

平成 22 年 5 月 28 日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19539004

研究課題名（和文） 人間の関係性学習メカニズムに関する実験的考察

研究課題名（英文） An experimental analysis on mechanism of relationship-learning by human.

研究代表者

漆原 宏次 (URUSHIHARA KOUJI)

北海道医療大学・心理科学部・准教授

研究者番号：00342197

研究成果の概要（和文）：本研究は、動物を用いた古典的条件づけ分野における最近の研究から得られた知見をもとに、ヒトの関係性学習のメカニズムについての実験的考察を行うものである。大学生を対象とした複数の行動実験から、ヒトの関係性学習では、動物の古典的条件づけなど、単純な連合学習場面で観察される現象の一部が観察されないことが示唆された。これは人間の関係性学習メカニズムが、動物などの条件づけ研究で示唆されてきた連合形成などの単純なアルゴリズムのみでは説明できないものであることを示している。

研究成果の概要（英文）：In this research, underlying mechanism of human relationship-learning was investigated through experimental methods in consideration of recent findings in the field of classical conditioning of nonhuman animals. Several experiments revealed difficulties in obtaining a couple of phenomena in human learning situations, though they have been frequently found in animal conditioning situations. These facts imply that human relationship-learning should not be realized only on the basis of relatively simple algorithm such as association formation, which has been thought to be responsible for animal conditioning.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,400,000	0	1,400,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	510,000	3,610,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：連合学習・刺激競合・随伴性判断・コンパレータ仮説・レスコーラ・ワグナー理論・情動

1. 研究開始当初の背景

我々ヒトを含む生活体は、環境内に存在する複数の事象を経験することで、事象間の随伴性や因果関係等の関係性を抽出し、それらに基づきその後の行動を変容させる。このよ

うな随伴性判断や因果推論など関係性学習のメカニズムは、より低次元な生活体にも共通して備わっている古典的条件づけなどの基本的学習過程のメカニズムと、少なくともある程度まで共通している可能性が指摘されている。

本研究計画は、このような、古典的条件づけ等の基本的学習過程とヒトの関係性学習の連続性に基づき、近年動物を対象とした古典的条件づけの分野で発見された最新の知見、特に、ヒトの学習と動物の条件づけに共通して見出される刺激競合(stimulus competition)という現象についての知見が、随伴性判断や因果推論などヒトの関係性学習場面などの程度応用可能かを実験的に検証するものである。ヒトの学習の基礎メカニズムに関する知見は、臨床場面、教育場面など、より複雑な行動を予測・説明・制御する際の基本原則として広範にわたる応用が期待される。また、行動に対応する生理的機構の解明や、人工知能におけるアルゴリズム開発などの指針となる可能性があり、隣接他分野への波及効果も期待できる。よって、すでに発見された最新の古典的条件づけに関する知見が、ヒトの関係性学習の場面でも同様に適用されるのか、もし差異が見られるのであれば、それはどのような理由により生じるのかを明らかにすることは、特に即効性がある、幅広い応用につながる基礎研究となると期待される。

本研究が着目する刺激競合とは、動物の古典的条件づけや、ヒトの随伴性判断、因果推論などの連合学習場面において、複数の手がかり刺激(例えば、古典的条件づけにおける条件刺激[CS])がひとつの結果事象(例えば古典的条件づけにおける無条件刺激[US])と対提示される際に生じる連合学習の相互作用を指す。例えば古典的条件づけ場面で、あるCS(X)とUSを用いて条件づけを行う際、Xとともに別の刺激(A)も提示して条件づけを行うと、X単独で条件づけを行った場合に比べ、Xに対する条件反応(CR)は弱くなる(隠蔽現象)。我々ヒトを含む生活体は通常、互いに複雑に関係しあう多くの刺激を経験し、その中からの確に刺激間の法則性・因果関係を見出し行動に反映させることで環境に適応しているが、刺激競合現象は、このような複雑な関係性学習の基礎をなす現象であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、ヒトの関係性学習のメカニズムを明らかにするために、大きく二つの点を検証することを目的として計画された。第一の点は、ヒトの関係性学習における刺激競合現象が、レスコーラ・ワグナーモデル(Rescorla & Wagner, 1972)に代表される複数の連合モデルによって共有されている前提、限定資源仮説にしたがって生じているのかを検証するものである。限定資源仮説とは、ある刺激(例えば、US)が他の刺激(例えばCS)と連合を形成するための資源は一定であり、例えば複数のCSがひとつのUSと連合可能な場面(刺激競合場面)では、複数のCS間でUSの持つ資源が分割されることで、個々のCSに対す

る連合学習が減じられる(=刺激競合が生じる)と仮定する。この限定資源仮説に基づく刺激競合に対する非常にシンプルな説明は、これまでに古典的条件づけにおける刺激競合現象に対する説明として広く受け入れられてきた。しかし、最近の研究では、この限定資源仮説に疑問を投げかけるような現象がいくつか報告されている。限定資源仮説は、競合する二つの刺激が限られた資源を「奪い合う」ことで刺激競合現象が生じると説明するため、一般に、競合する二つの刺激に対して生じる学習は、一方に対するものが増強されると他方に対するものが減弱されるというトレードオフの関係に陥ると予測する。しかし、申請者による最近の研究(Urushihara & Miller 2009, 当研究期間中に刊行)では、特定の手続きを用いて一方に対する学習を減弱した場合、他方に対する学習も同時に減少することが明らかにされた。この現象は、限定資源仮説に基づく既存のいくつかの学習理論による予測とは正反対であり、刺激競合のメカニズムに関する知見としては理論的重要性が非常に高い。それだけではなく、たとえば臨床場面において、恐怖症や不安障害など、望ましくない情動学習の総量をコントロールするための新しい枠組みとして応用できる可能性がある。本研究では、因果推論事象や、評価条件づけ事象など、様々な既存のヒトの関係性学習事象においても同様に、限定資源仮説によるものではないメカニズムが関与しているのかを実験的に検証することを目的とする。

本研究計画において検証を試みる第二の点は、ヒトの関係性学習事象において刺激の持つ情動価の有無が刺激競合現象に与える影響である。最近の動物を対象とした古典的条件づけ研究においては、学習時における情動の有無が刺激競合に影響を与えることが示唆されている。これまでに、動物を用いる古典的条件づけ場面と、随伴性判断などのヒトの学習場面の間では、しばしば結果の相違が報告されてきた。例えば、逆行ブロッキングと呼ばれる現象は、ヒトの随伴性判断事象では繰り返し報告されてきたが、動物の古典的条件づけ事象では通常は生じない。このような人間と動物の間の結果の相違は、しかし、種間における学習メカニズムの相違を単純に示しているというわけではないことが最近の研究から示唆されている。申請者自身のものを含む最近の研究は、動物の条件づけ事象であっても、学習時に情動反応を生じさせない特殊な手続きを用いることで、逆行ブロッキングなど、ヒトの実験研究と同様の結果が得られることが明らかにされている(Urushihara & Miller, 2010, 当研究期間中に掲載決定)。動物の実験では、指標となる明確な行動を安定して得るために情動喚起

刺激が用いられるのが一般的であり、一方、ヒトを対象とした実験場面では通常、倫理的問題から、情動喚起刺激を用いることは難しく、また、動物とは異なり、教示や言語報告により簡単に学習の指標を得ることが出来たため、そのような刺激を用いる必要もない。先述した事実は、動物と人間で用いられる実験事態がこの湯に異なっていることが、結果の相違を生むという可能性を示唆している。学習時における情動の有無が刺激競合現象に影響を及ぼすのであれば、ヒトの連合学習のメカニズムを考える際にこのような要因を考慮に入れることは非常に重要である。なぜならば、臨床場面などでは、恐怖や不安など、まさに情動を伴う不適応学習が問題になるため、このような場面への応用を視野に入れるのであれば、これまでの多くのヒトの刺激競合に関する研究のように、情動を喚起しない中性刺激だけを用いたものから得られた知見だけでは不十分であろう。ヒトの連合学習においても情動の有無が関係性学習にどのような影響を持つのかを検証するのは急務であるといえる。

以上の二点が、申請時における本研究の目的であった。

3. 研究の方法

本研究では、大学生を対象とした行動実験が用いられた。実験で用いられる課題はPC画面上に提示されるゲームのようなもので、PC画面上での文章による実験の説明に続き、PC画面を用いた刺激提示を行い、それに対する被験者の反応をPCのキーボードを用い記録する。例えば、本研究で主に用いられた実験課題のひとつはアレルギー課題と呼ばれるものであり、課題の中で、被験者はアレルギー医となり、架空の患者について、その患者が1日に摂取した食べ物と、その日にアレルギー反応が生じたかどうかの情報を順次与えられ、それらの情報を元に、各食物のアレルギー源としての強さを評定するというものである。ここで、被験者の評定は各食物とアレルギー反応の生起・非生起の間での関係性学習に基づいていると考えられ、手がかり刺激(cue)である各食物が古典的条件づけにおける条件刺激(CS)、結果事象(outcome)であるアレルギー反応が古典的条件づけにおける無条件刺激(US)に相当するため、評定値は古典的条件づけにおける条件反応(CR)に相当するものとしてとらえられる。この課題においては、食物刺激とアレルギー反応の対提示回数、食物刺激の提示方法(他の食物と同時に、単独で提示するか)、アレルギー反応の強度(メッセージとイラストが変化)などを操作可能であり、これらの操作の効果が、最終的にその刺激に対して行われる評定値をどのように変化させるかが主眼と

なる。

4. 研究成果

人間の関係性学習メカニズムを明らかにするため、動物の条件づけ分野で報告されているいくつかの現象が人間の学習事態においても再現されるかを検証した。

(1)超学習現象の検討

古典的条件づけ場面において、例えばある条件刺激(CSA)が単独で提示された場合には無条件刺激(US)が提示されるが、別の条件刺激であるCSBを伴いCSAが提示された場合にはUSは提示されないなど、CSBの提示がUSの非到来を信号する随伴性の元では、CSBは条件性制止子(conditioned inhibitor)となる。条件性制止子として訓練された刺激は、それ自身に対する条件づけ獲得の遅滞、提示された際に他の刺激が引き起こす条件反応を減弱するなど、様々な性質を持つ。Rescorla-Wagnerモデル(1972)をはじめ、いくつかの連合理論は、あるCSを条件性制止子と同時に提示しUSと対提示すると、そのCSに対して獲得される条件づけが、条件性制止子が提示されなかった場合と比較し強くなると予測する。この現象は超条件づけ(superconditioning)と呼ばれ、動物を対象とした古典的条件づけ場面において示されてきた。一方、ヒトを対象とした連合学習場面における明確な超条件づけ現象の例証は、ほとんど存在しない。Aitken et al. (2000)は、先述したものと同様のアレルギー課題において、超条件づけ現象に相当する超学習(super learning)現象を見出したと主張した。しかし、彼らの実験では、条件性制止子とターゲット刺激を複合提示し、結果事象と対提示する超学習条件と、条件性制止子ではない新奇な刺激とターゲット刺激を複合提示し結果事象と対提示する統制条件とを比較している。その結果、超学習条件におけるターゲット刺激に対する評定値は、統制条件におけるそれを上回っていたが、このようなデザインでは、統制条件において、ターゲット刺激を他の刺激と複合提示し強化しているため、この条件において刺激競合による評定値の減弱(隠蔽現象)が生じた可能性がある。つまり、超学習条件においてターゲット刺激に対する学習が強められたのではなく、統制条件において生じた隠蔽現象が、単に超学習条件で弱められた可能性が指摘される。そこで、本研究では、Aitken et al. (2000)において用いられた統制条件に加え、ターゲット刺激を単独で結果事象と対提示する統制条件を用い、超学習現象が見られるかを検証した。

合計6つの実験を通じて検証が行われた。それぞれの実験は細部において異なるが、超学習を検証するための基本的なデザインは共通している。よって、共通する部分を表1

にまとめた。実験は一人の被験者が全ての条件を経験する被験者内計画で行われた。表中 Phase1, Phase2 の順に被験者は食物とアレルギー反応の有無の対提示を受けた。アルファベットはそれぞれ異なる食物刺激, 「+」はアレルギー反応の生起, 「-」はアレルギー反応の非生起, 数字はその Phase における, その試行の回数を示す。実際には, 表に示されたものに加え, 実験の意図をわかりづらくするためのいくつかの無関係な食物刺激を用いた試行が混入された。食物の提示とそれに続くアレルギー反応の有無についての情報の提示までを一試行とし, 被験者は合計 100 前後の試行を経験した。全ての試行の後, 被験者は各食物がアレルギー反応をひき起こす, あるいは抑制する程度を評定するよう求められた。ここで, B はアレルギーを抑制する刺激(条件性制止子)に相当し, X は超学習が期待される刺激, Y は通常の学習が起こると期待される統制条件, Z は隠蔽の効果を受けると期待される統制条件である。X に対する評定値が Y, Z に対するそれを上回ること, 超学習が生じたと結論できる。Prediction として示された列は実験の予測を示しており, 「CR」の文字の大きさが正の評定値の大きさに相当し, 「Inhibition」は負の評定値ないし条件性制止が予測されることを示す。

表 1 超学習を検証する実験の概略

Condition	Phase 1	Phase 2	Test	Prediction
Conditioned Inhibition	6 A+	3 A+	A?	CR
	12 AB-	6 AB-	B?	Inhibition
Superlearning		3 BX+	X?	CR?
Elemental-Control		3 Y+	Y?	CR?
Overshadowing-Control		3 CZ+	Z?	Cr?

例としてひとつの実験の結果を図 1 に示した。B に対して大きな負の評定がなされ, 被験者は B に対してアレルギー反応を抑制する刺激(条件性制止)であるという判断を示したのは明白であるが, しかし, X に対する評定値は, Z に対するそれを上回ったものの, Y に対するそれとほぼ同じかやや小さいもの

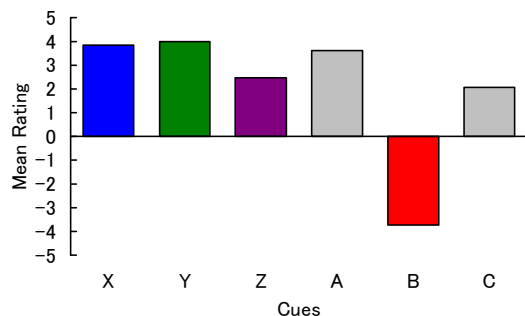


図1. 超学習に関する一実験の結果

であった。即ち, Aitken et al. (2000)により報告されたのと同様の結果は本研究でも得られたものの, それは超学習であるとはいえないものであった。この後, 結果事象の強度を複数用いることで天井効果の可能性を排除する, 条件性制止子の訓練に複数の刺激を用い形態化(configuration)の可能性を小さくする, など, 様々な条件で超学習現象の実現可能性を検証したが, 上に示したのと同様, 超学習と思われる現象は確認されなかった。

超学習に相当する超条件づけ現象は動物を対象とした古典的条件づけ場面において既に明確に確認されているため, 人間の学習事象において同様の現象が見出されなかった事実は, 人間の関係性学習メカニズムと動物の条件づけのメカニズムの間に, 少なくとも何かの相違があることを示唆している。これらの結果は日本心理学会大会で発表された。また, (2)の過剰予期効果についての成果とあわせ, 国際比較心理学会大会において発表され, さらに 2010 年 7 月のオーストラリア学習学会において発表予定である。

(2) 過剰予期効果の検討

古典的条件づけにおいて, 二つの CS をそれぞれ単独で十分に US と対提示した後, さらに二つの CS を複合提示し US と対提示すると, 二つの CS それぞれに対する条件づけは, 複合訓練を行わなかった場合と比較し減弱することが知られている。これは過剰予期効果(overexpectation effect)と呼ばれる現象である。この現象は, 第二段階で複合 CS が US と対提示されているにもかかわらず条件づけが減弱するという点で直感に反するが, Rescorla-Wagner モデル(1972)をはじめ多くの連合理論によって予測・説明され, また, 動物を用いた古典的条件づけ場面において繰り返し示されてきた。しかし, ヒトを対象とした学習場面における例証は, これまでにほとんど存在しない。よって, 手がかり刺激と結果事象との間の関係性学習において, 過剰予期効果が生じるかどうかを実験的に検証した。

表 2 に, 過剰予期効果を検証するために行った実験の概略を示した。表記は表 1 と同様であり, 数字はその試行が行われた回数, アルファベットは異なる食物刺激, 「+」はアレルギー反応の生起を意味する。この実験では異なる強さのアレルギー反応が用いられて

表 2 過剰予期効果を検証する実験の概略

Condition	Phase 1	Phase 2	Test	Prediction
Additive Training	6 P++	6 PQ+++	P?	CR
	6 Q++		Q?	CR
Overexpectation	6 A++	6 AB++	A?	Cr?
	6 B++		B?	Cr?
Control 1	6 C++		C?	CR
Control 2	6 D++	6 D++	D?	CR

おり、「+」の数が多いことはその試行で提示されるアレルギー反応が強いことを示す。

ここで、A、Bの両刺激は過剰予期効果が期待される条件であり、この二つの刺激に対する評定値が、C、Dに対する評定値を下回った場合に過剰予期効果が生じたと結論できる。実際の実験には、超学習に関する実験と同様、実験の意図を被験者にわかりづらくするため、無関係な刺激を使った試行が混入された。

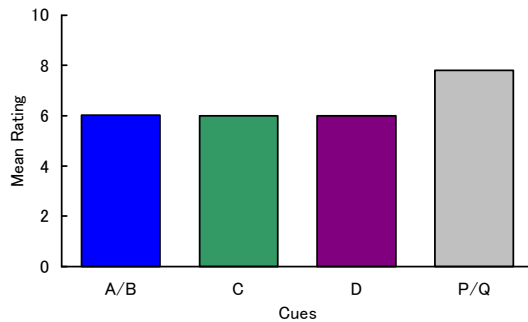


図2. 過剰予期効果に関する一実験の結果

この実験の結果は図2に示されている。問題のA、Bに対する評定値は、統制条件であるC、Dに対するそれとほとんど同じ値となった。更なる分析として、問題となるA、Bに対する評定値と、二つの統制条件の間でそれぞれピアソンの関数相関係数を求めたところ、A、BとCの間では $r=.80$ 、A、BとDの間では $r=.73$ と、非常に高い相関が見られた。これは、単に各条件の評定値の平均値が近いというだけではなく、被験者は積極的に、三つの刺激に対して同様の評定を行ったことを示している。

多くの連合理論が動物の過剰予期効果を説明し予測するが、それらは、Phase2の複合条件づけにより、二つの刺激と結果事象との連合そのものが減弱する、あるいは二つの刺激が連合しあうことでその後の反応表出が妨害されるなど、Phase2での連合の変化に注目した形で説明する。しかし、本研究の中で、過剰予期効果についてその後行われた実験からは、このようなPhase2における連合変容のメカニズムではなく、Phase1、Phase2のそれぞれの経験を個別に保持し、それらをテスト時に想起するという形で反応を行っているという、記憶と想起のメカニズムが関与していることが示唆された。即ち、テスト時にA単独、あるいはB単独でテストされるため、これらが単独で訓練されたPhase1(この段階ではA、BはC、Dと同じ刺激である)の経験にしたがって評定を行うことで、全ての刺激に同じ評定を行っていると考えられる。少なくとも、過剰予期効果について、動物の条件づけとは異なるメカニズムが関与していると考えられる。

これらの過剰予期効果についての実験データは日本心理学会で発表された。また、(1)の超学習についてのデータとあわせ、国際比

較心理学会大会で発表され、さらに、オーストラリア学習学会で発表される予定である。

(3) 情動価の有無が関係性学習に与える影響

もうひとつの研究計画の柱である、刺激競合と刺激の持つ情動性の関係については、用いる刺激の持つ情動価の測定の困難さ、明確に情動価を伴った刺激を利用することに伴う倫理的問題など、いくつかの困難を克服するために時間がかかり、パイロット的な実験を行うに留まった。倫理的に問題がなく、同時に一般的な被験者に安定して何らかの情動をひき起こす刺激を選定することがこのほかに難しく、この点については実験データとしての明確な成果は未だ残念ながら得られなかったといえる。今後引き続いて刺激の選定を行う予定である。しかし一方で、このテーマについて、さらに応用可能性にまで踏み込んだ理論的考察を行い、行動科学学会において発表し、またその内容は同学会のもつ査読誌である「行動科学」において論文として掲載される予定である。また、申請者が既に行った、刺激の情動価が連合学習に与える影響についての動物の実験データをまとめた論文が、当研究期間中に受理され、先日刊行された。このように、データの収集という点では目覚ましい成果は得られなかったが、理論的考察については一定の成果を挙げているといえる。これらは今後の研究の発展につながるものと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① 漆原宏次(印刷中). 古典的条件づけにおける刺激競合現象の応用に関する諸問題. 行動科学. (査読有)
- ② Urushihara, K., & Miller, R. R. (2010). Backward blocking in first-order conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 36, 281-295. (査読有)
- ③ McConnell, B. L., Urushihara, K., & Miller, R. R. (2010). Contrasting predictions of extended comparator hypothesis and acquisition-focused models of learning concerning retrospective reevaluation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 36, 137-147. (査読有)
- ④ Urushihara, K., & Miller, R. R. (2009). Stimulus competition between a discrete cue and a training context: Cue competition does not result from the deprivation of a limited resource.

*Journal of Experimental Psychology:
Animal Behavior Processes*, 35,
197-211. (査読有)

[学会発表] (計 8 件)

- ① Urushihara, K. (2010). Difficulties in obtaining some cue competition phenomena in human learning. 15th Biennial scientific meeting of the International Society for Comparative Psychology (Awaji Yumebutai, Hyogo, Japan, 2010/5/21, presentation in a symposium).
- ② 漆原宏次・白井聡・松元千陽・鈴木雄大・天野諭 (2009). ヒトの連合学習場面における過剰予期効果の検討. 日本心理学会第 73 回大会 (於立命館大学, 2009/8/26, ポスター発表).
- ③ 漆原宏次 (2009). 古典的条件づけにおける逆行ブロッキング—刺激競合現象の応用に関する諸問題—. 日本行動科学学会年次大会 (於同志社大学, 2009/8/25, シンポジウム『古典的条件づけの基礎と応用—行動、脳、態度形成、臨床的応用—』話題提供)
- ④ Urushihara, K., & Miller, R. R. (2008). *Backward Blocking in first-order conditioning with rats*. 14th Biennial scientific meeting of the International Society for Comparative Psychology (Ciudad Cientifica Argentina, Buenos Aires, Argentina, 2008/10/9, paper presentation).
- ⑤ 漆原宏次・白井聡・天野諭・松元千陽・鈴木雄大 (2008). ヒトの連合学習場面における超学習 (Super learning) 現象の検討. 日本心理学会第 72 回大会 (於北海道大学, 2008/9/19, ポスター発表).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

漆原 宏次 (URUSHIHARA KOUJI)
北海道医療大学心理科学部准教授
研究者番号 : 00342197