

研究報告

イマーシブ環境における皮膚感覚と空間イメージ
— Audiovisual 作品『残像花』の空間展開例を元に
Skin Sensation and Spatial Image in an Immersive Environment
- Based on the examples of sound diffusion of Audiovisual work
‘The Flower of Afterimage’

宮木 朝子

Asako MIYAKI

東京大学大学院総合文化研究科

Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

概要

立体音響作品が展開される音響空間、近年のイマーシブオーディオの環境において追求され続けていることの一つとして、高臨場感、いわゆるイマーシブ（没入的）という感覚が挙げられる。その感覚をもたらすために重要なのは、スピーカーセッティング含めたシステムのみならず、その音響空間を構成する音、音響、そしてその構築物である音楽そのもののあり方でもある。本研究では、なぜ人はイマーシブ感覚を追い求めるのか、そしてその体験のさなかに音響がもたらす触覚、痛覚なども含む皮膚感覚的な知覚体験について、制作の現場から検証する。

映像作家馬場ふさこ氏との共同作品である Audiovisual 作品『残像花』は、様々な現実環境から採取された現実音の録音素材の加工によって制作されたサラウンド音楽と、全天周映像によるイマーシブ（没入型）コンテンツとして制作された。本発表ではこの作品が様々な異なる立体音響の形態で展開された実例を元に、イマーシブ環境における皮膚感覚と空間イメージについて考察する。

In the sound space where stereophonic works are performed, senses of presence and immersion have been pursued. In order to evoke such senses, the important things are not only the system including the speaker setting but also the sound and reverberation which form an acoustic space, as well as the formation of music. To clarify the reason why people pursue immersion, this study examines the perception of stereophonic works which give the listeners skin sensation such as tactile sense and pain, from the viewpoint of work creation. “The Flower of Afterimage”, the immersive audiovisual work collaborated with

the video artist Fusako BABA, consists of Fulldome-360° Film and surround music created with processed various sounds recorded in ordinary lives.

In this presentation, skin sensation and spatial perception in an immersive environment are examined based on this work performed in various different stereophonic systems.

1. はじめに イマーシブ（没入的）感覚とは-高臨場感をもたらす“包まれ感”

近年、イマーシブ・オーディオという言葉は、特に VR における立体音響技術の中心的な用語の一つとして用いられている。イマーシブ（没入的）感覚とは”あたかもその場所にいるかのような感覚”つまり高臨場感のことを指す。高臨場感とは空間音響技術の観点からは”包まれ感”と”音の精確な定位”によってもたらされるとされる（飯田、森本：2010）。

では実際に聴き手が体感するこの”高臨場感”とは何か。その只中にいる者にとって、空間の広がりを感じる体験という以前に、身体表面、すなわち空間と自分を隔てる境目の表面上の感覚-皮膚感覚を刺激される体験として感じられることはないだろうか。一つの空間の広がり気配のようなものを自分の身体の周囲に感じとっていると共に、時としてそれが自らの皮膚にまわりつき、触れてくるように感じ、そしてそのなかで触れてくるまでの距離の感覚、それがどのような方向からやってくるのか、を瞬間ごとに感じとる、そんな聴き方をしている、とも言えないだろうか。

本論考では、こうした知覚体験を聴取者自身とそれを取り巻く外部環境（音響空間）との絶え間なく変化する関係性、という視点から考察する。ではこうした

視点からみた イマーシブ（没入的な）音響空間における知覚体験とはどのような要素から形成されているのだろうか。ここで仮に以下の3つを挙げてみる。

a. 皮膚感覚としての聴取

身体と外部空間との境界となる表面としての皮膚面における皮膚感覚。近年の多方面からの研究により、皮膚の持つ多知覚的機能が指摘されている。また、聴覚と触覚のクロスモーダルな現象が確認されている。ここではこうした皮膚感覚と連動するようにしてなされる聴取体験に着目する。

そしてこの皮膚感覚としての聴取によって生み出されるのが、

b. “相互交流的”包まれ感

身体が直接的に関係を持ち続ける、可変的な環境、すなわち自分の身体の延長のように捉えられ、接続されている外部環境、外部空間による包まれ感。個人の経験や記憶、心理状態の影響も反映して変化する、極めて主観的で可変的な空間認識。

それに対して、視点を引いて捉えたものとして、

c. 場（トポス）の感覚、広がり感

近接的皮膚感覚としての聴取や相互交流的包まれ感とはまた質が異なる、ある一定の距離において把握される場の印象。これは身体の延長としての近接的な空間認識ではなく、一つの場（トポス）に対するスタティックな印象として受け止められる。

当然、bの近接的な包まれ感と、cの場の印象としての広がり感とは地続きであり、明確に分けられる感覚ではないのだが、本論文では、前者つまり“相互交流的”包まれ感という、皮膚感覚の延長線上にある空間の感じ方に焦点を絞って検証する。

その際、こうした一連の知覚体験に影響を及ぼすと思われる“こころ”との関係、さらに経験、記憶、が関連して聴覚以外の知覚が引き起こされる共通感覚的聴取-主体的かつ主観的、個別的な聴取の問題に着目する。

人が自身の体験の記憶、さらにイメージ力を駆使し、音と関係を取り結ぶようにして“聴く”という行為においては、どのような知覚がなされているのか。こうした検証にあたり、本稿では空間音響学、認知心理学における錯覚（illusion）研究、精神分析学からの知見も参照し、複眼的にこころと知覚の問題を考察する。

2節ではまず皮膚の持つ様々な機能を確認した上で、皮膚感覚としての聴取の問題を検証する。

続く3節では、この皮膚感覚としての聴取から地続きに生み出される“相互交流的包まれ感”を“空間イメージ”として読み直し、物理的な空間音響において定義づけられている“広がり感、包まれ感”が、個々の音の記憶から誘発される感情、連想、予測なども含めたこころの働きを反映した柔軟で可変的なイメージによって捉えられることを検証する。

4節では、2,3節で着目した、皮膚感覚としての聴取

と空間イメージとによる“包まれ感”と、さらに音の到来情報（定位、到来の速度など）によって形成される“高臨場感”そのものについて、創作側の視点から問い直す。高臨場感によって再現される“現実”そのものが仮想である場合、つまり Virtual Reality における架空の（Imaginary）場として形成された場合の空間知覚について具体的に検証し、知覚における錯覚現象（illusion）を逆手に取った音響技術、創作表現によって、知覚する主体の身体性そのものが変容することを論証する。

2. 皮膚感覚としての聴取

2.1. 共通感覚の場としての皮膚 - 音響の外被

皮膚は全身を覆い、外的環境に晒されている。心地よい風を感じたり、その冷たさを痛みのように感じたりするとき、防御としての機能を持ちながら、外部に開かれた接する面としてのその存在を意識する。手を擦り合わせれば、触れている感じと触れられている感じとが同時に生じ、皮膚の一部に不調が生じたときはその不快感を全身で感じとる。感動したときには鳥肌が立ち、ある種の感情によってくすぐったさを感じる。さらにはある種の音を聴いたときに思わず“直接触れられているような”感覚になる。皮膚感覚が生じる場である皮膚とは一体何か。

精神分析医のディディエ・アンジューはその著書『皮膚-自我』のなかで、嬰兒の自我の形成における皮膚（感覚）の重要性について論じている。

皮膚感覚は、人間の子供を出生以前からかぎりなく豊かで複雑な世界へといざなう。この世界はまだとりとめがないが、知覚-意識系をめざめさせ、全体的また付随的な存在感覚の基礎を形づくり、最初の心的空間形成の可能性をもたらすものである（アンジュー 1993）。

アンジューによれば、皮膚は構造と機能の面からして一つの器官以上の存在、異なるいくつかの器官の総体と考えられ、複数の感覚器官（接触、圧力、苦痛、熱などを感じる器官）からなる組織であると同時に、他の外的感覚器官（聴覚、視覚、嗅覚、味覚）や運動および平衡感覚と密接な関係があるという。そして、「様々な感覚が<図>として布置される地—「共通感覚」の基層となるもの」として位置付ける。

また、嬰兒は、母から呼びかけられる言葉、環境の音、自分の声などの周りの環境と嬰兒自身が交互に発する音から成立し形成されている「音響的外被」によって包まれ、自らの身体の最初の空間-聴覚的イメージを形成する、とし、そうした外的環境と内的世界とのインターフェースとして皮膚面が機能すると指摘する（アンジュー 1993）。

ここでは、皮膚の持つ多知覚的機能と同時に、音響によって包まれ、皮膚感覚で受容することによるこころの空間の形成という、外部と内的世界との相互交流的運動性を読みとることができる。

2.2. 皮膚感覚と聴覚の関係

皮膚感覚と聴覚との関係については、知覚の錯覚現象の中でも確認されている。

例えば、両手を擦り合わせている時に、その音を変化させて被験者に提示した結果、高音域 (2 kHz 以上) を増幅した場合には手の感触が滑らかで乾いた感じになり、高音域を減衰させた場合には粗く湿った感触がし、またその際音圧レベルが高いほど滑らかで乾いた感触になったという実験結果が報告されている (北川 2005)。

また、ダミーヘッドの耳を筆で撫ぜた音をヘッドホンで聴くと、耳が実際にくすぐったさを感じるという現象も起きている。これらは、触覚の経験時、同時に音も聴いているため、そうした音と触覚の経験の記憶が関係しているのではないかとされる (岩宮 2014)。こうしたある感覚がきっかけとなり異なる感覚が知覚されるというのは、もっとも鮮明なものとしては共感覚の現象で生じるのだが、そうした特殊な感覚の場合においても、こうした現象は固有の記憶、経験と結びつけていることも一因で生じる、という見方がある。

こうした皮膚感覚を誘発する聴覚刺激に関して、現実音を録音し、電子的手段によって加工、構成することで制作される音響芸術作品、ミュージック・コンクレートおよびアコースマティック音楽の例をみってみる。アコースマティック音楽の命名者であり、それを空間に立体的に展開するためのマルチスピーカーシステム「アコースモニウム」の考案者であるフランソワ・ペイルは、2004年のACSM116夏期アトリエ期間中のパリでの自作レクチャーにおいて、「耳が触覚を持つように聴くこと」について言及している。創作の際、一つの環境にはいりこむような、五感が総動員されるような知覚として、聴覚を位置づけている。この考えは、前述のアンジューの著作の以下の部分とも通底すると言える。

皮膚と皮膚に含まれる触覚器官 (接触、苦痛、寒暖、皮膚の光感覚) は、外部世界に関する直接的な情報を供給する (これらの情報はつぎに「共通感覚」によって、音声的、視覚的その他の情報と合致させられる) (アンジュー 1993)。

また、こうした音楽の創作においては、創作者自身の主観的な聴取の姿勢が反映されやすい。その創作例として、幼年期の石を擦り合わせるなどの触覚記憶を伴う音遊びの記憶を想起させつつ、現実音を録音、加工していくという例、あるいは音に人一倍敏感で、恐怖

すら感じていたのが、翻ってそうした音を録音し、コンピュータソフトウェアの中で磨きあげ、新たな関係性を与えて配置することで、「自分がそこにいることができる場所」を作り出した、という例もある。様々な例を見ていくなかで共通するのは、周囲の音に耳をそばだてる際に、その聴取の個人性 (何を聴くか、何を選びとるか) が色濃く反映されていることだ。つまりここでは単に共通感覚的に触覚と聴覚が同時出現する知覚の現象である以上に、その現象の要因の中に個々人の経験、記憶、その時の感情、こころの状態が影響されているということが指摘できる。

次の項では、この“皮膚感覚としての聴取”によって感得される、自分を包み込む空間-皮膚の延長のようにすら感じられる可能性のある主観的な空間について検証する。

3. 空間イメージ

ここでは“皮膚感覚としての聴取”の結果生み出される可変的で主観的な“空間イメージ”について検証する。

ここでいう空間イメージとは、可変的に主体との相互作用によって生み出され知覚されるものであり、このどちらも“人が主体的・主観的に空間を感じている”結果生じたものである。

3.1. 心理空間としての空間

人が実際に感じとっている空間は、物理的空間そのものではないことの一例として、例えば「潜在空間」と「ファントム空間」などが挙げられる。

「潜在空間」とは、人が感じている、環境と自己との中間領域に存在する心理的空間である。精神分析家ウイニコットによって提唱された。人が、外的環境に直接的に侵入されることなく、主体的に自己を保つために欠かせない空間とされる (千野 2002)。

「ファントム空間」とは精神医の安永浩によって提唱された、統合失調症の病的体験の本質・中核を示す理論の一つである。一般的な体験世界にもしも根本原則があるとしたら、こうした病的状態においてはそうした原則が逆転したような世界が体験されているのでは、という観点から導かれている。ファントムの語は、幻影肢 (phantom limb) に由来し、本人の心理的・体験的距離から成り立つ極めて主観的な空間であるとされる。ここでいう「体験距離」とは、心理的に感じる体験の強度の違いに基づいて測られるものであり、空間的 (物理的) 距離の遠近と相関する傾向はあれど、その体験の対象との関係性によって変動するものである、とされる (安永 1987)。

そうした精神病理的な例とは異なる場合であっても、人が空間に対して感じる印象とは、その時の心身の状態によって、また個々人の記憶や体験の違いによって、例えば狭く迫ってくるように感じられたり、実際以上に空虚な広がりを感じたりすることもある。また、後述する聴覚の錯覚現象によっても時空が伸縮するように感じられる知覚が報告されている。物理的空間に対し、こうした心理的空間は柔軟かつ可変的なものとして捉えられている。このような例を見ていくと、人が自己と外部としての空間との関係を取り結ぶ時に、いかに個の心理的空間が重要になるかがわかる。言い換えれば、一人一人が意識することなく、固有の心理的空間を、物理的空間内に重ねているとも言える。同時にそれは知覚される空間として、複数の感覚器官によって捉えられているのだが、その際もしも知覚がクロストークするような状況が生じた場合、そこでの空間の印象はさらに変容していくと考えられる。例えば以下のような、人工的に作り出された知覚の錯覚 (illusion) によって得られる空間もあるだろう。

3.2. 知覚の錯覚 (illusion) によって生み出される空間

・VR ゴーグルによって没入型映像を見ている時の、自分の身体の不在あるいは浮遊する亡霊のような身体感覚がもたらす、空間の印象。主体的知覚を保ちながらも、自分の身体が空間の中に溶け込んでしまっているような感じ。あるいは自分の身体を後ろから映した映像による視覚的情報と、同時に与えられる触覚的な刺激がずれる場合に起きる、知覚のイリュージョン現象によって生み出される時の、体外離脱的な空間の印象。

そしてさらに、聴覚によるものに限定した場合、
・聴覚のイリュージョンとして生じる、空間が伸縮するように感じられる時の空間の印象。(これに関しては次の項で検証する。)

・記憶・経験といったところの働き+共通感覚的聴取/聴覚イリュージョンにより生み出される空間の印象。例えばミュージック・コンクレートやアコースマティック音楽における作品内部の音と音との関係性、二次的に与えられた空間情報が生み出す特異な空間性によって与えられる空間の印象。

ここまでみてきたように、“空間イメージ”というのは視点を逆にすればそれを感じとる側の自分自身の身体イメージともいうことができる。空間イメージが変化するというのは、自分自身の身体イメージが変化するということでもある。前述の例に挙げたように、心理的な要因から身体と空間とが不可分に感じられたり、人工的に与えられた知覚をめぐる錯覚を誘発される実験、あるいは特殊な環境でもこの空間イメージと身体イメージは揺らぎ、変容する。

こうした空間が、音響空間、さらに高臨場感をもた

らす立体音響空間として形成されている場合には、当然、その空間の要素、空間イメージに関わるものとして音、音響それ自身のあり方が影響する。その音が自分にとってどんな状況で発せられているのか、それはそのまま空間の状態を推測させるものである。音に満たされた空間に“包まれた”とき、その満たしている音自体の振る舞いがそのまま空間イメージをダイレクトに変容させる。それは皮膚感覚としての聴取によって感じとられながら、受聴者の身体・心の動きに応じて相互交流的に変化してゆくとも言える。

ここまで、皮膚感覚としての聴取と主観的な空間イメージとして形成される“音の包まれ感”と、それによってもたらされる“高臨場感”について検証してきた。次項では、さらにその“高臨場感”の質について、創作側の視点から問い直す。

4. 創作的視点からの高臨場感について - AUDIOVISUAL 作品『残像花』を例に

空間音響技術における高臨場感として重要なことは“音の包まれ感”と“精確な空間定位”である、ということはずでに述べた。これまで、この音の包まれ感について聴取者側の視点から検証してきた。ここで問題となるのは、“どのような高臨場感なのか？”ということだ。あたかも現実のように自然に感じられる、その再現性の高さについて、臨場感が高い、ということはもちろんだが、その照らし合わせる“現実”自体が、現実の物理空間とは異なる、仮想、架空の、想像上の世界だったときには、その臨場感の質も変わるだろう。ここでは作品例に基づき、架空の世界における高臨場感を求める表現について検証する。この例では、物理法則に支配された実空間では体験することのできない世界を、知覚可能な世界として創り出し、それを高臨場感を伴って体験することが目指されている。そのため、前述の“空間イメージ”について、物理的空間における高臨場感をもたらす条件に加え、聴覚と触覚のクロスモーダルな関係性や、聴覚を中心とした知覚の錯覚現象 (illusion) を応用した表現が選択されている。そして、作品の音響部分が異なる複数の立体音響システムに見合った形に変換され、その際それぞれ異なる臨場感が目指されたことについて検証する。

4.1. 作品概要

『残像花-for Audiovisual』映像：馬場ふさこ、音楽：宮木朝子

「残像の花の咲く非在の庭。それは光と振動から生まれ、触れることができない。映像と音像がひとつの像となってゆらめく世界をめざした。映像作家の馬場ふさこ氏との共作。音の素材は、声、ガラス、無響室で

録音された氷の溶ける音、鉱石、水の音、ドバイ空港内の音響と、自作曲のクラリネットとハーブのサウンドの一部が加工され用いられている。(作品解説より)」

ここでは、架空の場所への「没入感」を視聴覚両面で表現すべく、コンセプト、設定、内容そのものに織り込んでいる。

キーワードは、“仮想の庭＝脳内”の散歩であり、映像内には一切人物が出てこない。鑑賞者自身がその世界の唯一の“探索者”としての登場人物である。視聴覚が混交することで第3の感覚を生み出すことを制作のプロセスにおいても意識した。上演環境において映像がもたらす没入感も当然ながら大きいのだが、本稿では、映像の視覚情報との関係性から制作された音響の部分について検証する。

4.2. 着想と音素材の選定・加工について

この作品はまずサラウンドヴァージョンの前に、アコースティック音楽の2chMixヴァージョンが作成された。ここでは映像との関係から得られた音楽の着想と音素材の選定・加工について述べる。これらの着想を実現するために、クロスモーダル効果、聴覚のイリュージョン効果、音響空間技術からの知見を参照した。

着想1 - 映像がもたらすクロスモーダルな印象に反応すること

音源：自作のクラリネットとハーブによる作品の、メロディーの一瞬を切り取ったもの

冒頭のシーンは、薄くて柔らかく、青い透けるような花びらがゆっくり揺らめくというものである。それは青い炎に感じられた。炎は空気との境界線が明確でなく、絶えずそのぼかされた輪郭線自身が揺れ動いて形が変化し続けている。その柔らかな触感、揺らめく気体のような動きによって音響のイメージが生まれた。具体的には、クラリネットの音を加工し、柔らかく伸縮するような、スローモーションを思わせるサウンドを制作した。実際の演奏の一瞬を引き延ばしループし、輪郭をぼかした。GRM toolsのEvolution,Max/MSPのグラニューラー処理などが用いられている。

着想2 - 極端な近接感表現と、その近接感の質にヴァリエーションを持たせること

音源：無響室で録音された微音。氷が溶ける音、細かい砂が擦れる音。

ここでのクロスモーダルな現象としては、耳元で聞こえるかのような近接的聴覚印象から誘発される触感が挙げられる。これほどの小さな音が大きく聞こえるということは、距離が極端に近いという印象を与えるだろう。聴取に際して、その受聴音圧レベルが距離感

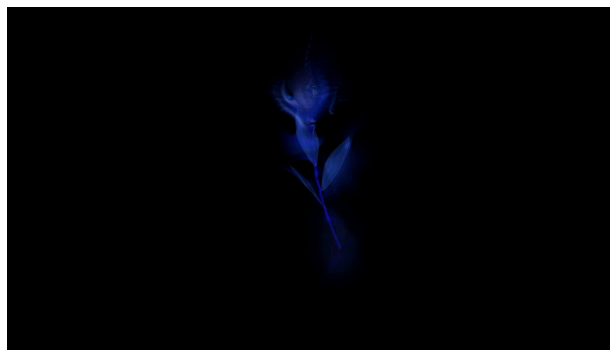


図1: 平面ヴァージョンの映像のスクリーンショット
映像：馬場ふさこ

に影響を与えているとされる実験結果が報告されている(北川2005)。その際、ある距離における、対象となる音源の出力音圧レベルを経験によって知っている必要があるとされる。こうしたサウンドの聴取は日常では聞いたことの無い、経験と結びつかない体験であるかもしれないが、記憶で体験した、耳元で聴かないと聴き取れない種類の微音と結びつけることもできる種類の知覚的にリアルなサウンドであるため、近接感が生じていると考えられる。ここでは音源距離を小さく感じているのだが、「音源距離が小さい時には音色が音像距離に影響を与える」という報告もある(北川2005)。そのため、高域の倍音に対して輪郭を取るかのように強調する処理を行い、エッジを立たせた。そうした処理の後で、残響を加えて、微音が生じる小さな空間における空間性を付与し、受聴者自身の身体がマイクロ化したような印象を与えられることを目指した。

着想3 - 演奏家の身体が浮かばない”演奏”- 空間に溶け込む、気体のような身体性

音源：自作のクラリネットとハーブによる作品のハーブパートの一瞬を切り取ったもの、女性の歌声の短いフレーズ素材

この素材に対して、定位の曖昧さ、エッジを柔らかく境目を水でぼかした色のようなものを目指す。空間の一点で明確な定位を伴って出現するのではなく、その逆に空間にシームレスに溶け込んで、アンビエンスのように空間内に溶け広がるようにした。物憂げな女性の歌声に関しては、メロディーを逆再生してからエンヴェロープを調整、アタックの際のエッジと倍音を削り、茫洋とした空間に溶け広がるような声に変化させた。通常の歌もののミックスの逆方向のアプローチで、定位を不明瞭にしてアンビエンスの中に溶けて広がるような印象を与えるよう心がけた。映像の無人の空間の空虚な広がり感の視覚的印象から、その見えない演奏者の身体が浮遊しているような聴覚的なイメージへと変換した。後述の高さをつけたサラ

ウンドなどのスピーカーセッティングにおいては、人の声の聴こえ方が通常的位置や方向からではなくはるか上方から聴こえるように配置している。

着想 4 - 声の通常ならぬ扱い

声人が人に与える印象は、視覚認知の場合に人の顔認知が特別な処理がされるのと同様、聴覚的印象が他の音と比べて強いと感じる。

この作品において使われた声は前述の女性の歌声以外には以下のものとなる。

- ・吐息とため息の間のような長めの呼気音。吐息やため息は、情動、感情表現に寄りすぎるのだが、ここではドラマ性は排除したいため、曖昧な（聴く人によってどちらにも取りうる）呼気音とした。

- ・幼児の声の断片。幼い子供の、意味をなさない声遊びをさらに点描化した。

- ・ドバイ空港の吹き抜けの空間に残響を伴って流された女声のアナウンス。残響が深すぎることで、多数の音とのマスキングにより、意味内容はほぼ聴き取れない。

出てくる声全ては、“何かを言っているよう”でありながら音響処理（逆再生、点描化、残響と他の音によるマスキング）によって内容が聴き取れないものとなっている。曖昧にぼかす音響の表現、音の層として、あえて”思わず意識して聴きたくなる”人の声を使用した。

着想 5 - 単発の音、点描の音のもたらす強い印象

- 日常的に経験されている音の扱い -

「よく知っている音源については音色の変化によって距離の判定が行われる。」「記憶に残る印象的な現実音が単発で鳴るときには、その前後の時間が圧縮された感覚を観る者にもたらす。音の密度は高くはないが印象的に強く感じる音響、それは記憶のつまみを強く引っ張り、観る者の記憶を呼び覚ます。」（岩宮 2014）

作品中、コインを弾く音・水滴の音が単発で鳴るシーンがあるが、上演後、視聴者から、実際の映像には内容的にも視覚的にも全く現れることのない、関連も感じられないその音についての感想が聞かれた。これは日常の記憶と結びつきながら、文脈が全く異なる時空に現れ、かつその音色が通常より輪郭の強調されているものであったこともあり、たった一瞬鳴っただけのその音が記憶されたものと思われる。

水滴の音に関しては、水の通常的印象よりはガラスのように硬質に聞こえるように音響処理をした。そう

することで、冷たさの印象が増し、やや無機的な印象に傾いた。その前に“呼吸するような”柔らかさ、有機的な印象となるように処理された音（氷が溶ける音、砂を触った時の音、柔らかく引き伸ばされたクラリネットの丸みを帯びたサウンドなど）を聴いていたこともあり、その空間印象を時間的にも空間的にも感覚的にも断ち切るような効果もたらされた。ちなみに、水の音が聴く人に与える高い臨場感の印象も指摘されている（小澤 2019）。

着想 6 - 映像からの空間印象に反応すること・強調し、（架空の世界の臨場感を得るため）その印象をさらに広げること

通常、背景になる音を近接的に聞こえるよう前面に出し、通常は主となってセンターに定位させ、前方向に出す音・音響を奥まった場所に置くことで、仮想の世界の、無人の庭、の表現を行なった。

例2シーンの映像：無人の空間の空虚な広がり、鏡によって無限に増幅された奥行き映像について

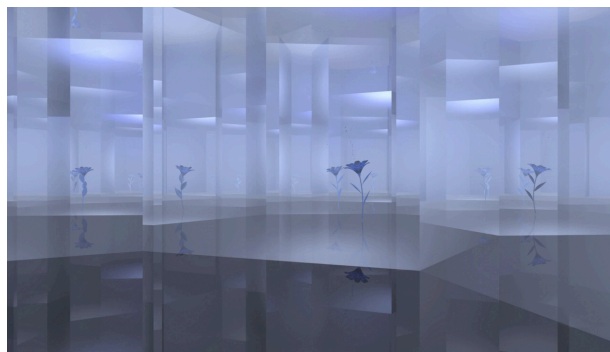


図 2: 平面ヴァージョンの映像のスクリーンショット
映像：馬場ふさこ

ここでは、低音の轟くようなパルスが残響によってぼかされたサウンドの上で、前述の女性の歌声が不明瞭な定位感で登場する。そこに別のアンビエンスが重なり、冒頭の無響室の近接的に聴取される微音を、コントラストとして時折重ねることで、よりその無限な奥行きが強調されることを狙った。

3シーンの映像：ドームの頂点に向かって青紫の柱が立ちのぼってゆくようなシーン。無限に高くなってゆくような映像の印象。そこに抽象的な螺旋の運動が提示され、よりその上方に向かう立ちのぼるような動きが強調されてゆく。

ここでは音の広がり、空間のスケール感が最も必要とされた。

参照にした空間音響技術としては、「聴き手の周りが満たされている感じ」を得るには、低周波と音圧レベルが重要であり、音圧レベルが上がるほど、さらに



図 3: 中央がフルドームの頂点となるよう作成された映像画面のスクリーンショット。映像：馬場ふさこ

低域成分を多く含む方が spaciousness は大きく、とりわけ低周波成分の中でも 100 200Hz の成分が重要、という研究結果 (飯田、森本 2010) が挙げられる。

これを受けて、全天周ドーム全体に、そのドームの物理的限界を超えるような広がり高さの印象を与えるために、実際にそれよりも空間スケールが高さと広がり点で大きな実空間のアンビエンスを使用。具体的には、ドバイ空港の吹き抜けの空間での録音素材を使用。そこにさらに残響 (リバーブ) を加え、空港内アナウンスの声にも実際以上に加えた。この広さの表現の音響に対して、これまでのシーンでは使われることのなかった、100 200Hz の帯域の低音の持続を加えることで、より空間印象を広げた。

さらに、コントラストを持たせるために、逆にごく狭い空間での音の現象を、あたかもその広い空間全体をよぎる現象であるかのように配置。具体的には、長机の上で机上の端から端まで長い弧の軌跡を描くようにスーパーボールを動かした時の録音素材を使用。その際、加速と減速のコントラストを意識することによって、加工後の音響空間では、“広い空間のなかを加速して動く音の軌跡”として用いることができた。

そこに単音でコインを弾く音が挿入されるのだが、近接的な日常音が同時に鳴ることにより、極端な遠近感、音の光景のズームインとズームアウトが表現された。

4.3. 様々な空間展開例

ここでは、この作品が前述のような映像との関係性、音素材の選定、加工を受けたものとしてまずステレオ

Mix として制作されたのち、いくつかのタイプのサラウンド Mix に変換された例について検証する。

前述の着想 6 における、「映像からの空間印象に反応すること・強調し、その印象をさらに広げること」はこの空間展開の段階でも重要なポイントとなる。後述するどの空間展開例においても共通なのは、この架空・仮想の世界の高臨場感のために、実空間、物理空間の限界をいかに感じさせないか? という問題である。スピーカーの存在を消し、音が持つ存在感を空間内に放つためにはどうしたら良いか、その実空間の範囲内での出来事にしないための工夫が必要となる。

・アコースモニウム

本作品はサラウンドヴァージョンとフルドーム映像の構想中、先にステレオと平面映像を先に作成、初演することとなった。その際、2 ch ステレオ音源を立体音響として聴かせるため、ステレオの複数の組を空間配置し、リアルタイムにその出力をミキシングコンソールによって制御するという、アコースモニウムのシステムによって上演した。この方法は 1974 年にフランソワ・ペイルによって考案されたものであり、ステレオ音響のミキシング効果を立体的な空間へとさらに再展開することが醍醐味となる。一組のステレオ・スピーカーの中央の何もない場所に、遠近を伴ったリアルな音響-ファンタムセンターが定位する空間のことを「音響スクリーン」と名付けた。その音響的なスクリーンにステレオ音響が“投影”されるのだが、複数組のステレオが空間内に存在し、それをリアルタイムに組み合わせを変えたり鳴らすスピーカーの数をステレオ単位で変えることができるため、いわば作品内部の空間性-ステレオ音響の持つ空間性が実空間の中で伸縮するような印象を受ける。ここでは各音素材のはっきりとした空間内定位ではなく、形成されたステレオ音響の内部における立体的な空間自体がさらに実空間内で二次的な空間性を与えられる方に主眼が置かれている。そのため、表現しづらいものとして、各音素材それぞれの独立した動き、分離、実空間内での空間位置が挙げられる。その反面、前述したような声やクラリネットの“曖昧な定位感、空間自体に溶け広がるアンビエンス化”という表現に関しては、ステレオ空間自体の伸縮という表現が功を奏する結果となった。しかし、平面映像の投影とアコースモニウムのこうした伸び縮みする空間性とはしっくりこないのも事実である。こうした場合には、視覚的な投影をすれば、実空間の中央に例えばホログラフィックな三次元の像として投影する方が良いと感じた。理由として、筆者自身は、アコースモニウムによる複数の音響スクリーンに投影される同一のステレオ内部の空間同士の相互浸透について、一種の音によるホログラム表現として捉えているからである。

・ 5.1ch サラウンド/7.1ch サラウンド

次に、本来構想していたものとしてサラウンド Mix を行い、フルドーム映像としてドーム内で上演を行なった。この場合、前述の各音素材の関係性、コントラストなどが明確に表現できること、さらにセンターがドーム前方の高い位置にあるということから、通常の演奏の身体性を曖昧にするという前述のコンセプトに従って、ここに女性の歌声を配置し、より浮遊する身体イメージを描けるようにした。

前述の、スーパーボールの、机上を擦る加速する軌跡音などに関しても、サラウンドパンニングのような動きはほとんど描くことはなく、サラウンド空間に音を設置するようにミックスを行なった。理由としては、広く高いアンビエンス空間のなかを、ダイナミックに斜めによぎるようなイメージを、サラウンドの空間では効果的に表せないと感じたため、むしろこの場合はステレオの発展形としてサラウンドの横方向、後ろ方向のスピーカーを扱い、ステレオの音像のなかでの動きにとどめることで、逆にその軌跡の大きさを限定しないよう意識した。

超近接の音像表現を行なっている前述の音素材（氷の溶ける音、細かい砂の擦れる音など）に関しては、触覚的な印象が引き起こされるのだが、実験によれば、ダミーヘッドの左耳に挿入したマイクロフォンで、耳を筆でくすぐった時の音を録音した場合、その音をヘッドホンなどによって近距離で聴取した場合には触覚的印象がもたらされたが、距離を離して提示した場合にはそうした印象が得られなかった、という報告がある（北川 2005）。これは、どれだけ触覚を誘発するような音を選び、そのように加工したとしても、再生の段階で失われるということである。スピーカーからの、距離を経た聴取の場合、こうした「触覚的・近接的に感じられる音」を再現するのは難しいということになるが、そのためには音源加工の段階でのより強調した近接感処理のほかに、「空間のどの位置から鳴らすか」によって工夫することとなった。これは「聴覚と触覚の相互作用は頭部の後方の空間でより強く生じる」という実験結果に基づいたもので、理由としては「後方の空間では視覚の手がかりを利用することができないため聴覚の役割がより重要になる」（北川 2005）という経験的なものからもたらされるものと思われる。たとえ暗闇の中であっても、「前方からの音」に対しては目を凝らすようにして視覚に集中しようとするのかもしれない。反面、後方から聞こえてくる音には、より耳をそばだて、「全身を耳にして」皮膚感覚的に捉えようとするのかもしれない。何れにしても、アークスモニウムの場合にはステレオ音像全体を動かすことにはなるが、聴取者の後方のステレオの組、あるいはそのステレオ配置の中で最も“近接的に”聴かせることが可能な

位置のスピーカーに送ることで、相対的に近くに聴かせる工夫ができるだろう。サラウンドの場合には、実際の位置として、横あるいは後方、首を回さなくては視界に入らない位置からこうしたサウンドを出力することで、ヘッドフォン聴取にまではいかないが、近接的・触覚的印象を損なわないよう工夫した。

・ 8.1ch マルチ音響

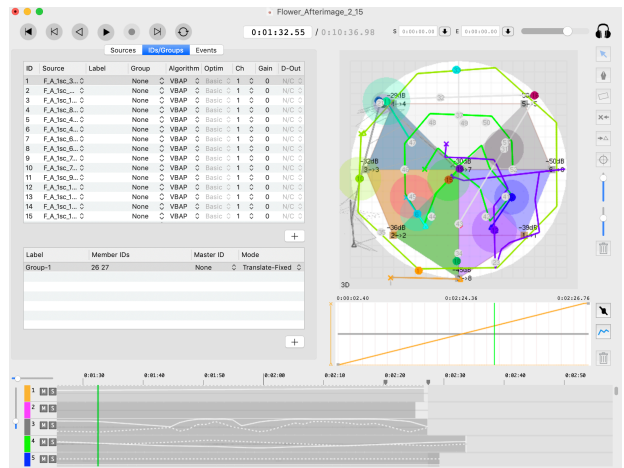


図 4: 8.1ch のスピーカーセッティングによる trajectory Editor 画面のスクリーンショット

これは 2020 年 2 月 15 日吉祥寺美術館で行った、照明インスタレーションと空間音響ライブ『Echo_location 反響_定位』の時のセッティングである。7つのスピーカーを円のように配置、中央に台を設け、1つのスピーカーを設置、高方から拡散を行なった。それにウーハーを加えたスピーカーセッティングを用いて、ZKM のソフトウェア Zirkonium によって描かれた各 Mono 音源の軌跡や、その軌跡の加速、減速のコントロール、鳴らすスピーカーの数の増減を再現した。ここでは暗転した空間のなか、中央のスピーカー配置の位置に、空間美術家・ライトアーティストの千田泰広氏制作の、青く揺らぐ光の柱のインスタレーションが設置された。

Zirkonium は三次元のサウンドディフュージョンを可能とする立体音響のためのソフトウェア・システムである。デフォルトのマルチスピーカーセッティングのみならず、「speaker setting」のソフトウェアを使用して、クアドラフォニックから高さのあるマルチスピーカーセッティングまで作成し、「trajectory Editor」にロードして使用することができる。trajectory Editor では、サウンドファイルを読み込んだ上でそのスピーカーセッティングの空間上の各位置に配置し、それぞれの空間内での動き=音の軌跡=トラジェクトリーを作成することができる。そしてそのトラジェクトリーは、動き方の速度変化をオートメーションで書き込むこともでき、かつ各サウンドファイルを鳴らすスピーカーの数、

拡散の範囲をシームレスに制御することもオートメーションによって可能となっている。つまり、複数の音源それぞれに対して、その動きの速度から、動く範囲-例えば下方のスピーカーから上方のスピーカーへの上下の移動や、ドーム型の場合その頂点の位置に螺旋を描きながら音を集める、といった動きをつけることも可能である。

デフォルトで、ZKMのKLANGDOMの43スピーカーのスピーカーセッティングなど複数のセッティングを選ぶことができるが、今回は吉祥寺美術館の会場用に作ったスピーカー・セッティングを読み込んで、音の軌跡を描いた。ステレオミックスの時に各トラックに配置していた音の素材をモノラル化した上で、新たに組み直したのだが、zirkoniumを使用することによって、実際の上演空間内で音の動き、鳴らす範囲などを調整し直す作業が可能となった。前述の5.1chおよび7.1ch サラウンドの場合にも、実際にサラウンド空間で鳴らしながら調整を行ったが、上演の実空間とは異なるため、定位や動きの完全な制御は難しかった。

ここで試みたこととして、「聴覚定位残効 (auditory localization aftereffect)」の効果が挙げられる。これは、音源の空間的位置の知覚 (音源定位) に関する現象であり、ある音を提示した直後に、いろいろな位置に別の音を提示すると、後に提示した音は、単独で提示した場合に比べて、直前の音から遠ざかる方向にずれて知覚される、というものである (柏野 2005)。先行音と後続音の周波数が近い時にしか残効が生じないとのことで、この作品における周波数帯域が比較的近い現実音-氷の溶解音、砂の擦れる音、水滴の音、コインを弾く音などの、ある高域成分を強調した上で、空間内の音の配置時に参照した。前述のように、立体音響空間で上演する際目指したものとして、“物理的実空間の空間的限界を感じさせない音の表現”がある。そのためにも、音源と音源の距離を広げることで、実際以上に音の空間の広さを感じさせることが必要であった。

また、中央の高い位置にスピーカーを1つ設置することで、円周上に並んだ各スピーカーからその一点に音を集める、残響成分のみのサウンドファイルを用いて、高い位置の音の残響成分を下のスピーカーに流す、などの表現も可能になった。

以下は、現在進行形のプロジェクトであり、未完成のものであるが、今後の展望として記したい。

・全天周ドームの裏側に配置された43chスピーカーシステム用のmix

都内某所のプラネタリウムのドームにて、43スピーカーによる空間展開をスタッフのみ立会いのもと再生調整中である。こちらも前述のZirkoniumを用いて制御している。

ドーム音響の特殊さ、残響が物理的空間内に不自然

に残る、フラッター現象が起こる、低音をうまく扱わないと音像全体が軽くなる、などの難点の克服と同時に、これまでのこの場所で行われた上演に関する、ドームの映像投影面に張り付いたような平面的な印象だった音響を向上させることを目指している。いかにドーム内の客席空間にまで音像を浸透させ、高臨場感を伴う状態-聴取者を包みこむような状態にできるか、という課題に答えるべく試験中である。

・VR化した映像に対する、ヘッドフォン聴取のためのバーチャルサラウンド表現のためのmix

こちらも現在映像のVRバージョンの制作に合わせて、新たに音響もバイノーラルリスニング用のバーチャルサラウンドミックスをするため、準備段階にあるものである。

バーチャルサラウンドとは、2chのヘッドホンやスピーカーで擬似的に5.1chや7.1chなどのサラウンドを実現する、という技術である。実際の空間に多数のスピーカーを配置して音場を形成することが困難な場合や、ヘッドホンでもサラウンドのような立体的な音響を楽しみたい、ということに対する解決方法として、“仮想的に音響空間を作り出す”、というアイデアから生まれた。バイノーラル立体音響をシミュレートし、音源に3次元音像定位を適用することも可能にする、というバイノーラル・プロセッシングの技術によって実現する。個々の音源に対してバイノーラル・プロセッシングによる3次元音像定位が与えられ、それらの総和として立体音響空間を合成するというものである (Chiba 2016)。これは、インタラクティブなVRに対応するものであり、まさにこの作品の「脳内散歩」「仮想の庭を視聴者自身が唯一の登場人物となって彷徨する」というコンセプトに合致するものである。

ここでは、前述の、近接的、触覚的に感じられる音素材を、より効果的にそのように聴かせることが可能であり、その効果に応じてさらに音源の周波数処理に関して超近接の表現を試みることも考えている。反面、音の広がり感、包まれ感、というものに関しては課題が残る。実空間の身体性ではなく、仮想空間の中の身体性において、自分の身体がその空間内に存在しないにも関わらず、自分の空間内の動き方によってその音響空間自体が変化する、こうした体験における身体にとっては、音の包まれ感、臨場感の意味も全く異なることになり、聴覚的イリュージョンが常態となる空間となる可能性もある。

人の経験としては、音源は常に自分の身体から離れたところにあり、場の音響に包まれることによって自然な臨場感が感じとられているのだが、例えばイヤホンによる聴取では、音源が外耳道の中に存在するという体験となる。その場合、実空間内での聴取と異なり、自分の頭や耳介など、身体全体の影響を受けることが

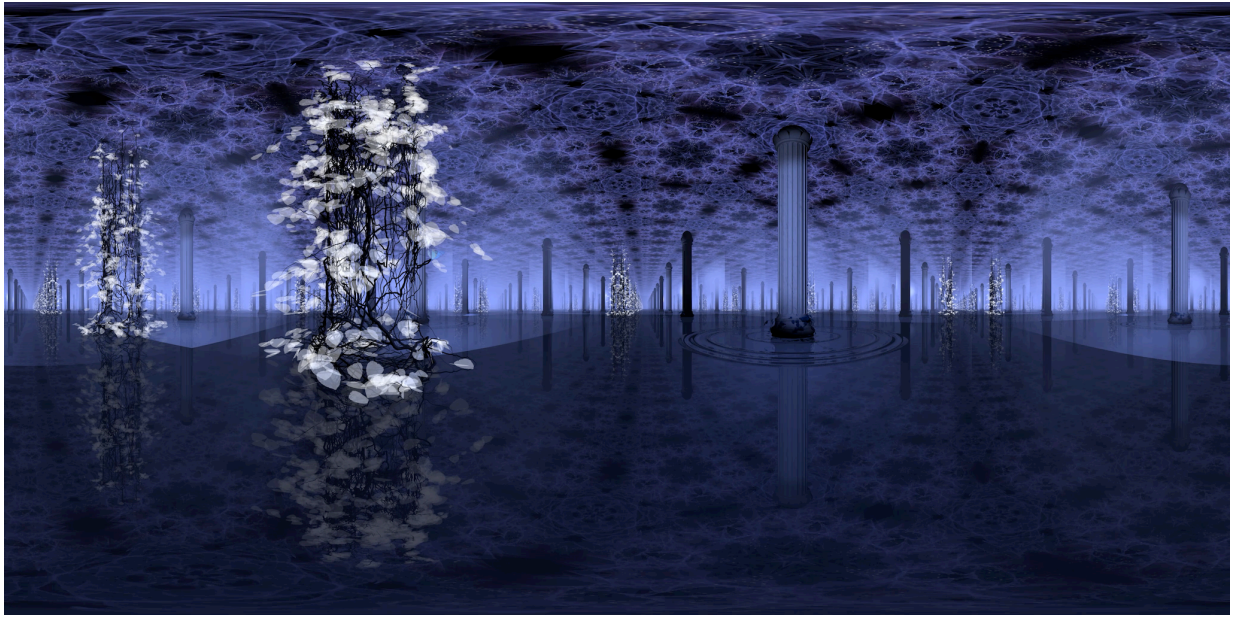


図 5: 写真は『残像花』の続編『Hidden garden』の VR 試作の一画面

無い聴取となる(濱崎 2019)。バーチャルサラウンドによって生み出される空間と、そこで擬似的に再現される臨場感とは、いったい何に対しての臨場感、なのだろうか? この問題は次への課題として実践を通じて明らかにしていきたい。

5. 結び

「私たちの「身体」は自分の身体のみ
に制限されたものでは無いことが分かる。
視覚、聴覚、触覚などの感覚情報をうまく
提供することで遠く離れた場所にさえ身体
を感じる事が可能なのではないか。」(北
川 2005)

本稿では、前半にイマーシブ環境において音に包み込まれること-高臨場感についての聴取者にとっての意味を、皮膚感覚としての聴取というクロスモーダルな知覚と、人のこころのはたらきに連動して変容する、主観的な空間イメージとによる複合的な体験として位置づけた。後半は仮想の空間における高臨場感とは何かについて、創作側の視点から、主に空間音響技術と知覚の錯覚 (illusion) 研究の知見を参照しつつ、事例を元に検証した。聴取者側と創作側との視点からの考察は、重複するところ、着眼点の違いなどが生じるが、検証を通じて得られたこと、今後への課題としては、高臨場感音響体験の持つ多面性と同時に掴みどころのなさ、つまり高臨場感を感じる主体である身体性の所在が揺らぐこと、が挙げられる。バーチャルサラウンドにおいてその問題は顕著になる。変容するのは空間イ

メージではなく、自分の身体イメージなのではないだろうか? そもそもその二つは表裏一体であるのではないか? こうした創作表現が行き着くところは、知覚イリュージョンを超えて、こころの体験としても実体験と混同しかねない、少し危険な領域なのかもしれない。

6. 参考文献

- 飯田 一博、森本 政之、日本音響学会 (2010) 『空間音響学 (音響サイエンスシリーズ 2)』東京: コロナ社, 30-36 頁
- ディディエ・アンジュー、福田素子訳 (1993) 『皮膚-自我』東京: 言叢社 26-28 頁, 259-260 頁
- 北川 智利 (2005) 「多感覚錯覚からみる身体のリ
アリティ」『日本バーチャルリアリティ学会
誌』10(1) 特集 VR の源流としての錯視・錯覚
26-31 頁. [http://journal.vrsj.org/10-1/
s26-31.pdf](http://journal.vrsj.org/10-1/s26-31.pdf) (2020.7.1 参照)
- 千野 美和子 (2002) 「心理療法における「空間」に
ついて」『仁愛大学研究紀要』vol.1. 51-58 頁
- 安永 浩 (1987) 『精神の幾何学 (叢書・精神の科学
1)』東京: 岩波書店 200-206 頁
- 岩宮 眞一郎、日本音響学会 (2014) 『視聴覚融合の
科学 (音響サイエンスシリーズ)』東京: コロ
ナ社 19 頁, 200 頁
- 柏野 牧夫 (2005) 「錯覚からみた聴覚の「賢
さ」」『日本バーチャルリアリティ学会誌』

10(1) 特集 VR の源流としての錯視・錯覚
19-25 頁 <http://journal.vrsj.org/10-1/s19-25.pdf> (2020.7.1 参照)

株式会社 ARI「音響技術と開発 音響 (AV) 用語と補足 バーチャル (仮想) サラウンド」<http://www.ari-web.com/service/kw/sound/surround2.htm> (2020.7.19 参照)

Katsuhiko Chiba (2016)「時代は立体音響から VR 音響へ」『サウンド&レコーディングマガジン 2016 年 11 月号 特集「VR 音響」の最前線』22-23 頁 東京:リットーミュージック

尾本章 (2019)「高臨場感オーディオの応用～多目的音場再生システム」「Week of Sound」高臨場感オーディオセミナー－高臨場感オーディオの普及に向けて－アンスティチュ・フランセ東京 2019 年 8 月 23 日 基調講演 II

小澤賢司 (2019)「コンテンツ臨場感の要因」「Week of Sound」高臨場感オーディオセミナー－高臨場感オーディオの普及に向けて－アンスティチュ・フランセ東京 2019 年 8 月 23 日 基調講演 III

崎公男 (2019)「イヤホン・ヘッドホンがもっと楽しくなる音響講座」final S'NEXT 2019 年 6 月 8 日



この作品は、クリエイティブ・コモンズの表示 - 非営利 - 改変禁止 4.0 国際ライセンスで提供されています。ライセンスの写しをご覧になるには、<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> をご頂戴か、Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA までお手紙をお送りください。

7. 著者プロフィール

宮木朝子 (Asako MIYAKI)

サラウンド音響作品、アコースモニウムによる電子音響音楽上演、インスタレーションのための音楽制作など、空間音響表現を中心に活動。国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクトの 3D 映像、NHK Super hi-vision 映像のための 22.2ch システムによる音楽制作など、映像との共同作業も多い。近作: 5.1ch サラウンド音響作品〈Afterimage〉(「坂本龍一 | 設置音楽展コンテスト」最優秀賞)、〈Hidden Garden〉(共作・映像: 馬場ふさこ / SAT FEST 2019, ICMC2019 入選, 第 9 回国際科学映像祭最優秀賞, Yaroslavl Best Artistic Show Prize 受賞)〈Echolalia II -for audiovisual〉(共作・映像: 小阪淳 / Société des arts technologiques [SAT] Experimental Art Films for “le Foyer” Satosphere 入選) など。桐朋学園大学音楽学部作曲理論学科作曲専攻、同研究科卒。東京大学大学院総合文化研究科超域文化科学専攻修士課程修了、現在同大学院博士課程在籍。尚美学園大学芸術情報学部専任講師、早稲田大学先進理工学部非常勤講師。