

最新科学情報ポッドキャスト番組

ヴォイニッチの科学書



2011年10月22日

Chapter-363 ついに目からビームが可能に!?

<http://www.febe.jp/>

配信資料

<http://obio.c-studio.net/science/>

目からビームを出して敵を倒すというというシチュエーションはSFでは定番の攻撃方法です。ケロロ軍曹は宇宙では誰でも出来ることだと言っていました。地球上では古くはマジンガーZの光子カビーム、ただし、あれはロボットですので、生き物で目からビームを出せるのは、朝比奈みくさんの「み、みくるビーム!!」くらいしかすぐには思い浮かびません。涼宮ハルヒの憂鬱に登場する未来人である朝比奈みくさんは基本は普通の地球人ですが、とあるコンタクトレンズを装着することによって破壊光線を目から出すことが可能になりました。目からビームを出せるようなコンタクトレンズなんてもちろん存在するはずがない・・・と考えられていましたが、このたび、アメリカ・ハーバード大学医学部の研究者らが、単に科学的な好奇心から研究に着手し、目からビーム、具体的にはレーザー光線を出す基本的技術を開発することに成功したようです。

レーザーは狙った方向だけに照射することができ、非常に細く絞ることが出来る光で、波長を一定に保つことが出来るなどの特徴があるため、非常に広い産業分野で利用されています。たとえば、医療用の刃物の役目をするレーザーメス、天体観測の精度を高めるレーザーガイド星¹、身近ではCD

やDVDの読み書きやバーコードスキャナなどに使われています。



場合、地球の大気の揺らぎによって星像がぼやける（シンチレーション）現象が発生し、空間分解能が制限されてしまう。この分解能を上げるには、揺らぎによる影響を光学的に補償するシステムが必要となる。

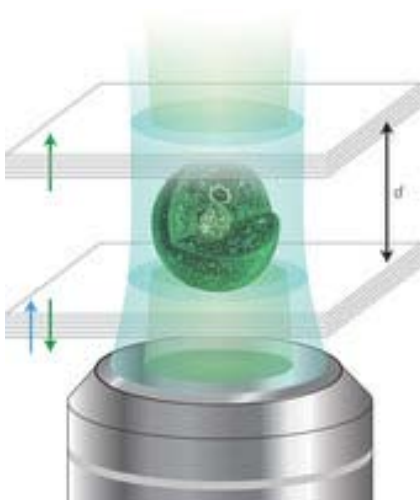
観測対象となる天体の近くに明るい星がある場合はそれを基準（ガイド星）として大気の揺らぎを計測し、リアルタイムに光学系にフィードバックすることによって空間分解能の向上が可能である。ただし自然のガイド星が存在する天域はごく一部であるため、それ以外の天域を観測する場合には、レーザーを用いて人工的にガイド星を作成し、問題の解決を図っている。このガイド星のことをレーザーガイド星と呼ぶ。

¹ 地上にある天体望遠鏡を用いて天体を観測する

レーザーは2枚の鏡を向かい合わせに設置したレーザー発信器で光を増幅させ作ります。2枚の鏡の間にはレーザーの発生に使う物質が封入されています。何を封入するかはレーザーの種類で異なりますが、ヘリウム、ネオン、アルゴンなどの希ガス²や二酸化炭素、色素、金属イオンを含む結晶やガラス、無機半導体などが使われます。2枚の鏡を向かい合わせて設置し、これらの物質を封入したレーザー発信器のコア部分をキャビティといますが、波長が2枚の鏡の距離の整数分の一となる光は、キャビティ内をくり返し往復し、媒質の中で増幅されながら波長の整った光を形成し、これを外に導き出したものがレーザー光です。

レーザーが作り出されるしくみはこのようなものですので、生物を使ってレーザー光線を作るなどということは考えられもしませんでした。今回のハーバード大学医学部の研究で生物の細胞がレーザー光を作り出す性質があることが世界で初めて発見されました。それはすなわち「バイオレーザー」といえるものでした。

(M. C. Gather et. al. Nat. Photon 5, 406 2011)



²周期表の18族元素のヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドンの6元素の総称

バイオレーザーを作るために研究者らは、ごく普通のキャビティの空洞に、人間の腎臓由来の細胞を入れました。細胞を両方から挟む鏡は一般的な半導体レーザーなどで使われるものと同一です。鏡の間隔は20マイクロメートルに設定されていて15マイクロメートル程度の細胞がちょうど1個入る広さに調節してあります。これを単細胞発振と呼ぶことにします。

光源となるのは、細胞で作ることが容易な緑色蛍光タンパク質(GFP)です。研究者らはGFPの変異体の一つであるEGFPを作る遺伝子をプラスミドの中に組込んで腎臓由来細胞にEGFP遺伝子を組み込みました。

励起光として波長465nmの青色のレーザーパルス照射してみました。キャビティなしで細胞に励起レーザー光を照射すると、単にEGFPの蛍光が四方八方に出るだけでしたが、キャビティの中に入れた細胞に励起レーザー光を照射すると強い緑色のレーザーが二方向に出ました。細胞が球状なので、レンズのように光束を絞る効果が強く表れ、1nJという非常に弱いエネルギーの励起光でレーザー光を作り出すことができました。レーザー光を出すために必要な1nJを超えるエネルギーでも細胞は生き続け、レーザー光を出しました。細胞が死ぬのは、レーザー光を出すために必要なエネルギーよりも何桁も強いエネルギーでしたので実用性も高いバイオレーザーが完成したと思われる。

さらに、一般的なレーザーでは、使い続けると光源が劣化して交換が必要となりますが、バイオレーザーならば、細胞を増殖させることで常に新しい光源を供給しつづけることが出来るというメリットも見いだされました。

将来、神経と外部素子を結ぶのにバイオレーザーを使い、人間と機械を直接媒介するインターフェースとして利用できる可能性があり、キーボードもマウスもなしに計算機を自由に使える時代が来るかもしれないと研究者らは考えています。

ちょきりこきりヴォイニッチ
今日使える科学の小ネタ

▼カラスは数が分かる

宇都宮大農学部グループがカラスが数の大小を認識できることを明らかにしました。



実験はハシブトガラス8羽で実施されました。縦2.5メートル、横2.5メートル、高さ1.9メートルの鳥かごの中に同じ容器を2つ用意し、ふたに同じ模様のマーク2個と5個を描きました。5個の方だけに餌を入れてふたを破って食べられるようにし、餌の取得率が70%を超えるまで訓練しました。さらに、ふたのマークについて(1)場所を一定にしない(2)異なる図形にする(3)総面積を均等にする——の3種類で実験を繰り返し、カラスがマークの形、面積、位置などで判断していないことを確認しました。さらに、マークの数を2～

8個と変えても、高い確率で餌の入ったマークの数が多き容器を選択したことから、数を認識していると判断されました。

▼日焼けマシンは紫外線が皮膚の深層部まで到達して予想以上に危険ー

日焼けマシンは、皮膚癌を引き起こすリスクがこれまで考えられていたよりも高い可能性があることがわかり、米国食品医薬品局（FDA）が、18歳未満での日焼けマシンの使用禁止の検討を始めました。



ボランティア12人に日焼けに必要な量のUVA1およびUVBを照射したところ、UVA1は皮膚の深部でチミン・ダイマーと呼ばれる病変を誘発し、致死的な皮膚癌であるメラノーマ（黒色腫）を起こすリスクが高いことがわかりました。UVBはUVA1ほど深くまで到達しなかったため、皮膚癌の原因となる変化が生じる可能性は低いものと思われま。また、研究者らはティーンエイジャーは特に影響を受けやすいとも述べています。

▼酸素は地球にいつどのように登場したのか

東京大学の研究者らが酸素大気形成のタイミングとメカニズムを解明しました。

現在、地球大気の21%を占める酸素は、地球史46億年を通じて徐々に増えてきたわけではなく、特定の時期に増加したと考えられています。とくに、今から約20~24億年前には、それ以前にはほとんど存在していなかった酸素が、現在の1/100以上のレベルにまで急激に上昇し、この爆発的な酸素濃度の上昇は“大酸化イベント”と呼ばれています。当時繁栄していた原始的な微生物にとっては酸素は猛毒で、大酸化イベントの結果、酸素があると生きられない微生物は地下に活動の場を移し、酸素をエネルギー源として用いる生物が約20億年前に出現しました。

このような大酸化イベントはどのようなメカニズムで生じたのかを理解するためには、酸素濃度が上昇し始めたタイミングを明らかにすることが重要です。

研究者らはオスミウムという元素が酸素濃度が高いとイオンとなり水に溶け、河川を通じて海に運ばれ海底の地層中に堆積する性質に着目した新しい手法で大酸化イベント中の酸素濃度変化を連続して追尾しました。その結果、地球が23億年前の大氷河期から抜け出し、温暖化が生じる気候回復と同時に、大気中の酸素濃度の急上昇が起きていたことがわかりました。ここから考えられるシナリオは、大氷河期の終わりに伴う急激な温暖化によって、大陸の化学風化作用が劇的に増大し、大陸から大量のリンが海洋に供給され、酸素を生み出す光合成生物の大繁殖を引き起こした、というものです。

ただし、どうして地球は大酸化イベントにつながる大規模な氷河期に陥ってしまったのか、という根本的な原因究明には至っていません。酸素大気の形成や我々につながる高等生命の誕生も、地球進化の必然的な結果の1つなのかもしれず、これらは今後の重要な研究課題となるはずです。