

「直感」と「論理」を結びつけた STEAM 教育実践

－「総合的な学習の時間」における「楽器づくり」－

北海道教育大学釧路校教授 森 健一郎

STEAM 教育における音楽

STEAM 教育における Art は、ここ最近になって登場したものであるため、Science、Technology、Engineering、Mathematics の各領域と比べると、付加的な印象があるようである。また、Art といったとき、音楽よりは美術の面が注目される印象もある。しかし、音楽は STEAM 教育に付加されたタイミングこそ後であるが、学問としての成立過程を振り返ってみると、決して付加的なものではなく、むしろベースとなる性質をもった領域といえる。それは、音楽がもつ二つの側面、すなわち、論理に依拠する側面と、直感に依拠する側面に起因しているといえる。

人が何かの思考や判断をするとき、論理に依拠する場合と、直感による場合、主にこの二つのパターンが考えられる。学校教育において、論理については、Science や Mathematics で育成することが、そして、直感を含む感性に関わる面は、Art で育成することが期待されている。Art は美術や音楽から構成されるが、音楽においては、「心地よい音、和音、メロディー」「不快な音、和音、メロディー」といったなどの直感から得られる感覚を、共通のものとして学級全体で共有することができる。

感覚を共通のものとして学級全体で共有し、それを論理的に解釈することで、Science、Mathematics、そして Art の領域を横断する活動が可能になると考えられる。例えば、音楽で扱う「音の高低」は感覚によって判断されるが、その高低は「振動数」という論理によって決定される。同様に、「和音の響き」は感覚によって判断されるが、その響きは「振動数比」という論理によって決定される。

さらに、Technology と Engineering の領域に関わる活動に着目すると、音楽で扱う「楽器」に着目することが有効である。楽器という「音を制御するツール」においては、Engineering（制御）が強く意識されている。また、その「制御」を可能にしているのは、音のピッチを測定するツールなどの Technology であるといえる。

「楽器づくり」による STEAM 教育の実践

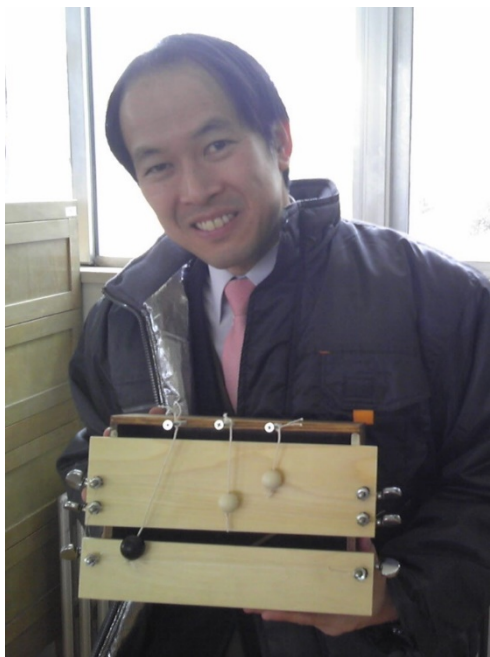
音楽で扱う「音の高低」や「和音の響き」といった「感覚で捉えられる事象」と「それらを決定する論理」との関連を意識した学習活動により、Science、Mathematics、そして Art の領域を横断する活動が可能になる。ここで、「感覚で捉えられる事象」と「それらを決定する論理」との関連を意識させる学習活動として、「楽器づくり」が適していると考えた。楽器づくりという「ものづくり」を経験することで Technology と Engineering の領域に関わることにもなるからである。

こういった考えを根拠として、筆者と芳賀均氏（北海道教育大学旭川校准教授）は、音楽を基盤とし

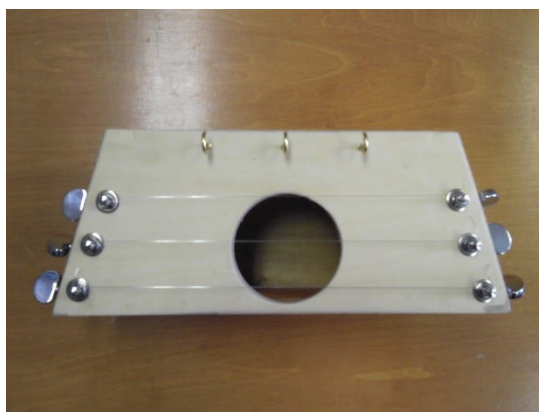
た STEAM 教育の授業を出前授業として、北海道内の各地で実践してきた。本稿では、その一部を紹介する。

実践報告「音楽と理系領域の合科的な学習」

テーマ：「音楽と理系領域の合科的な学習『3 弦の弦楽器（オリコギター※）を作って自分の好きな和音の響きを楽しむ』」※「オリコギター」という名称は、児童による「オルゴール」「振り子」「ギター」の名称を組み合わせ、「お利口」という意味も込めた造語である。外観は図 1b のようになっている。



▲図 1a 試作段階の楽器（人物はこの楽器を教材化した、北海道教育大学旭川校准教授



▲図 1b 3 弦の弦楽器（オリコギター）

対象：北海道内のへき地・小規模校の小学校 5・6 年生（5 年生 4 名、6 年生 2 名）

実施日時：2017 年 7 月 10 日（月）、11 日（火）の 2 日間、各 1・2 校時に実施（計 4 時間）。

授業者：芳賀均

実践した教科・領域：総合的な学習の時間

ねらい：3 弦の弦楽器を作って自分の好きな和音の響きを楽しみ、「比」を活用することで、響きの仕組みを知る。

この学習活動を設定した理由・背景：音楽科の活動においては、音の高さに対応したドレミを用いて活動することが多い。そのことで、音そのものよりも、ドレミというラベルに意識が向いてしまい、「ドレミを唱えれば音楽の学習をしている」という錯覚につながりかねない。ドレミに依らずに、「音」と「振動数」との対応を意識しながら活動することができれば、「直感」と「論理」を結びつけることができる考えた。

そこで、「直感」によって捉えられる事象として「和音の響き」に着目した。単一の「音」では「心地よい／不快」という感覚が得られにくい、「和音の響き」であれば、「心地よい音、和音」「不快な音、和音」といった直感をはたらかせやすく、学級全体でも共有しやすいと考えたからである。その上で、それらの背景となっている論理としての「振動数比」を扱おうと考えた。ただし、「比」の学習は、小学校算数では 6 年生で学ぶ内容であるため、小学校 5 年生にも理解できるような指導場面を設定し

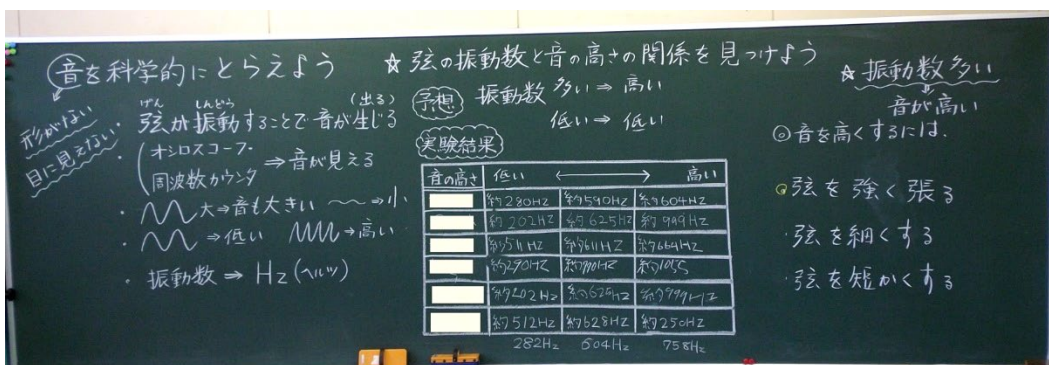
た。STEAM 教育においても「比」は重要な概念の一つ（スケール・比・量）として示されていることから（芳賀・森、2020）、本活動で「比」を扱うことは、今後、STEAM 教育実践を進めるうえでの参考事例になると考える。

授業の効果の検証方法：授業の前後に調査問題（自由記述も含む）を実施し、それを比較することで授業の効果を検証する。

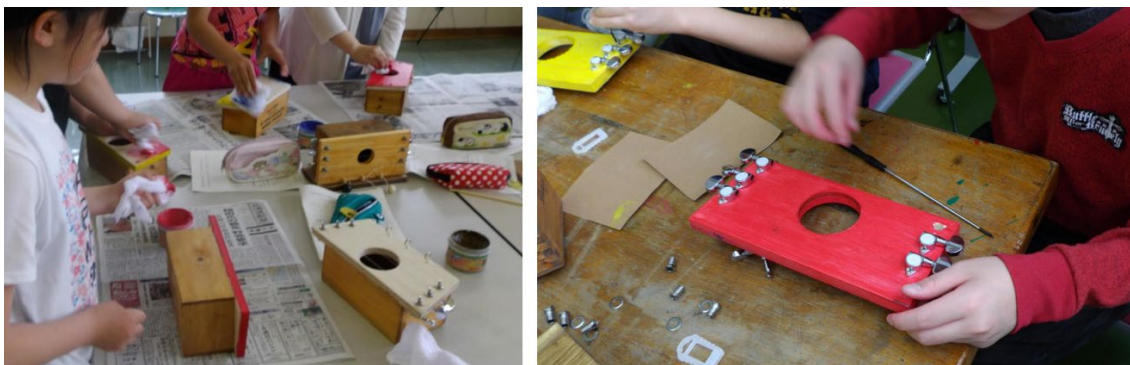
実践の詳細：

① 第1時では、どのように音が出ているか、楽器の仕組みも含めて学ぶ時間とした（図2）。課題を「この（見本の）楽器を作るために、どんな知識や技術が必要なのか考えよう」とし、Science の立場から、弦の振動に気づかせることを意識した。その際、オシロスコープや周波数カウンタを用いて、音を可視化することで理解の助けとなるようにした。これは Technology に関する活動である。そ

して「どのようにして音の高低を変化させるか」についても考えさせた（板書は図2を参照）。



▲図2 第1時の板書（児童の氏名が記入された箇所にマスキング処理）

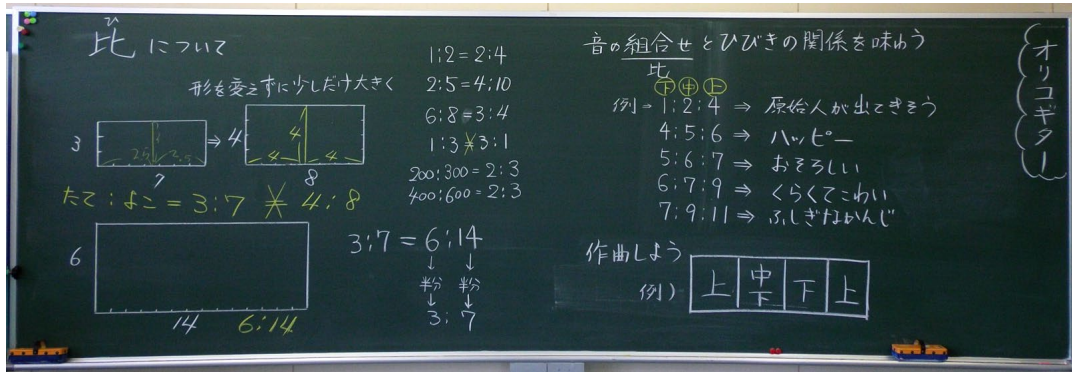


▲図3 着色とペグおよび弦の取り付けの作業

② 第2時を「楽器づくり」の活動とした（図3）。楽器の土台となる箱は出来合いのものを使用し、そこに着色後にペグを取り付けたフロントパネルを接着し、最終的に弦を張った。

③ 第3時では「比」の学習をおこなった。用いた教材は、田中（2003、p.23）による「長方形の辺についての「縦：横の長さの比」である（図4）。中心発問は「縦：横=3:7の長方形を、形を変えないで少しだけ大きくしたらどうなるか」である。この発問に対して、子どもたちは、縦・横ともに1ずつ拡大した「4:8」と答えることが予想され、本実践においてもそのような展開となった。この教材のねらいは「『比』を考えると、『縦横の長さそのもの』ではなく、『相互の関係』に着目できること」

であり、本実践における Mathematics 領域の重点である。本実践においては、限られた時間内ではあったが、明確に「比」についての理解を得ることができた。



▲図4 第3時の「比」の学習の板書

④ 第4時では、音高を周波数カウンタで測定し(図6)、「振動数比」と「和音の響きの感じ」とを(例えば「4:5:6は明るい響き」など)結び付けることを目標とした。

ここで前時の Mathematics 領域の重点に触れつつ、「振動数の値」そのものではなく「振動数相互の関係」に着目させた。通常、ピアノ等で用いられる振動数は100Hzの整数倍ではないが、本実践では、「振動数相互の比」を実感させたいという意図から、300Hz、400Hz、500Hzといった区切りの良い数値を用いて、300:400:500のような振動数比を示した。このような算出しやすい数値を用いることで、音や響きに注目しやすくなると考えた。なお、音を出す際は、倍音列を基本とした。倍音とは、楽器で音を出したとき、その高さの音と同時に発生する「整数倍の振動数をもつ音」である。例えば、100Hz



の音を鳴らすと、 $200 \cdot 300 \cdot 400 \dots$ Hzの音(倍音)が付随して生じ、その配列は図5のようになる。また、振動数比が4:5:6であれば長三和音(ドミソ)、5:6:7であれば減三和音(ミソシb)というパターンとなる。

▲図5 倍音列

ここまでの活動は、音の出る仕組みや楽器の仕組みを理解することが Science、周波数カウンタを用いることが Technology、振動数の数値を確認しながら適切な数値に調整していくことが Engineering に、3本の弦それぞれから出る音の高さの比を求めることが Mathematics、そして「比」によって異なる和音の響きの違いを表現することが Art に当てはまる。

児童は、和音の響きについては、比が「5:2:3」であれば「明るい」(長三和音)、「2:3:8」であれば「不思議で怖い」、および「4:3:8」であれば「耳に悪い」(恐らく、離れた音を組合わせたためであろう)音がといった表現をしていた。



◀図6 音高を周波数カウンタで測定している様子

実践を終えて：

この実践では「音と数字（算数）との関係が意識されたか」「数字（算数）を手がかりに音を使うことがどの程度認識されたか」を重視した。授業の前後に実施した調査問題の結果の分析からは、児童全員が、音と数字（算数）との関係を考えたり、感じたりしたことが確認できた。

今回の実践は、特に教科名を示した実践ではなかったが、自由記述には「図工が好きになった」、「算数は大切だとあらためてわかった」、「作るのと音を決めるのが面白かった」など、教科に対する印象や価値観の変化についての記述が見られた。活動中は、教師から「算数の大切さ」について触れる言動はしなかったことから、「楽器づくり」を通して、数字（算数）との間との関連を意識したことが推察された。

結論として、音の響きに関する感覚を学級全体で共有し、それを「比」という数理を活用して論理的に解釈することで、Science、Mathematics、そして Art の領域を横断することができたと考えられる。さらに、周波数カウンタを用いて振動数の数値を調整していくことで、Technology と Engineering の領域に関わる活動もなされたと考えられる。

音楽を基盤とした合科的な学習を構成することは、効果の高い STEAM 教育実践にもつながると考えられる。現行の学習指導要領は、各教科における見方・考え方を横断的に適用することを指向している。STEAM 教育の各領域の特性、特に Art（音楽）を生かした教育実践を今後も継続し、教育課程における STEAM 教育の実質化に寄与したい。

附記：本実践は、芳賀・森（2019）に記載された複数の実践の一つについて、「直感」と「論理」の視点から考察をし直し、大幅に加筆修正をおこなったものである。「直感」と「論理」とを関連付けて音楽の授業を進めるという提案は、芳賀均「音楽科の授業における評価の観点の運用上の工夫」（令和3年度全国大学音楽教育学会北海道地区学会研究会 研究発表、2021.7.10.オンライン開催）においてなされた。

参考文献

- 芳賀均・森健一郎（2020）『楽しい合科的学習の実践－音楽と他教科の合科・STEAM 教育を考慮した教科横断的な学習－』文芸社、p.51.
- 芳賀均・森健一郎（2019）「音楽と理系領域の合科的学習の試み－振動数比を基にした和音の響きを題材として－」『音楽教育実践ジャーナル』17、日本音楽教育学会、pp.56-65.
- 田中博史（2003）「長方形をちょっとだけ拡大する授業」『算数授業研究』27、東洋館出版社、p.23.