

人の皮膚感覚と同等の性能を有するロボット皮膚センサーを開発
—表面圧分布や振動の測定、超音波非破壊検査への応用が可能に—

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)と熊本大学は、人との物理的な接触を伴う作業を行うロボットの安全で快適な動作に必要な、人の皮膚感覚と同等の性能を有するロボット皮膚センサーを開発しました(図1)。

本開発では、従来のスプレー噴霧技術を改良して、長時間のスプレー噴霧技術やスプレーガン自動駆動システムを確立し、均一で再現性の良い大面積の圧電膜を成膜することに成功しました。これにより、さまざまな形状・サイズのロボット表面に圧電感圧センサーをスプレー塗布することにより、皮膚センサーの作製が実現可能となりました。

本センサーの搭載により、人間協働ロボットの安全で快適な動作が可能となることで、社会実装の可能性が高まりました。また、この技術を応用して、モバイル機器や日用品、自動車、航空機の翼など、さまざまな形状・サイズの対象表面に圧電感圧センサーをスプレー塗布することにより、表面圧分布や振動の測定、また、作製される圧電膜の耐熱衝撃性を活かし、超高温下であっても特殊形状を対象とした超音波非破壊検査が可能となります。



図1 作製した凹形状に加工した基材への圧電膜塗布とフレキシブル・薄型圧電膜デバイス

今回の成果

【1】ゾルゲルスプレー法の連続塗布プロセスの確立

ゾルゲルスプレー法は主に超音波探傷用のトランスデューサー(交換器)作製のために用いられてきたため、従来のプロセスでは塗布可能面積が小さくロボットや、より大型の機器への適用ができませんでした。そこでゾルゲルスプレー法の作製プロセスを大面積に拡張するための連続塗布プロセス(連続ゾルゲルスプレー法)を確立しました。この連続ゾルゲルスプレー法を自動コーティング装置に適用し、大面積でも均一な製膜が可能である

ことを実証しました。今回確立した手法は、原則的に塗布対象の基材サイズの制約なく大面積へと拡張し均一塗布を実現することができます（図 2）。

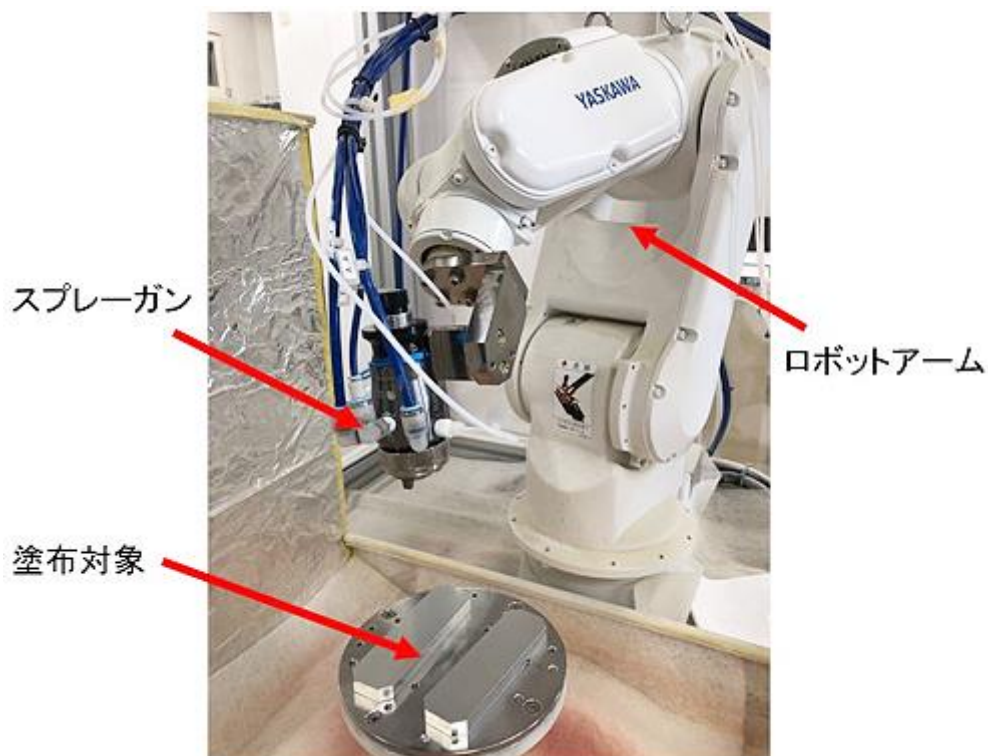


図 2 連続塗布プロセスで曲面塗布を行うロボットアーム式コーティング装置

【2】感圧センサー特性の実証

上記連続スプレー法プロセスで作製した圧電デバイスを用いて感圧特性の評価を実施しました。今回、人の触覚で最も高精細な指先と同程度の 1mm の空間分解能が実現可能であること、人の皮膚が知覚可能な数 Hz から 1kHz までの振動を検出可能であり、また、平均感度が 25mV/N であること（図 3）、人の皮膚の平均的な圧覚である数 g 重の荷重に対し十分な出力を示すことを実証しました。

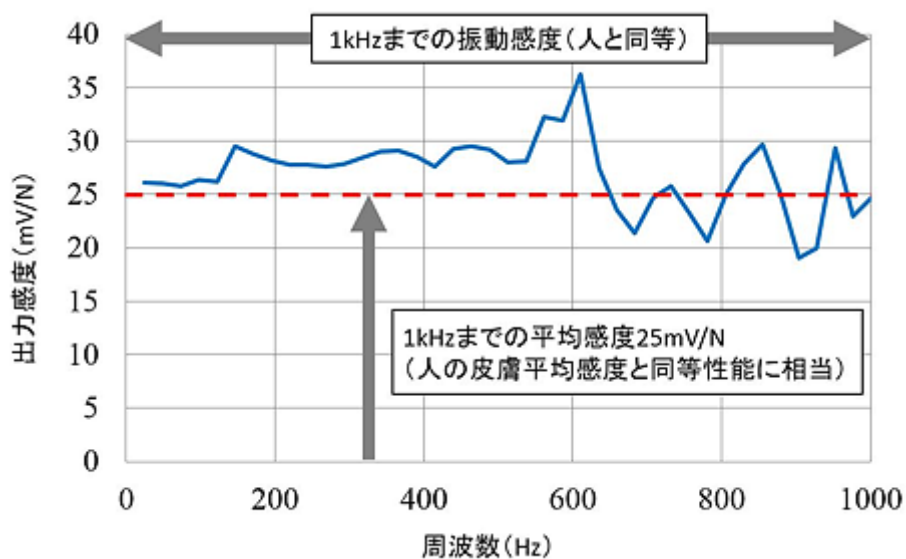


図3 感圧分布センサーの力入力に対する周波数ごとの感度

【3】圧力分布測定用センサーの作製プロセス実証

本事業が目指す高精細な圧力分布測定には高密度な電極・配線配置が必要となります。このような場合、一般的に図4のように縦・横方向に配置した電極配線パターンで圧電膜を挟むマトリクスアレイ構造を採用します。今回、下部電極パターンを付与した絶縁基板上への圧電膜塗布・焼成に成功しました。さらにこの圧電膜上に上部電極パターンを付与し上下電極の交点からの出力を取得することに成功しました。

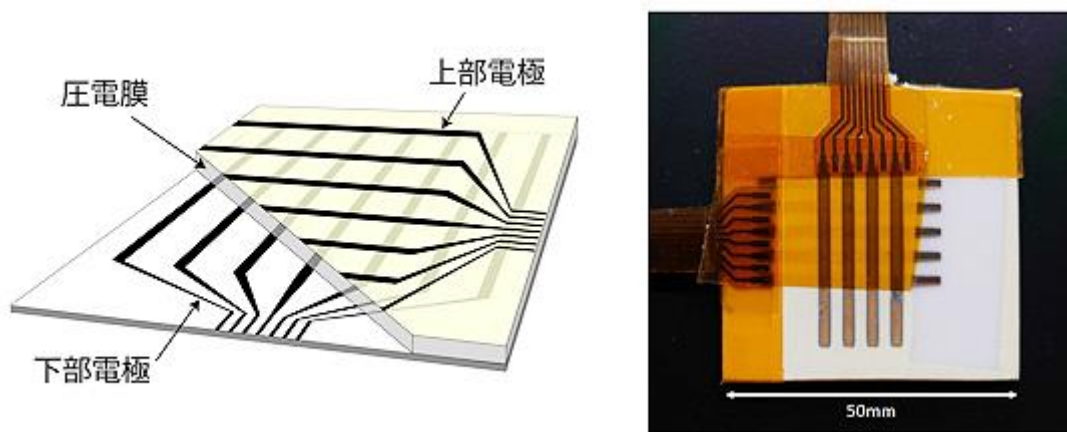


図4 圧力分布を取得するマトリクスアレイ構造と試作センサー

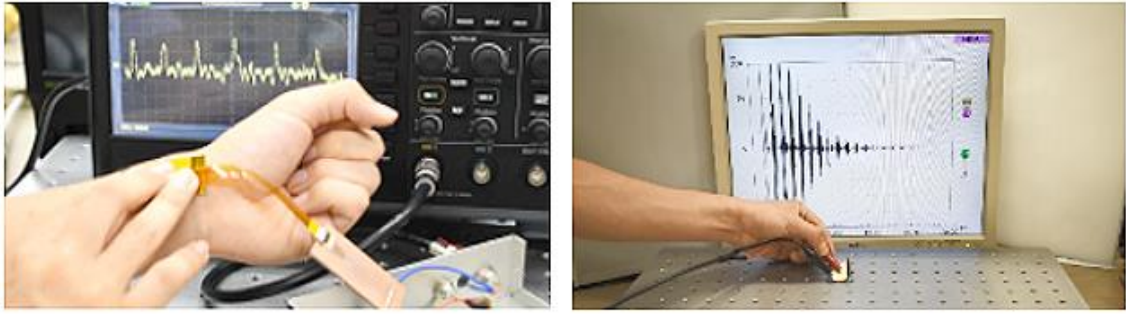


図 5 ゴルゲル複合体圧電センサーによる脈波取得（左）・超音波探傷（右）の様子

日文新聞发布全文 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101216.html

文：JST 客观日本编辑部翻译整理