

音楽の予測誤差と快感情の関係についての理論的・実験的研究

佐藤 那由多

我々は音楽を聴くことで感情を生起することがある。音楽によって生ずる感情には、予測の裏切り（予測誤差）が関与すると言われているが、どのような場合の裏切りが快となるかはまだ分かっていない。刺激に対する快の大きさは、逸脱量や新奇性の大きさに対して逆U字の関係を持つとされ（Berlyne, 1971）、音楽の予測誤差（次の音に対する予測と実際の入力との差）に対しても同様の逆U字関係があることが知られている（Witek et al., 2014）。つまり、予測誤差が大きくなるにつれて快の度合いが高まるが、大きすぎる予測誤差に対しては快の度合いが小さくなり、中程度の予測誤差で快の度合いはピークを持つということである。情報理論を用いたモデル（Yanagisawa et al., 2019; 宮本・柳澤, 2019）からは、事前の不確実性が大きくなるに従って、最も快感情が大きくなる予測誤差量（ピーク）が小さい向きへシフトすることが示唆された。すなわち、予測が不確かなほど小さい予測誤差を好み、確かなほど大きい予測誤差を好むのではないかと考えた。本研究では、実験編と理論編に分けて、予測誤差と快情動の関係を検討した。

本研究の実験編では、和音系列を用いた聴取実験を行い、不確実性が大きくなるほど、最も快感情が大きくなる予測誤差量が小さい向きへシフトするかどうかを検証した。参加者は、不確実性（小・大の2水準）を喚起する和音群と、それに後続して提示される予測誤差（小・中・大の3水準）を生むTarget和音の組合せから成る和音系列を聴取し、Target和音に対して驚きと音楽的な魅力の度合いなどを評定した。その結果、予測誤差に対して、音楽的な快を表す「魅力的だった」の評定値が逆U字の関係を示したものの、不確実性によるピークのシフトは見られなかった。不確実性が大きい方が小さい方よりも快の度合いが小さくなっており、このことから、不確実性は宮本・柳澤（2019）で示された予測誤差の次元方向の変化だけでなく、快の度合いの次元にも影響を与えていることが示唆された。これを示すためには、条件の水準数を増やす必要があるが、実験時間の制約から現実的ではなく、実験方法としてはCheung et al. (2019) のように長い和音系列から連続的に不確実性と予測誤差の量を算出する方法が有効となる。そのため、和音に限らず自然な音楽に対して予測誤差と不確実性を求めるための方法を理論編で検討した。

本研究の理論編では、自動作曲アルゴリズムのMusic Transformer (Huang et al., 2018) を用いて、予測分布の Surprise と Entropy を求める手法を提案した。次の音に対する予測を確率分布として表した時、Surprise は予測誤差に対応し、Entropy は不確実性に対応する量である（Cheung et al., 2019）。Music Transformer により実験編の刺激の和音系列に対して Surprise と Entropy を定量化した結果、実験編の予測誤差条件の大小関係に対応する Surprise と、不確実性条件の大小関係に対応する Entropy が得られた。Target 和音に対する Surprise を直前の Entropy で割った「Entropy 重み付き Surprise」を求めた結果、実験の「驚いた」の評定値と似た傾向を示した。また、Target 和音の直前の Entropy から直後の Entropy を引いた「 Δ Entropy」は、実験の「魅力的だった」の評定値と似た傾向を示した。「 Δ Entropy」は小不確実性条件において逆U字を示し、また、大不確実性条件の方が小不確実性条件よりピークが左にシフトするという現象も見られた。このことから、我々は音楽の聴取中に、不確実性で重みづけた Surprise を処理しながら、音楽の予測の更新をしており、ある音を聞いた時に、予測からの適度な逸脱が予測の不確実性を減少させることによって、快であると感じることが示唆された。（基礎心理学）