

第4章 カリキュラムモデルの構築

第4章 カリキュラムモデルの構築

第1節 カリキュラムモデル構築の目的

人材動向や技術動向等を調査・分析し、職業能力開発ニーズを把握することの目的は、これを訓練カリキュラムの開発、あるいは見直しに結びつけていくことである。したがって、前述の調査結果を活用することにより、各技術分野におけるカリキュラムの構築を行った。また、これは当能力開発センターの役割の一つとして、全国の職業能力開発施設において訓練カリキュラムを設定する際の参考にしてもらえるよう、同モデルを提供することを目的とした。

第2節 委員会の設置

ここまで、特定の技術分野及びこれに関連する業種についての調査結果を報告してきたが、これらの調査分析結果を活用し、職業能力開発におけるカリキュラムモデル構築のための委員会を「職業能力開発ニーズ検討委員会」として設置した。

また、本委員会では委員会の開催前に実施した事前調査（政府統計資料、文献等による調査）の内容が訓練カリキュラムを作成する上で適切なものであったか、あるいは不足する情報はなかったか、といったことも合わせて検証した。

第3節 委員会の運営

3-1 カリキュラムモデル構築までの流れ

カリキュラムモデルの構築は、図4-1委員会フローに沿って行われた。また、カリキュラムモデルについては、「技術分野別の技術動向」の調査結果からも明らかなように、有望視されている技術は、産業界に対し先導的な位置付けのものが多く抽出されているため、在職者訓練用のカリキュラムモデル作成を行った。

なお、同図に示すように、当該委員会では技術動向及びこれに関連する業界動向等を詳細に把握するため、第1回委員会と第2回委員会との間に、事前調査を補完するための調査として、カリキュラムモデルを構築する技術に関する企業等を対象にヒアリングを実施した。

また、ヒアリング調査項目は以下の通りである。

- (1) 業界の技術動向及び調査対象技術の現状について

- (2) 調査対象技術が必要な職務（仕事）について
- (3) 職務（仕事）に係る資格又は職業能力評価に関する業界の動向等について
- (4) その他、職業能力開発の必要な技術について
- (5) その他（公共職業訓練に対する要望・意見等）

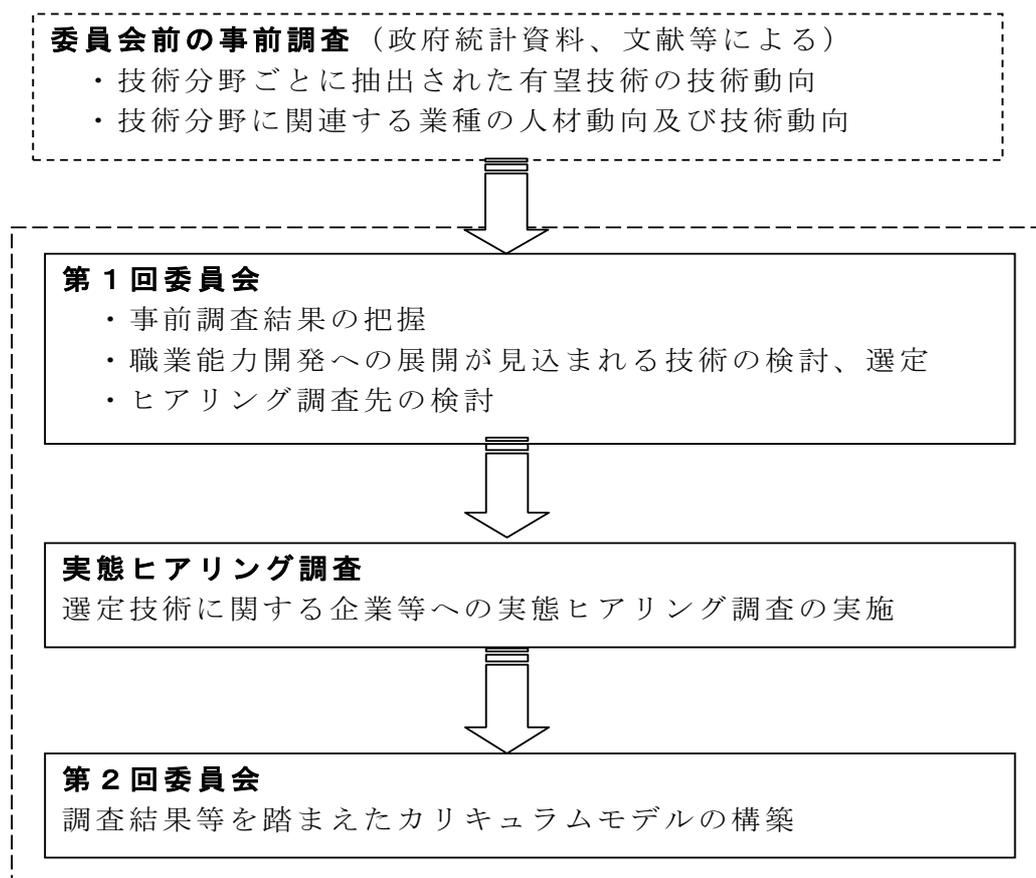


図4-1 委員会フロー

3-2 委員会の開催及び委員構成

委員会は、以下の日程で2回開催した。

なお、委員は各技術分野（電気・電子、情報・通信、制御）に3名ずつとし、職業能力開発総合大学校、職業能力開発大学校及び高度職業能力開発促進センターからの選任とした。

(1) 第1回委員会

日時：平成17年10月20日（木） 10:00～17:00（電気・電子分野）
平成17年10月21日（金） 10:00～17:00（情報・通信分野）
平成17年10月25日（火） 10:00～17:00（制御分野）

場所：職業能力開発総合大学校
能力開発研究センター 217会議室

議題：① 事前調査結果報告
② 選定技術及び実態調査についての検討

(2) 第2回委員会

日 時：平成18年1月11日（水） 10:00～17:00（情報・通信分野、制御分野）

平成18年1月12日（木） 10:00～17:00（電気・電子分野）

場 所：職業能力開発総合大学校

能力開発研究センター L2 1 会議室又は2 1 7 会議室

議 題：① 第1回委員会議事録確認

② 選定技術に関するヒアリング調査結果について

③ カリキュラムモデルの作成について

④ 総括

第4節 電気・電子分野におけるカリキュラムモデルの構築

電気・電子分野において、調査結果等を踏まえたカリキュラムモデル構築の検討結果を以下に示す。

4-1 職業能力開発への展開が見込まれる技術の選定

(1) 選定技術名 : パワーエレクトロニクス (DC-DCコンバータ技術)

(2) 選定理由:

新しい技術を使った製品が次々と開発される中、その背景に、環境に良いもの、省エネルギー志向への関心の強さが感じられる。この社会的な流れを踏まえ、電気・電子関係の技術に着目した際、最もその色の濃い技術分野がパワーエレクトロニクスである。パワーエレクトロニクスの技術範囲は広く、その技術を応用したものとして古くはインバータエアコンから新しいものは電気自動車、風力発電や燃料電池などに関連する系統連系などが挙げられる。他にも身近なものでスイッチング電源などは、パソコンを代表として多くの機器に組み込まれており、進歩が激しい技術の一つである。

パワーエレクトロニクス機器の大きな問題の一つに、回路から発生するノイズを挙げることができる。他の電子回路と比較しても、大電流を高速にON/OFFさせるため、大きなノイズが発生し、最近の電磁環境への関心が強い、という社会的な面においてはマイナスのイメージがある。しかし、最近のスイッチング電源などでは、新しいスイッチング方式が次々と開発されており、ノイズ低減及び高効率性の方向へ技術が発展している。このような状況の中、現状の職業能力開発においては、低ノイズ、高効率に関係したスイッチング電源に関するものがほとんど開発されていない。

スイッチング電源の職業能力開発の可能性については、技術的な難解さはあるが、回路規模を考えても、さほど大きくないことから、経済的なリスクが少ないという利点がある。また、現在の社会の流れを考えてもタイムリーな技術の一つである。

4-2 企業等へのヒアリング

当該分野においては、電気計測器を中心とした機器製造会社を訪問し、計測器の設計・開発に従事している方、及び電子回路全般の設計・開発に従事している方にヒアリングを行い、以下の回答を得た。

4-2-1 業界の技術動向及び調査対象技術の現状について

(1) 業界の技術動向

① 既存技術のポイント

・発振器について

昔はアナログ（抵抗とコンデンサによる）、今はデジタルである。アナログ式は、10Hz以下の精度は難しく、周波数カウンタを使って確認して使っていた。現在のデジタル式は、出力段はD/Aにより出力、精度、操作性が良くなった。一方、デジタル式の場合、アナログ式に比べ雑音が多くなってしまふ。また、スイープなどは多機能なものになっており、設計時のソフトウェアのバグ取り作業が大変である。

- ・mVメータについて

指針式のもの（市場からの要求が）無くなりつつある。

スイッチングノイズを見るには、実効値で表示するため便利である。10 μ Vまで見ることができるため、高感度はアナログ式にはかなわない。

- ・ロックインアンプについて

光測定の用途などに用いられる。また、研究用などで、システムを組み上げる場合などに使われている。FRAなども、この原理は使っており、応用範囲は広い。

- ・歪率計について

オーディオ業界自体が、元気がなく市場も小さいため、出荷数は大分少なくなっている。

- ・FRAについて

最近よく出ている計測器、スイッチング電源のループ特性や燃料電池のテストなどに利用されている。

- ・最近の工場では、ラインから測定器が消えている。

FRAなどは、工場のラインに使われたりしているか？の質問に対し、最近の工場は、ラインから測定器は無くなってきているとの回答であった。理由は、家電などの大量出荷するものに、細かい調整が必要というのは、既製品を作る上で既に失敗している（そんなことはしない）。また、どこの工場でも人員の削減や作業の効率性を考えて、どんどんラインから測定器が消えている傾向にある。

- ・何かを測定する場合、その測る計測器の測定原理の知識は必須である。

どの程度のものを測るか、により測定器は変わり、どの程度の信頼性があるかは、測定器の原理を知っていないと判断できない。これは基本である。大学などでも、測定器が壊れるくらい使ってもらったほうが、と感じている。

- ・国の技術力は測定器が握っている。

日本は、測定器の市場が狭いが、米国などでは、軍事用としていろいろなものを正確に測定しなくてはいけないため、国が軍事用として開発費の予算を付けている。GHz帯の測定器などは軍事用から一般向けに移った良い例である。それに対し、日本は、自社の売り上げを使って開発費に注ぎ込むため、どうしても技術力に差が出てしまふ。

② 今後進展するであろう技術

- ・エネルギーを効率よく得る技術が今後重要となると思われる。

- ・2次電池系、電気2重層キャパシタなどは車、コピー機などに応用されるだろう。

- ・電気2重層キャパシタなどは、エネルギー密度が高く、即充放電が可能のため応用範囲が広い。

- ・2次電池系の発展と共に、エネルギーを取り出すにはDC-DCコンバータ（スイッチング）の技術が重要となる。

(2) パワーエレクトロニクス技術の現状と将来像

① 交流電源製品の現在までの流れ（A社製造）

最初は、電源トランスと出力トランスがついているリニアアンプの製品から始まり、次に出力側の出力トランスがなくなってスイッチング方式で電源側はサイリスタによる位相制御が使われ、現在出しているものは、電源側、出力側共にスイッチング方式になっている。

② 現状と将来像に関して

- ・サイリスタとスイッチング方式と比較した場合、サイリスタの位相制御は、ノイズが少ないが、スイッチング方式ではノイズが多いため、雑音を低くすることが重要である。

- ・DC-DCコンバータの形状はまだまだ小さくなり、効率ももっと良くなる。

- ・出力密度という言葉があり、今後まだまだ小さいものができる。某社のV・Iチップなどは、画期的な技術である。

- ・エネルギーの有効利用の観点から、回生させる技術が重要となると考えられる。

- ・今後重要となってくるのは、CPU用のPOL（Point Of Load）である。POLは、POLアーキテクチャと呼ばれるもので、分散電源のこと。例えば、バス電源は5Vで、負荷の直前にDC-DCを置いて、CPUであれば、1.2Vを作ったり、FPGAがあれば、その直前で3.3Vを作ったりする分散型の電源供給方式である。

- ・デジタルIC用の電源には、高速な応答が求められる。

- ・CPU、FPGA、トランジスタ駆動など、装置に必要な電圧は、昔と比べて種類が多くなっており、電源自体も内製化の傾向がある。

③ ノイズ減少のためには？

- ・ソフトスイッチング技術の中のZCSや擬似共振などは、ノイズ低減に役立つ。ZCSは、電流ストレスが高いが、半導体自体の性能が向上しているもので、実用的なものになっている。

- ・FETの足の長さなどによっても、ノイズの大きさは変わるため、日本某社で出しているDirect FETは実装面でノイズを低減するものになっている。（実装に合わせて素子も変わってきている）

④ ソフトスイッチングについて

- ・部品点数の多さを考えると、ソフトスイッチングが良いとは言い切れないが、最近の対環境における高効率化の傾向からすると、今後重要となる技術となる。

- ・電源を専門にしている人間からすると、ソフトスイッチングの工夫の度合いと経済

の度合いは、ノットイコールなため、一気にソフトスイッチングの技術が増えるとは思えないが、付加価値的な考え方からすれば、こういった技術を自社の装置に取り入れていく企業が、伸びていく企業といえる。

- ・ほとんどの会社は、電源ICメーカーのデータシートに出ているアプリケーションノートどおり作っている。これは考えて製造しているわけではないため、トラブル時には対応できないことが多い。
- ・電源の技術は、他の電子回路と比べてコイルやトランスなどあまり馴染みのない部品を使用し、深くいろんなことを知っておく必要があるため、基本から追い詰めていかないと良いのはできない。
- ・最近では、地球環境に良い、という社会的な流れがあるため、ソフトスイッチング技術の習得は、開発する技術者には必要である。

4-2-2 パワーエレクトロニクス技術が必要な職務（仕事）について

電子回路の設計・開発に携わる者

4-2-3 職務（仕事）に係る資格又は職業能力評価に関する業界の動向等について

① 資格について

資格は、保全などでは、重要なのだろうが、ものづくりにはそぐわない。技術士や学位なども技術コンサルタントでは必要だろうが、持っていれば回路が設計できるというものではない。

② 能力開発評価について

能力開発評価がうまく行っている企業は無いのではないだろうか？体系図のように段階的に〇〇ができれば、□□という職位制はあるが、実際には判断が難しい。弊社の場合、自己啓発として必要な研修に対しては、会社が研修費を出してくれる。

③ 開発・設計分野で必要なものは？

あきらめずに、やり遂げる力である。押しの強さ、もし反対の意見が合っても、それを払拭する力が非常に重要である。また、技術力や本人の性格も重要である。テストするからすぐ作ってと言っただけですぐ作れる能力は設計・開発分野では重要である。しかし意欲があっても、実力が伴わない人は悲惨である。

④ その他

- ・会社によっては、やりたい仕事に就けるようにジョブローテーションがある。
- ・弊社の場合、プロジェクトを立ち上げたときは決まったメンバー以外に、参加したい人を、募集する制度がある。

4-2-4 その他、職業能力開発の必要な技術について

- ① 測定器メーカーの技術者を除いて、測定する技術が下手な技術者が多い。

- ② DC-DCコンバータの負荷、CPU、電池など、周辺についてもっと知っておく必要がある。
- ③ シミュレーションの使い方では無く、限界を見極めた上での活用する技術が必要である。
- ④ コンピュータを上手に使いこなす技術が必要である。
- ⑤ DSPなどは、一種のマイコンであり、機能的には増えているが、何を作るかが重要なため、昨今のDSPが増えるからそれに対応するというのは、根本的には違っているように感じる。
- ⑥ 疑問に思うこととして、現在、ノイズ対策の本が多く出版され、いろいろなところでセミナーも開かれている。しかし、ノイズと名前では括られるが回路の中の現象であり、本来半導体工学や電磁気学などのベースができていないと実際の場面で十分な対策は難しく、事実売り出されている本も表面的なものが多い。
- ⑦ 米国の本と比べると、日本の本は、教える人がいて初めて役に立つレベルでしかないため、大学などの学校教育では、洋書を使って勉強させたほうが良い。
- ⑧ 洋書や英語のデータシートなどの文献も読まなくてはいけないため、英語力は必要である。
- ⑨ 表面実装のはんだ付けなども実際には、付けたり外したりするので、そういうスキルも必要ではないか。

4-2-5 その他

- ① 電子回路への興味を持たせる上でも、職業能力開発の対象を子供向けにも広げたほうがよいのではないか。(中学生、高校生)
- ② 学術よりもスキルを中心にしたほうが良い。(基板をはんだ付けして、テストできるまで)
- ③ 回路を作る面白さを教える。
- ④ 手を動かすことが重要である。

4-3 カリキュラムモデルの提案

4-3-1 パワーエレクトロニクス技術について

(1) パワーエレクトロニクス技術の現状及び将来像

スイッチング電源で使われるスイッチング方式には2種類あり、一つは電流が流れている状態でスイッチングを行うハードスイッチングと呼ばれるものと、もう一つは、スイッチング損失を少なくできるソフトスイッチングと呼ばれるものがある。現状の機器に組み込まれるスイッチング電源は、ハードスイッチングが主である。その理由として、回路が単純であること、ソフトスイッチングの場合、回路方式や制御法等に関する特許が数多く存在し、単純に高効率な製品を作るというわけにはいかない事情がある。

なお、電源の設計をされている専門家とのヒアリングでは、他の理由として、ソフトスイッチングでは部品数が多くなる、現在の市場において、製品の質より価格が重要視される傾向があるなど、高効率且つ低ノイズに効果的なソフトスイッチング技術は、これからといった見方があった。しかし、他の専門家からは、装置に使われる電圧の値が多種にわたってきており、今までの電源メーカーから電源を買って自社製品に組み込むといった流れから、自社で製品に合ったものを内製化するようになってきているようである。また、関連する意見として、携帯電話のバッテリーや電気2重層キャパシタなどエネルギー蓄積に関する技術が向上していく中、高効率なエネルギー変換をおこなうDC-DCコンバータは重要な技術であるとの意見があった。他にも、より良いものを作っていくためには高効率は重要なファクタであり、他社との違いを出すためにもソフトスイッチング技術は今後重要な技術である。ソフトスイッチングに関してまとめると、現在はまだ実際に使われている例は少ないが、将来的には、環境面に配慮した高効率、低ノイズの流れから、装置などに組み込まれるスイッチング電源にも、損失を少なくできるソフトスイッチング技術が使われることが十分予想される。

(2) 職業能力開発の展開が見込まれる理由

専門家とのヒアリングの中でも、効率的にエネルギーを取り出す技術や余分なエネルギーを回生させる技術は、今後重要な技術であるとの意見があった。前者はスイッチング電源などDC-DCコンバータに関する技術であり、後者も同じくパワーエレクトロニクス分野に属する技術である。中でもスイッチング電源は、様々な装置に組み込まれており、汎用的に使われているが、技術的には他の回路技術の中でも異色な技術である。その理由として、一般的な電子回路技術の他に、パワーエレクトロニクス、電磁気学、制御工学、高周波回路など多くの複合的な技術が含まれており、十分な解析ができるようになるためには、学術的な知識だけでなく十分な経験が必要である。したがって、比較的若い技術者にとっては敷居の高い技術である。また現在は、技術面だけでなく開発において失敗を許容できる環境でなく、パソコンによる回路シミュレータの活用などにより、短期間に開発を終えることが求められている。そのため、若い技術者にとって技術習得のための十分な時間が、昔と比べ随分少なくなっている。専門家とのヒアリングにおいても、電源の技術は他の電子回路と比べ、コイルやトランスなどあまり馴染みのない部品を使用し、深くいろいろなことを知っておく必要があり、基本から追い詰めていかなければ良いものではない、との意見があった。実際に、最近の電子回路に使われるICなどは、低電圧化が進んでおり、その供給電源としても、以前のようなシリーズレギュレータ方式では、更に効率が下がってしまい、より高効率な電源が求められている。このように現実にパワーエレクトロニクス技術を取り入れた応用製品が増えていく中、今後それに携わる技術者も多くなってくることが予想され、必要とされる基盤技術の習得は元より、それに対して体系的な職業訓練が必要になると考えられる。

スイッチング電源に必要な技術としては、電気工学、パワーエレクトロニクス、電磁気学、制御工学、半導体工学、高周波回路などの多くの基礎技術を含むことから、新しい技術は、基礎技術の積み重ねであるとの認識を改めて深く感じることができる。このような基礎技術の重要性についても見直し、体系的な職業訓練が今後の公共の職業訓練として重要である。

(3) パワーエレクトロニクス技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

電源は、電気で動くどの装置にも必要なものであるため、全般的に電子回路を含む装置の設計・製造をおこなっている企業には必要な技術である。職務でいえば、電源等の設計にあたるため、全般的には電子回路の開発設計の職務に就いている方であり、細かく分けると、「自社製品に組み込む電源回路を自社で開発・設計している方」、「若しくは、パワー回路の開発・設計を担当される方などの職務に就いている方」などに必要となる技術である。

4-3-2 カリキュラムモデルモデルの設定及びその背景

訓練コース名：「実習で学ぶDC-DCコンバータ回路」

(1) 背景

現在、身近なものでパソコンに実装されるスイッチング電源やD級アンプなどに代表されるように、社会全体の流れとして、製品の小型化・省電力化が求められている。電子回路においては、低消費電力回路などパワーエレクトロニクス技術を使った回路が、新しい回路技術分野として認知されてきている反面、技術習得の面では、学校等で学んでいたとしても、他の電子回路と異なった独特の解析法や複合技術として特徴的な広い周辺知識が必要なため、技術基盤の習得には時間が不足しているのが実情である。更に現在、社会で使われている技術は、学校で学んだものよりも進んだものとなっており、パワーエレクトロニクスの技術基盤を確立するためには、職場に入ってから技術者自身の努力がとても重要となっている。中でも、スイッチング電源は、次々と新しい技術が開発されており、特許技術も多く、自由に開発できないものも多いが、高効率・低ノイズ化に優れたソフトスイッチングの技術については既に特許切れの技術も出てきており、今後高効率化の流れに乗って、パワーエレクトロニクスの技術基盤確立の要望と合わせ、職業能力開発の需要が増えてくることが考えられる。

(2) カリキュラムモデル

訓練分野	電気・電子系	訓練コース	実習で学ぶDC-DCコンバータ回路
訓練対象者	電子回路技術者		
訓練目標	DC-DCコンバータの設計・製作に必要な回路技術及び回路の解析力を身につける		
教科の細目	内 容		訓練時間
分散電源アーキテクチャ	1. 現在のデジタルICの種類 2. DC-DCコンバータの必要性 3. 分散電源アーキテクチャ (整流器電源、バス・コンバータ、中間バス・コンバータ、POL)		(H) 1.0
パワー回路	1. バックコンバータの検討 (POL (Point of Load)) 2. フォワード・コンバータの検討 (5V→2.5V) 3. コンバータの設計式		3.0
バックコンバータ	1. 試作回路の実験と各部の波形測定 2. 負荷変動による過渡応答 3. 位相マージンの測定		2.0
DC-DCコンバータの高効率化	1. ZVSと同期整流 2. アクティブ・クランプによるZVSの実現 3. アクティブ・クランプ型フォワード・コンバータの設計式		2.0
トランスの設計	1. フォワード・コンバータ用トランスの設計手順 2. アクティブ・クランプ回路の循環電流とトランス		1.0
アクティブ・クランプ型フォワード・コンバータ	1. 試作回路の実験と各部の波形測定 2. 負荷変動による過渡応答 3. 位相マージンの測定		2.0
性能の向上	1. 高効率化とスイッチング周波数の高周波化 2. 精密なデバイス・モデル、実効モデルの作成		1.0
	訓練時間合計		12.0
使用器具等	実験機 (スイッチング電源)、オシロスコープ、FRA、LCRメータ、電子負荷装置、安定化電源		

第5節 情報・通信分野におけるカリキュラムモデル

情報・通信分野において、調査結果等を踏まえたカリキュラムモデル構築の検討結果を以下に示す。

5-1 職業能力開発への展開が見込まれる技術の選定

(1) 選定技術名 : GIS (地理情報システム)

(2) 選定理由:

インターネットの普及により、WebGISと言われるブラウザを活用したGISが開発され、パソコン毎にGISソフトや地図データを持つ必要がなくなった。これにより、ユーザーが直接利用する場面が今後ますます増えると考えられる。特に、個人や中小企業が日常生活やビジネスの支援ツールとして利用できるようになれば、インターネットの普及にも匹敵する大きな変革につながると期待される。

5-2 企業等へのヒアリング

当該分野においては、地理情報システム分野における調査・測量・計測、システム設計・開発、製造（データベースの構築・更新）、保守・運用及び付帯サービス、またこれらの業務実施のための情報基盤の整備・運用業務に従事している方、並びにGISソフトウェアの輸出入、販売、開発及び関連するサービス（保守、トレーニング、コンサルティングサービス、出版など）の提供業務に従事している方にヒアリングを行い、以下の回答を得た。

5-2-1 業界の技術動向及び調査対象技術の現状について

(1) 業界の技術動向

GISの開発に係る技術要素は非常に多岐にわたるが、情報・通信技術としては、以下の技術分野に相当する。

- ① データ解析技術系
- ② アプリケーション開発技術系
- ③ Webコンテンツ開発技術系
- ④ データベース構築技術系
- ⑤ 地理情報・Webコンテンツ配信技術系

GISで取り扱うデータ（地理情報）は、地形の画像情報や経緯度等の数値化情報のほか、各地形や位置に付随する地物や住所の情報、ユーザーの付加情報など多岐に渡る。そのため、上記のデータ解析技術を例にとれば、地形学的な解析や統計学的な解析、画像解析、構造解析など多数の学術的分野にまたがる解析技術が必要であり、その他の上

記技術分野においても、基本となる専門要素事体が多岐にわたる、非常に複合的な技術を必要とするものである。

今後の技術的な展開としては、時間情報も含めた時空間地理情報システムの開発やインターネットを利用したWebGISの発展、オープンソースによる開発環境の充実、3次元データの活用、モバイル環境への対応などがある。

(2) GIS技術の現状と将来像

GISは30年の歴史があり、日本では阪神・淡路大震災以降に行政を中心として注目されるようになった。

防災及び災害対策のシステムとしての有用性などから、国をあげてシステム整備の拡充が進められている。具体的には地理情報を扱う関係省庁が連絡会議を開催し、「GISアクションプログラム2002-2005」と題した行動計画に基づくGISの基盤環境が概成された。

現在、国土交通省地理院が中心となって、GISの核となる「国土空間データ基盤」の標準化や統合化を進め、コンピュータ上で再現するサイバー国土『電子国土』の実現に向けて施策を展開中であるが、その一環として官での利用に限定していたシステムが、一部一般にも開放されることとなった。

GISのメタデータのフォーマットは、ISO/TC211で策定され世界的な標準が決まりつつある。日本では経済産業省のJIS企画であるG-XMLとISO/TC211とのダブルスタンダードとなる懸念があるが、今後はISO/TC211の中にG-XMLが包括される見込みである。また、(財)日本測量調査技術協会がISO/TC211に基づき国内標準の審議を行っている。

5-2-2 GIS技術が必要な職務（仕事）について

GISの利用技術としては、古くから環境アセスメントや災害対策、道路整備等の、地理情報を基に進められる行政機関の業務で活用されてきた。企業においてはマーケティングツールとして、地域毎の顧客構成の視覚化や不動産投資判断の合理化など様々な職務で利用できる。今後の展開としても利用の可能性は未知数であるため利用技術としての対象職務は絞り込めない。

5-2-3 職務(仕事)に係る資格又は職業能力評価に関する業界の動向等について

世界の地理情報科学研究のリーダー的役割を担っている米国地理情報解析（分析）研究センター（NCGIA）では、GIS教育のためのカリキュラムが1990年に発表され、以降GIS技術の推移に応じた編集がなされている。

現状では日本国内での資格や能力評価の制度はない。しかし地理情報システム学会（GISA）では、NCGIAのカリキュラムを踏まえ、GIS技術資格認定プログラムの実施に向けた検討が進められている。その中でGIS技術者に要求される知識としては、以下の

3つの領域を踏襲するといった提案がある。

- ① ジオマティックス（地球情報学）の知識
- ② GIS利用企業・組織の専門領域の知識
- ③ 情報処理技術の知識

5-2-4 その他、職業能力開発の必要な技術について

企業のCIO（最高情報責任者）などが、企業内に必要な情報技術の一つとしてGISをどの業務でどのように導入・運用をしていけば利益が上がるのかというノウハウの構築が難しく、GIS普及のネックとなっている。また、GISは継続的な運用によって徐々に業務効率やROIが改善されるため、GISの導入に至っていてもユーザーの転勤などの際、業務でのGIS利用の引継ぎがなかなかうまくいかず、継続的な運用が難しくなるケースが多いことも普及のネックとなっている。

そのため、それぞれの企業の中で業務の特徴を把握し、GISの導入や継続的な運用が最適化できるような、GISの活用技術と共に業務のマネジメントにも通じた人材の育成が望まれる。

5-2-5 その他

GIS技術者に求められる要素は膨大で多岐にわたるため、GISを職業能力開発の一つとして取り上げる場合、まずどの分野の技術者にどのような技術の習得を目指すものを明確にする必要がある。

※ 以上のヒアリング結果は、実際に聴取した内容に当日いただいた資料を参考に適時補足を加えて、まとめたものである。

5-3 カリキュラムモデルの提案

5-3-1 GIS技術について

(1) GIS技術の現状及び将来像

GISは今後、建築・都市計画をはじめ、空間情報を扱う様々な分野で広く応用されていくと考えられる。現状でもカーナビゲーションシステムや人をナビゲートするシステムなどの例が挙げられる。携帯電話を端末に利用したシステムもこれから更に発達していくと考えられる。そうしたGISを用いたツールのサービス提供において、地図データの標準化が非常に重要である。現在は各国や組織ごとに独自の地図データを用い、独自のシステムで運用しているため、運用面や開発面でのコストが高く、無駄が多い。将来的にはGISを相互運用可能なインフラとして利用できればGISの技術的な発展性は限りなく高まると考えられる。

日本では、GISの相互運用に向けて平成17年3月、JIS化された最新の地理情報標準と国際標準に準拠し、内容を実利用に即して絞り体系化した、実用的な「地理情報標準プロファイル (JPGIS)」が作成された。今後はJPGISの利用を促進することで、地理情報標準の普及が見込まれる。

(2) 職業能力開発の展開が見込まれる理由

2004年以降、日本語対応のフリーオープンソースGISが登場したことで、GISソフトウェア製品の提供ベンダーが、ソフトウェア価格の引き下げを始めた。また、ベンダーは製品の特徴を打ち出すため、顧客が求める機能とデータの提供を追求するようになってきた。市販品に関して、現状では機能を満載した汎用型もの、あるいは都市ガス配管専用など1つの用途に特化したもの、といった2極化が進んでいる。職業能力開発としてGISを取り上げる場合、単純にツールとして、市販のGISソフトの利用技術を習得したいといったニーズが最も多くなると考えられる。しかしこれは製品ごとにベンダーが自社で展開している講習の受講により習得可能であり、公共の職業能力開発として取り扱うことはできない。そこで国の施策に目を向けると、今後は標準化された地図データがインターネットを通じて無償で提供される「電子国土地図」などのプロジェクトが進められている。これを用いたフリーオープンソースによるGISツールの開発が職業能力開発ニーズとして見込まれる。具体的にはWebサービスを提供している企業などの技術者が、GISをWebサービスの1つとして開発に乗り出すケースが考えられる。理由としては市販のGISソフトが低価格化傾向にあるが、小規模な事業用に特化したものや、個人でも汎用的なGISソフトを手軽に導入できるといった価格帯には至らないためである。市販のGISソフトはそういった小規模なマーケットに対応した製品開発が難しい。そのため、小規模なマーケットに柔軟に対応できるフリーオープンソースによる開発に需要が望める。既存のWebサービスは既にフリーオープンソースによる開発が盛んに行われ、製品品質は市販ツールで開発されたものと比較しても遜色のないものが提供され、実績を上げている。よって、公共の職業能力開発としてGISを取り上げる場合、フリーオープンソースによるWebサービスの開発技術として展開するのが妥当であると考えられる。具体的には、既存のカーナビ・携帯端末と連携した新たな開発やアプリケーション開発といった技術需要があると考えられる。

(3) GIS技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

- ・ ITサービスを提供する業界全般
- ・ GISソフトウェア開発業界

5-3-2 カリキュラムモデルの設定及びその背景

訓練コース名：「GISソフトウェア開発技術」

(1) 背景

日本語対応のフリーオープンソースGISが登場したことで、これに基づく開発技術者の需要が見込まれる。

(2) カリキュラムモデル

訓練分野	情報・通信系	訓練コース	GISソフトウェア開発技術
訓練対象者	GISソフトウェア開発を検討しているソフト開発技術者		
訓練目標	オープンソースのフリーツールを用いてGIS（地理情報システム）ソフトウェア開発を行う上で、必要となる知識および技術を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
概要	1. GIS（地理情報システム）の概要 2. GISの活用事例		(H) 2.0
GISソフト（既存製品）の利用法	1. ソフトの操作手順 2. データ解析機能等の利活用法		2.0
GISソフトの開発	1. 地理情報標準プロファイル（JPGIS） (1) JPGISの概要 (2) JPGISの表記法 (3) データ型・応用スキーマ・符号化 2. 開発環境の構築 (1) GISエンジン（GeoTools for Java等） (2) 開発言語（Java2SE・R言語等） (3) 解析モジュール（Java Topology Suite等） 3. 地図データの取得および作成 (1) 国土数値情報の取得（電子国土Webシステムの利用） (2) JPGISに準じたベクタデータの作成 4. GISソフトの開発 (1) 地図データの取り込み (2) ユーザデータの取り込み (3) ユーザインターフェース部の実装（GUI形式） (4) 解析アルゴリズムの実装 (5) データベース部の実装		8.0
	訓練時間合計		12.0
使用器具等			

第6節 制御分野におけるカリキュラムモデル

制御分野において、調査結果を踏まえたカリキュラムモデル構築の検討結果を以下に示す。

6-1 職業能力開発への展開が見込まれる技術の選定

(1) 選定技術名 : モーションコントロール技術

(2) 選定理由:

製造システムや自動制御機器に用いられる技術が変革しているため、システム全体に必要なとされる技術要素を総合的に把握できる人材が望まれている。

特に、モーションコントロール技術（センサ、モータ制御、組込機器等）は、機械・電気・電子技術など多くの技術が融合したものであり、今後要望される、「技術者に必要な能力」を付与するのに適している。

6-2 企業等へのヒアリング

当該分野においては、ものづくりを標榜し、産学連携活動として地域の技術力向上のため、様々な研究会を組織し、運営している大学を訪問先として選定した。

これらの研究会には、先端精密技術についての研究会やモータドライブについての研究会があり、またその中から技術相談や共同研究へ発展している事例もある。

このような研究会の場から多くの情報が得られるものと想定し、今回は選定技術に関連して、モータドライブについての研究会を担当されている先生にヒアリングを行い、以下の回答を得た。

6-2-1 業界の技術動向及び調査対象技術の現状について

(1) 業界（研究会参加企業）の技術動向

地域柄自動車業界関連の企業が多いが、様々な箇所にモータを使用している。今まで系列会社、親・子・孫・曾孫と整然としていたが、系列が崩れ、部品のモジュール化などにより、孫・曾孫会社の仕事が無くなるのが懸念されており、部品とモータとを組み合わせ付加価値を付けようと考えている。

(2) モーションコントロール技術の現状と将来像

モータドライブの応用分野は広がりを見せているが、モータドライブを専門にされる先生（教える側）が減っている。そこには危機感を覚える。

6-2-2 モーションコントロール技術が必要な職務（仕事）について

研究会参加企業は自動車機械部品メーカー主体であるので、機械関連分野で話をする、仕様を書く人、システムをデザインする人には必要な知識といえる。

どうやって設計していくのか、機械にどう組み込むかを知ることによって全体を仕上げる能力を身につけ、発注するコントローラの会社まかせにせず、細部まで指示ができ付加価値を自分の会社へ持ってこられる人材が必要とされている。

また、保守・保全といった人にも必要である。例えば機械の振動が、機械の固有振動なのかゲイン調整の問題なのか見分ける力等が挙げられる。

6-2-3 職務(仕事)に係る資格又は職業能力評価に関する業界の動向等について

評価という点では、現状何も無い。ましてや、小型モータでは規格自体がない。評価認証するような制度があれば良いと思う。

教える側についても大学などでは評価は論文数でしか無いのが現状である。

電気学会の産業用部門などで資格制度等を創設してくれるのが良いと考える。

研究会では受講後の評価はアンケート、感想文、宿題などで対応しているが、こちらからテストを実施するなどは行っていない。

テストによる習得度評価については、「受講される方のスキルが初めから揃っているわけではないため、受講後のテストではどのくらい有益だったのかの判断は難しい。」と考える。

6-2-4 教育訓練について

とにかく手を動かすことが大事である。シミュレーションで終わるのではなく、モデルでかまわないので実際に手を動かし、ものをつくり動かすということ。そのためには、実習装置の開発を進める必要である。

ドライブ回路、センサ回路、マイコンなど個別ではなく、総括的に実習できる装置の開発である。

また、当然勉強会だけでは時間が足りないので、できればお持ち帰り教材（実習ができる環境）を構築することも大事である。

モータドライブを機械関連の方へ教える場合、「モータの原理、ベクトル制御、半導体、マイコン」、「マイコンは絶対でオーソドックスな使い方、きっちりしたものの設計」をどうやって設計していくか、機械にどう組み込むかを理解してもらい、仕様、スペックを決められる、エンジニアリングできる人材として教育すべきである。個別の中身は別として、発注等する際に指示ができることが重要である。

自動車の電装品を見た場合、素子一つをとっても自動車メーカーのロゴが記載されている。A社でもインバータを作っているが、薄く小型化している。はじめから車載用を意識している。また、B社では仕様打ち合わせの段階から細かく指示がだされ、マージンを大幅に省いたギリギリの設計をしている。

ドライブ回路を発注する際に指示が出せなければ、されるがままの設計となりマージンが大きくなる。

6-3 カリキュラムモデルの提案

6-3-1 モーションコントロール技術について

(1) モーションコントロール技術の現状及び将来像

現状の機械等の制御システムは、各要素が単独で設計され組み込まれており、効率の良いシステムが構成されにくい。また、中小機械部品メーカーでは部品のモジュール化などによる高付加価値化が求められており、モータを組み込んだ製品開発等を行っている。これからのシステムは、各要素の機能を融合させた総合的なシステム設計が求められる。

(2) 職業能力開発の展開が見込まれる理由

それぞれの専門性を持った技術者は存在するが、今後の複合的技術に対応できる技術者は少ない。また技術全般において、専門性の枠は無くなりつつあり、機械・電気・電子等の幅広い知識・技術を持つ技術者が必要とされる。

(3) モーションコントロール技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

- ・ 機械装置製造業
- ・ 機械設計技術者
- ・ システム設計開発技術者

6-3-2 カリキュラムモデルの設定及びその背景

訓練コース名：「モーションコントロールシステム構築技術」

(1) 背景

装置の動力として油空圧の利用から電気モータへの変化とともに、機械部品のモジュール化・高付加価値化が進んでおり、さらには位置決め精度もマイクロからナノへ変遷している。そのため中小企業での技術開発に向け、システム全体をエンジニアリングできる人材、発注する際に指示ができる人材の育成が求められている。

＜要素技術＞（既存にあるカリキュラム）

- ・ センサ技術
- ・ モータ制御
- ・ 組込機器
- ・ インターフェース

(2) カリキュラムモデル

提案 1

訓練分野	電気・電子系	訓練コース	モーションコントロールシステム構築技術 (機器特性編)
訓練対象者	機械設計者		
訓練目標	モーションコントロールに利用される機器特性を知る		
教科の細目	内 容	訓練時間	
概要	1.モーションコントロール概要 (1) モーションコントロールとは (2) 使用機器、性能、精度、市場動向等	(H) 1.0	
制御概要	制御の種類と特徴	2.0	
機器解説 特徴・特性 ・コスト	1.各種アクチュエータの種類と特徴、特性の把握 2.実習による動作特性の把握	5.0	
	1.各種センサの種類と特徴、特性の把握 2.実習による動作特性の把握	5.0	
	1.各種コントローラの種類と特徴、特性の把握 2.実習による動作特性の把握	5.0	
	訓練時間合計	18.0	
使用器具等			

提案 2

訓練分野	電気・電子系	訓練コース	モーションコントロールシステム構築技術 (機器選定編)
訓練対象者	機械設計者		
訓練目標	設計仕様に基づく機器選定手順を理解するとともに、機器の性能と特徴・コストを知り、設計段階から制御性・コストを意識した選定が行える		
教科の細目	内 容		訓練時間
概要	1.モーションコントロール概要 (1) モーションコントロールとは (2) 使用機器、性能、精度、市場動向等		(H) 1.0
システム設計手順	1.システム設計手順 2.実習システム仕様説明(仕様・メカニズム・タイミングチャート)		1.0
機器選定手順	1.機器選定手順 2.仕様の詳細検討(動作タイミング、アクチュエータの割り振り) 3.各種計算(位置、速度、加速度、角度、力、トルク等) 4.制御方式の選定 (1) 制御の種類・特徴の概要 (2) 各種コントローラの種類と特徴と特性・コストの概要 5.センサの選定 (1) センサの種類・特徴・特性・コストの概要 (2) センサの取り付け位置の決定		9.0
評価・測定	システム評価・測定		1.0
応用演習	演習課題 仮に選定手順で1軸(自由度)ならば、応用では2軸(自由度)		6.0
	訓練時間合計		18.0
使用器具等			

第7節 選定技術以外の技術について

7-1 電気・電子分野について

電気・電子分野の技術面においては、これから普及する技術よりもベーシックな内容に職業能力開発の需要がある。これは現場の従業員が分業化されている体制の中で就労し、他のセクションではベーシックな知識・技術であっても、そのセクション以外に就労する者にとっては、未習得の技術となっている。また、当該分野の技術は日進月歩であり、先端技術はあっという間に既存技術に位置づけられる。そのため、ベーシックの領域が年々拡大している現状から、ニーズは「ベーシックなものにある」と言われるのであろう。

また、今回の調査結果からもうかがえるが、光通信などの資格が関係する技術、またデバイス関係には社会的ニーズがある。

製造工程は、機械化・自動化されてきており、必要な人員は省力化されている。また、製品となる部品などはダウンサイジングされてきている。このような状況から、職業能力開発は人がやらなければならないものだけが必要となる。例えば、生体関係については、自動化しづらい。こういったものに職業能力開発の展開が見込まれるであろう。

以上、当該分野においては、ものづくりのための人づくりとして、ベーシックな技術に対して職業能力開発の需要があり、これに限って言えば、現状、当該分野の既存カリキュラムモデルを統合あるいはアレンジすることで対応が可能である。

7-2 情報・通信分野について

通信分野においては、旧ビル内での通信配線について、以前は法的に上下方向の配線が認められていなかったが、エレベータシャフトを通じての光ファイバ配線が認められるようになった。また、通信規格についてであるが、これの寿命は短く、規格会議等から最新の情報を常に把握しておかなければ、企業間の競争に負けてしまう。これらの点についても今回の調査に含まなかったが、今後、職業能力開発の需要が見込まれるのではないだろうか。

今回挙げられている有望技術には、電力線通信があり、この技術は目新しい技術ではないが、通信速度が使用に耐えうるものであれば、職業能力開発の需要が見込まれると思われるが、必要とされるモデムは大手企業が製造・提供することとなるため、そのモデム以外の部分に職業能力開発が寄与するものは無いように思われる。また、フォトニクスや光通信関連の有望技術については、大手企業であってもこれに携わる人員は少ないため、集客といった観点からすれば、それは見込めない。

7-3 制御分野について

制御分野においては、機械、電気、電子等様々な分野に関わっており、複合技術の習得が求められている。例えば、一般に機械分野の就業者は、電気、電子分野の領域に踏み込んでいくが、逆に電気、電子分野の就業者は機械分野を苦手とする者が多い。このような

ことから、職業能力開発の対象者は、同分野にするのではなく、他分野の者に設定することが有効である。

有望技術として挙げられている技術の中に、センサレス技術があるが、コースを企画した段階で、設備等の問題で断念した経緯がある。カリキュラムを構築する際には、この件がネックとなることが多い。

既存カリキュラムには、各種センサに関するものがあるが、これらの特性比較といったコースは、メーカーが興味を示すのではないだろうか。

上述、重複することだが、制御分野はそれだけで成立しているわけではなく、他分野で製造されるものの一要素となっている。よって、他分野の専門家との連携の基にカリキュラムを構築することが最善である。

第8節 今後の職業能力開発ニーズの把握について

今回のニーズ調査について、明らかとなったことは、以下の通りである。

- (1) 調査の準備段階においては、専門家の指導を仰ぎながら、各分野の見地から調査内容、調査対象等の検討を行うことが必須である。また、調査対象については、機構の系（機械・金属、制御、電気・電子、情報・通信、居住、管理事務）のように、技術分野の分類で分けせず、まず産業といった大きな枠組みで捉え、そこから対象を掘り下げていくようにすべきである。これは、固有の技術に対する調査を先行させることなく、業種、あるいは業界を中心とした調査を優先し、次に、この結果から得られた職業能力開発が必要とされる固有の技術への調査に移行していくことが最善であるということである。
- (2) ヒアリング調査では、まず訪問先の業態を深く把握して、適切な訪問先を選定すること、また、調査訪問件数についても、数多くの調査をこなせる体制づくりが必要である。このヒアリングでは、事前に設定したヒアリング項目以外の情報が得られるように、調査実施者のヒアリングスキルの向上が必要である。調査項目以外から得た情報には、重要なことが含まれていることが多く、また、それらを整理したものが、その後の訪問先で聴取したい調査項目にも設定でき、この繰り返しで情報量の確保につながる事となる。
- (3) 調査を行う体制として、職業能力開発を実施している現場の指導員（専門家）が調査にあたることで、より良いカリキュラム構築ができることは明らかである。しかし、通常業務として訓練を担当しながらでは、その調査期間が限られた中での調査活動には限界がある。今回の調査内容や調査訪問先の検討、並びにヒアリング調査の実施についても、スケジュール調整から委員及び所属施設には、負担をかけることとなった。よって、調査体制を見直し、効率の良い調査実施方法について検討しなければならない。

以上、今後のニーズ調査においては、まず複数の業種についての調査を実施し、そこから各業種において職業能力開発が必要とされる技術・技能を明確にしていくこととする。その際の調査対象や調査項目等については、該当する分野の専門家の指導を仰ぎながら、その設定を行うことを必須とする。また、情報の補完には、ヒアリング調査を適用し、必要に応じて他の調査方法（アンケート調査等）も取り入れて、信頼性の高い情報を確保することとする。さらに、これらの分析を行い、職業能力開発ニーズを検討し、訓練カリキュラムの構築に活用できる情報として取りまとめることとする。