

東紀州地域を主とした小中学校での スクラッチ (Scratch) プログラミング学習の実践

須曾野仁志* **・大野 恵理**・萩野 真紀**・榎本 和能**

Scratch Programming at elementary and junior high schools in the Mie Higashi-Kishu area

Hitoshi SUSONO, Eri ONO, Maki HAGINO and Kazuyoshi ENOMOTO

要 旨

2017年11月より、三重大学東紀州サテライト東紀州学舎の活動の一つとして、東紀州地域を主とした小中学校でのスクラッチ (Scratch) プログラミングの出前授業を進めてきた。スクラッチプログラミングでは、第一著者によるロゴ (Logo) プログラミング実践やスクラッチの特徴を生かし、小学校 5-6 年生児童を対象としたビジュアルプログラミングについて6時間分 (45分×2を3回分) の内容や方法を提案した。その提案では、小学校で学ぶ算数をベースとし、音楽にもつながる学習となっている。東紀州地域におけるスクラッチプログラミング出前授業では、1) 主体的にコンピュータ等に働きかけて学ぶ、2) 思考をスクラッチのブロックで組み立てる、3) 課題がポイント、クロスカリキュラム的な発想で、4) 学び合い、成果の共有、を重視した。

キーワード：スクラッチ (Scratch)、ロゴ (Logo)、プログラミング、算数、出前授業、東紀州サテライト

1. はじめに

文部科学省は平成29年3月に次期小学校学習指導要領を公示した。新学習指導要領では、小学校の学習段階からコンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段に慣れ親しませること、論理的思考力を育むことを目的として、平成32年度からプログラミング教育を実施することとしている。

小学校段階におけるプログラミング教育の実施にあたっては、中学校の技術科のように特定の教科が設けられるのではなく、算数、理科、総合的な学習等の授業の中で、プログラミングに関する教育を実施するものとされ、授業展開の方法も各学校の状況に応じたものとされている。小学校段階においては、中学校のモーターカーやロボットを動かす等のプログラミング制御を重視するものではなく、プログラミング的思考を身に付けることや、情報を取り扱う上での基礎的な情報活用能力の育成に重点が置かれている。

情報活用能力の育成は1980年代から指摘されているが、小学校段階からプログラミング的思考を育成することが情報化の進展とともに重要となった。プログ

ミング的思考とは、文部科学省に設置された「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」では、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と説明されている。その中でも「自分が意図する活動を実現」「記号の組み合わせ・改善」「論理的に考えていく力」がキーワードである。

このようなプログラミング教育の動きは日本だけのものではなく、海外ではもっと早くからプログラミング教育を推進する動きが進んでいる。例えば、米国では子どもがロゴ (Logo)、スクイーク (Squake)、スクラッチ (Scratch) 等を使ってストーリー性ある作品を制作する取り組みが進んでいる。また、イギリスでは、義務教育の5~16歳を対象に2014年9月よりプログラミング教育が必修化されている。教科「Computing」は、アルゴリズムの理解やプログラミング言語の学習等も含んだものである。

* 三重大学大学院教育学研究科教職実践高度化専攻

** 三重大学東紀州サテライト東紀州教育学舎

第一著者(須曾野)は、公立中学校教諭時代に、学習用コンピュータが学校に導入された頃(1980年代後半)から、中学生を対象としたプログラミング学習に5年間取り組んだ経験を持つ。今回の小中学校におけるプログラミング教育が必修となった場合も、その実践研究の成果や経験を生かすことができる。

本報告の全著者は、三重大学東紀州サテライト東紀州学舎の教員(兼務、専任、特任)であるが、東紀州地域において学校教員や教委担当者が「2020年新学習指導要領実施に向け、プログラミング教育の内容や方法について大学にぜひ支援してほしい」と話す声を数多く聞いた。小中学生を対象としたスクラッチプログラミング支援は、東紀州サテライト東紀州学舎の活動の一つとして位置づけ、これまでを出前授業を幅広く行ってきた。

本報告では、まず子どものためのプログラミング言語について述べ、東紀州の学校でのスクラッチプログラミングの提案や実践について取り上げる。

2. 子どものためのプログラミング言語 ロゴ(Logo)からスクラッチ(Scratch)へ

(1) 子ども用プログラミング言語ロゴ(Logo)

ロゴ(Logo)は、教育向けとして設計されたマルチパラダイムのコンピュータプログラミング言語である。開発者は、マサチューセッツ工科大学(MIT)のシーモア・パパート(Seymour Papert)らであり、1960年代後半に子ども用プログラミング言語として作られた。パパートは、数学者であり、人工知能研究にも詳しく、さらに、スイスの発達心理学者ピアジェのもとでも5年間共同研究を行い、Constructionism(構成主義)という考え方に基づき、ロゴ(Logo)を提案・開発・実践した。

ロゴでは、子どもは「forward 100」「right 90」等とキーボードからテキスト入力し、コンピュータ画面上に現れるタートル(turtle)と呼ばれるカメを動かす。前に**歩動かすかと、向きを**度変えるかが基本であるが、pendown(ペンを下ろす)や penup(ペンを上げる)という命令があり、カメが動いた軌跡を画面上に残すことができ、描いた図形はタートルグラフィックスとも呼ばれる。

1980年代のパソコンでは、プログラミング言語 Basicが入っており、これでプログラムを組まないと動作しなかった。この Basic で線を描くには、

LINE(0,0)-(640,400)

のように、座標を2点指定した。この方法は、鳥瞰図的で、コンピュータを効率的に使う側からの発想である。実際に、数学で座標を学習するのは、中学校1年生であり、小学生にとってはやや難しいものであると言える。

ロゴの最大の特徴はタートルであり、学習者は自分

がカメになったつもりで、日本語で使えるロゴ(Logo)、例えば「ロゴライター」では「まえへ 数字」「右へ(左へ) 数字」と入れ図形を描く。例えば、Logoで正三角形を描く手順は、次のようになる。

手順は 正三角形

前へ 100

右へ 120

前へ 100

右へ 120

前へ 100

右へ 120

おわり

パパートらが子ども用のロゴを作る目的は、子どもが単語や数字を入れて遊べる数学の遊び場を作ることであった。また、ロゴの設計では、子どもが使いやすいこと(敷居が低いこと)と、エラーの原因がわかりやすいことが重視されている。タートル(カメ)が採用されたのは、視覚的フィードバックが即座に得られ、デバッグを即座に行えることもある。

第一著者は、中学校教諭時代、中学生に5年間(1989-1994)、Logoプログラミングに取り組ませた。日本では、1980年代に日本語でプログラミング可能なパソコン用ソフト「ロゴライター」が発売され、中学生がそれを用いて、タートルグラフィックスの作成やストーリー性ある作品を制作した。

その後、子ども用プログラミング言語は、Starlogoや Squake等が開発されたが、2000年前後には、プログラミング教育は世界的にやや下火となり、冬の時代であったとも言えるかもしれない。

(2) 子ども用プログラミング言語スクラッチ(Scratch)

マサチューセッツ工科大学(MIT)メディアラボでは、ロゴ以来、コンピュータ等のメディアを子どもの学びのため使うという発想が受け継がれている。その中でも、ミッチェル・レズニック(Mitchel Resnick)は、Lifelong Kindergarten(一生続く幼稚園)という考え方を重視し、2006年に子ども用プログラミング言語スクラッチ(Scratch)を開発した。

スクラッチは子どもたちが可能な限り簡単に学習するように設計されている。初心者が最初に正しい構文の書き方を覚えること無く結果を得られる、遊び心のある実験やインタラクティブアニメーション、ゲームなどの製作を通してさらなる学習のやる気を起こさせることを意図している。初期画面に、ネコが表れることも子どもにとっての親しみをよく考えての設計である。

第一著者がスクラッチの画面を初めて見たのは、米国で開かれた国際会議(学会)で2004年であった。そ

の後、小学生がスクラッチでストーリー性がある作品を作った様子を見たのは2008年であった。マサチューセッツ工科大学近くにあるボストン市内の小学校で児童がプログラミング学習を進めていた。その小学校はケネディ元大統領の母校であった。

その後、2013年5月に新バージョンのScratch2.0が公開され、Webアプリケーションとなり、ソフトのダウンロードが不要になった。そのため、改造が容易になり、バージョン1.4にはなかった機能がWebアプリケーションに追加された。また、オンラインで使えないコンピュータ用にScratch2.0オフラインエディタも公開された。

スクラッチ開発環境のユーザインタフェースは複数の枠に分かれており、左側はブロックパレット、真ん中は現在のスプライト情報とスクリプトエリア、右側がステージ(背景)とスプライトのリストである。ブロックパレットにはプログラムを作るためにスプライトエリアにドラッグできるスクラッチではブロックと呼ばれるフラグメントがある。パレットを保持するにはあまりにも大きすぎるため、ブロックは動き、見た目、音、ペン、制御、調べる、演算、変数などの10のグループに分けられる。

スクラッチは現在、学校、教育施設、博物館、コミュニティセンター、そして家庭内等、世界中の多くの異なる場所で使用されている。画面での表示言語は、英語以外に、左上の「地球」のアイコンをクリックすることで、学習者が使いやすい言語に変更することが可能である。日本語も、漢字以外に、すべてひらがな表示にして利用することが可能である。

(3) 小学校児童がプログラミング学習を進める上で

第一著者によるロゴプログラミング実践やスクラッチの特徴を生かし、小学校5~6年生児童を対象としたビジュアルプログラミング学習について次のように提案する。

1) 主体的にコンピュータ等に働きかけて学ぶ

すべての児童がコンピューター画面で「ネコ」を動かすことを基本に、主体的にコンピューター等に働きかけて学ぶ。どのようにすれば、「ネコ」がうまく動くようになるか、から始まる。

スクラッチには教えてもらわなくても、子どもができるようにデザインされている。構成主義の考え方が生かされている。

2) 思考をスクラッチのブロックで組み立てる

ダイレクトモードで命令をマウスでクリックするだけではプログラミングしていることにならない。プログラムモードで、どのように命令を入れていけばよいかを学ぶ。スクラッチでは、ブロックの色や形が異なる。

これでどのように命令を組み合わせればよいかを考えていく。

3) 課題がポイント、クロスカリキュラム的な発想で

児童に好きなようにスクラッチを使わせても教育目的が達成されるとは言えない。「スクラッチで正方形を描く」「回転模様を作る」「音楽を4小節鳴らす」といった課題(目標)を教員が設定する。その際、クロスカリキュラム的な発想をプログラミング学習に取り入れることが重要である。カリキュラムマネジメントとも関連する。

4) 学び合い、成果の共有

スクラッチを使ってできるようになったことやプログラムを隣同士で共有したり、時には席を離れて見せ合うことを支援することが大切である。成果の共有をすることをスクラッチ開発者が推奨している。

3. 小学校児童(特に5~6年生)のためのビジュアルプログラミング学習の提案

ロゴプログラミング実践やスクラッチの特徴を生かし、小学校5~6年生児童を対象としたビジュアルプログラミング学習について次のように提案する。なお、東紀州地域の小学校から出前授業を依頼される際、45分の授業を2コマ続きで支援することが多く、2時間続きの授業を3回分実施することを原則に計画する。

(1) 第1日目(2時間(45分×2))

1. Yahoo kids等のサイトで「scratch」と検索し、米国・マサチューセッツ工科大学の「Scratch-Imagine, Program, Share」(<https://scratch.mit.edu/>)を表示する
2. その中で、左上の「作る」をクリックし、プログラミング画面(Scratch Project Editor)を表示する
3. 「スクリプト」にある「動き(青色)」で、「10歩動かす」「15度回す」などをマウスでクリックし、ネコを動かす【ダイレクトモード】。

参考

「スクリプト」は他にも「見た目(紫)」「音(赤紫)」「ペン(緑)」「データ(濃いオレンジ)」などがあり、「音」から「meowの音を鳴らす」をクリックすると、ネコが鳴く。

4. スクリプトエリアに、「10歩動かす」「15度回す」等の命令を置き(ドラッグ&ドロップ)、組み合わせで命令ができるようにする【プログラムモード初歩】

参考

「音(赤紫)」から、「60の音符を0.5拍鳴らす」「62の音符を0.5拍鳴らす」「64の音符を0.5拍鳴らす」と積み重ねると、「ドレミ」と音が鳴る

5. スクリプトエリアで、種類の違う命令(のブロック)を組み合わせ、ネコを画面上で動かすプログラムを作る【プログラムモード】



図1 スクラッチで「ネコ」を動かすプログラム例

6. スタートボタンを押して動くように、「イベント」から「旗がクリックされたとき」を上のにせ、プログラムが実行できるようにする。

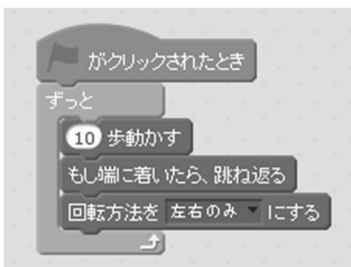


図2 スタートボタンとプログラム

7. (オプション)「見た目」から「次のコスチュームにする」を中に入れ、ネコが足をパタパタ動かして走るようにする。



図3 ネコの足を動かして動かすプログラム例

8. 「ペン (緑)」から「ペンを下ろす」を使って、ネコが動いた軌跡を線で描く。

参考

「消す」「スタンプ」「ペンを下ろす」「ペンの色を*にする」などもあり

9. これまで学んだことをもとに、ネコに正方形 (1辺100) を描かせるプログラムを作る

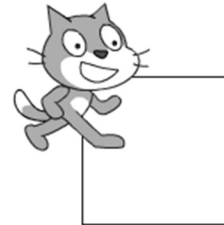


図4 「ネコ」に正方形を描かせるプログラム例

(2) 第2日目 (2時間 (45分×2))

1. 前回の授業で学んだことの復習

Scratch の起動の仕方
プログラムの作り方
正方形の描き方

2. 「正方形」を作るプログラムを参考に、「正三角形」を描くプログラムを作る



図5 「正三角形」を描かせるプログラム例

・「120度回す」を「60度回す」とする子どもが多い。「外角」の考え方が重要

- ・動きを分かりやすくするために、「1秒待つ」を入れるとよい

3. 「正方形」「正三角形」を作るプログラムを参考に、「星形（五芒星）」を描くプログラムを作る



図6 「星形（五芒星）」を描くプログラム例

- ・144度を計算で求めることができるが、子どもは適当に140度、145度と入れてみる者が多い。

4. 「正方形」「正三角形」などを回転させるプログラムを作る

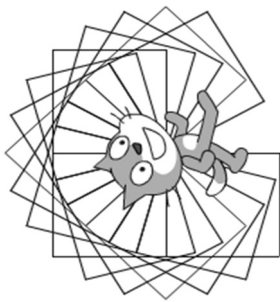


図7 回転模様を描くプログラム例と作図例

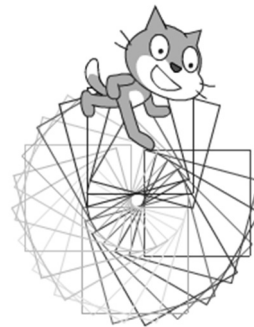


図8 回転模様を応用したプログラム例と作図例

5. 簡単な曲を鳴らしてみる

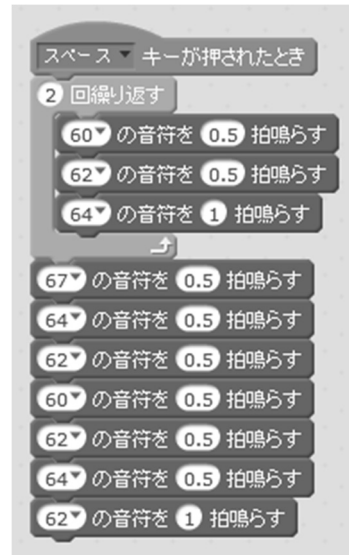


図9 音楽で「チューリップ」の曲を鳴らすプログラム例

(3) 第3日目（2時間（45分×2））

1. 前回の授業で学んだことの復習
 - 正方形や正三角形の描き方
 - 回転模様の描き方
2. 「新しいブロック」を作って定義する（教える）やり方を学ぶ

例えば「正方形」という命令を作る



図 10 正方形の定義をプログラム例

3. 定義した「ブロック」を使ってプログラムを作る

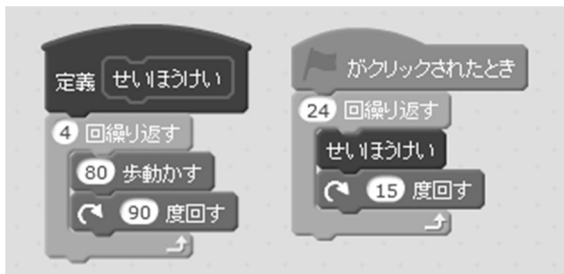


図 11 定義された「正方形」を使うプログラム例

4. ネコにリンゴをあげるプログラムを作る



図 12 りんごをクリックしてネコにあげるプログラム例

参考

http://www.greenowl5.com/gprogram/scratch/scratch_060.html より

4. 東紀州地域でのプログラミング学習支援の成果と課題

2017年11月より、三重大学東紀州サテライト教育学舎担当エリアである次の小中学校においてスクラッチプログラミング出前授業を進めてきた。

熊野市立金山小学校 6年生、5年生

熊野市立新鹿小学校 3・4年生、5・6年生（複式）

熊野市立新鹿中学校 1～3年生

尾鷲市立矢浜小学校 3・4年生、5・6年生

尾鷲市立賀田・三木・三木里小学校合同 5・6年生

大紀町立錦小学校 1～6年生

熊野市立飛鳥小学校 3・4年生、5・6年生（複式）

紀宝町立成川小学校 3・4年生、5・6年生



写真 1 熊野市立金山小学校での授業



写真 2 熊野市立新鹿小学校での授業



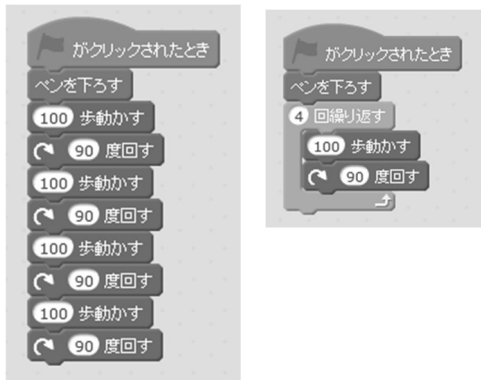
写真 3 尾鷲市立賀田小学校での賀田小・三木小・三木里小合同授業

本実践では、須曾野が担当教諭とティームティーチングで児童生徒を指導し、東紀州サテライト教育学会教員（萩野、榎本、大野）が可能な範囲内で学習をサポートした。

東紀州地域での1年間の出前授業の成果と課題をまとめると次のようになる。

(1) プログラミングの基礎を学ぶ

児童生徒が「ブロックパレット」で命令をカチカチ押しているだけでは、プログラミングしていることにはならない。右側の「スクリプトエリア」で、



のように、命令のブロックを組み立てて、意味を理解した上で「ネコ」を動かすことがプログラミングでは重要で、それが基礎となる。また、プログラミングでは、左図のように組み立てるより、「くりかえす」を使い、効率的にプログラミングすることも重要である。

実際に、児童生徒がプログラムを作ると、うまく動かないことも多い。その場合、なぜか、どのようにしたらうまく動くかを考えることが必要である。

(2) 小学校では算数をベースに、音楽も結びつけ

Scratch は、Logo と同じくマサチューセッツ工科大学メディアラボで開発されたので、パパートの「数学の遊び場を作る」という考え方が受け継がれている。

児童生徒が Scratch を使う上で、数学・算数の知識と結びつくものは、

角度、距離、小数、負の数、座標、変数、関数などが挙げられる。児童が Scratch プログラミングに取り組むと、それらが履修済であったり未履修であることもある。小学校では算数をベースに、履修済であればそれを活用する、未履修であればその内容を説明しながらプログラミング学習を進め、算数で習うことがコンピュータ操作と結びついていることを知ることが大事である。

筆者等のこれまでの実践経験から、命令「くりかえす」「もし～なら」のプログラムは、小学校中学年の児童であれば問題なく操作できた。また、児童は、Scratch

で「ニャーと音を鳴らす」や音楽を鳴らす命令に興味を示すことが多かった。小学校低学年の児童の場合、音楽で図 11 のように組み始めることが導入としてよかった。

(3) ネコグラフィクス

Logo ではカメを動かしてタートルグラフィクスと言われたが、Scratch ではネコが動くので、第一著者（須曾野）は「ネコグラフィクス」と名付け、ネコに幾何学的な図形を描かせた。

例えば、



で正方形が描かれるが、「繰り返す」数に 0 を付け、40 とし、回す角度を 79 とすると、



図形は次のように変わる。

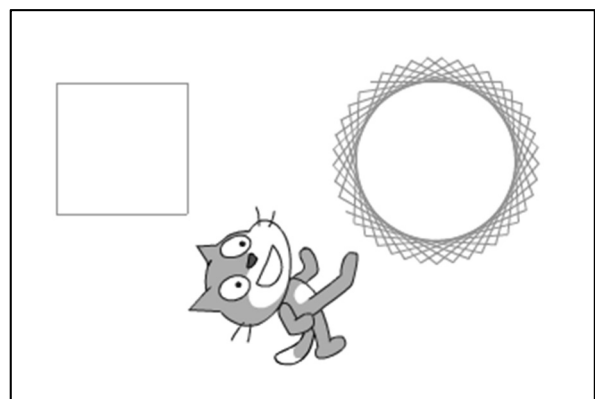


図 13 繰り返す回数や角度を変えた図形例

また、「繰り返す」を重ねて使うと、図 7 や図 8 で示したとおり回転模様ができる。

このように、少しの角度や歩数で図形が変わり、児童生徒にとってオリジナルな作品を作ることができる。ちょっとした遊び心で違う命令を入れるだけで、ネコグラフィクスは変わってくる。子どもの発想を生かすことや試行錯誤をさせることが大事である。

(4) 子ども同士の「わいわいがやがや」を大切に

筆者等がスクラッチプログラミング出前支援を行った上記の小中学校は各学年 1 クラスや複式学級で授業を行う小規模校であった。児童生徒がお互いをよく知り、アットホームな雰囲気での学習活動が進めやすかった。

スクラッチプログラミングを進める場合、質問したいことがあったり、新しい発見があったり、仲間に見せたい画面等になったら、仲間を呼んだり、仲間のところへ行き、交流することを進めてきた。このように「わいわいがやがや」感を大切にすることがプログラミング学習を興味深くすることにつながる。

第一著者はこれまで情報発信型学習にこだわり、教育実践を様々に展開してきたが、その中で学習成果の活用を重視してきた。学習成果を生かすこと、つまり、スクラッチで作った作品を共有することは、開発者レズニックもこだわっていることである。

(5) 教師が教えすぎないこと

東紀州地域でのスクラッチプログラミング授業では、学校内の教員にも児童生徒と一緒にパソコンを操作してもらい、プログラミング学習の進め方を学べるように配慮した。参加教員から「スクラッチは意外と簡単に行ける」「こうやれば授業でプログラミングがなんとかできそうだ」という感想があった。

第一著者が 1980 年後半の Logo プログラミング実践から重視しているのは、プログラミングでは「担当教師が教えることは最小限にする、教えすぎない」ことである。東紀州地域での実践では、このことを授業後の反省や研修で教員に伝えるようにしてきた。

スクラッチやプログラミング学習のことを教師が 100%知っている必要はなく、授業では教員も児童生徒と一緒に学ぶ姿勢で、児童生徒が発見したことをお互い学ぶとよい授業につながりやすい。

5. おわりに

2017 年 11 月、熊野市立金山小学校でのスクラッチプログラミング授業の様子が新聞（三重版やローカル新聞）に大きく取り上げられたことがあった。新聞を見た津市内の教員から「三重大学に近い我が校（小学校）でもぜひ同じ出前授業をやってほしい」という依頼があり、出前授業は東紀州地域のみならず、津市や四日市市内の学校にも広がっている。2020 年 4 月からの新学習指導要領実施に向け、教員研修でも講師として招聘されることも増えた。スクラッチプログラミング授業は、東紀州サテライト教育学舎の取り組みとして始めたが、三重県全県的に、さらに近隣の府県の学

校にも広げていきたい。

引用・参考文献

- Pepert S. (1980) 「Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas」 Harvester Press
- 須曾野仁志 (1991) 「生徒がパソコンに話しかける授業」 LOGOWORLD 第 17 号 ログジャパン, p42-45, 1991
- 須曾野仁志 (1997) 「中学校「情報基礎」における Logo プログラミングの実践と評価」 日本教育情報学会誌「教育情報研究」第 12 巻第 4 号, p41-49, 1997
- Resnick M. (2017) 「Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play」, The MIT Press