

サイ・テク 知と技の発信

【523】

埼玉大学・理工学研究の現場

人が生活する上で、自動車、バスなどの輸送機関や建物などのインフラが重要な役割を果たしています。これらは鉄の構造物により構成されており、造るためには鉄などの金属を接合するアーク溶接技術が必要になります。このアーク溶接は、溶接トーチと接合対象の材料（鋼材）の間にアーク放電（電流の流れ）を作り、大電流を流します。そのときの発熱により、鋼材と溶接材料を溶かして、溶融接合を行います。このアーク溶接

は3K作業（きつい、汚い、危険）と言われており、インフラを構築する上で、重要な作業でもあります。作業環境を改善するためには自動化が課題です。アーク溶接では大電流を使用するために、強い光と金属蒸気となるヒュームが発生します。このため、溶接作業者は強い光を遮断するために、溶接用の保護面を着用しています。この保護面を通して、溶接溶融状態を直接、目で金属が溶けている状態

深層学習を用いた溶接のセンシングと制御

山根 敏 教授



やまね・さとし 1961年生まれ。徳島大学工学研究科電子工学専攻修士課程修了。博士（工学）。舞鶴工業高等学校を経て、92年、埼玉大学理工学研究科助教授。2020年同大学教授。現在に至る。専門は、ロボット溶接システムの構築と電磁環境の計測。

を観察しながら、溶接を行っています。特に、熟練者は視覚情報から溶接の状態を判断して、良好な溶接を行っています。

そこで、研究では、まず、アークの特徴を調べて、溶接溶融状態をCMOSカメラによる明瞭な撮影方法の検討を行いました。もし、普通に溶融池を撮影すると、アーク光が明るすぎるために、明瞭に撮影することが困難です。そこで、アーク光を含んでいる光の波長および溶融池の波長を計測し、最も溶融池の観察に適した波長を求めました。CMOSカメラの感度の

波長特性を考慮して、925ナノメートル以上の波長の光を通過させるロングパスフィルターを選択します。また、溶接電流もパルス電流にし、低電流（60A）のときに、同期させて、カメラの電子シャッターを開きます。その結果、明瞭な溶融池画像を得ることができました。

この溶融池観察を続けていると、溶接結果から溶接状況を推定することが可能になります。近年、さまざまな分野において、画像を識別し、その状態などの推定にAI（人工知能）技術の一つとして

深層学習が用いられております。人が識別できるということは、多量の画像データを用いれば、溶接状態も識別できる可能性を持っております。そこで、この深層学習を、溶接画像に適用し、溶接状況の推定を行っています。溶接現象を制御するには、深層学習の識別時間を50ms（0.05秒）以内に終わらせ、その結果に従って、溶接装置の自動制御を行っております。このように、人間にとつて過酷な作業である溶接接合の自動化を進めております。