

新環境における乳児の運動の多様性と変化可能性 —運動の時空間解析—

(中間報告)

東京大学大学院教育学研究科 加藤 萌
東京大学大学院教育学研究科 平島 雅也

Changeability of infant movements in a novel environment

Graduate School of Education, The University of Tokyo, KATO, Moe

Graduate School of Education, The University of Tokyo, HIRASHIMA, Masaya

要 約

乳児は、変化する環境の中で多数の新しい運動を獲得することができる。本研究では、この能力の発達メカニズムを理解するために、90-129日齢の乳児のモバイル課題前の自発運動特性と、その後のモバイル課題中の運動特性を調べた。運動量と運動パターンを表す2つの独立指標を導入し、解析を行った。結果として、日齢が小さい乳児においては、おもちゃ(モバイル)で遊んでいるときに運動量の増加が見られたものの運動パターンの大きな変化は見られなかった。一方、日齢が大きい乳児においては運動パターンの変化に引き続き運動量の増加が見られた。課題前の自発運動では、日齢による差が見られなかったにもかかわらず、日齢が大きい乳児だけが2段階の運動変化の様相を示した。これらの結果は、自発運動を環境に応じて変化させる能力が、発達に伴って大きく変化することを意味する。

【キー・ワード】 運動発達, 自発運動, モバイル課題, 3次元動作解析

Abstract

It is said that normal children of 7 years of age are able to understand the differences between the mismatched character's facial expression and the proxy situation. Although at the age they can recognize the differences, they cannot elucidate the differences until the age of 13 (kubo, 1982; Gnepp, 1983; Sasaya, 1997). On the other hand, it is said that Autistic Spectrum Disorders (referred to as 'ASD') have difficulty with recognizing and associating those facial expressions to the other person's emotion. Therefore, ASD may have a different emotional process to that of normal children. The purpose of this study was to use images of facial expressions that did not match the situations. Then by using eye-tracking to examine the differences between normal children and ASD children and how they recognize facial expressions and infer those expressions

to another person's emotions.

【Key words】 motor development, spontaneous movement, mobile paradigm, 3D motion capture

目 的

乳児は、変化する環境の中で多数の新しい運動を獲得することができる。本研究では、この能力の発達メカニズムを理解するために、乳児が随意的な運動を獲得する際に、児がもともと行っている自発運動の特性をどのように利用するのか、また、環境の変化に応じて運動パターンを変化させる能力（変化可能性）がいつ出現するかを明らかにすることを目的とする。環境に応じた運動の変化を検討するため、モバイル課題中の乳児の運動データを解析対象とする。モバイル課題は、仰臥位の乳児の頭上に吊るされたおもちゃと乳児の四肢のうち 1 つを紐で連結し、乳児の動きに附随しておもちゃが動くという状況を作り、おもちゃで遊ぶ前と遊んだ後の乳児の運動を比較する実験パラダイムである。本研究では、従来行われてきた時間平均による乳児の運動解析に加え、運動を構成する時空間要素を抽出する手法を乳児の運動データに応用することで、乳児の多様な運動に含まれている基本的な運動パターンを抽出する。乳児が環境に応じてどのように運動を変化させるのかを、課題前の自発運動との関係を考慮したうえで明らかにし、また、乳児がおもちゃで遊んでいるときに、その基本的な運動パターンがどのように変化するのか、また、おもちゃで遊ぶ前の自発運動のパターンがその後の運動の変化のしかたにどのように影響を与えるのかを検討する。さらに、日齢別に運動変化の様子を比較し、環境に応じた運動の変化可能性が発達に伴ってどのように変化するのかを明らかにする。

方 法

データセット

- ・ 生後 90–129 日の健康な乳児 298 名のデータを解析対象とした。
- ・ モバイル課題中の乳児の四肢先端 4 点の 3 次元座標をモーションキャプチャーシステム(Motion Analysis Co., Santa Rosa, California)を用いてサンプリング周波数 60Hz で計測した。
- ・ 計測したデータには以下の 2 つのセクションにより構成された。
 - ① baseline (2 分) : 乳児は頭上に吊るされているおもちゃを見ることが出来るが、動かすことはできない。
 - ② playing (4 分) : 乳児の片腕と頭上に吊るされているおもちゃが紐で連結され、乳児が腕を動かすとおもちゃが動いて音が鳴る。

解析方法

乳児を日齢により 4 つの群に分け (G1: 日齢 90–99, G2: 日齢 100–109, G3: 日齢 110–119, G4: 日齢 120–129), 日齢群ごとに解析を行った。2 分ごと (baseline, playing 前半, playing 後半) の平均速度を解析対象とした。得られた速度情報から上肢と下肢の平均速度の値を計算し、その

速度ベクトルを極座標変換して Amplitude を運動量, Phase を運動パターンの指標として用いた。乳児がたくさん動くと Amplitude の値は大きくなる。Phase の値が 45 であることは, その乳児が腕と脚を同じ割合で動かしていたことを意味し, Phase の値が 45 よりも大きいことは, その乳児が脚よりも腕をより多く動かしていたことを意味する。

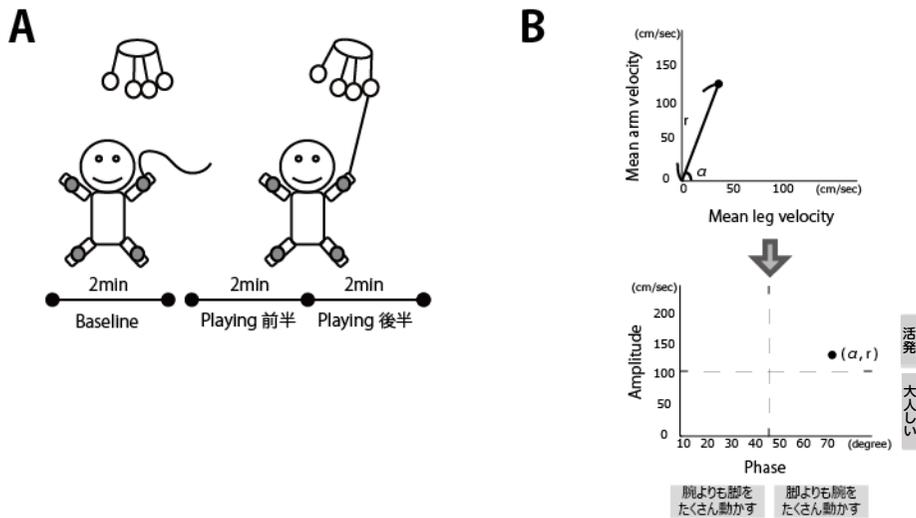


図1 フローチャート A. 計測の流れ, B. 解析の概念図

結果と考察

おもちゃで遊ぶ前の自発運動に関しては, 日齢群間に差は無かった。日齢の小さい群の乳児はおもちゃで遊んでいるときに運動量を増やすが運動パターンをあまり変化させず, 一方, 日齢の大きい群の乳児は最初に運動パターンを変えてから運動量を増やすという特性が明らかにされた。これらの結果は, 運動を環境に応じて変化させる能力が, 発達に伴って大きく変化することを意味している。

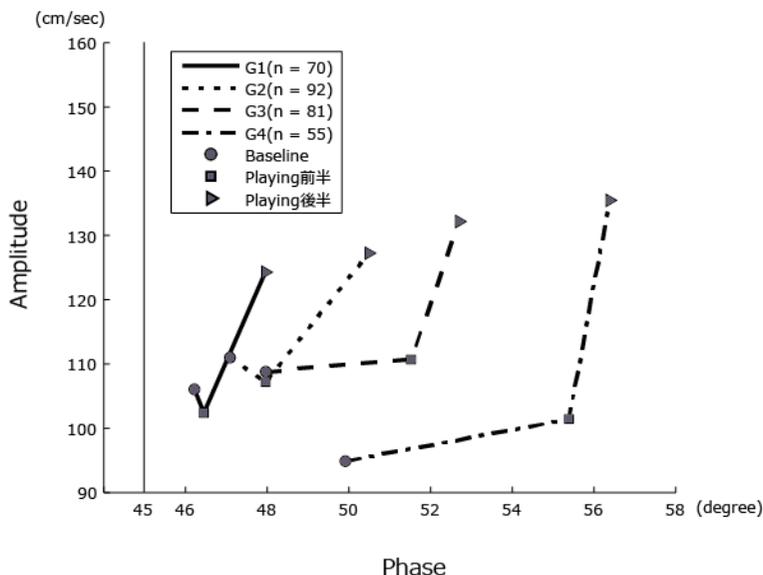


図2 運動の時間変化

現在の進捗状況と今後の計画

上記の分析は、表出した運動パターンの変化を捉えるものであったが、現在、その運動パターンが構成される様相にまで踏み込んだ解析に着手している。近年、Motor Control の分野では、比較的少数の基本的な運動パターン（シナジー）を組み合わせることにより、複雑で多様な運動を構成することができるという考え方に注目が集まってきている。そこで、d'Avella ら(2003)によって開発された筋シナジー抽出のアルゴリズムを乳児の運動データに適用し、自発運動を構成する様相に迫る予定である。この手法によって抽出されたシナジーが、日齢群間およびモビール課題前後で変わりうるかを調べることで、運動を構成する要素自体が変化しうるのかを判断できると考えている。

引用文献

- d'Avella, A., Saltiel, P., & Bizzi, E. (2003). Combinations of muscle synergies in the construction of a natural motor behavior. *Nature Neuroscience*, 6, 3, 300-308
- Hadders-Algra, M. (1993). General movements in early infancy: What do they tell us about the nervous system? *Early Human Development*, 34, 29-37.
- Kanemaru, N., Watanabe, H., & Taga, G. (2012). Increasing selectivity of interlimb coordination during spontaneous movements in 2- to 4-month-old infants. *Experimental Brain Research*, 218, 49-61.
- Precht, H. F. R. & Hopkins, B. (1986). Developmental transformations of spontaneous movements in early infancy. *Early Human Development*, 14, 253-238.

- Rovee, C. K. & Rovee, D. T. (1969). Conjugate reinforcement of infant exploratory behavior. *Journal of Experimental Child Psychology*, 8, 33-39.
- Thelen, E. (1994). Three-month-old infants can learn task-specific patterns of interlimb coordination. *Psychological Science*, 5, 5, 280-285.
- Watanabe, H. & Taga, G. (2006) General to specific development of movement patterns and memory for contingency between actions and events in young infants. *Infant Behavior & Development*, 29, 402-422.
- Watahabe, H. & Taga, G. (2009). Flexibility in infant actions during arm- and leg-based learning in a mobile paradigm. *Infant Behavior and Development*, 32, 79-90.
- Watanabe, H. & Taga, G. (2011). Initial-state dependency of learning in young infants. *Human Movement Science*, 30, 125-142.
- Watanabe, H., Homae, F., & Taga, G. (2011). Developmental emergence of self-referential and inhibition mechanisms of body movements underlying felicitous behaviors. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37, 1157-1173.

