

論文内容の要旨

論文題目

ワーキングメモリにおけるピッチ情報の保持：音声言語と楽音に関する整合的説明

氏名

田中 章浩

音声言語は、文字言語、ジェスチャーなどと並び、対人コミュニケーションの主要な手段の 1 つである。音声には分節音と韻律が含まれるとされる。分節音とは、音素記号で表されるような分節可能な単位をさし、韻律とは、音の高さ（ピッチ）・大きさ・長さなどの特徴をさす。韻律は、単語の識別、感情伝達、音声の分節化、統語解析などを補助する機能をもつ。韻律に関連した諸特徴のうち、本研究ではピッチが果たす役割の重要性に着目した。ピッチがコミュニケーションにおいて十分に機能するためには、ピッチ情報の短期的保持というプロセスが不可欠であると考えられるが、このプロセスについては、分節音と比べると明らかにされていることは非常に少ない。

また、音声言語と並んで、聴覚を利用した代表的なコミュニケーション手段である音楽においても、ピッチは重要な役割を果たしている。メロディの旋律線の形成、モチーフの認知などの処理には、ピッチ情報の短期的保持が要求される。

言語と音楽には多くの類似点があるので、両者の保持機構も共通していても不思議ではない。もちろん、構造的な共通性は必ずしも認知プロセスの共通性と同型ではないので、両者の保持機構は独立であっても不思議ではない。現実には、両者は別の研究文脈において扱われてきた。多くの場合、言語の保持についての研究は、主に分節音の保持に着目し、音楽の保持についての研究は、主にピッチの保持に着目してきたため、言語と音楽におけるピッチの保持機構の独立性・共通性については、あまり明らかにされていない。

そこで本論文では、二重課題法を用いて、音声言語と楽音のピッチ情報保持に関する 7 つの実験をおこない、得られた結果を共通の枠組みで整合的に説明することを目的とした。情報の保持には、受動的な貯蔵と能動的なリハーサルという 2 つの側面があるが、本論文ではリハーサルを中心に検討した。

第2章では、楽音刺激である歌唱音声を用いて、1) ピッチリハーサルが分節音や視空間情報のリハーサルと独立しているのか、2) ピッチリハーサルはどのような性質をもつのか、以上2点について検討した。第2章でおこなった二重課題実験では、被験者は、一次課題と二次課題の2種類の課題を並行しておこなうことが要求された。一次課題は分節音保持またはピッチ保持を必要とする課題であり、基準刺激と比較刺激との異同判断が要求された。二次課題は分節音処理（構音）、視空間処理（描画）、ピッチ処理（ピッチ生成）のいずれかを伴う妨害課題であり、一次課題の基準刺激の保持期間に並行して実行することが要求された。構音、描画、ピッチ生成の条件下での一次課題成績について、二次課題をおこなわない統制条件を基準として干渉が生じたかどうかを検討した。実験1では構音や描画はピッチ保持に干渉せず、ピッチリハーサルが分節音リハーサルや視空間リハーサルとは独立していることが示唆された。実験2では、発声を伴わないピッチ生成がピッチリハーサルに干渉するとの結果が得られた。これは、分節音のリハーサルにおける構音抑制効果と対応する現象であると考えられ、ピッチリハーサルは聴覚的というより運動的な表象を利用しておこなわれることが明らかとなった。また、実験1および実験2の結果より、分節音の生成（構音）は分節音のリハーサルに、ピッチの生成はピッチのリハーサルに、それぞれ選択的に干渉することから、分節音とピッチのリハーサルの二重乖離が示された。実験3では、リハーサル可能な条件において、長いメロディより短いメロディの記憶成績が高いことが示された。これは、分節音のリハーサルにおける語長効果と対応する現象であると考えられ、分節音と同様に、ピッチリハーサルも系列的に実行されることが示された。以上、第2章では、歌唱音声の保持を一次課題とし、構音、描画、ピッチ生成を二次課題とする二重課題実験により、1) ピッチリハーサルが分節音や視空間情報のリハーサルと独立していること、2) ピッチリハーサルは運動的表象を用いて系列的におこなわれるという性質をもつことが示唆された。

楽音刺激と音声言語刺激のピッチは共通の機構でリハーサルされるのかどうかは明らかではない。そこで第3章では、音声言語刺激として自然音声、LPF 音声（自然音声の韻律に相当する部分を抽出した音声）を用いて、1) 音声言語のピッチもリハーサルされるのか、2) もしされるのならどのような機構でおこなわれるのかという問題について、第2章と同様に二重課題法を用いて検討した。音声言語のピッチのリハーサル機構について、自然音声刺激、LPF 音声刺激、加えて比較対象として楽音刺激を保持刺激に用い、一次課題である保持課題に対して、二次課題に含まれる構音成分、感覚入力成分、ピッチ変化成分がそれぞれ干渉するかどうかを検討した。その結果、感覚入力成分はピッチ保持と干渉せず、貯蔵以外に能動的なリハーサルが存在する可能性が示唆された（実験4）。また、構音成分

は楽音・LPF 音声のピッチ保持に干渉しなかったことから、音声言語のピッチリハーサルは分節音リハーサルと独立していることが示唆された（実験 4）。ただし、構音成分は自然音声全体の保持には干渉した（実験 4, 6）。この点について、教示を操作した実験をおこなったところ、自然音声のピッチのみを保持する場合には、構音成分は保持に干渉しなかった（実験 5）。これらの結果は、自然音声のピッチも LPF 音声や楽音と同様に、分節音とは独立した機構でリハーサルされるが、日常場面の多くのように、音声全体をリハーサルする場合、分節音リハーサルとピッチリハーサルは協調して実行されるため、どちらか一方のみを阻害することはできないと解釈できた。また、二次課題に構音成分に加えて言語的なピッチ変化成分をさらに付与したところ、LPF 音声のみならず楽音のピッチ保持とも干渉し、音声言語と楽音のピッチリハーサルが共通している可能性が示唆された（実験 6）。

第 2 章では歌唱音声、第 3 章では外国語音声を用いた検討をおこなったが、母語音声の保持も歌唱音声や外国語音声と共通しているのであろうか。日本語音声のピッチ変化のうち、語彙的韻律であるピッチアクセントは、単語の識別に利用されるという点で、特別な機能をもつ。したがって、語彙的韻律は他の韻律とは異なった処理を受ける可能性がある。そこで第 4 章では、1) 母語音声のピッチも歌唱音声や外国語音声と同様にリハーサルされるのか、また、2) 語彙的韻律は音韻的機能をもつ特別の表象として、それ以外のピッチ変化パターンとは異なったストアに貯蔵されるのか、そして、3) 被験者の言語経験によって母語音声のピッチ保持は異なるのか、という問題について、二重課題法を用いて検討した（実験 7）。その結果、母語音声全体を保持するとき、母方言話者では、語彙的韻律である東京アクセントの保持に対して構音成分による干渉が生じ、歌唱音声や外国語音声と同様に、母語音声の語彙的韻律もリハーサルされることが示唆された。また、母方言話者では、東京アクセント課題のピッチ保持に対しては東京アクセント構音条件が、人工アクセント課題のピッチ保持に対しては人工アクセント構音条件が、それぞれ選択的に干渉した。一方で非母方言話者では、ピッチ変化成分が東京アクセントであれ人工アクセントであれ、ピッチ保持への干渉には差がなかった。この結果は、母方言話者では東京アクセントと人工アクセントが異なったストアで貯蔵されていること、非母方言話者では東京アクセントは人工アクセントと区別されず、共通のストアで貯蔵されていることを示唆している。

第 5 章では、第 2 章から第 4 章で得られた実験結果を踏まえて、ピッチ情報の短期的保持について、音声言語と楽音の保持を統一的に説明できるようなワーキングメモリモデルを提唱した。本モデルの主要な仮定は以下のとおりである。1) 分節音のリハーサルとは独立に、ピッチのリハーサル機構が存在する、2) 音声言語と楽音のピッチリハーサルは同じ機構でおこなわれる、3) ピッチリハーサルは運動表象を用いて系列的に実行される、4) 分節音とピッチのリハーサルのタイミングを同期させるメカニズムが存在する、5) 母方言話者では東京アクセントが音韻ストアで貯蔵される、6) 非母方言話者では東京アクセントは人工アクセントと区別されない。

本モデルでは、1) 従来別文脈で研究がおこなわれてきた楽音や歌唱音声などの音楽的刺

激と母語音声や外国語音声などの言語的刺激の短期的保持について、ピッチ情報のリハーサルを軸に、ワーキングメモリの枠組みから単一のモデルで包括的に説明可能としたこと、2) ピッチリハーサルという処理の「性質」(運動表象の関与, 系列性)を明確にしたこと、そして、3) 言語経験によるアクセントの音韻表象の利用可能性の違い(母方言話者と非母方言話者)について明確にしたこと、以上3点において新規かつ重要な提案をおこなった。また、本モデルは、本研究および関連する先行研究で得られた実験結果を統合的に説明することができた。

最後に、聴覚情報処理において、どのような認知処理にワーキングメモリが用いられるのか、教育や医療などの場面にどのような応用可能性をもつのかといった側面から、本モデルの意義について議論し、今後の研究の方向性を示した。