

氏名(本籍)	佐藤智明		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第 7309 号		
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	言語表現による感性量を用いた エントロピー概念の表現法に関する研究		
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	宇津呂 武仁
副査	筑波大学 教授	工学博士	丸山 勉
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	葛岡 英明
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	古賀弘樹
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	矢野博明

論文の要旨

エントロピーは、クラウジウスによる熱力学のマクロ的解釈による定義から始まって、ボルツマンによる熱力学のミクロ的な解釈およびシャノンによる情報理論における解釈など複数の解釈が可能であり、これまでの歴史的な議論の過程を見ても、統一的な解釈としてのエントロピーの本質的な意味を理解するのは非常に難しい。これは、温度、圧力や体積のように、人間が五感から得られる情報を使って直感的に理解できるのとは違って、クオリアやアフォーダンスのように様々な事象を経験して感じ取ることができるものである可能性があり、そのため、感覚器に頼ったエントロピーの概念を表現する手段が無く、これまでは、数式による論理的な解釈のみに頼らざるを得なかったことが原因であると考えられる。そこで、本論文では、エントロピーを人間の感覚、すなわち感性によって認識させる事により、エントロピーの本質的な意味を理解することを目的とした。具体的には、本論文では、以下のことを行った。(1)数種類の言語表現について、どちらが強く感じるかを問う一対比較実験を行い、それによって得られた感性量と分子運動から求まるエントロピー値との相関分析を行った。(2)自然界に存在し得る自然な画像パターンによってそれぞれ「拡散の度合い」、「無秩序さ」および「捕まえにくさ」の言葉によって感じる感性量を比較し、自然性のある配列による2値画像の比較に働いた感性は、エントロピーの本質的な意味に基づいたものである可能性が高いことを示した。(3)熱力学の授業において、分子運動アニメーションといくつかの言語表現を用いて説明することにより、受講者の感性に訴え、エントロピーの本質の理解の向上を図った。さらに、エントロピーを理解できたと感じる適切な言語表現を選ばせるアンケートを実施し、「捕まえにくさ」の言語表現がエントロピーの本質的な意味を論理的、感性的に表現できる言語表現であることを示した。

審査の要旨

【批評】

本論文で明らかにした事項は以下の通りである。

(1) これまでにエントロピーの概念を表現する言葉として用いられてきた言語表現(具体的には、「乱雑さ」、「無秩序さ」、「曖昧さ」、および、「ぼやけた感じの度合い」等)を対象として、これらが適切な表現であるのかどうかを調べるための分子運動アニメーションを使った心理実験を行った。その結果、これまでにエントロピーの概念を表現する言葉として用いられてきた言語表現は、エントロピーの変化を完全に表現したものではない事が分かった。具体的には、「乱雑さ」や「無秩序さ」等は温度変化によるエントロピーの変化については表現できているが、容積変化によるエントロピー変化については表現できていない。また、「曖昧さ」や「ぼやけた感じの度合い」等は容積変化によるエントロピー変化については表現できているが、温度変化によるエントロピーの変化については表現できていない。これらの具体的な問題点を明らかにした。

(2) 自然界に存在し得るような自然な画像パターンのエントロピーにおいては、「拡散の度合い」、「無秩序さ」および「捕まえにくさ」の言語表現の間の相関性が高い事が分かった。この結果から、自然性のある2値画像の比較に働いた共通の感性が存在する可能性があり、それが、エントロピーの「本質的な意味」あるいは「質感」である可能性があることが分かった。さらに、これらの3つの言語表現による感性量の全てと最も相関性が高かったエントロピーの計算方法は、2つの画素間の距離を基準とした計算方法であった。

(3) 熱力学の授業において、数式による理論的な説明と同時に、分子運動アニメーションといくつかの言語表現を用いてエントロピーの本質の理解の向上を目指した授業を実践した。この授業では、ゲーム感覚のアニメーションを使うことや、感性量を計る実験を行うことを通して、あらゆる感覚を使ってエントロピーの大小を比較させる体験をさせた。授業後のアンケートでは、エントロピーに対する理解が深まったとする結果が得られた。この結果により、エントロピーの様々な表現方法を通して、エントロピーの本質的な意味を理解させることが可能であることを示唆した。また、エントロピーを理解できたと感じる適切な言語表現を選ばせるアンケートの結果、エントロピーを理解できたと感じる適切な言語表現が「捕まえにくさ」であることを示した。

以上の議論に基づき、本論文は博士論文に値するものと認められる。

【最終試験の結果】

平成27年1月22日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。