

IT系学生の新たな課題解決方式に関する試行 —生産情報システム技術科の開発課題への新たな取組み—

職業能力開発総合大学校東京校 福良博史
小林幸二
三屋恵一郎

**A trial concerning the new practical problem-solving method for
students of the production information systems engineering course.**

Hirofumi FUKURA, Kouji KOBAYASHI, Keichirou MITSUYA

Summary

We tried and examined new training method on the problem - solving style in which students of the information systems course collaborate with students of other courses on problem solving. As a result of this trial, students of the information systems course became to deepen the understanding how students of other courses think in problem solving. Finally, they have learned how to collaborate with students of other courses.

1. はじめに

本年度、当校において応用課程の開発課題の取組み方を変更した。開発課題は、応用課程2年生（文部科学省系の大学4年生）の生産系三科（生産機械システム技術科、生産電子システム技術科、生産情報システム技術科）の学生を組み合わせるグループを組み、主体的に実施することで複合した技能・技術、活用能力および高度な専門性を習得させることを目的としてきた。この実習期間は一年間を通して実施し、54単位分の実習となっている。

開発課題は、複合した技能・技術とより高度な専門性を同時に習得することには相反するものがあり、近年学生の仕上がりに「どちらにもつかず」と言った傾向が見られる。そこで、当校の生産系三科の教官が「開発課題」の在り方について議論を重ね、(1)「ものづくり」を既存の技能・技術のみを用いて全工程を主体的に実施することで複合した技能・技術および活用能力を習得する課題と(2)複合的要素を含みつつより高度な専門性を習得する課題に分けて実施するほうが良いと結論付けた。この前者を開発課題Ⅰ、後者を開発課題Ⅱと呼ぶことにした¹⁾。Ⅰは16単位、Ⅱは38単位とした。ⅠとⅡは同時並行で実施し、Ⅰは、前期で終了し、Ⅱは従来と同様の指導方式によって一年かけて実施することとした。

本稿では、そのうち開発課題Ⅰでの新しい取組みを行うにあたっての情報系の指導方法を中心に運営方法とその成果について述べる。

2. 開発課題Ⅰを設定した背景

開発課題は、文部科学省系の大学の卒業研究に該当する。しかし、通常の大学のような個人プレーではなく、他科の学生との共同で課題製作に取り組む必要がある。このときの大きな関門は、同じ科で一

緒に学習してきた仲間同士（いわゆる同じ釜の飯を食った者同士）ではなく、相手が何を得意としているかがよくわからない者同士で課題解決にあたらなければならない点にある。このため従来の開発課題では双方の得意分野がわかってくるのが、モノを組み立てて動かすところまで行って初めて実感として理解できるようになってくる。理解し合えたときには、もう終盤を迎えている。このため、お互いの効率的なコミュニケーションを促進するには事前に双方の得意分野を理解することが有効なことだと判断した。そこで、課題はそれほど難しくはないが、三科の学生がお互いの得意分野を実感として体得し理解し合えるような環境を作ることが望ましいと考えた。このことは、標準課題の実習で、ミニ課題を体験したあと本課題を行い、スパイラルに段階を登っていく方法²⁾³⁾と類似の発想となっている。つまり、鳥瞰図のイメージで、最初は全体が概観できるようにした。そして技術的には容易にできることから「共同で協力しあって」チャレンジする。次のステップでは、お互いの理解が進んだ状況で、より困難な課題に共同でアタックしていく、ということとなる。

開発課題はこのようなワーキンググループ学習方式を取り入れている。この方式の長所は、1) 能動的・積極的な学習姿勢の醸成、2) 訓練生個々の思考の拡大と深化、3) チームワークの醸成、4) リーダシップの育成、5) コミュニケーション能力の育成、6) 労務管理、進捗管理、工程管理、品質管理、安全管理の試行的実践、6) 在校中から卒業後にいたるまでの人的ネットワークの構成と言われている⁴⁾。開発課題は、三科の学生の共同による課題解決が本来望ましい形態であり、単科で行う以上にこのような長所を拡大・深化を図れる課題と考える。しかし、近年開発課題のテーマによっては、二科の学生の共同による課題解決グループというメンバー構成もあり、この場合、他の科としては1科のみの理解に留まるグループも出てきた。たとえば、生産機械と生産電子の組み合わせによって課題に取り組む場合、この二科の学生が、生産情報の得意分野を理解する機会が無いまま一年間過ごすことになる。つまり、ワーキンググループ学習方式の長所の人的ネットワークなどを生かす場面を狭めることにもなっている。

このようなことを踏まえ検討を重ね、既存の技能・技術を用い、複合した技能・技術および活用能力を習得する課題と高度な専門性を習得する課題に分け、前者を開発課題Ⅰ、後者を開発課題Ⅱとして実施することとなった。

開発課題Ⅰは、三科の学生が共同で課題解決に当たることになるため、学生全員が相互に他二科の学生と接する機会が得られ、より広く・深く複合した技能・技術および活用能力を習得できるような環境の設定が可能となった。

このような方針により、開発課題Ⅰは前期一杯で完了する内容とし、開発課題Ⅰで培った能力を開発課題Ⅱへの活用能力とし、相乗効果を発揮する可能性を高める素地ができたと考えている。

今年度の課題とした「ハノイの塔」は、アミューズメント性をそなえており、かつ製造現場のロボットにも通じ、三科の学生が取り組む課題としては、技術的にはそれほど問題が生じないと思える内容として、設定した。なお、本来のハノイの塔とは、初期条件の定義を変更してある。具体的には、円盤の個数は、大きさが大、中、小の三個とし、開始時点では、円盤の置いてある順序が、必ずしも、下から大→中→小と並んでいるとは限らないと定義した。マイコンがセンサーを用いて円盤の大きさを検査し順番を把握するようにし、この把握した結果の情報をパソコンに伝え、パソコン側から動作の指示を出すと共に、そのモニタリング状況をパソコン上に表示することとした。なお、この自動制御の機能だけでなくマニュアル制御の機能も配慮することを課題の条件とした。

今回の課題には上記で述べたように、解決するための技術・部材・大きさ、動作などについて、教官

側からいくつかの制約を設定している。情報系については、言語をJavaに限定し、マイコンとの通信はJavaによるシリアル通信を用いることを制約条件とした。

3. 制約条件に関する事前の検討

Javaによるマイコンとパソコンのシリアル通信というのはあまり例が見当たらない。このようなことが一般的に可能か否かの判断が事前にできていないとリスクが高い。つまり実習で全員が同じ課題に取り組み、Javaを利用した場合には、C言語で製作するときには想定しなかったような、Javaの実装上の負荷の影響で通信の不具合などが生じ、まったく動かないようなリスクが想定される。そのようなことが生じた場合、それからほかの方法に方針転換しているのでは研究課題となってしまい、本来の「共同・協力」の場を与えるという目的を達成できなくなる。そこで電子系の学生が標準課題で取り組んでいるデータロガーを借り、Javaによるシリアル通信の実験を行い、データの受け渡しに問題が生じないことを確認を行った。また、電子系の学生にJavaの実習を行っていたときに、パソコン同士でJavaによるシリアル通信を実習に取り入れ動作確認をした。このときパソコン同士では、20人が10組のシリアル通信の実験を行い皆問題なく動作できていることを確認した。

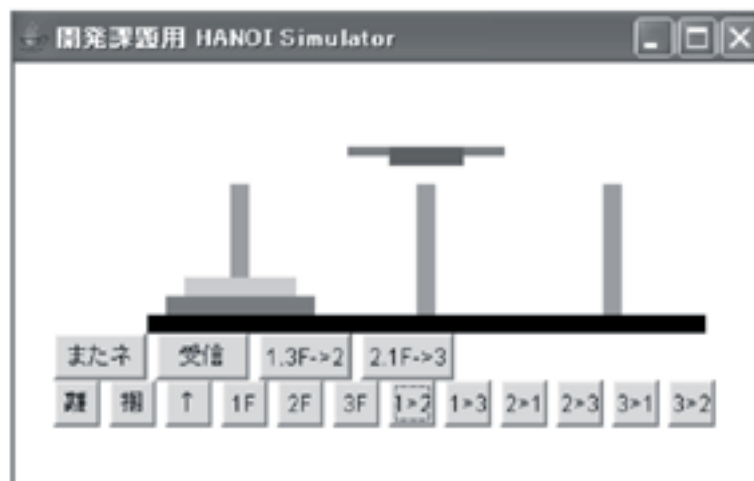


図1 Javaによるシリアル通信シミュレータ

シリアル通信と同時にモニタリングの表示をどのように行うかを考えると、一番簡便な方法はコマンドプロンプトにログ情報を吐き出すことが考えられる。より複雑ではあるがユーザインターフェースとして好ましい方法は、GUIを用いて円盤の動作を機械に指示し、その内容を擬似的にモニター画面に表示する方式が考えられる。このためには、マルチスレッド環境でGUIを使用し、シリアル通信を行うことがCPUに負荷を生じさせないかを事前に確認しておくことが望ましいと考えた。そこで、シリアル通信によるハノイの塔のシミュレータ（図1）を作成し、技術的な問題点の有無を探った。その結果、とくに問題点は見つからなかった。

以上のことを踏まえて、Javaによるシリアル通信というあまり例をみない制御方法を課題の制約条件に採用した。

学生が最終的に製作したモニタリング用の画面の例を図2に紹介する。



図2 学生が製作したハノイの塔のモニタリング画面例

4. 情報系の学生への指導方法

4.1 開発環境周辺について

開発環境については、グループごとに、シリアル通信のクロスケーブルを用いてパソコン同士の通信実験が可能にする。また、情報の共有化を図るために、校内にローカルなホームページ（図3）を立ち上げ、必要な情報やJavaのシリアル通信APIなどは、そのホームページ上に公開し誰もがいつでも利用できるようにした。そして、Javaでのシリアル通信のAPIのインストール方法等もホームページ上に載せた。

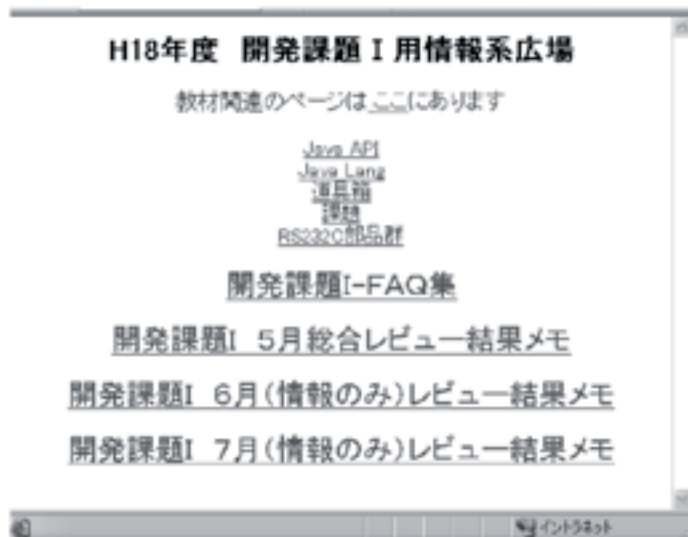


図3 開発課題 I 用のローカルなホームページのメニュー画面例

4.2 新しいアルゴリズムの理解の手順について

情報の学生は応用課程1年生（文部科学省系の3年生）のときにWebアプリケーションの標準課題の一環としてJavaの基礎訓練は行っている。しかし、シリアル通信とGUIの活用についてはまったく指導していない。この状態で、Javaによるシリアル通信をどのようにして克服してもらえばよいかを考えた。そして以下のような観点に立って指導することとした。

実際の仕事の現場を考えると、

- (a) 他人が書いたプログラムを読んで、いろいろな判断をし、必要があれば改造する、という状況は日常茶飯事に現れる。
- (b) 自分が知らない技術については、インターネットを検索しそこからいろいろな技術を取り込むことが必要になってくる。
- (c) お互いのグループ間の状況を確認し自分のグループの進捗状況の相対的な立場を確認できるようにしておくことがインセンティブを高める上で必要となる。

上記の(a)、(b)と(c)についてそれぞれ以下の対応を行った。

(a) については、シリアル通信のサンプルプログラムをローカルなホームページ上に載せ、そのプログラムを解析しながら自分たちの求めるソフトウェアに仕上げてもらうように指示した。

(b) のGUIについてはインターネット上のGUIのサンプルが提示されているサイトをローカルなホームページ上からリンクを張り、そこから必要な情報を獲得してもらうように指導した。

(c) については、数回行った各グループのヒアリング結果についてもこのホームページ上に載せ(図4)、情報系のみに限らず、機械系、電子系の学生にも自分たちのグループの指摘事項の確認が何時でもできるようにした。なお他のグループの指摘事項などをも参考にして自分たちのグループが置かれている状況が相対的に把握でき、今後何をすべきかが判断しやすくなるような仕組みを採用した。

開発課題Iの進捗状況についてのヒアリング時には、ヒアリング結果を図4のような形式で全グループについて記録をしておき、学生は何時でも校内で検索し閲覧することが可能となっている。念のために付け加えると、このシステムは外部から遮断されているために、外からの閲覧は不可能となっている。

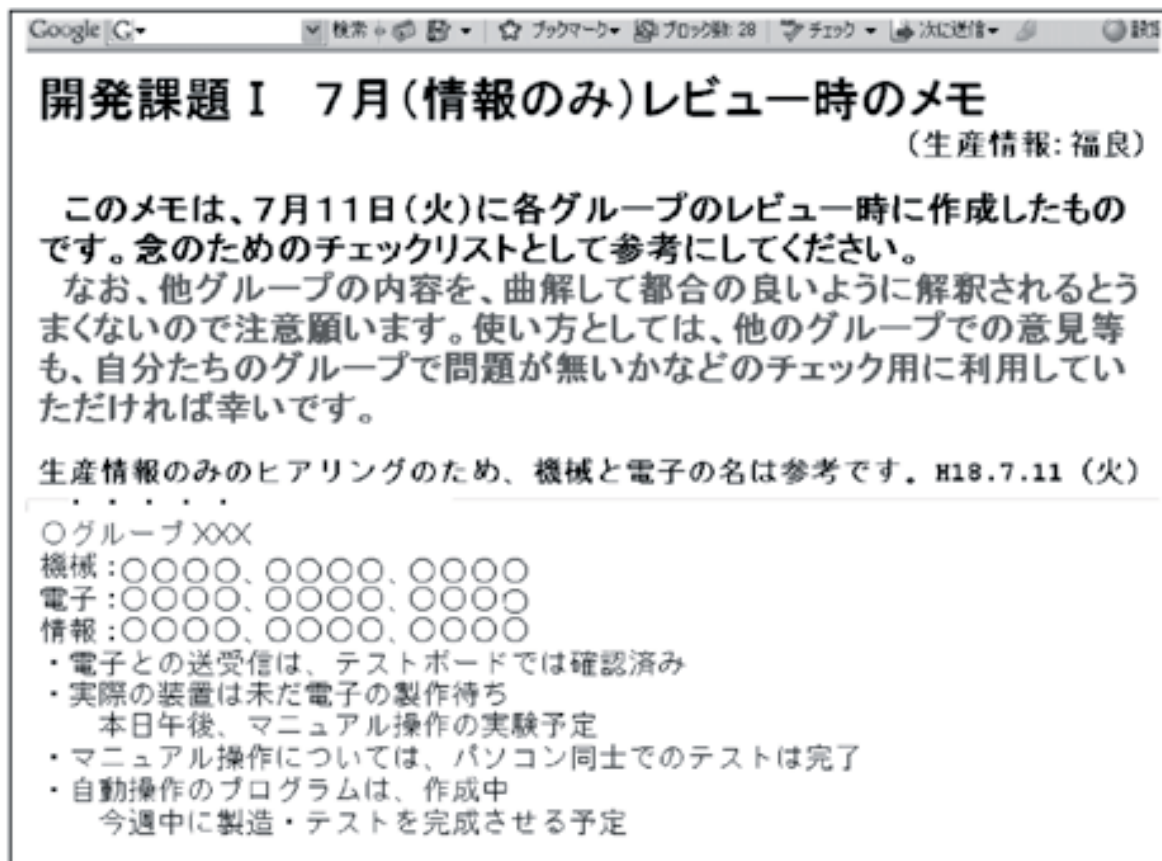


図4 情報系の中間のヒアリング時の結果記載例

4.3 他科の学生とのコミュニケーションのとり方

機械系のメカニズムと電子系のマイコン制御との整合性をハノイの塔のシステム全体としてどのように矛盾の無いものに仕上げるか、ということを考え出すと、情報系の学生はとめどもなく色々な問題に振り回されてしまいかねない。情報系の学生にとって、一番根幹となることは、電子系のマイコンとの制御のやりとりをどのように行うのがよいのかを正確に把握することと判断した。

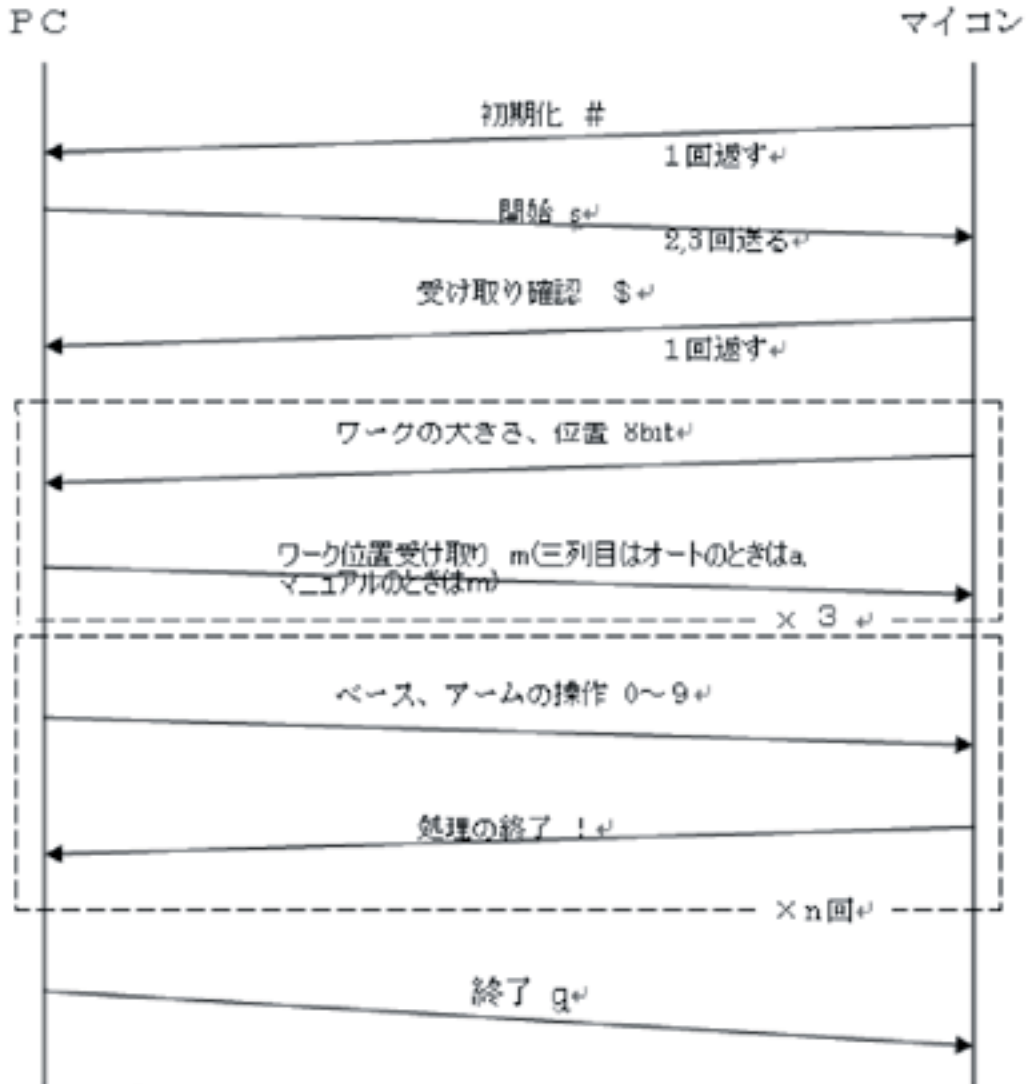


図5 学生が描いたメッセージシーケンス図の例

そこで情報系の学生には、電子系の学生が担当しているマイコンとの間で使われるプロトコルの設計が一番重要だということを強調して指導した。メッセージシーケンス図(図5)を描き、ハノイの塔の動きのシナリオを、プロトコルのメッセージシーケンスを通して、情報系の学生の内部で確認した後、電子系の学生と確認するように指示した。このやり取りが、電子系の学生とのコミュニケーションの基本と位置づけた。このことは、機械系の機構のメカニズムを確認するための材料ともなった。

教官側から、学生に対して設計に当たって色々な制約条件を設けたが、具体的な設計図は教官側からは提示していなかった。なるべく"what"だけを制約として与え、"how"については極力、学生の自主性に任せた。このため、グループごとに製作するものが、オリジナリティ¹⁾に富んでおり、メカニズムの

考え方がそれぞれ異なる。さらに、シリアル通信による相互のコミュニケーションのとり方、指示の仕方、自動操作やマニュアル操作の方法なども異なる。このようなプロトコルの交信のシナリオを明確にするためには、メッセージシーケンス図は記述方法が簡単なため、ソフトウェア開発の素養のある学生ならば誰でも簡単に理解しメッセージシーケンス図を用いた設計ができるようになる。しかも、今回のように"how"は学生の創意工夫による独自色がでており、それぞれのグループごとに他のグループの真似をしては「ものづくり」が出来ない状況となっている。このようなことから、自分のグループのメッセージシーケンス図は、各グループごとに、思い通りに正しく動く設計を完成させることが求められている。この方法を用いることにより、共同参加している学生同士が互いにハノイの塔の制御と操作についてのシナリオを明確に理解することとなり、誤解を生む素地を削減できたと考える。

以上のようなことを念頭において、情報系としては、シリアル通信、GUI、マルチスレッドなど色々な関門がある中で、特に「メッセージシーケンス図」を描いて電子系の学生と打ち合わせを行っていたことを確認し、その上で「操作方法と機構の動作」についての仕様を作成していることを確認するという指導方針を採用した。

グループごとに仕様の固め方に温度差があり、なかなかメッセージシーケンス図を描かないグループもあったが、なるべく初期段階からメッセージシーケンス図を用いて打ち合わせを行うように指導した。最終的にはメカニズムやマイコンの動作が後半に入って変更が生じたグループもあったが、初めに基本的な仕様を押さえておくようにしたため、大きなトラブルの発生は未然に防止できたと考えている。

5. 学生のアンケート結果

開発課題 I の終了後情報系の学生にアンケートを実施した。アンケートは多肢選択方式とする。なお記述形式でコメントを記入することが可能なようにした。19名中18名から回答を得た。その集計結果を表1に示す。

Javaによるシリアル通信は、サンプルプログラムを見ながらの手探り状態でのチャレンジにもかかわらず大半の学生は苦しめていなかった（78%が普通か易しいと回答）ことが質問1の結果から窺える。なお、1名がC++で作りたいかたたとコメントを記述している。

JavaによるGUIアプリケーションの作成についても同様、苦しめていない（72%が普通か易しいと回答）ことが質問2の結果から理解できる。

この開発課題 I を計画していた段階では、今回の課題は、Javaによる「シリアル通信+GUI+マルチスレッド」の組合せで構成されており、開発課題としてはそれなりに技術的に難しいと考えていた。しかし、実際にこの課題に着手してみると、学生からの質問は時々あるが、教官からは調査の方針だけ説明するくらいで基本的には、手取り足取り指導するという状況はこのグループでも発生せず、全グループが独自に課題解決していくことができた。このアンケート結果からも、Javaによる課題解決にほとんど抵抗感が無く自分たちで新しい経験を積み上げていくことができていることが理解できる。しかし、コメントに、もう少しシリアル通信について説明が欲しいという学生と、単にサンプルを移し替えただけでよく理解できていないという学生が各々1名いた。

難易度については、情報系の内容は、普通（44%）か易しい（39%）という回答（質問3）を合わせると大半を占めているのに反し、情報系から見た他の系については、機械系は61%（質問4）、電子系は56%（質問5）がそれぞれ難しいと答えている。課題の負荷のバランスが系ごとに異なることとなった。

共同作業については情報系学生内部では大変だったという意見は33%（質問6）ある。それに反し、他系学生との間では56%（質問7）が大変だったと答えている。これはある意味では、共同作業の難しさを体感してもらえたと考えている。記述式のコメントでは、他系の学生と仲良くなれて、とてもうまくいった、という趣旨の記述をしてくれた学生が1名いた。電子が機械と情報の間の取り持ち役を行うのに大変だと感じたという趣旨のコメントを記述してくれた学生が3名いた。このことは、各々の役割分担の大変さを理解し合えるようになり有意義だったのではないかと判断している。

時間数については、50%（質問8）が普通と答えている。しかし、この内容についてコメントしている学生が数人いた。そのコメントの趣旨は、情報系の自分は普通だが、電子系、機械系の負荷を考えると時間が不足しているとの意見が記述されていた。

ハノイの塔の課題自身については、課題の設定は普通と答えた人が55%、易しいと答えた人が28%（質問9）となり、難しいと答えた人が居なく、他の課題にして欲しいという人が若干いる結果となった。このことから若干易しめの課題で、物足りなさがあったかもしれないが、共同作業の大変さを実感してもらい、しかも最後まで動くものをきちんと作り上げる努力を傾注し、皆で動かしたという達成感を味わってもらうためには良い課題だと考えられる。

6. まとめ

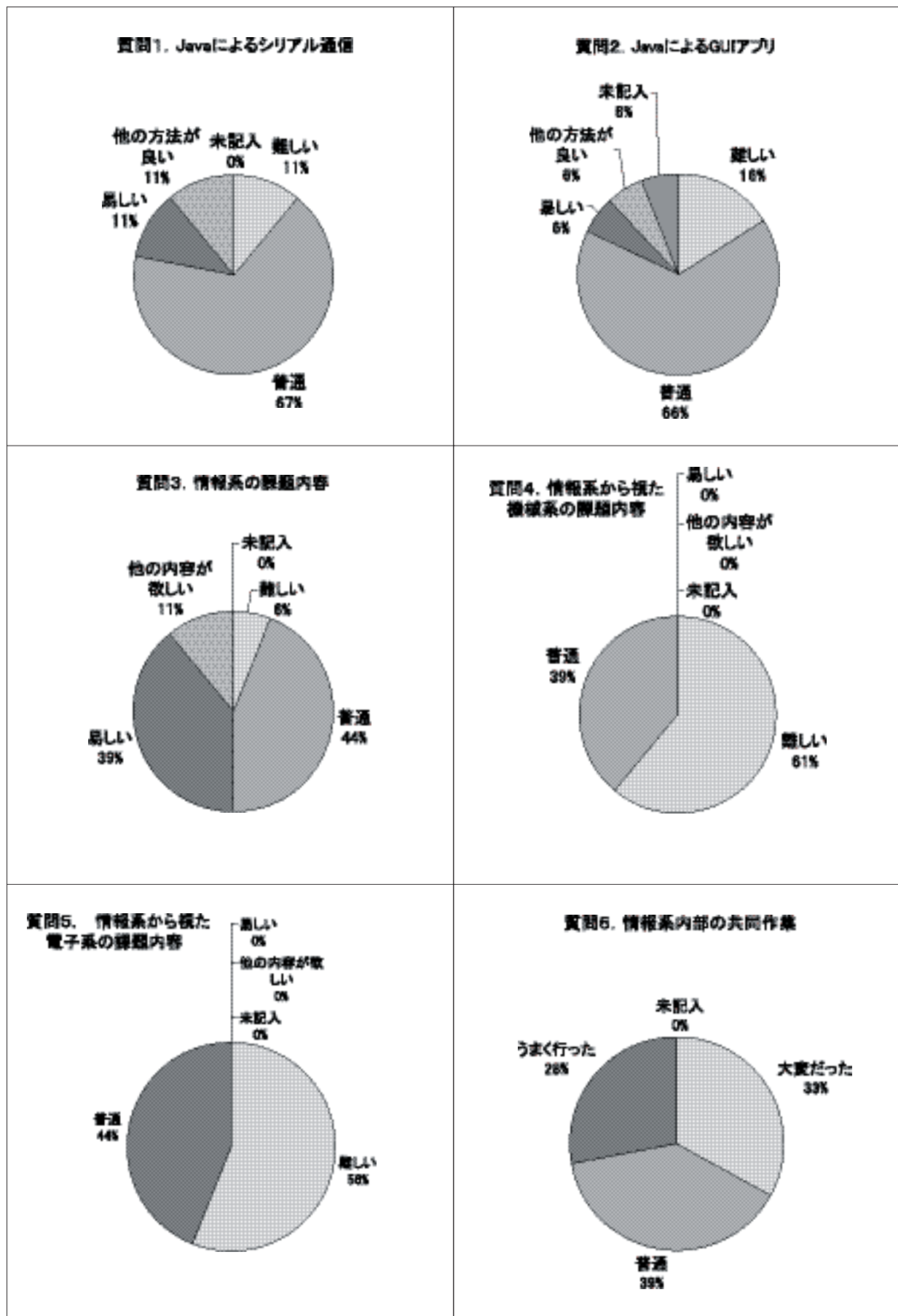
以上の結果から、おおむね開発課題Iは、他科学生との共同作業を通してお互いの専門領域でできることの理解を促進し、相手の痛みを理解し、思いやりを持ち、どのように協力していけば良いのかを考える素地をつくりあげることができた。このことは、思考の拡大と深化、チームワークの醸成、およびリーダーシップの育成に役立つと考えられる。そして、何か困ったことが生じた場合にどの科にどのようなことを依頼しに行けばよいのか、どのように相談すればよいのか、どのような会話をすれば相手に話が通じるのかなどを、自分で考えていけるようになり、能動的・積極的な学習姿勢の醸成、コミュニケーション能力の育成、および人的ネットワークの構成に役立つと考えられる。このように、開発課題Iは、初期目的を達成できたと考える。しかし、来年度以降も開発課題Iを実施していく場合に、情報系の指導方針としては以下(1)~(3)を考慮することが必要と考える。また、他系と情報系との負荷の相違については、今後各系の教官同士で検討していく必要がある。

- (1) シリアル通信のような、今までまったく学習していなかった、未知の技術を用いる場合は、若干の理論を事前に学習する場を設定しておくほうが望ましい。
- (2) 情報系としては、開発言語をJavaのみに限定するほうが良いのか、それとも学生に選択させるほうが良いのかを検討する必要がある。これは来年度の課題としたい。
- (3) 情報系の負荷を若干増やせるようなオプション機能を付加した課題設定にしておくことが望ましい。時間に余裕のある学生には色々なことを進んで体験できるように事前に配慮しておくことにより、課題が物足りないと感じさせないで済むように対処できると考える。

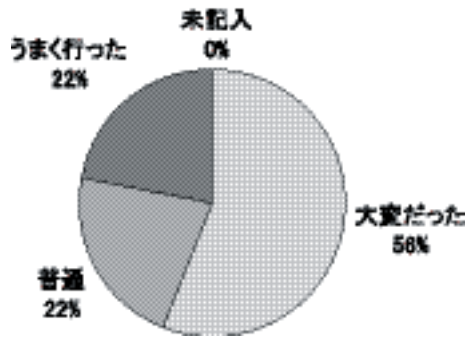
〈参考文献〉

- 1) 福岡他：「新たな開発課題の取組について」、第14回職業能力開発研究発表講演会予稿集、2006、pp.145-146
- 2) 福良博史：「情報技術関連の実習支援教材のWeb化」、職業能力開発研究、2004、pp.111-130
- 3) 福良博史：「情報技術関連の実習支援教材のWeb/XML化」、職業能力開発研究、2005、pp.11-22
- 4) 能力開発研究センター：職業能力開発大学校応用課程における"ものづくり課題学習"2001、pp.26-27

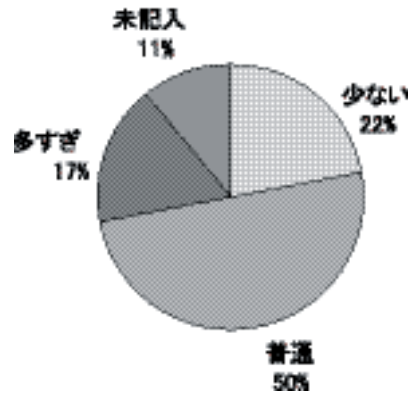
表1 アンケートの集計結果



質問7. 機械系・電子系との共同作業



質問8. 時間数



質問9. ハノイの塔の課題

