別表５
⑶

主　論　文　要　旨

No.1

報告番号	甲　乙　第　　号	氏　名	時田　真美乃

主 論 文 題 名：
認知的負荷のある再帰的な推論とその効果的な学習についての研究

（内容の要旨）

本論文は，再帰的な推論において，その特性と認知的負荷との関係性，また認知的負荷が高い場合に，どのように工夫することで学習しやすくなるかについて，理論的に考察し，心理学的な実験に基づいて検証したものである．本論文で取り扱う再帰的な推論は，「A は「B が「C は X であると思う」と思う」と思う」のような入れ子の構造を持つものであり，「あるものがそれ自身で構成されることを認識した上で操作を伴う推論」と定義した．他者信念の推論と，数学的な推論を対象とし，目的は次の 2 つとした．（目的 1）成人において再帰的な推論が使用されやすい状況の特徴と限界を明らかにする．（目的 2）認知的負荷がある課題や適切に推論が使用されにくい状況で，学習者が理解しやすい工夫をし，その効果を明らかにする．

第 1 章では，本論文の研究背景とその目的について述べた．次の第 2 章から第 4 章では，（目的 1）に関連する 3 つの研究結果を述べ，第 5 章と第 6 章では，（目的 2）に関連する 2 つの研究結果を述べ，最後の第 7 章では，総合考察を述べた．

第 2 章の研究 1 では，他者信念の推論と志向性について検証した．論理的な構造が同じでありながら，社会的状況がある条件とない条件の課題を，Monty Hall 問題を変形して作成し，回答率を比較する実験を行った．その結果，社会的状況がある場合のみに，他者信念の推論が使用されるということが確認された．また，社会的状況がある場合について，志向性のレベルを 2 次，3 次，4 次，5 次と高次にした場合に対応する課題も作成し，回答率の違いを確認する実験も行った．その結果，3 次までは半数以上が他者信念の推論を使用した場合の正答であったが，4 次になると，他者信念の推論の使用が最も多いものの減少し，5 次になると，課題における文脈の参加者の最終選択に影響を受けていることが示唆される回答傾向が見られた．これらの結果から，他者信念の推論の使用されやすさは，まず，社会的状況が契機として必要で，さらに志向性のレベルは 3 次や 4 次までが関係していることが確認された．

第 3 章では，研究 1 で実験できなかった，複数の志向性のレベルで解釈可能な他者信念を推測する課題を用いた実験を，研究 2 として検証した． 3 次信念と 4 次信念のいずれの解も持つ課題を indian poker を変形して作成し，回答傾向を確認する実験をした．

主　論　文　要　旨

その結果，3 次信念の推論が最も使用が多いことが確認された．先行研究や研究 1 から，4 次信念の推論が困難なわけではないことを考えると，どちらも解釈可能であった場合に，3 次信念の推論をすることの方が人にとって自然である可能性が示唆された．

第 4 章では，他者の信念の推論と数学的な推論の両方を対象とし．数学的な推論と他者の信念の推論に，ワーキングメモリを介した共通性があるかを，研究 3 として検証した．数学的な推論については，大学初年次の情報学の学習単元にあるプログラミングの多重ループを使用した．この課題と他者信念の推論を使用する課題を用いて，回答率とワーキングメモリ容量の関連性を確認する実験を行った．その結果，数学的な推論課題は次数が高くなるほどワーキングメモリと関連性があることが示唆され，他者信念の課題は，4 次の志向性ではワーキングメモリとの関連が見られたが，3 次の志向性では一貫した傾向は見られないことがわかった．また，ワーキングメモリ容量の高群と低群に分類したところ，高群は 4 次の志向性で相関があることが示された．この結果は，4 次信念の推論は，直感型推論ではなく，熟考型推論なので，ワーキングメモリを介した認知的負荷がかかり，そのためワーキングメモリ容量が大きい人ほど認知的負荷が少なくなり，正答したと考察された．

これらの研究 1‐ 3 の結果から，（目的１）に対して，他者信念における再帰的な推論が使用されやすい状況の特徴に，社会的状況が契機として存在すること，ただし，その契機があっても 4 次以降は必ずしも使用されないという限界があること，また 4 次以降について数学的推論とワーキングメモリを介してと相関があることが示された．

第 5 章の研究 4 では，数学的な推論としてプログラミングの多重ループ学習を対象とし，通常の視覚的な教示だけではなく，聴覚を使用する教示を行うことが学習効果を生むかを検証した．数学的な推論は 3 次以下でも熟考型推論であり，認知的負荷への工夫が学習の理解を向上させることを前提とした．その結果，多重ループが 2 次，3 次の場合に，聴覚の教示も行う方が，視覚だけの教示と比較して，テストの正答率が高くなることが示された．認知負荷理論では，視覚と聴覚を利用して学習効果を生むモダリティ効果は，学習課題そのものが含有する内在負荷への適用には示されていなかった．研究 4 の結果から，数学的な再帰的な推論である多重ループ学習に，モダリティ効果を適用できることが示された．

第 6 章の研究 5 では，他者信念の推論を対象とし，直感型推論であっても，その推論が発動する契機がなければ，それは認知的負荷の高い環境下での推論になる，と考察した上で，その効果的な学習との関わりを検証した．非同期分散のグループワークの学習環境を，社会的状況だと認識されにくい状況の事例とした．また，グループワークでは，

主　論　文　要　旨

お互いの意見や進行についてコメントする「調整活動」が，学習活動の成功に重要であるとされている．「調整活動」には，他者信念の推論が必要になることを前提し，認知的負荷が高い環境下では，多くの人が直感型推論を使用するような一般的な傾向は見られず，個人差が関係すると考えた．その上で，研究 5 では，オンラインのグループワークにおいて，他者信念の推論の使用に個人差があるか，調整活動の頻度とパーソナリティの関係を示すことを検証した．学習ログを収集して分析した結果，調整活動の頻度とグループの課題点に，相関があることが確認された．そして「他者信念の推論」を測定する尺度として，多次元共感性尺度とメンタライゼーション尺度を測り，調整活動の頻度との関係を確認したところ，相関があることが確認された．研究 5 の結果から，調整活動の頻度は，他者信念の推論の発動に支えられている可能性があり，非同期分散環境では，その必要性を教示することなどが学習効果を生む可能性が考察された．

これらの研究 4, 5 の結果から（目的 2）に対して，数学的な再帰的推論において，認知的負荷が内在負荷であってもモダリティ効果が得られることが明らかになり，他者信念の推論において，推論が発動しにくい非同期分散のグループワークでも，他者信念の推論が適切に発動する工夫をすれば，調整活動が増え，学習が効果的に行われる可能性が示された．

第 7 章では，研究結果から考察されたことをまとめた．本論文は，再帰的な推論についての特性とその学習方法についての知見を得たものであり，再帰的な推論の研究の発展に関わる．一方で，二重過程理論や認知負荷理論の発展にも寄与する知見を得ていることを述べた．（目的 1）からは，他者信念の推論は，志向性レベルによって，二重過程理論の直感型推論と熟考型推論の両方の領域に関連する推論であるということが確認された．また，（目的 2）からは，再帰的推論における数学的な推論は，認知負荷理論における内在負荷であってもモダリティ効果を活用し，学習の負荷軽減が可能なことや，認知的負荷がないとされる低次の他者信念の推論であっても，推論の契機がない場合は，工夫が必要であるという知見であり，認知負荷理論の負荷の種類やその効果的な学習方法について新しい考察を生むものだと考える．

本章の最後に，本論文の限界と今後の課題にも言及した．本研究では，使用した実験課題の妥当性を完全に示すことはできず，また心理学的実験から示唆されることの範囲，教育実践で完全な統制をとることが難しいことなどが，限界として存在する．今後，これらの整理は課題である．また，人の認知的負荷の変動は，生涯発達や熟達化とも関係し，学習環境の認知的負荷も，様々な ICT を活用した学習環境にも関係する．また認知的負荷そのものの知見を，再帰的な推論の教育で活用するなど，認知的負荷と学習の関係は今後も発展すべき領域があることを最後に述べた．