

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 5月 1日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22592155

研究課題名（和文） 重度骨吸収患者へのインプラント治療のための骨増生と荷重負荷の影響の解明

研究課題名（英文） Elucidation of the relationship between load and bone augmentation for severe periodontal disease patients

研究代表者

保志 美砂子（HOSHI MISAKO）

九州大学・大学病院・特別研究員

研究者番号：10419591

研究成果の概要（和文）：

ヒトのCT画像からソリッドモデルを作成し有限要素解析を行った。骨補填材のヤング率が増加すると、補填材中の応力は増大し、周辺骨の応力は減少することが明らかとなった。また、ひずみエネルギー密度の集中はインプラント周辺に存在し、ひずみエネルギー密度によるインプラント周辺での骨再生状態の予測の可能性が示唆された。また、骨補填材の存在は、インプラント周辺での骨吸収の危険性を低減し、さらにインプラント周辺で骨再生を促進する可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

Finite element analysis was performed using a model made from CT image of a person. When young's modulus of the bone prosthetic material was increased, the stress of the filling material was increased, and stress of the peripheral bone was decreased. Further, concentration of strain energy density was presented around the peri-implant bone, the possibility of prediction of bone regeneration state in the peri-implant by the energy density was suggested. The presence of bone prosthetic material reduce the risk of bone loss and promote regeneration of peri-implant bone.

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	700,000	210,000	910,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：インプラント,荷重負荷

1. 研究開始当初の背景

骨増生によりインプラント治療の適応は拡大し、十分に骨が残存している患者だけでなく、慢性歯周炎の進行や歯根破折などのため、重度の骨吸収が認められる患者にしてもインプラント治療を行えるようになった。しかし、機能負荷後の増生骨の経年的な吸収が問

題視されている。増生骨の吸収を左右する因子として、増生骨の種類（自家骨・他家骨・人工骨）や荷重（大きさ・頻度）の影響が考えられており、Miyataらは過高な咬合によりインプラント周囲組織が障害されるという報告をしている。

2. 研究の目的

本研究は、インプラント周囲の骨吸収を抑制する増生方法・荷重量があるとの仮説を立て、骨増生後のインプラント周囲骨の変化を形態学的・組織学的に検討することを目的とする。

3. 研究の方法

(1)成人ヒト上顎骨を医科用CTにて撮影した画像データから汎用有限要素法ソフトウェア Mechanical FINDER (version6.2, 計算力学研究センター, 大阪)を用いて有限要素法モデルを作成した。(図1, 2, 3)

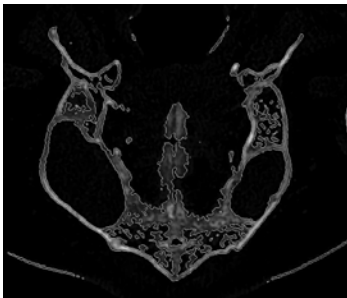


図1

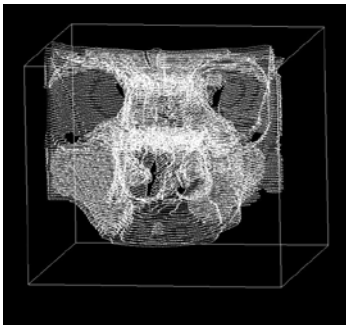


図2

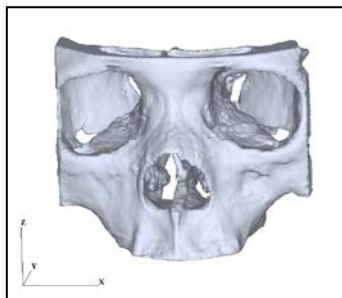


図3

作成したモデルに以下のモデルを追加して解析モデルとした。

インプラント:

直径 4mm, 長さ 16mm

$E=108\text{GPa}$ $\nu=0.28$ (チタン合金)

補填材:

充填量 - 空隙部分に高さ 10mm

$E=0.69, 1.6, 5.5, 9.5\text{GPa}$ $\nu=0.4$

(図4)

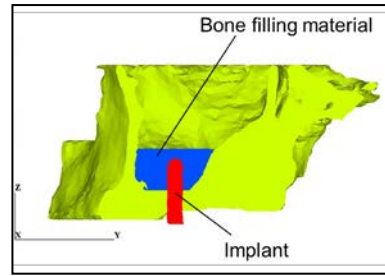


図4

メッシュサイズを 0.5mm 程度として、4 節点 4 面体要素を用いて要素分割を行った(節点数 11354, 要素数 47073)

(図5, 6)

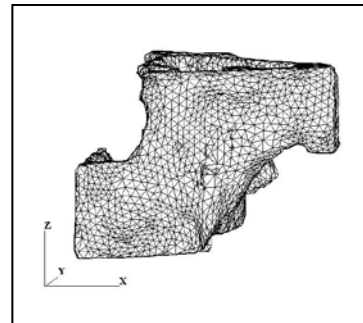


図5

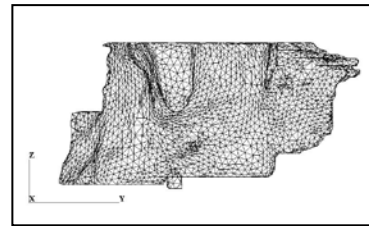


図6

生体骨の材料定数は、Keyak(1993)らの換算式を用いてCT値からヤング率への変換を行った。

ポアソン比はすべて 0.3 とした。また、境界条件は、上顎骨上方および前面の表面上の節点を完全固定した。(図7)荷重は、インプラント上に、インプラント埋入方向と垂直に 100N の負荷を集中荷重として設定した。

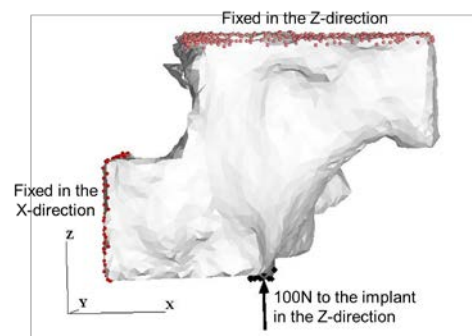


図7

4. 研究成果

(1) ヤング率分布状態 (図8)

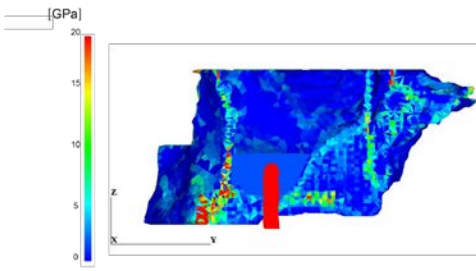
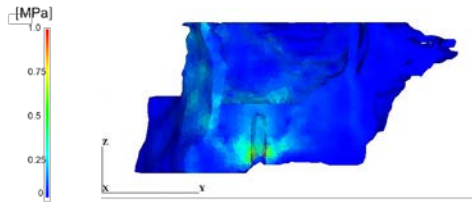


図8

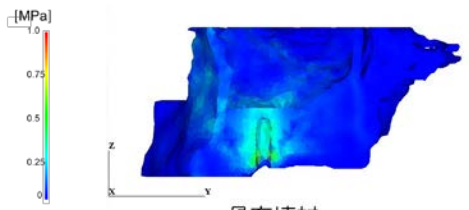
ヤング率分布は要素サイズの影響を受けること、皮質骨の高ヤング率はほぼ再現されていることが示された。(図9, 10, 11, 12)

(2) 相当応力分布



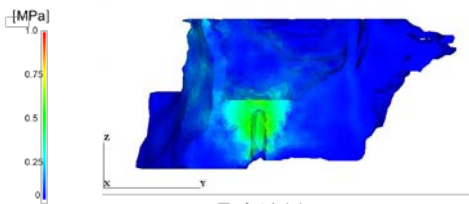
骨充填材
0.69GPa

図9



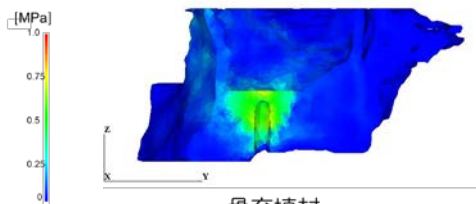
骨充填材
1.6GPa

図10



骨充填材
5.5GPa

図11



骨充填材
9.5GPa

図12

充填材のヤング率が増加すると、充填材中の応力は増大し、周辺骨の応力は減少することが示された。

(3) インプラント周囲骨の最大相当応力

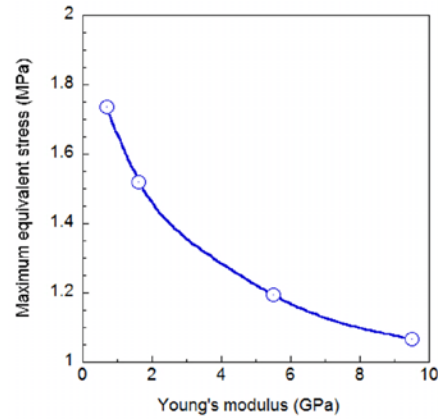
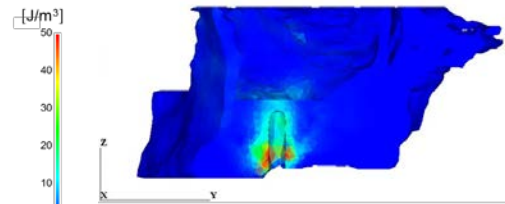


図13

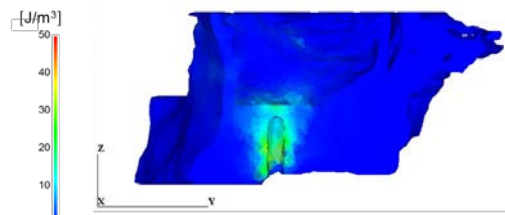
骨補填材のヤング率が増加すると骨周辺の応力は減少することが示された。(図13)

(4) ひずみエネルギー密度分布



骨補填材 0.69GPa

図14

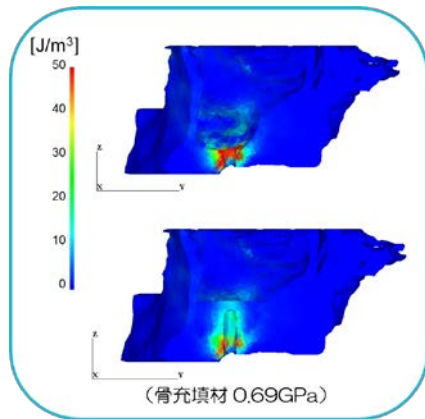


骨補填材 9.5GPa

図15

ひずみエネルギー密度の集中はインプラント周辺に存在し、集中領域の形状は再生骨の形状に類似していることから、ひずみエネルギー密度によるインプラント周辺での骨再生状態の予測の可能性が示唆された。(図14, 15)

(5) 骨補填材の影響



ひずみエネルギー密度分布
上：骨補填材なし
下：骨補填材あり

図 1 6

骨補填材がある場合と比較して、骨補填材がある場合には、インプラント周囲骨のひずみエネルギー密度が低下することが示された。(図 16)

以上のことから、

骨補填材の存在は、

- ・インプラント周辺での骨吸収の危険性を低減する
- ・インプラントに安定性をもたらす
- ・インプラント周辺で骨再生を促進することが示唆された。

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 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

保志 美砂子 (HOSHI MISAKO)

九州大学・大学病院・特別研究員

研究者番号：10419591

(2) 研究分担者

江崎 大輔 (ESAKI DAISUKE)

九州大学・大学病院・医員

研究者番号：10608970

松下 恭之 (MATSUSHITA YASUYUKI)

九州大学・歯学研究科 (研究院)・准教授

研究者番号：60159150

古谷野 潔 (KOYANO KIYOSHI)

九州大学・歯学研究科 (研究院)・教授

研究者番号：50195872