

量子重力計

M
SQUARED

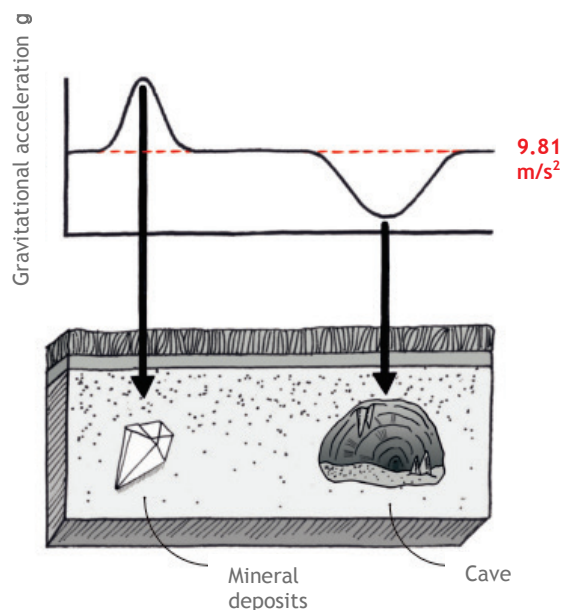
～量子重力計～

英国初の商用量子重力計（レーザー冷却方式）

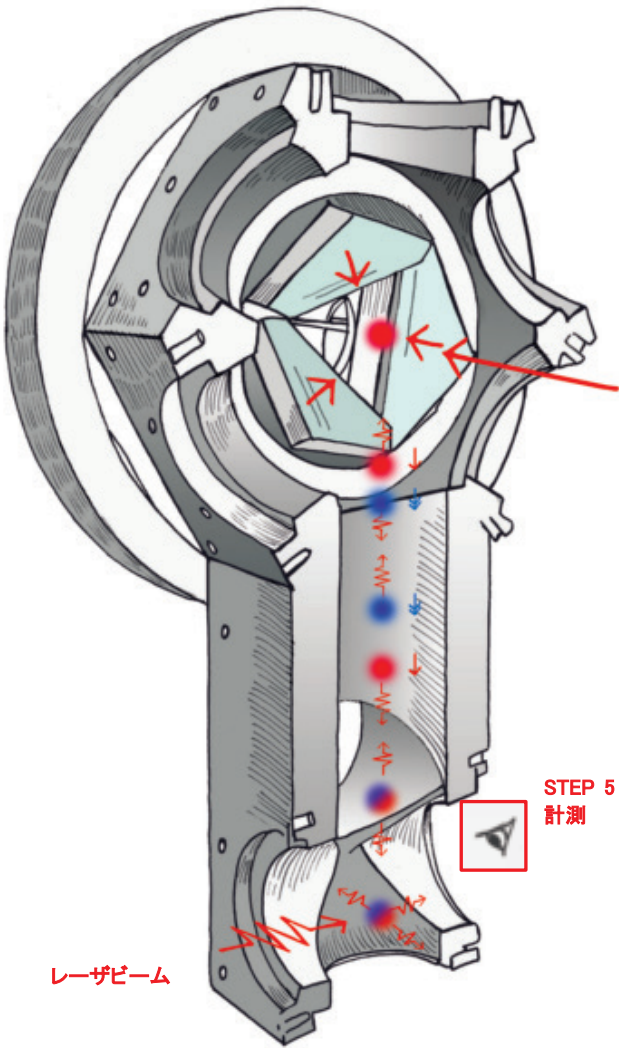
Mスクエアレーザー社は、実社会のアプリケーション用に量子センサを開発しています。英国の会社が最初に建設する量子重力計は、重力加速度の局所的な値、すなわち「**g**」を非常に高精度に測定する物質波の量子干渉を利用しています。量子力学がなぜ有用なのか、それがどのように機能するのか、そして量子センシングの時代にどのようなアプリケーションが使用されるのかを知るために読んでください。

量子重力計の有用性

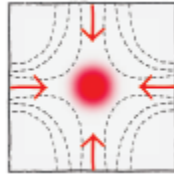
地球の表面上では、物体は約「**g**」 $=9.81 \text{ m/s}^2$ の速度で下方に加速される。正確な値は、地下環境にある物体の質量と密度に応じてわずかに低いかまたはそれよりも高いので、「**g**」を測定するために量子重力計を使用することは、地下の物体および空隙を検出する理想的な方法です。



量子重力計はどう働くのか



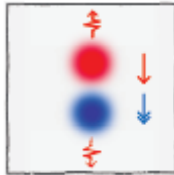
STEP 1



原子を捕捉（トラップし、冷却）；

原子は、重力下で放出される前に、磁場と光場の組み合わせによって、捕捉され、絶対零度付近に冷却される。

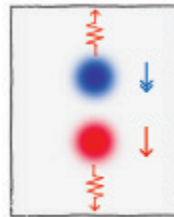
STEP 2



量子重ね合わせの生成；

レーザー光のパルスは、落下雲を2つの運動量状態の量子重ね合わせに分割する。状態の1つ（●）は、レーザーパルス（●）から運動量キックを受け、重ね合わせの2つの半分が空間的に分離し始める。

STEP 3



反転した運動量状態；

2番目のレーザーパルス（●）は、重ね合わせの運動量状態を反転させ、それらを再び互いに接近させる。重ね合わせの2つの半分が最終的に次のステップで再び重ね合うために、この'ミラーリング'が必要です。

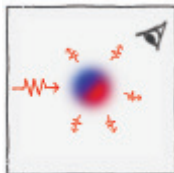
STEP 4



量子干渉；

3番目のレーザーパルス（●）は原子雲を再結合させ、2つの運動量状態の間に量子干渉を生成する。「g」の局所的な値に依存して、これらの状態は建設的または破壊的に干渉し、原子雲の最終的な量子状態を決定する。

STEP 5



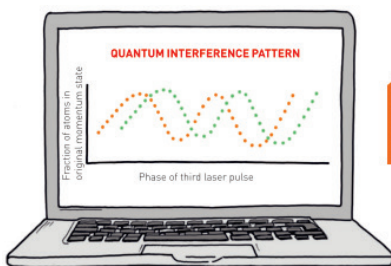
最終的な量子状態の計測；

レーザービームが落下雲を照射する。1つの運動量状態だけが光子を吸収し再放出するので、散乱光の量を測定して原子のどの部分が元の運動量状態にあるかを決定することができる。

STEP 6

重力加速度の計算；

この測定を、原子雲を再結合するパルスの位相の関数として実行すると、干渉パターンが生成されます。このパターンの位相（波のピークとトラフの位置）は、「g」の局所値を決定します



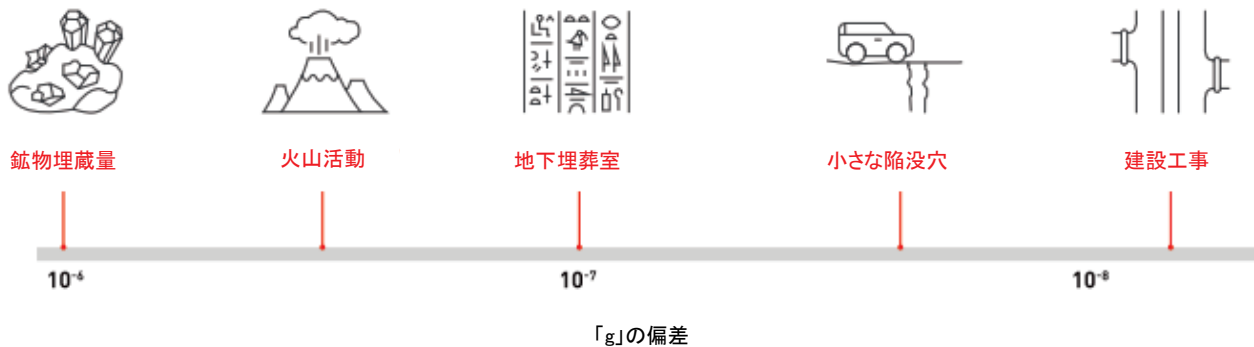
量子干渉パターン

(3番目レーザーパルスの位相 x 元運動状態中の変動原子)



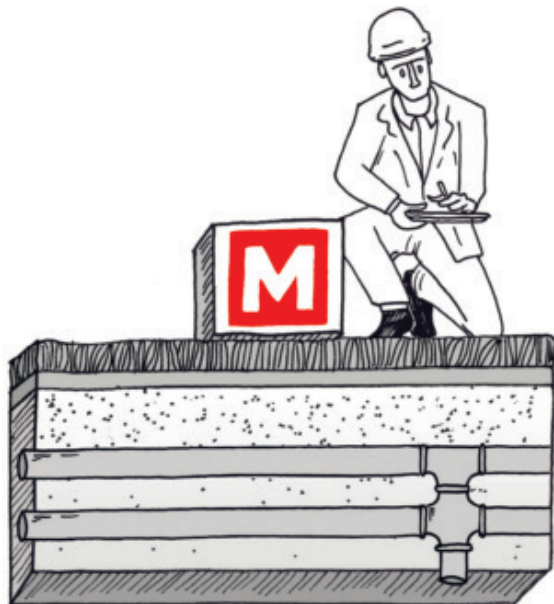
量子重量測定アプリケーションの感度要件

測定された「g」の値は、地球表面の下にある物体や空隙により、ごくわずかな量だけ変化します。例えば、地下 1m に埋設されたガス配管は、「g」の局所的価値を約百万分の 1 パーセント変化させます。量子重ね合わせと干渉を利用することで、量子重力計は「g」の微小変化を検出することができます。量子重力計の感度が上がるにつれて、より広い範囲の地下物体や現象を検出することができます。

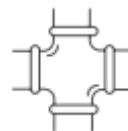


実社会のための量子センサ

Mスクエアレーザ社は、管理良好な実験室環境よりも操作条件が厳しい実社会アプリケーションでの操作に適している高感度にもかかわらず、コンパクトで丈夫な市販の量子重力計を開発しています。



アプリケーション



地下インフラ評価；

地下深部に埋設された水道やガス管などの地下構造物の地盤調査分析を強化し、土木工事による混乱を最小限に抑制



鉱物の探索と抽出；

環境影響の少ないより効率的な資源開発を可能にするために、地表面下の石油またはガスの堆積物をマッピング



地球観測；

地震活動を監視し、津波や火山噴火などの自然災害の予測支援



考古学的調査；

考古学的関心のある現場の非侵襲的調査

CONTACT

日本総代理店

オーシャンフォトニクス株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田 3-30-16 ホリゾン 1 ビル

TEL : 03-6278-9470

e-mail : sales@oceanphotonics.com

URL: www.oceanphotonics.com