

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2回高効率MEH推進委員会・第2回高効率MEH知的財産権分科会 議事録

1. 日時：2015年6月15日（月）14:00～18:30
2. 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
3. 出席者(敬称略)：経済産業省（阿部、黒田、浜野、吉田）、NEDO（佐藤、加藤、鈴木）、静岡大学（橋口、杉山）、東京大学（藤田、年吉、安宅、鈴木、）、京都大学（塩谷、張）、鷺宮（石川、三屋、芦澤、石橋）、ダイキン（橋本、西野）、NHK（後藤）、電力中央研究所（小野）、オムロン（大場）、MMC（青柳、今仲、長谷川、蒲田、今本、三原、渡辺、阿出川、水津、出井、松本（記））
4. 議事次第：
 - (1) 挨拶 14:00-14:10
藤田推進委員長
経済産業省 : 浜野様
NEDO : 佐藤様
 - (2) 研究進捗報告会
①全体進捗報告（高効率MEH研究所 所長 年吉先生） 14:10-14:25
②個別テーマ進捗報告
・アルカリエレクトレットの形成とEHの試作・評価（静大） 14:25-14:50
・イオン液体、EH試作・評価（鷺宮製作所） 14:50-15:25
・実証グループ進捗報告（ダイキン、MMC、京大） 15:25-15:40
・標準化取り組みの進捗報告（MMC） 15:40-15:50
③推進委員長（東大 藤田先生）からのご指示 15:50-16:00
ー休憩ー
 - (3) 知財委員会 16:10-16:30
知財規定、出願状況報告（NMEMS）
 - (4) 特別講演（東大・大学院工学系研究科 教授 鈴木雄二先生） 16:30-17:10
エレクトレット振動発電技術
 - (5) 総評 17:10-17:20
経済産業省:浜野様、黒田様
NEDO : 佐藤様、鈴木様
 - (6) 意見交換会 17:20-18:30
5. 配布資料
高効率MEH推進委員会・第2回高効率MEH知的財産権分科会 委員名簿：資料1
第1回高効率MEH推進委員会議事録：資料2
静岡大学橋口先生報告資料：資料3-①
鷺ノ宮様資料：資料3-②
実証グループ進捗報告（ダイキン、MMC、京大）：資料3-③
標準化取り組みの進捗報告（MMC）：資料3-④

6. 結論:

議事次第通りに、全般について説明と質疑応答を行い、全体の活動計画の整合と承認が得られた。指示事項を以下に列記する。

- 研究開発開始時に設定したスケジュールに対して、現実の進捗度はどうなのか、報告事項は目標とどう結びついているのかに着目して、業務進捗・報告願います。本素子の出口・ユーザーを意識して進める事。
- 色々なデータが出てきつつあるが、詰める様にさらに評価・計算を進めてください。何らかの形でデモも考え、成果を良くわかる形でアピールしてください。また現実的な状況下で、適切なデバイスを作成して、少しスピードアップしながら、業務を遂行してください。
- 解析・シミュレーションは既にモデルは世の中にありますので、出来るだけ忠実にパラメータを設定して、全員の議論に耐えうるように解析を進めてください。
- MEH でも発電という観点で振動を測定するが、道路インフラテーマではトラブルを予測する観点で振動を測定する。しかし振動測定という意味合いでは同じなので、両テーマで情報を共有しながら測定を進めてください。

7. 詳細内容

(2) -①全体進捗報告: 高効率 MEH 研究所所長年吉先生説明 (配布資料無し)。

(2) -②個別テーマ進捗報告

・アルカリエレクトレットの形成と EH の試作・評価: 静大 橋口先生

Q (藤田先生): 3 ページの下の方のグラフの横軸のイメージは?

A: 立ち上がりは 2 秒という感じです。

Q (藤田先生): 4 ページのデバイスの構造と動作イメージを詳しく説明願います。

A: 歯状構造など、詳細説明を行ってくれた。

Q (藤田先生): 4 ページのデバイスのストッパーは?

A: パッケージに形成する方向です。

Q (今仲様): 4 ページのデバイスは大きいですが、このままでは商品に繋がるイメージが描けない。つまり商品化が明確になるようなイメージが描けるように技術開発を展開する事が重要である。このデバイスはプロト機か?

A: そうです。このデバイスの作成目標は、イオンエレクトレットの検証にあります。

A (年吉先生): 発電デバイスを積層形成して、段数倍の発電量増加も検討の内です。

Q (鈴木先生): SiO₂ 中の電荷はある深さまで均一と描かれているが、実際はどうか?

A: SIMS などでも分布を調べてみないと分からない。あくまでも説明簡略化の為に近似的な分布です。

A (佐藤様): STM などを使ったケルビンフォース顕微鏡も分布把握に使えるだろう。

・イオン液体、インパルス加振 EH 試作・評価: 鷲宮製作所 三屋様、芦澤様

Q (藤田先生) : 芦澤さんの説明デバイスと年吉先生の話の繋がりとは？意味づけを。

A (年吉先生) : イオン液体を挿入する事で、更に効率が上がると予想している。

今後、実験的にも入れる方向で検討していきたい。

イオン液体とゲル化（摩擦発電のイメージ）の双方を狙っている。

Q (佐藤様) : 効率のモデリングでは 91% と言っているが、インピーダンスなど
虚数部分は必ず有るので、虚数部も入れた Sim. を検討してください。
抵抗成分とコンデンサー成分。

A : おっしゃる通り、実部のみの成分で計算しているので、今後、虚数部も
入れた計算でより現実的な検討を行っていきます。

Q (黒田様) : $150\mu\text{W}$ はキックオフ会議で私が出した目標だが、それにあまり
こだわり過ぎず、正直ベースで検討を進めて頂きたい。

Q (浜野様) : 帯電電荷を大きくするのはイメージできるが、イオン液体は
最適化されているか？

A (年吉先生) : 絶縁幅が広くて立ち上がりがシャープで抵抗が少ないのが、理想的。
材料的にはしらみつぶしで絨毯爆撃的に調べている。

A (小野様) : フッ素が入っているアニオンが良いことは実験的に分かっている。
あと、電気 2 重層を小さくする分子構造も選定の着眼点となっている。

Q (鈴木先生) : 発電振動子のモデルは古くから提案されているので、それとも合わせて
検討頂きたい。最大 50% の橋口先生の話がリアルだろう。そして実験
と照らし合わせて下さい。佐藤様が話されたように位相も考慮して、
合わせこんで行って下さい。

A : 分かりました。

A (藤田先生) : 橋口先生と年吉先生に意見を仰ぎながら、解析を進めてください。
真剣にやってもらった方が、皆さんも納得されると思います。

・実証グループ進捗報告 (ダイキン、MMC、京大) : MMC 三原さん

Q (今仲さん) : 道路インフラも行っているが、トラブルを予測できるところにセンサー
を付けたい、そこにはどのような振動が有るのかのリンクを知りたいが、
良く見えない。今回の測定がどう結びつくかが、防災の点から関心ある。
道路モニタリングでの課題。何か情報が有ればお教え願いたい。

A (藤田先生) : 道路インフラモニタリング G と情報交換しながら進めてください。

A (塩谷先生) : 今回の計画時点ではそこまで考えていませんで、
社会インフラも担当ですので、これからじっくりと考えていきたい。

A (今本さん) : 振動発電に適した振動箇所と、トラブルとの関連、
複数の視点から計測を考えております。

Q (橋本さん) : 振動状態が分かれば、それを発電量に換算する事はできるのか？

A (橋口先生) : できます。振動波形を頂ければ、はじき出せます。

Q (橋本さん) : 発電素子を装着する事で騒音が増えるなどのトラブルを招かないか？

A (年吉先生) : 発電素子は振動を効率的にエネルギーに変換するので、むしろ

ハーベスターを装着する事で、かえって騒音レベルは下がると考えます。

・標準化取り組みの進捗報告（MMC）：出井さん

Q（藤田先生）：今後の予定をお聞かせください。どういう方がどういう風に進める？

A（鈴木先生）：MMC 中の標準化委員会などで準備していく。

Q（藤田先生）：どういうストーリーで進めていくのか？

A（出井さん）：認証の仕組みまで含めた標準化を目指す。高精度デバイスを作成し、それを使って計測していく。

A（鈴木先生）：まずは試験方法の提案であり、どう比較できるかを見極められる評価を提案していきたい。カタログだけでは比較出来ないのが実際です。

Q（黒田さん）：韓国には負けていない？

A（出井さん）：内容的には日本が進んでおります。

A（鈴木先生）：日本にはデータも有り、中身が有ります。韓国は生データで評価不足。

Q（黒田さん）：圧電など色々な発電素子が有るが、それらを MEMS 素子とともに含めて提案するのか？

A（出井さん）：おっしゃる通りです。

・推進委員長（東大 藤田先生）からのご指示

色々なデータが出てきつつあるが、詰める様にさらに評価・計算を進めてください。

何らかの形でのデモも考え、成果を良くわかる形でアピールしてください。150 μ W だけを先行させても駄目である。現実的な状況下で、適切なデバイスを作成して、少しスピードアップしながら、継続しておすすめ願います。

・知財規定、出願状況報告（NMEMS）阿出川さん説明。

Q（今仲さん）：説明されたパテントマップなどは、事務局で作るのか？それともメンバーで作るのか？

A（阿出川さん）：基本的には事務局が作成し、提示する。

どの様な内容で作るかは、メンバーに相談します。

これまでの予備調査から事務局の方で提案しますが、

具体的な内容をご存じのメンバーに、適宜、補足してもらう。

・エレクトレット振動発電技術のこれまでの取り組み：東京大学鈴木先生

Q（年吉先生）：サイトップ中の電荷分布はどのようになっているのでしょうか？

A：軟 X 線の照射により気体中に空間電荷が発生し、その電荷が絶縁体の表面に注入されている。しかしながら詳しい電荷分布は分かっていない。

Q（黒田さん）：材料に関してですが、どの様な理由によりフッ素が良い特性なのか？

A：水分子など、特性劣化に寄与する分子が通りにくい、と考えている。温度はともかく湿度の悪影響が大きく、高湿度でも膜に水蒸気分子が入りにくいという特性が効いていると思います。またフッ素系樹脂は、元々

抵抗率が高いという特徴も望ましい点である。メカニズムは引き続き
追及していきたい。

Q（佐藤様）：帯電のメカニズムはどういう機構か？分極とか結合破壊とか？

A：世の中で分かっている人はいないと思います。十分な実績は有るにも拘わらず、
帯電メカニズムは未知である。劣化についても、講演で話しました様に、
抵抗率などからの推察よりもはるかに長い安定性を示すが、それがなぜなのかは、
未解明である。

Q（橋口先生）：サイトップにおいても、電荷はほとんど表面に存在しているのか？

A：電荷は程度は有れ、深さ方向に分布していると思われるが、印加電位に等しくなる
まで、帯電は進み、その後は帯電は進まなくなる。

Q（小野さん）：自分としては帯電は均一（電荷分布は均一）と考えるが如何？

A：サイトップ膜の深さ方向への分布は分からない、というのが正直な印象です。
面内分布は極めて均一です。

<<総評>>

- （１） 浜野様：進捗は目を見張るが、詰める課題も有り、着実にお進め下さい。
関係者間で話し合って、良い成果が出る様にお進め下さい。
- （２） 佐藤様：浜野さんと同感です。調整事項も有ろうかと思いますが、
応用分野も共有化され、夢を描いて良いものを作ってください。
- （３） 黒田様：MEMS 担当になってから一年位だが、NEDO を上手く利用して頂いて
ほしい。次は後任者の参加となろうが、是非とも花を咲かせてほしい。
- （４） 鈴木様：IoT などにも使えるように進めて下さい。

以上