

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推進委員会・第4回高効率MEH知的財産権分科会 議事録

1. 日時：2015年12月25日（金）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)：NEDO (佐藤)、静岡大学 (橋口、杉山)、東京大学 (藤田、年吉)、  
京都大学 (塩谷、麻植)、鷺宮 (石川、三屋、芦澤、石橋)、ダイキン (橋本、西野)、  
電力中央研究所 (小野)、JR東日本 (福田)、  
MMC (青柳、今仲、長谷川、阿出川、水津、坂井、小寺、松本 (記))
4. 議 題：
  - (1) 挨拶 【14:00-14:10】  
藤田推進委員長、今仲理事長  
NEDO 佐藤様
  - (2) 前回議事録の確認
  - (3) 研究進捗報告会
    - ①全体進捗報告・ステージゲート状況報告  
(高効率MEH研究所 所長 年吉先生) 【14:10-14:15】
    - ②個別テーマ進捗報告
      - 1) 高電荷密度シリコンエレクトレットの形成法の開発 (静大) 【14:15-14:35】
      - 2) エレクトレット振動発電素子のパッケージ技術と信頼性評価 (静大)  
【14:35-14:55】
      - 3) 大容量イオン液体可変キャパシタ技術のエナジーハーベスタ応用 (鷺宮)  
【14:55-15:15】
      - 4) 高効率エナジーハーベスタの開発 (鷺宮・東大) 【15:15-15:35】
      - 5) 交通インフラでの振動発電デバイスの導入開発 (MMC・京大)  
【15:35-15:55】
      - 6) オフィス・工場等での環境発電デバイスの導入開発 (ダイキン)  
【15:55-16:15】
      - 7) 標準化の戦略立案 (MMC) 【16:15-16:20】
    - ③高効率MEH推進委員長 (東大 藤田先生) からのご指示 【16:20-16:30】  
—休憩—
  - (4) 知的財産権分科会 【16:45-16:50】  
特許情報による出願動向調査 (中間報告) (NMEMS)
  - (5) 総評 【16:50-17:00】  
NEDOイノベーション推進部
  - (6) 第3回SSN研究会WG2 (MEHの本格研究に向けた検討) (MMC) 【17:00-17:20】
  - (7) その他 【17:20-17:30】
  - (8) 意見交換会 【17:30-18:30】

## 5. 配布資料

- 【資料-1】 第4回高効率MEH推進委員会・知的財産権分科会委員名簿
- 【資料-2】 第3回推進委員会知的財産権分科会議事録（案）
- 【資料-3】 個別テーマ進捗報告
- 【資料-3-A-1】 高電荷密度シリコンエレクトレットの形成法の開発（静大）
- 【資料-3-A-2】 エレクトレット振動発電素子のパッケージ技術と信頼性評価（静大）
- 【資料-3-B】 大容量イオン液体可変キャパシタ技術のエナジーハーベスタ応用（鷲宮）
- 【資料-3-C】 高効率エナジーハーベスタの開発（鷲宮・東大）
- 【資料-3-D】 交通インフラでの振動発電デバイスの導入開発（MMC・京大）
- 【資料-3-E】 オフィス・工場等での環境発電デバイスの導入開発（ダイキン）
- 【資料-3-F】 標準化の戦略立案
- 【資料-4】 特許情報による出願動向調査（中間報告）
- 【資料-5】 今後のスケジュール等
- 【別紙】 ステージゲート状況報告

## 6. 詳細内容：順次、各報告者の話された概要と、質疑応答を記載した。

### (1) 挨拶

（藤田）：前日24日にステージゲート審査があつて、これから年吉先生より説明がある。

（今仲）：一日も早く「本格研究」の声が聞こえるように、皆様もうひと頑張りしよう。

（佐藤）：ステージゲート審査対応、お疲れ様。これから集計で、年明けにNEDO内部の最終調整委員会をへて、確定する。いまあまり申し上げる事はないが、昨日の審査の状況から言うと、かなり厳しい状況と（審査の）先生からコメントをもらっている。これからの調整事項かなと考える。けれど、前向きに捉えて欲しい。

### (2) 前回議事録の確認

（松本）：内容を確認していただき、何かあれば事務局に連絡して欲しい。

### (3) 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）

（年吉）：事業計画全体の中で、最終的に10mWに持っていくという話で印象付けた。

次に今年の成果についての説明を行った。続いて、技術的な説明をして頂きたい

との事だったので、エレクトレットとはどんなものか等の話をした。目玉の成果を強調し、一年目にLEDを光らせる事が出来た事や信頼性的に十分な結果が得られた等の成果が出た事を報告。その次にMEHを最適化すると、どのレベルの結果が得られるのかの計算結果を説明し、二年目もMEHを続けてやらせて欲しいと伝えた。ここから先は新しい内容なので意識合わせの為に紹介する。16ページの振動体からのエネルギー回収方法としてのインピーダンス整合の話で、連続振動では内部抵抗（ $r$ ）と外部負荷（ $R$ ）が等しい場合に最大電力が取り出せるという事で、コンプレッサやエンジンなどがこのケース。50%の効率となる。機械的にはQ値をなるべく大きくとる。

他方、インパルスの場合は、内部抵抗を十分下げてMEH内でのロスを下げて、エネルギー取り出し時間を十分長くする事でエネルギーを出来るだけ回収するという指針が得られた。特にインパルスの場合に内部抵抗/インピーダンスを下げる有効な方法として、イオン液体を使つての容量値増大/電極間隔の等価的な削減が有る、という事を説明した。19ページには、エレクトレット振動発電モデルと出力増強方法を纏めた。20ページは個々のパラメータを変えた場合の発電量の変化を示すが、質量は19ページの有効

電力式の右辺第1項（青部）と第2項（黄部）に入る為、極値を持つ曲線となる。

我々の場合、1 gから1.5 gという錘は、最適値らしいという感触を得た。1 mWや10 mWという目標も合わせ技で定量的に視野に入ってきた。より体積の大きい場合に有力と言われている電磁型発電と比べても、同一体積ならば、我々の静電型の方が発電力は大きいという感触も得ている。振動初期に揺れやすい櫛歯構造も検討している。16ページに纏めた理屈を共有化して進めていく。

（藤田）：イオン液体を入れるメリットについて再確認したい。

（年吉）：再度ゆっくりと説明する。イオン液体が電極間に入った場合は、電極とエレクトレット表面の電荷の距離が劇的に小さくなる為、電極の充放電が大きく取れる。この現象をモデルを立てて計算するには、膨大な式の計算が必要だった。導出に2, 3日かかった。項の数は30を超え、マセマティカなどのソフトの助けを借りた。結果的にはシンプルな式が得られた。

（佐藤）：その式から電流を出すには、電荷の式を時間で微分すれば良いのか。

（年吉）：そう。後はSPICEモデルに入れ込めば良い。纏めとしては、やはり16ページの結果が大事だという事だ。

<NEDOからの要望（佐藤）>

出来た暁には、どの言ったアプリケーションに使えるか。シーズの話ばかりせず、アプリ側からの話をする事、といった要望が出た。

（年吉）これは本当に安く出来るのかとの質問が有り、年間いくつ売れるかに大きく依存すると返事。マイクロワットレベルのMEHならば、6インチウェハを使用した場合は、面積から推定して数円レベルも有りうると答えた。

（藤田）：一般的な話を含めて、何か質問があれば、情報共有をしたい。

（橋口）：他の方式との違いの追加だが、トリマー先生のスクーリング論を最近学生に教えているが、単位体積当たりの発生力という観点では、素子が小さくなるとMEHの様な静電型が良いとの検討結果を、トリマー先生が出してくれている。

## ②個別テーマ進捗報告

1) 高電荷密度シリコンエレクトレットの形成法の開発（静大 杉山先生）

（藤田）今回の実験は振動台を用意して、それを使って実験しているのか。

（杉山）そう。デモを後ろで行っているが、その加振装置を使って評価を進めている。

（ここで持参のデモ機による振動発電によるLED点灯のデモを実演。

周波数は100Hzちょっと。）

（藤田）三原さん、変な所を叩いて壊さないように。（笑）

（三原）大丈夫です。（笑）

（藤田）見事なデモを有難う。

（橋口）：実験を一緒にやっていて思ったのだが、最大パワーを出すのも大事だけれど、どの位小さな加速度で意味のある電圧と電流が取れているのかを、もうひとつ指標にしないと、実用という観点から良くないのではないかと。「どこまで絞れるか」、これを更に真空にもっていくと、もう少し改善するかも知れない。これを主張するといいいのでは。これだけ弱い振動で発電するので、道路や付帯設備にしっかりと付けてくれれば、ある程度の発電を常時してくれると考えている。

(藤田) : 塩谷先生の評価・測定で一緒につけておけば、発生電力を記録するという方法もあるね。  
(橋口) : あと、どうやって電力を貯めていくか。  
(藤田) それはまだ考えねばならない課題。  
(年吉) 一つ前のグラフに戻して、 $320\ \mu\text{W}$ の下に $2.56\ \text{mW}$ と書いてあるが、この数値は何か？  
(杉山) グラフの極大値を読み取り算出した値であり、あまり意味は無い。  
(橋口) 波形より $16\ \text{V peak-peak}$ の幅なので、その値を使って計算した数値である。実効値としてはそれを8で割らなければならない。  
(年吉) その数値を見て飛びつく人がいないとも限らないので、気を付ける必要が有る。  
(藤田) 負荷抵抗—出力電力のグラフでは、約 $0.2\ \text{G}$ とすると、LEDは低い電力で点灯すると考えるので良いか。  
(杉山) そう。  
(藤田) 良いクリスマスプレゼントを有難う。

## 2) エレクトレット振動発電素子のパッケージ技術と信頼性評価 (静大 橋口先生)

(藤田) 資料は3 (A-2) を見れば良いか？  
(橋口) そう。真空パッケージの効用についてずっと検討していて、ちょうどいま外注に出している。真空に持っていくと、内部粘性抵抗が低くなり、Q値が向上する。9月末までに、真空内での良さが実験的にでてきて、真空パッケージの検討をしてきた。インパルス的だと、内部抵抗を小さくしてQ値を上げる事で、ジュール的には100%の効率に近づける事が可能になる。  
(藤田) 1~5パスカルの圧力では、パッセンミニマムに入ってしまうのか。  
(橋口) そう考えている。  
(年吉) ガラス封止する場合の温度履歴の最高温度はどれくらいですか。  
(橋口) ガラスの頭をキュッとするので、どれだけ熱が伝わるかはまだわからない。  
(年吉) まずは真空中でだけ、試しに実験してはどうか。パッケージングする前に。ガラスの輻射熱で問題になるのであれば、デバイスの上にもう一枚断熱部材を置くとかも考えられる。後で話す。  
(橋口) 了解。  
(藤田) 聞いていると、この中真空の領域を必ず通るのだが、それは大丈夫か。  
(橋口) その時は電圧をかけている。  
(藤田) 電圧をかけるのは必須ではないか。  
(橋口) 電圧をかけながらのプロセスにした方がいい。  
(藤田) 将来を見据えた時には、そこを考えないといけない。  
詰めておかないと、大量生産する時に問題になるので注意するように。  
(橋口) 大型のものは要検討だが、小型のものはウエハーレベルでは解がありそう。  
(藤田) ウエハーレベルでも電圧をかけながら、真空に引かなくてはならないか。  
(橋口) ウエハーレベルパッケージは、パッケージしてから帯電したいと考えている。  
(佐藤) 最終のパッケージレベルのイメージは？  
(橋口) 最終的には、蛍光表示板型の平板にしたいとお願いしている。  
(佐藤) 量産するときには難しくない？  
(橋口) 大丈夫です。

3) 大容量イオン液体可変キャパシタ技術のエネルギーハーベスタ応用 (鷲宮 三屋さん)

(三屋) 当初予定していた「イオン液体と橋口先生のエレクトレットと組み合わせる方法」と「ゲル化して更に特性を改善しよう」と言うものと「ゲル化するのであればゲル内にイオンを固定しよう」という、新たに摩擦発電のような3種類をトライしている。ゲル化はセンサーシンポで優秀ポスター賞に選出され、表彰された。また、Power MEMSに芦澤と2件出して、2件ともオーラルで採用され発表してきた。その後Apple本社へ行って、藤田先生の研究室出身の技術者の方に会い、Power MEMSの内容をディスカッションして、スマホや時計に応用できないか議論してきた。

(橋口) シリコンのエレクトレットを使った時に電流が0だったのは、面積が変わらないと発生しないのでは。面積は変わっているか。

(三屋) 面積は変わっている。横から見るとゲルは確実につぶれているのがわかる。

(橋口) 固体イオンエレクトレットの上にイオン液体を入れて、上の表面電位を測らないか？

(藤田) よいアイデア。

(三屋) 橋口先生にアドバイスを頂いており、来年早々に静岡大学へ行って、一緒に見てもらおうと思っている。表面電位がどうなっているか明らかにしたい。

(年吉) ゲルは上下対称になっていたか。また、イオンゲルの上下面の間の電気抵抗はどの位あったか。

(三屋) 対称にはなっていた。電気抵抗の測定はしていない。

(年吉) 電気抵抗とキャパシタも測ってみる事。それと、上下対称の場合は、何Hzで測定したのか。

(三屋) 1 Hz。

(年吉) 周波数をあげていくと、追従しなくなるよね。多分ゲルの中を通過して電流が回復するのだろうね。

(藤田) 私もそう考えている。

(小野) 多分ゲルの中でアニオンが固定できていない。カチオン側はほぼ固定できている。キャパシタンスの周波数依存性を測ると、低周波になってくるとカレント（電流）が見えてくる。それはアニオンの動きを見ているからだ。それをちゃんと留めないとカレントが流れているのに、イオンも動くため食われてしまうと考えている。エレクトレットの話もイオン液体をもう少し乗せた時に、接触角が普通のSiO<sub>2</sub>に乗せた時とちょっと角度が違うのかもしれない。電荷があまりにも強いので引き寄せられている様に見える。そこを改善しなければならない。サイトップを使うともものすごく弾く。これももうひとつの手なのかもしれない。

(橋口) エレクトレット化されていれば、恐らくサイトップでも引き合うと思う。

(小野) サイトップを持っているので、そこでの接触角を色々試してみる。

(橋口) 電氣的に引き合う部分だけにして、流体的な摩擦は無くしたい。

(小野) キャパシタンスを直接繋いでしまうので電圧は下がってしまうが、それよりもし取れればというところ。そこを狙ってみたい。

(橋口) やってみる事。

(小野) はい。

(佐藤) 実験的には、こうするしかないけれど、最終的にはイオン液体を収縮させた段階で電流が流れるのが理想と考える。

(三屋) 最終的にはそこを目指す。

(小野) もう一つのコメントとして、剥がす時に電流が流れないという事で、トライボルミネッセンスという事で光子が発生しており、それにエネルギーが食われているという状態も考えてみる必要がある。テープを剥がす時にX線が出ているという話がNatureに出ている。今、実験中だが、ホトマルを使って、何かが出ているらしい所までの結果を得た段階。おいおい試してみて、結果が出てくれば報告する。

(佐藤) 発光でエネルギーを失うなんて嫌な気がする。

(藤田) 逆側（付いたり離れたりする側）が光生成でエネルギーを失っている事も考えられる。

(年吉) 但し、電荷の総和は一定でなければならないという事が大前提に有るわけで、どこからか電荷が注入されているのでは、と考えている。だから流入が考えられる経路に絶縁物を挟むなどして、流入経路をつぶしていくと良い。

(藤田) 工学的には整流しなくとも良いので都合が良いと考えられるが、ひょっとするとロス分で効率を低下させているかもしれないという危惧がある。理学的には負電荷だけをどんどん蓄積できるのは物理的直観と合わない為、気持ち悪い面が有る。ゲルの中で電荷が生成消滅しているというモデルも有り得る。実験を進めながら考察する事。

(藤田) 逆側、カチオンを止めるという話はどのような流れとなるか？

(小野) 色々な材料で試している。アニオン側の2重層の手を結ばせるのがなかなか難しい技術で、折角電荷が出来ても電荷と手を結んでしまうとといった難しい点もあり、ただ今検討中だ。何とか固定できてばっちり結果が出せる様にしたい。

(藤田) どうも説明を有難う。

### 3) 高効率エネルギーハーベスタの開発（鷲宮 芦澤さん）

(藤田) スポンジの加速度はどの様にして計測したか？

(芦澤) 加速度計を使って測定した。

(藤田) 了解。

(橋口) 負荷抵抗を10MΩに選んだのはなぜか？

(芦澤) プロブ直結だから。オシロスコープのプロブがその値。

(橋口) 力係数がかかなり大きい。恐らく内部抵抗がもう少し小さくて、10MΩで律速されていることはないか。

(芦澤) 電圧そのものは、10MΩの方が大きくて解放電圧になるはずだが出していない。だから電力は出せていないはず。最適インピーダンスより抵抗が高い場合、電圧は大きく出ると期待していたが、電圧そのものが小さい。

(橋口) 内部抵抗が小さくなっているのだから、今の加速度に対して出せる電圧が限られている。無尽蔵に電流が流れれば10MΩに対応して出るのでは。色々抵抗を変えて測定してみたら良いと考える。もっと出て良い気がする。

(藤田) 試してみる事。

(橋口) 一次試作であそこまで出ているのに、今回は出していないのか。

(三屋) 帯電量が落ちているかもしれない。真空状態にもよるが。一次試作はN2雰囲気。

(橋口) 帯電が落ちている可能性が大きい。エポキシもガスを出す要素にはなる。

(藤田) 外から見る方法はないか。

(橋口) 段付き櫛歯だったら、CV特性を計れば解るかもしれない。帯電が落ちていないとすると、ちょっと考えられない実験結果である。

(藤田) もう一回帯電は出来ないのか。パッケージの温度が上げられないから無理か。

もう少し性能を確認して、パッケージを活かした時にどうなるか、手順を踏んでやる事。一つ一つ確かめていかないと分からなくなる。

実際のデバイスがあれば、帯電しながらその場で、ベルジャーなどを利用して何か工夫して実験を進める事。少しの衝撃でパッケージにぶつかってしまうというのも、帯電が弱いからかもしれない。

(橋口) 帯電する時の極性は。

(芦澤) 固定側が接地電位/グランド側で行っている。

(藤田) ところで、ちなみにこのデバイスはどんな寸法か。

(芦田) 第4回研究会の8ページに寸法が出ている。10mm×11mm、ギャップは2.4μm、段差が6μm、櫛歯の長さは100μm。

(藤田) これからは、これらの数値は毎回入れる事。感覚がつかめないから。

そして帯電状態とかを検討する事。

#### ・実証ワーキンググループ (MMC 三原さん)

(三原) アプリケーション検討会を進めている。8月10日、11月27日の二回行った。

(佐藤) 最終的にMEMSの発電デバイスがどういう産業に位置づけされるか、成長していくのかが経産省、NEDOにとっては重要視されている。

アプリケーションの立場としてはどのような場所に使っていくと産業が形成されていくか、そこから逆算していくと、その場所で使われるのはどのような形が良いのか、どのような性能が良いのか、デバイスを組み立てるのか、ある程度方向性をみつめる必要がそろそろある。この様なアプリケーション検討が重要視されている。

今やっている研究が最終的にどういった産業になっていくか結論が出る様に進める事。発電デバイスをIoTや社会等でどうやって役に立っていくか、そういったラインを煮詰めてもらうと有り難い。どこにどういう形で使っていくか。

(藤田) 吸収する側では無く、提案する側として進める事。実証側から出力してもらい、何をなすべきか。加速していく事。どの市場ではどれ位のマーケットが有るのかを提案する事。鉄道やインフラなど、その場ではどういう振動状態となっているか調査すると共に、使用に望ましい形態と、マーケットの大きさを纏め、提案する事。昨日のステージゲートでは、そこに質問が集中した。シーズばかりでなくニーズはどうなっているのかと質問された。市場の見通しが無いではないかと随分突っ込まれた。もう少し言うと、他の太陽発電とか熱発電とか別のエネルギーハーベスタもあるから、それを組み合わせた上で、適材適所の利用と考える。報告書の中にそういった構想・イメージを出していかなくてはならない。頭の中で思っているだけでは駄目である。言われて後出しで話しても認めてはもらえない。宿題が増えて申し訳ないが、少し加速する事。

(年吉) 一つだけ追加でお願いが有る。アプリケーションのマッピング表を作っていただきたい。

1μA、10μA、100μAと発電電流値や電力で、それぞれアプリケーションが

違って来る。そこで、等価、又は二次元マスターで描いて頂くと後で助かる。

我々は、10mWを目指しているが、10 $\mu$ Wでも十分喜んで使ってくれるユーザがいる。何回も言うが、腕時計やペースメーカーなどは、10 $\mu$ Wで十分使える。ワット数を横軸、縦軸にエネルギー（ジュール）でプロットして頂けると有り難い。良いマップが出来ると思う。

(藤田) ジグビーは1 $\mu$ Wでも使える。年吉先生からテンプレートをもらえば良い。そうすればイメージが統一できる。

(年吉) テンプレートを作ると、自分で埋め始めます！

(藤田) 誰にでも分かるようなテンプレートを作成する事。

(塩谷) 特許出願も含め、今考えているのは、巷でやっているセンシング関連で、事故事前察知に関するリアルタイムセンシングの話が有る。市町村などのインフラでは、十分過ぎる電力が得られたときには溜めておき、異常振動を検出した時は溜めた電力で外部に通報し、事故が発生する前に、それまで何処に逃げる・退避するののかという余裕を与えられるシステムだ。例えば、先日千葉でトンネル崩落事故があったが、そこに十分な電力供給ができれば、センサーをつけてリアルタイムにモニタリングができる。しかしながら電力が無い時に、例えば振動等を利用してある周波数に同期しておく。崩落する時には必ず周波数がシフトする。アラートを今まで蓄えた電源で出す等。この様なことが出来れば、直前予測が出来る。人命リスクの為、ここでお金をかけることが出来る。我々のマッピングはある程度頭の中で出来ている。

(藤田) 平常時は黙っていて、変調時にアラームを出すのは、大変良い考えだ。

紙の形に纏めて提出して頂ける様に願う。特許出願検討も含めて。

(佐藤) いつかはそのようなアプリケーションが沢山出てくる。最終的にそれがどれだけのパイを生むか。どれだけのニーズが有って、どれだけの個数が出るか、それを見せる様なマッピングで、産業として成り立つであろうという所まで見せてくれるとNEDOとしては説得力がある形になると考える。

(塩谷) 資料は出来ると思う。個数も出てくると考えている。

(佐藤) 個数にそのセンサーにどれだけコストがかけられるか、それがわかって初めて産業的に成立する。

(藤田) SIPの様な首都高速のハイエンドの所ではなく、コストを抑えて、いざと言う時だけ警報が出るような現実的なアプローチは面白い。ローエンドでも使える事は大事である。宿題が増えたが、シーズとニーズは車の両輪なので、検討を進める事。

##### 5) 交通インフラでの振動発電デバイスの導入開発（京大 麻植先生）

(橋口) センサーはどうやって付けているのか。

(麻植) エレクトロワックスで付けている。

(橋口) 了解。我々のデバイスもそれで付けられると思う。

(藤田) 3.5m/S<sup>2</sup>というのは発電が期待できる揺れなので、MEHを付けてみると面白い。

(橋口) 暗い所に付けて、発電でLEDが光り、明るくなると面白い。

30Hzから130Hzだと、どこかの振動が引っ掛かる。

(年吉) 高速道路の故障などの情報が欲しい。それに合わせたアプリケーションが作れる。

塩谷先生達が欲しいと言ってくれば、誰も否定しない。

(佐藤) これじゃなきゃダメだ、といった応用が有れば強い。

(塩谷) 今、画像処理を勉強している。ある所と提携して、望遠カメラでその揺れがどうなっているか、取得デジタル画像から出せるようなシステムを入れている。

場所による振幅の概算が出せるのではと考えている。

(藤田) 振動試験機は、こういう波形を出すと、ちゃんと再現してくれるのか。

(麻植) 高周波は難しいかもしれないけれど、ある程度は出来ると思う。

(藤田) こういうデータを頂いて、ファンクションジェネレータで出力して、振動を与えて、発電量などを考えてみると、より現場に近い状況での検討が進行中だと主張できる。検討する事。道路インフラならば、法令で決まっているので、検討しやすい。

(今仲) 太陽発電では、曇天が一週間続いても動作可能である事が、道路インフラでは求められる。その為に沢山のキャパシタが必要となる。各種のセンサよりもキャパシタの方が大きくなる。振動の様にイベント型で勝手に動いてくれる発電が求められる。

(藤田) 三原さん、今仲さんからも何う事。

#### 6) オフィス・工場等での環境発電デバイスの導入開発 (ダイキン 西野さん)

(年吉) 8ページの表で待機電力とは何を意味するか。モーターを回すには、今のMEHにとっては過剰な電力と考える。

(西野) 装置を使っていない時のマイコンの維持。空調ではヒーターが入っているのも有る。

(年吉) 了解。 発電量とは桁が違うので気になったが解った。モバイルなど、スタンドアロンで動かざるを得ない機器で、その待機電力を考えて頂いた方が、MEHとは繋がりやすい。コンセントに繋いで動作する機器は、MEHにとっては余り意味が無い。アップルウォッチやジグビーなどが魅力的。

(藤田) 5ページのデータの解釈で、人体に比べて機械の方が発電は小さいのは、違和感がある。

(西野) インパルス的な事象と、連続事象の差に起因するのかも知れない。

(藤田) もう少しデータの吟味をする事。

(年吉) データは30秒で取得しているのか。

(西野) そう。

(年吉) 室外機はインバータを通過しているので、平均化されてピークが見えないのかも知れない。

(西野) 可能性は有る。データを調べてみる。

(今仲) 工作機械は、電源の60Hzが出ているのでは。関東では50Hz。

(西野) この装置もインバータ制御しているので、電源周波数には依らないと考えている。

(藤田) 塩谷先生と情報共有をしたらどうか。一緒に検討し、同じ土俵で検討を進める。

(今仲) 待機電力削減についてコメントしたい。アプリケーションを待機電力削減目的と決めてしまうと、用途が狭くなってしまう。むしろ振動しているものの電気を使うという発想はどうか。例えば洗濯機なども使用中はめちゃくちゃ揺れる。その振動を使っの色々なアプリケーションを考えると言うのもひとつの手では。換気扇も煩く揺れている。

(西野) 検討してみる。

#### 7) 標準化の戦略立案 (MMC 坂井さん)

(佐藤) ステージゲートの審査時に、標準に関しての質問が出て、長谷川さんに回答して

質問者に理解頂いたが、この場でもう一度説明して下さい。

(長谷川) 質問は、始めて一年では標準化は時期尚早ではないか、との事であった。この資料に有るように、ほっておくと議長国の韓国が低レベルながらもどしどしと発電素子に関しても提案してくるので、それに対抗する為には、日本も早期からより質の高い提案を出さなければならない、という趣旨の説明を行った。

(藤田) 有難う。標準化の側面からも、我々は色々バックアップしていく。

(橋口) 力係数は簡単に測定できるので、標準化したらどうか。それから短絡電流を測り、同時にQ値測定も標準に出来るはず。つまり無負荷時のQ値測定も提案できる。力係数とQ値測定でデバイスの能力が比べられるが、誰も出してこないで、この点は標準化して意味のある内容になると考えている。

(年吉) 関連する論文がある。橋口先生も出している。橋口の手法を標準とする。

### ③推進委員長（東大 藤田先生）からのご指示

デバイスそのものに関しては、素晴らしいものが出来てきたが、それに付随した問題も若干あるのでもう少し詰めていただきたい。実践的な波形を突っ込んだときにどうなるか。実際の橋梁にMEHを使ってみるとか、どんどん攻めの手法でやって行って欲しい。これだけ良いデモのデバイスを持っているのは、世界でもほとんどないと考えている。計測の方もだいぶ進んできたので、どういうものに使っていいのか、どういうマーケットがあるのか、実測データに基づいたうえで、実用化WG活動の中などで早急に検討してもらいたい。特許出願も、早めに手を打った活動をお願いしたい。

(佐藤) それぞれが、みんなどの辺の立ち位置にいるのか、物差しを共通化して、3種類くらいデバイスを作っていると思うが（インパクト用、周期振動用、折衷用）、統合したもものとして何処まで仕上げられるかという話と、それぞれが何処までできるのかというポジションを、お互いに持っていた方がいいかなと考える。産業化の話としては、チャンピオンデータとして10mWがあると思いますが、それと平行してそれぞれのアプリケーションに合わせた美味しいところ取りのポジショニングを、わかるような形で見える化をする事。すっきりとした形に纏める努力を実施する事。

### (3) 知的財産権分科会

特許情報による出願動向調査（中間報告）（NMEMS 阿出川さん）

(今仲) 標準化であれだけ韓国が出てきているのに、日本だけの特許調査で大丈夫か。

(阿出川) データベースが有るが、外国まで調査が出来ていない。要望があれば入れないといけない。今使っているデータベースには、外国とのマッピング機能がついていない。手作業の部分がたくさんあるので、もう少し時間をいただきたい。

(今仲) 状況は理解したが、なんとなく韓国は怖い気がする。

(阿出川) 分かりました。進めていく。一生懸命やっけて行く。

(三原) 海外企業からの日本進出はなかったのか。

(阿出川) それは入っている。日本企業が外国企業と共同出願していることがある。パナソニックがIMECと出しているとかいくつかある。あとは、電磁誘導型の方で、外国企業が入ってくる。15年間で、トータルで10件位と少ない。

(年吉) 別件でヒアリングへ行った際に、サプライチェーンまで調べなさいと言われた。

研究をどうやって最終的に精算するかという質問があった。  
一枚でサプライチェーンまで纏めておくと良い。

(5) 総評

(小野) 非常に研究が進んできている。イオン液体については、やっと枠に入ってきた。  
この調子で、全力で頑張りたい。

(福田) アプリケーション面で見ている。道路に適したジグビーを利用した点検などは  
面白い応用なのではと考えている。

(松本) 次の第7回研究会は、1月15日。

以上。

---

(6) 第3回SSN研究会 WG2 (MEHの本格研究に向けた検討) (MMC)

(長谷川) 11月24日に、NEDO、METIのヒアリングで説明してきたが、本格研究に向けた研究についての改めての相談段階までには至っていないため、今回はその件についての報告はない。

「平成28年度経産省 IoT関連予算案」について一件説明する。昨日閣議決定された。私どもが狙っているところの数字が出ている。5ページ目の上から3番目、「IoT推進のための横断的技術開発プロジェクト」は、この間までは37億円で概算要求をされていたが、そこから若干削られ33億円になった。我々は、先導研究を得ながらも来年度にこの公募になんらかの形で参画していきたい。ちなみにNMEMSの社会インフラ(RIMS)は、この「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」の19.3億円から頂いている。

(佐藤) ステージゲートが通過した時には、延長契約ということになる。IoTは来年になったら公募がかかり、作業が始まる。この件は電材部が中心に検討している。大原則として、国のお金(NEDOだけでなく)を使った助成金なり委託支援についてはひとつの研究に対してはダブルのお金は渡せない。同じ研究を違うプロジェクトでは出来ない。IoTを申し込むときは、何かしらちゃんと仕分けた形で準備していただきたい。研究内容だけでなく、実際会計監査が入ってくる時に説明がしやすいように心がけて欲しい、というのがNEDOからのお願いだ。エネルギー・環境新技術先導プログラムは、先行している研究内容なので今は問題ない。けれど、実際次に提案をしようとした時にそれに引っかかってしまうと提案書を受理できない。それを避けるために、十分検討が必要。

以上。