

## 未来社会創造事業 第1回成果報告会(2023年2月21日(火)開催)

### 参加者からの質問への回答(※)

#### <西宮 伸幸氏・質問回答>

質問	回答
液化効率の定義はどのように考えているのか。分母は消費電力と思われるが分子は何になるのか。	理論上の最低所要電力を実際の消費電力で除したものである。例えば 25%だとすると理論値の 4 倍の電力を消費して液化している、ということである。本 PJ では、液化効率 50%以上の水素液化機と省電力な冷凍機の開発を目標としている。
世界で大規模な水素供給システムの構想があるようだが、現在の石油燃料のように液化水素を自由に使えるようになるための課題は何であると考えられるか。	本 PJ の開発目標でもある液化効率の向上およびボイルオフ(蒸発)ゼロ化の他、港湾での荷役の際の断熱・ボイルオフ水素の回収と再液化、天然ガス(LNG)や液化窒素の冷熱利用とのマッチングなどが課題である。
液化効率の評価に必要な投入(消費)電力は、予冷用の冷凍機への投入電力、磁気冷凍材料を駆動するための電力、強磁場発生用のマグネット(超伝導マグネット?)、その投入電力などすべてをカウントされているのか。	投入電力には全ての電力の総和を用いている。そのため、GM冷凍機、ターボブレイトン冷凍機などの予冷用の機器の効率向上にも取り組んでおり、また、高温超電導マグネットの実使用に目処をつけた。

<若宮 淳志氏・質問回答>

質問	回答
リサイクルの面で鉛フリーペロブスカイトの特徴、利点はあるか、また寿命を迎えたあとの処理はどのようにする予定か。	ペロブスカイトの材料は水に溶けるので、フィルム太陽電池に切り込みを入れるだけで、材料は回収できる。 ガラスを用いた従来のシリコン太陽電池と大きく異なり、廃棄処理のコストはかなり低減可能と期待できる。
現在までの成果をガラパゴス化させず、社会や世界に広く普及させるためにどのような戦略を考えているか。	大企業等では、これまで素晴らしい成果をあげながらも、短期的なトップの経営方針で簡単に開発をやめてしまう事例が多くあった。 そこで、社会実装を確実に実行するために、自らスタートアップを起業し、取り組んでいる。 エネルギー問題は今後ますます重要になるので、短期的な利益にのみとらわれた取り組みではなく、社会人類への貢献だという信念で取り組む。 実用化に関する具体的な戦略としては、物質特許等の基本特許は取得し、ノウハウ部分は強みとして秘匿して装置等にのせない。これにより、海外企業にも対峙していく。

<藤本 博志氏・質問回答(1/2)>

質問	回答
走行中充電の課金方法のアイデアはあるか。また、充電効率は有線充電に比べどの程度下がるか。	課金方法は従量課金にするかどうかで大きく変わる。また一般道と高速道路でもやりやすい方法は違う。統一した方法が望ましい。導入初期は細かなシステム構築の費用をすると結局ユーザの負担が増えることになるので定額制が使いやすいように思う。充電効率に関しては、有線急速充電であっても絶縁が必要で、(ギャップ長や磁路の媒質は異なるが)無線充電と同様な電気回路構成となる。我々の方式は無線であっても変換器を含めた総合効率は 96.5%を達成できており、有線方式と数ポイント程度しか差がない。
この給電システムに対応する車両を開発する必要があるようだが、自動車メーカーの対応スピードが社会実装の枷にならないか。	そのようなことにならないように、本プロジェクトには車両メーカー複数社が協力をして頂いている。引き続き協力をお願いしたい。
電波法の規制に引っかかる可能性はないか。ペースメーカーを背負っている搭乗者への悪影響はないか。	我々の提案方式はエアギャップ・コイルサイズを小さくできるので、25kW/coil という大電力でも総務省の高周波利用申請の規制値を大きく下回る程度に漏洩磁界(他の電子機器への影響)を抑えられている。実際に総務省の認証を受けて実験をしている。磁界を使った給電であるため車体の金属を磁束が通り抜けることはできない。搭乗者への影響についても生体防護指針・ICNIRP ガイドラインをクリアできている。

<藤本 博志氏・質問回答(2/2)>

質問	回答
<p>充電時の位置合わせ(特に左右)を運転者はどの程度意識する必要があるのか。通常の運転であれば意識しない程度にはなるか。また、雪、雨の影響はどの程度か。</p>	<p>我々の場合は、±5cm 程度の横ずれを想定している。コイルサイズの変更によって横ずれの許容値は設計可能である。現状でも数度の練習で十分にこの範囲に位置合わせができるようになるが、さらにステアリングアシストと協調して横ずれを制御する方法を研究している。雪・雨の水は導電率が低く、原理的に本研究で使用している磁界結合方式に対しては影響が非常に軽微であり、実用的に影響がないが、塩系の融雪剤に関しては導電性が増すため、効率がわずかに悪化する可能性があり現在研究をしている。</p>

<田中 敬二氏・質問回答>

質問	回答
界面現象の解明に取り組まれているが、このプロジェクトの最終的なゴール(社会への実装)は具体的にどの様なものをイメージしているのか。高性能な接着剤を開発することなのか。	高性能な接着剤の開発はもちろんであるが、界面接着が重要な複合材料の開発、また、接着やコーティングに関するプロセスの開発も含む。これらはすべてグリーンモビリティの製造に必要不可欠な技術である。
接着された材料はリサイクルしにくくなるイメージがある。紹介いただいた記事ではリサイクルのための剥離の記載があったが、実際にリサイクルも可能な易解体性の接着技術もお考えなのか。その場合、剥離にはどのようなスイッチが候補になるのか(温度?圧力?)	考えている。詳細は開発内容に関わるので控えるが、考え方としては、温度や圧力などと同様、分子設計と外部刺激をシンクロさせる方法を考えている。所先生の電気パルスも有効な方法だと期待している。

<所 千晴氏・質問回答(1/3)>

質問	回答
<p>カーボンフットプリントと環境フットプリントの矛盾の解決策はあるのか。</p>	<p>解決策を見出す可能性を有する技術の1つが電気パルス法であると考えている。その理由は、電気パルス法を有効に利用すれば、省エネルギー型のプロセスによって付加価値の高い分離が達成できるからである。</p> <p>また、ご指摘の解決のためには、製造・再生・分離・選別などのプロセスを有機的に統合し、全体プロセスの最適化が必要である。そのためには技術的検討のみならず、システムや仕組み的検討も重要であることから、私たちは産官学が連携して資源循環の実現に取り組むコンソーシアムを立ち上げ、活動を始めている。</p>
<p>放電に使用するエネルギーは大きそうで、リサイクルに使用しようとするとコストが問題になりそうだが、従来技術とのコストの比較を教えてください。</p>	<p>電気パルス法の放電は、マイクロ秒の現象であるので、大きなパワーが得られるものの所要エネルギーはとても小さいことがメリットである。したがって、電気代に起因するランニングコストは低いと考えている。LCA 評価からも、他の方法に比べて電気パルス法における所要エネルギーは小さいことが確認されている。</p>
<p>装置は大がかりになりそうだが、現在考えている適用先を教えてください。</p>	<p>現状のリチウムイオン電池用のスケールアップ装置は畳一畳分程度の大きさであり、焙焼炉や多段の湿式プロセスに比較すると小型である。適用先は、リチウムイオン電池や太陽光パネルの分離のほか、マルチマテリアル接着体などへの展開を考えている。</p>

<所 千晴氏・質問回答(2/3)>

質問	回答
<p>将来的に燃えないイオン液体電解液が使われる時代になっても、リサイクルできるか。また、電池組成など変わっても適用できるか。</p>	<p>集電箔と活物質粒子のように、電池内に電気的特性が異なる材料がマルチマテリアル化されて使用されている限りにおいては、電池の仕様が変わっても電気パルス法による分離は有効である。</p>
<p>電気パルス印可はかなりの衝撃があるようだが、分離したパーツなどは再利用可能であるのか。材料としても再利用が可能なレベルであるのか。</p>	<p>電気パルス法による分離では、電気的、熱的、機械的な作用は避けられない。繊細な電子部品などをそのままリユースする目的で電気パルスを採用するのは不適と考える。従来法ではエネルギーを要するために分離が困難な場合や、分離回収した材料を再生させるプロセスを短縮させてさらに省エネルギーにしたい場合に電気パルス法が適している。</p>
<p>電気パルス法の分離はどんなものにも適用できるのか。例えばビニール袋にアルミがコーティングされているようなものでも分離できるのか。 銅線やバスバーなどへの被覆樹脂も分離できるのか。</p>	<p>ビニール袋にアルミがコーティングされている材料もそうであるが、電気的物性が異なるものについては電気パルス法によって良好に分離に至る可能性がある。太陽光パネルの樹脂内バスバーや銅線を分離可能であることは確認している。 本件に限らないが、電気的な外部刺激のほかに、機械的、熱的、化学的な外部刺激を用いた他の方法とも比べながら、最適な分離方法の提案を心がけている。</p>
<p>リチウムイオン電池のリサイクルにとどまらずに、マルチマテリアル材料の剥離にも取り組んでいるが、今後の展開で一番実用化に近いターゲットはどれであるのか。</p>	<p>マルチマテリアルに関しては、まだリチウムイオン電池ほどの実用化の目途が立っていないのが正直なところである。実用化のためには、電気パルス刺激による分離を前提とした易分解設計の導入が必要なのではないかと考えている。</p>

<所 千晴氏・質問回答(3/3)>

質問	回答
田中敬二先生の研究はいかに良くくっ付けるかで、所先生の研究はいかに簡単に分離するか、という印象を受けた。	その通りだと思う。あらかじめ資源循環を考慮した素材の選定、製品の易分解設計・製作が進むようになると良いと考えている。
理想は「スイッチポンでバラバラ」であるが、そこに至るまでの課題があれば教えてほしい。化学的な前処理、機械的なアライメント、電気的な接続のようなお膳立てがなくても、「スイッチポン」が実現できると素晴らしい。	易分解設計がスタンダードになることが必要であり、そのためには分離技術の体系化が望まれる。

<西成 活裕氏・質問回答>

質問	回答
今回発表いただいた人の流れの他に、物流や MaaS のようなモノやモビリティの流れもあるが、それぞれのシナジーが期待できるような構想があれば教えてほしい。	例えば人が多く移動していく場所には、飲料などがより多く必要になる。モノの移動と人の移動の情報を組み合わせる事で、より良いサービスが展開できるようになると考える。
ご発表の研究ではいかに良質なデータを沢山集めるかが肝心だと思うが、データ取得において苦労されていることはあるか。	まず現実のデータはノイズが大きく、また正解が分からないものも多い。そこでチケット情報など多角的なデータをいかに組み合わせ精度を高めていくか、ということについて苦心している。

<田中 宏明氏・質問回答(1/2)>

質問	回答
<p>PFAS など有害物質の検出・除去について、どのような対策を想定しているか。また、水道水や環境中での許容濃度についてどのように考えるべきかご教示いただきたい。</p>	<p>本研究プロジェクトでは、微量化学物質の検出は GC や LC と質量分析計による機器分析を、ウイルスや薬剤耐性遺伝子、大腸菌起源推定は、PCR や次世代シーケンサによる遺伝子学的検査法を、薬剤耐性大腸菌については、迅速測定法を含む培養法で検査を行っている。水供給では従来の浄水処理に v-UV を活用するため、1, 4-ジオキサンについてはマイクロバブルオゾン処理との組み合わせを、PFAS についてはマイクロバブルによる窒素曝気で DO 濃度を調整することで、効率化を図る制御技術の研究開発を行う予定である。水排出では、抗生物質、ウイルス、薬剤耐性大腸菌や薬剤耐性遺伝子を対象に、従来の排水処理を活用しつつ、ナノバブル MBR や高濃度オゾン処理などを組み込み、効率化を図る制御技術の研究開発を行う予定である。本研究での対象となる水利用でのリスク制御目標は、WHO が水道水や再生水の利用で提案している障害調整損失年数、<math>10^{-6}</math> DALY<sub>pppy</sub> が満足できるように研究を進めている。</p>

<田中 宏明氏・質問回答(2/2)>

質問	回答
<p>本研究開発の成果を社会実装する際、引き取り手となるのは公的事業を行う自治体になるのか。あるいは民間企業が引き取る可能性があれば、どのような形を想定しているか。</p>	<p>現在の日本の水管理体系では、上下水道事業は、主に自治体が管理運営している。この場合でも、運営の一部を官民連携で実施している場合がある。一方、小規模な水道施設や家庭排水処理施設は、組合や民間組織が管理運営しているものがある。また、病院や畜産などの民間施設の排水施設のなかには、下水道を使わずに、直接自ら設置運営して、公共用水域に水排出している場合があり、この場合は民間が運営している。本研究では、将来の日本の上下水道の運営体系の変化を想定していない。しかし、国外では水供給や水排出の引き取り手が、様々な官民の連携の形態を取っているため、その点も検討することは重要であると考えている。</p>

※報告会当日に Slido(スライドウ)に投稿された質問のうち、主に回答しきれなかったものから抜粋して回答