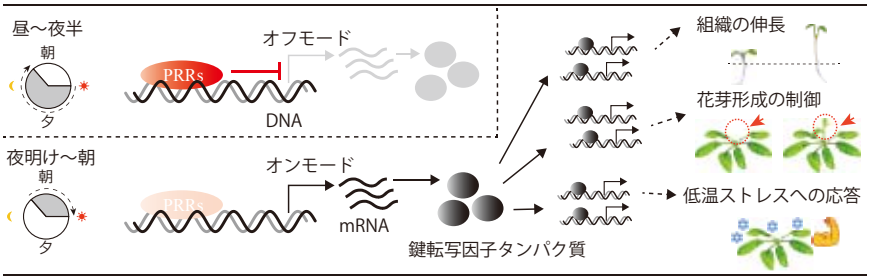
Press Release

# 植物の時間情報を司る遺伝子発現のネットワーク構造を発見

発表の概要：

名古屋大学･理化学研究所･科学技術振興機構の研究グループは、植物における時間情報を司る遺伝子発現のネットワーク構造を発見しました。概日時計に関わる PRR　遺伝子群は、人類が原産地とは緯度が異なる地域に作物を育種するケースで重要な役割を果たしてきた遺伝子群です。研究グループは、モデル植物のシロイヌナズナにおいて概日時計機構に関わる「PRR5　タンパク質」と「ゲノム DNA　」との結合の領域とその結合度を高速 DNA　シークエンサーにより決定しました。PRR5　はおよそ 60　の遺伝子座に昼から夜半に結合し、これらの遺伝子の発現を抑制していました。PRR5　のターゲット遺伝子の中には、組織の伸長、花成時期の決定、そして低温ストレスへの応答に対して重要な役割をする鍵転写因子タンパク質をコードするものが含まれていました。この時間情報を司る遺伝子発現のネットワーク構造(PRR5 -鍵転写因子群-さらに下流の遺伝子群)は、植物が適切な時間に適切な高次生命現象を活性化するために獲得したものと考えられます。本研究により、植物の時間環境への適応の理解が進み、また効率的な育種研究の展開も期待されます。この成果は、米国科学アカデミー紀要(PNAS　誌)のオンライン版 10　月 1 日午後 3 時(米国東部時間)にて発表されます。



# 植物の時間情報を司る遺伝子発現のネットワーク構造を発見

名古屋大学高等研究院·科学技術振興機構(JST さきがけ)の中道範人特任助教、同大学大学院生命農学研究科の神岡真理院生、山篠貴史助教、水野猛教授、同大学大学院生命理学研究科·JST ERATO の鈴木孝征講師と東山哲也教授、理化学研究所植物科学研究センターの木羽隆敏研究員と榊原均グループディレクターの研究グループは、植物の一日の時間情報を司る遺伝子発現のネットワーク構造を発見しました。これにより植物の時間環境への適応などの理解が進むと期待されます。この成果は、米国科学アカデミー紀要(PNAS 誌)のオンライン版１０月１日午後 3 時(米国東部時間)にて発表されます。

【ポイント】

モデル植物シロイヌナズナにおける重要な生理現象(花芽の形成、組織の伸長、低温ストレスへの応答など)が、一日のうちの特定の時間で見られる仕組みが分かりました(図)。

【背景】

植物の概日時計は、遺伝的に備わった一日の時間を測り取る機構です。研究グループは以前に、シロイヌナズナの概日時計の運行に関わるタンパク質群として、PSEUDO-RESPONSE REGULATOR (PRR)ファミリーを報告しています。このファミリーのうちの PRR5 タンパク質は、昼から夜半にかけて存在し、その時間帯に時計機能に関わった働きをします。また、古くから植物における重要な生理現象(花芽の形成、組織の伸長、低温ストレスへの応答)は一日のうちの特定の時間帯にのみ認められることが知られていました。しかし、これらの生理現象の発現時間を決める仕組みは分かっていませんでした。

【研究の内容】

今回研究グループは、シロイヌナズナの PRR5 タンパク質は自身の C 末端にあるドメイン構造を通して生体内で DNA に結合することを見いだしました。さらにこの機能に着目し、PRR5 が生体内で結合し、さらに作用しうる遺伝子領域を高速 DNA シークエンサーと強制的活性化型 PRR5 を用いたマイクロアレイ解析によって決定しました。これらの方法で、およそ 60 個にのぼる PRR5 の直接的なターゲット遺伝子が見つかりました。これらの遺伝子の多くは、PRR5 だけでなく PRR7 と PRR9 にもターゲットされていました。60 個のターゲット遺伝子の発現の抑制のタイミングは、昼から夜半に認められていました(図) 。この時間帯は 3 つの PRR が機能している時間と同じであったため、PRR はこれら遺伝子の発現のタイミングを決める上で主要な抑制因子として振舞うことが考えられます。

さらに PRR のターゲット遺伝子には、花成の時期の決定、組織の伸長、そして低温ストレスへの応答の鍵となる転写因子タンパク質をコードしているものがあり、概日時計から

これら生理現象への制御経路が具体的に明らかとなりました (図)。

【成果の意義】

植物の概日時計に関連する因子が、他の生理現象の鍵転写因子タンパク質の発現を直に制御することで、それら生理現象の発現する時間を一括的に制御するしくみが分かりました。このような遺伝子発現のネットワーク構造は、分子的な起源の異なる時計を持つ生物種(昆虫や動物)でも近年報告されています。従って今回の発見は、生命システムの収斂的な進化の側面をとらえています。

また人類が原産地とは異なる緯度に作物を育種する過程で、概日時計に関わる遺伝子の変異が選抜されてきたことが分かっています。今回の発見は、育種過程で重要であったイベントに、分子生物学的な裏付けを与えることが出来ました。今後は時計分子の機能やネットワーク構造の理解を踏まえた上での効率的な育種も期待できます。

【用語説明】

**概日時計**

地球上に住む多くの生物に見られる、遺伝的に備わった自律的な約 24 時間周期の振動現象。光合成細菌、カビ、昆虫、動物、植物といった広範囲の生物に認められる。しかし、これらの種において概日時計を担うタンパク質分子の進化的な起源は異なる。

**クロマチン免疫沈降カップルド高速シークエンス法**

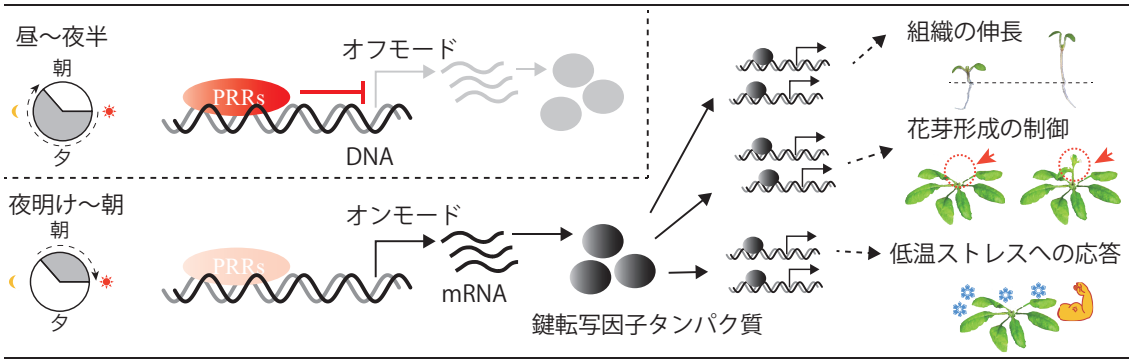
生体内において、あるタンパク質のゲノム上での結合位置を網羅的かつ定量的に検出する方法。目的タンパク質を免疫沈降法で回収し、タンパク質と同時に回収できた DNA 断片を高速 DNA シークエンサーで解読することにより、タンパク質と DNA の結合を検出できる。

**マイクロアレイ解析**

遺伝子の発現を網羅的かつ定量的に検出する方法。遺伝子情報は、ゲノム上の DNA から mRNA を経てタンパク質(生命現象を担う実働因子)へと変換されるが、マイクロアレイでは、DNA から読み取られた(転写された)mRNA 量を定量的に検出している。

【論文名】

Norihito Nakamichi, Takatoshi Kiba, Mari Kamioka, Takamasa Suzuki, Takafumi Yamashino, Tetsuya Higashiyama, Hitoshi Sakakibara, Takeshi Mizuno “Transcriptional Repressor PRR5 Directly Regulates Clock-Output Pathways” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012

図　今回の研究成果の概略。

およそ 60 個にのぼる PRR5 の直接的なターゲットの遺伝子情報の発現は、昼～夜半にかけて PRRs によって抑えられている(オフモード)。一方、夜明け～朝にかけては PRRs による抑制がなくなるので、ターゲットの遺伝子情報の発現がみられる(オンモード)。ターゲットの遺伝子情報はタンパク質に翻訳され、これらのタンパク質の働きにより、組織の伸長、花芽の形成の制御、低温ストレスへの応答といった高次生命現象が特定の時間帯にて引き起こされる。