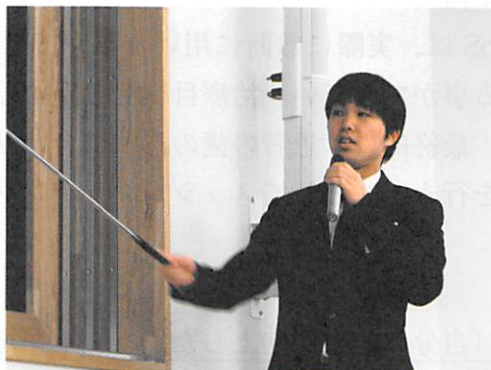


派遣学生成果報告

所属専攻・学年	人間・機械科学専攻 1年
学生氏名	北岡 雅哉 
課題名	医療画像に基づく歯列モデリング法の開発と三次元診断システムへの応用
コーディネータ教員	坂本 二郎 (人間・機械科学専攻)
課題担当教員	坂本 二郎 (人間・機械科学専攻)
派遣先企業	かなざわ矯正歯科クリニック
研修期間	平成21年10月20日～12月18日
研修先	石川県金沢市

平成21年度インターンシップ実施報告書

専攻・学年： 人間・機械科学専攻 1年 学生氏名： 北岡 雅哉
テーマ名： 医療画像に基づく歯列モデリング法の開発とその応用
研修先： かなざわ矯正歯科クリニック 担当者氏名： 不島 健持
課題担当教員名： 坂本 二郎
研修期間： 21年10月20日 ～ 21年12月18日（実施日数 28日間）

1. 研修内容の概要

一般的な歯科矯正の方法、歯の形状の特徴、ManMoSの特徴・使用方法といった基本的なことを学び、その上で歯列モデルの作成を行った。

現在のManMoSは、実際に診断に用いる事ができるだけの機能を持っているが、歯の移動の治療目標を設定する事ができない。治療目標を設定するためには、歯列のモデル化が必要となる。そこで本研修では、最終的には患者の歯の形状に合わせて歯列モデルの形状を変化させる必要性を考慮し、モデル化を行う手法としてメッシュマッチング法が、歯のモデル化に適用可能か検討を行った。

2. 研修の成果（自分の能力が向上した点、知識が増えた点）

多くの矯正歯科医がCTやMRI等の医療画像から得られる3次元的なデータに基づいて診断を行っているのではなく、実際には2次元画像に基づく2次元的な診断が殆どで、この診断方法が何十年も変わっていないという実態を知る事ができた。また、かなざわ矯正歯科クリニックで使用されているManMoSについても、使い方などを教えて頂き、普段できない貴重な経験をさせてもらった。

歯のモデル化に付いてもメッシュマッチング法を用いる事で、容易にモデル化が可能であることがわかった。

3. 研修先への要望・大学の支援体制に対する要望

不島先生やかなざわ矯正歯科クリニックの方々には、お仕事で患者様がいらっしゃる中、実際に診断用の機器に触れさせていただいたり、ご指導していただき感謝しております。

大学の事務担当の方々も、柔軟に対応・サポートしていただき感謝しています。その他、要望は特にありません。

4. その他（感想、後輩へのアドバイスなど）

企業ではなく、クリニックに研修に行き、実際に患者さんの診察や治療に使用している機器について知る事ができ、実践的な医療工学の経験ができ非常に有意義な研修でした。

後輩に対しても、医療工学の実践的で貴重な経験ができる良い機会なので、是非参加してほしいと思います。

医療画像に基づく歯列モデリング法の開発と三次元診断システムへの応用

派遣先：かなざわ矯正歯科クリニック

自然科学研究科 人間・機械科学専攻
北岡 雅哉

1

背景

顎変形症における外科矯正治療の目的

手術による顎骨形態の改善と上下咬合関係の改善
歯列矯正による歯の移動

顎変形症における外科矯正治療の流れ

歯列・骨格の対称性を三次元的に診断し、歯列矯正を行う

手術のシミュレーションを行い顎骨が正しい位置に来るように決める

手術後、十分な咬合が得られるように、歯列矯正を行う

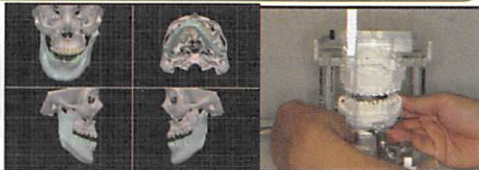
2

三次元画像診断システム

ManMoS (Mandibular Motion tracking System)

特徴

- 顔面骨格・歯列の関係を三次元的に表現
- モニター上で下顎骨を動かした時の、骨格形態の変化と歯列の咬合関係を可視化
- 実際の歯列石膏模型を動かした時の顎骨位置・咬合関係の変化をリアルタイムに反映



3

目的

手術前と手術後の歯の移動の治療目標の設定ができていない

また...

矯正治療において、歯の移動時の生体反応は歯根周囲で行われているため歯根周囲の組織のモデル化が重要

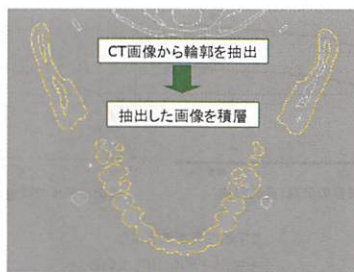
- 歯の移動の治療目標を設定できる機能を ManMoSi に追加
- 歯根を含めた歯の有限要素モデルを作成し、力学解析できるようにする

求められている機能

歯列の有限要素モデルの作成

4

下顎骨と歯列の力学モデルの作成・解析



5

下顎骨と歯列の力学モデルの作成・解析



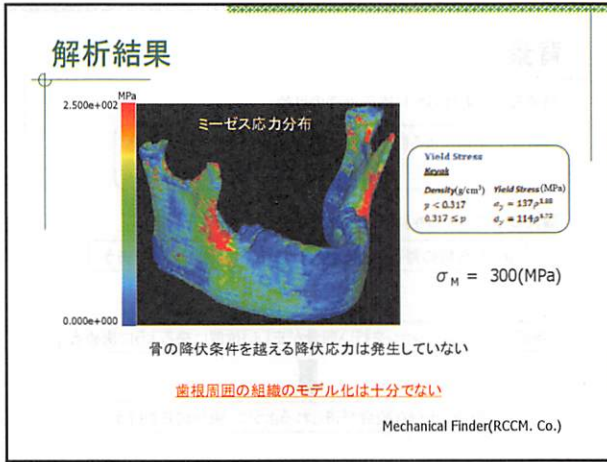
材料定数			
Young's Modulus E[Pa]	Poisson ratio ν	Young's Modulus E[MPa]	Poisson ratio ν
Density (g/cm ³) ρ = 0		Density (g/cm ³) ρ = 0	
0 < ρ ≤ 0.27	E = 0.001	0.2 < ρ < 1.8	0.22
0.19 < ρ < 0.6	E = 33900ρ ^{1.29}	1.8 ≤ ρ < 1.8	0.15
0.8 ≤ ρ	E = 5307ρ + 489	ρ ≥ 0.2	0.49
	E = 10,200ρ ^{0.84}		



荷重拘束条件	
荷重拘束条件	荷重 (N)
① 門歯 (前歯)	150
② 犬歯	469
③ 小臼歯	583
④ 大臼歯	723

Mechanical Finder(RCCM, Co.)

6



7

一般的な生体モデリングの手法

X線CT・MRIの画像を積層し、表面データを有する立体モデルを作成する方法、断層画像から直接ボクセル有限要素モデルを作成する方法等

- 生体忠実度の高いモデルを作成する場合
 - ⇒ 要素数が膨大になる
 - ⇒ 計算コストも膨大に
- 上記のようなモデリング手法では、**歯根周囲の組織のモデル化は困難**

少ない要素数でも個体形状を再現
容易にモデルを作成

メッシュマッチング法

8

メッシュマッチング法

標準的な有限要素モデル (参照モデル)

メッシュマッチング法
制御点データを基に参照モデルを変形

新たな有限要素モデル (NEW MODEL)

目標とする形状データ (標的モデル)

- 参照モデルと標的モデルの制御点を一致させる
- 参照モデル全体の節点を隣接節点との位置関係を保持したまま変形する

脊椎骨のモデリングの例

参照モデルと同じ要素分割を持つ
 ⇒ 計算コストを抑える事が可能
 ⇒ 参照モデルがあれば容易にモデル作成が可能

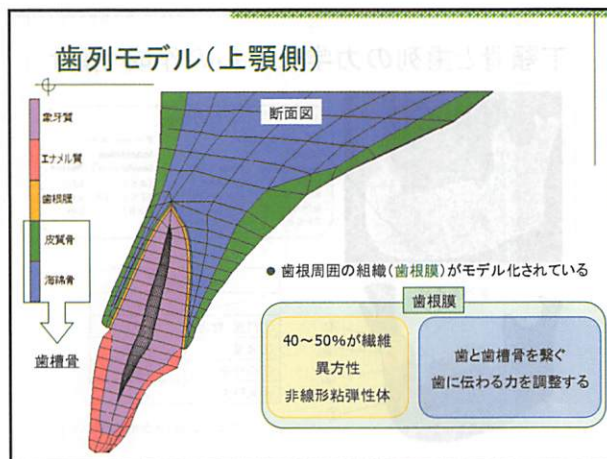
9

歯列モデルへの適用

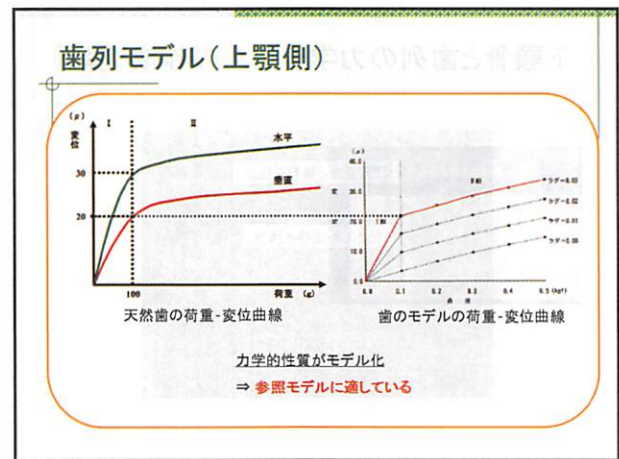
- 歯根周囲の組織がモデル化された参照モデルを用いる
 - ⇒ 歯根周囲の組織を含む歯列モデルを作成可能
- 小林氏(神奈川歯科大学)により作成された歯列モデル(上顎側)を参照モデルに使用し、新たな歯列モデル(下顎側)を作成
 - ⇒ 歯根周囲の組織(歯根膜)を単なる弾性体ではなく、力学的性質まで含めてモデル化されている
- 生体の有限要素モデリングのためのメッシュマッチング法
 - ⇒ 歯列モデルに適用した例はない
 - ⇒ 歯のみに適用する
 - ⇒ 作成した下顎歯列モデルと既存の上顎歯列モデルを用いて、噛み合わせ状態の力学解析を行う

参照モデル

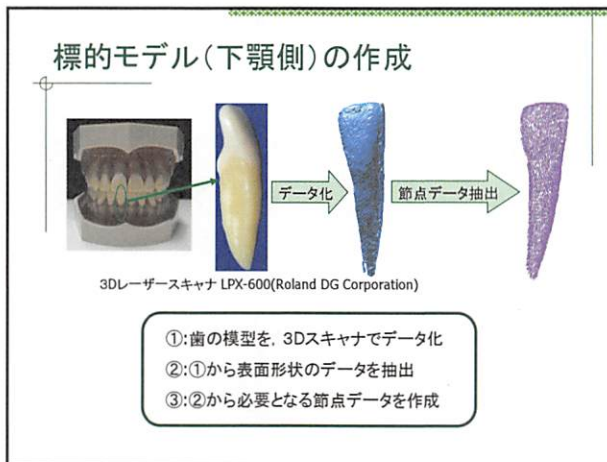
10



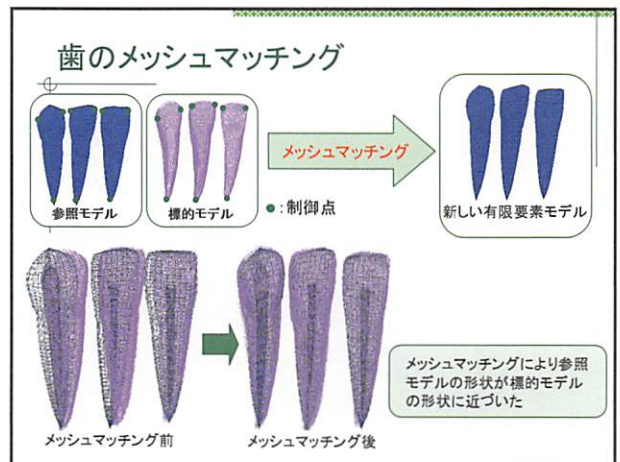
11



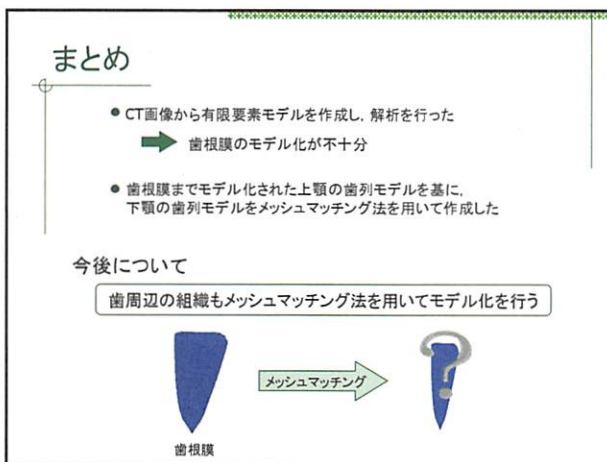
12



13



14



15