

静電気可視化技術の発展と展開

Development of visualization technology for static electricity distribution

産総研 菊永 和也

AIST Kazuya Kikunaga

E-mail: k-kikunaga@aist.go.jp

製造業において、様々なセンサ活用により、生産にかかわる環境や状況等のデータが収集され、膨大な情報から人工知能による合理化を行い、製造プロセスを高度化する IoT 社会の実現が求められている。しかしながら製造業における人工知能の最大の欠点は、定量化できないパラメータがあると、生産阻害要因を特定することができず製造プロセスを最適化できないことである。製造現場で不規則に発生する問題の数値化を行うことは最重要課題であり、可視化計測に基づくこれらのプロセスへのフィードバックが、今後、多様化する製造プロセスの極限追求につながる。特に「静電気」は大きな生産阻害要因の一つであり、帯電防止や除電などの静電気対策を施しているにも関わらず、製品の高性能化・軽量化に伴い静電気力の影響を受けやすくなることから静電気問題が顕著化してきている。現在、様々な分野における製品の品質化や生産管理の向上から、様々な分野における静電気対策費用は年々上昇しており、静電気対策製品市場は 8000 億以上になることが米国の市場調査会社から報告されている。近々に予想されるオンデマンド生産や変種変量生産、製造装置の複雑化に対応し、静電気障害を効率的かつ確実に軽減するために、製造現場で目に見えない静電気分布を計測する技術の開発が切望されている。

静電気分野では電気極性、静電界、静電容量、静電気力などの物理量をターゲットとした計測技術が開発されてきた。その中で製造現場でも簡単に帯電状態を可視化する技術として、極性の異なるカラートナーを用い、対象物に散布する方法があるが、これはトナーを対象物に接触させる必要があるため破壊的である。非破壊な静電気の二次元分布計測技術としては、表面電位プローブと移動ステージを用いて走査する表面電位分布測定法、マイクロな針プローブを用いた静電気力顕微鏡、ポッケルス効果やカー効果の電気光学効果を用いた方法に関する報告がある。このような静電気可視化技術は、分布計測の長時間化や低感度などの課題があり、時間経過とともに状態が変化する静電気の評価において計測結果の信頼性や再現性の問題がある。このような課題を解決するためには、計測原理から見直し、静電気可視化技術をさらに発展させていく必要がある。

本講演では上述した静電気可視化技術の発展と問題点について解説した上で、筆者が開発してきた「音波を用いた静電気計測技術」と「アレイセンサを用いた静電気計測技術」を基盤とした静電気可視化技術について紹介し、将来の静電気可視化の展開について概説する。