

平成 16 年度量子力学講義(感想・意見)

- この講義を受けての率直な感想は、「今までの講義とは比較にならないくらいやる気の出た講義だった。また同時に比べ物にならないくらい難しい講義だった」という事です。私自身、物理学科出身ですので量子力学は重要な科目の一つという思いで学んできましたが、その頃は担当教授に「今は量子力学で用いる、計算をとにかく自ら解く事が大切なのです。」と申されていたことから、とにもかくにもひたすら数式との戦いでした。ですから、そういった面では、大学院に入り続々と出てくる数式に抵抗無く感じられるようになったので、とても有効でした。一方で、難しい数式を解く事ばかりに熱中したため、量子力学の中に現れる、数式と現象を結びつけたり、数式の中に内在する物理の本質になかなか目を向けることができいていませんでした。ところが、今回の講義の中で、先生が懇切丁寧に説明して下さった話の中から、自分の中で量子力学の本質をわずかながら構築できたと感じています。また、いくつかの誤った考え方の修正も行われました。例えば、不確定性関係や BEC についてですが、これらは以前私が思い込んでいたものとは異なるところに本質が隠れていた代表であり、納得するとともに感銘を受けました。一方で講義の半ば、5 章ですが講義の話だけで終わらせたため良く理解せずに過ぎ去った部分もあり、今になって講義ノートを読み返して納得するために孤軍奮闘しております。この講義ノートですが学会のため 2 回ほど講義に出られなかった際にはとても有効に活用できたと思います。レポートの量にしても、後のほうでまとめてやった私には少々苦悩の日々が続きましたが、毎回の出題量は適量で一年ほど開いていなかった、微積のなども覗けてよかったと思います。
- まず大学院の講義を自分がどのように考えているかを述べたい。自分は高々十数回の講義を聞いただけで、或る専門分野に関する十分な知識が得られるとは思わない。従って、大学院の講義の目的は、学生にその分野に対する興味を抱かせる事にあると考えている。そのためには教科書の最初から最後までを急ぎ足に紹介するという形ではなくその分野で興味深いと思われる部分のみを扱うという形の講義で、後は各自の自主性に委ねるといふもので十分である。その意味で、この量子各論()は非常に有意義な講義であったと思う。あまり広範囲を扱っていないにもかかわらず、内容が希薄になっていないのは、講義が「物理」の部分抜き出し、「数学」(所謂、計算)の部分は課題とする形態による所が大きいと感じる。これは、他の講義でもそうあって欲しいと願う所である。上述の内容に関連して一つ要望をあげるとすれば、興味を持った内容のより進んだ学習のため、或いは復習のために、文献の紹介を願う。講義ノートは self-contained であってよいと思うが授業中の質問受付の際には「その回答は~の本にある」という指針を出すだけでも十分な解説になっていると思われる。学生からの質問に各分野毎のより進んだ専門知識を要するものが多かったように思う故の要望である。
- 今まで、量子力学の計算ばかりでその意味や面白さを講義する授業はあまりなかったのですが、この量子力学各論ではそういった量子力学の意味が理解できました。特に最初の方のコペンハーゲン解釈と多世界解釈の話は今まで曖昧だった知識がだいぶ深まったような気がします。授業に関する意見としましては、質問をもう少ししたかったです。しかし授業時間の関係上難しいとは思いますが、これは西森先生が授業で取り入れていた方法ですが、授業の終わりに紙を配り「今日の授業での質問」を出席代わりに書かせるというのはどうでしょうか？西森先生はこの質問を集めて回答を次の授業で配布するという形をとっていました。この Q&A は勉強をする上で大変役に立ったので是非、取り入れてみてください。(もちろん、先生の負担は大きくなってしまいますが・・・)
- 学部時代に習った量子力学ではあるが今回の講義で様々な面白い面を知ることができた。学部の量子力学

では新鮮な驚きがあったが、では摂動論など重要ではあるがいささか技巧的な面へ向かってしまい少々残念に思っていたところであったから尚更である。ただし、一つ難を言うならばあれだけ詳しいテキストを用意するのであればいっそ自分で予習させ、講義中の大半を質問時間に当てるくらいでも良かった気がします。(大人数だったので難しいかもしれませんが・・・)

- 全体的に面白い話が多く興味深く聞くことができた。構成としては素晴しかったと思うが、多世界解釈の話は個人的には解りづらかったので可能であればもう少し詳しい説明を聞きたかったと思う。
- 講義で扱われた内容はどれもとても興味深いものでした。但し、内容・量が豊富であるため、板書をあまりせず講義ノートを読むだけになってしまった部分が多かったのは残念です。また、個人的にはもう少し観測理論について深く講義していただきたかったです。しかし、基本的にはとても良い講義だったと思います。半年間、有難うございました。
- 上田先生の講義は普通の教科書とは違った解釈(正しい解釈)や方法を用いて面白かったです。自分の知っている方法と繋がるように導いてみると(自分の中では)より深く解ったような気がします。最後の方は頼み込んで出ましたが運悪くあまり講義に出られなかったので来年も講義して欲しいです。
- 単位は申告せず授業だけ聞いていたので感想だけ提出させていただきます。幸運にもこの量子各論の授業が5月から開講だったため第1回目からこの授業に出ることができました(4月の初めは化学物理第一の授業を受けていました)上田先生のHPにあった学生の量子各論に対する感想を読んだ事が、この講義を取った動機です。学生の感想にあった不確定性関係の話が今年度も聞いて良かったです(この話を聞くことが一つの目的でした)。以前、量子テレポートの話題で上妻先生に質問した際に、メールで「 $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$ という式は、いわゆるシュバルツの不等式から算出されるものですが、これを『測定と測定に伴う攪乱の関係』と誤解する人が非常に多いです。式の導出方法をたどれば二つの意味するものが正確には違うことが解ります」との返信をもらっていたのですが、この返信の意味が講義を聞いてようやく解りました。 x と p の同時測定では通常 $\Delta x \Delta p \geq \hbar$ となり測定系と否測定系に負の相関をつくれれば $\Delta x \Delta p \rightarrow 0$ とする事が可能という話は同時測定や不確定性関係の奥深さを感じさせられました。また、「非可換・同時には決められない」と言われている x, p を γ 線顕微鏡のように同時に測定しようとする事について特に違和感を持たずにいた事を反省しました。私が興味を持っていたせいかもしれませんが、学部3年でも授業の内容にある程度ついていくことができた気がします(気がするだけでもいいかもしれませんが)。多分、上田先生が数学ではなく物理に重点を置いて話していたためだと思います(熱・統計の授業もそうですが、上田先生の授業は「物理をやっているよかった」と思える授業だと思います)。Eichmannのイオンを使った二重スリット実験や量子情報の消去の話は量子力学の奇妙さがあらわに出て大変興味深い話でした。どれだけ奇妙でも量子力学はやはり正しいと言う気持ちにさせられました。多世界解釈の話は式は追えたのですが「多世界」の意味がよく解りませんでした(ノートに『結局、我々は何を見ているのか?』という走り書きが残っています)できれば講義ノート欲しいところでした。また、7.4~7.12節は密度演算子・密度行列を理解していなかったため、理解半分といった感じでした(研究室所属までに勉強しておきます)。個人的には最後の補講(というか特別講義)で時間発展の線形性の周辺の話についてもう少し触れてもらいたかったかと思いますが、BEC周辺の話(物質波干渉、フェッシュ-バウハ効果、ボース・ノバ)も大変興味深く聞けました。第1回目から最後の補講まで全部聞きましたが、毎回、何かしら「物理をやっているよかった」気分になりました。また、簡単なつまらない質問にも答えて頂有難うございました。とにかく、大変有意義な講義でした。教科書が出たら買うつもりです。

- ・ 最初の方の講義はとても解りやすかったが、4章の後半くらいから難しくなりついて行くのが精一杯でした。講義では質問を曖昧にすることなく答えていただけたので理解の助けになりました。課題レポートは最初の方は考えさせられる問題でしたが途中からは計算が中心となり大変でした。
- ・ 授業への内容は量子力学の概念などの基本的な所からその応用や現在の状況やトレンドまで詳しく聞いてとても身になったと思います。また、進め方も途中、折々に質問の時間を設けてあったのでより理解を深めることができましたと思います。ただそれでも、現在研究室で量子力学を研究しているわけではないので、やや解りづらい部分もあったのは事実です。しかし、この講義で学部時に学んでいた時よりもとても面白く、興味が湧いたのでまた機会があれば近いうちにもう一度読み直し理解してみたいと思います。
- ・ 現在、私は原子核の勉強をしています。量子力学各論 には量子力学の基礎と物性物理的な色彩を強く感じました。物性物理に関する知識は皆無に等しい状態で講義に臨みましたので、電磁場の量子化の中盤以降からは私にとっては聞き慣れない難しい話が続きましたが、量子力学を応用した最新の研究（例えば、量子コンピュータ、量子暗号、量子情報など）の話は実に新鮮で興味深いものでした。個人的には量子力学の解釈の問題に一番の関心を持ちました。この講義でシュレーディンガーの猫のパラドックスについて新たな考え方を得ることができましたので、このパラドックスの持つ感覚的な理解に苦しむという悩ましさを緩和することができたので良かったと考えています。
- ・ 5月からの3ヶ月間、大変ためになる講義有難うございました。自分は学部の頃はどちらかというと情報系に近い専攻でしたので量子力学は独学で少々勉強しましたが本格的に学ぶのは今回が初めてでした。やはり量子力学は解りにくい。というのが率直な感想です。ですが、今回この量子力学各論 を受講することによって以前より量子力学に対する苦手意識が無くなったのは確かです。むしろ奥が深くおもしろい学問なんだと感じました。（理解し切れない所も多いですが・・・）また、上田先生のわかりやすく丁寧な解説によって今後、自分は量子力学をどんなふう、どんなことを勉強して行けばいいのかという指針みたいなものが解ったので良かったです。夏の間をしっかり勉強して次につなげたいと思います。3ヶ月間、有難うございました。
- ・ とても解りやすい授業ではあったが、自分としては最初の方もテキストを配布して欲しかったし、OHPを使う場合でもその部分を配布して欲しかった。
- ・ 量子力学の性質について具体的な例を用いて説明されていたので非常に解りやすく興味深かった。また、表現が簡潔で数式も必要最低限に抑えられていて内容がコンパクトにまとめられていたので退屈せずに講義を聴くことができた。先生が研究での姿勢について「自分の専門分野ばかりやるのではなくて常に広く興味を持つことが大切です」といわれたときには少しハットしました。自分の専門も決まりその方面の勉強ばかりしている最近では他の事への関心・興味が薄れていました。そのためいつも限られた理論体系の中でのみ考え、勉強していて内容が貧困になっているような気がしました。確かに内容豊かな経験や幅広い視点を持つことにより良い研究、良いアイデアが生まれやすくなるのだと思います。常に広く興味を持つということ意識するきっかけになりました。
- ・ 今回量子力学各論 で扱った問題は学部時代にあまり触れなかったことだったので新鮮な感じがしました。しかしながら今回学んだ事は量子力学を理解する上で必要不可欠なものに感じて、大変有意義だったと思

います。僕を含めて、学部時代に講義を中心に量子力学を学んできた人はこのような問題に触れる機会があまり無かったと思うので、この講義でそれを学べたという点でこの講義の意味は大きかったのではないかと思います。

- ・ とても興味深い講義でした。今まで勉強してきた量子力学が単なる計算だけだったと反省しています。回数が少なかったことと散乱の難しい所などが残念に思いました。
- ・ 非常に有意義な講義でした。今まで量子力学に対して持っていた漠然としたイメージがはっきりとまではいかないまでも見えてきた気がします。特に1粒子干渉での話は興味深かったです。量子情報の消去とコヒーレンスの回復の章においての量子力学ならではの不思議な現象は信じ難くもあり、面白くもありました。
- ・ とても楽しく面白い授業でした。毎日この授業に出るのが楽しみでした。意見としては参考資料などはとても充実していて良かったのですが、参考文献を色々教えてもらいたかったです。例えば毎回の授業ごとに何か本・教科書を紹介してもらえたらいいと感じました。最新の物理のトピクス、例えば「量子情報分野」など、学生は興味を持っている人は多いと思うのですが、どんな本に接したらそういった物理が深く追求されるのか知らないからです。
- ・ 量子力学についてもう一度考えさせられる授業で有意義だった。私は確率解釈がなかなか自然なものだと感じているので多世界解釈には驚かされました。
- ・ 今まで学部2年から量子力学を勉強してきたがハイゼンベルクの不確定性関係、シュディンガー方程式・ボルの確率解釈など様々な言葉のきちんとした理解ができていなかったため、この授業の意義は非常に大きかった。二重スリットの干渉問題やBEC理論なども非常に興味深かったができる事ならもう少し量子力学で今まで学んできたことのきちんとした考察などを示して欲しかった。(例えば散乱問題や各運動演算子などについて)
- ・ レポートの問題の全ては解けませんでしたが多岐の問題に触れる事でより深い知識を得ることができました。有難うございました。
- ・ 量子力学の観点から色々なトピックを扱っていたのが面白かった。(個人的には8/3の補講が強く印象に残っている)ただ、後半が少し急ぎ足だったせいか、聞きたかった分野が飛んでしまったのが少し心残りである。この講義は深く狭くより広く浅くといったスタンスでいて欲しいし、また、大体はそんな形式だったので自分のなじみのある分野が別の視点で紹介された時は自分の中では斬新だった。量子の視点からさらに色々な考え方を促すきっかけとなるのであろう講義だった。
- ・ かなり疲れましたが量子力学の微妙なところ(そして、それは同時に面白い所でもあるのですが)について深く考える機会を持つことができ有意義でした。特に観測問題について大いに考えさせられるところがありました。まだまだそれについてつかめとは言えませんが、考えた経験はとてもプラスになりました。問題は計算よりも初めの2問のような問題がもっと多いほうが依り良いのではないかと思います。半年間有難うございました。

- ・ 講義の中で特に印象に残ったのは多世界解釈の話です。非常に奇妙な考え方だと思いました。でもそれで波束の収縮の問題がうまく説明できるところが面白かったです。今までこのような基本的な問題を深く考えたことが無かったのでいい機会でした。量子力学の不思議さを感じる事が出来ました。出来れば量子情報の話が聞きたかった。それからレポートが難しいです。
- ・ 私のこれまでの量子力学とは単なる計算練習であったように思います。今回の講義ではただの計算ではなく量子力学という物理を学べたように思います。
- ・ 量子力学を整理し、さらに今までと異なる視点から見る事が出来て非常に興味深く感じた。
- ・ 今回の授業では量子力学の基礎から話していただき、今までいまいち解らなかつた概念などが解りとても為になりました。今まで受けてきた授業では聞けなかつた様な話や教科書等に載っていないようなことが聞けて授業に興味を持つてました。途中から難しく感じ、ついていけませんでしたがとても面白い授業でした。有難うございました。
- ・ 初めからすごく解り易い授業でした。今まで受けてきた他の授業、また教科書等はただ式初めからだけを追っていて結局何が面白いのか解りませんでした。でも、上田先生の授業は非常に面白かったです。途中から解りにくくなってきましたが・・・。また、授業があれば取りたいと思います。

Of course, being a foreign student and only having a novice level of Japanese language, the main problem I found was not being able to understand what was being said in the class. If there was one improvement then, that I could suggest it would be an English translation of the lecture notes, and although some understanding can be achieved by studying the equation, without the context it is difficult to associate with the subject.

I think the best feature of the class was the student-teacher interaction which keeps students thinking during class and helps us to feel involved. The classes were always open for discussion and question. Also the reports given covered a broad spectrum of the class, so students must learn about almost all topics in the lectures in order to be able to answer all the questions, whereas I have found it common in other classes to ask only questions about a narrow area of the course.

Finally, I should add that I think that some kind of tutorial class where students and professor discuss specific questions and problems is helpful. There was one at the end of the semester and it may be helpful to have some more during the main semester time, although it is possibly considered that for master's course students time is rare enough.