

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：33910

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24570061

研究課題名(和文)シロイヌナズナの葉の形成におけるAS2のエピジェネティックな遺伝子抑制機構の解明

研究課題名(英文)Mechanisms of epigenetic regulation maintained by AS2 in leaf development of *Arabidopsis thaliana*

研究代表者

町田 千代子(MACHIDA, Chiyoko)

中部大学・応用生物学部・教授

研究者番号：70314060

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)：双子葉類の葉は茎頂メリステムから分化し、表裏のある左右相称的で扁平な形をもつ。表裏の決定がその後の扁平な葉の形成に重要であることが示唆されているがその分子機構は不明であった。我々はこれまでに、シロイヌナズナの葉の表側分化の鍵遺伝子AS2による、裏側化因子ARF3の二重の制御機構を明らかにした。本研究では、AS2と共にトポイソメラーゼIがARF3の発現抑制に関わる事、AS2はARF3のコード領域のDNAメチル化レベルの維持に関わる事、AS2がARF3を介してKRP(CDKインヒビター)を抑制する事が明らかになった。AS2-ARF3-KRP経路を介した葉の横方向の分裂制御の可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Leaves develop as flat lateral organs from a shoot apical meristem. Initially, a group of cells is patterned along the proximal-distal axis and then the adaxial-abaxial axis is established, which is crucial for further leaf development. Subsequent cell proliferation along the medial-lateral axis results in flat and symmetric leaves. However, molecular mechanisms are still unknown. We reported that the ASYMMETRIC LEAVES1 (AS1)-AS2 complex represses AUXIN RESPONSE FACTOR3 (ARF3) directly and epigenetically, and indirectly represses ARF3 by PTGS. We found that TOP1 was involved in the AS1-AS2 repression of ARF3. Furthermore, bioinformatic analysis and molecular genetic analysis indicated that expression of Kip-related protein5 (KRP5) (CDK inhibitor) was controlled by AS1-AS2 through ARF3 functions. These results suggest that AS1-AS2 represses KRP5 for regulating cell division in the medial-lateral axis, and it might result in formation of flat and symmetric lamina.

研究分野：生物学

キーワード：植物 発生・分化 カルバイオロジー 遺伝子 発現制御 マイクロアレイ エピジェネティック制御 DNAメチル化 ケミ

1. 研究開始当初の背景

葉は、茎頂メリステムから形成される地上部の主要な器官である。双子葉類の葉は、3つの軸（基部先端部軸、向背軸/表裏軸、中央側方軸）に沿って発生・分化し、表裏のある扁平な形態をもつ。近年、葉の表裏の極性に関わる遺伝子の解明が進み、複数の転写因子と2種の低分子RNAが同定されている。葉の発生初期には、裏側の性質をもつ棒状の形態をしているが、発生の進行に伴い、表側の細胞が分化し、表裏の境界面で細胞分裂が誘発され側方方向への葉の拡大が起こり扁平になると考えられている。これまでに、葉の極性分化に関わる遺伝子が多数同定されたものの、その下流遺伝子の同定や分子のはたらかの解明は、遅れている。これまでの我々の解析から、シロイヌナズナの *ASYMMETRIC LEAVES1* (*AS1*) と *AS2* 遺伝子は扁平な葉の形成を保証する鍵因子であると考えられた。我々は、DNA マイクロアレイ解析(我々が開発した知識ベースシステムを用いたクラスタリング解析 (KB-FuzzyART) とタイリングアレイによる ChIP on chip 解析を用いることにより *AS1* と *AS2* 遺伝子が *AUXIN RESPONSE FACTOR3* (*ARF3*) / *ETTIN* (*ETT*) を直接制御することを明らかにした。*AS1* と *AS2* は、class 1 *KNOX* 遺伝子を直接抑制し、基部-先端部軸方向の伸長に関わると共に、裏側化因子である *ARF3* の発現を直接的に、*ARF3* と *ARF4* の発現を small RNA (tasiR-ARF) を介して間接的に抑制することも明らかにした(図1)。*AS1* は Myb 転写因子、*AS2* は植物に特有な AS2/LOB ドメインタンパク質であり、*AS1* と *AS2* は複合体を形成しリプレッサーとして機能する。

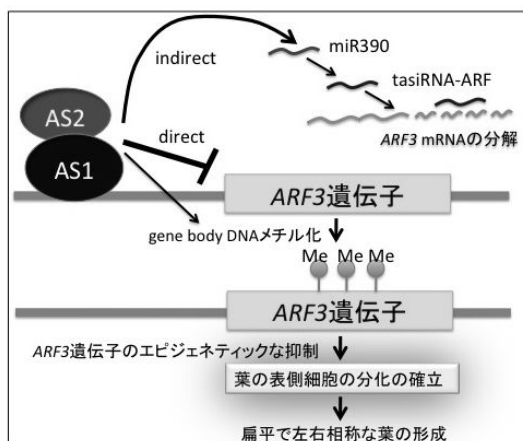


図1 AS1-AS2によるARF3遺伝子発現の抑制モデル

一方、*as1* または、*as2* 変異の葉の裏側化を亢進する変異体(裏側化した細胞からなる棒状の葉を形成する)が多数単離された(ヒストン修飾関連因子や低分子RNAの生成に関わる因子、リボソームタンパク質、プロテアソーム構成因子等の遺伝子の変異)。これらの発見は、*AS1* と *AS2* が関わる葉の発生・分

化過程には、様々な分子反応が関わることを示している。しかしながら、これら生物に普遍的な種々の因子がなぜ、葉の発生・分化に関わるのかは、現在まで、不明な点が多い。そこで、我々は、ケミカルバイオロジーの手法を用いて、*as1* または、*as2* 変異の遺伝的背景の下で葉の形成を阻害する低分子化合物のスクリーニングを進めてきた。その中にカンプトテシン(トポイソメラーゼIの阻害剤)が含まれていた。このことはDNA複製系やクロマチンの構造に関わる分子反応がAS1-AS2が関わる葉の表側の細胞分化に特異的に関与することを示唆している。

2. 研究の目的

植物の発生分化では全能性を保持した分化スイッチが起ると考えられている。しかしながらその仕組みは、未だ明らかになっていない。葉は茎頂メリステムから分化する地上部の主要な器官であり、表裏のある左右相称的で扁平な形をもつ。我々は、シロイヌナズナの *AS1* と *AS2* が葉の表側分化の鍵遺伝子であり、直接のターゲット遺伝子の一つが *ARF3* である事を明らかにした。さらにトポイソメラーゼIαが *ARF3* の発現抑制に関わる事が表側分化に重要であることを見出した。本研究の目的は、*AS2* による *ARF3* の抑制機構を解明し、植物の分化に特徴的なエピジェネティックな抑制の仕組みを解明する事である。

3. 研究の方法

- (1) 葉の裏表関連遺伝子の発現解析
低分子化合物を投与した場合の葉の形成に関わる遺伝子や細胞増殖関連遺伝子の発現解析を real-time RT-PCR 法を用いて行った。
- (2) マイクロアレイ解析
カンプトテシン投与した場合の葉の形成に関わる遺伝子や細胞増殖関連遺伝子に加え、ゲノムワイドな発現解析をマイクロアレイ解析法を用いて行った。データの解析には、我々が開発した KB-FuzzyART 法を用いた。
- (3) AS1-AS2 の下流因子の解析
AS1-AS2 が制御する候補因子の変異体と *as1* または *as2* 変異体と掛け合わせた後、カンプトテシン、DNA 損傷試薬等を加えて、その抑制効果を調べた。
- (4) DNA メチル化の解析
バイサルファイト法を用いてシトシンのメチル化の解析を行った。

4. 研究成果

- (1) 葉の発生分化においてシロイヌナズナ *AS1-AS2* と協調的に作用する因子トポイソメラーゼI の葉の分化における機能の解明

as1 又は、*as2* 変異体に9-ヒドロキシカンプトテシンを加えた時に、葉の表側の細胞分化が強く阻害され、棒状の葉を形成した。さらに、カンプトテシン投与により *ARF3* の発現レベルが上昇すること、*arf3* 変異が、カンプトテシ

ン投与による棒状の葉の表現型を抑圧することを見出した。このことはトポイソメラーゼIがARF3の抑制に関わることを示している可能性が考えられた。そこで我々は、ヒドロキシカンプトテシンの標的分子(タンパク質)であるトポイソメラーゼIの変異体とas1又は、as2変異体の二重変異体を作成したところ、裏側化した棒状の葉を形成した。さらに、DNA損傷試薬、細胞周期特異的阻害試薬をas1又は、as2変異体に投与し、葉の形態を解析した。DNA損傷試薬であるシスプラチン、プレオマイシン等を投与すると、as1または、as2変異体背景で特異的に棒状の葉を形成した。また、S期特異的阻害剤ヒドロキシウレアを投与した場合にも棒状の葉を形成した。このことは、このような葉の発生初期分化には、DNA複製(クロマチン構造の複製)が正常に行われることが重要である事を示唆している。トポイソメラーゼIは、ARF3遺伝子領域のクロマチン構造の維持に関わる可能性がある。

(2) AS1-AS2によるARF3のエピジェネティックな抑制の仕組みの解明

様々な条件下におけるARF3遺伝子座の領域のDNAのメチル化レベルを解析した。その結果、ARF3遺伝子のexon 6のメチル化レベルと葉の形態、ARF3の発現レベルに明らかな相関があることがわかった(Iwasaki et al., *Development* 2013) (図1)。

(3) 分化スイッチの鍵因子であるARF3の下流因子候補の抽出

マイクロアレイ解析を行う事により、下流因子を探索すると共に、直接制御する可能性のある因子候補を探索した。ARF3の下流因子を同定するために、マイクロアレイの結果について我々が開発した知識ベースクラスタリング解析(KB-FuzzyART)、RT-PCR、遺伝学的解析を行った。その結果、ARF3が正に制御する因子の候補としてCDK inhibitor (KRP2とKRP5)とIPT3(サイトカニン合成酵素)が抽出された(Takahashi et al., *Plant Cell Physiol.*2013)。このことは、AS1-AS2がARF3を介してKRP(CDK inhibitor)を抑制し、葉の横方向の分裂に関わる可能性を示している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 8 件)

1. Machida C., Nakagawa A., Kojima S., Takahashi H. and Machida Y.: The complex of ASYMMETRIC LEAVES (AS) proteins plays a central role in antagonistic interactions of genes for leaf polarity specification in Arabidopsis. *WIREs Developmental Biology* in press (2015) 査読有。
2. Ishibashi N., Kitakura S., Terakura S.,

Machida C. and *Machida Y.: Protein encoded by oncogene 6b from *Agrobacterium tumefaciens* has a reprogramming potential and histone chaperone-like activity. *Front. Plant Sci.* 2014, 5:572. (2014) 査読有 doi: 10.3389/fpls.2014.00572.

3. Ishibashi, N., Machida C., *Machida Y.: ASYMMETRIC LEAVES2 and FASCIATA2 cooperatively regulate the formation of leaf adaxial-abaxial polarity in Arabidopsis thaliana. *Plant Biotechnology* 30, 411-415 (2013) 査読有 doi: 10.1007/s10265-012-0479-5
4. Iwasaki M., Takahashi H., Iwakawa H., Nakagawa A., Ishikawa T., Tanaka H., Matsumura Y., Pekker I., Eshed Y., Vial-Pradel S., Ito T., Watanabe Y., Ueno Y., Fukazawa H., Kojima S., Machida Y. and Machida C.: Dual regulation of ETTIN (ARF3) gene expression by AS1-AS2, which maintains the DNA methylation level, is involved in stabilization of leaf adaxial-abaxial partitioning in Arabidopsis *Development* 140, 1958-1969 (2013) 査読有 doi: 10.1242/dev.085365
5. Takahashi H., Iwakawa H., Ishibashi N., Kojima S., Matsumura Y., Prananingrum P., Iwasaki M., Takahashi A., Ikezaki M., Luo L., Kobayashi T., Machida Y. and Machida C.: Meta-Analyses of Microarrays of Arabidopsis asymmetric leaves1 (as1), as2 and Their Modifying Mutants Reveal a Critical Role for the ETT Pathway in Stabilization of Adaxial-Abaxial Patterning and Cell Division During Leaf Development. *Plant Cell Physiol.* 54(3):418-31 (2013) 査読有. doi: 10.1093/pcp/pct027
6. Takahashi H., Nakagawa A., Kojima S., Takahashi A., Cha B. Y., Woo J., Nagai K., Machida Y. and Machida C.: Discovery of novel rules for G-quadruplex-forming sequences in plants by using bioinformatics methods *Journal of Bioscience and Bioengineering* 114, 570-575 (2012) 査読有 doi: 10.1016/j.jbiosc.
7. Nakagawa A., Takahashi H., Kojima S., Sato N., Ohga K., Cha B. Y., Woo J., Nagai K., Horiguchi G., Tsukaya H., Machida Y. and Machida C.: Berberine enhances defects in the establishment of leaf polarity in *asymmetric leaves1* and *asymmetric leaves2* of Arabidopsis thaliana. *Plant Molecular Biology* 79, 569-581(2012) 査読有 doi: 10.1007/s11103-012-9929-7
8. Luo L., Ando S., Sasabe M., Machida C., Kurihara D., Higashiyama T. and Machida Y.: Arabidopsis ASYMMETRIC LEAVES2 protein required for leaf morphogenesis consistently forms speckles during mitosis of tobacco BY-2 cells via signals in its specific sequence *Journal of Plant Research* 125, 661-668 (2012)査読有 doi: 10.1007/s10265-012-0479-5

[学会発表](計 51 件)

国際学会 (11 件)

1. VIAL-PRADEL S., Nakagawa A., Iwasaki M., Ito T., Machida Y., Machida C.: Epigenetic regulation of ETTIN in leaf adaxial-abaxial patterning in Arabidopsis thaliana. XII France-Japan Workshop on Plant Science 2014 -Plant Responses to Environment, October 27-29, 2014 (Yayoi Auditorium, The University of Tokyo)
2. Nakagawa A., Takahashi H., Ito T., Kojima S., Machida Y., Machida C.: Chemical genetic analyses infer that AS1-AS2 controls cell division through ETTIN in leaf adaxial-abaxial and medio-lateral patterning

- The 25th International Conference on Arabidopsis Research, ICAR2014 July 28 – August 1, 2014 (University of British Columbia Vancouver, Canada).
3. Machida C., Luo L., Keta S., Kurihara D., Ishibashi N., Sasabe M., Machida Y.: Epigenetic regulator ASYMMETRIC LEAVES2 protein presented around nucleoli and required for establishment of leaf adaxial cell differentiation consistently forms speckles during mitosis The 25th International Conference on Arabidopsis Research, ICAR2014 July 28 – August 1, 2014 (University of British Columbia Vancouver, Canada).
 4. Ito T., Vial-Pradel S., Takada E., Nakagawa A., Iwasaki M., Machida Y., Machida C.: Epigenetic regulator AS1-AS2 is involved in gene body DNA methylation of *ETTIN* in establishment of leaf adaxial-abaxial polarity in *Arabidopsis thaliana* The 25th International Conference on Arabidopsis Research, ICAR2014 July 28 – August 1, 2014 (University of British Columbia Vancouver, Canada).
 5. Takahashi H., Nakagawa A., Ishibashi N., Kojima S., Machida Y., Machida C.: Knowledge-based bioinformatic analyses of microarrays predict that epigenetic regulator AS1-AS2 controls cell division through *ETTIN* in leaf adaxial-abaxial patterning The 25th International Conference on Arabidopsis Research, ICAR2014 July 28 – August 1, 2014 (University of British Columbia Vancouver, Canada).
 6. Kojima S., Takahashi H., Ishibashi N., Handayani A., Matsumura Y., Machida Y., Machida C.: ASYMMETRIC LEAVES1 (AS1) and AS2 regulate the expression of *AtIPT3* through *AUXIN RESPONSE FACTOR3/ETTIN* function during leaf development in *Arabidopsis thaliana*. June 29-July 4, 2014 International Symposium on Auxins and Cytokinins in Plant Development (Prague, Czech Republic).
 7. Ishibashi N., Kojima S., Kojima M., Sakakibara H., Takahashi H., Machida C., Machida Y.: AS2 and BOB1 synergistically regulate cytokinin levels and the establishment of leaf adaxial-abaxial polarity through the ETT/ARF3-IPT3 pathway in *Arabidopsis thaliana*. June 29-July 4, 2014 International Symposium on Auxins and Cytokinins in Plant Development (Prague, Czech Republic).
 8. Kojima S., Takahashi H., Ishibashi N., Handayani A., Matsumura Y., Prananingrum P., Machida Y. and Machida C.: Federation of American Societies for Experimental Biology Science Research Conference Mechanisms in Plant Development the 2013 FASEB Science Research Conferences (SRC). August 11-16, 2013 Mechanisms in Plant Development (Vermont Academy, USA)
 9. Machida Y., Iwasaki M., Takahashi H., Nakagawa A., Kojima S., Matsumura Y., Ishibashi N., Luo L., Prananingrum P., Takahashi M., Minami A., Sasabe M., Eshed Y. and Machida C.: ASYMMETRIC LEAVES2 (AS2)/AS1 is a developmental stabilizer for the leaf formation in *Arabidopsis* 4th NIBB-MPIPZ-TLL Symposium “Arabidopsis and Emerging Model Systems” November, 2012, Okazaki Conference Center (Okazaki Aichi)
 10. Machida C.: Epigenetic regulation of the Auxin Response Factor3 gene by AS1-AS2 in stabilization of leaf adaxial-abaxial partitioning in *Arabidopsis thaliana* 4th NIBB-MPIPZ-TLL Symposium “Arabidopsis

and Emerging Model Systems” November, 2012, Okazaki Conference Center (Okazaki Aichi)

11. Nakagawa A., Takahashi H., Kojima S., Sato N., Ohga K., Cha B. Y., Woo J., Nagai K., Horiguchi G., Tsukaya H., Machida Y. and Machida C.: Berberine enhances defects in the establishment of leaf adaxial-abaxial polarity in asymmetric leaves1 and asymmetric leaves2 of *Arabidopsis thaliana*. 23rd International Conference on Arabidopsis Research. (ICAR2012) July, 2012. (Vienna, Austria)

国内学会 (40 件)

1. 石橋奈々子・町田千代子・町田泰則. 2015.3.16-18 シロイヌナズナの BOBBER1 と FASCIATA2 は葉の発生において協調的に機能する 第 56 回日本植物生理学会年会 東京農業大学世田谷キャンパス (東京都世田谷区)
2. 小島晶子・石橋奈々子・香田佳那・小嶋美紀子・高橋広夫・榊原 均・町田泰則・町田千代子. 2015.3.16-18 シロイヌナズナの葉の向背軸性の確立における AS1-AS2-ETT 経路を介したサイトカニン合成遺伝子の制御 第 56 回日本植物生理学会年会 東京農業大学世田谷キャンパス (東京都世田谷区)
3. 伊藤卓馬・中川彩美・石橋奈々子・高橋広夫・小島晶子・町田泰則・町田千代子. 2015.3.16-18 シロイヌナズナの葉の向背軸形成における AS1-AS2 による KRP5 遺伝子発現の抑制機能の解明 第 56 回日本植物生理学会年会 東京農業大学世田谷キャンパス (東京都世田谷区)
4. 玉井元樹・中川彩美・伊藤卓馬・大賀一臣・高橋広夫・小島晶子・町田泰則・町田千代子. 2015.3.16-18 ケミカルバイオロジーによるシロイヌナズナの葉の向背軸形成に関わる因子の探索 第 56 回日本植物生理学会年会 東京農業大学世田谷キャンパス (東京都世田谷区)
5. 大河内俊貴・高橋真理・中川彩美・山崎真巳・斉藤和季・町田泰則・町田千代子. 2015.3.16-18 カンプトテシン産生植物チャボイナモリの DNA トポイソメラーゼ I は、カンプトテシン投与した as1 における葉の向背軸不全を抑圧する 第 56 回日本植物生理学会年会 東京農業大学世田谷キャンパス (東京都世田谷区)
6. 香田佳那・石橋奈々子・小嶋美紀子・中川彩美・高橋広夫・榊原 均・町田泰則・町田千代子・小島晶子. 2015.3.16-18 シロイヌナズナの葉の向背軸極性分化における ETT 下流因子 IPT3 遺伝子の役割の解明 第 56 回日本植物生理学会年会 東京農業大学世田谷キャンパス (東京都世田谷区)
7. Luong Quy Toan・氣多澄江・浅井俊晴・舟橋明華・中川彩美・石橋奈々子・町田泰則・町田千代子. 2015.3.16-18 AS1-AS2 が関わる葉の向軸側分化における INCURVATA2 及び Replication Factor C subunit 3 の役割の解明 第 56 回日本植物生理学会年会 東京農業大学世田谷キャンパス (東京都世田谷区)
8. 町田千代子・Luo Lilan・石橋奈々子・栗原大輔・氣多澄江・町田泰則. 2014.11.25-27 シロイヌナズナの葉の向背軸分化に関わる AS2 タンパク質の分裂期における核小体周縁部局在の解析 第 37 回日本分子生物学会年会 パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市)
9. 中川彩美・高橋広夫・伊藤卓馬・玉井元樹・大河内俊貴・小島晶子・町田泰則・町田千代子. 2014.11.25-27 シロイヌナズナの葉の発生分化のロバストネスを支える AS1-AS2 の機能解明 第 37 回日本分子生物学会年会 パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市)
10. 町田泰則・松村葉子・石橋奈々子・氣多澄江・小島晶子・町田千代子. 2014.11.25-27 シロイヌナズナの葉の表・裏分化における AS2-AS1 複合体と核小体の役割 第 37 回日

- 本分子生物学会年会 パシフィコ横浜（神奈川県横浜市）
11. 中川彩美・高橋広夫・伊藤卓馬・小島晶子・町田泰則・町田千代子. 2014.9.12-14 シロイヌナズナの葉の軸形成における ETTIN 制御ネットワークの解明 日本植物学会第 78 回大会 明治大学生田キャンパス（神奈川県川崎市）
 12. 小島晶子・石橋奈々子・小嶋美紀子・高橋広夫・香田佳那・榊原均・町田泰則・町田千代子. 2014.9.12-14 シロイヌナズナの葉の発生において AS1・AS2 はサイトカイニン合成を制御する 日本植物学会第 78 回大会 明治大学生田キャンパス（神奈川県川崎市）
 13. Luong Quy Toan・氣多澄江・舟橋明華・中川彩美・石橋奈々子・町田泰則・町田千代子. 2014.9.12-14 シロイヌナズナの AS1-AS2 が関わる葉の軸形成における DNA ポリメラーゼ α の役割の解明 日本植物学会第 78 回大会 明治大学生田キャンパス（神奈川県川崎市）
 14. 町田泰則・Lilan Luo・石橋奈々子・笹部美知子・町田千代子・鈴木崇紀. 2014.9.12-14 葉形成に関わる ASYMMETRIC LEAVES2 タンパク質による核内スベックル形成に必要な領域 日本植物学会第 78 回大会 明治大学生田キャンパス（神奈川県川崎市）
 15. 町田泰則・松村葉子・大林 祝・杉山崇高・石橋奈々子・サエスーヴァスケス ジュリオ・小島晶子・町田千代子. 2014.3.18-20 シロイヌナズナの AS1:AS2-ARF3 経路はリボソーム RNA 前駆体のプロセッシング阻害による葉の向背軸性の崩壊を防ぐ 第 55 回日本植物生理学会年会 富山大学五福キャンパス（富山県富山市）
 16. 中川彩美・高橋広夫・高橋真理・伊藤卓馬・小島晶子・町田泰則・町田千代子. 2014.3.18-20 シロイヌナズナの AS1-AS2-ETT 経路による葉の向背軸分化のメカニズムの解明 第 55 回日本植物生理学会年会 富山大学五福キャンパス（富山県富山市）
 17. 高橋真理・中川彩美・山崎真巳・斉藤和樹・町田泰則・町田千代子. 2014.3.18-20 シロイヌナズナの葉の向背軸性の確立における Type IB DNA トポイソメラーゼの役割の解明 第 55 回日本植物生理学会年会 富山大学五福キャンパス（富山県富山市）
 18. Luong Quy Toan・浅井俊晴・氣多澄江・中川彩美・石橋奈々子・町田泰則・町田千代子. 2014.3.18-20 シロイヌナズナの AS1-AS2 遺伝子が関わる葉の初期発生分化における DNA 複製関連因子の役割解明 第 55 回日本植物生理学会年会 富山大学五福キャンパス（富山県富山市）
 19. 小島晶子・石橋奈々子・小嶋美紀子・高橋広夫・香田佳那・榊原均・町田泰則・町田千代子. 2014.3.18-20 シロイヌナズナの葉の発生初期における AS1・AS2-ETT 経路によるサイトカイニン合成の制御 第 55 回日本植物生理学会年会 富山大学五福キャンパス（富山県富山市）
 20. 町田千代子・ヴィアル・ブラデル シモン・岩崎まゆみ・中川彩美・高田絵莉・伊藤卓馬・町田泰則. 2014.3.18-20 シロイヌナズナの葉の向背軸極性分化における AS1-AS2 による ETTIN 遺伝子の gene body DNA メチル化制御 第 55 回日本植物生理学会年会 富山大学五福キャンパス（富山県富山市）
 21. 伊藤卓馬・中川彩美・高橋真理・石橋奈々子・高橋広夫・小島晶子・町田泰則・町田千代子. 2014.3.18-20 シロイヌナズナの葉の向背軸形成における AS1-AS2 による KRP5 遺伝子発現の抑制機能の解明 第 55 回日本植物生理学会年会 富山大学五福キャンパス（富山県富山市）
 22. 町田千代子・VIAL-PRADEL Simon・中川彩美・岩崎まゆみ・高田絵莉・伊藤卓馬・町田泰則. 2013.12.3-6 シロイヌナズナの AS1-AS2 による葉の分化における ETTIN 遺伝子の gene body DNA メチル化制御 第 36 回日本分子生物学会年会 神戸ポートアイランド（兵庫県神戸市）
 23. 石橋奈々子・町田千代子・町田泰則. 2013.12.3-6 シロイヌナズナの CAF-1 構成因子と NudC オルソログ BOBBER1 の地上部幹細胞組織の形成・維持における役割 第 36 回日本分子生物学会年会 神戸ポートアイランド（兵庫県神戸市）
 24. 小島晶子・高橋広夫・石橋奈々子・松村葉子・Prananingrum Pratiwi・町田泰則・町田千代子. 2013.12.3-6 シロイヌナズナの葉の形態形成に関わる ASYMMETRIC LEAVES2 下流因子の探索 第 36 回日本分子生物学会年会 神戸ポートアイランド（兵庫県神戸市）
 25. 中川彩美・高橋広夫・高橋真理・伊藤卓馬・小島晶子・町田泰則・町田千代子. 2013.12.3-6 DNA 損傷試薬は、シロイヌナズナの AS1-AS2-ETT 経路を介して葉の向背軸分化を特異的に阻害する 第 36 回日本分子生物学会年会 神戸ポートアイランド（兵庫県神戸市）
 26. 石橋奈々子・町田千代子・町田泰則. 2013.9.13-15 シロイヌナズナ茎頂メリステムの形態形成と葉の向背軸性の確立機構との関係 日本植物学会第 77 回大会 北海道大学高等教育推進機構（北海道札幌市）
 27. 高橋真理・中川彩美・山崎真巳・斉藤和季・町田泰則・町田千代子. 2013.9.13-15 シロイヌナズナの葉の向背軸形成におけるトポイソメラーゼの役割 1 日本植物学会第 77 回大会 北海道大学高等教育推進機構（北海道札幌市）
 28. 高田絵莉・中川彩美・高橋真理・伊藤卓馬・町田泰則・町田千代子. 2013.9.13-15 シロイヌナズナの葉の向背軸形成におけるトポイソメラーゼの役割 2 日本植物学会第 77 回大会 北海道大学高等教育推進機構（北海道札幌市）
 29. 伊藤卓馬・VIAL-PRADEL, Simon・高田絵莉・中川彩美・岩崎まゆみ・町田泰則・町田千代子. 2013.9.10-12 シロイヌナズナの葉の発生分化における AS1-AS2 による ETTIN 遺伝子の gene body DNA メチル化の制御機構 第 31 回日本植物細胞分子生物学会札幌大会 北海道大学高等教育推進機構（北海道札幌市）
 30. Prananingrum P., Matsumura Y., Ishibashi N., Kojima S., Takahashi H., Machida C. and Machida Y.: Searching for the Leaf-shape-controlling Genes Downstream of AS1 & AS2 and its modifiers 2013.3.21-23 第 54 回日本植物生理学会年会 岡山大学津島キャンパス（岡山県岡山市）
 31. Machida Y., Iwasaki M., Takahashi H., Luo L., Kurihara D., Prananingrum P., Sasabe M., Eshed Y., Higashiyama T. and Machida C.: The ASYMMETRIC LEAVES1 (AS1)/AS2 Complex is a Stabilizer for the Leaf Development in Arabidopsis 2013.3.21-23 第 54 回日本植物生理学会年会 岡山大学津島キャンパス（岡山県岡山市）
 32. 小島晶子・高橋広夫・石橋奈々子・松村葉子・Pratiwi Prananingrum・岩崎まゆみ・Arista Handayani・高橋アツナ・町田泰則・町田千代子. 2013.3.21-23 シロイヌナズナの葉の形態形成に関わる ASYMMETRIC LEAVES2 および ELONGATA3 下流因子のマイクロアレイ解析による探索 第 54 回日本植物生理学会年会 岡山大学津島キャンパス（岡山県岡山市）
 33. 中川彩美・高橋真理・高橋広夫・高田絵莉・小島晶子・町田泰則・町田千代子. 2013.3.21-23 DNA 損傷試薬は、シロイヌナズナの葉の向背軸分化を特異的に阻害する 第 54 回日本植物生理学会年会 岡山大学津島キャンパス（岡山県岡山市）
 34. 石橋奈々子・矢島正幹・町田千代子・町田泰則. 2013.3.21-23 シロイヌナズナの未分化組織の形成・維持に関する因子は葉の向背軸性の確立に関わる 第 54 回日本植物生

- 理学会年会 岡山大学津島キャンパス（岡山県岡山市）
35. 浅井俊晴・氣多澄江・舟橋明華・横山悠理・中川彩美・石橋奈々子・町田泰則・町田千代子. 2013.3.21-23 シロイヌナズナの AS1-AS2 が関わる葉の発生分化における DNA 複製関連因子の役割の解明 第 54 回日本植物生理学会年会 岡山大学津島キャンパス（岡山県岡山市）
 36. 町田千代子・岩崎まゆみ・高橋広夫・中川彩美・Vial-Pradel Simon・Prananingrum Pratiwi・小島晶子・町田泰則. 2012.12.11-14 シロイヌナズナの葉の発生分化における AS1-AS2 による ARF 遺伝子のエピジェネティック制御機構 (Epigenetic Regulation of Genes for Auxin-Response-Factors by AS1-AS2 in Leaf Development in *Arabidopsis thaliana*) 第 35 回日本分子生物学会 福岡国際会議場・マリンメッセ福岡（福岡県福岡市）
 37. 石橋奈々子・矢島正幹・上野宜久・町田千代子・町田泰則. 2012.12.11-14 シロイヌナズナの Chromatin Assembly Factor-1 は as2 および as1 変異体背景において葉の向背軸性の確立に必要である (The Subunits of Chromatin Assembly Factor-1 Are Required for the Establishment of the Leaf Adaxial-abaxial Polarity in the as2 and as1 Mutant Backgrounds in *Arabidopsis thaliana*) 第 35 回日本分子生物学会 福岡国際会議場・マリンメッセ福岡（福岡県福岡市）
 38. 町田千代子・中川彩美・岩崎まゆみ・高橋真理・Simon Vial-Pradel・石橋奈々子・松村葉子・小島晶子・町田泰則. 2012.9.15-17. シロイヌナズナの葉の向背軸確立に関わる AS1-AS2 の標的因子 ETTIN の抑制機構 日本植物学会第 76 回大会 兵庫県立大学姫路書写キャンパス（兵庫県姫路市）
 39. 高橋真理・中川彩美・山崎真巳・斉藤和季・町田泰則・町田千代子. 2012.9.15-17 シロイヌナズナの葉の向背軸形成における Type IB トポイソメラーゼの役割 日本植物学会第 76 回大会 兵庫県立大学姫路書写キャンパス（兵庫県姫路市）
 40. 松村葉子・林里香・大林祝・小島晶子・杉山宗隆・町田千代子・町田泰則. 2012.9.15-17 シロイヌナズナ ASYMMETRIC LEAVES2 遺伝子とリボソーム RNA 前駆体のプロセシング因子の不全が葉の向背軸性の確立にもたす影響 日本植物学会第 76 回大会 兵庫県立大学姫路書写キャンパス（兵庫県姫路市）

[図書] (計 1 件)

1. 高橋広夫・岩川秀和・尾之内均・小島晶子・町田千代子 どう活かす他人のデータ? バイオインフォマティクス活用法 続・生物工学基礎講座 バイオよもやま話 (2013) 生物工学会誌 91, 520-525.

[その他]

報道関連情報

主な発表論文 [雑誌論文] 4. Iwasaki et al., *Development* 2013 の発表に関して
朝日新聞 2013 年 4 月 10 日朝刊
中日新聞 2013 年 4 月 10 日朝刊
共同通信 2013 年 4 月 9 日
他

ホームページ等

中部大学応用生物学部応用生物化学科町田研究室
http://stu.isc.chubu.ac.jp/bio/public/Bio_Chem/labomachida_lab/index.html
中部大学応用生物学部応用生物化学科 教員情報

<http://www.chubu.ac.jp/about/faculty/profile/a6cde1928363540bd3162e39f6d033681deac316.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

町田 千代子 (MACHIDA, Chiyoko)

中部大学・応用生物学部・教授

研究者番号：70314060

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

小島 晶子 (KOJIMA, Shoko)

中部大学・応用生物学部・講師

研究者番号：10340209

高橋広夫 (TAKAHASHI, Hiro)

千葉大学大学院・園芸学研究科・准教授

研究者番号：30454367