

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 4 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330178

研究課題名(和文) 能動的センシングシステムとしての探索的身体運動の組織化過程の解明

研究課題名(英文) Process of Assembly of Exploratory Behavior into Active Sensing Systems

研究代表者

野中 哲士 (NONAKA, TETSUSHI)

神戸大学・人間発達環境学研究所・准教授

研究者番号：20520133

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：能動的なセンシングシステムとしての動物の探索的身体運動の組織化のプロセスについて理解するために、人の能動的触知覚運動などの解析を行った。触知覚運動が重要な役割を果たす道具使用の技能について、熟練石ビーズ職人のハンマー動作を検討した結果、探索的な局面に際して職人たちの手の動きに、さっと変化に富んだ動きが生まれる(単位時間あたりの移動距離の変動が速く拡がる)独特の時間構造が見られ、それが異なるスケールの動きのあいだの非線形的な影響関係に由来するものであることが確認された。

研究成果の概要(英文)：Human (and animal) perceptual activities can be characterized as active sensing systems. In this project, human exploratory movement involved in dexterous skills was characterized in terms of multi-scale temporal structures to better understand the assembly of such systems. The reanalysis of exploratory behavior using a hammer involved in stone beads production in India revealed the presence of long-range, power-law correlations, as part of multiplicative cascades operating over a wide range of time scales. In the unfamiliar condition using unusual material, the hammer-wielding, exploratory behavior of highly skilled experts displayed a significant increase of long-range temporal correlations, whereas that of less experts exhibited a significant loss of long-range correlations and reduced heterogeneity of scaling properties over time, which robustly discriminated the groups with different skill levels.

研究分野：認知科学

キーワード：自己組織化 ハプティクス アクティブタッチ 探索 異常拡散 道具使用 アフォーダンス

1. 研究開始当初の背景

生物は能動的なセンシングシステムであり、アザラシのヒゲによる水力覚や (Hanke, 2014)、昆虫の触角の運動、コウモリのエコーケーション (Hiryu et al., 2010) のような例だけでなく、人間でも視覚的探索 (Brockman & Geisel, 2000) や、身体図式の再獲得、熟練スキルにおける道具の身体化等、能動的な行動の組織化が知覚に重要な役割を果たすことが知られている (Turvey & Carello, 2014)。また、近年、アクティブタッチなどの能動的な探索活動が技能獲得の発達をドライブする「エンジン」の役割を果たすことが実証的に示されつつある (Wu et al., 2014) リハビリテーションや乳幼児の発達、またさまざまな技能獲得の現場では、いかに環境との関係を適応的に築けるようになるかが問題となっており、知覚的探索が重要な鍵となるため、それを促進する活動についての知見は重要な示唆をもつ。しかし、知覚システムとして情報を獲得する能動的な探索的な身体運動がどのような特徴をもち、技能の獲得のプロセスにおいてどのような発達の変化を見せ、また、これまで多く検討されてきた遂行的な身体運動とはどのように異なるのかといった問いについては、なかなか実証的な理解が進んでいない現状があった。

2. 研究の目的

本プロジェクトでは、人のハプティック知覚システム、視覚システムについて、(A) 探索や知覚の「わざ」が必要となるような複雑な実世界技能の獲得場면을対象として、(B) 知覚的情報探索にともなう身体運動 (眼球運動、アクティブタッチ) の時間構造の側面から、(C) 知覚システムとしての探索的身体運動の組織化のプロセスを定量的に理解することを目的とした。あわせて、実世界の複雑な日常技能を検討対象とすることによって、環境および自己を知覚する探索運動の組織が直接の問題となるリハビリテーション等への応用に結びつくような実践的知見を得ることを目指した。

3. 研究の方法

能動的なセンシングシステムとしての探索的身体運動の組織化のプロセスについて理解するために、アクティブタッチおよび視覚的探索運動が役割を果たす実世界技能の解析を行った。

従来は実世界場面における複雑な人間の知覚・探索技能の定量的な記述は難しかったが、技術的、理論的道具立てが整いつつある現在の状況を背景に、モーションキャプチャー、非線形時系列解析などを用いた分析によって定量的に記述した。

アクティブタッチについては、能動的探索運動が重要な役割を果たす道具使用を対象とし、インドの石ビーズ製作職人のハンマー動作の時間構造の再検討を行った。異なる素

材を探索するハンマーによる探索運動の多重時間構造をマルチフラクタル解析によって時間変化の「ゆらぎ」の側面から特徴づけ、(a) 人間国宝級の職人と、(b) 一般の職人のあいだで探索的局面におけるハンマーをもつ手の運動の時間拡散構造を比較した (Nonaka & Bril, 2014)。

視覚的探索についてはピアノ演奏歴 15 年の演奏者が、ピアノの演奏中にリアルタイムで楽譜から情報を得ていく読譜視線について視線計測装置を用いた予備的な検討を行った (長井・野中, 2015)。

4. 研究成果

道具を用いたアクティブタッチの研究からは、次の結果が得られた。

(a) 一流の職人たちは、未知の素材でもあつかうことができた。そして、手にした道具の状態や、道具を介して触れる素材について探っている職人たちの手の動きには、全体として、さっと変化に富んだ動きが生まれる (単位時間あたりの移動距離の変動が速く広がる) 独特の時間構造が見られた。

(b) 探索運動に見られた、時間にとともなう動きの拡がり方そのものもまた一定ではなく、その時々で伸び縮みするやわらかさがあった。そして、そのやわらかさは異なるスケールの動きのあいだの非線形的な影響関係に由来するものであることが確認された。

(c) 未知の素材に直面したとき、うまく扱えなかったグループの職人たちの手の動きからは、(a)、(b) の特徴が失われるような傾向が見られた (Nonaka & Bril, 2014)。

ピアノの読譜視線の予備的検討からは (1) 練習を通じて、視線が予期的になること、また、(2) 練習を経るにつれて、動きそのものはさまざまに変動しつつも、曲の共通のポイントで楽譜に頭部が近づく収束点をもつ、独特の動きの組織が生まれてくること示唆された (長井・野中, 2015)。

これらの結果は、「知る」活動としての身体運動が、スキルを特徴づけるもののひとつであることを示唆すると同時に、こうした身体運動がなんらかの「動きの原型」に還元できるものでもないことを示唆していた。探索の技能を特徴づけていたのは、固定的な動きというよりは、むしろ動きの流動の仕方であり、特に道具使用の探索技能においては、その動きがさまざまなスケールの動きが不可分からみあって生まれたうねりに由来する特徴をもっていた。

ただしこの結果は、いくつかの特殊な技能の検討によって得られたものであり、これらの特徴が一般的な「探る動き」にどれほどあてはまるのかは未知数であり、こうした探索運動の特徴は、どれほど一般的なものなのかという点は今後検討の余地がある。

これらの得られた知見については、論文・学会発表とあわせて、単著『具体の知能』(2016年、金子書房)にまとめて詳細に報告

した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 6 件)

1. 野中哲士 (2016). たのしいからだ: 地上環境の身体論. 臨床心理学. 第 16 巻第 3 号.
2. Hiragami, F., Nonaka, T., Saitoh, K., & Suzuki, Y. (2015). The utility of a care model to individualize rehabilitation in adults aged over 80 years. *Topics in Stroke Rehabilitation*, doi: 10.1179/1074935714Z.0000000029.
3. Nonaka, T. & Bril, B. (2014). Fractal Dynamics in Dexterous Tool Use: The Case of Hammering Behavior of Bead Craftsmen. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(1), 218-231. doi: 10.1037/a0033277.
4. Rein, R., Nonaka, T., & Bril, B. (2014). Movement Pattern Variability in Stone Knapping: Implications for the Development of Percussive Traditions. *PLOS ONE*, 9(11), e113567. doi: 10.1371/journal.pone.0113567.
5. Coubard, O. A., Ferrufino, L., Nonaka, T., Zelada, O., Bril, B., & Dietrich, G. (2014). One month of contemporary dance modulates fractal posture in aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6:17, doi: 10.3389/fnagi.2014.00017
6. 野中哲士. (2014). The Ecological Approach to Visual Perception 執筆の舞台裏: William M. Mace 氏インタビュー (小特集 ギブソン没後 35 周年(2014 年) 記念). 『生態心理学研究』, 7(1), 13-17.

〔学会発表〕(計 7 件)

1. Nonaka, T. (2015). Ecology of skills: How do we control the encounters with the environment? *Second International Workshop on Skill Science: Associated with JSAI International Symposia on AI 2015*. 慶應大学 (神奈川県).
2. 野中哲士. (2015). ニッチ構築としての技能の発達. 日本心理学会第 79 会大会, 名古屋国際会議場 (愛知県).
3. 長井りら・野中哲士. (2015). ピアノ演奏

熟達過程における読譜視線の発達的変化と曲の構造との関係. 日本認知科学会第 32 回大会. 千葉大学 (千葉県)

4. 小谷俊輔・野中哲士. (2015). 漆芸用ヘラ製作過程における技能伝達. 日本認知科学会第 32 回大会. 千葉大学 (千葉県)
5. 太田垣歩・野中哲士. (2015). 外部イベントと同期する人の行為-エスカレーター-の考察より-. 日本認知科学会第 32 回大会. 千葉大学 (千葉県)
6. Nonaka, T. (2014). Ecology of skills: The case of skills to control conchoidal fracture by means of direct hard-hammer percussion. In T. Darvill, & C. Renfrew (Eds.), *Theoretical Archaeology Group Conference 2014 Handbook and Abstracts*, pp.42-43. マンチェスター (イギリス)
7. 野中哲士. (2014). 情報の媒質としての身体. 日本生態心理学会第 5 回大会. 豊橋技術科学大学 (愛知県)

〔図書〕(計 2 件)

1. 野中哲士. (2016). 『具体の知能』. 金子書房.
2. 染谷昌義・細田直哉・野中哲士・佐々木正人. (2016). 『身体とアフォーダンス: ギブソン「生態学的知覚システム」から読み解く』. 金子書房.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~tnonaka/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野中 哲士 (NONAKA TETSUSHI)
神戸大学・人間発達環境学研究科・准教授
研究者番号: 20520133

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者 ()

研究者番号：