

理学部における 「ものづくり文化」の形成と継承

KEK技術組織シンポジウム

2014年1月15～16日

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

主席技師 河合利秀

理学部における「ものづくり文化」の形成と継承

物理金工室から41年、技術職員人生を振り返りつつ

2014年1月16日 KEK技術組織シンポジウム
名古屋大学 河合利秀

- 1、自己紹介
- 2、物理金工室とは
- 3、仕事の流儀
「図面通り作る」から「考えて作る」へ
- 4、転機となったターゲットムーバー
- 5、2013年合同説明会のプレゼンから
- 6、まとめ・・・「難しいことほど面白い」

1、自己紹介

- 「天文少年」&「ラジオ少年」
- 県立工業高校電気科
- 名古屋大学 物理金工室（1974年）
 - 「図面通り作る」から「考えて作る」へ
 - ターゲットムーバー（1985年）をきっかけに
 - オープンショップ制
- 振り返れば・・・技術者として幸せな人生
 - 目で見えてわかる「測定工具の使い方」

金工人生、悪くない！

—41年を振り返れば、仕事に熱中した人生でした—

1、教育・研究の中の「ものづくり」

世界最先端の研究を支えてきた……つもり

原子核乾板、光・赤外線天文観測、電波天文観測……

KEK、JAXA、CERN、FNAL……

2、金工室の何をどう変えてきたか…2・3章で

「図面通り作る」から「考えて作る」へ

工作実習、在庫サービス…**オープンショップ制**

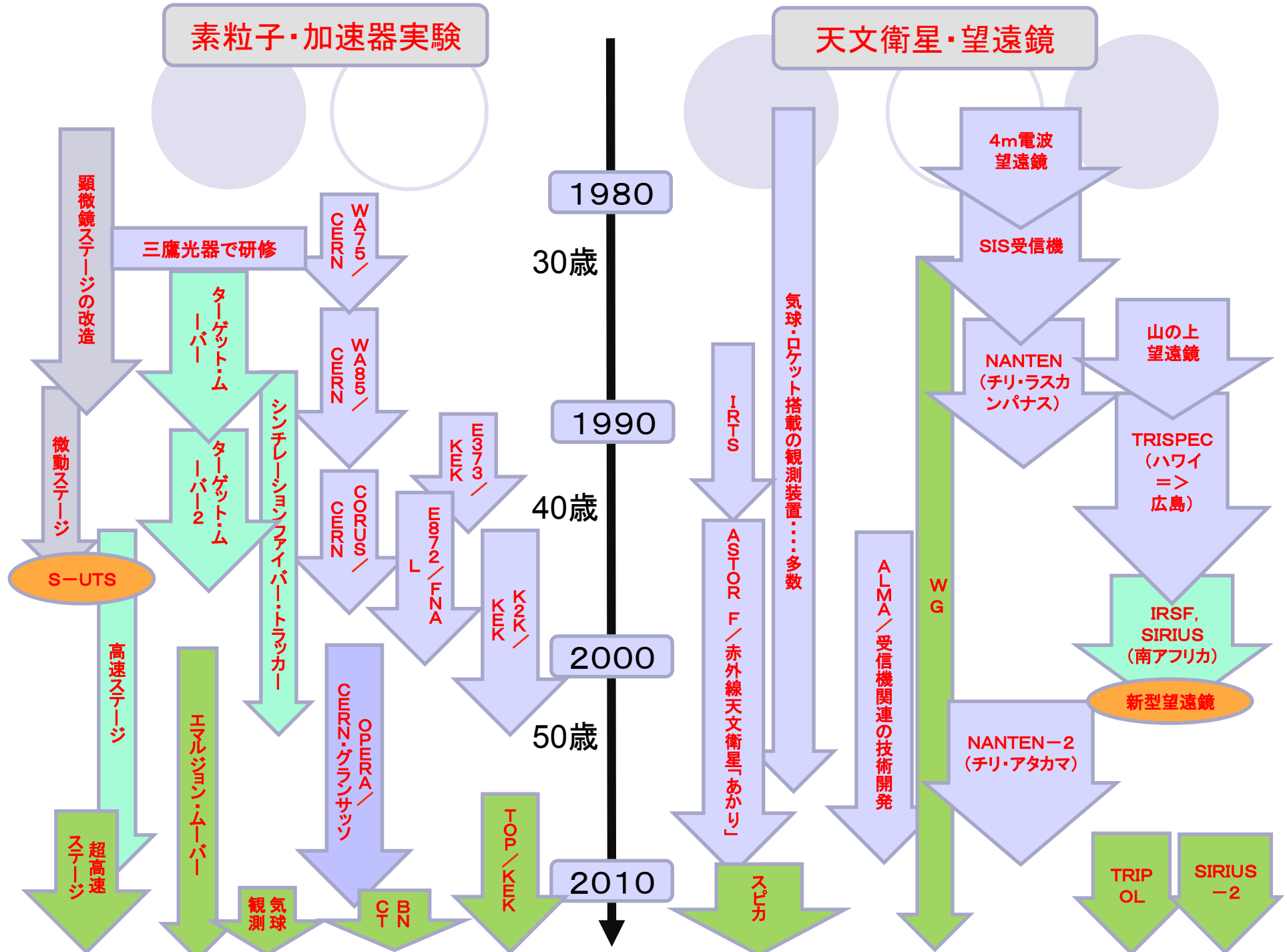
基本技術技能の確立（バイトやドリルの研磨など）

新技術の導入（NCフライス、3D-CAD、メカトロニクス）

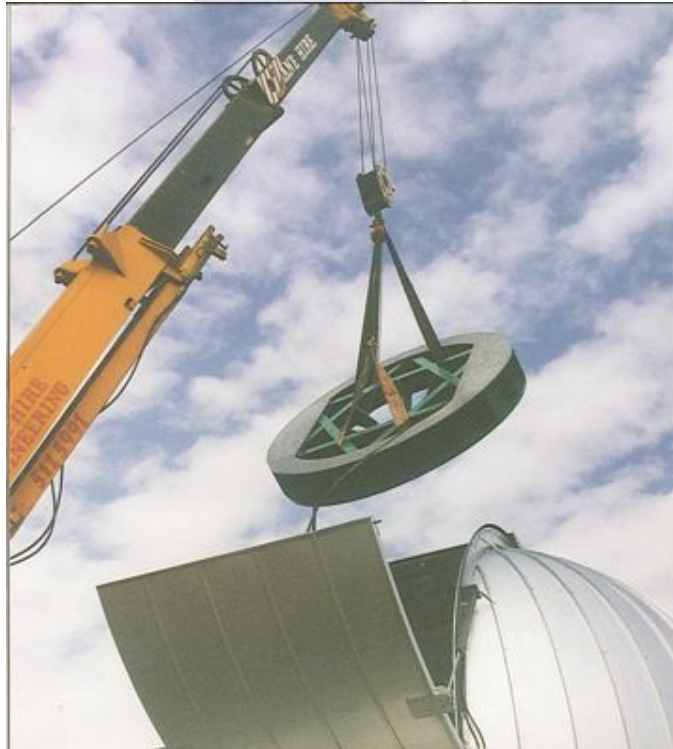
技術公開（ホームページ製作、執筆活動）

素粒子・加速器実験

天文衛星・望遠鏡



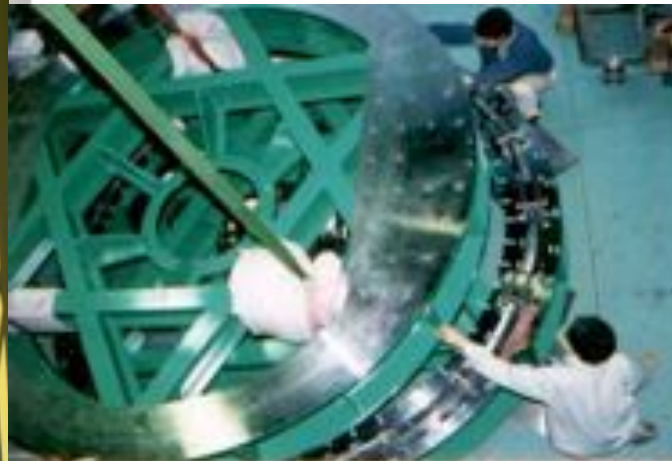
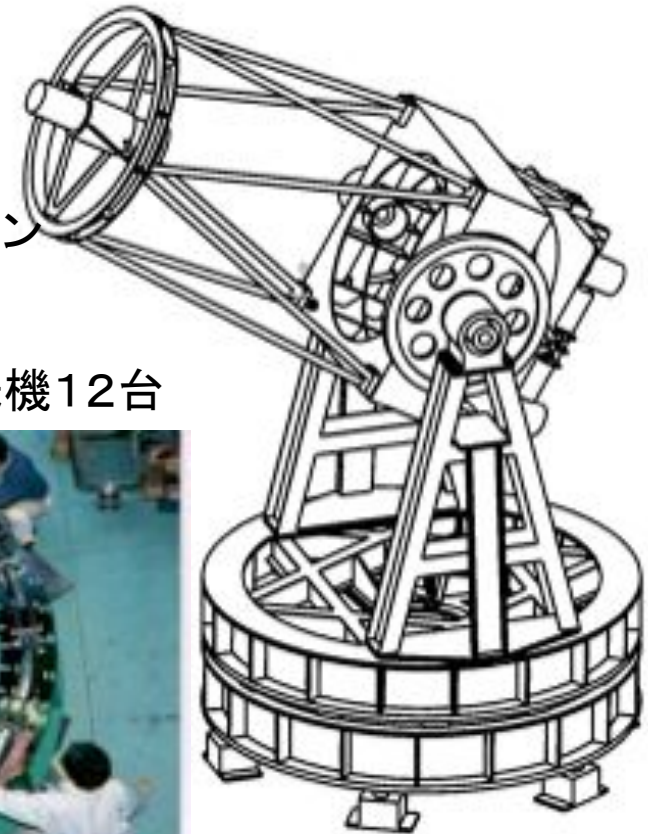
南アフリカ望遠鏡 (IRSF) と SIRIUS

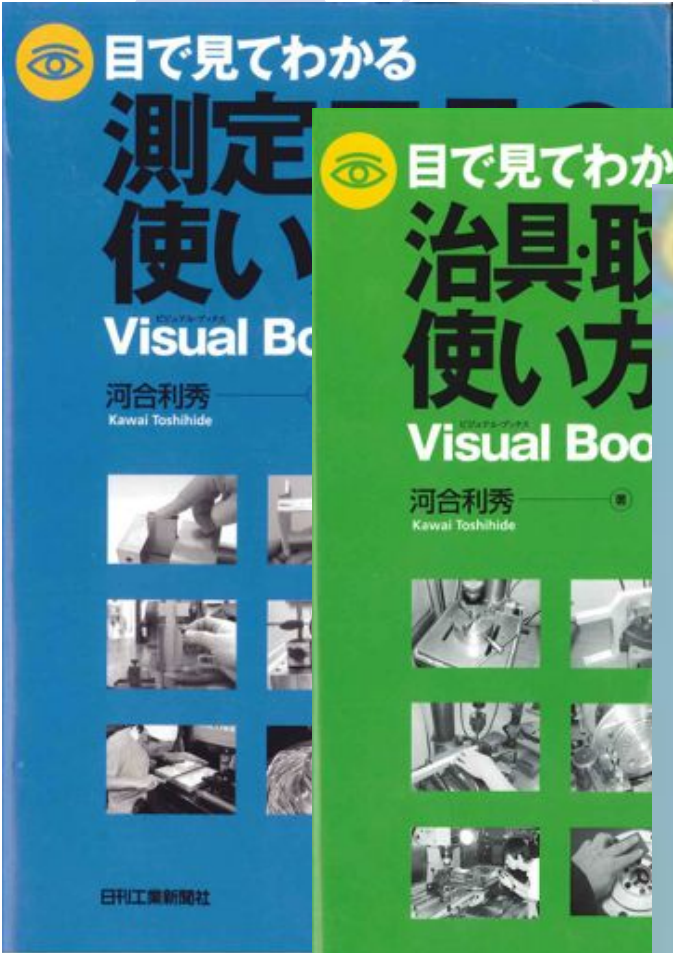


購入するといっていた望遠鏡を自分たちで作ろうと主張
基本設計: 企業とコンペを行う
名大側の設計は研究室の学生の声を集めて河合が担当

制御も自分たちで開発・・・担当した学生を一から指導

計画通りに完成
観測成果も十分
技術者を育てる
THK, 横河プレジジョン
新機構を採用し
小型化、高性能化
低価格化を実現、姉妹機12台





2、物理金工室とは 1964年設置

- 名古屋大学理学部「物理学科」金属工作室
 - 理学部B館1Fに、約200m²の機械室、60m²の仕上室からスタート、後に40m²の居室を確保
 - 技術職員2名＋技術補佐員2名
 - 6尺旋盤2台、4尺旋盤2台、縦フライス1台、万能フライス1台、縦型ボール盤1台、卓上ボール盤2台、足踏み式シャー・コンター各1台、溶接機
- 運営
 - 物理工作委員会と幹事(若手教員)
 - 物理予算委員会で運営経費審議、工作機械更新

大学の歩みと技術職員の組織化

1939年、名大誕生、戦争遂行の研究拠点

旧制大学: **雇員**

新制大学: **「文部技官」**

大学設置法(49): **技術職員をおくことができる**

教授会自治を確立

教室系技術職員は行(二)に

大学技術職員の**位置付け不明確**

敗戦

1945

名大・理

物理上田研・工作室設立(44)

1955

物理教室憲章制定: 教室民主化と研究員自治(46)

理学部工作委員会設置(50)

名称を「理学部金工室」に改める(60)

1965

極低温実験室設置(63)

物理金工室設置(64)

第一回有山委員会にて
「技術部門」を討議(63)

白書運動: **技術職員は使い走り(69)**

1975

大協: 専門官制度小委員会を設置(77)

研究技術専門官の新俸給表を提案(78)

人事院: **専門技術職俸給表**新設を打ち出す(83)

専門行政職俸給表新設、航空管制官等移行(85)

第一回分子研技術研究会、全国規模の技術研究会スタート(76)

1985

全学技術職員研修を開始(84)

物理の技術職員研修を開始、理学部技術職員研修に(86)

国大協: **ライン制の技術組織を提案(88)**

理学部金工室: 装置開発室に名称変更(88)

東大: **ライン制で技術職員組織化(90)**

名大理: 自主的な組織案(スタッフ制)を教授会に提案(89)

名大: 工・農・医・STEにライン制の技術部発足(91)

理学部技術部発足: ライン制に変更を余儀なくされる(92)

1995

行政改革会議: 独立行政法人制度を提案(97)

大学審議会: 「競争的環境の中で個性が輝く大学」を答申(98)

閣議決定: 大学の独立行政法人化推進(99)

国大協: 法人化反対を表明、文科省: 法人化の方針を公表(00)

国大協: 法人化の議論で紛糾、分裂(01)

技術職員の専門性向上を目指し、
全学規模での組織化を組合が進める(93~)

2005

名大: 全学技術支援委員会専門委員会発足(02)

技術職員の全学的組織化を議論、

法人化の議論の中で「専門性」を重視した組織論を展開

大学法人移行と同時に全学技術センター発足(04)

理学部金工室 VS 物理金工室

● 理学部金工室

- 1954年上田研の工作室、
- 戦後民主憲法下で大学再建、名大理学部は技術を重視、1960年「理学部金工室」に
- 高橋重敏氏指導のもと、研究者と共に考えて装置を作るスタイルで「大学工作室」の模範に

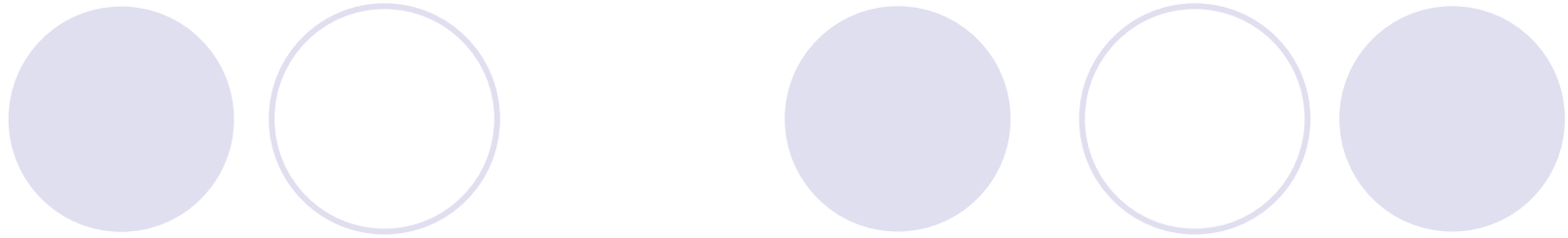
● 物理金工室

- 理学部金工室誕生で物理の需要に対応する工作室として1964年に設置
- 佐野正市氏指導のもと、理学部金工室と競い合う

2000年外部評価にて(評価書から引用)

- 理学部技術部も理学部の外部評価に合わせて外部評価を実施
 - 最も感銘を受けたのは物理学教室に存在する金工室である。多くの大学はすでに存在しなくなっている金工室が非常に有効に活用されている。第一線の研究装置の製作や研究開発に使われているのみならず、学生教育にも利用されている。研究者との交流も良い。
 - 金工室を活用しつつ不断に実験技術の向上に努めていることは感銘深い

「ものづくり文化」として定着



3、仕事の流儀

「図面通り作る」から「考えて作る」へ

「ものづくり文化」を創造する

物理金工室（佐野さんの時代）

- 職人氣質の工作室
 - 高級な機械は学生・教員に使わせない
 - 図面通りに作ることが生きがい
- あるとき……
 - 作ったものが翌日捨てられている！！
 - 技量不足？ それとも 設計ミス？ 意思疎通が不足
- 若手教員や学生……敷居の高い工作室
 - 一部の教員しか利用しない

「作る」から「考えて作る」へ・・・

- どうしたら捨てられないものを作れるか
- 研究者の図面にも「間違い」がある
 - ・・・間違いを正すには確固とした論拠が必要
 - 材料力学のイロハから勉強を始める
 - ・・・仲間とともに、若手教員の協力もあり・・・
- 技術を研く・・・1 μ mの加工精度を目指す
 - 自主研鑽、外注業者との腕比べ、自信を得て・・・
- 「作る」から、「考えて作る」への転換

オープンショップ制を確立

- 若手教員・学生に親切的な金工室を目指し・・・
 - 機械工作実習の受け入れ人数を大幅に拡大
 - 実習修了者は金工室の工作機械を自由に使える
 - 汎用工作機械は何時でも使える状態に維持
 - 研究室の研究内容と技術の関係を知る努力
- 柔軟対応・・・夜間や休日でも
 - 在庫サービス・・・材料・機械部品・工具・何でも調達
 - 技術相談・緊急対応・・・金工室なら何とかしてくれる！

フレンドリーな工作室として定着

機械工作実習とオープンショップ



ものづくりの基盤となる機械と技術の維持
機械工作実習は
オープンショップの柱

「物理金工室」今昔

- 図面通りに作る
- 設計
研究者頼り
- 工作機械 占有
- 技術
工作・溶接・真空
- 手動の工作機械
- 研究室付技術職員
- 理学部金工
対立・競争

- 考えて作る
- 自分も設計に参加する
3D-CAD、CAE
- 解放(オープンショップ)
- +メカトロ(NC)、3D-CAD
- NC加工+手動も大切に
- 物理金工室に
- 「協力」から「一体化」へ

金工室～装置開発室の課題

- 急激な世代交代

- 装置開発技術系16名

- 第一(6)、第二(6)、電子情報(2)、ガラス(2)

- 6年間で半数以上の11名が定年退職

- 現在、4名退職、4名補充、以後3年で7名が退職

- 人員確保と同時に「**He液化業務**」が加わった

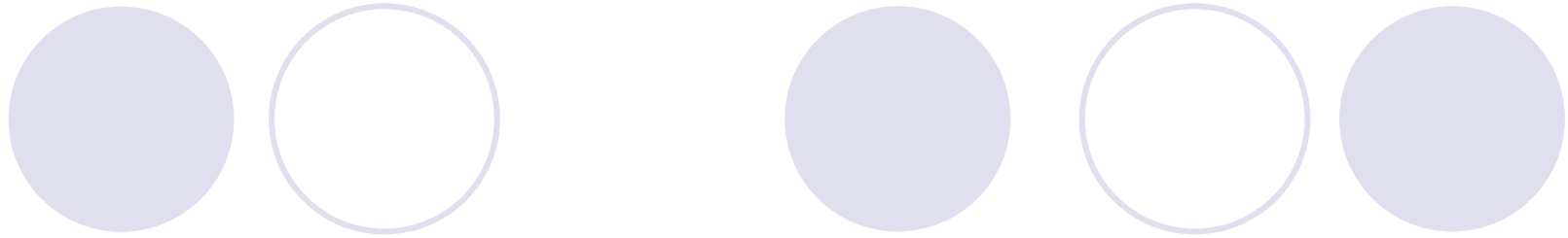
- 加工技術の近代化・・・「メカ」から「メカトロ」へ

- 5軸CNC、CAM、非接触3D測定器、超精密加工機、

- 課題・・・技術の継承・・・「**志し**」の継承

- 電子情報系補強

- 機械工作実習、オープンショップの維持



4、転機となった「ターゲットムーバー」

大学の技術者として「何を目指すか」を知る
難しい仕事ほど「おもしろい！」

WA-75/CERN ターゲットムーバー (三鷹光器との共同開発)

仕様:幅50mmの隙間で20Kgの原子核乾板を上下左右に複雑に
駆動し、原子核乾板の位置精度を10 μ m以内で読み取る
転機となった大仕事、**周囲の反対を押し切り引き受ける**



CERN技術陣の設計では
装置の幅も精度も実現せず

三鷹光器の基本設計で
河合が組立・調整
軸受ハウジングはすべて自作
主要部品は三鷹光器が支給
駆動試験で主要部が大破
強度計算の見落としを発見
交換可能な部分を壊す設計に変更

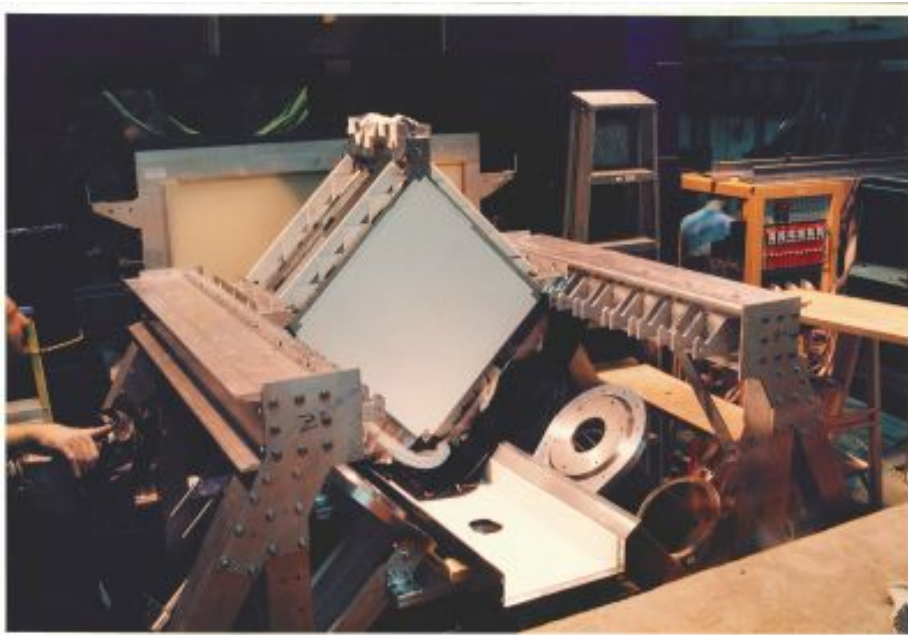
三鷹光器のノウハウを学ぶ

結果:加速器のビーム強度に合わせた複雑な駆動で10 μ mを実現、以後数回の実験に使用

ターゲットムーバー「縁起」

- 基本設計は三鷹光器
 - 物理F研・・・原子核乾板を使った素粒子実験
 - 精密機械の組立・調整技術を定着させたい
 - 河合を鍛える・・・三鷹光器で精密組立技術を研修
 - 三鷹の技術職人が名古屋に来て半年間実地指導
- 性能試験で大破損を乗り越える
 - 強度計算に抜け落ち、過負荷のときには交換可能な部品を壊れるように設計変更、高性能な装置に
- CERNとの競争・・・名古屋の勝ち！
 - CERNが作った装置を上回る性能
 - その後もCERNと競争・・・

E872/FNAL シンチレーションファイバートラッカー

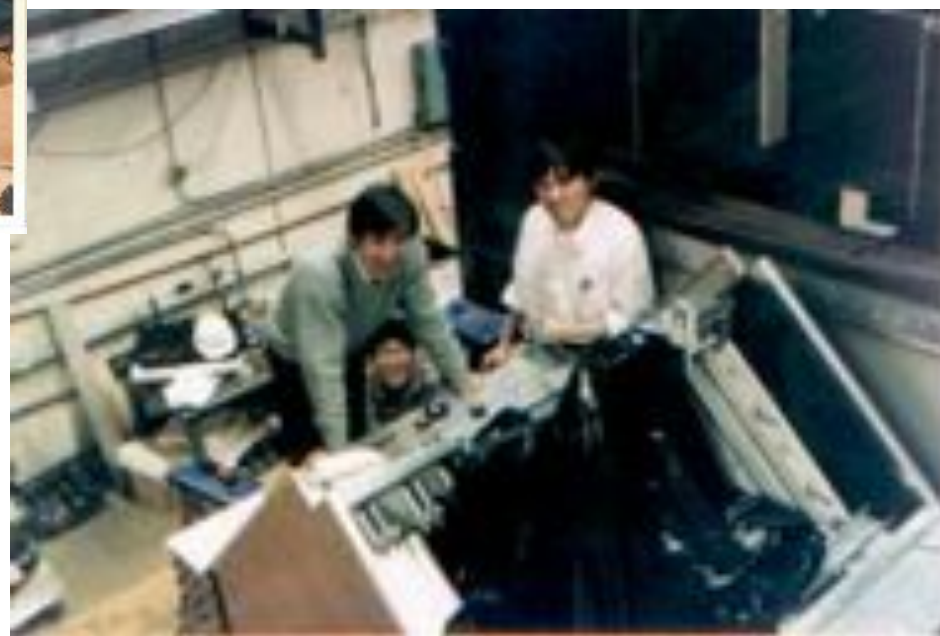


0.5mmのシンチレーションファイバーを
平行並べ、シート状にする
シートを層状に配置し、
荷電粒子の通過位置を検出する

CORUS実験／CERNと競争で
シンチレーションファイバートラッカーの実用化

ファイバー整列の機械化を実現、日本の勝ち

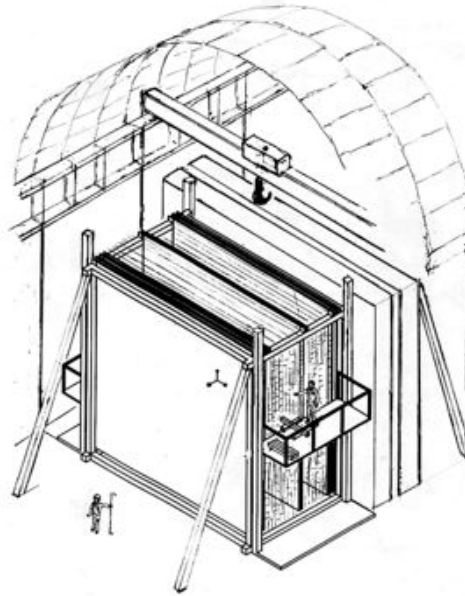
τ ニュートリノの直接検出に成功



OPERA (長基線ニュートリノ振動実験)

ECCモジュールを巨大な壁状に配置し、交換できるようにしたGMは河合のアイデアによるもの

実験の開始から技術のイニシャティブを確保
終始技術の優位性を保ち
現在に至る



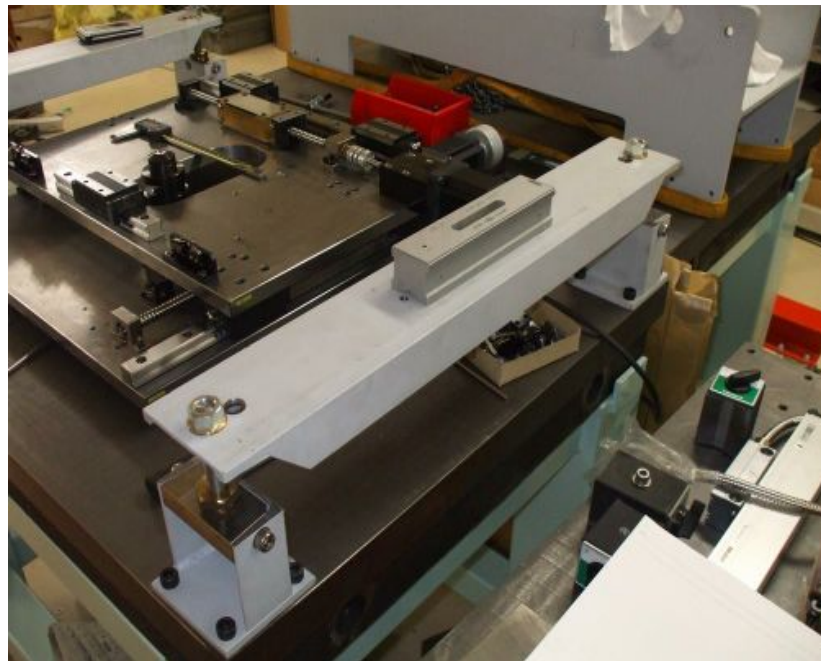
原子核乾板に記録された素粒子飛跡 を読み取るための「顕微鏡ステージ」 開発

最初は生物顕微鏡を使って人の手と目で素粒子飛跡を追跡・・・1枚を数か月
コンピュータを使った自動飛跡認識のための顕微鏡ステージを開発・改良

(失敗もたくさんありましたが、そこから学ぶことも多かった・・・)

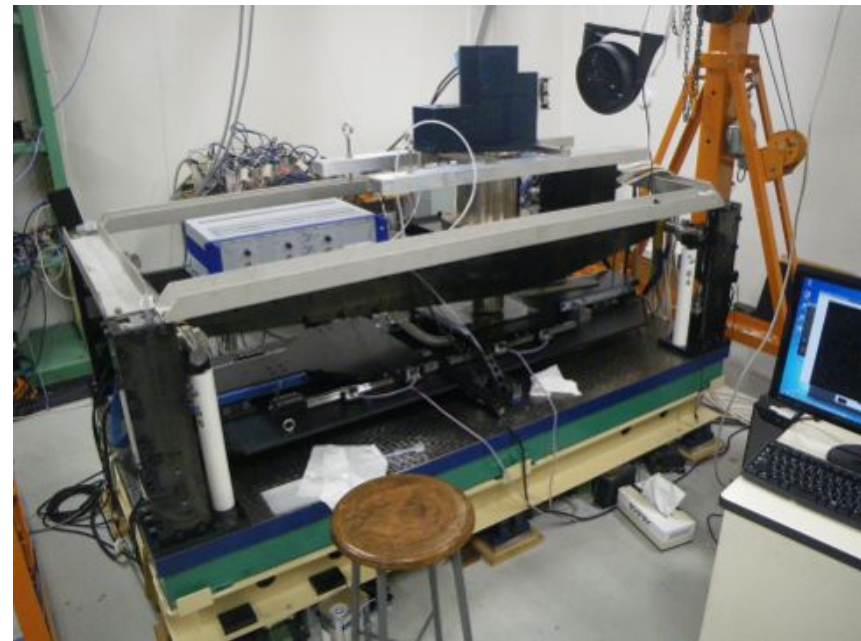
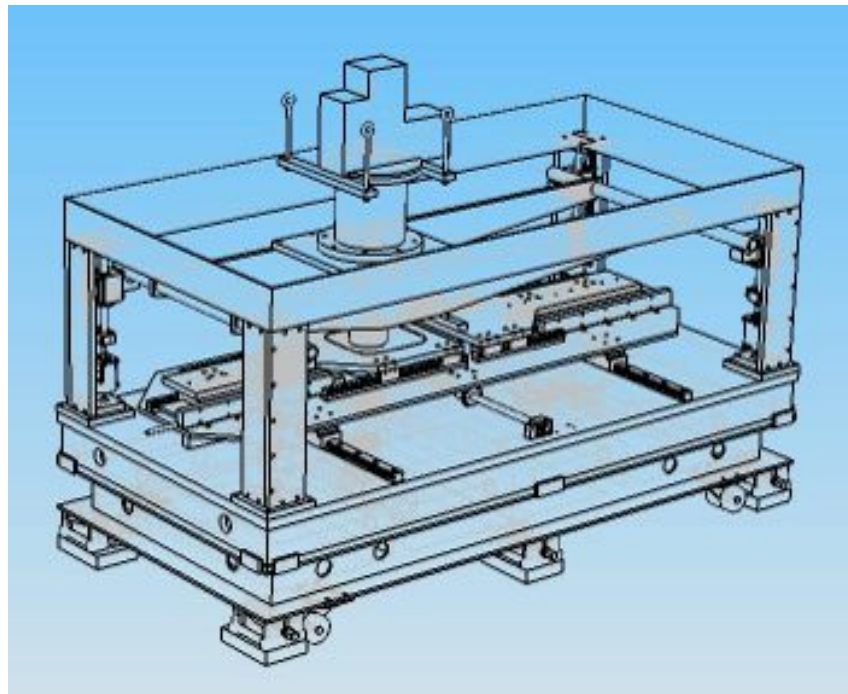
現在、100x125(mm)を1時間程度で解析可能、さらに100倍のものを開発中・・・

研究からの要求に即応した開発で三鷹光器もNikonも実現できない領域に・・・
CERNも同様の装置を開発しているが解析の成果を挙げているのはこちらです！



超高速ステージ(開発中)

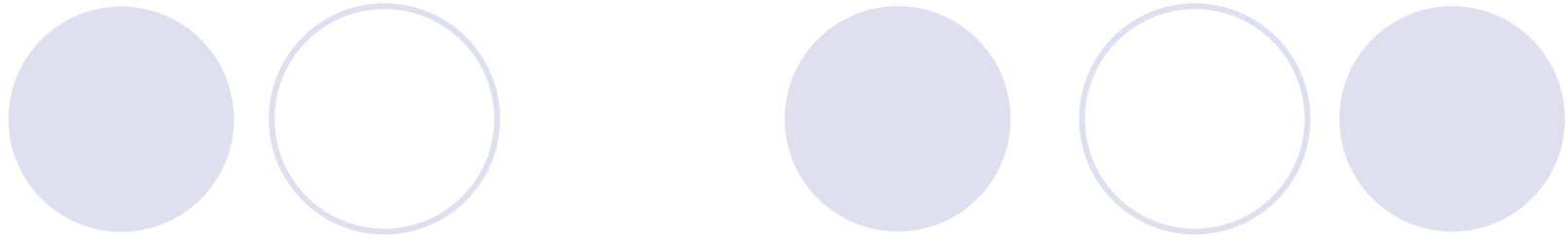
0.02sで5mm動き、画像撮影時は0.2 μ m以内で静止してほしい



1/5の速度で試験運転、画像静止・・・CCD1ピクセル以内に収まっている

CERNの技術者と対峙

- 技術のイニシャティブ＝研究のイニシャティブ
 - 加速器(家)は相手側・・・お客は不利
 - 実験を可能にするアイデアが必要
- モノづくりの現場をよりよく知っていることが国際共同研究の技術を制する鍵！
 - 素材の供給元でどのような技術展開があるかを十分調べておく・・・雑学として知っておく
 - 最先端技術は人間の手から生まれる・・・自分の手を鍛える



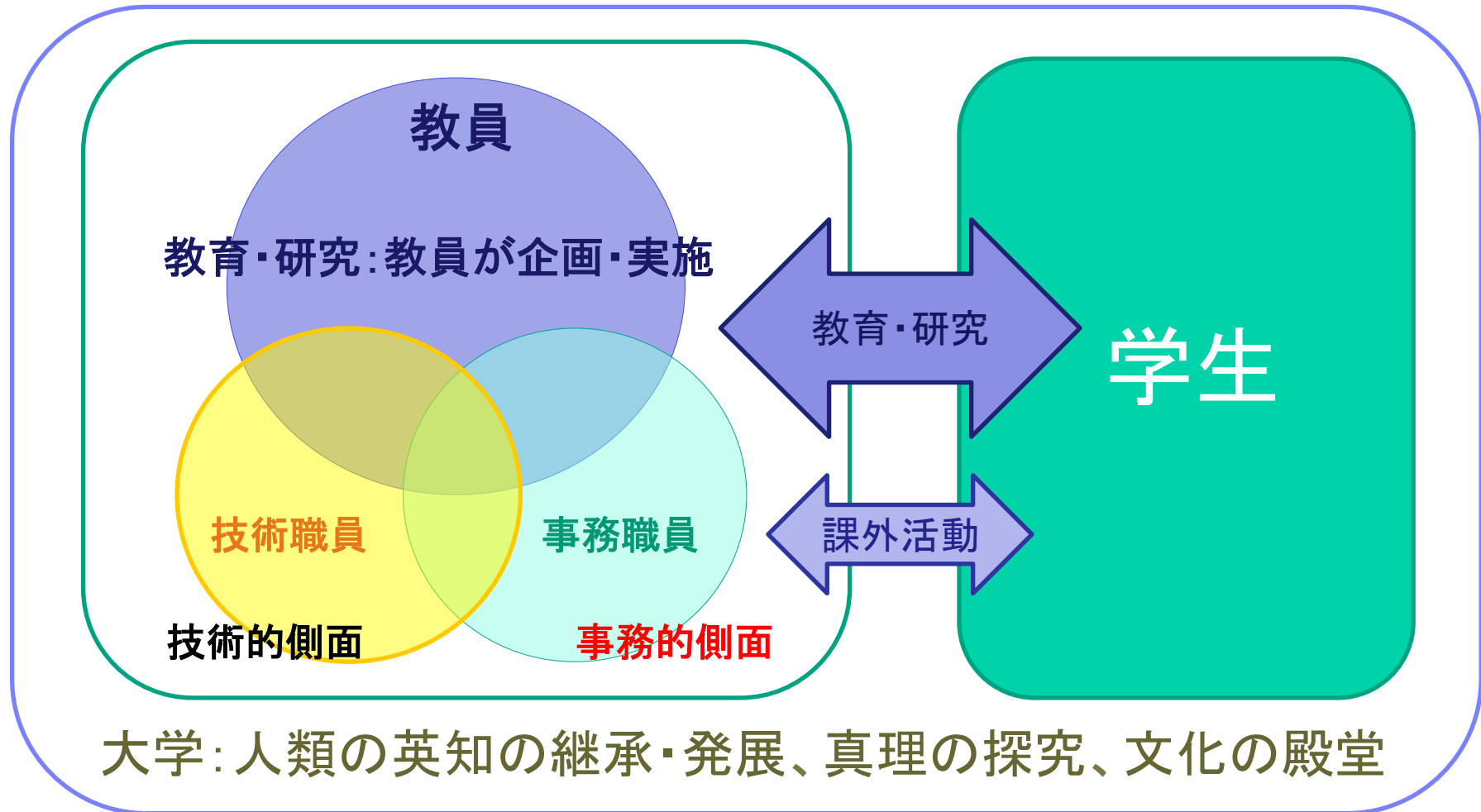
5、2013年合同説明会のプレゼンから

大切なことは・・・

「夢」を共有する事である！

大学の技術職員とは

大学における教育・研究の「技術」を担う



大学: 人類の英知の継承・発展、真理の探究、文化の殿堂

自立した技術者を目指す


- 研究者と夢を共有する
 - 同志として頼られる存在になる
 - 運命共同体、研究の核心＝技術の核心
 - あなたの技術が研究成果を左右する存在に
- 大学の目的を忘れた「技術」ではダメ
 - 技術開発なら何でも良いのか
 - 高い理想を持つ・・・戦争に荷担しない技術、人道主義、平和主義など・・・国のためではなく「人類のために」
 - 技術の探求それ自体は面白いが、独りよがりの「技術」は研究目的から離れていく

私のモットー……若手育成の

- 難しい仕事ほど面白い
 - 「無理難題」を言ってください
 - 「はずかしい失敗」と「誇れる失敗」がある
 - 「誇れる失敗」= 技術者の勲章
- 技術職員育成で大切なこと
 - 大学は失敗を受けいれるところ
 - 大切なのは「失敗」を恐れない勇気とチャレンジ精神
 - 失敗から学ぶ機会をつくること
 - 失敗しないような仕事は目標が低い
 - 技術の大切な問題は技術職員自身が決める

6、まとめ

- 組織として整備されたことは
 - 研修、人事評価
 - しかし現実には・・・若手が思うように育たない
 - 欠落しているのは「自主性」
 - 「教えてもらってない」「マニュアルに書いてない」
 - ・ だからこそ面白いのではないか？
- 若手の自主性をどう育てていくのか
 - 管理を強化すれば自主性は失われる
 - 技術職員の成長をデザインする？
 - 良いところを伸ばす(認める)
 - 互いに信頼し協力しあえる職場づくり



最後に・・・

- 大学の技術を担う**技術職員**
 - 「技術の専門家」集団をめざそう
 - 教育・研究に内存する「革新性」「創造性」に着目しよう
- **努力し続けることで成しえたこと**
 - CERNやFNALの同業者からリスペクトされる存在に
- 若手技術職員に期待すること
 - 高学歴 & 技術組織 = スタートラインが違う

世界で活躍する技術職員がもっと出てきてほしい！

「志し」を高く！！

装置開発室の技術の特徴

オープンショップ

工作機械の開放
加工技術の公開
在庫サービス

決して新しい技術ではないが、
うまく組み合わせることで

機械工作実習

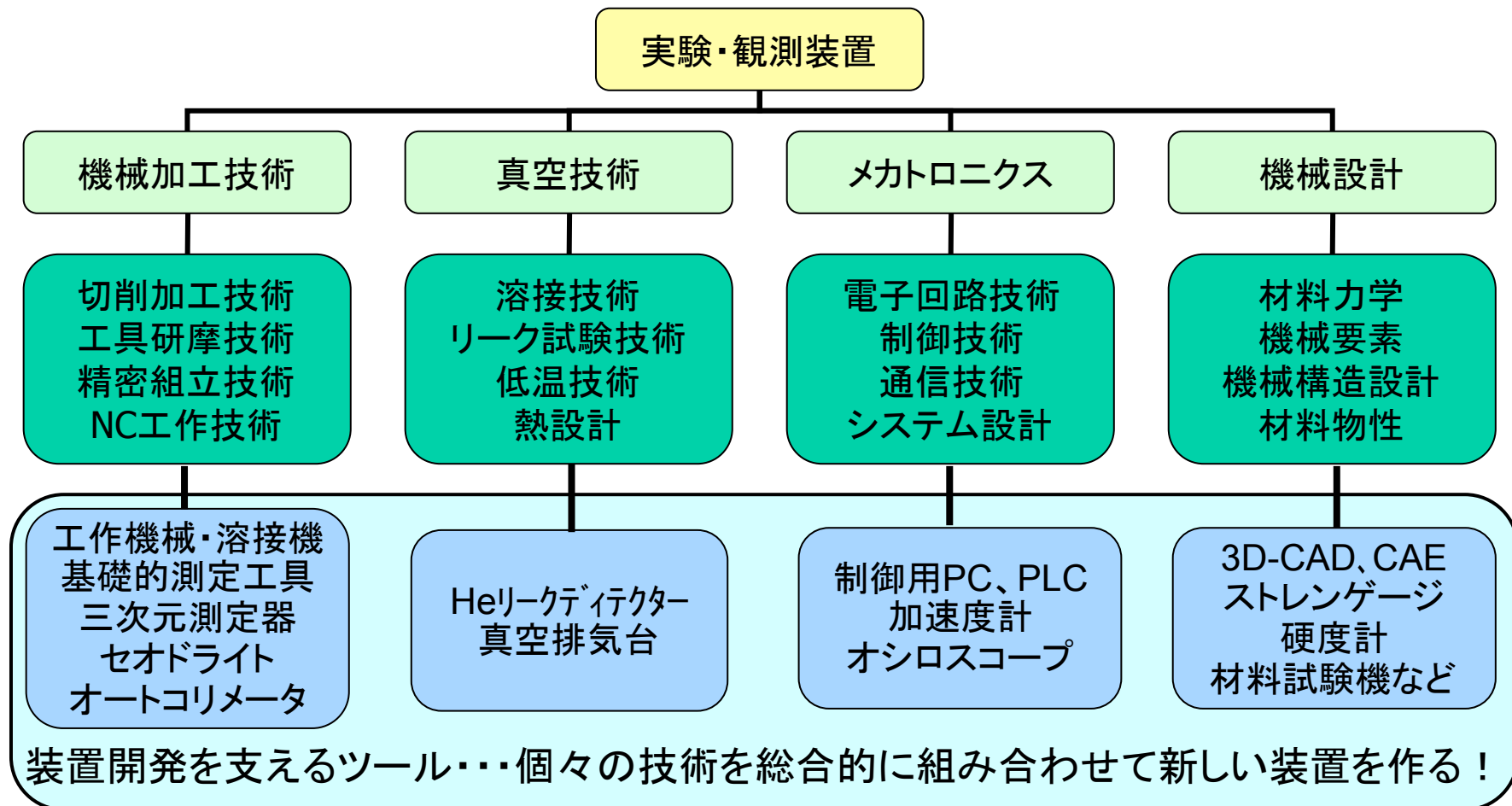
安全教育の徹底
工作機械の操作を覚える

設計・製作・開発

3D-CADによる機械設計
NC工作機械

独創的な実験・観測装置をつくる「ものづくり文化」の拠点に

装置開発室の技術とツール



ヒエラルキーを越えて…

- 主役は教員と学生
 - 事務職員と技術職員は「わき役」です
 - しかし、「下請け」ではよい仕事はできない
- 大学発足時は**雇員**→**独立した技術集団**に
 - 講座の付属物、白書運動…**便利屋さん**
 - 「**技術の専門家**」として教員と対峙すべし
 - 「**命令**」ではなく「**共同作業**」…主体性が必要
- 「**教育・研究推進のための技術・技能**」を担う
 - 若い人：高学歴…「**ミニ教員**」になっては失敗！

大学技術職員の理想像

- 技術の専門家であること
 - 自分の専門技術分野を確立
 - 教員・学生から技術者として信頼される
 - 関連企業の技術者から信頼される
 - 他分野の技術者と連携・支援を得られる
- 人格者であること
 - 人類の進歩、真理探究への共感
 - 失敗を恐れず、挑戦する姿勢
 - 人間として信頼・尊敬されるように
 - 専門技術以外に、何か特技や趣味があると良い