

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7回高効率MEH研究会 議事録
技術研究組合NMEMS技術研究機構 (MEH)

1. 日時：2016年1月15日（金） 15：00～17：30
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)：静岡大学(杉山)、東京大学(藤田、年吉、安宅)、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)、
東京大学(鈴木)、オムロン(大場)、豊橋技術科学大学(本間)、
MMC(青柳、長谷川、阿出川、水津、坂井、小寺、松本(記))。

4. 議 題：

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| (1) 挨拶(高効率MEH研究所 所長 年吉先生) | 【15:00-15:05】 |
| (2) 前回議事録の確認 | 【15:05-15:10】 |
| (3) H27年度1月進捗報告 | |
| 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) | 【15:10-15:30】 |
| 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) | 【15:30-15:50】 |
| 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(鷺宮) | 【15:50-16:10】 |
| 4) 高効率エネルギーハーベスタの開発(鷺宮・東大) | 【16:10-16:30】 |
| 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) | 【16:30-16:45】 |
| 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) | 【16:45-17:00】 |
| 7) 実証WGアプリケーション検討会(MMC・京大・ダイキン) | 【17:00-17:05】 |
| (4) 自由討論 | 【17:05-17:20】 |
| (5) その他(予算執行状況報告他) | 【17:20-17:30】 |

5. 配布資料

- 【資料-1】 H27年度第7回高効率MEH研究会出席者名簿
- 【資料-2】 H27年度第6回高効率MEH研究会議事録(案)
- 【資料-3】 ステージゲート審査議事録(案)
- 【資料-4】 H27年度1月進捗報告
- 【資料-5】 今後のスケジュール等

6. 詳細内容：

(1) 挨拶

(年吉) 今年も宜しくお願ひします。新顔の豊橋技術科学大学 本間さんを紹介する。来年度4月よりポスドクとして、年吉研で採用予定。豊橋技術科学大学の澤田先生のところのD3。これから博士号の審査を受ける。今日はオブザーバとして来てもらった。

(本間) 研究分野は光MEMS、特に光MEMSのアクチュエータを作っている。本日は宜しくお願いします。

(年吉) 実際、本間君の世話をウチの博士の高橋先生がしていた。高橋先生から聞いたところ、SOIのバルクマイクロマシニングが得意であるとのこと。期待できる。宜しくお願いする。

(2) 前回議事録の確認

(松本)：添付した資料の内容を確認していただき、何かあれば後日事務局に連絡して欲しい。

(3) 研究進捗報告会

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)

(年吉) 直にLEDが光っている所を見せて頂きたい。

(塩谷) 光っているタイミングは何処に合致するのか。

(杉山) 適当に歯車に振動を与えただけなので、完全に同期が取れていない。振動が強くなったところで光っている。

(塩谷) 大振幅に同期して光っているのか。

(杉山) 振動を見ていると概略そんな感じ。

(塩谷) 面白いアイデアだ。

(藤田) ウェイクアップセンサに使える。

(年吉) おそらく具体的には、充電中に、回路の中で寄生容量や寄生抵抗があつて、LEDが光る電圧まで高まった時にドカンと電流が流れて電圧が下がる。それを繰り返しているのだろう。このビデオカメラは、フィールドレートとかフレームレートとかで制限され、何処で光っているかわからないけれど、流れている電流を電流計などで観測すれば、どのタイミングで光っているか見ようと思えば見られるだろう。

(藤田) こういう同期した結果をこれからは貯めていくようにした方がいい。フォトダイオードでも電圧計でも繋いでおくのでよいから、データロガーにつっこんで、同期して取ってけばいろんな所で、また後でそのデータは役に立つのでよろしく。

(年吉) 静電引力を空間的に平均化するというPPT。当然これは分離したあと、右と左の電極に分けてそれぞれ整流したのだよね。右と左くらいで大丈夫か？つまり2つに分けるくらいで平均化してくれているかどうか。絵のそのままの形状で言うと、エネルギーポテンシャルが1/2周期くらいずれているから少しは平均化するという感じ。これの位相を4つ位に分割してあげてもいいのかもしれない。そうすると電極一個あたりから取り出せる電流が減ってくるので、その辺はトレードオフが有りそう。デバイスの面積増加も勘案しなければならない。

(藤田) こっち側との兼ね合いがあるから、右と左とをうまく作っておかないと、変な回転するようなモードを起こす力が出るかもしれないから、右と左との分け方をよく考えてみること。

(年吉) 加振をした後、最後は徐々に電圧が減少してくる関係のPPTに関する質問だが、ディケイ(電圧の減少)はダイオードの逆特性つまり暗電流が大きいのが影響しているか。

(杉山) キャパシタンスの方のリークもあるのではないかと考えている。

(年吉) リークの少ないダイオードを使えば少しは改善するのでは。妙に減っている。

(杉山) 200秒で $1/e$ に減っている。

- (年吉) $10\ \mu\text{F}$ に対して、抵抗で言ったらどの様な数値となるのか、後で計算して教えてほしい。
- (松本) 前回年吉先生が説明したインピーダンスマッチングの件で、通常の動作だとMEHの内部抵抗とキャパシタのインピーダンスが等しい時が一番貯める効率がいいと理解しているが、この場合はインピーダンスマッチングを取った状態でキャパシタを繋いでいるかどうか分からなかったで、その辺を教えてほしい。
- (杉山) インパルス的な振動の時は、インピーダンスマッチングという話ではない。
- (松本) 連続振動だとインピーダンスマッチングの話になる。了解。
- (杉山) 直接キャパシタンスを繋いでいる。
- (松本) インピーダンス的な考慮はしていないということか。
- (年吉) これは波形がガチャガチャなので、もしきれいに測定したければ、一発パルスで入れてみて、その加速度が与えたはずの運動エネルギーと、電流・電圧として取り出せた電気エネルギーとを比較するのを、一番簡単なモデルで検証してみるのがお勧め。コンプレッサのような連続振動をしている時は、当然インピーダンスマッチングした設計でやるのがお得。歩いている人の脚に付けるなんて時には、インピーダンスマッチングしても仕方ない。橋桁みたいな中間位にあるような場合は、さてどうしようかまだ悩んでいる。むしろ実験結果からどっちにした方がいいというのを提案してくれると面白い。ちなみに励振した時の加速度は、その加速度になっているだろうと考えて良いものなのか、それともレファレンスの加速度センサが入っているのか、どちらか。
- (杉山) 加振機の先端に加速度センサがついている。その上に素子載せているので、この加速度センサで取ったデータの振動が、ほぼそのMEHに印加されているだろうと考えている。
- (藤田) インピーダンスマッチングの話に戻るが、こういう素子からエネルギーがよく取れる回路があるのか、売っているようなもので。有ればそれを使うのが良いのでは。つまりキャパシタンスのインピーダンスは、最初は0に近くて、充電につれて徐々に大きくなる。つまり抵抗可変になっている。要するに、今はそれに比べて本当にシンプルな回路しか使っていない。本当に原理的にどれだけ取れるかというのを検証する為には、こういう簡略的回路ではなくて、ちゃんとした回路でめいっぱい獲得するという方が、デモとしても望ましい。
- (年吉) リニアテクノロジーの回路などが売っている。予算が余っている様なら買うこと。このリニアテクノロジーのLTC3588-1だ。動作電圧の入力が、 2.7V 以上、 20V まで。もう少し電圧が高いと使いよい。オープンで解放状態の電圧が 5V 。強めに振ってあげれば十分発電とか計量ができる。
- (西野) 充電の資料の、 1V の値はどういう意味か。さっきの 5V との関係がよく分からない。
- (杉山) 5V は解放電圧なので、この素子からそれくらいの電位を出す能力があるという値。こちらは加振機で振って、キャパシタンスに貯まった電圧になる。励振の強さや電流リークとの関係から、これくらいの電圧までしか貯まっていないという実験結果。
- (西野) キャパシタンスによって貯まる電圧が変わってくるということか。
- (杉山) 容量によって速さは変わってくるが、インピーダンスの関係もあるので、それによって速さが変わってくる可能性はある。
- (年吉) それはおそらくは、エナジーハーベスタにだけ繋がっているダイオードの逆バイアスのリークで、それ以上の充電が出来なくなっていると考えている。

(三原) どんな種類のダイオードを使ったのか。

(杉山) スイッチングダイオード。

(三原) 普通のPN接合ダイオードは、リーク電力が低い。だいたいピコアンペア以下。

(杉山) データシートをみると最大で $0.5\mu\text{A}$ の暗電流と記載。

(三原) そのリークはマキシマムなので、実際測ると、ほとんど測れないくらい小さいはず。

ショットキーダイオードはちょっと大きい。これはちょっと不思議だ。少し計算すると、 $20\text{メガ}\Omega$ くらいの抵抗なので、変なキャパシタンスを使ってしまったか。

(西野) 原因は、電圧の測定の方ではないか。

(杉山) 測定にはインピーダンス変換器を使っている。

(年吉) あるいは、そのキャパシタとダイオードを、素手で触ってしまったとか。

(杉山) ハンドリングには注意して、金属のボックスの中に入れた。

(年吉) 使う時、エタノールでちょっと拭くとリーク電流が起きるから注意。べたべたの手で触ってしまうと、 $1\text{ギガ}\Omega$ 程度の抵抗があつという間にできて、リークパスとなる。

(杉山) 空中をジャンプする配線とかも、リークの原因として考えられる。

(年吉) リークが無いように気を付けて配線したのか。

(杉山) スペースがなかったので、そのまま配線で繋ぎました。この様な写真の様子。

(年吉) それで大丈夫だ。安い茶色いプリント基板は、結構電流が漏れるから注意。

ガラエポ基板を使うとか、マニアックにテフロンのタップをつけるとかが改善要素。

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 杉山先生が代理)

(杉山) こちらは、進捗がないので、報告無し。

(年吉) ではここで、議題には入れていなかった報告をする。

芦澤さんに作ってもらった「振動発電素子」を某(日本の、ロケットを上げる技術を持っている)研究所にこっそり渡し、試験ロケットに載せて、ロケットが飛んでいる間の振動が取れるかをやってもらった。今日、打ちあがったけれど、データが綺麗に取れていなかった。おそらく振動発電素子から出てきた電圧が低く過ぎたようだ。周りの測定回路のAC/DCコンバータの電圧が供給されていなかったのではないかな。今回はダメだったけれど、半年に一回打ち上げているようなので、次もチャレンジしようかと思っている。電圧が低かった理由は、前回橋口先生からご指摘があったように、真空パッケージしてしまったので、おそらくすごく低い圧力のところで放電してしまった可能性がある。それで、次回はあえて真空パッケージせずにやってみようかと思う。ロケットに積んでも壊れないということで、MEMSの振動発電素子は丈夫である、という事も実証したい。

[参考情報 (JAXAのHPより)]

今回のS-310-44号機の実験では、電離圏下部に発生する S_q 電流系(※)中心付近で起きるプラズマ加熱現象の解明を目的として、高温度層内のプラズマと電場、磁場等を測定しました。今後、JAXAや各大学において詳しい解析が実施される予定です。なお、電離圏は地球以外の大気のある惑星にも存在することから、本実験の成果として深められる電離圏の理解は、地球以外の様々な惑星の大気や電離圏を考

えていく上でも活かされていくことになります。

(※) S q 電流系：太陽からのエネルギー入射によって発生する大気の運動に起因する電離圏下部を流れる電流のこと。

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）

(年吉) 力係数の手書きの資料で、具体的な式はマイナス二乗か。

(三屋) そう。橋口先生とホワイトボードで概算した。

(年吉) 「エレクトレット表面でイオン液体が切れの良い動きをした時は」という条件付きか。

(三屋) そう。計算は V/X^2 の形で行った。

(年吉) エレクトレット基板の上にアルミを敷いたり、イオン液体を置いたりしている図を見たい。
その下の方の写真で、イオン液体がなくてアルミだけ置いた時というのはやったか。

(三屋) はい。データはまだまとめていないが、基本的には変わらないはず。なかなか難しく、液をちょっとでもグラウンドに落としてしまうとだめなので、ぼとりと落とすような感じで置く。

(年吉) 資料に戻り、右側のプロットで、上の方がエレクトレット+アルミホイル+イオン液体。
下がそれを取り除いた時。取り除くと復活するか。

(三屋) 説明をしていなかったが、この写真は更に上にアルミの箔を乗せていて、対抗電極を想定した。積上げていっても変わらないだろうというのは、傾向として見えてきた。

(年吉) 実験はものすごく難しいと思う。アルミホイルが帯電しているか否かで結果が大きく異なる。いわゆる理想的な平面に分布したシート電荷の場合は、その面の上と下に同じ割合で電気力線が生じてイオンで収束する、というのが元のエレクトレットの状態。
それでアルミシートを置くということは、そのアルミシートが最初から電氣的に中性であれば上面と下面で分極するだけなので、エレクトレット由来の電気力線があたかもそれを貫通して出てきた様に見える。ところが人間がそれを触って、人間の身体から電荷が供給されて、置いた瞬間に電氣的中性がおそらく破れる。するとそこで終端されて、電気力線が出てこなくなる。すなわちポテンシャルメータで測ったら、答えが出てこない。結構微妙な話。しかも、今度は、実験を戻そうと、アルミホイルを取り外す時に触ってはだめである。その辺の再現実験が相当難しそう。

(三屋) 橋口先生と杉山さんと一緒に色々やっていく中で、先ほどの現象は当然あるなとわかっていたので、極力減らすような努力をした。セラミックのピンセットでまずグラブに繋いでおいて、ぼとんと落とす。そうやっていくと比較的良好なデータが出た。そういう傾向が見えたということ。それが今回の報告結果。

(年吉) となると今度は、イオン液体を垂らす時は、スポイトとイオンエレクトレットが電氣的に液体と繋がってはいけない。二階から目薬のようにぼとりと落とさないといけない。電氣的中性の状態でイオン液体を落とさなくてはならない。その状態で測れば、おそらく現場は見えてくる。それと、エレクトレットの電場でイオン液体のイオンが強力に吸い付けられている状態は、杉山さんのシリコンの櫛歯のモデルを更に分子レベルまで適用したら、まさに同じ現象が起きていたという話。しかもそれが電氣二重層の分子の厚みと同じ状況で起こっているのも、相当強力にくっついているはず。それが、SAM膜を付けた位で剥がせるか、というのは想像し難い。そこでもし、イオン液体で完全にくっついていたら、そのキャパシタは未来永劫

に変わらないということになるか。

(三屋) そう考えている。

(年吉) しかもゲル化をしたとしても、ゲルからイオン液体が出てきてしまうことは有り得る。

分かりました、了解。もうひとつは、SAM膜を手っ取り早く試そうと思ったら、フォトレジストのプライマがいいかもしれない。それと発電しているスライドで、これはゲル化しているから動いている様子がわかったのか。

(三屋) そう。

(年吉) プラスの方にしか電流が発生していないというのは、まだわかっていない所である。

この前お願いしたが、下の基板と上の基板と、どちらか片方をグランドに落とすのではなく、どちらにもドーピングの抵抗を入れて、抵抗端で発生する電圧をみる。下の基板に電流が出たり入ったりする様子は見たか。

(三屋) 見てない。

(年吉) 見ようと思えば見られるか。

(三屋) 見られる。

(年吉) 今度見せてほしい。

(小野) SiO_2 上に乗せたイオン液体だが、 SiO_2 はどれくらいきれいに出来ているか。

SiO_2 がきれいに出来ていたら入り込むことはない気がする。あと、洗う時だが、どうやって洗ったか。イオン液体は洗うのが難しくて、なかなか落ちてくれない。

(三屋) まず SiO_2 の形成は、一般的な熱酸化法で行い、橋口研究室の炉を使っている。

熱酸化は O_2 ガスでやる方法と水をバブリングする方法があって、基本的には、水で行う方が膜質が悪くなるけど膜厚は厚くできる。今回、橋口先生とやっている技術は、水にさらに KOH を足してやっているので、 O_2 ガスでやった膜質よりは悪い。温度も千度を越えていないので、あまり良い膜質ではないと考える。また、エレクトレットの上に乗せたイオン液体をどうやって取ったかということだが、なぜだかわからないけれど、マイクロピペットで吸い上げていくときれいに取れた。顕微鏡で橋口先生や杉山先生にも見て戴いたのですが、確かに膜は取れていて無いと判断した。ナノレベルでどうかは、見えていないかもしれない。

(小野) SAM の話で、あえて距離をおいて、あるキャパシタを置くことによって電界を下げるという効果として SAM を使うのもいいのかなと思った。SAM によって測りやすくなる。実際に試そうと思っていることは、フッ素終端した SAM があり、シリコンの表面にはアルキル基がついて、表面が出る所はフッ素が付く。その様な SAM で試してみる予定。

(年吉) ということは、すなわち静電引力による付き具合と、材料そのものが持っている表面張力・自由エネルギーの強さ加減をうまく按配していいところを狙うという事。くると丸まった液体がエレクトレットの上に乗っていてというのができると素晴らしい。

(三屋) それを目指す。今までマクロに見ていたが、この 20 年間色々な研究者がやってきたことをミクロ的に評価していきたい。

(年吉) ケミカルメカニクス設計、良いと思う。余力があれば、でよいのだが、イオン液体の表面張力・自由エネルギーを調べて、それが空気と液体と固体の環境下で、うまく丸まってくれるかざっくり計算してみることに。

(三屋) 了解。

(年吉) それと比較検討実験として、水と油（導電性が期待できない液体）で試してみることに。

D R I E の隣に拡散ポンプの油やフロリナートがあるので、それらで試してみることに。

(松本) 6 ページの図で、液体の表面の形は、本当に変曲点を持つのか。

(三屋) 実験した感触では、その様だ。エレクトレット上にイオン液体を乗せた時は全く動かない。

ゲルを載せたようになる。酸化膜の上に載せた液体は動いている。表面の様子は注意深く見ていかなくてはならない。

(松本) 薄い部分は違うイメージで、ずっと表面上に延在している感じか。

(三屋) 何もしていないと正にスパッと立ち上がるのに対して、水でやってもそうですがエレクトレットの上に置くとこういう、測定できないほど薄いものが見える。きれいに光をあてた時にこの様に反射して見えた。今まで気付かなかったが。

(松本) 了解。

4) 高効率エナジーハーベスタの開発 (鷺宮・東大 芦澤さん)

(年吉) サイン波を途中で反転させるのは、試行錯誤の結果こうなったのか、きれいな波形だ。

(芦澤) どうもこのインプットする電圧信号と加速度がきれいに比例しているわけではなく、低周波領域では速度に比例している感じ。これを微分するとこの様になる。最初は素直に電圧パルスを入れたが、そうすると結果はもっとギザギザしたものになり良くなかった。

(年吉) ここで使っている加振器は、静大のものと同一タイプか。

(芦澤) 購入した会社は一緒で、こちらの方がもっと大きい装置だ。

(年吉) では、同じ手法は共有できるか。

(芦澤) そのように考える。

(年吉) 段差付きが分かる構造の図面を見たい。これは、どれくらいの段差のコントラストがあるのか。

(芦澤) 20%位。

(年吉) 段差櫛歯が配置されているところの、右上の写真で言うとどの辺か。内側の方か。

(芦澤) そう。一列入っている。

(年吉) こことそちらで、同相で上下するという設計になっているか。逆相にはならないか。

(芦澤) 逆相はありうる。段付きの場合、起こりやすいので注意する。

(年吉) 向こう側とこっち側で電極が設計上分かれていて、外側で接続できる様になっているか。

(芦澤) 別々に繋げられる構造という意味か。

(年吉) そう。分けておいたほうが安全かもしれない。

(芦澤) 了解。

(年吉) 出力ピンの数は十分にあるか。

(芦澤) 増やすことも出来る。

(年吉) この前は、ストッパーの面が真空パッケージの缶の裏に張りついていたのか。

あれはどうやって解決するか。

(芦澤) 寸法のギャップを大きくした。マージンを持たせた。

(松本) 3種類の発電波形があるスライドで、共振周波数はどれくらいになっているか。

(芦澤) 重りをつけていない時の機械的な周波数は、1.5 KHz 程度。ただし、静電引力で非常に引き付けあっているなので、想定よりも高い周波数となっている。

(松本) 重りをつけると、かなり下がるか。

(芦澤) そう考える。

(松本) その時の共振周波数は、まだ測っていないか。

(芦澤) まだ測定していない。

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 麻植先生)

(塩谷) トンネルの中のジェットファンについて、吊っている箇所を緩めると振動数が変わるかという実験をした。劣化とともに振動が変わるのは明確な事実。その明白な事実を利用してエネルギーハーベスティングを自分でやり、この前年吉先生から言われたイベントドリブンでアラートを出そうというのがこの仕組み。経産省や国交省が目指しているセンシングは、ベイブリッジのような物凄く高級なものに対してであるが、それはみんなやっている。それよりも何より大事なのは、B o P (B a s e o f P y r a m i d) です。日本には7万橋ある。ところが市町村も橋は架けるけど、あとの予算は出さないとやっている。我々がこれを解決しなくてはならない話である。ここにMEHを持っていけそうだということ。プラス、ここに持っていければ、世界中が待っているということ。沢山小さい橋梁があつて、劣化しているものがある。その予防保全の立場ではなくて、目指すものは最終で災害を止められるというスタンス。ニッチな技術を狙ってやれば、少ない電力でも、数年である程度、実現性のあるものにアプライできるのではないかとということで、今回提案した。

(小野) 少し前に依頼されたことがある件だが、電柱が日本だけで2100万本あるらしい。その寿命がだいたい40年から50年。その3分の1が30年以上の時期になっていて、いつ壊れるかわからないという状況になっている。特に北海道とか、もっと言うとB o Pの下部分が非常に困っていて、いかに簡単に電信柱の寿命をみられないかと相談された。同じような話を今聞いたので、コメントした。

(塩谷) 高速道路の標識の片持ち構造が有り、そこにも使えるし、振動モードが変わるような把握は、あと数年でできる。

(年吉) 構造物でもいいけれども、橋そのものであったりすると、壊れる寸前には何かしら変わるというデータは有りそうか。あるいは、壊れかかった橋で試しにやってみるとか。

(塩谷) インターネットでSHM (S t r u c t u r a l H e a l t h M o n i t o r i n g B r i d g e) と検索すると、そういう学会が出てくる。彼らが言うには、予防線は張れている。

[参考]

構造ヘルスモニタリングは、構造物に加速度センサ等を設置して、地震や常時微動（常時発生している微細な揺れ）の応答波形から構造性能を診断する技術。従来のモニタリングシステムは、柱や梁、外壁といった部位に現れる変形やひび割れ等の現象を診断・把握して構造物全体への影響を推定していた。しかし、当社の構造ヘルスモニタリングは、独自開発のMEMSセンサを適用した「感振センサ」を用いて、構造物全体の揺れや変形の大きさ、振動特性とその変化から建物の損傷や劣化を推定することができ、診断の効率化・高度化を図ることができる。また、ユーザー様のご要望に応じたシステムをご提供できる。（富士電機HPより）

(塩谷) 今、目指している話というのは、直前に止めるという話。順番に劣化を調べていってという

のは、出来ないことではないが、結構な精度が必要。今はそのフェーズではなく一番簡単なもので明らかにしておいて、供給量が上がってくれば途中をさらに分割できる方法を取れば、今先生が言われたような、段階的劣化というのにも捕まえられると思っている。

(大場) 先ほどの、違う周波数を組み合わせてやるという特許を出すと言われましたが、多分公知で特許にならない。

(塩谷) でも、ここで言うのは、その違う周波数を発電するようなものを利用して計測するというもの。

(大場) そういう意味では、私どもも概念とデータを出している。それが公知となる。

(塩谷) 公知に抵触するならば、少し内容を変える。ちょっと調べて考えてみる。

(青柳) その内容は、橋を常時モニタリングしているという事か。

(藤田) くっつけて測定しているのは常時だが、信号が出るのは常時ではない。

(麻植) 常時だと、このMEHでは電力が足りない。何日かに一回とか電力が貯まったら一回とかのイメージを持っている。

(青柳) それはUCoMSというライフラインのモニタリングでやっている「獅子脅しセンサ」と似ている。振動でずっと溜め込んでおいて、ある電力の閾値を越えたらピピッと出す。50万体がマーケットに投入できる規模である。

(塩谷) サーバーにアップして評価するというイメージ。

(年吉) あと、地滑り時に、予測して直前で電車を止めるとか、色々な応用が出来ると考える。話を聞いていて、モノが破壊するかどうかを判断するために、その部材に加えられたエネルギーの積分値が、あるところを超えたら壊れるという予測が出来るという理論が、確かあったような気がする。それが直流的な震えがずっときたのか、振動なのか分からないが、こういうデバイスが確立されると、入ってきた振動エネルギーを積分することが出来る。そうするとこの周波数が立つか立たないかという観点以外にも、何発被弾したか、それで建物のくたばり具合がわかるかもしれない。そういう観点でもこの考え方は重要。

(塩谷) 今言われたことは、まさしく、非常に重要。道路構造物の半分の予算が床板の取替に今使われている現状は何かというと、過積載の車がバンバン通るからである。そこで軸重を使って、こういうものが何台通ったのかを知る。いわゆる疲労破壊というのですが、立派な尺度であり、そういう法則も存在する。そういう意味では、それをどうやって測るのかというのが、色々な意味で苦労されていて、お金かけてやったりしている。年吉先生が言われたことが出来れば、役に立つ。特許化できれば大きい。

(年吉) ぜひ今の発言は、議事録に残しておくこと。

(松本) 了解。

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) エアコンのインバータを使用している場合、室外機の振動周波数はどれくらいか？

(西野) 無段階に近いが、20～24Hzが主要な振動数と考える。

(年吉) 他所から聞いてきた話だが、家庭用ガスのメータ、今はスマートメータとなりつつある所だが、地震がきたら遮断する。そのセンサは電池で駆動されているらしい。電池切れを防ぐために電池を期限前に交換している。そこで、電池不要、交換不要で、センスできるシステムが出来れば、用途が拡大する。いま、ガスメータは矢崎総業がほぼ独占らしいが、

- 検討・考察する価値は有ると考えている。用途の一つとして検討して見れば如何か。
- (青柳) アプリケーションマップの表の見方であるが、室外機だと 100mW から 1W 出るという事か。
- (西野) そういう意味では無く、それだけの電力が必要という意味。発電量としては、現状の空調機の場合、室外機だと瞬間最大値として数mW というところ。2mC/時間といった量。
- 必要・必要供給電力と対応が難しいので、整理してみる。
- (藤田) 何の為に、冷暖房エアコンでは 1W が必要なのか。
- (西野) 全ての待機電力を賄うという意味で書いている。装置が動いている時に電力を溜めておいて、装置が止まると電力を供給するイメージ。
- (藤田) 了解。
- (小野) 待機電力は何に使われているか。
- (西野) マイコンの電力とか、エアコンの場合だと油が固まらない様にヒーターで温めるとかで必要。

7) 実証WGアプリケーション検討会 (MMC・京大・ダイキン 三原報告)

- (年吉) Bluetooth と J i g b e e は電波を出している時の消費電力か。スリープモードの時はどれくらいか。
- (三原) スリープモードでは殆ど電力は食わない。受信の時も割と電力を消費する。発信している時の 20% 程度は電力を消費するだろう。
- (年吉) スリープ時の値をその表に追加記入する事。その数値が役に立つ。溜めたら出すとか、イベントドリブンの指標や目安にもなる。
- (三原) 了解。親子や中継器などと同期を取るなど、システム構成や使い方にもよるが、記入する。
- (年吉) 遠い将来は C S A C を載せてタイミングを取るという事も考えられる。
- (青柳) 現状の C S A C は 130mW と消費電力が大きい、別 P j で走っており、低消費電力化も一つの目標となっている。

(4) 自由討論

- (松本) 期末を前にして、特許に関する活動と予算執行に関する話を先にしておきたい。先ずは特許について阿出川より報告する。
- (年吉) C a l t e c の 2004 年の特許はどういう内容か。
- (鈴木) 自分も発明者の一人であり、T e f l o n A F を使った、また面積の数値限定を行ったエレクトレット発電器の特許。動作としては、平行と抜き差しと垂直の、三次元の動作に対応した構成を開示している。表の 2 番目の特許は、サイトップを使った発電器である。
- (年吉) 特許調査の時期的な範疇はどの様か。
- (阿出川) 出願して一年半で公開されるので、最新情報としては一年半前の特許が最新である。
- (年吉) 了解。
- (藤田) 分類で、その他 91 件というのは多すぎるので、区分けを再度検討する事。
- (阿出川) 了解。中身を精査してみる。
- (藤田) せめて、その他は 10 件～20 件にとどまる様に。
- (橋本) 応用分野の検討は出来るか？
- (阿出川) 特許の利用分野という項目が有るので、それを読み込めば見えてくる。

実施形態を見れば、その補足にはなるが、時間を要する。

(5) その他（予算執行状況報告他）

(松本) 最後に水津から予算の話を説明する。

(藤田) 秘書に周知徹底を願う。 また、ステージゲートの結果はいつ分かるか？

(松本) ステージゲートは今打診中であるが、変更実施計画の作成等を要求されて作業を進めているので、実質的にはステージゲートはクリアと考えて良いだろう。

(会議後の1月28日に、書面で条件付き採択の結果がNEDOより送られてきた。)

(藤田) 予算消化との関係もあり、ステージゲートの結果は、分かり次第伝える事。

(松本) 了解。 予算処理関連は水津より担当者に連絡する。

閉会に際してのコメント

(鈴木) 後半しか聞けなかったが、出口イメージとして先ずはインフラと感じており、そのマーケットはそんなに広くない印象。その先はコンシューマに行かないと用途が限られると危惧している。その辺りも情報交換させて戴ければ有り難い。

(大場) ここの振動発電はmW級と高い目標を置いている。実現してくれば使いたい。但し、MEHの発電量が多くても充電回路等で下がる事が有るので、同時に検討を進める事。モータに付けて、モータ振動による故障診断・予知は、潜在的には有望かも知れないので、調査すると良い。

(小野) 電力業界としてどのようなものが必要かを調べているので、別途紹介したい。また電中研には蓄電デバイスを検討している部署なども有るので、それも紹介したい。

(本間) 大変勉強になり、面白かった。グループで行う仕事の広さに驚嘆した。来年から参加の予定。

(年吉) 今回はこれで終わり。次は2月24日の研究会。