**２０２１　年度　　卒業論文**

卒業論文題目

|  |
| --- |
| ブロックプログラミングを用いた論理的思考と コーディングを身に着けるための学習環境 |

　指導教員　　　　　　鷹野　孝典　教授

神奈川工科大学　情報工学科

　　　　　学籍番号　　　　1821121

　　　　　学生氏名　　　　島岡慎也

　提出日　２０２１年　１２月２３日　指導教員　　印

　受理日　２０２１年　１２月２３日　情報工学科長　　印

# **論文要旨**

# 目次

[**論文要旨** 2](#_Toc89803154)

[目次 1](#_Toc89803155)

[**1.** **まえがき** 1](#_Toc89803156)

[1.1 はじめに 1](#_Toc89803157)

[1.2 本論文の構成 1](#_Toc89803158)

[2. 関連研究 2](#_Toc89803159)

[2.1 2](#_Toc89803161)

[**3.** **提案システム** 3](#_Toc89803162)

[3.1 提案方式の概要 3](#_Toc89803164)

[3.2 提案方式の構成 3](#_Toc89803165)

[3.2.1. 問題を自動生成する 3](#_Toc89803180)

[3.2.2. 問題の正誤を評価 3](#_Toc89803181)

[3.2.3. 整合性の評価 3](#_Toc89803182)

[3.3 提案方式を構成する機能 3](#_Toc89803183)

[**4.** **実装システム** 4](#_Toc89803184)

[4.1 実装システムの概要 4](#_Toc89803186)

[4.2 実装システムの実行環境構築 4](#_Toc89803187)

[4.2.1. ・本研究のプログラムのダウンロード 4](#_Toc89803194)

[4.2.2. node.js 4](#_Toc89803195)

[4.2.3. サーバの実行コマンド 5](#_Toc89803196)

[4.3 実装システムの機能説明 5](#_Toc89803197)

[4.2.4. Visual Program Language 5](#_Toc89803199)

[4.2.5. コードジェネレート機能 5](#_Toc89803200)

[4.2.6. インデント 6](#_Toc89803201)

[4.2.7. Javascriptコードの実行 6](#_Toc89803202)

[4.4 実装システムの穴あき問題の実装 9](#_Toc89803203)

[4.2.8. 穴埋め問題の生成 9](#_Toc89803205)

[4.5 実装システムの穴あき問題の評価の実装 12](#_Toc89803206)

[4.2.9. 穴埋め問題の解答の評価 12](#_Toc89803208)

[4.6 Blocklyの変更点 15](#_Toc89803209)

[4.2.10. text\_printを変更 15](#_Toc89803210)

[4.2.11. for文を変更 15](#_Toc89803211)

[**5.** **実験** 18](#_Toc89803212)

[5.1 実験目的 18](#_Toc89803214)

[5.2 実験環境 18](#_Toc89803215)

[5.3 実験 18](#_Toc89803216)

[5.4 実験の考察 18](#_Toc89803217)

[**6.** **むすび** 19](#_Toc89803218)

[**謝辞** 20](#_Toc89803219)

[**参考文献** 21](#_Toc89803220)

[その他 21](#_Toc89803221)

# **まえがき**

## はじめに

2020年以降小学校，中学校，高等学校にてプログラミング教育必修の全面実施することが文部科学省により決定された．文部科学省の発表によると，プログラミング教育を必修とする目的は，現代社会で普遍的に求められる力としての論理的思考などを育むことである．論理的思考とは，「思考や論証の組み立て，思考の妥当性が保証される法則や形式」に則って思考を組み立てることとする．学習者が教科書を読み進めるだけではなく，プログラミングに実際に触れることで，論理的思考を身に着けられる環境を作成したいと考えた．

論理的思考がすでに培われていることを前提として問題が提示される教育環境と言われている．これは学習者が論理的な思考をもって問題文を読み取る力が身についている必要があることを意味している．

プログラミング学習における構文を理解するには，コーディング経験も重要となる．教科書に載っているコードを見るだけではなく，実際に学習者が考える環境でないと，プログラミング言語の構文への理解の定着にはつながらない．ブロックプログラミングを用いることで，学習の初期段階でプログラム言語の構文への理解が浅い状態でもコードの実行が可能である．Blocklyのコードジェネレート機能を用いることで実際のコードを自動で生成することが可能であり，ブロックプログラミングと生成されたコードの比較によりプログラムの構文への理解につながる．

　そのために，問題文から穴あき問題を自動で生成し，その問題の解答を評価することで，プログラミング言語の構文への理解を深めることが考えられる。しかし，穴あき問題を自動で生成する際に，正答だと想定した選択肢以外にも実行できる選択肢が存在する場合などにそれを正解だと判断せず，既定の選択肢以外が不正解だと認識してしまうことが課題である．そこで本研究では，問題としての正解以外でも，既定の選択肢ではないが，実行結果から問題の解答として正しい，問題の解答としては正しくないがコードとしては実行できるなど，誤った解答をした際の原因を考慮した評価をする．これによってプログラムの動きの理解につながり，プログラミング言語の構文への理解につながるのか実際にシステムの設計・評価を行う．

## 本論文の構成

　本論文は全６章で構成されている。本章では研究の背景や動機，目的について述べる．第２章では関連研究について述べる．第３章では本研究の提案方式とその特徴述べる。第４章では提案方式を構築した本システムの設計及び実験システムの実装について述べる．第５章では実験を行う。実験の概要と，比較実験後の結果を述べる．第６章では結論と今後の展望について述べる．

# 関連研究



## 

# **提案システム**

　本研究では，選択問題の解答の規定の正答だけでなく、正答以外の選択の際にも「構文上の正しさ」と「問題文との整合性」の２点の評価をすることにより，不正解となった場合の学習効率の向上に焦点をあてた学習支援を提案する．なお，提案方式の概要を3.1節，提案方式の構成を3.2節，提案方式を構成する機能を3.3節に示す．



## 提案方式の概要

## 

・選択問題を自動生成する

・解答の正誤を判別する

・誤った解答をした際の原因を考慮した採点をする

## 提案方式の構成



### 問題を自動生成する

本システムでは，問題の例となる完成されたコードから，穴埋め問題を自動で生成している．問題の生成数はＮ個とする．またワードがマッチした数をＭとする．手順として以下のステップによって生成される．

1. コードを単語で区切り，既定のワードとマッチするかを判断し，ヒットした場所とワードを保存するリストを作成する．
2. 問題の生成数の数Ｎとワードがヒットした数Ｍを比較する．
3. Ｎ>Ｍだった場合はＭを保存して次のステップへ進む．Ｎ<=Ｍだった場合にはランダムでＮ個を抜き出し，次のステップへ進む．
4. 問題を生成することが決定したワードのヒットした場所をセレクトボックスに置換する．
5. セレクトボックスの内容に穴あき問題の解答を挿入し，オプションとして，正答の場合にはans，それ以外には数字を設定する．

### 解答の正誤を採点

　3.2.1項にて作成した選択問題にて問題の正誤を判定は以下のステップによって行う．

1. 問題数だけループ
2. セレクトボックスの内容を読み取り、正解不正解を判断
3. 正解だった場合正解数をカウント
4. 正解だった場合その問題番号を保存
5. 正解数と問題番号の表示

### 誤った解答の際の評価

問題の規定の正解以外に「コードとして実行が出来，実行結果から問題の解答として正しい選択肢」と「コードとしては実行できる状態だが，問題の解答としては正しくない選択肢」，「エラーとなり実行が出来なくなる選択肢」が存在する．本研究では，問題は１単語ごとに生成されることから，「同一の内容を異なる書き方をした結果解答として誤りとなる」ことは想定しない．また，選択肢問題のため「スペルミスによる誤り」は存在しない．つまり，解答を誤る原因は予約語の間違いか条件式の間違いとなる．

一つ目は，事前に用意した結果と，選ばれた解答から作成される実行結果との比較によって結果が等しい場合且つ既定の正答となる選択肢が選ばれていない場合には，条件式の等号の有無の違いによるもの，もしくは２か所以上の条件式が同時に誤った結果だと考えられる．解答として誤りだとしたいずれかの理由を表示することで評価する．

二つ目は，事前に用意した正答の結果とは異なるが，エラーが発生しない状態で結果の表示を行えた場合は，予約語の間違いと条件式の間違いのどちらでも想定される．正答との比較から，どういった点が間違っているのかを表示することで評価する．

三つ目は，予約語の間違いか条件式の間違いによる無限ループなどが考えられる．エラー内容を表示する．

問題の正誤だけでなく，誤った解答をした際の原因を考慮した評価をすることでプログラミング言語への理解を深める．

# **実装システム**

　本研究では，穴あき問題の解答の規定の正誤だけでなく、規定の正答以外の選択の際にも「構文上の正しさを評価する機能」と「問題文との整合性を評価する機能」の２点により，不正解となった場合の学習効率の向上に焦点をあてた学習支援のための機能を実装した．なお，実装システムの概要を4.1節，実装システムの実行環境を4.2節，に示す．



## 実装システムの概要

　実装システムの構築環境を表4.1に示す．

表 4.1 実装システムの構築環境

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 利用用途 | 名称 | バージョン・型番 |
| OS | Windows 10 |  |
| 開発言語 | Javascript |  |
| ブラウザ | Google chrome |  |
| パッケージ管理 | npm |  |
| Javascript実行環境 | Node.js | 16.13.1 |
| VPL | Blockly |  |

## 実装システムの実行環境構築



### ・本研究のプログラムのダウンロード

本研究で利用するプログラムはすべてgithubにアップロードされている．以下のgithubのリンクよりprojectの内容をすべてダウンロードし，次項にて示すNode.jsをインストールすることで本研究のシステムを利用することが可能である．

表 4.2 githubのリンク

|  |
| --- |
| https://github.com/kait-takanolab/1821121-shimaoka-thesis/tree/main/project |

### Node.js

　Node.jsとはサーバ上で動作するJavascript環境．ほとんどのJavascriptと異なり，ウェブブラウザ上でなく，サーバサイドでの動作となる．本研究ではサーバ上での実行と，npmの利用のためにNode.jsを利用する．npmとはパッケージ管理システムの一種で，Node package managerの意である．Node.jsを用いたシステムの管理のために作成され，Node.jsのツールやパッケージのインストールや管理はもちろん，それらパッケージを利用することも可能である．また，Node.jsのWebアプリケーションフレームワークであるexpress.jsを用いて環境を構築した．

推奨版のダウンロード・インストールをする．下記の表4.3で示すリンクにてダウンロードした後，特別な理由がなければNextと続けることでインストールが可能である．

表 4.3　node.jsのダウンロードリンク

|  |
| --- |
| https://nodejs.org/ja/ |

npmを用いたパッケージのインストールにはnpm install “パッケージ名称”というコマンドでインストールが可能である。上記のgithubリンクより本研究のシステムを全てダウンロードしている場合には必要なパッケージは同時にダウンロードされるが，新規に環境構築時にはパッケージのインストールが必要である。下記にインストールのコマンドを示す。

表 4.4 npmによるパッケージのインストールコマンド

|  |
| --- |
| npm install “package” |

### サーバの実行コマンド

　4.2.1項，4.2.2項にて本研究のシステムとNode.jsのインストールが完了した後に，projectの位置で下記のコマンドを実行することでサーバが起動される．その後Webブラウザにてlocalhost:3000にアクセスすることで本システムのindex.htmlにアクセスすることができる．

表 4.5　サーバの実行コマンド

|  |
| --- |
| npm start |

## 実装システムの機能説明



### Visual Programming Language

ビジュアルプログラミング言語（VPL）とは，プログラムを視覚的なオブジェクトの組み合わせによって作成するプログラミング言語である．ブロックプログラミング，グラフィカルプログラミング言語とも言う．VPLとは総称であり，どのように視覚的に示すかにはいろんな種類があるが，本研究ではBlocklyを利用する．本研究では一部改変したデータを用いるため、改変後のデータを本研究のproject内にBlocklyのファイルも同封されているが、Blocklyの公式の状態のデータを扱うためには、google/Blocklyのgithubにてファイルをインストールした後、npmによるインストールによって可能となる。

表 4.6　 google/blockly githubリンク

|  |
| --- |
| https://github.com/google/blockly |

表 4.7　 blockly install

|  |
| --- |
| npm install blockly |

### コードジェネレート機能

generateJS(),indent(),

コードジェネレート機能とは，Blocklyによって提供されるモジュールの一つで，組み合わせたブロックからコードを生成する機能を提供している．Blockly公式より提供されるコードジェネレート機能はJavaScript，Python，PHP，Lua，Dartの５つのプログラミング言語に対応したものが存在し，関連研究にはC言語など他の言語に対応させたものも存在する．本研究ではJavaScriptに関連した穴あき問題の生成・評価をしている．

コードジェネレート機能を利用するためには、Blocklyを用いるためのスクリプトをコード内に含める必要がある、下記に示す。

表 4.8

|  |
| --- |
| <script src="blockly\_compressed.js"></script>  <script src="javascript\_compressed.js"></script> |

コードを生成する際には下記のコードを呼び出すことで可能となる。

表 4.9

|  |
| --- |
| var code = Blockly.JavaScript.workspaceToCode(workspace); |

リアルタイムでコードを表示する際には下記の様に組み合わせることで可能である。

表 4.10

|  |
| --- |
| function myUpdateFunction(event) {  var code = Blockly.JavaScript.workspaceToCode(workspace);  document.getElementById('textarea').value = code;  }  workspace.addChangeListener(myUpdateFunction); |

### インデント

　通常プログラミングの際には，インデントと呼ばれるコードの字下げを行う．これは主にコードの視認性を向上する効果が期待されており，どの行が同じブロックに含まれているかが確認しやすくなることで学習支援に役立つと考えられる．Blocklyによるコードジェネレート機能によって生成されたコードをHTMLで表示する際に，インデントがない状態での表示となってしまうため，インデントを付与する関数を作成している．

表 4.11　indent()

|  |
| --- |
| function indent(code) {  //インデントに利用する変数  var count = "0";  var ind = "&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;";  var inc = '{';  var dec = '}';  var end = '<br>';    //文字列を読み込み、改行コードで配列に保存  var text = code;  var text2 = text.split(/\n|<br>/);      //行数ループ  for (let i = 0; i < text2.length; i++) {  //コンマを一度置換しておき、あとで直します。  var result = text2[i].indexOf(',');  do{  text2[i] = text2[i].replace(",", "!exchange")  result = text2[i].indexOf(',', result)  }while(result != -1)  //インデントの数を減少  if(text2[i].includes(dec)){  count--;  // console.log(count);  }    //個数分インデント  if (count > "0") {  for(let j = 0; j < count; j++){  text2[i] = ind + text2[i];  }  }      //インデントの数を増加  if (text2[i].includes(inc)) {  count++;  // console.log(count);  }    if(i != text2.length -1){  text2[i] = text2[i] + end;  }  }    code = text2.join();  code = code.replace(/,/g, "");  code = code.replace(/!exchange/g, ",");  return code;  } |

### JavaScriptコードの実行

　4.3.2項にて作成されたコードは無限ループが発生していないかを判断した後にコードを実行する関数を呼び出す．Blockly自体に無限ループを判断する機能はないため，実行時のループ回数が規定回数を超えた時点で無限ループと判断し，Infinite loopと表示する．また，実行時にエラーが発生する場合にはエラーを表示する．実際の実装を下記に示す．

表 4.12 jsrunout()

|  |
| --- |
| function jsrunout() {  // Generate JavaScript code and run it.  window.LoopTrap = 10000;  Blockly.JavaScript.INFINITE\_LOOP\_TRAP =  'if (--window.LoopTrap == 0) throw "Infinite loop.";\n';  var code = document.getElementById("output").innerText;  Blockly.JavaScript.INFINITE\_LOOP\_TRAP = null;  try {  execution(code);  } catch (e) {  document.getElementById('kaitou').textContent = e;  }  } |

test.htmlでは穴あき問題からユーザが選んだ選択肢によって完成したJavascriptコードを実行することが可能である．これはセレクトボックスによって作成された穴埋め問題の選ばれた解答を置換し，実際のコードとなる文字列を作成した後に実行している．

表 4.13 jsruntst()

|  |
| --- |
| function jsruntst() {  var count = 0;  window.LoopTrap = 10000;  Blockly.JavaScript.INFINITE\_LOOP\_TRAP =  'if (--window.LoopTrap == 0) throw "Infinite loop.";\n';  var code = document.getElementById("test").innerHTML;  code2 = code.split(/<select|<\/select>/);    for (let i = 0; i < code2.length; i++) {  if(code2[i].indexOf("sele") == -1){  }else{  while(1){  if(code2[i].indexOf(`sele${count}`) != -1){  break;  }else{  count++;  }  }  var obj = document.querySelector(`select.sele${count}`);  var idx = obj.selectedIndex;  var txt = obj.options[idx].text;  code2[i] = txt;  count = 0;  }  }  code2 = code2.join('');  //code2 = (String(code2)).replace(/,/g, '');  code2 = (String(code2)).replace(/\<br\>/g, '');  code2 = (String(code2)).replace(/&nbsp;/g, '');  code2 = (String(code2)).replace(/&gt;/g, '>');  code2 = (String(code2)).replace(/&lt;/g, '<');  code2 = (String(code2)).replace(/;/g, ';\n');  code2 = (String(code2)).replace(/{/g, '{\n');  code2 = (String(code2)).replace(/}/g, '}\n');  code2 = sengen(code2);  //console.log(code2);  Blockly.JavaScript.INFINITE\_LOOP\_TRAP = null;  try {  execution(code2);  }catch (e) {  document.getElementById('kaitou').textContent = e;  }  } |

作成されたJavascriptコードを実行し結果を確認するために、本システムではFunction関数を用いる。実際には下記の様に実装している。Javascriptコードを引数とする。

表 4.14　execution()

|  |
| --- |
| function execution(code){  kaitouran();  Function(code)();  } |

実行結果を表示する欄を一度初期化するためにkaitouran()という関数を呼び出している。

表 4.15　kaitouran(),

|  |
| --- |
| function kaitouran(){  document.getElementById("kaitou").textContent = "";  } |

## 実装システムの穴あき問題の実装



### 穴埋め問題の生成

本システムでは，問題の例となる完成されたコードから，穴埋め問題を自動で生成している．手順として以下のステップによって生成される．

1. コードを単語で区切り，既定のワードとマッチするかを判断し，ヒットした場所とワードを保存するリストを作成する．
2. 問題の生成数の数とワードがヒットした数を比べ，問題数を決定する．
3. 既定の数よりも多くワードがヒットしていた場合，規定数分だけランダムで数字を作成し，以下のステップに進む．
4. リストより，ヒットした場所をセレクトボックスに置換する．
5. セレクトボックスの内容に穴あき問題の解答を挿入し，オプションとして，正答の場合にはans，それ以外には数字を設定する．

問題の生成数は簡単，普通，難しいまで３種類，それぞれ3,6,9個の問題を生成する．初期では３問生成される．

実際のコードは以下の通りである．

表 4.16　 match()

|  |
| --- |
| function match(code,mode) {  //全選択肢となる部分  var list1 = [  ['for', 'while', 'do'],  ['if', 'else', 'which'],  ['print', 'alert'],  ['break','continue'],  ['<','>','<=','>=','==']  ];  //ワードがマッチした場所を保存する  var lista = [];  //マッチしたワードを含む選択肢を保存する  var sbox = [];  //マッチしたワードを保存する  var mbox = [];  //何回ワードがマッチしたか保存する  var count = 0;  //選択肢になるリスト  var qbox = [];  //?  var btext = code;    //文字列を配列に変更  ctext = btext.split(/(\s|\(|\)|\;|\.|\n)/);  // console.log(ctext);    //問題とのマッチングループ    for(let i = 0; i < list1.length; i++){  for(let j = 0; j < list1[i].length; j++){  for(let k = 0; k < ctext.length; k++){  if(ctext[k] == list1[i][j]){  sbox[count] = list1[i];  mbox[count] = ctext[k];  lista[count] = k;  count += 1;  }  }  }  }  if(mode > count) {  mode = count;  }  //選択肢に変更する個数と変更する箇所を設定する  for(var q = 0; q < mode; q++){  while(true){  var tmp = getRandomInt(count);  if(!qbox.includes(tmp)){  qbox.push(tmp);  break;  }  }  }  //問題数の順番を上から順番になるようにソートする  for(var i=0;i<qbox.length;i++){  for(var j=0;j < qbox.length;j++){  if(lista[qbox[i]] < lista[qbox[j]]){  var tmp = qbox[i]  qbox[i] = qbox[j]  qbox[j] = tmp  }  }  }  //マッチしたワード部分を選択肢に変更  for(let l = 0; l < qbox.length; l++){  ctext[lista[qbox[l]]] = `<select class="sele${l}"></select>`;  }    // 配列から文字列に変更して表示  ctext = (String(ctext)).replace(/\n/g, '<br>');  ctext = (String(ctext)).replace(/,/g, '');  //文字列を表示する  document.getElementById("test").innerHTML = indent(ctext);      // ワードがマッチした場所に選択肢を生成する  for(let m = 0; m < qbox.length; m++){  var select = document.querySelector(`select.sele${m}`);  for(let n = 0; n < sbox[qbox[m]].length; n++){  var option = document.createElement('option');  option.innerText = sbox[qbox[m]][n];  if(sbox[qbox[m]][n] != mbox[qbox[m]])  option.value = n;  else  option.value = "ans";    select.append(option);  }  }  } |

## 実装システムの穴あき問題の評価の実装



### 穴埋め問題の解答の評価

　穴埋め問題の解答から，解答者が何問正解したのかを判断する．正解数と，正解した問題番号を表示する．

表 4.17　 answer2()

|  |
| --- |
| function answer2(){  //正解数をカウントする  var count = 0;  //ループ回数をカウント  var loop = 0;  //正解した問題番号を保存する  var kotae =[];  //セレクトボックスがいくつあるのかをカウント  //セレクトボックスがなかったらBreak  while(1){  var select = document.querySelector(`select.sele${loop}`);  if(select != null){  //セレクトボックスのValueを入手（正解ならans, それ以外だと数字が返る）  if(select.value == "ans"){  //何問正解しているかを合計  kotae[count] = loop+1;  count++;  }  }else{  break;  }  loop++;  }  //判定結果を表示  document.getElementById("answer").textContent = count + "問正解\n正解した問題は:" + kotae;  console.log(kotae)  } |

　実行結果から，問題の解答例と比較し，正誤を評価する．複数文字列を表示する問題の場合には，何個目の表示が間違っているのかも表示する．下記のコードによって実装．

表 4.18　 check2()

|  |
| --- |
| function check2(){  var code1 = document.getElementById('kaitou').textContent;  var code2 = strcode[2];  var hyouka = document.getElementById("answer").textContent;  if(code1 == code2){  hyouka = "実行結果は正しい";  }else{  if(strcode[3]=="num"){  hyouka = numq(code1,code2);  }else{  var hyouka = "実行結果は誤り\n";  }  }  document.getElementById('answer').textContent = hyouka;  } |

表 4.19　 numq()

|  |
| --- |
| function numq(code1,code2){  hyouka = "";  c1 = code1.split(' ');  c2 = code2.split(' ');  console.log(code1,code2,c1,c2);  if(c1.length != c2.length){  hyouka += "ループに間違いがあります、"  if(c1.length > c2.length){  hyouka += "回答が多いです\n"  }else{  hyouka += "回答が少ないです\n"  }  }  for(var i=0; i < c2.length; i++){  if(c1[i] != c2[i]){  hyouka += i+1 + "個目は誤り\n"  }  }  if(c2.length < c1.length){  hyouka += c2.length + "以降は誤り\n"  }  if(hyouka != ""){  return hyouka;  }else{  return "実行結果は正しい";  }  } |

## Blocklyの変更点

Blocklyを公式の状態のまま利用すると本システムでは扱いづらい部分が存在したため，一部を改変し利用している．変更箇所はblocks\_compressed.js , javascript\_compressed.js, en,jsの３ファイルで，文字列出力とfor文の利用のために行った．

### text\_printを変更

　text\_printとはBlocklyによって文字列のアウトプットを扱うために利用されるもので，初期設定では，文字列をalert関数にて表示するものであった．textareaに実行結果を表示するように変更することで，実行結果画面に残るため，学習者がみやすいと考えた．また，文字列がDOM上に残るために，解答例との比較の実装の容易さも含めこのような変更を行った．

　しかし，Javascriptのコードとしてはalertなどが標準出力として多く利用され，textareaのIDを指定しての内容の書き換えを行うコードよりも，alertという関数を覚えた方がいいという考えもアンケートでは集まった．

表 4.20

|  |
| --- |
| Blockly.JavaScript['text\_print'] = function(block) {  // Print statement.  var msg = Blockly.JavaScript.valueToCode(block, 'TEXT',  Blockly.JavaScript.ORDER\_NONE) || '\'\'';  return "document.getElementById('kaitou').textContent += " + msg + " + \" \";\n";  }; |

### for文を変更

　Blocklyの実装では最初は”<=”の形で以上または以下という書き方でのfor文のみを考慮されていた．この書き方だけでもプログラムは作成できるが、本研究では学習支援を目的としているため、”<”という「より多い」や「未満」という形で扱えるように変更した．下記に変更を示す．

blocks\_compressed.js

表 4.21

|  |
| --- |
| {type:"controls\_for1",message0:"%{BKY\_CONTROLS\_FOR\_TITLE1}",args0:[{type:"field\_variable",name:"VAR",variable:null},{type:"input\_value",name:"FROM",check:"Number",align:"RIGHT"},{type:"input\_value",name:"TO",check:"Number",align:"RIGHT"},{type:"input\_value",name:"BY",  check:"Number",align:"RIGHT"}],message1:"%{BKY\_CONTROLS\_REPEAT\_INPUT\_DO} %1",args1:[{type:"input\_statement",name:"DO"}],inputsInline:!0,previousStatement:null,nextStatement:null,style:"loop\_blocks",helpUrl:"%{BKY\_CONTROLS\_FOR\_HELPURL}",extensions:["contextMenu\_newGetVariableBlock","controls\_for\_tooltip"]},  {type:"controls\_for2",message0:"%{BKY\_CONTROLS\_FOR\_TITLE2}",args0:[{type:"field\_variable",name:"VAR",variable:null},{type:"input\_value",name:"FROM",check:"Number",align:"RIGHT"},{type:"input\_value",name:"TO",check:"Number",align:"RIGHT"},{type:"input\_value",name:"BY",  check:"Number",align:"RIGHT"}],message1:"%{BKY\_CONTROLS\_REPEAT\_INPUT\_DO} %1",args1:[{type:"input\_statement",name:"DO"}],inputsInline:!0,previousStatement:null,nextStatement:null,style:"loop\_blocks",helpUrl:"%{BKY\_CONTROLS\_FOR\_HELPURL}",extensions:["contextMenu\_newGetVariableBlock","controls\_for\_tooltip"]}, |

javascript\_compressed.js

表 4.22

|  |
| --- |
| Blockly.JavaScript.controls\_for1=function(a){var b=Blockly.JavaScript.variableDB\_.getName(a.getFieldValue("VAR"),Blockly.VARIABLE\_CATEGORY\_NAME),c=Blockly.JavaScript.valueToCode(a,"FROM",Blockly.JavaScript.ORDER\_ASSIGNMENT)||"0",d=Blockly.JavaScript.valueToCode(a,"TO",Blockly.JavaScript.ORDER\_ASSIGNMENT)||"0",e=Blockly.JavaScript.valueToCode(a,"BY",Blockly.JavaScript.ORDER\_ASSIGNMENT)||"1",f=Blockly.JavaScript.statementToCode(a,"DO");f=Blockly.JavaScript.addLoopTrap(f,a);if(Blockly.isNumber(c)&&Blockly.isNumber(d)&&  Blockly.isNumber(e)){var g=Number(c)<=Number(d);a="for ("+b+" = "+c+"; "+b+(g?" <= ":" >= ")+d+"; "+b;b=Math.abs(Number(e));a=(1==b?a+(g?"++":"--"):a+((g?" += ":" -= ")+b))+(") {\n"+f+"}\n")}else a="",g=c,c.match(/^\w+$/)||Blockly.isNumber(c)||(g=Blockly.JavaScript.variableDB\_.getDistinctName(b+"\_start",Blockly.VARIABLE\_CATEGORY\_NAME),a+="var "+g+" = "+c+";\n"),c=d,d.match(/^\w+$/)||Blockly.isNumber(d)||(c=Blockly.JavaScript.variableDB\_.getDistinctName(b+"\_end",Blockly.VARIABLE\_CATEGORY\_NAME),a+=  "var "+c+" = "+d+";\n"),d=Blockly.JavaScript.variableDB\_.getDistinctName(b+"\_inc",Blockly.VARIABLE\_CATEGORY\_NAME),a+="var "+d+" = ",a=Blockly.isNumber(e)?a+(Math.abs(e)+";\n"):a+("Math.abs("+e+");\n"),a=a+("if ("+g+" > "+c+") {\n")+(Blockly.JavaScript.INDENT+d+" = -"+d+";\n"),a+="}\n",a+="for ("+b+" = "+g+"; "+d+" >= 0 ? "+b+" <= "+c+" : "+b+" >= "+c+"; "+b+" += "+d+") {\n"+f+"}\n";return a};  Blockly.JavaScript.controls\_for2=function(a){var b=Blockly.JavaScript.variableDB\_.getName(a.getFieldValue("VAR"),Blockly.VARIABLE\_CATEGORY\_NAME),c=Blockly.JavaScript.valueToCode(a,"FROM",Blockly.JavaScript.ORDER\_ASSIGNMENT)||"0",d=Blockly.JavaScript.valueToCode(a,"TO",Blockly.JavaScript.ORDER\_ASSIGNMENT)||"0",e=Blockly.JavaScript.valueToCode(a,"BY",Blockly.JavaScript.ORDER\_ASSIGNMENT)||"1",f=Blockly.JavaScript.statementToCode(a,"DO");f=Blockly.JavaScript.addLoopTrap(f,a);if(Blockly.isNumber(c)&&Blockly.isNumber(d)&&  Blockly.isNumber(e)){var g=Number(c)<=Number(d);a="for ("+b+" = "+c+"; "+b+(g?" < ":" > ")+d+"; "+b;b=Math.abs(Number(e));a=(1==b?a+(g?"++":"--"):a+((g?" += ":" -= ")+b))+(") {\n"+f+"}\n")}else a="",g=c,c.match(/^\w+$/)||Blockly.isNumber(c)||(g=Blockly.JavaScript.variableDB\_.getDistinctName(b+"\_start",Blockly.VARIABLE\_CATEGORY\_NAME),a+="var "+g+" = "+c+";\n"),c=d,d.match(/^\w+$/)||Blockly.isNumber(d)||(c=Blockly.JavaScript.variableDB\_.getDistinctName(b+"\_end",Blockly.VARIABLE\_CATEGORY\_NAME),a+=  "var "+c+" = "+d+";\n"),d=Blockly.JavaScript.variableDB\_.getDistinctName(b+"\_inc",Blockly.VARIABLE\_CATEGORY\_NAME),a+="var "+d+" = ",a=Blockly.isNumber(e)?a+(Math.abs(e)+";\n"):a+("Math.abs("+e+");\n"),a=a+("if ("+g+" > "+c+") {\n")+(Blockly.JavaScript.INDENT+d+" = -"+d+";\n"),a+="}\n",a+="for ("+b+" = "+g+"; "+d+" >= 0 ? "+b+" < "+c+" : "+b+" > "+c+"; "+b+" += "+d+") {\n"+f+"}\n";return a}; |

また、Blocklyの表示のためにen.jsというメッセージを管理するファイルを修正した。

表 4.23

|  |
| --- |
| Blockly.Msg["CONTROLS\_FOR\_TITLE1"] = "for(<=) with %1 from %2 to %3 by %4";  Blockly.Msg["CONTROLS\_FOR\_TITLE2"] = "for(<) with %1 from %2 to %3 by %4"; |

# **実験**



## 実験目的

本研究では，自動生成された穴あき問題の既定の選択肢以外での動作からの評価として，「既定の解答ではない場合でも実行結果から動作の正しさ」と「コードの整合性」を考慮した採点を行うことで，プログラミング言語の構文を学習する支援を行っている．本章では，この２点の採点について結果を確認することで，提案システムを評価することを目的とする．

## 実験環境

　４章の実装環境と同様

## 実験

・本研究で採点を行うのは，test.htmlでcheck，check2というボタンによって実行されるanswer2(), check2()の二つの関数である．

・二つの採点の正しさを評価する

・answer2()は穴あき問題に自動で生成された正解と，解答との比較によって正解数を評価している．

・check2()は実行結果と解答例と比較することによって，成果を評価している．

## 実験の考察

# **むすび**

# **謝辞**

　本研究を行うにあたり，多くの助言をくださった鷹野孝典教授に心から感謝いたします．

研究を一緒に進めながら様々な意見を出し合い，本研究の方向性の確立にご協力くださった鷹野研究室の４年生のメンバーに深く感謝いたします．

# **参考文献**

# その他

* ソースコード等を記述するときは，表内に挿入し，行間を「固定値：12pt」に設定する．行間を制する者はwordを制する．
* 研究でやったことはすべて，基本的に「本研究では」と称する
* ファイル名は，「1821~-name-thasis.docx」で統一する．
* 目次では、謝辞や参考文献のページ番号は載せない
* 要旨には，背景，課題，提案，実験で確認したことを書く
* 図表番号とラベルの間は半角スペースを入れる
* 節と節の間は改行する．章と章は改ページする
* 本文は日本語：MS明朝　　英語：Cenutty
* ただし数式は「挿入→数式」から入力し，本文中で数式を用いる場合はフォントの形が似ているTimes New Romanを使う．
* 付録にあるプログラムの説明がしたいとき本文の方に，例えば，“（付録３参照）”，“……を付録３に示す．”等と参 照先を記しておく．
* 章の終わりに改ページを行う．
* 改ページはCtrl+Enter
* 今後の課題ではなく展望．修正点とか書かない