

## 《特別企画》

## 歯科医療におけるSDGs 咀嚼器官の新たな機能と咬合医学



神奈川歯科大学 咬合医学研究所

佐藤 貞雄

### ●抄録●

咀嚼器官と咬合は歯科医学の根本的な課題である。進化的背景から咀嚼器官は鰓腸に由来しヒトの情動行動と密接に関連している。新しい自律神経系である社会交流神経 (social engagement system) の構成器官として生体の恒常性を維持する役割を担っている。とくに、ブラキシズムによるストレスマネジメントは、現代人の精神面の健康維持において重要な意味がある。それゆえに下顎位を含む咬合治療は、単に咀嚼回復という視点のみでなくブラキシズム機能をいかにスムーズに行わせるかという視点が最も重要である。

キーワード：咀嚼器官、社会交流神経、ブラキシズム、咬合医学

### I. はじめに

歯科医学は咀嚼器官の医学と言える。動物の全身を考えると最も重要な器官はどこか。それは間違いなく頭蓋顔面部分であろう。いや心臓、循環系や肝臓、消化器系のほうが重要だという反論があるかもしれない。当然ヒトの体を構成する全ての臓器・組織で重要でないものはない。しかし、それでもあえて咀嚼器官の重要性を訴えたい。これまでの歯科医療はまだ成熟したとは思えず、全身の中での咀嚼器官を理解できていないのではないかと、また歯科医学はあまりにも局所的な狭い領域に押し込められてきたのではないかと思うからである。

### II. そもそも咀嚼器官とは

#### —咀嚼器官の進化発生的背景

咀嚼咬合系の器官は、原子動物の鰓腸 (鰓弓骨、鰓弓筋) という内臓性の器官に由来し、機能的に顎運動は自律的な鰓呼吸運動に由来している (図1)。これ

らの機能は各鰓弓の支配神経である第V、VII、IX、X、XII神経によって支配されている。すなわち咀嚼咬合系は元来内臓性の器官から進化し、機能的・形態的に大きな変化を遂げた極めて特殊な器官である。咀嚼器官は、主として本能、情動行動の発現器官として使用されとりわけ摂食行動のための道具、情動性攻撃行動のための武器として使用されてきた。高度に進化したヒトにおいても咀嚼器は旧脳皮質 (大脳辺縁系) と密接な連携を保っている<sup>1, 2)</sup>。

近年、歯科医療の現場では顎咬合咀嚼系の異常とともに全身的・心身医学的症状を伴う患者が急増してきている。また、経験的に咬合治療によってこれらの症状が改善あるいは解消することが知られている。これらのことを考慮すると歯および咀嚼器はヒトにおいても情動行動発現の器官として重要な意味をもち、とくに情動ストレスを軽減させる方法として上下顎の歯を噛みしめあるいはこすり合わせ (ブラキシズム) という生理機能によって発散させていると考えられる<sup>3)</sup>。すなわち、脳新皮質が高度に進化したヒトにおいて

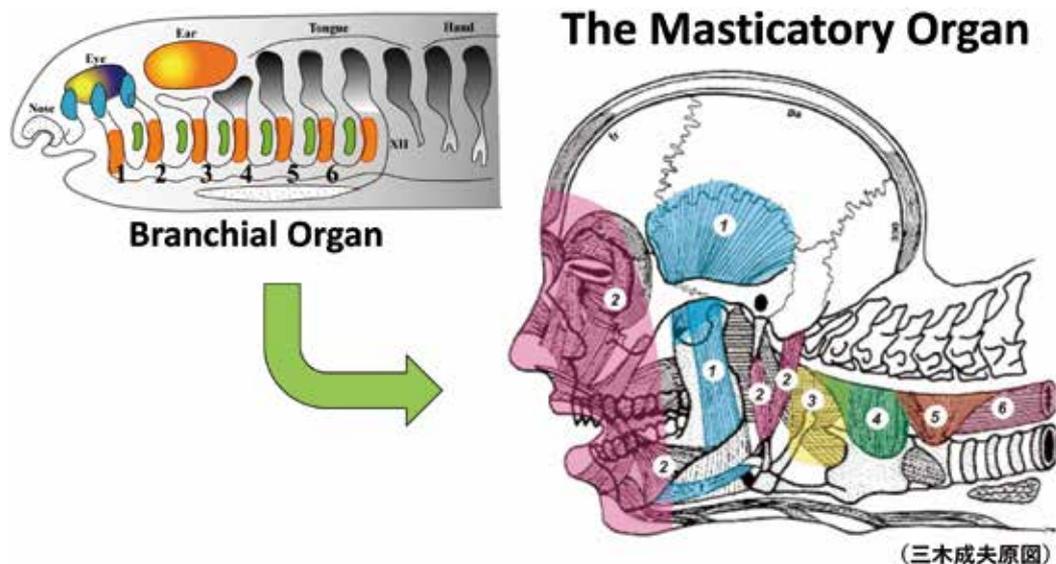


図1 咀嚼器官の進化発生的な由来とその機能

いわゆる咀嚼器官は動物の原型の鰓腸 (Branchial system) に由来する内臓性器官 (Visceral organ) である。長い進化の過程でこの器官は主として情動発現 (とくに攻撃性) の器官として働き、動物の生き残り作戦として重要な役割を果たしてきた (三木成夫『生命形態学序説』より引用作成)

Fig. 1 Evolutionary origin of the masticatory organs and their functions

The so-called masticatory organ is a visceral organ derived from the branchial system of the animal prototype. During the long evolutionary process, this organ has mainly functioned as an organ of emotional expression (especially aggression) and played an important role in the survival strategy of animals (Prepared from Shigeo Miki, "Introduction to Life Morphology")

は、理性による攻撃性の抑制によって、動物が本来持っていた咀嚼器を用いる攻撃性の発現が睡眠ブラキシズムに変化したものと考えられる。事実、実験的な咀嚼器官の活動はストレス性の胃潰瘍形成<sup>4)</sup>や不整脈発現<sup>5)</sup>、血圧上昇<sup>6)</sup>を低減させることが報告されている。

### Ⅲ. 咀嚼器官と自律神経系

これまで自律神経の働きは交感神経と副交感神経という2系統で説明されてきた。しかし、従来の自律神経系の働きでは情動を司る神経系への影響や、解離症状による凍りつきや不動状態を十分に説明ができなかった。Porges SW (2011)<sup>7)</sup>は、彼の提案したPolyvagal Theoryにおいて、動物の自律神経系は進化的に3段階で進化発達してきたが最も新しい自律神経系は、鰓腸に由来する内臓性神経系で構築される社会交流神経 (Social Engagement System) (図2)であり、ヒトにおける社会的交流において重要な役割を担っていることを説明した。

Polyvagal Theoryでは自律神経系の進化を古いものから新しいものへと明確に説明されている。

#### 1) 背側迷走神経 (Dorsal Vagal Complex, DVC)

魚類に由来する低覚醒システム：(不動化や凍りつきなど解離反応を起こす、情動ストレスに受動的に反応)

#### 2) 交感神経 (Sympathetic Nervous System, SNS)

爬虫類時代に進化した過覚醒システム：(積極的行動によって危険を回避、fight or flightをサポートし情動ストレスに反応)

#### 3) 腹側迷走神経系 (Ventral Vagal Complex, VVC)

哺乳類のみに進化した社会交流システム (Social Engagement system)：(落ち着きやリラクセス、社会的コミュニケーションを促進する)

系統発生的に最も新しい自律神経系 (VVC) は、哺乳類のみに進化したもので、この神経システムが最も洗練されているのは霊長類であり、複雑な社会的

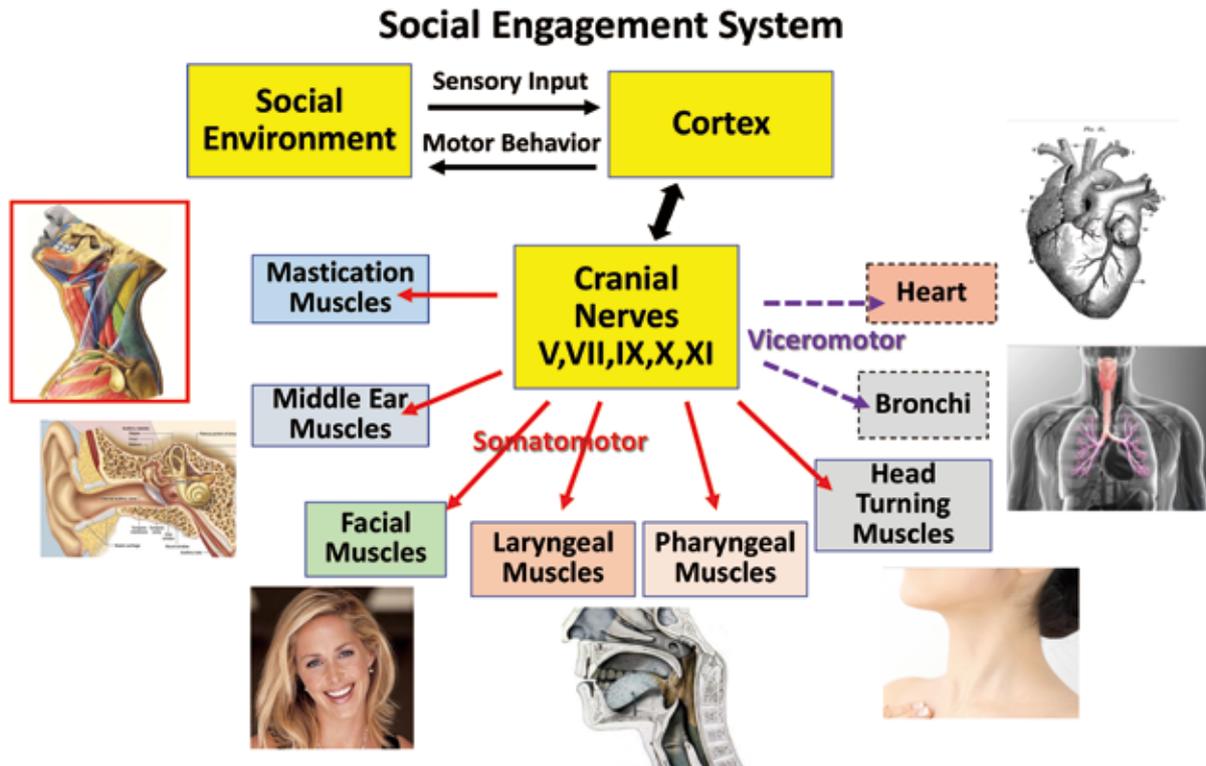


図2 社会的交流システム

社会交流システムは、体性運動成分（頭と顔の筋肉を制御する特殊な内臓放出路）と内臓運動成分（心臓と気管支を制御する有髄迷走神経）から構成されている。実線の矢印は体性運動成分を、破線の矢印は内臓運動成分を示す（文献7より引用して作成）

Fig. 2 The social engagement system

The social engagement system consists of a somatomotor component (special visceral efferent pathways that regulate the muscles of the head and face) and a visceromotor component (the myelinated vagus that regulates the heart and bronchi). Solid arrows indicate the somatomotor component and dashed arrows indicate the visceromotor component (Adapted from reference 7)

愛着行動を支配している。これは哺乳類の「高等な」迷走神経を調整する副交感神経系であり、神経解剖学的には表情および発声を支配する脳神経に接続し情動を一体となって伝え、咽頭、顔面、中耳、心臓、肺、咀嚼器官の筋肉を無意識的に支配している。

社会交流システムに咀嚼器官が含まれていることに注目すべきであろう。すなわち、咀嚼器官の最も重要な機能であるブラキシズムは、このような自律神経系の進化と相まって発達してきた機能であると考えられる。実験的にストレスを負荷した時のヒトの脳活動をfMRIで観察すると扁桃体が賦活することは知られているが、このとき歯の嚙締め活動を行うことによって扁桃体の賦活が消失する<sup>3)</sup>。(図3) このことは社会交流システムにおいて咀嚼器官が極めて重要な役割を担っていることを示している。

#### IV. 咀嚼器官の最も重要な機能・ストレスマネジメント

近代化社会における急激な社会構造の変化に伴いストレスに起因した疾患が多発し深刻な社会問題となっている。また、高齢化に伴う心身医学的問題の急増などがストレス性疾患の増加に拍車をかけており、半健康、半病人などに分類される人が増加している。持続的で慢性的なストレスは、自律神経系の攪乱による消化器系の疾患や、副腎内分泌系のうっ血や出血を惹起し、免疫系の疾患を誘発することが知られており、人間が健康であるためには、単に身体のみでなく心身両面のバランスのとれた健康が重要である。

一方、ストレスによる交感神経活動によって発動するブラキシズム<sup>8,9)</sup>は動物の攻撃性の発現と同様の生

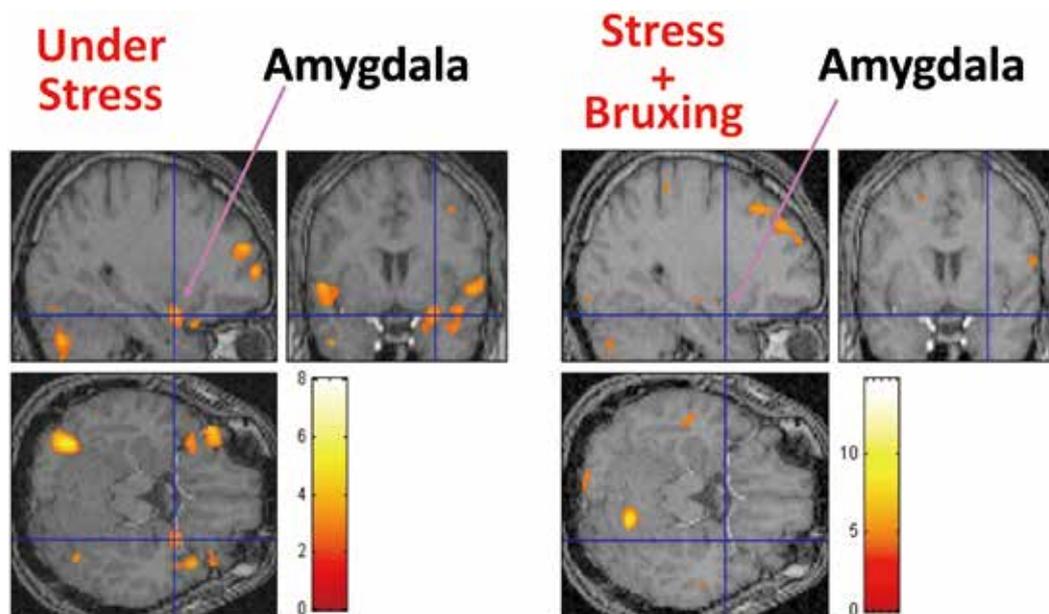


図3 磁気共鳴画像 (fMRI) による扁桃核のストレス性変化と噛むことの影響  
 ストレスを受けた被験者では扁桃核が活性化した。ストレスによる扁桃核の活性化と同時に噛みしめをすることでストレスによる扁桃核の活性は減衰した (文献3より引用)

Fig. 3 Effect of biting on the magnetic resonance imaging (fMRI) signal in the amygdaloid nucleus  
 The amygdaloid nucleus was activated in the subject stressed by being exposed to a warning sound. Allowing biting simultaneously with the activated amygdaloid nucleus by stress indicated that the masticatory activity attenuated stress-induced amygdaloid activation in humans (Adapted from reference 3)

理的意義のあることが示唆され、動物実験では、噛む行為がストレス性の脳内神経伝達物質の上昇を顕著に抑制することが報告されている<sup>10, 11)</sup>。これは本来動物のもっている情動ストレスや情動行動発現の器官としての歯および咀嚼器の役割を明確に示すものと考えられる。

### V. 咀嚼器官と咬合医学

前述したようにヒトにおける咀嚼器官の機能は咀嚼のみでなく発音や審美など社会交流上重要な機能を担うばかりでなく、情動発現器官としての働きを持つに至った新しい器官であると認識しなければならない。ヒトにおける咬合は咀嚼器官の最も重要な機能である。それゆえ咬合は単に上下顎歯の嵌合としてではなく咬合系と精神領域や自律神経系との密接な関連性を踏まえ咬合医学的観点から捉える必要がある。(図4) また、咬合系は脳機能と緊密に調和しなければならない。

咬合治療の必要な咬合不正の最も重大な問題は下顎

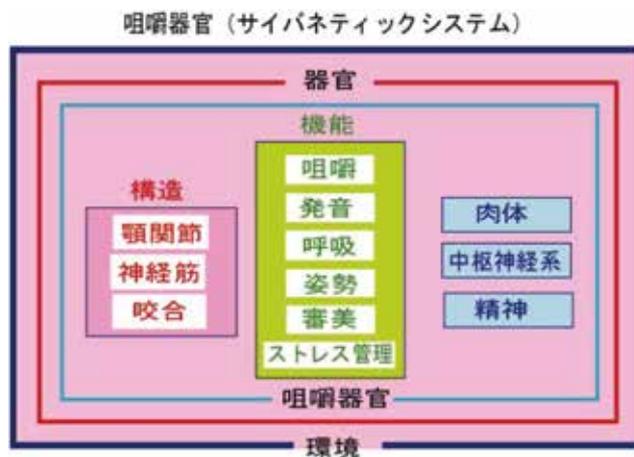


図4 サイバネティックシステムとしての咀嚼器官の概念

咀嚼器官は生体の中心的位置を占め個々に変化する環境に対処している。ここでは咀嚼器官の構造と機能を図示し中枢神経系 (CNS)、肉体および精神性領域との相互関係を示した (文献1より引用して作成)

Fig. 4 The cybernetic scheme “masticatory organ” occupying a central position in the organism, which is surrounded by its individual environment. Structures and functions are detailed and interrelationships with somatic and psychic areas of the CNS are indicated (Adapted from reference 1)

位である。偏位した下顎位におけるブラキシズムは顎関節に過剰な負荷をかけるばかりでなく扁桃体を賦活<sup>12)</sup>して自律神経系を介して全身症状を発現する原因であることが示唆される。これまでの歯科医学研究はあまりにも咀嚼機能に偏った研究が多く、歯科臨床においても咀嚼回復が主たる目標となっていた。しかし、咀嚼器官の医学としてはブラキシズム機能を重視するべきである。紙面の都合で咬合治療の詳細は他に譲る<sup>1, 13)</sup>。

## VI. おわりに

Damasio AR (1994) はその著書「Descartes' Error」の中でデカルト的心身分離の二元論は現代西洋医学に大きな影響を与え、「身体の病気（本当の病気）の心理的帰結はたいがい無視されており、また心理的葛藤（病気の本当の原因）の身体への影響はさらに無視されている」と述べている。

現代社会では多くの病気に環境要因とくに生活上の脅威による心理的葛藤（ストレス）が影響していることに疑う余地はない。多くの動物では脅威に対する反応として交感神経活動による攻撃性（あるいは逃走）を発揮するのが普通である。しかし、新皮質（理性能）が発達したヒトでは直接的な攻撃性を発動することではなく理性的な判断で問題を先延ばしすることが多い。通常このような「問題点の先延ばし」は精神領域に仕舞い込まれ、後に歯のグライインディング（睡眠ブラキシズム）として発揮され生体のホメオスタシス維持に貢献しているものと考えられる。

## 参考文献

- 1) Slavicek R : The Masticatory Organ - Functions and Dysfunctions, Gamma Dental Edition, Gamma Medizinisch-wissenschaftliche Fortbildungs-GmbH, Klosterneuburg, 2002.
- 2) Shimazaki T, Otsuka T, Akimoto S, et. al. : Comparison of Brain Activation via Tooth Stimulation. J Dent Res 91 (8) : 759-63, 2012.
- 3) Sato S, Sasaguri K, Ootsuka T, et. al. : Bruxism and Stress Relief. In Onozuka M, Yen C.-T. Edited : Novel Trends in Brain Science, PP183-199, Springer Tokyo Berlin Heidelberg New York 2008.
- 4) Sato C, Sato S, Takashina H, et. al. : Bruxism affects stress responses in stressed rats. Clin Oral Invest, 14 : 153-160, 2010.
- 5) Koizumi S, Minamisawa S, Sasaguri K, et. al. : Chewing reduces sympathetic nervous response to stress and prevents poststress arrhythmias in rats. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 301 : H1551-H1558, 2011.
- 6) Okada S, Hori N, Kimoto K, et. al. : Effects of biting on elevation of blood pressure and other physiological responses to stress in rats : Biting may reduce allostatic load. Brain Res, 1185 : 189-194, 2007.
- 7) Porges SW : The Polyvagal Theory - Neurophysiological Foundations of Emotion, Attachment, Communication, and Self-Regulation. WW Norton & Company, Inc., 500 Fifth Avenue, N.Y, 2011.
- 8) Carra MC, Huynh N, Lavigne G : Sleep bruxism : a comprehensive overview for the dental clinician interested in sleep medicine. Dent Clin North Am, 56(2) : 387-413, 2012.
- 9) Nukazawa S, Yoshimi H, Sato S : Autonomic nervous activities associated with bruxism events during sleep. Cranio, 36(2) : 106-112, 2018.
- 10) Sato S, Slavicek R : The masticatory organ and stress management. Int J Stomatol Occl Med, 1 : 51-57, 2008.
- 11) Sato S, Slavicek R : Allostasis and dentistry. Zeitschrift für kranio-mandibuläre Funktion, 1(4) : 1-12, 2009.
- 12) Greven M, Otsuka T, Zutz L, et. al. : The Amount of TMJ Displacement Correlates with Brain Activity. CRANIO, 29(4) : 1-6, 2011.
- 13) Slavicek R : Concept in Oral medicine (Vol. I-III), Gamma Dental Edition, Gamma Medizinisch-wissenschaftliche Fortbildungs-GmbH, Klosterneuburg, 2015.

## SDGs in Dentistry

### New Functions of the Masticatory Organs and Occlusal Medicine

Research Institute of Occlusion Medicine, Kanagawa Dental University

Sadao SATO, D.D.S., Ph.D.

The mastication organs and occlusion are fundamental issues in dentistry. From an evolutionary perspective, the masticatory system is derived from the brachial system and is closely related to human emotional behavior. As a component of the social engagement system, a new autonomic nervous system, it plays a role in maintaining homeostasis. In particular, stress management through bruxism is important in maintaining the mental health of modern humans. Therefore, the most important aspect of occlusal treatment including mandibular repositioning is not only to restore mastication but also to make the function of bruxism smooth without harmful effects.

**Key words :** Masticatory System, Social Engagement System, Bruxism, Occlusion Medicine