

圧電性高分子材料の研究動向と振動分野への応用

赤坂 修一

東京工業大学大学院 理工学研究科 物質科学専攻

【要旨】圧電材料は、力学的エネルギーと電気的エネルギーを相互に変換する材料であり、センサーやアクチュエーターとして応用されている。圧電性高分子材料はシンプルな構造でエネルギー変換ができるほか、軽量で柔軟であり、成型加工性が高い。圧電歪定数 (d) は圧電性セラミックに劣るものの、近年、圧電性セラミックを超える圧電性を示す圧電性高分子が開発されている。本稿では、圧電性高分子の種類、特徴と研究動向について記す。また振動分野への応用として、今後拡大が見込まれるエネルギーハーベスティングと電気回路接続による粘弾性制御についても紹介する。

Key Words: 圧電性高分子, ポリフッ化ビニリデン (PVDF)、ポリ乳酸 (PLA)、多孔性エレクトレット、エネルギーハーベスティング、粘弾性

1. はじめに

圧電性は、力学的エネルギーと電気的エネルギーを相互に変換する材料である。言い換えれば、引張や圧縮の応力・歪により電圧・電流を生じ、電圧・電流を印加すると伸縮する。前者を圧電正効果、後者を圧電逆効果という。複雑な装置を必要とせず、材料のみでエネルギー変換を生じるため、すでにマイクロフォンやセンサー（圧電正効果）、スピーカー、超音波アクチュエーター（圧電逆効果）、超音波プローブ（圧電正効果と逆効果）などに応用されている。

圧電性材料は圧電性セラミックと圧電性高分子に大別される。表 1 にそれぞれの代表的な材料である、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) とポリフッ化ビニリデン (PVDF) の物性を示す。圧電性高分子は、圧電性セラミックに対して、以下の特徴を持つ。

- ① 圧電歪定数 (d) は小さいが、圧電出力定数 (g) が大きい

力学的エネルギーと電気的エネルギーでそれぞれ 2 つのパラメータ（力学：歪、応力、

表 1 代表的な圧電性材料の物性値^[1]

	高分子	セラミック
	PVDF	PZT
密度 ρ (10^3 kg/m)	1.8	7.5
弾性率 c (GPa)	2.5	83.0
比誘電率 ϵ_r	13	1200
圧電歪定数 d_{31} (pC/N)	25	110
圧電出力定数 g_{31} (10^{-3} Vm/N)	217	10
電気機械結合定数 k (%)	12	30
音響インピーダンス Z (10^6 kg/m ² s)	2.7	25.0
最高使用温度 (°C)	100	250