

# ERATO 小池フォトニクスポリマープロジェクト 追跡評価報告書

## 総合所見

小池教授は高分子物質が通信用光ファイバーとして使えるとは誰も思わなかった頃から果敢にチャレンジし、実用化の道を開拓してきた。特に高分子光ファイバーにおいてその分子構造及び屈折率の分布を制御することを提案実践し、ガラス光ファイバー以上の伝送速度を示すポリマー光ファイバー(POF)を実現した。また従来の伝送理論はレイリー散乱で説明されていたが、ミー散乱理論が応用できることを示した。このように実験と理論をうまく展開し、ガラスファイバー以上の超高速ビットレイトを有する POF を実現した。これらの成果は世界的に評価されており、既に数々の国内外の賞も受賞されている。また液晶ディスプレイに関する多くの問題点をミー散乱理論などで解析し、光線利用効率を極めて高くする光散乱導光体、視野拡大のためのゼロ複屈折、ゼロ光弾性係数を有する新フィルムを開発した。成果の一部は既に実用化に供されており、液晶画面の高精細化に寄与している。ERATO の後は、基礎的成果のもとに SORST プロジェクト、内閣府の最先端研究開発支援プログラム(FIRST)にも採択され、Face-to-Face コミュニケーション産業の創出へと着実に展開している。小池教授の FIRST プログラムには 14 社の企業が参加しており、今まで同教授が描いていた概念が本当に実現しつつある。

以上述べたように、小池教授の成果は極めて独創性と実用性に高いものであり、高い評価として認められる。

## 1. 研究成果の発展状況や活用状況

ERATO プロジェクト終了後、その知見をもとに戦略的創造研究推進事業、発展研究(SORST)、「Fiber to the Display のためのフォトニクスポリマー」に発展的に引き継がれた。そこでは高分子の光吸収に関して論理的に予測し、それに基づいて新規ポリマーを合成した。その結果 ERATO 時代よりも損失特性および耐熱性において、より優れた POF が作製できた。これは自動車エンジン周辺の制御用 POF として使用可能となるなど、その適用範囲を広げることに成功した。更に溶融押出し成型を可能とし、製造コストを大幅に低減できることを明らかにした。また波長多重伝送にも成功し、今まで以上の高情報量が必要な次世代の 8K4K ディスプレイへの対応が可能であることをも示した。POF は散乱や吸収をいかに少なくするかが問題であるが、一方、光を広い面積で均等に散乱させることができれば、液晶ディスプレイのバックライトへの展開ができる。小池教授はミー散乱理論を用いてこの問題を理論的に解決し、その理論に基づいて高分子中に光散乱体の濃度を制御して添加すると、従来の方法よりはるかに明るい光散乱導光体を制作することを可能とした。この成果は特許に登録されると共に実用化され、ソニーのバイオその他のパソコンに使われている。

これらの SORST の成果が内閣府により評価され、FIRST プログラムの、全国から選抜

された 30 名の研究者の中でもトップグループに位置づけられた。このプロジェクトは世界最高性能の POF を低コストで実現し、更に低消費電力で高精細、大画面ディスプレイの開発を目的としている。これにより遠隔地に住む老人が都会の医師と顔色を見ながら診断が出来る。また教育などにも用いられれば、いつでも最高級の先生と face to face で授業や講義が受けられ、一大教育革命をもたらすと考えられる。臨場感あふれるディスプレイの開発は、それをサポートするコンピューターと連動することにより、医療、福祉、教育、エンターテイメントなど社会のあらゆる場所で使用され、いわゆる“失われた時代”を復活させる起爆剤になると考えられている。それ故本研究の発展と活用は大変大きな経済効果をもたらすと認められる。したがって FIRST プログラムにはあらゆる分野の企業 14 社も集まったのである。

## 2. 研究成果から生み出された科学技術的、社会経済的な効果・効用及び波及効果

### 2.1 科学技術の進歩への貢献

小池教授の研究は、POF のコア内に屈折率分布を形成することにより従来の数百倍の伝送速度を可能とする屈折率分布型 POF (GI 型 POF) の開発である。しかし当時は如何に不純物を除去して透明にするかという主流の流れに対し、屈折率の分布を形成するためには逆に別の物質を加える必要があり、光は数メートルしか通らず全く使い物になるものではなかった。小池教授は、高分子物質と光の相互作用の本質まで極めることにより、屈折率分布を理想的に制御しながら光散乱損失と光吸収損失を大幅に減少させ世界最速の 40 ギガビットを達成した全フッ素化 GI 型 POF の開発に成功する。これは全フッ素化ポリマーの材料分散がシリカよりも小さいという本質的な発見によるものであり、シリカの光ファイバーよりも高速通信が可能であることを理論的、実験的に証明した世界初の報告となった。この発見がきっかけとなって世界中の常識を変える一大 POF 分野を確立したのである。シングルモード光ファイバーでは非常に細くしなければならず、高分子では力学的に弱くなる。この欠点を補うために GI 型 POF の開発、ミー理論の新しい展開、ゼロ・ゼロ複屈折の提案など分子構造と光の特性をうまくマッチングさせ数々の論文発表や技術開発を行ってきた。これらのことは、高分子科学における新分野の創出となっており、世界的にもその功績が認められている。国際学会に招待されるのみならず、国際的な賞を数多く受賞されていることから明らかである。

### 2.2 応用に向けての発展

ERATO 後の技術開発の取り組みは極めて真摯な態度で臨んでおり、従来品より安価で高性能液晶光散乱導光体を開発したために、現在多くのパソコンその他ディスプレイ用として実用化されている。POF の特徴は、大口径のために結線の自由度が大きいことである。また耐熱性が向上したために自動車エンジン制御などに使える可能性が増している。すなわち現在は銅ケーブルが使われているが、これが POF に置き替われば重量低減にも寄与し、省エネ効果も大きい。飛行機などの情報配線だけでも数百 kg の重量であり、これが POF

に替れば省エネになるばかりでなく、携帯電話を使うことも可能となる。銅線を用いた情報ケーブルでは電波を吸収して各種機器の誤差動を誘発する可能性があり、飛行中に携帯電話が使えないのである。POF を使えばこの問題の解決になる。このように多くの波及効果をもたらす研究である。したがって我国に大きな技術的、経済的な優位性をもたらすと考えられる。

### 2.3 参加研究者の活動状況

小池教授を長年支えてきた多加谷博士は、慶應義塾大学理工学部特任教授に、当時専任講師であった石博博士は准教授にそれぞれ昇任している。現在多加谷特任教授は高分子学会の編集委員としても活躍している。企業からの出向者も高い評価を受け、それぞれの企業に戻った後、昇格した職位となっている。このように多くの人達まで幸福にするプロジェクトであった。また小池教授の人柄及び研究態度も共同研究者に良い影響を与えており、更なる発展が大学及び企業から期待されている。

### 3. その他特記すべき事項

ERATO は研究者のオリジナリティを尊重し、それを育てる非常に良い研究支援システムである。実際に卓越した研究者の輩出源となっている。

しかし中には確かにオリジナリティがあり興味深い研究であるが、ERATO の後の発展がなく、つぎは殆ど同じ内容で大型科研費などに応募して、また研究資金を獲得するような場合も散見される。すなわちいつも基礎研究という枠の中にいるのである。応用に至らないのは性能が良くてもプロセスコストが極めて高いことによる。このような研究に一度はともかく継続的研究費を出し続けることがないようなシステムを望む。この研究により、他の有望な研究が研究費の面で阻害されるからである。小池プロジェクトは ERATO の基礎研究から SORST、FIRST と連なっているが、その経過で実用化されたものが輩出している数少ない例である。耐久性の問題は、あまり大学では研究しないが、実用化に際して克服すべき極めて重要な問題である。大学から出された多くの成果はここで行き詰まってしまうのである。小池教授はこの点もしっかり認識しており、研究者として頼もしい存在である。このような人を探し続けられれば日本の将来は明るい。ぜひこのプログラムを運営している JST の皆様には同様な研究者を見出すよう頑張って頂きたい。