

# プログラミングによる音楽の数値化がもたらす学習効果

## Scratch を用いた小学校音楽づくり授業実践の分析より

Learning Effectiveness of Quantifying Music Through Programming :  
A Study of Making Music with Programming Software SCRATCH in Elementary School

北川 真里菜 (和歌山大学教育学部附属小学校)  
Marina KITAGAWA

(要旨)

プログラミングで音楽をつくる際には、音高や音価などを数値に変換する必要がある。本研究は、プログラミング活用によって音楽を数値で表すことによる音楽的な学習効果を明らかにすることを目的として行った。Scratch を用いた音楽づくり授業実践の分析より、児童らは数値の大小と音高や音価、速度を関連させて音楽を数的に捉え音楽をつくっていたことがわかった。また、授業実施前後の筆記テスト結果について対応のある  $t$  検定を行ったところ、事前・事後テストの得点に有意差が認められた。加えて、授業後のアンケート調査や振り返り記述においても、児童らの音高や音価についての理解が促進された結果が見られた。以上の結果より、数値化によって児童らが音高や音価、速度を相対的かつ具体的に捉えることができること、それらに関わる音符、休符、記号や用語について、音楽における働きと関わらせて理解することができること、といった学習効果が明らかとなった。

(キーワード)

小学校音楽、ICT、旋律づくり、創作、Scratch

### 1. 研究背景と目的

社会が急速な情報化を遂げる中、2020年には小学校におけるプログラミング教育が必修化され、各教科等において、その学習の特質に応じてプログラミング教育を行うことが求められている。特に筆者は小学校音楽科において、プログラミングの活動は音楽づくり分野と親和性が高いと考えており、『小学校プログラミング教育の手引(第三版)』においても、音楽づくりの授業例が一点示されている(文部科学省2020, pp.42-43)。それを受け、筆者は2020年にプログラミングキットを活用した音楽づくり授業実践を行い、「直感的操作」「即時再現」「音楽の諸要素の個別の操作」「音楽の可視化や数値化」といったプログラミング機能が、音楽づくりにおける児童の省察や試行錯誤を促進させることを明らかにした(北川、2021)。

筆者はその際、音楽を苦手とする児童が、題材学習の振り返りにて「今回の授業で、音楽の基本が分かった気がする」と記述したことに着

目した。その際使用したプログラミングソフトでは、ある音を鳴らそうと考えた時、「ドの音を1拍鳴らす」など、音価を数値で表してプログラミングする必要があった。この数値が大きいか小さいかは音価が長いことを意味している。この児童は音楽を苦手とする児童であったが、プログラミングの過程で「四分音符は1拍」といった音価に関する理解が促進されたというのである。このことは、前述のプログラミング機能「音楽の数値化」が児童の音価の理解や読譜力の向上につながる可能性を示唆している。プログラミングを活用した音楽づくり授業実践に取り組んだ森脇(2018)も、プログラミング活用によって児童の読譜への関心の向上が傾向として見られたとしている(p.28)が、その科学的な根拠は明らかでない。

従って本研究では、プログラミングによって音楽を数値化することが音楽科においてどのような学習効果をもたらすのか、授業実践とその分析を通して明らかにしたいと考えた。

## 2. 研究方法

### 2-1. 授業構想と教材開発

授業実践では、音楽を形づくっている要素のうち「旋律」を拠り所として児童らが思考・判断したり、旋律と曲想との関わりについて気付いたりすることを目的とし、クイズの達成時及び不達成時それぞれにふさわしい二つの単旋律をつくる活動を設定した。

筆者は、ランダムで流れた単音の高さを聴き取り該当する音名をタップして回答する、音程感覚を養うことのできる「音あてクイズ」を、①～⑤のように設計した。

- ①ド～シの音がランダムで1音流れる。
- ②プレイヤーはその音を聴いて、該当するド～シの音名をタップする。
- ③タップした音が正解の場合、「◎せいかい」の文字とキャラクターが現れる。不正解の場合、「×ざんねん」の文字とキャラクターが現れる。
- ④上記①～③を10回繰り返す。
- ⑤クイズが10問終わったら、最終結果を伝える画面に切り替わる。正答率が7割以上の場合は達成画面に切り替わり、旋律1が流れる。正答率が7割未満の場合は不達成画面に切り替わり、旋律2が流れる。

以上のようなクイズを作成するには、正解時及び不正解時、達成時及び不達成時などの状況に応じて、変数や関数、乱数を使用して条件分岐することができるプログラミング機能が必要となる。また、旋律1と2の差異を出すために必要な音楽機能としては、①旋律…単旋律を鳴らすことができ、3オクターブ程度の音域で自由に音高を設定できること、②リズム…四分音符・休符、八分音符・休符、二分音符・休符、全音符・休符程度のリズムを設定することができること、③速度・音色が自由に設定できること、が挙げられた。北川(2022)の音楽づくり

に活用できるビジュアル型プログラミング言語ソフト一覧より、上記の条件を満たすソフトであるScratchを用いて音あてクイズ(図1)を作成した<sup>1</sup>。

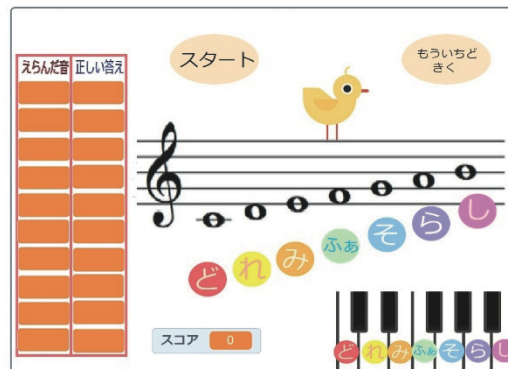


図1 音あてクイズ画面

また筆者は事前に、旋律1・2(図3)を模範曲として作曲し、音あてクイズ内にプログラミングを行った(図2)。

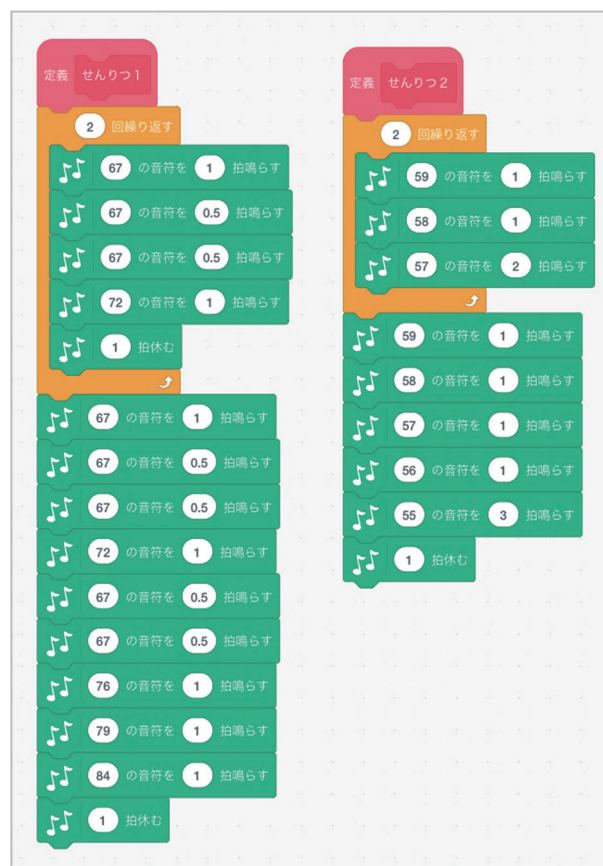


図2 旋律1(左)2(右)のプログラミングブロック<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 完成したクイズは、Scratch サイトにて公開している。<https://scratch.mit.edu/projects/634041680>

<sup>2</sup> Scratch のソース上では、図2のプログラムの外側で速度や音色の設定を行っている。



図3 旋律1(上)と2(下)の楽譜

## 2-2. 授業実践とその分析

筆者は、2021年及び2022年に小学校音楽科の授業において、表1の流れで、中学年を対象とした「音あてクイズの音楽をつくろう」の実践研究を行った。本稿では、2022年10月に行った実践結果を扱う。対象者は、小学校第4学年児童30名であった。アンケート調査では30人中22名がこれまでにScratchを利用したことがあると回答したが、リズムや旋律をプログラムすることは全員今回が初めてであった。

表1 「クイズの音楽をつくろう」題材計画

時	学習内容
1	クイズの達成時及び不達成時それぞれに流れる二つの音楽(教師作)がどのようにつくられているのか、プログラミングブロックの数値から検討する。
2	旋律1(達成時)と旋律2(不達成時)それぞれに合ったリズムを考え、教師作の音楽と同じ構成で4小節のリズムをつくる。
3	前時でつくったリズムを使い、旋律1(達成時)と旋律2(不達成時)をプログラミングしながらつくる。
4	つくった音楽を聴き合い、良いところやアドバイスを伝え合う。

本授業実践は、第4学年題材「せんりつのとくちょうを感じ取ろう」の発展的教材として位置付ける。旋律の上がり下がりや思考・判断の拠り所としながら、音やフレーズのつなげ方の特徴に気付くとともに、どのようにまとまりを意識した音楽をつくるかについて思いや意図をもち、音楽の仕組みを用いて音楽をつくる技能を身に付けることを学習目標としている。

授業実践後、次の三点について分析を行った。

一点目は、児童らの音楽づくりのプロセスの分析である。分析対象は、授業実践全4時間のうちの3時間目である。男女一組の全15ペアのうち、ランダム抽出によるペアの音楽づくりの録画内容もとに、児童らが何に着目をして音楽をつくっていたかについて見取りたいと考えた。録画用のビデオカメラは、定点の俯瞰カメラ1台、児童撮影用の定点カメラ6台と流動カメラ2台、教師撮影用の流動カメラ1台、合計10台を設置した。なお、音声は明瞭になるよう、ビデオカメラには外部マイクを取り付けた。流動カメラは教員3名が撮影を行った。

二点目は、授業実践の実施前と実施後に行った音価に関する筆記テストの比較である。授業を受講した30名のうち、事前と事後双方の調査結果を得られた26名分の調査結果を対象とし、対応のあるt検定を行った。

三点目は、授業実践実施後の振り返り記述と、音高や音価の理解に関するアンケート調査の分析である。授業を受講した30名のうち、欠席者1名を除く29名の記述を対象として分析を行った。振り返り記述の分析にあたっては、樋口(2014)開発のKHCoderを用いて、出現回数2回以上の語を対象とし共起ネットワーク図を作成した。

## 2-3. 倫理的配慮

本研究の実施にあたっての倫理的配慮を示す。分析のため、肖像権使用許諾を得て第3時の授業の撮影を行った。撮影した動画および写真は、漏洩が生じないように適正に管理する。筆記テストの結果では、児童が特定できないようランダムに児童番号を振るとともに、児童が所属する班が特定できないよう、分析においてペア名などは記さない。

### 3. 授業実践の実際

#### 3-1. 本授業実践までの学び

前述の通り児童らは音楽プログラミングの経験がなかったため、本授業実践の前に既習曲《クラッピングミュージック》のリズムをScratchでプログラミングする時間を設けた。

数値化の手立てとして、普段授業で使用しているリズムカード（図4）を用いて拍の長さを可視化し、それぞれのリズムが何拍分であるのかを学級全体で考える時間を設けてからプログラミングを行った。

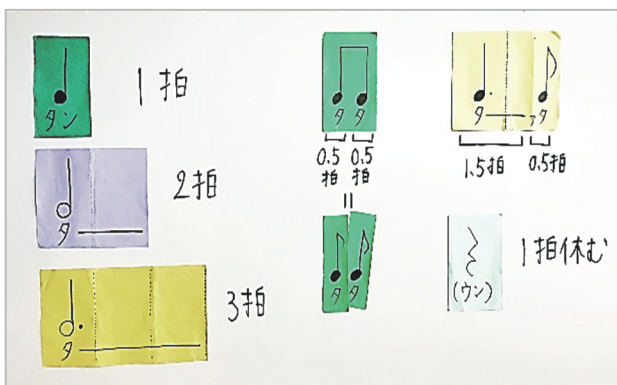


図4 リズムカードによる拍の可視化

図4によってすべての児童がリズムプログラミングを行うことができ、曲の旋律部分のプログラミングにも挑戦する児童もいた。このような学びを経て、本授業実践を行った。

#### 3-2. 音楽づくりまでの学び

本授業実践の第1時では、教師作の模範曲（図3）を分析する活動を行った。旋律1・2は双方とも、四分の四拍子の4小節の単旋律で、反復と変化を用いている（図5）。児童らはこの模範曲の分析を行い、自身の音楽づくりに生かすとともに、図5と同じ音楽の構成を用いて音楽をつくった。



図5 旋律1と2の音楽の構成

Scratchの音楽コマンドでは「60の音符を1拍鳴らす」など音価に加えて音高を数値で設定する必要がある（図2）。その数値は、MIDI Note Numberに対応した0～127の番号となっており、数値が大きいほど音高が高いことを意味している。プログラム上では、ブロックに数値を入力したり、画面上に表示される鍵盤図をクリックしたりして値を指定することができる。

よって、第1時では、楽譜ではなく敢えてプログラミングブロックの数値（図2）を比較し、二つの旋律の共通点や相違点を考えさせるようにした。児童からは「どちらのブロックにも繰り返しが使われている」などといった共通点、また「旋律1の拍は小数などの小さい数字が使われているが、旋律2の拍は1～3の整数だ」と音価の相違点に関する気づきが出た。その際は、児童らにリズムカードで表すとどうなるのかを問いかけ、数字による拍と楽譜とを結びつけていく活動を行った。図6は、図2の拍の数値を見ながら児童らが貼ったリズム譜である。この二つのリズムを教師と児童が手でたたくことで、旋律1は細かいリズムであるが旋律2は伸びるリズムが多い、といったリズムの相違点を児童が体感できるようにした。

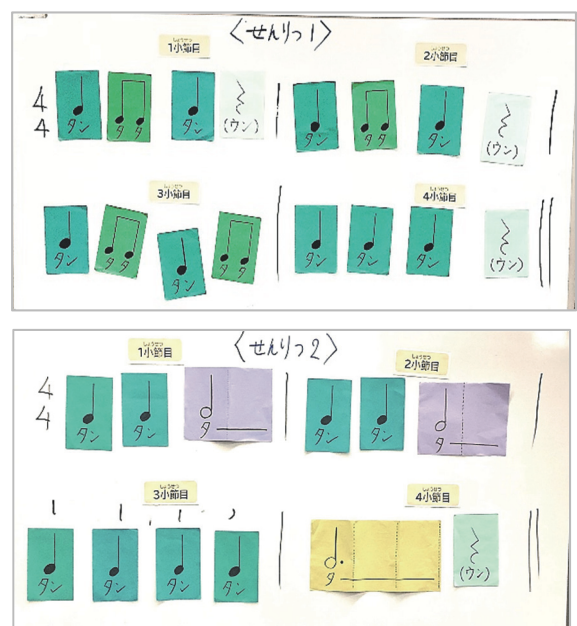


図6 旋律1(上)と2(下)のリズムカード

また、どちらの旋律も1・2小節目は反復が使われていることなど、音楽の構成（図5）を確認することができた。

さらに、「旋律1には60以上の数が多いが、旋律2では50代の数字が使われている」といった音高に関する気付きも出た。その際、教師は図7を提示し、数値が音高を表していることを説明した。また、数値が高いほど音高も高く、数値が低いほど音高も低くなることを児童らが視覚的に理解できるようにした。



図7 数値と音高の関係

加えて、教師作の旋律を図式化した楽譜（図8）を提示し、旋律の上がり下がり可視化したうえで、教師と児童らが手を上げ下げしたり身体で表したりするなどして、児童らが身体全体で旋律の動きを捉えられるようにした。

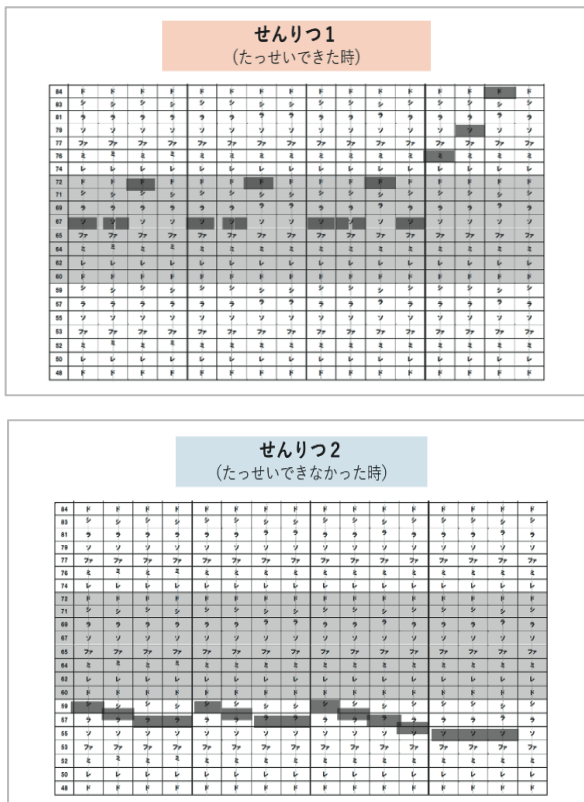


図8 旋律1(上)と2(下)のビジュアル化

このように、数値が何を表しているのかを可視化・身体化するという教師の手立てを講じることで、児童の実感を伴った理解を促した。

### 3-3. 音楽づくりの実際

本実践では、第2時ではリズムづくりとプログラミング、第3時では旋律（音高）づくりとプログラミング、と音楽の要素を分解し、スモールステップで音楽づくりを行った（表1）。筆者が作成した音あてクイズのプログラムをそれぞれのタブレット端末に送付し、児童らは旋律部分のプログラム（図2）を書き換える形で音楽プログラミングを行い、それぞれオリジナルの旋律1と旋律2をつくった。

第2時でのリズムづくりは、Scratchプログラム (<https://scratch.mit.edu/projects/641254159/>) を用いて行った（図9）。これはScratch上に公開されていたプログラムを筆者が本授業用にリミックスしたものである。「クリック」を押すと♪♪♪♪の4種類からリズムを選択することができる。「きく」を押すと、つくったリズムを聴くことができる。児童らは、「旋律1は明るい感じにしたいから細かいリズムを使いたい」、「旋律2は伸びるリズムを使って悲しくしよう」などと、旋律1と2の差異を出すためにリズムを使い分けてつくろうとしていた。

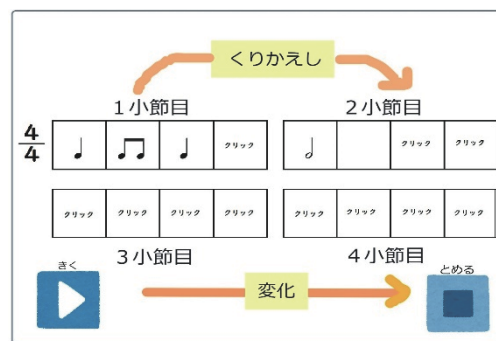


図9 リズムづくりプログラム画面

その後、つくったリズムをScratch上にプログラミングした。児童らは図4を参考にしながら、楽譜上のリズムを数値化することができた。第3時の旋律づくりの際は、児童が旋律の上

がり下がりやリズムに着目して音楽をつくれるよう、それらを視覚的に捉えられる楽譜シート(図10)を考案し、活用した。なお、楽譜シートの左側には Scratch 上でプログラムする必要がある音高を表す数字を記入している。児童らは、この楽譜シート(図10)とプログラミングを併用して音楽づくりを行った。

は順次進行で旋律をつくるほうが良いことに気付いたようである。

他のペアは、つくり始める前に「旋律1は真ん中からだんだん高くなるほうが良いのではないか」、「じゃあ60から84を使おう」、「でも84は(高いから)最後に使っても良いかもしれない」などと対話し、曲の音域を考えていた。

別のペアは、「旋律2は暗い感じにしたいから、72(二点ハ)より下の数字を使った方がよい」と、曲想に合った音高を考えて旋律をつくらうとしていた。一度72の音をプログラムして鳴らしてみたところ、イメージしていたより音が高いことに気づき、「やっぱり59(ロ)から始めよう」と話し合っていた。このように、数値で音高を捉え、プログラム上で数値を入力し、聴き返しては修正するという行為を何度も繰り返していた。同ペアは、旋律1をつくる際には「67(一点ト)の次は、高い音にしたい」と言って、67からできるだけ離れた数字をプログラムしようとしていた。

他のペアは、旋律の終わり方を「69(一点イ)-72(二点ハ)-71(一点ロ)」という動きにしようとしていたが、再生して聴いてみるとイメージと異なることに気付く。「最後をちょっと直そう」と言って、「69(一点イ)-72(二点ハ)-69(一点イ)」など、近い数字に入れ替えて再生しながら、意図する音楽になるように何度も改善していた。その結果、「69(一点イ)-71(一点ロ)-72(二点ハ)」の旋律の動きが気に入ったようで、作品が完成した。

また、その他のペアを見ても、悲しい音楽にするために「50(ニ)から48(ハ)に下げたならどうなるだろうか」と考えプログラミングしてみたところ、思ったよりも明るい曲になってしまい、さらに数値を下げる必要があるのではないかと考えていた。

このように、どの児童も音高を数値で語りながら、数値の離れ具合によって旋律の上がり下

せんりつ1 (たっせいできたとき)		( )ペア作															
		1の音域				2の音域				3の音域				4の音域			
84	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド
83	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ
81	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ
79	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ
77	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ
76	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ
74	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ
72	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド
71	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ
69	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ
67	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ
65	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ
64	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ
62	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ
60	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド
59	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ	シ
57	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ	ラ
55	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ	ソ
53	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ	ファ
52	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ	ミ
50	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ
48	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド	ド

図10 音楽づくりに活用した楽譜シート

#### 4.分析結果

ここでは、2-2.で示した手順に従って行った分析の結果について記す。

##### 4-1. 音楽づくりのプロセスの分析

あるペアは、「48(ハ)から84(三点ハ)に飛ぶ(3オクターブ跳躍する)旋律にしたらどんな感じになるのか」という疑問をもち、男児が「最初(の音)は84から始めよう」と提案する。しかし、女児が「えっ84?高い!」と反応する姿が見られた。これは、84という数値が大きいことから、基準の音60(一点ハ)と比較して「高い音を使っている」と認識できたからであると考えられる。その後、84から48に跳躍する旋律をプログラミングしてみるが、それを再生して聴いてみると「音が急に飛ぶとなんかおかしくない?」という気づきが生まれ、「やっぱり近くの音を使ってみよう」という発言が出ている。旋律が大きく跳躍するよりも、基本

がりを捉えていたのである。

旋律ができあがると、速度を変化させることでよりイメージ通りの音楽になるように改善していたペアもあった。プログラミングでは、音価や拍に加え、速度も数値化できる。「J=120にしてみよう」「300だとどうなるだろう」と、プログラミングして聴く中で、数値が大きいほど速度が速くなることや、「悲しい感じの曲にするには速度を遅くしたほうが良い」など、速度と曲想との関わりについても気付くことができていた。

このように、児童らは数値の大小と音高や音価、速度を関連させて音楽を数的に捉え音楽をつくっていた。

#### 4-2. 事前・事後の筆記テストの分析

音価についての理解度を図るため、授業実践の前後に、音価を問う筆記テストを行い、両者のデータを比較検討した。問題は下記の計5問、5点満点である。

①		( ) 拍	②		( ) 拍
③		( ) 拍	④		( ) 拍
⑤		( ) 拍			

授業実践前の平均点は2.54点であったが、授業実践後には4.46点に上昇していた(表2)。この平均点の差が統計的に有意であるかを調べるため、両側検定のt検定を行ったところ、 $t(25) = 5.29$ 、 $p < .001$ であり、0.1%水準で筆記テストの結果について授業実践後の正答率が高いことが認められた(表3)。

表3 平均の差の有意差 (n=26)

	M	SD	t 値	p 値
授業 実施前	2.54	1.82	5.29	*** $p < .001$
授業 実施後	4.46	0.93		

\*  $p < .05$ 、 \*\*  $p < .01$ 、 \*\*\*  $p < .001$

表2 授業実施前後の筆記テスト結果比較

	実施前	実施後	差得点
1	5	5	0
2	5	5	0
3	5	5	0
4	1	1	0
5	0	5	5
6	0	5	5
7	0	5	5
8	3	5	2
9	2	5	3
10	0	5	5
11	3	4	1
12	3	5	2
13	5	4	-1
14	4	4	0
15	1	3	2
16	4	4	0
17	2	5	3
18	3	5	2
19	0	3	3
20	2	4	2
21	3	5	2
22	0	4	4
23	2	5	3
24	3	5	2
25	5	5	0
26	5	5	0
平均	2.54	4.46	1.92

#### 4-3. 振り返り記述と事後アンケートの分析

授業実践後には「楽しかったことや勉強になったこと、音楽をつくる時に工夫したことなどを書きましょう」と指示し、学習の振り返りを記述させた。図11は、29名分の記述の中での頻出語について、語と語の共起をビジュアル化した共起ネットワーク図である。

図11破線囲み部では、「明るい」「暗い」といった曲想に関する語と、「高い」「低い」という音高に関する語が結び付いている。児童らは「せんりつ1」を「明るい」「楽しい」感じ、「せんりつ2」を「暗い」「悲しい」感じにするために、「高い」「音」を使うか「低い」音にしようか、「音の高さ」を「工夫」して「表現」

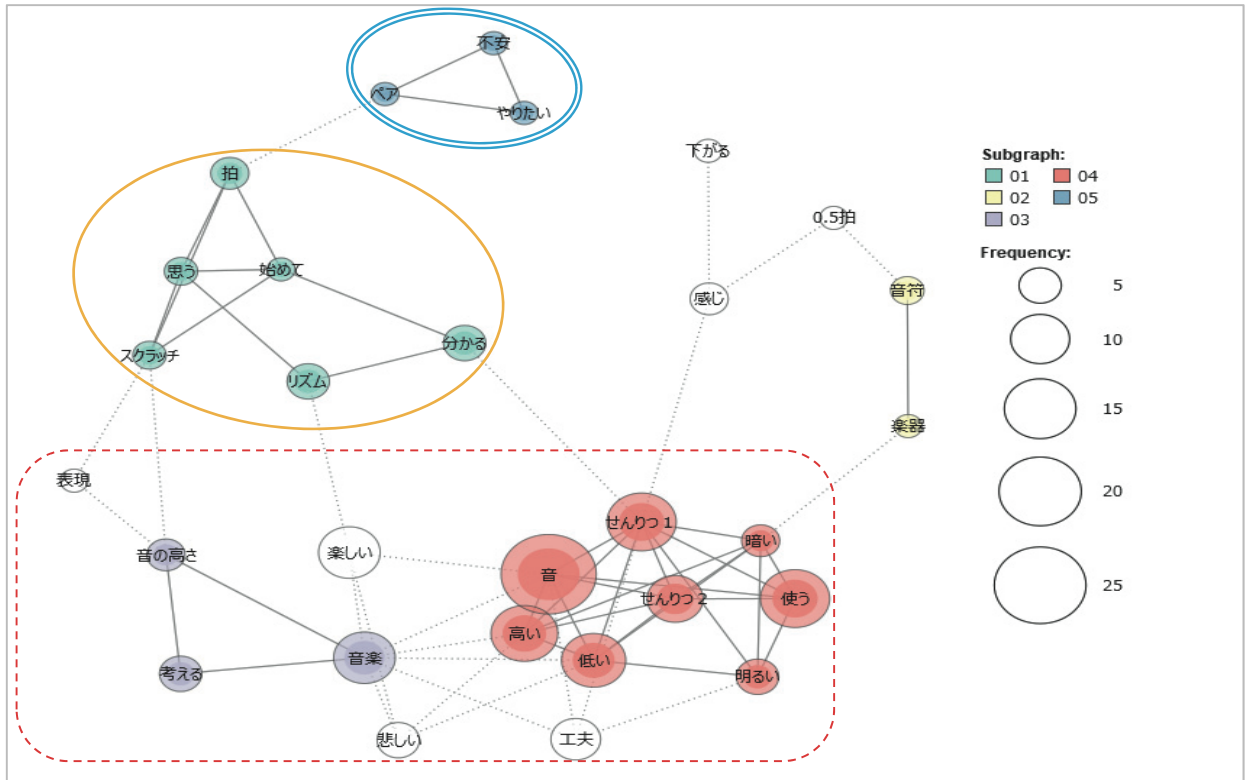


図 11 振り返り記述の共起ネットワーク図（囲み線は筆者加筆）

しようとしていたことがわかる。具体的には、「せんりつ1は明るくするために高い音を使って、せんりつ2はくらくくするためにひくい音をつかった。」という記述が見られた。

図 11 実線囲み部では、「リズム」と「分かる」が共起している。児童らは、「スクラッチ」を「始めて」「リズム」や「拍」が「分かる」ようになったと「思う」と考えていたようである。ある児童は「ぼくは初め、リズムの何拍かが、ぜんぜん分からなかったけど、このスクラッチを始めて、どんどん分かるようになってきて、このスクラッチを始めてよかったです。」と記述していた。

また、最初はできるかどうか「不安」だったけど「ペア」で協力するとできたので、またこのような授業を「やりたい」といった記述も見られた（図 11、二重線囲み部）。

また授業実践終了後に、本授業実践による音高と音価についての理解度の変容を問う質問項目を設け、「わかるようになった」と「わか

らない」の二項目選択式で調査を行ったところ、図 12・図 13 のような結果となった。なお、音価に関する質問では、「わかる」と「わからない」の間に丸をつけ「少しわかるようになった」と回答した児童が 3 名いた（図 13）。

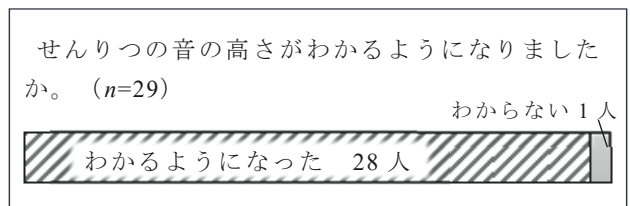


図 12 音高に関するアンケート調査結果

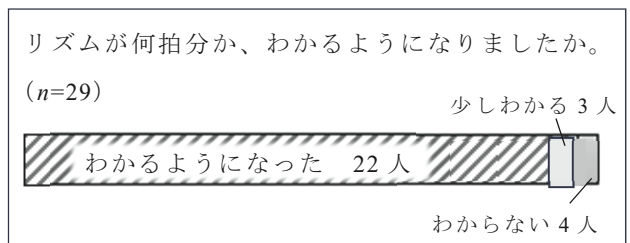


図 13 音価に関するアンケート調査結果



## 5. 考察

以上の結果をもとに、音楽の数値化がもたらす学習効果について考察を行う。

まずは、音高の数値化について検討を行う。

4-1.で述べたように、児童らは音楽づくりの際、音高を数値で語っていた。「84?高い!」、「84は(高いから)最後に使っても良いかもしれない」などという発言より、児童らは数値の大小によって音高を捉えていると考えられる。また、「60から84を使おう」、「72より下の数字を使った方が良い」などといった発言が出ているように、どの高さの音を使うのか、旋律の上がり下りの幅はどの程度なのかなど、自分たちの音楽の音域、跳躍の程度を数的に捉えている。これらの姿から、音高を数値で表すことにより「高い」「低い」といった聴覚で捉えるには抽象的であり感覚的である音高を、数値を通して具体的なものとして捉え直したり、どのくらい高いのかを対比して相対的に考えたりできる可能性があるといえる。音楽をつくる際にも、図11の破線囲み部では「明るい」「暗い」といった曲想に関する語と、「高い」「低い」という音高に関する語が結び付いており、イメージした音楽をつくるために音高を拠り所として思考・判断を行っていることがわかる。音高の数値を様々に入れ替えて音に出して試しながらつくる中で、4-1.に示したように「暗い感じにしたいから、72より下の数字を使った方が良い」という発言が出るなど、音高と曲想との関わりにも気付くことができたと考えられる。よって、4-3.に示したアンケート調査結果でも、全体の97%の児童が本授業実践によって「音の高さが変わるようになった」と回答した(図12)。

次に、音価の数値化について検討する。児童らは、教師作の旋律ブロック(図2)をリズム譜で表したり(図6)、逆に譜面(図9)でつくったリズムをプログラミングする際にまた数値に変換したりと、数値と楽譜とを往還しな

がら学習活動に取り組んだ。その際、図4のような音価を可視化したリズムカードを用いることで、その変換がスムーズとなった。4-3.のアンケート調査では、86%の児童が本授業実践を通して「リズムが何拍分かわかるようになった・少しわかるようになった」と回答している(図13)。加えて、4-2.で示したように、音価を問う筆記テストの平均点は授業実践前より後に上昇しており(表2)、その差は統計的にも有意であることが明らかとなった(表3)ことから、実際に児童らの音価に関する理解が深まっていることがわかる。4-3.にも示した通り、図11実線囲み部でも、「スクラッチ」「リズム」「拍」「分かる」などの語が結び付いており、Scratch活用によって拍やリズムの理解が深まったと児童自身も自覚している。このことにより、音価の数値化にあたって、児童らは「四分音符は1拍」などといったリズムや拍に関わる知識を習得したり、それらの理解をより確かなものにしたりすることができたといえる。音高と同様に、音価を数値で表すことで、「長く伸ばす」「細かいリズム」といった抽象的または感覚的である音価を具体化したり、対比して相対的に捉え直したりすることができる可能性が高い。

続いて、4-1.で示したペアの姿より、速度の数値化にも着目したい。プログラミングでは、音高や音価に加え、速度も数値で表すことができる。速度の数値は1分間に四分音符を何回打つかを示すものであり、数値が大きいほど速度が速いことを意味する。4-1.で示したペアの姿からも、速度についても音高や音価と同様に、数値で表すことで「速い」「ゆっくり」といった抽象度が高い概念を具体的または相対的に捉えることができるといえる。

また、これらについては、プログラミングの即時再現機能によって、例えば、音高の数値を大きくすると(高い音を使うと)どのような音

楽になるのか、拍の数値を小さくすると（細かいリズムを使うと）曲想はどうなるのか、など、音高や音価を変化させて、即時的に音に出して聴いて試してみることができる。速度に関しても同様である。よって、プログラミングにおける音楽の数値化は、音高や拍、リズム、速度などの音楽を形づくっている要素及びそれらに関わる身近な音符、休符、記号や用語について、音楽における働きと関わらせて理解することを可能にするという相乗効果が期待できる。

## 6. まとめ

以上のように、本研究では、音楽の数値化によって児童らが音高や音価、速度を相対的かつ具体的に捉えることができること、それらに関わる音符、休符、記号や用語について、音楽における働きと関わらせて理解することができること、といった学習効果を明らかにすることができた。

このように、プログラミングの際必要となる音楽の数値化は一見煩雑な作業のようにも思えるが、数値化が必要であるからこそ児童らは必然的に楽譜を分析的に見たり、音高や音価について考え、それらの理解を深めたりすることができた。これは、音楽の数値化が読譜力の向上につながる可能性も示唆しているといえる。今後も引き続き検証を行い、研究を深めていきたい。

## 参考文献

- 北川真里菜 (2021) 「小学校音楽科におけるプログラミングキット(micro:bit)を用いた音楽づくり:音楽をつくる過程における児童の省察や試行錯誤の促進をめざして」、『和歌山大学教職大学院紀要学校教育実践研究』(6)、pp.117-126
- 北川真里菜 (2022) 「音楽づくり授業におけるビジュアル言語型プログラミングソフトの選択と活用」、『和歌山大学教職大学院紀要学校教育実践研究』(7)、pp.99-108

森脇正人 (2018) 「小学校音楽科の、音楽づくりの内容におけるプログラミング教育の実践:日本の音楽に親しむ学習を通して」、『情報教育シンポジウム論文集』(4)、pp.23-29

樋口耕一 (2014) 『社会調査のための計量テキスト分析:内容分析の継承と発展を目指して』、ナカニシヤ出版

文部科学省 (2020) 『小学校プログラミング教育の手引(第三版)』、

[https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt\\_jogai02-100003171\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf)

(2023/11/20 にアクセス)

Scratch 公式サイト

<https://scratch.mit.edu/> (2023/11/20 にアクセス)