

計測・制御技術の発展過程に視点をあてた学習過程の構築

古市 裕太*・魚住 明生**

Proposal of Learning Process which Applied the Viewpoint to the Developmental Process of Measurement and Control Technology

Yuta FURUICHI and Akio UOZUMI

要 旨

2008年度に改訂された中学校技術・家庭科の学習指導要領では、これまで選択項目であった計測・制御が必修項目となり、全ての生徒に「プログラムによる計測・制御」を履修させることとなった。その一方、本教科では必修項目の内容が増加したにも関わらず、実質時間数は減少している。このような状況において、学校現場では履修項目を相互に関連させた題材や教材、学習過程が求められている。

本研究では、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科とする。）の「D情報に関する技術」における「プログラムによる計測・制御」の題材並び教材と学習過程を提案することを目的として、改訂された学習指導要領における「D情報に関する技術」の目標と内容を精査し、他の履修項目との有機的な関連について検討した。具体的には、計測・制御技術における発展過程に視点をあて、「Bエネルギー変換に関する技術」を取り入れた題材を設定し、これを基に学習過程を構築して、教材を開発した。

1. はじめに

戦後、日本は高度経済成長期において科学技術が急速に発展し、社会及び家庭において様々な技術システムや技術製品が見られるようになった。これらの多くはこれまで使用者が目的や状況に応じて操作・利用していたが、今日では自動制御されるようになった。例えば、最新のエアコンは、室内温度や人の有無により風向きや風量を自動的に調節し、さらに長時間使用されない場合には電源を自動で切断することができる。このような自動化を可能としたものに計測・制御技術がある。一方、これらの製品はブラックボックス化やシステム化が進み、そのしくみは複雑で分かりにくいものとなっている。このような状況の中で、現在の子どもたちは様々な技術を使用しながら生活していると考えられる。

以上のことから、2008年度に改訂された中学校学習指導要領の技術科において「プログラムによる計測・制御」が必修項目とされた。しかし、従来この項目が選択項目であったために、ほとんどの学校で履修され

ていない。さらに、本教科では必修項目の内容が増加したにも関わらず実質時間数は減少している。これらのことから、学校現場においては、この項目を効果的に指導できるようにするために、履修項目を相互に関連させた題材や教材、学習過程が求められている。

本研究では、技術科の「プログラムによる計測・制御」において、他の履修項目の内容と有機的に関連を図った題材を提案し、学習過程を構築するとともに、教材を開発することを目的としている。

2. 研究の方法

本研究では、まずこれまでの計測・制御学習に関する既往の研究と学習指導要領、技術科の教科書の検討から、この学習における現状と課題を明らかにする。次に、この結果から題材を設定するための要件を明確にし、計測・制御技術における題材を提案する。最後に、その題材を基にして、具体的な指導計画と学習過程を構築し、教材を開発する。

* 三重大学大学院教育学研究科院生

** 三重大学教育学部

3. 技術科の計測・制御学習における現状と課題

3. 1 これまでの計測・制御学習における既往の研究の検討

ここでは、技術科の計測・制御学習に関する既往の研究として、日本産業技術教育学会全国大会の過去3年分の講演要旨集¹⁻³⁾を基にして、「技術科におけるプログラミングを用いた計測・制御」に関するものについて検討した。その結果、関連する研究は2007年度が11件、2008年度が10件、2009年度が14件の合計35件であった。これらの研究の多くは制御に関するもので、計測を取り入れたものは少数であった。このことから、計測技術に視点をあてた学習はあまり行われていないことが分かった。

また、山本ら⁴⁾は、「生徒の身の回りの計測・制御機器に目を向けさせることで、興味・関心を持たせることができ、(中略)知識・理解を深めることができる。」と述べており、生徒の生活に身近なものを題材にすることが有効であると考えられる。このことについては、萩嶺らの研究⁵⁾からも確認することができ、さらには技術観を育成する効果があることも示されている。

河野⁶⁾は、技術史の流れをテーマとして技術分野の単元を開発し実践する研究を行っている。技術史を取り入れることで技術と社会・環境のかかわりについて理解させることができるのではないかと述べている。計測・制御学習においてもこの考え方を取り入れることで、より効果的な学習が期待できると考える。

以上の既往の研究の検討から、計測・制御学習において生徒の生活に身近な計測・制御技術の技術史を題材として取り入れることで、より効果的な学習過程を構築することができるとともに、教材も開発できると考える。さらには、このことにより技術の本質についても生徒に理解させることができるのではないかと考える。

3. 2 学習指導要領の検討

2008年度に改訂された中学校学習指導要領解説技術・家庭編⁷⁾の技術科の目標には、「生活と技術とのかかわりについて理解を深め」と記述されている。このことについては、「人間が生活する様々な場面において、技術を適切に評価し活用できるようにするためには、生活と技術の関わりについて、一層の理解を深めることが重要であることを示したものである。」と明記されている。

次に、「D 情報に関する技術」について検討すると、「情報に関する技術が社会や環境に果たす役割と影響について理解を深め」というねらいが示されている。

さらに、この分野を指導するに当たっては、「情報に関する技術の発展が、社会生活や家庭生活を大きく変化させてきた状況」について理解させる必要があるとされている。

最後に、この内容は「B エネルギー変換に関する技術」で製作した作品を用いることにより、効果的に学習することができるが示されている。

以上のことから、計測・制御技術の学習では、この技術の発展が人間の生活に影響を与え、暮らしを向上させてきたことを理解させる必要があると考える。さらに、この学習での教材として、エネルギー変換に関する技術を利用した製作品品を利用することとする。

3. 3 技術科の教科書の検討

2011年現在、技術科の教科書は、K社とT社の2社が出版しており、ここではこれらの教科書の計測・制御の内容について分析した。

K社の教科書⁸⁾では、まず人の情報処理のしかたを機械の計測・制御に置き換え、その後センサや制御、インターフェースの役割を説明している。プログラムについては、実際にプログラムを用いた計測・制御の実習例をあげ、最後に計測・制御の発展を取り上げている。以上のように、K社の教科書は、人と機械の働きを比較することで生徒が「計測・制御」を理解しやすくしている。その一方で、この技術の発展や、生活とこの技術との関わりについては学習しづらいものとなっている。

次に、T社の教科書⁹⁾では、本内容の冒頭において生徒に身近な計測・制御機器を導入として取り上げ、センサやコンピュータによる制御、プログラムについて簡単に触れている。その後、プログラムについて詳細な説明を行い、実際にプログラムを用いた計測・制御を取り上げている。以上のように、T社の教科書は、冒頭や実習例において生徒に身近な計測・制御を取り上げているが、その後は主にプログラム制御についての内容となっている。よって、T社の教科書においてもK社と同様で、計測・制御技術の発展については学習しづらいと考える。

4. 題材の提案

4. 1 題材の設定

これまでの計測・制御学習に関する既往の研究や学習指導要領、技術科の教科書の検討から、技術科の計測・制御学習における題材を設定する要件を以下に示す。

- ①生徒の生活に身近なものである。
- ②計測・制御技術の発展と生活の向上のかかわりを理

解できる。

③エネルギー変換を利用した製作品を用いる。

これらの要件から、本研究では照明機器の発展を題材として取り上げることとする。その理由として、この機器は学校や各家庭はもちろんのこと、図書館や博物館、小売店舗など社会のどの建物にも設置されている。照明は人間にとって必要不可欠なものであり、生徒にとって最も身近なものであると言える。このことより、要件の①を満たすことができる。次に、人間は古代に火を発見してから、現代まで照明を使用している。詳しくは次節で述べるが、その中で計測技術は人間の視覚からセンサへと発展し、制御は人間が脳で判断する手動制御から電気回路による制御、コンピュータを用いた制御へと発展し、これに伴い人々の生活は豊かになった。このことより、条件の②と③を満たすことができる。

4. 2 エネルギー変換に関する技術とのかかわり

照明機器を題材にすることで、技術科のエネルギー変換に関する技術についても学習することができる。具体的には、学習指導要領の(1)のアにおける「エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組みを知ること。」、ウにおける「エネルギー変換に関する技術の適切な評価・活用について考える。」、(2)のアにおける「製作品に必要な構造を選択し、設計ができること」を本題材により達成できると考える。

このことを詳細に検討すると、(1)のアでは照明機器についてその仕組みを学ぶことで、電気エネルギーから光エネルギーに変換する仕組みとともに、電源、負荷、導線、スイッチなどからなる回路を扱い、電気の流れを制御する仕組みについても知ることができる。次に、(1)のウでは手動のスイッチによる点灯と自動制御による点灯との違いの比較から省エネについて考え、環境に配慮した生活について検討させることができる。最後に、(2)のアでは授業で制御する照明機器を製作する過程で、構造や電気回路について考えることができる。

5. 具体的な学習過程と教材

5. 1 構築した学習過程

本題材での学習指導計画(全10時間)を表1に示す。

第1時では、機械を人間の行動に置き換えることで、生徒に計測・制御の概念を理解させる。第2時では、計測・制御技術の発展過程と人間の暮らしの向上とのかかわりを学ばせる。第3時から第9時では、具体的な計測・制御技術として照明機器を取り上げ、技術の

表1 学習指導計画(全10時間)

段階	時間	学習過程
導入	1時間目	計測・制御とは
	2時間目	様々な種類の計測・制御
展開	3時間目	スイッチ式とタイマー式の照明機器
	4時間目	光センサを用いた照明機器
	5時間目	
	6時間目	赤外線センサを用いた照明機器
	7時間目	コンピュータを用いた照明機器
	8時間目	
	9時間目	
まとめ	10時間目	これからの社会における計測・制御

発展過程に沿って授業を行う。その際、実験を多く取り入れることで実践的・体験的に学習させる。第10時では、本単元で学習したことを基にこれからの社会に求められる計測・制御技術を考えさせ、まとめを行う。以上の各時間における学習指導案を資料1~8に示す。

5. 2 開発した教材

5. 2. 1 古代の計測・制御装置の教材化

第1時では、計測・制御技術における自動制御装置の起源となる自動販売機を教材として取り上げる。これは古代エジプト時代のヘロンの『気体装置』に記されているものである。この装置の構成を図1に示す。

この装置の内部は、計測・制御の役割を果たす天秤と、コインを貯めておく受け皿、水が入ったタンク、水を留めておく弁により構成されている。この装置では、からくりによる制御が行われおり、そこには計測の機能も含まれている。この装置における動作のしくみを以下に示す。

- ①硬貨が投入され、天秤の受け皿に落ちる。
- ②硬貨の重みにより天秤が傾き、もう一方に吊るされた弁が持ち上げられる。
- ③水が放出される。

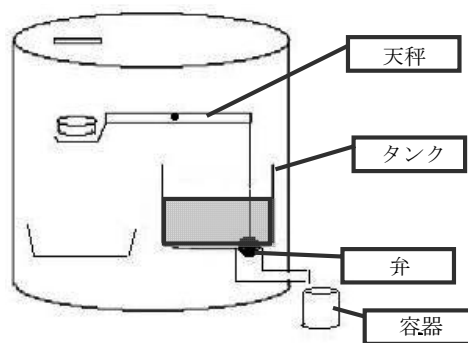


図1 ヘロンの自動販売機の構成

- ④天秤の傾きにより硬貨が滑り、下の受け皿に落ちる。
- ⑤天秤が元の位置に戻り、弁により水路が閉じられる。
- ⑥水の放出が止まる。

5. 2. 2 光センサを用いた照明機器の教材化

第4時から第5時で取り上げる光センサを用いた照明機器のしくみを理解するために教材を開発した。光センサを用いた照明機器の例として、道路に設置されている電灯があげられる。なお、本教材では光センサとしてCdSセルを選択した。その理由として、本部品は安価で教育現場で入手しやすく、しくみが理解しやすいことがあげられる。ただし、このセンサはカドニウムを使用していることから、廃棄する場合には留意する必要がある。開発した光センサを用いた照明機器（以下、光センサ式照明機器とする。）の外観を図2に、その回路図を図3に示す。

この光センサ式照明機器は、CdSセルが計測の役割を担い、電気回路により制御を行っている。CdSセルは、当たる光の量が多いと抵抗が小さくなり、その量が少ないと抵抗が大きくなる特性がある。この特性を利用して、暗い時にトランジスタにベース電流が

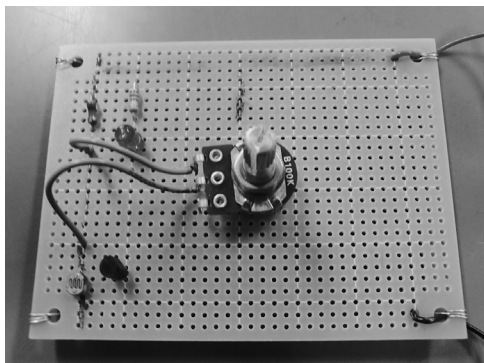


図2 開発した光センサ式照明機器の外観

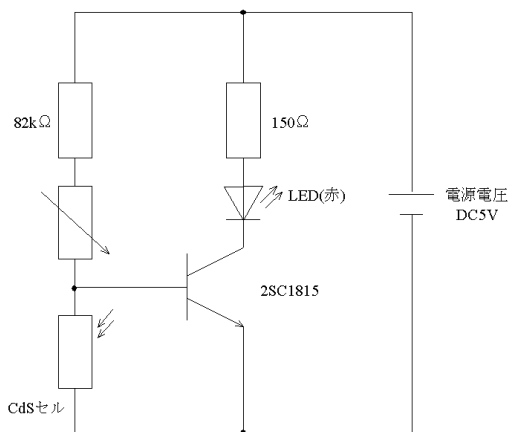


図3 光センサ式照明機器の回路図

流れ、明るい時は流れないように回路を設計した。なお、動作する感度は可変抵抗器により調節することとする。また、生徒はCdSセルを用いて実験を行い、様々な光の条件の下で抵抗値が変化することを理解できるようにした。

5. 2. 3 赤外線センサを用いた照明機器の教材化

第6時では、赤外線センサを用いた照明機器（以下、赤外線センサ式照明機器とする。）を教材として取り上げる。学校や小売店舗をはじめとした様々な建物において、人間の動きに感知して点灯する照明機器が多く用いられており、生徒も目にしたことがあると思われる。赤外線センサの外観を図4に示す。



図4 赤外線センサの外観

建物の天井に設置されている赤外線式照明機器は、制御部分の回路を普段見ることができないことから、生徒にとってそのしくみを理解することが難しいと考える。このことから、本研究では一般に販売されている赤外線センサキットを教材化し、その仕組みを生徒に理解させることとした。具体的には、超高感度／一般広角両用タイプ焦電型赤外線センサキット（秋月社電子通商株式会社製）を用いる。その赤外線センサキットの外観を図5に、赤外線センサの外観を図6に示す。

- この照明機器のしくみは次のようになっている。
- ①生体が動くとき赤外線エネルギー量が変化する。
 - ②これを焦電センサが検出する。ただし、この検出信号は非常に微弱である。
 - ③オペアンプを用いてゲインを約1600倍に増幅する。
 - ④この信号をウィンドウコンパレータと分圧回路により単純なON/OFF信号に変換する。

なお、具体的なしくみは、焦電センサが検出しオペアンプで増幅した電圧の過渡応答を、ウィンドウコンパレータと分圧回路によりその波の基準を2.5Vにし、その値が3.3V以上又は1.6V以下になった時にON信号として検出させる。

この教材を用いて、生徒は焦電型赤外線センサが検

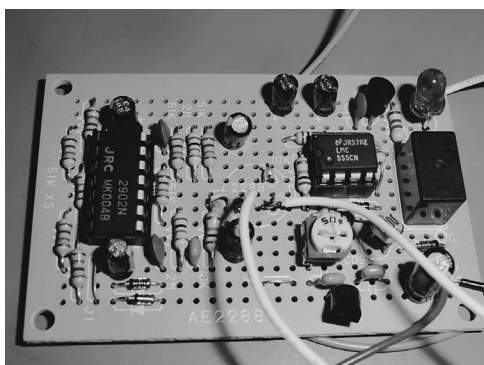


図5 赤外線センサキットの外観

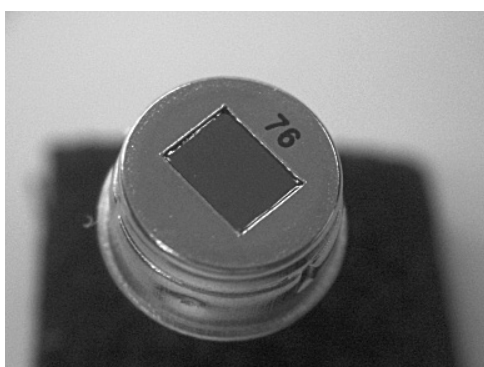


図6 焦電型赤外線センサの外観

出する電圧を観察する実験を行う。

5. 2. 4 コンピュータを用いた照明機器の教材化

第7時から第9時に用いるコンピュータを用いた照明機器を開発した。ここでは、具体的に赤外線センサキットとコンピュータを用いたものを教材化した。赤外線センサキットは電気・電子回路により制御されている。その制御部分をコンピュータに置き換えたものである。具体的には、プログラミングによりオペアンプによる増幅後の値をコンピュータに取り込み、制御を行うしくみである。この赤外線センサキットの構造概念を図7に示す。

ハードウェアは、MYU ロボを用い、プログラミング言語はドリトルを使用する。この照明機器は赤外線センサが計測を行い、コンピュータが制御を行うしくみとなっている。ドリトルを用いて開発したプログラムを図8に示す。

この教材を用いることで、生徒は電気・電子回路が

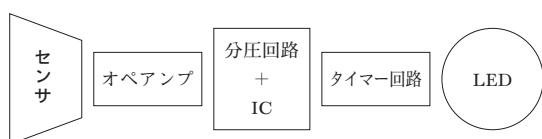


図7 赤外線センサキットの構造の概要

```

ロボ=MYU!"com 5"作る。
ロボ：アナログ入力=「?ポート番号?! (ポート番号) AN」。
ロボ：転送命令=「!はじめロボット
「!
10 ポート出力
「! 3 AN 230 以上のA」なら
「! 50 0 b 1000 ポート出力」実行
「! 3 AN 207 以下のA」なら
「! 20 0 b 1000 ポート出力」実行
」繰り返す
おわりロボット」。
ロボ！転送命令。
    
```

図8 ドリトルによる制御プログラム

行っていた制御を理解することができ、さらにはコンピュータによる計測・制御のしくみや利点を学習することができる。なお、ハードウェアは増幅後の値をA-D変換し、取り込んでいる。ここでは、5Vを8ビットに換算している。生徒はこの教材を用いてコンピュータに取り込まれる電圧の値とハードウェアがAD変換した値を比較する実験も行う。

6. おわりに

中学校技術科の計測・制御学習における教材と学習過程を提案することを目的として、古代の計測・制御装置、光センサを用いた照明機器、赤外線センサを用いた照明機器、コンピュータを用いた照明機器の教材化を行い、それらを基にして学習過程を構築した。今後、これらを用いた授業実践を行い、その有効性を実証的に検討する。

引用文献

- 1) 日本産業技術学会：日本産業技術教育学会第50回全国大会（大阪）講演要旨集（2007）
- 2) 日本産業技術学会：日本産業技術教育学会第51回全国大会（仙台）講演要旨集（2008）
- 3) 日本産業技術学会：日本産業技術教育学会第52回全国大会（新潟）講演要旨集（2009）
- 4) 山本透：中学校技術・家庭科における「プログラムと計測・制御」の学習内容とその実践、工学教育、52（1）、pp. 76-81（2004）
- 5) 萩嶺直孝：プログラムと計測制御学習における技術観・職業観の育成効果、日本産業技術教育学会第53回全国大会（岐阜）講演要旨集、p. 123（2010）
- 6) 河野卓也：技術史の視点から技術と社会の関係を見つめる学習題材の開発と実践、日本産業技術教育学会第53回

全国大会（岐阜）講演要旨集、p. 132（2010）

7) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭編、教育図書（2008）

8) 開隆堂：技術・家庭科 [技術分野]（2009）

9) 東京書籍：新しい技術・家庭科 技術分野（2009）

資料1 第1時学習指導案

○目標

- ・計測・制御の概要について理解する。
- ・計測・制御技術の歴史について知る。

○学習過程

学習活動	指導上の留意点
1. 「計測」、「制御」という言葉から連想するものを考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・「計測という言葉からどんなものを想像しますか。」と問いかける。 ・生徒から次の返答が予想される。 <ul style="list-style-type: none"> ・測ること ・温度計 ・定規 ・はかり ・「制御という言葉からどんなものを想像しますか。」と問いかける。 ・生徒から次の返答が予想される。 <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット ・コンピュータ ・コントロール <p>どちらにおいても多くの生徒が想像することができず、アクチュエータについても同じ質問を行うが、同様であると予想される。</p>
2. 人間と機械を比較し、「計測」、「制御」を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・指導者が「眩しいから、カーテンを閉めよう。」と言って実際にカーテンを閉める。そして、この行為の中に「計測」、「制御」を行っていることを説明する。行動の中のどの行為が計測、制御であるのかを考えさせ、プリントに記入させる。数人の生徒に発表させる。 ・計測・制御とは、様々な情報を測りその情報を基に判断し、動作を行うことであると説明する。 ・機械も計測・制御を行っていることを理解させる。計測・制御を行っているものを考えさせ、発表させる。
3. 古代エジプトの自動販売機から、計測・制御技術には発展してきた過程があることを知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒が発表した計測・制御を用いた機械は多くが自動制御を行うものであると予想される。機械が計測と制御を行うことを自動制御であることを説明し、指導者がカーテンを閉めた行動は手動制御であることを理解させる。生徒が考えた機械のような自動制御は最初からは存在していないという事実を確認する。 ・自動制御の起源として古代エジプトでは自動制御を行う自動販売機が存在したことを知らせ、その教材を出す。 ・模型を実際に動かしてみ、自動で水が放出されたことを説明する。天秤部分が計測・制御を行っていることを生徒に知らせる。この装置はからくりが制御を行っていることを説明し、日本においても江戸時代にこの技術が存在したことを知らせ、思い当たるものを生徒に問いかける。
4. 次時の学習について確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・次回以降は、手動制御から自動制御への発展を学ぶことを知らせる。

資料2 第2時学習指導案

○目標

- ・照明機器が発展してきた過程を理解する。
- ・計測・制御技術の発展が人間の暮らしを豊かにしてきたことを理解する。

○学習過程

学習活動	指導上の留意点
1. 前回の学習を振り返る。	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の学習を振り返り、機械の計測・制御は人間の動作に置き換えることができることを確認する。その例として指導者が「ちょっと明るすぎるな。」と言って照明を消す。この言動は人間の計測・制御であることと、人間が制御を行っていることから手動制御であることを確認する。 ・自動制御は、現代の機械製品や古代エジプトの自動販売機などがあったことを確認する。
2. 計測・制御技術などの技術が発展してきたことと暮らしの向上との関わりを理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・計測・制御は古代エジプトの自動販売機から現代の最先端な技術へと発展してきたことを確認する。 ・人間は、照明がないと生活できないこと確認し、照明機器の歴史を考えていくことを知らせる。 ・「照明機器はどこでどこで見かけるかな？」と問いかける。 ・生徒から次の返答が予想される。 <ul style="list-style-type: none"> ・教室 部屋の中 ・外街灯 車 ・「これらの照明機器はいつ点灯するのだろうか。」と問いかける。さらに、「では、誰が点けているのかも考えてみよう。」と言ってプリントに記入させる。 ・生徒から次の返答が予想される。 <ul style="list-style-type: none"> ・教室、部屋、車…人間が点ける。 ・部屋、車、街灯…自動的に点く。 ・今日の街灯は自動で点灯しているが、昔は住民が手動で点灯していたことや、今日では人間を感知して自動で点灯する照明機器があることを理解させる。 ・「街灯や照明機器が自動化してきたことに対してどう感じますか。」と問いかけ、プリントに記入させる。その後、発表をさせて意見の共有を行う。
3. 次時の学習について確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・次時以降は、照明機器の発展とそのしくみを学んでいくことを知らせる。

資料3 第3時学習指導案

○目標

- ・スイッチ式とタイマー式の照明機器について、そのしくみを理解する。
- ・スイッチ式とタイマー式の照明機器を比較し、照明機器における技術の発展と人間の暮らしの向上を理解する。

○学習過程

学習活動	指導上の留意点
1. 本時の学習内容を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・前時では、照明機器の自動化と人間の暮らしについて考えてきたことを確認する。 ・本時は、スイッチを用いてON/OFFを行う照明機器と、ダイヤル式のタイマーを用いたものについて学習していくことを知らせる。
2. スイッチ式の照明機器を計測・制御の視点から考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・スイッチ式は計測・制御の考え方を利用するとどうなっているのかを考えさせる。 ・前時に行ったように、指導者が「眩しいな。」と言って照明を消す。その後、計測・制御の役割を果しているものは何であるかを質問する。計測は人間の目が、制御は人間の脳がその役割を果している手動制御であることを理解させる。
3. 次にダイヤルタイマー式の照明機器を計測・制御の視点から考え、そのメリットとデメリットを考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・ダイヤルタイマー式の照明では、人間が操作して時間を決定するが、点灯・消灯は自動で行われていることを確認する。さらに、ダイヤルタイマー式の照明機器は手動で操作が行われていることから手動制御であることを理解させる。 ・ダイヤルタイマー式のメリットとデメリットを考えさせる。 ・生徒から次の返答が予想される。 <ul style="list-style-type: none"> 〈メリット〉 <ul style="list-style-type: none"> ・自動で点灯・消灯できる。 ・時間の操作ができる。 ・省エネになる。 〈デメリット〉 <ul style="list-style-type: none"> ・手動で時間を決めなければいけない。 ・決まった時間でしか止まらない。 ・メリットとデメリットから、どのような照明があれば便利かを考えさせる。 ・生徒から次の返答が予想される。 <ul style="list-style-type: none"> ・必要な時だけ自動的に点灯する。 ・必要のないときは自動的に消灯する。 ・点灯時間を自由に変えられる。
4. 次時の学習について確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・実際に身の回りには、このような照明機器があることを伝え、次時に学習することを伝える。

資料4 第4・5時学習指導案

○目標

- ・光センサとしてCdSセルの特徴を理解する。
- ・光センサを用いた照明機器の回路を理解する。
- ・光センサを用いた自動制御について理解する。
- ・自動制御の利点等を理解し、より便利な照明を考えることができる。

○学習過程

学習活動	指導上の留意点
1. 前時の内容を振り返り、本時の学習内容を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・前時での便利な照明機器の条件を生徒に質問し確認する。 ・本時は、その条件を兼ね備えた照明機器について学習していくことを知らせる。
2. CdSセルを用いた照明機器の動作を見て、この技術が用いられているものを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・CdSセルを用いた照明機器を見せ、部屋の照明を消灯して教材を点灯する。 ・これらの技術が実際に用いられている照明機器を考えさせる。 ・多くの生徒が街灯であると答えることが予想される。 ・街灯はこの技術を用いていることを確認する。
3. 本時の教材が自動制御であることを理解し、計測・制御している部分を予想する。	<ul style="list-style-type: none"> ・照明を落とすことにより点灯した理由と問いかけ、この教材が自動制御であることを知らせる。 ・この教材の計測・制御の部分を探ねプリントに記入させ、発表させる。 ・生徒の発表を一通り聞いた後、CdSセルを隠したら点灯することを確認し、その名称と光センサであることを説明し、さらに制御は電気回路で行っていることを理解させる。
4. CdSセルの特徴を実験を通して理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・CdSセルは光の明るさにより抵抗値が変化することを説明し、それを確認するために実験を行う。 ・班にテスターとCdSセルを一つずつ配り、テスターの簡単な使用方法と実験の方法を知らせ、その結果をプリントに記入させる。 ・発表により実験結果を全体で共有し、同じ場所でも数値に差があることに気づかせ、その理由を考えさせて、同じ場所でも明るさにより数値が異なることに気づかせる。
5. CdSセルを用いた照明機器の回路を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・本教材の回路図を生徒に見せて、説明し、ここではCdSセルの特徴とトランジスタの役割によりLEDの動作が制御されていることを理解させる。 ・CdSセルが光の量を計測する役割を果たし、トランジスタを用いた電気回路により制御されていることを確認する。

6. CdSセルを用いた照明機器の利点と、さらに便利な自動制御を考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・光センサを用いることの利点を生徒に考えさせ、プリントに記入させ、発表を行う。生徒の意見として以下のようなものが予想される。 <ul style="list-style-type: none"> ・暗いときだけ点灯する。 ・点灯する明るさを調整できる。 ・自動的に点灯・消灯する。 ・省エネになる。 ・照明機器にどのような機能があればさらに便利になるかを考えさせプリントに記入させ、発表を行い意見の共有を行う。その返答として以下のようなものが予想される。 <ul style="list-style-type: none"> ・人間を感知する機能。 ・点灯時間を設定できる機能。 ・感度を簡単に変更できる。 ・人を感知する照明機器を見たことがあるか尋ねる。家庭や近所で見かけたことがある答える生徒が多いことが予想される。 ・次時の時間にこの照明について学習することを知らせる。
7. 次時の学習について確認する。	

資料5 第6時学習指導案

○目標

- 焦電型赤外線センサの特徴を理解する。
- 赤外線センサを用いた照明機器のしくみと回路を知る。
- 赤外線センサを用いた照明機器を使用していこうと意欲的に取り組む。
- 赤外線センサを用いた照明機器とダイヤルタイマー式のものとの違いを理解する。

○学習過程

学習活動	指導上の留意点
1. 前時の内容を振り返り、本時の学習内容を知る。	<ul style="list-style-type: none"> • 前時は、光センサを用いた照明機器について学習したことを確認する。 • 光センサをより便利にする機能を復習する。生徒の意見として以下のようなものが予想される。 <ul style="list-style-type: none"> • 人間を感知して点灯する。 • 点灯時間を設定できる。 • 感度を簡単に変更できる。 • 本時は、これらの機能を用いている照明機器として、家庭の駐車場等で見かける照明機器とその技術について学習することを知らせる。
2. 赤外線センサを用いた照明機器の動作を見る。	<ul style="list-style-type: none"> • 教材を提示し、教室の照明を落とした後、赤外線センサの前を横切り、生徒にどうしたら点灯したのかを尋ねる。すると指導者が教材の前を横切ったら点灯したと答えると予想される。 • もう一度動作させ、確認する。このような照明機器を見たことがあるかを尋ね、それらの照明機器にはこの技術が用いられていることを説明する。
3. 本時の照明機器が自動制御であることを理解し、計測・制御を行っている部分を考える。	<ul style="list-style-type: none"> • この照明機器が使用している制御は手動制御と自動制御のどちらであるか尋ねる。これまでの学習から自動制御であるという回答が予想されるが、間違った回答が多い場合は点灯の仕方などから考えさせる。 • 「この教材の計測・制御の働きを行っている部分はどこだろう。」と問いかけて、生徒に考えさせ、プリントに記入させる。この際、班に一つずつ教材と電気スタンドを配り、これらを用いて考えてもよいことを知らせる。 • 生徒が予想した回答を発表させる。以下のような回答が予想される。 <ul style="list-style-type: none"> 〈計測〉 <ul style="list-style-type: none"> • CdS セル、センサ 〈制御〉 <ul style="list-style-type: none"> • 回路

4. 焦電型赤外線センサの特徴を理解するために、実験を行う。	<ul style="list-style-type: none"> • 生徒の発表を一通り聞いた後、教材を動作させながら、前時で学んだ光センサが用いられていることと、赤外線センサが人間を感知して点灯していることを説明する。また、制御は電気・電子回路で行っている事を説明する。 • 焦電型赤外線センサは、生体が放出した赤外線を熱に変換して検出し、信号を出す。非常に微弱であることを説明する。そのため、実験ではオペアンプにより増幅された信号を観察する。 • オシロスコープを用いてセンサが検出した信号を観察する。観察した波長と最大と最小の数値をプリントに記入させる。
5. 赤外線センサを用いた照明の回路を知る。	<ul style="list-style-type: none"> • 本教材は回路が複雑であることから、本時では IC の概要を説明し、分圧回路とウィンドウコンパレータにより制御されていることを説明する。 • 教材の点灯時間は、ダイヤルタイマー式のものとは異なり、抵抗、コンデンサの値により制御されていることを理解させる。
6. 次時の学習について確認する。	<ul style="list-style-type: none"> • 次時では、本時の照明機器をプログラミングを用いて学習することを知らせる。

資料6 第7時学習指導案

○目標

- ・プログラムの特徴と役割について理解する。
- ・プログラムによる計測・制御の利用について知る。

○学習過程

学習活動	指導上の留意点
1. 前時の学習を振り返り、本時の学習内容を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・前時では、赤外線センサを用いた照明機器について学習したことを確認する。 ・本時では、最先端の技術として、コンピュータのプログラミングによる計測・制御技術を学習することを知らせる。
2. プログラムの特徴と役割を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラムは、コンピュータに対する仕事の命令であることを説明する。 ・コンピュータや多くの機械製品は、この命令によって動作していることを説明する。 ・プログラムの優れている点は、目的に応じて命令の変更が可能である点であることを説明する。 ・コンピュータはデジタル信号により演算・処理していることを確認する。さらに、センサ等の測定機器や照明等のアクチュエータは、アナログ信号であることからインターフェースによりA-D、D-A変換を行っていることを説明する。 ・プログラムによる処理の仕方には、順次、分岐、反復があることを伝え、これらが組み合わせて一つの命令が構成されていることを説明する。
3. プログラムの必要性を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラムを用いた計測・制御技術は、身の周りの様々な製品に利用されていることを説明する。その例として、洗濯機、エアコン、電子レンジ、ゲーム機、などを取り上げる。 ・「もし、プログラミングの技術がなければ、みんなの生活はどうなるかな。」と尋ね、各家庭の一部屋にある製品を思い浮かべ、プリントに描かせ、考えさせる。 ・生徒にこの技術がなくなることで、不便になることを発表させる。以下の返答が予想される。 <ul style="list-style-type: none"> ・エアコンが使えないので温度調節ができない。 ・洗濯機がないと手で洗濯することになる。 ・電子レンジや炊飯器が無くなり、ご飯が食べられない。 ・パソコンやゲーム機が使えない。 ・生徒の意見から、プログラミングの技術が今の暮らしを支えていることを説明する。
4. 次時の学習について確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・次時は、コンピュータを用いた計測・制御の具体的な例として照明機器を基に学習することを知らせる。

資料7 第8・9時学習指導案

○目標

- ・コンピュータによる計測・制御の概要を理解する。
- ・コンピュータによる計測・制御の利点を考えることができる。

○学習過程

学習活動	指導上の留意点
1. 前時の学習を振り返り、本時の学習内容を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・前時では、プログラムについて学習したことを確認する。 ・本時では、コンピュータを用いた計測・制御の具体的な利用について、照明機器を基に考えることを知らせる。
2. コンピュータを用いた計測・制御の機器の概要を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・計測・制御を行うには、前時までの照明のように計測する部分、制御を行う部分、制御する対象が必要であることを確認する。コンピュータは制御を行う部分であることを説明する。 ・その具体的な例として、赤外線センサを用いた照明機器にコンピュータによる計測・制御を取り入れたものを取り上げる。赤外線センサを用いた照明機器の構成は、センサ、増幅器、制御回路、制御対象で、制御回路の代わりにコンピュータを用いることを説明する。
3. 赤外線を用いた照明機器の動作を実験により理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・赤外線を用いた照明機器の動作の概要を実験により説明する。 ・実験には、オシロスコープと赤外線センサを用いた照明機器を使用させる。 ・実験方法は、オペアンプによる増幅後の信号と、ウィンドウコンパレータ後のON/OFF信号をオシロスコープで観察し、3.3V以上又は1.6V以下でON信号が流れていることを確認させる。 ・観察したオペアンプの波形をプリントに描かせ、閾値を確認させる。
4. 計測された信号とコンピュータで変換された信号を比較し、観察する。	<ul style="list-style-type: none"> ・実験によりA-D変換が行われていることを観察させる。 ・実験には、オシロスコープと赤外線センサを用いた照明、コンピュータを用いさせる。 ・実験方法は、照明機器のオペアンプにより増幅された信号をコンピュータに取り込む。アナログ信号はオシロスコープで、デジタル信号はソフトウェアのハイパーターミナルで観察させる。 ・ドリトル言語で作成したプログラムの内容を説明する。
5. 本時に用いるプログラムを理解し、ハードウェアに書きこむ。	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒に制御する対象をテレビ、扇風機、照明から選ばせる。 ・制御したい対象の感度と動作時間を考えさせる。 ・考えた数値を基にハードウェアにプログラムを書きこませる。 ・実際に動作するか確認させる。動作しない場合はプログラムを見直させる。
6. 次時の学習について確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・次時は、計測・制御の学びを復習することを知らせる。

資料8 第10時学習指導案

○目標

- ・計測・制御技術の役割や利用に関心をもつ。
- ・身近の周りの機器における計測・制御技術を知ろうとする。
- ・計測・制御技術を評価し、活用していこうとする。

○学習過程

学習活動	指導上の留意点
1. 前時までの学習を振り返り、本時の学習内容を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・前時までは、照明機器を基に計測・制御技術を学習してきたことを確認する。 ・本時では、コンピュータを用いた計測・制御技術の社会での役割を考えていくことを知らせる。
2. 計測・制御技術の社会での役割を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・人間の暮らしを豊かにしている計測・技術の発展には、戦争による軍事技術の発展が関わっていることを説明する。 ・今日、開発されている家電製品の多くに計測・制御技術が用いられ、人間の生活に必要な不可欠なものとなったことを説明する。 ・コンピュータを用いた計測・制御技術によるロボットを用いることで、これまで人間には不可能であった仕事ができるようになったことを、宇宙探査機などを例にして理解させる。
3. プリントによりこれまでの学習を振り返る。	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの計測・制御技術に関する学習を振り返り、プリントを書かせる。ここでは、計測・制御をはじめとした技術を評価・活用していこうとする記述を期待するが、生徒の一人ひとりの学習から得た価値観を尊重するため、発表では意見の共有にとどめ是非を問わないこととする。
4. 教師による総括を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・今後も、今回の学習で学んだことを活かし、技術を評価して、活用していくように呼び掛ける。