

学生の知的好奇心を刺激する 演習とプロジェクト開発の実践

長尾和彦[†]

現在の情報システムは大規模・複雑化しており、開発プロセスを従来の演習形態内で実施することは難しい。また基本的な演習だけでは学習意欲を継続することが難しく、学生の資質・志向に柔軟に対応した適切な課題を設定する必要がある。本報告では、グループによる対戦志向プログラミング演習、プロジェクト形式の演習、コンテストへの参加を通じた、学生の知的好奇心を刺激する創造性教育の実践例について報告する。

A project-based learning Using Programming Contest and Game Programming

Kazuhiko Nagao[†]

This report describes an example for programming course in our college. Programming is most important skill for computer engineers, but it is very difficult to learning. In our college, we use several interesting content for programming, Java Applet animation, game based programming, and programming contests. We found that these contents are more effective to keep concentration about programming.

1. はじめに

本校情報工学科は昭和 62 年の発足以来、多くの卒業生を輩出している。高等専門学校は実践的な技術者の養成を目的とするため、基礎的なプログラミングから実際のシステム開発に携わることのできる人材の育成を目指したカリキュラム設定を行っている。しかし、就職活動においてコンピュータ関係の職種を第一希望とするものは比較的少なく、コンピュータ・プログラミングに対する苦手意識が潜在的にあるのではないかと指摘されている。

そのため、プログラミング担当者はどのようにすれば学生が効果的にプログラミングを学習できるようになるかについて、検討を行ってきた。

- 学生のモチベーションの維持・向上

近年のゆとり教育や理科離れの影響により、学生のプログラミングに対する意欲の低下が問題視されている。単純な演習でなく、学生が自由な発想で楽しんで学習するような取り組みが求められている。

- PBL 型実験・演習の必要性

実践的技術者の養成を目標に掲げる高専では、従来から実験や演習を中心としたカリキュラムが組まれている。これらの実験内容は講義と連動して設定されたテーマに沿って課題を解決するものが多い。これでは学生の自由な発想による問題解決力を育てることが難しい。

- コンテストの活用とフィードバック

高専にはロボコンやプロコンなど教育効果の高いコンテストが実施されており、これらを目標に設定することで学生のモチベーションの向上を図ることができる。しかし、コンテストに参加できる学生は少数に限られるため、演習の中で同様の体験を提供することが必要となる。

本学科の教育目標は、グループ活動によってプログラム開発を行う能力、プロジェクト管理の役割について理解し、メンバとして行動できる、システム開発能力を有する技術者の養成である。学生の標準スキルを保証するためには、学生のモチベーションを維持しつつ、効果的な教育を行うことが必要である。本学科では、これらの問題点に対応するため、以下のような取り組みを行ってきた。

- ゲーム型プログラミング演習の導入
- XP 手法のプログラミング演習への導入

[†] 弓削商船高等専門学校 情報工学科
Yuge National College of Maritime Technology, Information Science and Technology Dept.

- PBL 型実験演習の展開
- コンテストへの積極的取組

以下、これらの取り組みについて解説する。

2. ゲーム型プログラミング演習の実践

学生のプログラミングに対する意識調査を行ったところ、以下のような回答が得られた。

- ① 「ロジックが複雑である。」
- ② 「操作が難しい」
- ③ 「プログラムは面白いが難しい」
- ④ 「動いたときは達成感がある」
- ⑤ 「面倒くさい」
- ⑥ 「ハードウェア（回路作成）の方が得意／好き」

プログラミング作業は高度に知的な作業であり、学生にとっては難しい内容であり、敬遠する傾向がみられる。特に⑥の回答は半田付けによる電子回路実験と比較したものである。回路実験ではあらかじめデザインされた回路パターン上に部品を半田付けしてだけであり、回路設計などは一切行われない。これはコーディング済みのプログラムソースをタイピングして実行するのと同程度の内容であり、正当な比較がなされているとはみなせない。難しいことは苦手、難しいことを避けて通りたいという傾向が強くみられる。さらに回路設計の設定レベルがソフトウェアに対してアンバランスではないかという点も懸念される。

授業内容のレベルを維持しながら、学生がプログラミングをあきらめない環境を実現するため、以下のような対応を行っている。

2.1 複数教員による演習指導

高専では授業時間の関係から学生 TA を配置することが運用上困難であった[a]。そのため、複数の教員と技官を配置し、学生の疑問にすぐ対応できる体制を実現した[1]。

2.2 プログラミング言語の統一

プログラミング初心者に複数の言語を学習させることは、学習効果の面で適切でない。ハードウェア制御系では C 言語が主流として利用されているが、オブジェクト指向に

a) 現在は専攻科が設置され、対応可能になったが、学生 TA は配置されていない。現在、情報処理 2（3名）、情報処理 3（2名）の教員配置で授業を行っている。

対応しない、ポインタなど初心者向きでない、グラフィックス用標準ライブラリが整備されていないなどの問題がある。そのため、2003 年から標準プログラミング言語を C 言語から Java に変更・統一した。

2.3 プログラム主体科目の連続性の確保

H17 年度カリキュラム改訂で 2、3、4 年にプログラミングを中心とした科目を設置し、連続性を持たせている（表 1）。H22 年度カリキュラム改訂では情報処理 2 の時間数を 3 から 4 に拡大している。

2.4 JavaApplet を用いたアニメーション作品

はじめてのプログラミングの授業である情報処理 2（2 年次）では、Java 言語の学習を主体として、文法を中心に多くの演習課題をこなす。学年末に JavaApplet によるアニメーション作品の作成を通して、学生の自主性や創造性を反映したプログラムを作成させる。発表会によるプレゼンテーションを課し、プログラムの特徴や目的を整理し、プレゼンテーション能力の習得を目指している。簡単なゲームを作成する学生もあり、それぞれのレベルに応じた創意工夫がみられる（図 1）。

表 1 情報工学科専門科目（下線：ソフト系）

学年	科目名	
1 年	情報工学概論	情報工学実験 1
2 年	電磁気学 <u>情報処理 2</u> 情報工学実験 2	電子計算機 製図・CAD
3 年	電気工学 <u>情報理論</u> 通信工学 <u>アルゴリズム</u> 情報工学実験 3	電子工学 論理回路 <u>情報処理 3</u> システム工学 1
4 年	応用数学 1 科学技術英語 1 <u>データベース</u> 数値解析 計測工学 画像処理 1 制御工学	応用物理 電子回路 <u>オペレーティングシステム</u> システム・インタフェース オペレーションズ・リサーチ <u>プログラミング特論</u> 情報工学実験 4
5 年	応用数学 2 人工知能 <u>コンパイラ</u> 情報機器 プラント工学 海事工学	画像処理 2 マルチメディア工学 電磁気学 2 機械工学 環境工学 卒業研究

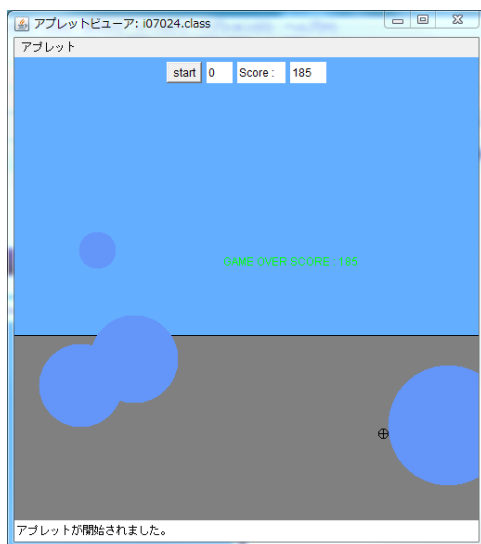


図 1 JavaApplet 作品例 (シューティングゲーム)

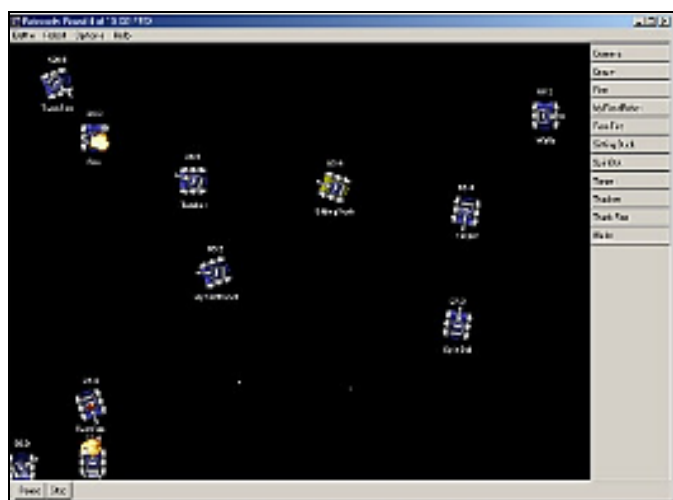


図 2 RoboCode

2.5 ゲームを用いたプログラミング学習

情報処理 3 (3 年次) では、学生が興味を持ってプログラミングを行うよう、ゲーム型プログラミングを教材として採用している。プログラム自体は簡単なものでも動作するが、対戦となると強いアルゴリズムを作成しなければならないため、学生が創意工夫し、熱心に参加するという効果が認められる。

これまで、CodeRally, RoboCode など、Java で開発ができる教材を利用している (図 2)。これらは、オブジェクト指向プログラミングの事例としても利用でき、適切な難易度がある。学生が作成したプログラムを自動対戦させるサーバを用意することで、作業の効率化を図った。学生からは、プログラムの変更がゲーム上の動作として反映されるのでわかりやすい、順位がつくのがおもしろいなど、良好な評価を得ている[2,3]。

3. XP 手法のプログラミング演習への導入

従来のプログラミングでは、与えられた課題に対して学生が個別にプログラムを作成している。一人でプログラムを作成する場合、単純ミスに気付かない、目先のことに意識が奪われる、単純作業のため意欲が低下するなどの問題がある。

実際の開発では、グループによるシステム開発が普通であり、コミュニケーションをとりながらプログラム開発をする習慣を身につけさせるべきである。

XP(eXtreme Programming)[4]は、小・中規模のシステム開発で有効として提唱されているアジャイル開発手法の一つである。我々は、プログラム開発の基本パターンとして XP の一部を導入し、演習から卒業研究までのすべての場面で活用できるよう習得させている[5]。XP 手法は、情報処理 3 (3 年次) に導入されている。ゲームを対象とした正解のない課題であることから、学生が相談しながら問題にあたっていくのに都合がよい。演習で利用している XP 手法は以下の 3 つである。

3.1 ペアプログラミング

二人一組で、コーディングを行うドライバと、その内容のチェックやアドバイスをを行うパートナーの役割を交替しながらプログラム作成を行う。エラーの早期発見、多面的な解析などの効果がある。教師は定期的に教室を巡回し、パートナーの役割を演じてペアプログラミングの実践方法を伝えるようにしている。

3.2 テストファースト

プログラミングに先立ってテストを作成し、そのテストに合格するようプログラミングを行う方法。演習を通してテストの重要性が理解できる。オブジェクト指向のクラス設計の点で効果が高い。3 年次のプログラミング演習の一部はテストファースト形式で問題を提示している。

3.3 リファクタリング

完成したプログラムを見直し、より効率性・可読性の高いプログラムに修正させる。

ペアプログラミングにより、複数の視点からプログラムの解析・改良が可能となる。教師は学生のコーディングを素材にして修正作業を実演し、リファクタリングに必要な視点を伝えるようにしている。

4. PBL 型実験演習の展開

本校では高専プロコンに積極的に参加し、多くの実績を上げている。高専プロコンは、アイデア、設計、開発、プロジェクト管理など、IT システム開発における様々な実践的な応用力を体験することができる。

これを全学生に体験させることを目的として、各校で様々な取り組みが行われている[6,7]。本校では、プログラミング特論(4年次)において、半年間の開発において、プロジェクト計画、設計、調達、開発、発表までの体験ができるPBL形式の演習を実施している。

最大5名のグループに分かれ、グループごとに開発するシステムを検討し、仕様書を作成する。プレゼンテーションを行い、指導教員の確認を受ける。確認されたプロジェクトは必要とする物品の発注リストを作成し、手配を行う。進捗状況をガントチャート等で管理するとともに、週一回の報告が義務付けられている。最終プレゼンにおいて、開発したシステムの内容、プロジェクト運用上の問題点を報告する。

プロジェクト管理についての学習には、高専 IT コンソーシアムが開発した e-Learning 教材を用いている[8,9]。

評価基準は、プロジェクト管理が適切に行われたかという観点から評価される。各自の作業内容は自己申告であるが、グループ内の他者評価とほぼ一致する。作品に対する学生の人気投票も参考として行っている。評価項目を以下に示す：

- システム設計
 - 既存システム等の調査比較がおこなわれているか
 - 開発に必要な機能等が十分に検討されているか
- プロジェクト管理
 - 適切なガントチャートが作成されているか
 - リスク管理が行われているか
 - 進捗管理、スケジュール変更に対応できたか
 - ミーティングが適切に行われたか
- 作品の完成度
 - 当初予定した機能が含まれているか
 - 独自性のあるシステムか
 - 技術的なチャレンジが見られるか



図 3 プロジェクト管理に関する e-Learning 教材

5. コンテストへの取り組み

5.1 高専プログラミングコンテスト

本年度で21回目を迎える全国高等専門学校プログラミングコンテスト(プロコン)[10]は、ロボコンと並んで高専を代表するイベントとなっている。

技術教育に主眼を置く高専においては、創造性・独創性を涵養する教育への取り組みが強く求められており、プロコンは創造性教育プロジェクトの一環として、多くの期待が寄せられている。その目的を果たすため、作品の独創性を審査で重視するとともに、プレゼンテーション審査、デモンストレーション審査、マニュアル審査などを課し、実践的技術者として有すべき、プレゼンテーション能力、ドキュメンテーション能力の涵養を図っている。

本校では、高専プロコンに積極的に参加しており、これまでに最優秀賞(文部科学大臣賞)8回、優秀賞4回など、輝かしい実績を有している。2009年には第18回プロコン最優秀作品に対して、第3回ものづくり日本大賞・内閣総理大臣賞が与えられた(図4)。



図4 ものづくり日本大賞授賞式(2009.7.15 首相官邸)

本校におけるプロコンの開発体制は、部活動(マイコン部)が中心となり、これに情報処理3を受講した学生が中途参加することが多い。プログラム開発に興味のある学生が中心であるため、モチベーションは高いといえる。プログラミング経験や成績は不問であり、意欲のみを重視している。コンテストでは、システムのコンセプトや完成度が評価される(努力よりも結果)ため、アイデア出しに十分な時間をとるようにしている。指導においては、協調性(報連相、ミーティング)を重視し、楽しく活

動することを目指している。夏季休業中に行われる合宿では、自炊を行い、人間力の向上にも努めている。この開発過程が学生を育てることに役立っており、プロコン経験学生は就職後のシステム開発活動にすんなり対応できるなどの感想が毎年寄せられている。

5.2 キャンパスベンチャーグランプリ

高専プロコンはシステム開発を重視したコンテストであるが、企業では、開発したシステムを社会に送り出し、収入を得ることが求められる。高専生は独立意識が高く、自らの手で起業する者も少なくない。

我々はプロコンに応募した作品を日刊工業新聞社が主催するキャンパスベンチャーグランプリ[11]に毎年応募させるようにしている。同コンテストは学生によるベンチャービジネスのアイデア・事業プランを競うコンテストであり、日本の時代を担う若者の人材育成と新産業の創造を目的としている。

事業化を意識したコンテストに応募させることで、実際のシステム開発に必要な収支計画などの体験をさせるようにしている。これまで四国地区で数回優秀賞を得ている。四国地区で最優秀賞を得て、全国大会に出場することが当面の目標である。

5.3 その他のコンテスト

高専プロコンはものづくりに特化したコンテストであるのに対し、プログラミングコンテストを標榜するコンテストのほとんどは、プログラム作成や実行の速度を競うものがほとんどである。本校では、指導体制も十分に整えられていないため、積極的に参加するには至っていない。

以下に参加したコンテストを示す：

(1) EPOCH@松山[12]

愛媛大学で行われているプログラミングコンテスト。地元ということもあり、3年次学生に授業内で紹介している。これまでに3回(5チーム)が本選に参加した。

(2) ImagineCup[13]

マイクロソフトが主催するプログラミングコンテスト。ソフトウェア開発部門は高専プロコンと同様ものづくり指向のコンテストである。高専はマイクロソフトと共同教育プロジェクトを進めており、相互のコンテストを活用したIT人材の育成が進められている[14]。本校では2009年に日本大会で2位の成績を収めた[b]。

6. 取り組みの評価

本校では、プログラミングに対する学生のモチベーションを高めるため、様々な取り組みを行ってきた。これらについて継続的な情報収集が行われていないため、定量的な評価ができない。授業アンケートなどから、学生の評価を示す。

b 高専では組込部門で東京高専が2年連続で世界大会に出場するなど活躍している。

6.1 ゲームによるプログラミング

- プログラムの変更がゲーム上の動作として反映されるのでわかりやすい.
- 順位がつくのがおもしろい.
- なぜゲームを作らないといけないかわからない.
- 思い通りに動かない.

ゲームを題材とすることには好意的な感想が寄せられているが、順位として結果がでるため、下位の学生の満足度が低くなる傾向がある。

6.2 XP 手法の導入

- 自分一人では考えがまとめられないので、参考になった.
- 相談しながらプログラムを作成することができた.
- 雑談してしまい真面目に作業できなかった.
- 一人で作った方が楽
- たよりにならない
- おしえてくれない

ペアでの作業が円滑にできたグループは良好な回答が得られた。定期的にペアを交代する、教師がペアに介入するなどが必要である。

6.3 コンテストの活用

- プロコンでやったことが会社でそのまま役立っている.
- しんどかったけれどやってよかった.
- 会社のプロジェクトはプロコンより楽だ.
- 開発がうまく進まないときはつらかった.

通常のプロジェクトよりも開発期間が短い、十分なスキルがないなどの悪条件のため、プロコンの厳しさが指摘されている。その分、実践的な体験が実を結んでいることがわかる。

6.4 PBL 型創造性演習

- プロジェクトがどういうものなのか理解できた.
- 自分で考えたものが作れて面白かった.
- 何をすればいいのか、アイデア出しで困った.
- 作業が順調に進まず、最後につじつま合わせをしなければならなかった.

失敗を含めて、適切な大きさのプロジェクトを体験しており、十分な効果を上げているといえる。

7. おわりに

本校を志望する学生の能力を最大限に引き出せるような努力を行ってきた。瀬戸内海の離島という立地条件、少子化の問題など、本校を取り巻く課題は多いが、入学し

た時よりも多くのスキルをつけさせて社会に送り出すことが高専の役割である。就職した学生が楽しく活躍できるため、今後も改良を続けていかなければならない。

今後の課題として、継続的なアンケートの実施による学習効果の追跡調査、組み込み系などハードウェアとソフトウェアを融合した実験教材の提供などがあげられる。

参考文献

- 1) 高木, 長尾: プログラミング教育におけるティーチングアシスタント制の導入について, 第 17 回高専情報処理教育研究発表会 (1997)
- 2) 長尾, 富田: 学生の知的好奇心を誘発するプログラミングコンテンツの検討, 第 25 回高等専門学校情報処理教育研究発表会 (2005)
- 3) 長尾: 学生の創造性を刺激する工学実験の試み, 第 19 回高専情報処理教育研究発表会 (1999)
- 4) D.Astels: 実践 eXtreme プログラミング, 九天社(2004)
- 5) 富田, 長尾: XP に基づいたプログラミング学習システムの評価, 信学技報 ET2500-109(2006)
- 6) 長尾, 寺元, 中道: 各地区におけるプロコン地域大会の取り組み, 第 30 回高専情報処理研究発表会(2010)
- 7) 今井他: 文部科学省の現代 GP による e-Learning 創造性教育コースの展開, 第 27 回高等専門学校情報処理教育研究発表会(2007)
- 8) 長尾他: 現代 GP による e-Learning 創造性教育コースの開発について, 第 26 回高等専門学校情報処理教育研究発表会(2006)
- 9) 長尾他: ソフトウェア開発におけるプロジェクト管理とプレゼンテーション, メディア教育開発センター・丸善出版 (2007)
- 10) 全国高専プログラミングコンテスト, <http://www.procon.gr.jp/>
- 11) キャンパスベンチャーグランプリ, <http://www.cvg-nikkan.jp/>
- 12) 小林他: プログラミング・コンテスト EPOCH 報告, 情報処理 Vol.49, No.6, pp.647-653
- 13) Imagine Cup 2011, <http://www.imaginecup.com/>
- 14) 松林他: 民間企業と連携した IT 共同教育プロジェクト, 平成 22 年度全国高専教育フォーラム, pp.495-496(2010)