

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2014～2016

課題番号：26300019

研究課題名(和文) 西欧教会ならびにオペラ劇場の動学的音場解析と評価・再現

研究課題名(英文) Dynamical Analysis, evaluation and realization of Western Churches and Opera houses

研究代表者

伊東 乾 (ITO, Ken)

東京大学・大学院情報学環・准教授

研究者番号：20323488

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,700,000円

研究成果の概要(和文)：日欧の木造・石造建築物の比較測定に基づき、西欧教会、オペラ劇場の動的音楽音響特性を、そこで行われる演奏・儀礼との関係に基づいて明らかにした。上下方向に移動変化する音楽音響に既存の評価法がなかったため、相関解析を用いてこれを定式化し数理を準備した。これを用い、作曲家リヒャルト・ヴァーグナーが設計に直接関与したバイロイト祝祭劇場の音楽音響ダイナミクスを、ヴァーグナー楽劇の上演を伴って収録解析した。その成果に基づいて空間演奏の要素を伴う指揮の技法を初めて体系化、国際公刊した。この過程で創出した新しい非線形音楽音響解析手法群を適用し、古代ギリシャ・ハルモニアのヘテロダイナミクスなどの機構も明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Through the comparative study of dynamical music acoustics of churches, temples and opera houses in Japan and Europe, we had revealed fundamental characteristics of those performing spaces in relation to rituals and performances. As there is no previous research of musical acoustics in vertical variety, we have built physical mathematical models for the measurement on the basis of correlation function analysis. By use of those new methods we have analyzed dynamical characteristics of Bayreuther Festspielhaus in Bayern, Germany built by the composer R. Wagner, performing Wagner's Musikdrama in the festspielhouse. With this we have systemized the conducting technique of space-time performance for the first time on the basis of Boulez-Ito Angular Dynamic Method and published it. Applying new mathematical methods we have also revealed musical-acoustic characteristic dynamics of ancient Greek "harmonia" on the basis of Heterodyne resonance.

研究分野：作曲 指揮 数理解析

キーワード：music space church opera house analysis performing techniques

1. 研究開始当初の背景

2013 年は作曲家リヒャルト・ヴァーグナー (1813-83) の生誕 200 周年にあたり、ヴァーグナー楽劇に関して包括的な研究と演奏の取り組みがなされた。

他の作曲家のケースと大きく異なるヴァーグナー楽劇の一大特徴として、歌劇場そのものを作ってしまった点を指摘することができる。ヴァーグナーは彼の創作を「総合舞台芸術」=「楽劇 Musikdrama」と名づけ、時間と空間の全体を演出する上演を精緻に組み上げた。

ヴァーグナーの死後、夫人のコジマ・リスト・ヴァーグナーによる改変、息子のジークフリート・ヴァーグナーによる歌劇場自体の増改築などがあったものの、1944 年までのパイロイトは基本的にヴァーグナーの原型を留めるものであった。

1933 年の政権奪取以降、ナチス・ドイツ政府はパイロイト祝祭劇場との関係を強め、ヴァーグナー自身の反ユダヤ的な言動とあいまって、楽劇はユダヤ人排撃、ホロコーストのプロパガンダとして多用されてしまう。

この結果 1945-51 年までパイロイトは閉鎖を余儀なくされ、ヴァーグナー楽劇の伝統は一度潰えかけるが、エルネスト・プロッホ、テオドール・アドルノらユダヤ系の音楽思想ブレンを新たに迎えることで、作曲家の孫にあたるヴィーラント・ヴォルフガング・ヴァーグナー兄弟はこの危機を乗り越えた。

同時にヴァーグナー生前の演出はナチスの痕跡とともに消し去られ、新たな実験的演出が多数導入されたが、この過程でヴァーグナーの 3 次元的な時空間のコンポジションの詳細もパイロイトから失われた。

研究代表者は 1983 年、ヴァーグナー逝去 100 年の折、最初の欧州留学でパイロイト祝祭劇場「パルジファル」上演に触れ、以後 20 年の指揮者としてのキャリアの中で、繰り返しヴァーグナー演奏に取り組んできた。パルジファルは舞台神聖劇の呼称をもち、ドレスデン聖十字教会のコラール伝統などとも深く有機的な関係をもつ(がゆえに、フリードリヒ・ニーチェらによって激しく攻撃されることにもなる。)

研究代表者は 2009 年ヴォルフガング・ヴァーグナーと長年協力関係にある高辻知義・東京大学名誉教授とともに同氏に祖父生前時のヴァーグナー上演の形を再現評価するプロジェクトを提案、快諾を得てこれに取り組み始め、2011 - 2013 年にかけて科研費研究として推進、成果の一部を得たところで研究期間が終了したため、本研究を提案し、パイロイト祝祭劇場でのヴァーグナー楽劇のダイナミクスを、抜粋上演を含む形で演奏・収録し、物理で用いられる場の理論の方法を応用して新たに数理を書き下し、そのメカニズムを明らかにする取り組みを継続、発展させるべくこれに取り組んだ。

2. 研究の目的

ヴァーグナー楽劇の空間ダイナミクスを明らかにするとともに、これを実際の演奏テクニックとして一般化し、事後の歌劇上演に資するメソッドとして纏め上げることを第一義の目的とした。

これにあたっては、前述のように「パルジファル」が典型的であるが、西欧教会における儀礼の時空間ダイナミクスとの関係が決定的である。ヴァーグナーはザクセンで生まれ各地を遍歴したのち、バイエルン編入されたフランケン地方のパイロイトに祝祭劇場を建設したが、この地域はマルティン・ルターの活躍したエリアと複雑に重なり、カトリックとプロテスタントの建築、儀礼、コラール伝統などが入り組んでいる。

2017 年が宗教改革 500 年に当たることもあわせ、これら西欧教会のダイナミクスとオペラハウスのそれとを比較対照する、まったく新しい数理解析フレームワークから準備し、儀礼、ヴァーグナー楽劇さらにはこれと相互に影響を及ぼしあったイタリアオペラ(とりわけヴァーグナー死後に大きく変容したジュゼッペ・ヴェルディ最晩年作品の時空間演出)の時空間ダイナミクスを実地測定・演奏収録を通じて明らかにすることを目的とした。

収録・解析の理論的基礎からすべてを新たに作るため、事前に十分な予備測定を実行、習熟する必要があるため、日本国内でのホールや寺院などでの測定を先行・並行して行い、これらとの比較を行った。

これはまた日本に限らず他の宗教儀礼、音楽演奏などを対称としても適用が可能である。やはり文献のみ残されている古代ギリシャにおけるハルモニアの実施など、音楽史的に見て重要な、可能な他のターゲットについても、新たな方法を適用して成果を出すようにした。

また、数理の基礎から測定解析の技術を確認するため、これらを応用する知財形成が可能である。そうした側面からも基礎研究を徹底して実施した。

3. 研究の方法

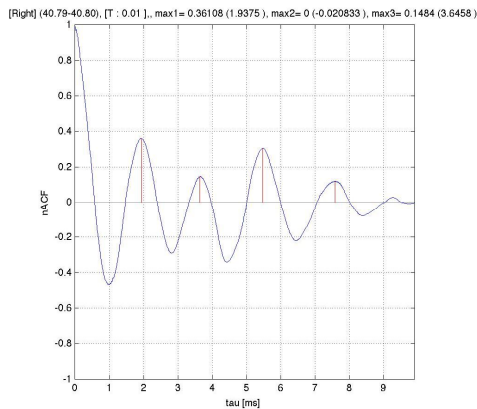
すでに 2011 - 13 年の科研費研究までに文献調査など基礎的な準備が整っており、2013 年にはパイロイトでの予備測定も実施していたので、それに基づいて必要な技術を拡大適用し、従来は触れられることがいっさいなかった垂直方向の音源変化に関わる音楽的な音響ダイナミクスを明らかにした。

新たに書き下した時間に依存する相関解析の方法から派生して、ヘテロダイン共鳴に基づく調和解析のシンプルなモデルを組み立てた。これを応用して従来まったく顧慮されてこなかった「構造音色」などの音楽音響現象のメカニズムを解明することができる。

また、音楽音響の聴き手による受容は、脳血流の酸素微分濃度測定により定量し、客観指標を用いて評価した。

4. 研究成果

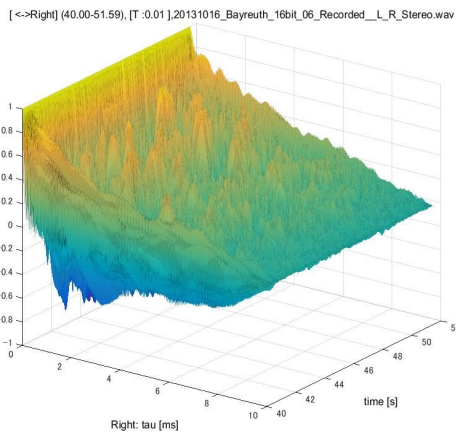
従来から存在する建築音響の相関解析は、短時間サンプリングされた音サンプルから自己相関関数、相互相関関数などの場の量をスカラー変数として抽出し、それらをもって建物の指標を代表させるように作られている。



既存の自己相関関数解析例

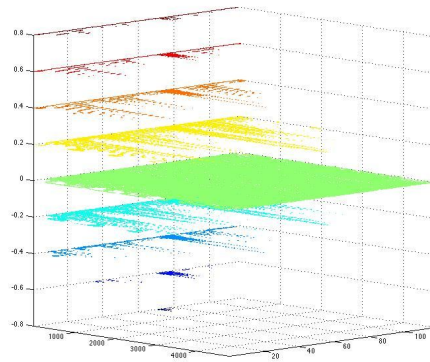
しかし、私たちは音楽そして宗教儀礼に興味があり、ここでは時間的な推移がもっとも重要となる。

そこで相関解析を時間に依存して変化するシステムに拡大した。

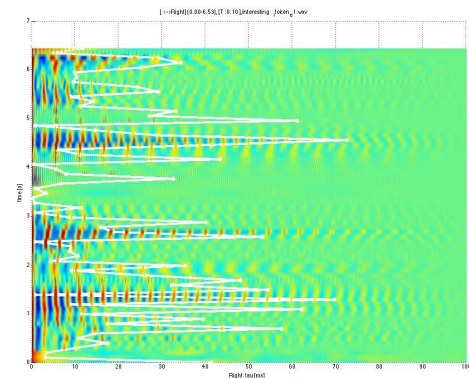


動学的な自己相関関数解析 (伊東)

これを用いて、経時変化する量を抽出、解析することが可能になる。

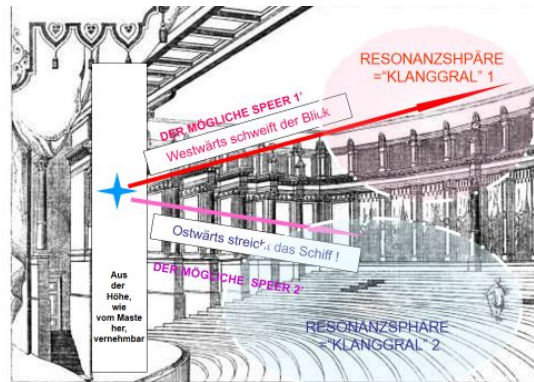


時間に依存する相関解析の contour



包短線として抽出される量の例：
音源広がり経時変化

ヴァーグナーは楽劇「トリスタンとイゾルデ」の冒頭で、見張りの水夫が船のマストの上から歌う設定で、観客から見えないほどの高所での歌唱を譜面上で特定している・



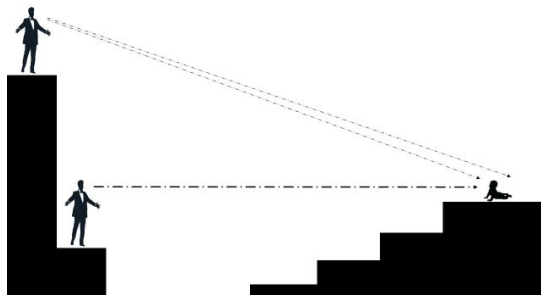
「トリスタンとイゾルデ」冒頭の指定

これを実際に演奏し、関連の物理測定を並行して行った。



パイロイト祝祭劇場での楽劇空間上演収録

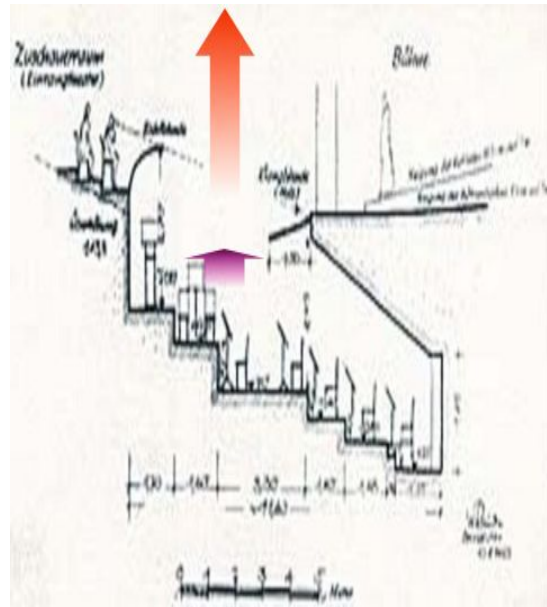
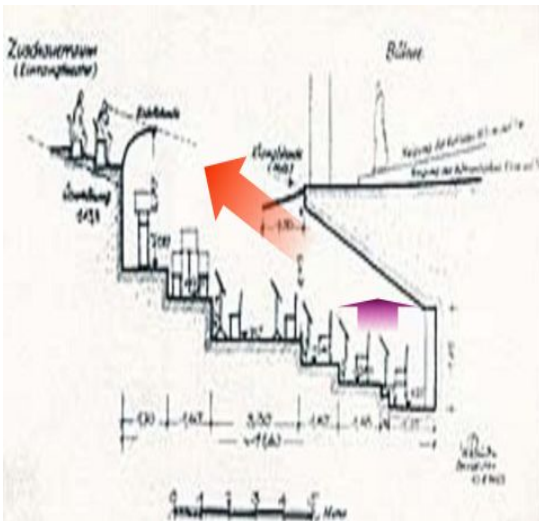
解析の結果、高所からの歌唱では、聴き手位置での音場が前後左右方向により均一となり、没入感が増すことなど、基本的な知見が多数得られた。



聴き手位置から相対的に高所での歌唱

異方性を取り扱う一般的な手法を確立したので、これを用いてオーケストラ伴奏についても演奏測定・解析を行った。

パイロイト祝祭劇場は特異なオーケストラピットで知られる。客席に譜面灯の光が入らぬよう工夫された「神秘の奈落」と、そこでの、ヴァーグナー自身が楽器改造に苦心した「ヴァーグナーチューバ」の演奏の3次元の音場の拡散と反射を評価した。



ヴァーグナーチューバ「ヴァルハラ城」動機の音響拡散・理論予測

評価の結果、観客と同じ天井までまっすぐ上がった響きは、高所からの歌声同様、定位感が希薄で一様性、没入感が高いことなどが確かめられた。



「神秘の奈落」オーケストラピットでのヴァーグナーチューバ音拡散・反射の評価

こうした多くの知見は Modern Principles of Music Conducting (Ken ITO, UT Press 2017)に体系だってまとめた。かつて存在しなかった、空間的なオペラ管弦楽指揮法の体系だった教科書を始めて国際公刊された。

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)

[雑誌論文](計4件)

伊東 乾 動力学の音楽基礎論2 「思想」1116 pp 111-122 岩波書店 2017 査読無(招待論文)

伊東 乾 動力学の音楽基礎論1 「思想」1103 pp 140-159 岩波書店 2016 査読無(招待論文)

Shigekazu ISHIHARA, Mitsuo Nagamachi Mikio Kajioka Shin Aoki and Toshio Tsuchiya Eldertrip activity; A comparative research, Gerontechnology Vol.15 PP 126-126 2016 査読有

武井明則、井上正雄、伊東 乾 ネットワーク視聴覚コンテンツ受容の脳血流評価と認知的死角 情報社会学会誌 Vol 10 pp35-44 2015 査読有

[学会発表](計18件)

Naofumi Aoki An interactive speech synthesizer for acoustic education, 20161128-1202 Honolulu Hawaii USA 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and the Acoustical Society of Japan

伊東 乾 古代ギリシャ・ハルモニアの時空間的再構成 国立大学協会大学改革シンポジウム 招待講演 東京大学(東京都文京区) 2016.10.8

Naofumi Aoki An interactive speech synthesizer developed with pure data and touch OSC 20160825-28 Sapporo, Hokkaido Japan Hokkaido University, Joint 8th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 17th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS2016),

Ken ITO Ab Bayreuth nach/ueber Auschwitz von der kognitiven Wissenschaft und der Kunst Integrative Wissenschaft Sitzung 2015 (招待講演) 20151202-04 Munich, Germany

Koji SATO and Ken ITO Sound structure of ancient Greek harmonia modes - Heterodune resonance and differential bases, The 7th International Symposium on Temporal Design, 20151124-25 The University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo Japan

Koji SATO and Ken ITO Characteristic Effect for proximal narrow band digital stochastic noises, The 7th International Symposium on Temporal

Design, 20151124-25 The University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo Japan

Ken ITO Fundamentals of tone organization based on differential resonance, The 7th International Symposium on Temporal Design, 20151124-25 The University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo Japan

Ken ITO Solution of "Sprechgesang" problem by Arnold Schoenberg, The 7th International Symposium on Temporal Design, 20151124-25 The University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo Japan

Ken ITO Recent development of brain cognitive music studies, The 7th International Symposium on Temporal Design, 20151124-25 The University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo Japan

Ken ITO Time-dependent extension of auto correlation function analysis of musical sound, The 7th International Symposium on Temporal Design, 20151124-25 The University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo Japan

Akinori TAKEI and Ken ITO A new method of recomposing sinusoidal threads, The 7th International Symposium on Temporal Design, 20151124-25 The University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo Japan

Ken ITO Appreciation of Audio visual contents with brain blood flux and Cognitive dead angles, The 7th International Symposium on Temporal Design, 20151124-25 The University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo Japan

Koji Sato & Ken ITO A new method of analysis and visualization over the cognitive real-virtual space-time using correlation function. The 22nd International Congress on Sound and Vibration 20150712-16 Florence Italy

Garai Massimo & Ken ITO The acoustics of the Bayreuth Festspielhaus, The 22nd International Congress on Sound and Vibration 20150712-16 Florence Italy

Ken ITO Several approaches for inharmonic components in singing voice and speech, The 22nd International Congress on Sound and Vibration 20150712-16 Florence Italy

Ken ITO Supra-spectral methods for cognitive musicology; dynamical studies on timbres, The 22nd International Congress on Sound and Vibration 20150712-16 Florence Italy

Ken ITO Correlation function analysis for 3-Dimensional opera performance, The 22nd International Congress on Sound and Vibration 20150712-16 Florence Italy

伊東 乾 奇妙な蔵本モデル 日本生物
地理学会 招待講演 2015.4.11 立教
大学(東京都豊島区)

広島国際大学・総合リハビリテーション
学部・教授
研究者番号：90243625
(平成 28 年度より)

〔図書〕(計 2 件)

Ken ITO Modern Principle of Music
Conducting Tokyo University Press 2017
127

伊東 乾 聴能力 筑摩書房 2015 208

〔産業財産権〕

申請準備中

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://raummusikkollegium.com/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊東 乾 (ITO Ken)
東京大学・大学院情報学環・准教授
研究者番号：20323488

(2) 研究分担者

青木 直史 (AOKI Naofumi)
北海道大学・情報科学研究科・助教
研究者番号：80322832
(平成 27 年度より)

岩城 達也 (IWAKI Tatsuya)
広島国際大学・総合リハビリテーション
学部・教授
研究者番号：70341229
(平成 28 年度より)

石原 茂和 (ISHIHARA Shigekazu)