



Title	睡眠時無呼吸症候群用口腔内装置装着時における顎運動の検証
Author(s)	山田, 恭子
Citation	北海道大学. 博士(歯学) 甲第14524号
Issue Date	2021-03-25
DOI	10.14943/doctoral.k14524
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/89345">http://hdl.handle.net/2115/89345</a>
Type	theses (doctoral)
File Information	Kyoko_Yamada.pdf



[Instructions for use](#)

# 博士論文

---

## 睡眠時無呼吸症候群用口腔内装置装着時 における顎運動の検証

---

令和3年3月申請

北海道大学  
大学院歯学院口腔医学専攻

山田 恭子

## 抄録

閉塞型睡眠時無呼吸症候群 (OSAS) の治療法の 1 つである口腔内装置 (OA) は主に上下完全固定型 (以下, 固定型 OA) と上下分離型 (以下, 分離型 OA) に大別される. 固定型 OA では上下マウスピースを完全に固定し, 顎運動が制限されるため違和感が危惧されるのに対し, 分離型 OA は下顎の開口や側方運動がある程度許容されるという利点があるが, 装置の効果という点においては, 開口の許容が不利になる可能性もあることから, 開口時の顎位については十分に検証する必要がある. そのため, 本研究では, 2 種類の分離型 OA (NK コネクター II, サイレンサー SL) 装着時の開口運動や限界運動を測定解析し, 三次元的な下顎の移動方向と移動距離を検証した.

対象は, 任意に参加した健常被験者 6 名である. 歯科用下顎運動測定器を用いて, OA 非装着時の習慣性開閉口運動, 矢状面内下顎限界運動, 及び 2 種類の OA 装着時の開口運動, 前方運動, 矢状面内限界運動を計測し, フランクフルト平面, 咬合平面の位置関係も記録した.

本研究による計測比較の結果, NK コネクター II, サイレンサー SL とともに分離型 OA 開口運動は非装着時の習慣性開口路に対して前方へ向かう経路を示すことが示され, 咬合平面を基準においても下顎は後退をしていない可能性が示唆された. また, OA 装着時, 開口は可能であるが, 許容される開口量は小さいことがわかった. これらの顎運動経路の特徴は, 開口運動による中咽頭の狭窄作用を生じづらくするものと考えられ, 装置の構造として合理的なものと思われた.

**キーワード:** 睡眠時無呼吸症候群, 口腔内装置, 分離型口腔内装置, 顎運動測定, 開口運動

## 緒言

閉塞型睡眠時無呼吸症候群 (obstructive sleep apnea syndrome ; OSAS) は, 睡眠中に完全あるいは部分的な上気道閉塞症状を繰り返すことで[1], 夜間睡眠への影響や昼間の倦怠感をもたらすほか, 高血圧, 虚血性心疾患, 脳血管障害, 糖尿病などの様々な疾患のリスクファクターとされている. 主な危険因子として肥満や小下顎症といった解剖学的な要因が考えられている[2, 3].

治療の第一選択は持続的気道陽圧法 (CPAP) であるが, 無呼吸低呼吸指数 (AHI) の程度によって保険適応にならない軽症例や, 重症例であっても CPAP の違和感が強く治療の継続が困難な場合, あるいは代替療法を好む場合などに口腔内装置 (OA) 療法が選択されている.

OA には, 可撤式マウスピースで下顎を前方位で保持し, 軟組織を前方へ牽引

することで上気道狭窄軽減を図る下顎前方保持装置タイプのほか、舌を前方に保持する舌前方保持装置タイプがあるが、舌前方保持装置タイプは一般的ではない。

下顎前方保持装置タイプの種類には既製のものや印象採得し作製したもの、タイトレーション可能なものや不可能なものなど、さまざまな装置が存在するが、構造的には歯列を覆う可撤式の上下顎マウスピース間が固定された上下完全固定型（以下、固定型 0A）と上下顎マウスピース間が固定されていない上下分離型（以下、分離型 0A）に大別される。

固定型 0A では上下顎マウスピースを完全に固定し、顎運動が制限されるため違和感が危惧されるのに対し、分離型 0A は下顎の開口や側方運動がある程度許容されるという利点がある。一方で、開口運動により下顎が後退し、舌と軟組織も後退して中咽頭径が減少する[4]，睡眠中の上下切歯間距離が 15mm 開口すると中咽頭が狭窄する[5]などの報告があり、装置の効果という点においては、開口の許容が不利になる可能性もある。そのため、開口時の顎位については十分に検証する必要があるが、実際の実験型 0A の装着時の下顎移動方向や範囲について精密に調べた研究は我々の調べた限りでは見当たらない。

そこで、本研究では、歯科用下顎運動測定器を用いて分離型 0A 装着時の開口運動や限界運動を測定解析し、三次元的な下顎の移動方向と移動距離を検証した。

## 方法

### 1. 被験者

対象は、任意に参加した健常被験者で、個性正常咬合を有する 6 名（男性 4 名、女性 2 名、平均年齢 22.0±0.8 歳）である。下記の条件の者は除外した。

- ①鼻呼吸が不可能な程度の鼻閉を有する者
- ②口腔内や顎関節の状態が装置装着に適さないもの（智歯を除く歯の欠損、重度歯周病、顎関節症状、著しい歯列不正、歯の疼痛、歯科治療中、脱離の可能性のある修復物）
- ③絞扼反射など口腔内の操作や装置への違和感が強く印象採得や装置装着が困難な者
- ④レジンモノマーや金属に対しアレルギーがある者
- ⑤その他研究責任者が被験者として不適当と判断した者

本研究は北海道大学大学院歯学研究院臨床疫学研究倫理審査委員会（承認番号 2018 第 3 号）の承認を得ており、被験者に対し研究前に十分な説明を行い、文書により同意を得た。

## 2. OA 製作方法

顎運動経路測定に先立ち，被験者ごとに2種類の分離型OAを製作した．通法に従い，印象採得を行った後，サイレンサーSLゲージ（ERKODENT社）を使用して，OAに付与する下顎前方位にて咬合採得した．被験者の最大前方移動量の約65%前方位を前方移動量と設定[6]した．前方移動量の平均±標準偏差（SD）は $6.2 \pm 1.1\text{mm}$ であった．前歯部での咬合挙上量は5～6mmの範囲に設定し，咬合挙上量の平均±SDは $5.7 \pm 0.5\text{mm}$ であった．

製作した模型上にて厚さ1.5mmの熱可塑性シート（デュランプラス，SCHEU社）を圧接し，上下歯列のフレームを作製した．上下フレームを連結するコネクタにはNKコネクタⅡ（モリタ社）とサイレンサーSL（ERKODENT社）の2種類を使用した．それぞれ上顎犬歯と下顎第一大臼歯を基準とした位置にて連結した（図1，2）．

## 3. 測定手順

顎運動の記録にはMyotronics-Noromed社製歯科用下顎運動測定器K7エヴァリュエーションシステムEX（以下，K7）を用いた（図3，4）．

対象とした下顎運動は，OA非装着時の習慣性開閉口運動，矢状面内下顎限界運動，及び2種類のOA装着時の開口運動，矢状面内限界運動とした（図5，6）．なお，OA非装着時の下顎運動と各OA装着開口運動，ならびにOA非装着時の下顎運動と各OA装着下顎限界運動はそれぞれ1回の計測のなかで施行し，それぞれにつき5回ずつ，計20回施行した．

また，K7ヘッドセンサーを装着後，被験者の眼窩下点を記録し，咬合平面板を使用し写真を撮影することで，K7測定基準平面，フランクフルト平面（以下，FH平面），咬合平面の位置関係，フェイスボウトランスファーにて上下歯列の位置を記録した（図4）．

## 4. 解析

解析はK7により記録された測定データから以下の各項目を計測した（図7，8，9）．距離データについては，施行エラーを除いた回数中の各被験者の最大値を代表値とした．角度項目については，記録したFH平面，咬合平面を測定データにトレースすることで計測し，施行回数中の各被験者の平均値を代表値とした．面積については，Imagej（米国国立衛生研究所：NIH，<https://imagej.nih.gov/ij/>）を用いて算出し，エラーを除いた施行回数中の各被験者の最大値を代表値とした．

- 1) OA非装着時矢状面内限界運動時前方移動量
- 2) OA非装着時最大開口量

- 3) 0A 装着時の最大前方移動量：0A に設定した顎位からの移動量
- 4) 0A 装着時最大開口量：0A に設定した顎位からの移動量
- 5) 0A 非装着時の習慣性開口運動路と FH 平面のなす角度
- 6) 0A 非装着時の習慣性開口運動路と咬合平面のなす角度
- 7) 0A 装着時開口運動経路と FH 平面のなす角度
- 8) 0A 装着時開口運動経路と咬合平面のなす角度
- 9) 0A 装着時開口運動経路と 0A 非装着時習慣性開口路のなす角度
- 10) 0A 非装着時矢状面内限界運動範囲の面積
- 11) 0A 装着時矢状面内限界運動範囲の面積：0A に設定した顎位からの移動範囲

## 5. 統計

統計解析にはエクセルアドインソフト statcel3（オーエムエス出版）を使用し、ウィルコクソン符号付順位和検定にて以下の項目について統計処理を行った。

- 1) FH 平面基準における習慣性開口運動路と 0A 装着時の開口運動路の角度比較
- 2) 咬合平面基準における習慣性開口運動路と 0A 装着時の開口運動路の角度比較
- 3) FH 平面基準における 2 つの 0A 装着時の開口運動路の比較
- 4) 咬合平面基準における 2 つの 0A 装着時の開口運動路の比較
- 5) 2 つの 0A 装着時最大開口量の比較,
- 6) 2 つの 0A 装着時運動範囲の面積の比較

## 結果

### 1. 運動経路の距離

被験者の限界運動時最大前方移動量は 5.4~13.1mm, 最大開口量は 40.8~50.1mm であった (表 1). 0A 装着時の前方運動量は NK コネクター II において 3.5~5.4mm, サイレンサー SL において 3.1~5.1mm (表 1, 図 10), 最大開口量は NK コネクター II において 3.2~14.4mm, サイレンサー SL において 3.0~14.3mm であった (表 1, 図 11). NK コネクター II とサイレンサー SL 間に有意差はなかった ( $p > 0.05$ ).

### 2. 運動経路の角度

0A 非装着時の習慣性開口運動路と FH 平面のなす角度の平均値は 108.8~121.2°, 次に 0A 非装着時の習慣性開口運動路と咬合平面のなす角度は 93.1~

106.9°であった(表1)。

OA装着時開口運動とFH平面とのなす角度の平均値はNKコネクタ-Ⅱにおいて94.4~103.5°，サイレンサーSLにおいて81.5~102.1°であった(表1，図12)。OA装着時開口運動と咬合平面のなす角度はNKコネクタ-Ⅱで75.4~88.8°，サイレンサーSLにおいて65.8~87.2°であった(表1，図13)。

FH平面，咬合平面を基準とした場合の習慣性開口運動路と平面のなす角度とOA装着時開口運動路と平面のなす角度との間には，NKコネクタ-Ⅱ，サイレンサーSLのどちらの場合においても有意差があった( $p<0.05$ ) (図14，15，16，17)。

OA装着時開口運動経路とOA非装着時の習慣性開口運動路とのなす角度については，習慣性開口運動路を基準として矢状面内前方に角度をなす場合を正，後方へ角度をなす場合を負と設定した。OA装着開口運動とOA非装着時の習慣性開口運動路とのなす角度はNKコネクタ-Ⅱにおいて12.1~23.4°，サイレンサーSLにおいて11.8~21.1°であった。いずれの被験者においてもNKコネクタ-Ⅱ，サイレンサーSLともにOA非装着時の習慣性開口運動路に対して前方へ向かう経路を示した(表1，図18)。

一方，FH平面，咬合平面どちらを基準にした場合においても，NKコネクタ-Ⅱ，サイレンサーSLの間の開口運動路に有意差はなかった( $p>0.05$ )。

### 3. 運動範囲の面積

下顎限界運動面積は173.2~494.3mm<sup>2</sup>，OA装着限界運動面積の代表値はNKコネクタ-Ⅱにおいて9.3~35.5mm<sup>2</sup>，サイレンサーSLにおいて7.2~49.7mm<sup>2</sup>であった(表1，図19)。NKコネクタ-Ⅱ，サイレンサーSL間に有意差はなかった( $p>0.05$ )。

### 考察

我々が知る限り，分離型OAの開口時の顎位について計測比較した研究は本研究がはじめてである。本研究による比較の結果，NKコネクタ-Ⅱ，サイレンサーSLともに分離型OA装着開口運動は非装着時の習慣性開口運動路に対して前方へ向かう経路を示すことがわかった。また，OA開口運動の咬合平面に対する角度はNKコネクタ-Ⅱにおいて75.4~88.8°，サイレンサーSLにおいて65.8~87.2°と，OAの咬合採得の基準面である咬合平面に対しても90°以下であり平面に対して垂直ないし前方へ向かう経路を示すことがわかった。また，OA装着時，開口は可能であるが，許容される開口量は小さいことがわかった。

## 1. 設定した OA の前方移動量について

前方移動量に関して、日本睡眠歯科学会の閉塞型睡眠時無呼吸に対する口腔内装置に関する診療ガイドライン[7]では、75%前方位から調整を始めることを推奨し、軽症から中等症では 50%から始めても良いとしている。また、最近の治療成績の論文[6]の結果から、最大前方移動量の 75%までの移動を許容できない患者が少なくないことや、減少群の最大前方位に対する前方移動量の比率の平均値が 64.2%であったことを踏まえ、本研究において前方移動量は 65%に設定した。そして、OA 装着運動測定時において、この前方移動量を許容できない被験者はいなかった。

## 2. 挙上量と開口量について

OA の挙上量については、ガイドラインなどで推奨される明確な挙上量はなかったこと、過去の論文において開口により舌や軟口蓋が収縮し、気道が狭くなる[5]ことなどが報告されていることから、本研究においては OA のフレームの厚みを考慮した範囲で可及的に挙上量が小さくなるよう、前歯部挙上量を 5~6mm に設定した。

最大開口量は 40.8~50.1mm であったのに対し、計測された各 OA 装着時の開口量は NK コネクター II において 3.2~14.4mm であった。サイレンサー SL において 3.0~14.3mm であった。前述のように、開口運動により下顎が後退し、舌と軟組織も後退して中咽頭径が減少する[4]、睡眠中の上下切歯間距離が 15mm 開口すると中咽頭が狭窄する[5]などの報告があることから、大開口は装置の効果にはマイナス的作用があり得る。今回対象とした分離型 OA の連結形態では、開口は可能であるが、比較的開口量が少ないところに限界があることが明らかとなり、開口によるマイナス的作用が発現しづらい可能性が考えられた。

固定型 OA と分離型 OA の AHI の低減効果の優劣については、明確な結論が出ているとは言い難い。これまでのシステムティックレビュー[8-11]では、OA の形態に関しての有効性の差までは示唆されていなかった。最近のシステムティックレビュー[12]では、2 つの比較研究[13, 14]を引用して、固定型が低い AHI 値であったとしているが、その差は僅かであった。また、最近のロジスティック回帰分析による研究で、分離型と固定型の違いが効果に関与する傾向は認められなかったとの報告もある[6]。

このように、これまでの報告で固定型と分離型の治療成績の差が顕著ではなかった理由の一つとして、分離型 OA は開口を許容するものの、今回検証したタイプの分離型 OA では、その方向と開口量の制約が、開口によるマイナスの影響を少なくしている可能性が、本研究結果から推察された。



### 3. 気道の方向との関係

開口ができる分離型 OA で危惧される開口時の気道狭窄の機序としては、開口により舌や軟口蓋が収縮し、気道が狭くなる[5]ことのほか、装置装着時の閉口位が気道を開大する位置に設定しても、開口路が気道の走行より後方へ向かうことにより、開口時には、下顎位が気道を開大させる前方位として機能していない可能性が危惧されることである。本研究では、装置装着時の開口方向が習慣性開口運動路より大幅に前方の経路をとることから、対象とした分離型 OA の連結様式では、開口時でも下顎位は気道を狭くする後方へ移動する可能性は少ないものと考えられた。

頸椎は咽頭後壁に沿って位置していることから、頸椎接線 (CVT) と気道の角度は近似していると考えられる。過去の研究で、自然な頭位において頸椎接線 CVT と SN 平面のなす角度は日本人男性で  $100.9 \pm 6.2^\circ$  との報告がある[15]。さらに、アジア人の SN 平面と FH 平面のなす角度は  $11.7 \pm 2.1^\circ$  であるとの報告[16]を踏まえると、CVT と FH 平面のなす角度は平均で  $89.2^\circ$  程度と推察される。本研究において得られた FH 平面を基準とした場合の習慣性開口運動路の角度  $108.8^\circ \sim 121.2^\circ$  と、上記文献から考えられる CVT と FH 平面のなす角度の推定平均値  $89.2^\circ$  と比較すると、習慣性開口運動路は CVT に対して  $19.6 \sim 32.0^\circ$  程度後方に位置すると推定される。このことは、閉口位で気道が開大するように前方移動量を設定しても、開口時には気道の開大効果が減弱する可能性を示唆するものと考えられる。それに対し、OA 装着時の開口経路は、CVT の平均推定値  $89.2^\circ$  に対して、NK コネクター II では  $5.2^\circ \sim 14.3^\circ$  程度の後方位、サイレンサー SL では  $7.7^\circ$  程度の前方位  $\sim 12.9^\circ$  程度の後方位と推定され、習慣性開口運動路と比較し大幅に前方に位置して CVT と比較的近似した方向となることから、閉口位でも気道が開大する前方位を維持できる可能性が推察できる。さらに、今回対象とした分離型 OA は、何れも開口量の許容量は比較的少なく、開口により舌や軟口蓋が収縮し、気道が狭くなる[5]という要素に対しても抑制的に働くことが考えられた。

### 4. 分離型 OA の種類による経路の違いについて

分離型 OA にはいろいろな設計と種類の OA がある。その中で、本研究においては、まず、NK コネクター II とサイレンサー SL を用いて検討した。NK コネクター II とサイレンサー SL は何れも、上顎の犬歯と下顎の第一大臼歯相当部を連結する構造であるが、NK コネクター II はコネクター部断端を常温重合レジンにてフレームに固着する構造であるため、可動性が低い。一方、サイレンサー SL のコネクターはフレームから突き出たアンカーにコネクター断端がはまり込み、アンカーを支点としてコネクターが回転する構造となっている。そのため、NK コ

ネクターⅡと比較しサイレンサーSL のコネクター接合部の可動性が高い。この接合部の構造の違いから、サイレンサーSL の方が開口運動量は多くなるものと考えられたが、OA 装着開口量、前方移動量、限界移動量、面積すべてにおいて、各被験者間の2つのOA 測定結果はほぼ近似しており有意差はなかった。これは、NK コネクターⅡでは、接合部の可動性はないが、コネクター本体が屈曲可能であるためと考えられた。

NK コネクターⅡとサイレンサーSL は、上記のようにフレームとコネクターの接合部の構造が異なるものの、一定の長さのコネクターで上下フレームが連結されているのに対し、コネクターの長さが伸びるタイプ(ハーブストアプライアンス)や上下がコネクターで連結されていない完全分離タイプ(ソムノデント)もある。ハーブストアプライアンスタイプでは、スライドする2本の金属コネクターがスリーブ上に重なっており、大開口を許容できるため、今回の結果とは異なる運動の特徴を有する可能性がある。ソムノデントは独立した上下2つのアクリル製のスプリントであり、下顎スプリントの頬側部に近心の斜面が咬合平面に対して70°のフレンジがついており、上顎スプリントの頬側ブロックとともに下顎が後ろへ運動することを妨げる働きがある[17]。ソムノデントOA 装着時の開口方向について、今回は検証を行っていないが、自然な開口運動の場合は上下顎のフレンジ傾斜に沿って運動すると考えられるため、前方からの咬合平面と開口運動方向の角度は110°と推測され、本研究において得られたNK コネクターⅡやサイレンサーSL における咬合平面とOA 開口運動経路のなす角度とは異なる可能性が考えられた。しかし、本研究では、ハーブストアプライアンスタイプやソムノデントタイプでの顎運動経路の検証は行っていないため、これらのタイプについての検証は今後の課題である。

## 結論

閉塞型睡眠時無呼吸症候群用上下分離型口腔内装置(OA)の開口時の顎位を明らかにするために、NK コネクターⅡおよびサイレンサーSL を使用した2種類の分離型OA 装着時の顎運動の測定検証を行ったところ、開口時の顎位は習慣性開口運動路より前方の経路を示し、咬合平面を基準においても下顎は後退をしていない可能性が示唆された。また、開口は可能であるが、開口量は小さいことが明らかとなった。これらの顎運動経路の特徴は、開口運動による中咽頭の狭窄作用を生じづらくするものと考えられ、装置の構造として合理的なものと思われた。

## 謝辞

本研究をすすめるにあたり，懇切なるご指導を賜った北海道大学歯学研究院冠橋義歯補綴学教室，山口泰彦教授に謹んで深謝の意を表します。また，本研究に多大なるご協力を頂いた，冠橋義歯補綴学教室，佐藤華織先生，斎藤未来先生，前田正名先生，水野麻梨子先生，北海道大学病院高次口腔医療センター，三上紗季先生に謹んで深謝の意を表します。

本研究に関して，開示すべき利益相反状態はない。

## 文献

- [1] International classification of Sleep Disorders Third Edition, American Academy of Sleep Medicine :53-62, 2014.
- [2] Young, T., P. E. Peppard & D. J. Gottlieb.:Epidemiology of Obstructive Sleep Apnea, A Population Health Perspective, Am J Respir Crit Care Med, 165:1217-1239, 2002.
- [3] Punjabi, N. M. :The Epidemiology of Adult Obstructive Sleep Apnea,Proc Am Thorac Soc, 5:136-143, 2008.
- [4] L'Estrange, P.R., Battagel, J.M., Harkness, B., Spratley, M.H., Nolan, P.J. and Jorgensen, G.I. : A method of studying adaptive changes of the oropharynx to variation in mandibular position in patients with obstructive sleep apnea, J Oral Rehabil, 23 : 699-711, 1996.
- [5] Meurice, J.C., Marc, I., Carrier, G. and Sériès, F. : Effects of mouth opening on upper airway collapsibility in normal sleeping subjects, Am J Respir Crit Care Med, 153 : 255-259, 1996.
- [6] 三上紗季，山口泰彦，斎藤未来，後藤田章人，櫻井泰輔，前田正名 : 閉塞型睡眠時無呼吸症候群用口腔内装置の治療効果とその関連因子の検討，全身咬合，26 (2) : 1-9, 2020, in press.
- [7] 日本睡眠歯科学会 : 閉塞性睡眠時無呼吸に対する口腔内装置に関する診

療ガイドライン（装置作製に関するテクニカルアプレイザル：2020年版），  
[http://jadsm.jp/iryoy/pdf/202001\\_guideline\\_pre.pdf](http://jadsm.jp/iryoy/pdf/202001_guideline_pre.pdf)

- [8] Ahrens, A., McGrath, C. and Hagg, U. : Subjective efficacy of oral appliance design features in the management of obstructive sleep apnea: a systematic review, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138 : 559-576, 2010.
- [9] Ahrens, A., McGrath, C. and Hagg, U. : A systematic review of the efficacy of oral appliance design in the management of obstructive sleep apnoea, *Eur J Orthod*, 33 : 318-324, 2011.
- [10] Serra-Torres, S., Bellot-Arcis, C., Montiel-Company, J.M., Marco-Algarra, J. and Almerich-Silla, J.M. : Effectiveness of mandibular advancement appliances in treating obstructive sleep apnea syndrome: A systematic review, *Laryngoscope*, 126 : 507-514, 2016.
- [11] Sivaramakrishnan, G. and Sridharan, K. : A systematic review on the effectiveness of titratable over nontitratable mandibular advancement appliances for sleep apnea, *J Indian Prosthodont Soc*, 17 : 319-324, 2017.
- [12] Ishiyama, H., Hasebe, D., Sato, K., Sakamoto, Y., Furuhashi, A., Komori, E. and Yuasa, H. : The efficacy of device designs (mono-block or bi-block) in oral appliance therapy for obstructive sleep apnea patients: A systematic review and meta-analysis, *Int J Environ Res Public Health*, 16 : 3182, 2019.
- [13] Bloch, K.E., Iseli, A., Zhang, J.N., Xie, X., Kaplan, V., Stoeckli, P.W. and Russi, E.W. : A randomized, controlled crossover trial of two oral appliances for sleep apnea treatment, *Am J Respir Crit Care Med*, 162 : 246-251, 2000.
- [14] Zhou, J. and Liu, Y.H. : A randomised titrated crossover study comparing two oral appliances in the treatment for mild to moderate obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome, *J Oral Rehabil*, 39 :

914-922, 2012.

- [15] E, Anegawa, H. Tsuyama, J, Kusukawa. : Lateral cephalometric analysis of the pharyngeal airway space affected by head posture, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 37, 805-809, 2008.
- [16] Yuehua, Liu. ,Alan, A. Lowe., Xiang, Zeng., Minkui, Fu., John, A. Fleetham. : Cephalometric comparisons between Chinese and Caucasian patients with obstructive sleep apnea, *American Journal of Orthodontics and Orthopedics*, 117:479-485, 2000.
- [17] Domenico Ciavarella, Antonio Sabatucci, Mario Mastrovincenzo, Vincenzo Parziale, Roberto Sabato, Maria Pia Foschino Barbaro, Nicola Giannone, Fabio Salcuni, Maurizio Boss, Lorenzo Lo Muzio Ciavarella. : Obstructive Sleep Apnea Treatment with a New Oral Appliance: Somnodent®. *The Open Otorhinolaryngology Journal*, 3: 34-38, 2009.

表 1 運動経路の距離，角度，および運動範囲の面積の計測結果

	被験者											
	Sub.1		Sub.2		Sub.3		Sub.4		Sub.5		Sub.6	
<b>運動経路の距離 (mm)</b>												
OA非装着時矢状面内 限界運動時前方移動量	5.4		13.1		10.2		7.7		8.9		9.9	
OA非装着時最大開口量	42.5		40.8		44.6		50.1		44.7		49.3	
	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI
OA装着時の 最大前方移動量	3.5	3.1	5.4	5.0	4.3	4.3	5.1	4.4	5.2	5.1	4.6	3.4
OA装着時最大開口量	9.3	7.1	10.7	10.1	3.9	4.6	14.4	14.3	7.7	7.2	3.2	3.0
<b>運動経路の角度 (degree)</b>												
OA非装着時の習慣性開口運動路 とFH平面のなす角度	118.6		112.0		117.2		108.8		121.2		115.9	
OA非装着時の習慣性開口運動路 と咬合平面のなす角度	104.3		94.4		106.9		93.1		104.2		95.0	
	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI
OA装着時開口運動経路と FH平面のなす角度	100.7	98.1	103.5	96.6	99.0	97.5	94.4	81.5	100.7	102.1	96.3	101.5
OA装着時開口運動経路と 咬合平面のなす角度	86.5	83.8	85.9	79.0	88.8	87.2	81.3	65.8	84.1	85.5	75.4	80.6
OA装着時開口運動経路とOA非装 着時習慣性開口路のなす角度	18.6	19.9	12.1	11.8	21.4	16.4	17.5	21.1	23.4	15.3	19.2	14.9
<b>運動範囲の面積 (mm<sup>2</sup>)</b>												
OA非装着時矢状面内 限界運動範囲の面積	173.2		340.4		494.3		361.6		323.6		355.5	
	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI	NK	SI
OA装着時矢状面内 限界運動範囲の面積	16.4	7.2	35.5	28.0	17.4	17.3	35.2	49.7	17.9	23.0	9.3	12.3

運動経路の距離，運動範囲の面積の代表値は最大値と設定した．運動経路の角度の代表値は平均値と設定とした．

NK : NK コネクターII，SI:サイレンサーSL



図1 NK コネクターII

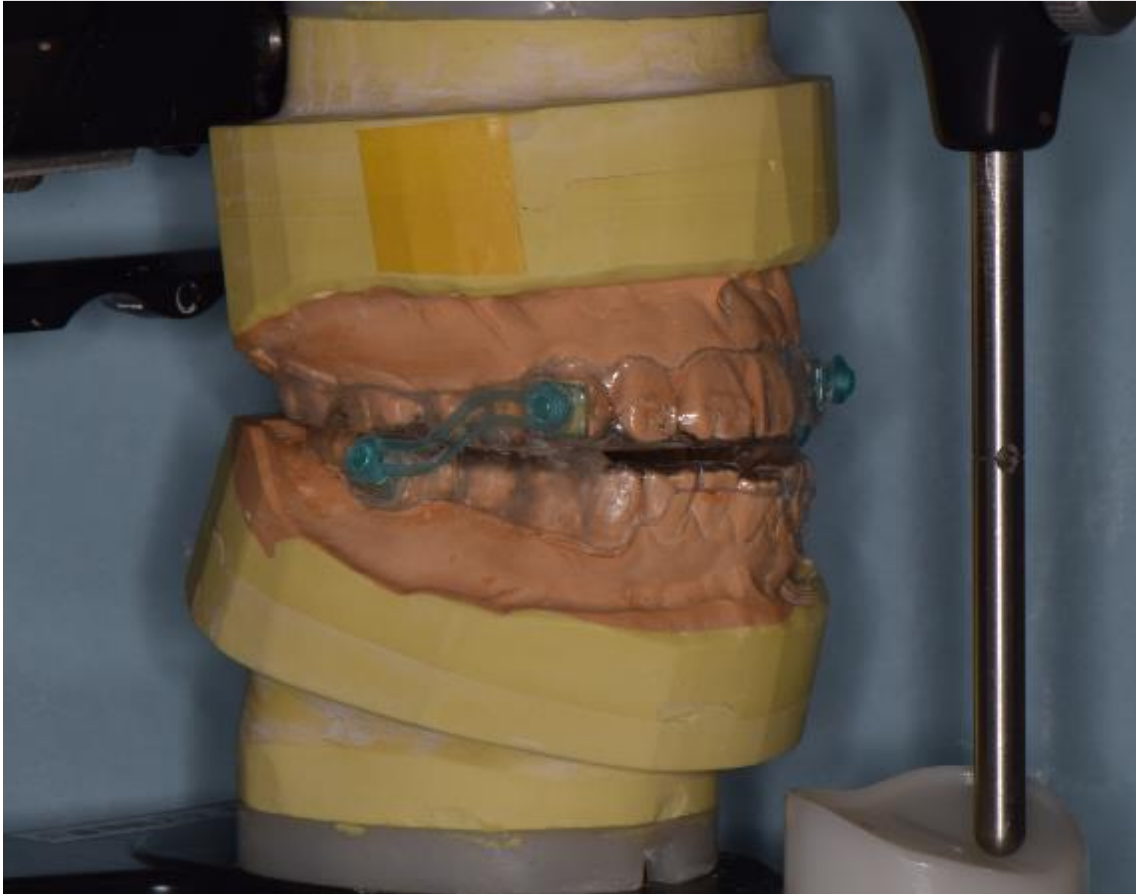


図2 サイレンサーSL



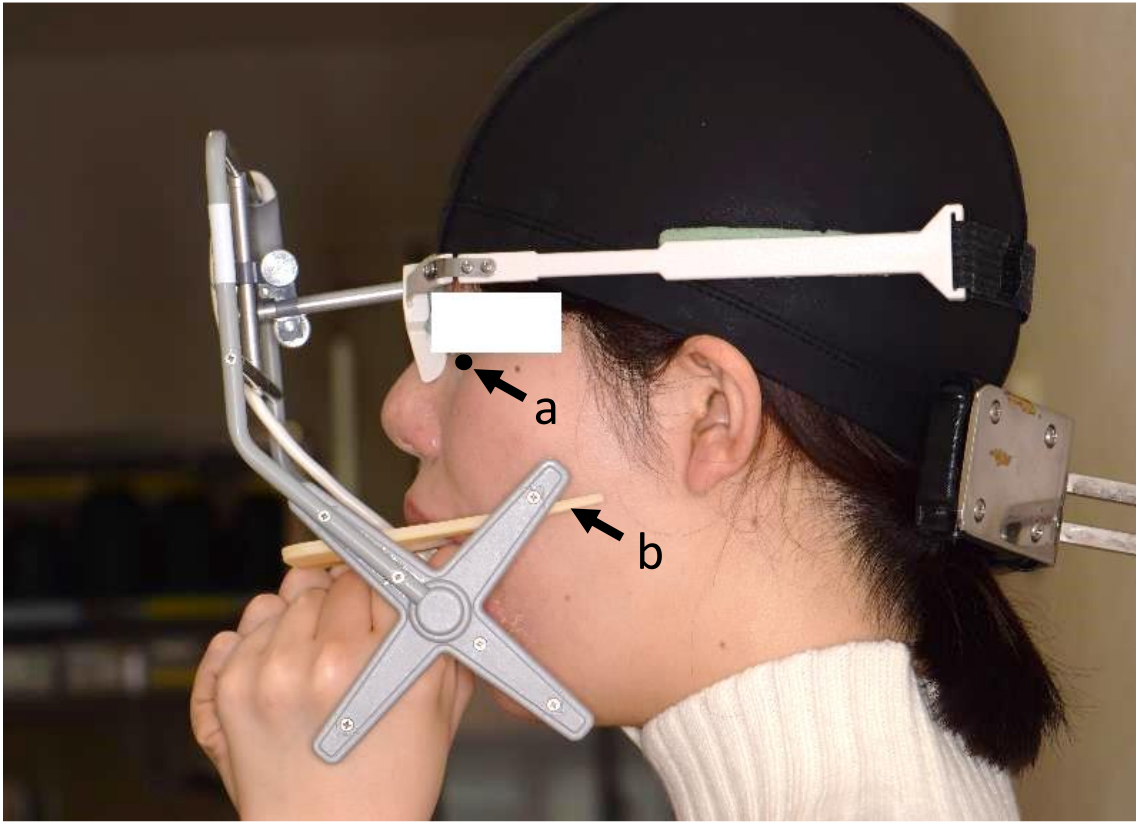


図3 K7による測定時の様子  
a : 眼窩下点, b : 咬合平面板

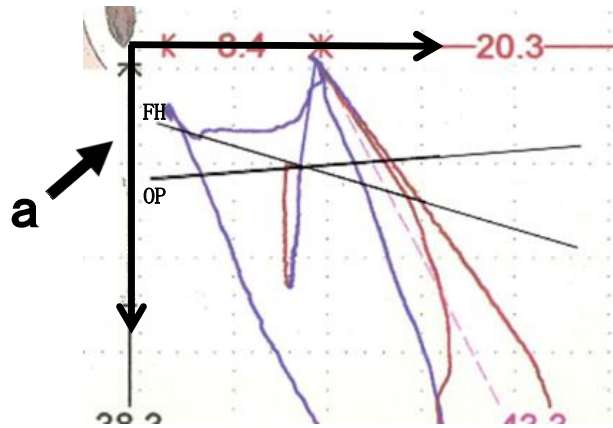
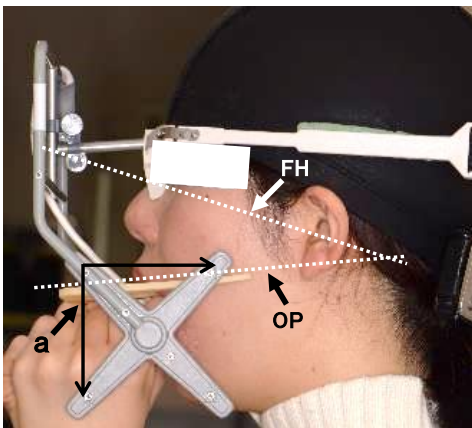


図4 計測データの座標系の関係の説明図  
計測時の記録写真 (左), K7 計測データ (右)  
FH : フランクフルト平面, OP : 咬合平面, a : K7 計測基準面

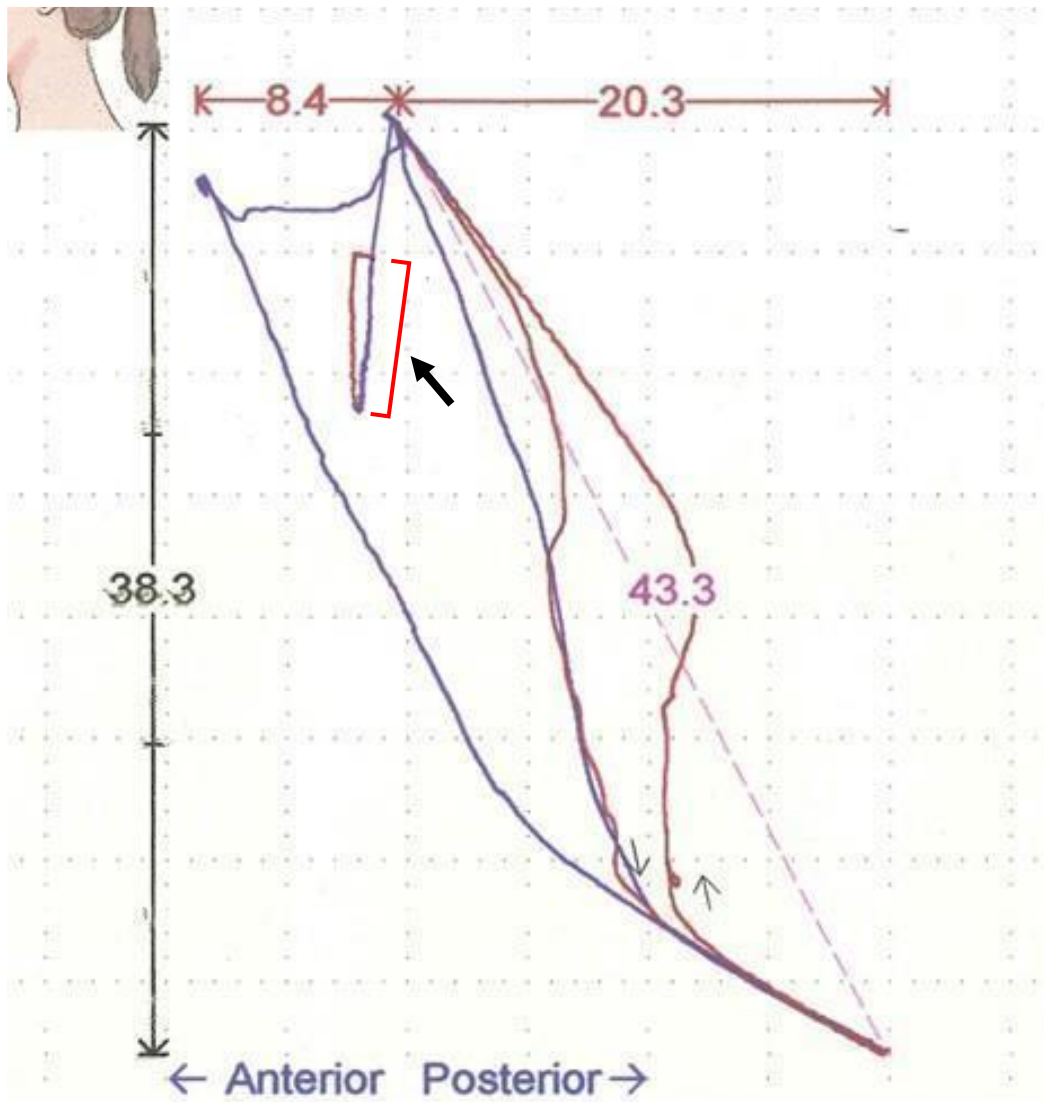


図5 OA装着時の開口運動軌跡の例

OA装着時開口運動（矢印部分）のほかにOA非装着時の矢状面内限界運動路と習慣性開閉口路が描記されている

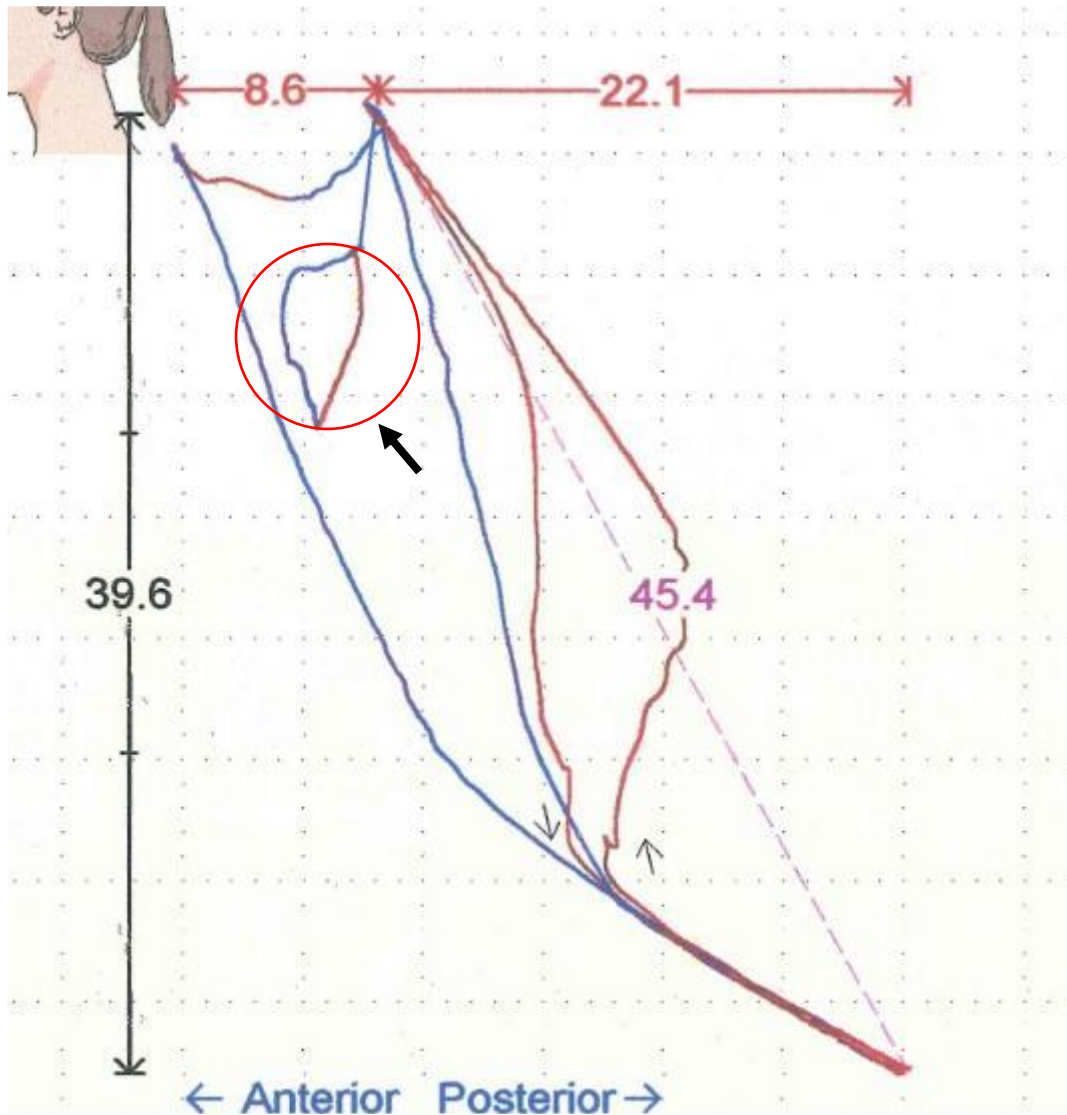


図6 OA装着時の矢状面内限界運動軌跡の例

OA装着時の矢状面内限界運動（矢印部分）のほかにOA非装着時の矢状面内限界運動路と習慣性開閉口路が描記されている

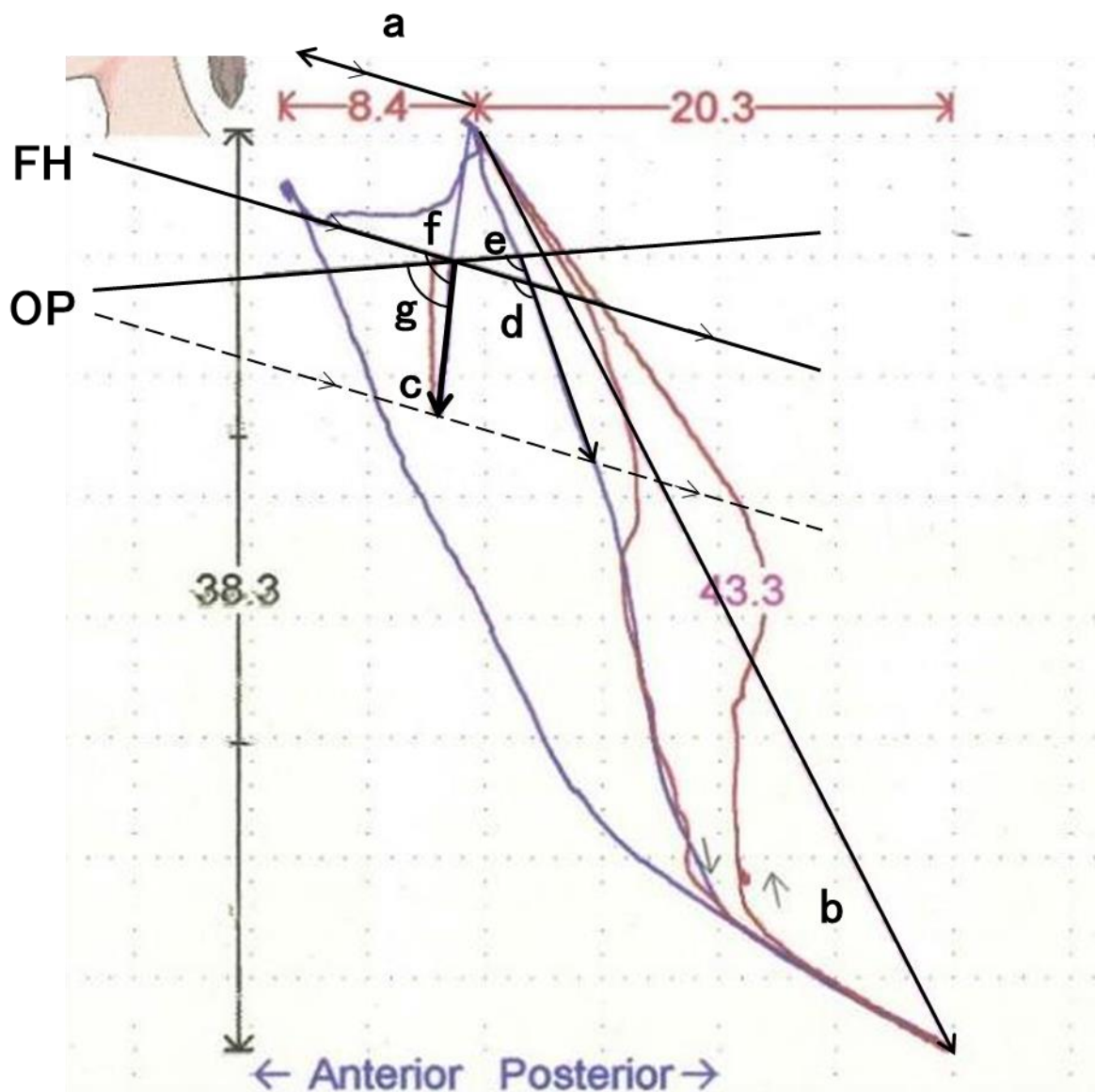


図7 解析項目の説明図①

a : 0A 非装着矢状面内限界運動時前方移動量 (FH 平面基準), b : 0A 非装着最大開口量, c : 0A 装着最大開口量, d : 0A 非装着時の習慣性開口運動路と FH 平面のなす角度, e : 0A 非装着時の習慣性開口運動路と咬合平面のなす角度, f : 0A 装着時開口運動経路と FH 平面のなす角度, g : 0A 装着時開口運動経路と咬合平面のなす角度,  
 FH : フランクフルト平面, OP : 咬合平面

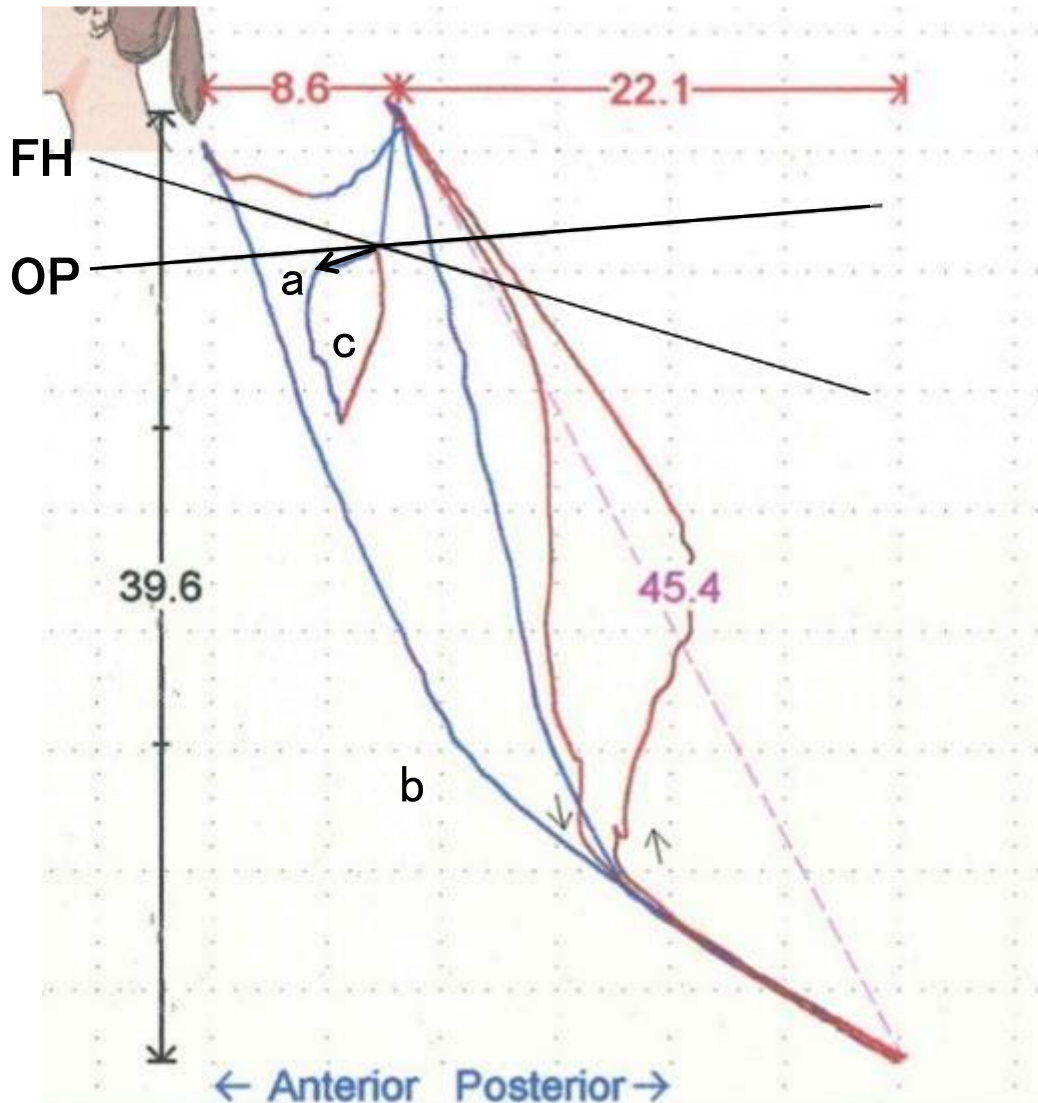


図8 解析項目の説明図②

a : OA 装着時の最大前方移動量, b : OA 非装着矢状面内限界運動範囲の面積,  
 c : OA 装着時矢状面内限界運動範囲の面積  
 FH : フランクフルト平面, OP : 咬合平面



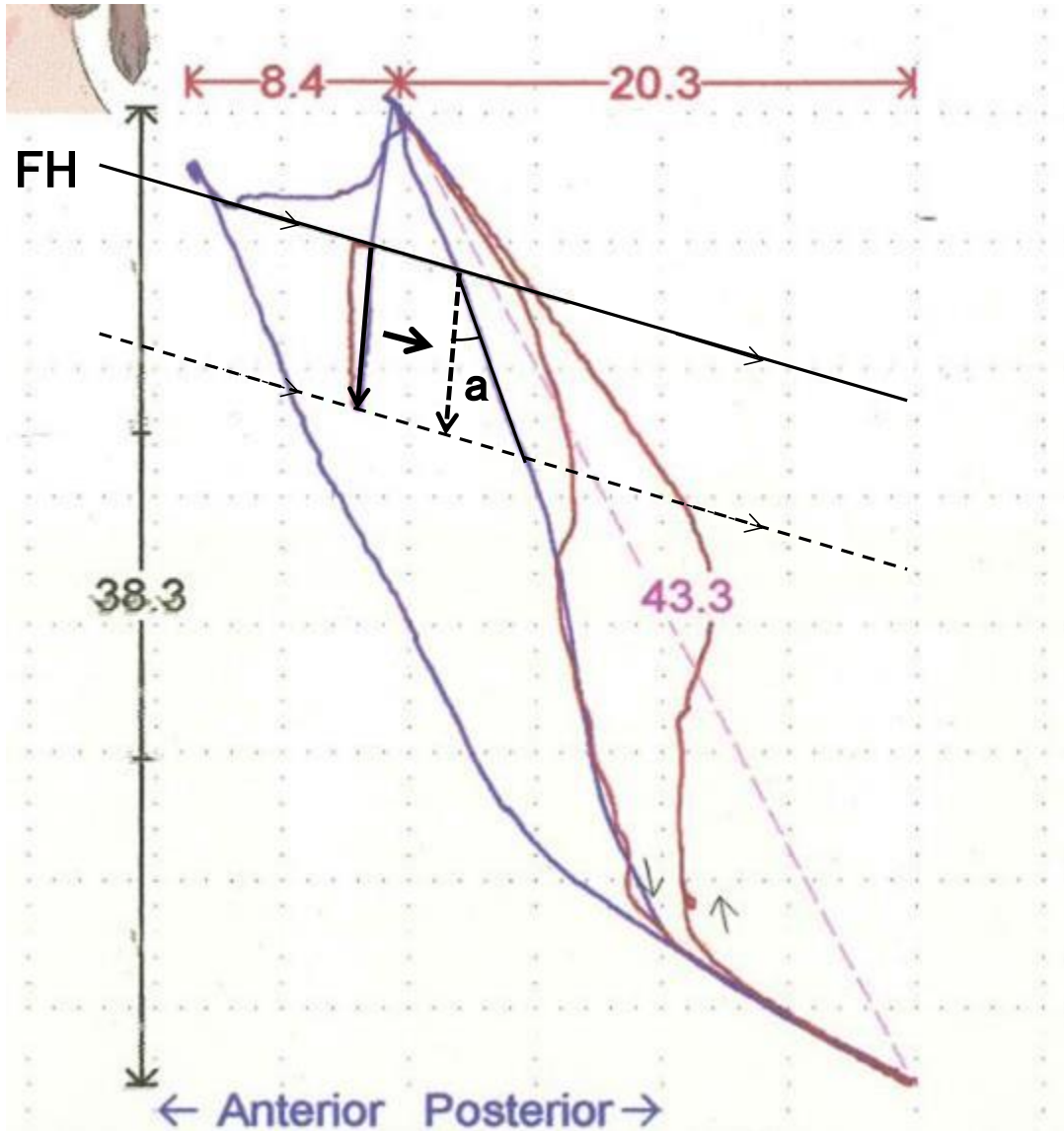


図9 解析項目の説明図③

a : 0A 装着時開口運動経路と 0A 非装着時習慣性開口路のなす角度.

FH : フランクフルト平面

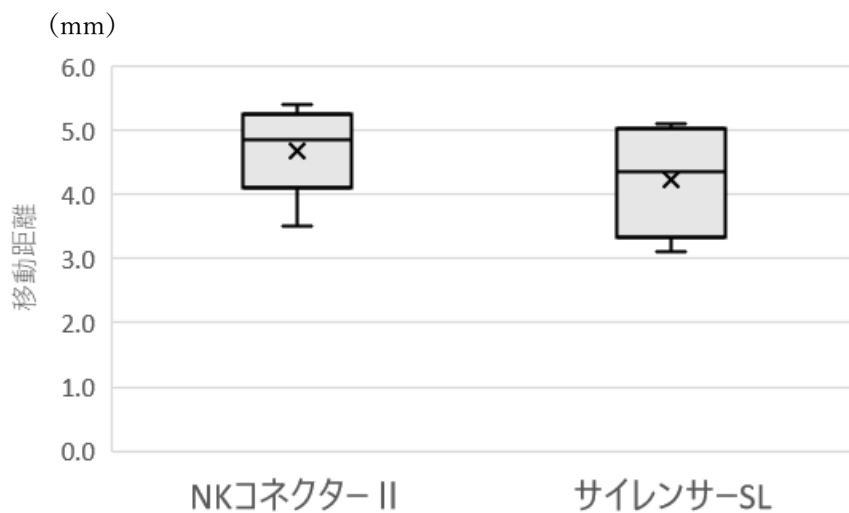


図 10 OA 装着時の最大前方移動量

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す。バーは最小，最大を示す。×は平均値を示す。

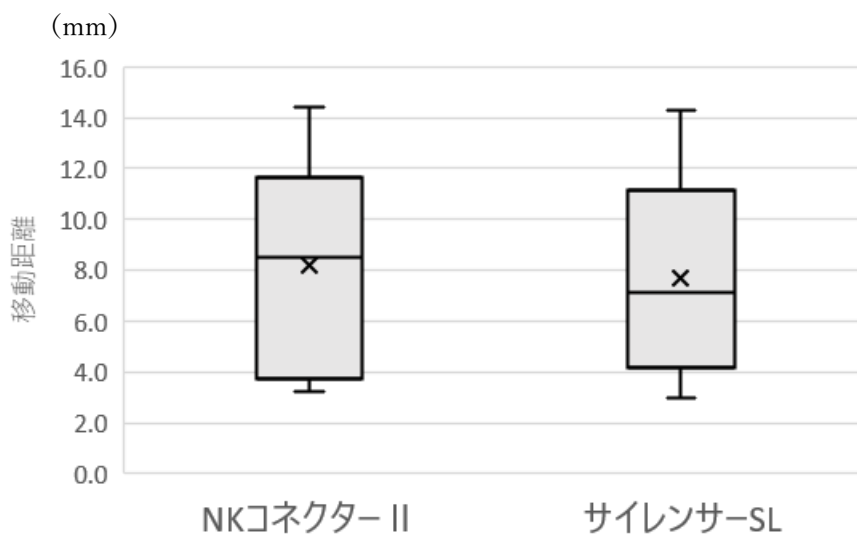


図 11 OA 装着時の最大開口量

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す。バーは最小，最大を示す。×は平均値を示す。

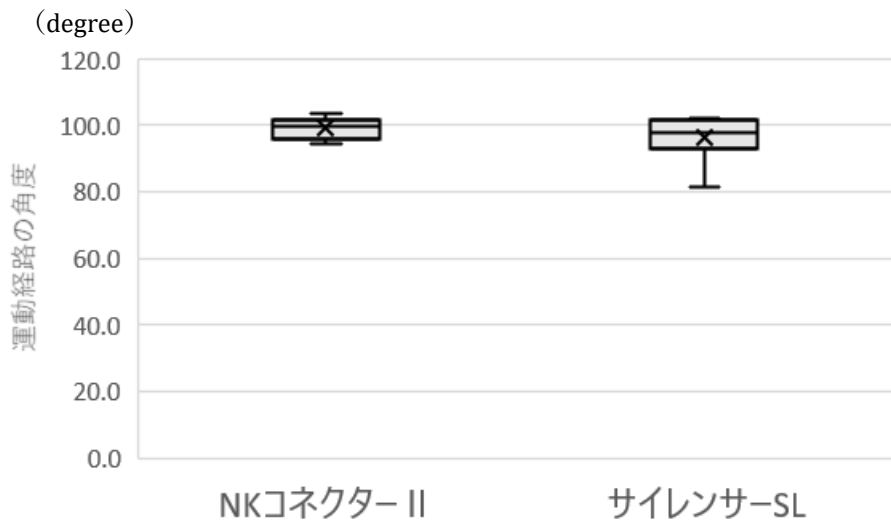


図 12 OA 装着開口運動経路と FH 平面のなす角度

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す. バーは最小, 最大を示す. ×は平均値を示す.

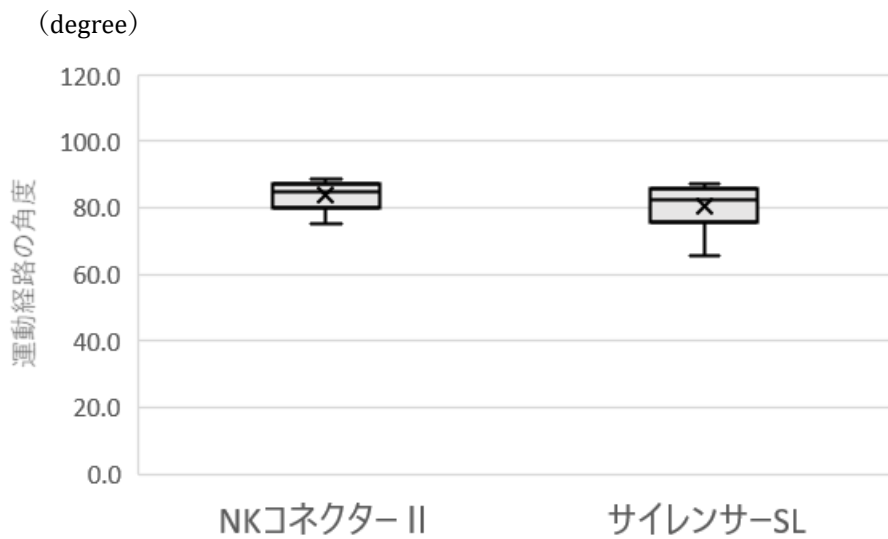


図 13 OA 装着開口運動経路と咬合平面のなす角度

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す. バーは最小, 最大を示す. ×は平均値を示す.



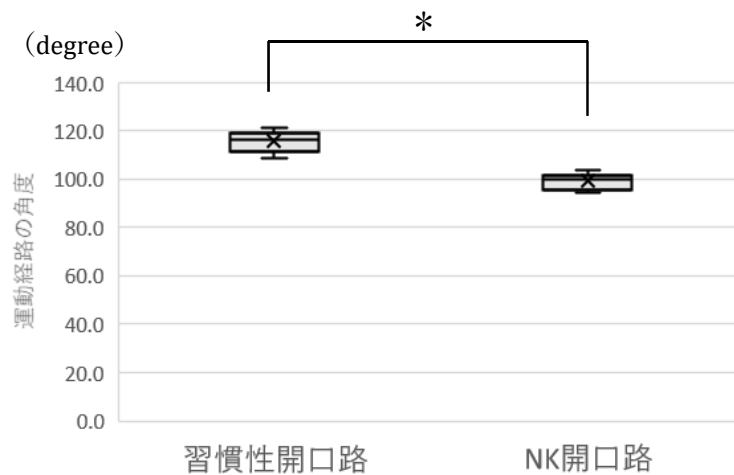


図 14 FH 平面基準における習慣性開口運動路と NK コネクター II 装着時の開口運動路の角度の比較  
2 群間に有意差が認められた (ウィルコクソン符号付順位和検定,  $p < 0.05$ )

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す。バーは最小, 最大を示す。×は平均値を示す。

NK : NK コネクター II

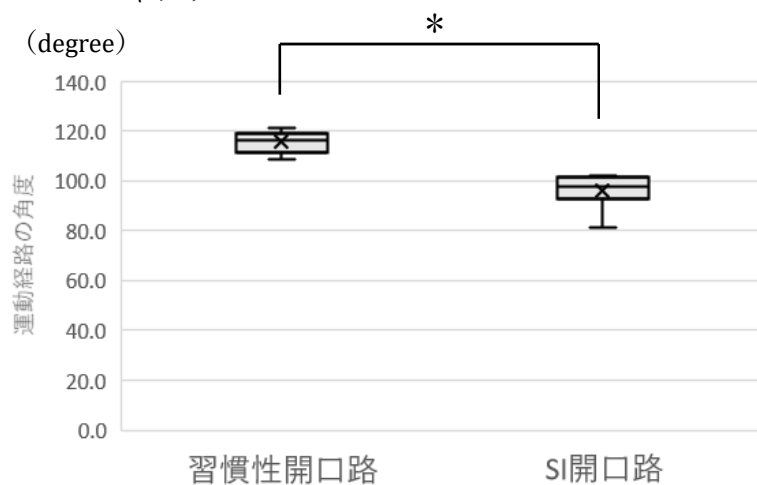


図 15 FH 平面基準における習慣性開口運動路とサイレンサー SL 装着時の開口運動路の角度の比較  
2 群間に有意差が認められた (ウィルコクソン符号付順位和検定,  $p < 0.05$ )

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す。バーは最小, 最大を示す。×は平均値を示す。

SI : サイレンサー SL

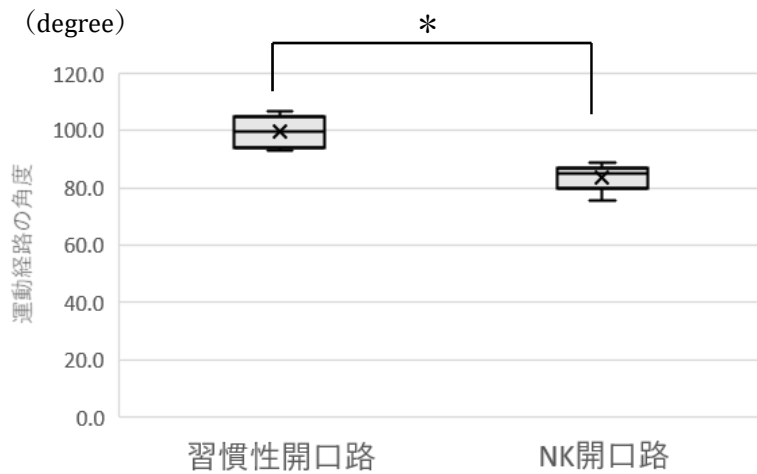


図 16 咬合平面基準における習慣性開口運動路と NK コネクター II 装着時の開口運動路の角度の比較  
2 群間に有意差が認められた (ウィルコクソン符号付順位和検定,  $p < 0.05$ )

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す。バーは最小, 最大を示す。×は平均値を示す。

NK : NK コネクター II

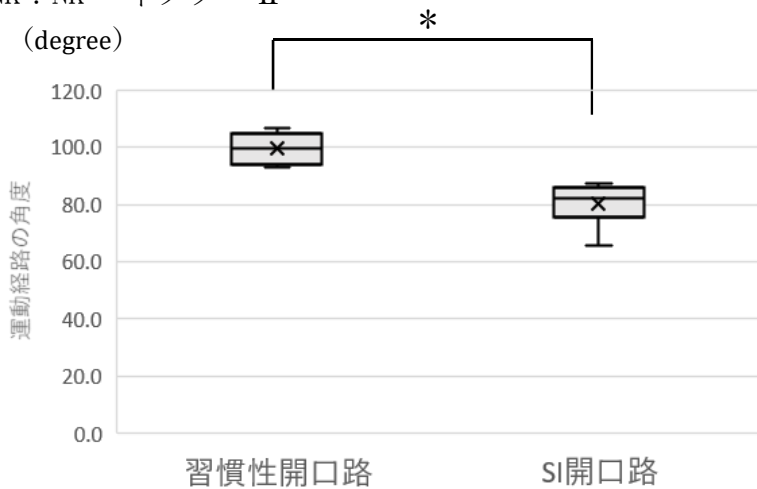


図 17 咬合平面基準における習慣性開口運動路とサイレンサーSL 装着時の開口運動路の角度の比較  
2 群間に有意差が認められた (ウィルコクソン符号付順位和検定,  $p < 0.05$ )

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す。バーは最小, 最大を示す。×は平均値を示す。

SI : サイレンサーSL

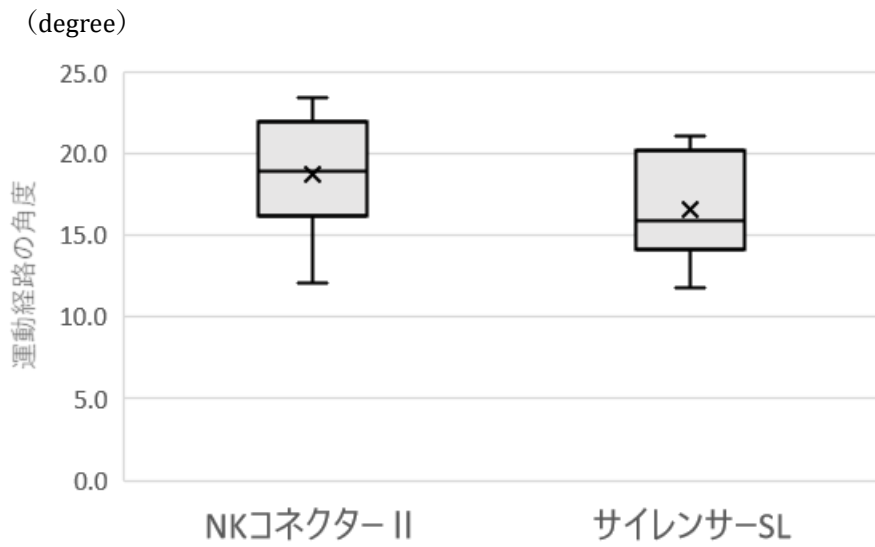


図 18 OA 装着時開口運動経路と OA 非装着時習慣性開口路のなす角度

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す。バーは最小，最大を示す。×は平均値を示す。

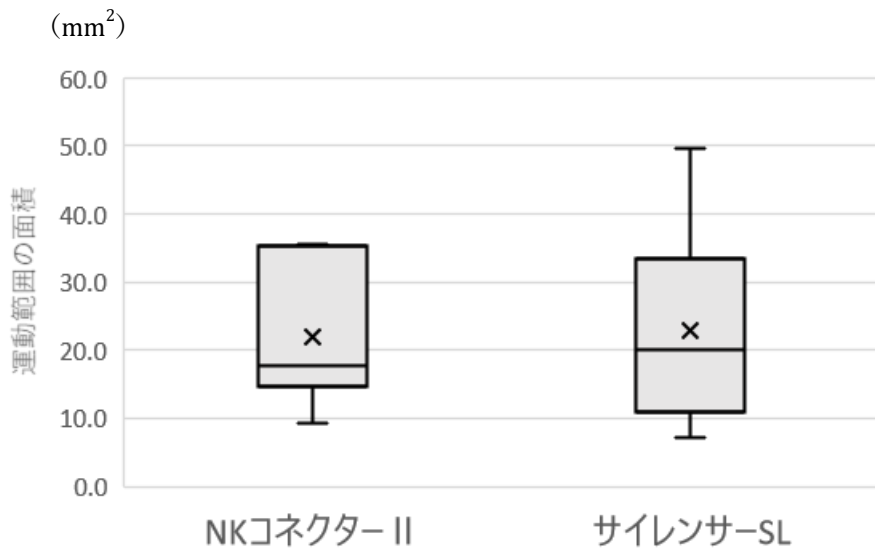


図 19 OA 装着時矢状面内限界運動範囲の面積

被験者全員の結果を中央値を含む四分位でのグラフで示す。バーは最小，最大を示す。×は平均値を示す。

英文

### **Title**

Verification of jaw movement in the state of wearing an oral appliance for obstructive sleep apnea syndrome.

### **Abstract**

Oral appliance (OA), which is one of the treatment method for obstructive sleep apnea syndrome (OSAS), is mainly divided into an mono-block type whose resin frames on upper and lower dental arch are completely fixed to each other and bi-block type with separated upper and lower resin frames. In using the mono-block OA, the jaw movement is restricted, which may cause discomfort of the patients. On the other hand, the bi-block OA has an advantage that the opening or lateral movement of the lower jaw is permitted to some extent. However, the opening mouth has a possibility of being disadvantage with less effect for preventing from sleep apnea events. Therefore, it is necessary to fully verify the jaw position at the state of mouth opening.

In this study, therefore, we measured and analyzed the mandibular opening movement pathway and the mandibular border movement pathway in the state of wearing two types of bi-block OA (NK connector II, silencer SL), and verified the direction and distance of the pathways, three-dimensionally.

The subjects were 6 healthy persons who voluntarily participated in the present study. Using a computerized jaw movement analyzer, habitual mouth opening and closing movements and sagittal mandibular border movements without OA, and opening movements, anterior movements, and sagittal mandibular border movements with two types of OA were recorded. Positional relationship between the Frankfurt plane and the occlusal plane was also recorded.

It was found that mouth opening both in the state of wearing a bi-block OA with NK connector II and that with silencer SL made pathways in forward to the habitual opening pathway. It was also indicated that the mandible in the state of wearing a bi-block OA does not go to backward area when the occlusal plane was used as the referred plane. In addition, it was found that though the mouth opening was permitted in the state of wearing a bi-block OA, the allowable opening amount was relatively small.

It was thought that the characteristics of the above mentioned jaw movement pathways makes it difficult for the oropharyngeal stenotic effect due to the mouth opening movement to occur, and consider to be reasonable as the structure for OA.

Key words: obstructive sleep apnea syndrome, oral appliance, bi-block, computerized mandibular scanner, mouth opening,