

審査の結果の要旨

氏名 藤田 光伸

藤田光伸提出の論文は、「機械を操作する際の技能に関する研究」と題し、人間が機械を操作する際に必要とされる能力を解明する手法を提案し、またその結果を効果的に応用する手法を提案することで、人間が機械を操作する際の能力に対する工学的アプローチ法の基礎を構築することを目的としている。

本論文は以下に示す5つの章で構成されている。

第1章「序論」では、本論文における研究の背景を示し、また人間の行動モデルや機械作業における熟練技能、操作支援などに関連する過去の研究例について検討を行って、本論文の位置付けおよび目的を明確化している。

第2章「人間の機械作業能力」では、人間が機械を使用して作業を行う際の作業成績の要因となる能力および機械操作時の人間の内的過程を、本論文の目的において扱いやすいように整理し、本論文で議論を行う部分を明確にしている。具体的には、人間が機械を操作する際の能力を、認知能力、判断能力および操作能力という3つの能力に分けて捉えることとし、それぞれの能力に対応する認知・判断・操作という3つの内的過程をたどって、機械操作を行っていることと捉えることとしている。そして、認知能力および操作能力を対象とした熟練技能の解明と、その操作支援や訓練への応用についての検討を行っている。

第3章「認知能力に関する熟練技能の解明とその応用」では、作業者が達成する作業成績に対して各情報が寄与する程度を表す指標として、ある情報をなくした場合の成績低下率と定数との積により得られる情報依存度という値を定義することにより、人間が機械を操作する際の認知状態の定量的な抽出、および操作支援や訓練への応用を可能としている。

まず、熟練操作者に対して熟練認知技能に関する口頭アンケートを行い、熟練操作者と非熟練操作者との間には有効利用できる情報の種類や量に差があるという仮説を立てた。

次に、油圧ショベルにおいて見えない場所での接触を知覚するという作業を対象とし、5名の被験者の情報依存度を調べたところ、長期の実機操作経験のある被験者と実機操作経験のない被験者との間で情報依存度に異なる傾向がみられた。このことから、有効利用できる取得情報数の多さが熟練認知技能を構成する要素のひとつであるという知見が得られた。

そして、明らかとなった操作者の認知状態を基に効果的な操作支援を実現するための検討を行った。具体的には、操作者に対して視覚・聴覚・力覚それぞれの情報を用いて操作支援を行った場合の効果を調査した。これにより、熟練操作者と非熟練操作者では効果的な操作支援手法が異なるという知見が得られた。

最後に、明らかとなった熟練認知技能を基にした効果的な訓練手法を実現するための検討を行った。具体的には、非熟練操作者に対して熟練操作者の認知状態を擬似的に体験させることで、非熟練操作者の認知能力を効果的に向上させることができるのではないかと考え、その効果を検証したところ、良好な習熟効果が得られることが確認された。

第4章「操作能力に関する熟練技能の解明とその応用」では、油圧ショベルの操作を対象とし、熟練操作技能を明確にするための検討を行っている。また、明らかとなった熟練操作技能を基にした効果的な操作支援や訓練手法の実現のための検討を行い、その際の効果について操作者の認知状態の観点から、情報依存度を用いた議論を行っている。

まず、さまざまな熟練度の操作者の実機操作の観察、および操作履歴の比較を行った。それにより、単一自由度の操作について思い通りに動作させる能力である単一制御能力と、実移動空間と油圧ショベルの移動空間の対応付けを行う能力である空間対応能力の2つの能力の両方もしくはどちらか一方の能力に差があることで、操作の差が生じているという仮説を立てた。

次に、4名の被験者に対して単一制御能力および空間対応能力の比較を行った。それにより、空間対応能力が熟練操作技能を構成する要素のひとつであるという知見が得られた。

そして、油圧ショベル操作において空間対応能力を補助することで、非熟練操作者の操作能力を効果的に支援することができるのではないかと考え、その効果を検証した。すると、非常に有効な支援手段となり得ることが示された。しかしながら、情報依存度を算出することにより、支援情報が与えられても情報量過多のために有用であるはずの情報を有効に利用できていない被験者もいることが判明した。

最後に、空間対応能力を補助する条件での試行を訓練に導入することにより、作業成績の効果的な向上につながるのではないかと考え、その効果を検証した。すると、その有効性が示された。また、補助情報がある場合と無い場合の成績差の推移に注目することで、補助情報への情報依存度の習熟に伴う推移の算出が可能となり、空間対応能力の向上効果の有無や習熟の度合を知ることが可能となった。

第5章「結論」では、本論文の総括を述べ、また得られた成果を示している。

以上を要するに、本論文は、人間が機械を操作する際に必要とされる能力を解明する手法を提案し、またその結果を効果的に応用する手法を提案することで、人間が機械を操作する際の能力に対する工学的アプローチ法の基礎を構築したものであり、工学上寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。