

ゲノム多様性分野

古賀章彦（教授），川本芳（准教授），田中洋之（助教），川本咲江（技能補佐員），川合静（大学院生）

<研究概要>

A) 大規模反復配列の起源

古賀章彦，平井啓久（遺伝子情報分野），能登原盛弘（名古屋市立大学）

チンパンジーとゴリラの染色体には，端部に StSat 配列とよばれる縦列反復配列がある．32 塩基対の単位が 10^3 や 10^4 ，あるいはそれ以上のオーダーの個数でつながったものである．ヒトとオランウータンでは，この反復配列は存在しないようである．この状況は，(1) チンパンジーとゴリラで生じた，または (2) ヒトで消失した，のどちらかが正しいとしなければ，説明できない．どちらが正しいかを推測するために，類人猿より広い範囲の霊長類で StSat 配列の探索を行い，旧世界ザルであるアカゲザルに StSat 配列があることを見出した．さらに，StSat 配列のコピー間にみられる塩基配列の変異を解析して，類人猿と旧世界ザルの共通祖先ではすでに大規模な反復配列になっていたとの証拠を得た．以上から，(2) がこれまでよりも強く支持されることになった．

B) DNA型転移因子の構造の変遷

古賀章彦，嶋田敦子（東京大学）

DNA型転移因子，すなわち狭義のトランスポゾン，ヒトのゲノムにも大量に存在する．ただし，ヒトを含め哺乳類では，転移活性を失った残骸ばかりである．3～8 千万年前に活性を喪失したと推測されている．この崩壊の過程は，現在では残骸の塩基配列を比較・解析すること以外に，類推するすべはない．哺乳類以外でも崩壊は高度にすすんでいるが，魚類のメダカに，明らかに崩壊の最終段階にある因子がみついている．そこで，メダカの生息域全体でのこの因子の構造の変異を調べ，その状況から崩壊の主要因の特定を試みた．主要因は転移反応の際に起こる内部欠失であることが，明らかになった．

C) ニホンザルの集団遺伝学的研究

川本芳，川合静，川本咲江，赤座久明（富山県自然保護課），大橋正孝（静岡県農林技術研究所），佐藤宏（山口大学），清野紘典（野生動物保護管理事務所），早石

周平（琉球大学），藤田志保（山口大学），森光由樹（兵庫県立大学）

ミトコンドリア非コード領域のタイピングを進め，個体群の多様性や系統地理の違いを検討している．また，各地の個体群の遺伝的孤立を評価する目的で，常染色体と Y 染色体のマイクロサテライト DNA 多型を探索している．共同利用研究により富山県（赤座），静岡県（大橋），山口県（藤田，佐藤），滋賀県（清野），屋久島（早石），兵庫県（森光）について詳細な分析が進んでいる．

成果の一部は 2009 年 6 月に開催した共同利用研究会「ニホンザルを考える」で発表した．また，滋賀県における第一可変域と第二可変域の比較結果を 2009 年 7 月の日本霊長類学会大会（各務原市）で発表した．

ニホンザルの遺伝的多様性と地域分化の研究成果を英文総説にまとめ，単行本の分担執筆として印刷中である．

【関連 HP 記事】

<http://www.pri.kyoto-u.ac.jp/shinka/genome-diversity/kawamoto/topic8.html>

D) マカカ属サルの系統関係

川本芳，川合静，濱田穰（進化形態分野），森光由樹（兵庫県立大学），大井徹（森林総合研究所），千々岩哲（橐螂），Mohammed Mostafa Feeroz (Jahangirnagar 大学，バングラディシュ)，Hasan Md. Kamrul (Jahangirnagar 大学，バングラディシュ)，MA. Huffman（社会進化分野），Charmalie AD Nahallage (Sri Jayawardenepura 大学)

9 月にスリランカ，10 月にバングラディシュ，3 月にブータンとネパールで野外調査を行い，トクモンキー (*Macaca sinica*)，アカゲザル (*M. mulatta*)，アッサムモンキー (*M. assamensis*) の系統関係および遺伝的特徴に関する知見を得た．スリランカではコロombo の Sri Jayawardenepura 大学で講義し，トクモンキーを中心とする固有種の共同研究について打合せを行った．ブータンでは未調査だった地域で糞試料を採取し，ミトコンドリア遺伝子の分析により，新種として記載されたアルナーチャルマカク (*M. munzala*) の系統地理に関する新しい情報を得た．ネパールではアッサムモンキーの西方亜種の遺伝的特徴を調査した．

11 月にはタイの国際シンポジウムに招待され，東南アジアのベニガオザル (*M. arctoides*) の集団遺伝学的研究の成果を発表した．また，同シンポジウムでバングラディシュの共同研究者とアカゲザル都市個体群の系統地理に関する研究成果を発表した．12 月には名古屋

屋哺乳類研究会の招待講演でブータンにおける遺伝学調査を紹介した。

12 月にバングラデシュから共同研究者の Hasan 氏を招き、10 月調査で採取したアカゲザルの試料につき共同で遺伝子分析を行った。

【関連 HP 記事】

<http://www.pri.kyoto-u.ac.jp/shinka/genome-diversity/kawamoto/topic5.html>

E) マカカ属サルの交雑に関する遺伝学的研究

川本芳, 佐伯真美 (野生動物保護管理事務所), 白井啓 (野生動物保護管理事務所)

タイワンザルとの交雑 (和歌山県), アカゲザルとの交雑 (千葉県) に関して交雑群の遺伝的モニタリングを支援しながら管理計画の実施に協力している。

ニホンザルと外来種の交雑に関する研究成果の概要を 6 月に犬山で開催された共同利用研究会と 11 月にタイで開催された国際シンポジウムで発表した。また、11 月に台北市で開かれた日本哺乳類学会大会では、Y 染色体の STR 多型分析法の改良と交雑モニタリングへの応用、ならびに伊豆大島のタイワンザルに関する集団遺伝学的研究成果について発表した。

F) マダガスカル産霊長類の遺伝学的研究

田中洋之, 川本芳, 市野新一郎, 高畑由起夫 (関西学院大学), 茶谷薫 (名古屋芸術大学), 宮本直美 (京都大学アフリカ地域研究センター), 宮部貴子 (人類進化モデル研究センター), 田中美希子 (遺伝子情報分野)

宗近功氏 ((財) 進化生物学研究所, 以下, 進化研) との共同利用研究で, これまでに確立したマイクロサテライト標識について, 長崎バイオパークのクロキツネザル群を対象に分析をすすめた。口内細胞由来の DNA から遺伝子型判定は問題なく行うことができ, 今後, 国内の動物園飼育個体等に応用できると考えられた。また, 進化研で飼育されるクロキツネザル群の血縁関係について, これまでにマイクロサテライト DNA 分析で得られた知見を第 25 回日本霊長類学会大会で発表した。

ベレンティー保護区のチャイロキツネザル種間雑種集団について, マイクロサテライト DNA データに, 主座標分析や Relatedness 等の新たな解析を加え, 第 25 回日本霊長類学会大会で発表した。

8 月にマダガスカル南部のベレンティ保護区でワオキツネザル (*Lemur catta*), ヴェローシファカ (*Propithecus verreauxi*), ブラウンキツネザル (*Eulemur sp.*) の観察および捕獲調査を行い, 生態遺伝学研究に必要な試料を採取した。また, 塩酸ケタミ

ンの代替麻酔法の効果について試験し, 成果を得た。

【関連 HP 記事】

<http://www.pri.kyoto-u.ac.jp/shinka/genome-diversity/kawamoto/topic7.html>

G) 家畜化現象と家畜系統史の研究

川本芳, 稲村哲也 (愛知県立大学), 万年英之 (神戸大学), Tashi Dorji (ブータン農業省)

5 月にブータンから Tashi Dorji 氏を招き, 家畜牛ミタンに関する DNA データ解析と論文作成を行った。

3 月にブータンとネパールの山岳地帯で家畜と牧民の調査を行った。ブータンではヤクの移牧が行なわれている東部のメラク地区で冬期の牧畜を調査した。ネパールでは山岳民シェルパがヤクと在来牛の交雑家畜を利用しているソル地域のジュンベシを中心に, 家畜の飼養状況と生物的特性を調査した。

アンデスとヒマラヤの高地における家畜化と家畜利用に関する総説をまとめて印刷公表した。

【関連 HP 記事】

<http://www.pri.kyoto-u.ac.jp/shinka/genome-diversity/kawamoto/topic4.html>

H) 霊長類の民俗生物学的研究

川本芳, 中村民彦 (NPO 法人ニホンザル・フィールドステーション), 三戸幸久 (NPO 法人ニホンザル・フィールドステーション), 黒澤弥悦 (奥州市牛の博物館)

6 月に奥州市牛の博物館で開催されたシンポジウム「全国厩猿シンポジウム: 岩手・奥州市からの発見をとおして」で研究について講演した。骨 DNA の分析法を改良し, 東北地域で発見されている厩猿に応用した。標本の破壊を少なくし, 形態情報が豊富な歯冠部を損ねず mtDNA を分析することが可能になった。

【関連 HP 記事】

<http://www.pri.kyoto-u.ac.jp/shinka/genome-diversity/kawamoto/topic6.html>

I) マカクザルコロニーの集団遺伝学的研究

田中洋之, 森本真弓, 釜中慶朗, 松林清明 (人類進化モデル研究センター), 川本咲江, 川本芳

霊長類研究所で維持されているニホンザルおよびアカゲザル群について, 遺伝的多様性の特徴を明らかにする調査をすすめた。Kanthaswamy ら (2005) が提唱したマイクロサテライト標識の標準マーカーセットの分析を行い, 合衆国のアカゲザル繁殖コロニーの遺伝的多様性 (平均ヘテロ接合率, 約 70-75%) と比較したとこ

ろ、当研究所のアカゲザル群の多様性（同、約 60-70%）はやや低いことがわかった。また、mtDNA の塩基配列の分析から、当研究所のアカゲザルコロニーは、原産国内での出身地域の違う個体が基礎個体となって、形成されていることが明らかとなった。これらの知見を第 25 回日本霊長類学会大会で発表した。

I) ハナバチの歴史生物学的研究

田中洋之

総合地球環境学研究所プロジェクト「日本列島における人間-自然相互間の歴史的・文化的検討」（リーダー：湯本貴和教授）に参加し、植生景観や土地利用とマルハナバチ各種の分布の関係についての調査研究を行っている。8 月および 9 月に山梨県、北海道、長野県で調査を行った。また日本産マルハナバチの遺伝構造を研究するための予備実験として、マイクロサテライト DNA 分析の条件確立を行った。

<研究業績>

原著論文

- 1) Hashimoto H, Miyamoto R, Watanabe N, Shiba D, Ozato K, Inoue C, Kubo Y, Koga A, Jindo T, Narita T, Naruse K, Ohishi K, Nogata K, Shin-I T, Asakawa S, Shimizu N, Miyamoto T, Mochizuki T, Yokoyama T, Hori H, Takeda H, Kohara Y, Wakamatsu Y (2009) Polycystic kidney disease in the medaka (*Oryzias latipes*) pc mutant caused by a mutation in the *Gli-Similar3 (glis3)* gene. PLoS One 4(7):e6299.
- 2) Koga A, Wakamatsu Y, Sakaizumi M, Hamaguchi S, Shimada A (2009) Distribution of complete and defective copies of the *Toll* transposable element in natural populations of the medaka fish *Oryzias latipes*. Genes & Genet Systems 84(5):345-352.

総説

- 1) 川本芳 (2009) 高地における家畜化と家畜利用 -アンデスとヒマラヤの遺伝学研究-. ヒマラヤ学誌 10:103-114.

著書（分担執筆）

- 1) Koga A (2009) Transposable elements *Toll* and *Tol2*. (Medaka - Medel for Organogenesis, Human Diseases and Evolutions) (ed. Takeda H, Naruse K) p.171-180 Springer.
- 2) 川本芳 (2009) ニホンザルはどこから来たの？

「新しい霊長類学」(京都大学霊長類研究所編) p.334-340 講談社.

- 3) 川本芳 (2009) ミトコンドリアって何？ それを利用して何がわかるの？ 「新しい霊長類学」(京都大学霊長類研究所編) p.298-303 講談社.
- 4) 田中洋之 (2009) チンパンジー、ゴリラ、オランウータン どれがヒトに最も近い？ 「新しい霊長類学」(京都大学霊長類研究所編) p.309-312 講談社.
- 5) 田中洋之 (2009) 種の違いを見分けるにはどうするの？ 「新しい霊長類学」(京都大学霊長類研究所編) p.304-309 講談社.

その他の執筆

- 1) 川本芳 (2009) ブータンのウシたち：文化人類学と遺伝学の連携、高所プロジェクト・ニュースレター (HIGHLANDER) No.3 総合地球環境学研究所 p.1-2.
- 2) 川本芳 (2009) 北限のサル考. グローバル COE p.71-74 グローバル COE.
- 3) 田中洋之 (2009) 飼育下サルの遺伝的多様性と遺伝管理. グローバル COE p.31-35 グローバル COE.

学会発表

- 1) Hamada Y, Kawamoto Y, Kurita H, Goto S, Oi T, Vo Dinh Son, Pathonthong S, Praxayxombath B, Maung Maung Gyi, Aye Mi San, Md SU Sarker, Suchinda Malaivijitnond (2009) Diversity and present status of macaques in continental Southeast Asia. 3rd International Congress on the Future of Animal Research, Biomedical and Field Research with Non-human Primates (2009/11, Nakhon Pathom, Thailand).
- 2) Hamada Y, Kawamoto Y, Oi T, Goto S, Morimitsu Y, Kurita H, Vo Dinh Son, Sitideth Pathonthong, Bounthob Praxaysombath, Maung Maung Gyi, Aye Mi San, Md Sohrab Uddin Sarker, Suchinda Malaivijitnond (2009) Distribution and present status of macaques in continental SE Asia. 3rd International Congress on the Future of Animal Research, Biomedical and Field Research with Non-human Primates (2009/11, Nakhon Pathom, Thailand).
- 3) Kawamoto Y (2009) Hybridization of macaques in Japan. 3rd International Congress on the Future of Animal Research, Biomedical and Field Research with Non-human Primates (2009/11, Nakhon Pathom, Thailand).
- 4) Kawamoto Y, Koyabu DB, Suchinda Malaivijitnond,

- Hamada Y (2009) Intraspecific diversity of mitochondrial DNA haplotypes in stump-tailed macaques (*Macaca arctoides*) with special reference to geographical isolation hypothesis by the Isthmus of Kra. 3rd International Congress on the Future of Animal Research, Biomedical and Field Research with Non-human Primates (2009/11, Nakhon Pathom, Thailand).
- 5) Kawamoto Y, Saitou A, Kawamoto S (2009) Development of a screening method of Y chromosomal STR polymorphism by direct PCR from crude blood and its application to the monitoring of hybridization between Japanese and foreign macaques in Japan. 2009 Annual Meeting of the Mammalogical Society of Japan (2009/11, Taipei, Taiwan).
 - 6) Koga A (2009) *Tol1* and *Tol2* of medaka: two similar hAT-family elements at different evolutionary stages in a single fish genome. 2nd International Conference and Workshop "Genomic Impact of Eukaryotic Transposable Elements" (2009/02, Pacific Grove, CA, USA).
 - 7) Md Kamrul Hasan, Mohammed Mostafa Feeroz, Kawamoto Y (2009) Mitochondrial DNA variations in rhesus macaque (*Macaca mulatta*) of Bangladesh. 3rd International Congress on the Future of Animal Research, Biomedical and Field Research with Non-human Primates (2009/11, Nakhon Pathom, Thailand).
 - 8) Sacki M, Kawamoto Y, Kawamoto S, Shirai K, Kawamura A (2009) Distribution history and genetic structure of Taiwanese macaques (*Macaca cyclopis*) in Izu-Oshima Island. 2009 Annual Meeting of the Mammalogical Society of Japan (2009/11, Taipei, Taiwan).
 - 9) 早石周平, 川本芳 (2009) ニホンザル屋久島個体群におけるオスとメスの分布変遷史. 第 25 回日本霊長類学会大会 (2009/07, 各務原市).
 - 10) 川本芳, 川本咲江, 川合静, 高木直樹 (2009) ニホンザルのミトコンドリア DNA 非コード領域の変異: 滋賀県の群れにおけるふたつの可変域の多様性と系統地理. 第 25 回日本霊長類学会大会 (2009/07, 各務原市).
 - 11) 木村哲晃, 竹花祐介, 笹土隆雄, 古賀章彦, 成瀬清 (2009) 転移酵素の RNA を人為的に導入するとトランスポゾン *Tol2* の切り出し反応が起こる. 第 32 回日本分子生物学会年会 (2009/12, 横浜市).
 - 12) 古賀章彦, 平井啓久 (2009) 霊長類の転移性反復配列複合体 (RCRO) の起源. 日本遺伝学会第 81 回大会 (2009/09/18, 松本市).
 - 13) 宗近功, 田中洋之, 田中美希子, 川本芳 (2009) マイクロサテライト DNA 解析から得られた飼育下クロキツネザルの血縁構造に関する知見. 第 25 回日本霊長類学会大会 (2009/07/19, 各務原市).
 - 14) 佐伯真美, 川本芳, 川本咲江, 白井啓, 川村輝 (2009) 伊豆大島に生息するタイワンザルの遺伝学的調査. 第 25 回日本霊長類学会大会 (2009/07/19, 各務原市).
 - 15) 田中洋之, 森本真弓, 釜中慶朗, 松林清明, 川本咲江, 川本芳 (2009) 飼育下アカゲザル集団の遺伝的多様性. 第 25 回日本霊長類学会大会 (2009/07/20, 各務原市).
 - 16) 田中美希子, 田中洋之, 平井啓久 (2009) チャイロキツネザル種間雑種集団の遺伝構造. 第 25 回日本霊長類学会大会 (2009/07/20, 各務原市).
 - 17) 山本亜由美, 國松豊, 濱田穰, 川本芳 (2009) ニホンザル, タイワンザル, およびそれらの交雑集団の歯牙の特徴. 第 25 回日本霊長類学会大会 (2009/07/19, 各務原市).

講演

- 1) 川本芳 (2009/06/27) DNA (遺伝子) からみた厩猿のルーツ. 全国厩猿シンポジウム -岩手県・奥州市からの発見をとおして-. 全国厩猿シンポジウム 奥州市.
- 2) 川本芳 (2009/12/23) ブータンでの遺伝学研究: ウシとサルをめぐる野外調査. 名古屋哺乳類研究会例会 名古屋市.
- 3) 田中洋之 (2010/01/28) ミツバチの種・系統・生物地理とスラウェシ島のミツバチ. 平成 22 年度尾北養蜂組合総会 春日井市.