

# 小学校音楽科のプログラミング授業における 〈ティンカリング〉の位置付けの検討

— コンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動に焦点を当てて —

長 山 弘  
(2019年10月3日受理)

“Tinkering” with Programming Education in Music Classes at Elementary Schools  
: Music-Making Activities Using Computer Software

Hiroshi Nagayama

**Abstract:** Beginning in 2020, programming education will be required in elementary schools in Japan. In addition, it is necessary to consider how to programming education can be implemented in music classes. This paper discusses the importance of tinkering in music-making activities during programming education in elementary schools. First, “tinkering” was defined and some characteristics considered. Some aspects of tinkering in music-making activities were considered in addition to some advantages of tinkering with computer software. Although tinkering greatly differs from computational thinking, the possibility of adapting them was considered. Finally, the significance of tinkering in both music and programming studies is pointed out.

Key words: Tinkering, Elementary School, Music-Making Activities, Programming Education, Computational Thinking

キーワード: ティンカリング, 小学校, 音楽づくり活動, プログラミング教育, プログラミング的思考

## 1. 研究の背景と目的

本稿は、「いじくりまわす」ということを意味する〈ティンカリング (Tinkering)〉という行為が、小学校音楽科のコンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動におけるプログラミング教育に、どのような効果をもたらすのかを検討し、授業に〈ティンカリング〉をどのように位置付けるかを考察することを目的とする。

### 1.1. 研究の背景

令和2年度より、小学校段階においてプログラミング教育が必修化されることとなった(文部科学省2018a)。プログラミング教育の実施にあたっては、新しく教科が設けられるのではなく、各教科等の活動を通して実施される(文部科学省2018b:86)。そのため、音楽科での実施も例外ではない。

文部科学省(2018c:11)は、小学校段階のプログラミング教育のねらいの1つとして、児童の「プログラミング的思考」を促すことを示している。「プログラミング的思考」とは、「プログラミングと論理的思考との関係を整理しながら提言された定義」であり、

---

本論文は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員: 寺内大輔 (主任指導教員), 権藤敦子,  
田中秀幸, 山崎敬人

「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」を指す（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）。

文部科学省（2018c：13-14）は、この「プログラミング的思考」を「コンピュータを動作させることに即して」考えたものとして、「コンピュータを動作させるための手順（例）」を、次のように示している。

- ① コンピュータにどのような動きをさせたいのかという自らの意図を明確にする
- ② コンピュータにどのような動きをどのような順序でさせればよいのかを考える
- ③ 一つ一つの動きを対応する命令（記号）に置き換える
- ④ これらの命令（記号）をどのように組み合わせれば自分が考える動作を実現できるかを考える
- ⑤ その命令（記号）の組合せをどのように改善すれば自分が考える動作により近づいていくのかを試行錯誤しながら考える

（文部科学省 2018c：14）

この「コンピュータを動作させるための手順（例）」をもとに、児童の「プログラミング的思考」を促すための、「すべての教科に共通する児童の学習の過程」をフローチャートで示したものが図1である（長山 2019：59）。

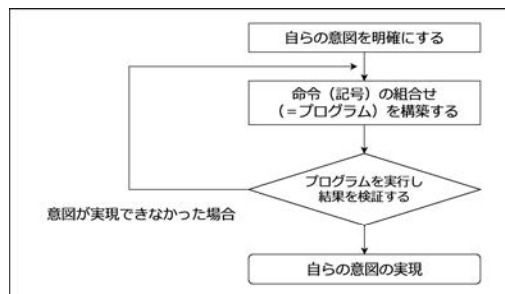


図1 「『コンピュータを動作させるための手順（例）』に基づいた学習の過程」（長山 2019：59）<sup>1)</sup>

長山（2019：61-62）は、「自らの意図の実現」というゴールを音楽科の表現領域における「思いや意図の実現」に置き換えて考えたとき、そこに至る過程が、必ずしも図1の過程とは一致しないことを指摘してい

る。その理由として、小学校音楽科の表現領域においては、「思いや意図」そのものがはじめから明確ではないことを挙げている。すなわち、「思いや意図」は、それを探求する過程で次第に明確になっていくものであり、その過程においては、適切なプログラムの結果として当初意図していたとおりの音楽が生じた場合でも、そこから新たな「発想、または思いや意図」が生まれることもある。逆に、「当初意図していた結果をもたらさない」プログラムだとしても「そこから生まれる音楽に対して『おもしろい。この結果を採用したい』」と感じたりすることがしばしばあるのである。そのため、自らの「思いや意図」を実現するにあたっては、「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」という検証過程に加え、それよりも優先される「その結果が音楽的に納得できるものであるかどうか」という二重の検証過程を経ることを指摘している。その学習の過程をフローチャートで表したものが図2となる。

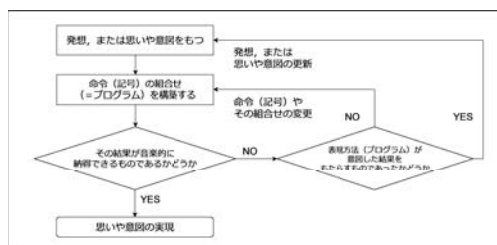


図2 「小学校音楽科の表現領域におけるプログラミング教育を取り入れた学習の過程」（長山 2019：62）

## 1.2. 問題の所在と本稿の目的

現在、各教科等でプログラミング教育を行うために、多くのプログラミング教材が提案されている。例えば、「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」（未来の学びコンソーシアム）では、「教育版マイクラフト」「LOOPIMAL」「MESH」「教育版レゴマインドストーム EV3」「Scratch」「Viscuit」「BBC micro:bit」「Ozobot」「CodeMonkey」「ArtecRobo」「Smalruby」「IchigoJam」「レゴ WeDo2.0」「MakeCode」といった、多くのソフトウェアやハードウェアが、「実施事例で使用されている教材ツール」として紹介されている<sup>2)</sup>。

このようなソフトウェアやハードウェアを使った授業を行う場合、その選定にあたっては、共通の基準が設けられているわけではなく、授業者の判断に任されている。そのため、用いられるソフトウェアやハードウェアは、その授業のねらいや児童の実態に応じて選定されることが一般的である。小学校音楽科において

は、他教科のプログラミング教育でもしばしば用いられる「Scratch」といったソフトウェアのほか、主に音楽づくり活動に特化した「ボーカロイド教育版<sup>3)</sup>」や「LOOPIMAL」など、目的に応じて様々なソフトウェアを用いた事例が見られる<sup>4)</sup>。

一方、児童にとっては、活動内容や与えられた課題によって用いるソフトウェアやハードウェアが異なるため、それぞれのソフトウェアやハードウェアの操作法を習得する必要が生じる。例えば、小学校音楽科の場合、旋律をつくる活動のために「ボーカロイド教育版」を用いるのであれば、コンピュータの画面上で、旋律を書いたり、消したり、再生したりするといった操作の習得が必要となる。また、リズムパターンを組み合わせてリズムアンサンブルをつくる活動のために「Scratch」を用いるのであれば、リズムパターンを作ったり、重ねたり、繰り返したりするといった操作の習得が必要となる。

こうした操作を児童に理解させるための手立てとして、しばしば採られる方法が、活動に必要な操作をわかりやすく示したマニュアル(説明書)を用意したり、実際に1つ1つの指示とその結果を、授業者と児童とで確認したりすることである。一方、そういったインストラクション(教示)に頼らず、児童が自分で勝手に様々な操作を試す(いじくりまわす)ことによって、操作を習得していく場合もある。これら2つの方法は、一概にどちらが優れているとは言い難いものであるが、本稿では、後者の方法に焦点を当てる。なぜなら、いじくりまわすということは、単にソフトウェアやハードウェアの操作を習得するだけでなく、創作活動のための発想を生み出す源にもなり得ると考えられるからである。

このことを考えるために、筆者が着目したのが〈ティンカリング(Tinkering)〉と呼ばれるプロセスである。〈ティンカリング〉は、前述したように「いじくりまわす」という意味ではあるが、それは前述したようなソフトウェアやハードウェアの操作を習得することを主目的とした行為ではなく、ものづくりの過程において創造性を引き出すための有効な手立てとして重視されているものである(レズニックほか 2018: 231)。さらに、志民(2019:55-56)は、〈ティンカリング〉が、音楽づくりや創作の活動、また広く捉えて、音楽を表現すること自体と関わりがあることを指摘している。とりわけ、音楽づくり活動において、学習指導要領の音楽づくり活動の内容にある「即興的に表現すること」と、多くの共通性を見出すことができると述べている。

以上を踏まえ、本稿では、小学校音楽科のコンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動を通したプ

ログラミング授業に焦点を当て、そこに〈ティンカリング〉をどのように位置付けることができるかを検討することを目的とする。

そのために、まず、〈ティンカリング〉の定義を確認する(2章)。次に、〈ティンカリング〉の特質を検討し(3章)、コンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動に焦点を当てた〈ティンカリング〉の特質を検討する(4章)。続いて、〈ティンカリング〉と「プログラミング的思考」との接続について検討し、音楽づくり活動の過程における〈ティンカリング〉の位置付けを考察する(5章)。

## 2. 〈ティンカリング〉の定義

〈ティンカリング〉という語は「家財道具を修理してまわった流しの修理屋」を示す言葉として1300年代に現れた(ウィルキンソン・ペトリッチ 2015: 13)。しかしながら、近年におけるこの語は、2005年頃からはじまった「メイカームーブメント<sup>5)</sup>」以降、同ムーブメントに関連して、主にもづくりの分野で使われるようになった(ウィルキンソン・ペトリッチ 2015: 225)。前掲のウィルキンソン・ペトリッチ(2015)を翻訳した金井哲夫は、〈ティンカリング〉にちょうど当てはまる日本語がないこと、そして、「いじくりまわす」がニュアンスとしては近いが、「うまい名詞」がないため、「ティンカリング」とカタカナ表記にしたことを述べている(ウィルキンソン・ペトリッチ 2015: 225)。

柚木・片平(2016:53)は、過去の定義を参照し、〈ティンカリング〉の定義は「一義的には定まらない」とした上で、「明確な目標、計画(設計)が存在しない」「遊戯性、熱意という心情的な側面を持つ」「組み合わせる、分解するなどをして、様々な目的に合うように作り変えるという技術的な側面を持つ」という、3つの特徴を持つものだとしている。本稿では、柚木・片平の定義に沿って論を進める。

## 3. 〈ティンカリング〉の特質

本章では、〈ティンカリング〉の特質を検討する。まずは、前述のメイカームーブメントにおける〈ティンカリング〉の理念を参照し、次に、〈状況的行為〉と〈プランニング・モデル〉、さらに、〈道具主義的方法〉に着目して検討する。

### 3.1. ウィルキンソン・ペトリッチが示した理念

〈ティンカリング〉の特質を考えるうえで、重要な

示唆を与えてくれるのが、次に示すウィルキンソン・ベトリッチ (2015) による「ティンカリングの理念」である。

- ・ アイデアを何度も見直して作り直そう
- ・ よく知っている素材を知らないことに使う
- ・ 古い技術を見直す(そして新しい技術を発見する)
- ・ すぐに作る
- ・ 科学とアートと技術を融合させる
- ・ 作ることでアイデアを表現しよう
- ・ ユーモアを持とう
- ・ 真面目に取り組む しかし 真面目にならない
- ・ ゴチャゴチャでやかましくて、ときには危ない状況に自分を置く
- ・ 現実世界のお手本はいたるところにある
- ・ 自主性と協力の均衡
- ・ やって困ろう
- ・ 知らなくて当たり前
- ・ 道具を愛せよ
- ・ 消費するより創り出せ

(ウィルキンソン・ベトリッチ 2015: 14-15)

これらの理念からは、なにかを行うという試行の過程が〈ティンカリング〉の中心に位置付けられているとわかる。とくに、「すぐに作る」「やって困ろう」「アイデアを何度も見直して作り直そう」という言葉からは、前述の定義にもあるように、明確な目標や計画をはじめから立てておくのではなく、試行を繰り返す過程で、その目標や計画を明確にしていくという特徴を窺うことができる。実際、レズニックら (2018: 232-233) は、ティンカー (〈ティンカリング〉する人) が「常に自分たちの目標 (どこに向かうのか) と計画 (どのようにそこに向かうのか) を再評価」し続けることを示している。

ただし、〈ティンカリング〉でははじめの目標が明確ではないものの、「〇〇を使って『何か』を作る」といった広い意味での目的はある程度設定されている。本稿では、このことを「目的」、また、具体的に明確なゴールを「目標」として定義する<sup>6)</sup>。

このように、事前に明確な目標や計画をもたず、試行錯誤を通して目標を明確にしていくという〈ティンカリング〉では、そこにある道具や素材が持つ可能性が大きな意味を持つ。何を試すことができるか、どこまで可能かは、そうした〈状況〉や〈環境〉に依存しているからである。つまり〈ティンカリング〉は、〈状況的行為 (situated action)〉の1つということができよう。そこで、〈状況的行為〉をしばしば対に

なって論じられることの多い〈プランニング・モデル (planning model)〉と比較しながら、その特質を検討する。

### 3.2. 〈状況的行為〉と〈プランニング・モデル〉

〈状況的行為〉とは、「状況に埋め込まれた行為」とも呼ばれる (サッチマン 1999: 27)。サッチマン (1999: 49) は、〈状況的行為〉では、プランを実現するために行為があるのではなく、プランは〈周辺環境 (circumstances)〉によって構築されることを述べている。また、岡田 (2010: 525) は、〈状況的行為〉においては、目的が次の行為を導き出すのではなく、〈状況 (situation)<sup>7)</sup>〉が次に採るべき行動を導き、結果として目的が達成されることを述べている。

一方、意図した結果に向けて計画を立て、それに沿って行為することを〈プランニング・モデル〉という (サッチマン 1999: 28)。〈プラン (plan)〉とは「行為や行動に先だって用意された計画のこと」である (岡田 2010: 526)。〈プランニング・モデル〉の利点とは、目的を達成するまでの効率の良さである。目的のための計画は、事前に綿密に構築されるため、試行錯誤の回数は減り、最適化された過程を経ることができる。その反面、柔軟性は低い。〈プランニング・モデル〉においては、〈状況〉が変化した場合、行為者は再度、計画を作り直す過程に立ち戻る必要がある (サッチマン 1999: 29)。

〈状況的行為〉は〈プランニング・モデル〉に比べ、効率性で劣るものの、柔軟性の面では優っている。行為者は、1つ1つの〈状況〉の変化に適切に対応することで、目的の達成に近づいていくのである

しかしながら、ここで1点留意したい。それはサッチマンや岡田の言説によると、〈状況的行為〉においては、達成されるべき目標は予め明確であり、最終的にその目標が達成されることになる。一方、〈ティンカリング〉の場合、ティンカーが試行錯誤の過程で目標と計画を再評価し続けたり、ウィルキンソン・ベトリッチ (2015: 13) が「きちっとした結果につながる手順を着実に踏むわけではなく、「自分自身でも思いもよらなかった素晴らしいものが生まれてくる」可能性がある」と述べていたりするように、〈ティンカリング〉では予め大まかな目的 (例えば、「ものを作る」「旋律をつくる」といったこと) は設定されているものの、何をつくるのかといった具体的な目標は、試行錯誤を経て明確になるため、最終的にできあがる形としては様々な可能性が考えられる。この点において、〈ティンカリング〉は、目的は決まっているが、目標が活動の過程で変化するものづくりの活動に適し

ていると言えるだろう。〈ティンカリング〉を扱った書籍には、「安いおもちゃや使われなくなった古い機械をバラバラにして、なにか新しいモノに作りかえる」活動（バンジ・シロー 2015：7）や、針金を使って何かを作る活動（ウィルキンソン・ペトリッチ 2015：108-115）などが例示されているが、音楽づくりもまた、このような「目的は決まっているが、目標が活動の過程で変化する活動」として設定することが可能である。

この、目標が活動の過程で変化する特質は、〈状況的行為〉の強みである柔軟性を一層高めることになると考えられる。レズニックら（2018：232）は、〈ティンカリング〉について、「効率を失う代わりに、創造性と俊敏さを得る」と述べているが、こうした創造性、俊敏さを引き出すための〈状況〉として、「達成されるべき目標の変更が許される」という前提が挙げられるからである。

### 3.3. 〈道具主義的方法〉

〈ティンカリング〉においては、前述の〈状況〉を構成する重要な要素のひとつに、道具や材料がある。

道具や材料は、ティンカーラーたちの行為にどのような影響を与えるだろうか。このことを考えるために、ここでヴィゴツキーの〈道具主義的方法 (instrumental method)〉といった概念を参照したい。ヴィゴツキー（1987：51-59）によれば、人の行動は形ある道具だけでなく、形のない心理的道具<sup>8)</sup>によっても影響を受ける。動物の行動は「刺激」と「反応」によって説明されるが、人間の場合にはそれらをつなぐ「媒介」がある。このように、人はある道具や心理的道具によってできることしか、しようとなしな。つまり、はじめに、行為者が用いることのできる道具や材料があり、そこから「欲求」が生まれるのである<sup>9)</sup>。

ヴィゴツキーは、「欲求」という語を用いているが、その道具がなければ考えもしなかった「欲求」が引き出されるということは、道具は、新たな「発想」が引き出されるトリガーにもなるだろう。用いることができる道具や材料、それらを用いて「何ができるか／できないか（可能性）」「どこまでならできるか（限界）」を理解することは、発想に大きく影響するのである。

以上、本章で検討したことを踏まえると、〈ティンカリング〉の特質として、次の3点を挙げることができる。

- ① 〈ティンカリング〉は、〈状況的行為〉のひとつである。
- ② 「達成されるべき目標の変更が許される」という前提が〈状況〉を構成する重要な要素であり、こ

のことによってティンカーラーの創造性と俊敏さが引き出される。

- ③ 道具や材料が、行為の（可能性と限界の）理解を促し、発想を引き出すトリガーとなる。

本章では、〈ティンカリング〉の特質を、メイカームーブメントにおける理念を出発点として検討してきた。音楽づくりもまた、何かをつくるという点においてはものづくりと共通する行為である。しかしながら、音楽づくり活動における〈ティンカリング〉は、ものづくりにおける〈ティンカリング〉とは異なる点もある。次章では、コンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動に焦点を当てて、その特質を検討する。

## 4. コンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動における〈ティンカリング〉の特質

### 4.1. 道具と材料

まず、音楽づくり活動全般の道具と材料について考えてみよう。道具については、本稿で焦点を当てているコンピュータ・ソフトウェアのほかにも、実際の楽器や音具、メモ帳、楽譜など、様々な可能性がある。

一方、材料についてはどうだろうか。音楽をつくるための材料は音である。音は、並べられたり、重ね合わせられたりすることによって、音楽へと構成されていく。この時、音の並べ方や重ね方の様子を認識するための重要な要素や仕組みとなるのが、学習指導要領に〔共通事項〕として位置付けられている「音楽を形づくっている要素」である。「音楽を形づくっている要素」とは、「音色、リズム、速度、旋律、強弱、音の重なり、和音の響き、音階、調、拍、フレーズなど」の「ア 音楽を特徴付けている要素」と、「反復、呼びかけとこたえ、変化、音楽の縦と横との関係など」の「イ 音楽の仕組み」から成る（文部科学省 2018a：127）。

### 4.2. 目に見えない材料を用いた創作過程の特質

音楽づくりの材料が「音」であるということは、音楽づくりとものづくりとの大きな違いを生じさせている。一般的に、ものづくりでは、目に見える（形のある）材料を使って、目に見える（形のある）何かをつくり出す。一方、音楽づくりは、「音」という目に見えない（形のない）ものを材料として、目に見えない（形のない）音楽をつくる行為であり、その過程で重要となる「音楽を形づくっている要素」もまた、目には見えない。

したがって、音楽づくりにおいては、創作の経過を

確認するために、耳で聴くことが必要になる。だが、音は、形あるものと違い、時間の経過とともに消えてしまうため、それを実際の耳で確認するためには、その都度実際に鳴らしてみることが必要となる。

#### 4.3. 〈ティンカリング〉の道具としてのコンピュータ・ソフトウェアの意義

音楽づくりにおいて〈ティンカリング〉する際、「音楽を形づくっている要素」をどのように変化させることができるかは、用いる道具の性格に大きく依存している。ここでは、本稿で検討対象としているコンピュータ・ソフトウェアを道具とした場合に焦点を当てて、その意義を検討したい。

まず、コンピュータ・ソフトウェアの特質として、機能の豊富さが挙げられる。豊富な音素材を備えていることはもちろん、できることも多岐にわたっている。そのため、コンピュータ・ソフトウェアは、それ自体がひとつの道具というよりも、数多くの道具が入った、いわば道具箱だといえるだろう。このことは、児童の創作の発想を多様に引き出す〈状況〉のひとつになり得ると考えられる。

次に、音楽を正確に演奏することができる特質が挙げられる。実際の楽器を道具とした音楽づくり活動においては、児童の演奏技能が、発想の可能性を制限してしまう〈状況〉になりかねない。一方、コンピュータ・ソフトウェアは、意図した音楽が、児童にとって高い演奏技能が求められるものであっても、正確に演奏することができる。このこともまた、児童の創作の発想を豊かに引き出す〈状況〉のひとつになり得ると考えられる。

続いて、「音楽を形づくっている要素」の「ア 音楽を特徴付けている要素」の1つ1つに焦点を当てて操作ができることが挙げられる。実際の楽器を道具とした場合には、ある要素を変えた場合に、他の要素も影響を受けることがある。例えば、「音色」を変えようことを意図して楽器を別の楽器に変えた場合に、変えることを意図していなかった「音量」まで変わってしまうことがある。これは、実際の楽器では「音楽を特徴付けている要素」に挙げられている諸要素が連動していることが多いからであるが、他方、多くのコンピュータ・ソフトウェアでは、「音量」のみ、「速度」のみ、というように、1つ1つの「音楽を特徴付けている要素」を個別に、独立して〈ティンカリング〉することができる<sup>10)</sup>。このことは、「音楽」を、「音楽を特徴付けている要素」に分解して捉える見方を促すための〈状況〉になると考えられる<sup>11)</sup>。

さらに、命令がもたらす結果をすぐに知ることがで

ることが挙げられる。長山(2019:63)が、コンピュータが「プログラムの実行—すなわち『演奏』」の過程を担うことで、児童は演奏のための練習の過程を省くことができるとするように、コンピュータ・ソフトウェアは、命令によって生じる変化をすぐに音として確認できる俊敏さを備えている。このことは、図2に挙げた小学校音楽科の表現領域におけるプログラミング教育の学習の過程における試行錯誤を活性化させることでもある。また、このような俊敏さを伴う試行錯誤は、児童がコンピュータへの「命令」とその「実行の結果」を理解することにも寄与すると考えられる。それは、ソフトウェアの操作法に關してだけでなく、音楽的な理解にも及ぶ。4.2.で「音は、形あるものと違い、時間の経過とともに消えてしまうため、それを実際の耳で確認するためには、その都度実際に鳴らしてみることが必要」と述べたが、俊敏さを伴う試行錯誤の経験は、「ここをこうすればおそろしくなるだろう」のように音楽的結果を想像し、実際に鳴らしてみなくても推測できる力を高めることが期待されるのである。この力は、音楽をつくるうえで大切な力のひとつである。

以上のことから、コンピュータ・ソフトウェアを〈ティンカリング〉することの意義として、次の3点が挙げられる。

- ①機能が豊富であること、また、高い演奏技能が求められる音楽であっても正確に演奏できるといった特質が、児童から多様な発想を引き出すための〈状況〉になり得ることが期待できること。
- ②1つ1つの「音楽を特徴付けている要素」を個別に、独立して〈ティンカリング〉することができるため、「音楽」を、「音楽を特徴付けている要素」に分解して捉える見方を促すと考えられること。
- ③命令がもたらす結果をすぐに知ることができるため、俊敏さを伴う試行錯誤を促すことができること。また、そうした経験によって、音楽的結果を推測する力をも高めることが期待できること。

## 5. 音楽づくり活動を通したプログラミング授業における〈ティンカリング〉の位置付け

本章では、ここまで述べてきたことを踏まえ、小学校音楽科のコンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動を通したプログラミング授業における〈ティンカリング〉の位置付けを考察する。

### 5.1. 〈ティンカリング〉と「プログラミング的思考」

ここまで論じてきたように、〈ティンカリング〉は、「プログラミング的思考」とは異なる点が数多くある。原田ら（2017:326）が、プログラミングにおける〈ティンカリング〉を「明確な計画を元にプログラミングをするのではなく、素材や自分の書いたプログラムのフィードバックを利用しながら作り上げていくプロセス」と定義したように、〈ティンカリング〉が、〈状況〉から促された行動を通して次第に意図が明確になっていくのに対し、「プログラミング的思考」は、意図がはじめにあることを前提に、それを実現するための方法を論理的に考えていく思考である。また、〈ティンカリング〉では、行為を試してみることが重視されているのに対し、「プログラミング的思考」は、ある程度の明確な根拠をもって試すべき行為を決定する<sup>12)</sup>。このように、〈ティンカリング〉と「プログラミング的思考」とは、一見相容れない思考のようにも見える。

しかしながら、〈ティンカリング〉には、「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」を理解するプロセスが含まれている。例えば、コンピュータ・ソフトウェアを〈ティンカリング〉する過程には、そのソフトウェアで出すことのできる「命令」と、その結果との一対一の因果関係を学ぶことが含まれている。この学びを「プログラミング的思考」に接続するためには、「どのように組み合わせたらいいのか」といった思考へとつなげていくことが必要となる。行為を試してみることが重視する〈ティンカリング〉では、俊敏さが大きな利点であると同時に、それだけでは論理的思考を働かせる機会が失われる可能性をも孕んでいる。〈ティンカリング〉によって納得できる音楽が生まれたときには、そのことに満足して終わるのではなく、その音楽が「どのような動きの組合せ」でできているのかを振り返り、「実行の結果」との因果関係を論理的に考えることが重要である。

### 5.2. 〈ティンカリング〉の強みを意識した位置付け

コンピュータ・ソフトウェアを〈ティンカリング〉する活動では、児童の行為が多様なものになりがちである。例えば、「VOCALOID」を使って〈ティンカリング〉を行う場合、既成の旋律を歌わせる、自ら旋律をつくってみる、人間には歌えないような過度に難易度の高い歌唱を実現する、人間には出せないようなユニークな声を出させるなど、様々な行為が引き出される可能性がある。

しかしながら、多種多様な行為が引き出されるということは、授業においては必ずしも利点になるとは限らない。教師が想定していた活動の範囲を逸脱し

た行動が促されることも少なくないことが予想されるからである。こうした逸脱を避ける必要がある場合には、道具の使用を制限することが有効だと考えられるが、そのような手立ては、前述した〈ティンカリング〉の強みを失わせることにもなりかねない。そのため、〈ティンカリング〉の強みを活かすためには、〈ティンカリング〉を、発想、または「思いや意図」を持つ段階に位置付けることがふさわしいと考えられる。

〈ティンカリング〉を通して引き出された多様な発想は、児童のなかに蓄積されていく。その活動時には採用しなかったものも含め、そこで得られた発想は、別の機会にも活かすことができると考えられる。クラスメイトとの協同的な創作活動、何らかの明確な目標を意識しながら行う音楽づくり活動、また音楽以外の創作活動など、様々な機会に活かしていける可能性を持っている。

学習指導要領において、音楽づくりの活動は、「音遊びや即興的に表現する」活動と、「音を音楽へと構成する」活動からなるとされている（文部科学省2018d:24）。とりわけ、前者が、音遊びや即興的な表現と深く結びついているように、発想を得るためには「まずは試してみる」という精神が不可欠である。また、音楽づくり活動においてこれらふたつの活動がともに重要であるように、プログラミング教育においても、〈ティンカリング〉のような多様な発想を引き出す活動によって促される思考と「プログラミング的思考」のような目的的な論理的思考もまた、小学校音楽科の特質に応じた両輪と言えるのではないだろうか。

## 6. 本研究の成果と今後の課題

本稿では、〈ティンカリング〉の持つ特質を踏まえ、小学校音楽科のコンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動に〈ティンカリング〉を取り入れることの教育的意義を3点指摘することができた。さらに、〈ティンカリング〉と「プログラミング的思考」の接続のあり方と、〈ティンカリング〉の強みを意識した活動の位置付けを検討することを通して、〈ティンカリング〉が、音楽科の学習にも、また音楽科におけるプログラミングの学習にも大きな意味を持つことを指摘した。

最後に、今後の課題を述べておきたい。本稿では、〈ティンカリング〉の特質を踏まえ、その教育的意義と授業における位置付けの検討を行ったが、授業実践を通じた検証については、今後進めていくべき課題である。

## 【注】

- 1) 図1における「自らの意図を明確にする」ことが、「コンピュータを動作させるための手順（例）」の①に、「命令（記号）の組合せ（＝プログラム）を構築する」ことが②③④に、「プログラムを実行し結果を検証する」試行錯誤の過程が⑤にあたる（長山 2019：59）。
- 2) 未来の学びコンソーシアム「教材情報一覧」、インターネット、<https://miraino-manabi.jp/teaching> (2019/7/3閲覧)
- 3) 「ボーカロイド教育版」は、作成した旋律に歌詞を入力することで、コンピュータに歌わせることができる「VOCALOID」の機能を学校教育用に最適化したものである（ヤマハ）。
- 4) このほかにも、コンピュータを用いない、いわゆる「アンプラグド」な活動も行われている。例えば、小学校音楽科においては、プログラミングの「反復（ループ）」の考え方を身につけさせるために、拍に合わせて自分たちで考えた身体の動きを繰り返すといった活動がみられる（小林・兼宗 2017：34-37）。
- 5) アンダーソン（2012：31-32）によると、「メイカームーブメント」とは、3Dプリンタといったデジタル工作機械と、インターネットを組み合わせ、「ものづくり」を行うことである。アンダーソン（2012：30）は、「メイカームーブメント」の契機として、2005年に創刊された「メイク（Make）誌」、2006年に第1回が開催された「メイカーフェア」、そして、2007年に発売された「史上初のオープンソースの桌上3Dプリンタ」の「レップラップ（RepRap）」を挙げている。
- 6) 『大辞泉』（小学館『大辞泉』編集部 1995：2621）によると、「目的」とは「実現しようとしてめざす事柄。行動のねらい。めあて」である。そして、「『目的』は、『目標』に比べ抽象的で長期にわたる目あてであり、内容に重点を置いて使う」とされている。また、「目標」とは、「行動を進めるにあたって、実現・達成をめざす水準」であり、「目ざす地点・数値・数量などに重点があり（中略）より具体的」とされる。
- 7) 岡田（2010：526）は、〈状況〉を、次のように説明している。「行為主体を取り囲み、その行為を支えるもの。周囲に存在する物理的な環境、発話や行為の結果など行為者によって生み出されたもの、行為主体を支える人的な環境などを含む」。
- 8) 心理的道具の例として、ヴィゴツキー（1987：

52) は「言語、記数法や計算のさまざまな形式、記憶術のための諸工夫、代数記号、芸術作品、文字、図式、図表、地図、設計図、そしてあらゆる種類の記号など」を挙げている。

- 9) その例として、有元（2011：33）は、「『暑いからエアコンをつけよう！』という欲求はわき起こるが、『体温の下がる薬を飲もう』とは欲求しない」こと、「『電車で横浜に行こう』と思うが、『瞬間的に移動したい』とは、夢想はしても、欲求はしない」ことを挙げている。
- 10) 「音楽を特徴付けている要素」の中には「音量」は含まれていないが、ここでは、「音楽を特徴付けている要素」のひとつ「強弱」に影響を与える要素として取り上げた。また、多くのコンピュータ・ソフトウェアでは、「強弱」を変化させるために、「音量」や「ボリューム」、「ペロシティ」呼ばれる値を操作する。
- 11) ここでは、「音楽」を、「音楽を特徴付けている要素」に分解して捉える見方を促すことに焦点を当てているが、もちろん、実際の楽器を用いた活動にも、複数の要素が連動しているからこそ得られる重要な学びが含まれていることは強調しておきたい。
- 12) 「小学校プログラミング教育の手引（第二版）」（文部科学省 2018c：15）では、「プログラミング的思考」を算数科における「正三角形をかく」活動の説明のなかで「試行錯誤を繰り返しながら自分が考える動作の実現を目指しますが、思い付きや当てずっぽうで命令の組合せを変えるのではなく、うまくいかなかった場合には、どこが間違っていたのかを考え、修正や改善を行い、その結果を確かめるなど、論理的に考えさせることが大切」と記載されている。

## 【参考文献】

- 有元典文 2011「第2章 アーティファクトの心理学」『社会と文化の心理学—ヴィゴツキーに学ぶ』茂呂雄二・田島充士・城間祥子（編）、京都：世界思想社、32-54。
- アンダーソン、クリス 2012『MAKERS 21世紀の産業革命が始まる』関美和（訳）、東京：NHK出版。
- ヴィゴツキー、エリ・エス 1987『心理学の危機』柴田義松（訳）、東京：明治図書出版。
- ウィルキンソン、カレン・ペトリッチ、マイク 2015『ティンカリングをはじめよう アート、サイエンス、テクノロジーの交差点で作って遊ぶ』金井哲夫（訳）、東京：オライリー・ジャパン。



小学校音楽科のプログラミング授業における〈ティンカリング〉の位置付けの検討  
— コンピュータ・ソフトウェアを用いた音楽づくり活動に焦点を当てて —

- 岡田美智男 2010「リソースの中に埋め込まれた学び—次世代ロボット創出プロジェクトの実践から」佐伯胖（監）『「学び」の認知科学事典』，東京：大修館書店，525-540.
- 小林祐紀・兼宗進 2017『コンピューターを使わない小学校プログラミング教育“ルビィのぼうけん”で育む論理的思考』東京：翔泳社.
- サッチマン，ルーシー・A. 1999『プランと状況的行為—一人間—機械コミュニケーションの可能性—』佐伯胖（訳），東京：産業図書.
- 志民一成 2019「音楽科における新たな価値を生み出す豊かな創造性の育成」『季刊 音楽鑑賞教育』36号，54-57.
- 小学館『大辞泉』編集部（編）1995『大辞泉』松村明（監），東京：小学館.
- 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，[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm)（2019/7/7閲覧）
- 長山弘 2019「小学校音楽科におけるプログラミング教育のあり方の検討—授業実践事例を手がかりに—」『初等教育カリキュラム研究』第7号，55-67.
- 原田悠我・荒優・山内祐平 2017「プログラミング学習における Tinkering の支援—自己説明を通じた仕組みの理解を促すシステムの試作—」『日本教育工学会研究報告集』17(1) 巻，325-332.
- バンジ，マッシモ・シロー，マイケル 2015『Arduino をはじめよう第3版』船田巧（訳），東京：オライリー・ジャパン.
- 文部科学省 2018a『小学校学習指導要領（平成29年告示）』東京：東洋館出版社.
- 文部科学省 2018b『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編』東京：東洋館出版社.
- 文部科学省 2018c「小学校プログラミング教育の手引（第二版）」，インターネット，[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162\\_02\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf)（2019/7/7閲覧）
- 文部科学省 2018d『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 音楽編』東京：東洋館出版社.
- 未来の学びコンソーシアム「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」，インターネット，<https://miraino-manabi.jp>（2019/9/21閲覧）
- ヤマハ「ボーカロイド教育版」，インターネット，[https://ses.yamaha.com/products/vocaloid\\_edu/](https://ses.yamaha.com/products/vocaloid_edu/)（2019/9/24閲覧）
- 柚木翔一郎・片平克弘 2016「ティンカリングの観点を取り入れた生徒主体の『ものづくり』に関する研究」『日本科学教育学会研究会研究報告』30(6) 巻，51-54.
- レズニック，ミッチェル・村井裕実子・阿部和広 2018『ライフロング・キンダーガーテン 創造的思考力を育む4つの原則』酒匂寛（訳），東京：日経BP社.