

## PBL奮闘記



者

高原 淳一\*

## My Impression of Problem-Based Learning

Key Words : Problem-Based Learning, PBL

## はじめに

最近、大学の研究環境には大きな変化がおきていますが、毎日のように報道されていますのでご存知の方も多いでしょう。しかし、大学教育の変化についてはあまり知る機会が無いのではないのでしょうか？例えばPBLもその一つです。理科系大学において若手が担当する科目といえば学生実験ですが、最近それに加えて、PBLという新顔が登場しました。PBLはProblem-Based Learningの略で、日本語では「創成科目」と呼ばれます。これは従来の学生実験と異なり、教官は目標(と制限条件)を設定するだけで、マニュアルなしで学生が問題の発見と解決に取り組むものです。

私はPBLについてはじめて聞いたとき、他にも学ぶべき重要なことが数多くある中で、この一見遊びのような科目に意味があるのか疑問に思いました。しかし、実際に行うにつれて、印象は良い方向へ変化してゆきました。ここでは基礎工学部電子物理学科エレクトロニクスコースにおいてPBLを担当した3年間の経験をもとに、教える側から見た試行錯誤の様子を紹介します。

## PBLとは

PBLに厳密な定義はありませんが、次の都倉先生の説明がわかりやすいと思います<sup>[1]</sup>。「空腹な男が来た。自分は魚を持っている。その魚をやるか、



\* Junichi TAKAHARA  
1967年8月生  
大阪大学大学院基礎工学研究科修了  
現在、大阪大学大学院・基礎工学研究科・システム創成専攻・電子光科学領域、助教授、博士(工学)、ナノフォトニクス  
TEL 06-6850-6337  
FAX 06-6850-6341  
E-Mail takahara@ee.es.osaka-u.ac.jp

魚のとり方を教えるかという話がある。多くの講義は魚をもらう科目であるが、この科目は魚のとり方を学ぶ科目である。」学生に受身でない積極的な学習の習慣をつけること、これこそがPBLの目指すところだと思います。PBLは基礎工学部では2000年度から行われていますが、名前はそれぞれ異なるものの、同様の授業は全国ではじまっています。

本学科のPBLでは教官が各自でテーマを自由に設定し、学生(学部2年生)はその中から好きなテーマを2つ選択します。従って、教官にとってどのようなテーマを出すかが腕の見せ所となります。一つのテーマの実施期間は7週間(90分×7回)、平均受講者数は4～6名です。テーマの一部を表に示します。エレクトロニクスやプログラミングをはじめ折り紙まである多彩なメニューが用意されています。エレクトロニクス専攻とはいえ、メカ的なテーマが多いのは、動くものの方がインパクトがあるのと、目標設定がやりやすいためと思われます。折り紙などは簡単そうですが数理パズルそのものであり、このテーマを選んだ学生はなかなか大変なようです。私はテーマとして「レゴマインドストームを用いたロボットプログラミング」を行うことにしました。

## 表

- |                              |
|------------------------------|
| 1) 創作折り紙                     |
| 2) 衛星打ち上げプログラムの作成            |
| 3) レゴマインドストームを用いたロボットプログラミング |
| 4) 電子回路の設計と製作                |
| 5) コイン選別装置の作製                |
| 6) 風力発電機の製作                  |
| 7) ソーラーカーレース                 |
| 8) 空中イルミネーション                |

## テーマを決めるまで

実際にどんなテーマにしようかと考えはじめると、多くの問題が見えてきます。例えばメカ的なテーマ

では、金属やプラスチックなどを加工する機械工作の必要が出てきたときに、7回の授業ではそれぞれに加工方法を基礎から教えている余裕はありません。また安全の問題もあるので、結局は難しいところは教官が代わりにやることになります。すると学生が自ら行く意味も薄れてしまいます。その点ではソフトウェアや電子回路の方がやりやすいといえます。しかし電子回路は学生実験でも行いますので、区別が難しくなってきます。また2年生ですので、趣味でやっていた人を除けば電子回路の知識があまりなく、興味を引きそうな目標を達成するに必要な知識が足りません。下手をすると既存の回路を作る勉強だけで終わってしまい、本来のPBLの目的からそれてしまいます。私は「学生が自分でできる」ということを第一に考え、ブロック玩具を利用することで知識や技能不足の問題を回避しようと思いました。ブロックであれば世界が閉じているのでそれ自体が制限条件となりますし、技能も不要だからです。

やはり動きのあるテーマは興味を引きやすいので、ブロック玩具のレゴマインドストーム (LEGO® MINDSTORMS™) を利用して動きのあるテーマを行うことにしました。ご存知の方も多いと思いますが、マインドストームはブロック玩具で有名なレゴ社のロボットキットであり、8bitCPUとメモリーを内蔵したブロック(これをRCXとよびます)を用いて、モーターやセンサーを制御する玩具です<sup>[2]</sup>。マインドストームを学生実験などに用いる試みはすでに各地で行われています。ブロックの組み立てにより自由に構造物を作ることができるので、機械工作の必要が無い割に自由度が大きく、さらにプログラミングの勉強にもなる利点があります。

他のテーマは教官により定められた目標の解決方法を自分達で探るといったタイプのものが多いようですが、私はさらにブロックで何を実現するかという目標も自分たちで議論して設定してもらうことにしました。このようなことはブロックだからこそ、容易にできるのかもしれませんが。

### PBLのすすめ方

いよいよPBLがはじまりました。初日は簡単な説明を行い、二人一組で前進して停止するだけの車を作ってもらいました。2回目は車に光センサーをつけて床をセンスし、線のところで停止する車を作

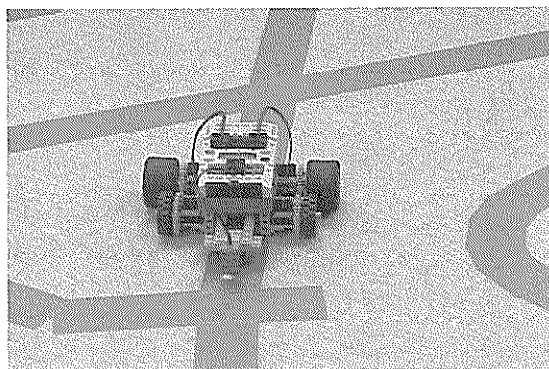
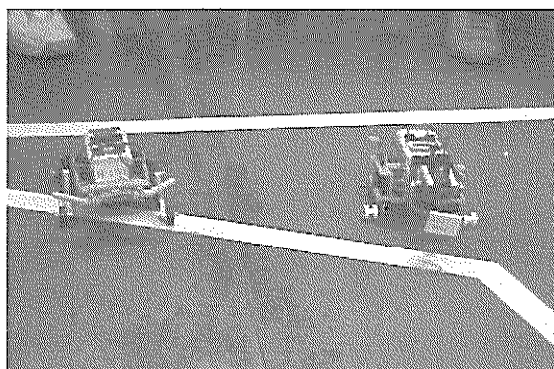


図1 トレースロボット

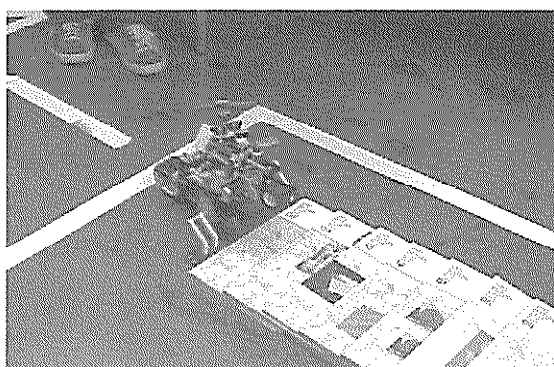
ります。3回目は腕試しとしておなじみのトレースロボット(線をトレースしながら動く車)に挑戦してもらいます(図1参照)。RCXのプログラミング環境はレゴ社純正のビジュアルな開発環境だけでなく、CやJavaなど様々なものが使用可能です。1,2年目はC言語ライクなNQCを用いました<sup>[3]</sup>。3年目はRCXのファームウェアにJVM(leJOS)を使用して、Javaでプログラミングを行いました<sup>[4]</sup>。ここまでで、ブロックの組み立てからプログラミングの方法、モーターやセンサーの使い方、方向の変え方など最低必要なことはマスターできます。

いよいよ4回目からはディスカッションにより学生自ら作りたいロボットの目標を立ててもらいます。5回目から独自のロボットの製作がはじまるのですが、7回しかないのでは時間的な余裕はあまりありません。手取り足取り教えないように、口を出したいところは我慢して、質問にきたら調べる方法か最低限のことを教えます。最後の7回目は成果発表と反省会をやり、1週間後にレポートを提出してもらい終了です。

大変なのは学生が自分で目標を設定するところでした。そもそも自分で何がやりたいかわからずアイデアを出せない人が多く、当初考えていたより時間がかかりました。今まで学生が出したアイデアは、四足歩行ロボット、階段を上るロボット、リモコン相撲ロボット、楽団ロボットなどです。図2に授業の様子を示します。グループによってはリーダーシップを発揮する人がいて、とても良い物ができることもあります。また、アイデア倒れで失敗することもあります。例えば四足歩行ロボットのメカニズムは自分で一から考えると難しいことを実感しました。ソフトとメカニズムのどちらに重点をおくかでも目



(a) 四足歩行ロボットによるレース



(b) 階段を上がるロボット

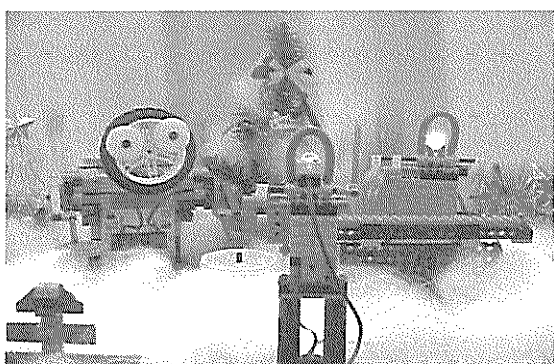
(c) ジングルベルを演奏する楽団ロボット  
(指揮者, ドラム, キーボード)

図2 授業風景

標の立て方は変わります。とはいえ自分たちで目標を出すと、モチベーションがあがるようです。

### 印象の変化

実際にやってみると予想以上に学生が居残って実験を続けることに驚きました。学生は夢中で取り組んでおり、途中でやめたくないようです。やはり自分で計画をたてて試行錯誤するというのがおもしろいのでしょうか。授業でない別の日にやらせて欲し

いと申し出てくることもよくありました。このようなことは従来の学生実験ではなかったことで、驚きを感じると同時に嬉しくもありました。私のテーマだけではなく、多くのテーマで同様のことがみられたようです。

実は予想に反して、このテーマを選んだ学生は事前アンケートで「プログラミングが嫌い」という学生がかなり多かったのです。良かったことは、これらの学生もロボットが自分のプログラムのおりに動く様子を見てプログラミングに興味をわいたという意見が多かったことです。従来のパソコンを用いるプログラミングの学習ではアルゴリズムでミスをおかすと無限ループに入るか、違う結果が画面に出るだけのことが多いのですが、ロボットであればミスをしても、変な動きをしたりするので、それがまた愛嬌があったりします。はじめはやる気のなさそうな学生も自分の書いたプログラムでロボットが動く、とたんに目の輝きが違ってきます。そして夢中で取り組み始めるのです。これは指導する側としてはとても楽しい経験でした。私はロボティクスの専門家ではありませんし、本学科にはロボティクス講座もありませんが、ロボットを利用して「プログラミングの学習」を行うことは効果が高いようです。やはり動くことはインパクトがあり、モチベーションを高めます。

### PBLとブロックを用いる教育について思うこと

PBLは新しい試みだけに当初から賛否両論あるようですが、ここでそれらを系統的に議論するスペースも能力もありませんので、興味のある方は文献を参考にしてください<sup>[1]</sup>。典型的なのは「学生を遊ばせて単位をやるのか?」というものです。私も最初はそのように思いましたが、上に書いたように実際にやってみて考えが変わりました。また、「卒業研究と何が違うのか?」と思われるかもしれません。この指摘はそのとおりで、PBLは学部2年生に対して行うプレ卒業研究であるという意見もあるほどです。私は卒業研究に代表されるような、自ら問題を設定しそれを解くプロセスをなるべく早い時期に体験することはあらゆる分野で将来役に立つと思います。また、それだけにグループで課題を行った場合、一部の人のみがやっしまい、何もやらない人が出ることでです。学生実験でも見られることで

が、マニュアルの無いPBLの場合は差が大きく開く傾向にあります。評価はグループ単位でなく個人単位で行うので、評価方法の難しさも実感しました。

ここで紹介したブロックを用いる教育の利点についても書いておきます。まずブロックを用いることで拘束条件のもとでの目標の達成というテーマが自然にできあがります。閉じた箱庭的世界ではありませんが、その中では技能に影響されず自らで問題を設定し、それを解くという「純粋な」プロセスが体験できます。それははるかに複雑な世界での研究や問題解決にもプラスになると考えます。同様のことをブロックを使用せずに行おうとすると、部品の入手と機械工作に教官の補助が必要になります。PBLは学生実験と異なり、はじまるまで予測が付きません。何かを作る途中で部品が必要でも公費での購入が自由に出来ないこともあります。また、機械工作では工作センターの使用が必要となることもあり、教官自ら部品購入や加工に走り回ることになります。学生にとってブロックを用いるメリットは、いちいち教官に相談することなく、自分で全てをコントロールできることにあるといえます。また、教官にとってのメリットは高い自由度を保ちつつも、予測不能な手間から開放されることです。

## ま と め

PBLについて私の3年間の経験を紹介しました。事後のアンケートではPBLは学生にとっても好評のようです。これを受けて、当学科では学生実験の電子回路設計のカリキュラムにPBL的な手法が一部取り入れられました。また、阪大ベンチャービジネスラボでもブロック教育が取り入れられました。学ぶ内容がどんどん多くなっている中、いわば「学ぶ方法を学ぶ」PBL的な試みは意味のあることだと思います。また、PBLにより自らの知識のなさを知ること、専門の勉強に対するモチベーションを高める働きも大きいことでしょう。最近の大学教育における変化の波を少しでも知っていただけたら幸いです。

## 参 考 文 献

- [1] 都倉信樹：「創成科目とは」、理科と情報数理の教育セミナー報告書、大阪大学基礎工学部(2001年2月)
- [2] 例えばJin Sato: Jin SatoのLEGO MindStorms 鉄人テクニック(オーム社, 2000年)
- [3] <http://www.banmfamily.org/nqc/>
- [4] <http://lejos.sourceforge.net/>

