

iPadのアプリを用いた指導法の研究

～音楽と数楽の融合～

愛媛県立三崎高等学校 井上栄治

1 はじめに

昨年度の研究に引き続き、iPad（第4世代：Retinaディスプレイモデル）をうまく活用して、生徒にもわかりやすく、私自身も説明しやすい授業ができないか検討していた。たまたま、数学を取り上げたNHKの番組を見る機会があり、音楽が数学と深く関連していることを知ることができた。その内容をベースとし、iPadのアプリを活用することで、面白い授業が構成できるのではないかと考え、実践してみた。

2 授業内容

実際に行った授業で黒板に映し出したスライドの一部やiPadの画像を使いながら授業の流れを説明する。

ア ギターを弾き、何の音階か当てさせる。2つの「ソ」の音の弦の長さを計測し、弦の長さが2分の1になると、1オクターブ上がっていることで、数学と音階には何かしらの関係があるのではないかと疑問を抱かせる（図1）。

イ NHKの番組「頭がしびれるテレビ『名曲は数学で出来ている?!』」の一部分を視聴させ、ピタゴラス音階と数学の関係について学ばせる。

ウ iPadのプレゼンテーション用アプリである「Keynote」を用いて、平均律音階について説明する（図2）。また、「トーンジェネレーター」というアプリ（図3）を用いて実際の音を聞かせ、周波数と音階の関係を感じさせる。

エ 「ピアノHD」というアプリ（図4）を用いてピアノの音を聞かせ、平均律音階の場合でラの音が440Hzであるならば、ドの音の周波数はいくつになるかを班で考えさせ（図5～7）、「トーンジェネレーター」を用いて確認させてみる。ここでは、 $x^{12} = 2$ の場合の $440 \times x^3$ の計算をすることになる。

エ ピアノで半音上がると周波数では何倍になるのか考察する（図8）ため、冬休みで課題（図9）にしていた内容を復習させ、代表者に発表させる（図10）。ここでは、 $x^{12} = 2$ の解法を行うことになる。

代表者をはじめ多くの生徒が、実際に12乗を計算しな

がら少しずつ答えに近付けていくという方法をとっていた。さらに、参考として以下のような方法を紹介した。

- ・二分法を用いた方法
- ・関数電卓を用いた方法
- ・常用対数表を用いた方法

オ 指数対数の利便性に触れ、数学の有用性やすばらしさについて話をする。また、周波数に関連して、数列で習う漸化式を用いたノイズ作成の話（図11）をして、会社員時代にとった特許（図12）を紹介する。高校で習う数学の式を応用することで、特許も獲得できたことを教える。

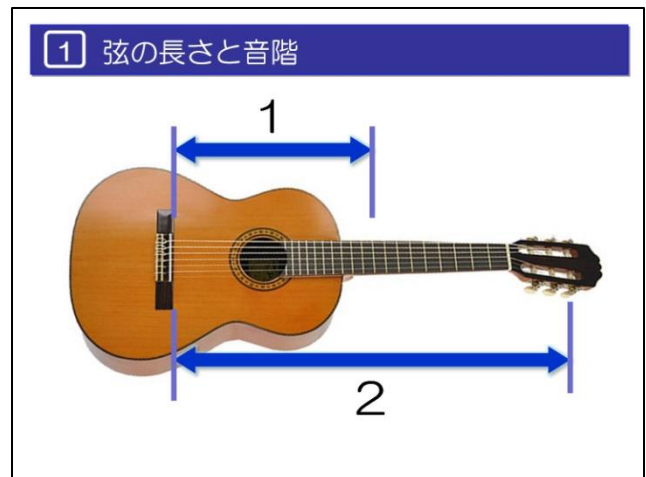


図1 導入

2 平均律音階

- ◆ 1オクターブの音程を均等な周波数比で分割した音律である。
- ◆ ピアノやギターなどの固定ピッチの楽器のほとんどは平均律で調律されている。
- ◆ 転調のしやすさという大きな利点の代償として、和音の響きの美しさを犠牲にした音階である。

図2 平均律音階について



図3 トーンジェネレーター (アプリ)

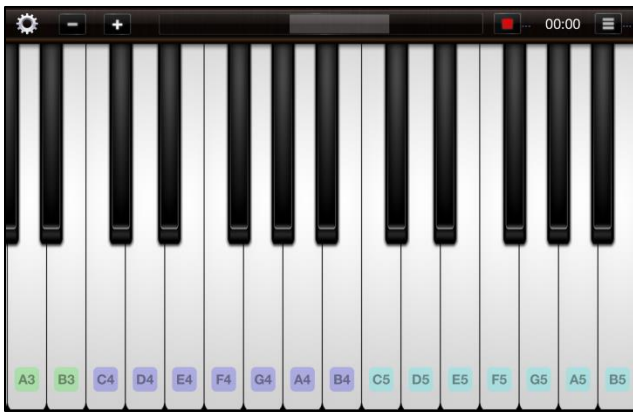


図4 ピアノHD (アプリ)

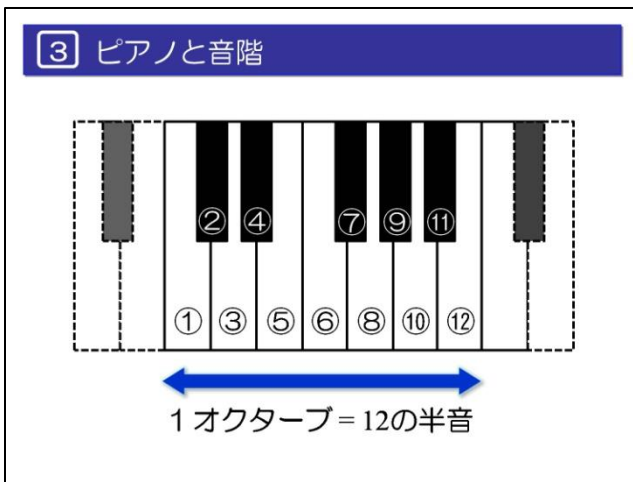


図5 ピアノと音階について

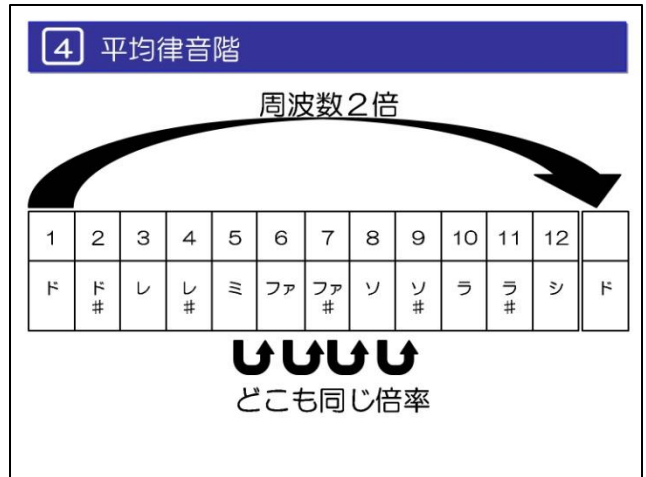


図6 周波数と倍率

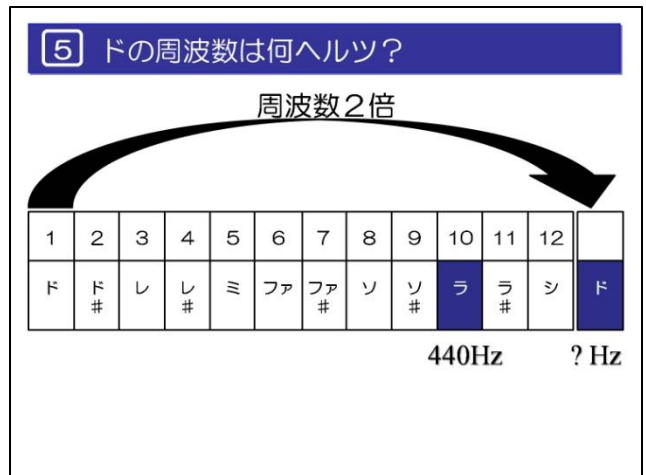


図7 ラが440Hzのときのドの音は?

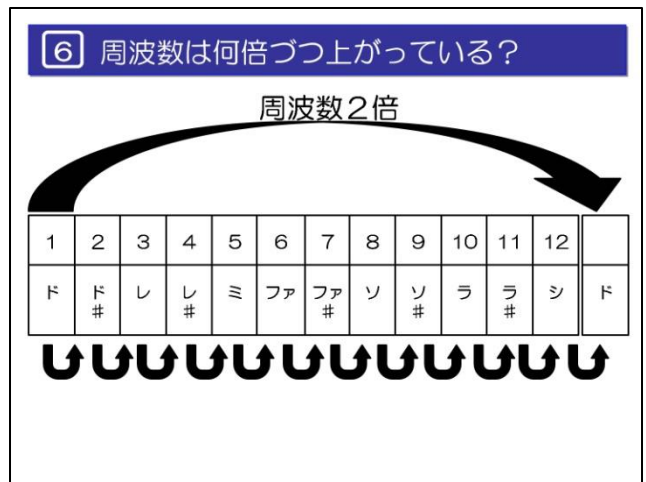


図8 周波数は何倍ずつ?

7 冬季休業中の課題

次のように並んだ□の数字は、(ア)から順番に等倍で増えており、(ス)は(ア)の2倍になっているという。さて、何倍ずつ増えているだろうか計算せよ。ただし、答えは小数第2位まで求めること。なお、教科書、電卓、パソコンなど何を使っても良いとする。他人の解答を参考にせず、必ず自分の力で解くこと。

ア □ イ □ ウ □ エ □ オ □ カ □ キ □ ク □ ケ □ コ □ サ □ シ □ ス □

図9 冬休みの課題

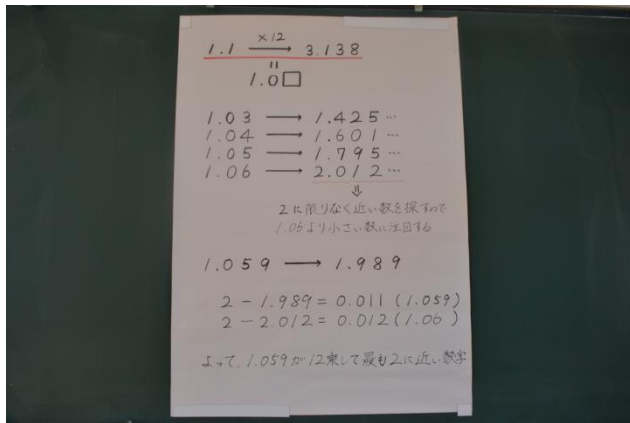


図10 生徒の発表

8 漸化式の応用例 (ロジスティック写像)

$$a_{n+1} = 4a_n(1 - a_n)$$

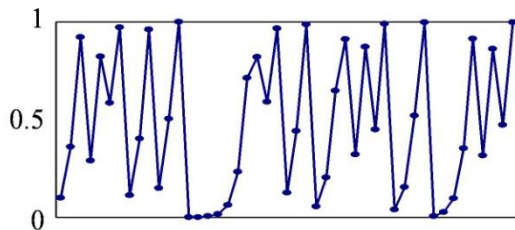


図11 漸化式の応用例

5K067 BB04 FF26 FF31 GG01 GG11 GG21 HH23 KK15	
発明者	井上 栄治
課題	通話相手に不快感を与えることなく簡易かつ速やかに通話を切断することができる移動通信端末を得る。
要約	<p>解決手段 移動通信端末10の図示せぬ擬似ノイズ生成手段がカオスを用いることにより、より人工的でない自然な擬似ノイズとなる擬似ノイズ信号(カオス信号)を生成し、その擬似ノイズ信号をユーザ側の携帯電話機100へ送信することにより、ユーザ側にはノイズが聞こえることになる。すなわち、通話中にノイズを疑似的に発生させ、あたかも電波が悪いために通話が途中で切れてしまったという状況をつくり出す。</p>
特許請求の範囲	<p>【請求項1】相手方と通話可能な移動通信端末であって、カオスを用いることにより疑似的なノイズとなる擬似ノイズ信号を生成する擬似ノイズ生成手段を含み、前記擬似ノイズ生成手段により生成された前記擬似ノイズ信号が前記相手方へ送信されることを特徴とする移動通信端末。 【請求項2】前記擬似ノイズ信号は、自端末のユーザの音声信号に混合されて前記相手方へ送信されることを特徴とする請求項1記載の移動通信端末。 【請求項3】前記擬似ノイズ生成手段は、自端末のユーザの指示に応じて、前記擬似ノイズ信号を生成することを特徴とする請求項1又は2記載の移動通信端末。 【請求項4】前記擬似ノイズ生成手段は、前記擬似ノイズ信号の生成のために、前記カオスを表現する方程式のパラメータをランダムに決定することを特徴とする請求項1～3いずれか記載の移動通信端末。 【請求項5】相手方と通話可能な移動通信端末における制御方法であって、カオスを用いることにより疑似的なノイズとなる擬似ノイズ信号を生成する擬似ノイズ生成ステップと、前記擬似ノイズ生成ステップにより生成された前記擬似ノイズ信号を前記相手方へ送信する送信ステップとを含むことを特徴とする制御方法。 【請求項6】前記送信ステップは、前記擬似ノイズ信号を自端末のユーザの音声信号に混合して前記相手方へ送信することを特徴とする請求項5記載の制御方法。 【請求項7】前記擬似ノイズ生成ステップは、自端末のユーザの指示に応じて、前記擬似ノイズ信号を生成することを特徴とする請求項5又は6記載の制御方法。 【請求項8】前記擬似ノイズ生成ステップは、前記擬似ノイズ信号の生成のために、前記カオスを表現する方程式のパラメータをランダムに決定することを特徴とする請求項5～7いずれか記載の制御方法。</p>

図12 特許 (patent.jp.comより)

数案 特別授業

1 弦の長さとお音:
 ◆ 弦の長さが () 倍になると、1オクターブあがる。 ..

2 平均律音階:
 ◆ ピタゴラス音階のように単純的な音の調和をとっているのではなく、数学的な合理性を優先して決定している。 ..
 ◆ 1オクターブの間を均等な周波数比で12個に分割している。
 ◆ 周波数比が () 数列になっている。 ..

周波数 2倍

... ド ♯ レ ♯ ミ ♯ フ ♯ ソ ♯ ラ ♯ シ ♯ ド ...

×2 ×2 ×2 ×2 ×2 ×2 ×2 ×2 ×2 ×2 ×2 ×2

3 「ド」の周波数を求めよう:
 ◆ 「ラ」の周波数が440Hzのとき、「ド」の周波数はいくらなるか? ..

... ラ ラ# シ ド ...

440Hz Hz

図13 生徒に配布したプリント

3 まとめ

昨年度と同じになるが、iPad などの電子タブレットは、世界中の教育現場で広まりつつあるため、多くの資料やアプリを参考にすることができた。

説明については、iPadのプレゼンアプリであるKeynoteを使用したため、以前のようにノートパソコンを教室に持参する必要がなく、準備や設営がとても簡単であった。ただし、iPadの画面を映し出すためやはりプロジェクタは必要である。もし生徒用に1台ずつあって、データを同期する形で画面を見ることができれば、プロジェクタも必要なく、さらに準備が楽になることを実感した。

音楽と数学をリンクさせた授業にするため、音楽の教員にも参加してもらえる場面があっても良いのではないかと思った。また、私自身がギターやピアノの演奏が上手にできていれば、生徒の反応もさらに良いものになったと思う。今後、使えそうなアプリについてもっと研究したい。

使用したiOSアプリ：

- [1] ピアノHD
- [2] トーンジェネレーター
- [3] Keynote
- [4] Safari

参考資料：

- [1] 特許紹介 HP : patent.jp.com
<http://www.patent.jp.com/15/T/T100008/DA10127.html>
- [2] NHK Eテレ
頭がしびれるテレビ『名曲は数学で出来ている?!』