

日本真空協会企画 「真空中の気体の流れ」

産業技術総合研究所 秋道 斉

真空容器の中では、様々な気体の流れがあり、圧力領域、温度、気体の種類などによって様々なふるまいをする。このふるまいは、多くの場合、気体分子運動論や流体力学を基礎として理解されている。しかし、いわゆる「中間流」から「粘性流」領域での流れに関しては複雑で、これらの基礎的な方法では、すべてを説明できない事が多いと聞く。「中間流」から「粘性流」領域での流れは、真空の教科書にも載っているほど古くからのテーマであり、著名な先人たちによって研究し尽くされていると考えていた。しかし、現在の計測機器や計測技術、計算機やシミュレーション技術の発達によって、新たな現象や精度の高い解析が可能となっているのではないだろうか。そこで、日本真空協会では、「中間流」から「粘性流」領域での流れに関して、計算機による流れのシミュレーション、流れの可視化の技術、流れの計測や制御の方法など最新のトピックスについてのシンポジウムを企画し6名の方々にお話をさせていただいた。

イントロダクトリートークに続いて、高田氏(京大・工)が、「分子気体力学による流体力学極限の研究とその応用」と題して、ボルツマン方程式を基礎とした分子気体力学を使った「中間流」から「粘性流」領域での流れの記述方法の概略をお話いただいた。気体分子の平均自由行程と平衡分布の考え方が流体力学の記述方法において果たす基本的役割や、「中間流」から「粘性流」領域でも、流体力学モデルで記述できる例として熱駆動型真空ポンプやこのポンプによる気体濃縮の可能性について紹介していただいた。

杵淵氏(東大・IML)は、「希薄気体流れのマルチスケール解析:表面散乱過程のモデリング」として、電子状態から分子運動、熱流動現象を体系的に結びつける多重スケール解析の考えに基づいた数値モデルについて、分子線散乱実験で得られた結果をもとに、グラファイト面に衝突する気体の表面散乱過程の解明を例にして紹介していただいた。

米村氏(東北大・流体研)は、「ダイヤモンド薄膜面の低摩擦特性におけるマイクロスケール気体流動の影響」と題して、回転する金属面上のダイヤモンドコーティングしたスライダの浮上のメカニズムをボルツマン方程式に基づいたモンテカルロ直接法(DSMC法)による数値シミュレーションによって解明する研究について紹介いただいた。

新美氏(名大・工)は、「高クヌッセン数流れのフォトニック・アナリシス」として、「中間流」から「粘性流」(高クヌッセン数流れ)の領域での非平衡現象を共鳴多光子イオン化法によって解明する方法について紹介いただいた。この方法により、窒素の回転非平衡現象など超低密度気体流体で

の温度非平衡現象や固体表面近傍における気体分子の固体表面分子との相互作用の解明が可能となる。

大林氏((株)大阪真空機器製作所)は、「TMP 内の流れのシミュレーション」と題して、ねじ溝形のターボ分子ポンプの気体の流れをBGKモデル方程式に基づいた解析と性能設計計算の概要についてお話いただいた。

清水氏((株)堀場エステック)には、「マスフローコントローラの特性」と題して、真空中での流れの制御の基本的な原理などについて、従来のサーマルセンサーに加えて、差圧検出方式による新しい制御法についても実例をあげて紹介いただいた。

最後に、日本真空協会 岡野会長よるクロージングトークによってシンポジウムは締めくくられた。