

# 論文審査の結果の要旨

氏名 澁田未央

本論文は、モデル植物であるシロイヌナズナを材料に用いて、花成制御機構を分子遺伝学的手法によって明らかにしたものである。植物は、様々な外的、内的環境情報を感知し、一連の情報を統合することによって、花成を開始するタイミングを決定している。「環境情報の感知」と「花成」の2つの素過程を繋ぐ情報伝達物質が、花成ホルモン・フロリゲンである。フロリゲンをコードする *FLOWERING LOCUST (FT)* 遺伝子の転写制御は、花成制御における鍵イベントであり、精緻かつ複雑な制御を受けている。これまでに、ジンクフィンガー型転写因子 *CONSTANS (CO)* が、*FT* mRNA の誘導に関与していることが報告されているが、*FT* 遺伝子の転写制御機構に関する全貌を解明するには、依然として知見が乏しい状況にある。論文提出者は、長らく花成制御における機能が明確でなかったシロイヌナズナの花成因子 FE に着目し、フロリゲン機能制御における Myb 型転写因子 FE の機能解明を目指して本研究課題に取り組んだ。

本論文は6章から構成されており、第1章では、シロイヌナズナのフロリゲンを介した花成制御機構についてのこれまでの知見、本研究の位置付け、着想に至った経緯がまとめられている。第2章では、本研究で用いられた材料と方法についての記述がなされている。第3章、第4章では、それぞれ *FT* 遺伝子の転写活性化における FE と *CO* の関係性、*FT* 遺伝子のクロマチンレベルでの転写制御における FE 機能が報告されている。また、第5章においては、FE によるフロリゲン輸送因子との関わりが記されており、第6章では、一連の結果を受けた考察に加え、研究全体の総括が論じられている。

葉の篩部伴細胞に特異的な *FT* 遺伝子の発現パターンは、DNA 結合能をもつ転写因子による転写活性化とヒストンの化学修飾 (H3K27me3) によるクロマチンレベルで

の転写抑制によって形作られる。これまでの知見から、CO が *FT* 遺伝子の転写活性化における重要因子であることが報告されているが、CO 以外の転写因子の *FT* 発現制御への関与は十分に理解が進んでいなかった。そこで、論文提出者は、*co* 変異体と同様に日長依存的な花成遅延表現型を示す *fe* 変異体に注目し、FE タンパク質が *FT* 遺伝子プロモーター上に直接結合し、*FT* 遺伝子の転写を活性化することを見いだした。また、遺伝学的解析から、FE と CO は相互依存的関係にあり、CO、NUCLEAR FACTOR Y-B2 (NF-YB2)、FE のタンパク質間相互作用がその分子的基盤であることを示した。以上の結果は、この3者によるクロマチンループ構造の形成が、*FT* 遺伝子の転写活性化において重要であることを示唆する新たな知見として、高く評価された。また、*FT* 遺伝子のレポーター系を用いた実験から、FE と CO の全身的過剰発現は、葉肉組織や根における *FT* 遺伝子の異所的過剰発現を誘導することも報告した。この結果も、*FT* 遺伝子の転写制御における FE と CO の重要性を示す重要な知見である。

論文提出者は、*FT* 遺伝子座におけるヒストンの化学修飾 (H3K27me3) の制御にも注目をした。酵母ツーハイブリッド法によって、H3K27me3 の脱メチル化酵素である RELATIVE OF EARLY FLOWERING 6 (REF6) と FE がタンパク質間相互作用することを明らかにした。また、クロマチン免疫沈降法によって、FE が REF6 を介して *FT* 遺伝子座の H3K27me3 レベルを CO 非依存的に制御することも明らかにした。一連の結果は、FE が *FT* 遺伝子座のクロマチンレベルでの制御過程と、CO、NF-YB2 と共に転写を活性化する過程の両方に関与することを示唆している。*FT* 遺伝子の転写制御において多様な機能を担う FE の重要性を示す成果である。

シロイヌナズナにおけるフロリゲンの分子実体は、*FT* 遺伝子がコードする小分子タンパク質 (PEBP ファミリータンパク質) である。葉の篩部伴細胞で産生された *FT* タンパク質は、*FT* 輸送制御因子によってから茎頂へと運ばれ花成を誘導する。論文提出者は、*FT* 輸送因子の発現制御にも FE が関与していることを遺伝子発現解析、クロマチン免疫沈降法によって明らかにした。この結果は、FE がフロリゲンの産生過程に加えて、フロリゲンの輸送過程にも関与することを示しており、フロリゲン機能制御における FE の役割を理解するうえで新規な知見をもたらした。

以上、本論文では、フロリゲンを介した花成制御機構における FE の多層的な役割が明確に示された。今後は、様々な環境情報の集積点としての役割を担う *FT* の転写制御をより体系的に理解するために、*fe* 変異体の様々な生育環境下での表現型に注目し、より広い視野で、FE の役割に注目していく必要がある。

なお、本論文に記載された研究は阿部光知氏との共同研究であるが、論文提出者が

主体となって解析を行ったもので、論文提出者の寄与は十分である。

以上、本論文に記載された知見の多くは新規知見であり、いずれも花成研究の進展に重要な示唆を与えるものである。また、論文提出者本人が自立して研究活動を行うのに十分な研究能力と学識を有することも十分に示されている。よって、澁田未央提出の論文は、博士（理学）の学位論文として合格と認める。