

# 1. 研究の背景

❖ CAP スーパーファミリータンパク質は多様な生物界で広く保存されている。

Cysteine-rich secretory proteins, Antigen 5, and Pathogenesis-related 1 protein (CAP)スーパーファミリータンパク質は、N 末端の分泌シグナル配列と、4 つのタンパク質モチーフ CAP1, CAP2, CAP3, CAP4 の存在で定義されます (図1), 細菌, 菌類, 植物, 動物を含む生物界で広く保存されています。例えば, 寄生線虫が宿主に感染する際に分泌する毒アレゲン様タンパク質として同定され, 宿主の免疫応答を抑制することが報告されています。また, 哺乳類において, 生殖器官, 免疫細胞, 腫瘍などで発現することから, 生殖や免疫応答, がんなどで役割を持つことが示唆されています。しかしながら, CAP ファミリータンパク質の機能については, 不明なものが多く残されています。

# 2. 本論文の成果

❖ シロイヌナズナ CAP ファミリー遺伝子は全染色体に広く分布している。

著者らは, CAP タンパク質の共通構造である N 末端分泌シグナルペプチドと CAP タンパク質の 4 つの保存モチーフ CAP1, 2, 3, 4 の存在を元に, シロイヌナズナゲノムより 22 個の CAP 遺伝子/タンパク質を同定し, これらを, 系統的に命名しました (図1)。さらに, CAP 遺伝子が, 5 つの染色体全てに広く分布し, 4 つの遺伝子クラスターを形成していることを発見しました (図2)。

❖ シロイヌナズナ CAP ファミリー遺伝子は成長中の組織で顕著に発現している。

次に, 著者らは, 22 個の CAP 遺伝子について, 自己プロモーター (上流 1,500~3,000 bp) の制御下で,  $\beta$ -グルクロニダーゼ (GUS) と緑色蛍光タンパク質 mNeonGreen の遺伝子をタンデムに付加した可視化ライン (CAPpro : GUS-mNeonGreen) を発現する形質転換シロイヌナズ

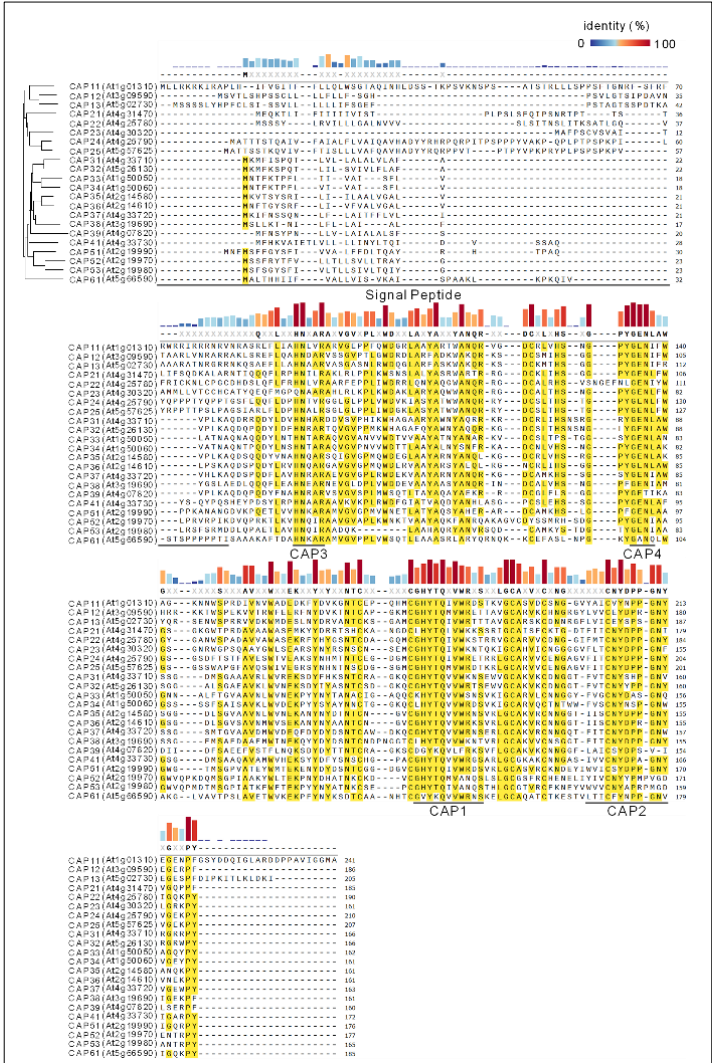


図1. 全シロイヌナズナ CAP タンパク質 22 個の系統樹とタンパク質アラインメント。シロイヌナズナ CAP タンパク質は全てシグナルペプチドと4つのタンパク質モチーフCAP1-4を有している。

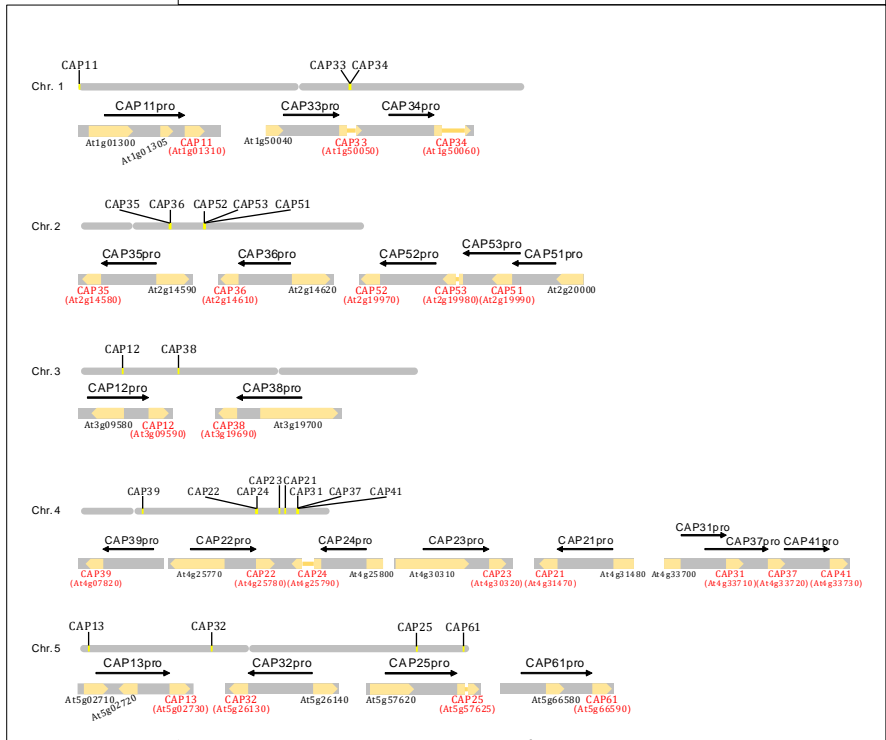


図2. シロイヌナズナ CAP ファミリー遺伝子の染色体分布とプロモーター領域。

ナを作製し、GUS 染色と mNeonGreen による発現解析を行いました。その結果、CAP 遺伝子は、それぞれ、組織特異的に発現し(図3)、特に根端や茎頂に存在する托葉、花粉、胚珠、側根など成長・分裂が活発な組織で顕著に発現していました(図4)。この結果から、CAP ファミリー遺伝子は、シロイヌナズナの各組織の形態形成時に、重要な役割を果たしていることが示唆されました。

一方、著者らは、側根形成部位で発現する CAP ファミリー遺伝子 CAP51, CAP52, CAP53 に着目し、側根形成時における発現パターンの変化を解析しました。具体的には、20 時間の重力刺激による側根形成誘導後、2 時間ごとに mNeonGreen の局在を、共焦点レーザー顕微鏡<sup>注1</sup>を用いて観察しました。その結果、CAP ファミリー遺伝子は、側根創始細胞<sup>注2</sup>の出現直前(CAP51, 52)や出現後(CAP53)に、側根創始細胞に隣接した外層皮層細胞で発現していることがわかりました(図5)。

以上より、シロイヌナズナ CAP ファミリー遺伝子は様々な組織や器官で異なるパターンで発現しており、組織や器官の発生の初期によく発現することが明らかとなりました。本研究はほとんど解明されていない CAP ファミリータンパク質の分子メカニズム解明の手掛かりになると考えています。

## 用語説明

**注1:**共焦点レーザー顕微鏡

蛍光顕微鏡の一種であるが、レーザー光を用いて、試料の特定の部分のみに焦点を当てて励起し、蛍光像を検出するため、厚みのある試料でもピントをあわせた画像を得ることが可能である。

**注2:**側根創始細胞

側根の基となる細胞群。シロイヌナズナにおいて側根は主根の内鞘細胞(中心柱の一層外側の細胞)を基に発生し、発生過程で内皮、皮質、表皮細胞を貫通して出現する。

**発表雑誌:** Plant Direct [doi.org/10.1002/pld3.70003](https://doi.org/10.1002/pld3.70003)

**論文タイトル:** Systematic expression analysis of cysteine-rich secretory proteins, antigen 5, and pathogenesis-related 1 protein (CAP) superfamily in Arabidopsis

**著者:** Megumi Matsuzawa, Takumi Nakayama, Masa H. Sato, and Tomoko Hirano

## 3. 研究サポート

本研究は科学研究費補助金、基盤研究 B (23H02177)、JST 戦略的創造研究推進事業(さきがけ) (JPMJPR20D5) などの支援により実施されました。

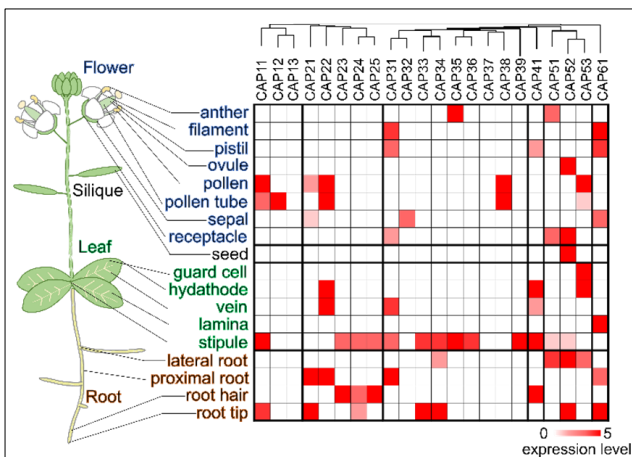


図3. シロイヌナズナ CAP ファミリー遺伝子の発現パターンの概略図。シロイヌナズナ CAP ファミリー遺伝子の発現組織とその発現レベル(赤色濃淡)を示すヒートマップ。

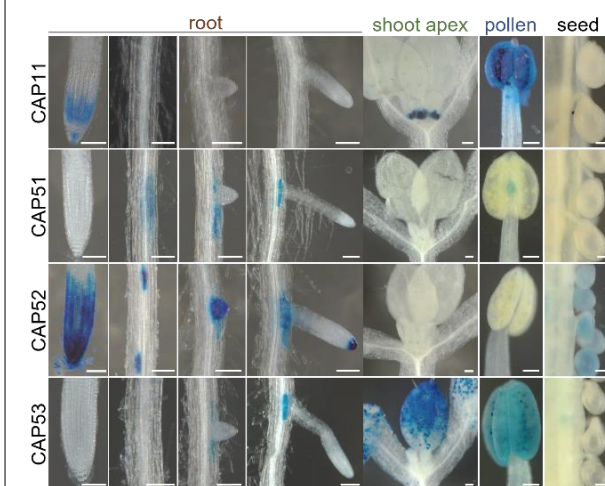


図4. CAP11, 51, 52, 53 について、自己プロモーター制御下で GUS-mNeonGreen を発現する可視化ラインの GUS 染色画像。シロイヌナズナ CAP ファミリー遺伝子は根端や托葉、花粉、胚珠、側根などで顕著に発現していた。スケールバーは 100 μm。

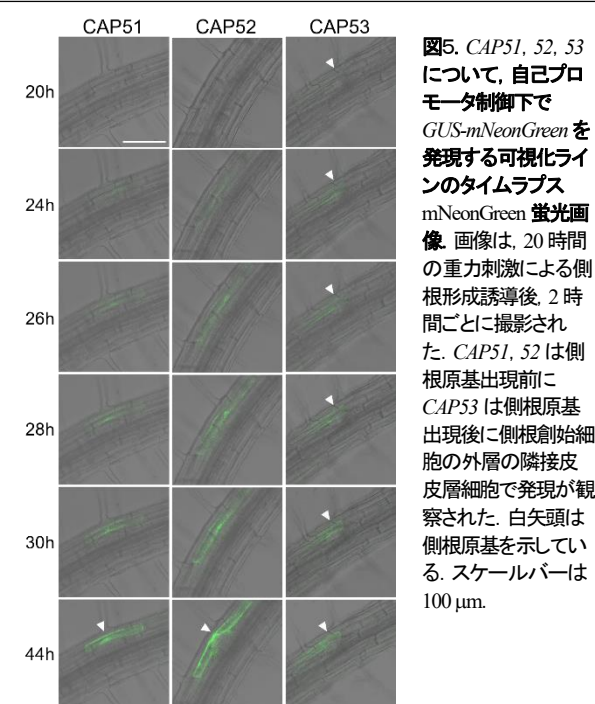


図5. CAP51, 52, 53 について、自己プロモーター制御下で GUS-mNeonGreen を発現する可視化ラインのタイムラプス mNeonGreen 蛍光画像。画像は、20 時間の重力刺激による側根形成誘導後、2 時間ごとに撮影された。CAP51, 52 は側根原基出現前に CAP53 は側根原基出現後に側根創始細胞の外層の隣接皮層細胞で発現が観察された。白矢頭は側根原基を示している。スケールバーは 100 μm。