

# G - COE 「宇宙基礎原理の探求」「ものづくり技術支援室」における

## 技術職員の任務と「ものづくり講習会」の実施

荒川 政彦<sup>B)</sup>、飯嶋 徹<sup>A)</sup>、石川 秀蔵<sup>D)</sup>、石原 大助<sup>A)</sup>、伊藤 有男<sup>D)</sup>、香月 真澄<sup>D)</sup>、  
金田 英宏<sup>A)</sup>、河合 利秀<sup>D)</sup>、小林 和宏<sup>D)</sup>、佐藤 利和<sup>D)</sup>、鈴木 和司<sup>D)</sup>、鈴木 一仁<sup>A)</sup>、  
立花健二<sup>D)</sup>、鳥居 龍晴<sup>D)</sup>、中村 光廣<sup>A)</sup>、福田 高宏<sup>D)</sup>、増田 忠志<sup>D)</sup>、松岡 博<sup>D)</sup>、  
松下 幸司<sup>D)</sup>、水野 亮<sup>C)</sup>、三輪 治代美<sup>D)</sup>、渡部 豊喜<sup>D)</sup>

<sup>A)</sup>名古屋大学理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻

<sup>B)</sup>名古屋大学環境学研究科 地球環境科学専攻

<sup>C)</sup>名古屋大学 太陽地球環境研究所

<sup>D)</sup>名古屋大学全学技術センター教育研究技術支援室

### 概要

私たち名古屋大学全学技術センター教育研究技術支援室・装置開発技術系は大学の幅広い研究分野の中でもとりわけ宇宙素粒子物理学において、教員や大学院生と協力して独創的なアイデアの実験・観測装置を開発し、世界をリードする多くの研究成果に結び付けてきました。

私たちは「宇宙基礎原理の探求」を目的とした G-COE「ものづくり技術支援室」に参加し、教員と協議しながら「ものづくり講習会」などの G-COE プログラムを推進しています。今回は、G-COE 中での技術職員組織の役割と、教員とのフレンドリーシップの構築に焦点をあてて報告します。

### 1 G-COE の目的

名古屋大学 G-COE プロジェクト「宇宙基礎原理の探求」は、素粒子から太陽系、そして宇宙全体を研究対象として、包括的な宇宙の理解をめざす拠点を形成し、教育研究を推進するものです。

名古屋大学理学研究科は電波望遠鏡なんてん(チリ)や、光の望遠鏡 IRSF(南アフリカ)と MOA(ニュージーランド)など、独自の観測装置を海外に設置して、最先端の研究成果を次々と挙げています。また、LHC 実験や B-Factory、さらには OPERA ニュートリノ振動実験、あかり赤外線衛星、すざく X 線衛星、EISCAT 電離圏観測など、大規模な国際実験・観測にも主体的に参加しています。

世界から注目される最先端の研究成果を生み出しているのは、独創性あふれる実験・観測装置の開発ができる「ものづくり」の拠点となる技術組織(工作室、装置開発系)を維持発展させてきたことが重要であると外部評価(2001年)は指摘しています。

この G-COE は、名古屋大学理学研究科に根付いた「ものづくり」文化をユニークな存在として評価した上で、その継承と発展を通して素粒子宇宙物理学分野の若手研究者育成をめざすことを目的にしています。

## 2 ものづくりのための技術支援室

G-COE プロジェクト「宇宙基礎原理の探求」の重要な柱として、「新たな技術を開発することで新たな物理現象を解明し、それによって新たな物理を切り拓く」という名古屋大学理学研究科伝統の「ものづくり」の精神と高度な技術を継承し発展させることを目標に定め、G-COE 運営委員会及び企画委員会の下に「技術支援室」を設置しました。この技術支援室は拠点の教育研究の技術を支えている技術組織（全学技術センター・教育研究技術支援室・装置開発技術系及び計測制御技術系）も参加し、教員と一体となって、名古屋大学の「ものづくりの伝統」の継承と発展、技術基盤の共有、実験・観測のための確かな基礎力の養成を目指し、様々な施策を実行する「核」です。図1にG-COEに参加している研究分野と技術との関係を示します。

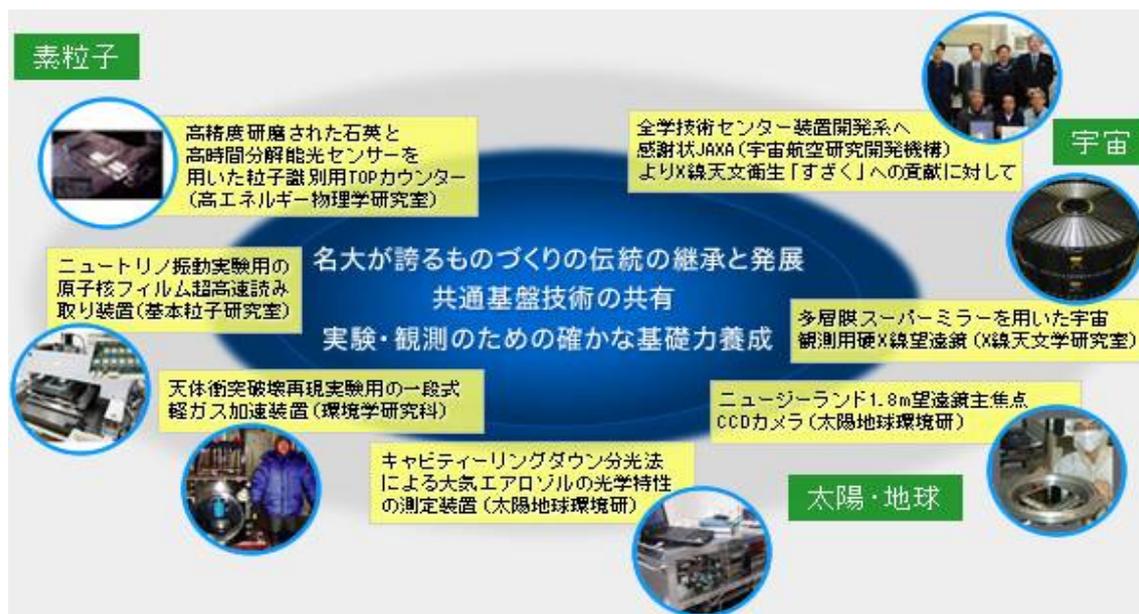


図1. G-COEに参加している研究分野と主な実験・観測装置（G-COE ホームページから引用）

「全学技術センター教育研究技術支援室・装置開発技術系」は、法人化以前の、理学部装置開発室、物理金工室、ガラス工作室、電子情報技術室が集まったものです。大学には教育研究を支える「ものづくり」= 実験・観測装置を自分たちの手で作る = のための基本的な施設（工作室）や装置（工作機械や測定器など）があります。しかし、大学法人化後の運営費交付金削減によりこれらの施設や装置の整備・更新が困難となりつつあります。

全国的に見るとものづくりに関わる技術組織の主流は工学系で、名古屋大学理学研究科の装置開発グループは例外的な存在となっています。従って、私たちが理科系の教育研究を支える技術組織として新たな方向性を示すことは大きな意味があると考えています。

2001年の外部評価では、最先端の設備というよりは既存の枯れた技術を上手に使い、最先端の研究成果に結びつけているところに大きな関心が寄せられました。これを可能にしたのは技術職員をある程度の集団で維持し、切磋琢磨する環境を保ってきたことと、研究者と技術職員の相互信頼に裏打ちされた協力・共同の関係 = フレンドリーシップの存在です。これらを背景として、技術支援室は研究者と技術職員のフレンドリーシップを運営の形にまで実現しているところに大きな特徴があります。

余談ではありますが、今回のG-COE資金で、従来予算（運営費交付金に配分）では整備・更新が難しかった機械設備（ワイヤー放電加工機、小型精密旋盤、FEM、大型三次元測定器、3D-CAD、コンターマシンなど）を更新することができました。これも研究者からの信頼と期待の現われだと考えています。

### 3 ものづくり講習会

名古屋大学における宇宙素粒子物理分野の「ものづくり」の文化の一端は「工作実習」によってはくぐまれたものです。こうした認識の上に立ち、G-COE 技術支援室は第一装置開発、第二装置開発、電子情報で独自に行われていた工作実習を G-COE の「ものづくり講習会」として位置づけ、統合・整備して実施することになりました。

#### 3.1 機械工作実習の歴史的経緯

「機械工作実習」は、長い間、第一装置開発（旧称：理学部金工室）と第二装置開発（旧称：物理金工室）で別々に実施していました。

第一装置開発は機械設計に重点を置き、1週間（5日間）をマンツーマンで指導する方式をとり、自由課題としてもものづくりのプロセスを重視しています。それに対し、第二装置開発は旋盤やフライス盤の基本的加工機能を網羅した工作課題を設定し、機械の操作方法を指導する方式でした。

第二装置開発は30年ほど前（物理金工室時代）からものづくりのプロセスを重視した自由課題に切り替え、実験物理系の大学院生全員を受講対象とするため、実施機期間3日間に短縮し、2名の受講者に対し1名の技術職員というセットで、安全



写真1、機械工作実習の様子

な機械操作方法を中心とした指導内容に改めました。大学院重点化以後は概ね60名の受講者数となり、安全教育ビデオや機械工作マニュアル（独自に執筆、編集）を整備し、設計には3D-CAD（SolidWorks）を使うなどの改良を重ねてきました。しかし、全学技術センターとして組織化された後も、第一装置開発と第二装置開発の機械工作実習の指導内容を統一するには至らず、課題として残っていました。

これとは別に、ガラス工作室は独自に学生を対象としたガラス工作実習を実施していました。

電子情報グループは、理学部技術部発足以後、高度な電子回路とコンピュータ制御の連携した技術分野を担う新しい技術集団として形成されました。そして、全学技術センターに移行したときに、第一装置開発、第二装置開発、電子情報、ガラス工作の4グループで装置開発系となりました。

この間、電子情報グループは回路技術の基本的な設備を整え、表面実装を可能とした4層基板製作技術を確立し、これを土台に直接研究に貢献するだけでなく、電子回路実習を実施できるようになりました。

#### 3.2 G-COE ものづくり講習会の概要

技術支援室では、ものづくり講習会の企画において、機械工作系の講習会を実施してほしいとの要望がありました。第一装置開発と第二装置開発は従来の機械工作実習そのものを G-COE 「ものづくり講習会」として位置付けてほしいという提案を行い、議論を進めました。その結果、G-COE 関連研究室の若手研究者（修士課程の学生、若手教員）が従来の機械工作実習を受講することを「ものづくり講習会・基礎コース」として認定することにしました。さらに、新しく整備された設備や特徴ある設備、実験観測を進める基礎技術から7項目を選び、「ものづくり講習会・応用コース」として企画・実施することになりました。

ものづくり講習会の議論を進める過程で、第一装置と第二装置の機械工作実習における指導内容を統一することも重要な課題となりました。

ちょうど第二装置が編集・製作した「機械工作マニュアル（2006年度版）」が品切れになったので2010年

度改訂版の準備をしなければならないという事情もあり、第一装置開発と第二装置開発が共同して「機械工作マニュアル」の改訂（名称も機械工作実習テキストと改める）を行うことにしました。

こうして、第一装置開発と第二装置開発の課題であった機械工作実習指導内容は、一緒に作った「機械工作テキスト」を使い、工作機械の安全な操作方法及びものづくりのプロセスを重視した指導内容に統一できることになりました。これは私たち技術組織にとっても大きな前進です。

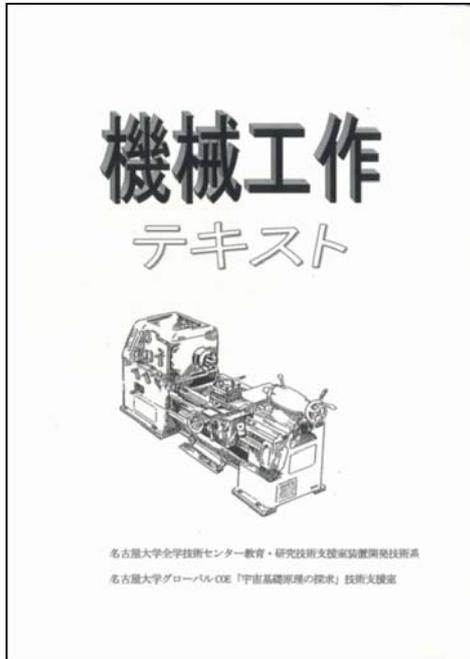


写真 2、機械工作テキストの表紙（案）



写真 3、機械工作テキスト本文（抜粋）

2009年機械工先実習の受講者総数は53名、このうち、G-COE ものづくり講習会基礎コース36名、応用コース3名がG-COE ものづくり講習会の実績となりました。

電子情報グループも従来の電子回路実習を基礎に、はんだ付け技術から始めて電源などの簡単な電子回路を製作する「初心者コース」、回路や基板設計・製作・調整といった一連の作業を体験する「初級・中級コース」を企画・実施。初歩コース8名、初級コース1名が今年度の実績です。

### 3.3 装置開発グループが実施する機械工作実習（ものづくり講習会基礎コース）

装置開発グループが実施する機械工作実習の実施期間は3日間となっていますが、この期間中に旋盤及びフライス盤の安全な操作方法を覚えながら受講者が設計した部品を製作します。自由課題のため、実習を指導する技術職員は受講者に設計のイロハから指導・教育します。実際には実習の3日間だけでは課題の部品が完成しないことも多いのですが、工作機械の安全な操作方法と加工の原理やプロセスを重視する立場から、これを可としています。未完成の場合は実習終了後から完成するまで担当の技術職員が継続して指導します。実習前後の実質的な技術職員による指導時間は実習の前後を含め40～50時間に及びます。このようなことから、機械工作実習の受け入れ可能な受講者数は年間60名程度が一つの限界となっています。

実習受講希望者は歴史的な経緯から、理学部の実験物理系が中心です。今回のG-COE拠点である宇宙・素粒子物理学分野（地球物理・環境学、太陽地球環境研究所も含む）だけでなく、物性、生物、化学など理学部を中心に広い研究分野の受講者となっています。環境医学などこれまでになかった分野の研究者からも注目を集めており、全学技術センターの装置開発部門としての認知度が徐々に広がっています。

私たち装置開発グループの技術業務は、直接研究に関わる技術開発業務と、機械工作実習のような教育的業務をバランスよく実施していくことが重要であると考えています。装置開発の資源を考えると、従来の機械工作実習と回路実習を実施したうえで、新たに講習会を開催することは困難です。この章の最初に述べた

ように、従来の機械工作実習や回路実習を G-COE ものづくり講習会として位置づけることで、無理なく G-COE の目的を達成することが可能となりました。こうした柔軟な対応がとれるところにも、理学部の技術職員と教員の信頼関係を背景としたものづくりの伝統がよく反映していると考えています。

### 3.4 ものづくり講習会応用コース

ものづくり基礎コースを受講した人がさらに専門的に研究を支える技術に触れ、研究への刺激になるようにと設定したのが応用コースです。

応用コースでは、第一装置、第二装置の特徴ある技術や装置に関する講習を、概ね 1 日かけて実施できるプログラムとしました。応用コース受講者は少なく、各課題で何を受講者に伝えるかといった思想に統一性を欠くなど、いくつかの反省点がありましたが、初めてこのような取り組みを実施したことで、改めて技術職員がどのような視点で教育研究へ寄与するかを考える機会を得ることとなりました。

以下に、ものづくり講習会応用コースの実習課題を列挙します。

1. 3D-CAD を用いた三次元設計
2. 幾何公差と三次元測定器
3. 真空漏れ試験
4. ワイヤ放電加工機による高精度加工
5. ダイヤモンド CNC 旋盤による超精密加工
6. 非接触三次元測定器による高精度測定
7. 有限要素法 (FEM) による構造解析

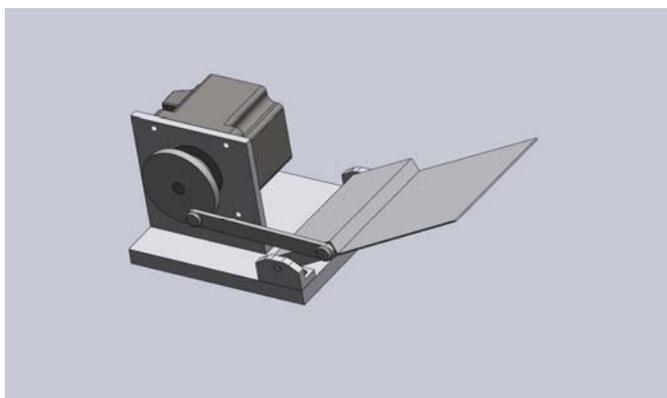


図 2、3D-CAD によるシャッターの設計

### 3.5 電子回路実習

電子回路実習は電子情報グループが企画、実施しています。電子回路技術に興味を持つ大学院生を対象に、受講者数 20 名まで対応できるように準備しました。

初心者コースとして、「半田付けは始めて」レベルを対象とした実験用電源・テスト信号発生器の製作を、初・中級者コースとして、低速・高速デジタイザとソフト開発を行うというプログラムです。

以下にその内容を紹介します。

(初心者コース)

- ・実習に必要な資料等の配布と説明、安全に関する知識の確認
- ・ハンダ付けの練習を軸に電子回路の理解と実装技術の修得を目指す  
3 出力実験用電源回路 ( $\pm 6 \sim 17V$ , 0.2A と 3 ~ 6V, 0.3A)、センサー用定電圧、定電流回路  
テスト信号発生器の製作 (100 ~ 100kHz 程度のクロック + サイン波)

(初級コース)

- ・回路設計、表面実装による基板パターン設計、製作、調整という一連の開発過程を通して低速デジタイザを製作、電子回路技術の総合的な修得を目指す
- ・受講者は各自ノートパソコン (WindowsXP+HDD スペース 10G 程度) を持ち寄り、アナログ 2 チャンネル、デジタル 8 チャンネルの PIC によるインターフェースを開発、回路 CAD、PIC 用ソフトなどの開発環境の整備、PC 側のモニタ用ソフト開発を含む

初心者コースの実習を進める過程で、回路を入れるケースの加工も実習の課題でしたが、これに時間をとられ、次の段階になかなか進めないグループができてしまいました。この問題を解決し、よりよい実習の課題に練り上げることが今後の課題です。

## 4 ものづくりセミナー

素粒子宇宙物理学分野に関連する先端技術の開発現場にいる人や、外部の専門家や関連企業の技術開発に携わっている方々を講師に招いてセミナーを開催しました。ここにも技術職員が講師となっています。

これまで実施された「ものづくりセミナー」の表題と講師を紹介します。

第1回ものづくりセミナー：2009年5月26日(火)17:00-18:00

「極限性能を目指した『ものづくり(光センサ)』」

須山 本比呂氏(浜松ホトニクス株式会社)

第2回ものづくりセミナー：2009年6月30日(火)16:30-18:00

「幻の月探査衛星ルナー-A計画 -

ペネトレータ搭載用月震計姿勢制御機構の開発 -」

増田 忠志氏(名古屋大学全学技術センター)

「理学系ものづくりとその社会的評価」

河合 利秀氏(名古屋大学全学技術センター)

第3回ものづくりセミナー：2009年7月31日(金)17:00-18:00

「手作り観測装置、宇宙を飛ばす - ものづくりはおもしろい -」

川田 光伸氏(名古屋大学理学研究科)

第4回ものづくりセミナー：2009年10月28日(水)17:00-18:00

「超伝導量子デバイスの開発により切り開くミリ波～

テラヘルツ波帯電波天文学・地球惑星大気環境観測」

前澤 裕之氏(名古屋大学 太陽地球環境研究所/理学研究科南半球宇宙観測研究センター)

第5回ものづくりセミナー：2009年12月08日(火)17:00-18:00

「マイクロ一眼 オリンパス ペン EP-1の企画立案について」

小川 治男氏(オリンパスイメージング株式会社)

第6回ものづくりセミナー：2010年1月14日(木)17:00-18:00

「デジタルカメラの歴史と新システムカメラの提案」

植松 道治氏(パナソニック株式会社 AVC ネットワークス社)



写真4、ものづくりセミナーのポスター

### 4.1 ものづくりセミナーにおける技術職員の発表概要

第2回ものづくりセミナーにおける講演の概要を紹介します。

(注：以下の2項目はG-COEホームページより抜粋したものです)

・「幻の月探査衛星ルナー-A計画 - ペネトレータ搭載用月震計姿勢制御機構の開発 -」(増田)

ペネトレータとは惑星表面に無人科学計測ステーションを展開するためのミサイル型の機器運搬体のことであり、今から10年程前に打ち上げが予定されていた。月に高感度月震計、熱流量計を搭載して月面に貫入させ、月の裏側の地殻構造や中心核の大きさを調査する計画であった。ペネトレータは、月面に垂直の角度で月面下2~3mの深さに貫入し、その後には月の重力方向に対して取付角を補正するための姿勢制御機構を装備する必要がある。この制御機構には以下のような多くの技術的諸問題を解決する必要があった：(1) 使用環境が-40度、超高真空、10000Gに耐える、(2) 月軸に対して0.1度程度で高精度の位置制御ができる、(3) 超軽量(総重量2kg以下)。理学部装置開発室は、非常に広範囲な技術を保有しており、それらの個々の技術を有機的に結びつけ1985年から10年程度かけて世界に先駆け、この姿勢制御機構プロトモデルを独自の技術で開発した。「大学の装置開発室や研究室でしかできないことがある」ことを知ってほしい。

## ・「理学系ものづくりとその社会的評価」(河合)

金工室は研究室との技術開発業務、機械工作実習とオープンショップという2つの技術展開を行い、ホームページで紹介してきました。「実験装置を作るための工作教室」は実習を終えた人に見てもらえるよう、実習では体験できなかった様々な加工方法や応用例を具体的な写真を多用し、短いコメントで要点を紹介しています。このホームページは2004年頃より全国的に有名になり、googleやyahooなどの検索サイトで常に

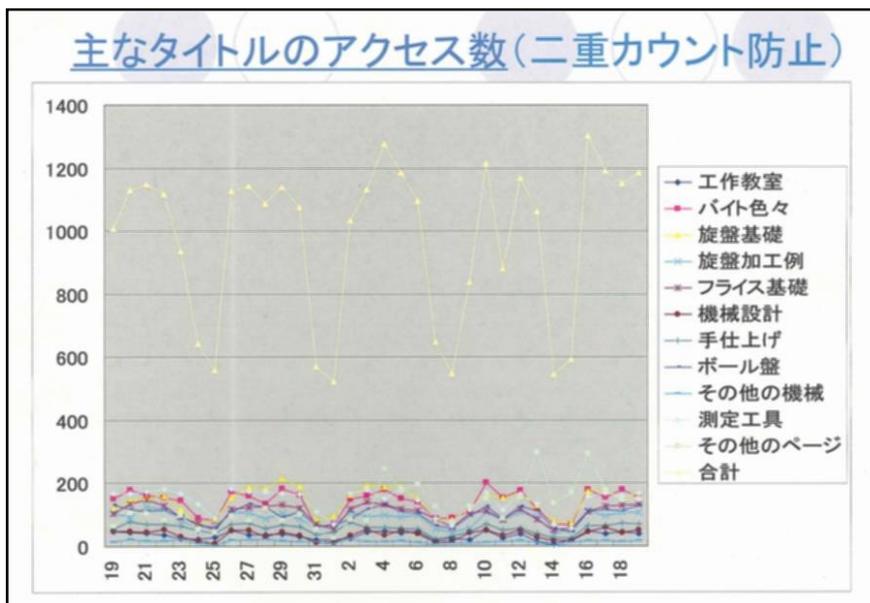


図2、河合の講演のPPデータ(抜粋)

上位にリストされるようになりました。これが、機械技術系大手出版社編集者の目にとまり、執筆依頼をいただくことになりました。一般的に日本におけるものづくりに関する書籍は大企業と大学の工学部の研究者が主体であり、機械工作に関する教科書は工学部関係者が執筆してきました。そんななかで、理学部の技術職員である私が執筆者に選ばれたことは異例なことだと思います。しかし、編集者は私達のものづくりのありようが基本に忠実で、わかりやすく、現に日本のものづくり現場で困っている人たちのよりどころになっていると評価されたのです。今回の講演では、執筆にいたる経緯とホームページのアクセス解析の結果を紹介し、社会的な評価について紹介します。(以上、抜粋終了)

### 4.2 ものづくりセミナーの講師となって

私はものづくりセミナーの講師に指名された後で、技術職員の側から「ものづくりセミナー」で何を伝えたいかを考え、技術職員の存在意義について自問自答を繰り返しました。

現在の大学のありようを見たとき、私は技術職員の将来に不安を持っています。効率優先で成果ばかりが追及される状況は技術職員と教員がじっくりと腰をすえて技術開発に取り組む研究スタイルを徐々に不可能にしています。こうしたなかでも、若い世代にこれまで私たちが培ってきたものづくりの精神を伝えていかなければなりません。大いに悩んだ末、自分たち技術職員が存在したことで何ができたのか、それを世の中はどう評価しているのかを伝えることにしました。

## 5 ものづくり博(ものづくり研究会)

第1回目となる本年は、拠点内の「ものづくり研究」を総括し、拠点の誇るべき「ものづくり文化」の継承と発展を図ることを目的として企画、実施されました。

ここでも技術職員はプレゼンテーションや発表を積極的に行いました。

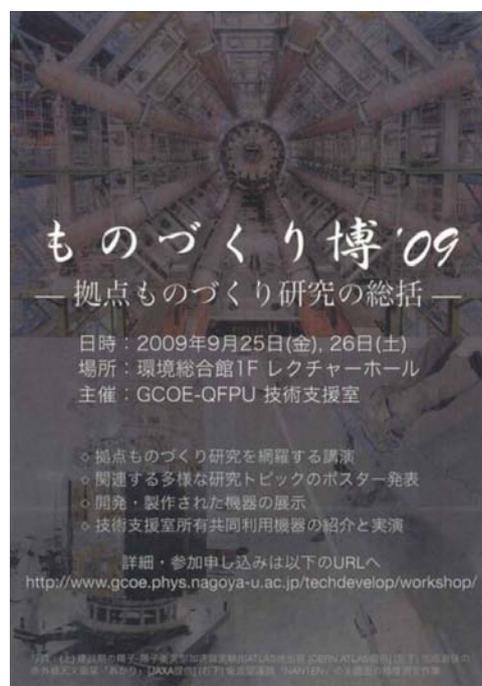


写真5、ものづくり博のポスター

## 5.1 「ものづくり博」の企画概要

多彩な企画が用意されました。以下に主な項目を列挙します。

- 各研究・技術グループの代表者による「ものづくり研究」の紹介講演
- 「若手自発的研究経費」で採択された装置開発関連研究の紹介講演
- 様々な研究トピックについてのポスター発表
- 開発・製作機器の展示
- 技術支援室所有共同利用機器のデモンストレーション

## 5.2 ものづくり博のプログラム

9月25日(金)～26日(土)に開催された「ものづくり博」では、セッションの座長や発表者に技術職員も加わり、教育研究とそれを支える技術の関連を参加者に深く印象付けました。

G-COEの支援で更新・導入された設備(FEMや3D-CADなど)のデモンストレーション、これまでに進めてきた実験・観測装置に関する技術開発・製作機器の展示は、担当者の努力やセンスに任せっぱなしとなり、技術組織として議論できなかったために、決して十分なものとはなりませんでした。研究室のデモや展示と並ぶことで、技術と研究の相補完的な関係が一目でわかる構成になりました。

ものづくり講習会(機械工作実習)受講者の中から特徴的なグループを抽出し、ポスターセッションにて発表するようながし、2グループがそれに応えてくれました。研究とは違う視点でポスター発表に応じてくれた2グループには機械工作実習を受講した成果がよく表現されていました。

ポスターセッションはコンクール形式とし、技術支援室メンバーによる審査で様々な賞をだしました。技術職員が審査員を務めることで教育研究とものづくりの接点を再確認できるよい機会ともなりました。

こうしたことが一体となって、大学の宇宙素粒子物理分野における技術職員の役割と功績がよくわかるものとなり、G-COEの一つの目的である技術の継承が単に技術のみにとどまらず、技術職員と教員の相互関係の構築にあることを示すことができたのではないかと思います。

ものづくり博の詳細は以下のURLにて公開されていますので是非一度ご覧ください。

<http://www.gcoe.phys.nagoya-u.ac.jp/jp/techdevelop/workshop/program.html>

## 6 まとめ

以上述べてきたように、技術職員あるいは技術組織がG-COEに積極的に関わることにより、世代交代が進む教員と技術職員の間を、若い世代間で再構築する「種」を植えることができたのではないかと考えています。

この取り組みによって若手技術職員が主体的に教員との良好な相互関係を構築し、自らの技術を誇れる人生を見定めてほしいというのが、私たち「古手」の技術職員の、共通の思いです。

最後になりましたが、G-COEものづくり技術支援室には全学技術センター教育研究技術支援室、計測制御系(太陽地球環境研究所や地震火山防災研究センター)の技術職員のみなさんも含まれているにも関わらず、本稿では触れておりません。これは運営やフィールドの違いもあって計測制御系の技術職員のみなさんと共同した取り組みには至っていないことから、計測制御系のみなさんと相談の上、本報告を装置開発技術系が関わったことに限定したことになるものです。計測制御系技術職員のみなさんもG-COEものづくり技術支援室の取り組みにおいて大いに奮闘されておりますことを申し添えます。

なお、本稿はKEK技術研究会を元に少し手をいれたものであることをお断りします。