

平成22年 5月21日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）  
 研究期間： 2008 ～ 2010  
 課題番号：20890222  
 研究課題名（和文） 部分床義歯の支台歯としてのインプラント応用に向けての有限要素解析  
 研究課題名（英文） Dynamics of Implant over denture with three dimensional finite element analysis.  
 研究代表者  
 伊東 令華（ITO HARUKA）  
 昭和大学・歯学部・助教  
 研究者番号：50514866

研究成果の概要（和文）：インプラントサポーテッド部分床義歯（以下 ISRPD）による補綴治療を予定している患者の CT データーを基にコンピューター上で三次元有限要素モデルを構築しインプラントの有無で ISRPD および支台歯の変位を分析した。  
 結果、インプラント埋入により ISRPD の変位量は減少することが明らかになり、本研究において構築したモデルは患者ごとにシミュレーションができ、今後の ISRPD の臨床応用が大いに期待できる。

研究成果の概要（英文）：We constructed individualized three dimensional finite element models from the computed tomography scan data of the patient. Loading on the distal extension of the conventional and implant supported RPD were simulated and the movement of the abutments and the prosthesis were calculated. The simulation provided adequate biomechanical information on the abutments and the prosthesis. This study suggests the clinical application of individualized finite element model for the implant treatment.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,340,000	402,000	1,742,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,540,000	762,000	???

研究分野：歯科

科研費の分科・細目：

キーワード：インプラント RPD FEA

## 1. 研究開始当初の背景

欠損歯列患者に対していくつかの補綴治療法があるが、その中でもインプラント義歯は残存歯に侵襲を与えることなく天然歯に

近い機能回復が得られるため欠損補綴治療法として高い評価を得ている。一方では、埋入手術に伴う外科的侵襲や治療期間、さらには経済的な問題などがあり、広く一般に普及

するには至ってはいない。

一般的に部分床義歯（以下 RPD）は侵襲性の少ない補綴治療であり、従来の固定性補綴装置が適応できない多数歯欠損症例や遊離端欠損歯列症例などに広く用いられてきた。しかし、RPD を支持する歯と顎堤粘膜は被圧変位量が異なるため、義歯に加わる機能力が適切に配分されないと RPD の過度な動揺を来し、結果として残存歯ならびに欠損部顎堤に為害作用が及ぶ。臨床的にはこれらを回避するために機能時の義歯の動きを最小にするために合理的な義歯設計が行われるが、遊離端義歯欠損で咬合支持が失われたすれ違い咬合など、症例によっては義歯の安定が得られず、長期的に良好な予後が期待できない場合がある。

そこで、部分的歯牙欠損患者に対してインプラント義歯と RPD 両者の利点を組み合わせ、インプラント体を遊離端欠損の遠心端部に埋入してアタッチメントとするインプラントサポート RPD が現実的な解決策として考案され（ISRPD）、いくつかの臨床例が報告されている。つまり、欠損部に対応した数のインプラントを埋入して固定性義歯を目標とするのではなく、遊離端欠損遠心部に 1 本あるいは数本のインプラントを埋入することにより

- ・ RPD の安定性を向上
  - ・ 経済的負担ならびに外科的侵襲を可及的に抑制したインプラントの臨床応用
  - ・ 現有義歯を継続使用できる
- 等が可能になる。

しかし、RPD の安定を目指すこれらのインプラントを欠損部顎堤のどの部位に何本埋入すべきかについてはまだ明らかではない。

## 2. 研究の目的

本研究では、片側遊離端症例を対象として、被験者の CT データー、埋入予定のインプラント体、設計制作した ISRPD の  $\mu$ CT データーからそれぞれ DICOM データーを抽出し、それを基に ISRPD を装着した三次元有限要素モデルを構築した。次に構築したモデルを用い、咬合力を仮定した荷重を与え、インプラント埋入の有無での ISRPD および支台歯の変位の大きさを明らかにした。またこれによりインプラントの有無がモデルの各構成要素内の応力分布に及ぼす影響を検討した。

## 3. 研究の方法

(1) 三次元有限要素モデルは以下のようにして構築した。

- ① 下顎右側第 1、第 2 大臼歯欠損部に ISRPD による補綴治療を予定している患者を被験者として選択。
- ② 被験者の印象採得を行い、研究用模型を製

作。

③ 最終補綴の ISRPD と同一設計、形態の診断用ステント（radiographic guide）を常温重合レジンで製作。診断用ステントには X 線不透過性の材料を埋込み、CT 撮影時における基準点を付与した。

④ 製作した診断用ステントを装着して CT 撮影。

⑤ CT 結果から ISRPD を想定したインプラントの形態、本数、埋入部位、埋入方向を決定。

⑥ 決定したインプラントと診断用ステントを  $\mu$ CT 撮影し、DICOM データーを抽出。

⑦ 被験者、インプラント、診断用ステントから抽出した DICOM データーを MECHANICAL FINDER Ver. 6（計算力学研究センター）に取り込み ISRPD を装着した三次元有限要素モデルを構築。

モデルはインプラントを埋入したものと未埋入の 2 種類を用意した。インプラントはブローネマルク マーク III 直径 3.75×10mm に 4mm のヒーリングアバットメントを装着したものを右下第 2 大臼歯相当部に CT 撮影の際に決定した方向へ埋入した。また各材料定数を表 1 のように設定した。ただし ISRPD については材料を単一化し、部分床義歯用の Co-Cr 合金と考え、下顎骨のヤング率は CT から得られた濃度値を元に、生成メッシュのソリッド要素個々の全てを濃度値から重量密度を求め、Keyak の式から算出した。すなわちソリッド要素個々が完全不均一材料として特性を与えている。

	ヤング率	ポアソン比
歯	14.7 GPa	0.3
ISRPD	200.0 GPa	0.3
歯根膜	0.6 MPa	0.45
粘膜	10.0 MPa	0.45
骨（下顎骨）	13.7 GPa	0.3
インプラント体	110.0 GPa	0.35

表 1

(2) 拘束点は構築した下顎骨の下縁とし仮想咬合平面に対し垂直方向へ、咬合力を想定した 30N の荷重を ISRPD の右下第 1 大臼歯相当部に与え、(図 1) インプラント埋入の有無での ISRPD および支台歯の変位を分析した。またその際のモデルの各構成要素内の内部の主応力分布をコンター図で示した。構成要素すべてにおいてインプラントを埋入している方が応力が少ない。(図 2-11) また、インプラントの有無に関わらず臨床的に破折のよく見られる部位に応力が集中しているのが確認できる。(図 10、11)

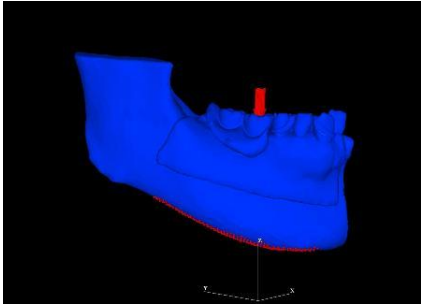


図1 荷重方向（上）と拘束点（下顎骨下縁）

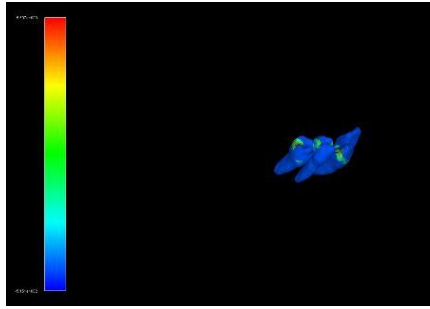


図2 支台歯への応力（インプラント無）

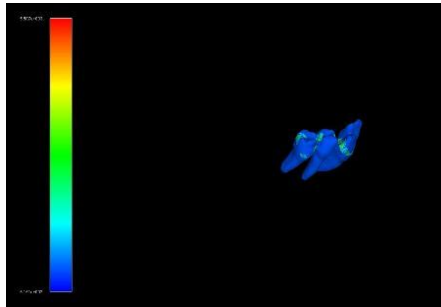


図3 支台歯への応力（インプラント有）

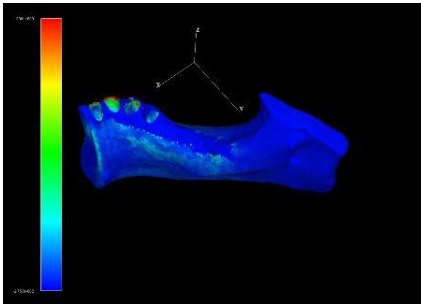


図4 下顎骨への応力（インプラント無）

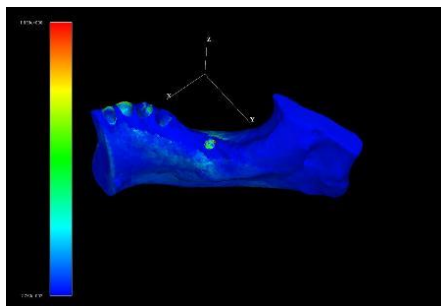


図5 下顎骨への応力（インプラント有）

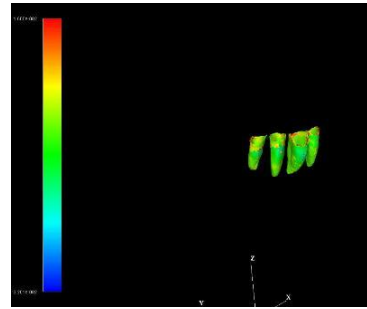


図6 歯根膜への応力（インプラント無）

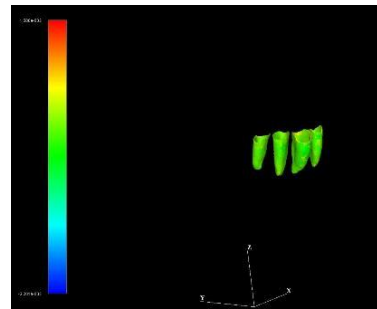


図7 歯根膜への応力（インプラント有）

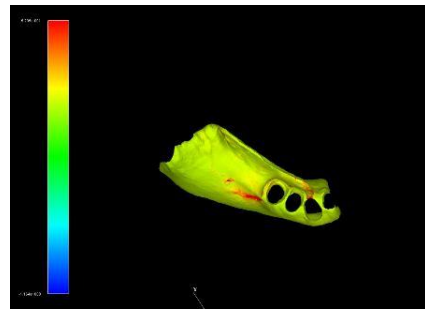


図8 粘膜への応力（インプラント無）

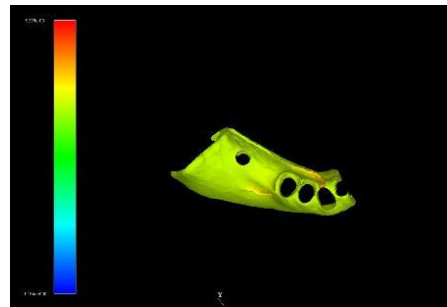


図9 粘膜への応力（インプラント有）

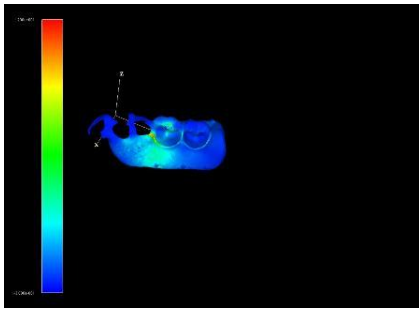


図 1 0 ISRPD への応力 (インプラント無)

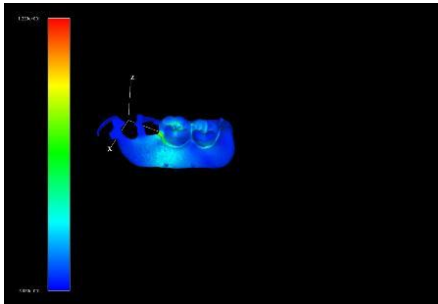


図 1 1 ISRPD への応力 (インプラント有)

(3) さらに荷重時の ISRPD の変位の大きさを①最も変位が考えられる床最遠心部、②インプラント埋入部、③支台歯に設置される ISRPD 寄りのクラスプ先端部、④支台歯に設置される ISRPD から離れた部位に設定したクラスプ先端部、⑤臨床で一番破折が多い部位の ISRPD と歯の接合面の計 5 箇所を計算し、また支台歯の変位の大きさを ISRPD のクラスプを設置した⑥第 2 小臼歯部、⑦第 1 小臼歯部、⑧犬歯部の計 3 箇所、各歯軸の中心で計算した。

その結果、インプラント埋入により ISRPD の変位量は大きく減少することが明らかになり、各測定部における変位量はインプラント埋入後① 2.3%② 2.8%③ 2.7%④ 5.2%⑤ 3.9%となった。支台歯の変位の大きさも同様にインプラント埋入後大きく減少し、それぞれの測定部位において⑥ 2.7%⑦ 3.5%⑧ 4.0%となった。

#### 4. 研究成果

以上の結果は、ISRPD が従来の部分床義歯の機能時の動きを制御することが可能であることを示唆している。また、過去の研究においての文献では実際の患者から得られる CT データを用いた複数の要素により構築した三次元有限要素モデルでの機能時の義歯の挙動を解析した研究は見あたらず、本研究において構築したモデルは、使用されるインプラント体や実際に設計、製作された ISRPD をモデルに組み込み、顎堤、インプラント体、ISRPD、支台歯すべての形態を患者

から得たデータを基盤とした初めてのシステムであると考えられる。特に今回顎堤(下顎骨)や歯は X 線透過性の違いから海綿骨、皮質骨を区別し完全不均一材料として計算している。これは過去に報告されている平均的な解剖学的形態から製作したモデルではなく、それぞれの患者ひとりひとりのモデルを製作出来ることを意味している。また今回使用した MECHANICAL FINDER は ANSYS 画面上で DICOM データを呼び出し、図を重ね合わせる事が可能である。つまり従来の方法に比べ、より正確に下顎骨上に ISRPD、インプラントを組み合わせることができる。

今回確立した手法により、インプラント埋入前の各患者に対し、患者ごとに最適なシミュレーションを行うことが可能となり、今後実際の治療後の予後を追跡しデータを補充していくことで、より臨床に即したシミュレーションが可能となり、このシステム自体も ISRPD の臨床応用への糸口となることが大いに期待できる。

#### 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)

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊東 令華 (ITO HARUKA)

昭和大学・歯学部・助教

研究者番号: 50514866

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

馬場 一美 (BABA KAZUYOSHI)

昭和大学・歯学部・教授

研究者番号: ??????????

金石あずさ (KANAIISHI AZUSA)

昭和大学・歯学部・講師

研究者番号: 50343497

樋口 ( )

研究者番号:

( )

