

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8回高効率MEH研究会 議事録(案)

技術研究組合NMEMS技術研究機構(MEH)

1. 日時：2016年2月24日(水) 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)、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)、NHK放送技術研究所(後藤)
MMC(青柳、長谷川、阿出川、三原、坂井、水津、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2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) その他(予算執行状況報告他) 【17:05-17:15】
5. 第4回SSN研究会WG2 【17:15-17:30】
6. 配布資料
 - 【資料-1】 H27年度第8回高効率MEH研究会出席者名簿
 - 【資料-2】 H27年度第7回高効率MEH研究会議事録(案)
 - 【資料-3】 H27年度2月進捗報告
 - 【資料-4】 今後のスケジュール等
6. 詳細内容：順次、質疑応答を中心に記載した。
 - (1) 挨拶
(年吉) 無事にステージゲート通過。
NEDOが契約書作成中。安心して研究を進める事。

(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) 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) LED列でロゴを作り、光らせるとアピール性大。

(杉山) 了解。

(藤田) カンチレバーのデバイスは、面外運動。だから鷲宮さんと同じ意味での静電力のノッチみたいなものが有るような気がするが、それはどうなっているか。

(杉山) 確認できていないが、有ると思っている。励振の方が相当強いので、顕著には見えていない。

(青柳) さっき1.3 mWと出ていた。目標が色々あると思うが、現在どの辺の位置付けと考えればよいか。

(杉山) 固体イオンエレクトレットでの目標は1 mW程度。更にイオン液体を加えて10 mWが目標になっているので、固体イオンエレクトレットでは、1 mW。

(藤田) 先導ではどこまで？

(杉山) 1 mW。

(青柳) もう先導の目標は達成出来たのか？

(杉山) 1.3 mWというのは、計算値。

(青柳) 了解。

(藤田) 無理やりすごい加速度で10 Gくらいかけると800 μ Wくらい出るので、1 mWに届きつつある。

(松本) 前回350 μ W出した時のGはどれくらいだったか。

(杉山) 前は静電引力でくっついてしまったので、400 V程のキャンセル電圧(引力を打ち消す電圧)をかけて一瞬動いた時の出力を見ていたので、加速度は測れなかった。

(松本) 感触として、同じくらいの加速度とか、どんな感じか。

(杉山) 変位が結構でているし、Q値が高ければ加速度が出るが、未測定で何とも言えない。

(松本) 了解。

(年吉) この研究会の前に、次の国プロの話をしてきた。その時に、リクエストがあったのでお知らせする。

無線センサ用の電源として振動発電も使いたい。マルチモーダルなので、そのうちのひとつが振動発電。平均的には、500 μ W。直流電圧1.8 V。平均と言った意味は、瞬間的に電力を使う時は、約1分に1回の割合で、2 V \times 40 mA \times 数十ミリ秒。これはエネルギーだと、一発の送信で6 mジュールを消費する。すなわち一分間蓄電したものを数十ミリ秒でデータを送信する。そもそもこの回路設計で10 mWくらいで電波が出ているので、それ以下のパワーではダメ。試してもらいたいのは、今回はLEDを50個光らせたのだが、キャパシタに1分間ずっと電圧を貯めていき、2 V \times 40 mA \times 数十ミリ秒が実現できるかを見ていただきたい。ただし、キャパシタに電荷を溜め込むと $Q = CV$ の関係で貯まれば貯まる程電圧が高くなる。そこは生データとして波形を見てくるだけで十分。実際には貯めた電荷をその後の三端子レギュレータを通して1.8 Vにレギュレートすることになると思

うが、まだそこまでやる必要は無い。1分間キャパシタに貯め続けたらどこまで電圧が出るか。2V×40mA×数十ミリ秒と言うのを消費してしまったら何処まで下がるか。これがわかれば、来年度以降に実施する国プロに必要とされている電源として有効かどうか分かる。ヒントとして、その辺に転がっているキャパシタだとうまくいかないことは分かっているらしく、タンタル電解コンデンサがいいのではとサジェスションを受けた。その理由は、電気二重層コンデンサはリーク電流が大きくて内部抵抗が高いのでダメで、積層セラミックコンデンサはリークが小さいけれど容量が小さいからダメじゃないかと。結局、コスト的に高いがタンタル電解コンデンサがいいのではないかと、との事。どれくらいの容量のコンデンサを用意すればいいかというと、2V×40mA×数十ミリ秒使った後に電圧として、三端子レギュレータに供給される分の電圧がでる位の容量。その方に言わせると、LEDを光らせるのは分かりやすいが、センサ側から言うとずっと貯めておいて、ドカンと使う方がよりクリティカルなのでこちらを試しておいて欲しい、ということだった。

(杉山) 試すときの励振の条件はどの位か。

(年吉) 周波数でいうと、50Hz、100Hz、125HzとNの整数倍でないことが不思議と思われるかもしれないが、その辺の周波数が挙がってきていて、振動の加速度で言うと一番大きい所で0.5m/秒²、0.5m/秒²@125Hz。これは具体的には、5枚バネのポンプがこの条件で動くことが既に分かっている、このポンプが故障するかどうかをずっとモニタするとして、その振動を使えばいいのではないかと話だった。他には、設備機器の大きいところでは、ポンプでいうと50Hz。単位が違うが、63ミリGの加速度。これが大きな振動エネルギー源になっている。あとの細部情報は、紙を見に来てください。

(年吉) 重りが8gになっているということは、前回よりかなり重くなっているが、前は1gか。

(杉山) 2g。

(年吉) それは、表も裏も貼っているということか。

(杉山) そう、4gと4gで8g。

(年吉) 櫛歯の配置の位相が変わっているのだから、右と左では別々に電荷を取り出すような配線になっているか。

(杉山) 実際には、真空プローバの回路の関係で出来ないのだから、帯電は一緒にやっている。途中で配線を切って取り出そうと考えている。

(年吉) 余りその辺の取り出しの配線が細くて長いと、出力インピーダンスが上がることになりそう。そこも加味して設計しているか。

(杉山) その辺はこれからの話。

(年吉) これは、次の次辺りの設計で考えておくべき。支えるサスペンションも配線になっているか。

(杉山) そう。

(年吉) ここもあまり細いと抵抗が大きくなるだろう。色々考えていくと、使う基板の抵抗率も加味して、設計したくなる。

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 杉山先生代理報告)

(藤田) トールシールとは何か。

(杉山) 真空封止に使用する接着剤の事。

(年吉) 必要真空度が 10^{-3} Torr としたら、ロータリーポンプの真空度で十分か。

(杉山) そう。

(年吉) 確か前回、ターボポンプで引かないとダメだと橋口先生が話していた気がするが。

(杉山) 余裕が有る方が望ましいので、ロータリーポンプの限界の少し上の能力で進めたい。

(年吉) 超高真空は必要ないという事で、良いことだ。

(杉山) 同感。

(年吉) ランプアニールでガラス越しに炙る時はどれくらいまでいけそうか。確かBT処理は 600°C だった気がする。

(杉山) 600°C から 700°C くらい。実際これでランプアニールを試したのだが、ダクトの距離が離れていたなので、その時は 230°C まで上がってランプが切れてしまった。

(年吉) シリコンチップとパッドはアルミで繋がっているかそれとも金か。

(杉山) ワイヤはアルミ。

(年吉) 融けないか、大丈夫か。

(杉山) そこは少し心配。

(年吉) 確実にやるのであれば、強力なレーザーで局所的にそこだけ加熱する方が良い。最終的にウエハレベルパッケージした時に、同じシチュエーションになる。

(福田) ランプアニールの再帯電は作る、最後あるいは使う前の話だが、これができるようになると、完成したデバイスに対して、電荷が落ちてしまった場合にも再帯電して使用することもできるか。

(杉山) できる可能性があると思う。

(福田) その出力特性を通して、リカバーできるという理解でよいか。

(杉山) はい。今回、素子に繋がっているワイヤのアルミにランプアニールで 700°C 位かかると、アルミが融けてしまう可能性があるなので、年吉先生からアドバイス頂いた様に、帯電したい所だけ局所的にレーザーで加熱できれば、更に良いと思う。

(藤田) フリットガラスとかを含めて、最終的にどのようなパッケージにしたいのか、そのイメージに向かって、どのようにやっているかとかを示してくれるとよい。真空管タイプがやれることは良くわかるが、そこからどう変えなくてはいけないのか、最終的にどのようなならなくてはならないのかの繋がりが見えない。その辺のイメージを共有してもらいたい。

(年吉) 藤田先生のご質問に関しては、前にファイルで見せた様に、シリコンウエハの上下面をフリットガラスで封止して、そのガラスを通してレーザーを当ててBT処理をすることがある。似たような構造で、ドイツのフランフォーファー研究所から、シリコンウエハの上下面をガラスで封止した光スキャナーというものが売られている。その構造が参考になる。ただそのデバイスは、ロータリーポンプで引ければいいという程度の真空度だった。

(藤田) ついでに言えば、温めるのだからゲッターを当然中に入れて、一発目もいいし、再生しても昔の真空管を炙ると生き返るといった話があったが、そういう意味でいいかなど。でも、年吉先生が説明した様に両面側からパッケージしてというのは分かるのだけれど、配線をどのように取回すかなどの問題があるはずで、そこに向かってどうするかというのを教えてもらわないと、なかなか何処まで来たのか、その到達具合がわからない。

(杉山) 最終的な話は見えていないのだが、真空度で特性がどうなるかというのをやっている。

(藤田) それを否定しているのではなく、ステップひとつ進んでいるのはわかるので、あとどの位ステップがあつて、何をどうしたら一番いいのか教えてくれると嬉しい。

(杉山) ゲッターは、真空度が悪くなると白く変色するけれど、これは変色していないので、真空度は保たれていると判断している。

(年吉) ウエハレベルパッケージに関しては、本格研究になったときにやるという計画である。

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) 7ページの写真はパリレンをコーティングした後か。

(三屋) そう。

(藤田) 8ページの酸化膜の厚さは550 μm か。

(三屋) 正解は550 nm 。

(年吉) 22ページのデータを取った時の回路構成はどの様か。

(三屋) 上の電流を測定したというイメージ。オシロスコープで測定した。

(年吉) 両電極を同時に測定すると符号が逆で絶対値が等しい電流が得られるか。

(三屋) そう推測しているが、現状では差動アンプが一つしかなくて、未測定の状態。

(年吉) 電流を流す能力はどこから来ているのか、機械的な変位か、化学変化か (EHか電池か)。

(三屋) 電極の状態に見た目変化が無いので、前者と考えている。

(小野) 我々は電気二重層の上側に電荷が貯まっている図を描いているが、カチオンは表面と内部に渡って固定されているので、ゲルの中はアニオン成分の電流が流れると考えている。それが繰り返されると、三屋が説明した様に、電流で変性して赤色に着色すると思っている。

(年吉) まだ全体像を把握するには、データが足りないと思う。もう少し調べて頂きたい。ちなみに、パリレンに封止するイオン液体の代わりに、比較対象実験として油はできるか。油にしてしまうと、イオン液体に対して疎水性・親水性が無理やり分かれて、油があちこちに付いてしまうか。これは、確かにイオン液体の薄皮饅頭のようにできますよというものの、比較対象としてイオン液体でないほかの液体があると違いがわかっていいかなと思う。この比較実験でイオン液体の性質がより明らかになる。

(藤田) 三屋さんが話した事の追加をしたいのだけれど、エネルギーがどこから入っているかわからないし、逆なような気もする。つまり、どこで電気力に逆らって力が働くかというのは、静電引力に逆らってバリッと剥がすときに力が働いて機械的なエネルギーが入るはず。だけれど、そうなってしまうとスイッチが切れて電流が流れなくなる。ここの場合はむしろ静電引力に引っ張られる事で吸い付けられている側だから、力学的なエネルギーはもらっているはずの方の向きだ。つまり、これがバルブで繋がっていたりすると、ずっと近づけると静電引力で吸いつけられてバネにむしろ溜まるくらい。離そうとするとバネはずっと持ち上げられて、パッと離すからバネのエネルギーがもらえるというような力学的モデルになるはず。実際出ている電気エネルギーは全く別のフェーズに出ているので、機械エネルギーが直接電気エネルギーに変換されるというデバイスではない。この状況は、そこをよく調べないといけない。これは、例えば、AFMのようなカンチレバー、やわらかいばねで作っておい

て徐々に近づけていくと吸いつけられる。離れた時にたわましてぴょんとあがるとか、見ていくとどういう力が働いているかがわかるようになる。しかも変位も測れるので、本当の意味でのエネルギー収支の理解が深まる。

話を戻すと、今グローブボックスの中に入れており、変位センサとか色々なものが用意されているが、現状では測定系に組み込めていない。組み込むことで変位と電流などの関係など、総合的な計測器を組んでよく勉強すると、メカニズムの理解が進むのではないかな。

但し、時間のかかる測定なので、修士の人に協力を仰ぎながら進めるとよい。

(年吉) 下の電極も切り分けて、別々に電流を見ておく事。

4) 高効率エネルギーハーベスタの開発 (鷺宮・東大 芦澤さん)

(年吉) 12ページの帯電電圧低下の原因調査の4項目は、エレクトレットを作った後の行程か。

(芦澤) そう。

(年吉) HMD S ベーキングは、HMD S の蒸気にさらして、その後ベーキングか。

(芦澤) そう。

(年吉) その後のパッドのアルミ蒸着、これは真空蒸着のプロセスなので、エレクトレットが緩和する恐れがあると思う。アルミの蒸着が必要なのは、ワイヤボンディングするための土台作りか。

(芦澤) そう。そこは蒸着しないでボンディングもしようと考えている。帯電電圧だけなら。

(年吉) シリコンに直に着けることもできるし。その抵抗のことまで考え出すとシリコンのドーパ量も考慮してみたい。最終的にウエハレベルにした状態でBT処理することを考えると順番を全部入れ替えて、MEMSを作る→パッド金属を着ける→ワイヤボンディングに相当するウエハレベルパッケージをやっておき→BT処理をする流れだからゆくゆくは整合性の良いプロセスになるが、当面は上下方向に動く歯電極のエレクトレット電位を測るのであれば、真空引きしない状態でやって測ってからの方がいいのかもしれない。パッケージングに移送する前に。その時に視覚で確認。この方法で見えたというのであれば、この後出てくるデータに関して人間の目の方がパターン認識できてきて、不良を見つけやすくなる気がする。簡単な方からやることを勧める。周波数を変えたときに出てくるデータがだいぶ変わるの不思議。もしかしたら、実装したときに、あるいはこのパッケージを着けたときに、チップ全体にひずみが加わっていて、そもそも周波数の共振モードが全然違っていたとか有りうるか。

(芦澤) この状態で共振周波数が上がった。

(年吉) もとの周波数は変わっていなかったか。

(芦澤) そう。1KHzでもこれ以上の波形がでて、きれいなところがむしろ少なかった。

(年吉) TO3あるいはTO5の缶パッケージで、窓が付いているものがある。ショットという会社が出している。フォトダイオード用の丸い缶パッケージ。これを使うと実装した後にレーザドップラで測ったりできるかもしれないので、試してみる事。

(藤田) 私もレーザドップラで測るのが良いと思う。電流だとどうしても間接的になるし、変な電流が出るのでは良くないし、帯電電圧だけを知りたいのだから、迷い込まずに別の測り方をして直接的に見られるように考えた方がよい。

(年吉) 50V~70Vの間でパッケージに張り付いている事は考えられないか。下の端っこにある場合と、上の端っこにある場合の対称性が、そのまま特性に出ている気がする。

(芦澤) 左側と右側によっている場合も、その様な現象が現れるかもしれない。

(年吉) 一度、実装する前のチップを、東大の武田センター長に見てもらおうと良い。すごく良いレーザドップラで測ってどういうモードがあるか最初から見たほうがいいのかも。一回だけやってみれば、どういう動きをするかわかる。

(藤田) バイアス電圧を外側からかけた状態の共振特性を、バイアスをパラメータとして取っていくと、どこが帯電電圧かわかる気がする。まずは缶に入っていないもので試して、それができのだったら、測定方法としてやってみる価値はある。

(年吉) 外側からかけている電圧が、可変バネになっている可能性がある。

(芦澤) ソフトスプリング効果の事と了解した。パッケージの何処で帯電が落ちるのか、非常に重要なのでこれで確かめることにしたい。

(年吉) 測定の交流電圧の幅はいくらか。

(芦澤) 10 mV。

(藤田) 面外の動作に対して、バイアス効果は効かなかったか。

(芦澤) 実験的には、効かなかった。この辺も少し解せないところではある。

(年吉) やはり窓を明けて、素子の状態がわかれば良い。

(三原) 波形だけ見ると、明らかに共振を乗り越えている。藤田先生が言われた、周波数特性と一緒に見ると明らかになる。

(福田) 昔、コンデンサマイクの帯電電圧のときは、バイアスを変えながらインピーダンスアナライザを繋いで、インピーダンスを見ていた。それで、インピーダンスにピークが出たのでよりポイントでわかりやすかった。ミニマムではなくインピーダンスピークで見ていた。

(藤田) インピーダンスアナライザで周波数特性を取ったのか。

(芦澤) バイアスを変えながらインピーダンスを調べただけ。

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) 京都府が全面的に協力いただけることになった。富山市も全面的に協力いただける。地方自治体を見ながら考えていきたい。今日のデータは鳥取市のデータ。

(三原) 壊れそうな橋を見つけて、それにセンサをつけることは可能か。

(麻植) 考えている所。技術者不足の対策にもなる。点検のコスト対策にもなる。

(年吉) 建て替えの優先順位を付ける為の基礎データにもなる。

(塩谷) ウェルカム。壊れそうかどうかというのは、ものすごく難しい。

(年吉) これは、自治体の建て替えの予算が限られている上、建て替えの順番を考えると、優先順位をつけるためにモニタしたいということだ。

(麻植) 点検をするには、現状目視点検というのがあって、技術者でないとできないが、市町村は技術者が足りない。予算も足りなくて、今年何本しかできないとかの課題がある。

(年吉) 点検のコストも課題となる。

(麻植) モニタリングはある意味、点検している状況と考えられる。

(小野) ひとつの橋でどれくらいの頻度でどれくらいの時間をかけて点検するのか。

(麻植) 法律で決まっているのは、目視点検。近接目視と言って近くに行くとどれくらい悪くなっているのかを見る。小さい橋だったら良いが、大きな橋だとクレーンで吊り上げて見たりして、

見えにくいところでも見なくてはいけない。昔は望遠目視でOKだという事もあったけれど、人によって結果が変わってくるので、近接目視になった。近接目視にすると費用が上がるので、困っている。

(藤田) 点検は5年に一回が義務付けられている。一橋やるのに何日くらいかかるか。半日位とか。

(塩谷) スパンによる。今は見るだけで叩かない。これが非常に問題。湾にかかっている橋などは下から見て、誰が叩くのだと。非常に点検が困難。あとは技術者がいない。エキスパートシステムとして、何か着けておけば、勝手に集約したところで技術者が判断する。あるいは、その間にプログラムのクライターゼがあって、タブレットに落とすとかメールで送るとか。ビジネスモデルになるかもしれない。

(年吉) 先ほど質問のあった、0.1 Hz とは何か。

(麻植) 橋に振動計を着けて、橋が劣化してくると共振周波数が変わるので、0.1 Hz の検出精度が有れば、コントロールあるいは劣化を検出できるのではないか。

(年吉) 元の周波数は、かなり低いか。

(塩谷) 一般的に固有振動で破壊を予測することはできないと言われている。他方、できると唱っている学会があり、6.5 Hz が6.6 Hz に変化して壊れを予測できたと言っている。

(年吉) 元の周波数から比べると数%変わる事なので、センサとして周波数チューニングはできる。静電的にチューニングしてやるとその変化は検出可能と考える。

(福田) 鉄道総研の方でやっていたのだが、初めは常に同じ周波数が出ていて、その周波数が出なくなったら異常と感知する話もあった。6.5 Hz が6.6 Hz になったという話もおかしくはない。

(福田) 鉄道でも問題になっているのが、コンクリートの剥離という話があって、おそらく同じではないかと思う。そういう視点を入れていただくとニーズが強くなる。

(塩谷) 剥落に対して、振動デバイスをどのようにアプライされるのが必要だと思うか。

一般に、叩き検査というのは、剥離剥落の全層部を見る、一番プリミティブなもの。産総研でやられているレーザーで叩いているという話だけれど、そこに振動発電をどのように持っていかアイデアが無い。もしあって、必要であれば、剥離剥落に関しても詳細に調べられる。

(福田) 今回作っているセンサは、電源ケーブルがなくてあちこちばら撒けるみたいな感じなので。

(藤田) あちこち貼ってあるうちのひとつが、そういうホットスポットにあって、その信号で何かわかればそれで良いのだが。どうやると検出できるかももう少し考える必要が有る。

(青柳) 今、鳥取市の橋で振動情報をこれから取ろうとしているのか。

(麻植) これから。今までは、高速道路や大きな橋を測っていたのだが、地方自治体のアプリケーションも有るということで、現状を調べて有りそうだねとなって、小さい橋も調べようとなった。別に鳥取市に限定する必要は無い。これから、壊れそうな橋を測っていこうと考えている。

(青柳) これで振動発電がどんな風に使えるか、少し追求していこうということか。

(塩谷) そう。市場が75%有るので。国管理、道路会社管理などは本当に少ししかなく、しかもお金を懸けられない。それよりも75%のケースで、安くつけられるデバイスが提供できれば、そして使えるなら助かる。

(青柳) 他のプロジェクトのRIMSで、スーパーアコースティックエミッションのセンサがあるが、

それは使えないか。

(塩谷) コストとの戦いになる。どちらかと言うと、今すぐは国か道路会社。金を懸けられる部署。

(後藤) 現実的に壊れてしまっている橋は有るのか。

(塩谷) 有る。通行止めになっている。ただその時にずっとモニタリングしている事例がない。

壊れそうな橋、あるいは撤去するのが決まっている橋を考えてみる。

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)

(青柳) 色々なパターンの室外機で、どれくらいの出力かという表の数字は、発電素子として見た場合の出力か、あるいは必要供給電力として見た場合の出力か。

(西野) 4ページの計算結果は、デバイスの発電量に関してで、その予測発電値を表している。

(青柳) 発電量がそれぐらいだとすると、実際に供給できる電力は下がるが、アプリケーションとの関係でいくと、5ページの縦軸は、要求スペックの値を表しているのか。

(西野) 4ページは現時点でどこまで出力できるかで、5ページは必要とする電力です。

(青柳) 4ページは、発電量がそのまま使えるなら、これくらいになるという理解で良いのか。

(西野) そう。現在の発電デバイスでどれだけ賄えているかというのは、4ページの表。

瞬間的にはmWオーバーまで出るが、常時となると、参考値としては、

300 μ C/時くらい出ていると150 μ W程度に相当する値になる。まだ2桁足りない。

5ページは、常時100 μ W発電ならばこういうアプリケーションが実現できるという事。

(年吉) 参考までに申し上ると、平均的に500 μ Wがひとつの指標になるかと思う。無線用のセンサを考えると、4ページの表に有る4.5 mWとか1.3 mWは安心材料。

情報としてPerpetuum (会社名) のアプリケーションについて話す。そのHPには色々な需要が挙がっている。振動発電の会社である。工場の配管などを管理している。

発電機は大型で、電磁型の発電機。商売としては、いまいちと聞いている。

鉄道の車輪などにも使われており、その摩耗を見ている。無線で状態情報を飛ばしている。

このURLを見ておいてほしい。(参考: URL <http://www.perpetuum.com/>)

7) 実証WGアプリケーション検討会 (MMC・京大・ダイキン 三原さん)

(年吉) 表中に加速度センサはあるか。

(三原) 加速度そのものは無いが、ジャイロを同様なデバイスとして見て頂けるとよい。

(年吉) ジャイロはずっと振動しているのに対して、加速度センサは機械的には振動していなくて読み取りの方の発信回路が入っている。消費電力は同じくらいか。

(三原) 同じくらい。

(年吉) これらのマイコンなどの設計ルールは分かるか。

(三原) 現状では調べていない。ピックのマイコンはローエンドからハイエンドまで色々な品があるが、センサに使うマイコンはローパワーなマイコンが使われている。

(4) その他 (①知財、②予算執行状況報告、他)

①知財について

(藤田) 分類表では、件数を重複して数えているのか。

(阿出川) はい。

(松本) 特定項目がある場合、その他に入れないようにしたら、バランスのよい件数となった。

(塩谷) これは、エレクトレットというキーワードの中の関連用途か、それとも、振動発電全般か。

(阿出川) 最初は、振動、発電、静電、エレクトレットでアンドをとったが少なく、それで振動 o r

発電 o r (静電+エレクトレット) で検索した。あともうひとつは特許分類で、H O 2 N 1 というものがある。ここが電荷運搬体を使った発電の技術分類になる。

その両方を兼ね合わせて、対象を絞り込んだ。あとは、特徴のある電極構造、例えば櫛型とかのキーワードを全部抽出した。最終的に調査をする元のところに掛け合わせて、それぞれ出している。用途については、エレクトレット振動発電しかやっていない。ただ最初に振動発電全体で電磁誘導とか圧電をやっている。用途を細かくやろうとすると、振動発電のタイプを小型から中型くらいまで広げないといけない。例えば、同じエレクトレットでも振動ケーブルを使って発電する内容まで入ってくるので絞った。

(塩谷) 逆に、振動発電全般で見てほしい。エレクトレットではなくとも、周波数をチョイスしてやるという内容が、違った発電形態で出てきたら厄介である。

(阿出川) 何回か検索式を立て直して検索を行っており、いま現在の時点では、説明した方式で行っているという事であり、今後も目的に応じて最適の方法で調査を進めていく。

②予算執行状況

(水津) 資料は後ほど配布。従事日誌は、3月11日まで計上。14日提出。

以上

5. 第4回SSN研究会WG2

(長谷川) 2年間の先導研究の後をどうしていくかという事を検討している。11月にMEHの本格研究について、NEDOに行き、藤田先生と年吉先生に説明して頂いた。MEH単独の本格研究という内容である。単独の提案はなかなか難しいという事で、当初はT社と組んで提案しようとかを考えていた。その後4月位に公募がかかるというIoT横断技術という33億円の枠の中で、どう提案しようか検討した結果、“学習型スマートセンシングの研究開発”というテーマ名で、日立と提案する事として、1月から2月にNEDOと経済産業省に説明に伺った。その時の資料が今お見せしている資料。概要をお伝えすると、学習型スマートコンセントレータとスマートセンサ端末、それに振動や光や熱による発電素子が繋がった形のシステムの提案である。そして振動発電素子にMEHをはめ込もうというものである。メインの提案は日立さんで、センサメーカーも何社かここに入ろうかと思う。最後のスケジュール表に有るように、先導が2年続くので、本格研究と重ならないように、MEHは本格の2年目から研究開発を開始する事になる。つまり2017年度から本格研究に入る事となる。

基本計画は今月中にも出る予定。その後、一か月で公募が始まる。公募が4月の初めに始まったとすると、5月の連休明けに提案書を出すという事になる。4月中旬辺りには皆さんに提案書の内容を説明出来ると考えている。参加するメンバーも書く必要があるので、公募がかかる前後で、費用を含めてまた相談させてもらう。その時期になれば、また打ち合わせを持ちたい。本格研究の始まりは一年先の話だが。以上が状況説明。藤田先生、年吉先生には色々と相談させて頂いている。特にこの本格研究のプロジェクトリーダーは藤田先生。その内、MEHのグループリーダーは年吉先生。3月の頭に第1回提案委員会を実施する予定。

(年吉) エネルギーハーベスタを日立さんに手渡す時期は割と早いので、先手を取って進めていく。それも整流回路やキャパシタ/コンデンサがついている形で手渡す必要が有る。モジュールという形。ウェハーレベルでのパッケージもレベルが高いと思うので、有効な戦略を考えていきたい。

(長谷川) この公募提案の準備の為に、皆様にはまた色々と相談させて頂く。

総評

(藤田) 個々の研究は着々と進んでいるが、難しい課題もあるので、着実にデータをとり、キチンと考える事で、進めていくこと。誰が何をするのか、重複と漏れが無いように、進める事。CRESTや本格も含めて、研究管理が大事である。

以上。