

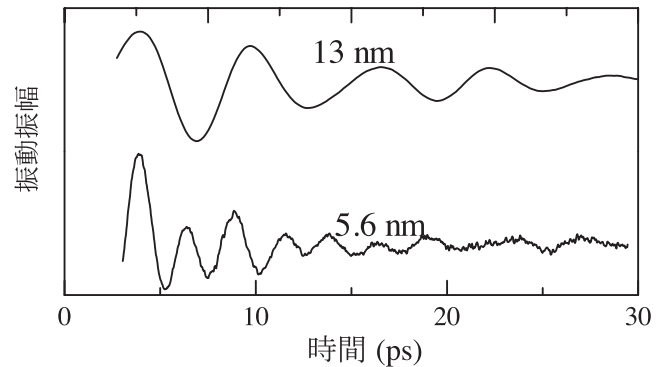
光で音を制御：極短光による超高周波音響計測法の開発と材料科学・生命科学への応用

<スタッフ> 荻 博次 教授

物質が鳴り響くとき、音色には、その物質の原子レベルの情報が含まれている。また、鳴り響く物質に別の物質がわずかでも吸着すると、全体が重くなり、音色が変化する。この原理を利用すると、どのような物質がどれだけ振動体の周りに存在していたかが分かる。

このように、物質の音色を正確に計測することにより、未知の性質が判明したり、ガスセンサーやバイオセンサーなどのセンサーに応用することができる。

私たちは、レーザー光を用いて、物質の局所領域だけを非接触で鳴り響かせ、また、その音色を別のレーザー光で正確に「聞き取る」、という技術を開発した。この手法により聞き取ることでできる「音」の振動数は高く、1秒間に1兆回の振動回数にも及ぶ。これにより、ダイヤモンドよりも強い物質の発見や、小さく薄くなると異常に強くなる物質の発見、携帯電話等に使用されるデバイスなどの微小構造物の非破壊検査、さらには、診断・創薬に貢献する超高感度バイオセンサーの開発等に成功している。



プラチナの薄膜が鳴り響いている様子

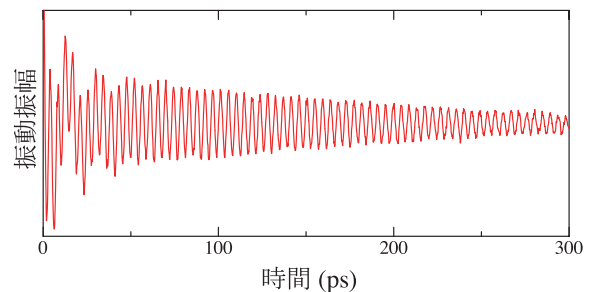


様々な研究成果をあげているが、例えば、ダイヤモンドよりも強い物質の発見について解説する。

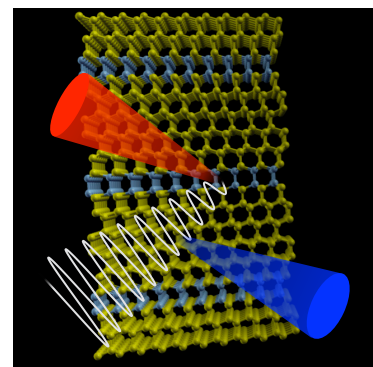
物質は、それを構成している原子が、おびたしい数のバネによって3次元的に繋がれてできている。原子と原子をつなぐバネのバネ定数が大きいほど、その物質の結合力は大きく、変形しにくくなる。最も高いバネ定数（原子間結合力）をもつ物質がダイヤモンドである。この高いバネ定数のおかげで、極めて高い融点、熱伝導率、硬度が実現されている。

ダイヤモンドを超えるバネ定数をもつ物質が世界中で長い間探究されてきたが、実験的には一つとしてその例は見出されなかった。

私たちは、高温・高圧の特殊な条件下で合成したナノ多結晶ダイヤモンドが、通常のダイヤモンドを超えるバネ定数を持つことを発見した。このダイヤモンドには、多量の双晶と呼ばれる欠陥が存在する。通常の物質では、欠陥が導入されると、平均的な結合力が低下するために、バネ定数は小さくなる。ところが、我々は、この特殊な欠陥部分のバネ定数が逆に非常に大きくなることを理論的に見出した。



ナノ多結晶双晶ダイヤモンドが鳴り響いている様子



赤色光により局所部分を鳴り響かせ、青色光によりその音色を計測するイメージ図