



Title	Translational regulation mediated by upstream ORF in Arabidopsis clock gene and diel genes [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	青山, 悠
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(生命科学)
Dissertation Number	甲第16282号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95501
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Haruka_Aoyama_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（生命科学） 氏 名 青山 悠

審査担当者	主査	教 授	千葉	由佳子
	副査	教 授	藤田	知道
	副査	准教授	小谷	友也

学 位 論 文 題 名

Translational regulation mediated by upstream ORF in Arabidopsis clock gene and diel genes
(シロイヌナズナの時計遺伝子および日周遺伝子における
uORF を介した翻訳制御に関する研究)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

植物は自ら移動できないため、日周期的な環境変化に適応するための精密な遺伝子発現制御を進化させてきた。特に概日時計は、転写および翻訳の調節を通じて、植物の生理機能を最適化する役割を担っている。これまで、日周遺伝子発現については主にメッセージRNA（mRNA）量に基づいて議論がなされてきた。しかし、いくつかの研究で mRNA 量と最終的なタンパク質量の相関が低いことが分かり、転写後制御の重要性が示唆されたにもかかわらず、技術的な制約もあり見落とされてきた。転写後制御はスプライシング制御や翻訳制御を含み、最終産物であるタンパク質に近いプロセスであるため、新生転写産物を合成するよりも素早く環境変化に応答できることから、昼夜の環境変化に対して重要な役割を果たすと考えられる。また、日周リズムの調節における転写と翻訳の相互作用を包括的に理解することは、植物の成長やストレス応答の適応戦略を明らかにする上で極めて重要である。

本論文の著者は、植物における日周遺伝子発現の制御機構に焦点を当て、特に翻訳制御が果たす役割を明らかにした。本研究では、シロイヌナズナを用いて mRNA 量と翻訳量の時間的変動を網羅的に解析し、日周遺伝子の大部分に翻訳制御が関与することを示した。また、上流オープンリーディングフレーム（uORF）が日周期的な翻訳制御に関与する可能性を明らかにし、概日時計の中心振動体である *LATE ELONGATED HYPOCOTYL (LHY)* の翻訳制御に uORF が重要な役割を果たすことを実験的に検証した。

本論文の第一の成果は、RNA-seq と Ribo-seq を用いた網羅的解析により、翻訳制御が日周遺伝子発現に広く関与していることを示した点にある。著者は、約 70% の遺伝子において、翻訳制御が日周リズムの形成に影響を及ぼしていることを明らかにした。特に、翻訳量のみが日周変動を示す遺伝子群の多くが夜間にピークを迎えることを見出し、これが日周リズムの適応戦略の一環である可能性を示唆した。

次に、著者は uORF の存在が日周的な翻訳制御に関与するかを解析し、翻訳制御を受ける遺伝子群で有意に多くの uORF が存在することを示した。さらに、uORF の翻訳効率と mORF の翻訳効率が異なる時間的パターンを示す遺伝子を特定し、uORF が翻訳制御の一因となることを強く示唆した。この研究は、植物における uORF の機能的役割を体系的に解析した先駆的な研究の一つである。ここまでの内容を、筆頭著者として *The Plant Journal* 誌に公開済みである。

本論文のもう一つの成果は、概日時計のコア遺伝子である *LHY* において、uORF が翻訳制御を担っていることを実験的に示した点である。著者は、*LHY* の uORF 変異体を作製し、その翻訳動態および概日リズムへの影響を解析することで、*LHY* の uORF が光あるいは時間に応答して翻訳制御を受けることを明らかにした。これは、概日時計の精密な調節機構の一端を解明するものであり、植物の適応戦略の理解を深める重要な知見を提供する。

本論文の意義は、日周遺伝子発現における翻訳制御の重要性を明確にし、特に uORF がそのメカニズムの一環として機能することを示した点にある。これまで転写レベルでの調節が主に研究されてきたが、本研究は転写後制御の重要性を強調し、概日時計の制御機構に新たな視点をもたらした。本研究の成果は、今後の植物生理学および分子生物学の研究において重要な基盤となるものであり、さらに広範な研究へと発展することが期待されるものとして高く評価できる。

よって著者は、北海道大学博士（生命科学）の学位を授与される資格あるものと認める。