

特定領域研究 領域代表者からの報告

1. 研究領域の目的及び意義

【領域番号】 528

【領域略称名】 植物メリステム

【領域代表者（所属）】 町田泰則（名古屋大学大学院・理学研究科・特任教授）

1. 応募領域研究の目的

本特定領域研究では、植物発生の根幹をなすメリステム（茎頂と根の先端にある幹細胞の集団）の形成・維持と機能転換及びメリステムからの器官形成を支配している制御系を解明するために、新たに見出された情報分子や制御分子を基軸として研究する。本提案の基礎となる新奇分子は、特定領域研究「植物の軸と情報」（平成14年から平成18年）で発見されたものである。これらの発見は国際的にも高い評価を受けており、このような研究を途切れることなく遂行し、より高次の制御系の解明を、我が国で発展させることが急務であると考え、目標を絞り込み、新しい研究領域を提案することにした。本提案は、「研究の発展段階の観点から見て成長期にあり、研究の一層の発展が期待される領域」及び「その領域の研究の発展が他の領域の研究の発展に大きな波及効果をもたらす等、学術研究における先導的または基盤的意義を有する研究領域」（公募要領 II 2 (2) ① (イ) の (b) 及び (d)）に該当することから、特定領域研究にふさわしいと判断した。

植物の体制は、大きく分けると地上部と地下部の器官からなる。植物の発生には、次のような4つの特徴がある。その**第一**は、植物体を構成するほとんどの器官は、発芽後に、メリステムから後胚発生的に形成されることである。つまり、植物は胚発生において、発芽後に根と地上部を形成するそれぞれの幹細胞の集団（メリステム）を分化させ、発芽後に、葉、茎、花といった地上部の器官を茎頂メリステムから、地下部である根の大部分を、根端メリステムから形成する。**第二**の特徴は、メリステムからの器官形成では、細胞は空間的位置をほとんど変えず、細胞分裂のタイミングと分裂面の位置・方向の制御が重要である。それとカップルして適切な細胞分化が起こるといことである。**第三**の特徴は、成長過程で、メリステム自身の特性が変化し（メリステムの相転換と呼ばれる）、それにともなって形成される器官が変化することである。例えば、発芽後しばらくは栄養成長メリステムから葉が作られ、花芽形成の時期になると生殖成長メリステムへ転換し、様々な花器官から成る花が形成される。**第四**の特徴は、これらすべての過程は、植物固有の生理活性物質である「植物ホルモン」により制御・調節されていること、一度組織として分化した細胞でも、適切なホルモン条件の下で、分化全能性を発揮できることである。

申請提案当時、シロイヌナズナを中心とした分子遺伝学的研究により、上記した4つの特徴的に関わる多くの遺伝子が単離され、受容体や転写因子さらに小分子 RNA などが同定され、それら因子間の関連性が示されていた。さらに、これらの過程には DNA のメチル化によるゲノムインプリンティングが、植物固有の様式で重要な機能を果たしていることが示されてきた。しかし、これまでの理解は、発生過程全体から見れば、まだ個別的・限定的であった。本特定領域研究の目的は、メリステムの形成・維持・相転換と器官形成を支配している因子の機能を調べ、それらの関連性を明らかにし、メリステムや器官の形成を統合的に制御している情報の制御系（統御系と呼ぶ）を解明することであった。特に、それぞれの統御系の分子機構の解明を目指した。そのために、以下の**5つの研究を重点的**に行った。(1) 茎頂と根端メリステムの形成と維持に関わる小分子 RNA やペプチド性リガンドなどの新奇因子の同定とそれらの機能を調節する統御系を明らかにする。(2) メリステムからの葉の形成を司る統御系を、小分子 RNA の機能やクロマチンの構造変換、DNA 修飾などを基軸として研究する。(3) フロリゲンなどによる花成誘導の仕組み、つまりメリステムの相転換を支配している情報の統御系を研究する。(4) 植物ホルモンが、(1) から (3) に述べた過程をどのように調節しているかを研究する。(5) これらの研究を推進するために、先端的なイメージング技術の導入、全ゲノム配列を対象として転写領域を探索するタイリング・アレイ解析の導入を行い、新たな情報の統御系を探る。

さらに本研究計画では、班員間での有機的な連携と共同研究を実現し、先端的な研究を進めている若手研究者を積極的に養成し、我が国のこの研究分野に一層の活力を与えることを目指した。特に、植物発生生物学のように息の長い学問にとっては、次世代を担う若手の育成は、重要な課題であろうと考えた。

2. 研究の学術的背景：申請当時の我が国の植物発生の研究は世界の学術水準の向上・強化に貢献しうる成果をあげていた

本研究で取り上げる主な植物材料は、モデル植物と言われているシロイヌナズナであり、研究材料として国際的、国内的支援体制が整備されてきていた。例えば、全ゲノム配列だけでなく、完全長 cDNA ライブラリー、遺伝子クローニングが可能なタグされたシロイヌナズナ変異体のライブラリーの整備（かずさ DNA 研究所、理化学研究所）、遺伝子の転写プロファイルが公開され、シロイヌナズナは、順遺伝学的と逆遺伝学的手法の両方が可能な理想的なモデル生物となってきた。さらに、マイクロアレイや全ゲノムをカバーするチップも商業ベースに乗り始めていた。このような状況の下で、申請の前年【平成 17 年（2005 年）】には、我が国から主な雑誌に出版された植物関連の論文の数は、世界のこの分野の総論文の 10% を占めるまでになっていた。その中で、我が国から、*Nature*, *Science*, *Cell*, *Genes Dev*, *EMBO J*, *Proc Natl Acad Sci USA*, *Plant Cell* などの著名な専門誌に公表された論文数は、53 報（世界の約 5%）であり、我が国のこの分野の研究は、活性化する可能性があった。例えば、*Science* 誌が選んだ 2005 年の自然科学における 10 大発見には、植物発生生物学から 2 つの論文が選ばれ、その一である、本計画研究班の荒木らによるフロリゲンの同定は、その良い例であろう。

さらに、(1) 小分子量 RNA による葉の発生に関わる遺伝子発現制御の研究も進みつつあった（計画班の岡田、町田）。これに関連して、我が国では、イネのシュート形成と、根の特定の組織の発生分化研究も進み始めていた。細胞質分裂の進行に必須のプロテインキナーゼの経路を発見し、これを手がかりに、分裂面制御の研究が進展していた（町田）。このように、植物組織の領域化の分子機構の研究が発展する基礎ができあがりつつあった。一方、葉の大きさが決定される際に、細胞数と細胞の大きさを調節する補償作用が働いていることが提唱されており、その分子的仕組みの研究が始まっていた（塚谷）。

(2) 新たな情報分子として、世界に先駆けてペプチド性のリガンドが見いだされつつあり、さらにその細胞内シグナル経路の研究が進み始めていた（松林、福田）。(3) 器官発生にエピジェネティックな遺伝子発現制御重要である可能性が明らかになりつつあった（角谷）。(4) 茎頂と根端のメリステム形成と維持の研究も、*SHOOT MERISTEMLESS (STM)* 遺伝子と *WUSCHEL (WUS)* 遺伝子の発現を上位から制御している可能性がある *CUP-SHAPED-COTYLEDON (CUC)* 遺伝子の機能的研究が進んでいた（田坂）。(5) シロイヌナズナの分化全能性、つまり脱分化・再生過程が異常になった変異体が多数分離され、原因遺伝子が同定されつつあった（杉山）。(6) オーキシンが関わっている重力屈性と側根形成の制御系が解明され始めていた（深城、山本）。(7) 葉で合成されたフロリゲンが、どのようにして茎頂メリステムへ運ばれ、損後の花芽形成の誘導の研究が進み始めていた（荒木、島本）。(8) 成熟葉では、子葉で働くプログラムが *HSI2* と *HSL1* 遺伝子により抑制されていることが示されており、この結果から、胚性メリステムから栄養成長メリステムへの転換の統御系を明らかにする研究が開始されていた（中村）。

以上のように、我が国における、植物の発生の学的研究は、量と質の両面において発展しつつあり、上記の研究は世界の先端に位置しているものも多かった。そこで、本申請にあるような二つの研究項目（「メリステムと器官発生の統御系」と「メリステムの機能変換の統御系」）を組織し、計画班員を適切に配置して、集中的に研究費を投入すれば、一層レベルの高い研究が進み、世界の植物発生生物学の発展に大きな貢献をすると期待した。