

第 65 回応用物理学会春季学術講演会 「6. 薄膜・表面」分科企画シンポジウム報告
フレキシブルセラミックスコーティング技術と
有機・無機ハイブリッドフレキシブルデバイスの新展開

西川博昭（近畿大）、中村吉伸（東大）、土屋哲男（産総研）、
金子智（KISTEC）、藤原宏平（東北大）、宮山勝（東大）

本シンポジウムでは、金属酸化物をはじめとする通常は硬くて脆い機能性無機セラミックス材料、および無機材料と有機材料のハイブリッド高機能材料を、プラスチックなど高分子に代表される軽量なフレキシブル材料にコーティングする研究を主な対象とし、新しいフレキシブルデバイスに関する招待講演および一般講演によって最新の成果を議論した。

最初の 2 題はフレキシブル有機コーティングおよび力学的応答についてである。横田知之先生（東大）のご講演では、フレキシブル基板として厚さが約 $5\ \mu\text{m}$ 以下になると生体にもギャップなく密着可能な「ウルトラフレキシブル」デバイスが可能となり、各種生体信号のモニタとして実用化が見込める研究成果が示された。宍戸厚先生（東工大）には、これまで定量的な議論がなされてこなかったポリマーフィルムの湾曲現象および表面歪みについて、薄型グレーティングラベルを用いた回折現象によって評価する宍戸先生が開発された手法をご講演いただいた。湾曲時に中立面が保持されている仮定では説明できない結果など、フレキシブルデバイスの実用化に対して重要な課題が提案された。

続いての 2 題は熱電変換デバイスについてである。河本邦仁先生（豊田理研）のご講演においては、層状構造化合物 TiS_2 の層間にヘキシルアンモニウムなど有機分子を電気化学的にインターカレートさせた無機有機ハイブリッド超格子を作製し、高電気伝導度、高熱起電力、低熱伝導度を実現した n 型熱電変換材料を創成した結果をご紹介いただいた。宮崎康次先生（九州工大）のご講演では、現在低温領域で最も優れた熱電材料であるビスマステルライドを用い、さらに高効率なデバイスの創成を目指して導電性ポリマーと混合することでゼーベック係数、電気伝導度、熱伝導度を制御した結果が示された。

次の 2 題は生体・バイオ応用を念頭に置いた内容であった。まず田口哲志先生（物材機構）には、カテーテル感染の対策に関する現状と対策、および現時点での課題をご報告していただいたうえで、田口先生が開発された疎水化タラゼラチン由来の高強度・生体親和性接着剤をご紹介いただいた。また、山本哲也先生（高知工科大）のご講演では、反応性プラズマデポジションを用いてポリマーフィルムに結晶性 ZnO 薄膜を形成する技術、およびその残留応力の影響と電気特性の関係について詳しい実験結果を示していただいたのち、応用例として ZnO の化学センサーや抗菌特性などについてご紹介いただいた。

続く 3 題は結晶化薄膜をポリマーフィルムに転写する技術についてであった。最初は馬谷真司氏（近畿大）による一般講演で、 $\text{MgO}(100)$ 単結晶基板上の強誘電性 BaTiO_3 を作製したのち、 MgO は溶かすが BaTiO_3 は溶かさないうりん酸水溶液に浸漬することで BaTiO_3 エピタキシャル薄膜を転写した結果について報告された。続いて幸塚広光先生（関西大）のご講演においては、ゾル-ゲル法で作製した酸化物薄膜を結晶化させる焼成プロセスにおいて、基板と前駆体ゲル膜の間に形成したリリース層が高温によって消失することで、基板から薄膜を剥離することができる新規な技術をご紹介いただいた。奈良崎愛子先生（産総研）には、基板上に形成した薄膜を、裏面（基板側）からレーザー照射して薄膜と基板界面をアブレーションさせることで剥離する技術をご紹介いただき、その発展として表面（薄膜表側）に密着させたシリコーンゴムにいったん薄膜を転写し、目的とする基板にそれを密着させて転写する光スタンプレーザー転写法についてもご報告いただいた。

最後の 3 題は結晶化したセラミックスを直接コーティングするための低温プロセスについてである。鈴木真也先生（東大）のご講演は、固体電解質として $\text{Si-O}/(\text{Al}, \text{Mg})\text{-O}$ の層状構造からなるモンモリロナイトのナノシートを形成し、層間に Li^+ をインターカレートして全固体 Li イオン電池を形成した結果のご報告で、用いたナノシートが固体電解質として十分に機能することが紹介された。今中佳彦先生（富士通研究所）には、表面エネルギーを高めたナノ粒子をフレキシブル基板に中間層として堆積させ、中間層を接着層として目的とする薄膜の結晶粒子を堆積する新規な室温結晶堆積技術として、ナノパーティクルデポジションをご紹介いただき、優れた誘電性を示す BaTiO_3 の作製結果が報告された。最後に舟窪浩先生（東工大）のご講演では、結晶性に優れた $(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$ 圧電体を金属箔やポリマーフィルムに直接成膜可能な低温プロセスとして水熱合成をご紹介いただいた。得られた薄膜は強誘電性に優れており、また圧電性に由来する振動発電の結果も報告され、フレキシブルセラミックスコーティングの新規な低温プロセスとして注目される。

講演者らが互いの研究成果に刺激を受け質問をぶつけ合う中で、フレキシブルセラミックスコーティングの新たな研究の芽につながる議論を引き出したことは、企画側として大きな喜びであった。応用物理学会をホームとしない研究者を多く招聘したことは当初チャレンジとも思われたが、シンポジウムならではの分野横断的討論の提供、さらにはネットワークの構築に極めて効果的に機能した。また、常時 100 人程度の参加者が会場に来られており、質疑およびコメントで活発なご議論をいただいたことに感謝する。

