

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）

間隙通過における社会的要因
——人はいかにして人と人の間を通り抜けるのか？——
Social Factors in Aperture Passing:
How Do People Pass Through Between Two People?

2021年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

友野 貴之

TOMONO, Takayuki

研究指導担当教員： 三嶋 博之 教授

目次

1. 序論	1
1.1 はじめに	1
1.2. 背景と先行研究	3
1.2.1 物に囲まれた環境における間隙通過	4
1.2.1.1 身体の変化の影響	4
1.2.1.2 拡張された身体の影響	8
1.2.1.3 人工物や他者を介した間隙通過	12
1.2.1.4 選択を伴う間隙通過	15
1.2.2 人で囲まれた環境における間隙通過	17
1.2.2.1 人で構成される間隙の通過	17
1.2.2.2 パーソナルスペース	18
1.2.3 間隙通過における意味や価値のピックアップーアフォーダンス知覚	20
1.3 本論文の目的と仮説	23
1.4 本論文の構成	25
2. 研究I：人と人との通過可能性の知覚	31
要約	31
2.1 はじめに	32
2.1.1 目的と仮説	32
2.2 実験	33
2.2.1 方法	33
2.2.1.1 実験条件	33
2.2.1.2 要因計画 1（観察者へのパーソナルスペースの干渉可能性の違いによる要因）	36
2.2.1.3 要因計画 2（間隙を構成する人の身体方向（および身体幅）と、間隙を構成する物体の方向（および物体幅）の違いによる要因）	38
2.2.1.4 実験参加者	39
2.2.1.5 実験環境	40

2.2.1.6 手続き	41
2.3 結果.....	41
2.4 考察.....	44
2.5 結論.....	47
3. 研究II：障害物の人らしさが間隙の通過可能性の知覚に与える影響	49
要約	49
3.1 はじめに	50
3.1.1 目的と仮説	50
3.2 実験.....	50
3.2.1 方法	51
3.2.1.1 実験条件	51
3.2.1.2 実験参加者	53
3.2.1.3 実験環境	53
3.2.1.4 手続き	53
3.3 結果.....	54
3.4 考察.....	56
3.5 結論.....	58
付録	59
4. 研究III：人と人の間の通過方略	60
要約	60
4.1 はじめに	61
4.1.1 目的	63
4.1.2 仮説	64
4.2 実験.....	65
4.2.1 方法	65
4.2.1.1 実験参加者	65
4.2.1.2 実験装置	65
4.2.1.3 実験手続き	68
4.2.2 データ分析	71
4.2.2.1 肩の回旋角度	71

4.2.2.2	肩の回旋方向	74
4.2.2.3	肩の回旋開始時における間隙までの距離	74
4.2.2.4	箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差.....	74
4.2.2.5	間隙接近時と間隙通過時の歩行速度.....	76
4.3	結果.....	76
4.3.1	肩の回旋角度	76
4.3.2	肩の回旋方向	80
4.3.3	肩の回旋開始時における間隙までの距離	82
4.3.4	箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差.....	84
4.3.5	間隙接近時の歩行速度.....	88
4.3.6	間隙通過時の歩行速度.....	89
4.3.7	π 値	90
4.4	考察.....	91
4.4.1	肩の回旋角度	91
4.4.2	肩の回旋方向	92
4.4.3	肩の回旋開始時における間隙までの距離	93
4.4.4	箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差.....	93
4.4.5	間隙接近時と間隙通過時の歩行速度	94
4.4.6	π 値	94
4.4.7	研究IIIと安全運行の場および Behavioral Dynamics Model との接続	94
4.5	展望.....	96
4.6	結論.....	96
5.	総合考察.....	98
5.1	研究I・II・IIIのまとめと総合考察.....	98
5.2	本論文と近接分野との接続.....	101
6.	結論.....	106
6.1	人はいかにして人と人の間を通り抜けるのか.....	106

6.2 アフォーダンス理解への貢献.....	108
6.3 人間科学への貢献.....	109
謝辞.....	111
文献.....	113

図表目次

図

図 1-a 本論文の構成.....	25
図 2-a 間隙を構成する人および箱型のパネルにおける身体, 物体の方向.....	35
図 2-b 間隙を構成する人, 箱型のパネルの寸法.....	36
図 2-c 間隙の構成物の幅の違いが間隙幅の見え方に与える効果.....	39
図 2-d 実験環境.....	40
図 2-e 実験参加者 10 名の π 値の平均値.....	43
図 3-a 間隙を構成する人, 人型のパネルにおける身体, 物体の方向の組み合わせ.....	52
図 3-b 間隙を構成する人, 人型のパネルの寸法.....	52
図 3-c 実験参加者 9 名の π 値の平均値.....	56
図 4-a 開口部通過性に関する研究における実験条件の比較.....	63
図 4-b 実験環境.....	67
図 4-c 7 つの配置条件.....	70
図 4-d 肩の回旋のデータ分析.....	73
図 4-e 間隙通過時の歩行経路のデータ分析 (俯瞰図).....	75
図 4-f 肩の回旋角度の平均値.....	79
図 4-g 肩の回旋方向とその生起頻度.....	82
図 4-h 肩の回旋開始距離の BCa 法によるブートストラップ平均値.....	84
図 4-i 箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差 の平均値 (m).....	87

表

表 2-a 実験参加者 10 名の各条件の π 値の平均値, 標準偏差, 信頼区間.....	43
表 3-a 実験参加者 9 名の各条件の π 値の平均値, 標準偏差, 信頼区間.....	55
表 4-a 実験参加者がおこなった実験試行の例.....	71
表 4-b 肩の回旋角度の平均値 (deg) と 95 %の信頼区間.....	78
表 4-c 肩の回旋方向とその生起頻度および χ^2 検定における残差分析の結果 ($p < .05$).....	81
表 4-d 肩の回旋開始距離の平均値[BCa 法によるブートストラップ平均値と 95 %ブートスト ラップ信頼区間].....	83

表 4-e 箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差 の平均値 (m) と 95 %の信頼区間.....	86
表 4-f 間隙接近時の歩行速度の平均値 (m/s) と 95 %の信頼区間.....	89
表 4-g 間隙通過時の歩行速度の平均値 (m/s) と 95 %の信頼区間.....	90

写真

写真 3-a 人型パネルの写真.....	59
----------------------	----

1. 序論*

1.1 はじめに

間隙通過研究は、環境に数多く存在する“すき間”（以後、間隙）を行為者が通り抜ける場面を通して、自己（または間隙を通過する他者）と環境との関係にもとづく通過行為の可能性—いわゆるアフォーダンス (Gibson, 1966, 1979) —がいかにかに知覚され、行為が調整されるかを明らかにしようとする。アフォーダンスとは、環境が人や動物に与える行為の可能性であり (Gibson, 1966, 1979), “アフォーダンス知覚”とは、観察者・通過者が、環境の面の配置に対して彼らの身体にとっての“意味”や“価値”を発見する (pick up) ことである (Gibson, 1966, 1979; 佐々木, 2015; Warren & Whang, 1987). 間隙通過の際、観察者・通過者が間隙に見ているのは、“通り抜けられるか、通り抜けられないか”の“意味”であり、間隙という環境と自己の身体（間隙の通過に関わる身体幅や柔軟性など）の関係である (佐々木, 2015) .

人や物で混み合った場所を歩く際、私たちは意識的・無意識的に姿勢や進路を調整し、たいていは他者や障害物とぶつからずに安全に歩くことができる。他者や障害物の間を安全に通り抜けるためには、ただ単に環境側の対象の特性（たとえば間隙の幅）を知覚できているだけでは不十分であり、行為の主体である通過者の特性（たとえば身体の幅）と環境との関係性あるいは適合性を示す、より高次の情報が知覚されている必要がある。自己と環境との両者を同時に知覚する必要があることが、間隙通過の大きな特徴であると言える。

* 本章は、友野・山本・古山・三嶋(2020)の内容を加筆修正して作成された。

知覚されるべき身体の特性には道具等によって延長された身体も含まれ、たとえば、傘や荷物を持っている場合はそれらの形や大きさを適切に知覚して人混みや店の入り口の間隙を通り抜けているであろう。また、道具の形や大きさだけでなく、道具の所持に伴う運動の変化についても間隙の通過に際しては加味されなければならない。車椅子に乗って狭い間隙を通り抜ける際や、停まっている車両の間を自身の自動車を通り抜ける際も同様である。

それでは、私たちはどのようにして自らの身体特性を知覚し、かつ、間隙の環境特性を知覚しているのだろうか。この問いに対する先駆的なアプローチは、Warren (1984)と Warren & Whang (1987)が提案した“ π 数 (π -number)¹”である。 π 数とは、知覚者の行為可能性の変換点（たとえば、間隙を通過できると知覚するか通過できないと知覚するか）を判断する際の基準として用いられている“環境特性と行為者特性の比（環境特性／行為者特性）”のことであり、たとえば間隙通過においては“間隙幅と身体幅の比（間隙幅／身体幅）”のことである²。今日に至るまで、この π 数は間隙通過研究の基本的な分析単位として使われている。Warren & Whang (1987)は、通過の可否判断の分かれ目となる間隙幅を通過者の肩幅で除して求められる π 数の臨界値（以下、行為の可否判断の臨界値となる π 数を“ π 値”と呼ぶ）とし、実験参加者が歩いて間隙を通過する実験をおこない、通過者の身体の大きさにかかわらず間隙の幅が通過者の肩幅の1.30倍（ π 値：1.30）よりも狭くなると、通過者は肩を回旋しながら間隙をすり抜けようとすることを明らかにした。また、実験参加者が

¹ 本論文では行為者の特性と環境の特性の比を π 数と表現するが、特定の行為の可否判断をチャンスレベルで分ける π 数の臨界値を“ π 値”と呼称する。

² 研究によって、行為者特性の指標には行為者の肩幅や身体幅、車椅子使用に伴う最大幅などが用いられる。 π 数は間隙通過以外にも“障害物をまたぐかくぐるか”などの判断を研究する際に用いられている（たとえば、三嶋, 1994; 根ヶ山, 2000）。

実際に間隙を通り抜けるのではなく、一定の距離を置いて静止した状態で観察して間隙の通過可能性を判断する実験をおこなった際は、通過可能と判断される π 値は 1.16 であることが報告されている (Warren & Whang, 1987). 実際に間隙を通り抜けるのではなく、遠方から視覚的に判断する状況では、 π 値は一般的に 1.0 により近い値となる (Guardia et al., 2012; Higuchi et al., 2011; Wagman & Taylor, 2005; Warren & Whang, 1987).

1.2. 背景と先行研究

本節では、間隙通過研究の動向を整理し、これまでの間隙通過研究が明らかにしてきたこと、および、これからの間隙通過研究に必要なことについて論じる。まず、これまで多くなされてきた“物に囲まれた環境”における間隙通過研究を概観・整理分類し、次に今後検討していくべきであると著者が考える“人に囲まれた環境”(cf. Reed, 1996)での間隙通過研究に焦点を当てて議論する。加えて、これまでの間隙通過研究をアフォーダンス知覚の観点から捉え直し、人が環境の“価値”をどのように知覚しているのかについて再整理する。その上で、本論文の目的である間隙通過における社会的要因について取り上げる。

本節における先行研究のレビューでは、自らの身体特性の変化にともなう通過可能性の知覚の変化や人工物や他者を介した通過可能性の知覚について、これまでの間隙通過研究を整理しつつ論じる。どのようにして間隙を通過するのかを明らかにするためには、間隙の物理的な大きさだけでなく、行為者の身体特性を適切に知覚できるかが重要な問題となる。

先述した Warren & Whang (1987)の間隙通過課題では、実験参加者は健康な若者であり、また、手に何も持っていなかった。以下 1.2.1.1 では、

病変による身体の変化，発達・加齢に伴う身体の変化，1.2.1.2 では物の把持や装着による身体の拡張による知覚の変化について取り上げ，実験参加者は身体をどのように知覚して間隙通過という行為を遂行しているのか，もしくは，遂行できないのかについて議論する．1.2.1.3 では，自身とは異なる他者や物体による間隙通過について，具体的には，ラジコンカーの遠隔操作による制御や他者を伴った間隙通過について論じる．1.2.1.4 では，間隙が複数ある場合における間隙通過，1.2.2.1 では，間隙の構成物が人である場合と物である場合の違いについて論じる．

1.2.1 物に囲まれた環境における間隙通過

1.2.1.1 身体の変化の影響

病変等によって，私たちの身体の状態は変化し，今まで当たり前でできていたことができなくなる場合がある．反対に，子どもから大人に成長する過程でも身体の状態は変化し，これまでできなかったことができるようになることがある．このような身体の変化に際して，私たちは自身が行為する環境をどのように知覚するのであろうか．本項では，自己の身体の変化が間隙通過の可否判断，ならびに通過行動にどのような影響を与えるのかについて，これまでの研究を概観しながら整理する．

はじめに，妊婦の間隙通過を対象とした研究を取り上げる(Franchak & Adolph, 2014)．妊娠による身体変化は出産までのおよそ 40 週に亘って生じ，その間に体重で週に約 0.4 kg から 0.5 kg，腹囲で週に約 0.9 cm の増加が見られ，出産後には急速に減少する．このような身体の大きな変化に妊婦は適応できているのだろうか．Franchak & Adolph (2014)がおこなった一つの実験では，11 人の妊婦（平均 32.7 歳）を対象に，妊娠期間中（12～41.3 週）に複数回の計測セッション（10 人は 4～8 回，1 人は 20

回)を、また出産後(0.7~12.9週後)に1~2回の計測セッションを実施した。実験参加者の課題は歩行による間隙の通り抜けであったが、この実験では横歩きで狭い間隙に身体を押し込みながらすり抜ける(squeezing through)通過方略が許された。実験参加者は、間隙の2.5 m手前でまず通過可能か否かの判断をおこない、その後歩いて間隙に接近し、通過することが求められた。ただし、接近中に通過が不可能だと判断した場合は、通過を取りやめることとした。実験の結果、通過可能と知覚的に判断される間隙幅と、実際に歩いて通過可能な間隙幅との誤差は、妊娠期間を通して平均1.63 cm ($SD = 1.34$ cm)と小さく、また、出産後においても1.62 cm ($SD = 1.15$ cm)であった。これは妊婦が妊娠中の身体の連続的な変化、および出産後の身体の急激な変化に対して、間隙通過可能性の知覚判断を適切かつ持続的に再校正できていることを示しており、そのような調整のためには実際に動いて歩行する経験が重要であることが示唆された。

次に、病変によって自己の身体の大きさに関する知覚が歪んだ場合や歩行能力が変化した場合における間隙通過研究を取り上げる。特に拒食症患者のように自己の身体イメージが変容している場合、それは自己認知のレベルにとどまらず、行為レベルにも表れるのであろうか。たとえば、拒食症患者は一般の人と比較して通過可能と判断する間隙の幅が広いことが報告され(Guardia et al., 2010)、また、そのように自己の身体幅を広く見積もる傾向—認知の歪み—は他者に対しては起こらず、自己の身体に対してのみ生じることが報告された(Guardia et al., 2012)。すなわち、自身ではなく第三者が間隙を通過可能か否か判断することに関しては適切におこなえるが、自身の間隙通過の可否判断に関しては自身の身体幅を過大に見積もってしまうのである(Guardia et al., 2012)。また、自

身を太っていると思っている、自尊心が低いなど自己の身体の大きさに関わる知覚が歪んでいる場合には、間隙の通過可否判断と実際に通過可能な間隙幅に差が見られること、すなわち、歪んだ身体イメージが、身体と環境との適合に関するスキーマに影響を与えることが示唆された (Irvine et al., 2019). 上記の他にも、拒食症患者が間隙を通過する際、健常者よりも広い間隙幅を必要とすることを報告した研究 (Metral et al., 2014) や拒食症患者のアフォーダンス知覚に関する研究 (Gadsby & Williams, 2018) がある.

パーキンソン病患者の間隙通過に関する研究もおこなわれている. パーキンソン病患者は、狭いところを通り抜けようとする際に歩行を躊躇してしまう“すくみ足”と呼ばれる現象がしばしば見られる (Cohen, Chao, Nutt, & Horak, 2011). Cohen et al. (2011) は、すくみ足が起こるパーキンソン病患者の群、すくみ足が起こらないパーキンソン病患者の群、健康な成人の群における間隙の通過可否判断ならびに通り返け実験をおこなった. 実験の際、実験参加者は実際に間隙を通過する課題に加えて、自らが間隙を通り抜ける場面（歩き始めから間隙を通り抜けて歩き終えるまで）を想像する課題も求められた. 実験の結果、パーキンソン病患者の両群は、健康な成人の群（統制群）と比較して間隙幅が有意に広い場合にのみ通過可能と判断した. また、狭い間隙を実際に通過する際、すくみ足の起こるパーキンソン病患者は非常に遅い速度で間隙を通り抜けることがわかった. 加えて、実際に歩いて間隙を通過する時間と間隙通過場面を想像する時間とを比較すると、すくみ足が起こるパーキンソン病患者は、間隙通過場面を想像した時間よりも実際に間隙を通過する方がより長い時間がかかることが報告された (Cohen et al., 2011). この結果は、実際の歩行と知覚された歩行可能性の不一致がすくみ足の生起に影響を与

えている可能性があることを示唆している。このほか、パーキンソン病患者の間隙通過に関する研究は以下に詳しい(たとえば, Cowie, Limousin, Peters, & Day, 2010; Sidaway et al., 2018)。

このように、病変等による身体の変化は間隙通過のパフォーマンスに負の影響を与え、またその影響が妊娠による身体の変化には比較的速やかに適応できるのと異なって、固定化する傾向があることがわかる。

一方、身体の変化によって環境と上手く適応できなくなったが、適切な支援により再び環境と適応できるようになった事例(Muroi et al., 2017)もある。Muroi et al. (2017)は、片麻痺患者の間隙の通過方略を調整させることで、片麻痺患者が障害物に衝突する回数を減らせることを報告した。具体的には、麻痺側から間隙に進入すると、非麻痺側から進入した場合に比較して、間隙を構成する仕切りに衝突する回数が少なくなることが明らかにされた(Muroi et al., 2017)。その他の片麻痺患者の間隙通過の詳細な研究報告については、豊田 (2006)、豊田・三嶋・古山 (2005)を参照されたい。

病変による身体の変化に着目した研究だけでなく、発達・加齢段階の違いによる間隙通過研究もおこなわれている。高齢者(平均 70.5 歳)が肩を回旋せずに間隙を通り抜ける際の π 数(間隙幅/肩幅)の値は 1.60 となること(Hackney & Cinelli, 2011)、健常児(平均 9 歳)が肩を回旋せずに間隙を通り抜ける際の π 数(間隙幅/肩幅)の値は 1.61 となること(Wilmot & Barnett, 2011)を報告し、Warren & Whang (1987)でおこなわれた男子大学生(年齢の記載なし)の間隙通過時の π 値(1.30)と比較すると大きいことを示した。すなわち、高齢者や子どもは肩を回旋せずに間隙を通過するためにはより広い間隙幅を必要とすることがわかる。肩を回旋せずに通過できる間隙に対する π 値が高齢者や子どもで相対的に大き

くなるのは、これらの発達・加齢段階において歩行時の姿勢制御がたとえば若年成人と比較して不安定であることが主たる要因であり、そのような身体に対して知覚が調整された結果であると予想される。

なお、発達性協調運動障がい児では、肩を回旋せずに通過できる間隙幅はさらに大きくなり、 π 数（間隙幅／肩幅）の値で 1.76 となることが報告されている(Wilmot, Du, & Barnett, 2017)。これが歩行の不安定さによるものなのか、あるいは知覚的な調整の不十分さによるものなのかについては今後のさらなる検討が必要である。

1.2.1.2 拡張された身体の影響

私たちが普段、街を歩く際には、手に鞆を持っていたり、雨の日には傘をさして歩いたりするであろう。このように身体が道具等によって拡張された状態であっても、私たちはたいてい障害物にぶつかることなく歩くことができる。また、私たちは道具を持って歩くだけでなく、自動車などの道具に乗って、安全に運転することもできる。このような巧みで安全な移動は何によって支えられているのであろうか。本項では、棒を所持した状態での間隙通過、車椅子操作による間隙通過、自動車運転における間隙通過など、一時的に身体が拡張した際の間隙通過研究について概観し、上記の問いに迫る。

Wagman & Taylor (2005)は、ものを手に持った状態で間隙を通過する際、通過者は“ダイナミックタッチ”を利用していることを示唆した。ダイナミックタッチとは、たとえば棒などの対象物を把持して動かすという一種の触覚から得られる、対象物の形状や重さに関する情報である(Turvey, 1996)。Wagman & Taylor (2005)は、手に持った T 字型の棒を見ることはできないが振ることはできる群（以下、触覚群）と、目の前に提示された T

字型の棒を見ることはできるが振ることができない群（以下、視覚群）に分け、T字型の棒を間隙に通すことができるか否かを問う実験をおこなった。実験の結果、触覚群では π 数（間隙幅／T字型の棒の幅）の値が 0.93、視覚群では π 数（間隙幅／T字型の棒の幅）の値が 0.96 であり、触覚群と視覚群には π 値における有意な差はみられなかった。対象となる T字型の棒を見ずに振るだけでも、棒を見た時と近い知覚ができることが示唆された。実験参加者は、振った棒を自己の身体の延長として知覚できることを報告した (Wagman & Taylor, 2005)。つまり、私たちは手に持った荷物や、あるいは頭上の傘などが視野の外にあったとしても、触覚から得られる情報を利用することでそれらの幅を知覚し、間隙を適切に通過できることが示唆される。

一方、身体が拡張された際に通過者はどこを見ているのかについて着目した研究がある。Higuchi, Cinelli, & Patla (2009)は、実験参加者が間隙を通り抜ける際、何も持たずに通常歩行する場合と、自身の身体幅よりも長い棒を横向きで持って通過する場合、また、車椅子に乗って通過する場合における実験参加者の視線を計測した。その結果、通常歩行で通過する場合と棒を持って通過する場合には、視線は間隙に近づくにつれて間隙の端（障害物の縁）から間隙の中心へと遷移していくのに対し、車椅子に乗って通過する場合には、一貫して間隙の端（障害物の縁）を見ることが報告された。実験参加者は車椅子を操作しながら間隙を通過することに慣れておらず、注視する場所の違いはその行為を普段からおこなっているかどうかによる経験の影響を受けることが示唆された (Higuchi et al., 2009)。

また、Higuchi et al. (2011)は、アメリカンフットボールの防具の装着により身体が拡張された状態で間隙を走って通過する場合、その π 数（間隙

幅／肩幅) の値と通過のために必要な肩の回旋角度は運動経験の影響を受けることを実験により示した。防具を装着したアメリカンフットボールの選手が走って間隙(人の絵が描かれた2つの風船の障害物の間)を通過する場合、ふだん走って狭い間隙を通り抜けるという経験がない他の運動選手(テニス選手等)が防具を装着して走って間隙を通過する場合よりも、小さい肩の回旋角度で走り抜けることができた。しかし、興味深いことに、歩いて間隙を通り抜ける際には、アメリカンフットボールの選手と他の競技の選手の間に肩の回旋角度の差は認められなかった(Higuchi et al., 2011)。普段おこなう行為の状態(この場合は移動速度)に応じて、行為が適したかたちに調整されていることが示唆された(Higuchi et al., 2011)。その他、物を所持した状態での間隙通過の研究については、Hackney, Cinelli, & Frank (2014), Higuchi, Seya, & Imanaka (2012), Higuchi, Cinelli, Greig, & Patla (2006), Lucaites & Pagano (2018)を参照されたい。

身体の拡張は、手で物を持つことによるだけではない。移動する物体に乗り込むことで身体が拡張することもある。次に、車椅子操作における間隙通過の研究について紹介する。Higuchi, Takada, Matsuura, & Imanaka (2004)は、車椅子に乗って操作することに慣れていない実験参加者が、提示された間隙を通過可能であるかを判断する実験をおこなった。その結果、提示された間隙が通過できないにもかかわらず、通過可能と判断していた($\pi < 1.0$)。この場合の π 数は、間隙幅／車椅子の最大幅であり、車椅子からはみ出る実験参加者の腕も含めている。この要因としては、車椅子を操作する際の腕の位置を誤って知覚している可能性があげられた(Higuchi et al., 2004)。また、車椅子以外にも自動車の運転における間隙通過の研究も報告されている。Kroll & Crundall (2019)は、英国

で、動画によって提示された間隙を消防車が通過可能かを判断する実験を、経験の浅い消防車運転士、事故経験の多いベテラン消防車運転士、事故経験の少ないベテラン消防車運転士、運転経験のある一般の人の群に対しておこなった³。その結果、各群において間隙通過可否の判断に有意な差は見られなかった。一方で、経験の浅い消防車運転士、事故経験の多いベテラン消防車運転士や統制群の実験参加者たちは、間隙を通過できるかを判断する際に“消防車の右の先端”への注視に多くの時間をかけていた一方で、事故経験の少ないベテラン消防車運転士は、消防車の右の先端をあまり注視せずに判断していることが報告された(Kroll & Crundall, 2019)。このことは先述した Higuchi et al. (2011)の実験にも共通する部分があると考えられる。すなわち、行為に慣れていない人は間隙の端を注視してしまう傾向があると考えられる。加えて、Kudo et al. (2017)においても、搭乗する自動車の幅の判断の正確性と視線には関連があることが報告されている。実際に自動車を運転して間隙を通過する際、判断がより正確であった実験参加者は間隙の中心を見る傾向があり、正確性の低い実験参加者は間隙を構成する障害物を見る傾向があることが報告された(Kudo et al., 2017)。これらの結果は、経験や熟練度⁴によって間隙を通過する際の注視点、すなわち、行為の調整の仕方が変化することを示唆している。これらの研究から、拡張した自身の状態を適切に知覚し巧みに振る舞うことができる背景には、“動かすこと”と“見ること”による知覚情報の調整があると考えられる。

³ 英国の自動車の通行区分は日本と同様に左側通行である。

⁴ 学習や熟達による間隙通過の研究については、Camachon, Jacobs, Huet, Buekers, & Montagne (2007), Franchak, van der Zalm, & Adolph (2010), Ishak, Assoian, & Rincon (2019), Yasuda, Wagman, & Higuchi (2014)を参照されたい。

1.2.1.3 人工物や他者を介した間隙通過

人が立ち入れないような災害現場などでは、遠隔操作で動かすロボットや車両を使うことがある。その際、倒壊したものの間や瓦礫の間を通り抜ける必要がある。このような場面で、操作者は何を情報として間隙の通り抜けの可否判断をしているのであろうか。また、子どもの手を引いて歩く親や仲良く手を繋ぎながら歩くカップルは、子どもやパートナーをあちらこちらに衝突させながら歩いたりはしない。どのようにして、私たちは遠隔操作ロボットや他者の身体幅や行為可能性を適切に知覚して安全に移動している（もしくは移動させている）のであろうか。本項では、ラジコンカーを遠隔または目視で操作しての間隙通過(Moore, Gomer, Butler, & Pagano, 2007; Moore, Gomer, Pagano, & Moore, 2009)や他者を伴ったの間隙通過(Buck, Rieser, Narasimham, & Bodenheimer, 2019; Chang, Wade, & Stoffregen, 2009)について概観し、上記の問いについて検討する。

ラジコンカーにつけられたカメラから伝送される動画を通してラジコンカーを遠隔操作する場合、直接ラジコンカーを目視しながら操作する場合と比較して、間隙の幅を過大評価することが報告されている(Moore et al., 2007)。すなわち、画面を通してラジコンカーを操作する場合には、ラジコンカーよりも狭い間隙幅であるにもかかわらず通過可能と判断してしまうということである。その理由を探るため、Moore et al. (2009)は、ラジコンカーの大きさ（大・中・小）を変数として遠隔操作時と直接操作時の比較をおこなう実験と、カメラの取り付け位置（低・中・高）⁵と間隙までの観察距離（近・遠）を変数として遠隔操作時と直接操作時の比較をおこなう実験をおこなった。その結果、直接ラジコンカーを目視しな

⁵ カメラの高さを操作すると同時にカメラの取り付け角度も操作される。詳細は、Moore et al. (2009)の Method の章に記載されているので参照されたい(p565)。

から操作する場合ではラジコンカーの大きさにかかわらず間隙の通過可否を適切に判断することができたが、画面越しで遠隔操作する場合には、すべてのラジコンカーの大きさで間隙幅を過大評価し、また、ラジコンカーの大きさが大きくなるほど過大評価する度合いは大きくなった (Moore et al., 2009). カメラの取り付け位置に関しても、どの取り付け位置であっても遠隔操作時には間隙幅を過大評価した。また、カメラの位置が低く、間隙から遠い場所では間隙幅の過大評価がより顕著になることが報告された (Moore et al., 2009). 画面越しで間隙の通過可否を判断する場合と直接目視で間隙の通過可否を判断する場合とでは、ピックアップ可能な情報に違いがあると考えられる。しかしながら、なぜ画面越しでは適切に間隙の通過可能性を知覚することができないのであろうか。画面を通して“見ること”だけでは身体と環境の関係性を知覚することは難しく、自身の身体を“動かすこと”もまた適切な間隙の通過可能性の知覚に必要であると考えられるが、今後、より詳細な検討⁶が望まれる。

次に、他者という、自己とは異なる身体を知覚して間隙を通り抜ける研究について取り上げる。Chang et al. (2009)は、親が子どもを連れて歩く場面を想定し、成人の実験参加者（身長が高い群；172 cm 以上・低い群；152 cm 以下）が子どもの実験参加者（身長が高い子ども；134.1 cm・低い子ども；118.6 cm）を伴って、提示された間隙の通過可能性を判断する実験と実際に 2 人で歩いて通過する実験をおこない、判断のみの場合と実際に通過する場合で π 数（間隙幅 / 2 人の肩幅の合計）の値に違いがあるのか、すなわち、二者での行為可能性について適切に知覚できるのかを検討した。その結果、子どもを伴っての間隙通過可否の判断と実際

⁶ 遠隔操作の研究については、たとえば、Schmidlin & Jones (2016)などもある。

の通過の π 値に違いはなく、成人の実験参加者は自己の身体に加えて同伴する子どもの大きさ、行為可能性をも適切に知覚できることがわかった (Chang et al. 2009). また、Buck et al. (2019)は、VR 環境を用いて、初めて会う他者を伴う間隙通過における男女の違い、実環境と VR 環境での違いについて実験による検討をおこなった。その結果、実環境では男性と男性のペアはお互いの間の空間をほとんど空けることなく通過したのに対して、男女のペアではお互いの間を広く開けて通過したことが報告された (Buck et al., 2019). 一方で VR 環境では実環境で見られたような性別の組み合わせによる通過方略の違いは見られなかった (Buck et al., 2019).

本項では、他者や人工物を介した間隙通過研究について概観した。これらの研究を概観すると、実際に目視する場合と、画面越しや VR 環境でこれをおこなう場合とでは違いがあることがわかる。昨今では VR 環境を用いた間隙通過の研究が多くおこなわれてきており (Bhargava et al., 2018; 近藤・福原・樋口, 2018), 今後さらに VR 環境での間隙通過研究が多くなされることで、実環境との違いを生む要因が解明されるであろう。自己とは異なる身体で間隙を通過する場合、実際に目視する場合、すなわち、直接環境と身体を参照できる場合には適切に間隙を通過できるが、画面越しや VR など間接的に環境と身体を参照する場合には適切に間隙通過可能性を知覚できないことが考えられる。

本節で取り上げた研究によって、私たちは自身の身体を適切に知覚しなければ間隙の通過可能性を適切に知覚できないことが示唆された。一方で、訓練や通過の方略を変えることで環境に適応できるようになる例もあった (Muroi et al., 2017; 豊田, 2006; 豊田ら, 2005). また、間隙の通過可能性を適切に知覚するためには、身体を“動かすこと”が重要である

ことが示唆された。ある感覚からの情報のピックアップが困難な場合であっても、私たちは環境を探索しながら間隙の通過可能性を知覚することができると考えられる。

1.2.1.4 選択を伴う間隙通過

私たちの生活の中では、間隙が複数ある場面に遭遇することがある。たとえば、大きな駅には複数の自動改札があり、どの改札を通り抜けるかは状況に応じて変化するであろう。駅の入口から最も近い改札を通過することもあれば、ホームに最も近い改札を通過するかもしれない。あるいは、駅によっては通路が広めに作られた改札があり、そこを通り抜けるかもしれない。私たちは間隙が複数ある場面においてどのように通過する間隙を選択し、通過しているのだろうか。これまでに紹介した間隙通過の研究は、間隙が1つしかない場面であった。ここでは、複数の間隙から1つの間隙を選択して通過する研究や複数の間隙を通り抜ける研究について取り上げ、通過者の行為の調整がどのようにおこなわれるのかについて整理する。Tomono & Mishima (2015)は、台車（車体の幅と車輪の動きの自由度を操作）を押して幅の異なる4つの間隙から通過可能な最小の幅の間隙1つを選択して通過する実験をおこなった。その結果、台車の大きさにかかわらず、車輪の動きの自由度（台車の4つの車輪全てが自由に動く、もしくは台車の前輪2つは自由に動くが後輪2つは固定された）によって通過の方略が異なることが分かった (Tomono & Mishima, 2015)。車輪の動きの自由度が高い場合においては、小刻みに台車を動かして探索しながら間隙を通過するのに対して、車輪の動きの自由度が低い場合には、直線的な動きで間隙を通過することが報告された (Tomono & Mishima, 2015)。このことから、台車を押して複数の間隙から

1 つの間隙を選択して通過する際には、台車の大きさに応じて通過する間隙を選択するだけでなく、車輪の自由度に応じて台車を動かしながら間隙を通過していることが示唆された(Tomono & Mishima, 2015). また, Hackney, Cinelli, & Frank (2018)は、間隙が3つ縦方向に列になっている場面において通過者はどのような方略(通過経路や肩の回旋度合い)で複数の間隙を通過するのかを検討した. 実験に際して、間隙の幅と2つ目の間隙の位置を操作した. その結果、間隙の通過方略は、2つ目の間隙の位置によって変化することが報告された(Hackney et al., 2018). すなわち、通過者は遠回りをして肩を回旋せずに間隙の中央を通過するよりも、肩を回旋してでも最短の経路で3つの間隙を通過する傾向があることが示された(Hackney et al., 2018).

選択を伴うような複雑な環境における間隙通過研究は他にもある. たとえば、動く間隙を通過する際に通過者が知覚する行為の可能性についての研究(Fajen & Matthis, 2011; Watson, Brault, Kulpa, Bideau, Butterfield, & Craig, 2011)や、その際に環境のどこを見ているのかに関する研究(Cinelli, Patla, & Allard, 2008; Cinelli, Patla, & Allard, 2009), 足場が不安定な状況で間隙を通過する課題を設定した研究(Hackney, Cinelli, Denomme, & Frank, 2015)などがある. このような複雑な環境であっても、私たちは環境にある情報を適切に知覚し間隙を通り抜けることができるが、その背後では巧みな調整活動がおこなわれていると考えられる.

上記の研究から、複雑な環境においては、自身の身体を適切に知覚するだけでなく、環境の特性に応じて自身の行為を調整する必要があることが示唆された. また、間隙を構成する枠から釘が突出しているといった危険な状況では、釘が出ていない間隙よりも広い間隙幅にならなければ通過可能と判断されないなど、環境の危険度に応じて通過可能性の知

覚が変化することが報告されている (Flascher, 1998). 私たちは自身の身体の状態を知覚するだけでなく、間隙の状態を知覚し、身体と環境の関係性あるいは適合性を知覚しながら間隙を通過していると考えられる。

1.2.2 人で囲まれた環境における間隙通過

1.2.2.1 人で構成される間隙の通過

私たちは人で混み合った場所を歩く際、意識的・無意識的な調整をおこなうながら、他者とぶつからずに安全に歩くことができるだろう。また、駅のホームで電車を待っている人の間を通り抜ける際も、他者とぶつかることなく通り抜けることができる。これまで紹介してきた研究は全て、物理的な対象すなわち物体と物体の間を通り抜ける研究であり、これまでなされてきた間隙通過研究の多くは、物理的な環境における、行為者と環境との関係性 (π 数) についての検討であった。一方で、私たちの暮らす生活環境は物体に囲まれた物理的な環境というだけではなく、人に囲まれた社会的な環境でもある。人と人の間は物と物の間と本質的に同じなのであろうか。人と人の間は物理的な幅以上の“意味”を持つのであろうか。Hackney, Cinelli, & Frank (2015)は、正面を向いて横に並んだ2人の人を実験参加者が通過する際の π 数 (間隙幅 / 肩幅) の値と、2つのポールの間を通過する際の π 値を比較する実験をおこなった。その結果、2人の人の間を通過する際の π 値は 1.7、2つのポールの間を通過する際の π 値は 1.3 となることを報告した。このことから、人と人の間と物と物の間は等価ではなく、違いがあることが分かった。この違いを生み出す要因として、パーソナルスペースが関係していることが指摘された (Hackney et al., 2015)。

1.2.2.2 パーソナルスペース

人にはパーソナルスペース(Hall, 1966; Sommer, 1959; 田中, 1973)が存在し, 人を取り巻く近接空間とそれ以外とでは進入(侵入)可能性が異なると考えられる. パーソナルスペースとは, 個人を中心に据えた不可視の(しかし, 可知の)空間・領域であり(Hallはパーソナルスペースを泡と呼んだ), 他の個人と一定の距離を保ちながらも, 親密度や, 状況に応じてその大きさ・範囲を変える(Hall, 1966; Sommer, 1959).

パーソナルスペース研究は, Hall(1966)や Sommer(1959)を代表に発展してきた. Hall(1966)は, 人が会話やコミュニケーションをする際には, 適切な空間距離(距離帯)があるとし, その空間を密接距離・個体距離・社会距離・公衆距離の4つの距離帯に分類し, それぞれの距離帯には近接相と遠方相があるとした.

Sommer(1959)は, パーソナルスペースとなわばり(territory)とを比較して論じた. Sommerによれば, パーソナルスペースは持ち運ぶことが可能であるのに対して, なわばりは持ち運ぶことができないとした. また, なわばりはその境界に印をつけることで可視な領域であるのに対して, パーソナルスペースの境界は不可視であること, なわばりの中心にあるのは動物もしくは人の住処(home)であるのに対して, パーソナルスペースの中心にあるのは身体であると Sommer(1959)は主張した.

また, パーソナルスペースは, 単純に個人を中心とした円柱を描くのではなく, 上半身では円柱であるが, 下半身では足先にかけて徐々に細くなることや(Hayduk, 1978), 個人の正面に長く伸びた楕円状であること(Gérin-Lajoie, Richards & McFadyen, 2005; Roger & Schalekamp, 1976; 田中, 1973)などが報告され, パーソナルスペースを規定する空間の形状について様々な議論がなされてきた. 田中(1973)は, 静止した実験参加者

に様々な角度から 1 人の人が歩いて近づいてきたときに、実験参加者が不快と感じたところで歩行者の動きを止める実験を実施した。その結果、パーソナルスペースの距離は大きい順に、実験参加者の正面>斜め前方>横>斜め後方>後ろとなったことを報告した(田中, 1973)。すなわち、パーソナルスペースは異方的構造を持つことが示された(田中, 1973)。

また、渋谷(1990)は、パーソナルスペースには 3 つの側面があると主張する。1 つ目は、私的なパーソナルスペースであり、個人が自分自身のまわりに持っているものである(渋谷, 1990)。この私的なパーソナルスペースは性差や性格などの個人差と深い関係があり、比較的静態的な性質を持っていると主張する(渋谷, 1990)。2 つ目は、相手のパーソナルスペースであり、他人が持っていると思われるものである(渋谷, 1990)。この相手のパーソナルスペースは、社会的地位関係やお互いの親しさなどの諸要因と関係があり、出会った相手についてのこちら側の認知に応じて変わる性質を持っていると主張する(渋谷, 1990)。3 つ目は、相互作用のパーソナルスペースであり、対人場面において、相互の関係に最もふさわしいようにその都度設定され、2 人の間の相互の認知によって変化する性質を持っていると主張する(渋谷, 1990)。3 つ目のパーソナルスペースの側面の観点に立つと、人は自身のパーソナルスペースについてだけではなく、他者のパーソナルスペースを知覚しながら行為をなしていることになる。このような他者のパーソナルスペース、すなわち、他者の存在が自身の行為に影響を与えることは、生態心理学の分野においても報告されている(Gibson & Crooks, 1938)。

Gibson & Crooks(1938)は、のちにアフォーダンスの概念として発展させた“安全運行の場 (Field of safe travel)”を提唱し、自身の自動車の運転行為は他の自動車の存在に大きく影響されることを述べた。安全運行

の場は、自身が運転する自動車が障害物に衝突することなく通過可能な場、領域である(Gibson & Crooks, 1938). 加えて、同論文では、運転者は他の運転者の安全運行の場を考慮することが指摘されている(Gibson & Crooks, 1938). つまり、運転者は他の運転者の安全運行の場と重ならないよう、他の運転者(他の運転者の運転行動も含めて)を見ることで、自身の安全運行の場を調整する(Gibson & Crooks, 1938). このようにパーソナルスペースや他者の存在が個人の行為に影響を与えることは、本論文における人と人の間の通過可否判断ならびに通過行動(後述)を検討する上で大変示唆的である.

1.2.3 間隙通過における意味や価値のピックアップ —アフォーダンス知覚

本項では、これまでに概観した間隙通過研究をアフォーダンス知覚の観点から捉え直す. すなわち、人は間隙の“意味”や“価値”をどのように発見(ピックアップ)しているのかについて論じる.

先述した通り、人が間隙に見ているものは自身が通過できるか、通過できないかの意味であり、価値であった. Warren & Whang (1987)は、物と物の間を通れるか通れないかの意味・価値の知覚について論じた. 人が間隙を歩いて通り抜ける場合に、肩を回旋せずに通過できる・通過できないといった行為の転換点は間隙幅が人の肩幅の1.3倍とした($\pi = 1.3$). この1.3という π 値は、人にとっての間隙に衝突せずに不自由なく通り抜けるための価値を示す指標であり、間隙と行為者の関係性からなる. 間隙から釘が出ているといった状態の場合、Warren & Whang (1987)で示した間隙と行為者の関係性とは変化する. 間隙に衝突せずに不自由なく通過できるかどうかの意味や価値の知覚は変化する.

Flascher (1998)は、間隙を構成する物の持つ特性によって間隙を通れるか通れないかの意味・価値の知覚が変化することを示した。間隙を構成する仕切りから釘が出ている場合、釘が出ていない場合と比較して、人が通過可能と知覚する間隙幅は広くなることを報告した。したがって、行為者にとっての間隙を通過できるかどうかの意味や価値のピックアップは、釘の鋭さといった物理的な制約を受けて変化する。この他にも、間隙が複数ある状況などの複雑な環境においても間隙を通過できるかどうかの価値は大きく変わる。

一方、間隙の状態の変化だけでなく、行為者の身体が拡張した場合や身体の状態が変化した場合においても、環境と行為者の関係性は変化する。変化した身体によってこれまでピックアップしていた間隙を通過できるかの意味や価値が変化すると考えられる。

これまで整理した間隙通過におけるアフォーダンス知覚、すなわち、間隙を通過できるかどうかの価値のピックアップは、物理的な制約や変化によってその様相を変えるが、社会的な制約や変化によっても間隙を通過できるかどうかの価値のピックアップは変化する。Hackney et al. (2015)は、間隙の構成物が人になることで間隙を通れるか通れないかの意味・価値が変化することを示した。一方、本論文では、間隙を構成する人の持つ特性によって、間隙を通れるか通れないかの意味・価値がどのように変化するのかについて明らかにする。人の持つ特性としては、異方的なパーソナルスペースや他者の行為可能性の知覚、エージェンシー等が考えられる。次に人と物を区別する概念としての人の持つ特性について整理する。

人と物を区別すると想定される概念の1つとしてパーソナルスペースが挙げられる。再掲となるが、人にはパーソナルスペース(Hall, 1966;

Sommer, 1959; 田中, 1973)が存在し, 人を取り巻く近接空間とそれ以外とは進入(侵入)可能性が異なると考えられる. パーソナルスペースは人に帰属することが想定されており, 物には帰属しないとされている(Sommer, 1959).

人と物を区別すると想定されるもうひとつの概念として他者の行為可能性の知覚が挙げられる. 人は歩く際に顔の正面の方向に進み後ろ向きに進むことは少ないといった, 他者の行為の可能性を私たちは知覚することができる. また, 向かい合っている2人は, 見つめ合っている, 会話をしているといった行為を実際に行っているかとは関係なく, そのような行為が可能であると観察者が知覚することもあるだろう. 一方, 動くことも話すことも無い物体に対しては, その物体の行為可能性を私たちは知覚することはないと考えられる(空き缶が踊り出す可能性があるとは私たちは知覚しないだろう).

さらに, 人と物を区別すると想定されるもう1つの概念として, エージェンシーについて取り上げる. エージェンシーとは行為主体性のことであり, 通常, エージェンシーは無機物にはなく, 人間に帰属されていると考えられる. そのため, 本論文で使用した箱型パネルや人型パネル(後述)にはエージェンシーがないと考えられる. 一方で, 青山(2008a, 2008b, 2012)は, エージェンシーは人間のみの属性と考えるべきではないと主張する. 青山(2012)は, 例を挙げながら, クルーズコントロールで自動走行している車は, 人工物でありながら人間と同様にエージェンシーを発揮していると考えられるのではないかとする. このことから, エージェンシーは人間のみには帰属するのではなく, 人工物との関係性の中においても発揮されると考えられるが, 本論文では自律性をもった機械についてはいったん対象外とする.

本論文では、社会的要因としてのパーソナルスペースの異方的構造に着目して研究を進めた。本論文では、パーソナルスペースを持った通過者ならびに観察者が、間隙を構成する2人の周囲に知覚するパーソナルスペースを検討対象とする。

1.3 本論文の目的と仮説

上述したように、これまでの間隙通過研究により、私たちは自身の身体の状態を知覚するだけでなく、間隙の状態を知覚し、身体と環境の関係性あるいは適合性を知覚しながら間隙を通過していることが明らかとなった。一方、これまでの間隙通過研究の多くは、物と物の間についての検討、すなわち、物に囲まれた環境における間隙通過研究に主眼が置かれていた。人が生きる環境が人や物で構成されている以上、人と人の間の通過研究ならびに社会的要因を考慮した間隙通過研究を進めていくことが求められる。

そこで、本論文は、間隙を構成する障害物が人であることならびにその人の向きの違いが観察者（通過者）の間隙の通過可能性に影響を与えるのか、与えるとしたらどのような影響を与えるのかを研究Ⅰ（2章）・研究Ⅱ（3章）・研究Ⅲ（4章）を通して明らかにする。上記の問いを明らかにするために本論文では、以下の3つの仮説を設定する。

仮説1：人と人の間を通過できるかどうかの π 値は、間隙を構成する人々のパーソナルスペースが考慮されるため、物と物の間を通過する場合よりも大きくなる。

仮説2：間隙を構成する2人にはパーソナルスペースが存在する一方、間隙を構成する無機的な物体は、人型であったとしてもパーソナルスペースは存在しないと仮定した。そのため、人と人の間の通過可否の判断

は、人型パネルと人型パネルの間の通過可否の判断よりも間隙幅を多く必要とする。すなわち、人と人の間を通過できるかどうかの π 値は人型パネルと人型パネルの間の π 値よりも大きくなる。

仮説 3: パーソナルスペースは人の正面に長く伸びる異方的構造を持つ(田中, 1973)とされているため、間隙を構成する人の向きに応じて観察者(通過者)の通過可能性の知覚とそれに伴う通過行為の調整は異なる。具体的には、観察者(通過者)は、背中合わせに立つ2人の間や正面を向いて並列する2人の間よりも向かい合う2人の間の間隙幅を狭く知覚する。すなわち、向かい合う2人の間の π 値は他の条件で立つ2人の間の π 値よりも大きくなる。

本論文では、パーソナルスペースは個人が持つ他者に侵入して欲しくない領域であり、個人は自身のパーソナルスペースだけでなく他者のパーソナルスペースを知覚することが可能であると仮定する。パーソナルスペースは個人と他者の親密度や性別、文化によって大きさが変わることから、本論文の実験では親密度が高くない人たち、かつ、男性で日本人の実験参加者のみによっておこなった。文化差や性別を考慮した研究については、今後の課題とする。

本論文の問いを解明することで、アフォーダンス理解への貢献とさまざまな分野への応用が可能になると考えられる。これまであまり検討されてこなかった社会的な背景を間隙通過の構成要素として取り入れて考察することで、アフォーダンス理解に貢献できると考えられる。また、社会的な背景を考慮に入れた間隙通過研究をおこなうことで、建築物や設備の設計、人と関わるロボットの制御、異文化コミュニケーション、リハビリテーションなどのさまざまな分野への応用可能性を開くことができると考えられる。

本論文では、間隙を構成する障害物が人である場合についての萌芽的な検討をおこなう。そのため、人が複数いる場合における間隙通過や人と物が混在する場合における間隙通過については扱うことができなかった。本論文の成果を踏まえ、今後の課題として検討していく。

1.4 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである（図 1-a）。

1章 序論

これまでの間隙通過研究をレビューし、成果と課題を整理した。

2章 研究Ⅰ：人と人の間の通過可能性の知覚

間隙の構成物が人である場合と物である場合の違い、ならびに、間隙を構成する2人の向きの違いが観察者の通過可能性の知覚に与える影響について知覚実験により検証した。

仮説1・3の検証

3章 研究Ⅱ：障害物の人らしさが間隙の通過可能性に与える影響

間隙の構成物が人型パネルであることが観察者の通過可能性の知覚に与える影響について知覚実験により検証した。

仮説2の検証

4章 研究Ⅲ：人と人の間の通過方略

人と人の間を通過者が実際に通過する際の通過方略について歩行実験により検証した。

仮説1・3の検証

5章 総合考察

研究Ⅰ～Ⅲの結果について総合的に考察した。

6章 結論

本論文全体を通しての結論を述べた。

図 1-a 本論文の構成。

1 章 序論では、これまでの間隙通過研究の背景について言及し、社会的要因を考慮した間隙通過研究の必要性について論じた。

2 章 研究 I では、物と物の間の通過可能性の知覚と、人と人の間の通過可能性の知覚が異なるのかについて、加えて、間隙を構成する 2 人の向きが間隙の通過可能性の知覚に影響を与えるのかについて実験により検討した。

研究 I の実験では、a) 静止した 2 人の間、b) 箱と箱の間において、実験参加者が静止した状態で、肩を回旋することなく通過可能だと判断した間隙幅を求めた。また、人が持つパーソナルスペースには異方的構造があることから、間隙を構成する 2 人の向きによっても通過可能と判断する間隙幅が異なると考えられる。そこで、間隙を構成する 2 人の実験協力者（男性）が向かい合う条件、背中合わせの条件、正面（実験参加者のいる方向）を向いて並列する条件、後ろを向いて並列する条件を設定し、実験参加者の静止した状態での間隙の通過可否の判断について検討した。加えて、箱型のパネルの条件を設定し、人と人の間を通過する場合と、箱型の障害物（パネル）の間を通過する場合とでの間隙の通過可否判断を比較した。分析では、先行研究(Warren & Whang, 1987)に倣い、通過可否判断の指標として π 数（間隙幅／肩幅）の値を算出し、分析単位として使用した。

実験の結果、向かい合う条件での π 値が他の条件の π 値よりも大きくなった。このことから、物と物の間の通過可能性の知覚と、人と人の間の通過可能性は異なることがわかった。また、間隙を構成する 2 人の向きによって、間隙の通過可能性の知覚が異なることもわかった。実験参加者は人と人の間の通過可否判断をする際、間隙を構成する人のパーソ

ナルスペースの異方的構造といった社会的要因を考慮していることが示唆された。

一方で間隙を構成する障害物の形は、物であるのか人であるのかによって大きく異なった。そこで、3章 研究Ⅱでは障害物の形を人に近づけることで、物で構成された間隙と人で構成された間隙の通過可能性の知覚について検討した。また、通過可能性の知覚だけでなく、実際の間隙通過場面における通過行為の調整について、4章 研究Ⅲで検討した。

3章 研究Ⅱでは、実験参加者は、静止した2人の間の通過可否と、人の形をした2つのパネルの間の通過可否について判断した。間隙を構成する2人の条件は、向かい合う、背中合わせ、正面を向いて並列する、後ろを向いて並列するの4種とした。また、2つの人型パネルの条件は、向かい合う、背中合わせ、並列の3種であった。分析では、先行研究(Warren & Whang, 1987)に倣い、通過可否判断の指標として π 数(間隙幅/肩幅)の値を算出し、分析単位として使用した。

実験の結果、間隙を構成するものが人であろうと人型パネルであろうと、向かい合う条件における π 値が他の条件よりも大きいことがわかった。すなわち、向かい合う条件では、肩を回旋せずに通過するために実験参加者は広い間隙幅を必要とすることがわかった。この結果は、パーソナルスペースの異方的構造によるものだと考えられる。つまり、2人の人の間を通り抜けられるか判断する際、実験参加者は間隙を構成する2人の正面に長く伸びる異方的なパーソナルスペースを考慮している可能性が高い。加えて、2人の人の中の通過可否判断における π 値と2つの人型パネルの間の π 値に有意な差は見られなかった。このことから、実験

参加者は、実際の人であるかに関わらず、間隙の構成物の“人らしさ”に基づいて、パーソナルスペースを知覚していることが示唆された。

4 章 研究Ⅲでは、間隙の形を統制した上で、人はいかにして人と人の間を通り抜けるのかについて実験的に検討した。間隙を構成する 2 人を箱型のフレームに入れることで人が持つ凹凸を無くし間隙の形の統制をおこなった。間隙を構成する 2 人の男性実験協力者がさまざまな方向を向いた配置要因と間隙幅要因の 2 つを設定した。配置要因には 7 つの条件（左を向いて並列する条件・右を向いて並列する条件・向かい合う条件・背中合わせの条件・正面を向いて並列する条件・後ろを向いて並列する条件・箱型フレームのみの条件）を設定し、間隙幅要因には 7 つの条件（50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 cm）を設定し、10 名の男性の実験参加者に通常の速度で間隙を通過するよう教示した。実験参加者は、間隙を通過する際に障害物と衝突しそうになった場合には肩を回旋することが許された。

実験の結果、向かい合う条件では、箱型フレームのみの条件よりも大きく肩を回旋させること；右を向いて並列する条件か、左を向いて並列する条件かによって回旋する肩に左右差があることや歩行の経路が異なること；肩の回旋の開始が後ろを向いて並列する条件よりも正面を向いて並列する条件の方が間隙の手前でおこなわれること、がわかった。これらの結果から、実験参加者は、社会的要因としてのパーソナルスペースの異方的構造の知覚によって間隙の通過行為を調整していることが示唆された。

5 章 総合考察では、社会的要因としての異方的なパーソナルスペースが間隙の通過可能性の知覚ならびに通過行為に与える影響について、研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲを通して総合的に考察した。

研究Ⅰ・Ⅲより、人と人の間の通過可能性の知覚とそれに伴う通過行為の調整は、物と物の間を通過する場合とは異なることが明らかとなった。ただし、研究Ⅱより、間隙を構成する障害物が物であったとしても、人の形をしている場合には人が間隙を構成する場合と同様に通過可能性を知覚することが示唆された。

また、研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲより、間隙を構成する 2 人の相互の間隔だけでなく、その向きに応じて観察者（通過者）の通過可能性の知覚とそれに伴う通過行為の調整は異なることが明らかとなった。具体的には、同じ間隙幅であっても、間隙を構成する 2 人の向きによって間隙を通り抜けられるか通り抜けられないかに関する通過者の知覚的判断が変わること、また、実際に間隙を通り抜ける際には、通過者の肩の回旋角度や回旋方向、回旋の開始点、通過経路といった通過方略が調整されることが明らかとなった。

6 章 結論では、序論で設定した 3 つの仮説が支持されたのかについて、まとめた。

観察者（通過者）は、向かい合う 2 人の間は他の条件よりも通過しづらいと知覚し、肩を大きく回旋することで通過行為を調整していることが明らかとなった。また、間隙を構成する人の向きに応じて通過行為の調整が見られた。特に左を向いた 2 人の間が 70 cm 以上と広い場合、通過者は他の条件よりも間隙の左側を通過し、2 人の間が 65 cm 以下と狭い場合、肩を反時計回りに回旋して通過するといった調整が見られた。

これらのことから，社会的要因としてのパーソナルスペースの異方的構造が観察者並びに通過者の通過可能性の知覚に影響を与えることが明らかとなった．

なお，本論文の実験の手続きについては，早稲田大学における“人を対象とする研究に関する倫理委員会”による倫理審査を受け，承認されている（承認番号：2016-040）．

2. 研究 I : 人と人の間の通過可能性の知覚**

要約

私たちは人混みの中を歩くとき、可能な限りぶつかることなく安全に通り抜けなければならない。このようなすき間の通過可否(通り抜けられる、通り抜けられない)の判断はどのようにおこなわれているのであろうか。研究 I の実験では、a) 静止した 2 人の間、b) 箱と箱の間において、実験参加者が静止した状態で、肩を回旋することなく通過可能だと判断した間隙幅を求めた。また、人が持つパーソナルスペースには異方的構造があることから(田中, 1973)、間隙を構成する 2 人の向きによっても通過可否判断が異なると考えられる。そこで、間隙を構成する 2 人の実験協力者(男性)が向かい合う条件、背中合わせの条件、正面(実験参加者のいる方向)を向いて並列する条件、後ろを向いて並列する条件を設定し、実験参加者の静止した状態での間隙の通過可否の判断について検討した。加えて、箱型のパネルの条件を設定し、人と人の間を通過する場合、箱型の障害物(パネル)の間を通過する場合における間隙の通過可否判断を比較した。分析では、先行研究(Warren & Whang, 1987)に倣い、通過可否判断の指標として π 数(間隙幅/肩幅)の値(π 値)を算出し、分析単位として使用した。実験の結果、向かい合う条件での π 値が他の条件の π 値よりも大きくなった。このことから、実験参加者は人と人の間の通過可否判断をする際、間隙を構成する人のパーソナルスペースの異方的構造といった社会的要因を考慮していることが示唆された。

** 本章は、友野・古山・三嶋(2017)の実験 1 の内容を加筆修正して作成された。

2.1 はじめに

昼休みの教室で机の間をすり抜ける，あるいは，日曜日の混み合った駅前の路地を自動車を通り抜けるなど，生活環境には様々な“すき間”が存在し，私たちはそれらを安全に通り返けなければならない．そのような，いわば空間的に“にぎやかな”生活環境の中で，私たちはいかにして眼前の間隙を通り抜けることができる，もしくは，通り抜けることができないと判断しているのであろうか？ 特に，間隙には，物によって構成される間隙と，人によって構成される間隙があると考えられるが，これらが同じ物理的距離をあけて並んでいたとして，それらは果たして“等価”となるのであろうか．

2.1.1 目的と仮説

研究 I では，人がいかにして人と人の間を通り抜けられると判断しているかを検討する．そのために，人と人との通過可否判断と物体（箱型のパネル）と物体の間の通過可否判断を比較し，それらの相違点，およびいかなる情報とその相違を生じさせているのかを明らかにすることを目的とした．仮説として，間隙を構成する 2 人にはパーソナルスペースが存在する一方，間隙を構成する無機的な物体にはパーソナルスペースは存在しないと仮定した．そのため，人と人との通過可否の判断は，物体と物体の間の通過可否の判断より間隙幅を多く必要とするのではないかと予想した．加えて，パーソナルスペースが正面に長く，左右と後方で短い楕円状（Gérin-Lajoie, Richards & McFadyen, 2005; Roger & Schalekamp, 1976; 田中, 1973）であるならば，間隙を構成する人の身体方向の違いによっても，間隙の通過可否判断は影響されると予想した．たとえば，間隙を構成する 2 人の人がお互いに向き合っている，背中合わせである，

正面（観察者のいる方向）を向いて並列している，後ろを向いて並列している等の状況である．なお，研究 I では実際に実験参加者が間隙を通過した場合にはなく，実験参加者が静止した状態で間隙の通過可否判断をおこなった場合のデータについて報告する．先行研究では，実験参加者が間隙を実際に通過した際に他者のパーソナルスペースを知覚可能であったとしているが（Hackney et al, 2015），研究 I では観察のみによっても他者のパーソナルスペースを知覚可能かどうかについて検討することになる．

2.2 実験

研究 I の実験では，1) 間隙を構成するものが人であるのか，物体（箱型のパネル）であるかの違い，2) 間隙を構成する人の身体方向の違い（および身体幅）と箱型のパネルの方向（および物体幅）の違い，が観察者の間隙通過の可否判断に及ぼす影響について検討した．

2.2.1 方法

2.2.1.1 実験条件

間隙を構成する 2 人の実験協力者（男性）が向かい合う条件，背中合わせの条件，正面（実験参加者のいる方向）を向いて並列する条件，後ろを向いて並列する条件を設定し，通過者の静止した状態での間隙の通過可否の判断について検討した（図 2-a）．加えて，箱型のパネル（幅 300 mm，高さ 1745 mm，奥行 450 mm）の条件，箱型のパネル（幅 450 mm，高さ 1745 mm，奥行 300 mm）の条件を設定し，人と人の間を通過する場合，箱型の障害物（パネル）の間を通過する場合での間隙の通過可否判断を比較した（図 2-a，図 2-b）．また，間隙を構成するものが人の場合と物体の

場合とで実験条件を統一するため、間隙を構成する人と実験参加者の視線が合わないようにした。具体的には、間隙を構成する人は視線をまっすぐに向け、実験環境内の壁を直視していた。

先行研究 (Warren & Whang, 1987) に倣い、通過可否判断の指標として π 数 (間隙幅 / 身体幅) の値を算出し、分析単位として使用した。研究 I では、実験参加者の肩の高さにおける間隙幅を実験参加者の肩幅で除した。具体的には、向かい合う条件では、間隙を構成する 2 人の胸の上部 (胸骨柄) の間で構成される間隙幅、背中合わせの条件では、間隙を構成する 2 人の肩甲骨 (内側縁) の間で構成される間隙幅、正面および後ろを向いて並列する条件では、間隙を構成する 2 人の肩 (上腕の最外側) の間で構成される間隙幅を π 数 (間隙幅 / 身体幅) の値の分子とした。人間の身体で最も幅が広いのは、肩幅 (左上腕の最外側から右上腕の最外側までの直線距離の幅) もしくは、両肘の先から先までの幅であるが、研究 I では肩幅を身体幅、つまり π 数 (間隙幅 / 身体幅) の値の分母とした。肘における身体幅は腕を動かすことで容易に変えることができるが、肩の幅は容易に変えることができない。もちろん、肩を回旋すれば正面からの見かけ上の肩幅を狭めることはできるが、肩幅そのものを狭めることは困難または限定的である。そこで、肩幅を相対的に安定した尺度として用いることは十分に妥当性があるものとみなし、研究 I では実験参加者の肩幅を身体幅、つまり、 π 値の分母として使用した。 π 値の分子となる間隙幅において、人によって構成された間隙は人体に沿って滑らかな曲線を描いており、必ずしも実験参加者の肩の高さに対応する間隙が最小の幅ではなかったが、肩幅で除する場合、肩の位置に対応する間隙を間隙幅として使用するのが妥当と考え、その幅を分子として使用した。なお、人によって構成される間隙が最小の幅になるのは、向かい合う条件では、

2人の腹部と腹部の間（胸部（胸骨柄）の間より100 mm狭い），背中合わせの条件では，2人の肩甲骨（内側縁）の間，正面および後ろを向いて並列する条件では，2人の肘と肘の間（肩の間よりも30 mm狭い）であった．箱型のパネル（幅300 mm，幅450 mm）は，人体とは異なり間隙を構成する面が平面のため，どの位置の間隙幅で計測しても同じ幅であった．

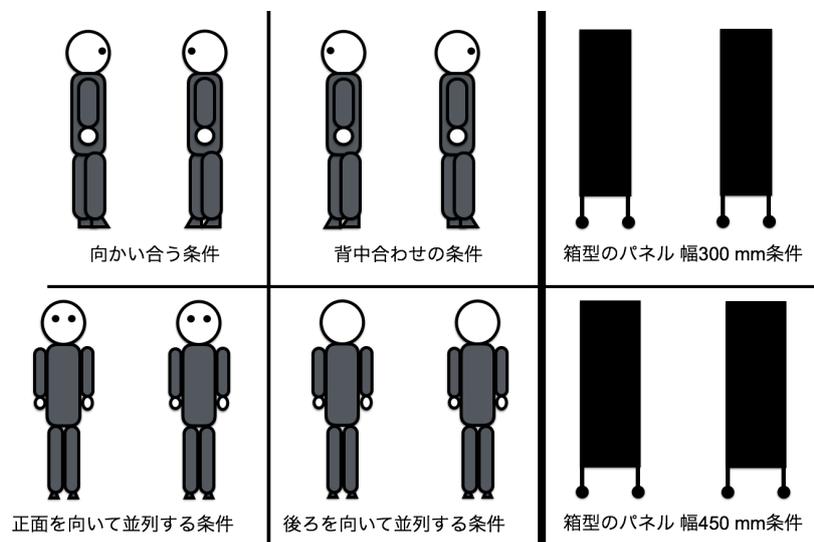


図 2-a 間隙を構成する人および箱型のパネルにおける身体，物体の方向．

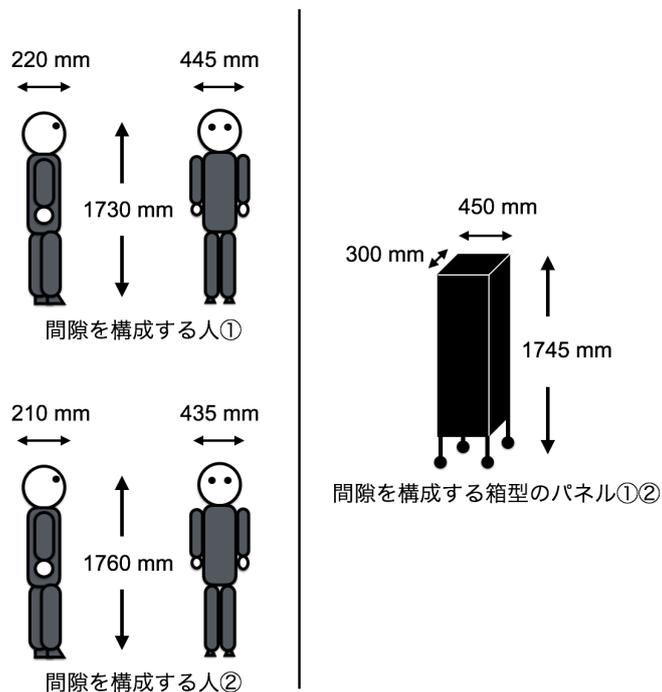


図 2-b 間隙を構成する人，箱型のパネルの寸法．

左は間隙を構成する 2 人の寸法，右は箱型パネルの寸法である．箱型のパネルは同一のものを 2 つ用意した．間隙を構成する 2 人は同体型の痩せ型の男性であり，箱型のパネルと統一するために上下黒色の服を着用してもらった．箱型のパネルの大きさは，間隙を構成する 2 人の体の寸法に近づけた．箱型のパネルは，黒色のベニヤ板 4 枚と 4 本の支柱で構成された．箱型のパネルは，向きを変えることで，実験参加者に対して幅 300 mm にも幅 450 mm にもなる．移動を簡単にするために 4 本の支柱の先にプラスチック製のキャスターを取り付けた．

2.2.1.2 要因計画 1（観察者へのパーソナルスペースの干渉可能性の違いによる要因）

研究 I の実験において，観察者はその通過可能性の可否判断において人と箱の違いを区別しているのかを比較するために，パーソナルスペー

スの干渉可能性の程度の高低を要因とした。パーソナルスペースの干渉可能性とは、間隙を構成する 2 人もしくは 2 つの物体に仮定される（もしくは、されない）パーソナルスペースが、実験参加者（観察者）に対して干渉する程度のことである。実験において、向かい合う条件における間隙は、2 人の身体正面で挟まれた空間によって構成されている。同様に、正面（観察者のいる方向）および後ろを向いて並列する条件における間隙は、2 人の身体側面で挟まれた空間によって構成され、背中合わせの条件における間隙は、2 人の身体背面で挟まれた空間によって構成される。正面（観察者のいる方向）および後ろを向いて並列する条件における間隙は、2 人の身体側面で挟まれた空間によって構成されるが、正面を向いて並列する条件ではパーソナルスペースが観察者のいる方向に突出する一方、後ろを向いて並列する条件では観察者側には突出しない。そのため、正面を向いて並列する条件は後ろを向いて並列する条件よりもパーソナルスペースが観察者に与える干渉可能性が高いと予想した。そこで、本実験では、先述の田中（1973）のパーソナルスペースの異方的構造の実験結果を踏まえ、パーソナルスペースの干渉可能性の高低を間隙通過可否判断に影響を与える要因の 1 つとし、その水準をパーソナルスペースの干渉可能性が高い、低い、無い、の 3 つに分けた。パーソナルスペースの干渉可能性が高い水準は、間隙を構成する 2 人が向かい合う条件と正面を向いて並列する条件、パーソナルスペースの干渉可能性が低い水準は、背中合わせの条件と後ろを向いて並列する条件、パーソナルスペースの干渉可能性が無い水準（コントロール群）は、観察者側に短辺が向けられた箱型のパネル（幅 300 mm、高さ 1745 mm、奥行 450 mm）の条件と観察者側に長辺が向けられた箱型のパネル（幅 450 mm、高さ 1745 mm、奥行 300 mm）の条件とした。

2.2.1.3 要因計画 2（間隙を構成する人の身体方向（および身体幅）と、間隙を構成する物体の方向（および物体幅）の違いによる要因）

パーソナルスペース要因の 6 つの水準に対して、間隙を構成する人の身体幅と物体幅の大きさによって、身体幅、物体幅の狭い群と広い群に分類した。間隙を構成する人の身体方向が変われば、実験参加者（観察者）側からの見かけ上の身体幅は変わるであろう。したがって、パーソナルスペース要因と幅の要因を共に検討することで、間隙通過可否の判断にどの要因が寄与しているかを明らかにすることができる。向かい合う条件と背中合わせの条件では、観察者に対して提示される身体幅は狭く、正面を向いて並列する条件と後ろを向いて並列する条件では観察者に対して提示される身体幅は広い。したがって、幅の狭い群は、向かい合う条件、背中合わせの条件、箱型のパネル（幅 300 mm）の条件の 3 つとなり、幅の広い群は、正面を向いて並列する条件、後ろを向いて並列する条件、箱型のパネル（幅 450 mm）の条件の 3 つとなった。物理的な幅の見え方は間隙の通過可否判断に影響を及ぼす可能性がある。たとえば、リップスの大きさ錯視（後藤・田中, 2005）において、大きなものに囲まれるとその中心にあるものがより小さく見え、逆に小さなものに囲まれるとその中心にあるものがより大きく見えるように、幅の広い構成物に挟まれる場合と幅の狭い構成物に挟まれた場合では、観察者の間隙の通過可否判断は異なるかもしれない（図 2-c）。つまり、間隙の構成物の幅が狭い場合は間隙幅が相対的に広く見えるため、 π 値は間隙の構成物の幅が広い場合の π 値と比較して小さくなる、つまり、実験参加者は通りやすいと感じるのではないか。その一方で、間隙の構成物の幅が広い場合は間隙幅が相対的に狭く見えるため、 π 値は間隙の構成物の幅が狭い場合の π 値

と比較して大きくなるのではないかと、つまり実験参加者は通りにくいと
感じるのではないかと予想した。研究 I の実験では、身体が横を向いて
いる場合と正面および後ろを向いている場合では 200 mm、箱型のパネル
の場合では 150 mm の差異がある。この差異が観察者の間隙通過可否判断
に影響を及ぼすのか、パーソナルスペースという社会的な要因と、幅の見
えという物理的な要因との交互作用があるのかを検討した。

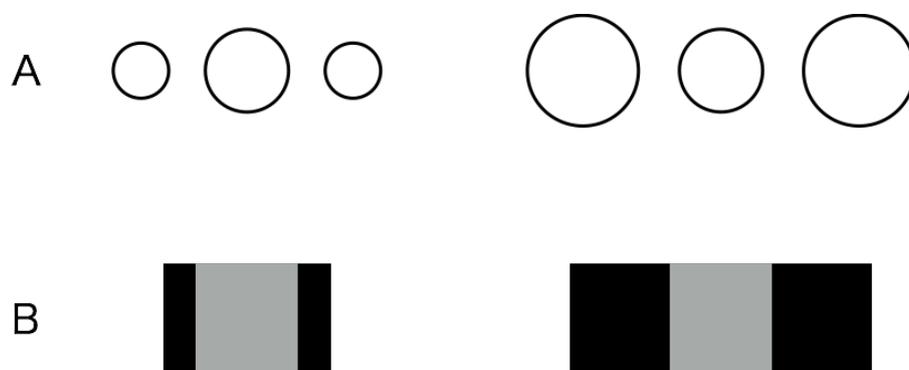


図 2-c 間隙の構成物の幅の違いが間隙幅の見え方に与える効果。

A はリップスの大きさ錯視（後藤・田中（2015）を元に作成）、B
は研究 I の実験で検討する間隙幅の見え方についての錯視であ
る。黒色の領域は間隙の構成物、灰色の領域が間隙に対応すると
考える。B における黒色の領域は高さが同じで幅が異なる。B にお
ける灰色の領域の幅と高さは同じであるが、左の灰色の空間の幅
が、右の灰色の幅と比べて広く見えるだろう。

2.2.1.4 実験参加者

男子大学生 10 名（平均身長 1740.30 mm, $SD = 60.17$ mm, 平均肩幅 418.50
mm, $SD = 28.58$ mm）が参加した。

2.2.1.5 実験環境

大学構内にある幅 3.8 m、奥行き 9.8 m、高さ 3.0 m の部屋を実験に使用した（図 2-d を参照）。観察地点から間隙までの距離は先行研究（Flascher, 1998; 豊田・三嶋・古山, 2005; 豊田, 2006）に倣い、地面から実験参加者の目までの高さ（眼高）の 2 倍（ $M = 3482.50$ mm, $SD = 130.03$ mm）とし、実験参加者の眼高に応じて距離を調整した。

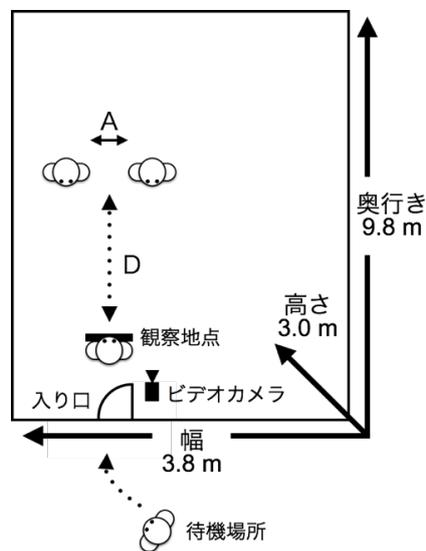


図 2-d 実験環境.

実験参加者は部屋の外（廊下）で待機し、実験者に呼ばれたら入り口から入り、観察地点まで進んだ後、提示された間隙の通過可否判断をした。図中の D（Distance）は、観察地点から間隙までの距離である。図中の A（Aperture）は間隙を表す。また、床材のタイル模様などを課題遂行の際に手がかりとして参照できないようにするために、床一面にブルーシートを敷いた。壁の色は薄いクリーム色であった。

2.2.1.6 手続き

向かい合う条件，背中合わせの条件，正面を向いて並列する条件，後ろを向いて並列する条件，箱型のパネル（幅 300 mm）の条件，箱型のパネル（幅 450 mm）の条件の 6 つの各条件をランダムに実施した．各条件において，間隙幅が 400 mm～450 mm の間のいずれかから開始して徐々に広がる試行 6 回と，850 mm～900 mm の間のいずれかから開始して徐々に狭くなる試行 6 回を，1 人あたり計 12 回実験参加者に提示した．間隙を構成する 2 人もしくは 2 つの箱型パネルの間隙幅の調整は，実験参加者の眼前でそれらを連続的に動かすことでおこなった．実験参加者が肩を回旋させたり，すぼめたりすることなく通過できる最小の幅になったと知覚された時点で実験参加者は合図をし，間隙を構成する 2 人もしくは 2 つの箱型のパネルは動きを止める．動きが止まった時点から実験参加者は間隙を見ながら口頭で間隙幅の拡大や縮小について微調整をおこなうことが可能であった．

2.3 結果

実験参加者 10 名全員のデータに対して分析がおこなわれた．各条件において実験参加者が通過可能と判断した π 値（“間隙幅／身体幅”）の平均値，標準偏差，95%の信頼区間は表 2-a の通りである．

向かい合う条件の π 値の平均値は 1.56，標準偏差は.19，信頼区間（95%）は[1.52, 1.60]，正面を向いて並列する条件の π 値の平均値は 1.44，標準偏差は.14，信頼区間（95%）は[1.41, 1.47]，背中合わせの条件の π 値の平均値は 1.35，標準偏差は.16，信頼区間（95%）は[1.28, 1.41]，後ろを向いて並列する条件の π 値の平均値は 1.46，標準偏差は.14，信頼区間（95%）は[1.43, 1.49]，箱型幅 300 mm の条件の π 値の平均値は 1.41，標準偏差

は.18, 信頼区間 (95%) は[1.36, 1.45], 箱型幅 450 mm の条件の π 値の平均値は 1.48, 標準偏差は.19, 信頼区間 (95%) は[1.43, 1.52]であった.

実験における 6 つの条件について, 各条件の π 値の平均値を用いて 2 要因参加者内分散分析をおこなった. 分析では, 統計ソフト js-STAR version 2.9.9 (田中・中野, 2013), および, 統計ソフト R version 3.3.2 における関数 anovakun version 4.8.0 (井関, 2015) を使用した. “パーソナルスペースの干渉可能性” (高/低/無), “間隙を構成する身体, 物体幅” (狭/広) の 2 要因参加者内分散分析をおこなった. 結果, “パーソナルスペースの干渉可能性” × “間隙を構成する身体幅, 物体幅” の交互作用が有意であった ($F(2, 18) = 18.85, p < .001, \eta_G^2 = .09, power = 1.00$). “間隙を構成する身体幅, 物体幅” における “パーソナルスペースの干渉可能性” の単純主効果検定の結果, “間隙を構成する身体幅, 物体幅” が狭い場合に “パーソナルスペースの干渉可能性” の効果は有意であった ($F(2, 18) = 10.70, p < .001, \eta_G^2 = .22$) が, “間隙を構成する身体幅, 物体幅” が広い場合に “パーソナルスペースの干渉可能性” は有意でなかった ($F(2, 18) = 0.69, p = 0.52, \eta_G^2 = .001$). Holm 法による多重比較 ($p < .05$) の結果, “間隙を構成する身体幅, 物体幅” が狭い場合に “パーソナルスペースの干渉可能性” が高い群 (向かい合う条件) は低い群 (背中合わせの条件) よりも有意に π 値が大きく ($adjusted\ p < .001$), 高い群 (向かい合う条件) は無い群 (箱型幅 300 mm) よりも有意に π 値が大きく ($adjusted\ p = .007$), 低い群 (背中合わせの条件) と無い群 (箱型幅 300 mm) では有意な差はなかった ($adjusted\ p = .33$). “パーソナルスペースの干渉可能性” における “間隙を構成する身体幅, 物体幅” の単純主効果の検定の結果, “パーソナルスペースの干渉可能性” が高い場合 ($F(1, 9) = 8.86, p = .002, \eta_G^2 = .12$), 低い場合 ($F(1, 9) = 11.79, p = .01, \eta_G^2 = .13$), 無い場合 ($F(1, 9)$

= 9.90, $p = .01$, $\eta_G^2 = .04$) の全てにおいて“間隙を構成する身体幅, 物体幅”の効果が有意であった(図 2-e)。

表 2-a 実験参加者 10 名の各条件の π 値の平均値, 標準偏差, 信頼区間.

	PS干渉可能性: 高 (人)		PS干渉可能性: 低 (人)		PS干渉可能性: 無 (箱型パネル)	
	狭 向かい合う	広 正面を向いて並列	狭 背中合わせ	広 後ろを向いて並列	狭 箱型幅300 mm	広 箱型幅450 mm
<i>N</i>	10	10	10	10	10	10
<i>M</i> (π)	1.56	1.44	1.35	1.46	1.41	1.48
<i>SD</i>	.19	.14	.16	.14	.18	.19
95% <i>CI LL</i>	1.52	1.41	1.28	1.43	1.36	1.43
95% <i>CI UL</i>	1.60	1.47	1.41	1.49	1.45	1.52

註: PS はパーソナルスペース, *N* はサンプル数, *M* (π) は π 値の平均値, *SD* は π 値の標準偏差, *CI* は 95%の信頼区間 (confidence interval), *LL* は lower limit, *UL* は upper limit を表す.

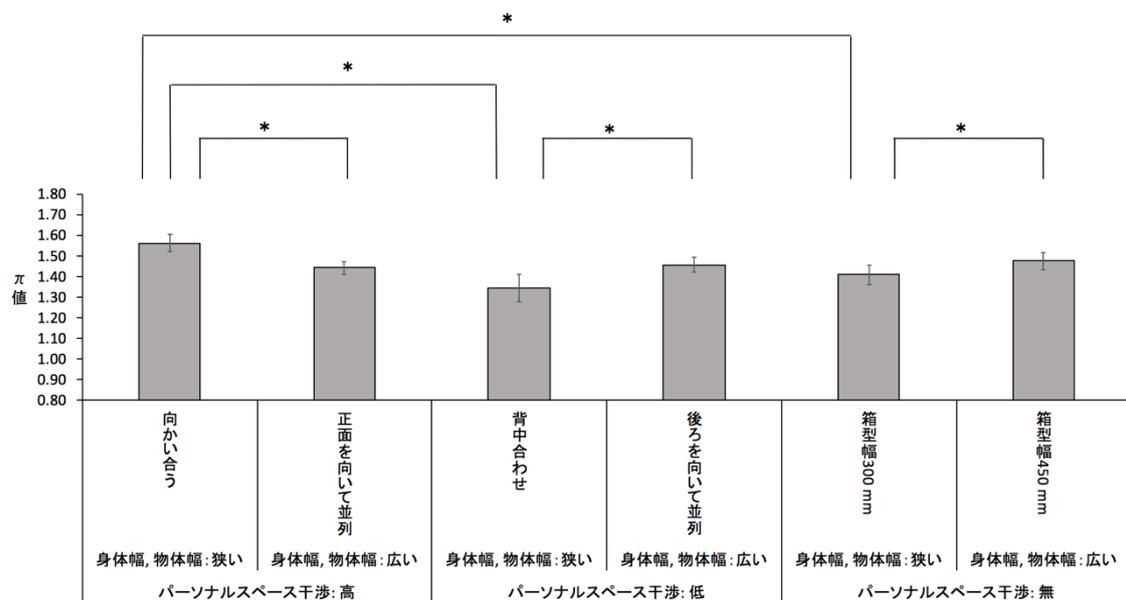


図 2-e 実験参加者 10 名の π 値の平均値.

エラーバーは 95%信頼区間を示す。*印は単純主効果の検定の結果, 有意差があった水準間を示す。

2.4 考察

研究 I の実験では、“パーソナルスペースの干渉可能性”の違い、ならびに間隙を構成する身体幅、物体幅の違いが間隙通過可否判断に影響を与えるかどうかについて検討した。結果、交互作用は有意であり、多重比較の結果、向かい合わせの条件における π 値の平均値は、背中合わせの条件における π 値の平均値よりも有意に高かった。つまり、パーソナルスペースの干渉可能性が高いと物理的に通過可能な幅であってもより多くの幅が必要であると知覚されることが示唆された。前述の通り、田中（1973）は、パーソナルスペースの異方的構造、つまり、身体方向によってパーソナルスペースの距離が異なることを実験的に示した。その結果、パーソナルスペースの距離は大きい順に、正面 > 斜め前方 > 横 > 斜め後方 > 後ろとなった（田中，1973）。研究 I の実験においても、向かい合う条件 > 正面を向いて並列する条件、後ろを向いて並列する条件 > 背中合わせの条件となり、田中（1973）と同様の傾向であった。このことは、観察者は、身体方向におけるパーソナルスペースの影響を受けて、間隙の通過可否判断をしていることを示唆する。

パーソナルスペースからの観点だけでなく、“身体配置”に関する研究（坊農，2009; Kendon, 1990）からも有益な示唆が得られるかもしれない。Kendon は個人の身体の前に広がった空間を操作領域（transactional segment）と呼び、他者の操作領域を侵す場合には上半身を屈める等の断りをいれる（坊農，2009; Kendon, 1990）。たとえば、リビングでソファに座ってテレビを見ているとき、テレビと人の間の空間には操作領域があり、テレビの前を横切る（操作領域を侵す）際にさっと通り過ぎる、上半

身を屈めるといった行動によって断りをいれるであろう（坊農，2009）。また，2人またはそれ以上の人が集まって会話をする場合，個々人の操作領域が重なることでできる空間を“O空間”（orientation space）と呼び，会話の参加者は共同でO空間を維持した上で会話をする（坊農，2009；Kendon, 1990）。向かい合う条件においても，間隙を構成する2人の操作領域の重なりであるO空間が作り出され，観察者はO空間を侵さなければ通過できない状態であったために通過可能な最小の間隙幅を広くとったのではないだろうか。一方，正面および後ろを向いて並列する条件（横並びに立つ条件）では，Kendonの指摘する隣り合った配置（side-by-side）に近似している（Kendon, 1990）。ただし，間隙を構成する2人が正面もしくは後ろを向いており，操作領域の重なり具合は向かい合う条件よりも低くなると考えられる。また，背中合わせの条件は操作領域を重ねていないため，向かい合わせの条件よりも狭い間隙幅で通過可能と判断できたのではないだろうか。間隙の通過可否判断は，その間隙の物理的特性が安全か安全でないか（Flascher, 1998）といった要因に影響されるだけでなく，パーソナルスペースや身体配置といった社会的な要因にも影響されるのではないかと考えられる。

次に，身体幅，物体幅の違いが間隙の通過可否判断に影響を与えたのかについて考察する。リップスの大きさ錯視（後藤・田中，2005）の影響を受けて，間隙を構成する身体幅，物体幅が狭い場合は間隙が広く見えるために π 値は小さくなり，間隙を構成する身体幅，物体幅が広い場合は間隙が狭く見えるために π 値は大きくなると予想していた。実験の結果，“パーソナルスペースの干渉可能性”が低い群と無い群では，先述した通り，身体幅，物体幅が狭い場合の π 値の平均値は，身体幅，物体幅が広い場合の π 値の平均値と比較して有意に小さくなった。しかし，“パ

パーソナルスペースの干渉可能性”が高い群では、身体幅、物体幅が狭い場合の π 値の平均値は、身体幅、物体幅が広い場合の π 値の平均値よりも有意に高くなった。このことは、“パーソナルスペースの干渉可能性”が高い群では身体幅、物体幅の違いによる要因よりもパーソナルスペースの要因の影響を強く受けた一方、“パーソナルスペースの干渉可能性”が低い群と無い群では、観察者がパーソナルスペースの要因よりも身体幅、物体幅の違いによる要因に強く影響されたと考えられる。

次に、人と人の間の通過可否判断と物体（箱型のパネル）間の通過可否判断の比較について考察する。向かい合う条件における π 値の平均値（= 1.56）は箱型のパネル（幅 300 mm）の条件における π 値の平均値（= 1.41）よりも有意に大きかったことから、観察者は人と物体を区別している可能性がある。その一方で、背中合わせの条件における π 値の平均値（= 1.35）と箱型のパネル（幅 300 mm）における π 値の平均値（= 1.41）において有意な差を見出すことはできなかった。背中合わせの条件における間隙は、パーソナルスペースならびに操作領域をつくらなかったため、物体（箱型のパネル）で構成される間隙と区別されないものとして観察者に感じられたのかもしれない。

人と物体の間隙通過可否判断が異なるのは、パーソナルスペースからの観点だけでなく、“他者の行為の可能性の知覚”に関する研究（Creem-Regehr, Gagnon, Geuss & Stefanucci, 2013）からも考察が可能である。Creem-Regehr et al (2013) は、他者の行為の可能性、すなわち他者のアフオーダンスを知覚して自身の行為を決定することができることを報告した。研究 I の実験において、向かい合う条件では、実験参加者は間隙を構成する人の身体方向が間隙に向いているため、間隙を構成する人が間隙に向かって進んでいく可能性があるかと知覚したのではないかと考えら

れる。間隙を構成する人が間隙に向かっていく、つまり、間隙を狭める可能性があるために π 値を大きくとったのではないか。対照的に、背中合わせの条件では、間隙を構成する人は間隙の外に向かって身体を向けているため、間隙の外に進んでいく可能性があるとは知覚したのではないか。つまり、間隙の外に進んでいくことで間隙を広くするため、 π 値を小さく見積もったと考えられる。正面を向いて並列する条件と後ろを向いて並列する条件では、間隙を構成する人が身体の方に沿って進んだとしても間隙の見かけ上の幅は変わらないために両者の条件に π 値の差がなかったと考察できる。また、箱型の条件では、箱が自律的に動くことがない、言い換えると、行為の可能性がないため正面を向いて並列する条件、並びに後ろを向いて並列する条件同様に間隙幅が変化する可能性がないため、箱型の条件と並列する条件の π 値に差が出なかったのではないだろうか。

実験では、パーソナルスペースの干渉可能性の違いならびに間隙を構成する身体や物体の幅の違いによって、言い換えると、人と箱型のパネルの違いならびに間隙を構成する身体、物体の向きの違いによって、間隙の通過可否判断が異なるかを検討した。しかし、箱型のパネルは直線的な形状であり、人の曲線的な形とは異なっていた。そのため、物体か人かという比較においてそれらの形状の違いの要因が交絡している可能性を否定できず、物体か人かの違いではなく、単にそれらの形状の違いが間隙の通過可否判断に影響を与えた可能性がある。この点については、3章の研究で明らかにしていきたい。

2.5 結論

人はいかにして人と人の間を通り抜けられると判断するのか。研究 I

では、人は人と人の間の通過可否を判断する際、間隙そのものの幅だけでなく、間隙を構成する 2 人の身体方向から生じるパーソナルスペースの干渉可能性をも間隙の通過可否の情報としてピックアップし判断している可能性を実験的に示した。すなわち、間隙の通過可否の判断に際して、観察者は、間隙の構成物にぶつからないようにするための安全な余裕 (Flascher, 1998) を考慮するだけでなく、パーソナルスペースや身体配置といった社会的な要因によっても間隙の通過可否判断していることを示唆した。一方で、様々な方向を向いた 2 人の間を実際に歩いて通過する場合の通過の仕方については研究 I では検討できなかった。実際に歩いて通過する場合、通過可能、通過不可能の二値だけでなく、どのように通過するのかについて複数の従属変数によって検討することができる。このことについては、4 章の研究 III において検討する。

3. 研究Ⅱ：障害物の人らしさが間隙の通過可能性の知覚に与える影響^{***}

要約

私たちは、人と人の間の通過可否を判断する場合と、人ではない物体の間の通過可否を判断する場合とで同じ情報を使っているのでしょうか。研究Ⅱの実験において、実験参加者は、静止した 2 人の間の通過可否と、人の形をした 2 つのパネルの間の通過可否について判断した。間隙を構成する 2 人と 2 つの人型パネルの向きの条件は第 2 章の実験と同様に、向かい合う条件、背中合わせの条件、正面を向いて並列する条件、後ろを向いて並列する条件を設定した。分析では、先行研究 (Warren & Whang, 1987) に倣い、通過可否判断の指標として π 数 (間隙幅 / 肩幅) の値 (π 値) を算出し、分析単位として使用した。実験の結果、間隙を構成するものが人であろうと人型パネルであろうと、向かい合う条件における π 値が他の条件よりも大きいことがわかった。すなわち、向かい合う条件では、肩を回旋せずに通過するために実験参加者は広い間隙幅を必要とすることがわかった。この結果は、パーソナルスペースの異方的構造 (田中, 1973) によるものだと考えられる。つまり、2 人の人の間を通り抜けられるか判断する際、実験参加者は間隙を構成する 2 人の正面に長く伸びる異方的なパーソナルスペースを考慮している可能性が高い。加えて、2 人の人の間の通過可否判断における π 値と 2 つの人型パネルの間の π 値に有意な差は見られなかった。このことから、実験参加者は、実際の人であるかに関わらず、間隙の構成物の“人らしさ”に基づいて、パーソナル

^{***} 本章は、友野・古山・三嶋 (2017) の実験 2 の内容を加筆修正して作成された。

スペースを知覚，もしくは，投射していることが示唆された。

3.1 はじめに

第 3 章の実験結果から，人は間隙を構成する対象の幅だけでなく，その対象が人であるか物であるか，また，それが人であった場合にはその向きによって，通過可否の判断を変えていることが明らかとなった。では，間隙を構成する対象が，“人の形をした物”であった場合，それはやはり物と見なされるのだろうか。あるいは，その形状の類似性から，それが物であるにもかかわらず，人で構成される間隙と同様の通過可否判断がなされるのだろうか。

3.1.1 目的と仮説

研究Ⅱでは，実験参加者が，間隙を構成する 2 人の間の通過可否判断と 2 つの人型パネルの間の通過可否判断を比較し，それらの相違点，およびいかなる情報がその相違を生じさせているのかを明らかにすることを目的とした。仮説として，間隙を構成する 2 人にはパーソナルスペースが存在する一方，間隙を構成する無機的な物体は，箱型であるか人型であるかに関係なくパーソナルスペースは存在しないと仮定した。そのため，人と人の間の通過可否の判断は，人型パネルと人型パネルの間の通過可否の判断より間隙幅を多く必要とするのではないかと予想した。

3.2 実験

実験参加者が，“人と人の間”，“人の形をした物体と物体（人型のパネル）”の間の通過可否を静止した状態で判断する実験をおこなう。その際，間隙を構成する人または人型のパネルの向きを操作し，それぞれの間隙

の通過可否判断 (π 値) が異なるのかを検証した。

3.2.1 方法

3.2.1.1 実験条件

第 2 章の実験で設定した向かい合う条件, 背中合わせの条件, 正面を向いて並列する条件, 後ろを向いて並列する条件に加えて, 人型のパネルが向かい合う条件, 人型のパネルが背中合わせの条件, 人型のパネルが並列する条件 (人型のパネルでは, 前後の区別はない) を設定し, 人と人の間を通過する場合, 人型の障害物 (パネル) の間を通過する場合での間隙の通過可否判断を比較した (図 3-a, 図 3-b)。第 3 章の実験と同様に, 実験参加者は実際に通過するのではなく, 静止した状態で通過可否の判断を求められた。

第 2 章の実験と同様に, 先行研究 (Warren & Whang, 1987) に倣い, 通過可否判断の指標として π 数 (間隙幅 / 身体幅) の値 (π 値) を算出し, 分析単位として使用した。研究 II では, 実験参加者の肩の位置に対応する間隙幅を実験参加者の肩幅で除した。第 3 章の実験の結果より, 正面を向いて並列する条件での π 値の平均値 (= 1.44) と後ろを向いて並列する条件での π 値の平均値 (= 1.46) に有意な差はなく, どちらを採用しても問題はないが, 研究 II の実験では正面を向いて並列する条件を並列する条件として採用した。

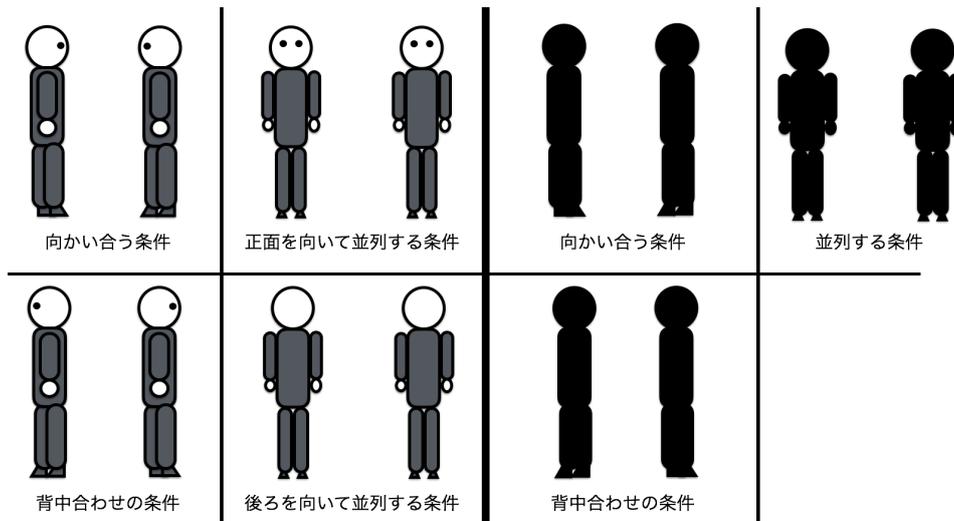


図 3-a 間隙を構成する人，人型のパネルにおける身体，物体の方向の組み合わせ.

人型のパネルにおいて，前後の区別がないため並列の条件とした.

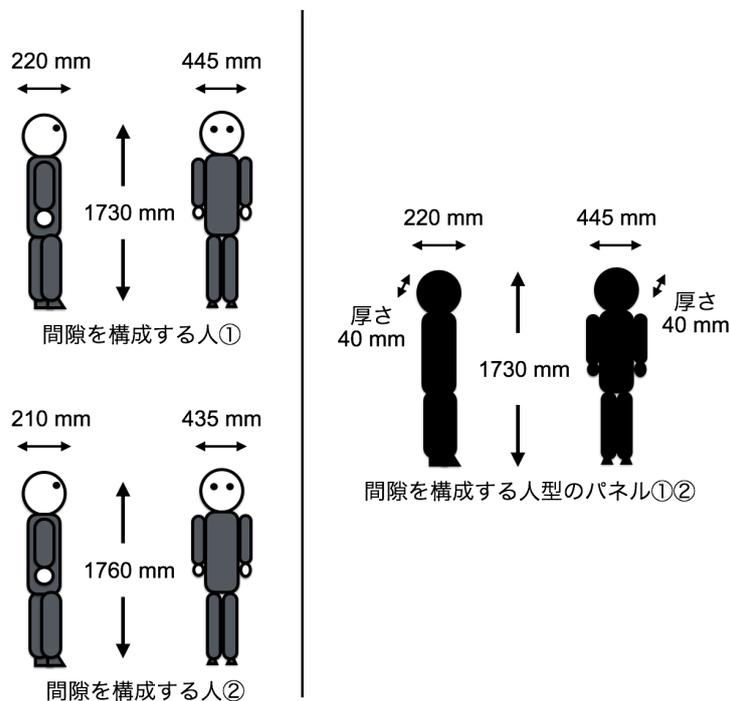


図 3-b 間隙を構成する人，人型のパネルの寸法.

左は間隙を構成する 2 人の寸法，右は人型のパネルの寸法である.

間隙を構成する 2 人は実験 1 と同一人物である. 人型のパネルは，

1 枚の発泡スチロールの板に間隙を構成する人①をかたどり，黒色に塗って作成した．人型のパネルは同一のものを 2 つ用意した．

3.2.1.2 実験参加者

男子大学生 10 名（平均身長 1714.00 mm, $SD = 75.75$ mm, 平均肩幅 421.00 mm, $SD = 15.42$ mm）が参加した．第 3 章の実験との参加者の重複はなかった．

3.2.1.3 実験環境

第 3 章の実験と同じ，大学構内にある幅 3.8 m, 奥行き 9.8 m, 高さ 3.0 m の部屋を実験に使用した（第 2 章の図 2-d を参照）．観察地点から間隙までの距離は先行研究（Flascher, 1998; 豊田・三嶋・古山, 2005; 豊田, 2006）に倣い，地面から実験参加者の目までの高さ（眼高）の 2 倍（ $M = 3195.00$ mm, $SD = 126.60$ mm）とし，実験参加者の眼高に応じて距離を調整した．

3.2.1.4 手続き

実験参加者 2 人が向かい合う条件，背中合わせの条件，正面を向いて並列する条件，後ろを向いて並列する条件，人型のパネルが向かい合う条件，人型のパネルが背中合わせの条件，人型のパネルが並列する条件の 7 つの各条件をランダムに実施した．各条件において，間隙幅が 400 mm～450 mm の間のいずれかから開始して徐々に広がる試行 7 回と，間隙幅が 850 mm～900 mm の間のいずれかから開始して徐々に狭くなる試行 7 回を，1 人あたり計 14 回実験参加者に提示した．間隙を構成する 2 人もしくは 2 つの人型のパネルの間隙幅の調整は，実験参加者の眼前でそれらを連続的に動かすことでおこなった．実験参加者が肩を回旋させ

たり、身体をすぼめたりすることなく通過できる最小の幅になったと知覚された時点で実験参加者は合図をし、間隙を構成する 2 人もしくは 2 つの人型のパネルは動きを止める。動きが止まった時点から実験参加者は間隙を見ながら口頭で間隙幅の拡大や縮小について微調整をおこなうことが可能であった。

3.3 結果

実験参加者 10 名のうち 9 名のデータに対して分析がおこなわれた。1 名は他の参加者の π 値の平均値を大きく上回る値 (π 値の平均値の $2SD$ 以上の値)をとったために除外した。他の参加者の値よりも大きく上回った値をとったのは、実験の教示を理解していなかったため、もしくは、実験の当日に当該実験参加者が着ていた服装が腰にシャツを巻きつけ左右にふくらんだ服装であったために大きくなったと考えられる。本実験では実験参加者の服装について特に指定はしておらず、普段の服装で実験に臨んでもらったが、今後の研究では着用する服装等についても統制する必要があるだろう。

各条件において実験参加者が通過可能と判断した π 値 (“間隙幅 / 肩幅”) の平均値、標準偏差、95%の信頼区間は表 3-a の通りである。向かい合う条件の π 値の平均値は 1.50、標準偏差は.11、信頼区間(95%)は[1.45, 1.55]、人型パネルの向かい合う条件の π 値の平均値は 1.50、標準偏差は.17、信頼区間(95%)は[1.46, 1.56]、背中合わせの条件の π 値の平均値は 1.30、標準偏差は.13、信頼区間(95%)は[1.26, 1.34]、人型パネルの背中合わせの条件の π 値の平均値は 1.25、標準偏差は.11、信頼区間(95%)は[1.22, 1.29]、(正面を向いて)並列する条件の π 値の平均値は 1.42、標準偏差は.12、信頼区間(95%)は[1.38, 1.46]、人型パネルの並列する条件

の π 値の平均値は 1.43, 標準偏差は .09, 信頼区間 (95%) は [1.40, 1.46] であった.

後ろを向いて並列する条件を除いた 6 つの条件について, 各条件の π 値の平均値を用いて, “人か人型のパネルかの違い” と “身体, 物体方向の違い” (向かい合う条件, 背中合わせの条件, 並列する条件) の 2 要因参加者内分散分析をおこなった. 分析では, 実験 1 と同様に, 統計ソフト js-STAR version 2.9.9 (田中・中野, 2013), および統計ソフト R version 3.3.2 における関数 anovakun version 4.8.0 (井関, 2015) を使用した. 結果, 交互作用は有意ではなかった ($F(2,16) = .57, p = .57, \eta_G^2 = .01, power = .19$). “人か人型パネルかの違い” による主効果は有意ではなく ($F(1,8) = .25, p = .63, \eta_G^2 = .00, power = .10$), “身体, 物体方向の違い” による主効果は有意であった ($F(2,16) = 59.17, p < .001, \eta_G^2 = .39, power = 1.00$). “身体, 物体方向の違い” による主効果における Holm 法による多重比較 ($p < .05$) の結果, π 値の平均の大きさは, 人か人型かに関係なく, 向かい合う条件 > 並列する条件 ($adjusted\ p < 0.01$), 向かい合う条件 > 背中合わせの条件 ($adjusted\ p < 0.01$), 並列する条件 > 背中合わせの条件 ($adjusted\ p = 0.01$) であった (図 3-c).

表 3-a 実験参加者 9 名の各条件の π 値の平均値, 標準偏差, 信頼区間.

	向かい合う		背中合わせ		並列	
	人	人型パネル	人	人型パネル	人	人型パネル
<i>N</i>	9	9	9	9	9	9
<i>M</i> (π)	1.50	1.50	1.30	1.25	1.42	1.43
<i>SD</i>	.11	.17	.13	.11	.12	.09
95% CI <i>LL</i>	1.45	1.46	1.26	1.22	1.38	1.40
95% CI <i>UL</i>	1.55	1.56	1.34	1.29	1.46	1.46

註: *N* はサンプル数, *M* (π) は π 値の平均値, *SD* は π 値の標準偏差, *CI* は 95% の信頼区間 (confidence interval), *LL* は lower limit, *UL* は upper

limit を表す.

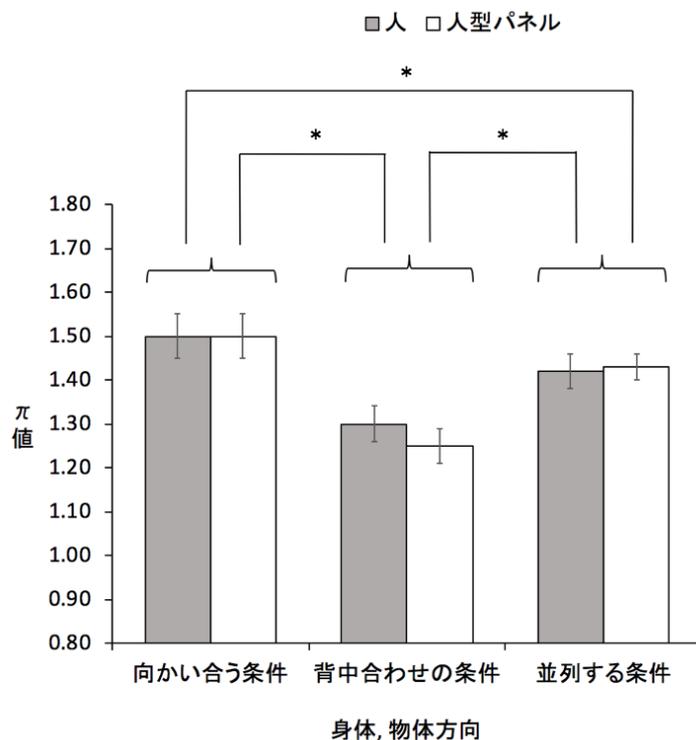


図 3-c 実験参加者 9 名の π 値の平均値.

エラーバーは 95%信頼区間を示す. *印は多重比較 (p 値の調整は Holm 法による) の結果, 5%水準で有意差があった水準間を示す.

3.4 考察

研究 II の実験では, 物体でありながら人の形をした人型のパネルを用意し, 人の間の通過可否判断と人型のパネルの間の通過可否判断を比較した. 間隙の通過可否判断に際して, 物体であること (人間ではないこと) 自体が情報となるのか, あるいは, その構成物質にかかわらず, 人の形をしていること一人に見えること一が情報となるのかを検討するためである. 実験の結果, 間隙を構成するものが人であるのか人型のパネルであ

るのかでは π 値に有意な差は見られず、一方、人ないしは人型のパネルの向きの違いによって有意な差が見られ、また、向きの違いによる π 値の変化の傾向は、人と人型のパネルで同じであった。通常、パーソナルスペースはその定義 (Sommer, 1959) から、人の周りに存在するもの一方、物体の周りには存在しないもの一と考えられているが、この結果は物体である人型のパネルの周囲に人と同様なパーソナルスペースが存在することを示唆する。これは、今回使用した人型のパネルが、間隙を構成する役を担った人物の輪郭をかたどって作成されたために “人らしい情報を持った物体” となり、このことによって人型のパネルに対する間隙通過可否判断が人に対する間隙通過可否判断と同様に、その向きに応じて変化することになった可能性がある (実験で使用した人型パネルの写真については付録の写真 1 を参照)。

今回実施した実験は、実際には間隙を通過せずにその手前で通過可否の知覚判断をおこなうものであった。しかし、実際に間隙を実験参加者が歩いて通過した場合には、通過の可否判断の結果は異なるものになる可能性がある。Warren & Whang (1987) の実験では、実験参加者が静止した状態で通過可否判断を求めた場合と実際に歩いて間隙を通過した場合とを比較すると、 π 値の平均値は実際に歩いて間隙を通過する場合のほうが静止した状態で観察する場合よりも大きくなった。このことは、知覚判断のみによる π 値と実際に歩いて間隙を通過する場合の π 値とが異なるものになることを示している。研究 II の実験状況においても、仮に実験参加者が実際に歩いて間隙を通過した場合には、人によって構成される間隙と人型のパネルによって構成される間隙の π 値はそれぞれ異なったものになる可能性もある。研究 II の実験においては、人と人型のパネルは間隙通過可否の判断において明確に区別されているとは言えず、間

隙を構成する対象が人の形をしていること自体が間隙通過可否判断における重要な情報となった。

3.5 結論

実験参加者が、人と物体を区別して通過可否判断をしているのかについては、物体が箱型である場合は区別して判断するが、物体が人の形の場合には区別して判断していない可能性を示した。また、パーソナルスペースは観察者のパーソナリティ、性別、年齢によっても異なることが考えられる。今後はそれらを加味した上で検討していく。

付録

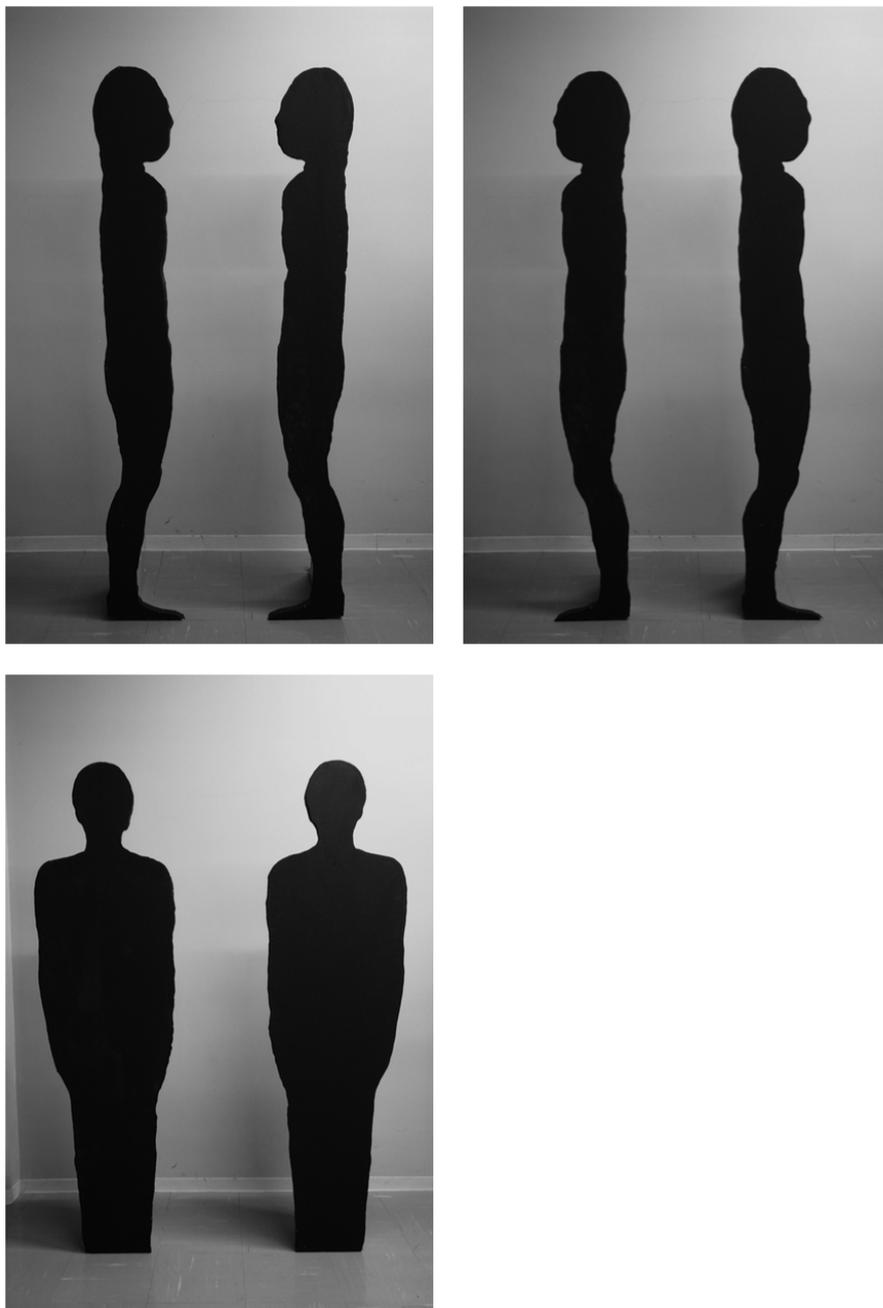


写真 3-a 人型パネルの写真.

左上は向かい合う条件，右上は背中合わせの条件，左下は並列する条件の写真である.

4. 研究Ⅲ：人と人の間の通過方略****

要約

間隙通過研究の多くは物と物の間の通過可否判断,もしくは,通過行為について検討している. 研究Ⅲの研究では,間隙の形を統制した上で,人はいかにして,さまざまな方向を向いた 2 人の人の間を通り抜けるのかについて実験的に検討した. 間隙を構成する 2 人を箱型のフレームに入れることで人が持つ凹凸を無くし間隙の形の統制をおこなった. 人は他者に侵入されて欲しくない領域-パーソナルスペース-をもつとされ,そのパーソナルスペースは正面に長く伸びた異方的構造を持つとされている.

研究Ⅲの実験では,間隙を構成する 2 人の男性実験協力者に様々な方向を向いてもらうことで配置要因を操作し,間隙幅を操作することで間隙幅要因を設定した. 配置要因には 7 つの条件 (左を向いて並列する条件・右を向いて並列する条件・向かい合う条件・背中合わせの条件・正面を向いて並列する条件・後ろを向いて並列する条件・箱型フレームのみの条件) を用意し,間隙幅要因にも 7 つの条件 (50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 cm) を用意し, 10 名の男性の実験参加者に通常で速度で間隙を通過するよう教示した. 実験の結果,向かい合う条件では,箱型フレームのみの条件よりも大きく肩を回旋させること;右を向いて並列する条件か,左を向いて並列する条件かによって回旋する左右の肩が異なること,歩行の経路が異なること;肩の回旋の開始が後ろを向いて並列する条件よりも正面を向いて並列する条件の方が間隙の手前でおこなわれること,がわ

****本章は, Tomono, Makino, Furuyama, & Mishima (2019)を日本語訳し,加筆修正したものである.

かった。これらの結果から、実験参加者は、間隙を構成する2人のパーソナルスペースといった社会的な要因によって間隙通過の仕方を調整していることが示唆された。

4.1 はじめに

2章の研究Iにおいて、人が人と人の間を通過する際には間隙を構成する2人のパーソナルスペースの異方的構造を知覚し、通過の可否判断をおこなっていることを報告した。人は、パーソナルスペースと呼ばれる、他者に侵入して欲しくない領域を持つとされ(Hall, 1966; Sommer, 1959)、正面に長く伸びた異方的構造を持つとされる(Gérin-Lajoie, Richards, & McFadyen 2005; 田中, 1973)。Hackney, Cinelli, & Frank (2015)は実験により、2つのポールの間を通過する場合と2人の人の間を通過する場合には、通過者の肩の回旋の度合いが異なったことを報告した。2つのポールの間を通過する場合は、間隙幅が肩幅の1.3倍あれば肩を回旋せずに通過できるが、2人の人の間を通過する場合には間隙幅が肩幅の1.7倍必要であることを実験により示した。2章の研究Iより、友野ら(2017)は、実験参加者に肩を回旋せずに様々な方向を向いた2人の間を通り抜けられるかどうかを判断させる実験をおこない、間隙を構成する2人の向きによって通過可否の判断が異なることを報告した。上述した2つの研究では、間隙を構成する2人のパーソナルスペースが間隙の通過行動、間隙の通過可否判断に影響を与えると報告した。一方で、この2つの研究(Hackney et al., 2015; 友野ら, 2017)には、課題が2つあると考えられる。

1つ目は、物体-障害物条件と人間-障害物条件では開口部の幾何学的形状が異なるため、参加者が通過方法(肩の回転角度、歩行速度など)を変

えたかどうか明らかになっていないことである（図 4-a）．図 4-a に示すように，Warren & Whang (1987)の研究では，各参加者は 2 つの物体の間を通過し，その間の距離は障害物のレベルに関係なく同じであった（図 4-aA）．これに対し，Hackney et al. (2015)の研究では，目の高さや肩の高さなどの人体のレベルに応じて距離が異なる 2 人の人の間を通過しており，通過方法が変化した理由を特定することができない点である（図 4-aB）．すなわち，パーソナルスペースが人の通過行為，通過可否判断に影響を与えたと結論づけるには尚早であり，要因の交絡がある点である．そもそも人の輪郭は，ポールや箱のように直線で構成されておらず，顔や腹部や腰などは曲線によって構成されている．そのため，人と人の間の通過行為，通過可否判断が異なったのは，人の形による要因であったという可能性を棄却できない．すなわち，Hackney et al. (2015)と友野ら (2017)の実験では，人の形の要因とパーソナルスペースの要因が交絡しているため，人が持つ凹凸の輪郭を統制して実験をおこなう必要がある．

2 つ目は，間隙を構成する 2 人の向きの違いによって，通過者がどのような通過の仕方をするかについてはまだ明らかになっていない点である．友野ら (2017)の研究では，提示した間隙を“通過可能か”，“通過不可能か”を実験参加者に判断させる実験であったため，間隙を実際に歩いて通り抜ける場合については検討されていない．また Hackney et al. (2015)の研究では，正面を向いて並列する 2 人の間と 2 つのポールの間を比較した実験をおこなったため，間隙を構成する 2 人の向きによる違いについては検討されていない．そのため，研究Ⅲの実験では，人が持つ凹凸の輪郭を統制した上で，様々な向きを向いた 2 人の間を通り抜ける際，人はどのようにして通り抜けるのかについて検証する．

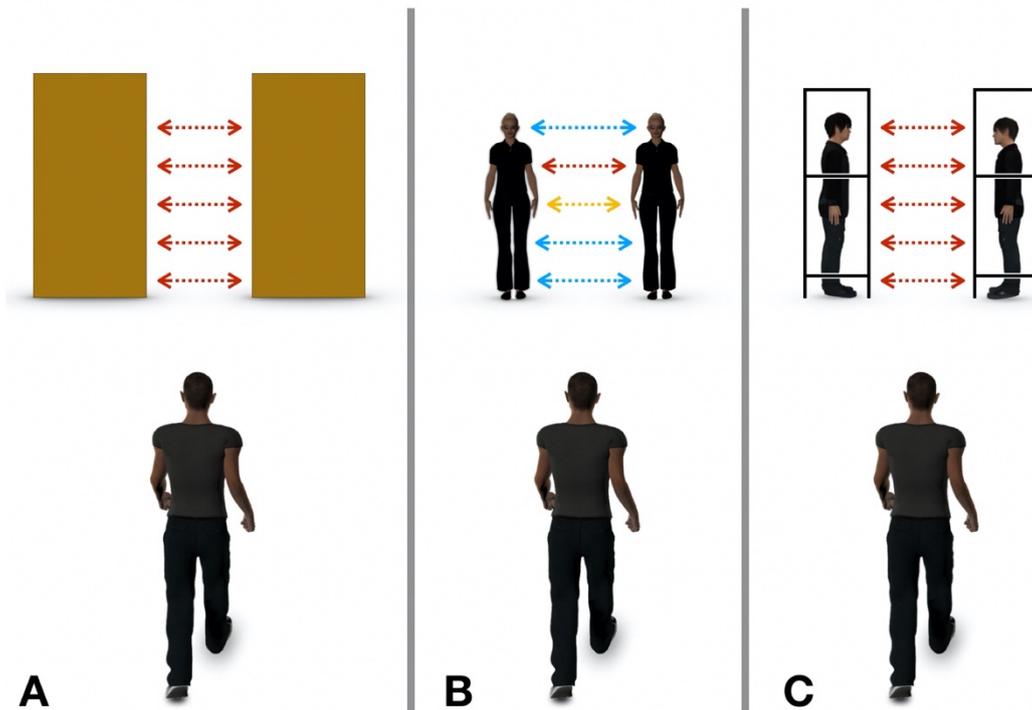


図 4-a 開口部通過性に関する研究における実験条件の比較.

A: Warren & Whang (1987); 参加者は 2 つの物体の間を通過し, その間隙幅は障害物のレベルに関係なく同じであった. B: Hackney et al. (2015); 参加者は 2 人の人物の間を通過したが, 人体のレベル (目の高さ, 肩の高さなど) に応じて間隙幅が変化した. C: 研究 I では, 参加者は 2 つの箱型フレームの間を通過し, それぞれの箱型フレームの中に実験協力者が入っていた. 2 つのフレーム間の幅は, 人のレベルに関係なく同じになるように統制された.

4.1.1 目的

研究 III の研究の目的は, 上述したいくつかの課題を解決し, 人はいかにして人と人の間を通り抜けるのかについて検討することである. まず初めに, 人が持つ凹凸の輪郭を統制するために, 2 つの箱型フレームを作成し, それぞれのフレームの中に実験協力者を 1 人ずつ入れた. 実験協

力者がフレームの中で様々な方向を向いてもらうことで、実験協力者がどの方向を向いても間隙の形が同一になるようにした。この方法により、間隙の形の要因と間隙を構成する 2 人の向きの違いによるパーソナルスペースの要因との交絡を防ぐことができる。2 つ目に、実験参加者が実際に歩いて人と人の間を通過する場面を観察することで、実験参加者の肩の回旋角度や歩行の経路、歩行速度といった知覚的な判断ではわからない指標について検討する。

研究Ⅲでは以下の問いについて検証する。人はいかにして人と人の間を通り抜けるのか。人と人の間を通り抜ける際、肩の回旋角度は異なるのか、回旋する左右の肩は異なるのか、肩の回旋開始距離は異なるのか、歩行の経路は異なるのか、歩行の速度は異なるのか、について検証する。加えて、これらの変化は、間隙を構成する 2 人の向きの違いによって変化するのか、箱型フレームのみの場合と人が中に入っている場合とで変化するのか、について検証する。

4.1.2 仮説

パーソナルスペースの異方的構造の知覚に基づいた研究Ⅲの仮説は以下の通りである。箱型フレームの中に入った 2 人の実験協力者が向かい合う条件では、他の条件と比較して、肩の回旋角度が大きく、間隙接近時と間隙通過時の歩行速度が遅くなると予想する。なぜならば、パーソナルスペースが正面に長く伸びた異方的構造を持つとした場合、向かい合う条件において 2 人の実験協力者のパーソナルスペースが仮想的に間隙上で重なることで、実験参加者は間隙を実際よりも狭く知覚すると予想するためである。2 人の実験協力者が右を向いて並列、もしくは、左を向いて並列する間隙を通り抜ける場合、実験協力者のパーソナルスパー

スを避けるために、間隙の中心よりも右側、もしくは、左側を歩行すると予想する。

4.2 実験

上述した仮説を明らかにするために、人と人の間を通過する際の通過者の肩の回旋角度、肩の回旋方向、肩の回旋開始距離、間隙通過時の歩行経路、歩行速度を計測した。間隙を構成する 2 人の実験協力者の身体の“凹凸”が通過可否の情報となるのを防ぐために、実験協力者 2 人それぞれが箱型のフレームに入り実験をおこなった。

4.2.1 方法

4.2.1.1 実験参加者

早稲田大学に通う 10 名の男子大学生と男子大学院生（平均身長 170.9 cm, $SD = 5.2$ cm, 平均肩幅 39.2 cm, $SD = 2.0$ cm, 平均年齢 20.8 歳, $SD = 3.0$ 歳）が参加した。実験者は実験の終了時に実験参加者の身長、肩幅、年齢を計測した。全ての実験参加者の視力に問題はなかった。また、神経系や筋骨格系に障害がなく、最近の怪我もなかった。2 章, 3 章の実験との参加者の重複はなかった。

4.2.1.2 実験装置

実験は、床にカーペットが敷かれた部屋（高さ 3.0 m, 幅 3.8 m, 奥行き 9.8 m）でおこなわれた。実験における歩行の開始地点から終了地点までの距離は 6.0 m であった。間隙を構成する 2 つの箱型フレーム（高さ 210.0 cm, 幅 45.0 cm, 奥行き 30.0 cm）は歩行の開始地点から 4.0 m 先に設置された。2 つの箱型フレームはプラスチックパイプ（外径 3.8 cm）で作成さ

れた。2人の男性実験協力者（実験参加者から見て左の実験協力者の身長 173.0 cm, 肩幅 41.5 cm; 実験参加者から見て右の実験協力者の身長 174.0 cm, 肩幅 41.5 cm）は黒い服を着用し、それぞれが箱型フレームの中心に立ち、試行中に頭部や身体を動かさないように指示された⁷。それぞれの箱型フレームの後ろ側と外側（実験参加者から見て）は茶色のカーテンがかけられた。背景の肌理の情報を可能な限りなくすために、白いスクリーン（高さ 2.2 m, 幅 1.6 m）が間隙から 2 m 先の壁の前に置かれた（図 4-b）。

全てのデータ（通過者の肩の回旋角度, 肩の回旋方向, 肩の回旋開始距離, 間隙通過時の歩行経路, 歩行速度）はサンプリング周波数が 100 Hz の 3次元光学式モーションキャプチャシステム（Optitrack, NaturalPoint, Inc., USA）によって計測された。実験参加者に 17 個の赤外線反射マーカ―を取り付けた。4 つを実験参加者の頭部（頭頂部に 1 つ, 側頭部にそれぞれ 1 つずつ, 後頭部に 1 つ）に取り付けた。3 つを実験参加者の肩（左右の肩峰に 1 つずつ）と首（C7 に 1 つ）に取り付けた。実験参加者の左右の足首に 1 つずつ取り付けた。研究Ⅲでは肩に取り付けたマーカ―から得られたデータを元に報告する。

⁷ 実験参加者と実験協力者は全て男性であった。これはパーソナルスペースには性差があることが報告されており(青野, 2003), 要因の交絡を防ぐために男性のみでおこなった。このことについては今後の研究で検討する。

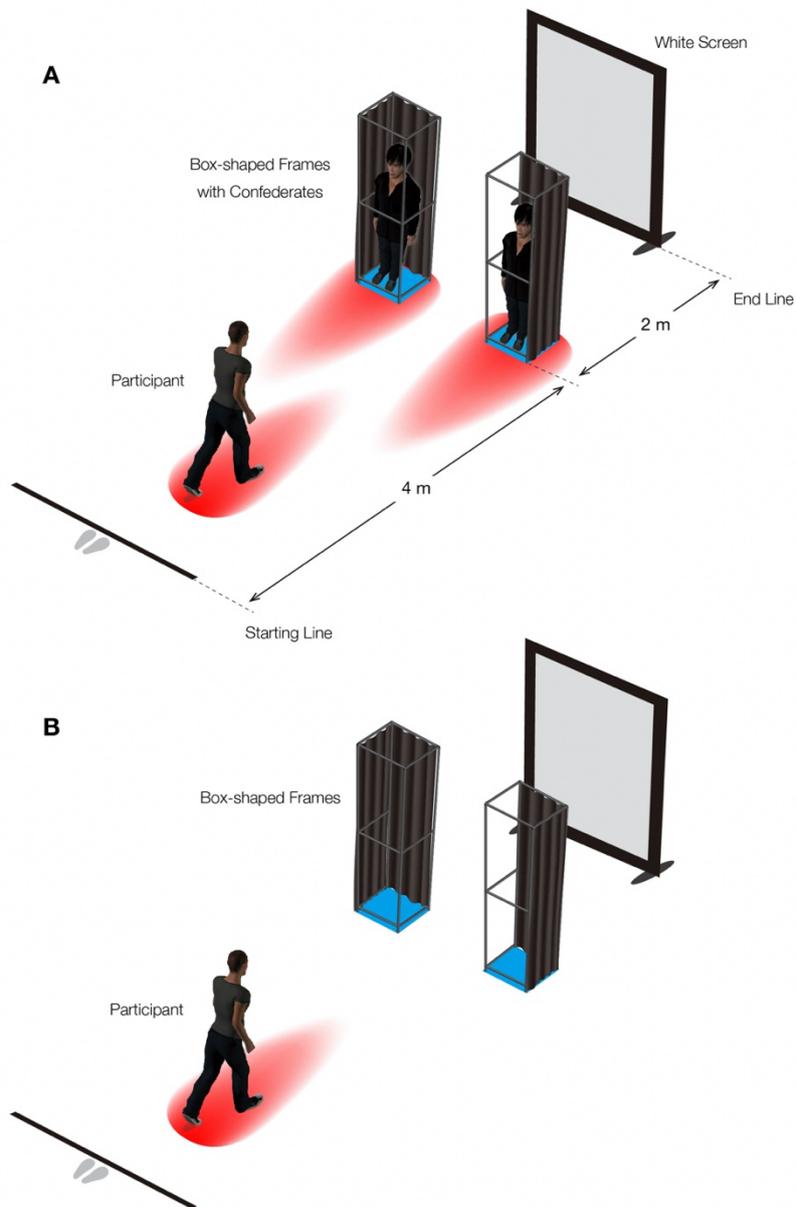


図 4-b 実験環境.

青色の四角とその上の空間は、それぞれ箱型フレームが占める物理的な空間を表し、赤色の楕円形とその上の空間は、実験参加者の異方的なパーソナルスペースを表している。図中 A では、箱型フレームの中の 2 人の実験協力者はともに歩行する実験参加者の方を向いている。図中 B では、箱型フレームの中は空である。

4.2.1.3 実験手続き

実験参加者は、実験協力者が入った箱型フレーム、もしくは、実験協力者が入っていない箱型フレームの間を普段通りの自然な歩行速度で通過するよう教示された。

実験は2つの要因によって計画された。1つ目の要因は、箱型フレームの中に入った実験協力者の配置（向き）であった。2つ目の要因は、2つの箱型フレームの間隙の幅であった。7つの配置条件が用意された：正面（実験参加者のいる方向）を向いて並列する条件）、後ろを向いて並列する条件、向かい合う条件（実験協力者がお互いに向かい合って並列する条件）、背中合わせの条件（実験協力者がお互いに背中合って並列する条件）、右を向いて並列する条件（実験参加者から見て右を向いて並列する条件）、左を向いて並列する条件（実験参加者から見て左を向いて並列する条件）、箱型フレームのみの条件（実験協力者が箱型フレームに入らない、箱型フレームのみの条件）が用意された（図 4-c）。間隙幅は 50.0 – 80.0 cm を ±5 cm 刻みの間隔で 7つの間隙幅条件が用意された。

実験は2つのブロックによっておこなわれた（表 4-a）。それぞれのブロックにおいて、間隙幅の条件は 50.0 cm から始まり 5 cm 刻みで 80.0 cm まで上昇する配列と、80.0 cm から始まり 5 cm 刻みで 50.0 cm まで下降する配列のどちらかが実験参加者に提示された。実験参加者の半分が上昇配列を最初に提示され、残りの半分の実験参加者は下降配列を最初に提示された。配置条件は、第一ブロックではランダムに提示され、その後の第二ブロックでは第一ブロックと同じ順序で提示された。カウンターバランスを考慮し、間隙幅の条件は第一ブロックと第二ブロックでは逆に提示した。例えば、第一ブロックで間隙幅が上昇する配列から始めた実験参加者は、第二ブロックでは下降配列から試行を開始した。

実験参加者は、まず初めに、間隙を背にして歩行開始地点（間隙から 4 m 手前）に直立した。その後、実験者が合図をし、実験参加者は間隙がある方向を向き、間隙に向かって歩行を開始し、間隙を通過して歩行終了地点（間隙から 2 m 奥）まで歩行を続けた。実験参加者が 1 つの試行を終えた際、すなわち、歩行終了地点まで歩行した際、実験参加者は右回り、もしくは、左回りで歩行開始地点に戻った。右回りで歩行開始地点に戻るか左回りで歩行開始地点に戻るかはランダムに教示した。歩行開始地点までの戻り方の教示をおこなった理由は、データの偏りを避けるためであった。戻り方の教示をおこなわなかった場合、実験参加者は歩行開始地点まで左右どちらかの方向で戻ることとなり、間隙を通過する際にどちらかの肩のみを回旋させる、あるいは、間隙の通過位置に偏りが出る可能性が高くなる。実験は 98 試行おこなわれた（7 つの配置条件 × 7 つの間隙幅条件 × 2 ブロック）。間隙幅は実験参加者が歩行開始地点に戻っている間に実験協力者によって調整・変更された。

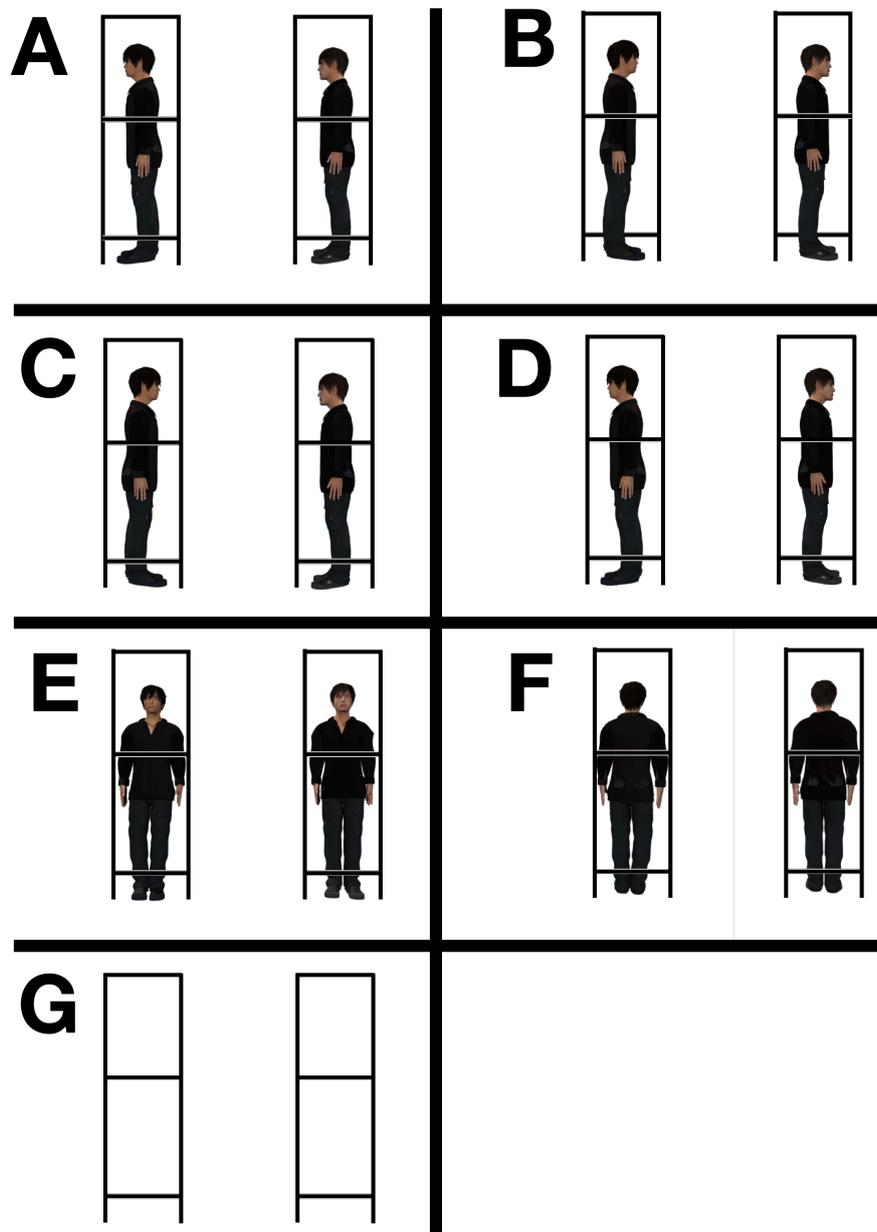


図 4-c 7つの配置条件.

A: leftward condition (左を向いて並列する条件), B: rightward condition (右を向いて並列する条件), C: face-to-face condition (向かい合う条件), D: back-to-back condition (背中合わせの条件), E: facing condition (正面を向いて並列する条件), F: away condition (後ろを向いて並列する条件), G: empty-frame condition (箱型フレームのみの条件).

表 4-a 実験参加者がおこなった実験試行の例.

	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 4	Trial 5	Trial 6	Trial 7
Block 1	$C_4 \times a$	$C_3 \times d$	$C_7 \times a$	$C_2 \times d$	$C_6 \times a$	$C_5 \times d$	$C_1 \times a$
Block 2	$C_4 \times d$	$C_3 \times a$	$C_7 \times d$	$C_2 \times a$	$C_6 \times d$	$C_5 \times a$	$C_1 \times d$

註：a は間隙幅条件における上昇（ascending）配列，d は間隙幅条件における下降（descending）配列， C_x は 7 つの配置条件（ランダムに実験参加者に提示した）を表す．

4.2.2 データ分析

4.2.2.1 肩の回旋角度

Hackney et al. (2015) に従い，実験参加者の肩（左右の肩峰）に取り付けた 2 つの赤外線反射マーカークの時系列データを分析した．それぞれの赤外線反射マーカークの時系列データは，MATLAB (MathWorks, version 9.1) を用いて 6 次元のローパスバターワースフィルタでカットオフ周波数 15 Hz で処理された．それぞれの実験参加者の身体の幾何学的な中心座標は，肩に取り付けた 2 つの赤外線反射マーカークの位置の平均値により算出された．肩の回旋角度は，実験参加者の肩に取り付けた 2 つの赤外線反射マーカークの位置を結んだ直線の傾きによって算出した．肩の回旋角度の最大値と最小値は，間隙通過フェーズ（phase of passing）内で決定された．間隙通過フェーズとは，箱型フレームの手前 0.3 m から間隙フレームの奥 0.3 m までの範囲を指す．間隙を通過する際の肩の回旋角度の最大値と最小値が間隙の少し手前，もしくは少し奥で起こる可能性があったため箱型フレームの間だけでなく，箱型フレームの前後に 0.3 m のマージンを用意した．0.3 m と設定したのは，箱型フレームの幅が 0.3 m であっ

たためである。もし、間隙通過フェーズにおける肩の回旋角度の最大値と最小値が間隙に接近する際の肩の回旋角度の平均値の標準偏差の3倍を超えた場合に、肩の回旋があったものと判定する。反対に、間隙通過フェーズにおける肩の回旋角度の最大値と最小値が間隙に接近する際の肩の回旋角度の平均値の標準偏差の3倍を超えなかった場合には、肩の回旋がなかったものと判定する(図4-d)。間隙に接近するまでの距離は、間隙の手前3.5 mから1.0 mとした。間隙に接近するまでの歩行を安定した歩行と定義し、間隙に接近するまでの歩行時の肩の回旋角度と間隙通過フェーズ時の歩行時の肩の回旋角度と比較した。

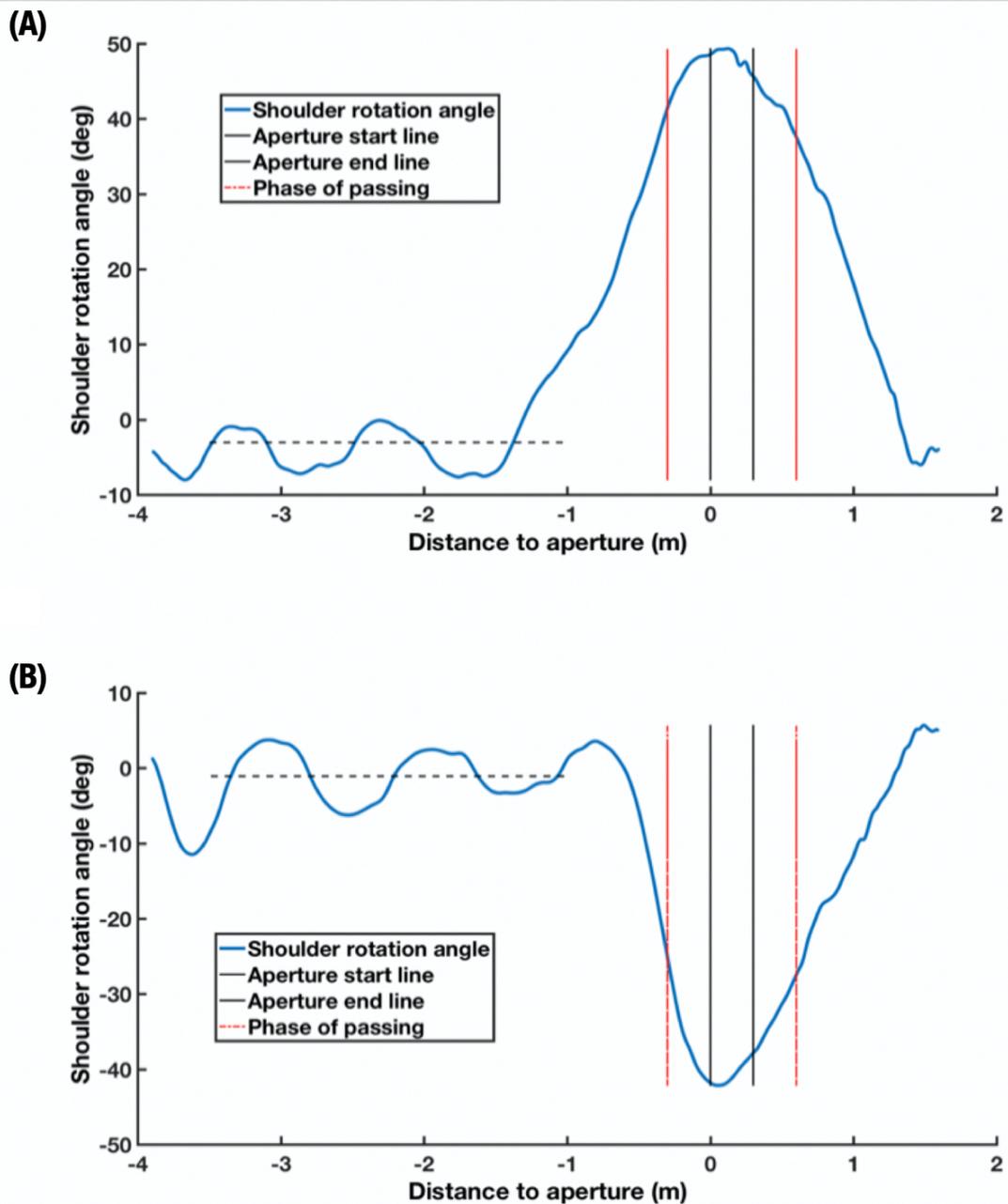


図 4-d 肩の回旋のデータ分析.

(A) は、肩を反時計周りに回旋して（右肩から回旋して）間隙を通過した事例である。(B) は、肩を時計周りに回旋して（左肩から回旋して）間隙を通過した事例である。(A) , (B) は肩の回旋方向の例である。肩の回旋角度の符号における正は、肩を反時

計回りに回旋したことを表し、負は肩を時計回りに回旋したことを表す。縦軸は肩の回旋角度、横軸は間隙までの距離を表している。図中の青い線は肩の回旋角度、黒い 2 つの垂線は間隙の始まりと終わり、赤い 2 つの垂線は間隙通過フェーズ（間隙の前後 0.3 m）（先述）、黒いドットは間隙に接近する際（間隙の手前 3.5 m～1.0 m）の肩の回旋角度の平均値（先述）、を表す。

4.2.2.2 肩の回旋方向

肩の回旋方向は、肩の回旋角度の正負の記号によって定義された。肩を回旋したかどうかの判定方法は、前項で先述した通りである。もし、肩の回旋角度が正の場合は、肩を反時計回りに回旋したことを示す。反対に、肩の回旋角度が負の場合は、肩を時計回りに回旋したことを示す（図 4-d）。

4.2.2.3 肩の回旋開始時における間隙までの距離

実験参加者が肩の回旋を開始した際の、実験参加者の身体の中心から間隙までの距離が計測された。肩の回旋開始の基準は、以下の通りである。肩の回旋角度が、間隙に接近する際の肩の回旋角度の標準偏差の 3 倍を超えた場合に肩の回旋があったとし、超えた地点を肩の回旋開始距離とした（図 4-d）。

4.2.2.4 箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置（Medial-Lateral Position: MLP）の偏差

箱型フレームに入った 2 人の実験協力者の向きが実験参加者の間隙通過時の歩行経路に影響を与えるかどうかを検討するための本指標（MLP）

を用いた。特に，箱型フレームに入った2人が右を向いている，もしくは，左を向いている際に，実験参加者は立っている2人のパーソナルスペースの異方的構造を知覚し，間隙の中心から左，もしくは，右に移動して通過するのではないかと考えた。間隙の中心からの横方向への移動距離は，実験参加者が間隙の始まりから終わりまでを通過した際の歩行経路と間隙の中心線（仮想の中心線であり実際には線は引かれていない）の差分によって計算された（図4-e）。もし，実験参加者の間隙通過時の歩行経路が負であった場合は間隙の中心よりも右側を通過し，正であった場合は間隙の中心よりも左側を通過したことを示す。

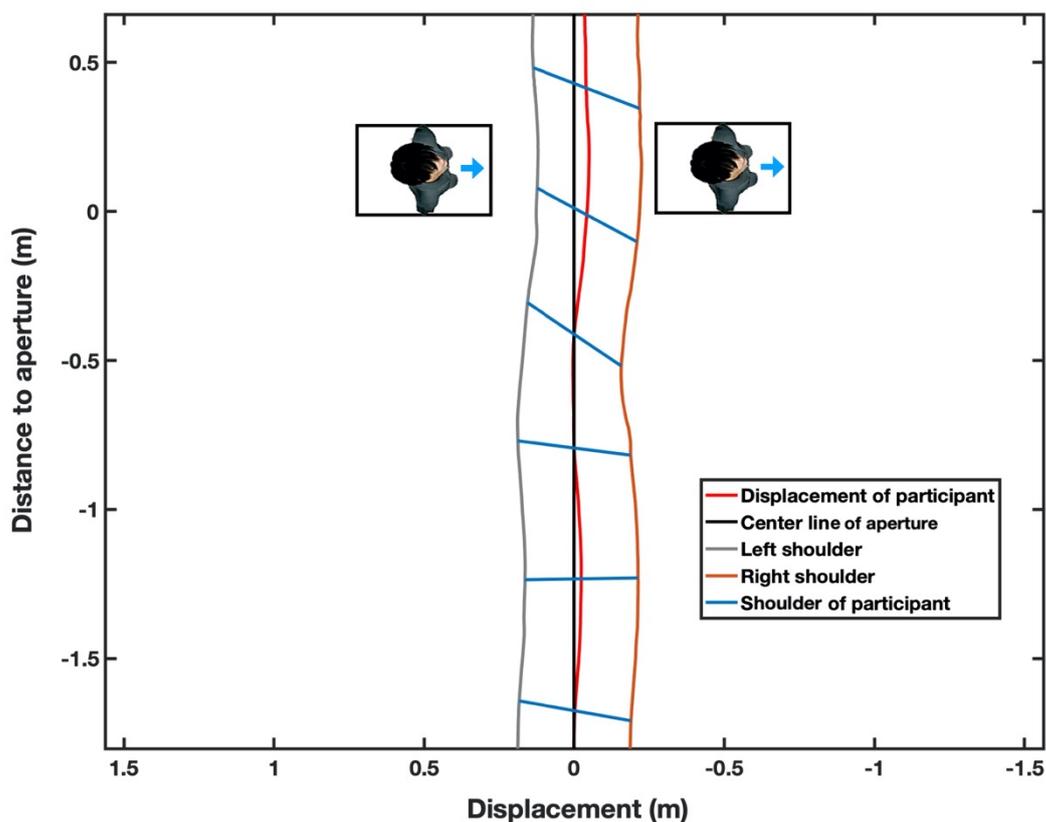


図4-e 間隙通過時の歩行経路のデータ分析（俯瞰図）。

本図は，間隙の0.5 m手前から1.5 m奥までを拡大した図である。

縦軸は間隙までの距離，横軸は位置座標である．この図は，実験参加者が間隙幅 55 cm で右を向いて並列する条件を通過する様子を俯瞰で見たものである．図中の青い線は実験参加者の肩の軌跡（左右の肩の赤外線反射マーカを直線で結んだもの），黒い垂線は間隙の中心，赤い線は実験参加者の身体の中心，灰色の線は実験参加者の左肩の軌跡，紫の線は実験参加者の右肩の軌跡を表す．本図より，実験参加者が間隙の中心，すなわち MLP よりも右側を通過し，かつ時計回りに（左肩から）回旋していることがわかる．なお，本図における肩の回旋の軌跡の描画（青い線）の周期は 0.3 秒に 1 回である．

4.2.2.5 間隙接近時と間隙通過時の歩行速度

実験参加者の歩行速度は，時間ごとの実験参加者の前後左右の座標位置を計算することによって算出した．間隙接近時の歩行速度は，間隙の 3.5 m 手前から間隙の 0.5 m 手前までの歩行速度の平均値とした．間隙通過時の歩行速度は，間隙の始まりから終わりまでの歩行速度の平均値とした．

4.3 結果

4.3.1 肩の回旋角度

実験参加者全 10 名のデータが分析に用いられた．実験参加者は，同じ条件を 2 回おこなった：1 つは間隙幅が上昇する配列であり，もう 1 つは下降する配列であった．すなわち，2 回おこなった条件における肩の回旋角度の平均値を用いて分析をおこなった．各配置条件と各間隙幅条件の肩の回旋角度の平均値，95 % の信頼区間を表 4-b に示した．

肩の回旋角度の代表値（平均値）を用いて 2 要因参加者内分散分析（配置条件 7 × 間隙幅条件 7）をおこなった。その結果，配置条件の違いによる主効果は有意であり（ $F(6,54) = 3.28, p < .01, \eta_G^2 = .0241, power = .9998$ ），間隙幅条件の違いによる主効果もまた有意であった（ $F(6,54) = 44.39, p < .001, \eta_G^2 = .6387, power = 1.0000$ ）（図 4-f）。一方，交互作用は有意ではなかった（ $F(36,324) = 1.18, p = .225, \eta_G^2 = .0245, power = .4207$ ）。配置条件の違いによる主効果における逐次棄却型多重比較法（Holm's Sequentially Rejective Bonferroni Procedure）の結果，向かい合う条件における肩の回旋角度は箱型フレームのみの条件における肩の回旋角度と比較して有意に大きいことがわかった（*adjusted p* = .0492）。加えて，間隙幅条件の違いによる主効果における逐次棄却型多重比較法（Holm's Sequentially Rejective Bonferroni Procedure）の結果，間隙幅が狭くなるにつれて肩の回旋角度は大きくなることがわかった：50 cm（ $\pi = 1.28$ ） > 55 cm（ $\pi = 1.40$ ）（*adjusted p* = .0004），> 60 cm（ $\pi = 1.53$ ）（*adjusted p* = .0011），> 65 cm（ $\pi = 1.66$ ）（*adjusted p* = .0452），> 70 cm（ $\pi = 1.79$ ）（*adjusted p* = .0452）。間隙幅が 70 cm（ $\pi = 1.79$ ）を超えると有意な肩の回旋がなくなることがわかった。

表 4-b 肩の回旋角度の平均値 (deg) と 95 %の信頼区間.

Configuration conditions	Aperture width						
	50 cm	55 cm	60 cm	65 cm	70 cm	75 cm	80 cm
Leftward	41.95	29.54	16.02	10.97	8.79	6.61	7.10
	[36.34, 47.55]	[25.17, 33.91]	[13.70, 18.33]	[8.64, 13.30]	[6.09, 11.48]	[3.66, 9.57]	[3.94, 10.26]
Rightward	42.29	28.74	20.44	13.75	10.32	9.12	7.66
	[35.65, 48.94]	[23.60, 33.89]	[14..98, 25.89]	[10.06, 17.44]	[7.18, 13.46]	[6.46, 11.78]	[5.29, 10.04]
Face-to-face	42.12	31.71	22.29	11.56	7.61	7.31	7.58
	[38.16, 46.08]	[27.25, 36.17]	[17.47, 27.10]	[9.25, 13.86]	[4.78, 10.44]	[4.27, 10.36]	[4.83, 10.34]
Back-to-back	42.85	28.11	18.31	9.51	7.34	7.12	6.87
	[37.62, 48.07]	[22.83, 33.39]	[15.17, 21.44]	[7.33, 11.70]	[4.56, 10.12]	[4.25, 9.99]	[3.98, 9.76]
Facing	44.73	31.32	21.00	10.46	7.58	6.73	6.14
	[40.99, 48.47]	[26.20, 36.43]	[16.58, 25.41]	[8.11, 12.80]	[4.76, 10.41]	[4.11, 9.35]	[3.55, 8.73]
Away	38.25	24.96	15.20	9.87	7.98	6.94	7.05
	[32.58, 43.92]	[19.38, 30.54]	[11.63, 18.78]	[6.71, 13.03]	[5.14, 10.82]	[4.26, 9.62]	[4.36, 9.75]
Empty-frame	36.72	21.86	15.25	8.74	7.25	6.71	6.36
	[29.12, 44.32]	[17.44, 26.28]	[11.19, 19.32]	[6.15, 11.32]	[4.46, 10.03]	[3.71, 9.72]	[3.29, 9.43]

註：鉤括弧内の数値は 95 %の信頼区間を示す。Leftward は左を向いて並列する条件，Rightward は右を向いて並列する条件，Fact-to-face は向かい合う条件，Back-to-back は背中合わせの条件，Facing は正面を向いて並列する条件，Away は後ろを向いて並列する条件，Empty-frame は箱型フレームのみの条件を示す。

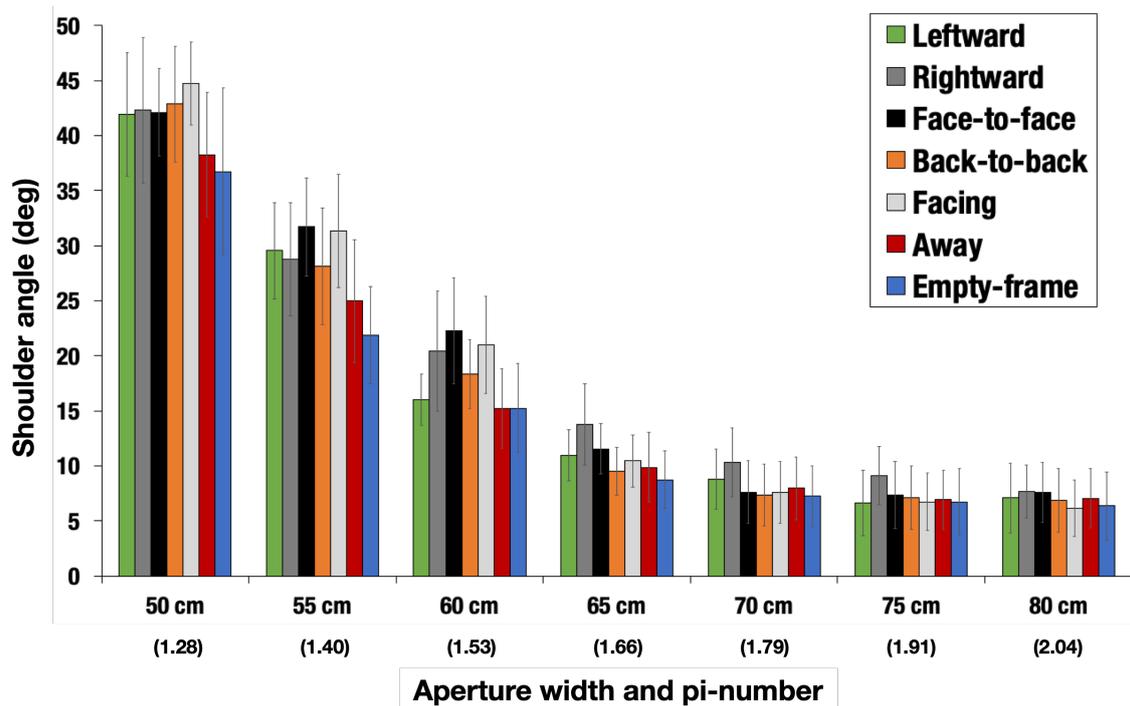


図 4-f 肩の回旋角度の平均値.

カッコ内の数値は π 値 (間隙幅 / 実験参加者の平均肩幅) を示す. エラーバーは 95 %信頼区間を示す. 凡例の Fact-to-face は向かい合う条件, Facing は正面を向いて並列する条件, Rightward は右を向いて並列する条件, Leftward は左を向いて並列する条件, Back-to-back は背中合わせの条件, Away は後ろを向いて並列する条件, Empty-frame は箱型フレームのみの条件を示す. 向かい合う条件における肩の回旋角度は箱型フレームのみの条件における肩の回旋角度と比較して有意に大きいことがわかった (*adjusted p* = .0492). 間隙幅が狭くなるにつれて肩の回旋角度は大きくなることがわかった: 50 cm ($\pi = 1.28$) > 55 cm ($\pi = 1.40$) (*adjusted p* = .0004) > 60 cm ($\pi = 1.53$) (*adjusted p* = .0011) > 65 cm ($\pi = 1.66$) (*adjusted p* = .0452) > 70 cm ($\pi = 1.79$) (*adjusted p* = .0452).

4.3.2 肩の回旋方向

次に、肩の回旋方向が箱型フレームに入った 2 人の配置・向きによって変わるのかを検証した。間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下においての実験参加者の肩の回旋頻度を比較した。なぜなら、間隙幅が 70 cm ($\pi = 1.79$) を超えると肩の回旋頻度が大きく下がるためである。間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下において、左右どちらの肩で回旋したかの頻度を表 4-c に示した。一試行で左右両方の肩で回旋して(間隙に接近する際の肩の回旋角度の 3SD を上回る肩の回旋角度によって) 間隙を通過した事例が 1 つ後ろを向いて並列する条件にあったため、データから除外した。そのため、図 4-g のグラフ上の間隙幅 65 cm ($\pi = 1.66$) の後ろを向いて並列する条件において凹みが見られる。

配置条件の違いによって、回旋する肩の方向の頻度に差があるのかを検証するために間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下における左右の肩の回旋頻度について χ^2 検定をおこなった。結果、配置条件の違いによって、回旋する肩の方向の頻度に有意な差があった ($\chi^2 (54) = 202.88, p < .001, Cramer's V = 0.426$) (図 4-g)。表 4-c に残差分析の結果を示した ($p < .05$)。左を向いて並列する条件と右を向いて並列する条件とにおいて、どちらの肩で回旋するかに差があることがわかる。

表 4-c 肩の回旋方向とその生起頻度および χ^2 検定における残差分析の結果 ($p < .05$) .

Configuration conditions	Aperture width and pi-number	Significant shoulder rotation		
		Clockwise	Counterclockwise	None
Leftward	50 cm (1.28)	11	8	1 ▼ ($p = .0081$)
	55 cm (1.40)	7	12 △ ($p = .0081$)	1 ▼ ($p = .0081$)
	60 cm (1.53)	3	7	10
	65 cm (1.66)	1 ▼ ($p = .0102$)	5	14 △ ($p = .0081$)
Rightward	50 cm (1.28)	12 △ ($p = .0290$)	7	1 ▼ ($p = .0081$)
	55 cm (1.40)	12 △ ($p = .0290$)	4	4
	60 cm (1.53)	10	3	7
	65 cm (1.66)	4	2	14 △ ($p = .0081$)
Face-to-face	50 cm (1.28)	11	8	1 ▼ ($p = .0081$)
	55 cm (1.40)	8	11 △ ($p = .0162$)	1 ▼ ($p = .0081$)
	60 cm (1.53)	8	5	7
	65 cm (1.66)	3	4	13 △ ($p = .0162$)
Back-to-back	50 cm (1.28)	10	9	1 ▼ ($p = .0081$)
	55 cm (1.40)	8	7	5
	60 cm (1.53)	7	4	9
	65 cm (1.66)	1 ▼ ($p = .0102$)	4	15 △ ($p = .0038$)
Facing	50 cm (1.28)	10	9	1 ▼ ($p = .0081$)
	55 cm (1.40)	10	8	2 ▼ ($p = .0256$)
	60 cm (1.53)	7	5	8
	65 cm (1.66)	2 ▼ ($p = .0290$)	2	16 △ ($p = .0008$)
Away	50 cm (1.28)	9	10 △ ($p = .0414$)	1 ▼ ($p = .0081$)
	55 cm (1.40)	9	6	5
	60 cm (1.53)	7	1 ▼ ($p = .0290$)	12 △ ($p = .0379$)
	65 cm (1.66)	4	1 ▼ ($p = .0353$)	14 △ ($p = .0064$)
Empty-frame	50 cm (1.28)	8	8	4
	55 cm (1.40)	7	5	8
	60 cm (1.53)	5	3	12 △ ($p = .0379$)
	65 cm (1.66)	2 ▼ ($p = .0290$)	1 ▼ ($p = .0290$)	17 △ ($p = .0002$)

註：表中の“△”は同一行の他の方向への回旋回数よりも有意に多いことを示し ($p < .05$) , 表中の“▼”は同一行の他の方向への回旋回数よりも有意に少ないことを示す ($p < .05$) .

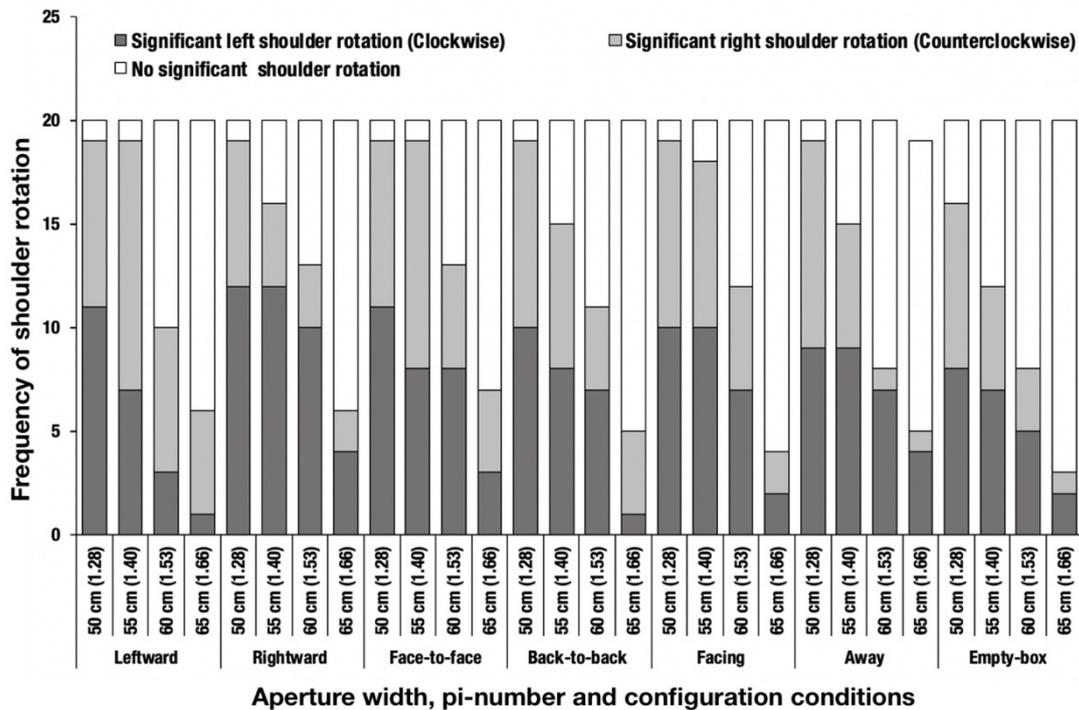


図 4-g 肩の回旋方向とその生起頻度.

カッコ内の数値は π 値 (間隙幅 / 実験参加者の平均肩幅) を示す. エラーバーは 95% 信頼区間を示す. 後ろを向いて並列する条件の間隙幅 65 cm ($\pi = 1.66$) において外れ値があったために除外した. 詳細は本文を参照されたい.

4.3.3 肩の回旋開始時における間隙までの距離

間隙幅が 70 cm ($\pi = 1.79$) を超えると肩の回旋頻度が大きく下がるため, 間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下においての実験参加者の肩の回旋開始距離を比較した. 本指標を用いたデータは欠損値が多かったため, 分散分析を施すことができなかった. そこで, ブートストラップ法を用いて分析をおこなった. 表 4-d に BCa (Bias Corrected, accelerated) 法 (repetitions = 10000) によるブートストラップ平均値と 95% のブートストラップ信頼区間を示した. 結果, 正面を向いて並列する条件における

肩の回旋開始距離は、後ろを向いて並列する条件における肩の回旋開始距離よりも大きいことがわかった（図 4-h）。正面を向いて並列する条件における肩の回旋開始距離と後ろを向いて並列する条件における肩の回旋開始距離は、BCa bootstrap paired-samples test において有意な差があった（ $p < .001$, 95% CI on the mean of the differences [0.07, 0.29], repetitions = 10000）（Efron, 1987）。すなわち、実験協力者 2 人が正面を向いて並列する条件では実験協力者 2 人が後ろを向いて並列する条件よりも実験参加者は肩の回旋を間隙の手前でおこなっていることを示す。このことは、正面に長く伸びるパーソナルスペースの異方的構造を実験参加者が考慮している可能性を示唆する。

表 4-d 肩の回旋開始距離の平均値 [BCa 法によるブートストラップ平均値と 95 %ブートストラップ信頼区間]。

Configuration conditions	Mean distance to the aperture of shoulder rotation onset (m)
Leftward	-.52 [-.61, -.43]
Rightward	-.50 [-.59, -.41]
Face-to-face	-.58 [-.65, -.50]
Back-to-back	-.54 [-.62, -.46]
Facing	-.65 [-.73, -.55]
Away	-.47 [-.57, -.37]
Empty-frame	-.52 [-.63, -.42]

註：平均値はブートストラップ平均値であり，鉤括弧内の数値は 95 %ブートストラップ信頼区間を表す．ブートストラップの繰り返し回数は 10000 回であった．

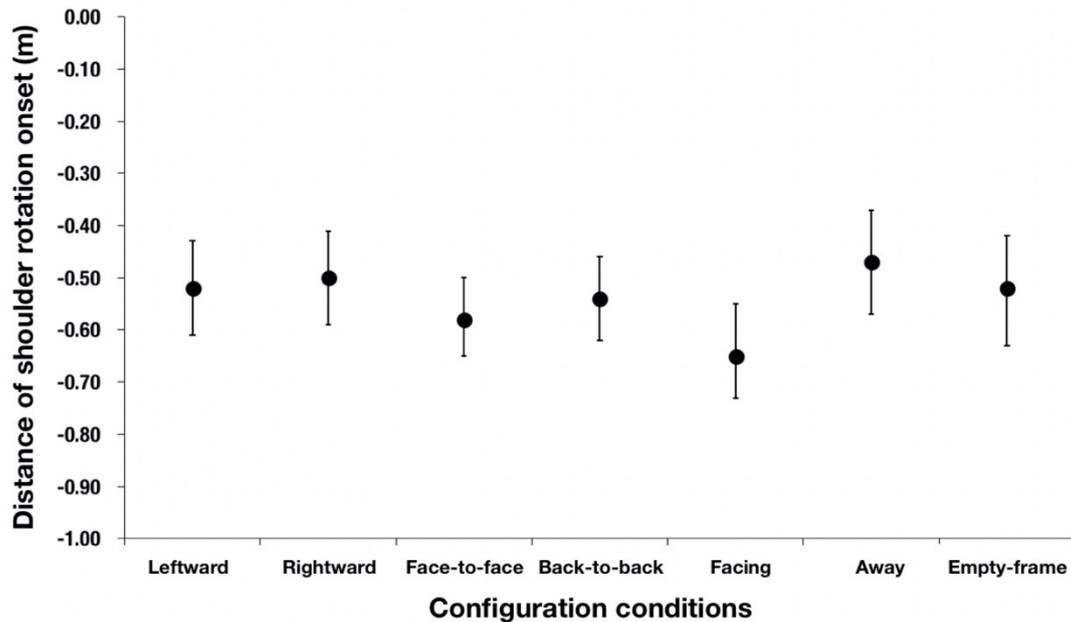


図 4-h 肩の回旋開始距離の BCa 法によるブートストラップ平均値．

エラーバーは BCa 法による 95 %ブートストラップ信頼区間を示す．縦軸は間隙までの距離，横軸は各配置条件を表す．95 %ブートストラップ信頼区間の重なりが少ないため，正面を向いて並列する条件は後ろを向いて並列する条件と比較して，間隙の手前で肩の回旋を開始していることがわかる．

4.3.4 箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差

本分析では，間隙通過フェーズにおける実験参加者の歩行経路と間隙 (箱型フレーム間)の中心線との差分を用いて分析した．実験では同一の

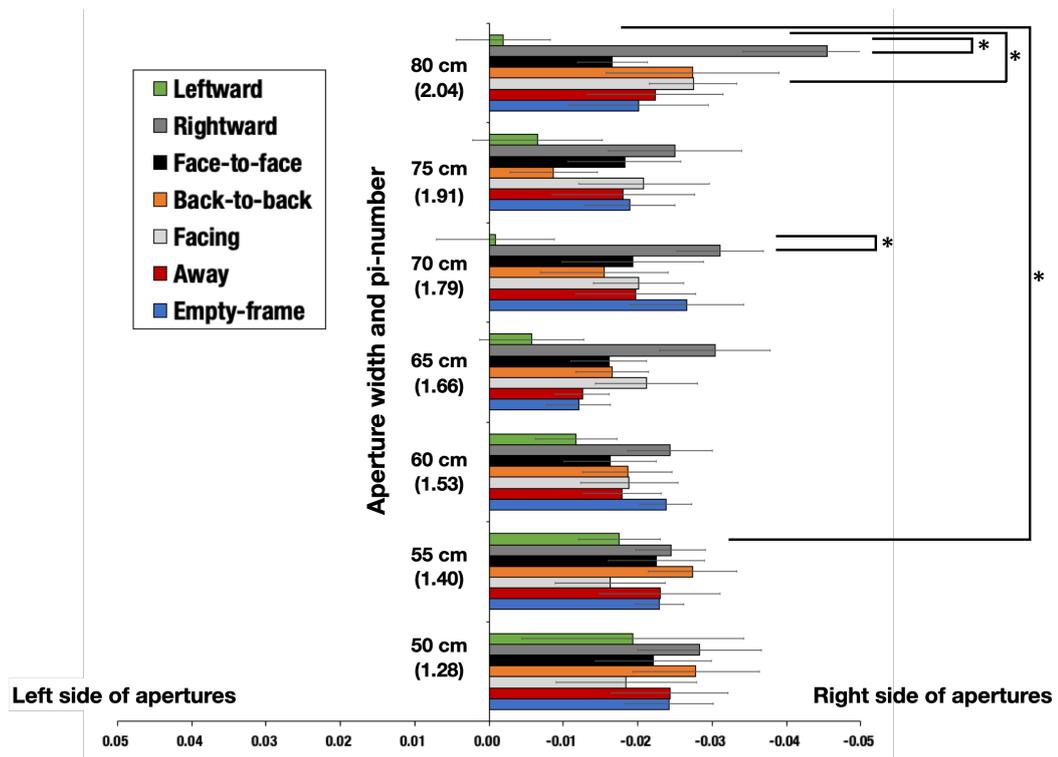
条件を2回おこなっているので、2回の試行の平均値を代表値として算出した。表4-eに、各配置条件と各間隙幅条件における間隙通過時の左右へのズレの総量の平均値と95%の信頼区間を示した。正の符号の値は左側へのズレ、負の符号は右側へのズレがあったことを示す。結果、全ての実験参加者が全条件において、間隙の中心よりも右側を歩行して通過したことがわかる。

代表値（平均値）を用いて2要因参加者内分散分析（配置条件7×間隙幅条件7）をおこなった。その結果、交互作用が有意であった（ $F(36,324) = 1.98, p = .0038, \eta_G^2 = .0483, power = 1.0000$ ）（図4-i）。また、配置条件の違いによる主効果は有意であった（ $F(6, 54) = 7.7781, p < .001, \eta_G^2 = .0748, power = 1.0000$ ）。一方、間隙幅条件の違いによる主効果は有意ではなかった（ $F(6, 54) = 1.1630, p = .3397, \eta_G^2 = .0190, power = .6493$ ）。その後の逐次棄却型多重比較法（Holm's Sequentially Rejective Bonferroni Procedure）の結果、間隙幅が70 cm（ $\pi = 1.79$ ）の場合において左を向いて並列する条件では右を向いて並列する条件よりも実験参加者は左側を歩行することがわかった（*adjusted p* = .0287）。また、間隙幅が80 cm（ $\pi = 2.04$ ）の場合において左を向いて並列する条件では右を向いて並列する条件（*adjusted p* = .0048）と向かい合う条件（*adjusted p* = .0061）よりも実験参加者は左側を歩行することがわかった。加えて、間隙幅が80 cm（ $\pi = 2.04$ ）における左を向いて並列する条件は間隙幅が55 cm（ $\pi = 1.40$ ）のける左を向いて並列する条件よりも実験参加者は左側を歩行することがわかった（*adjusted p* = .0374）。

表 4-e 箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差の平均値 (m) と 95 %の信頼区間.

Configuration conditions	Aperture width						
	50 cm	55 cm	60 cm	65 cm	70 cm	75 cm	80 cm
Leftward	-0.0194 [-.034, -.005]	-0.0175 [-.023, -.012]	-0.0117 [-.017, -.007]	-0.0057 [-.013, .001]	-0.0008 [-.009, .007]	-0.0065 [-.015, .002]	-0.0019 [-.008, .004]
Rightward	-0.0283 [-.037, -.020]	-0.0244 [-.029, -.020]	-0.0243 [-.030, -.019]	-0.0304 [-.038, -.023]	-0.0311 [-.037, -.025]	-0.0250 [-.034, -.016]	-0.0454 [-.057, -.034]
Face-to-face	-0.0221 [-.030, -.014]	-0.0225 [-.029, -.016]	-0.0163 [-.023, -.010]	-0.0161 [-.021, -.011]	-0.0193 [-.029, -.010]	-0.0182 [-.026, -.011]	-0.0166 [-.021, -.012]
Back-to-back	-0.0278 [-.036, -.019]	-0.0274 [-.033, -.022]	-0.0186 [-.025, -.013]	-0.0166 [-.021, -.012]	-0.0155 [-.024, -.007]	-0.0087 [-.015, -.003]	-0.0274 [-.039, -.016]
Facing	-0.0185 [-.028, -.009]	-0.0163 [-.024, -.009]	-0.0188 [-.025, -.012]	-0.0212 [-.028, -.014]	-0.0201 [-.026, -.014]	-0.0208 [-.030, -.012]	-0.0275 [-.033, -.022]
Away	-0.0243 [-.032, -.016]	-0.0230 [-.031, -.015]	-0.0179 [-.023, -.013]	-0.0125 [-.016, -.009]	-0.0197 [-.028, -.012]	-0.0181 [-.028, -.009]	-0.0223 [-.031, -.013]
Empty-frame	-0.0242 [-.030, -.018]	-0.0229 [-.026, -.020]	-0.0238 [-.027, -.020]	-0.0120 [-.016, -.008]	-0.0266 [-.034, -.019]	-0.0189 [-.026, -.013]	-0.0201 [-.030, -.011]

註：鉤括弧の中の数値は 95 %の信頼区間を表す.



Mean maximal deviation of Medial-Lateral Position from the center line in passing apertures (m)

図 4-i 箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差の平均値 (m) .

カッコ内の数値は π 値 (間隙幅 / 実験参加者の平均肩幅) を示す。エラーバーは 95% 信頼区間を示す。間隙幅が 70 cm ($\pi = 1.79$) の場合において左を向いて並列する条件では右を向いて並列する条件よりも実験参加者は左側を歩行することがわかった (*adjusted p* = .0287) . また、間隙幅が 80 cm ($\pi = 2.04$) の場合において左を向いて並列する条件では右を向いて並列する条件 (*adjusted p* = .0048) と向かい合う条件 (*adjusted p* = .0061) よりも実験参加者は左側を歩行することがわかった。加えて、間隙幅が 80 cm ($\pi = 2.04$) における左を向いて並列する条件は間隙幅が 55 cm ($\pi = 1.40$) のける左を向いて並列する条件よりも実験参加者は左側を歩行することがわかった (*adjusted p* = .0374) .

4.3.5 間隙接近時の歩行速度

本実験では同一の試行を2回おこなったため、2つの間隙接近時の歩行速度の平均値を代表値として分析した。表4-fに、各配置条件と各間隙幅条件における間隙接近時の歩行速度の平均値と95%の信頼区間を示した。

代表値（平均値）を用いて2要因参加者内分散分析（配置条件7×間隙幅条件7）をおこなった。その結果、交互作用に有意傾向があった（ $F(36,324) = 1.39, p = .073, \eta_G^2 = .0043, power = .5032$ ）。一方、配置条件の違いによる主効果（ $F(6, 54) = 1.5927, p = .1671, \eta_G^2 = .0046, power = .9629$ ）と間隙幅条件の違いによる主効果（ $F(6, 54) = .4540, p = .8390, \eta_G^2 = .0008, power = .2290$ ）に有意差は認められなかった。逐次棄却型多重比較法（Holm's Sequentially Rejective Bonferroni Procedure）の結果、間隙幅が65 cm（ $\pi = 1.66$ ）の場合において、正面を向いて並列する条件では左を向いて並列する条件よりも間隙接近時の歩行速度が速かった（*adjusted p* = .0305）。

表 4-f 間隙接近時の歩行速度の平均値 (m/s) と 95 % の信頼区間.

Configuration conditions	Aperture width						
	50 cm	55 cm	60 cm	65 cm	70 cm	75 cm	80 cm
Leftward	1.21 [1.19, 1.23]	1.20 [1.18, 1.22]	1.20 [1.19, 1.21]	1.19 [1.18, 1.21]	1.21 [1.20, 1.22]	1.22 [1.20, 1.24]	1.23 [1.21, 1.25]
Rightward	1.23 [1.21, 1.25]	1.24 [1.22, 1.26]	1.24 [1.22, 1.26]	1.23 [1.20, 1.25]	1.23 [1.21, 1.25]	1.22 [1.21, 1.24]	1.19 [1.16, 2.22]
Face-to-face	1.21 [1.17, 1.25]	1.21 [1.19, 1.23]	1.21 [1.19, 1.22]	1.22 [1.20, 1.23]	1.23 [1.22, 1.23]	1.21 [1.20, 1.23]	1.24 [1.22, 1.25]
Back-to-back	1.22 [1.20, 1.25]	1.22 [1.20, 1.24]	1.23 [1.20, 1.25]	1.23 [1.22, 1.25]	1.24 [1.22, 1.26]	1.23 [1.22, 1.25]	1.23 [1.21, 1.25]
Facing	1.23 [1.20, 1.25]	1.22 [1.20, 1.24]	1.24 [1.22, 1.27]	1.24 [1.22, 1.27]	1.23 [1.21, 1.25]	1.24 [1.22, 1.26]	1.25 [1.23, 1.28]
Away	1.20 [1.17, 1.23]	1.21 [1.18, 1.23]	1.20 [1.18, 1.21]	1.20 [1.18, 1.21]	1.21 [1.19, 1.23]	1.22 [1.20, 1.23]	1.22 [1.20, 1.24]
Empty-frame	1.21 [1.20, 1.23]	1.22 [1.21, 1.24]	1.23 [1.22, 1.24]	1.22 [1.20, 1.23]	1.21 [1.19, 1.23]	1.23 [1.20, 1.25]	1.24 [1.21, 1.26]

註：鉤括弧の中の数値は 95 % の信頼区間を表す。

4.3.6 間隙通過時の歩行速度

本実験では同一の試行を 2 回おこなったため、2 つの間隙通過時の歩行速度の平均値を代表値として分析した。表 4-g に、各配置条件と各間隙幅条件における間隙通過時の歩行速度の平均値と 95 % の信頼区間を示した。

代表値 (平均値) を用いて 2 要因参加者内分散分析 (配置条件 7 × 間隙幅条件 7) をおこなった。その結果、交互作用に有意な差はなかった ($F(36, 324) = .83, p = .768, \eta_G^2 = .0100, power = .2962$)。配置条件の違いによる主効果に有意な差はなく ($F(6, 54) = 1.05, p = .406, \eta_G^2 = .0061, power = .8440$)、間隙幅条件の違いによる主効果においても有意な差はなかった ($F(6, 54) = .16, p = .985, \eta_G^2 = .0023, power = .0946$)。

表 4-g 間隙通過時の歩行速度の平均値 (m/s) と 95 % の信頼区間.

Configuration conditions	Aperture width						
	50 cm	55 cm	60 cm	65 cm	70 cm	75 cm	80 cm
Leftward	1.19 [1.11, 1.26]	1.19 [1.16, 1.21]	1.20 [1.17, 1.24]	1.18 [1.16, 1.20]	1.19 [1.15, 1.22]	1.19 [1.15, 1.22]	1.20 [1.16, 1.24]
Rightward	1.21 [1.14, 1.27]	1.22 [1.18, 1.26]	1.22 [1.19, 1.26]	1.19 [1.15, 1.23]	1.21 [1.18, 1.24]	1.21 [1.18, 1.23]	1.18 [1.13, 1.22]
Face-to-face	1.20 [1.14, 1.27]	1.20 [1.16, 1.24]	1.19 [1.16, 1.23]	1.21 [1.18, 1.23]	1.21 [1.20, 1.23]	1.22 [1.19, 1.24]	1.23 [1.20, 1.26]
Back-to-back	1.20 [1.12, 1.29]	1.18 [1.15, 1.22]	1.20 [1.18, 1.24]	1.21 [1.18, 1.24]	1.23 [1.20, 1.25]	1.22 [1.20, 1.24]	1.22 [1.19, 1.25]
Facing	1.22 [1.15, 1.29]	1.20 [1.17, 1.23]	1.21 [1.18, 1.23]	1.21 [1.17, 1.23]	1.19 [1.16, 1.22]	1.21 [1.17, 1.24]	1.20 [1.17, 1.24]
Away	1.20 [1.14, 1.26]	1.13 [1.10, 1.15]	1.19 [1.16, 1.21]	1.18 [1.16, 1.20]	1.19 [1.17, 1.21]	1.19 [1.17, 1.21]	1.18 [1.15, 1.21]
Empty-frame	1.19 [1.15, 1.23]	1.17 [1.16, 1.19]	1.19 [1.16, 1.22]	1.23 [1.20, 1.26]	1.19 [1.16, 1.23]	1.21 [1.17, 1.25]	1.19 [1.16, 1.23]

註：鉤括弧の中の数値は 95 % の信頼区間を表す。

4.3.7 π 値

Warren & Whang (1987) と Hackney et al. (2015) を参照し、間隙通過における行為の転換点（肩を回旋せずに通り抜けられるか通り抜けられないかの転換点）、すなわち π 数の値（ π 値）を算出した。 π 値を算出するにあたり、隣り合う各間隙幅条件において有意な差がなくなる直前の間隙幅を Critical な間隙幅と定義し、分析に用いた。 π 値は Critical な間隙幅を実験参加者の平均肩幅で除することで算出した。その結果、向かい合う条件における π 値は 1.66、背中合わせの条件における π 値は 1.53、正面を向いて並列する条件における π 値は 1.66、後ろを向いて並列する条件における π 値は 1.40、左を向いて並列する条件における π 値は 1.53、

右を向いて並列する条件における π 値は 1.53、箱型フレームのみの条件における π 値は 1.40 であった。肩の回旋角度の節の結果と同様となるため、向かい合う条件における肩の回旋角度は箱型フレームのみの条件における肩の回旋角度と比較して有意に大きいことが言える (*adjusted p* = .0492)。

4.4 考察

研究Ⅲでは、間隙の形を統制した上で、間隙を構成する箱型フレームの中に入った実験協力者の配置・向きによって、実験参加者の間隙通過の仕方がどのように調整されるのかについて検討した。この操作によって、間隙の形が通過の仕方に影響を与える可能性を少なくした上で、実験参加者が間隙を構成する 2 人のパーソナルスペースの異方的構造を知覚し、行為を調整したかを検討することができる。以下に、結果で得られたことについて考察をおこなう。

4.4.1 肩の回旋角度

まず初めに、肩の回旋角度について考察する。配置条件の違いは通過者の方の回旋角度に影響を与えることがわかった。特に、向かい合う条件における肩の回旋角度は箱型フレームのみの条件における肩の回旋角度と比較して有意に大きいことがわかった (図 4-f)。この結果は、向かい合う条件では間隙を構成する 2 人の異方的なパーソナルスペースが間隙において重なったことで、箱型フレームのみの条件と比較して実験参加者は“通り抜けづらい”、“侵入しづらい”と知覚し、大きい肩の回旋角度で通過したことが示唆される。反対に、箱型フレームの条件では、間隙にパーソナルスペースがないために、向かい合う条件と比較して実

験参加者は“通り抜けづらい”，“侵入しづらい”とは知覚せず，少ない肩の回旋角度で通過したことが示唆される．

4.4.2 肩の回旋方向

2 つ目に，肩の回旋方向について考察する．間隙を構成する 2 人の向き・配置の違いによって，肩の回旋方向が異なった．特に，間隙を構成する 2 人が左を向き間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下の場合，実験参加者は反時計回りに肩を回旋して通過した，すなわち，右肩から回旋して通過した．同様に，間隙を構成する 2 人が右を向いて並列し間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下の場合，実験参加者は時計回りに肩を回旋して通過した，すなわち，左肩から回旋して通過した．この結果は，間隙の形が統制されているにもかかわらず，実験参加者は通過の仕方を調整したことを示唆する．加えて，箱型フレームに入った 2 人の実験協力者は身体や頭を動かさないよう教示されているため，実験協力者が箱型フレームから出てくることはない．肩の回旋方向は箱型フレームに入った 2 人の実験協力者のパーソナルスペースが実験参加者の肩の回旋方向，すなわち，間隙通過の仕方に影響を与えたと考えられる．一方で，実験協力者の顔が実験参加者の肩の回旋方向の違いに影響を与えた可能性がある．つまり，実験参加者が間隙を通過する際，実験協力者の顔と近づき過ぎるのを避けるために肩の回旋方向を調整した可能性がある．箱型フレームに入った 2 人の実験協力者の向きに応じて，肩の回旋方向を変えることで実験協力者の顔との距離を調整することができる．実験協力者の顔が間隙通過の仕方に影響を与えるかについては，今後の研究とし，さらなる検討をおこなっていきたい．

4.4.3 肩の回旋開始時における間隙までの距離

3 つ目に、肩の回旋開始時における間隙までの距離について考察する。間隙を構成する 2 人の向き・配置の違いによって、肩の回旋開始時の間隙までの距離は異なった。特に、図 4-h で示したように間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下の場合、肩の回旋開始距離は、2 人の実験協力者が後ろを向いて並列する条件よりも 2 人の実験協力者が正面を向いて並列する条件の方が遠いことがわかった。すなわち、後ろを向いて並列する条件よりも正面を向いて並列する条件の方が、実験参加者は間隙のより手前で肩の回旋を開始していることがわかった。この結果は、実験参加者が間隙を構成する 2 人の正面に長く伸びる異方的なパーソナルスペースを知覚し、より早い段階で肩の回旋を開始したことを示唆する。

4.4.4 箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差

4 つ目に、箱型フレーム間の中心線からの内側-外側位置 (Medial-Lateral Position: MLP) の偏差について考察する。間隙を構成する 2 人の向き・配置の違いによって、MLP の値が異なった。特に、間隙を構成する 2 人が左、もしくは、右を向き間隙幅が 70 cm ($\pi = 1.79$) 以上の場合、実験参加者は基本の歩行経路 (間隙の少し右側を通過すること) よりも左側、もしくは、右側を通過することがわかった。この歩行経路の傾向は、間隙幅が 70 cm ($\pi = 1.79$) 以上の場合でのみ見られ、間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下の場面では見られなかった。この結果は、間隙幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下の狭い場合には歩行経路を調整できる空間的な余裕がなかったためであると考えられる。

4.4.5 間隙接近時と間隙通過時の歩行速度

5つ目に、間隙接近時と間隙通過時の歩行速度について考察する。間隙を構成する2人の向き・配置の違いによって、間隙接近時と間隙通過時の歩行速度にほとんど差は見られなかった。この結果から、実験参加者は、間隙を通過する際には歩行速度の調整ではなく、肩の回旋や歩行経路を調整して通過することが考えられる。加えて、肩の回旋や歩行経路の調整といった通過の仕方は、様々な状況によって使い分けられている可能性がある。間隙幅が70 cm ($\pi = 1.79$) 以上の場合は歩行経路を調整して間隙を通過し、間隙幅が65 cm ($\pi = 1.66$) 以下の場合では肩の回旋を調整して間隙を通過する。加えて、どの程度歩行経路を調整するか、どの程度肩を回旋するか、どちらの肩を回旋するかは、間隙を構成する2人の実験協力者の配置・向きによって調整されると考えられる。

4.4.6 π 値

6つ目に、配置条件の違いにおける π 値について考察する。研究Ⅲにおける正面を向いて並列する条件での π 値(=1.66)は、Hackney et al. (2015)における人を障害物とした条件(正面を向いて並列する条件)での π 値(=1.70)と近似した。加えて、研究Ⅲにおける箱型フレームの条件での π 値(=1.40)は、Warren & Whang (1987)での物と物の間の π 値(=1.30)、Hackney et al. (2015)での物と物の間の π 値(=1.3)とおおよそ近似していると考えられる。

4.4.7 研究Ⅲと安全運行の場および Behavioral Dynamics Model との接続

Gibson & Crooks (1938)は、他者の存在が自分の運転行動に与える影響

について論じている。車を運転するとき、私たちは障害物に衝突することなく安全に運転することができる。私たちは、私たちの車に障害物がなくなるように可能な経路のフィールドを知覚することができる。これは安全運行の場と呼ばれる(Gibson & Crooks, 1938)。安全運行の場には異方性の構造があり、側面と後部よりも車両の前部に向かって長くなる傾向がある。これは、動きのない車両が後方や横方向よりも前方に移動を開始する可能性が高いためである。複数の車両が存在する交差点では、安全運行の場がお互いに重なってしまう。ドライバーにとっては、他者が運転する車両の安全運行の場は、衝突を避けるために回避する必要がある、負の価値(Gibson & Crooks, 1938)を持っている。このような状況では、自身の安全運行の場は、相手の車両の安全運行の場(負の価値を持つ)を統合することによって、再組織化されるか、または変形される。ドライバーは、安全な運転を続けるためには、再組織化された安全運行の場を知覚する必要がある。この考え方は、立っている二人の人間の異方的なパーソナルスペースの存在が、二人の間を個人が通過する方法に影響を与えるという研究Ⅲの結果を説明するのに役立つかもしれない。移動、障害物回避、あるいは経路選択を説明する試みとして、Fajen & Warren (2003)と Fajen, Warren, Temizer, & Kaelbling (2003)は、エージェントの移動行動を記述する Behavioral Dynamics Model を提案した。このモデルでは、エージェントのゴールの自己中心位置が移動の角加速度にどのように寄与するかを決定し、ゴール角度、ゴール距離、障害物角度、障害物距離の関数であると仮定している(Fajen & Warren, 2003; Fajen et al., 2003)。このモデルは、ある理想的な条件の下での人間の視覚的誘導歩行を正確に捉えているが、エージェント、ゴール、障害物を拡張性のない数学的な点として扱い(すなわち、身体的な物体とは異なり)、構造化された(異

方性などの)場を持たないものとして扱う。異方的なパーソナルスペースがエージェントの間隙通過行動に与える影響に関する今回の知見と、上述した再組織化された安全運行の場の考え方を考慮すると、**Behavioral Dynamics Model** は、エージェントの行動が安全運行の場と他のエージェント（乗り物、人など）のパーソナルスペースの影響を受ける、より現実的なケースにまで拡張することができる。

4.5 展望

データを解析した結果、視線や顔の向きが間隙を構成する 2 人の子の間の通過可能性の知覚に影響を与える可能性があることが明らかになった。間隙を構成する人の顔や視線の向きによって肩の回旋方向が影響されるのであれば、視線条件を制御することで（例えば、間隙を構成する 2 人の顔をスクリーンで覆うなど）、異なる結果が得られるかもしれない。このことは、人が構成する間隙の通過行動に対する社会的要因の影響の別の側面を明らかにするものである。この点については、今後の実験で明らかにしていきたい。

4.6 結論

研究Ⅲでは、様々な方向を向いた 2 人の子の間を人はどのように通り抜けるのかについて検討した。実験の結果、間隙の幅が 70 cm ($\pi = 1.79$) 以上の場合には間隙の歩行経路を調整し、間隙の幅が 65 cm ($\pi = 1.66$) 以下の場合には肩の回旋を調整して通過することがわかった。加えて、どの程度歩行経路を調整するか、どの程度肩を回旋するか、どちらの肩を回旋するかは、間隙を構成する 2 人の子の実験協力者の配置・向きによって調整されることが示唆された。研究Ⅲの結果、人は、人と人の子の間を通り抜

ける際、物理的な制約（間隙の幅）だけでなく、社会的な制約（パーソナルスペースの異方的構造）を考慮して通過していることを示唆した。

5. 総合考察*****

5.1 研究 I・II・IIIのまとめと総合考察

3つの各研究を通して、社会的要因としてのパーソナルスペースの異方的構造が間隙の通過可能性の知覚ならびに通過行為に影響を与えることを示した。

研究 I では、人と物体（箱型パネル）を区別して通過可否判断をするのか、人の向きに応じて変化するパーソナルスペースの異方的構造を知覚して通過可否判断をするのかを明らかにした。実験では、間隙を構成する人の向きを操作し、実験参加者が静止した状態での通過可否判断を検証した。その結果、間隙を構成する人が向かい合う条件のとき、すなわち、間隙へのパーソナルスペースの干渉可能性が高い場合、実験参加者は通過するためには背中合う条件や統制群である箱型のパネルよりも広い間隙幅を必要とした。それに対して、間隙を構成する人が背中合う条件のとき、すなわち、間隙へのパーソナルスペースの干渉可能性が低い場合、実験参加者は向かい合う条件よりも狭い間隙幅で十分通過可能だと判断した。この結果は、人がパーソナルスペースの異方的構造や間隙を構成する人の向きからなる身体配置、間隙を構成する2人の行為の可能性を観察者が知覚し、間隙の通過可否判断を変える可能性を示唆した。加えて、実験の結果から、観察者は人と物体（箱型パネル）を区別して、間隙の通過可否判断をしていることが明らかになった。一方、箱型のパネルは人の形と大きく異なるため、間隙の形状による影響を排除することができなかった。

***** 本章は、友野・山本・古山・三嶋(2020)の内容の一部を加筆修正して作成された。

そこで、研究Ⅱでは、実験参加者が、人と人の間、人の形をしているが人ではない物体（人型パネル）の間の通過可否を静止した状態で判断する実験をおこなった。実験の結果、間隙を構成するものが人である場合と人型パネルである場合では π 値に有意な差は見られないが、一方、人ないしは人型パネルの向きの違いによって、 π 値に有意な差が見られ、また、人と人型パネルの向きの違いによる π 値の変化の傾向に差は見られなかった。通常、パーソナルスペースはその定義から、人の周りに存在するもの—一方、物体の周りには存在しないもの—と考えられている（Sommer, 1959）が、この結果は、知覚者が物体である人型パネルに人と同様なパーソナルスペースを知覚して理解することを示唆する。これは、今回使用した人型パネルが、間隙を構成する役を担った人物の輪郭をかたどって作成されたために“人らしい情報を持った物体”となり、このことによって人型パネルに対する間隙通過可否判断が人に対する間隙通過可否判断と同様に、その向きに応じて変化することになった可能性がある。研究Ⅱの実験結果は、間隙を構成する対象が、“人の形をしていること”と“人もしくは人型パネルの向き”の2つが人らしさの情報となり得ることを示した。パーソナルスペースの異方的構造の情報は、“人の形をしていること”と“人もしくは人型パネルの向き”によってもたらされている可能性が示唆された。

研究Ⅰ、Ⅱでは、実験参加者が間隙を実際に通過するのではなく、静止した状態での間隙の通過可否判断を求めた。しかし、実際に人が通過する場合には、人の向きに応じて通過の仕方もまた変化することが予想される。また、人の形は単純な線形ではなく複雑な形をしているため（鼻が突出していたり、臀部が突出していたりする）、間隙を構成する人の向きが変わると同時に間隙の見かけ上の形もまた変化していた。

そこで、研究Ⅲでは、間隙の見かけ上の形を統一しつつ、実験参加者が実際に間隙を通過する実験をおこなった。研究Ⅲの仮説では、人はパーソナルスペースの異方的構造を知覚して、間隙の通過方略を調整するのか、とした。具体的には、向かい合う2人の間を通過する場合には、間隙へのパーソナルスペースの干渉可能性が高いため他の条件よりも肩の回旋角度が大きくなるのではないかと、右を向いて並列する2人の間を通過する場合、間隙に対して顔を向けている人から生じるパーソナルスペースへの侵入を最小限にすべく右肩ではなく左肩から肩の回旋を始めるのではないかと、同様に、間隙に対して顔を向けている人から生じるパーソナルスペースを避けるために間隙の中心ではなく間隙の中心よりも右側を通過するのではないかと（左を向いて並列する2人の間を通過する場合は逆となるのではないかと）、間隙への接近速度や通過速度は条件ごとに変化するのではないかと、と予想した。実験の結果、間隙幅の知覚だけでなく、パーソナルスペースの異方的構造の知覚が通過方略に影響を与えることが示唆された（向かい合う2人の間を通過する際、他の条件よりも肩の回旋角度が大きい、右を向いて並列する2人の間を通過する条件では、間隙の中心よりも右側を通過し、左を向いて並列する2人の間を通過する条件では、右を向いて並列する2人の間を通過する条件よりも左側を通過する、右を向いて並列する2人の間を通過する条件では、左肩から回旋を始める、左を向いて並列する2人の間を通過する条件では、右肩から回旋を始めるなど）。一方で、間隙を構成する人の顔、視線が影響を与える可能性もまた示唆された。

加えて、間隙を構成する2人は立った状態であったが、座っている等の場合には通過者ならびに観察者の通過可能性の知覚は本論文の結果とは異なる可能性がある。本論文では、間隙の構成物は、実験参加者と同

程度の高さ、もしくは、それ以上の高さであった。そのため、実験参加者の肩幅と間隙の幅を元に π 値を算出し分析した。一方、高さが腰までしかない高さの構成物の間を通り抜ける場合には、実験参加者の肩幅を基準とすることは適切ではなく、実験参加者の腰幅と間隙幅を元に π 値を算出し分析することとなる。例えば、椅子に座った 2 人の間を通り抜ける研究が想定できる。パーソナルスペースの知覚には、他者の顔や視線等が影響する (Sommer, 1959) ことから、椅子に座った 2 人の間を通り抜ける場合は、通過者の顔の位置と間隙を構成する 2 人との顔の位置が異なるため、本論文の実験とは通過可能性の知覚が異なる可能性がある。教室での移動や電車内での移動等、座っている人の間を通り抜ける場面は、生活環境に多くあり、今後検討していくべき課題であると考えられる。

5.2 本論文と近接分野との接続

これまでの間隙通過研究の多くは物理的な存在である物と物の間の通過行為に関するものであった。しかし、私たちの暮らす生活環境は、物に囲まれただけでなく“人に囲まれた環境”でもある。

人に囲まれた環境では、信号待ちをしている人々の間を通り抜ける場合もあれば、師走の混み合った商店街を歩く場合もある。あるいは、世間話をしている人たちの邪魔にならないように、その間を前かがみになりながら通り抜けるかもしれない。このように人がいる環境では人の向きやパーソナルスペース、身体配置 (Kendon, 1990)、他者の行為可能性の知覚 (Creem-Regehr, Gagnon, Geuss & Stefanucci, 2013) などさまざまな要因が絡み合って間隙通過に影響を及ぼす。本論文で示した人と人の間の通過研究で扱われている場面は、私たちの多様な日常を構成するほ

んの一部でしかない。人は自己と物体との距離を調整するだけでなく、自己と他者との社会的な距離も調整し、その距離感はコミュニケーションの程度や年齢、立場や文化などによって異なってくる。これらの社会的な要因を考慮にいった間隙通過研究をおこなうことで、建築物や設備の設計、移動するロボットの制御、異文化コミュニケーション、リハビリテーションなど、さまざまな分野に応用することができるようになるだろう。一方で、取り組むべき課題が多くあるにもかかわらず、ほとんど着手されていないのが現状である。

確かに、間隙通過という限定した条件での人と人の間の通過研究は少ないが、他者との衝突回避をはじめとしたすれ違いの研究は多く存在する (Basili, Sağlam, Kruse, Huber, Kirsch, & Glasauer, 2013; Bühler & Lamontagne, 2019; Dicks, Clashing, O'Reilly, & Mills, 2016; Huber, Su, Krüger, Faschian, Glasauer, & Hermsdörfer, 2014)。これらの研究は、すれ違う際にどのような方略（歩行速度や歩行経路の調整など）で他者との衝突を回避するのかについて着目している。これらの研究もまた、人に囲まれた環境における人々の振る舞いについてさまざまな示唆を与えているが、主に焦点を当てられているのは他者と自己との1対1（個人対個人）の関係である。一方で、人と人の間の通過研究では、2人の他者がつくる間隙を自身が通過する場面に焦点が当てられており、そこで注目されるのは他者と自己との1対1の関係だけではなく、他者と他者がすでに形成している1対1の関係に自身が新たに参与する1対多の関係となっているという点は注目すべきであると考えられる。間隙通過研究において視線や発話による相互作用、パーソナルスペース、性差、文化差、パーソナリティといった社会的な要因に着目することで、それらが通過可能

性の知覚にどのような影響を与えるのかをより一般性の高い文脈の中で検討することができるだろう。

他にも、群集が開口部から流動する様子を実験やシミュレーションによってモデル化・分析する研究も多くある(今西, 2017; 今西・佐野・萩原・布田, 2015; 木村・佐野・林田・竹市・峯岸・吉田・渡辺, 2009)。これらの研究は、群集の動きを緻密に観察し、どのような経路で移動すると効率的に移動できるのかについて、すなわち、人に囲まれた環境での知覚についてさまざまな示唆を与える。間隙通過研究の知見と群集流動の研究を上手く融合することで、緊急時・混雑時の行動のようなより現実的な場面での検討ができるようになると考えられる。

次に、新たな人と人の間の通過研究の仮説や方法を提案し、間隙通過研究が次に目指すべき道を展望していく。たとえば、会話をしている 2 人の間を通過する実験では、実験の統制上、試行間において同じ会話を同じ音量・テンポでおこなう必要がある。このような場合、実験を実施することが困難であるように感じられるが、この点は VR 環境上で実験をおこない、間隙を構成する 2 人に常に同じ動作・会話をさせることで解決できるだろう。VR 以外の方法として、会話場面を撮影した映像を提示し、間隙の通過可否判断を問う実験も可能であろう。Morgado, Muller, Gentaz, & Palluel-Germain (2011)や Kroll & Crundall (2019)は間隙を映像で実験参加者に提示し、間隙の通過可否判断の実験をおこなっている。これらの手段を用いることで、困難だと考えられていた実験も可能になるであろう。一方で、人と人を通り抜ける際は、物と物を通り抜ける際とは異なり、間隙を構成する 2 人と通過者の間にインタラクションがある可能性があり、それが間隙の通過行為ならびに通過可否判断に影響を与えているかもしれない。その場合、VR や映像での間隙通過は、

日常での振る舞いと大きく異なることが危惧される。しかし、研究の第一段階として VR や映像などの擬似的な環境での実験をおこなうことは重要である。加えて、通過者だけでなく、間隙を構成する人の心理状態について研究することも重要である。

また、今後、ロボットと共生する時代が来ることが予想される。人とロボットの共生のため、両者の混在する環境を前提とした研究が必須となるだろう。ロボットが会話している 2 人の間を通り抜ける際、どれくらいの間隙幅があれば、会話している 2 人は不快に思わないだろうか。林田・遠田・吉岡・高橋・佐野・渡辺 (2010)は、ロボット（高さは膝より低く幅は肩幅程度）が人の周りを移動する際、人にどの程度の“邪魔さ”を与えるのかについて実験をおこなった。その結果、人の左側をロボットが通過する場合に“邪魔さ”を低く感じることを報告された(林田ら, 2010)。また、水丸・坂本・小野 (2017)は、会話をしている 2 つの人型ロボットの間を人が通過するかどうかの実験をおこなった。この実験では、2 つのロボットの会話の重なり具合を変数とし、会話がオーバーラップする場合にはロボットの間を通過する回数は少ないが、会話に遅延がある場合にはロボットの間を通過する回数が増えることを報告した(水丸ら, 2017)。

この種の研究に間隙通過研究の成果を適用することで、人とロボットのインタラクションを多角的に検討することができると考えられる。状況に応じて通過しても不快感を与える場合と与えない場合があるであろう。たとえば、ロボットが人と人の間を通過する際、向かい合って話をしている 2 人の間と、背中合わせでただ立っている 2 人の間では、2 人の間の距離が同じであっても不快感は変わってくるであろう。人と共生するロボットが人を障害物として認識するだけでなく、人の行為や状態に応じて通過可能性を判断できるとより良い環境やインタラクションを構

築できると考えられる。その他にも、移動するロボットに対して人はどの程度距離をとって回避するのかについての研究(遠田・渡辺・佐野・高橋・林田,2006)や、移動するロボットが移動する人に衝突しないようにするための制御についての研究(細田・山本・一野瀬・柄川・玉本・坪内,2011)などがある。人に囲まれた環境での間隙通過研究を応用することで、人らしい振る舞いをするロボットを作れるかもしれない。

適切な行為の遂行、すなわち、衝突せずに間隙を通過するためには、環境を能動的に探索しながら行為可能性をピックアップし、持続的に知覚を調整することが重要である。環境の構成物が物から人になった場合には、パーソナルスペースなどの社会的な要因によって行為が影響され、人は物だけに囲まれた環境とは異なる振る舞いをしていることが本論文から明らかになった。

6. 結論

6.1 人はいかにして人と人の間を通り抜けるのか

序論で設定した以下の3つの仮説の検証結果についてまとめる。

仮説1：人と人の間を通過できるかどうかの π 値は、間隙を構成する人々のパーソナルスペースが考慮されるため、物と物の間を通過する場合よりも大きくなる。

研究Iの結果より、向かい合う2人の中の π 値(1.56)は、箱型パネルの間の π 値(1.41)よりも有意に大きかった。すなわち、人と人を通り抜けるかどうか判断する場合の π 値は物と物を通り抜けるかどうか判断する場合の π 値よりも大きくなることがわかった。

また、研究IIIの結果より、向かい合う2人の中を実際に通り抜ける際の π 値(1.66)は、箱型フレームの中を実際に通り抜ける際の π 値(1.40)よりも有意に大きかった。すなわち、人と人を通り抜ける際の π 値は物と物を通り抜ける際の π 値よりも大きくなることが明らかとなった。

研究I・IIIの結果より、仮説1は支持された。

仮説2：間隙を構成する2人にはパーソナルスペースが存在する一方、間隙を構成する無機的な物体は、人型であったとしてもパーソナルスペースは存在しないと仮定した。そのため、人と人の中を通り抜けるかどうかの判断は、人型パネルと人型パネルの中を通り抜けるかどうかの判断よりも間隙幅を多く必要とする。すなわち、人と人の中を通り抜けるかどうかの π 値は人型パネルと人型パネルの中の π 値よりも大きくなる。

研究Ⅱの結果より、観察者は、間隙を構成する 2 人と間隙を構成する 2 つの人型パネルを区別せずに間隙の通過可否を判断していることがわかった。このことから、観察者は、物体である人型パネルに人と同様なパーソナルスペースを知覚して理解することが示唆される。

以上のことから、仮説 2 は支持されないことが明らかとなり、人と人の間の通過可否の判断は、2 つの人型パネルの間の通過可否の判断と同様になる可能性が高いことが示唆された。

仮説 3: パーソナルスペースは人の正面に長く伸びる異方的構造を持つ(田中, 1973)とされているため、間隙を構成する人の向きに応じて観察者(通過者)の通過可能性の知覚とそれに伴う通過行為の調整は異なる。具体的には、観察者(通過者)は、背中合わせに立つ 2 人の間や正面を向いて並列する 2 人の間よりも向かい合う 2 人の間の間隙幅を狭く知覚する。すなわち、向かい合う 2 人の間の π 値は他の条件で立つ 2 人の間の π 値よりも大きくなる。

研究Ⅰの結果より、向かい合う 2 人の間の π 値 (1.56) は背中合わせの 2 人の間の π 値 (1.35)、正面を向いて並列する 2 人の間の π 値 (1.44) よりも有意に大きくなることがわかった。このことから、間隙を構成する人の向きに応じて観察者の通過可能性の知覚が調整されることが明らかとなった。

また、研究Ⅲの結果より、間隙を構成する 2 人の向きの違いによって、MLP の値、すなわち通過者の歩行の軌跡が異なった。特に、間隙を構成する 2 人が左、もしくは、右を向き間隙幅が 70 cm ($\pi = 1.79$) 以上の場合には、通過者は基本の歩行の軌跡(間隙の少し右側を通過すること)よりも左側、もしくは、右側を通過することがわかった。このことから、間隙

を構成する人の向きに応じて通過者の通過行為が調整されることが明らかとなった。

研究I・IIIの結果より、仮説3は支持された。

本論文は、社会的要因としての異方的なパーソナルスペースが間隙の通過可能性の知覚並びに通過行為に影響を与えるのかについて検証してきた。本論文における各研究の結果、社会的要因は間隙の通過可能性の知覚並びに通過行為に影響を与えることが明らかとなった。間隙の構成物が物であった場合には、社会的要因は間隙の通過可能性の知覚並びに通過行為に影響を与えない可能性が高い。その一方で、人の形をした人ではない物体が間隙を構成している場合には、人が間隙を構成している場合と同様に社会的要因は間隙の通過可能性の知覚並びに通過行為に影響を与える可能性があることが示された。

6.2 アフォーダンス理解への貢献

本論文で示した人と人の間の通過研究は、認知的活動の両輪たる知覚と行為の連立を中心的な課題としており、認知科学、特にアフォーダンスの理解に貢献できると考えられる。物理的な間隙を“通り抜けられるか・通り抜けられないか”の行為可能性は、間隙幅などの客体の物理的特性によってのみ決まるのではなく、 π 数で表される客体の幅と主体の幅との無次元の比、つまり主客の関係性によって捉えられることが知られているが、人と人の間の通過においては、本論文でも取り上げたとおり間隙幅だけでなく間隙を構成する人の向きに応じたパーソナルスペースの異方的構造をも通過者は情報としてピックアップし、自身の行為を調整していると考えられる。本論文は、これまでのアフォーダンス研究・間隙

通過研究ではあまり検討されてこなかった，パーソナルスペースなどの社会的な要因を取り入れることで，アフォーダンスの理解により貢献できると考えられる．

6.3 人間科学への貢献

人間科学は，多分野に渡る研究成果を背景として，我々の生活に直結する現象の解明と問題の解決を目指す学問分野である．その意味で，本論文が提出した知見は，まさに人間科学的な知見であるといえよう．以下，本論文と人間科学の接続について述べて本論の筆を置くこととする．

本論文で示した成果は，これまで十分に検討されてこなかった間隙通過研究における社会的要因としてのパーソナルスペースの異方的構造について明らかにした．このことにより，間隙通過研究への理解，アフォーダンスへの理解に貢献できると考えられる．加えて，本論文の成果は，他分野への応用が可能であり，さまざまな問題の解決の一助となると考えられる．社会的な要因を考慮にいたした間隙通過研究をおこなうことで，建築物や設備の設計，人と関わるロボットの制御，異文化コミュニケーション，リハビリテーション，人間工学など，さまざまな分野に応用することができるようになると考えられる．

また，研究Ⅱより，間隙の構成物の持つ人らしさが通過可能性の知覚に影響を与えることがわかった．一方で，通過者は間隙の構成物の何に対して人らしさを感じるのかについては課題が残った．本論文では間隙の構成物の形が人らしさを感じる要因としたが，形以外にも様々な要因があると考えられる．人らしさをもたらす要因は，色や大きさ，質感など数多くある．今後の研究において，人らしさをもたらす要因を検討し，人間科学への貢献を果たしたい．

著者はこれまで、人々の実践からなる現象の解明、応用可能性の高い知見の産出をすることを目指し、研究を続けてきた。この試みは、以上の観点から、一定程度成功したと言えるだろう。しかしながら、まだまだ課題は残されている。人々の実践が続く限り、人間科学の探求は終わらない。今後も多分野に有効な知見を産出できるよう、努力する次第である。

謝辞

本論文を作成するにあたり、多くの方からたくさんのご指導を賜りました。深く御礼申し上げます。特に、研究指導教員であり主査であります三嶋博之先生には、著者の修士課程から今日まで長きに亘ってご指導を賜りました。先生無くして本論文の執筆ならびに著者の研究生活、大学院生活はありませんでした。深く感謝申し上げます。副査を引き受けてくださった古山宣洋先生には、博士後期課程において大変お世話になりました。先生の研究のアイデアや観点は大変勉強になりました。著者の研究観に大きな影響を与えました。同じく、副査を引き受けてくださった加藤麻樹先生には、著者が務める人間科学学術院の助手の指導教員として大変お世話になりました。これまで専門的に研究してきた心理学の分野だけでなく人間工学をはじめとする新たな観点をご教授いただきました。副査を引き受けてくださった佐野友紀先生とは研究会や共同研究を通じて、多くのご指導を賜りました。人間科学が懐の広い学際的な学問であることを再認識させていただきました。副査を引き受けてくださった樋口貴広先生とは学会で一緒させていただくことが多く、いつも勉強させていただいておりました。先生のご発表を聞くたびに著者も研究を頑張らねばといつも思っておりました。

多くの先生にご指導いただけたことで、本論文を執筆することができたと改めて痛感しております。深く御礼申し上げます。本当にありがとうございます。

また、多くの研究仲間にもお世話になりました。古山研究室の阿部さん、山本くん、前川さん、谷貝くん、門田くん、春日くん、榎木くん、板

垣さんに御礼申し上げます。ゼミを通じて大事な観点を著者に気づかせてくださったり，貴重なアドバイスをたくさんいただきました。加藤研究室の村野くん，松山さんからは多くの貴重なご意見をいただきました。三嶋研究室の牧野さん，大野くん，大須研究室の栗原くんからは研究のヒントをたくさんいただきました。また，彼らには研究にとどまらず，遊びにおいても大変お世話になりました。本当にありがとうございます。

本論文の実験に参加していただいた実験参加者の方々に感謝申し上げます。皆様のご協力によって本論文を執筆することができました。

最後に，影の副査?として研究を見守ってくれた父と，著者の不規則な生活に付き合ってくれた母に感謝申し上げます。本当にありがとうございました。

2020年 晩秋

友野貴之

文献

- 青野 篤子 (2003). 対人距離の性差に関する研究の展望 実験社会心理学研究, 42, 201-218. doi: 10.2130/jjesp.42.201
- 青山征彦 (2008a). アクターネットワーク理論が可視／不可視にするもの: エージェンシーをめぐって 駿河台大学論叢, 35, 175-185.
- 青山征彦 (2008b). 人間と物質のエージェンシーをどう理解するか: エージェンシーをめぐって (2) 駿河台大学論叢, 37, 125-137.
- 青山征彦 (2012). エージェンシー概念の再検討: 人工物によるエージェンシーのデザインをめぐって 認知科学, 19, 164-174. doi: 10.11225/jcss.19.164
- Basili, P., Sağlam, M., Kruse T., Huber, M., Kirsch, A., & Glasauer, S. (2013). Strategies of locomotor collision avoidance. *Gait and Posture*, 37, 385-390. doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.08.003
- Bhargava, A., Lucaites, K. M., Hartman, L. S., Soini, H., Bertrand, J. W., Robb, A. C., ...Babu, S. B. (2018). Towards revisiting passability judgments in real and immersive virtual environments. *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces*. 513-514. doi: 10.1109/VR.2018.8446189
- 坊農 真弓 (2009). F 陣形, 坊農 真弓・高梨 克也・人工知能学会 (編) 『多人数インタラクションの分析手法』, 172-186. 東京: オーム社.
- Buck, L. E., Rieser, J. J., Narasimham, G., & Bodenheimer, B. (2019). Interpersonal affordances and social dynamics in collaborative immersive virtual environments: Passing together through apertures. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25, 2123-2133.

doi: 10.1109/TVCG.2019.2899232

- Bühler, M. A., & Lamontagne, A. (2019). Locomotor circumvention strategies in response to static pedestrians in a virtual and physical environment. *Gait and Posture*, *68*, 201-206. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.10.004
- Camachon, C., Jacobs, D. M., Huet, M., Buekers, M., & Montagne, G. (2007). The role of concurrent feedback in learning to walk through sliding doors. *Ecological Psychology*, *19*, 367–382. doi: 10.1080/10407410701557869
- Chang, C. H., Wade, M. G., & Stoffregen, T. A. (2009). Perceiving affordances for aperture passage in an Environment-person-person system. *Journal of Motor Behavior*, *41*, 495–500. doi: 10.3200/35-08-095
- Cinelli, M. E., Patla, A. E., & Allard, F. (2008). Strategies used to walk through a moving aperture. *Gait and Posture*, *27*, 595–602. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.08.002
- Cinelli, M. E., Patla, A. E., & Allard, F. (2009). Behaviour and gaze analyses during a goal-directed locomotor task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *62*, 483–499. doi: 10.1080/17470210802168583
- Cohen, R. G., Chao, A., Nutt, J. G., & Horak, F. B. (2011). Freezing of gait is associated with a mismatch between motor imagery and motor execution in narrow doorways, not with failure to judge doorway passability. *Neuropsychologia*, *49*, 3981–3988. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.10.014
- Cowie, D., Limousin, P., Peters, A., & Day, B. L. (2010). Insights into the neural control of locomotion from walking through doorways in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, *48*, 2750–2757. doi:

10.1016/j.neuropsychologia.2010.05.022

Creem-Regehr, S. H., Gagnon, K. T., Geuss, M. N., & Stefanucci, J. K. (2013).

Relating spatial perspective taking to the perception of other's affordances: Providing a foundation for predicting the future behavior of others. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 1–14. doi: 10.3389/fnhum.2013.00596

Dicks, M., Clashing, C., O'Reilly, L., & Mills, C. (2016). Perceptual-motor

behaviour during a simulated pedestrian crossing. *Gait and Posture*, 49, 241–245. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.07.003

Efron, B. (1987). Better bootstrap confidence intervals. *Journal of the*

American Statistical Association, 82, 171–185. doi: 10.2307/2289144

遠田 敦・渡辺 秀俊・佐野 友紀・高橋 正樹・林田 和人 (2006). ロボッ

トに対する人間の回避距離 日本建築学会計画系論文集, 601, 81–85. doi: 10.3130/aija.71.81_2

Fajen, B. R., & Matthis, J. S. (2011). Direct perception of action-scaled

affordances: The shrinking gap problem. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37, 1442–1457. doi: 10.1037/a0023510

Fajen, B. R., & Warren, W. H. (2003). Behavioral dynamics of steering,

obstacle avoidance, and route selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Perform*, 29, 343–362. doi: 10.1037/0096-1523.29.2.343

Fajen, B. R., Warren, W. H., Temizer, S., & Kaelbling, L. P. (2003). A

dynamics model of visual-guided steering, obstacle avoidance, and route selection. *International Journal of Computer Vision*, 54, 13–34. doi:

10.1023/A:1023701300169

Flascher, M. O. (1998). *Dimensions of perceptual scaling of passability*.

Doctoral dissertation. Connecticut: University of Connecticut.

Franchak, J. M., & Adolph, K. E. (2014). Gut estimates: Pregnant women adapt to changing possibilities for squeezing through doorways. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *76*, 460–472. doi: 10.3758/s13414-013-0578-y

Franchak, J. M., van der Zalm, D. J., & Adolph, K. E. (2010). Learning by doing: Action performance facilitates affordance perception. *Vision Research*, *50*, 2758–2765. doi: 10.1016/j.visres.2010.09.019

Gadsby, S., & Williams, D. (2018). Action, affordances, and anorexia: Body representation and basic cognition. *Synthese*, *195*, 5297–5317. doi: 10.1007/s11229-018-1843-3

Gérin-Lajoie, M., Richards, C. L., & McFadyen, B. J. (2005). The negotiation of stationary and moving obstructions during walking: Anticipatory locomotor adaptations and preservation of personal space. *Motor Control*, *9*, 242–269. doi: 10.1123/mcj.9.3.242

Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Massachusetts: Houghton Mifflin Company.

Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Massachusetts: Houghton Mifflin Company.

Gibson, J. J., & Crooks, L. E. (1938). A theoretical field-analysis of automobile-driving. *American Journal of Psychology*, *51*, 453–471. doi: 10.2307/1416145

後藤 偉男・田中 平八（編）（2005）. 同化と対比, 『錯視の科学ハンドブ

ック』 . 164–194. 東京 : 東京大学出版会 .

- Guardia, D., Conversy, L., Jardri, R., Lafargue, G., Thomas, P., Dodin, V., ...Luyat, M. (2012). Imagining one's own and someone else's body actions: Dissociation in anorexia nervosa. *Plos One*, *7*, e43241. doi: 10.1371/journal.pone.0043241
- Guardia, D., Lafargue, G., Thomas, P., Dodin, V., Cottencin, O., & Luyat, M. (2010). Anticipation of body-scaled action is modified in anorexia nervosa. *Neuropsychologia*, *48*, 3961–3966. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.004
- Hackney, A. L., & Cinelli, M. E. (2011). Action strategies of older adults walking through apertures. *Gait and Posture*, *33*, 733–736. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.02.019
- Hackney, A. L., Cinelli, M. E., Denomme, L. T., & Frank, J. S. (2015). The effects of narrow and elevated path walking on aperture crossing. *Human Movement Science*, *41*, 295–306. doi: 10.1016/j.humov.2015.04.002
- Hackney, A. L., Cinelli, M. E., & Frank, J. S. (2014). Is the critical point for aperture crossing adapted to the person-plus-object system? *Journal of Motor Behavior*, *46*, 319–327. doi: 10.1080/00222895.2014.913002
- Hackney, A. L., Cinelli, M. E., & Frank, J. S. (2015). Does the passability of apertures change when walking through human versus pole obstacles? *Acta Psychologica*, *162*, 62–68. doi: 10.1016/j.actpsy.2015.10.007
- Hackney, A. L., Cinelli, M. E., & Frank, J. S. (2018). Action strategies for walking through multiple, misaligned apertures. *Acta Psychologica*, *182*, 100–106. doi: 10.1016/j.actpsy.2017.11.006
- Hall, T. E. (1966). *The hidden dimension*. New York: Double day. (ホール,

- T.E. 日高 敏隆・佐藤 信行 (訳) (1970). かくれた次元 みすず書房).
- 林田 和人・遠田 敦・吉岡 陽介・高橋 正樹・佐野 友紀・渡辺 秀俊 (2010).
自律するロボットの人間に対して邪魔さ感を与えない距離 日本建築学会計画系論文集, 75, 1133–1139. doi: 10.3130/aija.75.1133
- Hayduk, L. A. (1978). Personal space: An evaluative and orienting overview. *Psychological Bulletin*, 85, 117–134. doi: 10.1037/0033-2909.85.1.117
- Higuchi, T., Cinelli, M.E., Greig, M.A., & Patla, A.E. (2006). Locomotion through apertures when wider space for locomotion is necessary: Adaptation to artificially altered bodily states. *Experimental Brain Research*, 175, 50–59. doi: 10.1007/s00221-006-0525-4
- Higuchi, T., Cinelli, M. E., & Patla, A. E. (2009). Gaze behavior during locomotion through apertures: The effect of locomotion forms. *Human Movement Science*, 28, 760–771. doi: 10.1016/j.humov.2009.07.012
- Higuchi, T., Murai, G., Kijima, A., Seya, Y., Wagman, J. B., & Imanaka, K. (2011). Athletic experience influences shoulder rotations when running through apertures. *Human Movement Science*, 30, 534–549. doi: 10.1016/j.humov.2010.08.003
- Higuchi, T., Seya, Y., & Imanaka, K. (2012). Rule for scaling shoulder rotation angles while walking through apertures. *Plos One*, 7, e48123. doi: 10.1371/journal.pone.0048123
- Higuchi, T., Takada, H., Matsuura, Y., & Imanaka, K. (2004). Visual estimation of spatial requirements for locomotion in novice wheelchair users. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 10, 55–66. doi: 10.1037/1076-898X.10.1.55
- 細田 祐司・山本 健次郎・一野瀬 亮子・柄川 索・玉本 淳一・坪内 孝司

- (2011). 人間共生ロボットの衝突回避制御 日本機械学会論文集, 77, 1051–1061. doi: 10.1299/kikaic.77.1051
- Huber, M., Su, Y-H., Krüger, M., Faschian, K., Glasauer, S., & Hermsdörfer, J. (2014). Adjustments of speed and path when avoiding collisions with another pedestrian. *Plos One*, 9, e89589. doi: 10.1371/journal.pone.0089589
- 今西 美音子 (2017). 歩行者本位の群集流動モデル 早稲田大学大学院人間科学研究科博士論文.
- 今西 美音子・佐野 友紀・萩原 一郎・布田 健 (2015). 群集の開口部通過性状における身体寸法の作用 日本建築学会計画系論文集, 80, 1799–1806. doi: 10.3130/aija.80.1799
- Irvine, K. R., Mccarty, K., Mckenzie, K. J., Pollet, T. V., Cornelissen, K. K., Tovée, M. J., & Cornelissen, P. L. (2019). Distorted body image influences body schema in individuals with negative bodily attitudes. *Neuropsychologia*, 122, 38–50. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2018.11.015
- 井関 龍太 (2015). 心理学の分散分析, 山田 剛史 (編)『Rによる心理学研究法』, 55–75. 京都: 北大路書房.
- Ishak, S., Assoian, A. B., & Rincon, S. (2019). Experience influences affordance perception for low crawling under barriers with altered body dimensions. *Ecological Psychology*, 31, 332–352. doi: 10.1080/10407413.2019.1619456
- Kendon, A. (1990). Spatial organization in social encounters: the F-formation system. in *Conducting interaction patterns of behavior in focused encounters*, 209–237. Cambridge: Cambridge University Press.

- 木村 謙・佐野 友紀・林田 和人・竹市 尚広・峯岸 良和・吉田 克之・渡辺 仁史 (2009). マルチエージェントモデルによる群集歩行性状の表現 -歩行者シミュレーションシステム Sim Treadの構築- 日本建築学会計画系論文集, 74, 371-377. doi: 10.3130/aija.74.371
- 近藤 夕騎・福原 和伸・樋口 貴広 (2018). 歩行時における障害物回避能力の学習支援に向けたVR環境の構築 -狭い間隙を通過する課題の再現- 第23回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 11E-4.
- Kroll, V., & Crundall, D. (2019). Aperture judgement in fire-appliance drivers. *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*, 63, 55-66. doi: 10.1016/j.trf.2019.03.012
- Kudo, K., Torigoe, R., Nemoto, M., Shinya, M., Sawada, M., & Mishima, H. (2017). Embodied Perception with Extended Body: Visuo-Motor Coupling during Driving through Aperture. In J.A. Weast-Knapp & G.J. Pepping (Eds.), *Studies in Perception & Action XIV* (pp. 81-84). New York: Routledge.
- Lucaites, K. M., & Pagano, C. C. (2018). Affordance perception by users of assistive walking devices. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2018 Annual Meeting*, 1744-1748. doi: 10.1177/1541931218621207
- Metral, M., Guardia, D., Bauwens, I., Guerraz, M., Lafargue, G., Cottencin, O., & Luyat, M. (2014). Painfully thin but locked inside a fatter body: abnormalities in both anticipation and execution of action in anorexia nervosa. *BMC Research Notes*, 7, 707. doi: 10.1186/1756-0500-7-707
- 三嶋 博之 (1994). “またぎ”と“くぐり”のアフォーダンス知覚 心理学研究, 64, 469-475. doi: 10.4992/jjpsy.64.469

- 水丸 和樹・坂本 大介・小野 哲雄 (2017). 複数ロボットの発話の重なりによって創発する空間の知覚 *Human-Agent Interaction Symposium 2017*, G-15.
- Moore, K. S., Gomer, J. A., Butler S. N., & Pagano, C. C. (2007). Perception of robot passability and aperture width during direct line of sight and teleoperation conditions. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 51st Annual Meeting*, 1076-1080. doi: 10.1177/154193120705101805
- Moore, K. S., Gomer, J. A., Pagano, C. C., & Moore, D. D. (2009). Perception of robot passability with direct line of sight and teleoperation. *Human Factors*, 51, 557-570. doi: 10.1177/0018720809341959
- Morgado, N., Muller, D., Gentaz, E., & Palluel-Germain, R. (2011). Close to me? The influence of affective closeness on space perception. *Perception*, 40, 877-879. doi: 10.1068/p6830
- Muroi, D., Hiroi, Y., Koshiha, T., Suzuki, Y., Kawaki, M., & Higuchi, T. (2017). Walking through apertures in individuals with stroke. *Plos One*, 12, e07170119. doi: 10.1371/journal.pone.0170119
- 根ヶ山 光一 (2000). 子どもにおける障害物回避の発達に関する実験的研究 *発達心理学研究*, 11, 122-131. doi: 10.11201/jjdp.11.122
- Reed, E.S. (1996). *Encounting the world: Toward an ecological psychology*. Oxford: Oxford University Press.
- Roger, D. B., & Schalekamp, E. E. (1976). Body-buffer zone and violence: A cross-cultural study. *The Journal of Social Psychology*, 98, 153-158. doi: 10.1080/00224545.1976.9923385
- 佐々木 正人 (2015). 『新版 アフォーダンス』東京：岩波書店.

- Schmidlin E.A., & Jones, K.S. (2016). Do tele-operators learn to better judge whether a robot can pass through an aperture? *Human Factors*, 58, 360–369. doi: 10.1177/0018720815617849
- 渋谷 昌三(1990). 『人と人との快適距離 パーソナルスペースとは何か』
東京：日本放送出版協会.
- Sidaway, B., Aaroe, A., Albert, M., LePage, K., Deroiers, G., Keith, M., ...Voicechovski, R. (2018). Visual detection of affordances for aperture negotiation in people with Parkinson disease. *Neuropsychologia*, 120, 59–64. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2018.10.010
- Sommer, R. (1959). Studies in personal space. *Sociometry*, 22, 247–260. doi: 10.2307/2785668
- 田中 政子 (1973). Personal Spaceの異方的構造について 教育心理学研究, 21, 223–232. doi: 10.5926/jjep1953.21.4_223
- 田中 敏・中野 博幸 (2013). 『R&STAR データ分析入門』. 東京：新曜社.
- Tomono, T., & Mishima, H. (2015). *Perceiving affordances while passing through one aperture among multiple co-existing apertures*. Paper presented at the International Conference of Perception and Action 18, Minneapolis, U.S.
- Tomono, T., Makino, R., Furuyama, N., & Mishima, H. (2019). How does a walker pass between two people standing in different configurations? Influence of personal space on aperture passing methods. *Frontiers in Psychology*, 10, 2651. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02651
- 友野 貴之・三嶋 博之・古山 宣洋 (2017). 人はいかにして人と人の間を通り抜けられると判断するのか？ -間隙アフォーダンス知覚の新たな展開 認知科学, 24, 435–449. doi: 10.11225/jcss.24.435

- 友野 貴之・山本 敦・古山 宣洋・三嶋 博之 (2020). すき間を通り抜けること：間隙通過研究の動向と課題（1987~2019） 認知科学, 27, 386–399. doi: 10.11225/cs.2020.035
- 豊田 平介 (2006). 行為の調整と学習 理学療法, 21, 81–85. doi: 10.1589/rika.21.81
- 豊田 平介・三嶋 博之・古山 宣洋 (2005). 成人片麻痺者における間隙通過可能性についての知覚と歩行の発達：“実効 π ”を利用した評価 生態心理学研究, 2, 33–41.
- Turvey, M. T. (1996). Dynamic touch. *American Psychology*, 51, 1134–1152. doi: 10.1037/0003-066X.51.11.1134
- Wagman, J. B., & Taylor, K. R. (2005). Perceiving affordances for aperture crossing for the person-plus-object system. *Ecological Psychology*, 17, 105–130. doi: 10.1207/s15326969eco1702_3
- Warren, W.H. (1984). Perceiving affordances: visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 683–703. doi: 10.1037/0096-1523.10.5.683
- Warren, W. H., & Whang, S. (1987). Visual guidance of walking through apertures: Body-scaled information for affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 371–383. doi: 10.1037/0096-1523.13.3.371
- Watson, G., Brault, S., Kulpa, R., Bideau, B., Butterfield, J., & Craig, C. (2011). Judging the “passability” of dynamic gaps in a virtual rugby environment. *Human Movement Science*, 30, 942–956. doi: 10.1016/j.humov.2010.08.004
- Wilmut, K., & Barnett, A. L. (2011). Locomotor behaviour of children while

navigating through apertures. *Experimental Brain Research*, 210, 185–194. doi: 10.1007/s00221-011-2614-2

Wilmot, K., Du, W., & Barnett, A. L. (2017). Navigating through apertures: perceptual judgements and actions of children with developmental coordination disorder. *Developmental Science*, 20, e12462. doi: 10.1111/desc.12462

Yasuda, M., Wagman, J. B., & Higuchi, T. (2014). Can perception of aperture passability be improved immediately after practice in actual passage? Dissociation between walking and wheelchair use. *Experimental Brain Research*, 232, 753–764. doi: 10.1007/s00221-013-3785-9