

平成22年5月28日現在

研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19592360  
 研究課題名(和文)：コーンビームX線CTによる小児の気道と顎顔面形態の流体力学的研究  
 研究課題名(英文)：Fluid mechanical study of the airway of the child and the maxillofacial form using CBCT

研究代表者  
 岩崎 智恵 (IWASAKI TOMONORI)  
 鹿児島大学・大学院医歯学総合研究科・助教  
 研究者番号：10264433

研究成果の概要(和文)：本研究結果として、これまで確立されてなかった鼻からのどまで(上気道)の呼吸抵抗の測定と呼吸障害部位を特定するシステムを確立した。また、①小児の受け口と気道の断面形態に関連があること、②治療が困難とされる面長な出っ歯の小児に上気道の通気障害が影響していること、③睡眠時無呼吸症候群や顎顔面形態異常により通気障害のある小児に対して、通気障害の診断・検査方法として本システムの有効性が示された。

研究成果の概要(英文)：This study established a system of ventilation condition and the obstruction site specification from a nose to a throat using CT data. From the system, ① The Class III malocclusion is associated with shape of the oropharyngeal airway. ② Most dolichofacial children with a Class II malocclusion have an obstructed upper airway. ③ It was useful for a diagnosis and treatment of OSAS and the upper airway obstruction of the maxillofacial malformation person.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度			
2006年度			
2007年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・矯正・小児歯科学

キーワード：小児の気道、流体力学、コーンビームX線CT、顎顔面形態

## 1. 研究開始当初の背景

小児に高頻度に見られるアレルギー性鼻炎、アデノイド、口蓋扁桃肥大(図1)は気道通気障害を引き起こし、口呼吸、低位舌、口唇の弛緩等を引き起こし、顎顔面、歯列咬合形態にも影響を及ぼし、歯列咬合異常の一因と考えられていた(図2)。



図1 肥大した小児の口蓋扁桃(矢印)

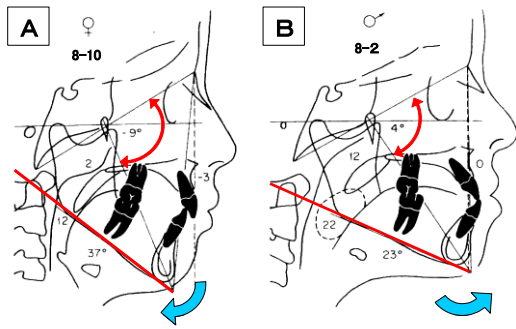


図2 上気道通気障害による顎顔面形態への影響

A 咽頭扁桃肥大による、急峻な下顎下線平面と負の Facial axis angle を呈する。  
 B 口蓋扁桃肥大による、水平的な下顎下線平面と正の Facial axis angle を呈する。

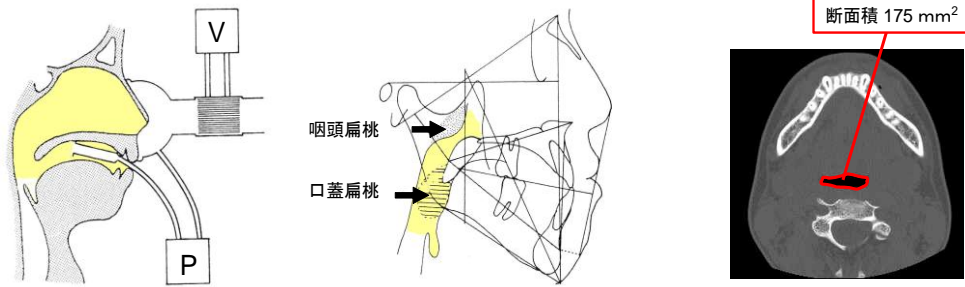
また、小児睡眠時無呼吸症候群との関連性も疑われていた。

それまで、気道通気状態の評価方法として、鼻腔通気度計を用いたもの(図3左)や側面頭部エックス線規格写真を用いたもの(図3中央)がある。しかし、鼻腔通気度計は計測

した部分のどこにどの程度の通気障害があるかは明らかにできず、鼻腔から上咽頭部までの評価しかできないため、口蓋扁桃肥大による下咽頭部の通気障害の有無については評価できない。また、側面頭部エックス線規格写真の場合は2次元での評価のため、通気状態の正確な評価は難しかった。

近年はCTを用いて、気道断面の大きさから通気状態を評価する研究もみられていた(図3右)。しかしながら、CTを用いた研究でも、ある基準面における気道の断面積を評価しているに過ぎなかった。

従って気道に対して気道通気状態を部位別にかつ、正確に捉えるためには、気道を3次元の管腔として捉える必要があり(図4)、さらに流体力学的な解析を加える必要性があると考えられた。



鼻腔通気度計による通気度の評価

気道各部に対する通気度の評価はできない。また、口蓋扁桃部の計測は行っていない。V:流量 P:圧力

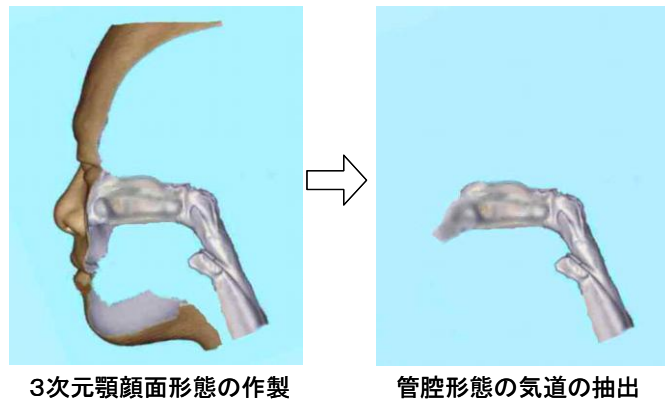
頭部エックス線規格写真による通気度の評価

2次元の画像であり、実像でない。そのうえ、鼻腔の評価は非常に難しい。

CTによる気道断面積の評価

気道を管腔として評価していないため、正確な気道通気状態は評価できない。

図3 これまでの研究における気道通気状態の評価方法の問題点



3次元顎顔面形態の作製

管腔形態の気道の抽出

図4 顎顔面形態から3次元管腔としての気道の抽出

## 2. 研究の目的

小児期の咬合異常を引き起こす気道通気障害の診断方法の確立と、気道の形態すなわち通気状態と咬合異常の関連を明らかにすることである。具体的には気道通気障害による骨格的な咬合異常が疑われる小児と、気道通気障害ならびに咬合異常のみられない小児を対象に、本研究の共同研究者の所蔵しているCTデータから、上気道である鼻腔、上咽頭、下咽頭、舌根部各部について、3次元ボリューム処理を行い、圧力分布、速度分布等の流体解析を行うことで、気道通気状態を正確に把握し、気道通気障害が骨格的な咬合異常にどのような影響を及ぼしているか明らかにすることである。

## 3. 研究の方法

骨格的な異常のみられない小児のコーンビームX線CTデータから、小児の正常な気道の形態ならびに流体解析と顎顔面形態の評価を行なった。

### 【資料】

資料は本研究の共同研究者が開設しているカノミ矯正・小児歯科クリニック（兵庫県姫路市）所蔵の骨格的な異常のみられない5歳から10歳までの60名のコーンビーム

X線CTデータである。

### 【方法】

気道の流体解析を概説する（図5）。顎顔面部のコーンビームX線CTデータ（DICOM形式）から気道のみを3次元ボリュームデータ処理ソフト（INTAGE Volume Editor:購入物品）で抽出表示し、STL(Stereo Lithography)モデルを作製する。さらにメッシュ処理を施した後、流体解析ソフト（PHOENICS:購入物品）に読み込み、流体力学（圧力分布、速度分布等）のシミュレーションを行なった。

顎顔面形態の評価としては、顎顔面部のCTデータ（DICOM形式）を、定位画像処理機能をもつ3次元画像処理ソフトウェア（Imagnosis 3D）にて、X線写真像に似た Raysum 表示し、頭部規格3D-CT画像を2次元画像データとして構築し、通常の頭部規格X線写真分析することで、従来の2次元評価の研究と比較する。さらに3次元画像にすることで2次元画像では得られない、立体的な2点間の距離や3点でつくられる実峽角の角度分析もでき、より実像に近い、正確な評価を行なった（図6）。

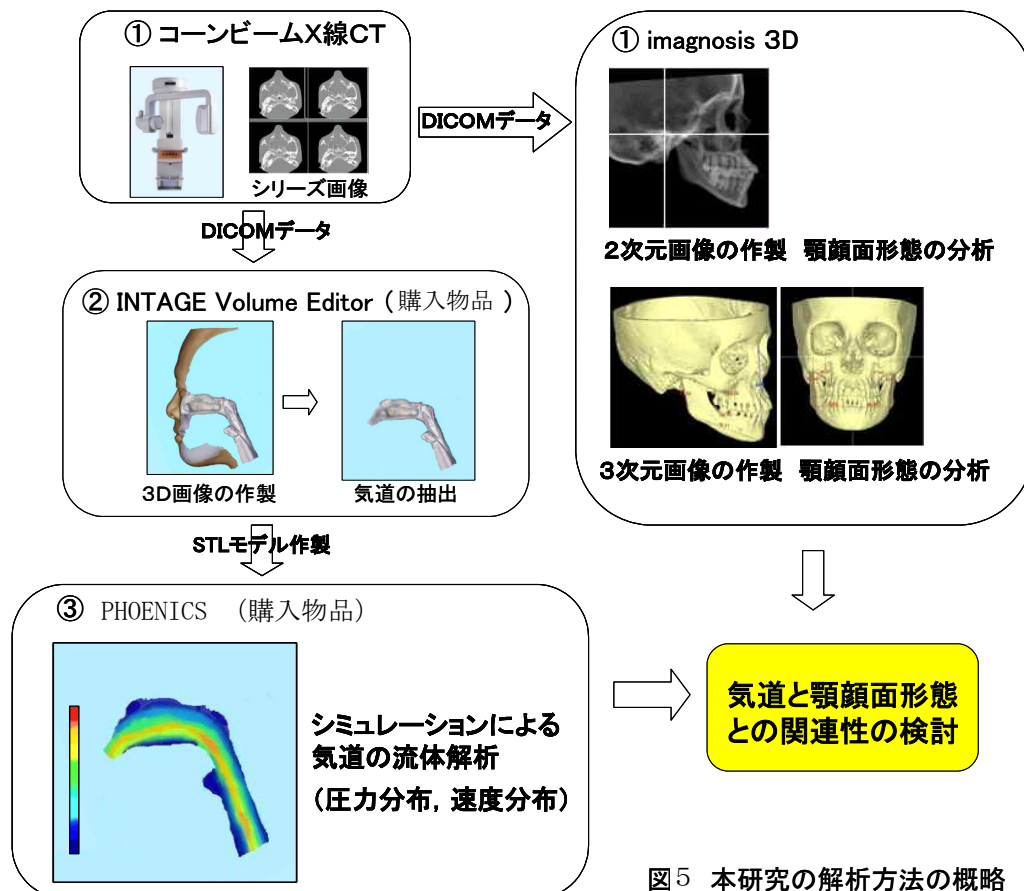


図5 本研究の解析方法の概略

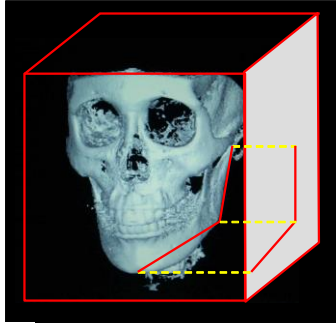


図6 3次元画像での顎顔面形態の分析

Gonial angle の計測例を示す。  
側面頭部X線規格写真での計測値(A)は平面に投影したものを計測。一方、3次元画像での計測値(B)は実像の実峽角を計測するため、より正確な顎顔面形態の把握が可能となる。

#### 4. 研究成果

交付された経費で購入した物品による、本研究の主題である気道通気障害の解析システムを確立した。つまり、CTデータから、外鼻孔から下咽頭部までの気道の形態を把握するとともに、気道通気状態の評価も可能になった。

その結果、(1) 反対咬合児と気道形態には深い関連があることを初めて明らかにした(図7, 第46回日本小児歯科学会大会優秀発表賞受賞、アメリカ矯正学会誌に掲載)。

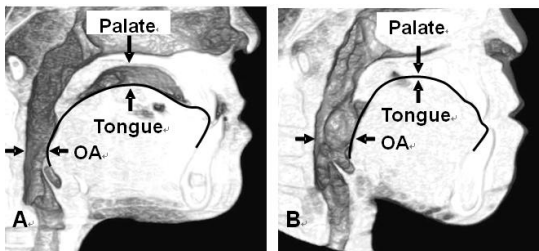


図7 Examples of tongue position against the palate and oropharyngeal airway (OA).  
A: Wide type with flat shape and lower position of the tongue, resulting in reduced OA. B: Long type with hypertrophic palatine tonsil. Tongue positioned anteriorly to maintain OA.  
(Iwasaki T *et al.* AJODO, 136(3), 318. e1-9, 2009.)

(2) 治療が困難とされる Dolichofacial type の上顎前突児と通気障害との関連を明らかにした(図8, 第67回日本矯正歯科学会大会優秀発表賞受賞)。

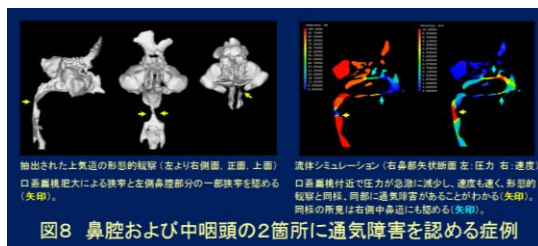


図8 鼻腔および中咽頭の2箇所に通気障害を認める症例

(3) 睡眠時無呼吸症候群等の上気道通気

障害の検査方法として有効であることを示した(第3回小児耳鼻咽喉科学会にて、発表、座長推薦論文として小児耳鼻咽喉科学会誌に投稿)。(4) 本研究の気道の通気障害の検査方法は「気道通気状態検査システム」(08K001)としてノウハウを取得した。(5) 顎顔面の形態異常に起因する上気道通気障害の評価に関しても有効性が示された(第54回日本形成外科学会中部支部東海地方会大会奨励賞受賞)。

#### 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 岩崎智憲, 早崎治明, 嘉ノ海龍三, 齊藤一誠, 山崎要一: 上気道流体シミュレーションからみた通気状態が顎顔面形態に及ぼす歯科的影響, 小児耳鼻咽喉科30巻1号, 5-9, 2009. (査読有) (座長推薦依頼論文)

2 Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y: Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 136(3), 318. e1-9, 2009. (査読有)

[学会発表] (計5件)

1 近藤 俊, 今村基尊, 奥本隆行, 吉村陽子, 岩崎智憲, 早崎治明, 山崎要一, 嘉ノ海龍三: 上気道流体シミュレーションの顎骨延長術への臨床応用, 第54回日本形成外科学会中部支部東海地方会, 名古屋市, 2009年10月31日(大会奨励賞受賞)

2 岩崎智憲, 嘉ノ海龍三, 早崎治明, 山崎要一: 流体シミュレーションからみた上気道通気障害が上顎前突に及ぼす影響— BrachyとDolicho typeの比較—, 第67回日本矯正歯科学会, 千葉市, 2008年9月16-18日(大会優秀発表賞受賞)

3 岩崎智憲, 嘉ノ海龍三, 山崎要一: 上気道流体シミュレーションからみた呼吸が顎顔面形態に及ぼす歯科的影響, 第3回小児耳鼻咽喉科学会, 鹿児島市, 2008年6月21, 22日(座長推薦論文依頼)

4 岩崎智憲, 嘉ノ海龍三, 山崎要一: コーンビームエックス線CTを用いた反対咬合児の下咽頭部気道断面形態に関する研究, 第46回日本小児歯科学会, 大宮市, 2008年6月12, 13日(大会優秀発表賞受賞)

5 武元嘉彦, 齊藤一誠, 岩崎智憲, 稲田絵美, 山田千晶, 嘉ノ海龍三, 山崎要一: 小

児における気道と反対咬合の関連について、  
第46回日本小児歯科学会，大宮市，2008年6  
月12, 13日（大会優秀発表賞 受賞）

〔図書〕（計1件）

岩崎智憲，山崎要一：世代をつなぐ小児歯  
科－最新情報と子どもへの取り組み45  
（編集 五十嵐清治，吉田昊哲），V 咬合  
誘導への取り組み：6 診断分析の実際と  
その意義，各種診断法の紹介，pp. 130-135，  
クインテッセンス出版，2009.

〔産業財産権〕

○取得状況（計1件）

名称：気道通気状態検査システム  
発明者：岩崎智憲  
権利者：国立大学法人鹿児島大学  
種類：知的財産（ノウハウ）  
番号：08K001  
取得年月日：2009年2月9日  
国内外の別：国内

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岩崎 智憲 (IWASAKI TOMONORI)  
鹿児島大学・大学院医歯学総合研究科・助  
教  
研究者番号：10264433

### (2) 研究分担者

山崎 要一 (YAMASAKI YOUICHI)  
鹿児島大学・大学院医歯学総合研究科・教  
授  
研究者番号：30200645

早崎 治明 (HAYASAKI HARUAKI)  
鹿児島大学・大学院医歯学総合研究科・准  
教授  
研究者番号：60238095

嘉ノ海 龍三 (KANOMI RYUZOU)  
大阪歯科大学・歯学部・研究員  
研究者番号：70411444