

## 持続可能な成長につながる人間力の育成をめざす技術科学習プログラムの開発 † — PDCA サイクルによるループ・スパイラル学習の提案 —

坂本 弘志\*・古平真一郎\*・石島 隆志\*・山本 利一\*\*・鈴木 道義\*\*\*・針谷 安男\*\*\*

宇都宮大学大学院教育学研究科\*

埼玉大学教育学部\*\*

宇都宮大学教育学部\*\*\*

中等教育における『技術・家庭科』の技術分野（以下：技術科）は、産業社会への橋渡し役を担う教科である。そして、近年、子どもたちの科学技術離れが叫ばれ、新卒者の3年以内の離職率が35%にも及ぶなどの状況の中、技術科は、キャリア教育としての側面や、持続可能な成長につながる人間性の育成にも多大の寄与をするものとして期待がかけられている。

本研究は、技術科教育を通して、今後の社会の中でも夢の実現に向け大きな課題に立ち向かっていける人材の育成を最終目標とする。そして、ものづくり企業等で急速に広がっているPDCAサイクルを教育的見地から分析し、その中から、持続可能な成長につながる人間力を育むために必要と考えられる複数の力を抽出した。それらの力を本研究で定義する『学習マネジメント能力』と、これまで提唱されてきている『生きる力』との2つに分類し、それらを育成するための題材の一例として、ロボットコンテスト（以下：ロボコン）製作題材をモデルとしたループ・スパイラル型の学習プログラムを提案する。

キーワード：シラバス，ループリック，ポートフォリオ，グループ学習

PDCAサイクル，ロボット製作題材，ロボットコンテスト

### 1 はじめに

核家族化，少子化が進み，子どもたちは様々な体験をする機会が減り，コミュニケーション能力の欠如やストレス耐性の低下が危惧されている<sup>1)</sup>。また，技術的な面でも，生活を豊かにする機器の発達や普及に伴い，それらの仕組み

のブラックボックス化も進み，工夫・創造する機会や巧緻性を育む機会が少なくなっている<sup>2)</sup>。さらに，学習意欲の2極化の進行やいじめの問題など，解決すべき大きな課題はとても多い。また，新卒者の離職率が年々増加の傾向にあり，3年以内に中学校卒は7割，高校卒では5割，大学卒で3割が離職している<sup>3)</sup>という七五三問題やニート対策では，企業における職場環境のあり方や人材育成の方針，学校でのキャリア教育が，社会的に関心を集めている。

社会でも環境問題やエネルギー問題など，地球規模の技術的な課題をはじめ，電気やガス等による事故で命を落とす人が後を絶たない現状からも，技術教育への期待は大きい。し

† Hiroshi SAKAMOTO\*, Shinichiro KODAIRA\*, Takashi ISHIJIMA\*, Toshikazu YAMAMOTO\*\*, Michiyosi SUZUKI\*\*\* and Yasuo HARIGAYA\*\*\*: Development of Technological Department Study Program to Aim at Promotion of Manpower to Lead to Sustainable Growth—Proposal of Loop Spiral Study by PDCA Cycle—

\* Graduate School of Education, Utsunomiya University

\*\* Faculty of Education, Saitama University

\*\*\* Faculty of Education, Utsunomiya University

かし、わが国の普通教育における技術教育に関係する授業科目は、中学校の3年間でのみ実施される技術科だけであり、しかも授業時数削減の現状もあり、その内容の精選や充実が早急に迫られている<sup>4)</sup>。

本研究は、中学校技術科において、次の世代を担う“立ちほだかる大きな課題に立ち向かえる人材”の育成を目標とするものである。そのために、生徒の現状や社会のシステムに鑑み、夢などの特定な目標に向かって努力が続けられる持続可能な成長につながる人間力の構成要素の抽出を行い、その育成のための技術科教育学習プログラムを開発する。

本報では、PDCAサイクルによる学習プログラムの構成と、事前調査や試行実践によって得られた結果と課題について述べる。

## 2 技術科教育の課題と改善方法

### 2.1 技術科教育の課題

1989年までの技術科教育は、木材加工Ⅰ・Ⅱ、金属加工Ⅰ・Ⅱ、電気Ⅰ・Ⅱ、等、系統立った繰り返しができる学習構成になっており、確かな技能をはじめ、様々な成功や失敗を経験しながら学習を進めることが可能であった<sup>5)</sup>。また、ものづくりはプロジェクトであり、課題解決能力の育成に大いに貢献してきた<sup>1)</sup>。

しかし、1993年以降は、単元の統廃合や授業時間数の削減がなされ、その結果として、反復による技術習得が難しく、失敗が許されない学習環境にある。その中で、課題解決型の授業を展開すると、図1に示すような、直線・ハードル型の学習プログラムになる。これを系統立てて何度も繰り返すことが理想であるが、現在の技術科の授業時数では難しい。また、自ら解決して、得られた技術的な素養も、この直線的なプログラムの中では、フィードバックは別の題材になるなど、長い期間がかかってしまう。

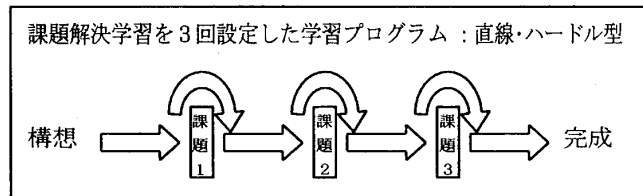


図1 計画的に課題解決学習を位置づけたものづくり学習のモデル

このため、日本産業技術教育学会『21世紀の技術教育』<sup>7)</sup>が提案している技術教育の望ましい学習形態と考えられるスパイラルアップの実践には至っていない現状と言える。

### 2.2 社会の取り組み

環境・エネルギー問題への産業界や世界の取り組みや、人材育成の取り組みを調査した。その結果、環境に関して政府は、2006年から『国連持続可能な開発のための教育の10年』<sup>6)</sup>(ESD: Education for Sustainable Development)と位置づけ、これまでの生産と消費のパターンを見直し、持続可能で環境負荷の少ない経済発展を目指すという視点で捉え、各省庁で連携した取り組みが始まっている。これには日本産業技術教育学会も注目しており、ものづくりが有効などの意見が多数寄せられている<sup>7)</sup>。本研究は、これを踏まえ、実践力があり、継続して向上をめざせる人間力の育成を目指そうとするものである。

人材の育成の面では、日本機械学会をはじめ、多くの技術系団体が「自主的かつ継続して、技術者としての資質の維持向上と自己研鑽を図ること」を目的とするプログラム：継続能力開発(CPD: Continuing Professional Development)プログラム<sup>8)</sup>を実施している。これは、生涯ポイント獲得制度であり、義務教育9ヵ年などの長いスパンでは、参考にすべきであるが、中学校3年間でのポイント化等の実践は難しいと思われる。

また産業界では、多くの企業が、製品に関してはISO9001、環境に関してISO14001(以下:環境ISO)を取得し、P(Plan)、D(Do)、C(Check)、A(Act)から構成されるPDCAサイクルによ

る継続的改善をめざした取り組みを行っている<sup>9)</sup>。本研究は、主にこのPDCAサイクルに注目する。

### 2.3 PDCAサイクルによる継続改善

本研究は、この継続改善の仕組みであるPDCAサイクルが活用されている実践の例として、環境ISOのマネジメントシステム<sup>9)</sup>(以下：EMS)の継続的改善のシステムに注目した。その環境ISOは、ISOが発行した国際標準(規格)で、環境を管理するためのシステム(EMS)の要求事項を仕様として定めたもので「環境を良くする仕組み」といえ、図2に示すように継続的改善を特徴としている。この環境ISOを認証取得するということは、環境を継続的に良くしていく仕組みで業務を実践しているという証明をもらうことになり、社会的な信用を得られる。また、業務を見直すことで無駄が減り、業績向上につながっている。

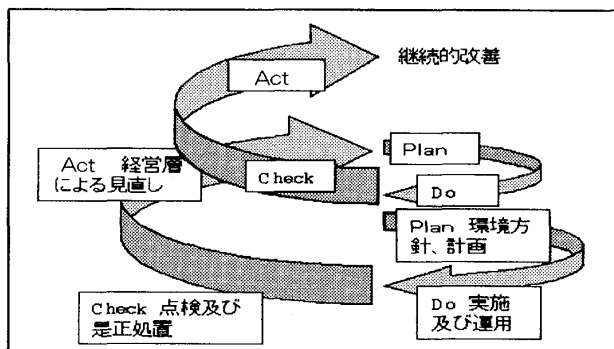


図2 ISO 14001 環境マネジメントシステムのモデル<sup>10)</sup>

本研究では、大きな課題に立ち向かえる人材の育成を目標に、継続的改善のシステムであるPDCAサイクルを活用した環境ISOのマネジメントシステムを応用した、技術科教育に適用可能なループ・スパイラル型学習プログラムの開発及び提案を行う。

## 3 ループ・スパイラル学習プログラムの構成

### 3.1 EMSの分析

環境ISOのEMSが求める要求事項(継続改

善の仕組み)を調査し、その内容と対応する技術学習内容との比較を表1に示す。表1から、EMSが求める要求事項のほとんどが、既に技術科教育で行ってきた内容とほぼ同じであることが分かる。そして、Pの計画作成では、学習計画の作成段階で、学習全体を見通す力が必要と思われ、学習シラバス(以下：s)の提示や活用の工夫が必要なが分かる。

表1 EMSと技術学習内容との対応表

PDCA	環境ISOのEMS	技術学習の内容
計画作成 (宣言) P	1. 環境側面 2. 法的要求事項 3. 目的・目標 4. EMSプログラム	・学習目標の確認 ・ルールの検討・確認をする ・課題・目標を設定する ・学習計画を作成する
実施・運用 D	1. 体制・責任 2. 訓練, 自覚・能力 3. コミュニケーション 4. EMS文書 5. 文書管理 6. 運用管理 7. 緊急事態への準備対応	・みんなで協力して進める ・練習しながら能力アップ ・相談しながら進める ・活動を記録に残す ・その記録を常に利用する ・お互いに注意し合いながら ・緊急事態の準備と対応
点検 ・是正 ・処置 C	1. 監視, 測定 2. 不適合性是正, 予防措置 3. 記録 4. EMS監査	・実験・測定して数値化する ・危険箇所修正, 予防措置 ・測定結果の記録を取る ・活動の評価を行う (自己評価・教師による評価・他)
見直し A	経営層による見直し ⇒Pへ	学習課題の修正 ⇒Pへ

また、Dの実施・運用では、環境ISOで主となる“文書化”に相当する学習の記録が要所に含まれており、この学習の記録をポートフォリオ的に生かす(以下：p)大切さも読み取れる。また、グループ学習(以下：g)の方法についても同様である。

Cの点検・是正・処置は、本報では、監査を評価に置き換えたが、この評価は、始めは教師による評価が中心になるが、徐々に自己評価や相互評価によって、Aの見直しにつながるべきものと考えている。そのためには、絶対評価に準拠した具体的な評価指標であるループリック<sup>11)</sup>(以下：r)により自己評価能力を身に付けさせ、自己の現状を知り、改善していく学習訓練が必要と言える。これらからs, r, g, pの統合的活用が本研究の必要条件になるので、これを

s r g p (シルジーピー)として統合的な活用の研究を進める。

### 3.2 学習マネジメント能力

本研究では、EMSの分析から、明らかになったPDCAサイクルを実践していく上で必要な力、逆にPDCAサイクルの中で育成が期待できる力を『学習マネジメント能力』と定義し、それを表2に示す。これは、技術科の教科目標である実践的な態度にもつながる力であると考えられる。

表2 学習マネジメント能力

場面	身につけさせたい力	学習方法
P	・学習内容を把握し、見通しを持って学習計画を作成できる。(計画作成能力)	s, g
D	・学習過程を記録し、その記録を管理し、活用できる。(記録・管理・活用能力)	p, g
C	・正しく自己評価できる。(自己評価能力)	r, g
A	・課題や目標を修正できる(課題修正能力)	s, p

また、生きる力で定義されている確かな学力、課題設定力、解決力、コミュニケーション能力との重複も踏まえ、「学習マネジメント能力」＝「計画作成能力」＋「記録・管理・活用能力」＋「自己評価能力」＋「課題修正能力」と定義する。また、表2は、この学習マネジメント能力の育成が期待できるPDCAサイクルの場面と、有効と思われる学習方法との間には、有機的な関連があることを示している。

### 3.3 持続可能な成長

本研究では、図3に示すように持続可能な成長が期待できる人間力は、生きる力である「コミュニケーション能力、課題解決力を含む確かな学力、困難に耐え課題に取り組めるストレス耐性」と、「学習マネジメント能力」をバランスよく育成することで成長が期待できる人間力であると仮定する。

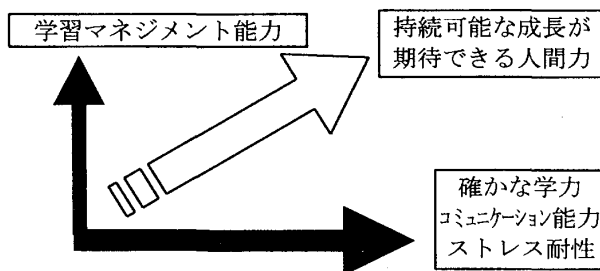


図3 持続可能な成長が期待できる人間力

### 3.4 学習題材の条件と比較

『ループ・スパイラル学習』は、PDCAサイクルを生かせる課題解決型のプロジェクト学習である。その学習プログラムの開発のために、学習題材の条件を検討した。そして、スパイラルアップや、グループ学習の利点を生かすことを考え、その条件として適当と考えられるものを次に示す。

- ① 課題レベルを限りなく高く設定できる。
- ② 短い期間で何度も反復・繰り返しが行える。
- ③ 学習を見通した計画が立てやすい。
- ④ 実践しながら課題を段階的に修正できる。
- ⑤ 学習要素間の調整(擦り合わせ)が必要である。

さらに、これまでの技術科のものづくり題材を比較し、表3の題材チェックリストにまとめた。適性は、ループ・スパイラル型学習への適性として、『作品完成後の発展性の有無』で評価した。(◎は「とても適する」、○は「適する」、△は「難しい」、×は「不適」とした。)

表3 ものづくり題材チェックリスト

題材名	領域	適性	備考
役に立つ製品 主に木製品	A	△	完成作品の発展より、図面通り製作させることが大切
テーブルタップ	A	×	使用条件などを考え発展させられるが、汎用性が問題
ロボット (有線)	A	◎	分解・組み立てが容易で、高度の発展が期待できる
自律型 ロボット	B	◎	プログラムとロボットの擦り合わせも必要で発展性が高い
ゲルマニウム ラジオ	A	○	アンテナの形状など、試行錯誤ができる。
スチームカー スターリング エンジンカー	A	○	性能差が出るため完成後の調整が必要。設計の指導や加工が難しい。

表3から、学習要素の高度な擦り合わせが必要で、製作品の発展性のあるロボット題材は、とても有効な題材と言える。

### 3.5 ループ・スパイラル学習

そこで、ロボット製作を題材例としたループ・スパイラル学習のモデルを、図4に示す。

図4は、完成すれば終わりではなく、調整、工夫などの高度な擦り合わせを行わせることで、1つの題材で2～3回以上、スパイラル状に学習を展開するプログラムであること示している。

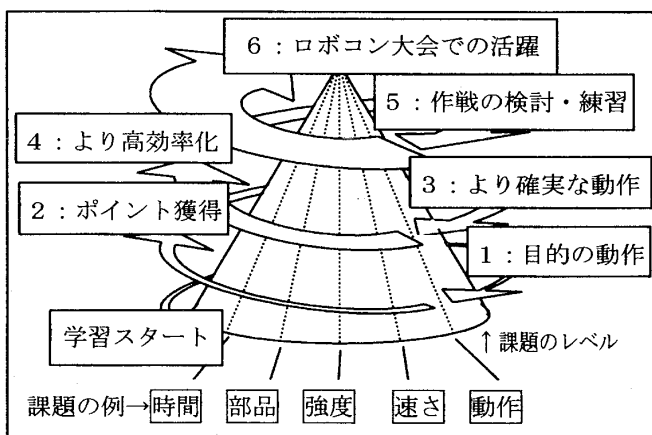


図4 ループ・スパイラル学習のモデル

また、山本ら(2004)が提案する授業計画<sup>12)</sup>を参考にし、18時間の授業計画を表4に示す。

表4 ロボット製作題材の授業計画例(18時)

授業時数	学習内容	学習サイクル
1	学習課題の理解	P
2,3	エネルギーについて 学習計画表の作成	P
4~8	ロボット製作① (模倣の段階)	D→C→A→P
9~12	ロボット製作② (改良の段階)	D→C→A→P
13~16	ロボット製作③ (創造の段階)	D→C→A→P
17~18	発表会 (ロボットコンテスト)	D→C→A

表4の、模倣の段階、改良の段階、創造の段階は、3層のスパイラル構造を示している。

また、表5は、技術科3年間の指導計画案を示す。ループ・スパイラル型の学習の実践は、生徒が自律的に課題を修正しながら進める学習

であるため、1学年では直線・ハードル型の学習プログラムを実践し、ものづくりに必要な技術的な素養を身につけ、これを基礎として、2年生以降での実践が有効と考えられる。

表5 技術科3年間の指導計画

学年	題材名と時数配分	
1	A木材製品の設計製作(25)	B情報(10)
2	B情報(10~17)	Aロボット製作(18~25)
3	B自律型ロボット(18)	

### 3.6 s r g pについて

#### 3.6.1 g : グループ学習

佐藤等(2003)<sup>13)</sup>が提案しているグループ学習の手法を取り入れ、班の人数を4人程度とする。また、技術科は産業社会との橋渡し役として、学級の生活班などとは一線を引き、偶然の集団の中でいかに協力していくかを体験させるため、メンバーは基本的に抽選などで決定する。そして、自分の考えを発表したり、人の考えを聞かせたりするために、ブレインストーミングやカードライティングなどの技法を取り入れ、話し合いや互いに認め合う経験をさせる。

#### 3.6.2 学習マネジメントカード(s, r, pの融合)

sの学習目標の設定や計画作成、rの自己評価、pの学習を記録するというs r pの3つの機能を、図5に示すように、学習マネジメントカードとして1枚の学習カードにまとめ、毎時間の学習をPDCAサイクルで実践できるようにする。

自己評価はループリックに対応させ、観点ごとにABCなどの評価記入をするとともに、指導者による評価や相互評価も取り入れることを考えている。これにより、ループ・スパイラル学習は、2重のスパイラル構造となる。

アイデアや設計図などの記録については、補助用紙を用意し、日付とともに記入させ、保存及び活用させる。個人による記録や保存を予定

しているが、班で1冊のファイルにするなどの方法も考えられる。また、学習カードを利用せずに、1冊のノートを工夫させながら活用することも、データ保存や活用の点から有効と考えられる。

学習目標説明		シラバス			学習目標記入欄	
具体的な評価規準		ループリック・ループリック説明				
P		D		C		A
日付	計画作成	学習記録		自己評価	計画修正	
/	シラバス			ループリック	次時目標	
/		ポートフォリオ				
感想・メモ・自由活用欄						

図5 学習マネジメントカードの書式例

### 3.6.3 学習カード(p)の工夫

図6に示す学習カードは、1～数単位授業時間内にさらに何度もPDCAサイクルを繰り返すことができ、且つ学習過程が記録できるような工夫を行ったものの一例である。

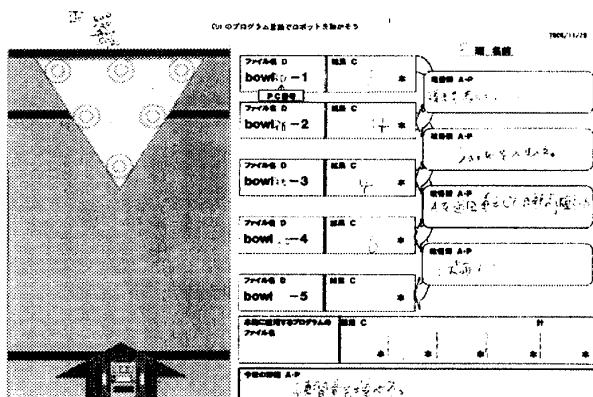


図6 PDCA サイクルを生かした学習カード

この活用により、ループ・スパイラル学習は、一題材で3回、1単位時間ごとに1回、そして1時間内に数回、つまり3重のスパイラル構造をもつことになる。これによって、課題修正能力や計画力を育成するとともに、ここで記録したものが、他で活用できる場面を意図的に設定することでさらに記録する意欲が高まると考えている。

## 4. 事前調査

### 4.1 技術科教員の意識調査

宇都宮市の技術科担当教員に対して、課題解決力を伸ばすために、ぜひ育成すべきだと考える力について、質問紙調査を行った(配付13, 回収12, 2006.8月実施)。回答は10段階で、肯定的意見を4点満点として集計したものを表6に示す。

表6 技術科教員の意識調査結果

Q: 課題解決能力を育てるためには、次に示す力の育成が大切だと思う。	平均	
方法や手立てを思いつく力	工夫・創造力	3.70
調べたり実験したりする技能	生活の技能	3.60
全体の中から課題をまとめる力	思考・理解力	3.37
周囲と協力する力	コミュニケーション能力	3.10
まとめて記録ができる力	文書作成力	3.07
学習計画や練習計画を立てる力	計画作成力	3.00
記録を活用する力	記録管理活用能力	2.93

表6から、指導者側の意識は、工夫・創造力、生活の技能、思考・理解力、などの、確かな学力が高い値を示した。そして、記録を活用する力、記録をとる力、計画を立てる力は低い値となった。この差から、現状の技術科の授業において“課題解決能力”を育成する場合、確かな学力の指導に重点が置かれていると推察される。これは、本稿3.2で提案した学習マネジメント能力の育成と大きく違っており、実践的な態度の育成は難しいと考えられる。

### 4.2 質問紙による生徒調査

ロボット製作題材は、スパイラル的な学習が行われていると仮定して、その学習効果を測るために、表7に示す質問紙を作成した。表7の質問項目は、表1より抽出した8つの能力に、学習充実感と持続可能な成長への意欲を加えた10項目とした。

調査対象は、中学校創造ものづくり教育フェア・ロボコン栃木県大会参加生徒(114名:平成18年11月10日,宇都宮市総合教育センター)、および同ロボコン関東大会参加生徒(75名:平

成 18 年 12 月 3 日実施，山梨県甲府市)として，質問紙調査を行った。また，比較のためにロボコン未経験者である栃木県内宇河地区 f 中学校の 1 年生から 3 年生に対しても同様の調査を行った。(304 名：平成 19 年 2 月実施，f 中学校)

表 7 質問紙

項目	質問内容	育てたい力
1	・ロボット製作は充実していましたか。	学習充実感
2	・仲間や先生と，きちんと相談したり，役割を分担するなど，連携したり協力することができましたか。	コミュニケーション能力
3	・先を見通して，計画的に作業を進められましたか。	計画作成力
4	・製作の技能が向上しましたか。	生活の技能
5	・アイデアを考えたり工夫したりする力が伸びましたか。	工夫・創造力
6	・困難なことがあっても，あきらめずに根気強く取り組むことができましたか。	根気・ストレス耐性
7	・アイデアのメモや実験の記録の取りかた，その記録を生かすことが上手になりましたか。	記録・管理・活用能力
8	・問題点に対して，計画や設計などの変更を(臨機応変に)することができるようになりましたか。	課題修正能力
9	・自分の創造力や技術力などの，良いところや足りないところが自分でよく分かるようになりましたか。	自己評価力
10	・進級後や進学後もこのようなコンテストに挑戦したいですか？	持続への意欲

#### 4.2.1 調査結果と考察

質問の回答は全て 4 段階で，肯定的な回答を 4 点，否定的な回答を 1 点として集計した。その結果を図 7 に，t 検定により検証した結果を表 8 に示す。

図 7 は，生徒が感じる学習効果の項目のうち，計画作成力，記録・管理・活用能力が低い値を示している。また，ロボットコンテスト参加者の値が，すべての項目で未経験群より高い値を示した。そして，学年が進むのと同様に，上位大会に進むことでも，それぞれ値が高くなった。

図 7 で，経験群と未経験群の比較から，ロボット製作学習における学習充実感，およびコミュニケーション能力，根気・ストレス耐性，生活の技能が高い値を示すという全体の傾向が分かった。

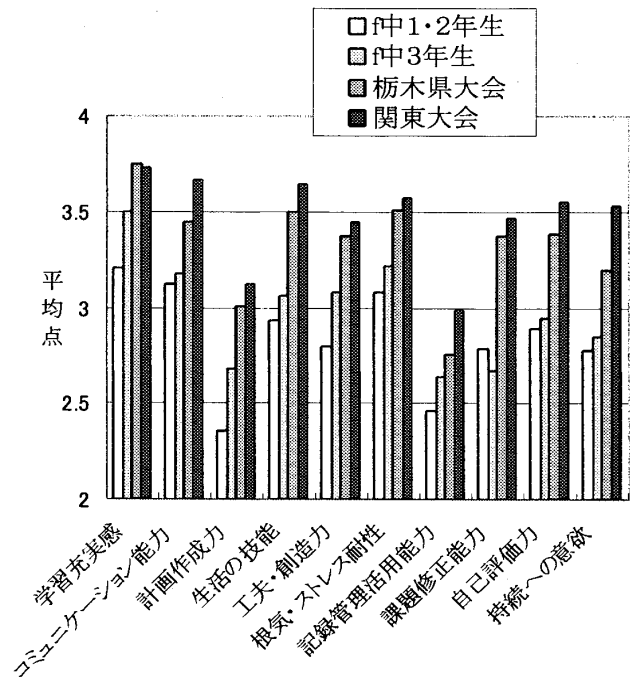


図 7 質問紙調査結果

表 8 質問紙調査結果一覧表

質問項目	平均点/標準偏差				t 検定	
	ロボコン未経験群		ロボコン経験群		県→関東	
	f 中 1・2 年	f 中 3 年	栃木県	関東	t 値	P
1 充実	3.21 (0.64)	3.49 (0.60)	3.74 (0.47)	3.73 (0.47)	0.20	ns
2 コミュニケーション能力	3.12 (0.56)	3.17 (0.70)	3.44 (0.60)	3.66 (0.50)	2.43	*
3 計画作成力	2.36 (0.69)	2.68 (0.62)	3.01 (0.81)	3.12 (0.84)	0.92	ns
4 生活の技能	2.94 (0.56)	3.06 (0.65)	3.50 (0.55)	3.64 (0.58)	2.37	*
5 工夫・創造力	2.79 (0.69)	3.08 (0.63)	3.38 (0.64)	3.44 (0.74)	0.99	ns
6 根気・ストレス耐性	3.08 (0.61)	3.22 (0.60)	3.51 (0.59)	3.57 (0.62)	1.11	ns
7 記録・管理・活用能力	2.46 (0.70)	2.64 (0.59)	2.75 (0.90)	2.99 (0.96)	1.92	ns
8 課題修正能力	2.79 (0.70)	2.67 (0.62)	3.38 (0.66)	3.47 (0.64)	1.14	ns
9 自己評価力	2.89 (0.65)	2.94 (0.63)	3.38 (0.61)	3.55 (0.52)	2.15	*
10 持続への意欲	2.77 (0.89)	2.85 (0.89)	3.20 (0.78)	3.53 (0.70)	3.42	**

上段は平均点，下段( )内は標準偏差

※ns: not significant(有意でない)，\* $P < .05$ ，\*\* $P < .01$

また，表 8 で，5%水準で有意となった 2, 4, 9 の項目のうち，9 は学習マネジメント能力の主となる構成力であるため，本研究におけるロボット製作題材の適正が認められる。

項目間の比較では，計画作成力，記録・管理・

活用能力は、両群で低い値を示した。しかし、これらの力は表2で示した学習マネジメント能力の構成力である点から、この結果は、現在の技術科教育の課題であり、その育成が急務であると思われ、本研究の目標と一致している。

#### 4.2.2 因子分析

前述のロボコン栃木県大会での結果から、質問項目（育成したい力）間の関係を調べるために、主因子法バリマックス回転を用いて、因子分析を行った。その結果を表9に示す。

表9 質問項目の因子分析結果

番号	質問項目	因子	
		1	2
7	記録・管理・活用能力	.81	.15
3	計画作成力	.55	.32
9	自己評価力	.47	.27
1	充実感	.10	.72
8	課題修正能力	.52	.56
5	工夫・想像	.40	.54
2	コミュニケーション能力	.33	.53
4	生活の技能	.38	.50
6	根気・ストレス耐性	.37	.40

表9より、9つの項目は、因子1と因子2に分けられた。その因子1との関係性が高い3つの項目は、記録管理活用能力と計画作成力と自己評価能力であるため、因子1は、学習マネジメント能力を、また、同様に因子2は、生きる力を構成するものであり、本研究の仮説となる図3の育成する人間力の分類は、妥当であることを裏付ける結果となっている。

なお、課題修正能力と根気・ストレス耐性は、両方の因子との関係性がほぼ同じであるため、学習マネジメント能力と生きる力の共通項目であることを示唆していると考えられる。

#### 4.3 指導者の意識調査と生徒の学習効果の比較

村松等は、指導者と生徒の意識の比較調査を、平成17年度ロボコン全国大会において実施している。その報告<sup>14)</sup>によると、指導者は工夫・

創造力の育成に重点が置かれ、生徒も同様に伸びていることが示されている。本研究においても、学習マネジメント能力に関する指導者の意識を調べるために、本県宇都宮市の技術科指導者の意識をまとめた表6と、表8のロボコン栃木県大会に参加した生徒が意識している学習効果との比較を行った。その結果を図8に示す。

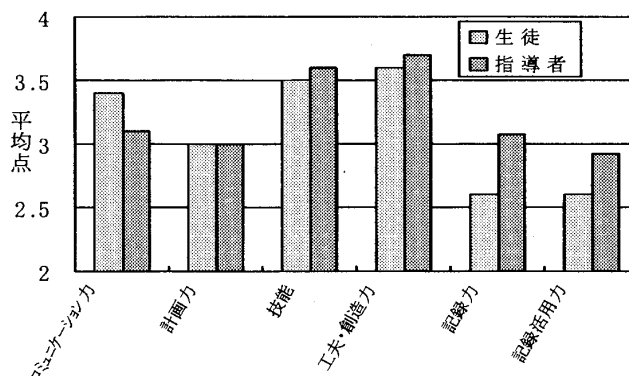


図8 指導者意識と生徒の学習効果の比較

図8から、生徒平均点と指導者平均点で、項目間の違いを比較してみると、全ての項目で明らかな差が見られる。この結果から、項目間の全体の傾向は、ほぼ等しいといえ、生徒の学習効果は、指導者の指導感と密接な関係にあることが推察された。

それはつまり、本研究での比較調査では、指導者側に計画作成力や記録・管理・活用能力の指導への意識が低いことになり、3.2で述べた実践的な態度の育成には重点が置かれていないことを示している。このことは、実践的な態度の育成が、現在の技術科の課題でもあると主張する本研究の妥当性を示していると考えられる。

#### 5 ループ・スパイラル学習の試行授業実践

宇都宮大学附属中学校3年選択技術科（28名）を対象とした、制御とプログラムの授業を。自律型ロボットを用いた学習プログラムの開発<sup>15)</sup>の授業で、学習マネジメント能力の育成を視野に入れて、s r g pを活用した授業実践を、図9に示す自律型ロボットを使用して行った。



実施期間は、平成 18 年 9 月～19 年 2 月まで、計 28 時間行った。4 人または 2 人の課題解決的なグループ学習を基本として、図 5 の学習

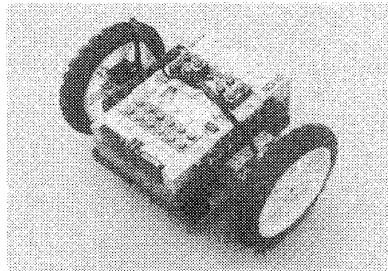


図 9 自律型ロボット

マネジメントカードでの見通しを持たせる工夫や、図 6 で示した学習カードを用いての PDC A サイクルの学習を実践した。表 10 はその指導過程を示した。表中の学習段階は、基礎、応用、創造の 3 層のスパイラルを 2 回繰り返していることを示している。

表 10 試行授業実践の内容

時数	学習内容	学習段階
1-2	制御とプログラムについて	基礎
3-4	ロボット・カーリング大会	基礎⇒応用
5-8	ロボット・ボーリング大会	応用⇒創造
9-10	センサーの働き 他	基礎
11-14	分岐のプログラム	基礎⇒応用
15-23	オリジナル・ロボコン	応用⇒創造
24-28	生活の中のプログラム	学習のまとめ

### 5.1 学習効果の結果と検証

表 7 に示した質問紙を用いて、授業実践前と実践後の比較を行った結果を図 10 に、t 検定の結果を表 11 に示す。

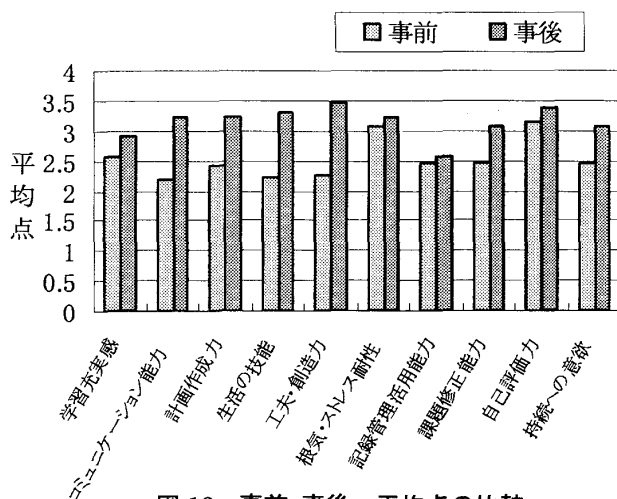


図 10 事前・事後 平均点の比較

表 11 自律型ロボットによる学習効果 t 検定結果

質問項目	事前	事後	t 値	P
充実感	2.53	3.35	1.44	ns
コミュニケーション能力	2.88	3.35	4.14	**
計画作成力	2.62	3.42	4.26	**
生活の技能	2.79	3.54	4.45	**
工夫・創造	2.46	3.23	4.22	**
根気・ストレス耐性	2.06	2.88	0.57	ns
記録・管理・活用能力	2.55	3.23	0.45	ns
課題修正能力	2.48	3.46	2.65	**
自己評価力	1.85	3.23	1.07	ns
持続可能な成長の意欲	2.48	3.23	2.12	*

t 境界値 1.6839, \*P<.05, \*\*P<.01

最も効果があったと生徒が感じた項目は、生活の技能で、計画作成力、工夫・創造力、コミュニケーション能力、課題修正能力と続き、それぞれ 1 % 水準で有意となった。学習の充実感、根気・ストレス耐性、記録・管理・活用能力、自己評価力における学習効果は有意にならなかった。

### 5.2 試行授業実践における学習効果の考察

大きく向上している生活の技能と工夫・創造力については、段階的に課題解決を繰り返して学習を進めた効果であると考えられる。

コミュニケーション能力については、グループ学習の盛り上がりが見られたロボコン形式による課題解決的授業展開が、有効であったと考えられる。

計画作成力、及び課題修正能力については、学習マネジメントカードの利用や、PDC A サイクルが実践できる学習カードの効果である。

記録・管理・活用能力と自己評価力が伸びなかった点に関しては、ポートフォリオ (p) にまとめた内容をもう一度使用する場面設定が少なかったことや、ループリック (r) の設定回数が少なかったことやその周知が足りなかったことなどがその原因と考えられる。

## 6 まとめ

本報では、生徒の継続的な成長をめざして、生徒の現状や社会問題等に鑑み、その人間力育成を社会で広く活用されているP D C Aサイクルを分析し、その実践に必要な力を抽出した。それを学習マネジメント能力と定義し、その育成のためにP D C Aサイクルを生かす3重螺旋構造のループ・スパイラル学習の提唱、題材の検討、そして、実践のための具体的な教育方法であるs r g pについて提案した。

また、ロボコンに参加した生徒を対象に質問紙調査を行った結果より、本研究におけるロボット製作題材の適正をはじめ、ループ・スパイラル学習が持続可能な成長につながる人間力の育成に資するという本研究仮説の妥当性を明らかにした。

指導者の意識調査では、学習マネジメント能力に関する項目が低く、生徒の結果との相関が認められたことから、現状の技術科教育の育成すべきものとして、学習マネジメント能力の重要性が明らかとなった。

試行授業実践では、生徒の多くが、コミュニケーション能力、生活の技能、工夫・創造力、課題修正能力、が向上したと感じており、本研究の目標をかなり達成することができた。

今後は、記録を活用する場面の設定や、ループブリックを設定し、さらに活用するために評価方法や場面の設定などを進める必要がある。そして、記録・管理・活用能力や自己評価力の向上をめざす授業を展開したいと考えている。さらに質問紙の改良をはじめ、検証方法を検討し、授業実践を通して検証を進める予定である。

## 参考文献

- 1) 大谷 他：『技術科の授業を創る－学力への挑戦－』、学文社、(1999)
- 2) 桐田 他：『技術教育の理解と推進のために・21世紀の技術教育』、日本産業技術教育学会誌、41-3別冊、(1999)
- 3) 厚生労働省：職業安定業務統計資料、(2000)
- 4) 今山 他：学校教育法に技術教育を明示することについての要望、日本産業技術教育学会、<http://www.soc.nii.ac.jp/jste/enlightenment/20070216.pdf>、(2007)
- 5) 文部省：中学校学習指導要領、(1977)
- 6) 内閣官房：<http://www.cas.gp.jp/jp/seisaku/kokuren/index.html>
- 7) 浅田 他：パブリックコメント 環境省 わが国における『国連持続可能な開発のための教育の10年』実施計画案に対する意見の募集に対する学会員の意見、日本産業技術教育学会誌、48-1、報告6、pp.67-72、(2006)
- 8) 日本機械学会：能力開発支援システムのご案内、<http://www.jsme.or.jp/cpd/setumei.htm>、(2005)
- 9) 家永 他：ISO14000 絵とき基本用語 環境マネジメント研修センター編、オーム社、(1998)
- 10) 千葉県 web：[http://www.pref.chiba.jp/syozoku/e\\_kansei/iso/kaisetu/isokaisetu.html](http://www.pref.chiba.jp/syozoku/e_kansei/iso/kaisetu/isokaisetu.html)
- 11) 白鳥 他：『総合的な学習を創る7月号 絶対評価と総合ループブリックの作り方』、明治図書 (2003)
- 12) 山本 他：中学校に技術科におけるロボットコンテスト指導法の改善に関する考察、埼玉大学教育学部研究紀要、55-2、pp.23-33、(2006)
- 13) 佐藤 他：『公立中学校の挑戦－授業を変える学校が変わる』、ぎょうせい、(2003)
- 14) 村松 他：全日本中学校技術・家庭科研究会による中学生ロボットコンテスト全国大会参加生徒と教師の意識調査の報告、日本産業技術教育学会誌、48-1、報告4、pp.59-64、(2006)
- 15) 古平 他：ロボット教材を用いたプログラム学習に対する効果の検証、日本産業技術教育学会第18回関東支部大会講演論文集、pp.11-12、(2006)