

課題番号	GS013
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	遺伝子発現の季節解析にもとづく植物気候応答の機能解明と予測技術開発
研究機関・ 部局・職名	京都大学・生態学研究センター・教授
氏名	工藤 洋

1. 当該年度の研究目的

<p>野外集団および圃場実験において得られた大規模トランスクリプトームデータを用いて、植物気候応答予測モデルを構築するとともに、それをメカニズムから多様性にいたる多段階で評価することが計画の最終的な目的である。</p> <ol style="list-style-type: none"> シロイヌナズナ野外系統を用いた野外連続播種実験を実施する。 多年草ハクサンハタザオ自然集団を対象として網羅的遺伝子発現をモデル化する。 構築されたモデルを用いて、温暖化後の応答予測をするとともに、加温実験を実施する。 アブラナ科複数種を用いた実験を実施し、遺伝子発現調節における多様性を評価する。

2. 研究の実施状況

<p>自然集団、生態学研究センター実験圃場、温暖化（相互移植・積雪地圃場・加温）実験、で得られたサンプルについて、候補遺伝子の発現定量、次世代シーケンサを用いた RNA-seq を実施し、植物気候応答モデル（遺伝子発現モデルおよび開花予測モデル）を構築した。</p> <p>シロイヌナズナを用いた連続野外播種実験では、暦上の特定の時期に咲かせるメカニズムとして、シロイヌナズナの開花調節を再評価した。最も強く同調すると考えられてきた開花開始に比べ、開花終了がさらに強く同調することを明らかにした。</p> <p>多年草ハクサンハタザオ自然集団において、長期サンプルを対象として網羅的遺伝子の発現データを得た。約 20,000 遺伝子について、2 年間の毎週データによる季節変化が得られた。また、春分・夏至・秋分・冬至の 48 時間についての 2 時間おきデータが得られた。季節データに関しては、温度と日長に対するモデリングを完了した。</p> <p>ハクサンハタザオ 2 系統(本州・北海道)を用いた相互移植実験では、それぞれの系統の温暖化後の開花時期の変化予測を行った結果を論文として公表した(Satake et al., 2013 Nature Communication)。これらの系統を用いた加温実験を実施した。</p> <p>地域に生育するアブラナ科野生種について、温暖化実験を実施した。RNA-seq を導入した結果として、コンロンソウで網羅的遺伝子の野外発現解析を実施することに成功した。</p>

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 6 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 5 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sato Y, Kawagoe T, Sawada Y, Hirai MY, and Kudoh H., (2014) Frequency-dependent herbivory by a leaf beetle, <i>Phaedon brassicae</i>, on hairy and glabrous plants of <i>Arabidopsis halleri</i> subsp. <i>gemmaifera</i>. <i>Evolutionary Ecology</i> 28: 545-559. 2. Satake A, Kawagoe T, Sabiri Y, Chiba Y, Sakurai G and Kudoh H., (2013) Forecasting flowering phenology under climate warming by modelling the regulatory dynamics of flowering-time genes. <i>Nature Communications</i> 4: article number 2303. 3. Kudoh H, and Nagano AJ., (2013) Memory of temperature in the seasonal control of flowering time: an unexplored link between meteorology and molecular biology. Pontarotti P ed. <i>Evolutionary Biology: Exobiology and Evolutionary Mechanisms</i>, Springer: 195-215. 4. Sato Y, and Kudoh H., (2013) Relative strength of phenotypic selection on the height and number of flowering stalks in the rosette annual <i>Cardamine hirsuta</i> (Brassicaceae). <i>Journal of Ecology and Environment</i> 36:1-8. 5. Kudoh H, Takayama K, and Kachi N., (2013) Loss of Seed Buoyancy in <i>Hibiscus glaber</i> on the Oceanic Bonin Islands. <i>Pacific Science</i> 67: 591-597. <p>(掲載済み一査読無し) 計 1 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 田村実, 工藤洋.(2013) バナナの全ゲノム解析によって単子葉植物の系統はどこまでわかったか生物の科学 遺伝 2013年9月号 67: 601-605. <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 20 件</p>	<p>専門家向け 計 19 件 主催研究発表会</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 工藤洋, 三村徹郎, 日浦勉, 中川博視, 桑形恒男, 福田弘和, 長井敏, 永野惇., 第一回分子フェノロジー研究会, 北海道大学東京オフィス, 平成 25 年 9 月 6 日(金), 主催: 京都大学学術研究支援室. 2. 工藤洋 野外植物集団の分子フェノロジー, 日浦勉 日本列島における主要樹木の機能の地理的変異, 桑形恒男 イネのアクアポリン遺伝子発現量の日々の気象変動に対する応答特性, 能年義輝 植物フェノロジー形質の化学的制御の可能性, 柿嶋聡 周囲の一斉開花の解明に向けて, 川口亮 宇空間分布解析も用いたトマト病害発生生態解明へのチャレンジ, 長井敏 メタゲノムによるプランクトンモニタリングの実践, 酒井章子 非季節性熱帯林の一斉開花が示唆すること, 福田弘和 植物工場への期待と課題, 佐々木隆太 野外環境における/CBF/DREB/遺伝子発現の季節応答, 宮崎祐子 野外操作実験とトランスクリプトーム解析による樹木の環境変化への応答解析, 第 2 回分子フェノロジー研究会, 京大大学生態学研究センター, 平成 25 年 10 月 3 日(木), 4 日(金), 主催: 京都大学学術研究支援室. <p>学会発表</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Kudoh H. (2013) Arabidopsis wild relatives, Cardamine, Ecogenomics, Flowering-time control, Plant ecology, Phenology in gene expression. Swiss-Kyoto Symposium. 21th-22th Nov, 2013. 4. Kudoh H. (2013) Arabidopsis wild relatives, Cardamine, Eco genomics, Flowering-time control, Plant ecology, Phenology in gene expression. THE 2ND KYOTO-BRISTOL SYMPOSIUM. Jan, 9th-10th. 2014. 5. 荒木希和子, 永野惇, 中野亮平, 北爪達也, 山口勝也, 西村いくこ, 重信秀治, 工藤洋 (2013) トランスクリプトームからみた地下ストロン(地下茎)メリステムの特性 第 54 回日本植物生理学会 平成 25 年 11 月 29 日(～12 月 1 日) 6. Nishio H, Nagano A, Diana B, Kudoh H., (2013) Optimization of Chromatin Immunoprecipitation for Seasonal Analysis of Histone Modifications in a Natural Plant Population. 第 54 回日本植物生理学会 平成 25 年 11 月 29 日(～12 月 1 日) 7. 川越哲博・佐竹暁子・工藤洋 (2013) 温暖化による植物の季節記憶の変化ー開花遺伝子の発現フェノロジーからわかることー 第 45 回 種生物学シンポジウム 平成 25 年 11 月 29 日(～12 月 1 日) 8. 佐藤安弘・工藤洋 (2013) とりの餌の存在が植物の植食者に対する抵抗性を変える~メタ解析による餌選択実験の結果の統合~ 第 45 回 種生物学シンポジウム 平成 25 年 11 月 29 日(～12 月 1 日) 9. 辻本典顯, 荒木希和子, 永野惇, 工藤洋 (2013) クローナル植物コンロンソウの生活史・繁殖形質におけるジェネット間差の検出 第 45 回 種生物学シンポジウム 平成 25 年 11 月 29 日(～12 月 1 日) 10. 曾我江里・工藤洋 (2013) オオバタネツケバナの葉形態における潮汐/溪畔集団間の遺伝的分化 第 45 回 種生物学シンポジウム 平成 25 年 11 月 29 日(～12 月 1 日) 11. Kudoh H. (2013) Memory of temperature in the seasonal control of flowering time: an unexplored link

様式19 別紙1

	<p>between meteorology and molecular biology. International Symposium for "Biodiversity & Evolution" project of Excellent Graduate Schools. 13th-14th Dec, 2013.</p> <p>12. Nishio H, Nagano A, Diana B, <u>Kudoh H.</u> (2013) Quantitative memory of temperature through histone modifications in a natural plant population. International Symposium for "Biodiversity & Evolution" project of Excellent Graduate Schools. 13th-14th Dec, 2013.</p> <p>13. Sato Y, and <u>Kudoh H.</u> (2013) Factors responsible for plant resistance to a shared herbivore: a meta-analysis of herbivore responses between choice and no-choice conditions. International Symposium for "Biodiversity & Evolution" project of Excellent Graduate Schools. 13th-14th Dec, 2013.</p> <p>14. Soga E, and <u>Kudoh H.</u> (2013) Genetic Differentiation of Leaf Morphology between Tidal and Stream Populations of <i>Cardamine scutata</i> [Brassicaceae]. International Symposium for "Biodiversity & Evolution" project of Excellent Graduate Schools. 13th-14th Dec, 2013.</p> <p>15. 荒木希和子・辻本典顯・永野惇・八杉公基・本庄三恵・<u>工藤洋</u> (2014) 亜高山林床に育成するクローナル植物 <i>Cardamine trifolia</i> の RAD-seq による遺伝的変異解析. 第 61 回日本生態学会大会 平成 26 年 3 月 14 日 (~18 日)</p> <p>16. Nishio H., Nagano A.J., Kudoh H., Buzas D.M., (2014) Molecular mechanism of quantitative memory in a seasonal environment. 第 61 回日本生態学会大会 平成 26 年 3 月 14 日 (~18 日)</p> <p>17. Sato Y, and <u>Kudoh H.</u> (2014) The presence of substitute diets alters plant resistance to a shared herbivore: a meta-analysis of herbivore responses under choice and no-choice conditions. 第 61 回日本生態学会大会 平成 26 年 3 月 14 日 (~18 日)</p> <p>18. 曾我江里・<u>工藤洋</u> (2014) オオバタネツケバナの潮汐/溪畔集団間の遺伝的分化 第 61 回日本生態学会大会 平成 26 年 3 月 14 日 (~18 日)</p> <p>19. 辻本典顯・荒木希和子・八杉公基・本庄三恵・永野惇・<u>工藤洋</u> (2014) クローナル植物コンロンソウ集団の遺伝構造と生活史におけるジェネット間差の解析 第 61 回日本生態学会大会 平成 26 年 3 月 14 日 (~18 日)</p> <p>一般向け 計 1 件 <u>工藤洋</u> (2014) 遺伝子発現の季節解析にもとづく植物気候応答の機能解明と予測技術開発 FIRST シンポジウム「科学技術が拓く 2030 年」. 平成 26 年 2 月 28 日 (~3 月 1 日) NEXT グリーン・イノベーション・ポスターセッションにおいて、投票により銅賞に表彰</p>
<p>図書</p> <p>計 0 件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状況</p> <p>計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>(出願中) 計 0 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>京大大学生態学研究センター 工藤研究室 (http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp/~kudoh/)</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>1. 花の中のカレンダー 京都大学アカデミックディ 2013-京都大学の研究者とあなたで語り合う日, 開催日時:平成 25 年 12 月 21 日(土), 会場:京都大学百周年記念台記念館, 参加者:100 名以上, 主催:京都大学(学術研究支援室、研究国際部研究推進課、「国民との科学・技術対話」ワーキンググループ), 内容:植物季節の調節に関わる研究内容についてのポスターとパズルによって説明を行った</p> <p>2. 琵琶湖岸の絶滅危惧植物タチスズシロソウ わくわくサイエンス 開催日時:平成 25 年 12 月 22 日(日), 会場:大津市生涯学習センター, 参加者:50 名以上, 主催:大津市科学館, 内容:アブラナ科シロイヌナズナ属の絶滅危惧植物について、開花フェノロジーを含む生活史を解説するとともに、その保全について、スライドを用いて子供向けに解説を行った。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計 1 件</p>	<p>春の花、平均気温5度上昇で開花せず 京大などアブラナ科で予測, 京都新聞 2013 年 8 月 14 日</p>
<p>その他</p>	

様式19 別紙1

4. その他特記事項
特になし

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	127,000,000	87,200,000	39,800,000	0	
間接経費	38,100,000	26,160,000	11,940,000	0	
合計	165,100,000	113,360,000	51,740,000	0	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	0	39,800,000	0	39,800,000	39,800,000	0	0
間接経費	20,702,424	11,940,000	0	32,642,424	32,642,424	0	0
合計	20,702,424	51,740,000	0	72,442,424	72,442,424	0	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	11,822,728	圃場実験・遺伝子発現実験消耗品
旅費	2,460,520	研究野外調査・研究成果発表旅費
謝金・人件費等	13,033,166	有期雇用教職員・時間雇用教職員給与
その他	12,483,586	シーケンス解析・実験器具修理代・学会誌投稿代・調査燃料代
直接経費計	39,800,000	
間接経費計	32,642,424	
合計	72,442,424	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
				0		
				0		
				0		