

〔論 文〕

## プログラミング授業を通じた論理的思考能力に関する研究

### Research on Logical Thinking Capability in the Programming Class

池 村 努<sup>\*1</sup>

#### Abstract

学士として必要な能力の一つである「論理的思考能力」、また経済産業省が提唱する「社会人基礎力」の要素の「前に踏み出す力」、「考え抜く力」、「チームで働く力」、経済団体連合会が報告した企業が望む人材に備わっていて欲しい能力の「コミュニケーション能力」「チャレンジ精神」を、プログラム作成のためのアルゴリズムに関する学習・演習とプログラミング実践演習を通じて育成を図る。本報告では2009年度からの取り組みに関する事例紹介と、現状の問題点について報告を行う。

**キーワード：**論理的思考能力／問題解決能力／短期大学生／アルゴリズム／プログラミング／Excel VBA／教育用LEGO MINDSTORMS NXT／HSP3／論理脳ドリル

#### I はじめに

論理的思考能力は、学生にとって授業の理解を深め、問題解決、学習成果を表現する際などに必須と言える能力である。一般的には初等教育の段階で一定の学習を終えていることが期待されるが、提出されたレポート等の中には論理が破綻しているものや、主張が一貫していないものなど、論理的思考能力が十分に備わっているのか疑わしい内容のものも散見される。このような現状に対して本学では基礎学力向上プログラムを2012年度より強化したが、内容は英語・国語・数学の分野に限られており、論理的思考能力の向上はあまり期待できない。コミュニティ文化学科では準学士として必要な能力を身につけるようなカリキュラム改革の一環としてゼミ制を2012年度から取り入れているが、まだ成果が出るに至っていない。

一方経済産業省では「社会人基礎力<sup>i</sup>」と銘打ち「『前に踏み出す力』、『考え抜く力』、『チームで働く力』の3つの能力（12の能力要素）から

構成されており、（中略）『基礎学力』『専門知識』に加え、それらをうまく活用していくための『社会人基礎力』を意識的に育成していくことが今まで以上に重要」として、これから社会に出る若者に対し、積極的に問題解決に取り組む能力を求める姿勢を打ち出してきている。また経済団体連合会（経団連）が企業に対して行ったアンケート結果の報告「新卒採用（2012年4月入社対象）に関するアンケート調査結果の概要<sup>ii</sup>」（2012.7.30）の中で、学生を採用する側の企業は「コミュニケーション能力」「主体性」「チャレンジ精神」「協調性」を重要視する傾向があるということが報告されている。

そのような背景を受けて、2008年度カリキュラムより「プログラミング基礎」というプログラミング授業を取り入れ、論理的思考能力、コミュニケーション能力、チャレンジ精神養成を目指した授業に取り組むを行ってきた。プログラミング授業では、設定された目標に対しどのようなアルゴリズムで解決に至るかという、アプローチ決定に至る過程において、自分の考えた手順を言語化するなどの論理的思考能力が必要となる<sup>iii</sup>。またアプローチ方法が解決に至らなかった場合には試

行錯誤が必要となり、解決に至るまでチャレンジする能力が養成されることが期待できる。さらにグループ学習を取り入れることで、小渡悟<sup>iv</sup>らが述べているように、問題解決能力の向上だけでなく、チーム内での共同作業により、他者に自分の考えを論理的に説明する力と共に、コミュニケーション能力向上も期待できるものとなった。

今回は2009年度の授業開始からの取り組みを振り返り、授業成果のまとめと今後の方針について考察を行う。また今回課題とする論理的思考能力、コミュニケーション能力、チャレンジ精神養成について、どのような評価・確認手法が適切であるかについても考察の中で触れたい。

#### II 講義内容

プログラミングを行う授業である「プログラミング基礎」は、2008年度カリキュラムから設置され、2009年度の後期から開講している。90分15回1単位の演習科目で、2年後期に開講される同科目を履修する前提として、1年前期に開講されている「情報科学」「PCアーキテクチャ」を履修し、単位を取得していることが必要である。これらの科目について単位取得することにより、情報機器に関して一定の知識を備えた学生が科目を履修することになり、授業内容を専門的にすることが可能になると。学生にとってあまり身近と言えないプログラミングであるが、周辺にもプログラムが使われている製品があることなどを例示しながら学習を進めるよう心がけている。

「プログラミング基礎」は2年後期の選択科目であるため、学生の2年前期までの単位取得状況により履修者数に変動が生じる。表1に示すとお

表1 履修者数

| 開講年度   | 履修可能人数 | 履修者数 | 単 位<br>取得者数 |
|--------|--------|------|-------------|
| 2009年度 | 40     | 16   | 16          |
| 2010年度 | 25     | 14   | 11          |
| 2011年度 | 18     | 5    | 5           |
| 2012年度 | 16     | 6    | —           |

り、2009年度、2010年度は15名前後の履修者数があったが、2011年度は5名、2012年度は6名の履修となった。学生数の変化もあるが、学生の意欲の変化も影響しているものと思われる。

表2に年度毎の科目概要を示す。初年度はパソコンのみでプログラミング演習を行う内容としたが、2010年度より「教育用LEGO MINDSTORMS NXT」を用いる内容に変更した。また初年度より1回目の授業で科目内容ガイダンスを行った後、市販の論理パズルを解かせ、どの程度解答能力があるかそれぞれに確認を行わせている。開講年度によって学生が異なるため、論理パズルを得意とする者と、苦手とする者の割合が異なっているが、論理パズルの結果を基に、論理的思考能力と問題解決の糸口を探す能力がどれほど備わっているかの傾向を把握した上で、その年の授業を進める上での参考としている。

授業の形式は講義と演習を組み合わせたものとしている。始めに基礎的内容について講義を行い、

表2 科目内容

| 開講年度           | 教 授 内 容   |
|----------------|---|
| 2009年度         | プログラミングの基礎知識<br>フローチャート<br>様々なプログラミング言語<br>HSP3<br>Excel VBA                              |
| 2010年度         | プログラミングの基礎知識<br>フローチャート<br>様々なプログラミング言語<br>Excel VBA<br>教育用LEGO MINDSTORMS NXT<br>グループワーク |
| 2011年度         | プログラミングの基礎知識<br>様々なプログラミング言語<br>フローチャート<br>Excel VBA<br>教育用LEGO MINDSTORMS NXT            |
| 2012年度<br>（予定） | プログラミングの基礎知識<br>様々なプログラミング言語<br>アルゴリズム<br>Excel VBA<br>教育用LEGO MINDSTORMS NXT<br>グループワーク  |

<sup>\*1</sup> IKEMURA, Tsutomu  
北陸学院大学短期大学部 コミュニティ文化学科  
情報科学



後半でExcel VBAやHSP3、ROBLABを用いた演習を行った。時間配分は一回目に行う論理パズルの結果に基づいて講義と振り返り時間調整を行っている。

## 1 2009年度内容

2009年度はグループ学習とせず、一人ひとりの学生が単独でプログラミングを進める形式で授業を進めた。

授業ではプログラミングを行う上で必要となる知識についての講義と、フローチャート作成<sup>v</sup>に関する解説を行い、プログラミングにおける手順について大まかな説明したのち、プログラミング演習を行った。フローチャートの説明では、時間的制約もあり、手順（アルゴリズム）の設計が中心でありデータ構造の説明は行っていない。

2009年度はプログラム学習の手始めに、フリーソフトのHSP3<sup>vi</sup>によるゲームプログラミングを行った。HSP3はスクリプト言語方式のプログラム言語で、入門用として提供されているが豊富な機能を有している。授業内ではテキストに従って作成したプログラムを入力させ、入力結果に沿って処理が行われることを確認させた。HSP3はプログラミング学習に適していたが、コンピュータームでの利用において管理者権限に関する問題があり2009年度限りで利用を中止した。次いでExcel VBAを用いたマクロ作成<sup>vii</sup>を行い、実用的なプログラミングについて学習を行った。Excel VBAはMicrosoft社のOfficeがインストールされているコンピューターであればどの端末であっても利用可能なことと、マクロとして幅広く応用できる可能性があることから教材として取り入れている。HSP3同様、テキストをもとにプログラム入力を行い、動作確認を行った。

## 2 2010年度内容

2010年度はHSP3に代えてLEGO社の「教育用LEGO MINDSTORMS NXT」（図1）を導入した。「教育用LEGO MINDSTORMS NXT」の演習には3～4名を一グループとする学習単位を構成し、グループワーク学習導入を模索した。グループワークを取り入れることにより互いにコミュニケーションを取り、与えられた課題に対する解決方法につ



図1 教育用LEGO MINDSTORMS NXT

いて、一人では思いつかないようなアイデアが生み出されてくることを期待したが、実際には全員が積極的に取組むグループと、グループ内の他のメンバーに依存し、自らは積極的に関わりたくない者を含むグループが生じ、後者では積極的なコミュニケーションは生まれなかった。依存傾向の強い学生が現われることはある程度予測できていたので、グループ作りの際メンバー構成に介入することも検討したが学生の主体性に任せた。結果的にほとんどプログラミングに関わらなかった学生が生じたことは反省材料としてあげられる。Excel VBAについては前年同様、学生一人一台のパソコンを用意し、テキストをもとにプログラム入力を行い、動作確認を行った。

## 3 2011年度内容

2011年度の内容は基本的に前年を引き継いだ。Excel VBAについては前年同様としたが、履修者が5名と少数だったため「教育用LEGO MINDSTORMS NXT」演習はグループワークを行わず、個人によるプログラミング演習を中心とした。このことにより、課題解決に向けたコミュニケーションを使ったアプローチが減ることが想定されたため、前年より若干難易度の高い課題を準備し、この課題に限り他者と協力して課題に当たることを許可した。結果的に、より理解している学生に他の学生がアドバイスを求める姿が多く見られるようになったため、新しい発想に繋がることはなかったが、会話をしながらプログラミングを進めることで理

解を深めることに繋がったように思われる。

## 4 2012年度内容

2012年度も前年と同程度の履修人数だったが「教育用LEGO MINDSTORMS NXT」の演習を2名一組のグループで行うこととした。また、プログラムの基本となるアルゴリズムを正確に理解することが、より良いプログラム作成への一步となるため、アルゴリズムの基礎について前年度より多く時間を掛けることとした。他については昨年同様を予定している。

また、履修前後で論理的思考能力に変化を確認するため、論理パズルを用いた調査を行う。数学パズルを用いた論理的思考に関する研究なども行われており<sup>viii</sup>、パズルによって論理的思考能力の数値化、定量化を図る。

## 5 Excel VBAを用いた学習

学生にとってExcel VBAは身近な存在ではないが、マクロという名称は聞いたことがあると答えた学生がいた。学内のコンピューターでもExcelのオプション設定を操作することで使用可能となることから、導入が容易だった。学生にはマクロ使用によるトラブルの可能性などを説明し、注意喚起を行った上でExcel VBAの作業に取りかかった（図2）。

作業の中では、マクロの自動記録、変数、条件分岐、処理のくり返し、エラー発生時の対処法など、Excel VBAを使用する上で最低限必要となる

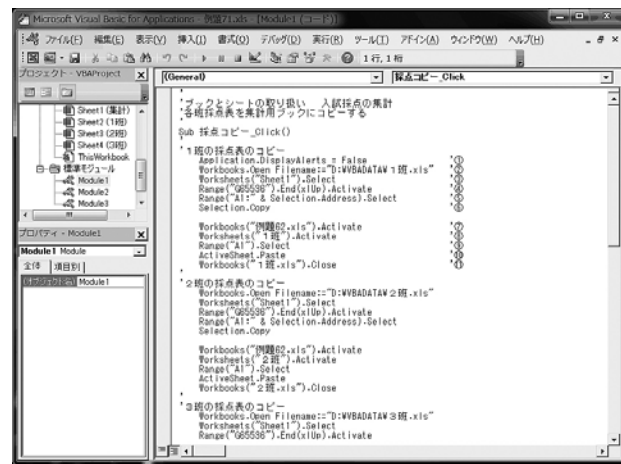


図2 Excel VBA作業画面

知識を学習する。プログラムはテキストに沿って入力するが、ここで入力ミスが生じプログラムが動作しないということが多く見られた。エラーの原因を分析し、解決に至る模索をくり返すことで、チャレンジ精神や問題解決能力向上に繋がることが期待される。

## 6 マインドストームを用いた学習

「教育用LEGO MINDSTORMS NXT」は教育用教材としてLEGO社が販売している組み立て式自律型ロボットである。本体となるNXTと呼ばれるインテリジェントブロックにセンサーブロックと機能ブロックを組み付けていくことで、プログラミングに対応した能力を持たせることが出来る。センサーブロックにはタッチセンサ、光センサ、音（サウンド）センサ、超音波（ウルトラソニック）センサ、角度センサが標準で用意されている。機能ブロックにはモータブロック、ランプが用意されている。NXTには入力が1～4までの4系統、出力がA～Cまでの3系統あり、センサーブロックと機能ブロックに共通して使えるケーブルにより接続する。

プログラミング環境は「ROBOLAB2.9.4C」を用い、プログラム作成はパソコン上でROBOLABを操作し、プログラム内容をNXTに転送することで行う（図3）。プログラム作成に特別な操作は不要で、マウスによるドラッグドロップによりプログラムのブロックを配置し、パラメータの設定や、ブロック同士の配線もマウス操作で完了させ



図3 NXT

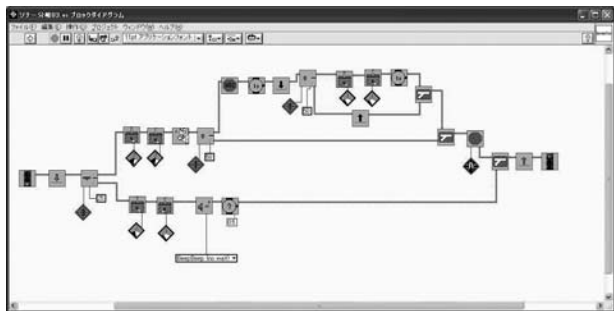


図4 ROBOLABプログラムイメージ

ることが出来る(図4)。くり返し処理やサブルーチンの動作を組み込むことも可能であり、複雑なプログラムを作成することも可能となっている。学生達はテキストを用いた180分程度の短いレクチャーで必要な操作を学び、課題に取り組むことが出来るようになった。

学生に課す課題は、基本的な動作を行うものから、幾つかの動作を組み合わせで実現するもので、全部で7レベル24課題を用意した。学生は難易度の低い問題を多く解くことや、難易度の高い問題に時間を掛けて取り組むことなどを自ら主体的に選択する。選択した課題に対してレクチャーで学んだ基本的なプログラミング内容を基に、それぞれが独自の解決方法を見だし、問題解決に至る。この課程で確実なアルゴリズム構築を行わせることが課題である。課題が求めている内容に到達するためのプログラムを構築するには、どのような手順を経る必要があるのかを考えさせることで、要求された課題をこなすことが可能となる。また、作成したプログラム中に文法エラーや論理エラーが存在していた際、原因を究明する必要がある。このときExcel VBAと同様、文法エラーについてはROBOLAB側が存在を明示する構造になっているので論理エラーの発見と解決に集中することが可能となる。最終的に指定された動作を行うまでトライ・アンド・エラーをくり返し、問題解決に望むこととなる。

### Ⅲ プログラミング学習の成果

この授業で初めてプログラミングを体験するという学生がほとんどという状態で、履修放棄に至る学生がわずかだったことは、教材として用いた

「HSP3」「Excel VBA」「教育用LEGO MINDSTORMS NXT」の扱いやすさの表れと言うことも考えられるが、「自分が作ったプログラムでロボットが動く」、「トラブルが生じても自分の力で解決できる」という成功体験を積んだことがモチベーションの維持に繋がったと言える。このことが授業終了後のアンケートにて「ロボットが思い通りに動いて楽しかった」という感想に繋がったと考えられる。

一方で、始めに掲げた「論理的思考能力、コミュニケーション能力、チャレンジ精神」の養成がどの程度出来たかは定量的な比較ができておらず、今後の課題と思われる。

### Ⅳ まとめと今後の課題

2010年度、2011年度はフローチャートの書き方などを通してアルゴリズムの説明を行った。そのためプログラミングの第一歩としてアルゴリズムを表現させた際に、ルールに基づかない不完全なアルゴリズムを書く学生が少なくなかった。2012年度はアルゴリズムの説明に掛ける時間を増やし、身近な具体例を取り入れることで理解を深めていきたい<sup>ix</sup>。

「プログラミング基礎」授業内のアルゴリズム構築を行う課程で論理的思考能力を育成し、グループによるプログラミング作業の過程でコミュニケーション能力の育成、プログラミング作業でのデバッグにおける試行錯誤で問回解決に至るチャレンジ精神の育成を図った。この中で、コミュニケーション能力と試行錯誤を伴うチャレンジ精神に関しては、授業への取り組みを通じて向上が見られた。残る論理的思考能力は定量化が出来ず、比較を行うことが出来ていない。

今後の課題は、論理的思考能力の変化について、履修前後における論理パズル回答時間の差をサンプルとして集め、これを元に論理的思考能力向上の定量化への手がかりとしていくことである。本研究を継続し、アルゴリズム構築練習と論理的思考能力向上との関連性を明確にすることで、学生に必要な論理的思考能力の向上に寄与したい。

### 〈注〉

- i 社会人基礎力, "社会人基礎力". 経済産業省. <http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/index.htm>, (参照2012-10-13)
- ii 政策提言/調査報告. "新卒採用 (2012年4月入社対象) に関するアンケート結果の概要". 一般社団法人日本経済団体連合会. 2007-730. <http://www.keidanren.or.jp/policy/2012/058.html>, (参照2012-10-13)
- iii 平井孝志,渡部高士. ロジカル・シンキング. 日本経済新聞社, 2012,160p.,ISBN978-4-532-11922-5.
- iv 小渡悟, 八幡幸司, 金城秀樹. ロボット制御プログラミングによる問題解決能力の養成-教育用レゴマインドストームによるプログラミング教育-. 沖縄大学マルチメディア教育研究センター紀要. 2010,no.10,p.33-37
- v 古原伸介. プログラミングを学ぶ!. 株式会社すばる社, 2003,320p.,ISBN4-88399-246-2.
- vi HSPセンター主催うすあじ. はじめてのHSP3. 工学社, 2008,192p.,ISBN978-4-7775-1339-0.
- vii 若山芳三郎.学生のためのExcel VBA. 東京電機大学出版局, 2003,120p.,ISBN4-501-53600-4.
- viii 吉川潤: "数学パズルを用いた論理的思考力の指導の研究", 数学教育論文発表会論文集42, 817-822, (2009-11-07)
- ix 伊藤静.アルゴリズムを, はじめよう. インプレスジャパン, 2012,256p.,ISBN978-4-8443-3201-5.