

授業科目名:

量子解析学特論

授業科目英語名:

Advanced Lectures on Quantum Analysis

担当教員:

佐野 隆志 (SANO Takashi)

担当教員の所属:

理学部理学科

担当教員の業務経

有

担当教員の業務経

経験多数

開講学年:

3年

開講学期:

後期

単位数:

2単位

開講形態:

講義・演習

開講対象:

地球共生圏科学専攻(博士後期課程)

科目区分:

選択科目

開講対象:

地球共生圏科学専攻(博士後期課程)

科目区分:

選択科目

【授業概要】

・授業の目的:

作用素論や作用素環論の立場から、量子情報の基本的な諸概念に慣れ親しむことを目的とする

・授業の到達目標:

主に、量子情報理論での行列解析の最新の結果に接近することを目標とする

・キーワード:

量子情報、行列、作用素、固有値、不等式

【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】

	A.記述	B.グループワーク	C.発表	D.実技
習得(1)	☐ A-1. ミニツッパーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☒ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。
活用(2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形で文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出す機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらうようプレゼン	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。

□該当しない

理工学研究科 OP4「専門分野における深化した知識の修得を目的に、各専門分野において体系的な講義と演習科目を配置する」DP3「高度な専門職従事者として十分自立して活動できる能力を身に付けている」に関連する。なお、本授業を受講する前に、函数解析や作用素論・行列解析を既習していることが望ましい

【SDGs(持続可能な開発目標)】

☐ 01.貧困をなくそう

☐ 02.飢餓をゼロに

☐ 03.すべての人に健康と福祉を

☒ 04.質の高い教育をみんなに

☐ 05.ジェンダー平等を実現しよう

☐ 06.安全な水とトイレを世界中に

☐ 07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに

☐ 08.働きがいも経済成長も

☐ 09.産業と技術革新の基盤をつくろう

☐ 10.人や国の不平等をなくそう

☐ 11.住み続けられるまちづくりを

☐ 12.つくる責任つかう責任

☐ 13.気候変動に具体的な対策を

☐ 14.海の豊かさを守ろう

☐ 15.陸の豊かさを守ろう

☐ 16.平和と公正をすべての人に

☐ 17.パートナーシップで目標を達成しよう

☐ 該当なし

【授業計画】

・授業の方法:

毎回、量子情報理論に関する講義もしくは演習(発表)を行う

・日程:

第1回目 基礎力確認のため、線形代数の試験を行う。成績の悪い方は受講をご遠慮願うこともある
第2回目から14回目 洋書のテキストを読み進める
第15回目 試験とまとめ

【学習の方法・準備学習に必要な学習時間の目安】

・受講のあり方:

講義中は、ノートをしっかり取ってください。発表ではしっかり準備するように

・授業時間外学習へのアドバイス:

発表等の担当の回はしっかりとした準備を願う。そうでない場合でも、講義前に、テキストに目を通しておくように

【成績の評価】

・基準:

量子情報に関する、いろいろな概念を身につけ、また証明を正しく読むことができること

・方法:

発表(60点)、講義ノート(20点)、レポート(20点)として評価する

【テキスト・参考書】

ここに入力

【その他】

・学生へのメッセージ:

いろいろな量子情報に関わる諸概念を、演習を通して学び取ってもらいたい

・オフィス・アワー:

講義中の議論で対応したいと考えるが、別途の対応については最初の講義にて説明する

授業科目名：数値解析特論		開講学年：1年		
授業科目英語名：Advanced Lectures on Numerical Analysis		開講学期：前期		
担当教員：方 青 (FANG Qing)		単位数：2単位		
担当教員の所属：理学部理学科		開講形態：講義・演習		
担当教員の実務経 無		開講対象：地球共生圏科学専攻 (博士後期課程)		
担当教員の実務経		科目区分：選択科目		
開講対象：地球共生圏科学専攻 (博士後期課程)	科目区分：選択科目	選択科目		
【授業概要】				
・授業の目的： 偏微分方程式の数値解法とその数値解析について発展的な知識を習得することを目的とする。				
・授業の到達目標： 偏微分方程式の数値解法としての有限要素法と有限体積法の基礎となる変分法を理解し、有限要素法およびその数値解析を分かる。				
・キーワード： 偏微分方程式、変分法、有限要素法、有限体積法、誤差評価				
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】				
	A.記述	B.グループワーク	C.発表	D.実技
習得 (1)	☐ A-1. ミニツツペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☐ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。
	1～25%		1～25%	1～25%
活用 (2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形で文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。
	26～50%			26～50%
探究 (3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらえようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。
	26～50%		26～50%	26～50%
☐ 該当しない				
【科目の位置付け】				
この授業は理工学研究科ディプロマ・ポリシー「先端的研究の発展に貢献しようとする意欲を持ち、独自の課題を発見し、解決するための高度な専門的知識と経験を体系的に修得している」に関連する。				
【SDGs(持続可能な開発目標)】				
☐01.貧困をなくそう ☐02.飢餓をゼロに ☐03.すべての人に健康と福祉を ☐04.質の高い教育をみんなに ☐05.ジェンダー平等を実現しよう ☐06.安全な水とトイレを世界中に ☐07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに ☐08.働きがいも経済成長も ☒09.産業と技術革新の基盤をつくろう ☐10.人や国の不平等をなくそう ☐11.住み続けられるまちづくりを ☐12.つくる責任つかう責任 ☐13.気候変動に具体的な対策を ☐14.海の豊かさを守ろう ☐15.陸の豊かさを守ろう ☐16.平和と公正をすべての人に ☐17.パートナーシップで目標を達成しよう ☐ 該当なし				
【授業計画】				
・授業の方法： 教科書の精読を中心に講義を進め、数値プログラミングも併用する。時々レポートを課すことがある。				
・日程： 第1～6週：楕円型方程式の有限要素法 第7～12週：楕円型方程式の有限体積法 第13～15週：大規模線形システムの反復法				
【学習の方法・準備学習に必要な学習時間の目安】				
・受講のあり方： 1) ノートをきちんと取って、講義内容の理解に努める。 2) 数値プログラムの作成に積極的に取り組む。				
・授業時間外学習へのアドバイス： 1) 当日の講義または実習までの内容を復習すること。 2) 各自でさらなるプログラムを作りながら講義内容を理解すること。				
【成績の評価】				
・基準： 講義における数値計算法とその解析が理解できて、数値計算法をプログラムに実装できることを合格の基準とする。				
・方法： 平常点20点＋レポート点80点				
【テキスト・参考書】				

☐該当なし

下記の三冊を教科書として使う。

- (1) Claes Johnson, Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- (2) R. Li, Z. Chen and W. Wu, Generalized Difference Methods for Differential Equations, Marcel Dekker, New York, 2000.
- (3) C.T. Kelley, Iterative Methods for Linear and Nonlinear Equations, SIAM, Philadelphia, 1995.

【その他】

・学生へのメッセージ:

- 1) 偏微分方程式の数値解析は、理論を学ぶだけでも不十分、計算ができるだけでも不十分で、その両者が必要な学問である。
- 2) 授業に出席して講義を聴いて、プログラム作成をしっかりと行うことが大切である。

・オフィス・アワー:

授業時間外に学生の質問に答える「オフィス・アワー」を方研究室(理学部1号館5階526室)において月曜日の16:30~17:00の間に設ける。会議や出張等で不在にすることもあるため、確実に面談したい場合は事前に予約をお願いする。連絡先は、初回の授業でお知らせする。

授業科目名：数式処理		開講学年：1年	
授業科目英語名：Symbolic and Algebraic Computation		開講学期：前期	
担当教員：脇 克志 (WAKI Katsushi)		単位数：2単位	
担当教員の所属：理学部理学科		開講形態：講義	
担当教員の実務経「無」		開講対象：地球共生圏科学専攻(博士後期課程)	
担当教員の実務経		科目区分：選択科目	
開講対象：地球共生圏科学専攻(博士後期課程)		科目区分：選択科目	
【授業概要】			
・授業の目的： この講義では、グレブナー基底を中心とする数式処理に必要な種々のアルゴリズムを理解し、多項式環上のイデアルの構造解析が出来るようになる。			
・授業の到達目標： 多項式で生成されるイデアルとそのグレブナー基底の基本概念を理解して、グレブナー基底を利用した代数多様体の解析方法を修得する。			
・キーワード： グレブナー基底、可換代数、数式処理			
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】			
	A.記述	B.グループワーク	C.発表
習得(1)	☒ A-1. ミニツペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。
	51～75%		
活用(2)	☒ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形で文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。
	1～25%		
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらえるようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。
☐ 該当しない			
【科目の位置付け】			
この授業は、理工学研究科博士後期課程(理学系)のディプロマ・ポリシー「先端的研究の発展に貢献しようとする意欲を持ち、独自の課題を発見し、解決するための高度な専門的知識と経験を体系的に修得している。」に関連する専門分野講義科目となる。			
【SDGs(持続可能な開発目標)】			
☐01.貧困をなくそう ☐02.飢餓をゼロに ☐03.すべての人に健康と福祉を ☐04.質の高い教育をみんなに ☐05.ジェンダー平等を実現しよう ☐06.安全な水とトイレを世界中に ☐07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに ☐08.働きがいも経済成長も ☒09.産業と技術革新の基盤をつくろう ☐10.人や国の不平等をなくそう ☐11.住み続けられるまちづくりを ☐12.つくる責任つかう責任 ☐13.気候変動に具体的な対策を ☐14.海の豊かさを守ろう ☐15.陸の豊かさを守ろう ☐16.平和と公正をすべての人に ☐17.パートナーシップで目標を達成しよう ☐該当なし			

グレブナー基底の基本概念を理解し、多項式環上のイデアルにおける所属問題をグレブナー基底を活用して、解くことが出来る。

・方法:

レポート提出(20%)、中間テスト(40%)、期末テスト(40%)で評価する。

【テキスト・参考書】

グレブナー基底と代数多様体入門(上・下)イデアル・多様体・アルゴリズム
D.コックス, J.リトル, D.オシー著

【その他】

・学生へのメッセージ:

グレブナー基底は、数式処理ソフトウェアを劇的に高速化させた強力な理論です。今後のいろいろな分野への応用も期待されています。

・オフィス・アワー:

時間外に学生の質問に答える「オフィスアワー」を脳研究室(理学部4号館三階C306号室)において、月曜日の11時から12時で間に設けます。
会議や出張等で不在にすることがあるため、確実に面談したい場合は、事前に脳研究室のドアにあるQRコードを読み取り、予約メールを出してください。

授業科目名:	特異点論特論	開講学年:	1年										
授業科目英語名:	Advanced Lectures on Singularities	開講学期:	前期										
担当教員:	奥間 智弘 (OKUMA Tomohiro)	単位数:	2単位										
担当教員の所属:	理学部	開講形態:	講義										
担当教員の業務経 無		開講対象:	地球共生圏科学専攻(博士後期課程)										
担当教員の業務経		科目区分:	選択科目										
開講対象: 地球共生圏科学専攻(博士)科目区分: 選択科目													
【授業概要】													
・授業の目的: 複素2次元特異点に関する基礎的な知識を習得することを目的とする。													
・授業の到達目標: 基礎的な用語の意味を理解している。【知識・理解】 基本的な具体例の特異点解消と不変量の計算ができる。【技能】													
・キーワード: 複素2次元特異点、特異点解消、特異点解消グラフ、極大イデアルサイクル、重複度、幾何種数、有理特異点、楕円型特異点、擬斉次特異点													
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】													
	A記述	Bグループワーク	C発表	D実技									
習得(1)	☐ A-1. ミニツペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。 1～25%	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☐ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。									
活用(2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形で文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。									
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらうようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。									
☐ 該当しない													
【科目の位置付け】 専門分野における深化した知識の修得を目的に各専門分野において開講される体系的な講義である。(理工学研究科博士後期課程・地球共生圏科学専攻のカリキュラム・ポリシー)													
【SDGs(持続可能な開発目標)】													
☐01.貧困をなくそう					☐ 10.人や国の不平等をなくそう	☐ 11.住み続けられるまちづくりを	☐ 12.つくる責任つかう責任	☐ 13.気候変動に具体的な対策を	☐ 14.海の豊かさを守ろう	☐ 15.陸の豊かさを守ろう	☐ 16.平和と公正をすべての人に	☐ 17.パートナーシップで目標を達成しよう	☐ 該当なし
【授業計画】													
・授業の方法: 概念の説明や具体例を中心に講義形式で行う。具体例に関連する計算の解説を適宜行う。													
・日程: 主授業のテーマと順序は次のとおりとする。 1. 特異点の定義 2. 2次元特異点の例 3. 特異点解消 4. 特異点解消グラフと位相型 5. 特異点解消空間上のサイクル 6. 基本サイクルと計算列 7. 極大イデアルサイクルと重複度、埋め込み次元 8. 種率サイクルと Gorenstein 性 9. 幾何種数 10. 有理特異点 11. 最小楕円型特異点 12. 擬斉次特異点 13. サスペンション型超曲面特異点 14. サスペンション型超曲面特異点の不変量の計算 15. その他の2次元特異点と研究課題													
【学習の方法・準備学習に必要な学習時間の目安】													
・受講のあり方: 講義内容の理解に努め、不明な点があれば積極的に質問して解決を図る。													
・授業時間外学習へのアドバイス: 理解度を確認する。自分なりに証明をまとめ、改善を試みる。積極的に例の計算をする。													
【成績の評価】													
・基準: 基礎用語の意味を理解し、それらに関する具体的な計算ができることが合格の基準である。													
・方法: 平常点(講義における質問や問いに対する応答など)50点+レポート50点													
【テキスト・参考書】													
(1)Andras Nemethi, Five lectures on normal surface singularities, Bolyai Soc. Math. Stud. 8 (1999), 269–351. (2)石井志保子、特異点入門、丸善出版、2012.													
【その他】													
・学生へのメッセージ: 理解が困難なことがあるかもしれないが、遠慮なく質問してほしい。独自の命題や証明、具体例の発見にチャレンジしてほしい。													
・オフィス・アワー: 時間は最初の講義のときに連絡する。場所は奥間研究室(理学部2号館5階507)。													

☐該当なし

授業科目名：正標数の代数幾何学		開講学年：1年, 2年, 3年		
授業科目英語名：Algebraic Geometry in Positive Characteristic		開講学期：前期		
担当教員：深澤 知 (FUKASAWA Satoru)		単位数：2単位		
担当教員の所属：理学部理学科		開講形態：集中講義		
担当教員の実務経 無		開講対象：博士後期課程		
担当教員の实務経		科目区分：選択科目		
開講対象：地球共生圏科学専攻(博士後期課程) / 科目区分：選択科目				
【授業概要】				
・授業の目的： 正標数の代数幾何学を理解すること、特に、標数零の幾何(通常の世界)と正標数の幾何との違いについて具体的な事例とともに理解すること。				
・授業の到達目標： 実際に、正標数の代数多様体およびその接空間の挙動を扱えるようになる。				
・キーワード： 代数幾何、代数曲線、正標数、射影代数多様体、射影双対				
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】				
	A.記述	B.グループワーク	C.発表	D.実技
習得(1)	☐ A-1. ミニツペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☒ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☐ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。
			1～25%	
活用(2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形での文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらえようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。
☐ 該当しない				
【科目の位置付け】				
ここに入力				
【SDGs(持続可能な開発目標)】				
☐ 01.貧困をなくそう ☐ 02.飢餓をゼロに ☐ 03.すべての人に健康と福祉を ☒ 04.質の高い教育をみんなに ☐ 05.ジェンダー平等を実現しよう ☐ 06.安全な水とトイレを世界中に ☐ 07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに ☐ 08.働きがいも経済成長も ☐ 09.産業と技術革新の基盤をつくろう ☐ 10.人や国の不平等をなくそう ☐ 11.住み続けられるまちづくりを ☐ 12.つくる責任つかう責任 ☐ 13.気候変動に具体的な対策を ☐ 14.海の豊かさを守ろう ☐ 15.陸の豊かさを守ろう ☐ 16.平和と公正をすべての人に ☐ 17.パートナーシップで目標を達成しよう				

【成績の評価】

・基準:

正標数における代数曲線および代数多様体の解析方法の習熟度を評価する。

・方法:

平常点20点＋レポート80点

【テキスト・参考書】

講義では使用しないが、代数幾何の知識を補いたい場合のため、次を挙げておく。

参考書: I.R. Shafarevich, Basic algebraic geometry, 1, Springer-Verlag, 1977.

【その他】

・学生へのメッセージ:

正標数の手法を身につけるには、数学の論理を妥協なしに進めることが大切です。講義時間中に質問をするなど議論をする姿勢が求め

・オフィス・アワー:

授業時間外に学生の質問に答える「オフィス・アワー」を、理学部2号館5階508室において、月曜日16:20～17:00の間に設けます。

授業科目名：偏微分方程式特論		開講学年：1年2年3年		
授業科目英語名：Advanced Lectures for Partial Differential Equations		開講学期：前期		
担当教員：中村 誠(NAKAMURA Makoto)		単位数：2単位		
担当教員の所属：理学部理学科		開講形態：講義		
担当教員の実務経 無		開講対象：博士後期課程		
担当教員の実務経 無		科目区分：数学		
開講対象：地球共生圏科学専攻(博士後期課程)		科目区分：選択科目		
【授業概要】				
・授業の目的： 偏微分方程式の解の性質について解説する。				
・授業の到達目標： 偏微分方程式の一般論を理解すると共に、方程式の解の持つ特徴的な性質を調べることが出来るようになる。				
・キーワード： 偏微分方程式、基本解、初期値問題、エネルギー評価、線形評価				
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】				
	A.記述	B.グループワーク	C.発表	D.実技
習得(1)	☐ A-1. ミニツッペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめて、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☐ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。
活用(2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形で文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらえようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。
■該当しない				
【科目の位置付け】				
本授業は偏微分方程式論への導入である。本授業においてしっかりとした基礎力を身に付けることが望まれる。本授業は、理工学研究科の基礎科目である。				
【SDGs(持続可能な開発目標)】				
☐01.貧困をなくそう ☐02.飢餓をゼロに ☐03.すべての人に健康と福祉を ☐04.質の高い教育をみんなに ☐05.ジェンダー平等を実現しよう ☐06.安全な水とトイレを世界中に ☐07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに ☐08.働きがいも経済成長も ☐09.産業と技術革新の基盤をつくろう ☐10.人や国の不平等をなくそう ☐11.住み続けられるまちづくりを ☐12.つくる責任つかう責任 ☐13.気候変動に具体的な対策を ☐14.海の豊かさを守ろう ☐15.陸の豊かさを守ろう ☐16.平和と公正をすべての人に ☐17.パートナーシップで目標を達成しよう ☐該当なし				
【授業計画】				
・授業の方法： 板書、プロジェクターと資料により講義を進める。				
・日程： 次を主要なテーマとする。学生の理解度と習熟度に応じて進度を調節する。 (1)ガイダンスと講義概要				
【学習の方法・準備学習に必要な学習時間の目安】				
・受講のあり方： 板書をノートに取り、説明を聞く。				
・授業時間外学習へのアドバイス： レポートと宿題に取り組む。				
【成績の評価】				
・基準： 講義における論理と計算が理解できていることを合格の基準とする。				
・方法： レポートへの取り組みと小テストにより評価する。 レポート点85点＋小テスト点15点。				
【テキスト・参考書】				
講義中に案内する。				
【その他】				
・学生へのメッセージ： 講義中に案内する。				
・オフィス・アワー： 講義中に案内する。				

授業科目名：低次元多様体特論		開講学年：1-3年		
授業科目英語名：Advanced Lectures on Low-dimensional Manifolds		開講学期：後期		
担当教員：松田 浩 (MATSUDA Hiroshi)		単位数：2単位		
担当教員の所属：理学部理学科		開講形態：講義・演習		
担当教員の実務経 無		開講対象：地球共生圏科学専攻		
担当教員の実務経		科目区分：選択科目		
開講対象：地球共生圏科学専攻(博士後期課程)		選択科目		
【授業概要】				
・授業の目的： 幾何学の一分野である位相幾何学について学ぶ。特に低次元多様体について学ぶ。				
・授業の到達目標： 低次元多様体論の基礎事項、不変量の構成など、について学ぶ。				
・キーワード： 多様体、結び目、不変量				
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】				
	A.記述	B.グループワーク	C.発表	D.実技
習得(1)	☐ A-1. ミニツトペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☐ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。
活用(2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形での文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。
	1～25%	1～25%	1～25%	1～25%
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらえようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。
☐ 該当しない				
【科目の位置付け】				
この授業は理工学研究科ディプロマ・ポリシー2「理系プロフェッショナルとしての自覚と実践的な研究能力を身に付け、先端的な研究内容に取り組む能力を身に付ける」に位置付けられている。				
【SDGs(持続可能な開発目標)】				
☐ 01.貧困をなくそう				
☐ 02.飢餓をゼロに				
☐ 03.すべての人に健康と福祉を				
☐ 04.質の高い教育をみんなに				
☐ 05.ジェンダー平等を実現しよう				
☐ 06.安全な水とトイレを世界中に				
☐ 07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに				
☐ 08.働きがいも経済成長も				
☐ 09.産業と技術革新の基盤をつくろう				
☐ 10.人や国の不平等をなくそう				
☐ 11.住み続けられるまちづくりを				
☐ 12.つくる責任つかう責任				
☐ 13.気候変動に具体的な対策を				
☐ 14.海の豊かさを守ろう				
☐ 15.陸の豊かさを守ろう				
☐ 16.平和と公正をすべての人に				
☐ 17.パートナーシップで目標を達成しよう				
☐ 該当なし				
【授業計画】				
・授業の方法： 関連する学術論文に基づいた講義形式で行う。理解の助けとなるよう、適宜演習問題を出题する。				
・日程： 1-5回:低次元多様体に関する基礎事項、6-10回:多様体の分解、11-15回不変量の構成				
【学習の方法・準備学習に必要な学修時間の目安】				
・受講のあり方： 講義内容の理解に努めること。理解できないところは積極的に質問すること。				
・授業時間外学習へのアドバイス： タイトルに「位相幾何学」とつく本、関連しそうな学術論文などを興味を持って眺めてみてください。				
【成績の評価】				
・基準： 多様体の分解、特にヘガード分解、と不変量の構成について理解できる。				
・方法： 講義中の発表と提出される課題、レポートにより評価する。				
【テキスト・参考書】				
テキストは指定しません。関連する学術書、学術論文などを随時紹介します。				
【その他】				
・学生へのメッセージ： 今までに学習してきた数学とは趣が異なると思います。				
・オフィス・アワー： アポイントメントを取ってください。連絡先などは初回の講義時に知らせます。				

授業科目名:	離散幾何解析学特論	開講学年:	1－3年
授業科目英語名:	Advanced Lectures on Discrete Geometric Analysis	開講学期:	後期
担当教員:	石渡 聡 (Satoshi Ishiwata)	単位数:	2単位
担当教員の所属:	理学部理学科	開講形態:	講義
担当教員の実務経無		開講対象:	地球共生圏科学専攻(博士後)
担当教員の実務経無		科目区分:	選択科目

開講対象:	地球共生圏科学専攻(博士)	科目区分:	選択科目
-------	---------------	-------	------

【授業概要】 ・授業の目的: グラフをリーマン多様体の離散的近似とみなし、グラフ上で解析学 ・授業の到達目標: 等周不等式やランダム・ウォークの長時間挙動など、グラフの幾何構造と密接に関連している解析的性質を理解する。 ・キーワード: グラフ、多様体、関数不等式、ランダム・ウォーク 【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】

	A.記述	B.グループワーク	C.発表	D.実技
習得 (1)	☐ A-1. ミニツブペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☐ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。
活用 (2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形で文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。
探究 (3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらえようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。

☒ 該当しない

【科目の位置付け】 多様体の基礎的な性質をもとに、グラフの解析的・幾何学的性質を考察する 【SDGs(持続可能な開発目標)】 ☐01.貧困をなくそう ☐02.飢餓をゼロに ☐03.すべての人に健康と福祉を ☐04.質の高い教育をみんなに ☐05.ジェンダー平等を実現しよう ☐06.安全な水とトイレを世界中に ☐07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに ☐08.働きがいも経済成長も ☐09.産業と技術革新の基盤をつくろう ☐10.人や国の不平等をなくそう ☐11.住み続けられるまちづくりを ☐12.つくる責任つかう責任 ☐13.気候変動に具体的な対策を ☐14.海の豊かさを守ろう ☐15.陸の豊かさを守ろう ☐16.平和と公正をすべての人に ☐17.パートナーシップで目標を達成しよう ☒ 該当なし
--

【授業計画】 ・授業の方法: 講義形式。状況に応じて授業動画をネットにアップし、オンラインでの受講も可とする。 ・日程: 1. 概要の説明、2、グラフの基礎、3、多様体の基礎、4、ラプラシアン、5、等周問題、6ランダムウォーク
--

【学習の方法・準備学習に必要な学修時間の目安】 ・受講のあり方: 習っていないところは基本的なところから説明するので積極的に質問やコメントをしてほしい ・授業時間外学習へのアドバイス: 参考書やノートで定義・定理を見直すといよい。具体例で考えてみるとよい。

【成績の評価】 ・基準: 多様体上の基本的性質をもとに、グラフ上の解析学や成り立つ諸性質について理解しているか ・方法: 出席およびレポート

【テキスト・参考書】 ラプラス作要素とネットワーク 浦川肇 著 裳華房 ISBN978-4-7853-1098-1.
--

【その他】 ・学生へのメッセージ: 非専門家向けに話をするのでわからないところがあれば積極的に質問してください。 ・オフィス・アワー: 質問は随時受け付けるので ishiwata@sci.kj.yamagata-u.ac.jp に連絡してアポイントメントをとってください。

授業科目名: 超越関数特論		開講学年: 1年	
授業科目英語名: Advanced Lectures on Transcendental Functions		開講学期: 前期又は後期	
担当教員: 西岡 斉治 (NISHIOKA Seiji)		単位数: 2単位	
担当教員の所属: 理学部理学科		開講形態: 講義・演習	
担当教員の実務経 無		開講対象: 地球共生圏科学専攻(博士後期課程)	
担当教員の実務経		科目区分: 選択科目	
開講対象: 地球共生圏科学専攻(博士後期課程)		科目区分: 選択科目	
【授業概要】			
・授業の目的: 三角関数, 指数関数, 対数関数といった初等的かつ超越的な関数や, 楕円関数, ガンマ関数といった特殊関数を通して, 超越性, 初等性への理解を深めることを目的とする.			
・授業の到達目標: 個々の関数の超越性, 初等性について, 既存の証明手法を身につけることができる.			
・キーワード: 超越関数, 初等性, 微分代数, 差分代数			
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】			
	A.記述	B.グループワーク	C.発表
習得(1)	☐ A-1. ミニツッパーパー, リフレクションペーパー等によって, 自分の考えや意見をまとめ, 文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。
			☐ D-1. 演習, 実習, 実験等を行う機会がある。
活用(2)	☐ A-2. 小レポート等により, 事前学習(下調べ, 調査等含む)が重要な知識の上に思考力を問う形での文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ, 調査等含む)をした上で, 他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ, 調査等含む)をした上で, プレゼンテーションを行い, 互いに質疑応答や議論を行う機会がある。
			☒ D-2. 事前学習(下調べ, 調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習, 実習, 実験等を行う機会がある。
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で, 学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い, その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で, 学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い, 互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で, 学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い, その成果を発表し理解してもらえようプレゼンテーション, 質疑応答, リフレクションを行う機会がある。
			☐ D-3. 習得した知識を活用する中で, 学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習, 実習, 実験等を行う機会がある。
☐ 該当しない			
【科目の位置付け】			
カリキュラムポリシー「高度専門職業人が有すべき基礎・基盤となる科目や研究テーマに合わせて必要な科目が履修できるカリキュラムを編成する。」に関連する。			
【SDGs(持続可能な開発目標)】			
☐ 01.貧困をなくそう ☐ 02.飢餓をゼロに ☐ 03.すべての人に健康と福祉を ☐ 04.質の高い教育をみんなに ☐ 05.ジェンダー平等を実現しよう ☐ 06.安全な水とトイレを世界中に ☐ 07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに ☐ 08.働きがいも経済成長も ☐ 09.産業と技術革新の基盤をつくろう ☐ 10.人や国の不平等をなくそう ☐ 11.住み続けられるまちづくりを ☐ 12.つくる責任つかう責任 ☐ 13.気候変動に具体的な対策を ☐ 14.海の豊かさを守ろう ☐ 15.陸の豊かさを守ろう ☐ 16.平和と公正をすべての人に ☐ 17.パートナーシップで目標を達成しよう			

【成績の評価】

・基準:

関数の超越性と初等性に関する基本的な概念を理解し、超越性と非初等性を証明できること。

・方法:

レポート点100点

【テキスト・参考書】

西岡斉治「代数的差分方程式—差分体の応用」数学書房

【その他】

・学生へのメッセージ:

部分分数分解、超越次数、ガロワ理論の初歩は既習として講義を進めます。1変数代数関数体については証明抜きでの紹介にとどめます。

・オフィス・アワー:

授業時間外に学生の質問に答える「オフィス・アワー」を西岡研究室(理学部2号館5階505号室)において、水曜日の12:10から12:50の間に設けます。

授業科目名:	関数体の整数論	開講学年:	1,2,3年	
授業科目英語名:	Number Theory in Function Fields	開講学期:	前期	
担当教員:	塩見 大輔 (SHIOMI Daisuke)	単位数:	2単位	
担当教員の所属:	理学部理学科	開講形態:	講義	
担当教員の業務経験:	無	開講対象:	地球共生圏科学専攻(博士後期課程)	
担当教員の業務経験:		科目区分:	選択科目	
【授業概要】				
・授業の目的: ヤコビ多様体や合同ゼータ関数など大域関数体の基礎的な知識を得ることを目的とする。				
・授業の到達目標: 大域関数体の基本事項を理解する。【知識・理解】 具体的な大域関数体上で計算、証明ができるようになる。【技能】				
・キーワード: 大域関数体、超楕円関数体、円分関数体、ヤコビ多様体、合同ゼータ関数				
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】				
	A.記述	B.グループワーク	C.発表	D.実技
習得(1)	☒ A-1. ミニツトペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☐ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。
	1～25%			
活用(2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形で文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を割り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらえるようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。
☐ 該当しない				
【科目の位置付け】				
ここに入力				
【SDGs(持続可能な開発目標)】				
☐ 01.貧困をなくそう				
☐ 02.飢餓をゼロに				
☐ 03.すべての人に健康と福祉を				
☒ 04.質の高い教育をみんなに				
☐ 05.ジェンダー平等を実現しよう				
☐ 06.安全な水とトイレを世界中に				
☐ 07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに				
☐ 08.働きがいも経済成長も				
☐ 09.産業と技術革新の基盤をつくろう				
☐ 10.人や国の不平等をなくそう				
☐ 11.住み続けられるまちづくりを				
☐ 12.つくる責任つかう責任				
☐ 13.気候変動に具体的な対策を				
☐ 14.海の豊かさを守ろう				
☐ 15.陸の豊かさを守ろう				
☐ 16.平和と公正をすべての人に				
☐ 17.パートナーシップで目標を達成しよう				
☐ 該当なし				
【授業計画】				
・授業の方法: 大域関数体の基礎について講義形式で説明する。また理解の助けのために、授業中に演習を行うこともある。				
・日程: 第1～6回:大域関数体の基本事項 第7～10回:ヤコビ多様体と合同ゼータ関数 第11～14.回:超楕円関数体と円分関数体のヤコビ多様体 第15.回:大域関数体に関する未解決問題				
【学習の方法・準備学習に必要な学修時間の目安】				
・受講のあり方: ノートを取り、講義内容の理解に努めること。疑問点は積極的に質問すること。				
・授業時間外学習へのアドバイス: 復習は必ず行うこと。演習問題を出すので、自分で解いてみること。				
【成績の評価】				
・基準: 大域関数体に関する基本事項を理解し、具体例において計算、証明ができることを合格の基準とする。				
・方法: 平常点(20点)とレポート(80点)を合計した得点をもって評価する。				
【テキスト・参考書】				
参考書: H. Stichtenoth 著、Algebraic Function Fields and Codes、Springer				
【その他】				
・学生へのメッセージ: 疑問点は演習時間やオフィスアワーを活用して積極的に質問してください。				
・オフィス・アワー: 日時: 水曜日の12:15～12:45、場所: 塩見研究室(S702)				

授業科目名：確率論的手法の量子情報理論への応用		開講学年：1年		
授業科目英語名：Application of Probabilistic Methods to Quantum Information Theory		開講学期：前期		
担当教員：福田 素久 (FUKUDA Motohisa)		単位数：2単位		
担当教員の所属：理学部理学科		開講形態：講義		
担当教員の実務経無		開講対象：地球共生圏科学専攻(博士後期課程)		
担当教員の实務経		科目区分：選択科目		
開講対象：地球共生圏科学専攻(博士後期課程)		科目区分：選択科目		
【授業概要】				
・授業の目的： 量子情報理論の数学的基礎の習得と確率論の視点からのアプローチを理解することを目的とする。				
・授業の到達目標： 量子情報理論を数学的な視点から理解し、ランダム行列などの確率論的な手法を応用できる。				
・キーワード： 量子情報、確率的手法、漸近幾何解析、自由確率。				
【学生主体型授業(アクティブラーニング)について】				
	A.記述	B.グループワーク	C.発表	D.実技
習得(1)	☒ A-1. ミニツペーパー、リフレクションペーパー等によって、自分の考えや意見をまとめ、文章を記述し提出する機会がある。	☐ B-1. 学生同士の話し合いの中で互いの意見に触れる機会がある。	☐ C-1. 自分の意見をまとめて発表する機会がある。	☐ D-1. 演習、実習、実験等を行う機会がある。
	1～25%			
活用(2)	☐ A-2. 小レポート等により、事前学習(下調べ、調査等含む)が必要な知識の上に思考力を問う形での文章を記述する機会がある。	☐ B-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、他の学生の意見を尊重しつつグループとしての結論を出すために議論をする機会がある。	☐ C-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)をした上で、プレゼンテーションを行い、互いに質疑応答や議論を行う機会がある。	☐ D-2. 事前学習(下調べ、調査等含む)で習得した知識等を踏まえて演習、実習、実験等を行う機会がある。
探究(3)	☐ A-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を記述する機会がある。	☐ B-3. 習得した知識を活用する中で、学生グループがテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、互いの考えを理解し合う中から新たに独自の意見や考え方を創り出す機会がある。	☐ C-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型学習を行い、その成果を発表し理解してもらえようプレゼンテーション、質疑応答、リフレクションを行う機会がある。	☐ D-3. 習得した知識を活用する中で、学生自身がテーマや目的などを主体的に定めて課題探究型の演習、実習、実験等を行う機会がある。
☐ 該当しない				
【科目の位置付け】				
ここへ入力				
【SDGs(持続可能な開発目標)】				
☐01.貧困をなくそう ☐02.飢餓をゼロに ☐03.すべての人に健康と福祉を ☒04.質の高い教育をみんなに ☐05.ジェンダー平等を実現しよう ☐06.安全な水とトイレを世界中に ☐07.エネルギーをみんなにそしてクリーンに ☐08.働きがいも経済成長も ☐09.産業と技術革新の基盤をつくろう ☐10.人や国の不平等をなくそう ☐11.住み続けられるまちづくりを ☐12.つくる責任つかう責任 ☐13.気候変動に具体的な対策を ☐14.海の豊かさを守ろう ☐15.陸の豊かさを守ろう ☐16.平和と公正をすべての人に ☐17.パートナーシップで目標を達成しよう				

・方法:

期末テスト(50%)とレポート(50%)を用いて評点を定める。

【テキスト・参考書】

参考書:

G. Aubrun and S. Szarek, "Alice and Bob Meet Banach: The Interface of Asymptotic Geometric Analysis and Quantum Information Theory", American Mathematical Society (2017)

J. Mingo and R. Speicher, "Free Probability and Random Matrices", Springer-Verlag New York (2017)

M. Wilde, "Quantum Information Theory", Cambridge University Press; 2 edition (2017)

【その他】

・学生へのメッセージ:

この授業は数学(広い意味での確率論など)と物理(量子情報理論)の学際的な視点で行われます。また、WebClassは定期的にチェックして下さい。

・オフィス・アワー:

授業終了後に遠慮なく質問に来てください。オフィスアワーについては講義で連絡します。