

1. チャープパルスの原理

今回のかわら版は、今年10月ノーベル物理学賞を受賞した技術、チャープパルスレーザ(CPA)を紹介します。チャープパルスは、レーザの光を人工圧縮する技術です。レーザ発振器から生成されたレーザ光の時間幅(パルス幅)をパルス拡張器で広げ、ピーク強度を抑えたあとにレーザ増幅器で、ある程度結晶が損傷しないところまで光を増幅します。そのあとパルス圧縮器によりパルス拡張器とは逆にパルスレーザを圧縮し、その圧縮した分だけピーク強度を高めて出力します。つまり、拡張器と圧縮器を使ってパルスの強度をコントロールする技術がチャープパルスです。チャープパルスは、回折格子を使って光の波を連続的に変化させ、レーザ光を増幅してから人工的に圧縮し、短い時間で高出力のレーザを放出します。

2. チャープパルスの構造と実用化

ノーベル物理学賞を受賞したチャープパルスの増幅構造を(図1)に示します。まず、はじめに①回折格子を使って例えば短パルスを1万倍に引きのばす(チャープする)とします。ここで群速度分散を利用します。群速度分散(図2)は、ある一定の波長に別の波長を入れることで、パルスレーザを引きのばすことができます。レーザの光は波長の関数で表現でき「振動数が違う波は進む速さが違う」ため異なる速度の波を重ねることが可能になり、波が重なる時に分散現象が発生します。発生した光をミラーで反射させ、より長い距離を人工的に分散することを可能にしました。

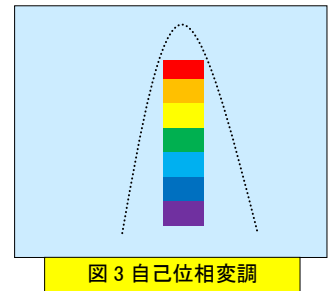
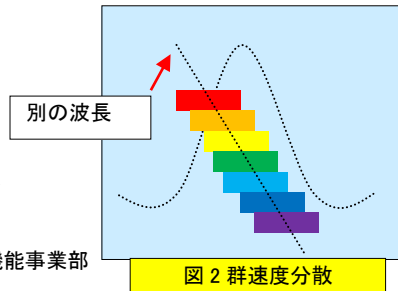
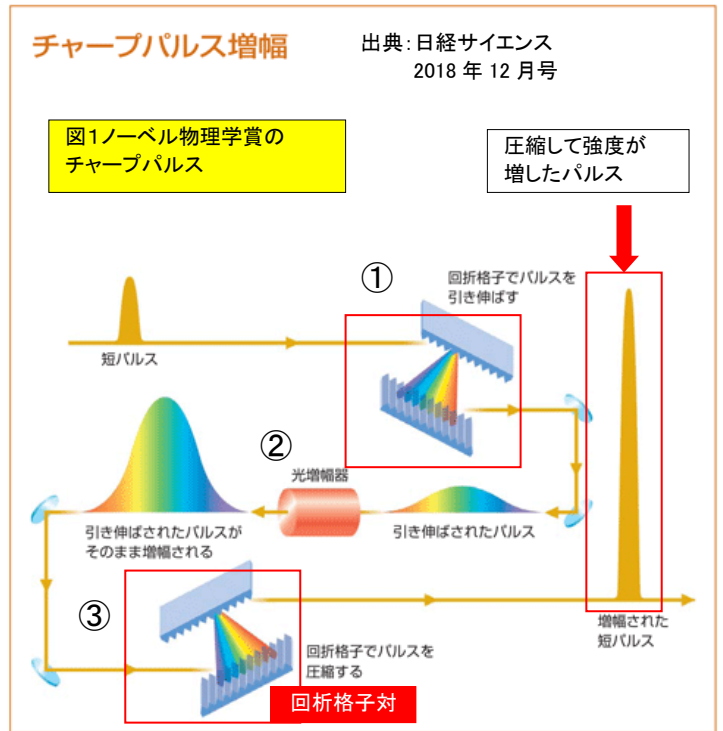
次に、パルスを引きのばすとレーザの強度が弱くなるので、②増幅器を使ってパルスを強めます。そのあと③の部分で別の回折格子を使って圧縮し、1万倍のピークパワーを持つパルスレーザが得られるしくみです。ここで、自己位相変調(図3)の現象を利用します。もともとレーザ光は自己収束する性質をもっています。パルスレーザの場合、自己位相変調は増幅した光強度に比例して結晶の屈折率が大きく変化します。つまり、一方向に傾いた収斂効果を利用して光を人工圧縮しています。

さらに、受賞したチャープパルスは、回折格子対を利用したパルス圧縮器(ダブルパス構成)を採用しています。パルス圧縮器は、格子面を対向して互いに平行に配置された2枚の回折格子(回折格子対)と、その回折格子対を通過したパルスレーザを全反射させて再び回折格子に戻します。

このように増幅したパルスレーザを再び戻す技術、つまり一往復する過程の中で、抜群の距離感とレンズの傾斜角を導き出したことが今までにない技術として賞賛されています。また、異なる波長を最初に引きのばすタイミングが重要で、そのあと回折格子対、凸レンズ、全反射ミラーを使い、時間(タイムラグ)を利用して1つにまとめる技術が優れていると評価されています。その結果、波長幅も狭めてピークパワーの強度が高くなっています。

この構成を実現したパルス圧縮器は2枚の回折格子の間隔を狭める開発に発展しています。装置の小型化に成功したことで卓上型高強度レーザが実現し、その後医療分野でも実用化されています。生体分子が瞬間的に移動する構造変化の反応観察や近視手術も海外で実施されています。初代パルスレーザの誕生から超短パルスへ進化したことで、このような素晴らしいチャープパルスが誕生しています。

参照元: 東海光学株式会社光機能事業部



トピックス

★世界最強パスポート★

パスポートランキングがあることをみなさんご存知でしょうか。ビザなしで渡航できる国数が多い順にランキングされたものです。イギリスの会社 Henley & Partners から発表された、2018年パスポートランキングによると、なんと日本のパスポートが1位に輝きました！2008年にランキングが開始して以来、日本が首位を獲得するのは初めてのことでそうです。1位である日本のパスポートは世界190カ国をビザ無しで渡航できます。2位はシンガポール189カ国、3位ドイツ188カ国です。ちなみにアメリカは5位186カ国、中国は71位74カ国です。最下位はアフガニスタンでわずか30カ国です。そんな世界最強パスポートを持つ日本ですが、パスポートを取得しているのはわずか4人に一人です。日本は島国なので、気軽に海外へ、という考えが少ないのかもしれませんが、同じ島国であるイギリスはパスポート保有率約70%で、たいへん多くの人が持っていることがお分かりいただけるかと思えます。

せっかく世界最強パスポートに輝いた日本のパスポートです！ぜひ駆使して色々な海外へ行ってみたいかがでしょうか★



かわら版 お問い合わせ先

中日クラフト株式会社 P & L 事業 営業部 営業企画

担当: 金森 (h.kanamori@chu-cra.co.jp) ・ 松永 (k.matsunaga@chu-cra.co.jp)

TEL: 0568-31-4005 FAX: 0568-33-8004