

科 目	必・選	担 当 教 員	学年・学科	単位数	授 業 形 態							
量子力学 Quantum Mechanics	選	溝川辰巳	1 年生 メカトロニクス工学専攻 エコシステム工学専攻	学修単位 2	前期 週 2 時間							
授業概要	20世紀初頭，黒体輻射や光電効果など古典物理学では解決不能だった諸困難が，やがて量子力学という新しい学問の建設により解決されていく過程を学ぶ。その後，シュレーディンガー方程式など量子力学の基本的な諸概念と，簡単な系の量子力学的取り扱いについて学習する。さらに，原子スペクトルなどいくつかの現実の物理系に例を取って，電子や原子の世界からマクロな物質まで，量子力学が世界を統一的に理解していくための現代物理学の重要な手段である事を理解する。											
到達目標	波動関数や演算子などの量子力学の基本概念を踏まえて、自由粒子や井戸型ポテンシャル中の粒子などの簡単な系に波動方程式を当てはめて解析する事ができ、その結論（トンネル効果やエネルギー準位）を理解することができる。											
評価方法	日常の提出課題を40%、期末試験を60%として評価する。											
教科書等	教科書：上羽弘「工学系のための量子力学」森北出版 及び配布プリント											
内 容	(110分授業を15回実施する。なお、1回の自宅演習は240分を目処にする。)				学習・教育目標							
第 1 回	量子力学の考え方が現れた背景（比熱、空洞輻射、Planckの公式、量子）(自宅演習)				C							
第 2 回	" (自宅演習)				C							
第 3 回	" (自宅演習)				C							
第 4 回	原子の構造とボーアの理論（スペクトル、定常状態、量子条件）(自宅演習)				C							
第 5 回	" (自宅演習)				C							
第 6 回	電子波の仮説と波動方程式（「物質波」、Schrodinger方程式）(自宅演習)				C							
第 7 回	" (自宅演習)				C							
第 8 回	自由粒子、井戸型ポテンシャル、トンネル効果(自宅演習)				C							
第 9 回	" (自宅演習)				C							
第10回	" (自宅演習)				C							
第11回	" (自宅演習)				C							
第12回	いくつかの簡単な例（調和振動子、水素原子）(自宅演習)				C							
第13回	" (自宅演習)				C							
第14回	" (自宅演習)				C							
第15回	"、試験 (自宅演習)				C							
(特記事項) 90分授業の場合は、上記内容を15週間に18回の授業で行う。		JABEEとの関連										
		JABEE	a	b	c	d1	d2a)d)	d2b)c)	e	f	g	h
		本校の学習・教育目標	A	A	C	C	C	B	B	D	C	B

合格ラインについて、特に記載の無いものは、60点以上を合格とします。

19世紀は、ニュートンの運動の3法則(1687)や、原子論(ドルトン、1803)、電磁気学のマクスウェル方程式(1865)、エネルギー保存則などの物理学上の基本的な諸法則が出そろい、「万物を支配する根本法則はすでに発見された。全ての現象はそれらの応用にすぎない。」と信じられた時代でした。また同時にこの時代は、おびただしい科学技術上の新発見・新発明がなされた時代でもありました。(例えば、大多数の元素の発見、周期律表、電話、内燃機関、海王星の発見、電灯、合成繊維、変圧器、自動車、映画、無線電信、染色体の発見、電子の発見、等々。)科学技術に対する信頼が最も高まった時代と言えます。

しかし、この時代に続く20世紀初頭にはすでに、当時知られていた諸法則では容易に理解できない現象がいくつも見つかり始めます。「黒体輻射」、「光電効果」、「原子スペクトル」などの諸現象です。やがてこれら一連の困難は、単に問題が複雑で理解が困難というのではなく、従来の物理学の体系の基本的な部分と(少なくともその一部と)矛盾するが故の困難である事が明らかになってきます。

19世紀の科学は、世界をいわば「巨大な機械」と見なしていました。天体の運行から化学反応、生命現象に至るまで、あらゆる現象は、100種類足らずの原子という部品で組み立てられた極めて複雑な機械が、根本的には力学の法則に従って動くことによって起こるのだ、という考え方です。ところが、20世紀はじめの多くの研究は、少なくとも原子のレベルではこのようなイメージが現実と異なる、ということを証明したのです。

考え直す必要があったのは、まず、電子などの素粒子をピンポン玉のような「粒」と見なす考え方です。電子は、実は、広い範囲に広がった「波」で表されること、時によって「粒」のようにも振る舞うこと、がわかってきます。さらに、「波」の典型のように考えられてきた「光」が、実は時によって「粒」のようにも振る舞うこと、もわかってきます。

こうした根本的なものの見方の転換をとめないながら、やがて、先に述べた多くの困難を解決する新しい力学の理論が完成します。それが「量子力学」です。

量子力学は始め、原子の世界という、日常生活とは縁遠いところの問題を解決するという動機で作り始められました。確かに世界を支配する根本法則かも知れませんが、それが直ちに、現実の我々の生活に大きな影響を持つ、と言うことと同じではありません。むしろ、「余り関係ないんじゃないの?」というのが大方の見方でしょう。

ところが、色々な具体的問題に応用されて行くにつれ、量子力学は巨大な力を発揮していきます。周期律表の成り立つ根拠が原子構造から完全に解明されます。化学結合の成り立ちを始め、分子の諸性質を基本原理から説明することが可能になります。金属や半導体の諸性質も説明できるようになり、素材やデバイスの開発が理論的予想に支えられて進むようになります。(情報技術の発展も半導体に支えられているのは言うまでもありません。)レーザーの考案も量子力学の応用の一つでした。現在も、太陽電池やセンサの開発で量子力学に基づく予想が大きな力を発揮しています。まさに、量子力学は世界を変えたといって良いでしょう。

この講義では、上のような量子力学の意義を理解してもらうと共に、その基本的な概念、考え方を理解し、将来、自分自身の分野で必要となる進んだ勉強の足がかりを提供することを目標としたいと思います。