

# グリーンイノベーション再生可能エネルギーの開発研究 —磁性粉体を用いた振動による発電装置の開発—

企画情報室 白井 治彦

## 要 旨

平成 24 年度の研究において、低周波である 0.2Hz ~ 5Hz の振動から発電する新規の技術を開発した。本年度では、透明なパイプ中に磁性粉体と水を封入し振動させ、「ハイスピードマイクロスコープ」により観察した。これにより振動中の磁性粉体の挙動が分かった。

### 1. はじめに

近年、再生可能エネルギーの分野において、「環境発電」(エネルギー・ハーベスティング)技術が注目されている。環境発電とは、自然界に存在するエネルギーを使って発電することを言うが、平成 24 年度においては強磁性粉体と流体(水)の混合体を作成し、環境に存在する振動等による発電システムの基礎的研究で発電装置を開発した<sup>1)~3)</sup>。現在は、当研究において微視的な観点から発電のメカニズムを研究している。これらを踏まえて、さらなる効率の良い発電システムに改良することを目的とする。

「磁性粉体による振動による発電装置」をハイスピードマイクロスコープにより観察することにより、その発電メカニズムを解明することができた。

### 2. 実験及び考察

直径 2cm、長さ 30cm の塩ビパイプにコイルを巻き、20cc の水に 15 グラムの磁性粉体を混入したものをシェーカーにより 2Hz (振副 3cm、加速度 2.7g) の振動を与えて、ハイスピードマイクロスコープ(キーエンス(株) VW-9000)により撮影条件は、1000fps(秒間 1000 コマ)観察した動画の 1 フレーム画像を写真 1 に示す。

使用した磁性粉体は、戸田工業(株)社製の Mn-Zn 系フェライト(平均粒子径 3.2 μm、透磁率 13.2 at100kHz)を用いた。(株)鳥津製作所製 エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 Rayny EDX により計測した結果を図 1 に、また、(株)堀場製作所製 レーザ回折/散乱式粒度分布測定装置により測定した粒度分布を図 2 に示す。

パイプ外部の永久磁石の磁界により磁性粉体がスパイク状に突起していることがわかる。さらにハイスピード

ピークリスト

チャンネル名	Line	keV	Net強度(cps/uA)	
Ti-U	RhLa	2.66	0.8112	
	—	2.96	0.8979	
	MnKaESC	4.10	0.9680	
	FeKaESC	4.62	2.8960	
	MnKa	5.90	196.0029	QF
	FeKa	6.40	810.5777	QF
	MnKb	6.40	28.7268	
	FeKb	7.06	117.2814	
	ZnKa	8.64	85.8170	QF
	ZnKb	9.58	13.4737	
	FeKaSUM	12.82	1.9664	
	RhKaC	19.14	3.5199	
	RhKa	20.16	10.4549	
RhKb	22.76	2.1394		
C-Sc	RhLa	2.70	0.3597	
	AgLa	2.98	0.4555	
	AgLb1	3.15	0.1119	

定量分析結果

分析対象	分析結果	[ 3σ ] 処理-計算	分析線	強度(cps/uA)
Fe	69.642 %	[ 0.414 ]	定量-FP FeKa	810.5777
Mn	19.607 %	[ 0.242 ]	定量-FP MnKa	196.0029
Zn	10.751 %	[ 0.203 ]	定量-FP ZnKa	85.8170

図 1 磁性粉体組成分析計測結果

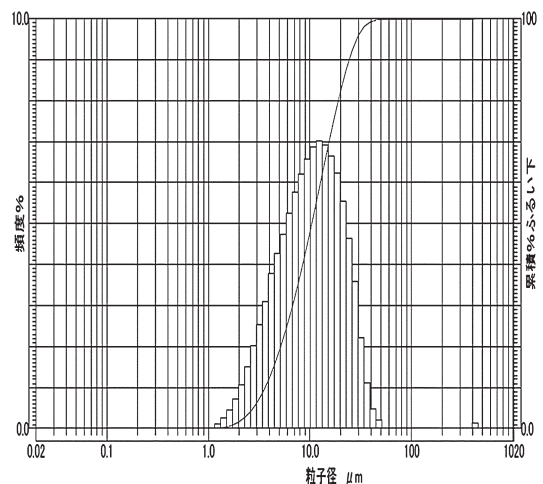


図 2 粒度分布計測結果

マイクروسコープの動画により観察すると、このスパイク状突起は磁界に影響されない液体（水）により左右に押されて変形あるいは移動することがわかる。これはつまり磁界が変形していることを示すものであり、この磁界の変化がパイプに巻きつけたコイルを横切ることでフレミングの右手の法則によりコイルに電流が発生するものと考えられる。これを図1及び図2に示す。

図3は静止状態の撮影画像を示し、図4にその状態の磁力線及び磁性粉体の概念図を示す。

次に横方向に振動させ加速度を与えた場合、スパイク状磁性粉体は外力を受けた流体（水）により押されて変形し磁力線も歪みを生じるものと考えられる。この場合の撮影画像を図5に示し、概念図を図6に示す。

弱い外力（加速度）の場合、磁性粉体スパイクの先端

部分のみ変形する。これにより磁力線も少し歪められる。これを図7に示す。

次に、外力（加速度）が大きくなると、磁性粉体スパイク全体が外力とは反対方向に斜めに倒れるように変形し、これにより磁力線も斜め方向に歪められる。これを図8に示す。

さらに外力（加速度）が大きくなると磁性粉体スパイクは切断あるいはパイプ壁面から引き離され移動し、磁力線は大きく歪められる。これを図9に示す。また図10にさらに強い外力（加速度）により宙に浮遊した磁性粉体の撮影画像を示す。

したがって、本発電装置は、どのような大きさの外力（加速度）に対しても磁力線は歪められ、コイルに電気が発生する。



図3 静止状態の撮影画像

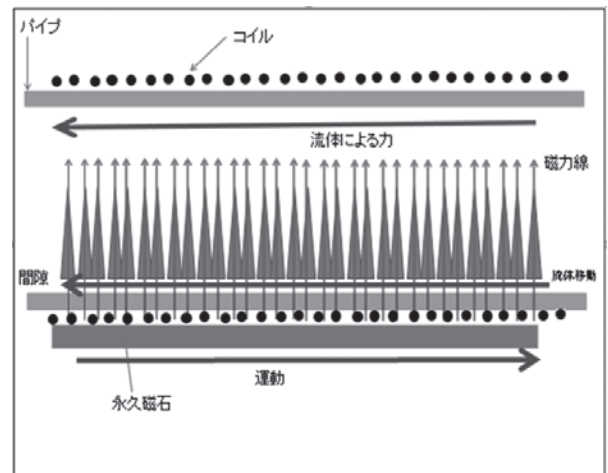


図4 静止状態の概念図



図5 横方向に加速度を受けた時の撮影画像

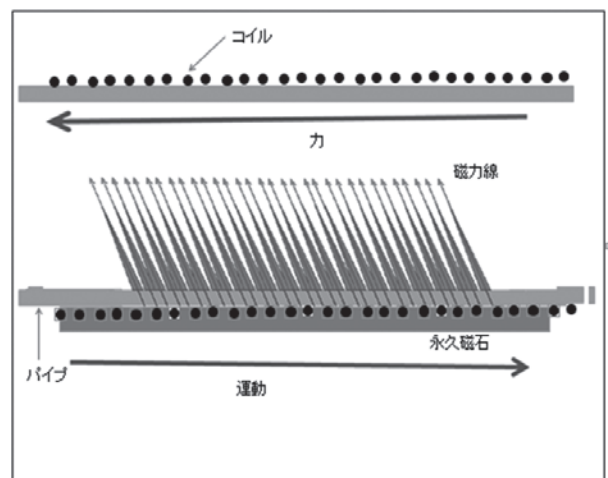


図6 横方向に加速度を受けた時の概念図

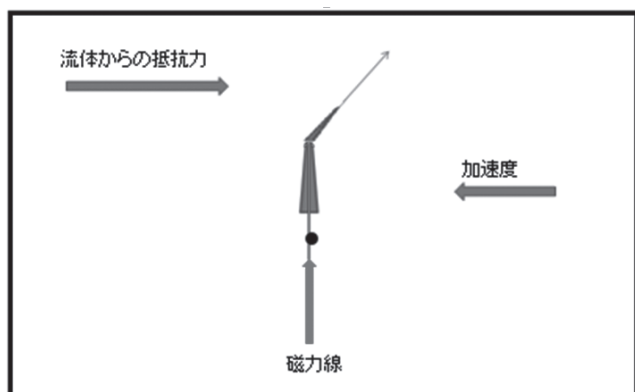


図7 弱い外力（加速度）の場合

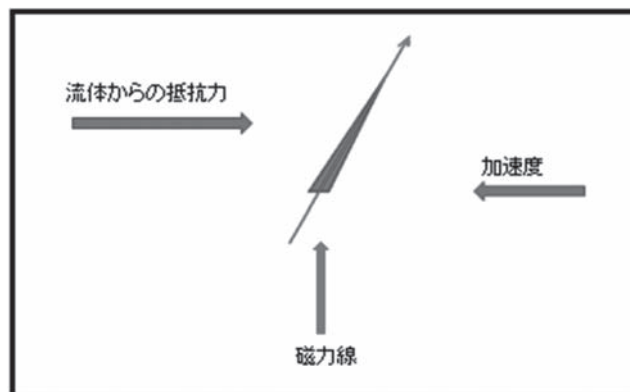


図8 強い外力（加速度）の場合

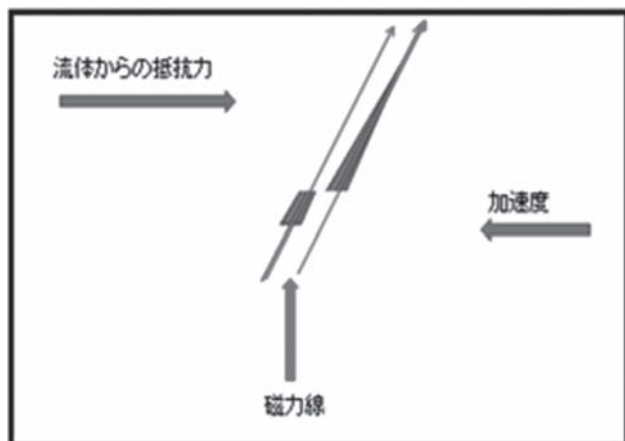


図9 さらに強い外力（加速度）の場合



図10 さらに強い外力（加速度）の撮影画像

### 3. おわりに

平成24年度に開発した「磁性粉体による発電装置」の発電メカニズムを解明することができた。

エネルギー・ハーベスティングの分野において、振動発電機構には主に3方式が研究されている。電磁誘導方式、静電誘導方式、及び圧電素子による発電である。本研究による発電方式は電磁誘導方式であり、他の2方式においては共振周波数で大きく発電する傾向があるが、磁性粉体を用いた本報告における方式では、どの周波数の振動においても加速度に対して、リニアに発電することがわかった。

将来的には、さらに小型化し（鉛筆程度の太さ、長さ5cm程度）数十 $\mu$ W程度の発電機を開発したい。それにより自動車等の10Hzから数百Hzの振動による発電を利用したTPMS(Tire Pressure Monitoring System)への応用を視野に入れている。応用範囲を広げるには、

今後は無電源による、微小電圧の昇圧が課題と考えられる。

### 参考文献

- 1) 白井治彦：京都市産業技術研究所研究報告, No.3, pp.102-104 (2012)
- 2) 特許出願 特願 2012 - 242261
- 3) 国際特許出願 PCT/JP2013/79357