



PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 8 年 3 月 11 日

岡 山 大 学

“分子の右と左”を見分ける光を超高速で切り替え
— ナノサイズのアンテナで実現 —

◆発表のポイント

- ・ アミノ酸の“右手型・左手型（鏡像異性体¹⁾）”の違いに敏感な光（キラル光²⁾）を、単一の金ナノ構造³⁾の中の「分子サイズの一点」に作り出しました。
- ・ 光の到達時間差をわずかに変えるだけで、その光源を ON/OFF し、右回り／左回り（キラリティ⁴⁾）を切り替えられることを実証しました。
- ・ 光源の ON/OFF 制御により、鏡像異性体を識別する超小型・超高速の光デバイスや高感度センシングへの応用が期待されます。

国立大学法人岡山大学学術研究院先鋭研究領域（異分野基礎科学研究所）の三澤弘明教授（特任）は、中国・東南大学および中国・北京大学との国際共同研究により、アミノ酸の“右手型・左手型”のような分子の左右の違いを見分ける光（キラル光）を、分子サイズの一点に作り出し、超高速に ON/OFF・反転できることを実証しました。これまで、こうした光の性質を分子サイズの一点に閉じ込め、しかも超高速に切り替えることは技術的に難しい課題でした。本研究の重要なポイントは、単一の金ナノアンテナ内部で生じる光の振動の重なり（モード干渉⁵⁾）を利用し、従来両立が難しかった「分子サイズの局在」と「超高速な切替」を同時に実現した点にあります。本成果は、2026年2月28日に米国化学会（ACS）の学術誌 ACS Nano にオンライン掲載されました。分子の左右の違い（鏡像異性体）は医薬・材料・生命科学で本質的に重要であり、本技術はその識別や反応制御を、より小さく速く行う基盤となります。今後、超小型・超高速の光スイッチや、キラル分子の高感度センシング、キラル発光制御などへの展開が期待されます。

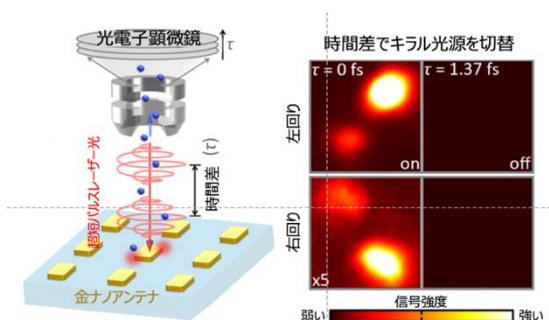


図 時間差で「キラルな光源」を超高速に切替

単一の金ナノアンテナに、同じ超短パルス光を2本に分けて照射し、2つの光の到達時間差を変えるだけで、ナノスケールの一点に生まれるキラルな光（左回り／右回り）を ON/OFF・切り替えできることを示す概念図。



PRESS RELEASE

◆研究者からのひとこと

アミノ酸の“右手型・左手型”のような分子(キラル分子)の左右の違いは、生命科学や医薬にとって本質的に重要です。今回、分子サイズのごく小さな一点に、左右の違いを見分ける光の状態を作り、しかも超高速に ON/OFF や反転までできることを示しました。将来は、キラル分子をより高感度に調べる技術や、超小型・超高速に動作する光スイッチなどへつなげていきたいと考えています。



三澤教授（特任）

■発表内容

<現状>

アミノ酸には「右手型・左手型」のように、鏡に映すと似ているのに重ね合わせられない“左右の違い”があります（鏡像異性体：エナンチオマー）。この左右の違いは、薬の効き方や生体反応などに深く関係するため、分子の左右を見分けたり、左右に応じて反応を変えたりする技術は重要です。

分子の左右の違いを調べる代表的な方法の一つが、右回り／左回りの性質をもつ光（円偏光⁶⁾）を使うことです。ところが、分子が感じる光の環境を「分子サイズのごく小さな一点」に強く作り、しかもそれを超高速に切り替えることは簡単ではありません。特に、ナノ構造のすぐ近くにだけできる強い光（近接場⁷⁾）で、光の“右回り／左回り”に相当する性質を作るだけでなく、ON/OFF や反転まで自由に制御することは、これまで技術的に難しい課題でした。

<研究成果の内容>

本研究では、長方形の金（Au）ナノ構造（単一の金ナノアンテナ）を用いました。形そのものは左右の区別がない（＝非キラル）にもかかわらず、内部で起こる光の振る舞いをうまく重ね合わせることで、構造の特定の場所（主に四隅）に、“分子の左右を見分けるのに有効な光の状態”を作り出せることに着目しました。

研究グループは、超短パルスレーザー⁸⁾を円偏光としてナノアンテナに照射し、ナノアンテナ表面から飛び出す電子を顕微鏡で撮る方法（時間分解光電子顕微鏡⁹⁾：光によって放出された電子を像として観察）によって、ナノアンテナのどこで光が強くなっているか、そしてその状態が時間とともにどう変わるかを調べました。その結果、円偏光の向き（右回り／左回り）によって、四隅のどこが強く光るかが入れ替わり、さらに“左右を見分ける光の性質”が局所に現れることを捉えました。

さらに本研究の大きな特徴は、同じ超短パルス光を2つに分け、2つの光が到達する時間差（遅延¹⁰⁾）を精密に調整した点です（干渉計ポンププローブ法¹¹⁾）。この時間差を1.37 フェムト秒¹²⁾（フェムト秒＝1000兆分の1秒）に設定すると、四隅の局在光がON/OFFし、また“右回り／左回り”に対応する性質が反転することを実験的に示しました。条件の違いによって局所の信号が大きく変わり、ON/OFF比¹³⁾が1000倍を超えることが示されました。

加えて、光の“左右性”の強さそのものを、入射した円偏光と比べて最大で約7.5倍に高められる



PRESS RELEASE

例（いわゆる「超キラル¹⁴⁾」な光状態）も示され、これも時間差の調整でコントロールできることを示しました。

<社会的な意義>

本研究の意義は、形としては“左右の区別がない”単一のナノ構造からでも、光の重ね合わせ方と時間差を工夫することで、分子の左右の違いに関わる光の状態を必要な場所（分子サイズの一点）に作り、しかも超高速で切り替えられることを実証した点にあります。これは、分子の左右の違いが本質となる化学・生命科学（医薬、材料、生体分子など）に対して、より小さく・より速く・より狙った場所で光の環境を与えるための基盤技術になります。

将来的には、分子の左右の違いを高感度に見分ける計測（センシング）だけでなく、超小型の光スイッチや、光の偏光状態を使った高速制御など、ナノスケールで動く新しい光デバイスへの応用が期待されます。さらに、超短パルスの“並び”を細かく制御できる可能性にもつながり、光を使った高速情報処理・通信などへの発展も期待されます。

■論文情報

論文名：Construction and Regulation of a Nanometer-Femtosecond-Scale Spatiotemporally Localized Chiroptical Source in a Single Plasmonic Nanoantenna

掲載誌：ACS Nano

著者：Shuai Zu, Quan Sun, Chunxiang Xu, and Hiroaki Misawa

DOI：10.1021/acsnano.5c15772

URL：https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.5c15772

■研究資金

本研究は、科学研究費補助金 基盤研究 (S) (JP23H05464) および JSPS Program for Forming Japan's Peak Research Universities (J-PEAKS) (Grant No. JPJS00420230010)の支援を受けて実施しました。

■補足・用語説明

1)鏡像異性体（エナンチオマー）：同じ原子の並びでも、左右が鏡写しの関係にある分子の組（右手型・左手型）。薬の効き方などが変わる場合がある。

2)キラル光／キラルな光の状態：分子の左右の違いに敏感な光の性質。左右どちらの分子と相互作用しやすいかが変わる。

3)金 (Au) ナノ構造／ナノアンテナ：髪の毛よりはるかに小さい（金属の）構造体。光を集めたり、特定の場所に強い光を作ったりする「光のアンテナ」のように働く。



PRESS RELEASE

- 4)キラル (chiral) /キラリティ：右手と左手のように、鏡に映すと同じ形に見えても重ね合わせられない「左右の違い」がある性質。
- 5) (光の) モード /モード干渉：ナノ構造の中で起こる光の振動の「パターン」をモードと呼ぶ。複数のモードが重なると (干渉すると)、ある場所では強く、別の場所では弱くなるなど、光の分布が大きく変わる。
- 6)円偏光 (えんへんこう)：光の電場の向きが、進みながら「らせん状」に回転する光。回転方向に右回り /左回りがある。
- 7)近接場 (きんせつば)：ナノ構造のすぐ近く (ナノメートル程度の距離) にだけ現れる、非常に強く局在した光の場。遠くにはあまり広がらない。
- 8)超短パルスレーザー：非常に短い時間だけ光るレーザー。今回のように「超高速の変化」を調べたり制御したりするのに使う。
- 9)時間分解光電子顕微鏡：光を当てたときに表面から飛び出す電子 (光電子) を像として観察し、どこで・いつ強い光の作用が起きたかを“時間つきで”可視化する顕微鏡技術。
- 10)遅延 (ちえん)：2つの光が試料に届く「わずかな時間差」。この差を変えることで、局所の光の状態を ON/OFF したり反転させたりできる。
- 11)ポンプ-プローブ法 (干渉計ポンプ-プローブ)：同じレーザー光を 2 つに分け、到達の時間差 (遅延) を少しずつ変えて、現象が時間とともにどう変わるかを調べる方法 (または時間差を利用して制御する方法)。
- 12)フェムト秒 (fs)：1000 兆分の 1 秒 (10^{-15} 秒)。分子や電子の動きが変化するスピードの時間尺度。
- 13)ON/OFF 比：ON (強く出る状態) と OFF (ほとんど出ない状態) の信号の比。値が大きいほど、切り替えがはっきりしていることを示す。
- 14)超キラル (superchiral)：通常の円偏光よりも、分子の左右の違いに対する“効き”が強い (感度が高い) キラルな光の状態。



PRESS RELEASE

＜お問い合わせ＞

岡山大学 学術研究院先鋭研究領域（異分野基礎）

教授（特任） 三澤弘明

（電話番号）086-251-7874



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。