解　説

手の身体所有感覚とラバーハンド錯覚

金谷翔子[1]，横澤一彦[1†]
[1]東京大学大学院人文社会系研究科

要旨：自分の身体やその一部が自分のものであるという感覚のことを，身体所有感覚と呼ぶ．この感覚がどのようにして生じるのかを調べることは非常に困難と考えられていたが，近年，ラバーハンド錯覚と呼ばれる現象の発見により，手の所有感覚の生起機序について多くの知見が得られた．この錯覚は，視覚的に隠された自分の手と，目の前に置かれたゴム製の手が同時に繰り返し触られることにより，次第にゴム製の手が自分の手であるかのような感覚が生じるというものであり，視覚情報と触覚情報の一貫性によって手の所有感覚が変容することを示唆している．本稿では，このようなラバーハンド錯覚に関する研究の最近の進展を紹介する．一つは手の所有感覚の生起条件について，もう一つは錯覚による身体所有感覚の変容が手の感覚情報処理に及ぼす影響について，検討したものである．最後に，ラバーハンド錯覚を通じて，手の身体所有感覚がある種の統合的認知に基づいて形成されることの意味について議論を行う．

キーワード：身体所有感覚，自己受容感覚，視触覚，統合的認知，ラバーハンド錯覚

1. はじめに

我々が身体を動かしたり，他者や身の周りの物体と適切に相互作用するためには，自分自身の身体を他から区別し，自分の身体が自分のものであるという感覚を常に持ち続ける必要がある．この感覚のことを，身体所有感覚（Body Ownership）と呼ぶ[1)]．身体所有感覚は，特定の感覚器官によって得られるものではないため，この感覚が一体どのようにして生じるのかを調べることはなかなか難しい．この難問は古くから哲学者達による議論の対象であったが，近年，認知科学および実験心理学の手法を用いた検討が急速に進んでいる．

身体所有感覚は，体全体に対しても，手足のような個々の身体部位に対しても感じられる．中でも，手は我々にとって特に重要な身体部位の一つであることや，幻肢や身体失認といった臨床症状の早急な機序解明が待たれることなどから，手の所有感覚に関する研究は非常に盛んに行われている．本稿では，まず，手の所有感覚の生起における視覚と触覚の統合処理の重要性を示す，ラバーハンド錯覚について紹介する．そして，ラバーハンド錯覚研究の最近の進展として，手の所有感覚の生起条件，および，錯覚による身体所有感覚の変容が手の感覚情報処理に及ぼす影響について議論を行う．

2015 年 1 月 5 日受付
† 〒 305-8566　東京都文京区本郷 7-3-1
東京大学大学院人文社会系研究科心理学研究室
横澤 一彦
Tel: 03-5841-3861　Fax: 03-5841-8969

2. ラバーハンド錯覚による手の所有感覚の変容

ラバーハンド錯覚を最初に報告したのは Botvinick and Cohen[2)] である．彼らは，実験参加者の目の前にゴムでできた偽物の左手（ラバーハンド）を置き，本物の左手は参加者から見えないように衝立で隠した（図 1）．そして，目の前のラバーハンドを見つめているように参加者に教示したうえで，絵筆を用いて，ラバーハンドと本物の手の両方に同期した刺激を繰り返し与えた．

刺激をしばらく与え続けた後に，質問紙を用いて参加者の主観的体験を尋ねたところ，刺激を与えられている間，参加者は隠された本物の手の上の絵筆ではなく，目の前のラバーハンドの上の絵筆によって触覚刺激を与えられているように感じていたことが分かった．このことは，まるで，目の前のラバーハンドが自分の手になってしまったかのような錯覚を参加者が体験していたことを示唆している．

この錯覚は，質問紙のみならず，より客観的な指標によって測ることもできる．刺激を与える前に，錯覚を起こさせる手（e.g. 左手）の特定の指がどこにあると思うか，目を

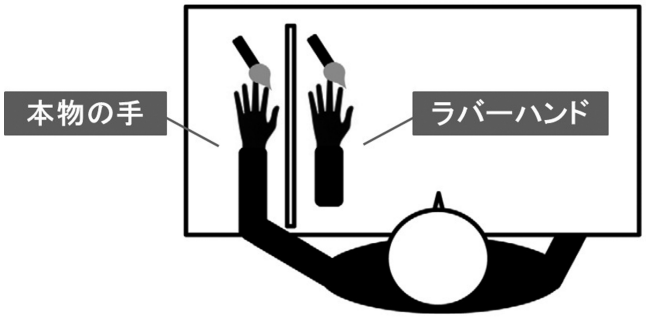


図 1　ラバーハンド錯覚実験の様子

瞑った状態で，もう一方の手（e.g. 右手）で机の下から指し示す等して答えさせる．そして，刺激を与えた後にもう一度，同じようにして，錯覚を起こさせた手の特定の指の位置を答えさせる．すると，刺激を与えた後に回答された位置は，刺激を与える前に回答された位置よりも，ラバーハンドの方向に数 cm ほどずれてしまう[3]．このずれのことを自己受容感覚ドリフトと呼ぶ．つまり，ラバーハンド錯覚は，身体部位の位置や状態に関する感覚である自己受容感覚が変容した状態と言える．

なお，ラバーハンド錯覚は，ラバーハンドと本物の手の両方に与える刺激が同期している場合にのみ生起することが報告されている．刺激を時間的にずらして与えた場合には，錯覚は生起しない[2,3]．このことから，ラバーハンド錯覚の生起にとって，同時に与えられた視覚情報，触覚情報の時空間的な一貫性が鍵となっていることが分かる．通常，自分の手が触られている時，その刺激を触覚的に感じる位置と，視覚的に感じる位置は一致している．このような複数感覚情報の一貫性によって，目の前の手が自分の手であるという感覚が強固に保持される．一方，ラバーハンド錯覚の実験では，見えない場所にある自分の手が触られるのと全く同じタイミングで，目の前のラバーハンドが触られている．我々は，経験的に，同時に知覚される視覚刺激と触覚刺激は同じ場所に与えられたものだということを知っているため，視覚的に刺激を感じた場所で，触覚的にも刺激を与えられている，つまり，ラバーハンドが自分の手であるというように，身体所有感覚の再構成が行われると考えられる．

3. 自己刺激とラバーハンド錯覚

ラバーハンド錯覚に関する先行研究では，一般に，実験者によって刺激を与えられるケースが多い．しかし，触覚刺激には他者に触れられた際に感じる刺激（他者刺激）と，自らの運動によって引き起こされる刺激（自己刺激）の両方が存在する．他者刺激と自己刺激は，例えば自分の足の裏を自分で掻いてもあまりくすぐったさを感じないことからも分かるように，脳内で異なる処理を受けると考えられている．そのため，他者刺激のみならず，自己刺激によってもラバーハンド錯覚が生じるのかを確かめることで，身体所有感覚の生起機序について，より詳細な議論が可能になる．このような背景のもと，筆者らは自己刺激を用いたラバーハンド錯覚の実験を行った[4]．

自己刺激を用いてラバーハンド錯覚の実験を行うにあたって，まず大きな問題点がある．錯覚を起こさせる手（左手）は机に固定せざるを得ないため，自由に動かせるもう片方の手（右手）だけで，ラバーハンドと本物の手の両方に触覚刺激を与えることが困難である点だ．これを解決するため，筆者らは Phantom Omni（SensAble Technologies 社製）を用いた．Phantom Omni とは，使用者が三次元空間内で自由に動かすことのできるペンと，そのペン先の座標を取得しコンピュータのディスプレイ上に二次元的に呈示するプログラムが一体となった，いわば三次元マウスのような装置である．

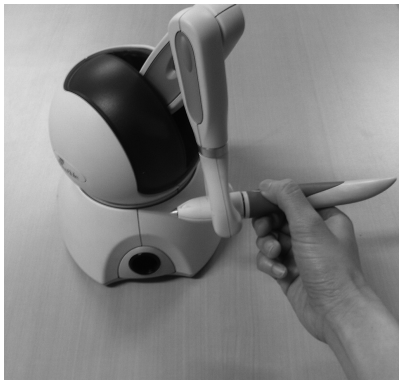


図 2　Phantom Omni（SensAble Technologies 社製）

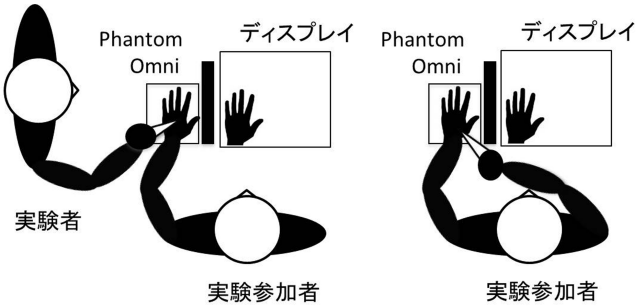


図 3　実験者同期条件（左）と参加者同期条件（右）[4]

あらかじめディスプレイ上に，仮想的なラバーハンドとなる手掌画像を表示し，この装置を用いれば，参加者の手を刺激するペン先の様子を，ディスプレイ上の手掌画像の上に同時に呈示することが可能になる．このようにして，空いている右手だけで二つの手に同時に刺激を与えることのできる環境を構成した．なお，このディスプレイ上の手掌画像は厳密には「ラバーハンド」とは呼べないが，コンピュータグラフィクスやビデオ等を用いた二次元的な提示によっても錯覚が生じることは既に報告されている[5]．

実験条件は，実験者同期条件，参加者同期条件，同期情報非提示条件の三つであった．実験者同期条件とは，コントロールのために設けた条件であり，実験者が Phantom Omni のペンを操作して参加者の左手に刺激を与えた．つまり，上述の Botvinick and Cohen のような通常のラバーハンド錯覚の実験とほぼ同じ条件と言える（図 3 左）．

一方，参加者同期条件では，参加者が，空いている右手で Phantom Omni のペンを操作して自分の左手に刺激を与えた．つまり，自己刺激によってラバーハンド錯覚を引き起こそうとする条件である（図 3 右）．最後の同期情報非提示条件も，コントロールのための条件である．この条件では，参加者が自分の左手に刺激を与えるものの，ディスプレイ上の手掌画像の上には，ペン先の動きが表示されない．

表 1　ラバーハンド錯覚質問紙 [4)]

1	ときどき画像の腕の位置で叩かれていると感じた。
2	実験の間，私が感じているものは画面上の緑の点によって引き起こされているように感じる瞬間があった.
3	実験の間，画像の腕が自分のものだと感じる瞬間があった.
4	実験の間，自分の本物の腕が画像の腕のほうに動かされていると感じる瞬間があった.
5	実験の間，自分の感じる接触が本物の腕と画像の腕の間のどこかから生じると感じる瞬間があった。
6	実験の間，本物の腕が画像の腕になったと感じる瞬間があった.
7	実験の間，画像の腕が本物の腕のほうに動かされていると感じる瞬間があった.
8	実験の間，画像の腕が本物の腕のように見え始めた瞬間があった.
9	実験の間，2 つ以上の左手を持っているという感覚を持つことがあった.
10	ときどき自分が画像の腕を触っていると感じた。

つまり，参加者の左手に触覚刺激が与えられるのみである．ラバーハンド錯覚は，二つの手の上に同期した刺激が与えられる場合にのみ生じることが報告されているため，この条件では錯覚は生じないと考えられる．

実験は以下のようにして行われた．まず，ディスプレイの左側に Phantom Omni を置き，Phantom Omni のペン先を降ろした時にちょうど手に触れるような位置に，参加者の左手を固定した．そして，参加者の手の上のペン先と，ディスプレイの手掌画像の上に表示されるポインタが，手の上の全く同じ位置に来るように調整を行った．そして，自己受容感覚ドリフトを測定するための準備として，左手の中指の主観的な位置を回答させた．各条件で 6 分間刺激を行った後で，再び同じ方法で左手中指の位置を報告させた．この時の位置と，最初に報告させた時の位置との差分を自己受容感覚ドリフトとした．

続いて，質問紙を用いて，刺激を与えられていた間の参加者の主観的体験について尋ねた．この質問紙は，Botvinick and Cohen をはじめとする複数の先行研究で用いられたものを和訳し，本実験の内容に合わせて一部改変，追加を行ったものである（表 1）．

全部で 10 項目の主観的体験を記述したものであり，参加者は 7 件法（1 : 全くそう思わなかった～ 7 : 完全にそう思った）を用いて，各項目の内容と自らの主観的体験との一致度について評定を行った．なお，先行研究では，参加者の本物の手とラバーハンドに与える刺激が同期していた場合には，項目 1 ～ 3 に対する評定値が，他の項目よりも有意に高くなることが報告されている．質問項目 10 に対応する項目は先行研究の質問紙には含まれていないが，参加者同期条件，同期情報非提示条件では参加者が自分の手に刺激を与えるため，この項目を追加した．

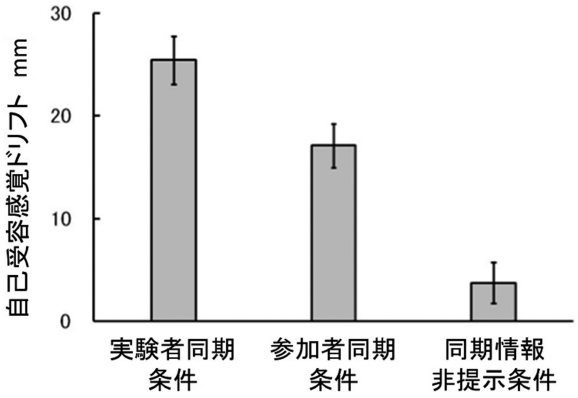


図 4　自己受容感覚ドリフトの結果 [4)]

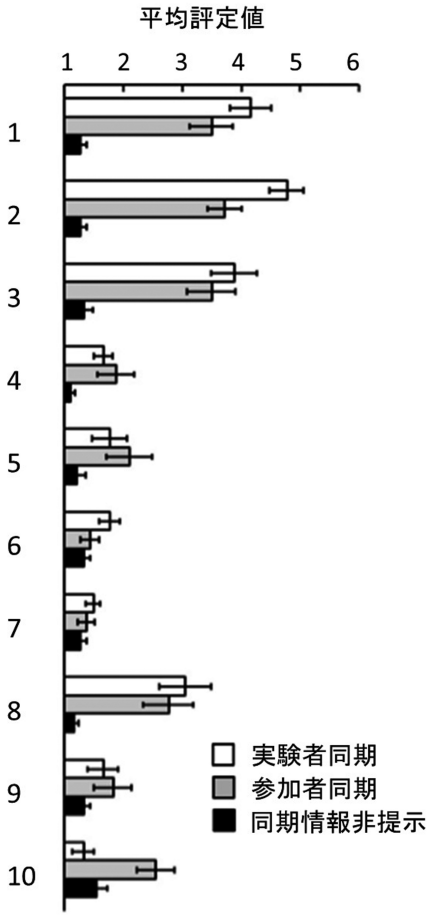


図 5　ラバーハンド錯覚質問紙の結果 [4)]

自己受容感覚ドリフトの結果は，図 4 のようになった．刺激後に左手中指の位置が手掌画像側（右側）にずれるほど＋の値を，手掌画像と逆側（左側）にずれるほどマイナスの値を取る．統計的検定の結果，自己受容感覚ドリフトの値は，実験者同期条件の方が参加者同期条件よりも，また，参加者同期条件の方が同期情報非提示条件よりも，有意に高くなっていた．

質問紙の結果は，図 5 のようになった．統計的検定の結果，実験者同期条件，および参加者同期条件では，質問項目 1 ～ 3 において質問項目 4 ～ 10 よりも，評定値が有意に高くなっていた．この傾向は，先行研究の結果と一致している．質問紙の結果から，実験者同期条件，参加者同期条件においては，先行研究と同様の錯覚が生じていたと言える．このことは，他者刺激のみならず，自己刺激によってもラバーハンド錯覚が生じることを示している．一方，自己受容感覚ドリフトの結果から，参加者同期条件では，錯覚が生起していたものの，錯覚の量（自己受容感覚ドリフトの大きさ）は実験者同期条件よりも小さかったと言える．このことは，自己刺激によって引き起こされるラバーハンド錯覚が，他者刺激によって引き起こされるラバーハンド錯覚よりも弱い錯覚であることを示している．

ラバーハンド錯覚を扱った先行研究では，一般に，他者刺激を用いて錯覚を起こさせる手続きが取られてきた．しかし，筆者らの研究により，他者刺激は錯覚の必要条件ではなく，自己刺激によってもラバーハンド錯覚が引き起こされることが分かった．では，なぜ自己刺激による錯覚は，他者刺激による錯覚よりも弱くなったのだろうか？

Blakemore らは，自分で自分をくすぐることのできる装置を作成した[6]．レバーを動かすとロボットアームが動き，そのロボットアームによって自分の反対の掌がくすぐられるという仕組みの装置である．この装置を用いて自分で自分をくすぐると，他者がレバーを動かす場合よりもくすぐったさが減少する．しかし，参加者によるレバーの操作とロボットアームの運動の間に時間的な遅延や軌道のずれを挿入すると，他者がレバーを操作した時と同程度のくすぐったさを覚えることが分かった．彼らによれば，この現象は以下のように説明できる．自分でレバーを動かす時，脳内では，筋や腱を適切にコントロールするための運動指令が作られる．また，この運動指令に基づいて，運動後の自分の身体の状態に関する予測が行われる．そして，掌からフィードバックされる実際の触覚刺激と，予測との照合が行われる．もし，予測とフィードバックが一致すれば，与えられた触覚刺激は自分の運動によるものだと考えられる．一方，予測とフィードバックが一致しないならば，触覚刺激は自分の運動とは無関係で，他者によって与えられたものだと考えられる．一般的に，自己刺激は他者刺激よりも生態学的な重要性が低いため，触覚刺激が自分の運動によるものと判断された場合には，その刺激は抑制される．そのため，参加者によるレバーの操作とロボットアームの運動がぴったり一致する場合には，他者が操作する場合に比べて，くすぐったさが減弱する．

このように考えると，参加者同期条件では，参加者が自ら Phantom Omni のペンを動かすことによって，左手に与えられる触覚刺激が抑制されていたと考えられる．そのため，実験者同期条件に比べて，ラバーハンド錯覚が減弱した可能性がある．しかし，錯覚は弱いとはいえ，有意に生起していた．手の身体所有感覚は，触覚刺激が他者刺激，自己刺激のどちらであるかによらず，同時に与えられる複数感覚情報の一貫性によって保たれているのだろう．

4. 身体所有感覚の変容とその影響

我々は手や腕といった身体部位を通して，様々な感覚情報を受け取っている．そのため，身体所有感覚と，身体を通した感覚・知覚処理は，密接に関わっていると考えられる．

Armel and Ramachandran は，ラバーハンド錯覚が起きている時に，ラバーハンドの指を手の甲の方向に折り曲げた[7]．つまり，人間の手において通常は曲がることがなく，もしそのように曲げられたなら確実に痛みを感じると思われる方向に折り曲げた．すると，本物の手には何も危害を加えられていないにもかかわらず，参加者の手には強い皮膚電気抵抗（SRC）が観察された．この強い皮膚電気抵抗は，覚醒度の急激な上昇，すなわちラバーハンドを折り曲げられたことによる驚きや恐怖を表していると考えられる．Ehrsson らは，磁気共鳴画像法を用いて，ラバーハンド錯覚が生じている際の参加者の脳活動を計測した[8]．この時，ラバーハンドに刃物を近づけて傷つけるような真似をすると，島および前帯状皮質の強い活動が見られた．これらの脳部位は，痛みの予期や不安に関連すると考えられている．なお，いずれの研究においても，ラバーハンド錯覚が生じない条件では，同様の操作を行っても皮膚電気抵抗や，島および前帯状皮質の強い活動は見られなかった．これらの結果は，錯覚によって身体に組み込まれたラバーハンドが，単に「自分の手であるような気がする」というだけではないことを示している．むしろ，ラバーハンドは，その手に危険が及びそうになると自動的に痛みの予期や不安が喚起されるまでに，本物の手に近い存在として扱われていると考えられる．

しかし，いずれの先行研究でも，参加者に実際に痛みを評定させる手続きは取られていない．そのような実験操作は，倫理的な問題から実現が難しいからだ．そのため，これらの先行研究は，皮膚電気抵抗や脳活動等を通して間接的に痛みの知覚を推定するに留まっていた．一方，手に関

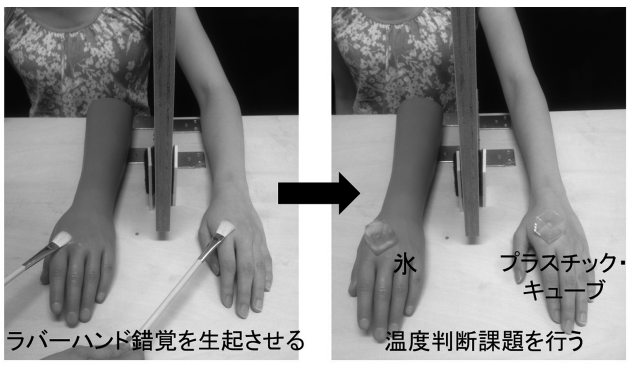


図 6　ラバーハンド錯覚生起後の温度判断課題の実施
（温度判断課題における手の上の物体は一例）

わるもう一つの重要な感覚として，温度感覚が挙げられる．そして，温度感覚の操作は，痛みの操作に比べて実験遂行上の倫理的問題が生じる可能性が低く，知覚された温度を直接的に評定させるような手続きも可能になる．そこで，筆者らは，温度感覚を利用して，ラバーハンド錯覚による手の所有感覚の変容が，実際の手の知覚処理にどのような影響を与えるのかを検討した[9]．

この実験では，ラバーハンド錯覚を生起させる一般的な手続きに加えて，温度判断課題を行った（図 6）．まず，参加者の本物の手とラバーハンドに刺激を与え，その前後に本物の手の知覚的な位置を回答させることで，自己受容感覚ドリフトを測定した．その後，温度判断課題を行い，最後に質問紙への回答を求めた．この一連の手続きを，本物の手とラバーハンドへの刺激が同期して与えられる条件（同期条件）と，交互に与えられる条件（非同期条件）の両方で行った．なお，自己受容感覚ドリフトと質問紙の結果からは，同期条件では錯覚が生じ，非同期条件では生じていなかったことが示された．すなわち，ラバーハンド錯覚が生じた状態と，生じていない状態の両方で，温度判断課題を行ったことになる．

温度判断課題は，本物の手とラバーハンドに物体を載せ，物体の温度について回答を求めるものであった．使用した物体は四種類であった．本物の手に呈示する物体とラバーハンドに呈示する物体は異なっていたが，いずれも，常温と低温の二種類であった．ラバーハンドに呈示する物体は，実際には参加者の身体に触れないため，物理的な温度の操作は行わなかったが，視覚的に特定の温度を示唆するものであった．低温刺激として，視覚的に冷たさを示唆する氷を用いた．常温刺激として，氷とほぼ同じ大きさ，形のプラスチックキューブを用いた．本物の手に呈示する物体は，実際に参加者の身体に触れるため，物理的な温度の操作を行った．しかし，参加者からは見えないため，視覚的な温度の操作は行わなかった．低温刺激は 22ºC のプラスチックキューブ，常温刺激は 31ºC のプラスチックキューブであった．

温度判断課題は，以下のような手続きで行われた．まず，本物の手とラバーハンドの両方に，同時に一つずつ物体を載せた．3 秒間そのままで保持し，いったん物体を引き上げてから，再び，両方の手に一つずつ物体を載せた．そして，本物の手に載せられた最初の物体に比べて，二つ目の物体が温かく感じられたか，それとも冷たく感じられたかを，二択で回答させた．実際の物体の温度変化には四つのパターンがあった．実際に温度が上昇，あるいは低下する場合もあれば，常温のまま，あるいは低温のまま変化しない場合もあった．これは，本物の手についてもラバーハンドについても同様であった．本物の手とラバーハンドの温度変化パターンは独立に操作されたため，全部で 16（4×4）パターンの試行が用意された．これらの試行は，ランダムな順番で実施された．

図 7 は，本物の手において実際の温度変化がなかった試行の結果を表している．縦軸は，20 名の参加者のうち，本物の手の上の物体の温度が「上昇した」と回答した参加者の割合である．横軸は，ラバーハンドの上の物体の温度変化のパターンを表している．「常 → 常」または「低 → 低」とは，常温（プラスチックキューブ），あるいは低温（氷）のまま変化がなかった試行を表す．「常 → 低」または「低 → 常」とは，常温（プラスチックキューブ）から低温（氷），または低温（氷）から常温（プラスチックキューブ）へと変化した試行を表す．ラバーハンド錯覚が生じていた条件（同期条件）の結果を表す実線に注目すると，ラバーハンドの上で温度変化がない条件に比べて，ラバーハンドの上で温度変化があった条件では，物体温度の上昇を回答した参加者の割合が大きく偏っていることが分かる．「常 → 低」の試行では，この割合が大きく低下しているが，「低 → 常」の試行では，逆に大きく上昇している．統計的検定の結果，図 7 の全てのグラフにおいて，ラバーハンドの上の温度変化の有無による「上昇」回答率の有意な差が認められた．

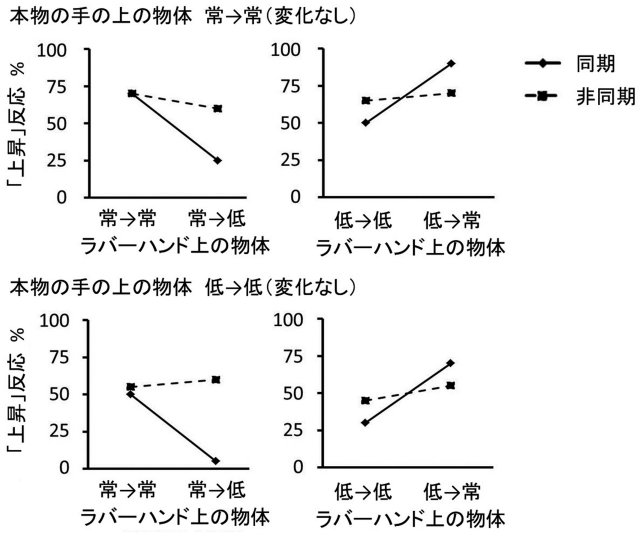


図 7　温度判断課題の結果[9]

このことは，実際には本物の手の上の温度変化がないにもかかわらず，ラバーハンドの上で視覚的な温度変化があった場合には，本物の手に触れる物体が温かく，または冷たくなったように感じられたことを示している．なお，ラバーハンド錯覚が生じなかった条件の結果を表す破線に注目すると，ラバーハンド上の温度変化があってもなくても，回答率はほぼ 50% になっている．このため，単にラバーハンドの上の物体が変化しているだけで温度変化が感じられるわけではないと言える．ラバーハンド錯覚が生じている時にのみ，ラバーハンド上の物体の温度変化が，本物の手の温度感覚に影響を与えていたと考えられる．

この結果は，錯覚によって身体に組み込まれたラバーハンドが，載せられた物体の温度までも知覚してしまうことを意味している．先行研究では，ラバーハンドに危険が及びそうになると痛みの予期や不安が喚起されることが示さ

れていたが，筆者らの研究では，知覚された温度について直接答えさせることによって，ラバーハンドが手の感覚・知覚に果たす役割について，より強い証拠を得た．ラバーハンド錯覚によって変容した手の所有感覚は，「この手が自分のものである」という認知的な処理のみならず，痛みや温度の処理に関わる，複合的な手の感覚情報処理に影響を与えるものと考えられる．

5. おわりに

目の前にあるゴム製の手を自分の手と思い込んでしまうというラバーハンド錯覚は，誰もが最初は信じ難く，奇異に感じるだろう．ところが，自分自身で体験してみると，不思議な感覚におそわれ，いかに手の身体所有感覚があいまいであったかに気づかされる．しかし，重要なのは，錯覚が生じることではなく，視覚情報と触覚情報を統合的に解釈するメカニズムの存在を，ラバーハンド錯覚という現象を通じて確かめられることにあるように思われる．

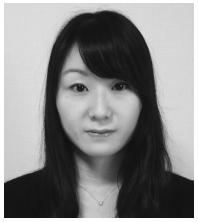
我々は，個々の感覚情報があいまいであっても，統合的認知によって一貫性のある解釈に導いていることが少なくない[10]．たとえば，腹話術において，口をパクパクさせている人形がしゃべっているはずがないと認知的に分かっていても，腹話術師の口が動かない以上，その声の音源を人形の口と定位してしまう．すなわち人形がしゃべっていると感じるのは，聴覚情報に基づく音源定位のあいまいさを視覚情報が補うことができるという証左でもある[11]．

ここでは，ラバーハンド錯覚が生起したときの手の身体所有感覚は，触覚刺激が他者からの刺激か，自己による刺激かによらず，同時に与えられる視覚情報との一貫性によって保たれること，またラバーハンド錯覚によって変容した手の所有感覚には，痛みや温度感覚という，複合的な感覚も伴うことを示した．これらはいずれも，ラバーハンド錯覚が単純な手の位置に関する誤定位現象ではなく，手の身体所有感覚に重要な示唆を与える現象であることをあらためて教えてくれる．

このような知見は，ロボットアームの遠隔操作，手指の障碍からのリハビリテーションなどの直接的な応用から，将来の多感覚情報通信に必要とされる環境などを考える上でも参考になるに違いない．錯覚を現実の誤認識として捉えるだけではなく，個々の感覚情報が補完し合うことで，身体所有感を拡張できる証左と位置付けることが，様々な可能性を生むように思われる．

参 考 文 献

1) Gallagher, S.: Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science, Trends in Cognitive Sciences, 4(1), 14-21, (2000).
2) Botvinick, M. and Cohen, J.: Rubber hands 'feel' touch that eyes see, Nature, 391(6669), 756, (1998).
3) Tsakiris, M. and Haggard, P.: The rubber hand illusion revisited: Visuotactile Integration and Self-Attribution, Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance, 31(1), 80-91, (2005).
4) 金谷翔子，石渡貴大，横澤一彦：自己による触刺激がラバーハンド錯覚に与える影響，基礎心理学研究，30(1)，11-18，(2011).
5) Slater, M.: Inducing illusory ownership of a virtual body, Frontiers in Neuroscience, 3(2), 214-220, (2009).
6) Blakemore, S. J., Wolpert, D. M. and Frith, C. D.: Central cancellation of self-produced tickle sensation, Nature Neuroscience, 1(7), 635-640, (1998).
7) Armel, K. C. and Ramachandran, V. S.: Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response, Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 270(1523), 1499-1506, (2003).
8) Ehrsson, H. H., Wiech, K., Weiskopf, N., Dolan, R. J. and Passingham, R. E.: Threatening a rubber hand that you feel is yours elicits a cortical anxiety response, Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(23), 9828-9833, (2007).
9) Kanaya, S., Matsushima, Y. and Yokosawa, K.: Does seeing ice really feel cold? Visual-Thermal Interaction under an Illusory Body-Ownership, PLoS One, 7(11), e47293, (2012).
10) 横澤一彦:統合的認知，認知科学，21 (3)，295-303，(2014).
11) Kanaya, S. and Yokosawa, K.: Perceptual congruency of audio-visual speech affects ventriloquism with bilateral visual stimuli, Psychonomic Bulletin & Review, 18(1), 123-128, (2011).



金谷翔子（かなや しょうこ）
2014 年東京大学大学院人文社会系研究科博士課程修了．博士（心理学）．2014 年，産業技術総合研究所特別研究員．主として視，聴，触覚に関わる多感覚知覚研究に従事．日本心理学会，日本基礎心理学会，日本視覚学会，Vision Sciences Society 等の会員．

横澤一彦（よこさわ かずひこ）
東京大学大学院人文社会系研究科教授．工学博士．注意，感覚融合認知，共感覚などの統合的認知の研究に従事．主な著書は「視覚科学」(2010)．