

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 2 回高効率 MEH 推進委員会 議事録 (案)

【日時】 2016 年 7 月 14 日 (木) 14:30～16:00

【場所】 技術研究組合 NMEMS 技術研究機構 新テクノサロン A,B
東京都千代田区神田佐久間河岸 67 MBR99 ビル 7 階

【出席者(敬称略)】

NEDO (佐藤、鈴木)、
東京大学 (藤田、年吉、鈴木、安宅)、静岡大学 (杉山)、
京都大学 (塩谷、麻植)、鷺宮 (石川、三屋、芦澤、古賀)、ダイキン (橋本、西野)、
電力中央研究所 (池谷、小野)、J R 東日本 (福田)、
MMC (青柳、今仲、長谷川、阿出川、水津、坂井、三原、松本、今本 (記)、小寺)

【議 題】

1. 挨拶

藤田推進委員長、今仲理事長
NEDO イノベーション推進部、IoT 推進部

2. 高効率 MEH 推進委員会

(1) 全体進捗報告 (高効率 MEH 研究所 所長 年吉先生)

(2) トピックス

- ① 振動発電デバイスの導入 WG 報告 (ダイキン・京都大学・静岡大学)
- ② 標準化活動報告 (MMC)

3. 推進委員長 (東大 藤田先生) からのご指示

4. 総評

NEDO イノベーション推進部、IoT 推進部

1. 挨拶

委員長・理事長挨拶

(藤田委員長)

- ・IoT 推進のための横断プロジェクトの採択の結果があり、NMEMS の LbSS が採択された。MEH とオーバーラップはできないが、東大鈴木先生、電中研小野さんは本格研究にて切り分けて進めていき、来年3月に一体となって進めていく。実用化に向けて、みんなでよいものに仕上げていきたい。

(今仲理事長)

- ・広報活動で技術を外に見せていくことが重要。当初予定していなかった9月14日~16日のMEMS センサ&ネットワークシステム展にて展示していただく。成果をものを見せていく。

【NEDO 挨拶】

(佐藤主査)

- ・IoT 横断のプロジェクトが立ち上がりつつあるので、この成果をうまく利用して進めていっていただきたい。そして、MEH と並行して進めていくので、しっかりとした管理をお願いしたい。
- ・基本的な電源デバイスで数百 μW ~500 μW に向けた道筋をしっかりと描き、将来の mW オーダの汎用的なトリリオンレベルでのセンサ用途の幅広い電力供給を目指していってほしい。

(鈴木主査)

- ・IoT 横断プロジェクトで5年間一緒によろしくお願いします。また、採択した12のテーマについて、つなぎながら成果の最大化を目指していきますので、協力お願いします。

2. 高効率 MEH 推進委員会

① 全体進捗報告 (MEH 所長 (年吉先生))

(a)高密度固体イオンエレクトレットのエナジーハーベスタ応用

- ・静大の試作品を説明。錘の密度が高いことが重要。タングステンを使っているが価格が高く、現在、低価格化のために樹脂タングステンを検討している。
- ・最新の試作品は 500 μW を狙って試作して、結果として 250 μW 程度。帯電電圧を高める工夫で出力が上がるはずであり、近いうちに良い結果がでる予定。
- ・真空封止の検討を始めている。蛍光表示管のメーカーを活用している。エレクトレットに関して本日 500 μW のデモをしたかったが少し予定が遅れている。

(b) 大容量イオン液体キャパシタによる出力インピーダンスの低下

- ・出力インピーダンスを下げるためにイオン液体を用いた研究をしている。イオン液体を含んだポリマーを固定化して、イオン液体をふくむポリマーそのものをエレクトレット化して発電する実験をしている。
- ・ 1cm^2 あたり $10\mu\text{A}$ 程度の小さな出力であったが、最近5倍程度大きな出力を得ることに成功した。(特許化していないため、まだお話できない。)
- ・ほぼ予定どおりに検討が進んでいる。

(C) 高効率エネルギーハーベスタの開発

- ・ギャップを小さくして、厚くすることでインパルス的な構造を設計している。
- ・このPJで導入したDRIEで構造形成を進めている。
- ・若干遅れ気味であるが、次回結果報告できる。

研究項目 (D)・(E)・(F) についてはトピックで別途報告

(今仲) 展示会ではどのようなイメージがでるのか？

(三屋) 静大作成を真空パッケージに収める。 なんとか間に合いそう。

(今本) 8月25日・26日のイノベーションジャパンで1回目のデモを見せる予定。

(藤田) 発電して見せるのか？

(杉山) 加振器を持ち込んでLEDが光る。

(年吉) 年吉研でZigbeeを用いて温度をモニタするデモをしている。
デバイスができたなら、組み込んで見せることができる。

(藤田) 樹脂錘は望みの形は作れるのか？

(三屋) 乗せやすいイメージのものを型でつくれる。

(青柳) タングステンの錘はなぜ下にもあるのか？

(年吉) 重心が揃っていないと変な動きをする。
発電効率の観点で上下対称がよい。

(藤田) ガントチャート的なものが出てきたが、何をどこまでやるかよくわからない

(年吉) 内部用に細かいものを持っている。

(藤田) 細かいところまでいらないが、マイルストーンに近い形で何をどこまでするかわかるように工夫してほしい。

(年吉) 実際に内部で活用しているガントチャートを紹介
区切り目のところがわかるようにしている。

(藤田) 項目はわかるがどこまでやるかをわかるようにしてほしい。

(2) トピックス

① 振動発電の導入 WG

1) 発電デバイス特性の比較 (静大)

- ・電磁 (スター精密)・圧電 (Joule Thief)・静電(OMRON)の発電デバイスの比較
- ・低 G、低周波数では静電が良さそう。
- ・静電タイプは発生電圧が高いが、電流が取れにくい

周波数帯域についてベンチマーキングは周波数帯域が小さいが、今回の開発品は周波数帯域が広い結果が得られている。これはソフトスプリング効果が表れている。

- ・オムロン製で見られないのは帯電電圧が高く、ギャップが狭いことに起因している。

2) 橋梁・エアコンの振動 (京大・ダイキン)

- ・自動車が通った時の振動を解析した。Wavelet 解析をすることで、周波数と加速度の時間的な変化がわかる。周波数領域が広い方がよいことが分かる。
- ・橋によっては数 Hz 程度の低い周波数のものもある。
- ・オフィス向けとしてエアコンの振動計測を実施。吹き出しの気流をうけて振動する応用を想定。橋梁と同様に Wavelet 解析を実施。幅広い周波数分布をもっており、時間的な変動が大きいことが特徴。

3) 測定振動データを用いて発電量評価 (静大)

- ・大枝ジャンクションの充電比較。1) 項他社デバイスと比較し、錘を考慮すると、ワイドバンドである本開発品の充電速度が圧倒的に速い。

4) アプリケーションマップ (ダイキン)

- ・本開発はワイドバンドの低振動領域があっている。加速度と振動の仕方 (定常、非定常) で整理し、実際の測定頻度を考慮して本開発品が得意とする領域を評価した。
- ・低周波・低 G の領域でアプリケーションを探る。

(今仲) 気流の発電が理解できなかった。何をやろうとしているのか？

(西野) 吹き出し口の気流温度の計測をして故障の予知、省エネの診断を行う。

(今仲) 単なる有線温度センサをはれば良いのではないか？ 無線で受けることまでつくるなんてことはバカ高くでありえないのではないか？

(年吉) 工場のコンプレッサ等の既存の装置につけるとするのは LbSS も同じストーリーではないか？ LbSS を否定することになるのではないか？

(今仲) 大きい工場だとわかる。

(橋本) 実際は業務用をイメージしている。冷媒の漏れているのになかなか気づかず放置されてエネルギーロスが大きい。常時計測できるとエネルギーが無駄に使われていることが分かり、省エネにもつながるし、故障予知につながる。お客様がすぐに分かることが大事である。

(今仲) 例としてエアコンは良くない。橋本さんの言われているストーリーで描く必要がある。

- (藤田) 誰でもわかるようなポンチ絵で良いので、わかりやすく書くこと。
- (今仲) アプリケーションマップの出力だと今のものでできていて、既にできていることになる。もっと測定頻度を上げたい等のことがないと意味がない。
- (西野) 整理し直す。リーク電流を考慮できておらず、最低限の動作を考えている。
- (今仲) 「1日1回だとこれだけいる」というような形にした方がよい。
- (鈴木) ソフトスプリングというのは変形が大きくなると線形より力が小さくなる。この楯歯では等価的にその効果が生じているかわからなかった。
- (杉山) 変位によって等価的にバネ定数が変わる。
- (鈴木) マクロ的にみたバネ定数は柔らかくなっていないのではないかな？ソフトスプリングというと誤解を招く。ハードニング（振幅が大きくなるとかたくなるバネ）現象だと思う。言葉だけの問題だと思うが違和感がある。
- (杉山) 了解しました。
- (鈴木) 異なる発電機の比較について直流での評価をしているので、それぞれの発電機によって交流での出力電圧が異なる。充電効率が高いのは発電電圧の半分の電圧がキャパシタンスにたまった時になる。今回のものは出力電圧が低いのでコンデンサに一番たまる。（オムロンは60Vなので30Vまでいかないとたまらないので初期はよくないと思う。）今回の良い結果は出力インピーダンスが低いことがポイントだと思う。
- (佐藤) アプリケーションについて、それぞれのセンサの状況によってかわると思う。センサだけでなく、どうやって通信するのか、IoTセンサとしての形を掘り下げて、そのためにどれだけの電力が必要か考えると見えてくると思う。
- (藤田) 対象の振動に合わせた良い発電機があって、実際に必要とする要求を上回っていればよい。装置を大きくするのではなく、これぐらいの大きさでなければならぬと最適設計を考えていかないといけない。
- (佐藤) エッジコンピューティングの考え方が必要となってくる。これと抱き合わせて考えていかないといけない。
- (藤田) 本格研究は全体システムを考えて進めるプロジェクトである。その流れにのって、データを上に送ることを想定してどういう発電をしないといけないか深めていく必要がある。
- (今仲) カッコいい絵を展示会で出してほしい。

② 標準化

標準化の取組みを報告

MEMS エレクトレット振動発電デバイスについて鈴木先生中心に提案している。

MEMS 振動発電デバイスの特性測定方法の NP 案を準備中。

(鈴木) MMC として取り組んでいた周波数応答測定方法というのは、方式によらず広い周波数帯域でも測定できる適正な標準化を進めている。この MMC で検討してきた規格と NEDO のグリーンセンサネットワーク PJ の検討した内容も含めたオールジャパンとして WG7 として出していく戦略である。

3. 藤田委員長からのご指示

- ・技術的には練れてきていて、どうやってデバイスに結実させて、デモ等のように見せられるかがポイント。きちんとエネルギーを振動から得ることを見せることをもう一步頑張っ
て欲しい。
- ・実際にどこで使うかについて、まとめ方を含めてもう一步進められると分かりやすくなり、
エナジーハーベスタの実力が伝えられる。展示会までにもう一工夫進めること。

4. 総評

(佐藤) 1mW が見えてきた。10mW の絵があったがその道のりを描いてほしい。そして、
並行して、アプリケーションの話題になってきた。出力を上げる高いところを目指して
いくところと、それをどのように展開・応用していくかの落としどころとを併せて
検討していくフェーズになってきた。モノができるということは、このような両面を
もって進化していくものだと思うので、今後、この両面性を見据えながら検討を進めて
欲しい。

(鈴木) 落としどころという話があったが、落としていく先をまとめて IoT に役立つ形にまとめて
いただければと思います。

以上