

解禁時間は2月25日午前5時（日本時間）  
新聞は2月25日朝刊から

プレスリリース

平成26年2月24日  
独立行政法人農業生物資源研究所  
富山県立大学  
国立大学法人東京大学  
国立大学法人筑波大学

## アリの情報交換に関わる新型タンパク質を発見 —害虫アリの防除薬開発の新たな標的として期待—

### ポイント

- ・アリの情報伝達物質に特異的に結合し、輸送する新規タンパク質を発見しました。
- ・このタンパク質を標的とすることで、害虫のアリ以外には作用しない、安全で環境に優しい農薬の開発につながると期待されます。

### 概要

1. アリは女王フェロモンなど、分泌する化学物質によって情報伝達を行い、社会性と呼ばれる集団生活を維持しています。これら情報伝達物質はアリの重要なコミュニケーションツールですが、その物質や機能の全てが明らかにはなっていません。情報伝達物質は、アリの触角にある「輸送タンパク質」によって、嗅覚や味覚を司る神経細胞（化学感覚受容細胞）に輸送され、細胞膜の受容体タンパク質と結合します。これまでに分かっている輸送タンパク質は30種類程度で、500を超えると考えられている全ての情報伝達物質を輸送するには不足しているため、まだ明らかになっていない輸送タンパク質が多数あると考えられていました。
2. 独立行政法人農業生物資源研究所（生物研）は、富山県立大学、東京大学、筑波大学と共同で、クロオオアリの働きアリの触角から、社会性の維持に必要な情報伝達物質を輸送する新たなタンパク質「アリ NPC2」を発見しました。
3. アリ NPC2 は、これまでに知られていた、数種類の情報伝達物質だけを運ぶ輸送タンパク質（OBP や CSP）とは異なり、オレイン酸などの脂肪酸、酢酸ヘキサデシル、酢酸オクタデシル、リノレイルアルコールなど幅広い種類の情報伝達物質と幅広く結合し、輸送することがわかりました。
4. アリ NPC2 に似たタンパク質はヒトにもあります。ところが、ヒト NPC2 はコレステロールを輸送し、脂肪酸とは結合しないのに対し、アリ NPC2 はコレステロールには結合しないなど、結合・輸送する物質が明確に異なっていました。
5. 今回明らかにした立体構造をベースに、アリ NPC2 を標的とした薬剤を創出することにより、害虫アリには効果を示すが、ヒトや他の生物には悪影響を及ぼさない、環境に優しい薬剤の開発につながると期待されます。
6. この成果は、2月24日（月曜日）午後3時(米国東部時間)以降に米国科学アカデミー紀要で発表される予定です。

予算：JPSP 科研費 23580070（平成 23-25 年度）

### 問い合わせ先など

研究代表者：	(独)農業生物資源研究所 理事長	廣近 洋彦
研究推進責任者：	(独)農業生物資源研究所 農業生物先端ゲノム研究センター 生体分子研究ユニット長	山崎 俊正
	電話：029-838-7900 E-mail：tyamazak@nias.affrc.go.jp	
	富山県立大学 嘱託研究員	石田 裕幸
研究担当者：	(独)農業生物資源研究所 農業生物先端ゲノム研究センター 生体分子研究ユニット 主任研究員	藤本 瑞
	(独)農業生物資源研究所 農業生物先端ゲノム研究センター 生体分子研究ユニット 重点研究支援者	土屋 渉
	(独)農業生物資源研究所 遺伝子組換え研究センター 昆虫機能研究開発ユニット長	宮澤 光博
	(独)農業生物資源研究所 遺伝子組換え研究センター 昆虫機能研究開発ユニット 主任研究員	石橋 純
	東京大学 教授	石川 幸男
	東京大学 特任助教	藤井 毅
	筑波大学 講師	松山 茂
広報担当者：	(独)農業生物資源研究所 広報室長	井濃内 順
	電話：029-838-8469	

本資料は文部科学記者会、科学記者会、筑波研究学園都市記者会、農政クラブ、農林記者会、農業技術クラブに配付しています。

## 研究の社会的背景

アリは世界中に広く分布する昆虫です。人家の近くにも住む身近な生き物ですが、不快害虫や農業害虫として防除の対象にもなっています。アリを含めた害虫防除には、化学合成農薬が多く使われています。これらの農薬は快適な暮らしや農作物の安定生産に大きく貢献する一方、使用方法を誤ると、環境や人体などに悪影響を及ぼす危険性があります。そのため、人体や環境により優しく、害虫にだけ効果を示す農薬の開発が求められています。こうした農薬の一つとして、合成フェロモンにより害虫の交尾を阻害する「交信かく乱剤」が実用化されており、果樹を加害するチョウ目害虫の防除に利用されています。

アリは「社会性」を持ち、様々な仕事を仲間と協調・分担して行うことにより、コロニー（巣）を維持しています（図1）。アリたちの交信（情報伝達）は、触角で化学物質をやり取りすることにより行われます。そこで私たちは、アリの情報伝達を阻害することにより、アリを防除できないかと考え、本研究に取り組みました。

## 研究の経緯

アリではこれまでに、昆虫特有の「女王フェロモン」からオレイン酸やリノレン酸などヒトにもある物質まで、500を超える情報伝達物質があると考えられています。情報伝達物質は触角で受け取られた後、「輸送タンパク質」によって目的の細胞にある化学感覚受容体タンパク質まで配達され、情報を伝えます（図2）。私たちはこの「輸送タンパク質」の機能を阻害できれば、アリの交信をかく乱できると考えました。

これまでにアリの輸送タンパク質としては、匂い物質結合タンパク質（OBP）や化学感覚子タンパク質（CSP）が報告されています。ただし、個々のOBPやCSPは数種類の情報伝達物質しか運ばず、また合計で30種類程度しかありません。そのため、OBPとCSPだけでは全ての情報伝達物質の輸送をカバーすることはできず、未知の輸送タンパク質が多数あると考えられていました。そこでまず、アリの新たな輸送タンパク質の探索を行いました。

## 研究の内容・意義

1. クロオオアリの触角から、アリの情報伝達物質を輸送する新規タンパク質を発見しました。このタンパク質はヒトの体内でコレステロールを輸送するヒトNPC2（ニーマン・ピックC2型タンパク質）とよく似ており、「アリNPC2」と名付けました。アリNPC2は触角の中の情報伝達に関わる部分でのみ働くことがわかり、情報伝達に特化した機能を持つと推定されました。
2. アリNPC2は、オレイン酸をはじめとする脂肪酸や、酢酸ヘキサデシル、酢酸オクタデシル、リノレイルアルコールなど、アリの多数の情報伝達物質と幅広く結合することがわかりました。ヒトNPC2とは異なり、アリNPC2はコレステロールには結合しません。一方、ヒトNPC2は脂肪酸には結合しません。このように、アリNPC2とヒトNPC2では結合する物質が明確に区別されていました（図3）。
3. X線結晶構造解析により、オレイン酸が結合したアリNPC2の立体構造を決定しました。コレステロールが結合したヒトNPC2の立体構造と比較したところ、アリNPC2とヒトNPC2は異なる様式で結合物質を認識することがわかりました。2つのタンパク質に結合する物質が異なるのは、結合様式の違いによると考えら

れます。なお結晶構造の決定にあたっては、つくばの放射光施設（PF）で X 線回折強度データの測定を行いました。

### 今後の予定・期待

---

今回特定したアリ NPC2 は、アリの行動を制御する情報伝達物質を輸送するタンパク質です。似たタンパク質はヒトをはじめとする哺乳類やアリ以外の昆虫にもありますが、結合する物質が明確に異なることから、アリ NPC2 は害虫アリの防除を目的とした交信かく乱剤の理想的な標的タンパク質といえます。

アリ NPC2-オレイン酸複合体の立体構造を利用して構造ベースの交信かく乱剤の創出を展開することにより、害虫アリには効果を示すが、ヒトや他の生物には悪影響を及ぼさない、環境に優しい薬剤の開発が進むものと期待されます。

### 発表論文

---

Ishida Y, Tsuchiya W, Fujii T, Fujimoto Z, Miyazawa M, Ishibashi J, Matsuyama S, Ishikawa Y, Yamazaki T (2014) **Niemann-Pick type C2 protein mediating chemical communication in the worker ant.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, DOI:10.1073/pnas.1323928111



図 1. 働きアリが巣を掃除する様子(左)と集団で獲物をとる様子(右)：石田裕幸撮影

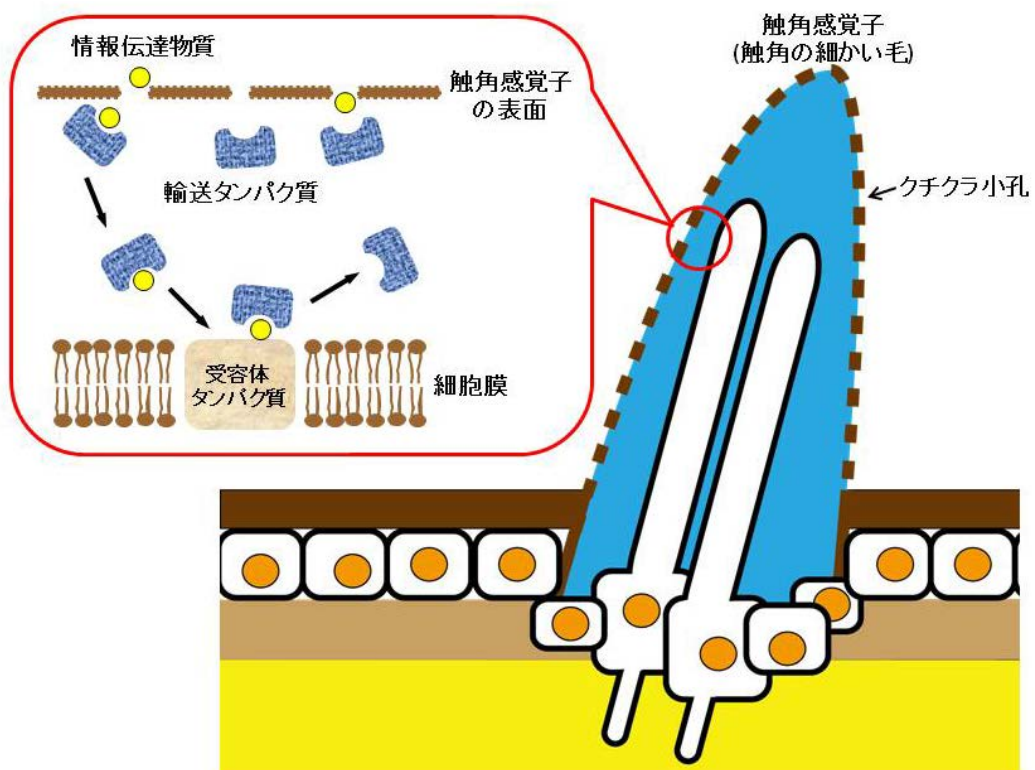


図 2. アリが触角で受け取った情報伝達物質を輸送して情報を伝える仕組み

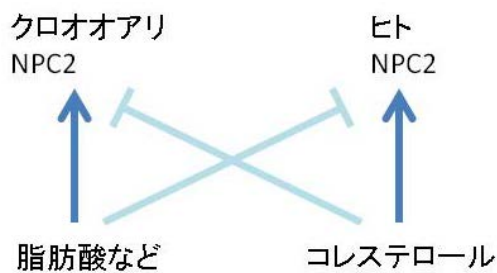


図 3. アリ NPC2 とヒト NPC2 の輸送する物質の選択性