

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月 1日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23792437

研究課題名（和文） 小児の食事動作の発達を運動計測から解明する新たな試み

研究課題名（英文） Analysis of the development of eating motion.: New device and method to quantitatively evaluate the movement of the eating motion.

研究代表者

稲田 絵美 (INADA EMI)

鹿児島大学・医学部・歯学部附属病院・助教

研究者番号：30448568

研究成果の概要（和文）：

小児の一連の食事動作における上肢や体幹と口の動態を解析し、協調的運動の関連性、ならびにその発達過程を解明するため、先行的に成人の食事動作についてモーションキャプチャを用いて解析を行った。

その結果、健康な成人においては、口腔内に取り込む食物の大きさが大きくなると、開口量が増加し、体全体はより前下方へ前傾するものの、頭部は後屈させることで床に対する頭の傾きはほぼ一定を保つことが明確になった。さらに性差を調べたところ、捕食の際、女性の方が前かがみになることなく、安定した頭位を維持している可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

We analyzed head and mandibular movements with intake of different-sized food pieces during realistic eating. Head, body and mandibular movements of 20 healthy young adults eating the apple pieces were simultaneously recorded in three dimensions by a wireless opto-electronic system. And linear motion, and the inclination angle of the head and upper body, and mouth opening range were compared during intake of different-sized apple pieces. Mouth opening, head-neck rotation angle and the amount of upper body forward translation and inclination increased with larger apple pieces. However, isolated relative head motion was stabilized. We conclude that upper body forward motion and head-neck rotation assist mouth opening while stabilizing head orientation, and that the range of head-neck rotation angle, upper body translation and range of mouth opening change with food size during realistic eating.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：矯正・小児系歯学

キーワード：食事動作解析・モーションキャプチャ・小児の発達

## 1. 研究開始当初の背景

近年、歯科医師の役割として、口腔内の疾患を改善するだけでなく、口腔機能を通じて患者の全体的健康の維持・増進に貢献することが求められている。特に摂食・嚥下リハ

ビリテーションの分野は、歯科医師が担うべき役割も大きく、中でも発達期の摂食嚥下機能については未解明な部分も多いことから、今後さらに社会的要請が広がり、歯科医師の活躍が期待される領域である。

食べる動作に障害を持つ患者については、どのような機能が獲得され、その機能によってどのような食べ方がなされているのかを評価することが重要となる。また、次のレベルに到達するには、どの動きを改善するための訓練が必要なのか、上肢、体幹、頭位と顎顔面の状態も考慮して訓練・支援計画を立てることが重要である。そのため、小児期における食事動作の発達過程の研究成果に基づく、客観的評価方法の確立が求められている。円滑な食事動作には「口腔機能」だけではなく、「上肢機能」との連続的な協調性が重要であるにも関わらず、未だ詳細な研究が展開されていないのが現状であった。

## 2. 研究の目的

食事動作に関して身体各部位の動きを三次元的に定量解析した報告は皆無に等しく、観察による評価がなされているのみである。これまでの食事動作に関する観察的評価により、食事の一連の動作が a) 頭部を前屈しながら視覚でスプーンと食物を認識し、その適量をすくう、b) スプーンのボール部が口唇中央にくるように手を動かす、c) 口元に運ばれた食物を口唇の開閉口により的確に捕食する、d) スプーンを口唇から引き抜く、により営まれることが分かっている。そこで、本研究の達成目標は

- 1) 前述の食事に関する一連の動作を定量的に評価すること
- 2) 基本的機能獲得期に該当する時期において、年齢によりさらに細分化して、食事動作を定量解析することにより、変化の著しい小児期の食事動作の動態をより詳細に解明することである。

## 3. 研究の方法

被験者の体表特徴点にマーカーを貼付し、モーションキャプチャシステムを用いて被験者の食事動作を記録することで、上肢、体幹、口元と食具の動きを、時間をパラメータとした三次元座標値で表現する。過去に類似研究がないため、食事動作と口腔の動きを網羅できるマーカーの貼付方法と、モーションカメラの配置を検討し、計測環境を整える。

次に、計測により得られた結果から、体の各部位の動き（角度や移動距離）や口の開閉口運動を算出するためのプログラムを作成する。

先行的に、動作計測に協力が得られる成人を対象として、健康成人の食事動作解析を行う。成人の結果は、食事動作の発達のゴールとして基準値となる。

さらに、研究期間の可能な限り、小児の計測を進める。予定としては、対象者を食具を使った「食具食べ」が始まる1歳6か月児から、2歳児、2歳6か月児と、手づかみ食べ

が完全に終了する3歳児の各年齢群20名ずつ、計80名を対象とし、被験食品は、一般的に訓練に適しており、汎用されるヨーグルトやリンゴとする。

得られたデータから、① 体幹に対する前腕の角度、② 口裂に対する食具の角度、③ 机に対する体幹の角度、④ 机に対する頭部の移動量 について、同一時間軸で解析し、各年齢群の食事動作の特徴と群間の発達変化を評価する。

## 4. 研究成果

食事の自立には「上肢機能」と「口腔機能」の二つの条件が必要となる。「上肢機能」は、手指を使って捕食しやすい位置に食物を運ぶ運動であり、機能が発揮されるためには、姿勢の保持や制御も必要となる複雑で繊細な統合機能であるが、解明が遅れている。そこで本研究では、小児の一連の食事動作における上肢や体幹と口の動態を解析し、協調的運動の関連性、ならびにその発達過程を解明するため、先行的に成人の食事動作について解析を行った。

健康な成人を対象とし、サイズの異なるりんごを口腔内に取り込む際の開口量と、開口に伴う体幹、頭部の動きに関する研究を行った。食事動作計測には、3次元動作計測装置VICON（インターリハ社製）を用い、被験者に貼付した反射マーカーの動きを高精度カメラで撮影することにより、その運動データを3次元座標値として定量的に取得した。その結果、健康な成人においては、口腔内に取り込む食物の大きさが大きくなると、開口量が増加し、体全体はより前下方へ前傾するものの、頭部は後屈させることで床に対する頭の傾きはほぼ一定を保つことが明確になった。また、補食時の開口量、開口時の上体の傾斜角度、頭部の後屈角度を定量的に取得することができた。

さらに性差を調べたところ、男性に対し女性は、食品が大きくなると、最大開口時の頭部、肩部が下方よりも前方移動する傾向があり、さらに頭部の前方傾斜角度が有意に小さく、肩部に対する頭部の角度が大きかった。このことから、捕食の際、女性の方が前かがみになることなく、安定した頭位を維持している可能性が示唆された。本結果を基に、今後は食事動作の違いに影響を与える因子や、小児を対象として、男女の特徴が現れる時期に関する、より詳細な検討を行う予定である。

また、本研究で得られた結果は、食事動作の発達完了の基準値として利用できる。

## 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 14 件)

1. Sato M, Maeda S, Inada E, Saitoh I, Kubota N: Mosaic Expression of Pluripotency-Related Proteins Oct-3/4 and Alkaline Phosphatase in Human Pancreatic Carcinoma Cell PANC-1, *Advanced Studies in Biology*. 5(4): 157-172, 2013. 査読有  
<http://www.doaj.org/doaj?func=issueTOC&isId=150538&uiLanguage=en>
2. 杉本 恭子, 橋本 恵, 稲田 絵美, 覺道 昌樹, 神野 洋平, 田中 恭恵, 田中 睦都, 中村 真弓, 林 亜紀子, 星野 正憲, 美甘 真, 宮嶋 隆一郎, 李 強, 佐々木 啓一, 沖和広, 山本 雅章, 近藤 重悟, 小野 高裕, 野首 孝嗣, 皆木 省吾, グミゼリーを用いた咀嚼能率評価法における視覚判定、成分溶出および粒度解析の関係, *日本顎口腔機能学会雑誌*, 18(2), 125-131, 2012. 査読有  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/10030125813>
3. Saitoh I, Sato M, Iwase Y, Inada E, Nomura T, Akasaka E, Yamasaki Y, Noguchi H: Generation of mouse STO feeder cell lines that confer resistance to several types of selective drugs. *Cell Med*. 3(1): 97-102, 2012. 査読有  
<http://dx.doi.org/10.3727/215517912X639414>
4. 余 永, 有村栄次郎, 稲田絵美, 齊藤一誠, 伊藤千晶, 武元嘉彦, 村上大輔, 下田平貴子, 福重雅美, 北上真由美, 山崎要一: 高精度モーションキャプチャシステムを用いた刷掃動作の解析 — 第2報: 上肢動作の定量的評価方法 —, *小児歯科学雑誌*, 50(3): 202-209, 2012. 査読有  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/10030801718>
5. Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kanomi R, Hayasaki H, Yamasaki Y: Evaluation of improvement of nasal airway ventilation following rapid maxillary expansion using computational fluid dynamics, *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*, 141(3):269-278, 2012. 査読有  
DOI: 10.1016/j.ajodo.2010.08.014.
6. Iwase Y, Saitoh I, Okamoto A, Nakakura-Ohshima K, Inada E, Yamada C, Takemoto Y, Yamasaki Y, Hayasaki H: Do Occlusal Contact Areas of Maximum Closing Position During Gum Chewing and Intercuspal Position Coincide? *Archives of Oral Biology*, 56(12):1616-1623, 2012. 査読有  
DOI: 10.1016/j.archoralbio.
7. Inada E, Saitoh I, Hayasaki H, Iwase Y, Kubota N, Fukami A, Yamasaki Y: Comparison of Normal Permanent and Primary Dentition Sagittal Tooth-Crown Inclinations of Japanese Females, *Journal of Craniomandibular Practice*, 30(1):41-51, 2012. 査読有  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22435176>
8. Inada E, Saitoh I, Nakakura-Ohshima K, Maruyama T, Iwasaki T, Murakami D, Tanaka M, Hayasaki H, Yamasaki Y: Association between mouth opening and upper body movement with intake of different-size food pieces during eating, *Archives of Oral Biology*, 57(3): 307-13, 2012. 査読有  
DOI:10.1016/j.archoralbio.
9. 余 永, 有村栄次郎, 稲田絵美, 齊藤一誠, 武元嘉彦, 村上大輔, 下田平貴子, 福重雅美, 北上真由美, 山崎要一: 高精度モーションキャプチャシステムを用いた刷掃動作の解析 — 第1報: 歯ブラシの動きを定量的に評価する方法の考案 —, *小児歯科学雑誌*, 49(5): 452-458, 2011. 査読有  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/10030290310>
10. Hasegawa H, Saitoh I, Shigeta K, Yoshihara T, Suenaga S, Matsumoto Y, Inada E, Yamasaki Y: Condyle Shape in Relation to Anterior Disk Displacement in young adolescence, *Journal of Craniomandibular Practice*, 29(2):100-110, 2011. 査読有  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21661584>
11. Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kanomi R, Hayasaki H, Yamasaki Y: Evaluation of upper airway obstruction in Class II children with fluid-mechanical simulation, *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*, 136(3):318 e1-e9, 2011. 査読有  
DOI: 10.1016/j.ajodo.2010.08.014.
12. Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kanomi R, Hayasaki H, Yamasaki Y: Evaluation of upper airway obstruction in Class II children with fluid-mechanical simulation, *American Journal of*

rthodontics & Dentofacial Orthopedics, 139(2):e135-145, 2011. 査読有  
DOI: 10.1016/j.ajodo.

13. Kuroda K, Saitoh I, Inada E, Takemoto Y, Iwasaki T, Iwase Y, Yamada C, Shinkai M, Matsumoto Y, Hasegawa H, Yamasaki Y, Hayasaki H: Head motion may help mouth opening in children. Archives of Oral Biology, 56(1): 102-107, 2011. 査読有  
DOI: 10.1016/j.archoralbio.

14. Takemoto Y, Saitoh I, Iwasaki T, Inada E, Yamada C, Iwase Y, Shinkai M, Kanomi R, Hayasaki H, Yamasaki Y: Pharyngeal Airway in Children with Prognathism and Normal Occlusion. The Angle Orthodontist, 81(1): 77-82, 2011. 査読有  
DOI: 10.2319/013010-65.1.

〔学会発表〕(計8件)

1. 齋藤一誠, 稲田絵美, 村上智哉, 山崎要一, 野口洋文, 初代歯髄細胞培養における feeder 細胞の有用性, 日本臓器保存学会, 2012.11.16-17 (福島)

2. 乃村俊樹, 齋藤一誠, 稲田絵美, 長谷川大子, 松本祐子, 窪田直子, 山崎要一, 初代ヒト乳歯歯髄細胞における幹細胞特異的遺伝子発現の探索, 第30回日本小児歯科学会九州地方会大会, 2012.10.27-28 (長崎).

3. 伊藤千晶, 齋藤一誠, 稲田絵美, 武元嘉彦, 村上大輔, 山崎要一, 小児における咀嚼運動の円滑性に関する研究 Jerk cost による臼歯部の運動評価, 第50回日本小児歯科学会, 2012.5.12-13日 (東京).

4. 稲田絵美, 頭部エックス線規格写真と歯列模型を用いた顎顔面形態と歯軸傾斜角度の3次元解析, 第50回日本小児歯科学会, 2012.5.12-13日 (東京).

5. 早崎治明, 山田千晶, 大島邦子, 稲田絵美, 齋藤一誠, 山崎要一: 小児の咀嚼運動における速度解析, 第49回日本小児歯科学会大会, 盛岡市・いわて県民情報交流センター (アイーナ), 2011.11.28-29.

6. 有村栄次郎, 余永, 稲田絵美, 齋藤一誠, 下田平貴子, 福重雅美, 北上真由美, 山崎要一: 高精度モーションキャプチャシステムを用いた歯磨き上肢動作の解析法の開発, 第49回日本小児歯科学会大会, 盛岡市・いわて県民情報交流センター (アイーナ), 2011.11.28-29. (大会優秀発表賞ノミネート)

7. 稲田絵美, 齋藤一誠, 大島邦子, 大河原綾子, 武元嘉彦, 山崎要一: 食物の大きさが男女の食事動作に与える影響, 第49回日本小児歯科学会大会, 盛岡市・いわて県民情報交流センター (アイーナ), 2011.11.28-29.

8. 稲田絵美, 齋藤一誠, 早崎治明, 徳富順子, 佐藤秀夫, 武元嘉彦, 乃村俊樹, 糀谷淳, 齋藤陽子, 梶山加綱, 山崎要一: 当大学病院小児歯科における全身麻酔下歯科治療の経時的臨床統計, 第28回一般社団法人日本障害者歯科学会総会および学術大会, 福岡市・福岡国際会議場, 2011.11.4-6.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

稲田 絵美 (INADA EMI)  
鹿児島大学医学部・歯学部附属病院・助教  
研究者番号: 30448568

### (2) 連携研究者

齋藤 一誠 (SAITO ISSEI)  
新潟大学・大学院医歯学総合研究科・准教授  
研究者番号: 90404540

余 永 (YU YONG)  
鹿児島大学・大学院理工学研究科・准教授  
研究者番号: 20284903