

(会議の概要) 2004年5月16-21日の間、米国サンフランシスコ、モスコ二国際会議場で標記会議が開催された。毎年参加して感ずるのは、非常に講演件数が多い。300人は優に入れる会場を14室並列セッションで行われる大会議である。朝の8時から始まって一日中講演がある。論文の採択率は口頭発表30%、ポスター30%で、見かけよりもさらに多い投稿件数がある。特にCLEO(Conference of Laser and Electro-Optics)はレーザー装置の会議で、半導体励起固体レーザー、ファイバーレーザー等の実用化に連れて急速に参加者が増え、また、内容も変化している。展示会も理化学用途を中心に300社前後が展示を行っており、参加者の多くはレーザー装置関連の研究開発者が占める。IQEC(International Quantum Electronics Conference)はレーザー冷却やコヒーレンス制御など主に原子・分子の光制御関連の報告であり、CLEOに比べると講演件数は少ないが、超高強度レーザーによるX線発生やアト秒($as = 10^{-18}s$)発生や分光などの分野はCLEO/IQECの境界領域となっている。今年から新たにPhAST(Photonic Application Systems Technologies)というシステムや産業応用分野の会議が追加されて3つの会議の合同開催となった。

(講演の概要) CLEOの中心となるレーザー装置では、高出力のファイバーレーザーやファイバー光学素子、半導体レーザー等が報告の中心である。さらに、非線形波長変換技術(UV、遠赤外、THz光発生技術)等を始めとして、材料・デバイスでは非線形結晶、擬似位相整合、フォトニック結晶などを用いた群遅延制御光導波路、セラミックレーザー、VISEL、半導体可飽和吸収体鏡、チャープ鏡などほとんどの能動型光学素子を含む。一方、IQECではレーザー冷却、コヒーレンス制御等を中心に量子情報処理・通信、量子ドット、超高速現象、高強度物理等が含まれる。筆者は主に、CLEO/IQECの合同セッションにである、超短パルス・高光強度・短波長光発生のセッションに参加した。可視光の1サイクルはおよそ2fsに相当するため、可視、赤外のレーザーから直接得られるパルス幅は既に限界に来ており、1fs以下に短パルス化するには紫外、X線領域の光発生が必須である。1-2サイクルの可視あるいは赤外光パルスを希ガス中に集光すると、原子内電場の数10倍のレーザー電界により原子(電子)は直接イオン化し、レーザー電場に束縛されたまま楕円軌道を描いて1サイクル後に電離された自分自身の正イオンと衝突し、再結合する。このときの運動エネルギー+電離エネルギーに相当するエネルギー域までのX線を発生し、そのパルス幅は最短エネルギー幅の逆数になる。こうした物理から、アト秒領域の光パルスが発生していることは分かっていたが、その計測手段が確立していなかった。物性研のグループは希ガスのイオン化を用いた自己相関法により950asを発生させた。一方、自己相関に頼らず、レーザー電場の形を直接観測する方法も実現された。Max PlanckのF. Krausz等は、X線により生ずるオージェ電子を1-2サイクルのレーザー光電界により直接変調し、スクリーン上にレーザー電界波形を直接投影した。レーザー電界の直接観測である事と同時に、レーザー直接変調のX線ストリークカメラを実現したことになる。基本レーザーパルスがさらに短くなれば、アト秒のX線波形を直接観測できるであろう。彼らはアト秒科学は原子内部(内核)情報の研究であると主張

している。

フェムト秒応用分野では、ガラス等の透明材料中に屈折率を誘起させ、導波路を形成するなどの加工応用が盛んである。こうした実例は以前から数多く報告されているが、実際にはガラス内部のクラックや熱歪みなどで光学的応用にはほど遠い面があった。最近の加工例では光の伝播ができるようになってきているが、導波路内部の形状が真円にならず伝播モードの制御が難しく、また、伝送損失も大きい。デバイス等への応用では損失の低減が一番の課題である。フォトニックデバイスでは、シリコン基盤上に半導体プロセスで直接結晶構造を書き込み、伝播モードや群遅延分散制御を行い実用化を目指している。実際に幾つかの製品も展示会で見る事ができた。

原子冷却の分野でもアトムチップを使った小型冷却装置やジャイロ스코ープなど面白い話が多かったが、他のメンバーからも報告があると思うので割愛する。

(筆者らは、) 2光子干渉を用い、光学材料中にフェムト秒時間情報を記録し、時間反転再生する新しい周波数位相共役波発生方法の実証実験、および、半導体レーザー励起フェムト秒 Yb レーザーで高出力・高繰り返し実験を行ったの2つの研究論文の発表を行った。後者は日本原子力研究所、光量子科学研究センターとの協力研究である。

以上