

## 教育用レゴマインドストーム NXT®を活用した 科学館における学習プログラムの開発

\*小椿清隆

\*石井久隆

\*吉野健一

Kiyotaka KOTSUBAKI

Hisataka ISHII

Kenichi YOSHINO

**要旨**：技術リテラシーを涵養するために、教育用レゴマインドストーム NXT®を活用した学習プログラムを開発した。参加者は、教材の活用を通して技術革新の過程で頻繁に迫られるトレードオフの関係に気づき、ロボットの「構造」と「速度」などのトレードオフの関係を最適化していく活動を意欲的に行った。

**付記**：本研究は、平成19年度科学研究費基盤研究(A)「科学リテラシーの涵養に資する科学系博物館の教育活動の開発・体系化と理論構築」(研究代表者：小川義和，課題番号：19200052)の一環として行われた。

**キーワード**：トレードオフ、技術、技術リテラシー、教育用レゴマインドストーム NXT®

### 1 はじめに

私たちは、たくさんの科学技術に囲まれて豊かで便利な生活を送っている。しかし、私たちの生活が科学技術に依存するにつれて、その恩恵があたりまえとなり、科学技術の成り立ちやしくみに目を向けなくなっている傾向がある。その一方で、地球温暖化や、自然環境及び生態系の保全などの問題にも見られるように、人々が直接関係し社会的対応や判断を迫られる場面が増えている。これからも、私たちが充実した生活を送るためには、変化し続ける自然環境や人間社会の課題を適切に理解し、科学的に考え、合理的に判断することが必要である。そこで、科学系博物館において、来館者の科学技術の基礎的素養を高めるための学習プログラムの開発が必要であると考えた。

「科学技術リテラシー構築のための調査研究」(2006年 研究代表者：北原和夫)では、科学技術リテラシーとは「成人段階を念頭において、全ての人々に身に付けて欲しい科学・数学・技術に関する知識・技能・物の見方」としている。また、その成果を踏まえて、平成18年度から「科学技術リテラシー像」<sup>1)</sup>を作成するため、「日本人が身に付けるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究」平成18・19年度科学技術振興調整費「重要政策課題への動機的対応の推進」を発

足させた。まず、全体像に取りかかる前に、現在の膨大な科学技術を7つの分野<sup>2)</sup>に分けて、それらに対応する専門部会を組織した。次にそれぞれの専門部会でリテラシーに関する報告書を作成し、それらの成果を活かし、また、それらを総合して「科学技術リテラシー像」を策定するものとしている。

このうち本研究は、科学技術リテラシーの7つの専門部会の一つである「技術」の分野に焦点をおいて人々の技術リテラシー<sup>3)</sup>を高めるための学習プログラムを開発し、実践を通してその有用性を明らかにするものである。

### 2 研究の方向性

「日本人が身に付けるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究 21世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト 技術専門部会報告書」(2008年、科学技術の智プロジェクト)では、「技術の本質は、問題を解決すること」にあり、また「技術の利用に必要な能力とは、人が豊かに暮らせるようになるための問題解決能力である。」と記述している。

これを受けて、参加者の「問題解決能力」を高めるためには、技術革新の過程において頻繁に迫られるトレードオフ<sup>4)</sup>に参加者が直面し、その問題を最適化する活動が有効であると考えた。そして、「トレ

\* 千葉県立現代産業科学館上席研究員

ードオフの関係を最適化」する活動を体験するために、豊富なパーツで自在に形を作ることができ、プログラムを自作して動かすことができる教育用レゴマインドストーム NXT®を教材として活用することにした。

本教材の操作を通して、自らの思考を外在化し、失敗を繰り返しながら工夫を重ね問題解決能力を育成していくことが参加者の技術リテラシーの涵養につながると考えたのである。

### 3 プログラムのねらいと期待される効果

#### (1) プログラムのねらい

本プログラムは、教材(教育用レゴマインドストーム NXT®)を活用し、「組み立て・プログラミング」の活動を行い、様々なトレードオフの関係に気付かせ、その課題を最適化する活動を通して問題解決能力を育てることをねらいとした。

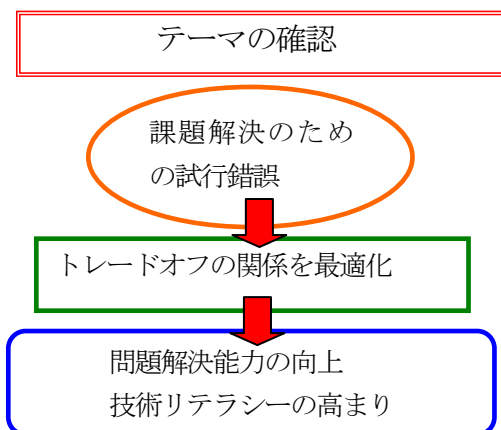


図1 技術リテラシーの高まり

#### (2) 教材の選定について

##### ア 使用教材

教育用レゴマインドストーム NXT®

##### イ 教材の特徴

本教材(教育用レゴマインドストーム NXT®)は、MIT(米国・マサチューセッツ工科大学)の研究成果を基にした、科学技術を総合的に学習する自律型ロボットキットである。その特徴としては、下記の通りである。

##### (ア)最新のテクノロジーを満載

32bitCPU を搭載したインテリジェントブロック、高性能センサー、サーボモータなど、高機能コンピュータ制御を標準搭載している。

##### (イ)自在につくれる豊富なパーツ

ロボットを自在に組み立てるための431個のパーツがある。工具不要で安全に楽しく、自由な発想でロボットを製作できる。

##### (ウ)使いやすいプログラミングソフト

ロボットを自由に動かすためのソフトウェア(教育用 NXT ソフトウェア ver1.1)は、カーネギーメロン大学(米国)の研究成果から、より少ないアイコンの組み合わせで制御プログラミングができる。

##### (エ)拡張セットの利用

拡張セットには650個のパーツがある。基本セットとあわせることで、いろいろな形のロボットをデザインすることができる。また、マインドストームはレゴブロックでできているため、形の変更や拡張が簡単にできる。これは、普通のロボットキットにはない特徴である。



写真1 教育用レゴマインドストーム NXT®

#### (3) プログラム開発の概要

##### ア ワークショップの進め方

本研究でのワークショップは、『ロボットの組み立て・プログラミング』の活動を行う(図2)と「事前に組み立てておいた『ロボットの改良・プログラミング』の活動を行う(図3)」の2種類の進め方を設定して行った。

前者は、組み立てとプログラミングの両方において試行錯誤を要するので、課題解決に時間がかかってくる。そこで、ワークショップで作業時間が十分に確保できる場合は、「組み立て・プログラミング」の活動を採用した。後者は、主にプログラミングの試行錯誤に重点をおいているので、前者よりは短時間で講座をおさめることができる。そこで、作業時間があまり確保できない場合や長時間の講座にはむいていない小学生の場合に「改良・プログラミング」の活動を採用した。

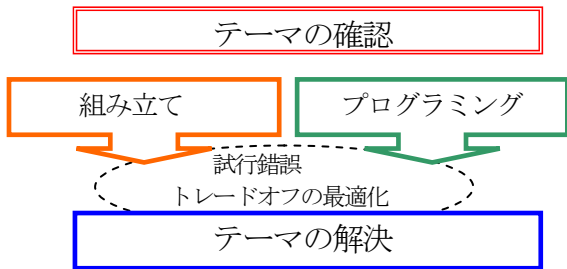


図2 ワークショップの進め方「組み立て・プログラミング」

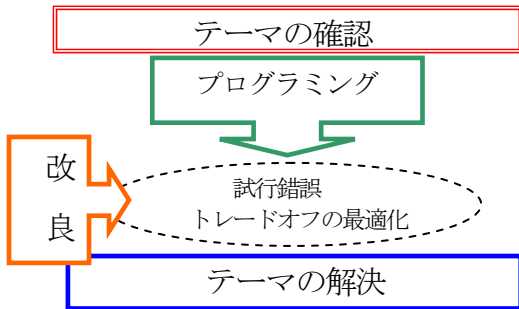


図3 ワークショップの進め方「改良・プログラミング」

#### イ プログラムの内容

本学習プログラムでは、参加者が教材を使用してテーマを解決していく過程で、トレードオフの問題に直面し、それを最適化させていくために、「ロボットによるコース別走行タイムトライアル」を採用した。タイムトライアルのコースは、難易度を段階的に上げて4コース設定した。

使用するコースは、参加者の技能に応じて決定し、課題のコースをクリアし、タイムを競わせた。それぞれのコースの内容は下記のとおりである。

##### (ア) コース別タイムトライアル

難易度☆☆

直線コースとクランクコースの両方で速く動くロボットをつくり、主にロボットの「構造」と「速度」とのトレードオフの関係を解決する。

##### (イ) 車庫入れタイムトライアル

難易度☆☆☆

3箇所の車庫をより速く正確に移動するロボットをつくり、主にロボットの「軌跡制御」と「速度」のトレードオフの関係を解決する。

##### (ウ) ライントレースタイムトライアル

難易度☆☆☆☆

3種類の一周するラインを作成し、「コース1」をクリアしたら、さらに難度の高い「コース2」「コース3」に挑戦させながら、主にロボットの「構造」と「軌跡制御」のトレードオフの関係を解決する。

##### (エ) 障害物タイムトライアル

難易度☆☆☆☆☆

速く確実に障害物を乗り越えて動くロボットをつくり、難しい条件におけるロボットの「構造」「軌跡制御」「速度」のトレードオフの関係を解決する。

#### ウ コース選定のねらい

##### (ア) コース別タイムトライアル

直線とクランクの2種類のコースを設け、走行タイムを競う(写真2,3)。直線コースでは、ロボットの構造や動力の伝達方法を工夫し、動力を最大にすることで記録を短縮することが可能であるが、クランクコースでは、軌跡制御の方法も工夫しなければゴールもできず、記録の短縮も難しい。そこで、あえて2つのコースを設け両方のコースでよりよい記録を残すことを目指すことで、「構造」と「速度」のトレードオフの関係に気付かせ、最適な方法を導き出す。

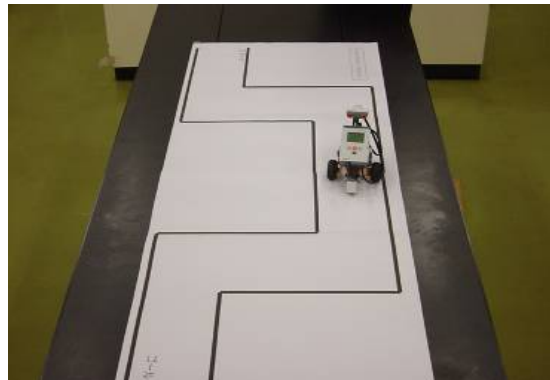


写真2 クランクコースと作成したロボット

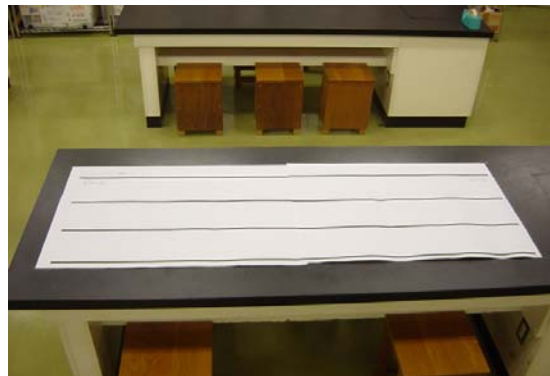


写真3 直線コース

##### (イ) 車庫入れタイムトライアル

開口方向の異なる車庫を3ヶ所設け、その間を移動するタイムを競う(写真4)。車庫の移動経路や車

庫への入れ方など、生徒の独創性を高める。また、ロボットの車庫入れでタイムトライアルを実施することで、「速度」と「軌跡制御」のトレードオフの関係に着目させ、コース別タイムトライアルよりも精度の高いロボットの動きを実現させるために、最適な方法を導き出す。

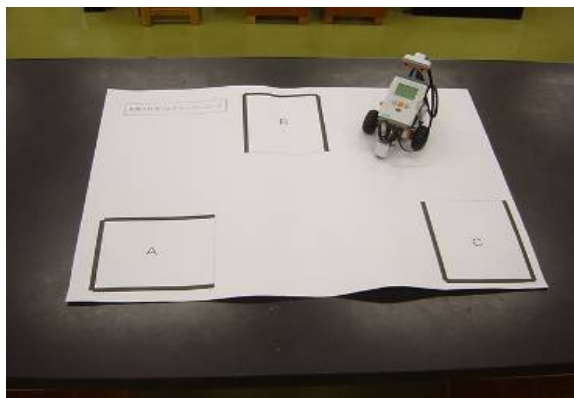


写真4 車庫入れコースと作成したロボット

モーターの動力をどのような形で動作化すれば障害を乗り越えられるのかロボットの構造や動きを工夫させることで、創造力を養うとともに、「速度」と「軌跡制御」だけでなく「構造」も含めたトレードオフの関係を最適化する場面を体験しながら問題解決能力を高める。

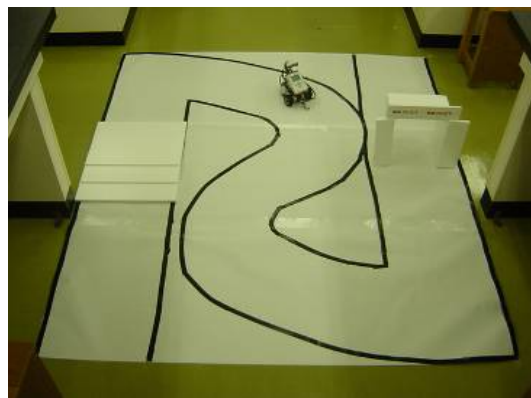


写真5 障害物コースと作成したロボット

#### (ウ) ライントレースタイムトライアル

規則的なカーブを一周する図形 (図 4-1)、一箇所へこみのある一周する図形 (図 4-2)、8 の字の形の図形 (図 4-3) を作成し、その上を光センサーでラインを識別しながら走行し、タイムを競う。

光センサーをどのようにプログラミングに組み込めば、ロボットがラインを正確に識別し走行するかを試行錯誤させることで、創造力を養うとともに、主にロボットの「構造」と「軌跡制御」のトレードオフの関係を最適化する場面を体験しながら問題解決能力を高める。

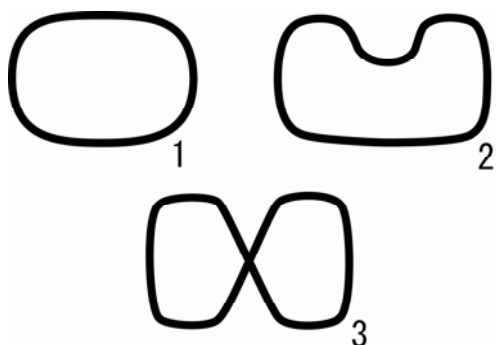


図4 ライントレースコース

#### (エ) 障害物タイムトライアル

高低差のある直線、S 字の曲線、トンネルのある直線の 3 パターンを組み合わせたコースを走行し、タイムを競う (写真 5)。

#### (4) ワークショップ実施の概要

##### ア 高校生対象

千葉県立市川工業高等学校と千葉県立現代産業科学館で連携し実施している高等学校単位認定支援事業の講座 (休日を中心に年間 13 回実施) に本プログラムを組み込み、ワークショップを 4 回実施した。参加者は、4 回とも同じ生徒で行い、ワークショップ実施後のアンケートで生徒の意識等の変容を考察するよう計画した。しかし、生徒の都合 (部活動等) により、4 回のすべての講座に参加した生徒は 2 名となった。

各ワークショップでは、課題のコースで繰り返しロボットを試走させ、正確に速く動くように調整させた。その時に、生徒は他の生徒の良いところを参考にするなど情報交換を行った。

また、生徒の試行錯誤の道筋を追うために、生徒が活動中に考えたロボットの構造やプログラミングの構想をワークシートに記入させた。課題を達成した生徒には、さらに速いタイムが出せるようにロボットの改良を行わせた。その改良の過程が分かるようにその都度、考えをワークシートに記入させた。

活動人数はワークショップ 1 回目では、2 人~3 人のグループで行わせたが、ワークショップ 2 回目以降は、参加した生徒が少なかったこともあり個人で活動を行わせた。

ワークショップの最後には、各生徒の成果を発表させ相互評価を行った。4回のワークショップの内容は下記のとおりである。

(ア)ワークショップ1回目

「コース別タイムトライアル」

実施日：平成20年6月28日（土）

実施時間：13:00～16:00

進め方：「組み立て・プログラミング」

参加者数：9人

活動方法：2人～3人のグループ

(イ)ワークショップ2回目

「車庫入れタイムトライアル」

実施日：平成20年8月23日（土）

実施時間：13:00～16:00

進め方：「組み立て・プログラミング」

参加者数：4人

活動方法：個人

(ウ)ワークショップ3回目

「障害物タイムトライアル」

実施日：平成20年9月14日（日）

実施時間：13:00～16:00

進め方：「組み立て・プログラミング」

参加者数：6人

活動方法：個人

(エ)ワークショップ4回目

「ライントレースタイムトライアル」

実施日：平成20年11月15日（土）

実施時間：13:00～15:00

進め方：「改良・プログラミング」

参加者数：7人

活動方法：個人

※ワークショップ4回目の難易度は☆☆☆☆であるが、光センサーを使用することや実施時間の都合で講座の進め方は「改良・プログラミング」を採用し、ワークショップを実施した。

イ 大学生対象

千葉大学と千葉県立現代産業科学館で連携し実施している教育実習事後研修の講座に本プログラムを組み込み、ワークショップを2回実施した。

本講座は、異なった学生を対象に2日間行うものであり、1日目は「コース別タイムトライアル」、2日目は「車庫入れタイムトライアル」を実施した。

いずれのワークショップも実施時間は1時間30分としているので、ワークショップの進め方は、ロボットの「改良・プログラミング」（図3）を採用した。ワークショップへの参加者は両日とも30名程度だったので、3～4人のグループで活動を行わせた。

調査は、アンケート、ワークシート及び指導者の観察で行い、結果を考察した。

アンケートは任意提出としたので、回答したのは両日で26人だった。2回のワークショップの内容は下記のとおりである。

(ア)ワークショップ1日目

「コース別タイムトライアル」

実施日：平成20年6月25日（水）

実施時間：10:30～12:00

進め方：「改良・プログラミング」

参加者数：30人

活動方法：3人～4人のグループ

(イ)ワークショップ2日目

「車庫入れタイムトライアル」

実施日：平成20年6月26日（木）

実施時間：10:30～12:00

進め方：「改良・プログラミング」

参加者数：31人

活動方法：3人～4人のグループ

ウ 親子対象（小学生とその保護者）

科学館子ども教室（年間16回実施）に本プログラムを組み込み、ワークショップを4回実施した。参加は親子とし、「改良・プログラミング」の進め方を採用して60分で行った。

この講座は、当日参加者を募集して実施するもので、異なった親子を対象に4回行った。4回とも「車庫入れタイムトライアル」を実施した。

調査は、参加者の感想及び指導者の観察で行い、結果を考察した。4回のワークショップの内容は下記のとおりである。

(ア)ワークショップ1・2回目

「車庫入れタイムトライアル」

実施日：平成20年7月6日（日）

実施時間：10:30～12:00、13:00～14:30

進め方：「改良・プログラミング」

参加者数：午前6人/午後9人 合計15人

活動方法：親子



(イ)ワークショップ3・4回目  
 「車庫入れタイムトライアル」  
 実施日：平成20年7月13日(日)  
 実施時間：10:30~12:00、13:00~14:30  
 進め方：「改良・プログラミング」  
 参加者数：午前5人/午後6人 合計11人

#### 4 調査結果

(1)高校生対象学習プログラムについて

ア ワークショップへの関心・意欲・態度

ワークショップが楽しかったか否かを尋ねた質問において、概ね肯定的な回答が得られた。「楽しかった」理由として、

「コース別タイムトライアル」では、

- ・ 組み立てが良かったから
- ・ プログラミングが楽しかった
- ・ 自分の考えと実際のプログラムで違う動きをしたから
- ・ 友達と協力したから

「車庫入れタイムトライアル」では、

- ・ 一人一台で自分の好きなように作れたから、パソコンをいじれたから
- ・ 自分のペースでできたから

など、一人で自由に活動できたことで、グループ活動とは違った楽しさが味わえたようである。

「障害物タイムトライアル」では、

- ・ いろいろな動きがあったから
- ・ 難易度が上がったから
- ・ ロボットが簡単に作れたから

など、生徒の学習プログラムへの慣れと難しいことや新しいことへの挑戦が活動意欲へつながっていることが分かる。

「ライントレースタイムトライアル」では、

- ・ 自分の作ったプログラム通りにロボットが動いたから
- ・ ちゃんとできると楽しい

など、自分の描いた構想どおりの動きができると満足している様子が分かった。

「何が楽しかった」の質問に対して、

どのワークショップにおいても「ロボットをつくったこと」「プログラムを組んだこと」を挙げて、活動の中心である「組み立て・プログラミング」については、十分楽しむことができていた。

特に、「ライントレースタイムトライアル」や「障害物タイムトライアル」では、「複雑なコースに挑戦したこと」「どのコースにも対応できるプログラムにすること」「自分の考えを試したこと」など、一人一台ロボットを割り当てることができたことにより、試行錯誤の時間が増えたことやワークショップ毎に難易度が上がったことで、モチベーションも上がっていく生徒の変容をとらえることができた。学習プログラムを開発する上で、ひとつのワークショップにおいても難易度を段階的に設定することは、参加者の活動意欲を喚起する上で大切な要素だと言える。

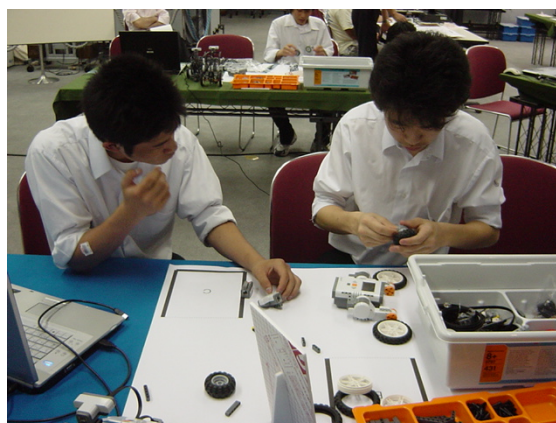


写真6 ロボットの組み立てに取り組む

「ワークショップで印象に残ったこと」についての記述をみると、「コース別タイムトライアル」では、プログラミングを必要とする自律型ロボットの製作が初めてだったこともあり、「プログラミングについて」の印象が特に強かったようである。「車庫入れタイムトライアル」になると、「コース別」の時よりも



写真7 コンピュータでプログラミング

製作にも慣れ、組み立て作業がスムーズに行えたために、完走できたことやタイムを測定できたこと、見本や説明書を参考にせず、初めから創造性を用

いて自分のロボットを完成させたことなど、達成感が持てたことへの印象が強くなっていた。「障害物タイムトライアル」では、「ロボット作成とプログラムの難しさ」「物事は計算では動かない」「ものづくりの楽しさ」など、試行錯誤や苦勞の末に得た見解を述べ、初めの段階よりもかなり次元の高い意識を持って活動していたと言える。

#### イ 教材との関わり

**表1 満足度の自己評価結果 (N=26)**

	ロボットの性能	ロボットの形	プログラミング
とても満足	3	6	3
満足	5	3	7
普通	2	4	5
あまり満足しなかった	4	2	2
満足しなかった	3	2	0

ロボットの性能に関しては、課題を達成できた生徒ほど満足感が高い。初回では、「センサーが機能しない」「車高がよくできなかった」など、満足度に関わらずある部分に特化した理由を述べていた。終盤のワークショップでは、他のロボットとの比較や自分のロボットの機能のバランスなどから総合的にロボットの機能について判断することができていた。

ロボットの形については、「斬新なデザインになった」など、多くの生徒が満足していた。しかし、試行錯誤しているうちに時間が無くなり、説明書と同じような形になってしまった生徒は、十分満足できていない。また、生徒は満足しているが、形に懲りすぎて、機能性の考慮が甘いロボットもあった。

プログラムについても、概ね満足している。初めは、難しく感じていたプログラミングも何度かワークショップを経験することで、コツを掴み簡単に操作できるようになっている。慣れることで微妙な動きもプログラムでき、満足感を高めている。

#### ウ 課題解決の過程

1回目のワークショップ「直線やクランクコースを速く正確に走る」という課題に取り組む中で、「プログラムを正確に作る」「自由に動く後輪が必要」「車高を平らにし、安定性を高めすぎない」などの記述から、ロボットの形やプログラミングを修正することの必要性やトレードオフの関係に気づくことができた。

「車庫入れタイムトライアル」では、「ロボットの機能を最大限に生かす」「プログラミングの工夫と動きやすいロボットをつくる」など、ロボットの構造とプログラミングとの関係に気づいていた。

「障害物タイムトライアル」では、コースの状況に応じて「予想できる力、様々な動力の動きを見て考えられる力」の大切さや「動かして微調整する」「集中して取り組む」など、活動への姿勢の大切さにも気づいていた。

「ライントレース」では、どのコースにも適応できるプログラミングを試行錯誤する中で、光センサーの感度や動力のバランスの大切さに気づくことができた。

どのワークショップにも参加できた生徒は少数であったが、それぞれの課題を克服することで、思考に柔軟性が生まれ、取り組みの姿勢に変容が見られた。

#### エ 参加者同士の協力・コミュニケーション

**表2 参加者同士の協力・コミュニケーション結果 (N=26)**

	同じチームの友達と協力して作業ができた	自分達で問題点を見つけることができた	他のチームと話し合いができた
とてもそう思う	5	3	1
そう思う	1	4	1
普通	2	1	2
あまりそう思わない	0	0	1
そう思わない	0	0	3

参加者の人数が少なかった1回目のワークショップのみグループ活動を行い、生徒の意識を調査した。

「同じチームでの協力」「自分達で問題を見つける」の項目については、肯定的な回答が多かった。「他のチームとの協力」については、回答が分散した。否定的な回答も多かった原因としては、チームでの課題解決が優先され、他のチームとの意見交換をするゆとりが無かったことが考えられる。

また、2回目のワークショップ以降、個人での活動の場合も、一人ひとりが課題解決に没頭し、友達との意見交換が十分できない状況も見られた。

## (2) 大学生対象学習プログラムについて



写真8 ワークショップに取り組む千葉大生

### ア ワークショップへの関心・意欲・態度

ワークショップが楽しかったか否かを尋ねた質問において、回答した全ての学生が「とても楽しかった」あるいは「楽しかった」と感じていた。

「楽しかった」理由としては、

- ・ 普段やらないロボット操作やプログラミングができた
- ・ みんなでどうしたらもっと良くなるか考えながら作業ができた
- ・ プログラムによって精密なロボットのコントロールが可能であり、工夫した甲斐があった
- ・ 実験を繰り返すことにより、正確に動くことを確認でき、達成感があった
- ・ 自ら考え試行錯誤し、目的は一つだけど正解が一つじゃないところがいい
- ・ 工夫できるところがたくさんあり、速く走らせることを目指しながら、個性を持たせることができた
- ・ 自分の思い通りに動かしたり、逆に思いもよらない動きをしたりするところ

など、自由な発想と簡単な操作で、ロボットが自在に動かせる喜びを味わえた。

「何が楽しかったか」の質問に対して、多かったのは「プログラムを組んだこと」(69.2%)「友達と一緒に作業したこと」(34.6%)であった。さらに、詳しくその理由を聞いてみると、

- ・ 細かいところまでプログラムを考えなければならないところが面白い
- ・ いろいろと試す中で改善できるところに楽しみや、やりがいを覚えた
- ・ プログラムを作ることを通して仲間たちと共通の目標を持ち、取り組めた

など、失敗や試行錯誤はあるものの、繰り返し挑戦できたり、チーム内での協力により改善できたりしたことで達成感があり、このワークショップの内容に満足していた。

このワークショップで印象に残ったことを自由に記述してもらった質問においても、

- ・ プログラミングの難しさを知った
- ・ 難しいがゆえに、楽しい
- ・ ソフトが使いやすい、秀逸
- ・ ロボットの性能に驚いた。いろいろなセンサーがあり工夫し甲斐がある
- ・ 機械やコンピュータは苦手だったが、使ってみると意外に簡単にできた
- ・ 他のチームのやり方を見ることができた

など、教材の性能に驚きと強い興味を示した記述が多かった。

以上の回答内容からワークショップへの関心度を分析してみると、優れた教材を利用し学習プログラムを組み立てたことにより、学生は抵抗無くワークショップに取り組み、ロボットのプログラミングを楽しむことができたようである。

しかし、取り組み始めてみると、ロボットはなかなか思い通りには動かず、失敗や試行錯誤も多く、目標の達成は安易ではなかった。それでも、活動への意欲を失わずむしろ興味を強めていったのは、ロボットの構造やプログラミングの改良が新たなロボットの動きを生み出し、問題解決へとつながったことや仲間との協力や情報交換が、学生の活動意欲を喚起し、達成感や満足感をもたらしたためと考えられる。



### イ 教材との関わり

この項目では、自分がつくったロボットの性能や形、プログラミングについて、満足度を自己評価してもらった。

**表3 満足度の自己評価結果 (N=23)**

	ロボットの性能	ロボットの形	プログラミング
とても満足	7	5	8
満足	7	7	7
普通	2	4	5
あまり満足しなかった	3	1	2
満足しなかった	0	2	0

前の調査項目でも記述したが、教材の性能については、多くの学生が満足している。特に、光や超音波などのセンサー機能や設定の仕方には関心が高い。また、ロボットの構造のシンプルさにも興味を抱いている。

しかし、自分がつくったロボットの性能について、「あまり満足しなかった」と回答した3人には、「車体の改造に時間がかかって、プログラミングの時間があまりなかった」「速く走れるようにもっと改造したかった」「完走したかった」と扱う教材に高い機能があっても、使いこなせなかったことへの不満があった。

ロボットの形については、今回のワークショップがプログラミング中心だったため、評価できなかつたり満足できなかつたりした学生がいた。

プログラミングについては、「初めてだったが簡単に設定できた」「思ったように動き、思ったより正確だった」「難しいところもあったが、できると楽しい」など、できた喜びを感じていた。

### ウ 課題解決の過程

『クランクコース』『車庫入れコース』で速く正確にロボットを動かすには、どんなことが大切だと思いますか。」の質問に対して、「回転数と時間のバランス」「速さを欲張らない」「正確すぎない」「スピー

ドと正確さの調和点を見極める」「曲がる角度とモーターの回転の調整」など、多くの学生が「トレードオフの最適化」について言及していた。また、「曲がり具合の設定」「正確なプログラム」「回転の角度」など、ロボットのプログラミングを修正することの大切さを言及した学生も多かった。

さらに、「失敗したときに、どうしてそうなったか考える」「予想すること、発想を変えること」など、取り組み姿勢についての記述もあった。

これらのことにより、ワークショップの中で失敗を繰り返しながらも工夫を重ね、課題解決に取り組んでいる学生の姿が見て取れる。このことは、技術リテラシー涵養に関わる大切な要素であり、この学習プログラムの成果とも言える。

### エ 参加者同士の協力・コミュニケーション

「同じチームの友達と協力して作業できた」「自分達で問題点を見つけることができた」については、ほとんどが肯定的だった。「他のチームとの関わり」については、回答が分散し、否定的なものもあったが、それは、チーム内での関わりが強く、必ずしも他のチームからの情報を必要としなかったためだと考えられる(表4)。

また、大学生は、個々の問題解決能力も高く、自力解決することに満足感を得ているとも言える。

**表4 参加者通同士の協力・コミュニケーション結果 (N=18)**

	同じチームの友達と協力できたか	自分達で問題点を見つけることができたか	他のチームとの話し合いができたか
とてもそう思う	14	13	3
そう思う	3	4	4
どちらでもない	0	0	6
あまりそう思わない	0	0	3
そう思わない	0	0	1

## (3) 親子対象(小学生とその保護者)

## ア ワークショップへの関心・意欲・態度

4回実施したワークショップに参加した子どもの学年組成を見ると、幼稚園児1名、小学校1年生7人、2年生4人、3年生7人、4年生4人、5年生2人、6年生1人の合計26人であった。

基本動作、センサーについて一通り体験した後で、それぞれ自由に車庫入れのプログラミングを行わせた。小学校4年生以上の児童は比較的自分でプログラミングを行い、試行錯誤しながら課題をクリアする姿勢が見られた。3年生以下では、保護者への依存度が強くなり、学年が下るにつれて保護者が主体となる傾向が見られた。また、小学校4年生以上の参加者は、ロボットに興味があるため応募してきたと見られ、理解度が高く、積極的に課題に取り組んでいたが、低学年の場合は、「ロボット」という言葉に強い関心がありながらも、プログラミングという作業に対する理解度に個人差があるように見られた。

作業が進行するに従って、作業に対する関心や理解度の差が、過程に大きく反映されるようになった。また低学年の参加者の場合は、保護者のPCに対する慣れやソフトウェアに対する適応度の差が達成度に影響を与えた。

実施時間中盤を過ぎるころから、低学年では、集中力を欠く参加者が見られた。また、保護者の中には、PCをうまく扱うことができない人がいた。

我々は、できるだけ参加者のプログラムを尊重しながら助言をしたり、手伝ったりした。本プログラムの主眼が、試行錯誤しながら目的を達成することにあるため、こちらの経験を押し付けることはできるだけ避けるように心がけた。しかし実際には、親子の興味を持続させ、達成感に結びつけるために、我々が主導的に成功へ導くことも行った。

このような結果、多くの参加者が、「車庫入れ」を達成することができ、タイムトライアルを実施することができた。しかし、プログラムを改善し、ロボットをより速く動作させるという段階まで到達できた参加者は少なかった。

## イ 教材との関わり

講座終了後、参加者にアンケートを実施した。講座の性格上、アンケートに詳細な設問はせず、感想の自由記述とした。26人中25人がアンケートに回

答した。以下に、回答の傾向についてまとめた。

25人中24人が、「面白かった」「楽しかった」という好意的な意見であった。一方で「難しかった」など否定的な意見は、9名に見られたが、その中の8人が「難しかったけど、楽しかった」といったような、「難しい」ことを肯定的に受け入れ、楽しさの要素としてとらえていた。

好意的な意見の中で、「楽しさ・面白さ」について具体的に記述しているものを見ると、「ロボットが動いたこと」「ロボットの動かし方」「プログラミングで動いたこと」といったロボットを自分で動かす原初的な体験に楽しさを感じたものと、「車庫BからCへロボットを動かせた」「記録が出せた」「記録が伸びた」「思ったようにロボットが動いた」といった、「課題を達成できた成果」に対して喜びを感じたものに大きく分かれた。前者は10人に上り、比較的2、3年生に多かったが、高学年にもみられた。一方後者は8人で、高学年に多かった。我々のサポートを受けずに自力で作業を進めたために、タイムトライアルまで到達できない参加者もいたが、それでも自力で課題をクリアしてゆく達成感を得ていた。

## ウ 課題解決の過程

今回は、1回の講座で基本動作の習得からスタートして、車庫入れタイムトライアルまで到達することを課題とした。実施状況を観察していると、家族により講座に対する親和性の差が見られた。特に低年齢の子どもにおいて、根気よく試行錯誤に取り組む姿勢に差が見られた。この状況を克服するために、我々はかなりの割合でプログラミングを補助した。講座の実施状況のみを見た限りでは、親子で良好な関係を保ちながら協力して課題に取り組めたのは小学校中学年以上で、小学校低学年を含む親子を対象としたプログラムとしては、良好な結果が得られたとは言いがたかった。

その一方で、アンケートの結果からは総じて「楽しかった」という感想が得られた。具体的には、ロボットをプログラミングにより動かすという原初的な体験に感動するパターンと、試行錯誤の過程に喜びを感じるパターンに大別された。本プログラムの目的である「トレードオフの解決過程を体験させ、技術リテラシーを高める」事についてみると、試行錯誤の過程に喜びを感じた参加者が、ある程度の日

的が達成されたと見ることができ、全体の約 32%を占めた。また「難しかったが楽しかった」といった、難しさを楽しみの要素と捉えた参加者も約 32%みられ、これらを合わせると 52%が、困難を克服することが面白さにつながると感じていた。

これらの事を総合すると、今回実施した「車庫入れタイムトライアル」は、「トレードオフの問題解決過程を体験させ、技術リテラシーを高める」という目的については、小学校中学年以上の小学生と親子については、ある程度達成できたと考えられる。

一方で、小学校低学年を対象とした場合、達成されたかどうかは個人差がみられた。しかし、多くの小学生が、ロボットを通して科学技術に接する喜びを感じていることから、「技術リテラシーの涵養」への導入として効果があったと考えられる。

#### エ 参加者同士の協力・コミュニケーション

このワークショップの場合、親子で協力して困難を克服し、喜びを共有するという点が、重要なポイントである。

ただし、小学校低学年を中心として実施した場合、子どもだけでなく親子両方に対するサポートを厚くし、子どもの集中力を持続するための対策を図る必要がある。

また、個人差についても想定の上で講座を運営する必要がある。



写真9 親子でプログラミングに取り組む

## 5 成果と課題

### (1) 成果

この学習プログラムのワークショップは、小学生とその保護者・高校生・大学生という、非常に幅広

い年代を対象に実施することができた。教育用レゴマインドストーム NXT®を使ってのロボット製作やプログラミングは、「活動を楽しむ」とい点においては、どの年代においても非常に満足度が高かった。特に、ロボットを動かすソフトウェアは、短時間の練習で簡単に使えるものなので、誰もが抵抗なくプログラミングに取り組むことができた。

さらに、4種類のワークショップを設定したことで、基本的なプログラミングを応用した発想が活かされ、参加者の創造性を高める結果となった。

また、各ワークショップに「タイムトライアル」などのゲーム的要素を取り入れたことで、完走の時間によって数値として明確な自己評価が可能となり、時間を短縮するために工夫したり、試行錯誤したりする主体的な活動を喚起することもできた。

さらに、ワークショップの進め方を「組み立て・プログラミング」と「改良・プログラミング」の2種類設定したことで、実施時間や参加者の対象が多様化できた。

参加者の技術リテラシーの涵養の観点についても、ワークショップ毎の課題解決の過程において成果が得られ、学習プログラムの有用性が認められた。

### (2) 課題

教育用レゴマインドストーム NXT®は、多くのパーツを組み合わせて形作ることができる特徴を持ち、参加者の発想力・創造性を高めることが可能である。しかし、あまりにも多くのパーツがあるために組み立てに時間がかかるという一面もある。

高校生を対象に実施した学習プログラムは、「組み立て・プログラミング」というワークショップの進め方で実施し、ロボットの組み立てとプログラミングの両面から技術リテラシーの涵養を図った。その目的は、概ね達成できた。このプログラムは、全てのワークショップ（4回）に参加することで、学習効果が得られる計画である。継続して参加した生徒は、組み立てやプログラミングへの慣れが、高い成果をもたらした。しかし、そうでない場合には、組み立てやプログラミングに手間取り、課題解決に至らない場合が多かった。

このことから、「組み立て・プログラミング」のワークショップについては、複数回のワークショップが可能な場合や時間的にゆとりのある場合において、

継続し経験を重ねることが、有効であると言える。

また、ロボットに関わる人数についても、1人が有効な場合と、「親子」「友達」など、複数が有効な場合が考えられる。参加者の実態に合わせて、チームの構成やワークショップの進め方を選択し、最適な形態で実施することが、学習の楽しさを生み、技術リテラシーの涵養にもつながる。

さらに、ワークショップの内容を吟味し、参加者の増加と技術リテラシーの涵養に努めていきたい。

#### 註

- 1) 科学技術リテラシーをわかりやく具体化して、文章化したもの
- 2) 情報学専門部会、宇宙・地球・環境科学専門部会、人間科学・社会科学専門部会、物質科学専門部会、数理科学部会、生命科学専門部会、技術専門部会  
※1) 2) 北原和夫(代表研究者)「平成17年度科学技術振興調整費調査研究報告書 重要課題解決型研究等の推進：科学技術に必要な調査研究『科学技術リテラシー構築のための調査研究』調査研究報告書」(2006)
- 3) 「日本人が身につけるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究 21世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト 技術専門部会報告書」によると、技術とは「人々がよりよく生きるための技(わざ)」であり、技術リテラシーとは、その技を実現させるための「技術に関する知識、技術を使うための方法論、実際に技術を使いこなす能力、の三要素から構成される」素養のことである。
- 4) 一方を追求すれば他方を犠牲にせざるを得ないという二律背反の状態・関係のこと

#### 参考文献

- 大庭慎一郎：「入門 LRG MINDSTORMS<sup>®</sup> NXT」ソフトバンククリエイティブ(株)(2006)
- 大庭慎一郎：「LEGO MINDSTORM NXT グレーブック プログラムノツラ」(株)毎日コミュニケーションズ(2007)
- 科学技術の智プロジェクト：「日本人が身につけるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究 21世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト 技術専門部会報告書」(2008)
- 科学技術の智プロジェクト：「平成18・19年度科学技術振興調整費『重要政策課題への機動的対応の推進』調査研究報告書」(2008)

北原和夫(代表研究者)：「平成17年度科学技術振興調整費調査研究報告書 重要課題解決型研究等の推進：科学技術に必要な調査研究『科学技術リテラシー構築のための調査研究』調査研究報告書(2006)

シーモアパパート(奥村貴世子訳)：「マインドストーム 子ども、コンピュータ、そして強力なアイデア」未来社(1995)

独立行政法人国立科学博物館科学リテラシー涵養に関する有識者会議：「『科学リテラシー涵養活動』を創る～世代に応じたプログラム開発のために～(中間報告)」(2008)



# 資料編

I 「速く正確に走るロボットをつくって、コース別タイムトライアルをしよう」

1. 活動の目標

- ・ 構造やプログラムに興味を持ち、意欲的に、速く正確に走るロボットをつくらうとしている。
- ・ 構造と速度とのトレードオフの関係に気づき、必要な機能を選択し、それぞれのコースをより速く正確に走るロボットをつくることができる。
- ・ チームでアイデアを出し合い、より速く正確に走るロボットに仕上げる。

2. 活動の流れ

過程	時間	主な活動	留意点	備考
導入	30分	<b>速く正確に走るロボットをつくって、コース別タイムトライアルをしよう</b>		
イメージの具体化	120分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 見本の車型ロボットの構造や動きを観察し、デザインを相談する。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 三輪型 or 四輪型</li> <li>・ タイヤの大きさ</li> <li>・ 動力の伝達…ギア、ベルト等</li> </ul> </li> <li>○ プログラムの内容を調べ、必要なプログラムを相談する。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直進、左折や右折、曲がる角度</li> <li>・ 出力の大きさ</li> </ul> </li> <li>○ 必要な部品を選び、組み立てる。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動力の伝達をどのように行うか相談する。</li> </ul> </li> <li>○ プログラムをつくる。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ A、B 両方のコースに対応する 2 つのプログラムをつくる。</li> </ul> </li> <li>○ 動かしてみる。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 選択したコースで動かし、タイムを測定し、記録する。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 見本となるロボットや写真など、アイデアのヒントとなる資料を用意する。</li> <li>○ プログラムをプリントアウトし、参考資料として掲示する。</li> <li>○ 各チームにボックスセットを用意し、その中から選ばせる。</li> <li>○ プログラミングブロックの掲示物を参考にさせる。</li> <li>○ 他のチームとも積極的に情報交換させる。</li> <li>○ 速度を上げるとコースをはみ出したり、正確にコースを走ろうとすると時間がかかったり、トレードオフの関係が生じることに気づかせる。</li> </ul>	<p>見本ロボット 写真</p> <p>プログラム 掲示資料</p> <p>マインド チーム・ボ ックスセ ット</p> <p>プログラ ミングブ ロックの 掲示資料</p> <p>タイム トライ アルコ ース A:直線 コース B:クラ ンク コース</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 両方の記録を他のチームと比較し、改良点を話し合う。</li> <li>○ 形やプログラムを変えて、より速く走る車に改良する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ コースごとの最高記録を掲示し、活動意欲を高める。</li> <li>○ チームで相談させたり、他のチームの取り組みを改良の参考にさせたりする。</li> </ul>	
まとめ	30分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 最高タイムと工夫したところを報告する。</li> <li>○ 報告を聞き、他のチームの取り組みを評価する。</li> <li>○ 取り組みの様子を振り返り、自己評価する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 個人としての取り組みだけでなく、チーム内でのかわりについても評価させる。</li> </ul>	評価カード

1. 場の設定について

本時では、「直線コース」と「クランクコース」の2種類のコースを設定する。「直線コース」では、ロボットの構造や動力の伝達方法を工夫し、動力を最大にすることで記録を短縮することが可能である。

しかし、「クランクコース」では、動力を最大にするだけでは記録の短縮が難しい。ここでは、速度を制御しながら確実にクランクを曲がって進むことが重要となる。従って、あえて2つのコースを設け、両方のコースでよりよい記録を残すことを目指す活動を行わせることで、速度とのトレードオフの関係に気づき、最適化の方法を導き出そうすることを期待している。

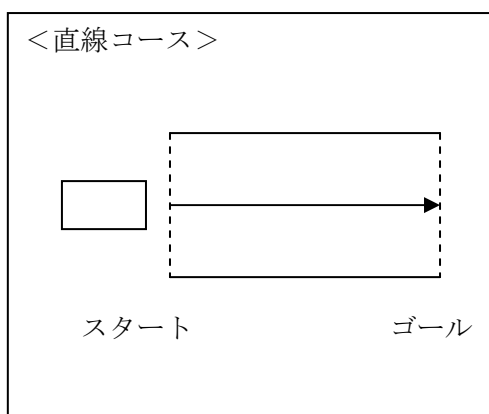


図1 直線コースの移動例

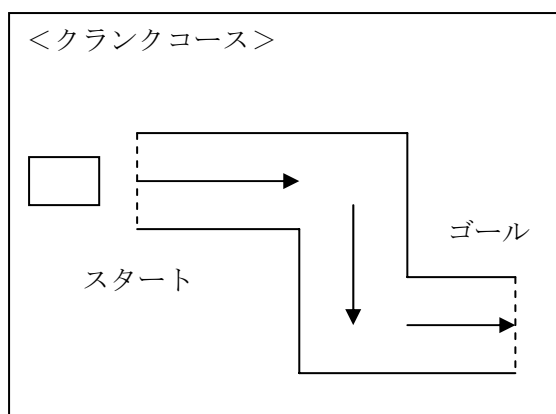


図2 クランクコースの移動例

Ⅱ 「速く正確に移動するロボットをつくって、車庫入れタイムトライアルをしよう」

1. 活動の目標

- ・ 構造やプログラムに興味を持ち、意欲的に、速く正確に移動するロボットをつくらうとしている。
- ・ 必要な機能を選択し、3つの車庫へ、より速く正確に移動できるロボットをつくり、動かす活動を通して軌跡制御と速度のトレードオフの関係に気づく。
- ・ チームでアイデアを出し合い、より正確な車庫入れができるロボットに仕上げる。

2. 活動の流れ

過程	時間	主な活動	留意点	備考
導入	30分	<b>速く正確に移動するロボットをつかって、車庫入れタイムトライアルをしよう</b>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 見本のロボットの構造や動きを観察し、デザインを相談し計画図にイメージを記入する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 三輪型 or 四輪型</li> <li>・ タイヤの大きさ</li> </ul> </li> <li>○ 簡単なプログラミング操作法を理解する <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ダウンロードの方法</li> <li>・ 直進、後進、曲がる</li> <li>・ センサーを使って止まる等</li> </ul> </li> <li>○ プログラムの内容を調べ、必要なプログラムを相談しロボットの動きのイメージを計画図に記入させる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直進、後進、停止、</li> <li>・ 曲がる角度やタイミング</li> <li>・ センサーの使用等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 必要な事柄をメモさせる。</li> <li>○ 見本となるロボットや写真など、アイデアのヒントとなる資料を用意する。</li> <li>○ 実際に簡単なプログラミングを行い、見本のロボットを動かすことで、プログラミング操作法を確認させる。</li> <li>○ プログラムをプリントアウトし、参考資料として掲示する。</li> <li>○ 文字や線を使って、計画図にロボットの移動経路を記入させる。</li> </ul>	<p>計画図 見本ロボット写真</p> <p>プログラム用 掲示資料</p> <p>計画図</p>
イメージの具体化	120分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 必要な部品を選び組み立てる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動力の伝達方法をどのように行うか相談する。</li> </ul> </li> <li>○ プログラムをつくる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 車庫入れに必要な、プログラムブロックは何か考え、自分のイメージ通りのプログラムを作成する。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 各チームにボックスセットを用意し、その中から選ばせる。</li> <li>○ プログラミングブロックの掲示物を参考にさせる。</li> <li>○ 他のチームとも積極的に情報交換させる。</li> </ul>	<p>マインドストーム・ボックスセット</p> <p>プログラミングブロックの 掲示資料</p>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 動かしてみる。             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動かしてみて、正確に速く車庫入れができるか確かめる。</li> <li>・ タイムを測定し、記録する</li> <li>・ 本体か、プログラムかへの修正が必要</li> </ul> </li> <li>○ 計測したタイムを他のチームと比較し改良点を話し合う</li> <li>○ 形やプログラムを変えて、より速く正確に動くロボットに改良する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 速度を上げると確実な車庫入れが難しく、かえって時間がかかってしまうことなどから、トレードオフの関係が生じることに気づかせる。</li> <li>○ タイヤの滑りや摩擦にも影響されることに気づかせる。</li> <li>○ 各チームの最高記録を掲示し活動意欲を持たせる。</li> <li>○ チームで相談させたり、他のチームの取り組みを改良の参考にさせたりする。</li> </ul>	
まとめ	30分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 報告する。</li> <li>○ 他のグループの報告を聞き、他チーム作品の評価をする。</li> <li>○ 活動の状況を振り返り、自己評価する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 正確な車庫入れをするために、特に工夫したところを中心に自己評価させる。</li> <li>○ 個人としての取り組みだけでなく、チーム内でのかわりについても評価させる。</li> </ul>	評価カード

### 3. 場の設定

本時では、車庫（A、B、C）を3つ設定する。まず、スタートの車庫を選択し、移動方法をグループで相談する。スタートする車庫はどこからでもよいものとし、残りの2つの車庫の中に正確に早く車型ロボットを移動させていく。車庫に入るときは、前向きでも、後ろ向きでもどちらでもよいものとした（図3）。ロボットの車庫入れでタイムトライアルを実施することで、速度と軌跡制御のトレードオフの関係に着目させ、より速く、そして正確な動きを実現させるために、最適な方法を導きだすことを期待している。

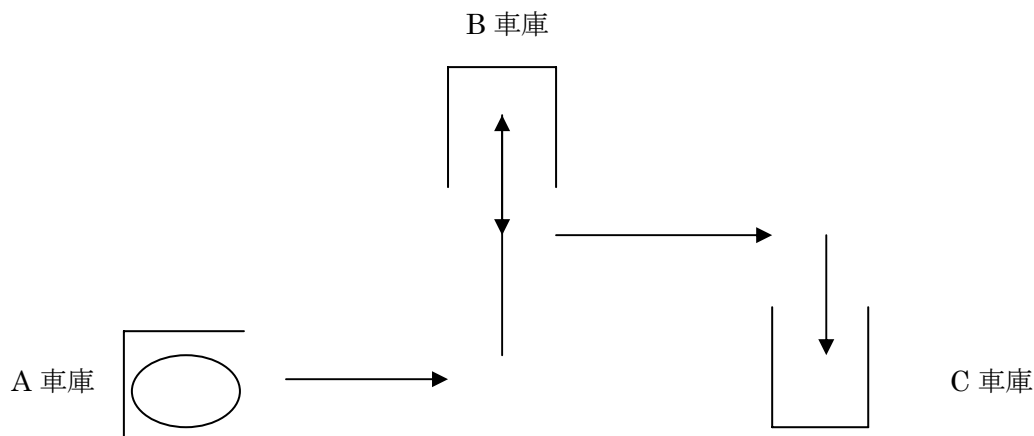


図3 車庫と車型ロボットの移動例

**Ⅲ 「光センサー機能を使って、ライントレースタイムトライアルをしよう」**

1. 活動の目標

- ・ 光センサーの機能の使い方を知り、ライントレースができる。
- ・ 形状の違ったコースに対応できるプログラムを工夫することで、軌跡制御とのトレードオフの関係に気づく。
- ・ チームでアイデアを出し合い、より速く正確にライントレースができる。

2. 活動の流れ

過程	時間	主な活動	留意点	備考
導入	15分	<b>光センサー機能を使って、ライントレースタイムトライアルをしよう</b>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ライントレースのイメージと仕組みについて知る。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 光センサーの設定方法</li> <li>・ 明暗を感知して方向を変えたり進んだりする</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 実際に簡単なプログラミングを行い、操作法を確認させる。</li> </ul>	プログラム用 掲示資料
イメージの具体化	90分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 基本的な機能をどのように使えば、コースを走らせることができるのかを考える。</li> <li>○ プログラムをつくる。</li> <li>○ 動かしてみる。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動かしてみて、正確に速くライン上を動くか</li> <li>・ タイムを測定し、記録する</li> </ul> </li> <li>○ もっと速く動くプログラムにするためには、どこを修正すればよいか話し合う。</li> <li>○ 形やプログラムを変えて、より速く正確に動くロボットに改良する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ コース上での動きのイメージからプログラムを組み立てさせる。</li> <li>○ イメージのつかめない参加者には、ライントレースのプログラム例を参考にさせる。</li> <li>○ 光センサーの感度や方向の設定、動く速さ等の設定を修正させる。</li> <li>○ 1から3のコースに順次挑戦させる。</li> <li>○ 計測したタイムを他のチームと比較し改良点を話し合わせる。</li> <li>○ チームで相談させたり、他のチームの取り組みを改良の参考にさせたりする。</li> </ul>	光センサーを とりつけたロボット  ライントレースプログラム 例  3種類のライントレースコース ストップウォッチ
まとめ	15分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 報告する。</li> <li>○ 他のグループの報告を聞き、他チーム作品の評価をする。</li> <li>○ 活動の状況を振り返り、自己評価する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 正確に速くライントレースするために、特に工夫したところを中心に自己評価させる。</li> <li>○ 個人としての取り組みだけでなく、チーム内でのかわりについても評価させる。</li> </ul>	評価カード

### 3. 場の設定

本時では、コースを3つ設定する。

「コース1」は、ライントレースの基本的なプログラムで走行できる楕円のコースにして、光センサーの使い方やライントレースのプログラムに慣れさせる。

「コース2」は、一部へこみのある楕円コースとする。このコースは、光センサーの明暗の読み取りにより小刻みな方向転換が必要となる。

「コース3」は、8の字コースである。このコースの特徴は、ラインが交わっていることである。ラインが交わることで、光センサーでの読み取りが難しくなる。小刻みな方向転換と直進との組み合わせで交差部分をどのように通過するかが完走できるかどうかのポイントとなる。

コースは、1から順に難易度を増す。前のコースで完走できたプログラムが次のコースには対応できないことで、プログラムの修正が必要となる。コース毎に新たな課題が生まれ、参加者に負荷をかけることで、活動意欲を喚起していきたい。

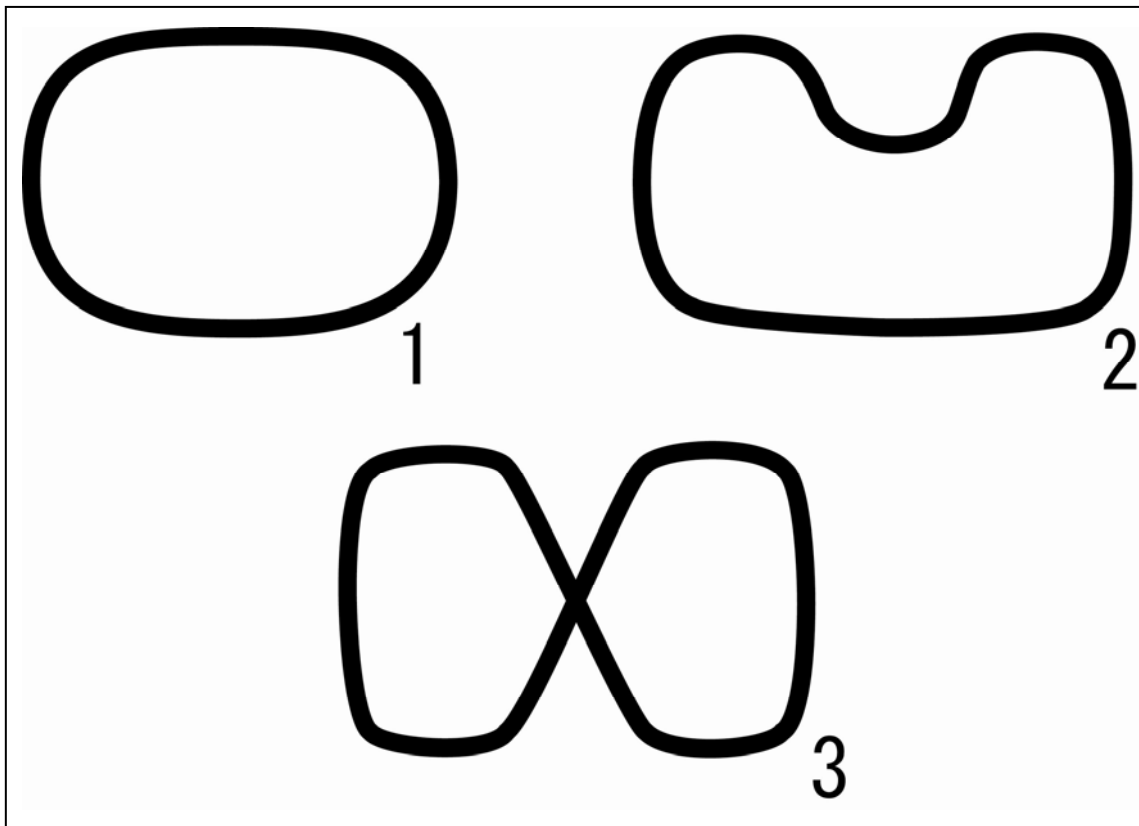


図4 ライントレースの3種類のコース

**IV 「障害物を速く確実に乗り越えて動くロボットをつくり、タイムトライアルをしよう」**

1. 活動の目標

- ・ 構造やプログラムに興味を持ち、意欲的に、速く正確に移動するロボットをつくらうとしている。
- ・ ロボットの構造と軌跡制御及び速度とのトレードオフの関係を最適化し、障害物を乗り越えて速く動くロボットをつくることができる。
- ・ チームでアイデアを出し合い、速く確実に動くロボットに仕上げる。

2. 活動の流れ

過程	時間	主な活動	留意点	備考
導入	30分	<b>障害物を速く確実に乗り越えて動くロボットをつくり、タイムトライアルをしよう</b>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 障害物を乗り越えて動くロボットの構造や動きについて相談する。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 戦車やブルドーザーのようにキャタピラーが必要だ</li> <li>・ 一步一步上り下りできるような足や動きが必要</li> </ul> </li> <li>○ チームのイメージを設計図にまとめる。</li> <li>○ 簡単なプログラミングや動かし方を練習する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 課題の内容を十分に理解させ、必要な構造や動きを考えさせる。</li> <li>○ 見本のロボットを動かしたり、部品を確かめさせたりして、実際につくることのできるのかを、判断させる。</li> <li>○ つくりたいロボットの動きを中心にプログラミングの仕方を試させる。</li> </ul>	見本ロボット  プログラム 掲示資料
イメージの具体化	120分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ロボットを組み立てる。</li> <li>○ プログラムをつくる。</li> <li> </li> <li>○ 動かしてみる。</li> <li>○ 改良点を話し合う。</li> <li>○ 改良を加える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 各チームにボックスセットを用意し、その中から選ばせる。</li> <li>○ プログラミングブロックの掲示物を参考にさせる。</li> <li>○ チーム内で役割を決め、組み立てとプログラミングを並行して進めさせる。</li> <li>○ より速く確実に動くように、操作と改良を繰り返させる。</li> <li>○ 他のチームからの情報も参考にし、改良させる。</li> </ul>	マインドストーム・ボックスセット プログラミングブロックの 掲示資料



まとめ	30分	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 活動を振り返り、自己評価する。</li> <li>○ つくったロボットを使って、デモンストレーションする。</li> <li>○ 構造やプログラムの工夫を報告する。</li> <li>○ 報告を聞き、他のチームの評価をする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 自己評価をもとに、特に工夫したところを中心に報告させる。</li> <li>○ 詳しく知りたいところは、積極的に質問させる。</li> </ul>	評価カード
-----	-----	--	--	-------

### 3. 場の設定について

本時では、割り箸を並べた障害を用意する。タイヤを駆動力として利用したロボットは、速く走れるが、障害には弱い。モーターの動力をどのような形で動作化すれば、障害を乗り越えられるのかロボットの構造や動きを工夫させることで、創造力を養うとともに、「速度」と「軌跡制御」だけでなく「安定性」など、様々なトレードオフの関係を最適化する場面を体験しながら問題解決能力を高めたい。

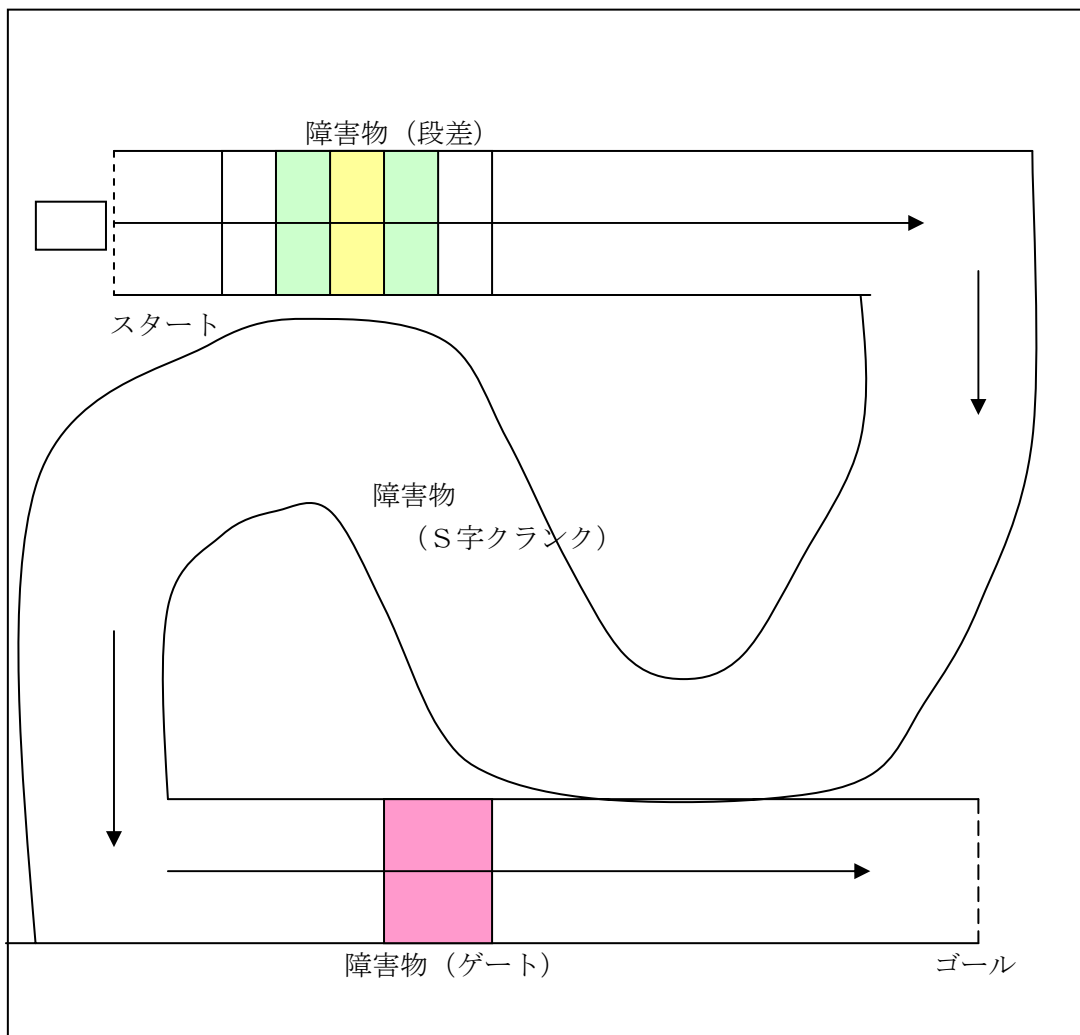


図5 障害物コースの障害物配置と移動例

千葉県立市川工業高等学校単位認定講座  
「速く正確に走るロボットを作って、コース別タイムトライアルをしよう」  
於：千葉県立現代産業科学館 2008年6月28日



## 参加者アンケート

\*皆さんのご意見は、このワークショップをよくするための貴重な情報となります。ぜひ感想を教えてください。(名前は書かないで下さい。)

\*このアンケートには、正解を問う質問はありません。思ったことを自由に答えてください。

1. 今日のワークショップについて教えてください。

1-a 今日のワークショップは楽しかったですか? あてはまるものを選び、○をつけて下さい。また、その回答を選んだ理由を教えてください。

- ( ) とても楽しかった
- ( ) 楽しかった
- ( ) ふつう
- ( ) あまり楽しくなかった
- ( ) 楽しくなかった

理由:

1-b 上の質問で、「とても楽しかった」、「楽しかった」と答えた人に質問します。

あなたは、今日のワークショップの中で何が楽しかったですか? 2つまで○をつけてください。また、その回答を選んだ理由を教えてください。

- ( ) ロボットを作ったこと
- ( ) プログラムを組んだこと
- ( ) ロボットを走らせたこと
- ( ) 友達と一緒に作業したこと
- ( ) 自分の考えを試したこと
- ( ) 試す中で苦しんだこと
- ( ) 自慢できる工夫をしたこと
- ( ) その他

理由:

その他を選んだ人は、この枠の中に具体的に書いてください。

2. このワークショップで印象に残ったことを教えてください。



裏も記入して下さい。

3. 今日の記録・あなたが作ったロボットについて教えてください。

3-a あなたは、自分のロボットの性能に満足できましたか？また、その回答を選んだ理由を教えてください。

- ( ) とても満足した
- ( ) 満足した
- ( ) ふつう
- ( ) あまり満足しなかった
- ( ) 満足しなかった

理由：

3-b ロボットの形は満足できるものでしたか？また、その回答を選んだ理由を教えてください。

- ( ) とても満足した
- ( ) 満足した
- ( ) ふつう
- ( ) あまり満足しなかった
- ( ) 満足しなかった

理由：

3-c プログラミングは満足できるものでしたか？また、その回答を選んだ理由を教えてください。

- ( ) とても満足した
- ( ) 満足した
- ( ) ふつう
- ( ) あまり満足しなかった
- ( ) 満足しなかった

理由：

4. 「クランクコース」で速く正確にロボットを動かすには、どんなことが大切だと思いますか。

[ ]

5. ロボットは、世の中のどのようなところで実際に使われていると思いますか？

[ ]

6. 次の項目について、あてはまる数字に○をつけて下さい。

同じチームの友達と協力して作業ができた。	5	—	4	—	3	—	2	—	1
自分たちで問題点を見つけることができた。	5	—	4	—	3	—	2	—	1
他のチームと話し合いができた。	5	—	4	—	3	—	2	—	1

ご協力ありがとうございました。

とてもそう思う  
そう思う  
どちらでもない  
あまり  
そう思わない  
そう思わない

# ワークシート

\_\_\_月\_\_\_日

県立市川工業高等学校\_\_\_年

名前\_\_\_\_\_グループ

今日の学習のテーマ

自分の目標

<設計図>

## ロボットの形 や プログラム

・図や言葉で記入して下さい。

<記録>

( )回目	ロボットの動き(タイム)	
	なぜそのようになったと思う？	
	どこをどのように改良する？	改良の結果、どのようになると思う？
( )回目	ロボットの動き(タイム)	
	なぜそのようになったと思う？	
	どこをどのように改良する？ 思う？	改良の結果、どのようになると思う？

( ) 枚目

( ) 回目	ロボットの動き(タイム)	
	なぜそのようになったと思う？	
	どこをどのように改良する？	改良の結果、どのようになると思う？
( ) 回目	ロボットの動き(タイム)	
	なぜそのようになったと思う？	
	どこをどのように改良する？ 思う？	改良の結果、どのようになると思う？

## 発表会 評価表

それぞれのチームの評価ポイントを記入する。よかったところ、改善したほうがよかったところがあれば記入しよう。

評価ポイント（1、2、3、4、5）5が最高

	よかったところ	改善したほうがよいところ	評価
A			
B			
C			
D			
E			