

博士論文（要約）

歩行運動と視覚的注意の関係に関する実験心理学的研究

正田 真利恵

目次

第 1 章 序論	1
1.1 視覚的注意の特性	1
1.2 視覚的注意と運動	4
1.3 歩行の運動特性	7
1.4 歩行制御に関わる神経メカニズム	9
1.5 歩行制御と認知処理	10
1.6 歩行制御と視覚情報	11
1.7 歩行が視覚情報処理に与える影響	14
1.8 本研究の目的	15
第 2 章 分散的注意の照射領域を規定する歩行特性	18
2.1 実験 1：下肢の周期運動が分散的注意の照射領域に与える影響	19
2.1.1 目的	19
2.1.2 方法	20
2.1.2.1 参加者	20
2.1.2.2 実験装置	21
2.1.2.3 刺激	22
2.1.2.4 手続き	22
2.1.2.5 実験計画	24
2.1.3 結果	24
2.1.3.1 中心課題の誤反応率	25
2.1.3.2 各立脚位条件に割付けた参加者の違いが周辺課題の成績に及ぼす影響	25
2.1.3.3 周辺課題の成績に対する下肢の運動の影響	27
2.1.3.4 下肢運動時の周辺課題の成績に対する立脚位の影響	28
2.1.3.5 認知負荷に対する運動の影響	30
2.1.4 考察	30
2.2 実験 2：分散的注意に対する姿勢制御の影響	32
2.2.1 目的	32
2.2.2 方法	32
2.2.2.1 参加者	33
2.2.2.2 実験計画	33
2.2.3 結果	33
2.2.3.1 中心課題の誤反応率	33
2.2.3.2 軸足条件に割付けた参加者の違いが周辺課題の成績に及ぼす影響	34
2.2.3.3 周辺課題の成績に対する姿勢の影響	35
2.2.3.4 周辺課題の成績に対する非対称な姿勢制御の影響	36
2.2.4 考察	37
2.3 実験 3：運動の大きさと運動速度が分散的注意の照射領域に及ぼす影響	39
2.3.1 目的	39
2.3.2 方法	40
2.3.2.1 参加者	40
2.3.2.2 実験計画と手続き	40
2.3.3 結果	41
2.3.3.1 中心課題の誤反応率	41
2.3.3.2 周辺課題の成績に対する運動の大きさと運動速度の影響	42
2.3.3.3 主観的作業負荷	45

2.3.4 考察	46
2.4 まとめ	47
第 3 章 視覚的注意の焦点化を規定する歩行特性	49
3.1 実験 4：前進性の運動命令の影響	49
3.1.1 目的	49
3.1.2 方法	50
3.1.2.1 参加者	50
3.1.2.2 実験装置	50
3.1.2.3 刺激	51
3.1.2.4 実験計画	51
3.1.2.5 手続き	52
3.1.3 結果	53
3.1.3.1 近距離条件	53
3.1.3.2 遠距離条件	54
3.1.4 考察	55
3.2 実験 5：焦点化速度と精度の異方性	56
3.2.1 目的	56
3.2.2 方法	57
3.2.2.1 参加者	58
3.2.2.2 実験計画	58
3.2.3 結果	58
3.2.4 考察	59
3.3 まとめ	60
第 4 章 総合考察	62
4.1 全体のまとめ	62
4.2 視覚的注意と歩行	63
4.3 視覚的注意に対する運動の影響の一般化可能性	65
4.4 本研究の意義と課題	67
4.5 結論	68
文献	69
謝辞	77

5年以内に出版予定

文献

- Abbud, G. A. C, Li, K. Z. H., & DeMont, R. G. (2009). Attentional requirements for walking according to the gait phase and onset of auditory stimuli. *Gait & Posture*, **30**, 227-232.
- Ash, A., Palmisano, S., Apthorp, D., & Allison, R. S. (2013). Vection in depth during treadmill walking. *Perception*, **42**, 562-576.
- Baldauf, D., & Deubel, H. (2008a). Properties of attentional selection during the preparation of sequential saccades. *Experimental Brain Research*, **184**, 411-425.
- Baldauf, D., & Deubel, H. (2008b). Visual attention during the preparation of bimanual movements. *Vision Research*, **48**, 549-563.
- Baldauf, D., Wolf, M., & Deubel, H. (2006). Deployment of visual attention before sequences of goal-directed hand movements. *Vision Research*, **46**, 4355-4374.
- Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2010). No capture outside the attentional window. *Vision Research*, **50**, 2543-2550.
- Bernardin, D., Kadone, H., Bennequin, D., Sugar, T., Zaoui, M., & Berthoz, A. (2012). Gaze anticipation during human locomotion. *Experimental Brain Research*, **223**, 65-78.
- Calancie, B., Needham-Shropshire, B., Jacobs, P., Willer, K., Zych, G., & Green, B. A. (1994). Involuntary stepping after chronic spinal cord injury: Evidence for a central rhythm generator for locomotion in man. *Brain*, **117**, 1143-1159.
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*, **51**, 1484-1525.
- Chapman, G. J., & Hollands, M. A. (2006). Evidence for a link between changes to gaze behaviour and risk of falling in older adults during adaptive locomotion. *Gait & Posture*, **24**, 288-294.
- Chapman, G. J., & Hollands, M. A. (2007). Evidence that older adult fallers prioritize the planning of future stepping actions over the accurate execution of ongoing steps during complex locomotor tasks. *Gait & Posture*,

26, 59-67.

- Chou, Y-H., Wagenaar, R. C., Saltzman, E., Giphart, J. E., Young, D., Davidsdottir, R., & Cronin-Golomb, A. (2009). Effects of optic flow speed and lateral flow asymmetry on locomotion in younger and older adults: A virtual reality study. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, **64**, 222-231.
- Christensen, L. O. D., Morita, H., Petersen, N., & Nielsen, J. (1999). Evidence suggesting that a transcortical reflex pathway contributes to cutaneous reflexes in the tibialis anterior muscle during walking. *Experimental Brain Research*, **124**, 59-68.
- Diedrich, F. J., & Warren, W. H. Jr. (1995). Why change gaits? Dynamics of the walk-run transition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 183-202.
- Dietz, V., Colombo, G., & Jensen, L. (1994). Locomotor activity in spinal man. *Lancet*, **344**, 1260-1263.
- Dimitrijevic, M. R., Gerasimenko, Y., & Pinter, M. M. (1998). Evidence for a spinal central pattern generator in humans. *Annals of The New York Academy of Sciences*, **860**, 360-376.
- Durgin, F. H., & Gigone, K. (2007). Enhanced optic flow speed discrimination while walking: Contextual tuning of visual coding. *Perception*, **36**, 1465-1475.
- Durgin, F. H., Gigone, K., & Scott, R. (2005). Perception of visual speed while moving. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **31**, 339-353.
- Egley, R., & Homa, D. (1991). Reallocation of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **17**, 142-159.
- Foulsham, T., Walker, E., & Kingstone, A. (2011). The where, what and when of gaze allocation in the lab and the natural environment. *Vision Research*, **51**, 1920-1931.
- Fox, C. R. (1990). Some visual influences on human postural equilibrium: Binocular versus monocular fixation. *Perception & Psychophysics*, **47**,

409-422.

- François, M., Morice, A. H. P., Bootsma, R. J. & Montagne, G. (2011). Visual control of walking velocity. *Neuroscience Research*, **70**, 214-219.
- Grabiner, M. D., & Troy, K. L. (2005). Attention demanding tasks during treadmill walking reduce step width variability in young adults. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, **2**, doi: 10.1186/1743-0003-2-25.
- Graci, V., Elliott, D. B., & Buckley, J. G. (2010). Utility of peripheral visual cues in planning and controlling adaptive gait. *Optometry & Vision Science*, **87**, 21-27.
- Grubaugh, J., & Rhea, C. K. (2014). Gait performance is not influenced by working memory when walking at a self-selected pace. *Experimental Brain Research*, **232**, 515-525.
- Grubb, J. D., Reed, C. L., Bate, S., Garza, J., & Roberts, R. Jr. (2008). Walking reveals trunk orientation bias for visual attention. *Perception & Psychophysics*, **70**, 688-696.
- Gwin, J. T., Gramann, K., Makeig, S., & Ferris D. P. (2011). Electrocortical activity is coupled to gait cycle phase during treadmill walking. *NeuroImage*, **54**, 1289-1296.
- Henderson, J. M. (1991). Stimulus discrimination following covert attentional orienting to an exogenous cue. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **17**, 91-106.
- 彦野賢・篠原一光・内藤宏・余村朋樹 (2012) . 精神的負担を下げるための方策に関する実験的検討 (業務指示方法) *JNSS Journal*, **19**, 2-9.
- Hollands, M. A., & Marple-Horvat, D. E. (1996). Visually guided stepping under conditions of step cycle-related denial of visual information. *Experimental Brain Research*, **109**, 343-356.
- Ikeda, M., & Takeuchi, T. (1975). Influence of foveal load on the functional visual field. *Perception & Psychophysics*, **18**, 255-260.
- James, W. (1950). *The principle of psychology (Vol.2)*. New York: Dover Publications. (Original work published 1890).
- Jansen, S. E., Toet, A., & Werkhoven, P. J. (2011). Human locomotion through a multiple obstacle environment: Strategy changes as a result of visual field

- limitation. *Experimental Brain Research*, **212**, 449-456.
- Jovancevic, J., Sullivan, B., & Hayhoe, M. (2006). Control of attention and gaze in complex environments. *Journal of Vision*, **6**, 1431-1450.
- Kim, H-D., & Brunt, D. (2007). The effect of dual-task on obstacle crossing in healthy elderly and young adults. *Physical Medicine and Rehabilitation*, **88**, 1309-1313.
- Kirtley, C., Whittle, M. W., & Jefferson, R. J. (1985). Influence of walking speed on gait parameters. *Journal of Biomedical Engineering*, **7**, 282-288.
- Lum, J., Enns, J. T., Pratt, J. (2002). Visual orienting in college athletes: Explorations of athlete type and gender. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **73**, 156-167.
- MacDougall, H. G., & Moore, S. T. (2005). Marching to the beat of the same drummer: the spontaneous tempo of human locomotion. *Journal of Applied Physiology*, **99**, 1164-1173.
- Marigold, D. S., & Patla, A. E. (2008). Visual information from the lower visual field is important for walking across multi-surface terrain. *Experimental Brain Research*, **188**, 23-31.
- Marigold, D. S., Weerdesteyn, V., Patla, A. E., & Duysens, J. (2007). Keep looking ahead? Re-direction of visual fixation does not always occur during an unpredictable obstacle avoidance task. *Experimental Brain Research*, **176**, 32-42.
- Matthis, J. S., & Fajen, B. R. (2013). Humans exploit the biomechanics of bipedal gait during visually guided walking over complex terrain. *Proceedings of the Royal Society - B*, **280**, 20130700, [http:// dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.0700](http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.0700).
- Matthis, J. S. & Fajen, B. R. (2014). Visual control of foot placement when walking over complex terrain. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **40**, 106-115.
- Montagna, B., Pestilli, F., & Carrasco, M. (2009). Attention trades off spatial acuity. *Vision Research*, **49**, 735-745.
- Murray, M. P. (1967). Gait as a total pattern of movement. *American Journal of Physical Medicine*, **46**, 290-333.

- Nakajima, T., Kamibayashi, K., Takahashi, M., Komiyama, T., Akai, M., & Nakazawa, K. (2008). Load-related modulation of cutaneous reflexes in the tibialis anterior muscle during passive walking in humans. *European Journal of Neuroscience*, **27**, 1566-1576.
- 中村隆一・齋藤宏・長崎浩(2003). 基礎運動学第6版 医歯薬出版株式会社:東京.
- Öberg, T., Karsznia, A., & Öberg, K. (1993). Basic gait parameters: Reference data for normal subjects, 10-79 years of age. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. **30**, 210-223.
- Palmisano, S., Apthorp, D., Seno, T., & Stapley, P. J. (2014). Spontaneous postural sway predicts the strength of smooth vection. *Experimental Brain Research*, **232**, 1185-1191.
- Patla, A. E., Prentice, S. D., Robinson, C., & Neufeld, J. (1991). Visual control of locomotion: Strategies for changing direction and for going over obstacles. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **17**, 603-634.
- Patla, A. E., Robinson, C., Samways, M., & Armstrong, C. J. (1989). Visual control of step length during overground locomotion: Task-specific modulation of the locomotor synergy. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **15**, 603-617.
- Patla, A. E., & Vickers, J. N. (2003). How far ahead do we look when required to step on specific locations in the travel path during locomotion? *Experimental Brain Research*, **148**, 133-138.
- Patten, C. J. D., Kircher, A., Östlund, J., & Nilsson, J. (2004). Using mobile telephones: Cognitive workload and attention resource allocation. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 341-350.
- Pelah, A., & Barlow, H. B. (1996). Visual illusion from running. *Nature*, **381**, 283.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **32**, 3-25.
- Pozzo, T., Berthoz, A. & Lefort, L. (1990). Head stabilization during various locomotor tasks in humans: I. normal subjects. *Experimental Brain Research*, **82**, 97-106.
- Prokop, T., Schubert, M., & Berger, W. (1997). Visual influence on human

- locomotion: Modulation to changes in optic flow. *Experimental Brain Research*, **114**, 63-70.
- Reed, C. L., Betz, R., Garza, J. P., & Roberts, R. J. Jr. (2010). Grab it! Biased attention in functional hand and tool space. *Attention, Perception, & Psychophysics*, **72**, 236-245.
- Regnaux, J. P., Robertson, J., Smail, D. B., Daniel, O., & Bussel, B. (2006). Human treadmill walking needs attention. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, **3**, doi: 10.1186 / 1743- 0003- 3- 19.
- Richards, E., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. (2006). Age related differences in learning with the useful field of view. *Vision Research*, **46**, 4217-4231.
- Rose, J. & Gamble, J. G. (2005). Human Walking 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- (Rose, J., Gamble, J. G., 武田 (監訳) (2009). ヒューマン ウォーキング 原著 第3版 医歯薬出版株式会社)
- Sanabria, D., Morales, E., Luque, A., Gálvez, G., Huertas, F., Lupiañez, J. (2011). Effects of acute aerobic exercise on exogenous spatial attention. *Psychology of Sports and Exercise*, **12**, 570-574.
- Schaefer, S., & Lindenberger, U. (2013). Thinking while walking: Experienced high-heel walker flexibly adjust their gait. *Frontiers in Psychology*, **4**, 316, doi: 10.3389/fpsyg.2013.00316.
- Schrodt, L. A., Mercer, V. S., Giuliani, C. A., & Hartman, M. (2004). Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task conditions. *Gait & Posture*, **19**, 279-287.
- Seya, Y., Nakayasu, H., & Yagi, T. (2013). Useful field of view in simulated driving: Reaction times and eye movements of drivers. *i-Perception*, **4**, 285-298.
- 篠原一光・木村貴彦(2010). 回答しやすい主観的メンタルワークロードチェックリストの作成とその妥当性の検証, 人間工学会第51回大会講演集, 392-393.
- Shulman, G. L., Remington, R. W., & McLean, J. P. (1979). Moving attention through visual space. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **9**, 522-526.
- Siu, K-C., Catena, R. D., Chou, L-S., van Donkelaar, P., & Woollacott, M. H.

- (2008). Effects of a secondary task on obstacle avoidance in healthy young adults. *Experimental Brain Research*, **184**, 115-120.
- Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E. S., & Hausdorff, J. M. (2006). Dual-tasking effects on gait variability: The role of aging, falls, and executive function. *Movement Disorders*, **21**, 950-957.
- Streepey, J. W., Kenyon, R. V., Keshner, E. A. (2007). Field of view and base of support width influence postural responses to visual stimuli during quiet stance. *Gait & Posture*, **25**, 49-55.
- Stolze, H., Kuhtz-Buschbeck, J. P., Mondwurf, C., Boczek-Funcke, A., Jöhnk, K., Deuschl, G., & Illert, M. (1997). Gait analysis during treadmill and overground locomotion in children and adults. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **105**, 490-497.
- 高見正利・福井圀彦(1997). 床反力計による健常者歩行の研究-特に年齢および性別による違いについて- リハビリテーション医学, **24**, 93-101.
- ‘t Hart, B., M. & Einhhäuser, W. (2012). Mind the step: Complementary effects of an implicit task on eye and head movements in real-life gaze allocation. *Experimental Brain Research*, **223**, 233-249.
- Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, **11**, 65-70.
- Tipper, S. P., Lortie, C., & Baylis, G. (1992). Selective Reaching: Evidence for action-centered attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 891-905.
- Tong, J., Stevenson, S. B., & Bedell, H. E. (2008). Signals of eye-muscle proprioception modulate perceived motion smear. *Journal of Vision*, **8**, 1-6.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12**, 97-136.
- Tsal, Y. (1983). Movements of attention across the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **9**, 523-530.
- 内川恵二・塩入諭 (2007) . 講座感覚・知覚の科学：視覚Ⅱ-視覚系の中期・高次機能-. 朝倉書店：東京.
- Underwood, G., Chapman, P., Brocklehurst, N., Underwood, J., & Crundall, D. (2003). Visual attention while driving: Sequences of eye fixations made by

- experienced and novice drivers. *Ergonomics*, **46**, 629-646.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, **1**, 202-238.
- Yabe, Y., & Taga, G. (2008). Treadmill locomotion captures visual perception of apparent motion. *Experimental Brain Research*, **191**, 487-494.
- Yabe, Y., Watanabe, H., & Taga, G. (2011). Treadmill Experience Alters Treadmill Effects on Perceived Visual Motion. *PLoSOne*, **6**, e21642. doi: 10.1371/journal.pone.0021642.
- Yamada, M., Higuchi, T., Mori, S., Uemura, K., Nagai, K., Aoyama, T., & Ichihashi, N. (2012). Maladaptive turning and gaze behavior induces impaired stepping on multiple footfall targets during gait in older individuals who are at high risk of falling. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, **54**, e102-e108.
- Young, W. R., & Hollands, M. A. (2012). Evidence for age-related decline in visuomotor function and reactive stepping adjustments. *Gait & Posture*, **36**, 477-481.

論文の内容の要旨

視覚刺激を検出し認知するためには、意識的な情報処理の対象となる視覚刺激を選択する必要がある。視覚刺激の選択は、視覚的注意を向けることで可能になる。刺激検出のため、広い領域に向けられる視覚的注意を分散的注意と呼び、その照射領域は偏心度にして約 13° から 17° である (Ikeda & Takeuchi, 1975)。一方、より詳細な処理を行うために、狭い領域に向けられる視覚的注意を焦点的注意と呼び、その照射領域は偏心度にして約 1° である (Henderson, 1991)。第 1 章ではまず、視覚的注意が、分散的注意と焦点的注意に大別されることを示した従来の研究を概観した。その上で従来研究は主に、身体を固定した状況で、実験を行ってきたことを述べた。しかし日常的な行動を考えると、視覚情報処理のみを行うという状況よりも、運動を行いながら視覚情報を処理するほうが多い。そこでこれまでは、視覚刺激に向かって行われる上肢の到達運動が、視覚的注意に与える影響を検証することで、運動と視覚的注意の関係が調べられてきた。Tipper, Lortie, & Bayliss (1992) は、運動の対象となる候補地点が複数存在する盤面上で、参加者に上肢の到達運動を行わせた。その際に運動の対象地点を指示すると同時に、運動とは無関係な妨害刺激を提示した。運動の対象地点よりも、運動開始時に上肢が存在した位置に近いところに、妨害刺激が提示されると、より運動の完了に時間がかかった。このことから分散的注意の照射領域は、運動開始地点に偏っていると考えられた。また上肢の到達運動を計画している時には、運動の対象地点に視覚的注意が焦点化した (Baldauf & Deubel, 2008b)。このような研究から、運動が分散的および焦点的注意に影響すると考えられてきた。ただし上肢の到達運動を行うためには、運動遂行の前に、運動の対象地点を選択する必要がある。そのため運動が視覚的注意に影響したのではなく、運動の対象地点を選択することが、視覚的注意に影響した可能性がある。そこで本研究では、運動の対象地点の選択が不要なトレッドミル上での歩行が、分散的および焦点的注意に影響するかを検証する。歩行を構成する運動要素として、下肢の周期運動と伸展がある。これらの運動要素は異なる神経機構によって制御されるだけでなく (Christensen, Morita, Peterson, & Nielsen, 1999; Gwin, Gramann, Makeig, & Ferris, 2011)、異なる視覚情報が運動要素の遂行に影響を与える。たとえば周辺視野に提示された視覚刺激が、歩行の周期特性を調節した (Patla & Vickers, 2003)。一方、視線を向けた位置に向かって、下肢が伸展した (Chapman & Hollands, 2006)。そこで本研究で

は、第 2 章の実験 1 から 3 で、下肢の周期運動が分散的注意に影響するか、そして第 3 章の実験 4 と 5 で、下肢の伸展が焦点的注意に影響するかを検証する。これにより、運動の対象地点の選択を行わなくとも、特定の運動要素を遂行することが、視覚的注意に影響するかを明らかにできる。

第 2 章の実験 1 では、下肢の周期運動と伸展のいずれが、分散的注意の照射領域に影響するかを検証する。下肢の周期運動も伸展も行われる歩行時、周期運動のみが行われる足踏み時、そしていずれも行われない正立時の視覚的注意の分散特性を比較した。分散的注意の照射領域を計測するために、画面中央に短時間提示された文字(中心刺激)を答えた後に、中心刺激と同時に提示された周辺刺激の検出を行う課題を用いた (Richards, Bennett, & Sekuler, 2006)。運動条件によらず下視野では、視覚的注意は同程度分散していたが、上視野では、正立時に比べて歩行と足踏み時に、視覚的注意がより狭窄した。したがって下肢の周期運動が、分散的注意に影響したことになる。ただし正立時に比べて下肢の周期運動時には、より精緻な姿勢制御が下肢で行われる。結果的に周期運動ではなく、姿勢制御が、分散的注意の照射領域に影響した可能性もある。実験 2 では、片方の足に重心をかけて立つという左右非対称な姿勢制御が、分散的注意に影響するかを検証した。結果的に姿勢制御が、分散的注意に影響することはなかった。このことから運動を行うことが、分散的注意に作用したと考えられる。つづく実験 3 では、下肢の周期運動の速度上昇に併せて、分散的注意の狭窄が変化するかを検証する。歩行中は下肢の周期運動を行うことで、外界も一緒に変化する。このように運動速度に伴い外界の表象も変わるという予測が、分散的注意の照射領域に影響した可能性がある。そこで足踏み速度を操作した実験を行った。単位時間あたりの足踏み回数が増すと、視覚的注意は下視野でも狭窄し、照射領域は上下対称となった。歩行速度が速くなると、周辺視野の視覚情報がより大きく後方に流れたように知覚される。したがって運動速度が上昇すると、周辺視野上での刺激の変化は、突然生じた外界の変化とは無関係である可能性が高くなるために、分散的注意の照射領域が上下対称に狭窄したと考えられる。

第 3 章では、視覚的注意の焦点化に影響する、歩行の運動要素を検証した。実験 4 では、歩行時に行われる下肢の伸展が、視覚的注意の焦点化に影響するかを検証した。課題は、50%の確率で標的の提示位置を予測する手がかり刺激に続いて提示された、標的の弁別を行うというものであった。正答率を運動条件間で比較することで、焦点

的注意の特性を調べた。トレッドミル上を歩く場合には、盤面の広さに制限があるため、下肢の伸展は水平方向で制限されている。運動条件によらず、手がかり刺激と標的が同じ位置に提示される有効条件の正答率が、両刺激が反対の位置に提示される無効条件よりも、有意に高くなった。したがって運動条件によらず、視覚的注意は手がかり刺激の提示位置上に焦点化した。視覚的注意が高い精度で焦点化しているならば、無効条件の正答率は、運動条件によらず同程度になると予測された。しかし標的と手がかり刺激間の距離が短い場合には、両刺激が水平軸を挟んで反対側に提示された時に、正立条件よりも歩行条件で、正答率が有意に上昇した。よって水平方向への視覚的注意の焦点化精度が、下肢の伸展を行う歩行時に低下することが示された。実験 5 では、水平方向に対する視覚的注意の焦点化精度の低下が、歩行中に維持されるかを検証するため、手がかり刺激と標的の提示時間間隔を操作した。提示間隔が 250 ms 以上になると、歩行が水平方向への焦点化の精度を低下させなかった。それゆえ焦点的注意に対する下肢の伸展が与える影響は、手がかり刺激提示直後に限り観察された。

第 4 章では、歩行を構成するどのような運動要素を遂行することが、視覚的注意に影響するかを検証した研究成果をまとめた。下肢の周期運動は分散的注意に影響するのに対して、周期運動に伴う下肢の伸展は焦点的注意に作用した。この結果から、運動の対象地点の選択ではなく、外界を変化させる運動を行うことが、視覚的注意に影響したと考えられる。したがって運動計画が視覚的注意に影響を及ぼすだけでなく、運動によって生じた体性感覚の変化が視覚的注意に作用することが明らかになった。ただし体性感覚の影響は、外界の変化を誘発しうる運動を行う時や、運動計画が行われる時間帯に限り観察されたため、運動結果の推測などの高次な情報に基づき重み付けが成されて初めて、体性感覚の入力が視覚的注意に作用すると考えられる。

(3169 字)