

# 教員養成課程におけるICT機器を活用した初等理科実験とその効果 —非接触型回転計を用いたクリップモーターの定量測定実験教材の教育効果の検証—

畑 宗平

## 要旨

近年、教育現場におけるICT機器の活用が求められており、タブレットや電子黒板を利用した授業提案が多様な教科で行われている。また、今日のICT技術の目覚ましい進化を背景に、理科教育に有効な活用法が期待できる様々なICT機器が製品化され、ICT教育を取り巻く社会状況が急速に変わっている。特に、理科教育特有の自然の規則性や法則性を実験・観察する方法にICT機器は有効な機材となりえる。しかし、教員養成段階において、理科の授業等でICTを有効活用できる教員を養成するために教職課程の授業内容を検討した先行文献は非常に少ないのが現状である。そこで、本稿では教員養成段階において、理科の授業等でICTを有効活用できる教員を養成するために教職課程の授業内容を検討し、小学校5年生を通して目指す問題解決の力を育成するために非接触型回転計を教員養成課程の初等理科実験に活用し、その教育効果の検証を目的として研究を行った。その結果、初等理科の教員養成段階において、授業でICT機器を活用できる教員を養成するためには、ICT機器の原理や使用法に実際に触れて活用する機会を経て学ぶことでICT機器の活用に対する知識・技能面での理解が深まると同時にその単元の授業内容に定量測定実験を導入できるので、科学的に問題解決学習を行うことが可能になり、理科の見方・考え方による理解も深まることが分かった。

キーワード：ICT、非接触型回転計、定量測定、クリップモーター、初等理科実験

## 1. はじめに

### 1.1 本研究の背景と課題

日本では、IT戦略として2000年の「e-Japan戦略」と2003年の「e-Japan戦略II」に続き、2006年1月に発表された「IT新改革戦略」の目標達成に向け、授業などで効果的にICTを活用することにより、児童や生徒たちの学習に対する意欲や興味・関心を高め、「わかる授業」を促進するためにICT環境の整備が行われた。それに伴って、教員のICT活用指導力の向上が急務となり、文部科学省は2006年10月に「教員のICT活用指導力の基準」を示した。また、近年では、2021年度に「校内通信ネットワークの整備」と「児童生徒1人1台端末の整備」を柱とするGIGAスクール構想が実施された。さらに、新型コロナウイルス感染症の世界的大流行といった社会状況の変化が起きる中、2022年度からは教員と教員養成課程の履修学生には、高度なICTに関する力が求められることとなり、教職課程コアカリキュラムが改正された。しかし、教員養成段階において、理科の授業等でICT機器を有効活用できる教員を養成するために教職課程の授業内容を検討した先行文献は非常に少ないのが現状である。

### 1.2 理科教育におけるICTの活用と本研究の目的

理科教育の探究のプロセスでは、課題の設定（実社会の問題状況に関わる課題などを設定）、情報の収集（文献検索、ネット検索、アンケート、実験を動画等で記録、フィールドワーク等）、整理・分析（統計、シミュレーションによる可視化等で現象を科学的に分析）、まとめ・表現（論文作成、プレゼンテーション、ポスターセッション等で資料に写真やグラフを挿入して発信）の各場面において、ICT機器を効果的に活用することが可能である。また、今日のICT技術の目覚ましい進化を背景に、理科教育に有効な活用法が期待できる様々なICT機器が製品化され、ICT教育を取り巻く社会状況が急激に変化している。学校教育において、授業でICTを活用する意味は、学習指導要領に示されている教科等の目標を達成するためにICTの使用による教育効果があることが前提となる。学習指導要領には、小学校、中学校、高等学校のそれぞれの学校段階におい

て、理科で育成を目指す資質・能力の全体像と、理科の学習を通じて働かせる「理科の見方・考え方」の重要性が示されている。

初等・中等教育で定量測定実験の導入は、分析機器購入等の経済的な問題が課題となって困難である。例えば、高校の化学分野の授業では精密器具で行える中和実験等の一部の実験を除き、反応を色やにおいの五感に頼る定性的な確認を主とする授業内容に終始しがちである。しかし、定量測定が可能ならば実験結果の再現性が確認できるので高校の理科実験室で仮説の検証が可能になる。特に、ICT機器のセンサー（光・電磁波・磁力・重力等）を活用し、初等理科教育の理科実験に定量測定を取り入れれば、理科教育特有の自然の規則性や法則性を同定する科学的問題解決学習（探究活動）を行うことができる。その結果、探究過程を導入した授業の実現が容易になり、児童生徒は「理科の見方・考え方」を働かせて「自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するための資質・能力の効果的な育成が期待できると考えた。

小学校理科の教科の目標は『自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。・・・』とある。小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編によると、「理科の見方・考え方」は図1のように明記されている。また、「科学的」とは『実証性、再現性、客観性などの条件を検討する手続きを重視する・・・』と記述されている。さらに、『第5学年では、主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想するといった問題解決の力の育成を目指している。この力を育成するためには、自然の事物・現象に影響を与えると考える要因を予想し、どの要因が影響を与えるかを調べる際に、これらの条件を制御するといった考え方をを用いること』と明記されている。

* 見方・考え方: 物事を捉える視点や考え方				
理科	領域			
	エネルギー	粒子	生命	地球
見方	自然の物事・現象を主として <b>量的・関係的な視点</b> でとらえる	自然の物事・現象を主として <b>質的・実体的な視点</b> でとらえる	生命の物事・現象を主として <b>多様性と共通性の視点</b> でとらえる	地球や宇宙に関する自然の物事・現象を主として <b>時間的・空間的な視点</b> でとらえる
考え方	「比較する」 複数の自然の物事・現象を対応させ比べること。			
	「関係づけする」 自然の物事・現象を様々な視点から結び付けること。			
	「条件を制御する」 自然の物事・現象に影響を与えると考えられる要因について、どの要因が影響を与えるかを調べる際に、変化させる要因と変化させない要因を区別すること。			
	「多面的に考える」 自然の物事・現象を複数の側面から考えること。			

図 1 理科の見方・考え方

例えば、第 5 学年の「エネルギー」についての基本的な概念等を柱とした内容として、「A (2) 振り子の運動」、「A (3) 電流がつくる磁力」が設定されている。「A (3) 電流がつくる磁力」については、『児童が、電流の大きさや向き、コイルの巻数などに着目して、これらの条件を制御しながら、電流がつくる磁力を調べる活動を通して、・・・、解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。』と記述されている。そこで、本稿では教員養成段階において、理科の授業等で ICT 機器を有効活用できる教員を養成するために教職課程の授業内容を検討し、小学校 5 年生を通して育成を目指す問題解決の力の育成に非接触型回転計を教員養成課程の初等理科実験に活用し、その教育効果の検証を目的として研究を行った。

2. 非接触型回転計を用いたクリップモーターの定量測定実験教材の授業実践とその結果

本稿では、教員養成課程における ICT 機器を活用した初等理科の定量測定実験として、初等・中等理科で使える、非接触型回転計を授業に活用したクリップモーターの探究学習教材（畑宗平 2009 年）を用いて授業実践を行った。

2.1 授業で用いる器具と準備物

測定機材：非接触型回転計（ケニス株式会社；デジタル回転計 DT-2236）を用いて、コイルの 1 分間の回転数を測定した。価格は ¥25,627（税込）である。

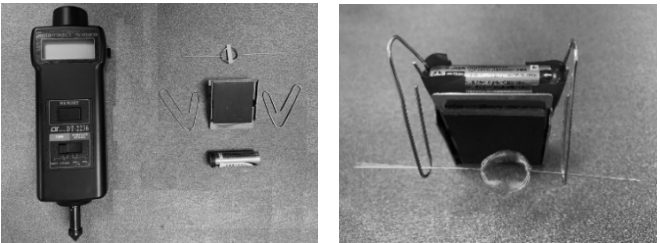


図 2 非接触型回転計・準備物とクリップモーターの本体

クリップモーター作成の準備物：乾電池・エナメル線・クリップ・磁石付きクリップ・磁石・紙やすり・セロハンテープ（図 2）

2.2 実験方法

クリップモーターを使った探究学習の課題はクリップモーターをより速く回転させる条件を探究する学習である。

教員養成課程の学生には実験前の準備として、以下の 3 つの留意点の説明を行ってから探究学習を授業実践した。

1) クリップモーターを使った探究学習の条件制御による取組み領域は、表 1（畑宗平 2009 年）で枠に囲まれたコイル（巻き数・直径の大きさ・数と形）部分の作成における試行錯誤の工夫においてのみ行うものとする。

2) コイルの回転数を計測する方法として非接触型回転計を用いるので、市販のモーター等の回転数を測定して、非接触型回転計の操作技能を全員が習得すること（図 3）。また、非接触型回転計の測定原理を理解すること。

3) 授業において実施するアンケート調査の回答については任意であること。

表 1 クリップモーターの探究学習の条件制御による取組みの領域

	変わるものは何か。 （要因を比較する。）	どのように変わるか。 （変化を比較する。）	いくら変わるか。 （変化を数値化する。）	要因と結果の因果関係 を指摘。（推論）	条件制御 （分析と考察）
材 料	影響を与える因子	定性化	定量化	仮 説	検証実験
電 池	電源の起電力	直列の乾電池の数	コイルに流れる電流 (mA) の値	電流値と電磁力は 比例関係がある。	直列電池数 を変える。
磁 石	磁力の強度	磁束密度の高低	単位面積あたりの テスラ (T=Wb/m <sup>2</sup> )	磁力と速さとの間 には比例関係がある。	磁石を替える。
コイル	エナメル線の太さ	直径の太さ	エナメル線の直径 (mm)	直径と電磁力との間 に比例関係がある。	エナメル線の 太さを変える。
	コイルの巻き数	巻き数の多少	コイルの巻き数(回)	巻き数と速さとの間 に比例関係がある。	巻き数を変える。 (上限に注意)
	コイルの直径の大きさ	直径の大小	コイルの直径(mm)	コイルの直径と速さ とは関係がある。	コイルの直径 を変える。
	コイルの数・形	複数・多角形	2つ以上・円形や 四角形等の形状	コイルの数と速さ とは関係がある。	コイルの数 を変える。
	コイルのバランス	回転軸に対象で回転時の重心のブレが無いのが理想。			
その他	コイルと受軸との接触 抵抗	コイルの軸と受軸との接触抵抗を最小にする工夫。 コイルの軸と電極としての受軸との接触(電流の流れが安定化する)の工夫。			

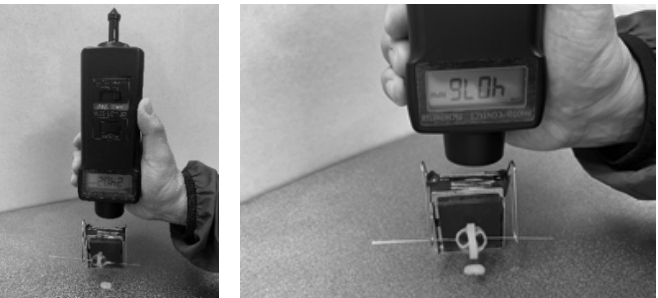


図 3 市販の非接触型回転計による回転数の測定例

2.3 非接触型回転計の測定原理

非接触型回転計のモデル機器（図 4）を用いた測定原理の説明を行った。クリップモーターのコイルの回転面に取り付けた反射シールに非接触型回転計の近赤外 LED より赤外線を回転面に投射して反射光をフォトダイオード（図 5）で受けることにより、機械的な回転変異を電気的なパルスに変換し、そのパルスをカウントすることで回転数 rpm（revolution per minute）の測定ができる。

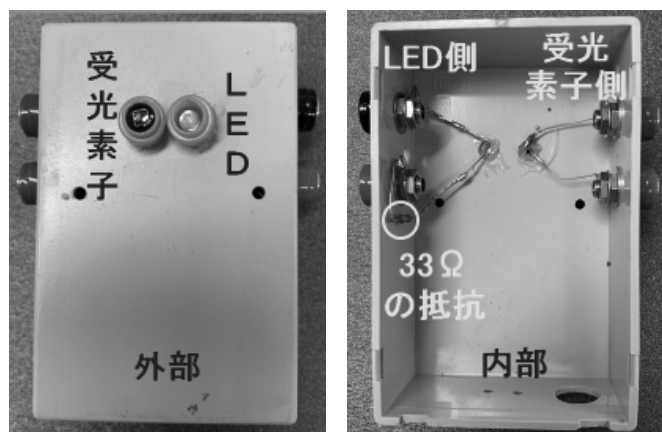


図4 簡易型回転数測定機器の内部と外観

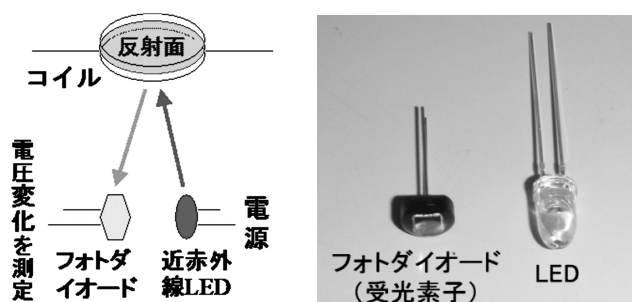


図5 回転計の測定原理とフォトダイオード・近赤外線LED

## 2.4 条件制御による取組み領域のコイル部分の作成方法

クリップモーターを作る手順の一例を挙げる。

1) エナメル線を25cmくらいに切り、マジックペン等に巻いてコイル状の輪を作り、輪の両端はエナメル線でコイルを1～2巻きして縛るように束ねる(図6)。

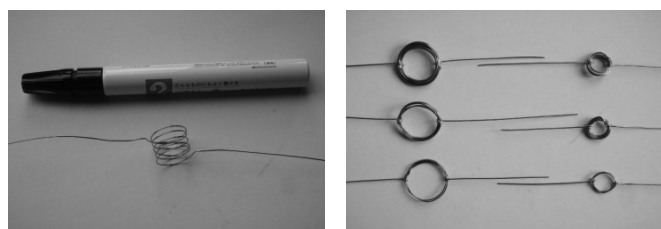


図6 コイル状の輪と輪の両端部分を束ねて形成したコイルの一例

2) エナメル線の両端部分のエナメル塗料の絶縁皮膜を紙やすりで削り落とす。留意点は、コイルがクリップと接するエナメル線の両端部分の絶縁皮膜を一方の端部分は全周から全て削り落とす。しかし、他方の端部分は半周分だけ削り落とす(図7)。

エナメル線の両端部分の左右で絶縁皮膜の削り落とし方に差異がある理由の説明は、クリップモーターの回転原理の説明と同時にを行った。

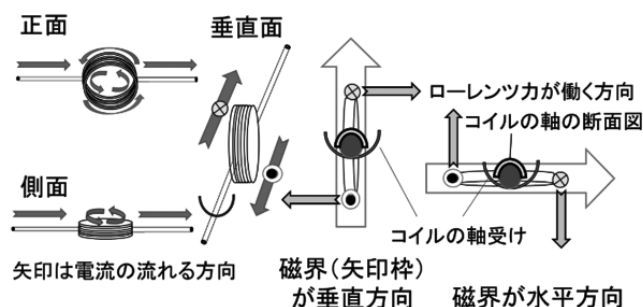
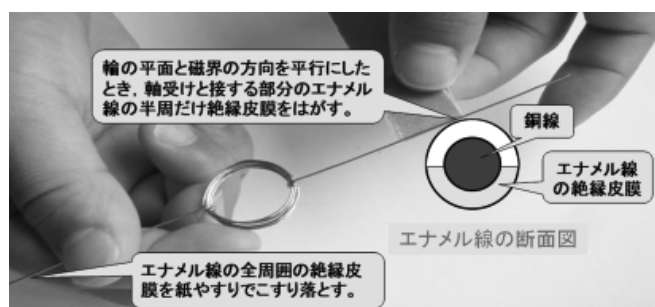


図7 エナメル線の絶縁皮膜を削り落とす面と磁界の方向との関係

## 3. アンケート調査結果と教員養成課程における学生の実態

本論では、クリップモーター作成におけるコイル部分が回転するために必要な知識・技能の習得に焦点を絞る。

これまでの授業等で過去にクリップモーターを作成した経験のある大学生と経験のない大学生とがいることが予想される。また、授業等で作成を経験していたとしてもコイルが回転するまでの知識・技能が身に付いていない大学生もいると考えられる。そこで、H大学の初等教員養成課程を履修し小学校の教員免許状の取得を目指している学生を対象としてアンケート調査を行った。回答者は、教育学部2年生35名であり、全員が平成20年度告示の小学校学習指導要領による教育を小学校で受けてきた学生である。

アンケート調査はその1、その2、その3と段階に分けて行った。その1での質問は以下の通りである。

Q1：今までの授業等でクリップモーターの学習体験はありますか。

Q2：クリップモーターの学習時にコイルは回転しましたか。

表2 アンケート調査はその1の結果

	無し	小学校	中学校	高等学校
Q1：クリップモーターの学習体験	26	8	1	0
Q2：クリップモーターは回転した	0	7	0	0

Q1のクリップモーター学習体験者は9名(体験率は26%)であり、時期は9名中8名が小学校であった。また、Q2の結果はクリップモーター学習経験者の8名中7名がコイルの回転を体験していた。つまり、クリップモーターの完成経験者は35名中7名(20%)であった(表2)。続いて、その2の各問いは知識・技能についての理解度の問いであり、授業前( )・授業後( )の理解度については、次の番号(①～④)から1つ選んで記入する回答方法である。

- ①： 理解できていない。(理解度 0～29%)  
 ②： あまり理解できていない。(理解度 30～49%)  
 ③： ほぼ理解できている。(理解度 50～69%)  
 ④： 理解できている。(理解度 70～100%)

アンケート調査その2での質問は以下の通りである。

Q3：エナメル線の絶縁皮膜を紙やすりで削り落とす理由。

Q4：コイル部分の左右で絶縁皮膜の削り落とし方が異なる理由。

Q5：クリップモーターの製作技法を習得していますか。(独力で作成したクリップモーターは回転しましたか。)

Q6：コイルの回転速度に影響を与える6つの要因(因子)の説明。

Q7：コイル形成における3つの要因(因子)の条件の制御による実験方法。

クリップモーターの製作時に必要な知識に関する問いのQ3、Q4では、エナメル線のエナメル塗料の絶縁皮膜を紙やすりで削り落とす理由やコイルの両端部分の左右で絶縁皮膜の削り落とし方で差異があることの理由について、授業前はQ3に関しては①と②の合計が25名(71%)、Q4は23名(66%)理解できていない状況であった。しかし、授業後はQ3に関しては③と④の合計が35名(100%)、Q4は33名(94%)でほぼ理解できている状況になった。また、Q5のクリップモーターの製作技法の習得については、③と④の合計は授業前ではクリップモーター学習経験者の8名(23%)、授業後は32名(91%)がほぼ習得していると答えた。(最終的にはクリップモーターの製作を評価の対象として実技試験で行った結果35名全員が単独でクリップモーターの製作ができるようになり、コイルが回転する程度の完成度の製作技能に達した。)

表3 アンケート調査その2の結果

	理解度	①	②	③	④
Q3：絶縁皮膜を紙やすりで削り落とす理由	授業前 授業後	18 0	7 0	6 11	4 24
Q4：削り落とし方が左右で異なる理由	授業前 授業後	19 1	4 1	8 8	4 25
Q5：クリップモーターの製作技法の習得	授業前 授業後	20 2	7 1	5 3	3 29
Q6：回転速度に影響を与えている要因の理解	授業前 授業後	18 2	8 2	6 8	3 23
Q7：条件制御の実験方法	授業前 授業後	17 1	8 5	8 10	2 19

	選択番号の平均(標準偏差) [n=35]		t値
	授業前	授業後	
Q3	1.89 ( 1.06 )	3.69 ( 0.46 )	-11.82 **
Q4	1.91 ( 1.11 )	3.63 ( 0.68 )	-9.98 **
Q5	1.74 ( 1.00 )	3.69 ( 0.78 )	-10.61 **
Q6	1.83 ( 1.00 )	3.49 ( 0.84 )	-10.46 **
Q7	1.86 ( 0.96 )	3.34 ( 0.83 )	-12.53 **

\*\*  $p < .01$

Q6、Q7はクリップモーターを高速回転させる課題を探究するための条件を制御する実験に不可欠な知識・技能である。Q6のコイルの回転速度に影響を与える6つの要因(因子)の知識について、授業前は①と②の合計26名(71%)が理解できていない状況であった。しかし、授業後はQ6に関して③と④との合計31名(86%)

がほぼ理解できている状況になった。次に、条件の制御による実験を検証できる技能の習得を問うQ7については、授業前は①と②の合計25名(71%)が理解できていない状況であった。しかし、授業後は③と④との合計29名(83%)がコイルの回転を速くするために、コイルの成形により条件を制御する実験方法をほぼ理解できている状況となった(表3)。また、非接触型回転計の原理や使用方法を実際に非接触型回転計に触れて活用するクリップモーターの初等理科定量測定実験の授業実践の前後でコイル部分が高速回転するために必要な知識・技能に有意差があるかを調べるために、Q3からQ7について理解の程度を4件法として計算することでt検定を行い分析した結果(表3)、コイル部分が高速回転するために必要な知識・技能は授業前よりも授業後の方が有意に高いことが認められた( $df = 34$ ,  $p < .01$ )。

H大学の2回生の多くがクリップモーターを高速回転させる課題をコイル部分の成形(巻き数・直径の大きさ・数と形)による条件の制御により探究学習をできる状態で、非接触型回転計を用いたクリップモーターの定量測定実験を行っている実態が明らかとなった。

#### 4. 非接触型回転計を用いたクリップモーターの定量測定実験教材の教育効果

アンケート調査その3は授業実践終了後の3週間後に行ったものであり、非接触型回転計を用いたことによる教育効果についての内容である。質問内容はt検定等の数値に影響を与えている要因等を知るための記述式の問いとクリップモーターの指導に必要な知識・技能の習得に関する問いである。

1) 記述式Q1：「クリップモーターの回転数(回転速度)の多さを競う授業ではどのような教育効果が得られたと考えますか。」に対し多かった回答例を次に挙げる。『どうしたら早く回転するかを自ら考え試行錯誤できるようになった。どうしたら早く回るかを自主的に考えることができる力が育成する。一番早く回転する方法を皆で共有できた。どのようにすれば速く回るかを考える力が育成する。仲間との競争心が生まれ互いに成長すること。単元の内容に児童が興味関心を持ち主体的に取り組む力を高める。達成感や工夫することによる想像力が育成する。あきらめずに頑張る力や忍耐力が育つ。子ども達がモーターの回転する仕組みや原理をもっと知りたいと思う効果が期待できる。グループ単位の競争にするとグループの協同学習となり協調性が得られる。早く回る人の回転数と自分を比較することで、もっと早くするための探究心が高まった。課題を達成するために試行錯誤しながら考える力が伸びる。クリップモーターを丁寧に作ろうとする。競争心が芽生え自主的に学ぼうとする。主体的に課題を解決しようとする力が育つ。』

2) 記述式Q2：「回転計(ICT機器)を用いてクリップモーターの回転数を測定することでどのような教育効果が期待できますか。」に対し多かった回答例を次に挙げる。『どのくらいの巻き数でどのくらいの回転になるかを検証することができる。回転計で測定することで、子ども達にICTがどのようなものか説明できる。どうすれば回転数を増やせるかなどの想像力が育む。ICTを使うことでより正確に測定することが出来ると分かり、ICTを子どもたち自身が活用しようというきっかけになることが期待できる。自分の工夫の成

果が数値として表示されるので、自分のクリップモーターのコイルの完成度がどの程度なのかを理解して楽しむことが出来る。クリップモーターの授業に集中する。自分よりも早く回転したコイルと自分との違いに対する疑問から学びが生まれる。他人との比較で、改善点を考えるようになる。成果を視覚化するので、勉強への意欲が向上する。』

図8は主体的な試行錯誤の経過を経て形成された特徴あるコイルの例である。

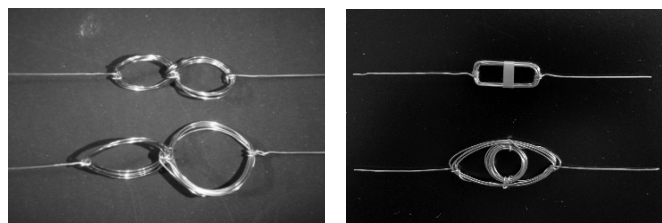


図8 90℃の角度で輪を連ねたコイル等の工夫されたコイルの例

3) クリップモーターの指導に必要な知識・技能の習得に関する問いは以下のとおりである。

Q8：子ども達に授業でクリップモーターの作り方を指導できますか。

Q9：クリップモーターが回転しない理由の一例を説明できますか。

Q10：クリップモーターの回転原理を自分の言葉で説明できますか。

Q11：クリップモーターをより早く回転させる方法を1つ挙げて自分の言葉で説明できますか。

次の番号(①～④)から1つ選んで記入する回答方法である。

- ①： 指導(説明)できない。(理解度 0～29%)
- ②： あまり指導(説明)できない。(理解度 30～49%)
- ③： ほぼ指導(説明)できる。(理解度 50～69%)
- ④： 指導(説明)できる。(理解度 70～100%)

表4 アンケート調査その3の結果

	①	②	③	④
Q8：授業で指導できる	0	3	6	26
Q9：回転しない理由を説明できる	5	3	7	20
Q10：回転原理の説明ができる	2	11	10	12
Q11：速く回転させる方法を説明できる	8	6	5	16

Q8に関しては③と④の合計32名(91%)が授業で指導できると答えた。また、Q9に関しては③と④の合計27名(77%)が授業中にクリップモーターが回転しない児童に対して、その原因を見極める知識を習得していた。記述式Q1の解答例でもあった試行錯誤による学びの過程で知識・技能の蓄積が行われたと考える。

Q10に関しては③と④の合計22名(63%)がクリップモーターの回転原理を理解しており、同様にQ11では③と④の合計21名(60%)がコイルの成形による条件の制御以外に乾電池を増やして電流を強くする方法や磁力の強い磁石を用いる方法を含めてクリップモーターをより早く回転させる方法についての知識・技能を習得したと

いえる(表4)。

## 5. まとめ

技術革新等を踏まえたICT教材は教材整備指針(文部科学省, 2020)の主な改定内容に例示されて記されている。例えば、デジタル機器類のうち3Dプリンター等は教育現場に導入され始めている。今後、教材販売会社のカタログにもあるデジタル回転計などのデジタル測定機材も購入価格やICT教育の促進を考えると教育現場で新規に追加購入する可能性は高いと思われる。よって、教員養成課程における教育ではデジタル回転計などのデジタル機器の使用法や特徴について実際に使用することで取り扱えるように知識・技能の指導をすることが、教員養成課程の理科の教育に必要な時代になっているといえる。

また、デジタル回転計などのデジタル測定機材を用いた理科教育は定量測定実験を容易に可能にする。よって、デジタル測定機材の現場への導入は、初等・中等理科教育に定量測定実験の導入を促進することを意味する。定量測定が可能ならば実験結果の再現性が確認できるので高校の理科実験室で仮説の検証が可能になる。特に、初等理科教育の理科実験に定量測定を取り入れれば、理科教育特有の自然の規則性や法則性を同定する科学的問題解決学習(探究活動)を行うことが可能になる。その前提として、デジタル測定機材を用いた理科の定量測定実験教材の開発や教員養成課程におけるデジタル機器の使用法や特徴についての知識・技能の指導が重要である。

本稿では、初等理科の教員養成段階において、授業でICT機器を活用できる教員を養成するために、教員養成課程の学生がICT機器の原理や使用法を実際にICT機器に触れて活用する機会を経て学ぶ初等理科実験の授業実践を行った。そのアンケート調査結果から、非接触型回転計を用いたクリップモーターの定量測定実験教材による授業実践でICT機器の活用に対する知識・技能面での理解が深まると同時にこの単元の授業内容に定量測定実験を導入できるので、科学的に問題解決学習を行うことが可能になり、理科の見方・考え方による理解も深まることが分かった。その結果、児童生徒は「理科の見方・考え方」を働かせて「自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するための資質・能力の効果的な育成が可能となる。また、教員養成課程における授業でICT機器を活用した授業を行うことで、教員養成課程の学生たちが自身でも授業にICT機器を活用してみようというきっかけになることが期待できる。

今後の課題は、定量測定実験は事物・現象を数値化して扱うことが必要であり、子どもの発達段階が抽象的な数値を用いても認識・理解が容易となる、小学校5年生以上の単元を主とする学習内容について、様々なICT機器のセンサー(光・電磁波・磁力・重力等)を活用した理科の定量測定実験教材を開発し、教員養成段階において、理科の授業等でICT機器を有効活用できる教員を養成するための教職課程の授業内容を検討する必要がある。

## 謝辞・付記

本稿作成にあたり、教員養成課程におけるICT教育について有益なご議論を頂いた、立命館大学特任教授山下芳樹先生、立命館大学教授根本泰雄先生に感謝する。また、アンケート調査の統計学的

検定にあたり、有益な助言を頂いた姫路大学教授日潟淳子先生に感謝する。

本稿は日本理科教育学会近畿支部大会(畑宗平：2009年11月, 大阪教育大学付属天王寺中学校・付属高等学校天王寺校舎, 発表論文集 p. 50.) で発表した内容に関して, 加筆・再構成したものである。

#### 引用参考文献

- 1：文部科学省『高等学校学習指導要領(平成30年告示) 解説理科編 理数編』, 実教出版 (2019)
- 2：文部科学省『中学校学習指導要領(平成29年告示) 解説理科編』, 学校図書 (2018)
- 3：文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説理科編』, 東洋館出版社 (2018)
- 4：畑宗平 (2009), 日本理科教育学会近畿支部大会, (大阪教育大学付属天王寺中学校・付属高等学校天王寺校舎) 発表論文集 p.50.『簡易型回転数測定装置を使ったクリップモーターの探究学習』
- 5：広木正紀, 内山裕之(編集)『理科の授業づくりー生活に有用な探究的学びや, 社会とのつながりを見据えた工夫事例集』, 東京書籍株式会社 (2012) p.54.