

工学的要素を取り入れた算数・数学教材の開発とその授業実践 - 光センサの利用を目指して -

宮崎望¹, 伊藤昭夫²,

現在, 深刻な問題となりつつある理数科離れ・理工系離れを解消するためには, 子どもたちの算数・数学に対する興味・関心を高めることが必要不可欠である。そして, それを実現するためには, 従来の数理モデル過程に「工学的要素」を加えた新しい思考過程を子どもたちに体験させることが重要である。本論文では, 「工学的要素」についての解説を与え, その過程に沿う形で開発した授業案の実践報告を行う。そして, 「工学的要素」を取り入れた授業が, 子どもたちの算数・数学に対する興味・関心の向上に対してどの程度有効であるかを実践的な立場から検討する。

<キーワード> 理工系離れ, モノづくり, 工学的要素, 「道具」として使う算数・数学

1. はじめに

近年, 子どもたちの理数科離れ・理工系離れが深刻な問題になりつつあることが数多くの論文で指摘されている。特に, 伊藤 [1, 2] においては, 下記のような状況を「理工系離れ」と呼び, 重大な問題として報告している。

算数・数学が好きであるにもかかわらず, 理工系の大学に進学しよう, あるいは, 理工系の職業に就職しようとする子どもたちの数は減少傾向にある。

このような状況が生じた背景には, 子どもたちが算数・数学を実生活から遊離したものと感じているからであると考えた。その結果として, 子どもたちは算数・数学を学ぶ理由が分からなくなり, それが学習意欲の低下につながっていると考えられる。そして, 教育現場においても理数科離れ・理工系離れは深刻な問題として受け止められつつある。

次に, 子どもたちが「算数・数学が実生活から遊離している」と感じている理由について考察する。子どもたちは, 小学校において算数を, 中学校・高等学校において数学を学

ぶ。その後, 社会生活や日常生活の様々な場面で, 獲得してきた算数・数学の知識をいろいろな形で利用する。専門的な研究においては, その知識を必要に応じて改良を施しながら様々な形で利用している。にもかかわらず, 近年, 子どもたちは前述のように算数・数学を捉えているようである。この理由の一つとして, 子どもたちが算数・数学の知識を習得しても, その知識を活用する場面が少ないことが挙げられる。そこで, 我々は「工学的要素」と算数・数学を「道具」として活用する場面の双方を取り入れた授業が算数・数学と実生活が如何に密接に関連しているかを子どもたちに認識させる手段として有効であると考え, そのような授業案を本論文において提案する。

本論文の構成は次の通りである。第2節で, 我々の考える「工学的要素」を解説し, 第3節では算数・数学を「道具」として活用する場面を取り入れた授業に関連する先行研究を紹介する。第4節では本論文で提案する授業の教材観を, 第5節では授業の概略や教具に

¹千葉大学教育学部附属中学校 (非常勤講師)

²近畿大学工学部電子情報工学科

ついて述べ、第6節においては、実践結果を報告し、その結果から本授業のねらいがどの程度達成されたかを考察する。そして、最終節では今後の課題について論じる。

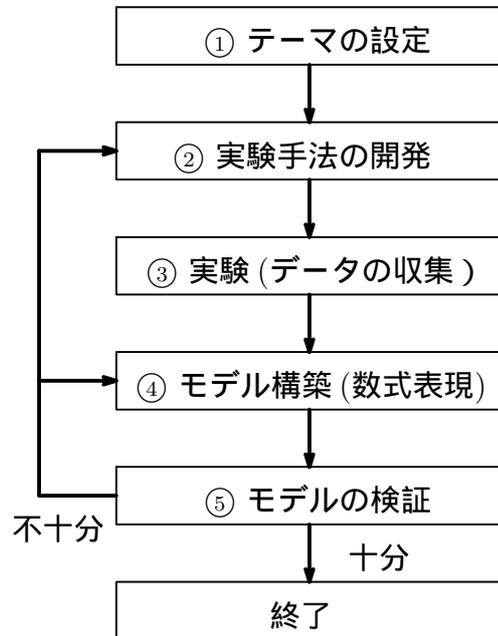
2. 「工学的要素」

ここでは、本論文でいうところの「工学的要素」を定義し、数学教育に対する有効性について論じる。我々は工業製品の開発過程あるいはその一部を体験できるような授業を展開することによって、子どもたちに算数・数学が実生活と密接に関連していることを認識させることができると考えた。

まず、工業製品の開発過程に対する解説を与える。性能の優れた工業製品を作るためには、その工業製品に影響を与える可能性のある現象を抽出し、さらに、その現象を支配する法則などがある一定のレベルで解明しなければならない。このとき、考察の対象となっている現象を数量で表現しておく都合のよい場合が多い。ところが、現象を数量によって表現するためには、実験の手法までも開発しなければならないときがある。そして、その実験によって得られたデータに対して、数学の理論を利用することで現象を支配する法則が解明される。この一連の過程をまとめると次のようになる。(図2.1参照)

- ① 工業製品開発における問題点から解明すべき現象を抽出する。
- ② 現象を数量などで表現するために、装置の開発(これを「モノづくり」と呼ぶ)なども含めて実験手法を定める。
- ③ 段階②で定めた実験手法を用いて、データを収集する。
- ④ モデルを構築する。一般的に、モデルは数式によって表現される。
- ⑤ 段階③で得られたデータから段階④で構成した数理モデルの妥当性を検証する。

- ⑥ 検証の結果、モデルが工業製品開発に対して十分であると判断した場合、現象の解明を終了する。不十分であると判断した場合は、モデルを構築し直すか、実験手法そのものを再検討する。



我々は、段階②を「工学的要素」、図2.1のように工業製品の開発などの目的を達成するために、現象を支配する法則などがある一定のレベルで解明するという一連の流れに沿った見方・考え方を「工学の視点」と呼ぶ。

本節の最後に、「工学の視点」と「数理モデル」の違いを明確に与える。

「数理モデル」とは、考察の対象としている現象を物理法則や経験則に基づき数式や図形などで表現したものであり、モデル構築過程において実験手法の開発は含んでいない。ところが、現象によっては、数量によって表現されたデータの収集が困難な場合がある。そのようなとき、現象を数量で表現するための実験装置そのものを開発しなければならない。伊藤他 [3, 4] において、このような具体的な場面を示すとともに、実験装置の開発を「モノづくり」と定義し、算数・数学の授業の一環として実施することが望ましいと結論づけている。このような活動を体験することで、

中央教育審議会 [5] が述べる「生きる力」の1つである「自分で課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力」が十分に育成できるものとする。本論文では、ここで述べた「工学的要素」を含んだ授業の実践を通して、その重要性・有用性を主張する。

3. 先行研究紹介

算数・数学を「道具」として活用する授業は、小学校学習指導要領解説算数編 [6] で述べられている算数科の目標「数量や図形についての算数的活動を通して、基礎的な知識と技能を身に付け、日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考える能力を育てるとともに、活動の楽しさや数理的な処理のよさに気づき、進んで生活に生かそうとする態度を育てる。」を実現するものである。つまり、このような新しい授業の具体的な実践が社会からも求められているということである。我々がこのような授業を実践しようという考えに至る際に参考にした先行研究として近藤・井上・愛木・山田 [7] を紹介する。[7] では、自然現象に潜む法則の解明を題材とした授業案の紹介とその実践報告がなされている。そこでは、肉眼では直接観測できない風速（風力）を風が強いと火はよく燃えるという日常的な経験をもとに考察している。具体的には、扇風機前方に位置する数ヶ所の風力を、線香の燃えた長さに変換することで、数量として表現している。さらに、実験から得た数値データに対して、数学の理論（三角比や指数関数）を用いて数理モデルを構築し、扇風機前方で起こっている現象に対する法則の解明を試みている。

本論文では、肉眼では直接測定することのできない現象として、モーターの回転運動を取り上げ、その回転速度が非常に簡単な実験と「道具」としての算数・数学の活用によって求めることができることを示す。さらに、子

もたちに授業で体験させた実験以外に、我々が作成したモーターの回転速度を測定するための手作りの装置を提示することによって、より正確なモーターの回転速度を測定することができる可能性があることを示唆する。つまり、「モノづくり」の重要性を具体例によって指摘する。

ここで、同じような装置を使った授業実践報告（川谷・宮崎・伊藤 [4]）について述べる。その授業実践へ向けて、市販されている反射型赤外線センサ①と、その赤外線センサが物体を検知した回数を数えられるよう作成したカウンタ②とを組み合わせたロータリーエンコーダの簡易模型を開発した（写真 3.1）。

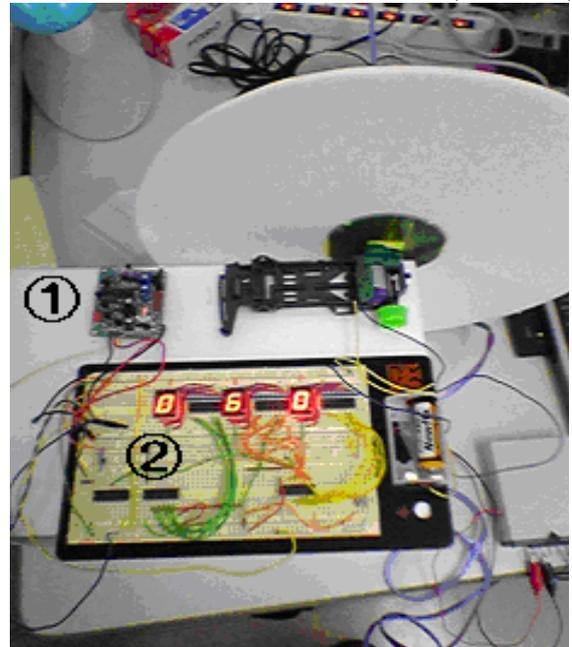


図 3.1

この装置を用いると比較的ゆっくりした回転運動の回転数（もちろん、肉眼での回転数のカウントは不可能なレベル）を測定することができる。そこで、平成 15 年 8 月 8 日に「いろいろな現象の速さを測ろう」（風速の測定）を近畿大学工学部と東広島市立高美が丘中学校との平成 15 年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業「教育連携講座」において実施した。

4. 教材観

本論文で提案する授業の課題は、「モーターで走る模型自動車を利用して、モーターの回転速度を測定すること」である。まず、回転速度を題材とした理由について述べる。

我々の身の回りには、時間とともに変化している現象が数多く存在している。そして、時間とともに変化する現象には単位時間あたりの変化量としての「速さ」が必ず内在している。具体例を挙げれば、回転運動・人口変動・化学反応などがあり、それらの現象に内在する「速さ」はそれぞれ角速度・人口変化率・化学反応速度と呼ばれている。このような時間とともに変化する現象の「速さ」を解析することは、工業製品などを開発する上でも重要な要素の1つである。

ところが、小学校・中学校では、時間とともに変化する量が距離(km, m)になっている現象のみを取り扱っている。実際、教科書には「時速 □km」、「分速 △m」などの表現しか登場していない。ここには、長さという身近な量を用いることによって、「速さ」を理解しやすいようにするという教育的配慮があると思われる。しかし、その一方で、このような限定された取り扱い

「速さ」=「時速 □km」、「分速 △m」

という思い込みを生み出し、「速さ」に関する視野を狭くしてしまう危険性を含んでいると考えた。そこで、我々は伊藤・宮崎他10名[8]において「人間の反応速度」を教材化した。本論文では、[8]に引き続き、小学校の教科書では扱われない「速さ」である回転速度を求めることを課題とした。この課題解決過程を経験することで、時間とともに変化する現象には必ず単位あたりの変化量としての「速さ」が内在することを子どもたちに認識させられると考えた。また、ここで扱う回転運動は速すぎて肉眼では直接測定することができない。本授業において、どのような実験手法を開発すれば、回転運動の「速さ」を測定す

ることができるのかを考える過程を子どもたちに体験させることもできる。さらに、最後に、本授業において必要とする算数の学習内容を示す。

四則演算, 長さの単位, 長さの測定 平均値, 四捨五入, 角度, 円, 速さ
--

この学習内容を学年ごとに簡単にまとめたものが表4.1である。

学年	指導内容
第1学年	長さの比較
第2学年	長さの単位: m, cm, mm 時刻の読み方
第3学年	長さの単位: km 時間の単位: 日, 時, 分, 秒
第4学年	角の大きさ, 四捨五入
第5学年	小数, 円周の長さ
第6学年	平均, 速さ

表4.1

従って、本授業を実践する対象は小学校第6学年以上が望ましい。しかし、多少の予備知識の不足は、学年の枠を越えたグループ活動によって補うことが可能であると判断し、小学校高学年を対象とする授業の題材とした。

5. 授業の概略及び教具について

本授業は次の4段階で構成されている。

(1) 予想

モーターの1秒あたりの回転数を予想する。モーターの回転数を予想させることで、授業へのスムーズな導入を図る。

(2) 実験

モーターの回転速度を測定するための実験方法を配布プリントで1つ提示し、それに従って実験を進める。

(3) 考察

実験から得られたデータをもとに、モーターの1秒あたりの回転数を求める。具体的には、模型自動車が一定距離を走行するために要する時間(秒)を5回測定し、そのデータから模型自動車の平均秒速を算出する。次

に、車輪のまわりの長さを求め、1秒あたりのモーターの回転数を算出する。さらに、1回転が 360° であることから、モーターの回転速度を算出する。この活動を通して、算数の知識を「道具」として利用すれば、モーターの回転速度を数量で表現できることを子どもたちは認識する。

(4) 発展

工学分野で利用されているロータリーエンコーダの簡易模型(写真5.1)を提示することによって、子どもたちは模型自動車を利用した実験よりもより精度の高い実験方法の存在を知る。その目的は、授業で行った実験とは異なる実験方法を提示することによって、工学において如何に算数・数学が利用されているかという事実を認識させることである。さらには、「モノづくり」に対する興味・関心を高めることである。

本段階で提示する簡易模型の仕組みについて解説する。

- 模型自動車のタイヤの代わりに大きな円盤をつける。
- 円盤に小さな穴を一つ空ける。
- 台に模型自動車を固定する。
- 円盤を回し、穴が通過する台座の部分にレーザーポインタを設置する。

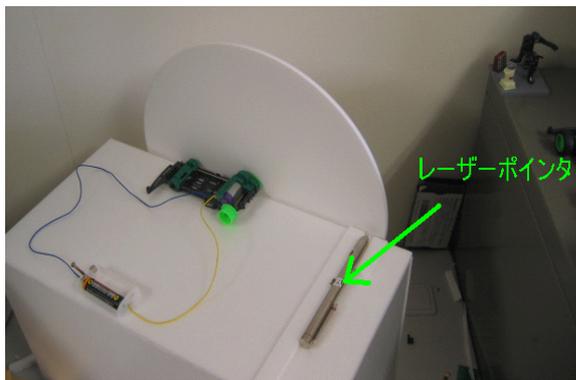


写真 5.1

この仕組みにより、写真 5.2 のように原理的には円盤が1回転するごとに穴からレーザーの光が漏れ1回点滅する。従って、一定時間の点滅回数を数えることにより、単位時間(1秒)あたりの回転数を直接計測することができる。



写真 5.2

これはロータリーエンコーダと呼ばれる角速度などを測定する装置の簡易模型である。この装置(高森[9])は、回転板上に切られたスリットをはさむ発光ダイオードとフォトダイオード(光を感知するセンサ)が基本構成となり、円盤の回転によって生じる断続的な発光ダイオードの光を入力信号としてフォトダイオードが検出し、方形波信号を出力する。結果として、出力された方形波信号から、角速度などを測定する。(図 5.3)

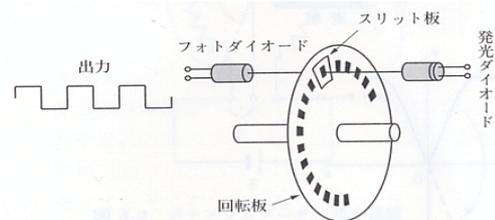


図 5.3

次に、授業のねらいを示す。

- (1) 算数・数学の理論が「道具」として身近な問題解決の場面に活用できることを認識する。
- (2) 問題解決のために実施される実験手法の開発への興味・関心が高まる。

< 指導案例 >

単 元：モーターの回転速度を測定する

準備物：児童：筆記用具，定規

教師：配布プリント（参考資料 1, 2, 3），模型自動車，メジャー
ストップウォッチ，ビニルテープ

授業の展開

	生徒の活動	指導者の指導・援助
予想	<ul style="list-style-type: none"> ● 模型自動車の動く音を聞き，モーターの 1 秒あたりの回転数を予測する。 	
実験	<ul style="list-style-type: none"> ● 車輪の外周の長さを計測する。 ● 模型自動車を一定距離走らせ，所要時間を計測する ● 秒速の平均を計算する。 ● 平均の秒速と車輪の外周の長さを利用してモーターの 1 秒あたりの回転数を計算する。 ● 1 回転 = 360°を利用して、1 秒あたりの回転角度を算出する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 授業開始前に，一定距離をメジャーとビニルテープを用いて，床に表示しておく。
考察	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験結果と予想とを比較する。 ● 新たな回転速度の測り方を観察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● ロータリーエンコーダの簡易模型を提示し，説明する。

参考資料1

今日のテーマ

モーターはどのくらいの速さで回っているのだろう？

名前 _____

一緒に実験した人の名前 _____

? 予想してみよう

モーターは1秒間に 60 回くらい回転する。

Q 実験してみよう

注意：計算して小数になったら小数第3位を四捨五入しよう。

1. 車輪（タイヤ）の長さは何cmですか？

計 7.54 cm
 ≒ 8 cm

2. 車が 10 m = 1000 cm 走るのに何秒かかりますか？また、1秒間に進む距離は何cmになりますか？

車を走らせる人、車を受け止める人、時間を計る人、記録をする人、役割を決めて実験してみよう！！

回数	かかった時間（所要時間）	1秒間に進む距離	
		(式) $1000 \div 3.61 = 277.0\cancel{088}$	(答) 277.0 cm
1	3秒61		

参考資料2

2	4 秒 03	(式) $1000 \div 4.03 = 248.14$ ⁴ 248	(答) 248.14 cm
3	4 秒 77	(式) $1000 \div 4.77 = 209.64$ 8	(答) 209.64 cm
4	4 秒 02	(式) $1000 \div 4.02 = 248.75$ ⁶ 248	(答) 248.76 cm
5	5 秒 34	(式) $1000 \div 5.34 = 187.26$ ⁷ 265	(答) 187.27 cm

3. 5回の実験で、1秒間に車が進む距離は平均何 cm になりますか？

A 234.16 cm

$$\text{式 } (277.01 + 248.14 + 209.64 + 248.76 + 187.27) \div 5 = 234.16$$

4. 1秒間にモーターは何回転しますか？
(ヒント：1と3を使う)

$$234.16 \div 7.54 = 31.0$$
⁶~~55~~

A. 約 31 / 回転

5. 自分の予想と比べてどうでしたか？

当ていませんでした。

約2倍の回転を予想していました。

参考資料3

6. 1回転は360度です。では、モーターは1秒間に何度回転していますか？

$$360 \times 31 = 11160$$

$$360 \div 100 = 3.6$$

$$3.6 \times 6 = 21.6$$

$$11160 + 21.6 = 11181.6$$

A, 11181.6度

このように、1秒間に回転する角度のことを、専門用語で 角速度 といいます。



感想

ミニ四駆のモーターの回転速度なんて、調べたいと思っただけで、今日、このような実験に挑戦できて良かったです。

「角速度」という言葉も初めて学びました。

今まで習ってきた知識を使った色々な問題が解けたので今日はこのまかに参加できて良かったです。

6. 実践報告

本節では、本教材を用いた授業実践報告を行う。

タイトル：土曜日を楽しもう

「第2回おもしろ算数教室」

日時：平成15年2月1日（土）

場所：高美が丘公民館

（東広島市高美ヶ丘）

対象：高美が丘小学校児童 23名

まず、それぞれの段階における子どもたちの活動結果について報告する。

(1) 予想

表6.1は子どもたちのモーター音だけを参考にした回転数の予想をまとめたものである。

1秒間あたりの回転数の予測

予測回転数	人数
2.6	1
5	1
10	4
13	1
18	1
20	5
25	1
30	2
30-40	1
45	1
50	1
60	1
70	1
150	1
800	1

表 6.1

(2) 実験

子どもたちの実験結果をまとめたものが表6.2 - 6.6である。

Aグループ

車輪の長さ	9.42 cm
平均秒速	295.55 cm
1秒あたりの回転数	31.37 回転
1秒あたりの回転角度	11293.2 度

表 6.2

Bグループ

車輪の長さ	7.85 cm
平均秒速	244.15 cm
1秒あたりの回転数	31.10 回転
1秒あたりの回転角度	11196 度

表 6.3

Cグループ

車輪の長さ	7.54 cm
平均秒速	255.67 cm
1秒あたりの回転数	33.91 回転
1秒あたりの回転角度	12207.6 度

表 6.4

Dグループ

車輪の長さ	7.85 cm
平均秒速	305.9 cm
1秒あたりの回転数	38.97 回転
1秒あたりの回転角度	14029.2 度

表 6.5

Eグループ

車輪の長さ	7.54 cm
平均秒速	234.16 cm
1秒あたりの回転数	31.06 回転
1秒あたりの回転角度	11181.6 度

表 6.6

ここで、実験結果において次の2点を補足しておく。

- Aグループの車輪の長さが他のグループと比べ、値が大きくなっている。模型自動車の前輪と後輪の円周の長さを比べると後輪の方が長いことから、Aグループは後輪の長さを計測したと考えられる。
- グループによって平均秒速に違いがあるが、これは実験データが模型自動車の進んだ軌跡に依存しているからであ

る（写真 6.7 参照）。



写真 6.7

また、車輪の円周を計測するときに、次の3つの手法が用いられていた。

- 定規の上で車輪を転がし測定する。
- 車輪の直径を計測し、円周率 3.14 として、公式
 $(\text{円周}) = (\text{直径}) \times (\text{円周率})$
 を利用して円周を求める。
- 車輪に巻きつけたひもの長さを定規で測定する。

(3) 考察

次の感想 1, 2 に代表されるように、子どもたちは、実験によって得られた結果と予想との違いに驚きを感じていた。それ以上に、予想が外れたことに対して悔しい・つらいと感じている子どもも存在していた。

1. とっても多くて、とてもビックリしました。モーターが 1 秒間に 11293.2 度も回っているなんて。私は 1 秒間に 5 回転だから「1800 度くらいかな？」なんて思っていたのに、万までいくなっておどろいた。だから、あんな速く進めるのだなと思った。

2. 予想では 20 回転だったけれども、39 回転位ってというのがつらかったです。

その一方で、感想 3 - 6 のように「速さ = 道のり ÷ 時間」だと認識していた子どもたちにとっては、「角速度」は新たな「速さ」の発

見であったようであり、モーターの回転運動を数量で表現することができるという事実にも驚いていたようである。さらに、今回の実験の手法を利用して、他の現象の「速さ」についても調べてみたいという意欲を持った子どももいた。

3. ミニ四駆のモーターの回転速度なんて、調べたいと思った事もなかったけど、今日このような実験に挑戦できて良かったです。”角速度”という言葉も初めてききました。

4. どんなものでも数であらわせますね。とくに回っていてもはかれるのにびっくりしました。

5. 車の速さとかもはかれたらいいな…と思います。

6. この計算を使って自転車の回る速さとか調べてみたい。しっかり覚えておこうと思います。

(4) 発展

写真 6.8 に見られるように、授業で行った実験とは異なる測定方法に子どもたちは非常に興味を示し、熱心に観察していた。実際に模型を提示することによって、子どもたちはロータリーエンコーダの基本的な原理や仕組みを理解したようである。また、肉眼でモーターの回転速度を計測することは難しいと認識した様子であった。それを裏づけるものとして、次のような感想が挙げられる。

7. レーザーの見える回数でモーターの回る回数をはかったりしておもしろかったです。

8. まわるはやさが速すぎてわからなかったです。



写真 6.8

以上の活動報告からもわかるように、本授業を通して、子どもたちは以下の内容や事実を直接的あるいは間接的に体験している。

- 実験手法を開発する。(間接的)
- 実験によってデータを獲得する。(直接的)
- 獲得したデータに対して、自分たちが今までに獲得してきた知識を利用し、結論を導き出す。(数理モデルは間接的であるが、計算の実行そのものは直接的)

ここで、段階④(図 2.1 参照)に相当する数理モデルの構築として我々が提案した式は次の2つであることに注意する必要がある。

- (1秒あたりのモーターの回転数) = (模型自動車の秒速) ÷ (車輪の回りの長さ)
- (モーターの回転速度) = (1秒あたりのモーターの回転数) × 360°

次に、本授業の2つのねらいがどの程度達成されたのかについて考察する。

9. 今まで習ってきた知識を使って色々な問題が解けたので今日はこの企画に参加できて良かったです。

10. ぼくは1秒間に何回転回るかを調べるのに、計算していたらできてびっくりしました。まだまだ、難しい問題もあるけど、おもしろい算数の問題があるのだなと思いました。

この2つの感想に代表されるように、本教材を通して、子どもたちは今まで学習してきた速さ・円周の長さ・平均・角などの算数の知識を有効に利用すれば、それらがモーターの回転速度を測定するための「道具」として活用できることを認識し始めている。

また、次の感想は、様々な現象の速さを調べるにはどのような実験手法を確立すればよいのかという「モノづくり」の方面に興味・関心が向き始めていると考えられる。

11. 速さをわかる方法がほかにあるかさがしたい。

以上から、第5節に掲げた本教材の2つのねらいは十分に達成できたと考えられる。

7. 本教材の問題点と今後の課題

本授業において我々が目指す「工学的要素」を取り入れた「工学の視点」を育成するための算数・数学の授業としては不十分な点として次の2つを挙げる。

1つ目は、段階⑤「データの獲得と検証」(図 2.1 参照)が欠けていることである。もちろん、今回の授業実践に参加した子どもたちが授業の実験で得られたデータと数理モデルを利用して算出されたデータ(結果)に対して「十分」と判断したならば問題はない。しかし、本授業では一方的に実験手法と数理モデルを提案し、そこからモーターの回転速度を算出している。結果として、算出されたデータが妥当であるかどうかの吟味を子どもたちは実施していない。時間に余裕があれば、もう少し算出されたモーターの回転数の妥当性について議論させたかった。

2つ目は、実験によって得られるデータには実験誤差が必ず生じるという事実を子どもたちに認識させていないということである。実験誤差を考慮して、何度も実験を繰り返し、より多くのデータを獲得する。そして、データから現象を端的に表現していると思われる

代表値を求める。平均値は代表値のなかで最も汎用性の高い1つの表現手法ではあるが、今回の授業では「なぜ、平均値を計算するのか」という点について話し合う時間を設定することができなかった。

以上に述べたように、本教材はいくつかの問題点を含んでいる。しかし、このような授業を少しでも数多く展開することによって「工学の視点」を子どもたちに育成することは算数・数学の有用性を認識させるためにも必要であると我々は考える。最後に、それを示すものとして、ある児童の感想を紹介する。

ぼくは算数が少しきらいです。でもこの「おもしろ算数」でとても好きになりました。もっと学校でも算数をしていきたいです。

謝辞: 本教材の実践の場として、高美が丘公民館講座を提供してくださった東広島市立高美が丘小学校、この講座に参加してくださった児童、光センサの開発に協力してくださった近畿大学工学部・宮田繁春助教授に心から感謝の意を表します。

また、以下の補助金によって本研究がすすめられていることをここに記すとともに、心より厚く御礼申し上げます。

(1) 東広島市学園都市づくり交流会議，学園都市づくり推進事業補助金交付事業，平成14年度地域課題研究補助金。

(2) 財団法人マツダ財団，第19回（2003年度）マツダ研究助成 - 青少年健全育成関係 - 。

引用文献

[1] 伊藤昭夫，2003，平成15年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業

「教育連携講座」実施報告書「応用数理に触れてみよ」 - 数学の日常生活への応用を目指して - ，東広島市立高美が丘中学校・近畿大学工学部。

[2] 伊藤昭夫，2003，サイエンス・パートナーシップ・プログラム(SPP)事業「教育連携講座」実践報告，2003年度数学教育学会秋季例会発表論文集，pp. 128-130。

[3] 宮崎望・伊藤昭夫，2003，モノづくりを取り入れた算数・数学の教材開発を目指して - その1 - ，2003年度第7回数学教育学会大学院生部会発表論文集，pp. 9-12。

[4] 川谷晃真・宮崎望・伊藤昭夫，2003，モノづくりを取り入れた算数・数学の教材開発を目指して - その2 - ，2003年度数学教育学会秋季例会発表論文集，pp. 131-133。

[5] 中央教育審議会，1996，21世紀を展望した我が国の教育のあり方について，中央教育審議会第一次答申（平成8年7月19日）。

[6] 文部省，1999，小学校学習指導要領解説算数編，東洋館出版社。

[7] 近藤法和・井上春奈・愛木豊彦・山田雅博，2001，数理的な考え方を養う授業実践，2001年度数学教育学会秋季例会発表論文集，pp. 151-153。

[8] 伊藤昭夫ほか11名，2002，工学部教職課程が養成すべき1つの教師像について，近畿大学工学部紀要，第32巻，pp. 15-68。

[9] 高森年編著，1999，メカトロニクス，オーム社。