

プログラムによる音声制御茶運び人形の教材化

The Teaching Material for a Voice Control Waiter Robot by Programming

亀山 寛・中村 誉^a

Hiroshi KAMEYAMA, Takashi NAKAMURA

（平成21年10月6日受理）

1. はじめに

新しい技術が次々と開発され変化の激しい情報化社会を生きるこれからの生徒にとって、中学校技術・家庭科の技術分野（以下、技術科）の授業において、新しい情報技術に触れることは、意味があるといえる。音声入出力の技術は、今後多面的に応用が期待される技術であり、また身体が不自由な人や視覚障害者の人の代替手段として期待されている。

著者らは、Windows環境でのプログラミング制御教材としてプログラムロボットを開発した^[1]。本研究は、プログラムロボットの制御基盤を用いてのロボット制御に音声入出力技術を組み込むことで生徒の興味・関心を引き、情報技術の基本であるプログラミングを教授することができる教材の開発を目指した。プログラムロボットのロボット車を人の形にすることでプログラムに音声入出力を行う必要性が生まれると考え、日本の伝統的なからくり人形である茶運び人形の姿を模したロボットを製作した。

1796年に細川頼直によって書かれた技術書『機巧図彙(からくりずい)』には様々な時計の製作法の記述の他にぜんまいや重力を利用した9種類のからくり人形の動作と製作法が書かれているが、そのなかに茶運び人形の姿が見てとれる^{[2][3]}。この『機巧図彙』の茶運び人形を復元する動き^{[4][5]}や『学研の大人の科学シリーズ』^[6]としてキット化し販売されているように茶運び人形自体に、緻密な機構や愛くるしい動作など人の関心を惹きつける要素があり、人気がある。それ故、茶運び人形の製作を教材化する動きもある^{[7]-[9]}が、水谷ら^[10]が「この動作を実現する機構は大変面白いが、そのしくみを子ども達に簡単に教えて、同様のものを作らせることはそれほど簡単ではない」と指摘するように、茶運び人形の精巧なしくみを機械仕掛けで再現することは難しい。しかし、複雑な機械仕掛けを簡単な機構のロボットのプログラム制御に置き換えることで小学生や中学生でも製作可能な教材となることを水谷らは示した^[10]。プログラムは日本語のコマンドからなる梵天丸専用プログラム言語「まきもの」であり、小学生でもプログラム作成を可能とした。しかし技術科の情報とコンピュータにおける情報技術教育としての位置づけと教育内容の提示には至っていないといえる。

茶運び人形は、その内部が精巧な機械仕掛けで動作を為し、その教材は機械や動力の学習として位置づけられるが、茶運びロボットではプログラムによってその所作を再現し、そのプログラム過程において生徒はオブジェクト指向や構造化プログラムなどの情報技術の基礎を学習

^a 科目等履修生，2009年3月静岡大学教育学研究科修了

することを目的とする。加えて、音声入出力制御のプログラムを付加することによって、生徒の興味関心を引くだけに止まらず、プログラム入門教育として現代の技術を体験できる教材を新たに構築することを目的とする。プログラム言語は情報技術教育の入門としてエクセルに付属しているVBA (Visual Basic For Application) を用いる。

研究の意義は、第一に茶運びロボットのプログラムの作成を通して、生徒達に情報技術の基本（オブジェクト指向や構造化プログラミング）が教授できること、第二に茶運びロボットは、生徒の興味・関心を惹き創意・工夫を引き出すことができ、音声制御はその創意・工夫の幅をさらに広げることができること、第三に情報教育のなかで技術教育的側面が強い教材であることが挙げられる。第四にVBAを用いているのでエクセルの表計算処理に活用できる可能性があり、更に現代のプログラミング言語VC++やJAVAの入門教育と位置づけることができる。

2. 情報技術教育教材としての茶運びロボットプログラム

本教材は情報技術教育として茶運びロボットの教材化を考えた。情報技術教育の視点から第一にプログラミング教育の入門として位置付け、第二にコンピュータ制御を教えることが重要であると考えた。従ってロボット教材の高度化はあえて追求せず、情報技術教育の範囲内にとどめたプログラム教育を考慮して、意図的に有線のインターフェイスを選んだ。更にプログラム入門教育が生徒の将来に生きて働くことを考えてプログラム言語にエクセルVBAを採用した。

有線でロボット車の制御を行う場合、以前ではプリンターインターフェイスやRS-232Cが使われていた^[1]が、それに替わるインターフェイスとしてUSBが普及し、プリンターインターフェイス等のインターフェイスはこれから減ることが予想される。またプリンターインターフェイスやRS-232C等に比べ、USBインターフェイスはホットプラグ、プラグアンドプレイ機能を備えており、デバイスを容易に着脱でき、教具として生徒が非常に簡単に利用することができる。教師としても事前にデバイスドライバのインストールという煩わらしさも減り、ホットプラグ、プラグアンドプレイは生徒・教師どちらに対してもユーザフレンドリーな教具としての機能である。生徒がプログラム作成を行う際には、茶運びロボットがUSBで繋がっている事によりプログラムによって茶運びロボットを制御するという目的意識がはっきり持つことができる。茶運びロボットの制御プログラムの比較的小さなプログラム作成を通してプログラムを行うからこそ、茶運びロボットが合目的動作を可能にすることが理解でき、プログラム製作の喜びを体験できる。また目的の動きにならない場合は、どこが悪いのだろう、なぜだろうというデバッグの意識も持てる。そして有線であるので直ぐにデバッグしたプログラムを再実行でき、トライアンドエラー（試行錯誤）がしやすいのも特徴である。加えて有線であることを活かして、音声合成や音声認識を付加したプログラムが可能である。これはPICを積んだ自律型ロボットでは中々難しいプログラムであるが、本教材は有線だからこそ「茶運びロボット+ホストのコンピュータ（VBAを実行するパソコン）」のプログラムが容易にできる。

VBAはマイクロソフト社製のMicrosoft Officeシリーズに搭載されているプログラミング言語であり、Microsoft Officeがインストールされていれば、どこの中学校のパソコンでもプログラム言語を追加でインストールせずに手軽に使用できる。また家庭でもWindows環境であればVBAが使用でき、ロボットを家庭に持ち帰り動かすことができる。よって教材費を個人負担させる際に家庭でも簡単に行えるということは、とても大きな長所となる。

またVBAはオブジェクト指向スタイルの言語であり、プログラムの第一段階として、既存のクラス（ツールボックス）を利用して、ユーザーフォーム内の設計を行い（オブジェクト化）、第二段階として、ユーザーフォーム設計の後にコードを書き入れてプログラムを行うこととなる^[12]。VBAのプログラム作成を通してオブジェクト指向の概念を生徒が体験できる。オブジェクト指向の概念は、現在の有力のプログラム言語C++やJAVAなどにも利用されており、将来に渡って有用なプログラムの概念である。さらにVBAは音声認識や音声出力のようなOfficeに搭載されている機能（既存の資源）と組み合わせ、新しい価値（プログラム）を作ることが容易であり、まさに情報技術であるプログラムの真髄を容易に体験できるプログラム言語であるといえる。またVisual Basicはフォームごとにファイルが作成されたためファイル管理が煩雑であるが、VBAで作成された複数のユーザーフォームは1つのエクセルファイルにまとめてあるため、ファイルの保存やコピーなどファイル管理が容易であることが中学校でのプログラム言語として適している。高校での普通教科「情報」においてもプログラミング言語にVBAが考えられ、中学・高校とのプログラミング教育に一貫性や接続性が生まれ、生徒にとって有益であると考えている。以上のプログラム言語としてエクセルVBAを使用する利点をまとめると次の7点が挙げられるだろう。

- 1) オブジェクト指向のプログラム言語である
- 2) エクセルに付随しているVBAは、ほとんどの中学校で利用することができる
- 3) VBAを用いた場合、自宅での学習も可能になるし、授業終了後に生徒が自宅に持って帰り、そのロボットを動かすことができる
- 4) 高校での普通教科「情報」でもプログラミング言語としてVBAが考えられており、教科「情報」に活かすことができる
- 5) 音声認識、音声合成のような現代の情報技術の進んだ内容に低い閾値で触れることができる
- 6) 現代のプログラミング言語教育につながる
- 7) 将来表計算ソフトエクセルや、データベースソフトアクセスでVBAを用いた高度な利用法に発展できる可能性がある

3. 茶運びロボット

3-1. 開発した茶運びロボット

図1が製作した茶運びロボットであり、これに現代的な制御プログラム機構を付加した。製作材料は次のものである。

[製作材料]

- ・TAMIYAリモコンロボット製作セット
- ・著者らが開発した制御基盤
- ・リミットセンサ
- ・木材、スタイロフォーム、スピーカー等



図1 茶運びロボット

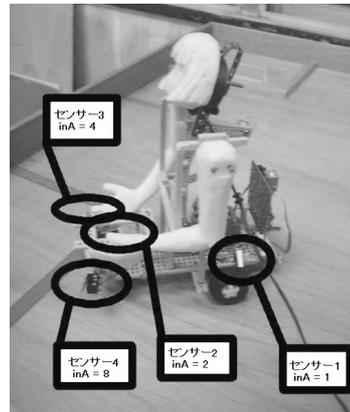


図2 センサ位置

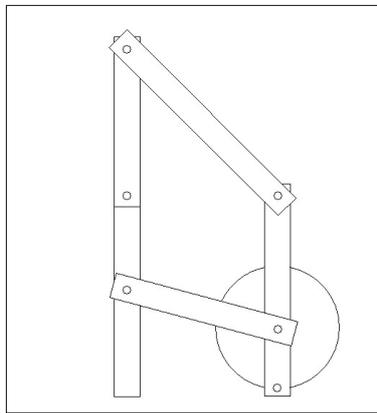


図3 お辞儀の機構（最高位置）

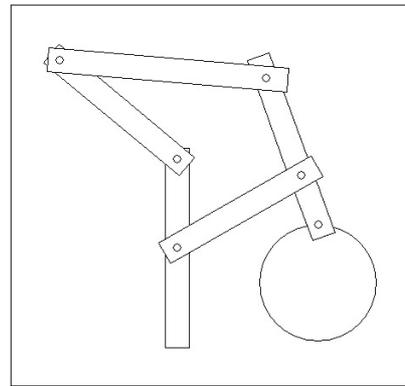


図4 お辞儀の機構（最低位置）

制御基盤は、プログラムロボコン用に開発してきたもの^[1]を利用した。最大4モータまで制御が可能であるが、3モータ、4センサ（図2）制御で製作した。

3モータのうち2モータは茶運びの平面上の移動に、残る1モータは茶運び人形のお辞儀用に用いた。最高位置の図3、最低位置4のような機構でモータの回転運動を揺動運動に変換し、お辞儀の動作を実現した。

茶運び人形は、一般的には次のような動作を行う。まずゼンマイを巻き、人形の手にはいるお盆の上に茶碗を載せると、人形は首を振り、足を交互に動かしながら客の前にお茶を運んでいく。そして客が茶碗をお盆から取り上げると停止し、再び客がお盆の上に茶碗を置くとUターンして戻っていくというものである^[2]。茶運びロボットは茶運び人形の動作すべてを再現するのではなく、ロボット車にお辞儀ができる機構を加えただけの簡単なものとした。また4センサ内のセンサ1個をお茶が載ったことを検知するために用いた。他のセンサはセンサがONになった時に茶運び以外の動作を行わせるために付加した（例えば図2のセンサ3を押したときにロボットに挨拶を言わせる、センサ4を押したときにはWebサイトから天気予報の情報をエクセルに読み込みそれを音声出力させ、気象予報キャスターになる等）。

茶運びロボットのプログラムは、

- 1) お茶碗を載せるまで待つ
- 2) お茶碗が載せられてから、お茶碗が取られるまで前進する
- 3) お茶碗が取られてから、お茶碗が再び載せられるまで待つ

4) お茶碗が載せられたら、お辞儀をし、Uターンする

5) スタート位置までもどる

という動作をプログラムし、茶運び人形の動作を再現することができた。2) と3) のプログラムは、図5である。茶碗があるかないかの検出に必ずIf文（分岐命令）が必要になり、If文の課題設定が容易に可能である。また図5ではFor文（反復命令）も使用しており、順次・分岐・反復の構造化プログラミングが教授できる。

```
For i = 1 To 1000
  out (10)
  Jikan (100)
  If inA = 0 Then
    i = 5000
  End If
Next i
out (0)
```

図5 前進中に茶碗を取られたら静止する

3-2. 簡易型茶運びロボット

静岡大学教育学部技術科の情報処理応用実習で実践を行うために、それまで使用していたプログラムロボットを改造し簡易型の茶運びロボットを製作した。ロボット車の後部（図6）に茶運び用センサを付加した。簡便な構造で茶運びロボットのエッセンスが再現出来、この教具の普及に好都合である。

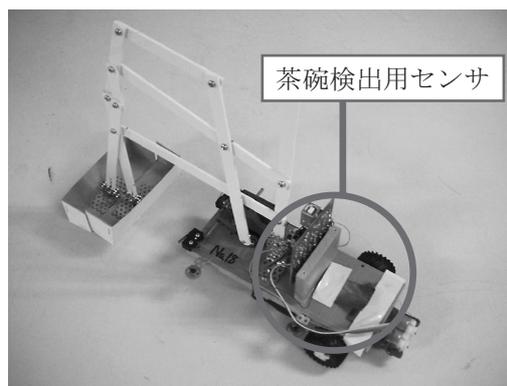


図6 簡易型茶運びロボット

4. 音声制御

4-1. 音声出力について

音声出力の方法として、1) 音声合成を利用したテキストの音声出力、2) 自分の声のファイルを音声出力する方法を考えた。

次に茶運びロボットに音声出力を付加した際の音声出力茶運びロボットを示す。

4-1-1. 音声合成を利用した音声出力

音声合成とは、人間の音声を人工的に作り出すことであるが、Microsoft Office (ver. 2002以降) の拡張機能を利用することで、音声合成のソフトウェアを特別に必要とせずテキスト読

み上げが可能である。ワードの文章を音声出力したり、エクセルの表の値を音声出力し入力値を確かめたりすることに用いるものである。エクセルのシートのセルに書かれている文字を読み上げるには、図7のようにA1のセルにテキストを入力した後、セルの読み上げボタンを押すことで内蔵の音声合成エンジンによって「こんにちは」と音声出力することができる。



図7 エクセルのシート上における音声読み上げ

シートのセルに音声出力させたい文字を入力し、セル内のテキストを音声出力するという非常に簡単なプログラム（図8参照）で音声出力が可能であり、基本的には、たった二行のコードを付加するだけで音声出力ができる。プログラム初心者である中学生にとっても簡便であり、理解し易いコードである。

```
Range("A2") = "ありがとう"
Range("A2").Speak
```

図8 テキスト読み上げのプログラム

4-1-2. 自分の声のファイルを音声出力

VBAでは、ツールボックスのコントロールを増やすことで、さらに様々な処理をすることができる。音楽や映像などのメディアプレイヤーであるWindows Media Player（パソコンにインストールされているWindows Media PlayerのVer. 9を使用した）をVBAと組み合わせて利用し、あらかじめ自分自身の音声を録音しておいた音声ファイルを出力した。図9中のマルで囲ったオブジェクトがツールボックスに追加されたWindows Media Playerであり、ツールボックスの隣のWindows Media Playerがユーザーフォームに貼り付けたものである。wavやmp3形式の音楽が再生することができるため、ロボットのBGMを流すことにも利用できる。

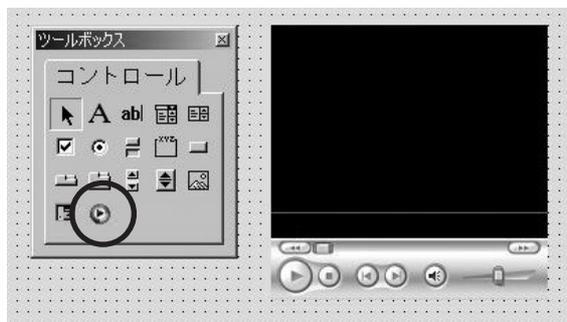


図9 ユーザーフォームに貼り付けたWindows Media Player

本研究において、音声の録音ソフトはPetitRec(ぶちれこ)を使用した。PetitRecはフリーソフトであり、非常に簡単な操作で録音することができる(動作環境はMicrosoft Windows 98以降)。録音する際の留意点として、ボリュームコントロールのマイク、ライン入力の調整が必要である。



図10 PetitRec実行画面

録音した音声ファイルを出力するプログラムは、図11である。

```
WindowsMediaPlayer1.URL="c:\Yohayo.wav"
```

図11 音声ファイルの出力のプログラム

4-1-3. 音声出力を付加した茶運びロボット

音声出力を取り入れた茶運びロボットの動作は、

- 1) 「お茶碗をのせてください」といって茶碗がのせられるまで待つ
- 2) お茶碗がのせられたら、運んでゆく
- 3) お茶碗が取られたら「ごゆっくりどうぞ」と発し、お茶碗が再びのせられるまで待つ
- 4) お茶碗がのせられたら、「お粗末さまでした」と挨拶をして、Uターンする
- 5) スタート位置までもどる

というように、茶運びロボットの動作の合間に言葉(音声出力)を差し入れることができる。茶運びロボットがより人間のような所作を再現することができ、生徒の興味関心を強く惹き、どのようなことを話し、動作させるのかと創意・工夫の幅が広がる教材となる。

またエクセルとの組み合わせにより、ロボットに時刻を喋らせることもできる。プログラム例としては図12である。Hour()やNow()などのエクセル関数について触れることができ、表計算ソフトの教育にも有益である。

```
Range("A2") = "只今の時刻は、" & Hour(Now()) & "時" & Minute(Now()) & "分" & _  
                Second(Now()) & "秒です。"  
Range("A2").Speak
```

図12 ロボットに時刻を喋らせる

4-2. 音声認識と音声入力

音声認識は、人の話す音声言語をコンピュータによって解析し、話している内容をテキストデータとして取り出す技術であり、パソコンの文字入力が困難な医療現場での口述筆記やカーナビへの音声指示などに利用されている。音声認識もMicrosoft Office (ver. 2002以降)の拡張機能を利用する事により使用できる。この音声認識を利用して、ロボットを音声制御することを試みた。エクセルのユーザーフォーム上にロボットのプログラムを入れたオリジナルマクロボタンを新たに作り(図13)、ファイル操作などを行う音声コマンドモードでそのボタンの名前を言うことで、ロボットを音声制御するプログラムが作成できる。



図13 オリジナルツールバーとボタン

例えば、図14において、円で囲ってあるボタンには「out(10)」という駆動用モータをそれぞれ順回転させ、ロボットを前に進ませるプログラムが付加されている。そして、ボタンの名前を「前進」と名前を付け、音声コマンドモードにおいてボタンの名前を呼ぶことがトリガーとなり、ロボットに命令することができる。



図14 音声制御用のマクロボタン

茶運び人形は人間を模した基本的性格から音声出力や音声制御との結合と相性がよい。音声出力や音声制御を取り入れた茶運び人形はより人間の動作に近い動きをすることが可能となる。また、市販のロボットで音声制御機能が付いているものがあるが、それらは指示できる命令が限られている。本教材では、自分自身で制御命令とプログラムを作成し動作させることが比較的低いハードルで可能であり、茶運びロボットの利点は、生徒の創意工夫を取り入れ易い点である。

5. 茶運びロボットの指導計画案と実践

本章では音声制御茶運びロボットの中学校においての2通りの指導計画案と大学での実践と製作した支援Webページを紹介し、茶運びロボットの実践に当たる際の問題点の考察を行う。

5-1. 茶運びロボットの指導計画案1

本計画案は、茶運びロボットを予め用意し、茶運びロボット自体の製作を生徒が行わず、茶運びロボットのプログラムの授業を目的としたものである。

(全14時間)

VBAを操作してみよう

VBAの起動してみよう、文字を入れてみよう	1 h
ユーザーフォームに自己紹介を書いてみよう	1 h
ページをリンクさせよう	1 h

茶運びロボットを動かしてみよう

茶運びロボットを2モータ制御	2 h
センサの制御	2 h
茶運びロボットのプログラム	3 h

茶運びロボットをしゃべらせよう

音声出力のプログラム	4 h
茶運びロボットの発表会	2 h

5-2. 茶運びロボットの指導計画案2

茶運びロボットの教材費は単年度で行うには高価であるので、本計画案は2年連続の計画である。具体的には、ロボットコンテストのロボットを利用し、それを茶運びロボットとしてプログラムするものである。例えば、2年次にロボットコンテストを行い、3年次でそのロボットを再利用（制御基盤を付加）し、プログラムを行う。

5-3. 大学での茶運びロボットの実践

静岡大学教育学部技術科の情報処理応用実習において、2007、2008年度に簡易型茶運びロボットを用いて実践を行った。大学での実践は、テキスト作成や、教材の持つ問題の洗い出しと改良、それに教える際の生徒のつまづきの箇所の把握に大いに役に立つからである。2008年度におけるテキストを以下に示す。付録を含めて20ページの量である。

テキスト

2008年度に用いたプログラムロボットのテキストの目次を次のように示す。

第1章 簡単なロボット制御プログラムを作成しよう	3
第2章 プログラムでロボットをリモコン制御しよう	6
第3章 茶運びロボットのプログラムを作成しよう	9
第4章 壁はい走行するロボットのプログラムを作成しよう	12
第5章 ロボットに自動で迷路を通り抜け、ゴールにピンポン球を入れよう	15
第6章 情報技術と現代社会や職業	17
付録 インストール、エクセルのセキュリティレベルの設定	19
Webページ、USBインターフェイス回路	

2007年度は、技術科2年生（13人）を対象にした。内容は、前半に発光ダイオード点滅制御の制御が5回（1回は1コマ分の授業）を行った。エクセルVBAを用いて発光ダイオードの点滅制御を行い、合わせてVBAの基本的な扱い方を学習する。前半部の成績評価の課題は16通りの動的なLED点滅制御プログラムを作成することであり、評価はプログラムの実行結果で行った。

プログラムロボットと音声出力茶運びロボットの制御に10回を割り振り、このうち茶運びロボットに2回、音声出力プログラムには1回の授業を行った。大学生にとっても日本語による音声出力は、魅力的で面白い内容のようで熱心にプログラムに取り組んでいた。後半部分の成績評価の課題は音声出力及びロボットの制御プログラム作成とプログラムでの迷路を通り抜けて、ピンポン玉をゴールに入れるプログラム作成することであった。実際の評価はプログラムを実行することによって行った。全員が茶運び動作のプログラムを作成出来、音声を発生させることができた。茶運び動作のプログラムを作成する課題は、LEDの点滅制御や迷路を通り抜けるプログラムより易しく、3つの成績評価の課題の中で一番易しい課題であったと云える。音声内容

にも作成者の工夫を簡単に取り入れることが出来ることがわかった。

2008年度は、技術科2年生（14人）を対象にした。内容は、前半が発光ダイオード点滅制御器の制御、後半がプログラムロボットの制御と音声出力茶運びロボットの制御を行った。学生のノートパソコンのOSがVistaであり、エクセルのバージョンが2007であったので音声出力は英語で行った。茶運びロボットのプログラムでは、大学生に人形の絵を描いてもらい茶運びロボットの制御を行った。図15は、その際に大学生が描いた茶運びロボットの絵である。描いた絵に、個人個人のロボットに個性が出て、その絵（キャラクター）に沿うような音声を喋らせようとする姿勢がみてとれた。また、プログラムだけでは授業の評価がし難いが、描いた絵で生徒の授業への取り組みへの意欲や態度の評価できるところがある。前年度と同様な課題と評価に加えて、授業への取り組みへの意欲や態度の面が評価として、絵の内容の評価を付加した。

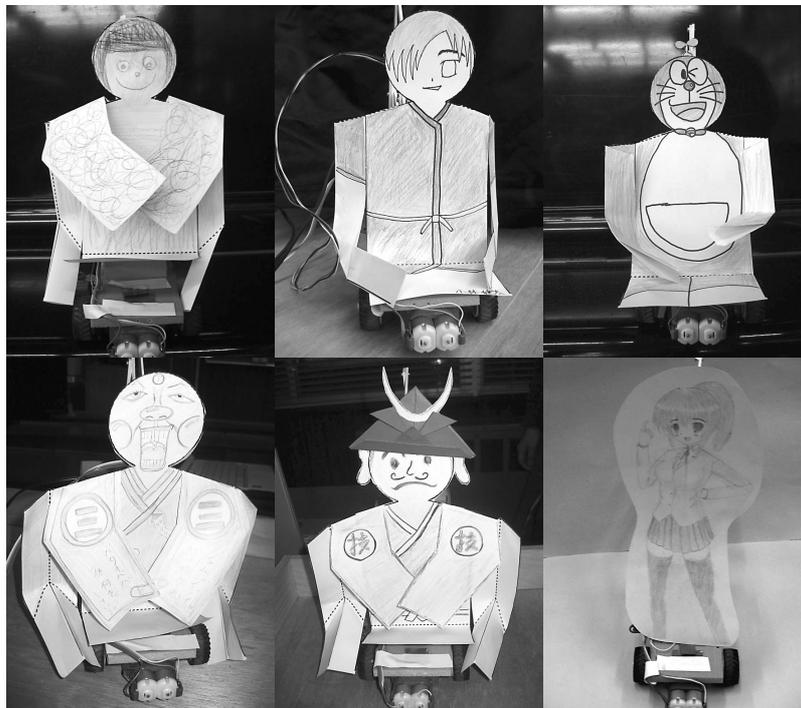


図15 大学生が描いた茶運びロボット

5-4. Webページを利用したプログラムロボット教材の支援

プログラムロボット教材を支援するためのWebページ（図16）を作成し、情報を公開している。アドレスは以下である。

<http://pcb209e.ed.shizuoka.ac.jp/m/Robo.htm>

Webページは以下のようなメニュー（コンテンツ）からなる。

- プログラムロボコンの映像(ロボットがプログラムで自走かつ玉入れ)
- ロボコンからプログラムロボコンへ(ロボコンの車を利用するには)
- ロボットの入手先情報
- USBファイルなどのインストール情報(ダウンロードファイル)
- 授業展開と生徒用テキスト例(中学校技術・家庭科情報とコンピュータで使用：未完)
- プログラムロボコンのプログラム例
- ロボットを喋らせよう (VBAによる音声出力)

プログラムロボットの情報をWebページ化したことにより、教師がプログラムロボットの情報

を時間と空間を越えて容易に得ることが可能である。また、紙媒体では理解が難しい動作の説明も動画で配信すれば伝わりやすいであろう。

「ロボットを喋らせよう (VBAによる音声出力)」のページでは、音声出力するために必要なコンピュータのスペックや読み上げ機能の使い方、読み上げる音声エンジンや速度の変更方法など音声読み上げを行う際の情報を紹介している。



図16 Webページのメニュー画面

6. 討論

今後の情報技術教育として、筆者の一人^[13]は1)情報技術におけるデジタル化の教授、2)オブジェクト再利用と構造化プログラミング教育、3)情報技術と情報倫理を提起した。本研究の「プログラム駆動音声茶運び人形」は、限られた指導時間で、「デジタル作品の設計・制作」との結合でき、オブジェクト再利用と構造化プログラミング教育が可能なるものである。

従来コマンド主体のプログラム教育は中学生には難しいものと捉えられがちであった。「情報とコンピュータ」の教育において、より易しく、そして役に立つ情報リテラシー教育に流れがちなところもあった。小学校や他の教科で情報リテラシー教育が行われるようになった現在において、情報技術教育の基本を教える教育は技術教育として重要性が増しつつある。「プログラム駆動音声茶運び人形」教材は、人形走行や音声応答などの課題解決の中でプログラム力が向上できる長所がある。VBAを用いているので、オブジェクト（ラベル、フォーム、コマンドボタン、イメージ）再利用と構造化プログラミングの教育内容が教材の中で意識せず学習できるよさがある。エクセルver. 2007の場合、英語の音声出力であるが、別のノートパソコンでエクセルver. 2003を用意し、日本語音声出力とするのも有効である。

新学習指導要領と本研究の関連を考えてみよう。技術・家庭科の3年間の時間数は175時間であり、現行の技術分野においてはその半分の87時間前後であり、単純計算で「情報とコンピュータ」に約40時間学習できた。改訂された学習指導要領は4つの領域に分かれ、「情報に関する技術」の学習時間数は単純に見積もると約20時間となり、時間数的には半分の扱いとなる可能性も出てきている。このように限定された時間内において、必修扱いで教えてゆくことが求められている。多様な生徒全員に指導するには、ある程度の容易さと情報技術の基礎（3制御構造な

どを教授できる)の内容を包含していることが求められる。「プログラム駆動音声茶運び人形」はこれらの要求を満たしている教材であるといえる。

7. まとめ

日本古来の茶運び人形は、その内部が精巧な機械仕掛けで動作しており、その教材は機械や動力の学習として位置づけられるが、茶運びロボットはプログラムによってその所作を再現し、そのプログラム作成において生徒はオブジェクト指向や構造化プログラムなどの情報技術の基礎を学習する教材として位置づけた。さらに音声入出力制御のプログラムを付加することによって、プログラム入門教育として現代の技術を体験できる教材を新たに構築することを目的として音声制御茶運びロボット教材を開発した。そして、教育学部技術科の学生への実践からLEDの動的点滅制御プログラムや迷路通り抜けプログラムに比較して、より達成度が容易なプログラム課題であることがわかった。このことから、より中学生に合う教材になる可能性も見えてきた。

本教材は情報技術教育の視点から1)プログラミング教育の入門、2)コンピュータ制御の学習に重点を置き、ロボット教材としての高度化はあえて求めず、情報技術教育の範囲内にとどめたプログラム教育を考慮して、あえて有線のインターフェイスであるUSBを選んだ。更にプログラム入門教育が生徒の将来に生きて働くようにプログラム言語としてエクセルVBAを採用した。

中学校での指導計画案を2つ提示し、静岡大学教育学部技術科において本教材の実践を紹介し、音声制御茶運びロボットが生徒の興味関心を惹くプログラミング入門教材として適切であることを示した。

引用・参考文献

- [1] 亀山寛、宮崎克久、野間翔太郎「エクセルBASICとUSBインターフェースを用いたプログラムロボット教材」、静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要第12号、2006年、pp. 87-103
- [2] 加藤一郎「からくり人形の流れ」、日本機械学会誌85(766)、1982年、pp. 1048-1051
- [3] 立川昭二、玉屋庄兵衛、種村季弘、青木国夫、高柳篤『図説からくり 遊びの百科全書』、川出書房新社、2002年
- [4] 堀江克明「からくり人形の機構復元：茶運び人形・弓射り童子」、日本高専学会誌5(2)、2000年、pp. 44-51
- [5] 立川昭二『甦えるからくり』、NTT出版、1994年
- [6] 学研『大人の科学シリーズ 大江戸からくり人形』
- [7] 手作り工房 遊「メカニカルポーターロボット」「ポーターロボット」
- [8] 山田拓弥、江間論「茶運び人形の教材化に関する研究」、日本産業技術教育学会、第25回東海支部大会講演論文集、2007年、pp. 96-97
- [9] 江間論、岡本卓也、山田拓弥「教材としてのからくりの活用に関する基礎研究」、日本産業技術教育学会、第51回全国大会(仙台)、2008年、p. 64

- [10]水谷好成、岩本正敏「梵天丸を利用したお茶運びロボットの製作と教育への適用」、電子情報通信学会技術研究報告. ET、教育工学105(205)、2005年、pp. 41-44
- [11]亀山寛「コンピュータ制御を取り入れた情報基礎教育試案」、日本産業技術教育学会誌第33巻、1991年、pp. 59-68
- [12]亀山寛、内山真路「「情報とコンピュータ」教育におけるオブジェクト再利用プログラミング教育」、静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要、2005年、pp. 65-80
- [13]亀山寛「技術・家庭科における今後の情報技術教育」、『技術教室』、2009年5月号、pp. 4-11

