東京大学地震研究所技術報告，No. 3，45-51 頁，1998 年.
Technical Research Report, Earthquake Research Institute, University of Tokyo, No. 3, p. 45-51, 1998.

技術開発室の整備計画と現状

大竹雄次*・浅田鉄太郎*

Future Plan and Present Status of Technical Service Division

Yuji OTAKE* and Tetutaro ASADA*

はじめに

東京大学地震研究所（以下，地震研）では，地震計等に代表される機器の開発が盛んになりつつある．それと共に技術開発室には，開発や高度の機械加工，電子回路の設計製作が要求されるようになっている．この趨勢に対応すること，技術官の組織に技術部の名称を使用することなどの理由から，旧技術部の名称は 1998 年 4 月から技術開発室に変わった．技術開発室は，木工・金属工作関連の部門と電子回路関連の部門でなっている．主な仕事は次のようである．

1. 工作機械や電子計測器をユーザーが利用するための維持・保守.
2. ネジ・抵抗などのユーザーにとって共通的な部品の常備.
3. 金工・木工に関する依頼工作.
4. 技術的なコンサルティング.
5. 工作講習会や電子回路講習会の主催.
6. 他部門との共同または，部門独自の機器開発研究.

活動の時間的な流れとしては，1996 年度初めに，どのように技術部を発展充実させるかを研究所教授会の下部組織である技術部運営委員会（現状は技術開発室運営委員会）で話し合った．そして 5 年程度の短期計画の概略を決定した．この計画や長期充実計画の詳細は次節に述べる．この時期に工作講習会を開始した．また他部門との技術開発に関する共同研究および，地震計の開発に関する独自の活動を開始した．1996 年度末に，金工・木工のみだった仕事の範囲を広げた．それは電子回路の設計・製造，講習会に関連したものである．最新の工作機械や電子計測器を保有する基幹整備も開始した．現在は，より高い技術開発能力を持った技術開発室にすべく，以上の活動を継続している．

計画の概要

技術開発室を充実するために，以下の短期計画と長期計画がある．長期計画は構想の段階である，それについては予算的な問題も含むので，詳細・時期的なことについては，ここでは省く．

1. 短期充実計画

A. 現状では，依頼工作等の対応力が人員不足により不十分である．それを補うためには，教職員・院生等が自ら工作し実験機器等の製作ができるようにする必要がある．このための工作・電子回路の技術講習会を充実させる．

B. 技術開発室として，他部門との機器開発の共同研究および独自の研究開発を充実させる．

C. サービスの拡充として，電子回路の設計製作に関する技術的なコンサルティングを開始する．共通性の高い電子測定器（オシロスコープ等）の貸し出しをする．それに伴う維持管理，回路製作のできる実験室を整備する．

D. 技術開発室の技術レベルを向上させること．ユーザーからの高度な工作要求に対応できること．現状の古い機械の機能を補い，少しでも最近の技術レベルに近づけること．工作物品の再生産性を向上させること．

以上の目的のために NC（Numerical Control）工作機械を導入する．それに付随した機械設計用の CAD（Computer Aided Design）や CAM（Computer Aided Manufacturing）を整備する．この CAD・CAM を整備することで，工作機械の経験の浅い人でも NC プログラムを作れるようにする．また NC 機械の操作・プログラム作成に関する講習会を開催する．

E. 電子回路開発でオリジナリティーを出すには，自前の設計製作が重要である．そのための設計・シミュレーションソフトウエアー，NC プリント基板加工装置等を整備する．

F. 既存の汎用工作機械は老朽化しており，信頼性・機能

1998 年 9 月 4 日受付，1998 年 10 月 30 日受理.
* 東京大学地震研究所技術開発室
* Technical Service Division, Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

面（ねじ切りが不正確等）で問題が多い．故障等により依頼工作に支障が生じることも考えられる．それを防止するために，既存の旋盤とフライス盤の中の各1台ずつは新しい汎用機に置き換える．

G. 配電盤の配線が老朽化しているので，火災の危険等を未然に防止するため，ユーザーが使いやすくするため，電子回路の講習会で配電盤を教えるときに適したものにするため，などの理由で配電盤系を改修する．

H. 技術開発に関するシンポジウムを，技術開発室または運営委員会で主催する．

2. 長期充実計画

a. 技術開発の体制を整える．目標としては，高エネルギー加速器研究機構の工作センタや名古屋大学理学部の装置開発室のように，他部門との協力開発および独自開発ができる体制を整える．ちなみに名大の装置開発室ではACROSS（人工震源），月震計等を開発している．

b. 地震研の技術開発室は，機械，計測制御（電子回路）の両面から開発作業ができるようにする．前記の機関との違いをその点に求め，より高い開発能力をつける．

c. 部門の人員は，研究所の規模から考えて6名程度（機械関連3名，電気関連3名）．d. 機械・電気両方の依頼工作を拡充し，より高度なものにも対応できるようにする．

e. 工作や電子回路製作講習会のカリキュラムを充実させ，院生等の装置の自己開発を可能にする．

f. 現状の古い機械・測定器の全てを，新技術や機器開発に対応できる新しいものと極力入れ替える．この入れ替えで，ユーザの機器利用をより便利にする．

g. 機械・電気的な設計・製作の一連の過程を電子化（設計シミュレーション，CAD・CAM等）する．それによりユーザーが直接，設計・加工に参加できるようにする．

h. 研究所共通の機械・電気関連の部品倉庫としての機能を持たせる．大量購入により部品の価格を下げる．運営は，他部門からの移算方式を考える．

I. 最終的には工作範囲を広げるために，岩石等も加工できる2.5次元NCダイヤモンドワイヤー放電加工機や，樹脂等の2.5次元形状が加工できるNCウオータージェット加工機等の導入を考える．

j. 機器開発に関しては，高エネルギー加速器研究機構の工作センタが行っているように，技術開発室から直接，研究所内の各プロジェクトに人材を派遣する．そして開発品の設計・製作の全てに渡ってサポートする．

以上を実現するためには，予算面・人員面での拡充が必要不可欠である．

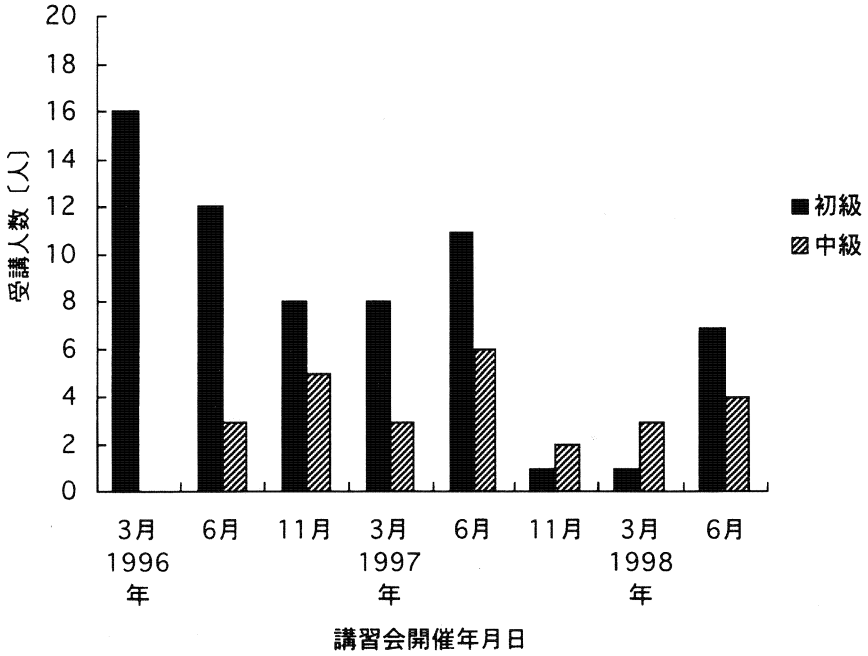

図 1. 工作講習会の受講者数の推移
徐々に受講者が減っていいることがわかる．しかしながら新入生が入ってくる6月は，受講者が他の月と比較して増えている．これが定常時の傾向であろう．初級・中級を合わせて，延べ90人が受講した．

工作および電子回路講習会の現状

技術開発室では，主に大学院生を対象に金属工作技術と電子回路技術の講習会を定期的に開催している（以下，工作講習会と回路講習会）．工作講習会については，技術研究報告の坂上ほか（1997年）に詳細が報告されている．詳細についてはそちらを参照してもらうことにして，ここでは概要を述べる．また回路講習会についても始まったばかりなので，同じく概要にとどめる．

1.　工作講習会

工作講習会は1996年3月から開始された．講習会には技術開発室の概要と利用方法，基本工作法等を講義し，文鎮を製作する初級クラスがある．その上のコースとして中級クラスが有りより実用的なフライス盤によるVブロックの製作または，バイト研ぎと旋盤による六角ボルトの製作を選択するようになっている．それぞれのコースは2日を要し，春，秋，冬に3回実施するようにしている．技術開発室ユーザーは，この初級クラスを受講後に終了バッジ

図 2.　117号室の現状
ディジタルスケール付きタッピングボール盤（右の青色のもの）や
理研のフライス盤用マグネスケール（左側中央）が見える．

図 3.　池貝(株）製のマシニングセンタ“ひとつぼ君”
マシニングセンタはU軸という第4の制御軸が有り，
バイトによるねじ切り等の旋盤的な加工も可能である．
写真右に機械が設置された，113号室の状況

が付与され，工作機械の使用が許可される．図1に，講習会の実施時期と参加人数の推移をまとめる．初級・中級を合わせて，延べ90人が受講した．

2. 電子回路講習会

電子回路の講習会は，1998年3月に第1回目が実施された．参加希望者は20名に及び，その内訳は教職員・PD（学術振興会研究員等）が9名，大学院生が11名であった．その中で実際に受講した人は，スケジュール等の問題で16名であった．講師数，実習内容の問題により1日では講習を行うことができず，3日間に参加者を振り分けて実施した．

講習内容は，実験室にある配電盤の使用方法と電力測定である．100Vや200Vの単相，3相電源についての性質・配線方法等を学ぶ．加えて，オシロスコープ，テスター，メガー（絶縁抵抗計），クリップオン電流計等の基本測定器の使用方法も同時に修得する．

計画ではトランジスタ・オペアンプ回路，ディジタル回路，GP-IBバスによる計測制御等も講習する予定である．現在は準備中であり，今回の講習会の終了後に順次実施していく．講習の開催頻度は，工作講習会に近いものとしたい．

基幹的な実験室・機器の整備状況

技術開発室では，機械加工や開発能力等の向上およびユーザの利便性を向上させるために，短期計画のCからGの項目にある機器・実験室の整備を1996年から実施・継続している．

1. 工作関連の部屋・機械の整備状況

工作室の整備，新規汎用機械の導入

なるべくユーザーが使いやすいように，工作室の機械の配置換えを行った．各部屋の用途を，115号室は軽量金属加工およびNC工作機械の部屋，117号室は中量金属加工の部屋，116号室は金属材料の倉庫兼荒取り加工（シャーリング，鋸による切断）の部屋，112号室は木工および材料の部屋とした．

新しい機械の整備は，なるべく経験の浅い人でも使用できるもので，最近の技術の含んだものを導入する方針とした．現在までに以下の機器が入った．

1. 既存の理研フライス盤用の3軸マグネスケール（ディジタルスケール）1μm精度．
2. あまり経験を必要としないドリル研磨機．25ϕ程度のドリルも研磨可能．
3. チップ交換型の旋盤用各種バイト，フライス盤用のフルバックカッター（平面研削用）．
4. ディジタルノギス（計測範囲0-150mm），ディジタルハイトゲージ（計測範囲0-200mm）等の長さ計測器．
5. ディジタルスケール付きタッピングボール盤（タップによるネジ立てが半自動でできる）．
6. 重量物運搬用のハンドリフター（手動フォークリフト，500kgまで）．
7. 昇降装置付き重量物運搬台車（500kgまで）．

ディジタルスケール付きタッピングボール盤等が導入された，115号室の今の状況を図2に示す．

NC工作機械の整備状況

NC工作機械は1998年の3月に115号室へ納入された．詳細は，本報告の技術業務報告の大竹（1998）に示してある．導入基準は以下の通りである．一般の工作工場と比較して非常に狭い技術開発室の部屋や入り口で，搬入できる最大限の大きさ．なるべく最新技術を取り入れたもの．汎用性があり現状のフライス盤，旋盤等の機能もある程度は補間できるもの．

このような理由から導入されたNC工作機械が，マシニングセンタと呼ばれるものであり，4軸制御の池貝(株)製“ひとつぼ君U”である．図3に，マシニングセンタが設置された113号室の現況を示す．機械の特徴は以下のとおりである（ひとつぼ君カタログ，1997）．

A. 機械自体をいくつかのブロックに分割でき，狭い入り口からでも搬入できる（搬入後，再組立）．
B. 加工範囲も，分解することなく搬入できる機械の1.5倍程度（X：Y：Z軸で560：410：400mm）．
C. U軸と言う第4の制御軸が有り，バイトによるねじ切り等の旋盤的な加工も可能．これは刃物の回転軸にバイトを取り付け，バイトの位置を回転軸から自動的にシフトする機能である．
D. Gコードという，NC機械で一番使われているプログラム言語を使用している．
E. 加工精度は，空調がされている部屋なら（数℃の変化）絶対精度で10μmm，相対精度で3μmm程度である．

現在は試験加工を終了し，順次，操作・プログラミングを習熟するようにしている．習熟した段階で，ある程度の依頼加工も受け付ける．しかしながら人員不足なので，講習会を開きユーザーに直接使ってもらう体制を整える．

機械工作関連のCADとCAMの整備について

導入したマシニングセンタと接続できるCAD・CAMシステムを考えている．それは，CADで機械設計したデータを，CAMを使いNC工作機械で使用できるデータに変換する．その変換されたデータをコンピュータに接続されたマシニングセンタに送り，動作させる．またはコンピュータでの直接制御運転（DNC運転）も行う．

以上のことが安価にできるシステムは，市販では数少ない．現在選定しているのは，浜松合同製の2.5次元CAD・CAMシステムである（ナスカCADカタログ，1997）．3次元でもなく機能も豊富とは言いがたいが，数十万円で購入できる本格的なCADシステムはこれくらいである．他に，

NC プログラム（G コード）によって刃物の軌跡を描画でき，プログラム作成後に RS 232 C でマシニングセンタに転送可能なものがある．このプログラムも NC プログラムのデバックには必要不可欠であり，導入予定である．

配電盤系の改修

1997 年と 1998 年の 2 年間で，今まで地震研の職員の手配線だった配電盤系の配線を，電気設備設置基準に準拠した方法で順次改修している．同時に老朽化した配電盤も，新しいものに順次交換している．113・115 号室は終了し，117 号室は一部終了した．本年度は，117 号室の残りの一部と電子回路実験室（123 号室）を整備する予定である．

2.　電子回路工作関連の整備状況

電子回路実験室の整備

電子回路実験室（123 号室）の整備は 1997 年 4 月頃から開始し，ほぼ終了したのが 1997 年の末である．内部のようすを図 4 に示す．この実験室は，技術開発室による電子回路の講習会や地球惑星物理の学部実習，一般ユーザーに使用されている．

内部には，回路製作用の作業台やオシロスコープ等の計測器，工具が常設されている．それらを使用することで，電子回路製作・計測が行える．

図 4.　電子回路実験室（123 号室）の現状
常設されているオシロスコープ等の計測器や計測・制御用のパソコンが見える．

表 1.　技術開発室に常備されている主な電子計測器

品　　目	数　量	会　　社
FFT アナライザー	1 台	ヒューレットパッカード
精密 LCR メータ	1 台	ヒューレットパッカード
ディジタルオシロスコープ（500 MHz 帯域）	2 台	ヒューレットパッカード/ソニーテクトロニクス
ポータブルディジタル オシロスコープ（100 MHz 帯域）	2 台	ソニーテクトロニクス
アナログオシロスコープ（100 MHz 帯域）	1 台	菊水
シンセサイズドファンクション ジェネレータ（15 MHz）	2 台	ヒューレットパッカード
アナログファンクション ジェネレータ（50 MHz/10 kHz）	1 台/2 台	ヒューレットパッカード/NF 回路ブロック
信号発生器（1 MHz/450 MHz）	1 台/1 台	リーダー
6 と 1/2 桁ディジタルマルチメータ	3 台	ヒューレットパッカード
ハンディディジタルマルチメータ	2 台	ソニーテクトロニクス
3 出力電源（6V，±25）	4 台	ヒューレットパッカード
250 MHz 周波数カウンタ	1 台	ヒューレットパッカード
ガウスメーター	1 台	横河

電子回路実習・貸し出し用共通測定器の整備

電子回路の講習会に測定器が必要であったことと，各研究室で個々に購入するには高価な測定器を，技術開発室に共同利用測定器として常備する構想があった．それに従い電子測定器を購入・整備した．表1には既存のものや新たに整備した測定器で，現在所有している代表的なものを示す．短期整備計画のE項のNCプリント基板加工機や回路シミュレーション用のソフトウエアーは，1998年度に予算を付けてもらい現在選定中である．基板加工機は，東大内の他の部局でも実績があるミッツ製（100万円前後，ミッツカタログ，1997）のものを考えている．回路シミレーションソフトウエアーは，その方面では実績のあるスパイス（SPICE Catalog，1997）を選定しようと考えている．

ユーザーの技術開発室の利用および依頼工作の状況

技術開発室のユーザーの主な利用目的は，ネジ，金属材料等の消耗品の持ち出し，工作機器・測定器具の使用，機械測定工具・電子計測器の借り出しである．整備を始めて2年程度であるが，表2にその間のユーザーの利用数を載せる．また表3に，技術開発室を使用して製作または制作中の主な物品を列挙する．

技術開発研究の現状

技術開発室の研究開発は，依頼工作も含んだ形の他部門との共同のものと部門独自のものに分けられる．共同開発的なもので技術開発室のメンバーが科研費の共同研究者になっているものは，前項に示したACROSS（精密周波数制御回転型震源，代表者，東原教授）と，新しい高温熱水変形・透水・粒界拡散システムの開発に関連した2件（代表者，嶋本教授）の計3件．その他に，V-F（電圧—周波数）変換を利用した地震波の記録回路の開発を，堀研究室と共同で行っている．

地震研究所では地震計開発の横断プロジェクト（代表者，森田助教授）が走り始めている．この横断プロジェクトにも技術開発室は協力している．その一例として，地球計測部門の新谷氏とも共同研究をスタートしようとしている．独自のものとしては，このプロジェクトに関連したもので，磁気バネを利用した振動検出器の開発を科研費（代表者，大竹）により行っている．

表 2. ユーザーの技術開発室の利用状況

（8月24日現在）

項　目	1996年	1997年	1998年
工作機器の使用	98件	150件	79件
工具・機械計測器等の貸し出し および部品・材料の持ち出し	131件	237件	63件
電気関連計測器等の使用・借り出し （1997年度末頃から始まった）		20件	25件
電気関連の部品等の持ち出し		74件	21件
依頼工作	22件	30件	15件

表 3. 技術開発室を利用した主な製作物品
（表中の下の3つは，他部門との共同開発品または独自開発品である）

工作物・数	部　門	製作者・依頼者
小型ACROSS装置・1,	流動破壊部門	山下氏
一般公開用水槽実験装置・1, （マグマ実験関連）	流動破壊部門	宇田川氏
超高圧実験装置用ステンレス座・13,	地球ダイナミクス	三部氏
レーザー実験装置用アルミホルダー・1,	地球計測部門	新谷氏
観測計器用アルミケース・1,	地震予知情報センタ	鷹野氏
プロトン磁力計用ソーラーパネル架台・5, 同，観測計器部品取り付け	地震予知推進センタ	石川氏
強震計アレー用地震計台座・60,	地殻変動観測センタ	坂上氏
岩石表面荒さ計用センサ台座・1,	地震予知推進センタ	大中氏
岩石切断・研磨用ジグ各種,	地震予知推進センタ	加藤氏
アクリル実験水槽・1,	流動破壊部門	小屋口氏
ACROSS設計・製造・1式,	地球計測部門	東原・大竹氏
V-F変換を利用した地震波の記録回路・1式,	地球流動破壊部門	堀・大竹氏
磁気バネを利用した地震計・1式	技術開発室	大竹氏

ま と め

当初，短期計画で予定した整備は，地震研究所所長，教授会等の御理解，運営委員会の各委員の御助力によりかなりのペースで実現しつつあり，感謝するしだいである．このような整備の結果は，表2の利用者の増加ぶりにも反映されていると思う．さらに講習会などは，まだ統計が十分とは言い難いが，新入生の入る年度初めが多く後半は減る傾向にある．これも講習会が定着してきた結果と言える．電子回路関連も，講習会を開催でき何とか始動させた．この講習会後に，電子計測器の借り出し指数，コンサルタントの数が急増している．これも今まで述べてきた整備の結果の表れと思われる．開発関連の仕事の拡張も，現状の人員では本文中で書いたもの以外は，それが終了しない限り難しいものがある．だが徐々に成果を出さなければと考えている．

技術開発に関するシンポジウムは実現してない．他が優先になり，押されて開催が延びた格好である．遅くとも2—3年以内には，開催したいと考えている．

長期計画は部屋，予算，人員的な問題を含み困難な点が多い．現状では，これは単なる筆者の構想にすぎないが，一歩一歩実現に努力するつもりである．

文 献

ひとつぼ君カタログ，1997，池貝(株)．
ミッツカタログ，1997，ミッツ(株)．
ナスカ CAD カタログ，1997，浜松合同(株)．
大竹雄次，1998，技術業務報告，本報告集．
坂上実，大竹雄次，浅田鉄太郎，是沢定之，1997，東京大学地震研究所技術研究報告，No. 2，152-160．
SPICE Catalog, 1997, Intusoft.