

# 中学校における先端技術の教材利用

## —— 総合的な学習の時間における班作業の分析 ——

森 慎之助・山 崎 博 司

(技術教育講座)

(平成14年5月16日受理)

# Use of High-Technologies as Teaching Material In Junior High School

## —— Analysis of Group Working in Interdisciplinary Study ——

Shinnosuke MORI and Hiroshi YAMASAKI

### 1. はじめに

平成10年12月に文部科学省(当時文部省)から発表された新しい学習指導要領<sup>(1)</sup>が、平成14年4月より完全実施された。ここでは、基本的なねらいとして「授業時数の縮減と教育内容の厳選」、「個に応じた指導の充実」、「体験的、問題解決的な学習活動の重視」、「総合的な学習の時間の創設」、「選択学習の幅の拡大」という5項目が示されており、完全学校週5日制のもと、各学校が「ゆとり」の中で「特色ある教育」を展開し、子どもたちに学習指導要領に示す基礎的・基本的な内容を確実に身に付けさせることはもとより、自ら学び自ら考える力などの「生きる力」をはぐくむことが目標として掲げられている。しかしながら、完全学校週5日制の導入による授業時間の減少、履修すべき学習内容な簡素化など、問題点も指摘されており、今後、「生きる力」を真に育成し、その実をあげていくための、学習法、教材の検討が一層重要となってくるものと考えられる。

わが国では21世紀に向かって「科学技術立国」が示されており、「科学技術基本計画」の中に、「学校教育における科学技術に関する学習の振興並びに科学技術に関する啓発および知識の普及」を促進することが求められている。また、中学校技術科学学習指導要領<sup>(2)</sup>においても、「基礎的な技術・技能のみならず、先端技術を題材として学習展開を行うこと」が示されている。先端技術の一部は21世紀の社会を支えるものであり、生徒たちにとっても身近でかつ一層関わり合いが多くなる可能性が高い。生徒たちの興味・関心も高く、これらに関する知識・経験は、近未来における「生きる力」の一部となる可能性が高い。

新学習指導要領で創設される「総合的な学習の時間」では、従来の教科にとらわれない様々

な特徴的な取組みが求められている。ここでは、「生きる力」の育成および体験的、問題解決的な学習活動を重視し、かつ教科間連携を視野に入れた多方面からの学習活用が可能となるような題材の選定が重要となる。また、これらを通じて教科間連携や小中学校連携などを模索していくことは、現在の学習指導要領が抱えると思われる諸問題への対応策を見出す糸口になりうると期待できる。筆者らは、このような観点から、「総合的な学習の時間」において「先端技術」を題材として取り上げ、協働作業を行わせた場合の学習効果および人間関係能力への効果を、授業実践およびアンケート形式の調査によって検討してきた<sup>(3)(4)</sup>。その結果、授業前では「先端技術」に対する生徒の興味・関心が高いこと、また、その一部の認識に現実とのかい離が存在すること、授業後では、現実とのかい離は解消されるとともに高い知識の定着を示すことなどを明らかにした。また、協働作業としてプログラミングおよびロボットの機構部分の作成を行わせた結果、学年を隔てた班においても仲間意識の形成が行われることなどの知見を報告した。

本研究は既報で得られた協働作業の効果に着目し、「先端技術」教材を利用した協働学習を教科間連携や小中学校連携の学習手段として利用していくことを目途としたものである。ここでは特に「総合的な学習の時間」において行った班作業をビデオ映像から分析して、協働関係や生徒、班での作業割合を調べ、アンケート調査の結果との比較を行った。

## 2. 授業実践および作業分析

授業実践は、愛媛大学教育学部附属中学校の「総合的な学習の時間」において行った。本「総合的な学習の時間」は、「協働作業による人間関係能力の育成」を目途として、学級内や同学年、さらには異学年など、多様な集団の中で様々な活動を多くの人とのかかわりあいの中で体験させることにより「人間関係能力の育成」を計るための試み<sup>(5)</sup>として実施されたものである。本授業実践は「自主協働」の授業の中で実施されたさまざまな協働作業学習の一環として実施された。実施時期は平成12年11月であり、授業時間は、連続した2校時を2回（2週）の4校時である。対象となる生徒は1, 2, 3学年の各クラスから無作為に選抜された男女各1名ずつからなる男子11名、女子12名である。ここでは、これらの生徒を4名（うち1グループは3名）の小集団に振り分けた。各集団への振り分けは、学年、学級および男女が偏らないように配慮した。

協働作業を行わせるための指導内容の構成は、既報と同じ内容であり、ロボット技術のなかのセンサ技術とプログラミングに主眼を置いたものである。授業実践の学習指導案を表1および表2に示す。授業実践は、1時間目は導入部分であり、二足歩行ロボットを一例として挙げ、ロボットに必要な要素を理解させるとともに、センサの種類とその働きについて理解させることを目的とした。2時間目はロボット教材（レゴ社マインドストーム<sup>(6)</sup>）の具体的な使用方法と制御方法についての理解を深めることを主眼とし、センサを実際に使用させる作業で構成した。3・4時間目は、マインドストームを用い、各班ごとにロボットを構成させるとともに、それを制御するプログラムを作成させるという課題を課して、協働作業をさせた。本報では3・4時限目に行ったプログラミングを含むロボットの製作作業に関連した部分の65分間を分析の対象とした。

作業分析にはビデオ映像を使用した。授業実践時に2台のVTRカメラによって撮影された

作業分析

表1 授業実践の学習指導案(1, 2時限目)

学習内容	時間(分)	形態	学習活動	指導上の留意点(▲評価)
1. 学習課題の確認	10	全体	○ロボットとは何であるか確認する。 ・ロボットの定義づけをする。 ・実際のロボットのVTRを見る。	・VTRを使用して、具体的に分かりやすくする。
2. ロボットの機能	10	全体	○ロボットに必要な要素にはどのようなものがあるか考える。 1. 動作機能 2. 人工知能 3. センサ	・ロボット(P3)の写真を見せることで、必要な要素に気づかせる。
3. センサの種類とその働き	15	全体	○センサの種類とその働きについて理解する。 センサ(圧力や明るさや温度等の変化量を計測する装置) ・マインドストームのセンサを使ったVTRを見る。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">タッチセンサ ライトセンサ 角度センサ</div>	(▲ロボットに必要な機能を正しく理解しているか)  ・センサをマインドストームを使って説明することで、興味を持たせる。
4. RCXの使用法の確認	10	班	○RCXの使い方を理解する。 ・各部の説明と、ボタンの操作法 ・班に分かれて実際にRCXを操作してみる。	・RCXの扱い方の注意をする。 ・RCXを実際に触らせながら説明することで、理解しやすくする。
5. まとめと確認	5	一斉	○ロボットの機能についてのまとめと、次時の授業で行う作業の確認	
6. マインドストームの使用法の確認	20	班	○実際にマインドストームを動かしてみる。 ・RCXにセンサとモーターをつけただけの簡単なものを使用する。 ・どのようなプログラムで動いていたのか理解する。 ・センサについてまとめる。	・前で実演しながら、説明することで理解しやすくする。 ・プログラムをプロジェクトを使って説明する。 ・次時に作成するプログラムと関連付けておく。
7. プログラミング方法の確認	15	一斉	○プログラミングの方法を理解する。 ・ダウンロードの方法を理解する。	・机間相談し作業が出来ていない生徒に助言する。
8. プログラミング	10	班	○課題のプログラムを作成して、ダウンロードする。 ・実際に動かしてみて、プログラムの意味を理解する。 ・マインドストームを班ごとに前へ返す。	(▲プログラムを作成し、ダウンロードすることができるか)
9. 次時の内容確認	5	一斉	○次時の授業で行う作業を確認する。 ・班ごとにロボットを造ること	

授業映像から2班を抽出して、その構成員の動作の時系列を一定の時間間隔で測定して作業内容、作業の割合などを求めた。これらの2班はそれぞれ3名構成(1年生女子, 2年生男子, 3年生女子各1名, 以後I班)と4名構成(1年生男子, 2年生女子, 3年生男子, 3年生女子各1名, 以後II班)である。VTR映像をパーソナルコンピュータに取り込み、Ulead社製Media Studio Pro Ver6.0を用いて任意の時刻を再生しながら作業内容の時系列を求めた。図1に分析作業画面の例を示す。表3に測定を行った作業内容とその番号を示す。学習指導案から生徒の作業内容は8項目に設定した。ここでは、A. パソコン関連の操作として「パソコン

表2 授業実践の学習指導案（3，4時限目）

学習内容	時間 (分)	形態	学 習 活 動	指導上の留意点 (▲評価)
1. 前時の学習内容の復習	5	一斉	○前時の学習内容を確認する。 ・ロボットの機能 ・マインドストームの使い方	・前回配ったプリントを参考にする。
2. 学習課題の確認	10	一斉	○班ごとに造るロボットの課題を確認する。 ・班内で、どのセンサから取り組むのか相談すること ・作業を分担する。 ・発表の役割分担をするとともに発表をする時間を確認する。	・プログラムの課題をプリント及びVTRで提示することで、理解しやすく、確認しやすくする。
3. ロボットの製作	35	班	○班でプログラムを作る。	・机間相談して作業がうまく出来ていない生徒に助言する。
4. 発表	25	班	○造ったロボットを班ごとに発表する。 ①動きを見せる。 ②プログラムを説明する。	・視聴覚機器を使いプログラムを見やすくする。
5. まとめ	10	全体	○ロボットについてまとめる。 ・ロボットのVTRを見る。 ・マインドストームのその他の作品を見る。	・ロボットについてのビデオを見せる。
6. 動作部分を作る	10	班	○自由に動作部分を作る。	・動作部分を作ってみたいか確認をとる。
7. 片付け	5	班	○ブロックの数を確認する。	



図1 分析画面の例

表3 作業内容

作 業 内 容		作業番号
A	パソコン画面を見る	1
	マウスを操作する	2
B	ロボットを触る	3
	資料を見る	4
C	仲間と相談する	5
	教師に相談する	6
D	ロボットを動かす	7
	その他	8

画面を見る」, 「マウスを操作する」, B. 教材に関する作業として「ロボットを触る」, 「資料を見る」, C. 他者との関わりとして「仲間と相談する」, 「教師に相談する」という分類を行い, D. その他を「ロボットを動かす」, 「その他」として取り扱った。測定したデータは時間

とともに Excel に入力し、一括処理を行った。

### 3. 分析結果および考察

授業の作業分析に先立ち、測定間隔の検討を行った。作業時間の一部において同じ班で測定間隔を変化させて測定を行い、最適な測定間隔を求めた。図2～図6にその結果を示す。図に

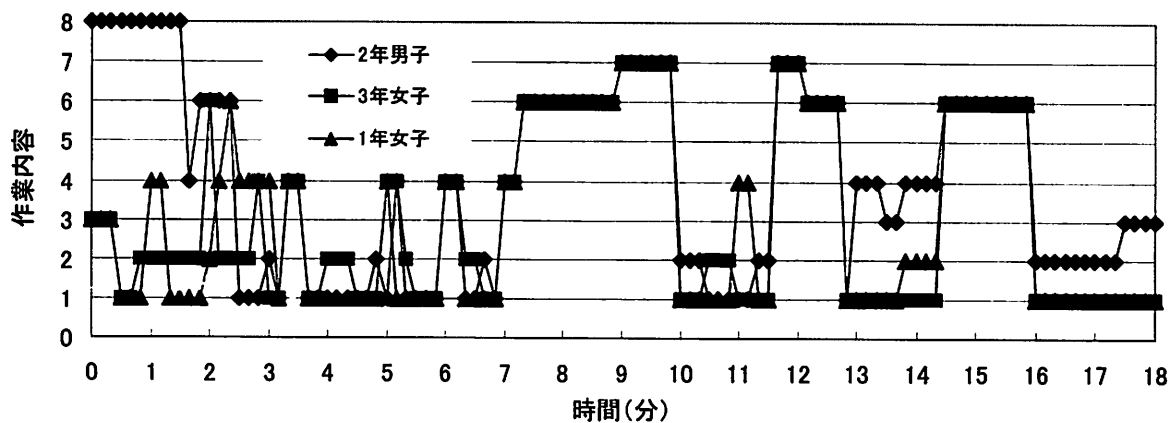


図2 作業分析結果 (測定間隔10秒)

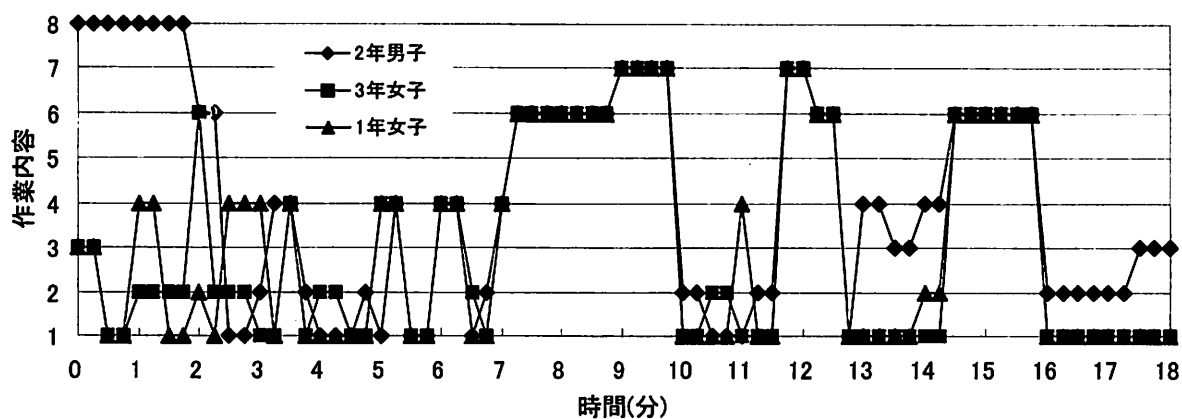


図3 作業分析結果 (測定間隔15秒)

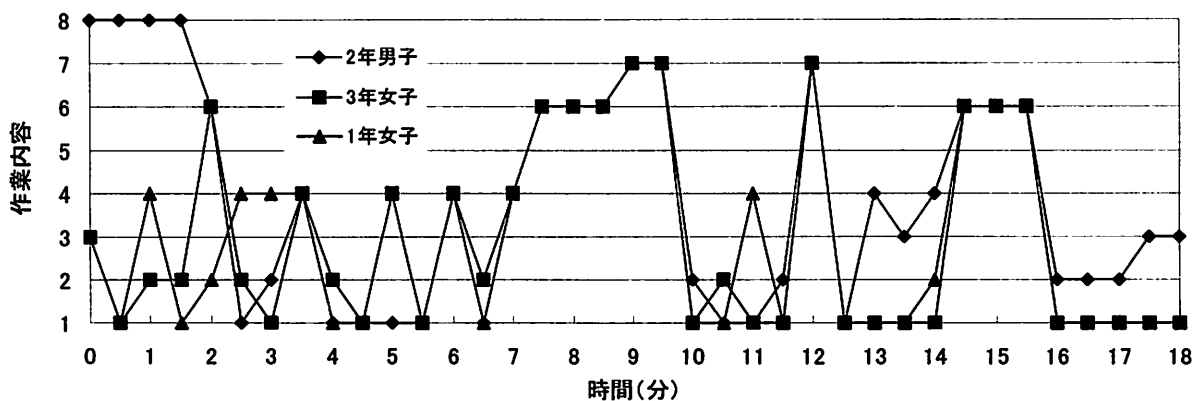


図4 作業分析結果 (測定間隔30秒)

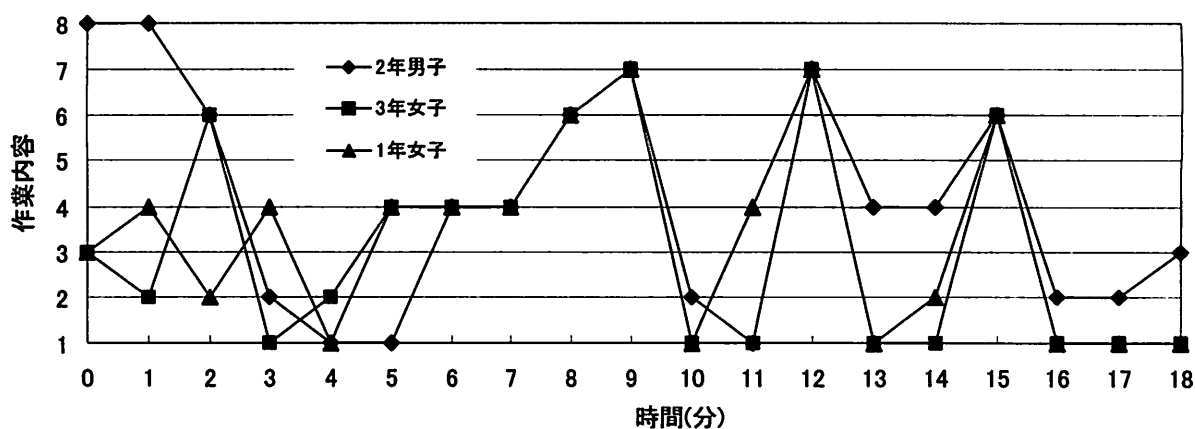


図5 作業分析結果（測定間隔1分）

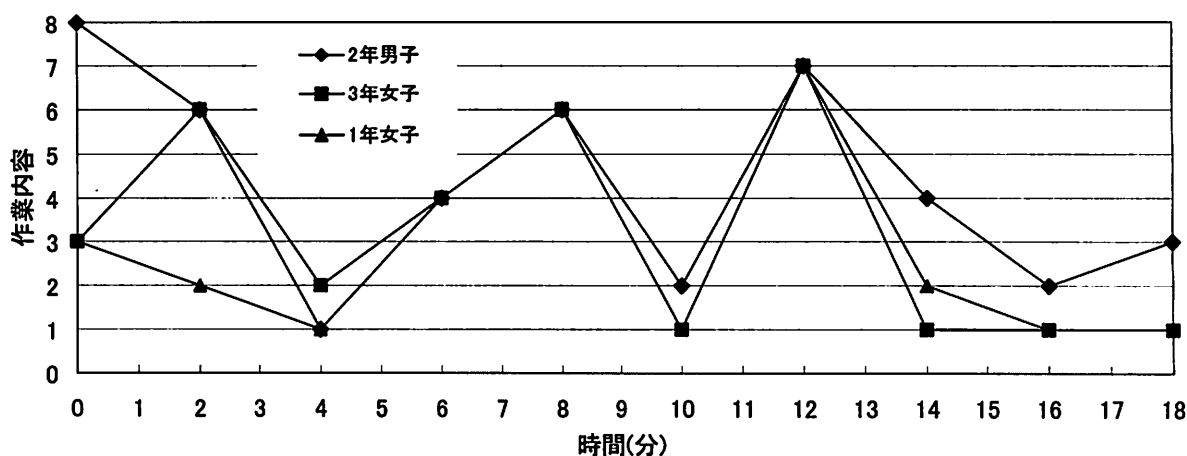


図6 作業分析結果（測定間隔2分）

において横軸は時間経過であり、縦軸は表3に示した作業内容であり、I班の3名の班員についての作業内容の時系列が示されている。図から測定間隔10秒、15秒では、作業内容割合の差は1%程度であり、差異は見られなかった。測定間隔30秒のものでは、作業内容割合の15秒の場合に対する差異は3%程度であった。図5に示した測定時間1分では、最も精密に測定した10秒の場合との差異が最大で8%となり、8項目という分類数から考えると有意とは言いがたい。一方、分析対象としている授業時間が65分であることを考え合わせると、測定間隔を30秒とした場合の誤差はさらに小さくなることが予想され、ほぼ無視しうる程度と見込まれる。以上から、本報告では測定間隔を30秒とした。

図7および図8に測定間隔を30秒とした場合のI班およびII班の授業実践時の作業分析結果を示す。II班（4名構成）では一定間隔で「パソコンを見る」または「マウスを触る」というパソコンの操作が見られているのに対し、I班（3名構成）では全員がパソコンの操作に集まっている割合が少ないことがわかる。このことから3名の場合には、人数が少ないために役割分担的な作業割当が生じていることが推測できる。このことは、図7において作業7「ロボットを動かす」は全員の生徒で行う傾向が見られる一方、1名の生徒が主として作業2「マウスを操作する」を行っていることがわかる。図7および図8の両者において、作業の後半部では作業7と作業1の繰返しが頻繁に発生し、プログラム修正とロボット動作テストを全員で繰返している。この段階では班活動として、仲間意識が形成されているものと考えられる。

作業分析

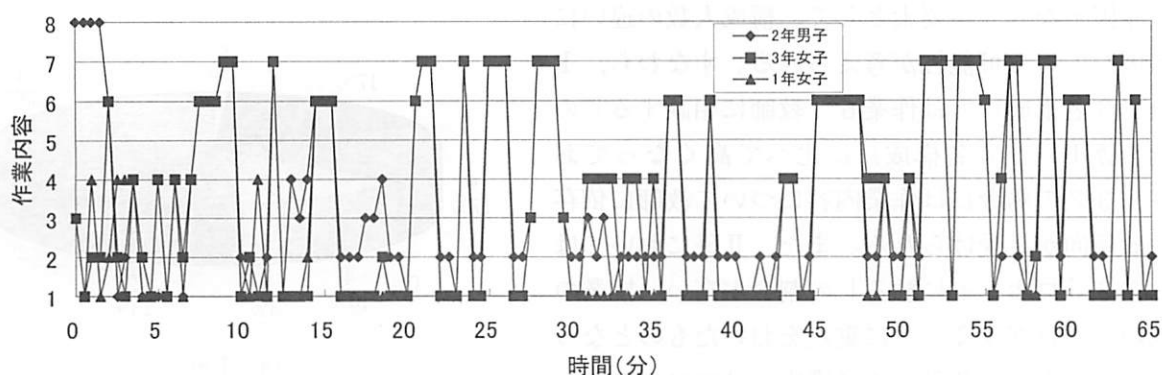


図7 授業実践の作業分析結果 I

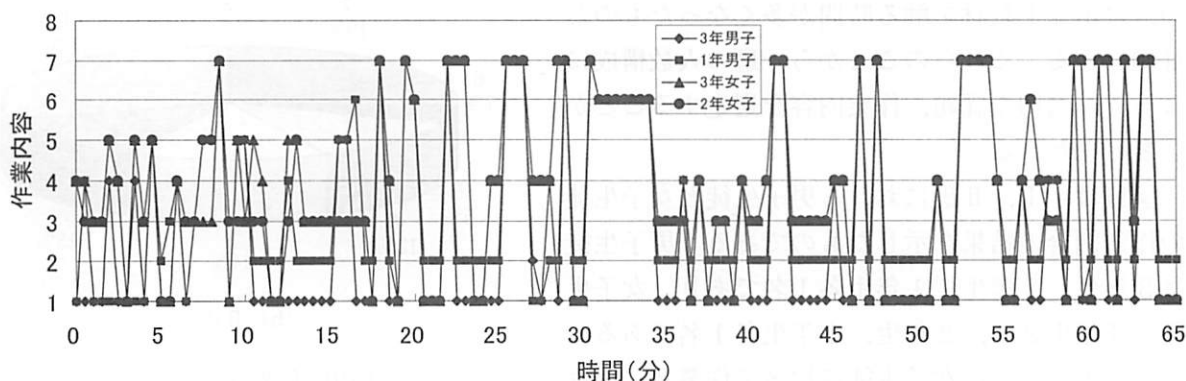
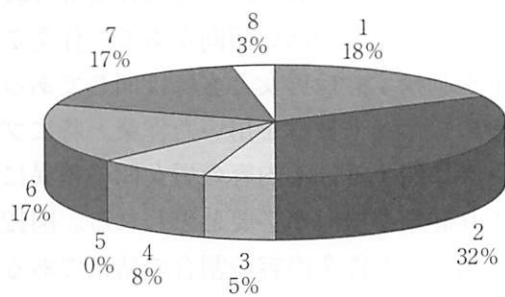


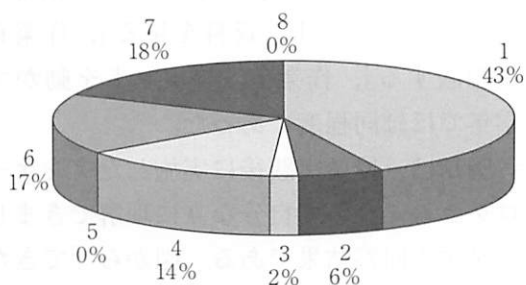
図8 授業実践の作業分析結果 II

図9は生徒の作業内容を集計した結果の例である。図9(a)はI班2年生男子生徒の作業割合であり、図9(b)はI班3年生女子生徒の作業割合である。図から各生徒の作業割合は同様な割合とはなっていないことがわかる。特にパソコン操作(作業1, 2)においてはその差異が著しく、作業7「ロボットを動かす」は両者がほぼ同程度の数値を示している。これらの傾向は4名構成のII班においても同様であった。パソコンおよびロボット教材は、ともに各班に1台が割り当てられていたが、プログラミングの試行錯誤に重点をおき、ロボット教材をその試行教材として位置付けた結果が現れたものと考えられる。

図10は、I班およびII班での作業内容の割合の結果を示したものである。図から作業2, 4, 7, 8ではほぼ一致した割合を示していることがわかる。すなわち、図9に示した生徒個人の作業割合は全く異なった内容となっているが、班全体では類似した傾向を示すことがわかる。ここでの差異



(a) I班2年生男子



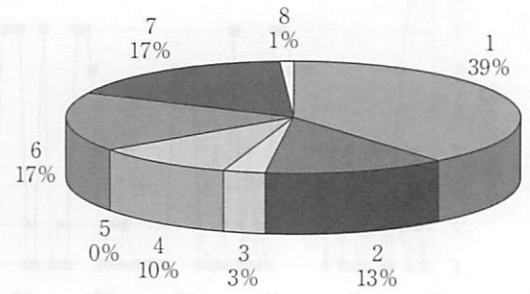
(b) I班3年生女子

図9 生徒の作業割合

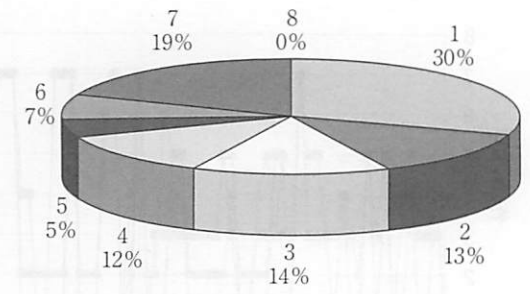
の原因となりうる要素として、構成人数の違いに起因している可能性が考えられる。すなわち、I班（3名構成）では作業6「教師に相談する」の割合がII班（4名構成）に比べて高くなっており、3名の場合には作業内容について教師に依存する傾向が見受けられる。また、II班においては作業3「ロボットに触る」の割合が高い。授業の課題がプログラミングに重点をおいたものとなっている一方で、II班の4名構成ではプログラミング作業を4名が同時に行うことが困難であったため、ロボット教材に触る時間が多くなったものと推測できる。これらのことから、班の人数構成によって、適切な課題、作業内容を選定することが必要と思われる。

図11は、I、II班における男子生徒と女子生徒の作業割合の結果を示したものである。男子生徒は3年生、2年生、1年生各1名であり、女子生徒は3年生2名、2年生、1年生各1名である。図から男子生徒は女子生徒に比べて作業2「マウスを操作する」の割合が格段に高いことがわかる。一方、女子生徒は作業1「パソコンの画面を見る」の割合が高く、つぎに作業6「教師に相談する」の割合が高い傾向がある。作業7「ロボットを動かす」は男女ともほぼ同じであった。これらのロボット教材を用いた作業、特にプログラミングに関する作業内容の男女間の差異についてはより詳細な検討が必要と思われる。図12は学年別に集計した作業内容の割合の結果である。3年生は作業1「パソコンの画面を見る」の割合が高い傾向があり、2年生、1年生と学年がさがるにつれて作業2「マウスを操作する」の割合が高くなっている。作業4「資料を見る」、作業6「教師に相談する」、作業7「ロボットを動かす」は各学年でほぼ同程度であった。

図13は、授業実践後に実施したアンケート「プログラムについて自分なりに理解できましたか」に対する回答結果である。図から「できた」、「どちらかといえばできた」と回答した生徒は82%、「どちらかといえばできなかった」と回答した生徒が18%、「できなかった」と回答した生徒は

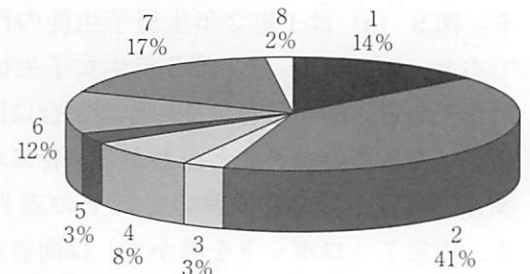


(a) I班

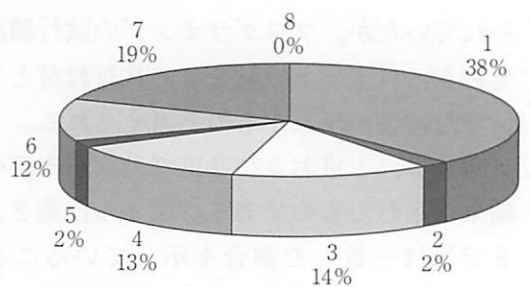


(b) II班

図10 作業割合 (班別)



(a) 男子生徒

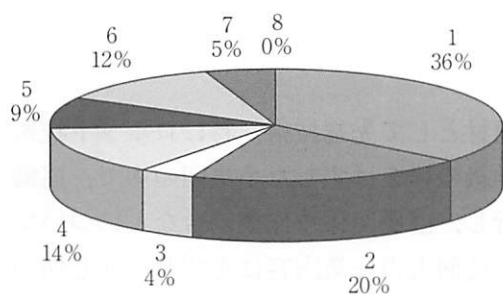


(b) 女子生徒

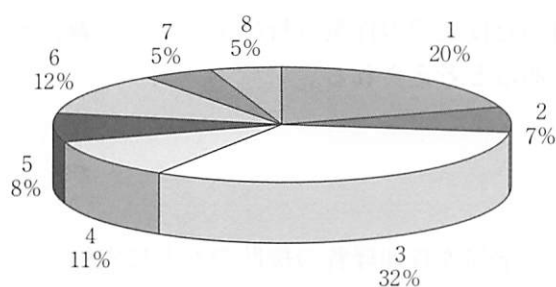
図11 作業割合 (男女別)



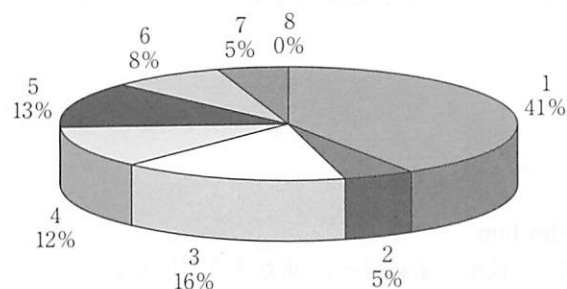
作業分析



(a) 第1学年



(b) 第2学年



(c) 第3学年

図12 作業割合 (学年別)

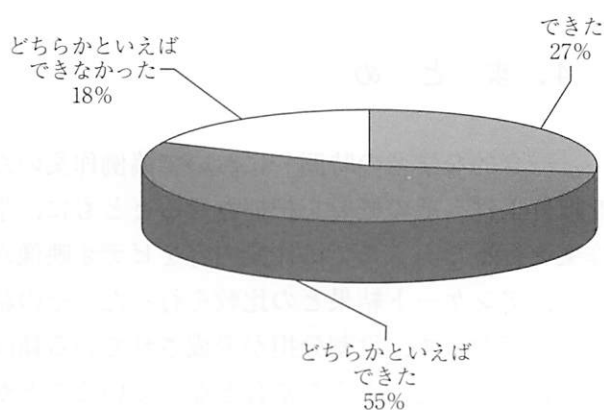


図13 授業後アンケート結果 (「プログラムについて自分なりに理解できましたか」)

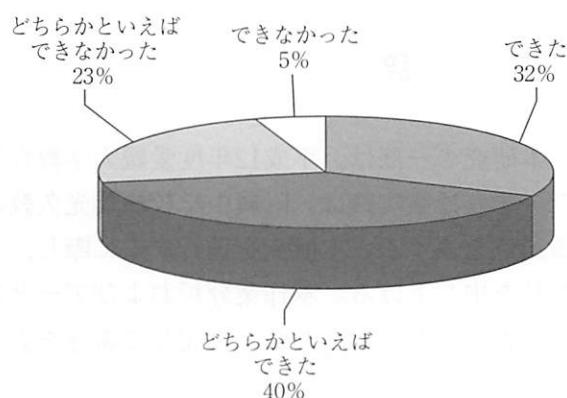


図14 授業後アンケート結果 (「プログラムの作業を班の人と協力してできましたか」)

0%であった。これらの結果から、各生徒が何らかの形式でプログラムにかかわっていることが推測できる。上記に示した作業分析の結果はこれらのアンケート結果と一致したものとといえる。図14は授業実践後アンケート「プログラムの作業を班の人と協力してできましたか」という設問に対する回答結果である。ここでも72%の生徒が「できた」、「どちらかといえばできた」と回答しており、学級、学年の枠をはずした授業であっても比較的高い割合で協働作業が行われていることがわかる。このことは図7および図8における後半部分の作業の時系列結果と一致した内容といえる。アンケート調査は生徒自身の自己評価に基づくものである一方、作業分析は外部からの客観的な情報に基づいている。両者を組み合わせて用いることによって、より詳細な授業評価が実現できるものと考えられる。

#### 4. ま と め

「総合的な学習の時間」において協働作業のための題材として先端技術、特にロボット技術を取り上げ、その概要を把握させるとともに、学年・学級の枠をはずした小集団の中で、協働作業を行った。ここでは作業内容をビデオ映像から分析し、協働関係や作業割合などについて調べ、アンケート結果との比較を行った。その結果、生徒個人の作業内容は必ずしも同じ傾向となっておらず、役割分担が形成されている傾向が見られる。しかしながら、班全体の作業内容は班ごとで同じような割合となっていることが明らかとなった。また、学年間および男女間での作業内容の差異、共通点などについての知見を示すとともに、アンケート結果と整合性があることを示した。これらの結果から、本研究で用いた授業での作業分析はアンケート調査とともに、作業を伴う授業での評価手法として有用であると考えられる。

#### 謝 辞

本研究の一部は、平成12年度愛媛大学教育学部学部等特別経費の援助のもとに実施された。また授業実践は、附属中学校楠橋光久教諭のもとに実施されたものである。記して深甚なる謝意を表す。本研究を遂行するに際し、多大なご助力を賜った本学部村尾卓爾教授に厚くお礼を申し上げます。本作業分析およびデータ処理に際しては当時愛媛大学教育学部4回生谷野聖子君の協力があつたことを記して謝意を表す。

#### 参 考 文 献

- (1) 文部科学省ホームページ, <http://www.mext.go.jp/index.htm>
- (2) 文部省, 「中学校学習指導要領(平成10年12月)解説 -技術・家庭編-」, 東京書籍, 1999年
- (3) 森, 小川, 楠橋, 山崎, 「先端技術を題材とした総合的な学習の時間 -ロボット技術教材を利用した自主協働学習の展開-」, 愛媛大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 第19巻3号, pp.41-52, 2001年
- (4) 森, 楠橋, 山崎, 「先端技術を題材とした総合的な学習の時間 -ロボット技術の学習-」, 愛媛大学教育学部紀要 第I部教育科学, 第48巻1号, pp.81-92, 2001年
- (5) 愛媛大学教育学部附属中学校, 「研究紀要 第53号 生きる力を育む学習の創造(第3年次)」, 2000年
- (6) Joe Nagata, 「Joe Nagata の LEGO MindStorms スーパークリーチャー」, オーム社, 1999年