

# スーパーコンポジット研究会 設立 10 周年記念

## 第 11 回 講演会レポート

2016 年 9 月 8 日 (木)

東京 御茶ノ水 連合会館 401 会議室

スーパーコンポジット研究会は本年で設立 10 周年を迎えました。これを記念して、9 月 8 日 (木) 東京・御茶ノ水 連合会館 401 会議室にて、設立 10 周年記念・第 11 回講演会を総会を兼ねて開催しました。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

総会	
最近の活動状況	事務局長 瀬野 武
複合材料研究の思い出	副理事長 住田 雅夫
研究会設立 10 周年に思う	理事長 由井 浩
定款の改訂について	事務局長 瀬野 武
	講演者
講演 1 CNT の最近の展開と今後の展望	ゼオンナノテクノロジー(株)技術部 長尾 勇志 氏
特別講演 1 サステナブルな社会の実現とプラスチックの役割	イノベーションオフィス田中(IOT) 代表、 元東レ(株)代表取締役副社長・CTO 田中 千秋 氏
特別講演 2 高分子ソフトマテリアルの物性発現をつかさどるナノ～マクロ構造の可視化技術	日産アーク(株)オートモーティブ解析部 シニアエンジニア 加藤 淳 氏
講演 2 自然に学ぶものづくり かたつむりに学ぶ住宅材料の開発	(株)LIXIL R&D 本部 分析・評価センター センター長 井須 紀文 氏
	交流会

## ●総会から

### ・研究会設立 10 周年に関して

総会で由井理事長から「研究会設立 10 周年に思う」の題で話がありました。その内容を以下にまとめました。

皆様にご支援、ご協力いただき、おかげさまでスーパーコンポジット研究会は本年設立 10 周年を迎えました。ここで設立の背景、趣旨と 10 年間の活動を振り返り、この間に私が考えてきたことについてお話させていただきます。

私は三菱油化（現三菱化学）に在籍中プラスチック／フィラー複合材料の開発研究に取り組む一方で、自然界の材料（木、竹、貝殻、骨・・・）の優れた点に興味を持ち続けていました。自然界の材料はいずれもマイクロからマクロに至る複合材料であり、我々の材料開発のヒントの宝庫と考えられます。

企業を離れて自由な立場に立って、1998 年から早稲田大学産学連携研究プロジェクトで自然界の材料をモデルとした複合材料の研究を行う機会が得られました。プロジェクトでこの研究に取り組みながら賛同者のネットワーク作りを模索しました。2004 年にユニバーサルデザイン研究所の赤池社長から教えていただいた技術開発型 NPO の仕組みは、志を同じくする人達が長い歴史を有する自然界の材料から学びながら、長期間にわたり地道に連携して次世代複合材料の研究を行うのに適していると考え、東工大 住田先生、テクノネット社 瀬野氏・八代氏などの同志の方々と相談、諸準備を行いました。

2006 年に技術開発型 NPO 法人の認証を受けて、

“自然界の材料に学びながら ゆるやかなネットワークで  
次世代の複合材料を研究する会“

という趣旨でスーパーコンポジット研究会の活動を開始しました。

活動を開始してから 10 年間に経ちましたが、定常的な活動として講演会、討論会を年 1 回行い、四季報、見学会、ホームページ、大学との共同研究などを継続しています。特別行事として 2012 年に日本学術振興会 120 委員会・繊維学会関東支部と共催で“自然に学ぶ 構造・機能”合同討論会を、2013 年から毎年 1 回計 4 回にわたりプラスチックスエーデン社との共同セミナー『成長分野の発展を加速するプラスチック技術』を開催しました。

当初は本研究会が核となって公的資金を導入して企業と大学とを結ぶ研究プロジェクトを作ろうと考えましたが、制約が多く、残念ながら実現に至っていません。

それとは別に東京農工大 斎藤先生、長岡技科大 河原先生と研究会メンバーの酒井先生、住田先生と私との間で天然ゴムを活用した新しい複合材料に関する自主共同研究を継続しています。

講演会、討論会の運営の面では、講演のテーマとして自然界関連のテーマと現実の材料関連のテーマとのバランスを取り、講師には企業の方と大学その他アカデミック分野の方のバランスを取って、いろいろな分野の話を聞いていただけるように心掛けています。講演会、討論会の後の交流会では異分野の人達が交流しやすい雰囲気作りを心掛けています。これらによって本研究会が参加者の皆さんの新たな連携が始まる場となることを期待しています。

この 10 年間に私は四季報に“自然をめぐるエッセー”を 40 回連載し、また総会で“自然をめぐるながら考える”という題で 8 回お話ししました。エッセーや総会の話の題材を求めているいろいろな所を

歩く度に自然界の多様性、多面性などを観察しながら自然界の面白さ、意外さ、人を元気にする力などを感じてきました。材料開発においても、自然界の材料の階層構造、異方構造、自己組織化、高度の秩序の形成などから材料の高性能・高機能化、知能材料の開発にさまざまなヒントを得ることができると思います。

#### ・定款の改訂について

これまで、当研究会では理事長、副理事長 1 名、理事の体制で、運営をしてきましたが、今後の運営をより充実させるため、副理事長を 2 名以内とする、定款の改訂を行うことを瀬野理事から提案があり、参加者より了承されました。これを受けて、事務局より東京都に、定款改訂の届出を行います。

## ●講演会レポート

### <講演 1> CNT の最近の展開と今後の展望

ゼオンナノテクノロジー(株) 技術部 長尾勇志氏

講演者の長尾氏は CNT 業界でのユニークな経歴（昭和電工・Nanocyl 社・三菱商事・ゼオンナノテクノロジー）があり、各社 CNT の樹脂複合材での R&D 及びメーカーと商社での市場展開経験をベースに CNT の最近の展開について述べ、日本ゼオングループの単層カーボンナノチューブ（SWCNT）から見た今後の展望について解説した。2015 年 11 月にスーパーグロース法の SWCNT（SGCNT）量産プラントを日本ゼオンが完成させ、この SWCNT は高純度、長尺、高比表面積であり量産化によりコストの低減化を目指している。CNT 分散技術と CNT 充填溶融樹脂コンパウンド及び成形加工技術で重要なのは、各種 CNT、各社 CNT の凝集粒子の凝集状態が異なり、これが分散のしやすさに大きな影響を与えていることである（図 1 参照）。

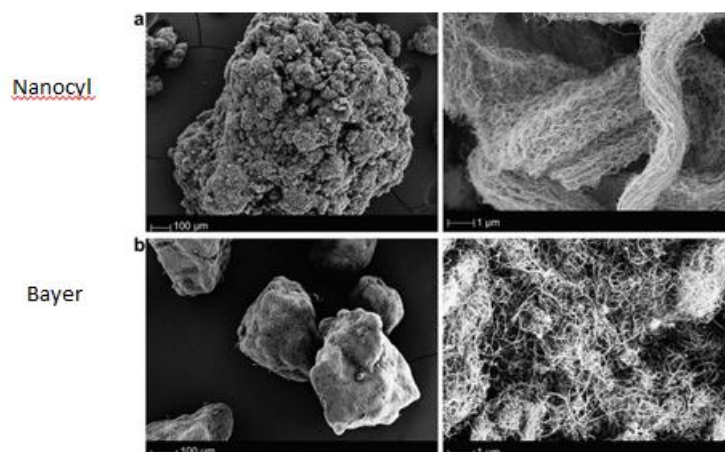


図 1 各社 CNT 凝集粒子

CNT 本来の能力を発揮するためには CNT 凝集粒子から 1 本 1 本ほぐし、分散液中で安定化させるか、樹脂マトリックス中に導入することが必要になる。これについて、一般的な化学修飾法の他、分散剤を使用する物理修飾法の採用例が紹介された。CNT 凝集粒子にエネルギーを加えて

CNT を解する装置の利用、熔融樹脂コンパウンド及び成形加工技術に関して CNT の絡み合い程度の違いによる分散性の影響や界面エネルギーの効果、せん断速度に応じて分散状態が存在する事実など、重要な知見が得られていることが報告された。CNT の市場動向ではメーカー別に CNF 系（昭和電工）、MWCNT（ハイペリオン）についての紹介があり弾性混練法による石油掘削応用センサーの O-リングの採用例が示された。CNT メーカーにおいては自社の CNT の特徴を把握し CNT 分散技術、複合化技術を確立しユーザーの開発ターゲットのために技術支援、ユーザーのメリットを具体的に示すことが必須のものとなる。

CNT 市場は現在は MWCNT が主流であるが、SWCNT のコスト低下と分散技術が確立すると SWCNT が主役に躍り出る可能性がある。早期の実用化を目指して技術研究組合 (TASC) が 2010 年から活発な研究開発を進めている。その主な成果は高い機械耐久性を示す高導電ゴム、極少量添加 (0.01wt%) の導電性樹脂、鉄並の熱伝導率 (90W/mK) を持つ SGCNT/CF/フッ素ゴム複合材料、熱伝導率 850W/mK 以上のアルミ/SGCNT 複合材料、銅と同等の導電性を持ち銅の 100 倍の電流量の SGCNT/銅複合材電極がある。日本ゼオンでは水、MEK、NMP 等の各種分散液、フッ素ゴム、NBR、HNBR、シリコーンゴム等のマスターバッチの市場展開を進めている。

### <特別講演 1> 「サステナブルな社会の実現とプラスチックの役割」

イノベーションオフィス田中 (IOT) 代表、元東レ㈱代表取締役副社長・CTO 田中 千秋 氏 田中氏が中心となって東レ㈱の関係者がプラスチックスエージ誌に分担執筆した連載記事「サステナブルな社会の実現とプラスチックの役割」が昨年 10 月にプラスチックスエージ社から単行本として出版されたのを機に、同書に田中氏ご自身が書かれた内容についてお話いただいた。

冒頭に「今、世界は環境・エネルギー新時代、真のグローバル時代という歴史的転換期にある。また日本のモノづくりにおける品質劣化や日本製品の競争力低下が大きな問題となっている。このような転換期こそチャンスであり、変化へのチャレンジが重要である。皆さんに化学と高分子の力を活かして、環境問題と持続的成長の両立を図り、日本のモノづくり産業を再生するために頑張っていたきたい。」と参加者に語りかけられた。

始めに、環境・エネルギー新時代、真のグローバル時代の始まりを裏付ける各種データを説明され、環境負荷低減のために産業として推進すべき取り組みとしてライフサイクルアセスメント (LCA) を重視した環境経営の重要性が強調された。

次に、プラスチック分野の重要課題であるグリーンイノベーションについて、ポリマー

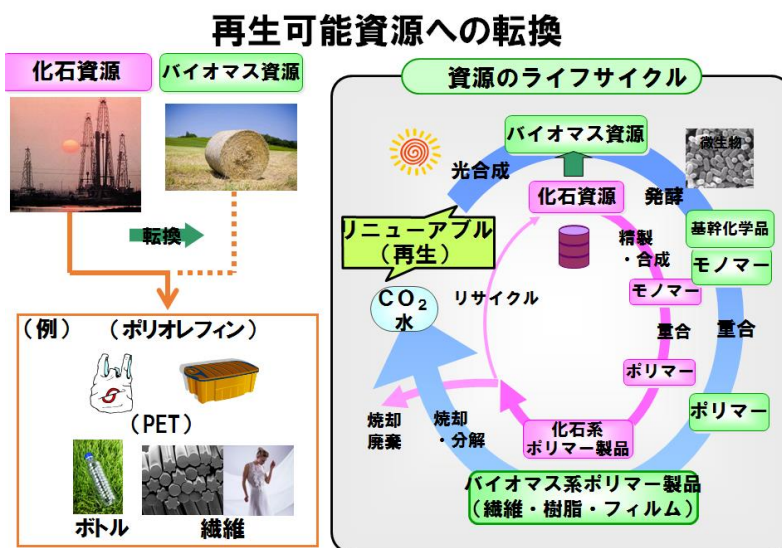


図 2

製造プロセスの革新、ポリマー原料の革新（図2参照）、スーパーコンポジット、ナノミセルアロイ、素材と成形加工技術との融合の5つのテーマに分けて解説された。

最後に日本のモノづくり産業力をいかに回復させるかに関して、業種間垂直一体化オープンイノベーションを強化することによって、新しい価値づくり・コトづくりに立ち向かうことが重要であることを力説された。（図3参照）

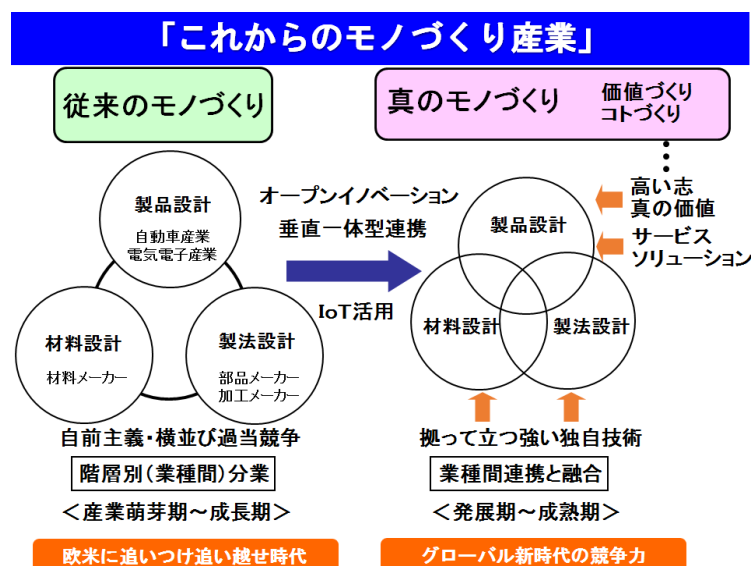


図3

## <特別講演2> 「高分子ソフトマテリアルの物性発現をつかさどるナノ～マクロ構造の可視化技術」

日産アーク(株)オートモーティブ解析部 シニアエンジニア 加藤 淳 氏

柔軟性と高強度を有する高分子ソフトマテリアルの重要性は、これまで以上に大きくなっている。その創製手法としては、高分子の分子量分布、一次構造、ラメラや球晶などの高次構造の制御、さらに、充填剤や補強剤を配合する複合化、異種高分子のブレンド・アロイ化などが用いられる。特に、複合化やブレンド・アロイ化では、充填剤や補強剤の分散状態とその界面構造や相分離構造等が注目される。そのため、高分子ソフトマテリアルの創製では、ナノ～マクロ構造の可視化技術が必須となっている。この可視化事例として、カーボンブラック (CB) 充填加硫天然ゴムにおけるCBの補強効果、シリカ充填架橋天然ゴムの光透過性、ポリケトン (pK) /ポリアミド6 (PA) ポリマーアロイの高耐衝撃性について紹介された。

ゴム、中でも天然ゴムに関しては、ナノ～マクロ構造の可視化によって、カーボンブラックの充填量、凝集体の形成などが、複雑に絡み合っており、機械的強度を発揮することなどが明らかにされた。カーボンブラックをはじめ、シリカ、炭酸カルシウムなどのフィラーによる補強は、プラスチックにおけるガラス繊維の補強とは異なり、混練によるバウンドラバーの形成などによるもので、その機構も明らかにされつつある。今後のソフトマテリアル開発において、ナノ～マイクロ構造の可視化が強力なツールであることが示された。



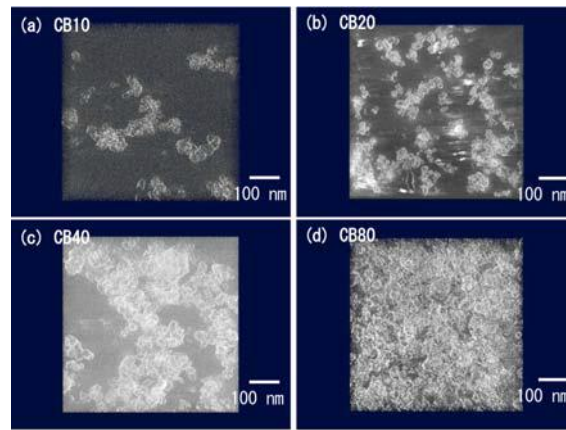


図4 天然ゴム中のカーボン分散状態 CB 10,20,40,80の3D TEM像

## <講演2> 「自然に学ぶものづくり かたつむりに学ぶ住宅材料の開発」

(株)LIXIL R&D 本部 分析・評価センター センター長 井須 紀文 氏

LIXIL では地球環境への負荷低減のため、2050年にCO<sub>2</sub>排出量80%削減を目指した研究開発を進めている。これからは「つくる」、「つかう」、「もどす」、の各段階での環境負荷を下げながら商品価値向上を同時に実現する「人と地球を考えたものづくり」が非常に重要となる。特に「つかう」段階の環境負荷低減技術は、ますます重要となっている。それを実現する一つのヒントは、自然が長時間かけて作り上げた生物や地球の中にある。生命は環境に存在する元素を、省資源、省エネルギーで利用し循環する機構を産み出しており、それに学んだものづくりが重要となる。

その例として紹介されたのが、かたつむりである。カタツムリは、軽量の殻を自らで作りだし、それを運んで生活している。まさに軽量の移動住宅である。しかも、カタツムリの殻は汚れが付きにくく、清潔である。このような構造をどのような形で実現しているのか、そのメカニズムを研究することは、汚れの付きにくいメンテナンスに費用の掛からない住宅の開発に大きなヒントになるに違いない。実際、LIXIL ではかたつむりに学んだ防汚タイルの実用化を進めている。

また、動物の巣、つまり住居の多くが、土でできている。地面に穴を掘るのもあれば、藁や枝を利用して、さらに土壁を作るものまである。土の持つ調湿性を活かして、エネルギーを使わずに室内の湿度を自己検知し、湿度を調節する自立型調湿タイルの開発も進めている。

動物、植物、鉱物、自然界に由来する材料の機能はまだ奥が深そうだった。

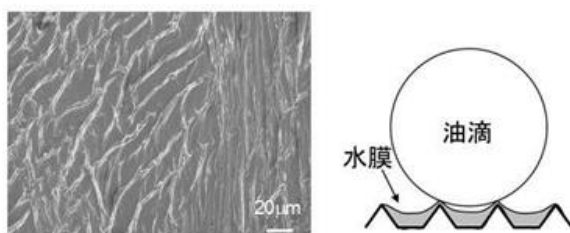


図5 カタツムリの殻表面のSEM写真と防汚メカニズム。

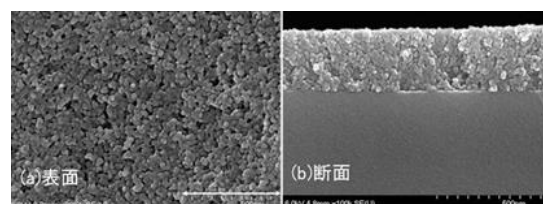


図6 防汚タイルの電子顕微鏡写真。