研究報告

音楽における情動の理解と活用に向けて
TOWARDS CONCEPTIONS AND APPLICATIONS OF MUSICAL EMOTIONS

大村 英史 [*1*2]，川上 愛 [*3]，星（柴） 玲子 [*2]，柴山 拓郎 [*4]，吹野 美和 [*5]，
寺澤 洋子 [*6]，岡ノ谷 一夫 [*1*2*7]，古川 聖 [*3]
Hidefumi Ohmura[*1*2], Ai Kawakami,[*3] Reiko Hoshi-Shiba[*2], Takuro Shibayama[*4], Miwa Fukino[*5],
Hiroko Terasawa[*6], Kazuo Okanoya[*7], Kiyoshi Furukawa[*8]

[*1]JST, ERATO, 岡ノ谷情動情報プロジェクト, [*2] 理化学研究所, [*3] 東京芸術大学,
[*4] 東京電機大学, [*5] パナソニック株式会社, [*6] 筑波大学, [*7] 東京大学
[*1]JST, ERATO, Okanoya Emotional Information Project, [*2]RIKEN Brain Science Institute,
[*3]Tokyo National University of Fine Arts and Music, [*4]Tokyo Denki University,
[*5]Panasonic Corporation, [*6]University of Tsukuba, [*7]The University of Tokyo

ABSTRACT

岡ノ谷情動情報プロジェクトと東京芸術大学の共同研究を中心として発足した音楽情動研究チームでは，音楽情動の理解を基にした応用研究を目的として，音楽情動に関する研究について文献調査を行ってきた．音楽が人間に与える影響の研究は 1930 年代から始まった．この頃，人間の活動は情報処理として見なされていた．そのため，音楽からの影響も認知過程として見なされ情報処理として扱われ，音楽から影響する人間の機能的な研究が多く行われていた．2000 年頃から人間における情動過程の重要性が見直され，様々な分野で情動の研究が活発となった．それに伴い，音楽から影響をうけて生じる情動の研究も活発となった．ここ１０年で音楽から影響を受けて生じる音楽情動の研究は飛躍的に進んだ．このような背景で行われてきた音楽情動研究は，研究分野も多岐にわたり多くの興味深い知見を見いだしている．本発表では，音楽からの影響で生じる反応をすべて包含するために，音楽情動とは，音楽が与える人間の心理的・生理的影響と定義する．本発表では文献調査の結果を音楽情動研究の歴史，音楽情動理論，音楽情動の測定法，音楽情動の心理的知見と脳を含む生理的知見の 5 つのカテゴリにまとめ，音楽情動研究を概観し，最新の動向を解説する．

The musical emotion research team, which started as a joint project between JST ERATO Okanoya Emotional Information Project and Tokyo National University of Fine Arts and Music, has been conducting literature survey on music and emotion, with the goal of applying such knowledge for music creation. Modern scientific research of influences of music on human started as early as in 1930s. At this time, cognitive activity of human being was regarded as information processing; the influences from music were assumed to be reactions produced by information process, and researchers investigated the psychological function when exposed to music. Since 2000’s, emotional process started to draw more serious attention, and research in emotions became more active in various psychological fields, resulting in a dramatic progress and findings in various subdisciplines of musical emotion research in the last decade. In this presentation, we regard musical emotion as psychological and physiological influences of music, so that we can include broad aspects in music emotion research. We review current studies on musical emotions from five perspectives; history of research in musical emotion, theories of musical emotion, measurement methods for musical emotion, psychological findings, and physiological findings including the topic of brain and musical emotions.

1. はじめに

私たちの生活は音楽であふれている．一日の生活の中で音楽を全く聴かないことはほとんどない．家の中では音楽プレイヤーに好きな音楽をセットして聞き，家の外では携帯音楽プレイヤーで好きな音楽を聴く．このような自発的な聴取だけでなく間接的な聴取も多い．家の中ではテレビやラジオをつければ必ず音楽が流れている．家の外では町の中を歩くと近くの商店のスピーカーなどから音楽が聴こえてくる．このように至る所に音楽は存在する．なぜこのような音楽は私たちの生活に深く浸透しているであろうか．

私たちは，その理由は音楽が私たちの心を動かすからだと考えている．音楽が人間の心の動きを引き起こすことは古代ギリシャ時代の学者たちも議論していた [Budd, 1985]．アリストテレス (Aristotle) は著書「政治学 (Politics)」の中で異なった音階，リズム，楽器は異なった情動的な影響を与えると述べている．ある音階の音楽は中庸な心を作り出す事ができため，このような音楽を聴く事が民主的政治形態の維持を助けると考え，教育に音楽を用いる事を主張した．このような試みの結果はともかく，アリストテレスは音楽聴取が人間に影響を与える事を知っており，それを有効利用しようとしていた．同様に，私たちは現代社会においてこの音楽の力を利用していると言える．DeNora は，多くの人が毎日の生活において自発的に音楽を利用して情動のコントロールをしていることを実験的に確認している [DeNora, 2001]．自発的聴取だけでなく，映画やテレビ番組におけるサウンドトラックのような間接的聴取にも多く利用されている．店内で BGM がかかっている理由も，映画での音楽利用と同じように私たちの情動をコントロールすることが目的であろう．Pinker は「心の仕組み」の中で，音楽は進化の過程でできた副産物であって生存に直接関わりはない，と述べている [Pinker, 1997]．しかし，音楽を「聴覚のチーズケーキ」としており，音楽が人間の快楽中枢を刺激するものであることという仮説を立てた．

このようなことから，音楽の人間の心を動かす力，つまり音楽情動が音楽の普及の理由だと考えられが，どのようにして音楽が聴取者に影響を与えているのであろうか，そのメカニズムは未だに明らかにされていない．しかし，これを問題を解明するために様々な分野で音楽情動の研究が行われており，多くの知見が発表されている．音楽が人間に与える影響の研究は 1900 年代のはじめの頃から行われているが，最近 10 年間は特に活発になってきており，これに伴いさまざまな知見が見いだされ，混沌とした状態になりつつある．

私たちは，長期的な目標は音楽が心を動かす力を利用したアプリケーションツールの開発であるが，初期的な検討として音楽が聴取者へ与える影響に関する研究の調査を行ってきた．本稿では，音楽から聴取者に与える影響を中心に音楽と情動における研究を系統的に分類し概観する．そして，今後の音楽情動の研究をどのように進めていくか考察する．音楽情動の定義については様々な立場が有るが，私たちはまだ初期検討の段階であるので，幅広い視野で音楽情動で考えたい．そこで，音楽による人間の心の動きへの影響には心理的な側面も生理的そくめんも有ると思われるが，本稿ではこれらを統合して音楽情動と呼ぶ．

次の 2 章では，音楽と情動の研究分野の歴史を概観する．音楽情動の研究の流れと，ここ 10 年における特筆すべき発展を中心に詳述する．3 章では，数ある音楽情動の理論およびモデルの中から，特に最近の音楽情動の考え方に大きく影響を与えているを紹介したい．そこで，2000 年以前の理論を 5 つと，今後の音楽情動の研究に影響を与えると考えられるごく最近のモデルを 3 つピックアップした．4 章では，音楽情動を測定するために用いられてきた手法を概観する．5 章と 6 章では，最近発表された音楽と情動の知見とそれに関わる研究および実験の概観をする．5 章では心理的実験手法による知見に注目し，6 章では脳活動や生理活動に焦点を当てた知見に注目する．最後に，まとめと今後の音楽情動の研究の方向性について検討する．

2. 音楽と情動の研究の歴史

音楽情動における系統的な研究は Hevner が初めて行った．これは楽曲の抜粋に言語ラベルを適合させる研究である [Hevner, 1935]．しかし，その後しばらくこのような系統的な音楽情動の研究は発展していかなかった．また，Seashore は歌い手の情動表現の分析に，発話における音声情動表現の研究を取り入れる手法を提案した [Seashore, 1947]．しかし，この研究は受け入れられず実現しなかった．このように音楽情動の研究が発展しなかった理由は，1940 年代から 50 年代の心理学は行動主義が主流であったからである．行動主義とは人間の心的状態に依らず機械的な行動のみで人間を説明するという主張である．そのため，この時代は情動や他の心的過程の研究は科学的実証性に乏しいとされていた．このような考え方は Darwin による，感情表現は人間が動物だったときの名残でしかなく既に機能的な価値は失われているという考え [Darwin, 1872] からも影響を受けている．

そのような時代であったが，現在でも重要視されている音楽情動に関する 2 冊の本が 2 人の音楽学者によって出版された．Meyer による「Emotion and Meaning in Music」[Meyer, 1956] と Cooke による「The Language

of Music」[Cooke, 1959] である．その後は認知科学の時代に突入する．認知科学とは，心理学や人工知能や神経科学などを巻き込んだ複合的な領域の学問で，人間の知的活動を情報処理として説明しようとする学問だ．認知科学の影響により，音楽の研究において音楽聴取 [Deutsch, 1999, Dowling and Harwood, 1986] および演奏 [Gabrielsson, 1999, Palmer, 1997] など情報処理に重きを置いた研究が多く行われ，情動についてについての研究は敬遠される状態が続いた．

このような背景のため，1960 年頃から脳のイメージングの手法を用いた人間の知覚の研究，特に視覚に関する研究が盛んに行われるようになった．この時代イメージング手法は定常的に刺激を呈示する必要であり，視覚研究ならば被験者に長時間一定な対象を見せることが可能であったからだ．それに対して，聴覚に関する研究はあまり活発ではなかった．対象となる音は時間的に変化するものであり，被験者に知覚された音は次の瞬間に消えてしまうからだ．音楽においてはこの時間的変化が重要な要素の 1 つであるため，音楽の知覚の測定は現在でも難しい問題である [Abbott, 2002]．1990 年代半ばに陽電子放射断層撮影法（PET）や機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) などのイメージング技術が進化する事で，ようやく音楽聴取時の研究が行われるようになった [Zatorre et al., 2002].

この他にも音楽聴取時の情動に関する実験が発展しなかった理由がいくつかある．まず 1 つ目として実験環境の乖離の問題だ．一般的な測定は実験室で行なわれるが，実験室の環境は人工的で日常生活における音楽聴取の環境とかけ離れている [Plutchik, 1994]．そのため，日常生活での音楽情動と実験師で観察される音楽情動が大きく異なる可能性がある．最近ではこの問題に立ち向かった研究もある．それは，実験室の中ではなく日常的な環境における音楽聴取を測定する ESM という手法である．この手法については，測定法についての章で詳述する．また，最近の生理測定の技術の発達に伴い，コンサートでの指揮者，演奏者，聴取者の生理測定の報告がされてた例もある [Dyer, 2006]．２つ目として，音楽研究の対象が西洋音楽に偏向している問題である．近代の西洋音楽の聴取文化においては聴衆が静かに真面目な顔で恭しく音楽を聴く事が求められている．この文化は西洋音楽に特有の事である [Frith, 1996, Cook, 1998]. 西洋文化の音楽聴取スタイルも実験室での聴取スタイルと同様，特殊な音楽聴取の測定になってしまう可能性がある．Krumhansl は，クラシック音楽の聴取時の生理反応と日常の情動を抑える生理反応がと類似しているという皮肉な結果を報告している [Krumhansl, 1997].

最近の傾向として，1990 年代の半ばころからは情動の研究自体が活性化してきた [Ekman and Davidson, 1994]. それに伴い 2000 年頃から音楽情動の研究も活性化し，ここ 10 年間で音楽情動における多くの知見や手法が報告されている．特に，音楽情動のモデルの変化は大きい．2000 年以前のモデルは哲学者や音楽学者が考えたものであったが，2000 年以降のモデルは実験的で得られた結果と過去の理論を融合して作られたものが多い．次の章では音楽情動の理論とモデルについて概観する．

3. 音楽情動理論とモデル

音楽と情動の関係は様々な人々によって理論化やモデル化が行われてきた．音楽刺激と人間の情動的反応の関係を連合という．これらの理論やモデルを Thompson は系統的にまとめている [Thompson, 2008]．2000 年以前の理論は実験による知見ではなく直感的なモデルである，しかし，ユニークなモデルが多く最近の音楽情動研究の基礎となっている．最近の音楽情動のモデルは，過去の様々な理論や実験的な知見を包含している．ここでは数多いモデルの中でも音楽情動の実験研究に大きく影響を与えている５つの理論と，実験研究を基に作られた３つ最近のモデルを簡単に概観する．

3.1. Cooke の理論：旋律的キュー (Melodic cue)

Cooke の理論 [Cooke, 1959] によれば，様々な旋律音程とそれらが形成するパターンは各々，それに対応した情動と連合している．つまり，音楽は情動的な言語のようなものである．様々な自覚的感覚や情動を表現することができる．作曲家たちは表現したい情動のニュアンスをこれらの連合を利用することで表現している．

以下に Cooke の提案した例をいくつか概観する．上行長３度の旋律は喜び (joy) と意気揚々 (triumph) を示唆する．上行の完全 5 度は喜びへの憧れ (longing for pleasure) を示唆する．短６度の上行は苦悩 (anguish) を示唆する．増４度の上行は敵意 (hostility) と破壊 (disruption) を示唆する．また，音階，上行か下行，音量など依存して情動との連合が変化する旋律もある．Cooke の理論は，実験で矛盾した結果が報告されている [Gabriel, 1978] が，概して正しい事が確認されている [Crowder, 1984, Kastner and Crowder, 1990].

Cooke の理論において，旋律と単純な情動の連合は概して適切であると言えるが，文化のよって異なる 複 雑な連合については適応できない.

3.2. Kivy の理論：外形と慣例 (Contour and Convention)

次に Kivy の理論 [Kivy, 1980] を概観する．Kivy は音楽で生じる情動の捉え方において「認知的」立場 (cognitivist) と，「情動的」立場 (emotivist) と区別をしている．認知的立場においては聴取者が音楽で表現された

情動を知覚しているとする．一方，情動的立場においては音楽が実際に聴取者の中で情動を引き起こしているとする．Kivy 自身は認知的立場をとっており，情動的立場を否定している．Kivy の考えは，様々な音楽的要因（音程，テンポ，旋法，旋律パターンなど）が人間の情動的振る舞いの特徴と似ていることで，音楽は情動を表現する事ができるとするもので，聴取者は音楽が表現している情動を認知していることになる．

Kivy は，音楽の情動表現を外形 (contour) と慣例 (convention) の二つの要素から説明している．外形は，音楽と情動の生得的なつながりを説明している．つまり，外形とは音楽的外形と情動的外形の類似を表している．例えば，ゆっくりとしたテンポは悲しい人の歩行の遅さと類似している．そのため，ゆっくりとしたテンポは悲しみを伝える事ができる．また慣例によって，音楽と情動の不自然な連合は説明される．慣例とは音楽的特徴と情動的特徴と結びつける慣習の事を意味している．例えば，変格終止は慣例により宗教儀式と結びついている．そのため，変格終止によって宗教儀式の荘厳さを伝える事ができる．

認知的立場と情動的立場の分類は現在の情動研究に大きな影響を与えておりこれを確認するための研究が多くなされている．Kivy が認知的立場を取っているが，現在では認知的と情動的のそれぞれの立場をサポートする実験結果が報告されている．Kivy の理論は Cooke の理論と同じく特定の旋律が特定の情動を表現できる，としている．そして，慣例という考え方によって Cooke の理論で説明できなかった異文化間の連合の違いを説明する事ができる．

3.3. Langer の理論：感覚の形態 (Morphology of Feeling)

Langer の理論 [Langer, 1957] を概観する．Langer の理論は，音楽は情動を反映した「感覚の形態」を表現するものであるという考え方である．この考え方は音楽は具体的な情動を表現していないので，個々の情動と音楽の部分を連合させるための方法はもたない．音楽は象徴 (symbol) として情動の動的パターンと連合する．情動の動的パターンとは動きと停止，緊張と弛緩，協和と不協和，満足感，興奮，急変などである．

Langer の理論では音楽情動は生得的かつ自覚的である．音楽は文化的習慣による情動と連合しないため言語的な意味を持たない．音楽は類似した情動の動的な形態から意味を得ている．Langer の理論における音楽情動は，Stern が述べている形や輪郭や強さや動きの特性と関係する生気感情 (vitality affects) の概念 [Stern, 1985] と類似している．

Langer の理論は音楽の形と情動の連合という点では Cooke や Kivy の理論と類似している．しかし音楽がカテゴリー化された具体的な情動ではなく不定形な「感覚の形態」を表現している点はユニークである．

3.4. Meyer の理論：具象的意味 (Embodied Meaning)

Meyer の理論 [Meyer, 1956] を概観する．刺激と反応が連合すると意味が生じる．Meyer はその意味を指示的 (designated) と具象的 (embodied) に区別している．指示的意味は，２つの対象が連合したときその２つの対象が異なっている場合である．例えば，言語と非言語対象や事象と結びつくときが指示的意味である．具象的意味は，２つの対象が同じものである場合である．例えば，ある音楽イベントによる他の音楽イベントの予想や指示の結びつきが具象的意味である．音楽における意味は具象的の場合が多い．音楽がイベントにより聴取者の中で予測が生じて期待となる．この期待と一致しなかったときに音楽的情動が誘発される．

Cooke や Kivy や Langer の理論は音楽が情動を作り出すと説明していのに対して，Meyer の理論は音楽の時間の流れによる期待が情動を作り出すと説明している点がユニークである．期待は人間の自然な適応的振舞いであり，個人の性格や過去の経験に依存している．そのため，Meyer の理論では個人によって音楽情動が異なっている事を説明できる．

Meyer の理論を基にした期待による音楽情動の説明は Narmour と Mandler も行っている [Mandler, 1984, Narmour, 1990]．最近では Huron も期待による音楽情動の説明をしている [Huron, 2006]

3.5. Berlyne の理論：適応的精神生物学的反応 (Adaptive Psychobiological Response)

Berlyne の理論は「覚醒」と「活性」という概念が中核にある [Berlyne, 1971]．覚醒とは身体活動の神経系のプロセスの高揚状態を示している．活性とは身体の覚醒時の行動を示している．両方とも環境適応のための反応だと考えられている．音楽は構造（旋律，シンタックス，和音など）の変化によって聴取者を覚醒させ活性化する．この経過は統制，明瞭さ，曖昧さ，驚き，などの記述的因子によって特徴づけられる．これは Meyer の理論と考え方が似ている．さらに，Berlyne は，テンポ，強さ，波形，音色，速度の変化によって聴取者のエネルギーが促進されると述べている．この促進が興奮，強度，活性，行動，力を作り出す．そしてこの２つの特質と情緒的美的反応の関係を逆 U 字関数 (図 1) としている．横軸は構造の複雑さ（活性）を表し，縦軸に快の割合（覚醒）を示している．この関数は，聴取者が複雑すぎても単純すぎても受けいれられず，ある一定の複雑性

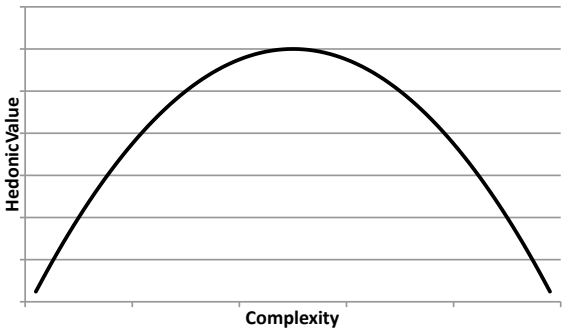


Figure 1. Berlyne's inverted U function. X 軸は活性としての複雑性 (complexity) または新規性 (novelty). Y 軸は覚醒としての快の値 (pleasure rating or hedonic value).

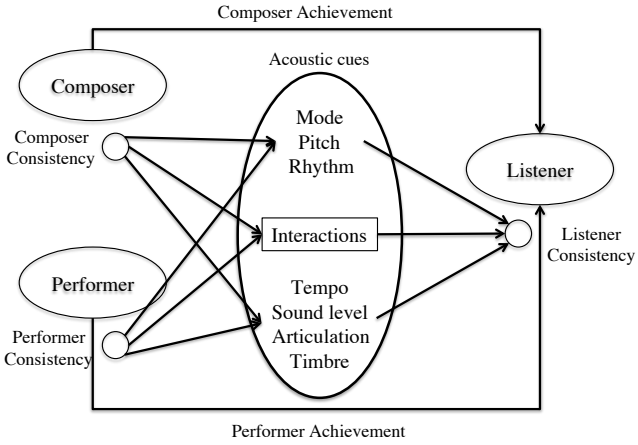


Figure 2. Lends Model. 作曲者と演奏者の意図が複数の音楽情報のキューを用いて聴取者に伝わる.

が最も受け入れられる事を表している.

Berlyne は，個人の知覚に関係する逆 U 字関数の形状は個人の経験によって形成されると述べている．つまり，音楽構造は情動反応を生じさせる諸性質を持っており，聴取者がその性質に知覚する事で音楽情動が生じる.

3.6. レンズモデル

Brunswik は，人間の判断に関する認知ステムを説明するためにレンズモデルを提案した [Brunswik, 1956]. このモデルは，環境が人間の認知活動に与える影響を環境と行為者を分離する事なく記述形式でモデリングしている．環境が示唆している手掛かりから，人間が行う判断の妥当性を測定する事が出来る.

このモデルを Juslin が演奏者と聴取者の間における音楽情動の伝達モデルとして適応した [Juslin, 1995, Juslin, 1998, Juslin, 2000]．その後，Juslin は，作曲者と演奏者の両方の情動伝達を伝えるモデルに拡張している [Juslin and Lindström, 2003].

Juslin が拡張した音楽情動のためのレンズモデルの概念図を図 2 に示す．作曲者および演奏者は，情動情報を複数のキューを用いて音楽情報に符号化する．そして，聴取者は音楽情報の複数のキューを複合化して情動情報を得る．このとき利用されるキューは音楽的構造の事を指し，例えば，演奏者だと，テンポ，音圧，音色，アーティキュレーションなど用いて符号化を行う．このモデルは，複数の聴取者が同じ音楽から同じ情動を知覚する事と，異なった情動を知覚するという，相対する二つの事象を説明できる．複数のキューは同じ情動を表現しようとするかもしれないし異なる情動を表現しようとするかもしれない．このモデルは，ある 1 つのキューによる情報がうまく伝わらなくても，他のキューが同じ情動を伝えようとしていればその情報の伝達が可能であることを説明できる．また，複数のキューが異なった情動を伝えようとしていれば，その曲の情動が個人によってばらつくことも説明できる.

このモデルによる統計的分析により，線形回帰モデルとして適合させ説明する事ができる．そして，分析により符号化と複合化の一致度が高ければ情報伝達の成功度が高いとして計算する事ができる．また，同じ曲に対して異なったプロ演奏家がほとんど同じキューを用いる傾向がある事から，このモデルが音楽情動モデルとしての妥当性が高い事が分かる．音楽のためのレンズモデルは，曖昧な音楽構造または演奏技術と情動の関係を定量的に測定を可能にするツールとして利用が価値がある.

3.7. ITPRA 理論

Huron は期待のメカニズムを音楽情動の強力なソースとして重要視している [Huron, 2006]．期待のメカニズムについていくつかのレベルで調査を行い，音楽情動のモデルを ITPRA 理論としてまとめている.

ITPRA 理論の概念図を図 3 に示す．Huron は 5 つの種類の期待反応の定義をしている．5 つの反応 (response) は，想像 (imagination)，緊張 (tension)，予測 (prediction)，反動 (reaction)，評価 (appraisal) であり，それぞれの頭文字をとったものがこの理論の名前である．それぞれの期待反応は音楽的事象に対する事前と事後の反応システムとして分類できる.

まず事前反応について詳述する．想像 (imagination) の反応は，未来の情動や行動を意識的に考えることで生じる．緊張 (tension) の反応は，イベントに対して生じる生理的準備として生じる． 次に事後反応の詳述をする．予測 (prediction) の反応は，予測の正確さに対す

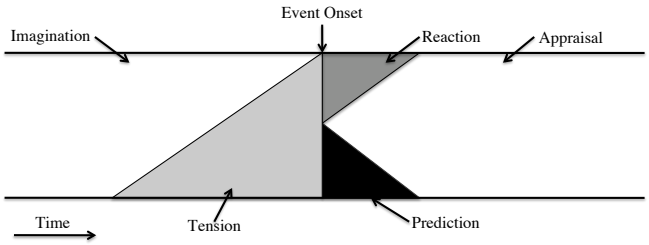


Figure 3. ITPRA 理論．時間の流れと各反応の関係図.

る評価として生じる．反動 (reaction) の反応は，自動的かつ防衛的かつ活動的な体の行動として生じる．評価 (appraisal) の反応は，事後の意識的で思考的な評価として生じる.

Huron は期待が音楽の情動のソースの 1 つにすぎない事に言及しているが，期待の枠組みの中の理論として ITPRA 理論はよくできているといえる．複数の期待反応により音楽における情動反応を多次元に説明できる．様々な音楽情動の実験結果から音楽情動が 1 つのレベルで説明する事ができないことがわかってきている．そのため，このような複数の反応を定義しているモデルは音楽情動をより正確に表している.

3.8. BRECVEM 理論

音楽による情動はいくつかのメカニズムによって生じると考えられてきた [Berlyne, 1971, Dowling and Harwood, 1986, Meyer, 1956]．Juslin と Västfjäll はこれらの複数のメカニズムをすべて包含するモデルを提案した [Juslin and Västfjäll, 2008, Juslin et al., 2010]．このモデルでは，音楽における情動が生成される過程で複数のメカニズムが同時に働くとしている．現在，提案されているモデルは 7 種類のメカニズムで構成されている．それらは，脳幹反射 (Brain stem reflex)，リズム同調 (Rhythmic entrainment)，評価的条件付け (Evaluative conditioning)，伝染 (Contagion)，視覚イメージ (Visual imagery)，エピソード記憶 (Episodic memory)，音楽的期待 (Musical expectancy) のメカニズムであり，それぞれの頭文字をとったものがこの理論の名前である.

7 つのメカニズムについて順に詳述する．(1) 脳幹反射は，音の基本的な特徴に対する反応である．例えば，「うるさい」や「突然」という音に対する興奮である [Joseph, 2000]．これは原始的な反射で，脳の中の脳幹や視床や下丘で生じており，ほとんど意識的な自覚はない．これは身近な環境における重要な出来事に注目するためにある反応であり，普遍的で生得的なメカニズムだと考えられている [Balkwill and Thompson, 1999]．脳幹反射によって誘発される情動は覚醒や快／不快である.

(2) リズム同調は脈や心拍の身体的活動における運動協調の誘導として生じる [Clayton et al., 2005]．これも生得的，普遍的なメカニズムと考えられ，脈や心拍が同期しやすい振動に対して生じる．そのため，運動と関係する脳部位（小脳や運動中枢）で生じると考えられている．リズム同調では覚醒や共有による自覚的な快の情動が引き起こされる.

(3) 評価的条件付けは，音楽とコンテクストの繰り返しによる連合が古典的条件づけプロセス [Martin et al., 1984] として生じる．このメカニズムも生得的なものであるが，条件付けされるコンテクストと音楽は文化に依存する．脳部位は古典的条件付けで機能する扁桃体の外側核や小脳の中位核が働くと考えられている． 評価的条件付けメカニズムでは基本情動が生じると考えられる.

(4) 伝染は，情動が情動を引き起こす現象である．そのため，運動前野のミラーニューロンや右前頭回や大脳基底核で生じていると考えられている．Koelsch による fMRI を用いた研究では，音楽聴取中に歌っているときに働く脳部位の活性化が確認されており [Koelsch et al., 2006]，対象の活動で働く脳部位が活性化すると考えられる．このメカニズムはグループの団結や社会的相互作用を高めるための能力だと考えられており，1 歳頃から用いていると言われている.

(5) 視覚イメージは, 音楽聴取で引き起こされる視覚イメージことを表している．これは音楽とイメージスキーマのマッピングで生じる [Lakoff and Johnson, 1980]．想起されたイメージによって情動が引き起こされるため生じる情動はイメージに依存する．活動する脳部位は，視覚イメージを引き起こすため左の側頭部から後頭部と，空間的領域のために後頭皮質や視覚連合野であると考えられる．この能力は就学前の年頃に身に付く.

(6) エピソード記憶は，聴取者の生活の事象やエピソードと音楽の連合である [Baumgartner, 1992]．活動する脳部位は，記憶と関係する側頭葉内側の海馬や，検索のために働く前頭前皮質と考えられる．この能力は 3 歳から 4 歳ごろに身に付く．エピソード記憶による音楽情動は，個人の過去の記憶と結びついているため個人的な郷愁の情動が引き起こされる．さらにエピソードに依存するため，様々な情動が引き起こされる.

(7) 音楽的期待は音楽的シンタックスによる誘導で生じる．これは Meyer[Meyer, 1956] や Huron[Huron, 2006] の注目した期待反応のメカニズムと同一の音楽情動である．この能力は 5 歳から 11 歳ころに身に付き，生まれ育った文化の音楽に大きく依存する．活動する脳部位はシルビウス溝周辺の皮質やブローカー野や前帯状皮質の背側部で生じていると考

えられている．

７つのメカニズムは，冗長であったり不足していたりしてすべての音楽情動を説明できていないかもしれない．しかし，今後新たな知見が見いだされたときはその知見によるメカニズムを追加する事でその音楽情動の説明を可能にする．メカニズムが説明する音楽情動が同一のものであることが分かった場合でも，メカニズムを統合する事が可能だ．人間の音楽情動を説明するにあたって，BRECVEM モデルは非常に頑健である．

3.9. 理論のまとめ

概観した理論を比較して特徴ごとに整理を試みよう．１つ目は音楽と明らかな情動の連合について分類を行う．Cooke と Kivy の理論は，音楽によって明らかな情動が生じると述べている．それに対して Langer と Meyer と Berlyne の理論は，音楽が具体的な情動を表していないと述べている．音楽が明らかな情動を表現しているという考え方は，音楽情動のカテゴリ化のためのアンケート用いた自己報告による測定の考えの基本となっている．音楽聴取における自己報告で音楽と連合した情動を記述または選択させる方法である．２つののグループ分類は，Cooke と Kivy と Langer の理論は音楽と情動の連合に対して，Meyer と Berlyne の理論は期待による情動の説明である．音楽の形と情動の連合は，音楽の普遍性を説明する事が可能である．それに対して，期待による反応は個人の情動の説明が可能である．音楽情動では普遍性と個人における特殊性の両方が生じる．Kivy の情動的立場と認知的立場の区別は，現在でも議論を呼んでいる．両者をサポートする実験結果が報告されていて，どちらが正しいのかは解決していない．Langer の述べている動的なパターンや期待の反応は音楽の時間的連続性を考慮したものだ．この考えは自己報告の連続測定手法に影響を与えている．Meyer や Berlyne の述べた期待と適応の考えは，Huron の ITPRA 理論 [Huron, 2006] で拡張されている．以上で概観している理論は，Juslin の BRECVEM 理論 [Juslin and Västfjäll, 2008, Juslin et al., 2010] で，おおよそ統合され受け継がれている．この BRECVEM 理論は柔軟なため，今後の音楽情動研究において利用されていくであろう．

4. 音楽情動

音楽は聴取者に対して生理的反応や心理的反応としての情動的な影響を及ぼす．このような影響を本稿では音楽情動と呼んでいる．しかし，音楽情動の考え方は研究者によって様々である．音楽情動の考え方により音楽情動の測定方法は変化するため，音楽情動をどのように考えるかという問題は音楽情動を分析するための重要なテーマである．本章の前半では音楽情動の考え方を，そして後半では音楽情動の測定法について概観する．

4.1. 音楽情動の考え方

Sloboda は様々な音楽情動の考え方を包含するような情動の定義[1]を以下のように行った [Sloboda and Juslin, 2010].

> **情動は，内部や外部の環境において重要でありそうな事象 (主観的な脅威や機会) に対する，比較的短時間の，激しく，変化が速い反応である．情動は，ほぼ同時刻に起こる数々の構成要素（認知の変化，主観的な感覚, 表現的な振舞い，何らかの行動を起こす傾向) を伴い，社会的な性質であることが多い．**

私たちの行った文献調査のなかでも，この定義は最近の情動研究における知見を取り入れた最も明確な定義であり，今後の音楽情動研究のひとつのランドマークになると考えられる．この定義に包含される理論の中には対立する理論も多い．１つ目は，音楽情動は心理学で定義されている情動なのか気分なのか，という対立である．２つ目は，情動の捉え方の手法で，分類的手法 [Ekman, 1992] と次元的手法 [Russell, 1980] である．これらの手法は日常の情動の考え方であるが，音楽情動においても利用されている．３つ目は，前にも詳述した Kivy[Kivy, 1980] が述べた認知的立場と情動的立場の対立である．この３つの対立について詳述する．

4.1.1. 情動と気分

人間の心の動きとらえる専門用語には混乱がある．これらの用語は経験論が基本となっており研究者によって定義が異なる．しかし，近年一般的になりつつある用語についてはおおむね以下のようにまとめられる．

心の動きを感情 (affect) と表現する．感情は，情動 (emotion) と気分 (mood) に分類する事ができる．情動とは，引き起こされた原因がはっきりしており，数分から数時間続く比較的強い感情を指す．気分とは，原因を明らかにする事が出来ない，長期間続く比較的激しくない感情の事を指す．私たちは日常生活で両方を感情として経験していることが報告されている [Beedie et al., 2005]．音楽における感情は，音楽という

[1] 原文:
Emotions are relatively brief, intense, and rapidly changing responses to potentially important events (subjective challenges or opportunities) in the external or internal environment, usually of a social nature, which involve a number of subcomponents (cognitive changes, subjective feelings, expressive behaviour, and action tendencies) that are more or less ‘synchronized’.

対象があり聴取中の非常に強い経験である事から情動である可能性が高いが，気分が生じているという分析結果も報告されている [Västfjäll, 2002] ことから両方が生じていると考えられる．しかし，音楽から人間への影響に関する研究においては，情動と気分の区別はほとんどされていない [Konečni et al., 2008]．音楽情動においても，気分と情動の区別は重要な課題といえる．

4.1.2. 分類的アプローチと次元的アプローチ

一般的に，情動を科学的に分析するアプローチは二通りある．第一の分類的アプローチは，情動が最小単位のカテゴリーに分類できる，という考えに基づいたアプローチである．この最小単位は基本情動と呼ばれている．心理学者により定義される基本情動は異なるが，ほとんどの基本情動の定義に喜び (Happiness)，怒り (Anger)，悲しみ (Sadness)，怖れ (Fear)，嫌悪 (Disgust) が含まれているため，この５つの要素を基本感情として用いる事が多い．Scherer は，基本情動のカテゴリー数を固定せずに動的にカテゴリー数を変化させるアプローチである要素仮定理論を提案している [Scherer, 2001]．また，音楽を利用した基本情動の伝達の実験を行った研究もあり，基本情動の中でも喜び，悲しみは音楽で伝えやすいという事実が明らかとなっている [Terwogt and Grinsven, 1991].

第二の次元的アプローチは，１つまたは複数の次元の配置に基づいて情動を概念化する．次元の数は研究によって様々である．例えば，1 次元の覚醒 (arousal) のモデル [Duffy, 1941] や，３次元のヴェレンス (valence) と活性度 (activation) と力量 (power) のモデル [Osgood et al., 1957] がある．特に，Russell の 2 次元のヴェレンス (快／不快)(valence) と覚醒 (arousal) モデル [Russell, 1980] は多くの研究で利用されている．このアプローチでは各次元を軸とした空間に情動が存在すると考え，原点対象の情動が逆相関であると考える．次元的アプローチのメリットは，対象の情動を次元空間に配置する事により混合した情動を数値化する事が可能となる．そのため，音楽聴取時の連続情動測定に次元的アプローチが用いられる事が多い．しかし，同じ領域に配置される情動が意味的に異なっている (例えば，Russell のアプローチにおいて怒りと恐れが同じ次元に存在する) 問題や，軸の対極が存在（例えば，アローザルの軸において覚醒の反対方向は鎮静でよいのか）や軸のラベルの選択の妥当性（例えば，ラベルとしてのヴァレンスと覚醒の妥当性）について疑問視されている．

4.1.3. 知覚，誘導

聴取者が音楽の表現している情動を知覚しているのか，音楽が聴取者の情動を誘導しているのかについては，Kivy が最初に認知的立場と情動的立場として分類した概念である．現在，音楽情動の研究分野の中では，情動的立場をサポートする結果を出している研究 [Krumhansl, 1997, Rickard, 2004, Gabrielsson, 2001] と認知的立場をサポートしている研究 [Grewe et al., 2007, Konečni et al., 2008] の両方が報告されている．Wager は fMRI や PET を用いた研究を集めて分析した結果，別部位が活動している事を確認している [Wager et al., 2008] ことから，音楽聴取では両方が生じていると考えられる．この２つは異なった立場であり，本来は区別すべきであるが，情動の知覚と誘導を区別していない研究も多い [Gabrielsson, 2002]．日常生活においては，健康な人間が情動の知覚と誘導を区別することは困難ではない．しかし，音楽情動については，知覚と誘導を区別することは非常に難しい．他者を理解する心の理論 [Premack and Woodruff, 1978] や，他者と同じ経験をするミラーニューロン [Koelsch et al., 2006] の働きが，音楽情動の知覚と誘導の問題を解決するための鍵となるであろう．

4.2. 測定法

以下では，情動の科学的な測定について概観する．Dennett によると，情動は現象的なレベル，機能的なレベル，機械的なレベルから説明が可能である [Dennett, 1987]．現象的なレベルの情動とは，自覚的で主観的な情動のことである．機能的なレベルとは，情動が生じた結果として表出される振舞いの事である．機械的なレベルとは，神経細胞やホルモンなどの身体のハードウェアの活動である．Schere と Zentner は，この考え方を基に音楽情動の構成要素を経験的情動 (自己報告)，行動的情動 (表情や泣く)，自動的情動 (発汗や心拍) に分類している [Scherer and Zentner, 2001]．経験的情動は自覚的で主観的な情動であるから自己報告測定で調べる事ができる．この方法は心理測定として古くから用いられている．自動的情動と行動的情動は精神生理活動の測定により調べる事ができる．また，自己報告測定や精神生理測定には問題点があり，この問題点を解決するための方法が提案されている．各レベルの測定法は利点と欠点が含まれているため，なるべく多くの測定法で測る事が望ましい [Coan and Allen, 2007]．最近では音楽情動を複数のレベルで測定することが一般的になってきた．自己報告測定，精神生理測定，その他の測定に分類して詳述する．

4.2.1. 自己報告測定

音楽情動の自己報告測定は，音楽を聴取した被験者が主観的に感じとった事象を報告する方法で実施する．

自己報告測定には，自由記述方式と選択方

式がある．自由記述方式は，一般的には被験者が言語を用いて印象を報告する方法をとるが，絵画を描く事によって報告する方法 [Bamberger, 1991, Smith et al., 1994, Gromko, 1994] や楽譜に印象を直接書き込む方法 [Sloboda, 1991] がある．また音楽聴取時に何かを意識したと自覚した瞬間にボタンを押す方法もある [Waterman, 1996]．言語を用いる測定には，被験者に自由に言語で回答させる方法もあるが，集計や解析などの分析仮定を考慮し，形容詞を用いた情動用語で回答させる方法を用いる事が多い．絵画を用いる測定は，被験者の自由度は高いが自由に描く絵画は被験者個人個人によって多種多様であるため，データの集計および解析は困難を極める．楽譜を用いた方法は，音楽との時間的同期の点では非常に優れた方法であるが，被験者に読譜能力が求められるためあまり用いられていない．また，ボタンを用いる方法は被験者の負担を最小限に抑えることができる一方，データの情報量は少ないのであまり用いられていない．選択方式は，与えられたラベルから適合度の度合いを選択する方法である．一般的にラベルは情動に関する用語を用いられる事が多いが，絵画を用いる事もある．被験者がラベルを選択するだけの方法と，ラベルに尺度が設定されており，その尺度から対象となるラベルの割合を選択する方法がある．前者は分類的手法に対応しており後者は次元的手法に対応している．前者に比べて後者の方が被験者に対する負担が増すが，情報量は後者の方が多い．

音楽においては時間的要素が重要であるため，連続的な測定方法も提案されている．初めて連続的な測定方法が導入された頃は，ダイヤルやスライダーを用いた装置により，音楽聴取時で生じた情動の動的な測定は 1 次元に限定されていた [Geringer et al., 2004]．その後，Russell のモデルに基づいた 2 次元の情動空間内で生じた情動を動的に測定することができるソフトウェアが提案された [Schubert, 1996]．現在，この方法は一般的な測定法となっており，多くの測定ソフトウェアが開発されている [Cowie and Cornelius, 2003, Geringer et al., 2004, Nagel et al., 2007, Schubert, 2007, Stevens et al., 2009]．このような連続的な測定はどのようなラベルを軸として用いるかが問題となる．現在，様々な研究で音楽情動の連続測定を行っているが，軸のラベルは Russell のモデルに基づいてヴェレンスやアローザルを用いる事が一般的である．しかし，音楽情動は日常の情動とは異なるので，活動性や力量 [Osgood et al., 1957]，美的感覚 [Madsen, 1998]，緊張 [Krumhansl, 1997] を用いた測定もある．連続的測定法は音楽の時間的要素を反映したデータを取得できるため有効な手段と考えられている．しかし，被験者には瞬間的に情動を報告する事が求められるため，大きな負担がかかる．さらに自己報告の次元を増やせば負担はさらに大きくなる．

自己報告は他の測定法に比べると実施やデータの解釈も容易である．そのため古くから多く利用されている測定法である．しかし，自己報告測定には問題点もいくつか指摘されている．1 つ目は，情動を言語化することで生じる質問の妥当性と反応の正確性の問題である [Västfjäll, 2002]．アンケート形式の自己報告測定の場合，被験者に生じるであろうと考えることができる情動をすべて用意しておく事は難しい．また，同じ情動用語であっても個人間で情動の解釈が異なっている可能性もある．2 つ目の問題点は，実験環境によるバイアス (例えば，要求特性) が生じてしまうことである．この問題は心理実験では昔からのテーマである．3 つ目の問題点は，聴取中の報告が被験者に大きな負担となってしまい日常の聴取とは異なった聴取になってしまう事である．近年，このような問題点を克服しようとする測定法が考えだされている．それらについてはその他の測定で詳述する．

4.2.2. 精神生理測定

精神生理測定は，表現的振舞いの測定と身体反応の測定に分類することができる．表現的振舞いは人間の外的な（明らかな）生理反応の測定であり，泣くなどの身体表現や，表情，体の動きである．一方，身体反応の測定は，内的な（隠れた）生理反応であり，心拍や血流や皮膚伝導である．Hodges は音楽における精神生理測定の研究をまとめて分析をしている [Hodges, 2010]．音楽情動の研究では心拍の測定が最も良く用いられている．最近では唾液や尿に含まれる生化学物質の測定が活発である．その他にも皮膚伝導，呼吸，血圧，体温，血中酸素量などが測定されている．また，寒気 (Chill) や無意識の体の動きも注目されている．

もう 1 つの身体反応の測定は脳のイメージングである．この研究は脳の活動部位を視覚的に表現する方法である．脳イメージングの方法はいくつかある．fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) は脳の活動によって変化する酸化ヘモグロビン濃度の変化を測定している．PET (Positron Emission Tomography) は，放射性物質を用いて，脳血流量の代謝の計測を行っている．EEG (electroencephalography) や MEG (Magnetoencephalography) は神経細胞の活動による電圧の変化と磁場の変化を測定している．fNIRS (functional near infrared spectroscopy topography) は血中のヘモグロビン濃度の変化を測定している．それぞれの測定法には利点と欠点があり，その特性を測定の目的に沿って利用するために，慎重に装置の選択を行う必要がある．

4.2.3. その他の測定

これまでに概観した音楽聴取の測定法を用いるとき，いくつかの問題点が生じてくる．それぞれの問題点と問題を克服するための実験方法について詳述する．

1つ目の問題は，実験室の中で実験を行う事が日常の聴取と異なっていることである [Zentner et al., 2008]．この問題を解決する測定法が Experience-sampling method (ESM) である [Reis and Gable, 2000]．Sloboda はこの ESM を音楽情動の測定実験にはじめて利用した [Sloboda et al., 2001] が，最近ではこの手法は普及しつつある [Greasley and Lamont, 2006, Hektner et al., 2007, Juslin et al., 2008]．ESM の手順を概観すると，被験者は小型のコンピュータを常に携帯し，この小型のコンピュータは実験者が設定するインターバルで信号音を発する．被験者はこの信号を聞いたときに一番近い過去の音楽経験についてアンケートに回答する．この一連の手続きによって日常での音楽聴取の測定が可能となる．

2つ目の問題は，実験設定によるバイアスである．例えば，被験者が仮説を予測してしまいそれに基づいて行動をしてしまう要求特性 (demanded characteristics) というバイアスがある．このようなバイアスの問題を解決するための方法が間接測定である [Västfjäll, 2010]．音楽情動が生じた際に情報処理，表出，振舞い，戦略調節などの反応が伴う．間接測定は，これらの音楽情動による反応を測定することで，音楽情動を推定する事ができる．この方法は音楽情動の直接測定ではないので，実験時のバイアスを防ぐ事ができる．しかし，音楽聴取のあとに生じた振舞いや情報処理が，音楽情動による反応ではない可能性もある．つまり，測定した反応が音楽情動による反応であるとは限らない．そのため，間接測定は単独での利用はせずに他の測定法と併用する事が望ましい．

5. 心理測定による音楽情動の知見

音楽の情動判断のパターンを系統的に分類する研究は Hevner がはじめに行った [Hevner, 1935]．系統的な研究によって，バラバラであった研究から，知見を見いだす事ができる．Juslin と Laukka が 41 の研究のメタ分析を行っており，音楽演奏時の要素と情動との関係を見いだしている [Juslin and Laukka, 2003]．この結果は情動的発話の特徴とほぼ同じであった．また，Västfjäll は 42 の音楽による気分誘導の研究の検討を行い，音楽が聴取者に気分を生じさせる事がわかった [Västfjäll, 2002]．一方，Gablielson と Lindström は音楽聴取時の情動と音楽構造をまとめている [Gabrielsson and Lindström, 2010]．Juslin と Timmers は音楽演奏時の情動と音楽構造の関係をまとめている [Juslin and Timmers, 2010]．このような系統的な研究によって，音楽情動の知見がいくつか見つけられてきた．中には矛盾点もあるがこの矛盾点がどうして生じるのかは今後の研究の課題である．

音楽情動の心理測定実験によりいくつかの知見が見いだされている．ここではそれらの知見の中から興味深い知見を概観する．

5.1. 音楽情動の生得性と普遍性

音楽情動は生得的であるという知見がある．Adachi らは，カナダ人の子供が歌の聴取から基本情動を見つけられる事を報告している [Adachi et al., 2004]．このような能力は 4 歳頃から発達すると言われている [Dolgin and Adelson, 1990] が，9 ヶ月の幼児も喜びと悲しみを聞き分けたという報告もある [Flom et al., 2008]．音楽情動は同じ文化であればトレーニングに依存しない事もわかっている [Vieillard et al., 2008]．この能力は幼い頃に聞き分けられるようになるように組み込まれているようだ．そして，この能力は一生不変であることが分かっている [Adachi and Trehub, 2000]．

また，音楽情動は異文化間において普遍的であるという知見がある．Balkwill と Thompson(1999) は音楽情動のインドと西洋をまたいだ実験を行った [Balkwill and Thompson, 1999]．その結果インド音楽の旋律から西洋人が基本情動を感じ取る事を報告している．また，Peretz は中国人が西洋の音楽を区別できた報告をしている [Peretz, 2010]．あらゆる地域における普遍性の結果は得られていないが，これらの結果から音楽情動の普遍性が示唆される．

5.2. 音楽情動の要素の同期

情動の要素が同期するという知見がある [Scherer, 2001]．情動の要素は自動的（発汗や心拍），経験的 (主観的感情)，行動的 (表情などの振舞い) である [Scherer and Zentner, 2001]．Lundqvist は，聴取する音楽の情動表現が情動が「悲しい」より「楽しい」方が，聴取者の笑顔，発汗，指の温度が低下が生じやすいことを実験で確認している [Lundqvist et al., 2009]．Grewe らは，聴取者が音楽聴取中に泣いたりやスリルを感じたりする事を，経験的要素と行動的要素の同期から音楽情動として説明をしている [Grewe et al., 2007]．これらの実験から音楽情動は複数の要素の同期で生じている事がわかってきた．しかし，これらがどのような関係性で同期するのかはまだ良くわかっていない．今後の課題として，この 3 つの要素の関係性を調べていく必要がある．

5.3. 状況やコンテクストが音楽情動に影響を与える

状況やコンテクストが音楽情動に影響を与えるという知見がある．ここで言う状況やコンテクストは個人の背景，音楽聴取の状況やコンテクストを含む．Sloboda は音楽で生じる情動は，聴取者のバックグラウンド（例えば，音楽経験や職業）で変化することを確認した [Sloboda and Lehmann, 2001]．また音楽と同時に生じるコンテクスト [Thompson et al., 2005] や音楽に先行するコンテクスト [Dibben, 2004] は音楽情動に影響を与える事が，確認されている．これらの関係はエントレインメント (同期) として注目されている [Clayton et al., 2005].

5.4. 聴取者の意志に音楽情動が依存している

音楽の使われ方について研究を概観する．DeNora は，聴取者が音楽聴取を意識的に目的達成のために用いていることを確認した [DeNora, 2000]．Hays らは，音楽は聴取者の価値のある経験を思い出す助けとして用いられることを確認した [Hays and Minichiello, 2005]．Sloboda は，聴取者は最近生じたストレスを解消するために利用していることを確認している [Sloboda, 2005]．このような結果を見てみると，私たちが意識的に何かの目的のために音楽聴取を用いている事が分かる．また，臨床的な気分誘導の研究で音楽から強い情動を得るためには，聴取者の意志や決断が必要であるということが確認されている [Västfjäll, 2002]．つまり，音楽聴取に集中する事が音楽情動がより強くなる条件である．

5.5. 音楽は正の情動が有利

4.2.3 で詳述した ESM を用いた研究は近年活発である．日常生活での音楽情動は負の情動 (negative emotion) に比べて正の情動 (positive emotion) が有意である報告がある [Hektner et al., 2007]．Juslin らの結果も正の情動が半分以上占めており，負の情動はわずか 5% であった [Juslin et al., 2008]．この研究では日常の音楽情動とそれ以外の情動を比較しており，音楽情動の方が正の情動が多いという結果を得ている．また，Sloboda の研究では音楽聴取中の情動の変化を調べており，音楽聴取中の正の方向への情動の変化が 87% 占めていた．

音楽情動のほとんどが正の情動を作り出したり，負の情動から正の情動へ向かわせたりしている事がわかった．この理由は，もしかしたら音楽家が意図的に正の情動を音楽に組み込んでいるかもしれないが，よくわかっていない．一方，音楽セラピーでは音楽が負の情動的記憶をよく引き起こす事が報告されている [Thaut, 2007]．しかし，引き起こされるのはあくまでも記憶であって情動ではない．この事は記憶の想起という音楽情動の 1 つの特徴として検討すべき課題である．

6. 精神生理反応による音楽情動の知見

精神生理学と呼ばれる学問は，生理学と人間の振舞い (問題解決，学習，情報処理，知覚など) の関係づけを目的にしている．音楽活動も人間の振舞いとして見なされるため，音楽と精神生理反応を関係づけするための研究もされている．精神生理活動は情動の重要な構成要素としてみなされているため，音楽情動を検討するにはこれらの研究は無視出来ない．多くの生理測定方法が音楽情動の研究に用いられている．これらの測定法は，隠れた変化としての心拍や血流や脳活動の測定と，明らかな変化である身体表現や表情や体の動きに，分類できる．これらすべての反応は神経システムで生じている [Larsen et al., 2008] ため，神経システムについて簡単に詳述する．

神経システムは，中心システムである中枢神経系（脳，脊髄で）と周辺システムである末梢神経系からなる．末梢神経系は内臓の働きの調節と中枢神経への情報伝達を行っており，自律神経系と体性神経系に分類できる．自律神経系は交感神経系と副交感神経系に分ける事ができる．交感神経系は様々な刺激により身体を活性させる．一方，副交感神経系は身体を落ち着かせるような働きをする．体性神経系は感覚神経と運動神経を含み，意志に基づく運動のコントロールを行っている．

本章では，はじめに音楽が耳から脳まで伝わる仕組みの詳述をする．そして，音楽聴取において末梢神経で生じている生理反応を調べた研究を概観し，中枢神経の脳で生じている音楽情動の研究について概観する．

6.1. 音楽聴取の仕組み

音楽が人間のどのような器官を伝達して処理されているかを詳述する．音楽は音として空気を振動させ，私たちの耳の穴 (外耳) に入り鼓膜を振動させる．この振動が鼓膜と直結している 3 つの耳小骨（ツチ骨，キヌタ骨，アブミ骨）を通じて内耳にある蝸牛 (cochlea) に伝えられる．蝸牛には約 20Hz から 20000Hz のそれぞれの振動に対して反応する多数の有毛細胞が存在する．これらの有毛細胞は振動を電気信号に変換する．この電気信号が蝸牛神経を通じて脳へ伝えられる．蝸牛神経は脳幹の延髄にある蝸牛神経核に信号を送る．蝸牛神経核からの信号は，一部は同側の大部分は反対側の上オリーブ核へ伝えられる．上オリーブ核では左右の耳から入ってきた音の情報が統合される．さらに上位の経路のさまざまな部位で左右の情報のやりとりが行われており，これらの情報をもとに空間的情報を得，音源の位置の知覚を

行っている．上オリーブ核から橋を経由し中脳の下丘へ情報が送られ，視床の内側膝状体に情報が伝達される．その後，大脳皮質の側頭葉にある 1 次聴覚野で，音圧の変化や周波数特性など音源の音響的特徴の処理が行われる．また 2 次聴覚野ではさらに複雑な音響パターンの認識が行われている．さらに皮質の他の部位へ情報が送られ，より高次な音楽の処理を行っている．

6.2. 音楽と生理活動

Hodges は音楽における精神生理研究を系統的に分類している [Hodges, 2010]．音楽における精神生理反応の研究の結果は心拍，生化学，皮膚伝導，呼吸，血圧，筋張力，末梢皮膚温度など様々な方法を用いてられている．さらに，一般的には精神生理反応には含まれないが，寒気 (Chill) や体の動きについても調べられている (例えば，[Guhn et al., 2007, Baumann et al., 2007])．残念な事に多くの結果が矛盾している．この理由は，音楽情動における生理反応を単変量のみに注目して測定しているからだと考えられる．単変量の変化では情動の区別は困難である．そこで，多変量アプローチによって情動パターンを抜きだすことができれば情動の区別が可能になる [Nyklíček et al., 1997]．Krumhansl は音楽情動を 11 種類の生理測定を用いて測定した [Krumhansl, 1997]．この研究は初めての音楽情動における多変量手法としてランドマークとなっている．ここ 10 年では多変量アプローチは一般的になっている．例えば，Gomez と Danuser は音楽の構造的な特徴と複数の精神生理測定の結果と音楽情動の関係を探索している [Gomez and Danuser, 2007]．また，Guhn らは寒気 (Chill) が同様な構造を持つ音楽で生じていることを発見し，その音楽構造に対する心拍と皮膚伝導のパターンの違いが一致している事を発見した [Guhn et al., 2007]．Juslin と Laukka は生理活動だけでなく自己報告と振舞い (表情) を導入する事により情動の種類を推論できる事ができると報告している [Juslin and Laukka, 2004]．Khalfa らは顔用 EMG と血圧と皮膚伝導で喜びと悲しみの音楽の判断ができる事を報告している [Khalfa et al., 2008]．生理反応 1 つを取り出しても音楽情動を測定する事ができないが，このように多変量アプローチによって音楽情動を推定できる事がわかってきた．

6.3. 音楽と脳活動

音楽情動と脳の経路の関係性を調べる研究には損傷研究と神経イメージング研究がある．損傷研究は，脳に損傷を受けた患者の症状のケーススタディであり，損傷による能力の低下や欠損の事例によって脳機能の局在性の仮説を立てる研究である．神経イメージング研究は，装置を用いて脳の活動をイメージ化して測定を行い分析を行う研究である．両方の研究は相互に関連しており脳の機能の局在性やルートをさぐる研究には重要である．本説では両方の研究を例に挙げ，現在までにわかってきた音楽における情動の脳の経路について解説をする．

6.3.1. 音楽における情動経路と情報処理経路

脳の損傷研究において，音楽情報処理と音楽情動の処理をしている脳内の 2 つの経路における仮説をたてられる事例が報告されている．それらの事例について概観する．脳血管のアクシデントによって音楽的技術を保持しながら音楽への興味が失われた音楽家について報告されている [Griffiths et al., 2004, Mazzoni et al., 1993, Mazzuchi et al., 1982]．また，音楽サヴァンと呼ばれる自閉症の人々は，日常の情動過程はうまく機能しないが優れた音楽技術を持っている [Mottron et al., 1999, Sloboda, 1985]．特定の部位のダメージによる音楽情動の喪失の事例も報告されている．例えば，扁桃体にダメージを負うと恐ろしい音楽と悲しい音楽の認識ができなくなった [Gosselin et al., 2007, Gosselin et al., 2005]．また，海馬傍回のダメージを負うと，不協和と協和の音の好みがかわった [Gosselin et al., 2006]．この二つの事例における両方の患者は音楽選択のための知覚処理能力は健在であった．これらの事例から，音楽情報処理と音楽情動処理の経路が独立して存在するという仮説が立てられる．さらに聴覚野がある両側の脳にダメージを負った IR と CN という非常に類似した患者の事例がある [Peretz et al., 1997, Peretz, 1996]．二人とも日常生活で用いる言語能力，知覚能力，記憶能力については正常であったが，慣れ親しんだメロディを識別が出来なかった．しかしながら，音楽における情動は知覚する事ができ，情動判断による分類は可能であった．これらの事例から音楽情報処理と，音楽情動処理の 2 つの経路が独立である可能性は大きい．

音楽における情動的経路に着目してどのような経路が存在するのか詳述する．

6.3.2. 皮質下の音楽における情動経路

脳の中で，扁縁系や基底核といった皮質下は古くから進化した部位である．皮質下では，生物学的にみても個体の生存に関わる重要な役割をしており，生じる情動は処理の早い基本的なものである．音楽情動が皮質下で生じている結果が報告されている．音楽聴取中に寒気 (Chill) を感じると皮質下の脳血流に変化があり，それは大脳基底核内の側坐核を含む腹側線条体の活性の増加と扁桃体の活性の減少であった [Blood and Zatorre, 2001]．また，快の音

楽を聴いた非音楽家（特別に音楽の教育を受けていない人）は側坐核が活性化した (有名ではない曲：[Brown et al., 2004，Koelsch et al., 2006]，有名な曲：[Menon and Levitin, 2005, Mitterschiffthaler et al., 2007]). 側坐核は報酬系として働く部位であることが知られている [Knuston and Cooper, 2005] ため，これらの場合音楽が報酬として働いていると見なす事ができる．逆に，音楽が負の報酬として働いている結果も報告されている．恐ろしい曲の聴取中に，負の報酬として強化される扁桃体が活動している事が確認された [Gosselin et al., 2005]．このように音楽情動に対して活動する皮質下と皮質の関係についても報告されている．それは皮質下の側坐核と皮質の島や眼窩前頭皮質との機能的なつながりである [Menon and Levitin, 2005]．この関係は食べ物やドラッグを接種したとき本能的な感情を仲介する皮質を呼び出している事が知られており，音楽も同様な理由でこの系を仲介されていると考えられる [Johnson, 2005].

皮質下は皮質に対して３種類の情動を送っていると考えられている [Peretz, 2010]．これら３つの情動について概観する．１つ目は驚愕反射である．これはうるさい音に対する自動的な防衛反射のことで，脳幹レベルでコントロールされている [Yeomans and Frankland, 1995]．また，このような嫌悪の刺激は扁桃体でも処理がされている [Grillon, 2003]．この驚愕反射は快の刺激によって弱まる [Roy et al., 2009]．２つ目は不協和音の知覚である．不協和音は半音または全音はなれた音で構成される和音のことであり，周波数の近い２音が干渉し合って生じるうなりにより，不協和感を引き起こすと考えられている．不協和音は皮質に到達する前に知覚されている．新生児でもこの知覚は行う事ができ，不協和和音より協和和音を好む [Trainor and Heinmiller, 1998]．さらに，新生児は音楽パッセージより協和和音を好む事も確認されている [Masataka, 2006]．これらの報告から，協和音の識別能力と協和音を好む事は生得的の可能性が大きい．機能部位を確認するイメージング研究では，不協和音で右の海馬傍回が活動 [Blood et al., 1999] と扁桃体が活動 [Ball et al., 2007, Koelsch et al., 2006] する事が確認されている．一方，損傷研究では海馬傍皮質の右または左の切除によって不協和音に対して異常な反応を示し，これは扁桃体単独のダメージと異なった症状であった [Gosselin et al., 2007, Gosselin et al., 2006]．つまり，不協和音に対しては扁桃体より海馬某皮質が重要と考えられている．これは先ほど詳述した IR の損傷箇所と一致する [Peretz et al., 1998]．IR は不協和音に聴覚障害があった事から，不協和音の知覚は皮質を経由していない可能性がある．３つ目は恐怖の知覚である．よくホラー映画に用いられる聴覚的不確かさは扁桃体を活動させる [Herry et al., 2007, Koelsch et al., 2008]．損傷研究において，内側側頭葉の損傷により右の扁桃体を損傷した患者が音楽からの危険信号の知覚が無くなった報告がある [Gosselin et al., 2005]．一方，両側の扁桃体を損傷した SM という患者は，「恐ろしい」と「悲しい」の音楽情動を評価できなかったが，喜びの音楽に対しては正常であった．恐怖の情動を伝える音楽の聴取には扁桃体の活動が重要であることが考えられている．

6.3.3. 皮質での音楽における情動経路

皮質の情動処理においては，２つの説がある．右半球優位仮説 (the right hemisphere hypothesis) と感情価特異仮説 (the valence hypothesis) である．右半球優位仮説はノンバーバルな感情や情動は右半球で活動しているという仮説である [Bowers et al., 1993]．一方，感情価特異仮説は右が負の感情，左が正の感情に特化しているという仮説である [Davidson, 1992]．これらの仮説に対して Gagnon が EEG を用いて左右の耳で快と不快の音楽を聞き比べる実験を行った [Gagnon and Peretz, 2000]．その結果，感情価特異説をサポートする結果を得ている．左右の耳で正と負の情動の音楽の分類を行った実験では，右耳のほうが情動知覚が優位である結果がでている [Bryden et al., 1982]．音楽的要素のピッチについて調べた研究でも，右半球を使っている結果が出ている [Peretz and Zatorre, 2005]．実験結果は右半球優位仮説のサポートが多い．

音楽情動で注目されている皮質の部位は眼窩前頭皮質と腹内側前頭前皮質である．眼窩前頭皮質は扁桃体と頑健な相互関係を持っているため音楽において活動する事は容易に予想され，眼窩前頭皮質が音楽における情動と関係した報告は多い [Blood and Zatorre, 2001，Blood et al., 1999, Kalfa et al., 2005]．また，側頭葉の上部と前帯状皮質（腹内側前頭前皮質）と音楽における情動の関係の報告もある [Blood and Zatorre, 2001，Blood et al., 1999, Mitterschiffthaler et al., 2007，Green et al., 2008]．しかし，これらの領域は音楽と情動の関係についての結果とは言い切れない．例えば Mitterschiffthaler らの研究では Verdi の椿姫や Albinoni のアダージョを聞かせた結果であり，様々な音楽的要素が複雑に絡み合っている．つまり，聴取者は単純に音楽だけに反応したのではない可能性が大きい．複雑に絡み合った音楽的要素を人間は様々な経路を通して知覚している．しかし脳は幅広い様々な分散型ニューラルネットワークを利用しているため，単純な経路で引き起こされているとは考えにくい [Peretz and Zatorre, 2005]．最近では，音楽における情動反応は単一の情動システムで生じているのではなく，分散システムで引き起こされている [Peretz, 2008] という考えが一般的になりつつある．これは，Juslin と Västfjäll が提案している BRECVEM 理

論 [Juslin et al., 2010] と同じ考え方である．

7. 今後の音楽情動の研究

本稿では音楽情動における知見やモデルを概観してきた．数多くの知見や理論が存在しバックグランドも様々である．統一的な結論に達しそうな分野もあればまだ矛盾を多く含んだ分野もある．どの分野においても，結果として得られているものは興味深く重要なものが多い．そのため，今後の音楽情動の研究を進めるためには，様々な分野間との連携が必要となる．そのためには，まず多岐にわたる分野の知見を統合できるような方法論が必要となる．3 章の後半で概観した ITPRA 理論や BRECVEM 理論は統合に役に立つ．

近年，音楽が個人に与える影響だけでなく，音楽が引き起こす社会的な影響も注目を集めている．音楽は人間に影響を与え結果として人間社会にも影響を与える．そのため，音楽情動研究では音楽が与える影響は個人に与える影響と社会に与える影響の両方を考えなくてはならない．まず個人と音楽について議論する．そして社会と音楽についての議論を行ったあとでまとめる．

7.1. 個人の音楽情動

個人レベルに注目すると，音楽情動は意識的と無意識的な要素に分類する事ができる．意識的な音楽情動の測定は初期の研究から行われている自己報告が最も有効である．この手法は言語ラベルで行う方法が主流である．さらに，ほとんどの音楽には言語でのタイトルや歌詞が付随されており，言語は音楽情報の一部分になっている．しかし，音楽情動を言語ラベルに置き換えることには限界がある．このように考えると言語ではなく，他の要素 (例えば，視覚，聴覚，感覚) での自己報告データの取得が必要である．現在，私たちの研究チームでは，言語だけに依存しない，動的な測定方法のソフトウェアの開発に取り組んでいる．

次に無意識的，つまり意識に上らない音楽情動について考察する．意識に上らない音楽情動の測定は精神生理測定（脳活動，心拍，発汗の測定）が主流だ．精神生理測定は複数のチャンネルを利用した測定が主流になりつつ有るが，なかなか結果は一貫したものは得られていない．私たちは音楽聴取における環境（コンテクストや状況）が異なるからだと考えている．また，意識に上らない情動であるため，反応結果が音楽による影響か他の要素による影響か区別する事が困難である．そのため，音楽情動の精神生理測定は，多変数によるチャンネルでの測定で実施しなくてはならない．そして，意識的な測定との擦り合わせも必要である．現在，私たちは多変量生理測定と自己報告による測定の同期についての研究も進めている．

7.2. 社会の音楽情動

最近の技術発達による音楽聴取事情の変化によって，聴取者は音楽に関わる人間（作曲者や演奏者）を意識しないで音楽聴取に没頭できるようになった．このように個人的な環境の中で音楽を聴いていると，音楽が私たちの心を動かす非常に強い力を自然と持っているように感じられる．しかし元来，音楽は自然界に存在するものではなく，人間が音を組み合わせて作られたものであり，その音楽ができる過程においては他者の介在が必須である．音楽はもともと共同体で生み出され利用されていた．そして，近代社会における芸術音楽においても，作曲家や演奏家などの音楽家が意図的に音を配置し作り上げたものを聴取者が利用している．さらに，現代でもライブやダンスなど，音楽を複数の人間で一緒に楽しむことが社会的に広く受け入れられている．このように，本来，音楽には人と人がつながるプロセスが存在するものである．このような音楽の本来の姿を考えると，音楽が私たちの心を動かす事ができる強い力を自然と持っているから私たちは音楽を好きなのである，という考え自体が間違っているのかもしれない．むしろ，私たちの心を強く動かすようなコミュニケーションの方法として音楽が発展してきたから，音楽はみんなで楽しめるものなのだ，いう論法の方が正しい可能性がある．（この「進化と人の好み」の論法に関しては，Dennett が超正常刺激のコンセプトに基づいて，より一般的な議論をしているので参考にされたい[2]．）音楽情動の研究をより深く掘り下げていくためには音楽の本来の姿，つまり個人と音楽の関係だけでなく聴取者，作曲者，演奏者などを含めた複数の人間のなかでの音楽の社会的な有り様を考えなくてはいけない．そして，複数の人間の間で音楽がどのように使われており，どのような相互影響をもたらしているのか測定していかなくてはならない．

また，音楽美の価値観と社会の関係も無視出来ない．美的な基準と価値は，社会的な価値観や文化や時代とともに変化する．そのため Juslin らは，美については社会的要素を考慮しなくてはならないと述べており [Juslin et al., 2010]．このように，音楽情動を考える際には複数の人間で構成されている社会について考えなくてはいけない．

7.3. まとめ

音楽情動の研究において様々な分野を統合するような研究の枠組みが必要とされている．それは，これまでの

[2] http://www.ted.com/talks/lang/jpn/dan_dennett_cute_sexy_sweet_funny.html

ような音楽と個人に与える影響の研究をさらに進めるだけでなく，音楽と社会の関係も考慮できるような大きな枠組みであろう．もちろん，その枠組みには既存の研究で得られた結果も包含されなくてはならないが，これからの新しい音楽に対応できるような枠組みである事も望まれる．このような枠組みの実現は，音楽情動が解明されるための大きなステップであり，音楽情動の個人への影響だけでなく社会への影響を理解する事で社会における音楽の有効利用のあり方を明らかにする事が可能になるだろう．

8. REFERENCES

[Abbott, 2002] Abbott, A. (2002). Neurobiology: Music, maestro, please! *Nature*, 416(6874):12–14.

[Adachi and Trehub, 2000] Adachi, M. and Trehub, S. E. (2000). Decoding the expressive intentions in children's songs. *Music Perception*, 18:213–24.

[Adachi et al., 2004] Adachi, M., Trehub, S. E., and Abe, J. (2004). Perceiving emotion in children's songs across age and culture. *Japanese Psychological Research*, 46:322–336.

[Balkwill and Thompson, 1999] Balkwill, L. L. and Thompson, W. F. (1999). A cross-cultural investigation of the perception of emotion in music: Psychophysical and cultural cues. *Music Perception*, 17:43–64.

[Ball et al., 2007] Ball, T., Rahm, B., Eickhoff, S. B., Schulze-Bonhage, A., Speck, O., and Mutschler, I. (2007). Response properties of human amygdala subregions: evidence based on functional mri combined with probabilistic anatomical maps. *PLoS ONE*, 2:e307.

[Bamberger, 1991] Bamberger, J. (1991). Coming to hear in a new way. In Aiello, R. and Sloboda, J. A., editors, *Musical perceptions*, pages 131–151. New York, Oxford: Oxford University Press.

[Baumann et al., 2007] Baumann, S., Koeneke, S., Schmidt, C., Meyer, M., Lutz, K., and Jäncke, L. (2007). A network for audio-motor coordination in skilled pianists and non-musicians. *Brain Research*, 1161:65–78.

[Baumgartner, 1992] Baumgartner, H. (1992). Remembrance of things past: Music, autobiographical memory, and emotion. *Advances in Consumer Research*, 19:613–20.

[Beedie et al., 2005] Beedie, C. J., Terry, P. C., and Lane, A. . M. (2005). Distinctions between emotion and mood. *Cognition and Emotion*, 19:847–78.

[Berlyne, 1971] Berlyne, D. E. (1971). *Aesthetics and psychobiology*. New York: Apppleton Century Crofts.

[Blood and Zatorre, 2001] Blood, A. J. and Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 98:11818–23.

[Blood et al., 1999] Blood, A. J., Zatorre, R. J., Bermudez, P., and Evans, A. C. (1999). Emotional responses to plesant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nature Neuroscience*, 2:382–7.

[Bowers et al., 1993] Bowers, D., Bauer, R. M., and Heilman, K. M. (1993). The nonverbal affect lexicon: Theoretical perspectives from neuropsychological studies of affect perception. *Neuropsychology*, 7:433–44.

[Brown et al., 2004] Brown, S., Martinez, M. J., and Parsons, L. M. (2004). Passive music listening spontaneously engages limbic and paralimbic systems. *NeuroReport*, 15:2033–7.

[Brunswik, 1956] Brunswik, E. (1956). *Perception and the representative design of psychological experiment*. Berkeley, CA: University of California Press.

[Bryden et al., 1982] Bryden, M. P., Ley, R. G., and Sugarman, J. H. (1982). A left-ear advantage for identifying the emotional quality of tonal sequences. *Neuropsychologia*, 20:83–7.

[Budd, 1985] Budd, M. (1985). *Music and the emotions*. The philosophical theories. London: Routledge.

[Clayton et al., 2005] Clayton, M., Sager, R., and Will, U. (2005). In time with the music: the concept of entrainment and its significance for ethnomusicology. *European Meetings in Ethnomusiology*, 11:3–75.

[Coan and Allen, 2007] Coan, J. A. and Allen, J. B. (2007). *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Oxford: Oxford University Press.

[Cook, 1998] Cook, N. (1998). *Music: A very short introduction*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[Cooke, 1959] Cooke, D. (1959). *The language of music*. London: Oxford University Press.

[Cowie and Cornelius, 2003] Cowie, R. and Cornelius, R. R. (2003). Describing the emotional states that are expressed in speech. *Speech Communication*, 40:5–32.

[Crowder, 1984] Crowder, R. G. (1984). Perception of the major/minor distinction: Iv. historical and theo-

retical foundation. *Psychomusiology*, 4:3–12.

[Darwin, 1872] Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray.

[Davidson, 1992] Davidson, R. J. (1992). Emotion and affective style. *Psychoological Science*, 3:39–43.

[Dennett, 1987] Dennett, D. C. (1987). *The intentional stance*. Cambridge, MA: MIT Press.

[DeNora, 2000] DeNora, T. (2000). *Music in Everyday Life*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

[DeNora, 2001] DeNora, T. (2001). *Aesthetic agency and musical practice: new directions in the sociology of music and emotion In Music and emotion: Theory and reserch pp. 161-181 P. N. Juslin and J. A. Sloboda (Eds.)*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[Deutsch, 1999] Deutsch, D. (1999). The processing of pitch combinations. In *The Psychology of Music (2nd ed.)*. New York: Academic.

[Dibben, 2004] Dibben, N. J. (2004). The role of peripheral feedback in emotional experience with music. *Music Pereption*, 22:79–115.

[Dolgin and Adelson, 1990] Dolgin, K. G. and Adelson, E. H. (1990). Age changes in the ability to interpret affect in sung and instrumentally-presented melodies. *Psychology of Music*, 18:87–98.

[Dowling and Harwood, 1986] Dowling, K. and Harwood, D. L. (1986). *Music cognition*. New York: Academic Press.

[Duffy, 1941] Duffy, E. (1941). An explanation of 'emotional' phenomena without the use of the concept 'emotion'. *Journal of General Psychology*, 25:283–93.

[Dyer, 2006] Dyer, R. (2006). A new kind of experimental music. *Boston Globe*, April 16.

[Ekman, 1992] Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6:169–200.

[Ekman and Davidson, 1994] Ekman, P. and Davidson, R. J. (1994). *The nature of emotion: Fudamental questions*. New York: Oxford University Press.

[Flom et al., 2008] Flom, R., Gentile, D., and Pick, A. (2008). Infants' discrimination of happy and sad music. *Infant Behavior and Development*, 31:716–28.

[Frith, 1996] Frith, S. (1996). *Performing rithes: On the value of Popular music*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[Gabriel, 1978] Gabriel, C. (1978). An experimental study of deryck cooke's theory of music and meaning. *Psychology of Music*, 6:13–20.

[Gabrielsson, 1999] Gabrielsson, A. (1999). The performance of music. In Deutsch, D., editor, *The Psychology of Music, (2nd edn)*, pages 501–602. SanDiego, CA: Academic Press.

[Gabrielsson, 2001] Gabrielsson, A. (2001). Emotions in strong experiences with music. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Music and emotion: Theory and research*, pages 431–49. Oxford: Oxford University Press.

[Gabrielsson, 2002] Gabrielsson, A. (2002). Emotion perceived and emotion felt: Same or different? *Musicae Scientiae, Special Issue*, 2001-2:123–47.

[Gabrielsson and Lindström, 2010] Gabrielsson, A. and Lindström, E. (2010). The role of structure in the musical expression of emotions. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pages 367–400. Oxford: Oxford University Press.

[Gagnon and Peretz, 2000] Gagnon, L. and Peretz, I. (2000). Laterality effects in processing tonal and atonal melodies with affective and nonaffective task instruction. *Brain and Cognition*, 43:206–210.

[Geringer et al., 2004] Geringer, J. M., Madsen, C. K., and Gregory, D. (2004). A fifteen-year history of the continuous response digital interface: Issues relating to validity and reliability. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 160:1–15.

[Gomez and Danuser, 2007] Gomez, P. and Danuser, B. (2007). Relationships between musical structure and psychophysiological measures of emotion. *Emotion*, 7:377–87.

[Gosselin et al., 2007] Gosselin, N., Peretz, I., Johnsen, E., and Adolphs, R. (2007). Amygdala damage impairs emotion recognition from music. *Neuropsychologia*, 45:236–44.

[Gosselin et al., 2005] Gosselin, N., Peretz, I., Noulhiane, M., Hasboum, D., Beckett, C. Baulac, M., and et al (2005). Impaired recognition of scary music following unilateral temporal lobe excision. *Brain*, 128:628–40.

[Gosselin et al., 2006] Gosselin, N., Samson, S., Adolphs, R., Noulhiane, M., Roy, M., Hasboun, D., and et al (2006). Emotional responses to unpleasant music correlates with damage to the parahippocampal cortex. *Brain*, 129:236–44.

[Greasley and Lamont, 2006] Greasley, A. E. and Lamont, A. (2006). Music preference in adulthood: Why do we like the music we do? In Baroni, M., Adessi, A. R., Caterina, R., and Costa, M., editors, *Proceedings of the 9th International Conference on Mu-*

sic Perception and Cognition, pages 960–6. Bologna, Italy: University of Bologna.

[Green et al., 2008] Green, A. C., Baerentsen, K., Stodkilde-Jorgensen, H., Wallentin, M., Roepstorff, A., and Vuust, P. (2008). Music in minor activates limbic structure: a relationship with dissonance? *NeuroReport*, 19:711–15.

[Grewe et al., 2007] Grewe, O., Nagel, F. Kopiez, R., and Altenmüller, E. (2007). Listening to music as a re-creative process: Physiological, psychological, and psychoacoustical correlates of chills and strong emotion. *Music Perception*, 24:297–314.

[Griffiths et al., 2004] Griffiths, T. D., Warren, J. D., Dean, J. L., and Howard, D. (2004). 'when the feeling's gone': a selective loss of musical emotion. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 75:344–5.

[Grillon, 2003] Grillon, C. nad Baas, J. (2003). A review of the modulation of the startle reflex by affective states and its application in psychiatry. *Clinical neurophysiology*, 114:1557–79.

[Gromko, 1994] Gromko, J. E. (1994). Children's invented notations as measures of musical understanding. *Psychology of Music*, 22:136–147.

[Guhn et al., 2007] Guhn, M., Hamm, A., and Zentner, . R. (2007). Physiological and music-acoustic correlates of the chill response. *Music Perception*, 24:473–83.

[Hays and Minichiello, 2005] Hays, T. and Minichiello, V. (2005). The meaning of music in the lives of older people: a qualitative study. *Psychology of Music*, 33(4):437–451.

[Hektner et al., 2007] Hektner, J. M., Schmidt, J. A., and Csikszentmihalyi, M. (2007). *Experience sampling method: Measuring the quality of everyday life*. London: Sage.

[Herry et al., 2007] Herry, C., Bach, D. R., Esposito, F. DiSalle, F., Perrig, W. J., Scheffler, K., and et al (2007). Processing of temporal unpredictability in human and animal amygdala. *Journal of Neuroscience*, 27:5958–66.

[Hevner, 1935] Hevner, K. (1935). The affective character of the major and minor modes in music. *American Journal of Psychology*, 47:103–118.

[Hodges, 2010] Hodges, D. A. (2010). Chapter 11, psychophysiological measures. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pages 279–312. Oxford: Oxford University Press.

[Huron, 2006] Huron, D. (2006). *Sweet anticipation: Music and the psychology of expectation*. Cambridge, MA: MIT Press.

[Johnson, 2005] Johnson, M. H. (2005). Subcortical face processing. *Nature Review Neuroscience*, 6:766–74.

[Joseph, 2000] Joseph, R. (2000). *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Clinical Neuroscience*. New York: Academic Press.

[Juslin, 1995] Juslin, P. N. (1995). Emotional communication in music viewed through a brunswikian lens. In Kleinen, G., editor, *Music and expression: Proceedings of the Conference of DGM and ESCOM, Bremen*, pages 21–5. Bremen, Germany: University of Bremen.

[Juslin, 1998] Juslin, P. N. (1998). A functionalist perspective on emotional communication in music performance. In *Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences 78*. Uppsala, Sweden: Uppsala University Library.

[Juslin, 2000] Juslin, P. N. (2000). Communication of emotion in music performance: Relating performance to perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26:1797–1813.

[Juslin and Laukka, 2003] Juslin, P. N. and Laukka, P. (2003). Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code? *Psychological Bulletin*, 129:770–814.

[Juslin and Laukka, 2004] Juslin, P. N. and Laukka, P. (2004). Expression, perception, and induction of musical emotions: A review and a questionnaire study of everyday listening. *Journal of New Music Research*, 33:217–38.

[Juslin et al., 2008] Juslin, P. N., Liljeström, S., Västfjäll, D., Barradas, G., and Silva, A. (2008). An experience sampling study of emotional reactions to music: Listener, music and situation. *Emotion*, 8:668–83.

[Juslin et al., 2010] Juslin, P. N., Liljeström, S., Västfjäll, D., and Lundqvist, L. O. (2010). How does music evoke emotions? exploring the underlying mechanism. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pages 605–644. Oxford: Oxford University Press.

[Juslin and Lindström, 2003] Juslin, P. N. and Lindström, E. (2003). Musical expression of emotions: Modeling composed and performed features. *Paper*

presented at Fifth Conference of the Europea Society for the Cognitive Sciences of Music (ESCOM), Hanover, Germany.

[Juslin and Timmers, 2010] Juslin, P. N. and Timmers, R. (2010). Expression and communication of emotion in music performance. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pages 453–492. Oxford: Oxford University Press.

[Juslin and Västfjäll, 2008] Juslin, P. N. and Västfjäll, D. (2008). Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms. *Behavioral and Brain Science*, 31:559–621.

[Kalfa et al., 2005] Kalfa, S., Schon, D., Anton, J. L., and Liegeois-Chauvel, C. (2005). Brain regions involved in the recognition of happiness ad sadness in music. *Neuroreport*, 16:1981–4.

[Kastner and Crowder, 1990] Kastner, M. P. and Crowder, R. G. (1990). Perception of the major/minor distinction: Iv. emotional connotations in young children. *Music Perception*, 8:189–202.

[Khalfa et al., 2008] Khalfa, S., Roy, M., Rainville, P., Dalla Bella, S., and Peretz, I. (2008). Role of tempo entrainment in psychophysiological differentiation of happy and sad music? *International Journal of Psychophysiology*, 68:17–26.

[Kivy, 1980] Kivy, P. (1980). *The corded shell: Reflections on musical expression*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

[Knuston and Cooper, 2005] Knuston, B. and Cooper, J. C. (2005). Functional magnetic resonance imaging of reward prediction. *Current Opinion in Neurology*, 18:411–17.

[Koelsch et al., 2008] Koelsch, S., Fritz, T., and Schlaug, G. (2008). Amygdala activity can be modulated by unexpected chord function during music listening. *NeuroReport*, 19:1815–19.

[Koelsch et al., 2006] Koelsch, S., Fritz, T., von Cramon, D. Y., and Müller, K. nad Friederici, A. D. (2006). Investigating emotion with music: An fmri study. *Human Brain Mapping*, 27:239–50.

[Konečni et al., 2008] Konečni, V. J., Brown, A., and Wanic, R. A. (2008). Comparative effects of music and recalled life-events on emotional state. *Psychology of Music*, 36(3):289–308.

[Krumhansl, 1997] Krumhansl, C. L. (1997). An exploratory study of musical emotions and psychophysiology. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 51:336–352.

[Lakoff and Johnson, 1980] Lakoff, G. and Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

[Langer, 1957] Langer, S. K. (1957). *Philosophy in a new key (3rd ed) (original work published 1942)*. New York: New american Liberary.

[Larsen et al., 2008] Larsen, J., Berntson, G., Pohlmann, K. Ito, T., and Cacioppo, J. (2008). The psychophysiology of emotion (3rd edn). In Lewis, M., Haviland-Jones, J. M., and Barett, L. F., editors, *Handbook of emotions*, pages 180–95. New York: Guilford Press.

[Lundqvist et al., 2009] Lundqvist, L.-O., Carlsson, F., Hilmersson, P., and Juslin, P. N. (2009). Emotional responses to music: experience, expression, and physiology. *Psychology of Music*, 37(1):61–90. autonomic activity, emotion, electromyography, emotional contagion, emotional experience, facial expression, gender differences.

[Madsen, 1998] Madsen, C. K. (1998). Emotion versus tension in haydn's symphony no. 104 as measured by the two-dimensional continuous response digital interface. *Journal of Research in Music Education*, 46:546–554.

[Mandler, 1984] Mandler, G. (1984). *Mind and body: Psychology of emotion and stress*. New York: Norton.

[Martin et al., 1984] Martin, D., Stambrook, M., Tataryn, D., and Beihl, H. (1984). Conditioning in the unattended left ear. *International Journal of Neuroscience*, 23(2):95–102.

[Masataka, 2006] Masataka, N. (2006). Preference for consonance over dissonance by hearing newborns of deaf parents and of hearing parents. *Developmental Science*, 9:46–50.

[Mazzoni et al., 1993] Mazzoni, M., Moretti, P., Pardossi, L., Vista, M., Muratorio, A., and Puglioli, M. (1993). A case of music imprerception. *Jounal of Neurology, Neurosurgery and Pschiatry*, 56:322.

[Mazzuchi et al., 1982] Mazzuchi, A., Marchini, C., Budai, R., and Parma, M. (1982). A case of receptive amusia with prominent timbre perception defect. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 45:644–7.

[Menon and Levitin, 2005] Menon, V. and Levitin, D. J. (2005). Response and physiological connectivity of the mesolimbic system. *Neuroimage*, 28:175–84.

[Meyer, 1956] Meyer, L. B. (1956). *Emotion and mean-*

ing in music. Chicago: University of Chicago Press.

[Mitterschiffthaler et al., 2007] Mitterschiffthaler, M. T., Fu, C. H., Dalton, J. A., Andrew, C. M., and Williams, S. C. (2007). A functional mri study of happy and sad affective states induced by classical music. *Human Brain Mapping*, 28:1150–62.

[Mottron et al., 1999] Mottron, L., Peretz, I., Belleville, S., and Rouleau, N. (1999). Absolute pitch in autism: A case study. *Neurocase*, 5:485–501.

[Nagel et al., 2007] Nagel, F., Kopiez, R., Grewe, O., and Altenmüller, E. (2007). Emujoy: Software for continuous measurement of perceived emotions in music. *Behavior Research Methods*, 39:283–90.

[Narmour, 1990] Narmour, E. (1990). *The analysis and cognition of basic melodic structures*. Chicago: University of Chicago Press.

[Nyklíček et al., 1997] Nyklíček, I., Thayer, J. F., and Van Doornen, L. J. P. (1997). Cardiorespiratory differentiation of musically induced emotions. *Jounal of Psychophysiology*, 11:304–21.

[Osgood et al., 1957] Osgood, C. E., Suci, G. J., and Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana, Il: University of Illinois Press.

[Palmer, 1997] Palmer, C. (1997). Music performance. *Annual Review of Psychology*, 48:115–38.

[Peretz, 1996] Peretz, I. (1996). Can we lose memories for music? the case of music agnosia in a nonmusician. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 8:481–96.

[Peretz, 2008] Peretz, I. (2008). The need to consider underlying mechanisms: A response from dissonance. *Behavioural and Brain Sciences*, 31:590–1.

[Peretz, 2010] Peretz, I. (2010). Towards a neurobiology of musical emotions. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pages 99–126. Oxford: Oxford University Press.

[Peretz et al., 1997] Peretz, I., Belleville, S., and Fontaine, S. (1997). Dissociations between music and language function after cerebral resection: A new case of amusia without aphasia. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 51:354–68.

[Peretz et al., 1998] Peretz, I., Gagnon, L., and Bouchard, B. (1998). Music and emotion: Perceptual determinants, immediacy, and isolation after brain damage. *Cognition*, 68:111–41.

[Peretz and Zatorre, 2005] Peretz, I. and Zatorre, R. J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56:89–114.

[Pinker, 1997] Pinker, S. (1997). *How the Mind Works*. New York: Norton.

[Plutchik, 1994] Plutchik, R. (1994). *The psychology and biology of emotion*. New York: Harper Collins.

[Premack and Woodruff, 1978] Premack, D. and Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1:515–26.

[Reis and Gable, 2000] Reis, H. T. and Gable, S. L. (2000). Event-sampling and other methods for studying everyday experience. In Reis, H. T. and Judd, C. M., editors, *Handbook of research methods in social and personality psychology*, pages 190–222. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

[Rickard, 2004] Rickard, N. S. (2004). Intense emotional responses to music: a test of the physiological arousal hypothesis. *Psychology of Music*, 32(4):371–388.

[Roy et al., 2009] Roy, M., Mailhot, J. P., Gosselin, N., Paquette, S., Rainville, P., and Peretz, I. (2009). Modulation of the startle reflex by pleasant and unpleasant music. *International Journal of Psychophysiology*, 71:37–42.

[Russell, 1980] Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39:1161–78.

[Scherer, 2001] Scherer, K. R. (2001). Appraisal considered as a process of multi-level sequential checking. In Scherer, K. R., Schorr, A., and Johnstone, T., editors, *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*, pages 92–120. Oxford: Oxford University Press.

[Scherer and Zentner, 2001] Scherer, K. R. and Zentner, M. R. (2001). Emotional effects of music: Production rule. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Music and emotion: Theory and research*. Oxford: Oxford University Press.

[Schubert, 1996] Schubert, E. (1996). Continuous response to music using a two dimensional emotion space. In Pennycook, B. and Costa-Giomi, E., editors, *Proceedings of the Fourth International Conference of Music Perception and Cognition*, pages 263–8. McGill University, Montreal, Canada.

[Schubert, 2007] Schubert, E. (2007). Real time cognitive response recording. In Schubert, E., Buckley, K., Eliott, R., Koboroff, B., Chen, J., and Stevens, C., editors, *Proceedings of the Inaugural International Conference on Music Communication Science*, pages 135–8. Sydney, Australia: ARC Research Network in Human Communication Science (HCSNet), Uni-

versity of Western Sydney.

[Seashore, 1947] Seashore, C. E. (1947). *In search of beauty in music. A scientific approach to musical aesthetics*. Westport, CT: Grenwood Press.

[Sloboda, 1985] Sloboda, J. A. (1985). *The musical mind: The cognitive psychology of music*. Oxford, UK: Oxford University Press.

[Sloboda, 1991] Sloboda, J. A. (1991). Music structure and emotional response: Some empirical findings. *Psychology of Music*, 19:110–120.

[Sloboda, 2005] Sloboda, J. A. (2005). Everyday uses of music: a preliminary study. In Yi, S., editor, *Exploring the musical mind: Cognition, emotion, ability, function*, pages 354–69. Oxford: Oxford University Press.

[Sloboda and Juslin, 2010] Sloboda, J. A. and Juslin, P. N. (2010). At the interface between the inner and outer world: psychological perspectives. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pages 73–98. Oxford: Oxford University Press.

[Sloboda and Lehmann, 2001] Sloboda, J. A. and Lehmann, A. C. (2001). Tracking performance correlates of changes in perceived intensity of emotion during different interpretations of a chopin piano prelude. *Music Perception*, 19:87–120.

[Sloboda et al., 2001] Sloboda, J. A., O'Neill, S. A., and Ivaldi, A. (2001). Functions of music in everyday life: an exploratory study using the experience sampling method. *Musicae Scientiae*, 5:9–32.

[Smith et al., 1994] Smith, K., Cuddy, L., and Upitis, R. (1994). Figural and metric understanding of rhythm. *Psychology of Music*, 22:117–135.

[Stern, 1985] Stern, D. (1985). *The interpersonal world of the infant. A view from psychoanalysis and developmental psychology*. New York: Basic Books.

[Stevens et al., 2009] Stevens, C., Schubert, E., Morris, R. H., Frear, M., J. Chen, S. H., Glass, R., Schoknecht, C., and Hansen, S. (2009). The portable audience response facility (parf): Pdas that record real-time and instantaneous data during live or recorded performance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 67:800–813.

[Terwogt and Grinsven, 1991] Terwogt, M. M. and Grinsven, F. V. (1991). Musical expression of moodstates. *Psychology of Music*, 19:99–109.

[Thaut, 2007] Thaut, M. H. (2007). *Rhythm, Music, and the Brain: Scientific Foundations and Clinical Applications (Studies on New Music Research)*. Routledge, 1 edition.

[Thompson, 2008] Thompson, W. F. (2008). *Music, Thought, and Feeling: Understanding the Psychology of Music*. Oxford: Oxford University Press.

[Thompson et al., 2005] Thompson, W. F., Graham, P., and Russo, F. A. (2005). Seeing music performance: Visual influences on perception and experience. *Semiotica*, 156:177–201.

[Trainor and Heinmiller, 1998] Trainor, L. J. and Heinmiller, B. M. (1998). The development of evaluative responses to music: Infants prefer to listen to consonance over dissonance. *Infant Behavior and Development*, 21:77–88.

[Västfjäll, 2002] Västfjäll, D. (2002). A review of the musical mood induction procedure. *Musicae Scientiae, Special Issue*, 2001-2002:173–211.

[Västfjäll, 2010] Västfjäll, D. (2010). Chapter 10. indirect perceptual, cognitive, and behavioural measures. In Juslin, P. N. and Sloboda, J. A., editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pages 255–278. Oxford: Oxford University Press.

[Vieillard et al., 2008] Vieillard, S., Peretz, I. Gosselin, N., Khalfa, S., Gagnon, L., and Bouchard, B. (2008). Happy, sad, scary and peaceful musical excerpts for research on emotions. *Cognition and Emotion*, 22:720–52.

[Wager et al., 2008] Wager, T. D., Barrett, L. F., Bliss-Moreau, E., Lindquist, K. A., Duncan, S., Kober, H., Joseph, J., Davidson, M., and Mize, J. (2008). The neuroimaging of emotion. In Lewis, M., Haviland-Jones, J. M., and Barrett, L. F., editors, *Handbook of emotions (3rd edn)*, pages 249–67. New York: Guilford Press.

[Waterman, 1996] Waterman, M. (1996). Emotional responses to music: Implicit and explicit effects in listeners and performers. *Psychology of Music*, 24:53–67.

[Yeomans and Frankland, 1995] Yeomans, J. S. and Frankland, P. W. (1995). The acoustic startle reflex: Neurons and connections. *Brain Research and Brain Research Review*, 21:301–14.

[Zatorre et al., 2002] Zatorre, R. J., Belin, P., and Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: Music and speech. *TRENDS in Cognitive Sciences Vol.6 No.1 January 2002*, 6(1):37–46.

[Zentner et al., 2008] Zentner, M. R., Grandjean, D., and Scherer, K. R. (2008). Emotions evoked by the sound of music characterization, classification, and

measurement. *Emotion*, 8:494–521.

9. 著者プロフィール

大村 英史

2002 年東京農工大学工学部機械システム工学科卒業. 2009 年東京工業大学大学院博士課程修了. 博士 (工学). 同年東京工業大学大学院総合理工学研究科特別研究員. 同年 JST, ERATO, 岡ノ谷情動情報プロジェクト技術員, 2010 年理化学研究所脳科学総合センター生物言語チーム客員研究員, 現在に至る. 音楽によって生じる人間の情動の分析・応用に関する研究に従事. 人工知能学会, 知能情報ファジィ学会の会員.

川上 愛

2006 年大阪大学大学院人間科学研究科博士前期課程修了．2009 年東京芸術大学大学院美術研究科博士後期課程入学．2010 年理化学研究所脳科学総合研究センター生物言語チーム JRA．修士課程では音楽聴取による感動と性格特性の関係について研究．現在は，音楽聴取により引き起こされる情動について研究を行っている．自身でもピアノを演奏する．第 49 回全日本学生音楽コンクール大阪大会入選，ピティナピアノコンペティション 3 位入選ほか.

星（柴） 玲子

1992 年筑波大学大学院博士課程医学研究科修了．博士（医学）．細胞生物学的および分子生物学的手法で高血圧や癌治療の基礎研究に従事．その後，東京電機大学にて人間の生理学的特性に基づく音楽認識の研究を開始．人間にとっての音楽の重要性を科学的に示し，医療の現場を含めた社会還元を目標として研究を行っている．第 44 回日本生体医工学大会オーガナイズドセッションで招待講演「不協和音の認知とその脳磁図的解析」(2005)，第 21 回日本生体磁気学会シンポジウムで招待講演「不協和音と脳活動」(2006)．2007 年より理化学研究所および東京電機大学研究員.

柴山 拓郎

1971 年東京生まれ．東京音楽大学大学院研究科修士課程（作曲・指揮専攻），東京芸術大学大学院美術研究科後期博士課程（先端芸術表現領域）修了．西村朗，池辺晋一郎，湯浅譲二，遠藤雅夫，古川聖の各氏に師事．第 62 回日本音楽コンクール（1993 年），第 4 回秋吉台国際作曲賞（1994），第 34 回ブルージュ国際電子音響音楽コンクール（2007）に入選．現在，東京電機大学理工学部講師の他，大阪芸術大学，常葉大学，国際基督教大学，女子美術大学で非常勤講師を務め，同様のテーマによる創作指導を行っている.

吹野 美和

パナソニック株式会社デジタル・ネットワーク開発センターファミリー AVC 開発室で次世代 AV 処理基盤技術の研究をしている．東京電機大学工学部電子工学科卒，松下電器産業東京研究所入社．国家プロジェクト FRIEND21 での音響フィード バックを用いた 3 次元操作 HMI の研究，3DO，DVD-Video/Audio デビュータイトル制作のテクニカルディレクタ，音楽分析を用いた自動マスタリング技術開発の米国社内ベンチャー立ち上げを経て，2009 年より現職.

寺澤 洋子

電気通信大学電子工学科卒・同大学大学院修士課程電子工学専攻修了．学部在学中にフランス国立高等情報通信学校（Telecom ParisTech）にて環境音に関する研究に従事．NTT コミュニケーション科学基礎研究所特別研修生を経て米国スタンフォード大学音楽学科 CCRMA にて修士課程・博士課程修了．博士論文は音色の数値モデル．スタンフォード大学 Centennial TA Award（2006），パリ国際芸術都市にてアーティスト・イン・レジデンスおよび IRCAM にて訪問研究者（2007），AES 教育財団ジョン・アーグル賞（2008），米国音響学会マイアミミーティング音楽音響セッションにて招待講演および優秀学生論文賞（2008），IPA 未踏 IT 人材発掘・育成事業スーパークリエータ認定（2009）．2010 年より筑波大学先端学際領域研究センター・メディア情報アスペクト研究員として音色知覚モデルおよびデータ可聴化の研究に従事.

岡ノ谷 一夫

1959 年栃木県生まれ．慶応義塾大学文学部卒，米国メリーランド大学心理学研究科修了，心理学博士．千葉大学助教授，理化学研究所チームリーダー等を経て，現在東京大学教授，科学技術振興機構 ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト総括．自己意識の科学的な理解を求めて，コミュニケーションの生物心理学的研究を進めている．近著に「言葉はなぜ生まれたのか」（文藝春秋社）がある．趣味は古楽の演奏.

古川 聖

1959 年東京生まれ．入野義郎氏に師事，ベルリン，ハンブルクの音楽アカデミーでイサン・ユン，ジェルジ・

リゲティのもとで作曲を学ぶ．1991 年に米国のスタンフォード大学で客員作曲家．ドイツのカールスルーエの ZKM でアーティスト・イン・レジデンス．作品は，新しいメディアと音楽の接点において成立するものが多く，1997 年の ZKM の新館のオープニングでは委嘱をうけて，マルチメディアオペラ『まだ生まれぬ神々へ』を制作・作曲．2000 年より東京芸術大学・先端芸術表現科准教授．