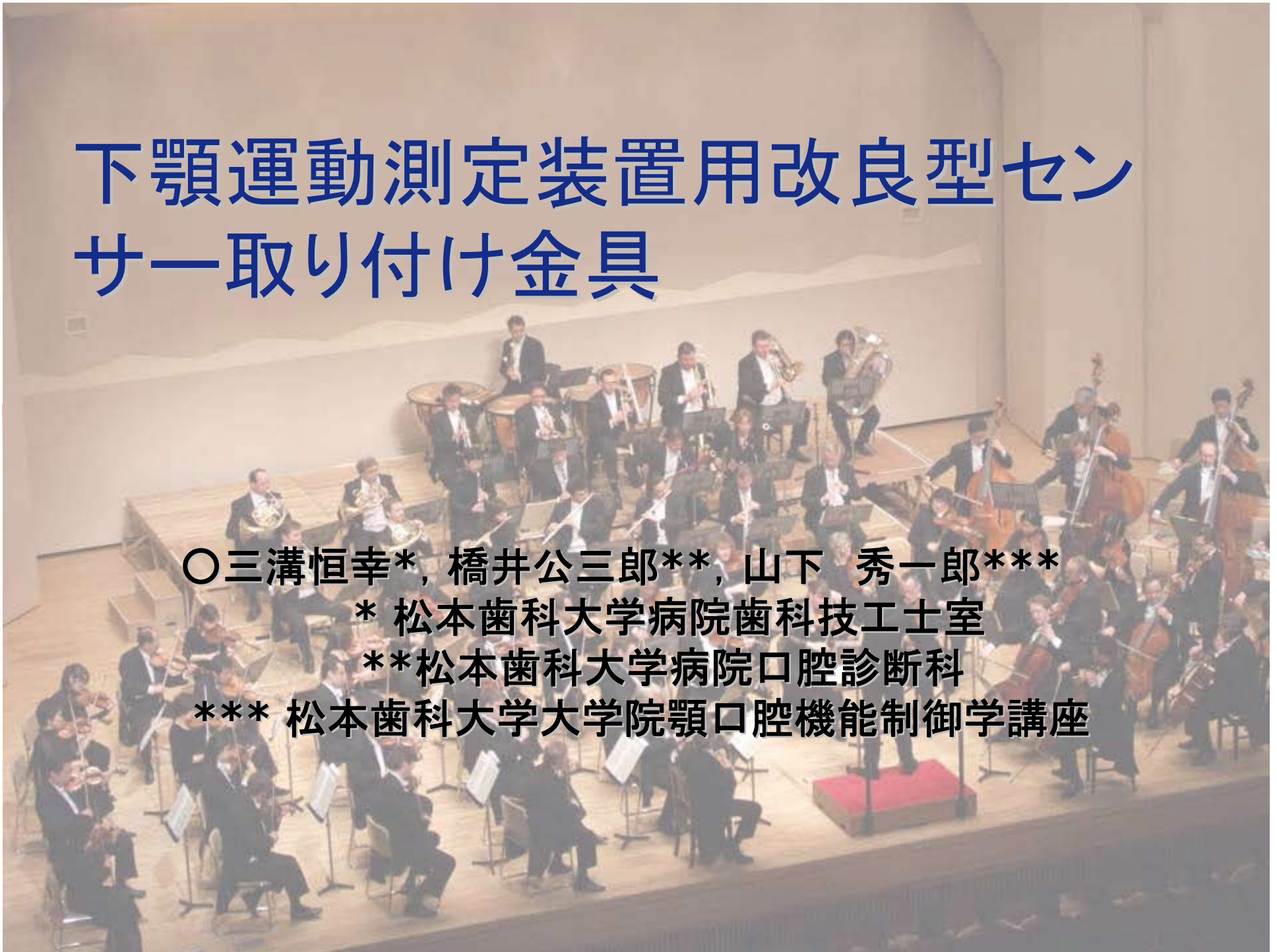


下顎運動測定装置用改良型センサー取り付け金具

○三溝恒幸*, 橋井公三郎**, 山下 秀一郎***
* 松本歯科大学病院歯科技工士室
**松本歯科大学病院口腔診断科
*** 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座



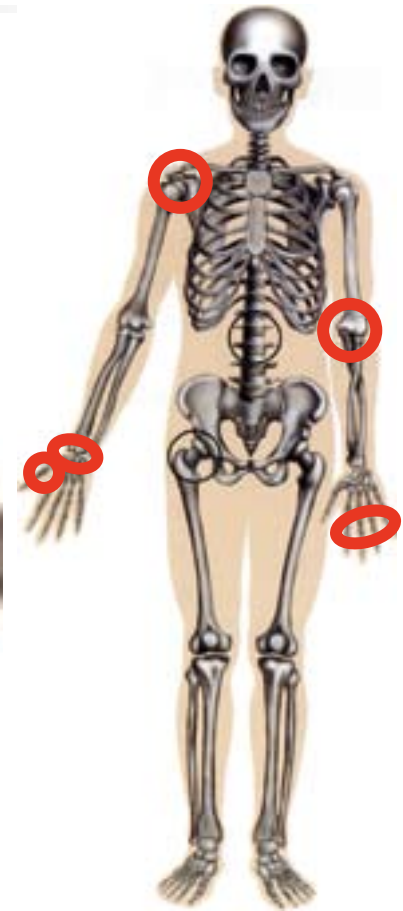
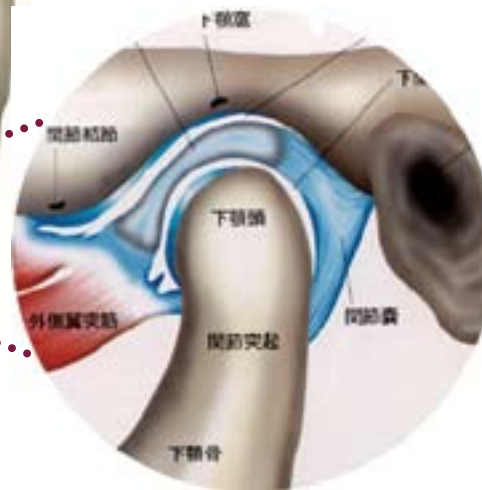
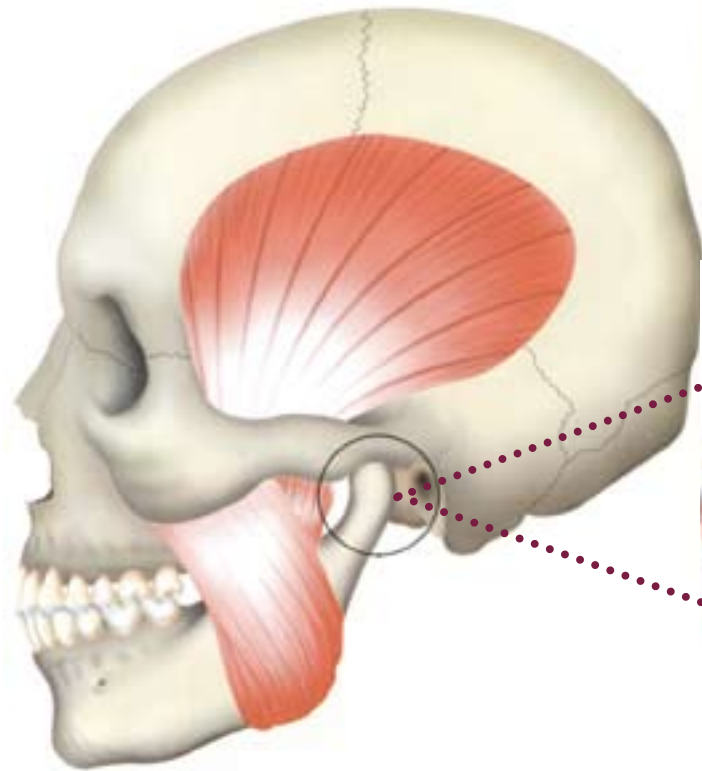


背景

楽器演奏と顎関節症との関連性については、疫学的調査によりその関与が指摘されてきたが、実際には楽器演奏時に下顎がいかなる方向に変位するのかは詳細が不明であった。

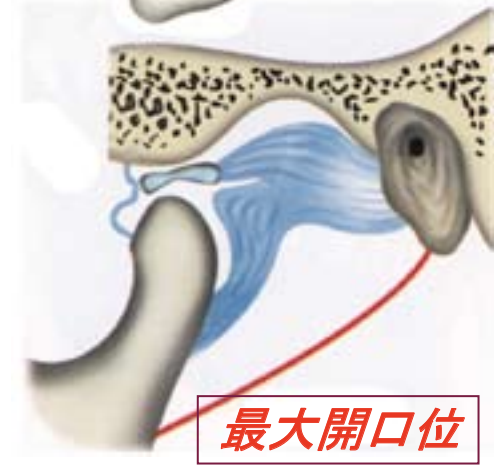
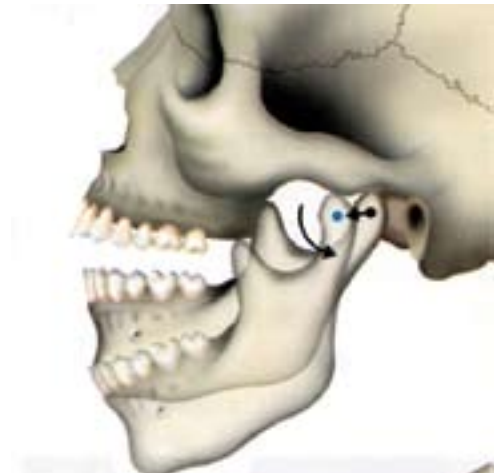
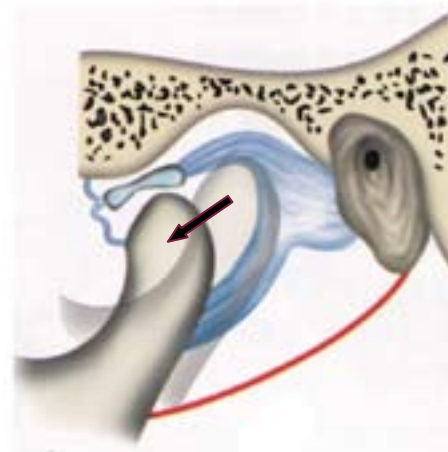
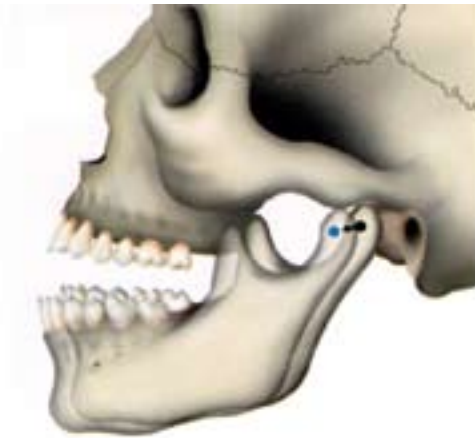
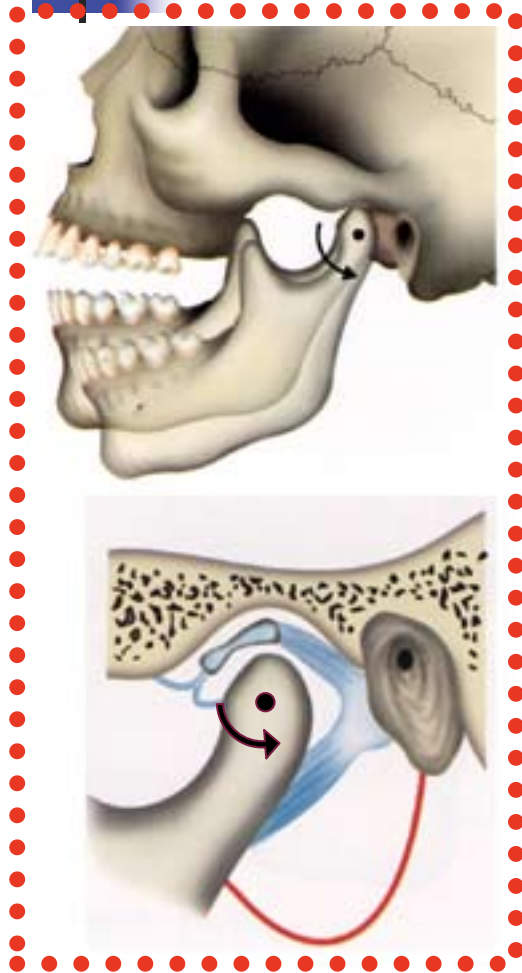
顎関節症とは顎関節の機能障害であり、顎関節部に炎症症状もなく骨構造にも異常をみとめない一連の慢性疾患をいう。

顎関節の特徴



人体のほとんどの関節とちがい、顎関節は複関節であり、
回転とともに大きく前後方向に並進する関節形態をとっている

顎関節の運動



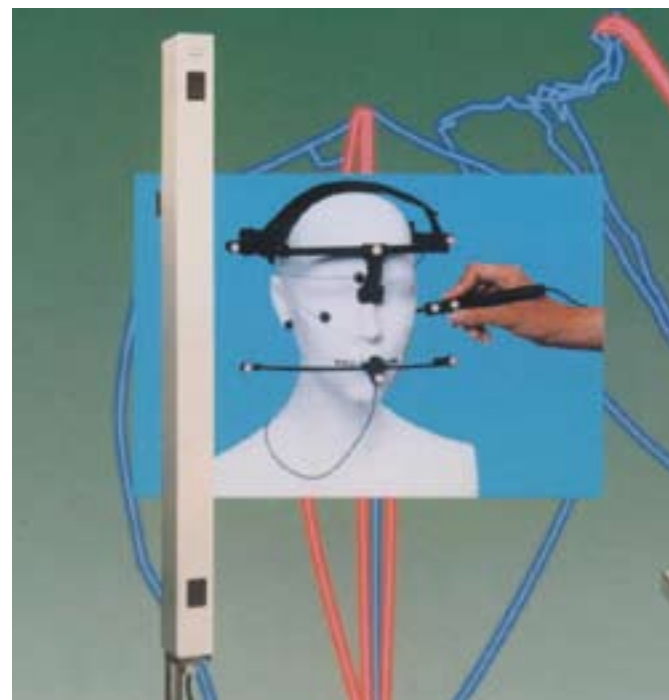
6自由度:3点3次元顎運動測定

パントグラフ



GC社HPより

ナソヘキサグラフ



東京歯科産業株式会社HPより引用

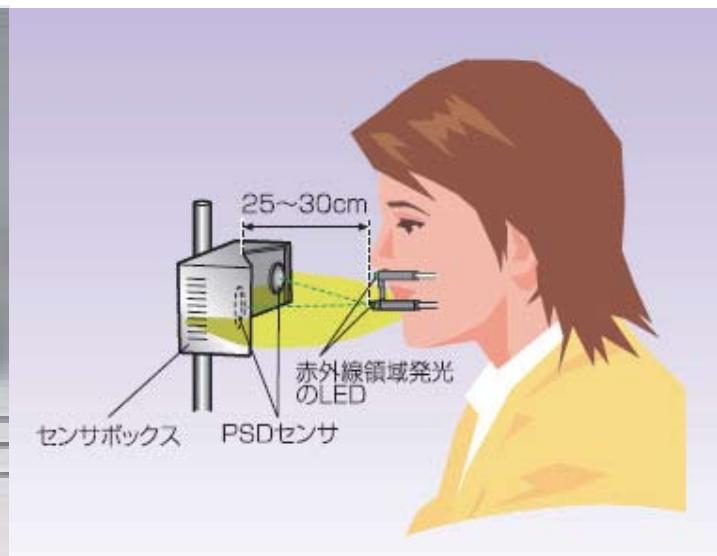


下顎運動測定の臨床的意義

- 下顎運動の情報は生体に適合する咬合を再建する際に重要な検討事項となる
- 現在まで下顎運動の計測方法や計測機器が数多く開発されてきた。
- 本研究で用いられるような6自由度顎運動測定装置の開発によって、運動論的顎頭点の運動解析が可能となり、多面的な研究が可能となった。
- それにより、正常者の生理的運動などが明らかとなってきており、顎関節症患者の下顎運動の特徴的様相を理解することができる。

MM-J2による顎運動測定について

上下フェイスボウに搭載された6個のLEDの軌跡を、PSDセンサが受光し、そのデータをコンピュータ解析して下顎運動が測定される



MM-J2顎運動測定装置による測定



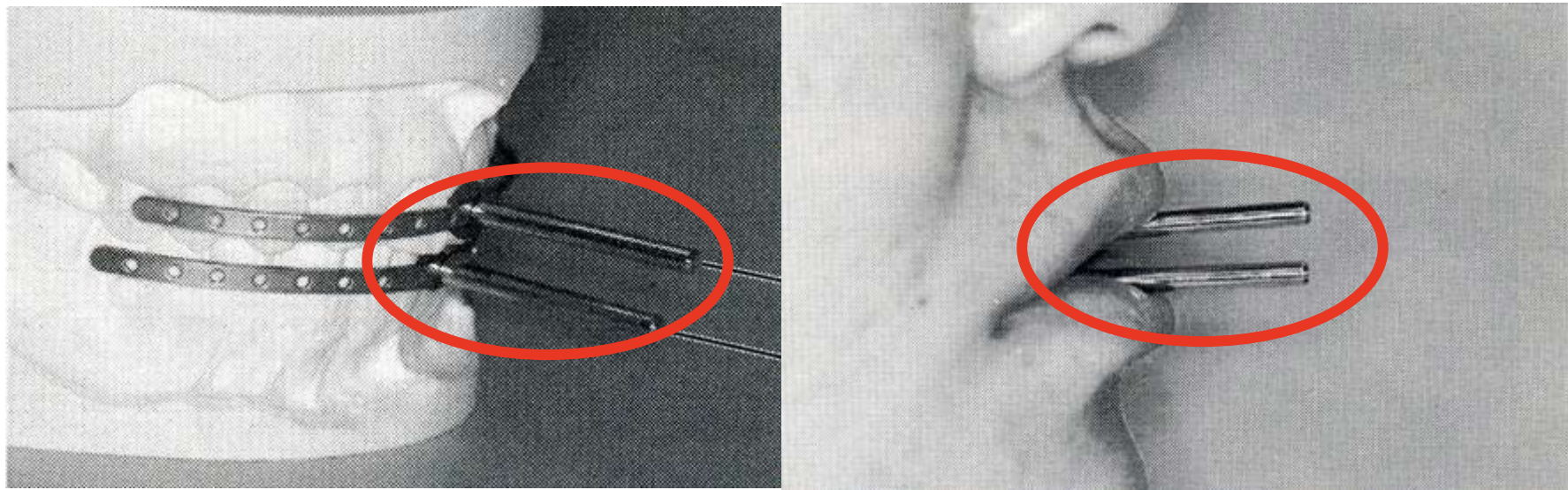


目的

1. MMJ2を用いて、楽器演奏中の顎運動を計測できるようなクラッチの改良
2. 改良型クラッチを用いた場合の振動の収束時間の分析
3. 改良したクラッチを用いた場合の精度の分析

従来型の取り付け金具

センサー固定部がクラッチ中央部に設置してあるためこのままではマウスピースをくえることが出来ない





クラッチの改良



6自由度顎運動測定装置(松風社製MMJ-2)のセンサー取付金具を独自に改良し、楽器のマウスピースと相互に干渉しないよう配慮した。

新たに開発した改良型クラッチ

センサー固定部を口角から出すことにより
マウスピースをくわえた状態で測定が可能となった。

(改良には歯科用コバルトクロム合金線を用い、それをレーザー溶接機にて溶接した。)



改良型クラッチによる測定





振動の収束時間の分析

仮説

咬合器上弓の落下速度が大きくなるとともに振動の収束時間も長くなる

方法

切歯点相当部でそれぞれ3,4,5,6mm挙上した位置から咬頭嵌合位まで落下させた時のクラッチ振動の収束時間を抽出し、通常型クラッチと改良型クラッチの差異を調べた。



上弓の挙上量と落下速度

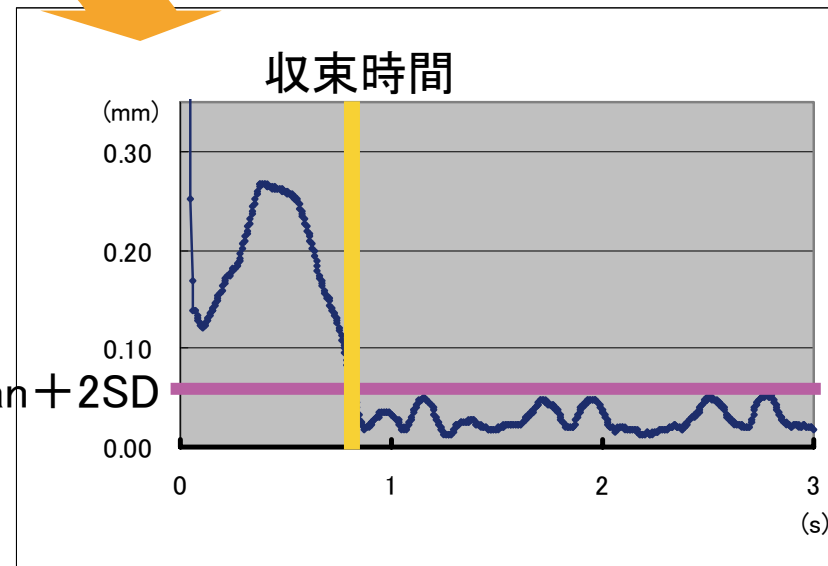
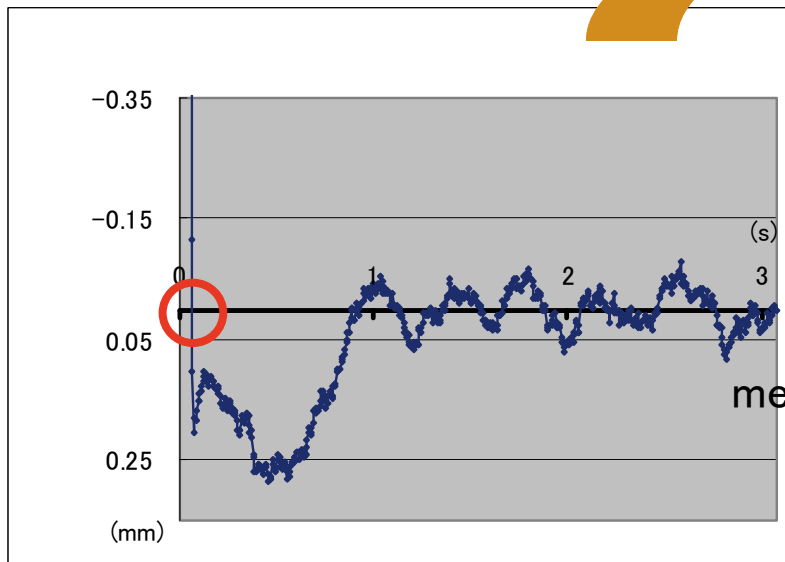
落下速度は3mm挙上して落下させた場合の平均値は47.39mm/s、4mmの挙上で63.66mm/s、5mmの挙上で、77.42mm/s、4mmの挙上で、95.57mm/sであった。

挙上量と落下速度の関係

	(mm)			
挙上量	3	4	5	6
落下速度	47.39	63.66	77.42	95.57

クラッチ振動の収束時間の決定

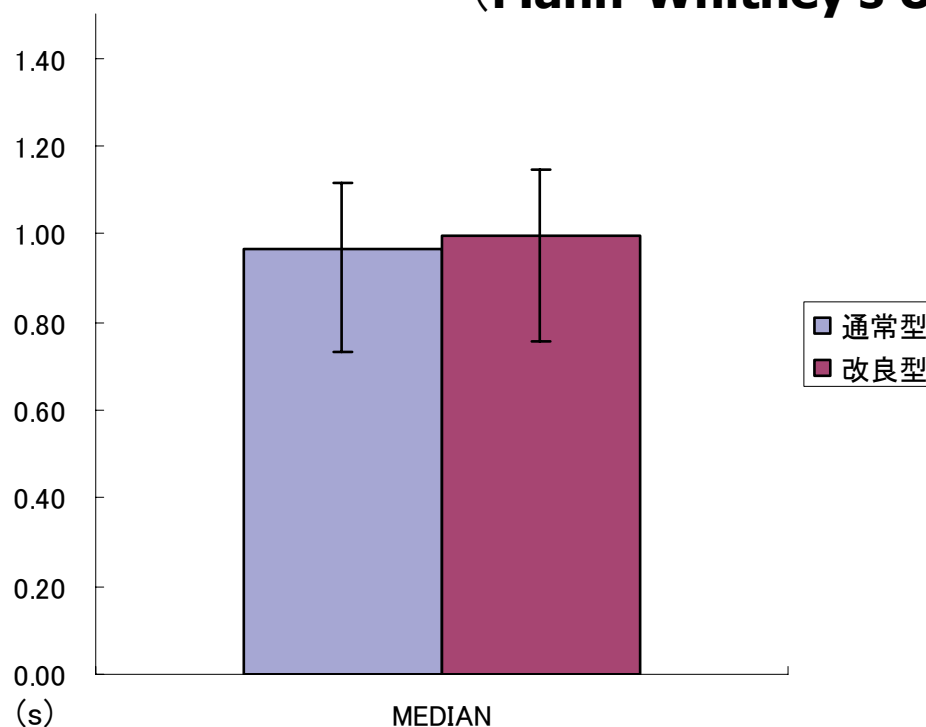
- 解析点は切歯点とし、サンプリングレートは200Hz とした。
- 振動の元波形に対し、0.1秒ごとの二乗平均平方根を求め、平滑化処理を行った。
- 咬頭嵌合位の平均値 (mean) と標準偏差 (SD) を求め、 $\text{mean} + 2\text{SD}$ の値を境に各落下試験における収束時間を決定した。



通常型、改良型クラッチの振動収束性の比較

- 通常型クラッチと改良型クラッチの振動収束時間はほぼ1秒以内に収束し、有意差は認められなかった。

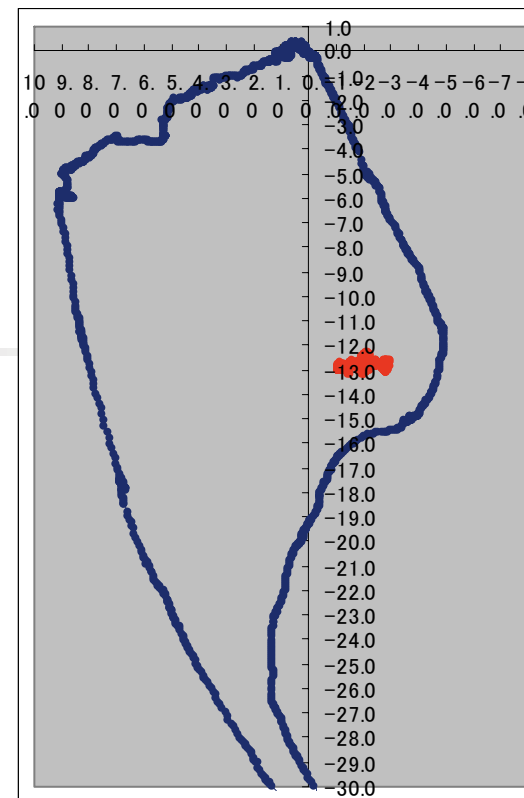
(Mann-Whitney's U test : $P < 0.01$)



三次元座標系での精度の分析

楽器演奏時の開口量は、先行研究によれば切歯点相当部で13.2mm以内であった。

そこで、咬合器に装着された模型の切歯点相当部で約15mm挙上した位置を通常型クラッチと改良型クラッチを用いて計測し、三次元座標系での誤差を算出した。



通常型、改良型クラッチの精度の比較

通常型と改良型クラッチを用いたときのそれぞれの顎位における切歯点相当部での距離の差は0.16mmであり、X,Y,Z方向に対してそれぞれ有意差が認められた。

また、実測値との差は、通常型で0.14mm、改良型で0.02mmであった。

Distance between intercuspal position, bite raising plate in each clutch.

	Normal type		Improvement type		The difference of two types
	mean	SD	mean	SD	
X	-7.26	0.03	-7.01	0.03	
Y	0.56	0.04	0.28	0.02	
Z	-13.70	0.03	-13.67	0.02	
Distance between two measurements point	15.52		15.36		0.16
Difference with the measurement value					
Measurement value	15.38	0.14	0.02		

Bite raising:15mm

Unit:mm



考察

- クラッチの改良によって、楽器演奏中、特に木管楽器の演奏中の下顎運動の計測が可能となった。
- 挙動の加速度が大きくなっても、振動の収束時間には有意な差は見られず、臨床応用が可能であると考えられる。
- 計測精度について、切歯点相当部での距離の差は0.16mmであり、実測値との差は、通常型で0.14mm、改良型で0.02mmであり、いずれにおいても臨床上応用可能であると考えられる。



今後の課題

クラッチの改良によって、歯列からフェイスボウまでの距離が長くながくなってしまったため、クラッチの剛性の強化が必要。

しかし、太くすると口唇の運動を阻害し、生理的な運動の妨げとなるため、細くても、曲げ強度があり、軽い材料の開発が必要。

今後の期待(臨床家からのニーズ)

今回の測定のテーマは、咀嚼パターン、咬頭干渉、咬合異常などの動態解析と異なり、楽器演奏時の下顎の動態解析にある。

このため、口腔内および口唇に対して、低侵襲であることが望まれる。

各種顎運動測定装置の分類

	顎運動測定装置	接触/非接触	上顎固定法	下顎固定	発信デバイス	受信デバイス
3自由度測定	MKG	非接触	ヘッドセット	歯列	永久磁石	磁気センサー
	シロナソグラフ	非接触	ヘッドセット	歯列	永久磁石	ホール素子
6自由度測定	パントグラフ	接触	歯列	歯列	描記針	描記板
	トライメット	非接触	歯列	歯列	LED	リニアCCD
	ナソヘキサグラフ	非接触	ヘッドセット	歯列	LED	エリアCCD
	MM-J1	非接触	歯列	歯列	ロータリエンコーダ, リニアエンコーダ	
	MM-J2	非接触	歯列	歯列	LED	PSD

現存する測定装置の問題点

- ・ センサーの固定方法により、測定精度が異なる。歯列に直接固定する方法が最も精度が高い。
ヘッドセットなどは皮下組織によるズレが起こる
- ・ モーションキャプチャーの分類では、磁気式が簡便で操作しやすいが、歪みが生じやすい。
また、機械式、光学式では、クラッチによる口唇に対する侵襲が起こる。

何らかの小型マーカー数個を上下歯列に装着し、透過信号により高精度なモーションキャプチャーを実現する装置の開発が求められる。



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 顎運動測定装置に用いる支持部品
- 出願番号 : 2009-34826
- 出願人 : 学校法人松本歯科大学
- 発明者 : 三溝 恒幸、山下 秀一郎、千葉 由範、
笠原 隼男、溝上 真也、橋井 公三郎、
中塚 佑介



お問い合わせ先

学校法人松本歯科大学

総務課 早川 大輔

TEL 0263-51-2188

FAX 0263-53-3456

e-mail hayakawa@po.mdu.ac.jp