

# 統合デザインカ教育プログラム News Letter

No. 1

## 統合デザインカ教育プログラム

高等教育を考える上で「知識基盤社会 (Knowledge-Based Society)」という言葉がキーワードとなっています。われわれの社会や生活は様々な生産活動の上に成り立っています。科学技術が高度化し、経済活動のグローバル化が進み、先進諸国での成熟した暮らし、顕在化した環境・資源制約のもとにある21世紀においては、生産活動の基盤として知識の重要度が増してくるものとされています。その知識についても、新たな知識を生み出すことに加えて、各方面での知識をモノやサービスなどとして具体化していくための統合化のプロセスが重要であるとされています。この統合化は工学の中でも総合工学である機械工学が担うべき課題です。機械工学は力学を基盤とした解析技術、システム化のための制御技術、具体化のための設計や生産の技術などから構成されています。知識基盤社会に向けては、それらをアナリシス (分析) とシンセシス (総合) という2つの視点から問い直して、より高度なレベルで再構成することが求められており、その要請は人材育成のための教育活動にも及んでいます。

大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻・工学部応用理工学科機械工学科目では、以上の背景のもと、2005年度以降、新しい教育カリキュラムの導入を進めています。中でも、機械工学専攻での大学院教育カリキュラムの刷新については、文部科学省が推進している「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業 (いわゆる大学院GP) に提案した「統合デザインカ教育プログラム」が高い評価を得て採択され、2005年度と2006年度の二年間に、およそ9,500万円の資金を投入して、様々な取組を展開しています。本プログラムでは、設計方法論に基づいたデザインの構想力・展開力とチームワーク力、数学と力学を基盤として展開する機械工学の高度な専門的能力についての教育機能を高度化し、社会や生活に変革をもたらす斬新な価値の創出に向けて今後の製造業や研究活動を担っていくことのできる人材を育成することを目指しています。イニシアティブ事業のもとでは、教育カリキュラムについては、基盤科目の設定、科目類制度の導入、シンセシスについての産学連携によるプロジェクト型教育の展開を進めています。また、研究指導プロセスについては、リサーチアシスタント (RA) 制度や研究プロジェクト支援、教育実施環境については、大学院総合演習室の整備と同室への各種設備・装置の導入、教育力の強化に向けては、様々な研修活動や先進事例の調査視察の実施、教育内容の検証については、産学官からの委員による外部評価の実施を進めています。本ニュースレターでは統合デザインカ教育プログラムでの様々な活動を紹介していきます。



取組実施担当者  
藤田 喜久雄 教授

## 大学院紹介 1

### 微小サイズの物体の形状を 3次元で精密に計測する

博士前期課程2年 道畑 正岐

私の研究テーマは、数ミリメートル以下の構造物を対象とした3次元形状計測です。

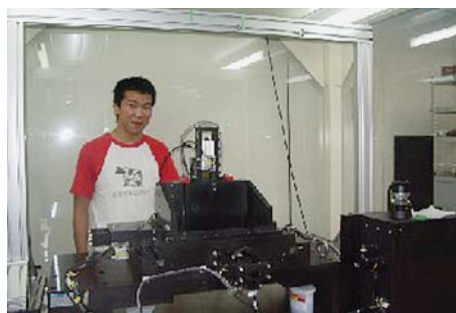
とくにナノCMMと呼ばれる計測器を開発しています。ナノCMMとは10mm以下の大きさを持った構造物の3次元形状を数10nm以下の精度で計測する装置です。この研究で最も難しいところは、それほど小さい測定物の表面を精度よく検出するセンサー部です。つまり、昆虫

で言うところの触角の働きをする部分です。私たちは、その触角となるセンサーにレーザートラップという技術を用いています。この技術を使うと、光の力を使って直径8mmのガラス球を空中に浮かせることが出来ます。その浮いた球をセンサーにするわけです。このセンサーは非常に感度がよく、数10nmの精度で測定物表面を検出できます。三好・高谷研究室では、これまでこのセンサー単体の研究が行われていました。そこで、私の目標は、実際にそのセンサーを用いて計測器全体を作ることになりました。まずこの装置作りが大変です。なぜなら、幅

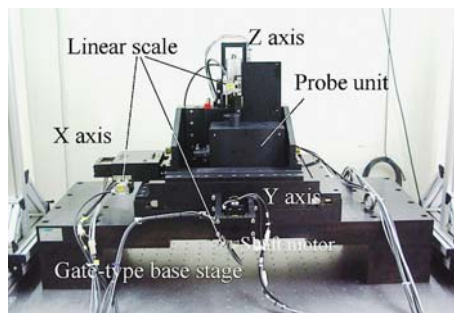
広い知識と考える力が要るからです。これまでに勉強してきたことや今まで勉強したことない知識も存分に求められます。学部生のときに勉強したことは忘れていたことも多々あるので、毎日が勉強です。しかし、テストのために勉強する場合と違い、モノをつくるという目的が明確であるので、勉強意欲が全然違います。正直に言うと、自発的に制御工学を勉強しようと思ったことは初めての体験です…。

次に考える力ですが、これが研究の最も面白いところかもしれません。上記のレーザートラッピングを空気中で行っているところは世界でもほとんどありません。ですので、何をやるにも「お手本」がありません。困難にあたって、解決するのは自分です。その反面、解決できれば大きな成果です。これが面白くもあり、難しいことでもあると思います。

と、ここまでは、大学院での研究について書いてきましたが、日々、色々と考えながら研究をしていると、試してみたいことがたくさん出てきます。でも、それはあまり研究を進めることとは関係なく、しかも、それをするにはお金



実験装置と私



実験装置の詳細

がわかります。研究内容がよくわかってくと、そういうことが頻繁に起こるようになりました。そのとき、この大学院GPのプロジェクトに応募して選ばれ、自分に研究資金が与えられ、それを使うことができました。これは私にとっては非常に魅力的でした。大規模な装置を買えるほどではありませんが、修士課程の自由に使える研究資金があるのは、いい経験になりました。つまり、お金を得るための面倒な手続きから、何を買うか、どう使えば有効か、またはそれを行ったことによる成果

発表会など、とてもよい勉強になりました。特に発表会では、他の研究室の研究内容が聞けて面白かったです。おまけに、優秀賞まで頂くことが出来ました。

話は少し変わりますが、この夏には、大学院GPの支援を受け、イタリアデザインサマースクールに参加します。授業の一環としてイタリアに実際に行き、フェラーリやドゥカティなどの工場を見学したり、イタリアのものづくりやそれに関わるデザインを勉強したりします。また昨年(2004年9月~2005年7月)には、奨学

金を頂いて、デンマークとオランダに半年づつ留学し、講義を受けたり研究をしたり、または外国人の友達と文化交流をしたりと非常に充実した時間を過ごすことが出来ました。

このように、大学院では、常にアンテナを張り、行動力とチャレンジ精神があればいくらでもチャンスは転がっています。特に阪大の大学院ではその機会が数多く提供されています。充実した大学院生活をおくれるかどうかは、そのチャンスをつかめるかどうかにかかっていると思います。

## 大学院紹介 2

### ガスタービン翼を冷却する

博士前期課程2年 熊谷 尚憲

私は、昨年大学院GP学生研究支援プロジェクトの対象者に選ばれ、その成果発表会において優秀賞を受賞することができました(図1)。ここで皆さんに、私の研究内容とプロジェクト活動について紹介したいと思います。

私は、ガスタービン(図2)のタービン翼冷却に用いられるフィルム冷却技術の高性能化に関する研究を行っています。フィルム冷却技術とは、高温ガスに対してタービン翼が耐えるように、タービン翼上に設けられた多数の孔から冷却空気を吹き出し、冷却空気の膜を作ることによって熱を遮断してタービン翼を保護する技術のことです。

現在、世界的な地球環境問題・エネルギー問題を解決する有力な方法の一つとして、ガスタービンエンジンの一層の高性能化が要求されています。ガスタービンは、産業用の複合発電の主機、航空機のジェットエンジンとして用いられています。圧縮機で高圧の空気を作り、燃焼器で燃料を投入し、発生する高温高圧ガスをタービン翼と呼ばれる羽根に吹き付けることにより、タービンが回転し動力を得る構造になっています。このガスタービンの熱効率向上のためには、タービン入口温度(TIT: Turbine Inlet Temperature)を上昇させる方法が最も有効であることが知られています。現在実用化されているガスタービンのTITは、冷却技術の進歩に伴い1,500℃にも達しています。より一層の高効率化に向けてさ

らに高温のTITを実現するためには、高温ガスにさらされるタービン翼の耐熱信頼性の確保が非常に重要になるため、冷却技術の一層の高性能化が求められています。私の研究対象であるフィルム冷却技術は、そのうちのひとつです。しかし、タービン翼上に設けられた多数の孔から冷却空気を吹き出すと、高温という厳しい条件のもと、高温ガスと冷却空気が複雑な流れを形成してしまい、冷却がうまくいかない部分が出てきます。その部分では、タービン翼に特に著しい劣化が起きてしまいます。そこで私の研究では、冷却空気が高温ガスとどのように混合して翼表面上に広がるかについて、新しく確立したレーザ計測法を用いた実験と数値解析の双方から解明し、冷却フィルムが翼全体をくまなく包み込んで高い冷却性能を実現できる冷却孔形状を提案することを目的として研究を進めています。

学生研究支援プロジェクトで助成を受けるためには、どのような研究目的を持ち、なぜ助成が必要であるかなど、研究に対する明確なビジョンやスケジュールを自ら立てる必要があります。また、助成を受けると、その予算の範囲内でどのように研究を進めるか、成果発表会までの目標を設定し、その目標に対して計画をたて

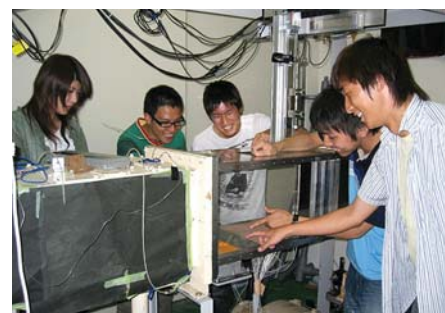


図3 実験に用いた低速伝熱風洞

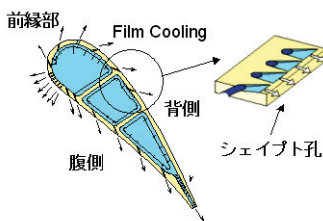
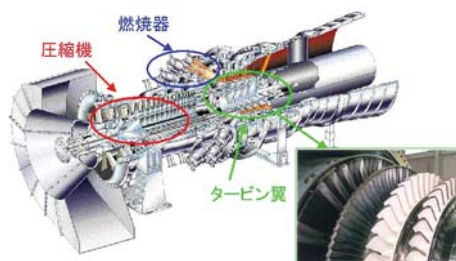
るといったことが必要になってきます。また、実験装置を目的にあわせて考案・設計したり、問題点が生じた時には、文献などを調査したり、教員の方々・先輩・後輩などと議論したりして(図3)問題を解決し、研究を進めていきます。この過程の中で、私の場合には、伝熱と流体の分野だけではなく、実際のガスタービンの知識や問題を把握するといったように、物事を様々な観点から見て、考える習慣を身に付けることができたと思っています。

また、大学院で研究に携わるようになって、研究成果を発表するチャンスがたくさんあります。大学院GPで実施された成果発表会のように学内で発表する機会もあれば、成果次第では国内・海外の学会で発表するチャンスも巡ってきます。私も昨年度のプロジェクトで得た成果が認められ、本年度はプロジェクトの助成を受けて、4年に一度開催される国際会議に参加し研究成果を発表する予定です。これは、4年に一度開催される伝熱工学分野における世界最大の国際会議です。

大学院で、研究を行う際には、学部の時と比べて、より専門的な知識を学ぶことができることはもちろんですが、主体的に物事を考えて行動する姿勢が非常に重要になり、それを磨くことができると思います。また、自分で考えた実験装置で研究を行い、その成果を発表できることは非常にやりがいを感じます。阪大の大学院は大きく成長できる場だと私は感じています。



図1 優秀賞の表彰式



タービン翼断面図

図2 ガスタービンとフィルム冷却

大学院紹介 3

海外留学報告

博士前期課程2年 田名田 祐樹

私は日本・EU留学生交流新プロジェクト「DeMaMech」を通じて、2005年8月から2006年1月までオランダとデンマークの二カ国へ留学しました。まず、この「DeMaMech」という留学プログラムについて簡単に説明します。DeMaMechは、日本の文部科学省と欧州委員会による留学生交流プログラムであり、大阪大学大学院工学研究科と国内3大学（東京大学・北海道大学・慶応義塾大学）が、欧州4大学と協同して学生の国際交流を目的とするものです。海外の大学の研究・講義などを体験してみたかった私にとって、派遣学生に対して往復渡航費と滞在費が支払われるこのプログラムは大変魅力的でした。そこで、このプログラムに応募したところ、運良くこのプログラムの派遣学生に選ばれました。

「私にとって、この留学中に文化の異なる環境で育ってきた人々と触れ合い、視野を広げることが出来た点が大きな収穫でした！」という建て前は置いておいて、私の留学生生活を本音で振り返るとするならば、「非常に楽しかったが、非常に苦勞をした留学でした」ということにならなりました。

オランダ人ルームメイトとの共同生活、日本



オランダのルームメイトと。中央のピカチュウが僕です。

と全く違う海外の大学（環境・学生と教員の意識）での講義や研究、海外の学生と語り合うことができたこと、様々な国の町並みを旅行したことなど、全てが刺激的で楽しく過ごしました。この5ヶ月で、自分の国で形成された固定概念が壊され、多くの物事をより客観的に判断できるようになったと思います。これからの急激に国際化が進む社会で、そのような経験をできたことは幸運であったと思います。

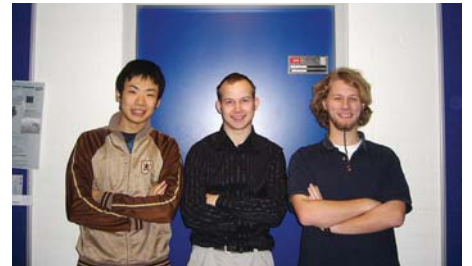
しかしながら、私が常に感じていたのは、私自身の英語表現力の問題、つまり指導教官や友人にうまく自分の思いを伝えることができなかったということです。海外で生活をしているので、当然全ての会話が英語でなされるわけですが、もしも何の問題もなく胸を張って英語を話すことが出来れば、相手に誤解を与えたり、意思をうまく伝えられなかったりして、身の縮むような思いをしなくてもよいはずでした。留学前に身に付けた英語力の多少によって、留学中の交流内容が大きく左右されることは、取り立てて述べるまでもなく当然でしょう。

上述したように、英語力の問題から今回の留学は100%満足できたというものではありません。大阪大学大学院には、DeMaMech以外にも様々な留学・サマースクールのプログラムがあります。そこで今度は事前に英語をしっかりと勉強して、もう一度留学に挑戦したいと考えています。みなさんもそのような機会を積極的に利用してみたいでしょうか。

話は変わって、研究活動について触れようと思います。大学院での研究というのは、学生の自主性が尊重されます。どのような研究をしたいか、どのように研究を進めていくかは自分で決めることとなります。良い研究成果を残したければ、良い実験設備・環境が必要なのですが、研究室にも予算があり自分ばかりがお金を使う



オランダの世界遺産の地・キンデルダイクにて。



デンマークのグループワークの仲間と。

わけにはいきません。しかし、阪大大学院には学生自らが自分の研究をアピールし、研究への予算を獲得できるシステムがあります。それが大学院GPの研究費助成制度です。私は幸いにも2006年度の研究費助成のテーマに選ばれ、自分の研究設備の増強資金・アメリカでの国際学会への渡航費用を得ることができました。国際学会で発表するのは、自分の研究成果を世界へ発信し、世界の研究者と触れ合うことのできる良い機会です。このような機会を得られたのも、留学経験や研究成果が認められ、その結果、大学院GPでの助成金を得ることができたからだだと思います。

繰り返しになりますが、阪大大学院には上述した留学・助成金以外にも学生を支援する数多くのプログラムが用意されています。これから入学を希望されるみなさんには、是非ともそれらの機会に積極的に挑戦し、充実した大学院生活をおくってもらいたいと思います。

大学院総合演習室への誘い

機械工学専攻では、「総合デザイン教育プログラム」(大学院GP)専用スペースとして約290m<sup>2</sup>の演習室を整備しました。図1にこの部屋の見取り図を示しますが、少人数に分かれて議論を行うチームスペース10部屋と共有スペースから構成されています。設備も充実しており、各チームスペースには、パソコンと電子ホワイトボードがあり、ブレインストーミングや課題検討に最適です。さらにこの部屋には、学会発表用のポスターが印刷できる「大型プリンタ」、創設工学センターのラピッドプロトタイプ装置と併用することにより、最先端のデジタルエンジニアリングを行うことができる「三次元スキャナー」(図2参照)、カラープリンター、プロジェクターなどが配備され、設計を中心に機械工学に関連する書籍百数十冊もいつでも閲覧できます。ソフトウェアも三次元モデリングソフト、三次元CAD、環境影響評価(ライフサイクル・アセスメント)ソフト、技術計算ソフト、グループウェアソフトなど充実しています。

この充実した環境を使って、企業から提供された設計課題に取り組むPBL(Project Based Learning)演習「プロダクトデザイン」や「機械制御」の演習など、大学院の演習科目でフルに活用されています。この整った環境での演習はとてもやりやすい、集中できる、と大学院生の間でも好評です。空いた時間は予約すれば自由に活用することができます。あなたも、この理想的な空間で新しいモノ作りを学んでみませんか。

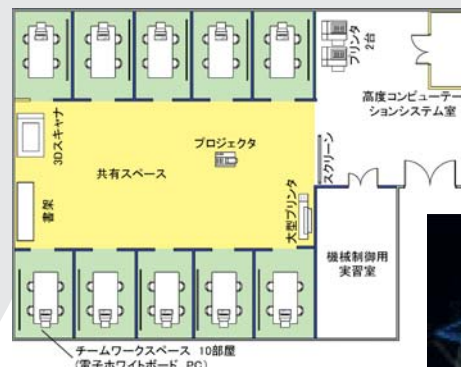


図1 大学院総合演習室



図3 プロダクトデザインにおけるチームディスカッション



図2 三次元スキャナーによる立体データの例 (出典:http://konicaminolta.jp/index.html)

## ■ 高度コンピューテーションシステム、本格運用スタート!

2005年度末に、大学院における講義および研究での利用を目的として、高度コンピューテーションシステムを導入しました。2006年度の5月の試験運用を経て、現在本格的な運用が進められています。試験運用では博士後期課程の学生を対象としていましたが、本格運用では、博士前期課程の学生にまで対象者を広げて利用希望者を募集し、現在、11件の研究テーマに関して、このシステムが使用されています。また、第2学期には講義での利用も予定されています。

はじめに、高度コンピューテーションシステムの概要について簡単に紹介します。今回導入したシステムは、ギガビット・ネットワークで接続されたIntel Pentium D 3.4 GHzの20ノード(40コア、ノード当たり4GBのメモリ)で構成されるクラスターシステム(図1)で、大学院総合演習室に設置されています。利用可能なソフトウェアとしては、会話型数値解析プログラムであるMATLAB 7、Simulink、開発環境として各種コンパイラ(Intel C++ 9.0、Intel FORTRAN 9.0)と数値計算ライブラリー(Intel

Math Kernel Library 8.0)を導入しています。また、並列計算のためのライブラリーとしてMPICHもインストールされています。このシステムは、機械工学専攻のLANに接続されており、大学院総合演習室で行われる各種計算機演習の実施だけではなく、大学院学生の研究活動における種々の数値シミュレーションも同時に行なうことができる環境を提供しています。

第2学期には、このシステムを利用した講義も予定されています。例えば、機械制御では、MATLABを利用した制御系のシミュレーション演習を実施する予定です。講義による知識の習得だけではなく、コンピューター・シミュレーションによる演習を通じて、さらに理解を深めることができます。

この高度コンピューテーションシステムは、各研究室単独で導入している計算システムに比

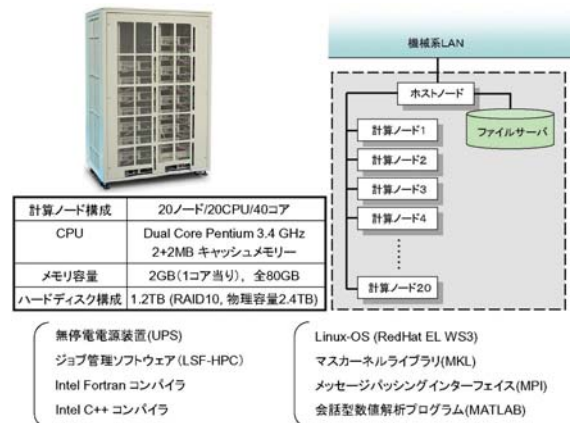


図1 クラスターシステム

べてノード数も多く、様々な用途への対応が可能です。システムの使用例としては、最適化設計や制御系のシミュレーション、大規模な構造解析や流体計算などがあげられます。現在、このシステムを利用して進められている研究テーマも「ナノ塑性現象におけるマルチスケールモデリング」、「ナノ粒子の衝突の分子シミュレーション」、「高分子マイクロ成形プロセスの数値シミュレーション」、「フェムトグラム質量計測」、「非線形確率系のフィードバック制御」といった広範な分野にわたっています。

学生の皆さん、高度コンピューテーションシステムを使用した研究計画を立ててみませんか? このシステムを使って、これまであきらめていた大規模並列計算を行ったり、多数の計算条件で計算を並行して行い、データを短期間に集めたりすることで、研究対象への新たなアプローチが可能となるかもしれません。あるいは、システムをグループで利用し、計算機内でデザインやデータを共有しながら製品設計を進めるような、ヴァーチャル・デザインセンターとしての利用もできるのではないのでしょうか。このシステムの資源を活かす皆さんのアイデアを歓迎します。

今回の大学院GPで、機械工学専攻の大学院生の皆さんに利用してもらえら高性能のコンピューティングシステムを導入することができました。既にいくつかの成果が出ていますが、皆さんのアイデアによって、このシステムの可能性をさらに広げることができると思います。現在、このシステムを利用していない人も次回の利用者募集の際には是非、応募を検討してみてください。あるいは、将来の大学院生の皆さん、アイデアを準備しておいてください。

**大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻**

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 Tel. 06-6879-4486 (事務室)

▼ 詳細は下記のホームページをご覧ください。

<http://www.mech.eng.osaka-u.ac.jp/>

## ■ 大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻の特徴的なカリキュラム

「魅力ある大学院教育」イニシアティブに採択された「統合デザイン力教育プログラム」は、2005年度に旧機械系3専攻(機械物理学、機械システム工学、電子制御機械工学)を機械工学専攻に統合すると同時に体系化された大学院カリキュラムを中核としています。ここではその特色を紹介します。

### ■ 博士前期課程(マスターコース)

2年間を通しての研究成果を修士論文にとりまとめる過程で、先端的な専門知識と研究手法を修得するだけでなく、国内外での学会講演や論文投稿によりプレゼンテーション能力を養成します。

また、次のようなカリキュラムにより、製品や装置のコンセプトをデザインできる研究者、デザインの実現に向けて物理現象を統合できる研究者、および複合領域における高度な解析能力をもつ研究者を育成します。

**【基盤科目】** シンセシス系ないしアナリシス系のいずれかに重点を置き、必要単位数以上を修得することが求められます。

シンセシス系基盤科目としては、プロジェクト型科目「プロダクトデザイン」を導入しています。ここでは、設計方法論についての講義に加え、産学連携のもとでのデザインプロジェクトについての課題演習を並行して進めます。これにより、構想力・展開力やチームにおける人間力を養うとともに、専門的応用能力を修得します。

アナリシス系基盤科目としては、高度な力学基礎科目、共通基盤科目として基礎数学I・IIが開講されています。これにより、最先端の研究を実施する上での基礎力を高めます。

**【専門科目】** 授業科目は機械工学を形成する8つの科目類(計算力学、固体力学、流体力学、熱工学、制御工学、知能機械学、統合デザイン工学、生産加工学)に体系化され、重点分野として選択して修得すべき単位数が設定されています。これにより、専門知識を系統的に深めます。

**【選択科目】** 工学英語I・IIなどにより、研究者・技術者として必要なスキルを高めます。

### ■ 博士後期課程(ドクターコース)

後期課程では、博士論文のための研究指導を受けることが主体となります。ここでは、課題解決能力に加えて課題設定能力も重視されます。そして、学術研究の最先端に立つだけでなく、産業界における研究開発を牽引する能力も養成します。

機械工学専攻における博士後期課程修士の具体像は、専門分野における研究能力に基づいてプロジェクトのリーダーを担うことのできる研究者、価値創出型の研究課題を自ら立案し推進できる研究者、またはデザインをキーワードに学際分野を融合できる研究者です。

そのために、専門分野の授業だけでなく、マスターコース科目「プロダクトデザイン」におけるチームのコーチングを通して、企画・管理・指導能力などのリーダーシップにも優れた指導的役割を果たす研究者を育成する科目「プロダクトデザインマネジメント」を受講することができます。

また、専門科目としては、前期課程の8科目類におおむね対応した発展的または融合的な内容の講義が開講されています。これにより、博士論文のテーマだけでなく専門性を広げることができます。