

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

平成28年度
第1回高効率MEH推進委員会・
第1回高効率MEH知的財産権分科会

研究項目：
『④交通インフラでの振動発電デバイスの導入開発』

平成28年4月14日(木)
14:00 ~ 18:30

④交通インフラでの振動発電デバイスの導入開発

④-(1-1) 各想定インフラでのセンサ端末設置場所での振動環境を調査

なお想定する交通インフラと振動源は以下を候補としている。

- (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
- (b) 道路面、線路軌道などの土構造近傍における交通振動
- (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
- (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

④-(1-2) アプリケーションの仮説立案

④-(1-1)項の振動環境にて期待できる発電量からアプリケーションを想定する。

また、並行して実施されている国土交通省の社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会の関係者との意見交換を通じて、新規アプリケーション候補を抽出する。

・アプリケーションとして期待される地方自治体の交通インフラ(主に橋梁)の現況調査、橋種や経過年の異なる橋梁の振動状況把握、および発電量の試算を行うとともに、振動発電を利用した劣化モニタリングデバイスの検討と、地方自治体での利用を勘案したビジネスモデルの抽出を行う。また、その他のアプリケーション候補の検討と必要に応じた振動測定と詳細分析を行う。

④交通インフラでの振動発電デバイスの導入開発

	H28 4月	H28 5月	H28 6月	H28 7月	H28 8月	H28 9月	H28 10月	H28 11月	H28 12月	H29 1月	H29 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・選定 当初計画			計測 当初計画							
							解析・分析 当初計画				
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	当初計画			予備検討(1): 地方自治体における交通インフラの現状調査 予備検討(2): 地方自治体における想定アプリケーションの市場調査							

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

④-(1-1) 各想定インフラでのセンサ端末設置場所での振動環境を調査する。(京大・MMC)

なお想定する交通インフラと振動源は以下を候補としている。

- (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
- (b) 道路面、線路軌道などの土構造近傍における交通振動
- (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
- (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

④-(1-2) アプリケーションの仮説立案(MMC)

④-(1-1)項の振動環境にて期待できる発電量からアプリケーションを想定する。

また、並行して実施されている国土交通省の社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会の関係者との意見交換を通じて、新規アプリケーション候補を抽出する。

パラメータ	現在値	理想値
櫛場数	3452	3452
[m]櫛歯の周期	6e-5	6e-5
[m]櫛歯の幅	2e-5	2e-5
[m]櫛歯のギャップ	5e-6	3e-6
[m]櫛歯の厚み	2e-4	3e-4
[F]櫛歯が重なっているときのキャパシタンス	5.1e-11	7.5e-11
[F]櫛歯が互い違いのときのキャパシタンス	3.0e-13	3.1e-13
[V]印加電圧	150	400
[Ω]抵抗	100e+3	100e+3
[]Q値	100	628
[kg]デバイス重量	1.0e-3	2.0e-3

静大方式で試算

$A=2\pi \cdot C \cdot E/L$; [C/m]力係数

$R1=m \cdot w0/(Q \cdot A \cdot A)$; [Ω]内部インピーダンス

計測対象	測点, 方向	卓越 周波 数 (Hz)	最大 振幅 (m/s ²)	現在		理想	
				電荷[C]	電力[W]	電荷[C]	電力[W]
連続鋼箱 桁橋	支間中央	130	3.5	-9.11×10 ⁻⁶	1.71×10 ⁻⁶	-2.61×10 ⁻⁹	5.53×10 ⁻⁶
	ジョイント	130	4.4	-2.44×10⁻⁸	1.89×10⁻⁶	-1.59×10⁻⁸	1.18×10⁻⁵
連続鋼板 桁	支間中央床版	19.1	0.53	-1.89×10 ⁻⁸	2.07×10 ⁻⁶	2.50×10 ⁻⁹	1.31×10 ⁻⁶
	ジョイント衝撃側	130	1.1	-8.79×10 ⁻¹¹	1.29×10 ⁻⁸	-2.39×10 ⁻¹⁰	6.95×10 ⁻⁸
PC鋼板桁	主支間	3.5	0.43	3.80×10 ⁻⁶	4.36×10 ⁻⁶	1.13×10 ⁻⁷	5.06×10 ⁻⁶
	側支間	3.5	1.2	3.48×10 ⁻⁸	4.38×10 ⁻⁷	1.10×10 ⁻⁷	2.62×10 ⁻⁶
トンネル	入口歩道路面	150	1.8	-1.89×10 ⁻⁸	6.10×10 ⁻⁷	-1.66×10 ⁻⁹	2.14×10 ⁻⁶
	中央歩道路面	150	0.44	-9.92×10 ⁻¹¹	2.68×10 ⁻⁸	-1.35×10 ⁻¹⁰	9.32×10 ⁻⁸
付帯設備	遮音壁,0.7m	88	1.0	-6.62×10 ⁻⁹	3.00×10 ⁻⁶	-1.29×10 ⁻⁸	2.66×10 ⁻⁶
	表示設備,車線方向	241	0.12	2.12×10 ⁻¹¹	3.44×10 ⁻⁸	1.72×10 ⁻¹¹	1.30×10 ⁻⁷
	表示設備,横断方向	241	0.12	5.73×10 ⁻¹¹	5.63×10 ⁻⁸	5.75×10 ⁻¹¹	1.57×10 ⁻⁷
	防護柵(土構造斜面)	14	0.09	8.50×10 ⁻¹²	4.01×10 ⁻⁹	2.94×10 ⁻¹²	3.08×10 ⁻¹⁰

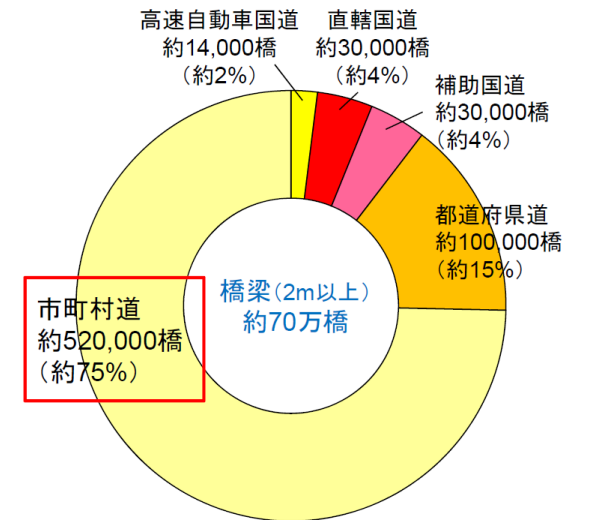
- 0-500sの計測データより試算
- 最大振幅だけでなく、常時振動の振幅の影響も大きいように見える

市町村における道路インフラ点検の現状

日本では、全橋梁70万橋のうち約50万橋が市町村道

- ・予算減少
直轄維持修繕予算は10年間で2割減
- ・点検者不足
町の約5割、村の約7割で橋梁業務に携わる技術者がいない
- ・点検の質の問題
地方公共団体の点検では遠望目視もあり質に課題がある

【道路種別別橋梁数】



※四捨五入により端数調整している
※道路局調べ(H25.4)

建設後50年を超える橋梁
10年後43%，20年後67%

道路点検要領 H26年6月

5年に1度の近接目視による定期点検，必要に応じて
非破壊検査を併用すること

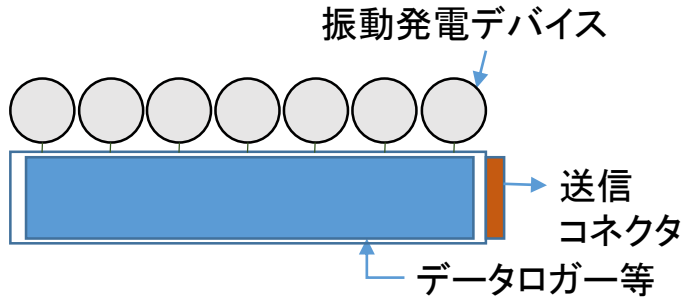
簡便で質が確保でき、低コストかつ長期間の劣化モニタリング技術が望まれている



発電可能なインフラ劣化診断デバイス

発電可能なインフラ劣化診断デバイス

イメージ図



振動発電デバイスの周波数を異なる値に設定する
各振動発電デバイスにおける発電量をモニタリング

橋梁のようなインフラ構造物の劣化に伴う共振周波数の変化に伴う
発電量の変化より劣化モニタリング → 経年&突発損傷の判別
発電量が振動のみに依存する特性を利用

特許申請

発電しながら劣化モニタリングを可能とする

- ・小型 (発電デバイスが小さい, 構成がシンプル)
- ・低コスト (計測時に特別な設備を必要としない)
- ・簡便 (設置した後は自動)
- ・長期間 (発電デバイスの寿命による)

大量生産 & 多数設置
発電量も大きくなる

空中給電との組み合わせにより, アクセスの悪い場所でも計測可能

Pilot-RIMS (無線通信ネットワーク共通プラットフォーム: NMEMS, NTT) での集中管理

地方自治体(市長村)のインフラ劣化モニタリングに最適

・市場調査

1. 地方自治体に現存する交通インフラ現状データの収集・分析
2. 地方自治体への交通インフラ点検状況の聞き取り調査
3. 振動発電による劣化診断デバイスの市場分析

・振動計測（種別や経過年などに関する振動特性）

1. 京都府に依頼し、古い橋梁を探す（依頼済）
2. 橋種や経過年の異なる橋梁、および必要に応じてトンネルや付帯設備などの振動を計測する

可能であれば

・振動計測（橋梁の劣化に伴う固有振動の変動）

1. 撤去予定の橋梁における定期計測、および徐々に部材を取り壊すことで、劣化に伴う振動を計測する