

2 パーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースの開発と評価

1. 研究の背景

これまで知的障害のある児童生徒のためのコンピュータやインターネットへのアクセスを確保するためのインターフェースとして用いられてきたものに、タッチパネルや外部に接続した大型のスイッチ等がある。これらは操作を直感的に行うこと、あるいは操作を単純化することに着目したインターフェースと考えられる。一方、人間の顔や声を認識し、音声言語で会話を行うパーソナルロボットの研究開発が進んでいる。本研究班では、このパーソナルロボットのコミュニケーション能力に着目して、より、人間同士のコミュニケーションに近い形でコンピュータやインターネットへのアクセスを支援する知的障害者用インターフェースの開発を目的とした。

2. 研究の経過

本研究は、プロジェクト研究期間のうち、平成 14 年度と平成 15 年度の 2 年間に行われた。平成 14 年度は、日本電気株式会社マルチメディア研究所が開発したパーソナルロボットの障害者向けインターフェースに関する共同研究を行うための覚書を締結し、ロボットの機能確認、システム設計、会話アプリケーションの基本設計、詳細設計、プログラミングを行った。平成 15 年度は、試作システムを使って、研究協力校の授業における使用とその評価を行うと共に、研究協力者との協議を行い、試作システムの改善の方策と今後の活用について検討した。最後に、それらの検討を受けて、実用化に向けたシステムの改善作業を行った。

3. 研究の成果

パーソナルロボットのコミュニケーション能力に着目して、より、“人間同士のコミュニケーションに近い形でコンピュータやインターネットへのアクセスを支援する知的障害者用インターフェースの開発”については、NEC マルチメディア研究所が開発した PaPeRo と研究所に構築した Web サーバーを用いて、授業に、そのまま利用可能な教材システムが開発されたことで、新しい研究の端緒が開けたものとする。

近い将来において、教室場面などの、明るさが十分にコントロールできない、あるいは雑音などの存在する環境における人間の顔や声の認識技術が確立されることで、真に実用的なインターフェースが開発されることになろう。本システムでは、教員が補助的な操作を加えることで、この困難を回避しており、実際の授業の場面において授業の進行に支障が起こらないように工夫してある。ロボットのコミュ

ニケーション能力に関する研究は、日進月歩であり、今後の、本分野の技術の進展を確認しつつ、適時に、その成果を取り入れる必要がある。

なお、本研究課題に関連して、既に行われた発表等は本ページの最後に記した。

4. 報告書の内容

3.2.1 パーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースの開発（棟方哲弥・小野龍智・船城英明・中里英生・藤田善弘・中村 均）は、パーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースについて、その仕様をまとめたものである。NEC マルチメディア研究所が開発した PaPeRo と研究所に構築した Web サーバーというハードウェアと、それぞれを動作させるソフトウェアについて説明したものである。なお、KR(Knowledge of Results)情報を含めた教材の流れ図（フローチャート）については、巻末資料に示している。

3.2.2 パーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースの授業における評価（棟方哲弥・小野龍智・土岐賢悟・阿保周子・小滝義浩・山本 史子）は、はじめに、試作システムに加えるべき、あるいは、修正すべき事項について検討した結果を述べた。次いで、高知県立山田養護学校における授業における活用の様子について述べてある。小学部 3 年、小学部 5 年、高等部それぞれの子どもたちのパーソナルロボットを用いた教材への反応などが読みとれる。最後に、今後のパーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースについての在り方についても言及した。

（棟方哲弥（国立特殊教育総合研究所））

【発表等一覧】

1. Munekata, Tetsuya Funaki, Eimei Fujita, Yoshihiro Nakamura, Hitoshi , "A Prototype for the use of small robot to enhance human-computer interactions in the classrooms for children with special needs", Proceeding of the poster session on Utilization of ICT and Educational Support for Children with Disabilities at the 23rd Asia-Pacific International Seminar on Special Education pp.41-44, 2003, Yokosuka, Japan.

なお、本研究の教材システム部分については、下記の雑誌、広報誌、研究会等において、概要の紹介を行っている。

文部科学省特別支援教育課「季刊 特別支援教育」、国立特殊教育総合研究所「くりはまの海」、放送教育研究会全国大会、中国地方放送教育研究大会。

パーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースの開発

棟方哲弥¹⁾・小野龍智¹⁾・船城英明²⁾・中里英生²⁾・藤田善弘³⁾・中村 均¹⁾

(情報教育研究部¹⁾)(学習研究社²⁾)(NECメディア情報研究所³⁾)

1. はじめに

これまで知的障害のある児童生徒のためのコンピュータやインターネットへのアクセスを確保するためのインターフェースとして用いられてきたのがタッチパネルや外部に接続した大型のスイッチ等であった。これらは操作を直感的に行うこと、あるいは操作を単純化することに着目したインターフェースと考えられる。一方、人間の顔や声を認識し、音声言語で会話を行うパーソナルロボットの研究開発が進んでいる。本研究班では、このパーソナルロボットのコミュニケーション能力に着目して、より、人間同士のコミュニケーションに近い形でコンピュータやインターネットへのアクセスを支援する知的障害者用インターフェースの開発が重要と考えられる。本論文では、パーソナルロボットと Web サーバーを連動させた教育システム

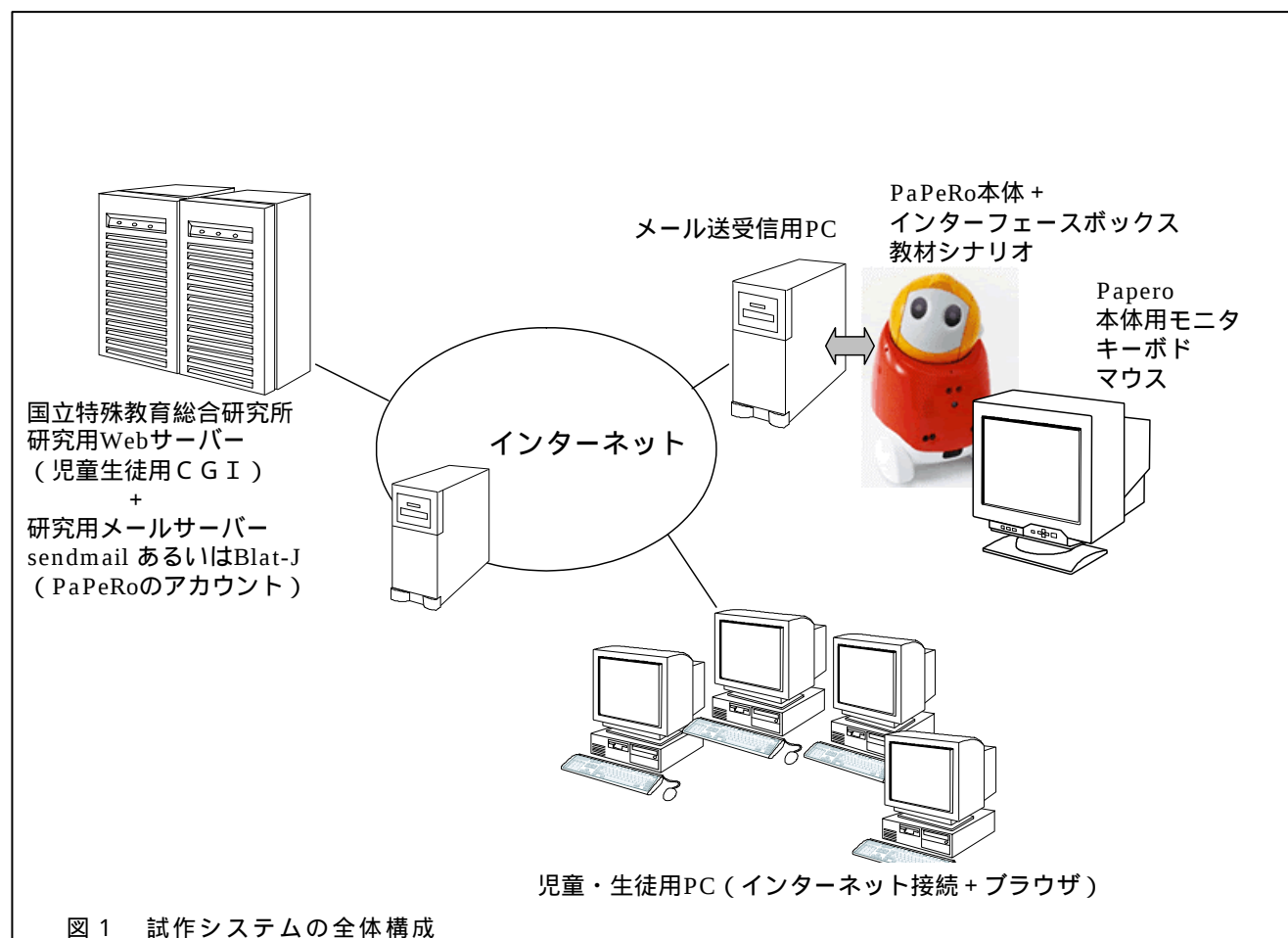
について、プロトタイプの構成に至ったので報告する。

2. 目 的

知的障害のある児童生徒のためのコンピュータやインターネットへのアクセスを確保するためのインターフェースとして、人間同士のコミュニケーションに近い形でコンピュータやインターネットへのアクセスを支援する「パーソナルロボットを活用した知的障害者用インターフェース」を開発すること。

3. 方 法

パーソナルロボットとして、NEC マルチメディア研究所が開発中のパーソナルロボット PaPeRo2001 を用いることとした。NEC と国立特殊教育総合研究所にお



いて「パーソナルロボットの障害者向けインターフェース」に関する共同研究のための覚書を締結し、NECから技術情報の提供を受けながら、国立特殊教育総合研究所と学研デジタルコンテンツ事業部で基本設計、開発作業を行った。教材の内容は、通常学校内の特殊学級において、電子メールの交換を行う授業を支援するものである。授業モデルは、土岐賢悟、阿保周子（2000）による実際の情報教育の研究授業として発表されたものとした。

開発言語は、NECが提供している PaPeRo 用シナリオ・エディタに加えて、サーバーとのデータ授受のプログラムに C 言語、サーバーに設置される CGI には Perl が用いられた。

4. システム構成と機能

4.1 システム構成と全体の機能

図 1 にあるように PaPeRo はユーザーインターフェイス用のモニタ、メール送受信用 PC と接続されている。モニタでは PaPeRo の動作に応じた情報（利用者への問いかけ、メールプログラム等の画面など）を HTML ベースで表示する。メール送受信用 PC は PaPeRo からの指示に従ってインターネットへ接続し、メールの送受信を行うもので、取得済みのメール履歴管理やメール本文の加工などを行って、結果を PaPeRo に通知するはたらきをする。メール送受信用 PC と PaPeRo は LAN で接続されており、両者は通信機能によってデータのやり取りを行う。

また、インターネット上の国立特殊教育総合研究所の Web サーバーにはフォーム入力されたデータを指定のメールアドレスに送信する CGI が置かれ、この CGI プログラムによってインターネットを介してデータの受け入れを行う。教材システムではこの CGI プログラムを使って、障害のある子どもたちが共同作成するメール送信文の本文データを、メール送受信用 PC 経由で PaPeRo に送信できるようにした。

以下に、データの送受信等の機能について記述する。なお、PaPeRo の基本的な機能については、Web ページ (<http://www.incx.nec.co.jp/robot/robotcenter.html>) を参照されたい。

4.2 メール送受信機能

メール送受信用 PC は PaPeRo からの指示によりメールの送受信を行う。メール送受信用 PC は国立特殊教育総合研究所のメールサーバーに接続してメールの送受信を行う。その後、PaPeRo はメール送受信用 PC から受け取ったメール一覧をモニタに表示する。

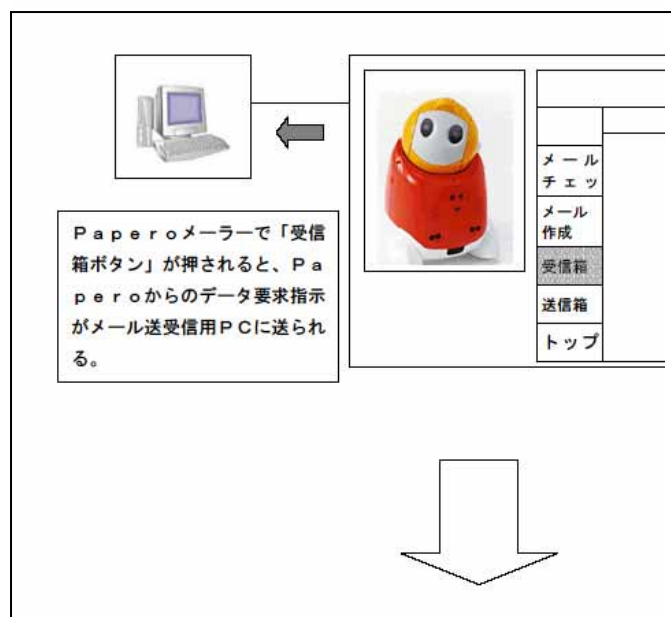


図 2 PaPeRo メール受信箱機能説明図（その 1）：PaPeRo からメール送受信用 PC にメール受信の要求が行われる。

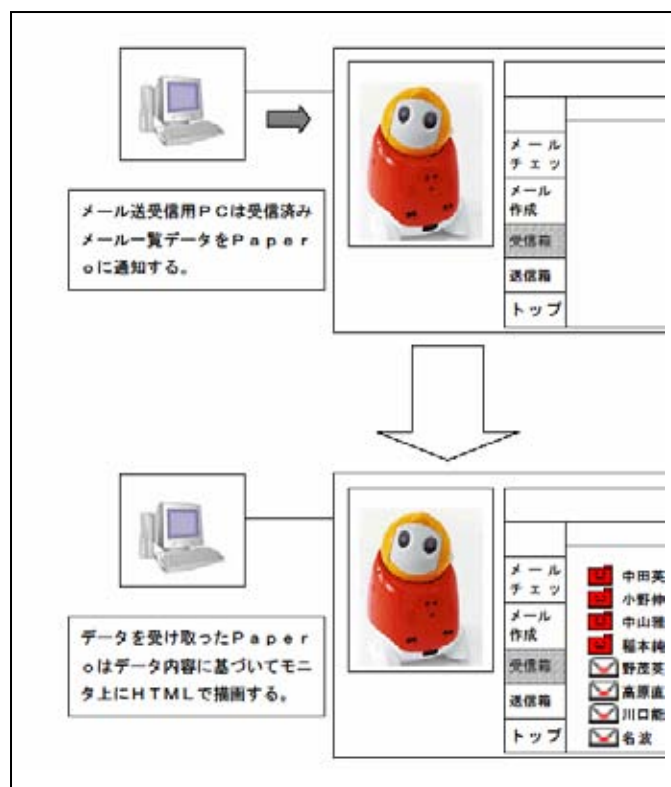


図 3 PaPeRo メール受信箱機能説明図（その 2）：メール送受信用 PC から受信したメール一覧を HTML 形式で表示する。

メールの一覧から、選択して読み上げる機能を次に説明する。

4.3 メールを選択と本文の表示・読上げ

モニタ上に表示されているメールリストのうちの1つを指定する。これにより PaPeRo はメール送受信 P C に指示を送り、メール送受信 P C はメール本文データを PaPeRo に通知する。PaPeRo は受け取ったデータをもとにして、モニタ上に取得した本文を HTML で表示する。

このとき、メール本文は、自動的に区切られた固まり単位が反転して表示される。この状態で「読上げ」の指示により、反転している部分が読上げ機能に送られ、合成音声により読上げられる。読上げ後は次の単位に反転が移り、再度「読上げ」ボタンを押して読上げる。この動作を繰り返してメール本文の最後まで進む。

最初から読上げを繰り返す場合は、操作の単純化のために、一度「閉じる」ボタンでメール本文表示画面を閉じ、再度同様の操作をすることで行うこととした。

4.4 児童生徒用メール作成・送信機能

教室にある児童・生徒用 P C からあらかじめ決められたインターネット上の Web サーバーにアクセスし、ブラウザで、入力用の CGI ファイルを開く。児童・生徒はそれぞれの P C からフォームに送信文書を入力し、「パペロにおくる」ボタンを押す。ボタンが押されると、文書と各種 ID を Web サーバー上の CGI プログラムに渡しプログラムが起動する。プログラムは受け取ったデータを指定のメールアドレスにメール送信する。このアドレスに送られたメールは PaPeRo に接続されたメール送受信 P C が受け取ることができ、PaPeRo によるメール作成時に使用される。



図4 PaPeRo メール文書作成画面（CGIによる。）

4.5 メール文書合成・写真撮影機能

児童生徒により送られる個別のメール文書を、PaPeRo は、メール送受信 P C を使って、定期的にメールサーバーに確認し、該当メールがあった場合取得

する。このとき、個人を認識するために、文書の差出人名、本文、各種判別用 ID 等を受け取る。

PaPeRo は受け取ったデータをもとに、差出人の名前を発話しモニタ画面上に差出人名と本文を表示し、再びメール送受信 P C に対してメールサーバー確認を要求する。このサイクルを繰り返しながら順次届いたメールを取得する。モニタ上での表示はメールが届いた順に、画面の上方から行われる。送りなおしがあった場合は該当部分が書き換えられる。

クラスの全員のメールが PaPeRo に届いたことを教師が判断してから、児童生徒の書いた個別のメールを一つに合成する作業を行う。このときに、個々のメールの順序を変える事ができる。

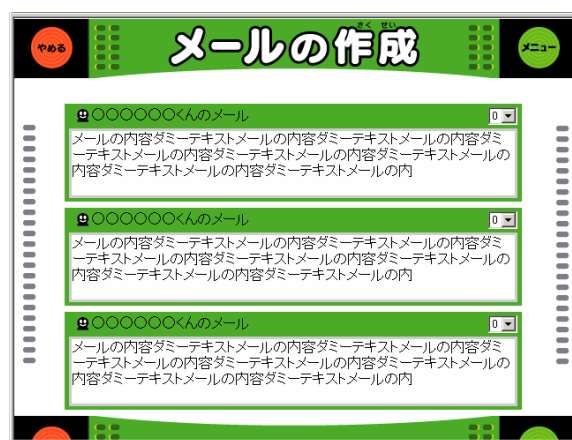


図5 文書の内容等を確認画面：この時に、個別のメールの順序を変更することができる。

モニタ画面で文書の内容等を確認し、文書が完成したら「完成」ボタンを押すと、写真撮影画面へ進む。

写真撮影画面で撮影を選択すると、PaPeRo 内蔵のカメラにより写真を撮影する。撮影された写真は先に作成した文書に添付される形で送信することができる。



図6 PaPeRo メール送信時の画面デザイン

4.6 PaPeRo コミュニケーション機能

PaPeRo の起動・終了時やメール作成など各ステップにおいて、音声出力や頭部などのパーツを動作させることにより、あたかも PaPeRo が感情を持っているかのごとく振舞わせ、使用者に親近感を抱かせ、本システムでの学習をスムーズに進められるよう工夫した。

それらは、PaPeRo のシナリオ・エディタにより実現された。



図7 「パペロとメール」のメインメニュー画面

なお、完成した「パペロとメール」のメッセージを含めたフローチャートと画面のデザインを、報告書の資料に載せる。

4.7 メール送受信用PCの設定

メール送受信用PCには、パペロがインターネット上で利用する電子メールアドレスと受信メールサーバー(POP, IMAP)、送信メールサーバー(SMTP)を指定する。

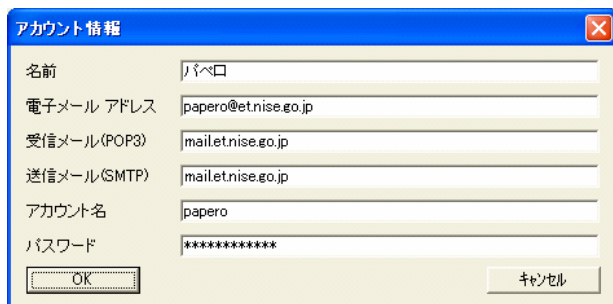


図8 メール送受信用PCの設定画面

なお、授業メール等は、専用のメールボックスに保持される。

5. まとめ

本報告では、パーソナルロボットと Web サーバーを

連動させた教育システムのプロトタイプの開発について報告した。今後、実際の授業場面において、評価をおこなう予定である。評価と改善の作業を繰り返しながら、実用に耐えるシステムをパッケージとして広く学校に提供したいと考えている。

なお、パーソナルロボットの音声認識や画像認識機能の向上により、今後、より一層、人間のコミュニケーションに近いインターフェースが実現されることが期待される。このような時期にあたり、PaPeRo のような、パートナータイプのパーソナルロボットを介して行われる新しい学習環境の効果に関するデータが重要と考えられる。

また、実践の積み重ねによって、子どもや教師に与える影響について早い時期に検討をしておく必要があると考えられる。

追記事項

なお、本研究の一部は、国立特殊教育総合研究所における平成14年度特別設備「ロボット」予算によって行われた。

参考文献

土岐賢悟・阿保周子 ほか(2000): 総合的な学習の時間授業案, 青森県弘前市立小沢小学校。
檀淵めぐみ,・鈴木佳苗・坂元章・長田純一(2002): ロボットに対するイメージ尺度の作成とイメージ内容の検討(2)-ロボフェスタ神奈川 2001 への来場者に対する調査-, 日本心理学会第66回大会発表論文集, 115.

パーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースの授業における評価

棟方哲弥¹⁾・小野龍智¹⁾・土岐賢悟²⁾・阿保周子²⁾・小滝義浩³⁾・山本 史子⁴⁾

(情報教育研究部¹⁾ (青森県立小沢小学校²⁾ (東京都墨東養護学校³⁾ (高知県立山田養護学校⁴⁾)

1. はじめに

独立行政法人国立特殊教育総合研究所のプロジェクト研究「マルチメディアを用いた特殊教育に関する総合的情報システムの研究開発」においてパーソナルロボットと Web サーバーを連動させた教育システムが試作された。開発された教材は、実際に行われた授業案（土岐、阿保，2000）を基にして、パーソナルロボットが介在するように作られており、教材が子どもの指導に有効であると期待される。ここでは、養護学校の授業における評価を行うこととした。

しかしながら、対象とする子どもが違う場合、あるいは、学校のネットワーク環境が異なる場合に、如何なる問題が生じるかについては、実際の授業場面で、試作システムを評価する必要がある。

そこで、実際の授業における評価に先立って、試作システムを利用する際の留意点などについて、検討を行った。次いで、養護学校において、実際の授業において評価の様子について報告する。

2. 目 的

プロジェクト研究で試作されたパーソナルロボットと Web サーバーを連動させた教育システムを用いた授業を行うことで、システムの持つ課題を探り、システムの改善すべき点並びに実用化に向けた指針を得る。

3. 方 法

はじめに、試作システムの改善点について、モデルとした授業の指導案を作成し実施を担当した2名（土岐・阿保）と開発を担当した1名（棟方）が検討を行った。次に、養護学校における実際の授業場面において、試作システムを用いた評価を行った。

3-1 試作システムの改善点等について

平成15年12月16日午前11時から午後4時まで、国立特殊教育総合研究所において試作システムの改善点に関する協議会が行われた。参加者は、土岐賢悟、阿保周子、棟方哲弥であった。協議の結果、実際の授

業における評価に先立って、試作システムを利用する際の留意点として、下記のことがらが挙げられた。

●性格付け（いわゆるキャラクター）に関する内容
学校における利用を考える際には、パーソナルロボットとはいえ、ある程度、学校において児童生徒に要求される範囲の最低限の規範のようなものを備える必要であるのではないかと。このためには、例えば、適切な語彙、言葉遣いなど、学校用のキャラクターを持たせると良いのではないかと。

●ネットワーク機能に関する内容
開発された教材システムは、メール機能を持つが、ウェブ表示機能がない。これを表示可能にすることで、授業の中で調べ学習に使う、あるいは、授業以外の場面で、お天気調べなどに使うことが出来るので、学校における活用の幅が広がるのではないかと。

●コミュニケーションの方法に関する内容
現在、メニュー画面から、4つの作業を選ぶようになっているが、児童生徒によっては、これを少なくする必要があるかもしれない。これは、教材全体に言える。例えば、パペロが、児童生徒に聞いてくる選択肢を2択以内にする工夫や、複数の選択肢を、一つずつ順に聞いてくるような工夫ができると良い。また、頭を押すような入力方法を用いているが、学校では、子どもの頭を押すような行動は望ましくない。パートナータイプのロボットであり、授業等では、パペロを抱くような形の補助入力方法の確立が好ましい。

●動きや表情、コミュニケーションの内容に関する内容

話しかけられているときに、（聞いてるよ！）という態度をうなずく、あるいは相槌を打つなどで示すことができるとうい。また、授業の途中などに、先生が褒めたい場合に、パペロと一緒に褒めてくれるような工夫が可能になると良い。パペロを授業の流れの中心において指導する際には、都合がよい。

●認識機能・方法
授業場面では現実性が重視される。また、認識機能

が不十分だと、せっかく子どもが話しかけても、がっかりさせてしまう。したがって、音声認識機能、顔認識機能を利用する際は、確実性を確保するために、補助入力装置を用意する。例えば、超音波センサーなどを利用することで、先生がパペロの体に触れるような動作を確実に認識するようにする。

●児童生徒の多様な取り組みを保証する内容

文字が打てない子のための、お絵かき作品を書いたり、送ったりする機能を付けると良い。

上記の事柄については、今後の教材システムの改善に、役立てることとした。

実際の授業における評価場面では、上記のことがらに配慮しながら、授業者が操作等で、工夫して、問題を回避することとした。例えば、授業では、必要場合を除いて、授業シナリオのみを用いることや、頭を押す入力、パペロの頭を撫でるように行う、あるいは、抱くようにしながら、接するなどである。

3-2 授業場面における評価について

高知県立山田養護学校において、平成15年12月18日と平成15年12月19日に授業が行われた。平成15年12月18日は、小学部6年生の教室で、平成15年12月19日はコンピュータ室において、小学部3年生、小学部5年生の授業が行われた。また、昼休みの時間を利用して、高等部の生徒が自由参加で利用した。

小学部6年生の教室では、児童生徒がどのようにパペロに接するかを確認した。そのため、この場では、授業のシナリオではなく、PaPeRo 本来が持つ動作モードでの観察を行った。その結果、子どもたちが一生懸命にパペロに話しかける様子が見受けられた。複数の子どもや教師がいる通常の教室場面であることに加えて、子どもの発声は、言語が必ずしも明瞭でないことから、音声認識が難しい状態であった。

また、子どもたちは、PaPeRo の耳もとに向かって、大きな声で、何度もお願いをする場面が観察された。これは、教室場面において、音声認識等の機能を使うことが困難であることが理解される一方で、子どもたちには、PaPeRo が、ことばを“聞いている”存在ということが、はっきりと理解がされたと推測される。また、子どもたちは、言葉が分からない（認識出来ない）ことが理解出来ず、PaPeRo に、より大きな声で話しかけるような様子が見られた。これは、自分の言葉が、聞こえていないので、ますます大きな声で、耳元に向かって話をしているように考えられる。

このことから、実際の授業においては、子どもが

PaPeRo に話しかけてもらうように促すが、認識機能の作動状態によって、コミュニケーションの流れが阻害されないように、指導者が操作を行う必要性が確認された。

以下に、教材システムを使った授業の様子を紹介する。（以下、PaPeRo は、教材システムという意味で、“パペロ”と記述する。）

本来、土岐賢悟（2000）らの授業案は、クラスの児童生徒が、遠隔地にある外の学校のクラスの児童生徒と、全員同士で一つのメールをやりとりするという内容であった。今回開発された教材システムもそのような状況を前提に製作されている。

しかしながら、今回は、評価実験ということで、そうではない状況で、授業を行う必要があった。

そこで、まず、授業者が、子どもたち宛に、外部からメールが送られてきたという状況を設定して、全員で、これに返事を出すという授業の内容を想定した。

具体的には、導入として、下記のメールを作成しておいた。

「やまだようごがっこうの みなさん はじめましてぱぺろの ばば です。 きょうは むすこのぱぺろが がっこうに きていると おもいます。メールで げんきな みんなの ことを おしえてください。せんせいに てつだって もらってね。へんじを まっているよ。ぱぺろばばより」

授業では、まず、授業者がパペロの紹介を行った後に、一人の子どもに「新しいメールを読んでください。」とパペロに話すように促して、子どもとパペロとのやりとりから取組が開始された。

コンピュータ室の全ての端末のブラウザ上に文書入力用のCGIを表示させて、子どもたちが、それぞれに、文章を入力した。教師の補助を受けながらではあったが、キーボードから、かな文字入力を使って、小学部3年生は全員が、また、小学部5年生は、1名を除いて、送信作業を終えることができた。

以下に書かれたメールの内容を記述する。

「あんぱんまんがすきです。 / えすえるまんがすきです。 / めかごじらきりゅうかれゝすきっ / ぼくのいえにはかばんかゝあつてなかみはなんでゝもあるゝ。 / ぱぺろくん、きょうはいっしょにあそぼうね。（小学部3年クラス全員分をまとめたメール本文）」

「びょういんごっこがすきです。おねえちゃんがいいます。まらそんがすきです。くだものはいちごがすきです。」

「仮面ライダーがすきです。えんとつがすきです。ぱぺろだよ。」

「まらそんすきよまつだいちばんではしりました。」

ぷりんとをかきました。」

「おんがくがすきです。あばれんじゃーがすきです。おねえちゃんがいます。」

「ぴあにかはすき。(教員が入力)」

「さぎえさんがすきよ。(名前) ちびまるこがすきよ」

以上は小学部 5 年クラス。

「ぱぺろ、かわいいね」

「かわいいね」

「どうもどうもげんきかね？」

「かわいいね またあいたいね」

「私は〇〇町の出身です。かわいい 18 歳です。よろしく。」

「僕はゴジラが すき」

「あいいうえお」

「私の好きなアイドルは嵐、浜崎あゆみです。よろしくね」

「私の好きなキャラはスヌビとプーさんとトナリのトトロです。よろしくね。」

以上、高等部。

小学部は、40 分の授業時間内に、また、高等部では 20 分ほどの時間で、外から送られたメールの内容にメールを返すことができた。それぞれのメールは上記のように、短いものである。しかしながら、小学部の子どもたちがコンピュータを使って文字を入力したのは、初めてであったことを考えると、子どもたちの興味関心を示して、授業時間を集中して過ごせたことと合わせて、本システムの利用の可能性を示していると思われた。

実際に、継続利用が可能となれば、本授業が目指すところの、全員で読み合わせをして、一つのメールを、丁寧に作り上げることを継続することで、豊かなコミュニケーション能力の獲得を獲得させようとする指導が実現される可能性が高いと考えられた。

パペロに送られた各自のメールは、パペロによって、合成音声で読み上げられる。一人一人が、自分のメールがパペロの画面に届き、さらに読み上げてもらう場面では、子どもたちが、この周りに集まって、自分のメールが届くのが、いまか、いまかと様子が観察された。子どもたちのパペロや学習への関心が高いことが伺えた。

4. まとめ

プロジェクト研究で試作されたパーソナルロボットと Web サーバーを連動させた教育システムを用いた授業を行うことで、システムの持つ課題あるいは、

システムの改善すべき点など、十分とはいえないが、今後の、実用化に向けた指針を得ることができたと考える。

学級担任からは、可能であれば、継続して使用したいとの希望も出ており、今後、長期的な活用による評価・改善を重ねることで、より一層、指導に役立つ教材に発展させることが必要と考える。

謝辞

本研究の実施にあたっては、高知県立山田養護学校 長戸英明校長をはじめ、教職員のみなさまに多大なご協力を頂きました。子どもたちへのお礼とともに、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

土岐賢悟・阿保周子 (2000): 総合的な学習の時間授業案, 青森県弘前市立小沢小学校.

棟方哲弥・小野龍智・船城英明・中里英生・藤田善弘・中村 均 (2004): パーソナルロボットを用いた知的障害者用インターフェースの開発, マルチメディアを用いた特殊教育に関する総合的情報システムの研究開発報告書.