

平成22年 5月23日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19500750

研究課題名（和文） ICTを活用した遠隔理科実験の利活用実践研究

研究課題名（英文） The practical research for scientific experiment by remote control applying ICT

研究代表者

藤井 弘也 (FUJII HIRONARI)

大分大学・教育福祉科学部・教授

研究者番号：70218981

研究成果の概要（和文）：実験が子どもの理解度に与える影響は大きいですが、実際には実験を行う題目は少なく、高校ではほとんど実施されていない。この現状の改善策として、インターネットを通じた遠隔操作、観察できる実験装置の開発を行うことにした。まず、学校現場で行われている実験の状況を調査し、その結果から陰極線の実験と気柱の共鳴実験装置を開発した。実際に高校現場で実践し、その効果を検証した。

研究成果の概要（英文）：It is well known that experiments help child understand, but actually few titles are experimented in school, and it is not almost carried out in the senior high school. We decided to develop the system for remote control and observing through the Internet as this solution. At first I investigated the situation of an experiment performed in the school and developed the experiment of cathode rays and the columnar resonance experimental device from the result. I practiced it in the senior high school and inspected the effect.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：理科教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：科学教育、教育工学、物性実験

1. 研究開始当初の背景

文部科学省の平成19年度概算要求の主要事項にも「教育・文化立国の実現」「科学技術創造立国の実現」が挙げられ、「学校のICT教育の一層の推進」、「次代を担う人材への理数教育の充実」を目指すことが謳われている。このような施策の背景には理科離れ

による子どもの科学教育に対する興味関心の低さがある。研究代表者らは平成7年から理科離れに関する調査報告に取り組んできた（大分県1.1万人のアンケートにみる学習意識－理科離れを中心にして－、大分大学教育福祉科学部研究紀要 第19巻 第1号 pp.149-163他）。これらの調査の結果に見られる要

因の一つとして挙げられているのが実験の不足である。

(1) 理科離れの要因としての実験不足の解消の必要性

前述の調査結果における理科離れの原因として、担当教員の理科に対するスキルの高さが一番大きいことがわかった。また、授業の理解度と実験の実施状況に大きな相関があるという結果が得られた。教師は理科の場合実験や実習を実施することが必要であるということはわかっているが、理科のスキル不足や実験機材の不足、準備時間の不足により実験が実施できていないのが実状である。

(2) ICTを教育に活かすための地域における取り組み

現在市町村合併が進むなかで、地域の情報化の基盤整備が進んでいる。ネットワーク技術の急速な進歩により、情報基盤としては動画像が遅延なく送受信できるほど高速な回線が整備されている。基盤整備計画では地域高速ネットワークの利活用の一つとして教育への利用が謳われている。内容はほとんど学校間を結び小規模校対策を含む交流を主とするもののみである(総務省「地域情報化の展開」)。

(3) 教材としてのシミュレーションの限界

ICTを活用する代表的な実践例はシミュレーション教材の利用である。理解を促すために指導案の中に組み込んだり、自習教材として利用したりといった利用法が実践されている。シミュレーションは原理、法則を忠実に再現してみせるため、正しく理解するという目的には適している。しかし、実際の実験では、多くの要因により理論通りの結果が得られるとは限らない。得られるデータも統計的なばらつきを持っており、これを処理することも科学的な作業である。また、この要因の中に科学的な種が存在しており、科学的な興味・関心を喚起する役割を果たしている。理解度に対する、実際に自分の手で行うことの効果の大きさは先の調査結果にも表れている。

2. 研究の目的

研究期間内の平成19年度から21年度までの3ヶ年に、以下の2点について重点的に調査・研究を行い、遠隔理科実験を利活用する環境を整備し、利活用による効果を検証することを目的としている。

(1) 県内の中学、高校における実施が困難な理科実験の調査研究

すでに行った調査で、理科実験の実施状況については結果を得ている。しかし、具体的にどのような実験が実施困難で遠隔理科実験に適しているか、また、遠隔実験にどれほどのニーズがあるのかという調査データは存在しない。これを把握した上で、システムにどの実験を組み込むかを決定する必要がある。

(2) 遠隔理科実験システムの開発と利活用による効果の検証調査

製作した遠隔制御実験装置と観察用ビデオカメラでネットワークを通じて実験装置を制御しながら観察するシステムを構築し、実際に学校現場で実践を行う。実際に授業等でシステムを利用した効果を検証し、教室でおこなう実験との効果の違いや生徒の受け取りから、システムの改善点や利活用例の提案を行う。

3. 研究の方法

(1) 県内の小学校・中学校・高等学校へのアンケート調査を基にしたテーマ選択

以前全県を対象に小学、中学、高校での理科実験について、科目別(物理、化学、生物、地学)に実施状況および実施上の困難点についてアンケート調査を行った。これを基に複数校の理科教員と協議し、ニーズ調査を行い、遠隔で行うことができる実験を抽出した。

(2) 遠隔制御実験装置の整備

調査結果を基に決定した気柱の共鳴実験装置を準備し、遠隔制御用のライブサーバと接続した。同時に可動カメラを接続し、制御する実験装置を撮影するようにした。実験装置制御および映像観察用のプログラムを作成した。協力校として大分南高校、大分豊府高校を選定し、授業での活用計画を作成した。

(3) 実証検証

製作した実験装置を協力校の教員に実際に使用してもらい、使用上の利点や問題点についての検証を行った。効果的な使用方法について協力校の教員と協議し、同時に提案も行った。

4. 研究成果

(1) 県内小、中、高等学校へのアンケート結果に基づくテーマ選択

以前全県(小学校22校)を対象としたアンケート結果を報告した(附属教育実践総合センター紀要20号、2002年)。その中で図1のような結果が得られた。

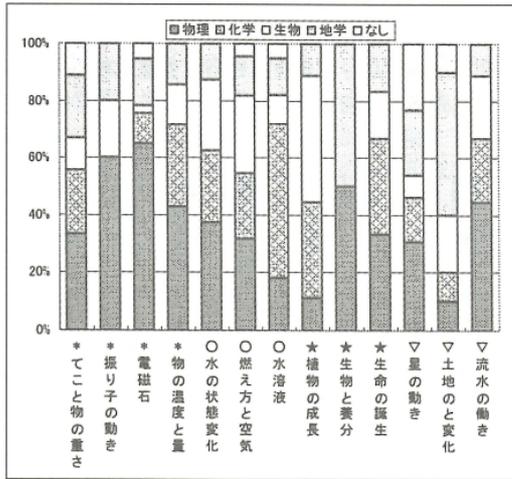


図1 苦労した実験内容と不得意分野

この結果から電磁気や振り子の動き、てこと物の重さなどのテーマの実験に苦労をしたことがわかった。やはり全般的に物理のテーマに苦手意識があることがわかる。遠隔実験の場合、ある程度のコンピュータ操作と、定量的な測定を目指したいことから、今回は高等学校を対象としたテーマを選ぶことにした。市内の複数進学校の理科担当教師と検討を行い、「気柱の共鳴」の実験をテーマとした。

(2) 遠隔制御実験装置の整備

まず、臼杵高校教諭との検討により作成していた、陰極線の実験装置について実際に高等学校の授業で実践を行った。図2に装置概念図を示す。授業後のアンケートでは「理解の助けになった」という感想が多かった。しかし、この実験装置はインターネット経由での遠隔ではなく、実験装置を持ち込んだものであった。

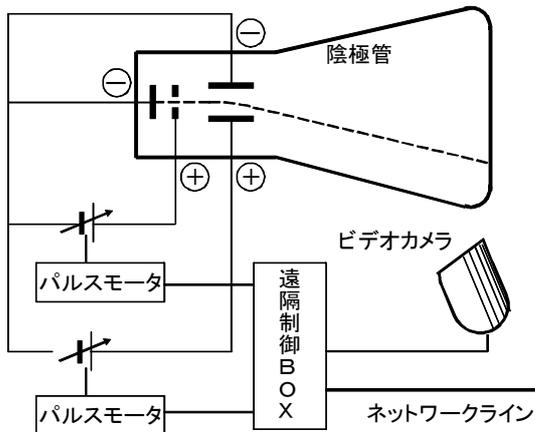


図2

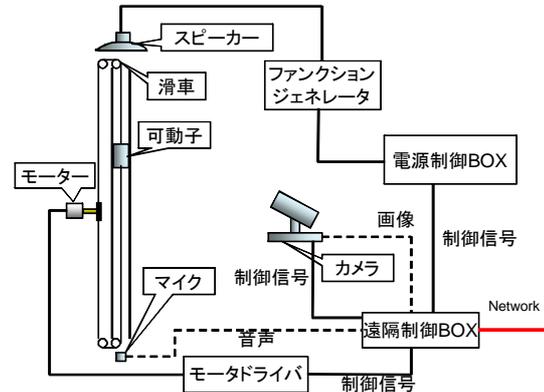
大分県の教育機関のネットワークは「豊の国ハイパーネットワーク」の教育用 VLAN と

いう閉じたネットワークであるため、大学とのネットワーク接続には工夫が必要であった。

もう一点は陰極線の実験は陰極線が周囲を暗くしないと観測しにくいことから、遠隔のカメラ画像で測定を行いにくいという問題であった。

そこで、新たに気柱の共鳴装置を作成した。装置の概念図を図3に示す。

図3



この実験装置では暗室も必要なく、実際に音の大きさの変化を聞きながら、共鳴点を共鳴管に貼ったスケールで直読できるため、より学校現場での実験に近い条件が実現できた。

表1 実測値 (単位はcm)

	l_1	Δl_1	l_2	Δl_2	l_3	Δl_3	l_4	Δl_4	l_5	$\lambda/2$	Δl
1	9.9	21.5	31.4	21.5	52.9	21.3	74.2	21.4	95.6	21.43	0.815
2	9.9	21.3	31.2	21.5	52.7	21.6	74.3	21.4	95.7	21.45	0.825
3	9.8	21.5	31.3	21.5	52.8	21.3	74.1	21.7	95.8	21.50	0.950
4	9.8	21.5	31.3	21.5	52.8	21.5	74.3	21.3	95.6	21.45	0.925
5	9.9	21.4	31.3	21.6	52.9	21.4	74.3	21.4	95.7	21.45	0.825
6	9.8	21.5	31.3	21.5	52.8	21.6	74.4	21.4	95.8	21.50	0.950
7	9.9	21.5	31.4	21.5	52.9	21.4	74.3	21.3	95.6	21.43	0.815
8	9.8	21.5	31.3	21.5	52.8	21.5	74.3	21.4	95.7	21.47	0.935
9	9.9	21.5	31.4	21.4	52.8	21.5	74.3	21.5	95.8	21.47	0.835
10	9.9	21.4	31.3	21.6	52.9	21.5	74.4	21.3	95.7	21.45	0.825
Ave	9.86	21.46	31.32	21.51	52.83	21.46	74.29	21.41	95.70	21.46	0.870

授業での実践を目指し調整を行ったが、予定がとれず、理科担当の教諭に使用してもらい使用した感想をもらった。

実測結果は表1のとおりで、得られた結果は
$$v = \frac{V}{\lambda} = \frac{331.5 + 0.6t}{\lambda} = \frac{331.5 + 0.6 \times 18.6}{0.4292} = 798.4(\text{Hz})$$
 0.2%の相対誤差で非常に良いものであった。

(3) 検証と今後の展望

実際に操作した感想としては、操作マニュアルが必要であること、少し遅れ(画像と音声)があることなどが挙げられた。操作マニュアルはビデオで撮影、編集したものをVODコンテンツの形にしてネットワーク上にアップしたが、教育用VLANのセキュリティのため学校現場からは閲覧できなかった。

映像フォーマットを工夫し、閲覧できる形で提供する必要がある。



図 4

実際の制御画面は図 4 の通りである。今回のプログラムの特徴として、カメラ画像と制御パネルが同じ Window 内に配置されているため、直感的に操作しやすいという点が挙げられる。実際教育 VLAN のネットワーク帯域でも実験装置の動く様子はリアルタイムで問題なく観測できた。発信器の電源 ON、OFF、カメラのズーム、パン、チルトも制御できるため、装置の全体像も観測できるとともにスケールの目盛りも十分な制度で読み取ることができた。

今後授業での実践およびフィードバックを行い、より使用しやすい形で常置することにした。

複数校教員との検討の結果、今後授業での実施と共に新たに「斜面の実験」、「固体の融点」の実験について遠隔実験装置の開発に取り組むこととなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

① 藤井弘也、芝原雅彦、軸丸勇士、山下茂、安藤亜希子、気柱の共鳴遠隔実験装置の開発、大分大学教育福祉科学部研究紀要、査読有、第 30 巻第 2 号、2008、123-131

② 藤井弘也、芝原雅彦、軸丸勇士、山下茂、佐藤元宏、遠隔実験装置の開発—陰極線の実験装置の遠隔操作—、大分大学教育福祉科学部研究紀要、査読有、第 30 巻第 1 号、2008、15-20

③ 軸丸勇士、藤井弘也、中島俊男、伊藤安浩、橋口泰宣、岡本玄、岩切義和、馬場尚登、照山勝哉、栗田博之、藤本裕一、理科離れの視点から見た子ども化学実験教室のあり方、大分大学教育福祉科学部研究紀要、査読有、第 29 巻第 2 号、2007、153-168

④ 軸丸勇士、藤井弘也、大森美枝子、佐藤義人、岡本玄、浅川弘幸、理科授業における実験装置の製作、大分大学教育福祉科学部附属教育実践総合センター紀要、査読有、第 24

号、2007、59-70

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://122.249.210.94:81/bizlatweb/entrance/>

教育→学校教育コンテンツ→気柱の共鳴マニュアル

現在は教育用 VLAN で閲覧できるように、コンテンツを移動中のため、削除している。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井 弘也 (FUJII HIRONARI)

大分大学・教育福祉科学部・教授

研究者番号：70218981

(2) 研究分担者

山下 茂 (YAMASHITA SHIGERU)

大分大学・教育福祉科学部・教授

研究者番号：00166670

芝原雅彦 (SHIBAHARA MASAHIKO)

大分大学・教育福祉科学部・准教授

研究者番号：60253762

(3) 連携研究者

()

研究者番号：