Laser Compass

“新しい芽はどこから？”

山下 幹雄†

Where Ideas Are Born

Mikio YAMASHITA†

（Received December 8, 2010）

アイディアはどのような視点から生まれるのであろうか？独断と偏見を持って八つの法則に整理し，それぞれに例を挙げてみた．

1）理論の根拠となっている公理・前提・仮定・制限範囲を認識し，仮定・近似・モデル・無視した部分の妥当性を検討する（例：ニュートン力学から特殊相対性理論への展開）．
2）既知と未知の峻別・境界域の認識や現存技術の限界の把握から拡張の可能性・想像力を発展させる（例：論文のイントロダクションには常にこの点が書かれている）．
3）極端に単純化する・極限を考える・極限を創る・極限で明らかにする・複雑なものから単純で一般的な特性を見いだす．（例：極低温現象，フェムト秒分光，ナノメータ計測）．
4）理論から新現象の予知，新現象からインパクトの大きい新手法・新機能・新技術の創出（例：Maxwellの方程式から電波の発見，そして通信技術への応用）．その逆として，新技術からインパクトの大きい現象の発見・体系化（例：レーザーの誕生から超短光パルス技術へ，そしてさらにフェムト秒化学へ）．両者の著しい相互作用からアイディアが生まれる．
5）既存の機能的特徴を活かしつつ，別な物理現象への置き換えや他の新技術との組み合わせによる量的質的ジャンプを伴う新手法・新機能・新技術の追求（例：クライストロンとメーザー・レーザー：真空管とトランジスタ，さらにはIC化へ）．
6）最先端技術により未踏領域に踏みこみ，serendipity（accidental discovery）を見いだす，普段の努力によって支えられた鋭い感受性を持つ（例：モードロッキングの偶然の発見がきっかけとなった超短光パルス技術の創出）．
7）新技術の特徴が活きる応用分野を探索し開拓する（例：超短光パルス技術の超高速光通信・光情報処理への応用）．
8）人間が自然界に関係なく人為的に作った既分野の学際から新体系を生みだす（例：量子エレクトロニクスは量子力学・分光学・電子工学・光学・電磁気学・電気工学間の学際）．

実際には，これらの組み合わせや境界線がはっきりしない場合もある．一例として，時間域の極限光科学技術の今後を，これらの視点から考えてみよう．3の視点から，アト秒X線パルス発生・計測・制御・応用〔具体例：束縛電子の運動ダイナミックス（電子が水素原子核を1周回る速さ～23アト秒）や束縛電子がクーロンポテンシャルをトンネルするダイナミックス（トンネルの速さサブ10アト秒？）の解明と利用〕，原子分子が光を吸収する速さ，光電場振動波形の直接計測・制御と応用，（生体）分子内電子雲（電子波動函数）の時空間ダイナミックスの解明と利用があげられる．4の視点からは，アト秒科学技術から，アト秒ナノメータ時空間制御をもとにした，人工的で過渡的な原子分子・生体機能分子が生まれ活躍するかもしれない．5の視点からは，マイクロ波域多次元MRIの拡張として，光域のオクターブを越える超広帯域光電場の時系列波束を利用した，生体分子機能の高次構造・多重共鳴量子状態制御，極微弱・アト秒・スペクトル選択・X線ナノメータイメージング診断，超高時間分解光STMが考えられる．7の視点からは，多くの分野に渡っていろいろな可能性があるが，ここでは誌面制限の都合上省略する．8の視点からは，学際的な極限時空間理工学が階層性を特徴とした分野として生まれるかもしれない．

どの研究をスタートから推し進めるにあたっても，研究者がクリアすべき非常に厳しい三つの要素がある．1）大胆な発想（課題を見いだす反秀才的直観的能力），2）緻密な実行（論理的に解決案を考え，段階的に遂行する秀才的能力），3）確実にまとめきる（自己の結果を客体化し，評価・表現・具現しきる能力）である．これは，言うは易く，行うは難しである．しかし，個人レベルであれ，チームレベルであれ，組織レベルであれ，このことはやり通されなければならない．研究は厳しい，しかしその先に喜びがある．

†北海道大学大学院 工学研究院 応用物理学部門（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）
†*Department of Applied Physics, Hokkaido University, and CREST, JST, Kita 13, Nishi 8, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8628*