

平成 28 年度 医療研究開発推進事業費補助金  
成果報告書

I. 基本情報

事業名： (日本語) ナショナルバイオリソースプロジェクト  
(英語) National Bioresource Project

補助事業課題名： (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
(英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources.

補助事業担当者 (日本語) 伴野 豊  
所属 役職 氏名： (英語) Banno Yutaka

実施期間： 平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 29 年 3 月 31 日

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
分担課題名： (英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources.

補助事業分担者 (日本語) 伴野 豊 (九州大学 大学院農学研究院 准教授)  
所属 役職 氏名： (英語) Yutaka Banno (Associate Professor, Graduate School of Bio Resources and Bioenvironmental Science, Kyushu University)

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの高度化を目指したゲノム資源の収集・保存・提供  
分担課題名： (英語) Collection, preservation and provision of genome resources toward sophistication of the silkworm bio-resources

補助事業分担者 (日本語) 嶋田 透 (東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授)  
所属 役職 氏名： (英語) Toru Shimada (Professor, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

分担研究 (日本語) 野蚕遺伝資源の収集・保存・提供

分担課題名： (英 語) Collection, preservation and provision of the wild silkworm  
bio-resources  
補助事業分担者 (日本語) 梶浦 善太 (信州大学 学術研究院繊維学系 教授)  
所属 役職 氏名： (英 語) Zenta Kajiura (Professor, Faculty of Textile Science and Technology,  
Shinshu University)

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
(ゲノム改変カイコの収集・評価・保存)

分担課題名： (英 語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of  
silkworm bio-resources (Collection, evaluation, and preservation of  
genome-modified silkworms)

補助事業分担者 (日本語) 瀬筒 秀樹 (独立行政法人 農業生物資源研究所 (現国立研究開発法人 農  
業・食品産業技術総合研究機構) ユニット長) **平成 24~26 年度事業実施**

所属 役職 氏名： (英 語) Hideki Sezutsu (Unit Leader, National Institute of Agrobiological  
Sciences (National Agriculture and Food Research Organization))

## II. 成果の概要 (総括成果報告)

1) 第3期では新規ユーザーに取扱が容易な系統を育成し、提供することを収集事業として重視した。この目標に対し、病気に強く幼虫サイズが大きく取扱いが容易な3系統を育成、分譲を開始した。ユーザーに好評で新たなユーザーの獲得、また既存のユーザーからも実験上の利便性が向上したとの評価を得る成果に繋がった。ゲノム改変、ENU誘発、コンソミック系統等も含めた総計で第3期に185の新規系統を収集した。

2) 保存事業の高度化は本リソースの特性上(系統維持には毎年の世代更新が必要)から、最重要課題として取組んだ。その結果、凍結保存技術の実用化が予想以上に進み、ゲノム改変カイコ(147系統)コンソミックライン(26系統)については凍結保存のみとする体制が可能となった。計画では、第3期終了時に50系統程度と計画していたので大きな成果であった。卵巣を用いた雌側ゲノムの凍結保存に対し、雄側の精巣利用による凍結保存は、実用化が難しいと予想していた。しかし、平成26年度の基盤技術整備プログラムの課題として取組み、実用化への可能性を見出した。平成27~28年度はその成果を本プログラムに引継ぎ、系統によっては実用が可能であるレベルまで達した。当初、精巣での凍結保存は難しいと考え、雄側ゲノムの保存には凍結精子を利用する予定で事業を進めた。その凍結精子保存に関しても半数の系統では受精率が低く、受精率のアップが課題であったが、受精率を向上させる操作(3倍体の無核精子の添加)を見出した。雄側ゲノムの保存についても、2つの方法の併用で補完し合うシステムの運用で実用化可能な体制となった。尚、凍結保存の実用運用に関しては保有系統毎に凍結耐性能力が異なるので系統毎に慎重な評価を行なう必要がある。これまでの評価結果から、第3期終了時点で、卵巣凍結保存は80%の系統において、また精子の凍結保存は75%の系統で有効であると判断している。精巣凍結保存に関しては今後の評価が必要である。

3) ゲノムリソース(cDNA, Fosmid, BACクローン)に関しては、保有リソースの品質や重複性の精査を行い保存、分譲業務の効率化を行なった。BACクローンに関しては米国で保存・分譲業務が終了されることになったライブラリーを収集した。新たに発信されたクローンのDNA配列情報を既存のデータベースへ付加すると共にリソース検索や分譲依頼の利便性を向上させた。

4) 情報提供と研究者コミュニティの拡大: 情報センターと連携してリソースの特性情報等のデータベースの更新、新規な情報サービス(リソースの研究進展状況の提供)を開始すると共に、ニュースレター「おかいこ

さま」を年に3回発行した。また、分子生物学会、蚕糸学会等の学会、大学の公開講座等で実物のリソース展示、取扱い講習会を実施した。

5) 国際連携の強化：NBRPの事業紹介を5回の国際会議で行った。凍結保存に関する関心が高く、イタリアから研修者を受入れた他、別経費で渡伊したスタッフが技術指導を行った。また、ジョージアからも別経費で渡日した研修者に凍結保存技術の研修を行なう等（平成28年11月～29年1月）、凍結保存技術を通じて国際連携を進めた。

6) 保存の効率化と安全性を進めるため、分子マーカーを利用した致死遺伝子の保存が進んだ。

7) 野蚕リソースに関しては、第2期で保存した31系統から整理して25系統とした。分譲件数の少なかった野蚕種とサブラインの整理を行い、分譲要望の多い系統の近交系を高める措置を行なった結果で、研究基盤としての質は高度化した。中核機関においてカイコ系統用に開発された卵巣凍結保存方法の応用を野蚕系統（エリサン、シンジュサン、イチジクカサン）で検討を行った結果、凍結後に個体を回収することに成功した。精巢の可能性についても検討を行い、エリサン、シンジュサンでは卵巣同様な技術の応用の可能性が示された。実用化に向けては更に研究が必要である。

8) 後継者育成として、第3期1年目から中核機関である九州大学でポストドク研究者を雇用した。リソースの収集、評価、特性調査、保存、提供における知識と技術習得に加え、事業全般にわたる推進能力を持つ後継者育成を進めることができた。

1) In the third phase, raising and provision of new-user-friendly strains were emphasized as collection. To achieve this goal, 3 disease-resistant, easy-to-use strains with a large larval size started to be raised and distributed. This has resulted in new user acquisition through user satisfaction and existing user feedback that the experimental convenience has increased. A total of 185 new strains including genome alteration, ENU induction and consomic strains were collected in the third phase.

2) Upgrading of storage was focused as a high-priority issue due to the properties of the resources (annual generation updates were required to maintain strains). This advanced practical application of the freeze preservation technology beyond expectation, enabling a framework to freeze all genome altered silkworms (147 strains) and consomic silkworms (26 strains) for preservation. This was a significant outcome compared to planned 50 strains at the end of the third phase. In contrast to freeze preservation of female genome using the ovary, that of male genome using the testis was expected to be difficult to put into practical use. However, it was tackled as a challenge in the 2014 fundamental technology development program, which developed the potential for practical application. During 2015 and 2016, the outcome was carried on into this project where freeze preservation of male genome reached to a high level enough for practical application in some strains. At first, the project was promoted planning to use frozen sperm to preserve male genome as freeze preservation using the testis was considered to be difficult. Although the fertility percentage of genome in the frozen sperm was low in half of the strains and its elevation was an issue, a procedure to increase it (addition of triploid apyrene sperm) was found. Accordingly, preservation of male genome became able to be put into practical use through a framework in which concomitantly-used two methods complemented each other. Yet, actual use of freeze preservation requires careful assessment for each strain as freeze resistance varies across strains. The previous assessment results suggest that freeze preservation of the ovary and sperm is effective in 80% and 75% of the strains, respectively, at the end of the third phase. Regarding the effectiveness of freeze preservation of the testis, future assessment will be required.

3) Regarding genome resources (cDNA, Fosmid, BAC clones), preservation and distribution were streamlined through careful examination of the quality and duplication of retention resources. BAC clones were collected from a library whose preservation and distribution were going to be terminated in the United States. The convenience in the resource

search and distribution request was enhanced, as well as adding new clone DNA sequence information to the existing database.

4) Information service and expanding of the researcher community: we issued a triannual newsletter, “Okaikosama,” in addition to updating the database including resource property information in cooperation with the information center and launching a new information service (provision of information on the progress of resource research). Moreover, we exhibited actual resources and conducted resource handling workshops at academic conferences of the Molecular Biology Society and the Japanese Society of Sericultural Science and university open lectures.

5) Strengthening of international collaboration: the NBRP was introduced in five international conferences. There were high interests in freeze preservation; we accepted trainees from Italy and dispatched staff on another expense to Italy for technical guidance. In addition, international collaboration was promoted through freeze preservation technology, providing technical training to researchers who came to Japan from Georgia on another expense (November 2016-January 2017).

6) Preservation of lethal genes using molecular markers has been advanced for more efficient and safer preservation.

7) Thirty one strains of wild silkworm resources preserved during the second phase were cut down to 25. Reduction of unpopular wild silkworms and sublimes and promotion of inbreeding of popular strains raised the quality of sources as research base. Examination of practical application of an ovary freeze preservation method, which had been developed for silkworm strains, using wild silkworm strains (*Samia cynthia ricini*, *Samia cynthia pryeri* and *Trilocha varians*) at our core institution resulted in a successful collection of individuals right after freeze. We also examined the possibility of freeze preservation of the testis, suggesting that the technique used in the ovary preservation could be applied to the testis in *Samia cynthia ricini* and *Samia cynthia pryeri*. Further research will be required for practical application.

8) For successor training, we employed postdoctoral researchers at the Kyushu University, which was our core institution, from the first year of the third phase. We successfully trained successors with the capability of performing the entire project as well as knowledge and skills of resource collection, assessment, property investigation, preservation and distribution.

### III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧（国内誌 0件、国際誌 31件）

1. Osanai-Futahashi M, Ohde T, Hirata J, Uchino K, Futahashi R, Tamura T, Niimi T, Sezutsu H. A visible dominant marker for insect transgenesis. *Nat Commun.* 2012, 3, 1295.
2. Hara K, Fujii T, Suzuki Y, Sugano S, Shimada T, Katsuma S, Kawaoka S. Altered expression of testis-specific genes, piRNAs, and transposons in the silkworm ovary masculinized by a W chromosome mutation. *BMC Genomics.* 2012, 13, 119.
3. Daimon T, Kozaki T, Niwa R, Kobayashi I, Furuta K, Namiki T, Uchino K, Banno Y, Katsuma S, Tamura T, Mita K, Sezutsu H, Nakayama M, Itoyama K, Shimada T, Shinoda T. Precocious metamorphosis in the juvenile hormone-deficient mutant of the silkworm, *Bombyx mori*. *PLoS Genet.* 2012, 8(3), e1002486.
4. Osanai-Futahashi M, Tatematsu K, Yamamoto K, Narukawa J, Uchino K, Kayukawa T, Shinoda T, Banno Y, Tamura T, Sezutsu H. Identification of the *Bombyx* red egg gene reveals involvement of a novel transporter family gene in late steps of the insect ommochrome biosynthesis pathway. *J. Biol. Chem.* 2012, 287(21), 17706-14.
5. Kang W, Katsuma S, Matsuda-Imai N, Kurihara M, Yoshiga T, Shimada T, Matsumoto S. Identification and characterization of host factors interacting with *Bombyx mori*

- nucleopolyhedrovirus ORF8. *J. Microbiol.* 2012, 50(3), 469-77.
6. Ito K, Kidokoro K, Katsuma S, Shimada T, Yamamoto K, Mita K, Kadono-Okuda K. Positional cloning of a gene responsible for the cts mutation of the silkworm, *Bombyx mori*. *Genome.* 2012, 55(7), 493-504.
  7. Fujii T, Banno Y, Abe H, Katsuma S, Shimada T. A homolog of the human Hermansky-Pudluc syndrome-5 (HPS5) gene is responsible for the oa larval translucent mutants in the silkworm, *Bombyx mori*. *Genetica.* 2012, 140(10-12), 463-8.
  8. Wang L, Kiuchi T, Fujii T, Daimon T, Li M, Banno Y, Katsuma S, Shimada T. Reduced expression of the dysbindin-like gene in the *Bombyx mori* ov mutant exhibiting mottled translucency of the larval skin. *Genome.* 2013, 56(2), 101-8.
  9. Sakudoh T, Kuwazaki S, Iizuka T, Narukawa J, Yamamoto K, Uchino K, Sezutsu H, Banno Y, Tsuchida K. CD36 homolog divergence is responsible for the selectivity of carotenoid species migration to the silk gland of the silkworm *Bombyx mori*. *J. Lipid Res.* 2013, 54(2), 482-95.
  10. Yamaguchi J, Banno Y, Mita K, Yamamoto K, Ando T, Fujiwara H. Periodic Wnt1 expression in response to ecdysteroid generates twin-spot markings on caterpillars. *Nat Commun.* 2013, 4, 1857.
  11. Tabunoki H, Ono H, Ode H, Ishikawa K, Kawana N, Banno Y, Shimada T, Nakamura Y, Yamamoto K, Satoh J, Bono H. Identification of key uric acid synthesis pathway in a unique mutant silkworm *Bombyx mori* model of Parkinson's disease. *PLoS ONE.* 2013, 8(7), e69130.
  12. Lin Y, Meng Y, Wang YX, Luo J, Katsuma S, Yang CW, Banno Y, Kusakabe T, Shimada T, Xia QY. Vitellogenin receptor mutation leads to the oogenesis mutant phenotype "scanty vitellin" of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Biol. Chem.* 2013, 288(19), 13345-55.
  13. Banno Y, Nagasaki K, Tsukada M, Minohara Y, Banno J, Nishikawa K, Yamamoto K, Tamura K, Fujii T. Development of a method for long-term preservation of *Bombyx mori* silkworm strains using frozen ovaries. *Cryobiology.* 2013, 66(3), 283-7.
  14. Wang L, Kiuchi T, Fujii T, Daimon T, Li M, Banno Y, Kikuta S, Kikawada T, Katsuma S, Shimada T. Mutation of a novel ABC transporter gene is responsible for the failure to incorporate uric acid in the epidermis of ok mutants of the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2013, 43(7), 562-71.
  15. Fujii T, Abe H, Kawamoto M, Katsuma S, Banno Y, Shimada T. Albino (al) is a tetrahydrobiopterin (BH4)-deficient mutant of the silkworm *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2013, 43(7), 594-600.
  16. Yoda S, Yamaguchi J, Mita K, Yamamoto K, Banno Y, Ando T, Daimon T, Fujiwara H. The transcription factor Apontic-like controls diverse colouration pattern in caterpillars. *Nat Commun.* 2014, 5, 4936.
  17. Xu J, Kusakabe T, Yamamoto K, Suetsugu Y, Mon H, Li Z, Zhu L, Iiyama K, Banno Y, Yoshimura K, Lee JM. A novel third chromosomal locus controls susceptibility to *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus in the silkworm, *Bombyx mori*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2014, 98(7), 3049-58.
  18. Kiuchi T, Koga H, Kawamoto M, Shoji K, Sakai H, Arai Y, Ishihara G, Kawaoka S, Sugano S,

- Shimada T, Suzuki Y, Suzuki MG, Katsuma S. A single female-specific piRNA is the primary determiner of sex in the silkworm. *Nature*. 2014, 509(7502), 633-6.
19. Yan Q, Kanegae A, Miyachi T, Naka H, Tatsuta H, Ando T. Female sex pheromones of two Japanese saturniid species, *Rhodinia fugax* and *Loepa sakaei*: identification, synthesis, and field evaluation. *J. Chem. Ecol.* 2015, 41(1), 1-8.
  20. Mitsudome T, Mon H, Xu J, Li Z, Lee JM, Patil AA, Masuda A, Iiyama K, Morokuma D, Kusakabe T. Biochemical characterization of maintenance DNA methyltransferase DNMT-1 from silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2015, 58, 55-65.
  21. Edayoshi M, Yamaguchi J, Fujiwara H. Protruding structures on caterpillars are controlled by ectopic Wnt1 expression. *PLoS ONE*. 2015, 10(3), e0121736.
  22. Fujii T, Abe H, Kawamoto M, Banno Y, Shimada T. Positional cloning of the sex-linked giant egg (Ge) locus in the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Mol. Biol.* 2015, 24(2), 213-21.
  23. Tsuchida K, Sakudoh T. Recent progress in molecular genetic studies on the carotenoid transport system using cocoon-color mutants of the silkworm. *Arch. Biochem. Biophys.* 2015, 572, 151-7.
  24. Wang H, Kiuchi T, Katsuma S, Shimada T. A novel sucrose hydrolase from the bombycoid silkworms *Bombyx mori*, *Trilocho varians*, and *Samia cynthia ricini* with a substrate specificity for sucrose. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2015, 61, 46-52.
  25. Daimon T, Uchibori M, Nakao H, Sezutsu H, Shinoda T. Knockout silkworms reveal a dispensable role for juvenile hormones in holometabolous life cycle. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2015, 112(31), E4226-35.
  26. Lee J, Kiuchi T, Kawamoto M, Shimada T, Katsuma S. Identification and functional analysis of a Masculinizer orthologue in *Trilocho varians* (Lepidoptera: Bombycidae). *Insect Mol. Biol.* 2015, 24(5), 561-9.
  27. Yuasa M, Kiuchi T, Banno Y, Katsuma S, Shimada T. Identification of the silkworm quail gene reveals a crucial role of a receptor guanylyl cyclase in larval pigmentation. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2016, 68, 33-40.
  28. Ito K, Katsuma S, Kuwazaki S, Jouraku A, Fujimoto T, Sahara K, Yasukochi Y, Yamamoto K, Tabunoki H, Yokoyama T, Kadono-Okuda K, Shimada T. Mapping and recombination analysis of two moth colour mutations, Black moth and Wild wing spot, in the silkworm *Bombyx mori*. *Heredity (Edinb)*. 2016, 116(1), 52-9.
  29. Osanai-Futahashi M, Tatematsu KI, Futahashi R, Narukawa J, Takasu Y, Kayukawa T, Shinoda T, Ishige T, Yajima S, Tamura T, Yamamoto K, Sezutsu H. Positional cloning of a *Bombyx* pink-eyed white egg locus reveals the major role of cardinal in ommochrome synthesis. *Heredity (Edinb)*. 2016, 116(2), 135-45.
  30. Fukumori H, Fujii T, Banno Y. In vitro culture and low temperature incubation tolerance of staged embryos of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Biotech. Sericol.* 2016, 85(2), 49-53.
  31. Fujii T, Yamamoto K, Banno Y. Molybdenum cofactor deficiency causes translucent integument, male-biased lethality, and flaccid paralysis in the silkworm *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2016, 73, 20-6.

1. 実験動物としてのカイコの魅力と取扱いについて, 口頭, 藤井告, 伴野豊, 日本遺伝学会 NBRP ワークショップ (福岡市), 2012/09/26, 国内.
2. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会・生化学会合同大会 (福岡市), 2012/12/11-14, 国内.
3. National bio-resource project in Japan and development of cryopreservation methods for silkworm resources, 口頭, BANNO Y, 6th BACSA INTERNATIONAL CONFERENCE (Padua, Italy), 2013/04/07-12, 国外.
4. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本実験動物学会 (つくば市), 2013/05/15-17, 国内.
5. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会九州支部研究発表会 (久米島), 2013/10/08-09, 国内.
6. Introduction of National Bio-Resource Project (Silkworm) Japan, 口頭, FUJII T, BANNO Y, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, ANRRC 2013 (Hayama, Japan), 2013/10/30-11/01, 国際.
7. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (神戸市), 2013/12/03-05, 国内.
8. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (藤沢市), 2014/03/10-11, 国内.
9. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本実験科学技術さっぽろ 2014 (札幌市), 2014/05/15-17, 国内.
10. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (横浜市), 2014/11/25-27, 国内.
11. Activities of the national bioresource project silkworm Japan, 口頭, FUJII T, FUKUMORI H, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, BANNO Y, APSERI 2015 (Busan, Korea), 2015/04/23-25, 国外.
12. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (札幌市), 2015/09/26-27, 国内.
13. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (神戸市), 2015/12/01-03, 国内.
14. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (京都市), 2016/03/17-18, 国内.
15. A recent topic of NBRP silkworm : development of long-term preservation methods using frozen germ cells, 口頭, FUKUMORI H, FUJII T, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, BANNO Y, ANRRC 2016 (Kyoto, Japan), 2016/09/20-22, 国際.
16. Practical use of a long term preservation method in the silkworm, *Bombyx mori*, 口頭, FUJII T, FUKUMORI H, BANNO Y, ICE 2016 (Orlando, USA), 2016/09/25-30, 国外.
17. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (横浜市), 2016/11/30-12/02, 国内.
18. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (つくば市), 2017/03/21-22, 国内.
19. ナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 「カイコ」の概要, 口頭, 伴野豊, 藤井告, 嶋田透, 木内隆史, 梶浦善太, 瀬筒秀樹, 日本応用動物昆虫学会本大会 小集会 (小金井市),

2017/03/27-29, 国内.

20. NBRP カイコの変異体を活用した遺伝子機能研究, 口頭, 藤井告, 櫻井健志, 門田幸二, 神崎亮平, 嶋田透, 伴野豊, 日本応用動物昆虫学会本大会 小集会 (小金井市), 2017/03/27-29, 国内.

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

1. 病気のモデルとしてのカイコの突然変異体:日本固有の遺伝資源の活用, 伴野豊, 天竺桂弘子, 嶋田透, 文部科学省・日本学術会議主催サイエンスカフェ (文部科学省情報ひろばラウンジ), 2016/07/22, 国内.
2. カイコ、クワ、シルクの魅力 ―実物から学ぼう―, 伴野豊, 横山岳, 伊藤克彦, 外川徹, 志村幸子, JST 主催サイエンスアゴラ (東京), 2016/11/03-05, 国内.

(4) 特許出願

なし

平成 28 年度 医療研究開発推進事業費補助金  
成果報告書

I. 基本情報

事業名： (日本語) ナショナルバイオリソースプロジェクト  
(英語) National Bioresource Project

補助事業課題名： (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
(英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources.

補助事業担当者 (日本語) 伴野 豊  
所属 役職 氏名： (英語) Banno Yutaka

実施期間： 平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 29 年 3 月 31 日

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
分担課題名： (英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources.

補助事業分担者 (日本語) 伴野 豊 (九州大学 大学院農学研究院 准教授)  
所属 役職 氏名： (英語) Yutaka Banno (Associate Professor, Graduate School of Bio Resources and Bioenvironmental Science, Kyushu University)

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの高度化を目指したゲノム資源の収集・保存・提供  
分担課題名： (英語) Collection, preservation and provision of genome resources toward sophistication of the silkworm bio-resources

補助事業分担者 (日本語) 嶋田 透 (東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授)  
所属 役職 氏名： (英語) Toru Shimada (Professor, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

分担研究 (日本語) 野蚕遺伝資源の収集・保存・提供  
分担課題名： (英語) Collection, preservation and provision of the wild silkworm

bio-resources

補助事業分担者 (日本語) 梶浦 善太 (信州大学 学術研究院繊維学系 教授)

所属 役職 氏名: (英 語) Zenta Kajiura (Professor, Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University)

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
(ゲノム改変カイコの収集・評価・保存)

分担課題名: (英 語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources (Collection, evaluation, and preservation of genome-modified silkworms)

補助事業分担者 (日本語) 瀬筒 秀樹 (独立行政法人 農業生物資源研究所 (現国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構) ユニット長) 平成 24~26 年度事業実施

所属 役職 氏名: (英 語) Hideki Sezutsu (Unit Leader, National Institute of Agrobiological Sciences (National Agriculture and Food Research Organization))

## II. 成果の概要 (総括成果報告)

補助事業代表者: 嶋田 透 (東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授) 総括成果報告を参照。

## III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧 (国内誌 0 件、国際誌 31 件)

1. Osanai-Futahashi M, Ohde T, Hirata J, Uchino K, Futahashi R, Tamura T, Niimi T, Sezutsu H. A visible dominant marker for insect transgenesis. *Nat Commun.* 2012, 3, 1295.
2. Hara K, Fujii T, Suzuki Y, Sugano S, Shimada T, Katsuma S, Kawaoka S. Altered expression of testis-specific genes, piRNAs, and transposons in the silkworm ovary masculinized by a W chromosome mutation. *BMC Genomics.* 2012, 13, 119.
3. Daimon T, Kozaki T, Niwa R, Kobayashi I, Furuta K, Namiki T, Uchino K, Banno Y, Katsuma S, Tamura T, Mita K, Sezutsu H, Nakayama M, Itoyama K, Shimada T, Shinoda T. Precocious metamorphosis in the juvenile hormone-deficient mutant of the silkworm, *Bombyx mori*. *PLoS Genet.* 2012, 8(3), e1002486.
4. Osanai-Futahashi M, Tatematsu K, Yamamoto K, Narukawa J, Uchino K, Kayukawa T, Shinoda T, Banno Y, Tamura T, Sezutsu H. Identification of the *Bombyx* red egg gene reveals involvement of a novel transporter family gene in late steps of the insect ommochrome biosynthesis pathway. *J. Biol. Chem.* 2012, 287(21), 17706-14.
5. Kang W, Katsuma S, Matsuda-Imai N, Kurihara M, Yoshiga T, Shimada T, Matsumoto S. Identification and characterization of host factors interacting with *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus ORF8. *J. Microbiol.* 2012, 50(3), 469-77.
6. Ito K, Kidokoro K, Katsuma S, Shimada T, Yamamoto K, Mita K, Kadono-Okuda K. Positional cloning of a gene responsible for the cts mutation of the silkworm, *Bombyx mori*.

- Genome. 2012, 55(7), 493-504.
7. Fujii T, Banno Y, Abe H, Katsuma S, Shimada T. A homolog of the human Hermansky-Pudluc syndrome-5 (HPS5) gene is responsible for the oa larval translucent mutants in the silkworm, *Bombyx mori*. *Genetica*. 2012, 140(10-12), 463-8.
  8. Wang L, Kiuchi T, Fujii T, Daimon T, Li M, Banno Y, Katsuma S, Shimada T. Reduced expression of the dysbindin-like gene in the *Bombyx mori* ov mutant exhibiting mottled translucency of the larval skin. *Genome*. 2013, 56(2), 101-8.
  9. Sakudoh T, Kuwazaki S, Iizuka T, Narukawa J, Yamamoto K, Uchino K, Sezutsu H, Banno Y, Tsuchida K. CD36 homolog divergence is responsible for the selectivity of carotenoid species migration to the silk gland of the silkworm *Bombyx mori*. *J. Lipid Res*. 2013, 54(2), 482-95.
  10. Yamaguchi J, Banno Y, Mita K, Yamamoto K, Ando T, Fujiwara H. Periodic Wnt1 expression in response to ecdysteroid generates twin-spot markings on caterpillars. *Nat Commun*. 2013, 4, 1857.
  11. Tabunoki H, Ono H, Ode H, Ishikawa K, Kawana N, Banno Y, Shimada T, Nakamura Y, Yamamoto K, Satoh J, Bono H. Identification of key uric acid synthesis pathway in a unique mutant silkworm *Bombyx mori* model of Parkinson's disease. *PLoS ONE*. 2013, 8(7), e69130.
  12. Lin Y, Meng Y, Wang YX, Luo J, Katsuma S, Yang CW, Banno Y, Kusakabe T, Shimada T, Xia QY. Vitellogenin receptor mutation leads to the oogenesis mutant phenotype "scanty vitellin" of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Biol. Chem*. 2013, 288(19), 13345-55.
  13. Banno Y, Nagasaki K, Tsukada M, Minohara Y, Banno J, Nishikawa K, Yamamoto K, Tamura K, Fujii T. Development of a method for long-term preservation of *Bombyx mori* silkworm strains using frozen ovaries. *Cryobiology*. 2013, 66(3), 283-7.
  14. Wang L, Kiuchi T, Fujii T, Daimon T, Li M, Banno Y, Kikuta S, Kikawada T, Katsuma S, Shimada T. Mutation of a novel ABC transporter gene is responsible for the failure to incorporate uric acid in the epidermis of ok mutants of the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol*. 2013, 43(7), 562-71.
  15. Fujii T, Abe H, Kawamoto M, Katsuma S, Banno Y, Shimada T. Albino (al) is a tetrahydrobiopterin (BH4)-deficient mutant of the silkworm *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol*. 2013, 43(7), 594-600.
  16. Yoda S, Yamaguchi J, Mita K, Yamamoto K, Banno Y, Ando T, Daimon T, Fujiwara H. The transcription factor Apontic-like controls diverse colouration pattern in caterpillars. *Nat Commun*. 2014, 5, 4936.
  17. Xu J, Kusakabe T, Yamamoto K, Suetsugu Y, Mon H, Li Z, Zhu L, Iiyama K, Banno Y, Yoshimura K, Lee JM. A novel third chromosomal locus controls susceptibility to *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus in the silkworm, *Bombyx mori*. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 2014, 98(7), 3049-58.
  18. Kiuchi T, Koga H, Kawamoto M, Shoji K, Sakai H, Arai Y, Ishihara G, Kawaoka S, Sugano S, Shimada T, Suzuki Y, Suzuki MG, Katsuma S. A single female-specific piRNA is the primary determiner of sex in the silkworm. *Nature*. 2014, 509(7502), 633-6.
  19. Yan Q, Kanegae A, Miyachi T, Naka H, Tatsuta H, Ando T. Female sex pheromones of two

- Japanese saturniid species, *Rhodinia fugax* and *Loepa sakaei*: identification, synthesis, and field evaluation. *J. Chem. Ecol.* 2015, 41(1), 1-8.
20. Mitsudome T, Mon H, Xu J, Li Z, Lee JM, Patil AA, Masuda A, Iiyama K, Morokuma D, Kusakabe T. Biochemical characterization of maintenance DNA methyltransferase DNMT-1 from silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2015, 58, 55-65.
  21. Edayoshi M, Yamaguchi J, Fujiwara H. Protruding structures on caterpillars are controlled by ectopic *Wnt1* expression. *PLoS ONE.* 2015, 10(3), e0121736.
  22. Fujii T, Abe H, Kawamoto M, Banno Y, Shimada T. Positional cloning of the sex-linked giant egg (*Ge*) locus in the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Mol. Biol.* 2015, 24(2), 213-21.
  23. Tsuchida K, Sakudoh T. Recent progress in molecular genetic studies on the carotenoid transport system using cocoon-color mutants of the silkworm. *Arch. Biochem. Biophys.* 2015, 572, 151-7.
  24. Wang H, Kiuchi T, Katsuma S, Shimada T. A novel sucrose hydrolase from the bombycoid silkworms *Bombyx mori*, *Trilocha varians*, and *Samia cynthia ricini* with a substrate specificity for sucrose. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2015, 61, 46-52.
  25. Daimon T, Uchibori M, Nakao H, Sezutsu H, Shinoda T. Knockout silkworms reveal a dispensable role for juvenile hormones in holometabolous life cycle. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2015, 112(31), E4226-35.
  26. Lee J, Kiuchi T, Kawamoto M, Shimada T, Katsuma S. Identification and functional analysis of a Masculinizer orthologue in *Trilocha varians* (Lepidoptera: Bombycidae). *Insect Mol. Biol.* 2015, 24(5), 561-9.
  27. Yuasa M, Kiuchi T, Banno Y, Katsuma S, Shimada T. Identification of the silkworm quail gene reveals a crucial role of a receptor guanylyl cyclase in larval pigmentation. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2016, 68, 33-40.
  28. Ito K, Katsuma S, Kuwazaki S, Jouraku A, Fujimoto T, Sahara K, Yasukochi Y, Yamamoto K, Tabunoki H, Yokoyama T, Kadono-Okuda K, Shimada T. Mapping and recombination analysis of two moth colour mutations, Black moth and Wild wing spot, in the silkworm *Bombyx mori*. *Heredity (Edinb).* 2016, 116(1), 52-9.
  29. Osanai-Futahashi M, Tatematsu KI, Futahashi R, Narukawa J, Takasu Y, Kayukawa T, Shinoda T, Ishige T, Yajima S, Tamura T, Yamamoto K, Sezutsu H. Positional cloning of a *Bombyx* pink-eyed white egg locus reveals the major role of cardinal in ommochrome synthesis. *Heredity (Edinb).* 2016, 116(2), 135-45.
  30. Fukumori H, Fujii T, Banno Y. In vitro culture and low temperature incubation tolerance of staged embryos of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Biotech. Sericol.* 2016, 85(2), 49-53.
  31. Fujii T, Yamamoto K, Banno Y. Molybdenum cofactor deficiency causes translucent integument, male-biased lethality, and flaccid paralysis in the silkworm *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2016, 73, 20-6.

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

1. 実験動物としてのカイコの魅力と取扱いについて, 口頭, 藤井告, 伴野豊, 日本遺伝学会 NBRP ワークショップ (福岡市), 2012/09/26, 国内.
2. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒

- 秀樹, 日本分子生物学会・生化学会合同大会 (福岡市), 2012/12/11-14, 国内.
3. National bio-resource project in Japan and development of cryopreservation methods for silkworm resources, 口頭, BANNO Y, 6th BACSA INTERNATIONAL CONFERENCE (Padua, Italy), 2013/04/07-12, 国外.
  4. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本実験動物学会 (つくば市), 2013/05/15-17, 国内.
  5. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会九州支部研究発表会 (久米島), 2013/10/08-09, 国内.
  6. Introduction of National Bio-Resource Project (Silkworm) Japan, 口頭, FUJII T, BANNO Y, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, ANRRC 2013 (Hayama, Japan), 2013/10/30-11/01, 国際.
  7. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (神戸市), 2013/12/03-05, 国内.
  8. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (藤沢市), 2014/03/10-11, 国内.
  9. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本実験科学技術さつぽろ 2014 (札幌市), 2014/05/15-17, 国内.
  10. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (横浜市), 2014/11/25-27, 国内.
  11. Activities of the national bioresource project silkworm Japan, 口頭, FUJII T, FUKUMORI H, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, BANNO Y, APSERI 2015 (Busan, Korea), 2015/04/23-25, 国外.
  12. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (札幌市), 2015/09/26-27, 国内.
  13. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (神戸市), 2015/12/01-03, 国内.
  14. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (京都市), 2016/03/17-18, 国内.
  15. A recent topic of NBRP silkworm : development of long-term preservation methods using frozen germ cells, 口頭, FUKUMORI H, FUJII T, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, BANNO Y, ANRRC 2016 (Kyoto, Japan), 2016/09/20-22, 国際.
  16. Practical use of a long term preservation method in the silkworm, *Bombyx mori*, 口頭, FUJII T, FUKUMORI H, BANNO Y, ICE 2016 (Orlando, USA), 2016/09/25-30, 国外.
  17. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (横浜市), 2016/11/30-12/02, 国内.
  18. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (つくば市), 2017/03/21-22, 国内.
  19. ナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 「カイコ」の概要, 口頭, 伴野豊, 藤井告, 嶋田透, 木内隆史, 梶浦善太, 瀬筒秀樹, 日本応用動物昆虫学会本大会 小集会 (小金井市), 2017/03/27-29, 国内.
  20. NBRP カイコの変異体を活用した遺伝子機能研究, 口頭, 藤井告, 櫻井健志, 門田幸二, 神崎亮平, 嶋田透, 伴野豊, 日本応用動物昆虫学会本大会 小集会 (小金井市), 2017/03/27-29, 国内.

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

1. 病気のモデルとしてのカイコの突然変異体:日本固有の遺伝資源の活用, 伴野豊, 天竺桂弘子, 嶋田透, 文部科学省・日本学術会議主催サイエンスカフェ (文部科学省情報ひろばラウンジ), 2016/07/22, 国内.
2. カイコ、クワ、シルクの魅力 ―実物から学ぼう―, 伴野豊, 横山岳, 伊藤克彦, 外川徹, 志村幸子, JST 主催サイエンスアゴラ (東京), 2016/11/03-05, 国内.

(4) 特許出願

なし

平成 28 年度 医療研究開発推進事業費補助金  
成果報告書

I. 基本情報

事業名： (日本語) ナショナルバイオリソースプロジェクト  
(英語) National Bioresource Project

補助事業課題名： (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
(英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources.

補助事業担当者 (日本語) 伴野 豊  
所属 役職 氏名： (英語) Banno Yutaka

実施期間： 平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 29 年 3 月 31 日

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
分担課題名： (英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources.

補助事業分担者 (日本語) 伴野 豊 (九州大学 大学院農学研究院 准教授)  
所属 役職 氏名： (英語) Yutaka Banno (Associate Professor, Graduate School of Bio Resources and Bioenvironmental Science, Kyushu University)

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの高度化を目指したゲノム資源の収集・保存・提供  
分担課題名： (英語) Collection, preservation and provision of genome resources toward sophistication of the silkworm bio-resources

補助事業分担者 (日本語) 嶋田 透 (東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授)  
所属 役職 氏名： (英語) Toru Shimada (Professor, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

分担研究 (日本語) 野蚕遺伝資源の収集・保存・提供  
分担課題名： (英語) Collection, preservation and provision of the wild silkworm

bio-resources

補助事業分担者 (日本語) 梶浦 善太 (信州大学 学術研究院繊維学系 教授)

所属 役職 氏名: (英 語) Zenta Kajiura (Professor, Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University)

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
(ゲノム改変カイコの収集・評価・保存)

分担課題名: (英 語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources (Collection, evaluation, and preservation of genome-modified silkworms)

補助事業分担者 (日本語) 瀬筒 秀樹 (独立行政法人 農業生物資源研究所 (現国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構) ユニット長) 平成 24~26 年度事業実施

所属 役職 氏名: (英 語) Hideki Sezutsu (Unit Leader, National Institute of Agrobiological Sciences (National Agriculture and Food Research Organization))

## II. 成果の概要 (総括成果報告)

補助事業代表者: 梶浦 善太 (信州大学 学術研究院繊維学系 教授) 総括成果報告を参照。

## III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧 (国内誌 0 件、国際誌 31 件)

1. Osanai-Futahashi M, Ohde T, Hirata J, Uchino K, Futahashi R, Tamura T, Niimi T, Sezutsu H. A visible dominant marker for insect transgenesis. *Nat Commun.* 2012, 3, 1295.
2. Hara K, Fujii T, Suzuki Y, Sugano S, Shimada T, Katsuma S, Kawaoka S. Altered expression of testis-specific genes, piRNAs, and transposons in the silkworm ovary masculinized by a W chromosome mutation. *BMC Genomics.* 2012, 13, 119.
3. Daimon T, Kozaki T, Niwa R, Kobayashi I, Furuta K, Namiki T, Uchino K, Banno Y, Katsuma S, Tamura T, Mita K, Sezutsu H, Nakayama M, Itoyama K, Shimada T, Shinoda T. Precocious metamorphosis in the juvenile hormone-deficient mutant of the silkworm, *Bombyx mori*. *PLoS Genet.* 2012, 8(3), e1002486.
4. Osanai-Futahashi M, Tatematsu K, Yamamoto K, Narukawa J, Uchino K, Kayukawa T, Shinoda T, Banno Y, Tamura T, Sezutsu H. Identification of the *Bombyx* red egg gene reveals involvement of a novel transporter family gene in late steps of the insect ommochrome biosynthesis pathway. *J. Biol. Chem.* 2012, 287(21), 17706-14.
5. Kang W, Katsuma S, Matsuda-Imai N, Kurihara M, Yoshiga T, Shimada T, Matsumoto S. Identification and characterization of host factors interacting with *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus ORF8. *J. Microbiol.* 2012, 50(3), 469-77.
6. Ito K, Kidokoro K, Katsuma S, Shimada T, Yamamoto K, Mita K, Kadono-Okuda K. Positional cloning of a gene responsible for the *cts* mutation of the silkworm, *Bombyx mori*.

- Genome. 2012, 55(7), 493-504.
7. Fujii T, Banno Y, Abe H, Katsuma S, Shimada T. A homolog of the human Hermansky-Pudluc syndrome-5 (HPS5) gene is responsible for the oa larval translucent mutants in the silkworm, *Bombyx mori*. *Genetica*. 2012, 140(10-12), 463-8.
  8. Wang L, Kiuchi T, Fujii T, Daimon T, Li M, Banno Y, Katsuma S, Shimada T. Reduced expression of the dysbindin-like gene in the *Bombyx mori* ov mutant exhibiting mottled translucency of the larval skin. *Genome*. 2013, 56(2), 101-8.
  9. Sakudoh T, Kuwazaki S, Iizuka T, Narukawa J, Yamamoto K, Uchino K, Sezutsu H, Banno Y, Tsuchida K. CD36 homolog divergence is responsible for the selectivity of carotenoid species migration to the silk gland of the silkworm *Bombyx mori*. *J. Lipid Res*. 2013, 54(2), 482-95.
  10. Yamaguchi J, Banno Y, Mita K, Yamamoto K, Ando T, Fujiwara H. Periodic Wnt1 expression in response to ecdysteroid generates twin-spot markings on caterpillars. *Nat Commun*. 2013, 4, 1857.
  11. Tabunoki H, Ono H, Ode H, Ishikawa K, Kawana N, Banno Y, Shimada T, Nakamura Y, Yamamoto K, Satoh J, Bono H. Identification of key uric acid synthesis pathway in a unique mutant silkworm *Bombyx mori* model of Parkinson's disease. *PLoS ONE*. 2013, 8(7), e69130.
  12. Lin Y, Meng Y, Wang YX, Luo J, Katsuma S, Yang CW, Banno Y, Kusakabe T, Shimada T, Xia QY. Vitellogenin receptor mutation leads to the oogenesis mutant phenotype "scanty vitellin" of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Biol. Chem*. 2013, 288(19), 13345-55.
  13. Banno Y, Nagasaki K, Tsukada M, Minohara Y, Banno J, Nishikawa K, Yamamoto K, Tamura K, Fujii T. Development of a method for long-term preservation of *Bombyx mori* silkworm strains using frozen ovaries. *Cryobiology*. 2013, 66(3), 283-7.
  14. Wang L, Kiuchi T, Fujii T, Daimon T, Li M, Banno Y, Kikuta S, Kikawada T, Katsuma S, Shimada T. Mutation of a novel ABC transporter gene is responsible for the failure to incorporate uric acid in the epidermis of ok mutants of the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol*. 2013, 43(7), 562-71.
  15. Fujii T, Abe H, Kawamoto M, Katsuma S, Banno Y, Shimada T. Albino (al) is a tetrahydrobiopterin (BH4)-deficient mutant of the silkworm *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol*. 2013, 43(7), 594-600.
  16. Yoda S, Yamaguchi J, Mita K, Yamamoto K, Banno Y, Ando T, Daimon T, Fujiwara H. The transcription factor Apontic-like controls diverse colouration pattern in caterpillars. *Nat Commun*. 2014, 5, 4936.
  17. Xu J, Kusakabe T, Yamamoto K, Suetsugu Y, Mon H, Li Z, Zhu L, Iiyama K, Banno Y, Yoshimura K, Lee JM. A novel third chromosomal locus controls susceptibility to *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus in the silkworm, *Bombyx mori*. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 2014, 98(7), 3049-58.
  18. Kiuchi T, Koga H, Kawamoto M, Shoji K, Sakai H, Arai Y, Ishihara G, Kawaoka S, Sugano S, Shimada T, Suzuki Y, Suzuki MG, Katsuma S. A single female-specific piRNA is the primary determiner of sex in the silkworm. *Nature*. 2014, 509(7502), 633-6.
  19. Yan Q, Kanegae A, Miyachi T, Naka H, Tatsuta H, Ando T. Female sex pheromones of two

- Japanese saturniid species, *Rhodinia fugax* and *Loepa sakaei*: identification, synthesis, and field evaluation. *J. Chem. Ecol.* 2015, 41(1), 1-8.
20. Mitsudome T, Mon H, Xu J, Li Z, Lee JM, Patil AA, Masuda A, Iiyama K, Morokuma D, Kusakabe T. Biochemical characterization of maintenance DNA methyltransferase DNMT-1 from silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2015, 58, 55-65.
  21. Edayoshi M, Yamaguchi J, Fujiwara H. Protruding structures on caterpillars are controlled by ectopic *Wnt1* expression. *PLoS ONE.* 2015, 10(3), e0121736.
  22. Fujii T, Abe H, Kawamoto M, Banno Y, Shimada T. Positional cloning of the sex-linked giant egg (*Ge*) locus in the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Mol. Biol.* 2015, 24(2), 213-21.
  23. Tsuchida K, Sakudoh T. Recent progress in molecular genetic studies on the carotenoid transport system using cocoon-color mutants of the silkworm. *Arch. Biochem. Biophys.* 2015, 572, 151-7.
  24. Wang H, Kiuchi T, Katsuma S, Shimada T. A novel sucrose hydrolase from the bombycoid silkworms *Bombyx mori*, *Trilocha varians*, and *Samia cynthia ricini* with a substrate specificity for sucrose. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2015, 61, 46-52.
  25. Daimon T, Uchibori M, Nakao H, Sezutsu H, Shinoda T. Knockout silkworms reveal a dispensable role for juvenile hormones in holometabolous life cycle. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2015, 112(31), E4226-35.
  26. Lee J, Kiuchi T, Kawamoto M, Shimada T, Katsuma S. Identification and functional analysis of a Masculinizer orthologue in *Trilocha varians* (Lepidoptera: Bombycidae). *Insect Mol. Biol.* 2015, 24(5), 561-9.
  27. Yuasa M, Kiuchi T, Banno Y, Katsuma S, Shimada T. Identification of the silkworm quail gene reveals a crucial role of a receptor guanylyl cyclase in larval pigmentation. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2016, 68, 33-40.
  28. Ito K, Katsuma S, Kuwazaki S, Jouraku A, Fujimoto T, Sahara K, Yasukochi Y, Yamamoto K, Tabunoki H, Yokoyama T, Kadono-Okuda K, Shimada T. Mapping and recombination analysis of two moth colour mutations, Black moth and Wild wing spot, in the silkworm *Bombyx mori*. *Heredity (Edinb).* 2016, 116(1), 52-9.
  29. Osanai-Futahashi M, Tatematsu KI, Futahashi R, Narukawa J, Takasu Y, Kayukawa T, Shinoda T, Ishige T, Yajima S, Tamura T, Yamamoto K, Sezutsu H. Positional cloning of a *Bombyx* pink-eyed white egg locus reveals the major role of cardinal in ommochrome synthesis. *Heredity (Edinb).* 2016, 116(2), 135-45.
  30. Fukumori H, Fujii T, Banno Y. In vitro culture and low temperature incubation tolerance of staged embryos of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Biotech. Sericol.* 2016, 85(2), 49-53.
  31. Fujii T, Yamamoto K, Banno Y. Molybdenum cofactor deficiency causes translucent integument, male-biased lethality, and flaccid paralysis in the silkworm *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2016, 73, 20-6.

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

1. 実験動物としてのカイコの魅力と取扱いについて, 口頭, 藤井告, 伴野豊, 日本遺伝学会 NBRP ワークショップ (福岡市), 2012/09/26, 国内.
2. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒

- 秀樹, 日本分子生物学会・生化学会合同大会 (福岡市), 2012/12/11-14, 国内.
3. National bio-resource project in Japan and development of cryopreservation methods for silkworm resources, 口頭, BANNO Y, 6th BACSA INTERNATIONAL CONFERENCE (Padua, Italy), 2013/04/07-12, 国外.
  4. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本実験動物学会 (つくば市), 2013/05/15-17, 国内.
  5. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会九州支部研究発表会 (久米島), 2013/10/08-09, 国内.
  6. Introduction of National Bio-Resource Project (Silkworm) Japan, 口頭, FUJII T, BANNO Y, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, ANRRC 2013 (Hayama, Japan), 2013/10/30-11/01, 国際.
  7. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (神戸市), 2013/12/03-05, 国内.
  8. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (藤沢市), 2014/03/10-11, 国内.
  9. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本実験科学技術さっぽろ 2014 (札幌市), 2014/05/15-17, 国内.
  10. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (横浜市), 2014/11/25-27, 国内.
  11. Activities of the national bioresource project silkworm Japan, 口頭, FUJII T, FUKUMORI H, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, BANNO Y, APSERI 2015 (Busan, Korea), 2015/04/23-25, 国外.
  12. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (札幌市), 2015/09/26-27, 国内.
  13. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (神戸市), 2015/12/01-03, 国内.
  14. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (京都市), 2016/03/17-18, 国内.
  15. A recent topic of NBRP silkworm : development of long-term preservation methods using frozen germ cells, 口頭, FUKUMORI H, FUJII T, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, BANNO Y, ANRRC 2016 (Kyoto, Japan), 2016/09/20-22, 国際.
  16. Practical use of a long term preservation method in the silkworm, *Bombyx mori*, 口頭, FUJII T, FUKUMORI H, BANNO Y, ICE 2016 (Orlando, USA), 2016/09/25-30, 国外.
  17. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (横浜市), 2016/11/30-12/02, 国内.
  18. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (つくば市), 2017/03/21-22, 国内.
  19. ナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 「カイコ」の概要, 口頭, 伴野豊, 藤井告, 嶋田透, 木内隆史, 梶浦善太, 瀬筒秀樹, 日本応用動物昆虫学会本大会 小集会 (小金井市), 2017/03/27-29, 国内.
  20. NBRP カイコの変異体を活用した遺伝子機能研究, 口頭, 藤井告, 櫻井健志, 門田幸二, 神崎亮平, 嶋田透, 伴野豊, 日本応用動物昆虫学会本大会 小集会 (小金井市), 2017/03/27-29, 国内.

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

1. 病気のモデルとしてのカイコの突然変異体:日本固有の遺伝資源の活用, 伴野豊, 天竺桂弘子, 嶋田透, 文部科学省・日本学術会議主催サイエンスカフェ (文部科学省情報ひろばラウンジ), 2016/07/22, 国内.
2. カイコ、クワ、シルクの魅力 ―実物から学ぼう―, 伴野豊, 横山岳, 伊藤克彦, 外川徹, 志村幸子, JST 主催サイエンスアゴラ (東京), 2016/11/03-05, 国内.

(4) 特許出願

なし

平成 28 年度 医療研究開発推進事業費補助金  
成果報告書

I. 基本情報

事業名 : (日本語) ナショナルバイオリソースプロジェクト  
(英語) National Bioresource Project

補助事業課題名 : (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
(英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources.

補助事業担当者 (日本語) 伴野 豊  
所属 役職 氏名 : (英語) Banno Yutaka

実施期間 : 平成 28 年 4 月 1 日 ~ 平成 29 年 3 月 31 日

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
分担課題名 : (英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of silkworm bio-resources.

補助事業分担者 (日本語) 伴野 豊 (九州大学 大学院農学研究院 准教授)  
所属 役職 氏名 : (英語) Yutaka Banno (Associate Professor, Graduate School of Bio Resources and Bioenvironmental Science, Kyushu University)

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの高度化を目指したゲノム資源の収集・保存・提供  
分担課題名 : (英語) Collection, preservation and provision of genome resources toward sophistication of the silkworm bio-resources

補助事業分担者 (日本語) 嶋田 透 (東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授)  
所属 役職 氏名 : (英語) Toru Shimada (Professor, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

分担研究 (日本語) 野蚕遺伝資源の収集・保存・提供  
分担課題名 : (英語) Collection, preservation and provision of the wild silkworm bio-resources

補助事業分担者 (日本語) 梶浦 善太 (信州大学 学術研究院繊維学系 教授)  
所属 役職 氏名: (英語) Zenta Kajiura (Professor, Faculty of Textile Science and Technology,  
Shinshu University)

分担研究 (日本語) カイコバイオリソースの収集・高品質化と効率的保存・供給体制の整備  
(ゲノム改変カイコの収集・評価・保存)  
分担課題名: (英語) Upgrading of systems for collection, preservation, and provision of  
silkworm bio-resources (Collection, evaluation, and preservation of  
genome-modified silkworms)

補助事業分担者 (日本語) 瀬筒 秀樹 (独立行政法人 農業生物資源研究所 (現国立研究開発法人 農  
業・食品産業技術総合研究機構) ユニット長) 平成 24~26 年度事業実施  
所属 役職 氏名: (英語) Hideki Sezutsu (Unit Leader, National Institute of Agrobiological  
Sciences (National Agriculture and Food Research Organization))

## II. 成果の概要 (総括成果報告)

補助事業代表者: 瀬筒 秀樹 (独立行政法人 農業生物資源研究所 (現国立研究開発法人 農業・食  
品産業技術総合研究機構) ユニット長) 総括成果報告を参照。

## III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧 (国内誌 0 件、国際誌 31 件)

1. Osanai-Futahashi M, Ohde T, Hirata J, Uchino K, Futahashi R, Tamura T, Niimi T, Sezutsu H. A visible dominant marker for insect transgenesis. *Nat Commun.* 2012, 3, 1295.
2. Hara K, Fujii T, Suzuki Y, Sugano S, Shimada T, Katsuma S, Kawaoka S. Altered expression of testis-specific genes, piRNAs, and transposons in the silkworm ovary masculinized by a W chromosome mutation. *BMC Genomics.* 2012, 13, 119.
3. Daimon T, Kozaki T, Niwa R, Kobayashi I, Furuta K, Namiki T, Uchino K, Banno Y, Katsuma S, Tamura T, Mita K, Sezutsu H, Nakayama M, Itoyama K, Shimada T, Shinoda T. Precocious metamorphosis in the juvenile hormone-deficient mutant of the silkworm, *Bombyx mori*. *PLoS Genet.* 2012, 8(3), e1002486.
4. Osanai-Futahashi M, Tatematsu K, Yamamoto K, Narukawa J, Uchino K, Kayukawa T, Shinoda T, Banno Y, Tamura T, Sezutsu H. Identification of the *Bombyx* red egg gene reveals involvement of a novel transporter family gene in late steps of the insect ommochrome biosynthesis pathway. *J. Biol. Chem.* 2012, 287(21), 17706-14.
5. Kang W, Katsuma S, Matsuda-Imai N, Kurihara M, Yoshiga T, Shimada T, Matsumoto S. Identification and characterization of host factors interacting with *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus ORF8. *J. Microbiol.* 2012, 50(3), 469-77.
6. Ito K, Kidokoro K, Katsuma S, Shimada T, Yamamoto K, Mita K, Kadono-Okuda K. Positional cloning of a gene responsible for the cts mutation of the silkworm, *Bombyx mori*.

- Genome. 2012, 55(7), 493-504.
7. Fujii T, Banno Y, Abe H, Katsuma S, Shimada T. A homolog of the human Hermansky-Pudluc syndrome-5 (HPS5) gene is responsible for the oa larval translucent mutants in the silkworm, *Bombyx mori*. *Genetica*. 2012, 140(10-12), 463-8.
  8. Wang L, Kiuchi T, Fujii T, Daimon T, Li M, Banno Y, Katsuma S, Shimada T. Reduced expression of the dysbindin-like gene in the *Bombyx mori* ov mutant exhibiting mottled translucency of the larval skin. *Genome*. 2013, 56(2), 101-8.
  9. Sakudoh T, Kuwazaki S, Iizuka T, Narukawa J, Yamamoto K, Uchino K, Sezutsu H, Banno Y, Tsuchida K. CD36 homolog divergence is responsible for the selectivity of carotenoid species migration to the silk gland of the silkworm *Bombyx mori*. *J. Lipid Res*. 2013, 54(2), 482-95.
  10. Yamaguchi J, Banno Y, Mita K, Yamamoto K, Ando T, Fujiwara H. Periodic Wnt1 expression in response to ecdysteroid generates twin-spot markings on caterpillars. *Nat Commun*. 2013, 4, 1857.
  11. Tabunoki H, Ono H, Ode H, Ishikawa K, Kawana N, Banno Y, Shimada T, Nakamura Y, Yamamoto K, Satoh J, Bono H. Identification of key uric acid synthesis pathway in a unique mutant silkworm *Bombyx mori* model of Parkinson's disease. *PLoS ONE*. 2013, 8(7), e69130.
  12. Lin Y, Meng Y, Wang YX, Luo J, Katsuma S, Yang CW, Banno Y, Kusakabe T, Shimada T, Xia QY. Vitellogenin receptor mutation leads to the oogenesis mutant phenotype "scanty vitellin" of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Biol. Chem*. 2013, 288(19), 13345-55.
  13. Banno Y, Nagasaki K, Tsukada M, Minohara Y, Banno J, Nishikawa K, Yamamoto K, Tamura K, Fujii T. Development of a method for long-term preservation of *Bombyx mori* silkworm strains using frozen ovaries. *Cryobiology*. 2013, 66(3), 283-7.
  14. Wang L, Kiuchi T, Fujii T, Daimon T, Li M, Banno Y, Kikuta S, Kikawada T, Katsuma S, Shimada T. Mutation of a novel ABC transporter gene is responsible for the failure to incorporate uric acid in the epidermis of ok mutants of the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol*. 2013, 43(7), 562-71.
  15. Fujii T, Abe H, Kawamoto M, Katsuma S, Banno Y, Shimada T. Albino (al) is a tetrahydrobiopterin (BH4)-deficient mutant of the silkworm *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol*. 2013, 43(7), 594-600.
  16. Yoda S, Yamaguchi J, Mita K, Yamamoto K, Banno Y, Ando T, Daimon T, Fujiwara H. The transcription factor Apontic-like controls diverse colouration pattern in caterpillars. *Nat Commun*. 2014, 5, 4936.
  17. Xu J, Kusakabe T, Yamamoto K, Suetsugu Y, Mon H, Li Z, Zhu L, Iiyama K, Banno Y, Yoshimura K, Lee JM. A novel third chromosomal locus controls susceptibility to *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus in the silkworm, *Bombyx mori*. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 2014, 98(7), 3049-58.
  18. Kiuchi T, Koga H, Kawamoto M, Shoji K, Sakai H, Arai Y, Ishihara G, Kawaoka S, Sugano S, Shimada T, Suzuki Y, Suzuki MG, Katsuma S. A single female-specific piRNA is the primary determiner of sex in the silkworm. *Nature*. 2014, 509(7502), 633-6.
  19. Yan Q, Kanegae A, Miyachi T, Naka H, Tatsuta H, Ando T. Female sex pheromones of two

- Japanese saturniid species, *Rhodinia fugax* and *Loepa sakaei*: identification, synthesis, and field evaluation. *J. Chem. Ecol.* 2015, 41(1), 1-8.
20. Mitsudome T, Mon H, Xu J, Li Z, Lee JM, Patil AA, Masuda A, Iiyama K, Morokuma D, Kusakabe T. Biochemical characterization of maintenance DNA methyltransferase DNMT-1 from silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2015, 58, 55-65.
  21. Edayoshi M, Yamaguchi J, Fujiwara H. Protruding structures on caterpillars are controlled by ectopic *Wnt1* expression. *PLoS ONE.* 2015, 10(3), e0121736.
  22. Fujii T, Abe H, Kawamoto M, Banno Y, Shimada T. Positional cloning of the sex-linked giant egg (*Ge*) locus in the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Mol. Biol.* 2015, 24(2), 213-21.
  23. Tsuchida K, Sakudoh T. Recent progress in molecular genetic studies on the carotenoid transport system using cocoon-color mutants of the silkworm. *Arch. Biochem. Biophys.* 2015, 572, 151-7.
  24. Wang H, Kiuchi T, Katsuma S, Shimada T. A novel sucrose hydrolase from the bombycoid silkworms *Bombyx mori*, *Trilocho varians*, and *Samia cynthia ricini* with a substrate specificity for sucrose. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2015, 61, 46-52.
  25. Daimon T, Uchibori M, Nakao H, Sezutsu H, Shinoda T. Knockout silkworms reveal a dispensable role for juvenile hormones in holometabolous life cycle. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2015, 112(31), E4226-35.
  26. Lee J, Kiuchi T, Kawamoto M, Shimada T, Katsuma S. Identification and functional analysis of a Masculinizer orthologue in *Trilocho varians* (Lepidoptera: Bombycidae). *Insect Mol. Biol.* 2015, 24(5), 561-9.
  27. Yuasa M, Kiuchi T, Banno Y, Katsuma S, Shimada T. Identification of the silkworm quail gene reveals a crucial role of a receptor guanylyl cyclase in larval pigmentation. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2016, 68, 33-40.
  28. Ito K, Katsuma S, Kuwazaki S, Jouraku A, Fujimoto T, Sahara K, Yasukochi Y, Yamamoto K, Tabunoki H, Yokoyama T, Kadono-Okuda K, Shimada T. Mapping and recombination analysis of two moth colour mutations, Black moth and Wild wing spot, in the silkworm *Bombyx mori*. *Heredity (Edinb).* 2016, 116(1), 52-9.
  29. Osanai-Futahashi M, Tatematsu KI, Futahashi R, Narukawa J, Takasu Y, Kayukawa T, Shinoda T, Ishige T, Yajima S, Tamura T, Yamamoto K, Sezutsu H. Positional cloning of a *Bombyx* pink-eyed white egg locus reveals the major role of cardinal in ommochrome synthesis. *Heredity (Edinb).* 2016, 116(2), 135-45.
  30. Fukumori H, Fujii T, Banno Y. In vitro culture and low temperature incubation tolerance of staged embryos of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Biotech. Sericol.* 2016, 85(2), 49-53.
  31. Fujii T, Yamamoto K, Banno Y. Molybdenum cofactor deficiency causes translucent integument, male-biased lethality, and flaccid paralysis in the silkworm *Bombyx mori*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2016, 73, 20-6.

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

1. 実験動物としてのカイコの魅力と取扱いについて, 口頭, 藤井告, 伴野豊, 日本遺伝学会 NBRP ワークショップ (福岡市), 2012/09/26, 国内.
2. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒

- 秀樹, 日本分子生物学会・生化学会合同大会 (福岡市), 2012/12/11-14, 国内.
3. National bio-resource project in Japan and development of cryopreservation methods for silkworm resources, 口頭, BANNO Y, 6th BACSA INTERNATIONAL CONFERENCE (Padua, Italy), 2013/04/07-12, 国外.
  4. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本実験動物学会 (つくば市), 2013/05/15-17, 国内.
  5. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会九州支部研究発表会 (久米島), 2013/10/08-09, 国内.
  6. Introduction of National Bio-Resource Project (Silkworm) Japan, 口頭, FUJII T, BANNO Y, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, ANRRC 2013 (Hayama, Japan), 2013/10/30-11/01, 国際.
  7. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (神戸市), 2013/12/03-05, 国内.
  8. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (藤沢市), 2014/03/10-11, 国内.
  9. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本実験科学技術さっぽろ 2014 (札幌市), 2014/05/15-17, 国内.
  10. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (横浜市), 2014/11/25-27, 国内.
  11. Activities of the national bioresource project silkworm Japan, 口頭, FUJII T, FUKUMORI H, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, BANNO Y, APSERI 2015 (Busan, Korea), 2015/04/23-25, 国外.
  12. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (札幌市), 2015/09/26-27, 国内.
  13. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (神戸市), 2015/12/01-03, 国内.
  14. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (京都市), 2016/03/17-18, 国内.
  15. A recent topic of NBRP silkworm : development of long-term preservation methods using frozen germ cells, 口頭, FUKUMORI H, FUJII T, SHIMADA T, KAJIURA Z, SEZUTSU H, BANNO Y, ANRRC 2016 (Kyoto, Japan), 2016/09/20-22, 国際.
  16. Practical use of a long term preservation method in the silkworm, *Bombyx mori*, 口頭, FUJII T, FUKUMORI H, BANNO Y, ICE 2016 (Orlando, USA), 2016/09/25-30, 国外.
  17. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本分子生物学会年会 (横浜市), 2016/11/30-12/02, 国内.
  18. 日本発信のカイコバイオリソースの魅力, ポスター, 藤井告, 伴野豊, 梶浦善太, 嶋田透, 瀬筒秀樹, 日本蚕糸学会本大会 (つくば市), 2017/03/21-22, 国内.
  19. ナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 「カイコ」の概要, 口頭, 伴野豊, 藤井告, 嶋田透, 木内隆史, 梶浦善太, 瀬筒秀樹, 日本応用動物昆虫学会本大会 小集会 (小金井市), 2017/03/27-29, 国内.
  20. NBRP カイコの変異体を活用した遺伝子機能研究, 口頭, 藤井告, 櫻井健志, 門田幸二, 神崎亮平, 嶋田透, 伴野豊, 日本応用動物昆虫学会本大会 小集会 (小金井市), 2017/03/27-29, 国内.

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

1. 病気のモデルとしてのカイコの突然変異体:日本固有の遺伝資源の活用, 伴野豊, 天竺桂弘子, 嶋田透, 文部科学省・日本学術会議主催サイエンスカフェ (文部科学省情報ひろばラウンジ), 2016/07/22, 国内.
2. カイコ、クワ、シルクの魅力 ―実物から学ぼう―, 伴野豊, 横山岳, 伊藤克彦, 外川徹, 志村幸子, JST 主催サイエンスアゴラ (東京), 2016/11/03-05, 国内.

(4) 特許出願

なし