



# 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)

2024年度（令和6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

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
	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
	実践的OJTプロジェクト	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	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	

1	各系科目名	○○○○○○
2	授業の目的と概要	
3	学習の達成目標	「2 授業の目的と概要」に含まれて記載してる場合がある。
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	東北大学 (AIE)

1	各系の科目名	<b>AIE卓越リーダーセミナー I</b>
2	授業の目的と概要	<p>この科目はClassroom「AIE 卓越リーダーセミナー I_X-nics用」を使用して講義情報を発信します。</p> <p>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。</p>
3	学習の達成目標	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在り方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	<p>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。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <input checked="" type="checkbox"/> 気エネルギーシステム</li> <li>2. <input checked="" type="checkbox"/> 信工学</li> <li>3. <input checked="" type="checkbox"/> 子工学</li> <li>4. <input checked="" type="checkbox"/> 工学</li> <li>5. <input checked="" type="checkbox"/> 報科学</li> <li>6. <input checked="" type="checkbox"/> フトウェア科学</li> <li>7. <input checked="" type="checkbox"/> 工知能とその応用</li> </ol> <p>など。</p>
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	本講義は原則的に日本語で行う。

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	東北大学（電・通・子）

1	各系の科目名	<b>電気・通信・電子工学／特別講義A</b>
2	授業の目的と概要	<p><b>【目的】</b>  今日、私たちの生活はデジタルデバイスによって劇的に変革されており、その中心に位置するのが半導体技術です。この授業を受講することで、半導体技術の中核的な役割と、それが国家間の競争や戦略においてどのように位置づけられているのかを深く理解することができます。さらに、技術のみならず、知的財産という別の視点からも、技術者としてのキャリアを考える上での知識を獲得することを目的としています。</p> <p><b>【概要】</b>  産業界の最前線で活躍する半導体の専門家をゲスト講師として招聘します。講師の経験や知識を通じて、半導体技術の最新の動向や研究テーマについて直接学ぶことができる貴重な時間となるでしょう。また、基本的な知的財産の概念や、それがビジネスや研究開発の現場でどのように取り扱われるのかという実務に関する話も取り上げます。この授業は、半導体技術の将来的な進展や、技術を取り巻く環境や戦略についての多角的な視点を提供し、学生の皆さんが次世代の技術リーダーとして活躍するためのスキルを磨く手助けとなることを期待しています。</p>
3	学習の達成目標	<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> <p>(1)半導体技術の基盤知識の習得  半導体技術の基本的な概念やその進展についての深い理解を有する。</p> <p>(2)現場のリアルな視点の獲得  産業界の最前線での経験や課題についての知識を習得し、実務的な視点での問題解決能力を高める。</p> <p>(3)知的財産に関する基本的認識の形成  半導体技術に関連する知的財産の基本的な概念や実務の流れを理解し 技術開発やビジネスの場面での重要性を認識する。</p>
4	授業内容・方法と進度予定	<p>(1,10/7) 半導体産業と知財財産の基礎</p> <p>(2,10/14) 車載半導体等の技術と知財</p> <p>(3,10/21) 電機業界とその知財戦略</p> <p>(4,10/28) 半導体が拓く未来</p> <p>(5,11/11) モビリティカンパニーへの変革に向けて</p> <p>(6,11/18) クルマ社会の変化と車載用半導体のチャレンジ</p> <p>(7,11/25) Beauty of NAND</p> <p>(8,12/2) AIを加速させるコンピューティングプラットフォーム</p>

		<p>(9,12/9) Beyond 5G 技術</p> <p>(10,12/16) フラッシュメモリの最前線</p> <p>(11,12/23) IVI (in-vehicle infotainment) 向けSoCおよびOS (オペレーティングシステム) 変遷と展望</p> <p>(12,1/6) 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</p> <p>(13,1/20) カーボンニュートラルに貢献するパワー半導体モジュールの パッケージ技術</p> <p>(14,1/27) 車載組み込みシステム</p> <p>(15,1/29) Computing &amp; Memory</p> <p>(16,2/3) 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</p>
5	成績評価方法	<p>レポートの提出で「単位」を認定いたします。</p> <p>X-nicsの「ポイント」は、全講義を受講し、尚且つ全講義終了後のレポートを提出し、成績が付くことで評価する。</p>
6	教科書及び参考書	
7	その他	<p><b>【他の授業科目との関連及び履修上の注意】</b></p> <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><b>【授業時間外学習】</b></p> <p>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。</p>

# 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/](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](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ｽﾍﾟﾝ工学
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（子）

1	各系の科目名	<b>スピン機能素子</b>
2	授業の目的と概要	<p>1. 目的 本講義では、電子の電荷とスピン、及びそれらの状態の量子性を制御する素子を扱う。特に、学部教育に於いて学んだ物理(電磁気学、量子力学)にもとづき、電荷とスピンの二つの自由度を活用するスピン機能素子の動作原理とその応用について学ぶ。加えて、電子や光の量子状態を制御する量子機能素子とその応用を理解するために必要な基礎過程を学ぶ。これらの素子を実例に、次世代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	学習の達成目標	スピントロニクスや量子エレクトロニクスの基礎過程とそれらを利用したスピン機能素子及び量子機能素子の動作原理について理解する。
4	授業内容・方法と進度予定	<p>1. シュレディンガー方程式とスピン</p> <p>2. 固体中のスピンと磁性</p> <p>3. 磁性金属と磁気特性</p> <p>4. 磁気異方性</p> <p>5. 異方性磁気抵抗効果、巨大磁気抵抗効果</p> <p>6. トンネル磁気抵抗効果</p> <p>7. 渦流誘起トルクと磁化ダイナミクス</p> <p>8. 量子ドット構造と磁壁及びその運動</p> <p>9. スピンオービトロニクス</p> <p>10. 磁性の電界効果</p> <p>11. 量子コンピューティング、量子暗号、量子通信</p> <p>12. 半導体量子構造とスピン</p> <p>13. スピンと量子状態操作</p> <p>14. スピントロニクス集積回路</p> <p>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	教科書及び参考書	

7	その他	<p>開講言語：日本語 配布資料：英語</p> <p><b>【授業時間外学習】</b> 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> <p>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。</p>
---	-----	---

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）

1 各系の科目名	<b>磁性物理学</b>
2 授業の目的と概要	<p>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。</p> <p>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。</p>
3 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<p>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</p>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スピントロニクス, 宮崎照宣, 日刊工業新聞社, 2004, 4526052817, 参考書</li> <li>・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</li> </ul>
7 その他	<p>開講言語：日本語</p> <p><b>【他の授業科目との関連及び履修上の注意】</b>  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。</p> <p><b>【授業時間外学習】</b>  授業で配布する課題を行う</p>

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nicsｽﾍﾟﾝ工学
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（応物）

1 各系の科目名	<b>磁性材料物理学</b>
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 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<p>第1回 概要 - 磁気の起源と対称性</p> <p>第2回 磁気異方性の現象論と磁性材料</p> <p>第3回 磁化動力学の現象論とマイクロ波応答①</p> <p>第4回 磁化動力学の現象論とマイクロ波応答②</p> <p>第5回 アイソレータ、サーキュレータの原理</p> <p>第6回 磁化動力学の量子論と高周波磁性材料</p> <p>第7回 磁化の波と一方向性</p> <p>第8回 「ナノ領域」の磁化動力学デバイスと産業応用</p> <p>第9回 偏光の基礎と磁気光学効果の現象論①</p> <p>第10回 偏光の基礎と磁気光学効果の現象論②</p> <p>第11回 光アイソレータの原理</p> <p>第12回 磁気光学効果の量子論と磁気光学磁性材料</p> <p>第13回 すこし変わった磁気光学効果：ブリルアン光散乱</p> <p>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</p> <p>第15回 まとめ</p>
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	
7 その他	<p>開講言語：日本語</p> <p><b>【他の授業科目との関連及び履修上の注意】</b></p> <p>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。</p> <p><b>【授業時間外学習】</b></p> <p>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。</p> <p><b>【関連URL】</b></p> <p>グーグルクラスルームのクラスコード： gkdgcmf Google classroom code: gkdgcmf</p>

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics凝縮工学
ポイント数	2
開講大学（専攻）	東北大学（理物）

1 各系の科目名	<b>固体統計基礎</b>
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 学習の達成目標	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"> <li>1. 固体の結晶構造、次元性と電子物性</li> <li>2. フォノンモードと電子格子相互作用</li> <li>3. 相互作用する多粒子系における素励起</li> <li>4. スピンと磁性の起源</li> <li>5. 超伝導と BCS 理論</li> <li>6. 相転移の統計力学</li> <li>7. 非平衡統計</li> </ol>
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	<p>開講言語：2か国以上</p> <p>【所属講座等】          個体統計物理学講義</p> <p>【授業題目】          個体物理学および統計物理学の基礎理論</p> <p>【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。</p> <p>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：u5mzfc</p>

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）

1	各系の科目名	<b>固体物性工学</b>
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> <p>(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。          Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a></p> <p>(大学院シラバス・時間割・履修登録)にて確認すること。</p>
3	学習の達成目標	
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ナーの式 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—タイトバインディング法— 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）

		<p>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</p>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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</li> <li>・ Introduction to Solid State Physics, Charles Kittel, Wiley ISBN /ISSN: 9780471415268 資料種別:参考書</li> <li>・ Solid State Physics, Giuseppe Grosso and Giuseppe Pastori Parravicini, Academic Press (2003) ISBN /ISSN: 012304460X 資料種別:参考書</li> </ul>
7	その他	<p>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。</p> <p><b>【他の授業科目との関連及び履修上の注意】</b>  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。</p> <p><b>【授業時間外学習】</b>  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>関 連 URL： <a href="http://www.fukidome.riec.tohoku.ac.jp/">http://www.fukidome.riec.tohoku.ac.jp/</a></p> <p><b>【オフィスアワー】</b>  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（子）

1 各系の科目名	<b>電子材料プロセス工学</b>
2 授業の目的と概要	<p>Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a>  (大学院シラバス・時間割・履修登録) にて確認すること。</p> <p>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。</p> <p>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 ISTU または Google Classroom にアップロードします。</p>
3 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電子・半導体デバイス作製プロセス</li> <li>2. 各種電子材料の基礎(1)</li> <li>3. 各種電子材料の基礎(2)</li> <li>4. 物性評価</li> <li>5. 低次元材料と相界面(1)</li> <li>6. 低次元材料と相界面(2)</li> <li>7. 低次元材料と相界面(3)</li> <li>8. 電子材料のエネルギー変換機構</li> <li>9. プラズマプロセス(1)</li> <li>10. プラズマプロセス(2)</li> <li>11. 歪みヘテロ構造とデバイス応用(1)</li> <li>12. 歪みヘテロ構造とデバイス応用(2)</li> <li>13. 量子ナノ構造デバイス(1)</li> <li>14. 量子ナノ構造デバイス(2)</li> <li>15. 電子材料の将来</li> </ol>
5 成績評価方法	期末レポートによる評価を行う。
6 教科書及び参考書	
7 その他	<p>開講言語：日本語</p> <p>【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。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）

1	各系の科目名	<b>固体分光学基礎</b>
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	学習の達成目標	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"> <li>1. 光と物質の相互作用</li> <li>2. 誘電関数と光学定数</li> <li>3. 光学応答と物質の対称性</li> <li>4. 可視光を用いた基礎光物性の測定</li> <li>5. 磁気光学分光</li> <li>6. 非線形光学分光</li> <li>7. その他の分光</li> <li>8. 最近の話題</li> </ol>
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	<p>使用言語：2カ国語以上</p> <p>【所属講座等】 量子物性物理学講座</p> <p>【授業題目】 個体分光学基礎</p> <p>【授業時間外学習】 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。 <a href="https://web.tohoku.ac.jp/sspp/matsubara/lectures.html">https://web.tohoku.ac.jp/sspp/matsubara/lectures.html</a></p>

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）

1 各系の科目名	<b>生体計測制御医工学</b>
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 学習の達成目標	
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：2 カ国語以上  <b>【授業時間外学修】</b> 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。

		<ul style="list-style-type: none"><li>・一回の授業につき、概ね 2 時間の学習を求める。</li></ul> <p><b>【備考】</b></p> <p>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。</p> <p>Google classroom の class code は、3hpbbvn です。</p>
--	--	--

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）

1 各系の科目名	<b>応用磁気物性学 A</b>
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YNAMIXSについてについて事例も交えながら説明する．
3 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 序論</li> <li>2. 強磁性体の基礎 1（磁化，磁気異方性）</li> <li>3. 強磁性体の基礎 2（磁区，磁壁）</li> <li>4. 磁化反転の基礎1（一斉回転モデル，特性長）</li> <li>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）</li> <li>6. 動的磁化反転（熱揺らぎ）</li> <li>7. 磁化の歳差運動 1（強磁性共鳴，高速磁化反転）</li> <li>8. 磁化の歳差運動 2（スピン波）</li> <li>9. 放射光を用いた磁性研究</li> <li>10. 磁気記録 1（材料）</li> <li>11. 磁気記録 2（記録方式）</li> <li>12. 永久磁石 1（材料）</li> <li>13. 永久磁石 2（課題）</li> <li>14. 軟磁性</li> <li>15. その他 (変更の可能性あり)</li> </ol>
5 成績評価方法	出席点と期末レポートで評価する
6 教科書及び参考書	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Hysteresis in magnetism, G.Bertotti, Academic Press (1998) ISBN/ISSN: 9780120932702</li> <li>•Introduction to the Theory of Ferromagnetism, A.Aharoni, Oxford University Press (2001) ISBN/ISSN: 0198508093</li> <li>•Micromagnetism and the Microstructure of Ferromagnetic Solids, H. Kronmuller, Cambridge University Press (2003) ISBN/ISSN: 0521331358</li> <li>•磁性入門, 志賀 正幸, 内田老鶴圃 (2007) ISBN/ISSN: 4753656306</li> </ul>
7 その他	開講言語：日本語 <b>【授業時間外学習】</b> 期末レポートの作成

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）

1 各系の科目名	<b>ナノ構造制御機能発現工学</b>
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应用されるかを、金属や半導体という従来の枠組みを超えて講義する。
3 学習の達成目標	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.  ※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。

	<p><b>【授業時間外学習】</b> 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。</p> <p><b>【オフィスアワー】</b> 随時（事前予約が必要）</p> <p>授業資料を配布します</p>
--	---

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）

1 各系の科目名	<b>半導体工学</b>
2 授業の目的と概要	<p>Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a>          （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
3 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<p>第 1 回 バンド理論 (1)</p> <p>第 2 回 バンド理論 (11)</p> <p>第 3 回 キャリア統計 (1)</p> <p>第 4 回 キャリア統計 (11)</p> <p>第 5 回 ボルツマン輸送方程式</p> <p>第 6 回 ドリフト拡散近似</p> <p>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</p> <p>第 8 回 p n 接合 (1)</p> <p>第 9 回 p n 接合 (2)</p> <p>第 10 回 金属／半導体接合</p> <p>第 11 回 MOS 構造 (1)</p> <p>第 12 回 MOS 構造 (2)</p> <p>第 13 回 MOSFET の動作原理</p> <p>第 14 回 MOSFET の高性能化 (1)</p> <p>第 15 回 MOSFET の高性能化 (2)</p>
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	<p>開講言語：日本語</p> <p>【授業時間外学習】</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・復習を必ず行うこと。</p> <p>【オフィスアワー】</p> <p>必要に応じて、適宜、個別に。</p>

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）

1 各系の科目名	<b>情報感性工学</b>
2 授業の目的と概要	<p>Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a>          （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。</p> <p>=====          クラスコード：djt6bme          =====</p> <p>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。</p>
3 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 情報ディスプレイの意義と歴史</li> <li>2. 光</li> <li>3. 液晶ディスプレイ</li> <li>4. 有機 EL</li> <li>5. Micro LED</li> <li>6. E-paper</li> <li>7. AR/VR/MR 光学系</li> <li>8. 製造プロセスの最適化</li> <li>9. レキシブルエレクトロニクス</li> <li>10. 人間工学序論</li> <li>11. 観察評価</li> <li>12. 視覚工学</li> <li>13. 色彩工学</li> <li>14. 情報感性工学</li> <li>15. その他の応用例</li> </ol>
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	<p>開講言語：日本語</p> <p><b>【授業時間外学習】</b></p> <p>Google Classroom に講義資料を掲載するので、復習に役立てること。</p> <p>連絡先：Google Classroom から問合せ可能</p>



科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体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）

1 各系の科目名	<b>エネルギー変換制御機器工学</b>
2 授業の目的と概要	<p>Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a>          （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。</p> <p>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。</p>
3 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. エネルギー変換制御技術に関する歴史</li> <li>2. パワーエレクトロニクスの特徴</li> <li>3. パワーマグネティックスの特徴</li> <li>4. 電力用半導体デバイスの特徴</li> <li>5. 直流電源回路</li> <li>6. 交流電源回路</li> <li>7. 電力系統機器(パワエレ)</li> <li>8. 電力系統機器(パワマグ)</li> <li>9. モータドライブ(直流機)</li> <li>10. モータドライブ(誘導機)</li> <li>11. モータドライブ(同期機)</li> <li>12. 解析技術</li> <li>13. 電気自動車</li> <li>14. 風力発電</li> <li>15. その他の応用例</li> </ol>
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	<p>開講言語：日本語</p> <p><b>【授業時間外学習】</b></p> <p>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。</p>

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体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）

1	各系の科目名	<b>パワーエレクトロニクス応用工学</b>
2	授業の目的と概要	<p>Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a>  （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。</p> <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。</p> <p>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。</p> <p>したがって「パワーエレクトロニクス応用工学」では、</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>本講義は、対面で実施する。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>講義は10月7日から開始する。</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。</p> <p><a href="https://olg.cds.tohoku.ac.jp/forstudents">https://olg.cds.tohoku.ac.jp/forstudents</a></p>
3	学習の達成目標	
4	授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>5. MOSFET と IGBT の原理と特徴および動作について講義する。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>8. パワーモジュールの重要特性を講義する。</li> <li>9. 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。</li> <li>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。</li> <li>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。電力グリッド技術と各種電力変換器に関して講義する。</li> </ol>
5	成績評価方法	<p>出席状況や課題レポートを総合的に評価する。</p> <p>毎回の講義について授業に出席すること、複数回課す、レポート課題を提出することが必要。</p>
6	教科書及び参考書	<ul style="list-style-type: none"> <li>・『Power Electronics』, Issa Batarseh,Ahmad Harb, Springer, 2017, 978-3-319-68365-2, 参考書</li> <li>・『Semiconductor Power Device』, Josef Luts,Heinrich Schlangenotto,Uwe Scheuermann, RikDe Doncker, Springer, 2011, 9783319709161, 参考書</li> <li>・『Gallium Nitride and Silicon Carbide Power Devices』, B Jayant Baliga, World Scientific, 2017, 9789813109407, 参考書</li> <li>・『Power Electronics』, Issa Batarseh,Ahmad Harb, Springer, 2017, 978-3-319-68365-2, 参考書</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 『Semiconductor Power Device』 , Josef Luts, Heinrich Schlangenotto, Uwe Scheuermann, Rik De Doncker , Springer, 2011, 9783319709161, 参考書</li> <li>・ 『Gallium Nitride and Silicon Carbide Power Devices』 , B Jayant Baliga, World Scientific ,2017, 9789813109407, 参考書</li> <li>・ 『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</li> <li>・ 『これで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</li> <li>・ 『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</li> <li>・ 『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</li> </ul>
7	その他	<p><b>開講言語：日本語</b></p> <p><b>【他の授業科目との関連及び履修上の注意】</b> 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。</p> <p><b>【授業時間外学習】</b> 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。</p> <p><b>【オフィスアワー】</b> 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</p>

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体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）

1 各系の科目名	<b>システム制御工学</b>
2 授業の目的と概要	<p>Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a>          （大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。</p> <p>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。</p>
3 学習の達成目標	
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）（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）</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, 978-4-254-22876-2, 参考書
7 その他	<p>開講言語：日本語/英語</p> <p>【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,</p>

		<p>(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.</p> <p><b>【授業時間外学習】</b> 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><b>【オフィスアワー】</b> 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>
--	--	---

科目群	半導体発展科目群
X-nics講義名	X-nics半導体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）

1 各系の科目名	<b>電気エネルギーシステム工学</b>
2 授業の目的と概要	<p>Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a>          （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。</p>
3 学習の達成目標	
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          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</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	<p>開講言語：日本語</p> <p><b>【他の授業科目との関連及び履修上の注意】</b></p> <p>予備知識</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> <li>- 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）</li> </ul>

	<p><b>【授業時間外学習】</b> 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> <p><b>【備考】</b> 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。</p>
--	--



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）

1 各系の科目名	<b>インターネットセキュリティ</b>
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 75wnj5u</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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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 学習の達成目標	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"> <li>1. インターネットと情報セキュリティの基礎</li> <li>2. ネットワークによる通信と暗号化</li> <li>3. インターネットのプロトコル群（TCP/IP）</li> <li>4. 物理層とデータリンク層に関するセキュリティ</li> <li>5. ネットワーク層に関するセキュリティ - IPv4</li> <li>6. ネットワーク層に関するセキュリティ - IPv6</li> <li>7. ネットワーク層に関するセキュリティ - IPsec</li> <li>8. トランスポート層に関するセキュリティ - TCP/UDP</li> <li>9. トランスポート層に関するセキュリティ - SSL/TLS</li> <li>10. アプリケーション層に関するセキュリティ - DNS</li> </ol>

		<p>11. アプリケーション層に関するセキュリティ - Mail</p> <p>12. アプリケーション層に関するセキュリティ - Web</p> <p>13. アプリケーション層に関するセキュリティ - SNS</p> <p>14. 人間社会とセキュリティ</p> <p>15. まとめ</p>
5	成績評価方法	<p>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。</p>
6	教科書及び参考書	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 『 Network Security - Private Communication in a public world (2nd Edition)』 , Charlie Kaufman, Radia Perlman. Mike Speciner, Prentice Hall, 2002/4/15, 978-0130460196, Reference</li> <li>・ 『 Introduction to Computer Security』 , Michael Goodrich, Roberto Tamassia, Addison Wesley , 2010/10/15 , 978-0321512949, Reference</li> <li>・ 『 Computer Networks (5th Edition)』 , Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall , Pearson Education India, 2013/9/1, 978-9332518742, Reference</li> </ul>
7	その他	<p>使用言語：日本語・英語</p> <p><b>【授業題目】</b> インターネットセキュリティ</p> <p><b>【授業時間外学習】</b> 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。</p> <p><b>【オフィスアワー】</b> 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	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・情）

1 各系の科目名	<b>セキュア情報通信システム論</b>
2 授業の目的と概要	<p>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。</p>
3 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<p>Google Classroom を使用してオンライン（オンデマンド）で講義および資料を配信します。</p> <p>授業内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・概要</li> <li>・暗号アルゴリズムの基礎</li> <li>・暗号アルゴリズムの実装</li> <li>・暗号システムに対する脅威と対策</li> <li>・先端暗号技術</li> <li>・乱数</li> <li>・情報通信システムの電磁波セキュリティ</li> <li>・IoT セキュリティ</li> </ul>
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 教科書及び参考書	<ul style="list-style-type: none"> <li>・『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</li> <li>・『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</li> </ul>
7 その他	<p>開講言語：日本語(資料は英語)</p> <p>【授業時間外学習】 参考書を精読すること。</p> <p>【オフィスアワー】 質問等はメールにて受け付ける。</p>

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）

1 各系の科目名	<b>情報ネットワーク論</b>
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 学習の達成目標	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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. キャンパスネットワーク TAINS</li> <li>3. 有線ネットワーク</li> <li>4. IP アドレス</li> <li>5. ルーティング</li> <li>6. ドメインネームシステム</li> <li>7. アプリケーションプロトコル（1）</li> <li>8. アプリケーションプロトコル（2）</li> <li>9. クラウド</li> <li>10. 無線ネットワーク</li> <li>11. eduroam</li> <li>12. セキュリティ技術（1）</li> <li>13. セキュリティ技術（2）</li> <li>14. インテグレート</li> <li>15. まとめ</li> </ol> <p>※授業の起点には Google Classroom を利用 （クラスコード：kotogh3）</p> <p>※リアルタイムのオンライン授業を基本とする。</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 教科書及び参考書	
7 その他	<p>使用言語：日本語</p> <p>【授業時間外学習】 繰り返しの学習が必要である。</p> <p>【オフィスアワー】 質問等はメールで受け付ける。</p>

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）

1	各系の科目名	<b>高信頼システム</b>
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	学習の達成目標	
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。          2024 年講義用の Google Classroom コード: 7i4qgjn</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 情報システムの高安全化・高信頼化の背景</li> <li>2 信頼性評価の基礎(信頼度、MTTF、アベイラビリティなど)</li> <li>3 フォールト・トレラント設計: 冗長技術</li> <li>4 フォールト・トレラント設計: 誤り訂正符号</li> <li>5 高信頼システムの設計技術</li> <li>6 ソフトウェアの高信頼化設計</li> <li>7 情報工学的アプローチによる異常検知技術</li> <li>8 高信頼システム設計の実例</li> <li>9 まとめ</li> </ol>
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	<p>使用言語：日本語  <b>【オフィスアワー】</b>          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）

1 各系の科目名	<b>暗号理論</b>
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 学習の達成目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> </ul>
4 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 暗号理論の導入</li> <li>2. 暗号の導入的解説</li> <li>3. 暗号理論の数学的基礎(初等整数論と代数系(1))</li> <li>4. 暗号理論の数学的基礎(初等整数論と代数系(2))</li> <li>5. 暗号理論の数学的基礎(初等整数論と代数系(3))</li> <li>6. 暗号理論の数学的基礎(初等整数論と代数系(4))</li> <li>7. 素数と暗号方式(1)</li> <li>8. 素数と暗号方式(2)</li> <li>9. 因数分解と暗号方式</li> <li>10. 暗号方式の安全性概念(1)</li> <li>11. 暗号方式の安全性概念(2)</li> <li>12. 暗号知識証明</li> <li>13. 暗号セキュリティやそれに関連する技術に関する最近の話題 (1)</li> <li>14. 暗号セキュリティやそれに関連する技術に関する最近の話題 (2)</li> <li>15. 暗号問題提示</li> </ol> <p>オンライン授業動画ならびに資料は Google Classroom にて公開される。 Google Classroom クラスコード: 53mcorv .</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 教科書及び参考書	
7 その他	<p>使用言語：日本語と英語の併用</p> <p><b>【オフィスアワー】</b>          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）

1 各系の科目名	<b>ハードウェア基礎</b>
2 授業の目的と概要	<p>Google Classroom のクラスコードは工学研究科 Web ページ  <a href="https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html">https://www.eng.tohoku.ac.jp/edu/syllabus-g.html</a></p> <p>（大学院シラバス・時間割・履修登録）にて確認すること。</p> <p>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。</p>
3 学習の達成目標	
4 授業内容・方法と進度予定	<p>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。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知能集積システムの概要知能を集積回路に組込む</li> <li>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"> <li>2. 1 並列構造の分類（パイプライン処理と空間並列処理）</li> <li>2. 2 データ依存グラフ</li> <li>2. 3 スケジューリング</li> <li>2. 4 アロケーション</li> <li>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</li> </ol> </li> <li>3. CMOS 集積回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 1 クロック同期回路</li> <li>3. 2 MOS トランジスタの特性</li> <li>3. 3 CMOS 論理回路</li> <li>3. 4 CMOS 論理回路の高性能化・低消費電力化</li> </ol> </li> <li>4. FPGA とその応用 <ol style="list-style-type: none"> <li>4. 1 FPGA の必要性</li> <li>4. 2 FPGA の基本構成</li> <li>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</li> </ol> </li> <li>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"> <li>5. 1 タイミングクロージャ</li> </ol> </li> </ol>

		<p>5. 2 シグナルインテグリティ</p> <p>5. 3 パワーインテグリティ</p> <p>5. 4 クロック発生回路と分配技術</p> <p>5. 5 その他の実装技術</p> <p>6. 知能集積システムの統合設計技術</p> <p>6. 1 設計記述言語と Verilog-HDL</p> <p>6. 2 システム LSI</p> <p>6. 3 VLSI のテスト</p>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 『Digital Integrated Circuits--A Design Perspective』 , J. M. Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic, Prentice Hall, 2003, 9780130909961, 参考書</li> <li>・ 『Modern VLSI Design: System-on-Chip Design』 , Wayne Wolf, Prentice Hall , 1994, 9780137145003, 参考書</li> <li>・ 『High-Level Synthesis: Introduction to Chip and System Design』 D. Gajski, A. Wu, N. Dutt and S. Lin, Kluwer Academic Publishers 1992, 参考書</li> <li>・ 『LSI 設計の基礎技術』 , 桜井至, テクノプレス ,1999, 参考書</li> <li>・ 『Deep-Submicron CMOS ICs, From Basics to ASICs,』 , H. Veendrick, Kluwer Bedrifs Informatie , 1998, 参考書</li> <li>・ 『Operation and Modeling of The MOS Transistor』 , Y. Tsividis, WCB McGraw-Hill, 2nd Ed. ,1999, 参考書</li> <li>・ 『Design of High-Performance Microprocessor Circuits』 , A. Chandrakasan, W. J. Bowhill and F. Fox, IEEE Press, 2001, 参考書</li> <li>・ 『Low-Power Digital VLSI Design-Circuits and Systems』 , A. Bellaouar and M. I. Elmasry, Kluwer Academic Publishers, 1995, 参考書</li> <li>・ 『FPGA の構成と原理』 , 天野英晴, オーム社, 2016, 参考書</li> <li>・ 『Microelectronic Circuits』 , A. S. Sedra and K. C. Smith, Oxford, 7th Ed., 2014, 参考書</li> </ul>
7	その他	<p>開講言語：日本語</p> <p><b>【授業時間外学習】</b></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><b>【オフィスアワー】</b></p> <p>月曜日 16：00～18：00</p> <p style="padding-left: 2em;">羽生：電気通信研究所本館 4 階467 号室 羽生教授室。</p> <p>月曜日 16：00～18：00</p> <p style="padding-left: 2em;">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）

1 各系の科目名	機械学習基礎
2 授業の目的と概要	<p>このデータ科学コースは、データ科学で使用される基本的な技術とツールについて紹介することを目的としています。毎週、データ科学のパイプラインから始まり、ニューラルネットワークや時系列解析などの高度なトピックまで、一つずつトピックをカバーします。それらは洗練されたスライドとわかりやすい Python コードを用いて説明されます。</p> <p>この学期では、すべてのトピックを網羅できる 1 つの包括的なデータセットを使用します。これにより、学生がデータセットを理解するために多くの時間を費やすことなく、データサイエンスの概念を容易に理解できます。</p> <p>達成方法：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 講義: 基本的な概念を教え、その後 Python でデモンストレーションを行います。</li> <li>- 授業内演習: 短い実践活動。（主にコードをコピー&amp;ペーストし、変数を変更ぐらい。）</li> <li>- 週次実践コース: 1.5 時間の課題で理解を深めます。</li> </ul>
3 学習の達成目標	<p>このコースの終了時には、以下を理解して適用できるようになることが期待されます：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. データサイエンスのパイプラインを理解する。</li> <li>2. さまざまな機械学習手法を適用する。</li> <li>3. モデルのパフォーマンスを評価し、ハイパーパラメータを微調整する。</li> <li>4. ニューラルネットワーク、テキストマイニング、時系列解析を理解し適用する。</li> <li>5. Python を使って理論を実践に移す。</li> </ol>
4 授業内容・方法と進度予定	<p>Google Classroom Code: oks6vr2  Class invite link:  <a href="https://classroom.google.com/c/NjY5NDMyMjU4Nzgy?cjc=oks6vr2">https://classroom.google.com/c/NjY5NDMyMjU4Nzgy?cjc=oks6vr2</a></p> <p>講義は、4,5 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 15-20 分です。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Data Science Pipeline - データサイエンスパイプライン</li> <li>2. Data Preprocessing - データ前処理</li> </ol>

	<p>3. Data Exploration - データ探索</p> <p>4. Classification - 分類</p> <p>5. Regression - 回帰</p> <p>6. Ensemble Methods - アンサンブル方法</p> <p>7. Model Evaluation and Hyperparameter Tuning - モデル評価とハイパーパラメータチューニング</p> <p>8. Multi-class Classification - 多クラス分類</p> <p>9. Dimensionality Reduction - 次元削減</p> <p>10. Clustering - クラスタリング</p> <p>11. Anomaly Detection - 異常検出</p> <p>12. Neural Networks - ニューラルネットワーク</p> <p>13. Text Mining &amp; NLP - テキストマイニング&amp;自然言語処理</p> <p>14. Time-Series Analysis - 時系列分析</p> <p>15. Advanced Model Interpretability - 高度なモデル解釈性</p> <p>(The topic of each week might be adjusted depends on the circumstances)</p>
5 成績評価方法	<p>週次実践コース：80%</p> <p>授業内演習：20%</p> <p>最終試験やレポートはありません。</p> <p>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。</p>
6 教科書及び参考書	
7 その他	<p>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)</p> <p><b>【関連 URL】</b> すべての授業資料や情報は Google Classroom に掲載されます。 Class invite link: <a href="https://classroom.google.com/c/NjY5NDMyMjU4Nzgy?cjc=oks6vr2">https://classroom.google.com/c/NjY5NDMyMjU4Nzgy?cjc=oks6vr2</a></p> <p><b>【授業時間外学習】</b> 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せん。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 や) と推奨読書が共有されます。</p> <p><b>【オフィスアワー】</b> 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、samy.baladram@tohoku.ac.jp までメールでお問い合わせください。</p> <p>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。</p>

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）

1 各系の科目名	<b>データ科学プログラミング演習</b>
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 学習の達成目標	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	<p>oogle Classroom を利用（クラスコード：oxrgepw）。 Google Classroom will be used (Classcode: oxrgepw).</p> <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 5 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> <p>第 1 セッション: Python の基本 基本文法とデータ型の紹介: 変数の理解、整数、浮動小数点数、文字列、ブリアンなどの基本データ型について学びます。 制御構造: if, else, elif 文を使ったプログラムフローの制御方法、for ループと while ループを学びます。ループ制御に break と continue を導入します。</p> <p>第 2 セッション: 関数とデータ処理 関数の理解: 関数の定義方法、引数の渡し方、戻り値、スコープの重要性について学びます。 データ構造: リスト、辞書、セット、タプルを使ったデータの保管と操作について深く掘り下げます。 内包表記: より簡潔で読みやすいコードのために、リスト、辞書、セット内包表記を使う方法を学びます。</p>

		<p>第3セッション: 高度なデータ処理とモジュール  モジュールとパッケージ: データサイエンスや機械学習プロジェクトで一般的に使用されるPython モジュールとパッケージのインポートと利用方法を学びます。  ファイル I/O: ファイルの入出力操作の基本、データ処理に不可欠なファイルからの読み取りと書き込み方法を学びます。</p> <p>第4セッション: 堅牢な Python プログラミング  エラーと例外処理: try, except, finally, raise を使用したエラーのキャッチと処理戦略を学び、堅牢なアプリケーションを構築する方法を学びます。  オブジェクト指向プログラミング (OOP): PyTorch や多くのライブラリの構造を理解するために不可欠なクラス、オブジェクト、継承、ポリモーフィズムの概念を導入します。</p> <p>第5セッション: 科学計算のための Python  NumPy の基本理解: PyTorch テンソル操作が NumPy 配列操作に似ているため、NumPy に慣れることが不可欠です。  デコレーターとジェネレーター: より効率的でクリーンなコード作成技術を導入し、より複雑なプログラミングパターンに進むための準備をします。</p> <p>クラスの詳細と時間は、クラスのウェブサイトを更新されます。</p>
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	<p>使用言語：英語</p> <p>【関連URL】  すべての授業資料や情報は Google Classroom に掲載されます。</p> <p>【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。</p> <p>【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、samy.baladram@tohoku.ac.jp までメールでお問い合わせください。</p> <p>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。</p>

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）

1 各系の科目名	<b>データ科学トレーニング I</b>
2 授業の目的と概要	<p>本コースは、ディープラーニングと PyTorch の基本から応用までを網羅的に学び、実践することを目的としています。学生は、テンソル操作、ネットワークモデルの設計、トレーニング手法、最適化アルゴリズムの理解、さらには最先端のニューラルネットワークアーキテクチャに至るまで、深層学習の全体像を掴むことができます。このコースを通じて、実世界の問題に対するディープラーニングソリューションの開発能力を養うことを目標とします。</p>
3 学習の達成目標	<p>本コースの目的は、深層学習の原則に関する確かな基礎を学生に提供し、PyTorch を使用してさまざまなニューラルネットワークアーキテクチャを実装するための実践的な経験を提供することです。コース終了時までには、学生はテンソルの理解と操作、フィードフォワードネットワーク、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)および再帰型ニューラルネットワーク (RNN) の設計とトレーニング、最適化技術と正則化戦略の適用、モデルの正確な評価、および転移学習、オートエンコーダー、生成敵対ネットワーク (GAN) などの先進的な深層学習概念を実データセットに適用する能力に熟達していることが期待されます。</p>
4 授業内容・方法と進度予定	<p>Google Classroom code: czxcgr5 Class invite link:  <a href="https://classroom.google.com/c/NjY5NDMyMjQ4MzE4?cjc=czxcgr5">https://classroom.google.com/c/NjY5NDMyMjQ4MzE4?cjc=czxcgr5</a></p> <p>第 1 週: 深層学習と PyTorch への導入  - 深層学習の基礎と実践的なテンソル操作。</p> <p>第 2 週: フィードフォワードニューラルネットワークとバックプロパゲーション - フィードフォワードネットワークの設計と実装、バックプロパゲーションの理解。</p> <p>第 3 週: 畳み込みニューラルネットワーク (CNN)  - 画像分類のための CNN の構築とトレーニング。</p> <p>第 4 週: 再帰型ニューラルネットワーク (RNN) と LSTM  - シーケンスデータのための RNN と LSTM の実装。</p> <p>第 5 週: オプティマイザーと高度なトレーニング技術 - 様々なオプティマイザー、正則化技術、およびトレーニングの向上を探求。</p> <p>第 6 週: 転移学習と事前訓練済みモデルのファインチューニング  - モデル改善のための転移学習戦略の使用。</p> <p>第 7 週: オートエンコーダーと生成敵対ネットワーク (GAN) - 生成タスクのための GAN とオートエンコーダーの理解と適用。</p>

5	成績評価方法	<p>授業内の確認練習:20%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 授業で話し合われた概念の理解と適用に焦点を当てた活動。</li> </ul> <p>授業内の実践練習: 40%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 学生が異なるニューラルネットワークモデルを実装してトレーニングするための実践セッション。</li> </ul> <p>週次演習: 40%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 深層学習の概念を問題解決に適用することに基づいた課題、教室内 Kaggle コンペティションでの参加およびパフォーマンスを含む。</li> </ul>
6	教科書及び参考書	
7	その他	<p>使用言語：英語（English）</p> <p>関連URL：</p> <p>すべての授業資料や情報は Google Classroom に掲載されます。</p> <p>Class invite link:</p> <p><a href="https://classroom.google.com/c/NjY5NDMyMjQ4MzE4?cjc=czxcgr5">https://classroom.google.com/c/NjY5NDMyMjQ4MzE4?cjc=czxcgr5</a></p> <p><b>【授業時間外学習】</b></p> <p>この集中講義では、自学時間が限られていますが、授業内容の復習と週間演習の完成に取り組むことが期待されます。</p> <p>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、<a href="mailto:samy.baladram@tohoku.ac.jp">samy.baladram@tohoku.ac.jp</a> までメールでお問い合わせください。</p>

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）

1 各系の科目名	<b>データ科学トレーニングII</b>
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 学習の達成目標	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	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、データ科学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（「データ科学チャレンジ」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（「データ科学トレーニングII」コースから）は一般的な問題解決者の役割を果たします。
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  【関連URL】 すべての授業資料や情報は Google Classroom に掲載されます。  【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 samy.baladram@tohoku.ac.jp までメールでお問い合わせください。  1回2講時分で行なう。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）

1 各系の科目名	<b>自然言語処理学</b>
2 授業の目的と概要	<p>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。</p> <p>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。</p>
3 学習の達成目標	自然言語処理に関する基本的なアルゴリズム、データ構造、用語がわかる。
4 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 導入、Ngram と分類問題 / Introduction, Classification with n-gram</li> <li>2. 系列ラベリングと品詞解析 / Sequence labeling and morphological analysis</li> <li>3. 構造予測と構文解析 / Structured prediction and syntactic analysis</li> <li>4. 系列変換と生成問題 / Sequence-to-sequence and generation</li> <li>5. 計算意味論 (1) / Computational semantics (1)</li> <li>6. 計算意味論 (2) / Computational semantics (2)</li> <li>7. 計算語彙意味論 / Computational lexical semantics</li> <li>8. 談話と語用論 / Computational discourse and Pragmatics</li> <li>9. 最新の話 題 (1) / Advanced topics (1)</li> <li>10. 最新の話 題 (2) / Advanced topics (2)</li> <li>11. ~15. プログラミング演習 / Programming project</li> </ol>
5 成績評価方法	<p>40%: Exercises in classroom 講義内の演習</p> <p>60%: Final report (Programming project)</p> <p>最終レポート（プログラミング演習）</p>



6	教科書及び参考書	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 『Speech and Language Processing (2nd Edition)』 , Daniel Jurafsky and James H. Martin, Prentice-Hall, 2008, 978-0135041963, reference</li> <li>・ 『Natural Language Processing with Python』 , Steven Bird et al., O'Reilly &amp; Associates Inc., 2009, reference</li> </ul>
7	その他	<p>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。</p> <p><b>【オフィスアワー】</b></p> <p>授業内にアナウンスします。</p>

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）

1 各系の科目名	<b>Information Technology Fundamental</b>
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 学習の達成目標	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	<p>Google Classroom Code : vvw4yb  Class invite link:  <a href="https://classroom.google.com/c/NjY5NDMxOTU2MDMw?cjc=vw4yb">https://classroom.google.com/c/NjY5NDMxOTU2MDMw?cjc=vw4yb</a></p> <p>Classes will be delivered in person.</p> <p>○ Classes (16:20 - 19:30)</p> <p>Jun 5  Jun 12  Jun 19  Jun 26  Jul 3  Jul 10  Jul 17</p> <p>The lecturer is Dr Michael Zielewski.</p>
5 成績評価方法	<p>Quizzes: 30%</p> <p>Assignments 40%</p> <p>Final exam: 30%</p>
6 教科書及び参考書	
7 その他	<p>使用言語：English</p> <p>すべての授業資料や情報は Google Classroom に掲載されます。</p> <p>Class invite link:  <a href="https://classroom.google.com/c/NjY5NDMxOTU2MDMw?cjc=vw4yb">https://classroom.google.com/c/NjY5NDMxOTU2MDMw?cjc=vw4yb</a></p>

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）

1 各系の科目名	<b>計算人文社会学研究演習Ⅰ</b>
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 学習の達成目標	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目指す。
4 授業内容・方法と進度予定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.イントロダクション</li> <li>2.Git/Github の使い方、プログラミング環境の構築(1)</li> <li>3.Git/Github の使い方、プログラミング環境の構築(2)</li> <li>4.Python の基本文法</li> <li>5.変数の基礎</li> <li>6.繰り返しと制御構造</li> <li>7.関数</li> <li>8.オブジェクトとクラス(1)</li> <li>9.オブジェクトとクラス(2)</li> <li>10.Numpy 入門</li> <li>11.pandas 入門</li> <li>12.scikit-learn 入門</li> <li>13.可視化</li> <li>14.データ分析の実践</li> <li>15.データ分析の実践</li> </ol>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Bill Lubanovic, 「入門 Python 3 第 2 版」, オライリージャパン</li> <li>・ 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</li> <li>・ Aurlien Gron, 「Hands-on Machine Learning With Scikit- learn, Keras, and Tensorflow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems」, O'Reilly Media</li> </ul>
7 その他	<p>使用言語：日本語</p> <p><b>【授業時間外学習】</b> 授業内容の習得を問う復習課題を完成する。</p>

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）

1 各系の科目名	<b>計算人文社会学研究演習 II</b>
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 学習の達成目標	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"> <li>1. イントロダクション</li> <li>2. 自然言語処理の基礎</li> <li>3. 深層学習の基礎</li> <li>4. ニューラルネットワーク</li> <li>5. 誤差逆伝播法</li> <li>6. Pytorch</li> <li>7. Word2vec モデル</li> <li>8. Word2vec の実装</li> <li>9. Word2Vec が人文・社会科学研究における応用</li> <li>10. RNN</li> <li>11. Seq2Seq 12.Attention</li> <li>13. Transformer アーキテクチャ</li> <li>14. BERT</li> <li>15. 大規模言語モデル</li> </ol>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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</li> <li>・ 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</li> <li>・ Delip Rao, Brian McMahan, 「Deep Learning for NLP with Pytorch」, O'Reilly</li> </ul>
7 その他	<p>使用言語：日本語</p> <p>【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。</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。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> <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

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