

# 弾性圧電デバイスを用いた 洋上風力エネルギー利用技術の開発

広島大学大学院工学研究科  
輸送・環境システム流体研究室 M1 宮城 潤平

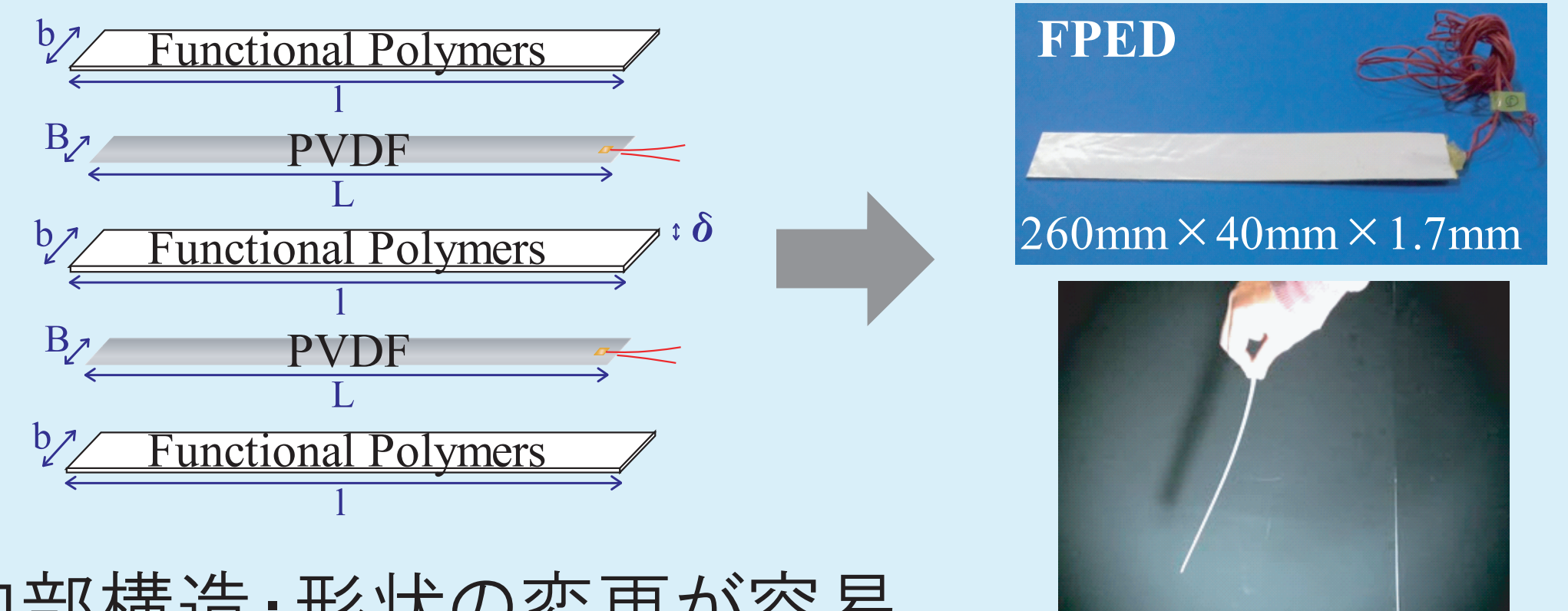
## 緒言

- ・ 風力エネルギーは無尽蔵に存在し、力学的エネルギーの総量は $3.0 \times 10^6 \text{TWh/年}^*$ と莫大である。
- ・ 自然風は風速・風向が時間・空間的に絶えず変化しており、乱れによって様々な周波数スペクトルをもつ。
- ・ 微風速域(数m/s以下)、及び、強風域(15m/s以上)のエネルギーを広域に渡って獲得できる手法が求められている。

※ エネルギー総合工学研究所：  
新エネルギー供給見通しに関する調査(1976)

薄型圧電フィルムを用いた薄膜状弾性圧電デバイス(FPED)を開発。  
基本的な発電特性、発電効率向上に関する検討を行う。

## 弾性圧電デバイス(FPED)

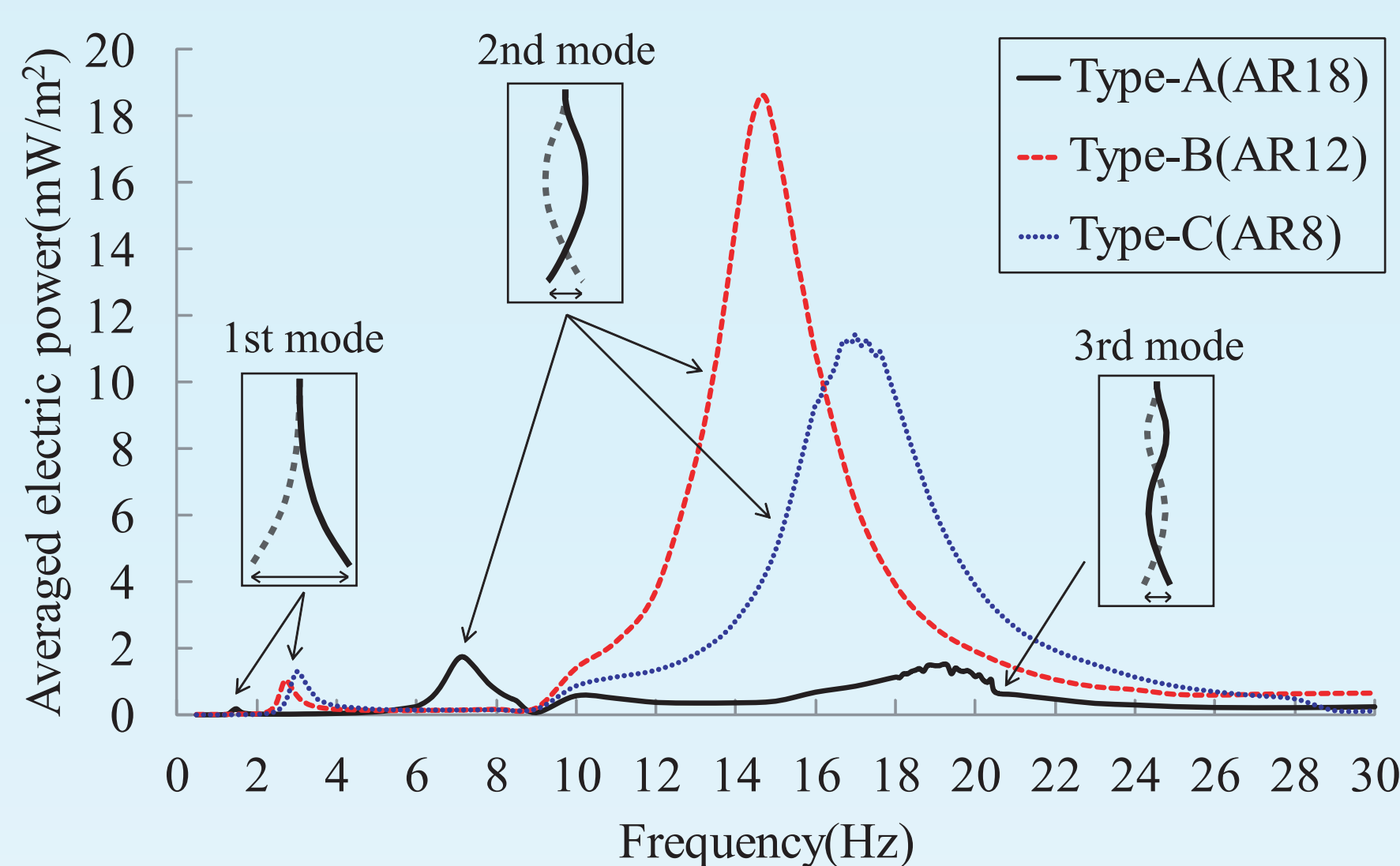


- ・ 内部構造・形状の変更が容易。
- ・ 外力を受け、FPEDが変形・振動、圧電効果により発電。
- ・ 軽量・柔軟なため、微小外力に対する応答性が高い。
- ・ コンデンサを介して蓄電することも可能。

## 基本的発電特性

加振器を用いた片持ち強制加振実験により検証。

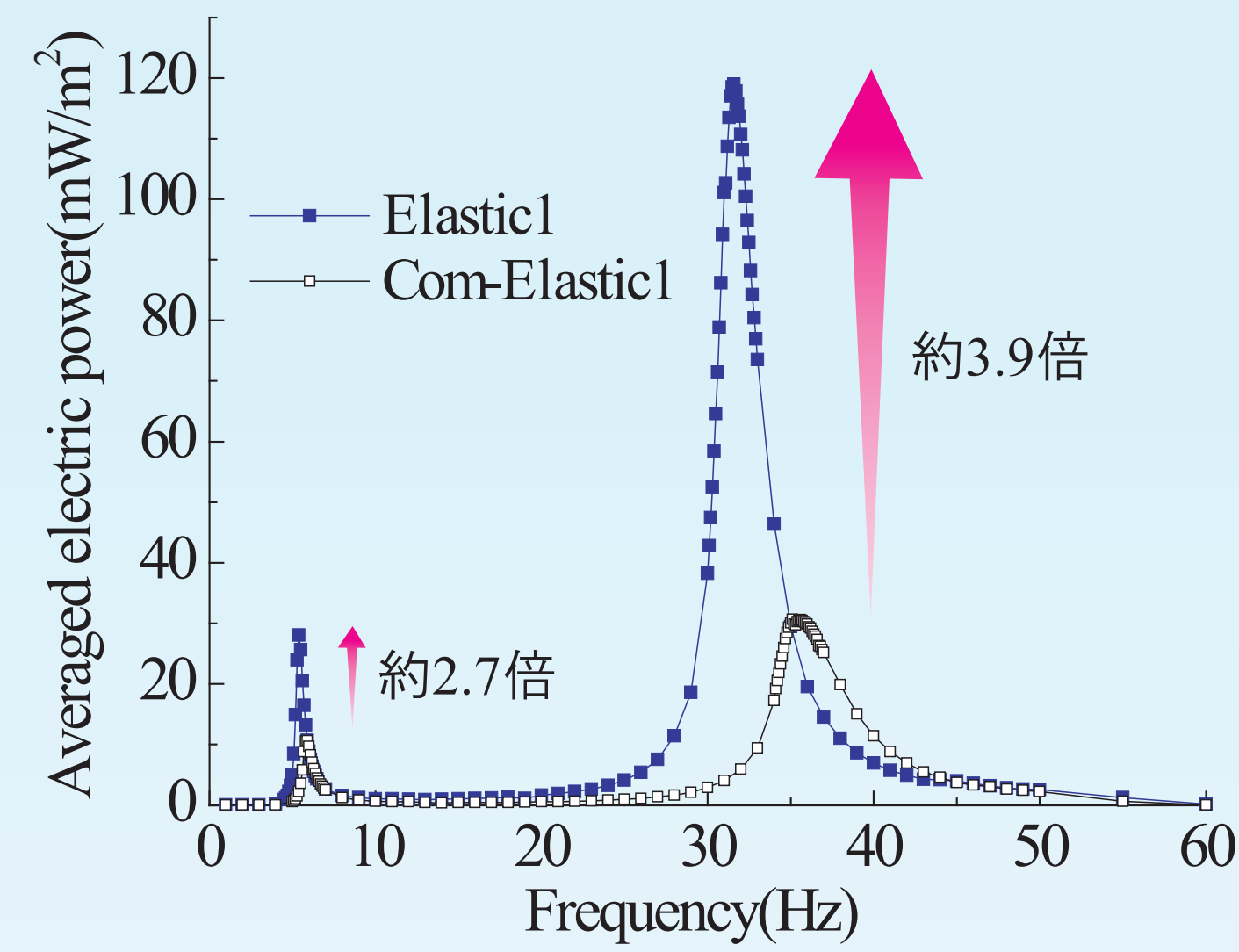
### ■ アスペクト比・固有振動モード



- ・ 各デバイスの共振周波数付近で高い出力。
- ・ 高次振動モードでより高い発電性能を示す。

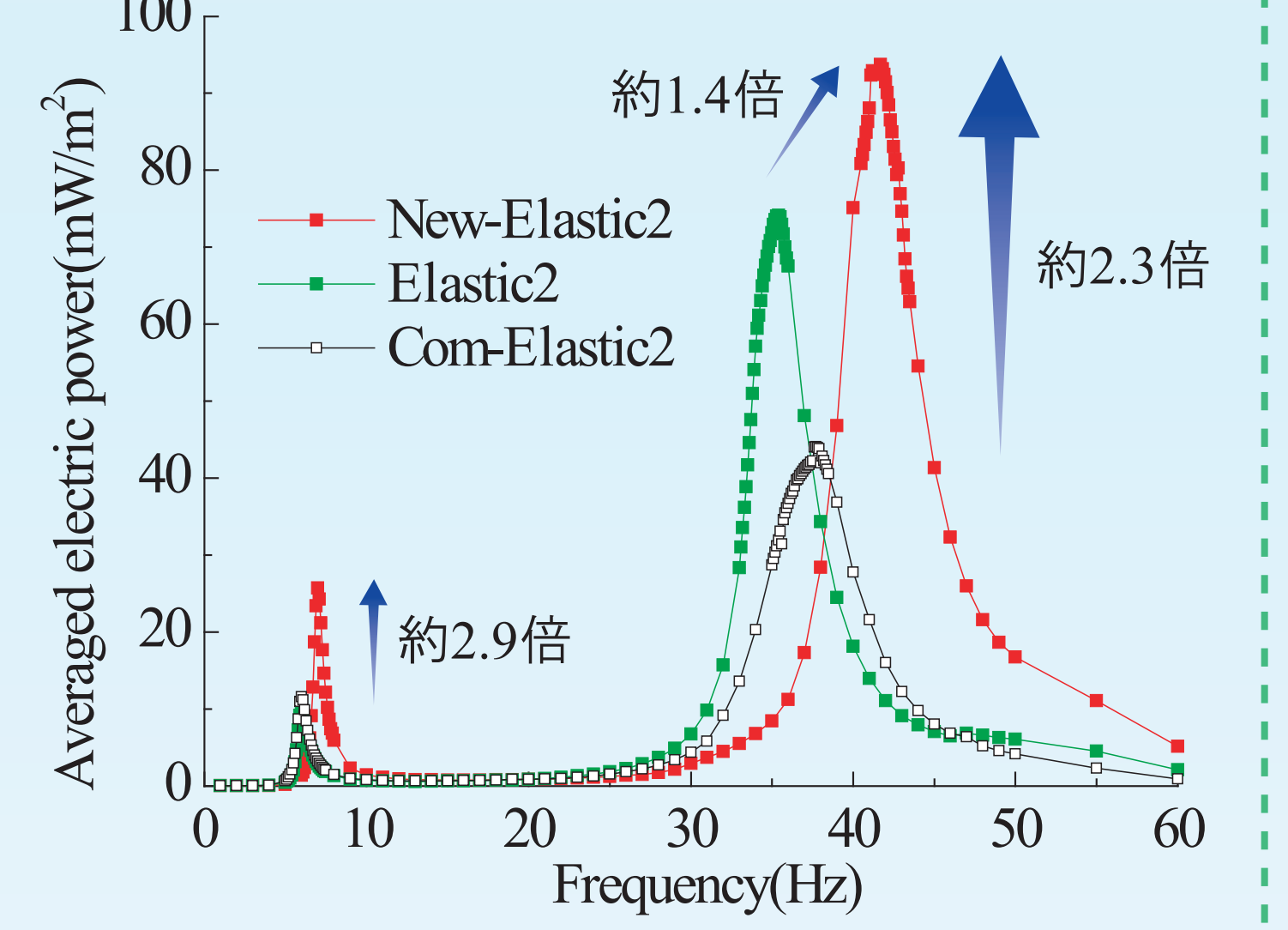
### ■ 内部構造の変更

#### 伸縮素材の使用



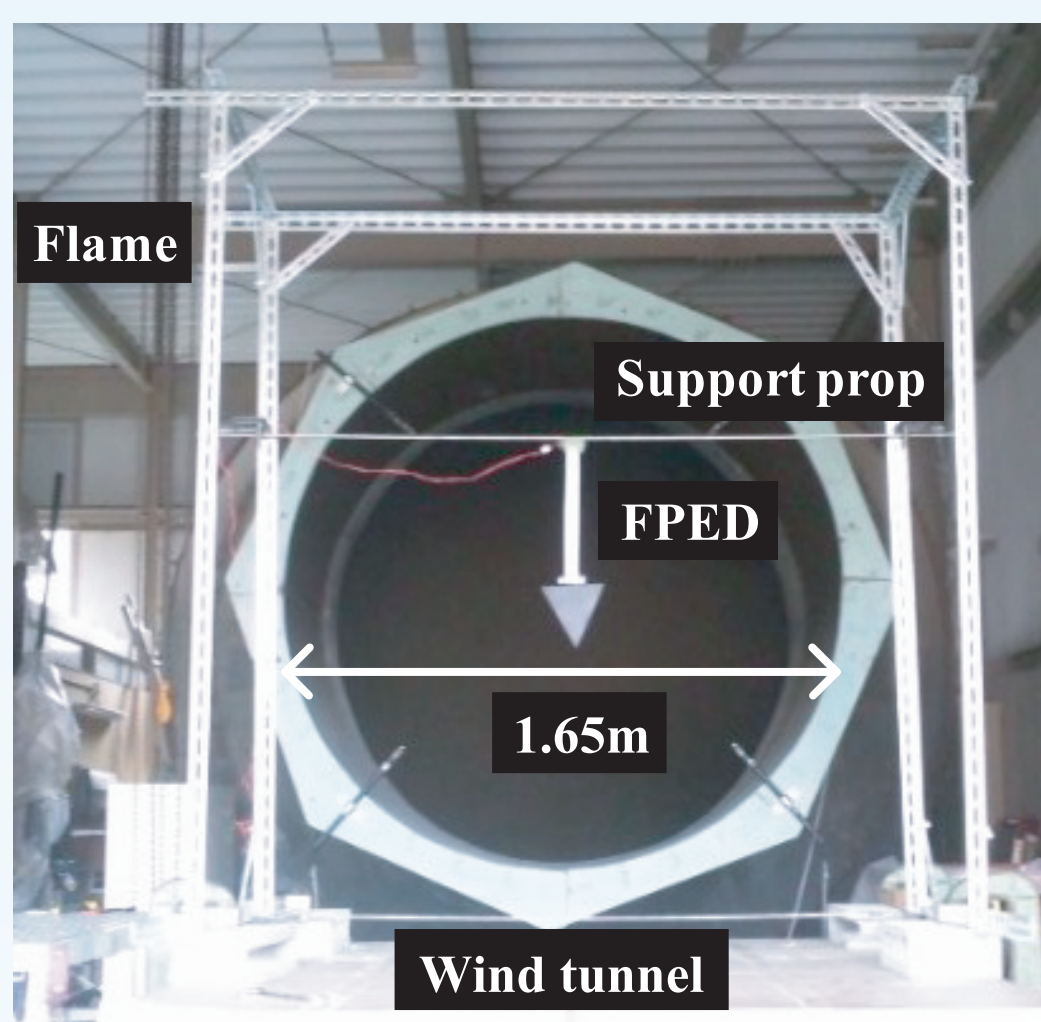
- ・ PVDF間への伸縮素材使用による剛性の低下、最大約3.9倍の性能向上を確認。
- ・ PVDFを電極側の一部のみに追加積層することにより、大幅な剛性の増加を抑制、かつ、より効果的に局所的な歪みをエネルギー変換できている。

#### PVDF追加積層

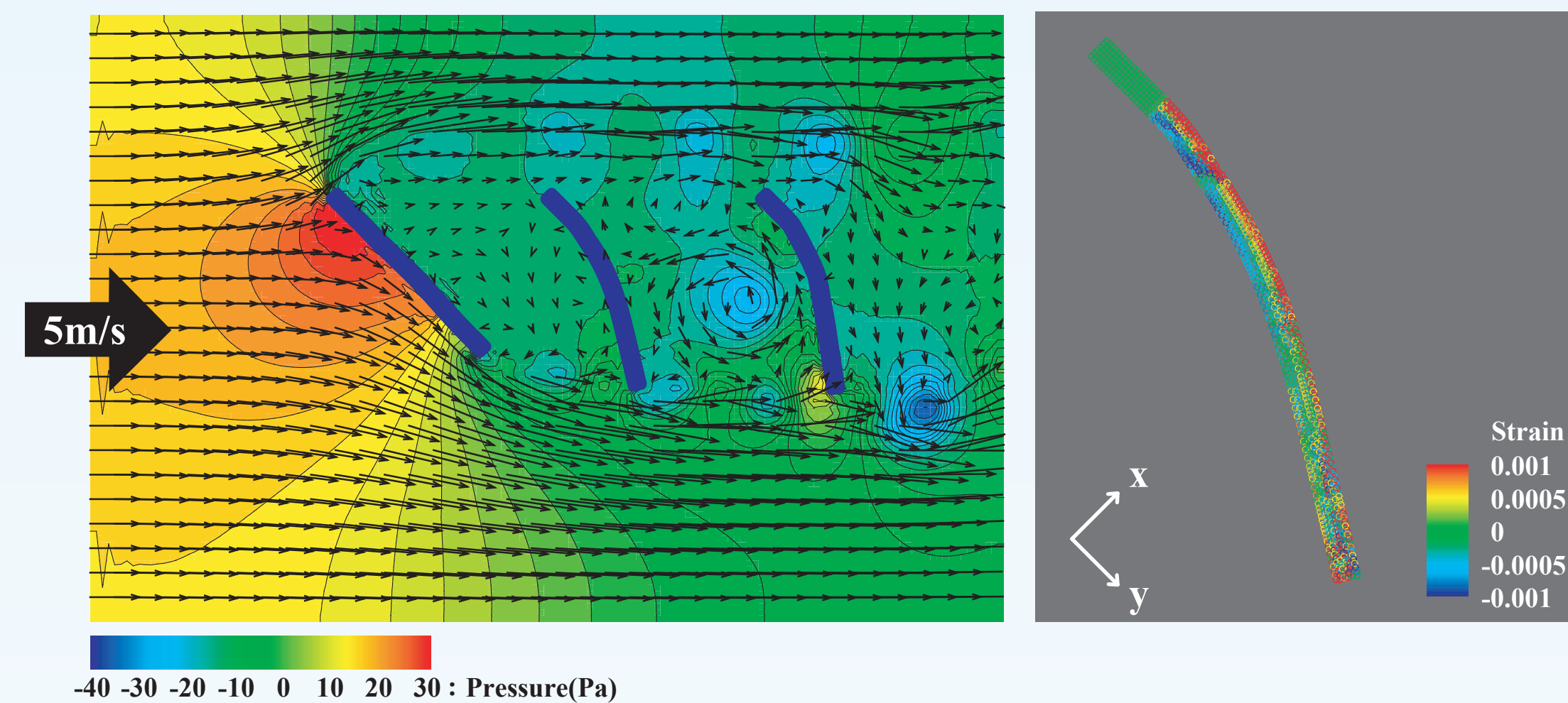


## 風力エネルギー利用への応用

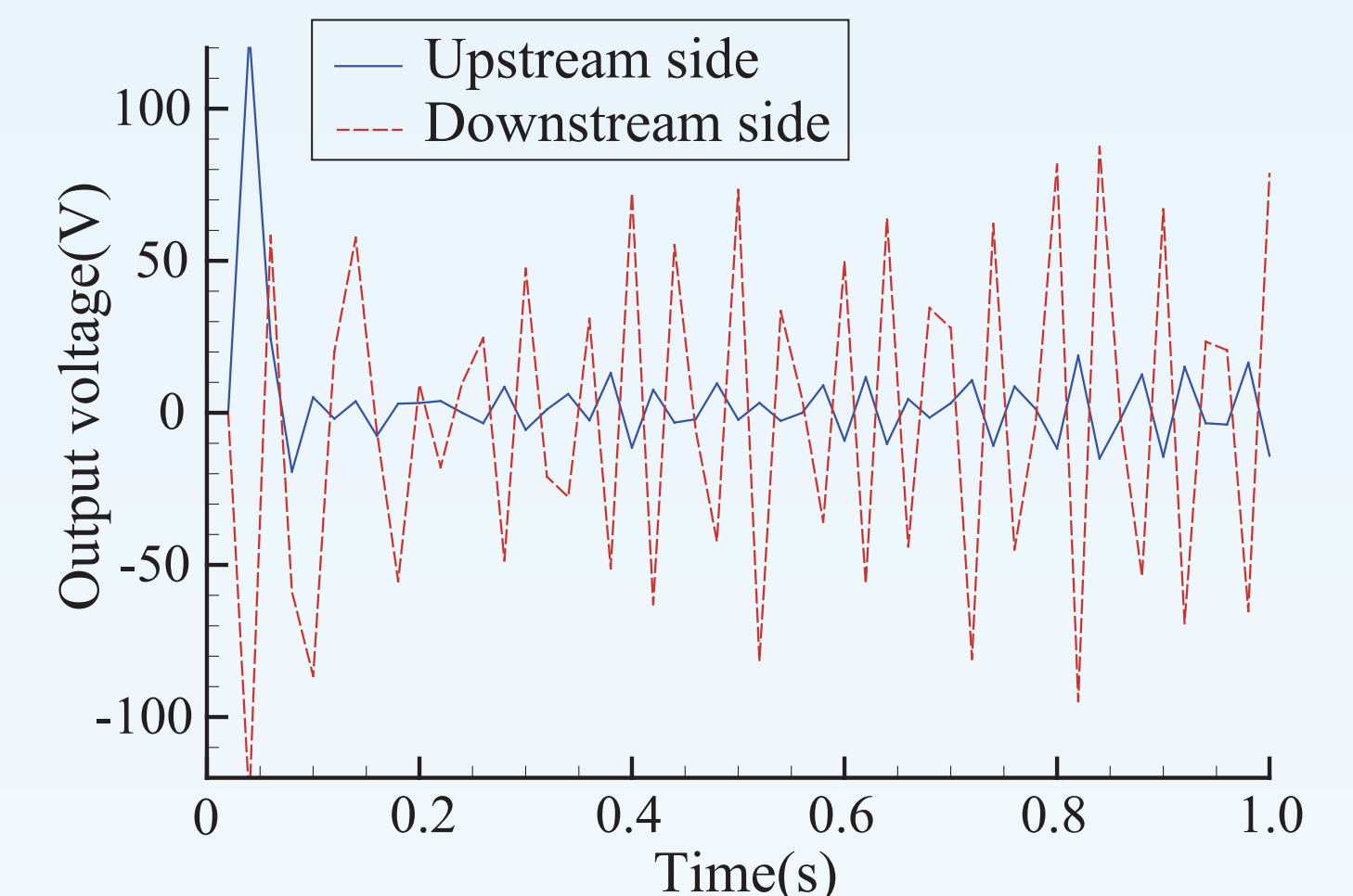
### ■ 風洞実験



### ■ CFDによる発電シミュレーション



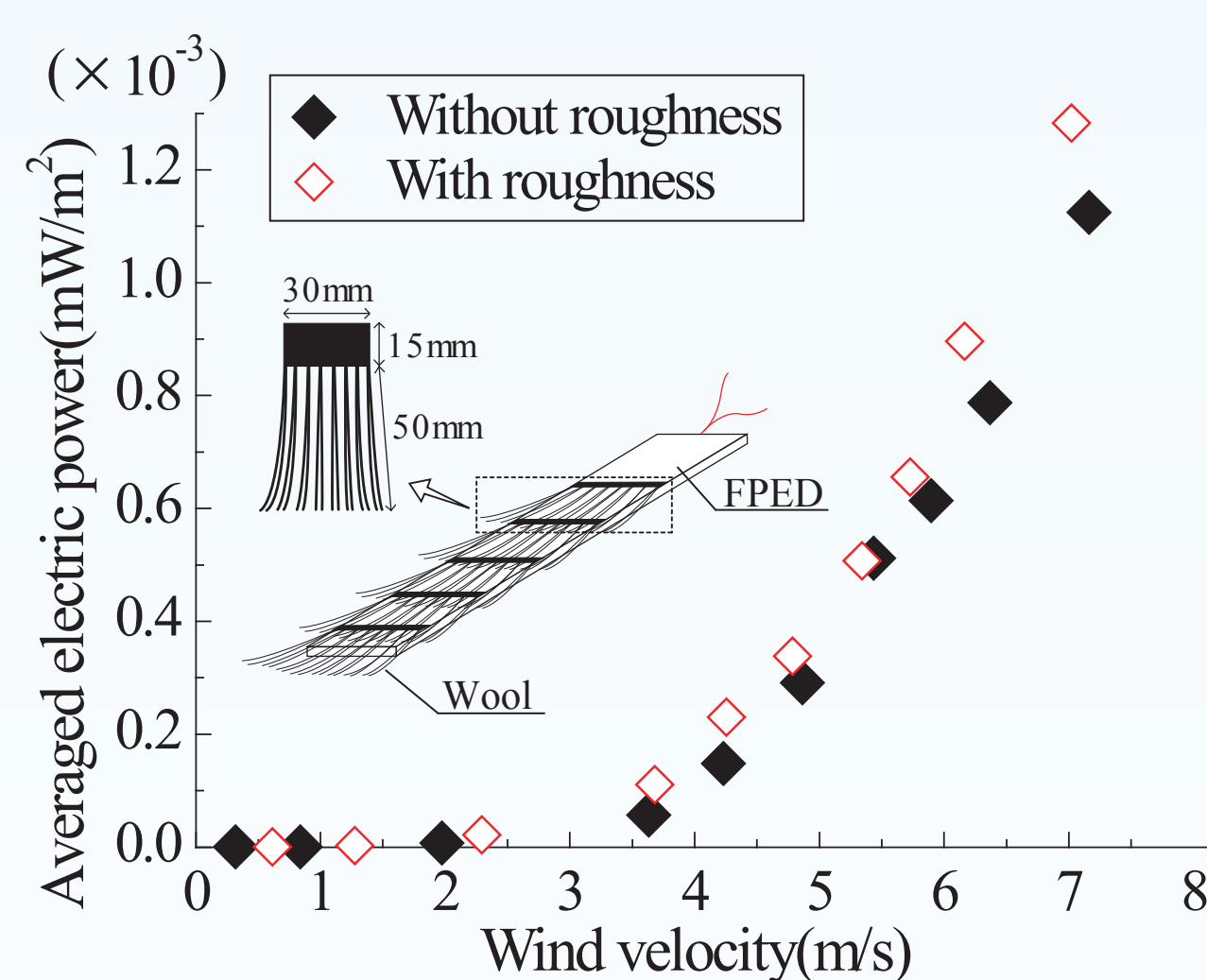
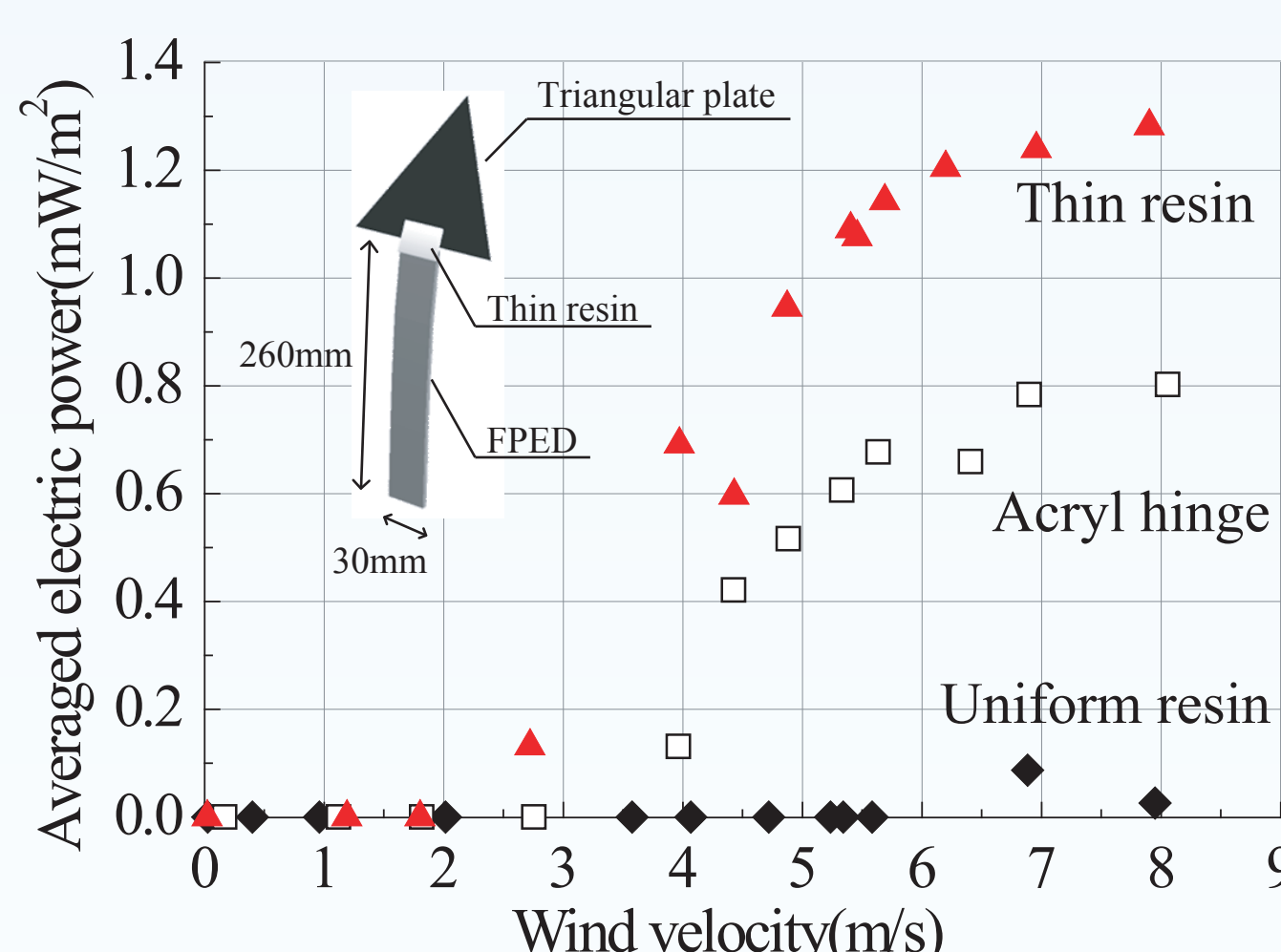
- ・ FPED縦列配置時の風速・圧力・歪み分布を計算。



$$V = C_0 \times \frac{d}{dt} \left[ \int \epsilon_{yy} dS \right]$$

$C_0$  : 実験条件に依存する定数  
 $\epsilon_{yy}$  : 内部歪み計算結果  
 $S$  : PVDF面積

- ・ デバイス内部の歪みから起電力を算出。
- ・ 相互干渉影響により高周波(約19Hz)で振動。



- ・ FPED先端への付加物の接続方法、表面粗度の装着に関する検討を行った。
- ・ FPEDと付加物の運動の位相差、FPED周りの圧力変動により振動促進。

## 結言

- ・ 風力エネルギー利用に特化した、軽量かつ柔軟な弾性圧電デバイス(FPED)を開発した。
- ・ 高次振動モード、伸縮素材の使用、積層数の増加、付加物・表面粗度の装着、FPEDの縦列配置により、発電効率が向上することが明らかとなった。
- ・ 今後は、実用化に向け発電効率の更なる向上、及び、コスト削減や耐久性等について検討していく予定である。