

平成 26 年 6 月 30 日



巨視的物体の新たなテレポート方法の開発に成功

国立情報学研究所(所長:喜連川 優)とロシア科学アカデミーの研究チームは、可視可能な大きさの物体をテレポートする新たな方法を開発しました。

テレポーテーションは、ある物体(より正確にいうと物体の量子状態)を、情報を送信せず、1つの場所から別の場所へ送る方法です。

原子や光子等の微小な粒子のテレポーテーションは実験でも実現されていますが、それよりも大きな物体のテレポーテーションは困難であることが知られています。

今回、研究チームは、巨視的物体においても存在する新たな「もつれ状態」を見つけることにより、これを克服する方法を開発しました。

このもつれ状態を使って、何千以上という原子のテレポーテーションが可能であることが証明されました。

テレポーテーションを証明する初の実験は 1997 年に、光を構成する粒子である光子を使って行われました。さらには、原子間のテレポーテーションが実施されています。

原子や光子よりも大きな物体のテレポーテーションは困難であることが明らかにされています。SF 番組でお馴染みのように、人間ほどの大きさの物体をテレポーテーションすることは、実質上不可能と考えられています。

その理由は、量子力学が微小世界をつかさどり、大きな物体では量子現象は観測しづらい傾向があるためです。テレポーテーションは、アインシュタインが「spooky action at a distance(不気味な遠隔作用)」と呼んだことで有名な「エンタングルメント(もつれ)」という量子力学的現象に大きく依存します。大きな物体については、エンタングルメントはほぼできた瞬間に消えるため、テレポーテーション等を実施するのは不可能になります。

今回、研究チームは、巨視的物体においても存在する新たな「もつれ状態」を見つけることにより、これを克服する方法を開発しました。

このもつれ状態を使って、何千以上という原子のテレポーテーションが可能であることが証明されました。

この方法は、1995 年に実験的に実現されたボース・アインシュタイン凝縮体という新たな物質状態を利用するもので、発見者は数年後にノーベル賞を受賞しました。原子は絶対零度を超える数十億分の 1 度に冷却され、単一量子状態を形成します。

巨視的物体を用いたテレポーテーションに関する研究もいままでに存在するが、我々の発見においてテレポートされている量子状態の種類は異なります。以前の実験で使用されている量子状態は総自由度のほんのわずかな部分を使用するだけである一方、今回の発見では、全体の状態がテレポートされていることが証明されました。コンパス針のテレポーテーションで類推すると、以前の手法では、コンパス針の微弱な振動がテレポートされましたが、今回はコンパスの方向自体がテレポートされています。

果たしてこれは近い将来、人間の大きさの物体をテレポートできるという意味でしょうか？この研究は巨視的物体のテレポーテーションに関する前進である一方、今後の課題があります。この方法でテレポートできる状態は以前よりも大きくなっていますが、人間のような物体に対しては量子状態がはるかに複雑であり、同じ方法を適用することはまだ困難だと考えられます。

しかし、さらなる研究によりこの手法を使って、より複雑な状態がテレポート可能になると期待できます。さらに、今回の結果は、通常扱われる単一原子または光子ではなく巨視的物体を使った量子プロセッサの開発に使える可能性があり、量子コンピューター実現に向けて道を拓くものです。

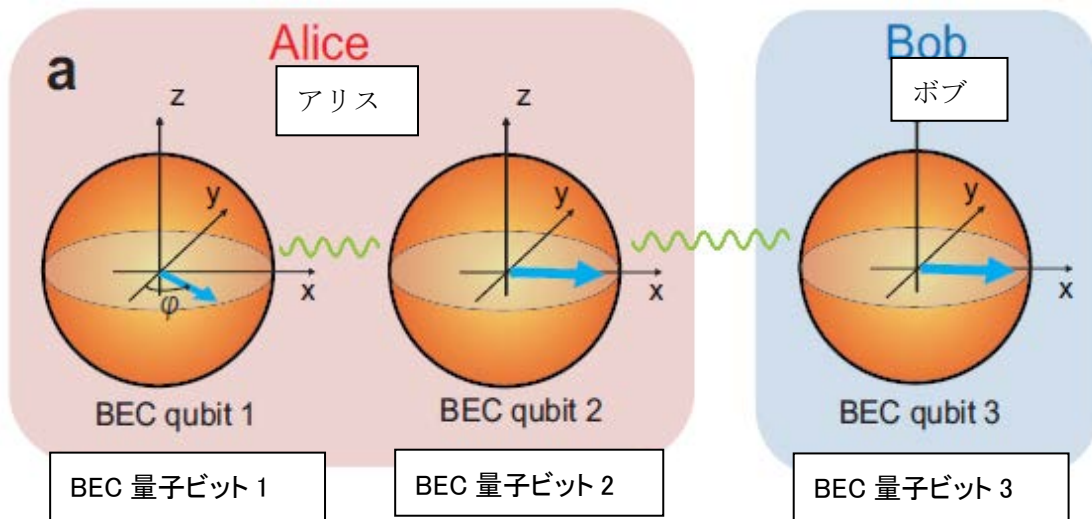


図1 巨視的物体をテレポートする手法。ひとつの BEC 量子ビットでは千個以上の原子で結成されるボース・アインシュタイン凝縮体(BEC)を使用する。位相が ϕ であるアリス(送る者)の量子状態を、ボブ(受ける者)に送ることが目的である。緑色のラインに応じてエンタングルメントがまず生成され、BEC 量子ビット 1 と 2 が原子数測定される。その後、ボブは元々アリスが持っていた状態を保有。

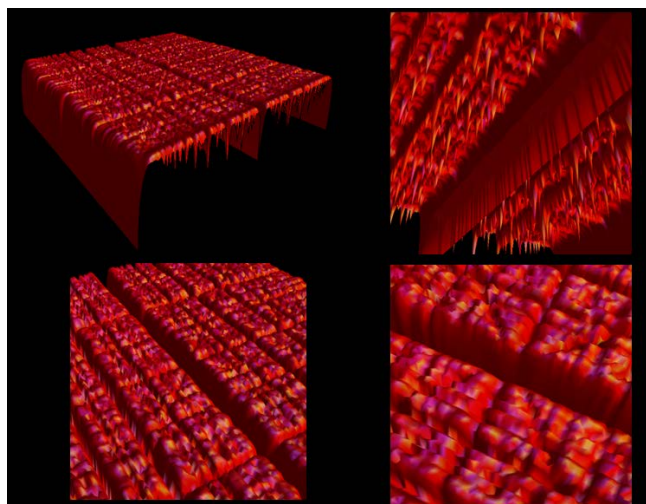


図2 同手法によって使われる新たな「もつれた状態」の可視化。もつれる時間の関数としてのエンタングルメントの量を示す。

論文:「Quantum teleportation of spin coherent states: beyond the continuous variables approximation(スピン・コヒーレント状態の量子テレポーテーション: 連続的変数近似を越えて)」が *New Journal of Physics* 誌に記載予定

著者: Alexey Pyrkov(ロシア科学アカデミー、化学物理学関連問題研究所)
Tim Byrnes(国立情報学研究所)

<<本件に関する問い合わせ先>>

ロシア科学アカデミー、化学物理学関連問題研究所

Alexey Pyrkov (アレクセイ ピルコフ)

Eメール: alex.pyrkov@gmail.com

国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系

助教 Tim Byrnes(ティム バーンズ)

Eメール: tbyrnes@nii.ac.jp

電話: +81-80-5651-9911

ウェブサイト: <http://nii.timbyrnes.net>

<<報道に関する問い合わせ先>>

〒101-8430 千代田区一ツ橋 2-1-2

国立情報学研究所 総務部企画課 広報チーム(坂内)

TEL: 03-4212-2164

E-mail: bannai@nii.ac.jp