

第7回講演会レポート

2011年9月14日開催

東京工業大学・大岡山キャンパス 南8号館 623号室

スーパーコンポジット研究会第7回講演会は、総会を兼ねて9月14日（金）東京工業大学・大岡山キャンパス南8号館で開催されました。多数の参加があり、講演、討論、交流会と充実した時間を過ごすことができました。当日のレポートをお届けします。

プログラム

	発表・講演者
総会 平成21年度活動報告 ●スーパーコンポジットの話題 自然をめぐりながら考える(5)	事務局長 瀬野 武 理事長 由井 浩
講演1 「蓮に学んだ超撥水包材 TOYAL LOTUS の開発」	東洋アルミニウム(株) 加工開発センター 関口 朋伸 氏
特別講演 「たたら製鉄技術の秘めたもの—伝統と先端」	東京芸術大学大学院美術研究科 教授 永田 和宏 氏
講演2 「長期耐久性樹脂をマトリックスとするグリーンコンポジットの創製」	東京工業大学大学院理工学研究科 教授 久保内 昌敏 氏
講演3 「ポリマーバッテリーの実現を目指した高分子電解質コンポジットの開発」	東京農工大学大学院工学研究院 准教授 富永 洋一 氏
閉会の挨拶	副理事長 住田 雅夫
交流会	

<講演1> 「蓮に学んだ超撥水包材 TOYAL LOTUS の開発」

東洋アルミニウム(株) 加工開発センター 関口 朋伸 氏

蓮の葉は、その表面の物理的微小構造と化学的特性から、水滴に対して非常に濡れにくい状態となっており、水滴を垂らすとくるくると蓮の葉の中心に向かって滑るように移動していくことは目にすることもある親しい現象である。これはロータス (lotus) 効果と呼ばれている。東洋アルミニウムが開発した TOYAL LOTUS は“ヨーグルトの蓋にヨーグルトが付着しないようなものがないだろうか”というメーカーからのニーズに応えようとする過程で、同社の群馬工場のすぐ近くにある蓮に着目。蓮の持つ超撥水性の表面構造に学ぶことを通して、疎水性でかつポーラスな1~2 μm の特殊撥水コーティング層を開発、同時に食品に対する厳しい安全性もクリアした。まさに自然に学ぶ材料として、これからの応用展開が期待できる興味深い製品であった。



蓮の葉 表面

当日、実際に蓮の葉やヨーグルトを持ってこられ、皆で具体的に試してみることができ、また民放テレビで紹介された撥水性の実験ビデオ放映もあり、あちらこちらから感嘆の声があがった。

＜特別講演＞「たたら製鉄技術の秘めたもの—伝統と先端」

東京芸術大学大学院美術研究科 教授 永田 和宏 氏

人類の製鉄 4000 年の歴史では、製鉄エネルギーに木炭やコークスを燃焼させて得る高温ガスを用いてきた。その結果、森林を破壊し、化石燃料利用による炭酸ガスの大量発生で地球温暖化の原因を作ってきた。鉄は高温で酸化鉄の鉄鉱石を一酸化炭素ガスと反応させることにより生成する。現在、高炉は高さ 30m 以上にもなり、銑鉄を 1 日に 1 万トン生産する巨大な装置になっているが、製鉄炉の効率は炉容積 1 m³ 当たり 1 日 2 トンで、300 年前の木炭炉と比べても 2 倍にしかになっていない。このため、炭酸ガスの排出量を格段に減らし、反応速度を桁違いに早くする方法の開発が必要である。永田先生はこの点について、二つのパラダイム転換が必要であることを指摘している。第一は、粉鉄鉱石（砂鉄）を使って熔融銑鉄を製造し、反応炉の効率を格段に上げること、第二は高温ガスに変わる新しいエネルギー、マイクロ波加熱を使うことである。第一の問題は、我が国ではたたら製鉄法において 1000 年前に既に解決されていた。



たたら製鉄

たたら製鉄とは明治末までのおよそ 1000 年間続いた日本特有の古代製鉄法である。原理は木炭を燃焼し、砂鉄を炉の上から投入することを繰り返し、その結果炉の底部に溶けた鉄が生成する。鉄は一部溶けたまま炉の底にたまり、大きなかたまりとして銑（ズク）または鋼（ケラ）として成長する。砂鉄の中の不純物（シリカ、アルミナなど）も溶けてスラグ（鉍滓、ノロ）が炉の底にたまる。



日本刀

美術的な価値の高い日本刀の作製にはたたらで造った鋼が使われる。その理由はケラ中の炭素濃度が不均一であり、その濃度むらを折り返し鍛錬することによって微細にし、独特な鋼表面の地の模様を表すためである。

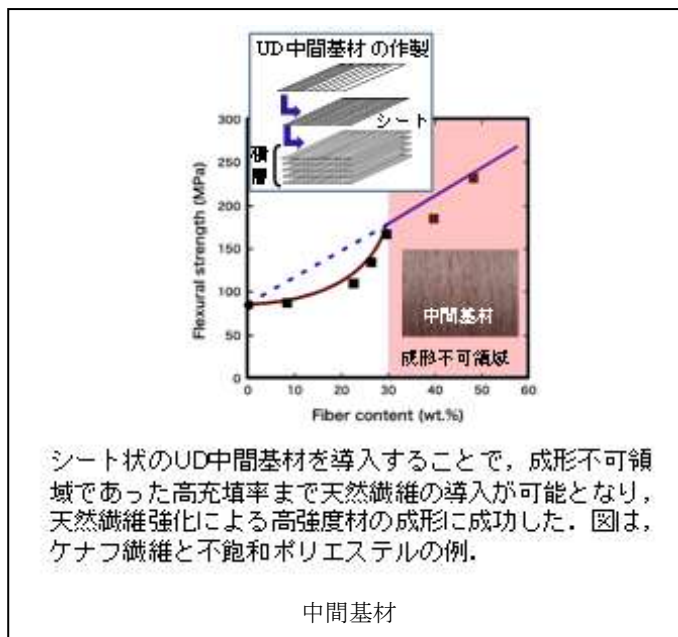
第二の問題に永田先生は鉄鉱石と石炭の混合粉末にマイクロ波を使い、原料を自己発熱させ、急速加熱により、たたら製鉄と同様な状態が出現することを利用して、シリコンやリンなどの不純物の少ない銑鉄が得られることを世界に先駆けて開発した。永田先生は伝統的な「たたら製鉄」にマイクロ波を使い、先人の知恵と現代の最先端の科学技術を融合して、高炉に代わる次代の新製鉄法として復活すべく挑んでいます。

＜講演2＞ 「長期耐久性樹脂をマトリックスとするグリーンコンポジットの創製」

東京工業大学大学院理工学研究科 教授 久保内 昌敏 氏

生分解性ポリマーに天然繊維を組み合わせるグリーンコンポジットの研究が注目されている。しかし、生分解性樹脂を使うと寿命が短くまた機械的強度には限界がある。久保内先生が提唱するのは、マトリックスに長期耐久性の合成熱硬化性樹脂を採用することで250MPa程度の強度を容易に実現できることで、このような材料が長期安定に使用できる点に炭素固定の意義を見出している。具体的には、ケナフ繊維強化不飽和ポリエステルとアバカ繊維強化フラン樹脂の使用を試みている。

ケナフは二酸化炭素の吸収量が他の常緑樹に比べて3~5倍あり、地球温暖化防止の一助として注目されているが、ケナフ繊維を利用した



FRPでは、熱可塑性プラスチックの場合は、成形上の理由により、繊維の長さや配向性に制限があり、繊維の物性を十分に引き出せなかったが、ケナフ/不飽和ポリエステル樹脂系で、一方向性の中間基材(図参照)の導入により、繊維充填率50w%以上、強度240MPaを達成した。フラン樹脂はトウモロコシの穂軸や穀殻などから作られるバイオプラスチックで熱硬化性樹脂であり、非常に高い耐熱性を有するとともに高い耐食性を持ち、ほとんどの酸・アルカリに対して安定である。これより、フラン樹脂は厳しい環境下での耐久性・信頼性が期待できる。フラン樹脂にアバカ繊維(マニラ麻)を強化材として加えた、天然繊維強化フラン樹脂(フランNFRP)の機械的性質を向上させるための、繊維処理、シート作製条件・硬化温度を考察し耐食性についても検討を加えた結果、アバカ/フランNFRPにより植物起源の持続可能なNFRPの創製が可能であることを実証した。

＜講演3＞ 「ポリマーバッテリーの実現を目指した高分子電解質コンポジットの開発」

東京農工大学大学院工学研究院 准教授 富永 洋一 氏

ポリエーテルなどの極性高分子に電解質塩を固溶させてイオン伝導性を持たせた固体高分子電解質(SPE)が、リチウムイオン電池などに使用される従来の電解液と違って液漏れによる火災・爆発事故の懸念が少なく、デバイスの軽量・薄膜化やフレキシブル化の実現にも貢献する次世代イオニクス材料として注目されている。

本講演では、SPEの基礎、研究の目標(イオン伝導度の向上など)、最近の研究動向(SPE-無機フィラーコンポジットによる高性能化など)について解説された後に、富永研究室における次の2つのタイプのSPEについての研究成果が紹介された。

① P Eーメソポーラスシリカコンポジットタイプ

規則正しい多孔構造などの特徴を有するメソポーラスシリカ (MPS) に着目し、図に示すようなイオン性液体 (IL) を MPS のメソ空間中に閉じ込めた IL-MPS を新規なフィラーとして捉え、この新規フィラーをポリエチレンオキシド (PEO)、リチウム塩 (LiBF₄) と混合、圧縮成形して SPE 複合体を作製してイオン伝導度と貯蔵弾性率を測定した。その結果表に示すように IL-MPS の充てんは SPE 複合体のイオン伝導度と貯蔵弾性率の向上を同時に実現できることが認められ、高分子の固体物性を維持したままイオン伝導性を改善できる方法であることを明らかにした。

②新しいポリマータイプ

電界液の構造を組み込んだ、エチレンオキシド (EO) 鎖に依存しない新ポリマーを創製し、さらに高性能の SPE の開発を目指している。

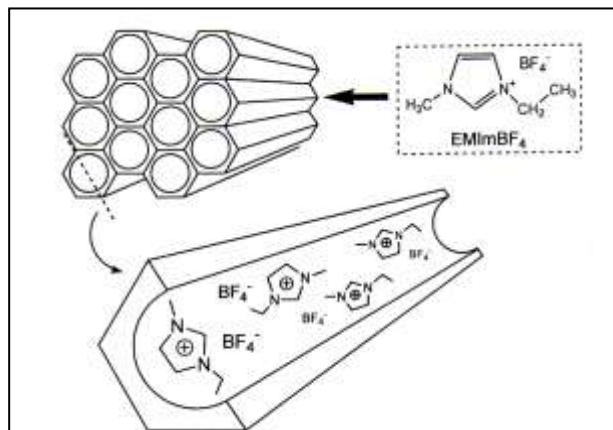


図 IL (EMImBF₄) 修飾 MPS の構造イメージ

表 各種 SPE 複合体のイオン伝導度 (σ) と貯蔵弾性率 (E')

Sample	σ /S cm ⁻¹ , 30 °C	E' /Pa, 30 °C
PEO ₂₀ LiBF ₄	1.4 × 10 ⁻⁷	3.6 × 10 ⁸
+ IL-MPS, 10 wt%	8.1 × 10 ⁻⁷	5.4 × 10 ⁸
+ IL-MPS, 20 wt%	1.6 × 10 ⁻⁶	5.9 × 10 ⁸
+ IL-MPS, 40 wt%	2.9 × 10 ⁻⁶	7.0 × 10 ⁸
+ EMImBF ₄ , 10 wt%	1.1 × 10 ⁻⁶	3.1 × 10 ⁸



コスモス 東京都清瀬市