

学位論文要旨

小学校音楽科における
プログラミング教育のための学習材の開発
ー 〈ライブ・コーディング〉を手がかりとしてー

広島大学大学院教育学研究科
教育学習科学専攻 学習開発学分野
カリキュラム開発領域

D172335 長山 弘

2020年度より、小学校段階の各教科等において、プログラミング教育が必修化された。本研究の目的は、小学校音楽科においてプログラミング教育を実施するための要点を踏まえた学習材として、Webアプリケーションを開発することである。

本論文は、【第一部】理論編（1, 2, 3, 4章）と【第二部】実践編（5, 6, 7章）によって構成されている。【第一部】理論編では、小学校段階にプログラミング教育が必修化された背景をとりまとめ、それを踏まえて、小学校音楽科の表現活動にプログラミング教育を取り入れた学習のあり方と、そのための手立てを検討した。【第二部】実践編では、理論編を踏まえたWebアプリケーションの開発を行い、それをを用いた授業実践、改良を経て、学習材としての意義を考察した。

【第一部】理論編

1章では、小学校段階におけるプログラミング教育について、その導入に至った経緯及び教育のねらい等を整理して示すとともに、この分野の研究動向を概説した。

小学校段階におけるプログラミング教育のねらいとして、文部科学省（2020, p. 11）による「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」（以下、「手引」）では、①〈プログラミング的思考〉を育むこと、②プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに、コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと、③各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとする、の3点が示されている。このうち、①の〈プログラミング的思考〉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」と定義されている（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 2016）。

「手引」（文部科学省 2020, pp. 42-43）で示されている「様々なリズム・パターンを組み合わせる音楽をつくることをプログラミングを通して学習する場面」に代表されるように、本研究が対象とする小学校音楽科においては、実践例の多くが音楽づくり活動に関わっている。この背景として、音楽づくり活動とプログラミング活動との間に共通点が少なくないことが挙げられる。

しかしながら、筆者は、音楽づくり活動における思考と〈プログラミング的思考〉が、必ずしも一致しないと考えた。例えば、先述の「手引」では、「このような音楽を、このようにしてつくりたいという自分の考え」をもって活動に取り組み、「更に工夫を重ねて試行錯誤」する過程で〈プログラミング的思考〉が働くと記されている（文部科学省 2020, p.42）。しかし、音楽づくり活動では、試行錯誤を通して、「自分の考え」一つくろうとする音楽、もしくは、その発想、思いや意図一が変わることも多く、またそのことは避けるべきことでもない。

この考えをより明確にするために、2章では、音楽づくり活動における思考と〈プログラミング的思考〉との比較を通して、両者の違いを整理し、音楽づくり活動の特質に応じたプログラミ

ング教育のあり方を考察した。まず、論文や書籍、インターネットより、小学校音楽科におけるプログラミング教育の実践における学習内容が具体的に明記された事例を収集した。次に、収集した事例の授業展開や学習指導要領における音楽づくり活動の位置付けの検討を経て、プログラミング教育を取り入れた音楽づくり活動での思考と〈プログラミング的思考〉を比較した。

その結果、プログラミング教育を取り入れた音楽づくり活動における思考の過程の特質として、①「思いや意図」は試行錯誤を通して明確化されていくこと、②「表現方法（プログラム）が意図した結果をもたらすものであったかどうか」と、より優先される「その結果が音楽的に納得できるものであるかどうか」という二段階の検証過程が含まれていること、の2点を指摘した（図1）。

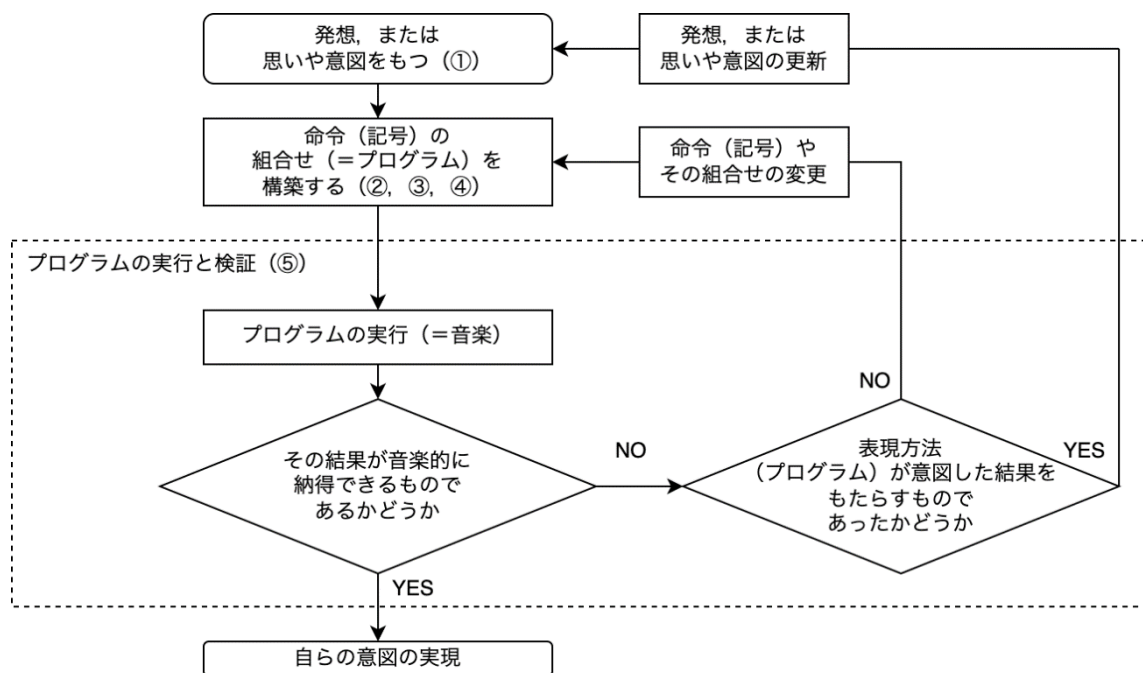


図1 プログラミング教育を取り入れた音楽づくり活動における思考の過程

図1の過程は、ひとつの楽曲をじっくりと作り上げていく活動に相応しく、小学校音楽科の特質に応じた〈プログラミング的思考〉のモデルのひとつとして位置付けることができよう。しかしながら、筆者は、この過程が、前述の活動には相応しいと考えた一方で、即興的俊敏さを発揮して次々と新たな発想を試してみる活動には不向きだと考えた。このことから、本研究では、自らが発した命令の音楽的及びプログラムの妥当性を即時に判断し、次なる命令（記号）をすぐに試してみるといった俊敏さを伴う試行錯誤を促す活動のあり方を検討することとした。

そのような活動を考えるために、3章では、「いじくりまわす」ことを意味する〈ティンカリング（Tinkering）〉という概念を取り上げ、音楽づくり活動との関係性を検討した。

まず、〈ティンカリング〉について、その定義および意義を先行研究から確認し、その特質を、サッチマン（1999）の〈状況的行為（situated action）〉やヴィゴツキー（1987）の〈道具主義的方法（instrumental method）〉に関する論考を手がかりに検討した。その結果を踏まえ、筆者は、

〈ティンカリング〉を、児童の創造性を育み、即興的な音楽づくり活動を促す過程になり得るものとして位置付けた。

次に、音楽創作アプリケーションを用いた〈ティンカリング〉の意義として、それが多様な発想を引き出す〈状況〉になり得ること、「音楽を特徴付けている要素」の理解を促すこと、俊敏さを伴う試行錯誤を促すこと、の3点を指摘した。

続いて、〈ティンカリング〉に、〈プログラミング的思考〉の一部である「一つ一つの動きに対応した記号」を理解する過程が含まれていることから、両者が相容れない思考ではなく、一部に共通する思考を含んだものとして捉えられることを指摘した。

以上を踏まえ、本研究で開発する学習材に〈ティンカリング〉の概念を取り入れるにあたって、その位置付けを2点検討した。1つ目は、図1における「発想、または思いや意図をもつ」段階に位置付けることである。2つ目は、〈ティンカリング〉そのものをパフォーマンス化し、それ自体を即興的な音楽表現とする位置付けである。

〈ティンカリング〉をパフォーマンス化するために、4章では〈ライブ・コーディング (Live Coding)〉という表現手法に着目し、その特質を明らかにした。

〈ライブ・コーディング〉とは、音楽を作曲・演奏するプログラム (アルゴリズム) をリアルタイムに作成・実行することである。また、演奏者が作成・実行しているプログラムが、スクリーンなどを通して、聴衆へと共有される点も大きな特徴である。その過程は、その場に響く音楽と、聴衆からの反応を含む「いま、ここ」の雰囲気を感じながら、演奏終了までプログラムを絶えず編集し音楽を変化させ続ける営みである (図2)。ここでは、〈アルゴリズム作曲 (Algorithmic composition)〉、即興性、評価方法の視点で、〈ライブ・コーディング〉の特質を論じた。

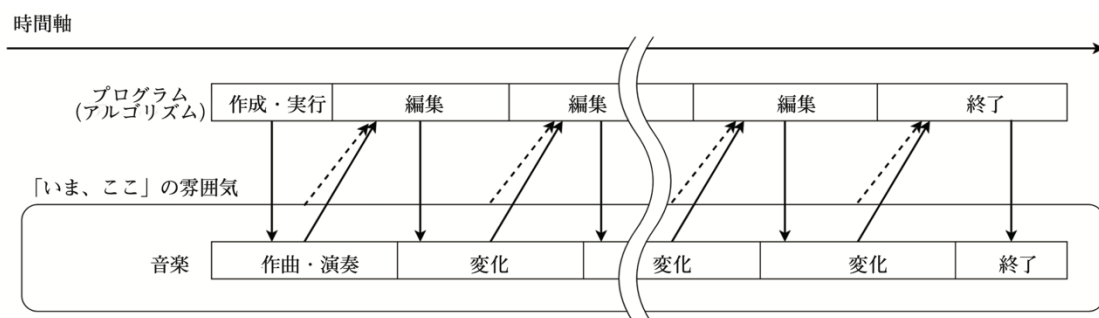


図2 〈ライブ・コーディング〉における演奏の過程

筆者は、検討した特質を踏まえ、〈ライブ・コーディング〉に期待される教育的意義として、即興的な音楽表現を通して「音楽を特徴付けている要素」とその働きの理解を促すこと、演奏者の音楽をつくる過程がスクリーン等を介して教室全体に共有されることによって聴衆役の児童にも学びを促すこと、の2点を挙げた。

【第二部】実践編

5章では、4章で示した〈ライブ・コーディング〉の教育的意義を踏まえ、小学校音楽科の音楽づくり活動におけるプログラミング教育の学習材として、Webアプリケーションの設計と開発を行った。筆者は、この学習材を《テクミュ (Tec-Mu)》と名付けた。

開発にあたっては、次に挙げる7つの方針と工夫を立てた。①〈ライブ・コーディング〉の過程に着目した観点、②「音楽を特徴付けている要素」の理解を深めることに関する観点、③直観的な操作性についての観点、④児童のつくる音楽の多様性の保障に関わる観点、⑤小学校音楽科の学習内容を考慮した観点、⑥コンピュータの特質を生かした表現に関する観点、⑦動作環境に関する観点、である。そして、開発を通して、これらのうち観点①、⑤、⑥、⑦を達成することができた。

6章では、第6学年の児童を対象に、《テクミュ》を用いた音楽づくり活動による授業実践を行い、観点②、③、④を検証した。

児童は、はじめに、1人1台のコンピュータで音楽づくり活動を行い、次に3～4名から成る班で、各班1台のタブレット端末を用いた音楽づくり活動に取り組んだ。最後に、演奏者と聴衆役の児童とに分かれ、発表活動を行った。発表にあたっては、演奏者のコンピュータ画面を電子黒板に拡大提示することで、音楽だけでなく、音楽をつくる過程も聴衆役の児童と共有した。また、〈ライブ・コーディング〉が盛んに実践されているクラブシーンなどと同様に、聴衆役の児童は演奏中であっても声を上げるなどの反応を自由に行えるようにし、演奏者と聴衆役の児童との双方向コミュニケーションを促した。

授業における児童の様子やワークシートより、演奏者の音楽をつくる過程の共有が聴衆役の児童の「音楽を特徴付けている要素」に対する理解を促していたことが明らかになった。このことは、観点②が達成されたことを示す根拠となった。

観点③に関しては、授業後の質問紙調査に、操作性に関する問いを設け、その回答結果を検討したところ、難しかったと答えた児童が30名中6名(20%)みられた。しかしながら、児童が生成した音楽に着目したところ、音楽的な思いや意図が次第に明確になっていったことを見取ることができた。また、活動全体を通して、どの児童もほとんど手を止めることなく、様々な操作を試行していた。これらのことより、筆者は、《テクミュ》が〈ティンカリング〉を促す直観的な操作性を備えていることを指摘できるとした。

観点④については、児童が生成した音楽が、筆者の設けた音楽的枠組としての「パターンの組合せと反復を主とした音楽」を保ちながらもそれぞれの児童の興味や好みが反映された個性的なものであったことから、児童のつくる音楽の多様性が保障されていることを確認した。

以上のように、前述した開発の方針と工夫を概ね達成できていたことを検証したが、他方で、観点③の操作性に関しては若干の課題が残った。

7章では、《テクミュ》を改良し、再度授業実践を通して、その学習材としての妥当性を検証した。

《テクミュ》の改良にあたっては、次の2点に焦点を当てた。1点目は、6章で残された課題を踏まえ、それぞれの命令が意味することを一見して理解できるように画面構成や画面遷移などのデザインを見直したことである。2点目は、学習材の教育的可能性をより確実にするために「音楽を特徴付けている要素」の理解を深められることを目指して、命令が即時に結果へと反映される発音処理にしたことである。

授業実践は、第6学年の児童（なお、6章で対象にした児童とは異なる）を対象とした。授業展開は、6章で取り上げた授業実践から若干の変更を加えたが、最後に児童を演奏者と聴衆に分けて発表活動を行ったという点では同じである。

授業後には、質問紙調査を実施した。その分析にあたっては、全体の傾向を客観的に抽出するために、テキストマイニングツール KH Coder を用いて自由記述の内容から共起ネットワークを作成した。その結果、聴衆役の児童も、演奏者が音楽を変化させる過程の観察を通して、命令と実行の結果との因果関係に着目することができていたことが明らかになった。また、実際の活動の観察からも、聴衆役の児童は、演奏者の表現に対する様々な反応を示していた。このことは、聴衆役の児童にとっても、「音楽を特徴付けている要素」への着目を促すことを通して音楽科としての学びを深められること、そして、因果関係に着目することを通して〈プログラミング的思考〉の一部を育むことにつながることを示唆された。

《テクミュ》の操作性については、改良を行ったにも関わらず、6章とほぼ同様の結果となった。質問紙調査では全ての児童にとってわかりやすいという成果は得られなかったものの、授業実践における児童の様子をみると、わかりにくかったと答えた児童を含め、全員が授業者のナビゲートなしに音楽づくり活動に取り組み〈ティンカリング〉することができていた。

さらに、質問紙調査の回答には、音楽づくり活動に留まらない、プログラミングの一般的な手法に関わる記述がみられた。このことは、《テクミュ》による音楽づくり活動が、プログラミング教育のための学習材としても、ある種の妥当性を備えていることを示している。

【総括】

最後に、本研究の総括として、《テクミュ》を用いた音楽づくり活動で働く思考の特質を論じた。

本研究では、授業実践を通して、実行の結果（音楽）と命令との因果関係を意識しながら音楽づくり活動を行うことが、児童の〈プログラミング的思考〉の育成へと結びつくことを示した。しかし、そこで働かせる思考は、「手引」で示される思考とはやや異なるものである。具体的には次の3点である。

1点目は、結果となる音楽や、その源となる発想、思いや意図が、試行錯誤を通して次第に具体化されることである。2点目は、この思考の過程においては、「手引」では避けるべきとされている「思い付きや当てずっぽう」な命令でさえも、新しい発想や方向性を生む、重要な役割をもつことである。3点目は、次々とあらわれる課題を即座に捉えて解決する即興性をもつことである。

以上を踏まえて《テクミュ》の表現活動の過程を示したものが図3である。

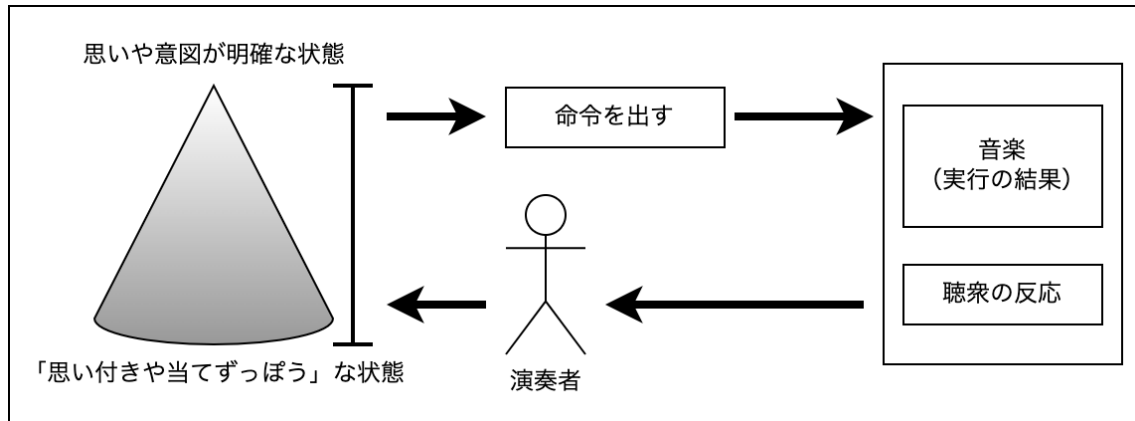


図3 《テクミュ》における音楽づくり活動の過程

この活動過程では、演奏者は、はじめ、何らかの命令を出す「思い付きや当てずっぽう」な試行からはじまる。そして、〈ティンカリング〉を通して、命令の働きを理解するにつれ、「思い付きや当てずっぽう」な命令は次第に「意図した」命令へと変容する。他方、演奏者が新しいことを試してみようとするとき、命令は再び「思い付きや当てずっぽう」に近いものに戻ってしまうが、音楽表現の探究にはそのことも欠かせない。すなわち「思い付きや当てずっぽう」な状態と、思いや意図が明確な状態とを行きつ戻りつしながら活動を行うことになるのである。

命令を組み立て実行しそれらの因果関係を学ぶこと、そして、新しいことを試して再び「思い付きや当てずっぽう」な状態から新たな命令を試すこと、これら両方の過程が含まれる経験は、いわゆる（知識や技能を）「身に付ける」学びと、「探究する」学び、それら両方をもたらすことへとつながると期待される。この過程のなかには、自らの思いや意図の瞬間的な省察、音楽を形づくっている要素に関わる学び、幅広い表現活動を生み出す契機、これらすべてが埋め込まれている。

引用・参考文献

- ヴィゴツキー、エリ・エス（1987）『心理学の危機』柴田義松（訳）、明治図書出版。
- サッチマン、ルーシー・A.（1999）『プランと状況的行為—人間—機械コミュニケーションの可能性—』佐伯 胖（訳）、産業図書。
- 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（2016）「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）」インターネット、https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm（2023/1/10に閲覧）
- 文部科学省（2020）「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」インターネット、https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf（2023/1/10に閲覧）