

京都大学	博士（人間・環境学）	氏名	塩見 泰子
論文題目	記憶におけるサバイバル効果の基盤となる神経メカニズムとその加齢変化		
（論文内容の要旨） 記憶におけるサバイバル効果（SME）とは、身の危険を感じるようなサバイバル状況を想像して記録された記憶は、情動判断や意味判断などの他のストラテジーを介して記録された記憶と比較して、より大きな記憶の促進効果が認められる現象のことである。従来の心理学的研究では、SMEは単語や画像などのさまざまなドメインにおいて一貫して認められてきており、その効果に対して適応的な観点から説明が加えられてきた。しかし、SMEの基盤となる神経メカニズムについてはこれまでにほとんど理解が進んでいなかった。また、SMEは加齢によって変化することも心理学的研究から報告されているが、SMEの加齢変化がどのような神経メカニズムの変化によって生じているのかについても、明らかになっていなかった。本論文では、SMEがどのような神経メカニズムを基盤としており、それが加齢によってどのように変化するのかについて、機能的磁気共鳴画像（fMRI）法を用いた2つの研究から検証された。 第1章では、SMEに関して報告している実験心理学的研究の知見がまとめられた後で、サバイバル状況の想像に重要な「将来の状況の想像」の基盤となる神経メカニズムとして、デフォルトモードネットワーク（DMN）の役割が整理された。DMNは、大きく分けてCOREシステム、内側側頭葉（MTL）サブシステム、背内側前頭前皮質（dmPFC）サブシステムの、3つのサブシステムに分類されており、それぞれ自己参照、自伝的記憶、意味的精緻化などの過程と関連することが示唆されている。これらのシステムはそれぞれ異なる役割を有しながら、お互いに関連して将来に起こりうる状況を想像することに寄与しており、加齢によって特にMTLサブシステムの役割が変化することが指摘された。また、サバイバル状況の想像には情動とその制御メカニズムが関与することが、先行研究の知見から整理され、情動システムである扁桃体や島皮質の役割や、制御システムである腹外側前頭前皮質やdmPFCの役割が述べられた。また、これらのメカニズムは、サバイバル状況を自己視点と他者視点のどちらで想像するのかによって変化することも述べられた。その上で、これらの先行研究の知見を基にした仮説が明示された。 第2章では、健常若年成人と健常高齢者を対象として、SMEの基盤となる神経メカニズムとその加齢変化についてのfMRI研究が報告された。この研究では、実験参加者は記憶課題と想起課題に参加し、記憶課題を実施している際の神経活動が計測された。記憶課題では、実験参加者は日常物品の画像が1枚ずつ提示され、その画像に示されている物品が、大地震に関するサバイバル状況においてどのような目的で使用されうるのかについて判断するように求められた。記憶課題の翌日に実施された想起課題では、実験参加者は記			

銘課題で提示された物品画像を再認するように求められた。その結果、サバイバル状況の想像に関する単変量解析では、DMNのCOREシステムとdmPFCサブシステムの賦活は、若年群と高齢群で共通に、コントロール条件と比較してサバイバル状況の想像に関して有意な賦活を示すことが認められ、高齢群でのみMTLサブシステムにおいても有意な賦活が認められた。多変量パターン解析（MVPA）では、若年群と高齢群の両方で、COREシステムにおける賦活パターンによって、サバイバル状況の想像における自己関連と他者関連の情報や、想像する未来のシーンの鮮明度の情報が表象されており、シーンの鮮明度の情報は、dmPFCサブシステムにおける賦活パターンによっても有意に表象されることが示された。高齢群では、MTLサブシステムにおける賦活パターンによっても、自己関連と他者関連の情報やシーンの鮮明度の情報が表象されていることが同定された。機能的結合性解析では、若年群におけるSMEの個人差は、記銘の成功に関連する海馬とdmPFCサブシステムに含まれる腹外側前頭前皮質の間の相互作用メカニズムによって説明される一方で、高齢群では同様の相互作用メカニズムは同定されなかった。

第3章では、SMEの基盤となる神経メカニズムが、自己視点と他者視点でどのように異なるのかについて、健常若年成人を対象としたfMRI研究から報告された。この研究においても、実験参加者は記銘課題と想起課題に参加し、記銘課題を実施している際の神経活動が計測された。記銘課題では、実験参加者は第2章の研究と同様に物品画像が提示され、それぞれの画像がサバイバル状況でどの程度有用であるのかについて、自己に関連するサバイバル状況（自己視点）と他者に関連するサバイバル状況（他者視点）で想像するように求められた。記銘課題の後の想起課題では、実験参加者は記銘課題で提示された物品画像を再認するように求められた。その結果、サバイバル状況の想像に関する単変量解析では、島皮質、前部帯状皮質、腹外側前頭前皮質、dmPFCにおいて有意な賦活が認められた。MVPAでは、扁桃体、腹外側前頭前皮質、dmPFCの賦活パターンによって、自己視点でのサバイバル状況の想像が表象されていたのに対して、他者視点でのサバイバル状況の想像は、これらの領域に加えて島皮質や前部帯状皮質の賦活パターンによって有意に表象されていたことが示された。機能的結合性解析では、自己視点でのSMEに関して腹外側前頭前皮質やdmPFCと海馬との間にそれぞれ有意な機能的結合が認められ、他者視点のSMEに関して腹外側前頭前皮質、島皮質、前部帯状皮質と海馬との間に、それぞれ有意な機能的結合が認められた。

第4章では、第2章と第3章の知見を総合的に考察した上で、サバイバル状況の想像とそれに伴うSMEの基盤となる神経メカニズムが、加齢や視点の違いによってどのように変化するのかについてのモデルが提唱された。また、本論文で検証された研究の限界点や今後の展開が考察された。

第5章では、本論文全体の内容をまとめた上で、最終的な結論が述べられた。

(論文審査の結果の要旨)

本学位論文は、身の危険を感じるようなサバイバル状況を想像して記録された記憶の促進（SME：サバイバル効果）の基盤となる神経メカニズムが、加齢によってどのように変化するか、想像するサバイバル状況が自己と他者の視点の違いによってSMEの基盤となる神経メカニズムがどのように変化するかについて、機能的磁気共鳴画像（fMRI）を用いた2つの研究から検証するものであった。従来のSMEに関する心理学的研究では、その効果は多くの研究において一貫して認められていたが、「なぜSMEが生じるのか」については適応的な観点でのみ説明されており、それがどのような神経メカニズムを基盤としているのかについては、明らかにされていなかった。また、SMEの加齢変化についての心理学的研究については多くの報告があるものの、SMEの加齢変化がどのような神経メカニズムの変化によって生じているのかについても、これまでに解明されていなかった。本学位論文では、従来の研究では未解決だったSMEとその加齢変化がどのような脳の変化を基盤としているのかについて、オリジナルに開発された実験パラダイムによって検証が行われた。本学位論文で明らかにされたことは、主に以下の2点である。

第一に、健常若年成人と健常高齢者を対象としたfMRI研究において、サバイバル状況の想像に関連して脳内のデフォルトモードネットワーク（DMN）のCOREシステムと背内側前頭前皮質（dmPFC）サブシステムが共通に関与しており、さらに高齢群では、DMNの内側側頭葉（MTL）サブシステムも補足的に関与していることが認められた。また、若年群におけるSMEの個人差には、海馬とdmPFCサブシステムの一部である腹外側前頭前皮質の間の相互作用メカニズムが重要な役割を果たしていた一方で、高齢群では同様の相互作用メカニズムは認められなかった。これらの結果から、サバイバル状況を想像する場合の戦略は加齢によって変化し、若年群では意味的精緻化に基づいた記録戦略が用いられている一方で、高齢群では個人の経験に基づく記録戦略が用いられており、このような記録戦略の違いが、SMEの加齢変化の原因となっていることが示唆された。

第二に、健常若年成人を対象としたfMRI研究において、自己と関連づけたサバイバル状況を想像する場合と、他者と関連づけたサバイバル状況を想像する場合で共通に、扁桃体、腹外側前頭前皮質、dmPFCの関与が示され、さらに他者視点では島皮質や前部帯状皮質が追加的に関与していることが示された。また、自己と他者の両視点におけるSMEには、海馬と腹外側前頭前皮質の間の機能的結合が共通して関与しており、さらに自己視点でのSMEにはdmPFCと海馬の間の機能的結合が、他者視点でのSMEには島皮質やACCと海馬の間の機能的結合が関与していることも認められた。これらの結果から、サバイバル状況の想像を介した記憶の記録における島皮質、前部帯

状皮質、扁桃体、腹外側前頭前皮質、dmPFCの役割は、サバイバル状況を自己視点と他者視点のどちらで想像するのかによって変化し、これらの領域と海馬の間の機能的結合が自己視点と他者視点とで異なることによって、それぞれの視点におけるSMEの基盤となる神経メカニズムも変化することが示唆された。

学位申請者は、以上の研究結果と先行研究の知見を踏まえ、サバイバル状況の想像にはDMN、島皮質、前部帯状皮質、扁桃体が関与し、意味処理に関わる腹外側前頭前皮質と海馬の間の相互作用メカニズムをコアとして、自己視点のSMEにはdmPFCが関与する自己の感情の内的状態のモニタリングが、他者視点のSMEには島皮質や前部帯状皮質が関与する感情やそれに伴う内受容感覚の処理が追加的に関与する、というモデルを提唱した。また、高齢者においてSMEが低下することの背景として、コアとなる腹外側前頭前皮質と海馬の間の相互作用メカニズムが加齢によって減弱することが関与することを提唱した。ヒト記憶におけるSMEに関する従来の研究では、このようなSMEとその加齢変化の基盤となる神経メカニズムについては解明されておらず、そのような未知のテーマに対して迫る学位申請者の一連の研究は、新規性が高く難しいテーマを、独創的なパラダイムで証明している点で高く評価できる。さらに、本学位論文の中で示されているSMEに関する基礎研究の知見は、「どのような情報の伝え方をすればサバイバル状況を自分ごととして認識できるのか」という定性的な問題に対して、脳研究の観点から定量的な解を与えており、「ヒトの防災行動の理解」の観点から社会的意義が高い研究であることも、本学位論文が高く評価される点である。

しかし、本論文にはいくつかの未解決の問題が残されている。たとえば、本論文で扱われている2つの研究に共通するサバイバル状況の設定として、「地震」による災害が取り扱われていたが、サバイバル状況を誘発する災害や事故には他にも多くの種類があり、本論文で検証されているSMEの神経メカニズムが、他のサバイバル状況にも一般化できるのかについては不明である。また、本論文の中で対象とした実験参加者は、現実場面でサバイバルに関わるような大地震の被災経験は有しておらず、実際の経験を有する人を対象とした場合に同様の効果が認められるのかについても未解決である。今後は、本論文で扱ったSMEの基礎研究をさらに進めるのと同時に、実社会との関わりの中で、より広いテーマへと本研究を発展させていくことが期待される。

以上のことから、本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和8年1月27日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

なお本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公表可能日： 令和 年 月 日以降