

## 2022年度 量子情報・エネルギー材料特論 A (4069)

### ■ クラス基本情報

科目区分	専門科目	教職科目	理科
単位数	1	選択・必修・自由	選択
授業形態	講義	主な使用言語	日本語
開講時期	I	履修登録システム	使用する
履修登録期間	2022/04/12~2022/05/13	履修取消期限	2022/06/22

### ■ 教育プログラム別の履修区分

プログラム名	IS	BS	MS	DS	DGI
履修区分	△	△	○	○	○
コア科目	-	-	-	-	-
履修方法	・修士論文研究又は特別課題研究を履修する場合は、序論科目、基盤科目及び専門科目から14単位以上履修すること。 ・課題研究を履修する場合は、序論科目、基盤科目及び専門科目から16単位以上履修すること。				

### ■ 授業科目概要

担当責任教員	柳 久雄
担当教員	柳久雄、香月浩之、中村雅一、辨天宏明
教育目的／学修到達目標	<p>【教育目的】                      将来の情報技術の基盤となる量子コヒーレンスの生成と操作ならびに量子コンピューティングの基礎について解説する。持続可能性社会やモノのインターネットを支える、有機熱電変換素子、有機太陽電池等の次世代技術の基礎と応用について解説する。</p> <p>【学修到達目標】                      1) 量子の重ね合わせと絡み合いについて理解し、量子コンピューティングの基本について概観できる。                      2) 超短パルスレーザーを利用した実験について学習し、光を用いて量子状態を制御する手法について理解する。                      3) 有機半導体におけるキャリア輸送と熱電効果について理解し、説明できる。                      4) 有機半導体材料を用いた次世代太陽電池について理解し、その動作原理を説明できる。</p>
授業概要／指導方針	<p>【授業概要／指導方針】                      量子計算の基礎をなす量子の重ね合わせと絡み合いについて述べた後、量子コンピューティングの基礎について解説する(1, 2回)。物質の量子状態を光によって制御する手法について、その基本概念と実際のアプリケーションについて紹介する(3, 4回)。有機半導体材料を用いた先端エネルギーデバイスのための基礎知識として、有機半導体中でのキャリア輸送過程およびゼーベック効果について解説し、新概念熱電変換材料を紹介する(5, 6回)。有機薄膜太陽電池の基礎について解説するとともに、高効率化を実現するための材料、素子構造設計について最近の動向を紹介する(7, 8回)。</p> <p>【授業時間外学修(予習・復習等)の目安】                      各回毎に授業内で与えられたAssignmentの予習2時間                      各回毎に復習2時間程度</p>

### ■ 授業計画

[1限目 9:20-10:50] [2限目 11:00-12:30] [3限目 13:30-15:00] [4限目 15:10-16:40] [5限目 16:50-18:20] [6限目 18:30-20:00]

回数	日付 [時間]	担当教員	テーマ	内容
1	6/17 [1]	柳久雄	量子の不思議	アインシュタインとボーアの論争、量子の重ね合わせと絡み合い、シュレディンガーの猫、ゴースト像実験、量子暗号、量子テレポーテーション

2	6/22 [1]	柳久雄	量子コンピューティングの基礎	古典ビットから量子ビットへ、量子回路と量子素子、量子アルゴリズム、量子コンピューティングの例
3	6/27 [1]	辨天宏明	有機薄膜太陽電池の基礎	電子ドナー/アクセプター材料、バルクヘテロジャンクション構造、発電機構について説明する
4	7/12 [1]	辨天宏明	エネルギー変換効率向上のための戦略	新規材料開発、多元ブレンド素子、タンデム型素子などについて紹介する。
5	7/15 [1]	香月浩之	量子状態制御の基礎	原子・イオントラップや半導体量子ドット等を利用した量子ビットの実例を紹介する。 また、IBM Quantum experienceを例に量子回路を実際に利用した簡単なアルゴリズムの実行について紹介する。
6	7/21 [1]	香月浩之	量子状態制御の応用	量子状態を制御するツールとして、超短パルスレーザーの基礎について解説する。 物質の量子状態を制御する、波束干渉制御技術について紹介する。
7	7/26 [1]	中村雅一	有機半導体薄膜中のキャリア輸送現象	有機半導体におけるキャリア輸送の一般論、多結晶薄膜のキャリア輸送バンドの実態、キャリア輸送過程の評価方法、包括的キャリア移動度モデルなど
8	7/29 [1]	中村雅一	ゼーベック効果の基礎と熱電変換	ゼーベック効果の固体物理学的な基礎、熱電変換素子のエンジニアリング、最新の有機および有機/無機ハイブリッド熱電材料など

## ■ 授業日程

[1限目 9:20-10:50] [2限目 11:00-12:30] [3限目 13:30-15:00] [4限目 15:10-16:40] [5限目 16:50-18:20] [6限目 18:30-20:00]

回数	日付	時間	講義室	備考
1	6/17	1	E318(MS)	
2	6/22	1	E318(MS)	講義中に提示した課題について、レポート(A4 1ページ以内)を <a href="https://nrss.naist.jp/group/142">https://nrss.naist.jp/group/142</a> に提出してください。提出締切:7/1(金)17:00
3	6/27	1	E318(MS)	レポート課題の内容については、7月12日(火)の授業で指示をします。
4	7/12	1	E318(MS)	レポートの提出期限は8/2(火)の17:00です。学籍番号・氏名を明記し物質事務室入口のレポート提出ボックスに提出して下さい。
5	7/15	1	E318(MS)	
6	7/21	1	E318(MS)	
7	7/26	1	E318(MS)	
8	7/29	1	E318(MS)	第8回の講義を対面ではなくWebexによる「リアルタイム」オンライン授業に変更します。以下のリンクで学外からでも参加できると思いますが、アーカイブ受講を申し出ていた人もできるだけリアルタイムで参加して下さい。ミーティングリンク: <a href="https://naist.webex.com/naist/j.php?MTID=m84939b21aceeb26bdb1c066dc79fb5b">https://naist.webex.com/naist/j.php?MTID=m84939b21aceeb26bdb1c066dc79fb5b</a> ミーティング番号: 2513 225 2785 ミーティングパスワード: FdwHqm7Pp63

## ■ テキスト・参考書

テキスト	・特になし。必要に応じてプリントを配布する。
参考書	・アミール・D・アクゼル著 「量子の絡み合う宇宙量」(早川書房、2004 (第1~2回)) ・石井茂著「量子コンピュータへの誘い」(日経BP社、2004 (第1~2回)) ・P. Atkins and R. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics" 5-th edition, Oxford, 2011 (第5~6回) ・K. Seeger, "Semiconductor Physics: An Introduction" 9th ed., Springer, Berlin, 2004. (第3~4回) ・松尾豊著「有機薄膜太陽電池の科学」(化学同人)、2011 (第7~8回)

## ■ その他

履修条件	特になし
オフィスアワー	Eメールで連絡の上、日時を決める

<b>成績評価の方法と基準</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>・5段階(秀・優・良・可・不可)で評価する。</li><li>・演習やレポートの結果等によって評価を行う。</li><li>・量子情報処理や有機エレクトロニクスに係る物理的性質や基本概念の理解、これらの専門知識の習得を基準とする。</li></ul>
<b>関連科目</b>	特になし
<b>関連学位</b>	工学、理学
<b>注意事項</b>	本講義は原則対面型としますが、オンライン受講を希望する場合、担当教員ならびに教務担当事務 (ms-kyoumujimu@ms.naist.jp) に連絡の上、追って公開される講義のアーカイブを視聴してください。成績評価は、対面型受講者と同様に、各教員から出された課題(演習、レポート)を期日までに提出することによって行います。課題内容および提出期日はこのシラバスシステムに掲示します。

## 2022年度 量子情報・エネルギー材料特論 B (4069)

### ■ クラス基本情報

科目区分	専門科目	教職科目	理科
単位数	1	選択・必修・自由	選択
授業形態	講義	主な使用言語	英語
開講時期	III	履修登録システム	使用する
履修登録期間	2022/10/07~2022/10/28	履修取消期限	2022/12/08

### ■ 教育プログラム別の履修区分

プログラム名	IS	BS	MS	DS	DGI
履修区分	△	△	○	○	○
コア科目	-	-	-	-	-
履修方法	・修士論文研究又は特別課題研究を履修する場合は、序論科目、基盤科目及び専門科目から14単位以上履修すること。 ・課題研究を履修する場合は、序論科目、基盤科目及び専門科目から16単位以上履修すること。				

### ■ 授業科目概要

担当責任教員	柳 久雄
担当教員	柳久雄、香月浩之、中村雅一、辨天宏明
教育目的／学修到達目標	<p>【教育目的】                      将来の情報技術の基盤となる量子コヒーレンスの生成と操作ならびに量子コンピューティングの基礎について解説する。持続可能性社会やモノのインターネットを支える、有機熱電変換素子、有機太陽電池等の次世代技術の基礎と応用について解説する。</p> <p>【学修到達目標】                      1) 量子の重ね合わせと絡み合いについて理解し、量子コンピューティングの基本について概観できる。                      2) 超短パルスレーザーを利用した実験について学習し、光を用いて量子状態を制御する手法について理解する。                      3) 有機半導体におけるキャリア輸送と熱電効果について理解し、説明できる。                      4) 有機半導体材料を用いた次世代太陽電池について理解し、その動作原理を説明できる。</p>
授業概要／指導方針	<p>【授業概要／指導方針】                      量子計算の基礎をなす量子の重ね合わせと絡み合いについて述べた後、量子コンピューティングの基礎について解説する(1, 2回)。物質の量子状態を光によって制御する手法について、その基本概念と実際のアプリケーションについて紹介する(3, 4回)。有機半導体材料を用いた先端エネルギーデバイスのための基礎知識として、有機半導体中でのキャリア輸送過程およびゼーベック効果について解説し、新概念熱電変換材料を紹介する(5, 6回)。有機薄膜太陽電池の基礎について解説するとともに、高効率化を実現するための材料、素子構造設計について最近の動向を紹介する(7, 8回)。</p> <p>【授業時間外学修(予習・復習等)の目安】                      各回毎に授業内で与えられたAssignmentの予習2時間                      各回毎に復習2時間程度</p>

### ■ 授業計画

[1限目 9:20-10:50] [2限目 11:00-12:30] [3限目 13:30-15:00] [4限目 15:10-16:40] [5限目 16:50-18:20] [6限目 18:30-20:00]

回数	日付 [時間]	担当教員	テーマ	内容
1	12/5 [2]	柳久雄	量子の不思議	アインシュタインとボーアの論争、量子の重ね合わせと絡み合い、シュレディンガーの猫、ゴースト像実験、量子暗号、量子テレポーテーション

2	12/8 [2]	柳久雄	量子コンピューティングの基礎	古典ビットから量子ビットへ、量子回路と量子素子、量子アルゴリズム、量子コンピューティングの例
3	12/13 [2]	辨天宏明	有機薄膜太陽電池の基礎	電子ドナー/アクセプター材料、バルクヘテロジャンクション構造、発電機構について説明する。
4	12/16 [2]	辨天宏明	エネルギー変換効率向上のための戦略	新規材料開発、多元ブレンド素子、タンデム型素子などについて紹介する。
5	12/21 [2]	香月浩之	量子状態制御の基礎	物質の量子状態を制御するために必要となる光と物質の相互作用、波束干渉制御の基礎を紹介する。
6	12/27 [2]	香月浩之	量子状態制御の応用	原子トラップや半導体量子ドット等を対象とした、量子状態制御の実例を紹介する。
7	1/5 [2]	中村雅一	有機半導体薄膜中のキャリア輸送現象	有機半導体におけるキャリア輸送の一般論、多結晶薄膜のキャリア輸送バンドの実態、キャリア輸送過程の評価方法、包括的キャリア移動度モデルなど
8	1/11 [2]	中村雅一	ゼーベック効果の基礎と熱電変換	ゼーベック効果の固体物理学的な基礎、熱電変換素子のエンジニアリング、最新の有機および有機/無機ハイブリッド熱電材料など

## ■ 授業日程

[1限目 9:20-10:50] [2限目 11:00-12:30] [3限目 13:30-15:00] [4限目 15:10-16:40] [5限目 16:50-18:20] [6限目 18:30-20:00]

回数	日付	時間	講義室	備考
1	12/5	2	F105 (MS)	
2	12/8	2	F105 (MS)	
3	12/13	2	F105 (MS)	
4	12/16	2	F105 (MS)	
5	12/21	2	F105 (MS)	
6	12/27	2	F105 (MS)	
7	1/5	2	F105 (MS)	
8	1/11	2	F105 (MS)	

## ■ テキスト・参考書

テキスト	・特になし。必要に応じてプリントを配布する。
参考書	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アミール・D・アクゼル著 「量子の絡み合う宇宙量」(早川書房、2004 (第1~2回))</li> <li>・石井茂著「量子コンピュータへの誘い」(日経BP社、2004 (第1~2回))</li> <li>・P. Atkins and R. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics" 5-th edition, Oxford, 2011 (第3~4回)</li> <li>・K. Seeger, "Semiconductor Physics: An Introduction" 9th ed., Springer, Berlin, 2004. (第5~6回)</li> <li>・松尾豊著「有機薄膜太陽電池の科学」(化学同人、2011 (第7~8回))</li> </ul>

## ■ その他

履修条件	特になし
オフィスアワー	Eメールで連絡の上、日時を決める

成績評価の方法と基準	<ul style="list-style-type: none"><li>・5段階(秀・優・良・可・不可)で評価する。</li><li>・演習やレポートの結果等によって評価を行う。</li><li>・量子情報処理や有機エレクトロニクスに係る物理的性質や基本概念の理解、これらの専門知識の習得を基準とする。</li></ul>
関連科目	特になし
関連学位	工学、理学
注意事項	特になし