

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年3月31日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22592290

研究課題名（和文）顎関節動態および関節負荷が顎関節頭リモデリングにおよぼす影響の解明

研究課題名（英文）The elucidation of the influence which a jaw joint dynamic state and joint load have on jaw joint head remodeling

研究代表者

古賀 義之（KOGA YOSHIYUKI）

長崎大学・大学病院・講師

研究者番号：50175329

研究成果の概要（和文）：

実験動物の下顎運動を3次元的にとらえるため、標点にチップコイルによる電磁石を応用するシステム開発を行ったが、コイルのオンオフによって磁場が不安定になるため、十分な計測精度が得られなかった。そこで、顎運動計測には、標点を1点の磁石で行うシステムに変更し、下顎頭の負荷を咬合を大幅に変えることによって行った。下顎骨は、外見的には成長に伴って大きく変形したが、骨体の変形は少なく、歯槽骨や顎頭の形態が影響を受けた。

研究成果の概要（英文）：

In order to catch the mandibular movement of laboratory animals in three dimensions, the systems development adapting the electromagnet by a chip coil was performed to the mark, but since a magnetic field became unstable by turning on and off of a coil, sufficient precision for measurement was not acquired. So, the mark was changed into the system performed with the magnet of one point, and load of the head of mandible was performed for jaw movement measurement by changing occlusion sharply. Although the lower jawbone changed greatly with growth in appearance, there was little modification of the body of bone and the form of an alveolar bone or the bone of a jaw was affected.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・矯正・小児系歯学

キーワード：顎機能，顎変形，変形性顎関節症

## 1. 研究開始当初の背景

咀嚼は、生物がその生命を維持する上で、必要不可欠な運動の一つである。咀嚼運動をつかさどる下顎骨は、頭蓋骨に強固に連結さ

れている訳ではなく、筋肉、歯、関節などによってその位置を保持できるようになっている。顎口腔機能を円滑に行う上で、咬合および顎関節を含む下顎骨の形態と、咀嚼筋機

能との協調が重要な役割を果たしていることは言うまでもない。しかしながら、図に示すように、臨床では骨格性の上顎前突および開咬を呈する重篤な症例で、関節頭の吸収を伴う変形性顎関節症がその主要な原因になっているものを多く目にする。

このような変形性顎関節症の研究は、女性に多いことから、卵摘したラットの顎関節の変形を見た報告などが見られるが、顎機能の観点から検討した報告は少ない。一般的に、関節頭頸部骨折などで障害を受けた関節頭部分が、代償的に関節の機能を取り戻すと言うことは、ラットの動物実験などでも確認されている (Sekine ら, *J Oral Maxillofac Surg.* 1995, 53, 1317-21)。また、成長期のマウス顎関節頭切除した場合に、下顎前方誘導装置で下顎頭の成長が正常近くまで再建されることも示されている (Nakano ら, *J Dent Res.* 2009, 88, 261-65)。つまり、顎関節の成長やリモデリングは、周囲環境に伴う動的な機能との関係が大きいと考えられる。

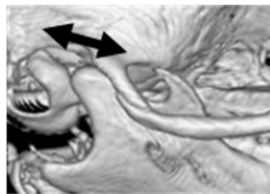
しかしながら、これらの報告の多くが組織および形態学的な研究であり、機能に対する形態の経時的变化を詳細に検討した報告はほとんど無い。そこで、機能と形態さらに成長も含めた検討が不可欠であるということが考えられた。

## 2. 研究の目的

機能と形態の関係を明らかにするためには、その機能が形態とどのような関係になっているかを把握することが重要である。顎関節や咬合が形態的な障害を受けた場合に、その障害の程度によって下顎骨の動きやそれに伴う下顎骨の成長にどのような変化が起こるのか？ この命題を解明するためには、関節頭の詳細な動きを計測できることが有効であると考えられた。

## 3. 研究の方法

右図にラットの関節頭のマイクロCT画像を示す。顎関節は、関節窩内で矢印方向に前後運動をすると予想されるが、この運動を計測するシステムはいまだ存在していない。



そこで本研究では、チップコイルを利用した電磁石の2点6自由度の標点計測の可能性を検討することとした。さらに、CTモデルによる3次元構築座標を利用した3次元運動計測システムの構築を検討した。

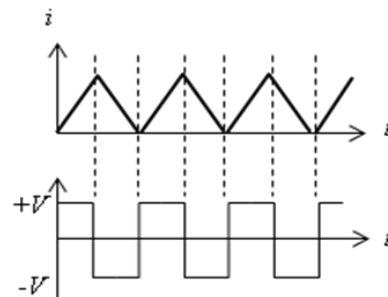
動物モデルとしては、マウスもしくはラッ

トを利用して、咬合や顎関節に障害を与えることとした。さらに、この障害を与えた動物モデルを利用して、成長と形態の関係を明らかにすることとした。つまり、この動物モデルを利用して、どのような環境で関節頭の変形は助長もしくは修復されるのか？ という部分を、障害の大きさや口腔周囲環境との関係において明らかにする事を目的とした。

最終的には、重篤な顎機能障害はどのようにして改善すべきか？ という点を、『関節の動きおよび筋の働きとリモデリング』という見地から明らかにし、特に本研究では、損傷程度—機能回復—周囲環境の関係を明らかにすることで、ヒトに対する有効な治療法の可能性を探ることとした。

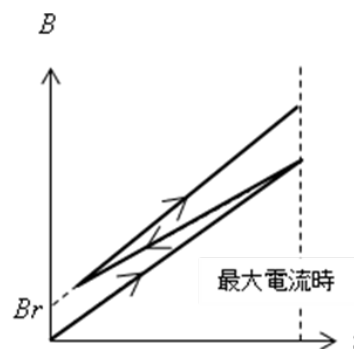
## 4. 研究成果

(1)チップコイルを用いた電磁石とスイッチング



矩形電圧(下)とコイル電流(上)

電磁石用のコイルに矩形波信号を与えた場合、コイルには上図の上の波形で示すよう



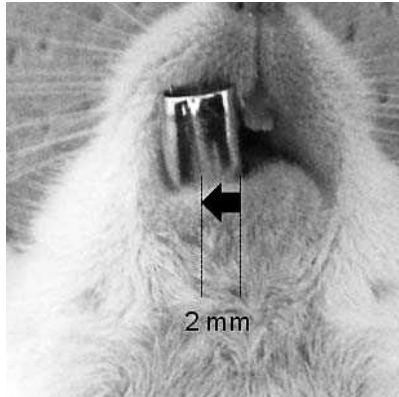
矩形波と発生する磁場

な電流が流れる。この三角波の頂点部分を平坦にし、電磁石の定常状態を維持するために、矩形波の時間を延ばすことで対応可能であることはわかった。しかしながら、磁性体のヒステリシスの存在で、どうしても残留磁化された  $Br$  が残ってしまう問題が新たに生まれた。この  $Br$  が矩形波のスイッチングによって、重畳されてしまうため、安定した磁場を作り出すことがかなり難しいことがわかった。この部分は、磁性体などのさらなる検

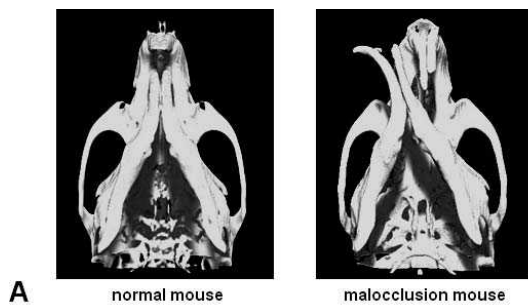
討が必要であるといえる。

## (2) 不正咬合の付与と下顎骨の成長変化

不正咬合動物モデルとして、マウスを利用し、5週齢時に下顎側方誘導用の矯正バンドを下顎切歯に装着固定した。



この状態で、成長のピークを過ぎる15週齢時まで10週間、micro-CT (R-mCT; リガク社製)を利用し、2週ごとに下顎骨形態データの収集を行った。



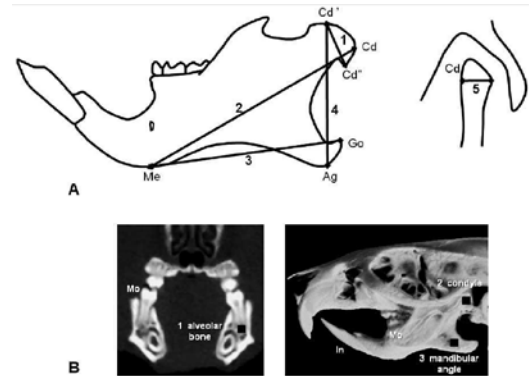
その結果、動物モデル下顎骨は、成長に伴って、大きな顎変位状態を呈した。さらに詳細な検討をするために、CTデータを利用し骨形態計測を行い、正常咬合マウスと顎骨形態の違いを比較した。

その結果、顎骨の特徴的な形態変化は、歯に関係する部分の変形が大きく、骨体部分の変形はほとんど認められなかった。また、顎関節頭に関しては、その幅が有意に小さくなり、不正咬合の状態が、関節頭の正常な成長発育に影響を及ぼすことが示唆された。

また、顎運動に関しては、顎運動の周期を示す Total cycle length や開口時を示す Opening phase, さらに、初期閉口時を示す Early closing phase が正常マウスと比較して有意に長くなった。しかしながら、実際に交合する部分を示す Late closing phase は正常マウスと比較して有意差はなかった。不正咬合マウスは、咬合部分が障害を受けているにもかかわらず、Late closing phase に変化が見られなかったのは興味深い結果とな

った。

以上のことにより、下顎骨骨体のボリュームは、口腔周囲環境の変化に影響を受けにくい、歯や顎関節などの機能を直接つかさどる部分は、環境の変化に対して敏感であることがわかった。本研究のまとめとして、咬合と顎関節形態及び成長との関係を目標を絞って検討するための基礎的なデータが得られたと考えられる。



## 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2件)

(1) Aya Nakamura, Jorge L. Zeredo, Dai Utsumi, Ayumi Fujishita, Yoshiyuki Koga, Noriaki Yoshida, Influence of malocclusion on the development of masticatory function and mandibular growth, Angle Orthodontist, 査読有, in press

(2) 古賀義之, 藤下あゆみ, 吉田教明, 他6名, 臼歯部の咬合高径変化が下顎前歯部の位置に及ぼす影響, 九州矯正歯科学会雑誌, 査読有, Vol.7, 2011, 11-18

〔学会発表〕(計4件)

①中村文, 成長期の不正咬合が顎口腔領域における形態成長と機能発達に及ぼす影響について, 第71回日本矯正歯科学会大会, 2012年9月26日, 盛岡

②松尾恭子, 大白歯圧下による下顎骨の回転が下顎前歯の位置に及ぼす影響について, 第7回九州矯正歯科学会学術大会, 2012年2月4日, 大分

③内海大, マウスを用いた下顎枝垂直骨切術における顎骨動態及び生着メカニズムの解明. 第70回日本矯正歯科学会大会&第4回国際会議, 2011年10月17日, 名古屋

④中村文, 交叉咬合モデルマウスを用いた顎口腔領域における形態変化と機能発達の関連性の解明. 第46回日本顎口腔機能学会, 2011年5月28日, 仙台

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）  
該当なし

○取得状況（計 0 件）  
該当なし

〔その他〕

ホームページ等  
該当なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

古賀 義之 (KOGA YOSHIYUKI)  
長崎大学・大学病院・講師  
研究者番号：5 0 1 7 5 3 2 9

### (2) 研究分担者

吉田 教明 (YOSHIDA NORIAKI)  
長崎大学・医歯薬学総合研究科・教授  
研究者番号：4 0 2 3 0 7 5 0

### (3) 連携研究者

該当なし