

KEK における技術者育成システムとその一考察

氏家 宣彦*

Training System for Engineers at KEK and a Personal Perspective

Norihiro UJIIE*

Abstract

I describe the history of a training system for engineers at KEK, and shortly summarize an article on “the superior engineer” written by Mr. KELLEY of Bell Laboratories. Finally, I give a personal opinion about an ideal engineering method at KEK, in response to decreasing manpower over the next 10 years.

1. 始めに

高エネルギー加速器研究機構（以下 KEK）の技術者^(注1)の後継者育成について拙稿を求められた時、後継者育成と銘打って行っているものはないが、その理念を実行するものとして機構で行われている「研修制度」について書けば良いとお引き受けした。もっと適任者がいると思われるが、浅薄を省みず以下に紙面を汚すことを先ずお断りしておく。後継者育成とは広義に文字通り生業を継続して担う人材を育てることである。共同利用研究所としての KEK の使命は、全国の研究者のために（今はまさに世界の研究者のために）核物理学・素粒子物理学・物性物理学・生物物理学等の広範な最先端の学問を研究する場として加速器施設を共同利用に供することにある。これらの学問上の成果として得られるデータは、加速器を効率よく稼動し、最も適切に設計された測定器や周辺の基盤技術の集大成によってデータを得ることで達成される。

技術者の役割は、加速器や測定器及び関連する周辺技術を効率よく稼動させるため、構成要素としての各コンポーネントの機能をリスクミニマムに設計し、巨大なシステムとしてその機能を更に向上させるための連続した間断のない「もの作り」作業としての開発研究・維持管理であると言える。ムーアの法則^(注2)ほどの開発スピードはないにしても、技術革新はあらゆる「もの作り」・開発現場においてその時間軸を縮め、そ

の先進性は取得するデータの先行性と質を高めて新しい現象の発見や解釈に接続する極めて重要な作業である。

地上における人類最大の装置の一つである加速器、そして測定器や関連する周辺技術分野における KEK 技術者の「もの作り」現場において、現在までになされている研修制度とそのカリキュラムを先ず歴史的に概観する。次に、「優れた技術者」という漠然とした人物像のイメージを、具体的な能力の要素として述べたレポートを紹介することで、excellent な技術者育成の目標例になり得ることを述べる。最後に、法人化によって各研究所・施設毎に分離配属された縦割りの技術者集団を、今後 10 年間暫時減少するマンパワーと関連して、共通技術の活用という観点から、機構横断的な組織の再編を展望し、技術者群像の未来を語って見たいと思います。

2. 研修制度の歴史的経緯

2.1 東大原子核研究所

平成 9 年 4 月（1997 年）に東大原子核研究所（以下核研）及び東大理学部中間子科学センター KEK 分室とが KEK と統合して「高エネルギー加速器研究機構」となり、更に平成 16 年 4 月（2004 年）に法人化に伴い共同利用機関法人として KEK は新たな船出をした。核研の歴史的推移の大枠を、図 1 に示す。KEK 技術者の研修制度を概観する時、一時代を築いた先人としての核研の研修制度は、東大の付置研とし

* 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所
High Energy Accelerator Research Organization, KEK, Institute of Particle and Nuclear Studies
(E-mail: ujiie@post.kek.jp)

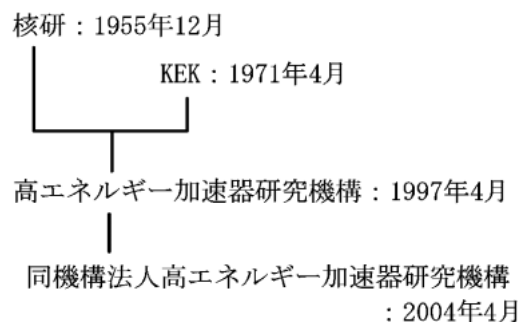


図1 核研及び KEK の歴史的推移

て当時の大学とはまた一味違った「時代を先取りした」ユニークな制度の導入が見えて来るが、判断は読者にお任せするとして、先ずその先達の研修の歴史を簡単に紐解いてみる。

東大付置研としての核研は、昭和30年（1955年）の設立以来、高エネルギー研との統合にいたる平成9年3月（1997年）まで、40数年の長きに渡る歴史をもっている。核研技術者の年表（椎野氏作成）表1を参考にしながら、核研技術者の足跡を辿って見る。核研の設立数年後に、技術者の処遇改善と共に技術者の

表1 東大原子核研究所における技術者関連の年表

年	研究所（所長）	活動状況	関連事項
1955	研究所設立：菊地所長就任		組合結成
58		技術者待遇改善委員会発足	回路室問題発生
59		技術者の学会出席問題等の討議	
1960	野中所長就任		
61		学会会議核特委に「核研における技術者問題提出」	
63		高工部：仕事の自主化と学会参加で要望書 低工部：主任選挙権の要望 放射線・危険手当の取り組み	
64			素研準備室設置
66	武田所長就任	第一回技術者夏の学校開催	
67		第二回技術者夏の学校開催	
68	坂井所長就任	第三回技術者夏の学校開催	
69		第四回技術者夏の学校開催	
1973		「基礎技術専門職構想」で全体集会	
76		「教育技術専門官制度導入」で話し合い	
78	杉本所長就任	放射線号俸調整の支給	
83	山口所長就任		
85		新研究部体制、専門行政職俸給表提出（人勧）	
86	山崎所長就任	運営委員会に技術専門官制度検討作業グループ発足	
87		1986年度技術報告会（第1回）	第1回技術報告集
88		1986年度技術報告会（第2回）	第2回技術報告集
1990		技術職員の組織規定の決定、技術研修カリキュラム実施（1990-92：計9回）、東大技術研修制度発足	
91		平成2年度技術報告会（第3回）：一般的集合研修	第3回技術報告集
93		平成3年度技術報告会（第4回）：分野別集合研修	第4回技術報告集
95	山田所長就任	東大全学研修を核研で実施（真空関係）	
	—	—	—
97	4月、KEKと統合	技術報告会（第8回）	第8回技術報告集

さまざまな問題を議論し（スキルアップとしての研修制度の必要性や、労働条件まで）解決する組織として、組合組織の一部として「技術者待遇改善委員会」（1958年）が組織された。核研設立後間もないこともあって、技術職員の学会出席問題（1959年、63年の高エネルギー部）、低エネルギー部の主任選挙権を技官にも与える運動（1963年）、技術職の放射線・危険手当の問題（1963年）に取り組んでいる。また、仕事の自主化と学会参加のための要望書を出したり（1963年高エネルギー部）、スキルの向上に必要な研修制度の導入を目指してきた。「技術者夏の学校」は研修制度の一環として、数日の宿泊を伴う研修を行い、発表と講義形式で開講され、4年間で4回ほど（1966-69年）行われている。これは、後述の（§ 2.2.4 項参照）95年に行われる「北関東地区国立学校技術職員合同研修」に遡ることほぼ25年前である。また、1970年代は、業務は教官と一体で行うが、大学における教育・研究を行う教官とは異なる独立した技術者としての「職群の確立」を目指す運動が起きた。これらの情勢から、「基礎技術専門職」構想として技術者の職群の確立を提唱して核研から全国所長会議に提案されたが、志が高すぎたせいか、全国レベルの賛同が得られなかった。更にこの基礎技術専門職構想は、「教育技術専門官制度」構想に継続し、1970年代後半から活発な議論が行われることになる。

その後、80年代の中ごろ、従来から継続して検討されていた大学における技術者の処遇改善を実現するものとして注目されたものに、「専門行政職（以下専行職）」の大学の技官への導入の可能性が議論された。当時の大学における技術者の処遇として高位の等級号俸の獲得は極めて困難であり（現在も！）、教務職への振り替えということで助手に職替えするというのが処遇改善の唯一の方法であった。また、大学における専行職制度の導入については、処遇の改善に朗報をもたらすので、国大協との議論を更に深めそして人事院への協議と動き出し、大学や関係機関が検討を始めた時期でもあった。この専行職制度導入時の技官の資格認定要件の一部をクリアする実績作りのシステムとして、研修を制度化して実施することを目的とし、研修制度が全国的に（大学・共同利用研で）整備され始めた。専行職制度の導入について人事院との一番の議論は、すべての技官が「自分で判断して仕事ができる」のかという、技術者の独立性（自立性）が議論のキーポイントであった。研修は、このような情勢のもとで「技術研修カリキュラム委員会」を組織し（運営委員会：教官2名、技官8名ほど）、カリキュラム

表2 第8回技術報告集—分野別技術研修レジメを含む¹⁾

はじめに
技術発表報告：H9年3月14日 13:30-16:30
サーバーマシンの置き換え作業
加速空洞のための磁性体測定
E アレナ重イオン加速器の現状報告
SF サイクロトロン測定室冷却装置
ES 及び SKS の冷却システム
一般報告
核研 1.3 GeV 電子シンクロトロンでの実験データシステムの現状
施設見学：宇宙開発事業団 筑波宇宙センター
分野別技術研修講義録及びレジメ：
PC-UNIX (Linux) の利用
機械設計と CAD
最小二乗法によるデータ処理：その2 メモ
加速器設計の基礎
* 大強度ビームダイナミックス
* 高周波システム
* 不安定核加速用重イオンリニアック
最近の実験装置
* 放射線と物質との相互作用
* 大強度陽子加速器での素粒子実験と測定器
* 核物理実験で使う測定器・検出器
* ワイヤチエンパーについて
* HERA と ZEUS 実験
* 1.3 GeV 電子シンクロトロンでの偏極 γ 線の発生と偏極度の測定

（講演課題と講師）を企画し、講師として技官・教官がそれぞれ発表を行うスタイルである。これらの講演発表は後日、技術報告集として出版されている。第1回から第8回（(1987-1996年度：昭和63-平成8年度））まで出版され、第8回目の講演テキストは、KEK との統合により KEK から出版された。参考例として第8回目の研修プログラムの内容を、表2に示す（発表者等略）。

2.2 KEK

2.2.1 KEK 技術部の研修制度の立案過程

平成元年（1989）5月、故阿部（實）部長期に技術部の研修制度を KEK として組織的に行うための制度作り着手した。この時期以前は、教官のボランティアによる勉強会を立ち上げ、有志が個人レベル、又は技官の組織である「技官連絡会議」などが音頭をとって、主に勤務時間外に自主講座として開講していた。勤務時間内の研修は困難であった時期がある。外の環境（大学）としては、技官の処遇改善として専行職の導

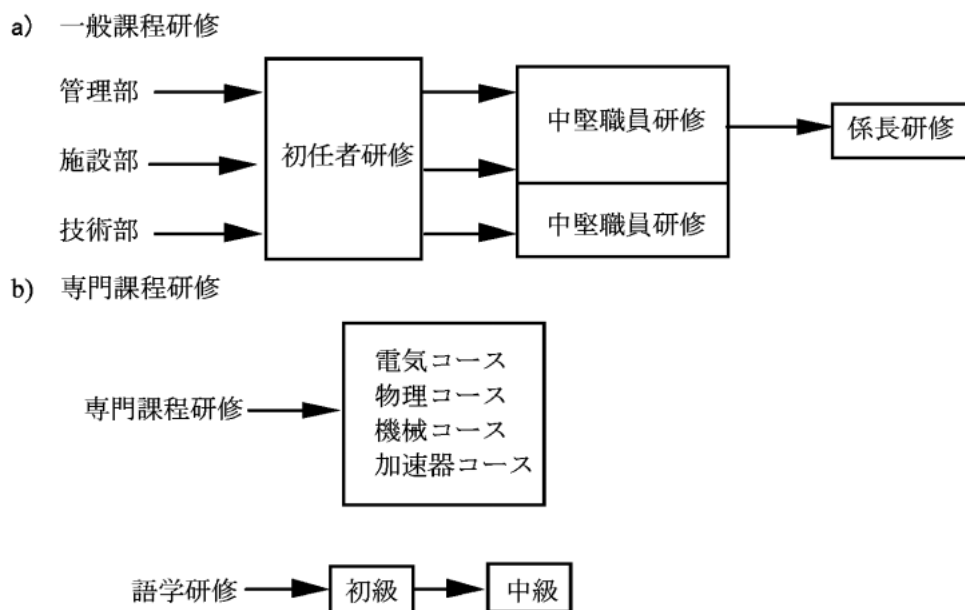


図2 研修制度の概要：一般課程及び専門課程研修

表3 中堅職員カリキュラム（平成3年（91年）1月末）

	初 日	2 日 目	3 日 目	4 日 目
午前	開校式	物理部 *物理部の研究活動 *トリスタン実験 *PS 実験 *高速エレクトロニクス *超伝導スペクトロメータ	計算機システム	放射光 *放射光の研究活動と将来計画 *AR/MR の利用計画 *Lineac の利用 *光源加速器の現状と将来
	オリエンテーション		放射線管理システム	
	特別講話：所長			
	技術部長挨拶			
午後	学術情勢の動向	研究所の安全管理	自己啓発の進め	職場のメンタルヘルス
	工作技術			
	低温技術			
	加速器 *研究活動とその位置付け *PS *トリスタン *大強度陽子加速器 *B-factory *リニアコライダー	工作技術	施設見学： 工技院/電総研	最先端技術の動向： Opto-electronics の将来
低温技術	閉校式			

入を意識した研修制度の導入が、技官を多く抱える東大や京大等で制度化しつつあった時期にあたる。KEKにおける技官の研修制度作りは、技官にアンケート調査を行って（カリキュラム、講師、時間などの諸々の希望も含めて）原案を作成した。原案の主な骨子は以下のようなものであった（89年9月）。

- 1) 初級とそれ以外に2分し、基礎課程と中級（または上級）課程を置く。
- 2) 全国的に例がないので、KEK 独自に内容を企

画する必要がある。

- 3) 受講修了者には『修了証書』が授与され、人事記録に記載する。
将来、専行職の導入に何らかの効果が期待できる可能性もある。
- 4) 技術部で独自案を企画すれば、主幹会議などで理解を求めて、実施は可能であろう。というのが管理局の見解であった。

研修制度の枠組みとして、一般課程研修と専門課程研

修の2つのコースを設け図2が提案された。

2.2.2 中堅職員研修

一般研修の初級クラスを、入所後5~6年を目途にして中堅職員研修(管理局との合同研修)とするために管理局との議論の後、平成3年(91年)の1月末から4日間開催された。同研修の受講資格は年齢40才以下、係長以下がおおまかな目安として設定され、数年間開催された。中堅職員カリキュラム例を表3に示す。ご覧のように、中堅職員研修は各研究所・施設の業務紹介を主に、従来の大学などで実施されている俗にいう3日間研修を4日に日延べした形のカリキュラムで構成されている。

2.2.3 専門課程研修

専門課程研修については、従来に無いKEK独自の研修スタイルを企画するため、更に詰めた議論を行う必要から、技術部として同年12月に中堅研修のワーキンググループ(WG)と別枠のWGを組織した。KEKは、専門課程研修の研修内容の策定にあたり、カリキュラム検討委員会(平林委員会)を組織した

(平成3年4月)。検討委員会からの原案を技術部WGで議論し要望事項を申し入れ、最終的に、初年度の専門課程研修は「力学Iコース」、及び「電磁気学Iコース」を開講した。各コース12名で1回当たり2時間、計15回の30時間で10月から翌年1月まで開講された。なお、この両講義の受講者は、理解促進のための予備知識として物理数学(主にベクトル算術と微分方程式)の受講が義務付けられた。

更に、同年(平成3年)の5月から電磁気学II、10月から力学IIのコースが、また平成7年5月から電磁気学IIIと力学IIIのコースがコースIと同じ各々計30時間の時間数で開講された。これらの専門課程研修は、講師によって異なるが市販の学部向きまたは教養講座のテキスト類が使用された。この研修シリーズの参加者の状況を表4に、また学歴・資格別受講状況を表5に示す。

他省庁の長期研修を参考までに示すと、大蔵省の会計事務職員研修(24-30才)で95日、総務省のシステムエンジニアコース15日間などが長期のもので、1週間以内の研修が殆どである。

平林委員会による専門研修の受講者によるアンケートによれば、自己啓発や仕事上必要という考えによる受講者が66%、有意義と認める受講者が73%という結果から十分な研修効果が確認されたが、業務現場に密着したカリキュラムの企画を望む声が多くあった。一方、専門課程研修(電磁気学、力学)のカリキュラムの少なさと受講者の減少から、平林委員会による専門課程研修を平成7年(95年)3月で終了し、今後の新たな専門課程研修の効果的なあり方を検討・企画するため、新規に「専門研修検討委員会」(山根委員会)が平成7年2月にスタートした。

第二次の「専門研修検討委員会」の構成メンバーは

表4 技術部職員研修実施状況

	中堅	電I	電II	電III	力I	力II	力III	合計
実施回数	4	3	2	2	3	2	2	18
受講対象者	40	71	105	105	71	105	105	642
受講(終了)者	77	31	27	18	28	20	15	216
未受講者	3	40	78	87	43	85	90	426

注) 受講対象者として、以下のように計上。

中堅職員：係長以上の者を除いた人数

電磁気学I、力学I：40才以上の者、大卒者を除いた人数

電磁気学II・III、力学II・III：40才以上の者を除いた人数

表5 技術部職員(専門課程)の学歴・資格別受講状況

	高卒III種	短III	大III	高II	短II	大II	大I	大一	合計
1課程受講	16	5	2	1	3	1	1	0	29
2課程受講	8	2	2	0	1	1	0	0	14
3課程受講	4	0	0	1	0	1	1	0	7
4課程受講	2	0	0	1	1	5	1	0	10
5課程受講	1	0	0	0	1	1	0	0	3
6課程受講	0	0	0	0	1	0	0	0	1
受講が皆無	27	5	0	2	3	20	1	4	62
合計	58	12	4	5	10	29	4	4	126

注) 高卒III種、短III、大一、大I…等は、高卒III種公務員試験の、短大卒III種公務員試験、大卒、大卒I種公務員試験取得者等を示す。

表 6 専門課程研修実施科目

	研修科目	受講者人数*					研修期間
		加	素	PF	センター	合計	
平成 7 年度	加速器概論	13	4	7	4	28	4 ヶ月
	UNIX base 計算機環境	4	7	4	1	16	4 ヶ月
平成 8 年度	精密機械加工とその応用	6	1	5	4	16	4 ヶ月
	C 言語プログラミング	8	8	4	4	24	4.5 ヶ月
平成 9 年度	電子回路	6	2	1	1	10	3 日
	大電力電源	7		3		10	4 日
	計測技術 (GPIB)	3	1	3	4	11	3 日
	高エネルギー実験	6	6	8	2	22	4.5 ヶ月
平成 10 年度	低温・超伝導技術	5	7	6	4	22	3 ヶ月
	電子回路	1	2	2	2	7	3 日
	計測技術 (GPIB)	1		2	1	4	3 日
	放射線基礎コース	4	4	8	4	20	2.5 ヶ月
平成 11 年度	粒子検出器と測定器技術 (BELLE 検出器)	9	6	8	3	26	3.5 ヶ月
	製図コース	4	2	3		9	3 日
平成 12 年度	シンクロトロン電磁石	13	5	7	2	27	4 ヶ月
	VME/CAMAC driver の設計	1	1	1		3	2.5 ヶ月
	Lab-View による計測技術	2	1			3	15 日
平成 13 年度	アナログ電子回路	3	2	2	1	8	6 ヶ月
	計算機ネットワーク入門	6	7	1	7	21	3 ヶ月
平成 14 年度	真空技術	10	3	11	5	29	7 ヶ月
	高周波技術	13	1	3	1	18	4 ヶ月
	1 chip CPU による機器制御	5	2	6	4	17	3 ヶ月
平成 15 年度	ビームモニター	14	4	11		29	4 ヶ月
	材料力学	7	1	4		12	2.5 ヶ月
	工業材料	6	1	3		10	1.5 ヶ月
	機械計測	7		3		10	1.5 ヶ月
	ANSYS 入門	9	3	3		15	1.5 ヶ月
	Delphi 入門	2	3	1		6	1.5 ヶ月
	知的財産権	2	3	3	2	10	3 ヶ月
平成 16 年度	伝熱工学	10	2	5	5	22	4 ヶ月
	Network を利用したデータ収集	5	2	5		12	4 ヶ月
	合計人数	192	91	133	61	477	
		40.2%	19.1%	27.9%	12.8%		

* 加：加速器センター，素：素核研，PF：物質構造研，センター：放射線・低温・計算機・機械工学の各センター

* 平成 9 年核研と統合

9 名で構成され(教官 4 名，技官 4 名，管理部 1 名)，技術部の現場の意見が研修に十分強く反映されるような技官のメンバーを機構長指名として配慮したのが大きな特徴である．この山根委員会とは別個に，技術部で組織した技術部専門研修委員会が現場に密着した研

修カリキュラムの検討を行うため 10 名ほどで組織され，そこで検討されたカリキュラムが山根委員会に提案された．山根委員会は，技術部からの提案，または検討委員からの提案を協議し，カリキュラムとして適切と思われるものを順次採択し，技術部専門研修とし

て実施した。

平成7年2月にスタートした山根委員会は、今日迄（平成17年1月：2005年）3期目（山根・人見・近藤（健）の3氏）を迎えているが、この期間中に行った専門課程の研修科目を表6に示す。

研修科目は表6のように多岐に渡るが、全研修時間数20～30時間は科目によって異なり、この時間数を数ヶ月に渡って研修する。この研修は、同一期間内に2コマ（またはそれ以上）の講義が行われるので、他方の講義を聴くチャンスを逃してしまう不具合も生じている。後述（§3.3）の技術職員の職種を示す表8のように、その職種は多岐にわたるが、少人数の職種のところにも希望を聴取し研修科目を設定して機会均等に配慮している。

2.2.4 その他の研修

上記の研修システムの他に、下記のいくつかの研修システムがあるので以下、簡単にその内容をご紹介します。

1) 受け入れ研修

法人化前の分子研、核融合研とKEKの3機関の技術交流を目的として、機関相互の研修が行われている。現在は、大学・工専・共同利用機関の希望者がKEKで、希望する研修を企画・実施するもので、KEKの技術職員（技官）が講師となって平成9年から実施している。平成9年は6名、10年は6名、11年は14名、12年は24名の受け入れ研修を行った。

2) 技術部セミナー

80年代の後半から、旧技術部の担当委員の企画・立案に基づいて開始された。当初の目的は、所内の大型プロジェクトや注目されている研究テーマについてのセミナーが主なものであった。最近では、外部の大学や研究所の最先端の成果の紹介に努めている。年間約3回を目指して実施している。また、当初技術部セミナーの予定を発展的に所内コロキウムとして行われたものとして、毛利 衛、柳田敏雄（阪大基礎工：生物分子モータの動作原理）、中村修二（カリフォルニア大：青色レーザの開発）の各氏の講演などがある。

3) 技術交流会

技術職員の相互の技術交流を目的に、現業技術の成果や問題などを口頭発表し、質疑・討論を行い、後日プロシーディングスを発行する。年1回各研究所・施設持ち回りで行う。1976年代から長期に渡って実施されているもので、最初（1976年度）と最後（2003年度）に実施した講演のタイトルを、例として表7に示す。

表7 技術交流会実施例

	演 題
1976年度実施 (第1回)	1. 陽子シンクロトロンของイオン源 2. KEK 静電粒子分離装置とその真空中での絶縁破壊 3. 泡箱電磁石磁場測定装置の設計製作 4. ラテイス磁場測定のためのオペアンプを使用した積分器 5. Quark モデルのための群論入門 6. 泡箱写真自動測定装置
2003年度実施 (第27回?)	1. 低温工学センターの設備 2. 中間子科学研究施設の設備 3. KEKB 超伝導加速空洞用冷却システムとCRAB空洞の開発 4. 水素ターゲット装置
設備見学	#1. 低温工学センターの設備 #2. 中間子科学研究施設の設備 #3. KEKB 超伝導加速空洞用冷却システムとCRAB空洞の開発の設備 #4. 水素ターゲット装置の設備

4) 北関東地区国立学校技術職員合同研修

北関東地区国立学校技術職員（茨城・埼玉・筑波・宇都宮・群馬大）の合同研修で、機械、電気・電子、情報処理、化学、建築・土木の5コースが、95年の7月から実施された。その後、関東・甲信越地区技術職員専門研修として横浜国大などが参加し、物理コースが加わった。各分野毎に3日間研修として数名ずつ参加している。

5) 語学研修

平成7年（1955年）から語学力向上委員会の指針にもとづいて英語研修の初級、中級の2コースを実施している。初級コースは管理局との合同研修、中級コースは技術者にやや特色をもたせた独自性のある内容となっている。人数は各クラス7～8名、時間数44～60時間で語学会社のNative speakerを講師に当てている。

また、CERN研修の派遣内定者は、派遣前に約半年のフランス語の語学研修を受講する。

6) 専門官研修

国立学校に「技術専門職制度」の導入後、平成11年度から技官についても「技術専門官、技術専門職員」について研修が行われるようになった。技術専門官研修は、国立学校の技術専門官（共同利用研は旧課長以上）の行政的識見の涵養と職務に必要な専門的知識・

技術の習得、技術の継承、リーダーとしての役割など資質の向上を目的とする。年に2名が参加する。

7) CERN 研修

文科省-CERN 間の協定に基づき、国際的視野に立った技術者の育成及び技術の研鑽、語学習得等を行い、国際協力について研修する。派遣期間は3ヶ月から1年を標準として毎年1名を派遣する。

3. 研修制度の効果的運用

ここまで、後継者育成の一つの実現方法としての核研と KEK における研修制度の歴史を先ず外観してみた。「所内研修」と共に、最近は外部機関（大学・共同利用研・工専）との「所外研修」も活発に行われていることを述べた。

翻って、研修制度の理念は先ず技術者のスキルの向上が一義的な目的であり、ソサイエティの中長期に渡る発展的継続を目指す意味で、効果的な後継者の育成に繋がることを目指している。スキルの向上の意味は、その同時代的な社会的技術レベルを背景として、加速器科学・測定器・周辺基盤科学におけるソサイエティの研究・開発に関わる技術・技能の問題解決と、それらの推進力に寄与することを目的とするものである。従来、実施されてきた、研修制度は、客観的にスキルの向上のための基礎学力を充実する目的に多大な努力を払ってきているが、技術革新は時々刻々止まることのない故に、endless な研修の持続が必要である。

3.1 優れた技術者とは

一方で、「スキルの高い優れた技術者」の概念は漠然としていると思われる。以前、KEK の N 所長は、技術者は「縁の下の力持ち」であれとか、キチンと「ボルトを正確に締められる技術者」とかの文言で KEK の技術者像を語ったことがある。勿論、これらの文言の意味するものは単純にすべてとは全く思わないが、大学や共同利用研の技術者像を端的に語っているようにも思える。無論、キチンとボルトを正確に締められる技術者と言うのは単純で初歩的な仕事と言う意味ではなく（或いは本音と言う意味で?）、業務をキチンと全うする責任能力を持つと善意に解するが、表日本に対する裏日本などの文言のように私には嫌いな言葉ではある。しかし、個々人の有する技術スキルの高低・優劣などを一般的に考える時、何をもって優れた技術者というかの意味付けにずっと私的に悩んできた。判断基準の一つとして社会的な認証制度（各種国家試験や資格認定試験など）や、ソサイエティにおける論文発表や、学会・シンポジウムなどでの講演発表などさまざまな判断項目が参考にされる。しかし、

これらの多様なスキルの判断項目について、目に見える論文や講演発表など、業績の数値化としては判断が明確で数えやすいかもし知れないが、何を優れた技術者と言うかはその中身を覗いて判断しないとなかなか判断し難いものがあると思われる。特に、共著論文においては、貢献度が全く見えないのである。表面だけではなく、更に掘り下げた論理的な思考のプロセスやアプローチの手法などを検討することが重要と思われる。

他方、共同利用研としての設置理念であるユーザーのための研究所という特殊なスタンスも考慮しなければならないように思う。更に、表 8 のように、KEK の技術職員の職種は多岐に渡り、職種に対応した多様な業務に起因する技術スキルの到達と評価は一律に判断し難いものがある。

数年前、タイムリーに「優秀なエンジニアになる法²⁾」という電子通信学会誌の小論文を見つけた。原著は Robert E. Kelley 氏の「How to be a STAR ENGINEER」を信州大の David K. ASANO 氏が翻訳したものである。原文の著者は、85 年代のベル研における体験にもとづいて、技術者の優秀さと言う概念を再定義し、それに至る「九つの作戦」を提起している。ASANO 氏の訳稿の項目だけをまとめて引用すると以下ようになり、そして最後におさらいクイズが 12 問ある。

優秀なエンジニアになる法²⁾

九つの作戦：

- a) 基礎を作る
- b) 知っている人を知る
- c) 率先的な自己管理
- d) 視野を広く
- e) 正しい仕え方
- f) チームワークは共同所有
- g) 「小さい」指導力
- h) 組織を知る
- i) 適切な発表

九つの作戦は、優秀な技術者になる一つの方法の参考例だとすると、核研や KEK や他のさまざまな分野で組織的に実施している研修制度は、上記 a), d), (時には, b), i) など) 2 項目 (時には 4 項目: 約半分) に対応するものを実施しているに過ぎない。KEK は、「チームワークは共同所有の概念 f) と、「小さい」指導力 g), 組織を知る h), という組織の効用という概念の有益性には希薄・無頓着であることがわかる。しかし、研究所・施設の最下部組織である各個別のグループや、プロジェクトチームのレベルでの狭

い組織の範疇では、うまく機能しているようにも見える。自己完結したグループやプロジェクトチームのレベルでは、当然ながら適切な組織管理を行っているように想像される。

3.2 KEKにおける技術者群像/私見

此処からは私見になるが、組織という概念を念頭に置いて技術者像の少し先のことを想像してみることにする。現在、KEKの技術職員数は約160余名が在職するが、44～45才前後を大きなピーク（トリスタン建設時に採用された技術職員：トリスタン・ピークと仮称）にして、その前後に裾の広がりを持つ。35才以下は毎年度に数名（2-3名）が採用されているのみであり、近年は定員削減により新規採用者ゼロが続く。研究所のアクティビティーを概観すると、12 GeV PSは運転を停止し東海でJ-PARCとして転進し、ILC (International Linear Collider) は国外に設置？の可能性が高いということで、KEKに残るプロジェクトはBELLE実験や物質構造研の実験などが想定できるだけである。マンパワーも分散し、今後のKEKのさまざまなアクティビティーに関わる業務と人材のありようが大きく変貌することが予想される。技術職員の定年が教員の63才と異なる現行の60才定年制を維持するとするなら、今後の人員の採用ゼロを仮定して技術職員数は暫時減少し、今後10年間で最悪約1/3 (52名)の技術職員がいなくなると予測される。このように、今後予想される10年間のKEKでのアクティビティーの分散の推移を想定しながら、既存のKEKB（から発展的にSuper KEKBに移行しても）の性能を向上させ、PF実験も維持しつつ、関連するこれらの装置の運転・維持管理、更に開発・研究などを行うには、業務形態として大雑把にマンパワー不足が顕著に表れてくる。その解決策の手段の一つとして、以下の方策を想定して技術の開発・研究を行うと共に共同利用研のスタンスに立脚した後継者育成のありようについて、留意点を以下簡単に述べる。

- a) 暫減する現有員数で技術業務を行う。
- b) 技術職員と派遣社員（アウトソーシング）との共生システムの運用。
- c) 技術職の組織機能の展開：科研費と特許等へのチャレンジ
- d) コミュニケーションの活用

最初のa)の場合を想定すると、従来の研究所・施設の技術職の縦割り業務は、マンパワー不足の解消を目指して、研究所・施設の壁を越えた共通業務の効率的な運用を目指した機構全体の横断的な業務運営が想定される。単純な発想であるが、そのための準備を行

うことは無意味ではない。従って、個人のスキルを効果的に運用する柔軟な組織の再構成が重要になる。次に想定されるものは、b)の場合の派遣社員（アウトソーシング）との共生である。既に、加速器の運転・維持業務などは、派遣社員による常駐形態に依存している。この場合、KEKの技術者は、派遣社員と異なる独自のスキルを有する技術者として存在価値を示す必要性から、早急に更なるスキルアップのためのギアチェンジや複数技術の会得が必要になると思われる。そのためには、従来担ってきた業務の他に、アウトソーシングに無い高度なスキルと豊かな経験を持ち、そして複数技術などの付加価値を併せ持つマルチ型技術者像も求められると想定される。

上記、a), b)は業務形態について述べたものであるが、c)は技術職員が今後スキルアップのためのターゲット（目標）例を示したものである。後述する技術職の職種は約40種ほどあるが（表8参照）、これら職種間に相互に類似するものを共通技術として再統合しグループ化すると、10数種のグループ分けが可能である。これらのグループに、グループリーダー等を設けて、最大20数種のグループを組織し、科研費や特許等へのチャレンジ・グループを作る。グループリーダーは、目的とする技術開発・研究のための「技術の選択と集中化」を行う議論を適宜行い、科研費や特許、そして所長留め置きや機構長留め置き、或いは外部資金などを狙う作業を行う。更に、今時の企業が安易に求める「即戦力になる人材」などは存在しないので、自前で育てる努力がないとその組織は消える。重要になるのは、世代の入り混じった組織では、d)のコミュニケーション能力が人を育てる上で重要である。気合と体力だけでなかなか人は走れないもので、悩みを聞いたり、「まーこれで考えてみるか」というような相互のコミュニケーションの活用が人を育てるようである。

技術職員にとって、今年度は革命的なイベントとして科研費「特別推進研究等」に申請できるように制度変更された。平成17年度から、従来の奨励研究（科研費B）から「特別推進研究等」に申請できるように制度変更されたものである。扉は開かれたが、スキルに対する厳しい選別と評価の現実も、先には待ち構えていることを知らされる思いである。

加えて、今後10年のスパンで技術職員のアクティビティーを、マンパワー不足を念頭において大所高所から技術の継承を議論するなら、法人化によって囲い込みの概念として縦割り分割した組織形態を、全所的な機能性という観点でメスを入れるチャンスでもある。

いろいろな問題はあるが、多数技術の複合体である技術者集団を機構内の組織横断的な運用により、より柔軟な組織として機能を改変し運用するための技術者の人事交流の模索と検討が、本道ではないかということである。それと同時に、組織を重複する場合には、個人

の業績はきちんと複数でフォローし評価するシステムをキチンと備えるという配慮が必要である。

3.3 KEK 技術職員の職種

前項の議論を更に掘り下げるために、以下、技術職員の職種を分類し、その共通性を把握する。KEK の

表 8 KEK 技術者の職種

素粒子/原子核研究所・物質構造研究所・加速器研究施設・共通研究基盤（超伝導低温工学・計算科学・放射線科学・機会工学各センター）すべてを含む。

-
1. 大型装置（加速器）
 2. イオン源（標的・荷電変換・炭素薄膜製造）
 3. 高周波（高周波源・空洞（クライストロン））
 4. 電磁石（設計開発・磁場解析・磁場測定・軌道解析, Pulse magnet）
 5. 電源（大電力・パルス・電磁石用・DC・RF・高圧パルス・RF：高周波加速）
 6. ビームライン（設計・建設・管理・制御）
 7. ビームモニター
 8. 真空（システム・加速タンク）
 9. 高電圧（高圧パルス）
 10. 超伝導（電磁力構造解析・関連技術）
 11. 計測・制御（Soft・Hard）
 12. 電子回路（Analog, Digital, Relay & Sequence, 弱電技術, 設計製作）
 13. 材料力学
 14. 機械工学（設計・製図（CAD）・製作）
 15. 低温（冷凍機・He 液化機の運転・保守, 設計）
 16. 伝熱学
 17. 水力学
 18. 溶接（電子ビーム・アルゴン）
 19. TV 会議の運用・管理
 20. 安全管理（Interlock・Sequence, 制御）
 21. 測量
 22. 計算機（制御・電子出版関連・システムの運用管理（Windows 系 PC・Security・Net Work）Software 開発・Hardware 開発・Application）
 23. 素粒子実験用測定器・実験装置の開発（開発・維持・管理）
 24. 挿入光源制御
 25. 超低速ミュオン発生装置
 26. 標的開発
 27. 熱負荷解析
 28. 蒸着
 29. 制御工学（Software・Hardware）
 30. 真空炉・水素炉
 31. 加工技術（NC, 放電・Laser, 超精密）
 32. 構造解析（ANSYS・Delphi）
 33. 高圧ガス（計測制御・保安管理・計装）
 34. 三次元測定
 35. 放射線（計測・安全管理・機器保守・遮蔽）
 36. 化学（分析化学・廃液処理・安全管理・有機合成）
 37. データ収集（CPU・Software・Hardware）
 38. 実験室管理（維持・管理）
 39. 電力設備全般
-

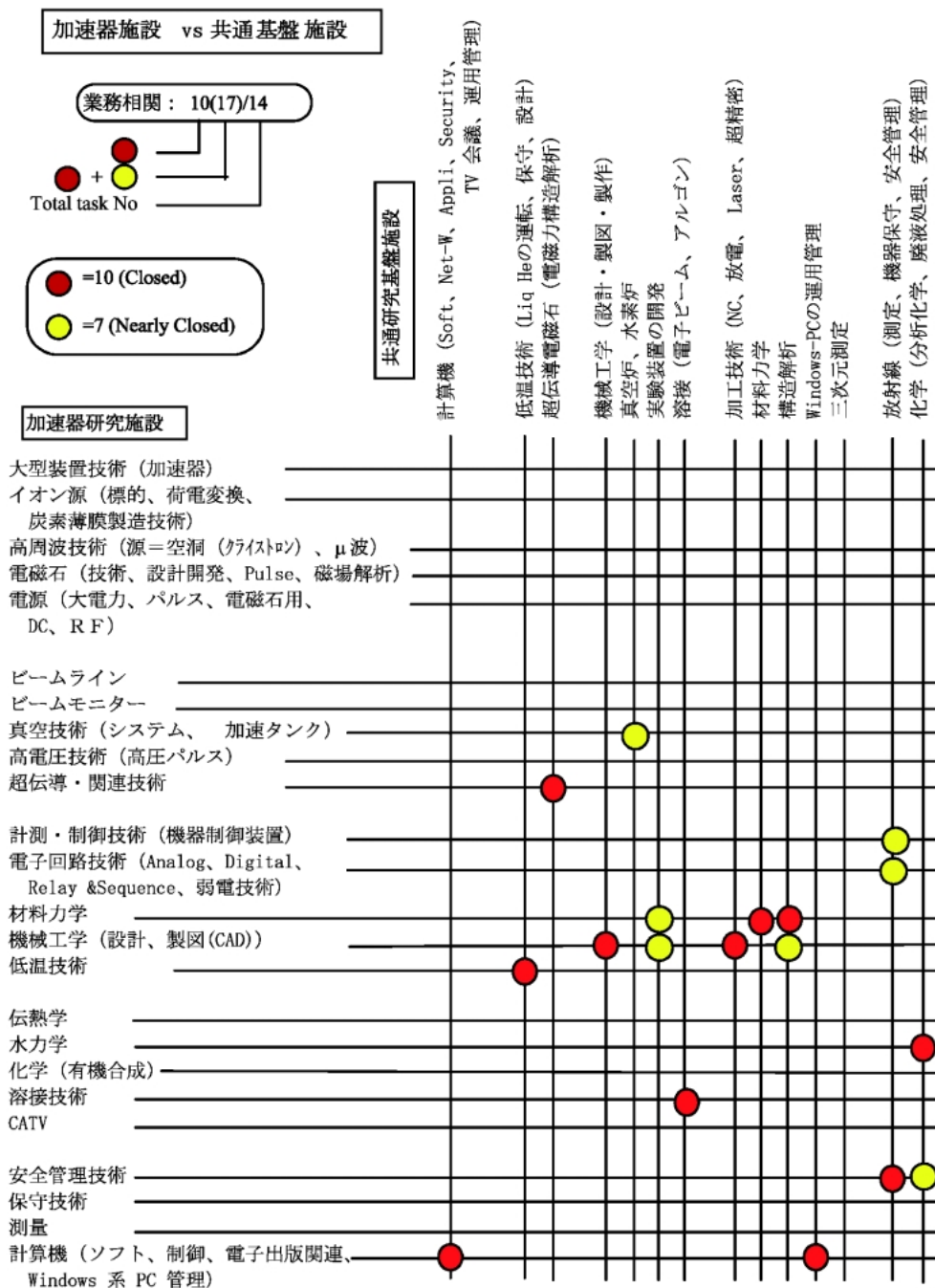


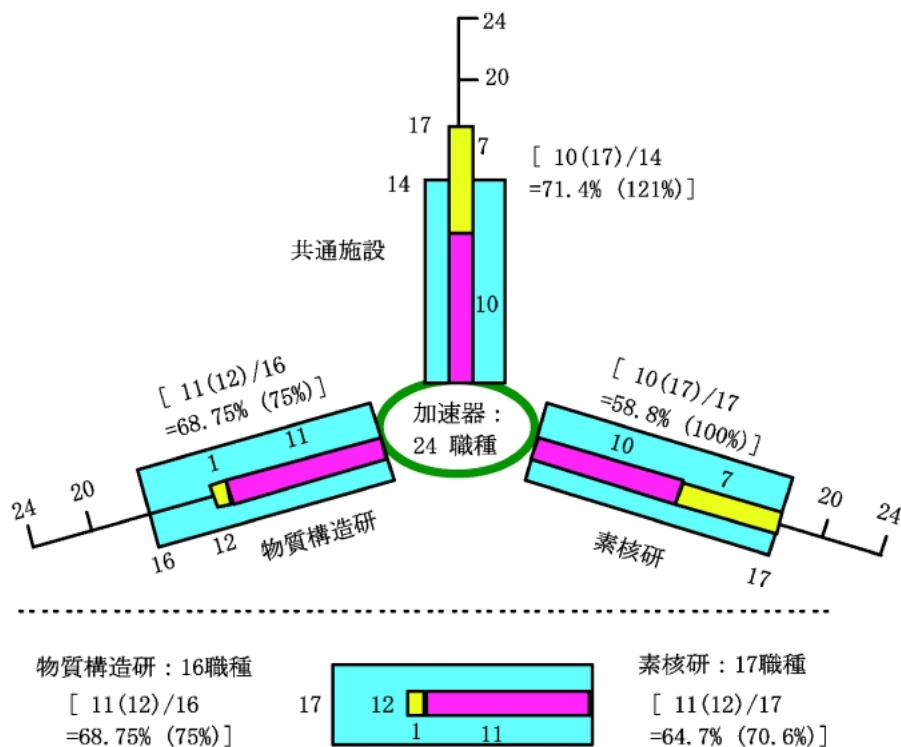
図3 加速器研究施設と共通基盤研究施設における職種の類似性

各研究所・施設における160余名の技術職員の職種を分類したものを表8に示す。分類上、多少の厳密さは此処では無視することになると大雑把に約40種の職種がある。各研究所・施設は各々固有の技術をもつものであるが、加速器研究施設の職種が24職種と最も多岐に渡る。

加速器研究施設の職種の分類を基準にして、他の施設である共通基盤研究施設(超伝導低温工学・計算科学・放射線科学・機会工学各センターを含めたもの)

との職種の類似性を見たものの例が図3である。クロスポイントの赤丸は強い(10職種)、他の黄色ものはやや弱い(7職種)類似性を示している。類似性の強弱には厳密な意味での相関に曖昧さがあることを予めお断りしておく。

また、加速器研究施設の24職種と他の各研究所・施設の中の共通施設との職種の類似性をまとめて示したものを図4に示す。この図から、共通基盤研究施設の例では、14職種から見た加速器研究施設との強い



赤色部は、類似性の強い職種を示し、黄色部分は類似性のやや弱職種を示す。

図4 加速器研究施設に対する他の研究所・施設の職種の類似性

類似性のある職種は71.4% (=10/14)、弱い類似性のあるものは50% (7/14)、全体として121% (17/14)の類似性があるとみる。このようにして、加速器研究施設の職種を基準にした物質構造研(16職種)、素核研(17職種)との職種の類似性を概観することができる。この図からの結論は、KEKの技術職員は、各研究所・施設に4分割して配属されているが、相互に行っている業務は大雑把に言うなら同じような仕事をしていることを示している。図4の下部に、素核研と物質構造研の研究所という組織の類似性から見た場合の職種の相関性も示した。機構の各研究所・施設の横断的な技術職員同士の横の連携は、職種の類似性という単純な相関関係を調べることから、可能であることが、データを基に明示された。

医療とエレクトロニクスや、バイオと工学などの異業種間のハザマに創生技術の展開があると言われて久しい。KEKの工学における技術の相互移入による新たな技術の創生が、機構横断的な人事交流により作れる可能性がある。この実現には、ただこれを深慮しつつ実行する意志が必要なのである。

3.4 技術の蓄積と公開

技術の継承は、組織的に意識し努力して残すように

しないと消えてしまうと思われる。技術や技能などの継承の持つ意味は、グランドレベルからの思考の再スタートの無駄を省くためと、より早く上に昇るための技術的な位置の確保という意味から重要性が強調される。このためには、技術は時間と共に常に変化(陳腐化)するものなので、変化の変わり目に技術の継承におけるギャップを小さくしてリスクミニマムな移設(技術の継承)が望まれる。そして技術者が培ってきた加速器・測定器・関連基盤技術の開発・研究の体験とその成果を、組織的に人から人へと継続する作業と併せて、担当者が居なくなってもドキュメントを見れば理解できるものを **archive** として記録・保存する作業も必要である。開発目的や、手順、失敗談、などのプロセスを詳細に残すシステムと、閲覧機能の整備が重要となる。

何をいじればうまくいくか・いかないのかを、個人の体験を通して蓄積し得られた技術を複数で共有することで、リスクミニマムでしかも時間制限を考慮した効果的な「もの作り」が可能になる。これらの「もの作り」の作業は、組織の機能としての知恵を共用することでその拡大と発展が促進される。三人寄れば文殊の知恵という伝統的な経験則を活用するだけである。

優れた個人の能力を否定して無理に組織に組み込もうとしているのではなく、個人の能力を更に幅広く活かすために組織を有効に活用する知恵と工夫が求められる。加えて、先に人事院が述べた「自分で判断して仕事ができる」技術者の独立（自立）を促進する作業でもある。研究所に本来あるべき個人の自由な発想を、組織が阻害するというものではない。

先に述べた九つの作戦をも含めたスキルの向上は、結局個人の主体性と、論理的な解析の試行錯誤の繰り返し、そして持続する意志と行動がすべてであるようである。そして、得られた技術成果は、間断ない持続を技術の継承と言うなら、適切な継業者たる人材の確保と使える技術ドキュメントの archive 化を早期に行うことが求められているように思える。

終わりに

機構の活動を高めるには、その活動を妨げるさまざまな阻害要因に対して、組織として適切な配慮を行うことが肝心である。何でもそうだが、マンパワーの Driving force としての個々の目的意識は当然大事である。教員や技術・事務職員のように職種が異なっても、職員が各自・各グループの使命感と責任感を共に感じつつ仕事ができる「一体感」を全職員が共有できる組織は、未来ある素晴らしい組織の一つであると思う。機構の定年問題について若干の思いを述べる訳であるが、教官だけの定年延長3年という格差を自ら生じさせた事実は、一体感などは仮想でしかなかったことを現実に確認しただけの小さなイベントに過ぎないかも知れない。能力に因る給与格差はあって良いと思うし、Paul Dirac のような人がいれば終身給与を差し上げるのは寧ろ誇りでもあろう。しかし、職種による就労年齢の制限（定年）に格差を設けたことは、合法的であったにしても公平ではなく、職員の思いを二分したと言える。個人的に思うに、格差ある定年性の導入は職員間の公平性の喪失と共に、陽子シンクロトロン建設以来今日まで、「昼夜共に汗して築いてきた職場」という一体感の喪失という大きな機構の活性要素の一つを失ったと思われる。

余談であるが、10年前の1994年の広島における半導体検出器の国際会議の折、Rutherfordの研究者

と定年制の話をしたとき、Rutherfordでは当時男子65歳、女子60歳の定年を同じ63歳にしたという話をKEKのトップに話をしたことがあるが、足を引っ張るなと一蹴された。1868年以前の代からの権利だということのようであった。Rutherford並みの大人の倫理観を渴望したことを、また思い出した。教員以外に深く進行した不公平感の是正には手遅れかも知れないが早急に活性化を促進するための理念の徳行役（特効薬）の注入を望むものである。

頂いたタイトルの主旨には遥かに届かなかったかもしれませんが、私見を交えて今後の技術者像を少しだけ述べさせていただいた。六十而耳順の齢に近づいても、孔子様の言葉にはまだまだ遥かな道のりにクラクラ！の日々である。

最後に、一切の文責は著者にあることを申し添えます。

謝辞

KEKの椎野二男氏からは核研時代の資料を、小林芳治氏には一部の研修データのCDを拝借させて頂いた。また椎野二男、東條榮喜の各氏には核研時代の、竹中たてる氏にはKEKでの貴重なアドバイスを戴いたことを、紙面を拝借して御礼を申し上げます。

注

- 注1 平成16年4月の法人化以前の技術者の職名は「技官」として「技術部」に所属し、法人化後の職名は「技術職員」として各研究所・施設に所属し、技術部組織は廃止された。
- 注2 Intel社の設立者ゴードン・ムーア（Gordon E. Moore）が1965年に提唱した経験則で、半導体チップの集積度は、およそ18カ月で2倍になるというものの。

参考文献

- 1) KEK Proceedings 97-15 December 1997 A/H/D
- 2) 電子情報通信学会誌 Vol. 84 No. 10 pp741-749 2001年10月
- 3) KEK 技術部報告集(2000年度): KEK Progress Report 2001-7 Feb 2002 A/H/M/R/D
- 4) KEK 技術部報告集(2001年度): KEK Progress Report 2003-2 June 2003 A/H/M/R/D