

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 5 月 10 日現在

機関番号：32696

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K06530

研究課題名(和文)胎生期中枢神経系における嗅覚/味覚統合機構の機能発生・構築過程の光学的解析

研究課題名(英文)Optical analysis of functional development of olfaction-taste interaction in the embryonic brain

研究代表者

佐藤 勝重 (Sato, Katsushige)

駒沢女子大学・人間健康学部・教授

研究者番号：80291342

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：膜電位感受性色素を用いた神経活動の光学的多領域計測法を発生初期の鶏胚、マウス/ラット胎仔から作成したN.I-嗅球-終脳標本やN.VII/N.IX/N.X-脳幹-終脳標本に適用し、N.I、N.IX、N.Xの電気刺激によって誘発される神経活動を光学的に計測した。得られた成果の中から、本報告書では、味覚系に関連して解析を行ったマウス胎仔N.IX/N.X-脳幹en bloc/slice標本において得られた成果、特に、N.IX関連の脳幹内シナプスネットワークの機能的活動の起源、個体発生に伴う変化について記載した。  
本研究の遂行により、嗅覚と味覚の感覚統合機能の発生/発達の一部が明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

膜電位感受性色素を用いた神経活動の光学的測定法を、胎生期中枢神経系に適用することにより、従来の方法ではその脆弱性のため解析が難しかった胎生期中枢神経回路網の機能発生/形成過程の解析方法について確立することができたことは、学術的意義が大きいと考えられる。

本研究の遂行により、chick embryo やmouse/rat fetusにおける嗅覚系や味覚系の個々の機能発生/発達過程を解明することができた。この研究をさらに発展させることにより、個々の感覚系だけでなく、種々の感覚統合機構の機能発生/発達過程を解明することが可能であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：We applied voltage-sensitive dye recording to the embryonic chick/mouse/rat nervous system and pursued functional development of olfaction-taste interaction. In this report, we described functional development of the glossopharyngeal nerve (N.IX)-related neural circuits. We optically identified the motor nucleus (the inferior salivatory nucleus (ISN)) and the first-order sensory nucleus (the nucleus of the tractus solitarius (NTS)). We also succeeded in recording optical responses in the second/higher-order sensory nuclei via the NTS. We also showed that the neurons in the ISN were excitable at least at E11, and that functional synaptic transmission in the NTS was first expressed at E12. In the second/higher-order sensory nuclei, synaptic function emerged at around E12-13. By mapping optical responses to N.IX and vagus nerve (N.X) stimulation, we showed that the distribution patterns of neural activity were different between the N.IX and the N.X from the early stage of ontogenesis.

研究分野：神経生理学

キーワード：膜電位感受性色素 光学イメージング 機能発生 機能構築 嗅神経 舌咽神経 迷走神経 胎生期

## 1. 研究開始当初の背景

地球上の生物は、安全に食物を摂取するために、嗅覚や味覚、視覚など様々な感覚機能を駆使し、食物になりうる物質の品質を評価し、目の前にある物質が摂取可能な物であるか否かを判断している。このような能力は、何も成体に限られた能力ではなく、一般に生物は、生後まもない時期から口に入れたものが、自分にとって好ましいものであるか否かを識別する能力を未熟ながら備えている。これは、様々な感覚情報を処理する神経回路網が、出生時にはすでにある程度発達していることを示唆している。では、こうした食物の品質を評価する能力は、個体発生過程でどのようにして形成されるのだろうか？これは、感覚統合機能の発生/発達という面からも、神経科学の解明すべき命題であるが、十分な解析は行われていない。

## 2. 研究の目的

我々は、これまで、膜電位感受性色素を用いたニューロン電位活動の光学的イメージング法を発生初期胚の中枢神経系に適用し、嗅神経(N.I)、視神経(N.II)、三叉神経(N.V)、内耳神経(N.VIII)、舌咽神経(N.IX)および、迷走神経(N.X)を中心に、その神経核を構成するニューロンの電位活動の時空間的パターンを調べ、その発達過程を追跡してきた。この光学的イメージング法は、発生過程にある脆弱で小さいニューロンの電気的活動を、電極を刺入せずに測定できるうえ、標本上の非常に多数の微小分画領域からニューロン活動を同時記録できるといふ、他の測定法にはない大きな利点を有している。この測定法を駆使して、我々は、発生初期の鶏胚、ラット/マウス胎仔において、N.I, N.II, N.V, N.VIII, N.IX, N.Xに関連した感覚核および運動核の領域を三次元的に同定し、その機能的構築過程を明らかにしてきた。

このような一連の研究の中で、次に問題として挙がってきたことは、様々な感覚情報が、どこでどのようにして統合されるのか、それは個体発生過程のどの時期から起こるのか、という命題である。この命題に対する答えを見いだすために、我々は、嗅覚と味覚の情報の統合に着目した。これまでに我々は、嗅覚系では、鶏胚 N.I-嗅球-大脳標本において、N.I の電気刺激により嗅球内に誘発される活動電位やシナプス電位を光学的に計測することに成功し、シナプス伝達、oscillatory activity の起源や発達を明らかにしてきた。さらに、preliminary な data として、N.I の電気刺激によって大脳の広範囲に神経活動が引き起こされることを見いだしている。一方、味覚に関係する系として、胎生期における孤束核などの N.IX, N.X 関連核および、神経回路網の機能発生/構築過程を詳細に解明している。

本研究の目的は、①膜電位感受性色素を用いたニューロン活動の光学的イメージング法と、②カーボシアニン系蛍光色素を用いた神経回路の選択的染色法を用い、まず、(1)嗅覚や味覚の神経回路網の機能発生・構築過程のプロファイルを明らかにした上で、(2)嗅覚と味覚の情報統合機構の機能発生/構築過程の解析法の開発と展開を行うことである。

## 3. 研究の方法

(1) 実験材料：孵卵 6 日～14 日の鶏胚、12～18 日のラット/マウス胎仔を用いた。まず、麻酔下に鶏胚、ラット/マウス胎仔を取り出し、実体顕微鏡下で各脳神経を付けたままの標本作製した。具体的には、嗅覚系の解析では、「N.I-嗅球-終脳標本」、味覚系の解析では、「N.VII/N.IX/N.X-脳幹-終脳標本」を作成した。さらに、味覚と嗅覚の感覚統合の機能構築過程の解明を目指し、両者を付けた「N.I/N.VII/N.IX/N.X-脳標本」を作成した。

### (2) 光学的イメージング

a) 膜電位イメージングシステム：測定には、光学的 464ch 同時測定システム (NeuroPDA) および、我々の研究室で独自に作成した、光学的 1020ch 同時測定システムを用い、中枢神経系内の 464/1020 ヶ所の領域からニューロン電位活動を光学的変化として同時記録した。

b) 膜電位感受性色素による染色法：標本を膜電位感受性色素 0.2mg/ml を含むリンゲル液に 10-20 分間浸し染色した。膜電位感受性色素としては、胎生期の神経系で最も反応性がよい Merocyanine-rhodanine 系の NK2761 を主に用いた。

(3) Carbocyanine 系蛍光色素を用いた形態学的観察：機能マッピングに用いた標本を、paraformaldehyde で固定した後、脳神経に DiI や DiO 等の色素の小結晶を埋め込んだ。数日～数週間後にマイクロスライサで切片を作製し、蛍光顕微鏡で検鏡した。

### (4) 実験内容

#### (A) 嗅覚系

(1) 大脳における N.I 回路網の解析：「N.I-嗅球-大脳標本」を膜電位感受性色素 NK2761 で染色し、嗅神経を吸引電極で刺激し、大脳内で応答領域の同定を行った。初期胚脳幹は光透過性がよいので、顕微鏡の焦点面を z 軸方向に移動させて"optical sectioning"を行うことにより、光学的三次元機能マッピングを行った。さらに、光学的シグナルの波形解析から、大脳内におけるニューロンの活動電位、興奮性シナプス後電位、抑制性シナプス後電位を分離し、これをさまざまな発生段階の標本を用いて行い、その機能発生・構築過程を調べた。

(2) トレーサーを用いた形態学的観察：(1)で用いた標本をトレーサーで染色して形態学的観察を行い、機能マッピングの結果と比較して、嗅覚回路網を構成する神経核の同定を行った。

#### (B) 味覚系

(1) 脳幹における N.VII, N.IX, N.X 関連回路網の解析：「N.VII/N.IX/N.X-脳幹-大脳標本」において、各脳神経を吸引電極で刺激し、脳幹内で応答領域の同定を行い、その機能発生/構築過程を解析した。

(2)間脳、大脳における N.VII, N.IX, N.X 関連回路網の解析: 「N.VII/N.IX/N.X-脳幹-大脳標本」において、各脳神経に関係する神経回路網の機能発達過程をより高次の中枢で追跡した。  
 (3)トレーサーを用いた形態学的観察: (1)で用いた標本をトレーサーで染色して形態学的観察を行い、機能マッピングの結果と比較して、各脳神経回路網を構成する神経核の同定を行った。

(C) N.I と N.VII/N.IX/N.X の同時電気刺激による応答特性の解析: 「N.I/N.VII/N.IX/N.X-脳標本」を用い、間脳や大脳において N.I と N.VII/N.IX/N.X を同時に電気刺激したときに誘発される光学応答と、各脳神経を個別に刺激したときの光学応答を比較して、感覚統合の基本パターンを解析する。

#### 4. 研究成果

本研究成果の中から代表として、味覚系に関連して解析を行ったマウス胎仔「N.IX/N.X-脳幹 *en bloc/slice* 標本」において得られた成果について、以下にまとめて述べることにする。

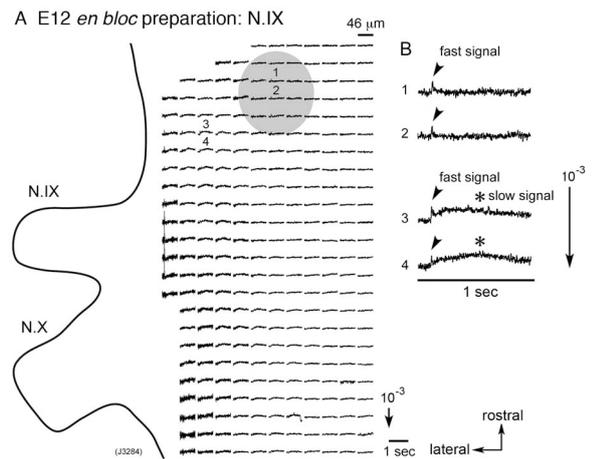
##### (1) E12 mouse 胎仔脳幹における N.IX 関連神経核の同定

図 1A は 12 日のマウス胎仔から作成した N.IX/N.X-脳幹 *en bloc* 標本において、N.IX を吸引電極で電気刺激したときに、脳幹内に誘発された光学的シグナルを示したものである。記録には 1020ch 光学イメージングシステムを用い、刺激側の一部分を抽出して表示した。

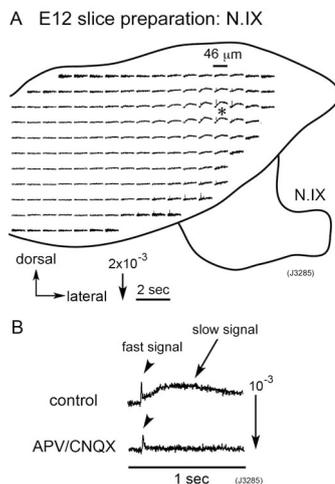
図 1B は、図 1A の 1~4 の位置で記録された光学シグナルを拡大表示したものである。頭側の灰色の影で示した領域(1, 2)からは spike 状の fast signal が検出された。一方、N.IX に近い領域から記録された光学的シグナルは、①spike 状の fast signal と、②時間経過の長い slow signal の 2 成分からなるシグナルであった。fast signal および、slow signal は、照射する光の波長 (700 nm、580 nm) によってその極性が反転し、この性質は NK2761 の波長スペクトルと一致した。従って、これら光学的シグナルは標本の揺れなどによるアーチファクトではなく、神経細胞の電位活動に基づく光学的シグナルであることが示された。

図 2A は 12 日のマウス胎仔から作成した N.IX/N.X-脳幹 slice 標本において、N.IX を吸引電極で電気刺激したときに、脳幹内に誘発された光学的シグナルを示したものである。Slice 標本は、N.IX の根本のレベルで作成したものである。図 2B は、図 2A の\*で示した位置で記録された光学シグナルを拡大表示したものである。スライス標本で得られた光学シグナルは、図 1A の領域 3, 4 で得られたシグナルと同じように①spike 状の fast signal と、②時間経過の長い slow signal の 2 成分からなるシグナルで、脳幹の背側に分布していた。さらに、slow signal は、グルタミン酸受容体の阻害薬である APV(200  $\mu$ M) と CNQX (5  $\mu$ M)を同時に投与することにより完全に消失した。一方、図には示していないが、fast signal は TTX の存在下で完全に消失した。以上のことから、fast signal は活動電位に相当し、slow signal は、グルタミン酸を神経伝達物質とするシナプス後電位(EPSP)に対応する光学シグナルであることが明らかとなった。

マウスの N.IX は、運動神経と感覚神経の両方を含んでおり、吸引電極による電気刺激では、運動神経は逆行性に、感覚神経は順行性に刺激されることになる。解剖学的データを考慮すると、①図 1A で頭側の灰色の影で示した領域は、N.IX の運動核(下唾液核: the inferior salivatory nucleus (ISN))に相当し、②slow signal が検出された背外側の領域は、N.IX の感覚核(孤束核: the nucleus of the tractus solitarius (NTS))に相当すると考えられた。これまでに、鶏胚 N.IX/N.X-脳幹 *en*



【図 1】(A) Optical recording of neural responses to N.IX stimulation in an E12 mouse *en bloc* preparation. The recording was made with the ventral side up and with a magnification of x25. The cut end of the N.IX was electrically stimulated with a depolarizing pulse (8  $\mu$ A/5 msec) using a suction electrode. (B) Enlarged traces of optical signals detected in positions 1-4 in A. The signals detected in the rostral-medial region (gray shadow: positions 1 and 2) consisted of a fast spike-like signal (indicated by arrowheads), whereas those detected in the lateral region (positions 3 and 4) exhibited two components: a fast spike-like signal (indicated by arrowheads) and a long-lasting slow signal (indicated by asterisks). N.IX, glossopharyngeal nerve; N.X, vagus nerve



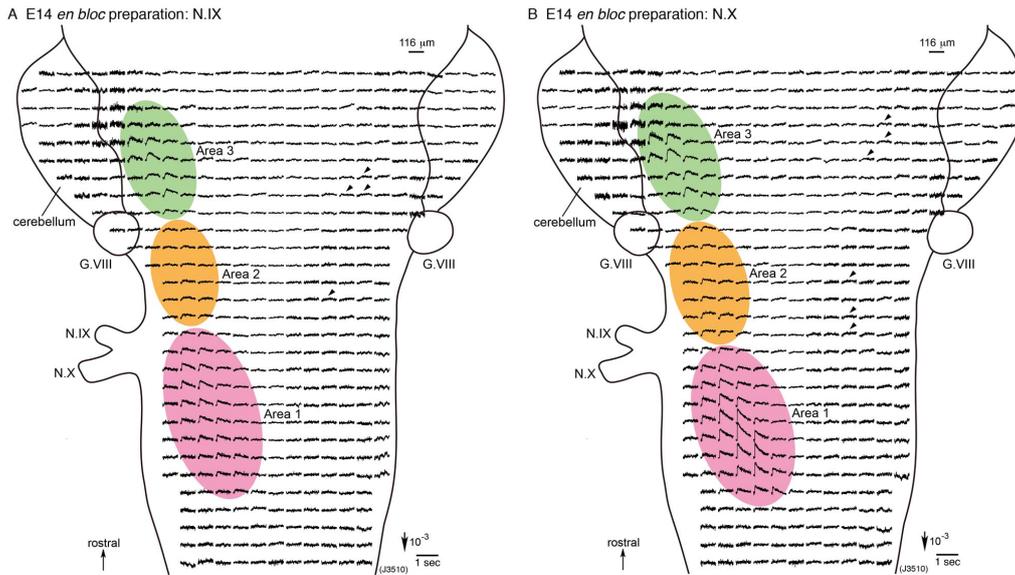
【図 2】(A) Optical recording of neural responses to N.IX stimulation in an E12 mouse medulla slice preparation. (B) Enlarged traces of optical signals detected in the dorsolateral region (a position indicated by an asterisk in A). The upper trace is a signal detected in a physiological solution, and the lower trace is a signal in a solution containing both APV(200  $\mu$ M) and CNQX (5  $\mu$ M). The slow signal was eliminated in the presence of these glutamate receptor antagonists.

en

*bloc/slice* 標本においても同様のデータが得られている。

## (2) E14 mouse 胎仔脳幹における N.IX/N.X 関連感覚核の同定

N.IX 関連の脳幹内神経回路網をより詳細に解析し、また、N.X 関連の脳幹内神経回路網と比較するために、より低倍率で光学シグナルの検出を行った。



【図3】1020-site optical recordings of neural responses to N.IX (A) and N.X (B) stimulation in an E14 mouse brainstem *en bloc* preparation. Either N.IX or N.X stimulation elicited neural responses in three areas (Areas 1–3) on the stimulated side. Area 1 (pink shadow) was located at the caudal level of the N.IX/N.X root, and corresponded to the NTS. Areas 2 and 3 (orange and green shadows, respectively) were discerned in the rostral medulla and pons, respectively. On the contralateral side, small slow signals were detected in several positions as typified by arrowheads. G.VIII, vestibulo-cochlear ganglion.

図3は14日のマウス胎仔から作成したN.IX/N.X-脳幹*en bloc*標本において、N.IX (A)およびN.X (B)を吸引電極で電気刺激したときに、脳幹内に誘発された光学的シグナルを示したものである。図3Aにおいて、N.IXを電気刺激したときに、刺激側のcaudal medulla (Area 1: pinkで示した領域)、rostral medulla (Area 2: orangeで示した領域)および、pons (Area 3: greenで示した領域)に光学シグナルが検出された。また、刺激の対側の脳幹においても、矢印で示した様に限られた領域で非常に小さな光学シグナルが検出された。

図4は図3Aに示したArea 1-3および、刺激の対側で得られた光学シグナルを拡大して表示したものである。それぞれのシグナルはslow signal (EPSPに相当する)からなっており、Area 1で得られたシグナルに対して、Area 2, 3および対側で得られた光学シグナルには立ち上がりにdelayが見られた。これは、Area 2, 3および対側の光学シグナルが、多シナプスを介した応答であるためと考えられた。

図1Aに示した様に、12日のマウス胎仔から作成したN.IX/N.X-脳幹*en bloc*標本においては、fast signalのみからなる領域 (ISN) が同定できたが、14日のマウス胎仔から作成した*en bloc*標本では同定できなかった。これは、低倍率による測定のため、小さなspike状のシグナルは検出が困難であるためと考えられた。

一方、図3Bは、図3Aと同じ標本において、N.Xを電気刺激したときに得られた光学シグナルを示したものである。応答の応答パターンは、図3Aに示したN.IXの応答パターンと同様であり、刺激側のArea 1-3および対側の領域からslow signalが検出された。

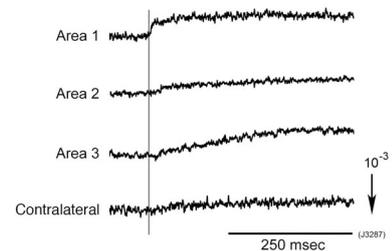
以上の結果から、Area 1はthe first-order sensory nucleus (NTS)に相当し、その他の応答領域は、the second-/higher-order nucleus of the N.IX/N.X pathwayに相当すると結論した。

## (3) slow signal の contour line maps

図5は、slow signalの分布パターンをより詳細に解析するために、slow signalの大きさを計測して等高線を用いて示した図である。13日(A)および、14日(B)のマウス胎仔N.IX/N.X-脳幹*en bloc*標本において得られた光学シグナルから作成した。図6は、Area 1-3および対側で検出された光学シグナルの大きさのピークの位置を示した図である。13日(A)2例、14日(B)1例の結果を示した。

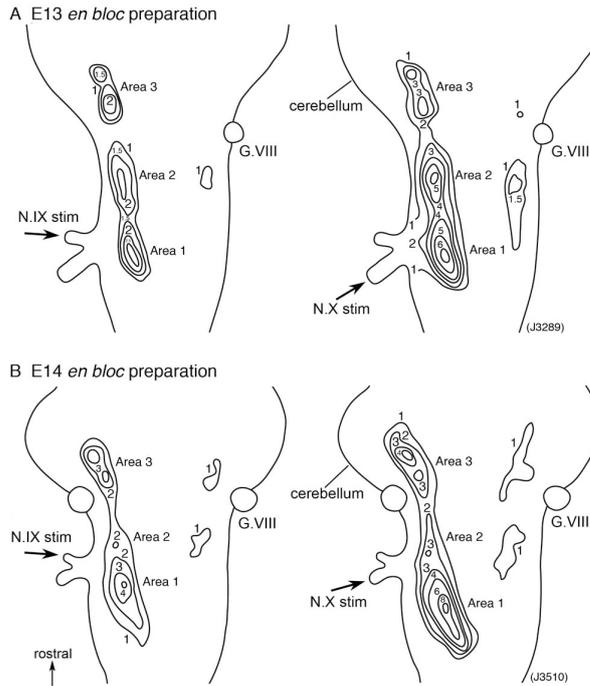
これらの図から、マウス胎仔脳幹内におけるN.IXおよびN.Xの電気刺激により誘発されるslow signalの応答パターンについて、以下のことが明らかとなった。

- ①同側の応答領域は、Area 1-3に分けられた。
- ②対側では小さな応答が認められ、その領域は同側のArea 2, 3と対称であった
- ③Area 3以外の領域では、等高線のpeakは1つであった。

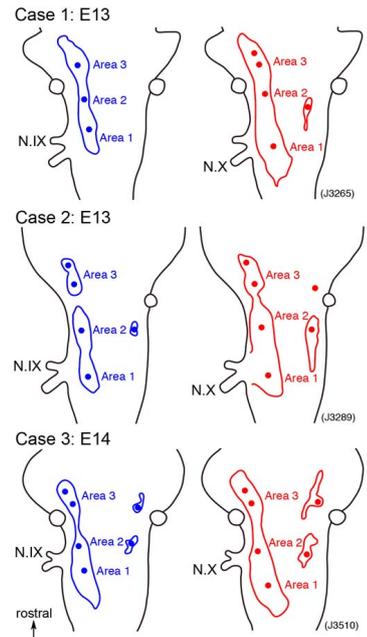


【図4】Enlarged traces of the N.IX-related optical signals recorded from Areas 1–3 and the contralateral side of an E14 *en bloc* brainstem. Significant delays of the onsets existed between the signal in Area 1 and the signals in other areas.

④ N.IX と N.X の応答パターンはほぼ同じであったが、Area 1 (NTS)では、N.IX の peak は、N.X と比較して頭側に位置していた。



【図 5】 Contour line maps of the amplitude of the slow signal in response to N.IX (left panels) and N.X (right panels) stimulation in an E13 (A) and E14 (B) *en bloc* brainstem preparation. The numerals on the contour lines indicate the fractional change multiplied by  $10^4$ .



【図 6】 Typical examples of the slow signal area and the peak locations of the slow signal amplitude. The slow signal areas ( $\Delta I/I \geq 1.0 \times 10^{-4}$ ) are illustrated with lines, and locations of the peak are shown with filled circles. Blue lines and circles correspond to N.IX responses, and red ones to N.X responses.

解剖学的データと比較して、Area 3 は the parabrachial nucleus (PBN) に相当する領域であると考えられた。一方、Area 2 がどの領域に相当するののかに関しては、はっきりと同定できなかったが、候補として the parvicellular reticular formation、the motor nucleus of the trigeminal, facial, vagal, and hypoglossal nerves、the rostral ventrolateral medulla (RVLM) including the A1 noradrenergic cell group が挙げられた。

#### (4) 脳幹内の N.IX 関連シナプスネットワークの発達

E11-14 のマウス胎仔 N.IX/N.X-脳幹 *en bloc* 標本を用いて、N.IX 関連のシナプスネットワークの発達過程を追跡した。Area 1-3 および対側の領域における slow signal すなわち EPSP の発現について、左表の様な結果が得られた。この表の結果から、以下の様な結論を得た。

- ① NTS (Area 1) におけるシナプス応答は、E12 の発生段階から出現した。
- ② Area 2 および 3 におけるシナプス応答は、E12-13 の発生段階から出現した。
- ③ 対側におけるシナプス応答は、E13-14 の発生段階から出現した。

この結果から、N.IX 関連の脳幹内神経回路網において、NTS における第 1 段階のシナプス応答が出現してから 1 日以内に、より高次の多シナプス応答が出現することが明らかとなった。

#### (5) 研究成果のまとめと今後の課題

本研究では、膜電位感受性色素を用いた神経活動の光学的多領域計測法を発生初期の鶏胚、マウス/ラット胎仔から作成した N.I-嗅球-終脳標本や N.VII/N.IX/N.X-脳幹-終脳標本に適用し、N.I、N.IX、N.X の電気刺激によって誘発される神経活動を光学的に測定することに成功した。得られた成果の中から、本報告書では、味覚系に関連して解析を行ったマウス胎仔 N.IX/N.X-脳幹 *en bloc/slice* 標本において得られた成果を取り上げて記載した。特に、N.IX 関連の脳幹内シナプスネットワークの機能的活動の起源、個体発生に伴う変化について詳細に述べた。

本研究およびこれまでの関連した研究により、この他に鶏胚 N.I、N.IX、N.X 関連の神経回路網の機能的発達、マウス/ラット胎仔 N.IX、N.X 関連の神経回路網の機能的発達について、その一端を明らかにすることができた。嗅覚と味覚の情報統合機構の機能発生/構築過程を追跡するための今後の当面の課題としては、嗅球から終脳全体に伝搬する光学的シグナルの解析、脳幹から終脳にいたるシナプス回路網の解析、電気刺激ではなく自然刺激による光学的シグナルの検出と解析が挙げられる。今後の研究の継続により、これらの点を含めた「感覚統合機能の発生/発達」が明らかになるものと期待された。

Table 1  
Expression of EPSPs in the N.IX-related sensory pathway.

		Area 1 (NTS)	Area 2 (rostral medulla)	Area 3 (pons)	Contralateral region
E11	J3269	-	-	-	-
	J3270	-	-	-	-
E12	J3282	+	-	-	-
	J3284	±	±	±	-
E13	J3288	±	-	±	-
	J3265	+	+	+	-
	J3287	+	+	+	±
	J3289	+	+	+	±
E14	J3357	+	+	+	±
	J3510	+	+	+	±
	J3345	+	+	+	±

The first and second columns give the embryonic day and the preparation references, respectively. The third to sixth columns show the appearance of the slow signal in Areas 1-3 and the contralateral region. "-" shows that no significant optical signal was detected ( $\Delta I/I < 1 \times 10^{-4}$ ), "±" means that the maximum signal amplitude was  $\geq 1 \times 10^{-4}$  and  $< 2 \times 10^{-4}$ , and "+" indicates that distinct optical signals ( $\Delta I/I \geq 2 \times 10^{-4}$ ) were identified with a regional peak in each area.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Momose-Sato, Y. and Sato, K.	4. 巻 6
2. 論文標題 Voltage-sensitive dye recording of glossopharyngeal nerve-related synaptic networks in the embryonic mouse brainstem.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IBRO Reports	6. 最初と最後の頁 176-184
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ibror.2019.05.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Momose-Sato, Y. and Sato, K.	4. 巻 48
2. 論文標題 Optical analysis of functional development of the facial motor nucleus in the embryonic rat brainstem.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 3273-3287
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ejn.14122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Momose-Sato, Y. and Sato, K.	4. 巻 in press
2. 論文標題 Voltage-sensitive dye recording of glossopharyngeal nerve-related synaptic networks in the embryonic mouse brainstem.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IBRO Reports	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 1件／うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Sato, K. and Momose-Sato, Y.
2. 発表標題 Voltage-sensitive dye recording of glossopharyngeal nerve-related synaptic networks in the embryonic mouse brainstem.
3. 学会等名 Society for Neuroscience 49th Annual Meeting（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Momose-Sato, Y. and Sato, K.
2. 発表標題 Exposure to nicotine during development disrupts synaptic network formation by inhibiting correlated spontaneous wave activity.
3. 学会等名 Society for Neuroscience 49th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤勝重、佐藤容子
2. 発表標題 膜電位の光学的測定法によるマウス舌咽神経回路網の機能発生過程の解析
3. 学会等名 第42回日本神経科学学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤容子、佐藤勝重
2. 発表標題 膜電位の光学的測定法によるマウス前庭神経核の機能発生過程の解析
3. 学会等名 第42回日本神経科学学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤勝重、佐藤容子
2. 発表標題 マウス胎仔脳幹における舌咽神経回路網の機能発生過程の光学的解析
3. 学会等名 第97回日本生理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤容子、佐藤勝重
2. 発表標題 胎生期のニコチン曝露は自発性脱分極波の抑制によりシナプス回路網形成を阻害する
3. 学会等名 第97回日本生理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sato, K. and Momose-Sato, Y.
2. 発表標題 Optical analysis of functional development of the facial motor nucleus in the embryonic rat brainstem.
3. 学会等名 Society for Neuroscience 48th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Momose-Sato, Y. and Sato, K.
2. 発表標題 Functional development of the mouse vestibular nucleus revealed by optical recording with a voltage-sensitive dye.
3. 学会等名 Society for Neuroscience 48th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sato, K. and Momose-Sato, Y.
2. 発表標題 Spontaneous network activity in the embryonic CNS analyzed with voltage-sensitive dye recording.
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies (FAOPS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Momose-Sato, Y. and Sato, K.
2. 発表標題 Optical analysis of functional development of the mouse vestibular nucleus.
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies (FAOPS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato, K. and Momose-Sato, Y.
2. 発表標題 Functiogenesis of the embryonic CNS revealed by voltage-sensitive dye recording.
3. 学会等名 Merocyanine 540; 45+1th Anniversary Celebration (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤勝重、佐藤容子
2. 発表標題 膜電位イメージングとDiI染色によるラット胎仔顔面神経核の発達過程の解析
3. 学会等名 第41回日本神経科学学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤容子、佐藤勝重
2. 発表標題 シナプス回路網形成における自発性脱分極波の機能的意義
3. 学会等名 第41回日本神経科学学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Optical recording team  
<http://square.umin.ac.jp/optical/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	佐藤 容子  (Momose-Sato Yoko)  (70251501)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------