

# 電気電子マイスターを意識したコンピュータリテラシー からものづくりへの教育展開

岩手大学工学部 高木浩一、向川政治、成田晋也、大坊真洋、長田 洋

はじめに

「生きる力」は現在の教育のキーワードである。初等教育における「生きる力」は、1) 自分で課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する能力、2) 自らを律しつつ、他人と協調し、他人を思いやる心や感動する心など豊かな人間性とたくましく生きるための健康と体力と解釈されており<sup>(1)</sup>、各教育機関や学校単位で具体的な目標を設定して「生きる力」の付与に取り組んでいる。大学などの高等教育機関で行われる技術者教育においても教育の目的が「生きる力」の付与であることに変わりはない。このためには、技術者として生き抜く上で必要になる能力を、より具体的な目標、すなわちperformance criteria<sup>(2)</sup>として設定し、それを実現するカリキュラムの設計が必要になる。

学習は「生きる力」を付与するための行動である。現代社会は「高度に知識化された流動化社会」と定義されており<sup>(3)</sup>、学習は「流動化する社会の中で、これを渡るためのパスポートの付与」と位置づけられている<sup>(4)</sup>。学習をこれらの目標達成に至らせるために重要なのは適切な学習プログラムの設定、すなわちカリキュラムの設計になり、カリキュラムがそこで設計された学習の実施によって、現代の流動化社会・高度知識社会で生き抜く力を付与するよう構成する必要がある。

高度な「ものづくり」は工学系として現在の社会を生き抜く上でのキーワードの1つである。高度知識社会を向かえ、「ものづくり」に必要なスキルも、これまでのような製造からその一つ前の行程である、デザインや新しいシステムの開発にシフトしつつある。電気系の技術者における「高度なものづくり」に必要なスキルの付与には、特に重要なアナログおよびデジタル回路設計、LSI設計、制御回路・フィルター設計などを意識して、効果的にコンピュータを利用することができるよう考慮する必要がある。これらの実現には、個別の科目でのみの対応は難しく、入学時から卒業時まで一貫したスキルアップの流れをカリキュラム上で作り出し、さらにその実施にあたって、担当者間の情報交換や意見交換を経た、継続的な学習プログラムの改善が必要になる。このような状況を踏まえ、我々は岩手大学電気電子工学科における「高度なものづくり」を意識したキーワード、「いわて電気電子マイスター育成」のコンセプトのもと、コンピュータリテラシー教育から、コンピュータを用いた回路設計の実習までをスムーズにつなぐことを試みた。

カリキュラムの設計には、入り口と出口を設定したのち、その間をつなぐ個々のスキルを設定し、そのスキルを取り扱う科目や学習内容を設定する必要がある<sup>(5)</sup>。おおよその学習の流れは図1に示す。入り口で特に考慮する必要があるのは、高大接続になる。また出口では、社会のニーズとのマッチングが必要になる。加えて、学習方法もスキルアップに

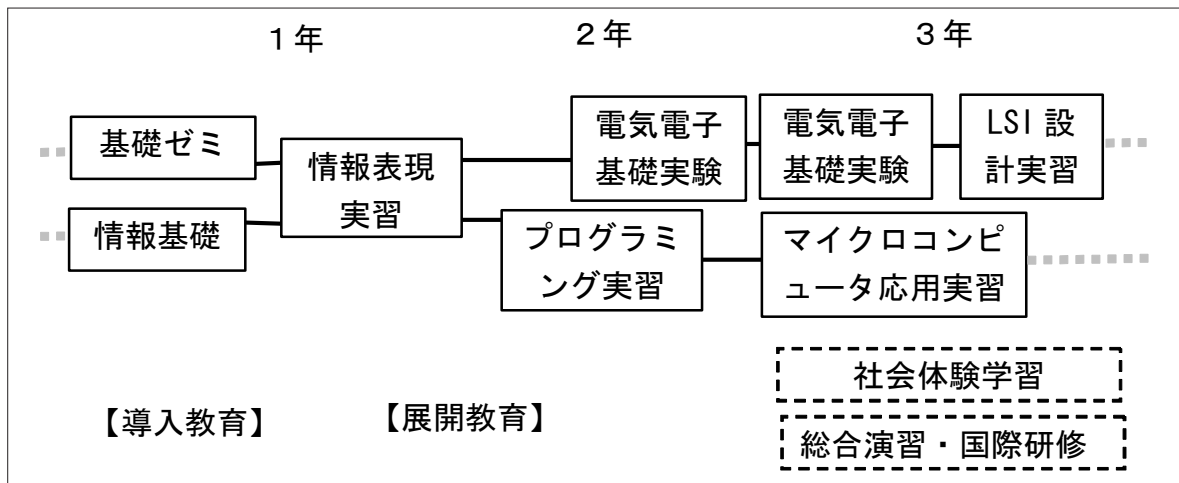


図1 岩手大学スポーツユニオンと地域貢献のイメージ

効果的なもので実施の必要がある。本研究では、高大接続に関しては、大きくカリキュラムの連続性<sup>(6)</sup>と導入教育（キャリア教育などを含む）の2つに分けられる。前報では前者について検討した。今回は、マイスター育成を目的にしたため、後者に力点を置き、高大接続を導入教育と捉えて設計を行っている。また出口での到達目標は、社会でのニーズを意識して、1) デジタル回路の設計ができる、2) アナログ回路に使用可能な素子の特徴を説明できる、3) 電子部品を有効に使って電子回路を設計できると定め、それを高学年での科目で実現できるよう、学習内容を検討した。手法としては、これまでのアンケート調査などの結果から、ものづくりなどの身体を積極的に使う内容に関しては、体験学習が有効なことが明らかになっている<sup>(7)-(9)</sup>。本学習プログラムに関連する科目群は、すべて体験学習を取り入れ、可能な限り原体験学習に根ざした手法を取り入れている。加えて、より高度のものづくりの達成のためには、多くの学生が、お互いのアイデアや情報を交換して、よりよいものに昇華する素地を構築しておく必要がある。このため制度設計の中に、自分の考えや結果を正確に他人に伝えられるコミュニケーション力を養える導入科目を設定した。また入口と出口の間でもスキルが向上するように、既存の学生実験の内容に、前述の目標を意識したテーマを付け加えた。本報告では、これらの更なる高次元への展開として、本大学の21世紀COEプログラム「熱 - 生命システム関連学拠点創成（生物の寒冷応答機構をモデルとして）」や現代GPプログラム「学びの銀河；持続可能な社会のための教養教育の再構築」への展開などについても述べる。

### ものづくりを意識した入口と出口の科目設定とそのコンテンツ

#### 1 高校から大学への橋渡し；基礎ゼミナール

基礎ゼミナールは、高校から大学教育への橋渡しを意識して設定された科目であり、岩手大学では「転換教育」として位置づけられており、平成19年度から全学的に実施されている。基礎ゼミナールの目標として次の5項目が掲げられており、重点の置き方は各学部学科の判断に委ねられている1) アカデミックスキルとともに、ソーシャルスキルを涵養する、2) 知的活動への動機付け、3) 科学的思考方法と学習、実験のデザイン能力を充実、4) 学生生活とその後のキャリアデザインを充実、5) 学問の自由にきちんと目を向

けさせる。工学部としては、基礎ゼミナールの目的を「教員や上級生とのコミュニケーションを通じて、専門分野に関する興味を引き出しつつ、コミュニケーション能力を高める」としている。

本学科では、上記の目的・目標を受けて、目的を「大学における教育や研究の基本理念を理解し、学生生活を送る上での指針を明らかにする。また、大学生としての常識やルールなど社会性を養う」とし、目標を「大学での講義の進め方と学習方法について理解する。課題を解決し、それをまとめる能力を身につける。学生間および教員との討論を通じてコミュニケーション能力を高める。大学生としてのモラルを身につける。」とし、平成19年度は、ガイダンス、談話会、グループ検討ゼミ、電気基礎ゼミ、合宿研修、および講演会を実施した。

平成19年度の基礎ゼミナールのコンテンツを以下に示す。

- 第1回 4月11日(水) ガイダンス
- 第2回 4月18日(水) 談話会、グループ検討ゼミ
- 第3回 4月25日(水) グループ検討ゼミ
- 第4回 5月16日(水) 電気基礎ゼミ
- 5月18日(金) 合宿のしおり製本、合宿の打ち合わせ(各班代表のみ)
- 第5回 5月25日(金) ~26日(土) 合宿研修  
(工作体験、グループ検討ゼミとその発表、スポーツ等)
- 第6回 6月13日(水) 講演会
- 第7回 6月20日(水) 電気基礎ゼミ
- 第8回 6月26日(火) 研究室ゼミ
- 第9回 7月11日(水) 岩手大学ミュージアム見学
- 第10回 7月20日(金) 電気基礎ゼミ、ノート提出

ガイダンスでは、基礎ゼミナールの目的・目標を周知し、班分けやその後の基礎ゼミナールの進め方について説明した。談話会では、新入生オリエンテーションの一週間後の実施になることをふまえて、科目の履修や大学生生活を始めるにあたって生じたトラブルや疑問などをアンケート形式で調査・確認し、質問などに答える場とした。グループ検討ゼミでは、「電気自動車のエネルギーについて」「未来の電気自動車の設計」という課題について各班で討論・調査し、合宿研修で検討結果の発表会を行った。電気基礎ゼミでは、電気基礎問題演習(「トレーニングノート電気基礎(上)」和泉勲ら著(コロナ社))を用い、ボランティアTA(大学院生、4年生)を交えて電気の基礎の演習を行った。また、電気基礎ゼミでは談話会に準じた諸注意の再確認、定期試験等の学内行事がある前の各種アウンスを行い、学生生活の一助とした。合宿研修では、岩手山青年交流の家で1泊2日の合宿を行った。合宿研修は基礎ゼミナールの中核をなしており、コミュニケーションの輪を広げる、共に工作する、議論する、運動する、楽しむ、お互いを知り合う、等がねらいであり、電子回路等工作、グループ検討ゼミの総仕上げ・発表を行い、また、親睦を深めるためスポーツを行った。講演会では、本学科の同窓生の先輩であり世界・業界の最前線で活躍している人(本年度は(株)NTTドコモ経営企画部吉澤和弘氏)をお招きし、実際の社会での、先輩の「生きざま」を「生き証人」として語っていただいた。演題は「移動通

信の今とこれから」。研究室ゼミでは、本学科の研究室見学を行った。学生は各研究室に配属され、教員・大学院生とディスカッションを行った。岩手大学ミュージアム見学では、本学ミュージアムを見学し、岩手大学の歴史や、岩手大学における過去および現在の研究について学び、本学学生としての帰属意識、自信、誇り等を学んだ。

本年度が基礎ゼミ実施の初年度であり、今後は今年度の実績を踏まえてさらに検討を重ねて内容を吟味し充実させていくことが必要であろう。

## 2 コンピュータリテラシーの導入；情報基礎

現代のものづくり教育を含む工学教育において、コンピュータをツールとして使えることは必須である。ものづくり教育の入り口の科目として、情報基礎を1年前期に設定した。内容はコンピュータリテラシーの基礎的な実習である。以下、概要を示す。

- (1) ネットワーク上での倫理と道徳 近年のインターネットや携帯電話の急速な普及により、学生は社会的に未熟なままネット社会に接する機会が増えている状況にある。反社会的組織、カルト的宗教、テロ、巧妙な詐欺、クラッキング、ソーシャルネットワークの危険性を説明し、トラブルに巻き込まれないように注意喚起している。またネットワーク上でのエチケットや個人情報の取り扱いの重要性も認識させている。情報を適切に取捨選択し意思決定できること、情報社会に参画する上で望ましい態度を身につけることが大切であるということを説明している。
- (2) アイアシスタント アイアシスタントは、履修申告、シラバス、授業記録、レポート提出、掲示板などの多様な機能を有し、教員も学生もWeb上からアクセスできる学内統一的なネットワークシステムである。この運用開始にともない、使用方法の説明を行っている。
- (3) タイピング練習 キーボードを見なくても文字入力ができるようになることは、コンピュータを使いこなすために重要なスキルである。ネットワーク上のサイトを利用し毎回10分間程度タイピング練習させている。点数が出てくるので、ゲーム感覚で楽しみながら練習することができ、これがきっかけでタイピングが早くなったという学生も少なくない。
- (4) Microsoft Word 実験レポートを想定して文書作成のスキルを身に付けさせている。特に、科学技術の分野でよく使うギリシャ文字の入力や、変数、ベクトル、単位などで注意が必要なボールド体、イタリック体の使い分け、数式エディターによる複雑な式の入力、画像挿入、ドロー機能による電子回路の作図などの方法を説明している。
- (5) Microsoft Excel 数式入力、相対コピー、相対参照、絶対参照などを説明している。共振回路の簡易数値シミュレーションを行い、その結果をグラフ化することを題材としている。
- (6) ホームページ 各自の趣味などを紹介するホームページを作成させている。さらにそのホームページ上にJAVAスクリプトによる電卓を作成し、簡単なプログラミングを行っている。Webサーバーへファイル転送し、学内限定でホームページを公開するところまで体験させている。

- (7) Linux 研究開発にはUnix系のOSを利用する機会が少なくない。そこでVineLinuxを使用してWindows以外のOSに触れる機会を設けている。ファイル管理コマンド(cd、pwd、cp、mv、chmod)の他、サーバーへのログイン(ssh)、ファイル転送(sftp、scp)、viエディターによるテキストデータの編集、more、lessによるテキスト表示、Texによる論文作成とコンパイル、dvi<sub>pdf</sub>mxによるpdfへの変換を説明している。さらに学内の大型計算機にX-windowでGUI接続して、数学統合環境ソフトウェアであるMathematicaによる数式処理、グラフ作成の方法を説明している。
- (8) ネットワーク型の英語学習教材 学内に導入されたヒアリング練習も可能なネットワーク型英語教材を体験させ、語学学習を啓発するとともに、2年生で実施する「英語研修」への移行をスムーズにしている。

従来のよりも内容をやや高度化したが、TAによる個別指導の役割が大きく、ほとんどの学生は課題を完了することができる。アンケートによるとLinuxに関する授業が興味深かったという感想の学生が多かった。パソコンの普及に伴い基本操作方法の説明は最小限で十分であり、電気電子工学の専門分野で将来役立つ幅広いパソコンの活用方法を経験させていく。

### 3 出口を意識したコンテンツの設定；電子回路設計

「電子回路論」から始まる一連の電子回路系科目の集大成の一つとして、「マイクロコンピュータ応用実習」を開講している。当該科目では、マイクロプロセッサを含む電子回路システムの設計スキルの修得を目標とした。講義は、各1台のパソコンを用いて行い、解説や課題をWebページによりいつでも参照できる環境を構築した。

本講義のコンテンツを以下に示す。

- 第1回 講義概要、マイコンの基礎
- 第2回 PICマイコンのハードウェア
- 第3回 PICマイコンのソフトウェア
- 第4回 PICマイコンの内蔵モジュール
- 第5回 CADを用いたLED点灯回路のハードウェア設計
- 第6回 PICマイコン統合開発環境
- 第7回 アルゴリズム表記法
- 第8回 LED点灯回路の基本プログラミング
- 第9回 LED点灯回路実用プログラミング
- 第10回 ストップウォッチのハードウェア設計
- 第11回 ストップウォッチのカウンタ部設計
- 第12回 ストップウォッチのLCD表示部設計
- 第13回 ストップウォッチのSW動作制御部設計
- 第14回 ハードウェアによる動作検証
- 第15回 自由課題

マイコン・システムの設計技術を学ぶ場合、その多くはマイコンの命令セットの修得に費やされる。したがって、言語の修得時と同様、反復練習が非常に重要となる。そのため

には、講義時間外での学習が容易であることが望ましい。そこで、ターゲットのマイコンは、統合開発環境が開発元よりフリーウェアとして提供されているPIC（Peripheral Interface Controller：Microchip Technology社）を選択した。なお、マイコン・システムのハードウェア（図2）は、受講生各人に与える（できれば作製させる）ことが望ましいが、実習スケジュールの都合により、本講義ではソフトウェア・シミュレータ（図3）を配布して、自分の作製したプログラムの動作を確認できるようにしている。

本講義の終了時のアンケート調査から、例年、圧倒的多数が実費を支払ってでも実際の電子回路の作製を行いたいという結果が得られている。本学科では現在、残念ながら、本格的な電子回路の作製実習は行われていない。机上の学習も重要であるが、ものづくりに対する学生の要求は非常に健全であると思われる、今後の検討が必要であろう。



図2 マイコンコンピュータ応用実習用マイコン・システムのハードウェア  
Fig. 2. Hardware of micro computer system as learning tool.



図3 講義用シミュレータ  
Fig. 3. Software simulator for the lecture.

## 入口と出口を結ぶものづくり学習設計

### 1 情報基礎・基礎ゼミからものづくりへの展開；情報表現実習

入り口にあたる情報基礎から、出口として設定している電子回路設計まで、スムーズにスキルを上げていくには、前の学習内容を反映させた、そこで身につけたスキルを発展させるような科目とコンテンツの設定が必要になる。これらの役割を担うのが、情報表現実習（1年後期）、プログラミング実習（2年前期）、物理学実験（2年前期）、電気電子工学基礎・応用実験（2年後期、3年前期）、LSI設計実習（3年後期）などの科目群になる<sup>30</sup>。ここでは、情報表現実習と電気電子工学基礎実験を例に、どのようにつながりをコンテンツに取り込んだかについて述べる。

情報表現実習は、情報基礎で得られたスキルをベースに、1) コミュニケーション能力、2) 共同作業能力、3) デジタルデータの取り扱い、4) 制御系の概念把握などのスキルも伸ばすことを目的に含まれている。コンテンツを表1に示す。第6回までは情報基礎のスキルを、より電気電子の専門に近い課題により向上させようとするテーマである。使用するソフトは、インターネットやワード、エクセル、パワーポイントなど一般的なものであるが、題材は専門科目に対する学習へのモチベーションが高くなるよう、また専門科目の理解の手助けになるよう、設定した。例えば、課題6は過渡現象を変数分離形で解いて、その結果の式を打ち込んでグラフを書かせ、エクセルを用いて差分法で解かせた数値解と比較させるなど、数学と専門の知識、コンピュータをバランスよく使うよう気を配っ

表1 情報表現実習スケジュールとコンテンツ  
Table 1 Contents and schedule of Computer literacy subject.

回	実施日		内 容															
	報告書提出日																	
1	10月1日(金)	練習1 何のために勉強するの？ ～工業社会から知識社会へ～																
	10月8日(金)																	
2	10月8日(金)	練習2 理系のための作文講座 ～重点先行型の文を書く～																
	10月15日(金)																	
3	10月15日(金)	練習3 図や数式を用いてレポートを作ろう ～ついでに電気回路も復習しよう～																
	10月29日(金)																	
4	10月29日(金)	練習4 これらはボーダレス社会 ～英語の情報も利用しよう～																
	11月5日(金)																	
5	11月5日(金)	練習5 僕はどうして生きてゆこう・・・ ～就職について考えよう～																
	11月12日(金)																	
6	11月12日(金)	練習6 恐るべし、エクセル!!! ～電気回路の微分方程式を解く～																
	11月19日(金)																	
	グループ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
7・8	11月19日(金)	応用1 人と、地球の、明日のために～環境について考えよう～				応用2 これからは手に職をつけないと！～直流電源を作ってみよう～				応用3 行け、鉄人28号！～レゴでロボットを学ぼう～				応用4 これで税金対策もばっちり！～エクセルを用いた統計処理～				
	11月26日(金)																	
	12月3日(金)																	
9・10	12月3日(金)	応用4 これで税金対策もばっちり！～エクセルを用いた統計処理～				応用1 人と、地球の、明日のために～環境について考えよう～				応用2 これからは手に職をつけないと！～直流電源を作ってみよう～				応用3 行け、鉄人28号！～レゴでロボットを学ぼう～				
	12月10日(金)																	
	12月17日(金)																	
11・12	12月17日(金)	応用3 行け、鉄人28号！～レゴでロボットを学ぼう～				応用4 これで税金対策もばっちり！～エクセルを用いた統計処理～				応用1 人と、地球の、明日のために～環境について考えよう～				応用2 これからは手に職をつけないと！～直流電源を作ってみよう～				
	12月17日(金)																	
	1月21日(金)																	
13・14	1月21日(金)	応用2 これからは手に職をつけないと！～直流電源を作ってみよう～				応用3 行け、鉄人28号！～レゴでロボットを学ぼう～				応用4 これで税金対策もばっちり！～エクセルを用いた統計処理～				応用1 人と、地球の、明日のために～環境について考えよう～				
	1月28日(金)																	
	2月4日(金)																	
15	2月4日(金)	報告書作成指導																

た。

7週以降は班作業とした。1班4人で作業を進めさせ、大学院生(TA)をファシリテータとした。特に応用1は班で話し合っって調査する課題(環境・エネルギー関係に限定)を決め、さらに調べる項目を細分化して、1人1人の役割を決めていく。さらに、他のグループの前でプレゼンテーションする時間から逆算して、スケジュールを作成、実施に移していく。このようなスキルはデザイン能力の1つであり、ものづくりを共同で行う際、重要となる。またものづくりの要素として、応用2では直流電源を、半田ごてを握らせて作らせた。部品は前もって班員で手分けしてそろえておくよう指導した。応用3では、レゴのマインドストーム<sup>®</sup>を利用して、簡単なロボットを創意工夫で作らせる。プログラミングには時間の制約上Robotics Invention 2を用いたが、計測システムによく用いられているLabViewと似た操作性を持つROBLABを使用することもできる。また、プログラミングの要素を組み込みたい場合、NQC(Not Quite C)といった、C言語と同じような構造を持つ、RCX用のプログラミング言語を使用することもできる。図4に示すように、班

同士でものを掴んで所定の場所まで運ぶ時間を競争させることで、創意工夫をうながした。アンケートでは、応用3がもっとも楽しかったとの感想が多かった。最後に行う試験と回答の一例を図5に示す。試験は、リテラシースキルやプロフェッショナルスキルなどを問う形にしている。おおよその学生が、自分の考えを、重点先行型の文章で述べられるようになることを学習目標にしている。また表現では、多くの知識をコンテンツとして有して、それを有効に用いて説明することなどを指導している。

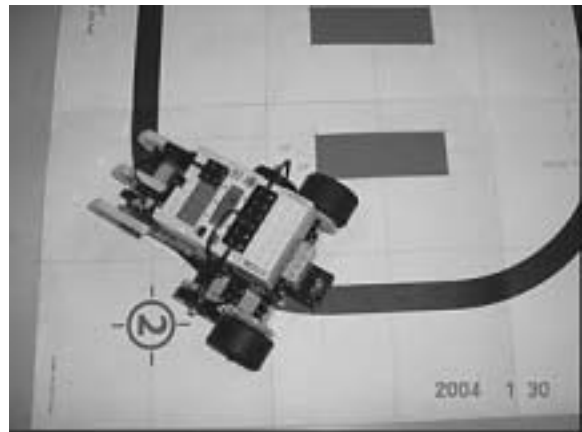


図4 マインドストームで作成したものを運ぶロボット

Fig. 4. Assembled robot for carrying a piece along the route.

情報表現実習定期試験 (出題: 高専) 解答 平成23年度第1回(12点)

1. [ITリテラシースキル] 以下の問いに答えよ。(19点)

(1) 文章の骨格をよび出す。また、特定の文章としてほどもし一般的な文章か。  
 Ans. 重点先行型と述べている。一般的な文章は、骨格をよび出す。

(2) 表の骨格の読みかたを文からとってその骨格をよび出す。  
 Ans. 表の骨格の読みかたは、骨格をよび出す。

(3) 表の中で、(1)に同じ骨格をよび出す文章をよび出す。  
 Ans. 表の中で、(1)に同じ骨格をよび出す文章をよび出す。

(4) 18行で閉じると、注意すべき点をよび出す。  
 Ans. 注意すべき点をよび出す。

(5) 以下の4つのソフトでできることをよび出す。  
 MS Word: 文章の作成、印刷、保存、印刷  
 EXCEL: 表計算、グラフの作成  
 Power Point: プレゼンテーションソフトの作成、印刷  
 Internet Explorer: インターネット利用のための検索、閲覧

2. "定量的"で一般的に使われるものに該当するものが、それぞれどのような力を養うのか、できるだけ、おもしろい例をあげて説明せよ。

事例1: 数値データを用いたグラフ作成。自分の考えを、数値データを用いて、グラフで表現する。自分の考えを、数値データを用いて、グラフで表現する。

事例2: 数値データを用いたグラフ作成。自分の考えを、数値データを用いて、グラフで表現する。自分の考えを、数値データを用いて、グラフで表現する。

3. [プログラミングスキル] 以下の問いに答えよ。(19点)

(1) 以下のプログラムを実行すると、どのような結果が得られるか、説明せよ。  
 プログラム: 
$$x = 100$$
  

$$y = x + 10$$
  

$$z = x - y$$
  

$$print(z)$$
  
 Ans. z = 90

(2) このプログラムを実行すると、どのような結果が得られるか、説明せよ。  
 プログラム: 
$$x = 100$$
  

$$y = x + 10$$
  

$$z = x - y$$
  

$$print(z)$$
  
 Ans. z = 90

(3) このプログラムを実行すると、どのような結果が得られるか、説明せよ。  
 プログラム: 
$$x = 100$$
  

$$y = x + 10$$
  

$$z = x - y$$
  

$$print(z)$$
  
 Ans. z = 90

図5 情報表現実習の定期試験  
Fig. 5. Test of computer literacy practice.

学生実験では、十分とは言えないまでも、従来の実験テーマにC-MOSを用いた実験テーマを、大分高専の実験堪能の先生から手ほどきを受ける形で導入した<sup>12)</sup>。導入したのは2年後期に行われる基礎実験に対してであり、目的は“こんなことができるんだ”ということを感じてもらおうことである。図6に、一例として、ブレッドボード上で作成させたマルチバイブレータと位相遅延回路図を示す<sup>13)</sup>。発光ダイオードを使って目視でも観察できるようにしておき、波形はオシロスコープでも観察させる。小さな素子を差し込んだだけの単純な回路で点滅を続けるLEDは、学生に好評であった。



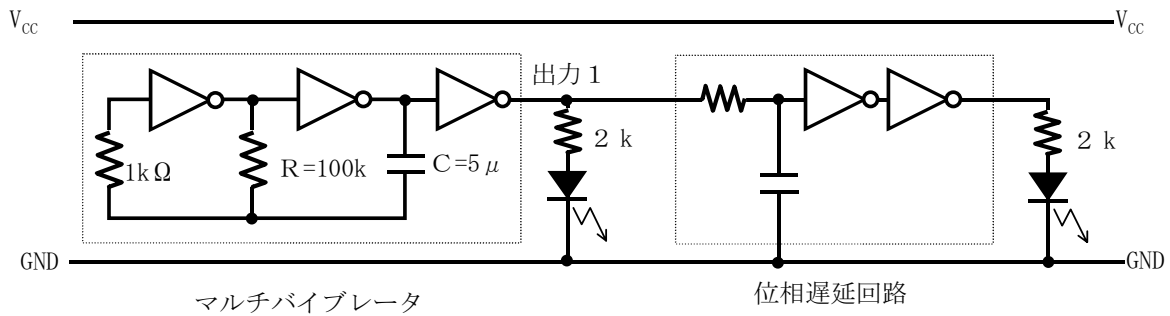


図6 マルチバイブレータと位相遅延回路  
Fig. 6. A multi-oscillator and a phase delay circuit.

## 2 産業界でのものづくり実習；インターンシップ

平成9年の三省合意<sup>④</sup>により、高等教育における創造的人材育成に大きな意義を有すると共に、新規産業の創出を通じた経済構造の改革をねらったプログラムである“インターンシップ”が全国各地の大学、企業等で本格的に展開されてきた。岩手大学工学部においても、工学教育への効果をねらって、平成14年より正規カリキュラムとして導入されている。平成16年度はおよそ130名が参加した。この数は前年度比で3割増であり、その有効性が事業所と学生に確実に浸透しつつある。技術立国である続けることを避けられない我が国において、就学時点で活きた技術の実現現場を体験できるインターンシップは、自分の学んでいる技術がどのようなかたちで「ものづくり」へ反映されているのかを知るまたとない機会であり、以後の勉学に対する意識の向上が認められることから、今後ともサポートしていく意義のある大切なプログラムであるといえるだろう。

## 3 多様なキャリア教育；総合科目や国際研修

これからの技術者には、人間にとって便利だけでなく、地球にもやさしい、いわば人間にも、地球にもやさしい技術を常に意識した技術者育成が必要になる。総合演習は、社会生活に必須の電気エネルギーがどのようにして生み出され、その結果として現在どのような環境問題を抱えているかについての理解を深め、その上で将来的な電気エネルギーの確保と環境問題の解決の方策を考えることを目的とした科目である。ここでは、これからの技術者になくてはならない人と地球に優しい技術の開発という意識の向上を図っている。

学習の流れを図7に示す。演習では、図7の学習の流れに従って、少人数のグループを



図7 エネルギー環境総合学習の流れ  
Fig. 7. Flow of synthesis learning for energy and environment education.

## 課題

- ① エネルギー問題を解決するには何が必要か？その根拠は？
- ② 上記を小学校高学年に教えるために必要なカリキュラムを総時間30で設計せよ。
- ③ 提案したカリキュラムを実施するために必要な教材を上げ、そのうち1つを作成して提出せよ。

様式：A4ワードで作成  
 提出：レポートはメールで takaki@iwate-u.ac.jp  
 工作物は 3号館229へ  
 期限：6月2日（金）

	時間	小単元	主な学習内容	評価
導入	1 2	現在の発電方法を知ろう。	簡単な発電所のビデオを見る。	電気がどのようにつくられるか理解できる。
	3 4	それがもたらす影響を知ろう。	ビデオを復習し、エネルギー問題と地球環境について学ぶ。そのことについて、今後の生活の変化について話し合う。	現在の問題点を理解できる。話し合いに積極的に参加する。
	5	省エネを学ぼう。	省エネを提案し、自分たちができることを話し合い、発表する。	省エネを理解できる。
展開	6 7 8 9 10 11	実際に考えてみよう。	家庭での電力消費が大きいものを話し合い、発表する。実際に測定器で測ってみる。家庭でできる省エネ方法を話し合う。省エネ方法を「どのようにPRするのか」を話し合う。	話し合いに積極的に参加する。積極的に行う。生活に支障をきたさないようにする。伝わるようにできる。
	12	発表しよう。	発表を聞き、他の人の方法や発表の良いところを見つける。	何か良い所を見つけることができる。
	13 14	新エネルギーを学ぼう。	新エネルギーの特徴と具体例を学ぶ。紙おむつを使った燃料電池を作ってみる。	新エネルギーについて理解できる。積極的に行う。
	15	単元のまとめ。	学習したことを振り返る。	今後の生活に生かす。
	まとめ			

図8 総合学習の課題とレポート

Fig. 8. Assignment of synthesis learning for energy and environment education.

構成し、各項目ごとに学生が自主的に調査を行い、それをもち寄って討論を重ねながら理解を深めていく。また、本科目は教職科目の一つであることより、「持続可能な開発のための教育（ESD）」という観点の下、将来的に自分がエネルギー教育、環境教育をどのように実施するかを考案する。検討する項目は下記のようなものになる。

- 1) 我が国のエネルギー事情について：一次エネルギーの供給量、それぞれの問題など

- 2) 環境問題について：炭酸ガスと地球温暖化問題や対策について（みんなが、そして自分ができること）
  - 3) 新しい電気エネルギー発生技術（燃料電池，メタンハイドレート、風力発電）について：原理、長所・短所、実用状況、今後の普及の見通し
  - 4) 地域でのエネルギー環境問題への取り組みについて
  - 5) 環境教育について：環境教育の意義や重要性は？どのように子供たちに伝えるか
- これらの学習目標の達成に関しては、図8（a）に示すような課題を与え、評価する。一例として、学生の作成した小学生向けの学習計画を、図8（b）に示す。学生は、教わる立場から教える立場に身を置きなおして考えることで、学びも積極的になることも、学習の狙いになっている。

これからのものづくり教育には、国際的なセンスを有する、また多くの文化を理解して、国際的なコミュニケーション能力を十分に有する技術者育成の視野が欠かせない。このために設定されているのが、国際研修制度となる。主な目的は語学（英語）の習得になるが、異文化の学生との交流を通じた国際的なコミュニケーションスキルの習得も目的になる。研修先はオーストラリア・ビクトリア州・モナッシュ大学であり、Monash Academyへ短期留学し、特別にアレンジされた4週間のプログラムを行っている<sup>16</sup>。帰国後にレポート提出と、報告会での研修報告発表が課せられている。

#### 高度ものづくり研究開発技術者への展開

##### 1 研究者養成；COEへの展開

岩手大学では、平成16年度21世紀COEプログラムとして「熱と生命システムを統合した研究拠点創成」が採択された。本プログラムは、熱という物理要素が生命システムの進化・維持という生命現象に関与する機構について、生物学的アプローチだけでなく工学的、生物情報工学的アプローチを加え、既存の学問領域にはとらわれない切り口で解析し、得られた知見の領域統合型革新的な応用を目指すものであり、農学研究科と工学研究科からなる連携プロジェクトである。

COEプログラムに求められるのは、世界的な研究拠点にふさわしい研究者の養成であるが、工学研究科には、本プログラムで得られた知見を社会に還元するという要素も重要項目として期待されている。そこで、基礎研究に加えて、恒温植物の発熱制御機構を模倣した温度制御システムの実用化（制御機器メーカーとの共同研究により開発進行中）や、熱刺激応答反応のシミュレーションが可能な生物モデルを基本としたコンピュータ解析ツールの開発等が行われている。

##### 2 地域連携活用によるサイエンスインタープリター養成

地域全体のマイスター育成の観点から、ものづくりを理解したインタープリターの育成は欠かせない。このインタープリターの育成には、いい指導者以外にも、活動の場や、ファシリテータによるコーディネートなども必要になる。このようなシステムの構築には、大学などの教育機関、行政、NPO団体などの連携が必要になる。連携の一例を、図9にエネルギー環境学習に対する連携の一例を示す。小中高校の先生や盛岡市子ども科学館、教



# エネルギー環境学習の連携体制

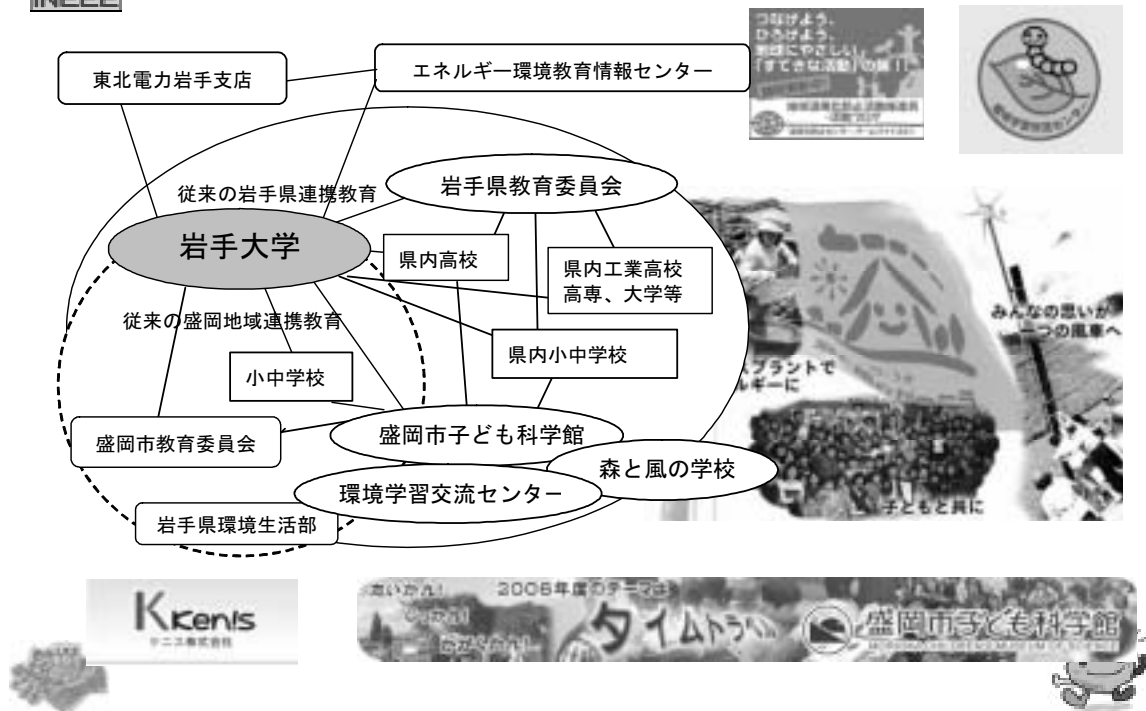


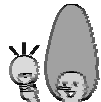
図9 エネルギー環境学習の連携体制

Fig. 9. Network for energy and environment education.

育委員会、行政機関で連携しており、エネルギー環境学習に対して、子どもたちへの理科教室の実施、先生方やインタープリターを対象にした講習会・研修会の実施、学校の学習プログラム策定、前項を実施するための教材開発などを行っている<sup>(8)</sup>。このような活動への学生の参画は、ものづくりのスキルが活かされる場の提供につながり、学生のモチベーション向上、コミュニケーションスキルの増加につながる。また国の施策として、今後、サイエンス・コミュニケーターの育成は課題となっている。このような施策にもエネルギー環境学習に関する、小学校への学生による出前授業や、NPOとタイアップした理科工作教室への学生の参画は、有効な具体手法となりえる。

一例として、図10に、平成19年8月3日に二戸市でNPOカシオペア環境研究会主催で開催したソーラーカー工作教室の様子を示す。この理科教室は夏休みを利用して行われたもので、30人程度の子どもが参加した。電気電子工学科の学生も7人ほど、インタープリターとして参加した。内訳は、2年生2人、3年生3人、4年生2人になる。特に、開催地である二戸出身の学生3人も参画しており、イベントの様子は、図11に示すように、新聞などのメディアに取り上げられている。

高大連携を基調にした学生のインタープリター活用も盛んに行われている。これには、主には、一連のものづくりカリキュラムを終えた大学院生に参画してもらっている。一例として、図12に、平成17年8月6日、7日と2日間に渡って行われたSPP (サイエンス・パートナーシップ・プログラム) の様子を示す。このときのテーマは物理の光で、6つの



## 二戸市カシオペア環境研究会主催の工作教室



子どもから大人までが対象とした「地球温暖化と新エネルギーの環境学習会」

### 走るカー ソーラーカー

～見てみよう 作ってみよう 自然エネルギーの優待～

1 日時・場所  
 平成19年8月3日(金)13:30～15:30 (13:00から受付)  
 二戸市シビックセンター 2F 大会ホール(二戸市石川町字中道0-2)

2 対象  
 小学生以上 (小学生は保護者同伴で参加します。お父、お母さん歓迎です。)

3 参加費  
 無料(工作キット別売)

4 内容(予定)  
 【地球温暖化と新エネルギーについて ～実験を交えた説明～】  
 【ソーラーカー工作 ～太陽電池について学ぶ体験型環境学習～】  
 講師 岩手大工学部の高木浩一先生 (ソラーカー開発者ネットワーク)

5 参加申込みの受付  
 受付期間: 平成19年7月13日(金)から7月27日(金)迄まで  
 申込方法: 電話、FAX又はFAXで「環境学習会参加申込」とし、  
 (住所、電話番号、氏名、小学生以下かどうか(小学生以下の場合は、併せて保護者の氏名と住所の読み、学校名、学年)をお知らせください。TEL:019-64-2351 FAX:0195-23-6432) 申込書に貼付された参加申込書をお送りください。  
 申込先: 〒028-6101 二戸市石川町字中道0-2  
 二戸市環境教育推進センター  
 新土庫裏(受付 1F) (受付)  
 TEL:0195-23-9206 FAX:0195-23-6432

6 その他  
 この活動の中心は、カーデザイナーと環境技術者です。

～この事業の企画は、県の委託事業として、カシオペア環境研究会が行っております。～



図10 エネルギー環境理科工作教室の様子

Fig. 10. Typical class of handcraft for energy and environment education.

「力強さ」を実感  
 二戸市で体験学習

二戸市の市民団体・カシオペア環境研究会(生田弘子会長)は三日、市炭素の地球温暖化への影響などをテーマとして、地球温暖化と新エネルギーの環境体験学習を開いた。

地域の小中学生三十人が参加。岩手大工学部の高木浩一准教授(工学博士)が、クリーンエネルギーの太陽電池、二酸化炭素の地球温暖化への影響などについて実験を交えながら説明した。

参加者は、太陽電池について学ぶため「走るソーラーカー」作りに挑戦。助手として訪れた岩手大の学生に教えられながら、工作に熱中した。

同日はあいにくの曇り空で、完成したソーラーカーは快走とはいかなかったが、岡井裕吾君(石切所小二年)は「太陽の力はすごいと思っただ。晴れた日に思い切り走らせたい」と笑顔だった。

生田会長は「楽しい体験を通じ、エネルギーの大切さを感じてもらいたい」と期待を込めた。

**市町村長 きょうの日程**


- ▽中津陸前高田市長 部課長会議
- ▽甘竹大船連市長 三役会議
- ▽市小石浜トンネル開成会総会、盛町七夕まつり
- ▽小沢新市長 庁議
- ▽熊坂富古市長 在庁
- ▽山内久慈市長 部課長会議

完成したソーラーカーを走らせる参加者

図11 二戸理科工作教室の新聞記事 (岩手日報 平成19年8月6日)

Fig. 11. Newspaper article of the handcraft class held at Niino city.

# イベント紹介：SPP物理 2005.8.6-7



月日	時間	内 容						
8月6日(土)	13:00~13:30	開講式(全体で、場所:テクノホール)						
	13:30~14:00	実験説明: 光の性質の復習と実験の進め方の説明(高木)						
		グループ	1	2	3	4	5	6
	14:00~15:30	実験1	実験2	実験3	実験4	実験5	実験6	
	15:30~17:00	実験2	実験3	実験4	実験5	実験6	実験1	
	17:00~19:30	青年の家への移動、夕食など						
	19:30~21:00	大学院生による補講						

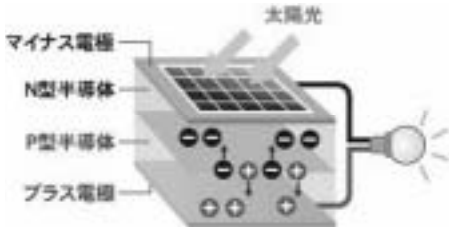




図12 サイエンスパートナーシップの実験の様子  
Fig. 12. Experiment at science partnership program.

実験テーマで行われた。参加したのは、県内の7つの公立高校から、23人の生徒が参加した。インタープリターとして参加した学生は10名で、学生主体に実験を行った。学生が、実験の準備から説明、指導書の作成からすべてに参加することで、ものづくりや理科教室などを開催する際の、一連の手順を学べ、段取り力の向上につながる。加えて、高校生とのやりとりはコミュニケーション能力の向上につながる。

## 今後の展開と評価の指針

岩手大学および当電気電子工学科の現状や資産を評価することで、当プログラムが排出する学生が有すべきスキルとして『アナログ回路のものづくり』であることを認識するに至り、その目的を達成すべく教官同士で連携して、その達成に必要な科目やそのコンテンツを設定した。設定した科目群は電子回路やコンピュータリテラシー系の科目である。これは電子回路(制御回路やフィルター回路を含む)を構成する際、コンピュータを効果的に利用するスキルをつけることを目的とした。また、従来科目の学生実験に関しても、一部に、電子回路設計に必要な内容を盛り込んだ。インターンシップなど、産業界で行われる実習科目でも、できるだけ電子回路に関わる部分を積極的に入れてもらった。

ものづくりに対する教育効果を高めるには、定期的なスパイラルアップが必要になる<sup>13)</sup>。本連携教育は動き始めたばかりであり、まだ学生アンケートを通じた科目別のアンケートやスキル評価にとどまっており、ものづくりを包括した有効な評価は行ってはいない。現状は、PDCA (Plan-Do-Check-Action) で言うところの、PDを回したに過ぎない。Check

に関して、現在検討中であるが、以下のような項目を考えている。

デザインする力：市場や社会の動向より、需要の見込みそうなものを判断し、それを作り出すのに必要な方法や計画を練るなどのデザインする力。

問題を解決する力：何が問題になっているかを把握し、その原因を解析し、さらにそれを解決するための提案ができ、実施に移せるなどの問題を解決する力。

コミュニケーション力：デザインしたものやプロポーザルを行う際は、それを相手に正確に、誤解する可能性を与えないよう伝えることができるコミュニケーション力。それには、要約力、質問力、コメント力、プレゼンテーション力などがある。

共同で作業する力：ものづくりは、通常、チームを組んで作業分担し、それぞれ担当した部門を責任を持って進めていく。チームの中での自分の役割を的確に把握して、責任を認識して、他のチームメイトと協力しながら作業を進めていく力が必要になる。EQ (Emotional Quality) に代表される力が必要になる<sup>17)</sup>。

今回、本報告で紹介した内容は本学科の科目の中で一部である。これ以外にも、LSI設計実習や社長実践学など、ものづくりに関わる独自性の高い科目が多数ある。これらの科目とのつながりも考慮しながら全体の教育システムに対して、常にスパイラルアップを図ることが重要である。今回の教育改善に関しまして、岩手大学工学部電気電子工学科の教職員のみならず、地域連携推進センターのみならず、多数の貴重なご意見およびご協力をいただきました。この場をお借りして深い謝意を表します。本教育改善の一部は岩手大学活性化経費；萌芽的教育研究支援費の援助を受け行った。

#### (参考文献)

- (1) 学校はここが変わります ([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/11/04/990406b.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/11/04/990406b.htm))
- (2) JABEEの理解を深めるために ([http://www.jabee.org/OpenHome\\_Page/jabee2.htm](http://www.jabee.org/OpenHome_Page/jabee2.htm))
- (3) ケルン憲章 - 生涯学習の目的と希望 - ([http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/cologne99/g8s\\_sg.html/](http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/cologne99/g8s_sg.html/))
- (4) G8教育大臣会合議長サマリー ([http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kokusai/g8/jpn/j\\_h1.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kokusai/g8/jpn/j_h1.htm))
- (5) 高木浩一，成田晋也，大坊真洋，長田 洋，柏葉安兵衛：「コンピュータリテラシー教育からものづくり教育への展開」，電気学会教育フロンティア研究会資料，FIE-05-2，pp.5-10，2005
- (6) 高木浩一，向川政治，猪原 哲，高橋 徹，佐藤秀則：「電気回路・電磁気学の学力向上のための電気数学の設計」，電気学会論文誌A，126巻，7号，pp.597-602，2006.
- (7) 高木浩一，甚野伸雄，梶原昌五，山口 明，菊地雅彦，鈴木桃子：「地域連携を活用した小学校高学年用エネルギー環境学習プログラムと教材の開発」，電気学会論文誌A，127巻，4号，pp.205-211，2007.
- (8) 高木浩一：「地域ぐるみで取り組む子供達のエネルギー教育」，電気学会誌，127巻，8号，pp.537-540，2007.
- (9) 高木浩一：「エネルギー環境教育のための教材開発」，応用物理，77巻，4号，2008 (掲載予定)
- (10) 岩手大学シラバス (<http://www.eng.iwate-u.ac.jp/jp/syllabus/index.html>)

- (11) レゴマインドストーム (<http://www.mdstorm.com/home/index.htm>)
- (12) 大分高専シラバス (<http://www.oita-ct.ac.jp/>)
- (13) 木本智幸他：「電気磁気基礎実験 実験指導書 (第2サイクル)」(2000), 大分高専電気電子工学科, p.17
- (14) 文部省, 労働省, 通商産業省：「インターンシップの推進に当たっての基本的考え方」(1997)
- (15) JABEE受審の雛形モデル (<http://www.ieice.org/jpn/jabee/index.html>)
- (16) 岩手大学シラバス ([http://ia.iwate-u.ac.jp/i\\_index.htm](http://ia.iwate-u.ac.jp/i_index.htm))
- (17) D. Goleman：「EQ - こころの知能指数」(1998), 講談社プラスアルファ文庫