

第7回名古屋大学博物館特別展記録 名古屋大学の研究・教育を支えた匠の技

Records of 7th NUM Special Exhibition
“Masterpieces of the technicians’ craft”

吉田 英一 (YOSHIDA Hidekazu)¹⁾

1) 名古屋大学博物館

The Nagoya University Museum, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan

会 場：名古屋大学博物館

会 期：平成 16 年 3 月 17 日～ 7 月 30 日

この記録は、第7回特別展期間中に会場で配布・展示した解説資料にもとづき、展示資料および展示コーナーの様子について説明、紹介したものであり、文章表現については解説資料に即した形で以下に取りまとめた。

ごあいさつ

このたび、第7回名古屋大学博物館特別展として、『名古屋大学の研究・教育を支えた匠の技』を開催する運びとなりました。

展示品の1つである電子顕微鏡のプロトタイプは、故上田良治名誉教授によって世界に先駆けて開発されたものです。上田先生は新しい研究、新しい装置の開発には高い技術力が不可欠という信念から、名古屋大学の技術部の整備・強化に力を注がれた研究者の一人です。当時の名古屋大学には、民間よりも技術力があり、すぐれた技能・技術をもった技術職員が研究者と顔をつきあわせて議論を重ね、その要望に答えることができたよき時代であったように思われます。その結果、工夫・改良された新たな装置によって世界をリードする研究が数多く花開きました。

この特別展は、名古屋大学の法人化とほぼ同時にスタートします。法人化とともに、大学の運営形態や研究体制等が大きく様変わりし、中期目標・中期計画にしばられて、効率が最優先され、“息の長い”基礎研究がやりにくくなるという懸念も指摘されています。こうした状況に加えて、技術職員の高齢化と数の減少により、名古屋大学で培われてきた優れた技術・技能の継承が難しくなっています。

この特別展が、“縁の下の力持ち”的存在として、名古屋大学のこれまでの研究・教育を支えてきた



図1 特別展ポスター

技能・技術の歴史の一端を振り返るとともに、消えつつある「匠の技」の継承のあり方を考えるきっかけになればと思います。

特別展開催に当たり、以下の方々から多大なご協力をいただきました。厚くお礼申し上げます。医学部機能組織学分野、井村 徹(名古屋大学名誉教授)、奥山 剛(生命農学研究科)、工学部・工学研究科技術部、坂 公恭(工学研究科)、芝井 広(理学研究科)、独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部、独立行政法人国立科学博物館、年代測定総合研究センター、理学部・理学研究科技術部

2004年3月17日

名古屋大学博物館長 足立 守



図1-1 特別展全景

展示と解説

はじめに(第7回特別展実施の主旨・背景について)

「名古屋大学の研究・教育を支えた匠の技」

独創性にあふれた研究や教育には、独自の実験装置・教育資料は欠かすことができません。名古屋大学には、研究や教育に必要な実験装置や資料作製を支えてきた技術者グループがあります。今回の特別展では、名古屋大学の創設以来、継承されてきた技術者の洗練された技と、その技によってつくられた実験装置などを展示・紹介しました。

各展示コーナー紹介

第7回特別展では、独創的な実験装置、教育機器などについて、「ミクロの世界への挑戦」「地球、宇宙そして生命への挑戦」「ノーベル賞を支えたガラス加工技術」そして「洗練された匠の技」という4つのコーナーを設けて展示・紹介しました。以下に、それぞれのコーナーの展示紹介・資料について解説しています。

コーナ - 1 : 「ミクロの世界への挑戦」

ミクロの世界を探るには顕微鏡などの機器が必要です。一般の顕微鏡（光学顕微鏡）では、1000倍くらいまでしか観察できません。これよりもさらにミクロの世界を観るには、電子線を利用した電子顕微鏡が必要です。このコーナーでは、電子線を利用して鉱物の結晶や金属の内部構造を探るために独自に開発された装置を紹介しています。

超高压電子顕微鏡その場実験装置（図2）

名古屋大学工学部金属学科井村研究室(当時)で作製された独自の装置です。この装置は、超高压電子顕微鏡内で金属試料に、直接、力や熱を加え変形させ、金属内部の結晶構造の変化を電子顕微鏡で連続的に観察できるようにしたものです。この装置によって、変形に伴う原子の転位速度を世界ではじめて直接計測することに成功しました（製作：工学部 井村 徹 名誉教授を中心とする研究グループ、1960年頃）。

（今回展示しているのは、超高压電子顕微鏡の鏡筒内部に取り付けられた変形装置です。電子顕微鏡に取り付けられた装置全体は、映像コーナーの映画「生きている金属」でご覧になれます）



図2 超高压電子顕微鏡その場実験装置

電子線回折装置（図3）

電子線回折装置は金属などの微細（10ナノメートル（*）以下）な結晶構造を研究するために製作されました。回折の精度をあげるために、真空ポンプにガラス製の分溜型拡散ポンプを使い、短時間で容易に高真空を得られるようするなど当時の先端的な工夫が見られます。また、真空ポンプの部品に金属同士のすりあわせを使っていることも独自のアイデアです（製作：理学部 上田良二教授（当時）、1940（昭和15）年頃）。

（*）nm：1ナノメートルは1ミリメートルの百万分の1

コーナ - 2 : 「地球，宇宙そして生命への挑戦」

名古屋大学理学部の技術部では、地球、宇宙そして生命に関する数多くの独創的な実験装置を製作してきました。これらの技は、日本の宇宙開発などへ広く応用されています。このコーナーでは、自然科学に関する実験装置やスペースシャトルによって回収された宇宙赤外線望遠鏡などを展示・紹介しました（図4）。

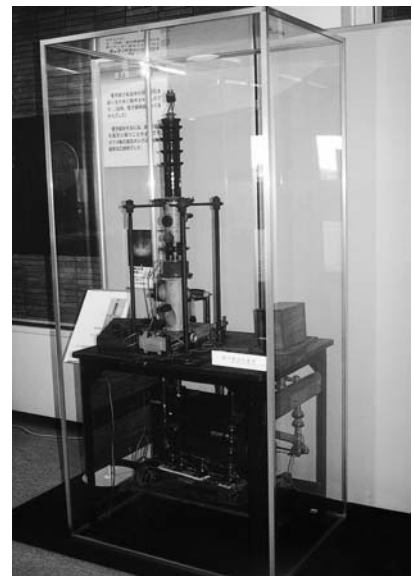


図3 電子線回折装置

球面プロッター

この装置は、地球を真似て作った球面上に図形を描き、球面上での面積や距離を正確に知るためのものです。大陸移動などの自然科学実験に用いられました。この装置の特徴は、特殊なギアでプロッター（ペン）を動かし、球面上にいろいろな図形を正確に描けるように工夫してあることです（製作：理学部 鳥居龍晴技官、1983（昭和57）年）。

自由落下実験カプセル (図5)

この実験カプセルは、落下による低重力環境でできる金属微粒子の形などを研究するためのものです。低～無重力環境下では、これまでにない性質を持つ金属の開発が期待できます。実験は、名古屋大学理学部のA館屋上(地上約12メートル)から落下させて行われました。落下による低重力状態は約1.4秒間です。瞬間に実験を終了させるため、動作はすべて遠隔操作によって行われました。また落下時の空気抵抗を少なくするために、カプセル下部を円錐にするなどの工夫も施されています(製作:理学部佐藤利和技官, 1992(平成4)年)。

実験球:カプセル内には、金属粒子を発生させるための実験球が備え付けられました。落下と同時に実験球内の金属が電気によってガス化され、微粒子が実験球の内面に付着する仕組みになっています。低重力下では、金属微粒子のサイズや形状が非常に均一であることなどが確認されました。

月地震計ペネトレーターの開発

月がどのようにして出来たかを知るためには、その内部がどうなっているかを知る必要があります。その1つの方法として、ロケット状の機体内部に、高感度地震計などを内蔵した月地震計ペネレーターを月衛星軌道上から月に打ち込み、月内部の地震波や熱流量などを観測する方法が考えられました。

月地震計ペネレーターは、約20年間の名古屋大学での開発の後、その成果を基に独立行政法人宇宙航空研究開発機構とともに製作が続けられています。現在、2004年内の打ち上げを目指して最終的な段階に入っています。ここでは、これまでの研究開発において名古屋大学で製作されてきた装置や部品(図6)の一部を紹介しました。

月地震計ペネレーター

月地震計ペネレーターは、月面上約45キロメートルの高さから落下させ、月表面から数メートルの深さへと打ち込まれます。月の内部の観測には、地震計の向きを貫月面に対して垂直にしなければなりません。そのために非常に高精度の姿勢制御が必要です。また、衝突時の10000Gにもなる衝撃に耐え、さらに衛星に搭載されるためペネレーター本体は軽くなければなりません。このように大変高度な技術を要求される装置の開発は、名古屋大学の技術部が世界に先駆けて行ったものです(製作:理学部技術部装置開発室, 1985(昭和60)年~)。



図4 コーナー2の展示風景



図5 自由落下実験カプセル



図6 月地震計ペネレーター部品

月地震計ペネトレーター姿勢制御部

月地震計ペネトレーターにとって、姿勢制御部は心臓部ともいえるほどの重要な部分です。10000G という衝撃（加速度）にも耐え、貫入時のペネトレーターの姿勢を垂直面に対して0.1度の精度で補正することができます。これが可能となったのは、強い衝撃に耐える世界一の超小型モーターが完成したからです。この難問解決のために10年以上もの時間を費やしました（製作：理学部 石川秀蔵・鳥居龍晴・増田忠志技官，1990（平成12）年）。

月地震計ペネトレーターの普賢岳観測への応用

月地震計ペネトレーターの技術は、1990年に噴火した雲仙普賢岳の観測にも役立ちました。当時、噴火に関する情報が早急に必要でした。しかし、噴火中の火山に人が近付くことはできません。そのため、地震計などの装置を積んだペネトレーターをヘリコプターに積み普賢岳の火口付近に落下、貫入させ噴火状態を知るといった方法がとられました。今回展示しているのは、そのときに用いられたペネトレーターと同じ型（図7）のもので（製作：理学部 鳥居龍晴技官，1990（平成2）年）。

このように実験や研究で開発・製作された装置や技術が、ほかの研究や実験に活かされることは少なくありません。そのためにも次世代を育成し、技術を継承していくことが重要です。



図7 普賢岳観測用ペネトレーター

宇宙観測・研究に関する技術と実験装置

名古屋大学では、月だけでなく宇宙全体の観測や宇宙形成にかかわる研究が行われています。それらに必要な独自の実験装置を1980年代から製作してきました。今では、名古屋大学の技術が日本の宇宙研究を支えるまでになっています。

宇宙空間や天体の観測には、可視光だけでなくさまざまな電磁波（ガンマ線，エックス線，赤外線，電波など）が用いられます。これは観測する天体などの表面温度が異なるためです。これらの異なった電磁波を観測するために、さまざまな望遠鏡や実験装置が開発されてきました（図8）。

X線望遠鏡用二結晶分光器

二結晶分光器は、X線望遠鏡の鏡面の反射性能をチェックするために製作されたものです。この分光器の特徴は、1つの駆動モーターで高精度の4方向の動きを同時に作りだせることです。この動きによって、測定したい方向からのX線だけを効率よく取り出すことができるようになりました（製作：理学部 鳥居龍晴技官，1992（平成4）年）。

電波望遠鏡用放物面斜鏡

電波望遠鏡の観測では、金属ミラーの組み合わせで宇宙からの電波を反射させ、集めることが必要で



図8 二結晶分光器と放物面斜鏡

す．今回展示したのは，望遠鏡内部に取り付けられている金属ミラーの1つです．金属ミラーの曲面構造は，理想曲線からの誤差を20ミクロン以下(髪の毛の太さの約10分の1)にすることが必要ですが，どんな高精度の機械で加工しても達成することはできません．最後は，技術者の蓄積した経験と技が頼りとなります．ここで展示している資料は，直径4 mの短ミリ波電波用望遠鏡のための放物面斜鏡です(製作：理学部 鳥居龍晴・増田忠志・鈴木和司技官，1982(昭和57)年)．

宇宙赤外線望遠鏡の開発

宇宙空間で非常に微弱な赤外線を観測するためには，約マイナス270 の極低温に赤外線望遠鏡などの機械を冷やすことで，初めて高感度の観測ができます．名古屋大学では，宇宙空間に耐えられる真空冷却容器や光学機器の製作を1970年代から手掛けてきました．ロケット打ち上げ時の大きな加速度や激しい振動に耐えるような装置の製作は，未知の領域でした．さまざまなチャレンジを通して，名古屋大学の装置開発室や物理金工室には独自の宇宙技術が蓄積されていきました(図9)．それが，今回展示した，1995年に打ち上げられた日本最初の宇宙赤外線望遠鏡(IRTS：Infrared Telescope in Space)の成功の礎となりました．



図9 赤外線望遠鏡関連の展示物

宇宙赤外線望遠鏡(図10)

宇宙空間で使う宇宙赤外線望遠鏡*は，数十億光年の宇宙の彼方からやってくる非常に微弱な赤外線をも測定することができます．さらに，波長1ミクロンから1000ミクロン(1ミリメートル)までの赤外線の全波長域がカバーできるため，星，星間ガス・ダストなどのさまざまな赤外線スペクトルを観測することが可能です．

今回展示した宇宙赤外線望遠鏡は，1995年に宇宙実験・観測フリーフライヤー**としてH-IIロケットにより打ち上げられた後，1996年に宇宙飛行士 若田光一氏が搭乗したスペースシャトルによって回収されたものです．

*)宇宙赤外線望遠鏡(IRTS：Infrared Telescope in Space)は，高感度の赤外線観測を可能にするために，液体ヘリウムによって冷却された宇宙望遠鏡です．赤外線望遠鏡の場合，内蔵された半導体が宇宙からの赤外線を受信するセンサーの役割を果たしています．

**)宇宙実験・観測フリーフライヤー(SFU：Space Flyer Unit)は，1987年度より開始された回収可能宇宙実験・観測衛星です．衛星内は大きく8つの区画に分けられ，その区画ごとに各種の実験装置が設置されています．ここで展示している宇宙望遠鏡も，その区画の1つに設置され宇宙天体の観測を行いました．



図10 宇宙赤外線望遠鏡

コーナ - 3 : 「ノーベル賞を支えたガラス加工技術」 ガラス工作技術

名古屋大学理学部技術部に属する「ガラス工作室」は、ノーベル化学賞受賞の野依良治教授による“触媒による不斉合成”の研究をはじめとする、数々の独創的な実験装置を製作してきました。特許を取得しているものも多く含まれ、日本化学会や日本分析化学会から化学技術有効賞なども受賞しています。このコーナーでは、数多くの実験装置の中からその一部を紹介しました(図11)。



図11 コーナ - 3 の展示風景

主なガラス工作部品

ガラス実験装置は、すべて大小のガラス管から製作されます。また実験装置の製作では、ガラス同士だけでなくガラスと金属の接続などといった特殊な技術も求められます。ここには、それらの素材となるガラス管、伸び縮み可能なガラスベローズや蛇管など、基本的な加工過程で作られるガラス部品を展示しています。

溶媒蒸留装置(公開番号:特開2002-126401)(図12)

ここで展示している溶媒装置は、“触媒による不斉合成”の研究に用いられたものです。化学合成実験では、実験に使用する溶媒の純度が結果を大きく左右します。高純度の溶媒を効率よく得るためには、ガラス実験装置を組み立てる際の接続方法が鍵となります。この装置では、接続部分のガラス内部にテフロン製のO(オー)リングを組み込むという工夫が施されています。これらによって高純度の溶媒が精製できるようになりました(製作:理学部 野依良治教授・北村雅人教授, 野田敏昭技官, 1998(平成10)年~)。



図12 溶媒蒸留装置

真空排気兼不活性ガス導入装置(公開番号:特開:2002-130124)

化学物質には、空気中では酸素と反応してすぐに他の物質に変化してしまうものがたくさんあります。この装置は、空気との反応による物質の変化を防ぐために考え出されたものです。空気を真空ポンプによって排出し、同時に不活性ガスを入れるという動作をコックの回転だけで一度にできるようにしています。このアイデアによって、不活性ガスと空気を素早く入れ替えることが可能となりました(製作:理学部 北村雅人教授, 香月真澄・夏目秀子・野田敏昭技官, 1998(平成10)年~)。

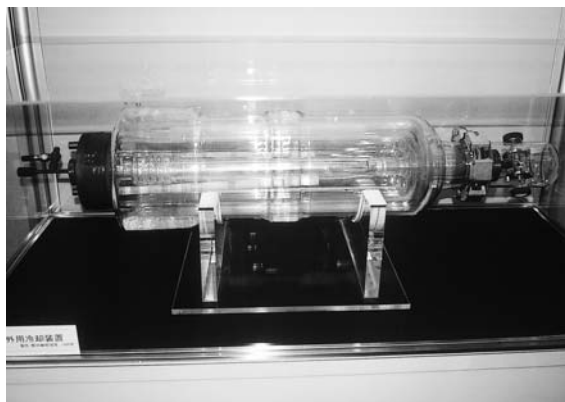


図13 赤外および遠赤外用冷却装置

赤外および遠赤外用冷却装置（図13）

この装置は、約マイナス270 という極低温環境下で、ポリアセチレンのような、室温では一般に電気を通さない素材の電気伝導性を調べるために製作されたものです。実験装置内の極低温を維持し、外部からの温度の伝達を遮断するために5重構造となっています。また、外部から温度が伝わらないようにするために、ガラスの内面は銀の薄い膜で覆ってあります(展示資料では、内部構造が見られるように一部銀の膜を取り除いてあります)(製作：野田敏昭技官、1986(昭和61)年)。

放射性炭素年代測定用真空ガラスライン

名古屋大学年代測定総合研究センターでは、遺跡や古墳などから発掘された資料の放射性炭素(C14)年代測定を行っています。この写真は、資料から炭素を取り出すためのガラス実験ラインです。資料の年代を正確に測定するためには、資料に含まれる炭素を高純度で取り出さなければなりません。そのためには外部からの不純物を混入させないように、いくつもの連続した化学処理を行う実験ラインが必要です。このような実験ラインは、手作りによって製作するしかありません。年代測定総合研究センターにあるガラス実験ラインは、ガラス加工の技術の高さと測定年代の精度の高さから、世界各国から多くの技術者がその技術を修得すべく訪れています(製作：吉岡茂雄技官、1998(平成10)年～)。

コーナ - 4 : 「洗練された匠の技」

これまで紹介した実験装置や機器類は、すべて技術者の匠の技の組み合わせによって生み出されたものです。それらの匠の技の基本とも言える「きる・けずる」「まねる」「みがく」という3つの「技」を、様々な資料を用いて紹介しています。

「きる」ここでは動物組織と木材組織の標本の作り方を紹介しています。ミクロトームなどには直接さわることができます。また実際にラットと木材の組織標本を観察することもできます(図14)。

「まねる」ここに展示してあるスケッチは、1950年代に名古屋大学医学部の技官木戸史郎さんによって描かれ、現在も名古屋大学医学部の実習や教科書で使われています。また、ここに展示してあるム



図14 コーナ - 4 : 「きる」の展示



図15 コーナ - 4 : 「みがく」の展示風景



図16 コーナ - 4 : 岩石研磨資料

ラージュは、名古屋大学医学部で作られた皮膚科で見られた症状のろう模型です。「ムラージュ」とは、フランス語で「模型」のことです。本物そっくりに作られ、医学部の教育に非常に役立ちました。とくに「天然痘(てんねんとう)」のように、今では実物を見ることのできない病気の標本もあり、たいへん貴重な資料となっています。

「みがく」ここでは名古屋大学理学部の技官與語節生さんによって作られた岩石や化石の薄片が展示してあります。研磨する行程によって、石の薄さの違いを紹介するだけでなく、いろいろな薄片の観察や偏光板を使った薄片の色の違いを展示で示しました(図15, 16, 17)。



図17 コーナ - 4 : 金属研磨資料

コーナー5:「匠の技に挑戦してみよう」(体験コーナー)

ここでは、「『みがく』まねる」技への挑戦コーナーとして、岩石研磨とエビと茄子の模型の色付けを体験できるコーナーを設置しました(図18)。



図18 コーナ-5の風景

The 7th Special Exhibition of the Nagoya University Museum

(17 March - 30 July, 2004)

Masterpieces of the Technicians' Craft

The present exhibition is an attempt to display masterpieces of the technicians' craft that has been used in original research and educational work at Nagoya University. As well as acknowledging the importance and craftsmanship of our technicians, the exhibition introduces young people to a potential career they might not have thought about before.

All the exhibits have been produced by technicians at Nagoya University since its foundation. The display shows the great sophistication and technical skill involved in making instruments for experimental work. It also shows the extraordinary level of craftsmanship achieved in the fields of design modelling, cutting and polishing.

A Challenge for ultra-microscopic world

The 1940s saw the initiation of technical work in the School of Engineering. By the 1980s skills had developed to such an extent that this *tensile device for an electron microscope* had been produced. Its function is to reveal, at the nano-scale, the process of deformation of metals in-situ. The machine, created in the Electron Optics Laboratory, was the first anywhere in the world to be able to achieve this feat.

Craftsmanship for research in the Earth, Universe and Life Sciences

It is not only lab-based work that needs the special skills of the technician. Fieldwork also requires such craftsmanship. Since 1970, many original pieces of experimental equipment have been produced in the School of Science. These have allowed new results to be gained in the Earth and Life Sciences, and also in the study of the universe. As an example, the accumulated experience of technicians, acquired over many years, is now supporting fundamental technology for Japanese aerospace exploration.

Glass works support prize-winning research

All laboratory experiments need tools and equipment made of glass. These extraordinary devices are made from simple starting points - glass tubes and other everyday materials. Out of such simple beginnings, artistic and original experimental masterpieces have been produced. Here, we present one of the pieces of equipment that was used by Prof. Dr. R. Noyori in his brilliant research that was awarded the Nobel Prize for Chemistry in 2001.

The Skills of the Technician 'modelling', 'cutting' and 'polishing'

Simple modelling, cutting and polishing are the technical basis for making any type of equipment. But only the most skilful craftsmen are capable of creating true masterpieces. Visitors will be able to appreciate the exceptional quality of technicians' work by using many senses in touching and feeling real pieces of equipment.


会期中に実施した特別講演ほか行事一覧

実施日	特別展に関わる行事一覧（特別講演・一般公開・博物館コンサート（NUMCO））
平成 16 年 4 月 22 日	第 31 回名古屋大学博物館特別講演会の開催 「名古屋大学の匠の技：その失敗と成功」 名古屋大学理学部・理学研究科技術部第一装置開発班技術班長 増田 忠志
平成 16 年 5 月 20 日	第 32 回名古屋大学博物館特別講演会の開催 「地質年代学の最前線を支える石工技術」 名古屋大学年代測定総合研究センター教授 鈴木 和博
平成 16 年 5 月 27 日	第 11 回名古屋大学博物館コンサート（NUMCO）の開催 「オカリナと尺八のアンサンブル」 名古屋市立大学教授加藤いつみ（オカリナ）飯田勝利（尺八）
平成 16 年 6 月 6 日	第 33 回名古屋大学博物館特別講演会の開催 「生きている金属」 名古屋大学名誉教授 井村 徹
平成 16 年 6 月 23 日	装置開発室一般公開 “大学の内部をのぞいてみよう”
平成 16 年 7 月 22 日	第 34 回名古屋大学博物館特別講演会の開催 「世界の広がりを知る」 名古屋大学理学研究科教授 佐藤 修二

会期中に配布した子供向けパンフレット


さがしてみよう かんがえてみよう

第7回名古屋大学博物館特別展
名古屋大学の研究・教育を支えた
匠の技



大学では先生以外にもいろいろ
な人が働いています。

その人達の中には ほかにはまね
が出来ないような技術をもっていて
研究や教育の手助けをしています。
この特別展では名古屋大学の研究と
それを助けている技術を紹介します。



長さ1ミクロンは
1ミリの何分の一
なんだろう？

電子顕微鏡という機械は普通で
は見えないような小さな物を見る
ために作られました。

電子顕微鏡の中で観察したい物の
動きを画面で見たらどうなるでしょう？
1万倍に大きくした世界では1ミリメー
トルすらただけでも画面では10メー
トル動いて見えます。


だから電子顕微鏡の中で、本当に
こまかく、こまかく動く機械を作り出す技
術が必要でした。

星の観測には光だけではなく
赤外線や電波などを捕らえる
望遠鏡も使われます

電波望遠鏡の金属ミラー(かがみ)は
どんな機械をつかっても満足に仕上げ
ることはできません。

最後は技術者の手によって、作られ
(みがかれ)完成します。

スペースシャトルに
乗った望遠鏡も
あるんだよ
どこにあるか
探してみよう





ノーベル賞をとった
研究でも技術者は
手助けをして
いたんだよ

ガラス実験装置はガラス管から
作ります

技術者の手でガラス管を上手に組み
合わせる事によって、ふくざつな実験装置
も作ることが出来ます。

ガラスって あつく
すると水あめみたい
にとけるんだね



みがく
まねる
きる
???

技術者にはいろいろな人がいます。

上手に模型を作ったり
絵を書いたり
石をうすく、うす～く、けずったり
(みがいたり)

でもだんだん上手に出来る人が
少なくなってきました。

大学にもいろんな
しごとがあるんだな～



はなしを
きいてみよう



4/22(木) 午後3時から
「名古屋大学の匠の技:その失敗と成功」
増田忠志 名古屋大学理学部技術部

5/20(木) 午後3時から
「地質年代学の最前線を支える石工技術」
鈴木和博 名古屋大学年代測定総合研究
センター教授

6/6(日) 午後2時から
「生きている金属」
井村 徹 名古屋大学名誉教授

場所: 博物館講義室
入場無料