

ヤドカリにおける「車両感覚」を伴う道具使用の可能性について

Possibility of tool use with “somatic sensation for vehicle” in hermit crabs

園田 耕平^{*1}
Kohei Sonoda

森山 徹^{*2}
Toru Moriyama

郡司 ペギオ 幸夫^{*3}
Yukio Pegio Gunji

^{*1} 滋賀大学
Shiga University

^{*2} 信州大学
Shinshuu University

^{*3} 神戸大学
Kobe University

Hermit crabs can perceive the extents of their virtual bodies. From this point, a hypothesis arises. It is that hermit crabs can use vehicle-like objects. In this paper, we discuss how they use the objects in the light of dynamic touch (a man can perceive the extents of wielding objects), through a preliminary experiment.

1. はじめに

ヤドカリは生存のために貝殻を背負っている。生息環境は常に貝殻が不足しており、身体に適さない歪な形状の貝殻でも甘んじて使用する。そのような柔軟な貝殻使用の観点から、彼らが貝殻の大きさを知覚している傍証が得られている[1]。ここでは、通路口と拡張身体(貝殻と実験用付着物も含んだ身体全体)の大きさとの関係から通路の選択を行えることが明らかになった。その知覚メカニズムは視覚情報を通してというよりも、触覚を通じたものであることが示唆される。つまり、ダイナミックタッチ(振り回した物体の大きさの知覚)[2]によるものであると考えられる。

ここで、拡張身体の一つである車両に関する知覚(車両感覚)に着目してみる。ヒトは自動車の操作において、車両という拡張身体の大きさを知覚できることは知られている。実際に、通路口と車両の大きさの比が一定に収束する形で、通過可能性を知覚できることが示された[3]。物体保持状態における通過可能性の知覚はダイナミックタッチによるものであると議論されているように[4]、車両感覚もおそらく同様であろう。

車両感覚と貝殻知覚がともにダイナミックタッチを基盤としているならば、ヤドカリもヒトと同様に車両を操作することが可能となるはずである。つまり、車両感覚を伴う道具使用(車両の大きさを知覚して操作すること)を想定できる。ヤドカリは通過のときに、車両の大きさに応じた振る舞いを示すはずである。実験では、通路口における車両様物体にのったヤドカリの振る舞いについてみる。車両様物体の使用は、車輪がついたアクリル板に貝殻を付着させることで実装した。

2. 設定

2.1 被験体

被験体としては、オカヤドカリ(*Coenobita rugosus*)を用いた。採取時に背負っていた貝殻(短径約 3cm)をそのまま使用した。なお、予備的実験であるため、被験体は1匹のみであった。

被験体は 2013 年 3 月上旬、西表島の北西部海岸(沖縄県八重山郡竹富町字上原)で採取した。被験体はプラスチック製飼育箱で保管した。室温は約 25° で、ポップコーンと水を与え、採取から24時間おいた。

2.2 実験装置

実験回路は外形 30×30cm (Starting Area, 5×15cm; 装置外壁, 15cm; アクリル製)であった。回路中央に2つの通過口(wide, 10×10cm; narrow, 5×5cm)を用意した(図1右)。ヤドカリはどちらかの通過口を通ろうとする(narrowの方は車両のサイズから通過できない)。通過口は試行毎に左右に無作為に配置した。

車両はアクリル板(外形 8×6×0.2cm、コの字型)と車輪(2×2×2cm, 1/6 スケールオフィスチェアのキャスター部分)を用いて製作した(図1左)。貝殻を固定するためにコの字型アクリル板の中央に連結部分(6×2×0.2cm、アクリル板)を設けた。アクリル板と貝殻の接着は砂と瞬間接着剤の混合物を用いた。ヤドカリは車両に固定された貝殻から前方方向に脚をのばし、地面を引っ掻くことで前進する(通常とほぼ同様の動きを行う)。

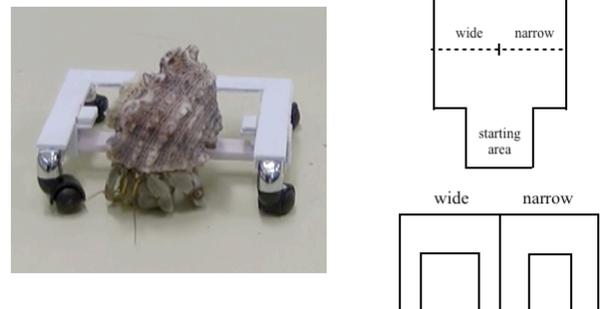


図1. 車両を操作するヤドカリ(左)と実験回路の概要(右)

3. 実験

Starting Area にヤドカリと車両を置き、同一個体を用いて12回の反復試行を行った。

3.1 操作性

図2において、ヤドカリの車両の操作性の連続スナップショットを示した。2つの系列が並置してあるが、ともに通過口 wide を通り抜ける様子を表している。上から下の方向に時間が経過している。左の系列が2試行目であり、右が3試行目である。

左系列においては、ヤドカリは通過する際に車両の右側を内壁に衝突させている(ここでいう衝突とは、車両の進行方向が大きく変わるほどの衝撃を伴う壁との接触、という意味である)。その軌跡を詳細にみていく。そうすると、車両としては衝突してい

るが、車両の幅がないとしたとき、つまり自然状態であるところの貝殻だけを背負っている状態であると仮定するとき、その軌跡は(貝殻と内壁との)衝突を回避している、と考えられる。つまり、貝殻だけは衝突しないような軌跡である、といえる。さらに、衝突により車両が内壁に引っかかり通り抜けられなくなったが、ヤドカリは後退して引っ掛かりを取ろうとせず、前進を試みることを数分間繰り返した。そのうち後退した。

右の系列では、車両自身が衝突しないような軌跡で通過した。途中での停止はみられなかった。

通過口 **wide** における衝突の回数は、3 回であった(**wide** 通過は6回)。

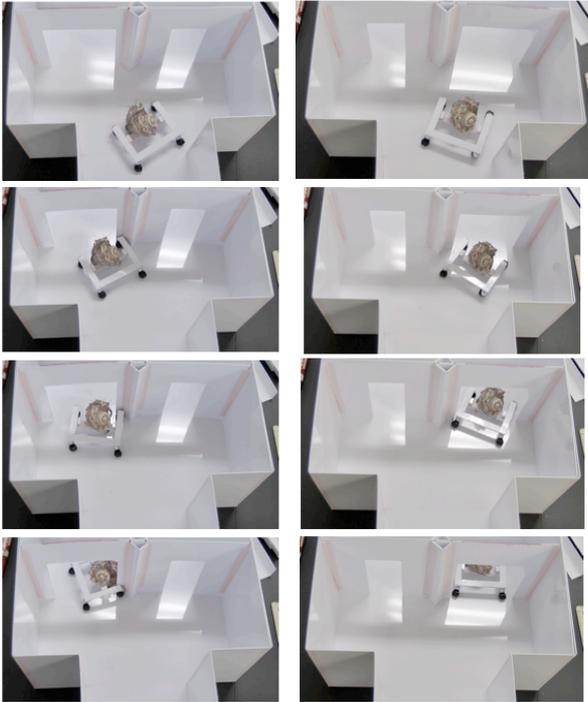


図 2. 通過口(wide)における操作の様子 (左: 衝突あり、右: 衝突なし)

3.2 選択性

選択の基準は、車両がどちらかの通過口を通過するか、もしくは通過口付近の内壁と接触するか(**narrow** では車両サイズとの関係から通過できないので)、のいずれかである。選択が行われたら、そこで試行を終了した。12試行中の通過口選択の割合は、**wide** 6回、**narrow** 6回、であった(正確二項検定、 $p=1.0$ (ns)、両側検定)。

4. 考察

今回の予備の実験では、ヤドカリによる道具使用として車両操作の可能性を検討するために行われた。動物行動における道具使用においては、サルなどの哺乳類やカラスなどの鳥類によるケースが有名であるが[5]、車両操作のような道具使用の例は皆無である。ここで注意したいのは、身体論で議論されている身体の一部の拡張としての道具使用ではなく、身体全体の拡張としての道具使用である。著者らが行った先行研究において、ヤドカリにおける貝殻使用をそのように位置づけた[6]。本実

験はそのような“拡張身体としての道具”使用という意味で車両操作を扱った。特に、その車両の大きさを知覚する車両感覚に焦点を絞った。

車両として、アクリル板にミニサイズの車輪を接着したローラーボードに近いものを用いた。駆動力はヤドカリが地面を引っ掻くことによるものであるが、貝殻を背負った状態とほぼ同じ動作になっている。従って貝殻から車両へと拡張するときに、緩やかな拡張となっていると思われる。実際に、前進操作や方向転換ではなめらかな操作を行なっているように観察された。従って、実験結果は車両の操作の難度からくるものではない、ということが可能である。

実験結果からは、しかしながら、車両感覚としての車両幅の知覚ができていないかの検証には至らなかった。先行研究の実験設定[1]に基づいて、大小の通過口を用意し選択を行わせることで車両幅(拡張身体の大きさ)の知覚の検証を試みた。つまり、通過可能な **wide** を選ぶ傾向を予想した。しかし、通過口の大きさを事前に視覚情報をベースに選択するという課題設定は、おそらく車両操作においては難度が高かったと考えられる。

これは貝殻と車両において、その物体の振れ方の違いに大きく依拠していると考えられる。貝殻の振れ方はロール・ヨー・ピッチの三軸方向に自由度がある一方、車両はヨーのみの平面的な自由度しかない。貝殻の大きさの知覚はおそらくダイナミックタッチ(振れ方から慣性テンソルを知覚するメカニズム)によるものであると考えられることから、ヤドカリにおける車両感覚を想定するときにこの自由度の問題は非常に大きいと考察される。従って、今後はこの課題を念頭に組みたいと思う。

参考文献

- [1] 園田耕平・郡司ペギオ幸夫: 世界との共創・世界に生きる身体をつくる—ヤドカリにボディイメージはあるか?、SICE「計測と制御」、51(11)、1068-1071, 2012.
- [2] Turvey M. T.: Dynamic touch, *American Psychologist*, 51(11), 1134-1152, 1996.
- [3] Shaw R.E., et al: Dimensionless Invariants for Intentional Systems: Measuring the Fit of Vehicular Activities to Environmental Layout. In: *Global Perspective on the Ecology of Human-Machine Systems*, CRC Press, 293-358, 1995.
- [4] Wagman J.B. & Taylor K.R.: Perceiving Affordances for Aperture Crossing for the Person-Plus-Object System, *Ecological Psychology*, 17(2), 105-130, 2005.
- [5] Shumaler R.W., et al: *Animal tool behavior: the use and manufacture of tools by animals*, John Hopkins University Press, 2011.
- [6] Sonoda K., et al: Hermit Crabs Perceive the Extent of their Virtual Bodies, *Biology Letters*, 8(4), 495-497, 2012.