

# 随伴性学習とワーキングメモリの関係性

14002PAM 北原 稔也

## 問題と目的

我々が日々を過ごしている外部環境は多くの情報に囲まれている。この多くの情報の中から規則性を見つけ出し、自身の行動に適用することはヒトの重要な能力である。このような規則性には、反応を引き起こす手がかりとなる刺激が存在することがある。2つの事象間において、ある事象が生じた時だけに別の事象が生じる関係を随伴性という。Schmidt (2012)は随伴性の学習を、刺激と反応の統計的な関係性の学習としている。

Schmidt et al. (2007)は改変したストループ課題を用いて随伴性学習を検討した。実験は色に対して中立な4つの単語(例: MOVE)を4色に着色して呈示し、実験参加者の課題はインク色の判断であった。各単語は特定の色で呈示される確率が高く、呈示頻度が高い色を高随伴性条件、低い色を低随伴性条件とした。実験の結果、高随伴性条件における課題遂行成績が向上した(随伴性効果)。これは実験参加者が単語と呈示頻度が高い色への反応との随伴性を学習した結果である。Schmidt et al. (2010)は随伴性学習に数字の記憶課題を加え、随伴性学習が記憶の処理資源を用いていることを示した。これらの知見から、Schmidt (2013)は随伴性学習のモデルである Parallel Episodic Processing(PEP)モデルを提唱した。PEPモデルではエピソードノードと呼ばれるノードを想定し、反応と結びついた単語の情報が貯蔵、検索される結果、随伴性学習が生じるとしている。

本研究は Baddeley (1986, 2000)のワーキングメモリの Multi-Component(MC)モデルを基に、PEPモデルの拡張を目的とした。MCモデルでは言語情報は音韻ループ(PL)が、非言語情報は視空間スケッチパッド(VSSP)が処理や保持を行うとしている。PLとVSSPにおいて処

理資源は独立していることを示した知見(Vogel et al., 2001)に基づき、随伴性学習及び記憶課題に言語刺激、非言語刺激を用いることで、随伴性学習におけるワーキングメモリの関与を検討した。実験1では言語刺激を用いた随伴性効果と高随伴性条件の呈示頻度(随伴性頻度)が随伴性効果に及ぼす影響を検討した。実験2では非言語刺激を用いた随伴性効果を検討した。実験3では言語刺激の随伴性効果に言語刺激の記憶負荷が及ぼす影響、実験4では言語刺激の随伴性効果に非言語刺激の記憶負荷が及ぼす影響を検討した。随伴性学習にワーキングメモリが関与し、エピソードノードの処理資源がPLとVSSPで独立している場合、PLが随伴性学習、VSSPが記憶負荷を担う実験4において、記憶負荷は随伴性効果に影響しないと予想した。

## 方法

**要因計画** 実験1: 随伴性頻度(参加者間 3; 37.5%条件, 50.0%条件, 62.5%条件)×ブロック(4; 1, 2, 3, 4)×随伴性(2; 高随伴性, 低随伴性)。3要因混合計画。実験2: ブロック(4; 1, 2, 3, 4)×随伴性(2; 高随伴性, 低随伴性)。2要因参加者内計画。実験3・4: 記憶負荷(参加者間 2; 低負荷, 高負荷)×ブロック(2; 1, 2)×随伴性(2; 高随伴性, 低随伴性)。3要因混合計画。**実験参加者**: 大学生及び大学院生。実験1: 48名( $M = 20.17$ ,  $SD = 1.46$ )。実験2: 16名( $M = 18.69$ ,  $SD = 0.92$ )。実験3: 32名( $M = 19.94$ ,  $SD = 0.90$ )。実験4: 32名( $M = 20.75$ ,  $SD = 1.56$ )。**刺激** 実験1: 縦書きの単語4種(ボタン, バイク, ハサミ, ウチワ)。実験2: Vanderplas & Garvin (1959)による無意味図形4種。実験1, 2共に刺激を4色(青, 緑, 黄, 赤)に着色し、画面中央に呈示。実験3・4: 実験1の単語に加え、実験3ではランダムに生成した2桁または5桁の数字。実験4では1つまたは3つの図形(Brown & Marsh, 2009)。

**手続き** 実験 1・2: 各試行は、チャイム音と凝視点(“+”)が 500 ms 呈示後、刺激(実験 1: 単語; 実験 2: 図形)が 250 ms 呈示。実験参加者はキーボードのキーを押し、刺激のインク色をできるだけ速く、正確に判断した。反応後または 1200 ms のブランク後、1500 ms のブランクを経て次の試行を開始。刺激と高随伴性色の組合せは参加者間でカウンターバランス。実験 1 のみキー配置とインク色の組合せをカウンターバランス。実験 3・4: チャイム音と凝視点(“+”)が 500 ms 呈示。その後、実験 3 の場合は数字(低負荷: 2 桁; 高負荷: 5 桁)が、実験 4 の場合は図形(低負荷: 1 つ; 高負荷: 3 つ)が 2000 ms 呈示され、実験参加者は数字(図形)を記憶。250 ms のブランクを経て、単語刺激が実験参加者の色判断の反応があるまで呈示。500 ms のブランクを経て、再び数字(図形)が呈示され、実験参加者は記憶した数字(図形)との異同を判断。各単語刺激に対する数字(図形)の異同は均等。全ての実験において、実験参加者が誤反応した場合、ブザー音(2000 Hz, 500 ms)にて警告。

### 結果と考察

**実験 1** 正答に要した反応時間を用いて要因計画に従った分散分析を行った。その結果、随伴性頻度と随伴性の交互作用がみられ、50.0%条件、62.5%条件において随伴性効果がみられた(図 1 上部)。Schmidt et al. (2007)と同様に、言語刺激における随伴性効果がみられた。また、50.0%条件と 62.5%条件の随伴性効果を比較したところ、有意な差はみられなかった。この結果から随伴性頻度は随伴性効果に影響を及ぼさないことが示された。

**実験 2** 実験 1 と同様に分散分析を行った結果、随伴性の主効果のみがみられ、随伴性効果が観察された(図 1 上部)。この結果は非言語刺激でも随伴性学習が可能であることを示し、PEP モデルのエピソードノードに非言語刺激も貯蔵、検索されることを示している。

**実験 3** 正答に要した反応時間を用いて要因計画に従った分散分析を行った。その結果、記憶負荷と随伴性の交互作用がみられ、単純主効果の検定の結果、低負荷条件においてのみ随伴

性効果がみられた(図 1 下部)。Schmidt et al. (2010)と同様に、言語刺激の記憶負荷は言語刺激の随伴性学習に影響を及ぼすことが示された。

**実験 4** 記憶課題の誤答率が 30%以上の 1 名を除外し、実験 3 と同様に分散分析を行った。その結果、随伴性の主効果がみられ、随伴性効果が観察された。重要なことに、記憶負荷と随伴性の交互作用がみられなかった(図 1 下部)。これは非言語刺激の記憶負荷は言語刺激の随伴性学習に影響を及ぼさないことを示している。

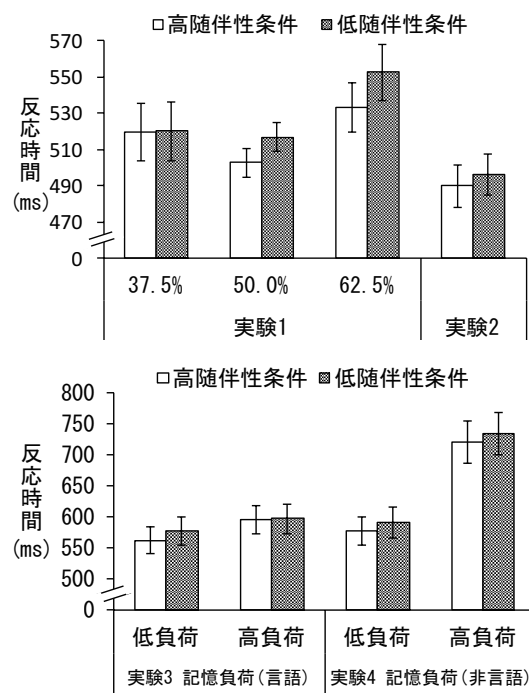


図 1 各実験の条件ごとの反応時間。

注) エラーバーは標準誤差。

### 総合考察

本研究の目的は随伴性学習におけるワーキングメモリの関与を検討し、MC モデルを基に PEP モデルを拡張することであった。実験の結果、エピソードノードには言語、非言語情報の両方が貯蔵されることが示された(実験 1・2)。また、言語刺激の随伴性学習に対し、記憶負荷は言語刺激の場合は影響し(実験 3)、非言語刺激の場合は影響しないことが示された(実験 4)。これはエピソードノードの処理資源が PL と VSSP とで独立していることを示唆し、随伴性学習におけるワーキングメモリの関与が示唆された。今後も PEP モデルに基づき、随伴性の学習過程をさらに検討する必要があるだろう。