

## 一般口演 6

## 自律顎運動シミュレータ JSN/2B における咬頭嵌合位の自動設定

Automatic Positioning of Intercuspal Position  
in Autonomous Jaw-Movement Simulator JSN/2B

○小島正樹\*, 林豊彦\*\*, 中村康雄\*\*, 中嶋新一\*\*\*, 小林博\*\*\*\*, 山田好秋\*\*\*\*

Masaki KOJIMA\*, Toyohiko HAYASHI\*\*, Yasuo NAKAMURA\*\*,  
Shinichi NAKAJIMA\*\*\*, Hiroshi KOBAYASHI\*\*\*\*, Yoshiaki YAMADA\*\*\*\*\*新潟大学大学院自然科学研究科, \*\*新潟大学工学部福祉人間工学科,  
\*\*\*新潟工科大学機械制御工学科, \*\*\*\*新潟大学大学院歯学総合研究科

\* Graduate School of Science and Technology, Niigata University,

\*\* Department of Biocybernetics, Faculty of Engineering, Niigata University,

\*\*\* Department of Mechanical and Control, Engineering, Niigata Institute of Technology,

\*\*\*\* Graduate School of Medical and Dental Science, Niigata University

## I. 目的

我々はヒトの顎運動の制御メカニズム解明を目的として、自律顎運動シミュレータ JSN/1 と、その発展系である JSN/2B<sup>1)</sup>を開発してきた。現在、JSN/2Bで再現できる下顎運動は「噛みしめを伴う開閉口運動」と「咀嚼運動に近い空口運動(咀嚼様空口運動)」の2つである。これらの顎運動を行う前に、まず基準咬合位である“咬頭嵌合位”を決めなければならない。従来はこの操作を手動で行ってきたが、主観的に設定された咬頭嵌合位は再現性が低く、そのため下顎運動の学習に時間がかかるという問題があった。そこで本研究では3次元咬合力センサ<sup>2)</sup>と接触センサを用いて、自動的に咬頭嵌合位に設定する方法を開発した。

## II. 方法

## 1. JSN/2B の構成

図1にJSN/2Bのシステム構成を示す。筋アクチュエータは、DCサーボモータで駆動するワイヤ型である。このアクチュエータを用いて、咬筋、内側翼突筋、外側翼突筋、側頭筋前部、側頭筋後部、顎二腹筋の6筋束を

シミュレートした。筋の感覚センサには、ロータリーエンコーダとワイヤ張力センサの2つがあり、それぞれヒトの筋紡錘とゴルジ腱器官の機能をシミュレートする。歯の歯根膜センサには、上顎左右犬歯に設置した接触センサと、上顎左右第一大臼歯に設置した3次元咬合力センサ<sup>2)</sup>の2種類がある。

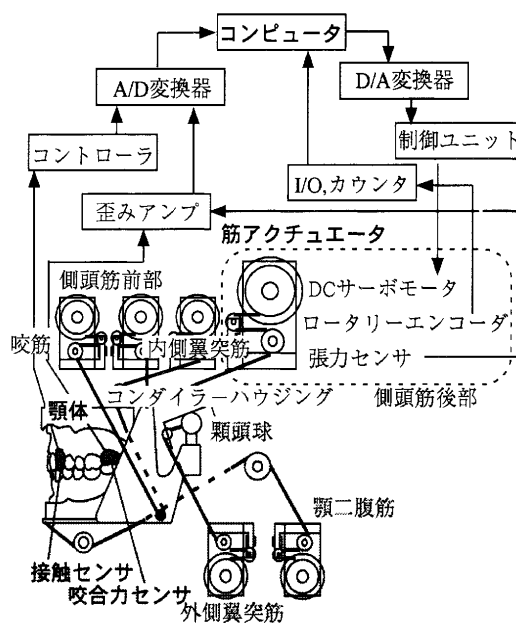


図1 顎運動シミュレータ JSN/2B の構成

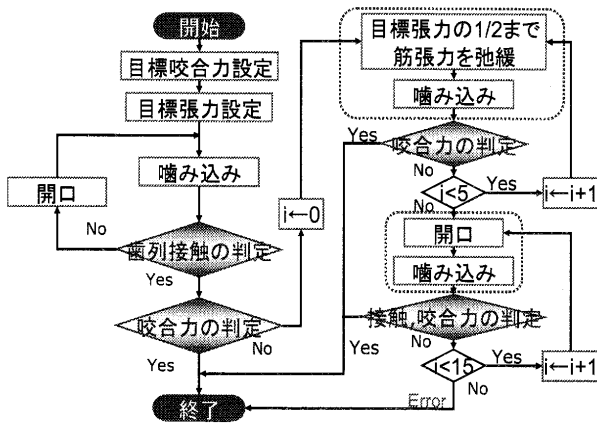


図2 咬頭嵌合位設定のフローチャート

表1 3次元咬合力ベクトルの適正範囲：方向は極座標で表し、 $\theta$ は歯軸となす角度、 $\phi$ は水平面投影成分の方向角（後方 $0^\circ$ ], 内側方向を+）を表す。

	右側	左側
絶対値 R[N]	0.76~1.42	0.80~1.44
$\theta$ [°]	6.3~36.1	4.6~34.4
$\phi$ [°]	28.7~58.4	49.3~79.1

2. 咬頭嵌合位の設定

従来、JSN/2Bにおける咬頭嵌合位の設定は次の手順で行っていた：1) 開口の確認；2) 各筋アクチュエータに目標張力を指定；3) 指定した目標張力に達するまでワイヤの巻き取り；4) 目視で噛みしめ状態を確認し終了。それに対して、今回提案する設定法では、接触センサと3次元咬合力センサの2つのデータを用いて“自動設定”する。

図2に自動設定法のフローチャートを示す。まずJSN/2Bを開口状態にする。各筋アクチュエータのワイヤ張力が目標値に達するまでモータを駆動し、歯列接触を判定する。接触センサがひとつでも反応しなければ、最初からやり直す。歯列接触が正常ならば、咬合力の判定に移る。ここで咬合力ベクトルの各パラメータがすべて適正範囲内の値をとれば、咬頭嵌合位の設定を終了する。適正範囲外ならば、全てのワイヤ張力を目標値の半分まで減らし、再度目標値まで増加させる。これを繰り返しても咬合力ベクトルが適正範囲内に入らなければ、もう一度開口してから噛み直す。それでも条件を満たさなければ、エラー終了する。

3. 実験方法

再現する下顎運動は「噛みしめを伴う開閉口運動」とし、咬頭嵌合位の決定には、従来の主観的方法と提案した自動

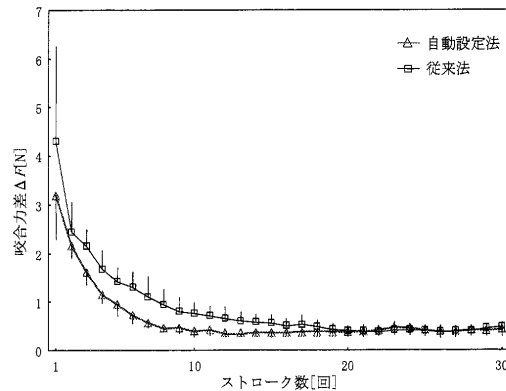


図3 咬合力（歯軸方向成分）の左右差のストロークごとの変化

設定法の2つを用いた。運動周期は3秒、下顎運動は30ストロークとした。実験は各方法に対し5回ずつ行った。咬合力ベクトルの適正範囲は、従来法で10回設定ときの平均値を参考にして表1のように設定した。

III. 結果と考察

図3に30ストロークまでの歯軸方向の咬合力左右差 $\Delta F$ を示す。その値は、従来法では20~25ストロークで一定の値に収束し、自動設定法では10~15ストロークで収束した。また、自動設定法では、1ストローク目から $\Delta F$ の平均値も標準偏差も従来法より小さかった。

以上の結果より、開閉口運動の収束は、提案法が従来法よりも平均的に10ストローク早かった。また、初期の咬合力左右差も26%少なかった。この違いは、自動設定法により咬頭嵌合位設定の再現性が改善されたことによるものと考えられる。このように、従来手動で主観的に行っていた作業を完全に自動化でき、シミュレータの操作性を大きく改善できた。それに加えて、問題であった「咬頭嵌合位の再現性」と「開閉口運動の学習効率」をとともに改善することができた。

今後の課題は、咀嚼様の空口運動ではなく、本当の咀嚼運動をJSN/2B上で再現することである。

IV. 文献

- 1) 林豊彦ほか：自律顎運動シミュレータ JSN/2B における開閉口及び咀嚼様空口運動の制御，バイオメカニズム 16, pp.167-181, 東京大学出版会, 2002.
- 2) 宮嶋晃子ほか：自律顎運動シミュレータ JSN/2B における咀嚼力制御のための咬合力センサの改良，信学技報, MBE2003-2, pp.5-10, 2003.