接手に入らず，また再現が困難なものも少なくない．そこで，地球内部構成物質の実験には，出発物質に合成試料を用いることが一般的である．岩石鉱物試料の単結晶，または粉末結晶を合成する合成方法には，乾式法，フラックス法，溶液法，水熱合成法，昇華法，フローティングゾーン（FZ）法，CVD法等様々な方法が用いられる．実験者は，実験の目的や物質の特性に合わせて合成方法を選択する．図1は，水熱合成法に使用するオートクレーブ（高圧反応容器）である．

図1. オートクレーブ.
左は反応容器全体，右は上蓋をはずした容器内部.

水熱合成法は，反応物質と溶媒，あるいは反応物質としての水溶液を金または白金チューブに封入し，内部を水で満たした反応容器に投入し，蓋をして反応容器部分を外側からヒーターで加熱する．図1に示したオートクレーブは，最高温度500度，最大圧力60MPaで合成実験を行うことができる装置である．

3. 高温高圧実験

3-1. ダイヤモンドアンビルセル（Diamond Anvil Cell）

ダイヤモンドアンビルセルは，先端が平らな2つのダイヤモンドを向かい合わせ，ダイヤモンドどうしを押し合わせることで圧力発生させる装置である（図2）．試料は，金属シート（ガスケット）に開けた直径百μm程度の小さな穴の中に，圧力マーカー（ルビーやNaCl等）と一緒に入れる．その金属シートの穴を圧力伝達媒体（メターノール・エタノール混合液や希ガス等）で満たし，ダイヤモンドで蓋をして閉じる（図2）．この状態で台座

に力を加えると，2つのダイヤモンドが閉じ込めた圧力伝達媒体を圧縮し，試料は圧力伝達媒体によって圧縮される．

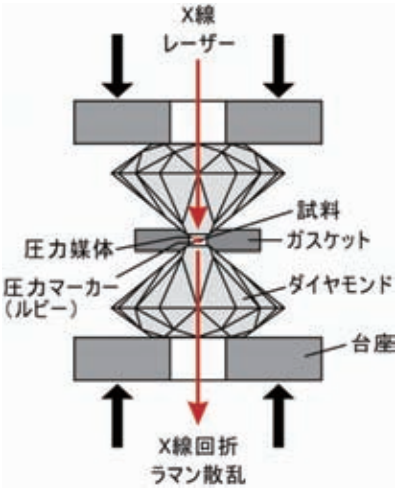


図2. ダイヤモンドアンビルセルの仕組み

また，ダイヤモンドは，X線や赤外線，レーザーに対して透明であるため，高圧下にある物質の状態を直接その場観察できるというメリットがある．さらに，ダイヤモンドを通して近赤外線レーザーを導入することにより，試料を数千度に加熱することもできる．

図3は，単結晶X線回折実験用に設計したダイヤモンドアンビルセルである．測定可能な範囲（入射および出射角）をできるだけ広くするために，観察窓は90度に広げている．

図3. 単結晶X線回折測定用ダイヤモンドアンビルセル．
左は上下の台座を組み合わせる前，右は台座を組み合わせた後．

地球内部物質の密度と弾性定数は，X線回折実験によって求める．地球内部構成物質を模した合成試料をダイヤモンドアンビルセルに入れ，X線回折測定用のゴニオメーターにセットする（図4）．単結晶X線回折測定では，測定中にX線に対してダイヤモンドアンビルセルが自身の重みで動くことがないように，単結晶X線回折測定用のダイヤモンドアンビルセルは，できるだけ小型でかつ軽量に設計されている．

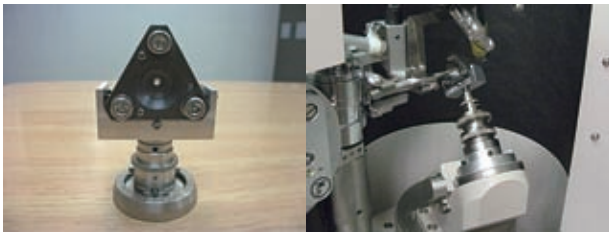


図4. 単結晶X線回折実験用ダイヤモンドアンビルセル．
ゴニオメーターヘッドの上に固定し（左），X線回折測定装置に載せX線を照射して回折を測定する（右）．

3-2. 放射光X線回折

ダイヤモンドアンビルセルの発生できる最大圧力は，押し合わせるダイヤモンドの径の大きさによって決まる．つまり，押し合わせるダイヤモンドの径が小さければ小さいほど，高い圧力を発生させることができる．一般的に，直径300 μmのダイヤモンドの場合は，数十万気圧を発生させることができるが，直径が100 μm以下のダイヤモンドを用いると，百万気圧以上を発生させることができる．したがって，高い圧力で実験を行う場合は，ダイヤモンドの径が小さくなることに伴って試料体積も小さくなる（図5）．

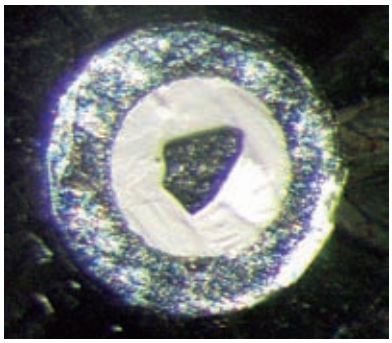


図5. マグネタイトの単結晶試料．
ダイヤモンドのキュレットの大きさは直径約200 μm，試料の大きさは約50 μm．

そのため，高圧X線回折実験にはより輝度の高いX線が必要となる．日本では，このような高圧でのX線測定には，理化学研究所大型放射光施設（Spring-8）や高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設（KEK-PF）等の放射光施設が使用されている（図6）．

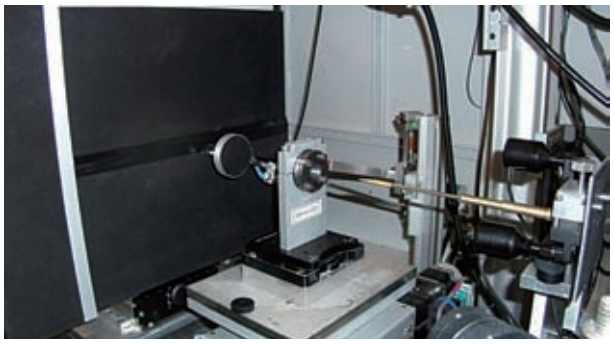


図6. 米国アルゴンヌ国立研究所放射光施設（Advanced Photon Source）での高圧X線回折実験の様子．

4. 考察とまとめ

スピネルは，上部マントルの下位を構成している鉱物である．マントル内でスピネルによって構成される領域はマントル遷移層と呼ばれ，地震波速度が大きく変化する領域としても知られる．最近，著者ら（Kyono et al. 2012）が行ったスピネル鉱物グループの一種であるクロム鉄鉱（$FeCr_2O_4$）の高圧単結晶X線回折実験結果を示す．

図7は，圧力の増加に伴ったクロム鉄鉱の単位格子体積の変化である．12万気圧付近で体積変化曲線に不連続が観察された．これは，クロム鉄鉱の結晶構造（密度）がその付近で変化したことを示している．12万気圧までの体積変化曲線から求めたクロム鉄鉱の弾性定数は，K_0 = 209万気圧であった．この値は，磁鉄鉱（Fe_3O_4）やウルボスピネル（Fe_2TiO_4）よりも大きく，クロムマンガン鉱（$MnCr_2O_4$）とほぼ同じ値である．

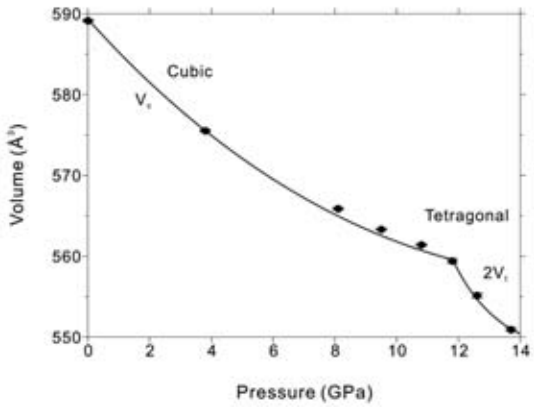


図7. クロム鉄鉱の単位格子体積の変化．体積変化曲線の不連続が12万気圧付近に観察され，この圧力でクロム鉄鉱の結晶構造が等軸晶系から正方晶系に変化している．

クロム鉄鉱は，四面体席がFe^{2+}に占有されている非常に稀な配位形態を持っている．さらに，Fe^{2+}は，ヤーン・テーラー効果（Jahn-Teller effect）と呼ばれる立体化学的効果を有する陽イオンであることも知られている．そのため，クロム鉄鉱の結晶構造変化をもたらした12万気圧以上でのFe^{2+}の配位環境の電子軌道計算を行った（図8）．

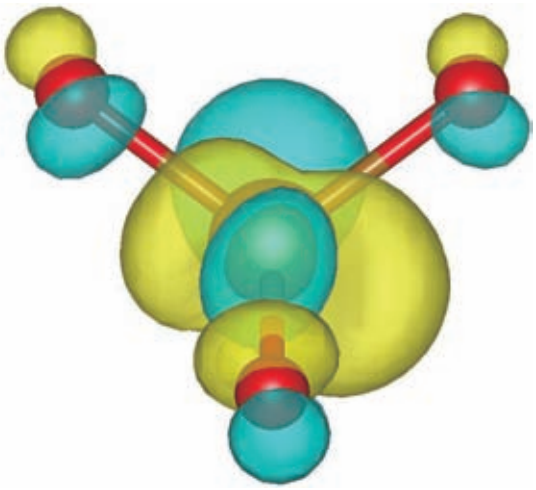


図8. $Fe^{2+}O_4$配位環境における最高被占軌道 (HOMO)

計算の結果，ヤーン・テーラー効果を引き起こすFeのd電子軌道が，Fe-O結合間に大きく伸張していた．スピネル構造は等方的な構造であり，異方的に伸張した電子軌道を許容できない．そのために，クロム鉄鉱は，スピネル鉱物グループの中で

は比較的低い圧力で，等軸晶系のスピネル構造から正方晶系の構造に変化したと考えられる．

5. 参考文献

Kyono, A., Gramsch, S.A., Yamanaka, T., Ikuta, D., Ahart, M., Mysen, B.O., Mao, H.K., Hemley, R.J. (2012) The influence of the Jahn-Teller effect at Fe^{2+} on the structure of chromite at high pressure. Physics & Chemistry of Minerals, 39, 131–141.

Murakami, M., Hirose, K., Kawamura, K., Sata, N., Ohishi, Y. (2004) Post-perovskite phase transition in MgSiO3. Science, 304, 855-858.

Tateno, S., Hirose, K., Ohishi, Y., Tatsumi, Y. (2010) The structure of iron in Earth's inner core, Science, 330, 359-361.

宇宙芸術 “Spiral Top- Ⅱ ” の制作と国際宇宙ステーションに於ける実験報告

人間総合科学研究科芸術系　逢坂 卓郎

はじめに:　ISS国際宇宙ステーションにおけるJAXAの運用実験棟-JEM“KIBO”の人文科学利用プロジェクトは、2008年よりパイロットミッションという形で芸術実験が始まり、公募で採択された筆者の4作品が2008 ～ 11年にISSへ打ち上げられた。作品のテーマは「無重力環境に於ける芸術の可能性」である。目的は、そこに現れる現象を手掛かりに、新しい美的世界を創造しようとするものであった。 ISS軌道の地上 300Kmでは彫刻や建築、家具など、地上のあらゆるものは重さから解放され、同時に私たちは空間を把握する水平、垂直という基準を失い、新たな空間概念の構築に迫られる事になる。

筆者は地上では形をなし得ない水や光が無重力環境の力学的な条件の下で、新たな姿を現わす事に期待した。ここでは、光と運動による芸術実験“Spiral top- Ⅰ ”と工作部門で制作された“Spiral top- Ⅱ　Aurora Oval”の PLANと実験結果を紹介する。

Ⅰ.Spiral top- Ⅰ

-螺旋の光跡を伴うジャイロ機能を持つ彫刻-

背景：　宇宙の根幹である現象の一つに螺旋運動がある。DNAの二重螺旋、指の指紋、巻貝、植物、台風の雲から銀河にいたるまで、世界のいたる所にこのパターンを見る事ができる。地球が自転をしながら公転をする後に螺旋の軌跡が残り、更に太陽系は銀河の中心に向かい回転をしている。私たちは複雑な螺旋運動の世界に組み込まれている。この螺旋世界の表象化を無重力空間で試みる。「もし私が宇宙空間で芸術を考えるとしたら、それは光です。」という野口聡一宇宙飛行士のコメントは光を表現メディアとする筆者にとって大変興味深い。

目的：　無重力環境でしか見る事ができない光の立体的なドローイングの制作である。螺旋運動は私達の体内から宇宙へ連なる構造的な法則であると言えないだろうか。そのイメージの創出が目的である。

設計：　1920年に現代アートの改革者デュシャンが制作したオプアート《回転硝子板》、ピカソが68歳時に懐中電灯により空中に描いた光の線画《ケンタウルス》のように、筆者は回転するオブジェの腕に点光源を設置し螺旋の光跡を空中に描こうとした。更にISS内の宇宙実験で明らかになった“ペンチの反転運動”を作品の動きに組み込む事で光による多様な模様の創出方法を考案した。

作品は、点滅するLEDを付けた4本のアームが、主軸に装着された傘のような形状をしている。（図-1）点滅するLEDを付けた腕を回転させながら前に押し出すと、光による二重螺旋パターンが空中に航跡となって残るように工夫した。作品の設計にあたり、筑波大学工学システム学類磯辺大吾郎研究室での有限要素解析ソフトInventor Professional（Autodesk社）により運動シミュレーションを行った。

仕様：　本体：アルミの削り出しによる長さ255mm，直径398mm、Head,Bodyと着脱式のArmの3部分から成る。ウエイト:1個50 g×2個　重量:本体640g、Driving device: 800g。発光部：アームに5個装着したフルカラー LED、計20個。マイコ

ンによる20分の点滅プログラムがエンドレスで作動。連続駆動時間：40分。電源：1.5Vの単三電池2個。

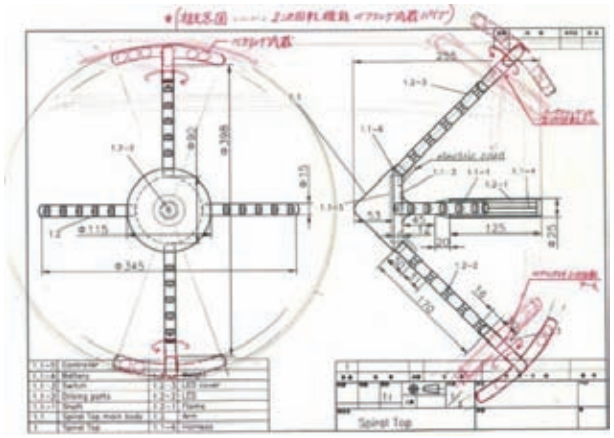
実施：　2009年4月30日、5月2日の二日間に渡り、JAXAと若田光一宇宙飛行士が実験を行った。

方法：　本体の回転運動、並進運動、ウエイトの移動による反転運動。空中に螺旋パターンが光跡となって残る有様をカメラのシャッター速度を3種類設定し、ハイビジョンカメラで撮影する。

実験手順：　4月30日：実験環境を整え、芸術実験のHDTVビデオ撮影を行った。

5月2日：この日は若田光一宇宙飛行士が自由時間を自ら使用した再実験である。HDTVビデオカメラとデジタル一眼レフカメラを1台ずつ使用して撮影した。

（写真- 1）Spiral Top- I　実施：Wakata & JAXA 2009



（図- 1）Spiral Top- I　可動ウエイト装着概念図

結論：

-1.　運動に関する件

反転運動については磯辺研究室のシミュレーションと同じ結果を得た。ウエイトの個数と位置を変える事により、本体の回転中様々な運動パターンが現れたが、そこに一定の規則性が認められた。

1）　条件－対角関係にある２本のアームにウエイト付き：回転軸が180度の反転運動を行うが、その角度に達した際に安定状態に入ろうとする。キリモミ運動を繰り返す中で、必ず初期状態に戻る。

2）　条件－アーム１本にウエイト付き：キリモミ運動を繰り返す中で、必ず初期状態に戻る。

3）　条件－隣接関係にある２本のアームにウエイト付き：回転軸が初期状態と、180度の関係にある位置で一瞬安定するが、その間をキリモミ状態でつなぐ。

以上から、この装置はウエイトの個数と装着したアームの位置により、それぞれ運動の安定点が見られた。安定点は回転軸の初期状態と初期状態に対して180度の位置関係にある事が分かった。このような運動特性を持つものを並進させると、運動領域が特定された円筒形の空間が現れた。(写真-1)

-2.　光跡に関する件

回転運動に応じた光の残像は、その運動状況をトレースしたドローイングであり、色彩や点滅の変化により３次元的な光の線描絵画が創出された。映像は規則性を持つ反転が続く様が映し出され興味深いものである。回転速度を上げた実験では光跡が線となって空間に描かれる状況が見られ、蝶が舞うような美しい現象が現れた。シャッター速度1/8では解像度が落ちたが、光の線が帯のように

映り、他とはかなり違う絵となった。

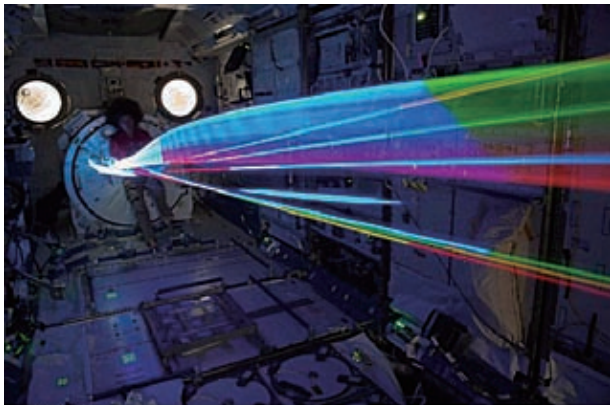
II .Spiral top- II Aurora Oval

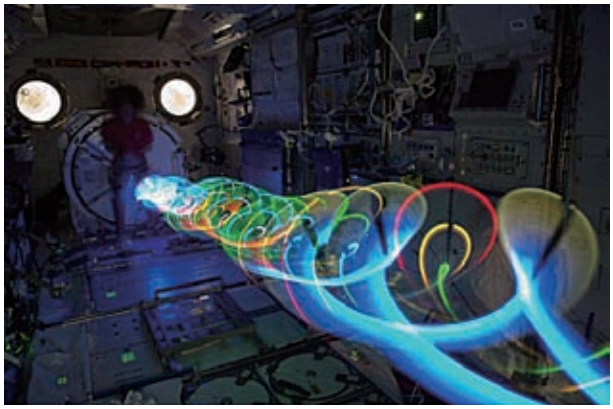
目的：　Spiral top- I の改良型を使用した芸術実験。「点と線と面」という造形要素は近代芸術の画家カンディンスキーによって提唱された。光源の色や点滅プログラムを選ぶ事で、以前より空中に多様なパターンを作る事ができるようになる。20世紀初めに現れた近代芸術の造形原理とエンターテイメント性を併せ持つ無重力環境での遊具の提案である。

設計：　ウエイトを可動型とし、アームだけでなく、本体の先端と後部にも着脱できるようにした。遠心力によって可動型ウエイトが外に開き、Spiral top自体の重心位置が常に移動するように工夫した。予測ができない運動と、それに伴う光跡が現れる事が期待される。アームの2本の光源を側面発光の光ファイバーにする事で、オーロラのような光の帯を空間に描く事を目指した。(写真-4、5)

(写真-2) Spiral Top- II （左）とDriving Device

(写真-3) Spiral Top- II　Head：電子回路部





（写真-4,5）Spiral Top- II　実施：Catherine Coleman, Nespoli Paolo & JAXA 2011.05.13　ⓒOsaka & Jaxa

支援：　筑波大学人間総合科学研究科芸術系村上史明研究室, 研究基盤総合センター工作部門

仕様：　ウエイト：1個50 g×4個　重量：本体640g、発光部：2本のアームに5個装着したフルカラー LED、計10個。他の2本には側面発光するφ10 mmのアクリル棒を使用。他はSpiral top- I と同じ仕様。

実施：　2011年5月12 ～ 13日　JAXAおよびCatherine Coleman宇宙飛行士 (NASA)とNespoli Paolo 宇宙飛行士 (ESA) により実施。

成果：　数十枚の写真はビデオカメラによる動画よりも2種類の光源が連なる線と帯の光になって記録され、当初から期待していた光の芸術と呼

ぶに相応しいオーロラのようなスパイラルパターンが見事に捕えられた。但し、ウエイト位置の変更による実験プログラムが実施されなかった事で、期待された反転運動を生む事ができなかった事は残念であった。

結論：　類似した実験にフランスの Pierre Comte-ピエール・コンテの遊戯性の強い作品があるが、筆者の作品のテーマは、地上では隠れていた物性が無重力環境に於いて現れる、所謂、自然の原理の視覚化に伴う表現の追求であった。無重力環境に於ける、もう一つの墨流し絵画制作と、Spiral topの実験に於いて、物理学の視点から新たな研究対象があるかどうかは分からない。しかし筆者は、力学的現象が人の美意識に訴える事例を数多く知っており、未知な事象が多く含まれる無重力環境に於いても、この方法論により美的世界を提示できたのではないかと考えている。その結果を墨流し絵画実験の成果とともに以下のようにまとめた。

1）　自然現象を芸術の表現手段とする事で、作品が一つの世界へ出会うインターフェイスとなる事は、無重力環境での実験で再確認できた。

2）　無重力環境に於いて、複雑性の背景に規則性を持つ力学的現象が、光と水を通して美的世界を投影して見せた。

3）　ロジャー・マリーナの提唱する宇宙芸術の定義の一つである「無重力環境に於ける芸術的行為」に本実験は相当すると考えられる。

展望：　私たちの宇宙への意識は人類の歴史の中に天体の運行を取り入れたピラミッドなどの遺構として世界中に見る事ができる。20世紀以降、人類が地球外へ出て行く事により宇宙からの眼差しと共に無重力環境を得る事ができるようになった。そのような「環境と視点」の広がりを通して、今までの地球生活を相対化して見る事に大きな意味があるのではないか。そこには科学だけではなく芸術をはじめとする様々な領域の融合による Comprehensive Scientific -総合科学型-と呼べる新たな世界観が生まれるように思われる。　それは自然への畏敬の念と、宇宙的な視点を持って私たちを相対化し、存在の意味を考察し続けるような世界観である。

私のものつくり
（小型間欠式割出盤の製作）

工作部門　長田 秀治

軸物の工作物外周などに均等に穴をあけたり、一定の角度に穴をあけるときには割出盤を使用する。割出盤には種類、大きささまざま市販されている。しかし一般的に大きめであり、０番の立型フライス盤に取り付けると作業範囲が大変狭くなり加工に支障をきたす場合が多々あった。そこで独自に機能は制限されるが図１に示すような小型で使いやすい割出盤を作ることにした。

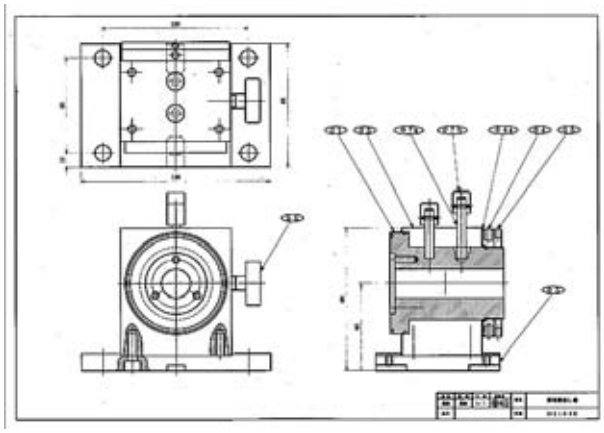


図１．小型間欠型割出盤図面

仕様は、図１に示すように割出軸は横軸、連続

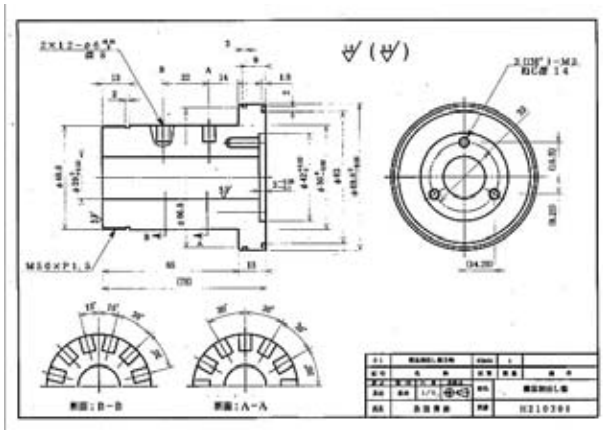


図２．割出盤主軸部分図面

割出は製作が大変なので軸の外周に開けられた穴に棒を出し入れして割り出す間欠式、ただし割出角度は15度とし、24分割できるようにした。できる限り小さく作りたかったので図２に示すように回転軸の直径は50㎜となった。この直径では、同一周に直径6㎜の穴を24個開けるのは不可能なので、互いに15度ずらして12個の穴を正確に割り出して二列に開けることにした。

製作にあたって、回転軸はＳＣＭ鋼材、軸受けなどの他の部品は加工しやすさなどから黄銅で作ることにした。割り出すために出し入れする棒は、軸径6㎜の欠損したエンドミルを使用することにした。回転軸は旋盤で所定の形に加工したのち、割出の穴を開けるため、当方にある比較的精度の良い割出盤を使用してドリルで下穴を開けたのち、新品の４刃のエンドミルにて仕上げた。軸を支える本体は、旋盤で軸がガタなくスムーズに回転するように穴を仕上げた後、フライス盤にて所定の形に仕上げた。図３に製作した割出盤を示す。

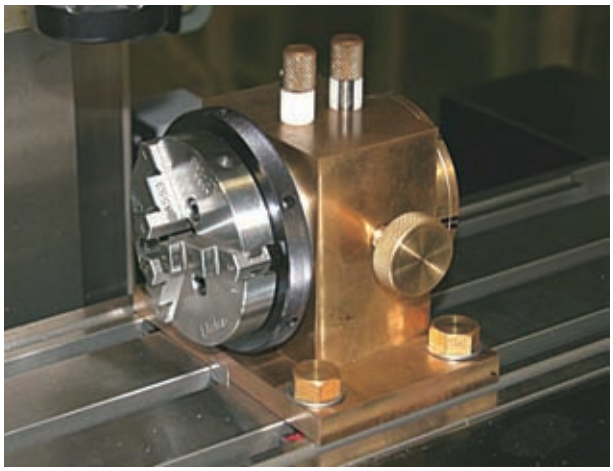


図３．製作した小型間欠型割出盤

割出の精度検定は、当方には角度測定器がないので、アングルブロックゲージを基準として測定を行った。測定の結果、単一割出誤差は最大で一列目は0.025度（1.5分）、二列目は0.017（１分）となった。累積誤差は、1.9分および１分である。また一列目と二列目の互いの誤差は、一か所の測定であるが0.062度（3.7分）と多少大きくなったが、一般の角度出し穴あけ加工には、十分な精度に仕上がった。長物の加工ができるようにこの割出盤に合った心押し台も製作した（図４）。

この割出盤の製作により０番のフライス盤による軸物の割出穴開け加工が大変やりやすくなり大変重宝している。

なお、割出盤には市販の三爪目スクロールチャックが取り付けてある。

図５は、ワイヤー放電加工機を使用して小物の割出加工を行うために製作した、超小型の割出盤である。割出方法は図３の割出盤と同じで、軸の外周一列に24個の穴が開けてあり割出角度は15度である。力のかかる加工はできないが、重宝している。

この様に、市販品に適当な用具がない時には、その時は大変でも工夫して用具を製作することにより後々の加工が大変やりやすくなる。

私は、本年度で退職となります。在職中は力不足の点がいろいろありましたが、長い間大変お世話になりました。

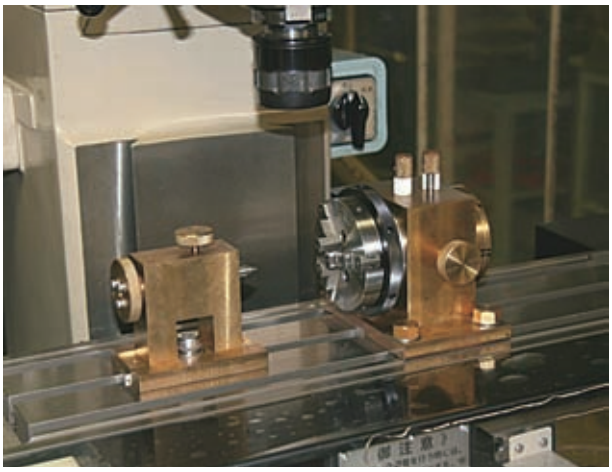


図４．小型フライス盤に取り付けた製作割出盤
（心押し台と共に）

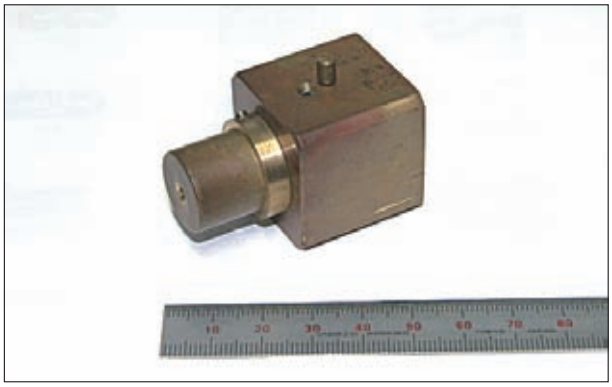
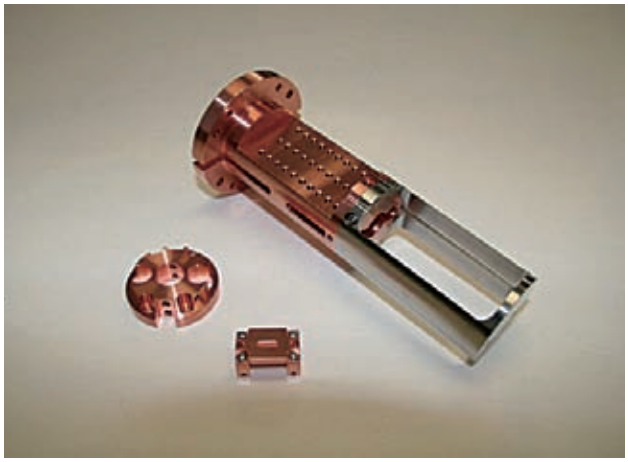


図５．超小型割出盤

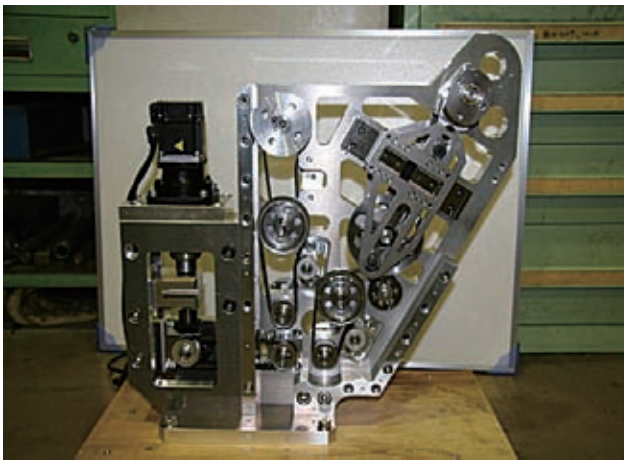
フォトギャラリー



顕微装置一式

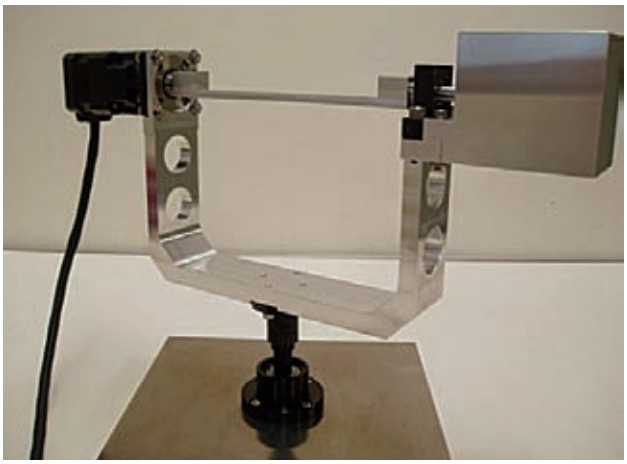
コルゲートテーパ管

エルゴ負荷装置メインベース



エルゴ負荷装置内部機構

スイングアーム

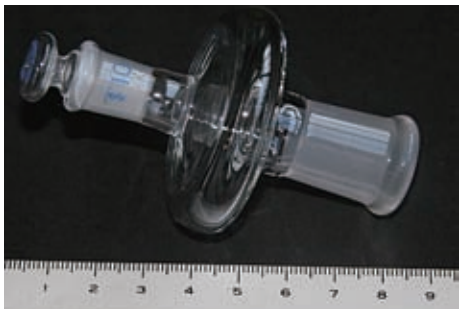


ギンバル式ミラー回転台

フォトギャラリー

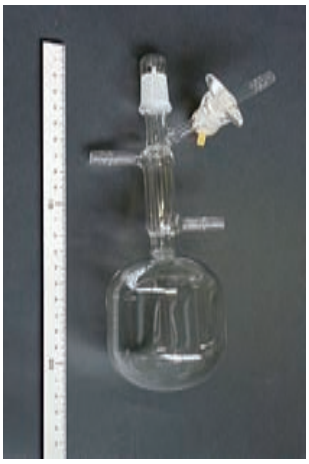
排水処理装置

ガラスセル

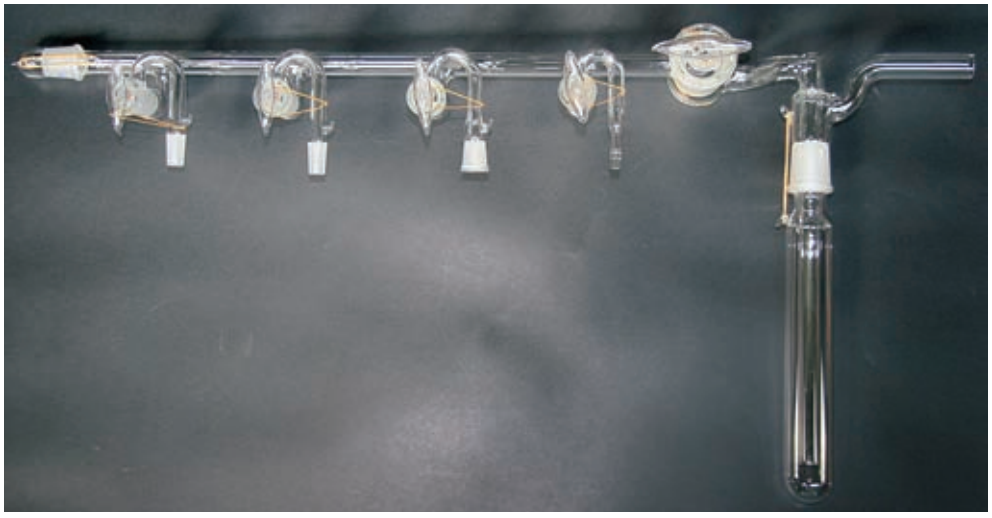


バイオリアクター

フラワースタンド



水冷反応管



真空ライン

利用の手引き

国立大学法人筑波大学研究基盤総合センター工作部門は、学内共同利用の施設として設置されたセンターの一つで、実験機器・装置を製作し、研究・教育の用に供することにより、本学における研究・教育の発展向上に寄与することを目的としている。従って、工作部門の円滑な活動計画を確保し、できるだけ多くの人が、公平に利用できるよう、利用規程を充分に理解した上で、利用手続きをとられるよう、協力をお願いしたい。

工作部門の利用法

工作部門を利用するには二通りの方法がある。

●利用者が直接所定の工作機械を操作する場合
▶公開工作室利用伝票（P.24）

●工作部門に実験機器設置の製作を委託する場合
▶工作依頼伝票（P.23）

●材料のみを入手したい場合
▶材料支給伝票（P.24）

公開工作室の利用

機械工作に関しては、工作部門の機械工作室の一画にある公開工作室の機械を利用できる。

(1)公開工作機械

小型フライス盤　２台、小型旋盤　２台、卓上ボール盤　１台、両頭グラインダー　１台、作業台　１基その他である。工作部門利用者が直接これらの工作機械を使用し、装置を製作する事ができる。

(2)利用者資格登録

公開工作機械は、不特定多数の利用者に使用されるので、一人の不注意が多くの人に迷惑を及ぼすことになる。このため公開工作室の使用を希望する利用者は、工作部門で行う安全教育と、工作機械の正しい操作法の講習を受けて、利用適格者の登録を得ることが必要である。（P.22 申込書）

(3)使用上の注意

①登録を受けた利用者が所定の手続きに従って、工作部門に公開工作機械の使用希望を申し込むと、工作部門では、使用時間の割当を行い、利用者に連絡する。（P24 書式参照）

②未登録者が利用を希望する場合は、必ずその作業全般について責任を持つ利用者資格登録者帯同の上、その指導のもとに利用することができる。

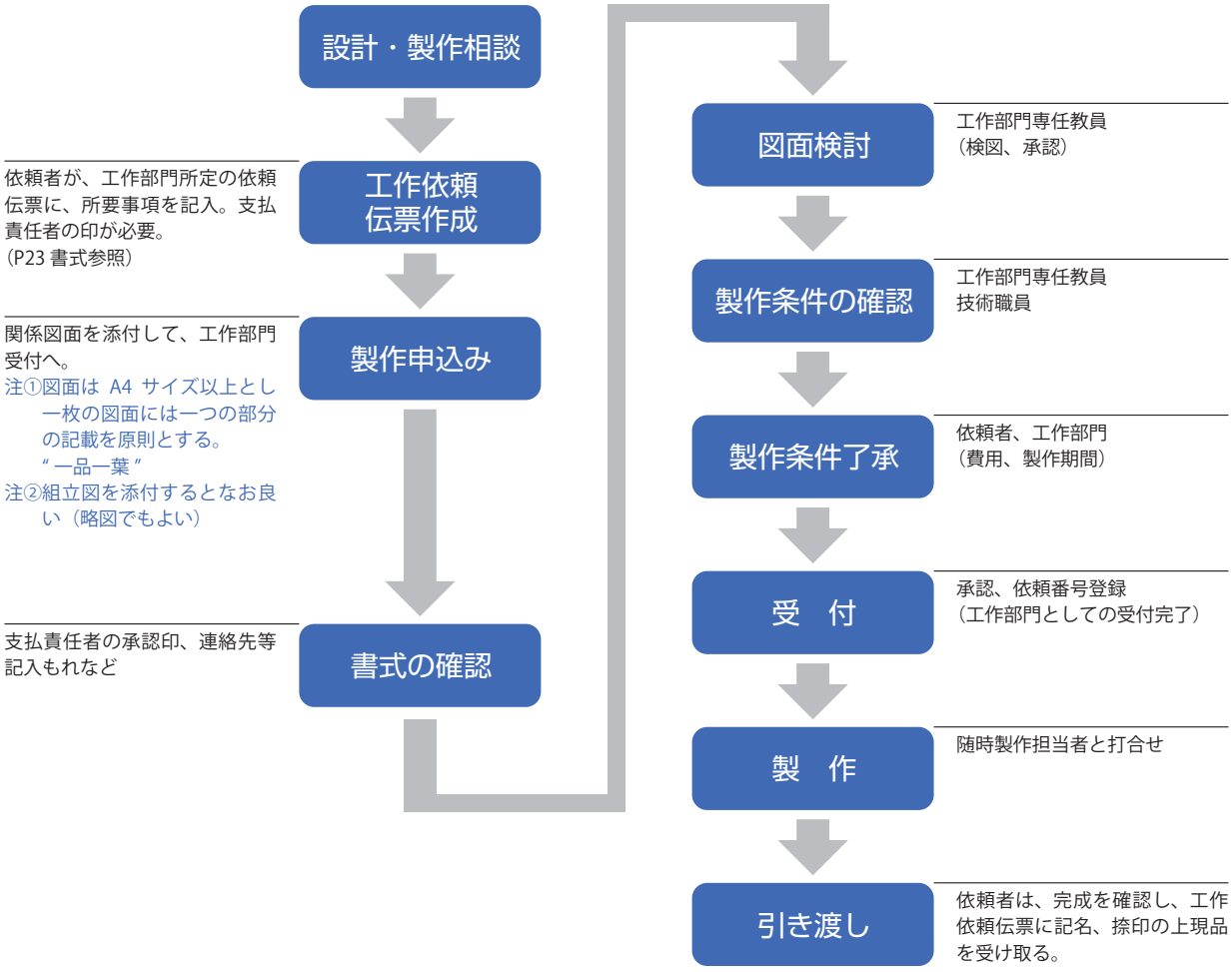
③工作に必要な材料、工具類、測定具類は、すべて利用者各自が準備する。
工作刃物（ドリル、バイト等）類の研磨は、係員に申し出れば工作部門で処理する。また、加工内容により、新しい刃物類、工具類及び材料を必要とする場合、係員に申し出る。

④工作機械の使用に当たっては、係員の指示に従い、機械を正しく操作するよう留意する。操作技術の巧稚を問わず、中途半端な使い方は、機械器具を損傷し、また人身事故を引き起こす原因にもなる。
事故が生じた場合、直ちに係員に申し出る。
⑤所定の時間内に工作が終了しない場合でも、指定の工作機械使用について時間延長は認めない。
⑥作業終了後は、機械・工具及び室内の清掃を充分に行い、次の利用者に快適な作業条件を引き継ぐ。
⑦公開工作室共同利用に適応しない行為が認められる時は、使用適格者の登録を取り消し、以後の利用を断る。

工作依頼について

実験機器・装置の製作を工作部門に委託する場合は、所定の手続きに従って工作依頼の申請を行う。
利用手続きが行われると工作部門側は、以下に示す手順で対応し、依頼品の製作を行う。完成後利用者に連絡し、完成品の引き渡しを行う。

(1)手続手順



(2)書式の確認

工作部門利用に際し、実験機器・装置の製作加工に要した必要経費は、支払責任者が負担する。この為、研究室の責任者や予算管理責任者の経費負担に対する了解を必要とする。利用申込みにあたり、十分に規定を心得た上で必要な手続きをする。

(3)図面検討

工作部門が依頼された実験機器・装置の製作には、設計図が必要である。図面を検図し、製作の可否、修正の有無を判断する。

(4)製作条件確認

工作部門に依頼された実験機器・装置の製作に必要な図面・仕様書が揃うと、工作部門では、技術職員の見解を基に、製作条件について検討を行い、工作部門内で処理が可能であるか否かの判断を行う。

工作処理のルール

なお、全学利用者への公平性の確保、公共性の確保、保有設備の製作能力や効率的運用の立場から次のルールにより製作業務を行う。

①容易に市販品に代替出来るものや規格品に順ずるものの製作は、原則として受けない。

②受け付け日時の順番にて製作を実施する。但し安全衛生上緊急を要する修理や製作についてはこの限りではない。また卒論・修士論文等に関わる、緊急の製作については期間を限定して優先的に処理する。

③非常に数量指定の多い製作品については外注扱いとする。但しNC加工機等により容易に繰返し製作の出来るものはこの限りではない。概ね100ヶ以上がこの対象となるが依頼者の了承を得るものとする。

④製作に特殊な技能や治具を必要とする製作品。例えば高度の板金作業（ロール曲げ、絞り、精密板金）、アルミ溶接、大型の溶接作業、難削材（W、Mo、セラミック）の特殊加工、架台製作等、は図面要求仕様等により外注の適否を判断する。

上記の他、外注製作となる作業は以下のとおり

金属表面処理

- 化成処理：アルマイト処理（硬質、つや消し、色指定含む）、クロメート酸化皮膜処理（着色含む）
- 金属メッキ：無電解ニッケル、カニゼン、ニッケル・クロム、金メッキその他
- 表面研磨：サンドブラスト、バレル、ラッピング、電解研磨、バフ
- コーティング、塗装、特殊皮膜処理
- 熱処理：各種焼き入れ、焼き戻し

特殊加工

- 研削（平面、円筒、治具）：金属、セラミック、プラスチック
- 特殊溶接：真空ビーム溶接、レーザー溶接、真空ロー付け

- レーザー加工：切断、穴あけ、外形加工
- エッチング処理：マスクパターン製作、プリント基板、板金
- プラスチック加工：曲げ、接合、融着
- 石英ガラス加工

⑤電装設計、制御盤製作、実装配線、電子回路の基板設計・製作等電気関係の製作については適切な業者を紹介する。

⑥配管系の設計製作、現地作業についても工作部門にて管理するか、適切な業者を紹介する。

⑦外部に設計、開発を委託する希望者には、内容により専門の設計事務所を紹介する。

⑧外注依頼品については受付後順次速やかに発注を行う。外注製作については納期指定も可能である。

(5)加工条件確認

工作部門に依頼された実験機器・装置の製作条件について

工作部門側の結論がまとまった所で、依頼者と連絡を取り、この条件の確認を行う。ここに製作条件とは、

- 製作期間
- 加工手順、段取り
- 費用見込
- 外注加工見積り

等をいう。

(6)加工条件の確認が終わると、

材料支給

利用者は工作に必要な材料を、必要量入手することができる。

①所定の伝票(材料支給伝票)に必要事項を記入し､支払責任者の承認を得て受付に提出する。(P25 書式参照)

②工作部門に在庫のあるものは、要求量切断し、引き渡す。

③副資材（ボルト、ナット等）の要求も同じように支給する。

④在庫のないものについては適宜発注し、必要量利用者に引き渡す。

※

工作部門専門職員は、実験機器装置の製作により、工作部門利用者の研究教育活動に寄与している。工作部門を利用した研究発表には、努めてその旨を明記し、専任職員に対する動機付けと、知的財産権の確保に努めるよう留意されたい。

依頼伝票の様式

平成 24 年 4 月 1 日

公開工作室利用資格登録

申　請　書

申込承認　部局長名　茨城　太郎　印

申込者　所属部局名　○×研究科、△×学類

職名　＿＿＿　氏名　工作　一郎　印

所属研究室　筑波研　内線　1234

研究基盤総合センター工作部門の公開工作室を利用いたしたく申込みます。

但し

工作機械使用実績　：　○印が該当事項です。

（イ）経　験　　(有り)　　無し

（ロ）使用機械

旋　盤　：　卓上型　　普通旋盤　　その他

フライス盤　：　立型　　横型　　その他

ボール盤　：　(卓上型)　　その他

（ハ）経験作業

旋　盤　：　丸削　　内面削　　突切り　　ねじ切り
テーパー削　　ローレット

フライス盤　：　平削　　ふち削　　すり割　　みぞ切り

ボール盤　：　穴あけ　　タップ立て　　リーマ作業

手仕上げ　：　けがき　　やすりがけ

（ニ）取扱い工具

旋盤用バイト　：　ハイス付刃　　完成バイト　　超硬バイト
刃とぎ作業　　バイト製作

フライス　：　エンドミル　　ドリル　　その他
ドリル刃とぎ

（ホ）経験年数

旋盤：　　年、　フライス盤：　　年、　ボール盤：　1　年

特記事項：

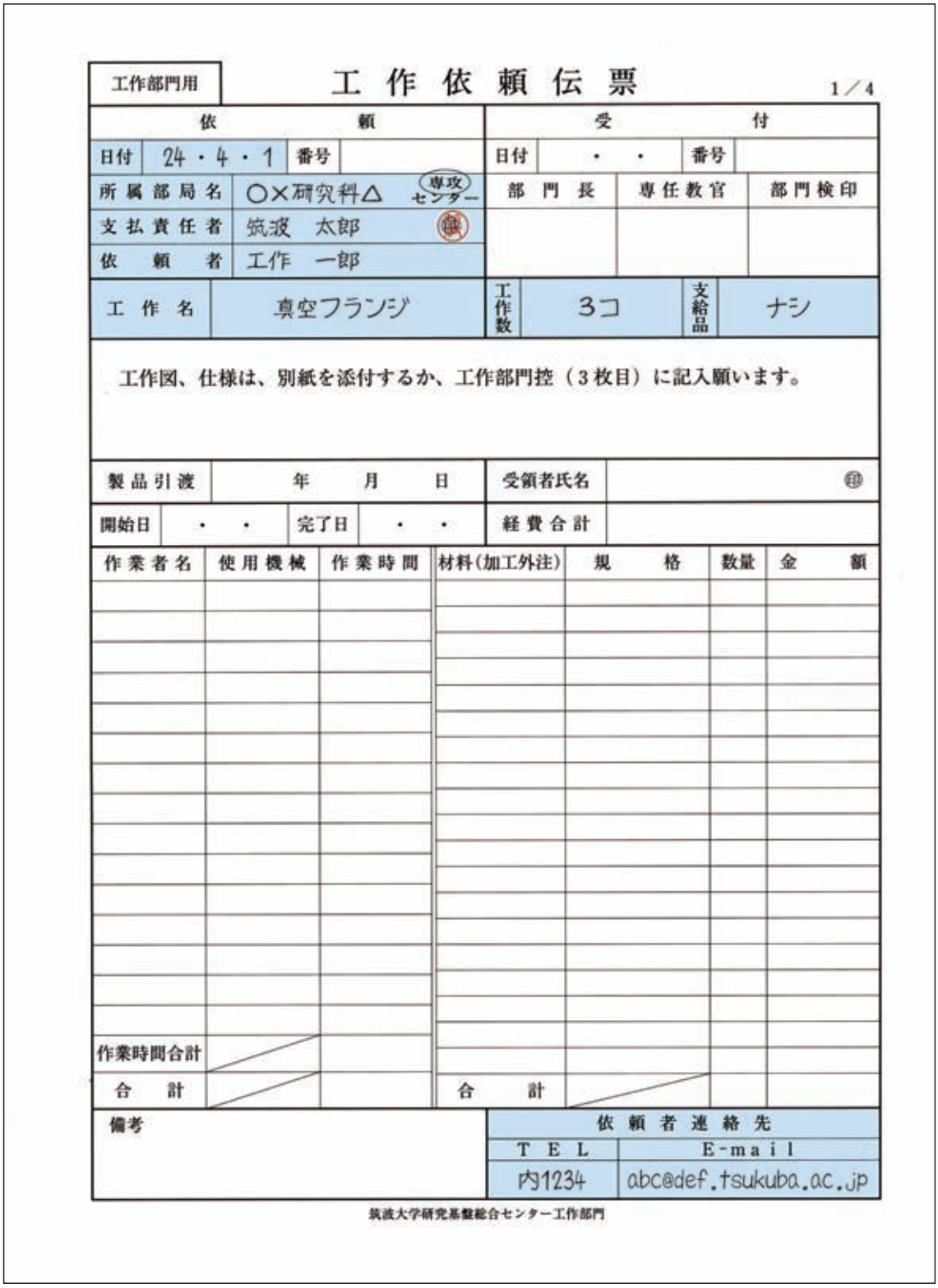
※　研究基盤総合センター工作部門記入欄

受　付　　平成　　年　　月　　日

実　習　　平成　　年　　月　　日

認　定　　平成　　年　　月　　日　　・登録番号：＿＿＿＿＿＿

依頼伝票の様式



工作部門用

工作依頼伝票

1／4

依頼				受付			
日付	24・4・1	番号		日付	・ ・	番号	
所属部局名	○×研究科△ 専攻 センター			部門長	専任教官	部門検印	
支払責任者	筑波 太郎						
依頼者	工作 一郎						
工作名	真空フランジ			工作数	3コ	支給品	ナシ

工作図、仕様は、別紙を添付するか、工作部門控（3枚目）に記入願います。

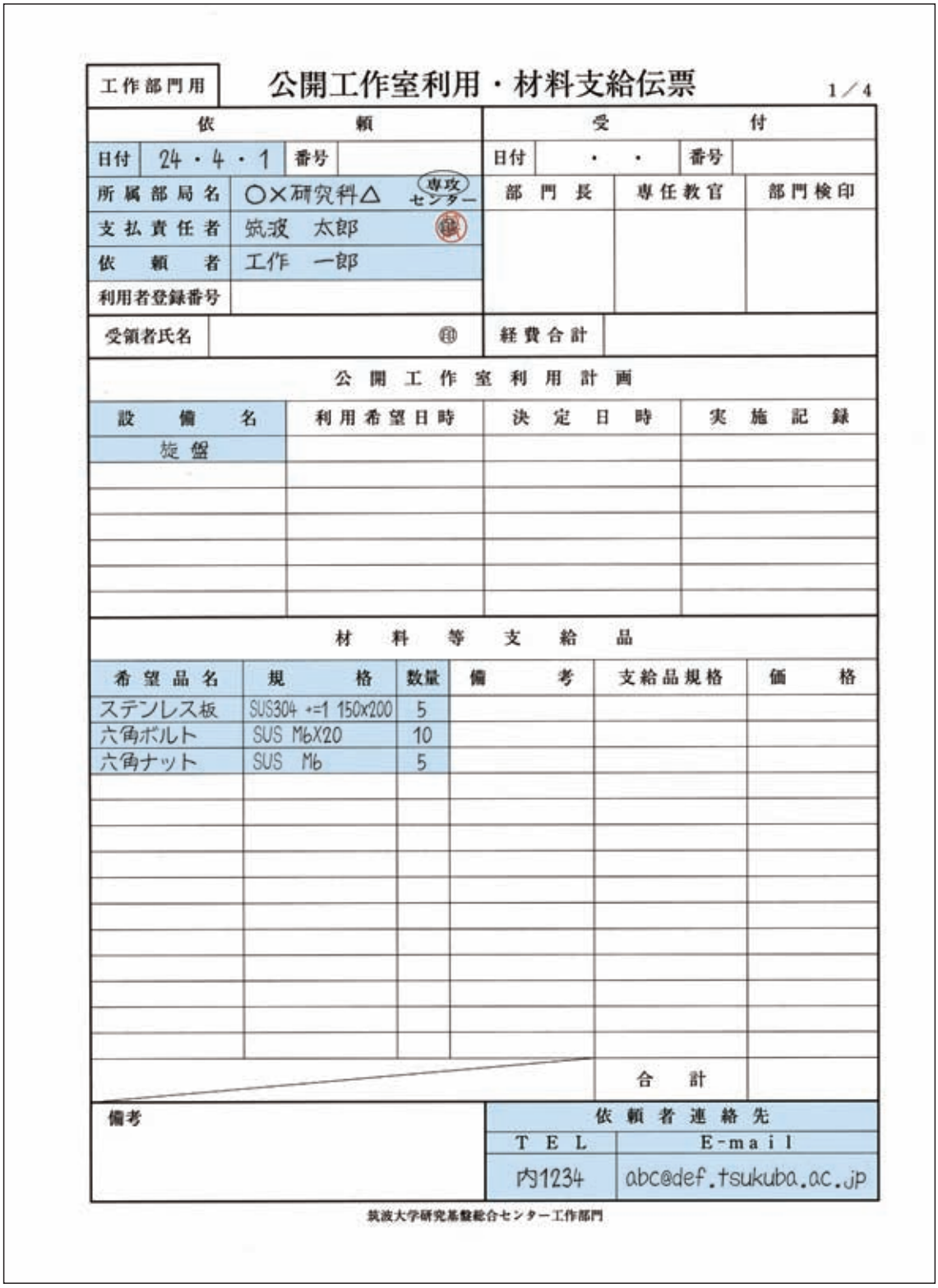
製品引渡	年 月 日	受領者氏名	印
開始日	・ ・	完了日	・ ・
		経費合計	

作業者名	使用機械	作業時間	材料(加工外注)	規格	数量	金額
作業時間合計						
合計			合計			

備考	依頼者連絡先	
	TEL	E-mail
	内1234	abc@def.tsukuba.ac.jp

筑波大学研究基盤総合センター工作部門

依頼伝票の様式



工作部門用

公開工作室利用・材料支給伝票

1／4

依頼			受付		
日付	24・4・1	番号	日付	・ ・	番号
所属部局名	○×研究科△（専攻 センター）		部門長	専任教官	部門検印
支払責任者	筑波 太郎 ㊞				
依頼者	工作 一郎				
利用者登録番号					
受領者氏名	㊞		経費合計		

公開工作室利用計画

設備名	利用希望日時	決定日時	実施記録
旋盤			

材料等支給品

希望品名	規格	数量	備考	支給品規格	価格
ステンレス板	SUS304 t=1 150x200	5			
六角ボルト	SUS M6X20	10			
六角ナット	SUS M6	5			
				合計	

備考	依頼者連絡先	
	TEL	E-mail
	内1234	abc@def.tsukuba.ac.jp

筑波大学研究基盤総合センター工作部門

図１　平成23年度工作部門部局別利用件数

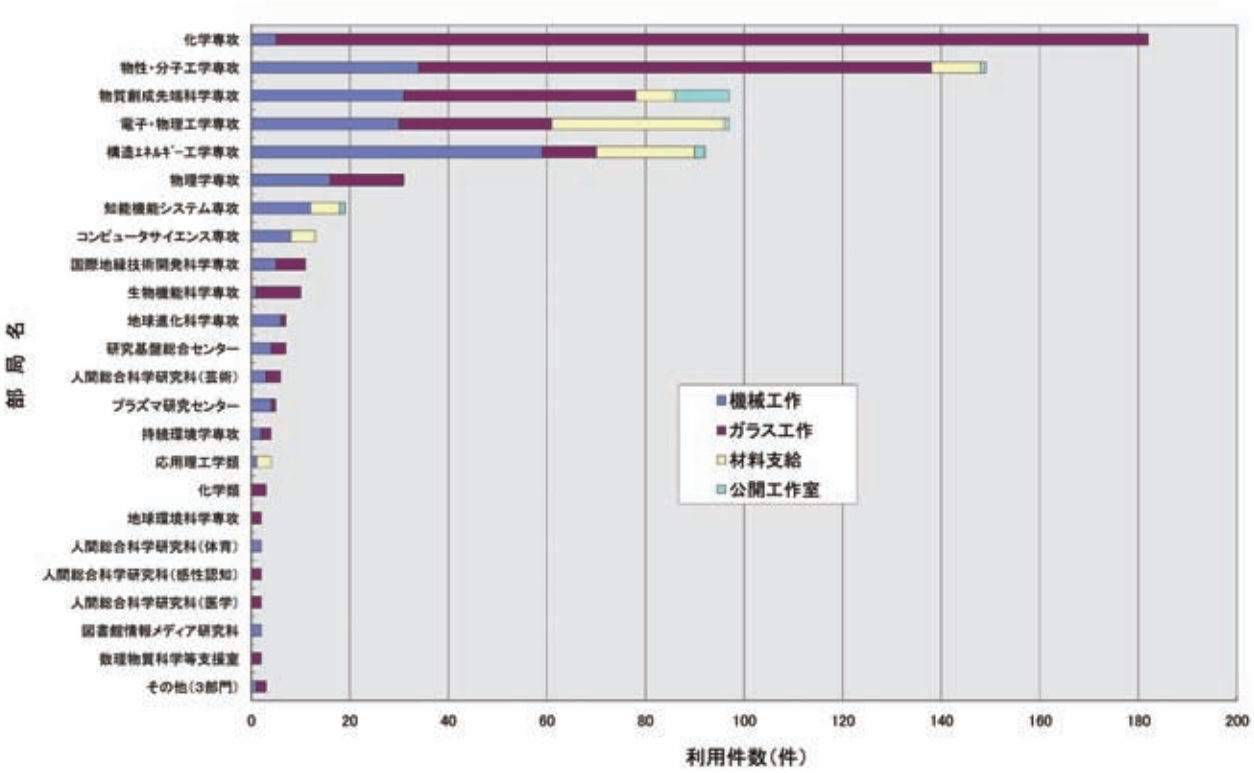


図２　平成23年度工作部門部局別利用時間

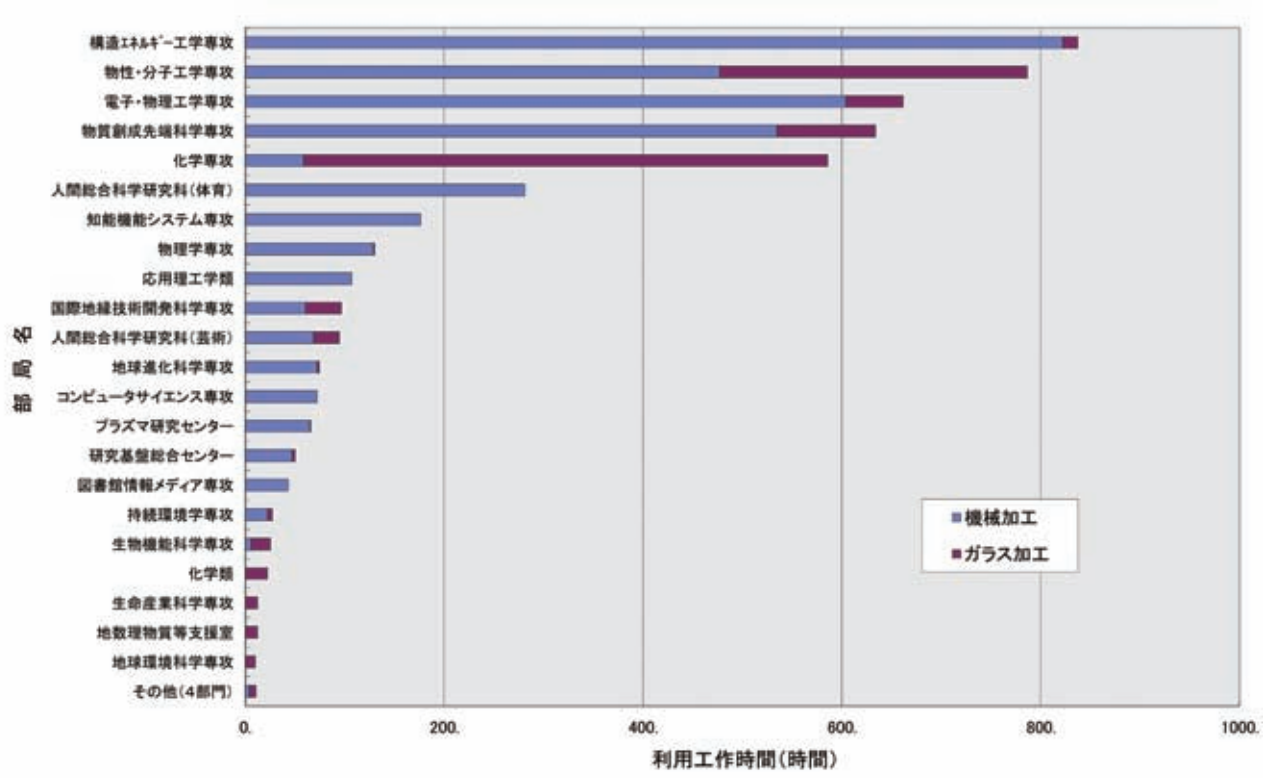


表１　最近４年間の利用状況

		平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度
機械工作	依頼件数 (件)	210	229	250	224
	消化件数 (件)	214	218(45)	254(36)	226(13)
	利用工作時間 (H)	4191.5	4444	4578.7	3647.5
ガラス工作	依頼件数 (件)	428	452	432	421
	消化件数 (件)	426	443	440	423
	利用工作時間 (H)	1283	1246.5	1567.5	1164.5
合　計	依頼件数 (件)	638	681	682	645
	消化件数 (件)	640	661	694	649
	利用工作時間 (H)	5474.5	5690.5	6146.2	4812
材料支給件数		131	87	108	87

※カッコは特急処理件数

表２　最近４年間の公開工作室利用取得者数と利用状況およびガラス工作講習者数

		平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度
機械工作	取得者数	11	14（19）	3（27）	1（20）
	利用件数	23	26	14	16
	利用時間（時間）	88.95 時間	144.9 時間	40.75 時間	45.75 時間
ガラス工作講習者数		0	4	4	5

（　）内人数は大学院授業による取得者数

表３　最近４年間の利用件数トップ３

	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度
1	物性・分子工学専攻 174 件	物性・分子工学専攻 184 件	化学専攻 186 件	化学専攻 182 件
2	電子・物理工学専攻 166 件	化学専攻 143 件	物性・分子工学専攻 137 件	物性・分子工学専攻 149 件
3	化学専攻 130 件	電子・物理工学専攻 115 件	電子・物理工学専攻 124 件	物質創成先端科学専攻 電子・物理工学専攻 97 件

表４　最近４年間の利用時間トップ３

	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度
1	構造エネルギー工学専攻 2246.5 時間	構造エネルギー工学専攻 1206 時間	構造エネルギー工学専攻 1141.5 時間	構造エネルギー工学専攻 837 時間
2	物性・分子工学専攻 799.5 時間	電子・物理工学専攻 1054.5 時間	物性・分子工学専攻 792.2 時間	物性・分子工学専攻 786.5 時間
3	電子・物理工学専攻 713.5 時間	物性・分子工学専攻 803.5 時間	化学専攻 786 時間	電子・物理工学専攻 661.5 時間

表５　平成 23 年度公開工作室利用実績詳細

利用者所属名	件　数	利用時間
物質創成先端科学専攻	11	25.5 時間
電子・物理工学専攻	1	1.5 時間
物性・分子工学専攻	1	4 時間
知能機能システム専攻	1	7 時間
構造エネルギー工学専攻	2	7.75 時間
計	16	45.75 時間

表６　平成 23 年度公開工作室利用資格認定者詳細

所属名	学　生
工学システム学類	1
計	1

表７　平成 23 年度大学院授業「機械工作序論と実習」受講者数詳細

所属名	
物質創成先端科学専攻	1
電子・物理工学専攻	2
コンピュータサイエンス専攻	2
知能機能システム専攻	7
構造エネルギー工学専攻	3
芸術専攻	4
感性認知脳科学専攻	1
計	20

■教育支援

科目名		期　間	内　容
機械工作	環境開発工学、エネルギー工学応用実験	２、３学期 各１ヶ月程度	三輪自転車の部品図面指導部品製作
	３学系共用工作室利用者講習会	５月２回	３学系共用工作室を利用するにあたっての工作機械使用上の安全に関する講義
	大学院授業（機械工作序論と実習）	集中講義	機械工作に関する講義と旋盤の実習
	機械工作実技講習会	通年随時	公開工作室利用資格取得のための安全講習と旋盤の実技
ガラス工作	基礎化学実験（化学類）	10月５日、 10月12日	ガラス細工実習技術指導
	ガラス工作実技講習会	通年随時	ガラス細工の基本作業

■見学会

科目名	期　間	内　容
「機械設計Ⅰ」受講者 約70名	4月27日	機械工作室 機械加工作業等の見学
		ガラス工作室 ガラス加工作業等の見学
東京都立戸山高等学校 20名	7月8日	機械工作室 機械加工作業等の見学
		ガラス工作室 ガラス加工作業等の見学
広島市立沼田高等学校 23名	10月13日	機械工作室 機械加工作業等の見学
		ガラス工作室 ガラス加工作業等の見学
人材育成重点期間職員研修 6名	12月19日	機械工作室 機械加工作業等の見学
		ガラス工作室 ガラス加工作業等の見学

1．コンターマシン（立形帯鋸盤）の更新

今まで使用していたコンターマシン（昭和53年３月購入）に変わり新規に同じ能力の機械を購入し更新を行った（VZ-500SA：ワイエス工機製）。

テーブル全体が直線移動し、安定した切断ができる。（写真：ワイエス工機カタログより）

■仕　様

テーブル：直線自動送り装置付き
ストローク：450mm
奥行切断寸法：500mm

研究基盤総合センター工作部門運営委員会委員名簿

平成 24 年 3 月 31 日現在

職　名	氏　名	任　期	備　考
工作部門長 システム情報工学研究科 教授	◎河井　昌道	23. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 5353
工作部門 システム情報工学研究科 講師	長田　秀治	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 2522
数理物質科学研究科 物質創成先端科学専攻 准教授	野村　晋太郎	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 4218
数理物質科学研究科 化学専攻 教授	小島　隆彦	23. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 4323
数理物質科学研究科 物質創成先端科学専攻 教授	山部　紀久夫	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 6475・6937
数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 教授	宮崎　修一	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 5283
システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻 教授	松内 一雄	23. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 5057
研究基盤総合センター 工作部門 技術専門官	欠　員		

◎は委員長

工作部門教職員

部門長（併）	河井　昌道	2520
講師	長田　秀治	2522

技術専門職員（機械工作）	石川　健司	2527
技術専門職員（機械工作）	吉住　昭治	2527
技術専門職員（ガラス工作）	明都　茂	2523
技術職員（ガラス工作）	門脇　英樹	2523
非常勤　（機械工作）	内田　豊春	2527
非常勤　（機械工作）	中村　三郎	2527
非常勤　（機械設計支援）	大竹　生司	2520･2528

編集後記

筑波大学は、昨年３月１１日の東日本大震災で甚大な被害を受け、当工作部門も１年経過した今でも外壁の補修等の工事が行われている状況ですが、通常業務に関しましては、幸いにも２週間程度の復旧作業で、回復することができました。そんな現状の中、今回の「工作ニュース」の発刊に際し、執筆、編集に協力していただきました教職員や学生の皆様に心より御礼申し上げます。また、この場を借りて「工作ニュース」をご覧になられる被災地の皆様に心よりお見舞い申し上げます。

「工作ニュース」の主要な記事は当センターの工作部門のホームページにも掲載致しますので、併せてご覧下さい。

これからも工作部門が研究、教育支援により一層の貢献ができますよう、皆様からのご意見ご要望などをお寄せ頂ければ幸いです。

平成24年3月31日

工作ニュース編集委員会
長田　明都　門脇　吉住
e-mail: takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp
URL: http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp

平成24年(2012年)3月発行

筑波大学研究基盤総合センター
工作部門

〒305-8577　茨城県つくば市天王台1-1-1
TEL 029-853-2524
FAX 029-853-2525
E-mail takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp
URL: http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp