



## 卷頭言

### ピコ秒からフェムト秒へ

霜田光一\*

モード同期ガラスレーザーの発生したピコ秒パルスを一对の回折格子でパルス圧縮し、サブピコ秒パルスが得られたのは、ちょうど25年前のことであった。パルスの時間的な幅が狭くなれば、その周波数または波長のスペクトル幅は広くなる。ところがガラスでも空気でも、真空以外のすべての光学媒質には分散があって、周波数によって屈折率が変わる。透明な媒質では、周波数が高いほど屈折率が大きくなるので、光パルスが伝搬するとき、低周波成分より高周波成分が遅れる。音波ならば、はじめに低い音が聞こえ、次第に高い音が聞こえることになるので、雀のさえずるようだからと、これをチャープ(chirp)というようになった。光のチャープなど、昔は想像もできないことであった。光が周波数領域で測定され認識されるようになったのである。

さて、一時はサブピコ秒は超短光パルスの技術的限界ではないかと考えられたけれども、群速度分散の補償とモード同期技術の進歩によって、今ではフェムト秒光技術が日常的な技術になってきている。サブフェムト秒パルスやモノサイクルパルスも研究されている。1フェムト秒の光パルスのスペクトル幅は、ちょうど可視光の全スペクトルを占めるが、遠紫外までの広い帯域幅を使うアト秒パルスの可能性も議論されている。

フェムトが  $10^{-15}$  (記号 f) であることは最近ようやく一般に知られるようになったが、アトはその  $1/1000$  の  $10^{-18}$  (記号 a) である。ついでながら、SIでは、 $10^{-21}$ をゼプト(記号 z),  $10^{-24}$ をヨプト(記号 y)という。

ところでなぜフェムト秒なのかは、以下の各著者の見解をお読みいただきたいが、一言でいえばそれは未踏の世界だからであろう。フェムト秒の超高速では今まで見えないものが見えるし、多量の情報を短時間に伝えることができる。また小さなエネルギーでも超高パワーが得られる。たとえば 1 fs で 1 mJ の光パルスの尖頭出力は 1 TW になるので、これを 0.1 mm に集束したときの光電場は 3 GV/cm という原子内の電場と同程度の強さになる。これによって光と原子の相互作用の意外な効果が発見され、新しい技術が生まれている。