

小学生向けプログラミング分野の多様性拡大に向けて

赤堀ひな[†] 松本尚[†]

概要：近年、情報技術が身近になり、子ども向けプログラミングの人気も増えてきた。しかし、現在主流となっている子ども向けプログラミング体験の内容や、プログラムの課題を調査した結果、内容の分野には偏りがあること（アクションゲーム、アニメーション、機械制御が大半）が判明した。本稿では、コンピュータや従来のプログラミング課題に興味を持たなかった子どもたちにも、まずはコンピュータに触れてもらえるきっかけを作るため、現在主流となっている分野とは異なる新しい分野のプログラミング課題を選定し、子どもたちが比較的容易に新分野のアプリケーションを開発可能なプログラム開発支援システムを提案する。

キーワード：情報教育、プログラミング課題、着せ替えゲーム、Scratch、プログラム開発支援システム

Toward Expanding the Variety of Programming Fields for Elementary School Students

HINA AKAHORI[†] TAKASHI MATSUMOTO[†]

1. はじめに

近年、情報技術が身近になり、情報教育およびプログラミング教育のニーズが学校や企業で広がっている。実際に2020年度より小学校から順次、中・高等学校でもプログラミング教育が必修化される。それに伴い、子ども向けのプログラミング体験ができるワークショップや、習い事の人気も増えてきた[1][2][3]。しかし、ワークショップや習い事で取り入れられているプログラミング体験の内容や、プログラミング課題の分野には偏りが見られ、幼少期の赤堀のように意欲的に取り組む気になれない生徒が少なからず存在すると従来から考えていた。そこで、現在主流となっている子ども向けプログラミング体験の内容や課題内容を調査した結果、アクション・シューティングゲームやアニメーションの制作、教育用ロボットをプログラミングで制御するといった内容が圧倒的に多く、対象の分野には偏りがあることが判明した。このため、プログラミングを体験してみたい・楽しんでみたいと考えている対象が多数いたとしても、コンピュータに触れた経験やプログラミング経験が無い対象にはハードルが高く、また、課題内容のバリエーションが少ないため、興味を持つきっかけさえも限定されていると考えられる。本稿では、従来主流でなかった分野においても、子どもたちがコンピュータに触れ、まずは面白さや楽しさを感じてもらうことを優先し、容易に自分好みのプログラムを開発できるプログラム開発支援システムを提案する。

本稿の構成は以下のとおりである。第2章では現状のプログラミング課題内容とそれらがカバーする分野について説明し、第3章では新分野として選定した着せ替えゲーム

のビジュアルプログラミング言語 Scratch による試作について述べる。第4章では試作して判明した問題点から、新分野のプログラム開発支援システムを提案し、第5章においてプログラム開発支援システムの実装について述べる。

2. 子ども向けプログラミング課題

2.1 現状の課題内容の問題点

日本最大級のお出かけ情報サイト[4]より、全国のプログラミングに関するイベントを検索対象として分類を行った。その結果を図1に示す。2019年6月18日（火）から2019年8月18日（日）を検索対象期間としたものであり、93件のイベントが見つかった（2019年6月18日時点）。グラフから、圧倒的にゲーム・アニメ作りが多いことがわかる。二番目に多いのが教育用ロボットをプログラミングで制御するといった内容であった。三番目に多い電子工作は、電子オルゴールやからくり装置の制作など、夏休みの自由研究に役立つといった趣旨のワークショップで題材にされているものが多く見られた。その次に多いのは、レゴブロック

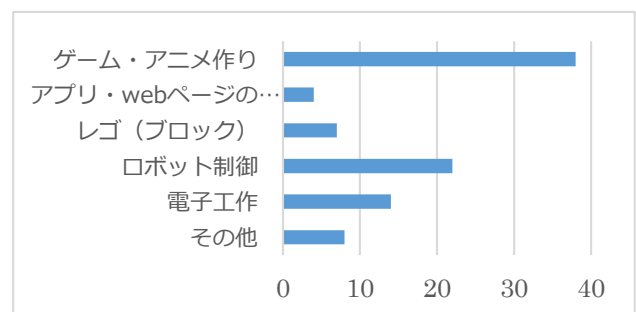


図1 プログラミングイベント内容の分類

[†]奈良女子大学
Nara Women's University

クや教材用ブロックを組み立てて制御するという内容であった。レゴブロックがレゴのマインドストームを使ったロボット制御を課題としているのであれば、広い意味ではロボット制御に含まれるとも言えるため、これらは制御系プログラム作りとまとめられる。その他に、スマホアプリやwebページの製作体験などがみられたが、他のイベントが小学生以下を対象とするものが多い中、対象年齢が高い印象を受けた。また、ここで用いられるプログラミング言語のほとんどが、ビジュアルプログラム言語 Scratch か、または Scratch を元に作られたビジュアルプログラム言語だということが判明した。

2.2 新分野のプログラミング課題の検討

上述したように、プログラミング関連のイベントで扱われているものや、主流となるプログラム作りの課題内容には大きな偏りがあり、ここに挙げた分野に興味を持たない子どもたちはプログラミングのワークショップや習い事に参加意欲が湧かない。これは高度なプログラミング技術を身につける子どもたちが限定されているのみではなく、コンピュータに親しむ機会すら奪っているかもしれない。従って、より多くの子どもたちにコンピュータの魅力と可能性に触れてもらえるよう、主流とは異なる分野の新しい課題内容を選定し、なぜそういう分野の課題が取り上げられる機会が少ないかを明らかにするためにも、実際にサンプルプログラムを試作してみる。そして、子どもたちが選定した分野の課題にどういう形で取り組めるか検討する。もう少し具体的に言うと、子どもたちが自分でプログラミングが可能なのか、プログラミングまでは出来ないのであれば、何か作成を支援する方法がないのか、といった検討である。

新しい分野のプログラミング課題を選定するにあたり、子どもの遊びの好みの傾向について考えてみた。一概に断言できないが、遊びの好みの違いには男女差がみられると思われる。その理由として、大きく2つの説明が挙げられる。1つ目は、周りの大人の「男らしい」や「女らしい」を促進する働きかけによるものである。2つ目は、男女の生物学的な差によるもので、乳児の段階から、ものへの興味の示し方に男女差があるという報告がある[5]。

このため、2.1節での調査結果から、プログラミング教材として現在主流をなしているのは男の子が好む内容が多く、女の子が好む遊びを題材としたプログラミング課題の内容が少ないことが分かる。そこで、新しい分野の選定には、おままごとやガールズホビー（アクセサリや小物の制作キット）など、赤堀の幼少期に流行していたものや実際に遊んでいた遊びを参考にした。本研究では、その候補の中から、お人形の着せ替え遊びを取り入れた課題を検討することにした。

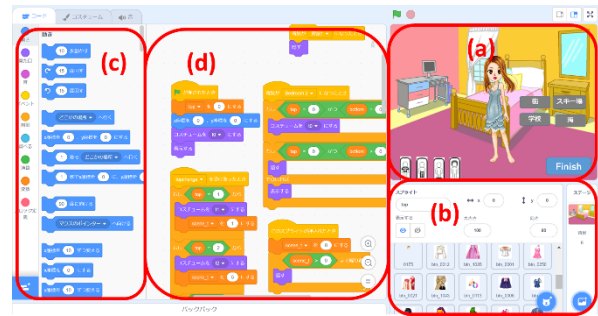


図 2 Scratch の開発画面

3. 着せ替えゲームの試作

子どもたちにとってのプログラム開発の難易度を確認する意味合いも込めて、まず課題に選んだ着せ替えをテーマとした着せ替えゲームの試作を行ってみることにした。

3.1 Scratch [6][7][8]

今回のプログラミング課題は小学生を対象にするため、マウスやタッチ操作が中心で、児童の教育用に使用されることが多いビジュアルプログラミング言語を使用することにした。本研究では、その中でも一番汎用性が高く人気も高いと考えられる Scratch を用いてプログラム開発を行うことにした。

Scratch は小学生プログラミングでおそらく最も多く使われている、教育研究機関が開発したビジュアルプログラム言語の代表格である。フローチャートをビジュアル化したような特徴を持ち、ブロックをジグソーパズルのようにつなぎ合わせるだけで、アクションゲームやアニメーションを作ることができる。無料で利用でき日本語にも対応しているため、国内でも年代や目的を問わず活用されている。

(1) 開発画面

Scratch の開発画面は図 2 のように、主に (a)～(d) の 4 つのエリアに分かれている。

(a) ステージ

ステージは、スプライトというプロジェクト内で何らかのアクションを行うキャラクターやアイテムを配置して動作を確認でき、プレイ時の表示画面になる。しかし、表示画面が 1 つしかないため、スプライトを「表示する」か「隠す」を選択する方法で表示物を調整して画面遷移を表現する。(図 2 の(a))。

(b) スプライトリスト

スプライトの一覧が表示され、それぞれのスプライトの状態をみることができる。スプライトの追加は、スプライトライブラリと呼ばれる Scratch に元々付属するスプライトの中から選択して生成する方法や、自分で絵を描く方法などがある。本試作では、パソコンから画像を取り込み、アップロードしてスプライトを生成している(図 2 の(b))。

(c) ブロックパレット

スプライトへ出す命令ブロックが「動き」「見た目」などの種類ごとにまとめて用意されている(図2の(c)).

(d) スクリプトエリア

このエリアに(c)のブロックパレットから、命令をドラッグして組み合わせていく。また、スプライトのコスチュームの編集画面と効果音などの編集画面にタブで切り替えられる。コスチュームとは、スプライトが持っているもので、コスチュームを切り替えることによって、スプライトの見た目が変わる。しかし、スプライトとはまた別でアップロードしなければならない。それぞれのコスチュームには番号と名前が付けられており、その番号や名前を使って制御を行う。本研究では、このコスチューム機能を使用してアイテムの着せ替えを行っている(図2の(d)).

3.2 使用コンテンツ

Scratch はクリエイティブコモンズ 表示 - 継承ライセンスを取り入れており、原作者への謝意と自分の変更箇所を記載してリミックス(改造)することができる。つまり、Scratch で見つけたプロジェクトのプログラムやアイデア、画像などすべてのものは、自由にリミックスすることが許可されているため、すでに公開されている着せ替え遊びのプロジェクトについて調べてみた。その結果、現在公開されている着せ替えプロジェクトは遊びづらいものがほとんどで、着せ替えを行うトップスやシューズなどの種類も少なく、絵のクオリティも高いとはいえないため、楽しさを感じづらいと筆者らは考えた。

このため、着せ替えゲームの完成度を大きく左右する画像データには、JavaScript で書かれたアバター作成サイト Doll Makers [9]の画像データを流用させていただくことにした。Doll Makers の画像データなどのコンテンツとプログラムは、クリエイティブコモンズライセンスにより改変はもちろん、営利目的での二次利用も許可されている。Doll Makers の画像データは、Scratch 上で公開されている着せ替えプロジェクトに比べてアイテム数が圧倒的に多く、絵のクオリティも高いため、対象となる子どもたちの興味を引き付けられると考えた。

3.3 試作ゲームの概要

試作したゲームのスタート画面を図3に示す。まず、右側の赤い丸で囲んだ4つのシチュエーションの中からひとつを選択する。そのシチュエーションに適したコーディネートになるように、左下青い丸で囲んでいる洋服をカテゴリ別に分けたボタンからアイテムを選んで組み合わせしていく。例えば、一番左側のトップスカテゴリのボタンをクリックすると、図4のような画面に切り替わる。



図3 試作した着せ替えゲームのスタート画面



図4 トップスカテゴリの選択画面



図5 トップスカテゴリからアイテム選択後画面

ここで、着せ替えたいアイテムをクリックすると、元の画面に戻り、キャラクターが身につけているアイテムが自動的に着せ替わる。図4において、緑の丸で囲んだアイテムを選択した場合の操作例を図5に示す。

このようにして、各カテゴリでアイテムを選択していき、コーディネートを完成させる。完成後、右下の Finish ボタンをクリックすると、最初に選択したシチュエーションの



図 6 シチュエーション「学校」を選択した場合

背景が変わり、シチュエーションに適したコーディネートであるかどうか判定される。ここでは、シチュエーションとアイテムごとに評価関数を設定している。例えば、シチュエーションをスキー場を選択し、スキーウェアのトップスやボトムスに着せ替えるとコーディネートが「完成した」と判断されるが、水着や制服などに着せ替えている場合はコーディネートが「完成していない」と判断される。シチュエーションで「学校」を選択した場合の出力画面を図 6 に示す。なお、この試作段階では、背景は全て Scratch に付属する既存データを利用している。

3.4 試作して判明した問題点

Scratch で着せ替えゲームを試作したところ、子どもたちが自らプログラムを開発することが困難だと思われる問題が複数判明した。第一に、着せ替えゲームでは画面を切り替える必要が頻繁に生じるが、Scratch には複数の画面を切り替える機能がない。表示するオブジェクトを「隠す」「表示する」という制御を行って画面切り替えを疑似的に実現できるが、アイテム数が多いととにかく手間がかかり、こんな小手先のプログラミング手法を初心者子どもたちに学習させたくない。さらに、複数のスプライトを重ねて表示する必要があるが、Scratch にレイヤーを固定する機能がないため、この場合の「深さ」の制御が非常に難しい。これも子どもたちにとっても学習させられる技法とは思えない。このことから、小学生高学年や中学生程度の子どもたちが自分で着せ替えプログラムを組むことは、評判の高い Scratch をもってしても困難であると判断した。

また、着せ替えゲームに必要な衣類をスプライトやコスチュームとしてアップロードすることや、画面への表示に手間がかかる。また、複数ウィンドウを切り替える機能が欠如しているためアイテム（衣類）が多くなると画面が煩雑になる。このため、試作ゲーム内では事前に赤堀の好みで選んだ限られたアイテムでしかコーディネートができず、プレイヤーが楽しめないといった問題点も認識された。

これらのことから、試作ゲームをベースに部分的に改良したゲームを作成する場合でも、それを使って遊ぶ場合でも、子どもたちが工夫し楽しめる要素が非常に少なく、課題として興味を引き付けることが難しいと判断した。

4. 新分野の開発支援システムの提案

4.1 ゲーム制作ツールの調査

3.4 節で述べた問題点から、子ども向けに直感的に分かりやすい Scratch のようなビジュアルプログラミング言語は、主流のアクション・シューティングゲームや単純なアニメーションなどはある程度簡単に作成できるものの、アイテム数や表示画面を多数必要とする着せ替えゲームのような分野においては、言語仕様レベルで作成が難しいことが判明した。Scratch をプログラミング言語として使うことを放棄するという選択肢も考えられるが、子ども向けプログラミング言語としての浸透度から、本研究ではプログラム記述言語に Scratch を使うことを変更しないことにした。Scratch を使用することにより、非常にプログラミング能力の高い子どもであれば、実装コードの中身を確認して、部分的なソースコードの変更も可能になると考えた。

子どもたち自身によるプログラミングは諦めざるを得なかったため、着せ替えゲームのプログラム開発支援システムを作ることで、子どもたちが楽しんで課題に取り組むことができるようになるのではないかと方針を定め直した。なお、ゲーム作成支援ツールに、着せ替えゲームを扱えるものがあるか調査を行ってみた結果、ゲーム作成支援ツールは、アクション、RPG、シューティング、パズルなどに分類されるゲームを作成するソフトが大多数であった [10][11]。ゲームの内容を問わない作成ツールは、プログラミングの知識がない対象（今回対象としている子どもたち）には使用しにくいと考えられるものであり、着せ替えゲームのような分野を子ども向けに扱えるプログラム開発支援プラットフォームがないことが明らかになった。

4.2 着せ替えゲームプログラム開発支援システム

そこで、着せ替えゲームプログラム開発支援システムによって、ゲームプログラム作成における仕事のうち、どのような作業を軽減し、どのような自由度を残して、オリジナルの作品作りを楽しんでもらうかについて、検討する。すでに結論が出ていることは、プログラムのコード開発は子どもたちには行わせないという点である。また、衣類などのコンテンツデータの作成もクオリティの高い絵となると困難であると思われる。3.4 節で挙げたように、コンテンツデータを Scratch システムにアップロードする手順も煩雑なので可能な限り手助けしてあげたい。反面、自身の好みでゲーム内において使用する洋服や靴、シチュエーションを選定し、コーディネートの評価方法を自由に設計する

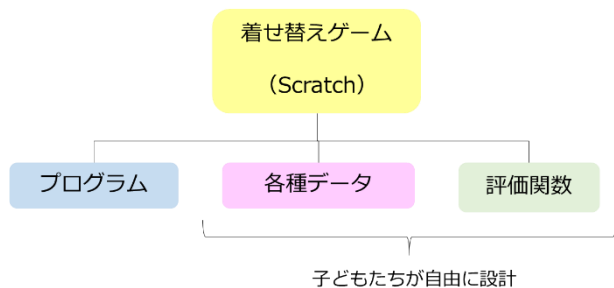


図 7 開発支援システムの概要

表 1 着せ替えゲームの開発者の操作

	試作段階	開発支援システム導入後
プログラム	×	×
各種データ	×	○
評価関数	○	○

ことは許容したい。幸いなことに、利用させてもらっている Doll Makers 内の洋服類のコンテンツは非常に多数にのぼるため、その中からゲームで使用するセットを自分の好みで切り出すことにより、各自のオリジナルの着せ替えゲームが作成可能であると考えた。元になるコンテンツからどのような衣類を選択してゲームを作成するかといったこと自体が、子どもたちのセンスやオリジナリティを発揮することになり、ゲーム設計を楽しめると思われる。

着せ替えゲームを、各種データ（画像データを含むスプライトやその属性）とコーディネートの評価関数とプログラムに分類し、プログラム開発支援システムによって、難しいプログラミング部分や手間がかかりつまずいてしまう作業は避け、簡単な操作で子どもたちが自分で開発に用いるデータを選び、評価関数を設定することで、オリジナルの着せ替えゲームを実現する。プログラム開発支援システムの概要を図 7 に示し、開発者（着せ替えゲームを作成する子どもたち）の操作において、着せ替えゲーム内で変更可能にする点を、上述した 3 点についてまとめたものを表 1 に示す。

5. プログラム開発支援システムの実装

作成する着せ替えゲームには、Doll Makers の画像データを使用し、プログラム開発支援システムによって使用する画像データを選別し、Scratch が利用可能な状態にする。Doll Makers の多数のデータを用いて画像データ選択機能を、一から開発支援システム内に構築することは、既存の-avatar作成サイトを再構築することと同程度の手間がかかると考えた。そこで、本研究では既存の-avatar作成サイトの画像データ選択機能を、スクレイピング技術[12]を用いて流用させてもらうことにした。これに加えて、Scratch が利

用可能な形で画像データを登録する機能を、同じくスクレイピング技術を使って実現することにより、衣類等のアイテム自動ジェネレート機能を着せ替えプログラム開発支援システム内に開発する。

-avatar作成サイト Doll Makers は、すでに洋服や靴のデータが分かりやすくカテゴリや色分けされており、サイト上で子どもたちが自分の好みで着せ替えゲームに使用したいアイテムを選択してもらう。そして、自動ジェネレート機能により、その選択されたアイテム（画像データ）を Excel のマクロ VBA のスクレイピング機能[13][14]を用いて抽出し、Scratch 上のスプライトとして生成する。スクレイピングとは、ウェブサイトから収集者の意図に基づいて情報を自動抽出する行為であり、様々な方法がある。今回は Selenium Basic というライブラリを使い、Google Chrome の自動操作を行う。Web スクレイピング技術を用いたアイテム自動ジェネレート機能の概要を図 8 に示す。

まず、図 9(a)のマクロ付 Excel 画面にある「スタート」ボタンを押すと、Google Chrome ブラウザで図 10 のように Doll Makers のサイトが自動で開く。例えば、赤い丸で囲んだアイテムを着せ替えゲームに使用したい場合は、このアイテムをクリックする。すると、画面左に表示されている-avatarが、クリックされたアイテムに着せ替わる。次に、図 9(b)の「トップスをダウンロード」ボタンを押すと、図 11 のように Excel のシート状に抽出したアイテムが反映される。それと同時に、アイテムの着画像データと選択表示画像データの 2 種類をあらかじめ用意したフォルダにそれぞれ保存する。

現時点において、本研究で開発支援システムの実装が済んでいるのはここまでである。その後は、図 9(c) の「とじる」ボタンを押すと、Doll Makers 上で選択して各フォルダに保存された画像データを、既存の着せ替えゲームで使用していた画像データ（スプライト）と置き換わるようアップロードさせる。従って、子どもたちが新規スプライトとして新たにプログラムを加えなくても、データのみを好みのものに差し替えできる仕様にプログラムを変更する。

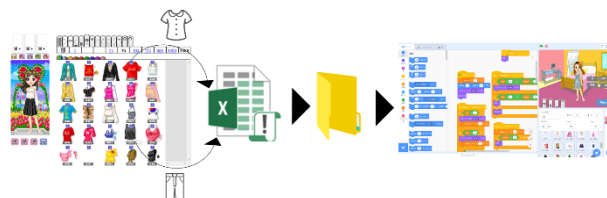


図 8 アイテム自動ジェネレート機能の概要

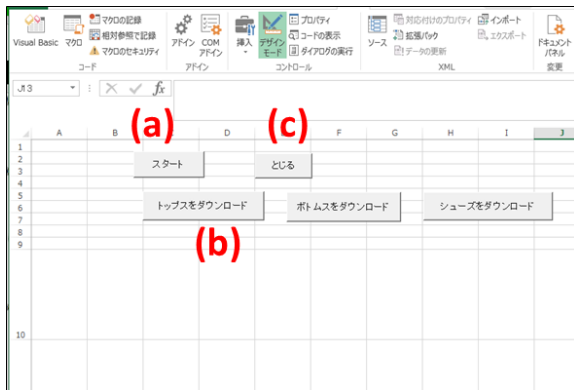


図 9 マクロ付 Excel のスタート画面



図 10 DollMakers の画面の一部

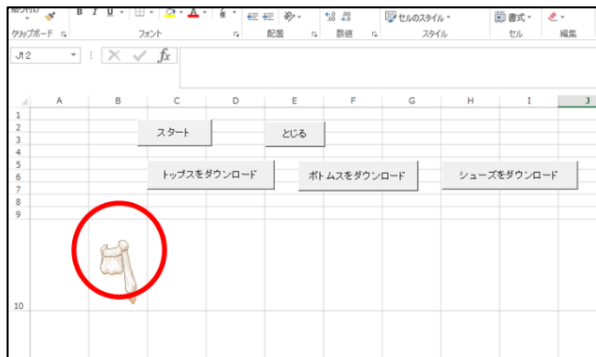


図 11 マクロ付 Excel のスクレイピング後の画面

6. おわりに

本稿では、子ども向け情報教育において、課題内容に興味を持たないため、計算機やプログラミングに対してハードルが高いと感じていた対象者にも、コンピュータや情報分野の魅力に触れてもらうきっかけを増やすために、主流ではない新しい分野の課題内容として着せ替え遊びを選定し、この課題に沿った情報教育の実現可能性を探ることにした。着せ替えゲームのサンプルプログラムを試作してみたところ、着せ替えゲームのような分野が子ども向けのプログラミング課題としてあまり取り上げられない要因も見えてきた。そこで、新分野の課題を、子どもたちが実際に

利用できるものにするために、着せ替えゲームプログラム開発支援システムを提案した。このシステムを実現することにより、より多くの子どもたちにコンピュータや情報分野の魅力に触れてもらう機会が増えると考えられる。現在は開発支援システムの実装途中であるため、今後はシステムを完成させ、新分野の情報教育教材として、実際に子どもたちに取り組んでもらえるものにしていきたい。

謝辞 本研究を行うにあたり、スクレイピング技術を指導してくれた松本研究室の伊東果穂さんに厚く御礼を申し上げます。最後に、様々な角度からご協力いただきました松本研究室の皆様、この場を借りて感謝の意を表させていただきます。ありがとうございました。

参考文献

- [1] “教育の情報化に関する手引き（案）”.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/gijigaiyu/attach/1259389.htm, (参照 2021-11-03).
- [2] “小学校プログラミング教育の手引き（第二版）”.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf, (参照 2021-11-03).
- [3] “新学習指導要領における小学校プログラミング教育”.
http://www.soumu.go.jp/main_content/000605586.pdf, (参照 2021-11-03).
- [4] “いこーよ”. <https://iko-yo.net/>, (参照 2021-11-03)
- [5] “心理学ってなんだろう”. <https://psych.or.jp/interest/ff-30/>, (参照 2021-11-03).
- [6] “Scratch”. <https://scratch.mit.edu/>, (参照 2021-11-03).
- [7] 阿部和広, 杉浦学. Scratch ではじめよう! プログラミング入門 ~ゲームを作りながら楽しく学ぼう~. 日経 BP 社, 2015.
- [8] 中植正剛, 太田和志, 鴨谷真知子. Scratch で学ぶ プログラミングとアルゴリズムの基本 (改訂第2版), 2019.
- [9] “Doll Makers”. <http://elouai.com/>, (参照 2021-11-03).
- [10] “ゲーム制作ツールまとめ【無料/有料】”.
<https://atelierdodd.com/gamedev-tools/> (参照 2021-11-16).
- [11] “ゲーム制作ツール集”.
<https://www.freem.ne.jp/contents/create/tool.html#2dg> (参照 2021-11-16).
- [12] “スクレイピングを活用した研究について”.
https://www.ics.nara-wu.ac.jp/~tm/lics/ken_matsumoto.html, (参照 2021-11-16).
- [13] “【VBA】 Selenium リファレンス (逆引き) 【まとめ】”.
<https://nkmrdai.com/vba-selenium-reference/#%E3%83%96%E3%83%A9%E3%82%A6%E3%82%B6%E6%83%85%E5%A0%B1%E3%81%AE%E5%8F%96%E5%BE%97%EF%BC%9Awindowtitle> (参照 2021-11-16).
- [14] “VBA のスクレイピングを簡単楽にしてくれる Selenium”.
https://excel-ubara.com/excelvba4/EXCEL_VBA_401.html (参照 2021-11-16).