

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 電気通信 学研究科 量子・物質工学 専攻 博士前期課程		
氏 名	流王 登志雄	学籍番号	0833051
論 文 題 目	光ファイバと光周波数コムを用いた X 線自由電子レーザー用 高精度 RF・パルスタイミング伝送システムの開発		
<p>要 旨</p> <p>原子の世界を位相情報も含めて見るための X 線レーザーはレーザーの歴史の非常に初期の段階から有用性を認識され、その実現に向けて努力が続けられてきたが、従来の方式のレーザーで回折限界の X 線を発生することには、様々な困難があった。しかし 1990 年代に共振器に代えて長いアンジュレータを利用する自己増幅自発放射 (Self-Amplified Spontaneous Emission : SASE) 型自由電子レーザーが提案された。この実現のためには、高品質電子ビームが要求され、リング型加速器ではなく線形加速器をベースとすることによって技術的にも自由電子レーザーが X 線領域に到達する可能性が高まった。</p> <p>現在、兵庫県佐用郡にある大型放射光施設・SPring-8 サイト内において、この技術を用いた X 線自由電子レーザー (X-ray Free Electron Laser : XFEL) 施設の建設が進行中である。本施設は低エミッタンス熱電子銃・C バンド電子線形加速器・真空封止アンジュレータからなり全長約 700m に及ぶ。本施設では電子を 80 億電子ボルト (8GeV) まで加速し、最短波長 0.06nm の X 線レーザーの発生を目指している。XFEL はこれまでにない非常に強い光で超高速のパルス光であるため、原子や分子といった非常に微細なものが非常に早く変化する様子を連続的に観察できるようになると期待されている。</p> <p>XFEL を発生させるためには電子ビームのピーク電流を数 kA まで高めなければならない。電子銃のビーム電流は約 1A であるため、加速器の上流部にてバンチ長を数 100fs まで圧縮することで上記のピーク電流を得る。時間スケールは最初約 1ns であるバンチ長を数 100fs まで圧縮することになる。したがって、安定に XFEL を発生させるには加速器のタイミング・高周波を 100fs 以下の時間精度で同期させる必要がある。また、利用者においてポンプ・プローブ実験のように時間精度が必要な実験を行う場合にも電子銃と観測装置とを 100fs 以下の精度で同期させる必要がある。これほどの高精度なタイミング・高周波信号を最大 1000m に及ぶ長い伝送路を經由して加速器や利用者に分配しなければならない。</p> <p>以上の要求を満たすため、我々は光に信号を乗せて光ファイバで分配する高周波 (RF)・パルスタイミングの伝送システムを開発し、実験室レベルでその評価を行った。</p>			