

The Human Brain on Music #1

Why do we find great joy in music?	なぜ私たちは音楽に大きな喜びを見出すのだろうか？
Interestingly, there is no area of the brain that is dedicated specifically and exclusively to music.	興味深いことに、脳には音楽専用の特定の領域は存在しない。
Music is like a full-body workout for the brain.	音楽は脳にとって全身運動のようなものであり、
Musical activity involves nearly every region of the brain that we know about.	脳のほぼすべての領域を使用する。
For example, a pianist is an expressive artist,	たとえば、ピアニストは表現力豊かな芸術家であり、
a physically skilled athlete,	身体的に熟練したアスリートであり、
and an individual with remarkable memory and information-processing	驚くべき記憶力と情報処理能力の持ち主でもある
all at the same time.	まったく同時に
Their incredible performance is enabled by the highly complex parallel interaction of different parts of the brain.	ピアニストの素晴らしい演奏は、脳のさまざまな部位の高度で複雑な並列的連携によって可能になっている。
However, music is not only for experts.	しかし、音楽は専門家だけのものではない。
Our brain shows incredible performance even when we just listen to music.	私たちの脳は、ただ音楽を聴いているときでさえ、驚くべき働きをしている。
Most of us become expert listeners by age 6	私たちのほとんどは6歳までに熟練した聴き手となり、
and are able to form appropriate expectations and understanding of music.	音楽について適切な予測と理解を形成できるようになる。
The fact that you can listen to and find joy in music is actually supported by intricate functions of the brain,	あなたが音楽を聴いて楽しめるという事実は、実際には脳の複雑な機能によって支えられており、
some of which are common to language processing.	その一部は言語処理と共通している。
Understanding why we like music and what draws us to it is a window into the essence of human nature.	なぜ私たちが音楽を好み、何が私たちが音楽に引きつけるのかを理解することは、人間の本質を理解する鍵になる。
What functions of the brain enable our ability to enjoy music?	脳のどのような機能が音楽を楽しむ能力を可能にしているのだろうか？

The Human Brain on Music #2 1/2

When we enjoy listening to music, what is happening in the brain?	音楽を聴いて楽しんでいるとき、脳では何が起きているのだろうか?
Put simply, the brain derives pleasure from an appropriate level of error in its prediction.	一言でいえば、脳は予測に対する適切な誤差を楽しんでいる
When we listen to music, the brain predicts how it will unfold,	音楽を聴くとき、脳はその音楽がどのように展開するかを予測し
and emotion arises when these expectations are not met.	これらの予測が裏切られたときに感情が生じる
The pleasure of music depends on how well it strikes an optimal balance	音楽の快楽は、いかに最適なバランスを取るかにかかっている
between aligning with listeners’ expectations and properly violating them.	聴き手の予測に沿うことと、適切にそれを裏切ることの間で
In fact, this is not only true in music but also true for everything.	実は、これは音楽だけでなくあらゆるものごとに当てはまる
According to a theory proposed by British neuroscientist Karl Friston,	イギリスの神経科学者カール・ Friston が提唱した理論(脳の自由エネルギー理論)によれば
the purpose of the animal brain is to constantly optimize its internal model and behavior	動物の脳の目的は、内部モデルと行動を絶えず最適化することである
so as to minimize prediction error in sensory input.	感覚入力における予測誤差を最小化するために
The brain does not perceive the world passively,	脳は世界を受動的に知覚するのではなく
but rather proactively predicts the surroundings based on its internal model, or the brain’s understanding of the world.	むしろ内部モデル、つまり脳の世界の理解に基づいて周囲を能動的に予測する
At the same time, it is continuously verifying the predictions by referencing the information from sensory organs.	同時に、感覚器官からの情報を参照することで、予測の正しさを検証し続けている
For example, when we observe a ball falling toward the ground,	たとえば、地面に向かって落ちるボールを観察するとき
the brain predicts how it will fall and bounce based on prior experience.	脳は過去の経験に基づいて、それがどのように落ちて跳ね返るかを予測する
The brain forms expectations about incoming visual input in advance	脳は事前に入ってくる視覚入力についての期待を形成し
and compares it with the information that is actually perceived.	実際に知覚される情報とそれを比較する
When predictions fail, the brain experiences surprise,	予測が失敗すると、脳は驚きを経験し
and then adjusts the internal model to minimize the surprise.	その後、驚きを最小化するために内部モデルを調整する

The Human Brain on Music #2 2/2

The brain experiences pleasure as it effectively modifies its internal model.	脳は内部モデルを効果的に修正するときに快楽を経験する
In order to avoid dangers and survive,	危険を避けて生き延びるために
animals must gain a more precise understanding of the world.	動物はより正確な世界の理解を得なければならない
In other words, prediction error and the subsequent updating of the internal model imply that learning takes place,	言い換えれば、予測誤差が発生し、その後内部モデルが更新されることは、学習が起きたことを意味する
leading to a more refined understanding of the world.	その結果、世界についてのより洗練された理解を得られる
This is the reason why the proper amount of prediction error is the most valuable information for the brain.	これが、適切な量の予測誤差が脳にとって最も価値のある情報である理由である
Too little prediction error means a lack of learning experience, so the brain finds it boring.	予測誤差が少なすぎると学習経験が欠如していることを意味するため、脳はそれを退屈だと感じる
On the other hand, too much error implies that the existing internal model is significantly wrong,	一方、誤差が多すぎると、既存の内部モデルが大きく間違っていることを意味し
which causes discomfort and anxiety.	不快感と不安を引き起こす
Music that partly meets the listener’s expectations yet introduces a suitable degree of deviation	聴き手の予測を部分的に満たしながらも適度な逸脱をもたらす音楽は
provides the brain with auditory input with an optimal level of prediction error.	脳にとって最適なレベルの予測誤差を持つ聴覚インプットとなるのだ

The Human Brain on Music #3 1/2

The fact that we can enjoy music derives from the brain’s ability to make predictions.	音楽を楽しむことができるという事実は、脳が持つ予測能力に由来する
As the music is playing,	音楽が流れているとき
our brains are thinking ahead to what the different possibilities for the next note are, where the music is going, and so on.	私たちの脳は次にどのような音符が来る可能性があるか、音楽がどのように展開されるかなどについて予測している
When music is too predictable, we find the music boring,	音楽が予測可能すぎると退屈だと感じ、
and when the music is too unfamiliar, we tend not to like it.	音楽があまりにも馴染みがないと逆に好まれない傾向がある
In other words, we prefer music with an appropriate balance	言い換えれば、適切なバランスを持つ音楽を好むということだ
between familiarity and novelty, simplicity and complexity.	私たちは親しみやすさと新しさ、単純さと複雑さの間の
It also means that one’s musical preference depends on the kind of music they have been exposed to.	また、このことが意味するのは、音楽の好みは、これまでどのような音楽に触れてきたかに依存するということでもある
To put it another way, musical taste is influenced by not only innate factors	別の言い方をすれば、音楽の嗜好は生まれつきの要因だけでなく、
but also by personal musical experiences, as well as cultural and historical contexts.	個人的な音楽経験や、文化的・歴史的文脈にも影響される
For example, String Quartet No. 19, composed by Wolfgang Amadeus Mozart in 1785 (K. 465),	たとえば、1785年にヴォルフガング・アマデウス・モーツァルトが作曲した弦楽四重奏曲第19番(K.465)は
begins with a heavy introduction marked by striking dissonances,	印象的な不協和音が特徴的な重苦しい序奏で始まり
which serves to highlight the bright main section that follows.	後に続く軽快で明るい主部を際立たせている
The dissonant harmonies were so shocking and impressive for the audience at the time	不協和な和声は当時の聴衆にとってあまりにも衝撃的で印象的だったため、
that this piece was dubbed “Dissonance.”	この曲は「不協和音」と呼ばれるようになった
However, to modern listeners, it would not seem particularly unusual	しかし、現代の聴き手にとってはこの曲調は特に珍しいとは思えないだろう
because, after Mozart, the use of dissonance as a means of generating tension has become established,	なぜなら、モーツァルト以降、緊張を生み出す手段としての不協和音の使用が定着し、
and our brains have grown accustomed to such music through repeated exposure.	私たちの脳は繰り返し接触するなかでそのような音楽に慣れてきたからである

Thus, musical taste is also influenced by the cultural and historical backgrounds.	このように、音楽の嗜好は文化的・歴史的背景にも影響される
The joy of music has a lot to do with our brain's expectations,	音楽の喜びは、脳の予測と大いに関係があり、
which are shaped by what kind of music we have listened to.	その予測はこれまでどのような音楽を聴いてきたかによって形作られる
In other words, music that gains popularity in the future	言い換えれば、この先に人気を得る音楽は、
will be that which adds a suitable level of novelty to the features of music that people are already familiar with.	人々がすでに馴染んでいる音楽の特徴に適切なレベルの新しさを加えたものになる
In this sense, musicians may not have total freedom of creation	そのような意味で、音楽家は完全に創作の自由が与えられているわけではないのだ
in order for their music to be loved by the audience.	聴衆に愛されようと思えば
The trend of music at any given time might be already determined by this structure.	ある時代にどのような音楽が流行るのかは、この構造によってすでにある程度決まっているのかもしれない

The Human Brain on Music #4 1/2

Understanding music involves various areas of the brain,	音楽の理解には脳のさまざまな領域が使われており
some of which are also used for processing language.	その一部は言語処理にも使われている
Neurologically, music and language have something in common.	神経学的に、音楽と言語には共通点がある
One of the most notable commonalities is the processing of pitch.	最も注目すべき共通点の一つはピッチ(音高)の処理である
To understand or reproduce music,	音楽を理解または再現するには
one has to capture the changes in pitch.	ピッチの変化を捉えなければならない
Spoken language also involves such variations.	話し言葉もそのような変化を含んでいる
Spoken language consists of two elements: linguistic content and prosody.	話し言葉は、言語的内容と韻律という2つの要素から成る
Prosody refers to the combined elements of pitch, rhythm, pauses, and stress in speech,	韻律とは、ピッチ(音の高さ)、リズム、ポーズ(間)、ストレス(強弱)の総称のことで
and this passage will focus on pitch as an example.	この章では例としてピッチに焦点を当てる
We rely on variations in pitch to interpret the intent of spoken language.	私たちは話し言葉の意図を解釈するためにピッチの変化に頼っている
For instance, the exact same sentence, such as “I have just finished the exam”	たとえば、「試験が終わった」というまったく同じ文が
can deliver completely different messages depending on the tone of voice.	声のトーンによって全く異なるメッセージを伝えることができる
If the tone is positive, it suggests that the test likely went well,	トーンが明るければ、試験がうまくいった可能性を示唆するが
whereas a subdued tone conveys the opposite implication.	抑えられたトーンは逆の意味を伝える
Research indicates	研究により示されている
that people with musical training tend to show greater ability to detect pitch variations in languages.	音楽の訓練を受けた人々は、言語におけるピッチの変化を検出する能力が高い傾向があることが

Furthermore, the ability to perceive pitch is particularly important in language acquisition during infancy	さらに、ピッチを知覚する能力は、乳幼児期の言語習得において特に重要である
because children learn the rules of a language with the help of prosodic cues.	なぜなら、子どもは韻律の手がかりの助けを借りて言語の規則を学ぶからである
For example, before mastering grammatical rules,	たとえば、文法規則を習得する前に、
infants can innately distinguish between questions and statements	乳児は質問文と肯定文を生得的に区別できる
based on the intonation at the end of the sentence.	文末のイントネーションに基づいて
Even before understanding the word order in “Is this a dog?” forms a question,	"Is this a dog?" という語順が疑問文を形成することを理解する前でさえ
children can recognize it is a question by perceiving the rise in pitch,	子どもは音高の上昇を知覚することでそれが疑問文であることを認識し
and then they inductively infer grammatical rules.	そこから帰納的に文法規則を推論しているのだ
Thus, prosody is important for both perceiving spoken language and acquiring language.	このように、韻律は、話し言葉を知覚する上でも、言語を習得する上でも重要である
Enjoying music involves refining the ability to perceive, memorize, and reproduce changes in rhythm and pitch in a playful manner.	音楽を楽しむことで、リズムやピッチの変化を知覚し、記憶し、再現する能力を遊びの中で磨くことができる
Such experiences, in turn, serve as training for precisely capturing prosody in language.	そのような経験は、言語における韻律を正確に捉えるための訓練としても機能するのだ
For children, music not only provides pleasure	子どもにとって、音楽は快楽であるだけでなく
but also offers precious learning opportunities that contribute to language acquisition.	言語習得に寄与する貴重な学習機会でもある

The Human Brain on Music #5 1/2

The joy of music derives from our abilities to analyze and predict its structure,	私たちが音楽を楽しめるのは、音楽の構成を学ぶ力と、次の展開を予測する力を持っているからである
and researchers suggest that this function is similar to syntactic processing in language comprehension.	研究者たちは、この機能が言語理解における統語処理(文法的処理)と類似していることを示唆している
When we comprehend language,	言語を理解するとき
phonemes are first integrated into words in the auditory cortex of the temporal lobe,	音素がまず側頭葉の聴覚皮質で単語として統合され
after which syntactic processing takes place across a broad network centered on the frontal lobe.	その後、前頭葉を中心とする広範なネットワークで統語処理が行われる
When we listen to music,	一方で音楽を聴くとき
the brain bypasses word recognition,	脳は側頭葉での単語認識を迂回し
but sequences of sounds are combined in a “syntactic” manner in the frontal lobe directly,	音は前頭葉で直接「統語的」に組み合わせられ
where musical meaning is generated.	そこで音楽的意味が生み出される
Put differently,	別の言い方をすれば
when listening to music, we do not perceive each individual note in isolation;	音楽を聴くとき、私たちは個々の音符を独立して知覚するのではなく
rather, we grasp patterns and structures in sequences of sounds to extract meaning,	むしろ、音の連なりのパターンと構造を把握して意味を抽出しており
and this process has clear parallels with language comprehension.	このプロセスは言語理解と明確な類似点がある

Let us take an example of the famous “Twinkle Twinkle Little Star.”	有名な「きらきら星」を例にとろう
When we listen to this piece,	この曲を聴くとき
the brain unconsciously remembers that it started on C and which other notes were used, as well as how frequently they occurred.	脳は無意識のうちに、それがドで始まったこと、他にどの音符が使われたか、そしてそれらがどのくらいの頻度で現れたかを記憶する
Also, the brain statistically predicts how the melody will unfold based on past musical experiences.	また、脳は過去の音楽経験に基づいて、メロディーがどのように展開するかを統計的に予測する
When the music resolves on C as expected, the brain experiences a sense of closure,	音楽が予想通りドで解決すると、脳は終止感を体験するが
but if it instead unfolds as fa–fa–mi–mi–re–re–so, it gives the impression that the music is still continuing.	もしファ–ファ–ミー–ミー–レー–レー–ソと展開すれば、音楽がまだ続いているという印象を与える
Furthermore, if this piece is arranged in a minor key,	さらに、この曲が短調にアレンジされた場合
the sequence of re-re-do at the end sounds entirely different in character,	最後のレー–レードの連続は、まったく違う印象に聞こえる
even though it consists of the exact same notes as in the major version.	長調版のときとまったく同じ音符で構成されているにもかかわらず
This is because the brain adjusts its expectations and interpretations	これは、脳が予測と解釈を調整するからである
in light of the fact that the entire phrase is in a minor key.	フレーズ全体が短調であるという事実を踏まえて
A similar process occurs when we hear language.	言語を聞くとときにも同様のことが起こる
When we listen to the following two sentences—	2つの文を聞くととき
“I feel happy when I listen to this music” and “I don’t feel happy when I listen to this music”—	"I feel happy when I listen to this music." と "I don't feel happy when I listen to this music." という
the brain immediately adjusts its expectations for what follows,	脳は後半に続く内容への期待値を一瞬で切り替えている
depending on the presence or absence of “don’t.”	"don't" の有無に応じて
Thus, comprehending language and music has a lot in common and shares some neurological basis.	このように、言語と音楽を理解することには多くの共通点があり、神経学的基盤の一部を共有している
This suggests that engaging in musical play may serve as a form of training for syntactic processing in children.	これは、音楽遊びが、子どもの統語処理のための訓練として機能する可能性があることを示唆している