

光と物質の物理学



日本物理学会 (The Physical Society of Japan)

物質・生命・宇宙など、あらゆるモノが**物理学**の研究対象になりますが、今回は**光**と**物質**をテーマとして取り上げます。私たちの身の回りで光と物質が織り成す様々な現象が物理学で理解できます。それらの理解が**究極の光と物質**に関する最先端研究にどのように繋がっているのかご紹介いたします。最先端の研究に従事している研究者とお話していただき、皆さんが高校で学んでいる物理学の新たな一面を見出していただけると嬉しいです。

日本物理学会の紹介

・会長 田島節子 会員数 約16000名

1877年 数学を含む東京数学会社として発足、数物学会として活動

1946年 数物学会を解散し、日本物理学会を設立

・毎年3月の年次大会・春季大会で開催されるJr.セッションでは、中高生が研究成果を発表し、現役物理学者からの質問やコメントに触れる機会があります。また、優秀な発表を表彰しています。

・日本物理学会の男女共同参画推進委員会(委員長 門信一郎)は、「物理の教育・研究・応用においても男女が互いにその人権を尊重し、性別にかかわらず、その個性と能力を十分に発揮することができる」という環境の実現・維持のために活動しています。

光の物理学

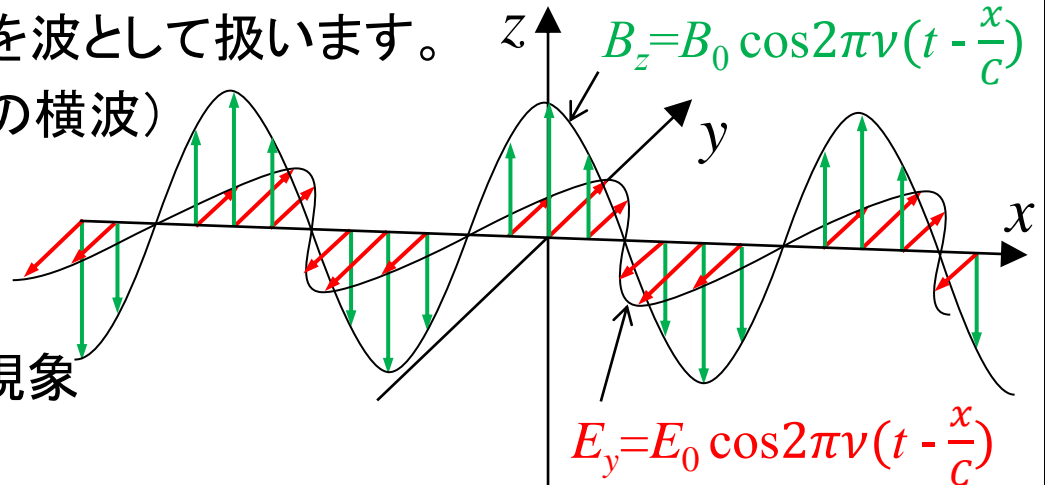
皆さんの教科書では、光を波として扱います。

光 = 電磁波 (電場と磁場の横波)

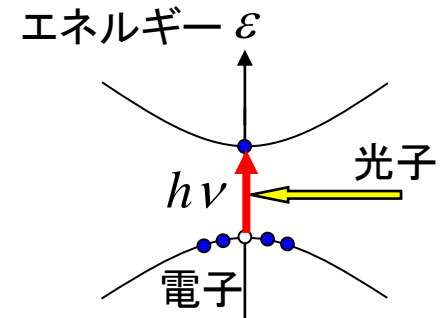
波長 $\lambda = \frac{c}{\nu}$ 振動数 ν

光速 c で伝播

偏光、屈折、干渉などの現象

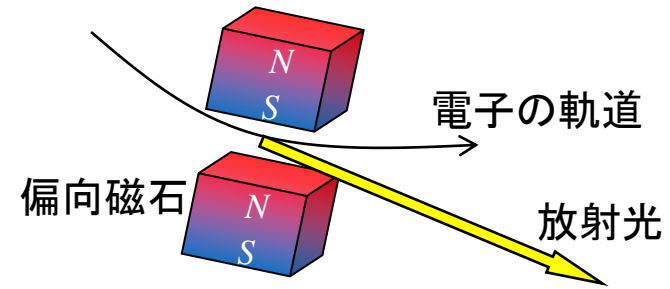


一方、光は光子という粒子の集まりでもあります。
物質中の1個の電子が1個の光子を吸収して $h\nu$ のエネルギーを受け取る現象は光電効果とよばれ、光子の存在を示しています。(h はプランク定数)



役に立つ放射光

光速に近い速さまで電子を加速して、磁場で電子の運動の向きを変えると軌道の接線方向に光が放出されます。この光を**放射光**と呼び、様々な波長で高輝度の光が放射されます。

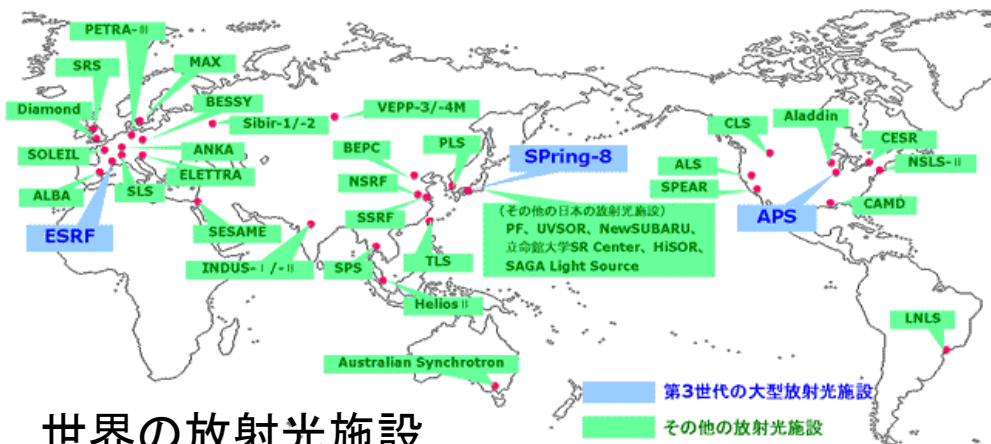
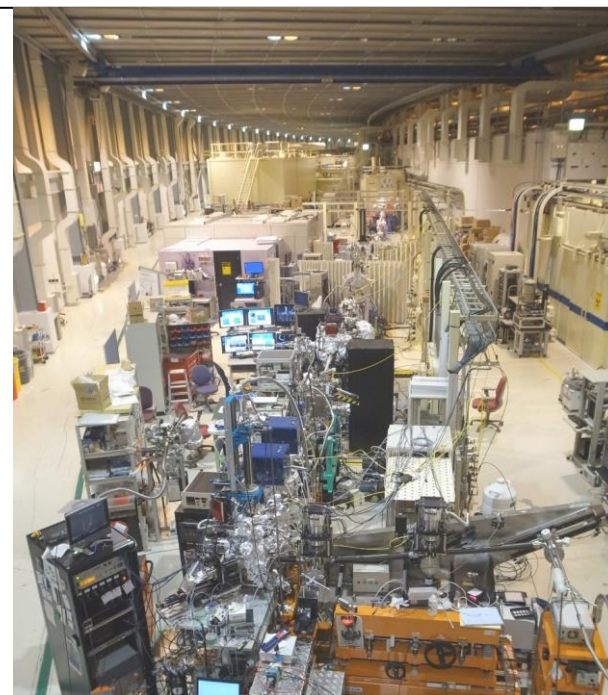


波長の長い側から、赤外線、可視光線、紫外線、真空紫外線、軟X線、硬X線、ガンマ線と分類されます。

電子を加速することが目的の加速器にとっては放射光は加速を邪魔する敵なのですが、一方で放射光は物質や生命の研究に幅広く利用されています。

放射光施設

国内外に様々な放射光施設があり、物質や生命の研究者が利用しています。兵庫県にあるSPring8は世界最大の放射光施設のひとつです。



世界の放射光施設
SPring8公式HPより

SPring8のビームラインBL07
東京大学物性研究所
原田研究室提供

物質の物理学

私たちの身の回りの物質

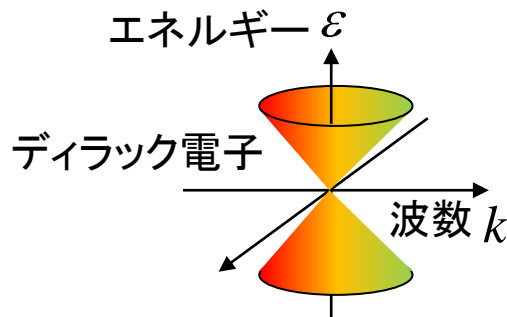
鉛筆の芯 グラファイト → グラフェン、ディラック半金属

陶器、ガラス 様々な酸化物 → 金属絶縁体転移、高温超伝導

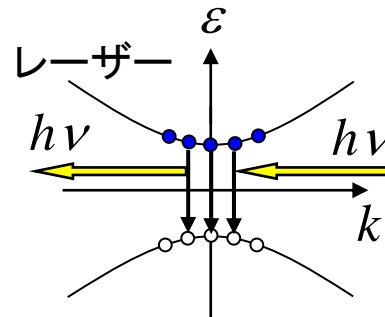
半導体 シリコン、窒化ガリウム → 演算素子、発光素子

磁石 遷移金属、希土類金属 → 発電機、モーター、磁気記録

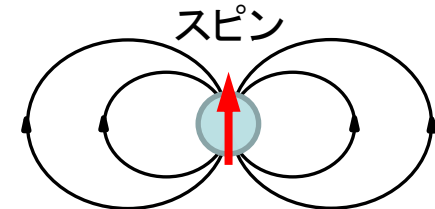
電子は波として振る舞う



電子は光子と結びつく



電子は極微の磁石



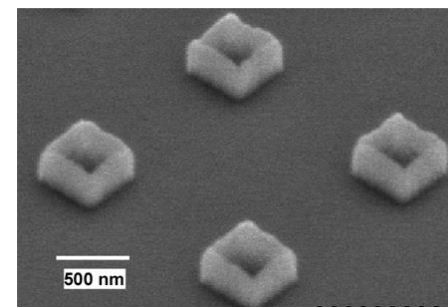
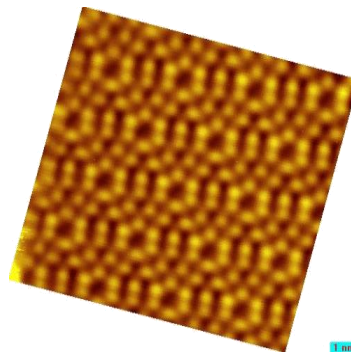
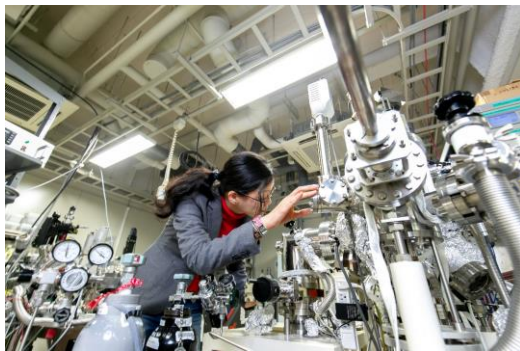
表面の不思議

固体表面は、内部(バルク)と全く異なる性質を示します。

“God made the bulk; the surface was invented by the devil.”

by Wolfgang Pauli

表面での現象を見るためには、0.1ナノメートルという微小なサイズの原子1個からの測定が必要で、専用の装置を用いて実験を行っています。電気伝導、摩擦、触媒反応などあらゆる性質に関係がある表面を理解して操作することで、未知の構造や機能を生み出すことができます。



安居院あかね 先生

量子科学技術研究開発機構
次世代放射光施設整備開発
センター 上席研究員

- 中学生のとき、ワトソン&クリックのDNA2重らせんに関する本を読んで、目に見えないものを研究することに興味をもった。
- 鉄腕アトムのお茶の水博士で名前を知っていたので、お茶の水大学理学部に進んだ。
- 専門は放射光(軟X線)を使った物性研究。現在は新しい放射光施設の立ち上げの中で日々刺激を受けている。
- 将来の夢(?)は、建設中の放射光施設の共用を無事に開始すること。
- 残業しない。土日出勤しない。職場でない世界をもつ。
- お茶の水大学の伊藤厚子先生、東京大学物性研究所の石井武比古先生に影響を受けた。



(写真:放射光施設の担当ビームラインの真空引き初めにて)

服部梓 先生

大阪大学
産業科学研究所
准教授

- 小さい頃から新しいこと、不思議なことが大好きで、実験や研究をする仕事がしたいと大学では工学部に入学しました。生き物のお世話が得意じゃないという理由もありましたが、目に見える身近なものよりも、物質の奥に潜む未知の世界に興味があって、医学、生物ではなく、物質科学を選びました。
- 地球に優しいグリーンな技術の開発を目指して、私たちの暮らしに欠かせないパソコン、電化製品の心臓部となる凄い機能を持ったナノマテリアルの開発に取り組んでいます。
- プライベートを犠牲にしても仕事を優先する、なんて古い時代の考えです。私は大好きな家族(夫、長男、長女、ハムスター)との毎日の時間をとても大事にして、これが研究の活力や解決へのアイデアになっています。



皆さんへのメッセージ

- 物理学は光や物質に限らず、宇宙・素粒子・生命など様々なモノを研究する際に基礎となる魅力的な学問です。
- 「人と競争するのは好きではない」という方も多いと思います。物理学の最先端の研究では、新発見や新技術を目指して競争する面も確かにあるのですが、「物理が単純に好きだから物理に関わる仕事に就きたい」という希望を実現することは十分に可能です。人と競争するのではなく自分が興味を持ったことを研究している人、地味で注目されなくても物理を応用して役に立つものを開発している人、学校で物理学を教えている人など、様々な人達が活躍しています。
- 日本の大学では、物理系学科の女子学生の比率は15%程度であり非常に低いです。しかし、海外では女子の比率が50%に近い国もあります(特に、フランス・アルジェリア・イラン・インドなど)。日本を含むその他の国々でも女子の比率を増やそうと努力しています。今後、物理系分野で世界的に活躍する女性が増えると期待されます。