

住友重機械工業株式会社

田無製造所

この企業のポイント

- 極低温技術は世界屈指で、半導体や分析装置などの先端産業や、超電導など様々な研究領域に貢献しています。
- クライオポンプ（Marathon®）は、水素ガスの大排気容量を持ち、長い再生サイクルと短い再生時間を実現しています。
- クライオポンプ（SICERA®）は圧縮機1台でポンプ11台を運転可能なマルチポンプシステムで、効率的な運用が可能です。

製品はここで使われています！

クライオポンプは、超高真空環境を必要とする半導体製造プロセスで数多く使用されます。

また、粒子加速器や核融合研究など、高真空環境が求められる実験装置や、

MRI装置など、真空環境が必要な医療機器の一部として利用されています。

極低温冷凍機は、すばる望遠鏡やALMA望遠鏡など天文学の観測装置でセンサーの冷却に、さらに超電導用にも利用されています。

【機械系科目】

熱力学



繋がる理由

クライオポンプは、Heを冷媒として最低4 Kという極低温でガス分子を固化させ真空を生成します。ポンプ内は温度毎にステージを分けて制御し、目的のガスを目的のステージに固化させることが求められます。熱力学で学ぶエンタルピーの変化と熱移動と平衡の知識、熱力学第2法則であるエントロピー増大の知識、ガス分子の運動エネルギーに関する知識、断熱膨張（ジュールトムソン効果）の知識が役に立ちます。

トライボロジー



繋がる理由

クライオポンプは、Heを冷媒として最低4 Kという極低温でガス分子を固化させ真空を生成します。4 Kを作り出すには、コンプレッサーでヘリウムガスを10 MPa～20 MPaに圧縮するため、圧縮機構においてはコンタミネーションを抑えたくうえで気密性と摺動性をあわせもつことが求められます。トライボロジーで学ぶ、摩擦・摩耗・焼き付き・潤滑に関するメカニズムと力学的な知識、摩擦表面の分子、原子の動きに関する知識、材料の選定に関する知識が役に立ちます。

流体力学



繋がる理由

クライオポンプは、Heを冷媒として最低4 Kという極低温でガス分子を固化させ真空を生成します。ポンプ内は温度毎にステージを分けて制御し、目的のガスを目的のステージに固化させることが求められます。また圧縮機1台で最大ポンプ11台をマルチ運転するためには、Heの流れを目的に合わせて適切に制御する必要があります。流体力学で学ぶ、流体の物性、特性、挙動に関する基礎知識（例：液体の密度、粘性、表面張力、流れ方向、流速など）、ナビエ-ストークス方程式などを用いたCFD（Computational Fluid Dynamic：数値流体力学）、圧縮流体に関する知識が役立ちます。

【電気系科目】

電気回路



繋がる理由

クライオポンプは、Heを圧縮するコンプレッサーで大きな電力が必要になりますので、ポンプの性能と省エネを同時に実現するために精密なモーター制御が求められます。電気回路で学ぶインバーターの知識、交流回路の理論、回路の解析方法の知識が役に立ちます。

電気機器学



繋がる理由

クライオポンプは、Heを圧縮するコンプレッサーで大きな電力が必要になりますので、ポンプの性能と省エネを同時に実現するために動力になるモーターの性能の最適化や、電力変換における損失最小化が求められます。電気機器学で学ぶ、変圧器、AC/DCの変換機器、モーターの損失に関する知識が役立ちます。

制御工学



繋がる理由

クライオポンプは、圧縮機1台で最大ポンプ11台をマルチ運転するために、安定した低温環境を複数作り出し、かつ省エネで安全なシステム制御が求められます。制御工学で学ぶPID制御、フィードバック制御、インバーター制御、ベクトル制御などの制御理論、伝達関数とシステム挙動を安定化するための知識、評価の知識が役に立ちます。

計測工学



繋がる理由

クライオポンプは、圧縮機1台で最大ポンプ11台をマルチ運転するために、安定した低温環境を複数作り出すために、温度、圧力、流量などのパラメータを正確に計測評価することが求められます。計測工学で学ぶセンサーの種類、誤差解析、補正手法の知識が役に立ちます。特に極低温の計測では測温抵抗体と電気抵抗の知識、熱電対に関する知識が役に立ちます。

【情報系科目】

ソフトウェア工学



繋がる理由

クライオポンプは、良質な真空と省エネを安定して実現するために、1台のコンプレッサで最大11台のポンプを高精度な制御システムやデータ処理機能で動かします。ポンプはすべて同じタイミングで同時に起動運転停止するわけではなく、目的に応じて個々に運転状態が変わりますので、ソフトウェアによる最適制御が求められます。**ソフトウェア工学**で学ぶハードとソフトをつなぐ**設計手法**や**オブジェクト志向**の知識、**プログラミング**の知識、**リアルタイム処理**や**並列処理**などの知識が役立ちます。

数値解析



繋がる理由

クライオポンプは、良質な真空と省エネを安定して実現するために、1台のコンプレッサで最大11台のポンプを高精度な制御システムやデータ処理機能で動かします。ポンプはすべて同じタイミングで同時に起動運転停止するわけではなく、目的に応じて個々に運転状態が変わりますので、個々の運転（マルチ運転）状態と性能は予測・計測しながら維持することが求められます。数値解析で学ぶ**解析手法**や**モデル化**の知識、**シミュレーション**知識、特にクライオポンプでは**熱伝導解析**や**流体解析**などのソフトウェアの知識が役に立ちます。

インターフェース



繋がる理由

クライオポンプは、良質な真空と省エネを安定して実現するために、1台のコンプレッサで最大11台のポンプを高精度な制御システムやデータ処理機能で動かします。ポンプはすべて同じタイミングで同時に起動運転停止するわけではなく、目的に応じて個々に運転状態が変わりますので、他の機器や設備との連携、さらに人が確認、操作しやすくするという工夫が求められます。人に知らせるという点は**ヒューマンインターフェース**で学ぶ**視覚**や**グラフィックス**に関する知識、**ボタン**や**メーター**などの使いやすさと**ミス防止**の知識が役に立ちます。また**機器連携**においては**通信**や**プロトコル**、**信号処理**とその機器に関する知識が役に立ちます。