

環境振動発電素子の広帯域化に成功
～エネルギーハーベスティングへの応用に期待～

東京工業大学は、環境振動発電素子の広帯域化に向けた低閾（しきい）値整流昇圧回路を設計し、MEMS と集積回路によるシステムを開発して素子の広帯域化に成功した。環境振動発電素子の利用環境拡大に貢献するとともに、無線 IoT センサー端末などへ向けたエネルギーハーベスティング（環境発電）技術の性能向上につながると期待される。

本研究では、あらゆる環境振動発電素子の広帯域化に向け、環境振動周波数でも動作可能な低閾値整流昇圧回路を設計、その回路を利用した電気機械システムを提案した。さらに MEMS と集積回路の技術を用いてシステムを開発、広帯域化を実証した。従来の広帯域化手法は、特殊な機械構造やその調整回路が必要だったため、素子サイズ増大や素子ごとの専用回路が必要だった。

<研究成果>

本研究グループは、あらゆる環境振動発電素子の広帯域化に向け、環境振動周波数でも動作可能な低閾値整流昇圧回路（VBR:voltage-boost rectifier）を設計し、その回路を利用した新たな電気機械システムを提案した。図 1 にそのシステム概要を示す。

微弱な環境振動エネルギーから環境振動発電素子を用いて電気エネルギーを生成する場合、入力振動の周波数が環境振動発電素子の共振周波数から外れると出力が急激に低下する。そのため従来の整流技術（図 1 でダイオード整流として表記）では、非常に狭い帯域のみ電力として取り出していた。

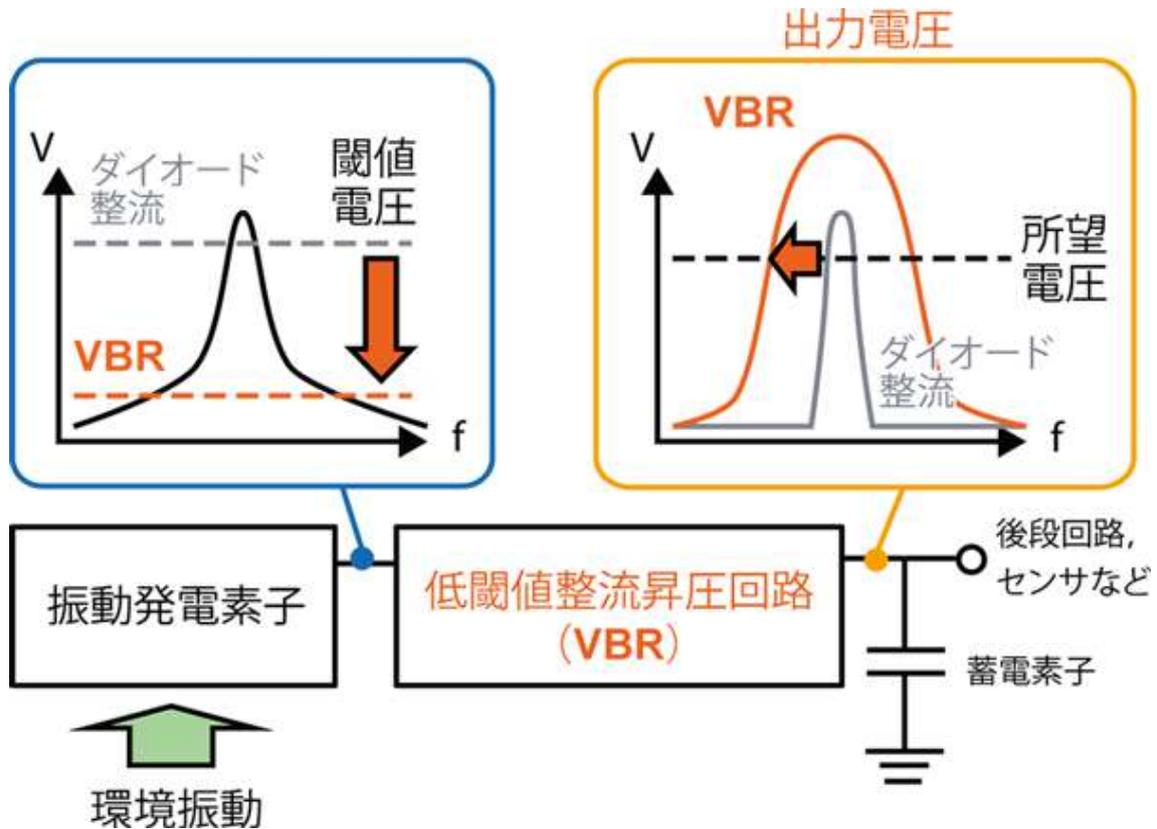


図1 低閾値整流昇圧回路を利用した広帯域環境振動発電システムの概要

今回の研究では環境振動周波数（主に 1000Hz 以下）で動作可能な低閾値整流昇圧回路を新たに開発し、その回路を環境振動発電素子の後段に接続した新システムを提案した。図1の低閾値整流昇圧回路は、従来の整流素子よりも最低入力電圧が低く、さらに入力電圧を所望の電圧まで上げられる。

これにより、従来は回収不可能だった周波数帯域の振動エネルギーを電気エネルギーに変換可能となる。また、提案システムは環境振動発電素子の機械構造によらず適用可能なため、高い汎用性を有している。

今回の実証実験では、図2に示すように MEMS と集積回路の技術を用いて実システムを開発した。環境振動発電素子にはエレクトレット型 MEMS 振動発電デバイスを用いており、低閾値整流昇圧回路はシリコン CMOS プロセスで作製した。

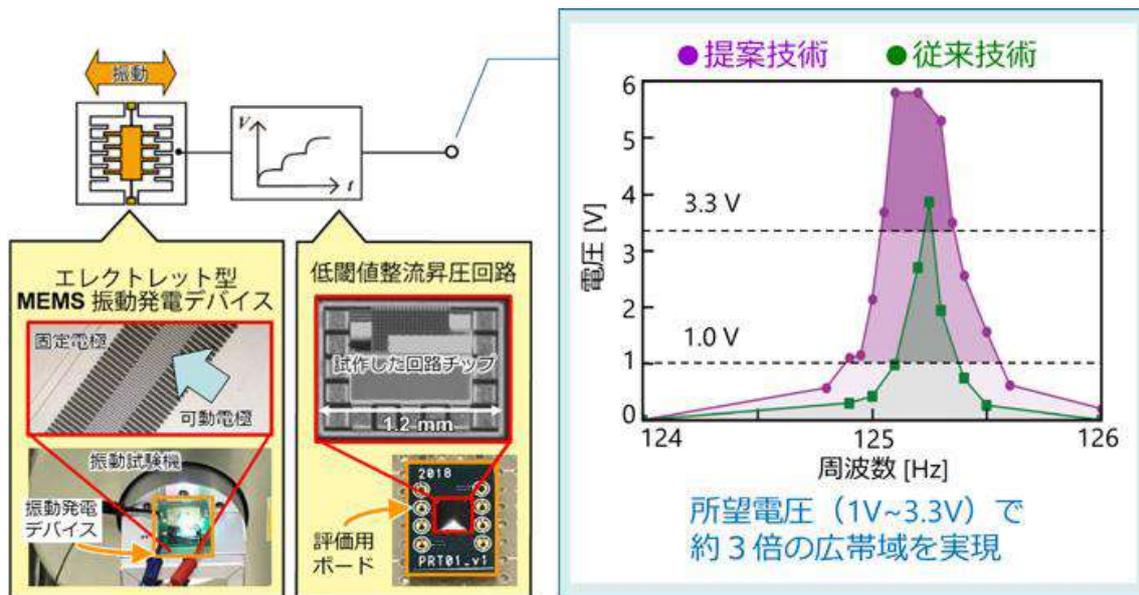


図2 実システムとその測定結果
 入力加速度振幅 1mG の測定結果。G は重力加速度。

振動試験機で発電素子を振動させた際のシステム出力電圧を測定した結果、従来のダイオード整流と比較して帯域が拡大していることが分かった。所望の出力電圧を 1.0V~3.3V とした場合、従来技術と比較して約 3 倍の広帯域化に成功した。

(日文新闻发布全文 <https://www.jst.go.jp/pr/announce/20190626/index.html>)