データサイエンス教育の一環としての「コンピュータ音楽入門」

ーニューラルネットワークを用いた歌声シンセサイザーNEUTRINOを使って

An Introduction to Computer Music

by Using the Neural Singing Synthesizer NEUTRINO

石井正人

Masato ISHII

大学の初年度教育において文理を超えて必修化が進められているデータサイエンス教育の一環として、できれば再来年度より「コンピュータ音楽入門」の開講を予定している。

コンピュータ音楽のようなコンテンツ制作の実際がどのようなものであるかについて、 一定の知見を持つことは、AI にクリエイティヴに向き合い、活用していくべき次世代の高 度技能人材にとって不可欠な素養であり教養であると信じる。

この課題に応えるかのように、ニューラルネットワークを用いた歌声シンセサイザー NEUTRINO が SHACHI 氏によって開発され、2020 年 2 月 21 日にフリーウェアとして発表された。コンピュータ音楽において声楽はとりわけ再現が難しいが、この NEUTRINO のクオリティの高さは驚くべきものであった。この 1 年で v.0.422 までヴァージョンアップが続き、大学・研究機関等から研究用に無償公開されている音声データベースを元に、すでに5 種類の歌唱モード(声の質)が実装されている。

操作も簡便で、経費負担もないため、またとない教材であると判断し、授業を企画した。 以下に授業プランを示す。

1.

この授業では歌声シンセサイザーNEUTRINO(ニュートリノ)を教材に使って、コンピュータ音楽制作の入門を行います。

用意すべきソフトウェアは次の3つです。入手先も示しておきます:

- (a) MuseScore3 https://musescore.org/ja/download
- (b) NEUTRINO https://n3utrino.work/
- (c) Audacity https://audacity.softonic.jp/

全てフリーウェアです。

3 つとも Windows 版と Mac 版があります。この授業では、これらを Windows 10 のマシンに乗せて作動させます。

制作の流れは:

- (1) MuseScore で器楽の楽譜を書く。
- (2) MuseScore で(1)で作った楽譜から器楽の音源ファイルを作る。
- (3) MuseScore で歌詞付きの歌唱譜を作る。
- (4) NEUTRINO で(3)で作った楽譜から歌声ファイルを作る。
- (5) それぞれ(2)(4)で作った音源ファイルを Audacity で合成する。

これで思い通りの音源ファイルができれば、PowerPointで作ったスライド式のビデオに 重ねることも可能だし、別に録画した動画ファイルに AviUtl などのフリーの動画編集ソフ トを使って重ねることも容易です。

一番難しいのは、MuseScore に楽譜を入力することです。コンテンツ制作においては、小説や詩や脚本なら文字の読み書きができて、かつ文章が書けなくてはならず、アニメやマンガやイラストなら絵が描けなければならないのと同様、音楽なら楽譜が書けなくてはなりません。もし不安があるなら、中学の音楽の教科書と参考書、それから一般向けの「楽典」(がくてん。楽譜や音楽理論の基礎がまとめてある本)というものを揃え、適宜参照して下さい。

この授業は作曲・編曲そのものを扱うわけではありません。楽譜に記載された音楽をコンピュータ音楽に変換するための、現時点で一番簡単な方法を紹介するだけです。

コンテンツとコンテンツの表記に強い関心と理解がなければ、技術の習得は進みません。 そもそも表計算を使う必要がなければ、いくら勉強しても Excel 関数が身につかないよう なものです。日本語や漢字の表記に関心と理解があるから文字コードの学習も進みます。よ り深く楽譜の読み書きをしたいと思うようになったら、楽典の他に、和声学・対位法・管弦 楽法を少しずつでも勉強してみることをお勧めします。

2.

楽曲のサンプルには、千葉大学歌を使いましょう。「校歌」として唱和 30 年代末に作られているので、音楽的に全ての点で親しみやすく、演奏が容易で、古典的に堅固な構成になっています。

「校歌」というのは、制約の多い条件の下で(歌いやすく演奏しやすいことが至上命令であるため、奇抜なリズムや前衛的な和声、意表を突く転調などは厳に慎まねばならない)、一流の作曲家たちが腕を振るって作った作品ばかりなので、コンピュータ音楽の実験素材に適しています。(一点だけ問題があるのですが、これは後述します)

千葉大学の HP (https://www.chiba-u.ac.jp/general/outline/songflag/index.html) の楽譜をお借りして以下に掲載します。



千葉大学歌は平井康三郎 (1910 - 2002) という有名な作曲家の作品です。

平井康三郎は、たとえば「スキー」とか、「卒城山」など、教科書に載っていて多くの人が知っている曲を作った人です。

たとえば「スキー」の一番の歌詞は以下の通りですが、たいていの人は歌詞を見ただけで メロディーを思い出すのではないかと思います。

スキー 時雨音羽作詞・平井康三郎作曲

山は白銀(しろがね) 朝日を浴びて すべるスキーの風切る速さ 飛ぶは粉雪(こゆき)か 舞い立つ霧か お お お この身もかけるよ かける

ネット上に音源も多数上がっています。ぜひ調べてみて下さい。

余談になりますが、近現代の日本音楽史、特に日本ポピュラー音楽の歴史に関心のある人は、まさかと思うでしょうが、ぜひ日本の「校歌」の歴史を調べてみて下さい。「校歌」や

「社歌」というものは日本独特な文化・習慣なのだそうで(ヨーロッパに近世以降歌い継がれている「学生歌」は根本的に意味が違う)、旧文部省が定めた「唱歌」などと並んで、日本におけるヨーロッパ音楽の受容と独自発展に大きな影響を及ぼしています。第二次大戦後、教育の民主化の中で学校が増え、「校歌」の需要が高まり、多くの高名な作曲家・詩人が制作の依頼を受けました。平井康三郎も、千葉大学歌の他に、茨城大学・大妻女子大学・摂南大学の大学歌、多数の小中高校の校歌、東武鉄道や日本航空の社歌を残しています。

茨城大学校歌

(昭和29年7月制定) 土岐 善歴 作詞 平井 康三郎 作曲 天地にあまねき 真理を求めて 青春四方に 相寄るところ ひとしく希望の ひとみをあぐれば 山あり海あり 河あり野あり 踏みゆく自由の道ひろし 新たに正しき 社会に立つべく 伝統歴史の深きを誇れ かざすや梅花の 薫もあふれて 健康友情 力と意気に 平和と文化の風清し 茨城大学われらこぞれり 学園われらのためにあり



茨城大学の HP (https://www.ibaraki.ac.jp/generalinfo/resume/song/)から画像を拝借し、スペースのために若干加工させていただきました。茨城大学が昭和 29 年 (1954 年) の制定、千葉大学が昭和 35 年 (1960 年) の制定で、昭和 25 年 (1950 年) に新制大学が発足してから、ようやく制度が安定して運用されるようになってから、「校歌」に対する要求がたかまったものと思われます。しかるに、千葉大学も茨城大学も、60 年以上前のその制定時の楽譜を、現在でもコピーしてそのまま使っているようで、画像に劣化が見られます。



大妻学院の HP (http://www.otsuma.jp/introduction/tradition) から画像をお借りしました。こちらは昭和 28 年(1953 年)の制定だそうです。茨城大学校歌と同じく、土岐善麿・平井康三郎のコンピで作られています。千葉大学歌を作詞した勝承夫(1902-1981)も有名な詩人でしたが、土岐善麿(1885–1980)も名高い歌人・国語学者です。詩の方に興味のある人、特に現代的な「定型詩」のあり方について関心のある人は、これらの詩人の業績についても調べてみて下さい。

いかにも「校歌」らしい、若い皆さんにとってはうんざりさせられるような「ださい」「野暮ったい」曲だと思われるかもしれませんが、がっちりとした「歌いやすさ」と明確な調性を堅持したこのような曲作りは、基本的に現代のポピュラー音楽でも同じです。基本でこれを外すと(芸術家としての意地を変に見せたりすると)、全く受け入れられなくなります。

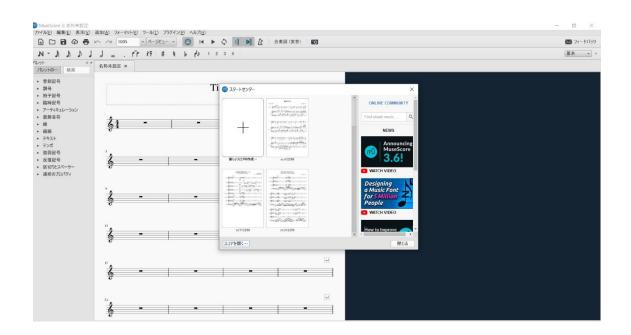
基本がこれだけ保守的なものなのに、現代のポップは何が違っているかと言えば、電子音や目新しいコード、伴奏の派手な音型で覆ってあるだけです。要は編曲の問題であり、いわば包装やファッションの問題ですが、こう言うからといって誤解しないで下さい、包装やファッション、料理の仕方というのは、文化を考える上でとても大事な問題です。ファッションや料理というのは人権の問題で(身を覆っていればどんな服でも我慢しろ、栄養さえあればどんな料理でも食え)、これを軽々しく扱おうとしたり、軽蔑してみせて喜ぶのは、ハラ

スメント犯罪と同じです。

コンピュータ音楽などのコンテンツ制作で特に理解しておかなければならないことは、 基本の保守的・古典的な構造と(歴史的伝承)、細部の作り込み・表面の飾り方・加工の仕 方による新しい文化的生命について(革新的受容)、それぞれの必要性と意義をきちんと 別々に理解することです。コンテンツ制作に少しでも関われば、文化の創造におけるこの問 題が面白いように分かってくるはずです。それがこの授業の目的です。

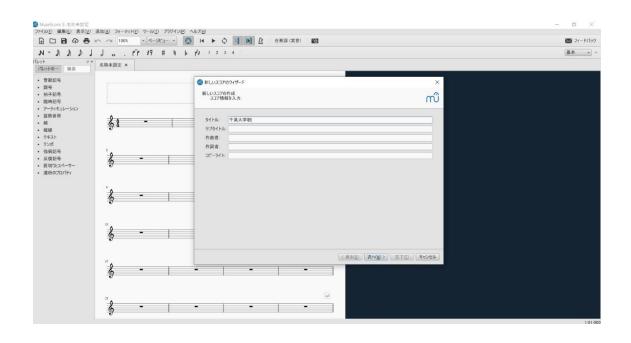
3.

では、千葉大学歌を MuseScore に打ち込んでみましょう。 MuseScore を起動すると

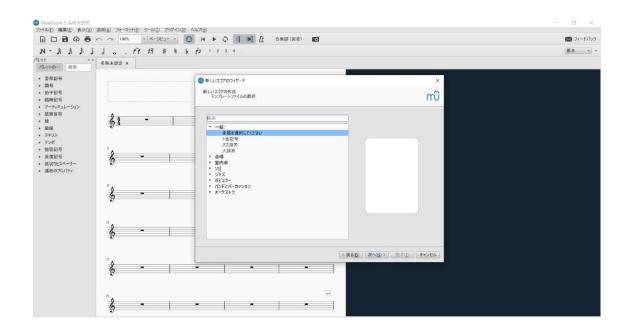


基本の画面の上に「スタートセンター」という別のウィンドウが開きます。これまで開いたファイルがサムネイル入りで提示されますが、左上の「新しいスコアの作成」をクリックします。

すると、「新しいスコアのウィザード」というウィンドウに切り替わります。

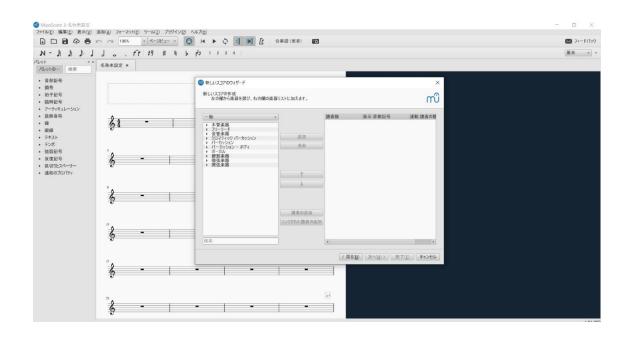


ここで、タイトルやサブタイトル、作曲者などの情報を打ち込んで、下の「次へ」をクリックします。

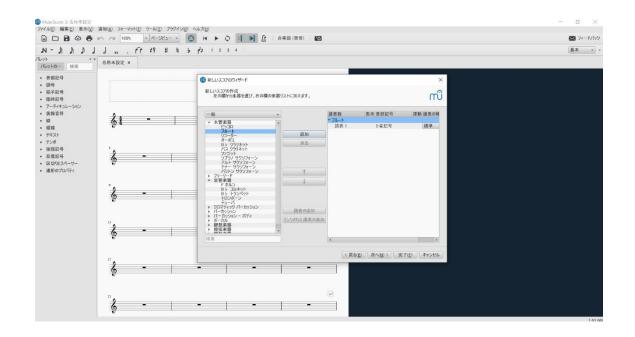


次に「テンプレートファイルの作成」画面になります。用途に合わせたテンプレートが用意されています。選んでみると、右側にプレビューが出ますから、いろいろ試してみて下さい。

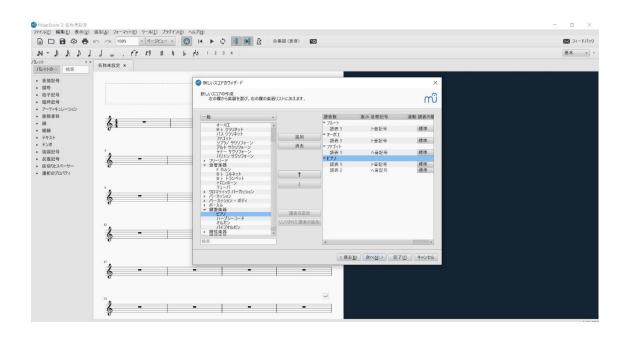
楽器からあらためて指定するためには、「楽器を選択して下さい」というところをクリック します。



「左の欄から楽器を選び、右の欄の楽器リストに加えます」という画面に切り替わります。 それぞれ楽器の種別がかいてあり、クリックするとたたまれたメニューが現れます。用意されている多種の楽器が指定できます。

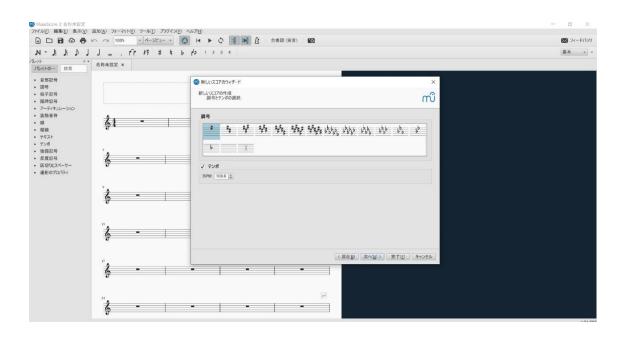


いま、木管楽器のメニューを開き、フルートを選び、追加をクリックしました。右のリストに加えられました。一段目にト音記号の楽譜が準備されることになっています。

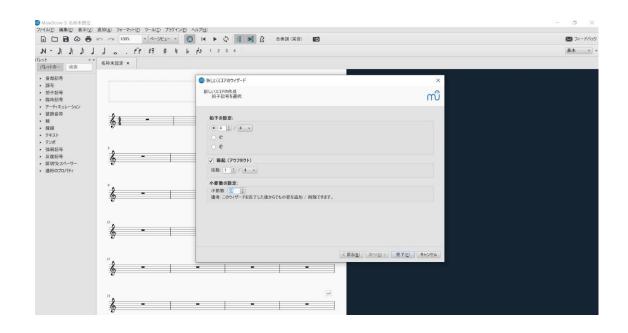


次々に、オーボエ、ファゴット、ピアノと選んでいきます。ファゴットを選ぶと、自動的 にへ音記号の楽譜として 3 段目に設定されることになっています。ピアノを選ぶと、自動 的にト音記号の楽譜とへ音記号の楽譜が二段で並ぶ「大譜表」が自動的に設定されます。

「次へ」を押します。



「調」と「テンポ」を選ぶ画面になります。調号は 15 種全て用意されています。千葉大学歌はト長調なので、シャープーつの調号を選びます。テンポの指定にもチェックを入れ、楽譜通り、4 分音符 \bot が 1 分間に 108 回打たれる速度 (BPM = beats per minute) を指定します。「次へ」をクリックします。



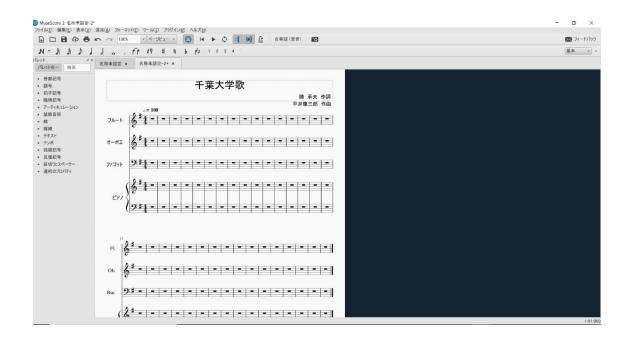
拍子を選ぶページに切り替わります。何分の何拍子を自由に選べます。4/4 拍子のことを C (common time) で、2/2 拍子を C (alla breve) で表すこともありますが、それも選べます。

入力する楽譜が弱起(アウフタクト)である予定なら、チェックを入れて選ぶことができます。千葉大学歌は4分音符1つで始まる弱起なので、指定できます。もしアウフタクトの概念がよく分からないなら、そのままにしておいて下さい。曲の冒頭に3拍休みが入るだけです。

また小節数が予め指定できます。途中でも増減が可能ですが、入力ミスをチェックするの に役立つので、最初から小節数を入れておくと便利です。

これで「完了」をクリックします。初めてのスコアのフォーマットが決定されます。

「完了」を押す前ならば、「戻る」でいつでもやり直せます。また「完了」を押した後でも、フォーマットの設定を変更することは可能です。



「完了」をクリックすると、新しいスコアのウィザードのウィンドウが消え、フルートとオーボエとファゴットとピアノを選んだ楽譜のフォーマットが用意されています。

4.

これに楽譜を打ち込んでいくわけです。左上に「N」と書かれたスイッチがあります。これを押すと、音符の入力状態になり、ポインタの先が4分音符に変わります。どの音符を入力するか、Nの隣に並んでいる音符のスイッチから選んでクリックすると、ポインタの先が選択した音符の形になります。

楽譜の読み書きに慣れている人ならば、入力したい記号、入力しなければならない記号について次々と疑問と要求が沸いてくるはずだから、マニュアルを見ながら勉強が自然に進みます。入力したい音楽が、楽譜のイメージで浮かばない人だと、これから先は難しいことになります。しかしそれは勉強の進め方を逆に考えれば良いことです。今まで漠然とセンスやフィーリングに頼っていた音楽というコンテンツの制作を、楽譜という合理的な記述方法で行うことで一層発展させる勉強をたった今始めたのです。

MuseScore をはじめとして楽譜を書くソフトは、入力した音楽を直ぐ再生してくれます。 MuseScore の場合、上にある「▶」 のボタンがそれで、クリックすると直ちに楽譜を再生してくれます。つまり、現実に音を聞きながら(実験しながら)楽譜を入力していくことができるのです。これはつまり、実験をしながら楽譜入力を学んでいくことができるということです。

とはいっても、今勉強が始まったばかりだから、直ぐにまとまった曲を入力するのは難し すぎるかもしれません。それはまた別の機会に訓練することにして、今はすでに入力済みの ファイルをお配りしましょう。

千葉大学歌

勝 承夫 作詞 平井康三郎 作曲





千葉大学の HP に公開されている楽譜を、できるだけ忠実に MuseScore に入力したものです。ヴォーカルのところをメゾソプラノに指定してあるのは、音域的にソプラノよりやや低めに合唱の部分が作られているからです。

これを手元の MuseScore に読み込んで、すぐ再生ボタンを押してみて下さい。本物と間違うようなピアノの音と、やや人工的なヴォーカルが聞こえてきますね。

しかし大きな違いにすぐ気がついたと思います。この midi 音源による再生では、ヴォーカルに歌詞付きで歌わせることができないのです。

この授業で使う NEUTORINO という歌声シンセサイザーは、ここまで MuseScore で用意した音源をさらに加工し、歌詞付きのリアルな歌声にしてくれます。

その話に進む前に、MuseScore による楽曲の再生についてもう少し実験をしておきましょう。

次に見せるのは、千葉大学歌の木管楽器合奏用ヴァージョンです。先ほど楽譜のフォーマットを作る練習に、フルート・オーボエ・ファゴット・ピアノの合奏フォーマットを作ってみました。それを利用して、千葉大学歌を編曲します。

ヴォーカルの二重奏をフルートとオーボエに担当させ、ファゴットにはしばらくピアノの左手と同じ音を演奏させます。最後の部分でヴォーカルが三重奏になるところで、ファゴットにメロディーに参加してもらいます。編曲ともいえない芸のないやり方で、お恥ずかしい次第ですが、授業用の素材なので我慢して下さい。

作るのが難しいようですが、いったん千葉大学歌を入力してしまえば、後はコピーアンドペーストを使ったり、楽器の変更をしたりできるので、想像するよりはずっと簡単にこの程度の「編曲版」なら作ることができます。

この「木管合奏用 千葉大学歌」のファイルもお配りするので、手元の MuseScore で読み込み、直ぐに再生してみて下さい。

どの楽器の音も、息づかいなど、かなり高いクオリティで再生されています。楽器を知っている人には驚くほどであると思います。私などが初めてシンセサイザーを手にしたときから比べると、格段に技術は上がっています。けれども、いろいろ楽器の音を実験してみれば分かりますが、まだまだ開発の余地がある部分もたくさんあります。

金管楽器一つ一つはまあまあの音になりますが、金管合奏がどうも平たい汚い音になります。サックスもいけません。クラリネットもぱっとしません。これからますます改良されていくと思います。

しかしなんと言っても再生が困難なのが人間の声であるようです。すでに別の「楽器」であって、テクノを聞いて育った皆さんは、人間の声とは思わずに、別の種類の楽器としての愛着があったりするようです。







2



4.

こうやって MuseScore で音源ファイルにしたものに、若干手を加え、歌声シンセサイザーにかけられるようにします。

歌声の部分だけを抜き出した楽譜を作ります。それに歌詞を付けておきます。 注意点がいくつかあります。

- (1) 後で伴奏のピアノと合わせることを考えると、最初の休符の部分(ピアノによる前奏の部分)も残しておいた方が作業が楽だと思います。
- (2) 歌声シンセサイザーは、単音の一メロディーずつしか変換できないので、合唱にしたい場合は、それぞれのパートを一つずつ楽譜にします。千葉大学歌は最後の部分で三重唱になるので、下のように3枚の楽譜が必要になります。
- (3) 助詞の「は」「を」は、発音通り「わ」「お」と書きます。
- (4) 「房総」は、ひらがなに開くときは「ぼうそう」ですが、発音通り「ぼおそお」と表記した方が良いようです。長音はなく、母音を続けて入力します。タイで結ばれた音でも、母音を記入しておきます。(そうしないと無音で返されてしまいます)
- (5) また、繰り返し記号を読み込んでくれないので、繰り返ししたいとき、2番や3番を歌わせたいときには、繰り返し記号を使わず、演奏するまま長い楽譜を書きます。
- (6) それから、弱起(アウフタクト)を NEUTRINO は理解しません。フルで1小節と 理解して間を取ります。MuseScore で作った音源ではアウフタクトがきちんと処理 されます。すると、NEUTRINO で作った歌声と、MuseScore で作った伴奏を合体 させる際に、微妙なずれが生じます。音源に変換するつもりの楽譜は、最初からアウフタクトの記述をあきらめ、前半部分にたくさんの休符がある小節として書いておいた方が無難です。
- (7) 長い音符に「ん」の音が当てられたとき、KIRITAN 以外の音声モードは対応できないようです。千葉大学歌にはそれが何カ所かあります。実験してみて下さい。



(8) NEUTRINO はゆっくりしたテンポ、長く伸ばす音が苦手であるようです。4 秒 以上続く音を歌声にしようとすると、音程が崩壊します。それに対して、非人間的 なほどの早いテンポ、細かく刻んだリズムは得意であるようです。





(9) これらの歌声楽譜を作ると、それぞれ分かりやすくファイル名を付けて保存します。 ここでは、chibadaigakuka_v1, chibadaigakuka_v2, chibadaigakuka_v3 としてお

きます。ファイル名はアルファベットと数字にしないと、やはり読み取ってくれないようです。これも要注意です。

(10) これらを保存すると、「.mscz」という拡張子がついたファイルとして保存されます。 それ以外に、「ファイル」の「エクスポート」のところを開いて、「非圧縮 MusicXML ファイル(.musicxml)」という形でも保存して下さい。拡張子が「.musicxml」になります。

このファイル形式にして、はじめて NEUTRINO にかけて歌声に変換することが可能になります。すでに有料の楽譜作成ソフト Finale, Sibelius 等を使っている人も、musicxml ファイルに楽譜ファイルを変換すれば、NEUTRINO を使うことが可能です。

5.

ようやく NEUTRINO にかかります。

NEUTORINO をダウンロードして展開すると、指定した場所に次のような次のようなフォルダ構造が作られるはずです。

名前	更新日時	種類	サイズ
bin	2021/01/02 21:54	ファイル フォルダー	
model	2021/01/02 21:55	ファイル フォルダー	
NSF NSF	2021/02/15 15:39	ファイル フォルダー	
output	2021/01/02 21:57	ファイル フォルダー	
score	2021/01/02 21:57	ファイル フォルダー	
settings	2021/01/02 21:57	ファイル フォルダー	
LICENSE_Sinsy.txt	2020/08/11 18:12	テキスト ドキュメント	3 KB
LICENSE_WORLD.txt	2020/08/11 18:12	テキスト ドキュメント	3 KB
README.txt	2020/08/11 18:12	テキスト ドキュメント	8 KB
Run.bat	2021/02/15 15:59	Windows バッチ ファ	2 KB
■ 利用規約.txt	2020/08/11 18:12	テキスト ドキュメント	3 KB

NEUTRINO の使い方は README.txt に書かれています。

さらに score フォルダの中は次のようになっています。

3前	更新日時	種類	サイズ
label	2021/01/02 21:57	ファイル フォルダー	
musicxml	2021/02/15 15:39	ファイル フォルダー	

この musicxml と書かれたフォルダの中に、今から歌声に変換したい楽譜ファイルをコピーします。

次に、エディタ(「メモ帳」が一番簡単だろうと思います)と「コマンドプロンプト」ウィンドウを開きます。スタートボタンから、「メモ帳」は「Windows アクセサリ」の中に、「コマンドプロンプト」は「Windows システムツール」の中にあります。

「メモ帳」で NEUTRINO フォルダの中の「Run.bat」ファイルを開きます。



Run.bat ファイルの中の 2 カ所を書き換えます。

1) BASENAME=以下に、今から加工したいファイル名を(拡張子抜きで)書き込みます。

2) ModelDir=以下に、歌声のモード、声の質を入れます。ITAKO, JSUT, KIRITAN, MERROW, YOKO の 5 種類が可能です。先ほど歌詞との対応で触れたように、長音に「ん」を対応させることが KIRITAN 以外では難しいようです。

今ここでは、BASENAME を chibadaigakuka_v1 とし、ModelDir を KIRITAN として、「ファイル」 \rightarrow 「上書き保存」にします。

それから「コマンドプロンプト」を開きます。ここでは、MS-DOS の最低限の知識が必要になります。

C:¥Users>cd.. C:¥>cd neutrino C:¥NEUTRINO>

「>」記号の右側に、コマンドを自分で書き込んでいかなければならないのですが、その際に、コマンドに必要なファイルが揃っている場所(ディレクトリ)に「入る」必要があります。「コマンドプロンプト」を開くと、最初はユーザー専用のディレクトリに入っている状態です。そこから NEUTRINO のフォルダの中に移動します。うえで使った cd というコマンドが change directory の略で、ディレクトリを移動するコマンドです。コマンド cd の次に置かれている「..」にも意味があり、一つ上の階層のディレクトリに移動することを意味します。私は C ディレクトリの一番上の階層に NEUTRINO フォルダを作っておいたので、そこに先ず移動しました。大文字小文字の区別はありません。

בי אלים אלים בי אלים בי לים ב

ここで先ほど必要な書き換えを行った run.bat というコマンドを走らせます。名前を入

れて、Enter キーをたたくと、直ちにプログラムが走り始めます。

```
C:\(\text{NEUTRINO}\)\run.bat

2021/03/07 1:47:37.19 : start MusicXMLtoLabel

Convert MusicXML to label -> score\(\text{\text{Husicxml\text{\text{\text{convert}}}}\)

[WARN] Duration of notes in a measure is too short

output full label -> score\(\text{\text{label\text{\text{\text{\text{bibadaigakuka\text{\text{\text{\text{\text{\text{output}}}}}\)

output mono label -> score\(\text{\text{\text{label\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text
```

マシンのスペックにもよりますが、それほど時間がかからず終わります。

■ コマンド プロンプト

```
random flag
    acoustic flag
    use gpu flag
2021/03/07 1:48:19.83 : start WORLD
    Load Acoustic features : 0 [msec]
    Parameter modification : 637 [msec]
Synthesis : 637 [msec]
    Write wave file
                                : 4998 [msec]
: 5098 [msec]
: 10.8278 [gen/sec]
    Finish
   Generation rate
    --- Information ---
   wav Length
                                : 55.2 [sec]
   sampling rate
                                : 48000 [Hz]
   pitch shift
    formant shift
                              : 3 [thread]
   number of parallel
    hi-speed synthesis
2021/03/07 1:48:24.97 : start NSF
    Linguistic feature (duration)
                                              : 1 [msec]
                                              : 241 [msec]
    Linguistic feature (acoustic)
                                               : 261 [msec]
: 560 [msec]
    Separate feature
Synthesis (NSF) : 560 [msec]
Error: Failed to run NSF. Please check log (NSF/NSF.log).
2021/03/07 1:48:39.57 : end
: ¥NEUTRINO>
```

「end」が出て、コマンドラインが元の位置にもどると終了です。 こうなってから、先ほど確認した NEUTRINO のフォルダ構造の中の「output」フォルダ の中をエクスプローラで開いてみると、

> NEUTRINO > output			
名前	更新日時	種類	サイズ
a305_04.mgc	2020/09/21 1:40	MGC ファイル	13,922 KB
a305_04_syn.wav	2020/09/21 1:40	WAV ファイル	13,922 KB
Ca305b.mp3	2020/09/18 3:07	MP3 ファイル	1,782 KB
chibadaigakuka_v1.bap	2021/03/07 1:48	BAP ファイル	432 KB
chibadaigakuka_v1.f0	2021/03/07 1:48	FO ファイル	87 KB
chibadaigakuka_v1.mgc	2021/03/07 1:48	MGC ファイル	5,175 KB
chibadaigakuka_v1_syn.wav	2021/03/07 1:48	WAV ファイル	5,175 KB
finnlandia.bap	2020/08/11 20:04	BAP ファイル	469 KB
finnlandia.f0	2020/08/11 20:04	FO ファイル	94 KB
finnlandia.mgc	2020/08/11 20:04	MGC ファイル	5,625 KB
finnlandia_nsf.wav	2020/08/11 19:47	WAV ファイル	2,813 KB

ご覧の通り、chibadaigakuka_v1の歌声ファイルが作られています。この wav という拡張子は、音声ファイルの形式の一つで、NEUTRINOでは結果がこの形で出力されます。音声ファイルを他の形式(例えばよく使われる mp3 など)に変換することは容易です。

この作業を chibadaigakuka_v2,chibadaigakuka_v3 にも適用すれば、合唱のそれぞれのパートの歌声ファイルができます。まず結果を聞いてみて下さい。好き嫌いはあるかもしれませんが、それらしいアニメ声で歌詞付きの歌声が作られているはずです。

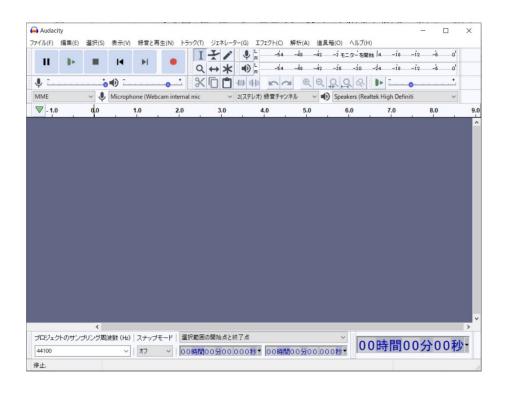
6.

Musescore で作った楽譜は、直ぐに再生できました。それだけでなく、「ファイル」 \rightarrow 「エクスポート」で、音源ファイルにすることができます。いろいろな形式(mp3 や wave など)で保存可能です。先ほどのピアノ伴奏と歌詞なしのヴォーカル版でも、木管合奏版でも、音源ファイルにして下さい。

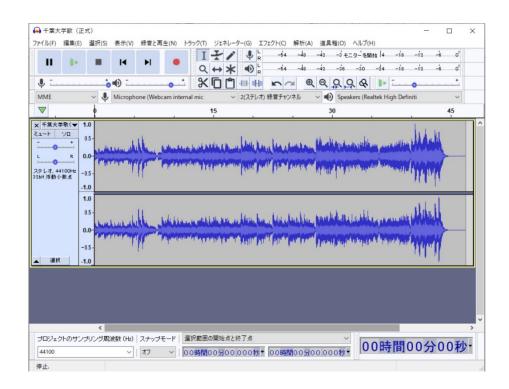
これを「伴奏」として、上で作った3つの歌声ファイルと合体させます。同じ楽譜から作ってあるので、タイミングを合わせる苦労はありません。

Audacity を開いて下さい。

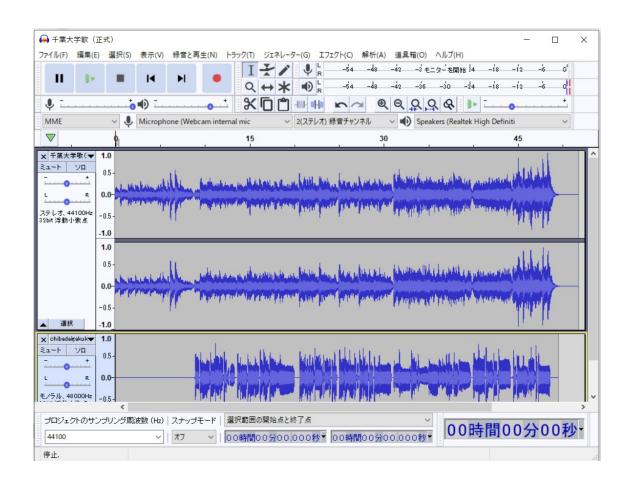
千葉大学人文公共学府 研究プロジェクト報告書 第 362 集 pp. 1-28 2021 年 『高等教養教育研究』



「ファイル」→「開く」で、まず伴奏版の音源ファイルを開きます。



もともとミキシングの他に音声分析と加工のためのプログラムなので、詳しすぎる情報 が示されます。 これに、NEUTRINOで作成した歌声を重ねていきます。「ファイル」→「取り込み」→「音声の取り込み」で、chibadaigakuka_v1, chibadaigakuka_v2, chibadaigakuka_v3 を次々に選んで取り込んでいきます。



Audacity でも、上の再生ボタンを押せば、読み込んだファイルを直ぐに再生できます。 複数のファイルを取り込んだあとでは、全部のファイルが一斉に再生されるから、多重録音 した状態を確認できます。せっかくだから、ミキシングして下さい。

合成したファイルを書き出すには、「ファイル」→「書き出し」を選ぶと、書き出すための音声ファイルの形式が選べます。よく使われる mp3 か wav にして出力させれば、簡単に多重録音したファイルが出力されます。新しいファイル名を付けることに注意して下さい。

一つ一つ苦労して作った音声ファイルが合成され、メロディーやハーモニーが思い通り に重なって再生されたときの喜びは何物にも代えがたいものです。

様々な実験を繰り返して、コンピュータ音楽のツールが現段階で得意とする、音域や楽器の種類、音声の質、リズム、速度を探り当て、独自のコンテンツをどしどし作成していって下さい。MuseScoreを使ってコンテンツの基本を作成すると、クラシックで基礎的な構造

の音楽になります。崩すのはいくらでもできます。

この授業が、みなさんが AI を活用して独自のコンテンツを作成・発信していく手助けに 少しでもなれば良いと思います。できるだけ多くの人が、創作に興味を持ち、必要なセオリ ーや技術やツールを学び、様々な成果を発表していくことが、社会や文化にとってとても大 切なことだと私は信じています。