

各教科で使用可能なフローチャートを利用した論理的思考力育成システムの開発

杉山 尚也^{1,a)} 中山 泰一^{1,b)} 小宮 常康^{1,c)}

概要：小学生児童向けのプログラミング学習教材として、フローチャートの作成と読解を通じて論理的思考力とコンピュータの操作を身に付けることが可能な学習システムの開発を行う。本システムの主な機能は二種類あり、「問題出題・解答機能」と「問題作成・編集機能」である。「問題出題・解答機能」は主に学習者が使用することを想定し、フローチャートの作成と読解を行う問題を提供する。「問題作成・編集機能」は教師が使用することを想定し、教師が「問題出題・解答機能」で課す問題を自由に作成し設定する。教師はこの機能を使い児童に解かせる問題を各教科で教える内容と連動させることが出来る。この機能により本システムは教科を問わずプログラミング学習を行う事が可能となる。今後の展望として、システムの改良を行った後、二つの機能に関する評価実験を行いシステムがプログラミング学習に有用であるか調査を行う。

キーワード：プログラミング教育, プログラミング教材, フローチャート

1. はじめに

2020 年度より小学校段階でのプログラミング教育が必修化され、現在まで各小学校等で児童にプログラミング体験を提供する為に様々な取り組みが行われてきた。小学校段階のプログラミング教育として『小学校学習指導要領 (平成 29 年告示)』総則第 1 章 3 の 1 の (3)[1] では以下の二つを各教科の特性に応じて、計画的に実施せよとある。

- ア 児童がコンピュータで文字を入力するなどの学習の基盤として必要となる情報手段の基本的な操作を習得するための学習活動
- イ 児童がプログラミングを体験しながら、コン

ピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動

これらが意味するのは小学校段階でのプログラミング教育とはプログラムのコーディング能力の向上ではなく、論理的思考力の育成にあるということである。

川本らは、これらを踏まえ小学生向けのプログラミング教材としてフローチャートを利用した論理的思考力を育成するシステムを開発した [3]。これは、使用者に文章を与え、その論理構造をフローチャートに表現することで、使用者の論理的思考力の育成を図るものであった。実験の結果、文章の論理構造をフローチャートで表現する練習を行うことで小学生児童の論理的思考力が上昇することが分かった。

また『小学校プログラミング教育の手引き』[2]

¹ 電気通信大学 大学院情報理工学研究所

^{a)} s2131083@edu.cc.uec.ac.jp

^{b)} nakayama@uec.ac.jp

^{c)} komiya@spa.is.uec.ac.jp

では、プログラミング学習を行う学年や教科、教材の指定をしておらず、各学校のカリキュラム・マネジメントに応じて実施せよとある。これらのことから、「文章を読ませ、その論理の構造からフローチャートを作成する学習」で使用する文章の内容を、各教室で行われている授業の内容と一致させることで、各教科内で使用可能なプログラミング教材が開発出来るのではないかと考えた。学習者に読ませる文章と授業の内容を一致させる方法として、授業を行っている教師自身がその内容に関する文章を用意し、前述の文章からフローチャートを作成する学習を課すプログラミング教材に設定すれば良いと考えた。

以上より本研究の目的は、各教科で使用可能な小学生児童の論理的思考力とコンピュータの操作を同時に身に付けられる学習システムの開発と、それを実現する為に必要となる、教師自身の手で授業の内容を学習システムに反映させる事を可能とする機能の実装である。

2. システムの設計

2.1 システムの設計方針

フローチャートを使用した各教科で使用可能な論理的思考力育成システムの開発を行った。前述の目的を達成する為に、以下を設計方針とした。

- システムは各教科の学習に使用可能で、学習者は学習したい教科と学習したい単元を選択出来る
- 学習者は各教科の学習と併せてフローチャートの作成と読解を行う過程を通じて、論理的思考力を向上させる事が出来る
- 学習者はフローチャートの作成の中で、キーボードで文字入力等のコンピュータの基本操作を学習出来る
- 教師は問題を新たに追加したり、既にある問題を編集することが出来る

以上の方針のもと、本研究では「問題出題・解答機能」と「問題追加・編集機能」を実装した。「問題出題・解答機能」は主に学習者が使用することを想定し、与えられた文章に対してその内容をフローチャートで表現する問題、または完成された

フローチャートから状態遷移を読み取り最終状態を予想させる問題を課す機能である。「問題追加・編集機能」は主に教師が使用することを想定し、「問題出題・解答機能」で課す問題を設定する機能である。システムの概要図は以下の図1の通りである。

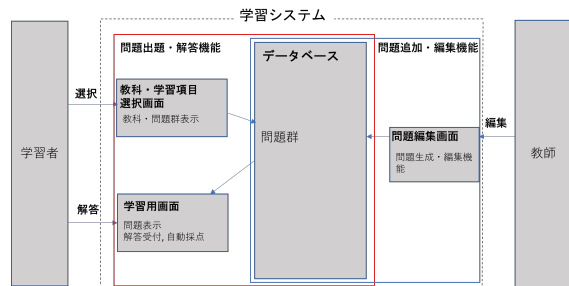


図1 システムの概要図

2.2 問題出題・解答機能

「問題出題・解答機能」は「教科・学習項目選択画面」と「学習用画面」の二種類で構成される。

2.2.1 教科・学習項目選択画面

「教科・学習項目選択画面」では、使用者は「国語」「算数」「理科」「社会」「その他」の中から、学習したい教科を選択する。教科が選択されると、データベースに保存されている問題群の一覧を表示し、学習したい項目を選択出来る。学習したい項目を選択すると、「学習用画面」に遷移し、学習を開始する。

2.2.2 学習用画面

学習用画面で使用者に課す問題は大きく分けて二種類存在する。「作成問題」と「選択問題」である。

2.2.2.1 作成問題

図2は「作成問題」の学習用画面である。

「作成問題」では各教科の内容に関する文章を画面左上に表示する（以下その文章を、「問題文」と呼称する）。その下にはパネルが配置しており、学習者はこのパネルをドラッグアンドドロップで並び変えてフローチャートを作成する。パネル内には問題文の核となる内容が記載されており、問題文と見比べながらフローチャートを完成させて

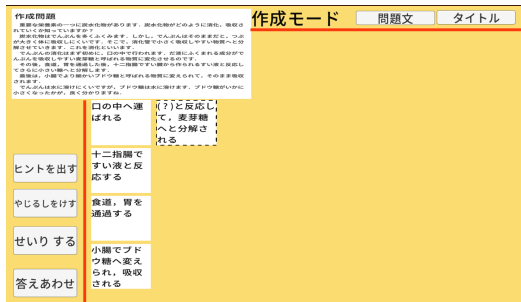


図 2 学習用画面の例（作成問題）

いく。

画面左端には、「ヒントボタン」「矢印削除ボタン」「整理ボタン」「解答提出ボタン」が設置されている。「ヒントボタン」（『ヒントを出す』と記載されたボタン）は学習者に二段階に分けてヒントを開示する。ヒントボタンを一度押すと、フローチャートの最初と最後に相当するパネルを学習者に教え、もう一度押すと、正解となるフローチャートの形を図 3 の様に提示する。「矢印削除ボタン」（『やじるしをけす』と記載されたボタン）は誤ったパネルどうしを矢印で繋いでしまった際に使用し、不要な矢印を削除することが出来る。「整理ボタン」（『せいりする』と記載されているボタン）は学習者が組み立てたフローチャートの並び順は変えずに、画面に均等になる様にパネルを整理して再配置する。「解答提出ボタン」（『答えあわせ』と記載されているボタン）は学習者が作成したフローチャートが正しい形かを判定し、正しい場合は次の問題を表示する。

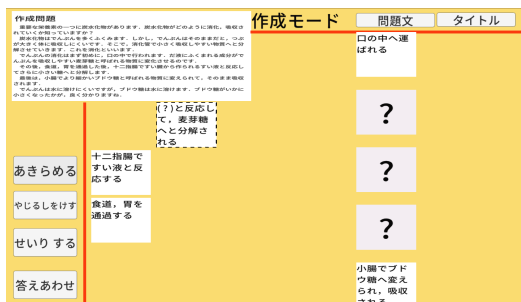


図 3 ヒントで表示される正解となるフローチャートの形

パネルの中には、学習者に文字入力を課すものも設定できる。このパネルは通常のパネルと違い、

パネル内の記述に『(?)』を含み、学習者は(?)に当てはまる語句を問題文から探さなければならない。このパネルをクリックすると、以下の図 4 の様なポップアップが表示され、文字入力を行うことが出来る。正解の語句が入力された場合、パネル内の記述に含まれる(?)は入力された語句に入れ替わり、通常のパネル同様にドラッグアンドドロップで動かすことが可能になる。これは前述した方針の内の、文字入力の練習に相当している。なお、正解となる語句は複数登録することが可能である。

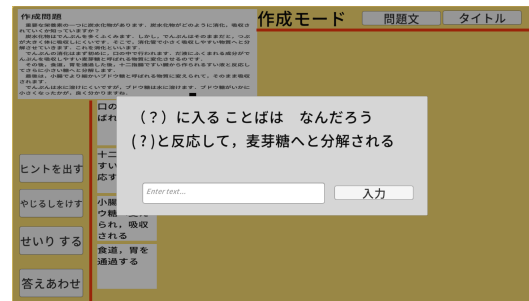


図 4 文字入力用のポップアップ

2.2.2.2 選択問題

選択問題の例を図 5 に記載する。選択問題では学習者に、前述の「問題文」と「完成されたフローチャート」と「選択肢」を提示する。問題文は図 5 の通り、画面左上に位置し、フローチャートは画面中央に表示され、選択肢は画面左端に縦に並べられる。なおフローチャートは「作成問題」と違い、学習者の手で動かしたり改変したりすることは出来ない。

学習者はフローチャートと問題文を見比べて、状態遷移を予想し、正解と思う選択肢のボタンをクリックする。選択肢のボタンが押されると、即座に正誤判定が行われ、正しければ次の問題が表示される。

これら二種類の問題を繰り返し学習者に課すことで、各教科の内容の理解を補助すると同時に論理的思考力の育成を図る。

2.3 問題追加・編集機能

各教室での授業の内容と論理的思考力の育成が

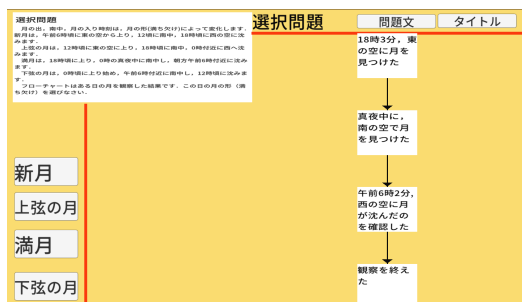


図 5 学習用画面の例（選択問題）

より連動出来るように「問題追加・編集機能」を実装した。この機能により、教師が前述の「作成問題」と「選択問題」を自由に作成し、それらを組み合わせた問題群をデータベースに保存することが出来る。

教師が新しい問題を追加する際は、初めに「作成問題」か「選択問題」のどちらを作るかを選び、それぞれの「問題編集画面」で問題の作成を行うことが可能である。問題の作成の際に、教師は「問題文」「正解となるフローチャートの形」「各パネル内に記述する文章」が必要となる（選択問題の場合「選択肢ボタンに記述する文章」も必要）。図 6 は「作成問題」の「問題編集画面」の例である。

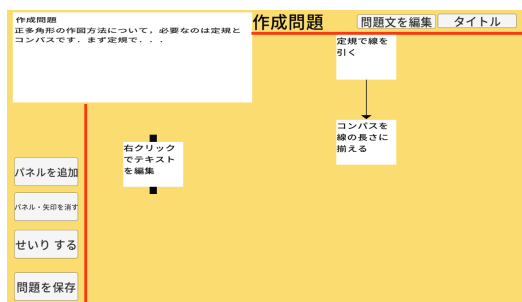


図 6 問題編集画面の例（作成問題）

「問題編集画面」でも「作成問題」と同じ様に、パネルをドラッグ等で動かすことが出来、教師は後述するボタンで必要な数だけ画面にパネルを配置し、フローチャートの正解となる形を作る。「問題編集画面」には、主に 5 つのボタンがある。画面左端にある「パネル追加ボタン」「削除ボタン」「整理ボタン」「保存ボタン」と画面上部の「問題文編集ボタン」である。各ボタンの機能は表 1 の

通りである。

表 1 問題編集画面のボタンの機能一覧

ボタン名	機能
パネル追加ボタン	編集画面状に一つパネルを追加する
削除ボタン	パネルもしくはパネルを繋ぐ矢印を削除する
整理ボタン	フローチャートの形を整理する
問題文編集ボタン	問題文として表示する文章を編集する
保存ボタン	問題を保存する

教師は問題文、パネル内の文章の編集後、「保存ボタン」を押し、問題を保存する。問題を保存する際に、教師は作成した問題をどの教科のどの問題群に追加するかを選択することが出来る。

3. おわりに

本研究では、各教科で使用可能な論理的思考力育成システムの開発を行い、「問題出題・解答機能」と「問題追加・編集機能」を実装した。「問題出題・解答機能」では、文章からフローチャートを作成、または読解する問題を学習者に課すことで、授業の内容理解と同時に論理的思考力の育成を図り、「問題追加・編集機能」では教師が自由に「問題出題・解答機能」で課す問題を設定することを可能とした。

今後の展望として、教師が「問題追加・編集機能」を使用して問題を追加する際に参考になる様に、サンプル問題を充実させる等が挙げられる。他にもシステムの改善点や実際に小学生の学習に使用することが出来るのか等を調査する必要がある。

参考文献

- [1] 文部科学省: 小学校学習指導要領 (平成 29 年度告示), <https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf>, (参照: 2022-11-30).
- [2] 文部科学省: 小学校プログラミング教育の手引き (第三版), <https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171.002.pdf>, (参照: 2022-11-30).
- [3] 川本佳代, 出口直輝, 林雄介ほか: 論理的思考力育成を指向したフローチャート活用学習システムと小学校児童による実験的評価, 教育システム情報学会誌, Vol.32, No.3, pp.214-219(2015).