

工業高校生のポテンシャルを引き出す授業の実践

－学校種を越えた教育活動の充実をめざして－

千葉県立〇〇〇〇高等学校 〇〇 〇〇（電気）

1 はじめに

東京湾沿岸の京葉工業地帯に面した千葉県は、大企業・中小企業問わずものづくりの中核を担っている企業が多く、工業高校出身生徒への求人倍率が高い反面、千葉県の工業高等学校の設置数は、8校10課程と首都圏で最も少ない。参考文献 [1] に示す千葉工業高等学校における高校生の進路状況を例にとると、高校生の就職率が約50%と半数の生徒が社会人となっている。一方で多くの企業は「主体性」と「行動力」がある生徒を期待していることから、参考文献 [2] で示した「コミュニケーション能力」ならびに、参考文献 [3] で示した経済産業省が考える「社会人基礎力」の定着が重要視されている。ものづくりに興味を持つ工業高校の生徒は、専門的な知識や技術を学んでいるが、修得した知識や技術を活用し、応用・表現する能力の定着が不足していると感じる。本研究は、平成25年度から段階的に施行される新学習指導要領の内容を踏まえたものづくり教育の実践から、知識を活用し、思考力・判断力・表現力等の定着を図り、「プログラミング」と「ものづくり」の教育的要素を持つロボット製作実習を題材として、工業高校生のポテンシャルを引き出す指導の在り方を研究し、千葉県が提唱している「思考し、表現する力」を高める実践モデルプログラム（参考文献 [4]）を活用した教科指導を実践することによる教育効果を検証することとした。

2 研究計画

月	生徒の活動内容	指導内容	主な学習プロセス			
			見出す	調べる	深める	まとめ上げる
4	課題の設定 H24	助言 アンケート調査	○	○		
5	課題について情報収集	助言 話し合い		○	○	
6	プログラミング・製作	助言 話し合い		○	○	○
7	製作 中間報告	プレゼン指導 考察	○		○	○
9	1学期の復習	助言 課題の明確化	○	○		
10	高度なプログラム演習	助言 話し合い		○	○	
11	課題解決を目指す	助言 機会の設定		○	○	○
12	製作	助言 機会の設定				○
1	製作発表会にむけて	話し合い			○	○
2	製作発表会	アンケート調査 考察				○
4	課題の設定 H25	助言 アンケート調査	○	○		
5	課題について情報収集	助言 話し合い		○	○	
6	テーマ別学習活動	助言 話し合い		○	○	○
7	中間報告	プレゼン指導 考察	○		○	○
9	出前授業	教材・プレゼン助言	○	○	○	○
10	テーマ別学習活動	助言 話し合い		○	○	
11	活動報告とまとめ	アンケート調査 考察			○	○

3 学習プロセスの内容

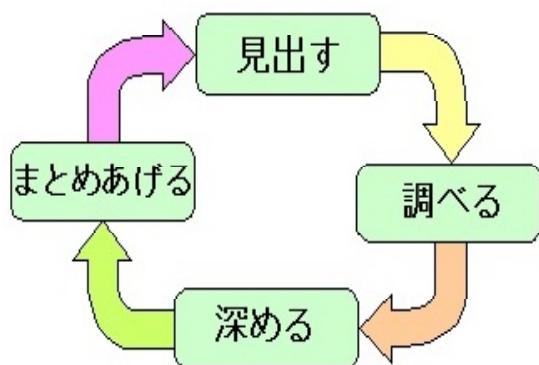


図1. 学習プロセスの流れ

(1) 見出す

・これまでの資料・作品を提示し，積極的に活動へ取り組む姿勢を持たせる。話し合いの機会を設定し課題を見出し明確にする。

(2) 調べる

・見出した課題が解決できるよう必要な情報や資料を主体的に効率よく調べ，自己解決力の獲得を図る。

(3) 深める

・調べた内容について生徒相互による話し合いの機会を設け，相手と自分の考えを比較・類推し深めることで思考力・表現力を高める。

(4) まとめあげる

・計画に基づき，最終的に他の生徒へまとめた学習成果を報告し，他分野への応用の可能性や，課題について考察させることで思考力の定着を図る。

4 研究内容（平成24年度）

現段階の生徒が持つ思考力・判断力や，ものづくりにおける興味関心・知的探求心の定着状況をアンケート実施により「見出し」，図1に示す各学習プロセスに基づいた教育活動を実践した。

5 平成24年度の活動

(1) アンケートの実施（内容抜粋） 平成24年4月実施

(ア) ものづくりに関する興味・関心について

興味がある…16.7% 多少興味がある… **50.0%** 普通…16.7% 特にない…16.7%

(イ) 自分の得意分野があるか

工具を使う…16.7% パソコン…16.7% レポートを書く…16.7% なし… **50.0%**

(ウ) 得意分野の獲得について

身に付けたい… **50.0%** 見つけたい… **33.3%** その他16.7%（よくわからない）

(エ) 今までの学習活動で課題を見つけたことがあるか

ある…16.7% あると思う…33.3% 特にない… **50.0%**

(オ) 積極的に書籍やパソコンで調べることができるか

得意…16.7% 普通…16.7% 不得意… **50.0%** できない…16.7%

(カ) 不得意・できない理由は

・調べ方がわからない。 ・何を調べていいかわからない。 使用する環境がない。

(キ) 学習した内容について，自分からより深く学ぶ，または学ぼうとしたことがあるか

ある…16.7% 特にない… **50.0%** 全くない… **33.3%**

(ク) 自分の意見を相手に説明することについて

普通… 16.7 % 不得意… **83.3 %**

(ケ) 不得意な理由は

- ・ 恥ずかしい。
- ・ 自信がない。
- ・ 特に説明することがない。

アンケート結果より、ものづくりへの興味・関心が 67%と多いものの、積極的に学習活動に参加し、課題解決に向けて行動しておらず、主体的に問題を解決する力が乏しいと読み取ることができる。また、他人に自らの意見を説明することについては 83.3 %が不得意であることから、主体的に課題に取り組み、自らの考えをまとめ、生徒相互間でわかりやすい資料の作成や、話し合いの時間を設定することによって思考力の向上につながるのではないかと推察した。

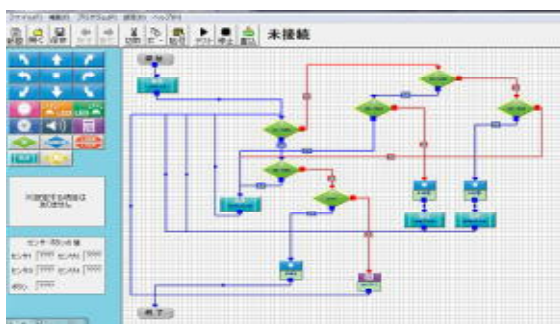


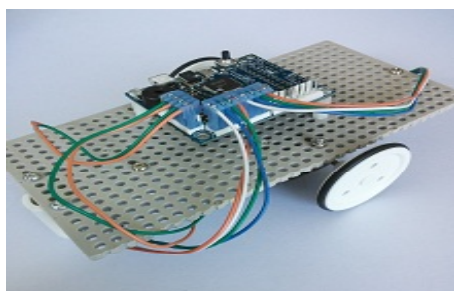
図 2. プログラム画面と、マウス操作でプログラミングしている生徒

(2) プログラミングについて

機械語、C 言語等は専門的なプログラミングの知識を必要とするため、図 2 に示すような BeatoBuilderR (ヴイストーン社製) を活用することとした。このことからマウス操作による直感的なプログラミングが可能となり、容易にプログラミングができるため、専門的な知識がない生徒でもプログラムの流れ・アルゴリズムを理解し、主体的に学ぶ意欲やプログラミングへの興味・関心の向上が期待できる。

(3) ロボットの製作について

製作にあたっては汎用性のある材料を使用し、その構成・活用方法によってロボットの動作に違いがあることに気づかせ、知的探求心を育み、創意工夫を生かしたものづくりへ取り組む姿勢を身に付ける。



初期型ライトレースカーの構成

- ・ H 8 マイコンボード× 1
- ・ 赤外線センサ× 1
- ・ 駆動用モータ× 2

図 3. 初期型 ライトレースカー

図3に生徒が実際に製作したライントレースカーを示す。ライントレースカー(参考文献[5])とは、ラインに沿って動くように設計されたロボットである。ライントレースカーが黒線または白線を認識しているのは、光センサであるフォトリフレクタ(赤外線ダイオードが発光し、フォト・トランジスタで受光する電子部品)によるものである。一般的にロボットは、自然現象等における周囲の状況を知り、状況を認識するためのセンサ、センサからの情報によって動作を判断し動作を行う命令を出すコンピュータ、コンピュータからの命令によって実際の機構を制御するためのアクチュエーターで構成されていることから、製作したライントレースカーには赤外線センサを1個、コンピュータにはH8マイコンボード、アクチュエータにはモータを2個を搭載し、白線をセンシングするものとした。



図4. 毎時間話し合う生徒達



図5. 車体の設計をしている生徒の様子

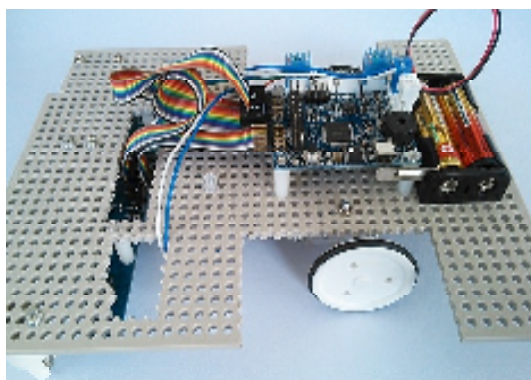
図4に毎時間の授業終了時に話し合いをしている様子を示す。他の生徒に対して自分の課題をまとめ、わかりやすく説明していた。また、互いの意見を取り入れながら次回の授業に向けての課題を見出していた。以下に話し合いによる生徒のコメントを示す。

(ア) ライントレースカーを製作した生徒のコメント

- ・プログラムは2個のタイヤを動かすだけだったので意外に簡単だった。
- ・センサが1個なので線上をうまく走らない。
- ・もっとセンサがあれば走ると思う。
- ・プレートの加工のやりかたがわかった。
- ・たまにケーブルがタイヤに巻き付くのでプレートの加工に工夫があるといいと思う。
- ・簡単に動いた。
- ・パソコンでプログラムできるからわかりやすい。

(イ) 説明を聞いた生徒から改善点や感想等のコメント

- ・4輪駆動にしたらどうか。
- ・センサの数を増やしたらうまく走ると思う。
- ・プログラムの工夫が必要ではないか。
- ・プレートに穴をあけるとケーブルが絡まない。
- ・来週から製作に取りかかることができる。



改良型ライトレースカーの構成

- ・ H 8 マイコンボード× 1
- ・ 赤外線センサ× 8
- ・ 駆動用モータ× 2
- ・ 加工したユニバーサルプレート

図 6. 改良されたライトレースカー

図 5 に生徒同士のディスカッションから課題を見出し、改良を加えたライトレースカーを設計している様子を示す。互いの意見を交換することによって自らの課題について理解を深め、主体的に問題解決に取り組んだ。また、図 6 はディスカッションによって見出された問題点を生徒が取捨選択し、改良されたライトレースカーである。赤外線センサを 8 個に増設し、ユニバーサルプレートを加工してケーブルが絡まないように工夫した。

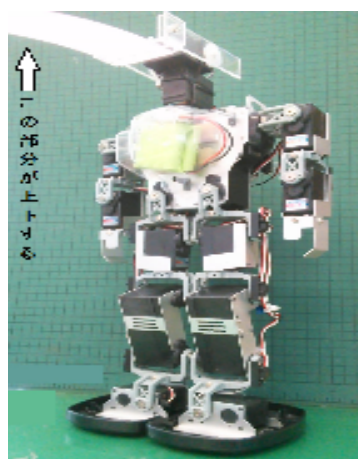


図 7. ロボットコンテスト部門に参加した 2 足歩行型ロボットと選手達

図 7 は、千葉県教育委員会、千葉県高等学校工業教育研究会が主催する総合技術コンクールへ参加したロボットと生徒である。今回の学習プロセスによって製作した生徒 3 名がライトレースカー部門とロボットコンテスト部門に出場した。ロボットコンテスト部門に参加した生徒が県内の工業高校生の中で 1 位となり千葉県知事賞を受賞した。団体においても優勝し教育長賞を受賞することとなった。エントリーした 2 足歩行型ロボットは、参考文献 [6] に示す平成 21 年度から 2 年間にわたり千葉県内の工業高等学校 8 校 10 課程と、大学が連携して製作したロボットをコンクールに出場できる仕様にした。ライトレースカー部門に参加した生徒は残念ながら受賞することができなかったものの、翌年度のコンクールに向けて課題を見出すことができた。

総合技術コンクールに出場することを今回の学習プロセスにおいての「まとめあげる」に位置づけたことによって、成功経験からさらに課題を「見出す」生徒だけでなく、失敗した経験から問題点を見つけて翌年度における課題を「見出す」ことができた。

6 平成24年度まとめ

平成24年度のまとめとして「思考し、表現する力」を高めることができたかを評価する為にアンケート調査を実施した。アンケート調査は、4月に実施した内容とし、実施前と実施後におけるものづくりへの興味関心、知的探求心の定着状況、思考力・判断力の変化等を比較した。

(1) アンケートの実施 (内容抜粋) 平成25年1月実施

(ア) ものづくりに関する興味・関心について

興味がある…50.0% **多少興味がある…33.3%** 普通…16.7% 特にない…0.0%

(イ) 自分の得意分野があるか

工具を使う…16.7% **パソコン…50.0%** レポートを書く…16.7% なし…16.7%

(ウ) 得意分野の獲得について

身に付けたい…66.7% **見つけたい…33.3%** その他0.0%

(エ) 今までの学習活動で課題を見つけたことがあるか

ある…83.3% あると思う…16.7% 特にない…0.0%

(オ) 積極的に書籍やパソコンで調べることができるか

得意…16.7% **普通…66.7%** 不得意…16.7% できない…0.0%

(カ) 不得意・できない理由は

・前よりはできた

(キ) 学習した内容について、自分からより深く学ぶ、または学ぼうとしたことがあるか

ある…83.3% 特にない…16.7% 全くない0.0%

(ク) 自分の意見を相手に説明することについて

得意…16.7% **普通…66.7%** 不得意…16.7%

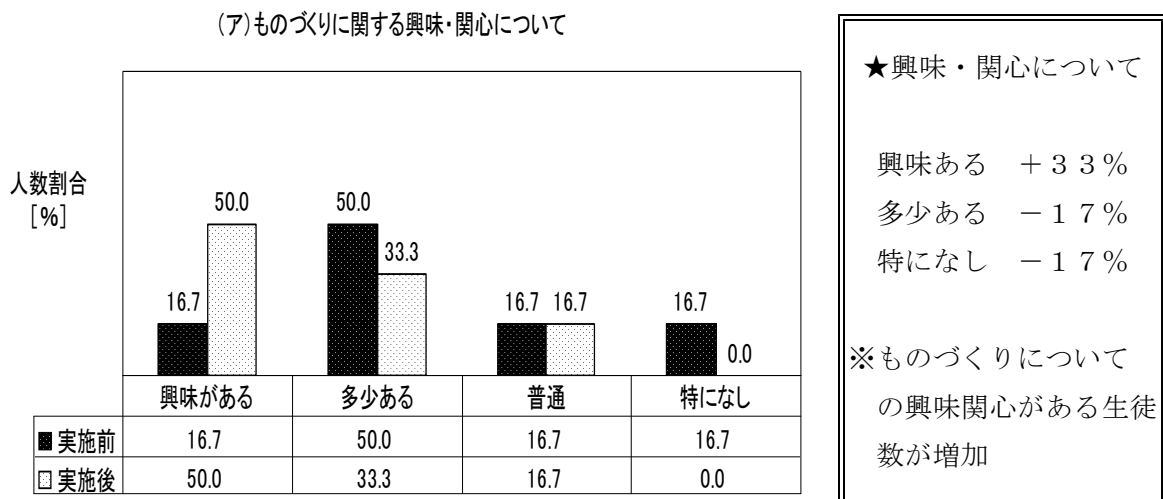
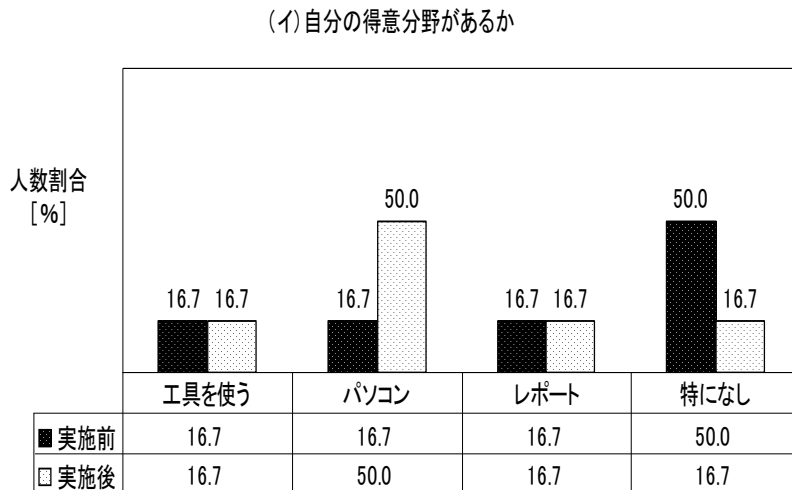


図8. アンケート結果の比較①

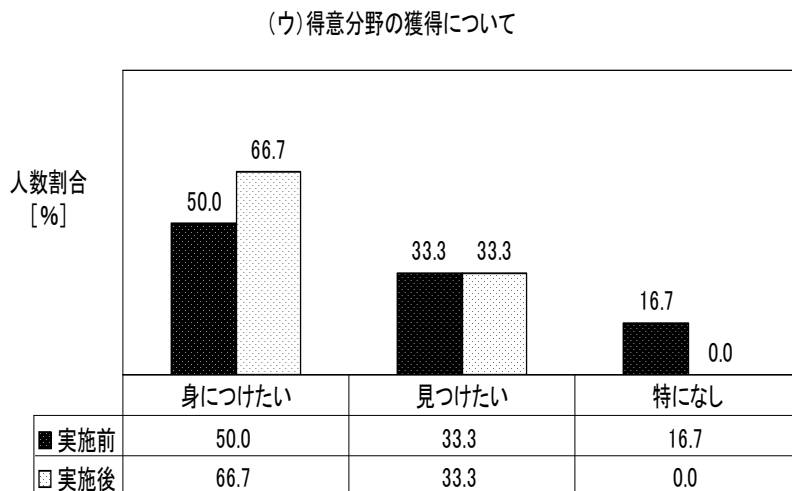


★得意分野について

- ・パソコン + 33%
- ・特になし - 33%

※得意分野を獲得した生徒数が増加

図 9. アンケート結果の比較②

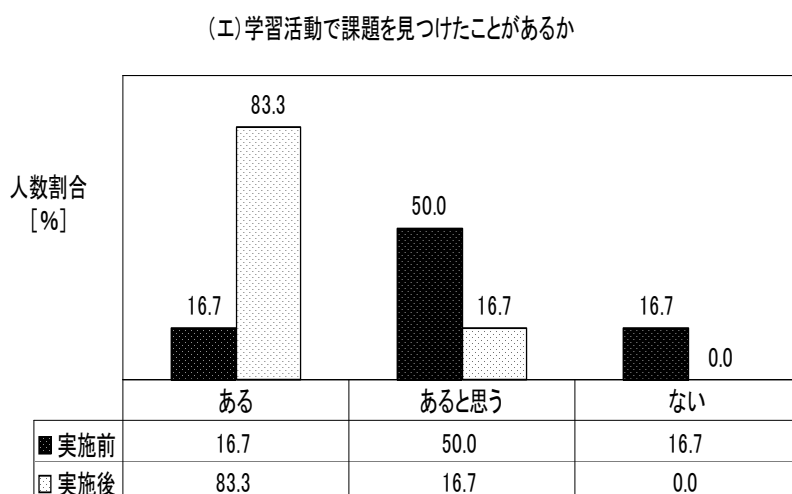


★得意分野の獲得意欲について

- ・身につけたい + 17%
- ・特になし - 17%

※学習意欲を向上させたい生徒数が増加

図 10. アンケート結果の比較③



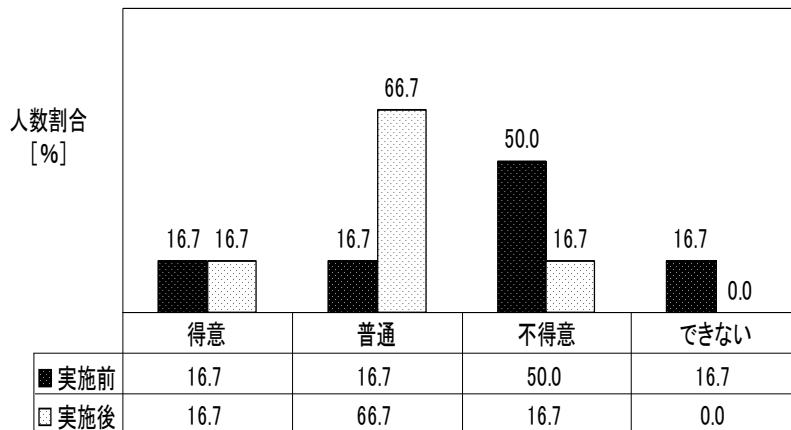
★課題を見出すことができたことについて

- ・ある + 66%
- ・あると思う - 33%
- ・ない - 17%

※課題発見能力が身についた生徒数が増加

図 11. アンケート結果の比較④

(オ)書籍やパソコンで積極的に調べることができるか



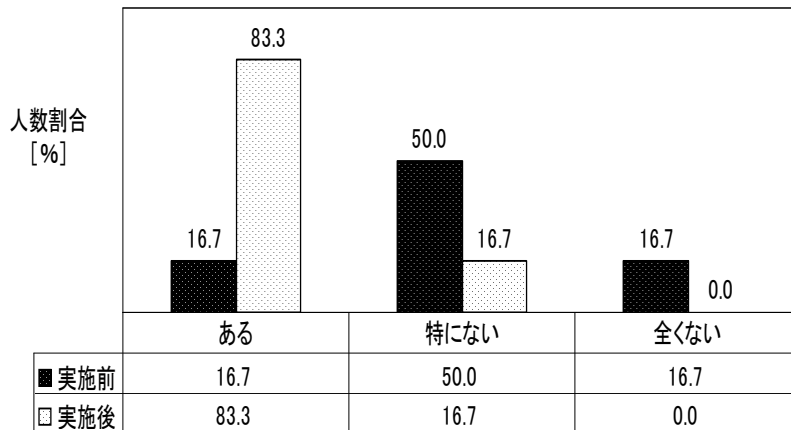
★主体的に学習することについて

- ・普通 + 50%
- ・不得意 - 33%
- ・できない - 17%

※主体的に学習できる生徒数が増加

図12. アンケート結果の比較⑤

(キ)学習した内容を自ら深く学ぼうとする意欲があるか



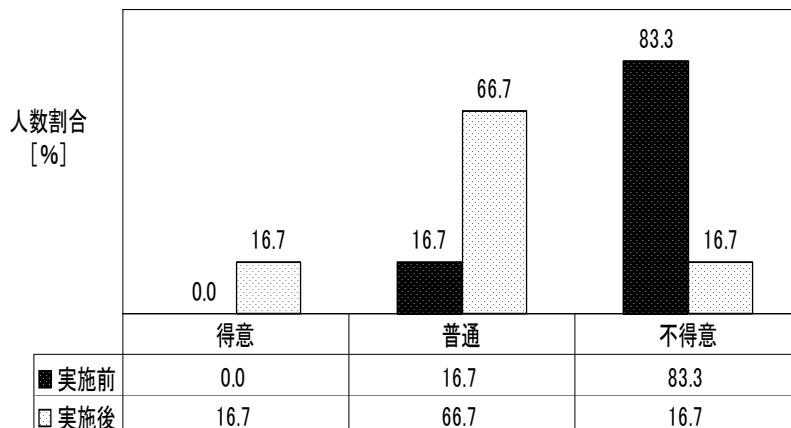
★学んだ知識を活用することについて

- ・ある + 67%
- ・特にない - 33%
- ・全くない - 17%

※思考力を身に付け、知識を活用できる生徒数が増加

図13. アンケート結果の比較⑥

(ク)自分の意見を相手に説明することについて



★自己表現力について

- ・得意 + 17%
- ・普通 + 50%
- ・不得意 - 67%

※自己表現がある程度できる生徒数が増加

図14. アンケート結果の比較⑦

(2) アンケート結果の比較から考察

図8よりものづくりに関する興味・関心を持った生徒が16.7%から50.0%に向上した。また、図9、図10により得意分野を獲得することができた生徒や、これからも得意分野を身につけたいという意識を持った生徒も増加していることが分かった。図11、図12より自ら課題を見つけることができなかつた生徒が66.7%から16.7%に減少した。生徒の問題解決に対する意識向上の背景には、図13、図14のように、自ら学習した内容を他の生徒にわかりやすく説明する機会を設定し、相互がかかわり合い学び合う活動を充実させたことによるものであると考える。授業計画については、「自ら学び、思考し、表現する力」を定着させるという目標を設定し、授業構成をP（見出す）-D（調べる）-C（深める）-A（まとめあげる）サイクルを毎時に取り入れ実践した結果であると結論付けた。自己肯定感を定着させるために発達の段階に即した生徒との関わりと、コミュニケーション活動を充実させた授業実践による生徒指導と教科指導を一体化した授業展開により、生徒同士や教員との豊かな人間関係を構築することができたと考える。

7 研究内容（平成25年度）

- (1) 昨年度の課題を改善し、「思考し、表現する力」を高める教科指導を実践する。
- (2) 学校種を越えた教育活動の充実を目指した取り組みを実践する。

8 平成25年度の活動

(1) 千葉県地方技術教育センター主任協議会にて講演

中学校学習指導要領の全面実施が2年目となり、「プログラムによる計測・制御」が教科技術に新しく取り入れられた。このことによって指導方法や評価の在り方で課題を抱えた中学校の技術科教員が多いという。平成25年4月26日に総合教育センターで行われた平成25年度千葉県地方技術教育センター主任協議会にて、工業高校における授業実践例を紹介しながら「中学校学習指導要領に対応した授業展開 ～計測と制御について～」を題名とした講演を実施した。

(2) 地方技術教育センター実技研修会にて講義

図15は、葛南地方技術教育センター実技研修会の様子である。葛南地区にある中学校の技術科教員64名が参加した。山武地方技術教育センター実技研修会についても同様の講義を行った。

図16は、海匝地方技術教育センター実技研修会に向けて本校生徒が事前学習している様子である。これまでの実技研修会には高校生が講師として参加することについて考えていなかったが、十分な事前学習とプレゼンテーションの練習を実施することで可能になるのではないかと考えた。事前学習はプログラミング技術の向上、コミュニケーション能力の向上につながった。

図17と図18は、海匝地区技術教育センター実技研修会の様子である。事前学習した生徒が海匝地区にある中学校の技術科教員11名を対象に先生役として参加した。

(ア) 中学校技術科教員のアンケート結果より（抜粋）

- ・計測・制御の授業実践をどう展開するか悩んでいたのが参考になった。 5名
- ・中高の交流がとても良かった。工業高校の活動がよくわかった。 5名
- ・技術の免許がない私自身が夢中になって取り組むことができた。わかる楽しさを子供達に伝えられるようにしたい。



図 1 5. 実技研修会の様子

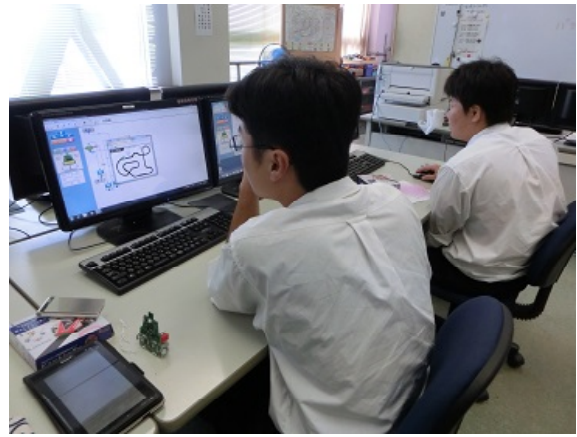


図 1 6. 事前学習する生徒の様子



図 1 7. 先生役として生徒が活躍した取組



図 1 8. 工業高校の説明をしている生徒

(3) ローゼンそが保育園へ出前授業 9月13日(金)

学校種を越えた教育活動の取組として保育園との連携を生徒へ提案した。図 1 9 と図 2 0 は、出前授業で使用する紙芝居と、紙芝居中に手回し発電機を回転させて LED を発光させる装置を事前に製作している様子である。工業高校の特色を生かし、「発電・節電」について園児の興味・関心を引き出すことができるような内容とした。生徒会長から園児が日頃から慣れ親しんでいる紙芝居形式で「発電・節電」の読み聞かせをしたいとの提案があった。このことにより、電子工作が得意な生徒は、自ら率先して LED 発光装置を製作し、事前練習・演出については定時制の生徒会が中心となって取り組んでいた。



図 1 9. 紙芝居の制作

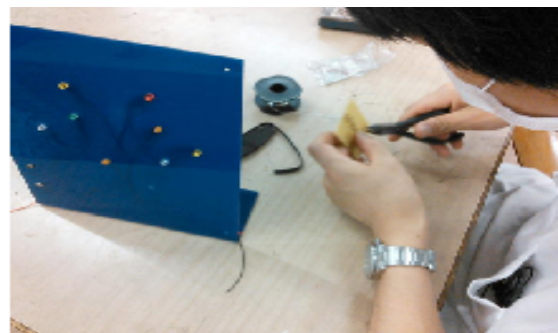


図 2 0. 電気仕掛けで紙芝居が光る

図 2 1 は、紙芝居の読み聞かせを行っている様子である。事前練習の成果もあり、園児に好評であった。後半では全日制の生徒が中心となり、図 2 2、図 2 3 のようなロボット操作体験を行い、園児とのコミュニケーションを深める機会となった。



図 2 1. 紙芝居「でんきをつくろう」の様子



図 2 2. ロボット操作体験の様子



図 2 3. ラジコン台車に乗る園児



図 2 4. 出前授業後に記念撮影

9 平成 25 年度のまとめ

実技研修会・出前授業に参加した生徒からのアンケートをまとめ、自ら学び、思考し、表現する力が定着しているかを考察することとした。

(1) アンケートのまとめ (対象：参加生徒)

(ア) 他人に教えることに関して

比較的難しかった… **70%** 普通… **20%** その他… 10% (教えやすい、楽しかった)

(イ) どのような準備をしたか (複数回答可)

自宅で事前に学習した… **30%** 学校で事前に学習した… **90%**

(ウ) 実施後、どのようなことが大切だと思ったか (自由回答)

内容をわかりやすく教える… **60%** 相手にわかりやすい話し方で説明する… **80%**

その他 (目線を相手より下から話す、自分の知識をある程度深めること)

(エ) 自分の意見を相手に伝えることについて大切な事とは何か (自由回答)

自分の知識がないと相手に伝わらない。

丁寧に話す、相手にわかりやすく、聞きとりやすいように話す。

(2) 実技研修会・出前授業後のアンケート結果より

他者へ説明し、理解が深められるようにするためには、事前学習によって十分な知識を身に付け、わかりやすく説明することが大切であると読み取ることができた。

出前授業に関しては、園児や保育士との関わりだけでなく、全日制・定時制の生徒同士での交流を深めることができた。地域との連携による集団活動・体験的な活動を通して他者と関わり、相手の気持ちに共感し、人を思いやる心を育むことができた。実施後の参加生徒による話し合いから、人間関係を築くことが苦手であった生徒が今回の活動により、集団や社会の一員として自信を持ち、自ら人間関係を築こうとする態度が身に付いたと考えられる。学校と地域が密接にかかわることにより、学校では学ぶことのできない貴重な体験ができることを改めて理解できた。

10 おわりに

生徒指導の在り方は、“スポンジに水を含ませる手法”と同じであると思う。様々な水が含まれているスポンジに新しい水を含ませようとしてもうまく入れることはできないが、“スポンジを絞る”行程を入れることで多くの水を含ませることが可能である。つまり、教科担当の一方的な指導は教育効果が低く、得意分野を伸ばし、生徒が抱える問題点を教員が見出し・改善する、言わば発達に即し生徒理解を重視した指導は教育効果が高いと実感した。

千葉県が提唱している「思考し、表現する力」を高める実践モデルプログラムを活用した教科指導を実践し、言語活動を充実させた授業に取り組むことで、ものづくりで学んだ知識・考え方を他者へ表現する「コミュニケーション能力」が身に付いたと考えられる。また、体験的な活動を通じて多様な人々へ積極的に関わることができたことや、他の生徒と協力し計画した活動ができたこと、自らの成功体験を他人へ発信できたことによって「社会人基礎力」の定着に結びついた。このような教育活動を実践した結果として「工業高校生のポテンシャルを引き出す」ことに繋がった。

学校種の枠を越えた教育活動を充実させることについては、参考文献〔6〕にある大学と工業高等学校が連携した取り組みがなされてきたが、中学校と高等学校が連携した取り組みが少ない。中学校技術科教員のアンケート結果から、中学校と高等学校の連携は、魅力ある工業高校を発信することができる機会となる裏付けとなった。地域との連携した教育活動の充実についても8

(2)より豊かな人間性や社会性が身に付いたことから、今後も継続した活動が必要だと感じる。最後に、本研究に関して御指導いただきました千葉県教育庁教育振興部指導課 安田国土指導主事、江口敏彦前指導主事、千葉県立清水高等学校 山崎泰浩先生、千葉県立千葉工業高等学校 國馬隆史校長、同 大澤次郎教頭、同 電気科の先生方、並びに本研究に関わった多くの先生方及び生徒のみなさんに心から感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 千葉県立千葉工業高等学校, 進路状況 <http://www.chiba-c.ed.jp/chiba-th/>
- [2] 文部科学省, コミュニケーション能力 http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/08/1310607.htm
- [3] 経済産業省, 社会人基礎力 http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/kisoryoku_image.pdf
- [4] 思考し、表現する力を高める実践モデルプログラム 平成21年3月 千葉県教育委員会
- [5] はじめてのH8マイコン CQ出版社
- [6] Journal of Robotics and Mechatronics 論文「ryouheishimanuki」でHP検索