

1 はじめに

本研究は、中学校技術科の「情報とコンピュータ」の授業を通して、すべての中学生に豊かな「情報の科学的理解」と「情報活用の実践力」を身につけさせることにより、情報化されたものづくりの世界、換言すればユビキタス的・オープンネットワーク的ものづくりの世界について、そのすばらしさやおもしろさ、そして重要性を実感豊かに分かち伝えることを目指したものであり、このために、情報技術の教材化、なかでも情報通信ネットワーク技術の教材化とテキスト開発を研究課題の中心部分に位置づけた実践的研究である。

今日、社会の情報化は急速に進展しており、ものづくりの世界も例外ではない。情報通信ネットワークによるリアルタイムな情報共有をコアとした分業・協業が急速に進み、インターネットベースの水平分業型企業経営が進展しつつある。これらを支える情報技術やその仕組みについて学習することは、情報の科学的理解を深め、情報の活用の進展が社会に及ぼす影響を理解することにつながり、情報教育的にも大きな意味がある。

本研究で対象とする情報技術は、大きくは、ものづくり技術のうちの通信技術、制御技術、情報通信ネットワーク技術の3つである。

ここでの通信技術とは、電気信号によるコミュニケーション技術を指す。この典型的かつ代表的存在が電話網である。そして、この通信技術がコンピュータ化され、高度に発展したものが情報通信ネットワーク技術である。この典型はコンピュータネットワークであり、今日ではその代表的存在はインターネットである。

また、制御技術のうち本研究がおもに対象とするのは、オートメーションに典型的に見られるコンピュータプログラムによる自動制御技術である。今日ではこのようなコンピュータ制御されたものづくり技術は、そこでのコンピュータ（マイコン）同士が情報通信ネットワークにより相互に緊密に結びつき、システム化されている。そしてそればかりでなく、こうした情報化されたものづくり技術を利用している働き手も、情報通信ネットワークにより各人がバーチャルに結びついており、グローバルな規模で労働が高度にネットワーク化されている。

このように、本研究では上記の3つの情報技術のうち情報通信ネットワーク技術がこれらの要となる中心的存在であると捉え、この情報通信ネットワーク技術を中核として「情報とコンピュータ」のカリキュラム、とくにそこでの教材と授業用テキストを理論的かつ実証的に開発することをめざした。

具体的には本研究では、アナログ通信技術から情報通信ネットワーク技術への発展の過程を、子どもたち自身が実験を通して体験的に学べる教材やソフトウェアの開発を行う。この中でも特に電話交換機網からコンピュータネットワーク網への発展を教材化し、試行的な授業実践を通してそれらの有効性を反省的に検証しながら、階層化された通信ネットワーク網の仕組みを子どもたちに体験的に理解させることに重点を置いた研究を進めていく。

ここで、アナログ通信技術から情報通信ネットワーク技術への発展という技術の歴史的プロセスを重要視するのは、子どもの発達理論にもとづいている。すなわち、本研究者らを含む技術教育研究者による近年の研究により、子どもたちに確かな「技術の学力」を身につけさせるためには、技術の発展過程にそくして段階的にカリキュラムを構築していくことが有効であることが理論的かつ実証的に明らかにされている。

そして次に、このような実践研究の成果にもとづき、全国の技術科の授業で生徒と教師がともに使用できる授業用テキストを作成する。

本研究は、こうした研究の取り組みが、すべての中学生に「情報の科学的理解」を深めさせ、情報技術の本質的な部分をつかませることに大きく貢献し、子どもたちによりいっそう豊かな「情報活用の実践力」を身につけさせることができると考えている。

2 研究の方法

2.1 研究の対象

長野県，東京都，愛知県，茨城県の4都県5校で主に中学2年生を対象に行った．なお一部中高一貫校の中で，高校1年生で実践も行った．

2.2 教材開発とテキスト化の原理

本研究では，以下のように通信技術进行分析し，教育内容を決定し，これを教材化した．

現代の「制御と通信の技術」の世界を，ものづくりの視点から考えたところ，コンピュータ制御オートメーションを機軸とした技術と，それを介しての現代型の分業と協業による労働の世界を対象としてとらえた．そしてネットワーク技術を中心とした通信技術の発達が発達した現代のものづくりの分業と協業をより広範囲により柔軟に押し進めていることを特徴と考え，そのポイントを以下の3点と見た．

- (1) 広がり ものづくりの協力範囲を全国，そして世界中に広げた
- (2) 協同 距離だけではなく，部署，分野，業種をこえて協力して働くことを可能にした
- (3) 柔軟性 注文に応じ柔軟に生産をする多品種変量生産の実現

以上の全体像をふまえ，現代の通信技術の基本的な内容を，

「情報と信号の変換方法」「信号の効率的な伝送方法」

の2点に焦点づけ，内容を検討した．

教材の開発にあたっては，上記の基本的な内容をふまえながら以下の2点の原理で開発した．

- (1) 原理を実感できる実験・実習を位置づける
- (2) 技術の発展段階への視点を入れる

(1)については定量的，定性的に関わらず子どもが興味の引きつける実験を通して，正確な認識の前段階としてのアナロジー的認識を獲得できることをねらいとした．(2)の発展段階については，特に現在の情報通信ネットワークの基礎となっている電話交換機網に着目し

1対1の通信 > 多対多の電話交換機網 > 多対多のコンピュータネットワーク

という段階を考えた．これを学習課題に置き換えていくと

アナログ通信の仕組み > 電話交換機網の仕組み > コンピュータネットワークの仕組み

という流れになる．この流れに沿って具体的な教材の開発をすすめた．

以上の内容から検討し，中学校2年生に展開した通信技術の学習内容の流れを表1に示した．また情報技術全体の学習の流れを図1に示した．

2.3 調査方法

本教材およびテキストの有効性を検証するために，情報通信ネットワーク教材を学習した生徒に対し，特に本研究の特徴である，電話交換機からコンピュータネットワークへの学習の部分に焦点をあて，以下の2点の調査および学習全体で生徒の各教材や授業に対する関心・意欲のアンケート調査をする．

情報通信ネットワーク教材の学習前後で質問紙法による調査

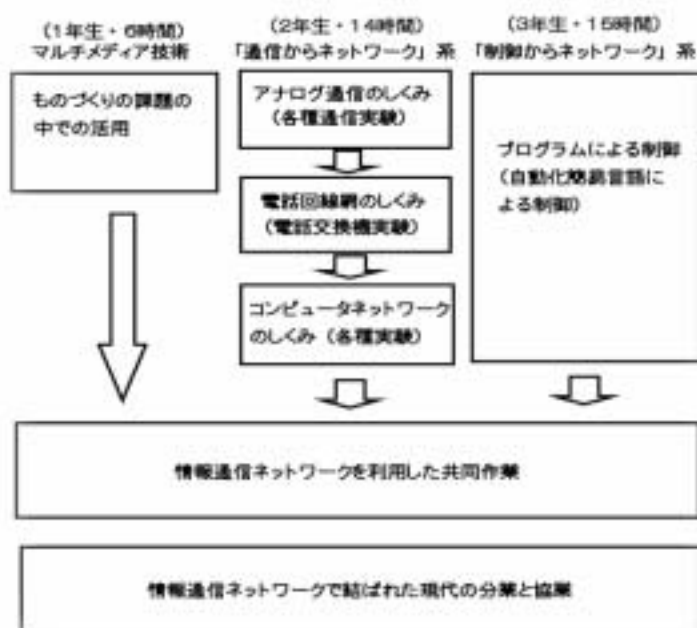


図1 情報技術学習全体の流れ

N2法によるネットワークに対するイメージの調査

3 実践の概要

3.1 アナログ通信の授業の実践

通信技術の最初の段階として，コイルや磁石，モーター豆電球など身近な材料や，簡単だが原理がよく分かる実験や実習をたくさん入れて，「情報と信号の変換方法」「信号の効率的な伝送方法」を学習できるようにした（表1）．各校の実践では自分で操作し，実験をしていくことで，生徒達自身考えたこともなかった身の回りの機器や通信の基本的な仕組みや原理に気がつき，新しい視点から技術を見ることができるとをねらった．授業の中では実験で驚いたり喜んだ生徒達が実際の通信技術や機器とのつながりを知って感心する姿が数多く見られた．

表1 「通信ネットワーク」計14時間の学習展開の概要

時	学習テーマ	学習内容の概要
1	スピーカで電話しよう	スピーカだけをつないでの通信実験
1	スピーカで発電しよう	自分の声で発電をし、測定する
1	コンピュータで電気信号を観察しよう	声を取り込み、信号波形の観察、編集
1	仕組みは簡単「手作りスピーカ」	磁石とコイルで手作りスピーカ製作
1	なるほどなっとく「スピーカの原理」	スピーカの仕組みのを調べる
1	ヒソヒソ声も大声に「アンプで増幅」	増幅器の実験と増幅の原理を知る
1	体験光通信	電球や光ファイバーで光通信の実験
2	電話のつながる仕組みを考えよう	電話交換機網を疑似体験
1	「見てネット」でネットワークを体験	メッセージソフトでやり取りする
1	ネットワーク使用の注意事項	ネチケットや情報モラルについて知る
1	コンピュータの登録番号を探そう	I Pアドレスを用いた通信実験
1	電話交換機網とインターネット	電話交換機とルーターを比較する
1	バーチャルカンパニーの社長になろう	ネットワークによる分業と協業を知る



図2 コンピュータで波形観察編集



図3 豆電球で光通信

コンピュータで電気信号を観察しよう

課題 コンピュータを使って、電気信号の波形と音の関係を調べよう。

トライ1 コンピュータを使って自分の声の電気信号の波形を観察しよう。

用意するもの：・コンピュータ（波形を観測できるソフト「SOUND」を使います。）
・マイクまたは録音用マイク

- 実験の手順**：
- ① 「SOUND」を起動する。
 - ② 「録音」をクリックする。
 - ③ マイクまたは録音用マイクに向かって声を発す。
 - ④ 止みたいところで「停止」をクリックする。
 - ⑤ 止まった波形を、画面をみながら書き出す。
 - ⑥ ④に戻る。

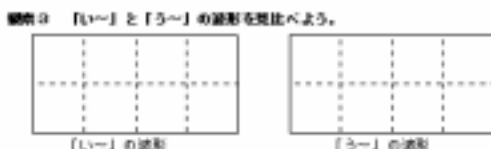
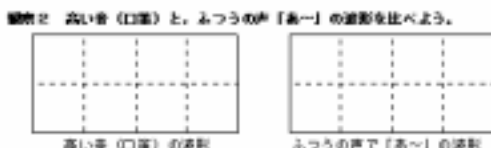


この画面は「あー」の波形ですが、この画面は「あー」の波形を比べよう。



小さな声で「あー」の波形

大きな声で「あー」の波形



「いー」の波形

「うー」の波形

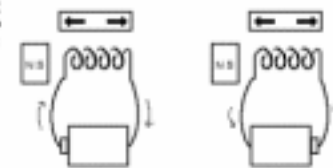
なるほどなっとくスピーカの原理

課題 スピーカの原理を調べよう

トライ1 コイルの働きを調べよう。

(1) コイルに電流を流すと何と同じ働きをしますか？

(2) コイルは左右どちらに動きまわすか？口の中の→に○をつけましよう。



トライ2 ラジカセにモータを接続しよう。



(1) モータは電流に接続すると回転します。このモータの端子にラジカセのスピーカへのコードをつなぐとどのようなようになりますか。

(2) ラジカセに接続されたモータから音を出すにはどうしたら良いでしょうか。

図4 アナログ通信部分のテキスト抜粋1

スピーカで発電しよう！！

課題 スピーカが音が出るときの仕組みを調べよう

トライ1 スピーカで発電

用意するもの：
 ・交流電圧計
 ・交流電圧計
 ・交流電圧計

実験 スピーカを交流電圧計につなげて音を出せることを確かめよう。

1. 交流電圧計の1Aとスピーカを回すように接続する。
2. 口に手をあてて大声で叫ぶ。
3. 交流電圧計の針を動かす。



- (1) 実験結果を書きこもう。
- ・音は mAまで電圧を発生させる。
- ・音の音高は mAで、クラスの音高は さんの mAです。
- この実験で、スピーカは音を電気に変換することがわかります。通常、スピーカは音を発生させる時に使います。反対に、音をとらねる時には、送電マイクを使います。この実験からスピーカとマイクは互換性のある仕組みであることがわかります。両コイルマイクなど位置の違うマイクもあります。

トライ2 電気でスピーカを鳴らしてみよう。

用意するもの：
 ・交流電圧計
 ・交流電圧計
 ・交流電圧計

実験 スピーカに電流を流して、音を発生させよう。



- (1) どんな時にスピーカから音が鳴りますか？
-
- (2) 音を鳴らし続けるにはどうしたらいいですか？
-
- (3) まとめてみよう。
- スピーカは電気の を音にする働きをもっていることがわかります。

体験！光通信

課題 光信号を使った通信実験を体験して、その仕組みを考えよう。

光通信を使っていますか。送電機やインターネットなどの重要な通信回線のほとんどが今では光通信の技術を使っています。どうしたら光を使って通信できるのでしょうか。みなさんのご存知ですか？

<実験をはじめるときには装置の説明をしっかりと読んでください。>

トライ1 光信号を調べるために回路が必要となります。考えてみよう。

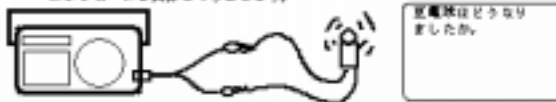
を使ったと電流信号を光信号に変換することができます。

を使ったと光信号を電流信号に変換することができます。

※これらの電子部品を使って光通信にチャレンジしてみよう！

トライ2 光信号を調べるために回路が必要となります。考えてみよう。

(1) ラジカセからの電流信号を光信号に変えてみよう。
 送電機を調べるようにしよう。



(2) 光信号をもう一度音にもどしてみよう。
 送電機、受信機です。



どんな音が聞こえてきましたか？

図5 アナログ通信部分のテキスト抜粋2

3.2 電話交換機網の実践

通信システムの基本として電話交換の仕組みに注目し、コンピュータネットワークとして現在最も普及しているインターネット網を考えた。

電話交換機網とインターネット網を比較すると、電話交換機網が相手との回線を確認してから通信を行うのに対して、インターネット網ではルーターを経由して経路を探しながらパケットが送られるという違いはあるが、交換機とルーターによって接続されている様子は類似性が高いと考えた。

電話での通信の原理を理解すれば、コンピュータネットワークなどの通信システムと役割をその類推で理解することができると考え、表2のように2時間で展開をした。

交換機網を疑似体験できる教材は、インターフォンのキットを活用し呼び出しに応じ、コードを手動で相手先接続するユニットである(図6)。交換手を通し、複数の相手(3名で)と切り替えながら通話ができる。実際の接続のイメージはこのようである(図7)。

「電話のつながる仕組み」の授業では、昔の電話交換の仕組みを理解させるため、アニメ映画で主人公と交換手が電話をかけるやり取りをしている場面を見せ、イメージを持たせた。その上で交換機教具を用い、実習を行った。

交換機同士をつなぐために、各机に電信柱に見立てた角柱を立てた。教室内に電信柱を立てることにより配線をスムーズに行くと同時に、ネットワークをよりリアルにイメージさせることができた。

生徒達は班内での通信実験から始めた。生徒達は声が届くと歓声上がるほど喜び、うまくいかないと交換手の所に集まり解決しようとしていた。さらに交換機接続用のジャックを使い交換機同士をつなぐことにより、他の班との通信実験を行った(図8)。接続には「階層化」の考え方が必要になるため、少し手間取っていたが、つながると感嘆の声をあげていた。実習後、電話や交換機の歴史を資料で説明した。

表2 電話交換機網の授業展開

- | |
|-----------------|
| ①電話のつながるしくみを調べる |
| ②1台の交換機による接続実習 |
| ③中継交換機を用いた接続実習 |
| ④通信技術の発達史を調べる |
| ⑤まとめ |

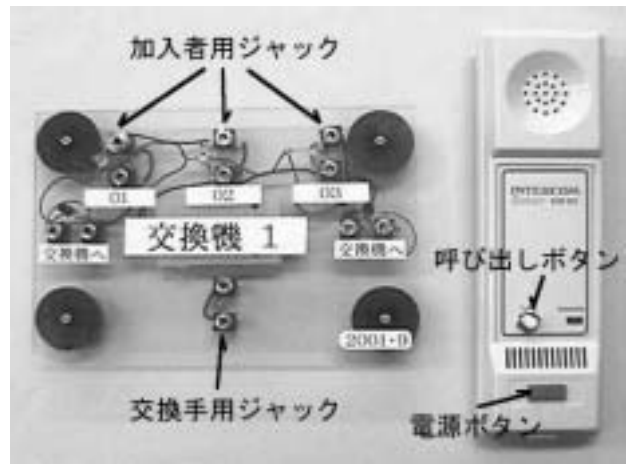


図6 開発した交換機教材

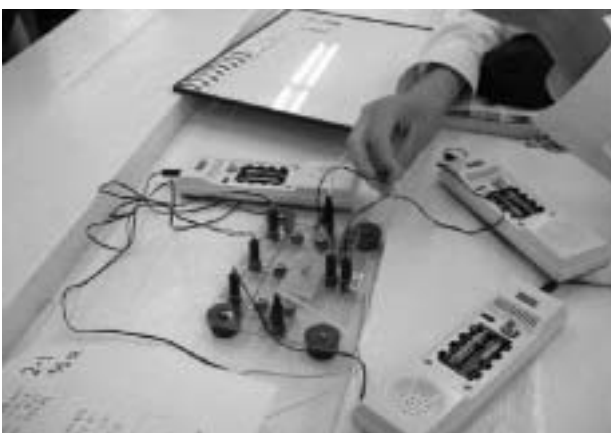


図7 交換手役の生徒が手動で接続変更をする

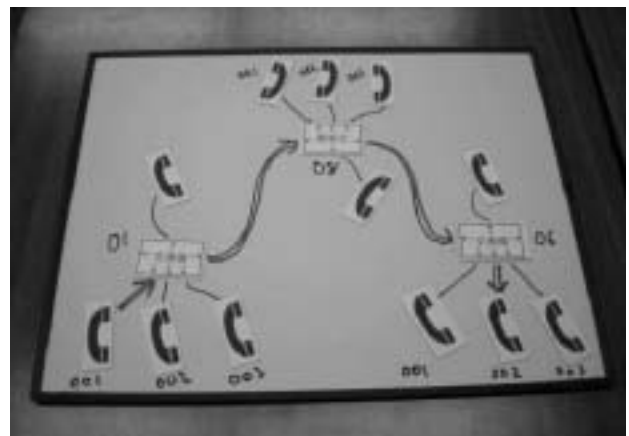


図8 班毎の電話のつながり方

生徒達の様子は以下のものであった。

- ・他の班との会話を楽しみながら，大変意欲的に取り組んだ姿
- ・交換手役の生徒が接続要求をさばく大変さを実感
- ・1対1とは違ったネットワーク網を実感

ここの授業で用いたテキストは以下である（図9・10・11）。

電話のつながる仕組みを考えよう

課題 電話交換機の役割を知ろう

電話がつながる手順を考えよう

電話をかけるとき、どのような動作が必要ですか？また、そのときに電話機はどのように反応しますか？フック式の電話機で考えてみましょう。

動作	人の動作	電話機の反応
①	交換機を呼び出す	ブザーの音が鳴り始める
②	番号を押す	お電話の先に流れる音が変化する トーン（ベル）という呼び出し音が聞こえる （同じ音が鳴る場合はダイヤル式という式）
③	そのまま待つ	ブザーという音で呼び出し音が鳴る
④	受話器を掛ける	電話が切れる 相手がお先に切った場合は、フックという音の後にブザーという音が聞こえる（そのままにしておくとフックという音も聞こえる）

何気なく使っている電話もいくつかの手順を経て相手につながることになります。

トライ1 昔の電話のつながる仕組みを知ろう

「とどろきのトトロ」で主人公のさつきがおとうさんに電話をかけるシーンがあります。このシーンを観て電話がどうつながるまでどのようなやりとりがあるか書いてみよう。

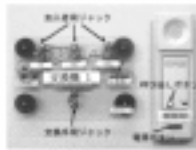


※「とどろきのトトロ」 著作権者 スタジオジブリ 1988年
※「とどろきのトトロ」に登場するこの電話機は 電話交換機 1台（図9）と別

トライ2 交換機を使ってみよう

課題1 インターホンと交換機を接続しよう！

インターホンの赤いボタンは電源ボタンです。〈音は0秒にしておく〉電線が入っている側の黒いダイヤル（0-9）があります。白いボタンは呼び出しボタンです。押している間は相手も呼び出すことができます。交換機にはプラグを差し込む穴（ジャック）があります。00～09のジャック（ホードの外側）にインターホンにつなぐコードのプラグを差し込みます。交換機は自分の使うインターホンを一番手前のジャックにつなぎます。

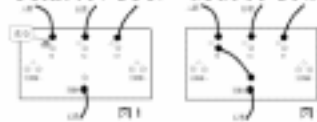


回線をつないでみよう！

以下は、Aさん（01）からBさん（02）に電話をつなぐとき、交換手Kさん（03）のたのみのやりとりです。これを参考に自分たちで試してみましょう。

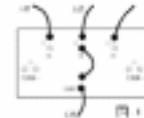
A: 白いボタンを押して電源を入れ、白い呼び出しボタンを押す。

K: Aさんの呼び出しランプが光るので（図11）、接続コードで自分とつなぎ（図12）、「こちら交換です。どちらにつながりますが」と尋ねる。



A: 「おさんお願いします」と相手先を告げる。

K: 「おさんですね。そのまましばらくおまちください」と答え、接続コードのプラグをAさんからBさんにつなぎ（図13）、さらに、呼び出しボタンを押して、Bさんを呼び出す。



B: 呼び出し音がなったら、電源ボタンを押し「もしもし、Bです」と応答する。

K: 「こちら交換です。Aさんから電話です。おつなぎしますので、そのままおまちください」と伝え、接続コードの自分側のプラグをAさんにつなぎ（図14）。



これでAさんとBさんが通話できるようになりました。通話が終わった後、AさんまたはBさんは、終わったことを交換手に知らせるため、呼び出しボタンを長く3回押します。交換機は交換機の1台（図9）が同時に点滅していたら（図15）、接続コードを抜き取ります。

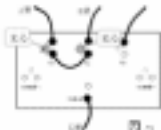


図9 電話交換機の実践部分のテキスト1

交換機をつないで電話網をつくろう

課題 交換機と交換機をつないで多くの人と電話をつなげてみよう。

トライ1 クラスの電話網をつくろう。

交換機の使いかたをマスターしましたが、まだ残っているのは他の班の交換機と接続して使ってみようということです。電話をかけた相手と電話するための接続が必須です。

- 1 班で交換機を3台も導入してください。
 - 2 0-0-0-0-0までの電話番号を誰が決めるかを話し合ってください。
 - 3 配られた電話機に番号を記入してください。
- ・・・しばらくお待ちください・・・
- 1 クラス全体の電話番号が合った電話機を接続してください。

トライ2 電線柱を立てて、交換機と交換機を接続しよう。



実際に使う交換機は、班の2つの交換機と接続することができます。電線柱を立て、簡単に接続できるようにしましょう。

注意！

- 電線柱は班に1つしかありません。
- どの班の交換機とつないでもかまいませんが、必ず自分の班の交換機と接続してください。

トライ3 隣の班の友達に電話しよう。隣の班の友達に電話しよう。

(1) 班別接続された班の友達に電話してみましょう。

- ・あなたの班の交換機は何番ですか？
 - ・あなたの班の交換機は何番と何番の交換機と接続されていますか？
 - ・誰と話すことができますか？
- 電話番号と名前を書いてください。
※交換機以外の人の番号と名前を書きましよう。

(2) 班別接続されていない班の友達に電話してみよう。どうしたら接続できるだろう。



例えば、左上の図のように接続されている場合、左のように接続回線をつなぐことができます。

上の接続回線を参考に、電話番号や交換機番号、名前を書いて接続回線をまとめよう。接続できた相手に番号をつけておきましょう。



図10 電話交換機の実践部分のテキスト2

電話番号の付与法
 有線電話なく使っている電話番号。実はちょっとした決まりがあります。別ページに考えてみましょう。

012-345-6789

国内前番 国内前番 加入者番号
 加入者番号は0+2+市内前番が3+4+加入者番号が7+8+9になります。
 ※番号は区別のもので決まっています。

交換機
 交換機12 (012) 加入者番号
 交換機13 (013) 加入者番号
 交換機14 (014) 加入者番号
 交換機15 (015) 加入者番号
 交換機16 (016) 加入者番号
 交換機17 (017) 加入者番号

あなたが、隣に住んでいる（同じ市内前番）の番号に電話する時には
 交換機12を通じて電話回線がつけられています。

あなたが、隣町に住んでいる（同じ市内前番）の番号に電話する時には
 交換機14、交換機15、交換機16を通じて電話回線がつけられています。

あなたが、隣の県に住んでいる（国内）の番号に電話する時には
 交換機12、交換機13、中継交換機、交換機14、交換機15を通じて電話回線がつけられています。
 ※携帯電話も同じ原理で回線も通ります。

まとめ 電話交換機の仕組みを自分なりの言葉でまとめてみよう。

通信技術の世界①

電話交換機の歴史

①初期の電話と交換機
 この写真は昔の電話機と交換機です。電話機の右側の取っ手を回すと発信します。その電話は電話機を通じた電話線に伝わり交換機の方へ届けます。交換機は回線の番号のジャックにプラグを差し込み加入者に電話番号を届ける。遠路先に発信したのです。加入者は発信が済んだら、黄鉄バンドを回して通話終了を伝えました。

写真左：手回し式電話機
 写真右：磁石式交換機
 (資料提供：国立科学博物館)

②自動電話交換機
 一層驚かされたのは、1891年、アメリカのアロン・ストロージャーは、自動電話交換機を発明し、電話交換機とよばれる電話交換機をつくることに成功しました。電話交換機の仕組みによって通話の経路が通れ、通信会社が経営不安にならなくなった。

自動電話交換機は、あらかじめ設定した電話番号ごとに電話番号を割り当てておき、電話機を通じて自動交換機に入ってきた電話番号によって、通話者が希望した特定の電話機を自動的に通話しくみになっています。次の回を参照してください。

その30年ほどは、19世紀後半から1900年代前半に、コンピュータによって制御されたデジタル自動電話交換機が普及しました。右下の写真は、1993年から運用化された市内電話用のDPRデジタル自動電話交換機です。また、この対象の1992年には、同じ方式の京浜野村電話交換機D60が採用されました。これは、1990年代の前半まで電話交換機の標準あるいは標準として採用されていたとみられます。

写真 自動交換機のしくみ-DPRデジタル交換機の例
 写真 10Aデジタル自動電話交換機 (資料提供：株式会社Tサービス研究所)

図 11 電話交換機の実践部分のテキスト 3

[生徒の感想より]

- ・この細い一本のひもで前から後ろまでクラス全体が繋がったなんてスゴイと思った。昔の電話機の手動から始まり今の自動までとても発展を続けてスゴイと思った(中略)。
- ・直接自分の班からつないだ所がつながるのは、「あ、繋がった」ぐらいにかおもわなかったけれど、そのつないだ先のさらにつないだ先と話ができたときには感動しました(中略)。

3.3 コンピュータネットワーク網の授業実践

情報の流れが見えるメッセージソフト「見てネット」を開発し(図12)ドメインなど説明したり、電話番号と対比する実践を行った(図13)。

- ・メッセージソフトのやり取りに大変意欲的に取り組んだ姿
- ・通信ログが簡単に見れることに驚き、セキュリティや情報モラルについて考えた姿
- ・ネットワーク技術の仕組みを知り、その奥深さを感じた姿



図 12 「見てネット」

[生徒の感想から]

- ・インターネットがバケツリレーのように運んでいくということを初めて思った。ルーターによって運ばれる点は、電話と基本的にかわらないんだなぁと思う(中略)。
- ・ネットワークの大切がよくわかったけど、データを盗まれたり話を聞かれてしまう怖さもわかった。

コンピュータの登録番号を探そう

課題 IPアドレスについて調べてみよう

「見てネット」ではコンピュータ同士でメッセージをやり取りしましたが、メッセージを送る時に相手の名前代わりに4つの数字がありました。これは相手のIPアドレスといわれる相手のコンピュータの登録番号のようなものです。電話番号と同じく、各コンピュータがそれぞれIPアドレスを持っています。IPアドレスについて調べてみましょう。

トライ1 自分の使っているコンピュータのIPアドレスを調べよう



「見てネット」を起動すると、一番下に「クライアント」という欄に並んでいる数字が自分のIPアドレスです。

「見てネット」はこのIPアドレスを手がかりに接続されているコンピュータを表示したり、メッセージをやり取りしています。

トライ2 友達に使っているコンピュータのIPアドレスを調べよう



名前（誰か）	IPアドレス	名前（誰か）	IPアドレス

電話交換機網とインターネット

課題 インターネットの仕組みをまとめてみよう

教室内のコンピュータネットワークの他にもドメインなどで調べたように企業や大学研究機関にある様々なコンピュータネットワーク同士が同じようにつながっています。こうしたコンピュータネットワークのネットワークが世界中に広がったのがインターネットです。

インターネットはネットワークのネットワークなのです。このインターネットの様子は前に学習した電話の交換機網とよく似ています。

トライ1 電話交換機網とインターネットを比べてみよう

(1) 図を参考に、電話交換機網とインターネットで似た働きをするものを表にまとめてみよう



電話交換機網	インターネット
電話番号	→
電話交換機	→
電話機	→
電話線	→

ルーター例：シスコシステム社

ルーターの働き - インターネットはパケットリレー -



図 13 コンピュータネットワーク部分のテキスト

3.4 バーチャルカンパニーの実践

電話交換機網とルーターを比較し、似ている点、違いなどを押さえた後、映像資料などを用いて、コンビニや製造業でどのように情報が流れていくのかを学習した。そして「バーチャルカンパニーの社長になろう」というテーマで、仮想的に会社を見立て、様々な情報の流れを考え、今までの学習を振り返りながら、インターネットベースの水平分業型企業経営をイメージさせた。生徒達は自由に会社名を考えたりしながら情報の流れを考えていった(図 14)。

バーチャルカンパニーの社長になろう

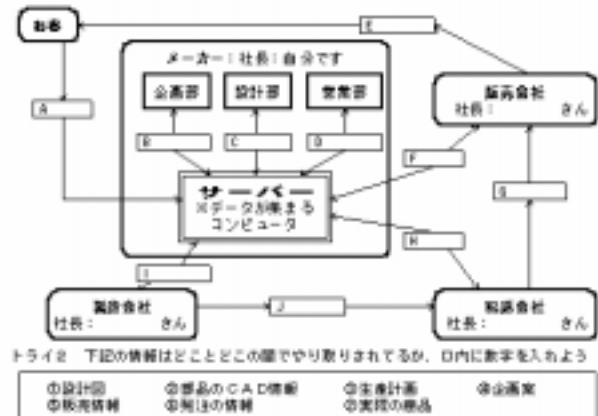
課題 自分の会社を作ってみよう

コラムのようにお店や工場などの場でコンピュータネットワークが活躍しています。これを参考に自分独自のバーチャルカンパニーを考えてみましょう。

条件：製品をいくつか作る製品であり、ユニークなもの

トライ1 自分が作りたい会社についての情報を考えてみよう。

会社名： _____ 何を作るメーカーか： _____
 URL: http://www. _____ .co.jp. メールアドレス: _____ @ _____ .co.jp
 社員: _____ 人 年商: _____ 円 支店: _____ 店



トライ2 下記の情報はどこどこでやり取りされるが、口内に数字を入れよう

図 14 バーチャルカンパニーの社長になろう

4 実践の分析

4.1 質問紙による調査

4.1.1 調査対象と調査

通信技術教育カリキュラムを学習する以前の中学校2年生131名と受講した後の高等学校1年生24名を対象として10項目から成る質問紙「調査1」を実施した。(図15)

調査日：2003年5～6月

調査項目：

家庭でのインターネットの使用経験の有無

情報通信ネットワークの物理的構造に関する概念イメージなど(図18)

教材の効果を見るために、中学校3年生時点で同教材を学習した24名と、同カリキュラムを受講していない16名からなる高等学校1年生に、「調査1」を2003年5月に実施した。あわせて、コンピュータネットワークがものづくりの世界および社会に与えた影響に対する考えや、学習理解に対する自己評価等、9項目を「調査1」に追加した事後調査を、2003年6～9月の間に実施した。(以下、「調査2」と略す。)

「調査2」の質問項目のうちの2項目を抜粋して図17に示す。

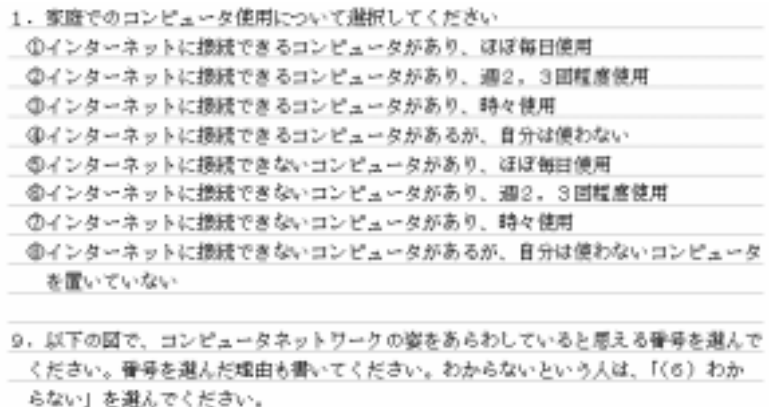


図15 「質問1」質問項目の抜粋

4.1.2 事前事後調査の結果と考察

「調査1」について図15中の質問番号9への回答を、選んだ割合(回答率)の形で、家庭でのインターネットの使用経験の有無に分けて図18に示した。全体で最も回答率が高かったのは、「(2)のコンピュータ同士が直接つながっている構造をイメージしたもの」(合計44%)であった。最も適切な「(3)のルータやサーバを介した構造をイメージしたもの」は合計しても17.6%であり、全体的に割合は高くなかった。

使用経験については、図16中の～のようにインターネットに接続できるコンピュータがあり時々使っている生徒を「使用者」とみなし、それ以外の～を「未使用者」とみなした。質問番号9への回答率を、使用状況に分けて見ると、使用状況による差は見られなかった。 $(\chi^2 = 3.06, n.s.)$ したがって、情報通信ネットワークの物理的構造に関する正しい理解の形成と、インターネット使用状況とは独立していることが認められた。

図19には、情報通信ネットワークの物理的構造に関する質問(「調査1」の質問番号9への回答率を、本教材学習の有無に分けて示した。同カリキュラムを受講していない生徒の回答率として最も高かったのは、「(2)のコンピュータ同士が直接つながっている構造をイメージしたもの」(68.8

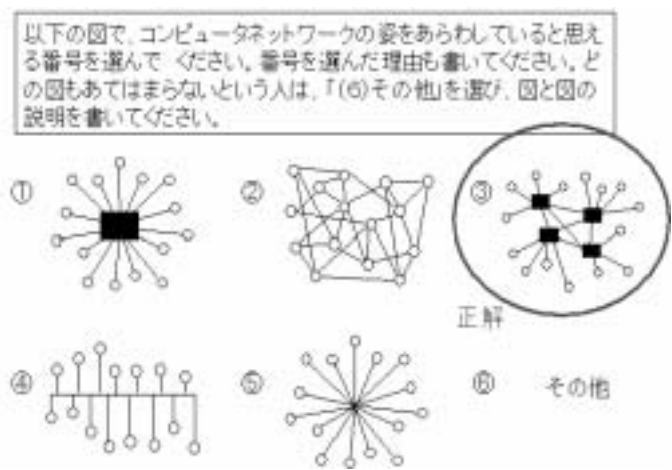


図16 通信ネットワークの概念イメージ回答選択肢

%)であった。最も適切な「(3)のルータやサーバを介した構造をイメージしたもの」は6.3%であり、全体的に割合は高くなかった。

他方、本教材学習後の生徒は、約71%が、通信ネットワークの中ではコンピュータ等の通信機器は「交換機」を介して互に間接的に接続されている、とするほぼ正確なイメージを有していた(図19)。

7. インターネット等のコンピュータネットワークがものづくりの世界に与えた影響について説明できますか。

①十分説明できる
②少し説明できる
③自信がないが何とか言える
④全く説明できない

9. インターネット等のコンピュータネットワークが社会に与えた影響について下の文章のうち、適切だと思うものを選びなさい。

①電話しなくてもメールで連絡できるようになり、通信費が安くなった
②設計図を作らなくても済むようになった
③設計図や部品の性能がよくなった
④設計図や部品の注文などのやり取りが世界中で簡単にできるようになった
⑤設計がコンピュータでき、製作も自動機械でできるようになった
⑥は文がきた瞬間、製作のゲーム、運送のゲーム、販売のゲームそれぞれがどのように動けばよいか確認して決めることができる
⑦分からない。

図

図17 「調査2」事後調査の抜粋

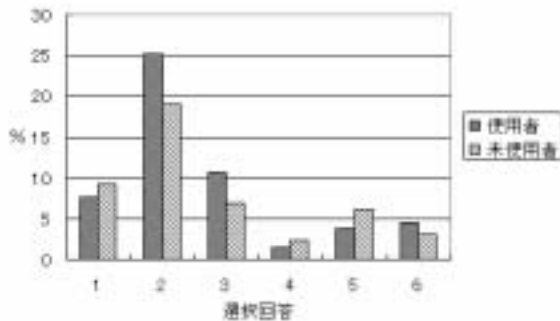


図18 家庭での使用環境の有無と選択結果イメージ

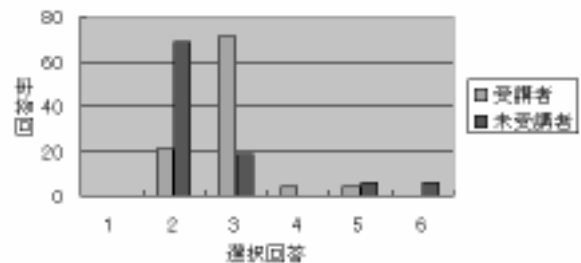


図19 教材学習者と未学習者の選択回答比較

次に2003年6月、中学3年生に実施した「調査2」の質問番号7、「コンピュータネットワークがものづくりの世界に与えた影響について説明できますか」との質問についてであるが、の「少し説明できる」が事前15名から事後31名、の「全く説明できない」が事前25名から事後11名になった。このように事前と事後とでは明らかな差が見られ($\chi^2 = 14.66, p < 0.05$)、本教材が説明に対する自信の変化に影響を与えたことが認められた。

図20は図17に示した質問番号9「コンピュータネットワークが社会に与えた影響」への回答状況を、情報ネットワーク教材の学習前後で比べて示している。コンピュータネットワークが社会に与えた影響についての回答他、重視した仕事の拡がり、共同、柔軟性の側面を示している、への回答率が少々上昇できたことも、同教材の効果と考えられる。

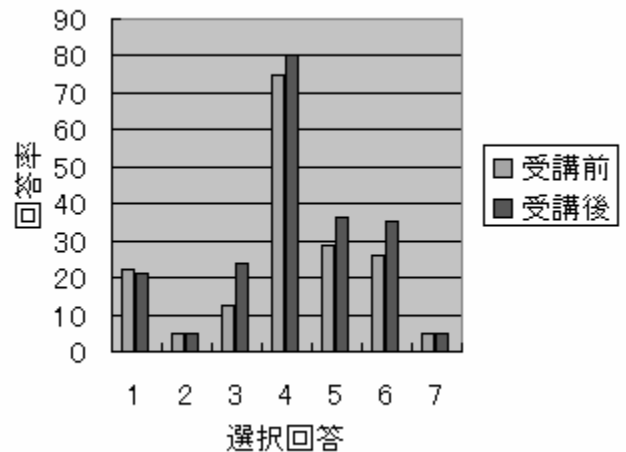


図20 コンピュータネットワークが社会に与えた影響

この結果を実践前と実践後の N2 の項目数総数変化で比較してみると表 3 のようになった

実践前はキーワードの平均項目数が 3.1 個、サブキーワードが 3.5 個に対して事後ではキーワードが 4.8 個、サブキーワードでは 16.6 個と大幅な増加を見ることができた。

図 25 のように個別の生徒で項目数の変化を見ても、項目数が変わらなかった生徒は 2 名のみ。ほとんどの生徒が項目数を増やすことができた。

増えた項目の内容では、ほぼ全員の生徒が授業で学習した内容を記入していた。またサブキーワードの分類には各自に工夫がみられ、それぞれが自分自身のネットワークのイメージを書き出したものと思われる。

これらのことから、生徒達は通信ネットワークの授業を受講することで様々な言葉を駆使して情報通信ネットワークをより具体的にイメージできるようになったことが明らかになった。

感想では「ある程度のことかわかった」といった曖昧な表現であったが、N2 法を用いてみると彼らなりに情報通信ネットワークのイメージをふくらませることができていることを確認することができたといえる。

4.3 アンケートによる検証と考察

通信ネットワークの各授業毎に「楽しかった」「まあまあ楽しかった」「あまり楽しくなかった」「楽しくなかった」の 4 段階で質問をした。

情報通信ネットワーク教材を学習した生徒は、これらの授業について、「楽しかった」と回答した生徒が約 50%、「まあまあ楽しかった」と回答した生徒が約 38%、これらの合計は 88% に達した（図 26）。

また個別の授業で見ていくと、「見てネット」によるメッセージの交換実習、続いて電話交換機網の実習、スピーカの通信実験など、お互いにメッセージや声をやり取りする実習が生徒達に人気の高かったことが明らかになった。

この結果より、情報通信ネットワークの教材は生徒の興味関心を大きく換気する事ができたといえる。

表 3 実践前と実践後の N2 の項目総数変化

氏名	事前		事後		差	
	キーワード	サブキーワード	キーワード	サブキーワード	キーワード	サブキーワード
項目総数	98	112	153	530	+55	+418
平均値	3.1	3.5	4.8	16.6	+1.72	+13.1

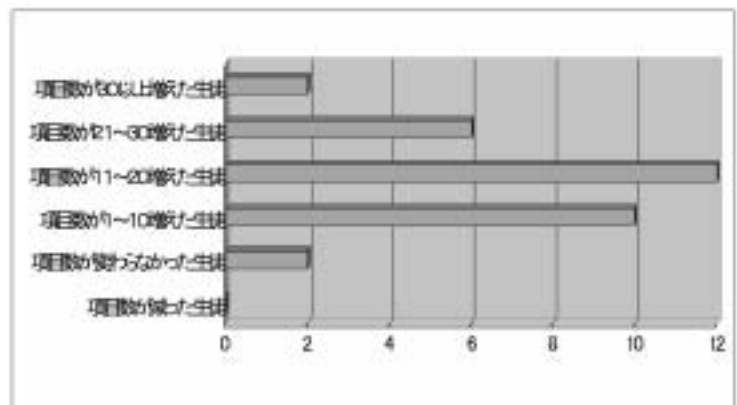


図 25 実践前と実践後の各生徒の N2 の項目数変化

図 25 実践前と実践後の各生徒の N2 の項目数変化を見ても、項目数が変わらなかった生徒は 2 名のみ。ほとんどの生徒が項目数を増やすことができた。

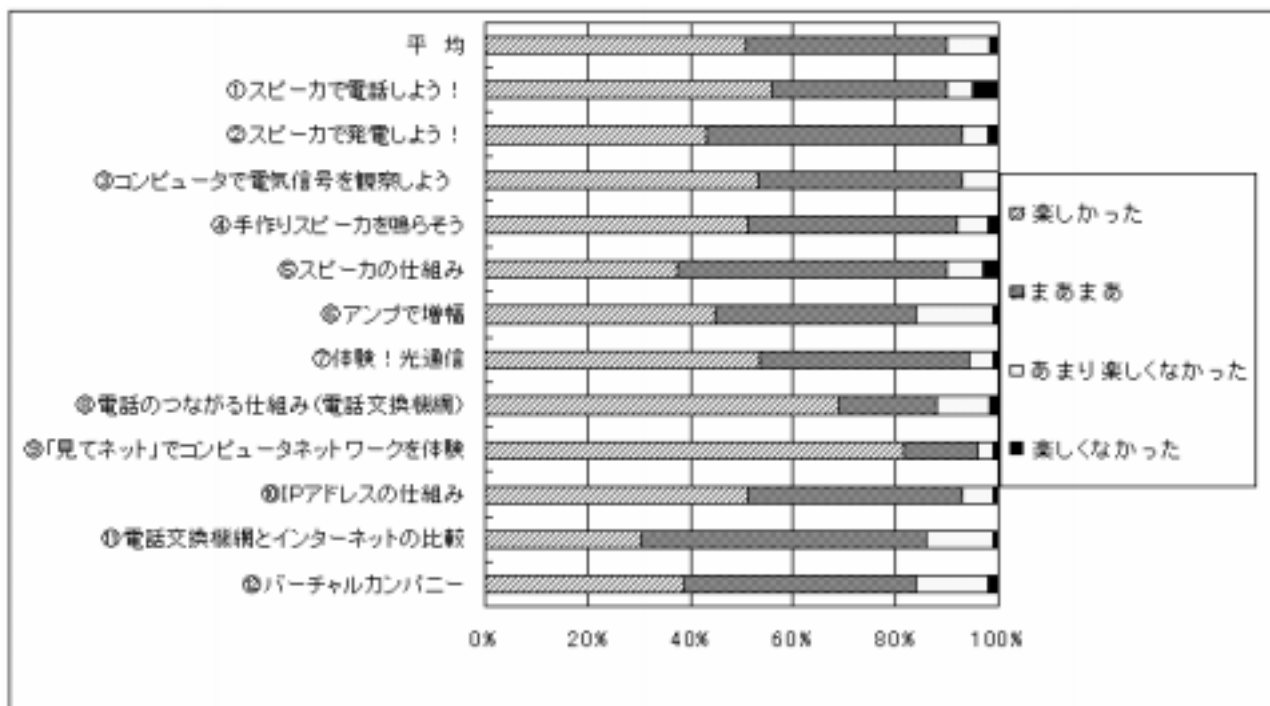


図 26 学習後の生徒の感想

5. まとめ

本研究では、アナログ通信技術から情報通信ネットワーク技術への発展の過程を、子どもたち自身が実験を通して体験的に学べる諸教材を開発するとともに、全国の技術科の授業で生徒と教師が使用できる授業用テキストを作成した。この中でも特に電話交換機網からコンピュータネットワーク網への発展に焦点を合わせて諸教材を開発し、本研究者が自身の技術科の授業を通して、これらの有効性を反省的に検証するための試行的な授業実践を重ねた。そしてこれらにより、子どもたちは、階層化された通信ネットワーク網を体験的に学ぶことを通して、アナロジーの認識レベルでは情報通信ネットワークの仕組みを科学的に理解できるようになること、情報技術を主体的に使用することができるようになること、そしてこれらの「情報の科学的理解」と「情報活用の実践力」の獲得にもとづき、情報技術の本質的な部分をつかませることができることを明らかにした。

本研究による授業用テキストでは、上で一部紹介したように、全 14 時間の授業展開および関連資料やコラムを提示した。なお、本研究で制作されたテキストは「ためしてわかる通信とネットワーク」として技術教育研究会より入手できるようになっている(技術教育研究会 <http://www.ne.jp/asahi/tech/gikyouden/>)。また「見てネット」や各教材および実践については村松・川俣で運営するギジュツドットコム (<http://www.gijyutu.com/>) のサイト内にて公開し、自由に利用可能な状態になっている。

本研究で開発した教材を学習した中学生、および同教材を学習していない高等学校 1 年生を被験者として、情報通信ネットワークの物理的構造の理解度に関する質問紙による事前・事後調査を行った。この結果、次のことが明らかになった。

- ・ 情報通信ネットワークの物理的構造に関する子どもたちの正しい理解の形成と、学校外(自宅)でのインターネットの使用状況とはとくに関連づけられないことが明らかとなり、本研究による情報通信ネットワーク教材は、子どもたちに情報通信ネットワークの物理的構造をアナロジーの認識レベルでは科学的に理解させることができることを実証した。

また F 中学校の 2 年生を対象として、N 2 法により、情報通信ネットワークの仕組みに対する子

どもたちの思考方法とその内容を調べた結果、次のことが明らかになった。

- ・ 子どもたちは、本研究が開発した情報通信ネットワーク教材を通して学習することで、情報通信ネットワークの仕組みとその社会的役割を、リアリティーをもって科学的にイメージできるように、情報通信ネットワークに対するものの見方をより適切かつ豊かにすることができた。

さらに本研究者が試行的に実践した授業の中で、本教材による学習について、その感想をアンケート調査した。その結果、本研究による情報通信ネットワーク教材は、情報通信ネットワークばかりでなく、それを含むユビキタス・ネットワーク、ユビキタス社会におけるものづくりの世界について、子どもたちの興味・関心を大きく喚起したことが明らかになった。

以上のことから、本研究で開発した情報通信ネットワークの諸教材とテキストを通じて、子どもたちは楽しく意欲的に学びながら、情報通信ネットワークに対する「情報の科学的理解」を深め、望ましい「情報活用の実践力」を身につけることができたといえる。また、本研究では、教材や授業展開をテキスト化し、これらを適宜 Web 上でも公開してきた。このことにより、情報通信ネットワークの学習に取り組もうとする全国の技術科教員に本研究の成果を分かち伝えることが可能になった。

今後は、本研究で開発した諸教材やテキストにより、子どもたちが現実の情報通信ネットワークの社会的役割をどのように思考するようになったかという問題についても、さらに詳細に検証していきたいと考えている。なお、本研究の一部を日本教育工学会のショートレターとして投稿した。

研究分担者

渡辺 浩康	東京都練馬区立練馬東中学校教諭
川俣 純	茨城県北相馬郡藤代町立藤代中学校教諭
鈴木 善晴	名古屋大学教育学部附属中・高等学校教諭

研究協力者

村松 浩幸	三重大学教育学部助教授
坂口 謙一	東京学芸大学教育学部助教授

実施場所

長野県中野市立中野平中学校
東京都東京大学教育学部附属中等教育学校
東京都新宿区立西戸山第二中学校
茨城県北相馬郡藤代町立藤代中学校
愛知県名古屋大学教育学部附属中・高等学校

参考文献

- [1] 中学校学習指導要領「第8節技術・家庭」(1998)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301c/990301h.htm
- [2] 諏訪部功吉・田中啓勝「Windows 環境におけるプリンタインタフェースを利用した中学生向け通信・ネットワーク技術教材の開発」2003,日本産業技術教育学会論文誌 45 巻1号,pp1-9
- [3] 河野義顕・大谷良光・田中喜美「技術科の授業を創る」1999,学文社
- [4] 永野和男・田中喜美監修「ITの授業革命『情報とコンピュータ』」2000,東京書籍
- [5] 村松・他「ものづくりの視点で考える通信技術の学習」2002,日本教育工学会第18回大会講演論文集

- [6] メッセージ交換ソフト「見てネット」 <http://www.gijyutu.com/g-soft/mitenet/>
- [7] 内藤富久・二宮紀治「N2 法入門 考えをまとめる技術」1997,中経出版