

平成 22 年 4 月 30 日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2005～2009

課題番号：17018033

研究課題名（和文）マウス亜種間コンソミック系統に基づくゲノム機能解析

研究課題名（英文）Functional Genomics based upon mouse inter-subspecific consomic strain

研究代表者

城石 俊彦 (SHIROISHI TOSHIHIKO)

国立遺伝学研究所・系統生物研究センター・教授

研究者番号：90171058

研究成果の概要（和文）：本研究では、進化的起源を異にする 2 種のマウス亜種系統より作出したコンソミック系統を用いて、高次表現型の遺伝解析を行うプラットフォームを構築した。これを利用した解析により、形態、エネルギー代謝、行動に関する 200 か所以上の QTL を抽出することに成功した。さらに、各種表現型の多様性情報や、基盤ゲノム支援班との連携による MSM/Ms と C57BL/6J 間の SNP 情報は、それぞれ表現型データベース、ゲノムデータベースとして構築し、公開した。

研究成果の概要（英文）：Based upon large genomic and phenotypic differences between two mouse subspecies, we have developed an analytic platform for mouse functional genomics. Systematic phenotyping of a full set of mouse inter-subspecific consomic strains, in which each chromosome of a standard inbred strain C57BL/6J is replaced by its counter part of Japanese wild mice-derived MSM/Ms, successfully detected more than 200 QTLs that affect growth, metabolism, and behavioral complex traits. Beside, we have constructed genome and phenotype databases, integrating SNPs and the QTLs detected by the consomic strains. These databases are now open to public.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	36,700,000	0	36,700,000
2006年度	36,300,000	0	36,300,000
2007年度	36,300,000	0	36,300,000
2008年度	35,000,000	0	35,000,000
2009年度	35,000,000	0	35,000,000
総計	179,300,000	0	179,300,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ゲノム科学・基礎ゲノム科学

キーワード：C57BL/6、MSM/Ms、コンソミック系統、SNP、ゲノム多型性、表現型多様性、QTL、サブコンソミック系統

1. 研究開始当初の背景

ゲノム科学は、ゲノム配列解読からゲノム機能解析のフェーズに移行している。ゲノム機能解析の成否は、ゲノム配列解読から明らかになった多数の遺伝子の機能をいかに効率良く抽出できるかが鍵となっている。このため、遺伝子多型（変異）と表現型多型の関連を体系的に収集するアプローチが必要である。さまざまな実験動物モデルを用いた大規模な変異体開発やヒト集団を対象とした SNPs 解析などが有力な方法論としてすでに実行に移されている。

2. 研究の目的

新しい比較ゲノム機能解析として、進化的に離れた二つの亜種マウス間に存在するゲノム多型と表現型多型を効率良く対応づけることにより迅速に表現型情報をゲノム情報に橋渡しするシステムを開発し、それを利用したゲノム機能解析を実施する。具体的には、C57BL/6J (B6, *M.m.domesticus*) と MSM/Ms (*M.m.molossins*) という異なるマウス亜種由来の二つのマウス系統の間で染色体を1本ずつ置換したコンソミック (Consomic) 系統を用いて、マウスの個体レベルで現れる様々な高次表現型を制御する単一因子や多因子を体系的にゲノム上にマップ同定するための解析系を開発する。

3. 研究の方法

(1) マウス表現型のマッピング

B6 と MSM/Ms の親系統を用いて、形態、エネルギー代謝、行動関連のパラメータを収集する。形態は体重、臓器重量、体長など、エネルギー代謝は体重、脂肪蓄積、血中脂質、さらには肥満形質など、行動は自発活動量、不安特性、痛覚感受性などである。親系統間で観察された各種形質についてコンソミック系統の解析を行い、表現型に関わる染色体を明らかにする。

(2) 連鎖解析とサブコンソミック、コンジュニク系統の作出

上記表現型について、コンソミック系統の遺伝的背景である B6 と顕著な表現型値を示すコンソミック系統については、当該系統と B6 系統の交配に基づいた高精度連鎖解析を実施して、原因遺伝子の同定を試みる。コンソミック系統から更に細分化した領域のみを有するサブコンソミック、コンジュニク系統についても適宜作出する。

(3) 表現型データベースの構築

各表現型の多様性情報を収集してコンソミック系統の表現型データベースを構築す

る。また、責任遺伝子探索の過程で作製したサブコンソミック系統や染色体組換え系統の表現型データを元に表現型マップデータを統合する。

(4) MSM/Ms 系統の SNP 情報の収集

コンソミック系統による責任遺伝子の探索では、親系統間の遺伝子上の塩基配列多型情報の有無が成否を左右する。このため、B6 と MSM/Ms の間の SNP 情報の収集を開始する。基盤班の支援により MSM/Ms ゲノムの Whole Genome Sequencing を開始する。SNP 情報および表現型データに関しては双方向で検索可能なデータベースを構築する。また、国内外のデータベースに対して適宜リンクを張る。

4. 研究成果

全染色体を対象としたコンソミック系統を使用して、形態学的特性（身長、体重、成長曲線等）、皮下脂肪・内臓脂肪蓄積、血液生化学的パラメータ（血中電解質、糖代謝関連、脂質代謝関連）、行動学的パラメータに関する表現型収集を行い、200 か所以上の QTL（量的形質座位、Quantitative trait locus）を抽出することに成功した。さらに、各種表現型の多様性情報は、表現型データベース (NIG Mouse Phenotype Database) として構築、公開した。このデータベースは表現型の収集のみならず、データベース内部のデータやウェブ閲覧者のデータも比較して統計解析を行うことが可能である。当該年度の後半には、特定の QTL に存在すると考えられる原因遺伝子を同定するため、高詳細な染色体上の位置の特定、あるいは責任遺伝子の同定に向けたサブコンソミック系統を作製した。内容は加齢性肥満に関する染色体 13 番の 11 系統、エネルギー代謝や攻撃性に関する染色体 3 番に関する計 22 系統など、総計 97 系統に上る。さらに、基盤ゲノム支援班による MSM/Ms 系統の WGS プロジェクトと連携して B6 系統との間に一千万か所以上に上る SNP 情報を収集した。このゲノム多型はデータベース (NIG Mouse Genome Database) として構築、公開した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 13 件)

1. Takahashi, A., Tomihara, K., Shiroishi, T., and Koide, T.: Genetic mapping of social interaction behavior in B6/MSM consomic mouse strains, Behavior Genet, 40, 366-376 (2010) [査読あり].
2. Umemori, J., Nishi, A., Lionikas, A.,

Sakaguchi, T., Kuriki, S., Blizard, D.A. and Koide, T.: QTL analyses of temporal and intensity components of home-cage activity in KJR and C57BL/6J strains, *BMC Genet*, 10:40 (2009) [査読あり].

3. Takada, T., Mita, A., Maeno, A., Sakai, T., Shitara, H., Kikkawa, Y., Moriwaki, K., Yonekawa, H. and Shiroishi, T.: Mouse inter-subspecific consomic strains for genetic dissection of quantitative complex traits, *Genome Res.* 18, 500-508 (2008) [査読あり].

4. Takahashi, A., Nishi, A., Ishii, A., Shiroishi, T., Koide, T.: Systematic analysis of emotionality in consomic mouse strains established from C57BL/6J and wild-derived MSM/Ms, *Genes, Brain and Behavior*, 7, 849-858 (2008) [査読あり].

5. Takahashi, A., Shiroishi, T., and Koide, T.: Multigenic factors associated with a hydrocephalus-like phenotype found in inter-subspecific consomic mouse strains, *Mammal Genome*, 29, 333-338 (2008) [査読あり].

6. Shigeta Y., Kasai S., Han W., Hata H., Nishi A., Takamatsu Y., Hagino Y., Yamamoto H., Koide T., Shiroishi T., Kasai K., Tsunashima K., Kato N., Ikeda K.: Association of morphine-induced antinociception with variations in the 5' flanking and 3' untranslated regions of the μ opioid receptor gene in 10 inbred mouse strains. *Pharmacogenet. Genomics*, 18:927-936, (2008) [査読あり].

7. Tanaka, S., Tamura, M., Aoki, A., Fujii, T., Komiyama, H., Sagai, T. and Shiroishi, T.: A new Gsdma3 mutation affecting anagen phase of first hair cycle. *Biochem Biophys Res Commun.* 359, 902-907 (2007) [査読あり].

8. Tamura M., Tanaka S., Fujii T., Aoki A., Komiyama H., Ezawa K., Sumiyama K., Sagai T. and Shiroishi, T.: Members of a novel gene family, Gsdm, are expressed exclusively in the epithelium of the skin and gastrointestinal tract in a highly tissue-specific manner. *Genomics*, 89, 618-629 (2007) [査読あり].

9. Oka, A., Aoto, T., Totsuka, Y., Takahashi, R., Ueda, M., Mita, M., Sakurai-Yamatani, N., Yamamoto, H., Kuriki, S., Takagi, N. et al.: Disruption of Genetic Interaction Between Two Autosomal Regions and the X Chromosome Causes Reproductive Isolation Between Mouse Strains Derived From Different Subspecies, *Genetics*, 175, 185-197 (2007)

[査読あり].

10. Masuya, H., Sezutsu, H., Sakuraba, Y., Sagai, T., Hosoya, M., Kaneda, H., Miura, I., Kobayashi, K., Sumiyama, K., Shimizu, A. et al.: A series of ENU-induced single-base substitutions in a long-range cis-element altering Sonic hedgehog expression in the developing mouse limb bud, *Genomics*, 89, 207-214 (2007) [査読あり].

11. Takahashi, A., Kato, K., Makino, J., Shiroishi, T., and Koide, T.: Multivariate Analysis of Temporal Descriptions of Open-field Behavior in Wild-derived Mouse Strains, *Behavioral Genet*, 36, 763-774 (2006) [査読あり].

12. Taguchi, Y., Koide, T., Shiroishi, T., Yagi, T.: Molecular evolution of Cadherin-related neuronal receptor/protocadherin α (CNR/Pcdh α) gene cluster in *Mus musculus* subspecies, *Mol. Biol. Evol.*, 22, 1433-1443 (2005) [査読あり].

13. Ogasawara M., Imanishi T., Moriwaki K., Gaudieri S., Tsuda H., Hashimoto H., Shiroishi T., Gojobori T., and Koide T.: Length variation of CAG/CAA triplet repeats in 50 genes among 16 inbred mouse strains, *Gene*, 349, 107-119 (2005) [査読あり].

[学会発表] (計52件)

- 1 城石俊彦: マウス亜種間コンソミック系統を用いた多因子形質の遺伝解剖. 第24回日本糖尿病・肥満動物学会年, 2010. 1. 23. 大阪
- 2 梅森十三, 湯浅茂樹, 宇野毅明, 小出剛: 遺伝的不適合マウスではレトロトランスポゾン IAP の発現が上昇している. 第32回日本分子生物学会年会, 2009, 12.9-12. 横浜.
- 3 杉本大樹, 菊水健史, 城石俊彦, 小出剛: Different patterns of ultrasonic vocalizations of wild-derived mouse strains from laboratory strains. 第32回日本分子生物学会年会, 2009, 12.9-12, 横浜.
- 4 田邊彰, 石井亜矢子, 城石俊彦, 高橋阿貴, 小出剛: 野生マウスに特徴的な不安様行動の遺伝学的解析. 第32回日本分子生物学会年会, 2009, 12.9-12, 横浜.
- 5 Takada T., Mita A., Ebata T., Shin-I T., Toyoda A., Fujiyama A., Kohara Y., Obata Y., Moriwaki K., Yonekawa H., Shiroishi T. Genetic dissection of age-associated phenotypes using intersubspecific consomic strains.

- 23th International Mammalian Genome Conference, 2009. 11.1-4, La Jolla, USA.
- 6 Umemori, J., Uno, T., Yuasa, S., Koide, T.: Decreased expression of myelination associated genes in genetic incompatibility mice, Genic mice. 23rd International Mammalian Genome Conference, La Jolla Torrey Pines, California, November 1-4, 2009.
 - 7 高田豊行, 三田晃彦, 森脇和郎, 米川博通, 城石俊彦: マウス亜種間コンソミック系統を用いたエネルギー代謝多様性の遺伝解析. 日本遺伝学会, 2009, 9.16-18, 松本.
 - 8 石井亜矢子, 西明紀, 城石俊彦, 小出剛: B6-MSM コンソミックマウス系統を用いた自発活動性の遺伝学的解析. 第 32 回日本神経科学大会, 2009, 9.16-18, 名古屋.
 - 9 梅森十三, 宇野毅明, 湯浅茂樹, 小出剛: 遺伝的不適合マウスは脊髄オリゴデンドロサイトの成熟が異常である. 第 32 回日本神経科学大会 2009, 9.16-18 日, 名古屋.
 - 10 杉本大樹, 高橋阿貴, 城石俊彦, 小出剛: マウス攻撃行動における遺伝的基盤の解析. 第 32 回日本神経科学大会, 2009, 9.16-18, 名古屋.
 - 11 田邊彰, 石井亜矢子, 城石俊彦, 高橋阿貴, 小出剛: コンソミックマウス系統を用いた不安様行動の高解像度マッピング. 第 32 回日本神経科学大会, 2009, 9.16-18, 名古屋.
 - 12 Takada, T. Making a database to link mouse genome diversity and phenotype Symposium in International Phenome Integration Meeting RIKEN/InterPhenome/CASIMIR, 2009. 7.12-13, Shiga, Japan.
 - 13 高田豊行, 江端俊伸, 小原雄治, 城石俊彦. NIG Mouse Functional Genomics Database. 文科省統合データベースプロジェクト「データベースが拓くこれからのライフサイエンス」2009, 6.12, 東京
 - 14 Sugimoto, H., Takahashi, A., Shiroishi, T., Koide, T.: Molecular and genetic analysis for aggressive behavior using B6-MSM consomic mouse strains. 11th Annual Meeting of the International Behavioural and Neurogenetics Society, Dresden, June 4-8, 2009.
 - 15 高田豊行, 三田晃彦, 森脇和郎, 米川博通, 城石俊彦: マウス亜種間コンソミック系統群を用いた多因子肥満症の遺伝解析. 第 56 回日本実験動物学会総会, 2009, 5.14-16, 大宮.
 - 16 梅森十三, 近藤亮太, 宇野毅明, 湯浅茂樹, 小出剛: 遺伝的不適合による神経発達異常第 56 回日本実験動物学会, 2009, 5.14-16 日, 大宮
 - 17 Takada T., Ebata T., Shin-I., Narita T., Abe K., Sakaki Y., Toyoda A., Obata Y., Moriwaki K., Kohara Y., Shiroishi T. Two wave intersubspecific introgression built up genome framework of the classical laboratory mouse strains. 22th International Mammalian Genome Conference, 2008. 11.2-5, Prague, Czech Republic.
 - 18 高田豊行: 日本産野生マウス由来系統の遺伝的多様性を基盤とした機能ゲノム学. かずさ DNA 研究所ワークショップ「遺伝的多様性に基づく有用遺伝子座の探索」, 2009, 3.25, 千葉.
 - 19 城石俊彦: マウス亜種間コンソミック系統によるゲノム機能解析. 第 44 回高血圧関連疾患モデル学会学術総会 2008. 12. 22. 出雲
 - 20 城石俊彦: 糖尿病研究における forward genetics アプローチ. 第 1 回疾患モデルシンポジウム 2008. 12. 3. 東京
 - 21 Takahashi, A., Sugimoto, H., Kimura, S., Tomihara, K., Tsuchiya, T., Kakihara, S., Tanemura, M., Shiroishi, T., Koide, T.: Complex genetic architecture of social interaction and aggressive behavior clarified using consomic strains derived from MSM and C57BL/6., 22nd International Mammalian Genome Conference, Prague, November 2-5, 2008.
 - 22 Takada, T., Mita, A., Maeno, A., Moriwaki, K., Yonekawa, H., Shiroishi, T. Mouse inter-subspecific consomic strains uncovers additive and non-additive genetic effects on complex traits. 22th International Mammalian Genome Conference, 2008. 11.2-5, Prague, Czech Republic.
 - 23 Takada, T., Mita, A., Moriwaki, K., Yonekawa, H., Shiroishi, T. Mouse inter-subspecific consomic strains for the study of energy metabolism-related traits. CBI Annual Meeting 2008 International Symposium, 2008. 10.22-24, Tokyo, Japan.
 - 24 石井亜矢子, 高橋阿貴, 西明紀, 城石俊彦, 小出剛: B6-MSM コンソミックマウス系統を用いた跳躍行動に関わる遺伝的メカニズムの解析. 第 68 回日本動物心

- 理学会大会, 2008, 9.13-14, 水戸.
- 25 高田豊行, 三田晃彦, 森脇和郎, 米川博通, 城石俊彦: マウス亜種間コンソミック系統群を用いた肥満関連表現型の遺伝解析. 日本遺伝学会, 2008, 9.3-5, 名古屋.
- 26 梅森十三, 近藤亮太, 宇野毅明, 湯浅茂樹, 小出剛. 遺伝的不適合による神経発達異常. 第31回日本神経科学大会, 2008, 7.9-11, 東京.
- 27 石井亜矢子, 高橋阿貴, 西明紀, 城石俊彦, 小出剛. B6-MSM コンソミックマウス系統を用いた跳躍行動の遺伝学的行動学的解析. 第31回日本神経科学大会, 2008, 7.9-11, 東京.
- 28 高田豊行, 三田晃彦, 森脇和郎, 米川博通, 城石俊彦: マウス亜種間コンソミック系統群を用いたエネルギー代謝関連形質の遺伝解析. 第55回日本実験動物学会総会, 2008, 5.15-17, 仙台.
- 29 城石俊彦: ゲノム解読から見えてきた汎用実験用マウス系統の起源. 第11回遺伝談話会「日本の野生生物と遺伝学」2008, 5.9, 札幌
- 30 Takahashi, A., Shiroishi, T., Koide, T.: Fine genetic mapping of emotionality-related traits on distal end of mouse chromosome 17., 10th Annual Meeting of the International Behavioural and Neural Genetics Society, Portland, May 5-9, 2008.
- 31 Takahashi, A., Tomihara, K., Shiroishi, T., Koide, T.: Genetic analysis of inter-male aggression using consomic mouse strains established from C57BL/6J and MSM. 10th Annual Meeting of the International Behavioural and Neural Genetics Society, Portland, May 5-9, 2008.
- 32 城石俊彦: マウスゲノム多型に基づく多因子表現型の解析. 第4回生命資源研究・支援センター国際シンポジウム. 2008, 2.15, 熊本
- 33 城石俊彦: ゲノム多型と表現型をマウスでつなぐ. 文部科学省科研費特定領域研究「ゲノム」4領域成果公開シンポジウム2008, 1.28, 品川
- 34 Shiroishi, T. Functional Genomics of Complex Traits Based on Mouse Inter-Subspecific Differences. 第23回国際生物学賞シンポジウム 2007. 11.21, 京都
- 35 Takada, T., Ebata, T., Narita, T., Shin-I, T., Abe, K., Sakaki, Y., Toyoda, A., Sagai T., Mita, A., Moriwaki, K., Kohara, Y. and Shiroishi, T. Whole genome shotgun sequencing of M. M. Molossinus-derived MSM/Ms and detection of vast amount of SNPs against C57BL/6. 21th International Mammalian Genome Conference, 2007. 10.28-11.1, Kyoto, Japan.
- 36 Shiroishi, T. Functional genomics of complex traits with inter-subspecific consomic strains. 21th International Mammalian Genome Conference, 2007. 10.28-11.1, Kyoto, Japan.
- 37 Umemori, J., Kondou, R., Uno, T., Yuasa, S., Koide, T.: Aberrant neurological development caused by genetic incompatibility between two wild-derived mouse strains. 21st International Mammalian Genome Conference, October 2007, Kyoto.
- 38 Takahashi, A., Ishii, A., Nishi, A., Shiroishi, T., Koide, T.: Systematic analysis of behavioral traits using consomic mouse strains established from C57BL/6J and wild-derived MSM. 21st International Mammalian Genome Conference, October 2007, Kyoto.
- 39 高橋阿貴, 石井亜矢子, 城石俊彦, 小出剛: 17番染色体コンソミックマウス系統を用いた情動性の遺伝学的解析. 第67回日本動物心理学会, 2007, 10.7-8, 東京
- 40 高田豊行, 三田晃彦, 前野哲輝, 森脇和郎, 米川博通, 城石俊彦: マウス亜種間コンソミック系統群を用いたエネルギー代謝関連形質の遺伝解析. 日本遺伝学会, 2007, 9.19-21, 岡山.
- 41 高橋阿貴, 富原一哉, 城石俊彦, 小出剛: C57BL/6J と MSM 系統から作出されたコンソミックマウス系統を用いた攻撃行動の遺伝学的解析. 第30回日本神経科学大会, 2007, 9.10-12, 横浜
- 42 城石俊彦: ゲノム解読から見えてきた実験用マウスの起源: 新たな実験用マウス系統の開発と利用. 第6回四国免疫フォーラム. 2007, 7.14, 松山
- 43 Takahashi, A., Ishii, A., Nishi, A., Shiroishi, T. Koide, T.: Forward genetics approach toward complex traits using consomic mouse strains established from C57BL/6J and wild-derived MSM. The International Behavioural and Neural Genetics Society Annual Meeting, 2007, May 21-25, Doorwerth, The Netherlands.
- 44 Koide, T., Ishii, A., Nishi, A., Shiroishi, T., Takahashi, A.: Systematic analysis of behavioral

- traits in a series of consomic mouse strains established from C57BL/6J and wild-derived MSM. The International Behavioural and Neural Genetics Society Annual Meeting, 2007, May 21-25, Doorwerth, The Netherlands.
- 45 Umemori, J., Nishi, A., Takahashi, A., Kawasaki, Y., Lionikas, A., Blizard, DA., Koide, T. QTL analysis of differences of activities in home-cage and open-field between KJR and B6 mouse strains. The Complex Trait Consortium 6th Annual Meeting, 2007, May 26-29, Braunschweig, Germany.
 - 46 城石俊彦: マウス亜種間ゲノム多型と表現型多様性の統合によるゲノム機能解析. 日本分子生物学会 2006 フォーラム. 12. 6-8, 名古屋.
 - 47 高田豊行, 三田晃彦, 前野哲輝, 森脇和郎, 米川博通, 城石俊彦: マウス亜種間コンソミック系統を基盤としたゲノム機能解析: エネルギー代謝関連表現型と遺伝子発現プロファイルデータの統合. 日本分子生物学会 2006 フォーラム. 12. 6-8, 名古屋.
 - 48 近藤亮太, 梅森十三, 小出剛: マウス系統間交配で生じる遺伝的不適合の分子遺伝学的解析. 日本分子生物学会 2006 フォーラム. 12. 6-8, 名古屋.
 - 49 梅森十三, 湯浅茂樹, 小出剛: 遺伝的不適合により生じる神経発達異常. 日本分子生物学会 2006 フォーラム. 12. 6-8, 名古屋.
 - 50 小出剛: 精神疾患に関連する行動の遺伝学: コンソミックマウスの解析. 第 14 回日本精神・行動遺伝医学会シンポジウム 2006, 11. 18, 筑波
 - 51 高田豊行, 三田晃彦, 前野哲輝, 岡彩子, 田村勝, 坂井隆浩, 設楽浩志, 吉川欣亮, 森脇和郎, 米川博通, 城石俊彦: 多因子表現型の遺伝解析系としてのマウス亜種間コンソミック系統の樹立と応用. 日本遺伝学会, 2006, 9. 25-27, つくば.
 - 52 高橋阿貴, 西明紀, 城石俊彦, 小出剛: 行動多様性に関わる遺伝子の探索: B6-MSM コンソミック系統を用いて. 第 29 回日本神経科学大会シンポジウム 2006, 7. 19-21, 京都

[図書] (計 2 件)

- 1 Koide T, Catanesi CI, Nishi A, Shiroishi T, Kasai S, Ikeda K, Takahashi A. Advantage of using wild-derived mouse strains for a

variety of pain-related studies: Genetic diversity and new genetic tools. In: *Acute Pain: Causes, Effects and Treatment* (Sam D'Alonso and Katherine L. Grasso ed), Nova Science Publishers, New York, 2009.

- 2 高田豊行, 城石俊彦: マウスの比較ゲノム, 日本産マウス系統のゲノム解読とコンソミック系統の樹立. 細胞工学別冊, 比較ゲノム学から読み解く生命システム (監修, 藤山秋佐夫) 秀潤社 pp.97-104, 2007.

[その他]

<データベース>

1. データベース名: NIG Mouse Phenotype Database (NIG マウス表現型 DB), URL: <http://molossinus.lab.nig.ac.jp/phenotype/index.html>
2. データベース名: NIG Mouse Genome Database (NIG マウスゲノム DB), URL: <http://molossinus.lab.nig.ac.jp/msmdb/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

城石 俊彦 (SHIROISHI TOSHIHIKO)

国立遺伝学研究所・系統生物研究センター
教授

研究者番号: 90171058

(2) 研究分担者

小出 剛 (KOIDE TSUYOSHI)

国立遺伝学研究所・系統生物研究センター
准教授

研究者番号: 20221955

(3) 連携研究者

高田 豊行 (TAKADA TOYOYUKI)

国立遺伝学研究所・系統生物研究センター
助教

研究者番号: 20356257