

# 博士後期課程

## Doctoral Program

### 修了要件

博士後期課程を修了するには、当該研究科科目を4単位以上修得し、かつ、必要な研究指導を受けた上、博士論文の審査及び試験に合格しなければならない。但し GCOE 提供科目は増加単位とし、修了要件に関わる単位に含めない。

### 博士論文の審査基準

学術上あるいは實際上エネルギー科学に寄与する特に優れた研究成果を含むことを論文の審査基準とする。

### Conditions for Completion of Studies

The requirements for the completion of a Doctoral Program shall be attainment of 4 or more credits in the major courses of the graduate school, receipt of research guidance, the approval of the doctoral thesis, and the successful completion of the qualifying examinations. GCOE subjects considered increments, therefore there are not included in the units involved in the completion requirements.

### Evaluation Criterion for Doctoral Thesis

The doctoral thesis shall be evaluated whether it includes outstanding research results which greatly contribute to the advancement in the field of Energy Science either academically or practically.

※ 「国際エネルギー科学コース」の学生は別冊ハンドブックに従うこと。

※ Students enrolled in the International Energy Science Course should consult a separate handbook.

## 博士後期課程科目表・シラバス

### Doctoral Program Subject Table and Syllabi

エネルギー社会・環境科学専攻	.....
Department of Socio-Environmental Energy Science (SEES)	
エネルギー基礎科学専攻	.....
Department of Fundamental Energy Science (FES)	
エネルギー変換科学専攻	.....
Department of Energy Conversion Science (ECS)	
エネルギー応用科学専攻	.....
Department of Energy Science and Technology (EST)	
GCOE提供科目 GCOE Subjects	.....
シラバス Syllabi	.....

### 凡例

1. ○印の科目は隔年開講で本年度は開講されるが来年度は休講の予定。
2. □印の科目は隔年開講で本年度は休講されるが来年度は開講の予定。
3. ◎印の科目は修士の単位に充当可能な科目を示す。
4. ☆印の科目は英語による授業科目を示す。
5. 科目担当教員及び配当期は当該年度において一部変更されることがある。

### Legend symbols

1. Subjects marked with the symbol “○” are offered every other year and offered this year but not next year.
2. Subjects marked with the symbol “□” are offered every other year and offered next year but not this year.
3. Subjects marked with the symbol “◎” are appropriate as credits also for the Master’s Program.
4. Subjects marked with the symbol “☆” are lectured in English.
5. The teaching staff responsible for a subject and the teaching period may be subject to change for a given year.

## エネルギー変換科学専攻提供科目

Lectures from Department of Energy Conversion Science

科目コード Subject Code	授業科目名 Subject Title	担当教員 Lecturer	毎週時数 Hours/Week		単位 Credits	頁 Page	備考 Note
			前期 Spring Semester	後期 Fall Semester			
6301000	エネルギー変換基礎特論	全 員	2		2		リレー講義
6304000	○環境保全科学	石 山	2		2		集中講義 (前期)
6307000	□◎連続体熱力学	今 谷		2	2		
6323000	原子力プラント工学特論	大城戸	2		2		隔週(前期)
9502000	エンジン燃焼解析学特論	秋 濱	2		2		集中講義 (前期)
9506000	先進エンジンシステム特論	中 園		2	2		集中講義 (後期)
8011000	特別学外実習プロジェクト	全 員	(延160以上)		4		
8022000	☆◎Advanced Energy Conversion Science	全 員		2	2		

### ◎ 成績評価に関する異議申し立てについて

学生は成績評価について、採点の誤記入等、担当教員等の事務的な誤りであると思われるものに関り、自分の成績評価に対する異議を申し立てることができる。異議申し立てにあたっては、教務掛窓口で「異議申立書」の用紙を受取り、必要事項を記入のうえ、成績確認期間内に「異議申立書」を教務掛窓口に提出する。ただし、成績に関する評価の理由や根拠等の照会については、受け付けない。

### ◎ Academic Appeals Procedure

If students wish to appeal their academic assessment because the instructor made a mechanical error (e.g., incorrect input), they can request an “appeal form” at the administrative office. If the completed form is submitted within the academic record confirmation period, their appeal will be considered. However, the reasons for the final determination of the appeal will not be disclosed.

エネルギー変換科学専攻

授業科目名 <英訳>	エネルギー変換基礎特論 Energy Conversion Fundamentals, Advanced	担当者所属・ 職名・氏名	エネルギー科学研究科 変換科学専攻教員全員								
配当 学年	博士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2017・ 前期	曜時限	火3	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
エネルギー変換科学に関連する最先端のトピックスを講義して、各分野における世界及び日本の研究状況を概観させる。											
【到達目標】											
エネルギー変換科学に関連する最先端の研究・技術内容を理解するとともに、関連する幅広い学識を身につける。											
【授業計画と内容】											
各教員によるオムニバス形式の講義であり、主な内容は以下のとおりである。 ・エンジンの熱効率向上と排気浄化 ・燃焼のレーザ計測 ・燃焼システムの高効率化と代替燃料 ・セラミックスとそのエネルギー関連機器への適用 ・エネルギー機器と高温設計 ・エネルギー機器のための非破壊検査技術 ・核融合エネルギー変換技術 ・核融合炉構造工学 ・電磁界とプラズマのエネルギー変換 ・電磁界と荷電粒子ビームのエネルギー変換 ・核融合炉構造材料 ・核エネルギーシステム保全学											
【履修要件】											
特になし											
【成績評価の方法・観点及び達成度】											
出席を重視する。各担当者による個別評価を総合して評価する。											
【教科書】											
別途、資料などを配布する。											
【参考書等】											
(参考書) 授業中に紹介する											
【授業外学習(予習・復習)等】											
各講義で取り上げられるトピックスについて、よく理解するとともに、トピックス間の関連について考察することが必要である。											
(その他(オフィスアワー等))											
講義の日程は変更される場合がある。											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

授業科目名 <英訳>	連続体熱力学 Continuum Thermodynamics	担当者所属・ 職名・氏名	エネルギー科学研究科 教授 今谷 勝次								
配当 学年	修士・博士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2017・ 後期	曜時限	月3	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
連続体力学は熱力学的観点からの議論を欠かすことはできない。本講義は、古典的な連続体力学と熱力学の境界領域を統一した観点から取り扱うことを目標としている。その基本となる数学的基礎と熱力学の一般論にはじまり、非平衡非均質な物体に対する熱力学の法則、連続体の構成式に対する適用と熱力学的考察、さらに物質空間での定式化への適用について講述する。とくに、固体の連続体熱力学について重点を置いて議論をすすめる。											
【到達目標】											
・古典的な熱力学法則を復習するとともに、散逸と熱力学的垂直性に関する理解を深める。 ・内部状態変数を導入した連続体熱力学の理論に習熟する。 ・熱力学的考察に基づいた物質の構成式の定式化を理解する。											
【授業計画と内容】											
第1回 数学的基礎 凸性, 劣微分, Legendre-Fenchel変換 第2回 連続体の熱力学(1) 運動と変形, 各種保存則, 応力原理, 平衡方程式 第3回 連続体の熱力学(2) 熱力学の基本法則, エントロピー, 各種の熱力学関数 第4回 連続体の熱力学(3) 内部状態変数, 熱力学的力とポテンシャル論 第5回 構成式の理論(1) 粘弾性体の構成式の導出, 熱伝導方程式 第6回 構成式の理論(2) 粘弾性体の構成式, 粘性応力, Maxwellモデル, Voigtモデル 第7回 構成式の理論(3) 完全塑性体の構成式, 速度型の構成式 第8回 構成式の理論(4) 加工硬化型の弾塑性構成式, 内部状態変数の役割 第9回 有限変形(1) 各種の応力とひずみ, 平衡方程式再論 第10回 有限変形(2) 引き戻し(Pull-back), 押し出し(Push-forward), Piola変換 第11回 有限変形(3) 有限変形理論に基づく再定式化と構成式論 第12回 物質空間(1) 非均質体の考え方と取扱 第13回 物質空間(2) 擬モーメント, 形態力, 物質空間における平衡とエネルギーの流れ 第14回 物質空間(3) Eshelby応力と破壊問題への適用 第15回 期末試験 / 学習到達度の評価											
----- 連続体熱力学(2)へ続く											

授業科目名 <英訳>	環境保全科学 Environmental Protection Science	担当者所属・ 職名・氏名	エネルギー科学研究科 教授 石山 拓二								
配当 学年	博士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2017・ 前期集中	曜時限	集中講義	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
熱エネルギー及び動力システムによるエネルギー変換において発生する地球規模および地域的環境問題の実態を概観し、環境を保全するための熱エネルギー変換システムとその評価、設計、制御に関して最新の知見を交えて議論する。											
【到達目標】											
エネルギー・資源問題の実態を理解するとともに、将来に及ぼす影響に関し各種の資料に基づいて議論することにより、持続可能な社会を構築するために我々が何をすべきかについて考察する。											
【授業計画と内容】											
熱エネルギー変換システムに関するいくつかの課題を設定し、その背景となる事項、関連する技術の内容、課題の解決に向けた方策、問題点、等をレポートにまとめる。その際、英文・邦文による専門書、雑誌、学術論文などを講読するとともに、適宜、Web検索も交え、様々な観点を担当教員らと議論しながら作業を進める。 対象とする課題の例としては、以下のものが考えられる。 1) 持続可能社会のエネルギー供給 2) 水素エネルギーシステム 3) コジェネレーションシステム 4) クリーンエンジンシステム 5) バイオマス変換・利用システム など											
【履修要件】											
特になし											
【成績評価の方法・観点及び達成度】											
レポートの内容に加えて、議論の内容・状況を総合して評価する。											
【教科書】											
使用しない レポート作成のための基礎資料、などを配布する。											
【参考書等】											
(参考書) 授業中に紹介する											
【授業外学習(予習・復習)等】											
授業中に指示する。											
(その他(オフィスアワー等))											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

連続体熱力学(2)											
-----											
【履修要件】											
特になし											
【成績評価の方法・観点及び達成度】											
評価方法：第15回に実施の定期試験(60%)、平常点評価(40%) 平常点評価は、出席に基づく。 評価基準：定期試験と平常点の合計(100点)に基づいて素点で評価する。											
【教科書】											
必要に応じてプリント配布											
【参考書等】											
(参考書) H.ツィーグラー 『連続体の熱・力学入門』(森北出版) G.A. Maugin 『The Thermodynamics of Nonlinear Irreversible Behaviors』(World Scientific) ISBN:981-02-3375-2											
【授業外学習(予習・復習)等】											
連続体力学など、学部で学習した内容を理解して講義に出席すること。											
(その他(オフィスアワー等))											
連続体力学の基本的知識を有することが望ましい。  オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

授業科目名 <英訳>	原子力プラント工学特論 Nuclear Power Plant Engineering, Adv.	担当者所属・ 職名・氏名	非常勤講師 大城戸 忍								
配当 学年	博士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2017・ 前期	曜時限	水曜3,4時	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う津波による福島第一原子力発電所の事故を契機に原子力の新規制が制定され、各事業者はそれに沿ったプラント安全性向上を図っているところである。本講義では、軽水型原子力発電プラントシステム・機器の設計・建設・運転・保守の技術や経験を、BWRプラントを例にとり説明するとともに、安全性向上に向けた取り組みについて紹介する。さらに、燃料サイクル、加速器応用等の展開について紹介する。											
【到達目標】											
軽水型原子力発電プラントシステムにおける機器の設計・建設・運転・保守の技術や経験を理解するとともに、安全性向上に向けた取り組みの実際を学ぶ。											
【授業計画と内容】											
Course Schedule 原子力発電プラントシステム 4回 (4/10, 4/24) 内容：BWRプラントを中心に、システム構成、安全設計、炉心・燃料設計、運転制御、電気計装システム、安全性向上への取り組みなどを紹介する。 機器設計、製造、建設 4回 (5/15, 5/29) 内容：原子力プラントの耐震設計、機器の設計・製造の考え方、設計規格、材料・製造・検査、主要機器の概要と開発経験、プラント設計・建設への計算機の活用などの技術や経験について説明する。 運転プラントの保全 3回 (6/12, 6/26) 内容：運転後の経年化現象と高経年化対応、検査診断・健全性評価技術、予防保全技術、定期検査と規制制度などを紹介する。 原子力技術の展開 3回 (6/26, 7/10) 内容：高速増殖炉、再処理等の燃料サイクル、加速器の応用や、研究開発などについて紹介する。											
【履修要件】											
特になし											
【成績評価の方法・観点及び達成度】											
講義出席率及び講義内に出す課題のレポート(2回)によって評価する。											
【教科書】											
指定しない。適宜資料を配布する。											
【参考書等】											
(参考書) 指定しない。適宜資料を配布する。											
【授業外学習(予習・復習)等】											
講義中に指示する。											
(その他(オフィスアワー等))											
隔週木曜3、4時限開講予定 オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

エンジン燃焼解析学特論(2)											
【教科書】											
講義中に資料を配付する。											
【参考書等】											
(参考書) 授業中に紹介する											
【授業外学習(予習・復習)等】											
講義中に指示する。											
(その他(オフィスアワー等))											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

授業科目名 <英訳>	エンジン燃焼解析学特論 Engine Combustion Analysis, Adv.	担当者所属・ 職名・氏名	非常勤講師 秋濱 一弘								
配当 学年	博士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2017・ 前期集中	曜時限	集中講義	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
動力システムにおけるエネルギー変換効率の向上と環境汚染物質の排出低減は喫緊の課題である。本講義では、前記の課題解決を念頭に、自動車用エンジン燃焼の物理・化学過程とそれらを解析するための可視化・レーザ分光技術やレーザ誘起蛍光法による温度・化学種濃度の計測手法と実用技術への応用について解説する。また、エンジン筒内現象および燃焼反応の解析、燃料性状とすす生成、後処理システムと組合せた無煙低温ディーゼル燃焼や新燃焼への展開の研究・開発事例を紹介する。											
【到達目標】											
燃焼の物理・化学過程とそれらを解析するための可視化・レーザ分光技術やレーザ誘起蛍光法による温度・化学種濃度の計測手法について理解するとともに、エンジン筒内現象および燃焼反応の解析、燃料性状とすす生成、後処理システムと組合せた無煙低温ディーゼル燃焼や新燃焼への展開の研究・開発事例に対する知識を身につける。											
【授業計画と内容】											
1. 自動車とエンジンの置かれた周辺環境(3) 1.1 ガソリンエンジン 1.2 ディーゼルエンジン 2. 可視化エンジンと筒内可視化計測の基礎(6) 2.1 燃焼レーザ/分光計測の基礎 (1)様々な温度計測法 (2)CARS(コヒーレント反ストークスラマン分光)による未燃帯温度計測とノック解析 2.2 レーザ誘起蛍光法によるエンジン筒内現象の計測と解析(燃料やNO分布など) 2.3 最新のレーザ誘起蛍光法によるエンジン筒内現象の計測と解析(CO分布計測とCO低減燃焼系など) 3. すす生成反応計算と-Tマップ(3) 3.1 無煙低温ディーゼル燃焼 3.2 燃料性状とすす生成 4. 新燃焼への挑戦(2) 5. 今後の方向性・まとめ(1)											
【履修要件】											
特になし											
【成績評価の方法・観点及び達成度】											
出席およびレポートをあわせて総合的に評価する。											
エンジン燃焼解析学特論(2)へ続く											

授業科目名 <英訳>	先進エンジンシステム特論 Advanced Engine Systems, Adv.	担当者所属・ 職名・氏名	非常勤講師 中園 徹								
配当 学年	1回生以上	単位数	2	開講年度・ 開講期	2017・ 後期集中	曜時限	集中講義	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
【授業の概要・目的】											
本講義では、各種エネルギー変換機器の分類、動作原理と特質について、主に内燃機関を対象に、その理論と実際を習得することを目的とする。まず、エンジンシステムと環境問題との関連、低公害化技術(排ガス処理)、高効率化技術、燃料の将来動向と代替燃料の可能性について述べる。また、各種の燃料を用いたエンジンの燃焼過程について、とくに火花点火による火炎伝播とディーゼルエンジンにおける直接燃料噴射燃焼過程を説明するとともに、効率と低NOxが両立するHCCI燃焼についても触れる。これら各種熱機関の熱効率と出力、排気特性の体系的な比較を通して、エンジンを用いたエネルギー変換過程の特質を明らかにする。											
【到達目標】											
・エネルギー変換機器として実用されている各種エンジンシステムの機能と特徴について学ぶ。 ・適時、出題されるレポートに対して、自主的、継続的に取り組む能力を養う。 ・エンジンメーカーにおける技術開発の責務と設計・制御に活用するに至るプロセスを理解し、クリンでかつ高効率なエネルギー変換機器の実用化に有用な知識を修得する。											
【授業計画と内容】											
以下の内容について講述する。 第1回～第3回 エネルギー変換機器の分類および構造と作動原理の比較 エンジンの種類・用途、エンジンに関連する熱力学 熱機関の種類・分類/蒸気タービンと大型船舶/ディーゼルエンジンとガソリンエンジン 作動原理/サイクル/熱効率・出力/燃料・燃焼 第4回～第6回 エンジンシステムの高効率化と排気処理技術の現状 各種エンジンシステムの構造・構成要素・使途 レシプロエンジン・バンケルエンジン・ガスタービン・ジェットエンジン・スターリングエンジン 第7回～第9回 エネルギー事情および代替燃料の特性と将来動向 専門学会での知見(機械損失低減、高圧縮比化、可変バルブタイミング) 構成要素の技術的発展(点火装置、キャブレター) 排ガス規制、CO2低減、メタン利用、ミラーサイクル 燃焼生成物、温暖化対応、エネルギー有効利用(コジェネレーション) バイオガス、水素、バイオディーゼル 第10回～第12回 火花点火エンジンとディーゼルエンジンにおける 混合気形成過程/燃焼過程/ノッキング 各シミュレーション方法 ディーゼルエンジンのコモンレール、PM/NOx対策 第13回～第15回 エンジンシステムの高効率化と低公害化の将来展望 HCCIシステム/コジェネレーションシステム、コンバインドシステム 将来のエネルギー動向(石油・天然ガスバイオマス燃料、水素、GTL・CTL)											
先進エンジンシステム特論(2)へ続く											

先進エンジンシステム特論(2)
<b>【履修要件】</b>
特になし
<b>【成績評価の方法・観点及び達成度】</b>
学期中および学期末に課すレポートに基づいて評価する。また、授業への出席についても評価点に加える。
<b>【教科書】</b>
授業に必要な資料をプリント配布する
<b>【参考書等】</b>
(参考書) 特になし
<b>【授業外学習(予習・復習)等】</b>
授業の前に、現代社会で利用されている様々なエンジンシステムを想起し、それらの形態、等の特徴について予備的に考察しておくことが望ましい。また、授業後は講義内容を復習し、各種エンジンシステムを適正に管理・運用するための設計・制御の方法について理解しておく。
<b>(その他(オフィスアワー等))</b>
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

授業科目名 <英訳>	Advanced Energy Conversion Science Advanced Energy Conversion Science	担当者所属・ 職名・氏名	エネルギー科学研究科 変換科学専攻教員全員								
配当 学年	修士・博士	単位数	2	開講年度・ 開講期	2017・ 後期	曜時限	水3	授業 形態	Lecture	使用 言語	英語
<b>【授業の概要・目的】</b>											
Subjects on the conversion, control and utilization of various kinds of energy from viewpoints of science and engineering are offered.											
<b>【到達目標】</b>											
To understand subjects on the conversion, control and utilization of various kinds of energy											
<b>【授業計画と内容】</b>											
Latest topics about energy conversion systems and their functional design are lectured in an omnibus class. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermal Efficiency and Pollutant Emissions in Internal Combustion Engines</li> <li>• Laser Diagnostics for Combustion Research</li> <li>• Alternative Fuels in Combustion Systems</li> <li>• Ceramics and Their Applications to Energy-Related Machineries</li> <li>• Energy Components and High Temperature Machine Design</li> <li>• Nondestructive Evaluation for Energy Equipment and Materials</li> <li>• Fusion Energy Conversion</li> <li>• Nuclear Energy Materials</li> <li>• Energy Conversion System for Electromagnetic Waves and Particle Beam</li> <li>• Recent Progress in Fusion Structural Materials R&amp;D</li> <li>• Modeling of Radiation Damage Processes in Fusion Materials</li> </ul>											
<b>【履修要件】</b>											
特になし											
<b>【成績評価の方法・観点及び達成度】</b>											
Attendance and report											
<b>【教科書】</b>											
Additional articles and documents are delivered if necessary.											
<b>【参考書等】</b>											
(参考書) 授業中に紹介する Reference books are introduced in class.											
<b>【授業外学習(予習・復習)等】</b>											
To be announced in class.											
<b>(その他(オフィスアワー等))</b>											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											

特別学外実習プロジェクト

授業科目名 <英訳>	特別学外実習プロジェクト Field Research Project on Energy Science	担当者所属・ 職名・氏名	エネルギー科学研究科 関係 教員								
配当 学年	博士	単位数	4	開講年度・ 開講期	2017・ 通年集中	曜時限	集中講義	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
<b>【授業の概要・目的】</b>											
指導教員の助言によって国公立機関や民間企業等において特定のテーマについて1ヶ月(160時間)以上エネルギー科学に関する実習や調査研究を行う。これにより、エネルギー科学の研究に関して、プロジェクト企画遂行能力と広く社会から見る視点の獲得を目的とする。											
<b>【到達目標】</b>											
学外の国公立機関や民間企業等での実習や調査研究を通して、エネルギー科学に関するプロジェクト企画遂行能力と広い視点を獲得することを目標とする。											
<b>【授業計画と内容】</b>											
指導教員の助言により、国公立機関や民間企業と相談の上、テーマを決めるとともにプロジェクトを遂行する。											
<b>【履修要件】</b>											
受講にあたっては、事前に指導教員と相談して許可を得ること。											
<b>【成績評価の方法・観点及び達成度】</b>											
受講生によるプロジェクト報告書、ならびに受け入れ国公立機関や民間企業等からの報告書により評価する。											
<b>【教科書】</b>											
指導教員の指示による。											
<b>【参考書等】</b>											
(参考書) 指導教員の指示による。											
<b>【授業外学習(予習・復習)等】</b>											
指導教員の指示による。											
<b>(その他(オフィスアワー等))</b>											
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。											