

総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

フィールドは無限、可能性はここにある。

来たれ、未来の創造者。



CONTENTS

03 概 要

05 サービス技術部

11 製造研究部

17 化学研究部

23 強度・構造研究部

29 振動研究部

35 機械研究部

41 流体研究部

47 ターボ機械研究部

53 燃焼研究部

59 伝熱研究部

65 電気・応用物理研究部

グローバル競争に勝ち残れる製品、 ものづくり力を支えます

1. 総合研究所の活動方針

『総合研究所』は、製品開発部門との緊密な連携のもと、研究開発を推進しています。急速に変化する社会のニーズをいち早くとらえ、これまで培った豊富な技術力をもとに、現製品の競争力を高める技術支援や次期製品の開発支援、さらには次世代を担う新技術、新製品の開発に取り組んでいます。また、研究開発だけでなく、独自の技術や科学的アプローチを活用し、三菱重工グループのバリューチェーン全体を支援しています。

2. 総合研究所の組織および研究開発体制

『総合研究所』は、技術分野毎に組織された11の研究部、及び、グローバルリサーチ&イノベーションセンターを設置し、製品開発を受け持つ事業部との緊密な連携のもとに研究開発を推進しています。

研究開発では、技術リサーチによる先進技術の探索と獲得、社外技術の積極的な利活用によるイノベーション創出、多様な製品事業を支える基盤技術の開発と横通しに取り組んでいます。

イノベーションの創出では、主要製品毎に「製品センター」と称するプロジェクトチームを設置し、現製品の競争力を高める技術支援や、次期製品の開発支援を行っており、さらに、将来製品のためのキー技術開発を行っています。

基盤技術の開発と横通しでは、「テクノロジーユニット」と称するプロジェクトチームを設置し、技術開発計画の策定推進、基盤技術の横通しを図るなど、三菱重工グループの総合力を発揮できるように効率的な運営を行っています。



●：駐在(研究室) ○：地区分駐 2021年3月現在



総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

サービス技術部

Service Engineering Department

研究部概要

サービス技術部は、お客様へ納めた三菱重工グループ製品の安全・安心な運用を支える技術開発とサービスソリューションの企画・提案に取り組んでいます。エネルギー分野・航空宇宙機器製品をはじめとした多数の製品の構造や性能に関する深い知識と多くの運用ノウハウ、またシェアードテクノロジー部門が有する最先端の要素技術を活用し、お客様にとって最適なサービスソリューションを企画・開発・提案する唯一の研究部です。お客様へのダイレクトタッチでニーズを掴み、要素技術にブレークして各研究部や社外研究機関との研究にフィードバック、成果を統合し、新しいサービスソリューションを創造します。

主要技術

(1) ICTを活用した生産性・製品信頼性の向上技術

ICT (AI、ビックデータ、VR/ARや3D技術など) を活用した異常予兆検知、性能モニタリング技術
運転状態を遠隔で監視し、製品の運用性改善やユーザーの運転を支援する技術

(2) 高効率・高精度な材料検査技術

超音波、渦電流、X線、光などを駆使して、材料欠陥を非破壊で検出する技術
高い精度を維持して効率を最大限高めた自動検査技術、信号処理技術やロボット技術

(3) 材料の損傷状態・余寿命評価技術

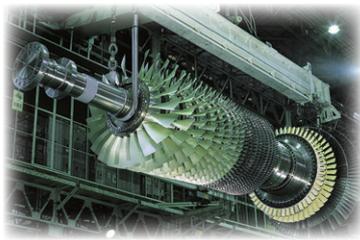
クリープ環境下で使用された材料の組織や物性値の変化から、残された使用可能時間を推定・評価する技術
最適なメンテナンス計画を立案する技術

研究開発対象製品

ボイラ、ガスタービン、蒸気タービン、化学プラント、コンプレッサ、船舶設備、風力発電設備ほか



大型火力発電設備 (ボイラ)



大型火力発電設備 (ガスタービン)



物流機器 (フォークリフト)



船舶設備



風力発電設備

その他の情報は
こちらから



概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

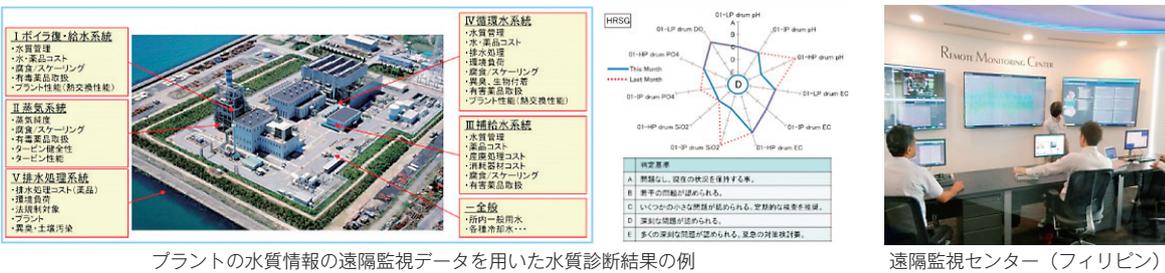
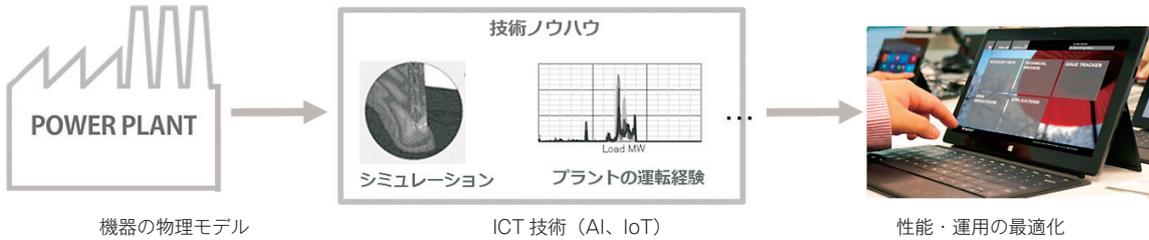
電気応用物理研究部

開発事例

(1) ICT を活用した製品性能や運用の最適化技術

機器の物理モデルに、AIやIoT等のICT技術を組合せ、製品の性能・運用の最適化を提案しています。

たとえば、プラントの運転情報を遠隔監視し、データ分析により重大トラブル発生の予兆を早期に発見するシステムの開発に取り組んでいます。水質情報から異常（予兆）を診断し、人間ドックに類似した診断書を作成して、必要な追加検査の推奨を行うシステムを構築し、機器腐食等の水質に関連するトラブルの未然防止に寄与しています。

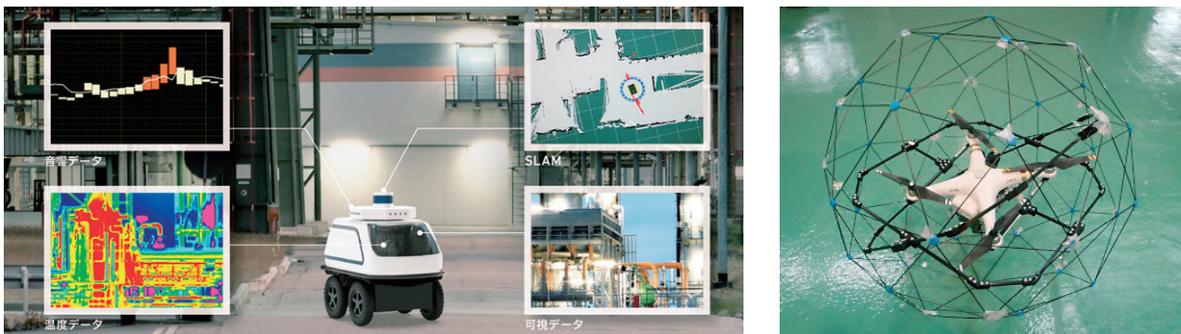


プラントの水質情報の遠隔監視データを用いた水質診断結果の例

遠隔監視センター（フィリピン）

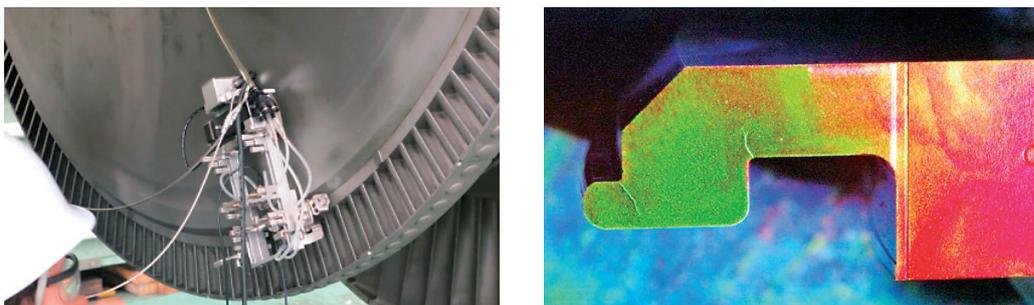
(2) 自走ロボット・ドローンなどを活用したメンテナンス技術開発

広範囲のプラント設備点検作業における管理コスト低減や人手不足対策として、自立移動型のロボット技術の開発を進めています。また、高所や過酷な作業環境での、作業員の安全確保・足場の仮設などの付帯作業レスを目的に、ドローンを活用した点検・検査技術の開発を進めています。



(3) 蒸気タービンの翼溝検査技術

蒸気タービンの翼は、ロータの溝にはめ込む構造です。これまでは、全ての翼を取り外したのちに、磁粉探傷で翼溝部に発生するき裂の有無を確認していましたが、翼の取り外し作業に長時間を要していました。そこで、翼を装着した状態のまま、翼溝部の損傷を評価可能な自動スキャンUT装置を開発し、タービンの安定操業に貢献しています。



火力プラントの安定運転を支える材料評価・検査技術

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部



材料系

サービス技術部
2010年入社

火力プラントのドクター

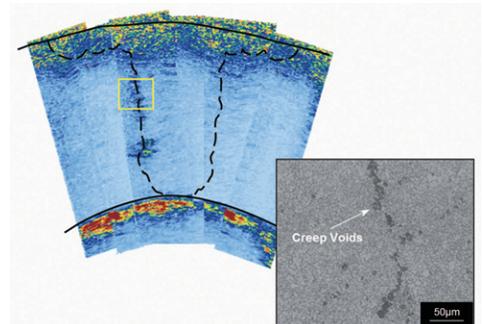
電力消費量がピークになる夏や冬に火力発電設備が故障・停止してしまうと、我々の生活に多大な影響を及ぼしかねません。従って、このような故障を未然に防止し、火力プラントを安定的に運転させることが重要です。そのためには、人が定期的に健診を受け、健康状態をチェックするように、火力プラントも定期検査を受け、各設備の健全性を確認しています。我々は、この定期検査において材料評価・検査技術を駆使し、火力プラント設備の健全性を確認する、いわば火力プラントのドクターのような存在です。

このように我々の材料評価・検査技術は、火力プラントにとって必要不可欠であり、更なる安定運転に向け、高精度、高スピード、低コストの材料評価・検査技術の開発に取り組んでいます。

どのような材料評価や検査を行うのですか？

火力プラントの主要機器の一つであるボイラを例に説明します。ボイラは、その大部分を伝熱管（水を蒸気に換えるためのチューブ）で構成された大型の構造物であり、これらの管は高温、高圧下で使用されるため、クリープや疲労、摩耗等の損傷が発生します。我々は、このような損傷を早期発見するため、超音波装置を用いて、管の内部に潜む微小欠陥を検出したり、対象部材の金属組織を電子顕微鏡で観察し、余寿命を診断したりしています。

何十メートルもある巨大な構造物の健全性をミクロンオーダの金属組織で評価しているところに、面白みを感じます。



配管溶接部に発生したクリープ損傷の検出例

実際の製品への貢献を聞かせてください。

配管溶接部の余寿命を評価できる "MLAS*1" や伝熱管の摩耗減肉を高速で計測できる "インナー UT"、また、伝熱管に発生したき裂の深さを計測できる "デジタル X 線" 等の材料評価・検査技術を開発し、実際の現地検査に適用することで、火力プラントの安定運転に貢献しています。

また、最近では、画像処理技術や AI を活用した材料評価技術、検査結果の自動判定技術の開発にも力を入れています。

万一、設備の故障で火力プラントが停止してしまっても、現地調査及び研究所内での詳細解析により故障原因を究明し、類似の故障が発生しないように製品へフィードバックすることで、更なる安定運転に貢献しています。

*1 : Mitsubishi Metallurgical Life Assessment System



インナー UT 装置のセンサー

この会社での働き甲斐は何ですか？

火力プラント等のスケールが大きく、社会への影響力の大きい製品に携わることができることに一番の働き甲斐を感じています。

また、設備の故障等でお客様が困っている時に、自分の持っている知識や技術でその問題を解決し、感謝のお言葉をいただいた時は特にやりがいを感じます。



研究所での仕事ってどんな仕事？

職場は実験室だけではない！

研究所と聞くと実験室で黙々と実験しているイメージがあるかもしれませんが、実はそうでもありません。現場に行って実際のモノを調査したり、お客様のところでニーズ（研究開発ネタ）を聞き出したりする等、研究所の外で仕事をする機会は多々あります（実際のモノを見て学ぶことは研究者にとって最も重要なことの一つです）。

また、海外出張や国際学会に参加できるチャンスもあり、グローバルに働くことができる環境が整っています。



組織で闘う！

仕事で壁にぶつかる時は多々ありますが、一人で悩んでいても解決の糸口はなかなか見つからないものです。そんな時、研究所には各分野のスペシャリストがいるので、周りの人にアドバイスをもらう事で、問題解決に繋がるばかりか、考え方の視野も広がり、幅広い知識を吸収することができます。

このように、研究所には一丸となって問題を解決できる組織力がありますし、組織全体で物事に取り組もうとする良き風土があります。



オフの時間は何をしていますか？

現地で観光、ご当地名物探し！

出張で全国各地を廻ることが多いのですが、現地出張中でオフの時は、各地の観光スポットまで足を伸ばします。各地には必ずと言っていいほどご当地の名物があるので、酒の肴になるような旨い物を探索しています。福井県敦賀市の「鯖のへしこ」はおススメです。

やる気充電！

普段の休日は仕事スイッチをオフにし、おいしいものを食べたり、買い物に行ったり、子供と遊んだり（体力は消耗）、勉強したりと、月曜日に向けてやる気を充電しています。「休むときは休む」、「遊ぶときは遊ぶ」、「仕事するときは仕事する」といったメリハリのある生活をおくるよう心がけています。



総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

製造研究部

Manufacturing Technology
Research Department

概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

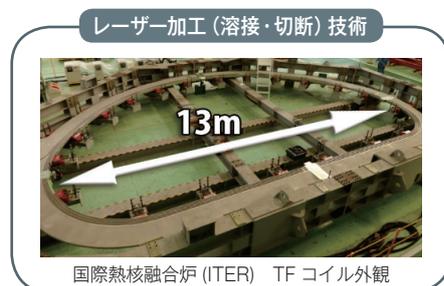
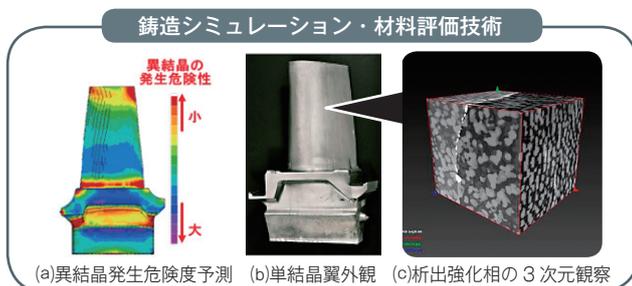
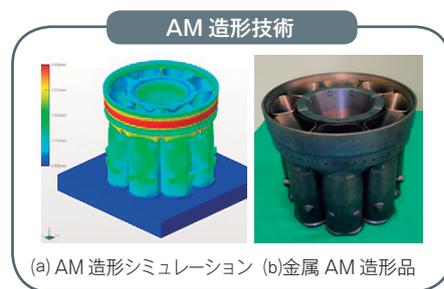
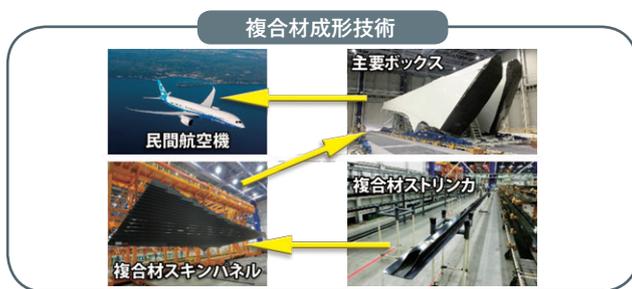
研究部概要

製造研究部は、三菱重工グループ製品のものづくりを支える基盤技術（AM造形（金属、セラミックス、樹脂）、機械加工、塑性加工、複合材成形、溶接、レーザ加工、接合、表面処理、コーティングなど）の研究・開発に取り組んでいます。

身近なエアコンから産業機械、ガスタービン、原子力プラント、航空機、ロケットなどを対象に、その活動範囲は要素技術開発から製造現場への実用化まで幅広い分野に及びます。

私たちは、常に最先端の技術を追求し技術力を高めるとともに、新製品開発・信頼性向上・生産性向上を通じた社会への貢献を目指しています。

主要技術



研究開発対象製品

- ・ 発電用ガスタービン、蒸気タービン、原子力発電プラント
- ・ 民間航空機、防衛航空機、ロケット、航空機用エンジン、ロケットエンジン、特殊車両、飛昇体、艦艇
- ・ 冷熱製品、ターボチャージャ、交通システム



ガスタービン・蒸気タービン

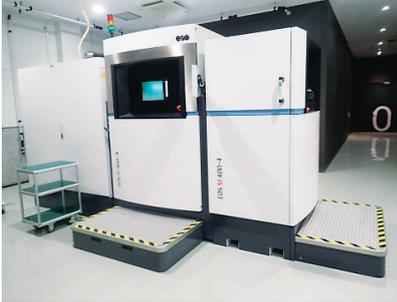


H-II ロケット

その他の情報は
こちらから



主要実験設備



金属AM造形装置



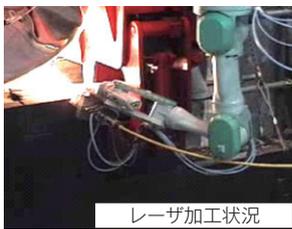
金属AM造形装置



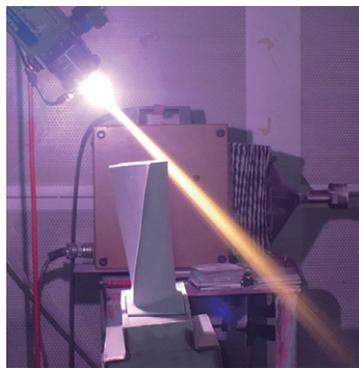
セラミックスAM造形装置



複合材AM造形装置



レーザー加工装置



プラズマ溶射装置



マイクロフォーカスX線CT

開発事例

(1) 摩擦攪拌接合 (FSW) を用いた高信頼性ロケット推進薬タンクの開発

H-IIロケット推進薬タンクの開発では、新方式の摩擦攪拌接合 (FSW: Friction Stir Welding) の装置、接合プロセスの開発を製造研究部がリードし、世界に先駆けてロケット推進薬タンクにFSWを全面適用しました。また海外から輸入していた大型のタンクドーム部品 (直径 5m) についても、スピニング加工を用いた製造プロセスを開発し、製品事業部と協力して自社で製造できるよう技術確立しました。



H-IIロケット推進薬タンク



タンク内面から見たFSW接合部



接合状況

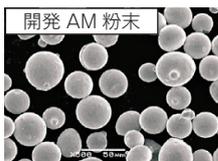


接合部断面

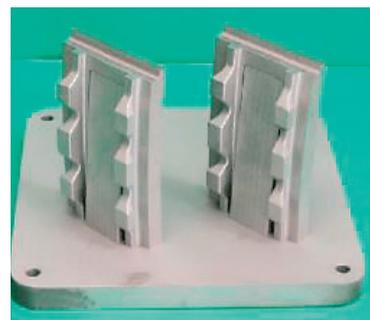
(2) AM金属造形技術を用いた複雑形状部品の開発

ガスタービンの高性能化のために内部複雑冷却構造を有するガスタービン高温部品 (分割環) を、AM造形装置を用いて製作しました。この技術開発は製造研究部がリードし、金属AM造形用の粉末開発や、造形条件・熱処理条件を最適化して高品質の部材を開発しました。

開発技術は、その他にも当社グループ製品の性能向上やコストダウンにも貢献しています。



造形状況



造形品外観

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

複合材製造技術の開発

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部



材料系

製造研究部
2016年入社

複合材はどのようなところに使われていますか？

複合材は炭素繊維・ガラス繊維などの強化繊維とマトリックスである樹脂とで構成され、軽量・高剛性であるためさまざまな製品に使用されています。

当社では航空機、ロケット、交通車両などに使用されており、その材料特性を活かすことで製品の性能向上に貢献しています。

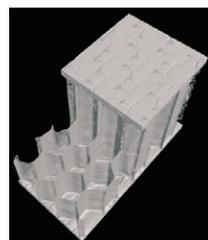


複合材の製造技術開発ではどのようなことを行いますか？

「複合材」と一口に言っても、材料と製造プロセスの組み合わせは多岐に渡ります。複合材研では製品に求められるQCD（品質・コスト・納期）を達成するため、様々な材料・プロセス・検査技術の開発に取り組んでいます。

私はそれら開発技術の中でも特に複合材のAM造形技術に注力しています。AM造形は従来の製造方法と異なり図面から物体を直接製造できるため複雑な工程や成形型が不要であり、大幅なコスト・リードタイム削減を可能とする新しい技術です。

この技術を製品製造にいち早く取り入れるため、新技術の調査、造形条件の適正化、実製品への適用推進などを行っています。

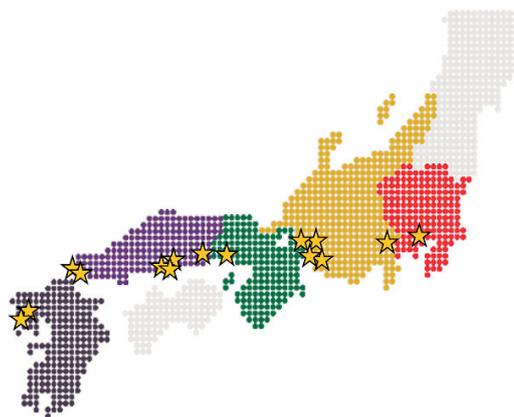


実際の製品への適用事例を教えてください。

複合材のAM造形技術は既に20以上の事業部・グループ会社で適用が進められており、加速度的に適用範囲が拡大しています。

例えば、当社で製造している航空機などの大型製品は工程が非常に複雑であるため多数の治工具を使用しています。それら治工具は機械加工により製造することが多く、加工コストと入手までのリードタイムがネックであるため、AM造形が力を発揮しています。

また、防衛製品や発電プラントの保守・整備用装置は多品種少量生産であるためブロック材からの削り出し部品も多く、AM造形によって歩留りが向上し大きなコスト低減効果を得ることができます。



複合材3D造形の適用を進めている事業所(☆印)

この会社で働く魅力は何ですか？

多くの魅力ある製品に携われる！

社会を基盤から支える火力発電・原子力発電などのインフラ、多くの人・モノを乗せて運ぶ航空機・船舶・交通車両等の輸送機械、人々の暮らしを守る防衛機器など、当社はワクワクする製品に溢れています。研究所は当社 G 全体に最新技術を横通しすることを使命としており、多くの製品の面白さに触れる機会があります。

さらに、製品開発の節目にはロケットの打ち上げ、航空機の初飛行など、涙を流すほど感動する瞬間に立ち会うチャンスがあります。自身の開発した技術が製品となり、社会を動かしていく姿を目の当たりにできることは、何ものにも代え難い魅力だと思っています。



研究所での仕事ってどんな仕事？

最先端の技術を開発

研究所では世界最先端の技術を製品に適用するため、技術調査、研究計画の立案・遂行、事業部の技術支援を行っています。高い技術力が求められるため、優秀な先輩方に協力を仰ぎながら自身のアイデアと考察を活かし、困難な課題への挑戦を続けています。

海外の学会・展示会へも積極的に参加し、世界の技術レベルに対して自分がある位置にいるか常に意識しています。2018年には仏国、米国、独国にて技術調査を行い、世界のトップレベルがどこにあるかウォッチするとともに、調査成果を研究開発に還元しています。

全社を通じた技術の横通しと製品適用を支援

総合研究所では研究室にこもって研究するだけでなく、全国各地の事業所に足を運び技術を横通しし、実際にものづくりを行う現場に立ち会いながら最新技術の適用を支援しています。

現場では人、物の状態や製造環境、量産を見据えたプロセス構築など、多くの要因を考慮する必要があります。困難な壁に直面することもあります。苦しい時こそ自分の真価が発揮されると信じ、共に働く仲間と粘り強く取り組んでいます。



世界最大級の複合材展示会（パリ）

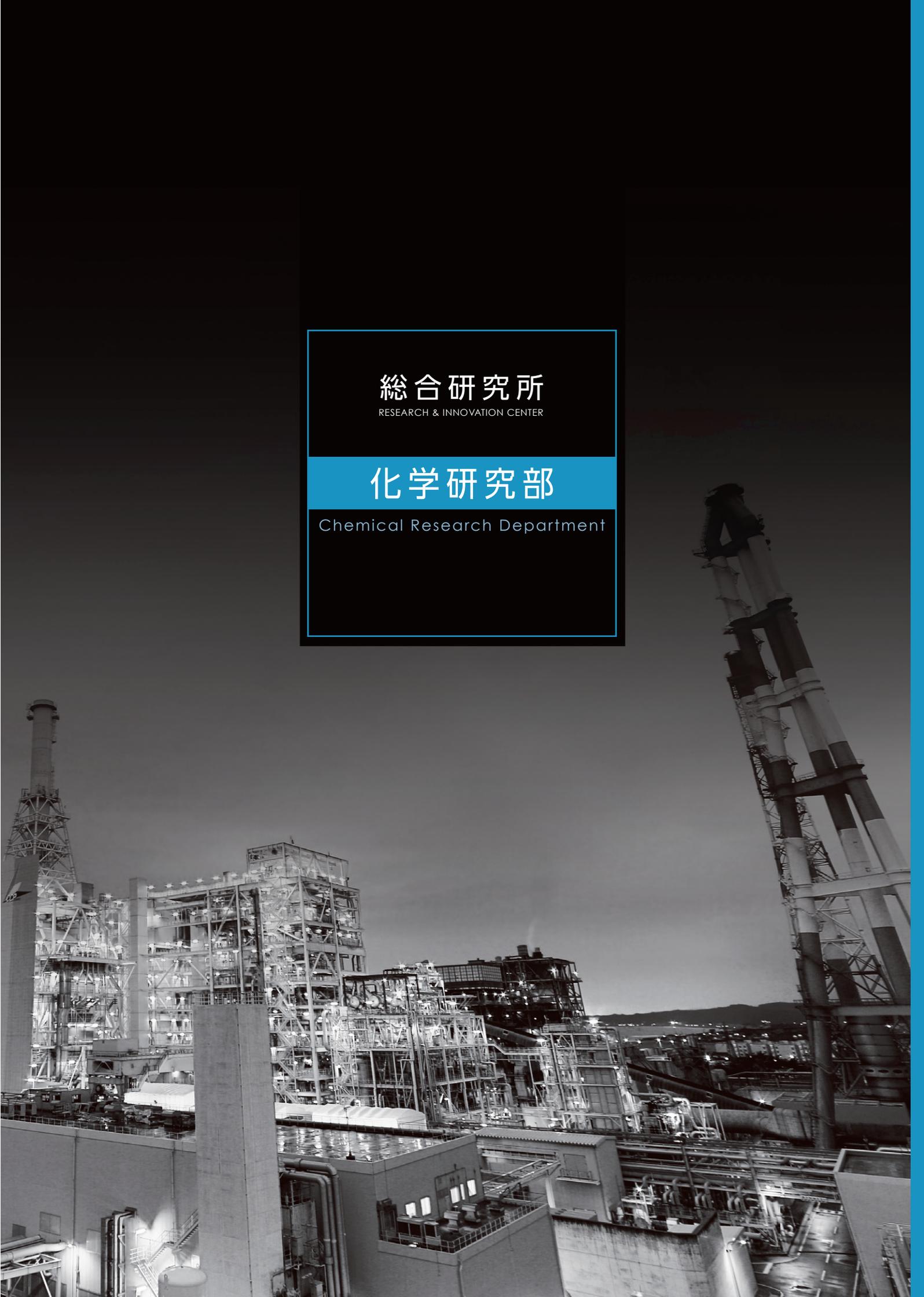


オフの時間は何をしていますか？

野球、ゴルフ、スノーボードなど、季節によっていろいろなスポーツを楽しんでいます。同期の人数が多いため、いつでも遊ぶ仲間困らないのも良いところです。麻雀やゲームなど、インドアな遊びも大好きです。

継続的に自己研鑽も続けています。英語の勉強は業務の助けとなるだけでなく、プライベートの海外旅行でも役に立っています。





総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

化学研究部

Chemical Research Department

概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

研究部概要

化学研究部は、化工・反応、触媒・機能材、化学分析、腐食防食などの要素技術を基盤として、最新の火力・原子力発電プラントや燃料電池などの新エネルギー関連製品や、海水淡水化プラントや排ガス処理プラントなどの環境保全関連製品、更には航空機・エンジンなどの物流輸送機器といった広範に渡る三菱重工グループ製品の性能・品質向上、次世代製品の研究・開発に取り組んでいます。その際、最新の熱流動シミュレーション技術や分子シミュレーション技術と実験技術を融合・駆使し、また、大型の国家プロジェクトや国内外の大学・研究機関等との最先端技術の共同開発にも活発に取り組むことで、目まぐるしく変化する事業環境に対応した製品技術をタイムリーに提供しています。

主要技術

(1) 化工・反応

物性推算技術、固気・気液・固液反応制御技術、吸着分離制御技術、化学反応・プロセスシミュレーション技術、生物反応制御技術

(2) 触媒・機能材

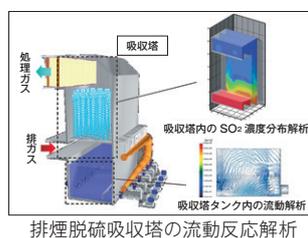
触媒・機能材の設計評価技術、界面・レオロジー制御技術、燃料・高分子評価技術、分子シミュレーション技術

(3) 化学分析

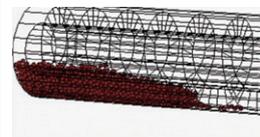
ガス分析技術、液体分析技術、固体分析（表面・界面・状態分析）技術

(4) 腐食防食

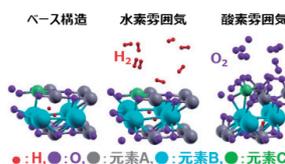
腐食評価・抑制技術、腐食・防食設計技術



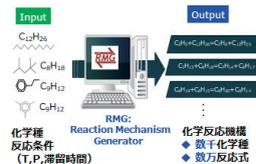
排煙脱硫吸収塔の流動反応解析



スクリー式アッシュクーラ内粉粒体輸送挙動解析



分子シミュレーションを用いた低温アンモニア合成触媒の開発



炭化水素熱分解反応機構の解析技術

研究開発対象製品

(1) エネルギー関連製品

発電プラント（GTCC、火力、IGCC、原子力）、燃料電池、二次電池、バイオマス利用技術、石炭改質、合成ガス精製



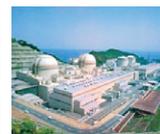
ガスタービン
コンバインドサイクル



火力発電プラント



IGCC プラント



PWR 原子力
発電プラント

(2) 環境関連製品

排煙脱硝、排煙脱硫、CO₂回収、海水淡水化、環境装置

(3) 化成品製造プラント

アンモニア・尿素、メタノール合成、テレフタル酸

(4) 物流輸送機器

航空機、船舶・海洋製品、エンジン、宇宙関連製品



排煙脱硫装置



排煙脱硫装置



CO₂ 回収装置



海水淡水化プラント



メタノールプラント

その他の情報は
こちらから



主要実験設備



触媒活性・性能評価試験装置



誘導結合プラズマ質量分析装置



無機・環境・燃料分析装置



CO₂回収パイロット装置



高温高圧ループ腐食試験装置



逆浸透膜モジュール試験装置



電解加工要素試験装置



流動床反応試験装置

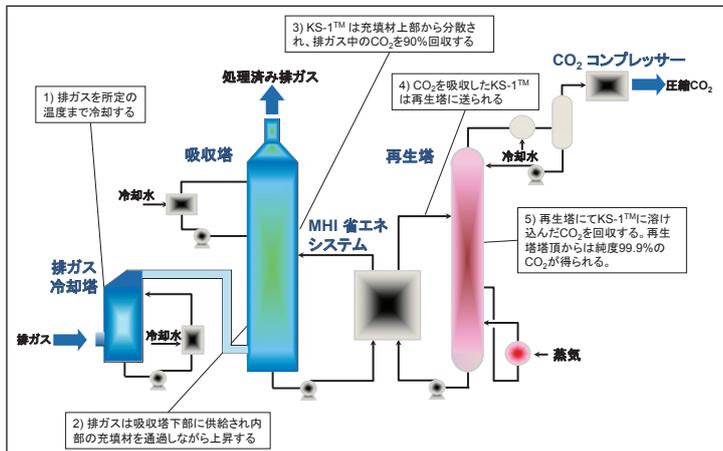
開発事例

(1) CO₂回収装置

火力発電所排ガスから効率的にCO₂を回収するため、アミン吸収液KS-1™を用いたKM CDR Process®を開発しました。1999年の初号機以降、国内外で多数の実機を稼働させており、2016年には米国で世界最大のCO₂回収装置を納入しました。この技術は大河内記念技術賞を受賞し、海外業界誌 (Power Magazine 等) にも紹介され、高く評価されています。



世界最大のCO₂回収装置 (CO₂回収量 4,776トン/日)

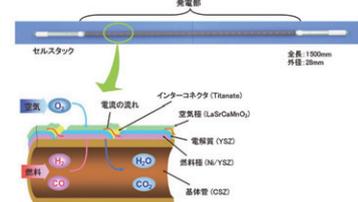


CO₂回収装置 (KM CDR Process®、関西電力(株)と共同開発)

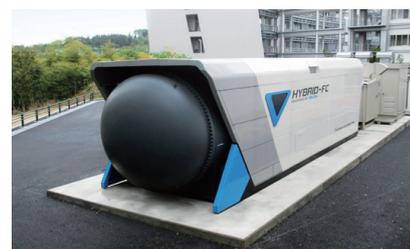
(2) 固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

ハイブリッドシステムを市場投入

業務・産業用に開発した固体酸化物形燃料電池 (SOFC: Solid Oxide Fuel Cell) とマイクロガスタービン (MGT) の組み合わせによる加圧型複合発電システム (ハイブリッドシステム) の販売を開始 (2017年)。



SOFCセルスタックの構造



SOFC250kWマイクロガスタービンハイブリッドシステム

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

CO₂ 回収プラントにおける吸収剤・製造技術開発

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部



化学系

化学研究部
2017年入社CO₂ 回収プラントにおける吸収剤開発の役割とは？

当社グループが持つCO₂回収プラントは、石炭、天然ガスといった広範囲な燃焼排ガスからCO₂を回収し、きれいになった空気を大気中へ放出しています。回収したCO₂は肥料やプラスチックの原材料に再利用したり、枯渇した油田・ガス田に圧入して閉じ込めたりします。現在、CO₂回収にはアミン系溶媒を使った化学吸収法を採用しており、排ガスからのCO₂回収割合は90%以上と既に高い技術力を有していますが、適用セクタの拡大やコスト低減、性能向上を目指して、さらに新しい吸収剤の開発を行っています。使用される吸収剤は、装置の性能を決定する重要な役割を担っており、私達研究チームの責任も重大です。

どのようなものを開発・評価するのですか？

CO₂回収プラントのCO₂吸収性能を向上するために、CO₂吸収剤として重要な物性は何かを特定し、その製造方法の検討を行っています。現在はラボレベルで新しい吸収剤の作製、物性分析、及び製造方法の検討を行っています。当社グループが既に保有している吸収剤とは全く異なる新しい材料開発であるため、一から文献調査や実験などを行い、少しずつ技術を進歩させています。作製した材料については、近いうちに、実際の運転環境を模擬した試験環境での性能評価も行う予定です。

CO₂ 回収プラント

実際の製品への貢献を聞かせてください。

従来よりも高性能である吸収剤を開発することができれば、当社の新製品開発に貢献することができます。また、CO₂回収プラントの性能向上が実現し、当社のCO₂回収プラントが世界中に普及すれば、現在世界が目標としているカーボンニュートラル実現にも大きく貢献できると考えています。今後も、チーム一丸となって開発を進めていきたいです。

この会社での働き甲斐は何ですか？

当社は社会インフラを扱う製品が多く、自分が関わる製品が社会に及ぼすインパクトが大きいいため、責任が大きい分、働く上でのやりがいにつながっています。また、先輩社員は知識が豊富で優秀な方が多く、自分が成長できる職場であると感じながら仕事ができることも、働き甲斐に繋がっていると感じています。



業務の様子

研究所での仕事ってどんな仕事？

当社の約500製品すべてに関わるチャンスがある

研究所では、一つの製品のみを担当するのではなく、エネルギー・環境・航空宇宙・社会基盤といった当社約500製品の全てに携わる可能性があります。私は入社して5年目になりますが、既に発電プラントやロケット、産業機械などあらゆる製品に携わりました。また、新製品や新技術の開発から既存製品のトラブル対応まで、広い範囲で製品に関わることが出来る点も、研究所ならではの面白さを感じています。



PWR 原子力発電プラント

国内外問わず、あらゆる研究機関と連携して研究を進める機会がある

当社研究所は、社内だけでなく、社外の最先端の技術を有する研究機関や大学と連携しながら研究を進めることもあります。そのため、共同研究先への訪問や有識者へのヒアリングの機会も多いことから、コロナ禍で大分減りましたが、出張も多いです。私の場合も、原子力関係の開発業務においてフランス、チェコの研究機関と共同で研究を行っており、実際にフランスやチェコに赴き、研究成果報告や意見交換、試験状況の視察などを行う機会をいただきました。社内外、国内外の壁を越えて一緒に一つの目標に向かって研究開発を行い、研究成果が得られた際の喜びをみんなで共有できることは、貴重な経験だと感じています。



チェコ出張時の写真

オフの時間は何をしていますか？

家族や友人と外出や旅行でリフレッシュ

最近は海外や遠方にはなかなか行けないのですが、国内の近場に旅行へ行ったり、ご飯を食べに行ったりしています。身近な場所にも素敵な景色や美味しい料理に沢山触れられることに気づきました。平日は仕事、休日はリフレッシュとメリハリをつけて過ごすことを心がけています。

本を読んで新しい情報を吸収

最近は読書に目覚め、広いジャンルの本を読んでいます。業務に関わる内容だけでなく、ビジネス関係や小説など、興味の赴くままに読んでいます。

化学研究部の女子で
岡山旅行へ行った際の写真

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

強度・構造研究部

Strength Research Department



概要

サービステクニク

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

研究部概要

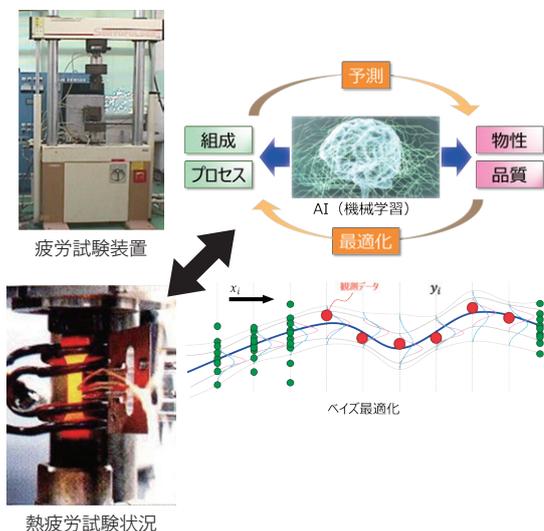
強度・構造研究部は、エネルギー・環境（ガスタービン、蒸気タービン、風車等）、交通・輸送（船舶等）、防衛・宇宙（航空機、ロケット等）、機械設備など三菱重工グループ全製品の材料強度・構造強度技術を支援しています。

高度な数値シミュレーションや実験技術をベースに、疲労強度・高温強度・衝撃強度・破壊力学などの評価技術を駆使し、製品に共通な基盤技術と固有な技術を融合させ魅力ある“ものづくり”に貢献しています。

主要技術

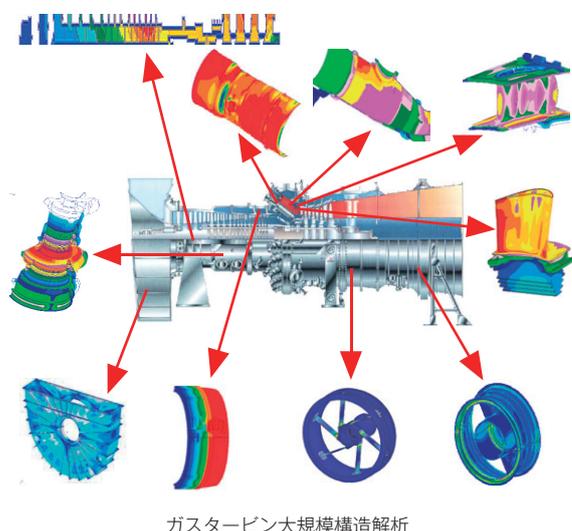
高度な実験・評価技術

疲労試験（高温、水中）、精密材料試験、大型機械試験、衝撃試験など多種多様な試験技術、MI（マテリアルインフォマティクス）技術を有しています。

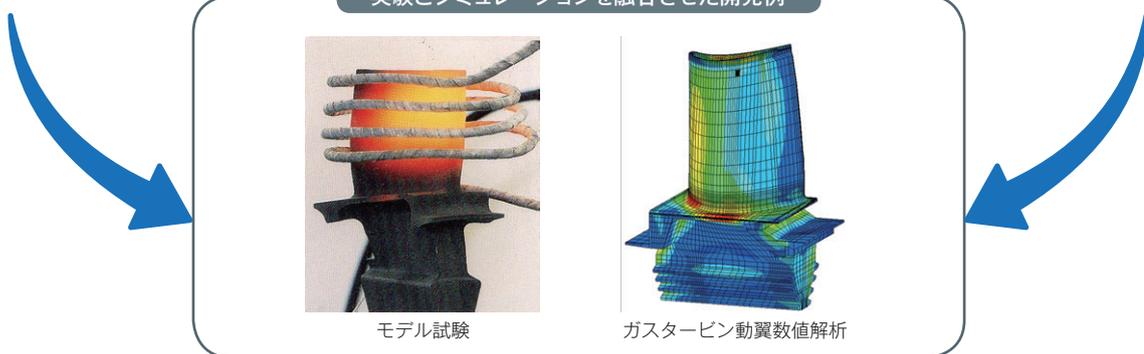


世界最先端の数値シミュレーション技術

24TFlopsの構造解析設備、Abaqus、LS-DYNA等の解析コードを用いたシミュレーション技術を有しています。



実験とシミュレーションを融合させた開発例



研究開発対象製品

- ・船舶、航空機、風車
- ・発電プラント（火力、原子力）
- ・宇宙機器（ロケットエンジン等）、防衛関連機器
- ・回転機器（車両用・船用ターボチャージャ、蒸気タービン）
- ・発電用ガスタービン、蒸気タービン及び周辺設備
- ・ジェットエンジン
- ・ディーゼルエンジン
- ・大型鉄鋼構造物（遊戯施設、交通設備・機器）
- ・風力機械（産業用コンプレッサ、駆動用蒸気タービン）
- ・橋梁・煙突・免震・制振装置
- ・大型工作機械
- ・製鉄機械

その他の情報は
こちらから



主要実験設備

(1)強度試験設備

- ・引張試験
- ・疲労試験
- ・高速引張試験
- ・大型疲労試験
- ・超高速疲労試験



1.5MN大型疲労試験機

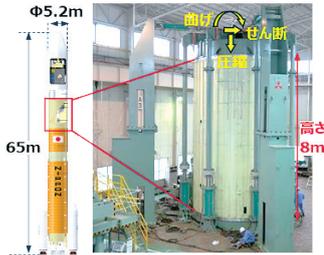
(2)高温強度試験設備

- ・クリープ試験
- ・高温内圧バースト試験
- ・高温疲労試験
- ・高温水中疲労試験
- ・高温高速回転試験



高速回転試験 破壊の瞬間の状況

(3)大型製品の構造物実験設備



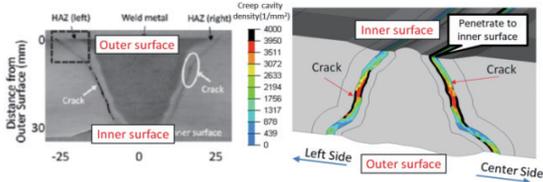
ロケットの座屈試験



民航機の全機疲労試験

開発事例

(1)高温損傷評価



配管クリープ試験

クリープ損傷シミュレーション

(2)構造物破壊評価

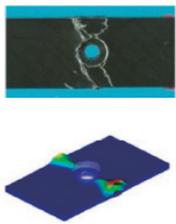


原子力格納容器モデル座屈試験

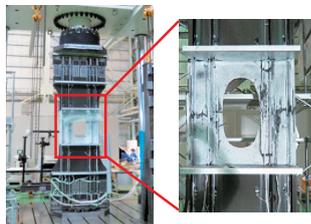


座屈シミュレーション

(3)複合材破壊評価

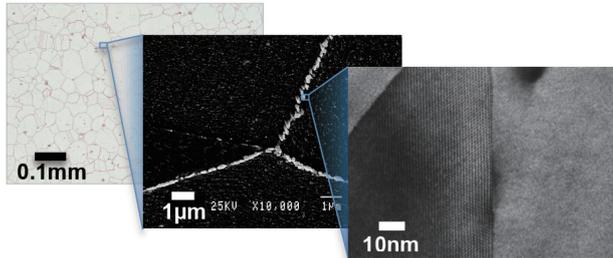


CFRP損傷シミュレーション



CFRP損傷シミュレーション

(4)材料評価 / 余寿命評価

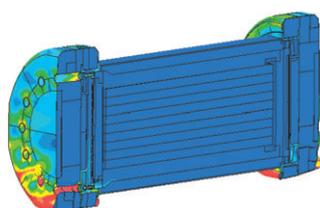


応力腐食割れ寿命改善のための材料ナノ組織制御

(5)衝撃破壊評価



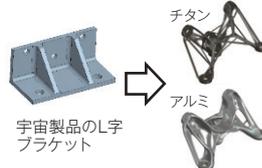
キャスク落下試験



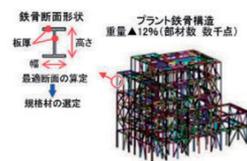
動的破壊シミュレーション

(6)構造最適化技術

ジェネレーティブデザイン活用



トポロジー最適化



鉄骨構造最適化

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

製品開発を支える強度評価技術

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部



機械系

強度・構造研究部
2012年入社

製品開発に求められる強度評価技術とは？

当社グループでは、エネルギー機器製品（ガスタービン、原子力）をはじめ、航空宇宙、船舶、防衛機器、環境装置に加え、ケーブル観覧車のような遊戯施設など数多くの製品開発を行っております。

製品開発の中では、製品の強度を確保し、信頼性の高い製品を世の中に提供することが必要不可欠です。そのため、対象製品に対して、様々な使用環境下を想定し、高温強度、耐震強度、疲労強度、座屈強度、衝撃強度などの側面から、構造物強度試験技術と解析技術を駆使した強度評価を行っています。



構造物強度試験・構造解析技術としては何をしていますか？

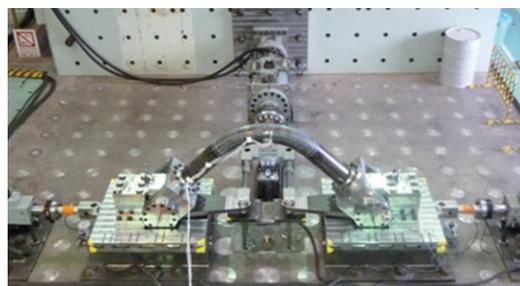
構造物強度試験では、2,000トン級反力壁と荷重載荷装置を組合せた複合荷重載荷試験を実施しています。

例えば発電プラントにある配管には地震時に慣性力が複合的に作用します。実環境に近い複合的な荷重を再現した載荷試験を実施することで、構造物の変形挙動を把握するとともに、構造物の最終的な耐力を確認し、製品の信頼性を評価しています。



試験を再現した構造解析

構造解析技術としては、大変形弾塑性構造解析技術を活用しています。弾塑性とは鋼材の変形特性を表す言葉で、例えば金属バネを軽く手で引張ってその手を放すと元に戻りますが、バネをさらに大きく引張るとバネは伸びきったまま元に戻りません。このような変形特性を考慮し、製品の使用環境を再現した大変形構造解析を実施することで、構造物に生じる応力状態を把握し、製品全体に対して抜ける強度評価を実施することができます。



実際の製品への貢献を聞かせて下さい。

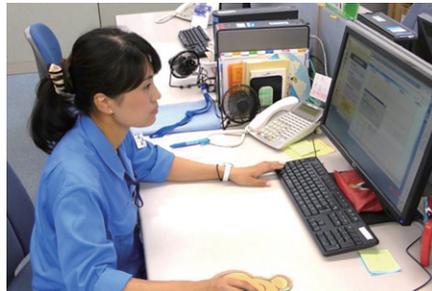
発電プラントは数多くの配管、設備があり、発電プラントの耐震評価では、これら配管、設備に対する強度評価が必要不可欠です。また、想定される地震動に対する耐震裕度を精度よく求めることが求められます。

そこで、これら配管、設備に対する強度評価として、複合荷重載荷試験と大変形弾塑性解析技術の両面からアプローチし、各製品の耐震裕度を確認することで、発電プラントの信頼性向上に貢献しています。

研究所のいいところを教えてください。

実際の製品の計測業務にも携わります！

解析業務だけではなく客先に納入した製品の計測業務を行います。本物の製品を見ることで、なぜこの問題が起こったのか原因を分析する時にとても役に立ちます。



困ったときは、各分野の専門家に聞こう！

研究所では、あらゆる分野の専門家がいますので、技術面で議論する機会がたくさんあり、情報を共有することができます。

研究所での仕事ってどんな仕事？

新たな技術開発を調査、研究しています！

既存の技術だけではなく、常に新しい技術を開発、習得するために、日々調査し、研究を続けています。解析技術については、解析時間の短縮が可能な大規模構造解析を構築したり、正確に強度評価できる解析技術を開発しています。



製品の問題解決に取り組んでいます！

私は、高砂地区の主力製品であるガスタービンに関わる仕事が多いですが、遊戯施設や原子力構造物、航空機など、他事業所の製品に関する仕事もあるため、あらゆる製品に対応した幅広い知識を持つことができます。

その知識を活用し、製品の課題に対して原因分析を行ったり、対策構造を積極的に提案しています。



若手中心の活動もあります！

事業所、研究所の20代が中心となる活動に積極的に参加しています。夏には会社の夏祭りもあり、若手一丸で盛り上がります。

また、研究所では若手が主体となって、業務のカイゼン活動もあり、男女の隔てなく話し合える場があります。

オフの時間は何をしていますか？

週末は旅行に行って心身ともにリフレッシュ！

休日は電車や飛行機に乗って旅行によく行きます。1泊2日をフル活用して思いっきり遊び、日々の業務から少し離れて、「また来週から頑張ろう」と気持ちを切り替えています。

オフでも勉強しています！

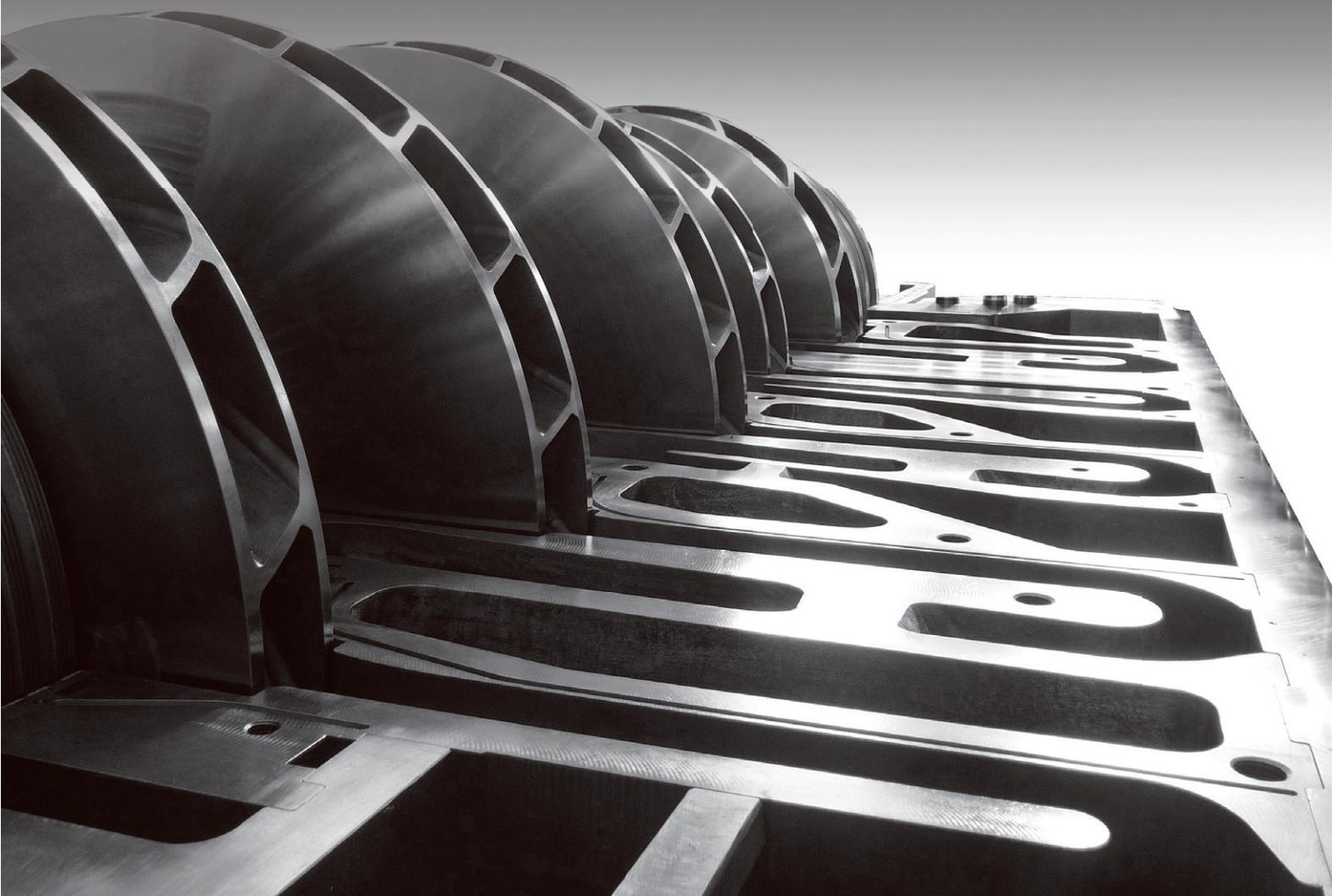
大学で学んだ知識だけでは仕事ができないことが多くあります。会社に入ってから、自分から本を読んで勉強するようになりました。また、仕事に関わる知識だけではなく、いろんな資格を受けて、自分自身をステップアップさせています。

総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

振動研究部

Vibration Research Department



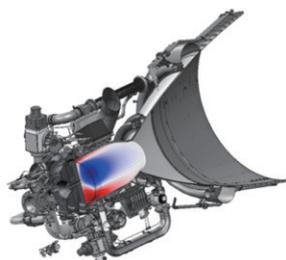
研究部概要

振動研究部は、回転機械、大型構造物、交通機械、産業機械の振動、流体関連振動、耐風・耐震、免震・制振、騒音・音響等、振動・騒音全般に関する研究・開発業務を行っています。FEM、CFD、ロータダイナミクス、マルチボディ・ダイナミクス等を駆使して製品の研究・開発に取り組み、信頼性向上と低騒音・低振動化により、環境にやさしく、社会に受け入れられる製品の開発に貢献しています。

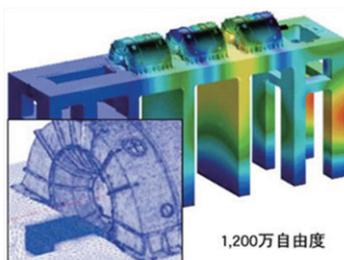
主要技術

(1) 最先端のシミュレーション技術

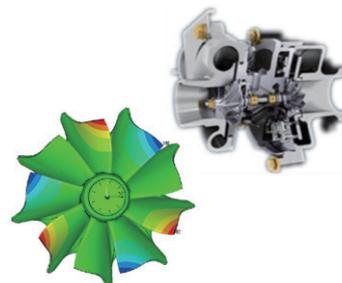
- ・ ロケットエンジンやガスタービン燃焼振動抑制のための音響FEMを利用した車室と燃焼器の連成解析技術
- ・ 回転翼等の空力発生音低減のための音響CFD開発
- ・ 数1000万自由度規模の大規模モデルを並列計算で効率的に解くための解析手法構築
- ・ 走行体の乗り心地と軌道トレース精度を両立させるためのマルチボディダイナミクスと制御との連成解析技術
- ・ 大規模モデルを使用した大型回転機械の架台・車室・軸の連成振動解析技術
- ・ FEMとCFDを利用した翼やインペラの固有振動数や振動応力の予測技術



燃焼振動解析



架台・車室・軸の連成振動解析



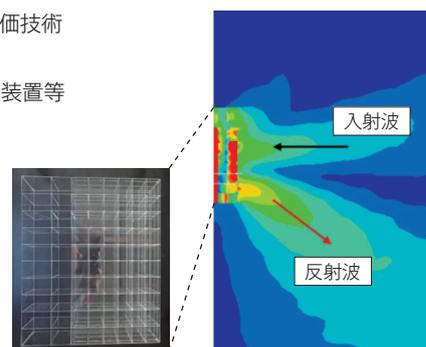
翼・インペラの振動解析

(2) 高度な実験評価技術

- ・ 大型三次元振動台を利用した耐震試験による機器の耐震安全性と信頼性評価技術
- ・ 大型貯水タンク・配管系の座屈現象や終局に至るまでの耐震裕度評価技術
- ・ 地震・風等に起因する構造物振動抑制のための制震装置やアクティブ制振装置等の開発
- ・ 画像計測技術を用いた構造物の振動評価システム

(3) 製品の付加価値向上に繋がる新技術

- ・ 軽量化と振動強度を両立させる構造最適化技術
- ・ メタマテリアル等の新材料、振構造を適用した騒音低減技術
- ・ センシングや機械学習を利用した機械状態監視技術



メタマテリアルによる音波反射制御

研究開発対象製品

- ・ 発電用ガスタービン、蒸気タービン、ボイラ、産業用コンプレッサ、原子力機器
- ・ 航空機、ロケット、新交通システム、船舶、フォークリフト
- ・ 製鉄機械、運搬機械（クレーン）、空調機器、煙突、免震・制振装置、橋梁
- ・ 大型ディーゼルエンジン、小型エンジン、ターボチャージャ

その他の情報は
こちらから



主要実験設備

(1) 大型三次元振動台

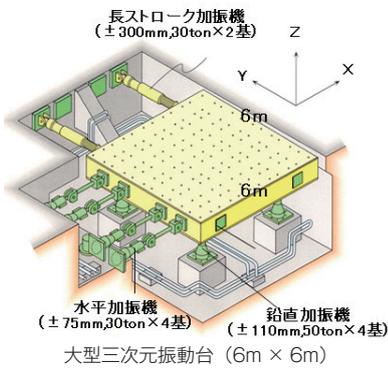
本装置は、6m四方のテーブルを油圧加振機により3方向から支持したものであり、阪神大震災を上回る規模の地震動が再現可能な仕様です。この振動台を用いて原子炉容器や蒸気発生器等の原子力プラント主要機器や、橋梁、タービン架台等の製品の耐震安全性や信頼性を検証しています。

(2) 動電型振動試験装置

本装置は、広周波数帯域（～2000Hz）、大ストローク（100mm^{pp}）の動電型加振機であり、主に各種衛星等の宇宙機器の開発において、加振試験により振動強度を評価しています。

(3) 大型無響水槽

本装置は、世界最大級の無響水槽（12m × 12m × 8m（深さ）、試験周波数：1kHz以上）であり、水中送受波器の音響特性、船舶等からの放射雑音特性、水中の物体の吸音特性、反射特性等を精度よく計測できます。これにより、船舶や水中機器の低騒音化へ貢献しています。



大型無響水槽 (12m × 12m × 8m)

開発事例

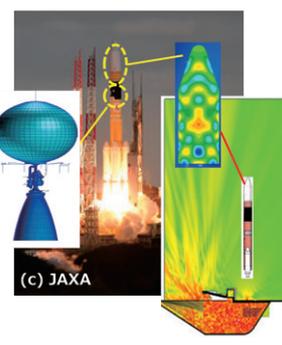
各種製品の低振動化、静粛化に向けた取組みを推進しています。また、製品使用環境の拡大ニーズに応えるため、実験技術と融合させたハイブリッド技術や流体、機構、熱などの幅広い分野との連携しながら製品の開発支援を行っています。



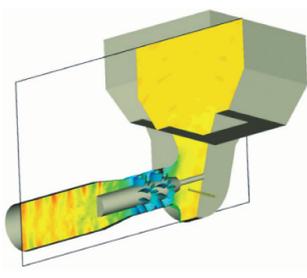
東京スカイツリー風揺れ用制振装置の性能検証



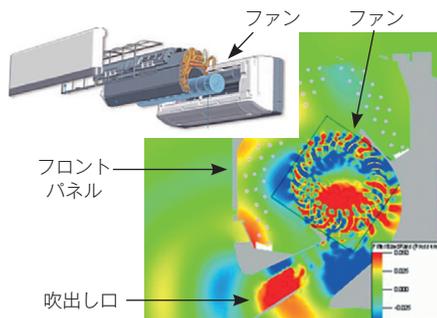
ターボチャージャー翼部流体解析



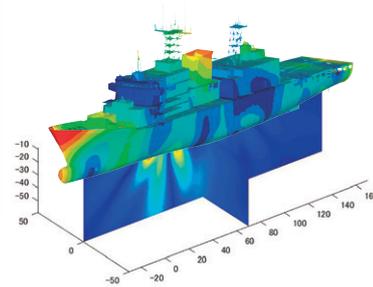
ロケット 騒音・振動解析



低騒音軸流ファンの開発



流音騒音解析技術



船舶 騒音・振動解析

回転動翼の信頼性に関する解析技術

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部



機械系

振動研究部
2015年入社

製品開発において振動・音響技術をどのように役立てていますか？

車両用・船用・発電用エンジンに必要な不可欠なターボチャージャは、排気ガスのエネルギーを動力に変えコンプレッサを回転させることで圧縮空気をエンジンに送り返す役割を担っています。高温環境下において高速で回転する動翼は絶えず流体から加振力を受け、加振周波数が翼の固有振動数と一致した場合には共振が発生し、大振動により機械の性能や健全性に影響を及ぼします。翼振動以外にも回転軸自身のアンバランス振動・非同期振動やエンジンの爆発起振力に起因する振動など構造物を加振する要因は数多く存在するため、これらの振動を抑えターボチャージャの信頼性を支えることで、エンジンの高出力化、高効率化を実現します。さらに、実際の製品のように複雑な構造物では、共振以外にも複雑な振動現象が発生したり、回転体と圧力場との干渉等が原因で騒音が発生するため、より高度な解析・計測技術が求められます。

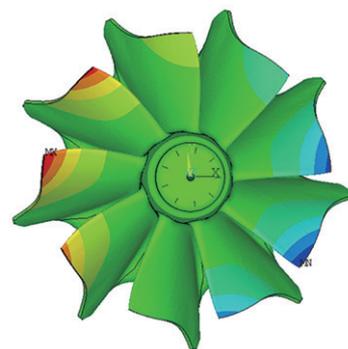
そのため、製品開発に際しては、コンピュータを用いたシミュレーションを行うことで、発生する事象を事前に予測し、低振動・低騒音な設計開発を支援しています。

業務を行う上で大切にしていることは何ですか？

世界の技術動向に目を向けることだと思います。最先端の理論を取り入れた解析では、従来では実用面で取り入れることができなかった因子を考慮することが可能です。

社内で取りためていく技術・ノウハウだけでなく、積極的に最新の知見を取り入れることで、効率的かつ高精度な解析が実施できるので、常にアンテナを広くしていることが重要です。

また、得られた知見を実際的设计段階で取り入れるためには、使いやすいシステムを整備することも重要です。製品開発において予期せぬトラブルを防止するために、どのようにツールへ落とし込むか意識しながら取り組んでいます。

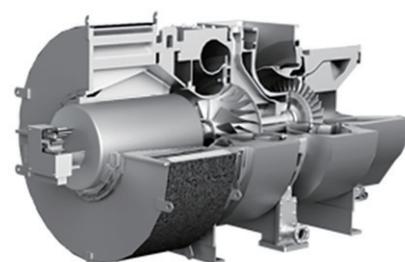


ラジアルタービン振動解析例

実際の製品への適用事例を教えてください。

右図に示すのは船用ターボチャージャの一例です。回転動翼に使用される翼列に対し、一般的な周期構造物に対する解析手法と材料・構造のバラツキを考慮した手法を組み合わせることで、より高精度に振動を予測することを可能としています。

他にも、船舶や風車、ガスタービン、ロケット、航空機などでも同様の規模での計算事例が多数あります。厳しい環境下においても、健全な機械を設計するため、最先端のハードや解析手法を用いた予測手法の開発を行っています。



船用ハイブリッドMET 過給機

研究所の良いところを教えてください。

それぞれの研究部が、一つの技術分野を軸として、数多くの製品開発、設計に関わることができる点が、研究所で仕事をする醍醐味です。要素研究などアカデミックな内容を研究するだけでなく、私たちは実際の“モノ”について解析・計測することも多く、製品に直結した業務を任されていることも魅力の一つだと思います。私たちが低振動な構造を提案するとそのまま製品に適用されるため、緊張感と責任感が伴いますが、仕事のやりがいを感じられるところでもあります。

また、研究所には振動を含め 11 の研究部があり、研究部間の交流が活発に行われています。振動・音響をはじめ、各分野が定期的に情報横通し会を行ったり、複数の研究部で協同で開発にあたる場合も多くあることが特徴です。様々な人と交流することで、お互いに多くの知識や情報を得ることができます。このような人脈作りができるのは、研究所ならではの強みです。



研究所での 1 日を教えてください。

朝出勤したらまずはメールチェックをして、ユニットの人と一緒に 1 日の作業内容を確認し合います。レポートや書類の承認が必要な場合は朝の時点で上司の動静を把握しておきます。

業務中は、それぞれが担当している実験や解析の業務を行ったり、他部署との会議や打ち合わせに出席します。解析や計測はチームで行うので、予期しない結果が出たり作業が滞りそうな場合は近くにいる上司や仲間にすぐに相談します。最近リモートワークを活用する人も増えましたが、コミュニケーションツールが整備されており出勤している時と変わらない環境で仕事ができます。報告書の期限が近いときなどは残業をすることもあります。メリハリをつけて業務に取り組むようにしています。



オフの時間は何をしていますか？

休日は、健康づくりのためにランニングをしています。年に一度駅伝大会が開催され、研究室でチームを組んで出場しています。意外に研究所も体育会系の方々が多いので、負けないようにタイムを上げるのに必死です。ランニングを習慣化する前は、デスクワーク続きのため運動不足になりがちでしたが、頻りに走るようになってから風邪をひくこともなくなり、心なしか仕事のスピードも上がってきたため、体を動かす習慣をつけるのが重要だと感じています。昨年、個人的にエントリーした市民大会では、10km コースを 40 分で走り切り自己ベストを更新することができました。

最近では、友達に勧められてレザークラフトに挑戦しています。キーケースや小物入れなど簡単なものからトライしていて、両親や友達にプレゼントしたりしています。下処理等の工程が多く出来上がるまでに時間がかかりますが、小学校の工作の時間で感じたようなワクワク感を思い出し、気づいた時にはあっという間に時間が過ぎていくことがよくあります。完成した作品には愛着がわき、達成感も感じられます。何より仕事では金属を相手取ることが多いため、柔らかいものに触れることでよいリフレッシュになっています。今後も、生涯の趣味として続けていきたいと思っています。

総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

機械研究部

Machinery Research Department



概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

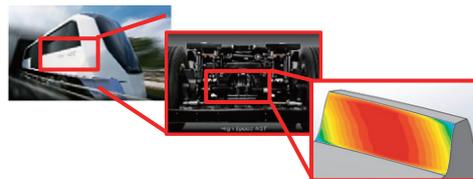
研究部概要

機械研究部は、様々な要素技術を総合して、健全かつ効率的な機械装置を提供すること目的としています。研究員は、機械力学分野を中心に、材料、化学、流体、制御、計算力学など、各々の得意分野に軸足を置きながら、この目的を達成するために、事業部門と連携して研究活動を行っています。

主要技術

(1) 機械要素技術、摩擦・摩耗低減技術

- ・構造、熱、機構、油膜の非定常連成解析によるエンジン軸受評価技術
- ・液体と気体の二相流を考慮したタービン軸受性能評価技術
- ・三次元歯当り解析による歯車動的起振力評価技術
- ・駆動装置の小型化と静粛性を実現する歯車装置設計技術
- ・摩擦損失低減を実現する潤滑しゅう動面改良技術



駆動装置の小型化・静粛化を実現する歯車設計技術

(2) メカトロ自動化技術

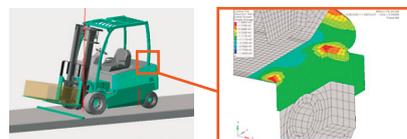
- ・先進の機構、計測、制御を組み合わせたシステムインテグレーション技術
- ・人との協働や分業を可能する自律移動ロボットシステム化技術
- ・特殊環境に対応した小型アクチュエーション・機構技術
- ・機構解析技術をベースにしたロボット統合シミュレーション環境構築技術



巡回点検ロボットシステム化技術

(3) 機構解析技術

- ・製品レベルの大規模MBDモデルによる振動評価技術
- ・MBDによる車体構造の振動応力評価技術
- ・流体力を考慮した挙動及び応力評価技術
- ・熱変形を考慮した製品性能及び損傷リスク評価技術



MBDによる車体構造の振動応力評価技術

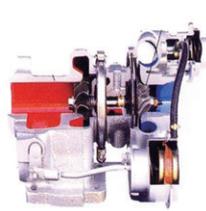
研究開発対象製品



ガスタービン / 蒸気タービン



哨戒ヘリコプタ



ターボチャージャ



新交通



ロケット



フォークリフト



カーエアコン用圧縮機



レジャー施設（観覧車）

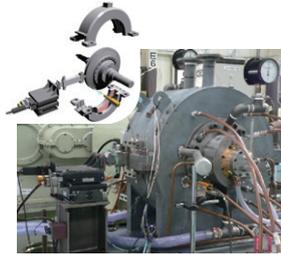
その他の情報は
こちらから



主要実験設備

(1) 軸シール・軸受性能評価試験機

エネルギー節約とCO₂排出抑制のため、発電用タービンの効率向上に取り組んでいます。燃費向上には、タービン内部の漏れを低減する高性能シール、回転動力損失を低減する耐高面圧すべり軸受が有効です(2008年度省エネ・資源エネルギー庁長官賞受賞)。損失低減、摩耗、焼付きを防止する独自の機械要素の開発に取り組んでいます。



高速回転シール試験機
(max15,000rpm)



超大型軸受試験機
(max φ 1,000mm)

タービン、ポンプ等の回転機械に適用されるシール、軸受の特性を評価する当社独自の試験装置

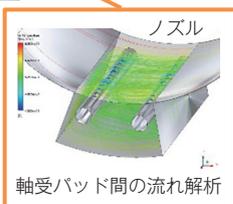
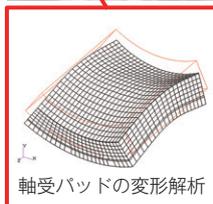
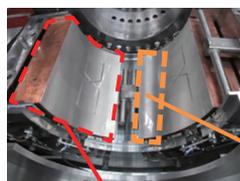
(2) 高真空摩擦摩耗試験装置

宇宙空間で使用される各種装置やCVD装置などの真空機器のしゅう動部の健全性を維持するため、最適な材料の選定を行うことが重要です。この装置は、300℃までの温度範囲で10⁻⁷Torrの高真空での摩擦試験が可能です。

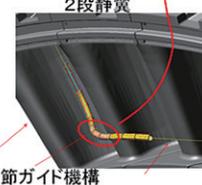
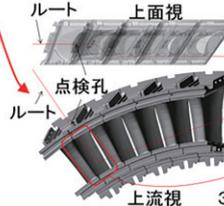
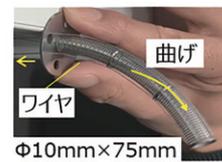
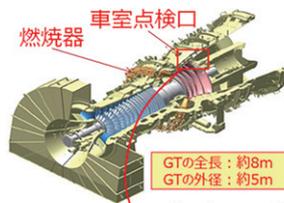


開発事例

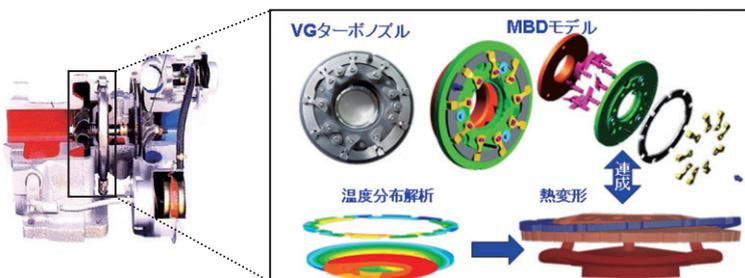
トライボロジー技術、機構解析技術、メカトロ技術をメインに、各種製品の開発支援を行っています。製品の高度化、苛酷化に伴いミクロンオーダーでの挙動把握が要求されており、構造、振動、流体、熱などの他の幅広い技術との連携を考慮した設計が必要とされています。



潤滑方程式とFEMの連成解析やCFD解析を利用したガスタービン/蒸気タービンの低損失軸受の開発



ワイヤ駆動式多関節ガイド機構による閉所検査技術



ターボチャージャの熱変形を考慮した機構解析



フォークリフトの機構解析

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

空調機用小型・高効率スクロール圧縮機の開発

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部



機械系

機械研究部
2008年入社

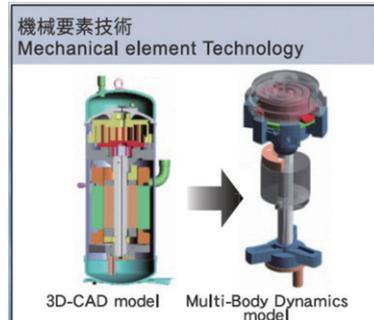
空調機用圧縮機の開発には何が重要ですか？

世の中に高性能なエアコンを提供していくためには、圧縮機の性能を向上させることが重要です。エアコンにおける圧縮機は、車におけるエンジンです。私はエアコンの心臓部である圧縮機の研究をしており、高性能・低騒音圧縮機を作り出すことを目指しています。空調機は、普段の生活の中で身近なもので、高性能であることは必要条件であり、静粛性についても高い要求があります。騒音・振動の問題は、設計段階での事前検討が難しく、試作・試験によって評価することが多いです。また、目標の騒音レベルを満足したとしても、市場で指摘される場合も多くあり、設計段階で騒音・振動対策を入れ込むことが求められています。その要求を満足する手段として、解析技術を活用し、効率的に開発を進めています。

どのような解析をしていますか？

機構解析を多用し、開発を進めています。

機構解析とは、リンク機構等の複数部品の挙動を計算する解析で、部品間の力のやり取りや、変位、速度等が計算できます。圧縮機では、この技術を組み立て公差を考慮した振動計算や、起動時、停止時に起こる部品の過渡的な挙動の理解に活用しています。圧縮機内部の部品は、実験的に可視化することが難しいため、機構解析は対策検討に欠かせないツールの1つです。機構解析を適用する場合、対象製品の力学を十分理解した上で実施しないと、計算の結果の妥当性が判断できません。十分に机上検討を行い、解析と合わせて振動や圧縮機内部の圧力を計測し、実際に起こっている現象を把握することが対策検討の第一歩です。



実際の製品への貢献を聞かせてください。

当社グループが製造しているスクロール圧縮機とは、2つの渦巻き形状を有した部品（以下、スクロール）を噛み合わせ、一方を公転運動させることで、冷媒を圧縮する圧縮機です。

公転運動するスクロールは、稼働するために必要な隙間を有しているため、起動や停止時に不安定な動きが起こります。その際に、色々な部品が衝突するため、騒音・振動が発生します。この問題に対して、機構解析を適用し、接触箇所、及びスクロールの遊動メカニズムを明らかにし、騒音・振動低減に貢献しました。

当社グループのなかでは数少ない量産製品を取り扱っており、街中で自分の開発した製品を見かけることがあります。その際には、自分が開発した製品が社会に貢献している姿をみて、非常にうれしい気持ちになります。



この会社での働き甲斐は何ですか？

幅広い製品の開発に携われる

普段は、エアコンなどの空調機の開発が主な業務ですが、風車等の開発業務にも携われることがあり、自分の技術を多くの製品に適用し、より良い製品を世に送り出していけることは大きな魅力です。量産品と受注生産品ではコストや公差に対する感覚が違うなど、開発のアプローチや考え方が異なるので、苦労する部分がありますが、それぞれの長所を生かして、他社との差別化を行えるよう、日々、業務にあたっています。



研究所での仕事ってどんな仕事？

研究所は、「製品開発」と「技術開発」の大きく2つの役割を担っています。

「製品開発」では、事業部の設計部門と連携し、進めていきます。製品開発を進める上で、機械加工や材料等の自分の専門分野以外の知識も必要になるので、日々勉強が必要です。また、当社は幅広い製品を取り扱っていることもあり、社内に各技術分野のスペシャリストがそろっています。自分一人では、手に負えない問題に対しては、協力を仰ぎ、チームで解決に当たっています。



「技術開発」では、製品開発で抽出された技術課題を元に、研究提案を行い、新しい技術を構築していきます。研究提案に関しては、若手でも提案ができますが、提案時には必要性を明確にし、ゴールまでの道筋を簡潔に説明する必要があり、情熱をもっていないと、研究開始まで中々辿り着けません。また、研究提案をする場合には、他社の動向や解析ベンダーの技術動向の情報を収集することも重要で、アンテナを高く張って、学会・講習会に参加したりします。



研究所での1日を教えてください。

ある1日のスケジュールを紹介します。

- 8:00 出社
- ～8:30 メールチェック・スケジュール確認：設計からのメールの返信や、当日のスケジュールを確認します。
- ～9:30 試験打ち合せ：試験担当者から前日の試験進捗・結果の説明を受け、試験条件やスケジュールを見直したりします。
- ～12:00 レポート作成：設計への報告レポートを作成します。上司の承認が得られず、苦労することもあります。
- ～13:00 昼休み：ランニング等で運動をしている人が多いです。最近太ってきたので始めようかと考えています。
- ～14:00 設計との打合せ：試験や解析結果の報告や、今後の方針について議論します。
- ～15:00 試験立会い：実際に製品の音を聞いたりします。実物を体感することは、解析をする上で大変重要です。
- ～17:00 試験内容の検討：解析を実施したり、過去のデータを見直したりして、次の試験内容の検討を行います。
- ～19:00 研究提案資料作成：内容を精査し、何度も資料を作り変え、提案に繋げます。
- 19:00 帰宅

大体、17:00～19:00 ぐらいに帰宅します。水曜日はノー残業デーなので、17:00に仕事を切り上げ、同期や試験担当の方と飲みに行ったり、家に帰って娘と遊んだりしてリフレッシュするようにしています。娘が寝た後には、学会誌や論文を読む等の勉強する時間を作って、知識の幅を広げるように努力しています。

総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

流体研究部

Fluid Dynamics
Research Department



エアタクシー(イメージ図)

研究部の紹介

概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

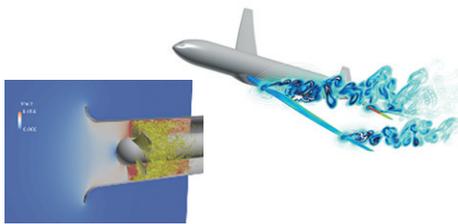
研究部概要

流体研究部は、航空機・ロケット・船舶等の交通輸送製品、原子力プラント等のエネルギー製品、環境装置等、当社の様々な製品開発に取り組んでいます。

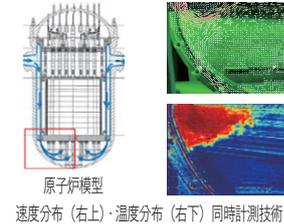
最先端の流動シミュレーション技術や計測技術を駆使した現象メカニズム解明、メカニズムに基づいた最適形状の追及、ラボ試験から大規模な実証試験による性能検証を強力に推進しており、当社グループ製品を通じて我々の暮らしを安全に快適にそして豊かにすることに貢献しています。

主要技術

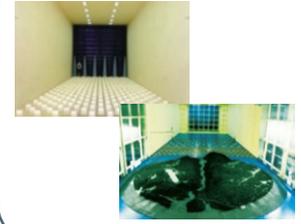
大規模 CFD 解析技術



可視化・計測技術



風洞試験技術



研究開発対象製品



その他の情報は
こちらから



主要実験設備

風洞試験設備(低速～超音速)、大型水槽、各種検定試験設備など



低速風洞試験設備
(計測部: 2m×2m)



高速風洞試験設備
(計測部: 0.6m×0.6m)



大型汎用風洞設備
(計測部: 10m×3m、6m×5m)

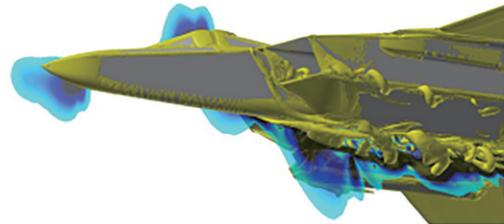


大型水槽試験設備
(全長×幅: 285m×12.5m、160m×30m)

開発事例

(1) 大規模非定常CFD解析技術を用いた航空機空力形状設計

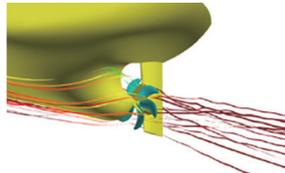
従来の航空機の空力形状設計では、時間平均の流れ場を解く定常CFD解析を多用してきました。近年、性能向上著しい大型計算機とその能力を引き出すCFD解析技術の発展により、流れ場の時間発展を解く非定常CFD解析の設計適用拡大が進展しています。例えば、当社では、高並列計算機に対応した大規模非定常CFD解析技術を適用することにより、流体・音響変動を抑制し、航空機の操縦性、運動性能、耐久性等を改善する、機体形状、エンジンダクト形状、空力デバイス等の設計が可能となっています。本設計技術は将来の戦闘機等の実機開発に適用し、航空機の安全性を高め、設計のコスト低減や期間短縮に貢献していきます。



航空機設計開発における非定常CFD解析

(2) 省エネ性能/安全性能に優れた船舶・海洋製品の開発

当社では、船体周りの造波計算や、プロペラを考慮した流場計算等で最新のCFD技術の開発・活用を進めています。この技術によって船型や省エネデバイス形状の絞り込みを行い、省エネ性能に優れた船の開発を行っています。また、波浪中の安全性を評価する水槽試験技術や連成シミュレーション技術の開発も進めています。



プロペラを考慮した流場計算



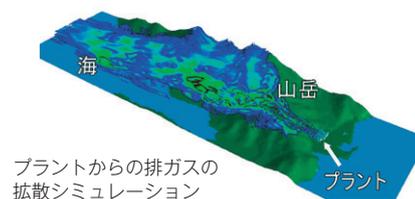
水槽試験による波浪中の安全性評価

(3) 大気環境影響評価技術の開発

製品周辺の大気環境に配慮し、地形による影響評価手法の開発に取り組んでいます。従来技術の風洞実験による評価に加え、数値シミュレーションを用いた解析手法を開発しています。実験では難しい排ガス浮力や複雑地形の影響など、より詳細な影響評価が可能となっています。



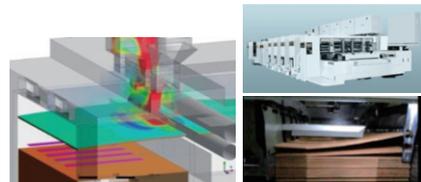
風洞試験模型



プラントからの排ガスの
拡散シミュレーション

(4) 製品開発を下支えする数値シミュレーション技術の開発

数値シミュレーションは製品の信頼性・性能向上に不可欠な技術であり、開発段階で多用されています。そこで、シミュレーションツールの開発や、流体、振動、構造、機構等との連成解析技術の実用化にも取り組んでいます。これにより、製品が実際に使用される環境に近い条件での設計最適化が可能となっています。右図は連続して飛翔する段ボールシートの紙詰まりリスクを低減する為の解析例です。



段ボール製函機の流体・機構連成解析

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

シミュレーション技術を活用した輸送機器の製品競争力向上

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

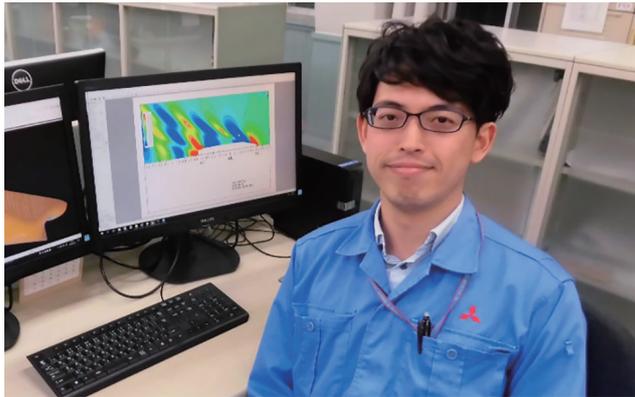
流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部



理学系（海洋物理系）

流体研究部
2014年入社

輸送機器の製品競争力向上には何が重要ですか？

輸送機器にとって重要な機能は、その用途によって様々です。例えば、私が担当している商船分野では近年の環境問題への関心の高まりを受け、低燃費な省エネ性能のよい船型・推進器が求められています。船型・推進器の開発では推進性能の評価が必要となりますが、これには船体にかかる流体抵抗や船体と推進器の干渉影響等を正確に評価する技術が必要不可欠です。

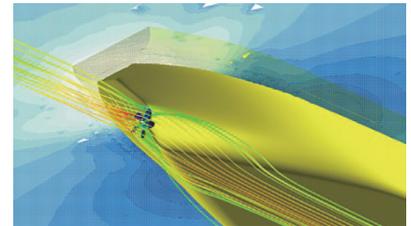
船舶の推進性能を評価するにあたっては、大きく分けて水槽試験、数値流体シミュレーション及び実船計測の3通りの方法があります。どの方法にも一長一短はありますが、昨今の計算機能力の大幅な向上により、数値流体シミュレーションの大規模化が可能になってきました。また、数値流体シミュレーションは、高価な実験設備や模型を必要とせず、開発コストの削減に大きく貢献できる可能性を持っており、輸送機器全般の性能向上における一つの重要な技術といえます。

シミュレーション技術に関してどのようなことに取り組んでいますか？

私の担当製品である商船分野を主な対象として、大きく二つのテーマに取り組んでいます。

一つは、船舶の設計段階において、推進性能を評価するための数値流体シミュレーション技術の開発です。船体を受ける流体抵抗の評価はもちろんのことですが、船体と推進器の干渉影響（推進器を考慮した船尾流れ）を評価することも推進性能の観点から非常に重要になります。従来の解析技術では、推進器を考慮した船尾の流れ場をとらえることが困難でした。しかし、高精度な手法を導入した数値流体シミュレーション技術を開発することにより、そのような流れ場も解析が可能になり、船尾に装着する省エネデバイスへの活用が期待されています。

もう一つは、船舶の波浪中における実海域性能を予測する数値シミュレーション技術の開発です。これまでの推進性能評価は主に平水中を対象として行われてきましたが、波浪中の船体運動も考慮可能な推進性能評価技術の開発に取り組んでいます。



実際の製品への貢献を聞かせてください

船舶の推進性能を評価する数値流体シミュレーション技術の開発を通じて、商船や艦艇など、様々な水上航走体の船型開発に貢献しています。また、シミュレーション技術の開発に加えて、船型最適化システムの開発も担当しており、より効率的な設計プロセスの構築にも貢献しています。

また、シミュレーション技術を活かして、船舶から生じる排煙の拡散シミュレーションや、新しい推進システムの設計コンセプト構築等にも貢献しています。



この会社での働き甲斐は何ですか？

私は子供の頃から海が大好きで、大学でも海洋物理学を学んでいましたので、世界の船舶・海洋技術をリードする MHI で働けることは、大きな喜びです。

また、MHI では、火力発電プラント・原子力発電プラント・航空機・宇宙機器等、幅広い分野の技術を扱っています。こういった分野の最新の技術・知見を活かして、他の専門メーカーにはない高度なシミュレーション技術の開発に関わることができている点も、私の働き甲斐につながっています。



研究所のいいところを教えてください。

最高の職場環境

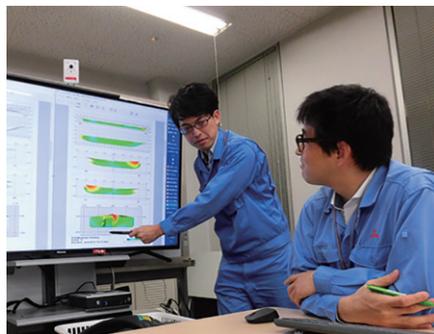
私の職場には、高度な試験設備や計算機を駆使し、高水準の製品開発が可能な環境が整っています。

また、船型開発やシミュレーション技術の第一線で活躍している経験豊富な有識者がたくさんいます。身近なところに目標とする人がいるということは、自分自身の成長という観点から非常に良いことだと思います。また、有識者に気軽に相談ができる職場環境があるのも良い点だと思います。自分だけで悩まず、研究所の様々な分野の方々と助け合いながら、チームワークで仕事を進めていくという素晴らしい職場風土が研究所にはあると思います。



要素技術から製品まで

将来を見据えた研究課題から、いま問題になっている直近の技術課題に至るまで、様々な時間軸の課題を取り扱うことができるのは、研究所ならではの良い点ではないでしょうか。先進性の高い要素技術から、製品に直結する技術までを網羅でき、自分の知識の幅が広がります。



オフの時間は何をしていますか？

ワークバランスを大切に！

ワークライフバランスを大切にする職場です。定時退社日（週1回）には、職場の仲間と飲み会でリフレッシュすることもあります。

休日はリフレッシュ！

休みの日は、妻と子供を連れて出かけたり、おいしいものを食べたりして、リフレッシュしています。また、年に3回ほどある大型連休を利用して、同期とアウトドアで心身ともにリフレッシュすることもあります。

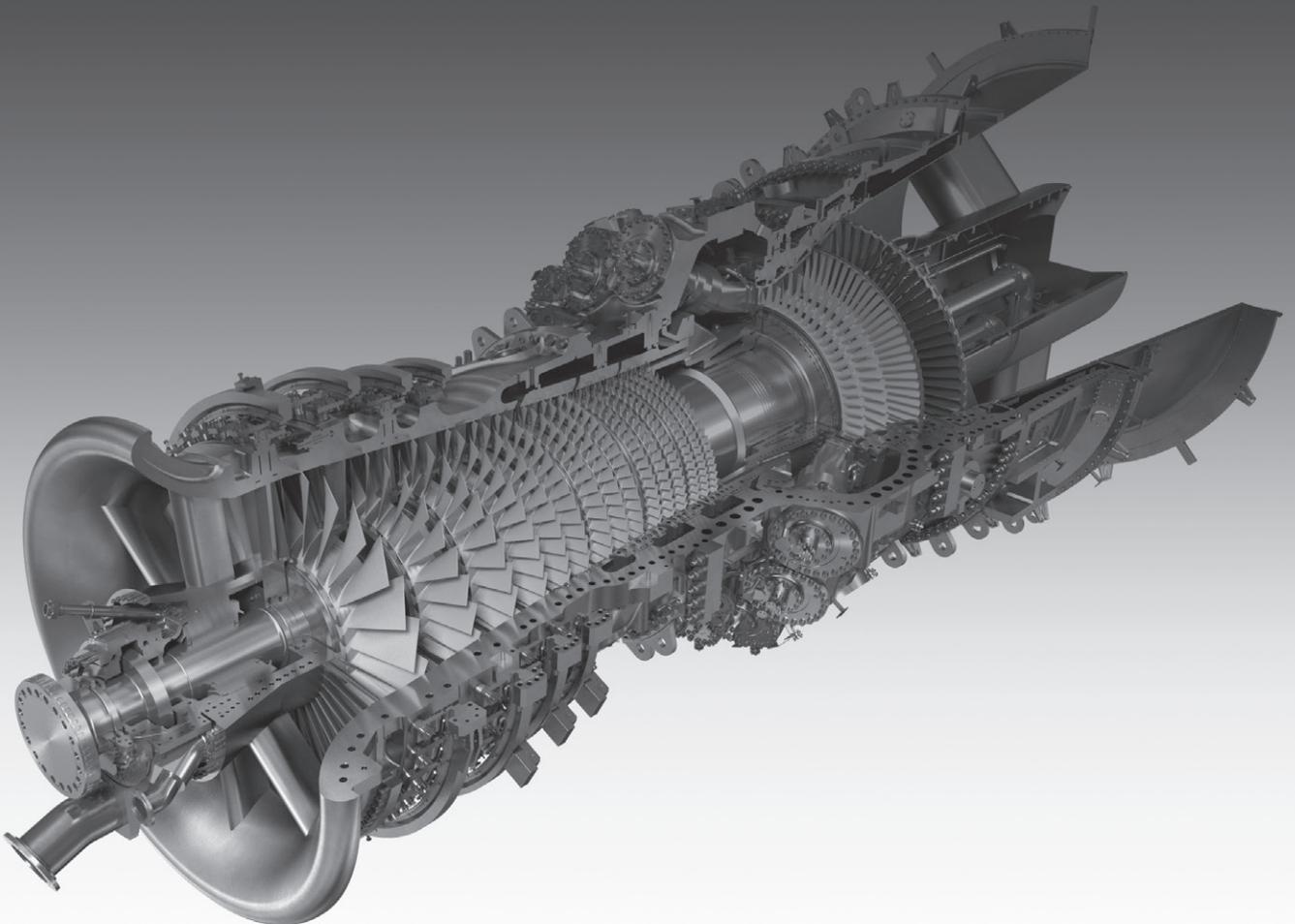


総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

ターボ機械研究部

Turbomachinery
Research Department



概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

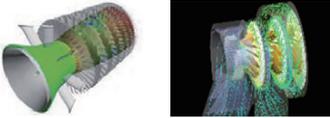
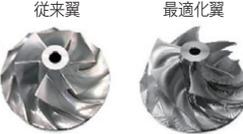
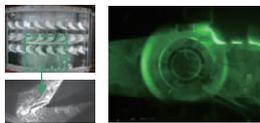
伝熱研究部

電気応用物理研究部

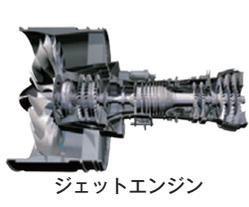
研究部概要

ターボ機械研究部は発電用・航空用ガスタービン、産業用コンプレッサ、ターボチャージャ、ターボ冷凍機、空調機器などの各種ターボ機械、ロケットや人工衛星等の宇宙機器、液体水素やLNGなどの極低温流体機器の研究開発に取り組んでいます。最先端の流動解析技術とレーザや高応答センサを用いた内部流動計測技術を駆使して複雑な流れのメカニズムを解明するとともに、進化型アルゴリズムや機械学習などのAI技術を応用した最適化設計システムを開発し、当社グループのターボ機械、宇宙・極低温機器の高性能化、新製品開発を推進しています。当社グループ製品の開発を通じて、地球環境の保全と安全で豊かな社会の実現に貢献しています。

主要技術

<p>大規模高速流動解析技術</p>  <p>発電用ガスタービンコンプレッサ 全段非定常解析</p> <p>産業用コンプレッサ 全段解析</p>	<p>最適化設計技術</p>  <p>従来翼 最適化翼</p> <p>遺伝的アルゴリズムによる遠心コンプレッサ最適化設計</p>	<p>レーザ可視化技術</p>  <p>タービン翼後縁からの漏放出</p> <p>コンプレッサのPIV計測</p>	<p>極低温技術</p>  <p>液体水素温度 (-253°C) でのロケット材料強度試験</p>
--	--	--	---

研究開発対象製品

 <p>ガスタービン</p>	 <p>ロケット</p>	 <p>ロケットエンジン</p>	 <p>衛星推進システム / 一液スラスト</p>	 <p>LNG燃料供給システム</p>
 <p>蒸気タービン</p>	 <p>コンプレッサ</p>	 <p>ギアードコンプレッサ</p>	 <p>ターボ冷凍機</p>	
 <p>パッケージエアコン</p>	 <p>ジェットエンジン (一般財団法人 日本航空機エンジン協会 提供)</p>	 <p>ターボプロップエンジン</p>	 <p>自動車用ターボチャージャ</p>	 <p>船用ターボチャージャ</p>

その他の情報は
こちらから

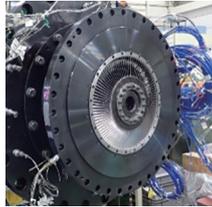


主要実験設備

タービン・コンプレッサ試験設備、ターボチャージャ試験設備などのターボ機械の性能・信頼性評価設備、液体水素などの極低温流体試験設備、宇宙環境を模擬する真空環境試験設備などを保有し、製品開発に活用しています



軸流コンプレッサ試験設備



タービン回転試験設備



ターボチャージャ試験設備



極低温真空環境試験設備

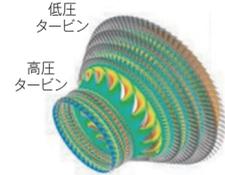
開発事例

(1) 地球環境・エネルギー問題に貢献する高性能ガスタービンの開発

燃焼温度1700℃級の発電用ガスタービンの開発研究を推進し、その成果を最新鋭の1600℃級（J形）ガスタービンに適用しました。今後、CO₂排出量の抑制を狙った水素燃料への対応や自然エネルギー比率の増加に備えた急速負荷変動に対応した高性能な次世代機の開発に参画していきます。また、次世代の航空エンジン用ガスタービンの開発にも研究・設計の両面で取り組み、脱炭素社会の実現に向け貢献していきます。



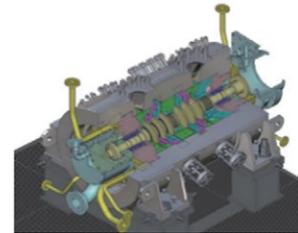
発電用ガスタービン M501J形



航空エンジンタービンの流動解析例

(2) エネルギー回収効率向上に貢献する 700bar 超高压コンプレッサの開発

EOR (Enhanced Oil Recovery) や CCS (Carbon Capture and Storage) を目的としたプラント向けに超高压一軸多段遠心コンプレッサ（吐出圧力700bar）を開発しました。コンプレッサはプラントの心臓ともいえる機器で、数年間連続運転されるため、内部流動を詳細に評価する大規模CFD技術を駆使し、高い流体性能と励振力抑制性能を実現しました。コンプレッサはオイル&ガスの井戸元から石油化学分野まで、社会基盤を支える様々なプラントで活躍しています。



700bar 超高压コンプレッサ

(3) 自動車の燃費低減を実現するターボチャージャの開発

1000℃に達する高温の排気エネルギーを利用して圧縮空気をエンジンに送り込むターボチャージャは、激しい加減速・長時間運用といった厳しい環境で高性能を要求されます。また近年は車両の電化が進み、ターボの一部を電動モータで駆動するシステムも開発中です。内部流動を詳細に評価する大規模流動解析技術と流体性能・振動・強度など広範な分野を網羅する実験技術により、実環境での高性能・高信頼性を実現し、自動車の燃費低減に貢献しています。

e-SC (電動スーパーチャージャ)



電動2ステージターボチャージャの内部流動解析



電動スーパーチャージャ

(4) 環境負荷低減に貢献する船用LNG燃料供給装置の開発

LNGは大気圧下で約-160℃の極低温流体であり、船用燃料分野において燃料油に替わるクリーンな燃料として、コンテナ船、フェリーなどの船舶への適用が現在拡大しています。ロケット開発等で培った極低温技術を適用し、ハンドリングが難しいLNGを実際に使った極低温環境での実験評価・システム検証技術を駆使することで、船用向けLNG燃料供給装置の開発に貢献しています。



LNG燃料供給システム検証設備

概要

サービステクニ

製造研究部

化学研究部

強度構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

発電用ガスタービン向け高性能軸流圧縮機の開発

概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

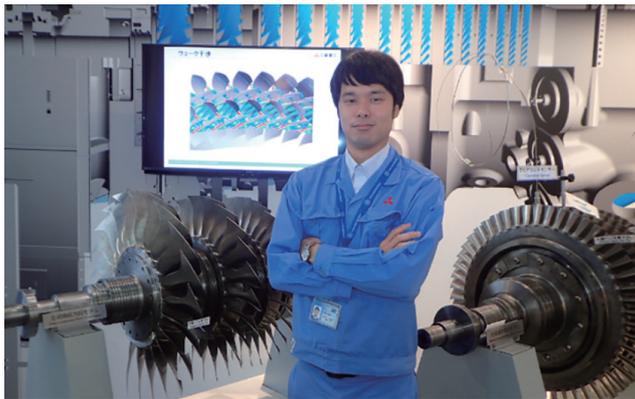
流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部



航空系

流体研究部
2016年入社

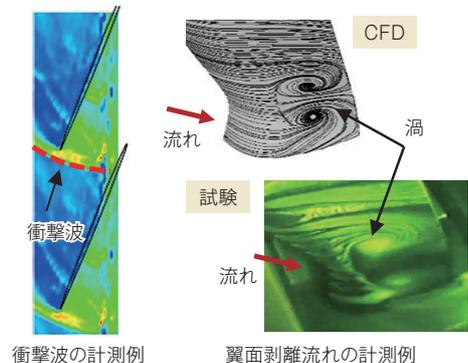
ターボ機械の開発には何が重要ですか？

軸流圧縮機はガスタービンやジェットエンジンを構成する部品のひとつです。圧縮機は名前の通り空気を圧縮させ、高温・高圧な空気を燃焼器に送る役割があります。この効率を高めることでガスタービンであれば発電効率、ジェットエンジンであれば推進効率の向上につながります。圧縮機は下流にいくほど高温高圧空気となるため、サージと呼ばれる不安定な状態に陥ると流れが下流側から逆流し、圧縮機は破損してしまいます。そのためこのサージ発生点の予測精度を向上させることも、設計時に設定しているマージンの適正化につながり、より高効率な作動点での運転が可能になります。つまりひとえに高性能化といっても翼列性能の向上とサージマージンの適正化の2つのアプローチで開発を進めています。製品開発では性能のみならず、安全に運転できる信頼性も確保しなければなりません。特に流体によって励振される翼振動は回避しなければならない現象のひとつです。研究所で開発した数値解析技術と回転リグ試験を駆使し、実機への適用を進めています。

軸流圧縮機の開発として、どのようなことに取り組んでいますか？

ガスタービンは大容量化の傾向にあり、更なる出力増加が求められています。そのためには、今まで以上に動翼先端のマッハ数が高い領域で運転する必要があり、衝撃波損失の低減が課題です。そのため衝撃波形状を制御して高効率を維持する動翼を開発し、数値解析とリグ試験で評価しています。また近年の数値解析技術の発達により、性能予測精度は向上してきていますが、製品開発においては数百ケースに及ぶ翼設計を実施するため、そのすべてに最新の解析技術を適用するのは期間・コスト面で現実的ではありません。そのため設計初期段階で圧縮機が安定に運転できる範囲を予測する技術を海外大学と共同で開発中です。

入社以来、翼振動評価にも取り組んでいます。翼は薄いほど抵抗が減り性能が向上しますが、一方で剛性が低下して翼振動のリスクは増加します。空力弾性振動と呼ばれる流体が翼を励振する現象についてはまだ未解明な点も多く、解析と試験を通して、翼振動の健全性を振動研究部とも協力して評価しています。



衝撃波の計測例

翼面剥離流れの計測例



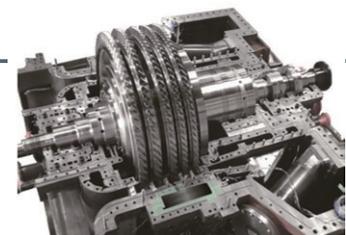
第1段遷音速動翼



8段圧縮機ロータ

実際の製品への貢献を聞かせてください

実機に適用する技術は事前に研究所で所有しているスケールモデル試験機で検証することが多いです。その成果の多くは実機へ適用され製品開発に貢献しています。研究成果で特許取得し、実機で使用されると特許使用料ももらえます。それだけで家が建つかもしいですね。



後方段圧縮機試験装置

この会社での働き甲斐は何ですか？

主に携わっているのが、信頼性と発電効率で世界の火力発電業界をリードする世界最高クラスの高スタービンであり、2018年にはついに世界シェア1位を獲得しました。そのような製品開発に携われることが大きな魅力であり、また自分で検討した設計コンセプト等もしっかりと検証できれば、製品へ反映できる環境であるところに非常にやりがいを感じています。



M501JAC形ガスタービン

研究所のいいところを教えてください。

要素技術開発から実機適用まで経験

研究所では数年先を見据え常に新しい技術開発を行っています。研究提案から試験計画、装置設計、組立、試験準備、試験対応・評価を経て実機適用への道がみえてきます。そのすべてに関わることができるのが、研究所のよいところであり、若手社員でも大きな仕事を任せてもらえるチャンスがあると感じています。他の研究部と協力して進める研究も多く、その道のプロフェッショナルに相談できる環境が整っているのも心強いです。



試験時の監視

装置点検の様子

世界で羽ばたける可能性がある！

研究所では最先端技術を追求し、日々開発を進めています。そのためには自分たちの技術レベルを知ることが重要であり、海外で開催される学会への参加も奨励されています。世界的に著名な海外大学の先生と共同研究も提案可能であり、頻繁にディスカッションできる貴重な機会が得られます。私も海外の大学と共同研究を立ち上げ、定期的なディスカッションを実施して先進技術の吸収に取り組んでいます。



共同研究先との宴

オフの時間は何をしていますか？

休日はリフレッシュ

妻や子供と遊んだりおでかけして過ごすことが多いです。住んでいる神戸は海も山もあり、非常に過ごしやすい街です。地元の友人と子供の年齢が近いこともあり、家族連れでBBQしたり、ホームパーティーをしています。甲子園球場も近く、夏は家族で高校野球を観に行くこともあります。週末はしっかりリフレッシュすることで、翌週も頑張れますね。



姫路城

ワークライフバランスを意識

平日・休日に関わらず、興味のある論文を読むよう心がけています。直接的には関係ない情報も何か新しいアイデアに繋がることもあるので、興味のあることは調べるようにしています。



甲子園球場
高砂近くの名所たち

総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

燃焼研究部

Combustion Research Department



概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

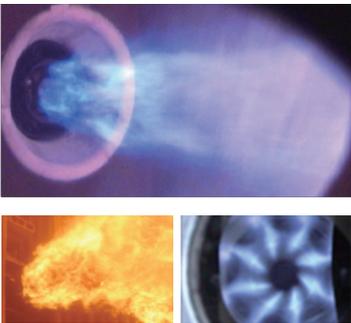
電気応用物理研究部

研究部概要

燃焼研究部は、燃焼、ガス化、粉体ハンドリング、各種エネルギー変換技術を活用し、ガスタービン燃焼器、ボイラ・石炭ガス化複合発電（IGCC）、往復動エンジンなどの最新鋭の火力発電設備やごみ焼却炉など幅広い燃焼関連の製品開発を推進しています。製品開発に必要な燃焼基礎技術はもとより、最先端の解析・計測技術やAI/IoT技術を活用し、研究所内実験設備での開発から製品初号機の試運転まで一貫して携わり、高効率で地球環境に優しいクリーンな燃焼機器を世界に提供しています。

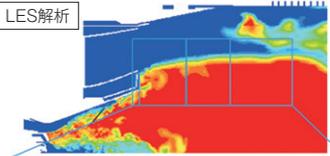
主要技術

**世界最高効率の火力発電を支える
炭素フリー・低NOx 燃焼技術**

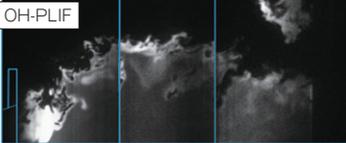


解析技術と実験のハイブリッド技術

LES解析

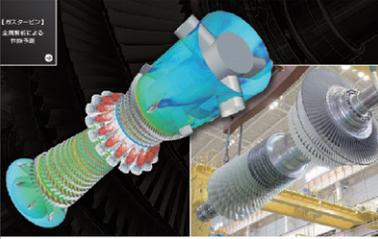


OH-PLIF



LES 解析と OH-PLIF の比較

大規模数値解析技術



製品全体の流体・燃焼の連成解析

研究開発対象製品



その他の情報は
こちらから

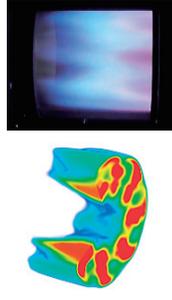


主要実験設備

燃焼量が数十CCから数トン/h規模の要素から実機規模までの各種燃焼試験設備を有しています。



ガスタービン 大気圧燃焼試験 火炎3次元CT装置



フルスケール 高圧燃焼可視化試験装置



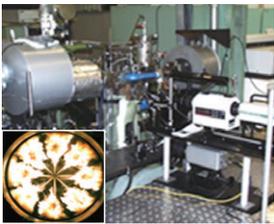
バイオジェット燃料製造設備



ガス化一貫試験設備



ボイラ燃焼試験設備



燃焼可視化エンジン



小型エンジン試験設備



大型単気筒試験設備

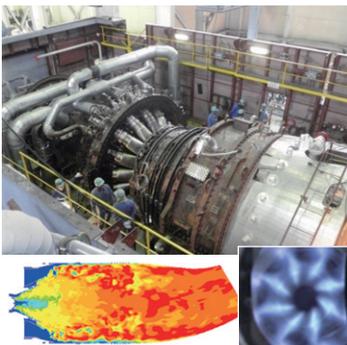


船用エンジン実証機

開発事例

三菱重工・グループ事業会社各社の燃焼機器の効率、環境性能改善の他、カーボンニュートラル社会実現に向けて革新的なエコシステムを構築する水素やアンモニアなどCO₂フリーなエネルギーの有効活用を積極的に取り組んでいます。

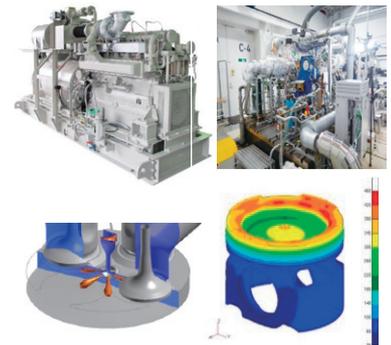
- ・世界最高効率J形ガスタービンコンバインド向け超低NO_x燃焼器開発 (三菱重工)
- ・低炭素エネルギーとしてのアンモニア、バイオマス燃焼技術開発、再生エネルギー導入に向けた低負荷燃焼技術 (三菱重工)
- ・CO₂を排出しない水素を100%としたエンジンの安定燃焼を実現、実用化を加速 (三菱重工エンジン&ターボチャージャ)
- ・ガスエンジン商用機にて水素混焼率35%での定格運転を国内で初成功 (三菱重工エンジン&ターボチャージャ)
- ・世界トップレベルの低NO_x、高効率ごみ焼却炉開発 (三菱重工環境・化学エンジニアリング)
- ・水素焚きガスタービンの低NO_x燃焼器開発 (三菱重工)



GT 燃焼器と燃焼解析・燃焼可視化状況



ボイラ燃焼解析とアンモニア/バイオマス専焼状況



水素エンジンと燃焼解析による筒内評価事例

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

若手研究者紹介

エンジンの燃焼制御・解析技術の開発

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部



機械系

燃焼研究部
2012年入社

エンジンの開発には何が重要ですか？

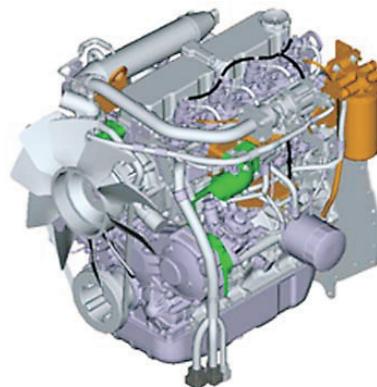
私の業務は、最新排ガス規制に対応させるためのエンジンシステム開発です。燃焼CFD解析を用いてエンジンの燃焼室形状の設計や、燃焼制御装置の開発をしています。

エンジンというと、自動車のエンジンが真っ先に頭に浮かぶ人が多いと思いますが、当社では、建機・フォークリフトに使われる小型エンジン、排熱を利用したコージェネレーションシステム、停電時に電気を供給する非常用電力用のエンジンを開発しています。様々な用途に対応するためには、エンジンの火炎形状、燃費・排ガス性能やコストをどうやって“味付け”していくかが重要であり、難しくも面白い点だと考えています。

燃焼制御技術・解析技術としては何をしていますか？

ディーゼルエンジンの厳しいPM（微粒子状物質）規制をクリアするために、排気管の途中にDPF（ディーゼルパーティキュレートフィルター）と呼ばれるPM捕集用のフィルターを取り付けています。このフィルターにPMが一定量たまったら、エンジンの燃焼制御パターンを切り替えて、DPF内でPMを酸化燃焼させて取り除きます。このPM燃焼を安定して短時間で行うための、燃焼制御装置の開発をしています。

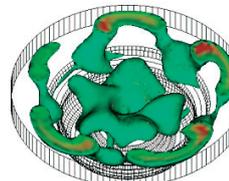
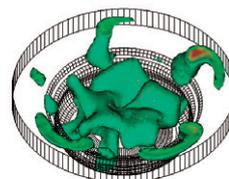
エンジンシリンダ内だけでなく、排気管内のDPFでも燃焼を起こしますので、両方の燃焼を、エンジン側の制御だけで制御する点に難しさがあります。燃焼だけでなく、制御や触媒化学の知識も取り入れながら研究を進めています。



実際の製品への貢献を聞かせて下さい。

専門知識と製品設計をつなげる

研究所と聞くと、基礎実験ばかりしているイメージを持たれている方もいると思いますが、当社の総研には、専門知識を設計につなげる役割があります。エンジンの1サイクルの燃焼を何日もかかる大規模燃焼CFDで現象に迫ったあと、その知識を活かし、数秒でエンジン燃焼を予測できる簡易燃焼予測ツールを開発しました。この簡易ツールは、いろんな形状での燃焼を瞬時に予測することができるため、設計の初期の段階でラフに寸法を決める際に役立っています。製品開発のQCD（質・コスト・納期）を向上するために、研究所では、開発した最新技術・専門知識と製品設計の橋渡しをしています。



この会社での働き甲斐は何ですか？

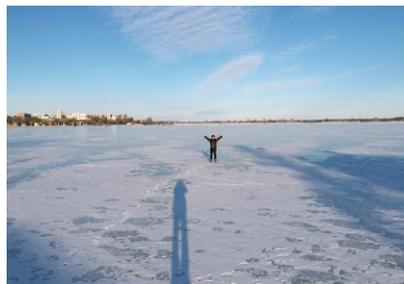
エネルギーで世界を支える

他社では簡単には作れない大型機械を作ることができるため、スケールメリットを活かして、高効率な発電機器を開発できることが魅力です。その中でも、燃焼研究部は、“製品の肝”となる燃焼機器の開発設計をしています。普段の生活では目につくことは少ないですが、燃焼研究部が開発した高効率な燃焼機器は、世界のエネルギー供給にとって縁の下の力持ちになっていると思います。



研究所での仕事ってどんな仕事？

事業部の課題を解決する立場だと思っています。製品の課題に対して、自分もつ燃焼の知識、さらに他の研究部がもつ信頼性、制御等の知識を活用して、最短で解決する方法を検討します。燃焼 CFD 技術で一晩で答えを出したり、時には長期間エンジン試験ベンチに張りついて試験結果に一喜一憂するなど、幅広い業務を体験できる職場です。



広い視野を持つ

入社4年目に、燃焼 CFD 技術をブラッシュアップするため、エンジン燃焼で世界有数の技術を持つアメリカの大学との共同研究を立ち上げました。研究予算で8か月間アメリカに滞在し、毎日議論を交わしながら、解析精度向上・計算負荷低減を実現できる燃焼 CFD ツールを作り上げました。当社エンジンの性能・信頼性を両立するためには欠かせない技術になっています。広い視野を持って、必要な技術をタイムリーに手に入れることが重要です。

滞在先では、大学主催の英語講座などを通じ、世界中の国から来た留学生と友人になったり、そのメンバとアメリカンフットボール・アイスホッケーを観戦したりなど、研究以外にもいい経験ができました。



オフの時間は何をしていますか？

人とのつながりを大切に

自分や妻の同僚・友人と、ホームパーティをするのが趣味です。特に、海外からのインターンシップ生が来たら、自宅で日本食をご馳走するのが当室の通例になっています。海外旅行も好きなので、将来、アメリカでできた友人たちの家をまわって、ホームパーティを開催してもらおうのが、私と妻の共通の夢です。

いろいろなことに関心を持つ

関心があることについては、本を読むことにしています。もともとは小説や旅行記を読むのが好きでしたが、最近は、ビジネスの本や、子供が生まれたので育児の本を読んでいます。自分の専門以外の知識を取り入れると、視野が広がって、ビジネスのアイデアにもつながると思っています。

体を動かす

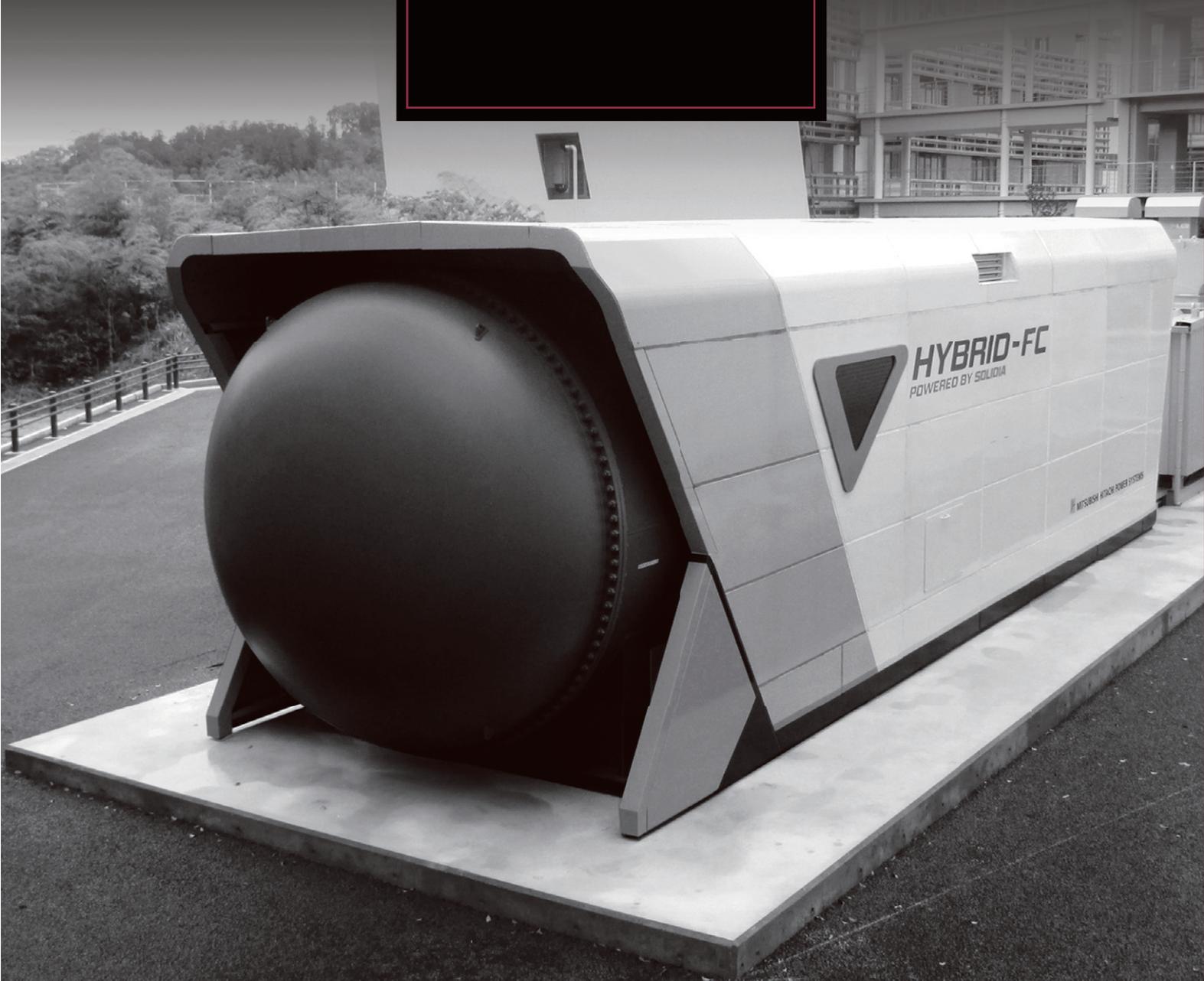
職場のメンバで卓球のチームを作っており、不定期で練習会をしたり、たまに市民大会に参加したりしています。健康を維持するためにも、卓球を生涯スポーツにしていきたいです。

総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

伝熱研究部

Heat Transfer
Research Department



概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

研究部概要

伝熱研究部は、日々の暮らしに欠かせないエネルギー・環境製品、交通・輸送製品、機械・設備製品など、三菱重工グループのほとんどの製品に関連します。伝熱解析技術や実験技術、エネルギー変換技術などにより、省エネ性と快適性向上を追求し、私たちの暮らしを快適にしながら地球環境保全に貢献しています。

最先端のシミュレーション技術や高度な計測技術を駆使し伝熱現象を解明した上で、その知見を伝熱機器やシステムの設計に展開、大規模試験で検証を行うことで製品開発支援を推進しています。

主要技術

(1) 気液二相流解析・計測技術

二流体モデル適用により、熱交換器やプラント配管内部の二相流挙動の解析精度向上を図り、各種機器の性能・信頼性向上に取り組んでいます。また、管群内二相流の詳細計測にも取り組んでおり、流動状態を明らかにすることで、数値解析モデルの改良、精度向上に繋げています。

(2) 熱サイクル解析技術

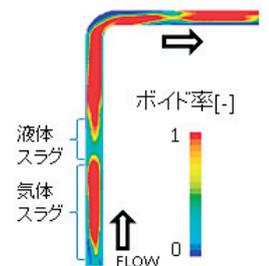
熱を動力・電力に変換する熱サイクルは様々な当社製品に利用されています。熱サイクル解析技術では構成機器や運転状態を最適化し、様々なプラントの高効率化・低コスト化を実現します。また、カーボンニュートラルに対応したシステム提案を行い、発電プラントや工場などの脱炭素化に貢献しています。

(3) 金属3Dプリンタ技術を活用した熱交換器の開発

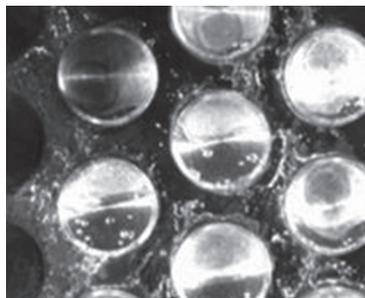
近年、急速に発達している金属3Dプリンタを用いて、従来製造方法では実現が困難であった微細で複雑な形状の伝熱促進構造を有する小型・軽量な高性能熱交換器の開発を推進しています。

(4) 伝熱計測技術

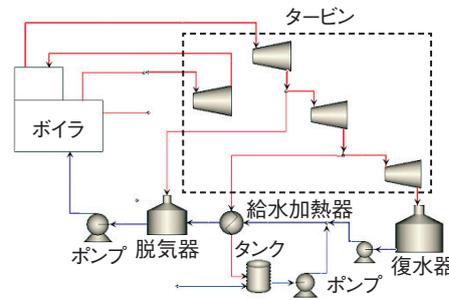
1000℃レベルの過酷環境に適用可能な高温無冷却熱流束計や多点計測が特徴である高温光ファイバ温度計など高度な計測技術を開発し、予測の難しい高温・高圧環境でのシミュレーションの高度化や当社製品開発の実証・性能改善に貢献しています。



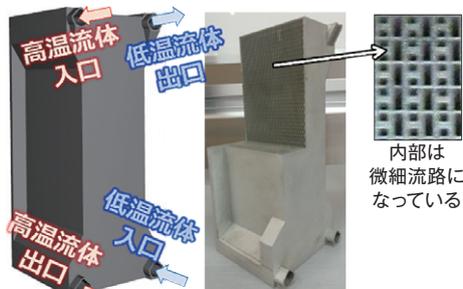
二流体モデルによる二相流解析
(垂直上昇流ポイド率分無)



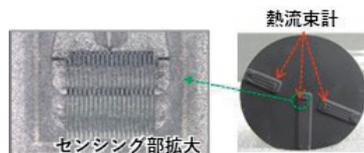
二相流計測技術



熱サイクル解析技術



金属3Dプリンタで造形した熱交換器



高温無冷却熱流束計



伝熱計測技術

その他の情報は
こちらから



研究開発対象製品



ガスタービン / 蒸気タービン複合発電



原子カプラント



地熱発電プラント



燃料電池 (SOFC)



宇宙ステーション



戦闘機 (防衛機器)



空調機・熱源機



製鉄機械

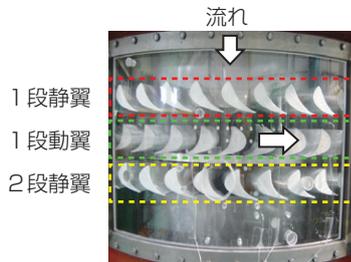


化学プラント

主要実験設備



超臨界圧伝熱装置



タービン翼列験装置



耐環境性能評価用大型風洞

開発事例

(1) 超臨界圧伝熱技術

ボイラの伝熱管内は、大気圧の約220倍の臨界圧力を越えた圧力の水（超臨界圧水）が流れています。高性能なボイラ伝熱管を開発するためには、伝熱管内の熱流動を精緻な解析と大規模試験で詳細に把握する必要があり、これらの技術を開発中です。最先端の技術を駆使して、異常過熱を抑制できるボイラ伝熱管を開発しています。



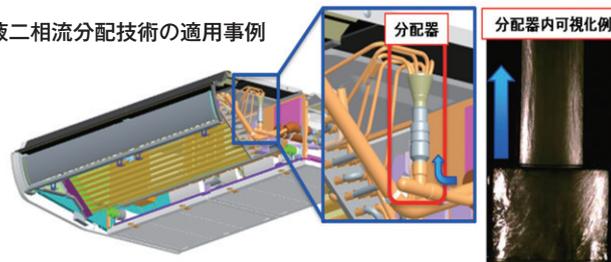
ボイラ断面

ライフル管と内流動解析結果

(2) 気液二相流分配技術

空調機の熱交換器性能を左右する分配器の内部流動可視化、品質工学を利用したパラメータ試験から、エネルギー消費効率を向上させる新型分配器を開発しています。

気液二相流分配技術の適用事例



分配器

分配器内可視化例

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

冷熱製品向け高性能フィン & チューブ熱交換器の開発

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部



機械系

伝熱研究部
2015年入社

高性能な熱交換器の開発には何が重要ですか？

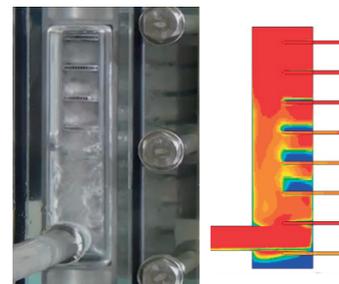
空調機をはじめとする冷熱製品では、空気と冷媒の間で熱交換を行って、空気を暖めたり冷やしたりするためのフィン&チューブ熱交換器が用いられています。より高効率でコンパクトな空調機を作るためには、熱交換器の性能向上が必要です。しかし、フィン&チューブ熱交換器を設計・開発するにあたっては、フィン形状・フィンピッチ・伝熱管の配列方法などパラメータが非常に多く、最適仕様を決定することは容易ではありません。そこで、このような開発では、フィンや伝熱管まわりの伝熱現象や空気の流れを解く解析手法の確立や、品質工学に基づいたトライ&エラーに頼らない開発プロセスの構築、性能確認のための要素試験やシステム試験など、非常に多くの要素技術が必要です。

どのような解析や試験をしていますか？

フィンや伝熱管まわりの伝熱現象や空気の流れを予測する熱流動解析を実施しています。熱交換器は高い熱交換性能が求められる一方で空気が通過する際の圧力損失を極力小さく抑える必要があるため、伝熱性能と圧力損失のバランスをみながら、フィンに設ける凹凸形状やスリット形状の最適化に取り組んでいます。

また、熱交換器性能に大きな影響を及ぼす冷媒分配についても評価する必要があります。最近では冷媒分配器を対象とした気液二相流の解析にもトライしています。二流体モデルを用いた二相流解析によって分配器内部の流動状況进行评估したり、品質工学を利用したパラメータ解析を行ったりすることで、形状改善による冷媒分配の均一化を目指しています。

前記の解析で定めた形状は最終的に要素試験やシステム試験で確認して、製品に適用します。試験では高圧のフロン冷媒を取り扱うことになるため、チームで連携しながら細心の注意を払って開発を行っています。

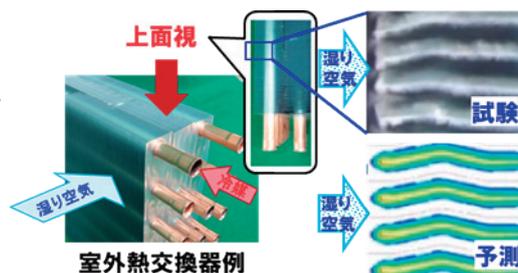


ヘッダ二相流分配

実際の製品への貢献を聞かせて下さい。

熱交換器の性能を正しく評価することは冷熱製品の設計において極めて重要です。性能を過大評価すれば、量産前の確認試験で性能不足が判明して手戻りが発生し、製品の発売が遅れてしまいます。一方、性能を過小評価すれば必要以上に大きな熱交換器を据付けることになり、製品体格が大きくなるとともにコスト競争力が失われます。

また、私が所属する研究室では、熱交換器の開発だけでなく、空調機全体のシステム性能の評価も行っています。これらを通して、空調機の高効率化及びトラブル未然防止による脱炭素社会に向けた地球環境の負荷軽減に貢献しています。



熱交換器表面への着露 CFD 解析

この会社での働き甲斐は何ですか？

研究成果が“形”になる！

自身の取り組みが最終的に形（製品）となることにやりがいを感じられます。当社はモノづくりの会社ですので、自身で考案した新しいアイデアや形状案が解析や試験によってその有用性を証明できれば、設計に反映されて最終的には製品となります。

私が入社以来開発してきた新型熱交換器が今、実機設計へと反映されようとしています。『こうすれば性能が上がる』というアイデアを出し、シミュレーションや机上計算によってその効果を評価してきました。今後の検証試験で予測通りの性能が出ていることが確認できると、実機へと搭載される見込みとなっています。

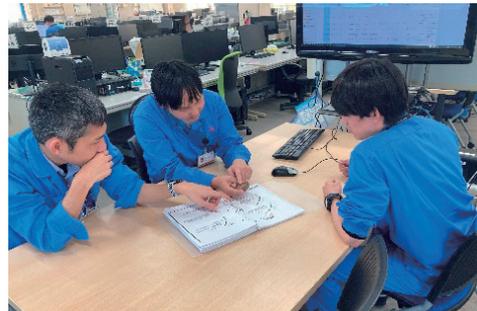
いずれその熱交換器を使った空調機が製品として社会に送り出されることを考えると、ワクワクします。



研究所での仕事ってどんな仕事？

多種多様な製品の開発に携わることができる

今回は冷熱製品の開発を例題として紹介しましたが、私はその他にも新エネルギー関連や電化関連の開発業務に携わっています。このように、伝熱という一つの技術分野を通して、多くの製品開発に関わることが研究所の魅力の一つです。高効率化、低コスト化、信頼性向上など、製品ごとに抱えている課題は様々です。研究所では、これらの課題に対する解決方法を検討し、課題解決に向けたアプローチを考えます。この一連の仕事を遂行するためには様々な専門知識や高い技術力が必要になりますが、これが研究所の仕事の面白さでもあります。



要素技術を製品間で横通しする

多種多様な製品の開発に携わることができるという研究所の特長を生かし、開発した要素技術を他の当社製品に展開することも研究所の役割の一つです。例えば、先ほど紹介した冷媒分配器を対象とした気液二相流の解析は、原子力の健全性評価のために開発した解析技術を冷熱製品向けに展開したものです。一見無関係と思われる製品であっても共通の課題を抱えていることがあり、研究所主体で技術の横通しを図ることが製品の品質向上に繋がります。

オフの時間は何をしていますか？

休日のリフレッシュが仕事のモチベーションに！

休日は子どもと遊んだり家族で出かけたりして過ごしています。また、職場のメンバで構成される草野球のチームにも参加しており、2回/月くらいの頻度で体を動かしています。

休日にリフレッシュすることが、仕事のモチベーション向上、業務効率UPに繋がっています。



総合研究所

RESEARCH & INNOVATION CENTER

電気・応用物理研究部

Electricity & Applied physics
Research Department



概要

サービステクニク部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部

研究部概要

電気・応用物理研究部は、モータ・発電機・電力変換器設計・電力マネジメントなどのパワーエレ技術や、レーザ・電波・超音波を用いた計測・検査技術の開発・製品適用により、発電プラント、船舶・交通システム、産業機械などの幅広い製品の電化・知能化・省エネ化を推進しています。また、アビオニクスシステム（航空機搭載電子機器）の開発試験や耐雷設計技術を用いて航空機の高性能・高機能化、安全性向上にも貢献しています。

主要技術

(1) 当社製品（航空機、船舶、車両）の電化および新製品開発を支えるパワーエレクトロニクス技術

- ・モータ/インバータ設計技術（電磁界解析、回路シミュレーション、制御シミュレーション、試作・検証）
- ・電子回路設計技術（制御・通信機器、センサ 他）

(2) 電力(電源) 系統の高効率化・高品質化技術

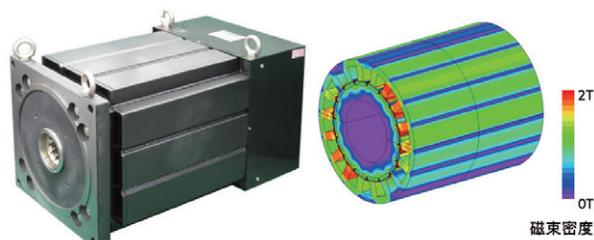
- ・電力系統解析技術
- ・電力制御/エネルギーマネジメント技術

(3) 新機能を創出するセンシング技術

- ・レーザ、赤外線、電磁波、超音波等を利用した検査・計測技術（非破壊検査技術、燃焼・特殊環境計測技術、3D計測技術等）
- ・AI、画像処理による製品の知能化・高機能化技術

(4) 大規模インテグレート製品の開発・信頼性評価技術

- ・雷/電磁影響対策設計開発、解析・評価技術
- ・航空機電子機器評価技術



モータ実機 三次元解析モデル
電磁界解析によるモータ設計（特性評価）

研究開発対象製品



発電プラント



空調機（エアコン）、EV用カーエアコン



エンジン発電機



艦艇



ロケット



フォークリフト



交通システム



防衛航空機



特殊車両

その他の情報は
こちらから



主要実験設備

様々な製品の設計検証・信頼性評価を行っています。例えば、下図の大容量バッテリー模擬電源や大容量モータ・発電機評価設備ですが、これらを用いて、社内製品の電動化を推進しています。

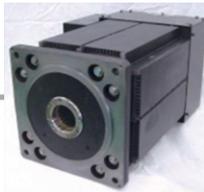


大容量バッテリー模擬電源

供試体



インバータ盤



モータ・発電機



大容量モータ・発電機評価設備

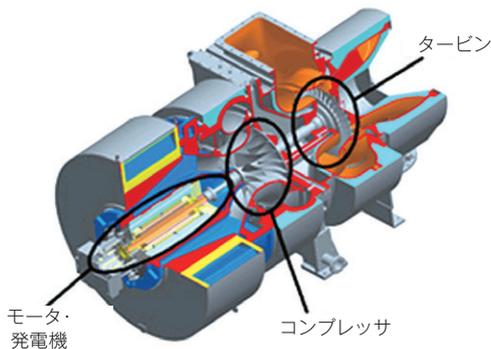
また以下の解析ツールを保有しており、シミュレーションによる製品設計・検証にも積極的に取り組んでいます。

- ・ JMAG、EMA3D (電磁界解析)
- ・ PSpice (電子回路解析)
- ・ COMSOL (物理現象の連成解析)
- ・ ZEMAX (光学設計解析)
- ・ ANSYS (電磁ノイズ解析、回路解析)
- ・ MATLAB/Simulink (制御シミュレーション)
- ・ PSCAD、PowerFactory (電力系統解析)
- ・ CIVA (超音波探傷解析)

開発事例

(1) 船舶用ハイブリッド過給機

船舶の省エネ航行実現のため、船舶用エンジンの過給機（ターボチャージャ）にモータ・発電機を内蔵した、ハイブリッド過給機を開発しました。モータ・発電機やインバータの設計・検証を支援しています。



ハイブリッド過給機 [断面図]

(2) 燃焼場計測技術

レーザ・赤外線・光ファイバ・分光等用いた特殊計測技術を活用し、高温環境下の燃焼場計測技術を開発して、現象解明による高効率ボイラ環境設備（ゴミ焼却炉）の開発を支援しています。



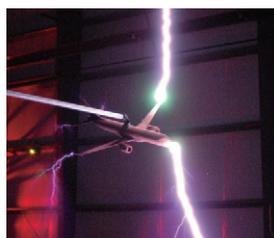
ゴミ焼却炉内の状態計測



Fuel Supply Monitor

(3) 航空機の耐雷設計評価技術

高電圧・大電流環境での電磁界を正確に計測評価する技術です。この技術を使って航空機の耐雷設計の開発支援をしています。



耐雷設計評価試験

(4) 耐熱薄膜超音波センサ

薄くて柔軟性があり高温で連続使用が可能な薄膜超音波（UT）センサと、計測データを無線で送信可能な小型計測機を組み合わせた薄膜UTモニタリングシステムを開発しました。運転中プラントの遠隔監視で安定運転に貢献しています。



薄膜 UT
モニタリングシステム

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気応用物理研究部

若手研究者紹介

安心安全を実現する航空機耐雷評価技術の開発

概要

サービス技術部

製造研究部

化学研究部

強度・構造研究部

振動研究部

機械研究部

流体研究部

ターボ機械研究部

燃焼研究部

伝熱研究部

電気・応用物理研究部



電気・情報・システム系

電気・応用物理研究部
2014年入社

仕事の内容について教えてください。

要素技術開発から大型プロジェクトまで様々な製品の課題解決

総合研究所では、要素技術開発から航空機のような大型プロジェクトまで様々な規模での課題解決の仕事があり、プロジェクトチームで知恵を出し合いながら日々挑戦しています。

特に当社では電気系技術者が比較的少ないこともあり、各事業部から協力を求められる機会も多く、様々な製品で活躍できる機会があります。

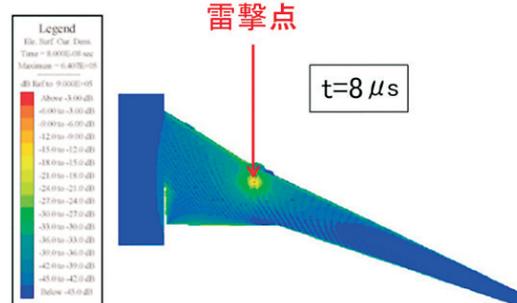
私自身も、入社数年で、航空機をはじめ、船舶や電力プラントなど多様な製品の仕事に携わってきました。こういった複数製品へ貢献ができることは総合研究所の良いところの一つですね。



雷が落ちても安全な航空機を作るために何が重要ですか？

解析／試験で裏付けされた多重の耐雷対策です。

航空機の開発では、各種の安全性の証明が必要であり、各国の航空局の審査を受けて認証を取得しなければなりません。その一つに、燃料タンクの防爆性能の証明があります。万一、機体に落雷した場合、構成部品間の接合部で着火の原因となる火花が生じる可能性があります。接合部の導電性の向上や、火花封じ込めのためのシール材等で多重の対策をしています。これらの対策設計の妥当性を示すために、解析や試験による耐雷評価を行っています。

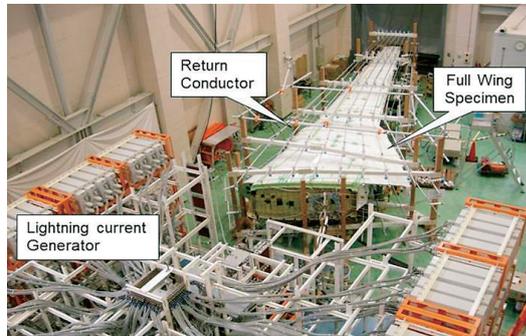


耐雷評価にはどんな技術が必要ですか？

大電流・高電圧の試験／解析技術が必要です。

主翼各部に流れる雷電流分布の評価には、大電流・高電圧を測定する試験技術と電磁界解析技術が必要です。

私が担当している燃料タンク構造の結合部の耐雷評価では、主翼に着雷した際に流れる電流分布をシミュレーションにより評価し、それを基に電流条件を決めて雷撃試験を実施します。雷撃試験では雷電流を模擬した大電流を供試体に印加する試験を実施します。時には実機大サイズの供試体を用いた試験を実施する場合があります。このような大規模な雷撃試験にも携わりました。



今後、どんな技術者を目指していきたいですか？

特殊電磁界解析／試験評価技術で製品価値向上を支える。

航空機の耐雷技術も含め、当社大型製品の安全性を確保した設計を行う際には、高い電磁エネルギー環境に対する安全性の評価・検証が求められることがあります。一方で、微小な電磁場が問題となる場合もあり、それぞれの電磁環境に応じた電磁界評価技術が必要になります。これらの評価技術について、社内の技術リソースを展開できることもあれば、時には研究機関等の外力活用の検討が必要になることもあります。製品課題に対してベストな解決策の提案や技術開発をしていきたいと考えています。そのためにも、製品ごとの背景知識や規格、技術動向等を学び続ける姿勢を忘れずに、これからも製品価値向上に貢献できるよう努力していこうと思います。



オフの時間は何をしていますか？

退社後や休日は、学生時代から続けているバドミントンをして体を動かしています。幸いにも住んでいる社宅の近くに素敵な銭湯があり、温泉とサウナで気分爽快、癒しのひと時を過ごしています。また、就寝前には今担当している製品や技術に関する本を読むようにしていて、気づいたら眠ってしまっていることがよくありますね。

休日はできるだけ家族と過ごす時間を大事にし、仕事のモチベーションを高めるようにしています。



 **三菱重工業株式会社**

総合研究所