

厚生労働科学研究費補助金

長寿科学総合研究事業

低侵襲かつ簡便な摂食・嚥下機能評価システムの
構築に関する研究

平成18年度 総括研究報告書

主任研究者 金高 弘恭

平成19（2007）年 4月

目 次

I. 総括研究報告

- 低侵襲かつ簡便な摂食・嚥下機能評価システムの構築に関する研究 ----- 1
金高弘恭

II. 分担研究報告

1. 介護予防における口腔機能向上プログラムに関する研究 ----- 8
小坂 健
(資料) 1) 内閣府, 高齢社会白書 平成17年度版
2) 厚生労働省老健局老人保健課,
介護予防に関する各研究班における検討内容
2. 高齢者の摂食・嚥下機能評価法に関する研究 ----- 13
五十嵐 薫
3. 平面コイルを用いたLC共振型
ワイヤレス磁気マーカの開発に関する研究 ----- 19
藪上 信
4. LC共振型磁気マーカを用いた位置・方向検出システム
の位置精度検証と薄型マーカの開発に関する研究 ----- 30
荒井賢一

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 40

IV. 研究成果の刊行物・別刷 ----- 42

I. 総括研究報告書

低侵襲かつ簡便な摂食・嚥下機能評価システムの構築に関する研究

主任研究者 金高 弘恭 東北大学大学院歯学研究科・助教

【研究要旨】

摂食・嚥下機能障害は脳卒中などの疾患の後遺症としてだけでなく、加齢現象のひとつとして発現することも多く、経管栄養を必要とする場合があるなど「食べる楽しみ」を奪うだけでなく、誤嚥性肺炎や低栄養状態のリスクを高めるなど、高齢者の生活の質を著しく低下させる要因と考えられている。このような摂食・嚥下障害に対しては、現在、主としてビデオ嚥下造影検査（Video Fluorography：以下、VFと略す）やビデオ内視鏡検査（Video Endoscopy：以下、VEと略す）を利用した機能評価や治療が行われているが、長時間のX線被曝の問題や違和感の大きな内視鏡の挿入など、高齢者にとって負担の大きな検査であるのが現状である。

一方、これまで我々は超小型磁気マーカを利用した生体内位置検出システムの分野では、世界をリードする研究を行ってきた（国際特許出願番号PCT/JP2005/006275，特願2004-106789，特願2003-326034，特開2002-355264）。特に磁気マーカを複数用いることにより測定対象を3次元構築した上で、その運動を高精度（測定誤差500 μ m以内）で測定する技術は、我々の研究チーム以外では皆無の新規的な技術であり、その新技術を応用して、すでに顎運動測定システムの開発に成功している。

今回は、磁気式という口腔や咽頭など遮蔽された空間内での位置検出が可能といった特徴を生かし、摂食・嚥下機能の評価・治療に従来用いられてきたVFやVEに代わりうる、①低侵襲で簡便、②高精度、かつ③低コストでの利用が可能な新しい摂食・嚥下機能評価システムを構築すること目的とする。

【分担研究者氏名・所属機関名及び所属機関における職名】

小坂 健 東北大学大学院歯学研究科・教授

五十嵐薫 東北大学大学院歯学研究科・教授

薮上 信 東北学院大学工学部・准教授

荒井 賢一 （財）電気磁気材料研究所・理事

A. 研究目的

超高齢化社会を迎えた現在、咀嚼・嚥下機能障害は大きな社会的問題として認知されるようになり、実際、介護予防プログラムの大きな柱のひとつとして、「口腔機能の向上」が平成18年度より全国の市町村で実施されている。咀嚼・嚥下機能障害は脳卒中などの疾患の後遺症としてだけでなく、加齢的な現象として発現することも多く、経管栄養を必要とする場合があるなど「食べる楽しみ」を奪うのみでなく、患者の生活の質を著しく低下させる要因であり、咀嚼・嚥下機能障害に対する治療の需要は益々高まると考えられている。

しかしながら、従来からの口腔機能評価法は、ビデオ嚥下造影検査（Video Fluorography：以下、VFと略す）やビデオ内視鏡検査（Video Endoscopy：以下、VEと略す）など、X線被爆の問題や内視鏡挿入により摂食・嚥下を自然な状態で行うことが困難であるなど、簡便かつ非侵襲的にこれらの機能を詳細に測定する適切な方法は現在のところ存在しないのが実情である。

例えばVFを行う場合、高価な装置および特別な検査室が必要であり、X線の長時間にわたる被爆、造影剤誤嚥の危険性、側面もしくは正面からの2次元画像の評価しかできないなどの問題点がある。またVEでは、口腔から食道までの広範囲の同時観察が不可能なこと、内視鏡挿入のため自然な状態での嚥下が困難で検査時の負担が大きいこと、さらに咽頭痙攣や迷走神経反射による偶発症の危険性などの問題が考えられる。

一方、簡素な客観的評価法としては、反復唾液嚥下テスト(RSST)、水飲みテスト、咀嚼力評価、

フードテスト、舌圧・口唇圧テストなどが行われているが、咀嚼や嚥下の際に重要とされる舌や咽頭部での運動を詳細に評価するには必ずしも適してはいない。そのため、診断および治療に利用可能で簡便かつ高精度の測定装置開発が望まれてきた。

上述の背景の中、我々の研究チームでは、特に生体内の様々な器官の運動を測定する生体内モーションキャプチャの分野では先端的な研究を行ってきており、基本技術についてはすでに確立している。（PCT/JP2005/006275, 特開2002-355264, 特願2003-326034, 特願2004-106789）

本研究では、生体への利用可能なモーションキャプチャシステムを新たに開発し、口腔内という遮蔽された特殊な空間内での舌や下顎の運動を正確に評価、さらには低下した機能に対するリハビリテーションにも応用可能なシステムを構築することで、高齢者の健康増進支援に役立てていくことを目的とした。

B. 研究方法

B-1 生体内3次元測定装置

摂食・嚥下機能の客観的評価を行うために、図1に示すように、口腔咽頭部の特徴点にLC共振型ワイヤレス磁気マーカ（以下、LCマーカ）を貼付し、複数マーカの同期的測定を行うことが可能な生体内3次元測定装置を構築することを最終的な目標とする。

キャプチャシステムの開発

生体内3次元測定装置を実現するために、ワイヤレスの交流磁界式モーションキャプチャシステムの開発を行った。構築したシステムの模式図を図 3 に示す。

本システムは臨床応用を目的としていることから、磁気マーカは極力小型化もしくは薄膜化する必要がある。そのため生体への応用に際しては、薄膜コイルを積層したもの、もしくはアモルファスリボンを積層したものを磁気マーカとして利用する予定であるが、今年度はワイヤレスの交流磁界式モーションキャプチャシステムの基本技術を確認するために、直径3 mm、長さ10 mmのフェライト磁心（TDK製L6, Ni-Znフェライト, $\mu_i = 1,500$, $B_s = 0.28$ T）に施した120~500回の巻線の両端にチップコンデンサが接続したものを外部磁界による駆動が可能なLC共振型ワイヤレス磁気マーカとして利用した（図 4）。これよりマーカ自身がLC共振回路を構成している。また今回作製したLCマーカ6個の仕様を表 1 に示す。各マーカはコイル巻数とコンデンサ容量によって共振周波数を変化させているが、サイズは全て図 4 に示すように、直径4 mm、長さ10 mm、重さは0.5~0.8 g程度である。

一辺390mmの正方形型アクリル製巻き枠に巻かれた励磁コイル（線径0.26 mm×10回巻き）と、直径25 mmのアクリル製ポビンに巻かれた25個の検出コイル（線径0.1 mm×40回巻き）が45 mm間隔で5×5のマトリクス状に配置されている検出コイルアレイを200 mmの間隔かつ励磁コイルおよび検出コイルアレイ中心に配置した検出コイルの中心軸が一致するように対置している。また、各検出コイルはスイッチモジュールを介して誘起された電圧波形を計測するためのデジタイザに接続されている。これに加えて、励磁波を生成するための任意波形発生装

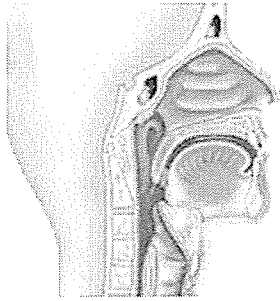


図 1 特徴点へのLCマーカ貼付

なお生体内3次元測定装置による摂食・嚥下機能測定は、被検者にはLCマーカを貼付するのみで、非拘束的な状態での検査を予定している（図 2）。

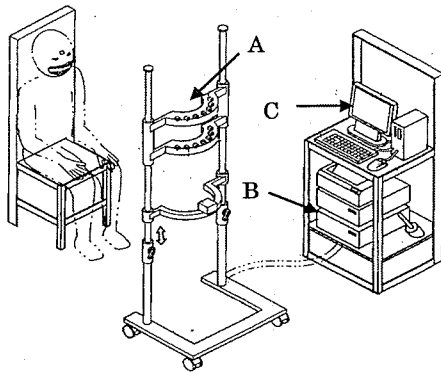


図 2 測定装置による検査イメージ

(A:磁界センサユニット, B:解析装置,
C:データディスプレイ)

(倫理面への配慮)

被検者を用いた摂食・嚥下機能測定に先立ち、東北大学大学院歯学研究科研究倫理専門委員会に研究計画書を申請し、承認を受けて測定を行うこととする。本研究に際し、被検者に対し、本研究の目的と方法について、十分に説明を行い同意を得た上（同意書作成）で測定を行うこととする。

置およびパワーアンプと、システム全体を制御しLCマーカの位置を算出するためのパソコンからなる。

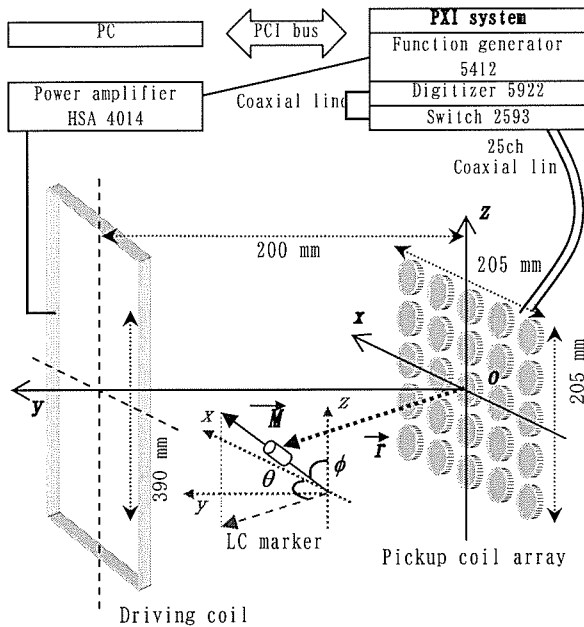


図3 システム全体の概略図

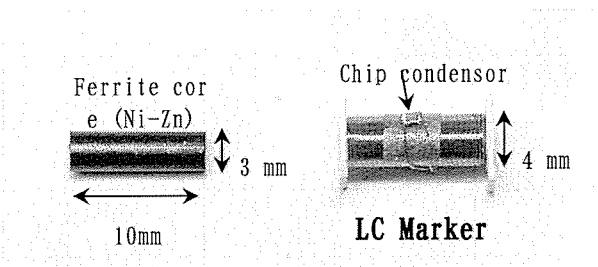


図4 LC共振型ワイヤレス磁気マーカ

表1 6つの各LCマーカの仕様

| | Mk1 | Mk2 | Mk3 | Mk4 | Mk5 | Mk6 |
|--------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Resonant frequency (kHz) | 108 | 183 | 201 | 273 | 323 | 441 |
| f_1 (kHz) | 107 | 182 | 200 | 271 | 321 | 438 |
| f_2 (kHz) | 109 | 185 | 203 | 276 | 326 | 445 |
| Diameter of core (mm) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Coil turns | 500 | 350 | 300 | 270 | 220 | 120 |
| Condensator (pF) | 910 | 910 | 680 | 680 | 470 | 910 |
| Inductance (μ H) | 2400 | 1135 | 917 | 720 | 515 | 143 |
| Quality factor | 69 | 61 | 78 | 62 | 68 | 75 |

B-3 位置検出原理

本研究ではLCマーカから発生する誘導磁界をダイポール磁界に近似できると仮定して、式(1)~(3)からマーカの位置および方向を算出し、Gauss-Newton法により最適化を行った。

$$s(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n |\vec{B}_{meas}^{(i)} - \vec{B}_{cal}^{(i)}(\vec{p})|^2 \rightarrow \text{Minimum} \quad (1)$$

$$\vec{B}_{cal}^{(i)}(\vec{p}) = \frac{1}{4\pi} \left\{ -\frac{\vec{M}}{r_i^3} + \frac{3(\vec{M} \cdot \vec{r}_i) \cdot \vec{r}_i}{r_i^5} \right\} \quad (2)$$

$$\vec{p} = (x, y, z, \theta, \phi, M) \quad (3)$$

ここで $s(\vec{p})$ は評価関数、 n は検出コイルの数、 i は検出コイルの番号(1~25)、 $\vec{B}_{meas}^{(i)}$ は検出コイル i における磁束密度の測定値、 $\vec{B}_{cal}^{(i)}$ はダイポール磁界を考慮した検出コイル i における磁束密度の理論値、 \vec{r}_i は検出コイル i の中心からマーカまでの位置ベクトル、 \vec{M} はマーカの磁気モーメント、 θ は x - y 平面に射影したモーメントの方向ベクトルと x 軸とのなす角、 ϕ はモーメントの方向ベクトルと z 軸のなす角(図3参照)、 \vec{p} はマーカのパラメータにより構成されるベクトル量である。

B-4 絶対位置精度試験

1個のLCマーカを図5に示すような x - y 平面に配置し、位置検出性能評価を行った。LCマーカの設置には設置位置精度0.1 mm以内で配置可能な三次元配置ステージを用いた。LCマーカを三次元配置ステージの稼動範囲である、 $-90 \leq x \leq 90$, $60 \leq y \leq 140$, $z = 0$ の領域を x , y 方向とも10 mm間隔で、LCマーカのコイル断面が検出コイルおよび励磁コイルの断面に平行になるように配置して移動させた。位置検出の結果を図6に示す。検出されたLCマーカの位置は実際に配置された位置から、特に検出コイルアレイの中心から離れるにしたがって検出コイルアレイ中心方向へ、検出コイルアレイから離れるにし

たがって手前へずれていることがわかる。この原因についてLCマーカ挿入前後での励磁コイルのインピーダンスの変化に関する検討を行った結果、励磁コイルのインピーダンス変動によって検出位置がずれることが確認された。

B-5 検出位置の補正

検出位置のずれの原因がLCマーカ挿入による励磁コイルのインピーダンス変動であるため、これを考慮した補正を行った。実験で得られた V_{MK} に対し、それから求められたLCマーカの位置情報から励磁コイルとの間に発生した相互インダクタンスを求め、そこから得られるバックグラウンド電圧の減少量を V_{MK} に加えてLCマーカの位置を再計算した。

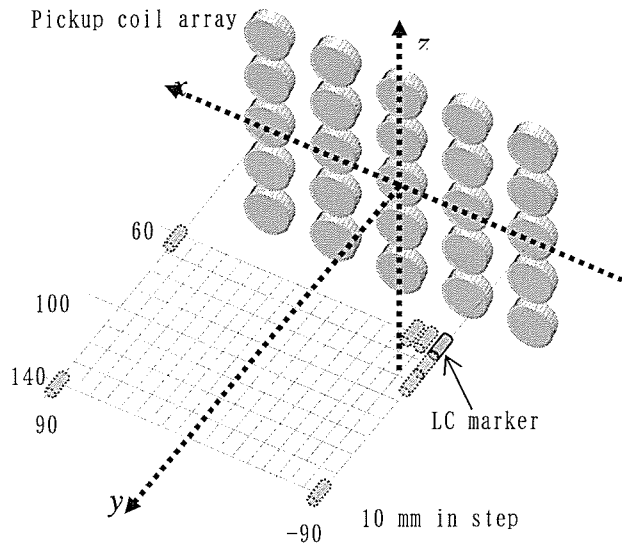


図5 LCマーカと検出コイルの配置図

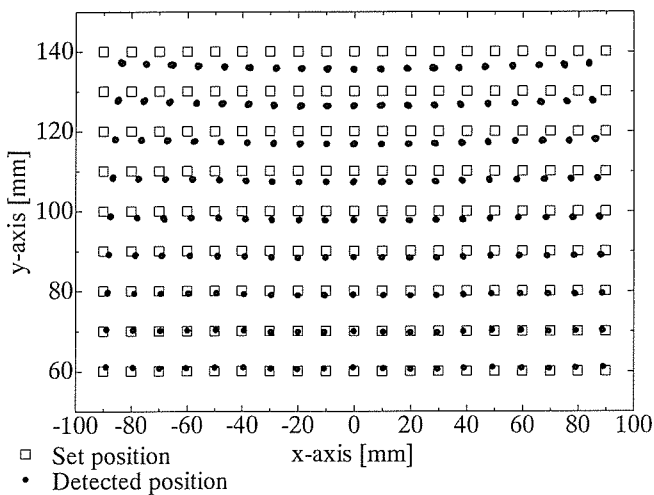


図6 検出された位置 (x-y平面)

C. 研究結果

C-1 6個のLCマーカ同時検出に対する補正適用

6個のLCマーカに対する検出位置補正を試みた。6個のLCマーカをx軸方向へ一直線に20 mm間隔で配置し、検出コイルから60~140 mmの範囲を10 mm間隔で移動させた。検出結果と補正後の位置を図7に示す。補正後は設置位置から2.0mm以内の位置に検出できていることがわかる。これより、LCマーカが複数個ある場合でもこの補正方法は有効であることが実証された。

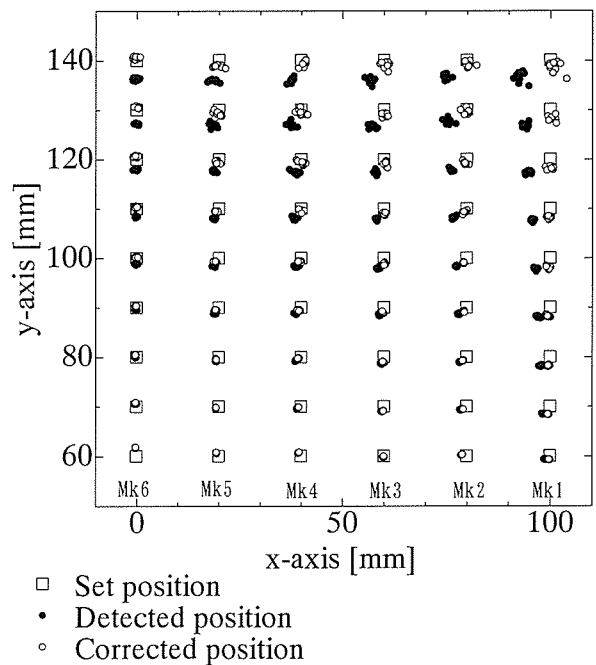


図7 6個の磁気マーカの検出結果と補正

D. 考察

本研究では、相互の磁界干渉を防ぎ、より高い測定精度が実現可能な LC 共振型磁気コイルをワイヤレス磁気マーカとして利用する新しいシステムが基本的に動作可能であることを示したが、今後、LC マーカの一層の小型化および位置検出の高精度化をすすめ、実際の臨床現場での応用につなげていきたいと考えている。LC マーカ小型・薄膜化のために、薄膜コイルを積層したもの（図8-1）、もしくはアモルファスリボンを積層したもの（図8-2）を利用することを考えている。

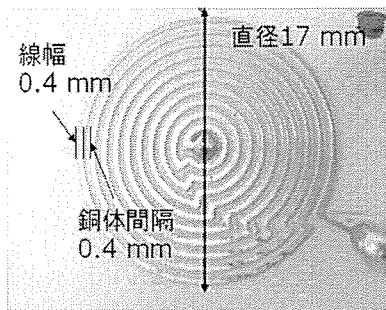


図8-1 薄膜コイル

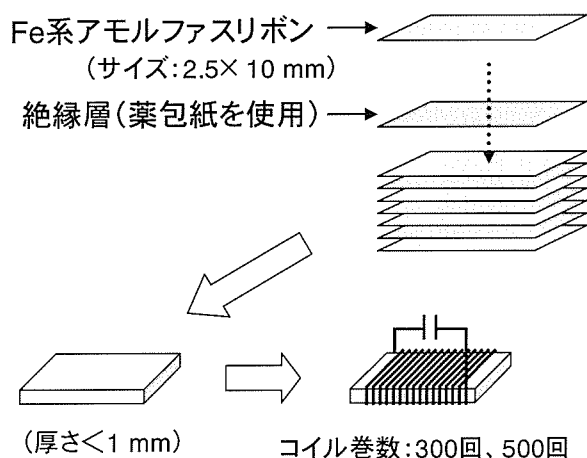


図8-2 積層アモルファス用いたLCマーカ

E. 結論

摂食・嚥下機能の評価・治療に従来用いられてきたVFやVEに代わりうる、①低侵襲で簡便、②高精度、かつ③低コストでの利用が可能な新しい摂食・嚥下機能評価システムを構築すること目的とし、今年度はその基本となるワイヤレスの交流磁界式モーションキャプチャシステムの開発を行い、基本システムが動作可能であることが確認された。

F. 健康危険情報

該当事項なし

G. 研究発表

1. 論文発表

金高弘恭, 藪上 信, 荒井賢一:

生体内モーションキャプチャシステムを応用した非侵襲的な摂食・嚥下機能測定装置の開発, 医科学応用財団研究報告書 Vol. 24: 45-48, 2007.

2. 学会発表

Tomizuka R., Kanetaka H., Yabukami S., Arai I. K., Takano-Yamamoto T.:
New Magnetic Jaw-tracking System Available with Six Degrees-of-freedom
84th Annual Meeting of International Association for Dental Research,
June 28- July 1, 2006. (Brisbane, Australia)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

①

米国特許出願（P C T指定国移行）

名 称 : INSTRUMENT AND METHOD FOR
MEASURING THREE- DIMENSIONAL MOTION

米国特許出願番号 : 11 / 547050

移行手続日 : Oct. 2, 2006

発明者 : Hiroyasu

Kanetaka (33.3%), Ken-ichi Arai (33.3%),
Shin Yabukami (33.3%)

特許出願人 : Japan Science and
Technology Agency (100%)

②

ドイツ特許出願（P C T指定国移行）

名 称 : INSTRUMENT AND METHOD FOR
MEASURING THREE- DIMENSIONAL MOTION IN
LIVING BODY

ドイツ特許出願番号 : 112005000700.6

移行手続日 : Oct. 2, 2006

発明者 : Hiroyasu

Kanetaka (33.3%), Ken-ichi Arai (33.3%),
Shin Yabukami (33.3%)

特許出願人 : Japan Science and
Technology Agency (100%)

③

中国特許出願（P C T指定国移行）

名 称 : INSTRUMENT AND METHOD FOR
MEASURING THREE- DIMENSIONAL MOTION IN
LIVING BODY

中国特許出願番号 : 200580017779.7

移行手続日 : Nov. 30, 2006

発明者 : Hiroyasu

Kanetaka (33.3%), Ken-ichi Arai (33.3%),
Shin Yabukami (33.3%)

特許出願人 : Japan Science and
Technology Agency (100%)

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

介護予防における口腔機能向上プログラムに関する研究

分担研究者 小坂 健 東北大学大学院歯学研究科・教授

【研究要旨】

介護保険制度は2000年に導入されて以来、わが国の重要な社会保障制度の一つとなってきた。しかしながら、急激なサービス量の増加に伴い問題点も指摘されており、今後更に高齢化が進むことが予想されている中で制度の持続可能性といった観点からの検討も必要なことから、介護保険法が改正され、2006年4月から施行となった。

新たな制度では、介護保険の基本的な理念である「自立支援」、すなわちその人の生活・人生を尊重し、出来る限り自立した生活を送ることを支援することを重点にして、その実現のため「介護予防サービス」の導入をすることとなった。このサービスに歯科関係者の深く関わる「口腔機能の向上」のプログラムが加わることとなった。

本研究では、より効率的な「介護予防サービス」を提供すべく、プログラム対象者の選定、関わるスタッフの専門性や歯科医療との関わりなどを解決しながら、よりよいプログラムへの改善を提言する。

A. 研究目的

介護サービスを利用する高齢者は約149万人（2000年4月）から329万人（2005年4月）へと2倍以上に増加している。それに伴い費用も3.6兆円（2000年度実績）から6.8兆円（2005年度実績）へ倍増している。今までの要支援や要介護度1、2の比較的軽度の要介護者においては、その多くが通所介護や訪問介護といった単一のサービスを受けている。しかし、要介護度の維持、改善という観点からすると、必ずしも効果的であったとはいえず、3割程度の要支援者及び要介護1の高齢者は重度化している

とする報告もある。必要のない電動車いすや電動ベッドなどの提供により、本人の身体活動がかえって低下してしまうこと等により、介護保険の本来の目的である高齢者の自立した生活を支援するということから離れてしまっている場合もあるとの指摘もある。要介護になった原因についてみると要介護4、5の高齢者が脳血管障害であるのに対して、軽度の要介護度の高齢者は、多くが使わないことによる骨関節の機能不全や筋力の低下によるいわゆる廃用症候群disuse syndromeであることから、これらは適切なプログラムにより維持・改善が可能であると考えられている(図1)。

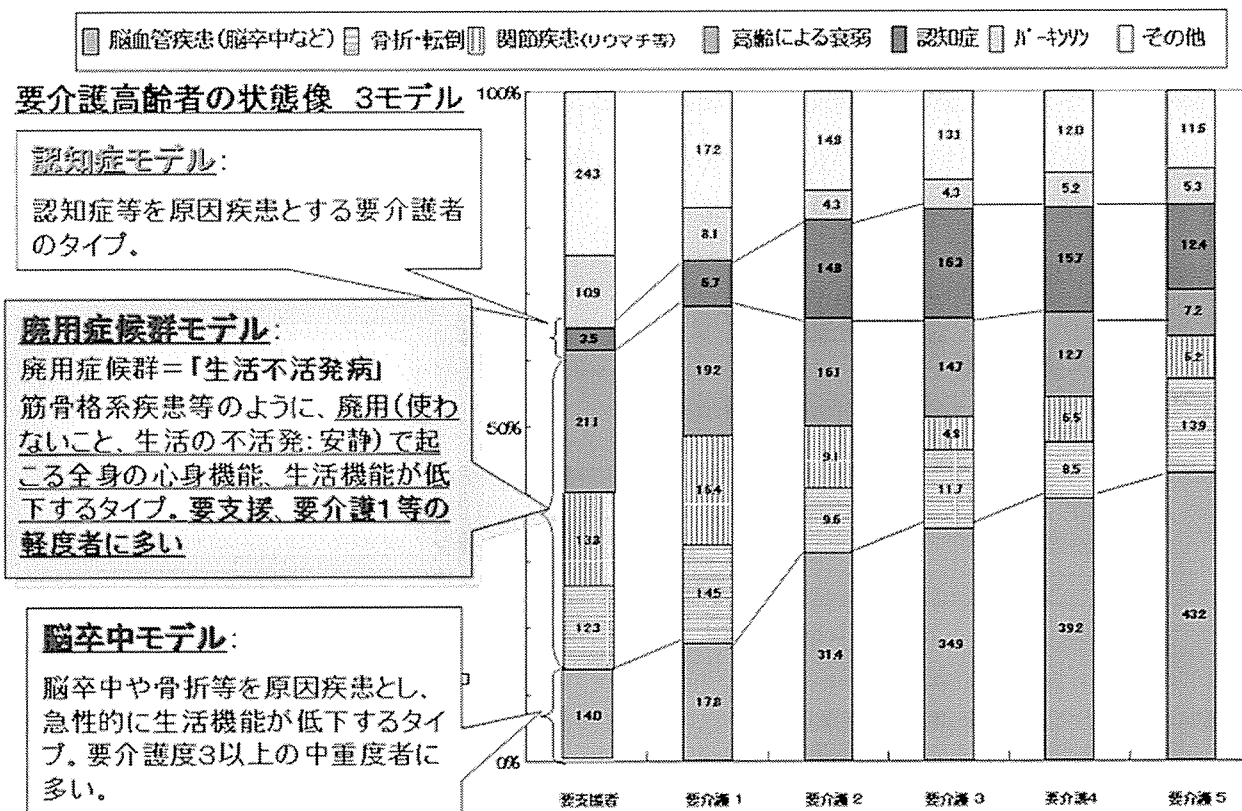


図 1：要介護に陥った原因疾患 (厚生労働省資料より)

要介護状態に陥った原因疾患は要支援といった軽度の要介護者については、廃用症候群に該当すると思われる疾患の割合が多い。

介護予防の具体的な取り組みとしては軽度の要介護者が主な対象となる介護保険サービスの一環としての「予防給付」と要介護認定では認定されるまでいかない地域の虚弱高齢者を対象として市町村が主体となって行われる「地域支援事業」の2つが大きな柱となる。

地域支援事業の対象者については、新たに整備された介護予防健診のチェックリスト等を持ちいて地域の高齢者の中から特に虚弱な高齢者を把握し、プログラムに参加する対象を特定高齢者と呼ぶこととなった。また、これらの特定高齢者を対象としたプログラム等のハイリスク者への対応

(ハイリスクアプローチ) 以外に、広く地域の高齢者などに介護予防を働きかけるための方策 (ポピュレーションアプローチ) も重要となる。

これらの新予防給付と地域支援事業については、市町村の「地域包括支援センター」においてケアマネジメントが行われることが大きな特徴である。これらのサービスの評価等にも市町村が積極的に関わることにより、より効率的なサービスが行われることが期待される。

介護予防の導入にあたっては、これまでの国内外の文献の精査による既存の研究の検討や、長寿科学総合研究事業における研究結果や未来志向プ

プロジェクトにおける先駆的な取り組み、さらには厚生労働省が行った介護予防市町村モデル事業などの結果を踏まえ検討されてきた。新たな要支援者を対象に行われる予防給付には、運動器の機能向上、栄養改善、口腔機能の向上が導入された。このほかに認知症、うつ、閉じこもりなどの対応についても、主として幅広い集団に対してサービスを実施することが有効と考えられることから、地域支援事業において実施することとなった。地域支援事業については、対象者の把握と選定が大切であり、これまで市町村などのプログラムに参加できなかったような、真にサービスが必要な高齢者をいかに把握し、実際のサービスにつなげるかということが重要である。

本研究では、より効率的な「介護予防サービス」を提供すべく、プログラム対象者の選定、関わるスタッフの専門性や歯科医療との関わりなどを解決しながら、よりよいプログラムへの改善を提言することを目的とする。

B. 研究方法

特定高齢者の特徴について、歯科医療的な観点から、それ以外の高齢者との比較検討を行う。質問票を用いて内服している薬剤の状況や基礎疾患について把握するとともに、歯科医師または歯科衛生士による簡易的な診断を行い、う蝕、歯周病および義歯の状況について把握し、チェックリストの項目との対応について調査を行う。

調査対象者

通所介護実施施設での参加者（特定高齢者及び要介護認定者）（100名程度を予定）

調査項目

①②については歯科医師または歯科衛生士による観察による。

① う蝕の有無

② 歯周疾患の有無

③④⑤⑥については質問票により調査を行う。

③ 義歯使用の有無及び義歯の種類

④ 喫煙状況

⑤ 基礎疾患（慢性疾患）

⑥ 服用している薬剤

以下の機能的項目については検査を行う。

⑦ 咀嚼力評価

咀嚼力判定ガムを用いて2分間噛ませた後に色調の変化をカラーチャートと比較して評価する。

⑧ 唾液流出試験

唾液湿潤度検査紙(Saliva Wet Tester)を用いて評価を行う。

⑨ 舌圧測定

⑩ 口唇圧測定

⑪ RSST（反復唾液嚥下テスト）

解析方法：

各項目とチェックリストの項目との関係について統計学的な解析を行う。

（倫理面への配慮）

倫理面への配慮としては、被検者を用いた摂食・嚥下機能測定に先立ち、東北大学大学院歯学研究科研究倫理専門委員会に研究計画書を申請し、承認を受けて測定を行うこととする。本研究に際し、被検者に対し、本研究の目的と方法について、十分に説明を行い同意を得た上で測定を行うこととする。尚、その際に同意書を作成する。

また個人情報保護のため、対象者に関するすべてのデータは一連の番号（ID番号）を付け、ID番号のみで照合を行う。統計解析においては、個人情報は除外されており、ID番号と個別情報の対応表なしに研究対象者を個別に同定することは不可能である。解析結果は個人が同定される形では決して公表されず、すべて統計処理を行った後、集団の成績として公表される。

C. 研究結果および考察

高齢者にとって、おいしく、楽しく、安全な食生活は高齢者が健康で生き生きとした生活を送る上で欠かすことの出来ないものである²⁾。又、おいしく自分で食べられることは、脱水や低栄養の予防にもつながる。要介護度が重度化するにつれて嚥下性肺炎を起こす危険性が高くなると言われていることや、多くの高齢者においては肺炎まで至らなくても、知らないうちに誤嚥している(silent aspiration)が多くみられることがわかっている。このような中で、わが国で世界に先駆け口腔ケアが嚥下性肺炎の予防に対して重要な役割を担うことが証明されてきており、また、口腔ケアがインフルエンザ感染で感染する際のウイルスの開裂に必要なトリプシン様プロテアーゼを減少させ、防御的に働く可能性があることも示唆されている⁴⁾。実際の介護予防プログラムにおいては、様々な原因疾患や高齢化により引き起こされる軽度の摂食・嚥下障害を有する高齢者に対して、口腔ケアや健口体操を始めとしたプログラムを行うこととなっている。摂食・嚥下訓練についての適応は、その時の状態だけでなく、脳血管障害によるもので

あれば、その障害部位、発病からの日数や年齢などによって影響を受けることから、これらの要因を総合的に判断し訓練の対象として適切かどうか判断される。

本研究では、研究計画に基づきデータ収集のため、まとまった結果はまだ出ていないが、今後結果がまとまり次第、介護予防により、実際どのような高齢者を対象として行えば有効であるのかについて今後、更なる検討を行っていく予定である。また、これまで歯科関係者以外には広く認知されているとは言い難かった口腔ケアの重要性について、介護予防への導入を機会として、様々な分野に波及していくことが考えられる。

D. 結論

介護保険制度が改正され、介護予防のプログラムとして口腔ケアがプログラムに取り込まれたことは大変歓迎すべきことであるが、実際のプログラムの実施には主に現行の介護スタッフが主体となり、歯科医師等の歯科関係者の関わり方は必ずしも明確ではない。また、歯科治療を行っている場合には介護保険での介護予防としての報酬を算定できないなどの課題もある。チェックリストの項目を満たす高齢者の中には内服薬による口腔乾燥への対応や義歯の調整等によって解決されるものも含まれる可能性があり、今後これらを明らかにしていく必要がある。また、介護保険制度の中で歯科医師等の積極的な関与がこの制度の成否を決定していくとも考えられ、今後どのような関わり方が可能か提言していく必要がある。最後に、介護予防は単にプログラムをこなすことにあるの

ではなく、高齢者が家庭、地域あるいは様々な社会的なつながりの中で自分の役割を持って充実した生活を送ることを実現するため保健・福祉分野のみならず様々な分野での総合的な取り組みが必要であり、地域の文化や伝統等に即した総合的な介護予防の取り組みが期待されるのである。

該当なし

E. 研究発表

1. 論文発表

①小坂 健

介護保険制度と介護予防について

東北大学歯学雑誌 2006年 第25巻 1-6頁

②小坂 健

介護保険制度の課題と今後の展望

高齢者歯科医療懇話会誌

2007年 第10巻(印刷中)

2. 学会発表

①小坂 健

自立した老後を迎えるために今できること

第50回東北大学歯学会

平成18年12月 仙台

F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

高齢者の摂食・嚥下機能評価法に関する研究

分担研究者 五十嵐 薫 東北大学大学院歯学研究科・教授

【研究要旨】

我が国の介護保険制度は2000年に導入された。以来、この制度を利用する高齢者数やそのサービス量も年々増加してきており、高齢者及び虚弱高齢者を抱える家族への欠くことの出来ない社会保障制度のひとつとなってきた。しかしながら、急激なサービス量の増加に伴って様々な問題点も指摘されてきていることや、予定されていた開始5年後の見直しにあたることから介護保険法の改正が行われ、より効率的で有効な制度とするため2006年4月より施行（一部は2005年10月施行）されることとなった。

なかでも、要支援者に対する「新予防給付」と要支援まで至らない虚弱高齢者を対象とした「地域支援事業」等が介護予防として新たに導入されることとなった。その中のプログラムの一つの重要な柱として「口腔機能の向上」が全ての市町村において施行されることとなった。プログラム対象者の選定、関わるスタッフの専門性や歯科医療との関わりなど多くの課題が残されており、これらを解決しながら、よりよいプログラムに改善していく必要がある。

本研究では、通所介護実施3施設での利用者（特定高齢者及び要介護認定者）に対し、口腔機能の評価として、反復唾液嚥下テスト（RSST）、口唇圧測定、咀嚼力（咀嚼力判定ガム利用）評価を行った。

A. 研究目的

平成18年4月から介護保険制度の大幅な見直しが行われ、予防が重視されることとなった。その具体策として介護予防がうたわれ、実際のプログラムとしては市町村の行う地域支援事業と介護給付に基づく予防給付がある。地域支援事業では、地域に於いて基本チェックリスト25項目等により虚弱高齢者を把握する。口腔機能向上の介護予防プログラム対象者（特定高齢者）は、基本チェックリストの3項目、すなわち

- ①半年前に比べて固いものが食べにくくなりましたか
 - ②お茶や汁物等でむせることはありますか
 - ③口の渇きが気になりますか
- に加えて
- ・ 口腔状態の視診
 - ・ 反復唾液嚥下テスト
- をもとに決定される。
- 高齢者は、個人差が激しく、基礎疾患の有無や

置かれている環境や状態が多様であり、虚弱高齢者の中から摂食・嚥下に関して問題があるか否かのふるいわけをこの口腔機能向上3項目・口腔状態の視診・反復唾液嚥下テストによって実施することとなる。しかしながら、実際にこれらの項目でどのような特徴を持った高齢者が選択されるのかについての実態は明らかではない。

本研究では口腔機能評価の指標としてRSSTの他に、口唇圧測定、咀嚼力（咀嚼力判定ガム利用）評価を行い、それぞれの関連性について検討するとともに、介護予防へ応用していくことを目的とする。

B. 研究方法

1) 対象者

仙台市内の通所介護実施3施設での利用者（特定高齢者及び要介護認定者）のうち、本研究について同意の得られた92名を対象とした。

2) 検査項目

対象者に対し、下記の項目について検査を行った。

①反復唾液嚥下テスト（RSST）

30秒間の唾液（空）嚥下回数を測定した。

②口唇圧測定

口唇圧測定器（LIL DE CUM LDC-110R, (株) コスモ計器）を使用し、口唇閉鎖時の最大口唇圧を測定した。測定は1回につき5秒間とし、1分間隔で2回測定を行い、より大きな値を最大口唇圧とした。

③咀嚼力判定

被検者に咀嚼力判定ガム（(株) ロッテ）を噛んでもらい、1分後および2分後のガムの色の変

化を評価した。色の変化の評価は付属のカラーチャートに従い、黄緑（スコア1：咀嚼力低い）から、赤（スコア5：咀嚼力高い）まで5段階に評価した。

（倫理面への配慮）

倫理面への配慮としては、被検者を用いた摂食・嚥下機能測定に先立ち、東北大学大学院歯学研究科研究倫理専門委員会に研究計画書を申請し、承認を受けて測定を行うこととする。本研究に際し、被検者に対し、本研究の目的と方法について、十分に説明を行い同意を得た上で測定を行うこととする。尚、その際に同意書を作成する。

また個人情報保護のため、対象者に関するすべてのデータは一連の番号（ID番号）を付け、ID番号のみで照合を行う。統計解析においては、個人情報除外されており、ID番号と個別情報の対応表なしに研究対象者を個別に同定することは不可能である。解析結果は個人が同定される形では決して公表されず、すべて統計処理を行った後、集団の成績として公表される。

C. 研究結果

1) RSSTと口唇圧

30秒間の唾液（空）嚥下回数を測定したところ、平均値は 3.4 ± 2.4 回であった（図1）。また、口唇閉鎖時の最大口唇圧の平均値は 8.2 ± 3.5 Nであった（図2）。また両者の相関を調べたところ、相関係数0.047で正の相関が認められた（図3）。

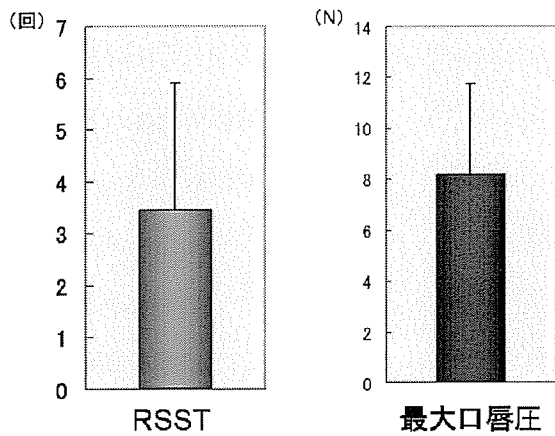


図 1

図 2

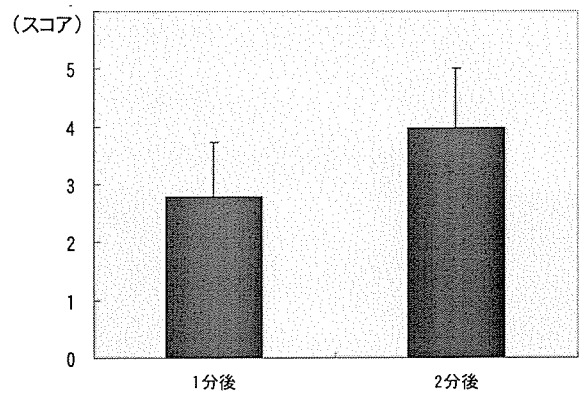


図 4 咀嚼判定ガムスコア

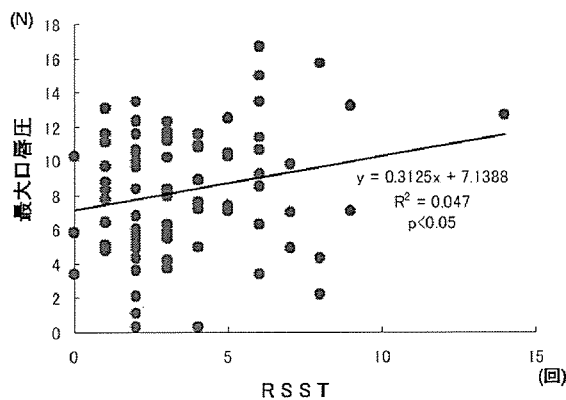


図 3 RSSTと最大口唇圧の相関

2) RSSTと咀嚼力

咀嚼力判定ガムを噛んでもらい、1分後および2分後のガムの色の変化を評価した。色の変化の評価は付属のカラーチャートに従い、黄緑（スコア1：咀嚼力低い）から赤（スコア5：咀嚼力高い）まで5段階に評価したところ、1分後の平均値は 2.8 ± 0.9 、2分後の平均値は 4.0 ± 1.0 であった（図4）。またRSSTとの相関は認められなかった。

D. 考察

RSSTとVF所見とは高い相関を示し、RSST 3回／30秒以上を正常とすると、その感度は0.79～0.96と高く、スクリーニング法として適していると考えられる。本研究では、対象が通所介護実施施設での利用者（特定高齢者及び要介護認定者）ということもあり、摂食・嚥下障害を疑わせる2回以下の方も見受けられた。また、RSSTと口唇閉鎖時の最大口唇圧との正の相関が認められたことから、口唇機能と摂食嚥下機能の相関性が示唆される。

咀嚼力判定ガムとRSSTとの関連は明らかとはならなかったが、今回の研究で咀嚼力判定で使用されたガムは、測定メカニズムとして唾液の量や緩衝能に影響を受けるため、純粋な咀嚼機能の評価することが難しかったと考えられる。

E. 結論

通所介護実施施設での利用者（特定高齢者及び要介護認定者）に対し、口腔機能の評価として、反復唾液嚥下テスト（RSST）、口唇圧測定、咀嚼力（咀嚼力判定ガム利用）評価を行ったとこ

ろ、RSSTと口唇閉鎖時の最大口唇圧との正の相関が認められた。

口腔機能は、それぞれ複雑な形で密接に関連していると考えられ、今後、さらに詳細な検討を行っていききたい。

F. 研究発表

1. 論文発表

① Mitani H, Takahashi I, Onodera K, Bae JW, Sato T, Takahashi N, Sasano Y, Igarashi K, Mitani H.

Comparison of age-dependent expression of aggrecan and ADAMTSs in mandibular condylar cartilage, tibial growth plate, and articular cartilage in rats. *Histochemistry and Cell Biology* 126: 371-380, 2006.

② Liu L, Igarashi K, Kanzaki H, Chiba M, Shinoda H, Mitani H.

Clodronate inhibits PGE₂ production in compressed PDL cells. *Journal of Dental Research* 85: 757-760, 2006.

2. 学会発表

① 徳川宜靖、久保田衛、西村真、鳥谷部荘八、五十嵐薫

「骨髄間葉系幹細胞を用いた人工的顎裂部の骨再生」

第9回日本組織工学会

(2006年9月7-8日、京都)

② 千葉美麗、宮川彩、佐藤綾、西村真、

五十嵐薫

「歯周組織へのBMP-4遺伝子導入は実験的歯の移動後の後戻りを抑制する」

第65回日本矯正歯科学会大会

(2006年9月15日、札幌)

③ 金高弘恭、鈴木章裕、冨塚亮、浦山佐知子、五十嵐薫、山本照子

「超精密鏡面加工による純チタン製口腔内用ミラーの開発」

第65回日本矯正歯科学会大会

(2006年9月15日、札幌)

④ 鈴木章裕、金高弘恭、亀尾聡美、冨塚亮、浦山佐知子、清水良央、細田秀樹、五十嵐薫、山本照子

「新しいNiフリー形状記憶・超弾性合金構成金属元素のラット臓器への蓄積」

第65回日本矯正歯科学会大会

(2006年9月15日、札幌)

⑤ 冨塚亮、金高弘恭、鈴木章裕、浦山佐知子、清水良央、五十嵐薫、山本照子

「小さな初期荷重から漸増する力を用いた矯正学的歯の移動における組織学的評価」

第65回日本矯正歯科学会大会

(2006年9月15日、札幌)

⑥ 三戸天元、佐藤亨至、山本照子、五十嵐薫

「Bionatorが上顎骨の成長と歯列に及ぼす影響について」

第65回日本矯正歯科学会大会

(2006年9月15日、札幌)

⑦ 浦山佐知子、金高弘恭、冨塚亮、鈴木章裕、清水良央、細田秀樹、山本照子、五十嵐薫

「埋入SMAワイヤーによる顎整形力負荷がラ
ット矢状縫合に及ぼす影響」
第65回日本矯正歯科学会大会
(2006年9月15日、札幌)

⑧ 佐藤綾、千葉美麗、久保田衛、五十嵐薫
「歯根膜細胞による骨芽細胞転写因子の発現
制御」
第28回東北骨代謝研究会
(2007年2月3日、仙台)

⑨ Urayama S, Tomizuka R, Kanetaka H,
Shimizu Y, Suzuki A, Takano-Yamamoto T,
Igarashi K.
「Effects of gradually increasing force
on orthodontic tooth movement.」
84th General Session and Exhibition of
the International Association for Dental
Research
(June 28-July 1, 2006, Brisbane,
Australia).

⑩ Suzuki A, Kanetaka H, Shimizu Y,
Tomizuka R, Hosoda H, Miyazaki S, Okuno
O, Igarashi K, Takano-Yamamoto T.
「Orthodontic application of Nickel-free
Titanium-based shape memory and
superelastic wire.」
84th General Session and Exhibition of
the International Association for Dental
Research
(June 28-July 1, 2006, Brisbane,
Australia).

⑪ Azuma S, Kohzuki M, Tajima M, Saeki S,

Igarashi K, Sugawara J.

「Longitudinal study on QOL assessment
in orthodontic patients required jaw
surgery.」

International Society for Quality of
Life Research 13th Annual Scientific
Conference (October 11-14, 2006, Lisbon,
Portugal).

⑫ Yamazaki H, Igarashi K.

「Effects of a selective cyclooxygenase-
2 inhibitor, celecoxib, on osteopenia
and increased bone turnover in
ovariectomized rats.」

The 2nd International Symposium for
Interface Oral Health Science
(February 19, 2007, Sendai).

12. Chen R, Chiba M, Kanzaki H, Igarashi K.
「LPS induces alveolar bone resorption
by stimulating RANKL expression.」

85th General Session and Exhibition of
the International Association for Dental
Research
(March 21-24, 2007, New Orleans, USA).

13. Chiba M, Sato A, Yamazaki H, Igarashi K,
Kodama T.

「New trial of ultrasound gene transfer
to periodontal ligament cells.」

85th General Session and Exhibition of
the International Association for Dental
Research
(March 21-24, 2007, New Orleans, USA).

14. Miyagawa A, Chiba M, Igarashi K.

「Compression force induces angiogenic factor in human periodontal ligament fibroblasts.」

85th General Session and Exhibition of the International Association for Dental Research

(March 21-24, 2007, New Orleans, USA).

15. Sato A, Chiba M, Kubota M, Igarashi K.

「The inhibition of osteoblast differentiation by periodontal ligament cells.」

85th General Session and Exhibition of the International Association for Dental Research (March 21-24, 2007, New Orleans,

USA).

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし