

研究成果報告書

(国立情報学研究所民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		定量的数理方程式の構築による植物概日リズムの解明とその植物工場への応用			
研究テーマ (欧文) AZ		Quantitative mathematical modeling of plant circadian oscillations and its application to plant factory			
研究氏 代 表 名 者	カカナ CC	姓)トクダ	名)イサオ	研究期間 B	2009年 ~ 2010年
	漢字 CB	徳田	功	報告年度 Y	2010年
	ローマ字 CZ	TOKUDA	Isao	研究機関名	北陸先端科学技術大学院大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		情報科学研究科・准教授			
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください)					
<p>分子生物学を中心とする近年の高度な計測技術の発展に伴い、生物学の分野でも、数理方程式が実験系を定量的に表すことが可能なケースが増え、生物の本質を理解し、その動作原理に迫る際に重要な役割をはたすようになってきた。本研究では、植物の概日リズムに注目し、植物概日リズムの光刺激に対する応答特性の実験計測とその数理モデルの構築を行った。まず、遺伝子組換えシロイヌナズナ(CCA1::LUC)にルシフェリンを投与して発光計測実験を行った。連続赤色 LED 照明に対して、青色 LED 照明を切替/追加照射する、あるいは赤色 LED 照明を増強する光パルスを加え、植物発光リズムの位相応答曲線を求めた。結果として、摂動光の波長を変えることにより異なる位相応答曲線が得られることが分かった。これは、摂動に用いる光の波長の違いによって、シロイヌナズナの応答が異なることを定量的に示した最初の結果であり、貴重な実験データと思われる。</p> <p>次に、計測された実験データに対する数理モデルの構築を行った。シロイヌナズナ時計遺伝子の分子モデルを用い、mRNA 転写速度、タンパク質分解速度、翻訳速度のパラメータを、計測データに基づいて推定した。パラメータ推定法については、Locke ら(2005)にならい、概日周期および位相差を指標とした目的関数の最適化を行った。これにより得られたモデルから植物リズムの基本サイクルを再現することができた。ただし、初期値依存性とパラメータの冗長性などの問題から、推定結果によっては、植物リズムを再現できないなどの事例もみられ、さらに信頼性の高い推定値を得るには最適化の改良が必要であることが分かった。</p>					
キーワード FA	概日リズム	シロイヌナズナ	数理モデル	位相応答曲線	

(以下は記入しないでください)

助成財団コード TA						研究課題番号 AA							
研究機関番号 AC						シート番号							

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入して下さい）									
雑誌	論文標題 GB								
	著者名GA		雑誌名GC						
	ページGF	~	発行年GE					巻号 GD	
雑誌	論文標題 GB								
	著者名GA		雑誌名GC						
	ページGF	~	発行年GE					巻号 GD	
雑誌	論文標題 GB								
	著者名GA		雑誌名GC						
	ページGF	~	発行年GE					巻号 GD	
図書	著者名HA								
	書名HC								
	出版者HB		発行年HD					総ページ HE	
図書	著者名HA								
	書名HC								
	出版者HB		発行年HD					総ページ HE	

欧文概要EZ

Recent development of the measurement technology in molecular biology enabled mathematical modeling of biological system even in a quantitative level. Such modeling approach may play an important role for understanding the fundamentals of biological systems.

This research focuses on circadian oscillation of the model plant *Arabidopsis thaliana*. Experiments were carried out to measure the response property of the plant to a light stimulus, whereas mathematical model was constructed to elucidate the experiment. First, various light impulses with different frequencies have been applied to obtain the phase response curve of the plant. The results indicate that different response properties are obtained for different light inputs. This is the first result that quantitatively shows that the phase response curve of the plant depends sensitively upon the light frequency.

Then, mathematical modeling was carried out using the *Arabidopsis* clock network. The parameters such as transcription, degradation, translation, and transport rates have been optimized based on the technique of Locke *et al* (2005). The optimized model was shown to reproduce basic cycle of the circadian oscillation. However, due to ambiguity of initial conditions and parameter redundancy, the optimization sometimes failed to produce the circadian rhythm. Further modification is needed to achieve more accurate and reliable estimates of the parameters.