

第 4 節 IT 家電（組込、ITS）

第4節 IT家電（組込、ITS）

4-1 現状及び将来像

（1）住環境IT化の動きと当該分野の関係について

ここ数年、いわゆる急速なIT化の動きが大きな要因のひとつとなり、社会・家庭・労働等の環境を大きく変えている。このIT化が情報技術と通信技術による融合とそれらによって生み出される製品とサービスによる変化であるとした場合、ここ数年のIT化の動きを一例としてごく単純に3段階に分けてみる事ができる。

【第1段階】ダウンサイジングによるパソコンの普及と仕事の変化

【第2段階】インターネットや携帯電話の普及による通信媒体のパーソナル化とネットビジネスの創生

【第3段階】ビジネスモデルやインフラなどを新たなビジョンとして、技術や製品、サービスの開発

過去十数年間である第1または第2段階は、パソコンとインターネット、そして、携帯電話という新メディアが中心となりサービスを生み成長してきた。そのサービスはインターネットや携帯電話などのネットワーク世界でのサービスが主で、一般的には、従来の生活とは別のものとして入り込み利用されてきた。

しかし、現状から将来に向けての第3段階では、従来の生活そのものに変化をもたらすものへ変わると予想される。デジタル放送等のデジタル通信メディアと記憶媒体の融合によるDVDなどのデジタル家電、GPS技術やGIS技術と渋滞情報（VICS）の融合であるナビゲーションシステムやETCシステムに代表されるITS（高度道路交通システム）などは、生活そのものへの変化を予期させる一端が見える製品やサービスが提供されてきている。これらの変化は、有るモノを‘いかに使うか’という段階から、新たなビジネスモデルやインフラをビジョンとした市場創造を見据え、‘何を開発するか’の段階へと開発姿勢が変化しているのではないだろうか。現実にはすべてが順調ということではない。新たなビジョンとして、ユビキタス、デジタル家電、ITS（高度道路交通システム）、デジタル放送等々が動き出しているが、「市場として拡大しているもの」、「期待感だけが先行しているもの」と進捗状況は様々ではある。

このような進捗状況であったとしても、それぞれの実用化なり普及、および多方面への展開可能となるには、半導体技術やナノテクノロジー等々のデバイス技術、ワイヤレス通信をはじめとするネットワーク技術、リアルタイム処理等のソフトウェア技術、セキュリティ技術など、新たな技術やそれぞれの基盤となる要素技術（基盤技術）の継続的な研究開発や実用化技術の開発設計があつてこそそのものである。また、それら開発された新技術や基盤技術が当初のビジョンとは異なった多分野への展開を見せる可能性があることも重要である。MOT（技術経営）が注目を集めていることはその重要性を裏付けているものであろう。

ところで、今般の「訓練ニーズが期待される分野」のサブテーマとした「デジタ

ル家電」「ITS」「組込み」は、このような現状把握を踏まえ、以下の観点から選定した。

- ① ビジョンとしての牽引力があり、また、研究段階から製品化および実用化の動きがある分野であること。

「デジタル家電」、「ITS」

- ② ①で選定した分野において、人材および教育訓練ニーズを有し、主要でかつ共通な基盤技術であること。

「組込みソフトウェア技術」

つまり、ビジョンとしての牽引力が想定され、研究段階から製品化および実用化の動きがある分野として「デジタル家電」と「ITS」に注目し、その 2 つに共通した複数の基盤技術の中から、今回は、訓練ニーズの大きさを鑑みたときの基盤技術として、「組込み技術」に着目した。

（２）デジタル家電の現状と将来像

家電業界における“3 種の神器”という言葉は、かつては白黒テレビ、冷蔵庫、洗濯機であったものが‘80 年代はエアコン、VTR、CD プレーヤーに、‘90 年代は、パソコン、携帯電話、テレビゲームに変わってきており、現在の三種の神器は、DVD、モバイル情報端末、デジタルテレビと想定される。現在のデジタル家電の動きと‘90 年代までの家電を敢えて比較すると、‘90 年代までの家電は性能と機能は向上してきたが、モノはモノとしての域であったかと思われる。ここ数年は、インフラとしてのネットワーク環境が整備され、そこを流通するコンテンツやサービスが充実し、新素材等の材料・デバイスの開発やソフトウェア技術などにより、より多機能に、より高性能な家電として、家電はモノからサービス機器へと変化している。

これは、デジタル家電市場が単なるデジタル家電製造市場ではなく、デジタル家電サービス市場との複合を意味し、ビジネスモデル構築がベースになった市場として成長していくものと予測される。（図 2-6 デジタル家電想定市場 参照）

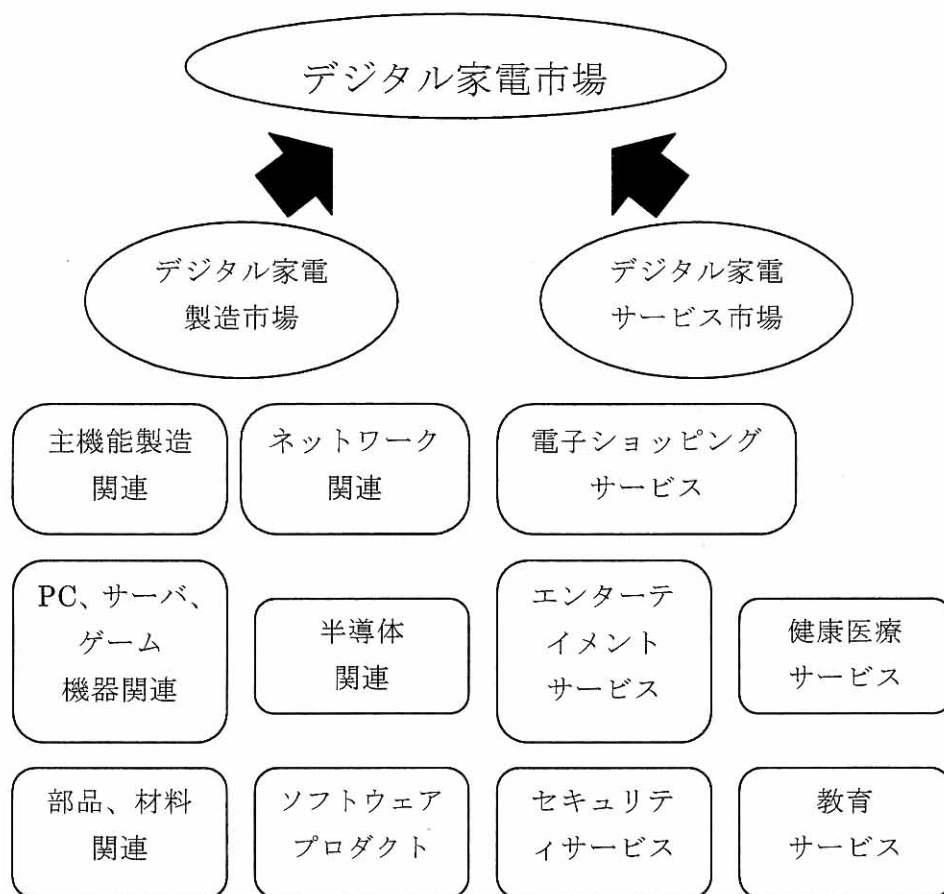


図2-6 デジタル家電関連想定市場

（3）ITS（高度道路交通システム）の現状と将来像

我が国における ITS は 1995 年の「第 2 回 ITS 世界会議」を契機にその関心が高まったと言われているが、現在、次に示す 9 分野を中心に開発が進められている。

- ① ナビゲーションシステムの高度化
- ② 自動料金収受システム
- ③ 安全運転の支援
- ④ 交通管理の最適化
- ⑤ 道路管理の効率化
- ⑥ 公共交通の支援
- ⑦ 商用車の効率化
- ⑧ 歩行者等の支援
- ⑨ 緊急車両の運行支援

さらに、国土交通省は「ITS と国民生活の係わり」として、今後を 4 段階にステップに分け、進化を想定している。（国土交通省道路局 ITS ホームページ、<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j.html/>）

・第 1 フェーズ（2000 年頃）

「ナビゲーションシステムをはじめとする一部先行システムのサービス開

始」～ITSのはじまり

- ・第2フェーズ（2005年頃）

「各種利用者サービスの開始」～交通システム革命

- ・第3フェーズ（2010年頃）

「ITSの高度化と社会制度の整備」～自動運転ー夢の実現

- ・第4フェーズ（2010年頃以降）

「ITSの熟成」～社会システムの革新

昨今のデータを見てみると、カーナビゲーション出荷台数は1,293万台（平成15年9月現在）を、また、ETC（Electronic Toll Collection System）車載器セットアップ発行件数は175万件（平成15年10月現在）を越え、一般にも、新たな交通システムというものを実感できる部分も見え始めている。

しかし、先の9分野がすべて順調に進んでいるということではないようである。たとえば、歩行者にも関連する道路については、いくつかの地域を指定してその効果を実験しているが、法的な問題や安全性の確保の問題など、実施においては多くの課題があるようである。建設土木関係での動きが一般に見えてこない理由はこの点がクリアされないからであろうと考えられる。

このような状況ではあるが、比較的実用化への動きや研究が活発なものは、ETC（狭域専用通信 DSRC 技術）やカーナビゲーション（GPS 技術や GIS 技術）、渋滞に関する情報提供（VICS）サービス、先進安全走行技術（ミリ波レーダー技術）など、情報技術と通信技術を活用したいわゆる車を対象とした車載器関係製品やサービス事業が一步先行している。具体的には、「テレマティクス」と呼ばれる自動車向け次世代情報サービスが注目され、日産自動車「カーウィングス」を、その半年後にトヨタ自動車から「G-BOOK」、ホンダが「インターナビプレミアム」を商品化している。

また、横浜市や名古屋市では、バスやタクシーなどを情報収集センサーとして利用し、独自の交通渋滞情報、気象情報、運行管理情報を提供する「プローブ情報サービス」が実験され、その実用化が期待されている。

これらの動きが先に示された4段階の第1フェーズとすれば、車の各種制御バスとしての車内 LAN（CAN）、多機能通信端末実現のためのソフトウェア無線技術やアンテナ技術をはじめとする無線通信技術、リアルタイム処理を可能とする組み込み技術、各種センサーやデバイス技術による車側の技術開発と、交通システムを支えるバックボーンとしてのインフラ（システム）の実用化に伴う技術開発が、次の第2フェーズに向け期待されるところである。

同時に、ITSの実用化の成果は、ETCを駐車場システムや自動決済システムに応用することや開発されたデバイス等の多分野への応用展開についての市場性についても注目されるところである。

（４）組込み技術の現状と将来像

ここ数年の携帯電話をはじめとしたデジタル家電の市場的な動きや期待を踏まえ、組込み技術関連産業は、強い国際競争力を保持できるわが国の基幹産業となりえる領域として期待されている。ここ数年、確かに組込み技術という単語を目にすることが多くなったが、いわゆるマイコン制御としては今にはじまったことではない。産業機械や事務機器、そして家電の制御にマイコンを使うことは20数年前からの利用してきた技術である。

では、何故、いま、「組込み技術」なのだろうか。それは、開発する製品・機器の多機能化・高性能化・ネットワーク化がマイコン制御との違いとして特徴づけられているからではないだろうか。

ところで、(社)日本システムハウス協会と(社)トロン協会が2002年11月に実施した組込みシステム開発関連技術者へのアンケート調査と同調査の過去7年分の変化についての報告書(<http://www.assoc.tron.org/jpn/research/index.html>)から、特徴的な点を3点以下に示す。

①「使用するCPUのビット数は増加傾向にある。」

使用するCPUのビット数は、32ビットの変化は少ないが、16ビットは減少傾向にあり、その反面、64ビットやDSPの使用が増加している。

②「プログラムは巨大化する傾向にある。」

プログラムサイズとして、64Kバイトから1Mバイトまでのものは変化が少ないが、64Kバイト以下のものは減少傾向にあり、逆に、1Mバイト以上のプログラムが増加傾向にある。

③「使用するOSは8割がリアルタイムOSである。」

使用するOSは、LinuxやTRONなどのリアルタイムOSであり、OSを利用しないものは2割にも満たない。

これら高性能のCPUへのシフト、組み込まれるプログラムサイズの増大、リアルタイムOSの利用増大は、先に示した製品機器の多機能化と高性能化を開発側からのデータからも裏付けられている。

あらためて言うまでもなく、組込み技術は半導体、材料、デバイス、機械制御等々のハードウェア技術とリアルタイムOS、ネットワークプロトコル、記憶デバイス制御などのソフトウェア技術の融合によって製品化されるものである。

その中でも、共通の基盤技術である組込みソフトウェア技術（ファームウェア技術）は、機能の複雑さと規模の拡大に伴う効率的な設計開発や信頼性設計への対応が早急に求められている。

業界としても、この課題に対して、組込み機器のソフトウェアの流通促進、システム開発の効率化を目的とした開発ソフトウェアのオープンソース化などユビキタス時代に向けた組込みシステム構築のインフラ提供をねらいとした団体形成に動きだしている。また同時に、課題として見えてきているのは組込み機器開発に関わる技術者育成の問題である。

組込みソフトウェア技術者は、プログラミングスキルだけではなく、リアルタイム OS 技術、分析設計技術、システムテスト等のソフトウェア開発技術とそれぞれの機器に固有の制御技術等のハードウェアスキルを身につけることが必要となる。さらに、自社の技術者と外注企業の技術者や派遣技術者との協調作業が現実である状況に置いては開発プロジェクトマネージャとしてのスキルも重要となってきた。

したがって、強い国際競争力を有する産業として成長が期待される組込み技術関連産業における発展のカギは、技術そのものの研究開発と組込み関連技術者やプロジェクトマネージャ等の人材育成であると考えられる。

4-2 市場規模の予測

デジタル家電市場規模について、以下のようなコメントや予測が発表されている。

- ・ JEITA（電子情報技術産業協会）が 2003 年 12 月に発表したものによると、電子産業分野における 2003 年の国内生産額（見込み）は、対前年比+5.8%増、3 年ぶりにプラスに転じたと発表し、また、JEITA 会長は、「PDP (plasma display panel) テレビや液晶テレビ、DVD プレーヤ、カー・ナビゲーション・システムなどの高機能なデジタル家電が好調な伸びを示しており、企業収益は回復しつつある。」とコメントしている。
- ・ あるシンクタンクは、デジタル家電（情報家電）製品の市場規模が、2002 年を基準に、2006 年には 1 兆 1,026 億円、4 年間で約 2.4 倍に急成長すると予測している。

今後のデジタル家電における市場規模については、これらの予測もあるが、カード決済における不正使用や各家庭における安全の問題など、社会問題化しつつある「安全・安心」に対する需要の高まりに対し、バイオメトリクス認証技術等の個人認証システムなどが徐々に実用化されることなどで、住環境におけるシステム化やネットワーク化がさらに進み、家電はますます「住環境をプラットフォームとした製品」として開発される動きが活発になり、市場規模は大きなものになってくることは容易に予想される。

次に、ITS（高度道路交通システム）の市場についてであるが、総務省の諮問機関である電気通信技術審議会は、2015 年までの ITS の累計市場規模を約 60 兆円、経済波及効果を約 100 兆円としている。ITS 市場として具体的な動きがある分野としては、「ITS の情報通信サービス市場」「車載器等の端末機器市場」「ITS の情報通信システム（インフラ関連）市場」という情報通信関連の 3 市場である。

現在、実感できる動きは ETC である。この ETC 車載セットアップ件数は、2001 年 3 月のサービス開始から 2003 年 11 月末までの約 2 年半で 190 万台を超え、2003 年 12 月現在、普及率は約 1 割弱となり、2004 年中には 3 割の普及率を目指している。

このように ETC やナビゲーションシステムの普及がある程度進むに伴い、情報そのものをサービスする多様なアプリケーション市場が形成されてくることが期待さ

れる。また、ITS の基盤技術として研究開発されていた技術の多分野展開の動きも出始めている。例えば、総務省が「夢のマルチモード端末の実現に向けた検討を開始(2003年12月)」として発表した。この検討の核となる技術は、ITS で実用化研究されていたソフトウェア無線技術である。

このように ITS に関しては情報通信分野が先行し、かつ、概ね研究段階である感がいなめないが、情報サービスの動きや研究実用化された技術の多分野展開による波及効果は、わが国のリーディング・インダストリーの一つとして成長が期待されているものと考えてよいのではないだろうか。

したがって、これらデジタル家電や ITS の要素技術のなかで、訓練対象技術のターゲットにした「組込み関連技術」は、それら市場拡大に伴い成長する技術分野であると考えられる。

【参考資料】

●デジタル家電関係

平成 14 年 12 月 5 日に内閣官房がまとめた"「産業発掘戦略－技術革新」4 分野に関する戦略"のうち、「情報家電・ブロードバンド・IT」分野に関する戦略によると、次の表 2-10 の通り市場規模が予測されている。

表 2-10 ブロードバンド関連の市場規模予測

情報通信関連市場のうちIPv6 を利用する財・サービス市場	2010 年: 約170兆円 (「21 世紀におけるインターネット政策の在り方」(情報通信審議会諮問第3 号第2 次中間答申: 平成14 年8 月))
各種証明書、カードビジネス、 コンテンツ流通、e-Learning 等の産業・市場	現在: 0.3兆円 5年後(2007 年頃): 2.5兆円程度
セキュアチップを使った情報 機器市場	2002年の世界市場: 31.7兆円 (日本4.5兆円) 2010年の世界市場: 49兆円 (日本6兆円)
ディスプレイ市場	2000年: 2.7兆円 2010年: 10兆円
オープン系サーバー世界市場	2001年: 15,860米ドル 2010年: 64,702米ドル
デジタルコンテンツ市場	2001年: 485億円 2006年: 5,536億円 (2001 年11 月野村総研発表)
新世代移動通信システムの関 連市場	2010年: 約40兆円 (新世代移動通信システムの将来展望)に関する情報通 信審議会答申)
ユビキタス関連分野市場(電子 商取引関係市場、サービス・ コンテンツ関係市場、ネット ワーク関係市場)	2010年: 84.3兆円 (総務省「ユビキタスネットワーク技術の将来展望に関 する調査研究会」報告書より)

(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizai/other/021205/021205senryaku.html>)

●ITS 関連

99年4月の電気通信技術審議会答申では、ITSの市場規模を00年度から15年度までの累計で約60兆円と予測している(表2-11)。00年度は、市場規模8,814億円のうちインフラ整備(官需)が3,594億円と約4割を占めているが、その後民需が大きく成長し、15年までの累計をみると市場規模60兆円のうち民需を約50兆円と試算している。

表2-11 ITSの市場規模予測

単位：億円

市場の分類	2000年度 (単年度)	2005 年度	2010 年度	2015 年度	2015年度 までの累計
ITSの情報通信サービス	768	9,449	24,950	47,729	309,903
車載機等の端末機器	4,452	10,182	15,068	17,417	186,705
ITS情報通信システム (インフラ関連)	3,594	6,500	7,470	8,470	106,546
合計	8,814	26,131	47,488	73,616	603,154

(資料) 電気通信技術審議会

(http://www.internETClub.ne.jp/ITS/column/2002/020828_1.html)

4-3 雇用規模の予測

平成15年5月に、厚生労働省雇用創出企画会議が雇用創出の可能性ある分野として一次報告されている報告書には、情報家電における研究者と技術者の雇用創出規模は13万人と想定している。また、ITS(高度道路交通システム)における雇用予測は、旧郵政省における電気通信技術審議会によれば、平成17年度に33万人、平成22年度、63万人、平成27年には107万人としている。算出数値についての議論は別にしても、デジタル家電(情報家電)、ITSともに、インフラの整備と機器の普及が進めば、多様なアプリケーション等のもと、新たなビジネス展開としてのサービス市場を生成するなど、全産業に対する経済波及効果が期待でき、雇用の創出にも大きな役割を果たすものと考えられる。

組織・団体等の活動については、次の情報を参考にすること。

●IT家電(組込)

- ・日本電気大型店協会

<http://www.neba.gr.jp/>

- ・(社)電子情報技術産業協会

<http://www.jeita.or.jp/>

- ・(NPO)日本エンベデッド・リナックス・コンソーシアム

<http://www.emblix.org/>

- ・ (財) 家電製品協会
<http://www.aeha.or.jp/>
- ・ (社) トロン協会
<http://www.assoc.tron.org/>
- ・ (社) 日本システムハウス協会
<http://www.jasa.or.jp/>
- ・ (社) 電気通信事業者協会
<http://www.tca.or.jp/>
- ・ (社) 電気通信協会
<http://www.tta.or.jp/>
- ・ 全国情報通信工事業者ネットワーク (J-Spider)
<http://www.j-spider.com/>
- ・ (財) 日本移動通信システム協会
<http://www.jamta.or.jp/>
- ・ 情報通信ネットワーク産業協会
<http://www.ciaj.or.jp/>

●IT 家電 (ITS)

- ・ (社) 新交通管理システム協会
<http://www.utms.or.jp/>
- ・ (社) 自動車技術会
<http://www.jsae.or.jp/>
- ・ (社) 電子情報技術産業協会
<http://www.jeita.or.jp/>
- ・ (社) 電波産業会
<http://www.arib.or.jp/>
- ・ (社) 日本システムハウス協会
<http://www.jasa.or.jp/>
- ・ ITS Japan
<http://www.its-jp.net/>

4-4 現場からの提言

(1) 開発製造現場における現状と今後についての総論

昨今のデジタル家電等やシステム制御機器として開発されるものは多機能化やネットワーク化によって、よりインテリジェント化が進んでいる。特に、それらをコントロールするソフトウェアを開発する現場では、開発する製品ソフトウェアの大規模化と分散・協調化という課題に直面していると考えられる。

開発ソフトウェアが大規模化するということは、当然、ソフトウェアによって実現する機能が多くなり、そこには関わる技術者等も多くなる。つまり、今まで以上

に、開発の効率化や信頼性を考えた設計やマネジメントを求められる状況となるであろう。具体的には、要素となる技術の技術力向上は当然のことであり、顧客や技術者の間のコミュニケーション力、要求分析力、開発プロジェクト等のマネジメント力がより重要となるであろう。事実、ソフトウェアの大規模化に伴って組込みリアルタイム OS（RTOS）の導入が増加傾向にあり、RTOS 関連技術者は不足傾向にある。年齢ではないが、およそ 35 歳という年齢を境に RTOS を必要と考える技術者と不要と考える技術者に別れる。

オブジェクト指向設計の導入についても同様である。旧来の技術者における再教育訓練も重要な課題の一つであろう。また、分散・協調化の問題は、個々の技術はさほど新しいものではないがネットワーク化によって複合的に利用されるケースが多くなり注目されている。例えば、自動車におけるネットワーク化があるだろう。現在の車には複数のマイクロコンピュータがそれぞれの機能を受け持ち、車内 LAN（CAN）によるバックボーンをベースに協調して車としての機能を実現している。たとえ、個々の既存技術を知っていても、その関係相互のスキルを持たないと自動車修理でさえ困難になってくる状況となるであろう。

このように、複数のマイクロコンピュータを協調して動作させるという関連技術は、車に限らず、今後必要となるスキルのひとつである。

ところで、最近の組込み装置におけるソフトウェア開発分野に携わる技術者は、ハードウェアの知識とデバックの知識が以前の技術者に比べ足りないような気がする。組込みという以上、何らかのハードウェアを制御するわけであるが、論理回路が読める程度の知識やターゲットエンジン（CPU）やメモリについての最低限の知識は必須と思われる。このハードウェアの知識に関連するのがデバックの知識である。デバックをいかに実施するのか、ハードウェアとの関係で何をどうテストすればよいのかなど、デバック手法や環境を工夫するスキルは信頼性設計という意味でも重要である。

（2）個別動向における検討

a デジタル家電動向と求められるスキル

最も普及・一般化した携帯電話をはじめとしたデジタル家電関連分野は今後の日本の産業の柱となり雇用の増加が期待できるものと考えられる。

この携帯電話の普及のプロセスに見られるように、インフラとしての整備が充実してくると、本来の話す装置から情報サービス機器へと使用用途および機能が拡大していくようになる。携帯電話は i アプリを中心としたサービスの需要が増え、アプリケーションサービスプロバイダは増加した。そこには、アプリケーションやコンテンツが簡単に作成できる技術が提供され、市場と雇用を生み出した。

デジタル家電についても、ブロードバンドの普及とデバイス技術等ハードウェア技術の発達にともない、本来の機能からインテリジェント化されたものに変化していくであろうと思われ、同様に、市場と雇用を生成することになるだろう。

以下に、デジタル家電において核となる「組み込み技術」を中心に現状の課題や求められる問題等について議論となった点について列記する。

① テスト、デバッグ等の設計技術について

- ・組み込み分野ではプログラムが ROM に書き込まれるため、テスト方法は PC 向けのアプリケーションソフトよりも深刻な問題となる。テスト・試験だけで系統立てた訓練が必要である。
- ・関連して XP (eXtreme Programming) などの開発プロセスも注目される。表記法としての UML を利用した開発は組み込み分野でも重要であって、従来型のコーディングをした中堅技術者を対象に再教育する必要がある。
- ・エミュレーターやインテリジェントな開発環境やデバック機器を効果的に活用できる技術者が望まれる。

② ネットワーク関連スキルについて

- ・ネットワークを利用するデジタル家電の普及に伴い、光ファイバー施工技術者への需要は高まる。無線 LAN は集合住宅では使えないため、既築の住宅に光ファイバーを通す方法、壁の中に LAN ケーブルを通す技術は今後需要増加する。
- ・ネットワークのメンテナンスの仕事は常に新しい研修、新しい仕事を覚える必要がある。プロバイダーと契約時の設定などの技術者への訓練はここ数年間は必要である。
- ・PLC (Power Line Communication) について電源線は雑音の塊であることから国土交通省は将来性無しとの見解である。
- ・モバイルの基地局の整備に際し「周波数アナライザ」が必要だが、それを使える無線技術者が不足している。どんなマルチパスが発生しているか解析できる技術者が必要とされる。
- ・車内 LAN 設計はパッケージなので、訓練は不要である。車内 LAN に限らずデジタル家電においても分散制御というインフラ技術が必要であるが、複数のマイコンを同時に協調させる技術を持つ技術者は極めて少ない。
- ・高速ルーティングへの要望はまだないが、異ネット接続の技術者は必要とされている。

③ セキュリティや権利について

- ・電子課金システムの普及にともなう法的な整備について注目しておく必要が製品開発においても重要になる。特に、指紋認証などのバイオメトリックス分野が重要な要素技術となってくるであろう。
- ・個人情報の管理技術についても同様である。法制度との関係で理解する必要がある。

④ ITS（高度道路交通システム）関連について

ITS は ETC とミリ波レーダーによる車間確保等、車自体の安全確保に関する技術のみに需要があるものの、現在のところ、既存の閉じた産業での実現にとどまっている感がある。そのため、近々に、ITS 分野で新たな雇用が発生する状況にはないのではないだろうか。唯一、現実的な ETC の応用分野は駐車場への応用が考えられる。

また、インターネット ITS は研究テーマとしてはよいが、膨大なコストがかかるという意見がある。ミリ波に関連しては AHS（走行道路支援システム）や自動運転を実現するための路側の設備設置に係る費用に関しては国民的な合意を得られないのではないだろうか。事故の起きた場合などの責任の所在が明確でないなど、法整備と規制のために、市場が成長しきれない部分もある。したがって、今後、ITS 分野の新たな雇用が成長するには道路交通法の法整備が重要なファクターとなる。

以下に、ITS に関する議論のなかで、注目されるキーワードとしてあげられたものを列記する。

- ・ GIS 地理情報
- ・ RFID
- ・ μ ITRON とオゼック
- ・ ミリ波
- ・ フィードバック制御、フィルタの設計ができる人が必要
- ・ ロジスティックスに対するオペレーション
- ・ ヒューマンインターフェース、GUI
- ・ カメラユニットから撮った画像を処理
- ・ ロボットカップレスキュー
- ・ インダストリアルデザイン

4-5 実施訓練分野の選定

(1) 職務構成

生涯職業能力開発体系にもとづいて「IT家電（組込、ITS）」における職務構成を検討した結果は、次に示す。

職務構成表			
団体または企業名	部門1	部門2	職務名
IT家電 (ITS)	設計	実装	電子部品実装設計
			デザイン設計
		部品	アンテナ設計
		車載端末設計	システム分析
			マルチモード無線装置設計
			電子回路設計・通信システム設計
			組込ソフトウェア設計開発
			システムテスト
		ネットワーク	対車通信ネットワーク設計
			認証設計
			IPv6アドレス管理設計
		応用システム設計	セキュリティ設計
			ヒューマンIF設計
			課金、カード決済システム設計
			ETC応用システム設計
			物流システム応用設計
			デジタル地図応用システム設計
			交通関連情報サービスシステム設計
			情報交換標準化設計
	検査保守	検査保守	定期保守作業
			障害データ収集および対策作業
			機能確認試験

職務分析調査票(様式2)には網掛けの職務名に対応する部分のみを記載している。

職 務 構 成 表			
団体または企業名	部門1	部門2	職務名
IT家電 (組込)	営業	営業	営業企画・管理
			営業活動
	購買	資材	購買管理
	生産管理	生産管理	工程管理
			在庫・物流管理
		品質管理	品質管理
	設計	開発設計	システム分析
			実装設計
			電子回路設計・通信システム設計
			組込ソフトウェア設計開発
			システムテスト
		生産システム設計	機械設計
	製造	組立	部品実装組立
			ライン組立
			検査・梱包
		製造	
	技術	ネットワークサービス	サーバ・ネットワーク設計
			アプリケーション設計
			開発セキュリティ設計
			システム運用管理
			コンテンツサービス
	検査保守	検査保守	定期保守作業
			サービスエンジニア
	組立て	組立て	障害データ収集及び対策作業
			機能確認試験

職務分析調査票(様式2)には網掛けの職務名に対応する部分のみを記載している。

(2) 職務分析

生涯職業能力開発体系にもとづいて「IT 家電（組込、ITS）」における職務分析を検討した結果は、101 ページ以降に示す。

4-6 訓練カリキュラムの設定

4-5 の検討結果（職務構成表、職務分析表）にもとづき「IT 家電（組込、ITS）」における訓練カリキュラムを検討した結果は、次の 6 コースである。それぞれのカリキュラムシートは 109 ページ以降に示す。

(1) IT 家電（組込）

- ・組込み機器におけるネットワークプログラミング技術（TCP/IP 編）
- ・組込み機器におけるメモ리카ード制御プログラミング技術（SD カード編）
- ・組込みシステムソフトウェア開発におけるテスト技法

(2) IT 家電（ITS）

- ・コントロールエリアネットワーク（CAN）を使用した制御技術の実際
- ・先端移動体通信技術
- ・ITS における情報とその活用技術

職務分析調査票

団体名	IT家電(組込)
企業名	または
部門1	技術
部門2	IT家電(組込)
職務名	電子回路設計・通信システム設計

作成者氏名		塩田 達彦	
仕事名		仕事を構成する作業名	作業を行うのに必要とされる知識・技能・技術（1:知識、2:技能・技術）
順序			知識技能欄
1	HDL設計	計画立案	製造工程について知っている 1
			仕様に基づき、計画立案ができる 2
		デバイス選定	入出力信号数(ピン数)を見積ることができる 2
			使用ゲート数を見積もることができる 2
			処理速度(クロック数)によりデバイスを選定できる 2
		機能設計	階層設計について知っている 1
			最上位階層を設計できる 2
		回路設計	トップダウン設計を知っている 1
			デジタル回路が組み立てることができる 2
			HDLの文法を知っている 1
			ビヘイビア記述(状態記述)ができる 2
			RTL記述(構造記述)ができる 2
			論理合成ツールが操作でき、ゲートレベルに変換できる 2
		レイアウト	ピンアサイン(入出力ピン配置)ができる 2
			配置配線ツールが操作でき、配置配線ができる 2
		検証	テストベクタが作成できる 2
			論理シミュレーションツールを操作できる 2
			遅延シミュレーションツールを操作できる 2
			論理シミュレーションを分析できる 2
			配置配線遅延が分析できる 2
		試験	ツールを使い、デバイスに書き込みができる 2
			計測器、測定器が操作できる 2
			実機で仕様に基づいた機能チェックができる 2
			実機で信号測定ができる 2

職務分析調査票

団体名 または 企業名	IT家電(組込)
部門1	設計
部門2	IT家電(組込)
職務名	組込ソフトウェア設計開発

作成者氏名		職務分析調査票	
順序	仕事名	仕事を構成する作業名	作業を行うのに必要とされる知識・技能・技術 (1:知識、2:技能・技術)
1	選定(アーキテクチャ・メカニズム設計)	データ管理設計	データ構造を適切に選定できる
		実行状態管理設計	状態遷移システムの実装方法を適切に選定できる
2	設計	オブジェクト構造設計	非同期通信/同期通信といった通信機構を適切に選定できる
		オブジェクトコラボレーション設計	各ドメインについてクラス図等を使ってモデル化できる
		オブジェクトレベル設計	モデル化した各クラスに責務を割り当てることができる
3	実装	クラス定義実装	インスタンスの振る舞いを状態図を使って設計できる
		クラス操作実装	クラス定義をヘッダファイルとして記述できる
		実装メカニズム	クラスの操作を実装ファイルとして記述できる
4	周辺環境整備 (アーキテクチャ・メカニズム開発)		実装に必要な開発環境を構築できる
			実装環境を利用して開発ができる
			ミドルウェア等を利用できる
			ミドルウェアを構築できる
			ROM/RAMへのマッピング作業ができる
		オブジェクト管理	C++言語などのオブジェクト指向言語を使ってオブジェクトを実装できる
		デバッグ・シミュレータ	シミュレータを使えば検証できる範囲を分離できる
			シミュレータおよびハードウェアスタブを作成できる
			メモリ管理機能を実装することができる
		並行性メカニズム	リアルタイムOSを利用してアプリケーションを実装できる
			タスクへの分割、タスク間同期の機構を利用できる
		ユーティリティ	各種ユーティリティを作成することができる
5	テスト	テストケース設計	テストケースを記述できる
		単体テスト(またはユニットテスト)	ソフトウェアモジュールの単体テストができる
			テストコードが記述できる
		受け入れテスト	業務を想定したサンプルデータでテストできる

職務分析調査票

団体名 または 企業名	IT家電(組込)
部門1	設計
部門2	IT家電(組込)
職務名	システムテスト

作成者氏名		作業を行うのに必要とされる知識・技能・技術（1:知識、2:技能・技術）	
順序	仕事名	仕事を構成する作業名	知識技能欄
1	単体テスト	単体テスト	テストコードが記述できる 2
		結合テスト	複数のモジュールをリンクしてテストができる 2
2	受け入れテスト	利用モデル分析	ユースケース図等から利用モデルの分析ができる 2
		テストケース設計	テストケースを設計できる 2
		テストケース実施	業務を想定したサンプルデータでテストできる 2
		テストケースガバレッジ	テストケースの実施を検証できる 2

職務分析調査票

団体名	IT家電(ITS)
または企業名	
部門1	設計
部門2	車載端末設計
職務名	システム分析

作成者氏名		作業を行うのに必要とされる知識・技能・技術 (1:知識、2:技能・技術)	
順序	仕事名	仕事を構成する作業名	知識・技能欄
1	市場調査	市場調査	消費者の購買傾向を調査することができる 2
			新製品の動向を調査することができる 2
		消費者ニーズの調査	調査成果を統計し、消費者ニーズを把握できる 2
2	製品立案	技術調査・分析	新技術の動向に目を向け、製品に付加価値をつけることができる 2
3	要求分析(基本仕様の策定)	機能分析	ユースケース図等を作成し、機能の一覧を示すことができる 2
			各機能を記述してまとめることができる 2
			システムの挙動を状態図を使用して表現できる 2
		非機能分析	保守性、拡張性、再利用性などの要求をまとめることができる 2
			システムの制約や品質に関する要求を明らかにできる 2
			例外時の仕様を記述できる 2
4	分析(詳細仕様の策定)	問題領域の定義および分割 問題領域の分析	システムをハードウェア領域、ソフトウェア領域等のドメイン(問題領域)に分割できる 2
			各ドメインについてユースケース等で機能を示すことができる 2
			システム全体の静的な構造をクラス図等でモデル化できる(エンティティ分析) 2
			各ドメインについてクラス図等を使ってモデル化できる(オブジェクト構造分析) 2
			モデル化した各クラスに責務を割り当てることができる(オブジェクトコラボレーション分析) 2
			インスタンスの振る舞いを状態図を使って記述できる(オブジェクトレベル分析) 2
5	アーキテクチャ設計	ロードマッピング モジュール設計	オブジェクトに物理的な資源を割り当てることができる 2
		タスクマッピング	物理的な資源を割り当てられたオブジェクトに対し、モジュール化ができる 2
			タスク構成を設計でき、それらにオブジェクトをどのように配置するかを決定できる 2

職務分析調査票

団体名 または 企業名	IT家電 (ITS)
部門1	設計
部門2	車載端末設計
職務名	マルチモード無線端末装置設計

作成者氏名		作成者氏名	
順序	仕事名	仕事を構成する作業名	作業を行うのに必要とされる知識・技能・技術（1:知識、2:技能・技術）
1	無線端末方式設計	方式設計	ソフトウェア無線技術に応用したシステムデザインができる 2
2	回路設計	回路設計	システム・レベル設計によるシステムLSI等とソフトウェアの協調設計ができる 2 無線および信号処理技術に応用した設計ができる 2 通信技術に応用した設計ができる 2 デバイス技術に応用した設計ができる 2 アナログおよびデジタル回路特性を理解した部品実装設計ができる 2 電波伝播特性を理解した部品の選択や実装設計ができる 2 高密度実装技術による実装設計ができる 2 ソフトウェア分析設計によるソフトウェアモデルを構築できる 2 リアルタイム制御プログラム技術によるソフトウェア設計ができる 2 デバイスドライバ技術による設計ができる 2 要求機能仕様の作成ができる 2 ファームウェア設計仕様書の作成ができる 2 仕様にある機能を試験するための手順書および確認項目を策定できる 2 測定器および治具による性能および機能試験評価ができる 2
3	ファームウェア方式設計	ファームウェア方式設計	
4	試験評価	ファームウェア設計仕様の策定 試験評価	

票查調析務分職

団体名	IT家電(ITS)
または 企業名	
部門1	設計
部門2	車載端末設計
職務名	電子回路設計・通信システム設計

順序	仕事名	仕事を構成する作業名	作業を行うのに必要とされる知識・技能・技術（1:知識、2:技能・技術）	知識・技能欄
1	HDL設計	計画立案	製造工程について知っている	1
			仕様に基づき、計画立案ができる	2
		デバイス選定	入出力ピン数（ピン数）を見積ることができる	2
			使用ゲート数を見積もることができる	2
			処理速度（クロック数）によりデバイスを選定できる	2
		機能設計	階層設計について知っている	1
			最上位階層を設計できる	2
		回路設計	トップダウン設計を知っている	1
			ディジタル回路が組み立てることができる	2
			HDLの文法を知っている	1
			ビヘイビア記述（状態記述）ができる	2
			RTL記述（構造記述）ができる	2
			論理合成ツールが操作でき、ゲートレベルに変換できる	2
		レイアウト	ピンアサイン（入出力ピン配置）ができる	2
			配置配線ツールが操作でき、配置配線ができる	2
		検証	テストベクタが作成できる	2
			論理シミュレーションツールを操作できる	2
			遅延シミュレーションツールを操作できる	2
			論理シミュレーションを分析できる	2
			配置配線遅延が分析できる	2
		試験	ツールを使い、デバイスに書き込みができる	2
			計測器、測定器が操作できる	2
			実機で仕様に基いた機能チェックができる	2
			実機で信号測定ができる	2

票查調析分務職

団体名 または 企業名	IT家電(ITS)
部門1	設計
部門2	開発設計
職務名	組込ソフトウェア設計開発

順序	仕事名	仕事を構成する作業名	作成者氏名	
			作業を行うのに必要とされる知識・技能・技術（1:知識、2:技能・技術）	知識・技能欄
1	選定(アーキテクチャ・メカニズム設計)	データ管理設計 実行状態管理設計	データ構造を適切に選定できる 状態遷移システムの実装方法を適切に選定できる 非同期通信/同期通信といった通信機構を適切に選定できる 各ドメインについてクラス図等を使ってモデル化できる モデル化した各クラスに責務を割り当てることができる インスタンスの振る舞いを状態図を使って設計できる クラス定義をヘッダファイルとして記述できる クラスの操作を実装ファイルとして記述できる	2 2 2 2 2 2 2
2	設計	オブジェクト構造設計 オブジェクト・コラボレーション設計 オブジェクト・ピボット設計 クラス定義実装 クラス操作実装		2
3	実装			2
4	周辺環境整備 (アーキテクチャ・メカニズム開発)	実装メカニズム	実装に必要な開発環境を構築できる	2
			実装環境を利用して開発ができる	2
			ミドルウェア等を利用できる	2
			ミドルウェアを構築できる	2
			ROM/RAMへのマッピング作業ができる	2
		オブジェクト管理 デバック・シミュレータ	C++言語などのオブジェクト指向言語を使ってオブジェクトを実装できる シミュレータを使えば検証できる範囲を分離できる シミュレータおよびハードウェア・スタブを作成できる メモリ管理機能を実装することができる	2 2 2 2
		並行性メカニズム	リアルタイムOSを利用してアプリケーションを実装できる	2
			タスクへの分割、タスク間同期の機構を利用できる	2
		ユーティリティ	各種ユーティリティを作成することができる	2
5	テスト	テストケース設計 単体テスト(またはユニットテスト)	テストケースを記述できる ソフトウェアモジュールの単体テストができる テストコードが記述できる	2 2 2
		受け入れテスト	業務を想定したサンプルデータでテストできる	2

職務分析調査票

団体名	IT家電(ITIS)
または 企業名	
部門1	設計
部門2	車載端末設計
職務名	システムテスト

作成者氏名		作業を行うのに必要とされる知識・技能・技術 (1:知識、2:技能・技術)		知識・技能欄
順序	仕事名	仕事を構成する作業名		
1	単体テスト	単体テスト	テストコードが記述できる	2
		結合テスト	複数のモジュールをリンクしてテストができる	2
2	受け入れテスト	利用モデル分析	ユースケース図等から利用モデルの分析ができる	2
		テストケース設計	テストケースを設計できる	2
		テストケース実施	業務を想定したサンプルデータでテストできる	2
		テストケースガバランツ	テストケースの実施を検証できる	2

様式 1

カリキュラムモデル

分類番号		
訓練分野	訓練コース	組込み機器におけるネットワークプログラミング技術（TCP/IP編）
訓練対象者	リアルタイムOSをプラットフォームとしたデジタル家電等のファームウェア（組込みソフトウェア）開発に従事する者	
訓練目標	組込み機器にネットワーク機能を付加する場合に必要な技術である、ネットワークAPIによるプログラミング、リアルタイム性を保持するためのプログラミング技術を習得する。	
教科の細目	内 容	訓練時間 (H)
1. ネットワーク機能概要	(1) 組込みシステムへのネットワーク機能の必要性と実装における制約条件 (2) TCP状態遷移とサービスコールとの関係 (3) タイムアウト等のイリーガルシーケンス	4.0
2. TCP/IP	(1) プロトコルの概要 (2) 物理的な通信経路 (3) ルーティング	2.0
3. TCPサービスコール	(1) TCP受付口の生成／削除 (2) TCP通信端点の生成／削除 (3) 接続／切断 (4) データの送受信 (5) 実習	6.0
4. UDPサービスコール	(1) UDP通信端点の生成／削除 (2) データの送受信 (3) 実習	4.0
5. 実装上の注意点	(1) 通信性能 (2) 組込み機器固有の問題	2.0
訓練時間合計		18.0
使用器具等	RTOS（μITRON）、TCP/IPミドルウェア、LAN実習環境	
養成する能力	専門力	

分類番号

訓練時間合計	12.0
--------	------

様式 1

カリキュラムモデル

分類番号			****-***-*
訓練分野	情報・通信系	訓練コース	組込みシステムソフトウェア開発におけるテスト技法
訓練対象者	システム開発またはテスト業務に従事し、リーダーとしての役割を担う者		
訓練目標	実践的な課題により開発プロセスにおけるテストの役割を理解し、信頼性設計が可能となるテストコードの作成・実行・確認の技法を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
			(H)
1. テストの意義とソフトウェア開発管理	(1) 開発工程とテスト イ. 開発工程とテストフェーズ ロ. プログラム設計審査（レビュー）技法とプログラム品質評価項目 ハ. 単体テストから実機結合テスト (2) バグと障害レポートの活用法 (3) 日本版CMMの動向とソフトウェア管理手法		2.0
2. XP開発手法	(1) テストファーストの考え方 (2) フィードバック (3) リファクタリング (4) ユーザーによる受け入れテストの定義		3.0
3. テスティングフレームワーク	(1) コード単体テストにおけるテスティングフレームワークの利点 (2) テストデータとコードの分離とXMLファイルの活用 (3) テスティングフレームワークによるコード単体テスト実習		2.0
4. テスト項目	(1) テストパターンとテスト項目抽出 イ. コンストラクタテスト ロ. 入力範囲テスト ハ. パステスト ニ. 外部状態テスト ホ. 例外テスト ヘ. 負荷テスト (2) テスト評価基準の設定とその意味		5.0
5. テスト技法実習	(1) テストケース作成実習 (2) テストの実行 (3) 複合テストケース作成実習 (4) 複合テストの実行・確認 (5) 自動テスト実習 (6) 回帰テストの効果と確認 (7) その他の実践的テスティングフレームワークの利用		6.0
			訓練時間合計
			18.0
使用器具等	パソコン一式、オブジェクト指向言語開発環境、テスティングフレームワーク		
養成する能力	先端性、専門性		

分類番号

訓練時間合計	18.0
--------	------

様式 1

カリキュラムモデル

分類番号

分類番号	
訓練分野	訓練コース 先端移動体通信技術
訓練対象者	I T Sに関わるまたはその応用分野において移動体通信関連技術の業務に従事する者
訓練目標	移動体通信に関わる要素技術とその動向を習得する。
教科の細目	内 容
	(H)
1. 移動体通信技術動向	(1) 移動体通信システムの概要 (2) I T Sと移動体通信技術
2. スペクトラム拡散通信	(1) スペクトラム拡散通信概論 (2) 拡散変復調 (3) 拡散符号 (4) 同期 (5) 干渉とその除去
3. アダプティブアレーアンテナ	(1) アレーアンテナのしくみ (2) アレーアンテナの空間・時間信号処理 (3) アダプティブアレーアンテナ方式 セルラー方式、無線LAN方式
4. ソフトウェア無線	(1) ソフトウェア無線のしくみ (2) F P G A / D S P (3) A D C / D A C (4) 標準化と法制度
5. UltraWide Band方式	(1) U l t r a W i d e B a n d方式のしくみ (2) インパルス通信 (3) U W Bの応用と動向
訓練時間合計 18.0	
使用器具等	スペクトルアナライザ、無線通信システム
養成する能力	専門力

