

エネルギー・環境新技術先導プログラム／ トリリオンセンサ社会を支える高効率MEMS振動発電 デバイスの研究

第4回高効率MEH研究会

(5)研究項目D, E(MMC、ダイキン、京都大学)

- ① 全体計画の確認 MMC
- ② インフラ関連の計測中間結果 京都大学
- ③ オフィス、人体の計測中間計測 ダイキン

平成26年8月18日(火)

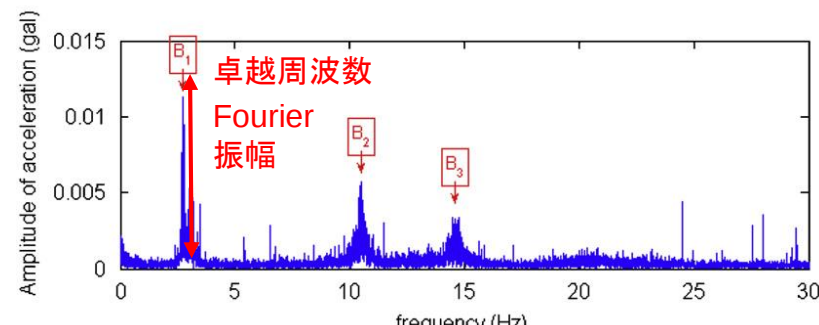
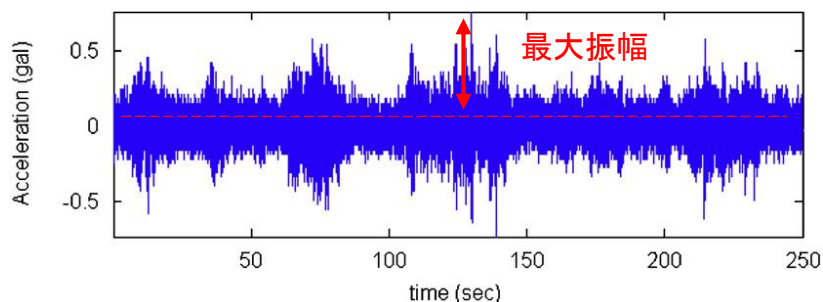
15:00 ～ 17:30

技術研究組合NMEMS技術研究機構(MEH)

測定計画表(測定箇所の見直し:計測に掛かる期間を考慮した)

2015.08.18 MMC

	測定対象	測定方法	測定数
(a)道路、鉄道の橋梁、高架、トンネルなどの構造物における交通振動	AE等の計測手段でモニタリング可能と推測される橋梁、高架の部材:梁、床版等;トンネルの部材:側壁	加速度計+ポータブルデータレコーダ	橋一本4測点, コンクリート橋1本;トンネル1本4測点, 全1本
(b) 道路面、線路軌道などの土構造近傍における交通振動	道路近傍歩道, 側壁	加速度計+ポータブルデータレコーダ	一箇所4測点, 全1箇所
(c) 道路、鉄道の防音壁、側壁、照明設備、表示設備等の付帯設備における交通振動	AE等の計測手段でモニタリング可能と推測される防音壁、側壁、照明設備、表示設備	加速度計+ポータブルデータレコーダ	一設備2箇所
(d) 上記交通振動の他に自然風、水流などによる常時微振動	AE等の計測手段でモニタリング可能と推測される橋梁、高架の部材:梁、床版等;トンネルの部材:側壁;付帯設備。	加速度計+ポータブルデータレコーダ	一橋4測点, 13橋;一設備2測点;全2設備



測定計画表

- ・人体の振動、及び、オフィス・工場における装置類の振動を測定する。

	測定対象	測定方法	測定数	備考
人体の様々な動作時の振動を測定する	胸、足など	調査中	1～2点	オフィス他 (候補:ダイキン)
オフィスにおける装置類の振動を測定する	空調室外機	調査中 (交通インフラの 測定方法に準拠)	1～2点	オフィス (候補:ダイキン)
工場における装置類の振動を測定する	工作機械など	調査中 (交通インフラの 測定方法に準拠)	1～2点	工場 (候補:ダイキン)

課題提起：モニタリング現場における現在の発電デバイスの性能予測を希望

静岡大方式	鷺宮方式
$P_{max} = \frac{mx^2\omega^4 Q_m}{4}$ m=2g, f=150Hz Q=942, x=411um 加速度=0.056G で150uW	1g, 100Hz 加速度=1G で2.5mW(石川様より) 振動データの数値解析
実際の振動は 極めて低い周波数で 周波数が特定化されない Gと周波数だけではPが推測不可	

高いfと
Q値

デバイス性能の定式
化をお願いしたい。

④交通インフラでの振動発電デバイスの導入開発

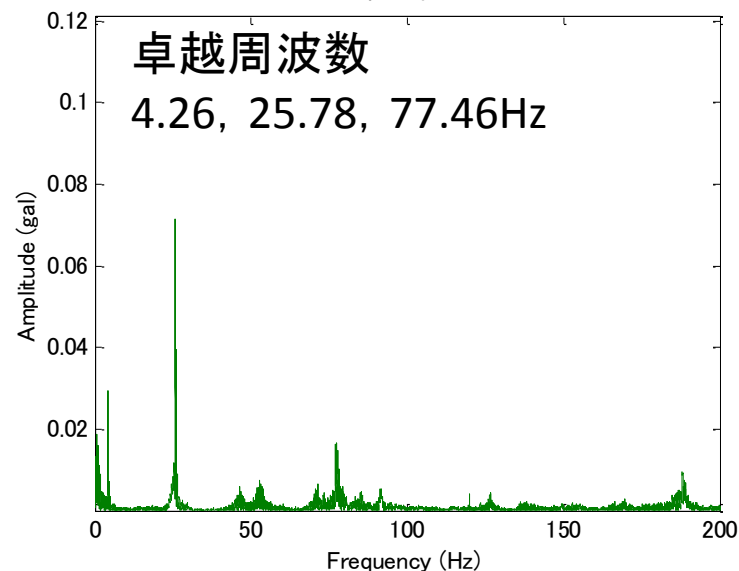
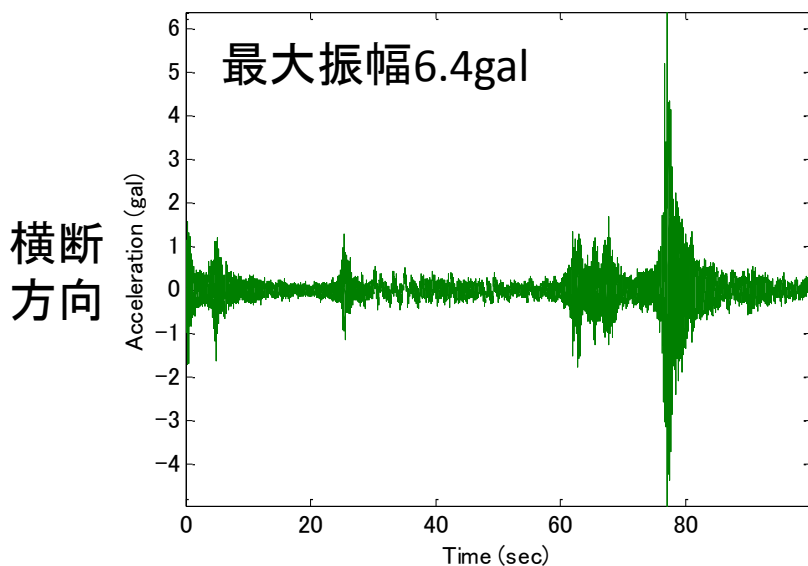
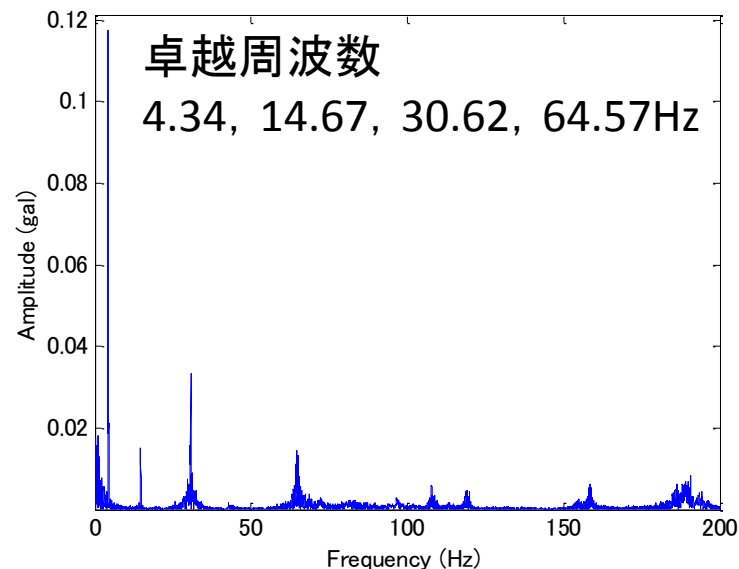
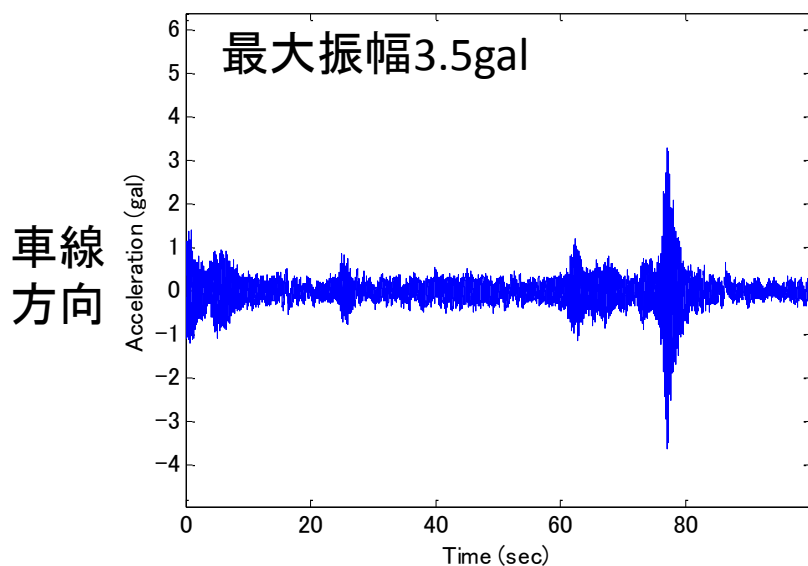
	H27 4,5,6月	H27 7月	H27 8月	H27 9月	H27 10月	H27 11月	H27 12月	H28 1月	H28 2月
④-(1) 交通インフラにおける ターゲット振動の調査と 活用仮説立案	計画 当初計画	計画 当初計画	予備計測 当初計画	予備計測 当初計画	計測 当初計画	計測 当初計画	計測 当初計画	解析	
④-(2) 屋外長期動作における エネルギーハーベスタの 活用例の提言		予備検討(1): 測定対象物、測定手段を元にアプリケーションを想定する。 予備検討(2): 測定データを見ながらアプリケーションを想定する。 当初計画	予備検討(1): 測定対象物、測定手段を元にアプリケーションを想定する。 予備検討(2): 測定データを見ながらアプリケーションを想定する。 当初計画	予備検討(1): 測定対象物、測定手段を元にアプリケーションを想定する。 予備検討(2): 測定データを見ながらアプリケーションを想定する。 当初計画	予備検討(1): 測定対象物、測定手段を元にアプリケーションを想定する。 予備検討(2): 測定データを見ながらアプリケーションを想定する。 当初計画	予備検討(1): 測定対象物、測定手段を元にアプリケーションを想定する。 予備検討(2): 測定データを見ながらアプリケーションを想定する。 当初計画	予備検討(1): 測定対象物、測定手段を元にアプリケーションを想定する。 予備検討(2): 測定データを見ながらアプリケーションを想定する。 当初計画	予備検討(1): 測定対象物、測定手段を元にアプリケーションを想定する。 予備検討(2): 測定データを見ながらアプリケーションを想定する。 当初計画	予備検討(1): 測定対象物、測定手段を元にアプリケーションを想定する。 予備検討(2): 測定データを見ながらアプリケーションを想定する。 当初計画

計測対象

- 京都大学桂キャンパス前の照明柱
- 高さ: およそ4m
- 測点: 地面から高さ1.5m
- 計測方向: 車線方向x1+車線横断方向x1
- センサー: RION PV-87加速度計(共振周波数9000Hz)
- サンプリング: 1000Hz



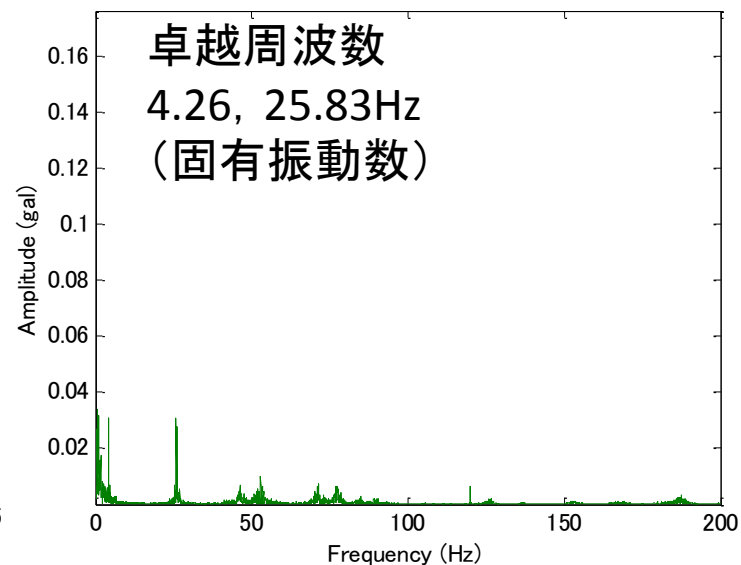
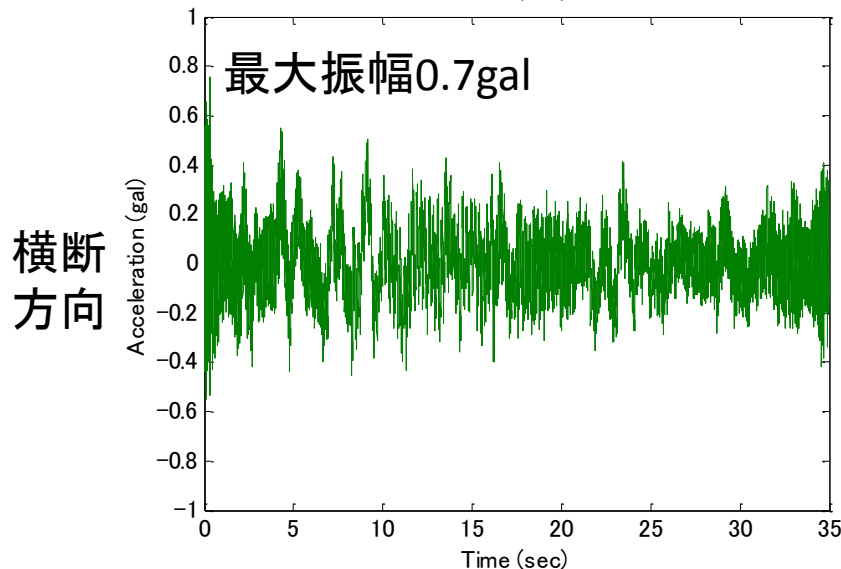
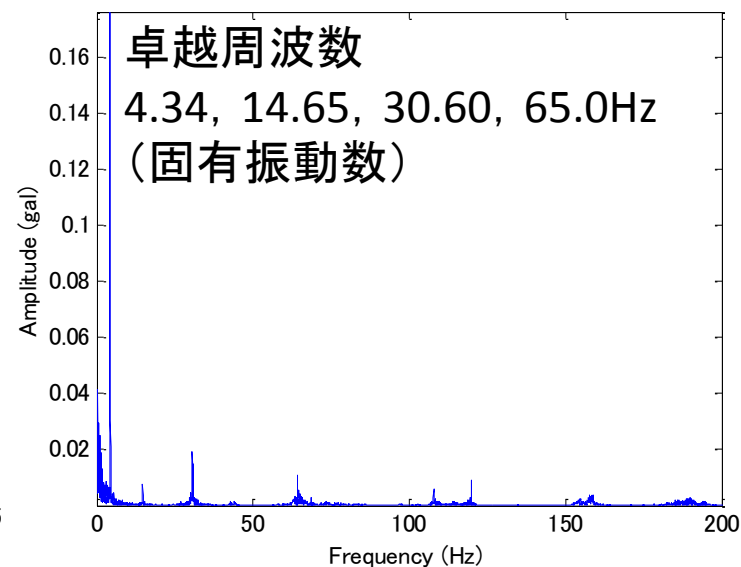
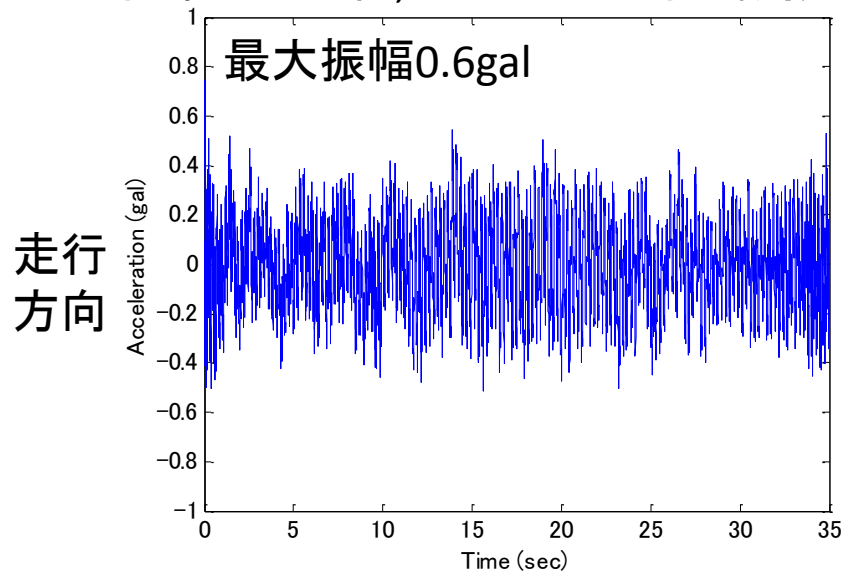
計測結果(0-100秒)



加速度波形

フーリエ振幅スペクトル

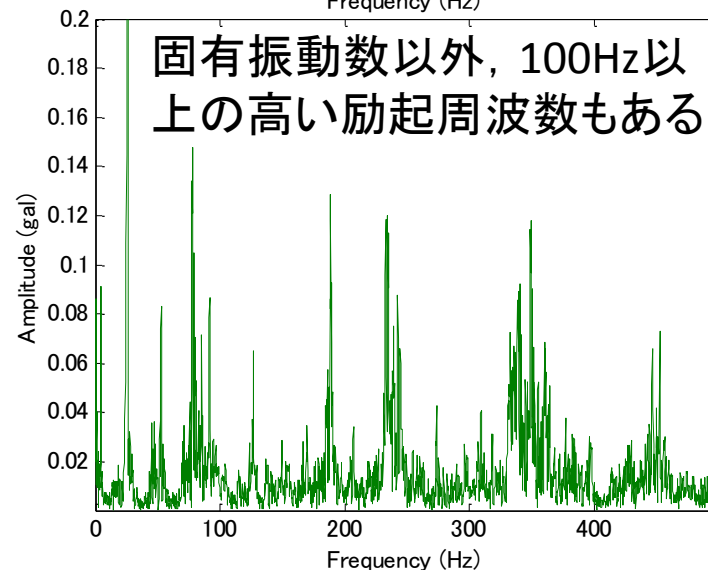
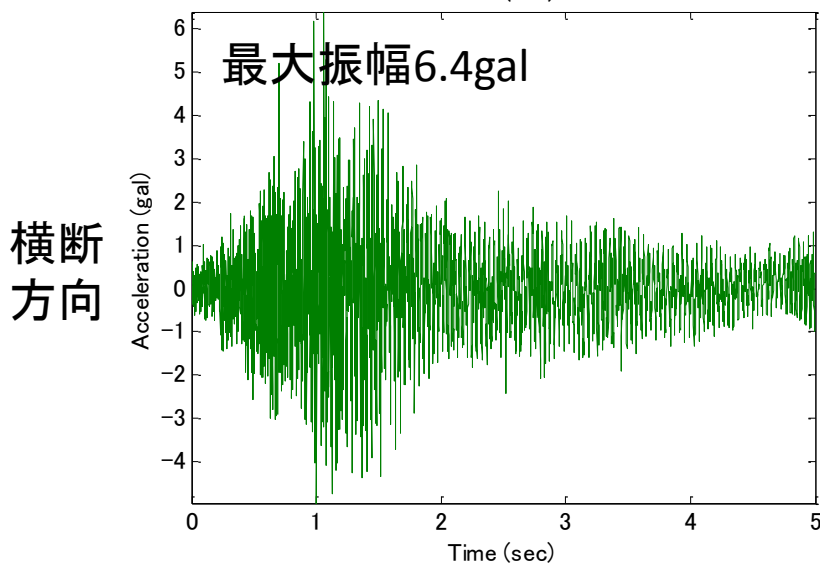
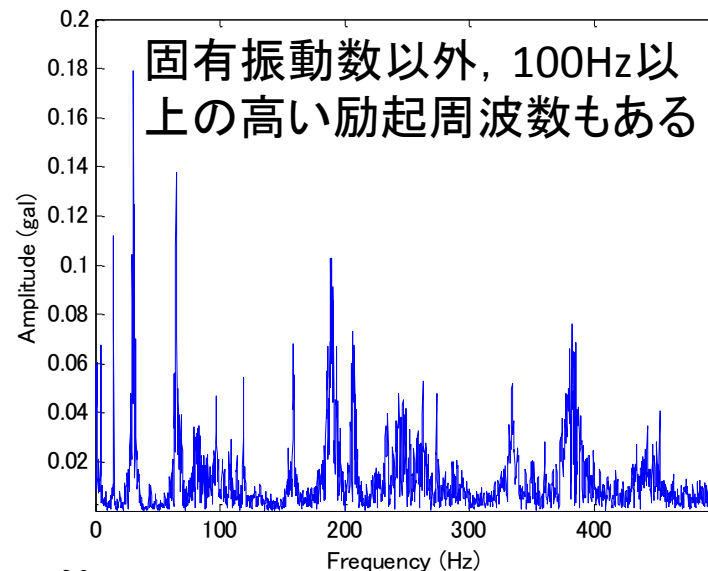
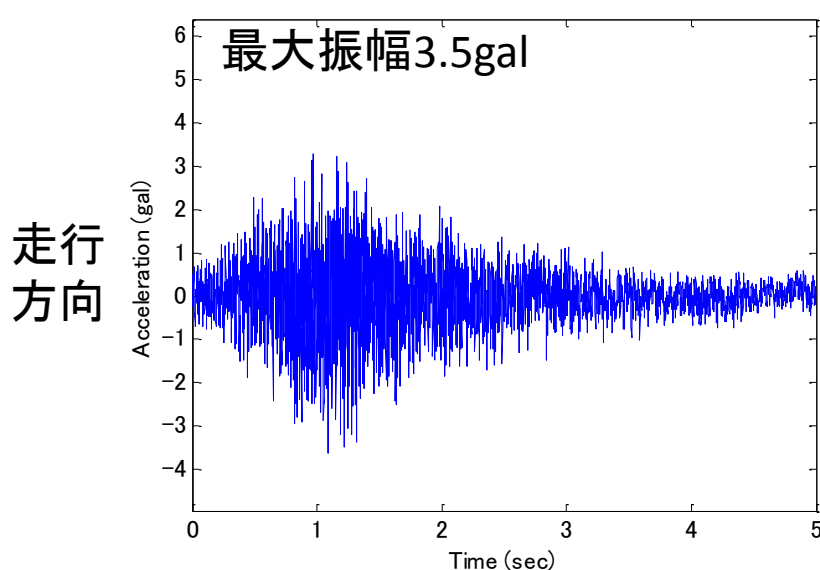
計測結果(26-61秒,車通過無し時の微振動)



加速度波形

フーリエ振幅スペクトル

計測結果(76-81秒,車通過時の振動)



加速度波形

フーリエ振幅スペクトル

考察

- 車両通過無し時の振動特徴
 - 構造物の固有振動数が卓越
 - 今回の対象(照明柱)の固有振動数:
走行方向4.34, 14.65, 30.60, 65.0Hz
横断方向4.26, 25.83Hz
- 車両通過時の振動特徴
 - 励起時間は 3-5秒程
 - 構造物の固有振動数も卓越
 - 上記の振動数以外, 車両通過による励起振動数も認められる
 - 本測定では, 100Hz以上に現れている

● 人体部位ごとの振動計測（H27年度研究計画）

❖ センサに求める性能の検討

- 加速度レベル，サンプリング周期，データ記録時間，電源，サイズ，防水性能等を検証する.
- 入手可能なセンサを調査する.
- 各センサの性能を比較する.
- 入手可能なものは購入し，実計測を実施する.
- 環境調査用の加速度センサの他に医療，スポーツ科学，ゲーム等の分野で利用されている製品も調査対象とする.

❖ センサの試作

- 汎用マイコンボードとMEMS加速度センサ等を組み合わせて，センサを試作する（地震観測用の技術の応用）.

■進捗報告

- ・振動測定用センサを購入:
- 小型無線多機能センサ
「TSND121(ATR-Promotions)」



- ・人体振動の予備測定を実施:
- 対象: 足、腰、胸、手、首

⇒ 本日、報告(速報)。

＜役割分担＞

高効率MEH 研究項目	京大・塩谷研 (④、⑤データ解析)	MMC (④交通インフラ)	ダイキン (⑤オフィス・工場)
振動測定方法の立案	○		
振動測定装置の購入／調達	○		
振動測定装置の設置	◎	○	○
測定データの解析(見える化)	◎		
アプリケーションの仮説立案	○	◎	◎
最新動向の調査(学会、論文)	○	○	○

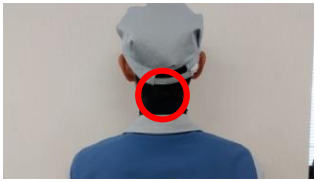
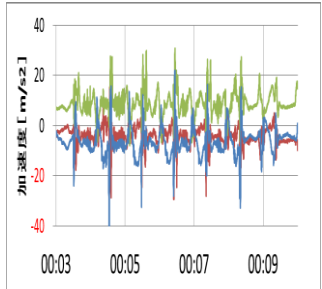
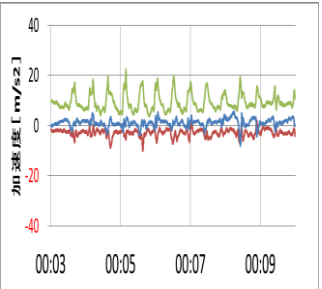
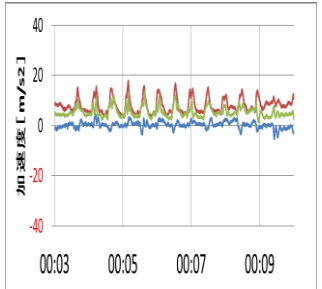
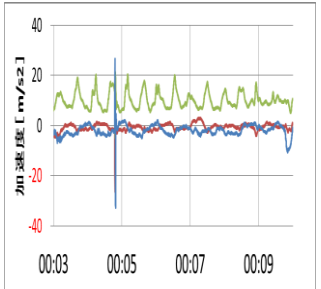
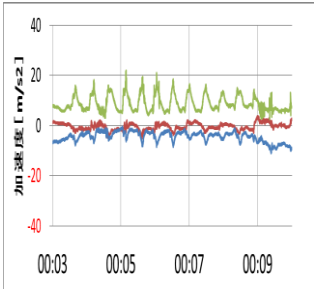
＜2015年度 進捗状況＞

	H27 4,5,6月	H27 7月	H27 8月	H27 9月	H27 10月	H27 11月	H27 12月	H28 1月	H28 2月
⑤-(1) センサネットワーク用の 端末の仕様抽出とアプ リケーション開発	・計測対象 の決定 当初計画 実施状況	・振動環境の予備測定 当初計画 実施状況			・振動環境の詳細測定 ・測定結果を元にアプリ候補を抽出 当初計画			・まとめ 当初計画	
⑤-(2) 待機電力の削減に向け たエネルギーハーベスタ の活用例の提言		・主要装置類の振動環境の予備測定 当初計画 実施状況				・主要装置類の振動環境の詳細測定 ・期待される電力量削減効果の抽出 当初計画		・まとめ 当初計画	

本日報告

■概要: 人体部位5箇所の同時計測を行い、大小関係を調査。発電量の試算は依頼中。

【測定データ】 対象: **人体部位(5箇所: 足、腰、胸、手、首)**、 条件: **階段降下中**

	足	腰	胸	手	首
測定 イメージ					
加速度 の波形 (階段 降下中)	 平均加速度 = 10.5 [m/s²]	 平均加速度 = 3.9 [m/s²]	 平均加速度 = 4.6 [m/s²]	 平均加速度 = 4.0 [m/s²]	 平均加速度 = 4.7 [m/s²]
※3軸の加速度(絶対値)の合計値を、時間平均した値(重力加速度分(9.8m/s ²)を減算して算出)。					
発電量 【静大方式】	(試算を依頼中)				
発電量 【鷺宮方式】	(試算を依頼中)				

■考察： 人体における振動発電について

・発電量が多そうな部位(順位):

足 >> 首 ≒ 胸 > 手 ≒ 腰

・人体振動の特徴(今回の計測より):

- 加速度は最大で $\sim 38.0 \text{ m/s}^2$ 程度(瞬時値)、
平均値は $\sim 10.5 \text{ m/s}^2$ 程度まで分布

- 周波数は $\sim 6 \text{ Hz}$ 程度の範囲に分布

(1/fゆらぎがある?)



発電量を増やすためには。

- ・低周波数帯域の発電量を確保する。
- ・ワイドバンド方式の方が有利?
- ・超低周波の揺らぎ成分を活用?

<参考： 学会での分析報告例>

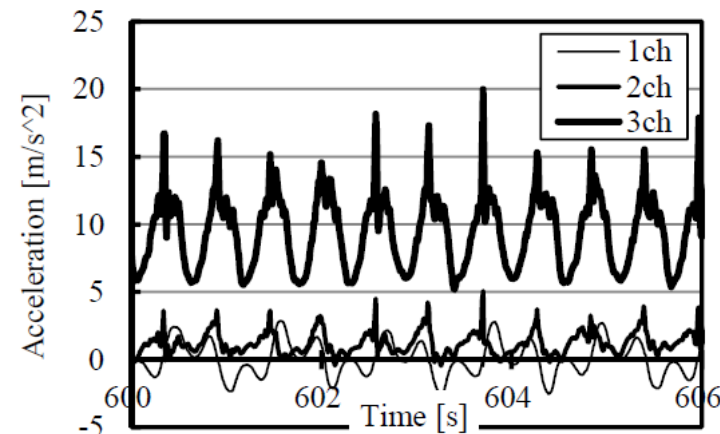


図1 加速度生データグラフ¹⁾

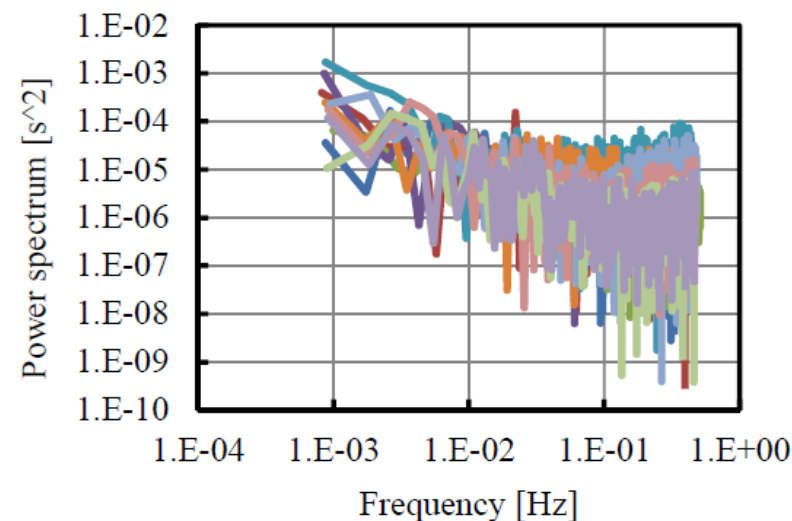
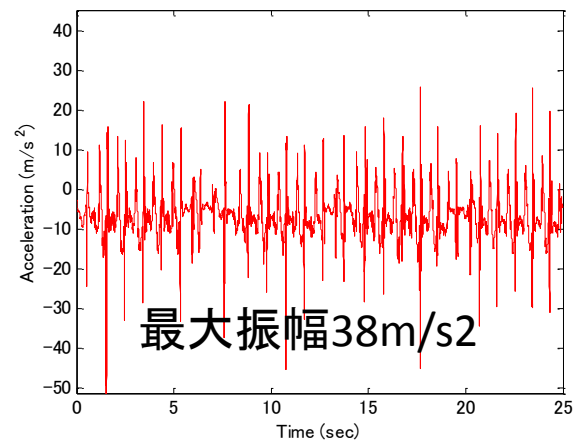
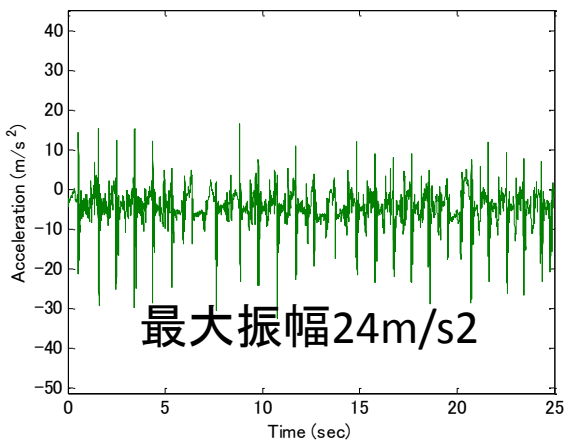
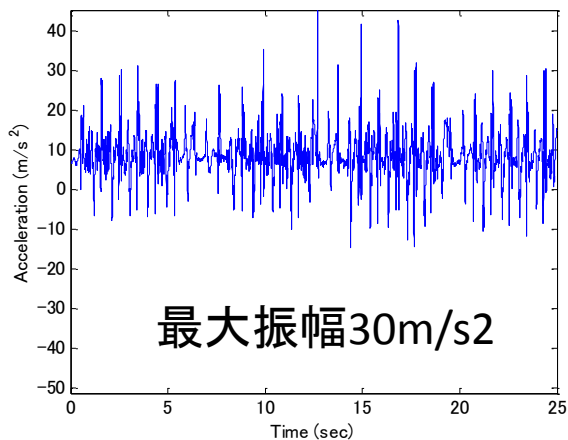


図2 周波数解析グラフ¹⁾

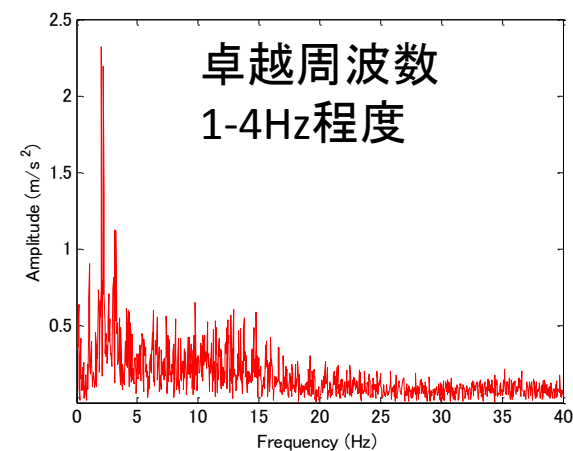
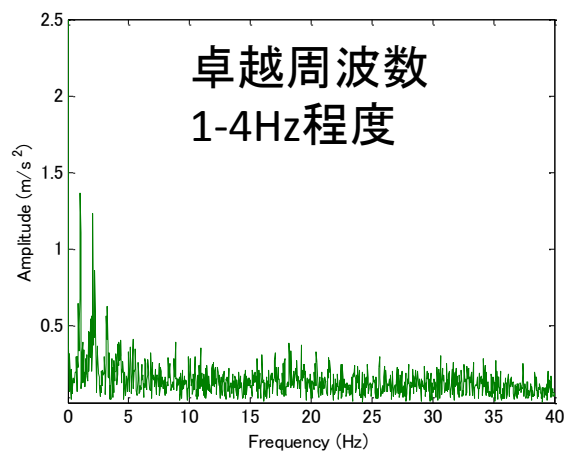
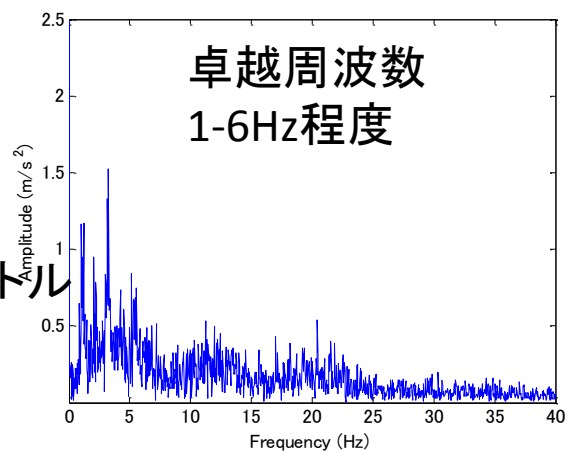
文献： 1)川島 豪「心地よい揺らぎに関する基礎研究」、
第25 回環境工学総合シンポジウム講演論文集(2015)

足(ID_1631), X,Y,Z軸加速度, 波形+スペクトル (3-28秒)

波形



振幅
スペクトル



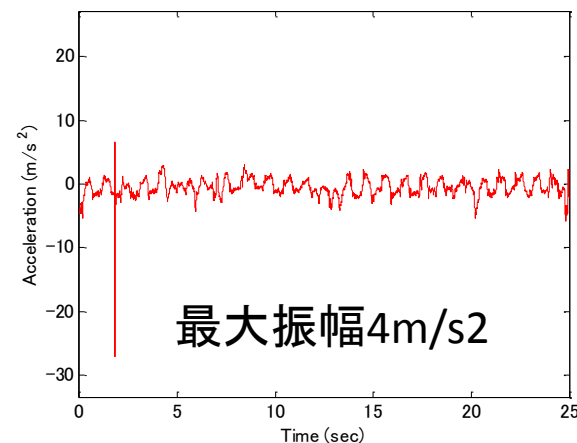
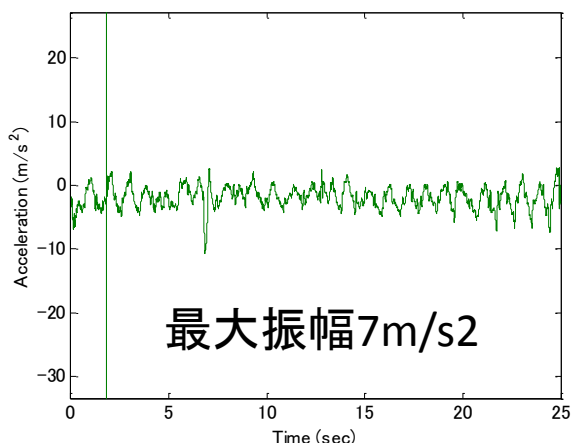
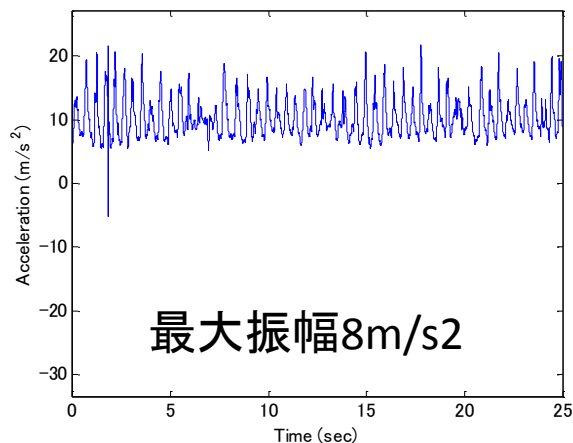
X軸(上下方向)

Y軸(左右方向)

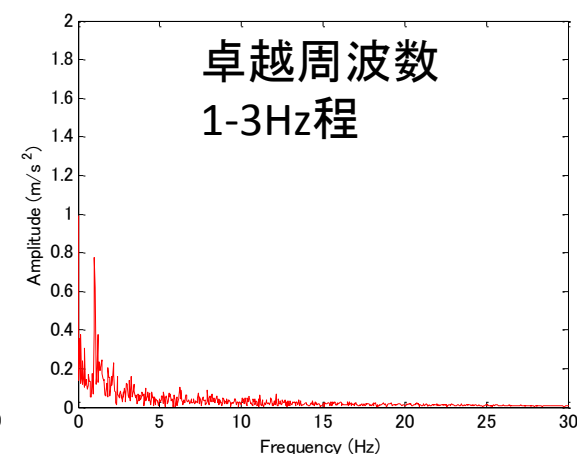
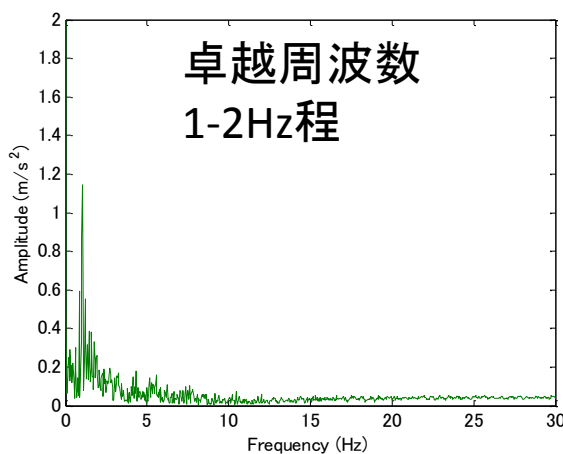
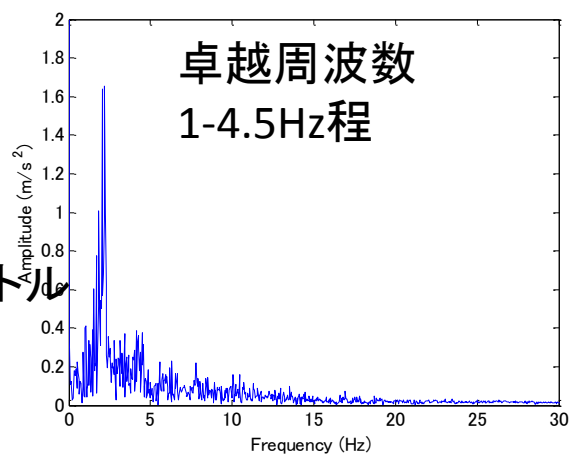
Z軸(前後方向)

手(ID_1634), X,Y,Z軸加速度, 波形+スペクトル (3-28秒)

波形



振幅
スペクトル



X軸(上下方向)

Y軸(前後方向)

Z軸(左右方向)