

子ども向けアンプラグド・プログラミング教材「ハンバーガー・ロボ」の大学生への実践

倉橋農^{*1}・越智徹^{*2}・尾崎拓郎^{*3}・島袋舞子^{*4}・今井正文^{*5}

Email: nyelvesz@gmail.com

*1: 大阪大学 サイバーメディアセンター

*2: 大阪工業大学 情報センター

*3: 大阪教育大学 教育学部

*4: 大阪電気通信大学 メディアコミュニケーションセンター

*5: 豊橋創造大学 経営学部

◎Key Words

アンプラグド, プログラミング教材, 子ども向け, 大学生

1. はじめに

1.1 概要

筆者らは、小学生向けにプログラミング的思考を促す目的で、対話的/スクリプトの実行、順次・分岐・反復を盛り込んだアンプラグド授業「ハンバーガー・ロボ」を設計し、実践を行っている⁽¹⁾⁽²⁾。授業内では、教師扮するロボットが、口頭または指示カードによる児童の指示を受け、絵カードでハンバーガーを完成させる。なおこの授業は“SWITHCED ON Computing”の「サンドイッチ・ロボ」に着想を得たものである⁽³⁾。

ロボットに対する指示とロボットの行動に仕様が存在し、単純な順次的実行からデバッグまでを、段階に応じた実際のプログラミング言語と対照しながら理解することができるよう設計した。本発表では、これをもとに子ども向けの授業で用いるプログラミング・モデルとリンクした大人向けの授業を提案し、授業のプログラミング論的背景を紹介、その上で工学系と教員養成系の大学生を対象とした授業の実践について報告する。

1.2 背景

2020年度より導入され小学校プログラミング教育に伴い、小学校向け実践や教材が数多く報告されている⁽⁴⁾⁽⁷⁾。また、高等教育において、情報あるいは工学分野における教育手法は歴史を持つ。しかしながら、高等教育における一般学生向けのプログラミング教育は確立されていない。

高等教育における一般学生向けのプログラミング教育において重要視されるのは、プログラミング技術の涵養ではなく、プログラミングをモデル化して捉えるリテラシーとしてのプログラミング教育である。

この点において、一般学生向けのプログラミング教育は小学生向けのそれと類似しており、この実践もリテラシーとしてのプログラミング概念の習得を目標としている。

2. ハンバーガー・ロボ

本節では、教材として用いたハンバーガー・ロボについて概説する。教師扮するハンバーガー・ロボが、受講者の口頭の指示または単語カード(図1)を配したスクリプト・シート(図2)により、食材の絵カード(図3)を組み合わせ、メニュー(図4)やリクエストに応じたハンバーガーを完成させる。

このロボットに指示を与えハンバーガーを作成する過程で受講者は、厳密で曖昧性のない指示、対話モード/スクリプトによる実行、順次・反復・分岐、ブロック、要件定義や仕様の策定といった、プログラミングの重要な概念を理解可能となっている。

したのパン	うえのパン
おにく	レタス
をとって	をおいて
↓ここから	↑ここまで
回	して

図1 単語カード

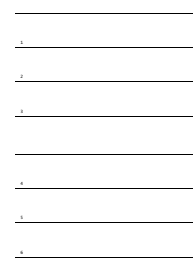


図2 スクリプトシート



図3 食材カード

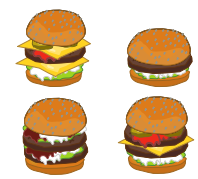


図4 メニュー

アンプラグドである他、特徴として、厳密で曖昧性のない指示の必要性を理解させる意図で、エラーを隠蔽せず積極的に発すること、日本語の文法に可能な限り近づけ、スクリプトの読み下しが自然な日本語になるよう工夫していることが挙げられる。

3. 仕様

3.1節でハンバーガー・ロボへの指示である「ハンバーガー一言語」の仕様、3.2節とロボの実行動作に節を分けて紹介し、その後3.3節で実際のプログラミングにおける概念が、どのようにモデル化されているかを概観する。

3.1 言語

ハンバーガー言語の仕様について、簡単に述べる。この文法について受講者が明示的に意識する必要はないが、ロボットは文法に厳密に従って動作し、非文法的な指令にはエラーを出すため、文法を正確に把握している必要がある。

■語彙 単語カードを **カード** , 引数を **<引数>** として表し、対で利用するカードは「=」で結んでいる。

開始命令

「ハンバーガーつくろう！」

関数

<材料> **をとって**
 <材料ソース> **をとって**
 <ソース> **をかけて**

材料

うえのパン **おにく** **トマト** ...

ソース

ケチャップ **カラシ** **マヨネーズ** ...

数

1 **2** **3** ...

■制御構造

ブロック **↓ここから** = **↑ここまで**

反復 <ブロック> **<数>** **回** = **して**

分岐 <条件> **なら** = **<ブロック>** = **して**

■例 図6は、図5に示される注文「レタス・ケチャップ・パテを3重にしたハンバーガーを2つ」作るためのスクリプトである。

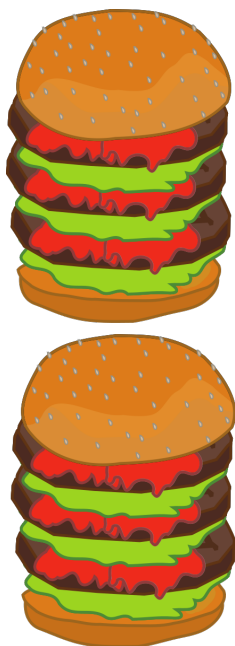


図5 注文

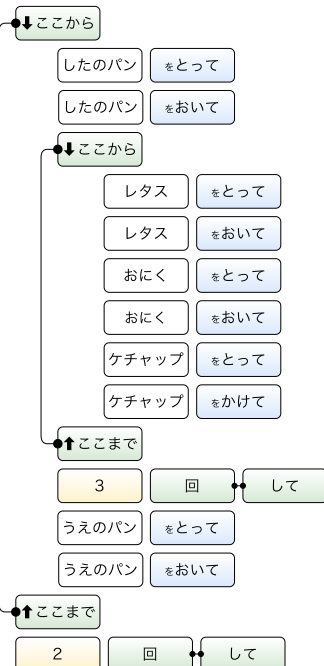


図6 スクリプト

■動作 事前に定義された文法と語彙に基づく指示のみ従い、それ以外の指示については「スママセン ワカリマセン」または「エラー デス」との音声出力を行い、動作を停止する。

指示は音声による対話的指示と、スクリプト・シートによるスクリプト的指示が可能である。音声による指示では一文ごとに指示を実行する。すなわち、指示に従って食材コーナーから食材絵カードを取り**（をとって）**、白板上ないし机の上に貼る**（をおいて）****（をかけて）**ことを繰り返してハンバーガーを完成させる。

スクリプト・シートによる指示では、スクリプトの入力後「オイシイ ハンバーガーヲ ツクリマス」と音声出力を行い、バックグラウンド、すなわち白板の後ろや机の向こう側でハンバーガーを作成し、完成したハンバーガーを提示する。

■発話 サンドイッチ・ロボの音声出力は以下の通りである。

「オイシイ ハンバーガーヲ ツクリマス」

開始命令「ハンバーガーつくろう！」に応じて発する。

また、一定時間指示が与えられない場合および任意の質問に対して、ランダムに発する。

「シジ シテ クダサイ」

「スママセン ワカリマセン」の後に発する。また、一定時間指示が与えられない場合、ランダムに発する。

「スママセン ワカリマセン」

対話的実行中、指示が非文法的であった場合に発する。また、任意の質問に対して、ランダムに発する。

「エラー デス」

スクリプト実行中にエラーが生じた場合に発し、動作を停止する。

3.3 モデルとプログラミング概念の対応

表1に示すように、ハンバーガー・ロボに対する指示や実行時の動作は実際のプログラミング概念と対応づけられたモデルと考えることができる。将来的に本格的なプログラミングを行う段ににおいて、各概念の明示的な理解への寄与が期待される。また、学習するプログラミング言語での実装も効果的であろう。

表1 プログラミング概念との対応

ハンバーガー・ロボ	プログラミング概念
命令ミス	タイプミス
ロボット	実行環境
音声による指示と実行	対話モード
カードによる実行	スクリプト・モード
回 = して	反復
なら = して	条件分岐
ここから = ここまで	ブロック
動詞	関数
カード	予約済みリテラル
カードの色	シンタックス・ハイライト

3.2 実行と動作

4. 大学生向け実践

大阪工業大学と大阪教育大学において行った実践について述べる。

4.1 子ども向けとの違い

学齢の他、小学生向けに行った実践¹⁾との最大の違いは、受講者が多少なりとも実際のプログラミングを経験している点であり、授業の進行・得られた結果についてもこの違いが反映されている。また、それに応じてサブルーチンの定義など、比較的高度な内容を扱っている。

なお、事前に子ども向けであることを解説し、そのまま使うのではなくある程度説明を割愛し、必要があれば専門用語を用いた。その他、ロボット役が人形に入らなかった、少人数かつ大学生であることから、小学生用よりも小さなカードを使った、などの点も異なっている。

4.2 大阪工業大学での実践

■実践の様子 情報技術と倫理に関する授業の一環として行った。受講者は授業でCのプログラミングに触れた程度、複数の言語を知っている学生は少数であった。

人数：7名

専攻：電子・通信系の学部3年次生

実施日：2020年1月20日

時間：60分

【導入】

- 身の回りの多くのものにコンピュータが入っており、プログラムで動いていることを説明する
 - ▶ 下記を並べ「コンピュータが入っているものはどれか」と問う
 - スマホ、ホチキス、スティックPC、Bluetooth イヤホン、モバイルバッテリー、その他教室にあるもの
- こども用の教材を紹介することを伝える

【ロボの紹介】

- 自分たちでロボット役と指示役をやることを伝える
- 口頭で単純なハンバーガーを作らせる

【スクリプトの作成と実行】

- 全体を3グループに分け、スクリプトを導入
- 1. 前に出て、反復が必要なハンバーガーをカードで作る（反復のカードは渡さない）
- 2. ↓ここから=ここまで↑, 回=する を渡し、反復の入ったハンバーガーを机で作る
- 3. なら, ↓ここから=ここまで↑, する を渡し、条件分岐の入ったハンバーガーを机で作る
- お互いのスクリプトをチェックする
- トリプルレタスバーガー2個の完成図（図5）とスクリプト（図6）を見せる

【現実のプログラムとの対応】

- if, for, while, ブロック, 命令, 引数, シンタックスハイライトなど一般的なプログラムとの関連を問う
- サブルーチンの定義 といったら, ↓ここから=ここまで↑, する の導入

【擬似コード】

- 作成したスクリプトについて任意の言語で擬似的なコードを書く、という課題を課した。

■反応

- 適切なコーディングを行うこと、現実のプログラミングとの関連付けに成功しており、理解が進んだことがうかがえる。とくに型については学生側からの本質的な内容について働きかけがあり、時間があればもう少し踏み込んだ理解も可能であろう。
- 擬似コードを書く課題については、擬似コード自体に馴染みがないこともあり、苦心している様子であった。ただし、反復・条件分岐といった本質的な部分についての理解は確認できる結果であった。
- 手本ではカードは文ごとに改行していたが、改行を行わないグループがあった。ここに着目し、改行が意味を持つ言語とそうでない言語の話を行った。
- 食材カードにある「チョコレート」は液体か固体かという質問があった（図7）。ケチャップなどのソースはをかける, それ以外の材料は をおく と共に使う必要がある、ソースか否かの確認のためである。ここに着目し、型とは何か、型が明示的な言語、非明示的な言語の話を行った。



図7 チョコレートの食材カード

4.3 大阪教育大学での実践

■実践の様子 プログラミング言語の基礎を修得する授業の一環として行った。受講者は授業でCのプログラミングに触れた程度、複数の言語を知っている学生は少数であった。

人数：7名

専攻：教育学部、中学校技術教員を志望の学部1年次生

実施日：2020年1月28日

時間：60分

【導入】

- 大阪工業大学と同様の導入
- 自然言語をコンピュータの言語に置き換える：コンピュータに命令するとは、という説明を printf, println などを用いて行う

【言語を作る】

- 材料カードだけを用い、どのような指示を行えばハンバーガーが作れるか考える
- 他の人の文言と見比べ、その指示で必要な解釈が得られるか検証する

【スクリプトの作成と実行】

- 全体を3グループに分け、スクリプトを導入
- グループ内でそれぞれ、与えられたハンバーガーを作るスクリプトを作成、実行してみる
- 別のハンバーガーを作るスクリプトをグループで作成、その後スクリプトを別グループが実行し検証する

■反応

- 「言語を作る」の段階では、文言の行数、文言の簡潔さが話題に上がり、プログラミング言語の特徴を捉えていることが伺えた。また、受講者自身が実際にインタプリタとなって、言語を実行する体験を通し、デバッグを行う様子を観察できた。
- 反復を含むハンバーガーを作るスクリプトを正しく作成・実行できた。
- 他グループのスクリプトを実行する段で、スクリプトの誤りを発見し、エラーを発することができた。



図8 スクリプトの実行

- 討’, 情報処理学会研究報告, Vol.2019-CE-150, No.9, pp. 1-5, (2019).
- (3) Miles Berry, “SWITCHED ON Computing Year 1” (2nd Edition), Rising Stars, (2014).
 - (4) 小林祐紀, 兼宗進, 白井詩沙香, 白井英成 (著, 監修, 編集): “これで大丈夫! 小学校プログラミングの授業 3+αの授業パターンを意識する [授業実践39]”, 翔泳社, (2018).
 - (5) 小林祐紀, 兼宗進, 中川一史 著・編集・監修: “小学校プログラミング教育の研修ガイドブック”, 翔泳社, (2019).
 - (6) 尾崎拓郎, 西端律子: “初等教育におけるプログラミング教育に向けた導入教材の検討”, 情報コミュニケーション学会学会誌 13 (2), pp. 4-13, (2019).
 - (7) 島袋 舞子 著, 兼宗 進 監修: “ドリルの王様 1, 2/3, 4/5, 6年の楽しいプログラミング 新学習指導要領対応”, 新興出版社啓林館, (2019).
 - (8) 特定非営利活動法人みんなのコード: “教員養成への取り組み”, <https://code.or.jp/school/>

5. おわりに

5.1 まとめ

以上が、大阪工業大学と大阪教育大学において行った実践のあらましである。大阪工業大学では実際の言語との対応、大阪教育大学ではスクリプトの作成・実行に着目した授業の組み立てとなっているが、これはそれぞれの専門(電子系・教育系)に配慮してのことである。前者ではプログラミングに関連する各種概念の明示的な理解、後者ではプログラミングと実行についての適切な理解が得られた。

なお、実施前に懸念していた、子ども向け教材を用いることによる「子ども扱いされていると感じる」といった否定的な意見は見られなかった。

5.2 展望

今回は授業の観察と学生からの簡単なフィードバックに留まったが、教材を利用することによる効果の測定が課題である。また、実践の回数を増やすとともに、対象に合わせ教材を発展させることを計画している。具体的には、情報系の学生に向けて変数の導入、サブルーチンと返り値などを課題として出すこともできるだろう。さらに、教員の養成については先行する事例・研究⁸⁾が少ない。先行して提唱している²⁾、初等・高等教育の教員向けの講習会を開催していく予定である。

参考文献

- (1) 倉橋農, 越智徹, 尾崎拓郎, 島袋 舞子: “小学生向けアンプラグド・プログラミング入門授業「ハンバーガー・ロボ」の提案と実践”, 情報教育シンポジウム論文集, pp. 299-304, (2019).
- (2) 倉橋農, 越智徹, 尾崎拓郎, 島袋 舞子: “子ども向け授業にリンクした保護者・教師向けプログラミングコースの検