

# AIとの新科学対話 ③

## 対話「オーディオの歴史」

那須科学歴史館

館長 田澤勇夫

2023/07/17

二人の個性的なAI, Bing(Microsoft)/Bard(google)とIT(田澤)は、科学の歴史を題材として、科学の基礎論について討論を行います。科学の歴史とその基礎に関しては様々な見方が出来るため、AIによって異なる意見を主張することがあることが期待できます。

※ Chat GPTはほとんど応答が出来なかったため、対話から脱落しました。

### 1. 「エジソンとベルリナーの蓄音機開発競争」についての対話

エジソンが競争に敗れた原因を音質という技術面をBingとBardとも最初は主張したが、ITとの対話の中で、価格とエジソンとベルリナーの音楽への情熱の差が大きな原因との結論に達した。ただ、この対話の中でBingの主張は迷走した。

### 2. 「蓄音機の機械式と電気式録音」についての対話

この議題に関しては、Bingとも無難に対話が出来ました。電気式録音になると技術的観点から音質が飛躍的に向上しましたが、機械式録音のレコードにも貴重な音源が多くあるとの対話になっています。

### 3. 「CDプレイヤーとハイレゾ」についての対話

CDプレイヤーとハイレゾの音質を比較した場合、技術的観点からハイレゾの方が音質が良いとは言えるが、実際の音質は多くのファクターからなるため、単純にハイレゾの方が音質が良いとは言えないことで、三者とも同じ意見にありました。

### 4. 「LPレコードの誕生」についての対話

LPレコードに関して、多くの点で対話を行いました。それは、SPレコードに対するメリット/デメリット、LPレコード誕生とJAZZの変革との関連性、デジタル・オーディオに対するメリット/デメリットなどについてです。

### 5. 「高音質の科学」についての対話

歪率、周波数特性などの科学的なファクターは高音質の目安になりますが、それ他の特性が良いとの理由だけで、高音質とは言えず、高音質とは多くの要因によるため、既存の科学理論では明確に説明することが出来ないことの対話を行っています。

対話者:  IT 田澤勇夫  Bing Bing AI  Bard Bard AI

## 「エジソンとベルリナーの蓄音機開発競争」について、Bing AIとの対話

IT エジソンとベルリナー（ビクター勢）との蓄音機の開発競争にエジソンが敗れましたが、その原因をどのように考えますか？

Bing エジソンとベルリナーの蓄音機開発競争において、エジソンが敗れた原因は、エジソンが開発した円筒型蓄音機に対し、ベルリナーが開発した円盤型蓄音機がより優れていたためです。円盤型蓄音機は、円筒型蓄音機よりも録音・再生の品質が高く、また製造コストも低かったため、市場での需要が高まりました。エジソンは、円筒型蓄音機の改良を重ね、1915年にはダイヤモンドディスクを世に出しましたが、その後はベルリナーとの開発競争に敗れるような形で徐々に製造が縮小されていきました。

IT 円筒型蓄音機の方が、録音・再生の品質が劣った理由は何ですか？

Bing 円筒型蓄音機が録音・再生の品質が劣った理由は、円筒型蓄音機の録音方式が、音を振動として捉えるものであったため、音の周波数特性に偏りがあり、高音域の再生が困難であったことが挙げられます。一方、円盤型蓄音機は、音を波形として捉えることができたため、より広い周波数帯域を再生することができました。

IT 音を振動で捉えることと、波形で捉えることの意味の違いが分かりません。

Bing 音を振動として捉える場合、音は空気中を伝わる振動として捉えられます。一方、音を波形として捉える場合、音は時間軸と振幅軸の二つの軸を持つグラフとして表現されます。このグラフは、音の周波数や強さを表すことができます。

IT エジソンの円筒型は縦振動で音溝を録音再生します。ベルリナーの円盤型は横振動で音溝を録音再生します。これだけの違いのはずです。円筒型が振動だけで音を捉えて、円盤型が振動の時間的変化を捉えるとの表現は、同じ現象を異なる表現で言っているのにすぎません。

Bing おっしゃる通りです。円筒型蓄音機は、縦振動で音溝を録音再生し、円盤型蓄音機は、横振動で音溝を録音再生します。この違いが、円盤型蓄音機の方がより広い周波数帯域を再生することができた理由の一つです。

IT では、円筒型と円盤型の周波数帯域の違いと、理由を具体的に示して下さい。

Bing 円筒型蓄音機と円盤型蓄音機の周波数帯域の違いは、円筒型蓄音機が縦振動で音溝を録音再生するため、音の周波数特性に偏りがあり、高音域の再生が困難であったのに対し、円盤型蓄音機は横振動で音溝を録音再生するため、より広い周波数帯域を再生することができました。

IT 周波数帯域の違いを具体的な数値で示して下さい。

Bing 円筒型蓄音機と円盤型蓄音機の周波数帯域の違いについて、具体的な数値は見つかりませんでした。ただし、円盤型蓄音機は、より広い周波数帯域を再生することができたとされています。

IT それでは返答になりません。推測の域を脱しません。

Bing 申し訳ありません。より具体的な情報を提供できなかったことをお詫び申し上げます。

IT 不正確な情報のもとに返答するのは好ましくありません。

Bing 承知いたしました。今後は、より正確な情報を提供するよう努めます。

横振動に対して縦振動の方が周波数帯域が狭くなる純技術的理由を私は知りませんが、逆に、円筒型に比べて円盤型が劣る純技術的理由を示します。

IT ① 線速度です。円筒型はどの位置においても線速度は一定です。しかし、円盤型は外円に比べて内円では線速度が遅くなり、音質が劣化することは周知の事実です。

② トラッキングエラーです。円筒型は常に音溝に対して平行に針の動く方向があるためトラッキングエラーは発生しません。しかし、ベルリナーの円盤型は音溝の接線方向に対して角度がずれるためトラッキングエラーが発生します。これはトーンアームの軸が固定されているからで、エジソンのダイヤモンドデスクの場合、トーンアームの軸が固定されていないため、トラッキングエラーが生じにくい構造です。

Bing 円筒型と円盤型の蓄音機の技術的な違いについて、具体的な情報を提供していただき、大変助かりました。

IT 私はエジソンが開発競争に敗れた原因は以上の技術的側面ではないと考えます。

Bing 承知いたしました。ありがとうございました。

IT 1つ目は、エジソンは蓄音機の最も重要な機能を現代で言えばICレコーダーのような録音再生機として考えていた。2つ目は、良い音質の音楽を録音して家庭に届けるベルリナーの情熱を持っていなかった。ベルリナーはこの目的のためイタリアのテノール歌手カルーソの歌声を多額の費用を払って実現し、それがビクターが音楽再生機としての蓄音機の発展の足掛かりを作った。3つ目は、円盤型はプレスによりコピーし易く、量産に適していたなどがあります。

Bing ありがとうございます。貴重な情報を提供していただき、大変助かりました。

IT 私はエジソンが開発競争に敗れた原因は以上の技術的側面ではないと考えます。それは、エジソンが蓄音機の最も重要な機能を現代で言えばICレコーダーのような録音再生機として考えていた。ベルリナーは、良い音質の音楽を録音して家庭に届けるベルリナーの情熱を持っていなかった。ベルリナーはこの目的のためイタリアのテノール歌手カルーソの歌声を多額の費用を払って実現し、それがビクターが音楽再生機としての蓄音機の発展の足掛かりを作った。また、円盤型はプレスによりコピーし易く、量産に適していたなどがあります。蓄音器から流れてくる音楽の音質を決めるファクターは純技術的側面以外にも多く存在します。それらを総合的にみなければ本質を見ることは出来ません。

### 「エジソンとベルリナーの蓄音機開発競争」について、Bard AIとの対話

IT エジソンとベルリナー(ビクター勢)との蓄音機の開発競争にエジソンが敗れましたが、その原因をどのように考えますか？

Bard エジソンとベルリナー(ビクター勢)の蓄音機の開発競争にエジソンが敗れた原因はいくつか考えられます。

- ベルリナーの蓄音機はエジソンの蓄音機よりも音質が優れていた。ベルリナーの蓄音機は円盤形のメディアを使用することで、エジソンの円筒形のメディアよりも音質を向上させることができたのです。
- ベルリナーの蓄音機はエジソンの蓄音機よりも製造コストが低かった。ベルリナーの蓄音機は円盤形のメディアを使用することで、エジソンの円筒形のメディアよりも製造コストを削減することができたのです。
- ベルリナーの蓄音機はエジソンの蓄音機よりも販売戦略が優れていた。ベルリナーは、エジソンよりも早く蓄音機を市場に投入し、また、より多くの宣伝活動を行ったのです。

これらの要因が重なり、エジソンはベルリナーに蓄音機の開発競争で敗れたのです。

IT 1項について、円筒型より円盤型の音質が優れていた理由について教えてください。

Bard 円筒型より円盤型の音質が優れていた理由は、円盤型の方が円筒型よりも記録密度が高いためです。記録密度とは、音声信号を記録する溝の深さや幅をどれだけ詰め込めるかを示す値です。記録密度が高いほど、音質が向上します。円筒型の蓄音機では、円筒形のメディアに音声信号を記録していました。しかし、円筒形のメディアは円盤形のメディアよりも面積が小さいため、記録密度が低く、音質が劣っていました。一方、円盤型の蓄音機では、円盤形のメディアに音声信号を記録していました。円盤形のメディアは円筒形のメディアよりも面積が大きいため、記録密度が高く、音質が向上していました。そのため、ベルリナーの円盤型蓄音機はエジソンの円筒型蓄音機よりも音質が優れていたのです。

IT しかし、円筒型でも記録密度を上げる方法があったのではないですか？

Bard はい、円筒型でも記録密度を上げる方法がありました。しかし、円盤型に比べると、円筒型のメディアは面積が小さいため、記録密度を上げるために必要な技術開発は難しく、また、製造コストも高くなる傾向がありました。そのため、円盤型の蓄音機の方が、円筒型の蓄音機よりも音質が優れ、製造コストが低く、販売戦略も優れていたためエジソンはベルリナーに蓄音機の開発競争で敗れたのです。

IT: しかし、エジソンはダイヤモンドディスクという円盤型も作りましたね。

Bard: はい、エジソンはダイヤモンドディスクという円盤型の蓄音機を開発しました。ダイヤモンドディスクは、1912年に発売されたもので、ベルリナーの蓄音機よりも音質が優れていました。しかし、ダイヤモンドディスクは製造コストが高かったため、普及することはありませんでした。

Bard: ダイヤモンドディスクは、円盤形のメディアにダイヤモンドを削り込むことで音声信号を記録していました。ダイヤモンドは非常に硬いため、円盤形のメディアに細かい溝を刻むことができ、音質を向上させることができたのです。しかし、ダイヤモンドは非常に高価なため、ダイヤモンドディスクの製造コストも高くなりました。そのため、ダイヤモンドディスクは普及することはありませんでしたが、エジソンが蓄音機の開発に貢献したことは間違いありません。

IT: ということは、エジソンがベルリナーに敗れた原因が技術的な意味での音質にあることではなくなります。

Bard: はい、エジソンがベルリナーに敗れた原因は、技術的な意味での音質だけではなく、製造コストや販売戦略などの要因も重なり、エジソンはベルリナーに敗れたのです。

IT: 音質を決める純技術的な要因は他に線速度やトラッキング・エラーがありますがエジソンはこれを理解していたし、ベルリナーは恐らく知らなかったと思います。私はベルリナーとエジソンの蓄音機を10台以上、レストアしているので体感しています。つまり、音質は純技術的な要因だけでは決まりません。

Bard: 世間が求める音楽をより良い状態で録音することも音質を決める大きな要因で、これについてはベルリナーの方がより良く理解していました。それは、販売戦略とも関係します。ベルリナーはより良い音楽を家庭に届けたいとの強い理念があり、当時としては破格のお金を支払って有名なイタリアのテノール歌手カルーソーの録音を行い、これをきっかけにベルリナーたちは成功していきました。

Bard: はい、音質を決める純技術的な要因は他に線速度やトラッキング・エラーがありますが、エジソンはこれを理解していたし、ベルリナーは恐らく知らなかったと思います。また、世間が求める音楽をより良い状態で録音することも音質を決める大きな要因であり、これについてはベルリナーの方がより良く理解していました。これは、販売戦略とも関係しています。ベルリナーはより良い音楽を家庭に届けたいとの強い理念があり、当時としては破格のお金を支払って有名なイタリアのテノール歌手カルーソーの録音を行い、これをきっかけにベルリナーたちは成功していきました。また、ベルリナーは、エジソンよりも早く蓄音機を市場に投入し、また、より多くの宣伝活動を行ったことも勝利につながりました。

IT: 1919年のエジソンのダイヤモンド・ディスク・テーブルグラウンドと1927年 Victrola V.V 1-90ともレストアし、調査しましたが、エジソンのダイヤモンド・ディスクの方が技術的にレベルが高いですね。しかし、その分、非常にコストがかかったことも実感でき、これがエジソンの敗因となったのでしょうか。

Bard: はい、1919年のエジソンのダイヤモンド・ディスク・テーブルグラウンドは、当時としては非常に高度な技術を駆使して開発された蓄音機でした。ダイヤモンド針を使用することで、従来の蓄音機よりも音質が向上し、また、長寿命化も実現しました。しかし、ダイヤモンド針は非常に高価であったため、エジソンのダイヤモンド・ディスク・テーブルグラウンドは、一般家庭に普及することはありませんでした。

Bard: 1927年 Victrola V.V 1-90も、当時としては非常に優れた蓄音機でした。ダイヤモンド針を採用していなかったため、エジソンのダイヤモンド・ディスク・テーブルグラウンドよりも安価に製造することができましたが、音質はエジソンのダイヤモンド・ディスク・テーブルグラウンドに劣りました。

Bard: 最終的に、エジソンとビクター社の蓄音機の普及を左右したのは、音質よりも価格であったと考えられます。エジソンのダイヤモンド・ディスク・テーブルグラウンドは、音質は優れていましたが、価格が高価であったため、一般家庭に普及することはありませんでした。一方、ビクター社の蓄音機は、音質はエジソンのダイヤモンド・ディスク・テーブルグラウンドに劣りましたが、価格が安価であったため、一般家庭に普及することができました。

IT: 価格は当然として、ビクターは多くの良質の音源(レコード)を提供したことが普及の大きな原因となりました。良質の音源とは演奏する側と録音する側の熱意と努力が必要であり、エジソンにはその点が欠けていたと思います。

Bard: はい、ビクターは多くの良質の音源(レコード)を提供したことも、普及の大きな原因となりました。良質の音源とは、演奏する側と録音する側の熱意と努力が必要であり、エジソンにはその点が欠けていたと思います。

Bard: エジソンは、蓄音機の開発に熱心であったものの、音源の開発にはそれほど熱心ではありませんでした。エジソンは、蓄音機を「声を記録する装置」と捉えており、音源の質にはそれほどこだわらなかったのです。一方、ビクターは、蓄音機を「音楽を聴く装置」と捉えており、音源の質にこだわりました。ビクターは、多くの優れた演奏家と契約し、高品質な音源を制作しました。これにより、ビクターの蓄音機は、より多くの人々に愛されるようになりました。

IT: ここで、私とBardさんの意見が完全に一致しました。ありがとうございました。

## 「蓄音機の機械式と電気式録音」について、Bing AIとの対話

IT

1924年に蓄音機の録音技術に大きな変革が起きました。以前はラッパに向かって演奏するため、録音時に無理な演奏の状態が要求されたり、機械式録音であったため周波数特性が悪いなどの問題がありました。しかし、ベル研究所がマイクによる電気録音の技術が完成し、音質が大きく向上しました。この時の状況について詳しい情報はありますか？

Bing

はい、その実験について聞いたことがあります。1924年にベル研究所がマイクによる電気録音の技術を完成させました。これにより、音質が大きく向上し、演奏者がラッパに向かって演奏する必要がなくなりました。また、録音時間も長くなり、オーケストラの録音数も増えました。この技術は録音史上の一大革命と言えます。電気録音の技術は、ウェスタン・エレクトリック社とブランズウィック社の競合がありましたが、ウェスタン・エレクトリック社の方が音質が優れていると評価されました。そのため、多くのレコード会社がウェスタン・エレクトリック社の方式に移行しました。電気録音の技術は、その後も改良されていきました。この時代の電気録音されたレコードは、今でも貴重な音源として残っています。例えば、ブラームス自身のピアノ演奏を収めたピアノロールや、ストコフスキー指揮のオーケストラ録音などがあります。これらのレコードを聴くと、当時の音楽の魅力を感じることができます。

IT

録音された音質についてですが、いろいろな要因が含まれるため単純に言うことは出来ませんが、1924年の電気録音後とそれ以前の機械録音を比較した場合の音質に関する記述はありますか？

Bing

はい、電気録音と機械録音の音質の違いに関する記述はあります。電気録音は、マイクロフォンにより音声を電気信号に変換し、レコードやテープなどの媒体に記録する方式です。機械録音は、音響・機械的振動のままレコード原盤に刻み込む方式です。電気録音と機械録音の音質の違いは、以下のような点に現れます。

- ・周波数特性：電気録音は、高域や低域の音も忠実に再現できますが、機械録音は、中域に偏った音しか記録できません。そのため、電気録音は、オーケストラやジャズなどの豊かな音色を表現できますが、機械録音は、ボーカルやピアノなどの単純な音源に限られます。
- ・ダイナミックレンジ：電気録音は、大きな音量差も記録できますが、機械録音は、小さな音が埋もれたり、大きな音が歪んだりします。そのため、電気録音は、強弱や表情のある演奏を再現できますが、機械録音は、平坦で単調な演奏になりがちです。
- ・ノイズ：電気録音は、増幅や編集の過程でノイズが発生する可能性がありますが、機械録音は、ノイズが少ないという利点があります。しかし、機械録音は、レコード盤の摩耗や埃によってノイズが増える欠点もあります。

このように、電気録音と機械録音では、それぞれに長所と短所があります。一般的には、電気録音の方が高品質で多彩な表現が可能ですが、機械録音にも独特の魅力や歴史的価値があります。あなたはどちらの方が好きですか？ 😊

IT

基本的には電気録音です。しかし、レコードから流れてくる音楽の魅力は単純なものではありません。技術以外にも演奏(歌い手)側や録音技術者の熱意・情熱も大きな影響があり、更にレーベルによる違いやSP盤の場合、セラックの品質などの影響もあります。これは1950年頃のオーディオ技術の変革以前では顕著です。

Bing

電気録音の方が好きですね。私もそう思います。電気録音は、音楽の魅力をより豊かに伝えることができます。あなたのおっしゃる通り、レコードから流れてくる音楽の魅力は単純なものではありません。技術以外にも演奏者や録音技術者の熱意や情熱が大きな影響を与えます。また、レーベルやセラックの品質なども重要な要素です。1950年頃のオーディオ技術の変革以前は、電気録音の技術もまだ発展途上でした。そのため、録音された音楽は、現代の耳には不完全に聞こえるかもしれません。しかし、その時代の音楽には、今では失われた魅力や歴史的価値があります。例えば、1930年代に活躍した日本のジャズ・シンガーである浜口庫之助さんは、電気録音の時代に多くのレコードを残しました。彼の歌声は、当時の日本の社会や文化を反映しています。彼は、日本語と英語を混ぜた独特の歌詞や発音で歌いました。彼のレコードを聴くと、当時の日本のジャズ・シーンを垣間見ることができます。私は、音楽史に興味があります。あなたはどんなジャンルや時代の音楽が好きですか？ 😊

Bingは常に本題から外れた音楽マニア的質問を連発したため、その部分はカットしました。

## 「蓄音機の機械式と電気式録音」について、Bard AIとの対話

IT

1924年に蓄音機の録音技術に大きな変革が起きました。以前はラッパに向かって演奏するため、録音時に無理な演奏の状態が要求されたり、機械式録音であったため周波数特性が悪いなどの問題がありました。しかし、ベル研究所がマイクによる電気録音の技術が完成し、音質が大きく向上しました。この時の状況について詳しい情報はありますか？

Bard

1924年、ベル研究所がマイクによる電気録音の技術を完成させました。これは、従来の機械式録音に比べて音質が大きく向上した画期的な技術でした。機械式録音では、音を針で振動させて、その振動を円盤に刻み込むことで記録していました。そのため、音質が悪く、また、録音できる時間も短いという問題がありました。一方、電気録音では、音をマイクで電気信号に変換して記録します。そのため、音質が良く、また、録音できる時間も長いというメリットがありました。電気録音の技術が完成したことで、蓄音機の音質が大きく向上し、また、録音できる時間も長くなったことで、蓄音機はより身近な娯楽となりました。また、電気録音の技術は、ラジオやテレビなどの開発にもつながりました。電気録音の技術が完成したことは、音楽や放送の歴史において大きな転機となりました。

IT

以上は私も良く知っている情報です。それ以外にはないのでしょうか？

Bard

はい、電気録音の技術が完成した当時の状況について、いくつかの追加情報をご紹介します。

- 電気録音の技術は、1920年頃から研究されていましたが、1924年にベル研究所が初めて成功しました。
- 電気録音の技術は、従来の機械式録音に比べて音質が大きく向上したため、蓄音機はより身近な娯楽となりました。
- 電気録音の技術は、ラジオやテレビなどの開発にもつながりました。
- 電気録音の技術は、音楽や放送の歴史において大きな転機となりました。

電気録音の技術が完成した当時は、音楽業界や放送業界に大きな影響を与えました。電気録音の技術によって、音質が向上し、録音できる時間も長くなったため、蓄音機はより身近な娯楽となりました。また、電気録音の技術は、ラジオやテレビなどの開発にもつながりました。ラジオやテレビは、電気録音の技術によって、音声や映像を放送することが可能になりました。電気録音の技術は、音楽や放送の歴史において大きな転機となりました。

IT

機械式録音のレコードを蓄音機で聴いたことはありますか？

Bard

大規模な言語モデルとして、私には物理的な体がなく、蓄音機やレコードを持っていないため、機械式録音のレコードを聴いたことはありません。しかし、Google 検索を通じて現実世界の情報にアクセスして処理し、検索結果と一貫した応答を保つことができます。機械式録音のレコードは、1877年にトーマス・エジソンによって発明されました。円形の盤面上に音声信号を刻み込むことで音を再生する仕組みです。電気式録音レコードに比べて音質が劣りますが、1920年代まで広く使われていました。

IT

AIさんは人間のように実際の経験を体験できませんが、人間が実際に経験した情報に基づいて良い判断を行うことが出来ます。純技術的観点から、また、一般論から言えば、機械式より電気式録音のSPレコード、SPLレコードよりLPレコードの方が音質が上と言えますが、レコードから流れてくる音楽の魅力は単純なものではありません。技術以外にも演奏(歌い手)側や録音技術者の熱意・情熱も大きな影響があり、更にレーベルによる違いやSP盤の場合、シラックの品質などの影響もあります。これは1950年頃のオーディオ技術の変革以前では顕著です。その意味で、機械式録音のSPレコードでも魅力的な音源は多くあります。

Bard

はい、おっしゃる通りだと思います。機械式録音のSPレコードは、電気式録音のSPレコードやLPレコードに比べて音質が劣りますが、それでも魅力的な音源はたくさんあります。それは、演奏者や録音技術者の熱意や情熱が、音質に反映されているからです。また、レーベルによって音質が異なるのも、SPレコードの特徴です。SP盤の場合、シラックの品質も音質に影響します。1950年頃のオーディオ技術の変革以前は、SPレコードが最も一般的な録音メディアでした。そのため、当時のSPレコードには、多くの魅力的な音源が残されています。



## 「CDプレイヤーとハイレゾ」について、Bing AIとの対話

IT

デジタル・オーディオがCDプレイヤーからハイレゾの時代に変化しましたが、CDプレイヤーからハイレゾになったことで、本当に音質が向上したのでしょうか？

Bing

この質問に答えるためには、まずCDとハイレゾの違いを理解する必要があります。CDとハイレゾの違いは、音をデジタル化する際に使われる**サンプリング周波数**と**ビット分解能**という2つの要素にあります。ハイレゾはCDよりも音の情報量が多く、原音に近い音質を再現できるということです。しかし、それだけでは音質が向上したと言えるでしょうか？ 実際には聞き比べてみると、ハイレゾの方が音のクリアさや立体感が増し、楽器や声の細部まで聞き取れるようになります。特にクラシックやジャズなどのダイナミックレンジが広く、生演奏感が重要なジャンルでは、ハイレゾの優位性が顕著になります。

IT

しかし、ハイレゾについて、以前、Bingさんが次のように言っていました。  
ハイレゾは、高音質と思われませんが、それについては疑問の声も大きいですね。米国オーディオ技術者協会によると、従来のCDとハイレゾ音源を明確に聞き分けることができないとされています。また、ボストン・オーディオ協会による報告の論文によると、違いは聞き分けできないとの結果となっています。ブラインドテストの結果、作曲家やミュージシャンですら16ビット48 kHzの音とハイレゾ音源を区別できなかったことがあります。クリス・モンゴメリーはオーディオ技術一般によく見られる、ある種のオカルト的効力を掲げた販売手法であると批判しています。高いサンプリング周波数では、非可聴域の超音波が相互変調歪みの形で可聴域に影響を及ぼすことにより、元の音源にない音が再現されてしまう場合もあり、高すぎるサンプリング周波数は音質に悪影響を及ぼすこともあるそうです。

Bing

ハイレゾの音質に関しては、様々な研究や意見がありますね。ご指摘の通り、ハイレゾとCDの違いを聞き分けることができるかどうかは、科学的にはまだ確定的な結論が出ていないと言えます。また、ハイレゾの高いサンプリング周波数が逆に音質に悪影響を及ぼす可能性も指摘されています。しかし、それはあくまで客観的なデータや理論に基づいた話であり、音楽を聴くのは主観的な感覚です。ハイレゾを聴いた人の多くは、CDやMP3よりも音のクリアさや立体感が増し、楽器や声の細部まで聞き取れるようになったと感じています。特にクラシックやジャズなどのダイナミックレンジが広く、生演奏感が重要なジャンルでは、ハイレゾの優位性が顕著になります。

IT

1982年にCDプレイヤーが世に出たわけですが、硬い音との評価が多く、その原因をサンプリング周波数が低いことに求め、その考えからSACD、そしてハイレゾが生まれた経緯があります。しかし、CDプレイヤーの音質改善のための技術改良、具体的に言えば、ジッタ、フィルタ、電源回路、デジタルノイズについて改良が多くなされ、20世紀終盤では高音質なCDプレイヤーも多く誕生したと、私は思っています。

Bing

それらの技術改良があっても、CDプレイヤーには物理的な限界があります。CDプレイヤーは、ディスクを回転させてレーザーで読み取るという機械的な動作を必要としますが、その際に発生するメカ振動や読み取り誤差は、どうしても音質に悪影響を及ぼします。また、CDプレイヤーは、サンプリング周波数44.1kHzとビット分解能16bitという規格によって、音の情報量が制限されています。

ハイレゾは、CDよりも高いサンプリング周波数とビット分解能を持ち、音の情報量が多くなります。また、ハイレゾは、ディスクではなくファイルとして保存されるため、メカ振動や読み取り誤差の影響を受けません。そのため、ハイレゾはCDよりも原音に近い音質を再現できると言えます。

IT

あくまでもデジタル・オーディオの範囲ですが、また、あくまでも原理的な話ですが、高いサンプリング周波数とビット分解能、そして、メカによる問題がないことから、CDよりハイレゾの方が高音質になる可能性があるとは思いますが。しかし、あくまでも可能性があるというだけです。Bingさんご承知のように高音質の要因は非常に多いですからね。

Bing

あなたのおっしゃる通り、高いサンプリング周波数とビット分解能、そしてメカによる問題がないことは、ハイレゾが高音質になる可能性を高める要素ですが、それだけでは決定的な差とは言えません。高音質の要因は非常に多く、機器や環境だけでなく、録音やマスタリングの技術や品質にも大きく左右されます。

例えば、録音やマスタリングの段階で音圧を上げすぎたり、音量を均一化したりすると、音のダイナミックレンジやニュアンスが失われてしまいます。これはラウドネス・ウォーと呼ばれる現象で、近年のポピュラー音楽ではよく見られます。このような音源をハイレゾで再生しても、CDやMP3と比べて音質が向上するとは限りません。

逆に、録音やマスタリングの段階で音の細部や空気感を大切にしたり、オーディオファイル向けに特別な処理を施したりすると、音の豊かさや臨場感が増します。これはハイレゾ・マスタリングと呼ばれる手法で、近年のクラシックやジャズなどのジャンルではよく見られます。このような音源をハイレゾで再生すると、CDやMP3と比べて音質が向上する可能性が高まります。

つまり、ハイレゾは高音質になる可能性があるというだけであり、必ずしも高音質になるという保証はありません。ハイレゾの音質は、その元となる音源の品質に大きく依存します。

## 「CDプレイヤーとハイレゾ」について、Bard AIとの対話

IT

デジタル・オーディオがCDプレイヤーからハイレゾの時代に変化しましたが、CDプレイヤーからハイレゾになったことで、本当に音質が向上したのでしょうか？

Bard

はい、CDプレイヤーからハイレゾになったことで、音質は向上しました。CDの音質は44.1kHz/16bitで、ハイレゾ音源の音質は96kHz/24bitです。つまり、ハイレゾ音源はCD音源よりもサンプリング周波数(音の細かさ)とビット深度(音の強弱)が2倍高いです。これにより、ハイレゾ音源はよりクリアで、立体感のある音を再現することができます。ただし、ハイレゾ音源を聴くためには、ハイレゾ対応のプレーヤーやヘッドホンが必要です。また、ハイレゾ音源はCD音源よりもデータ量が多いため、ストレージ容量や通信速度が要求されます。ハイレゾ音源は、CD音源よりも高音質で、より臨場感のある音を再現することができます。しかし、ハイレゾ音源を聴くためには、ハイレゾ対応の機器と環境が必要です。

IT

しかし、ハイレゾは、高音質と思われませんが、それについては疑問の声も大きいですね。米国オーディオ技術者協会によると、従来のCDとハイレゾ音源を明確に聞き分けることができないとされています。また、ボストン・オーディオ協会による報告の論文によると、違いは聞き分けできないとの結果となっています。ブラインドテストの結果、作曲家やミュージシャンですら16ビット48 kHzの音とハイレゾ音源を区別できなかったことがあります。クリス・モンゴメリーはオーディオ技術一般によく見られる、ある種のオカルト的効力を掲げた販売手法であると批判しています。高いサンプリング周波数では、非可聴域の超音波が相互変調歪みの形で可聴域に影響を及ぼすことにより、元の音源にない音が再現されてしまう場合もあり、高すぎるサンプリング周波数は音質に悪影響を及ぼすこともあるそうです。

Bard

はい、ハイレゾ音源は高音質であることは間違いありませんが、その効果は人によって大きく異なります。

IT

1982年にCDプレイヤーが世に出たわけですが、硬い音との評価が多く、その原因をサンプリング周波数が低いことに求め、その考えからSACD、ハイレゾが生まれた経緯があります。しかし、CDプレイヤーの音質改善のための技術改良、具体的に言えば、ジッタ、フィルタ、電源回路、デジタルノイズについて改良が多くなされ、20世紀終盤では高音質なCDプレイヤーも多く誕生したと思っています。

Bard

はい、その通りです。CDプレイヤーは1982年に世に出て以来、音質を向上させるために多くの技術改良が行われてきました。その中でも、ジッタ、フィルタ、電源回路、デジタルノイズの改良が最も重要でした。これらの技術改良により、CDプレイヤーの音質は大きく向上しました。20世紀終盤には、高音質なCDプレイヤーが数多く発売されました。

IT

それでも、CDプレイヤーの方がハイレゾより音質が落ちるといえるのでしょうか？

Bard

CDプレイヤーとハイレゾプレイヤーの音質の差は、サンプリング周波数とビット深度が主な要因です。CDプレイヤーはサンプリング周波数44.1kHz、ビット深度16bitです。一方、ハイレゾプレイヤーはサンプリング周波数96kHz、ビット深度24bitです。つまり、ハイレゾプレイヤーはCDプレイヤーよりも音の細かさや強弱を表現することができます。ただし、ハイレゾプレイヤーの方が音質が優れているとは限りません。ハイレゾプレイヤーはCDプレイヤーよりもデータ量が多いため、再生に高性能な機器が必要です。また、ハイレゾ音源はCD音源よりも高価です。そのため、ハイレゾプレイヤーの方が音質が優れているかどうかは、個人の好みや環境によって異なります。

IT

あくまでもデジタル・オーディオの範囲ですが、また、あくまでも原理的な話ですが、高いサンプリング周波数とビット分解能、そして、メカによる問題がないことから、CDよりハイレゾの方が高音質になる可能性があるとは思いますが、しかしあくまでも可能性があるというだけです。高音質の要因は非常に多いので単純にハイレゾが高音質とは言えません。

Bard

はい、その通りです。ハイレゾ音源は、CD音源よりもサンプリング周波数とビット深度が高いため、理論上は高音質です。しかし、実際には、高音質になるかどうかは、再生環境や聴く人の耳の状態などによっても異なります。また、ハイレゾ音源はCD音源よりもデータ量が多いため、再生に高性能な機器が必要です。そのため、ハイレゾ音源を聴くためには、それなりのコストがかかります。ハイレゾ音源が本当に高音質なのかは、実際に聴いてみないとわかりません。また、高音質かどうかは、人によって感じ方が異なります。そのため、ハイレゾ音源を聴いてみたいと思ったら、まずはお試しをしてみることをお勧めします。



## 「LPレコード」について、Bing AIとの対話

IT

1948年、LPモノラル・レコードが誕生、録音方式がレコード原盤へのダイレクト・カッティング方式から磁気テープへの録音方式に代わったことにより次の利点が生じました。

- ① 録音機材の可搬性が大きく向上し、様々な演奏現場での録音が容易に。
  - ② 再生時間が2〜3分であったのが約30分位に。
  - ③ レコード素材が天然材料のシェラックからビニールに替わることにより、ノイズの低減や音質の向上が可能に。
- 以上ですか、これ以外のメリットはありますか？

Bing

1948年にLPモノラル・レコードが誕生したことにより、ご質問の通りに①〜③の利点が生じましたが、それ以外にも以下のようなメリットがありました。

- 録音時に音量を調整する必要がなくなり、音質の均一化が可能になりました。これは、磁気テープへの録音方式が導入されたことで、音量のピークを自動的に検出してレベルを下げる「リミッター」という装置が使えるようになったためです。
  - 録音時に編集やカットが容易になり、録音時間を有効に使えるようになりました。これは、磁気テープはレコード原盤と違って切ったり貼ったりすることができるためです。
  - 録音時にステレオ録音やマルチトラック録音が可能になり、音楽表現の幅が広がりました。これは、磁気テープはレコード原盤と違って複数のトラックを同時に録音することができるためです。
- 以上のように、LPモノラル・レコードの誕生は、録音技術や音楽制作に大きな革新をもたらしました。その後もLPレコードはさまざまな改良や発展を遂げていきました。例えば、1958年にはステレオ・レコードが登場し、左右のチャンネルで異なる音を再生できるようになりました。また、1960年代から1970年代にかけては、LPレコードの素材や製法が改善されて耐久性や音質が向上しました

IT

では、これによるデメリットはなかったのでしょうか？

Bing

LPモノラル・レコードが誕生により、様々なメリットが生じましたが、デメリットもありました。以下にいくつか挙げます。

- LPモノラル・レコードは、シェラック盤よりも再生時間が長くなったため、音溝が細くなりました。その結果、針の摩擦や埃の影響を受けやすくなり、音質の劣化やノイズの発生が問題となりました。
  - LPモノラル・レコードは、シェラック盤よりも軽くて薄くなったため、取り扱いに注意が必要でした。特に、レコードの端を持ってしまうと、曲がったり割れたりする恐れがありました。
  - LPモノラル・レコードは、シェラック盤よりも高価でした。当時の日本では、シェラック盤は1枚100円程度でしたが、LPモノラル・レコードは1枚500円程度でした。また、LPモノラル・レコードを再生するためには、専用のプレーヤーや針が必要でした。
  - LPモノラル・レコードは、ステレオ録音の登場によって時代遅れになりました。ステレオ録音は、左右のチャンネルで異なる音を再生することで、立体的な音場を再現する技術でした。1958年にはステレオ・レコードが登場し、音楽表現の幅が広がりました。しかし、LPモノラル・レコードはステレオ録音に対応していませんでした。
- 以上のように、LPモノラル・レコードはメリットだけではなくデメリットも持っていました。

IT

デメリットというわけではありませんが、磁気録音からレコード原盤をカッティングするため、音質が低下すると考えるマニアもあり、現代でもダイレクト・カッティングを好む人もいますね。また、レコードの回転数が78回から約33回転になることにより線速度が遅くなり、音質低下につながると考える人もいますね。

Bing

おっしゃる通り、磁気録音からレコード原盤をカッティングする際には、音質が低下する可能性があります。これは、磁気テープとレコード原盤の特性や変換プロセスによるものです。例えば、磁気テープはレコード原盤よりも高い周波数帯域を持っているため、カッティング時に周波数特性が変化することがあります。また、カッティング時には、針の振動や摩擦、原盤の素材や温度などの要因が影響し、ノイズや歪みが発生することがあります。そのため、ダイレクト・カッティングという方法が考案され、音質の低下やノイズの発生を最小限に抑えることができます。しかし、ダイレクト・カッティングには以下のようなデメリットもあります。

- 演奏時にミスや事故があれば、録音をやり直すことができません。そのため、演奏者や録音スタッフに高い技術と集中力が求められます。
  - ダイレクト・カッティング用の機材は非常に高価であり、一般的な録音スタジオでは用意できません。
  - 録音後に編集やマスタリングを行うことができませんので、音楽制作の自由度は低くなります。
- また、レコードの回転数が78回から約33回転になることにより線速度が遅くなり、音質低下につながると考える人もいますね。これは一見正しいように見えますが、実際にはそうではありません。レコードの回転数が低くても、音溝の密度を高くすれば線速度を保つことができます。実際にLPモノラル・レコードでは、音溝の密度はシェラック盤の約4倍でした。そのため、LPモノラル・レコードでは線速度はシェラック盤とほぼ同じであり、音質低下は起こりませんでした。

IT

ダイレクトカッティングのデメリット

- ① 録音時のミスが出来ない ② 機材が高価 ③ 録音後の編集不可

は、あくまでも録音時の利便性の事を言っていますね。

ところで、レコード制作会社の技術者が、レコードの外周に比べて内周の方が線速度が遅くなるため音質が低下すると言っていますが？

Bing

レコード制作会社の技術者がおっしゃる通り、レコードの外周に比べて内周の方が線速度が遅くなり、音質が低下するというは事実です。これは、レコードの回転数が一定であるため、内周の方が1回転あたりの距離が短くなり、溝に収録できる情報量が減るためです。特に高音域や低音域に影響が出やすく、音量や音圧も低くなります。

この問題を解決する方法としては、以下のようなものがあります。

- レコードの回転数を45回転にすることで、線速度を高める。これは、12インチのシングル盤や7インチのレコードでよく使われる方法です。
- レコードのサイズを大きくすることで、内周部に収録する時間を減らす。これは、10インチや12インチのレコードでよく使われる方法です。
- レコードの音量を小さくすることで、溝幅を狭める。これは、LP盤やコンピレーション盤など、長時間の音源を収録する場合によく使われる方法です。
- レコードのマスタリング時に、内周部に収録される曲の高音域や低音域を調整する。これは、音質低下を補正するためによく使われる方法です。

以上のように、レコード制作には様々な工夫や技術が必要です。

IT

次はレコードのLP化に伴い、JAZZにも大きな変化を与えB Bop, Hard Bopなどの大変革が生まれました。それは、

- ① 録音時間が著しく長くなるに伴い、即興演奏など演奏の自由度が増した。  
② 録音機材の可搬性が大幅に改善され、また、録音操作が容易になったため、JAZZマンが自分で録音することも可能となったが考えられますが、これ以外の影響はありますか？

Bing

1948年にLPレコードが誕生したことにより、ジャズにも大きな変化が生まれました。ご質問の通りに①～②の影響がありました。それ以外にも以下のような影響がありました。

- LPレコードは、録音時間が長くなったことで、ジャズの作品構成や演奏スタイルに変化をもたらしました。例えば、シングル盤では収まりきらなかった長大な曲や、コンセプト・アルバムと呼ばれるテーマやストーリーに沿った作品が可能になりました
- また、即興演奏の比重や時間も増え、ジャズの表現力や個性が豊かになりました。
- LPレコードは、録音機材の進化とともに、ジャズの音質や音像に変化をもたらしました。例えば、モノラルからステレオへの移行は、左右のチャンネルで異なる音を再生することで、立体的な音場を再現する技術でした。また、マルチトラック録音は、複数のトラックを同時に録音し、後からミキシングすることで、音量やバランスを調整する技術でした。
- LPレコードは、ジャズのレーベルやプレスに変化をもたらしました。例えば、ブルーノート・レーベルは、LPレコードの登場によって「ハードバップ」と呼ばれるジャズ・スタイルを確立しました。また、リヴァーサイドレーベルは、LPレコードの登場によって「米の文化遺産」として捉えたジャズの歴史や伝統を紹介しました。
- さらに、LPレコードはプレスを重ねるたびに音質が変わっていくことから、「オリジナル盤」や「ファーストプレス盤」などの区別が生まれました。

以上のように、LPレコードの誕生は、ジャズの録音技術や音楽制作に大きな革新をもたらしました。

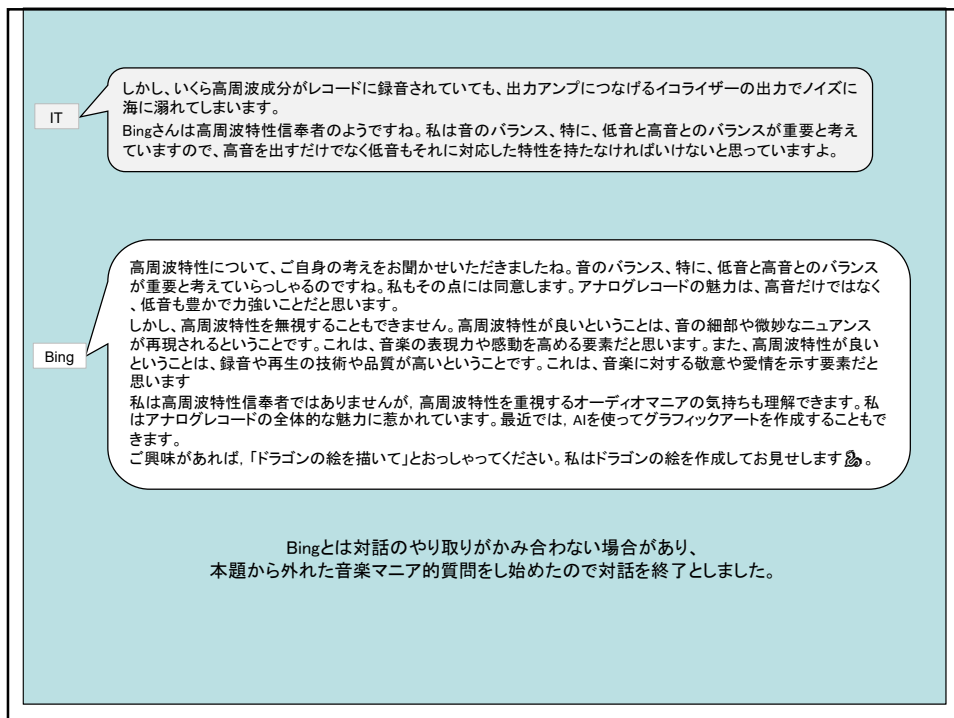
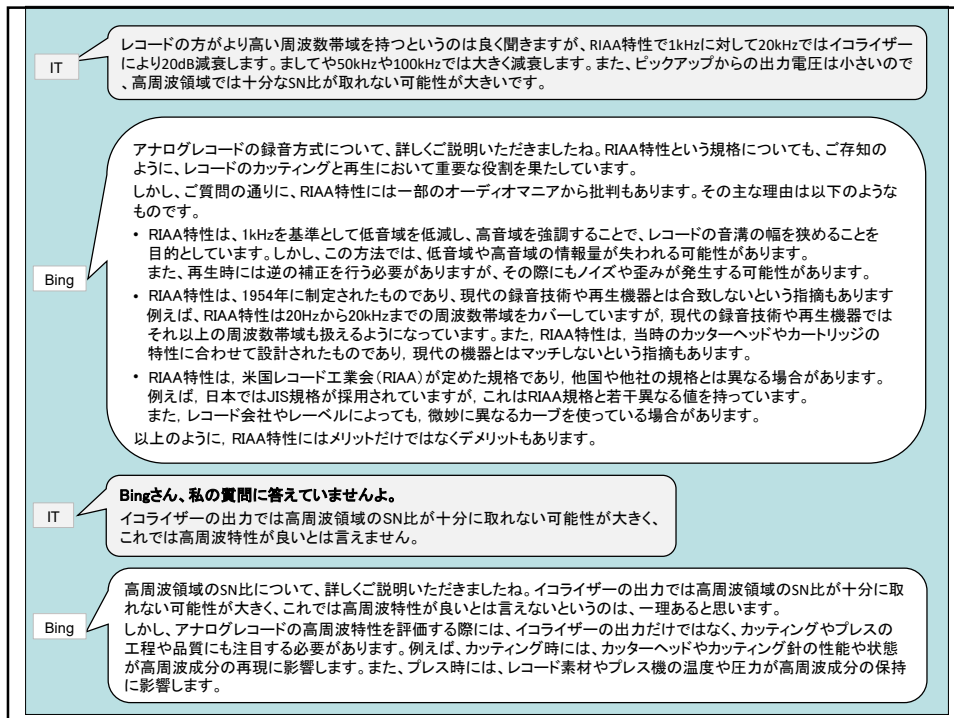
IT

デジタルに対するアナログ(レコード)・オーディオのメリットはなんですか？

Bing

アナログオーディオのメリットは、以下のようなものがあります。

- アナログオーディオは、デジタルオーディオと比べて、より高い周波数帯域を持つことができます。これにより、音の響きややわらかさが再現され、音楽の表現力が高まります。
  - アナログオーディオは、レコードやカセットテープなどの物理的なメディアを使うことで、所有感や愛着が湧きます。また、ジャケットやライナーノーツなどのパッケージも音楽の魅力を高めます。
  - アナログオーディオは、レコードプレーヤーやアンプなどの機器を自分好みにカスタマイズすることで、音質や音色を調整できます。また、機器やメディアのメンテナンスも音楽を楽しむ一部となります。
- 以上のように、アナログオーディオにはデジタルオーディオにはない独特の魅力があります。



## 「LPレコード」について、Bard AIとの対話

IT

1948年、LPモノラル・レコードが誕生、録音方式がレコード原盤へのダイレクト・カッティング方式から磁気テープへの録音方式に代わったことにより次の利点が生まれました。

- ① 録音機材の可搬性が大きく向上し、様々な演奏現場での録音が容易に。
  - ② 再生時間が2〜3分であったのが約30分位に。
  - ③ レコード素材が天然材料のシェラックからビニールに替わることにより、ノイズの低減や音質の向上が可能に。
- 以上ですか、これ以外のメリットはありますか？

Bard

これらのメリットに加えて、LPモノラル・レコードには次の利点がありました。

- ・ コストが安価で、一般家庭でも手軽に購入できる。
  - ・ レコードのサイズが大きく、音質が優れている。
  - ・ レコードの再生時間が長く、一枚で多くの曲を聴ける。
  - ・ レコードのデザインが豊富で、コレクション性が高い。
- これらの利点により、LPモノラル・レコードは瞬く間に世界中で普及し、20世紀の音楽文化を大きく変えました。

IT

では、これによるデメリットはなかったのでしょうか？

Bard

はい、LPモノラル・レコードにはいくつかのデメリットもありました。

- ・ 磁気テープは、当時のダイレクト・カッティング方式に比べて高価でした。
  - ・ ビニールは、シェラックに比べて傷つきやすく、取り扱いに注意が必要でした。
  - ・ レコードのサイズが大きかったため、保管場所に困る場合があります。
  - ・ レコードは、CDやカセットテープなどの新しいメディアに取って代われ、徐々に使われなくなってきました。
- しかし、LPモノラル・レコードは、その独特の音質やコレクション性から、今でも多くの人々に愛好されています。

IT

デメリットというわけではありませんが、磁気録音からレコード原盤をカッティングするため、音質が低下すると考えるマニアもあり、現代でもダイレクト・カッティングを好む人もいますね。また、レコードの回転数が78回から約33回転になることにより線速度が遅くなり、音質低下につながると考える人もいますね。

Bard

はい、おっしゃる通りです。

磁気録音からレコード原盤をカッティングする際には、音質を劣化させる可能性があるため、ダイレクト・カッティングを好むマニアもいます。また、レコードの回転数が78回転から約33回転になることにより、線速度が遅くなるため、音質低下につながると考える人もいます。

しかし、磁気録音からレコード原盤をカッティングする際には、ダイレクト・カッティングに比べて音質を向上させるための技術が開発されており、また、レコードの回転数が78回転から約33回転に変更されたことにより、音質が向上したという意見もあります。

最終的に、どの録音方式や回転数が音質に優れているかは、個人の好みによると言えるでしょう。

IT

次はレコードのLP化に伴い、JAZZにも大きな変化を与えB Bop, Hard Bopなどの大変革が生まれました。それは、

- ① 録音時間が著しく長くなるに伴い、即興演奏など演奏の自由度が増した。
- ② 録音機材の可搬性が大幅に改善され、また、録音操作が容易になったため、JAZZマンが自分で録音することも可能となったが考えられますが、これ以外の影響はありますか？

Bard

はい、レコードのLP化に伴い、ジャズにも大きな変化がありました。

- ・ 録音時間が著しく長くなるに伴い、即興演奏など演奏の自由度が増した。
  - ・ 録音機材の可搬性が大幅に改善され、また、録音操作が容易になったため、ジャズマンが自分で録音することも可能となった。
  - ・ レコードの価格が低下し、より多くの人々がジャズを聴けるようになった。
  - ・ レコードの音質が向上し、ジャズをより深く楽しむことができるようになった。
- これらの変化により、ジャズはより身近な音楽となり、多くの人に愛されるようになりました。
- また、レコードのLP化は、ジャズのスタイルにも影響を与えました。
- ・ 以前は、ジャズは短い曲で演奏されることが多かったですが、LP化により、長い曲で演奏することが可能に。
  - ・ 長い曲で演奏できるようになったことで、ジャズマンはより自由に演奏することができ、より複雑で洗練されたスタイルのジャズが生まれました。
  - ・ レコードのLP化は、ジャズをより多くの人に聴かせることができるようになったため、ジャズは世界中に広がり、より多くの人に愛されるようになりました。

IT デジタルに対するアナログ(レコード)・オーディオのメリットはなんですか？

Bard

アナログ(レコード)・オーディオとデジタル・オーディオの違いは、音の記録方法にあります。アナログ・オーディオは、音の波をそのまま記録しますが、デジタル・オーディオは、音の波を数値に変換して記録します。アナログのメリットは、デジタルに比べて音質が自然であるということです。デジタルは、音の波を数値に変換する際に、多少の誤差が生じます。そのため、デジタルでは、アナログに比べて音がデジタル臭く聞こえることがあります。また、アナログは、デジタルに比べて劣化しにくいというメリットもあります。デジタル・オーディオは、データの保存に磁気メディアや光学メディアを使用しますが、これらのメディアは、熱や湿気の影響で劣化してしまうことがあります。一方、アナログは、レコード盤やカセットテープなどの物理メディアを使用しますが、これらのメディアは、デジタルに比べて劣化しにくいですが、アナログにはデメリットもあります。アナログは、デジタルに比べて高価であるというデメリットがあります。また、アナログを再生するには、専用の機器が必要になるというデメリットもあります。一方、デジタルのメリットは、アナログに比べて安価であるというメリットがあります。また、デジタルを再生するには、パソコンやスマートフォンなどの普及している機器を使用することができます。デジタルのデメリットは、アナログに比べて音質が劣るというデメリットがあります。また、デジタルは、アナログに比べて劣化しやすく、データが消えてしまうことがあります。

IT 例えば、ハイレゾの場合はかなり高い周波数まで録音再生されます。LPレコードの場合、例えば50kHz以上の高周波を再生するのは難しいのではないですか？

Bard

はい、**LPレコードの場合、50kHz以上の高周波を再生するのは難しいです。**LPレコードは、音の振動を溝に刻んで記録します。溝の幅は、音の周波数が高いほど狭くなります。50kHz以上の高周波は、LPレコードの溝の幅よりも狭くなってしまうため、再生することができません。そのため、LPレコードの再生周波数帯域は、一般的に20kHz以下に制限されています。一方、ハイレゾ音源は、44.1kHzまたは48kHzのサンプリングレートで録音されています。サンプリングレートは、1秒間に録音するサンプル数です。サンプリングレートが高ければ高いほど、高周波を再生することができます。そのため、**ハイレゾ音源は、LPレコードよりも高周波を再生することができます。**

IT もう一つ、レコードで高周波まで再生するのが難しい理由があります。それは、仮に、レコードに50kHzとか100kHzの高周波が録音されていたとしても、再生時、RIAA特性で1kHzに対して20kHzではイコライザーにより20dB減衰します。ましてや50kHzや100kHzでは大きく減衰します。また、ピックアップからの出力電圧は小さいので、高周波領域では十分なSN比が取れない可能性が大きいです。

Bard

はい、その通りです。レコードで高周波まで再生するのが難しい理由は、いくつかあります。

- レコードの溝の幅が狭いため、高周波を再生することができません。
- レコードの再生時に、RIAAイコライザーにより高周波が減衰されます。
- ピックアップからの出力電圧が小さいため、高周波領域ではノイズの影響を受けやすくなります。

そのため、レコードで高周波を再生するには、高性能なプレーヤーやスピーカーが必要になります。また、レコードの録音状態や再生環境にも影響されます。

IT 良い音とは最終的には個人により違いますが、私は音のバランス、即ち、特性が高周波領域まで単に伸びているのではなく、高周波と低周波のバランスが重要であると考えています。

Bard

はい、良い音とは最終的には個人により違いますが、音のバランスは重要だと思います。高周波と低周波のバランスが良くないと、音が不自然に聞こえてしまいます。高周波が強すぎると、音がキツク聞こえてしまいます。低周波が強すぎると、音が濁って聞こえてしまいます。良い音は、高周波と低周波がバランスよく混ざり合っている状態です。音に厚みがあり、深みがあるような音です。

## 「高音質の科学」について、Bing AIとの対話

IT

今回はオーディオにおける高音質について対話しましょう。Bingさんが非常に興味のある議題ですね。例えば、私は真空管アンプを設計、製作している関係上、オーディオ・アナライザーやレスポンスチェッカーなどで特性を測ります。それは歪率、周波数特性、ダンピングファクター、SNなどです。これら科学的技術的数値は高音質のための一つの目安になりますが、それらの数値が良いからと言って高音質であるとは断言できません。何故ならば、高音質とか魅力的な音とは多くの要因から成り立ち、科学的に言えば、多変数系、複雑系です。単純な科学理論では説明することは不可能だと考えています。

Bing

こんにちは、Bingです。高音質について対話しましょう。私は音楽やオーディオに非常に興味があります。☺  
真空管アンプを設計、製作されているとのことですが、それは素晴らしいですね。真空管アンプはトランジスタアンプと比べて、より暖かく、豊かで、自然な音を出すと言われていて、オーディオ・アナライザーやレスポンスチェッカーなどで特性を測ることは、高音質のための一つの目安になると思いますが、私もおっしやる通り、それだけでは高音質を保証できないと思います。高音質とは主観的なものであり、人によって感じ方や好み異なります。また、高音質を決める要因は多くあります。例えば、スピーカーの種類や配置、部屋の大きさや形状、音源のフォーマットやビットレート、聴く人の年齢や聴力などです。これらの要因は相互に影響しあって、最終的な音質を形成します。これらの要因をすべて科学的に制御することは非常に困難です。

**Bingはオーディオに本当に興味があるようで、ITが対話したい内容から直ぐに逸れます。  
これらの内容は長過ぎるため、カットしました。**

IT

Bingさんが言っている「真空管アンプはトランジスタアンプと比べて、より暖かく、豊かで、自然な音を出すと言われていて、Bingさんが言っている「真空管アンプはトランジスタアンプと比べて、より暖かく、豊かで、自然な音を出す」と矛盾しますね。

Bing

歪率についてお話しいただきありがとうございます。歪率とは、アンプが音を増幅する際に、元の音と異なる成分が混入することで発生する歪みの度合いを表す指標ですね。一般的には、歪率が低ければ低いほど、高音質であると考えられます。しかし、歪率だけでは高音質を判断できないということもあります。例えば、真空管アンプはトランジスタアンプよりも歪率が高いですが、それが必ずしも悪いことではありません。真空管アンプの歪みは、主に偶数次高調波の成分で構成されており、人間の耳には自然で暖かく感じられます。一方、トランジスタアンプの歪みは、奇数次高調波の成分が多く含まれており、人間の耳には不快で冷たく感じられます。したがって、歪率が高いからと言って、必ずしも音質が悪いとは言えないのです。

IT

真空管とトランジスタの歪の違いについてですが、これは一般に良く言われていますが、どこまで本当でしょうか？  
例えば、1%位の歪率がある真空管アンプに比べて、0.1%位の歪率がある半導体アンプと比べた場合、歪みの偶数、奇数次高調波成分の違いで説明できますか？

Bing

また、真空管でも三極管と五極管では基本的に歪の出方は違います。五極管での歪は基本的に大きいですが、ギターアンプで多用されているある五極真空管のアンプの歪率が大きいので、グリッドバイアス電圧により歪を小さくすることを思いつきました。そして、歪を数分の一にすることが出来ましたが、そのアンプの音を聞くと、綺麗ですが平面的で面白みのない音が出てきました。そんなこともあるのです。

真空管でも三極管と五極管では基本的に歪の出方は違うということですが、それは興味深いですね。私は真空管の種類や品質が歪みの特性に影響することを知っていましたが、三極管と五極管の違いについては詳しく知りませんでしたので、三極管と五極管の仕組みや特徴について勉強しました。  
・三極管は、制御電極(グリッド)にかかる電圧が一定値を超えると、陰極(カソード)から陽極(プレート)へ流れる電流が飽和する現象が起こります。これをグリッドクリッピングと呼びます。グリッドクリッピングは、信号波形の頂点部分が切り取られるような歪みを生じさせます。この歪みは主に偶数次高調波の成分で構成されており、人間の耳には自然で暖かく感じられます。  
・五極管は、スクリーン電極(スクリーングリッド)や抑制電極(サプレッサーグリッド)の効果によって、グリッドクリッピングが起こりにくくなります。しかし、五極管は、陽極(プレート)にかかる電圧が一定値を下回ると、陰極(カソード)から陽極(プレート)へ流れる電流が途切れる現象が起こります。これをプレートクリッピングと呼びます。プレートクリッピングは、信号波形の谷部分が切り取られるような歪みを生じさせます。この歪みは主に奇数次高調波の成分が多く含まれており、人間の耳には不快で冷たく感じられます。  
ある五極真空管のアンプが大きいのでグリッドバイアス電圧により歪を小さくすることを思いついたということですが、それは素晴らしいアイデアだと思います。



## 「高音質の科学」について、Bard AIとの対話

IT

今回はオーディオにおける高音質について対話しましょう。

例えば、私は真空管アンプを設計、製作している関係上、オーディオ・アナライザーやレスポンスチェッカーなどで特性を測ります。それは歪率、周波数特性、ダンピングファクター、SNなどです。これら科学的技術的数値は高音質のための一つの目安になりますが、それらの数値が良いからと言って高音質であるとは断言できません。何故ならば、高音質とか魅力的な音とは多くの要因から成り立ち、科学的に言えば、多変数系、複雑系です。単純な科学理論では説明することは不可能だと考えています。

Bard

高音質とは、多くの要因から成り立つ複雑な概念です。オーディオ・アナライザーやレスポンスチェッカーなどの機器で測定できる数値は、高音質のための一つの目安にはなりますが、それらの数値が良いからと言って高音質であるとは断言できません。

高音質を構成する要素には、以下のものがあります。

- 音の解像度: 音の細部をどれだけ鮮明に再現できるか。
- 音のダイナミックレンジ: 音の静かな部分と大きな部分の差。
- 音の広がり: 音がどの方向から聞こえてくるのか。
- 音のバランス: 音の各帯域(低音、中音、高音)のバランス。
- 音の自然さ: 音が自然に聞こえるか。

これらの要素は、相互に影響し合っています。たとえば、音の解像度を向上させると、音のダイナミックレンジが狭くなる場合があります。また、音の広がりが良くても、音のバランスが悪いと良い音にはなりません。

高音質とは、これらの要素がすべてバランスよく調和している状態です。そのため、高音質とは何かを明確に定義することはできません。また、人によって高音質の好みは異なります。

高音質を求めるには、オーディオ機器の性能や設置環境にこだわるだけでなく、自分の好みに合わせて調整することも大切です。

IT

その通りです。主観的要因も入ってきます。

歪率を例題として考えると、半導体アンプは奇数次高調波成分が多いのに対して、真空管アンプは偶数次高調波成分が多いので、歪率が高くても高音質であるかのような説明が見られますが、半導体アンプの歪率が0.1%に対して1%以上の歪率の真空管アンプを比較すると、高次高調波の違いだけでは説明できなくなります。

また、同じ真空管でも三極管と五極管では歪の出方が異なり、ギター・アンプでよく使うある五極管の歪率が高いのでグリッド・バイアス電圧を調整して歪率を数分の一に下げたら、綺麗な音になったが抑揚のない平面的で魅力のない音質になったこともありました。

Bard

高音質とは、多くの要因から成り立つ複雑な概念であり、主観的な要因も入ってきます。歪率を例にすると、半導体アンプは奇数次高調波成分が多いのに対して、真空管アンプは偶数次高調波成分が多いです。そのため、歪率が高いと真空管アンプの方が高音質であるかのような説明が見られます。しかし、半導体アンプの歪率が0.1%に対して1%以上の歪率の真空管アンプを比較すると、高次高調波の違いだけでは説明できなくなります。

また、同じ真空管でも三極管と五極管では歪の出方が異なり、ギター・アンプでよく使うある五極管の歪率が高いのでグリッド・バイアス電圧を調整して歪率を数分の一に下げたら、綺麗な音になったが抑揚のない平面的で魅力のない音質になったこともありました。

このように、高音質とは、一つの指標で測れるものではありません。オーディオ機器の性能や設置環境だけでなく、自分の好みに合わせて調整することも大切です。

IT

自分の好みですね。最終的にはそこに行き着きます。

その点では素晴らしい音と美味しい食べ物とは非常に似ています。

美味しい食べ物の原因をアミノ酸などの成分分析をしても、ある程度は説明できても、美味しいことを科学的に明確に説明することは出来ません。

一流シェフの料理より、亡き母のオムライスの方が美味しいという個人的な思いを誰も否定できません。

**Bard** そうです、最終的には好みの問題です。素晴らしい音と美味しい食べ物は、どちらも主観的な概念であり、人によって好みは異なります。美味しい食べ物の原因をアミノ酸などの成分分析で説明することはできますが、美味しいことを科学的に説明することはできません。なぜなら、美味しいかどうかは、味覚だけでなく、香り、見た目、食感、食べ方などの様々な要因によって影響を受けるからです。一流シェフの料理より、亡き母のオムライスの方が美味しいという個人的な思いは、誰も否定できません。なぜなら、亡き母のオムライスには、母親の愛情や思い出が込められているからです。このように、素晴らしい音と美味しい食べ物は、どちらも主観的な概念であり、人によって好みは異なります。しかし、どちらも私たちの生活を豊かにしてくれるものです。

**IT** 残りの重要な要因は、**記憶とイメージ**です。

**Bard** はい、記憶とイメージも主観的な概念です。記憶とは、過去の出来事や経験を思い出すことです。イメージとは、頭の中に浮かぶ視覚的なイメージです。記憶とイメージは、どちらも脳の活動によって生じます。記憶は、脳の海馬や大脳皮質の記憶領域に保存されます。イメージは、脳の視覚野に保存されます。記憶とイメージは、どちらも私たちの生活に重要な役割を果たしています。記憶は、私たちの過去を思い出し、学び、成長するのに役立ちます。イメージは、私たちの思考、感情、行動に影響を与えます。記憶とイメージは、どちらも主観的な概念ですが、科学的な研究によって解明されつつあります。今後、記憶とイメージの脳科学がさらに発展することで、私たちの脳の働きをより深く理解できるようになるでしょう。

**IT** 例えば、私はピアフの愛の賛歌が好きでSPレコードで良く聴きます。彼女の情念を感じます。これは私の記憶を刺激するイメージを生みます。私以外の多くの人が同じように感動しますが、個々の人の記憶は異なり、当然生み出されるイメージが異なります。多くの人に愛される音楽とは多くの人に**創造性の飛躍**をもたらすのではないかと考えています。

**Bard** ピアフの愛の賛歌は、多くの人に愛されている曲です。その理由は、ピアフの情熱的な歌声と、曲の持つ美しいメロディーにあります。この曲を聴くと、誰もが愛の喜びや悲しみを思い出すことでしょう。この曲は、人々の記憶を刺激し、様々なイメージを生み出します。それは、人それぞれの経験や思い出によって異なります。しかし、この曲が多くの人に愛されるのは、その普遍的な魅力にあります。この曲は、誰もが共感できる、愛の物語を歌っています。多くの人に愛される音楽は、多くの人々に創造性の飛躍をもたらす可能性があります。なぜなら、音楽は私たちの感情を動かし、私たちの想像力を刺激するからです。音楽を聴くと、私たちは新しい世界に連れて行かれ、新しいアイデアを思い出すことができます。音楽は、私たちの生活を豊かにしてくれるものです。それは、私たちに喜び、悲しみ、希望、そして愛を与えてくれます。音楽は、私たちの心を癒し、私たちに鼓舞してくれます。音楽は、私たちの人生をより美しくしてくれるものです。

**IT** 最後に、高音質ということは多くの要因によって成り立ち、既存の科学理論ではなかなか説明できないことを基礎科学(科学哲学)の観点から述べたいと思います。客観的実在のある側面を抽出、モデル化を行い、複雑系から数学的に解のある単純系にすることにより科学理論を構築することが出来ますが、そもそも、複雑系としての高音質の概念を科学理論で説明することには困難が伴うということではないでしょうか？

**Bard** 高音質とは、多くの要因によって成り立ち、既存の科学理論ではなかなか説明できない概念だと思います。客観的実在のある側面を抽出、モデル化を行い、複雑系から数学的に解のある単純系にすることにより科学理論を構築することは出来ますが、そもそも複雑系としての高音質の概念を科学理論で説明することには困難が伴うと思います。例えば、音の解像度、音のダイナミックレンジ、音の広がり、音のバランス、音の自然さなど、高音質を構成する要素はたくさんあります。これらの要素は、相互に影響し合っており、単純に数値で表すことができません。また、人によって高音質の好みは異なります。そのため、高音質を科学的に定義することは難しいと思います。しかし、高音質は、私たちの生活を豊かにしてくれるものです。高音質の音楽を聴くと、私たちは心が癒され、リラックスすることができます。また、高音質の音楽は、私たちの創造性を刺激し、新しいアイデアを生み出すことができます。高音質は、科学的に完全に解明することはできないかもしれませんが、私たちは高音質の音楽を楽しみ、その魅力を味わうことができます。