



履修要項

東北大学

文部科学省

「次世代X-nics半導体創成拠点形成事業」

スピントロニクス融合半導体創出拠点

MEXT Initiative to Establish Next-generation Novel
Integrated Circuits Centers(X-NICS)

2023年度(令和5年度)

目次

1. スピントロニクス融合半導体創出拠点の概要.....	1
2. スピントロニクス融合半導体創出拠点が目指す人材像.....	1
3. スピントロニクス融合半導体のカリキュラムポリシー	2
4. 経済的サポート	3
5. スピントロニクス融合半導体創出拠点のカリキュラム.....	4
6. シラバス	7
半導体基礎講座	8
半導体発展講座	13

1. スピントロニクス融合半導体創出拠点の概要

カーボンニュートラル、Society 5.0に不可欠な革新的省電力半導体の実現には、技術開発のみならず当該分野を支える**人材育成**が必要である。

本拠点では、世界と伍して研究開発を先導し人材育成を展開してきた「スピントロニクス半導体」をゲームチェンジの新しい切り口(X)として中核技術に据えて、「スピントロニクス融合半導体材料・素子×回路・システム」を研究開発領域に設定し、種々の新材料・素子の研究開発とその特性を引き出す回路・アーキテクチャの研究開発から、その集積化技術の研究開発、更には実証開発に繋げるため動く半導体チップに向けたプロトタイプ検証を展開する。これにより、必要な演算性能を有する半導体集積回路の消費電力を極限まで削減する革新的省エネ半導体技術の創出と半導体に熟知した**高度人材育成**を行う。

省エネ半導体は、過去も、現在も、将来も、社会を支える基盤技術である。昨今、カーボンニュートラルを含め省電力化への社会的要請は今まで以上に強く、次に勝てる実用化を見据えた革新的半導体材料・素子の研究開発と**人材育成**は喫緊の課題である。本研究で取り組むスピントロニクス融合半導体は、省エネ半導体におけるゲームチェンジャーとなるコア技術であり、半導体集積回路分野での我が国の競争力を堅持・強化することにより、将来のグローバル市場における日本の地位向上に繋がるものである。

2. スピントロニクス融合半導体創出拠点が目指す人材像

本拠点には、代表機関である東北大学に加え、連携機関として国内の8の大学（北海道大学、東京大学、東京工業大学、電気通信大学、京都大学、大阪大学、九州大学、慶應義塾大学）、2つの公的研究機構（物質・材料研究機構、宇宙航空研究開発機構）、更には協力機関として5の大学、23社の企業が参画している（2023年8月現在）。

また、本拠点は、物性・材料・素子からプロセス・回路、さらにはアーキテクチャ・システムまでを包含する総合的な学問分野であり、その相互シナジーにより学問的にも産業的にも大きなインパクトを有する分野である。カーボンニュートラル、Society 5.0という明確な社会課題に対して、この解決に最有力視されているスピントロニクス融合半導体を中心に据えて研究開発領域を統合化し、新たな原理・方式を創出して、他分野に波及させて行くことで、将来の重要な学問分野の創成と体系化を目指す。本拠点に参画する各研究者は、学問に立脚した骨太の物性・材料・素子研究から回路・アーキテクチャ研究、更にはその集積化技術研究等の半導体研究に求められる広範囲な分野で世界第一線で活躍しており、相互シナジーを創出しながら活動している。

このような「スピントロニクス融合半導体」の卓越した研究環境の下で、我が国の強みである新材料・素子・モノづくり技術の創出を起点に、本開発技術の応用展開を行うと共に、新学理による新概念コンピューティングへと展開して行くダイナミズム・イノベーション力をアカデミアに醸成することで、大学における半導体集積回路の研究開発能力の高度化を実現すると共に、次世代を担う学生にその重要性和何より楽しさを学んでもらうことで高度人材の質と量を向上させる。

これにより、スピントロニクス融合半導体のみならず、新材料・素子を世界に伍していち早く集積回路・システムへと展開し、我が国の研究開発力・人材育成力の向上に寄与すると共に、カーボンニュートラルなど世界的課題の解決を目指す。

4. 経済的サポート

本スピントロニクス融合半導体創出拠点に選抜された優秀な大学院生への経済的サポートを行う。支給金額等については別途決定する。

5. スピントロニクス融合半導体創出拠点のカリキュラム

課程	科目群	X-nics 講義名	各系の科目名	単位数	開講する専攻
半導体基礎講座(必修)	半導体基礎科目群 (必要単位数：2)	半導体基礎科目	各専攻の授業科目から自由に選択	2	各専攻
	X-nics 産業連携セミナー (必要単位数：4)	X-nics 産学連携セミナー	卓越リーダーセミナー I	2	AIE
			電気・通信・電子工学/特別講義 A	2	電・通・子
半導体発展講座	半導体発展科目群 (必要単位数：4)	X-nics スピン工学	スピン機能素子	2	子
			磁性物理学	2	応物
			磁性材料物理学	2	応物
			固体統計基礎	2	理物
		X-nics 材料物性計測	固体物性工学	2	電・通・子
			電子材料プロセス工学	2	子
			固体分光学基礎	2	理物
			生体計測制御医工学	2	医工
			応用磁気物性学 A	2	応物
			応用磁気物性学 B	2	応物
			半導体光物性学 A	2	応物
		X-nics 半導体プロセス	半導体工学	2	電・通・子・応物
			微細プロセス科学	2	子
			プラズマ基礎工学	2	子
			プラズマ応用工学	2	子
			イメージセンシング工学	2	技社
			光物性学持論 II	2	理物
		X-nics エネルギーシステム	エネルギー変換制御機器工学	2	技社
			パワーエレクトロニクス応用工学	2	電・通・子
			システム制御工学	2	電・通・子
			電気エネルギーシステム工学	2	電・通・子
			ユビキタスエネルギー工学	2	電

課程	科目群	X-nics 講義名	各系の科目名	単位数	開講する専攻
半導体発展講座	半導体発展 科目群	X-nics 情報通 信・ セキュリティ	インターネットセキュリティ	2	情
			セキュア情報通信システム論	2	電・通・子・情
			通信システム[#3]	2	通
			情報ネットワーク論[#3]	2	情
			高信頼システム	2	情
			暗号理論	2	情
			情報通信技術論[#4]	2	情
			インターネット工学[#4]	2	子
			ハードウェア基礎[#5]	2	電・通・子
		X-nics ビック データ処理	データ科学基礎	2	情
			ビックデータスキルアップ演習	2	情
			データ科学トレーニングキャンプ I	2	情
			データ科学トレーニングキャンプ II	2	情
			自然言語処理学	2	情
			Information Technology Fundamental*	2	情
			知能システム科学	2	情
			医用情報計測学[#6]	2	医工
			情報計測学[#6]	2	子
	計算人文社会学研究演習 I		2	文	
	計算人文社会学研究演習 II		2	文	
	半導体実習 科目群 (必要単位数:2 単位)		半導体実習科 目	半導体プロセス実習	2
半導体プロセス実習		2		μSIC	
PBL		2		AIE	

課程	科目群	X-nics 講義名	各系の科目名	開講する専攻
半導体研修講座	インターンシップ海外派遣 (必要単位数：3)	インターンシップ海外派遣		AIE GP-Spin 他
半導体実践講座	実践的 OJT プロジェクト			各専攻

※ 開講する専攻の略字は下記の通りである。

電：工学研究科電気エネルギーシステム専攻

通：工学研究科通信工学専攻

子：工学研究科電子工学専攻

応物：工学研究科応用物理学専攻

技社：工学研究科技術社会システム専攻

医工：医工学研究科医工学専攻

情：情報科学研究科情報基礎科学専攻・システム情報科学専攻・応用情報科学専攻

文：文学研究科日本学専攻・広域文化学専攻・総合人間学専攻

理物：理学研究科物理学専攻

AIE：人工知能エレクトロニクス(AIE)卓越大学院プログラム

GP-Spin：スピントロニクス国際共同大学院プログラム

RIEC：電気通信研究所

μSIC：マイクロシステム融合研究開発センター

6. シラバス

本X-nicsで履修できる科目群の内容は以下のシラバスの通りである。

注1 開講の有無と講義内容は都度変更の可能性があるので、履修の際には各研究科が準備する最新のシラバスを確認すること。また、ここにはないシラバスについても各研究科が用意する最新情報で提示される可能性があるので確認すること。

注2 時間割については各研究科で提供される最新のものを参照すること。

注3 開講する専攻の略字は下記の通りである。

電：工学研究科電気エネルギーシステム専攻

通：工学研究科通信工学専攻

子：工学研究科電子工学専攻

応物：工学研究科応用物理学専攻

技社：工学研究科技術社会システム専攻

医工：医工学研究科医工学専攻

情：情報科学研究科情報基礎科学専攻・システム情報科学専攻・応用情報科学専攻

文：文学研究科日本学専攻・広域文化学専攻・総合人間学専攻

理物：理学研究科物理学専攻

AIE：人工知能エレクトロニクス(AIE)卓越大学院プログラム

GP-Spin：スピントロニクス国際共同大学院プログラム

RIEC：電気通信研究所

μSIC：マイクロシステム融合研究開発センター

半導体基礎講座

科目名	半導体基礎科目
科目群	半導体基礎科目群
単位数	2
開講する専攻	各専攻

1. 授業科目	半導体基礎科目
2. 授業の目的と概要	※各専攻のシラバス参照
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進捗予定	
5. 成績評価方法	
6. 教科書および参考書	
7. その他	各専攻の授業から自由に選択

科目名	X-nics 産学連携セミナー
科目群	X-nics 産学連携セミナー
単位数	2
開講する専攻	卓越・電・通・子

1. 授業科目	AIE 卓越リーダーセミナー I
2. 授業の目的と概要	企業の研究開発現場の第一線で活躍されている研究者や開発者などの講師を迎えて、具体的な製品やシステムを例にとり、背景、目的、独創性、研究開発の進め方について講義することで、企業における研究開発の実際や大学における研究との違い等について理解を深めることを目的とする。なお、講義は毎回異なる講師が担当するオムニバス形式で行い、その内容は人口知能エレクトロニクスに関連する幅広い分野にわたる。
3. 学習の到達目標	様々な分野の企業等における実践的な研究開発の実例から技術の社会還元の方法について大学の研究との対比を含めての理解を深め、実践力と俯瞰力を涵養する。
4. 授業内容・方法と進度予定	下記等の分野における企業での研究開発の実例について1回当たり1社あるいは2社で計13回以上講義する。 1. 電気エネルギーシステム 2. 通信工学 3. 電子工学 4. 医工学 5. 情報科学 6. ソフトウェア科学 7. 人工知能とその応用 など。
5. 成績評価方法	出席を重視する。毎回の講義後に提出するレポート内容、講義への出席状況、および講義における質問等の積極性を総合して評価する。
6. 教科書および参考書	
7. その他	本講義は原則的に日本語で行う。 講義後にレポート課題に取り組む。

科目名	X-nics 産学連携セミナー
科目群	X-nics 産学連携セミナー
単位数	2
開講する専攻	電・通・子

1. 授業科目	工学・電気・通信・電子／特別講義 A
2. 授業の目的と概要	<p>AI, IoT, 自動運転技術等の第四次産業革命により、半導体技術は応用分野がさらに広がり一層重要性が増している。半導体デバイスメーカーだけでなくさまざまなプレイヤーを巻き込んで熾烈な国際競争が始まっている。強い競争力を維持するためには、国際展開を見据えた知的財産の戦略的活用が重要である。</p> <p>研究開発の現場では、研究成果を的確に権利化し保護する必要がある。本講座では半導体産業における知財の重要性について学び、知財に関連する様々な知識やスキルを身につける。</p> <p>本講座では、半導体及び知財業界で活躍している専門家が、半導体分野における各種技術とその知財戦略、特許技術動向、知財訴訟に関する情報、知財スキルの向上方法について解説する。</p>
3. 学習の到達目標	<p>本講義では、主に以下のような能力を修得することを目標とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・半導体産業における知的財産戦略の詳細を理解し、説明できること。 ・LSI、メモリ、ロジックなどの半導体要素技術に関連する知財の保護及び活用のセオリーを理解し、説明できること。 ・研究開発活動における知財の重要性を理解し、知財の保護・活用を意識した研究開発活動を行えるようになること。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> (1) 半導体産業における技術と知財の最前線 (2) 知的財産制度の基礎と知財戦略 (3) メモリ技術と知財 (4) 先端半導体技術（メモリからロジック、センサーなど） (5) 半導体の知財訴訟から学ぶ研究開発戦略 (6) 電機業界とその知財戦略 (7) 車載半導体等の技術と知財 (8) 大学における研究と特許の役割 (9) 先端パワー半導体・パワーモジュール技術とその将来動向 (10) AI を加速するコンピューティングプラットフォーム (11) 半導体メモリ：技術・経済・産業の現在と発展する未来 (12) フラッシュメモリの最前線 (13) HPC 向け高性能プロセッサ技術 (14) IVI(in-vehicle infotainment)向け SoC の変遷と展望 (15) パワー半導体技術動向と車載用モジュールの実装技術 (16) モビリティカンパニーへの変革に向けて

5. 成績評価方法	レポートの提出で単位を認定いたします。
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>半導体技術については一定の予備知識が必要であるが、知的財産に対する予備知識は特に不要である。半導体と知財に興味のある学生の参加を期待している。</p> <p>日頃から知財財産権に関心を持って研究開発に取り組んで欲しい。</p>

半導体発展講座

科目名	X-nicsスピン工学
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	子

1. 授業科目	スピン機能素子
2. 授業の目的と概要	<p>1. 目的 電子の電荷とスピンの二つの自由度を活用することにより、従来の半導体素子と磁気素子を融合した機能を伴う素子、更には全く新しい機能を伴う素子の実現が可能となる。この機能素子の研究分野をスピントロニクスと呼ぶ。スピントロニクス素子を理解するために必要な基礎過程を学び、集積回路や量子コンピュータへの応用に向けた知識を習得する。</p> <p>2. 概要 半導体・金属磁性体の材料物性、これらの積層構造・微細構造中のスピン輸送ダイナミクス、量子力学的コヒーレントダイナミクス等の基礎過程、それらを応用した機能素子について基礎から講義する。</p>
3. 学習の到達目標	<p>3 達成目標等 スピントロニクスの基礎過程とそれらを利用したスピントロニクス素子の動作原理について理解する。</p>
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>1. 固体中のスピン 2. 交換相互作用と磁性 3. 磁性金属と磁気特性 4. 磁気異方性 5. 異方性磁気抵抗効果、巨大磁気抵抗効果 6. トンネル磁気抵抗効果 7. 電流誘起トルクと磁化ダイナミクス 8. 磁区構造と磁壁及びその運動 9. スピンオービトロニクス 10. 強磁性半導体とキャリア誘起強磁性 11. 磁性の電界効果 12. 半導体量子構造とスピン 13. スピンと量子状態操作 14. スピントロニクス集積回路 15. まとめ</p>
5. 成績評価方法	課題に対し、レポートを提出する (100%)
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>開講言語：日本語 オフィスアワー：随時行いますが、事前に予約 (s-fukami@riec.tohoku.ac.jp) をお願いします。 配布資料は英語 授業内容への理解を深めるため、到達目標や授業内容に応じた時間外学習が求められる。履修者が自ら主体的に計画と目標を立て、自律的に予習・復習に取り組むことを期待する。期末にレポート課題を課す。</p>

科目名	X-nicsスピン工学
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	応物

1. 授業科目	磁性物理学
2. 授業の目的と概要	前半は、磁性物理学とスピントロニクス基礎に関する講義をする。特に種々の磁気に係わる物性に関して、実験的な観点から概説するとともに、その現象論的な取扱いに関して講義する。また、本講義後半では、強磁性体 / 非磁性体 / 強磁性体または強磁性体 / 絶縁体 / 強磁性体トンネル接合素子における磁気伝導特性、および、その特性と界面状態との関係について講義する。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	第1回 はじめに：磁性物理学とスピントロニクス 第2回 磁性の基礎 I 第3回 磁性の基礎 II 第4回 原子の磁性 第5回 局在電子モデルによる常磁性と強磁性 第6回 遍歴電子モデルによる金属の磁性と材料 第7回 磁気異方性と磁歪 第8回 スピン依存伝導 第9回 磁気抵抗効果 I 第10回 磁気抵抗効果 II 第11回 トンネル磁気抵抗効果 I 第12回 トンネル磁気抵抗効果 II 第13回 スピン注入磁化反転 I 第14回 スピン注入磁化反転 II 第15回 スピントロニクスの応用およびまとめ
5. 成績評価方法	出席及びレポートで評価する。
6. 教科書および参考書	<ul style="list-style-type: none"> ● スピントロニクス, 宮崎照宣, 日刊工業新聞社, 2004, 4526052817, 参考書 ● スピントロニクスの基礎 - 磁気の直観的理解をめざして, 宮崎照宣, 土浦 宏紀, 森北出版, 2013, ISBN: 978-4-627-77461-2, 参考書
7. その他	開講言語：日本語 量子力学、固体物理学の基礎的事項を学習していることが望ましい。 授業で配布する課題を行う

科目名	X-nicsスピン工学
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	応物

1. 授業科目	磁性材料物理学
2. 授業の目的と概要	前半では磁性体に固有のギガヘルツ帯の高周波磁気物性、後半では磁性体の光学的特性やフェムト秒領域のスピン動力学について講義する。それらの磁気・スピン物性に関わる物理概念を直観的かつ数学的に理解できるようにする。また、それら物性を応用した実用素子の原理、実用磁性材料についての理解を深める。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	第1回 概要 - 磁気の起源と対称性 第2回 磁気異方性の現象論と磁性材料 第3回 磁化動力学の現象論とマイクロ波応答1 第4回 磁化動力学の現象論とマイクロ波応答2 第5回 アイソレータ、サーキュレータの原理 第6回 磁化動力学の量子論と高周波磁性材料 第7回 磁化の波と一方向性 第8回 「ナノ領域」の磁化動力学デバイスと産業応用 第9回 偏光の基礎と磁気光学効果の現象論1 第10回 偏光の基礎と磁気光学効果の現象論2 第11回 光アイソレータの原理 第12回 磁気光学効果の量子論と磁気光学磁性材料 第13回 すこし変わった磁気光学効果:ブリルアン光散乱 第14回 「フェムト秒」スピン動力学の検出:光ポンプ・プローブ法 第15回 まとめ
5. 成績評価方法	出席及びレポートで評価する。
6. 教科書および参考書	
7. その他	開講言語：日本語 電磁気学、量子力学、固体物理学の基礎的事項を学習していることが望ましい。 授業時に配布されるプリントにより授業内容を復習すること。また、レポート(1回)を作成すること。 Google classroom code: uzksd7

科目名	X-nicsスピン工学
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	理物

1. 授業科目	固体統計基礎
2. 授業の目的と概要	固体物質の構造と電子状態、および巨視的多体系の振る舞いを理論的に研究する際に必要になる固体電子論、統計力学などの基礎理論を理解し、博士課程前期の研究に応用できる知識と技能を修得する。
3. 学習の到達目標	博士課程前期において研究を進めるために必要になる基礎的な理論的知識と技能を修得する。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 固体の結晶構造、次元性と電子物性 2. フォノンモードと電子格子相互作用 3. 相互作用する多粒子系における素励起 4. スピンと磁性の起源 5. 超伝導と BCS 理論 6. 相転移の統計力学 7. 非平衡統計
5. 成績評価方法	期末試験により評価する。
6. 教科書および参考書	講義テキスト（冊子）の案内を初回に行います。
7. その他	講義テキストの予習、復習を行うことが望ましい。 連絡先 e mail : shibata@cmpt.phys.tohoku.ac.jp Google Classroom のクラスコードや ISTU のリンク等の授業実施に関する情報は、 理学部・理学研究科オンライン授業ポータルサイト (https://sites.google.com/tohoku.ac.jp/sci/?pli=1) を確認してください。

科目名	X-nics材料物性計測
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	電・通・子

1. 授業科目	固体物性工学
2. 授業の目的と概要	<p>20 世紀の物性物理学は自然物質の構造と機能を理解することが目的であった、21 世紀に入り、物性物理の目的は新物質を原子レベルから設計・創成し、望まれる機能発現を確認することへとシフトした。所望の機能発現を目的とするモノの設計・製作は「工学」に他ならない。固体物性「工学」こそは21世紀固体物性の本流である。</p> <p>工学を基軸に据える本講義は、理学部のように「物理から技術へ」ではなく「技術から物理へ」の順序で進行する。この順序で行うもう一つの理由は時間節約のためである。技術者には物理の足場を組んでから物質の機能・応用を理解する時間的余裕がない。大切なことは固体物理の基本的な諸概念を正しく掴み、これを新技術の理解と開発の道具として使いこなすことである。本講義では数学的厳密さの前に概念の正しい理解に主眼を置く。</p> <p>講義は、今日の電子・電気工学から見て重要な物性上のいくつかのトピックスを厳選して取り上げるが、学生の研究テーマの物性的背景を取り上げることもやぶさかではないので、目的意識を持って参加してほしい。講義は毎回配布する英語のプリントに基づいて行われる。講義内容については、学部レベルの固体物理については、下に記載の教科書を自習して理解してくることが求められる。</p>
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1 序論 2 物質の電気伝導 3 メソスコピック系の電気伝導とランダウアーの式 4 アモルファス半導体とアンダーソン局在 5 グラフェンの電子構造ータイトバインディング法ー 6 グラフェン電子構造と角度分解光電子分光 7 グラフェンの電気伝導 8 グラフェンの光学物性 9 磁場中での電子の量子論（ランダウ準位） 10 量子ホール効果 11 巨大磁気抵抗 12 スピントロニクスと強磁性 13 先端分光および顕微鏡 14 トポロジカル絶縁体
5. 成績評価方法	宿題及び授業中に行うプレゼンテーション等によって評価する。

6. 教科書および参考書	<ul style="list-style-type: none"> • 基礎固体物性, 齋藤理一郎, 朝倉書店, 2009, 9784254137767, 教科書 • Introduction to Solid State Physics, Charles Kittel, Wiley, 9780471415268, 参考書 • Solid State Physics, Giuseppe Grosso and Giuseppe Pastori Parravicini, Academic Press, 2003, 0-12-304460-X, 参考書
7. その他	<p>学部の「電子物性」相当の授業を履修していることが望ましい。授業時に課される宿題を提出するだけでなく、配布されるプリントにより授業内容を復習し、理解できていない点があれば質問を用意し、次回授業時に質問すること。</p> <p>http://www.fukidome.riec.tohoku.ac.jp/</p> <p>オフィスアワー：火曜日午後3時以降 通研一号館 N 棟 311号室が望ましい。アポイントを行うこと。</p>

科目名	X-nics材料物性計測
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	子

1. 授業科目	電子材料プロセス工学
2. 授業の目的と概要	半導体分野で電子デバイスや LSI を構築するための基礎となる電子材料の物性と製造技術、半導体プロセスの基礎原理と要素技術について、評価技術を含めて総合的に講義する。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 半導体デバイス作製プロセス 2. 半導体産業・技術の現況と将来 3. 各種電子材料の基礎 (1) 4. 各種電子材料の基礎 (2) 5. 各種電子材料の基礎 (3) 6. Si 系半導体材料とプロセス・デバイス技術 7. 機能性電子材料 (1) 8. 機能性電子材料 (2) 9. プラズマプロセス (1) 10. プラズマプロセス (2) 11. 歪みヘテロ構造とデバイス応用 (1) 12. 歪みヘテロ構造とデバイス応用 (2) 13. 量子ナノ構造デバイス (1) 14. 量子ナノ構造デバイス (2) 15. 電子材料の将来
5. 成績評価方法	期末レポートによる評価を行う。
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>開講言語：日本語</p> <p>授業時間は限られているので、自主学習が重要になる。配布されるプリントにより授業内容を必ず復習すること。</p> <p>オフィスアワー：必要に応じて、適宜個別に。</p>

科目名	X-rays材料物性計測
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	理物

1. 授業科目	固体分光学基礎
2. 授業の目的と概要	分光学は物質の性質を知る上で欠かせない実験手法として様々な分野で利用されている。本講義では、特に光学領域における固体分光学を理解する上で必要な様々な基礎的知見を得ることを目的とする。
3. 学習の到達目標	固体に関する分光学の基礎を習得し、特に実験手法としての固体分光学の理解を深める。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光と物質の相互作用 2. 誘電関数と光学定数 3. 光学応答と物質の対称性 4. 可視光を用いた基礎光物性の測定 5. 磁気光学分光 6. 非線形光学分光 7. その他の分光 8. 最近の話題
5. 成績評価方法	定期試験、レポート、出席状況などをもとに評価する。
6. 教科書および参考書	参考書は講義において適宜紹介する。
7. その他	<p>講義内容の復習が求められる。</p> <p>講義に関する諸情報を以下のページで公開することがあります。</p> <p>http://sspp.phys.tohoku.ac.jp/matsubara/lectures.html</p>

科目名	X-nics材料物性計測
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	医工

1. 授業科目	生体計測制御医工学
2. 授業の目的と概要	生体システムを対象とした計測と制御の基礎から応用までを講義する。最初に、生体の電気信号や運動の計測に関する基本的事項について学ぶ。次に、PID制御、ニューラルネットワークによる制御、ファジィ制御の基礎について学ぶとともに、機能的電気刺激による運動制御を対象に応用例について講義する。また、生体システムの同定について講義し、 Matlab を使った演習を通して生体信号の計測と制御について学ぶ。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	第1回 神経系の電気的活動とその計測法 第2回 差動増幅器による生体電気信号の計測 第3回 筋電図の計測 第4回 身体運動の計測 第5回 PID制御 第6回 Matlabによる応答の計算 第7回 機能的電気刺激による運動制御 第8回 ニューラルネットワークによる制御の基礎 第9回 ニューラルネットワークによる制御の応用 第10回 ファジィ制御の基礎と応用 第11回 自律神経活動と生体信号 第12回 生体信号計測(1) 第13回 生体信号計測(2) 第14回 生体信号計測(3) 第15回 生体の手動制御
5. 成績評価方法	課題のレポート、小テスト等により評価する。
6. 教科書および参考書	
7. その他	予習：授業計画に記載された箇所について調べておくこと。 また、 Matlab の実行環境を、信号処理やシステム制御に関連する Toolbox を含めて構築し、 Matlab プログラミングの基礎を確認しておく。 復習：講義内容の復習とレポート課題に取り組み、関連する事項、興味を持った事項をより深く調べる。 授業の案内は、Google Classroomにより随時お知らせします。 授業形態（対面かオンラインか）に関する通知もGoogle Classroomに掲載する予定ですので、定期的にGoogle Classroomに掲載されている情報を確認してください。

科目名	X-nics材料物性計測
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	応物

1. 授業科目	応用磁気物性学A
2. 授業の目的と概要	強磁性体はナノサイズのメモリ素子からモーターなどの巨視的スケールにわたるまで幅広いサイズ領域で応用されており、また動作時間もサブ ナノ秒から秒単位にわたっている。本講義では、まず強磁性の基礎、磁気物性の説明からスタートし、さまざまな磁気デバイス動作の理解に不可欠な磁化過程、スピンドイナミクスについてについて実例も交えながら説明する。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 序論 2. 強磁性体の基礎 1 (磁化, 磁気異方性) 3. 強磁性体の基礎 2 (磁区, 磁壁) 4. 磁化反転の基礎1 (一斉回転モデル, 特性長) 5. 磁化反転の基礎2 (非一斉回転モデル, マイクロマグネティクス) 6. 動的磁化反転 (熱揺らぎ) 7. 磁化の歳差運動 1 (強磁性共鳴, 高速磁化反転) 8. 磁化の歳差運動 2 (スピン波) 9. 放射光を用いた磁性研究 10. 磁気記録 1 (材料) 11. 磁気記録 2 (記録方式) 12. 永久磁石 1 (材料) 13. 永久磁石 2 (課題) 14. 軟磁性 15. その他 (変更の可能性あり)
5. 成績評価方法	出席点と期末レポートで評価する
6. 教科書および参考書	『Hysteresis in magnetism』 G.Bertotti Academic Press 1998 9780120932702 『Introduction to the Theory of Ferromagnetism』 A.Aharoni Oxford University Press 2001 0198508093 『Micromagnetism and the Microstructure of Ferromagnetic Solids』 H. Kronmueller Cambridge University Press 2003 0521331358 『磁性入門』 志賀 正幸 内田老鶴圃 2007 4753656306
7. その他	開講言語：日本語 期末レポートの作成

科目名	X-nics材料物性計測
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	応物

1. 授業科目	応用磁気物性学B
2. 授業の目的と概要	磁性材料は電子・情報機器からエネルギー産業までの幅広い社会インフラで重要な役割を担っている。本講義では、強磁性体を中心に磁性材料の基礎物性や特性、その応用について学ぶ。また、磁性体に関する様々な空間・時間スケールでの実験・計測手法について紹介する。 Google Classroom: pphz5dy
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに：社会の中の磁性体 2. 物質の磁性 1 3. 物質の磁性 2 4. 磁化曲線 5. 磁気異方性 6. 磁区・磁壁 7. 磁性体の相関長・サイズ効果 8. 磁化過程 1・静的過程 9. 磁化過程 2・動的過程 10. ソフト磁性材料 11. ハード磁性材料 12. 磁性体の評価手法 1 13. 磁性体の評価手法 2 14. もういちど社会の中の磁性体 15. まとめ
5. 成績評価方法	出席点および複数回のミニレポート，期末レポートによって評価する。
6. 教科書および参考書	『Magnetism and Magnetic Materials』 J. M. D. Coey Cambridge University Press 2010 9780511845000
7. その他	開講言語：日本語 参考書による修学および半期に複数回のレポート提出を課す。

科目名	X-nics材料物性計測
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	応物

1. 授業科目	半導体光物性学A
2. 授業の目的と概要	情報・通信・エネルギー分野において生活を支える光エレクトロニクス技術のうち、半導体光デバイスに関わる材料設計の指針や基礎物性、デバイス特性の関連性などを俯瞰する。このため、凝縮系における基礎的な光学遷移過程について学び、発光ダイオードや半導体レーザーダイオードの動作原理、量子構造の導入による特性改善などについて概説する。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	第1回 講義全般の序論 第2回～第14回 1. 序論 2. 半導体の基礎知識（見直し） エネルギーバンド、有効質量、キャリア発生、pn接合、ヘテロ接合と量子構造等 3. 半導体における光学遷移過程 固体中の電子系と電磁波との相互作用、吸収と発光、励起子、ダイナミクス等 4. 発光デバイスの動作原理 LED、LD 等 第15回 まとめ
5. 成績評価方法	試験または演習やレポートないしは特定課題を課すことがあります。
6. 教科書および参考書	『Physics of Semiconductor Devices』 S. M. Sze John Wiley & Sons 『Semiconductor Optoelectronic Devices』 P. Bhattacharya 『Optical Processes in Semiconductors』 J. I. Pankove 『光エレクトロニクス入門』 福光於菟三 昭晃堂 『光エレクトロニクス・基礎編』 A.Yariv（多田邦雄、神谷武志監訳） 丸善
7. その他	開講言語：日本語(英語資料も適宜混ぜる) 光半導体デバイスに興味を有し、固体物理・量子力学の基礎的事項を学習していることが望ましい。半導体工学（電気・電子）や光物性学を同時履修しておくとう理解が進みます。 到達目標や授業内容に応じた準備学習が求められる。履修者が自ら主体的に計画と目標を立て、自律的に準備学習に取り組むことを期待する

科目名	X-nics半導体プロセス
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	電・通・子・応物

1. 授業科目	半導体工学
2. 授業の目的と概要	固体電子論の基礎からデバイス動作までを、統一的に理解することを目的とします。固体中の電子運動論、半導体の接合－境界での電子・正孔の挙動、MOSトランジスタの動作学びます。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	第1回 バンド理論 (I) 第2回 バンド理論 (II) 第3回 キャリア統計 (I) 第4回 キャリア統計 (II) 第5回 ボルツマン輸送方程式 第6回 ドリフト拡散近似 第7回 少数キャリアと連続の式 第8回 ホットエレクトロン現象 第9回 p n 接合 第10回 金属／半導体接合 第11回 ヘテロ接合・量子効果デバイス 第12回 MOSダイオードおよびトランジスタの直流動作 第13回 スイッチング動作 第14回 高周波動作・等価回路 第15回 短チャネル効果
5. 成績評価方法	期末レポートによる評価を行う (100%)。
6. 教科書および参考書	• Physics of Semiconductor Devices, 2nd Ed., S. M. Sze, John Wiley and Sons ,1981,047109837X
7. その他	開講言語：日本語 授業時間は限られているので、自主学習が重要になる。予習復習を必ず行うこと。 オフィスアワー：必要に応じて、適宜、個別に。

科目名	X-nics半導体プロセス
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	子

1. 授業科目	微細プロセス科学
2. 授業の目的と概要	磁性および半導体分野での超微細加工技術の基礎となる物理化学、超高真空科学、材料科学、金属工学などを評価するための分析および計測技術も含め総合的に講義する。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	
5. 成績評価方法	
6. 教科書および参考書	
7. その他	

科目名	X-nics半導体プロセス
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	子

1. 授業科目	プラズマ基礎工学
2. 授業の目的と概要	<p>1. 目的 現代科学・技術に広範に関わるプラズマ基礎工学は、電子情報システム・応物系関連工学を学ぶ大学院生にとって基盤的主要科目である。この授業では、プラズマの基礎方程式、原子・分子過程、種々の放電の特性等について、応用を旨としたプラズマ基礎工学を体系的に学ぶ。</p> <p>2. 概要 物質の第4状態であるプラズマの物理的・化学的に特徴的な性質を学ぶとともに、プラズマ生成・制御の基礎的手法、さらに各種のプラズマ応用について学ぶ。</p>
3. 学習の到達目標	<p>3. 達成目標等 この授業では、主に以下のような能力を修得することを目標とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● プラズマの静電的及び電磁的性質を理解し、その特徴を説明することができる。 ● プラズマの原子・分子過程を理解し、説明することができる。 ● プラズマの生成、制御を理解し、説明することができる。 ● 以上のことを総合的に理解し、プラズマ応用の有用性を説明することができる。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. イントロダクション 2. プラズマの基礎 3. プラズマ運動論（粒子運動） 4. プラズマ運動論（粒子運動） 5. プラズマ運動論（波動） 6. プラズマ運動論（波動） 7. 拡散と輸送 8. 原子との衝突 9. 分子との衝突 10. 直流放電プラズマ 11. 高周波放電プラズマ 12. 電磁波加熱放電プラズマ 13. プラズマプロセッシング 14. プラズマ計測 15. まとめ
5. 成績評価方法	授業への出席、レポートや期末試験の結果を総合して評価する。

6. 教科書および参考書	<ul style="list-style-type: none"> ・ 『Lecture Notes on Principles of Plasma Processing』 Francis F. Chen, Jane P. Chang , Kluwer Academic / Plenum Publishers , 2003, 0-306-47497-2 , 教科書 ・ 『プラズマ理工学基礎』 , 畠山力三, 飯塚哲, 金子俊郎 , 朝倉書店 , 2012, 978-4-254-22881-6, 参考書 ・ 『Principles of Plasma Discharges and Materials Processing』 , M. A. Lieberman and A. J. Lichtenberg, A Wiley-Interscience Publication, 2005, 0-471-00577-0, 教科書
7. その他	<p>電磁気学, 電気回路など基礎となる科目をしっかりと学習し, 理解しておく必要がある. また, 「プラズマ理工学」などの専門科目も履修しておくことが望ましい.</p> <p>教科書・参考書を読むなど, 1回あたり少なくとも1-2時間の予習・復習を行うこと.</p> <p>予習: シラバスの項目について教科書・参考書の対応箇所を読み, 理解できる部分と理解できない部分を明確にしておく.</p> <p>復習: 教科書・参考書を読み直したり, 講義ノートを整理したりすることで, 講義の内容をよく理解する. レポート課題がある場合はそれに取り組む.</p>

科目名	X-nics半導体プロセス
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	子

1. 授業科目	プラズマ応用工学
2. 授業の目的と概要	<p>1. 目的 現代科学・技術に広範に関わるプラズマの応用分野に関して、その基盤となる学理と共に、最新の技術や応用展開について総合的に理解する。</p> <p>2. 概要 新物質・材料開発及び電子材料加工技術の基礎となる反離プラズマの生成、固体表面との化学反応、プラズマ成膜 エッチングについて講義する。さらに宇宙、環境、エネルギー、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、医療に関わるプラズマ応用について講義する。</p>
3. 学習の到達目標	<p>3. 達成目標等 この授業では、主に以下のような能力を修得することを目標とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● プラズマの核融合応用を理解し、その特徴を説明することができる。 ● プラズマの電気推進応用を理解し、その特徴を説明することができる。 ● プラズマのナノマテリアル応用を理解し、その特徴を説明することができる。 ● プラズマのライフサイエンス応用を理解し、その特徴を説明することができる。 ● 以上のことを総合的に理解し、プラズマ応用の有用性を説明することができる。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. イントロダクション 2. プラズマの核融合応用 1 3. プラズマの核融合応用 2 4. プラズマの核融合応用 3 5. プラズマの電気推進応用 1 6. プラズマの電気推進応用 2 7. プラズマの電気推進応用 3 8. プラズマのナノマテリアル応用 1 9. プラズマのナノマテリアル応用 2 10. プラズマのナノマテリアル応用 3 11. プラズマのライフサイエンス応用 1 12. プラズマのライフサイエンス応用 2 13. プラズマのライフサイエンス応用 3 14. プラズマ応用の将来展望 15. まとめ

5. 成績評価方法	随時行う演習課題のレポートを総合して評価する。
6. 教科書および参考書	<ul style="list-style-type: none"> - 『Principles of Plasma Discharges and Materials Processing』, M. A. Lieberman and A. J. Lichtenberg, A Wiley-Interscience Publication, 2005, 0471005770, 参考書 ・ 『プラズマ理工学基礎』, 島山力三, 飯塚哲, 金子俊郎, 朝倉書店, 2012, ISBN 978-4-254-22881-6, 参考書
7. その他	<p>開講言語：日本語</p> <p>この授業では、「電磁気学」に関する知識を有していることが望ましい。</p> <p>また、「プラズマ基礎工学」を含め、プラズマに関する授業をこれまでに履修していることが望ましい。</p> <p>講義時間以外に、随時課すレポートに取り組む。</p> <p>オフィスアワー：開講日のお昼に教授室にて受け付ける。</p> <p>その他、随時電子メールで相談日を受け付ける。</p>

科目名	X-nics半導体プロセス
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	技社

1. 授業科目	イメージセンシング工学
2. 授業の目的と概要	イメージセンシング技術は、自然界から画像情報を的確かつ効率的に獲得してシステム機器の機能を高めるための根幹の技術であり、電子機器、ロボット・産業機械、材料、医療、化学、科学計測などのさまざまな分野で社会に大きなインパクトを与えつつ大きく発展してきた。本講義では、イメージセンシングの原理と高性能化・高機能化技術、応用および後の展望について講義する。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	1. イメージセンシングの原理と高性能化・高機能化技術 6回 2. イメージセンシング技術の応用 5回 3. イメージセンシング技術の展開 4回
5. 成績評価方法	
6. 教科書および参考書	
7. その他	

科目名	X-nics半導体プロセス
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	理物

1. 授業科目	光物性学特論Ⅱ
2. 授業の目的と概要	固体と光の相互作用に関する話題を紹介する。 とくに、人工構造で制御することで明らかになる物理に焦点をあてる。
3. 学習の到達目標	光と物質の相互作用の考え方と人工構造の役割を理解する。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光物性概観（歴史、他分野との関係、世界の潮流） 2. 励起子という素励起、振動子強度、束縛エネルギー、励起子分子 3. ポラリトン：物質と電磁場の混成状態、分散関係、発光ダイナミクス 4. 表面プラズモン、解像度、ハイパボリック分散 5. 半導体人工構造（量子井戸、量子細線、量子ドット） 6. 発光ダイオードと太陽電池 7. 半導体レーザー：材料系と構造 8. フォトニック結晶 9. メタマテリアル、負の屈折率、完全レンズ、光領域の位相測定 10. メタ表面、一般化されたスネルの法則、幾何学的位相 11. 円偏光、波長板、フレネルロム、角運動量、ポアンカレ球 12. 電磁場の数値計算 13. 人工構造の第二高調波生成 14. 人工構造の光ガルバノ効果、光整流 15. 光物性の展望
5. 成績評価方法	数回のレポートによる
6. 教科書および参考書	随時紹介する
7. その他	レポート執筆のために復習 Google Classroom のクラスコードや ISTU のリンク等の授業実施に関する情報は、理学部・理学研究科オンライン授業ポータルサイト (https://sites.google.com/tohoku.ac.jp/sci/?pli=1) を確認してください。

科目名	X-nicsエネルギーシステム
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	技社

1. 授業科目	エネルギー変換制御機器工学
2. 授業の目的と概要	モータや発電機，トランスやリアクトル，インバータやコンバータなどに代表されるエネルギー変換制御機器は，効率の良いエネルギーの発生・輸送・変換・利用に不可欠なデバイスである。本講義では，各種エネルギー変換制御機器の歴史，基本構成と動作原理，応用例や今後の展開などについて理解するとともに，これらの機器の解析設計法についても学ぶ。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. エネルギー変換制御技術に関する歴史 2. パワーエレクトロニクスの特徴 3. パワーマグネティックスの特徴 4. 直流電源回路 5. 交流電源回路 6. 電力系統機器（パワエレ） 7. 電力系統機器（パワマグ） 8. モータドライブ[※]（直流機） 9. モータドライブ[※]（誘導機） 10. モータドライブ[※]（同期機） 11. 解析技術Ⅰ 12. 解析技術Ⅱ 13. 電気自動車 14. 風力発電 その他の応用例
5. 成績評価方法	出席 50%，レポート 50%
6. 教科書および参考書	
7. その他	開講言語：日本語 Google Classroomに講義資料を掲載するので、予習・復習に役立てること。

科目名	X-nicsエネルギーシステム
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	電・通・子

1. 授業科目	パワーエレクトロニクス応用工学
2. 授業の目的と概要	<p>地球温暖化を防ぐためには脱炭素社会を構築する必要がある。脱炭素化には化石燃料を使う現在の自動車から EV（電気自動車）への転換加速、太陽光発電や風力発電など再生可能エネルギー活用の推進、再生可能エネルギーなどの不安定な電力供給をグリッド技術にて最適運用するスマートシティの推進、などが重要である。</p> <p>本講義のテーマである「パワーエレクトロニクス」はこれらすべての分野の基盤技術である。パワーエレクトロニクスはパワー半導体、パワーモジュール、コンデンサやインダクタなどのパッシブ部品、制御回路、主回路、システムなどから構成されており、適用されている技術は、電気回路、制御、材料、信頼性、放熱など幅が広く、これら全体の技術を理解することが重要である。</p> <p>本講義である「パワーエレクトロニクス応用工学」では</p> <ol style="list-style-type: none"> ①パワー半導体デバイスの種類、動作原理 ②パワー半導体デバイスのモジュール化技術 ③パワーエレクトロニクスの様々な回路方式 ④パワーエレクトロニクスの応用製品（EV（電気自動車）、HEV（ハイブリッドカー）、新幹線、太陽光 / 風力発電用電力変換装置、産業用インバータ、スマートグリッドなど） <p>について総合的に学ぶ。</p> <p>講義は、毎回、動画ファイルの形で提供する。毎回の講義について、PC 等で動画を視聴した後、レポート課題を提出することをもって出席とする。</p> <p>注意：</p> <p>Google Classroom に講義を追加しただけでは履修登録したことにはならないので、必ず学務情報システムから履修登録すること！詳しくは下記 WEB サイトを参考にすること。 https://olg.cds.tohoku.ac.jp/forstudents</p>
3. 学習の到達目標	

4. 授業内容・方法と進度予定	<p>「パワーエレクトロニクス応用工学」の授業は主に下記の授業計画によって進める。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. パワーエレクトロニクス概要の講義と本講座のガイダンスを行う。 2. パワーデバイス、パワーエレクトロニクスとの関係を実物を用いて講義する。 3. ショットキーダイオードと pn ダイオードの原理と特徴および動作について講義する。 4. MOSFET と IGBT の原理と特徴および動作について講義する。 5. SiC および GaN パワーデバイスの原理と動作について講義する。 6. パワーモジュールの重要特性を講義する。 7. パワーモジュールの熱設計および冷却技術に関して講義する。 8. パワーモジュールの実装技術と最新 CAE 技術について講義する。 9. 小型化が進められている EV/HEV 用パワーコントロールユニットを講義する。 10. 高効率化が特に著しく進んできている太陽光 PCS と先進的な回路に対して説明する。 11. 軽量化、小型化、高効率化が進められている新幹線用パワエレ技術に関して講義する。 12. 高効率・小型化が進められている産業用、電力用インバータに関して講義する。 13. パワーエレクトロニクス応用工学を通してのまとめと、将来技術、研究に関して概要を講義する。
5. 成績評価方法	出席状況や課題レポートを総合的に評価する。
6. 教科書および参考書	<ul style="list-style-type: none"> ・ 『Power Electronics』, Issa Batarseh, Ahmad Habbal, Springer, 2017, 978-3-319-68365-2, 参考書 ・ 『Semiconductor Power Device』, Josef Lutz, Heinrich Schlangenotto, Uwe Scheuermann, Rik De Doncker, Springer, 2011, 9783319709161, 参考書 ・ 『Gallium Nitride and Silicon Carbide Power Devices』, B Jayant Baliga, World Scientific, 2017, 9789813109407, 参考書 ・ 『シリコン半導体』, 白木靖寛, 内田老鶴圓圃, 2015, 978-4-7536-2303-7, 参考書 ・ 『これでなっとくパワーエレクトロニクス』, 高木茂行, 鎌倉, コロナ社, 2017, 978-4-339-00898-2, 参考書
7. その他	<p>開講言語：日本語 前期のグリーンデバイス工学を受講していると理解しやすい。 パワーエレクトロニクスは我々の身近で様々な製品に適用されているが、すぐには気が付きにくい技術である。 授業で学んだパワーエレクトロニクス技術が履修者自ら、実社会の身の回りの製品にどのように適用されているかを考えることと、さらには、どのように改善すればより良い製品になるかを推定することで、授業内だけでなく授業外を通してパワーエレクトロニクス技術の理解を深めることを期待する。質問などは下記アドレスにてメールで受け付ける 高橋良和 : y-taka (at) cies.tohoku.ac.jp (at) のところは@ に置き換えること</p>

科目名	X-nicsエネルギーシステム
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	電・通・子

1. 授業科目	システム制御工学
2. 授業の目的と概要	ロボットや自動車をはじめ、電力システムや電気エネルギー変換機器などのような大規模な多変数の動的システムを的確に制御するための状態空間法に基づく現代制御工学を理解するとともにポスト現代制御やソフトコンピューティング制御などの最新の制御工学などの手法を学ぶことを目標とする。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>第1回：動的システムの表現（1） システムと微分方程式（杉田）</p> <p>第2回：動的システムの表現（2） 状態空間表現と伝達関数（杉田）</p> <p>第3回：動的システムの性質（1） 状態方程式の解（杉田）</p> <p>第4回：動的システムの性質（2） 可制御性と可観測性（杉田）</p> <p>第5回：動的システムの性質（3） 双対性と最小実現（杉田）</p> <p>第6回：動的システムの性質（4） 安定性（本間）</p> <p>第7回：状態フィードバック制御（1） 状態フィードバックと極配置（本間）</p> <p>第8回：状態フィードバック制御（2） オブザーバとサーボ問題（本間）</p> <p>第9回：最適制御（1） 最大原理（本間）</p> <p>第10回：最適制御（2） 最適レギュレータ問題等（石黒）</p> <p>第11回：ポスト現代制御工学（1） ソフトコンピューティングの基礎（石黒）</p> <p>第12回：ポスト現代制御工学（2） ソフトコンピューティングの基礎（石黒）</p> <p>第13回：その他の制御（1） 生物規範型制御（石黒）</p> <p>第14回：その他の制御（2） 生物規範型制御（石黒）</p> <p>第15回：その他の制御（3） ・生物規範型制御など（石黒）</p>
5. 成績評価方法	複数回のレポートあるいはプログラミング課題による。
6. 教科書および参考書	・システム制御工学，阿部健一，吉澤 誠，朝倉書店，2007，978-4-254-22876-2，参考書

7. その他	<p>開講言語：日本語/英語</p> <p>線形多変数制御系の基礎理論について講義する。すなわち，（１）動的システムの表現，（２）動的システムの性質，（３）状態フィードバック制御，（４）最適制御，（５）システム同定と適応制御，（６）その他の制御（ポスト現代制御やソフトコンピューティング制御）などを学ぶ。</p> <p>「システム制御工学A」，すなわち，古典制御工学を履修していることを前提とする。</p> <p>出題されたレポート課題作成あるいはプログラミングを行うこと。</p> <p>オフィスアワー：随時。ただし，電子メールで予約すること。</p> <p>授業ではGoogle Classroomを活用して講義資料などの配布や連絡事項の通知を行う予定である。授業形態（対面かオンラインか）に関する通知もここに掲載する予定なので，受講生は定期的にGoogle Classroomに掲載されている情報をチェックすること。</p>
--------	---

科目名	X-nicsエネルギーシステム
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	電・通・子

1. 授業科目	電気エネルギーシステム工学
2. 授業の目的と概要	電力を安定かつ高信頼度で輸送するための電力システムの運用と制御に関する基礎と電力システムの基礎解析手法を講義する。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>第1回 電力システムの基本構成と電力産業の特徴</p> <p>第2回 周波数と有効電力の制御 その1</p> <p>第3回 周波数と有効電力の制御 その2</p> <p>第4回 電圧と無効電力の制御 その1</p> <p>第5回 電圧と無効電力の制御 その2</p> <p>第6回 電力システムの階層制御構造と経済運用</p> <p>第7回 電力システムのセキュリティと電力潮流解析 その1</p> <p>第8回 電力システムのセキュリティと電力潮流解析 その2</p> <p>第9回 電力ネットワークの監視 —状態推定法の基礎—</p> <p>第10回 電力システムの電気機械的動特性と解析用モデル</p> <p>第11回 電力システムの安定性 —同期安定性—</p> <p>第12回 電力システムの安定性 —過渡安定性と電圧安定性—</p> <p>第13回 固有値解析を応用した電力システム動特性解析の基礎</p> <p>第14回 固有動揺に関する発電機群のコヒーレントな性質</p> <p>第15回 まとめ</p>
5. 成績評価方法	レポート課題により評価する。
6. 教科書および参考書	教科書は使用しない。毎回の授業でプリント等を配布する予定である。
7. その他	<p>開講言語：日本語</p> <p>予備知識</p> <ul style="list-style-type: none"> - 線形回路理論、電気回路学、電磁エネルギー変換工学、電力発生工学、システム制御工学 - 線形代数、微分方程式、確率統計の基礎（期待値、相関、共分散など） <p>授業終了後に授業内容をノートで復習し、参考文献により授業内容の理解を深めること。</p>

科目名	X-nicsエネルギーシステム
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	電

1. 授業科目	ユビキタスエネルギー工学
2. 授業の目的と概要	マクスウェルの基礎方程式に基づいてユビキタスエネルギー利用の基礎となる電磁界・電磁波の性質について講義する。また、ユビキタスエネルギー応用の基盤となる非接触電力伝送システムについて、動作原理、設計指針等について論述するとともに、移動体システム、家電機器への応用を取り上げ、それぞれの概要と動作原理、高効率化への課題について示す。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1 ガイダンス 2 電界・誘電現象 3 磁界・磁気現象 1 4 磁界・磁気現象 2 5 共振、過渡現象 6 マクスウェル方程式・電磁波 7 変圧器 8 ワイヤレス給電 9 IoT用センサ 10 エナジーハーベスト 11 IoT、クラウド処理 12 生体の等価回路モデル化 13 電磁界の生体影響 14 藪上研究室の研究内容 15 まとめ
5. 成績評価方法	レポートの採点により評価する。
6. 教科書および参考書	授業の際に紹介する。
7. その他	<p>開講言語：日本語</p> <p>授業内容の復習、確認のため、毎回レポートを出題するため、必ず提出すること。提出レポートは教員が採点して返却する。毎回出題するレポートを学習することで授業内容を再確認し理解を深める。</p> <p>オフィスアワー： 水曜日 8：50～10：20、 木曜日 13：00～14：30</p>

科目名	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	インターネットセキュリティ
2. 授業の目的と概要	<p>授業は、原則、対面で行う。</p> <p>Google Classroomのクラスコードはc5bad2p。</p> <p>インターネットと情報セキュリティは連携して発展してきており、本授業では主要なインターネット技術とそのセキュリティに関する側面について議論する。インターネットは暗黙的なトラストモデルに基づいて動いており、その特徴を知り、セキュリティ上の脆弱性を考えることがこの講義の基本テーマとなる。本授業では、受講生がインターネットの哲学や基盤技術に関する基本的な知識を身に着けると同時に、関連するセキュリティに関する懸念とその本質について実感できるようになることを目指す。講義の各回では、数あるインターネット技術の中から1つをとりあげ、その技術に関連するセキュリティ上の問題や攻撃について議論するとともに、その背後にある暗黙的なトラストモデルとその脆弱性について考える。技術的な説明はインターネットの仕組みやセキュリティ問題を理解するための最小限なものに留め、できる限り実際の機器を使ったデモンストレーション・ハンズオンと一般的な比喩を併用した直感的な説明を行う。なお、本授業の受講に際し事前知識は要求しないが、ハンズオンを行なうため各自がノートパソコンを持参することが望ましい。</p>
3. 学習の到達目標	インターネットの暗黙的なトラストモデルとその脆弱性について理解すること。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. インターネットと情報セキュリティの基礎 2. ネットワークによる通信と暗号化 3. インターネットのプロトコル群 (TCP/IP) 4. 物理層とデータリンク層に関するセキュリティ 5. ネットワーク層に関するセキュリティ - Ipv4 6. ネットワーク層に関するセキュリティ - Ipv6 7. ネットワーク層に関するセキュリティ - IPsec 8. トランスポート層に関するセキュリティ - TCP/UDP 9. トランスポート層に関するセキュリティ - SSL/TLS 10. アプリケーション層に関するセキュリティ - DNS 11. アプリケーション層に関するセキュリティ - Mail 12. アプリケーション層に関するセキュリティ - Web 13. アプリケーション層に関するセキュリティ - SNS 14. 人間社会とセキュリティ 15. まとめ

5. 成績評価方法	授業中の小テスト, 2-3 回の中テスト, 2 回のレポート課題によって評価する.
6. 教科書および参考書	<ul style="list-style-type: none"> ・ 『Network Security - Private Communication in a public world (2nd Edition)』, Charlie Kaufman, Radia Perlman. Mike Speciner, Prentice Hall, 2002/4/15, 978-0130460196, Reference ・ 『Introduction to Computer Security』, Michael Goodrich, Roberto Tamassia, Addison Wesley, 2010/10/15, 978-0321512949, Reference ・ 『Computer Networks (5th Edition)』, Andrew S Tanenbaum, David J. Wetherall, Pearson Education India, 2013/9/1, 978-9332518742, Reference <p>教科書はなし. 以上は参考書. また参考となる Web サイトや論文を講義中に適宜紹介する.</p>
7. その他	<p>使用言語: 日本語・英語</p> <p>予習: 過去に履修したインターネット技術やセキュリティに関連する講義の内容を振り返り, 理解している部分としていない部分を明確にしておく.</p> <p>復習: 講義や演習の内容を振り返り, 理解が不十分な箇所については講義スライドや参考書などを参考に理解を深める.</p> <p>オフィスアワー: 電子メールにて問い合わせること.</p> <p>ハンズオンを行なうので各自のノートパソコンを持参することが望ましい.</p>

科目群	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	電・通・子・情

1. 授業科目	セキュア情報通信システム論
2. 授業の目的と概要	安全な情報通信システムを構築するための基礎を習得することを目的とする。本講義では、まず、情報セキュリティを支える現代暗号アルゴリズムとその実装に関する基礎を学ぶ。特に、共通鍵暗号および公開鍵暗号アルゴリズムの構成とその実装について習得し、同実装に対する物理的な攻撃とその防御方法の概略を学ぶ。その上で、次世代暗号アルゴリズムやセキュア計算、ハードウェア認証、電磁波セキュリティ、IoTセキュリティといった関連する分野における技術の基礎を習得する
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	この科目ではGoogle Classroomを使用します。 授業内容： 以下の項目について講義する ・概要 ・暗号アルゴリズムの基礎 ・暗号アルゴリズムの実装 ・暗号システムに対する脅威と対策 ・先端暗号技術 ・乱数 ・情報通信システムの電磁波セキュリティ ・IoTセキュリティ
5. 成績評価方法	講義への出席および講義中に課すレポートにより総合的に判断する。
6. 教科書および参考書	・『現代暗号の基礎数理』，黒澤馨，尾形わかは，コロナ社，2004， 978-4-339-01868-4 ，参考書 ・『Power Analysis Attacks ? Revealing the Secrets of Smart Cards』，Stefan Mangard, Elisabeth Oswald, Thomas Popp，Springer, 2007, 978-1-4419-4039-1 ，参考書
7. その他	開講言語：日本語 参考書を精読すること。 質問等はメールにて受け付ける。

科目名	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	通

1. 授業科目	通信システム
2. 授業の目的と概要	本授業では、通信システムについて、特に移動通信システムについて取り扱う。その進化の歴史について概観した後、システムを支える基礎技術等について学習する。また、デジタル無線通信の基礎となる仕組みについて論じる。さらに、移動通信特有の問題に対応するための高度化技術について述べる。最後に、無線通信を利用した高度情報ネットワークシステムについて紹介する。以上により、通信システム全般について幅広く理解を得ることを目的とする。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 導入 2. 通信システムの進化 3. 移動通信システム (1) 4. 移動通信システム (2) 5. 移動通信システム (3) 6. デジタル無線通信技術 (1) 7. デジタル無線通信技術 (2) 8. デジタル無線通信技術 (3) 9. デジタル無線通信技術 (4) 10. 高度無線通信技術 (1) 11. 高度無線通信技術 (2) 12. 高度無線通信技術 (3) 13. 高度情報ネットワークシステム (1) 14. 高度情報ネットワークシステム (2) 15. まとめ
5. 成績評価方法	出席状況やレポート等の課題などを総合的に評価する。
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>開講言語：日本語</p> <p>講義における予習事項として、内容に関連する身近な情報や文献などのできるだけ接して予備知識を持っておくことが大切である。</p> <p>質問等はメールで受け付ける。</p>

科目名	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	情報ネットワーク論
2. 授業の目的と概要	私たちの日常を支える情報ネットワークシステムがどのように構成されているか理解することを目的とする。
3. 学習の到達目標	情報ネットワークシステムの構成要素・技術を把握し、それがどのように組み合わさって私たちのオンライン活動を支えているか知る。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. キャンパスネットワークTAINS 3. 有線ネットワーク 4. IPアドレス 5. ルーティング 6. ドメインネームシステム 7. アプリケーションプロトコル (1) 8. アプリケーションプロトコル (2) 9. クラウド 10. 無線ネットワーク 11. eduroam 12. セキュリティ技術 (1) 13. セキュリティ技術 (2) 14. インテグレート 15. まとめ <p>※授業の起点にはGoogle Classroomを利用</p>
5. 成績評価方法	出席状況や課題レポート等を総合的に評価する。
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>使用言語：日本語</p> <p>繰り返しの学習が必要である。</p> <p>質問等はメールで受け付ける。</p>

科目名	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	高信頼システム
2. 授業の目的と概要	情報システムの故障や誤動作に対する高安全・高信頼化を実現するための基礎を修得する。具体的には、信頼性の基礎概念、冗長性の利用により誤動作を回避するためのフォールトトレラント技術、高安全・高信頼性システムの構成理論と応用について学習する。
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>本授業は、動画視聴とスライド資料を用いて行います。 授業情報はGoogle Classroom に掲載されます。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 情報システムの高安全化・高信頼化の背景 2 信頼性評価の基礎(信頼度、MTTF、アベイラビリティなど) 3 フォールト・トレラント設計: 冗長技術 4 フォールト・トレラント設計: 誤り訂正符号 5 高信頼システムの設計技術 6 ソフトウェアの高信頼化設計 7 情報工学的アプローチによる異常検知技術 8 高信頼システム設計の実例 9 まとめ
5. 成績評価方法	期末試験の成績, レポートを用いて評価を行う。
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>使用言語：日本語</p> <p>オフィスアワー：月曜日16：00～18：00 張山, ウィッデヤスーリヤ：電子情報システム・応物系3号館308 張山研究室.</p>

科目名	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	暗号理論
2. 授業の目的と概要	暗号理論の数学的基礎を理解すること。
3. 学習の到達目標	<ul style="list-style-type: none"> • 暗号方式を構成するための基礎理論としての整数論，代数学，計算量理論の基礎を理解すること。 • 暗号方式の安全性に関する基本的な考え方を理解できるようになること，
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. オリエンテーション・講義概要 2. 暗号の導入的解説 3. 暗号理論の数学的基礎（初等整数論と代数系（1）） 4. 暗号理論の数学的基礎（初等整数論と代数系（2）） 5. 暗号理論の数学的基礎（初等整数論と代数系（3）） 6. 暗号理論の数学的基礎（初等整数論と代数系（4）） 7. 暗号理論の数学的基礎（計算量理論） 8. 離散対数問題と暗号方式（1） 9. 離散対数問題と暗号方式（2） 10. 素因数分解と暗号方式 11. 暗号方式の安全性概念（1） 12. 暗号方式の安全性概念（2） 13. ゼロ知識証明 14. 暗号とその応用に関する最近の話題 15. 課題提示 <p>授業動画ならびに資料は Google Classroom にて公開される。</p>
5. 成績評価方法	学期末の課題レポートに基づいて評価する。
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>使用言語：日本語と英語の併用</p> <p>オフィスアワーは設けない。講義に関する質問などがある場合は、講義中に紹介する連絡アドレスにコンタクトをとること。</p>

科目名	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	情報通信技術論
2. 授業の目的と概要	<p>1. 目的 インターネットプロトコル (IP) の基本原理を学ぶ。</p> <p>2. 概要 実際のネットワーク及びネットワークシミュレータを使った演習を通じ、TCP/IP の仕組みを理解するとともに、ネットワーク上で発生する問題とその解決方法について学ぶ。</p> <p>3. 達成目標等 基本的なプログラムを通して TCP/IP の仕組みを理解し、評価できるようになること。</p> <p>4. 方法 対面もしくは双方向オンライン (Google Classroom と Teams)</p>
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	
5. 成績評価方法	演習問題 (100%)
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>使用言語：説明は日本語、資料は日本語と英語</p> <p>授業時間は限られているので、自主学習が重要になる。予習復習を必ず行うようにすること。</p> <p>講義終了後に e-mail 等で受け付ける。</p>

科目名	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	子

1. 授業科目	インターネット工学
2. 授業の目的と概要	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目的 インターネットプロトコル (IP) の基本原理を学ぶ。 2. 概要 実際のネットワーク及びネットワークシミュレータを使った演習を通じ、TCP/IP の仕組みを理解するとともに、ネットワーク上で発生する問題とその解決方法について学ぶ。 3. 達成目標等 基本的なプログラムを通して TCP/IP の仕組みを理解し、評価できるようになること。 4. 方法 対面もしくは双方向オンライン (Google Classroom と Teams)
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 講義予定・概要、情報通信技術の応用分野 2. IP ネットワークの基礎～ ping ～ 3. IP ネットワークの基礎～ traceroute ～ 4. シミュレーション結果の処理方法～ awk ～ 5. シミュレーション結果の処理方法～ gnuplot ～ 6. UDP 7. CBR 8. キューの役割と仕組み 9. TCP 10. FTP 11. 様々な TCP 1 - Tahoe 12. 様々な TCP 2 - Reno 13. TCP と遅延 14. 無線環境における TCP 15. まとめ
5. 成績評価方法	演習問題 (100%)
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>開講言語：説明は日本語、資料は日本語と英語 授業時間は限られているので、自主学習が重要になる。予習復習を必ず行うようにすること。 講義終了後に e-mail 等で受け付ける。</p>

科目名	X-nics情報通信・セキュリティ
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	電・通・子

1. 授業科目	ハードウェア基礎
2. 授業の目的と概要	集積回路技術とプロセッサアーキテクチャ, さらに知能処理が融合された知能集積システムの基礎を講述する. 講義内容は, 知能集積システムの意義, 高性能化と低消費電力化を指向したVLSIプロセッサのハイレベルシンセシス, CMOS集積回路の高性能化と低消費電力化, リコンフィギャラブルVLSI, 配線に起因する性能劣化を低減させる高性能VLSIの回路技術, 電源配線及びクロック分配に関わる実装技術, システムLSIの統合設計技術などである.
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>講義情報は Google Classroom に 掲載されます. また、http://www.ecei.tohoku.ac.jp/hariyama-lab/id-7/id-3.html (第1章～第4章) と http://www.ngc.riec.tohoku.ac.jp/ja/lecture/index.html (第5章～第6章) にも講義資料等が提供されます.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知能集積システムの概要----知能を集積回路に組込む---- 2. 高性能VLSIプロセッサのハイレベルシンセシス <ol style="list-style-type: none"> 2. 1 並列構造の分類 (パイプライン処理と空間並列処理) 2. 2 データ依存グラフ 2. 3 スケジューリング 2. 4 アロケーション 2. 5 高性能化、小型化及び低消費電力化のための構成理論 3. CMOS集積回路 <ol style="list-style-type: none"> 3. 1 クロック同期回路 3. 2 MOSトランジスタの特性 3. 3 CMOS論理回路 3. 4 CMOS論理回路の高性能化・低消費電力化 4. FPGAとその応用 <ol style="list-style-type: none"> 4. 1 FPGAの必要性 4. 2 FPGAの基本構成 4. 3 ダイナミックリコンフィギャラブルデバイスの動作原理と利点 5. 高性能VLSIプロセッサの回路技術と配線問題 <ol style="list-style-type: none"> 5. 1 タイミングクロージャ 5. 2 シグナルインテグリティ 5. 3 パワーインテグリティ 5. 4 クロック発生回路と分配技術 5. 5 その他の実装技術 6. 知能集積システムの統合設計技術 <ol style="list-style-type: none"> 6. 1 設計記述言語とVerilog-HDL 6. 2 システムLSI 6. 3 VLSIのテスト
5. 成績評価方法	成績は期末試験やレポートの結果により評価を行う.

<p>6. 教科書および参考書</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 『<i>Digital Integrated Circuits--A Design Perspective</i>』, J. M. Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic, Prentice Hall, 2003, 9780130909961, 参考書 ・ 『<i>Modern VLSI Design: System-on-Chip Design</i>』, Wayne Wolf, Prentice Hall, 1994, 9780137145003, 参考書 ・ 『<i>High-Level Synthesis: Introduction to Chip and System Design</i>』, D. Gajski, A. Wu, N. Dutt and S. Lin, Kluwer Academic Publishers, 1992, 参考書 ・ 『<i>LSI設計の基礎技術</i>』, 桜井至, テクノプレス, 1999, 参考書 ・ 『<i>Deep-Submicron CMOS ICs, From Basics to ASICs</i>』, H. Veendrick, Kluwer Bedrifts Informatie, 1998, 参考書 ・ 『<i>Operation and Modeling of The MOS Transistor</i>』, Y. Tsividis, WCB McGraw-Hill, 2nd Ed., 1999, 参考書 ・ 『<i>Design of High-Performance Microprocessor Circuits</i>』, A. Chandrakasan, W. J. Bowhill and F. Fox, IEEE Press, 2001, 参考書 ・ 『<i>Low-Power Digital VLSI Design-Circuits and Systems</i>』, A. Bellaouar and M. I. Elmasry, Kluwer Academic Publishers, 1995, 参考書 ・ 『<i>FPGAの構成と原理</i>』, 天野英晴, オーム社, 2016, 参考書 ・ 『<i>Microelectronic Circuits</i>』, A. S. Sedra and K. C. Smith, Oxford, 7th Ed., 2014, 参考書
<p>7. その他</p>	<p>開講言語：日本語</p> <p>教科書に記載の基礎事項を予習，復習すること。また，教科書章末の演習問題の一部などをレポート課題とするので，回答の上，提出すること。</p> <p>関連URL： http://www.ecei.tohoku.ac.jp/hariyama-lab/id-7/id-3.html http://www.ngc.riec.tohoku.ac.jp/ja/lecture/</p> <p>オフィスアワー： 月曜日16：00～18：00 羽生：電気通信研究所プレインウェア実験施設内 羽生教授室。 月曜日16：00～18：00 張山：電子情報システム・応物系3号館307 張山研究室。</p>

科目名	X-nicsビックデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	データ科学基礎
2. 授業の目的と概要	<p>このコースの目標は、データサイエンスを紹介することです。基本的なデータサイエンスの概念の調査と実際の実装に関する段階的なガイダンスを提供します。</p> <p>このコースを受講すると、予測とパターンの発見に使用できるさまざまなデータサイエンス手法について包括的に理解できるようになります。</p> <p>また、汎用の分析プロセスを作成する方法についても説明します。</p>
3. 学習の到達目標	上記のデータ科学に関する分野の知識を身に付けること。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1) データサイエンス入門 2) データブレンディング 3) データクレンジングとデータ探索 4) 分類I：k-NNとディジジョン・ツリー 5) 分類II：ナイーブベイズとニューラルネットワーク 6) 分類III：判別分析とSVM 7) 回帰法 8) アンサンブルモデリング 7) 関連分析 8) クラスターリング 9) モデル評価 10) 深層学習 11) 日付の操作（時系列分析） 12) テキストの操作（テキスト処理） 13) 画像の操作（ディープラーニング） 14) アイテムセットの操作（関連分析） 15) ユーザーIDの操作（レコメンデーションエンジン） <p>(授業の状況によって変化可能)</p>
5. 成績評価方法	<p>クラス内のエクササイズと毎週の宿題。</p> <p>詳細については、Google Classroomページをご覧ください。</p>
6. 教科書および参考書	

<p>7. その他</p>	<p>ビデオ: 英語 (音声) + 英語・日本語字幕あり ウェブサイト: 英語・日本語 講義資料: 英語・日本語 GPDS Class List: Japanese: http://gp-ds.tohoku.ac.jp/curriculum/class_list.html English: http://gp-ds.tohoku.ac.jp/curriculum/class_list_en.html</p> <p>Class Website: 日本語 : https://sites.google.com/tohoku.ac.jp/gpds-course/%E8%AC%9B%E7%BE%A9%E4%B8%80%E8%A6%A7/%E3%83%87%E3%83%BC%E3%82%BF%E7%A7%91%E5%AD%A6%E5%9F%BA%E7%A4%8E English: https://sites.google.com/tohoku.ac.jp/gpds-course/courses/data-science-basic オフィスアワー : 随時. 事前にメールで連絡してください.</p>
---------------	--

科目名	X-nicsビッグデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	ビッグデータスキルアップ演習
2. 授業の目的と概要	<p>Pythonは、現在科学技術界隈で最も利用されるプログラミング言語のひとつです。構造化プログラミング、関数型プログラミングパターン、およびオブジェクト指向プログラミングをサポートしています。また、組み込みシステム、データマイニング、およびWebサイト構築等にも活用可能なオールインワンの統合言語です。Pythonが最も利用されるプログラミング言語である一つ理由は、Pythonの多彩な科学技術計算処理能力にあります。</p> <p>この授業では、リスト、辞書、クラス、関数など、Pythonの基本的なコマンドと構文を学習します。目標は、学生がPythonの基礎的な利用方法を理解し、Pythonを使用するより高度な授業である「データ科学トレーニングキャンプI」の受講に耐えられる程度の知識を獲得することです。</p>
3. 学習の到達目標	<p>Pythonの基本的なコマンドと構文を使用して、受講者のコンピュータでデータサイエンスをはじめとする一般的な課題に関連する簡単な問題を解決できるようになること。</p>
4. 授業内容・方法と進度予定	<ul style="list-style-type: none"> - 講義は1日あたり2講時（180分）、合計5日間の集中講義形式で行います。 - 各講義は5つのセッションに分けて行います。 - 1セッションは、5～10分程度のオンデマンド講義と、実践的な演習で構成されています。 - 講義時間中は、受講者一人一人に担当講師がつき、受講者をサポート・指導します。 - 授業前や授業中に実践問題を解くことは自由ですが、すべての実践問題は授業の最後に講師によって評価されます。 - 練習部分は、クラウドベースのシステムを使用した自分のパソコンで行う単純なコーディングの問題で構成されています。 <p>- 5日間のトピックは、以下のように分割します。</p> <p>レッスン1 基本的なデータ型とリスト レッスン2 FORループ・IF文 レッスン3 タプル・集合・辞書 レッスン4 関数・例外・正規表現 レッスン5 NUMPY基盤</p> <p>クラスの詳細と時間は、クラスのウェブサイトで更新されます。</p>

<p>5. 成績評価方法</p>	<p>点数に基づき成績を決定します</p> <p>1. 5つのクラス内演習：完了した各演習で4ポイント（合計20）が与えられます。</p> <p>2. 5つの課題：各課題は最大16点（合計80点）で構成されます。課題提出の遅れ、許容範囲外の行動等に対して罰則（ポイントの減点）が与えられます。</p> <p>この成績評価システムは変更されることがあります。本制度を変更する場合は、e-learning ウェブサイトに掲載します。 （下記URL参照）</p>
<p>6. 教科書および参考書</p>	
<p>7. その他</p>	<p>ビデオ: 英語（音声）+ 英語・日本語字幕あり ウェブサイト: 英語・日本語 講義資料: 英語・日本語</p> <p>eラーニングシステムをご利用いただくには、追加登録が必要です。以下のサイトよりご登録ください。</p> <p>日本語サイト： https://sites.google.com/tohoku.ac.jp/gpds-course/%E8%AC%9B%E7%BE%A9%E4%B8%80%E8%A6%A7/%E3%83%93%E3%83%82%B0%E3%83%87%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%82%B9%E3%82%AD%E3%83%AB%E3%82%A2%E3%83%83%E3%83%97%E6%BC%94%E7%BF%92</p> <p>Additional Registration is NECESSARY to use our e-learning system. Please register on the following website.</p> <p>English： https://sites.google.com/tohoku.ac.jp/gpds-course/courses/skill-up-training</p> <p>オフィスアワー：随時。事前にメールで連絡してください。</p> <p>ラップトップ持参のこと。また、ラップトップに十分な処理能があることを確認してください。</p> <p>所持していない場合は事前に連絡お願いいたします。</p>

科目名	X-nicsビッグデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	データ科学トレーニングキャンプ I (前期)
2. 授業の目的と概要	<p>Pythonは科学技術計算に必要な様々なツールを備えており、それらのツールは継続的にアップグレードされています。データ解析のための用意されているライブラリは多用で、以下のものを含みます。</p> <ul style="list-style-type: none"> - NumPyは、Pythonで科学計算を実行するために重要です。これには、多次元の配列と行列を操作するための高レベルの数学的な関数が含まれています。 - NumPyの上に開発されたPandasは、数値解析を容易にするためのデータ構造を提供するライブラリです。 - Matplotlibは描画のためのライブラリです。ヒストグラム、パワースペクトル、棒グラフ、および散布図の形式で、最小限のコーディングラインでデータを視覚化できます。 <p>この講義では、これらすべてのライブラリを使用して、単純なデータの分析と機械学習を実行します。この授業を受講するためには、基本的なPython構文の予備知識が必要です。コンピュータプログラミングの初心者は、このコースに参加する前に「ビッグデータスキルアップトレーニング」を受けることをお勧めします。</p>
3. 学習の到達目標	Pythonコマンド、構文、およびライブラリを使用して、データを処理し、データを視覚化し、データを分析し、教師ありおよび教師なし機械学習方法を実行できるようにする。
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>講義は1日あたり2講時（180分）、合計5日間の集中講義形式で行います。講義は、6つのセッションに分けて行います。1つのセッションは、約15分間のon-demand講義とそれに続く15分間の練習で構成されます。練習部分は、クラウドベースのシステムを使用した自分のパソコンで行う単純なコーディングの問題で構成されています。5日間のトピックは、以下のように分割します。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) pandas入門 2) データの選択 3) データ処理 4) データ探索 5) 機械学習 <p>クラスの詳細と時間は、クラスのウェブサイトを更新します。</p>
5. 成績評価方法	<p>成績は以下のルールに従って点数化し決定されます。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 5つのクラス内演習：完了した各演習では4ポイント（合計20）が与えられます。 2. 5つの課題：各課題は最大16点（合計80点）で構成されます。 <p>課題提出の遅延や授業および課題に関する許容範囲外の行動に関しては罰則（ポイントの減点）を付与します。</p>

6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>使用言語：English</p> <p>GPDS Class List:</p> <p>Japanese: http://gp-ds.tohoku.ac.jp/curriculum/class_list.html</p> <p>English: http://gp-ds.tohoku.ac.jp/curriculum/class_list_en.html</p> <p>Class website:</p> <p>https://sites.google.com/tohoku.ac.jp/data-science-training-camp-i/</p> <p>オフィスアワー：随時。事前にメールで連絡してください。 ラップトップ持参のこと。また、ラップトップに十分な処理能力があることを確認してください。 所持していない場合は事前に連絡お願いいたします。</p>

科目名	X-nicsビッグデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	データ科学トレーニングキャンプII（前期）
2. 授業の目的と概要	チーム単位で実際のビッグデータのハンドリングが必要な疑似プロジェクトに取り組むことで、実際の大規模研究の進め方を学ぶ。受講者は実際の計算およびデータ解析を担当し、計算技術の向上を目指す。本講義は基礎的なプログラミング技能を習得している方を対象とする。受講者はあらかじめ「データ科学トレーニングキャンプI」を受講することを推奨する。
3. 学習の到達目標	以下に示す技術を習得すること。 (1) プログラミングによるデータ解析 (2) 大規模計算機の利用 (3) ビッグデータの取り扱い
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>クラスは2つの部分で構成されます。</p> <p>A.ビッグデータの実践 B.グループプロジェクト</p> <p>パートAでは、メソッドは「データ科学トレーニングキャンプI」の学習スタイルに従い、次のトピックがあります。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.ハイパフォーマンスコンピューティングを使用した環境のセットアップ 2.ビッグデータの処理 3.データ管理 4.空間データの操作 <p>パートBでは、学生はグループプロジェクトに取り組みます。グループプロジェクトは、ビッグデータを使用した大規模プロジェクトの8週間の問題解決で構成されます。博士課程の学生（「ビッグデータチャレンジ」コースから）はファシリテーターの役割を持ち、マスターの学生は一般的な問題解決者の役割を果たします。</p> <p>詳細については、SlackチャンネルとクラスのWebサイトで説明します。</p>

5. 成績評価方法	<p>主に以下に示す基準により評価.</p> <p>(1) 最終プレゼンテーションの質</p> <p>(2) レポートとSlackにおけるコミットメント</p> <p>(3) 提出されたコード</p> <p>(4) 授業に対する態度とチームへの貢献</p> <p>この成績評価システムは変更されることがあります。本制度を変更する場合は、e-learning ウェブサイトに掲載します。 (下記URL参照)</p>
6. 教科書および参考書	
7. その他	<p>使用言語：English</p> <p>GPDS Class List:</p> <p>Japanese: http://gp-ds.tohoku.ac.jp/curriculum/class_list.html</p> <p>English: http://gp-ds.tohoku.ac.jp/curriculum/class_list_en.html</p> <p>Class Website:</p> <p>https://sites.google.com/tohoku.ac.jp/data-science-training-camp-ii/</p> <p>オフィスアワー：随時. 事前にメールで連絡してください.</p> <p>ラップトップ持参のこと. 所持していない場合は事前に連絡お願いいたします.</p>

科目名	X-nicsビックデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	自然言語処理学
2. 授業の目的と概要	<p>情報伝達のためのもっとも重要なメディアは、日本語や英語など、だれもが日常で使っている人間のための言語（ことば）である。本講義では、言語データからそれが伝達する情報や知識を抽出し加工する自然言語処理技術について、形態素解析、構文解析、意味解析、言語知識獲得などの基礎技術を中心にまなぶ。</p> <p>授業形態 授業は対面で行います（青葉山キャンパス電気系1号館1A講義室）。講義資料はGoogle Classroomにアップロードします（クラスコード：*****）。また、講義期間の後半に自然言語処理に関するプログラミング演習を実施する予定です。実施形態等の詳細は講義内でアナウンスするとともに、Google Classroomでも通知します。</p> <p>プログラミング演習では、自然言語処理研究における実際の研究課題に取り組みます。</p> <p>受講者は、プログラミング言語Pythonにある程度習熟していることを前提として講義を行います。</p>
3. 学習の到達目標	自然言語処理の基本的な概念がわかる。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 導入、Ngramと分類問題 / Introduction, Classification with n-gram 2. 系列ラベリングと品詞解析 / Sequence labeling and morphological analysis 3. 構造予測と構文解析 / Structured prediction and syntactic analysis 4. 系列変換と生成問題 / Sequence-to-sequence and generation 5. 計算意味論 (1) / Computational semantics (1) 6. 計算意味論 (2) / Computational semantics (2) 7. 計算語彙意味論 / Computational lexical semantics 8. 談話 / Computational discourse 9. 語用論 / Pragmatics 10～15. プログラミング演習 / Programming project
5. 成績評価方法	<p>合否を含む成績は、最終レポート（プログラミング演習、最大90%）、出席状況、講義中の応答、演習課題など（10%以上）をもとに総合的に評価する。</p>

6. 教科書および参考書	<ul style="list-style-type: none"> ・ 『Speech and Language Processing (2nd Edition)』 , Daniel Jurafsky and James H. Martin, Prentice-Hall, 2008, 978-0135041963, reference ・ 『Natural Language Processing with Python』 , Steven Bird et al., O'Reilly & Associates Inc., 2009, reference
7. その他	<p>講義はおもに日本語でおこない、英語の資料を併用する。</p> <p>質問は随時メールで受け付ける。</p>

科目名	X-nicsビックデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	Information Technology Fundamental*
2. 授業の目的と概要	本講義では情報処理技術の基本を学ぶ。データベースに関する初歩的な話題から、どのようにデータをデータベースに貯めるか、また、どのように取り出されるか等の基本的な事項について整理する。また、データを解析する手法やそれらを可視化する方法、ウェブアプリ上に載せる方法についても解説を行う。授業の最後にはデータドリブンな解析手法のひとつである機械学習法の紹介を行う。
3. 学習の到達目標	In this course, students will learn how to store, retrieve, and manipulate data. Then, students will learn to turn the data into meaningful information for data analysis. Students will also learn to visualize the data and integrate with WebApp. Lastly, students will learn machine learning algorithms.
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>○Google Classroom Classes will be delivered on Google Classroom (code:)</p> <p>○授業の実施形態 Online (real-time) Google Meet will be used</p> <p>○Classes Time: 13:00-14:30, 14:40-16:10 (Friday)</p> <p>01. June 02, 2023: 02. June 09, 2023: 03. June 16, 2023: 04. June 23, 2023: 05. June 30, 2023: 06. July 07, 2023: 07. July 14, 2023: 08. July 21, 2023: 09. July 28, 2023: 10 August 04, 2023:</p> <p>The lecturer is Dr Cherdsak Kingkan. The number of classes may be changed from 10 to 8.</p>
5. 成績評価方法	<ul style="list-style-type: none"> - Class Attendance: 10% - Quizzes : 30% - Assignments : 30% - Final Exam : 30%

6. 教科書および参考書	
7. その他	使用言語：English * 授業の内容に関すること Cherdsak Kingkan Friday : 13:00 - 17:00 Email : cherdsak.kingkan@gmail.com * その他の内容に関すること yamada@tohoku.ac.jp

科目名	X-nicsビックデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	情

1. 授業科目	知能システム科学
2. 授業の目的と概要	<p>情報処理技術の進展を背景に知能システムは進化を遂げているが、未来情報社会では、より高度な知的機能を有し、高信頼で、また人にやさしいシステムが要望されている。本講義では、その中心的な研究課題のひとつである機械学習について、計算量の観点を重視した理論的アプローチを中心にして、その基礎から応用までを解説する。</p> <p>本講義は対面で実施する。資料の配布とレポートの提出は、Google Classroom を通じて行う。</p>
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正例からの学習 2. 正例と負例からの学習 3. 正則言語の学習 4. 確率的近似学習モデル 5. 還元可能性 6. オッカムの剃刀 7. Vapnik-Chervonenkis次元 8. 弱学習とブースティング 9. 質問による厳密学習 10. 文脈自由言語の学習 11. 機械学習の応用
5. 成績評価方法	レポートをもとに評価する。
6. 教科書および参考書	<ul style="list-style-type: none"> ・『計算論的学習』, 榊原 康文, 横森 貴, 小林 聡, 培風館, 2001, 参考書 ・『ブースティングー 学習アルゴリズムの設計技法』, 金森 敬文, 畑埜 晃平, 渡辺 治, 小川 英光, 森北出版, 2006, 参考書 ・『An Introduction to Computational Learning Theory』, Michael J. Kearns and Umesh V. Vazirani, The MIT Press, 1994, 参考書 ・『Grammatical Inference』, Colin de la Higuera, Cambridge University Press, 2010, 参考書
7. その他	<p>基本的に講義は日本語で行いつつ資料は英語を用いる。</p> <p>関連URL: https://www.iss.is.tohoku.ac.jp</p> <p>オフィスアワー：随時可能。要予約。 篠原：ayumis@tohoku.ac.jp 吉仲：ryoshinaka@tohoku.ac.jp</p>

科目名	X-nicsビックデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	医工

1. 授業科目	医用情報計測学
2. 授業の目的と概要	<p>1. 目的 計測における波動情報の効果的な利用のために、スペクトル解析法の基礎を物理的意味も含め、系統的に理解することを目的とする。そのため、本講義では、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最尤推定法・最小二乗法・固有値展開・ ・特異値分解・パターン認識・z変換の基礎から、 ・離散的フーリエ変換・ ・自己回帰モデルによるスペクトル推定法・ ・伝達関数とコヒーレンス関数の推定・ ・遅延時間推定 ・時間周波数解析 <p>に関して述べる。これらは、電気・通信・電子・情報工学・医工学で必要不可欠な広範な事項であり、その本質から理解し修得することが望ましい。</p> <p>2. 概要 上記の目的のために必要な最小の事項に関して講義する。</p>
3. 学習の到達目標	
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1. z変換の基礎 (4章) , 離散的フーリエ変換の基礎 (5章) 2. パラメトリック伝達系モデル (6章) 3. 自己回帰モデルのスペクトル推定 (7章) 4. 最尤推定法の基礎 (1章) その1 クラメル・ラオの下界 5. 最尤推定法の基礎 (1章) その2 最尤推定法 6. 線形代数の基礎 (2章) その1 最小二乗法の幾何学的意味 7. 線形代数の基礎 (2章) その2 最小ノルム最小二乗解 8. 線形代数の基礎 (2章) その3 固有値展開と特異値分解 9. パターン認識の基礎 (3章) 識別関数の設計 10. 伝達関数とコヒーレンス関数の推定 (9章) 11. 遅延時間計測 (10章) 12. 時間・周波数解析の基礎 (11章) 13. 試験 (教科書と冊子の持ち込み可)
5. 成績評価方法	<ul style="list-style-type: none"> ・定期試験 (70%) , 課題のレポート (30%) 等を総合して評価する。 ・課題の提出日は、その次の講義の開始まで (授業中は、講義に集中するため)
6. 教科書および参考書	金井浩著 音・振動のスペクトル解析 コロナ社 1999年
7. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・履修要望科目：線形回路論, 電気回路学, デジタル信号処理を履修していることが望ましい。 ・自学自習のアドバイス：教科書と初回に配布する冊子を読み、関連する課題を解くなど、1回あたり少なくとも2時間の予習・復習を行うこと。 ・適宜、課題などのレポートを課す。 ・課題レポート(ほぼ毎回)

科目名	X-nicsビックデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	子

1. 授業科目	情報計測学
2. 授業の目的と概要	<p>1. 目的 計測における波動情報の効果的な利用のために、スペクトル解析法の基礎を物理的意味も含め、系統的に理解することを目的とする。そのため、本講義では、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最尤推定法・最小二乗法・固有値展開・ ・特異値分解・パターン認識・z変換の基礎から、 ・離散的フーリエ変換・ ・自己回帰モデルによるスペクトル推定法・ ・伝達関数とコヒーレンス関数の推定・ ・遅延時間推定 ・時間周波数解析 <p>に関して述べる。これらは、電気・通信・電子・情報工学・医工学で必要不可欠な広範な事項であり、その本質から理解し修得することが望ましい。</p> <p>2. 概要 上記の目的のために必要な最小の事項に関して講義する。</p>
3. 学習の到達目標	<p>3. 達成目標等 個々の手法の知識の習得よりも、それらの原理の本質を理解することを目標とする。</p>
4. 授業内容・方法と進度予定	<p>1. z変換の基礎 (4章) , 離散的フーリエ変換の基礎 (5章) 2. パラメトリック伝達系モデル (6章) 3. 自己回帰モデルのスペクトル推定 (7章) 4. 最尤推定法の基礎 (1章) その1 クラメル・ラオの下界 5. 最尤推定法の基礎 (1章) その2 最尤推定法 6. 線形代数の基礎 (2章) その1 最小二乗法の幾何学的意味 7. 線形代数の基礎 (2章) その2 最小ノルム最小二乗解 8. 線形代数の基礎 (2章) その3 固有値展開と特異値分解 9. パターン認識の基礎 (3章) 識別関数の設計 10. 伝達関数とコヒーレンス関数の推定 (9章) 11. 遅延時間計測 (10章) 12. 時間・周波数解析の基礎 (11章) 13. 試験 (教科書と冊子の持ち込み可)</p>
5. 成績評価方法	<ul style="list-style-type: none"> ・定期試験 (70%) , 課題のレポート (30%) 等を総合して評価する。 ・課題の提出日は、その次の講義の開始まで (授業中は、講義に集中するため)
6. 教科書および参考書	

7. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・履修要望科目：線形回路論, 電気回路学, デジタル信号処理を履修していることが望ましい. ・自学自習のアドバイス：教科書と初回に配布する冊子を読み, 関連する課題を解くなど, 1回あたり少なくとも2時間の予習・復習を行うこと. ・適宜, 課題などのレポートを課す. ・課題レポート(ほぼ毎回) ・オフィスアワー：金曜日12:00-13:00 電気情報系 1号館 5階金井教授室
--------	---

科目名	X-nicsビックデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	文

1. 授業科目	計算人文社会学研究演習 I
2. 授業の目的と概要	この授業では、計算社会科学に必要なプログラミング基礎を、Pythonを通じて習得する。データ構造、制御構造、関数、オブジェクトなどプログラミングの基礎概念を学んで、ライブラリを用いたデータ解析・可視化などを、講義と実習を通じて身につける。
3. 学習の到達目標	Pythonの基本概念とPythonによるデータ分析の基本手法を習得することを旨とする。
4. 授業内容・方法と進度予定	1.イントロダクション 2.Git/Githubの使い方、プログラミング環境の構築 3.変数の基礎と数値計算 4.繰り返しと制御構造 5.関数 6.オブジェクトとクラス(1) 7.オブジェクトとクラス(2) 8.pandas入門 9.scikit-learn 入門 10.可視化 11.データ分析の実践 12.データ分析の実践 13.データ分析の実践 14.データ分析の実践 15.データ分析の実践
5. 成績評価方法	毎回の課題 [70%] , 期末課題 [30%]
6. 教科書および参考書	参考書: Bill Lubanovic, 「入門 Python 3 第2版」, オライリージャパン Wes McKinney, 「Pythonによるデータ分析入門 第2版 — NumPy, pandasを使ったデータ処理」, オライリージャパン Aurlien Gron, 「Hands-on Machine Learning With Scikit-learn, Keras, and Tensorflow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems」, O'Reilly & Associates Inc
7. その他	授業時間外学修: 毎回の授業内容の習得を問う課題を完成する。 (1)本講義ではPythonの実習を含むため、PCを準備できることが望ましい。 (2)初回の授業は授業計画・実施方法について説明しますので、初回の授業に必ず参加すること。

科目名	X-nicsビッグデータ処理
科目群	半導体発展科目群
単位数	2
開講する専攻	文

1. 授業科目	計算人文社会学研究演習Ⅱ
2. 授業の目的と概要	計算社会科学研究でよく用いられる自然言語処理技術の知識と応用能力を習得する。形態素解析、単語埋め込みなどの概念を学ぶとともに、Word2vecモデルの実装や文書分類など実践的な応用能力を身につける。
3. 学習の到達目標	テキスト分析の一連のプロセスを理解し、Pythonで実装することを目標とする。
4. 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> 1.イントロダクション 2.テキストの前処理(1) 3.テキストの前処理(2) 4.深層学習(1) 5.深層学習(2) 6.Word2vecモデル(1) 7.Word2vecモデル(2) 8.seq2seq 9.Attentionモデル 10.Transformers(1) 11.Transformers(2) 12.テキスト分析の実践 13.テキスト分析の実践 14.テキスト分析の実践 15.テキスト分析の実践
5. 成績評価方法	() 筆記試験 [%] ・ (○) リポート [50%] ・ (○) 出席 [50%]
6. 教科書および参考書	<p>Lewis Tunstall, Leandro von Werra, Thomas Wolf, 「機械学習エンジニアのためのTransformers —最先端の自然言語処理ライブラリによるモデル開発」, オライリージャパン</p> <p>斎藤 康毅, 「ゼロから作るDeep Learning ② —自然言語処理編」, オライリージャパン</p> <p>Delip Rao, Brian McMahan, 「Deep Learning for NLP with Pytorch」, O'Reilly</p>

7. その他	<p>授業時間外学修：参考書と配布資料などで予習・復習をする。</p> <p>(1)前期の計算人文社会学研究演習 I と併せて参加することが望ましい。あるいは、Pythonの基本的な使い方についての習熟を求める。</p> <p>(2)本講義ではPythonの実習を含むため、PCを準備できることが望ましい。</p>
--------	---

東北大学スピントロニクス融合半導体創出拠点

X-nics教育事務局

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-05

(AIE卓越大学院内)

[TEL:022-795-7142](tel:022-795-7142) (2023.9.1より)

[E-mail: xnics-kyomu@grp.tohoku.ac.jp](mailto:xnics-kyomu@grp.tohoku.ac.jp)