

新技術説明会
2019年9月12日

睡眠時気道開通姿勢特定装置

中央大学 理工学部

電気電子情報通信工学科

諸麥 俊司

紹介する新技術の概要

■機能:

個人の睡眠時の気道開通姿勢を自宅で特定可能

■特徴:

- 簡便な検査方法

(従来は麻酔や鼻腔内圧制御などの専門装置が必要だった。)

- 高い精度

(呼吸流量の測定にはサーミスタやカニューレを用いるのが一般的だが、変化量しか得られず、センサの位置ずれが大きく影響。)

■用途:

睡眠時の呼吸改善(オーダーメイド枕による鼾の解消、睡眠外来でのSAS治療方針の判断材料、治療器具最適化)

睡眠時の呼吸障害

■ 鼾

- ・本人だけでなくパートナーの睡眠にも悪影響
- ・放置すると睡眠時無呼吸症候群となる可能性

■ 睡眠時無呼吸症候群(SAS)

- ・睡眠時に断続的に呼吸停止を生ずる病気
- ・9割以上がOSAS(閉塞型SAS)
- ・慢性的に鼾をかく人は軽～中度以上のOSASの可能性大

睡眠時無呼吸症候群とは？

診断基準

一晩に10秒以上の無呼吸が30回以上、
または1時間に5回以上の無呼吸が発生

高い合併症のリスク

高血圧、動脈硬化、狭心症、心筋梗塞、脳梗塞、
高脂血症

国内患者数

睡眠時無呼吸症候群：200万人（男性9割、女性1割）

癌：140万人

糖尿病：250万人

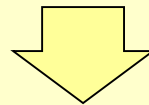
心疾患：200万人

睡眠時の呼吸障害の生活や健康への影響

睡眠時無呼吸症候群

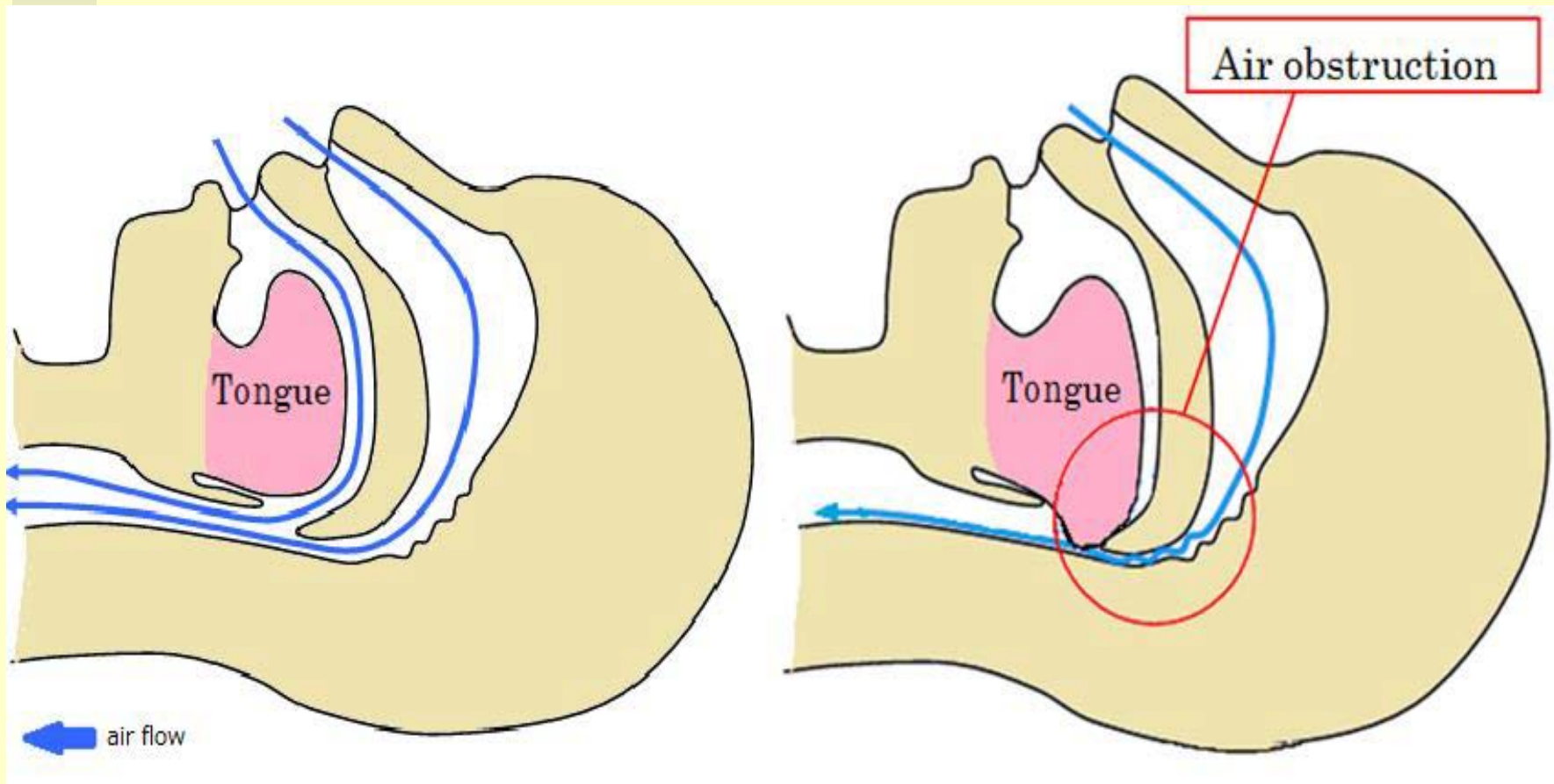
主な症状

睡眠中の断続的呼吸停止
大きな鼾、日中の強い眠気
集中力の低下、イライラ
抑うつ、夜間頻尿



生活の質や労働効率の低下
交通事故や労働災害の原因

無呼吸および鼾の発生メカニズム 「舌根沈下」



OSASの主な治療法

CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) 装置

枕元の装置から鼻マスクを通じて体内に空気を送り込み、
口腔内を拡張させて気道閉塞を解除

CPAPの問題点

- マスクの不快感
- 鼻炎や結膜炎のリスク等



鼾

- 鼾をかく人はたいてい口呼吸
- 顎関節開く → 気道閉塞しやすい
- 口呼吸では口内が乾燥して唾液が減り、また異物や刺激物を吸い込むことで風邪、扁桃炎、口内炎、歯周病、免疫力の低下などを引き起こす
- 口呼吸から鼻呼吸への転換が重要

鼾解消商品

鼻腔拡張テープ



鼻腔挿入チューブ



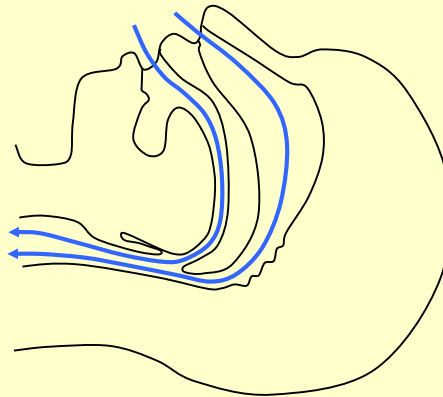
(www.breatheright.jpより引用)

(<https://nastent.co.jp/>より引用)

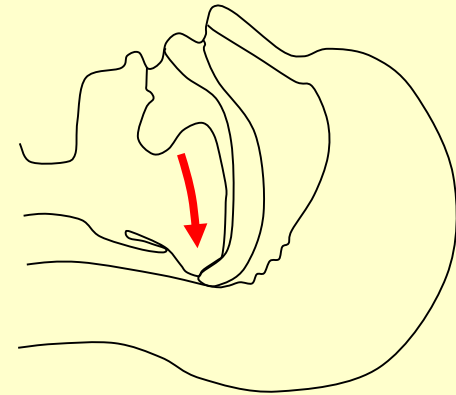
鼻呼吸へ転換しやすくする効果が期待できるが、
鼾の原因が舌根沈下の場合は鼾解消効果は望めない。

頭部姿勢と気道開通性との関係

無呼吸発生の
メカニズム



通常の呼吸



舌根沈下による気道の閉塞

手技で行われる気道確保

人工呼吸
術中の全身麻酔

「頭部後屈 (Head-tilt)」
「オトガイ挙上 (Chin-lift)」

➡ 近年は「スニッフィング姿勢」



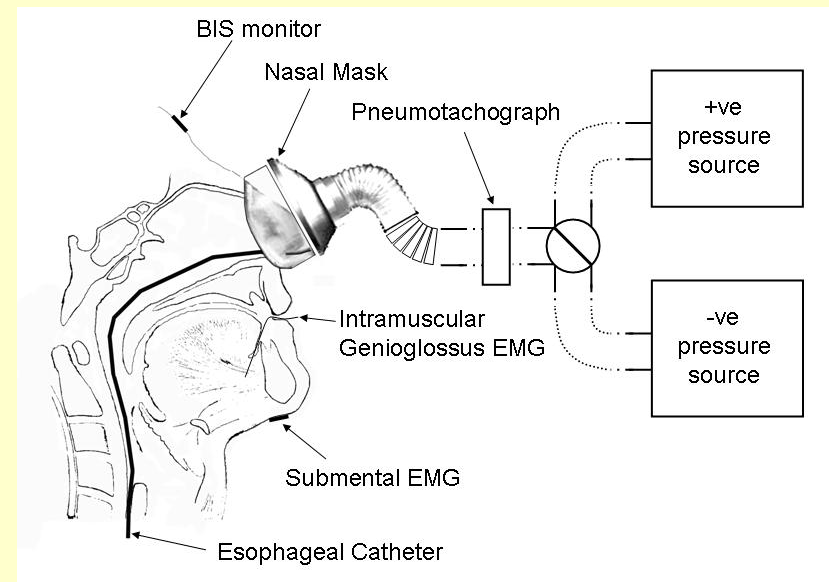
気道開通姿勢の研究

頭部姿勢と閉塞圧の関係を調査

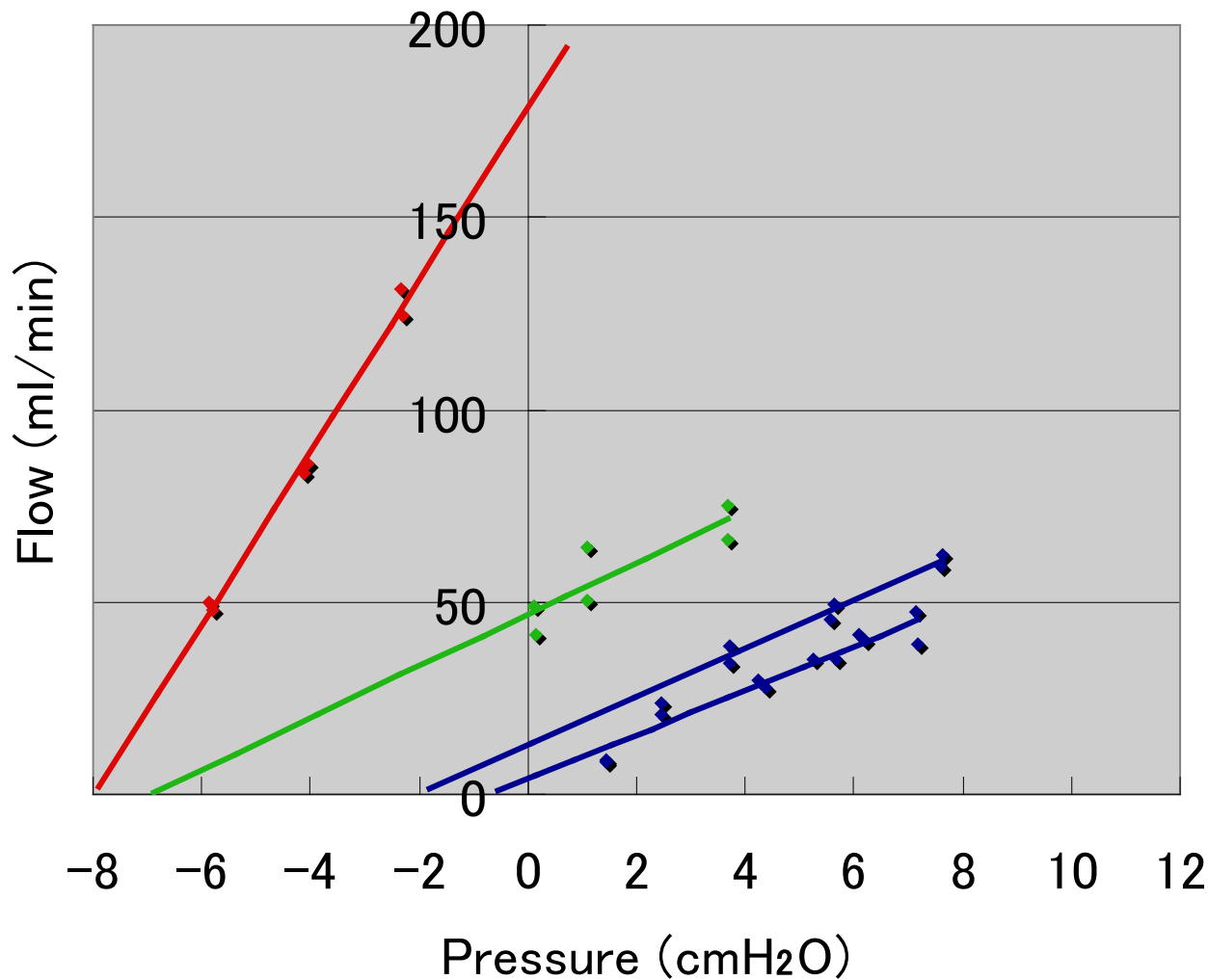
閉塞圧(P_{CRIT})の測定

静脈麻酔薬のプロポフォールによる麻酔
($1.6 \sim 2.0 \mu\text{g/ml}$ の予測血中濃度を維持)

陰圧を負荷し、人為的な上気道閉塞を起こす。
その状態で、鼻腔内圧と呼吸流量との関係をプロットし、呼吸流量0の鼻腔内圧を推定する。



閉塞圧の測定



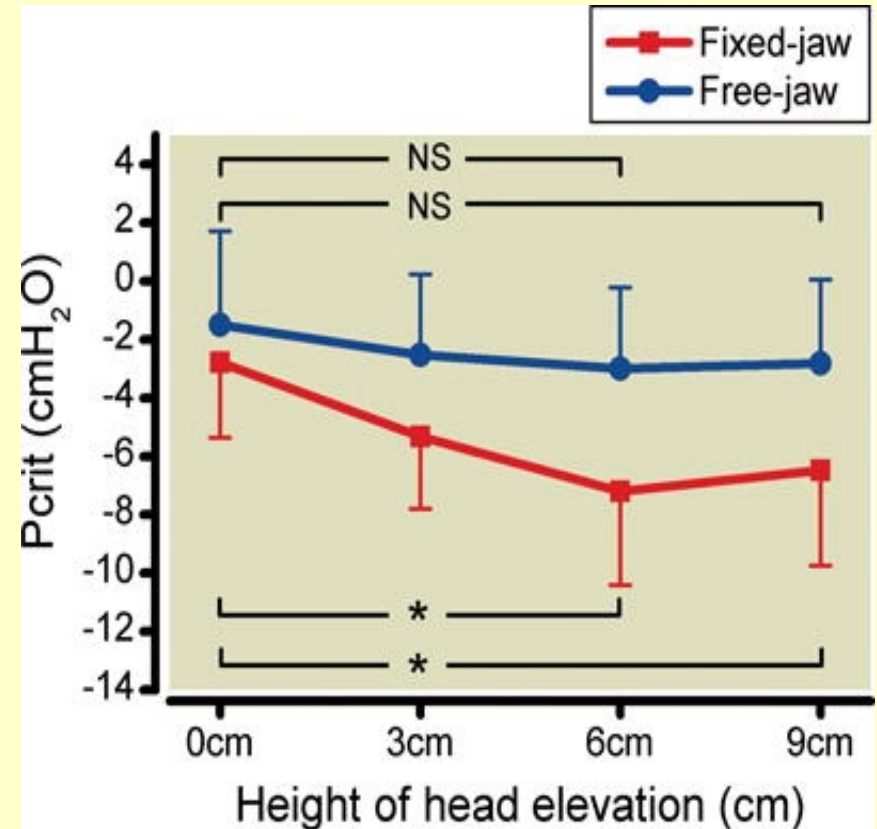
閉塞圧はその人の呼吸のしにくさを反映しており、SASの重症度判定にも用いられる

気道開通効果の高い頭部姿勢

長崎大学医歯薬学総合研究科と共同で気道開通に最も適した頭部姿勢を調べる試験を実施。

顎関節を閉じた場合と閉じない場合の2ケース

頭部姿勢を電動器具によりゆっくり変更しながら閉塞圧を測定。



顎関節を閉じて頭部を水平のまま6cm挙上した姿勢が最も気道開通に適した姿勢であることが実験で示された。

ヘッドキャップ型気道開通装置

概要

襟および後頭部付近に駆動用エアバッグを組み込んだヘッドキャップ型の器具。

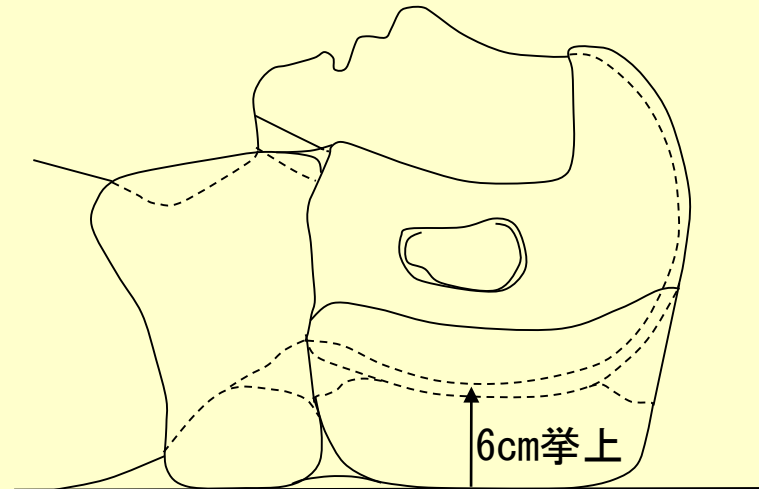
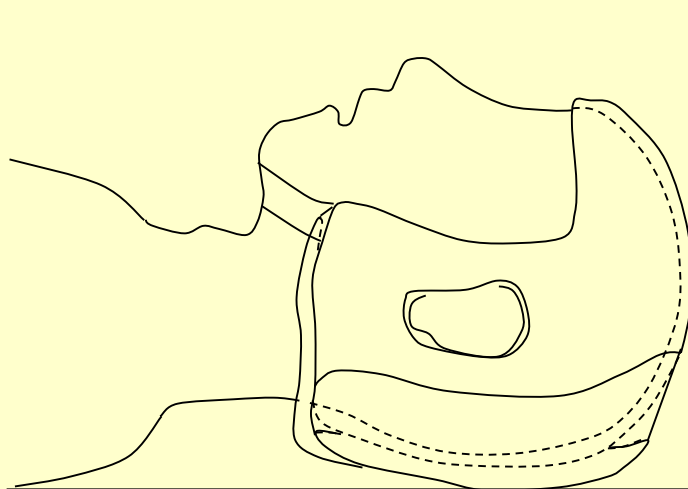
異常呼吸を検知すると自動的にエアバッグの膨張により気道確保姿勢を実現。

特徴

気道閉塞を防ぎ、安眠を実現。

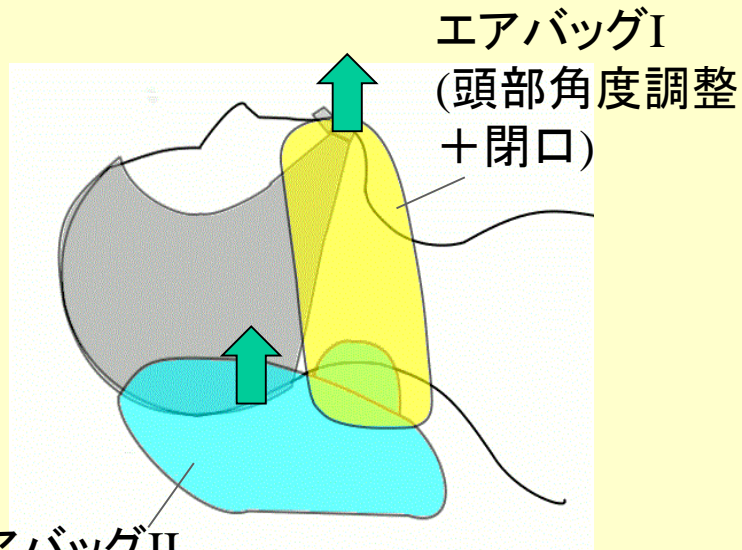
顔面に装着物がないため快適。

エアバッグの柔らかな感触とゆっくりした動きが心地良い。



特許出願済

試作機によるテスト



2種類のエアバッグによる
頭部姿勢制御



装置作動時の
気道確保の様子

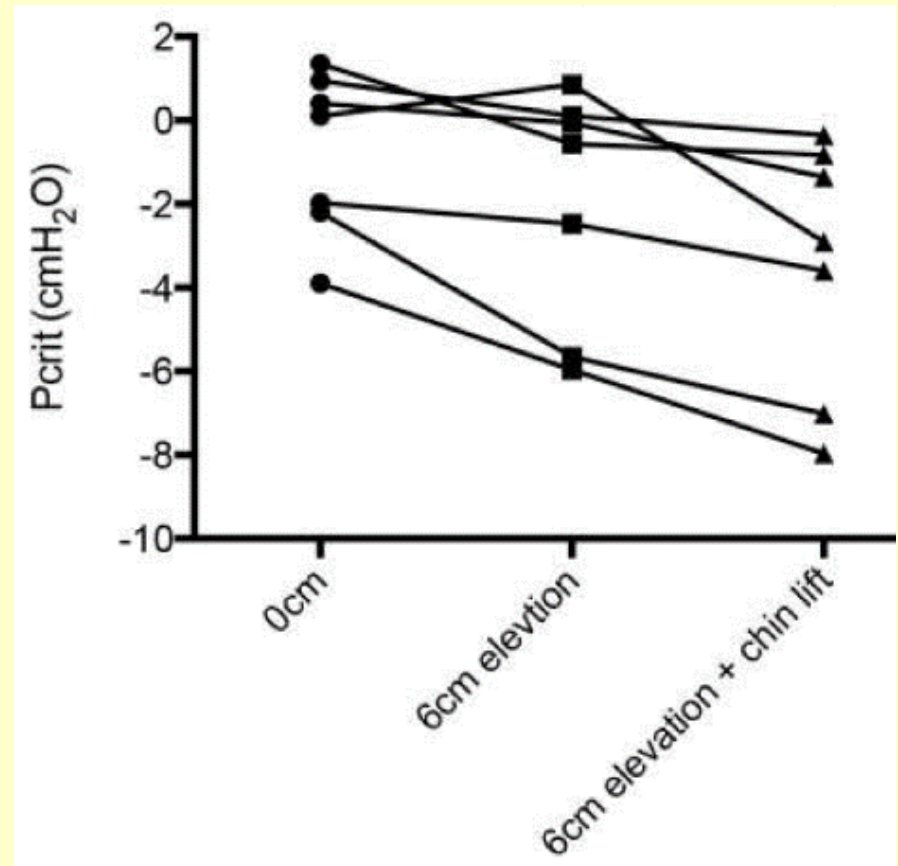
無呼吸の検出 → 気道開通姿勢 の動作を確認。

評価実験

長崎大学医歯薬学総合研究科にて試作装置の評価試験を7名の被験者で実施。

先の閉塞圧測定試験と同様に、麻酔投与下において鼻腔内圧を操作し、下記3つのケースの呼吸状態を比較。

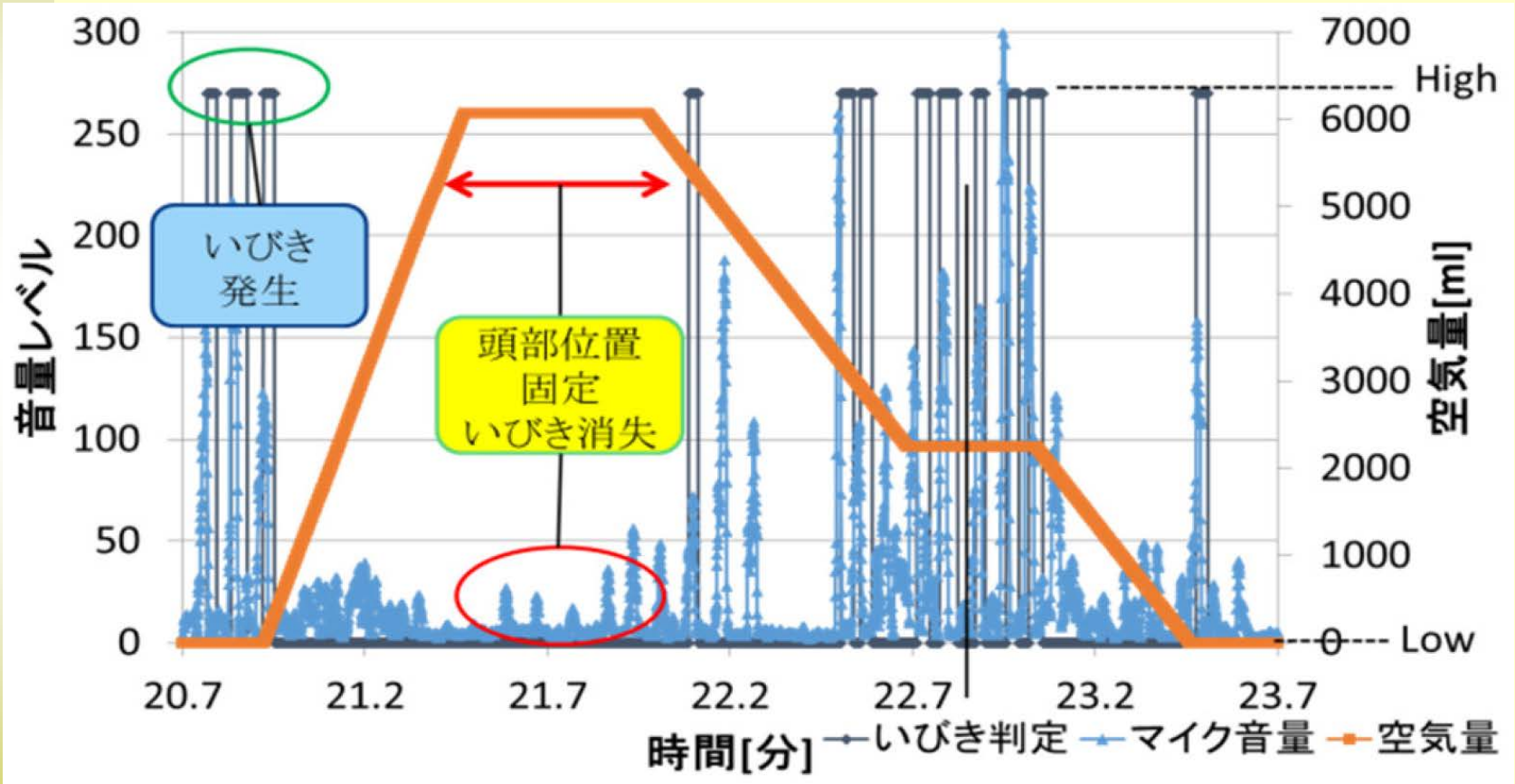
- ① 頭部を挙上しない場合
- ② 頭部を6cm挙上した場合（頭部前屈を伴う）
- ③ 顎関節を閉じ、頭部を水平のまま6cm挙上した場合



試作機による頭部姿勢変換で優れた気道開通効果を確認。

鼾解消の効果検証

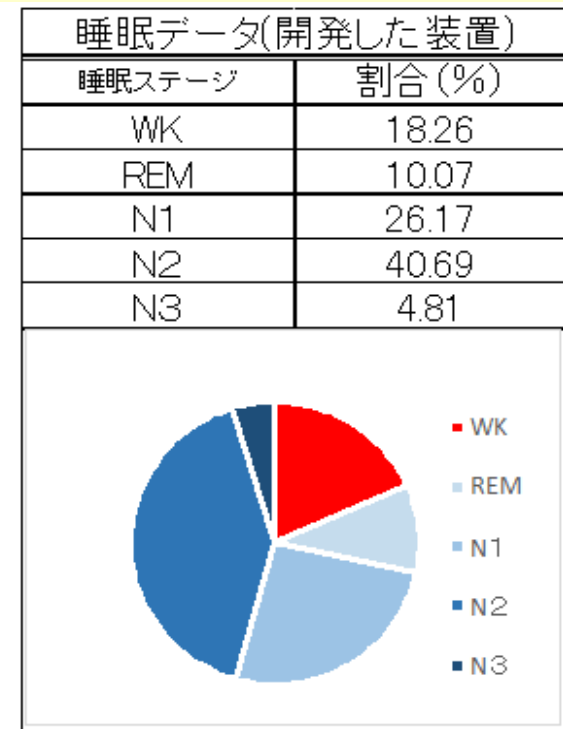
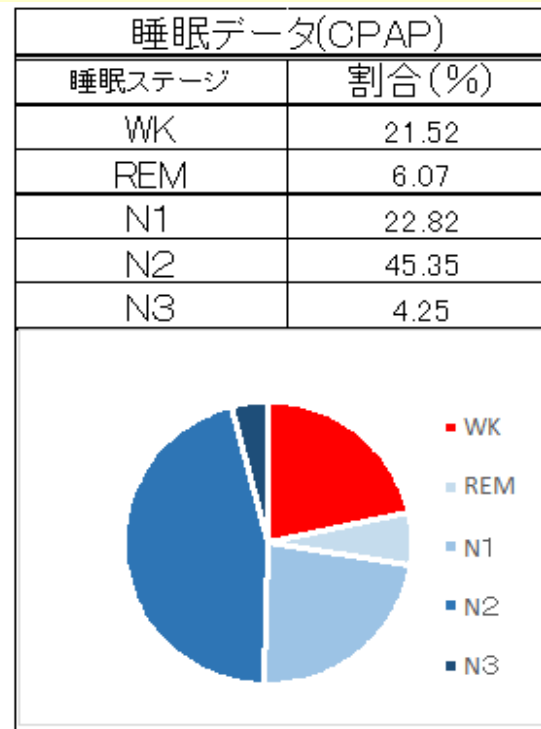
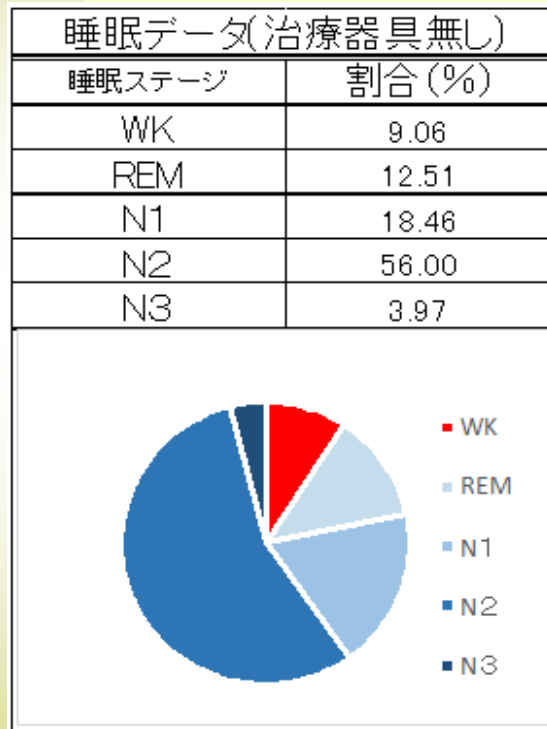
鼾検出 → 気道開通姿勢(30秒維持) → エアバッグ収縮



市販の睡眠評価装置が検出した鼾の90.1%が
装置の作動で即時に解消された。

頭部姿勢変換の睡眠の質への影響

試作装置とCPAP治療装置が睡眠の質に及ぼす影響を調べる実験を7名の被験者で実施。



CPAPが3.5ポイント、試作装置が3.7ポイントの覚醒(WK)の割合が増加。試作装置とCPAPはほぼ同程度の睡眠の質への影響が確認された。

課題

- 6cm頭部挙上による呼吸改善は一定の効果が確認されたが、気道開通姿勢には個人差があり、同一の頭部姿勢で全ての人をカバーできない。
- 気道開通姿勢を個別に特定して行う治療の必要性

個人の気道開通姿勢を簡便に測定する技術

下記、3要素を組合せたシステム

- 呼吸流量測定用マスク
- 頭部3次元位置測定装置
- ヘッドキャップ型頭部姿勢変換装置

これにより、自宅での一晩の睡眠検査で個人の気道開通姿勢を特定可能

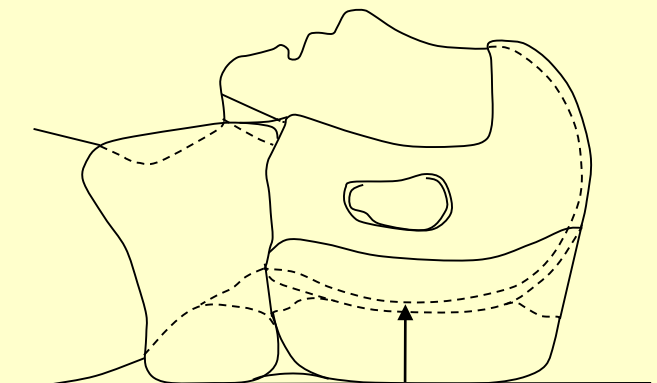
特許申請



マスク型
呼吸流量センサ

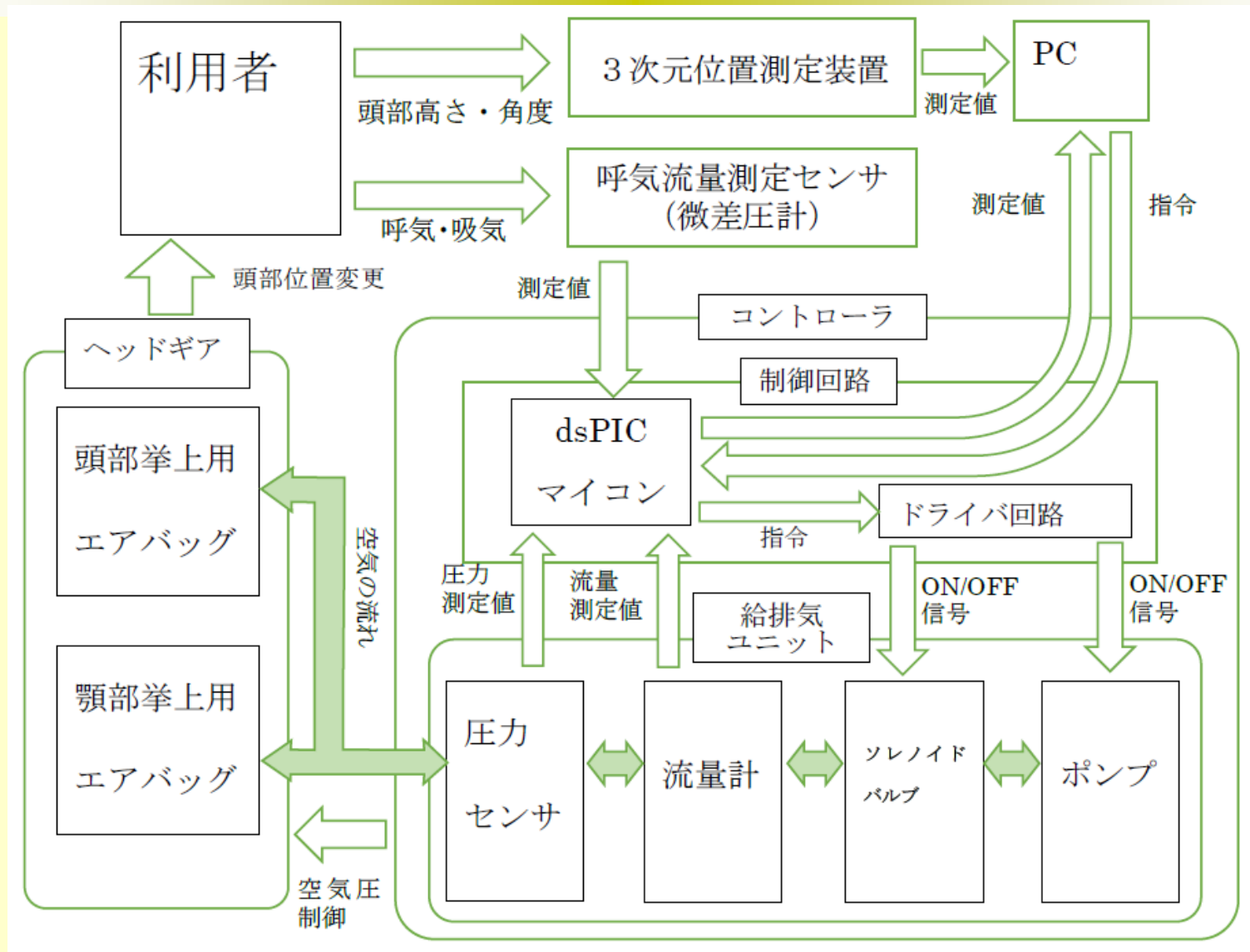


3次元位置
計測器

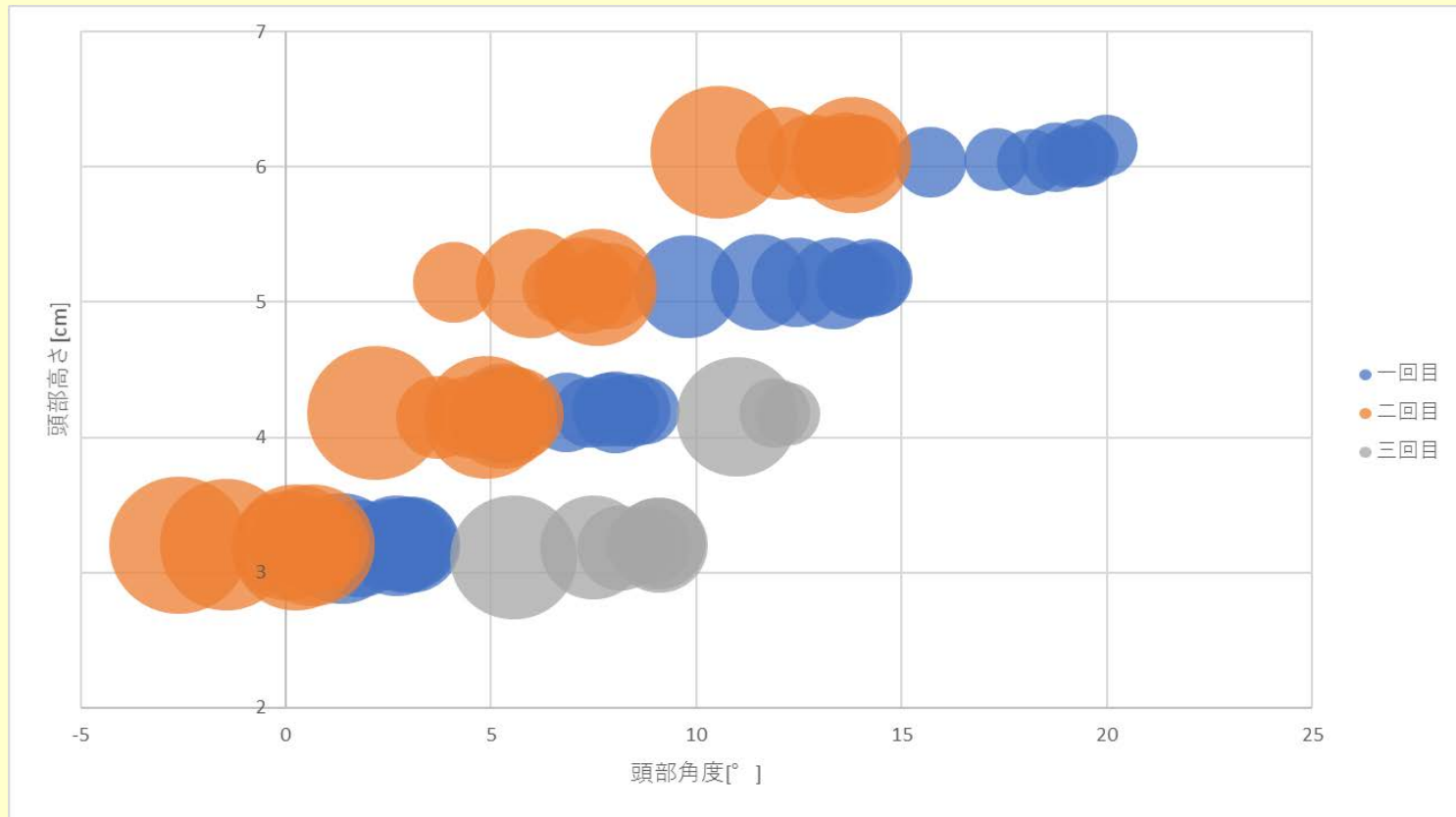


ヘッドキャップ型
頭部姿勢変換装置

試作した測定器のシステム構成



得られた頭部姿勢の気道開通性マップ



健常被験者(鼾も無呼吸もナシ)での測定のため呼吸と頭部姿勢の関係は特に見られなかった。

エアバッグの故障で測定範囲に制限あるものの頭部姿勢と気道開通性の関係(マップ)を得られることが確認された。

個人の気道開通姿勢特定のメリット

- ほぼ全ての患者に適用可能なOSAS治療器具実現の可能性
- オーダーメイド枕による鼾治療
(鼾や軽度のOSAS患者は鼻呼吸への転換と適切な枕の利用で治療できる可能性がある)

オーダーメイド健康枕の測定器としてだけでも世界に大きな市場あり

企業への期待

共同研究または技術移転を希望する。以下の企業との関係が特に望ましい。

- 静音性にすぐれたエアポンプメーカー
- 磁気などを用いた安価な3次元位置測定（測定誤差1mm以内）技術を有する企業
- SAS治療機器メーカー
- 健康枕製造販売業者

お問い合わせ先

**中央大学
研究支援室**

TEL 03-3817-1603

FAX 03-3817-1677

e-mail yagasaki@tamajs.chuo-u.ac.jp