

ヒトの問題解決能力の有無に基づくウマの選好注視*

杉元拓斗¹⁾・平田 聡¹⁾

Horses' preferential looking to humans based on problem-solving ability

TAKUTO SUGIMOTO¹⁾ and SATOSHI HIRATA¹⁾

Abstract The ability to recognize and evaluate others is considered to be an important ability in selecting cooperative partners. There have been some studies on this ability in both humans and nonhuman animals, however, little empirical research has been conducted to examine how horses perceive humans. Here, we investigated whether horses can evaluate the problem-solving ability of humans in an unsolvable task. We showed horses a pair of two experimenters, one who can open the lid of a container (problem solver) and the other who cannot open the lid of the container (problem nonsolver), trying to open the lid of the container either with or without food in it. Gaze duration toward each experimenter was recorded and used as a proxy measurement of the attention of the horses. Horses watched the problem solver longer than the problem nonsolver in the food condition. They also watched the problem solver for longer in the food condition compared to the no food condition. These results suggest that horses can recognize the problem-solving ability of humans.

Key words : horses, social evaluation, social cognition, horse-human relationship, skillfulness

ヒトは大規模な協力社会の中で生活しており、日々他者を評価することで、今後の協力相手を決めていく (Wu, Balliet, & Van Lange, 2016)。そのため、他者を評価する能力は、ヒトの協力社会において大切な能力である。ヒトは乳幼児期から、問題解決のために助けを求める際、もっとも問題解決能力がある人物を特定し、その人物に助けを求めることが示されている (Warneken, Chen, & Tomasello, 2006)。さらに、幼児は他者との直接的なやり取りに基づく直接的経験によってだけでなく、第三者間のやり取りを観察することによる間接的経験によっても他者を評価することができる (Herrmann,

Keupp, Hare, Vaish, & Tomasello, 2013; Vaish, Carpenter, & Tomasello, 2010)。このように、ヒトは早い段階から他者を評価する能力を持つと考えられる。

ヒトと進化的に近縁な霊長類も同種の他者を評価する能力を持つことが示されている。例えば、チンパンジー (*Pan troglodytes*) は、エサを手に入れるために他個体と協力して同時に紐を引かなければならない課題において、二頭のうちから協力相手を選ばせると、より効率の良いパートナーを選ぶことが示されている (Melis, Hare, & Tomasello, 2006)。

さらに、霊長類は同種の他者だけでなく、異種であるヒトを評価する能力を持つことも示されている。例えば、Herrmann et al. (2013) はオランウータ

*本研究は、科学研究費補助金 (課題番号18H05524, 研究代表者 平田聡) の助成を受けた。

1) 京都大学野生動物研究センター
〒606-8203 京都市左京区田中関田町2-24
連絡先: 杉元拓斗
E-mail: takuto1087@gmail.com

1) Wildlife Research Center, Kyoto University
Corresponding author: TAKUTO SUGIMOTO

J-STAGE Advance Published Date: June 1, 2022.
doi: 10.2502/janip.72.1.2

ン (*Pongo pygmaeus*) に二人のヒト演技者と以下の直接的経験をさせた。一方のヒト演技者はオランウータンにエサを与えた(友好的な演技者)が、もう一方のヒト演技者はオランウータンと友好的な演技者のエサのやり取りを妨害した(意地悪な演技者)。その後、オランウータンに二人の演技者が差し出したエサを選ばせると、オランウータンは友好的な演技者からエサをより頻繁に受け取った。また、彼らはチンパンジーとオランウータンに三人のヒト演技者の以下の間接的やり取りも見せた。友好的な演技者はエサを求める演技者(E1)にエサを与え、意地悪な演技者は友好的な演技者とE1のエサのやり取りを妨害した。その後、オランウータンに友好的な演技者と意地悪な演技者が差し出したエサを選ばせると、友好的な演技者からエサをより頻繁に受け取った(Herrmann et al., 2013)。このように、霊長類は直接的経験だけでなく、三人の演技者のやり取りを観察する間接的経験に基づいても協力的なパートナーの選択をある程度できることが示されている。

イヌにおいても、異種であるヒトを評価する能力が検討されている。イヌ (*Canis familiaris*) は約1万5千年前に家畜化された家畜動物である(Savolainen, Zhang, Luo, Lundeberg, & Leitner, 2002)。それ以来、イヌは、ヒトのパートナーとしてヒトと親密な関係を築いており、家畜化の過程で、ヒトとのやり取りにおける非常に高い社会的認知能力を獲得したと考えられている(Hare, & Tomasello, 2005)。最近の研究では、イヌも異種であるヒトを評価し、協力的なパートナーを選択できることが示されている。例えば、イヌは、装置の中にエサが入っているが、閉まっていて取り出せない状況(解決不可能場面)では、装置を開けられるヒトを選び、装置は閉まっているが、エサが入っていない状況では、装置にエサを入れるヒトを選んだ(Horn, Virányi, Miklósi, Huber, & Rang, 2012)。このことは、ヒトに遺伝的に近縁な種だけでなく、家畜化されたイヌにおいても、異種であるヒトを評価する能力を持つことを示唆している。

また、イヌと同じ家畜動物であるウマ (*Equus caballus*) においても、異種であるヒトを評価する能力が検討されている。ウマは集団で暮らしており、複雑な社会的階層を形成し、非常に社会性の高い動物である(Ringhofer et al., 2017)。複雑な社会を形成するウマでは、他個体を認識するだけでなく、他個体の能力・知識の有無あるいは他個体が協力的か否かなどを評価し、それに応じて自身の行動を調整することも重要な能力であり、同種他個体を評価する能力をもつと考えられる。

さらに、ウマは約5500年前に家畜化された家畜動

物であり(Outram et al., 2009)、輸送や移動などの使役家畜としてヒトと共に暮らしてきた。近年では、ウマはスポーツやレジャーに利用され、伴侶動物としてヒトと密接に関わっている。このように、ヒトと親密な関係を築く家畜動物であるウマは、ヒトとのコミュニケーションにおいて優れた能力を示すことが複数の研究で示されている。例えば、ウマはヒトの指差しに従い、隠されたエサを見つけることができる(Maros, Gácsi, & Miklósi, 2008; Proops, Walton, & McComb, 2010)。ヒトの注意状態にも敏感であり、エサの隠し場所を知らない人よりも知っているヒトに、エサを要求することが示されている(Trösch et al., 2019)。

また、ウマは二名のヒト演技者との以下の直接的経験からヒトを評価できる。トレーニングの際にムチを見せるヒト演技者あるいはエサを与えるヒト演技者とウマが交流した後、ウマにどちらかの演技者を選ばせると、ウマはエサを与えるヒト演技者とよりコミュニケーションを取ろうとした(Sankey et al., 2010)。さらに、ウマは他の演技ウマとヒト演技者のやり取りを観察する以下の間接的な経験からもヒトを評価できる。ヒト演技者と演技ウマのポジティブなやり取り(グルーミング)およびネガティブなやり取り(スプレーを吹きかけようとする)のビデオを見た後、ウマはポジティブな演技者とネガティブな演技者のどちらかを選んだ。その結果、ウマはネガティブな演技者により多く触れた(Trösch et al., 2020)。

このように、ヒトに飼育されている家畜ウマにおいて、共に過ごすヒトの能力や知識の有無、協力的か否かなどを認識し、それを基にヒトを評価し、行動を調節することは重要である。そのため、ウマは同種他個体を評価する認知機能をもつだけでなく、家畜化の過程で異種であるヒトを評価する認知機能も獲得したと考えられる。

しかし、解決不可能場面における問題解決能力の有無により、ウマがヒトを評価し、区別することができるか否かは未だ検討されていない。Sankey et al. (2010) と Trösch et al. (2020) はどちらもウマにおけるヒトの評価を検討した研究であるが、解決不可能場面における問題解決能力の有無によるヒトの評価は検討されていない。また、Ringhofer & Yamamoto (2017) は、解決不可能場面(ウマの届かない場所にエサを隠す)を用い、ウマの世話人に対する注視時間を調べた研究であるが、問題解決能力の有無に基づいてヒトを評価できるのかは検討されていない。系統発生的に遠縁だが、家畜化によりヒトと生活環境を共有するウマが、ヒトと同様にヒトを評価する能力を持つことが明らかになれば、

異種であるヒトを評価する能力の進化にはヒトと生活環境をとものにすることが重要であり、家畜化が重要な役割を果たしたことがわかる。さらに、ウマが問題解決能力の有無によってヒトを評価していることが明らかになれば、ウマの前でヒトが曖昧な行動や一貫しない行動を取らないように注意し、ヒトに対してウマが良い評価をするようにすることで、ウマのトレーニング方法の効率化や改善、飼育方法の改善につながる。

本研究では、ウマが自身の利益に潜在的に関わる解決不可能場面において、ヒト演技者の問題解決能力の有無に基づき、その人物を区別するか否かを調べることを目的とした。Ringhofer & Yamamoto (2017) は、ウマが届かない場所にエサを隠した状態で、目の前にウマの世話人がいる場合、ウマが世話人に対してどのような反応を示すかを調べた。その結果、ウマは世話人を長く見つめ、頻繁に触れることが明らかになった。このことは、ウマはエサを要求する際にヒトへの注視行動を起こすことを示している。また、ウマはエサを要求する際、エサの隠し場所を知っていないヒトよりも知っているヒトをより長く注視することで区別することが示されている (Trösch et al., 2019)。他の研究においても、二人のヒトを区別する課題において注視行動が広く使われている (Lampe & Andre, 2012; Proops & McComb, 2012)。そのため、本研究ではウマの注視時間の長さを二人のヒト実験者を区別していることの指標として用いることにした。本研究では、容器の中にエサが入った条件（ウマにとってエサが手に入りそうだが手に入らない解決不可能場面）で、容器の蓋を開けることができる実験者（問題解決能力のある実験者）と容器の蓋を開けることができない実験者（問題解決能力のない実験者）が同時に容器を開けようとする演技をおこない、ウマのそれぞれの実験者に対する注視時間を調べた。また、統制条件として、容器にエサが入っていない条件（問題解決場面ではなく、ウマの利益には関わらない）でも同じ演技をおこない、ウマの実験者に対する注視時間を調べた。もし、ウマが自身の利益に関係する解決不可能場面において問題解決能力の有無を基にヒトを区別するなら、エサあり条件で問題解決能力のある実験者を問題解決能力のない実験者よりも長く注視すると予想した。また、容器に何も入っていないエサなし条件では、ウマ自身の利益に関わっておらず、問題解決場面ではないため、ヒトの問題解決能力を考慮する必要はなく、それぞれの実験者に対する注視行動はランダムになると考えられる。そのため、エサなし条件よりもエサあり条件で問題解決能力のある実験者をより長く注視する、

と予想した。

方 法

被験体

京都大学馬術部で飼育されているウマ12頭（オス：7頭、メス：5頭）と京都産業大学馬術部で飼育されているウマ12頭（オス：9頭、メス：3頭）を実験参加個体とした。オスは全個体が去勢済みであった。全個体がエサあり条件とエサなし条件と呼ばれる二つの実験条件に参加した。実験時のウマの年齢は5歳–23歳であり、平均年齢は14.33歳 (SD=5.10) であった。個体情報の詳細（年齢・性別・品種）をTable 1に示した。

Table 1. Participant horses

Breed	Sex	Age (year)
Thoroughbred	Male	14
Thoroughbred	Female	7
Thoroughbred	Male	21
Thoroughbred	Male	20
Thoroughbred	Male	14
Thoroughbred	Male	19
Thoroughbred	Female	7
Thoroughbred	Male	16
Thoroughbred	Female	14
Thoroughbred	Female	5
Thoroughbred	Male	12
Thoroughbred	Female	11
Thoroughbred	Female	17
Thoroughbred	Male	17
Thoroughbred	Male	13
Thoroughbred	Female	5
Thoroughbred	Male	16
Thoroughbred	Male	11
Nihon Sport Horse	Female	18
Nihon Sport Horse	Male	17
Nihon Sport Horse	Male	9
Westfalen	Male	20
Westfalen	Male	23
PZHK	Male	18

装置

蓋（白色）が付いた透明な円筒形の容器（直径10 cm、高さ15 cm）四つと黒色のビニールテープ（直径6 cm）二つを用いた。実験は、馬術部の蹄洗場でおこなわれた。ウマにとって見知らぬ二人の男性実験者が実験に参加した。二人の実験者の間は約80 cm空



Figure 1. Photo of experimental scenes.

いており、ウマからは約1 m離れていた。また、馬術部部員であるアシスタントもウマを扱うために参加し、実験の目的は知らなかった (Figure 1)。三脚に取り付けたビデオカメラ (SONY HDR-PJ540) を用い、二人の演技者間の中央から、ウマの行動を記録した。本実験は京都大学野生動物研究センターの承認を受けておこなわれた (承認番号: WRC-2021-008A, WRC-2021-0015A)。

手続き

アシスタントがウマを引いたり保定したりするための無口と曳き手を参加個体に装着し、参加個体を蹄洗場に誘導し、実験者から約1 m離れた保定位置に立たせた。この際、アシスタントは参加個体を落ち着かせるために声をかけたり触ったりすることができた。保定の完了後、アシスタントの合図で試行は開始された。1 試行は、デモンストレーションフェイズ (1 回) とテストフェイズ (1 回) の順で構成されていた。テストフェイズには、容器にエサが入っている条件とエサが入っていない条件の2条件があった。

デモンストレーションフェイズでは、二人の実験者が順番にウマの前に立ち、中にビニールテープの入った円筒形の容器の蓋を開けようと容器を約5秒間操作した。一方の実験者は容器の蓋を開けることができ、ビニールテープを取り出すところをウマに見せた (問題解決能力のある実験者)。もう一方の実験者は容器の蓋を開けることができなかった (問題解決能力のない実験者)。

テストフェイズでは、二人の実験者がウマの前に並び、アシスタントがウマの顔を中央に向けて「はい。」と言った後、エサあり条件あるいはエサなし条件の演技をおこなった。エサあり条件では、中にエサ (ニンジン1本) が入った円筒形の容器の蓋をそれぞれ、二人の実験者が同時に約15秒間開けようと試みた。一方、エサなし条件では、中に何も入っていない円筒形の容器の蓋をそれぞれ、二人の実験

者が同時に約15秒間開けようと試みた。

ウマ1頭につき、1日1条件 (エサあり条件、あるいはエサなし条件) をおこない、二つの条件間は1週間以上空いていた。不用意な手がかりを除外するため、どちらのフェイズでも、二人の実験者は演技中にウマを見ず、中立の表情を維持した。また、実験者の演技中、アシスタントも顔を下に向け、ウマに影響を与えないようにした。二人の実験者の役割はウマごとに異なり、条件の順序はウマ間でカウンターバランスをとった。また、実験者Aはウマに向かって常に右側、実験者Bはウマに向かって常に左側、と実験者の位置を固定しておこなった。

データ分析

実験をおこなった24頭のうち、エサあり条件・エサなし条件の少なくとも一方で、立ち位置が中央より大幅に左あるいは右に偏っていた8頭を除く、16頭を分析の対象とした。ウマが問題解決能力の有無で実験者を区別するか否かを調べるため、テストフェイズ中におけるウマの実験者に対する注視割合を分析した。各個体に対する1試行の演技時間にばらつきがあったため、注視時間の絶対値を比較するのではなく、1試行の演技時間に対する注視割合を算出した。注視行動は、Ringhofer & Yamamoto (2017) に従い、耳を前方に向けている状態で、ウマの鼻孔が1秒以上左右どちらかの実験者に向いている (中央から45°以内) 場合と定義した。45°の基準は、Lampe & Andre (2012) を参考に、ウマの左右どちらかの眼球が見えなくなるまでとした。このため、どちらの実験者も見えていないと判定される状態も生じた。注視割合は、どちらかの実験者を見ていた時間を、1試行の演技時間で割ることによって算出した。動画解析は、BORIS software を用いて実施した (v. 7.12.2; Friard & Gamba, 2016)。すべての動画は一人の実験者によって解析され、アシスタントの合図を動画解析の始まりとした。動画解析の信頼性を評価するために、実験の目的を知らない第三者が全ビデオのうち20% (N=6) の解析をおこなった。ウマがどちらかの実験者を見ていた時間を、1試行の演技時間で割ることによって算出した割合についての一致率をそれぞれ評価した。二人の評定者間の信頼性は十分に高かった (問題解決能力のある実験者/1試行の演技時間, スピアマンの順位相関係数: $r=.90$, $p=.015$; 問題解決能力のない実験者/1試行の演技時間, スピアマンの順位相関係数: $r=1.00$, $p=.003$)。

実験条件・実験者の役割によって注視割合が異なるか否かを、一般化線形混合モデル (GLMM) を用いて分析した。実験条件 (エサあり条件/エサな

し条件）・実験者の役割（問題解決能力のある実験者／問題解決能力のない実験者）・実験条件と実験者の役割の交互作用を固定効果、注視割合を応答変数、参加個体を変量効果とし、応答変数に二項分布を適用した。また、どの効果が有意であるかを確認するため、尤度比検定 (type II 検定) をおこなった。実験条件と役割の交互作用が有意であったため、 p 値をボンフェローニ法で修正し、一般化線形混合モデル (GLMM) を用い、実験条件ごとの役割の単純主効果と役割ごとの実験条件の単純主効果が有意であるか否かを調べた。

8 頭をデータ分析から除外した結果、エサあり条件では実験者の役割と実験者の左右の位置のカウンターバランスがとれていなかった。つまり、エサあり条件では、実験者 A（ウマに向かって常に右側）が問題解決能力のある演技を 6 頭、問題解決能力のない演技を 10 頭に対しておこなっていた。そのため、エサあり条件の結果はウマが位置＝実験者に偏好を示したことによるものである可能性が考えられる。そこで、エサあり条件において、左あるいは右が問題解決能力のある実験者である場合のそれぞれで、左の実験者と右の実験者の注視割合が異なるか否かを調べるため、 p 値をボンフェローニ法で修正し、一般化線形混合モデル (GLMM) を用いて事後解析をおこなった。実験者の役割（問題解決能力のある実験者／問題解決能力のない実験者）を固定効果、注視割合を応答変数、参加個体を変量効果とし、応

答変数に二項分布を適用した。また、どの効果が有意であるかを確認するため、尤度比検定 (type II 検定) をおこなった。すべての分析には R version 4.1.2 (R Core Team, 2021) を用いた。

結 果

各個体のそれぞれの実験者に対する注視時間と 1 試行の演技時間を Table 2 に示した。さらに、それぞれの実験条件における各個体の問題解決能力のある実験者に対する注視割合と問題解決能力のない実験者に対する注視割合を Figure 2 に示した。尤度比検定をおこなったところ、実験条件・役割の主

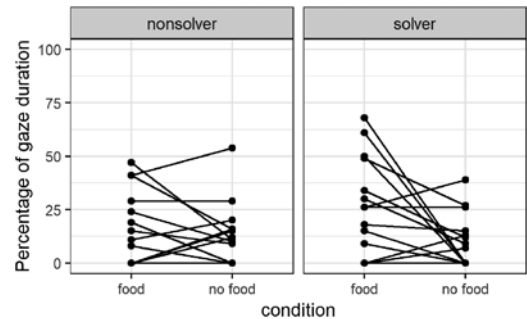


Figure 2. Percentage of gaze duration of each horse towards the problem solver and the problem nonsolver in each condition.

Table 2. Gaze duration of each horse towards the solver and the nonsolver and total performance time (the time unit is in seconds)

Breed	Food Condition			No food condition		
	Solver	Nonsolver	Total	Solver	Nonsolver	Total
Thoroughbred	1.3	0.0	14.6	0.0	0.0	14.3
Thoroughbred	2.5	6.5	13.7	2.2	1.6	14.2
Thoroughbred	0.0	3.2	13.6	1.0	1.4	13.8
Thoroughbred	4.0	6.4	15.6	3.6	7.6	14.0
Thoroughbred	0.0	0.0	14.6	1.8	2.3	14.0
Thoroughbred	4.5	0.0	14.9	1.3	1.8	14.6
Thoroughbred	7.0	0.0	14.0	0.0	2.2	14.6
Thoroughbred	8.9	1.6	14.5	0.0	2.9	14.3
Thoroughbred	4.0	6.2	15.2	5.6	2.3	14.3
Thoroughbred	7.1	4.3	14.6	3.7	4.0	13.8
Thoroughbred	2.3	0.0	15.1	0.0	0.0	14.9
Thoroughbred	5.0	2.3	14.9	1.8	1.3	14.6
Nihon Sport Horse	0.0	0.0	15.1	0.0	0.0	14.9
Nihon Sport Horse	9.5	2.7	14.0	0.0	0.0	14.6
Westfalen	1.3	1.1	14.3	0.0	0.0	15.1
PZHK	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	14.6

効果、実験条件と役割の交互作用が有意であった(実験条件, $\chi^2(1)=116.28$, $p<.001$, 95% CI [-0.47, -0.04]; 役割, $\chi^2(1)=18.81$, $p<.001$, 95% CI [0.55, 0.94]; 実験条件×役割, $\chi^2(1)=47.26$, $p<.001$, 95% CI [-1.37, -0.76])。そこで、実験条件ごとに役割の単純主効果が有意であるかを調べた。どちらの条件でも役割の単純主効果が有意であった(エサあり条件, $\chi^2(1)=59.43$, $p<.001$; エサなし条件, $\chi^2(1)=7.45$, $p=.038$; Table 3)。また、エサあり条件では、問題解決能力のある実験者を注視する割合の予測値は14%、問題解決能力のない実験者を注視する割合の予測値は7%であった。一方、エサなし条件で問題解決能力のある実験者を注視する割合の予測値は2%、問題解決能力のない実験者を注視する割合の予測値は3%であった。さらに、役割ごとに実験条件の単純主効果を調べた結果、問題解決能力のある実験者では実験条件の単純主効果が有意であった($\chi^2(1)=157.83$, $p<.001$; Table 4)。一方、問題解決能力のない実験者では実験条件の単純主効果が有意ではなかった($\chi^2(1)=5.91$, $p=.090$)。また、問題解決能力のある実験者を注視する割合の予測値は、エサあり条件で16%、エサなし条件で5%であった(各条件での役割の単純主効果を調べる GLMM のモデルと、各役割での条件の単純主効果を調べる GLMM のモデルは異なるものなので、上述の予測値と若干異なっている)。つまり、ウマはエサあり条件で問題解決能力のある実験者をよく見ており、エサなし条件よりもエサあり条件で問題解決能力のある実験者をより長く見ることが分かった。

エサあり条件における問題解決能力のある実験者への選好が、ウマが立ち位置を偏好したこと(サイドバイアス)によるものかを検討するため、事後解析をおこなったところ、左が問題解決能力のある実

験者の場合は役割の効果が有意であった($\chi^2(1)=108.80$, $p<.001$, 95% CI [1.22, 1.83])。一方、右が問題解決能力のある実験者の場合は、役割の効果が有意ではなかった($\chi^2(1)=0.45$, $p>.999$)。また、左が問題解決能力のある実験者の場合、左の実験者を注視する割合の予測値は7%、右の実験者を注視する割合の予測値は2%であった。左が問題解決能力のない実験者の場合は、左の実験者を注視する割合の予測値は24%、右の実験者を注視する割合の予測値は26%であり、上述の通り有意差はなかった。つまり、エサあり条件で、左が問題解決能力のある実験者の場合、左の実験者を右の実験者よりも長く見たが、左が問題解決能力のない実験者の場合、左の実験者と右の実験者の注視割合に有意差はなく、エサあり条件ではサイドバイアスはみられなかった。

考 察

本研究の目的は、潜在的に自身の利益(食物)に関わりうる状況において、ヒト演技者の問題解決能力の有無に基づき、ウマがヒトを区別できるか否かを調べることであった。もし、ウマが問題解決能力の有無を基にヒトを区別できるなら、エサあり条件で問題解決能力のある実験者を問題解決能力のない実験者よりも長く注視し、エサなし条件よりもエサあり条件で問題解決能力のある実験者をより長く注視する、と予想した。

実験の結果、エサあり条件では、問題解決能力のある実験者への選好がみられた(問題解決能力のある実験者14%、問題解決能力のない実験者7%)。一方、エサなし条件では、問題解決能力のない実験者への選好がみられた(問題解決能力のある実験者2%、問題解決能力のない実験者3%)。さらに、問題解決能力のある実験者への注視割合は、エサな

Table 3. Parameter estimates and 95% confidence intervals in each condition

Term	Food Condition			No Food Condition		
	Estimate	Lower CI	Upper CI	Estimate	Lower CI	Upper CI
(Intercept)	-2.60	-3.82	-1.56	-3.63	-5.89	-2.15
Role (solver)	0.75	0.56	0.94	-0.34	-0.59	-0.10

Table 4. Parameter estimates and 95% confidence intervals when the experimenter's role is a solver.

Term	Solver		
	Estimate	Lower CI	Upper CI
(Intercept)	-1.64	-2.57	-0.81
Condition (no food)	-1.32	-1.54	-1.11

し条件よりもエサあり条件で大きかった（エサあり条件16%，エサなし条件5%）。以上より，仮説は支持され，ウマはエサが手に入りそうな場面において，問題解決能力の有無を基にヒトを区別できることが示唆された。

本研究で得られた，エサあり条件における問題解決能力のある実験者の注視割合（14%）と問題解決能力のない実験者の注視割合（7%）の差は7%であった。同じ方法で注視行動を測定し，ウマがヒトの注意状態に基づいてヒトを評価できることを示した Trösch et al. (2019) の研究では，得られた注視割合の差は10%であった（エサの隠し場所を知っている人物：17%，エサの隠し場所を知らない人物：7%）。よって，本研究で得られたエサあり条件における問題解決能力のある実験者への選好は十分強いものであると考えられる。

本研究において，エサあり条件で問題解決能力のある実験者への選好がみられた理由として以下の三つが挙げられる。一つ目の理由は，ウマが問題解決能力の有無を基に実験者を評価したことで，ウマは問題解決能力のある実験者を選好したというものである。二つ目の理由は，ウマが立ち位置を偏好した（サイドバイアス）ことで，問題解決能力のある実験者への選好がみられたというものである。この可能性を除外するために事後分析をおこなったところ，左が問題解決能力のある実験者である場合は問題解決能力のある実験者への選好がみられたのに対し，右が問題解決能力のある実験者である場合はどちらの実験者にも選好を示さなかった。つまり，エサあり条件で問題解決能力のある実験者への選好がみられたのは，サイドバイアスの影響だけでは説明できず，この可能性は除外される。三つ目の理由は，問題解決能力のある実験者が容器の中身を取り出せることをウマは学習し，そこからエサが出てくることを予期してエサを見ただけというものである。つまり，実験者への選好ではなく，実験者のもつエサへの選好（期待）がみられたというものである。今後は，問題解決場面において，エサではなく，ウマ自身の利益に関わらない物体を用いることで三つ目の可能性を除外し，ウマが問題解決能力の有無を基にヒトを評価できるのか否かを調べる必要がある。

また，エサなし条件で問題解決能力のない実験者への選好が見られるという予想外の結果も得られた。なぜ選好が見られたかは不明だが，統計的には有意なもの，実際の割合の差（問題解決能力のある実験者2%，問題解決能力のない実験者3%）は小さい。さらに，問題解決能力のない実験者に対する注視割合が54%という非常に大きな値を取る個体が1個体存在し，この個体が影響を与えたことが考えら

れるため，エサなし条件での実験者の選好については慎重に判断すべきである。

本研究は，問題解決能力のある／ない演技を観察するという間接的な経験に基づき，ウマがヒトを区別できることも示唆している。そのため，Piotti, Spooner, Jim, & Kaminski (2017) がイヌでおこなった方法を用い，エサが入っているが自身では取り出せない装置（解決不可能課題）にウマを直面させ，問題解決能力のある／ない実験者がウマを手伝うという直接的経験をさせた後，再び解決不可能課題に直面させた際，どちらの実験者をより長く見て触れるかを調べれば，本研究と同様に問題解決能力のある実験者への選好がみられると考えられる。装置や馴化手続きが煩雑になるため今回の研究ではこの方法は用いなかったが，将来的にはこの方法を用いることで，ウマが実験者のもつエサを選好するのではなく，問題解決能力の有無を基にヒトを評価して選好するのかという点が明らかになると考えられる。

さらに，本研究はウマの利益に関わる状況を用いておこなったが，ウマの利益に関係しない場面を用い，問題解決能力の有無を基にヒトを区別できるか否かを調べるのも重要である。例えば，解決不可能課題に直面した他のウマを問題解決能力のある／ない実験者が手伝うという場面をみたウマが，その後どちらの実験者を選好するか調べるといったものである。このような研究により，ウマのヒトに対する評価の柔軟性を明らかにすることができると考えられる。

また，Abdai & Miklósi (2016) は，能力の有無と向社会性（協力行動・援助行動をするか否か）というどちらの要素も協力的なパートナーを選ぶ際に重要だと主張している。本研究では，問題解決能力の有無のみに基づくウマによるヒトの選好を調べた。そのため，今後の研究では，ウマがヒトの向社会性を基にヒトを評価できるか否かを調べることが望まれる。

本研究には以下のような問題点があった。それぞれの実験者に対するウマの注視割合がどちらも0である個体が7個体も存在し，演技があまり注目を集めなかったという点である。そのため，今後は実験者に触れる回数などの別の指標を用いる，あるいはウマの注意をより引く実験場面に改良する必要がある。また，今回実験をおこなった蹄洗場では，普段動くウマは怒られるため，緊張していた可能性がある。そのため，今後は，馬場などのウマがリラックスできる環境で実験することが望まれる。

本研究は，ウマにおける他者評価能力の役割についての知見を提供するものであるが，他者評価能力

の進化的起源を明らかにするためには、ヒト以外の動物を用いた研究が今後さらにおこなわれる必要がある。また、ウマの社会的認知に関する研究が進めば、ヒトとウマのより良い関係に貢献することができるだろう。

要 約

他者を認識し、評価する能力は、協力相手を選ぶ際の重要な能力であると考えられる。しかしながら、ウマがヒトをどのように認識し、評価しているのかについて、実証的な研究はほとんどおこなわれていない。そこで、我々は解決不可能課題において、ヒトの問題解決能力の有無に基づき、ウマがその人物を評価できるか否かを調べた。容器の中にエサが入っている条件あるいは入っていない条件のそれぞれで、容器の蓋を開けることができる実験者（問題解決能力のある実験者）と容器の蓋を開けることができない実験者（問題解決能力のない実験者）が容器の蓋を開けようとするところをウマに見せた。ウマのそれぞれの実験者に対する注視時間を記録し、ウマの注意の指標として用いた。その結果、ウマはエサあり条件で問題解決能力のある実験者をよく見ており、エサなし条件よりもエサあり条件で問題解決能力のある実験者をより長く見るのが分かった。これらの結果は、ウマがヒトの問題解決能力の有無を認識できることを示唆している。

引 用 文 献

- Abdai, J., & Miklósi, Á. (2016). The origin of social evaluation, social eavesdropping, reputation formation, image scoring or what you will. *Frontiers in Psychology*, 7. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01772
- Friard, O., & Gamba, M. (2016). BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Ecol Evol*, 7, 1325-1330.
- Hare, B., & Tomasello, M. (2005). Human-like social skills in dogs? *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 439-444. doi: 10.1016/j.tics.2005.07.003
- Herrmann, E., Keupp, S., Hare, B., Vaish, A., & Tomasello, M. (2013). Direct and indirect reputation formation in nonhuman great apes (*Pan paniscus*, *Pan troglodytes*, *Gorilla gorilla*, *Pongo pygmaeus*) and human children (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, 127, 63-75. doi: 10.1037/a0028929
- Horn, L., Virányi, Z., Miklósi, A., Huber, L., & Range, F. (2012). Domestic dogs (*Canis familiaris*) flexibly adjust their human-directed behavior to the actions of their human partners in a problem situation. *Animal Cognition*, 15, 57-71. doi: 10.1007/s10071-011-0432-3
- Lampe, F. J., & Andre, J. (2012). Cross-modal recognition of human individuals in domestic horses (*Equus caballus*). *Animal Cognition*, 15, 623-630. doi: 10.1007/s10071-012-0490-1
- Maros, K., Gácsi, Márta., & Miklósi, Ádám. (2008). Comprehension of human pointing gestures in horses (*Equus caballus*). *Animal Cognition*, 11, 457-466. doi: 10.1007/s10071-008-0136-5
- Melis, A. P., Hare, B., & Tomasello, M. (2006). Chimpanzees recruit the best collaborators. *Science*, 311, 1297-1300. doi: 10.1126/science.1123007
- Outram, K. A., Stear, A. N., Bendrey, R., Olsen, S., Kasparov, A., Zaibert, V., ... Evershed, P. R. (2009). The earliest horse harnessing and making. *Science*, 323, 1332-1335. doi: 10.1126/science.1168594
- Piotti, P., Spooner, M. R., Jim, L. H., Kaminski, J. (2017). Who to ask for help? Do dogs form an opinion on humans based on skillfulness? *Applied Animal Behaviour Science*, 195, 93-102. doi: 10.1016/j.applanim.2017.05.024
- Proops, L., McComb, K. (2012). Cross-modal individual recognition in domestic horses (*Equus caballus*) extends to familiar humans. *Proceedings of the royal society B*, 279, 3131-3138. doi: 10.1098/rspb.2012.0626
- Proops, L., Walton, M., McComb, K. (2010). The use of human-given cues by domestic horses, *Equus caballus*, during an object choice task. *Animal Behavior*, 79, 1205-1209. doi: 10.1016/j.anbehav.2010.02.015
- R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>
- Ringhofer, M., Inoue, S., Mendonca, R. S.,

- Pereira, C., Matsuzawa, T., Hirata, S., & Yamamoto, S. (2017). Comparison of the social systems of primates and feral horses: Data from a newly established horse research site on Serra D'Arga, northern Portugal. *Primates*, 58, 479-484. doi: 10.1007/s10329-017-0614-y
- Ringhofer, M., Yamamoto, S. (2017). Domestic horses send signals to humans when they face with an unsolvable task. *Animal Cognition*, 20, 397-405. doi: 10.1007/s10071-016-1056-4
- Sankey, C., Richard-Yris, M.-A., Henry, S., Fureix, C., Nassur, F., & Hausberger, M. (2010). Reinforcement as a mediator of the perception of humans by horses (*Equus caballus*). *Animal Cognition*, 13(5), 753-764. doi: 10.1007/s10071-010-0326-9
- Savolainen, P., Zhang, Y. P., Luo, J., Lundeberg, J., & Leitner, T. (2002). Genetic evidence for an east Asian origin of domestic dogs. *Science*, 298, 1610-1613. doi: 10.1126/science.1073906
- Trösch, M., Pellon, S., Cuzol, F., Parias, C., Nowak, R., Calandreau, L., & Lansade, L. (2020). Horses feel emotions when they watch positive and negative horse-human interactions in a video and transpose what they saw to real life. *Animal Cognition*, 23, 643-653. doi: 10.1007/s10071-020-01369-0
- Trösch, M., Ringhofer, M., Yamamoto, S., Lemarchand, J., Parias, C., Lormant, F., & Lansade, L. (2019). Horses prefer to solicit a person who previously observed a food-hiding process to access this food: A possible indication of attentional state attribution. *Behavioural Processes*, 166. doi: 10.1016/j.beproc.2019.103906
- Vaish, A., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2010). Young children selectively avoid helping people with harmful intentions. *Child Development*, 81, 1661-1669. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01500.x
- Warneken, F., Chen, F., Tomasello, M. (2006). Cooperative activities in young children and chimpanzees. *Child Development*, 77, 640-643. doi: 10.1111/j.1467-8624.2006.00895.x
- Wu, J., Balliet, D., Van Lange, P. A. M. (2016). Reputation, Gossip, and Human Cooperation. *Social and Personality Compass*, 10, 350-364. doi: <https://doi.org/10.1111/spc3.12255>
(2022. 1. 20 受稿, 2022. 5. 17 受理)