

2018 年ノーベル物理学賞の受賞対象となった

Chirped Pulse Amplification (チャープパルス増幅法) とは

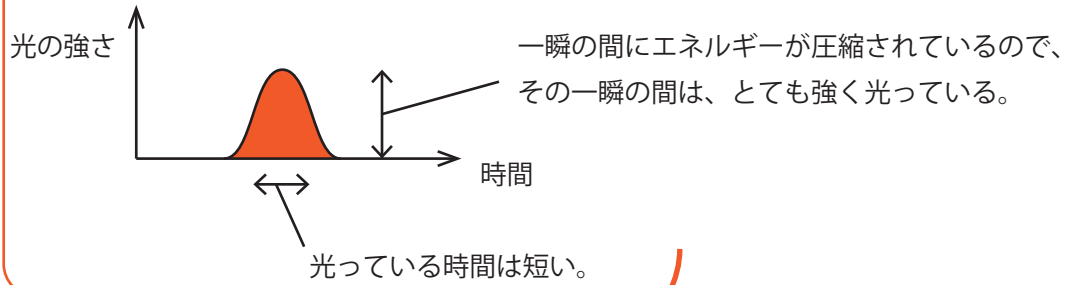
2018 年 10 月 07 日版 作：草場@光物性

レーザーには
2 種類ある。

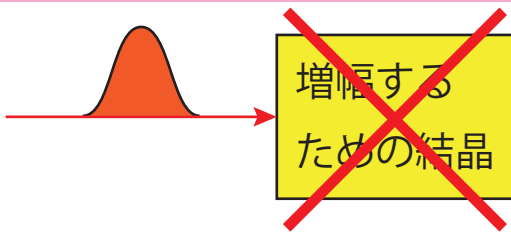
● CW レーザー … ずっと光っているレーザー



● パルスレーザー … 一瞬だけ光るレーザー

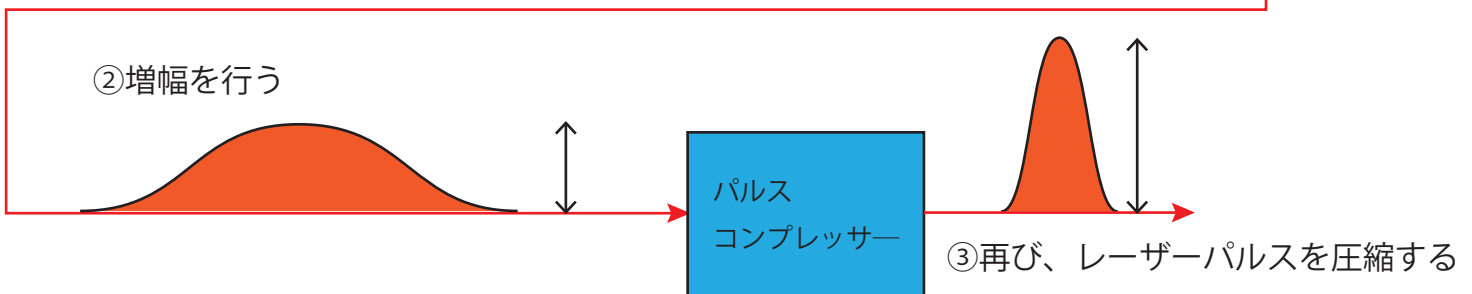
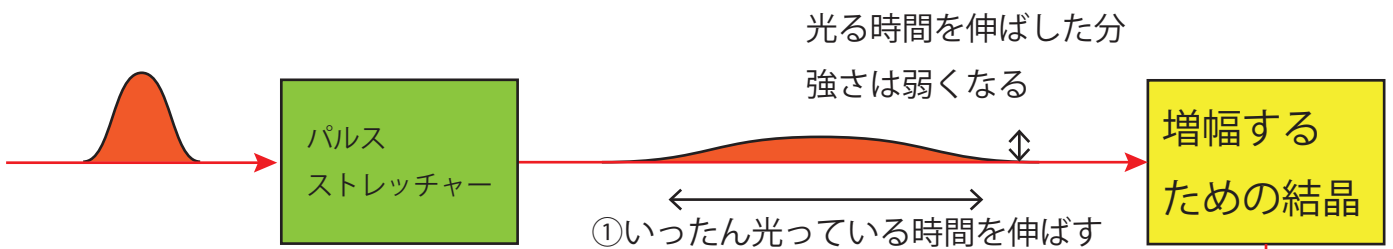


さらに強いパルスレーザー光を得るには？



そのままでは光が強くて増幅するための結晶などが壊れてしまう。

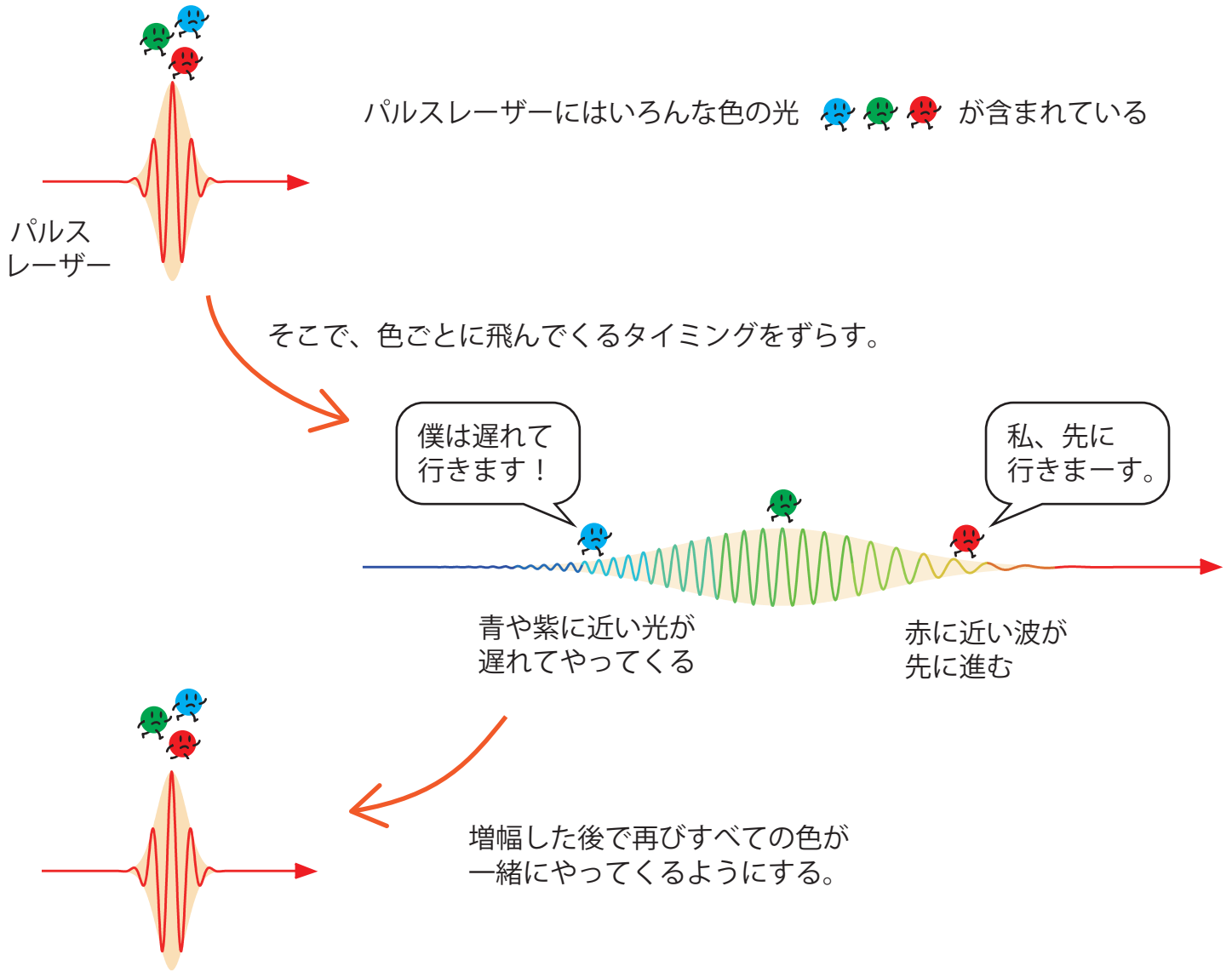
そこで



このようにして増幅する方法を

Chirped Pulse Amplification (チャープパルス増幅法、CPA) と言う。

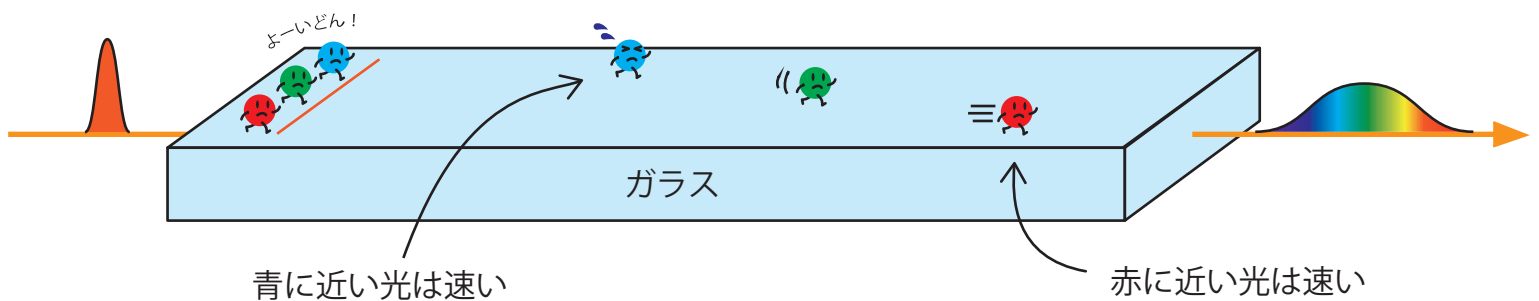
どうやって実現するの？



具体的な実験装置

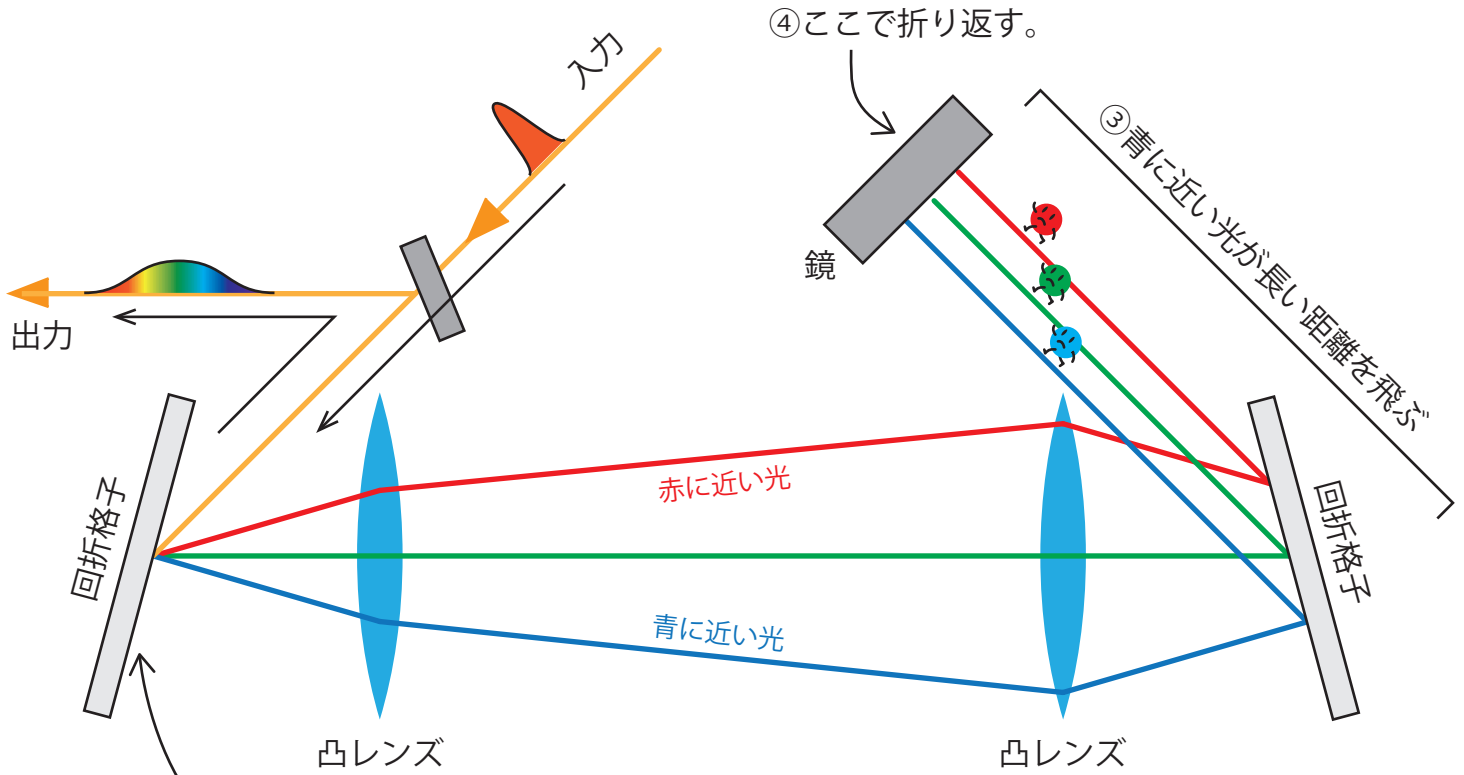
★パルス光を伸ばすには…

1. 実は多くの物質は、赤に近い光が速く進み、波長の短い青に近い光が遅く進んで、勝手にパルス光が伸びる。受賞した Strickland 氏らは 1.4km の光ファイバーに光を通した (※)。

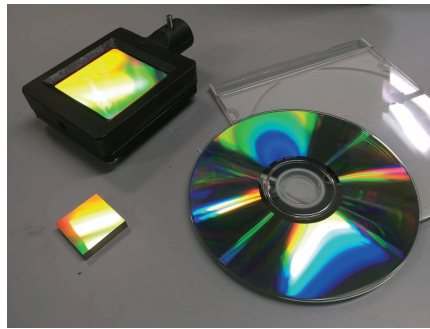


(※) 受賞論文 D.Strickland et al., Opt. Commu. 56, 3 (1985). なお、色の違いによる光の速さの違い (群速度分散) 以外に自己位相変調とよばれる現象も光ファイバー中で起こっているが [B. Nikolaus et al., Appl. Phys. Lett. 42, 1 (1983).], この解説では省略した。

2. 以下のような経路で光を往復させると、青に近い光が長い距離を進んで遅れてやってくるようになる。



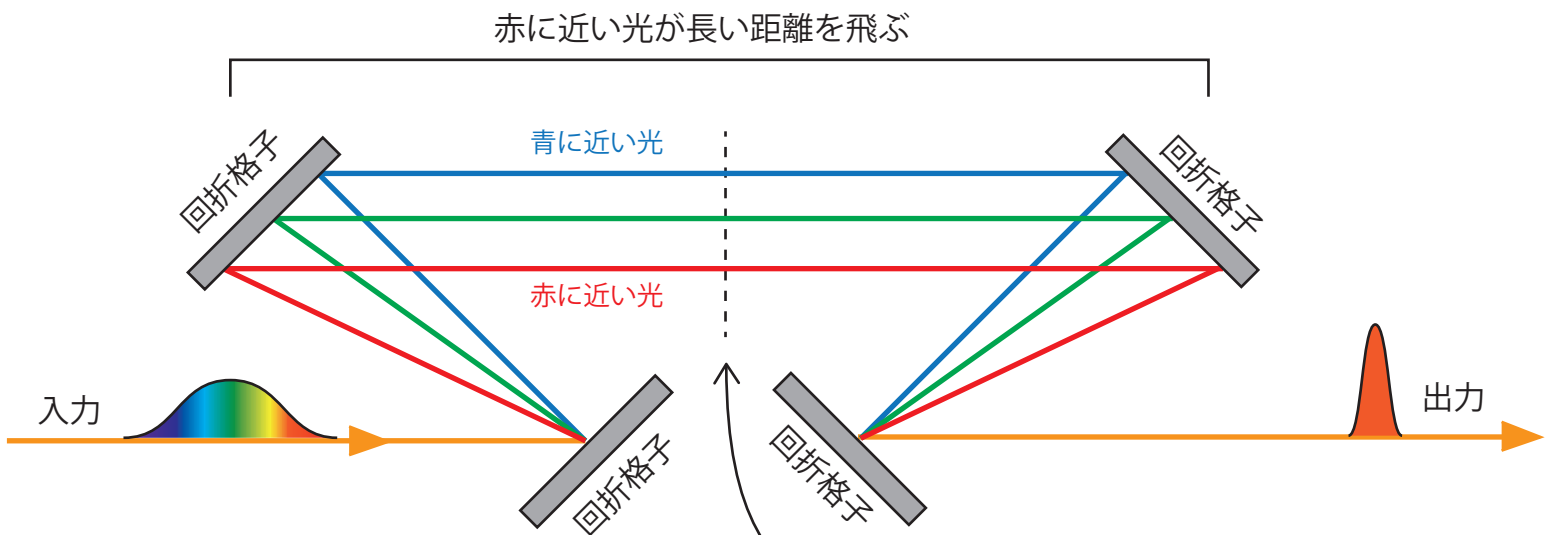
① 回折格子 (かいせつこうし) とは CD や DVD の裏面のように光を色ごとに分けることができるガラス板です。(右写真：左上と左下が回折格子。右は CD の裏面。)



②次は回折格子で光が平行に飛ぶようにする。

★パルス光を縮めるには…

今度は赤に近い光がより長い距離を通るようにする。



左右対称なので、たいていここに鏡を置いて、上と同様に光を折り返して往復ルートにする。回折格子が 2 枚だけで済む。

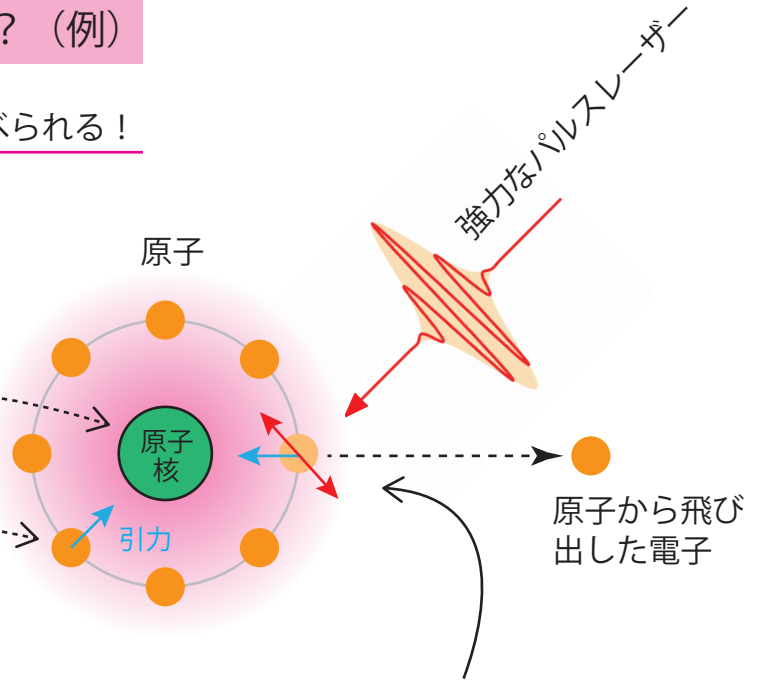
強いパルス光が実現すると何が嬉しいの？（例）

★ 強い光が当たったときに物質がどうなるかを調べられる！

① プラスとマイナスで引き合っ
て強い引力が加わっている

【原子核】
プラスの電気を持っている

【電子】
マイナスの電気を持っている

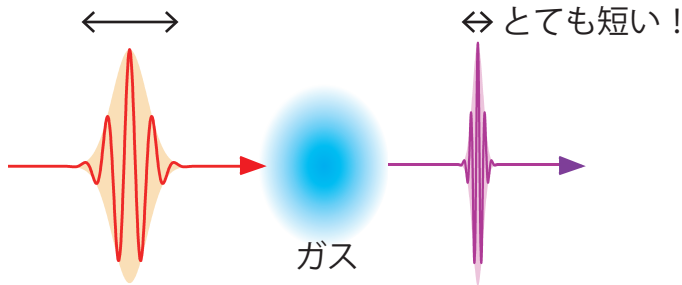


気体だけでなく、最近では固体や液体に強い光を当てる場合も、盛んに研究されています。

② 強いパルス光を使えば、引きに匹敵する強い力を電子にかけることができる。

★ 新しい光を作ることができる！

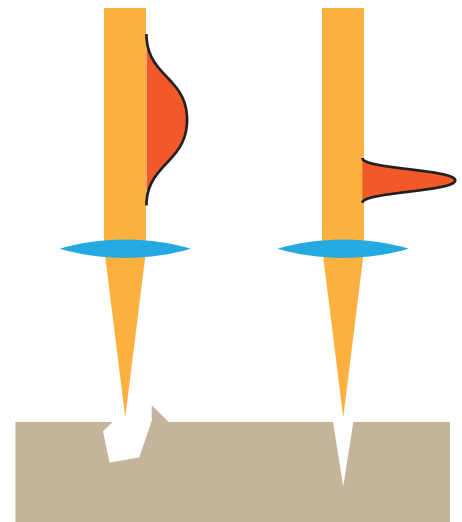
★ 綺麗にレーザー加工することができる！



強いパルスレーザーをガスに集光すれば、さらに短い一瞬だけ光るレーザー（アト秒レーザー）を作ることができます。

この光を使えばとても速くてこれまで見えなかった電子の動きすらも見るようになることができます。

他にもチャープパルス増幅法から得た光を用いて X 線域から遠赤外線（テラヘルツ波）域に至るまで様々なパルス光を発生させることができます。チャープパルス増幅法を用いたレーザー光源は光の実験でとても重要な存在となっています。



とても強力なので、レンズで集光すれば物を切ったり穴をあけたりすることができます。より長い間光るレーザーを用いた時と比べて細かい加工が可能という特徴があります。

※「フェムト秒 レーザー加工」などで検索してみよう。