

令和 4 年 4 月 21 日現在

機関番号：34605

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K17700

研究課題名（和文）発達性協調運動障害に対する確率共鳴と運動観察を利用したリハビリテーション効果検証

研究課題名（英文）Verify the effect of habilitation using stochastic resonance and action observation for children with Developmental Coordination Disorder

研究代表者

信迫 悟志（Nobusako, Satoshi）

畿央大学・健康科学部・准教授

研究者番号：50749794

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、発達性協調運動障害を有する児における運動主体感（この運動は自分が引き起こした運動であるという主観的感覚）と感覚依存特性の変容について検証し、協調運動技能の低下に対する確率共鳴現象による介入効果を検証した。本研究は、発達性協調運動障害を有する児では、定型発達児と比較して、運動主体感が変容し、視覚情報に依存しやすい傾向があることを明らかにした。また確率共鳴現象の提供によって、微細運動機能が即時的に改善することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発達性協調運動障害は、協調運動技能（運動の器用さ）の獲得や遂行に著しい低下をきたし、日常生活や学校生活に困難を有するだけでなく、自己肯定感の低下、不安障害や抑うつ症状といった精神心理面にも影響をきたす神経発達障害であり、その頻度は学童期の5～6%と非常に高い。本研究は、発達性協調運動障害を有する児に運動主体感の変容が生じていること、また身体感覚より視覚情報に依存しやすい傾向があることが運動の不器用さに繋がっていることを明らかにし、確率共鳴現象の提供によって、即時的に運動の不器用さが改善することを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：The present study examined changes of sense of agency and sensory-dependent characteristics in children with developmental coordination disorder, and investigated the intervention effects of stochastic resonance devices on motor clumsiness. The present study revealed that children with developmental coordination disorder have an altered sense of agency and tend to rely more on visual information compared to typically developing children. In addition, this study revealed that intervention with stochastic resonance devices immediately improved fine motor skills in children with developmental coordination disorder.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：発達性協調運動障害 運動主体感 感覚依存特性 確率共鳴 閾値下振動触覚ノイズ刺激 内部モデル 抑うつ症状 定型発達

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

- (1) 発達性協調運動障害 (Developmental Coordination Disorder : DCD) は、運動の不器用さ (協調運動技能の低下) を主症状とする神経発達障害の一類型である。DCD の原因としては、運動制御・運動学習に重要な内部モデルや模倣学習に重要なミラーニューロンシステムの機能不全によるものと考えられているが、DCD において内部モデルの働きによって生成される運動主体感や運動制御に重要な感覚特性に変容があるか否かは明らかになっていない。
- (2) 確率共鳴現象とは、感覚閾値以下のランダムな機械的周波数ノイズ刺激によって、感覚入力および運動出力信号が閾値を超える確率が高くなる現象のことである。この確率共鳴現象や運動観察療法によって、脳卒中後片麻痺や脳性麻痺といった疾患・障害における感覚運動機能が改善することが報告されているが、DCD を有する児に対する改善効果は明らかになっていない。

2. 研究の目的

- (1) 定量的評価手法を用いて、DCD を有する児における運動主体感や感覚特性の変容を明らかにする。
- (2) DCD を有する児における協調運動技能に対する確率共鳴現象や運動観察療法の効果を検証する。

3. 研究の方法

- (1) 運動主体感帰属課題と視覚-触覚時間順序判断課題を用いて、DCD を有する児における運動主体感や感覚依存特性について、それぞれ定量的に調べた。その他、協調運動技能について Movement Assessment Battery for Children-Second Edition (M-ABC2) や Developmental Coordination Disorder Questionnaire 日本語版 (DCDQ-J) を用いて、DCD に頻繁に併存する自閉症スペクトラム障害 (Autism Spectrum Disorder : ASD) の傾向を Social Communication Questionnaire 日本語版 (SCQ) を用いて、注意欠如多動性障害 (Attention-Deficit Hyperactivity Disorder : ADHD) の傾向を ADHD-Rating Scale 日本語版 (ADHD-RS) を用いて、子どもの抑うつ傾向をパールソン児童用抑うつ性尺度 (Depression Self-Rating Scale for Children: DSRS-C) を用いて評価した。DCD 児と定型発達児との間で、運動主体感、感覚依存特性、協調運動技能、ASD 傾向、ADHD 傾向、抑うつ傾向について比較し、それらの関係性を調べた。
- (2) DCD を有する児を対象に、閾値下振動触覚ノイズ刺激によって誘発される確率共鳴の適用が協調運動技能に与える効果を検証した (シングルケーススタディ、二重盲検介入研究)。

4. 研究成果

- (1) DCD の診断を有する 10 歳児一症例を対象に、手首への閾値下振動触覚ノイズ刺激によって誘発される確率共鳴現象が微細運動機能 (手先の器用さ)、視覚-運動統合機能、感覚依存特性に与える効果について調査した (シングルケーススタディ)。その結果、確率共鳴を提供していない条件と比較して、確率共鳴を提供している条件において、視覚-運動統合機能の向上、視覚依存傾向の軽減、そして微細運動機能の有意な向上を認めた (図 1)。この研究は、確率共鳴現象が DCD を有する児の協調運動技能を改善する可能性を示した最初の研究である。(本研究成果は、Nobusako et al. Frontiers in Neurology 2019 に掲載されている)
- (2) 6-12 歳の学童期の定型発達児 100 名を対象に、メディア (TV、DVD、インターネット、ゲーム) 視聴時間、メディア嗜好度、感覚依存傾向、微細運動機能との関係を調査した。その結果、メディア視聴時間 / 嗜好度と感覚依存傾向 / 微細運動機能との間には相関関係は認めず、一方で、視覚への偏り (視覚依存傾向) が強くなるほど、微細運動機能が低下するという相関関係が認められ、微細運動機能が比較的低い子どもでは、視覚依存傾向が強いことが示された。(本研究成果は、Nobusako et al. Brain Sciences 2020 に掲載されている)

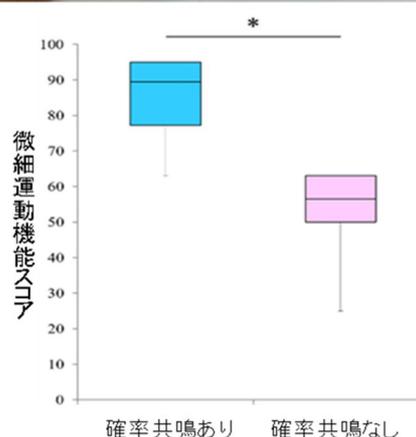


図 1. DCD 一症例の微細運動機能に対する確率共鳴の効果

- (3) 6-12歳の定型発達学童期児童 94名と21-23歳の健常若年成人 30名を対象に、運動主体感の時間窓（運動主体感が維持される運動と感覚フィードバックとの間の時間間隔）を測定し、子どもと大人で運動主体感に違いがあるかを検討した。その結果、学童期児童の運動主体感の時間窓は、若年成人と比較して、有意に短かった。さらに学童期児童においてのみ、運動主体感の時間窓と微細運動機能との間には有意な相関関係が認められた。本研究結果は、学童期児童の運動主体感には、内部モデルに基づく感覚-運動機能が大きな貢献をしていることを示唆した。（本研究成果は、Nobusako et al. Cognitive Development 2020に掲載されている）
- (4) DCDを有する児における運動主体感を調査した。具体的には、DCDを有する児（15名）と定型発達児（46名）との間で、運動主体感の時間窓に違いがあるか否かを調べた。その結果、DCDを有する児の運動主体感の時間窓は、定型発達児と比較して、有意に延長していた。加えて、定型発達児の運動主体感の時間窓は微細運動機能と有意な相関関係にあったが、DCDを有する児の運動主体感の時間窓は抑うつ傾向と有意な相関関係にあった。本研究結果は、DCDを有する児における内部モデル（感覚-運動統合機能）障害と抑うつ傾向および運動主体感との間に双方向的な関係がある可能性を示唆するものであった。（本研究成果は、Nobusako et al. Research in Developmental Disabilities 2020に掲載されている）
- (5) DCDを有する児における感覚依存傾向を調査した。具体的には、視覚-触覚時間順序判断課題を用いて、DCDを有する児（19名）と年齢・性別が一致した定型発達児（19名）を対象に、視覚と触覚のどちらに依存傾向があるかを調べた。結果は、DCDを有する児は、定型発達児と比較して、有意に強い視覚への偏りを有していることを示した。加えて、視覚依存傾向の増加は、微細運動機能の低下と有意な相関関係にあることが明らかになった。本研究結果は、DCDを有する児に視覚依存傾向があることを客観的に明らかにした。（本研究成果は、Nobusako et al. Human Movement Science 2021に掲載されている）
- (6) 6-11歳のDCDの診断を有する児 30名を対象に、手首への閾値下振動触覚ノイズ刺激によって誘発される確率共鳴現象が微細運動機能に与える効果について、二重盲検介入研究により調査した。その結果、ベースラインデータ（介入前の微細運動機能）および確率共鳴を提供していない条件と比較して、確率共鳴を提供している条件において、微細運動機能の有意な改善を認めた（図2）。この研究は、閾値下振動触覚ノイズ刺激による確率共鳴現象が、DCDを有する児の微細運動機能を即時的に改善することを立証した初めての研究である。（本研究成果は、Nobusako et al. Frontiers in Neurology 2021に掲載されている）

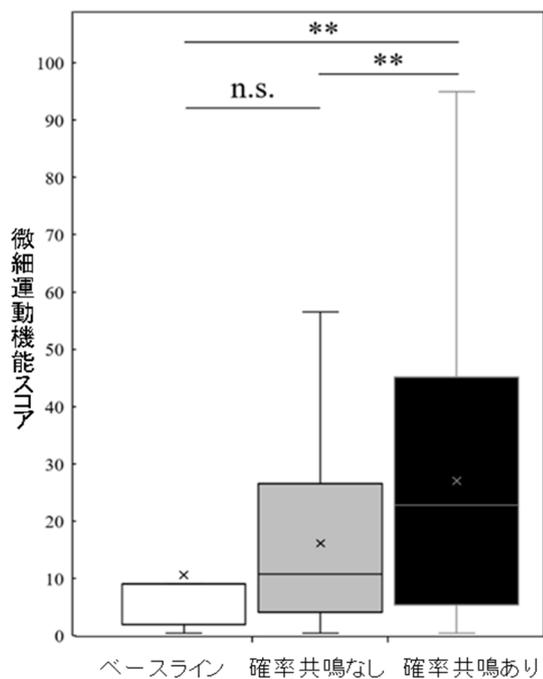


図2. DCDを有する児の微細運動機能に対する確率共鳴の効果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Nobusako Satoshi, Tsujimoto Taeko, Sakai Ayami, Shuto Takashi, Hashimoto Yuri, Furukawa Emi, Osumi Michihiro, Nakai Akio, Maeda Takaki, Morioka Shu	4. 巻 54
2. 論文標題 The time window for sense of agency in school-age children is different from that in young adults	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cognitive Development	6. 最初と最後の頁 100891 ~ 100891
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cogdev.2020.100891	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nobusako Satoshi, Osumi Michihiro, Hayashida Kazuki, Furukawa Emi, Nakai Akio, Maeda Takaki, Morioka Shu	4. 巻 107
2. 論文標題 Altered sense of agency in children with developmental coordination disorder	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Research in Developmental Disabilities	6. 最初と最後の頁 103794 ~ 103794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ridd.2020.103794	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nobusako Satoshi, Osumi Michihiro, Furukawa Emi, Nakai Akio, Maeda Takaki, Morioka Shu	4. 巻 75
2. 論文標題 Increased visual bias in children with developmental coordination disorder: Evidence from a visual-tactile temporal order judgment task	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Human Movement Science	6. 最初と最後の頁 102743 ~ 102743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.humov.2020.102743	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nobusako Satoshi, Osumi Michihiro, Matsuo Atsushi, Furukawa Emi, Maeda Takaki, Shimada Sotaro, Nakai Akio, Morioka Shu	4. 巻 12
2. 論文標題 Influence of Stochastic Resonance on Manual Dexterity in Children With Developmental Coordination Disorder: A Double-Blind Interventional Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Neurology	6. 最初と最後の頁 626608 ~ 626608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fneur.2021.626608	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Nobusako S, Osumi M, Matsuo A, Furukawa E, Maeda T, Shimada S, Nakai A, Morioka S.	4. 巻 10
2. 論文標題 Subthreshold Vibrotactile Noise Stimulation Immediately Improves Manual Dexterity in a Child With Developmental Coordination Disorder: A Single-Case Study.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Neurology	6. 最初と最後の頁 717
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fneur.2019.00717	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nobusako S, Tsujimoto T, Sakai A, Shuto T, Furukawa E, Osumi M, Nakai A, Maeda T, Morioka S.	4. 巻 10(2)
2. 論文標題 Manual Dexterity is not Related to Media Viewing but is Related to Perceptual Bias in School-Age Children.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 E100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci10020100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nobusako Satoshi, Osumi Michihiro, Matsuo Atsushi, Fukuchi Takahiro, Nakai Akio, Zama Takuro, Shimada Sotaro, Morioka Shu	4. 巻 13
2. 論文標題 Stochastic resonance improves visuomotor temporal integration in healthy young adults	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0209382
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0209382	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 信迫悟志
2. 発表標題 発達障害に対する理学療法の可能性 - 発達性協調運動障害を通じて -
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 信迫悟志, 大住倫弘, 松尾篤, 古川恵美, 中井昭夫, 森岡周
2. 発表標題 発達性協調運動障害の可能性を有する児の手指巧緻性に対する閾値下振動触覚ノイズ装置の即時効果
3. 学会等名 第3回DCD学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 信迫悟志, 坂井理美, 辻本多恵子, 古川恵美, 大住倫弘, 中井昭夫, 前田貴記, 森岡周
2. 発表標題 学童期小児における知覚バイアスと微細運動機能との関係
3. 学会等名 第20回認知神経リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 信迫悟志, 坂井理美, 辻本多恵子, 古川恵美, 大住倫弘, 中井昭夫, 前田貴記, 森岡周
2. 発表標題 学童期小児の運動主体感 (Sense of Agency, SoA) の時間窓
3. 学会等名 第20回認知神経リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 信迫悟志, 大住倫弘, 松尾篤, 古川恵美, 森岡周, 中井昭夫
2. 発表標題 運動の不器用さを有する児に対する閾値下振動触覚ノイズ刺激による即時効果の検証
3. 学会等名 第6回日本小児理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 信迫悟志, 大住倫弘, 松尾篤, 福知宇宙, 嶋田総太郎, 森岡周
2. 発表標題 確率共鳴現象は若年健常成人の視覚-運動統合機能を向上する
3. 学会等名 第19回日本認知神経リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobusako S, Osumi M, Matsuo A, Zama T, Shimada S, Morioka S
2. 発表標題 Stochastic resonance improves visuomotor temporal integration
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Embodied-Brain Systems Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 信迫悟志, 大住倫弘, 松尾篤, 古川恵美, 嶋田総太郎, 中井昭夫, 森岡周
2. 発表標題 確率共鳴現象が運動の不器用さに与える即時効果: 一症例を通じた検討
3. 学会等名 第5回日本小児理学療法学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 信迫悟志, 大住倫弘, 中井昭夫, 前田貴記, 森岡周
2. 発表標題 子どもにおける運動主体感の時間窓
3. 学会等名 第7回身体性システム領域全体会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片岡 新, 信迫悟志, 中井昭夫
2. 発表標題 年長児における平仮名・片仮名視写能力に影響する発達特性の検討 - 文字別における書字判読性の関連について -
3. 学会等名 第 4 回日本DCD学会学術集会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター プレスリリース https://www.kio.ac.jp/nrc/press-release https://www.kio.ac.jp/nrc/2018/12/18/kio_nrc_press_20181219/ https://www.kio.ac.jp/nrc/2020/02/26/press_20200226/ https://www.kio.ac.jp/nrc/2021/03/31/press-20210331/ 畿央大学HPニュース&トピックス https://www.kio.ac.jp/topics_news/41159/ https://www.kio.ac.jp/topics_news/41609/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	大住 倫弘 (OSUMI michihiro)		
研究協力者	松尾 篤 (MATSUO atsushi)		
研究協力者	古川 恵美 (FURUKAWA emi)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	嶋田 総太郎 (SHIMADA sotaro)		
研究協力者	前田 貴記 (MAEDA takaki)		
研究協力者	中井 昭夫 (NAKAI akio)		
研究協力者	森岡 周 (MORIOKA shu)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関