



が知られている。しかしながら、モデル図の有効性を制約する要因の検討とそのメカニズムの解明については、教授上の重要性に比して、十分な検討がなされてきたとは言えない。そこで本論文では、学習者の保持するル・バーが、モデル図の作図過程や読み取り過程にいかん作用するかを検討したうえで、モデル図の有効性を引き出す教授方法を考案し、その効果を検証した。

第Ⅰ部では、本論文で検討する問題とそれに関連する先行研究の知見を概観し、本論文の目的を述べた。第1章では、モデル図が指示対象と幾何学的一致の関係にある点を踏まえ、ルールの一般化を促すうえでモデル図が重要な役割を果たすことを指摘した。また、その一方で、初学者にとってはモデル図の理解が困難となる問題があることを指摘した。第2章では、ル・バー保持者に対して、モデル図に即してルールを教示した研究を概観し、教示の効果が十分に確認されない理由を考察した。それを踏まえて、本論文の目的と仮説を述べた。

第Ⅱ部では、力の合成分解の法則に関するモデル図の作図過程と読み取り過程において、「分力は分解前の力よりも常に小さくなる」というル・バーがいかん作用するかを実証的に検討した。第3章（研究1）および第4章（研究2）では、大学生を対象に、モデル図の作図過程にル・バーが及ぼす影響を検討した。その結果、ル・バーに合致するようにモデル図を歪めて作図するケースが確認された。第5章（研究3）では、大学生を対象に、モデル図の読み取り過程にル・バーが及ぼす影響を検討した。その結果、ル・バー保持者において、モデル図で示された変数値のうち、ル・バーに合致するものだけを選択的に受容する傾向が確認された。第6章では、以上の知見を総括し、モデル図に即した教示の効果が確認されない理由を考察した。実証研究の知見を踏まえ、ル・バー保持者は幾何学的一致の関係を十分に利用できない状態にあるため、ル・バーを参照基準として用いる傾向があるのではないかと、さらに、そのことがモデル図の作図や読み取りの誤りとして表れるのではないかとという考察を行った。

そこで第Ⅲ部では、ル・バー保持者に対してモデル図を効果的に提示する教授方法を考案し、その効果を検討した。第7章では幾何学的一致の関係の利用を促すための教授方法として、モデル図と具体的状況での力の実測結果との一致を確認する方法を考案した。この教授方法の効果を、第8章（研究4）および第9章（研究5）で実証的に検討した。大学生を対象とした教授実験の結果、ル・バーに抵触しない測定値と抵触する測定値の両方においてモデル図と実測結果の一致を確認することで、幾何学的一致の関係が利用可能になること、さらに、これに伴いモデル図が十分に機能するようになり、ルールの一般化が促進されることが示された。第10章では、以上の知見を総括し、モデル図の有効性を引き出すための教授条件を指摘した。それは、学習者にモデル図と実測結果の一致を確認させ、幾何学的一致の関係の利用可能性を高めたうえで、モデル図に即して変数間の共変性を確認させるという、活動の順序性が重要となるというものであった。

第Ⅳ部では、本論文全体の総括を行い、モデル図の有効性とそれが阻害されるメカニズムについて、幾何学的一致の関係の利用可能性という観点から統一的な説明を試みた。第11章では、ル・バー保持者においてモデル図の有効性が著しく制限されてしまうという問題が、幾何学的一致の利用可能性の問題として説明可能であることを述べた。さらに、モデル図の

効果的な活用を実現するために、モデル図と実測を組合せた教示が有効であるという知見については、幾何学的一致に関する認識の形成ならびに利用可能性の促進という観点から説明した。第12章では、本論文の意義と限界を指摘し、今後の課題を述べた。

## 〈論文審査の結果の要旨〉

教材としての図の活用は教育場面で広く見られるものの、その有効性について心理学的な検討が十分になされているとは言いがたい。特に、学習者の既有知識が様々な教材の有効性に影響を及ぼすという知見が積み重ねられているにもかかわらず、そのような観点から図の効果を検討した例は少ない。以上の点をふまえ、本論文は、正しい知識と抵触する誤ったルール(ル・バー)がモデル図に即した学習過程に及ぼす妨害的影響を明らかにするとともに、その影響を抑制するための教授方略について検討したものである。

本論文は以下の三つの点で評価できる。

第一に、モデル図が有効に機能しない場合の心理学的機序に関する知見を提供した点である。ル・バーを所持する学習者はモデル図と指示対象との幾何学的一致を十分に認識できないため、モデル図の活用が困難となることが明らかにされた。モデル図の機能不全について、幾何学的一致の認識とル・バー所持を関係づける説明を提供したことは、モデル図の有効性を高める重要な手がかりを与えるだけでなく、ル・バーが学習過程に与える影響について新たな視点をもたらすものと評価できる。

第二に、ル・バーの影響を抑制してモデル図の効果を高める教授方略を開発し、その効果を実証した点である。モデル図からの予測と実測結果との一致を確認した上で、モデル図上で変数の共変関係を確認させるという一連の教授活動の有効性を実証したことは、教育実践の改善に直結する知見であると評価できる。

第三に、モデル図と実測の機能の相補的關係に着目した教授方略の構成原理を提起した点である。抽象的なモデル図の操作に困難を示す学習者に対して、あえて抽象度を落として図と指示対象との一致を確認する段階を経てモデル図に復帰させるという教授方略は、抽象的な表象操作が必要となる学習場面一般に敷衍しうる可能性を持つものと評価することができる。

取り上げられたモデル図が力学領域に限定されていることや、提起された教授方略を必要とする学習者の特性が十分に明らかにされていないなど、得られた知見の適用範囲についてはさらなる検証が必要であるものの、モデル図を用いた教授学習過程について教育心理学の立場から新たな知見を提供したものと評価することができる。

よって、本論文は博士(教育学)の学位論文として合格と認める。