

主催：一般社団法人日本真空学会 校長 松田七美男（東京電機大学工学部）

協賛（予定）：映像情報メディア学会，応用物理学会，化学工学会，原子衝突学会，触媒学会，低温工学・超電導学会，電気学会，電子情報通信学会，日本化学会，日本加速器学会，日本機械学会，日本金属学会，日本顕微鏡学会，日本原子力学会，日本材料学会，日本質量分析学会，日本真空工業会，日本チタン協会，日本鉄鋼協会，日本半導体製造装置協会，日本表面科学会，日本物理学会，日本分析化学会，日本放射光学会，表面技術協会，腐食防食協会，プラズマ・核融合学会

真空技術は，電子の発見や白熱電球・真空管の発明に始まる数多くの科学技術を生み出した基盤技術です．21世紀の現代においても，ナノテクノロジーをはじめとするさまざまな研究開発のフロンティアで，真空技術の利用は，さらに拡大・深化しています．真空技術が存在しなければ，現代の科学技術の進展がストップすると言っても言い過ぎではありません．

日本真空学会では，真空を扱う方々が真空技術の基礎を理解し，装置を正しく運用し，さらには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て，関連学協会の協賛のもとに講習会「真空夏季大学」を1960年以来，毎年開催してきました．

真空夏季大学は，真空工学の基礎となる事項を，受講生が適確に理解することに重点を置き，真空の科学技術において研究開発の実績を有する講師によるオリジナルなテキストをベースとした講義で構成されています．講師による一方的な講義に留まらず，実際に受講生一人一人が問題を解くことにより真空技術の基礎を理解し，真に応用できる能力を高めることを意図した演習を実施している点も大きな特長です．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備えた技術者・研究者を育成する絶好の機会と存じますので，是非，受講を検討下さいませようご案内申し上げます．受講された方には，日本真空学会より，修了証書を授与しております．

昨年度より新たな試みとして，真空夏季大学の実施に先立って Journal of the Vacuum Society of Japan (JVJSJ) 誌6号（6月10日発行）に真空科学入門の解説記事を掲載いたしております．著者は真空夏季大学の講師です．真空夏季大学での経験を背景として入門編に相応しい講座を目指しています．今年度は，真空材料，ガス放出，成膜の基礎，プラズマの基礎の4題目で真空夏季大学の基礎分野の講義に対応しています．もちろん解説記事単独でも役に立つものとなるはずですが，真空夏季大学への繋がりを強く意識した構成です．真空夏季大学を受講される皆様には事前にぜひ一読を頂きたいと考えています．なお，昨年度には，JVJSJ 誌56巻6号に気体分子運動論，真空と表面，希薄気体の流れと真空排気過程，真空計測の4題目を掲載致しましたので，そちらにも目を通して頂くとよいと思います．JVJSJ 誌56巻6号は [https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jvsj2/56/6/\\_contents/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jvsj2/56/6/_contents/-char/ja/)にて閲覧頂けます．

また，真空夏季大学に収めることのできない，より高度な応用技術に関しては，少数の受講生を対象として「真空夏季大学真空応用技術講座」を開催いたします．本年度は「薄膜の基本技術」，「プロセスプラズマの基礎」及び「真空システム」の3講座を夏季大学の終了後，同会場で引き続き開催いたします．真空夏季大学修了の方々にも，この応用技術講座の受講をご検討下さいませようご案内申し上げます．詳細は，後掲の「真空夏季大学真空応用技術講座のご案内」をご覧ください．

1. 日 時 平成26年9月2日（火）12：00より9月5日（金）12：00まで

2. 会 場 ヤマハリゾートつま恋

〒436-0011 静岡県掛川市満水2000 Tel: 0537-24-1111, <http://www.tsumagoi.net/>

3. 講師とテーマ

気体分子運動論入門	東京電機大学工学部	松田七美男
真空と表面	東京大学生産技術研究所	福谷克之
希薄気体の流れ	高エネルギー加速器研究機構	末次祐介
真空計測	産業技術総合研究所つくば	秋道 斉
真空ポンプと排気系	(株)アルバック	湯山 純平
画像でみる真空工学	東京学芸大学	松本 益明
真空用材料とガス放出	物質・材料研究機構	土佐 正弘
真空部品と可動機構	物質・材料研究機構	板倉 明子
成膜とプラズマの基礎	成蹊大学理工学部	中野 武雄
演習	(株)アルバック	稲吉 さかえ
	日本原子力研究開発機構	神谷 潤一郎
	高エネルギー加速器研究機構	柴田 恭
	高エネルギー加速器研究機構	谷本 育律
	横浜市立大学国際総合科学部	戸坂 亜希
	産業技術総合研究所つくば	吉田 肇

4. 参加費 (1) 一般 89,500円 (受講料 53,500円, 宿泊費 36,000円) (2) 日本真空学会法人会員に属する個人及び真空夏季大学協賛団体会員 81,500円 (受講料 45,500円, 宿泊費 36,000円) (3) 日本真空学会個人会員 69,500円 (受講料 33,500円, 宿泊費 36,000円) (4) 学生会員 51,000円 (受講料 15,000円, 宿泊費 36,000円) いずれも, 受講料にはテキスト, パワーポイント配布資料を含みます. 宿泊費には3泊4日食費等・消費税を含みます.
5. 申込手続 申込受付は平成26年5月7日(水)より行います. 所定の申込用紙(本ご案内の最終頁, 及び日本真空学会のホームページにあります)により, FAX・郵送又はE-mailで必要事項を記入してお申し込み下さい. 申し込みを受け付けた方にはE-mailで通知の上, 請求書を郵送します. 請求書が到着しましたら, 到着の日から起算して30日以内に参加費を請求書記載の口座に振り込んで下さい. 受講票及びテキストは8月上旬に発送いたします.
- 会費を振り込まれた後の「受講者の都合による取り消し及び不参加」の場合, 払い戻しは致しません. ただし, 参加者の変更は, 差し支えありません.
6. 申込先 〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館306号室 一般社団法人日本真空学会  
TEL 03-3431-4395 FAX 03-3433-5371 E-mail ofc-vsuj@vacuum-jp.org  
ホームページ <http://www.vacuum-jp.org/>
7. 申込締切 平成26年7月29日(火). ただし, 定員(120名)に達したときは締切日前でも締切ります. 申込状況は日本真空学会ホームページでご確認ください.
8. その他
- 一般参加または協賛団体会員と日本真空学会個人会員との会費の差額20,000円または12,000円は日本真空学会個人会員の年会費(10,000円)以上に相当します. 真空夏季大学申込と同時の入会申込でも会員の参加費が適用されます. 入会を希望される方は, 前記申込先に記載のホームページより入会申込書手続きをお願いします.
  - 各都道府県には「キャリア形成促進助成金制度」があり条件により受講料が給付の対象となります. 詳細は, 各都道府県労働局にお問い合わせ下さるか, <http://www.mhlw.go.jp/general/seido/josei/kyufukin/d01-1.html> を参照ください.

## 講義の概要

### 気体分子運動論入門 (松田七美男)

圧力測定や真空ポンプの原理を理解するためには, 希薄気体の性質を理解することが必要である. この講義では, 真空工学全体の基礎である「気体分子運動論」について学ぶ. 圧力の定義や単位系について概説した後, 気体分子の速度分布則, 平均自由行程, 熱や運動量に関する輸送現象などについて学び, 圧力測定や真空排気過程においてどのように気体分子運動論に基づく考え方が必要となるのかを具体的に解説する. また, 真空工学に特有な量や用語についても, 解説する.

### 真空と表面 (福谷克之)

気体分子は1気圧では1cm<sup>3</sup>中におよそ10<sup>19</sup>個もあり, 互いに衝突しながら飛び回っているが, 圧力が低くなるに従い, 気体分子同士の衝突は減少し, 真空容器の内壁表面との衝突が真空の特性を決めることとなる. 講義では, 表面の効果が現れる条件を説明し, 次いで, 気体分子と固体表面との各種の相互作用について解説する. すなわち, 気体分子の固体表面での反射や散乱, 表面への気体分子の吸着とその逆過程の脱離, エネルギーのやりとりとしての熱的適応などについて解説する. 吸着エネルギーや吸着量の測定法についても説明する.

### 希薄気体の流れ (末次祐介)

真空装置の排気特性を理解するためには, 気体の流れを知ることが重要である. 真空ポンプで排気するとは, 真空容器内の「気体が導管を通して真空ポンプに流れる」ことを意味するが, 気体分子の相互衝突が無視できるような真空領域では, 気体の流れは, 個々の分子の拡散現象として特徴づけられる. 本講義課目では, この拡散現象としての流れを圧力の高い領域の流れ(粘性流)と対比させて解説し, 気体の流量(流れの速度)を規定する要因について, 真空の基礎に立ち返って詳しく説明する. さらに, 真空システムにおける排気過程を例題を通して解説し, 具体的な問題についての考え方を理解してもらう.

### 真空計測 (秋道 斉)

真空計測は, 大気圧から始まって千兆分の一気圧まで, 15桁にわたる広い領域をカバーする測定技術である. また真空を測るといっても, 「真空」は測ろうとして測れる物理量としての「何か」ではない. それならばいったい我々は何を測って, 「真空を測った」と言っているのだろうか. 「圧力」. それだけだろうか. この講義

では、真空計測に関わる基礎的な知識に始まり、種々の真空計の原理、測定の見点、誤差の要因、校正の方法などを扱う。なるべく、実際に使用する機会が多い真空計と、実用的な技術、実際に現場で役に立つノウハウの的を絞り、講義を進める。

### 真空ポンプと排気系（湯山純平）

真空ポンプは、真空を作りだし、維持する最も基本的なコンポーネントである。機械的体積変形により排気を行うタイプ、液体を作動液として用いるタイプ、あるいは、壁面での吸着を利用するタイプなど多くの原理に基づく真空ポンプが発明・製作され、使用されている。この講義では、これらの真空ポンプのうち、現在広く使用されているタイプについて、動作原理、その特徴や使用上の注意点を判りやすく講義する。また、最近、半導体、電子機器分野で利用の機会が飛躍的に増大しているオイルフリーの排気システムや極限的な真空を目指す極高真空装置についても、紹介する。

### 画像でみる真空工学（松本益明）

真空装置内の気体分子の運動や質量分析計内でのイオン軌道などを、モンテカルロシミュレーションや数値解法などの方法で解析し、動画化した結果を鑑賞する。このことにより、真空装置内の分子やイオンの振る舞いを画像から直観的に理解してもらうことを目的としている。講義では、解析手法を概説するとともに、導管の通過確率、圧力分布、排気速度測定用テストドーム、熱遷移、四極子型質量分析計などに関連したシミュレーションの結果を動画として表示し、それぞれの結果や現象について解説する。

### 真空用材料とガス放出（土佐正弘）

真空装置には、金属、ガラス、セラミックス、ポリマー（ゴムやプラスチック）など多種多様な材料が用いられている。これらの材料は、それぞれ装置の使用目的に応じてコスト、入手性、機械的、物理的、化学的特性などの他に、真空排気のし易さ、真空度（圧力）と真空の質（汚れ）の維持なども考慮して、選ばれる。本講義では、まず、真空用材料の選択基準について解説し、ついで、真空装置設計に必要な真空関連特性について説明し、さらに、真空用材料として、金属材料（ステンレス鋼、アルミニウム合金、その他）を主体に、ついで、ガラス、炭素、セラミックス、およびポリマーを紹介し、最後に真空用材料からのガス放出特性について解説する。

### 真空部品と可動機構（板倉明子）

真空部品の講義では、真空技術の基本である真空シール（気密シール）の構造と、各種の接合技術を論じたあと、それらのシール技術の応用として、各種の部品を解説していく。

そのため、ここでいう「真空部品」とは大気と真空の境界で使用される部品に限定している。個々の部品についての解説は、超高真空用と、それ以上の圧力領域で使用されるものと、分けて行うことを基本としている。これは真空領域によって、使用される素材や部品の構造が異なるためである。また、プロセス装置に不可欠な圧力制御機構についても説明する。可動機構の項目では、真空中で稼働させる機構を組み込むに当たって、注意すべき点を解説する。真空中における摩擦係数の増大の問題から、それを解決する潤滑材の説明、摩擦を完全になくした浮上搬送機構などの説明をする。

### 成膜とプラズマの基礎（中野武雄）

真空工学の重要な応用である成膜とプラズマについて、基礎的な解説をする。真空蒸着法の原理とプラズマの発生法についてそれぞれ紹介したのち、プラズマを用いた成膜手法として、スパッタリング法についても触れる。基礎科目で学習した平均自由行程・容器壁面への入射頻度・付着確率といった概念が、実際の成膜過程にどのように影響するかを解説する。具体的には、得られる薄膜への残留ガス成分の混入、堆積粒子のエネルギーの違いによって生じる薄膜構造や諸物性の変化、などについて学ぶ。なお成膜およびプラズマについては、それぞれ「応用講座」が準備されているので、より詳細かつ広汎な内容を学びたい場合には、そちらへの参加も推奨する。

### 演習（稲吉さかえ、神谷潤一郎、柴田 恭、谷本育律、戸坂亜希、吉田 肇）

受講生を20名程度の小グループに分け、演習問題を通して真空科学・工学に必要な概念の理解を深めることを目標とする。具体的には、配管のコンダクタンスと圧力分布、真空計測の原理と実際、真空材料のガス放出、真空装置の排気過程、固体表面の吸着・脱離、平衡蒸気圧など、実際の真空装置の製作と運用において基礎となる事項について問題を解いていく。演習Ⅰでは、真空科学・工学において良く使用される公式などを使った計算を通して、単位や数値的な取扱いに慣れる。演習Ⅱでは、問題の考え方、講義との関連、解答の導き方などを講

師の解説を基に理解する。演習Ⅲでは、受講生各人が自ら問題を解くことによって、真空科学・工学の基本的な問題に対処できるようにする。さらに今年度は、特別演習の時間を新設し、理解できなかった課題の克服を目指すとともに、講師や受講者同士の交流も図れるように配慮する。最終日の達成度テストでは自己採点により習熟度を確認する。

時 間 割

	9月2日(火)	9月3日(水)	9月4日(木)	9月5日(金)						
7:30										
8:00					朝食	朝食	朝食			
8:30										
9:00								8:45	8:45	8:45
9:30								真空と表面 (90分)	真空ポンプと排気系 (90分)	成膜とプラズマの基礎 (90分)
10:00								10:15	10:15	10:15
10:30								休憩(15分)	休憩(15分)	休憩(15分)
11:00								10:30	10:30	10:30
11:30								真空と表面 (90分)	真空ポンプと排気系 (90分)	達成度テスト (75分)
12:00								12:00	12:00	11:45
12:00								12:00	12:00	修了式(15分)
12:30								12:45	12:45	12:00
13:00	開校式(15分)	13:00	13:00							
13:00	13:00	13:00	13:00							
13:30	気体分子運動論入門 (90分)	真空計測 (90分)	真空用材料とガス放出 (90分)	応用技術講座 「薄膜の基本技術」 「プロセスプラズマの基礎」 「真空システム」						
14:00	14:30	14:30	14:30							
14:30	休憩(15分)	休憩(15分)	休憩(15分)	休憩(15分)						
15:00	14:45	14:45	14:45	14:45						
15:30	気体分子運動論入門 (90分)	真空計測 (90分)	真空部品と可動機構 (90分)	応用技術講座 「薄膜の基本技術」 「プロセスプラズマの基礎」 「真空システム」						
16:00	16:15	16:15	16:15							
16:30	休憩(15分)	休憩(15分)	休憩(15分)	休憩(15分)						
17:00	16:30	16:30	16:30							
17:30	希薄気体の流れ (90分)	画像で見る真空工学 (90分)	演習Ⅲ (90分)							
18:00	18:00	18:00	18:00							
18:30	夕食 (90分)	夕食 (90分)	夕食 (90分)							
19:00										
19:30					19:30	19:30				
20:00					演習Ⅰ (90分)	演習Ⅱ (90分)	特別演習 (90分)			
20:30										
21:00								21:00	21:00	