

芸術教科における横断的カリキュラム開発研究（2） 手製楽器の試作1

株田 昌彦・平井 李枝

宇都宮大学教育学部教育実践紀要 第5号 別刷

2018年8月3日

芸術教科における横断的カリキュラム開発研究 (2)

手製楽器の試作1[†]

株田 昌彦*・平井 李枝*
宇都宮大学教育学部*

本研究の目的は、小学校および中学校の芸術教科である図画工作科・美術科と音楽科において教科横断的カリキュラムを検討、開発することにある。このカリキュラムのねらいは、つくりだす喜びを味わう、音楽を愛好する、美や音を楽しむ子どもの育成にある。横断的な内容に設定し、学びの相乗効果を視野に入れる。

カリキュラムの大筋は、①図画工作・美術科の授業において楽器を製作、②音楽科の授業において製作した楽器を演奏するというものである。今日の図画工作・美術科において、限られた教育予算の中で材料コストを抑える傾向にある。そのため、今回は廃材を利用した手製楽器の製作に焦点を当てた。また、以前に行った楽器キットの製作を通して得られた観点を基に、製作する楽器の選定や素材選択を行った。その結果、題材化に向けた課題や観点が明らかになった。

キーワード：教科横断的カリキュラム、廃材利用、音質、ドレミパイプ、ウインドチャイム、カホン

1. はじめに

美術と音楽は、歴史的な観点からも相互に影響を与えた作品が数多く存在する。また演劇やパフォーマンスのようにこれらを組み合わせる事で一つのアートを形成するジャンルもあり、表現手段も多岐に展開できる要素を持っている。

本来、学びの中には様々な教科の内容が含まれている。しかし現在の学校教育の中で、子どもたちは教科がそれぞれ独立したものとして捉え、関連性を意識する機会は少ない。教員養成大学や教育学部でも美術と音楽の領域横断的な授業が少ないのが現状である。本研究では図画工作・美術において楽器の製作を行い、それを音楽科で演奏するという流れを基本とした題材や題材の開発を目指す。今回は身近にある材料、特に素材のコストがかからない廃材を利用した楽器製作をテーマとし、学校での題材化の

方向性を探る。

2. 手製楽器の構想方法

今回は、手製楽器の試作に主眼を置いているが、明和電気の作品に代表されるような創作楽器ではない。学校教育の題材の中で導入することを見据え、以下の観点から構想することとした。

- ① 既存の楽器を基本とする。
- ② 学校教育の現場や日常的に存在する素材、特に廃材を利用する。

つまり使用素材を代用し、より簡易な方法で楽器製作を行うことに主眼を置いた。中学校学習指導要領美術編には「また、中学校美術科においては、(中略)必ず指導しなければならない材料や用具を指定していない。」とあるように、発想構想の能力や創造的技能の育成のためにどのような素材を選択するかが非常に重要となる。廃材を使用することの利点は、本来廃棄されるものが利用できるものに生まれ変わる、価値観の変換にある。

カリキュラム化を考える上で対象となる校種は重要となる。しかし、この部分は構想段階であり意識せず、製作を経て筆者が感じた難易度を鑑み校種や学年の設定をおこなうのが適切であると判断した。小学校や中学校での授業を想定した場合、指導

[†] Masahiko KABUTA*, Rie HIRAI*: The Study of Cross-Domain Curriculum Development about Art Subjects (2) Trail Production 1 of Creative Instruments

Keywords : a study of cross-domain curriculum, utilization of waste material, timbre, doremi pipe, windchimes, cajon

* School of Education, Utsunomiya University
(連絡先: mkabuta@cc.utsunomiya-u.ac.jp)

者が児童・生徒に提供する素材の加工状態によって製作の難易度は変化するからである。従って今回の試作では具体的な適正校種の想定はしていない。

3. 検証のながれと方法

上述した構想方法に則り、以下の手順で創作楽器の製作と音質の検証を行った。括弧内は担当者名である。

- ① 製作する楽器の選定 (株田、平井)
- ② 楽器に使用する素材の検討 (株田、平井)
- ③ 楽器の設計・製作 (株田)
- ④ 音質の評価 (平井)
- ⑤ 題材化を視野に入れた検証 (株田、平井)

(1) 製作する楽器の選定

本研究において以前に図画工作・美術科と音楽科の教材として市販されている楽器製作キットの組み立てを行った。楽器の種類としては、弦楽器、鍵盤楽器、打楽器、その他(特殊な民族楽器)に分類できた。小学校や中学校の音楽科の題材において弦楽器は箏、三味線、ギターなどが設定されているが、演奏する機会は歌唱やリコーダー、鍵盤ハーモニカなどと比較すると圧倒的に少ない。また、キットの鍵盤楽器は、金属板を鍵盤としたカリンバやボンゴラピアノであり繊細な音階設定や複雑な金属加工が伴う。よって題材化の方向として、今回は打楽器や効果音を発する楽器に焦点を当てた。合わせて教材化を視野に入れた場合、楽器の構造が比較的簡素なものが適当であると言える。

以上を踏まえ、今回は打楽器類から音階を持つ楽器としてドレミパイプ、効果音を発するものとしてウィンドチャイム、リズムを奏でるものとしてカホン製作することとした。

(2) 楽器に使用する素材の検討

ドレミパイプ、ウィンドチャイム、カホンのそれぞれ音の特性を考慮し、素材の検討に当たった。

まず、ドレミパイプは中空の管を特定の音高になるよう切断したものである。音高(長さ)を変えて何本か用意し、それを組み合わせることによって音階が奏でられるようにした楽器である。ドレミパイプの製作については筒状に形成された素材が不可欠となる。筒状の廃材の代表的なものはラップやトイレトーパーの芯であるが、より硬度がある素材が適している。今回は大型ロール紙の芯材が筆者の勤務する大学に多数廃棄物として存在していたた

め、これを利用することとした。

ウィンドチャイムは、徐々に長さを変化させた金属棒を20本ほど吊り下げた体鳴楽器である。順番に金属棒がぶつかり合うように揺らしながら鳴らすことで、音高の変化に差異の少ない非常に繊細なグリッサンドをもたらす、独特の響きがある金属音を奏でる楽器である。この金属棒にあたる物として、壊れた折りたたみ傘の芯、使用されなくなった鍵を用い、それぞれの素材で2種類のウィンドチャイムを製作した。これらの素材は、吊り下げるために必要な糸を通す穴が既に開けられていることも大きな選定の要因となった。

カホンは南米ペルーを発祥とする木製の箱状の打楽器である。製作に必要な木材については、筆者が角材やシナベニヤ板の端材を多数所有していたため、これを用いることとした。

このように今回の楽器製作に用いた材料の殆どは、一般の学校や日常生活の中で廃材となったものである。

(3) 楽器の設計・製作

これらの楽器を設計・製作するにあたり、まず元となる既成の楽器について事前調査を行う必要があった。しかし、ドレミパイプについては基本的に筒の長さの調節が製作にとって最重要事項であるため、音律の資料を参考とすることに留めた。ウィンドチャイムとカホンについては実見し、音を確認した。ただし、既成のものとは異なる素材を使用するため、詳細な採寸は行わず構造の把握のみにとどめた。また、カホンについては個人のウェブサイトで作製法が紹介されており、それらの情報も参考とした。各楽器の詳細な製作の内容については次項で述べる。

(4) 音質の評価

それぞれの楽器の音を検証する。各楽器の音が演奏に繋げることが可能かどうか、既に授業で使用されている他の楽器と合奏は可能かどうかの評価について基本的に実際に音を聴いて行った(一部機械を測定に用いた)。これら各楽器の音の具体的な評価については、次項で取り上げる。

(5) 題材化を視野に入れた検証

(3)と(4)の結果から、図画工作・美術科と音楽科でのカリキュラム化について考察した。前者については楽器の製作を担う部分であるので、素材選択の妥当性、加工の方法などに焦点を当てた。後者に関しては、今回制作した3種類の創作楽器を導

入しやすい題材の事例について考察した。これにより今回の試作のまとめとした。

4. 創作楽器の製作と音質の評価

本項では、今回製作した3種の楽器について、製作過程と音質の評価について詳細に述べる。

(1) ドレミパイプ

使用した芯材は直径が約60mm（外側）のダンボール制である。紙の厚みが5mmあり、かなり硬質である。この楽器は音階を構成するため、ロールペーパーの芯材を【表1】の比率に従い正確にカットする必要があった。

| 音階 | ド | レ | ミ | ファ | ソ | ラ | シ | ド |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 振動数比 | 1 | 9/8 | 5/4 | 4/3 | 3/2 | 5/3 | 15/8 | 2 |
| 筒の長さ (mm) | 180 | 160 | 144 | 135 | 120 | 108 | 96 | 90 |
| 筒の長さ (mm) | 360 | 320 | 288 | 270 | 240 | 216 | 192 | 180 |

【表1】純正律の振動数比に基づく音階の表

本研究では教材化を目的としているため、音階の振動数比には、最も単純な純正律を採用し、これを基に筒の長さを決定した。

これらを考慮し、カットは電動丸鋸が適当であると判断した【図1】。一般的な鋸を用いても切断は可能であるが、断面がラフになる可能性がある。電動丸鋸によるカットは容易であり、木材を切る時と比較してあまり差異はなかった。ダンボール製ではあるが硬質な素材のため断面も滑らかに加工できた。

本来ドレミパイプは筒の側面を叩くことで音を奏する楽器である。既成のものは今回使用した芯材と比較して薄いプラスチックで加工されている。この芯材においては側面を叩くよりも筒の断面を掌で叩いたほうが音の響きが良好であった。結果、筒の断面を叩いて演奏するドレミパイプの製作に至った。

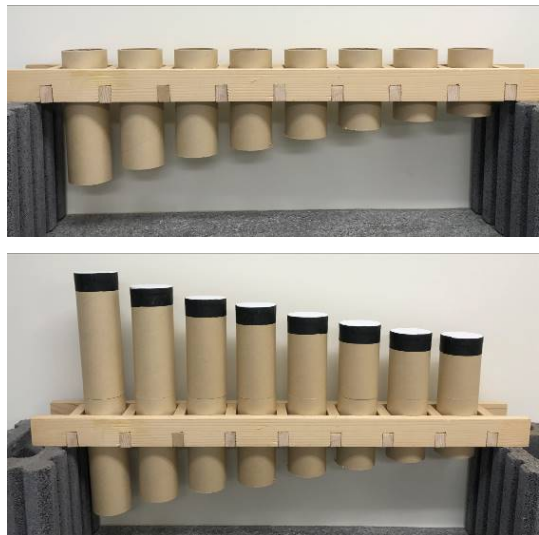
また、形状については既成のものに倣い、①筒のままでカットしたタイプ②打面に膜を張ったタイプの2種類を制作した。打面の膜には楽器製作キットに本草の代用として用いられていたファイバークラフトを採用した。



【図1】電動丸鋸による筒の切断

今回は音階の比率に従い、2オクターブ分をカットし、高音域については、筒状のままのものと、ファイバークラフトを片面に貼り付けたものを製作した。ファイバークラフトは、以前のキット製作時の使用法に倣い、筒の断面より一回り大きくカットし、水で膨潤させてから筒の側面に折り込み木工用ボンドで接着した。その後水張りテープで補強を施した。乾燥後はぴんと張った打面となった。

筒の切断の段階での音の分析として、叩く面と反対側の断面が塞がっていると音の響きが悪いことが分かった。筒を連続して叩く事を考慮し、それぞれの筒を木の枠を作り、固定した。またこれら固定した筒には、ファイバークラフトを貼りこんだものを乗せて音を検証することも可能であった【図2】。



【図2】固定した枠(上)とファイバークラフトを貼った筒を乗せた状態(下)

①の筒状のものについては、掌で叩いて音を出すため、筒が長いもの（低い音域）のほうがよく響いた。これは筒の直径と長さの関係に起因している。

②ファイバークラフトを貼ったドレミパイプは、同じ長さでも共鳴長が2倍となるためオクターブ低くなる。音質としては打面を人差し指と中指を中心に、手首の反動を用いて打ち、膜に指が触れる時間を最小限にすることで、音量の増大を図ることができ、音響に余韻が生じた。また出来る限り中心を叩くことが音高を保持するために重要である。またマレット（撥）で打ち鳴らすことも有効な手段であった。音階として打ち鳴らした場合、シの音が若干低い印象を受けるが、これは振動数比から算出した設計に由来するためである。

(2) ウィンドチャイム

前述のように金属棒の素材が異なる2種類のウィンドチャイム（①折りたたみ傘の骨材、②鍵）を製作した。最初に折りたたみ傘の骨材を利用したものに着手した。製作に先駆け、既成のウィンドチャイムを実見し、各金属パーツの固定の方法と吊り下げられるため糸の素材、金属棒の長さの変化率を確認した。壊れた折りたたみ傘は2本確保できた。関節部の切断にはボルトクリップを、細かい余剰パーツの除去はラジオペンチを使用し分解した。特にボルトクリップによる切断は容易であるが、ラジオペンチによる加工は力を要した。

傘2本で使用可能な金属棒は30本程度得られた。今回は状態の良い25本を選定した。これらを長さの順番に並べた後、長さが徐々に変化するようにマーカーで印を付け、ボルトクリップで切断した【図3】。



【図3】 ボルトクリップによる加工

これら傘の骨材を幅50mm、厚さ15mmの木材に錐で穴を開け、ナイロン製のテグス3号（太さ0.29mm）を用いて結び付けた。重要となるのはそれぞれの金

属の間隔と木材からそれぞれの金属棒までの長さであると考えられる。金属棒の間隔は15mm、木材から金属棒上端までの間隔は50mmに設定した。これらも既成の楽器に近い値である。この作業の中で、やはり最も困難であったのは木材から金属棒上端までの間隔を一定の50mmに結ぶことであり、実際の製作したものについても少々の差が生じてしまった【図4】。



【図4】 傘の骨材によるウィンドチャイム

傘の骨材を用いたウィンドチャイムの難点は骨材の重さが軽量であるため、テグスで吊り下げた際に糸の癖が影響し金属棒の間隔が均一にならないことである。加えて音を鳴らした際に絡まりやすいという欠点も明確となった。

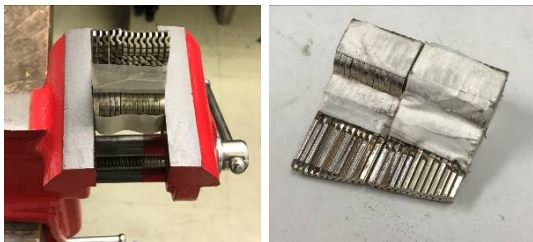
次に鍵を用いたものを製作した。傘の骨を使用した結果を受け以下の点を変更した。①吊り下げ糸の素材、②金属の間隔、③木材と糸を繋げる方法

吊り下げ糸にテグスを用いた場合、弾力が強い性質が影響し木材との長さの調節が困難であった。ここではテグスより柔軟な建築や工事に使用する水糸を使用した。金属の間隔については、より少しの動きで鍵がぶつかり合うように10mmにした。木材と糸を繋げる方法は絵画の額縁の吊るし紐を通す金具を用いた。この金具は糸を通す金具が三角状になっており、鍵を吊り下げた時に糸の位置が一点で安定しやすくなる。これを木材の側面に一列に取り付けた。

今回使用する鍵25本はおおよそ全て同じ長さであった。図のようにテープで2つの束にまとめ、長さを設定した。次にそれぞれをバイスで固定し、金属ヤスリで鍵の先端を切削する方法をとった【図5】。最長の鍵と最短の鍵の長さの比率は4:3に設定した。これはテープで鍵を纏め、固定できる範囲が限られている点が理由である。

鍵の吊り下げについては、水糸に変えたことに合

わせ鍵自体の重みにより整然と垂直に下げることができた。金具と糸の固定には鍵を通した糸を纏めて止め結びで固定した。この点においても水糸のほうが微調整は容易であり、各鍵を木材からほぼ均等な距離に吊るすことができた【図6】。



【図5】バイスによる鍵の固定 (左) 切削後の鍵 (右)



【図6】鍵によるウィンドチャイム

①傘の骨材を用いたウィンドチャイムは、カラカラという乾いた響きであり、骨材の長さ按比例して音高が上下することに特徴が見られた。カラカラという響きは傘の骨材が軽い素材であることに起因している。

②鍵を用いたウィンドチャイムは、無垢の金属製であるため、①と比較すると高い音域で輝きをもった音色に特徴が見られた。スペクトラムメーターで既製品のコンサート用ウィンドチャイム ヤマハ製 WCH-602ST と音質を比較したところ、②の方が音高は低いが、全体的な周波数の推移状況や余韻においてヤマハ製と遜色ないことが明らかになった。廃材を利用した楽器であるが、演奏会用のウィンドチャイムとして十分活用できる完成度の高いものである。

(3) カホン

標準的な既成のカホンの大きさは縦約300mm、横約300mm、高さ約470mmである。素材は木であるが打面と側面で板の厚さが異なっている。側面および上面、下面は表面シナ合板15mm、打面(正面)はチーク化粧板4mm、サウンドホールがある打面の反対側

(背面)シナ合板4mmである。正面の板の素材が異なるのは、デザイン上のアクセントであり、音に与える影響は板の厚さのほうが大きい。また、既成のものには、打面の裏側にスナッピーとよばれる金属ワイヤーが張られており、打面を叩いた時にワイヤーと木が当たる音が発生する。その他、箱の中に鈴を固定するものもある。この点において、中心となる音は打音であることと、学校教育での題材化を考慮し今回はスナッピーの設置は行わなかった。

既存のカホンと同等の大きさのものを製作する場合、側面と上面、下面には幅300mm以上厚さ15mmの合板が必要となるが、今回は廃材利用を掲げており、改めて合板を準備せず、手元にあった幅180mm、厚さ12mmの杉の野地板を代用した。打面の4mm厚のシナ合板は絵画用のパネルや木版画の版木として学校教育の現場においても頻繁に使用されている。筆者も多数所持していたため、打面と裏面に採用した。

180mm幅の板を基準とするため、連動して自作カホンの大きさは縦220mm(打面と裏面の板厚を加算)、横180mm、高さ270mm(既成のカホンとの比率から)のミニカホンとなった。

設定したカホンの外形に合わせ板の切断と接着を行った。側面は釘やネジは使用せず木工用ボンドのみ使用し、補強材として四隅に角材も接着した。乾燥までの固定は煉瓦を両脇に立てる方法を使った【図7】。



【図7】側面、上面、下面の接着

裏面のサウンドホールは叩いた音の出口に当たる部分であり、今回製作のカホンは小さいサイズであるため、音の出を考慮し実見したカホンよりも穴の比率を大きくとった(既成のものは直径約120mm、今回の自作カホンは約100mm)。穴の位置はおおよそ既成のものと同様、裏面の左右に対して中央の上

方に開けることとした。

側面の接着が完了した後に打面と裏面の接着を行った。打面の接着については、既成のものに倣い接着剤と合わせてネジ止めを施し、完成とした【図8】。



【図8】手製カホン打面側（左）、裏面（右）

カホンは元来、箱の側面を叩くものであり、叩く位置や打法によって音色を自由に变化させる創造性豊かな楽器である。今回製作したカホンは小型ながら響きは豊かであり、叩く場所によって音高や音色が変わるなど、既製品と比較しても実用に耐えうる高品質なものとなった。

カホンの構造は箱型であるため、ワイヤーを張ったスナッピーの設置を除けば、製作の難易度は低い。今回はミニカホンの製作となったが、小さなサイズであっても前述の通り音質や音の大きさとしては十分なものであった。よって、図画工作・美術科での題材化は比較的容易である。そのために今後はサウンドホールの大きさと音の変化の検証や、標準サイズのカホンの試作が求められる。これには幅300mmの合板が必要となる。廃材利用の観点から、角材による端材の接合等を用いた製作も検討したい。

5. まとめ

図画工作・美術科および音楽科へのカリキュラム化を見据え、今回は3種類の楽器を試作した。楽器製作と音の評価を通し、学校教育における題材や題材への導入の観点から、それぞれの楽器の検証を行った。

(1) ドレミパイプ

今回使用したロール紙の芯は電動丸鋸を使用したためカットは容易であったが、学校教育で使用されている糸鋸でも十分カットは可能であると考えられる。微妙な筒の長さの差異により音階に影響が出る

ため注意が必要である。従って図画工作科での導入にはカットまでは指導者が事前に済ませておく必要がある。この場合、筒の側面にマーカーやアクリル絵具などによる描画が活動内容となる。

試作した1オクターブ分のパイプを固定した器具は、授業の中での製作は労力や時間の点から厳しい。よって、一人一人1つの音階を分担し製作する方向が望ましい。また音楽科での演奏でも個人で音階を分担する方法が考えられる。

音楽授業においてはドレミパイプを用い、グループ活動を行い、ハンドベルの演奏と同様に、数人で音階を分担し一つの音楽を演奏する取り組みなどが考えられる。またパイプを組み合わせてメロディーを作る、2つ以上のパイプを同時に鳴らして和音を作るなど、創作活動時の楽器としても活用が期待できる。

(2) ウィンドチャイム

音を奏でる上で要となる2種類の金属素材を試した。折りたたみ傘の骨の使用については、傘の分解に労力が必要であり、分解の課程で怪我をする恐れがある。そのため、図画工作や美術での素材としては適さないと判断した。一方鍵については、音色は既成のものと比較して遜色はなかったが、鍵の先端を手動の金属ヤスリで削り取る作業は、大人であっても骨が折れるものであった。また、25本もの金属を均等な糸の長さで吊り下げる作業もスキルと集中力を必要とする。

結論として既製品のような金属25本のウィンドチャイムの製作は図画工作・美術科では現実的ではない。しかし、5本程度の鍵の数でも音としては響きがある。削る作業を排し、大きさの違う鍵を並べるだけでも音の鳴動は十分であることが予想される。よって素材（鍵）を確保した上で、簡素化させたウィンドチャイムであれば図画工作科でも導入が可能であるといえる。

音楽授業においてウィンドチャイムは、合奏や創作活動で活用することが期待できる。様々な音色のウィンドチャイムをどのタイミングで用いるかなどを考えさせる活動、音色の特徴や音高の変化に重点を置いた創作活動への活用など、表現力や創造性を豊かにするための音楽教育に取り入れることができる。

(3) カホン

前述の通り、スナッピー無しであれば、カホンの

製作は比較的容易であるといえる。今回は既製品に倣い打面にネジ止めを行ったが、全て木工用ボンドの接着で済ますことができれば、図画工作科での題材化も十分可能であるといえる。また、形状が箱なので側面に描画が自由に行うことができる利点もある。

カホンは打ち鳴らし方によってさまざまな音色を生み出すことが出来る創造性豊かな打楽器である。手作りした楽器を用い、音楽授業においてリズム感の育成でソルフェージュ教育への導入、合奏での打楽器としての活用、また歌唱活動においてもドラムのような効果を持つ楽器としての活用など、多種多様な活用方法が期待できる。

今後は、今回明らかになった留意点を踏まえ、更にカリキュラム化の方向を探っていく。更に今回製作した以外の楽器の試作も継続的に進める予定である。

参考文献

- (1) 株田昌彦、平井李枝 (2017) 『芸術教科における横断的カリキュラム開発研究 (1) キット製作から見る教材化の方向性』
宇都宮大学教育学部教育実践紀要第3号
- (2) 文部科学省(2008)『中学校学習指導要領美術編』
- (3) 文部科学省(2008)『中学校学習指導要領音楽編』

平成30年3月30日 受理

**The Study of Cross-Domain Curriculum Development
about Art Subjects (2) Trail Production 1 of Creative
Instruments**

Masahiko KABUTA, Rie HIRAI