

# るっぽ 垺垺にたぎる「グリーンイノベーション」への思い アイエムセツ株式会社

溶融塩を電解液として用いた電気化学反応を利用して、各種材料の高機能化や新材料の創製を行う研究開発型ベンチャー企業、アイエムセツ株式会社の伊藤 靖彦社長にお話を伺いました。

## コア技術「MSEP」とは



当社のコア技術は「溶融塩電気化学プロセス(MSEP: Molten Salt Electrochemical Process エムセツ)」というものです。

溶融塩とは、有機・無機塩を問わず、塩が300℃以上の高温で融解してできるイオン性を帯びた液体です。高温でも蒸気圧が低く、サラサラしている、種々の物質をよく溶かし溶解度が大きい、導電率が高い、などの特徴があります。溶融塩技術はアルミニウムや希土類、フッ素ガスなどの電解製造を中心に活躍してきました。

しかし、例えば溶融塩技術を先導してきたアルミニウム電解製造の場合、従来の方法では大量の電気エネルギーを消費し、電気代の高い日本では工業的に経済性が悪く、海外から輸入した方がいいということから、技術を海外に移転して、日本では殆ど作らなくなってしまいました。オイルショックを契機とする産業構造の変容により、溶融塩を使った大規模な電気化学工業が日本では衰退していったのです。

しかし、溶融塩の魅力に魅せられていた私は、従来の基幹産業以外のところでの新しい応用をめざして、学生やスタッフとともに京都大学で研究を続けました。そして、1990年代に入ると、溶融塩の資源・エネルギー・環境分野への新たな展望が開け、現在ではこれらの分野で大きな役割を果たせる機能性液体として産業界から熱い期待を寄せられるに至っています。



溶融塩(LiCl-KCl-CsCl, 300℃)

## 産学連携の気運と我が社の起業

15年くらい前から、大学の研究成果をお蔵入りさせずに社会還元しなければいけないという国全体の気運が高まり、国の主導で大学発ベンチャーを起こそうという流れが生まれました。その一環で誕生した、社会と大学を結びつエゾンオフィス(同志社大学)を窓口にして、自分たちの研究成果を社会に発信したいと考え、ベンチャーに手を挙げたのです。2006年4月のことです。大学での教育、研究を本務とする私は兼職で、あと同じ志を持つ2人の教え子と、3人からのスタートです。

MSEP技術の実用化・事業化を通じて、現在の閉塞気味の技術分野に革新(Innovation)をもたらし、社会的な意味でのインパクトをも与えたいという願いなのですが、「こんなにいいシーズがあるのに、なぜ世の中の人はずっと活用しないのか」というもどかしさも強くありました。

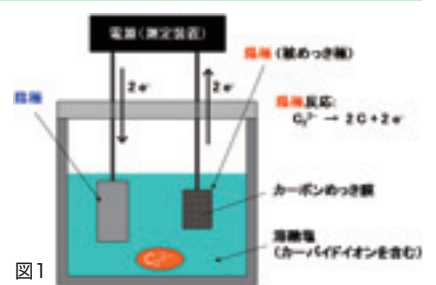
社名の由来は、このInnovation by MSEPの「I」、そして社員一人一人、自分(I)が中心になって働いてこの技術が世の中に根付くのだという覚悟と思いを込めて、冒頭に「I」を付したものです。

起業後はまず、多少なりとも私たちの研究に関心・理解を示していただいていた企業から、受託研究、技術指導、技術コンサルタントなどの仕事をいただくと同時に、公的資金、競争的資金を利用する形で必要最小限の経費を確保しました。

大学時代からの研究を含めると、溶融塩を使った技術の工学的応用の可能性は無限に広がっているといってもよいのですが、事業戦略的に徐々に絞り込み、現時点では以下の技術を3本柱としています。このうち「炭素めっき」が一番大きな柱として売上の約4割を占め、次に公的資金も含め「ナノ粒子製造」、3番目の「アンモニア電解合成」と各々2割ほどを占めています。

## 炭素めっき技術

電解液に溶融塩を用いることにより、水溶液系では不可能な炭素の電解めっきを実現しました。カーバイドイオンを溶かし込んだ溶融塩に、例えばステンレススチールの板を浸け、電気分解をしてや



ります。陽極から電子が吸い上げられるので、溶融塩中のカーバイドイオンの電子が吸い取られて炭素の原子と電子に分かれます。できた炭素原子がステンレススチールの上に層をなして並び、めっきされるという原理です。(図1)

複雑形状・微小基材への均質な成膜も可能で、安価で簡便な装置構成で十分で、炭素めっき膜構造等の制御も容易ですし、形成膜は密着性に優れています。電気抵抗の大きい保護被膜ができやすいステンレスなどの表面を炭素めっきに置き換えると、耐食性の向上、接触抵抗の低減、導電性の確保が可能になると同時に、金属の機械的な強度、加工性はそのまま活かすことができます。

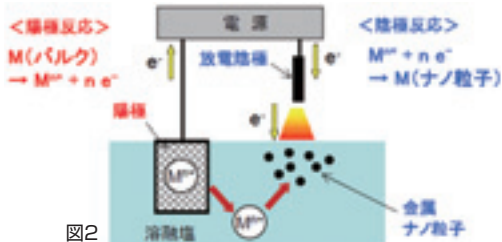
燃料電池セパレータに活用すれば、炭素と金属各々の良い性質を併せ持った新しい部材が生まれ、小型化されます。また、リチウムイオン電池の集電材に使えば、急速充放電が可能となり、ハイブリッド自動車や電気自動車用途に大幅な高性能化を実現できます。現在、大手メーカーで製造ラインを実際に作るまでを見据えた実用化研究を進めていただいているところです。他にも、腐食性の強い液体に触れる容器やパイプに炭素めっきを使えば、耐食性が非常に高まるとともに、炭素の高導電性により、変な悪さをする静電気の帯電現象を防ぐことができます。海岸近くの橋や建造物をはじめ、腐食性の強い環境で用いるボルトやナットでは、耐食性が強くなり寿命を延ばすことができます。応用、用途はニーズに応じて実に多様です。

従来のめっき槽を溶融塩の入った槽に替えるだけで、常圧下、1~2Vの電解電圧で大量の電気エネルギーが不要なためコストも安く、有害物質を扱わず安全性が高いという利点もあります。

## プラズマ誘起電解による金属ナノ粒子製造技術

通常の電気分解では、溶融塩中に2本の電極を浸けて電気分解します。このとき、片方の電極を電解液面より上へ持ちあげると回路が切れて電気が流れなくなります。それでも電圧をかけ続けて200Vぐらいまで上げますと、突然電極の先から電解液の表面に向かって雷が落ち、雰囲気気体がイオン化(プラズマ化)して電子とイオンに分かれます。電圧がかかっているため電子の方が電解液の表面にシャワーのように降りそそぎます。一旦気体がプラズマ化すると、電気が流れやすくなり、20Vぐらいまで電圧を下げてても放電

が続きます。電解液中のイオンが、電子のシャワーとぶつかり合い、電子をもらって原子に変わるわけです。原子どうしがぶつかり合っ、徐々に大きくなり粒子になっていく過程を制御することで、極微細なナノ粒子の製造が可能になります。熔融塩中の金属イオンを陰極放電現象を利用した電解により原子に還元し、熔融塩中に金属ナノ粒子を形成させるという原理です。(図2)

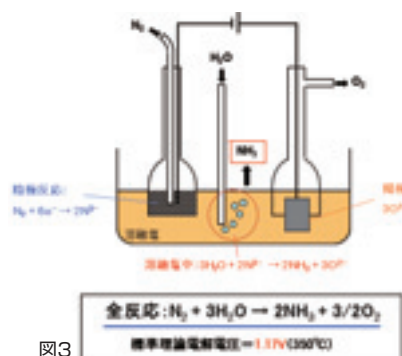


金属バルク粉砕法や、その他の化学反応による製法と比べ、簡便な装置・単純なプロセス、極微細で粒度分布が均一なナノ粒子、高融点・希少金属でも同じ装置構成で製造できる、などの優位性があります。希少・高価なタンタル等の廃材を陽極として使用し、金属成分を選択的に抽出すれば高純度ナノ粒子へ転換することができるので、製品の高付加価値化とリサイクルを同時に行うプロセスを完成させることも可能です。

金属ナノ粒子全体をターゲットとして視野に入れていますが、今、一番注目されているのはタンタルナノ粒子です。携帯電話をはじめ、モバイル機器、デジタル家電などに数多く使用されているタンタルコンデンサの電極をこの技術で連続的、大量に作れば、さらなる小型化・高容量化が期待できます。

粒子サイズ制御のために「回転円盤式電解装置」も独自に開発し、現在、JST(科学技術振興機構)の委託研究を受けてスケールアップを図り、大型の実証装置を作って動かした段階です。一定量のサンプルを作れたら、有償サンプル提供というかたちできちんと利益もあげながら、販路を拡げていくことを狙っています。

### 水と窒素からの常圧アンモニア電解合成技術



熔融塩に浸けた2つの電極のうち、陰極、多孔性のニッケル板に窒素ガスを供給し、電気分解をします。供給した窒素ガスが電子を受け取り、窒化物イオンとなり熔融塩に溶けます。300℃くらいになった熔融塩中の窒化物イオンに水蒸気を当てると、化学反応によりアンモニアができるという原理です。同時に生じる酸素イオンは陽極で電子を吸い上げられ、酸素ガスになって出ていきます。(図3)

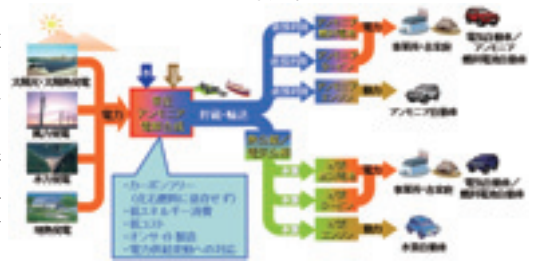
アンモニアには肥料、化学薬品等いろいろな用途があり、全世界で年間1億3千万トン作っています。一世紀前に工業化したハーバー・ボッシュ法がいまだに唯一の大量生産手段です。この方法は、窒素と、天然ガスを原料とする水素から高温・高圧下で合成するため、莫大なエネルギーを消費し、大量の二酸化炭素を生みます。

一方、世界の人口増に応じた食糧確保のためには、人工の窒素肥料となるアンモニアの増産が必要です。これを全部ハーバー・ボッシュ法で賅おうとすると、世の中が低炭素社会、CO<sub>2</sub>を排出しない社会を至上命題としているのに、逆にCO<sub>2</sub>排出が増えていかざるを得ないのです。

この技術は、原料として水素を必要とせず、必要な電圧も2Vないしそれ以下に低減できると考えられ、エネルギー消費はハーバー・ボッシュ法より小さく抑えられます。太陽光や地熱などの自然エネルギーによる電力を利用すれば、化石燃料を使わず、CO<sub>2</sub>発生は皆無です。食糧増産と低炭素社会の実現という相矛盾することを同時に実現する可能性を持っています。

アンモニアは比較的簡単に液体にでき、水素の貯蔵・輸送媒体になりますので、アンモニアを分解して得られる水素を使う燃料電池とか水素エンジンという水素エネルギーシステムも可能になりますが、アンモニア自体を燃料に使うアンモニアエンジンで自動車は走らなければ、肥料、合成化学用原料、冷媒、熱媒体、窒素酸化物の脱硝還元剤等としての需要と併せ、カーボンフリーのアンモニアエネルギーシステムの必然性が見えてきます。ぜひこれを、日本発の技術として世界へ普及させたいと思っています。

アンモニアエネルギーシステム



### 今後の課題と展望

設立以来一貫して黒字経営を続け、大学発の研究開発型ベンチャーの成功例として評価されていますが、課題は会社の体力をつけることです。1つは人材の確保、そしてそれを可能にする財務基盤の確立です。人材は、分野的に純血ばかりでは体力が逆に弱まるので、様々なバックグラウンドの人を集めて、1プラス1を4や5の力にしたいと思っています。いずれの技術も国からの支援や大企業との共同研究を通じ、早期実用化に向けた研究開発を推し進めています。資金面での支えは重要なので、国には、できたベンチャーが成長するように育ててほしいです。自らは、技術シーズについて、実際にパートナー企業から技術料・ライセンス料等、知的財産に基づく対価が得られる段階に至ることが、達成すべき最優先の目標です。また、2~3年以内に第三者割当増資を実現したいと考えています。

余力を生み出して、将来的には、何十年も大学でやってきたような研究グループを作り、既にあるシーズを事業化するだけでなく、利益をできるだけ独自技術の研究開発に還元し、またゼロからシーズを生み出す研究をしたいと思っています。

### DATA

#### アイ'エムセップ株式会社

代表取締役社長 伊藤 靖彦 氏

所在地 本社: 〒600-8813 京都市下京区中堂寺南町134  
研究開発部: 〒610-0332 京田辺市興戸地蔵谷1 D-egg310

創業 2006年  
資本金 2000万円  
従業員 10名

- 事業内容
1. 環境・エネルギー・資源、ナノテクノロジーに関わる電気化学リアクター・電子デバイスの研究開発
  2. 熔融塩電気化学プロセス(MSEP)による新材料・新素材の研究開発
  3. 熔融塩電気化学プロセスに関わる技術指導・技術アドバイザー業務

【お問い合わせ先】

京都府中小企業技術センター  
企画連携課 情報・デザイン担当

TEL: 075-315-9506 FAX: 075-315-9497  
E-mail: design@mtc.pref.kyoto.lg.jp