第55回真空夏季大学開催報告

神 谷 潤一郎^{*1,*2}

Report on the 55th Vacuum Summer School

Junichiro KAMIYA^{*1,*2}

^{*1}J-PARC center, Japan Atomic Energy Agency, Ooaza Shirakata 2-4, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1195, Japan

(Received October 11, 2015, Accepted October 21, 2015)

真空夏季大学は、受講生が真空技術を理解しさらに新たな技術の展開に対応できる能力を育むことを目的とした、日本真空学会主催の夏の恒例行事です。開催案内にも記述があるように、真空分野で研究開発の実績がある講師による講義と、自ら問題を解く演習を通して、真空工学の基礎知識を確実にし、応用や実用問題にも対応できる力をつける絶好の機会です。

第55回真空夏季大学の開催期間は2015年9月1日（火）から4日（金）までの3泊4日間でした。会場は今年も静岡県掛川市のヤマハリゾートつま恋で、2010年より6年目になります¹⁻⁴⁾。受講者は111名でした。最近9年間の受講者数の推移をFig. 1に示します。また、受講者のプロフィールの内訳をFig. 2に示します。受講者の90%程度が企業から研修の一環として参加されていることを考えると、経済状況の影響は大きいと思われます。リーマンショック後の2009年に激減し、一度回復したものの、経済の低迷を受けて2012年に再度減少し、それから徐々に増加の傾向にあります。今年は景気の緩やかな回復が続いていることに加え、真空学会教育委員会による各所での広報の成果もあってか110名を超える方々が参加をされました。

講義は全員がひとつの講義室に集まって行われました。90分を1コマとし、1ないし2コマで1科目の講義が全部で9科目行われました。また演習は1日1コマで、3回行われました。演習は宿泊部屋で5部屋程度からなる18-20名の6グループに分かれ、各演習担当講師の下で行われました。また、昨年⁴⁾に引き続きワールドカフェ方式の特別演習も行われました。その他、応用技術講座は2つの講義題目が行われました。以下に内容を初日からの流れに従って記述します。

初日、午後の受付、開校式に続き、「気体分子運動論入門」において真空工学の基礎となる気体分子の性質について学ぶことから講義は始まりました。普段は圧力というマクロな量を取り扱っている方がほとんどでしょうが、その圧力と、気体分子の運動との結びつきを学びました。また気体分子の運動から、分子速度、平均自由行程、入射頻度という全講義を通して重要な基礎を導きます。続く「希薄気体の流れ」の講義は、先の講義で学んだ概念を活用して、具体的に真空排気をする場合に必要となる導管中の気体の流れ、中でもコンダ

クタンスの考え方について理解を深めました。夕食をはさみ19時半より、6つの講義室に分かれて「演習Ⅰ」を行いました。Fig. 3は演習の風景です。「演習Ⅰ」は基本的な公式を

Fig. 1 受講者数の推移。

Fig. 2 受講者のプロフィール。

Fig. 3 演習風景。

^{*1} 日本原子力研究開発機構 J-PARC センター (〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2-4)

^{*2} 真空夏季大学演習講師

使った計算問題でした。その場で関数電卓を用いて問題を解き、前で受講者が解答の記述・説明を行いました。ちなみに2日目、3日目の演習問題も同時に配布され、前日に宿泊部屋ごとに問題が割り当てられます。受講者は部屋の皆さんと協力して問題を解き、次の日の演習時間に部屋の代表者が講義室の前に出て、解答の記述・説明を行います。前日の就寝前に問題を解き終えなくてはならないので、就寝が深夜0時を過ぎる受講者の方々も少なくなかったようです。講師控え室にも、0時近くまで質問に来る受講者の方々がおられました。

2日目は、朝食後、8時45分より真空工学のもうひとつの基礎である「真空と表面」の講義から始まりました。真空技術に表面科学が必須となる理由を、排気曲線の話から理解し、気体分子と表面との相互作用の結果である散乱、吸着、脱離、拡散などについて学びました。昼食後の「真空計測」では、気体分子を見る“眼鏡”の役割をする真空計の原理と特性について学びました。本講義では各種真空計についての理解を深めるだけでなく、真空計側における不確かさの考え方も盛り込まれていました。「成膜とプラズマの基礎」では、真空技術の重要な応用である成膜技術とプラズマ技術について学びました。これまでの講義で学んだ平均自由行程や入射頻度等の概念がどのように利用されているかも取り込まれた講義でした。夕食後「演習Ⅱ」では、気体の速度とターボ分子ポンプの回転数との関係、体積中と表面の分子数、熱遷移の真空計の指示値への影響、といった問題を通じて、講義で学んだ基礎知識を組み合わせて考える訓練を行いました。その後、受講者の方は再び宿泊部屋の皆さんとともに、翌3日目に行われる「演習Ⅲ」の問題を深夜に至るまで解いておられました。

3日目は午前中に「真空ポンプと排気系」の講義が行われました。ここではこれまで学んだ気体の分子運動、表面での吸着、気体の流れといった基礎に即して、動作原理によってポンプを分類し、各ポンプの原理と特性を学びました。午後は「真空用材料とガス放出」の講義において、真空の質を決定するひとつの大きな要素である真空用材料について学びました。本講義では考慮すべき特性の総括後、真空容器・部品の材料とその真空特性、さらには特性をよくするためにはいかなることに注意するかを具体的に学びました。続く「真空部品と可動機構」では真空シール、フランジ、バルブといった真空技術者が普段より取り扱っている部品について総括的に学びました。さらに摩擦係数が増大する真空中における可動機構について、注意点や対策についての具体的な講義がありました。このように講義科目の順番は、基礎から実践へと展開されているのがお分かりかと思います。その後「演習Ⅲ」は、気体の混合、多層断熱、質量分析計の原理について等の問題でした。より高度な問題ではありましたが、講義で習った基礎知識や公式を用いればこのような問題も解く事ができると自信を持った方も多いのではないのでしょうか。なお演習の解答は日本真空学会のホームページに掲載されています。夕食後の「特別演習」では、打って変わってリラックスした雰囲気です、ワールドカフェを行いました。4-5人ごとにテーブルにつき、“今回の夏季大学で学んだことが今後の自分の

Table 1 講義の難易度に関するアンケートの集計。

	難	やや難	普通	やや易	易
全体	24	47	28	1	0
気体分子運動論	24	51	20	3	1
希薄気体の流れ	16	52	27	4	1
真空と表面	14	53	31	2	0
真空計測	12	31	49	5	3
成膜とプラズマ	30	40	23	6	0
真空ポンプと排気	11	27	50	11	2
真空材料とガス放出	12	33	47	6	2
真空部品と可動機構	7	23	57	7	4
画像で見る真空工学	7	25	59	5	4
演習	38	40	20	2	0

(単位：%)

仕事にどう活かされるか？”などのテーマで自由に意見を述べ合います。自分の考えをまとめ、自分と異なる所属や職務の方々とは交流する良い場となったと思われます。アンケート結果でも「他社の方と交流ができた」、「もっと時間をとっても良い」という意見を頂きました。3日目の夜、受講者の方は次の日の演習問題を解く事もないので、安心して早めに就寝できたと思います。

最終日の4日目は、「画像で見る真空工学」においてモンテカルロ法を用いて気体分子運動を解析し、結果を画像として鑑賞しました。本講義は気体分子の運動を視覚的にとらえることに役立ったと思います。その後、16問の基本問題からなる達成度テストが行われました。修了式では、受講者全員に修了証が渡され、これにて4日間にわたる真空夏季大学は終了しました。なお、午後は応用技術講座「プロセスプラズマの基礎」及び「真空システム」が行われ、参加者はそれぞれ22名、16名と例年にも増して大変好評でした。

アンケートの回答によると全体を通して「難しい」、「やや難しい」と感じた受講生が80%程度でした (Table 1)。これは例年通りです。「真空工学の基礎知識を確実なものとし、応用や実用問題にも対応できる力を身に着ける」という開催目的のためには、ある程度難しいと感じることを学ぶのがむしろ重要ではないかと思います。その他、「内容に対して講義の時間が短い」、「講義内で質疑応答の時間がほしい」といったご意見も頂きました。これらのご意見を真摯に受け止め、よりやり甲斐のある内容としていきますので、今後の真空夏季大学にも多くの受講者の方に参加をしていただきたいと思います。

〔文 献〕

- 1) H. Akimichi: J. Vac. Soc. Jpn., **54** (2011) 134.
- 2) I. Arakawa: J. Vac. Soc. Jpn., **55** (2012) 204.
- 3) K. Shibata: J. Vac. Soc. Jpn., **56** (2013) 104.
- 4) H. Yoshida: J. Vac. Soc. Jpn., **58** (2015) 187.