

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20520134

研究課題名(和文) コンピュータ音楽の譜面表現のための電子音色辞書の構築

研究課題名(英文) Construction of Electronic Timbre Dictionary for Score Representation of Computer Music

研究代表者

小坂 直敏 (OSAKA NAOTOSHI)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号：20366389

研究成果の概要(和文)：20世紀以降に登場したコンピュータ音楽は、楽音や環境音、電子音などのありとあらゆる音色が非常に大きな要素を占めるが、これを記号で表せないために、楽譜への統一表現、音色に関する理論が発展してこなかった。そこで、あらゆる音色に対して音色記号で音を操作するツールとして、「電子音色辞書」のプロトタイプを構築した。このシステムは、音データベースをサーバにもち、クライアント側のユーザは、音の登録、受聴を基本機能として、擬音語で検索する機能を持つ。また、音を粒子に見立てた GUI を製作し、操作効率を上げることができた。このシステムを機軸として、IPA を元にした新たな音色記号の検討の準備が整った。

研究成果の概要(英文)：In computer music which was founded in the twentieth century, not only the timbres of instrumental sounds but those of environmental sounds and electroacoustic sounds play an important role. However, the fact that these are not expressed in symbols have prevented from the unified expression onto a score and establishment of timbre theory. Therefore a prototype system “Electronic Timbre Dictionary” was constructed as a timbre operational tool using timbre symbols. The system has sound database in server side, and a user in the client side has a sound registration and play back as a basic function, and search function using onomatopoeia as a specific function. Moreover, 3D GUI (Graphical User Interface) was developed in which a sound (a stream) is expressed as a particle, and this intuitive representation improved operational efficiency of the system. Based on this system we are now ready to study new IPA-based timbre symbols.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：芸術学、芸術学・芸術史・芸術一般

キーワード：音声学、芸術諸学、コンテンツアーカイブ、コンピュータ音楽、音響工学

1. 研究開始当初の背景

この60年の間に発展したコンピュータ音

楽では新たな音色が重要な音楽的要素となったにもかかわらず、これを五線譜上では効

果的に表現できない。また、スペクトログラムなどの周波数情報を表す試みがこれに変わりうる表現ともなりえておらず、音色を記号として表現できていない。音楽の表現、伝達、保存そして音色の理論化のためにまずは音色の記号化が必要である。

2. 研究の目的

音色を譜面に記号で表すための環境として、インターネットから記号で自由に音色を検索できる電子音色辞書を構築する。

3. 研究の方法

以下の4つを実施した。

- (1) 自然音、電子音の収集、およびコンピュータ音楽のアーカイブの収集。
- (2) 音色記号を定義。
- (3) 電子音色辞書のプロトタイプシステム構築。
- (4) 音色記号を用いた楽曲、および譜面の作成と、コンサート等を通じての楽曲演奏の実現と社会への啓蒙。

4. 研究成果

(1) データ収集

ラテンカベル他の打楽器音データ 318 個、水音などの環境音 300 個、ヴァイオリン音などの楽音のデータベースを作成した。この結果、研究の初期に必要なデータ量の収集ができた。また、パリの音楽音響研究所の IRCAM を訪問し、オランダ語、イタリア語などの外国語無意味単語の収集を行った。

なお、譜面の収集は今後の検討課題として残された。

(2) 音色記号

学会での議論を通じて、音色記号を、当初計画のように自由に設計、定義する方針は、ユーザの利用しやすさ、という観点で好ましくない、と判断し、音声言語で用いる IPA(International Phonetic Alphabet) を基礎にした記述体系を採用する方針に変更した。また、環境音を記号化する際の基本的な知覚特性の検討するための準備を始めた。基本的な知覚特性とは、ある環境音に対する聞こえを IPA 文字列で記述したときの平均文字列、およびその分散など、文字列の基本統計量をいう。また、そのための準備とは、これらを数量化する方法そのものが記号処理の近年の研究課題であるため、この部分を調査し、その実装を行った。また、IRCAMで、オランダ語、イタリア語などの外国語無意味単語に対して、聞こえの記述実験を実施した。

(3) 電子音色辞書

多種多様な音をネットワーク上に音色記号とともに登録してユーザ間で登録する、電子音色辞書の構築を進めた。音色記号は上記のとおり IPA ベースの新たな記号がまだ定義できていないため、現在は擬音語表記を用いている。図 1 は、水音を例にしたときの、現在の音色記号を示している。データベースには生成要因に応じて分類され、擬音語と同時に、これらを大きな単位でまとめた巨視的音色書かれている。

区分	生成要因			音色記号	
	大	中	小	巨視的音色	擬音語
自然音	水	雨	小雨	s#	a:サー, b:シャー
			豪雨	z#	a:ザー
	川	せせらぎ	chy*	a:チヨロチヨロ	
		急流	d#	a:ドー, b:ドドド	

図 1 水音の音色記号と擬音語の例

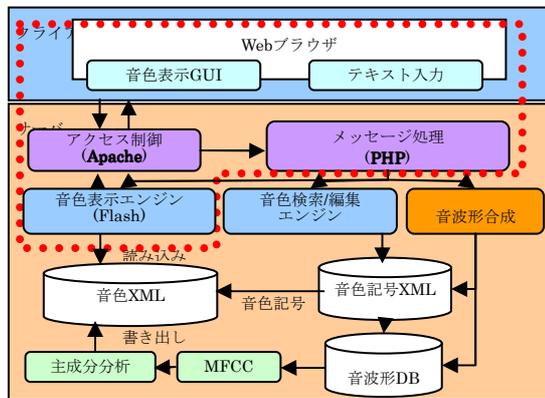


図 2 電子音色辞書の構成

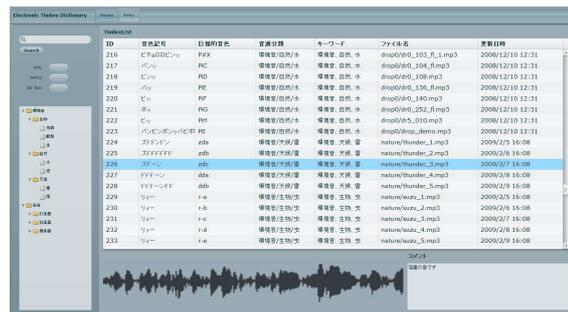


図 3 電子音色辞書のブラウザ

図 2 はシステムのブロックダイアグラムを示したものである。20 年度にネットワーク上のサーバクライアントシステムとしての基本機能、音の登録、編集などの使用時の基本機能を充実させた。Web アプリケーションとしての利用スタイルとし、図 3 に示すレイアウトで、ひとつの音データの情報を 1 行（青色部が 1 行

```

<timbre id="1">
  <timbrename>シャー</timbrename>
  <tag>S#</tag>
  <category>環境音/自然/水</category>
  <filepath>water/water_131.mp3</filepath>
  <time>0.5</time>
  <keyword>環境音、自然、水</keyword>
  <comment>小雨の音</comment>
  <lastmodified>2008/12/1012:31</lastmodified>
</timbre>

```

図4 音色記号のXML表記の例

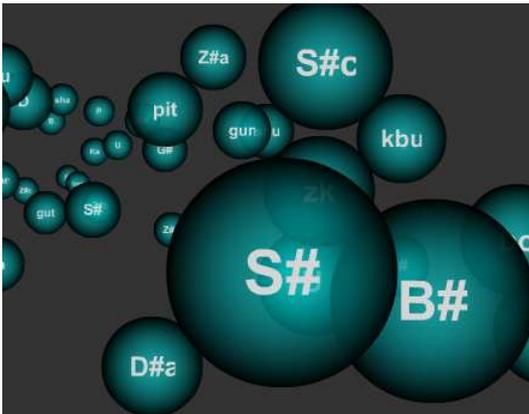


図5 3D音色表示インタフェース

の例で表示する。この中には、図1に示したように、音色記号としての擬音語の表示、生成の観点からの分類（自然音、天候、雨）などの情報が表現されている。

図4はこれらの音色の内部表現でXML形式で記述されている水音の例を示す。

また、図5は、音オブジェクトの表示GUI(Graphical User Interface)の1例である。ひとつの音オブジェクトを粒子と見立て、宇宙空間に浮かぶ星々のように表示する。聴覚に基づいたスペクトル尺度であるMFCC(Mel Frequency Cepstrum Coefficient)による3次元上の布置を表示し、これらの布置と聞こえの距離感が対応するようにした。

以上の機能、およびGUIを主に紹介し、ユーザが意のままに音の再生、および加工ができる電子音色辞書の枠組みを提案し、デモを含めた幾多の学会発表を行った。

次に、パーソナルユースへの拡張を考え、スタンドアロン(デスクトップアプリケーション)の構成としてもシステム構築を行い、利便性を向上させた。GUIとしての音表示方法は楽音の他の環境音も3次元上で扱えるよう、断続音や瞬時減衰音をも表現する特徴量の検討を行った。

これらの機能拡張により、個人ユーザが、制作中の音データを自身の装置上に格納しつつコンテンツを制作でき、サーバへの登録を意識しなくてもいづれも可能とする方法が確立した。第1版では、音を粒子化して表示するGUIなどはサーバ側の機能としていたが、この改良により、クライアント側に移り、多くのユーザが利用するシステムの全体としては軽い動作とすることができた。この様子を音楽情報科学研究会でデモした。

(4) 音色記号を用いた音楽作品と譜面への応用

音色が記号で書かれた譜面とそのため研究が行われていることを啓蒙するため、このような考えのもとでの楽曲制作、譜面制作とそれらの発表を行った。21年5月9日に愛知県芸術劇場において、チェロに喋らせる楽曲を制作し、そこで譜面に音韻を記入した。21年10月15日に東京交響楽団によるオーケストラと鳥の鳴き声を擬似した電子音を融合させ、聞こえをシンボルで書かせた作品を制作し初演することにより、コンピュータ音楽の譜面表現、という考えを主張し、広報した。

(5) 広報

本研究の問題設定そのものがまだ浸透していないため、WOCMATやIRCAMでデモや招待講演で、電子音色辞書の広報を行った。これによりコンピュータ音楽のコミュニティーに大いに宣伝となった。また、パリのIRCAMで、データ電子音色辞書に関する講演を行い、同システムに関する広報を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計17件)

- ① 齋藤佳紀、恩田大河、根本翔多、小坂直敏，“電子音色辞書のデスクトップアプリケーション化および携帯端末アプリケーションの実装”，情報処理学会インタラクティブ2011，日本科学未来館（東京）2011. 3. 11.
- ② Naotoshi Osaka，“Electronic timbre dictionary and its application to electroacoustic music,” WOCMAT (Workshop for Computer Music and Audio Technology) 2010, Yuan Ze University, Taiwan, 2010. 11. 12. (Invited)
- ③ 恩田大河、小坂直敏，“電子音色辞書のユーザインタフェースに関する検討”，信学

- 会学生会 D-14, 東京電機大学 (神田) 2010. 3. 13.
- ④根本翔多、小坂直敏、「信号処理を用いた音響エフェクトの合成」、信学会学生会、東京電機大学 (神田) 2010. 3. 13.
- ⑤宮本晋吾、小坂直敏、「歪み音からの原音の復元のための音響分析」、信学会学生会 D-14, 東京電機大学(神田) 2010. 3. 13.
- ⑥植草新、小坂直敏、白井克彦、「日本の伝統的な歌唱法における F0 変動に着目した比較分析」、信学会学生会、東京電機大学(神田) 2010. 3. 13.
- ⑦小坂直敏、「電子音色辞書とその創作への応用可能性」、先端芸術音楽創作学会会報(電子)、Vol.2 pp. 5-10, 東京電機大学(神田) 2009. 9. 5.
- ⑧Naotoshi Osaka, Yoshinori Saito, Shinya Ishitsuka, Yasuhiro Yoshioka, “An electronic timbre dictionary and 3D timbre display,” Proceeding of ICMC 2009, pp. 9-12, Montreal, 2009.8.17.
- ⑨小坂直敏、「電子音色辞書の研究—任意の音を引き出すための道具立て—」、日本音楽学会 電子音響音楽シンポジウム 予稿 pp. 6 愛知県芸術劇場 2009. 5. 9.
- ⑩青木幸文、小坂直敏、「波動の描画による音合成システムの構築」、通信学会東京支部学生会研究発表会, D-14, 東京電機大学(神田) 2009. 3. 7.
- ⑪石塚慎也、小坂直敏、「電子音色辞書のための MFCC と主成分分析を用いた楽音分析」、通信学会東京支部学生会研究発表会, D-14, 東京電機大学 (神田) 2009. 3. 7.
- ⑫斎藤佳紀、吉岡靖博、小坂直敏、「電子音色辞書における基本的機能の実装」、通信学会東京支部学生会研究発表会, D-14, 東京電機大学 (神田) 2009. 3. 7.
- ⑬吉岡靖博、石塚慎也、斎藤佳紀、高橋奈緒子、小坂直敏、「電子音色辞書における音色探索システムおよび3次元音色表示インタフェース」、情処学会研究報告、2009 MUS 79-11, 産業技術総合研究所臨海副都心センター(お台場), 2009. 2. 19.
- ⑭Naotoshi Osaka, “Electroacoustic Music in Japan: the trends of the last three decades,” Proceeding of Music Acoustica Beijing 2008, 2008.10.28.
- ⑮吉岡靖博、小坂直敏、「電子音色辞書のための Web 上の 3 次元音色表示インタフェース」日本音響学会秋季講演予稿、2-2-7, 九州大学(大橋キャンパス)、2008. 9 11.
- ⑯Naotoshi Osaka, “Construction of an Electronic Timbre Dictionary for Environmental sounds by timbre symbol,” the Proc. of ICMC 2008, Queens Univ., Belfast, 2008. 8. 25.

- ⑰Naotoshi Osaka, “Timbre symbol based music notations,” EMS08 (ElectroAcoustic Music Study Network), Maison de la recherche, Sorbonne University, 2008.6.5.

[図書] (計 1 件)

小坂直敏、「音色の創出」、岩宮眞一郎編著「音色の感性学」、音色・音質の評価と創造、コロナ社、6 章、pp. 196-220, 2010.

[その他]

招待講演 2 件

- ①Naotoshi Osaka, “An Electronic Timbre Dictionary Project,” IRCAM Seminaire invite Recherche et Technologie, at Salle Stravinsky, IRCAM, Paris, 2011.3. 2.
- ②Naotoshi Osaka, “An Electronic Timbre Dictionary and its application to electroacoustic music,” International Communication Conference, MingDao University, Taiwan, 2010.11. 15.

音楽作品発表 8 件

- ①小坂直敏/ 循環相似 2010. 11. 12 WOCMAT 2010 主催 コンサート(招待) 短版(7 ‘00”) 2010. 11. 25 Media Project ’ 09 主催 後援 JSSA (Japanese Society for Sonic Arts)
- ②小坂直敏/ 姿態 電子音響と映像のための、2010. 10. 28 Video: 斎藤佳典, Music-Acoustica in Beijing 2010 [中央音楽学院] 審査有 <日本電子音楽協会>
- ③小坂直敏/ 循環相似 コンピュータと映像のための、2010. 10. 12 ACMP (Asia Computer Music Project) 2010: Korea and Japan 主催 [Keimyung University] Video: 根本翔多, 初演。9’ 30”
- ④小坂直敏/ 驥尾焚き火キビタキ、ユビキタス逆引き, コンピュータとオーケストラのための, 東京交響楽団、小鍛冶邦隆(指揮), 有馬純寿(音響), 2009. 10. 15 オーケストラ・プロジェクト 2009 主催: オーケストラ・プロジェクト 池袋東京芸術劇場 大ホール。初演。
- ⑤小坂直敏/ 音声転写 チェロとコンピュータのための, 松崎安里子(チェロ), 2009. 5. 9 電子音響音楽シンポジウム & コンサート 主催: 日本電子音楽協会、日本音楽学会, 愛知県芸術劇場 小ホール 初演
- ⑥小坂直敏/ Cross Morphing 電子音響のための, 2008 11. 9. Media Project Vol. 7 主催: 東京電機大学未来科学部、共催: On-Coo
- ⑦小坂直敏/ Birdsong 電子音響のための, 2008 10. 28. 北京国際電子音楽祭 北京中央音楽学院 審査有

⑧小坂直敏／小鳥のさえずり 電子音響の
ための2008. 7. 6. Media Project Vol. 6
主催： 東京電機大学未来科学部、共催：
On-C00 初演

ホームページ等

<http://www.srl.im.dendai.ac.jp/people/osaka/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小坂直敏 (OSAKA NAOTOSHI)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号：20366378