

57—R009

マイクロコンピュータ応用システム 開発技術者の育成

— マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験制度 —

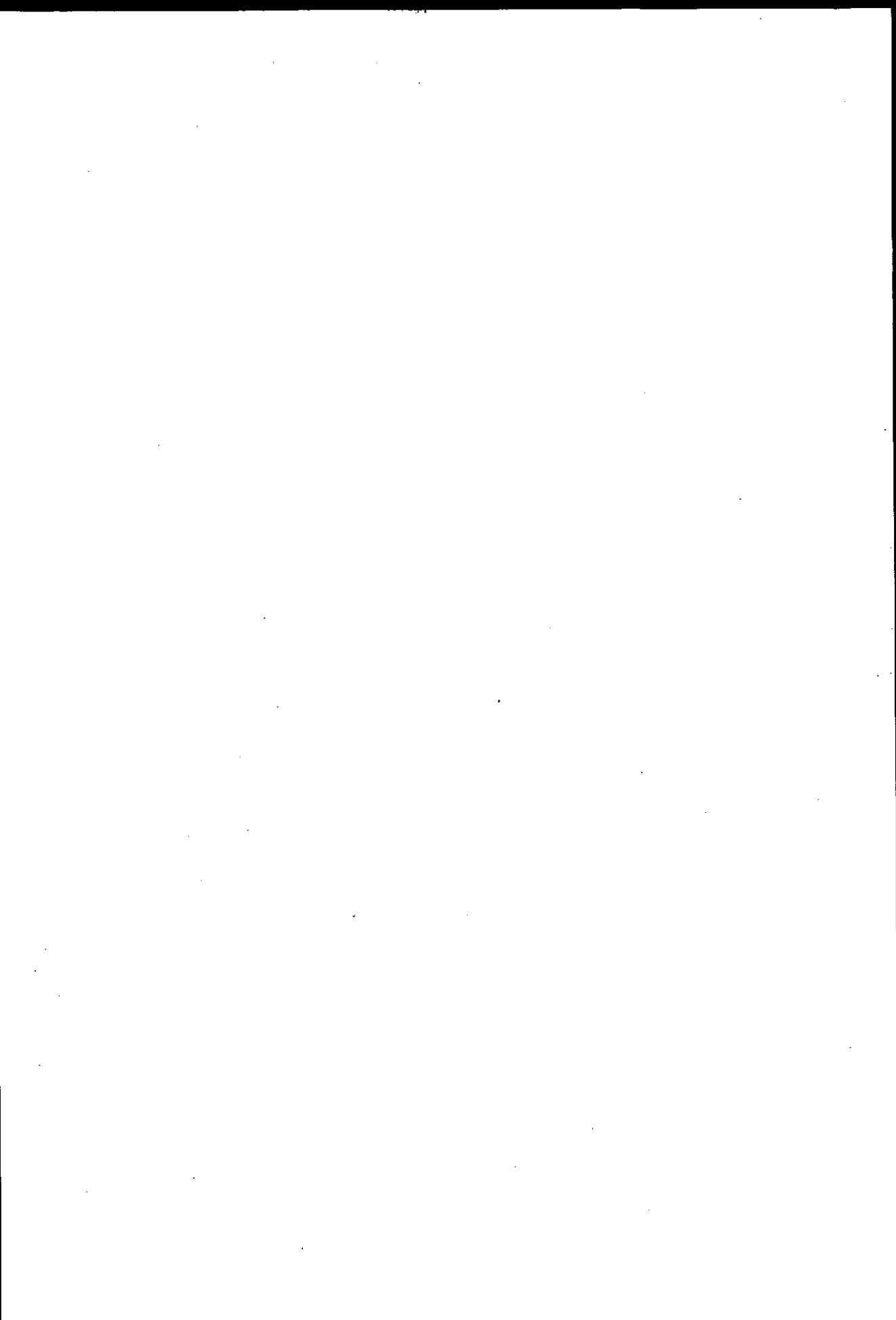
昭和 58 年 3 月



財団法人 日本情報処理開発協会



この報告書は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて、昭和57年度に実施した「マイクロコンピュータの応用に関する調査研究」の一環としてとりまとめたものであります。



は　じ　め　に

近年、マイクロコンピュータはあらゆる産業分野において利用され、そのすぐれた特性は第2次産業革命の核とさえいわれているが、こうしたマイクロコンピュータの応用分野の拡大は、マイクロコンピュータ応用システム開発技術者の不足を一層顕著なものとしている。

当協会マイクロコンピュータ振興センターでは、昭和53年度以来マイクロコンピュータ産業振興のための基本的な問題について調査研究を行っているが、本年度は上述の観点からマイクロコンピュータシステム技術者の育成策の一つとして教育目標ともなるべき「マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験制度」について調査研究を行った。

ここに調査研究の実施に当り、ご指導、ご協力頂いた関係各位に厚くお礼申し上げまするとともに、本報告書が今後多くの方々のご批判、ご叱正を得て、更により具体的な育成策へと展開することにより、わが国のマイクロコンピュータ応用システム開発技術者の育成に寄与することができれば幸いである。

昭和58年3月

マイクロコンピュータ基本問題委員会

(五十音順・敬称略)

委員長	田村 浩一郎	電子技術総合研究所 パターン情報部数理基礎研究室長
委員	小沢 慎治	慶応義塾大学理工学部 電気工学科助教授
"	菊川 健	東海大学工学部 通信工学科助教授
"	児山 正弘	住友電気工業㈱システム事業部 技術部システム技術課長
"	真田 隆幸	アイ電子測器㈱ 代表取締役社長
"	長谷川 透	三菱電機㈱半導体第一部 マイコンサポートセンター主幹
オブザーバ	小椋 正幸	通商産業省機械情報産業局 情報処理振興課
"	小松 正則	通商産業省機械情報産業局 電子政策課
事務局	(財)日本情報処理開発協会 マイクロコンピュータ振興センター	

目 次

序 論	1
第1章 マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験制度の目的及び必要性	4
1.1 試験の目的	4
1.2 大学の立場からの必要性	6
1.2.1 学部学生 of システム技術者への認識	7
1.2.2 システム技術者教育と試験制度	7
1.2.3 情報処理技術者試験との関係	10
1.2.4 マイクロコンピュータ応用システム技術者の養成と産学協同	11
1.3 マイクロコンピュータチップメーカーの立場からの必要性	13
1.3.1 半導体高集積化技術とマイクロコンピュータ応用システム開発技術者	13
1.3.2 マイクロコンピュータチップメーカーのマイクロコンピュータ応用システム開発技術者	13
1.3.3 マイクロコンピュータ応用システム開発技術者の育成方法	14
1.3.4 マイクロコンピュータ応用システム開発技術者育成プログラム例	15
1.3.5 試験制度の必要性	24
1.3.6 試験制度とその課題	24
1.4 マイクロコンピュータシステムメーカーの立場からの必要性	25
1.4.1 マイクロコンピュータ応用システム開発の特徴	25

1.4.2	マイクロコンピュータ応用システム開発技術者に要 求される能力	30
1.4.3	試験制度の必要性	32
1.5	システムハウスの立場からの必要性	34
1.5.1	情報処理技術者試験との関係	34
1.5.2	システム技術者認定試験の必要性	35
1.5.3	システム技術者試験の実施	36
第2章	試験の種類と対象及び水準	37
2.1	試験の対象と水準	37
2.2	試験の種類	38
第3章	試験の範囲	42
3.1	調査方法	42
3.2	ハードウェアの技術用語について	44
3.3	ソフトウェアの技術用語について	44
3.4	結論と反省	45
第4章	他の試験制度との関係	47
4.1	情報処理技術者関連試験との関係	47
4.2	応用分野の諸試験との関連	49
第5章	試験実施にあたっての問題点	50
5.1	各種試験制度との関連の整理	50
5.2	カリキュラムの整備	50
5.3	応募資格	50
5.4	試験技術	51
5.5	合格基準	51
5.6	アフタケア	51

わが国では本年度よりいよいよ第5世代コンピュータプロジェクトが始動し、それに引きずられるかのように他の先進各国でも、新しいコンピュータの可能性を探る活動が活発化している。わが国のみならず世界の学界、産業界においてはなばなしい知識情報処理がコンピュータの大きな潮流になり出した。

しかし、コンピュータの世界はひろく、このような派手なものだけが重要なのではない。現実を見るならば、4ビットマイクロコンピュータの機器埋込みなど地味な活動が産業を支えている。世間の目には触れにくいだが、埋込まれたマイコンがあらゆる産業基盤の大きな部分を構成しつつあるのである。

なぜこのように多くのマイコンが機器に埋込まれつつあるのか。理由は簡単で、安くて効果的だからである。少しでも複雑なカラクリが要求される所ならば、マイコンに置換してそのカラクリをソフトウェア化した方が良い。マイコンは大量生産され、小さく軽いがゆえに安い。そしてソフトウェアは複雑なカラクリを実現しやすい。また、この部分で多様性を吸収できる。これがマイコン埋込みの普及の理由であろう。

ではそういう機器を実現する技術者とはどういう人々か。ここでは仮りに「システム技術者」と略称することにしよう。正式に言えば、「マイクロコンピュータ内蔵機器システムの開発を行う技術者」ということになる。

現在でも多くのシステム、そして今後は大多数のシステムがマイコン内蔵になるだろうから、「システム技術者」という略称は決して不当ではないだろう。

システム技術者に要求されるのは、単なるハードウェアやソフトウェアの専門技能ではない。もちろんひとそれぞれに得意、不得意はあるだろうが、少なくとも片方の専門ならば、残る片方のセンスだけは身につけている必要がある。理想的には両方に通じているべきである。さらに、場合によっては応用分野の知識、技能に通じていることも望まれる。たとえば、プラントへの埋込みを考えれば、プラント制御に関しても一定水準の知識や経験を持つ必要があろう。

こうして見ると、「システム技術者」とはマイコンの出現に伴って必然的にあらわれた新しいプロフェッショナルである。しかも今後まちがいなく膨大な需要が見込まれるのである。他の多くの業種が省力化によって需要が減るのと際立って対照的である。

マイクロコンピュータ基本問題委員会では昭和56年度よりシステム開発技術者の養成の問題に取組み、本年度（57年度）では認定試験制度について検討することにした。

この活動の背景には、もちろんシステム技術者への大きな社会的要素、にもかかわらず要員数の少なさ、そして養成手段の不備、さらには、新しいプロフェッショナルとしての社会の認知の不足、などの認識があったのである。昭和56年度の報告書にあるように、具体的な方向への提言として認定試験制度があげられた。本年度はその提言の具体化作業を行った。その報告が本書の骨子である。

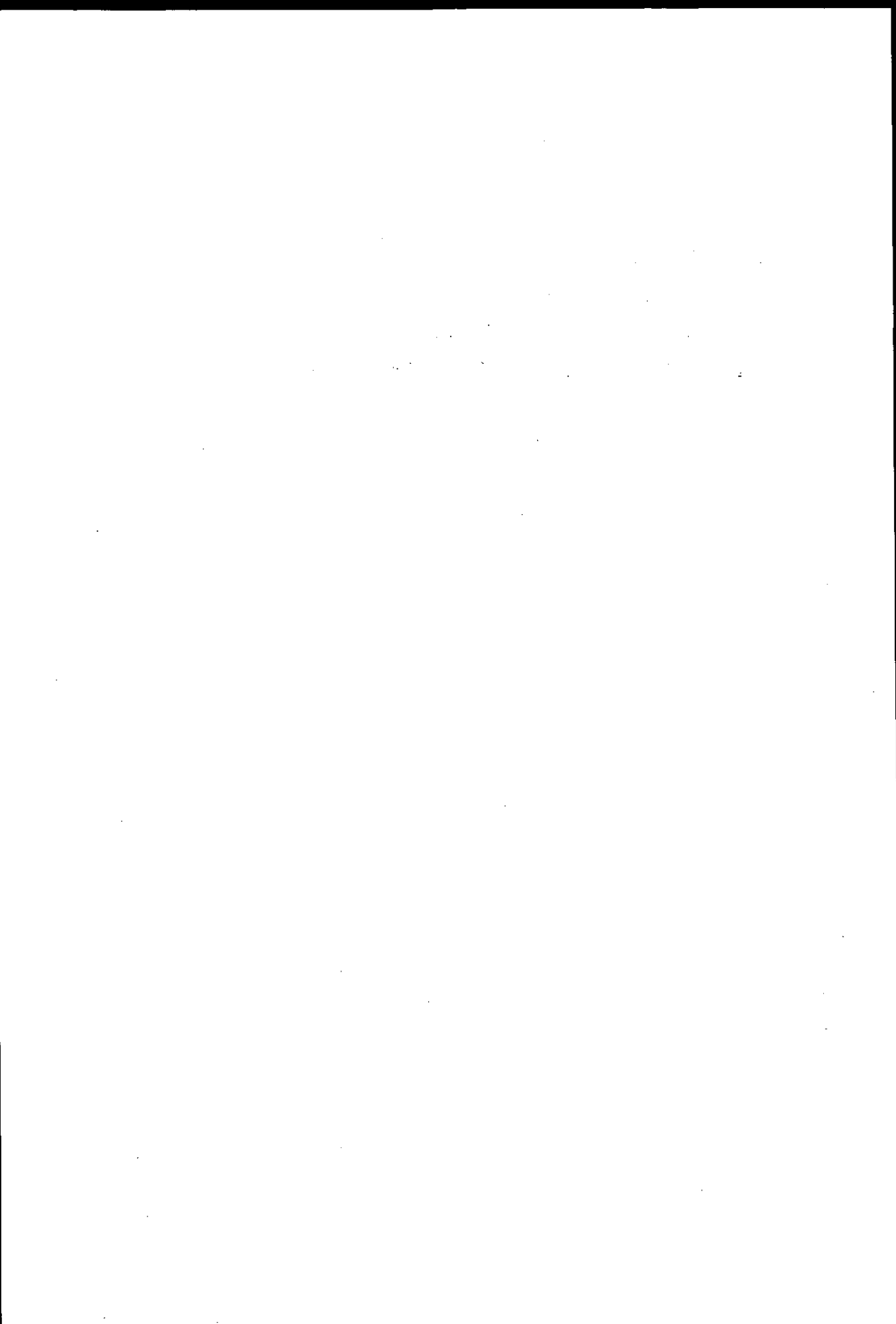
くわしい内容は本文を見ていただくことにして、試験制度の重要性もさることながら、それに伴う歪みもあり得ることに注意を促したい。

だいたい物事は、良い点があればかならず欠点も生じるものであるが、問題は良い点をいかに伸ばし、悪い点をいかに最小にとどめるかである。試験というのは計測であるから、あくまでも手段のひとつであって目的では決してない。しかし、現行の大学受験に見るように、とにかくそれが目的視されがちである。これは本末転倒である。ここで提案する認定試験も、システム技術者を勇気づけ、その技能の向上を促すことによって、日本の産業基盤を強固なものにする一助となることが目的である。そのためには試験制度が決して一人歩きしないよう、システム技術者の養成のためのカリキュラム作りや教育手段、教育施設などの充実を合わせて行っていく必要がある。この方面への十分な手当なしのまま試験制度のみが肥大化することのないよう十分な注意が必要である。

本報告書では、第1章で、目的と必要性について、第2章では、試験の種類、

受験者のレベルなどについて、第3章ではアンケート調査にもとづいて、試験の範囲について、そして第4章では他の試験制度との関連について、さらに、第5章では試験制度実施にあたっての問題点について述べる。

決して十全な討議が行えたとは言えないが、われわれなりの討論の行きついたものが本報告書を形成している。関係諸賢のご意見やご批判をいただくための基礎資料には少なくともなっている筈である。



第1章 マイクロコンピュータ応用システム開発 技術者認定試験制度の目的及び必要性

第1章 マイクロコンピュータ応用システム開発技術者 認定試験制度の目的及び必要性

1.1 試験の目的

「システム技術者」とは多くの人にとって聞慣れない呼称であろう。さらに詳しく「マイクロコンピュータを内蔵するシステムを設計、製作する技術者」だと言え、ますますわからなくなるかもしれない。これほどマイコンブームと言われながらマイコン内蔵システムについては一般にはまずあまりなじみがないのである。ではマイコン内蔵のパーソナルコンピュータについてはどうか。こちらの方は昨今のOAブームもあり、また子供たちの間でのパソコンゲームのはやりもあり、多くの人にとってなじみがある。

ここで問題なのは、パソコンとマイコンとの区別である。有識者のなかでさえ両者を混同している人がいるが、両者は区別してみるべきであろう。

ということは、ここで提案するものの試験制度の少なくとも最終ゴールはパソコンのプログラミング技法ではない、ということである。あくまでもマイコン内蔵システム開発技術なのである。もちろん両者に多くの共通点がある。特に初級レベルではかなりの重複であろう。しかし、ねらいとする所が全くといっていい位異っている点に注意が必要である。システム技術者の方がはるかに専門性が強い。一方パソコンはその性質上使い易さ (ease of use) をビルトインしており、今後はなおさら「使い易さ」が拡大され、その意味で、パソコンを使うことの専門性はうすいのである。というよりも、パソコンの性質上、その使用者に専門性を期待してはならない。メーカーは使い易さを徹底的に追求しており、それがパソコン普及のカギなのである。

ひるがえって、システム技術者はどうか。こちらは当然エンドユーザではないどころか高度の専門技能を要する開発が仕事である。

パソコンユーザはマイカーのドライバーに相当し、システム技術者は車の設

計、開発者に相当する。この位大きなちがいがあることをまず何よりも認識した上で、本試験の目的を述べる。

(1) 社会の認知を得る

「システム技術者」の重要性は産業構造が高度化すればするほど高まってくる。しかしその職能が極めて新しいこと、および一般の人々の目には触れにくいこともあって、一般社会からその職能の重要性はおろか存在さえ気づかれにくい。こういう状態は決して好ましいことではなく、システム技術者を志望する層がうすいことになる。

そこで公的な機関が認定試験制度を作ることにより、その職能の存在が公的に認知され、それが一般の人々による認知へもつながる。これは試験制度の目的そのものというよりも副次的効果というべきものかも知れないが、同時に、システム技術者養成のための第1段階でもあるわけで、試験制度確立の意義はこの意味だけでも大きいといえる。

(2) 技能の向上を刺激する

試験を行うことによってシステム技術者にある種の目標を与えることになり、その意味でシステム技術者の技能の向上のはげみになるであろう。また、自己研鑽の指針ともなろう。

(3) システムハウス入社への条件

ことに初級クラスの合格者をシステムハウス入社の判定の一条件として使うことができる。つまり、システム技術者の技能、知識を知るひとつの目安として使える。

人の評価はむずかしく、単純な測定でできるものではない。いくつかの複合した測定がこの総合判断になるが、その基礎資料の有力なものとして本試験の成績が利用できる。

(4) システムハウスの評価

システムハウスは仕事の性質上特注業務が多い。ユーザから見ればそれだけシステムハウスの評価が重要になる。技能のすぐれた信頼のおける所

に発注したいのである。その時、システムハウス側からのプロポーザルにおける開発チームの技術水準を示すものとして本試験成績を利用することができよう。

(5) システム技術者予備軍へのさそい水

マイコンに興味を持つ青少年は今後ますます増大しよう。彼らに正しい技術方向を示し、また力量測定チャンスを与えることによって、システム技術者予備軍を充実させることができる。これは単に量の拡大だけでなく質の向上にもつながるであろう。

1.2 大学の立場からの必要性

最近のマイコン応用システムは、社会生活と密接な関係をもちつつある。冷蔵庫やエアコンの制御など社会生活を営む身近かな部分でマイコンシステム技術が生かされているが、防災、上下水道、電力等のプロセス制御は、一歩誤まれば社会不安を引き起す場合も考えられる。このようなシステムの設計技術者の技術水準や倫理感等について、一定のレベルを維持することは社会的要請である。

例えば建築士の資格について考えてみると、その工事の資格の区分も明示されており、今後ますます社会システムに組み入れられてゆくと思われる。

マイコン応用システム技術分野においてもその設計技術者の水準を認定する認定制度は社会的にみて重要な意義をもつものと考えられる。しかし、システム技術者の需要に対し供給する側の高等教育機関の教育態勢はまだ充分ではなく、今後の課題とされている。そこで、システム技術教育のカリキュラムを明確にし技術の認定制度を設けることは、この分野への認識を深め、志望者を増加させ、ひいては、システム技術者の質的向上を図るうえで極めて有意義であると考えられる。

1.2.1 学部学生のシステム技術者への認識

入学時において学部、学科の教育内容についての学生の認識は、最近の偏差値振り分けの受験指導の影響もあってか低いというのが実情である。従って学部、学科の教育と本人の将来像とのギャップが大きく、低学年におけるシステム技術についての認識は非常に低いものがある。また高学年に至り、就職を目前にした学生については、コンピュータ関連企業への就職の場面を考えると、プログラマー35才定年説が流布されて以来、特に警戒心が強く、この分野に対する悪感情はぬぐい切れないものがあり、またシステム技術者とプログラマーと区別できない学生が多く見られるのも事実である。しかし、このような悪材料ばかりではなく、一方では、情報処理技術者試験を受験する学生は年々増加する傾向にある。これは就職に有利であると考えられていることと、自己の技量への挑戦の機運があり、ソフトウェア指向の学生にとっては一つの目標を与えているのは効果がある。現在これら学生の目標となりうる他の制度として、1)電気主任技術者、2)無線従事者がある。もし、システム技術者試験制度が実施されるならば、大学や高専の関連学部、学科の学生に対し、入学時から早期に目標を与えることになり、システム技術者への認識が深まり志望者が増加し、その結果、システム技術者全体の質的向上を図ることができると考えられる。

1.2.2 システム技術者教育と試験制度

マイコンシステム技術者の試験内容についての項目は、56年度報告書「マイクロコンピュータシステム技術者教育の現状と課題」の付録資料のシステム技術者の知識、技術、技術者養成コースカリキュラム案に示されているものが骨子となると考えられるが、企業における技術者養成がOJTによるものに対し、大学、高専等の教育では、実習時間の制約から大部分が知識教育に偏重し勝ちとなり、本質的に量、質共に異なるのはやむをえないと考えられる。

大学のカリキュラムは、今後ますます基礎教育を重視する傾向をとると考えられ、システム技術者向けのコースを設けている機関はわずかである。両者のうちでは、高専においてより積極的にマイコンシステムの教育課題を取り入れるところが多い。たとえば電子通信学会の教育技術研究会等へのマイコン教育関係の研究報告も、高専が圧倒的に多いが、実験や実習等を通じての教育が主体であるので、システムの設計という立場から総合的に学習する機会は卒研においてしかない。このようなことから、システム技術者のカリキュラムが示されれば、低学年から高学年に至る継続的な教育としてとりあげる機運が高まるかも知れない。

また、基礎知識に属する電気回路、電子回路、論理回路、パルス回路、論理代数等は、既設の科目に含まれている。無線従事者試験では、専門学部の履習科目についての科目認定によって予備試験を免除する制度を取り入れているために、システム技術者試験においてもこのような制度を取り入れることにすれば大学、高専等の学部学生に受験を容易にし、受験者層の拡大を促す方策もとれると思われる。

学部、学科単位への対応は、卒業単位数の制限や担当教員の確保の面で困難が多いことも事実である。

その解決策として、情報処理教育センターや電子計算センターの活用が考えられる。もし、システム技術者の教育カリキュラムが示され、また、試験制度が確立されるならば、これらセンターの独自の教育コースとして従来行われている言語教育（FORTRAN，COBOL），応用コース（解析パッケージ等），に加えて応用システムコースを設け、学部、学科の単位に関係なく自由履習科目として、システム技術者試験を目標にした教育コースを設けて対応することも考えられる。この場合カリキュラム、指導案、学習教材（ビデオ、スライド等）を適当な機関で開発し、提供する必要も生じよう。また、自学自習の機会を与える意味でCAIの開発が望まれる。

一つの例を示せば、東海大学では、電子計算機センター内に情報処理研究教育施設が設置されており、学部、学科とは独立に、独自に情報処理教育のカリキュラムを編成している。図1-1はその教育内容の概略を示したものであるが、プログラミング言語（アルゴリズムに重点を置きC A Iを併用する）を基礎として、情報処理IとIIの系統のコースがあり、情報処理IIがコンピュータ応用システムコースとなっている。この講座は、

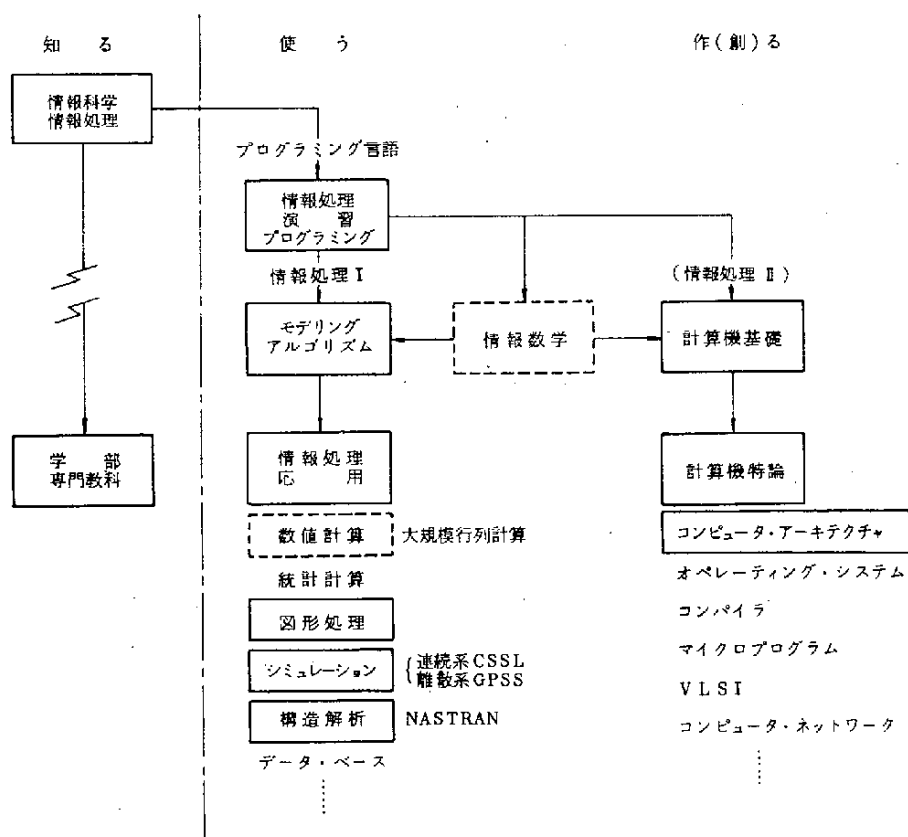


図1-1 大学における情報処理教育（東海大学の場合）

1 ボードマイコンを使用して18時間を費しており、内容的には前記56年度報告のマイコンシステム技術者の知識技術体系に似通っているが、時間的には少々不足の感じがする。これは、このような施設では自由履習としての性格から、正規の授業時間帯に講座を設けることができないので、放課後に開講しているためで止むを得ないであろう（今後学部、学科との調整により、部分的には正規の授業に振りかえる考え方もある）。このようなことから、システム技術者の試験制度が実施されればこの場合の目標となり得るとしても、企業内のOJTによる教育に比して“システム設計の経験の深さ”という点で差があり、それに対応するためには、教育機関と企業所属の受験者の間には、初級、中級、上級等のレベルと守備範囲を区分する必要があるだろう。

1.2.3 情報処理技術者試験との関係

昭和57年度の情報処理技術者試験の案内書に昭和56年度の応募者及び合格者の一覧表が掲載されているのでこの資料を引用して大学、高専での情報処理技術者試験制度との関係を考察する。

まず学生の合格者についてみると、第1種で合格者全体の16.9%、第2種で合格者全体の38.9%を占めており、全体合格者の所属の比率からみても学生の占める割合は大きい。ところが内容的にシステム技術を含むと考えられる特種になると、合格者は0である。

これは、応募資格として「情報処理技術者のうち、情報処理システムの分析、設計に主として従事する者を対象とし、大学卒業程度の一般常識を有し、3年程度以上の実務経験を有する云々」としており、実質的に学生の受験の道を閉ざしている。

しかし、前項で述べたように、学生のシステム技術者への指向を強め、底辺の拡大を図る方策としての試験制度を考えるならば、実務経験者のみで、学部学生への受験の道を閉ざすことは得策ではない。しかも、現在の

特種情報処理技術者試験程度の内容ならば、出題の方法によっては、前述の情報処理教育施設等で充分対応が可能であると思われる。むしろ、実務経験者に対して名実共に技術の認定を行おうとすれば、非常に狭い特殊な部分、例えばセンサーの技術等があるが実施の点からみると困難になると思われる。従って、応募の資格条件を設けることはむしろ試験を実施する上での技術的な問題にあるように思われる。

このようなことから、大学、高専等を対象としたシステム技術者の基礎は、試験技術的に容易であり、カリキュラムを明示し、関係団体による講習会を開催するなどを通じて試験制度はシステム技術者の予備軍を確保するために有利に展開するものと考えられる。

次に、情報処理技術者試験の合格率をみると、特種、第1種、第2種共11～15%で合格率はあまり変らない。しかし、資格試験であれば第1種、第2種の間には、資格の差が設定されるわけであるが、単なる技術の水準を示すための認定試験であればカリキュラムを示し、ある水準に達していれば合格するという制度が必要であり、受験者のモチベーションを高める意味でも初級、中級での合格率をもっと挙げる方向で検討する必要があるだろう。

一つの例を示せば、一昔前までは、会計、経理部門への配属は、簿記3級、珠算3級程度の能力をもっていることが前提にされていた。システム技術者においても、この部門に配属されるには、少なくとも初級程度の知識、技能を持っていることを前提にすることにするならば、初級の合格率は高めに設定して（例えば60%ぐらい）、“初級に合格しているのは当り前”と云うぐらいの設定の仕方の方がよいと思われる。

1.2.4 マイクロコンピュータ応用システム技術者の養成と産学協同

大学、高専等の教育内容が基礎教育に力点が置かれる傾向にあることはすでに述べたが、このことは、応用システム技術、先端技術等の分野にお

いて、相互補完の意味で産学協同を可能にすれば有用であると考えられる。例えば、企業で開発されたシステムの評価を大学や高専で行うと云ったことや、極めて狭い分野の応用技術に関する know how を企業人が大学で特別講義をもったり、卒研や工場実習等の機会を利用して企業内における OJT に相当する部分を補うことができる。このようにすれば、大学在学中に応用システム技術者の中級程度まで実力を蓄えることも可能になるかも知れない。

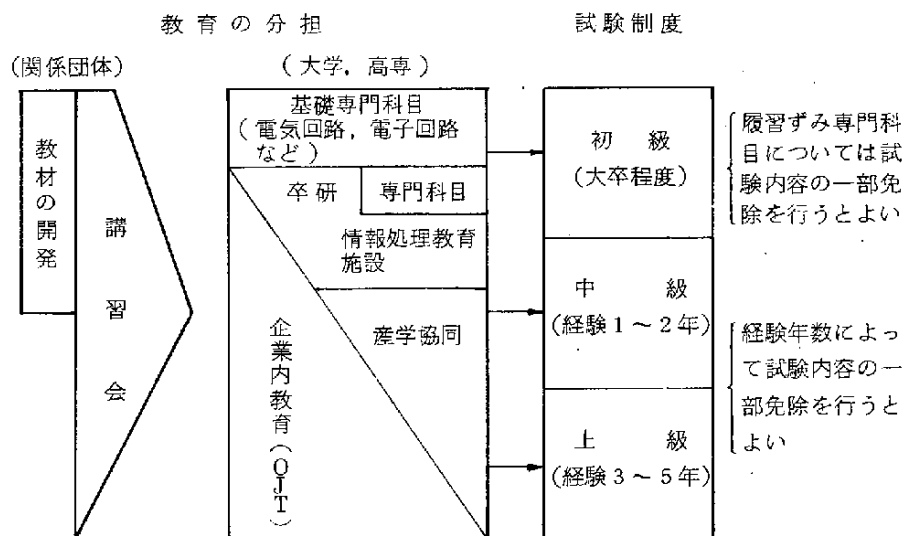


図 1-2 マイクロコンピュータ応用システム
開発技術者認定試験制度の意義

このように、システム技術者認定試験を機に、企業と大学、高専などとの交流を深め、システム技術者養成のための産学協同への道を開くことも考えられる。

以上、大学、高専等の専門教育機関におけるマイコン応用システム開発技術者認定試験制度の意義について述べてきたが、まとめれば図1-2のように示されよう。

1.3 マイクロコンピュータチップメーカーの立場からの必要性

1.3.1 半導体高集積化技術とマイクロコンピュータ応用システム開発技術者

半導体の高集積化技術の進歩は、毎年、倍増している。これから集積度の向上は、ある程度の鈍化が予想されるものの、その進歩は疑う余地がない。この集積化技術の発展途上時に出現したマイコンはカスタムLSIと異り、ソフトウェアとハードウェアの設計の自由度が大きいために、どの分野にもその応用が開かれている。安価で、信頼性の高いマイコンは、マイクロマウス等の自走ロボットの製作に情熱を燃やすアマチュアまでも含めて、優秀な応用技術者を数多く必要としている。高集積化技術の進歩は、またLSI応用システム技術者に新しくゲートアレーを提供しようとしており、今後ともLSIを応用するシステム技術者の必要性を呼び起し続けるであろう。

1.3.2 マイクロコンピュータチップメーカーのマイクロコンピュータ応用

システム開発技術者

システム技術者という範囲からは、そのチップ自身を設計する技術者は対象からはずされる。従って、チップメーカーのシステム技術者の業務は以下の3つに大別される。

- (1) ユーザのシステム開発について、マイコン応用技術のコンサルタントを行ったり、ユーザのシステム開発を受託し、その制御部分のハード

ウェア、ソフトウェアを開発、製造する。

(2) ユーザのシステム開発の効率化を計るためのシステム開発支援設備を開発、製造する。

(3) ユーザのシステム技術者の育成を援助するための教育をする。

(1)と(2)については、ユーザのシステム技術者と同様の仕事であろう。

1.3.3 マイクロコンピュータ応用システム開発技術者の育成方法

ユーザのシステム技術者育成を援助するチップメーカーの立場から、その育成方法について

(1) ON THE JOBトレーニング

(2) OFF THE JOBトレーニング

に分けて検討してみたい。

(1) ON THE JOBトレーニング

システム技術者にとって、システム設計一つを採り上げても、必要とされるハードウェアとソフトウェアの基礎知識は広範囲に亘っている。そのことは、56年度の当協会の報告書である「マイクロコンピュータシステム技術者教育の現状と課題」で指摘されている通りである。このような広範囲に亘る基礎知識の習得には多くの時間を必要とする。基礎知識が不足している者に、ON THE JOBトレーニングを行っても教育効果はあがらないので、先ず、基礎知識の勉強からさせる必要がある。システム技術者育成のためのON THE JOBトレーニングが効果をあげるためには、

① 訓練を受ける者が、そのJOBを完成させるのに必要な基礎知識をきちんと学んだ後に、指導員の指示に従って自発的にJOBを完成させようとする意欲を持っていること。

② 指導員の方は、教えなければならない問題に精通しており、訓練される者の能力、長所、欠点を充分に知っていることが必要である。

以上のことから、ON THE JOBトレーニングは、基礎知識を学

んでいる者を対象に、より専門的な知識を習得させる場合に適したトレーニング方法であると考えられる。

(2) OFF THE JOBトレーニング

OFF THE JOBトレーニングをする目的としては、以下の2つの場合が考えられる。

- ① 専門技術者へ最新の技術情報を提供する。
- ② これから専門分野の方に進もうとする技術者に、その分野の基礎知識を体系的に教える。

①の場合は、短期間で目的は達成されるが、②の場合の教育効果を期待するには、長い期間が必要であることと、適切なカリキュラムが設けられて、教材が準備されていることが必要条件である。従って、②の場合は、学校教育で行われるのが一番望ましいのである。しかし、マイコンは誕生以来、まだ10年程度の年月しか経過しておらず、学校においても十分な対応はできず、企業内教育に委されているというのが現状である。

1.3.4 マイクロコンピュータ応用システム開発技術者育成プログラム例

ここでは、三菱電機が社外のシステム技術者の育成を援助するためのトレーニングプログラムを紹介する。この場合、パソコンを事務システム等に応用する技術者は対象外として、マイコンのチップそのものを制御装置に応用するシステム技術者のみを対象としている。

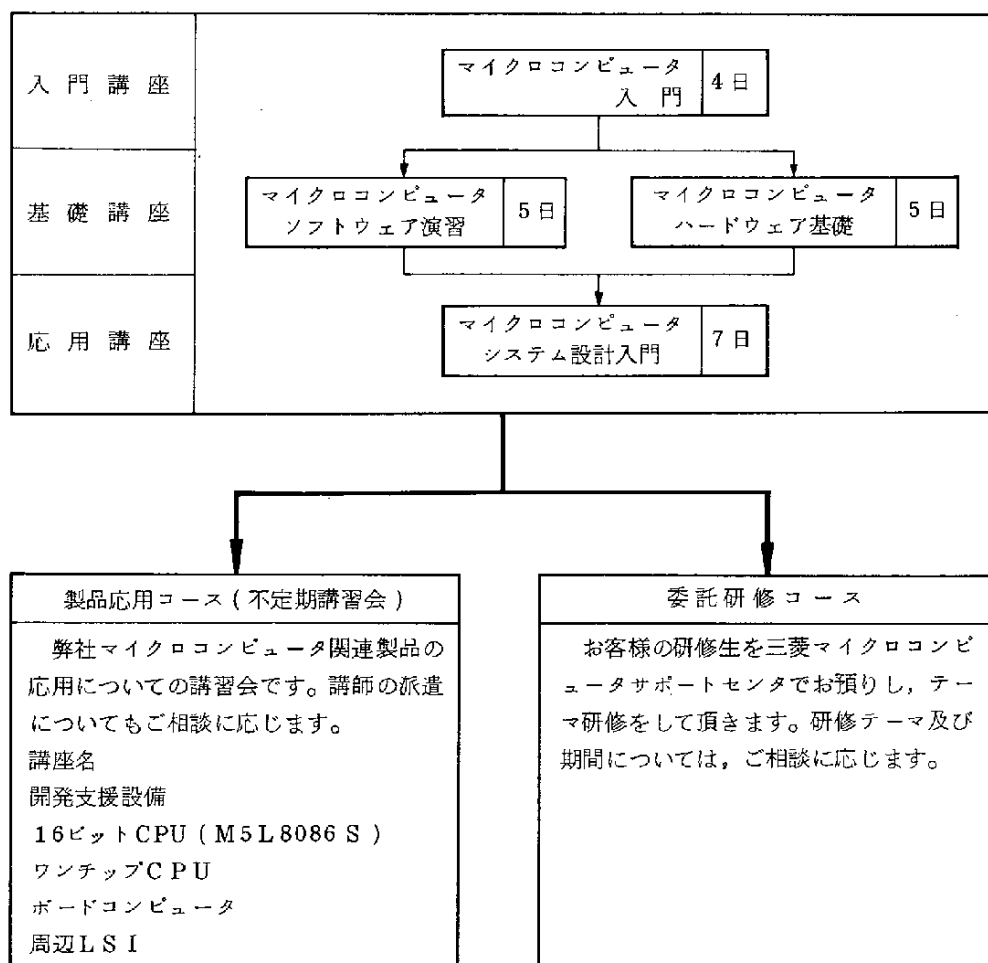
以下のプログラムは社内のシステム技術者の育成に成果をあげているものを、一部社外用にアレンジしたものである。マイコンの応用技術の基本から、応用迄を体系的に習得できるように配慮されており、学習するに当たっては、トレーニングキット及び開発支援設備を用い学習を主体とした実践的な内容になっている。

(1) プログラムの体系

プログラムは大別して、以下の三つのコースから構成されている。その体系を表1-1に示す。

表1-1 プログラムの体系基礎学習コース（定期講習会）

マイクロコンピュータ応用技術の基礎知識を取得するためのコースです。8ビット（M5L8085A）を中心に学習いたします。講師の派遣についてもご相談に応じます。



① 基礎学習コース

(OFF THE JOBトレーニング)

② 製品応用コース

(OFF THE JOBトレーニング)

③ 委託研修コース

(ON THE JOBトレーニング)

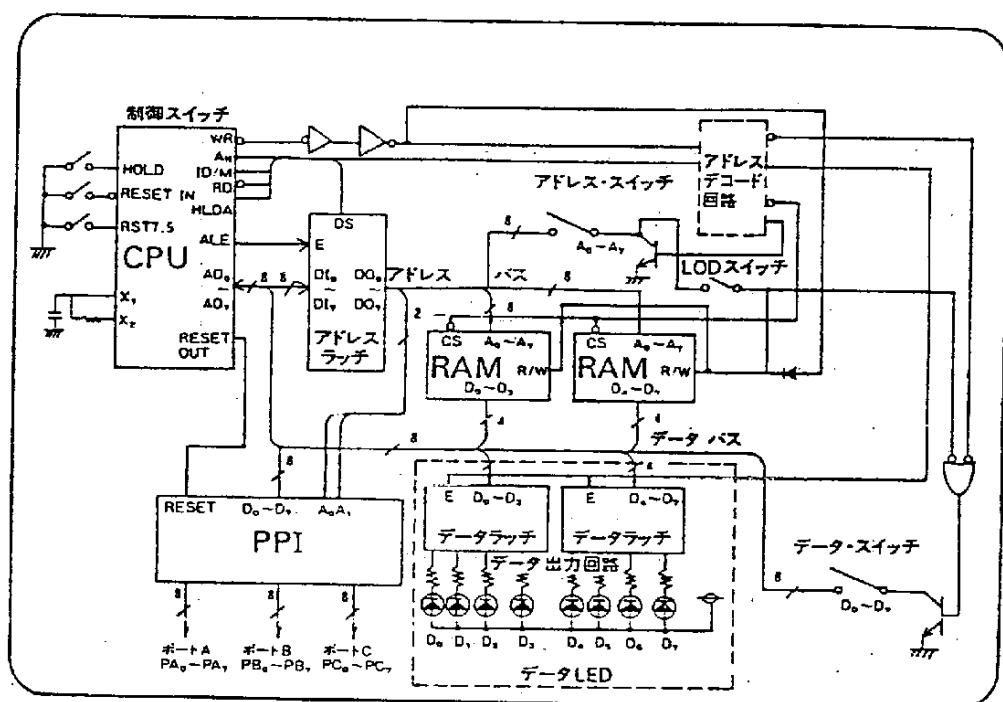
各々のコースについて述べてみよう。

① 基礎学習コース

このコースは、ON THE JOBトレーニングに入るのに必要なマイコン応用技術の基礎知識を習得するためのコースであり、8ビットマイコン(M5L8085A)を中心にその応用を学習する。入門、基礎、応用の3つの講座から構成されており、延べ学習時間は21日(126時間)を必要とする。そして、受講者の能力に合わせて受講できるように、5日間位を一単位にして講座が組まれており学習し易くなっている。

(i) 入門講座

これからマイコンの学習を始めようとする人を対象に、マイコンのハードウェアとソフトウェアの概要を理解させることを目標としている。トレーニングキットとしては、2進数でプログラムを入力し、実行させることができるモニターの無い簡単なマイコンボード(MTK-II)を教材として使用する。そのブロック図を図1-3に示す。



ブロック動作説明

ブロック名	機能
アドレスラッチ回路	時分割データバス上の下位8ビットのアドレス信号をラッチする。
アドレスデコード回路	アドレスの上位ビット(A10)をデコードし、メモリI/Oのチップセレクト信号を作る。
RAM	リフレッシュ不要のスタティックRAM。
データ出力回路	データLEDとラッチにより構成されたデータ表示用回路。
データ入力スイッチ	プログラム入力等データを入力するスイッチ。
アドレス入力スイッチ	ホールド時にアドレスを指定するスイッチ。
制御スイッチ	CPUを直接に制御するスイッチ。
LODスイッチ	ホールド時に、メモリにデータを書き込むスイッチ。
入出力ポート(PPI)	プログラム可能な8ビット×3のポートを持つ入出力インターフェース。

図1-3 トレーニングキットMTK-IIのブロック図

日程	内 容
一 日 目	1. コンピュータ処理とフローチャート 2. フローチャートの規則 3. 演算，分岐繰返し処理のフローチャート 4. 入出力を含む処理
二 日 目	1. コンピュータの基本機能 2. データの表現 3. ハードウェア 4. ソフトウェア 5. コンピュータの処理形態
三 日 目	1. マイクロコンピュータの概要 2. 半導体集積回路の概要 3. マイクロコンピュータの基本構成とその動作 4. マイクロコンピュータのソフトウェア 5. マイクロコンピュータのハードウェア
四 日 目	1. トレーニングキットの使い方 2. トレーニングキットのメモリへのデータ転送演習 3. トレーニングキットの外部へのデータ転送演習 4. トレーニングキットの内部レジスタをみる

使用教材

- 「コンピュータ入門テキスト」
- 「マイクロコンピュータ入門テキスト」
- トレーニングキットMTK-II

(ロ) 基礎講座

システム技術者として、マイコンのハードウェアとソフトウェアの基礎的な知識の理解を目標としている。講座はソフトウェア演習とハードウェア基礎の二つから構成されている。トレーニングキットとして、16進でプログラムを入力し、実行させることができる

モニター付きのマイコンボード（MTK 8501）を教材として使用する。このブロック図を図 1-4 に示す。

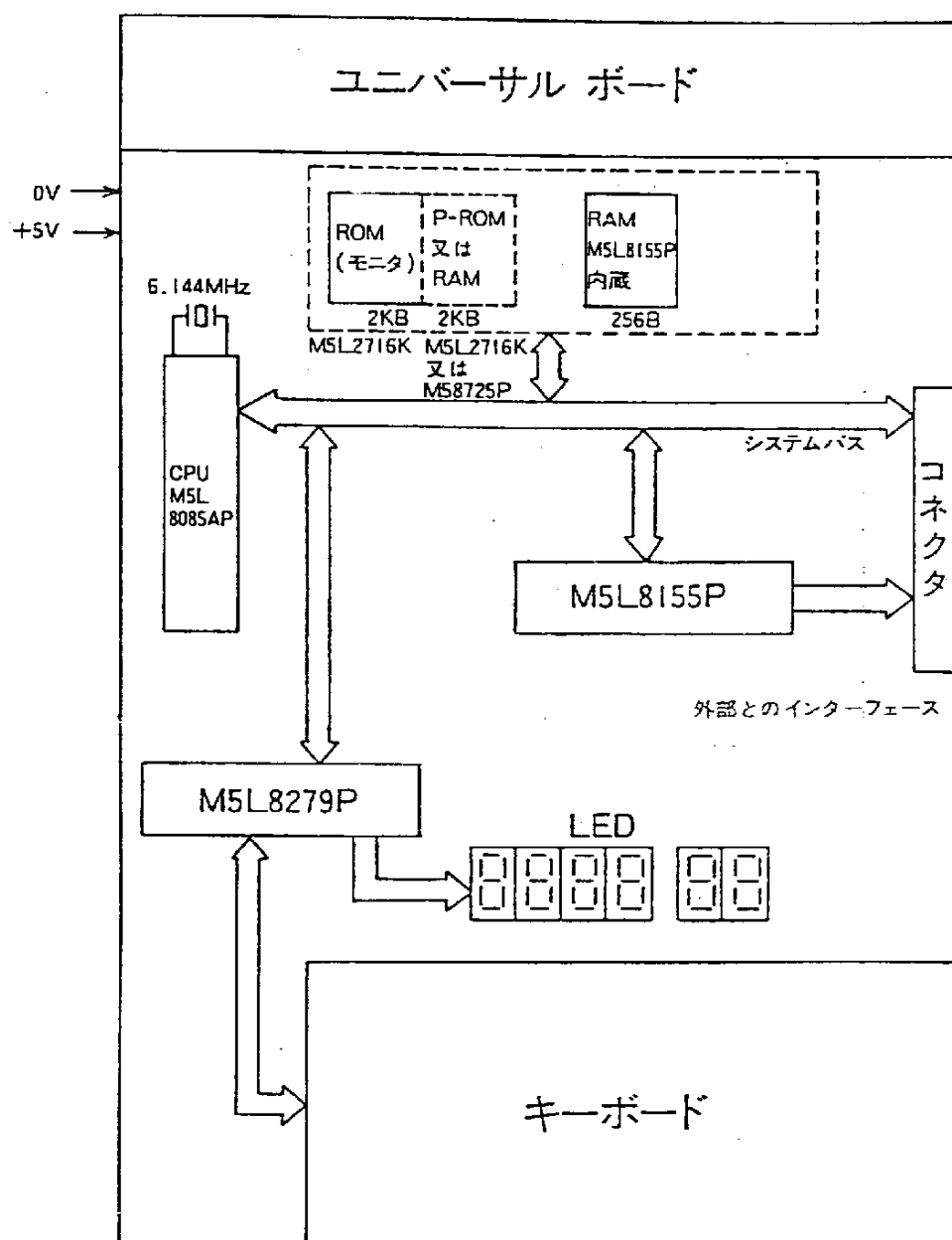


図 1-4 MTK 8501 のブロック図

(A) ソフトウェア演習

演習を通じてアセンブラのプログラミングができることを目標とする。

日程	内 容
一 日 目	1. ソフトウェアの歴史 2. マイクロコンピュータソフトウェア 3. ビット, バイト, ワード 4. データ転送命令 5. 加減算・論理演算命令
二 日 目	1. 比較・分岐命令 2. スタック割込み命令 3. ソフトウェアのテクニック 4. サブルーチンの考え方 5. 応用プログラム
三 日 目	1. トレーニングキットの概要 2. トレーニングキットの構成 3. モニタプログラムとは 4. モニタプログラムのサブルーチン
四 日 目	1. I/Oポートの機能と構成 2. I/Oポートのインタフェース 3. I/Oポートのプログラム基礎 4. P-ROMライタとは
五 日 目	1. 総合演習 2. プログラム例解説

使用教材

- 「ソフトウェア入門テキスト」
- 「MELCS 85 トレーニングキット説明書」
- 「トレーニングキットMELCS 85」

(MTK-8501)

③ ハードウェア基礎

集積回路および基板・コンピュータの回路の機能が理解できて、
論理図面が読めることを目標とする。

日程	内 容
一 日 目	1. 論理代数 2. デジタル IC とその種類 3. デジタル IC の基礎的電気特性
二 日 目	1. 論理回路（組合回路） 2. 電気特性の違いによる分類とその記号 3. 応用 IC 例 1 4. 演習 1
三 日 目	1. 論理回路（順序回路） 2. 応用 IC 例 2 3. 演習 2
四 日 目	1. メモリとその種類 2. メモリの構成方法 3. メモリの電気的特性
五 日 目	1. 中央演算処理装置（CPU） 2. 割込みとその種類 3. 割込みとその制御 4. 演習 3

使用教材

- 「ハードウェア基礎テキスト」
- トレーニングキット MTK-8501

④ 応用講座

マイコンを応用したシステムのソフトウェアとハードウェアの設計、製作の基礎知識を、演習を通じて体験し、理解することを目標としている。

演習テーマに従って、トレーニングキットMTK-8501を使用して、ハードウェアとソフトウェアの設計、製作まで行う。

ソフトウェアの作成工程とシステムデバッグ工程に開発支援設備を使用し、その利用方法についても学習する。

日程	内 容
一 日 目	1. システム設計概要 2. システム設計の作業手順 3. システムの調査分析と概要設計
二 日 目	1. システムの詳細設計 2. システムテストとドキュメンテーション 3. システム開発プロジェクトとスケジューリング 4. 事例研究
三 日 目 以 後	1. 実習テーマの説明 2. システム設計演習 ① 基本仕様作成 ② 詳細仕様作成 ③ 回路図作成 ④ プログラム仕様書作成 ⑤ ハードウェア作成 ⑥ ソフトウェア作成 ⑦ システムデバッグ ⑧ システムチェックの解説 ⑨ システムデバッグ技法

使用教材

- 「マイクロコンピュータシステム設計入門テキスト」
- トレーニングキット MELCS 85
(MTK-8501)
- 各種開発支援ツール

② 製品応用コース

基礎学習コースで学んだ知識を基礎に、以下のマイコン製品毎の応用方法について2日から5日間で学習するコースである。

- (イ) 開発支援設備
- (ロ) 16ビットCPU (M5L8086S)
- (ハ) ワンチップCPU (M5L8049)
- (ニ) 周辺LSIとインターフェース

③ 委託研修コース

基礎学習コースを終了した実力の者を対象に、テーマ研修をON THE JOBトレーニングで研修するコースである。テーマにより期間は異なるが、テーマ完成には3ヶ月から5ヶ月位は必要である。

1.3.5 試験制度の必要性

マイコン応用システム開発技術者認定試験制度が実施されるようになれば、業界におけるシステム技術者の評価が客観的になるし、又、システム技術者自身にとっても、自己の技術力向上の目標が明確化される。このことは、他の試験制度と同様のメリットであろう。但し、現状のシステム技術者育成に当って基礎知識を習得するレベルのカリキュラムとしては、標準的なものが無い。そのため、企業内では、多くの場合、ON THE JOBトレーニングとして効率の悪い方法がとられている。試験制度が確立されればシステム技術者育成のガイドとしてのカリキュラムが設定されるという期待は大きい。

1.3.6 試験制度とその課題

マイコン応用システム開発技術者認定試験制度が業界の評価に耐え、信頼されるためには、どんな試験制度であつたらよいのであろうか。

- (1) 基礎知識の評価とカリキュラム

① 対象とするマイコンの種類

試験の実施に当っては、受験者が技術者である以上、実践に役立つ知識の評価が必要である。しかし、現在のマイコン業界では、技術の標準化が遅れている。また、特定メーカーのマイコンを対象にすることは公平さを欠くことになるので、複数のマイコンを対象とすること等を考慮せねばならないであろう。

② カリキュラムの内容

カリキュラムについても同上のことが考えられるが、統一したカリキュラムの設定について当協会の56年度報告書「マイクロコンピュータシステム技術者教育の現状と課題」に試案が載っている。この試案を土台にして検討を加えて行くのがよいと考える。

マイコンの技術進歩は非常に速い。この技術革新に追随できる様にカリキュラムの変更が容易にできる柔軟さが必要になって来る。

(2) 専門技術者の評価

前項で述べたON THE JOBトレーニングで育成される専門技術者の評価については、一定のカリキュラムは必要としない。記述式か面接によってしか技術者の実力は評価できない。従って、その評価に当っては、専門委員会を設置する必要があるだろう。

1.4 マイクロコンピュータシステムメーカーの立場からの必要性

1.4.1 マイクロコンピュータ応用システム開発の特徴

マイコン技術者認定試験制度の必要性を論じる前に、マイコンをシステムの処理装置として用いたシステム（以降マイコンシステムと略する）のシステム開発の特徴を整理してみたい。

(1) 対象マイコンは8ビット・16ビットが中心

マイコンには、処理対象となるデータの長さあるいはレジスタ等アーキテクチャによって4ビット系、16ビット系、32ビット系等に区

別される。国内の販売実績では、1981年実績数量で4ビット85.8%，8ビット13.9%，16ビット0.2%である。4ビットマイコンは家電、時計、カメラ、事務機等量販製品への適用の普及が著しく、今後も数量的にはマイコンの中心となろう。8ビット・16ビットはパソコンや、ワークステーション等のインテリジェント端末や、システムの中央処理部として適用され、今後、数量の伸びが予想されている。しかし今後も数量的には4ビットマイコンが圧倒的であるが、マイコンを適用した装置・システムの開発面から見ると、8ビット、16ビットはその適用対象が多岐にわたることから、これらの8ビット、16ビットマイコンシステム（装置）開発に従事している技術者が非常に多くなっていることは事実であろう。また今後、シングルボードマイコンやパソコン等もマイコンシステムの範ちゅうに入れると、8ビット、16ビット系がマイコン技術者の対象とするマイコン系列と云えよう。

(2) マイコンシステムの特徴

8ビット、16ビットマイコンをどのようにシステムの中央処理部として使うかは、各社色々なやり方があるので、普遍的な特徴を挙げる訳には行かないが、ここに例えば住友電工のマイコンシステムを例にあげて、その特徴を考えてみたい。

図1-5はNSUMシリーズと称する8ビットマイコンシステムのシステム構成を示す。

その特徴は次の通りである。

- ① バス接続構成によるマルチ・CPUシステム（マスターCPU＋複数のスレーブCPU）である。
- ② 上記構成により、分散処理方式に適している。
- ③ スレーブCPUは、通信・入出力処理、計測インターフェース、周辺装置制御等の専用プロセッサとして適用し易い。
- ④ マスターCPUとスレーブCPUの間で共用できる、共用メモリが用

意されている。

⑤ OSは簡素である。

これらの特徴は、マイコンの特徴を有利に活かしたシステムを考える場合、かなり一般的な特徴ではないかと考えられる。さらに、使用言語を特徴として加えれば、

⑥ 使用言語はアセンブラが主体である。

(3) マイコンシステム開発の特徴

上記(2)項で挙げたことを特徴とするマイコンシステムをシステム開発する場合の、その開発上の特徴を考えてみたい。

マイコンシステム開発の開発工程の流れを図1-6に示す。各工程の詳細説明はここでは本文の趣旨に合わないので省略するが、大きく分けて、システム設計・ソフトウェア設計・ハードウェア設計・ハードウェア製造、システム調整に分類されよう。開発工程の流れを認識した上で、マイコンシステム開発の特徴を考えると次の諸点が挙げられる。

① システム対象が比較的小規模である。

このため、マイコンシステム開発としては、システム設計から、ハード・ソフトの設計・製造及びシステム調整まで全てを包含することが特徴である。

② ソフトウェア設計の占めるウェイトが高い。

先のNSUMのような標準的なハードウェア構成が用意されている場合には、システムの機能の大部分はソフトウェアで実現することとなる。仮りにそのような標準構成が無い場合でも、マイコンがハードウェアの個別回路を代替する本来の考え方を貫けば、ソフトウェア設計が、システム開発の中心となることは当然である。

③ ハードウェアの個別の論理設計(回路設計も含む)も必須である。

ミニコンや汎用コンピュータの場合と異なり、ソフトウェア設計だ

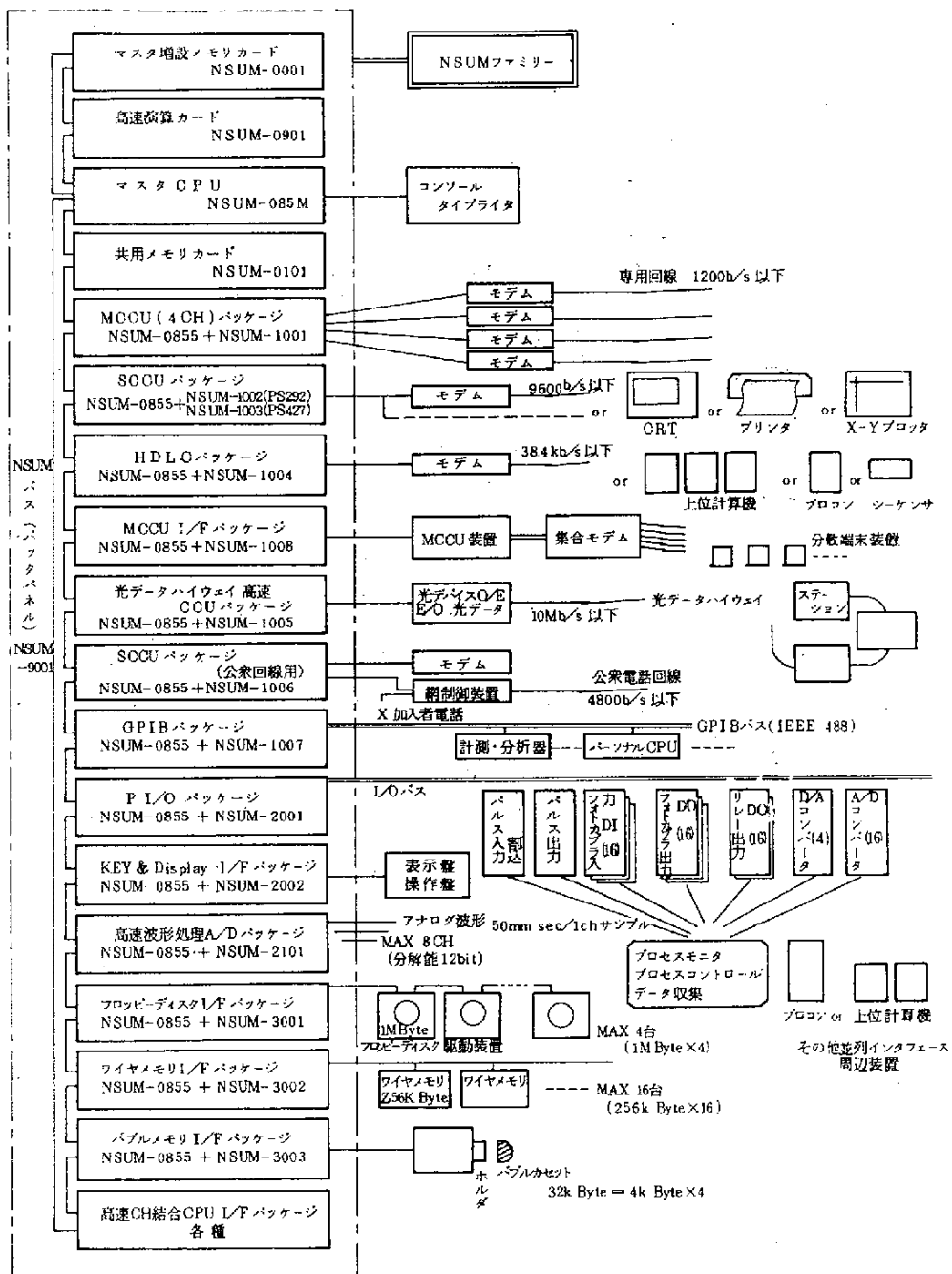


図 1-5 NSUMマイコンシステムブロック図

けでシステムを作り上げることはまず少ない。やはり必ずハードウェア設計が要る。その結果、ソフトとハードの設計の間で、両者の機能分担の最適化や両者のインターフェースの決定のためのやりとりが必然となる。

- ④ ソフトウェア設計においては、アセンブラが主体である。

勿論、対象規模が大きくなりプログラム量が大規模化すれば高級言語も使われるが、メモリー容量の制約、高速処理等からアセンブラが使用される場合が多い。

- ⑤ プログラムのテストのために、汎用のマイコンプログラム開発装置が利用される。

マイコンシステムでは、システムプログラムは最終的にROM (Read Only Memory) の形で格納される場合が多い。このため、ミニコンや汎用コンピュータシステムの場合のようにターゲットマシン（最終的に運用に供されるコンピュータ）でプログラムテストをするのは難しい。そこで、ターゲットマシンを代替してくれる機能をもった、汎用のマイコンプログラム開発装置が重宝されることとなる。

最新のこのようなマイコンプログラム開発装置は、ミニコンや汎用コンピュータ並みの、プログラム・デバッグ・エイド（エディタ、アセンブラ、コンパイラ、リンカ等）の機能を有して、プログラム単体のデバッグも可能である。さらに、マイコンプログラム開発装置の最も特徴とするところは、ICE (In Circuit Emulator) 機能と呼ばれる、マイコン動作をリアルタイムで確認できる機能であり、これが先に述べたターゲットマシンを代替する機能である。

以上が、マイコンシステム開発上の工程・開発技術・開発体制の特徴として気が付いた点である。（他にももっとあるかも知れないが、

マイコンや汎用コンピュータを用いたシステムと比較して挙げてみた)

1.4.2 マイコンコンピュータ応用システム開発技術者に要求される能力

(1) システム技術者とは

システム技術者の定義を普遍的に述べるのは難しかろう。しかし、図1-6の開発工程の中で、どの範囲をカバーするかを考えれば、そのイメージが多少とも明確になろう。最高ランクのシステム技術者は図1-6の開発工程の中で、ハードウェアの製造設計やハードウェアの製造を除いた全てのどの工程についても、技術対応が可能な能力をもった技術者と言えよう。

(2) システム技術者に要求される能力

(1)項で述べたイメージに基づき、システム技術者に要求される能力を列挙してみよう。

① システム設計

最高級の技術者に要求されよう。しかし、マイコン以外のシステムを経験したレベルの高いシステム技術者でも、この工程対応は可能である。従ってシステム技術者の不可欠条件ではない。

② ソフトウェア設計

1.4.1 (3)マイコンシステム開発の特徴で挙げた通り、マイコンシステム開発の要はソフトウェア設計である。従ってシステム技術者と称する限りは、ソフトウェア設計(機能設計からテストまで)をこなせる必要がある。

③ ハードウェア設計

1.4.1 (3)の特徴で挙げた通り、マイコンシステム開発において、ソフトとハードの間で、機能分担の最適化や両者のインターフェースで、やりとりは必須である。従って少なくともハードウェアの機能設計まで、カバーできる能力を有していることが望ましい。

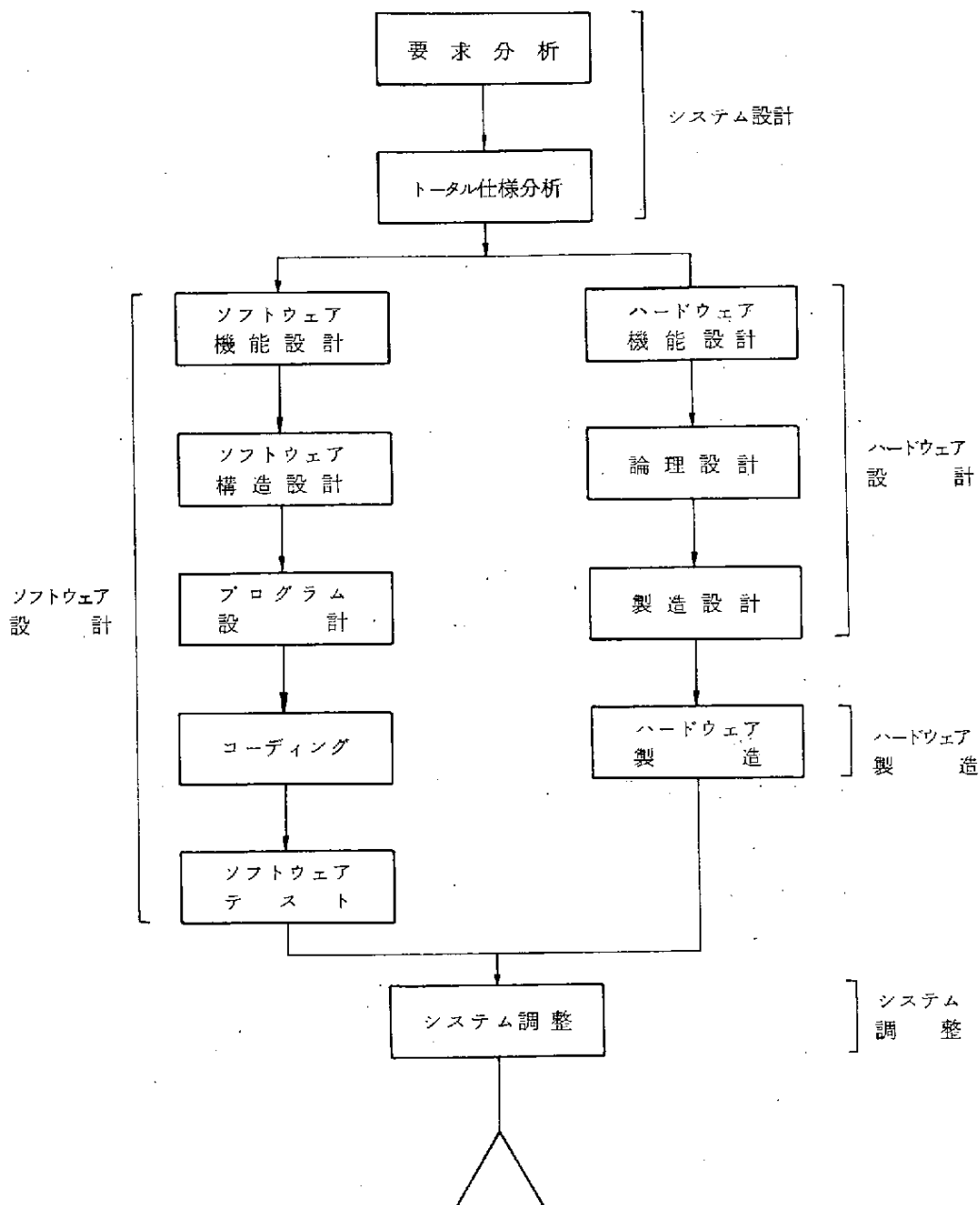


図 1-6 マイコンシステム開発工程の流れ

④ システム調整

マイコンシステムのトータル機能の確認ができるのは、やはりシステム技術者において外には無い。しかし、この能力は、上記②③の能力を備えたものであれば結果的には可能であり、システム調整能力を特にそれだけ必要条件として挙げる必要はないと考えられる。

⑤ 開発管理

工程、品質、開発費用等を計画、実績トレース、評価する業務で①と同様、最高級の技術者に要求されるものであり、従ってシステム技術者の不可欠条件ではない。

1.4.3 試験制度の必要性

(1) 必要性

一般に資格試験制度への期待は何であろうか。資格を参考にする企業側からの期待として、

- ① 一定水準以上の知識・技量を有していると判断できる。
- ② 従って、企業内専門教育のカリキュラムを限定できる。
- ③ その資格が極めて信頼度（実績、試験の内容等から推察して）の高いものであれば、業務分担の参考になる。
- ④ 本人にモチベーションを与える。

等であろう。一方、資格をもつ（あるいはもちたい）当該者の期待としては、

- ① 自己能力を客観的に認識評価できる。
- ② その分野の求めている、一定水準の能力を有しているという自負意識がもてる。
- ③ 専門職としての目標意識がもてる。

等である。システム技術者の本試験制度の場合でも、上記の一般的な期待と同じものが想定できよう。そこで問題は、既存の情報処理技

術者試験制度を前提にして、一体、システム技術者試験に何を期待するかという点である。換言すれば、情報処理技術者試験制度では次の点、

① 情報処理技術者試験は、システム設計とソフトウェア設計に主眼がおかれている。

② 対象システムが事務E D Pシステム中心である。

に関して、システム技術者試験としては不適切であり、それだけに、システム技術者試験制度の導入が必要と考えられる。

(2) 試験に盛りられるべき要項

1.4.2 (2)で述べたシステム技術者に要求される能力が、一定水準であることが判断できる試験内容とすべきであろう。

すなわち

① マイコンソフトウェアの設計能力が一定水準以上であること。

② マイコン周辺ハードウェアの設計能力が一定水準以上であること。

の2点が試験に盛りられるべき要項であろう。

さらに、より詳細に試験で問われるべき内容の要項(案)を挙げると、

① 代表的なマイクロプロセッサの仕様

② アセンブラを中心としたプログラミング能力

③ CPUの基本動作(ALU, メモリ, レジスタ等)

④ 通信方式の知識

⑤ 入出力処理(プログラムI/O, データチャネル処理等)

⑥ 代表的な周辺装置の制御方法

⑦ マイコンプログラム開発装置の使用法

⑧ 基礎的な論理回路設計

⑨ TTL・ICの基礎知識

等となる。ハードウェアについては知識重点、ソフトウェアについては、プログラミング等問題解決重点の内容になれば理想的であろう。

1.5 システムハウスの立場からの必要性

1.5.1 情報処理技術者試験との関係

情報処理技術者試験は昭和44年度から情報処理の中核的役割を果たすべき情報処理技術者を育成確保するための施策の一環として実施され、その目的は

- (1) 企業、団体、官公庁等に勤務する情報処理技術者等に目標を示し、刺激を与えることによってその技術の向上を図ること。
- (2) 情報処理技術者として備えるべき能力についての水準を示すことにより、教育水準の確保に資すること。
- (3) 電子計算機を利用する企業、団体、官公庁等で情報処理技術者の採用、配置、昇任等を行う際に役立つような客観的な評価の尺度を提供し、これを通じて情報処理技術者の社会的地位の確保を図ることとなっている。

情報処理技術者試験は58年度で15年目を迎えるが、その間技術革新により、ハードウェアは汎用コンピュータからオフィスコンピュータ、ミニコンピュータへと、そして超小型のマイクロコンピュータへと大きな変化をもたらし、技術の現状はソフトウェア中心からソフトウェアとハードウェアがらみへと内容自体も変っている。しかしながら、現行の試験は汎用コンピュータを対象にソフトウェアに重点がおかれており、たとえマイコンのシステム技術者がこの試験に合格したとしてもシステム開発にはあまり役に立たないという声も聞かれる。

そこで、現在マイクロコンピュータを応用してシステムの開発に取り組んでいるシステム技術者に合ったソフトウェアとハードウェアがらみで実務能力の付くような試験内容を現行の試験に取り入れるか、あるいはマイクロコンピュータの応用技術を認定できるような「マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験」が必要である。

1.5.2 システム技術者認定試験の必要性

システムハウスはハードウェア、ソフトウェアそして自社に蓄積されたノウハウとを結びつけ、新しいマイクロコンピュータを応用したシステム開発を行っており、その分野もますます拡大の一途をたどっている。そうした点で、他の産業と比べて目の当たっている数少ない産業の1つとして、エレクトロニクスあるいは情報処理産業は非常に熱い目で見られている。

このような状況の中であって、知識集約型企业として大活躍をしているシステムハウスが社会的な地位やユーザの信頼を得、より良い仕事を行って行くためには、優秀な人材、すなわちシステム技術者の確保が急務であり、極めて大きなウェイトを占めることは火を見るより明らかである。

しかし、どんなに優秀なシステム技術者を得ようとしても、中小企業であるシステムハウスには絶対数の少ない電子関係の大卒者の応募が少ないのが現状である。

その対策として公的機関が「マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験制度」を設け、システム技術者の教育方針を明確にし、マイクロコンピュータ関連技術者の底辺の拡大をすれば、システム技術者も注目され、社会的に認知されるようになり、信頼されるシステム技術者の養成もでき、マイクロコンピュータ応用システムの高度化に対応できるとともにシステムハウスも優秀なシステム技術者を確保することができよう。

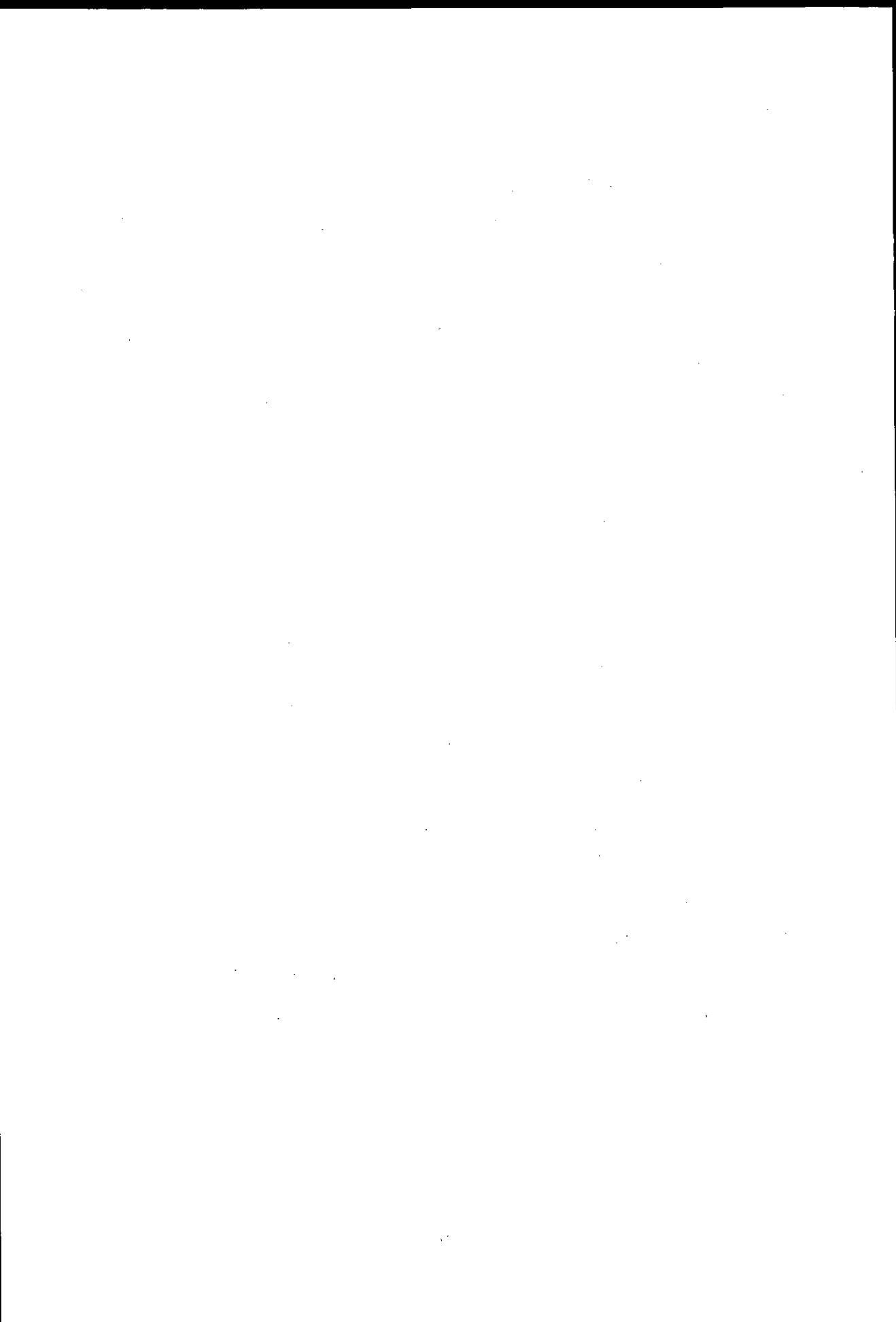
1.5.3 システム技術者試験の実施

「マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験制度」を設けるには、まだまだ検討する余地はあるが、前述したように少なくともシステム技術者の実務に密接な関係をもつ試験内容であることが必要であり、これによってシステム技術者の技術力の向上を計るばかりでなく、この試験に合格した技術者自身およびその技術者を抱える企業の社会的地位も得られ、社会から注目されることによってシステムハウスも優秀なシステム技術者を確保しやすくなり、我が国のマイクロコンピュータ産業での活躍が期待できる。

しかし、実際にこの試験を実施するにあたっては、現行の試験との相違の分析、実施要領、試験範囲、内容など検討すべき点は多々あるので、「マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験制度」実施基準委員会を設け、教育体系の確立、テキストおよび試験問題の作成など慎重に検討し、システム開発の実態に合った試験内容にするとともに

- システム技術者に学習の目標・社会的認知の得られるもの。
- 実務能力が身に付くような現場志向のもの。
- ハードウェアとソフトウェアとを結びつけたもの。
- コースを何段階かに分けて、基礎から一段一段修得できるもの。
- システム技術者の底辺を拡大する意味からもマイクロコンピュータ関連技術者以外の人でも参加できるもの。
- 技術革新が早いので、いつでもどのコースへも参加できるもの。

などに留意し、公的機関でシステム技術者に必要な基本教育を行えば權威のあるものとなり、専門学校はもとより一般大学、高校などでも積極的にこの教育に合った方針を取り入れて行くであろう。



第2章 試験の種類と対象及び水準

第2章 試験の種類と対象及び水準

試験の種類と対象，水準は互いに密接な関係があるが，これまでに述べた背景から，この試験の対象を推定し，水準と試験の種類について述べる。

2.1 試験の対象と水準

マイクロコンピュータ応用システム開発技術者認定試験の受験対象と考えられるのは

- ① システムハウスの社員
- ② システムハウス以外の会社のシステム開発部門の社員
- ③ システムをシステムハウスなどに発注し，実際に運用する会社の社員
- ④ 高専・大学・大学院の学生
- ⑤ 高校生以下の生徒

の五つであろう。この認定試験の趣旨からすれば主に①②③に対する試験と考えられるが，マイコンの普及拡大が望まれている現状からその門戸は広くすべきとも考えられ，④，⑤も含めた人々が受験できることが望しい。従って，受験対象に応じていくつかの試験を実施することが必要である。

次に受験対象について検討してみることとする。

①，②はほぼ同等と考えられ，この試験の主たる受験対象と考えられる。入社時にはマイコンシステムについてのかんりの領域にわたって，ある程度の知識を持っていることが望しい。また実務経験を積むことによって，入社2.3年後には，基礎的知識についてはほぼ全領域にわたって理解しかんりの領域についてかなり高度な知識を持つようになると考えられる。入社後数年経過すればかなり専門化し，特殊な分野については極めて高度な知識を持つようになる。

従って、それぞれの段階に対応して、3段階程度に分けることが望ましい。

③も、多少年数がかかっても①②と同様な認定を受けることが望ましい。

④の高専・大学・大学院でも、マイコンシステム技術に関するカリキュラムを持つことが望ましい。現実には、カリキュラムがかなり不足しているので適切な教材を作成して、できれば講習会などを開くことによって、システムハウス入社時に必要とされる程度の知識は習得できるものと考えられる。

⑤の高校生であっても、上述の教材を努力して学習すれば、ある程度の知識は習得できるものと考えられる。

“知識”については、ハードウェア、ソフトウェアの全域にわたって、基礎的知識として要求される項目、高度な知識、専門的知識とみなされる項目は充分検討して定める必要がある。また、“実務”的には、単に知識を持っている段階と、持っている知識をもとに、システムが設計、実現できる段階とがある。

2.2 試験の種類

これまでに述べたように、マイコンシステム技術者として必要な知識は、広さおよび深さの程度の違いがあるのは勿論であるが、基本的知識と特殊な応用についての専門的知識とは明らかに異っている。この点を考慮して、試験の種類は次の三つの種目とすることが適当と考える。

- ① マイクロコンピュータシステム初級技術者
- ② マイクロコンピュータシステム上級技術者
- ③ マイクロコンピュータシステム専門技術者

ただし、各技術者の名称は仮称であって、これが適当とは限らない。意味を誤解される可能性もあるので、それぞれA級、B級、C級というような意味を持たない名称の方が適当とも考えられる。

以上三つの技術者の認定資格を、概念的に図示したものが図2-1である。

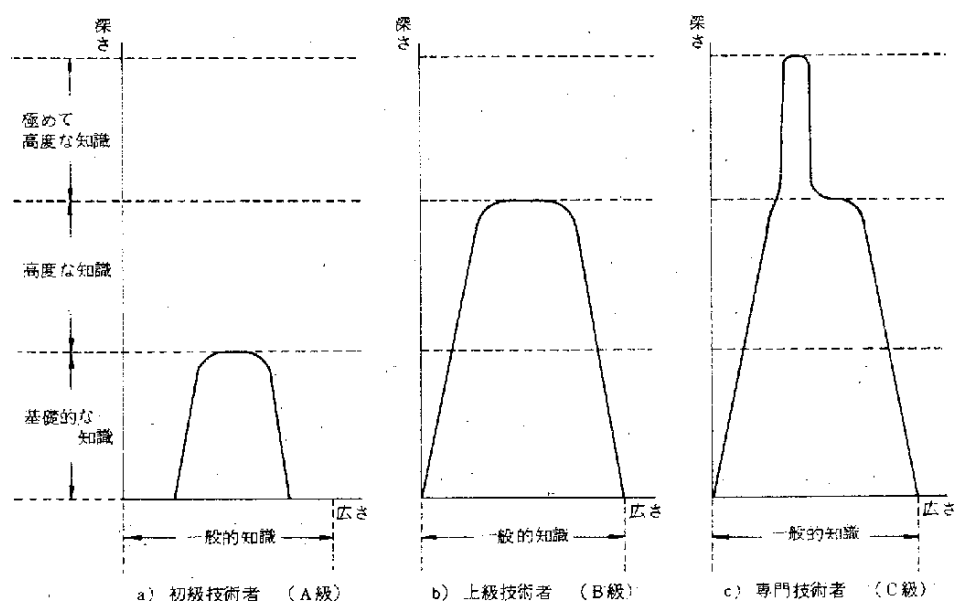


図 2-1 試験の種類

図 2-1 の横軸は知識の広さ（多様性）を示し縦軸は知識の深さ（程度）を示している。

マイコンシステム上級（B 級）技術者は、図 2-1（b）に示すように、基礎的知識については、一般的知識のほぼ全域に渡って精通し、かなりの領域については高度な知識をもつものとする。

この種目は、本認定試験の主たる種目である。システムハウスに入社して、数年の経験を持ち、入力、出力の仕様を与えられて、システムが構成できるような技術者が合格することを目安とする。

マイコンシステム初級（A 級）技術者は、図 2-1（a）に示すように、かなりの領域に渡って基礎的な知識をもつが、知識の広さ、深さともに上級（B 級）技術者より狭く、浅いものとする。

この種目は、優秀なマイコンシステム技術者を数多く養成するための、い

わば啓蒙的な種目である。高専生・大学生など実務経験を持たない者でも努力をすれば合格できることを目安とする。

マイコンシステム専門（C級）技術者は、図2-1（c）に示すように、上級（B級）技術者と同程度の基礎的知識と高度な知識を持ち、さらに加えて、かなり狭い領域ではあるが、極めて高度な知識と経験を持つ者とする。その専門領域は図2-1（c）に示すように、一般的知識の範囲に入るときもあれば、一般的知識とはいえない特殊な知識の場合もある。

以上まとめると初級（A級）技術者は、知識の範囲も狭く、程度も浅い、従って基礎的事項のみであれば解決できる能力を持つものとする。

上級（B級）技術者は初級（A級）技術者よりも広く深い知識を持ち、自分自身で、高度でかつ応用的事項を解決できるとともに、初級（A級）技術者を統括して、より高度で大規模な問題を解決できる能力を持つものとする。

専門（C級）技術者は、上級（B級）技術者と同程度の広く、深い知識に加えて、機械の制御、画像処理、等々のマイコンシステム適用分野のいずれかについての専門的な知識を持ち、その分野のシステムを設計および実現した十分な経験を持つものとする。さらに、専門とする分野についての特殊目的のマイコンシステムの設計ができて、その設計に従って、上級（B級）技術者、初級（A級）技術者から成るプロジェクトチームを構成、統括して、実現する能力を持つものとする。

従って、認定試験の実施に当っては、次のように三つの問題を用意して、表2-1に示すような取り扱いをすることが考えられる。

表2-1 試験の種類と合格点

	初級（A級）	上級（B級）	専門（C級）
基礎的知識を問う問題	60点／100点	80点／100点	70点／100点
高度な知識を問う問題	—	60点／100点	50点／100点
専門的知識を問う問題	—	—	80点／100点

表 2-1 の表中の数値は合格点／満点を示している。また問題はハードウェア、ソフトウェアについて偏らずに出すこととする。

基礎的知識を問う問題はハードウェア、ソフトウェアに渡って、幅広い分野から多数の問題を出題する。従って三つの技術者について同一の問題を用意して、種目によって合格点を変えればよいと思われる。

初級（A級）技術者は、基礎的知識を問う問題だけを解答すればよいが、問題がハードウェア、ソフトウェア全域に渡って出題されて、合格点として 60 点を要求されるので、ハードウェアだけ、またはソフトウェアだけの知識しか持たない者は合格できないことになる。

上級（B級）技術者と、専門（C級）技術者で、基礎的知識を問う問題の合格点が異なるのは、高度に専門化した技術者の基礎的知識を確かめる問題を出題することが困難なためである。

高度な知識を問う問題は、より高度な問題を出題することの他は、基礎的な知識を問う問題と同等に取り扱うものとする。

問題は単に高度なだけでなく、複数の知識を組み合わせで解くものも必要である。

専門的な知識を問う問題は、専門（C級）技術者のみが受験する。他の問題と異なり、特殊な分野への適用についての知識を問うものなので、かなり多くの問題を用意して、選択させるものとし、できれば記述式の解答を要求するものとする。特殊な分野について選択問題であるから、水準を設定することはかなりむずかしい。また、すべての受験者に適切な選択問題が用意できるかどうか疑問である。

従って、記述式問題で、受験者の知識及び経験を評価することが望ましい。

さらに、できれば、問題の一部として、受験者が、すでに実現したシステムについての知識、経験を論述するような問題を出すことが望ましい。

第 3 章 試 験 の 範 囲



第3章 試験の範囲

3.1 調査方法

前年度の本委員会で試験の範囲を検討し、その結果は前年度報告書の附属資料Ⅰ「マイクロコンピュータシステム技術者として必要な知識・技術（試案）」としてまとめている。

本年度においては、この試案を再検討し、さらに、前年度報告書のもうひとつの附属資料である「マイクロコンピュータシステム技術者養成コース（入門コース）カリキュラム（試案）」をも参考にした。

両資料をつき合わせることによって、システム技術者に求められる知識と技術のある体系をつくることができる。この体系をつくることは極めて重要であるが、そのようなトップダウン的方法とは逆に、個々の知識や技術をあつめ、それからある範囲を形成するというボトムアップの方法も同様に重要である。

そこで本年度は、このボトムアップ手法による試験範囲づくりを試みることにした。

まず、システム技術関係の個々の用語をあつめる。それをハードウェア関係とソフトウェア関係に分類するが、両方にダブるものも当然少くない。そういうものは両方に含ませる。各分類ごとに辞書配列順に並べてしまう。この段階で、体系からは全く切離なされる。次に、各項目について実際のシステム技術者にどの程度よく知られているかアンケートをとる。

このアンケートによる調査が、本年度の試験範囲に関する活動の中心になった。詳しい調査結果については別資料を参照していただきたい。

調査対象はシステムハウスやメーカーのシステム技術者で、経験年数は1年未満から6年以上と幅ひろいが、20代の大学卒が主体になっている。

このアンケートの設問に使われた用語群はもちろん理想的なものではない。もっと洗練させる必要がある。（たとえば日本語と英語の両方があったり、古

めかしくほとんど使われない用語があったり、また、概念・技術そのものが古くなりすぎたものもある）。さらに欠けているものも多い。アンケート回答者に対して、欠けていると思われる項目についても尋ねたが、そのリストをみると、重要なものが多数ある。

最初からいいものを作るのはむずかしく、これはあくまでも才0次調査である。しかしこのアンケート結果は貴重なデータであり、これをもとにすくなくとも一度、本格的な調査が必要であると思われる。特に質問項目の再整理はぜひする必要がある。この場合、前年度試案による体系とのつき合わせも重要であろう。

以下ではアンケート調査結果をもとに、システム技術者認定試験の範囲について検討してみたい。

用語群はハードウェアとソフトウェアに分類されているが、前述したように両方にだぶっているものもある。

回答者は、ハードウェア専門、ソフトウェア専門、両者の専門の3群に分けられている。

ただし、類別は厳格ではなく、あくまでも便宜的なものである。また、勤務年数は、1年未満、2年、……、6年以上に層別されている。

各用語に対して、①十分理解している、②普通に理解している、③理解していない、のいずれであるかを問う。この設問で注意しなければいけないのは、回答者の性向があらわれることである。自信過剰気味の回答者ならば①を回答しても、慎重居士ならば③と回答する。実際に、ハードウェア技術者のハードウェア用語群に対する回答を見ると、経験1年未満の方が経験6年以上よりもよく理解しているという逆転現象をみせた用語が多数ある。これなどは、経験があるほど、なかなか「十分理解している。」とは回答しがたいものなのであろう。

以上の点を注意したうえで、アンケート結果のデータを見ることにする。

3.2 ハードウェアの技術用語について

論理回路については、どの分野（ハード、ソフト、ハード+ソフト）の技術者にも比較的良く理解されているようである。たとえばORゲート、ANDゲート……など。

テクノロジー（MOS、バイポーラなど）については、設問アイテムが欠けていたためわからないが、これらの用語の不足を指摘した回答者が何人かあった。やはり、システム技術者としてそれぞれの特性は知っておくべきことがらであろう。

A/D、D/A、あるいはI/Oなど周辺回路技術は比較的よく理解されている。ただし、「関数発生器」のように、アナログ技術志向の強いものは、あまり知られていない。特に経験年数の低い技術者がそうである。ディジタル世代が育ちつつあるのかも知れない。また緩衝増巾器のようにアナログ回路技術色の特に強いものは、ソフトウェア技術者には知られていない。この方面の技術は、システム技術者にはあまり必要ないのかも知れないが、やはり全く知らないとすれば問題のような気がする。

コンピュータのアーキテクチャについては、マシン命令関係はよく知られている。ただ桁あふれなどのソフト色の強いものについては、ハード技術者は弱いようである。

アーキテクチャでも高位のもの、たとえば、タンデムシステム、パラレルなどはあまりよく知られていない。今後マイコンも高位アーキテクチャの一部に使われることが多くなると思われ、重要であると考えられるが……。

ハードウェア関係については、総じて、ハード+ソフトの技術者が一番よく知っており、次に、ハード技術者、ソフト技術者の順になっている。

3.3 ソフトウェアの技術用語について

ソフトウェアについては、質問項目に関する限り、いずれの専門技術者もよく知っていた。ただ、ロールイン（アウト）とか、線形計画法とか、極め

めてソフト色の強いものに対してハード技術者があまり知らない、というのはやむを得ない。何から何まで知ることは不可能である。「梯形積分」や「デシジョンテーブル」も同様である。

3.4 結論と反省

今回の調査は、「システム技術者とは何か」というシステム技術者像を得る一環として行った面もあるが、その方法や具体的質問事項について反省すべき点も多い。

まず、アンケートからおぼろげながらわかった点は、相当広範囲にわたる知識をシステム技術者は持っている、ということである。「理解していない」という回答は全項目にわたって少ない。特にそういう回答の多い項目をみると、むしろ項目が良くない場合が多い。（たとえば「アドレストラック」，「エンド・アランド・キャリ」など）。

また、情報処理技術者試験に関連すると思われるような高位のソフトウェア項目（たとえば「トランザクション」，「線形計画」，「OS関連」など）は比較的弱い。特に、ハード技術者は不得意のようである。

全般的に、具体性の強い項目は理解度が高く、具体性の乏しい大きな概念（たとえば「自動プログラミング」）に対しては理解度が低い。しかし、これはむしろアンケート手法による結果とみるべきであって、大きな概念を「知っているか？」とたずねられれば、相当自信がない限り、「よく理解している」とは答えられないだろう。その辺がこの種の方法の限界である。

また、考えてみるまでもなく、実際の業務は用語を知っている、知っていないで決まることではなく、たとえ言葉は知らなくても技術そのものは持っていることがあり得るし、逆に、いくら用語を知っていてもそれが本当の知識なり技術なりになって身についていなければ何の役にも立たない。その意味で、このアンケートのデータは単にある一面の計測結果であることを忘れてはならない。

なお、たびたび触れたように、回答者から新しい項目の提案が多数出されている。そのリストは附属資料にある。新しく、かつ興味深いものも多い。また、マイコンシステム技術特有のものと思われるものも多い。大いに参考にすべきであろう。

以上、アンケート回答に協力して下さった方々なくしては、この報告は全く出来なかった。関連した方々に深く感謝の意をささげたい。



第4章 他の試験制度との関係



第4章 他の試験制度との関係

システム技術は広範な分野に関連しているため、他のすでに作られた各種の試験と関係する面が出てくる。

ひとつは、情報処理技術者試験のように、情報処理そのものにおける関連であり、もうひとつは、応用分野での関連である。無線技術にせよボイラマン技術にせよ、あるいは船舶や自動車の運転にせよ、現在とはまったく少なくとも将来はマイコンとの関連がでて来るであろう。そういったものの試験の中にマイコンに関する設問が出る可能性が高いのである。以下情報処理関連試験と、応用関連試験との二つに分けて、本試験との関係について論じる。

4.1 情報処理技術者関連試験との関係

昭和44年度からはじめられた情報処理技術者試験はすでに社会に根付き、受験者数も10万人を超えている。当然、本試験はこの試験とどういう関係にあるのかが問われることになる。

まず情報処理技術者試験はソフトウェア指向が強い。また、ソフトウェアの中でもEDP指向であり、事務処理志向であって、プラント制御やメカトロニクスへの志向がない。

こういった志向は、それはそれで重要なものである。コンピュータの応用範囲は過去10年間で大きく広がった。その全体をひとつの試験だけで済ませることは不可能である。今後OAなどの進展により、ますますEDP、あるいはその周辺の技術を持つ人材を社会は要求するであろう。この部分を受け持つのが情報処理技術者試験であると見ることができる。また、10数年間の歴史により、情報処理技術者試験のひとつのイメージができあがっている。それを移管あるいは拡大することは混乱をひき起こしかねないであろう。

情報処理技術者試験には、特種、第1種、第2種、と三つの「種」がある。このひとつの「種」としてマイコン関係のものを入れたら、という意見もあ

る。この場合の「マイコン関係」というのはあいまいで、いわゆるパソコンを指すのか、あるいは、マイコンのプログラミング（アセンブラやマイクロプログラミングなどによる）を指すのか、それとも、我々の提案しているシステム技術者試験を指すのか、あまりはっきりしない。

パソコンをスタンドアロンとしてBASICなどでプログラミングするものならば、特にそれがビジネス応用ならば、現在の情報処理技術者試験の最も初級のものとして組み込むことができよう。

アセンブラやマイクロプログラミングなど高度なプログラミング技術を問うのであれば、たとえば1種に組み入れることができよう。

このように、あいまいな用語を明確化しないと混乱するが、いずれにせよ、システム技術関係は、現在の情報処理技術者試験になじまないと思われる。

というのは、コンピュータを単体として利用する方式が中心のものと、コンピュータを部品のひとつとしてシステムを作りあげるのとは、技術の目的も、技術の内容もかなりな相異があり、したがって技術者層もかなりちがってくるからである。

システム技術者に、経理のプログラムを書けと言っても無理である。それと同様に、情報処理技術者試験合格者に、ノイズや割込みのことを考慮するようなプログラムを書け、とやっても当惑する人が多いであろう。

もちろん、両者にも共通点はある。また、システムハウス内にもOSの専門家がいる。しかし、その場合には、情報処理技術者試験を受ければ良いわけで、むしろ現在の問題は、システム開発エンジニアの技能や知識の評価を情報処理技術者試験ではできない、ということである。試験範囲やレベルについては本報告書の別なところで詳述するが、それと、情報処理技術者試験の範囲とを比較すると、その具体的な差がはっきりしよう。

なお、情報処理技術者試験の他に、これに類するものとして最近ふたつの提案がある。

ひとつは日本マイコンクラブによる実力認定試験、もうひとつは携帯コン

ピュータ振興協会によるハンドヘルドコンピュータ技能の検定試験である。

マイコン試験はパソコンのプログラミングが主体になることが予想されハンドヘルドの方は、それよりさらに初級レベルをねらったものと考えられる。

従って本提案のシステム技術者試験とは専門性において趣旨が異なる。ただし、初級レベルでは共通点もあり得る。

いたずらに種々の試験制度ができては、一般の人々に無用な混乱を与えることになるので、本提案試験をも含めて概念整理が必要であろう。

4.2 応用分野の諸試験との関連

マイコンはあらゆる分野に利用されつつあるから、それぞれの応用分野で技能試験がある場合には、その中にマイコンの知識を問う設問が当然あらわれるであろう。しかし、それは、マイコンについての専門度を問うことにはならない。その点で本提案の試験と根本的に異なる。

また、応用分野によっては人命にかかわるものがある。こういうものは当然、認定ではなく「資格」試験が要求される。

この関係でいえば、システム開発技術者試験もまた「資格」試験にする、といった考え方があり得る。しかし、それは応用分野によって異なるので、すべてのマイコン応用システムが人命にかかわるものではない。この意味で、本提案の試験そのものはむしろ「認定」試験とし、マイコンの応用分野において必要とあれば「資格」試験を作り、あるいは現在のもを利用し、その中にマイコン技能を問う問題を置くのが良いと考えられる。



第5章 試験実施にあたっての問題点



第5章 試験実施にあたっての問題点

本提案試験の実施にあたっての考えられる問題点を以下に述べる。

5.1 各種試験制度との関連の整理

今後この種の試験は民間でも増えることが予想され、また、情報処理技術者試験もすでに存在する。そこで、本提案の試験の趣旨を明確にしておかないと、一般の人々に混乱を与えかねない。それについてはすでに4章で述べたが、今後も十分注意しておく必要がある。

5.2 カリキュラムの整備

試験は能力の計測であるから、手段であって目的ではない。試験自体が目的視されるようになると、中国の科学やわが国の受験地獄のように弊害が目立つようになる。それを防ぐには、試験をバックアップするカリキュラム体系を整備し、それによって教育を充実させることである。

カリキュラム案としては、昭和56年度に作成したものが参考になろう(昭和56年度の報告書を参照)。

「教育を充実させる」とは、しかるべき機関を作るとか、あるいは参考書を作る、とかいったことの他に、CAIプログラムとシステムを作ることを含む。これによって自学自習が可能になる。

この面がないがしろにされるならば、試験のための勉強がはびこることになり、試験のメリットがうすれ、デメリットが増大しよう。

5.3 応募資格

応募資格の条件はできるだけなくすことが望ましい。たとえば、経験年数や年齢などで条件をつけない方がよい。門戸は大きく開けるべきであろう。

5.4 試験技術

単なるペーパー試験ではなく、たとえば実技を問う、あるいは論文記述、といった質的に高度なものをも試験のわく組みに導入すべきである。これは先程の門戸を大きくすることと矛盾するように見えるがかならずしもそうではない。試験で絞ってその上で可能な人数にしてから実技その他の試験を行えば良い。

実技では、たとえば、あるシステムを設計、製作させるとか、あるいは、故障を診断して修理する、とかいったものを含めたい。当然費用はかかるが、試験料を高額にすることで解決不可能ではない。

5.5 合格基準

合格基準はあまり高くない方が良い。ごく普通の技能を有する人になれば合格可能なランクを設けるべきである。ただし上級は別である。

あるいは、合格、非合格ではなく、単に、点数表示をする、ということも考えられる。これならば連続量表示であるから、0、1のようにむやみに割切ることが避けられる。

5.6 アフタケア

試験制度にはフィードバックが必要である。受験者の追跡調査を行うことによって試験問題の絶えざる改良をするべきであろう。これが十分行われないと試験のための試験に堕してしまう。つまり、試験の有効性がうすれ、世間からの信用を失う。十分な注意が必要である。

禁無断転載

昭和58年3月 発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会
東京都港区芝公園3-5-8
機械振興会館内
TEL(434)8211(代表)

印刷所 株式会社タケミ印刷
東京都千代田区神田司町2-16
TEL(254)5840(代表)

