

# 小学校向けロボット教材開発<sup>†</sup>

## — 授業実践と作業分析 —

小宅 稔也\*・坂本 弘志\*\*・古平真一郎\*\*・堤 美香\*・針谷 安男\*

宇都宮大学教育学部\*

宇都宮大学大学院教育学研究科\*\*

子どものものづくり離れは我が国のこれからの産業を担う人材の育成を困難にする。この問題の対応は緊急な課題であり、その解決法の一つとして、技術的素養の育成が必要とされている。その育成にはロボット教材が注目され、また、有効であり、小学校へも展開されている。そして小学校における実践研究では一つの作業に着目して分析し、教育的効果の検証をするなどの研究が多い。ロボット製作には必要不可欠な作業である、はんだづけの作業を伴うが、これについての作業分析はほとんど見当たらない。

本研究では、小学校におけるロボット教材の開発を目指し、その製作における視点からはんだづけに着目し、授業実践を通して、作業分析を行い、これらをもとに指導法の提案をする。

キーワード： ロボット教材、小学校、はんだづけ、ものづくり

### 1. はじめに

子どものものづくり離れは科学技術立国の我が国にとって深刻な問題である。このものづくり離れによりこれからの技術発展を担うべき技能者の確保、人材の育成が困難になってきている。ものづくり離れにはユース・アパシー（若者の無気力、無関心、無感動）を背景に「ものづくりが身近になく、体験したり感動する機会が無い」ということに大きな原因がある<sup>(1)</sup>。

したがって、「ものづくりを体験して感動する機会」の確保が重要であり、学校教育では技術教育が役割の中心を担っていくものとされている。技術教育においても子供たちのものづくり離れは拡大しており、ものづくりの喜びを知らないという事実も見られる。さらに、周りと同化を求め、自己を確立できず、独創性に乏しい。それにも関わらず連帯感の欠如も現状の問題として挙げられている。しかしながら子ども達はものづくりには興味・関心を示しており、「作ることへの期待」に応えるような教育が

求められている。教育目標の一つに人間性を豊かにすることがある。これは主体的、創造的に自己を実現する姿を支える多くの資質が備わり、たくさんの人に受け入れられる姿である。技術教育においても、それらの構築のために集団や社会とのかかわりを大切にし、製作実習をとおして人間を改革していくことが求められている<sup>(2)</sup>。

この問題の解決策の一つとして技術教育ではものづくり体験を通しての技術的素養<sup>(3)</sup>の育成が必要であると言える。表1に技術的素養を示す。この技術的素養とは、技術に関する知識や技能を活用し創意・工夫を凝らして合理的に課題を解決することができる能力、および技術に対する適切な理解力のことを意味している。技術的素養の中には、他教科においても習得されるものもあるが、ここに取り上げた技術的素養の主体は技術教育によって形成されるものであり、よりよい人間形成につながるものと考えられる。また、技術的な知識・理解を基盤とした学習は他教科では補えない部分であり、他教科にわたり横断的にとらえることのできる技術教育の必要性が高まっている。

そして、技術的素養の育成に優れた教材の一つとしてロボット教材が注目されている。さらに、早期教育の有効性が示され、小学校においても展開されている。小学校では一つの作業に着目して分析し、

<sup>†</sup> Toshiya OYAKE\*, Hiroshi SAKAMOTO\*\*, Shinichiro KODAIRA\*\*, Mika TSUTSUMI\* and Yasuo HARIGAYA\* : Development of Robot Teaching Material for Elementary School —Practice of Class and Analysis of Work—

\* Faculty of Education, Utsunomiya University

\*\* Graduate School of Education, Utsunomiya University

教育的効果の検証をするなどの研究<sup>4)</sup>が多い中で、はんだづけに着目したものはまだない。ロボット製作に必要な不可欠な作業である、はんだづけの作業分析を行うことでよりよい教材の提供につながるものと考え、はんだづけ学習の指導法を検討することが必要であると考えられる。

表 1 技術的素養

技術的素養	
①	技術的な課題を解決するための手順および安全性を判断する力や創造・工夫する力
②	技術の利用方法や製作品に対する技術的な評価力
③	生産、消費、廃棄に対する技術的な倫理観
④	自らを律しつつ、計画的に行動を継続する態度
⑤	一般的には器用さと言われる巧緻性
⑥	勤労や仕事に対する理解力、および職業に対する適切な判断力

以上のことから本研究では、小学校におけるロボット教材を製作における視点からはんだづけに着目し、授業実践を通して、作業分析を行い、これらをもとに指導法の提案をする。

## 2. ロボット教材について

ロボット学習は工業高校や高専、大学だけでなく中学校、小学校にも広がっている。ロボットの製作とロボットコンテストを題材とした学習では、設計・製作の中で、部品の加工、機械要素と機構、電気回路と配線、コンピュータの仕組みと制御など、技術科の基礎・基本の内容を学習することができる。また、ロボットの製作は工夫・創造する力の育成が可能であり、同時に主体的な取り組みや問題解決能力の育成の場でもある。ロボットコンテストは発表の場であり、成就感、達成感が味わえる。さらに学習過程では、共同作業を取り入れることにより、思いやりの心や協調性という豊かな人間性や社会性の育成も期待できる。ロボット学習は領域や教科の枠を越えた横断的学習としても取り組むことができ、現学習指導要領に示された総合的な学習の時間として位置づけることも可能である<sup>5)</sup>。

一方、小学校でロボット学習をどの教科で行うかを考えたとき、図画工作や理科が挙げられる。これらの教科では技術教育としては機能することはなく、技術的素養の育成が困難であると思われる。知識を得る理科教育や技法を学ぶ図画・工作と違い技術教

育はものづくりを通して学ぶものがある。それが技術的素養であり他の教科では補えないものである。

一方、ロボット教材としては主に図1のリモコンロボット、図2のザリガニロボット<sup>6)</sup>、図3の相撲ロボット<sup>6)</sup>が使用されている。これらのロボットは技術的素養の育成に優れており、特に製作、ロボットコンテストを通しての創造・工夫する力、また、コミュニケーション能力の育成にも優れている。

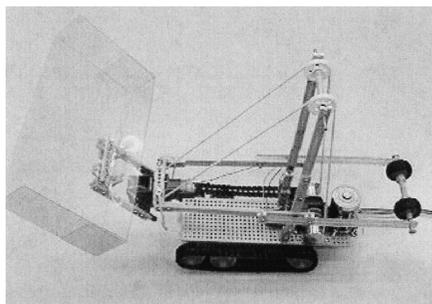


図 1 リモコンロボット

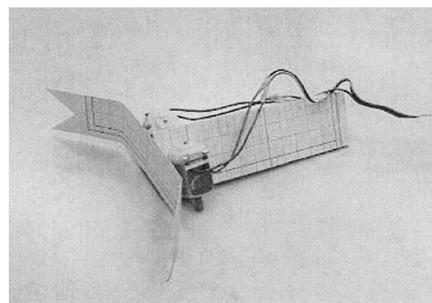


図 2 ザリガニロボット

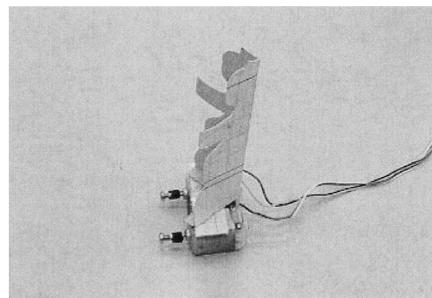


図 3 相撲ロボット

## 3. 授業実践

今回授業実践を行うにあたりロボット教材として図2に示したザリガニロボットを選定した。下山の考案したザリガニロボットは技術的素養の育成に優れており、その製作において、はんだづけの作業を

含んでいる。

材料はモータ FA-130, スライドスイッチ, ゴムチューブ, 導線, 工作用紙, 両面テープ, セロハンテープ, 使用する工具はカッター, はさみ, はんだごてである。

図4に走行部を示す。モータの軸にゴムチューブを取り付け, 接地している。これが左右についており, 2つのモータの順回転, 逆回転により動きの制御が可能である。図5に操縦部を示す。6極スイッチ(ON/OFF/ON)を逆転ができるように接続している。導線は, はんだで接続している。

このザリガニロボットは製作が比較的容易であり, 使用する材料がおもに工作用紙であるため改造することが容易である。アイデア勝負のロボットコンテストを展開でき, 創造・工夫する力を育成できると考えられる。

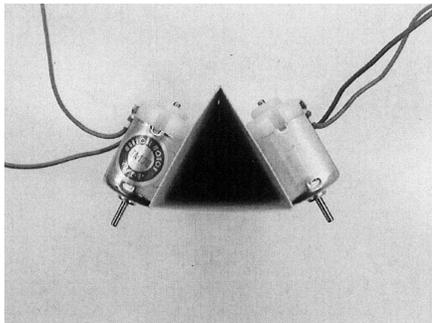


図4 走行部

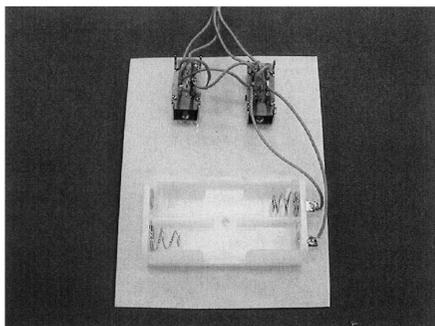


図5 操縦部(裏側)

### 3.1 授業実践 I

小学校向け教材としての基礎的な資料を得る目的で技術教育の目標である「生活に必要な基礎的な技術」を習得している学生を対象に行った。

対象は本学技術教育専攻の技術学実験実習Ⅳ(135分)受講者6名と同学教員1名である。受講者

の実態としては次のようなことが言える。授業開始前にロボットに関するアンケートを行った結果, ほとんどの受講者がものづくりに対して肯定的な意見を持っており, 授業以外でも, ものづくりの経験があった。

学習内容はロボットを製作し, ロボットコンテストを行うことである。まず, 導入として最先端の二足歩行ロボットや産業用ロボットなどに触れ, ロボット製作に対する動機付けを図った。その後, 製作の見通しがつきやすいように製作前に完成品を提示し, 製作はプロジェクターで製作方法を示しながら一斉に行った。完成後は動作確認を行い, 自分なりに改造したロボットでコンテストを行った。

ロボットの製作は基本形までの製作に予想以上に時間がかかり, ロボットコンテストに向け改良する時間が少なくなった。指導者の立場からの意見として, 活動の様子からはんだづけの作業が困難であることが伺えた。受講者からはんだづけをしたスイッチの部分を図6に示す。導線の被覆まで焼けていたり, はんだと端子がなじんでいない様子が分かる。

以上の結果から授業実践Ⅰから小学校でロボット教材を製作する上では, はんだづけの作業が困難であることが予想される。

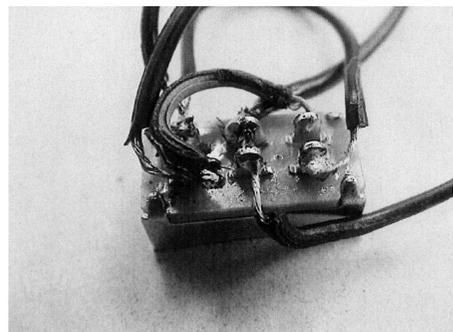


図6 授業実践Ⅰ—スイッチ部分のはんだづけ

### 3.2 授業実践Ⅱ

小学校向けロボット教材を目指すには製作するに当たって, はんだの知識やはんだづけの技術に関する学習を取り入れることを提案する。そして小学生を対象にその授業を実践し, アンケートによる調査でその有用性を検証した。

#### 3.2.1 受講者の実態

授業実践Ⅱは私立 W 小学校3年生35名を対象に工作技術科の時間(単位45分×2回)で行った。

授業開始前には、図7に示すはんだに関するアンケートを行い、児童の実態を調査した。ものづくりについては全員が肯定的な意見を示した。はんだを知っていたのは半分の50%で、そのうちはんだづけの経験があったのは7%であった。また、はんだづけが大切であると回答したのは21%であった。

アンケート	
3年( )組( )番	
テストではありませんので、思ったとおりに答えてください	
1.	ものづくりは好きですか？ ( はい いいえ )
2.	「はんだ」を知っていますか？ ( はい いいえ )
3.	「はんだづけ」をしたことはありますか？ ( はい いいえ )
	* 「はい」と答えた方に聞きます。 「はんだづけ」は大切だと思いますか？ ( はい いいえ )
アンケートは以上です。ありがとうございました	

図7 はんだに関するアンケート（授業開始前）

### 3. 2. 2 学習内容

授業の導入として、はんだづけされている部分がよく見え、モータを動力とするロボットを提示し、はんだがロボットや周辺機器の多くに用いられていることから必要性や重要性を示した。ここではザリガニロボットの導入として、はんだづけの作業及びモータの動作確認を目標とした。学習内容と時間配分を表2に示す。

表2 学習内容

時間	学習内容
15	導入
10	はんだづけの仕方の説明、注意事項確認
55	はんだづけ
10	動作確認

使用した教材を図8に示す。電池ボックス、モータ、導線を用いて2箇所はんだづけを要するものを用意した。モータからのびた導線を電池ボックスの端子に引っ掛けてはんだづけをする。導線のピニールはあらかじめ剥いておき、端子に引っ掛けやすいように少し曲げ、はんだづけしやすいように予備はんだを付けた。予備はんだした導線の先端部を図9に示す。

一方、児童のほとんどがはんだづけの未経験者であることを考慮し、安全面には細心の注意をはかった。はんだごてのコードに引っかからないようにコ

ンセントは延長コードを用いて机の上に置くようにした。また、黒板にはんだごての先は熱いので絶対に触らないなどの注意事項を掲示し注意を促した。その様子を図10に示す。

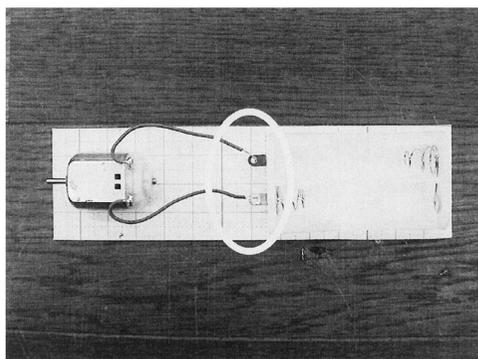


図8 授業実践Ⅱ－教材

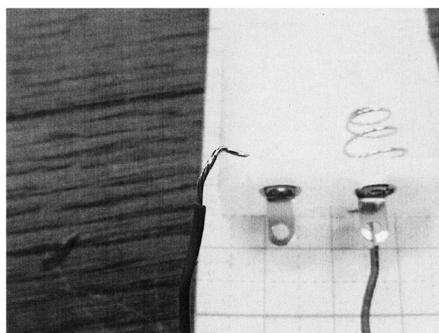


図9 予備はんだ

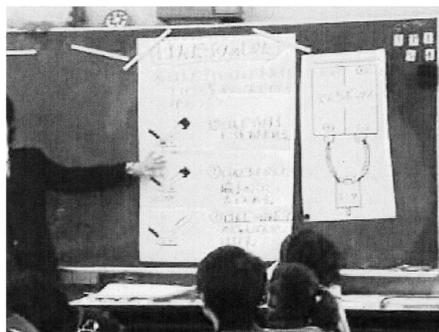


図10 授業の様子－注意事項の確認

### 3. 2. 3 調査方法及び結果

図11に示したはんだに関するアンケートを授業終了後にも行い、その変容を調査した。また、授業中の活動の様子や授業終了後の感想文からも考察を行った。アンケートの結果を図12、図13に示す。アンケート調査の結果、授業開始前アンケートで、

はんだが大切であると答えた児童は授業開始前は21%であったが、授業終了後では94%であった。はんだづけを経験することでほとんどの児童がその大切さを理解することができた。また、感想文から頻出キーワードを抽出した結果、楽しかった、面白かった、難しい、こわかったなどが上位を占めた。「こわかった」については注意事項をよく確認したためであり、はんだごては遊び半分であつたと危険であることをしっかりと理解できたと考えられる。それは授業の様子からも何れお互いに注意する様子が見られた。

授業中のはんだづけの様子については、はんだが溶けることに興味を示していた。感想文からも、またやりたい、はんだづけをしているいろいろ作りたいなどの意欲的な意見もあった。はんだづけ未経験者がほとんどの中で、全員がはんだづけができた。はんだづけの様子を図14に示す。

次に児童がはんだづけしたものを図15、図16に示す。はんだづけの箇所の空間の広さについて見ると、2つの写真は、はんだづけの箇所の空間の広さが異なっている。両者を比べると、はんだづけの箇所の狭い図16には電池ボックスにはんだごてが触れた跡が残っている。端子や導線、コテ先に集中していたため、その他の部分に目を向けることができなかつたためであると考えられる。ブリッジ（隣同士のはんだがくっついてしまっている状態）を防ぐためにも、空間を広く取るなどの配慮も必要である。

次にはんだづけを加熱時間、はんだの量をそれぞれ分類したものを表3に示す。加熱時間は5秒程度を適当とし、はんだの量は直径1mmのはんだ10mm程度を適量とした。その基準ではんだづけしたものを図17に示す。表中の数値は児童の割合を示したものである。この表から、はんだづけの作業において加熱時間が短いとき、はんだの量が少なく、加熱時間が適当なとき、はんだの量も適量になる傾向があることが伺える。従つて指導法としては加熱時間に注意した指導が望ましい。

また、はんだの授業は技術的素養の技術的な課題を解決するための手順および安全性を判断する力、一般的には器用さと言われる巧緻性が関わってくる。授業の中ではんだの性質や利用についても触れることで技術の利用方法や製作品に対する技術的な評価力も関連してくる。

以上のことからロボット製作においてははんだの学習を提案したものを付録に示す。まず、安全面について注意事項の確認やコードの位置など細心の注意を払う。はんだづけの仕方についてはまず、ペンなどで持ち方を確認し、加熱時間に気をつけ指導する。作業中は机間巡視を怠ることなく安全に留意する。また、導入の部分で、はんだづけをする意味を持ち、作業に取り掛かることができるようにすることが必要である。

アンケート  
3年( )組( )番

\*テストではありませんので、思ったとおりにお答えください。

1. ものづくりは好きですか？  
( はい いいえ )
2. 「はんだづけ」は大切だと思いますか？  
( はい いいえ )
- 4・今日、「はんだづけ」をした感想を書いてください。

アンケートは以上です。ありがとうございました。

図11 はんだに関するアンケート(授業終了後)

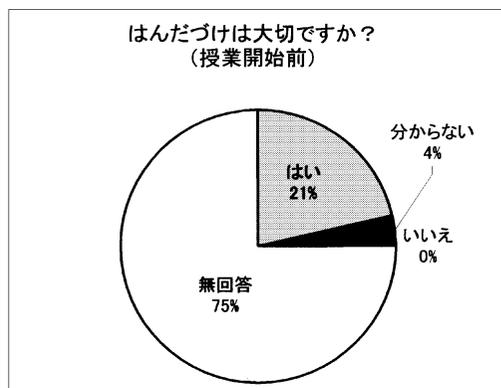


図12 授業実践Ⅱ-授業開始前アンケート

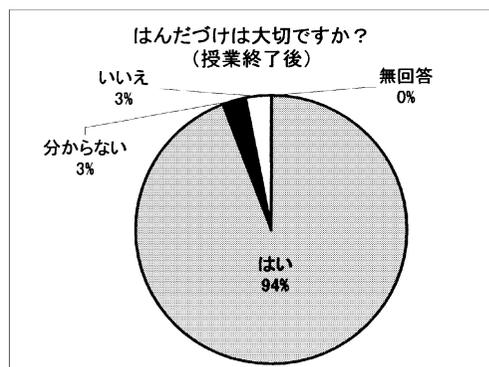


図13 授業実践Ⅱ-授業終了後アンケート



図 14 はんだづけの様子

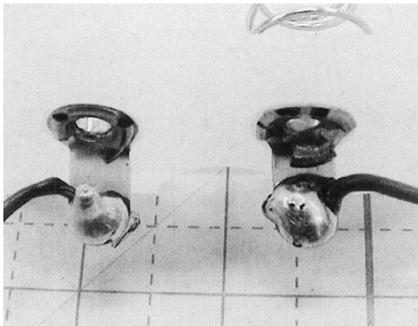


図 15 はんだづけの様子-1

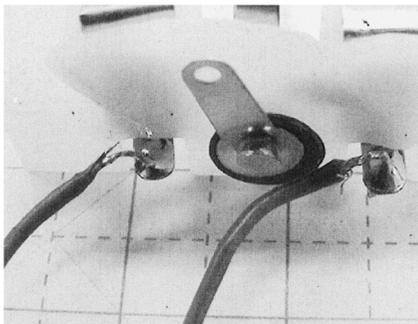


図 16 はんだづけの様子-2

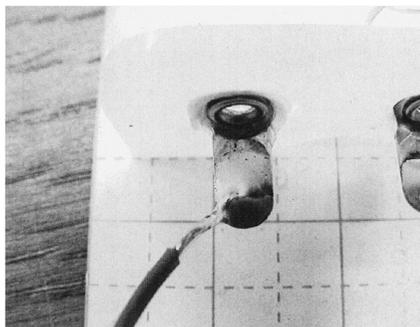


図 17 はんだづけ基準

表 3 はんだの量と加熱時間の関係

		加熱時間		
		長い	適当	短い
はんだの量	多量	11.4	8.6	25.7
	適量	4.3	22.9	15.7
	少量	1.4	4.3	5.7

(%)

#### 4. まとめ

ロボット教材の製作における視点から、授業実践を行い、はんだづけの作業分析を行った結果、次のことが明らかになった。

- ・小学生にとってはんだづけは困難であるがはんだづけの授業を取り入れることによって作業できるようになる。
- ・はんだづけを経験することで、ほとんどの児童がその重要性や必要性を理解することができた。
- ・ロボット製作にはんだの学習を取り入れることで技術的素養の育成につながる。
- ・授業実践で得られたことをもとに、はんだの学習の指導法について提案した。

小学校向けロボット教材の開発の一環として、ロボット製作、作業分析を行ってきたが、さらに、コンテストの視点から分析するなど様々な視点からの研究を進め、技術的素養の育成に優れた小学生向けのロボット教材が必要である。

#### 参考文献

- (1)野村東太：「ものづくりの現状と未来」,  
www.iot.ac.jp/img/information/special\_lecture.pdf
- (2)河野義顕, 大谷良光, 田中喜美：技術科の授業を創る－学力への挑戦－, 学文社(1999)
- (3)日本産業技術教育学会：  
http://www.soc.nii.ac.jp/jste/
- (4)松浦正史, 森山潤：小学生も挑戦！Jリーグロボットの製作, サイエンスパートナーシップ
- (5)魚住明生, 大橋浩幸, 大矢忠史, 熊本崇, 高橋伸, 田口浩継, 中島康博, 前田光昭：中学生のためのロボットコンテスト－その考え方, 進め方－, 東京書籍(2001)
- (6)ギジュツドットコム・おもしろ教材集：  
http://www.gijyutu.com/kyouzai/kousaku/zari.htm

## 付録一はんだの学習

1. 題目 はんだづけをしよう！
2. 目標
  - 適切な操作ではんだづけをすることができる。
  - はんだづけの必要性および重要性がわかる。
3. 展開

具体目標	学習活動	学習活動への支援・評価 (◇)	資料準備
○ 本時ははんだづけについて学習することができる。	1. 本時の学習内容を知る。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px 0;">&lt;学習内容&gt; はんだづけをしよう！</div>	○ ロボットなどにはんだ使用されていることに気づき、本時ははんだづけについて学習することを伝える。	・ロボット
○ はんだについて知ることができる。	2. はんだとは？	○ はんだの性質（合金層の形成）について説明し、はんだが使われている理由について知る。	
○ はんだづけの必要性および重要性を知ることができる。	3. 機器から基板を取り出し、部品を取る様子を観察する。	○ 普段何気なく使用している機器の中身を観察し、部品を取ってみせることで、はんだが使われていることを実感し、必要性および重要性がわかるようにする。	・はんだ吸取線、はんだごて、周辺機器
○ 適切な操作ではんだづけをすることができる。	4. はんだづけをする。	○ はんだづけをする様子を見せながら説明する。またはんだづけの仕方の説明を模造紙で黒板に掲示することで随時確認できるようにする。 ○ はんだごてをペンなどに置き換えて練習することにより、はんだづけの仕方のイメージがつかめるようにする。 ○ 操作方法が分からない児童に対しては、目の前ではんだづけをして見せることで、理解できるようにする。 ○ 注意事項をおさえ、安全に作業ができるようにする。また、グループ間で注意し合うように呼びかけることでお互いに安全に留意して活動できるようにする。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">&lt;注意事項&gt; ・ はんだごての先は熱いので触らない。 ・ はんだが固まっても熱いのでしばらくは触らない。 ・ はんだごては必ずこて台に置く。 ・ コードが引っかからないように置く。 ・ 使う時だけコンセントをさす。 ・ 順番を守って使う。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">◇的確な操作ではんだづけをすることができる。 (行動観察)</div>	・はんだごて、糸はんだ、ペン、コテ台
○ 本時の学習内容を振り返ることができる。	5. 本時のまとめをする。	○ 本時の学習内容を振り返る。	

### <安全面について>

- ・ 注意事項は黒板に掲示し、部品を取りはずす時、はんだづけの作業前に確認し、安全に徹底する。
- ・ コンセントは机の上に設置する。
- ・ はんだごてを使用していないときはコンセントから抜くことを徹底する。