

第12回パートナー会議 議事録

2012年3月19日（月） 13時～18時 於： CIS 研究所

- 1) 講義            レーザー  
   講師            久米 健次 様

註 その後の予定

4月 第13回 竹内 学 様        「太陽電池」  
5月 第14回 山本 洋一        「データー伝送と圧縮（その1）」  
以下続く

- 2) 検討会： 将来のディスプレイについて 提言

- 1) 主な用途
- 2) 操作性改善
- 3) 高付加価値化提案
- 4) 技術要件
- 5) コンテンツ
- 6) その他

- 3) 次回開催日の設定：

**4月26日（木）決定**

- 4) その他

\*\*\*\*\*

## 1) 講義 「レーザー」 講師 久米 健次 様

アブストラクト：

レーザーの歴史は、1917年のアインシュタインによる誘導放射の理論予測に始まる。この予測は非相対論的量子論が完成する1926年に先立つこと10年、場の量子論は未完の時代であることは瞠目に値する。1951年のタウンズによるメーザーの発明、1960年のメイマンによるルビーレーザーの発明に端を発し、レーザー関連技術と基礎理論の開発ラッシュが今なお続いている。レーザー現象の根本原理は光の「誘導放射」。これは量子論の枠内で理解できる現象である。

19世紀末～20世紀初頭にかけて、「電磁波である光には粒子性があり」逆に「古典粒子である電子には波動性がある」ことがわかってきた。さらに原子構造の研究などの紆余曲折の後に量子論が誕生した。古典理論であるニュートン力学とマクスウエルの電磁気理論では、粒子の位置や速度、電磁場などの物理量を満たす微分方程式が与えられ、初期値境界値をあわせて自然を記述するという論理構造になっている。一方、波動性と粒子性の両者を併せ持つモノと法則をどのように取扱うか。量子論では、理論を二重構造にする。古典的な物理量は演算子に格上げし、その演算子が作用する状態ベクトルを準備する（ヒルベルト空間）。演算子と作用される状態ベクトルに「確率解釈」をあわせることですべての測定値に関する予言ができることになる。

古典粒子である電子では、位置や運動量は演算子となり状態ベクトルの重畳原理から波動性が出る。古典波動である電磁場は、電磁場やポテンシャル場が演算子となり、状態ベクトルの側（フォック空間）で粒子性が出てくる。

誘導放射現象は、同一モードの光子が多数存在する場合に、そのモードの光子の放出吸収が強められる現象である。「原子分子に光子束から何らかの力がかかり、運動が誘起されて遷移が強められる」というようなダイナミカルな効果ではなく、光子がボーズ粒子であることの「統計性」から出てくる現象である。場の理論で、自然放射と誘導放射が完全に統一的に理解できる。

レーザー発振のために必要なものは、「レーザー発振子」「ポンピング光源」、付加的に「反射鏡」などであり、誘導励起もあることから反転分布を作り出すことが必須である。ルビーレーザーは3準位レーザーであり、発振と共に反転分布が解消されるのでパルス的な発振になる。4準位レーザーでは、レーザー光を放出した後の励起準位が速やかに非放射遷移を起こすため、反転分布が継続しやすい。Qスイッチレーザー発振では、Qスイッチで共振器の閾値を変化させ、強いパルスレーザーを発振させる（Giant pulse）。エキシマレーザーは Excited Dimer を発振母体とする UV 高出力パルスレーザーである。産業用として、フラットパネルディスプレイを作成するためのレーザーアニール装置や、半導体露光装置の光

