

ウマの目からの眺め： ウマ、イルカ、チンパンジー、ヒトにおける図形知覚の比較

概要

京都大学霊長類研究所の 友永 雅己（ともなが まさき）准教授、松沢 哲郎（まつざわ てつろう）教授、パリ第3大学（新ソルボンヌ）の Carlos Pereira（カルロス ペレイラ）教授らの国際研究グループは、乗馬体験施設「ホースマンかかみが原」（岐阜県各務原市）に暮らす3個体のウマを対象に世界で初めてタッチパネルを利用した知覚実験を実施しました。わたしたち哺乳類は、海中から、陸地、樹上、そして空中というさまざまな環境に適応してきました。その中で、それぞれに視覚というモダリティーに対する依存度が異なっています。今回、ヒトと同様にひらけた陸地に適応していったものの私たちとは非常に異なる身体を獲得したウマを対象に、彼らの視知覚の能力について詳細な検討を行い、ヒトやチンパンジー等の霊長類、そして水中環境に適応してきたイルカなどでの研究の結果との比較を行いました。その結果、適応してきた環境や身体が大きく異なるにもかかわらず、これらの種間では類似した視知覚能力を有することがわかりました。本研究では、ウマ3個体に対して、コンピュータ制御のタッチパネルを用いた弁別課題を実施し、図形の大きさの違いをどの程度まで区別できるかという「弁別閾」の測定を行うとともに、○×△などの8種類の幾何学図形をペアにした弁別課題での正答率を指標にして図形間の知覚的類似度を算出しました。またこの結果を、以前に行ったチンパンジー、ヒト、そしてイルカでの実験の結果と比較しました。その結果、曲線や直線といった共通の要素を含む図形が類似して知覚されるという傾向がすべての種において見られました。これらの結果は、適応してきた環境がどのようなものであれ、また、その結果として得られた身体がどのようなものであれ、そして視覚への依存度がどのようなものであれ、「見ている」世界はよく似ている可能性を示唆する興味深い成果です。

この研究成果が、英国科学誌「バイオロジー・レターズ」誌に掲載されることになりました。

1. 背景

現在地球上には5400種もの哺乳類が生息しているといわれています。私たちヒトもその一員です。彼らは地中、水中、陸上、樹上、そして空中にまで生息域を広げ、長い進化的な時間をかけて身体や認知機能はそれぞれの環境に適応してきました。このような適応が彼らの視知覚や視覚認知に大きな影響をおよぼしていることは言うまでもありません。視覚情報に大きく依存している種、視覚よりも他の感覚に依存している種など様々です。これまで視知覚や視覚認知に関する比較認知科学研究は霊長類を対象に精力的に検討されてきました。しかし、近年、霊長類以外の哺乳類（たとえば、ウマ、ゾウ、イルカ、イヌなど）での社会的知性などの比較認知科学研究が興隆しつつあるなかで、社会的な情報の一つの源である視覚での知覚・認知がそれぞれの種でどのようなになっているのかについては実はまだよくわかっていないのが現状です。これまでも私たちは、このような観点から、多様な環境に適応してきた哺乳類間での比較認知研究を推進してきました。そこで、今回は、ヒトと同じくひらけた環境に適応しつつも、その身体、社会、生態が私たちとは異なるウマを対象に、彼らの視知覚についてより詳細に検討するプロジェクトを開始しました。ウマは霊長類とは異なり、目が側頭部に配置され、その結果として非常に広い視野を持っていますが、両眼立体視ができる範囲は非常に狭いことがわかっています。視力は0.8程度ですが、色覚に関してはヒトで言うところの赤緑色覚異常のような色覚であるといわれています。これまでも対面場面を利用した研究は散発的に行われてきましたが、チンパンジーでの実験のようにコンピュータ制御によるタッチパネルを使用した統制された実験はこれまで行われてきませんでした。提示する刺激を厳密に制御し、客観的な行動指標でもって訓練

やテストが実施できるこのシステムの導入はウマのこころの研究に大きな展開をもたらしてくれる可能性があります。そこで今回、このタッチパネルシステムをウマの研究に導入し、その端緒として彼らの視知覚能力を調べ、その結果を他の哺乳動物のそれと比較することにしました。

2. 研究手法・成果

参加したのは、岐阜県各務原市にある乗馬体験施設「ホースマンかかみが原」（代表：熊崎清則（くまざきよのり）氏）に暮らす3個体のウマ（ポニー）、ポニョ、ニモ、トーマスです。ニモはポニョの子どもで、現在、「京都大学霊長類学・ワイルドライフサイエンス・リーディング大学院」（コーディネーター：松沢哲郎）の所属として、学生の実習の対象としても活躍しています（写真）。



松沢哲郎教授とポニョ

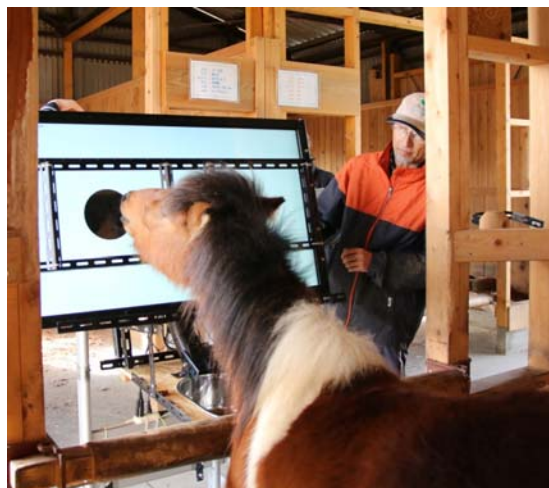


共同研究者の Sophie Nicod とニモ



友永准教授とトーマス

今回の研究では、ウマの認知実験では初めてとなるタッチパネルシステムを導入しました。42インチのタッチパネルをノート PC で制御しています。ウマが画面上に呈示された刺激図形を吻部でタッチするとチャイムが鳴って自動給餌器からニンジン片が一つ報酬として提示されます（写真）。



実験中のポニョと熊崎清則氏

訓練は、まず、画面上に呈示された一つの大きな黒い円に触れるところからスタートしました。その後、大きな円と非常に小さな円をペアにすることによって「弁別課題」へと移行しました。非常に大きなサイズの差からスタートすることにより、誤反応の出現を抑制することができ、大きさの弁別学習はすぐに習得しました。そこでこの課題を用いて、ウマがどの程度の大きさの違いまで区別できるかを調べました。1 回につき 12 回ペアを提示し、その成績が 10/12 以上であれば円の大きさの差を 1 ステップ小さくし(例えば直径 3mm 分)、7/12 以下であれば差を 1 ステップ大きくしました。このようにして正答率を 70%あたりで保持した際に識別できる差を測定したところ、ウマでは、ヒトやチンパンジーよりもその精度が悪い(弁別閾値が大きい)ことがわかりました(図 1)。ウマの視力は 0.8 程度であるといわれており、ヒトやチンパンジーとさほど大きな差があるわけではありません。ですので、この結果は単に視力の差では説明できない種差として考えられるかもしれません。

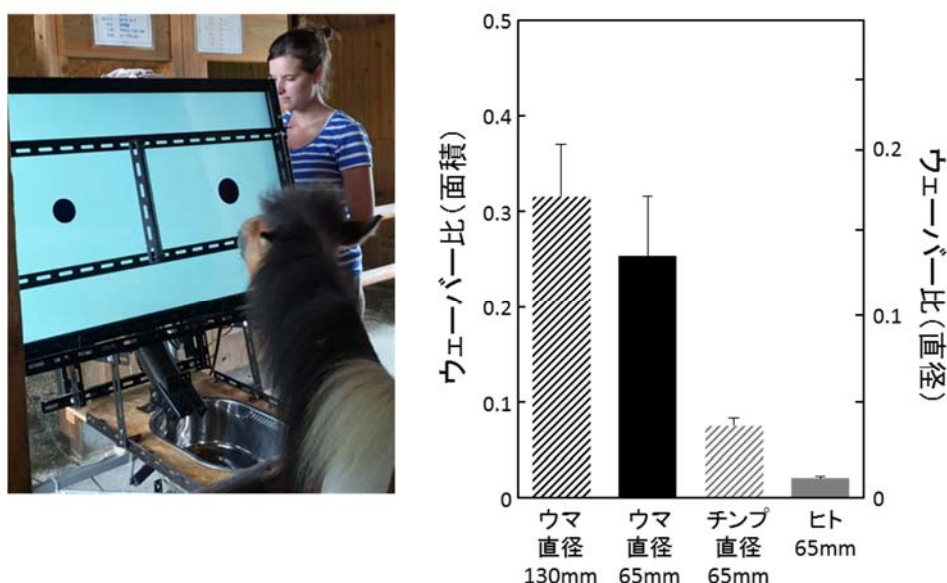


図 1. (左) 円の大きさの弁別課題を行っているポニョと共同研究者の Florine Camus (フローリン・カミュ)。(右) 円の大きさの弁別におけるウェーバー比の種間比較。チンパンジーやヒトにくらべてウマによる弁別精度が悪いことがわかる。

次に、これまでもイルカやチンパンジーでも行ってきた幾何学図形の知覚に関する実験を行いました。○×△などの 8 種類の図形をペアにし (28 ペア)、どちらかの刺激を選択すれば正解という弁別学習課題を実施しました (図 2)。

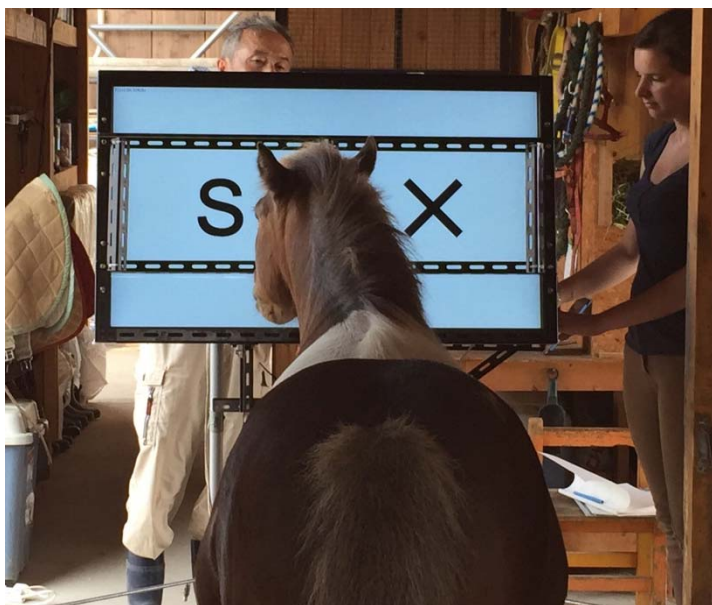


図 2. S と X の弁別課題を行うポニョ（熊崎氏と Camus 氏）

全体で約 2200 試行の実験を行いました。全体の正答率は約 85%でした。ペアごとの成績（正答率）は図形間の知覚的な類似度を反映しています。つまり正答率が低いほどよく似ていると考えられます。そこで、この正答率のデータをもとに「多次元尺度構成法」という手法で、図形間の知覚的類似度を分析しました。この多次元尺度構成法は、正答率の低い図形ほど空間的に近くに配置されます。図 3 には今回のウマの結果に加えて、私たちが行った先行研究(Tomonaga et al., 2014)の結果をあわせて示します。

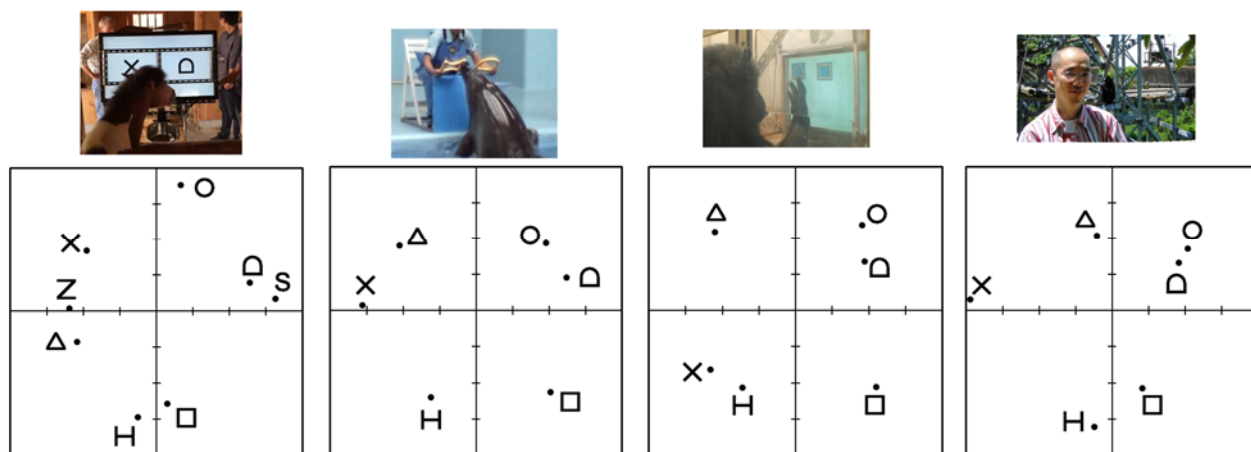


図 3. それぞれの種における幾何学図形の知覚的類似度

この図から明らかなように、幾何学図形の「見え方」は、これら 4 種の間で類似していることがわかります。ただし、詳細に見てみると、たとえば、ウマでは○□Δなどの閉鎖図形がチンパンジーやヒトにくらべて凝集していない（似て見えていない）、などの細かい種差はあるようです。これらについてはその意味について今後さらに検討していく必要があるでしょう。

今回の結果は、さまざまな異なる環境に適応し、視覚への依存度も大きく異なると考えられるウマと他の哺乳類の間で、「見ている世界」のある側面が実はきわめて類似していることを示唆する貴重な成果であるといえます。以前のイルカの研究の際にも強調しましたが、このような基礎的な視知覚が同じであることを出発点として、ウマの視覚認知、環境認識についてさらに詳細な検討を加えることにより、ウマが認識してい

る世界をより深く理解できると考えています。そしてこのことが、哺乳類の一員としてのヒトの心の進化を理解するためのユニークな視点をもたらしてくれるでしょう。

論文情報

Tomonaga, M., Kumazaki, K., Camus, F., Nicod, S., Pereira, C., Matsuzawa, T. (2015). A horse's eye view: Size and shape discrimination compared with other mammals. *Biology Letters*, 11, 20150701. DOI: 10.1098/rsbl.2015.0701

<http://rsbl.royalsocietypublishing.org/>

研究組織

友永雅己、松沢哲郎（京都大学霊長類研究所）

熊崎清則（ホースマンかかみが原）

Florine Camus（Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, France）

Sophie Nicod（L'institut du Cheval et de l'Équitation Portugaise, France）

Carlos Pereira（Université Paris III Sorbonne Nouvelle, Institut National de la Recherche Agronomique, and L'institut du Cheval et de l'Équitation Portugaise, France）

本研究は、科学研究費補助金 基盤研究（S）「海のこころ、森のこころ—鯨類と霊長類の知性に関する比較認知科学—」（課題番号：23220006）、「野生の認知科学：こころの進化とその多様性の解明のための比較認知科学的アプローチ」（課題番号：15H05709）、特別推進研究「知識と技術の世代間伝播の霊長類的基盤」（課題番号：20400001）、および「京都大学霊長類学・ワイルドライフサイエンス・リーディング大学院」（U-01）などの研究資金の援助のもと行われました。