



ゲームを題材とした認知的廃用性萎縮の理論的・実験的検討とその社会化

名古屋大学 情報科学研究科

教授 三輪 和久

本プロジェクトは、過剰利便性の副作用としての対応能力の退化を、人間機械系における過剰支援に伴う「認知的廃用性萎縮」と捉え、ゲームを題材として、その顕在化プロセスの解明と、そこからの回復手法の提案を行うことを目的とした。

現代社会は、あらゆる種類の支援システムに支えられている。コンピュータによる作業支援は、作業遂行能力を向上させる一方で、過剰利便性の副作用が起す課題を意識することも少なくはない。本研究では、過剰利便性の副作用としての課題遂行能力の退化を、人間機械系における過剰支援に伴う「認知的廃用性萎縮」と捉える。「廃用性萎縮」とは、長期にわたる身体動作支援において、特定の身体的機能を使わないことにより、筋肉等の機能が縮退する現象を指す。本報告で議論する過剰利便性の副作用の問題は、これらの萎縮が、身体的機能に限らず、認知的機能においても生じる可能性があることを意味する。

1. 実験環境の実現

本研究では、実験課題として、「オセロ」を取り上げた。同課題を用いた実験的研究を遂行するために、実験環境を開発・実装した。まず、オセロの推論エンジンとして公開されているオープンソフトウェアのEdaxを用いて、パートナーエージェント(PA)、対戦相手エージェント(OA)を実装した。ゲーマー(ゲーム従事者)は、PAの支援を受けながら、OAと対戦する。

本実験環境は、「支援提供機能」を実装し、PAからの支援のレベル(LOS: Level of Support)を自由に調整可能である。最大のLOSでは次の最良の一手を、そこからLOSを下げると複数の候補手を教示するようになり、最小のLOSでは支援なしの状態になる。

平成26年度には、この支援提供機能を有した実験システムが実装された。さらに、平成27年度には、「盤面表示操作機能」を加えた拡張版の実験支援システムが実装された。盤面表示操作機能とは、盤面上の石を通常の黒石、および白石から、異なる表現に変更する機能である。

これらの研究成果を、論文[3]にて公開した。

2. 実験研究

認知的廃用性萎縮の発生は、長期にわたる支援の継続に伴う学習の停滞による認知機能の退化と考えることができる。この観点から、課題遂行支援と、学習の停滞との関係を、認知負荷理論の立場から検討した。

ワーキングメモリに対する負荷は、認知負荷(Cognitive Load)と呼ばれる。認知負荷理論では、認知負荷を課題内在性負荷・課題外在性負荷・学習関連負荷の3種類に分類する。課題内在性負荷は、課題遂行に関連する負荷である。課題外在性負荷は、学習とは関連しない処理を与える負荷である。学習関連負荷は、スキーマ構築など学習と関連する負荷である。学習支援システムの効果検証のためには、3種類の認知負荷を個別に操作し、測定することが必要である。

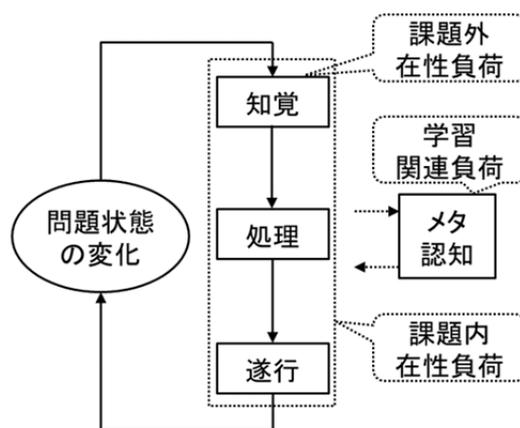


図 問題解決モデル

本研究では、問題解決モデルを仮定し、3種類の認知負荷と認知プロセスとの関係について検討を行う。図は、オセロ課題を解く参加者の問題解決モデルを表す。最初に、「知覚プロセス」において、参加者は問題状態を認識する。続いて、参加者は次に石をどこに置くべきか決定

する「処理プロセス」に移る。次の「遂行プロセス」では、処理プロセスにおいて決定された場所へ、実際に石を置く。参加者が石を置くと、それに続いて対戦相手の石も置かれ、問題状態が変化し、再び次の知覚プロセスへと移行する。この一連のプロセスに対して、各プロセスをモニターするなどして、効果的な戦略の立案などを行う「メタ認知プロセス」が関与する。

問題解決モデルにおいて、認知プロセスと3種類の認知負荷は以下の関係になると仮定する。課題外在性負荷は、本実験の状況においては、知覚プロセスに、課題内在性負荷は、知覚プロセスから遂行プロセスまでの一連のプロセスに、学習関連負荷は、メタ認知プロセスに、それぞれ生じる。

本実験では、評価指標として、対戦相手が石を置いてから参加者が自分の石を置くまでの時間を用いる。この時間は、参加者の内的プロセスに生じた認知負荷の大きさを反映する指標であると考えられる。

本実験では、1.で示した実験環境を用いて3種類の認知負荷を操作する。課題外在性負荷は、盤面表示により操作する。「白」と「黒」を用いた盤面により、課題状況を理解するための知覚プロセスにおいて、認知負荷が増すと考えられる。すなわち、盤面要因により、課題外在性負荷を操作する。課題内在性負荷は、最善手を提示することで、知覚から処理までのプロセスの負荷が軽減されると考えられる。すなわち、ヘルプ要因によって、課題内在性負荷を操作する。学習関連負荷は、参加者への教示により操作する。具体的には、「この目的は、どうしたら相手に勝てるかの「作戦」を発見することである。後でアンケートを行う」という教示を行うことによって、参加者のメタ認知プロセスの負荷を増大させる。すなわち、教示要因によって学習関連負荷を操作する。

以上に基づき、3種類の認知負荷の操作について、以下が予測される。

- 予測 1: 学習関連負荷に関連する教示要因に関して、前述の教示を行うことで、オセロの作戦を発見しようとするメタ認知プロセスが活性化するため、1手あたりの平均時間が増加すると考えられる。ゆえに、教示要因の主効果が確認されると予想できる。
- 予測 2: 課題内在性負荷に関連するヘルプ要因に関して、最善手を提示することで知覚・処理・遂行の各プロセスの負荷が軽減される。そのためヘルプ要因の主効果が確認できると予想できる。
- 予測 3: 課題外在性負荷に関連する白黒盤面を使用することで、知覚プロセスに負荷が増加すると考えられる。しかし、ヘルプ情報がある場合は、ヘルプにより知覚プロセスにおける負荷が軽減されており、認知負荷の増加は小さい。よって、ヘルプなしの場合にこのみ

盤面要因の効果が観察されると考えられる。すなわち、盤面要因とヘルプ要因の交互作用が有意となり、ヘルプなし水準における盤面要因の単純主効果が確認できると予測できる。

2つの実験を通して、予測1~3を確認することができ、3種類の認知負荷と、問題解決モデルの各プロセスとの関係が明らかになったと考える。今後は、学習フェーズの前後にプレ、ポストテストを行う実験を予定しており、この3種の認知負荷と、学習効果との関連を議論する。

これらの研究成果を、論文[4]、および[5]にて公開した。

3. レビュー研究

広範なレビューに基づき、教育心理学の領域で確立されてきた「達成目標理論」、および学習科学の領域で確立されてきた「認知負荷理論」に基づき、廃用性萎縮の背後にある人間の心理学的特性を明らかにした。

これらの研究成果を、論文[1]、および[2]にて公開した。

発表論文

- [1] Miwa, K., & Terai, H. (2014). Theoretical Investigation on Disuse Atrophy Resulting from Computer Support for Cognitive Tasks. Lecture Notes in Artificial Intelligence, 8532 (HCII 2014), 244-254.
- [2] 三輪和吹・寺井仁・松室美紀・前東晃礼 (2014) 学習支援の提供と保留のジレンマ解消問題 教育心理学研究, 62, pp. 156-167.
- [3] Miwa, K., Kojima, A., & Terai, H. (2014). Stoic Behavior Hypothesis in Hint Seeking and Development of Reversi Learning Environment as Work Bench for Investigation. Proceedings of International Conference on Educational Technologies 2014 (ICEduTech 2014), 241-244.
- [4] Miwa, K., Kojima, A., & Terai, H. (2015). An Experimental Investigation on Learning Activities Inhibition Hypothesis in Cognitive Disuse Atrophy. Proceedings of the Seventh International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications (Cognitive 2015), 66-71.
- [5] Miwa, K., Kojima, K., Terai, H., & Mizuno, Y. (2016). Measuring Cognitive Loads Based on the Mental Chronometry Paradigm. In Proceedings of the Eighth International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications (Cognitive 2016), pp. 38-41.