

令和 6 年 9 月 12 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H03462

研究課題名（和文）音声認識手法を応用した自動作曲・自動作詞・自動伴奏の研究

研究課題名（英文）Automated Music Composition, Lyrics Generation and Accompaniment from the Speech Recognition Approach

研究代表者

嵯峨山 茂樹（Sagayama, Shigeki）

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・客員研究員

研究者番号：00303321

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：我々は、自由な日本語歌詞入力から、ユーザの好みの作曲条件設定に基づいて、音楽理論と言語学を同時に満たすことで伴奏つき二重唱を自動的に作曲する技術を、音声認識アルゴリズムの発展として開拓し、web経由の自動作曲システムOrpheusを構築・一般公開して以来、関連する様々な技術の研究開発を行った。主な成果は、英語などのストレスアクセント言語に向けた自動作曲の新原理とアルゴリズムの開発や、与えられた歌詞の意味内容から適切な作曲条件を自動設定する方法の開発や、関連して歌唱音声分析などを行った。一方、並行して開発してきた確率モデルによる自動伴奏技術の応用展開として、実用現場での実用実験も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

音楽愛好者は多く作曲への関心も高いが、歌詞は思いつくが作曲は苦手というケースが多い。歌詞が入力されれば自動的に作曲する技術は生成AIの好適なゴールであるが、最近盛んな深層学習を用いた機械学習アプローチには向いておらず、研究成功例は決して多くない。本研究開発は、音楽理論と言語学に基づいて、違和感を感じない自然な音楽旋律とは何であるかを計算論的に正面から答え、その原理に基づいてwebベースの自動作曲システムOrpheusを構築し一般無料公開したものである。現時点では約77万曲が作曲され、アクセス回数は約3000万回である。TV20回以上などメディア出演や、商業的応用（Pepper）もされている。

研究成果の概要（英文）：We developed a technology to automatically compose duets with accompaniment by simultaneously satisfying the requirements of music theory and linguistics based on the user's preferred composition conditions from freely input Japanese lyrics, as an advancement of speech recognition algorithms, and constructed and released the web-based automatic composition system "Orpheus" to the public. Since then, we have conducted research and development of various related technologies. Our main achievements include the development of new principles and algorithms for automatic composition suitable for stress-accent languages such as English, the development of a method for automatically setting appropriate composition conditions from the meaning of given lyrics, and related singing voice analysis. Meanwhile, we also conducted practical experiments in real-world applications as an application of the automatic accompaniment technology based on a probabilistic model that we developed in parallel.

研究分野：音楽情報処理

キーワード：自動作曲 隠れマルコフモデル 言語の韻律特性 非和声音ラベル 自動作詞 運指決定 自動作曲システムOrpheus 自動伴奏システムEurydice

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

音楽情報処理の研究は、今世紀初頭から世界的に急展開し、対象も手法も前世紀からは大きく様変わりした。音楽情報処理に特化した国際会議 **ISMIR** (International Conference on Music Information Retrieval), **SMC** (Sound and Music Computing) や **ICMC** (International Computer Music Conference), **CMMR** (International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research) などや、*Journal of New Music Research*, *Journal of Mathematics and Music* などの学術誌が多数開催・発行されている。

近年の傾向としては、大量の学習データを用いた深層学習などの機械学習が AI(人工知能)実現の手法として盛んに使われ、今までの研究の解析的な流儀ではなかなか到達できていなかった人間の模倣が進んできた。かつては「人工知能(AI)」は夢物語としての用語であったのに対し、実際に一般に役立つ時代が到来して、精緻な贋作の自動制作(deep fake など)も含む実用的な手段へ変わって来た。

AIによる創作は、今まで人類の独占物と考えられていた創造性が機械に置き換わり得る可能性を示唆して、大きな話題となった。2016年1月には、政府の知的財産戦略本部(本部長は安倍首相)が発足し、AI創作物の著作権に関して議論が開始され、法律家も巻き込んだホットな話題となっていた。

2. 研究の目的

報告者らは、音声認識・合成分野でこれらの強力な数理モデルを開拓するとともに、手書き文字認識、音楽解析や生成などの広い分野へ適用し、総計 1000 件を超える学術発表など、多大な成果を得ていた。この時代背景から、AIによる自動作曲への期待も高まった。我々はその時代に先駆けて、2006年から日本語歌詞からの自動作曲の研究開発を行い、一般ユーザに無償で web ベースの自動作曲システム **Orpheus** を実験的に提供しており、当課題研究開始時の 2021 年にはすでに 60 万曲超の作曲実績があり、少なくとも国内では圧倒的な自動作曲数に達していた。

中でも、報告者らの自動作曲の研究は、(広義の)人工知能を用いた音楽自動創作の研究代表例として広く知られ、大学や学校の授業で使われ、TV・新聞・書籍などでの紹介も多く、数年以上に渡って「自動作曲」のネット検索では 1 位または最上位を占めている。このような人工知能による創作物の著作権は誰に帰属するか、という法学的議論も巻き起こっていた。

このような報告者らの活動も寄与して、今世紀初頭から音楽情報処理の研究が信号処理・情報処理ともに世界的に急展開し、デジタル音楽機器の普及、ネット環境の音楽配信、個人ベースの高い音楽制作意欲などを背景にして、情報処理、特に人工知能分野で音楽を扱うことが盛んである。

知覚情報処理分野で生まれた数理モデルに基づくアプローチは、作曲・作詞などの音楽の創造や、伴奏などの演奏にも有用であるか、そして、それは如何にして達成できるか、が本申請における根源的な問いかけである。このため「知覚情報処理」部門に申請している。具体的には、

- 多彩な創作と高い質の音楽を両立できる自動作曲を、これらの手法で如何に定式化するか？
- 自分の作品を作りたいユーザの創作意欲に答え、かつ自身の作曲スキル獲得に役立てるか？
- 近年急速に進歩している深層学習は、解決の手がかりになるか？(住み分けになりそう)

などにも答えることを学術的問いとした。

3. 研究の方法

(1) 研究体制

本研究では、統計的信号処理と音楽理論の統合に加え、音楽演奏の数理も重点に加え、芸術に近づく自動演奏や自動伴奏や自動編曲を目指して作曲家も含む共同研究体制として、研究計画遂行のために、嵯峨山茂樹(東大名誉教授)、金子仁美(東京藝大)、堀玄(亜細亜大)、齋藤康之(木更津高専)、饗庭絵里子(電通大)、酒向慎司(名工大)の総勢6名の研究グループで、新型コロナ禍の時期と重なったために、毎月オンライン会議を実施し、研究を進め、成果発表を行った。研究の方法論としては、基本的に数理工学的モデル(特に確率モデルと機械学習)、ヒューマンインタフェース、音楽理論、信号処理などを基盤にした。自動作曲と自動伴奏の研究を進めた。

(2) Orpheus 自動作曲の原理 (図1)

本研究は、音声認識の手法の応用として自動作曲する点がユニークである。「作曲は芸術の面よりも職人芸的な面が多く、コンピュータが理論に則って職人的に仕事をすれば、良質の作品が作れる」とする視点から、音楽は要素分解でき、それらの組み合わせと最適旋律生成で常に一定レベルの作曲が可

能であるとの仮説から、各音符のピッチを隠れ状態とする HMM において、歌詞の韻律、和声進行とリズム型、和声学の禁則などに従って状態や遷移の確率が与えられ、Viterbi 経路が算出されて旋律出力となる。ユーザは歌詞・和声・リズム型を選択し、最適解探索は Viterbi 探索が「職人」として行う共同作業である。ユーザ選択の音色や楽器や伴奏音型より伴奏を生成(図2)して、合成音声を出力する。

(3) 他自動作曲手法との比較

事例ベースや深層学習による自動作曲(例:“DeepBach”, “OpenAI Jukebox”)は、学習データを平均的に模倣して、いわば精巧な「贋作」を生成するが多様性に欠け、ユーザの創意を反映できず、かつ音楽理論が守られないのに対し、当研究はユーザの創意工夫を助ける職人作曲家の作業をモデル化する点で一線を画している。これは、人間・機械が共同作業する知的処理(あるいは AI)の「ブラックボックス対ホワイトボックス」のアプローチ選択の好例である。

(4) Eurydice 自動伴奏技術の研究

我々はすでに、ピアノ連弾やピノ協奏曲などの自動伴奏技術を生み出し、自動伴奏システム Eurydice (ユリディス)として無償配布して来た。動作原理は、電子ピアノキーボード上で、テンポ変化、弾き間違い、弾き直し、スキップ、ジャンプなどを含んだ演奏を、どこを弾いているつもりなのかを音声認識の原理とアルゴリズムを応用拡張して、リアルタイムに Viterbi 推定して、それに合わせた伴奏音を自動生成するものである。これは、いわゆる AI と見做してよいシステムであるが、最近盛んな DNN を始めとした機械学習だけでは実現できない苦手分野である。

4. 研究成果

以下に主な研究成果を挙げる。

(1) ストレスアクセント言語歌詞の自動作曲原理の発案・実装・実験 (図3)

従来(Orpheus Ver 3)は、日本語の任意の歌詞入力から自動作曲を行ってきた。その原理は日本語歌詞を解析してその読みと韻律(イントネーション)を推定し、その他の音楽的な要求下で旋律がそれに総合的に適合するように最適解(いわば最も合理的な妥協)を求めるものであった。この原理は日本語を始めとするピッチアクセント言語に適用可能な原理であるが、英語やドイツ語などの多くの欧米系言語のようなストレスアクセント言語には別の原理が必要である。また、日本語の場合でも、聴くには違和感がなくとも歌いやすい曲の場合は、言語ストレス位置への配慮が有効である可能性がある。このような動機から、「言語ユニバーサル自動作曲」の原理とアルゴリズムを探求し、実装・実験・評価・学会発表した。

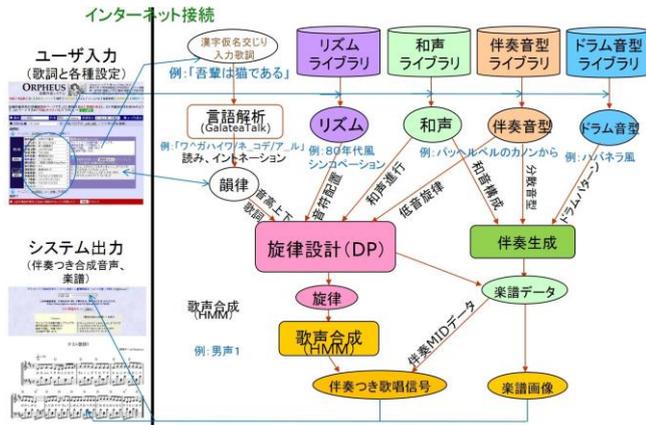


図1 自動作曲システム Orpheus の構成図

図2 自動作曲例「ドラゴンフルーツの花のように」部分

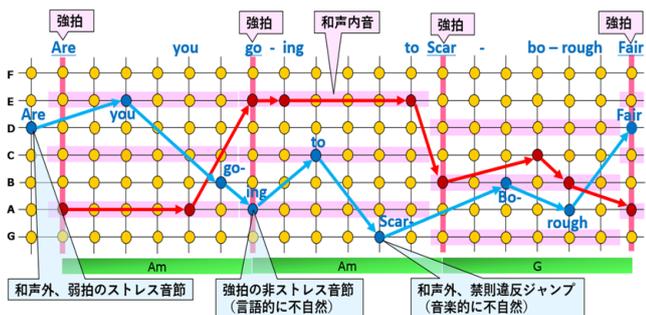


図3 旋律生成のための2次元 HMM (赤: 妥当、青: 不適切)

従来は、我々の「リズム木構造」仮説に基づき、多様な旋律のリズム型を多くの木構造で表現し、作曲条件設定で選ばれた木構造から、歌詞の行ごとの音節数に合わせて木構造からリズムを抜き出す方法を用いていた。それに対して、多様性を維持しつつ、リズムが言語的ストレス位置と音楽的強拍が一致する確率が高くなるように、時間軸と音高軸の2次元の HMM (隠れマルコフモデル) 上で、Viterbi 経路を探索する問題として再定式化する手法を考案し、アルゴリズムを導出して実装し、実証実験を行った。

2次元 HMM の Viterbi 経路を一段階で求めるのは計算量が膨大になるので、時間軸方向にリズム決定を行う1次元 Ferguson 型の HMM と、その結果を用いて各音の音高決定をする HMM の2段階に分解して高速化を行う手法も考案し、実験を行い、狙い通りにリズム型の多様性を維持しつつ、言語のストレス位置と音楽的な強拍が一致するような柔らかい情報処理ができることを確認した。

実際に英語の歌詞でも実験して、英語らしいストレス位置を音楽に反映させることが確認でき、国際会議 CMMR2023 で発表した。Web ベースでの一般公開は、今後に予定している。

(2) 音楽要素作成ツールの設計開発

和声、旋律リズム木構造、伴奏音形、ドラムパターンなどの音楽要素パターンを web 上で公開・共有・蓄積し、今後は自動作曲にも人間作曲も利用できるような音楽要素ライブラリの集合知的な情報交換の場を実現・提供することを目指して、様々なツールを設計開発した。

例えば、和声に関しては、分数コード表現した転回和声を含めた和声進行の自動展開と四声体を完成するための GUI と、その妥当性の自動チェッカーを開発した。旋律リズム木構造に関しては、最初に個性的リズムを一つ定義し、それから音符数を増やす作業と減らす作業を行って、最終的に1つの音符が32個に分割されてゆく木構造を完成する GUI を開発した。また、伴奏音型に関しては、四声体和声を分散和音などの伴奏型に展開するパターンを SATB のピアノロール形式でインタラクティブに音を聴きながらパターンを創作する GUI を作成した。

これらは、次期 Orpheus システムの部品として搭載し、web ベースで一般公開する予定である。

(3) 入力歌詞の意味抽出による自動作曲条件自動設定研究

歌詞を与えれば、その歌詞内容に合わせた曲想を実現すべく、「気を利かせて」自動作曲条件を自動で設定してくれると、ユーザは楽である。方法としては、当システムの作曲蓄積データおよびユーザの公開希望履歴や「いいね」票数を活用して、SBERT 手法を用いて、歌詞の意味と数項目の作曲条件の相関を機械学習した。この機能は次期 Orpheus で標準機能として搭載する予定である。

また、歌詞に限らず、画像・動画からのキーワード抽出およびそれに基づいた自動作詞・作曲の検討・実装も行った。

(4) 拍子、節長などを自由設定できる自動作曲アルゴリズム開発

現状(Orpheus Ver 3)では4拍子8小節を単位に限定した自動作曲を一般公開しているが、3拍子への拡張を行った。4拍子のために作成されているリズム木構造を3拍子に変換する方法を複数種類案出し、実装し、実験を行った。Web ベースの一般公開は今後に予定あり、実装はほぼ完了し、次期 Orpheus に4拍子以外の拍子選択機能として搭載予定である。

(5) ユーザの作曲法習得を支援する UI 設計と開発

作曲技術を習得したい声がよく聞かれる。我々の自動作曲のアルゴリズムは人間の作曲でも有用なので、これを実証するために「Orpheus 流の作曲法」でユーザを誘導する UI の設計・作成を開始した。概要は、①学習者が漢字かな交じりで歌詞を入力、②その読みを決めて入力、③そのイントネーションを入力、④その旋律のリズムを決定、⑤和声進行を決定、⑥和声に合致する旋律音を選択、... のような段階を追う手順を、入力 GUI とその自動評価で教示、困れば模範解答提示などの GUI により、作曲学習者は自分でできるチャレンジは受け付け、困ったら機械教師が助けることにより、実際に体験しながら作曲法を学べるという構想である。将来は、音楽・心理学の両面で専門的に評価することで、人間機械協働の「AI 作曲」の未来像を描き出したい。

(6) 機能と声・非和声音データベースの作成と、そのための web ベース GUI ツール開発

我々はすでに、和声学の専門家による機能と声解析データベース(KSN database)を構築して公開し、小規模ながら新データとして世界の注目を受けた。音楽理論の中心は和声学であるが、自動和声解析の難関は各種の非和声音である。楽曲のすべての音符に和声音・非和声音(経過音、刺繍音、繋留音など)の自動ラベル付けができれば、和声進行の抽出、統計モデル学習、対話的な音楽理論学習ツール、作曲補助など、さまざまな用途が開ける。そこで、恐らく世界初の、機能と声構造の中で非和声音ラベルのデータベースを作成した。そのためにグラフィカルな作業ツールを作成し、それを用いて音楽理論の専門家により非和声音ラベルデータセットを構築した。これを統計解析して音楽的知見を得た。

(7) 統計数理モデルに基づく自動作詞

歌詞を思い浮かばない人のために、歌詞コーパスを形態素解析して得られた形態素リスト上の経路探索により、自動的に歌詞を生成するアルゴリズムを開発する。すでに、2段階の動的計画法によりユーザが指定したキーワードを含む歌詞を生成する手法を開発し、TV やラジオでも実演・使用されている。今後はさらに、学習用歌詞コーパスを充実させ、単語のベクトル化手法(word2vec)を用いて関連性の高い単語を組み合わせた歌詞を生成するなど、ユーザが指定したキーワードからトピックを判定し、トピックに基づく自動作詞を行い、自動作曲システム Orpheus に組み込み、評価する。

(8) ギター演奏の自動運指決定

ギター編曲や作曲には演奏可能性が問題なので、演奏者の左手のフォームを順列組み合わせの手法で網羅的に列挙する方法を提案して、自動運指決定問題を研究した。

(9) 外部との共同開発

① 自動作詞機能の拡張と博報堂「ヒンドソング」の共同開発

博報堂生活総研の「ヒンド(頻度)ソング」昭和 to 令和の研究成果 #1「ヒット曲の歌詞分析」#2 AI で作詞・作曲！(<https://seikatsusoken.jp/40th/hindosong/>)の開発に協力参加した。日経 MJ で紹介・解説されている(<https://www.nikkei.com/article/DGKKZO5878762004032022H21A00/>)。この続編である「ヒンド(頻度)ソング」昭和 to 令和の研究成果 #2「AI で作詞・作曲！」では Orpheus がフル活用された(<https://seikatsusoken.jp/40th/hindosong/part2/>)。年代別に高頻度の単語から Orpheus で自動作詞・自動作曲し、それを有名なアレンジャーが編曲し演奏した。

② Orpheus 自動作曲 web API 開発と人型ロボット Pepper「即興パフォーマー」共同開発

自動作曲システム Orpheus の WebAPI を開発し、ソフトバンクロボティクス社と共同で、人間が入力したキーワードから自動で作詞(ChatGPT で)、作曲(Orpheus で)し、それをロボットが歌って踊る機能を実現し、2023 年 12 月から全国の 8000 台以上の人型ロボット Pepper の「即興パフォーマー」を実現した。
<https://robotstart.info/2023/12/01/pepper-new-app-release.html> - ソフトバンクロボティクスのロボスタ編集部による記事「2 種類の年末向け Pepper 用ロボアプリのリリースを発表 - 複数の生成 AI の活用も -」(2023 年 12 月 1 日)

③ NHK 総合 TV 「不可避研究中」最終回で自動作曲

NHK 総合 TV 2023 年 3 月 22 日(水)後 10:00~10:30 「不可避研究中」の番組最終回「さよなら道」(出演者(MC)は稲垣吾郎+ファーストサマーウイカ)の「さよならソング」が、歌詞が ChatGPT で作られ、Orpheus で作曲された。

B: 自動伴奏

HMM の巧みな適用対象として、人間のピアノ演奏(特に練習中)に追隨して協奏曲や連弾や左手部分の伴奏を自動演奏するアルゴリズムとシステム実現を目標としている。今までに、テンポ変動・音間違い・音抜け・余分な音・繰り返し・ジャンプを含む演奏を実時間楽譜追跡し、実時間で伴奏演奏する研究を行い、自動伴奏システム“Eurydice”(デモ: <http://orpheus-music.org/Eurydice.php>)を構築して配布してきた。

原理は、楽譜上の異なり時刻ごとに隠れ状態を持つ HMM において、演奏誤りが無ければ順次進行の状態遷移、音間違いは置換誤り(出力確率分布が複数ピッチ)、和音と余計な音は挿入誤り(自己ループ)、音抜けは削除誤り(状態スキップ)、繰り返し・ジャンプは遠い状態遷移として許すことで人間の演奏を確率モデル化し、高速 Viterbi 探索(特許取得済)によりどこからどこへのジャンプも含めて瞬時に現在位置を最尤推定し伴奏を合わせるもので、経路の短区間 traceback で推定テンポを更新する。

本研究では、当研究のさらなる進展のために、以下の項目を遂行した。

(1) ピアノ演奏テンポ変化の定式化と Eurydice 自動伴奏への応用

今までは Inter-Onset Interval を状態遷移出力とするタイプの HMM によるモデル化による楽譜追跡アルゴリズムであったが、人間のテンポ感により即した楽譜追跡を目指し、リタルダンドやアツェレランドなどの速度変化の数量的な定式化を試みた。

(2) Eurydice 自動伴奏の社会応用

Eurydice の一応用として、鍵盤を指一本でタップしそのテンポに同期して MIDI 音楽を再生することで、簡単な指揮システムを実現でき、高齢者施設において歌謡曲を演奏して楽しむ実証実験を行っている。本研究では、ユーザの QoL 向上への寄与を目指して、指揮者エージェントをモデル化・実装した。

(3) スマートフォン版の開発

Eurydice 自動伴奏は主に PC で操作させてきたが、幅広く利用できるようにするため、スマートフォン版の開発を行い、完成に近づいている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Gen Hori	4. 巻 online
2. 論文標題 Three-Level Model for Fingering Decision of String Instruments	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 15th International Symposium on CMMR	6. 最初と最後の頁 93-98
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasuyuki Saito, Honoka Fujii, Shigeki Sagayama	4. 巻 vol.1
2. 論文標題 Semi-Automatic Music Piece Creation Based on Impression Words Extracted from Object and Background in Color Image	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2021)	6. 最初と最後の頁 294-298
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 越森道貴, 嵯峨山茂樹, 岸田拓也, 中鹿 亘	4. 巻 MUS-142
2. 論文標題 F0適応ラグ窓を用いた音声分析系の精緻化	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告（音学シンポジウム）	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 嵯峨山 茂樹	4. 巻 78 (7)
2. 論文標題 半世紀の半生期の反省記 悔いだらけの研究人生	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本音響学会誌	6. 最初と最後の頁 353-354
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂井 康二, 石井 良弥, 阿方 俊, 西山 淑子, 齋藤 康之	4. 巻 -
2. 論文標題 すべての人々に演奏の喜びを-I ~ その問題と解決策を探る ~	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本電子キーボード音楽学会 第17回全国大会, ラウンドテーブル (オンライン開催, 2022年9月11日(日)) 予稿集	6. 最初と最後の頁 13-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平賀佑哉, 饗庭絵里子	4. 巻 5T-09
2. 論文標題 合奏時のピアニストのテンポ・リズム制御: 協奏可能な自動伴奏システム開発を目指して	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理学会第85回全国大会予稿集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 嵯峨山 茂樹	4. 巻 J107-D(2)
2. 論文標題 信号周期整数倍長窓Kalliopeの理論的性質	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌	6. 最初と最後の頁 82-86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 金子仁美	4. 巻 49
2. 論文標題 1970年代フランスにおける新しい作曲の姿勢	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 桐朋学園大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 41-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 金子仁美	4. 巻 49
2. 論文標題 ジェラルド・グリゼイ『機械仕掛けの時間』をめぐって - 楽曲分析による音楽の新たな時間概念の考察	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 東京藝術大学音楽学部紀要33-52	6. 最初と最後の頁 33-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高橋拓椰, 金子仁美, 中鹿亘, 嵯峨山茂樹	4. 巻 123(88(SP2023))
2. 論文標題 音楽分析・生成のための非和声音データベースの構築	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告(音声)	6. 最初と最後の頁 1-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Takahashi, Shigeki Sagayama, Toru Nakashika	4. 巻 cnmr2023_1a-1
2. 論文標題 Controllable Automatic Melody Composition Model across Pitch/Stress-accent Languages	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 16th International Symposium on Computer Music	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mastuti Puspitasari, Gen Hori, Shigeki Sagayama, Toru Nakashika	4. 巻 123 (88(SP2023))
2. 論文標題 SBERT-based Musical Components Estimation from Lyrics Trained with Imbalanced "Orpheus" Data	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告(音声)	6. 最初と最後の頁 86-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mastuti Puspitasari, Takuya Takahashi, Gen Hori, Shigeki Sagayama, Toru Nakashika	4. 巻 cmmr2023_3c-P7
2. 論文標題 SBERT-based Chord Progression Estimation from Lyrics Trained with Imbalanced Data	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 16th International Symposium on Computer Music	6. 最初と最後の頁 403-410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 越森 道貴, 嵯峨山 茂樹, 中鹿 亘	4. 巻 2024-SLP-151
2. 論文標題 複数のラグ窓対を用いた音声基本周波数と周期性尺度の推定	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 情報処理学会研究報告 (音声言語情報処理)	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 越森 道貴, 嵯峨山 茂樹, 中鹿 亘	4. 巻 -
2. 論文標題 2種のラグ窓によるスペクトル平滑化を用いたF0推定	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 日本音響学会第151回(2024年春季)研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 2-P-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Gen Hori	4. 巻 -
2. 論文標題 Enumerating Left Hand Forms for Guitar Tablatures using Non-decreasing Finger Numbers and Separators	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of TENOR2023	6. 最初と最後の頁 62-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 阿方 俊, 西山 淑子, 秋谷 万里子, 齋藤 康之	4. 巻 -
2. 論文標題 音楽療法のための大型ボタンの押下による楽曲進行機能の装備	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本電子キーボード音楽学会 第18回全国大会, ラウンドテーブル	6. 最初と最後の頁 13-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平賀 佑哉, 饗庭 絵里子	4. 巻 -
2. 論文標題 ピアノ連弾時におけるヒト演奏者のテンポ・リズム制御: 自動伴奏システムへの組み込み	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本音響学会第150回秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 2-4-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 月東 菜乃, 酒向 慎司	4. 巻 2, 5V-01
2. 論文標題 照明演出の支援を目的とした楽曲の構造と雰囲気に基づく照明色・明度・動きの推定	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 情報処理学会第86回全国大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 807-808
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 辰巳 花菜, 酒向 慎司	4. 巻 123, WIT2023-21
2. 論文標題 聴覚障害者の音楽体験支援のためのChironomieによる音楽可視化手法の提案	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告 福祉情報工学研究会	6. 最初と最後の頁 17-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 江崎 友都, 酒向 慎司	4. 巻 1-R-20
2. 論文標題 ギターアンプのノブ操作による音色の変化に対応したブラックボックスモデリング	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本音響学会第150回秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 261-262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kana Tatsumi, Shinji Sako, Rafael Ramirez	4. 巻 LP-34
2. 論文標題 Music Visualization using Chironomie	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The 24th conference of the International Society for Music Information Retrieval (ISMIR)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Gen Hori
2. 発表標題 Three-Level Model for Fingering Decision of String Instruments
3. 学会等名 15th International Symposium on CMMR (Online) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嵯峨山茂樹
2. 発表標題 自動作曲の可能性と限界
3. 学会等名 学会会議公開シンポジウム「計算音響学の目指すもの」(「計算音響学」小委員会シンポジウム (2023.3.27). (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金子仁美
2. 発表標題 ジェラルド・グリゼイの作曲概念と他分野での表現法の照応
3. 学会等名 第25回一橋大学「芸術と社会」研究会 (2022.08.07) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金子仁美
2. 発表標題 アクア～3Dモデルによる音楽XIII～クラリネット独奏のための (新作初演)
3. 学会等名 JFC 日本作曲家協議会 日本の作曲家2022第2夜 (2022.11.13) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金子仁美
2. 発表標題 恒星 - ヴァイオリンのための
3. 学会等名 全音楽譜出版社主催演奏会(東京文化会館小ホール) (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金子仁美
2. 発表標題 窒素 - チェロのための
3. 学会等名 アンサンブルコンテンポラリー 定期演奏会(オペラシティリサイタルホール) (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Shigeki Sagayama
2. 発表標題 17 Years with Automatic Music Composition System “Orpheus” (keynote speech)
3. 学会等名 The 16th International Symposium on Computer Music (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金子仁美
2. 発表標題 炭酸～3Dモデルによる音楽XIV～オンド・マルトノとトロンボーンのための(新作初演)
3. 学会等名 第28回「四人組とその仲間たち」コンサート (2022.12.09) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿方 俊, 石井 良弥, 篠塚 早苗, 坂井 康二, 齋藤 康之
2. 発表標題 Eurydice のこれまでと、今後の展開について
3. 学会等名 日本電子キーボード音楽学会 第16回全国大会, ラウンドテーブル
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

当プロジェクトで自主的に運営している自動作曲システムOrpheusを常時改善更新して一般公開するとともに、博報堂生活総研の20周年記念行事に協力して「ヒンド(頻度)ソング」の自動作成公開や、ソフトバンクロボティクス社の人型ロボットPepperの「即席パフォーマー」動作実現公開を行った。

自動作曲システム Orpheus Ver. 3.24
<https://www.orpheus-music.org/>
 生成AIでPepperが作詞・作曲して、歌やダンスを披露するロボアプリ「即興パフォーマー」
<https://www.softbankrobotics.com/jp/product/pepper/retail/app-performer/>
 博報堂生活総合研究所「生活者」展 1981-2021「ヒンドソング」
<https://seikatsusoken.jp/40th/hindosong/>
 ・New Release! 5つの年代別ヒンドソング
<https://seikatsusoken.jp/40th/hindosong/part2/>
 ・AIで「流行りの曲」は作れるのか?～AI作詞作曲プロジェクトからの気づき～
<https://www.hakuhodo.co.jp/magazine/104496/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	金子 仁美 (Kaneko Hitomi) (00408949)	東京藝術大学・音楽学部・准教授 (12606)	
研究分担者	堀 玄 (Hori Gen) (60322658)	亜細亜大学・経営学部・教授 (32602)	
研究分担者	齋藤 康之 (Saito Yasuyuki) (40331996)	木更津工業高等専門学校・情報工学科・准教授 (52501)	
研究分担者	饗庭 絵里子 (Aiba Eriko) (40569761)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授 (12612)	
研究分担者	酒向 慎司 (Sako Shinji) (30396791)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (13903)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関