



シラバス

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)

2025年度

目次

・ 半導体基礎講座	・・・	2
・ 半導体発展講座	・・・	6

※東北大学で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

知：知能デバイス材料学専攻

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

シラバスの見方

科目群	半導体基礎科目群	X-nics産業連携セミナー
	半導体発展科目群	半導体実習科目群
	インターンシップ・海外派遣	実践的OJTプロジェクト
	のうち、該当するものを記載	
X-nics講義名	半導体基礎科目	X-nics産業連携セミナー
	X-nicsシステム工学	X-nics材料物性計測
	X-nics半導体プロセス	X-nicsエネルギーシステム
	X-nics情報処理・セキュリティ	X-nicsビッグデータ処理
	半導体実習科目	インターンシップ・海外派遣
	博士論文	のうち、該当するものを記載
ポイント数	履修が修了すると取得できるポイント	
開講大学（専攻）	このシラバスは東北大学で開講するもののみ記載 ※半導体発展講座については、各大学のシラバスを確認	
開講年度	2025年度前期 / 2025年度後期 / 2025年度通年	

1	各系の科目名	○○○○○○○
2	授業の目的と概要	
3	学修の到達目標	「2 授業の目的と概要」に含まれて記載している場合がある。
4	授業内容・方法と進度予定	
5	成績評価方法	※一部、「単位」と「ポイント」の成績評価方法が違う。
6	教科書及び参考書	
7	その他	

半導體基礎講座

科目群	X-nics産学連携セミナー
X-nics講義名	X-nics産学連携セミナー
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（AIE）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	AIE卓越リーダーセミナーⅠ
2	授業の目的と概要	この科目は、Google Classroom「【X-nics産業連携セミナー】AIE 卓越リーダーセミナーⅠ」を使用して講義情報を発信します。 企業の研究開発現場の第一線で活躍し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、その内容は人工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	学修の到達目標	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7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. 工学 5. 情報科学 6. フトウェア科学 7. 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	教科書及び参考書	
7	その他	開講言語：本講義は原則的に日本語で行う。 【授業時間外学習】 講義後に、レポート課題に取り組む。

科目群	X-nics産学連携セミナー
X-nics講義名	X-nics産学連携セミナー
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（電・通・子）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	電気・通信・電子工学／特別講義A
2	授業の目的と概要	【目的】 デジタルデバイスが私たちの生活を一変させる中、その中心にある半導体技術は、国際競争や戦略的な要素として重要視されています。この講義では、半導体技術が現代社会でどのように中核的な役割を果たし、産業界での最新技術動向がどのように進展しているかを学びます。特に、AI技術の普及が半導体分野への注目を集める要因となっていることを背景に、経済、技術、そして経済安全保障に与える影響を理解し、将来の研究やキャリア形成に役立つ洞察を得ることを目指します。 【概要】 産業界の最前線で活躍する半導体専門家をゲスト講師に迎え、最新の半導体技術に関するさまざまな知識を提供します。講師たちの豊富な経験と専門知識を生かし、半導体技術の最新動向だけでなく、システム技術、デバイス開発、製造プロセス、および材料技術に至るまで、幅広い領域での実践的な情報を提供します。さらに、技術革新がもたらす技術上の課題とともに、ビジネスの視点から見た市場動向や戦略に関する知識も深掘りします。この授業では、技術とビジネスの両方から半導体業界を総合的に理解する貴重な機会を提供し、参加者が次世代の技術リーダーとしての資質を高めることを目指します。
3	学修の到達目標	(1)半導体技術の理解 半導体技術が現代社会や国家戦略における中核的役割を深く理解し、技術進化が生活や産業にどのように影響を及ぼしているかを明確に説明できる能力を身につけます。 (2)最新技術の習得 半導体技術におけるシステム技術、デバイス開発、製造プロセス、材料技術といった最新の技術動向を理解し、これらが実際の産業界でどのように活用されているかを把握します。 (3)ビジネス視点の強化 半導体技術に関連する市場動向やビジネス戦略を習得し、技術革新がビジネスや経済に与える影響を深く理解し、その上で議論を展開できるようになります。

		(4)産業界の実態把握 講師の実務経験や専門知識を活かし、産業界における半導体技術の実際の課題や解決策を学び、研究やキャリアにおける実践的な視点を獲得します。 (5)キャリアビジョンの形成 半導体技術の学びを通じて、将来的に技術リーダーとして活躍するための必要な知識を蓄積し、自身の研究やキャリアパスを考える際の視野を広げることができます。
4	授業内容・方法と進度予定	(01,10/6) ガイダンス / 半導体産業と知財財産の基礎 (02,10/13) シリコン半導体の進化がビジネスにもたらしたパラダイシフト (03,10/20) 記憶の技術の進化 ～フラッシュメモリの積層化技術の紹介～ (04,10/27) 半導体が拓く未来 (05,11/10) 成長を続ける半導体産業を経済とイノベーションから考える (06,11/17) IOWN構想と光電融合技術 (07,11/26) IVI (in-vehicle infotainment) 向けSoCおよびOS (operating system)の変遷と展望 ～CMOS/スピントロニクス混載へ～ (08,12/1) レゾナックにおける先端半導体材料と評価プラットフォーム (09,12/8) トヨタが示すクルマの未来 (10,12/15) テラヘルツ無線を使ってSociety5.0を実現しよう！ (11,12/22) 車社会の変化と、車載半導体のチャレンジ (12,1/5) スピントロニクス技術 (13,1/19) スピントロニクスデバイス製造プロセスと製造装置 (14,1/26) 車載半導体等の技術と知財 (15,1/29) 電力変換回路トポロジと技術動向 (16,2/2) スピントロニクス省電力半導体とWBG高効率パワーエレクトロニクスによる ゲームチェンジと、高度情報・低炭素社会への貢献
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。 X-nicsの「ポイント」は、全講義を受講し、尚且つ全講義において終了後のレポートを提出し、成績が付くことで評価する。
6	教科書及び参考書	
7	その他	開講言語：日本語 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 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。 【授業時間外学習】 日頃から知財財産権や半導体技術に関心を持って研究開発に取り組んで欲しい。

半導体発展講座

※東北大学開講の授業科目についてのみ記載されています。

※連携大学については、下記のURLからご参照ください。

北海道大学

<https://syllabus01.academic.hokudai.ac.jp/Syllabi/Public/Syllabus/SylSearch.aspx>

東京大学

<https://www.c.u-tokyo.ac.jp/zenki/syllabus/index.html>

東京科学大学

https://www.phys.sci.isct.ac.jp/postgraduate/postgraduate_syllabus/

大阪大学

<https://www.es.osaka-u.ac.jp/ja/student/graduate-school-of-engineering-science/syllabus/>

京都大学

https://www.k.kyoto-u.ac.jp/external/open_syllabus/top

九州大学

<https://syllabus.kyushu-u.ac.jp/>

慶應義塾大学

<https://gslbs.keio.jp/pub-syllabus/search>

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsスピントロニクス工学
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（応物）
開講年度	2025年度前期

1 各系の科目名	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の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。 授業は Google Classroom を使います。利用するときに「クラスコード」が必要です。後日お伝えします。
3 学修の到達目標	
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 教科書及び参考書	・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 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 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。 【授業時間外学習】 授業で配布する課題を行う

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsX ^{II} 工学
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（理物）
開講年度	2025年度前期

1 各系の科目名	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 学修の到達目標	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	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 教科書及び参考書	講義テキスト（冊子）の案内を初回に行います。
7 その他	開講言語：日本語 【授業題目】 個体物理学および統計物理学の基礎理論 【授業時間外学習】 講義テキストの予習、復習を行うことが望ましい。 【授業時間外学習時間の目安】 予習・復習に関する標準時間数 * 講義科目：授業 1 回あたり 4 時間 * 演習科目：2～4 時間 * 実験・実習・実技：科目によって 2 時間 【連絡方法とクラスコード】 連絡先 e-mail：shibata@cmpt.phys.tohoku.ac.jp 授業実施方法：対面 クラスコード：lqu7swi

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics材料物性計測
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（電・通・子）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	固体物性工学
2	授業の目的と概要	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。 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。 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ることが求められる。 (アクセス方法) 授業には Google Classroom を利用する。 学生が行うプレゼンテーションは GoogleMeet もしくは Zoom を用いたリアルタイム型、もしくはオンデマンド型を考えているが、詳細は、5 月中旬ごろに連絡する。 Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html
3	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	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ワーの式 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	教科書及び参考書	・ 基礎固体物性, 齋藤理一郎, 朝倉書店 (2009) ISBN/ISSN: 9784254137767 資料種別:教科書 ・ Introduction to Solid State Physics, Charles Kittel, Wiley ISBN/ISSN: 9780471415268 資料種別:参考書 ・ Solid State Physics, Giuseppe Grosso and Giuseppe Pastori Parravicini, Academic Press (2003) ISBN/ISSN: 012304460X 資料種別:参考書
7	その他	開講言語：日本語。 但し、授業プリント、配布資料、板書などは英語で行う。 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 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。 【授業時間外学習】 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。 関 連 URL： http://www.fukidome.riec.tohoku.ac.jp/ 【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。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics材料物性計測
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（理物）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	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	学修の到達目標	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	1. 光の基本的性質 2. 物質の誘電関数と光学定数 3. レーザーと光検出器 4. 可視光を用いた基礎光物性の測定 5. 非線形光学と分光学 6. 光子の分光
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	教科書及び参考書	参考書は講義において適宜紹介する。
7	その他	使用言語：日本語 【授業時間外学習】 講義内容の復習が求められる。 【授業時間外学習時間の目安】 予習・復習に関する標準の時間数 * 講義科目：授業1回当たり4時間 * 演習科目：2～4時間 * 実験・実習・実技：科目によって2時間 【連絡方法とクラスコード】 連絡は、Google Classroomを通して行う。 Code of Classroom : aewr6xp

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics材料物性計測
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（医工）
開講年度	2025年度通期

1 各系の科目名	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 学修の到達目標	
4 授業内容・方法と進度予定	第 1 回 神経系の電氣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 教科書及び参考書	
7 その他	使用言語：日本語・英語 【授業時間外学修】 Preparation: Students should research the areas listed in "Contents and progress schedule of class" before the lecture. Students should also construct Matlab execution environment including Toolbox related to signal processing and system control, and confirm the basics of Matlab programming.

		Review: Students should review the contents of the lecture and work on the report assignment, and research the related items in more detail and the items that you are interested in about the lecture. • Require approximately two hours of study per class. 【備考】 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。
--	--	--

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics材料物性計測
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（応物）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	半導体光物性学A
2	授業の目的と概要	クラスコード：jukhhws 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	学修の到達目標	
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	教科書及び参考書	・ 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（英語資料は適宜混ぜる） 【授業時間外学習】 履修者の求める到達目標に応じて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。 【連絡先】 chichibu@tohoku.ac.jp

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics材料物性計測
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（知）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	ナノ構造制御機能発現工学
2	授業の目的と概要	現在の材料学では、ナノスケールでの物質の構造や組織を制御して新しい機能を発現させることが重要な課題となっている。本講義では、ナノスケールの構造・組織制御に関する物理学・材料学基礎から説き起こし、様々なナノ構造に基づいて発現する新機能（主に電磁気機能）を紹介し、さらにその機能がどのようにデバイスに応用されるかを、金属や半導体という従来の枠組みを超えて講義する。
3	学修の到達目標	様々なナノ構造を有するデバイスの機能について、材料科学の観点から議論できるようになる。
4	授業内容・方法と進度予定	第1回 授業概要 第2回 イントロダクション／磁気の基礎 第3回 磁気の基礎 第4回 ナノ磁性の基礎 第5回 半導体デバイスの配線とメモリー 第6回 半導体デバイスの配線とメモリー 第7回 半導体デバイスの配線とメモリー 第8回 金属ナノ構造と電磁気機能 第9回 金属ナノ構造と電磁気機能 第10回 金属スピントロニクス 第11回 金属スピントロニクス 第12回 半導体ナノ構造と電磁気機能 第13回 半導体ナノ構造と電磁気機能 第14回 半導体スピントロニクス 第15回 半導体スピントロニクス ※上記のスケジュールは目安であり、開講順が変更される場合があります。
5	成績評価方法	レポート
6	教科書及び参考書	授業資料（Google classroom）を配布します。 Lecture files will be provided via Google classroom.
7	その他	開講言語：英語 English. ※クラスコード：cgt5txd "ナノ構造制御機能発現工学". ※対面授業 ※この科目では、必要に応じて、Classroomを使用して講義資料の提供やレポート提出を行います。

		【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 この授業は、スピントロニクス国際特別講義Ⅱおよびスピントロニクス国際特殊講義Ⅱとしても開講されています。 【授業時間外学習】 授業時間は限られているので、自主学習が重要になる。毎回の授業に対して、予習（2時間以上）と復習（2時間以上）は最低限必要である。手を動かしながら授業資料や参考書を何回も熟読すること。 【オフィスアワー】 随時（事前予約が必要） 授業資料を配布します
--	--	--

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体プロセス
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（電・通・子・応物）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	半導体工学
2	授業の目的と概要	Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。 固体電子論の基礎からデバイス動作までを、統一的に理解するための基盤を修得する事を目的とする。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等について講義する。 授業には Google Classroom を利用します。Google Classroom にアクセスし、クラスコードを入力して下さい。講義資料は Google Classroom にアップロードします。
3	学修の到達目標	
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、ホットエレクトロン現象 第 8 回 p n 接合（1） 第 9 回 p n 接合（2） 第 10 回 金属／半導体接合 第 11 回 MOS 構造（1） 第 12 回 MOS 構造（2） 第 13 回 MOSFET の動作原理 第 14 回 MOSFET の高性能化（1） 第 15 回 MOSFET の高性能化（2）
5	成績評価方法	中間および期末レポートによる評価を行う(100%)。
6	教科書及び参考書	・ 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 【授業時間外学習】 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。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体プロセス
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（子）
開講年度	2025年度後期

1 各系の科目名	微細プロセス科学
2 授業の目的と概要	磁性体および半導体分野での超微細加工技術の基礎となる・超高真空科学・物理化学材料科学・金属工学などを、評価のための分析および計測技術をも含め総合的に講義する。
3 学修の到達目標	
4 授業内容・方法と進度予定	1. 薄膜の組織制御による磁性機能の導出 2. 成膜雰囲気の高純化 3. 粒径制御プロセスと薄膜磁気ヘッドのナノクリスタル効果 4. 薄膜磁気記録媒体の微細組織制御プロセス 5. 人口格子薄膜の界面構造制御プロセスと磁気抵抗効果 6. 金属多層積層膜の微細構造制御と交換磁気異方性 7. 反応性プラズマプロセスとFeの窒化過程 8. 微細デバイスの製作工程 1 9. 細デバイスの製作工程 2 10. 高純度CVDプロセスと選択成長 11. Si表面水素終端制御とCVD成長への影響 12. CVDの特徴と表面反応律速過程 13. Langmuir型反応とドーピング制御 14. ヘテロ構造と超高周波デバイス応用 15. 授業内容に関する質疑
5 成績評価方法	授業への出席状況や授業内容の理解度(レポート等)により評価する。
6 教科書及び参考書	
7 その他	開講言語：日本語 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 履修要望科目: 特に無し。 磁性体と半導体の基礎物性を理解していることが望ましい。 【授業時間外学修】 授業時間は限られているので、自主学習が重要になる。講義終了後は、講義ノートや配布資料による復習を行うこと。 【オフィスアワー】 10:00-17:00とする。事前に電子メールにより連絡すること。 Google Classroomのクラスコードは工学研究科Webページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html (大学院シラバス・時間割・履修登録)にて確認すること。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体プロセス
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（子）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	プラズマ基礎工学
2	授業の目的と概要	この科目では、Google Classroomを使用して講義・演習資料と講義情報を発信します。 Google Classroomのクラスコードは工学研究科Webページにて確認すること、大学院シラバス・時間割(https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html) Classroomにアクセスし、該当するクラスコードを入力してください。 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、応用を目指したプラズマ基礎工学を体系的に学ぶ。 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。
3	学修の到達目標	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。 ・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	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	教科書及び参考書	・ Lecture Notes on Principles of Plasma Processing, Francis F. Chen, Jane P. Chang, Kluwer Academic / Plenum Publishers ISBN/ISSN: 0306474972 ・ プラズマ理工学基礎, 畠山力三, 飯塚哲, 金子俊郎, 朝倉書店 ISBN/ISSN: 9784254228816 ・ Principles of Plasma Discharges and Materials Processing, M. A. Lieberman and A. J. Lichtenberg, A Wiley-Interscience Publication ISBN/ISSN: 0471005770
7	その他	【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 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。 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。 【授業時間外学修】 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。 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。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体プロセス
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（子）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	プラズマ応用工学
2	授業の目的と概要	この科目では、Google Classroomを使用して講義・演習資料と講義情報を発信します。 Google Classroomのクラスコードは工学研究科Webページにて確認すること。 大学院シラバス・時間割(https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html) Classroomにアクセスし、該当するクラスコードを入力してください。 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。 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応性プラズマの生成、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。
3	学修の到達目標	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。 ・プラズマの次世代エネルギー応用を理解し、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	1. イントロダクション 2. プラズマの次世代エネルギー応用 1 3. プラズマの次世代エネルギー応用 2 4. プラズマの次世代エネルギー応用 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	教科書及び参考書	・ Principles of Plasma Discharges and Materials Processing, M. A. Lieberman and A. J. Lichtenberg, A Wiley-Interscience Publication ISBN/ISSN: 0471005770 ・ プラズマ理工学基礎, 畠山力三, 飯塚哲, 金子俊郎, 朝倉書店 ISBN/ISSN: ISBN 9784254228816
7	その他	開講言語：日本語 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 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。 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。 【授業時間外学修】 講義時間以外に、随時課すレポートに取り組む。 【オフィスアワー】 開講日のお昼に教授室にて受け付ける。その他、随時電子メールで相談日を受け付ける。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体プロセス
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（技社）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	情報感性工学/イメージセンシング工学/Information Affective Engineering
2	授業の目的と概要	Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。 情報ディスプレイ技術は、人と情報とを繋ぐ私たちの社会に不可欠な光技術です。本講義では、各種の情報ディスプレイ技術の歴史、基本構成と動作原理、応用例や今後の展開について、また関連する部材技術について解説する。また、人が光をどのように感じ、情報として受け取るのかという人の認識や理解、感性と情報との関わりについても学ぶ。
3	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	1. 情報ディスプレイの意義と歴史 2. 光 3. 液晶ディスプレイ 4. 有機 EL 5. Micro LED 6. E-paper 7. AR/VR/MR 光学系 8. 製造プロセスの最適化 9. レキシブルエレクトロニクス 10. 間工学序論 11. 観評価 12. 覚工学 13. 彩工学 14. 情報感性工学 15. その他の応用例
5	成績評価方法	出席 50%，レポート 50%
6	教科書及び参考書	
7	その他	開講言語：日本語 【授業時間外学習】 Google Classroom に講義資料を掲載するので、復習に役立てること。 【連絡先】 Google Classroom から問合せ可能

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体プロセス
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（理物）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	光物性学持論Ⅱ
2	授業の目的と概要	本講義では、光の量子論を解説し、その検証実験や応用、特に量子情報科学の基礎的事項について紹介する。また、(半)古典的な理論と対比させながら、光の量子論から説明される非直感的な光現象を解説する。
3	学修の到達目標	古典論的直感では理解が困難ないくつかの光の量子的現象とその応用を理解する。
4	授業内容・方法と進度予定	講義では主に以下の内容について取り扱う。順序は前後する可能性がある。 1. 光の古典論 2. 光の量子論 3. 光子と原子の相互作用 4. 光の干渉 5. 単一光子と量子もつれ光子 6. 量子暗号通信 7. 量子計算 8. 最近の研究
5	成績評価方法	レポートにより評価する。
6	教科書及び参考書	参考書は適宜講義にて紹介する。
7	その他	開講言語：日本語/英語 【授業時間外学修の内容】 講義資料により、予習・復習を行う 【授業時間外学修の目安】 予習・復習に関する標準の時間数 ＊講義科目：授業1回当たり4時間 ＊演習科目：2～4時間 ＊実験・実習・実技：科目によって2時間 【連絡方法とクラスコード】 連絡はGoogle Classroomにて行う。 Code of Google Classroom: vdzhqfv

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsエネルギーシステム
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（技社）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	エネルギー変換制御機器工学
2	授業の目的と概要	Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。 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・利用に不可欠なキープデバイスである。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学ぶ。
3	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	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. 電力用半導体デバイスの特徴 5. 直流電源回路 6. 交流電源回路 7. 電力系統機器(パワエレ) 8. 電力系統機器(パワマグ) 9. モータドライブ(直流機) 10. モータドライブ(誘導機) 11. モータドライブ(同期機) 12. 解析技術 13. 電気自動車 14. 風力発電 15. その他の応用例
5	成績評価方法	出席 50%，レポート 50%
6	教科書及び参考書	
7	その他	開講言語：日本語 【授業時間外学習】 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。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsエネルギーシステム
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（電・通・子）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	パワーエレクトロニクス応用工学
2	授業の目的と概要	Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。 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エネルギーマネジメントの推進、再生可能エネルギーを使用することを前提としたEV（電気自動車）への転換、などが重要であり、これらのアプリケーションに適用されているパワーエレクトロニクス装置の高効率化・高性能化・小型化などが求められる。 本講義のテーマ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。 したがって「パワーエレクトロニクス応用工学」では、 ①EV(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のパワーエレクトロニクスの応用製品について回路、動作、適用デバイスなどが把握できるようにする。 また、以下のパワーエレクトロニクスの基盤技術について総合的に学ぶ。 ②パワー半導体デバイスの種類、動作原理 ③パワー半導体デバイスのモジュール化技術 ④パワーエレクトロニクスの様々な回路方式、駆動方式 ⑤パワーエレクトロニクス回路に適用されるインダクタ、トランス、コンデンサなどの受動部品 本講義は、対面で実施する。 講義は、毎回、講義資料を事前にグーグルクラスルームにて配布し、それをもとに対面で行う。 毎回の講義について授業に出席することと、複数回課す、レポート課題を提出することが必要。 講義は10月6日から開始する。

		注意： 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。 https://olg.cds.tohoku.ac.jp/forstudents
3	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	1. パワーエレクトロニクス概要説明と本講座のガイダンスを行う。 2. パワーデバイス、パワーモジュール、パワーエレクトロニクスの関係を講義する。 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. 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。 5. MOSFET と IGBT の原理と特徴および動作について講義する。 6. 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。 7. 小型・高効率化が進んでいる新幹線用コンバータ/インバータについて講義する。 8. パワーモジュールの重要特性を講義する。 9. 高効率化が特に著しく進んでいる太陽光 PCS と先進的な回路に対して説明する。 10. 受動部品（インダクタ、コンデンサ）について適用回路技術に合わせて講義する。 11. 受動部品（トランス）について適用回路技術に合わせて講義する。 12. 電力グリッド技術と各種電力変換器に関して講義する。
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。 毎回の講義について授業に出席することと、複数回課す、レポート課題を提出することが必要。
6	教科書及び参考書	・ Power Electronics, Issa Batarseh,Ahmad Harb, Springer, 2017, 978-3-319-68365-2, 参考書 ・ Semiconductor Power Device , Josef Luts, HeinrichSchlangenotto,Uwe Scheuermann, RikDe 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

		・これになっとくパワーエレクトロニクス, 高木茂行、長浜竜、コロナ社, 2017, 978-4-339-00898-2, 参考書 ・エンジニアの悩みを解決 パワーエレクトロニクス, 高城茂行、長浜竜、服部文也, コロナ社, 2020, 978-4-339-00933-0, 参考書 ・ワイドギャップ半導体パワーデバイス, 山本秀和, コロナ社, 2015, 978-4-339-00875-3, 参考書
7	その他	開講言語：日本語 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 半導体、回路に関する初歩的な知識を予め学習しておくことが望ましい。 【授業時間外学習】 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。 【オフィスアワー】 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: yoshikazu.takahashi.e4(at)tohoku.ac.jp (at)のところは@に置き換えること

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsエネルギーシステム
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（電・通・子）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	システム制御工学
2	授業の目的と概要	Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。 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理論を理解するとともに、ソフトコンピューティング制御や生物規範型制御などの新概念の制御手法を学ぶことを目標とする。
3	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	第1回：動的システムの表現（1）（杉田） 第2回：動的システムの表現（2）（杉田） 第3回：動的システムの性質（1）（杉田） 第4回：動的システムの性質（2）（杉田） 第5回：動的システムの性質（3）（杉田） 第6回：状態フィードバック制御（1）（杉田） 第7回：状態フィードバック制御（2）（杉田） 第8回：ソフトコンピューティングの基礎（1）（石黒） 第9回：ソフトコンピューティングの基礎（2）（石黒） 第10回：ソフトコンピューティングの基礎（3）（石黒） 第11回：生物規範型制御（1）（石黒） 第12回：生物規範型制御（2）（石黒） 第13回：生物規範型制御（3）（石黒） 第14回：生物規範型制御（4）（石黒） 第15回：生物規範型制御（5）（石黒）
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	教科書及び参考書	・システム制御工学, 阿部健一, 吉澤 誠, 朝倉書店, 2007, 9784254228762, 参考書
7	その他	開講言語：日本語/英語 説明は日本語で行う。資料は英語も表記する。 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 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) その他の制御 (ソフトコンピューティング制御や生物規範型制御)などを学ぶ. 「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. 【授業時間外学習】 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. 【オフィスアワー】 随時. ただし, 電子メールで予約すること. 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.
--	---

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsエネルギーシステム
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（電・通・子）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	電気エネルギーシステム工学
2	授業の目的と概要	Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。 この科目では Classroom を使用して講義資料と講義情報を発信します。 Classroom にアクセスし、クラスコードを入力してください。 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	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	第 1 回 電力システムの基本構成と電力産業の特徴 第 2 回 周波数と有効電力の制御 その 1 第 3 回 周波数と有効電力の制御 その 2 第 4 回 電圧と無効電力の制御 その 1 第 5 回 電圧と無効電力の制御 その 2 第 6 回 電力システムの階層制御構造と経済運用 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 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 第 9 回 電力ネットワークの監視 - 状態推定法の基礎 - 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 第 11 回 電力システムの安定性 - 同期安定性 - 第 12 回 電力システムの安定性 - 過渡安定性と電圧安定性 - 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 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 第 15 回 ま と め
5	成績評価方法	レポート課題により評価する。
6	教科書及び参考書	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	開講言語：日本語 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 予備知識 - 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）

		【授業時間外学習】 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。
--	--	--

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsエネルギーシステム
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（電）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	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学ぶ。ユビキタスエネルギー応用の基盤となる変圧器、非接触電力伝送等の動作原理について解説すると共に、IoT、センサ、エネルギーハーベスト等に関する動向と課題について述べる。
3	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	1.ガイダンス、電界・静電現象 2.磁界・磁気現象 3.共振・過渡現象 4.マクスウェル方程式・電磁波 5.変圧器・非接触エネルギー伝送 6.電磁界の生体影響 7.高周波電磁界計測・応用 8.磁気エネルギー基礎とエネルギー散逸機構 9.磁気エネルギーを用いた治療技術：がん治療 10.磁気エネルギーを用いた治療技術：脳疾患 11.生体磁気計測の基礎と超高感度磁気センサ 12.生体磁気計測による診断技術：脳磁図と心磁図 13.プラズマエネルギーの応用：太陽プラズマと核融合プラズマ 14.IoTセンサによるインフラモニタリング 15.エネルギーハーベスティング技術
5	成績評価方法	レポートの採点により評価する。
6	教科書及び参考書	授業の際に紹介する。
7	その他	開講言語：日本語 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 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。 【授業時間外学習】 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。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics情報通信・セキュリティ
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度後期

1 各系の科目名	インターネットセキュリティ
2 授業の目的と概要	授業は、原則、対面で行う。 Google Classroom のクラスコードは 75wnj5u 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つを取りあげ、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喻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。
3 学修の到達目標	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	
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 教科書及び参考書	

7	その他	使用言語：日本語・英語 【授業時間外学習】 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。 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。 【オフィスアワー】 電子メールにて問い合わせること。 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。
---	-----	---

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics情報通信・セキュリティ
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（通）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	通信システム
2	授業の目的と概要	Google Classroomのクラスコードは工学研究科Webページにて確認すること。 本授業では、通信システムについて、特に移动通信システムについて取り扱う。まずは、デジタル無線通信の基礎となる仕組みについて学習する。次に、移动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。さらに、無線通信ネットワーク技術についても論じる。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	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	1～5：デジタル無線通信の基礎技術 6～10：移动通信のための高度化技術 11～15：無線通信ネットワーク技術
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	教科書及び参考書	
7	その他	開講言語：日本語 【授業時間外学修】 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に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。 【オフィスアワー】 質問等はGoogle Classroomで受け付ける。 【連絡先】 クラスルームで連絡可能

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics情報通信・セキュリティ
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	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	学修の到達目標	情報ネットワークシステムの構成要素・技術を把握し、それら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	
5	成績評価方法	課題レポート、最終レポート等を総合的に評価する。
6	教科書及び参考書	
7	その他	使用言語：日本語 【授業時間外学習】 繰り返しの学習が必要である。 【オフィスアワー】 質問等はメールで受け付ける。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics情報通信・セキュリティ
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	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	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	
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	教科書及び参考書	
7	その他	使用言語：日本語 【オフィスアワー】 月曜日 16：00～18：00 電子情報システム・応物系 3 号館 308 張山研究室。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics情報通信・セキュリティ
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	情報通信技術論
2	授業の目的と概要	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（kvfqmy5）とTeams）。 オンライン授業のURLはClassroomにて公開。
3	学修の到達目標	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理解する。
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	教科書及び参考書	

7	その他	開講言語：日本語（資料は日本語と英語） 【授業時間外学習】 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。 【オフィスアワー】 講義終了後にe-mail等で受け付ける。
科目群		半導体発展科目群
X-nics講義名		X-nics情報通信・セキュリティ
ポイント数		2
開講大学（専攻）		東北大学（子）
開講年度		2025年度後期

1	各系の科目名	インターネット工学
2	授業の目的と概要	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（2zuqjz5）とTeams）
3	学修の到達目標	

4	授業内容・方法と進度予定	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TCP1－Tahoe 12. 様々なTCP2－ 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	教科書及び参考書	
7	その他	開講言語：日本語（資料は日本語と英語） 【授業時間外学習】 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。 【オフィスアワー】 講義終了後にe-mail等で受け付ける。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics情報通信・セキュリティ
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（電・通・子）
開講年度	2025年前期

1	各系の科目名	ハードウェア基礎
2	授業の目的と概要	Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。 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	学修の到達目標	

4	授業内容・方法と進度予定	この科目は、動画視聴とスライド資料を用いて行います。 講義情報は Google Classroom に 掲載されます。 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合成の基礎 3. スケジューリング 4. アロケーション 5. 高性能・低消費電力VLSIプロセッサの合成事例 6. MOSトランジスタの特性－動作原理と基礎特性 7. CMOS VLSIの速度と消費電力の解析と評価 8. 先進的な低消費電力VLSIアーキテクチャ 9. FPGAとその応用 10. 動的リコンフィギャラブルVLSI 11. 高性能VLSIプロセッサの回路技術と配線問題 12. シグナルインテグリティを考慮した回路技術 13. パワーインテグリティを考慮した回路技術 14. VLSI設計自動化（CAD）とVerilog-HDL 15. テスト容易化設計（DFT）－VLSIのテスト技術と設計手法
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。
6	教科書及び参考書	・ Digital Integrated Circuits--A Design Perspective, J. M. Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic, Prentice Hall ISBN/ISSN: 9780131786097

		・ Modern VLSI Design: System-on-Chip Design, Wayne Wolf, Prentice Hall ISBN/ISSN: 9780130619709 ・ High-Level Synthesis: Introduction to Chip and System Design, D. Gajski, A. Wu, N. Dutt and S. Lin, Kluwer Academic Publishers ISBN/ISSN: 9780792391944 ・ LSI設計の基礎技術, 桜井至, テクノプレス ISBN/ISSN: 9784924998339 ・ Deep-Submicron CMOS ICs, From Basics to ASICs,, H. Veendrick, Kluwer Bedrifs Informatie ISBN/ISSN: 9789055761289 ・ Operation and Modeling of The MOS Transistor, Y. Tsividis, WCB McGraw-Hill, 2nd Ed. ISBN/ISSN: 9780195170146 ・ Design of High-Performance Microprocessor Circuits, A. Chandrakasan, W. J. Bowhill and F. Fox, IEEE Press ISBN/ISSN: 9780780360013 ・ Low-Power Digital VLSI Design-Circuits and Systems, A. Bellaouar and M. I. Elmasry, Kluwer Academic Publishers ISBN/ISSN: 9781461359999 ・ FPGAの構成と原理, 天野英晴, オーム社 ISBN/ISSN: 9784274218644 ・ Microelectronic Circuits, A. S. Sedra and K. C. Smith, Oxford,7th Ed. ISBN/ISSN: 9780190853464
7	その他	開講言語：日本語 【授業時間外学習】 配布する資料に記載の基礎事項を予習・復習すること。また、授業の理解度を確認するための課題を提出すること。 【オフィスアワー】 月曜日 16：00～18：00 羽生、夏井 電気通信研究所本館 4 階468 号室 羽生教授室. 月曜日 16：00～18：00 張山、Waidyasooriya 電子情報システム・応物系3号館 307 張山研究室.

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度前期

1 各系の科目名	機械学習基礎
2 授業の目的と概要	このコースではデータ科学の重要なトピックを、Pythonや機械学習ライブラリを使った実践を交えながら網羅的に紹介します。データの取り扱いや機械学習モデルの評価方法等の基礎的なテクニックから始め、ニューラルネットワークや時系列解析といった高度なトピックも理論に深く立ち入ることなく平易に解説します。 各講義はスライド資料による解説とPythonコードによるデモンストレーション、および簡単な授業内演習（コピー＆ペーストによるコードの穴埋め程度）から成ります。また各講義の理解を深めるために、週次で実践課題を課します。
3 学修の到達目標	このコースの終了時には、以下の項目をできるようになることが期待されます： 1. データ科学のパイプラインを理解する。 2. データを適切に取り扱い、続く機械学習タスクに繋げることができる。 3. さまざまな機械学習の手法の違いを理解し、適切なものを選んで適用することができる。 4. 手法の評価を行い、ハイパーパラメータの調整を行うことができる。 5. 各種ライブラリを通して高度な機械学習手法を利用することができる。
4 授業内容・方法と進度予定	
5 成績評価方法	週次実践コース：80% 授業内演習：20% 最終試験やレポートはありません。 正当な理由がある場合、講義時間と実習セッションの両方でオンライン参加が可能です。
6 教科書及び参考書	
7 その他	使用言語：英語 （需要に応じて、日本語の資料も提供される場合があります） 【関連 URL】 すべての授業資料や情報は Google Classroom に掲載されます。

		【授業時間外学習】 このコースは包括的に設計されていますが、追加の学習と練習が推奨されます。独自の学習をサポートするために、オンラインリソース（LLM prompt）と推奨読書が共有されます。 【オフィスアワー】 オフィスアワーは設けておりませんが、コースに関する質問や不明点は、kitai.koki@tohoku.ac.jp までメールでお問い合わせください。 実習のため、ラップトップを持参してください。PC が必要な場合は、事前にお知らせください。
--	--	---

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	データ科学プログラミング演習
2	授業の目的と概要	このコースでは、Python の基本文法から始めて、データ型、制御構造、関数、データ構造、モジュール、例外処理、オブジェクト指向プログラミング、科学計算のための Python まで、幅広くカバーします。全てのセッションは、Google Colab を通じてインタラクティブな演習を行いながら、実践的なプログラミングスキルの修得を目指します。学生は、これらの知識を基に、データサイエンスに関連する複雑な問題を解決するための基盤を構築します。
3	学修の到達目標	学生が Python を使いこなし、データサイエンスにおける問題解決に向けて自立して取り組む能力を養うこと。また、科学計算の基本を理解し、NumPy や他のライブラリを使ったデータ処理の基本技術を習得すること。
4	授業内容・方法と進度予定	
5	成績評価方法	授業内演習 50%、セッション毎の課題 50%
6	教科書及び参考書	
7	その他	使用言語：英語 【授業時間外学習】 各セッションの復習および課題に取り組むこと。 【オフィスアワー】 オフィスアワーは設けておりませんが、コースに関する質問や不明点は、choilek.siwalee.a5@tohoku.ac.jpまでメールでお問い合わせください。 実習のため、ラップトップを持参してください。PC が必要な場合は、事前にお知らせください。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	データ科学トレーニング I
2	授業の目的と概要	本講義では、人間、特に研究者が日常的に利用している基本的なITに関連する技術を紹介する。座学に加え、演習も含み、受講生はITに関する技術を利用した営みを支援するためのモダンなツールを使用して実践的な経験を積む。主なトピックにはデータベース管理、プログラミング、バージョン管理、およびコンテナを含む。
3	学修の到達目標	This course will equip students with an understanding of IT fundamentals and cultivate practical skills that can be used for a variety of applications, including research. By integrating theoretical concepts with hands-on exercises, this course ensures students have the experience needed to start using tools immediately while having the foundational knowledge needed to rapidly learn emerging technologies.
4	授業内容・方法と進度予定	
5	成績評価方法	Quizzes: 30% Assignments 40% Final exam: 30%
6	教科書及び参考書	
7	その他	使用言語：英語（English） 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。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	データ科学トレーニングⅡ
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「データエンジニアリング」を受講することを推奨する。
3	学修の到達目標	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	
5	成績評価方法	主に以下に示す基準により評価。 (1) 最終プレゼンテーションの質 (2) レポートとSlackにおけるコミットメント (3) 提出されたコード (4) 授業に対する態度とチームへの貢献
6	教科書及び参考書	
7	その他	使用言語：English 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をお願いいたします。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	自然言語処理学
2	授業の目的と概要	言葉（自然言語）は、日々のコミュニケーションにおいて不可欠な要素です。私たち人間は、考えや感情を伝え、知識を共有し、会話をスムーズに進めるため、また抽象的思考を行うために言葉を用います。これらのプロセスを可能にしているのは、言葉が持つ細かなニュアンス、言外の意味、そして新たに生まれる用語など、言葉の内に秘められた複雑なダイナミクスです。本講義では、このような言葉の複雑さをコンピュータが高精度で処理できるようにするためのアルゴリズムやデータ構造について学びます。プログラミング演習では、自然言語処理の応用課題に取り組みます。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ます。 授業形態: 授業は対面での講義とオンラインでの講義があります。講義資料はGoogle Classroomにアップロードします。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（対面を想定）を実施します。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。
3	学修の到達目標	1. NLP（自然言語処理）の基本的な概念を理解し、タスク、データセット、モデル、評価指標などの基礎を習得する。 2. 現在の最先端のNLP技術とその限界を理解する。 3. NLPに関する実践的な経験を積む（プログラミング演習）。
4	授業内容・方法と進度予定	
5	成績評価方法	40%: Exercises in classroom 講義内の演習 60%: Final report (Programming project) 最終レポート（プログラミング演習）
6	教科書及び参考書	
7	その他	使用言語：講義はおもに日本語でおこない、英語の資料を併用する。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	Information Technology Fundamental
2	授業の目的と概要	本講義ではマテリアルズインフォマティクスとバイオインフォマティクスに関する技術を紹介する。座学に加え、演習も行う。 This course introduces techniques related to materials informatics and bioinformatics. In addition to lectures, practical exercises will also be conducted.
3	学修の到達目標	This course will equip students with an understanding of IT fundamentals and cultivate practical skills that can be used for a variety of applications, including research. By integrating theoretical concepts with hands-on exercises, this course ensures students have the experience needed to start using tools immediately while having the foundational knowledge needed to rapidly learn emerging technologies.
4	授業内容・方法と進度予定	
5	成績評価方法	Quizzes: 30% Assignments 40% Final exam: 30%
6	教科書及び参考書	
7	その他	使用言語：English すべての授業資料や情報は Google Classroom に掲載されます。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（情）
開講年度	2025年度前期

1	各系の科目名	知能システム科学
2	授業の目的と概要	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、その基礎から応用までを解説する。
3	学修の到達目標	
4	授業内容・方法と進度予定	
5	成績評価方法	レポートをもとに評価する。 Evaluation will be based on reports.
6	教科書及び参考書	
7	その他	開講言語：基本的に講義は日本語で行いつつ資料は英語を用いる。 【関連URL】 https://www.iss.is.tohoku.ac.jp 【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

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（医工）
開講年度	2025年度通期

1 各系の科目名	医用情報計測学
2 授業の目的と概要	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、 ・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 ・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 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。 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。
3 学修の到達目標	
4 授業内容・方法と進度予定	1. ガイダンス 2. z変換の基礎（4章）、離散的フーリエ変換の基礎（5章） 3. パラメトリック伝達系モデル（6章） 4. 自己回帰モデルのスペクトル推定（7章） 5. 最尤推定法の基礎（1章）その1 クラメル・ラオの下界 6. 最尤推定法の基礎（1章）その2 最尤推定法 7. 線形代数の基礎（2章）その1 最小二乗法の幾何学的意味 8. 線形代数の基礎（2章）その2 最小ノルム最小二乗解 9. 線形代数の基礎（2章）その3 固有値展開と特異値分解 10. パターン認識の基礎（3章）識別関数の設計 11. 伝達関数とコヒーレンス関数の推定（9章） 12. 遅延時間計測（10章） 13. 時間・周波数解析の基礎（11章） 14. まとめ 15. 試験（教科書と冊子の持ち込み可）

5	成績評価方法	・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	教科書及び参考書	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	【Google Classroomのクラスコード】 h7a4wfd 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 ・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． 【授業時間外学修】 Assignment reports (almost every time)

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（子）
開講年度	2025年度前期

1 各系の科目名	情報計測学
2 授業の目的と概要	Google Classroomのクラスコードは工学部Webページにて確認すること。 学部シラバス・時間割(https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-ug.html) 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、 ・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 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。 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。
3 学修の到達目標	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。
4 授業内容・方法と進度予定	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	・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	教科書及び参考書	音・振動のスペクトル解析, 金井浩, コロナ社 ISBN/ISSN: 4339011053
7	その他	開講言語：日本語 【他の授業科目との関連及び履修上の注意】 ・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． 【授業時間外学修】 課題レポート(ほぼ毎回) 【オフィスアワー】 質問は授業終了後または電子メールで受け付ける。

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（文）
開講年度	2025年度前期

1 各系の科目名	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処理と解析などを、講義と実習を通じて身につける。	
3 学修の到達目標	プログラミングの基本概念と 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(1) 3.Git/Github の使い方、プログラミング環境の構築(2) 4.Python の基本文法 5.変数の基礎 6.繰り返しと制御構造 7.関数 8.オブジェクトとクラス(1) 9.オブジェクトとクラス(2) 10.Numpy 入門 11.pandas 入門 12.可視化 13.scikit-learn 入門 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	復習課題+出席 [70%] , 期末課題 [30%]	
6 教科書及び参考書	・ 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 ー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 Media	
7 その他	使用言語：日本語 【授業題目】 計算社会科学のための Python プログラミング入門 【授業時間外学習】 授業内容の習得を問う復習課題を完成する。	

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsビッグデータ処理
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（文）
開講年度	2025年度後期

1	各系の科目名	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。ニューラルネットワーク、単語埋め込み、ファインチューニングなどの概念を学ぶとともに、Word2vecモデルの実装、深層学習による文書分類、大規模言語モデルの応用など実践的な能力を身につける。
3	学修の到達目標	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	1.イントロダクション 2.自然言語処理の基礎 3.深層学習の基礎 4.ニューラルネットワーク 5.誤差逆伝播法 6.Pytorch 7.Word2Vecモデル 8.Word2Vecの実装 9.単語埋め込みが人文・社会科学研究における応用 10.RNNとSeq2Seq 11.Transformerアーキテクチャ 12.BERT 13.BERTによる感情分類 14.大規模言語モデル(1) 15.大規模言語モデル(2)
5	成績評価方法	復習課題 [30%] +出席 [70%]
6	教科書及び参考書	・ Lewis Tunstall, Leandro von Werra, Thomas Wolf, 「機械学習エンジニアのための Transformers ー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 ・ 斎藤 康毅, 「ゼロから作る Deep Learning ② ー自然言語処理編」, オライリージャパン ・ Delip Rao, Brian McMahan, 「Deep Learning for NLP with Pytorch」, O'Reilly
7	その他	使用言語：日本語 【授業題目】 計算社会科学と自然言語処理

		【授業時間外学習】 参考書と配布資料などで予習・復習をする。 (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。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)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。
--	--	--

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

E-mail: xnics-kyomu@grp.tohoku.ac.jp