

「レーザーナノプロセスによる蛋白モジュールの開発と展開」 —ナノ自己組織化からマイクロ自己増殖へ—特集号によせて

徳永 史生¹, 増原 宏²

¹大阪大学大学院 理学研究科宇宙地球科学専攻 (〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町1-1)

²大阪大学大学院 工学研究科応用物理学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

Preface to Special Issue on Laser Nano Processing toward Protein Modules: From Nano Assembling to Micro Multiplication

Fumio TOKUNAGA and Hiroshi MASUHARA

¹Department of Earth and Space, Graduate School of Science, Osaka University, 1-1, Machikaneyama-cho, Toyonaka, Osaka 560-0043

²Department of Applied Physics, Graduate School of Engineering, Osaka University, 2-1, Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871

(Received December 24, 2003)

最近再生医療の研究が盛んである。体細胞からヒトを発生させることにも成功したということであるが、ヒトの誕生は父親からの精子が母親の作った卵子に受精されることから始まる。プラナリアのように、体を数分割すると、各断片から完全な成体が出来上がる生物もいれば、イモリのように網膜を摘出して網膜は再生し、四肢を切断してもそれらが再生する動物もいる。しかし人間の場合、組織レベルの再生が起こる場合はあっても、臓器の再生は起こらない。人間は最も進化した動物と考えられがちであるが、爬虫類から哺乳類に分化した当初は長い闇夜行性であったと推定され、幾つかの遺伝子を失っている。そこで、哺乳類はその弱さを補うために大脳を発達させ、遺伝子の欠陥を大脳の働きから生まれる創造的活動によって埋め合わせようとしたと考えられる。ヒトの遺伝子解読は達成されたが、それから作られる蛋白質の働きに関してはまだまだ未知の部分が多く残されている。臓器再生に関しても多数の増殖因子、成長因子、阻害因子などが時間空間にわたって働いており、現在その働くメカニズムの解明が進められている。

21世紀の科学技術創成を目指した科学技術振興事業団・戦略的創造研究推進事業の一つに、岡崎国立共同研究機構分子科学研究所・芽 幸二所長を研究総括とする研究領域「医療に向けた自己組織化等の分子配列制御による機能性材料・システムの創製」がある。これはポストゲノム時代に分子配列制御によって自己組織化を誘導して、医療に役立つ機能性材料・システムを作り出す方法を生み出そうというものである。その研究領域に我々が提案し採択されたプロジェクト「分子配列による蛋白モジュールの開発と展開」は基本的には1988年～1993年新技術事業団の創造科学技術推進事業で取り上げられた増原極微変

換プロジェクトの成果を発展させた結果に基礎をおいている。増原プロジェクトはレーザーの特徴を活かした技術を用いてマイクロ反応場の作製法やレーザーマニピュレーションによるマイクロ化学操作法を開発し、マイクロ領域の時間分解分光法を駆使し新規なマイクロ化学現象を見つけ、そのメカニズムとダイナミクスを解明した。このようにマイクロ化学というべき研究領域を切り開いて、極微変換システムを提案したが、現在ではその結果をバイオナノテクノロジーへ発展させようとしている。我々のチームは大阪大学の理学研究科徳永グループ、工学研究科の増原グループ、佐々木グループ、ベンチャービジネスラボラトリーの兼松グループ、京都工芸繊維大の森グループ、京都大学再生医科学研究所の開グループで構成されている。

我々のプロジェクトは生体の本性に基き、それを十分生かし利用して、最新のレーザーの技術を利用して生体の部分再生に挑戦しようとしている。生体組織はその階層構造に見られるように、特定細胞が自己組織化によって特定の配置をとることによって、特定の機能を発現し、よって生体組織の機能を実現している。この自然の本性に基き、生体組織の人工的構築を目指し、細胞組織化の各階層をモデル化しモジュールを作製しようとしている。ここでいうモジュールとは蛋白質をクラスター化した蛋白モジュール、蛋白モジュールを高度集積化したサブセルラーモジュール、サブセルラーモジュール上で蛋白質や細胞が機能性組織として機能するティッシュモジュールである。レーザープロセッシング技術により分子制御し、これらの全ての階層を統合し人工的生体組織構築を目指す。ここで最も重要な役割を果たすのが蛋白モジュールである。蛋白モジュールは、蛋白質や分子の

自己組織化機構を利用し凝集させたクラスターである。この蛋白モジュールをレーザープロセッシング技術を駆使し、人工細胞とも言えるサブセルラーモジュールを構築する。このサブセルラーモジュールの上にもレーザープロセッシング技術を適用し、蛋白質や細胞を反応・培養することによりティッシュモジュールを作製する。こ

れらの技術を用いて、ナノレベルからマイクロレベルで分子や各レベルのモジュールを自在に操ることにより、人工的に生体組織構築を制御し、新しい機能性組織を構築しようとしている。我々はこの研究アプローチを「ナノ自己組織化からマイクロ自己増殖へ」と呼んでいる。

本特集ではこのプロジェクトのスタートとなった最近の各グループにおける研究の現状と成果を紹介する。