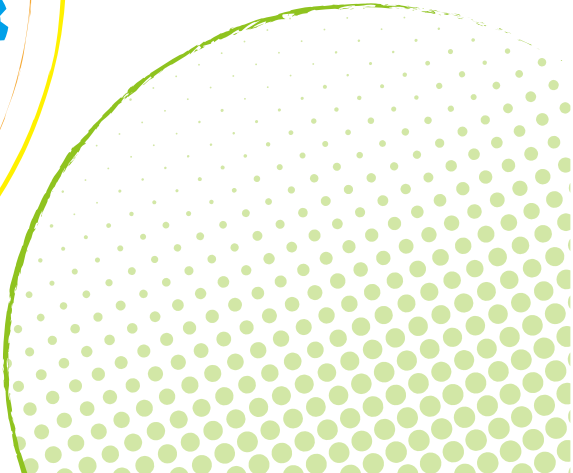
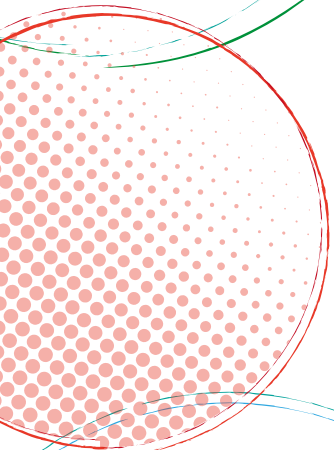
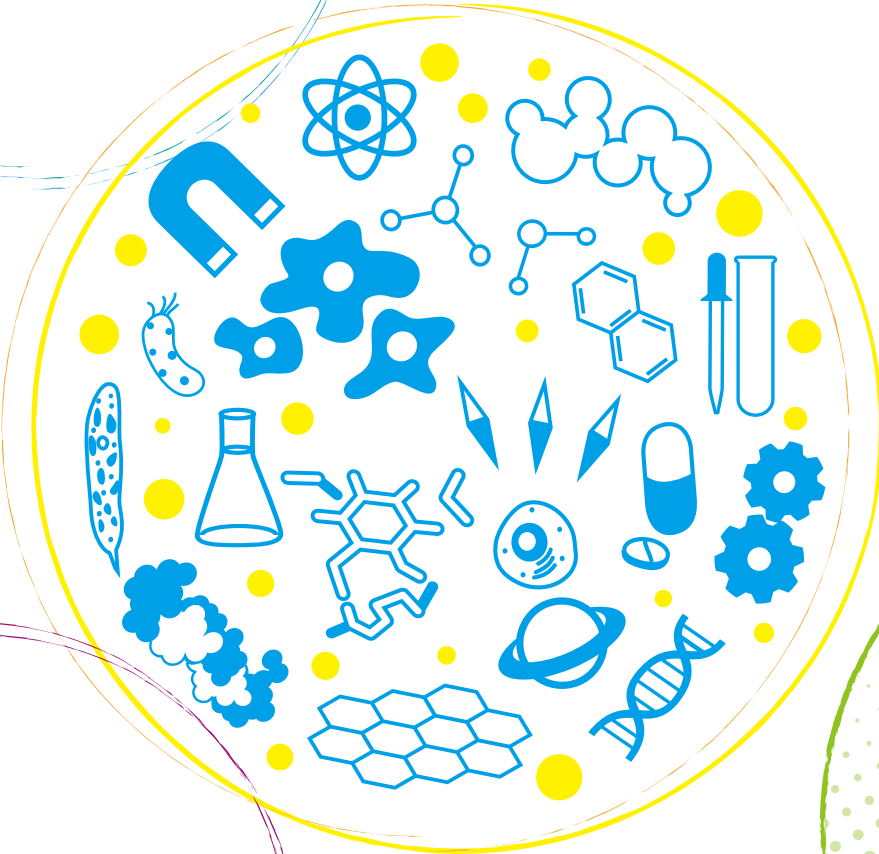




物質 構造科学 研究所

Institute of Materials Structure Science



物質構造科学 という名の 新しい科学

放射光科学研究施設 フォトンファクトリー

物質構造科学研究所は文部科学省所轄の大学共同利用機関19機関のひとつとして1997年に創設されました。大学共同利用機関は優れた研究設備や研究者集団を活かすことによって、国立大学等を中心とした学術研究を先導する研究機関であり、先端性や国際性を確保しながら、各機関が担当する研究分野を中心に共同利用・共同研究することが求められています。本研究所は物質構造科学という新しい科学を形作っていくミッションを持っています。

物質構造科学は、宇宙を含む自然界に存在する、生命体を含む多種多様な物質、人工的に生み出される各種材料などあらゆる"物質"の原子レベルでの"構造"や電子"構造"を研究対象としています。このような物質構造を知ることによって人類が生きていくのに有用な物質を見つけていくことも可能になります。



所長 小杉 信博

20世紀には、物質を科学するにもその成分の研究が中心でした。ところが、成分のそれぞれがわかっても物質の性質は説明できません。成分同士の相互作用のわずかな違いによって全く異なる性質になるケースもあるからです。21世紀近くになって現れた物質構造科学では、成分別ではなく、物質をあるがままに多方面から見ることを中心課題としています。物質構造科学研究所は、放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子といった複数の量子ビームを組み合わせることで研究できるという、世界的にも恵まれた研究環境に頭脳を結集しつつ物質構造科学を先導していきます。

J-PARC 物質・生命科学実験施設

あなたの「見たい」 に応える

結晶構造



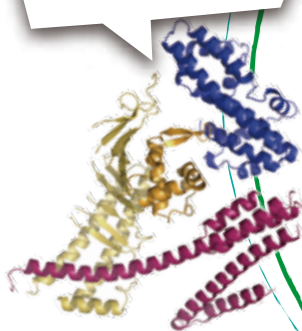
結晶は、分子や原子が規則正しく並んだ物質です。X線や中性子の回折現象を利用すると、結晶中の原子の並び方を知ることができます。タンパク質の構造解析にもこの方法が使われています。タンパク質は、生命活動を司る大きく複雑な分子です。

タンパク質の立体構造は、その機能を理解するための重要な情報です。この情報は、生命の仕組みを明らかにするだけでなく、病気の発症機構の理解や、副作用の少ない新薬の開発にもつながります。



電子を伝達するタンパク質BphAAの結晶 (千田美紀 特任助教)

東アジア型ピロリ菌の発がん性が高い理由を解明しました。



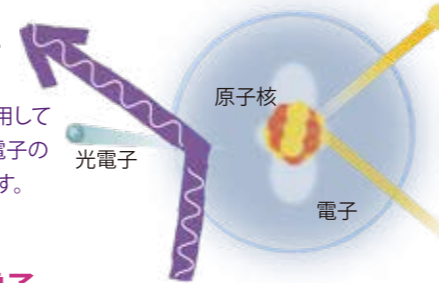
ピロリ菌由来の発がんタンパク質CagAの構造 (千田俊哉 教授)

加速器は巨大な顕微鏡

加速器が作り出す光や粒子は、物質を分子・原子レベルのスケールで見ることができます。X線、中性子、ミュオン、低速陽電子のそれぞれの特徴を活かし、総合的に利用することで、物質の機能発現のしくみを解明できます。

X 放射光

加速器から発生する、紫外線やX線を含む幅広い波長を持つ高輝度の光です。電子と相互作用して物質を構成する原子の並びや電子のふるまいを調べることができます。



中性子 n

電荷を持たない中性子は、水素やリチウムなど軽元素の観測に適しています。また同位体を識別できる性質を利用して目的の箇所を着色したり、高い透過力を利用して物質内部の構造を調べることができます。

e+ 低速陽電子

陽電子は電子の反粒子で、電気的性質から物質の最表面に対する感度が非常に高く、最表面やそのすぐ下の原子配置を精度よく決めることができます。

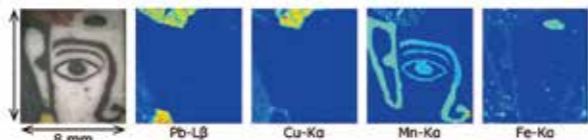
ミュオン μ

加速器から作られるミュオンはスピン(磁石の性質)が揃っています。これを原子サイズの方位磁針のように利用して物質の局所磁場を調べます。また負ミュオンから放出される元素に特有なX線は、元素分析にも使われます。

元素イメージング



マイクロ/セミマイクロビームを利用し、微量元素の分布を非破壊で調べることができます。



古代エジプトのモザイク・ガラス (東京理科大学 中井泉 教授)

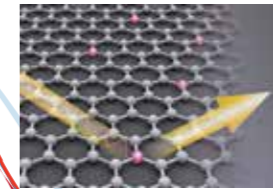
天保小判の表面付近ほど、金の含有率が高いことが判明!



表面・界面の構造



物質同士が出会う表面・界面は化学反応を担う重要な部分です。表面での回折や反射を利用し、表面での原子一層ずつの構造や、表面・界面での電子のふるまい、反応中の構造変化を調べることができます。



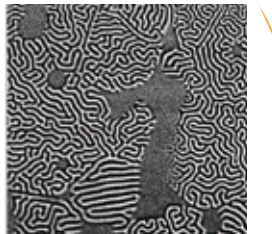
触媒や電池による反応は物質の表面・界面で起こります。例えば、充放電による電極の構造変化などを詳細に知ることによって、電池の効率化を実現できます。



磁性・スピン



レアメタルフリーな磁石、耐熱な磁石の開発は、電気自動車やハイブリッドカーに使われるモーターの性能・燃費向上につながります。



ネオジム磁石の磁区構造 (小野寛太 准教授)

偏光させたX線や中性子のスピン、ミュオンを利用して、磁気構造を調べます。磁気モーメントや運動量、時間的空間的な揺らぎなど、幅広く調べることができます。

反応をみる



化学反応はゆっくりとした変化からフェムト秒(1000兆分の1秒)まで幅広い時間スケールで起きています。ハイスピードカメラのようなパルス光源では、反応をコマ送りで捉えることができます。



化学状態イメージング



構造材料専用のX線顕微鏡によって、材料中の元素とその化学状態が3次元で分析できます。



タービン



5 μm 材料の欠陥を3次元で可視化 (木村正雄 教授)

航空機の機体材料の選定に物構研の顕微鏡技術が貢献!



共同利用

個々の大学では維持が難しい大型の加速器や関連施設を、共同利用機関として運用しています。国内外の大学や公的研究機関の研究者は、フォトンファクトリー（PF）、低速陽電子実験施設（SPF）と大強度陽子加速器施設（J-PARC）の物質・生命科学実験施設（MLF）を無償で利用することができます。

【お問合せ】

フォトンファクトリー利用相談窓口
(低速陽電子実験施設を含む)

✉ pfexconsult@pfiqst.kek.jp

産学連携

材料評価や特性発現メカニズムの解明は、ものづくりに必須なものとなっています。PF、SPFおよびJ-PARC MLFで培われてきた材料評価・解析技術の活用は、新たな製品創出や品質向上につながっています。

J-PARCセンター ユーザーズオフィス

✉ j_proposal@ml.j-parc.jp

大学院教育

総合研究大学院大学（総研大）の基盤機関の一つとして、物構研は、高エネルギー加速器研究科物質構造科学専攻の大学院教育を行っています。また、総研大以外の大学の大学院生も受け入れ、次世代を担う人材を育成しています。

【お問合せ】

KEK 研究協力課 大学院教育係 ✉ kyodo2@mail.kek.jp



普及活動

物質科学を楽しく体験しながら学習するプログラムを企画、イベントや授業を科学館や学校で実施しています。文部科学省から毎年発行される「一家に1枚」シリーズポスターの2016年度版に、物構研の「水素」が採択され、全国の小中高等学校や協力科学館等で配布されました。



出典：文部科学省

国際協力

PFでは、2009年にインドビームラインが設置され、インドの研究者による構造解析の基礎研究が進められています。また、中東地域のSESAME加速器の建設の支援、アフリカの研究者の受け入れなど、国際的な人材育成に協力しています。1986年から続く日英協定では、英国ISISのMARIチョッパー分光器の建設や、研究者の長期派遣などの研究協力を行ってきました。これが我が国の中性子科学の発展と、J-PARC MLFの中性子分光器群建設に繋がりました。スイスのポール・シェラー研究所（PSI）、カナダのトライアムフ研究所（TRIUMF）などともミュオンビームの高度利用実験、実験装置・解析技術の開発による研究者相互の交流を行い、国際協力のもと、基礎研究に取り組んでいます。



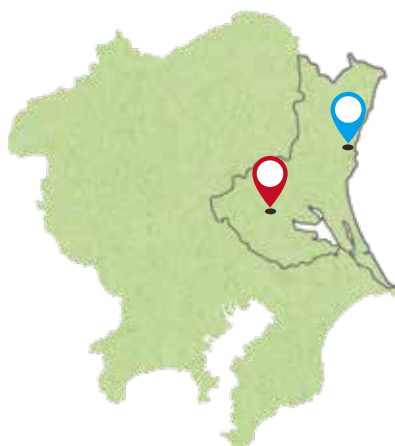
アフリカからの研修生受け入れ（PFにて）

フォトンファクトリー/
低速陽電子実験施設（つくばキャンパス）

X 放射光 **e⁺** 低速陽電子



〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
TEL：029-864-5602（物構研 事務室）



J-PARC物質・生命科学実験施設（東海キャンパス）

n 中性子 **μ** ミュオン



〒 319-1106 茨城県那珂郡東海村大字白方 203-1
TEL：029-284-4898（物構研 東海事務室）