交えて報告がなされた。又、F-107では、EVOHの欠点であった二次成形性、耐屈曲性、延伸性と透明性の両立などを解決した各品種について紹介があった。F-109では、溶融レオロジー特性制御を主とした材料改質により、一般的なインフレーション成形機を用いたインフレーション法で熱収縮特性や耐引裂特性を両立すべく、多層フィルムの中間層のアイオノマー樹脂に着目し、アイオノマー樹脂のカルボキシル基の中和度（凝集イオン性結合に影響）の観

点から改質を行うことで低温収縮性と収縮後のタイト感に優れた生鮮食品加工食品を入れた蓋無しトレーなどの包装に用いられるストレッチシュリンクフィルムの開発について講演があった。当日、ほぼ満席の状況であり、活発な議論が行われた。食品包装用高分子材料、複合化技術、加工技術等の革新技術の実用化への期待と重要性が感じられる特別セッションであった。

材料開発を支える可視化技術

(A-101～A-103, F-206～F-213)

荘 所 大 策*

次世代材料の開発においては、フィラーの分散状態はもちろん、ポリマーの相分離構造、結晶化度、配向状態といった高次構造まで、ナノからマクロなレベルまでの多岐にわたる構造を緻密に制御することが求められている。本セッションでは、フィラーの分散状態や光学特性のイメージング手法、X線散乱やX線CT、電子顕微鏡等を用いた3次元構造解析の最前線から、原子間力顕微鏡によるナノ力学物性可視化など、今後、より一層重要となる可視化技術に関し、8件の発表が行われたので以下概要を示す。

基調講演では、カーボンナノチューブ(CNT)などの導電性ナノフィラーの分散状態およびネットワーク構造をイメージング可能なロックイン発熱解析法(A-103)と、3次元構造解析を用いた高分子複合材料中のフィラーの分散状態と物性との相関に関する研究の最前線(F-206)についてご講演頂いた。ロックイン発熱解析法では、CNTが分散した射出成形体について、偏光ラマン分光法によるマッピング測定との比較をされ、導電メカニズムに、フィラーの配向以外にも重要な因子がある可能性について報告があった。また、3次元構造解析に関する報告では、繊維系複合材料に関し、X線CTによる分散状態評価結果をベースに、体系的に物性の発現メカニズムに関し考察を進

められた事例を多数紹介頂いた。両講演ともに、ブラックボックスとなっていたフィラーの分散状態を可視化できるが故の課題や可能性を提言されており、参加された多くの聴講者からも活発な質疑応答がなされた。

一般講演においてもフィラーの分散状態評価技術の報告があり、X線CTによる外観不良部の要因解析結果(F-208)に関する報告をはじめ、液体試料を凍結させた状態で構造観察を可能とするクライオ電子顕微鏡法による燃料電池触媒層形成プロセス(湿式プロセス)可視化の試み(F-210)や、同触媒形成プロセスに時分割X線散乱法を適用し、触媒粒子の凝集挙動を観察した事例(F-211)の報告があった。

高分子の高次構造評価技術に関しては、近赤外分光イメージングと偏光計測を組み合わせることで、アイソタクチックポリプロピレン射出成形体の複屈折分布イメージングに応用した事例(A-103)の他、液体窒素冷却下でのブロードイオンビームによる断面切削と、イオンエッチングを組み合わせる事で、ナイロンコンポジット中の球晶構造をとらえることができる旨(F-213)の報告があった。その他、AFMで測定した力-変形量を解析し、試料表面の弾性率といった様々な物理量を測定するナノ触診技術を、ポリカーボネートが熱処理により脆化する要因解析に応用した事例(F-212)の報告があった。

* Shojo, Daisaku

㈱KRI 新機能性材料研究部
京都市下京区中堂寺南町134 (〒600-8813)

アスリートを支える最先端材料

(E-102～E-108)

原 野 健 一*

2020年、夏季オリンピックが東京で開催される。アスリートの身体能力を最大限に発揮し、勝利に少しでも貢献できるよう、スポーツギアには高い機能性が求められる。また、東京オリンピックでは遮熱対策が大きな課題となっているが、その要因である地球温暖化に歯止めをかけるため、スポーツ業界においてもサステナブル技術に関する研究が進められている。最近の研究では、単にサステナ

ブルに焦点をあてるのではなく、スポーツギアとしての高機能化も求められている。本セッションでは、スポーツギアに関連する研究や製品化事例について、基調講演2件を含む5件の発表が行われた。以下にその概要を示す。

基調講演(E-102)では、物質・材料研究機構(NIMS)の下田氏に「NIMSにおける材料科学的アプローチによるスポーツ素材の研究開発」と題した講演を頂いた。スキージャンプ、及び、スキー距離競技において、競技成績を左右するスキー滑走面・ワックス素材に関し、材料科学的アプローチによる開発手法、開発品の評価技術の高度化につい

* Harano, Kenichi

㈱アシックス スポーツ工学研究所
神戸市西区高塚台6-2-1 (〒651-2271)

て述べられた。シーズとニーズとのマッチングのため、またはシーズとニーズのマッチングのため、競技者とのコミュニケーションの重要性について言及された点も興味深かった。

続いてセルロースナノファイバー（CNF）補強ゴムのスポーツシューズへの応用について、2件の一般講演（E-104, 105）があった。CNFの少量添加により、天然ゴム（NR）が補強可能である事が示唆された。本知見により、ゴムの軽量化が期待される。さらに、その補強性は、CNFのアスペクト比に大きく依存することも述べられた。続いて報告されたスポーツシューズ用発泡ソールへの適用については、NRとEVAとのブレンドにおいて、相分離構造とCNFの分散性の制御が、耐久性の機能発現にとって重要であると述べられた。軽量化とエコロジーを実現する技術として、2020年のオリンピック用シューズへの展開が期待される内容であることから、聴講者も多く活発な議論が行われた。

オリンピックで高い評価を挙げているスポーツギアの一例として、(株)ミカサの小川氏より、「スポーツ用ボールの開発と製造方法」と題して、バレーボールの機能設計やその製造方法についてご講演頂いた（E-106）。ボール内部は、形状安定と耐久性を実現するため、球形のゴムチュー

ブにナイロン糸を巻付けた補強層を設けた構造になっている。またボールの最表面部は、ウレタン層に中空ナノシリカを付与することにより、表面の摩擦係数を制御している。ミカサ社のバレーボールは、1980年開催のモスクワオリンピック以降、すべての夏季オリンピック大会で唯一公式球として採用されている実績を持つことから、その機能性については、ユーザーから高い信頼を得ている事が伺える。

続いての一般講演（E-108）では、架橋発泡体の圧縮熱成形における応力緩和挙動について述べられた。本成形技術はスポーツシューズの緩衝部材の成形手法として汎用的であり、意匠賦形性や寸法安定性の制御が重要となる。圧縮熱成形工程中の残留応力の温度依存性について考察し、構成されている材料の結晶融解温度が重要な設計因子の一つであると述べられた。これまで作業者の経験と勘に頼っていた工程を定量的に分析する内容であり、継続的な研究が期待される。

東京オリンピック用の新技術開発に関して、各メーカー、研究機関はその最終段階に入っている事であろう。研究成果が競技者の成績向上に寄与する事を期待するとともに、スポーツを愛する多くの人々に対しても、これらの成果が展開され、社会貢献につながることを切に願う。

長もちの科学 ～プラスチック材料の長期耐久性・劣化～

(G-201～G-220)

山田 和志*

現在、身の周りの生活用品や家財、装置をはじめとしてインフラ設備や交通、航空・宇外場の影響による劣化過程を詳細に検討することはプラスチック製品を長く快適に使っていく上で重要である。本特別セッションでは、これら高分子の長期耐久性評価および劣化評価に関する最新の技術や材料、評価方法について発表・議論する場を提供し、講演件数は18件と大学や企業から多くの発表があった。講演内容は大きく分けて、インフラ設備におけるプラスチック成形品の耐久性評価、リサイクル成形における高次構造への影響、ゴムシール材の劣化評価、ポリプロピレン成形品の紫外線劣化評価などが行われた。

インフラ設備におけるプラスチック成形品の耐久性評価に関する発表については、主として温水用ポリエチレンパイプの長期耐久性評価であった。これらの研究においては、温水用ポリエチレンパイプを電気ポット中に一定温度で長期間放置試験することにより高温促進劣化を誘起し、力学試験における破断強度の低下と内部構造変化との関係性について詳細に検討されていた。長期耐久性評価方法としてはオーソドックスな手法であるが、試験時間が数1,000時間～10,000時間程度まであり、重みのある測定データであった。

射出成形品では、ランナー部分は通常廃棄されるが、もしそれらを再利用できれば原材料コストダウンに繋がり、また環境の観点からもメリットが大きい、熱履歴を受け

ているために最初の成形品よりも物性が低下することが考えられる。講演では再利用回数と射出成形における流動場、高分子の内部構造の相関について詳細に発表されており、今後の更なる発展が期待された。

また、近年、環境の観点などから電化製品や電気自動車、燃料電池車などに使用するリチウムイオン電池や燃料電池の開発・改良が盛んに行われている。本セッションにおいても長期使用に耐えるフッ素樹脂製ガスケットの構造設計や水素機器シール用ゴム材料の水素特性とゴム物性に関する研究成果発表がなされ、長期使用に対するシール性能の低下が少ないガスケット形状の特徴やゴムシール材の添加剤の影響を評価でき、今後の車載リチウムイオン電池や燃料電池の性能改善が期待された。

一方、プラスチック成形品等の長期劣化評価法と併せて、最近では初期劣化過程の評価や極微劣化に対する評価法としてケミルミネッセンス法を利用した材料評価法が数件発表された。特に耐候性材料においては力学強度等の低下はほとんど見られなくともケミルミネッセンス測定を行うことにより酸化劣化等を高精度で検出測定できることから、多くのプラスチック材料の劣化評価や表面状態変化の検出に期待される。

プラスチック成形品やその他部品の長期利用に対する劣化は使用環境によって当初の想定と異なることも多々あり、予測困難なことが多いが、本特別セッションで発表された様々な測定・評価手法を駆使することにより、安全で安心して使用できる製品づくりに少しでも寄与できることを期待したい。

* Yamada, Kazushi
京都工芸繊維大学 繊維学系
京都市左京区松ヶ崎御所海道町（〒606-8585）