

中枢神経系の発生

付 図

中枢神経系の発生

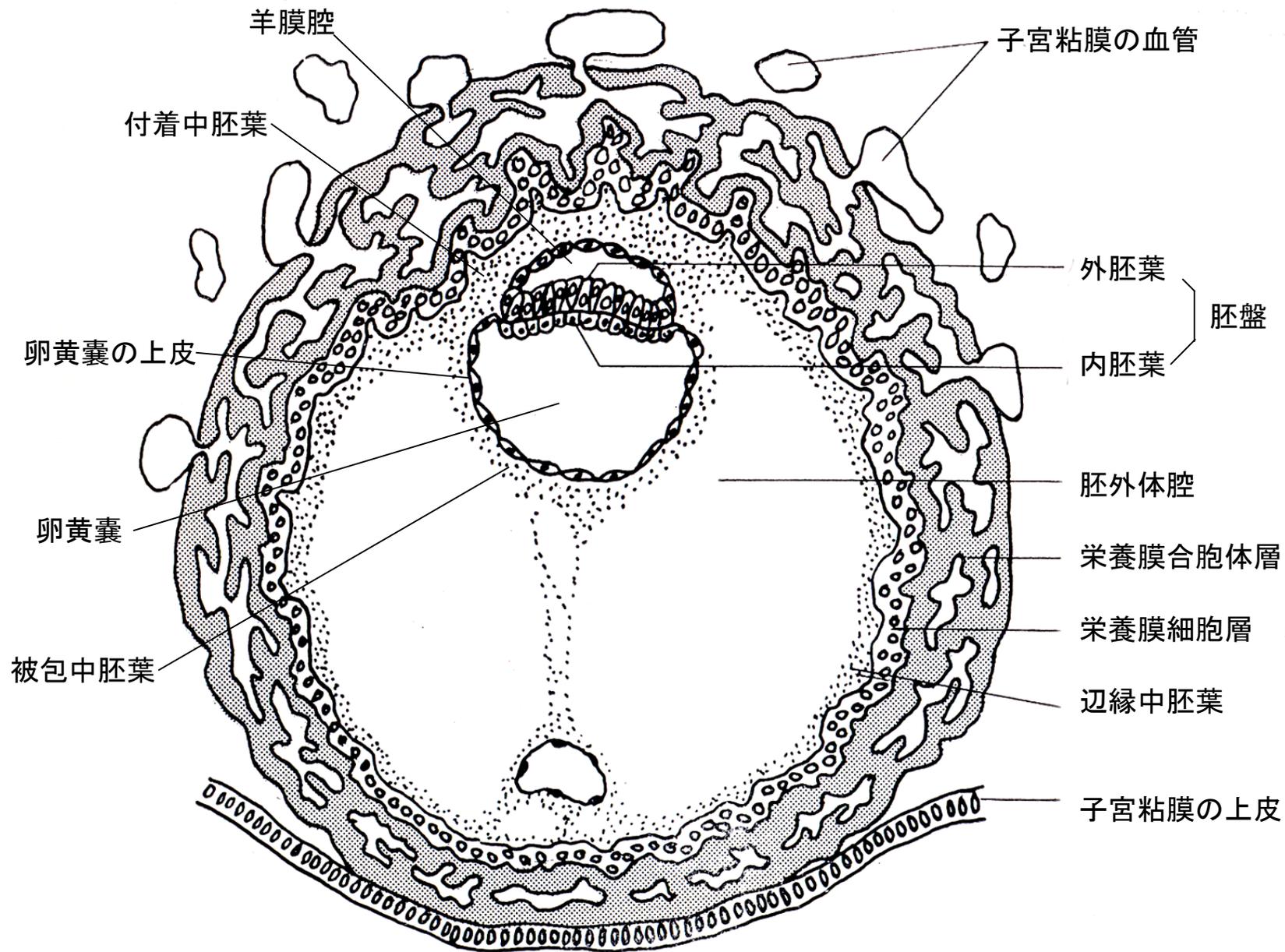
Menu 1/2

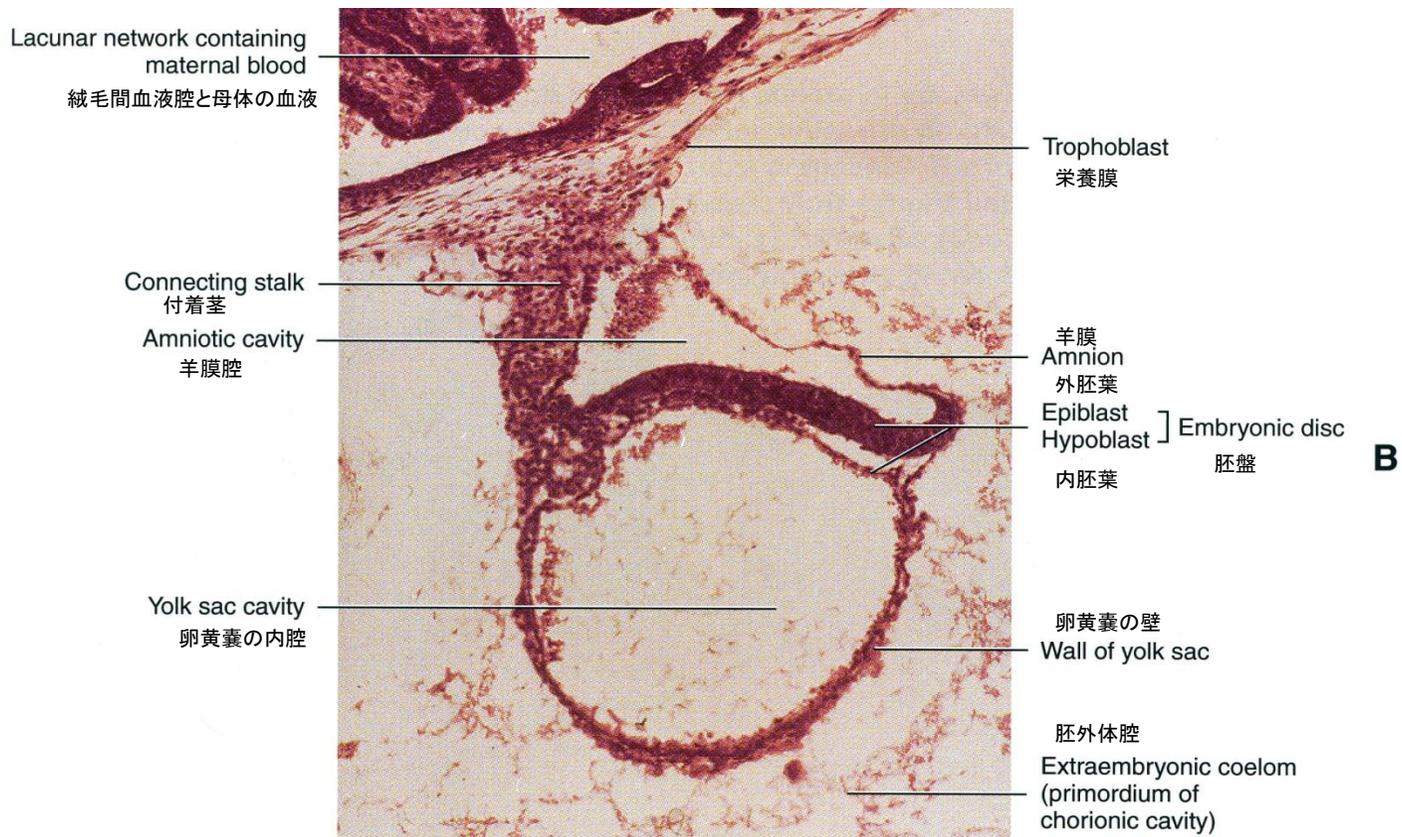
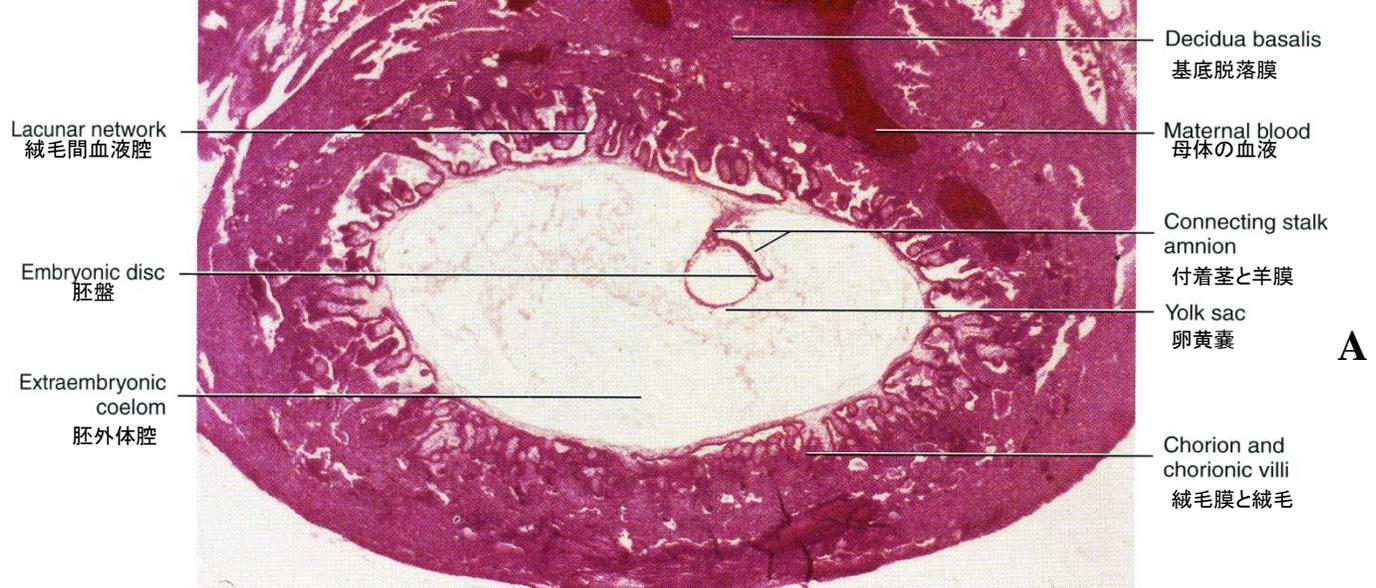
- 01-000 [中枢神経系の発生](#)
- 01-01 [推定13日のヒトの胚](#)
- 01-02 [推定14日の原胚子\(西村秀雄教授の写真\)](#)
- 01-03 [胚盤胞の模式図](#)
- 01-04 [推定16日の原胚子](#)
- 01-05 [原始溝の横断面 模式図](#)
- 01-06 [原始溝1. ラット胎仔 \(L9-17\)](#)
- 01-07 [原始溝 2. ラット胎仔 \(L9-17\)](#)
- 01-08 [推定16日の原胚子](#)
- 01-09 [推定16日の原胚子の縦断面 模式図](#)
- 01-10 [16日の原胚子の頭側部の横断面 模式図](#)
- 01-11 [推定16日の原胚子の横断面 1](#)
- 01-12 [推定16日の原胚子の横断面2](#)
- 01-13 [神経溝 神経板と胚内中胚葉. x 160](#)
- 01-14 [推定21日の原胚子](#)
- 01-15 [推定21日の原胚子の横断面](#)
- 01-16 [神経溝と体節 x 160](#)
- 01-17 [外側中胚葉 \(L9-19-34\). x 160](#)
- 01-18 [神経板と胚内中胚葉](#)
- 01-19 [神経管と体節 横断面](#)
- 01-20 [推定22日の原胚子](#)
- 01-21 [神経管と体節 \(L10-9-15\). x 64](#)
- 01-22 [神経管 横断面\(L10-9-15\). x 160](#)
- 01-23 [体節15対のヒトの胎児](#)
- 01-24 [推定25日の原胚子 背面](#)
- 01-25 [推定25日の原胚子 第5体節](#)
- 01-26 [ラット胚10-17の横断面](#)
- 01-27 [ラット胚 神経管横断](#)
- 01-28 [ラット胚 \(L10-17\) 神経管縦断面](#)
- 01-29 [ラット胚 \(L10-17\) 神経管の上皮の強拡大](#)
- 01-30 [藤田哲也の図](#)
- 01-31 [脊髄の組織発生](#)
- 01-32 [孵卵4日のニワトリ胚の脊髄 4-7](#)
- 01-33 [孵卵5日のニワトリ胚の脊髄 5-8](#)
- 01-34 [孵卵7日のニワトリ胚の脊髄 7-3](#)
- 01-35 [ヒトの胎児の脊髄 1. \(13-30\)](#)
- 01-36 [ヒトの胎児の脊髄 2. \(6-137\)](#)
- 01-37 [ヒトの胎児の脊髄 3. \(66-57\)](#)
- 01-38 [神経管と神経堤から発生する細胞](#)
- 01-39 [脊髄の身体末梢に対する支配関係](#)
- 01-40 [ラット胚 L10-17の神経管と体節](#)
- 01-41 [ラット胚 L10-17の神経管と体節](#)
- 01-42 [ラット胚の神経管・前根繊維・体節](#)
- 01-43 [ラット胚 12-11 神経管と前根繊維](#)
- 01-44 [ラット胚 12-11 前根繊維と筋板](#)
- 01-45 [推定31日の原胚子 左側面](#)
- 01-46 [推定31日の原胚子 右側面](#)
- 01-47 [推定34日の原胚子\(第5週\)](#)
- 01-48 [第6週 of 原胚子](#)
- 01-49 [第6週 of 原胚子の頭部](#)

中枢神経系の発生

Menu 2/2

- 01-50 [第8週の原胚子](#)
- 01-51 [脳の発生模式図](#)
- 01-52 [脳の外形発生 左側面](#)
- 01-53 [菱脳の組織発生 1](#)
- 01-54 [菱脳の組織発生 2](#)
- 01-55 [ラット胚 12-11 舌下神経核 1](#)
- 01-56 [ラット胚 12-11 舌下神経の出発部](#)
- 01-57 [菱脳の横断面 ヒト](#)
- 01-58 [小脳板を通る菱脳の横断面ヒト](#)
- 01-59 [脳板 ヒト \(6-80-7\)](#)
- 01-60 [小脳板の発生](#)
- 01-61 [小脳の正中矢状断](#)
- 01-62 [小脳虫部の正中矢状断面 マウスの胎仔](#)
- 01-63 [小脳虫部の正中矢状断面 マウスの胎仔2](#)
- 01-64 [マウスの新生仔の小脳皮質原基](#)
- 01-65 [小脳虫部の正中矢状断 イヌ](#)
- 01-66 [小脳第一裂の底の皮質 イヌ](#)
- 01-67 [イヌの小脳皮質における組織分化 1](#)
- 01-68 [イヌの小脳皮質における組織分化 2](#)
- 01-69 [プルキンエ細胞の形態分化 \(イヌ\)](#)
- 01-70 [胎生第7月のヒトの胎児の小脳皮質](#)
- 01-71 [小脳皮質の組織発生を示す模式図](#)
- 01-72 [小脳皮質の構造 模式図](#)
- 01-73 [中脳の発生](#)
- 01-74 [ラットの胎仔の前脳 前頭断面](#)
- 01-75 [胎生第8週の胎児の脳](#)
- 01-76 [体長25mmの胎児の脳 前頭断面](#)
- 01-77 [胎生第4月のヒトの胎児の脳 前頭断面](#)
- 01-78 [胎生第5月のヒトの胎児の脳 前頭断面](#)
- 01-79 [胎生第6月のヒトの胎児の脳 前頭断面](#)
- 01-80 [内包の形成と大脳核丘の分割](#)
- 01-81 [脈絡野・アンモン隆起・交連板](#)
- 01-82 [内包の形成と付着板](#)
- 01-83 [胎生第4月の脳の底面](#)
- 01-84 [ヒトの胎児の脳の外観](#)
- 01-85 [ヒトの胎児の脳の外形の変化\(児玉・小川より改写\)](#)
- 01-86 [大脳皮質の組織発生 ヒトの胎児](#)
- 01-87 [大脳皮質の組織発生](#)
- 01-88 [成人の大脳皮質](#)

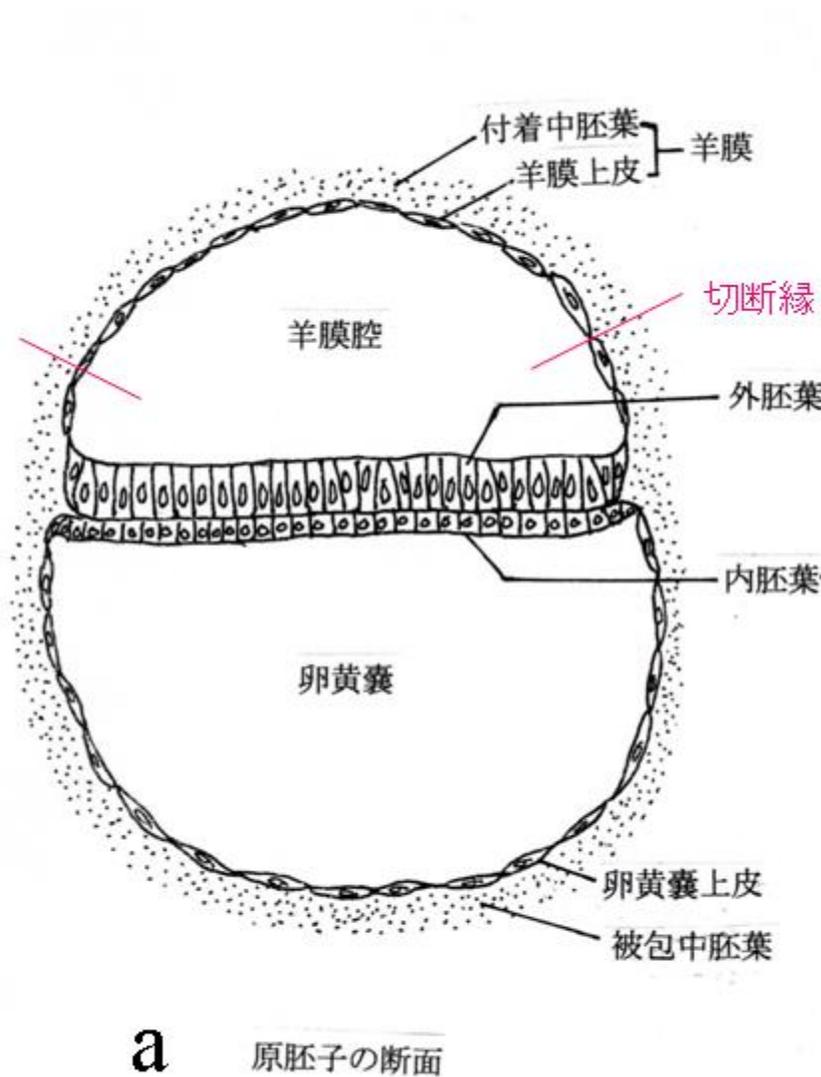




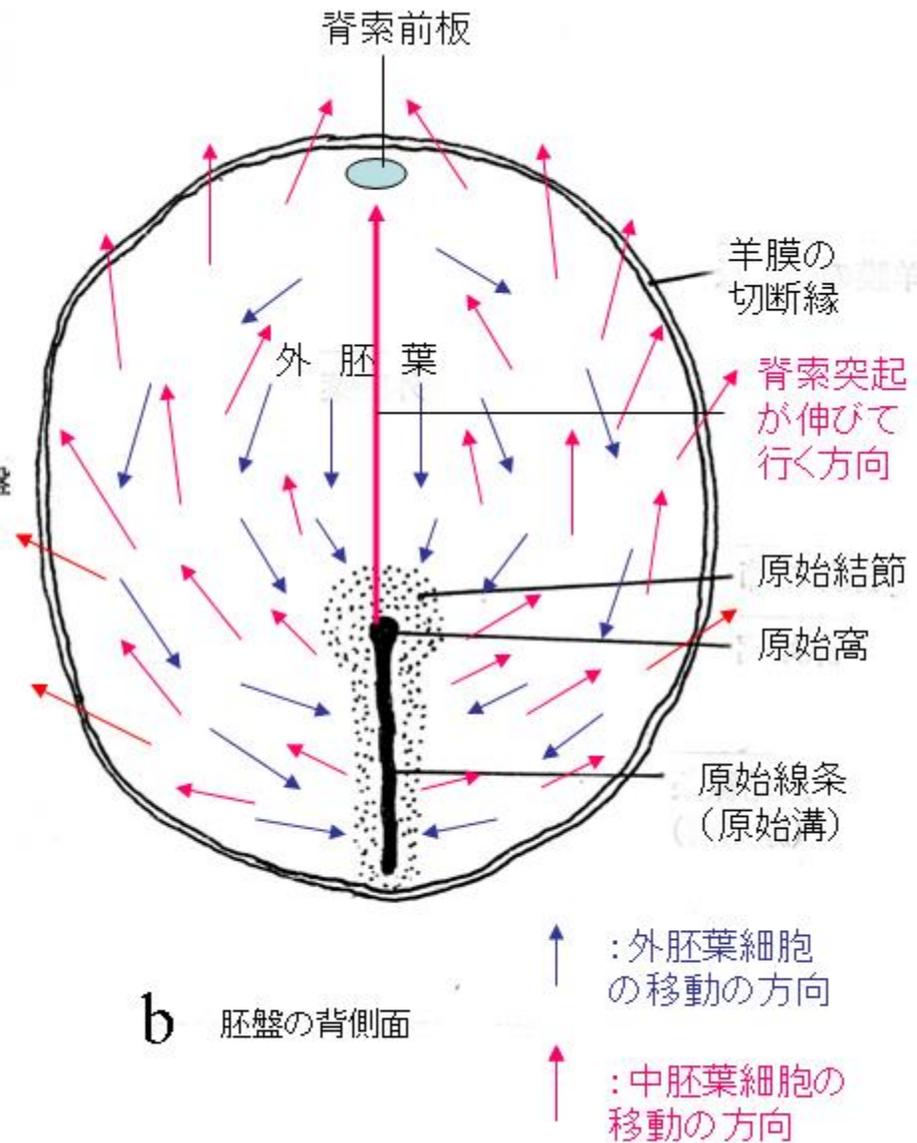
01-02

推定14日の原胚子

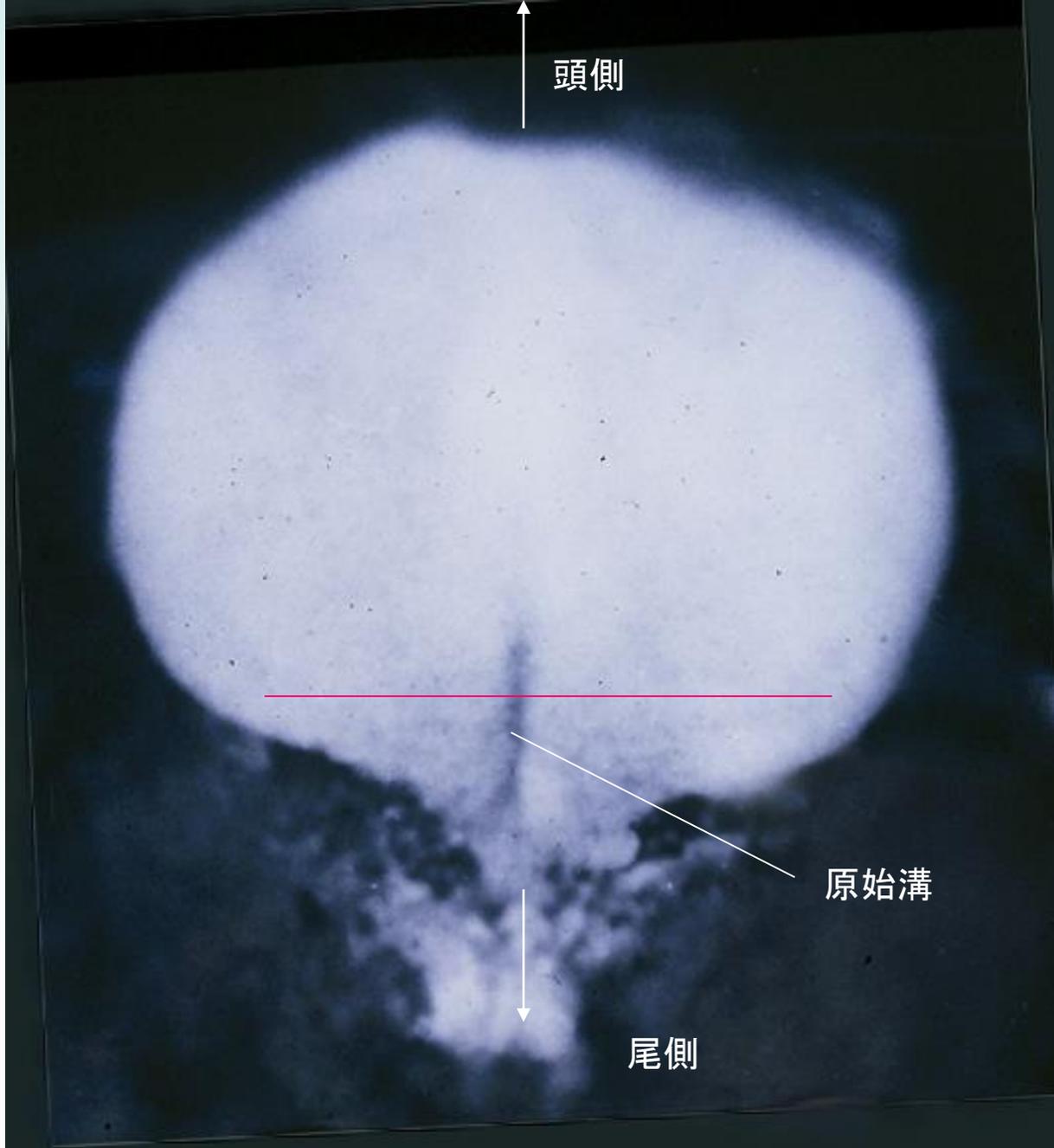
(故 西村秀雄教授
の写真)



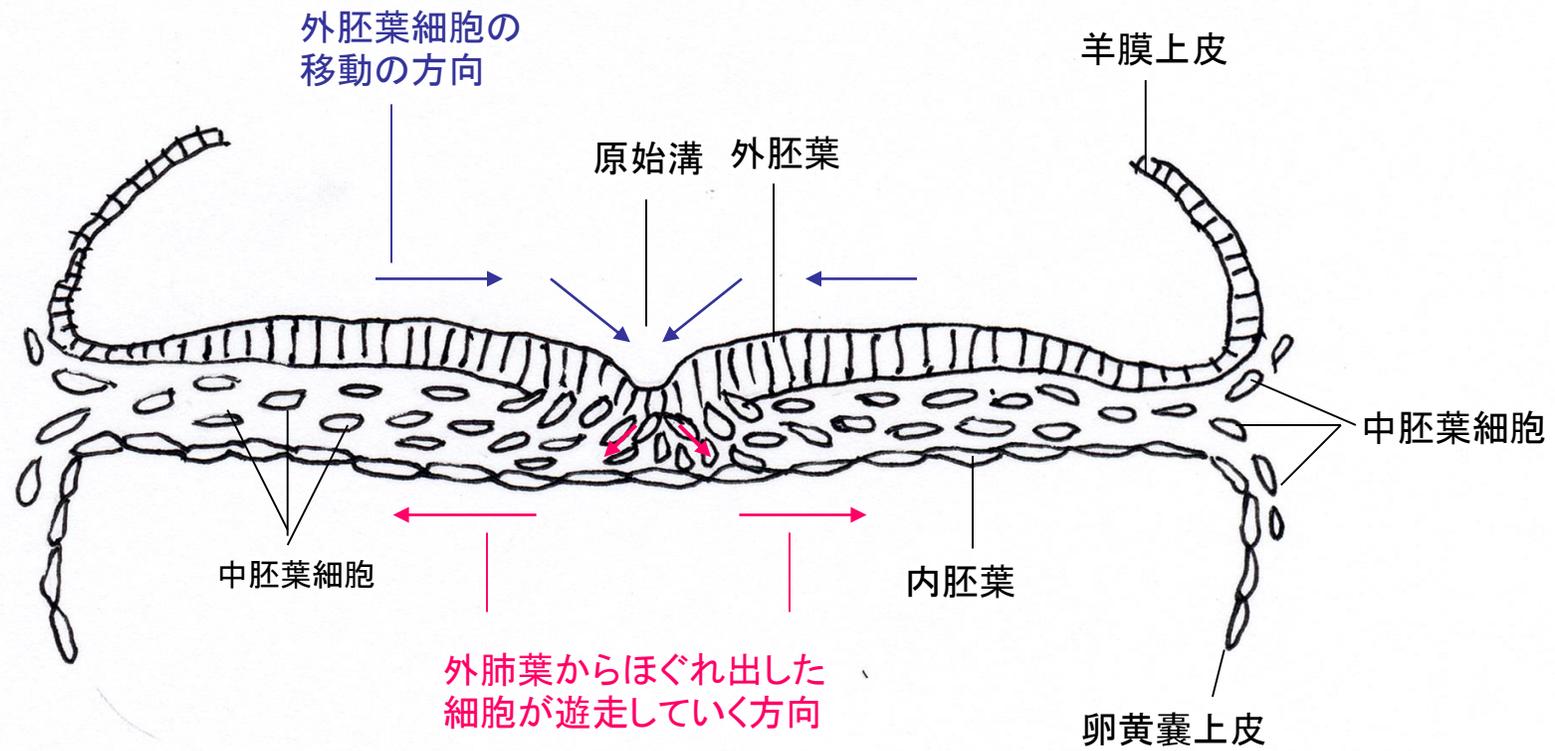
a 原胚子の断面

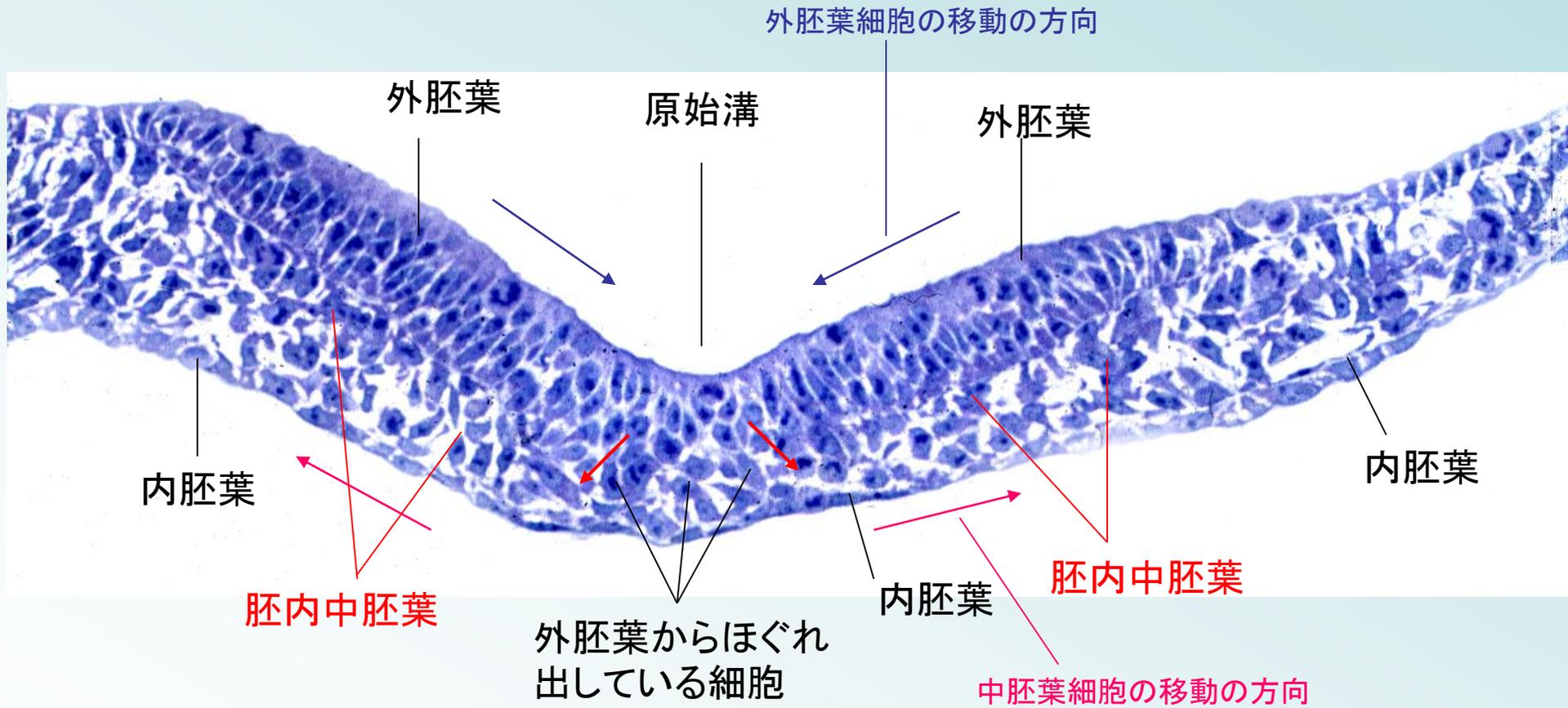


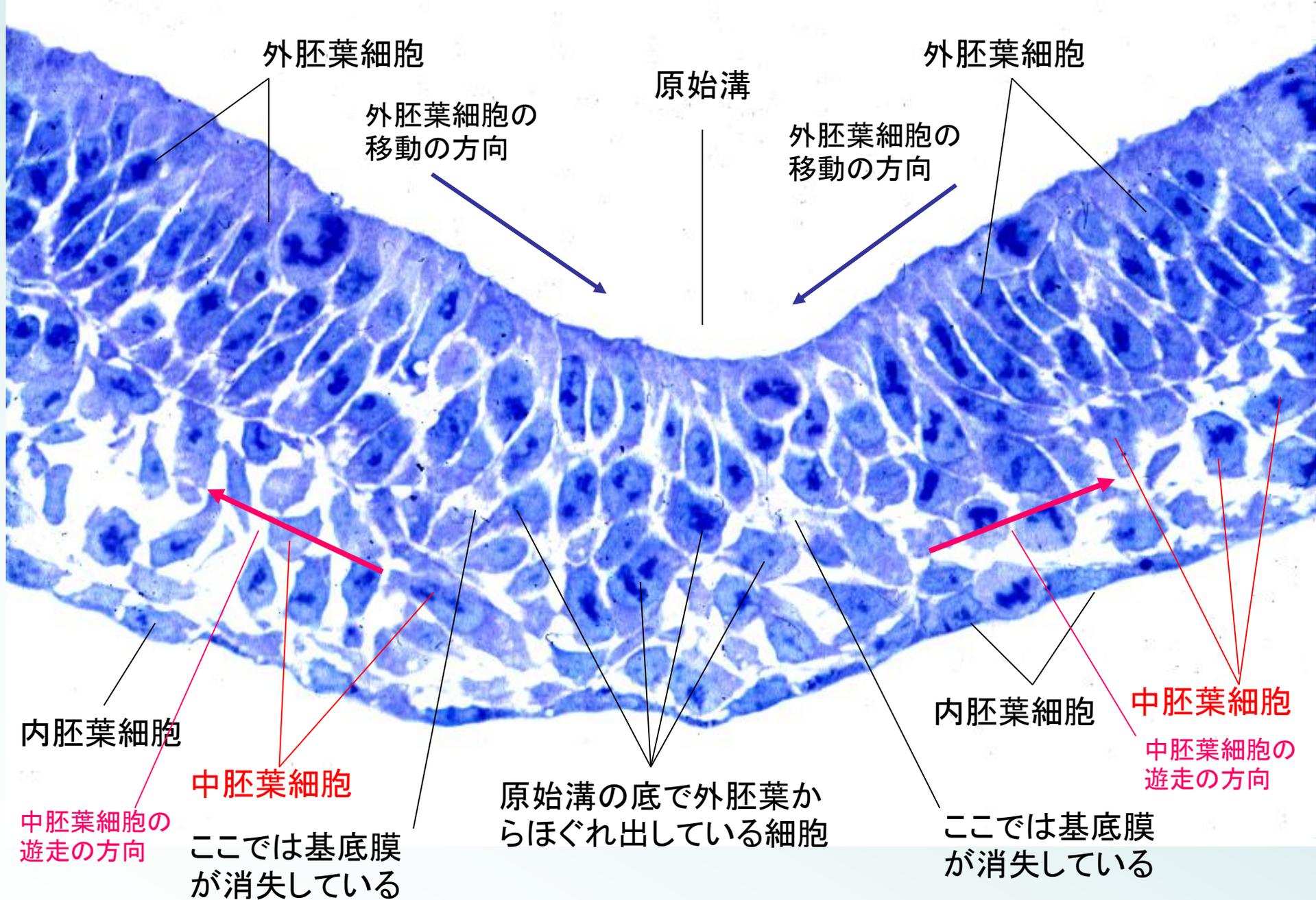
b 胚盤の背側面

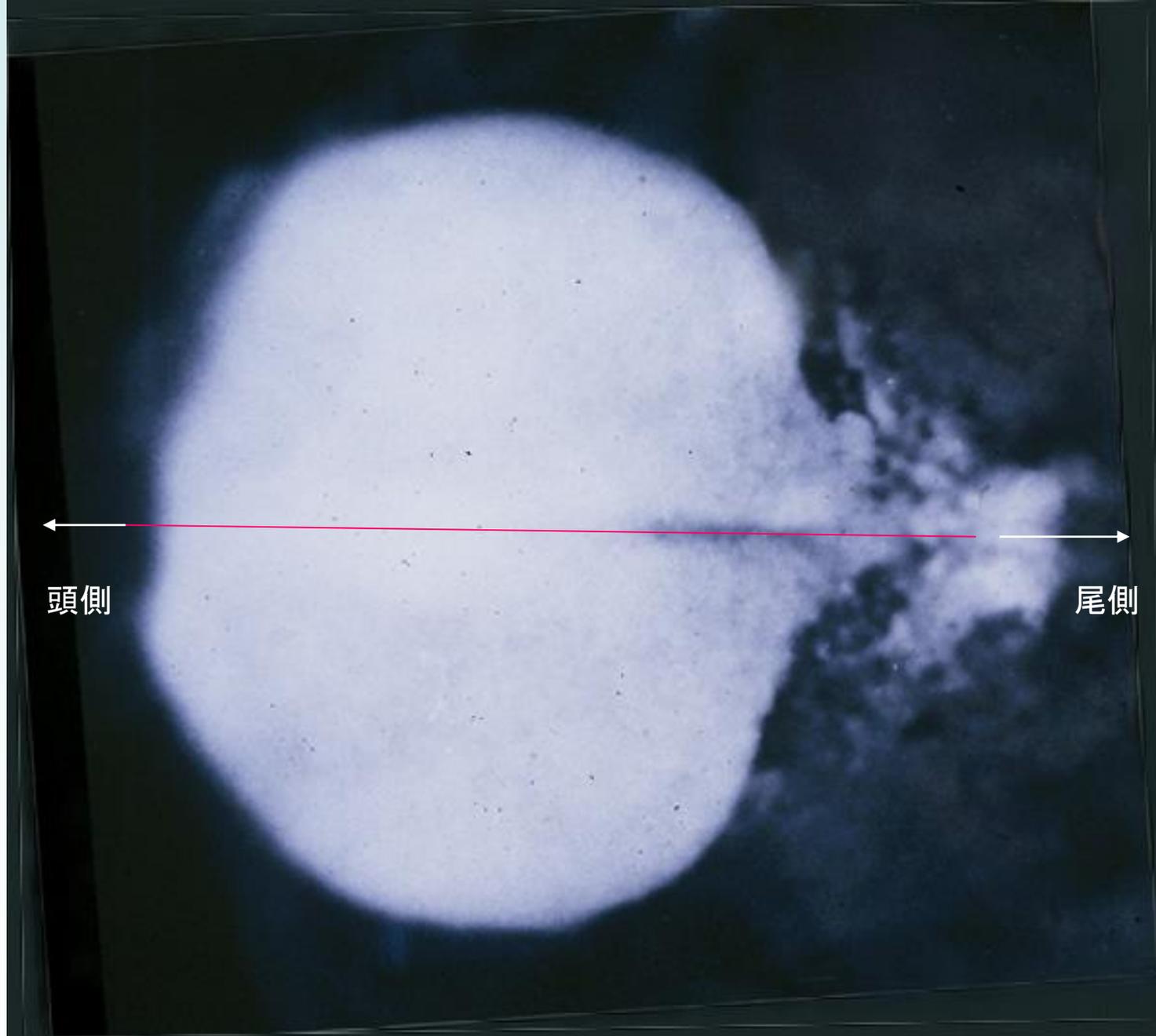


01-04 推定16日のヒトの原胚子

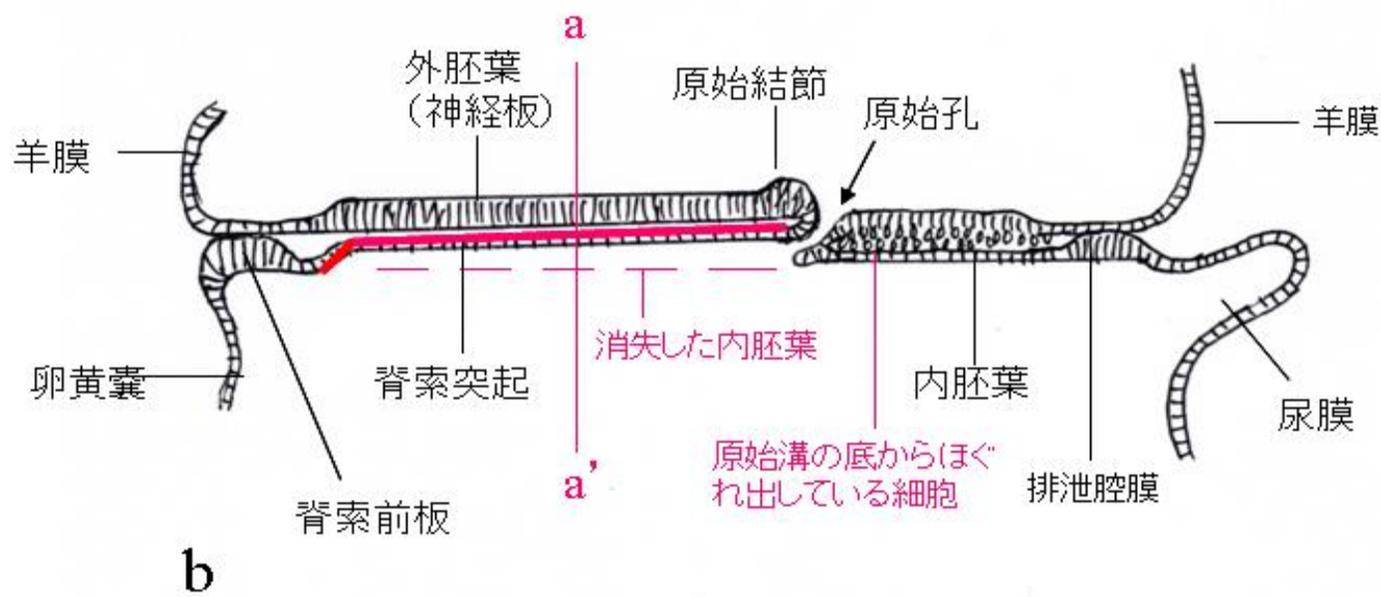
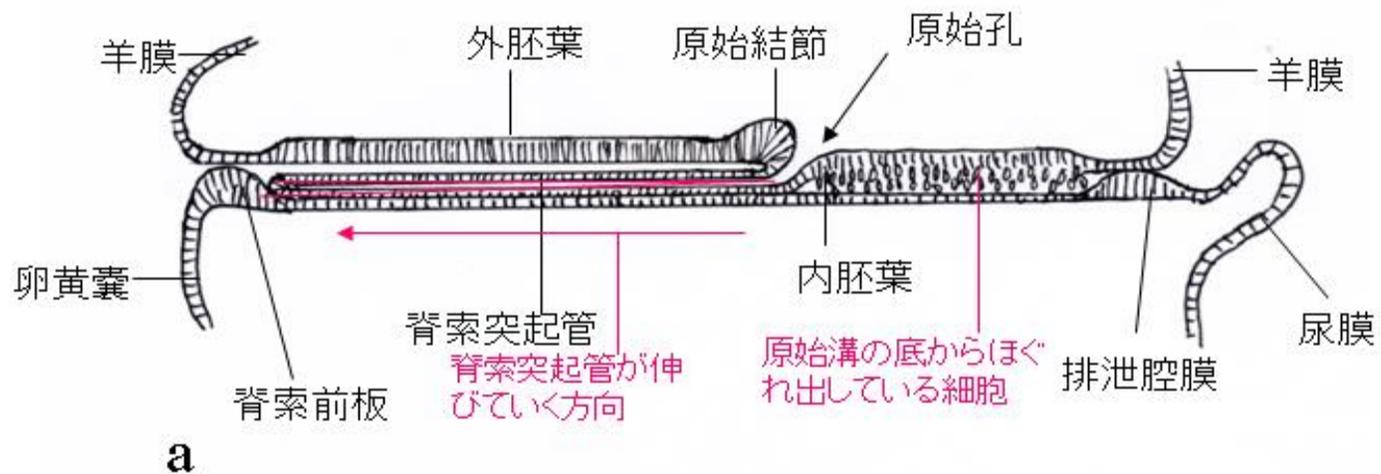


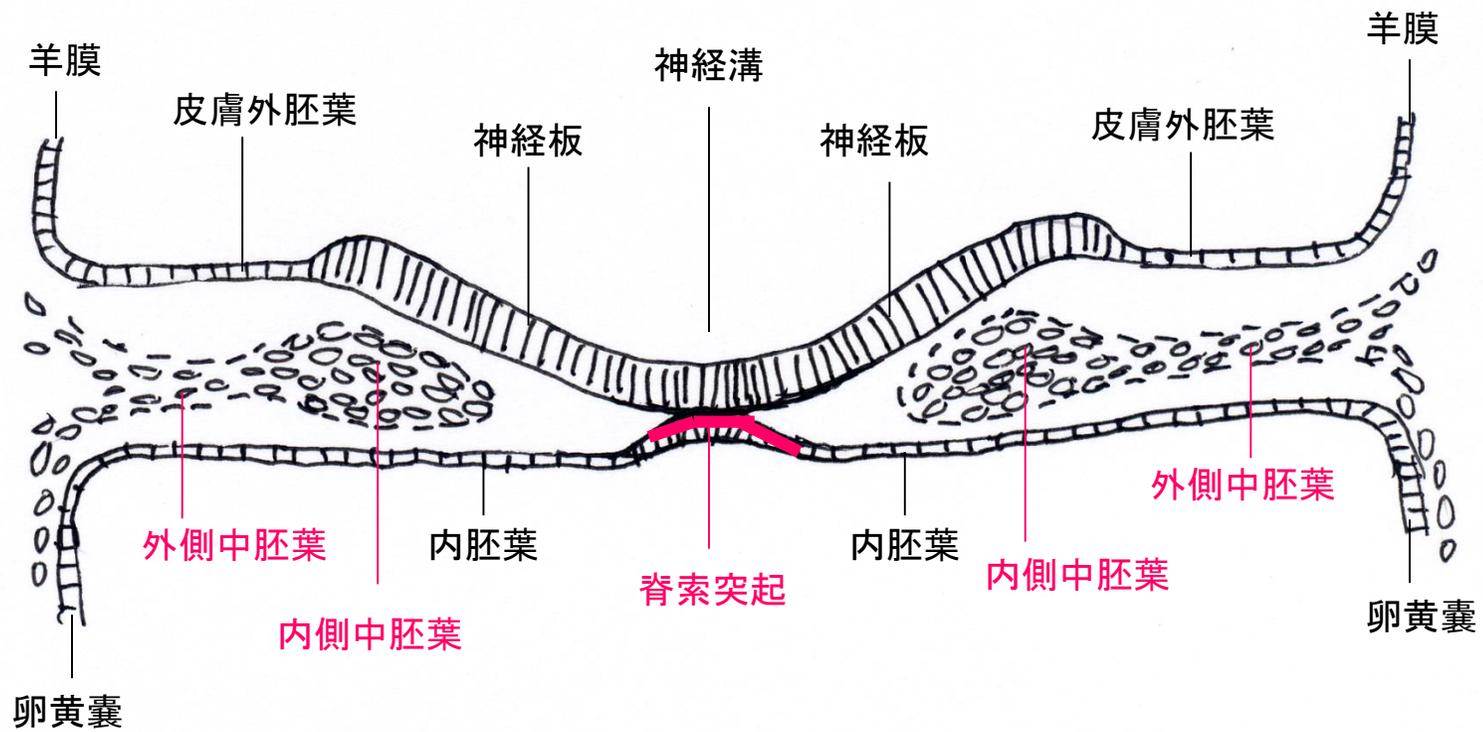


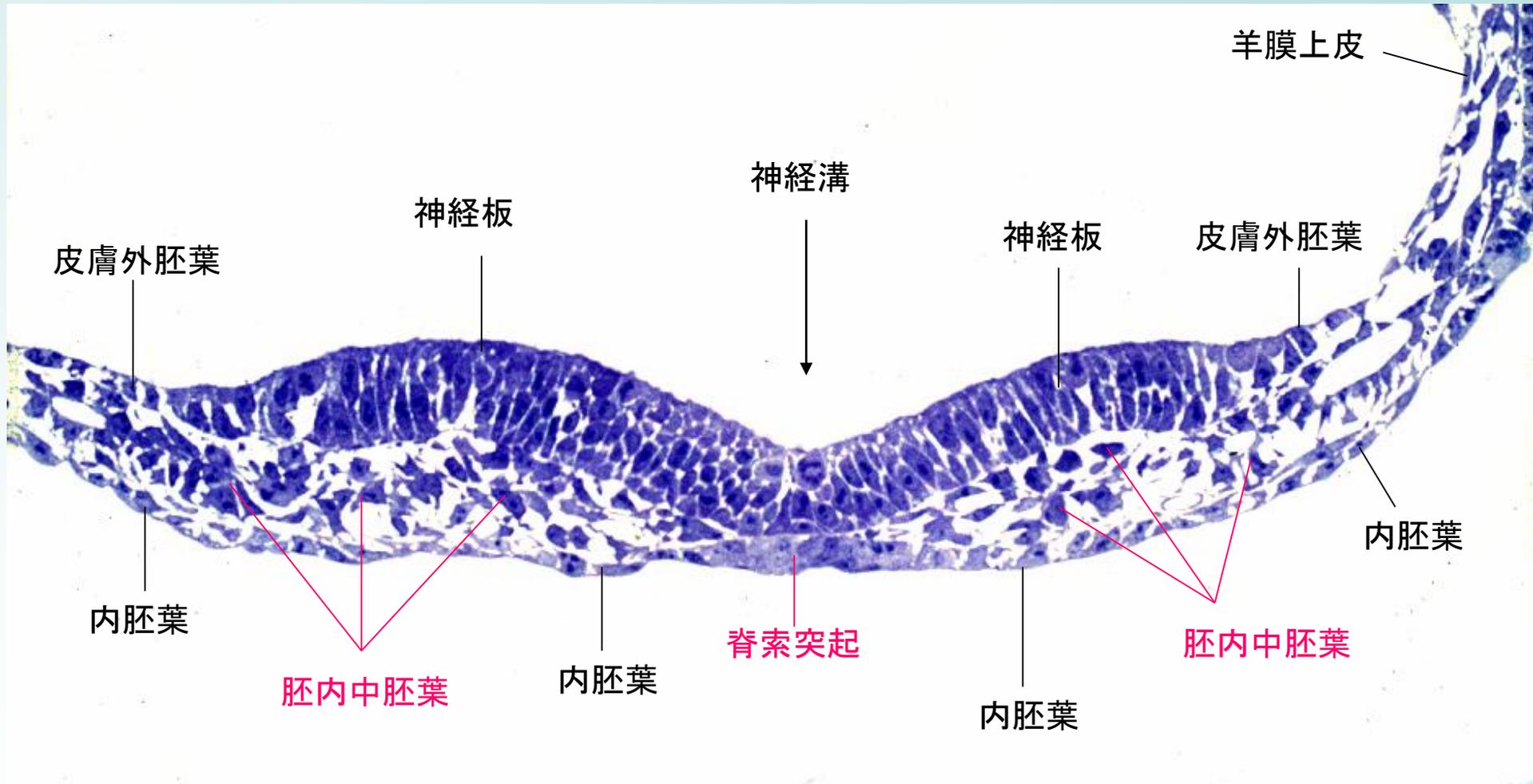


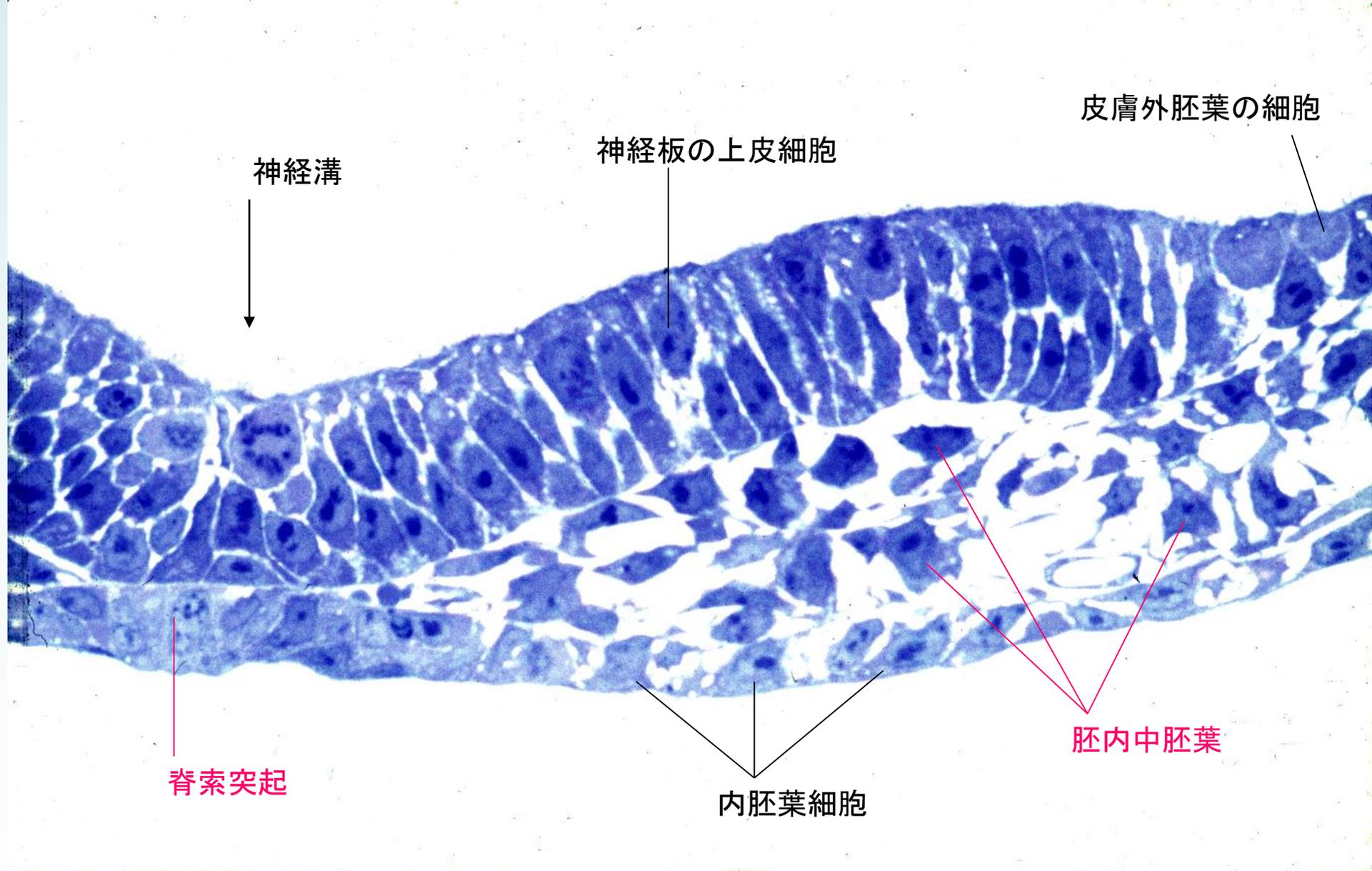


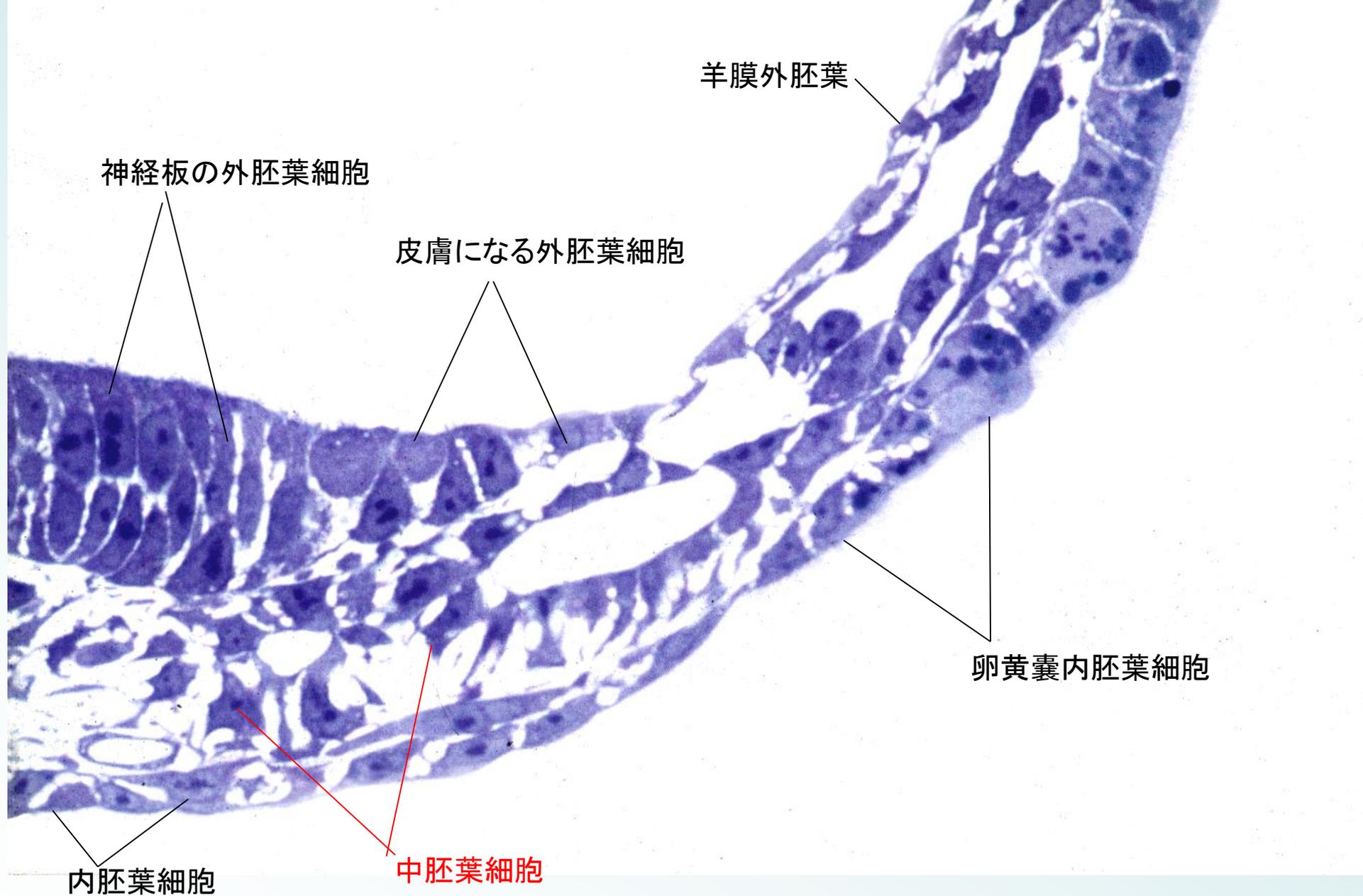
01-08 推定16日のヒトの原胚子

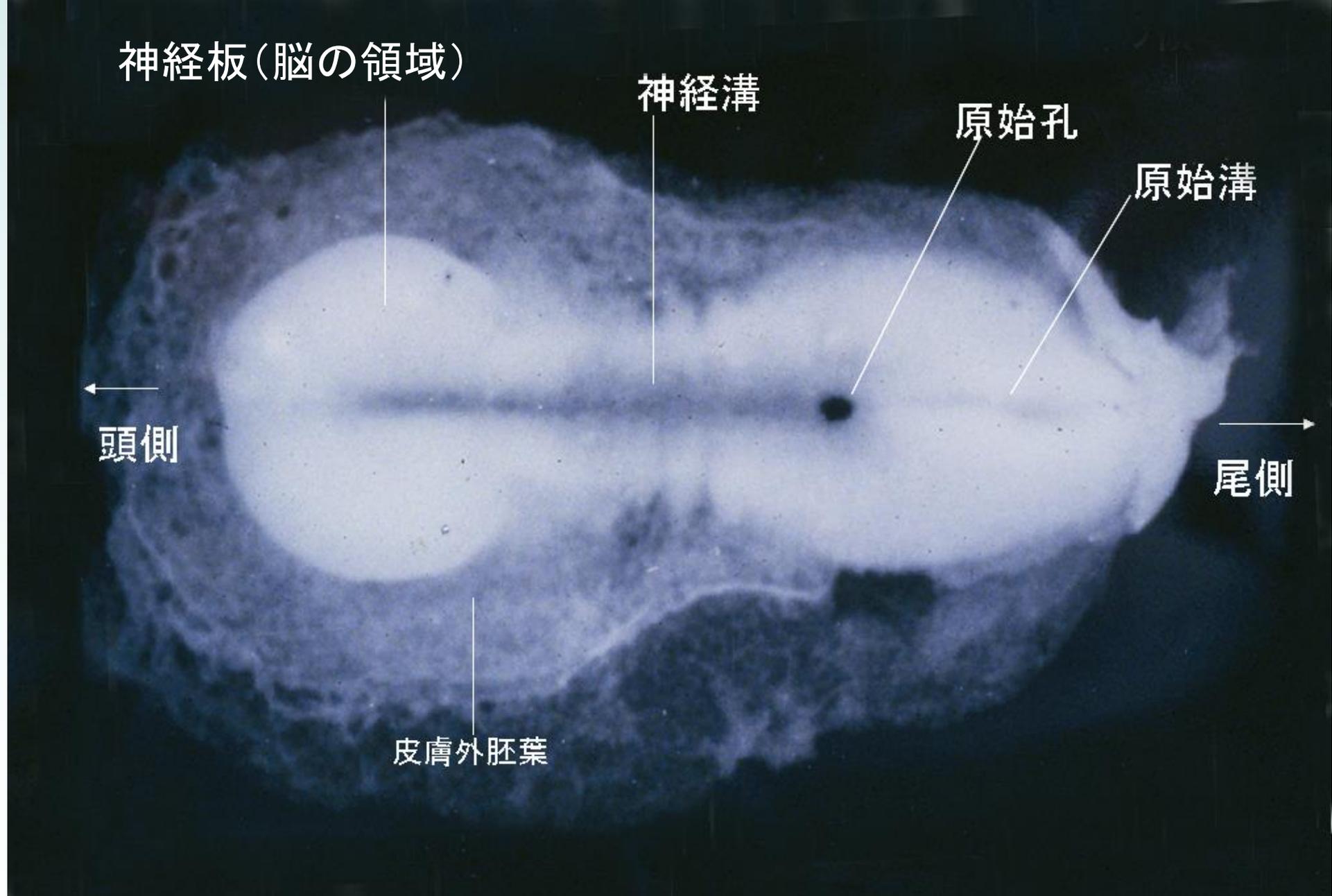


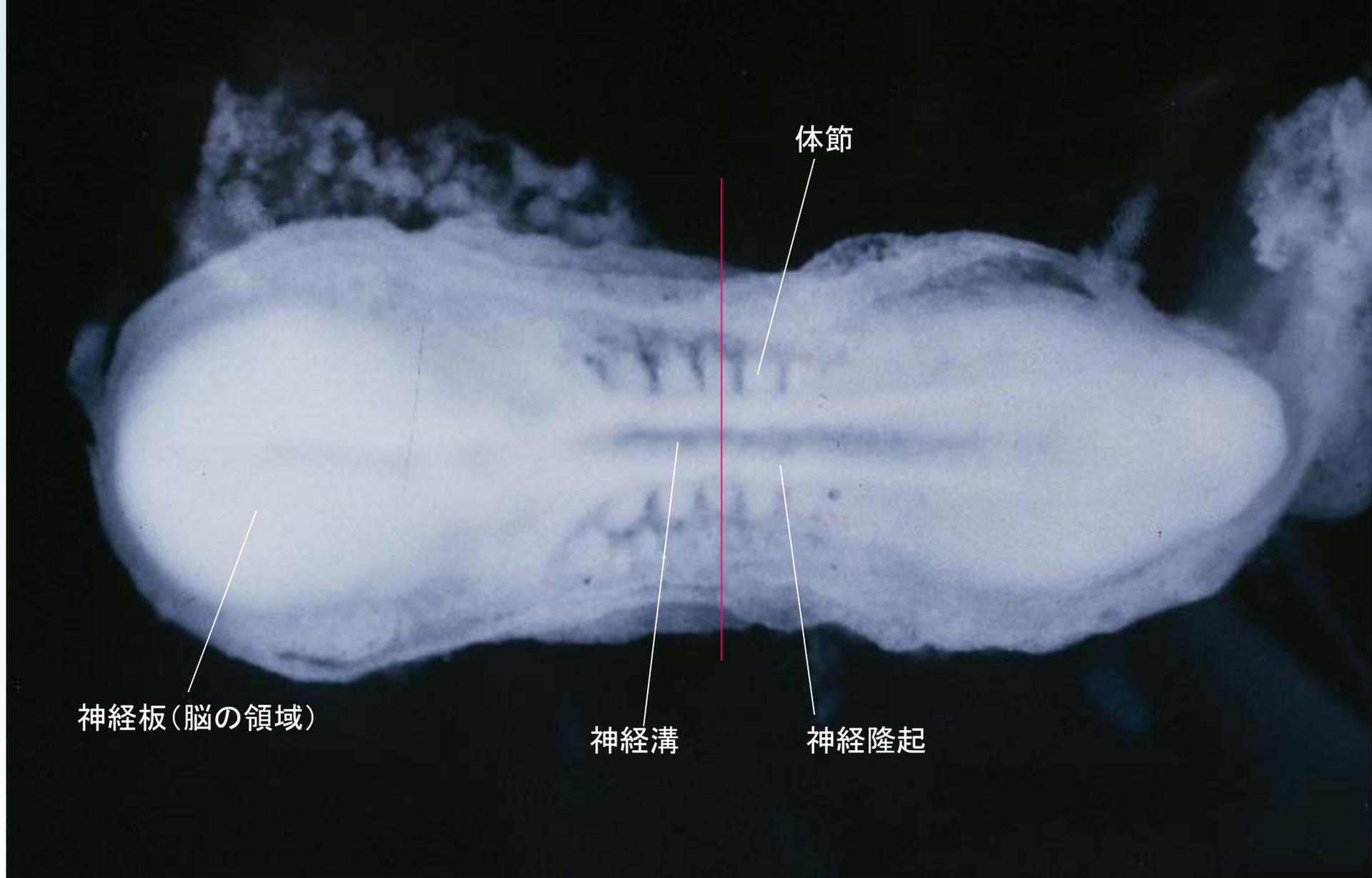










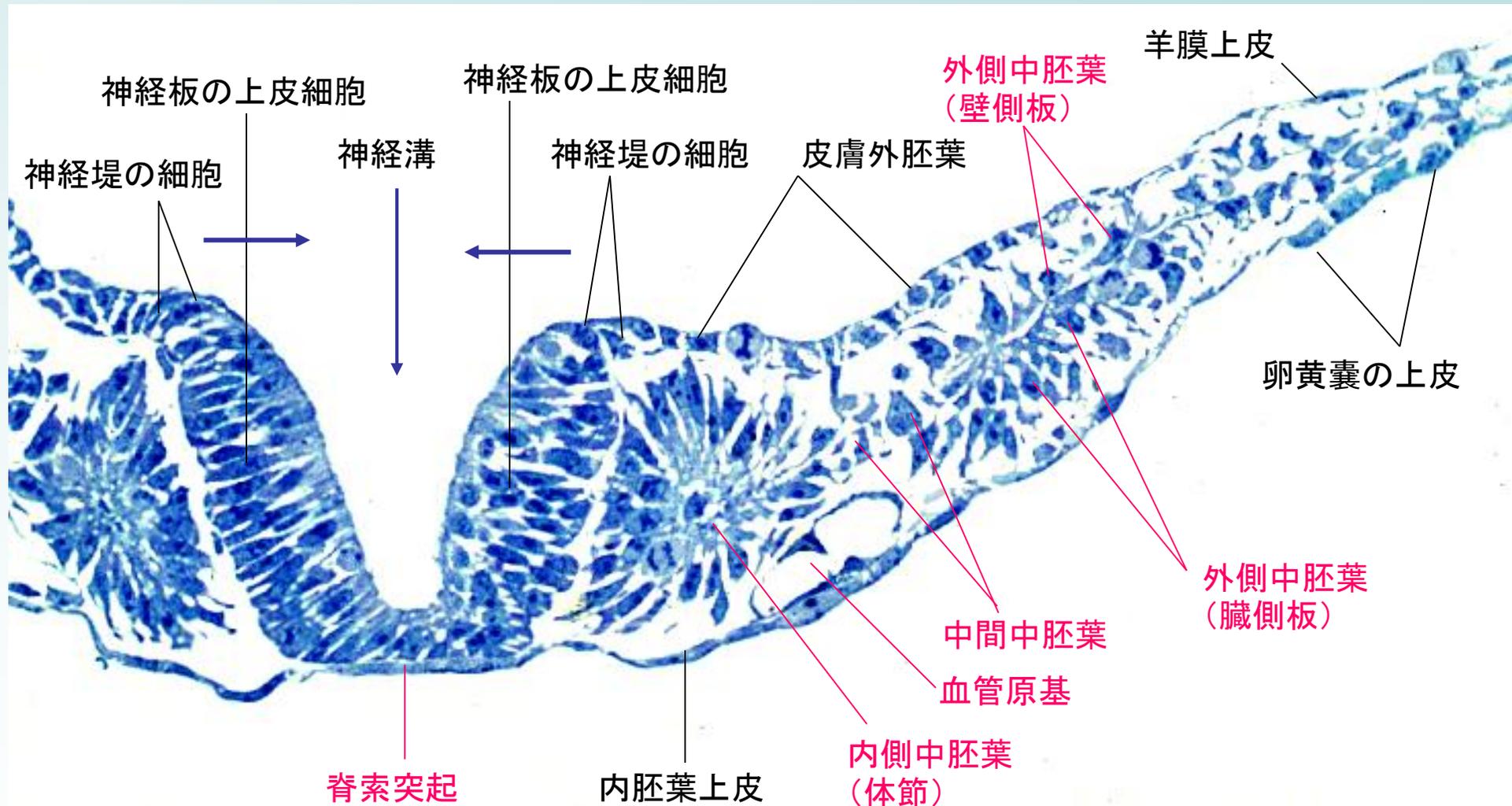


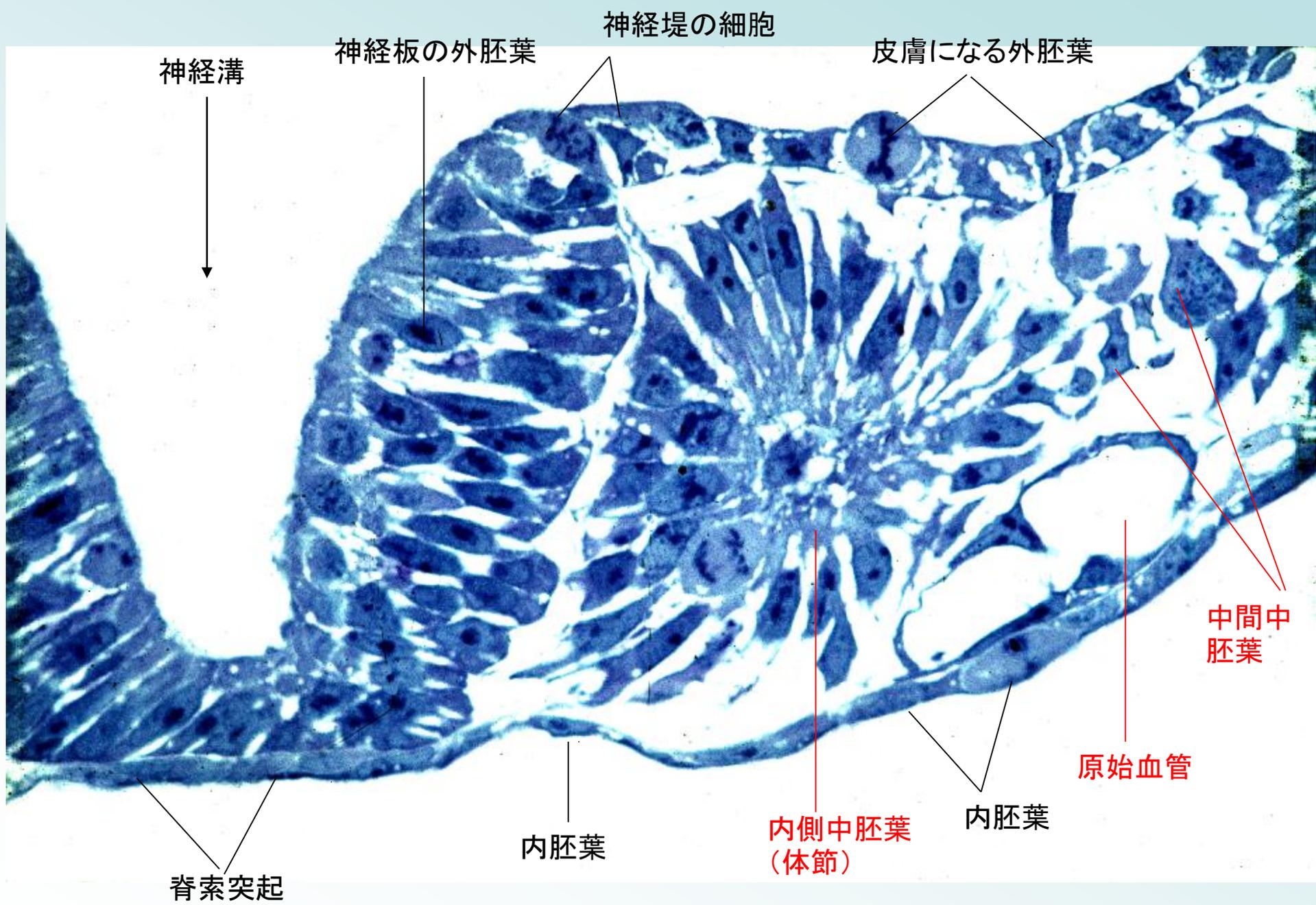
神経板(脳の領域)

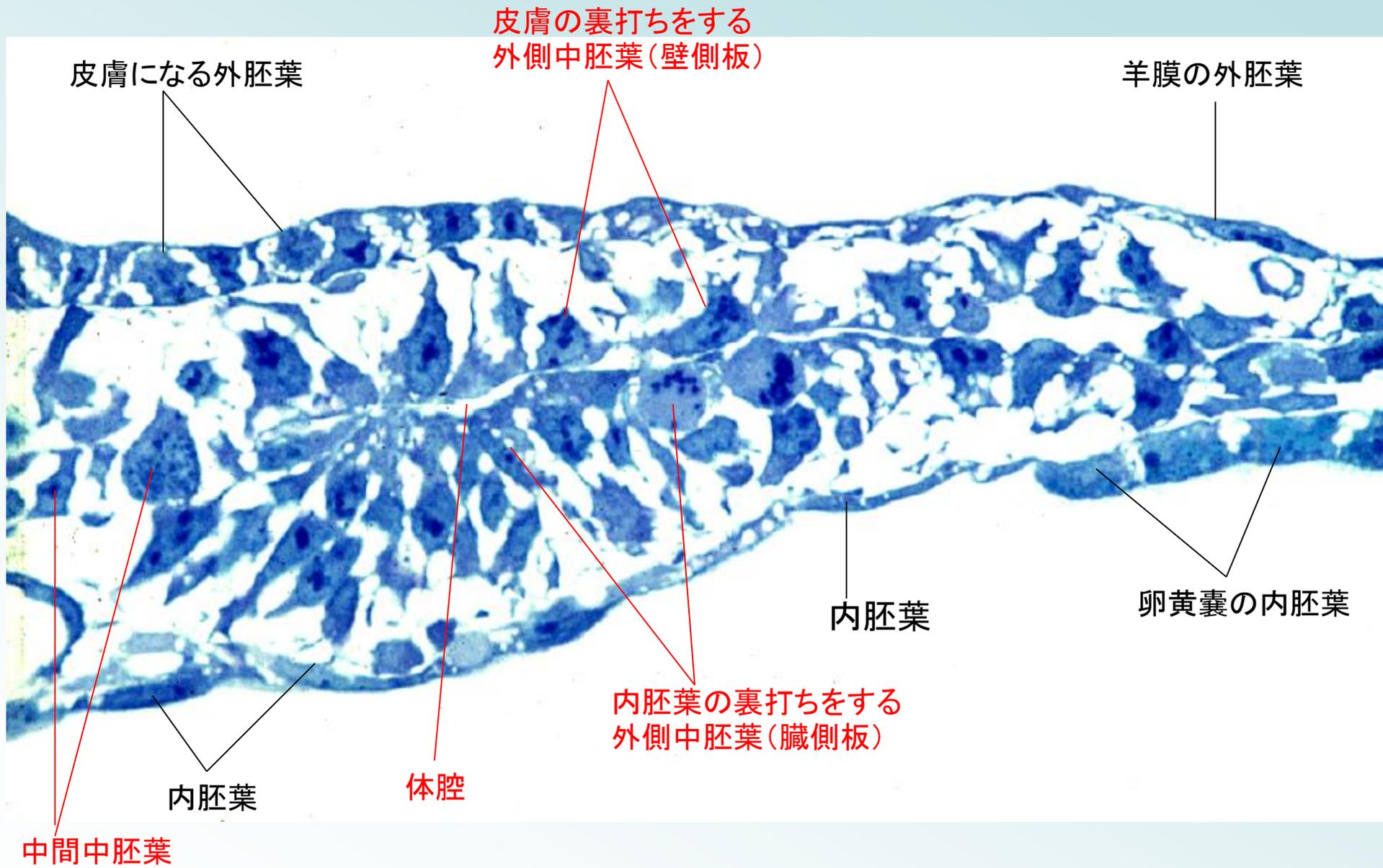
神経溝

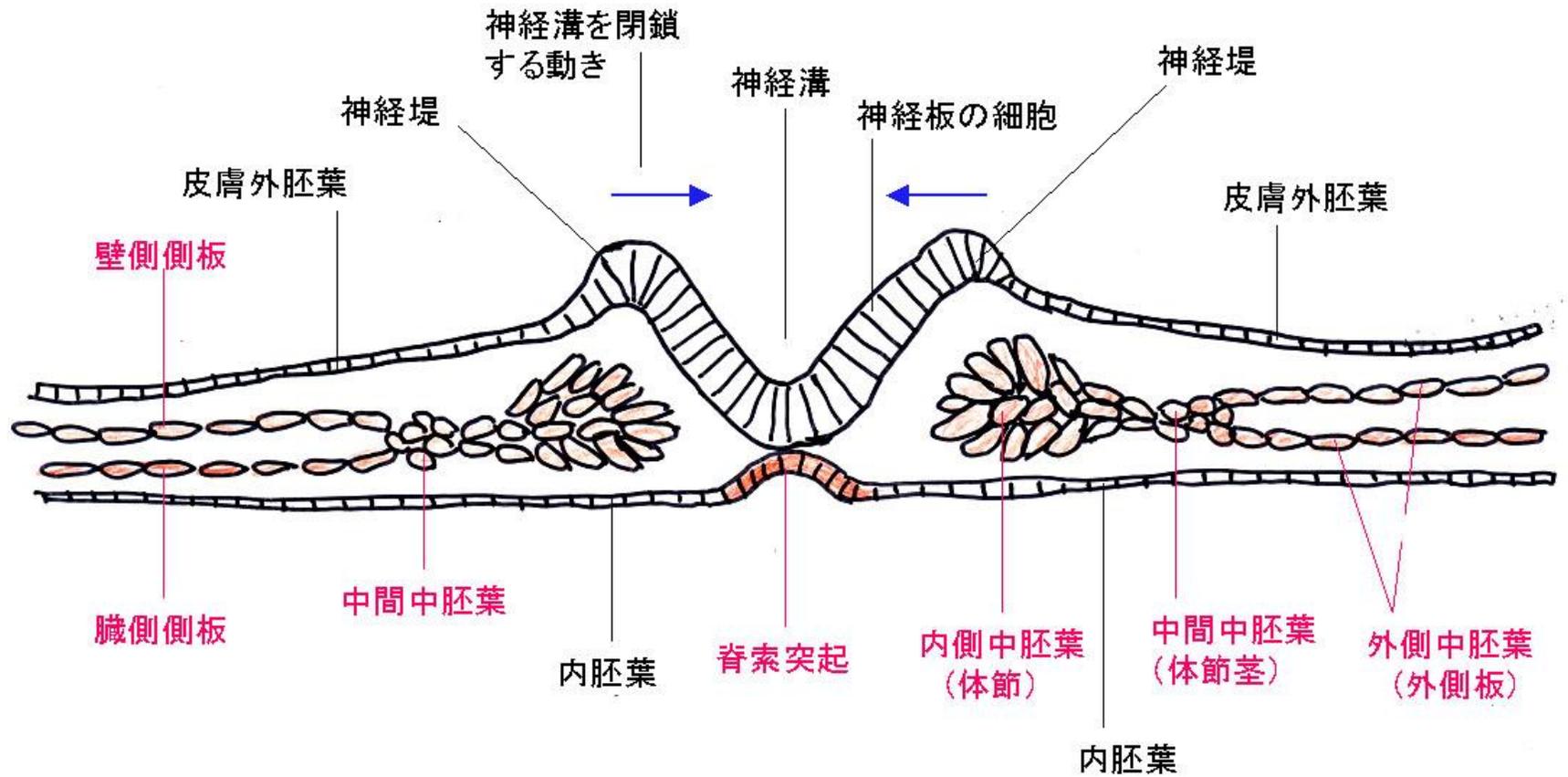
神経隆起

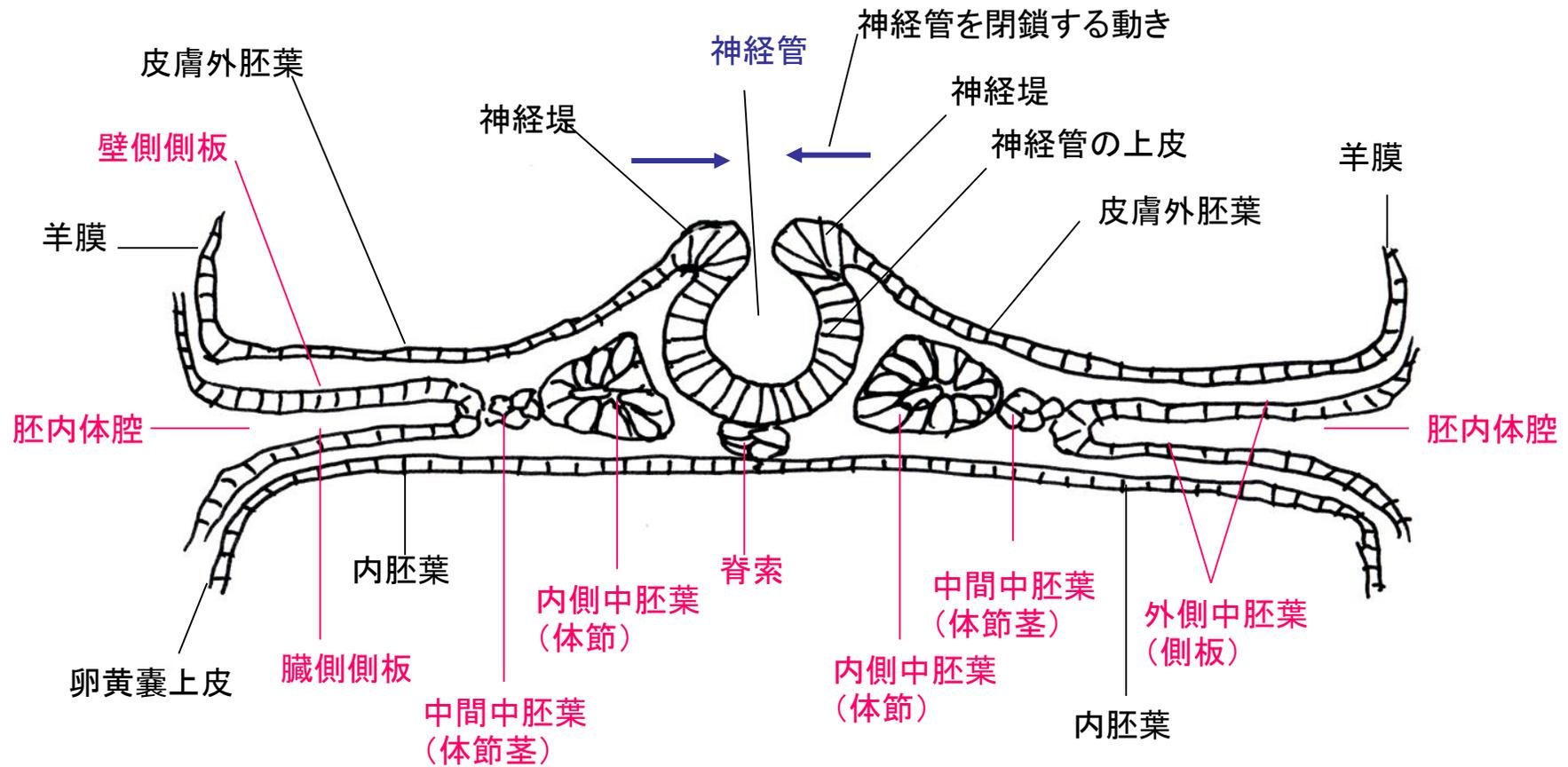
体節

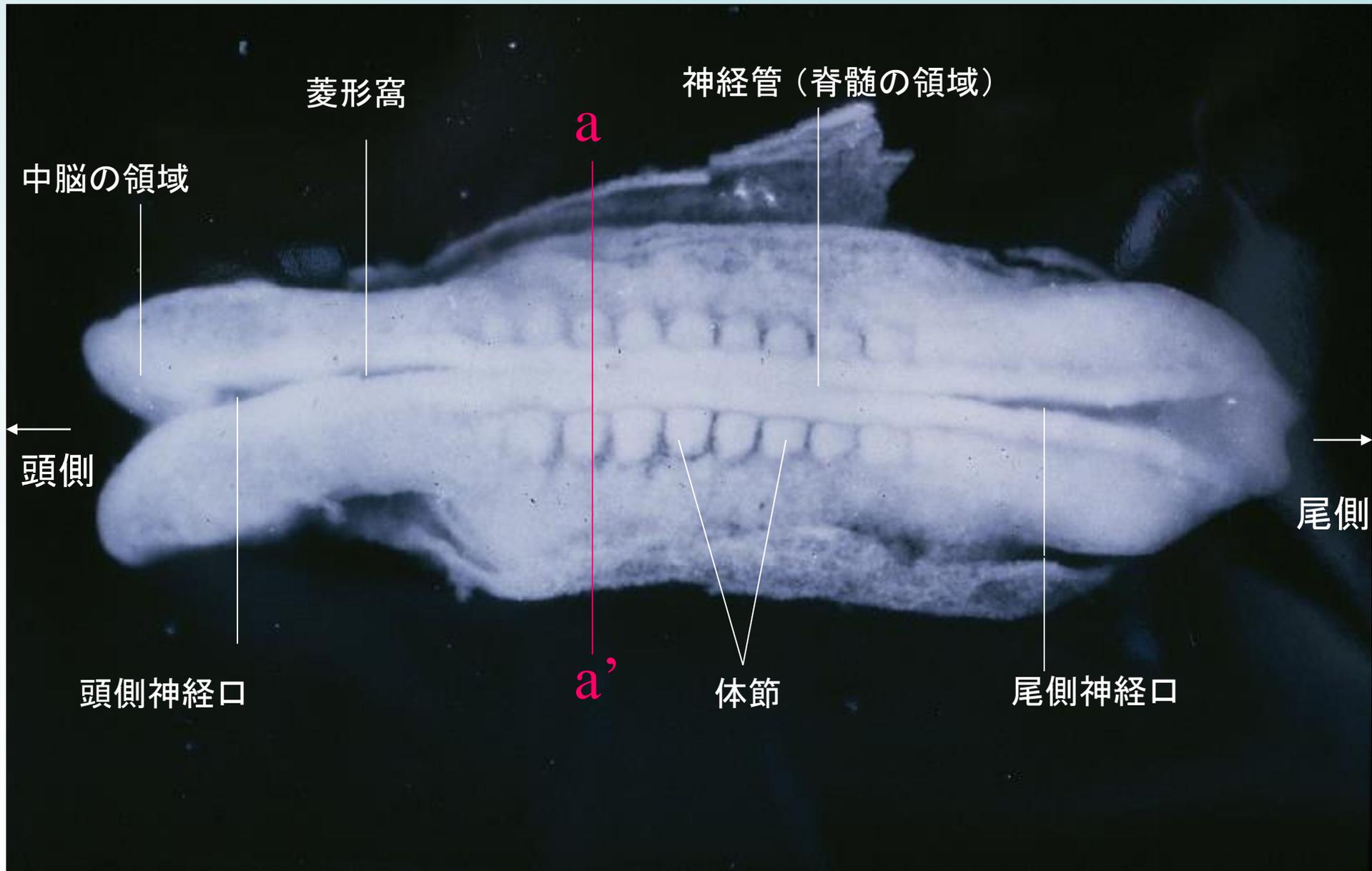


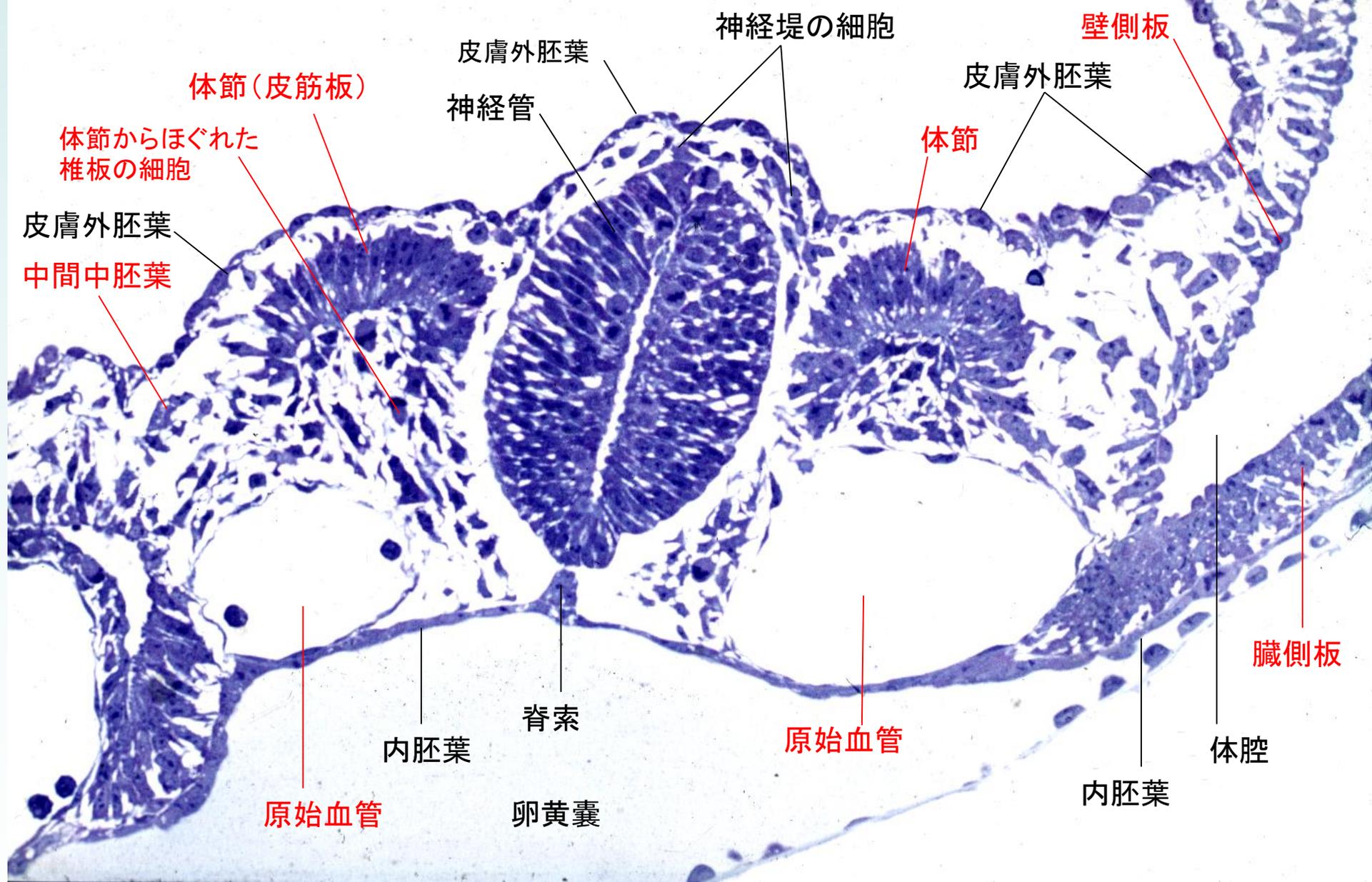


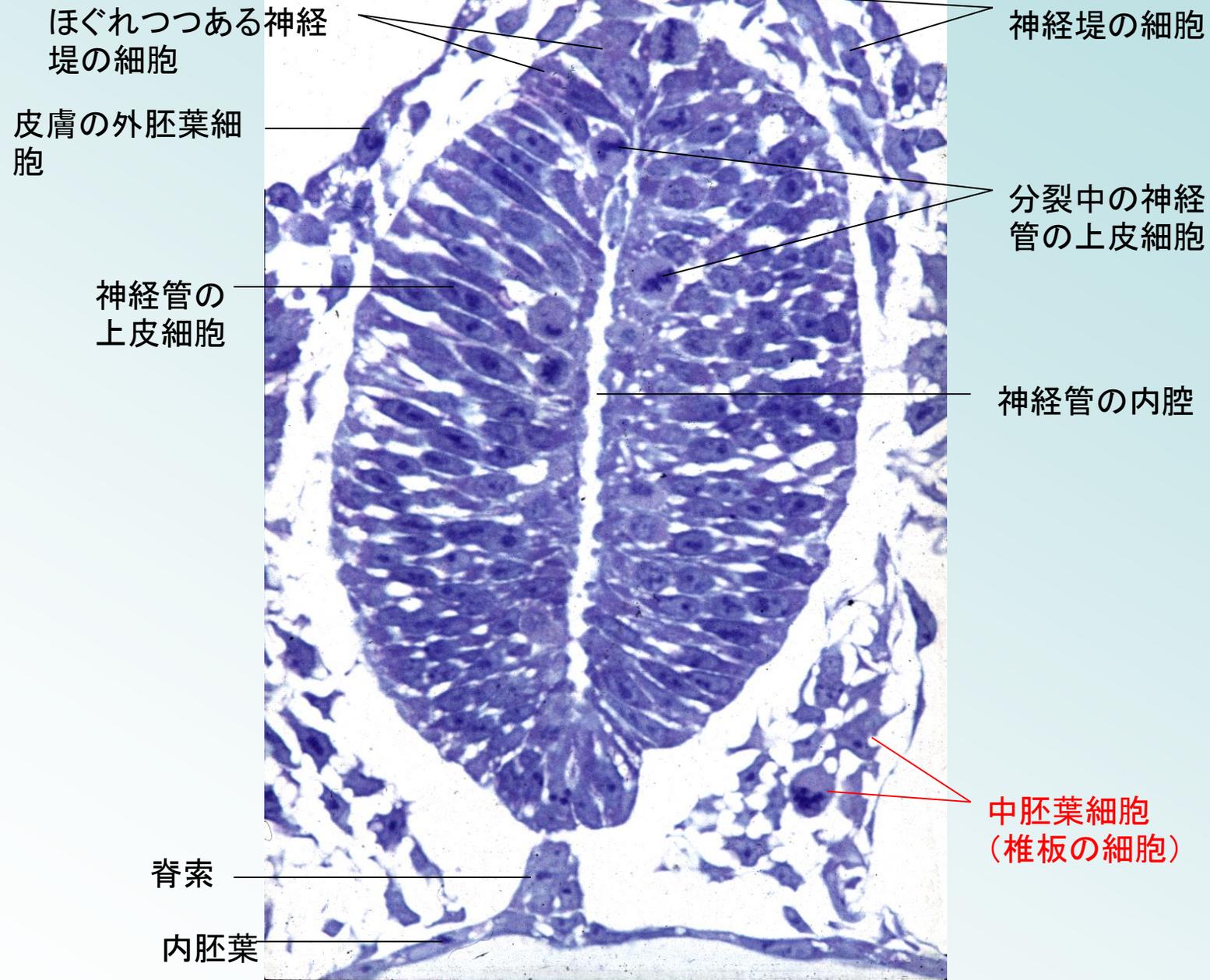


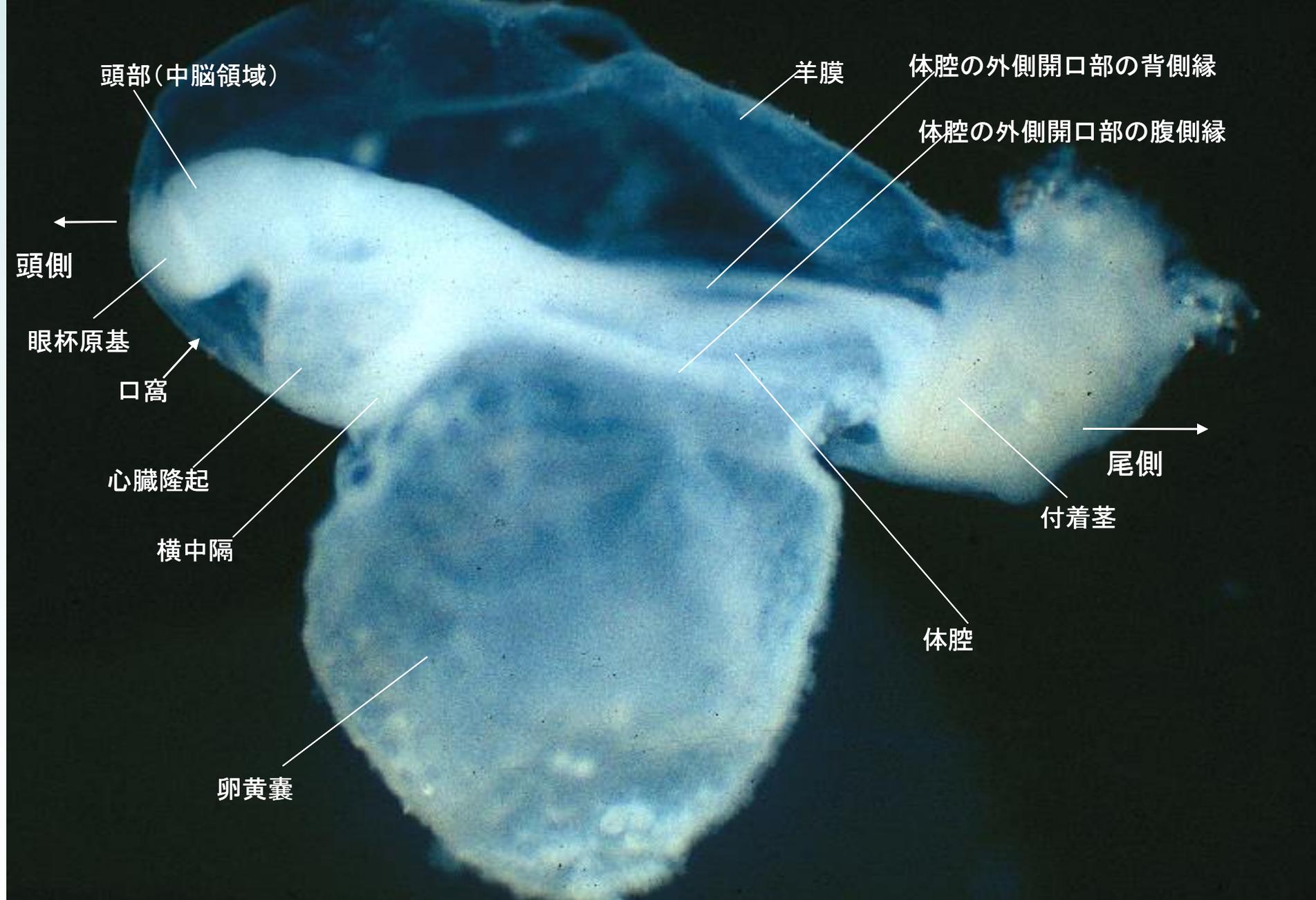


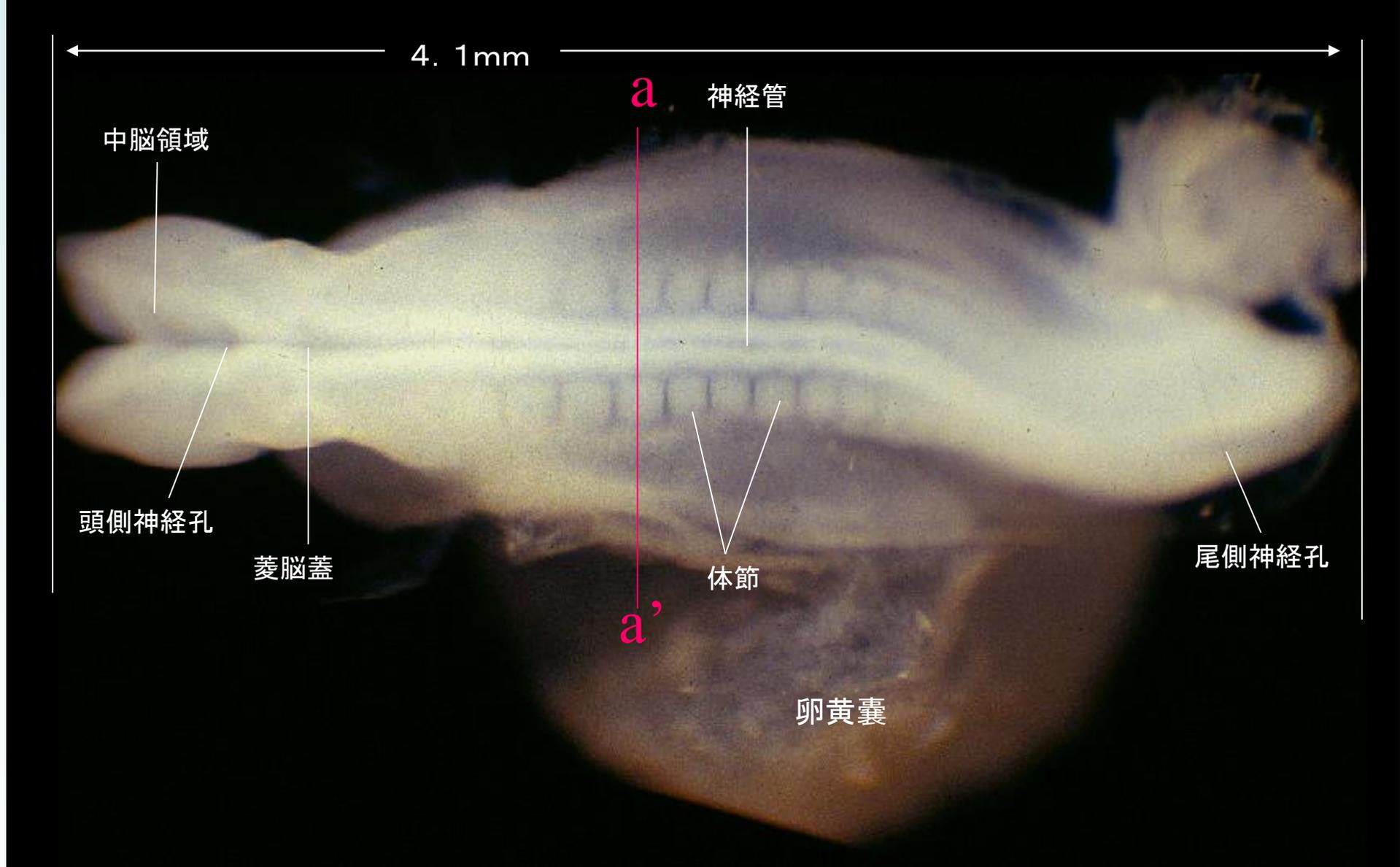


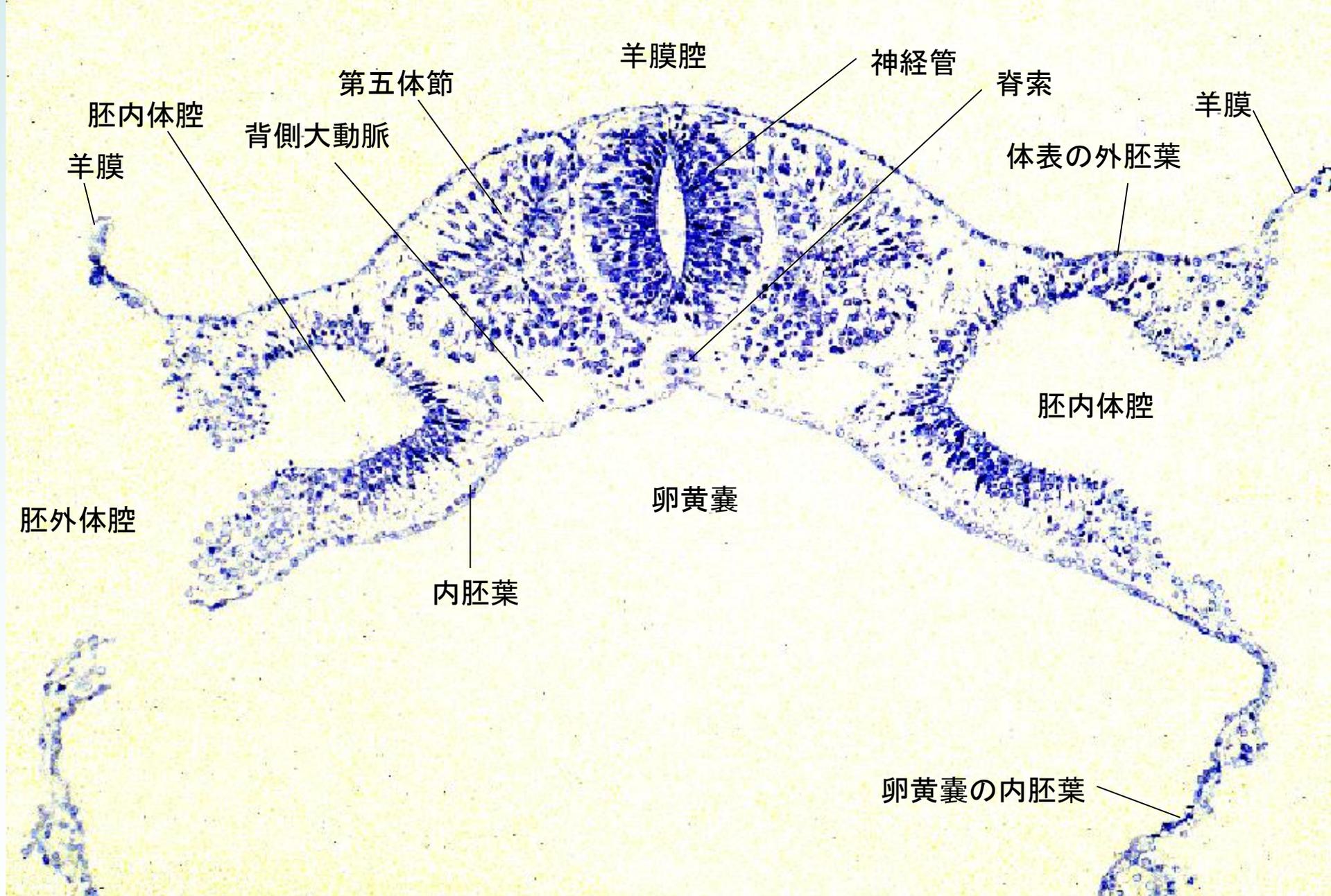


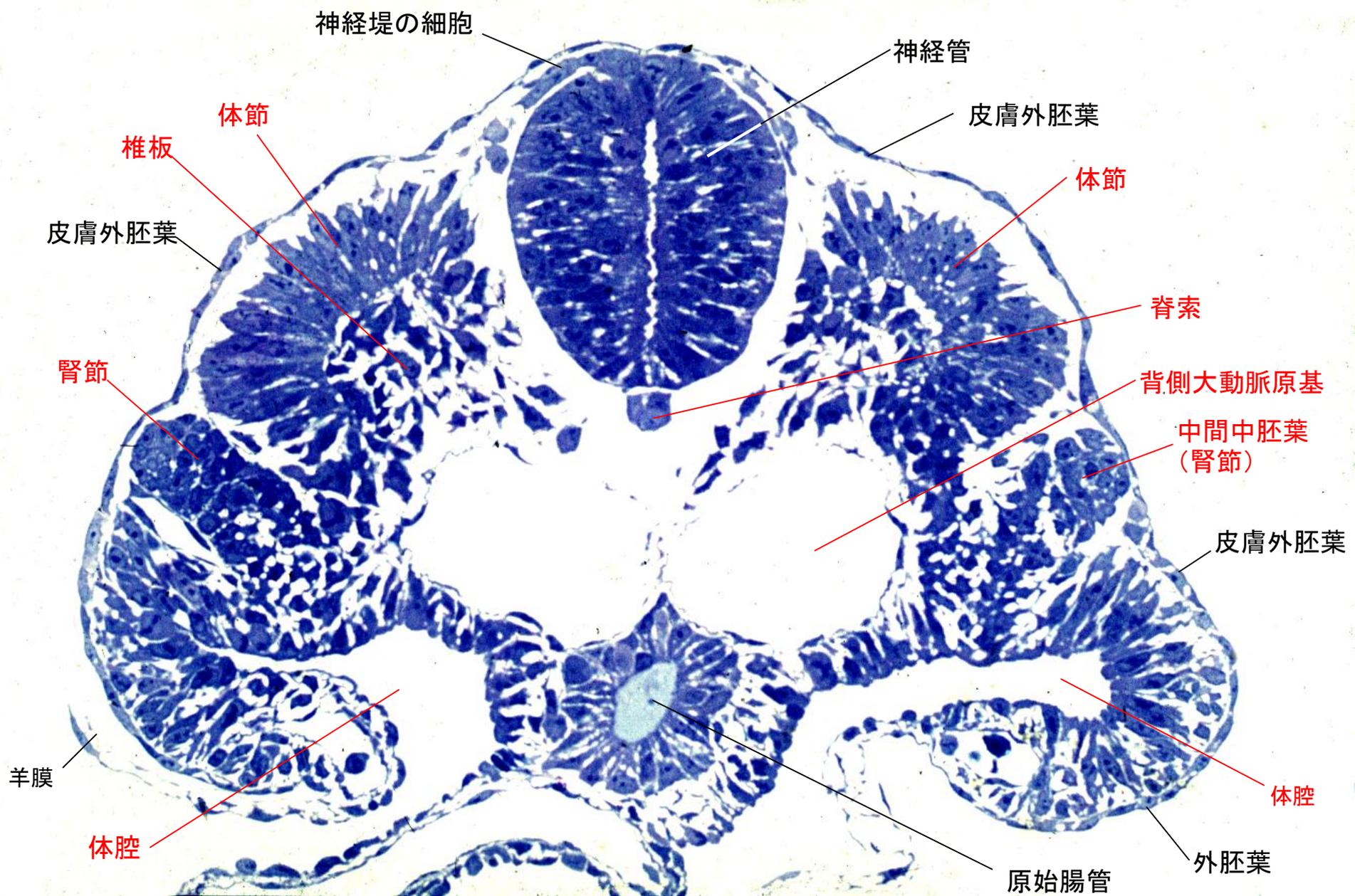


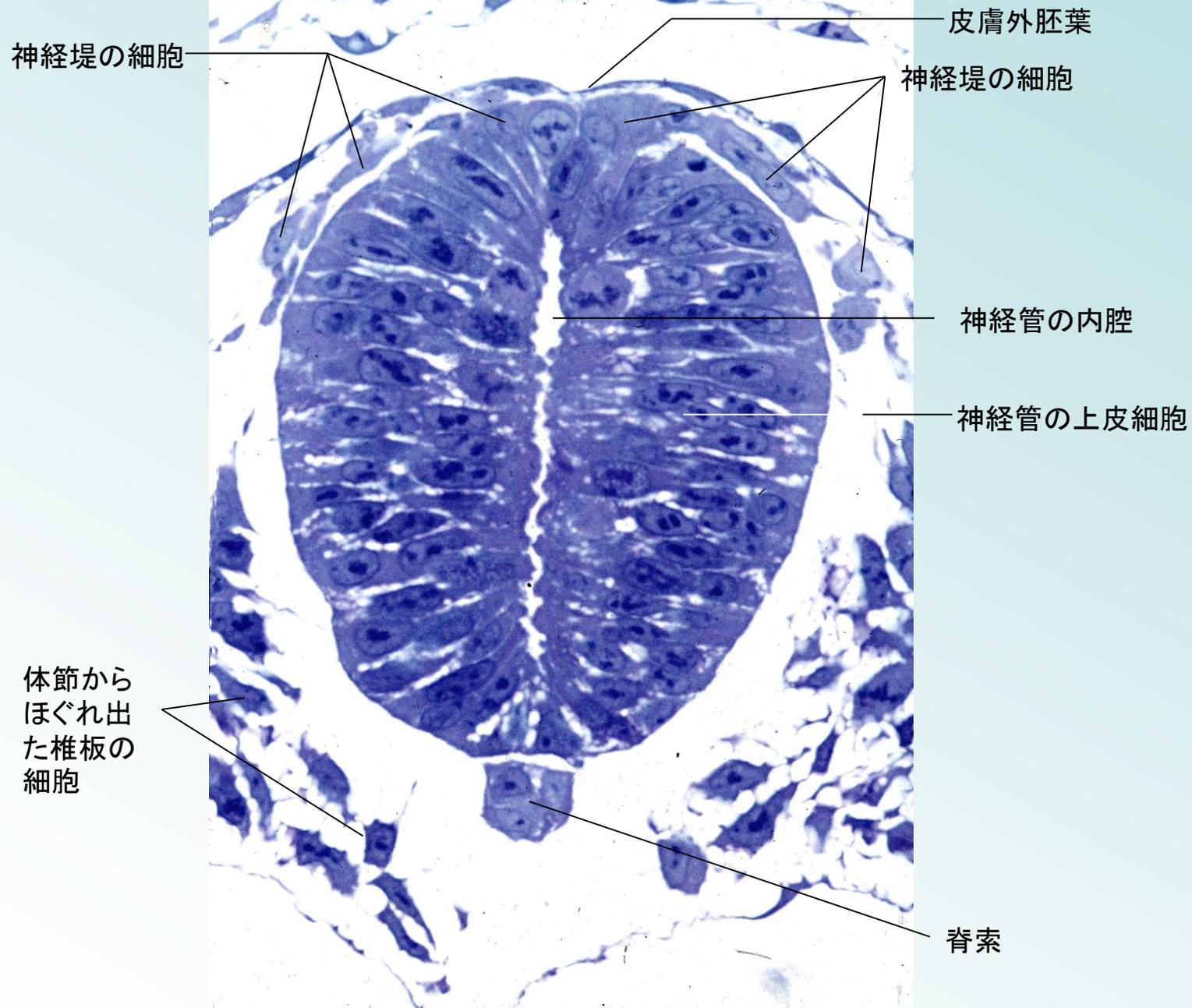


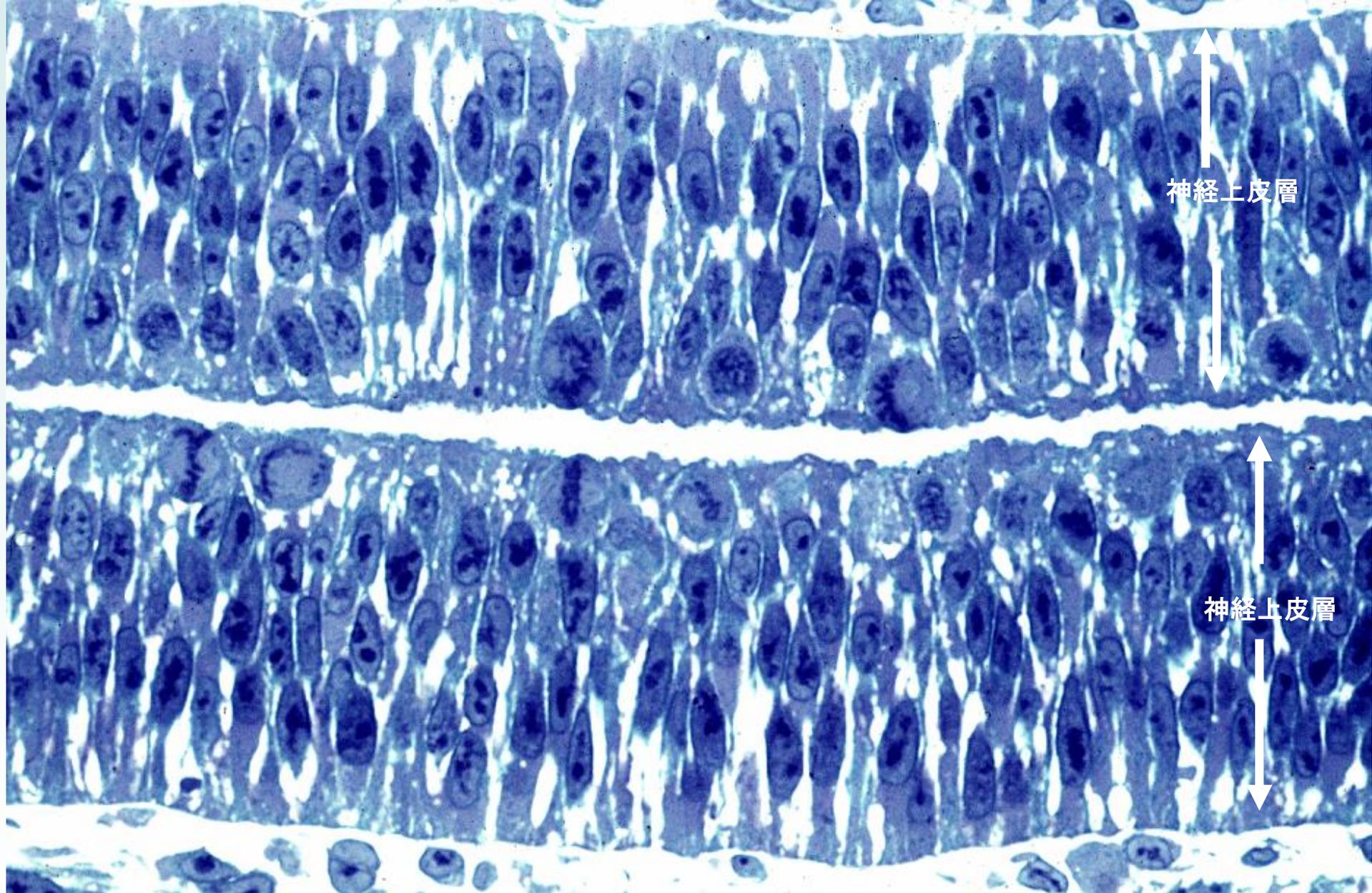


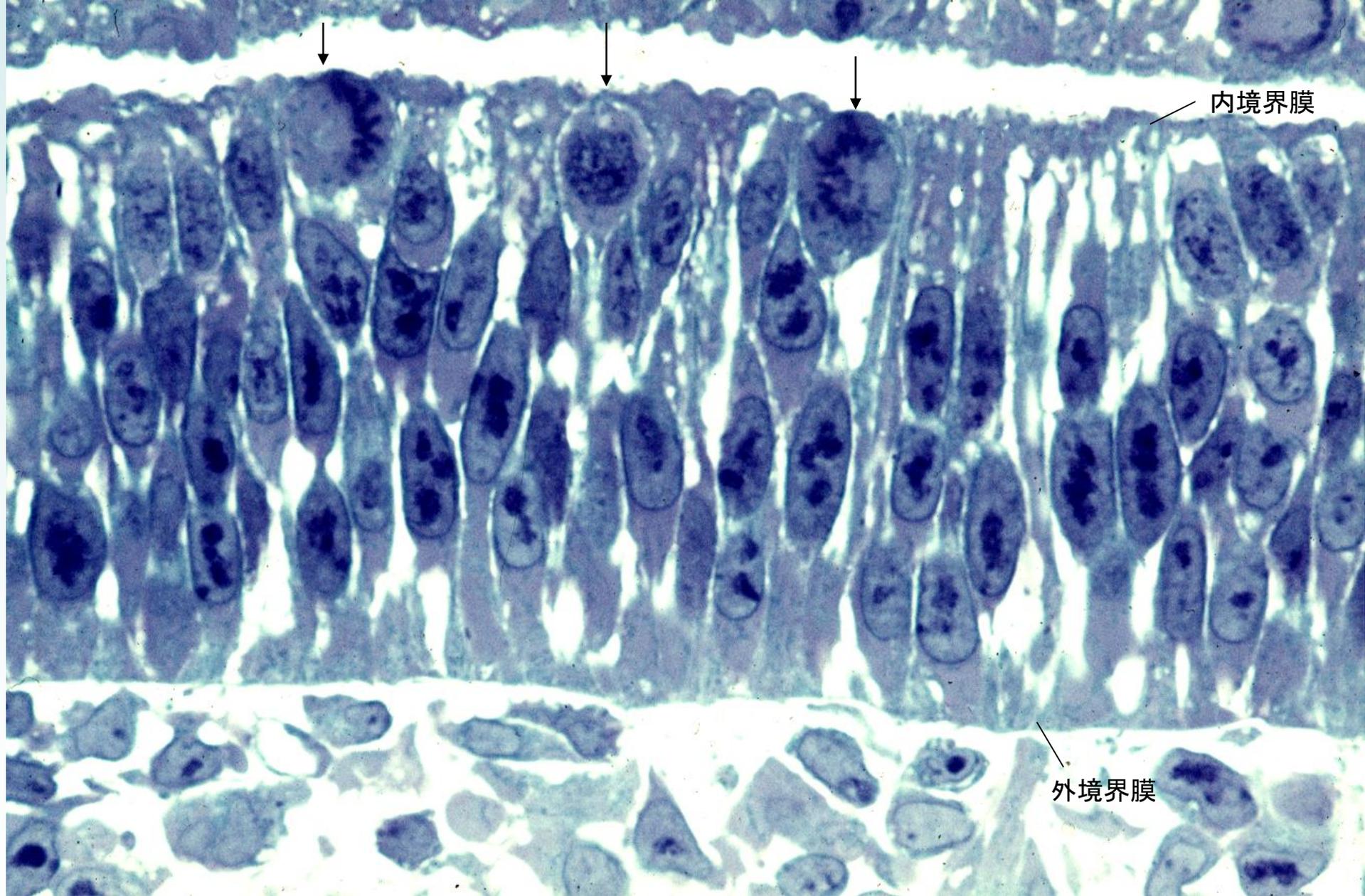


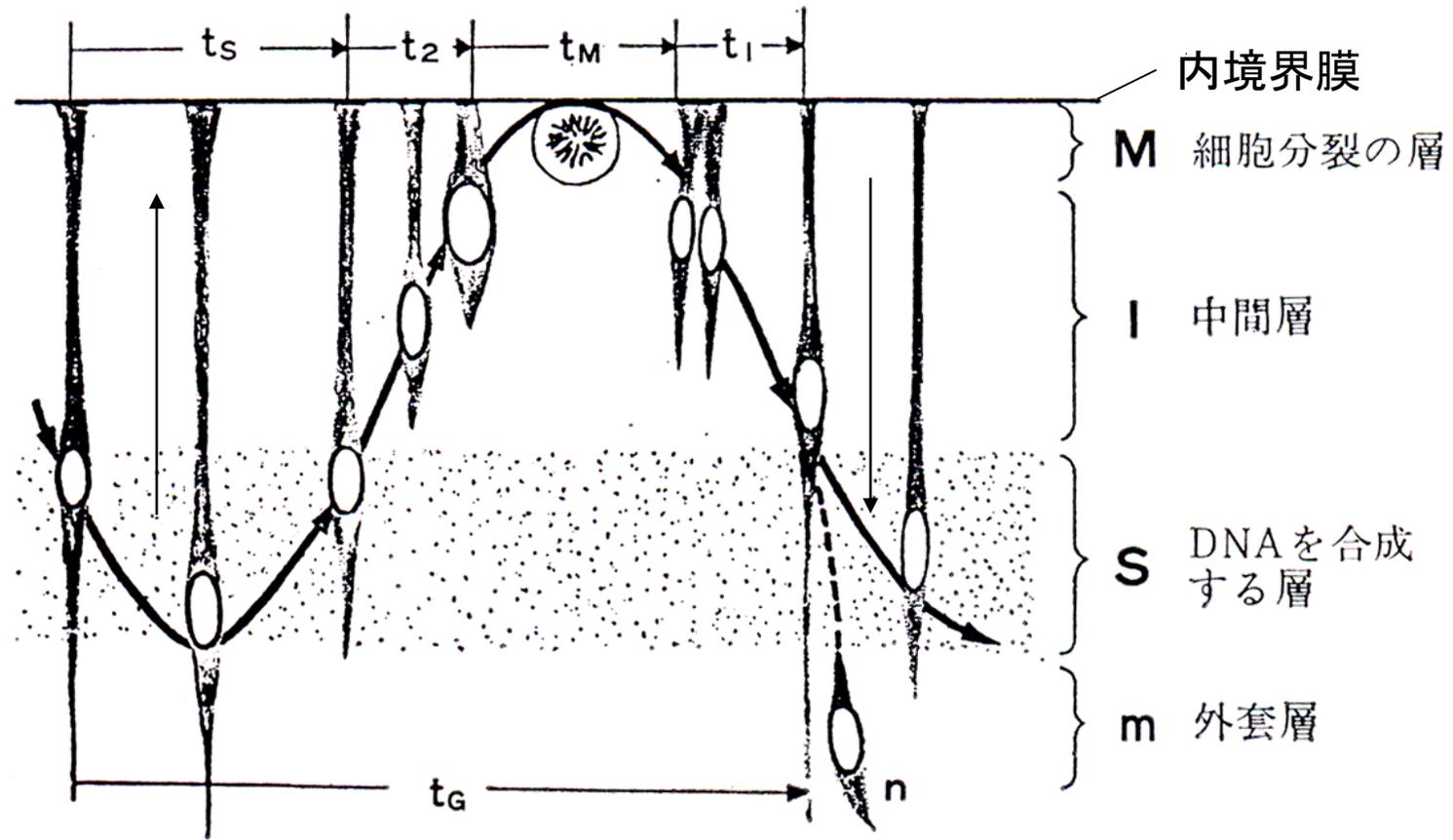


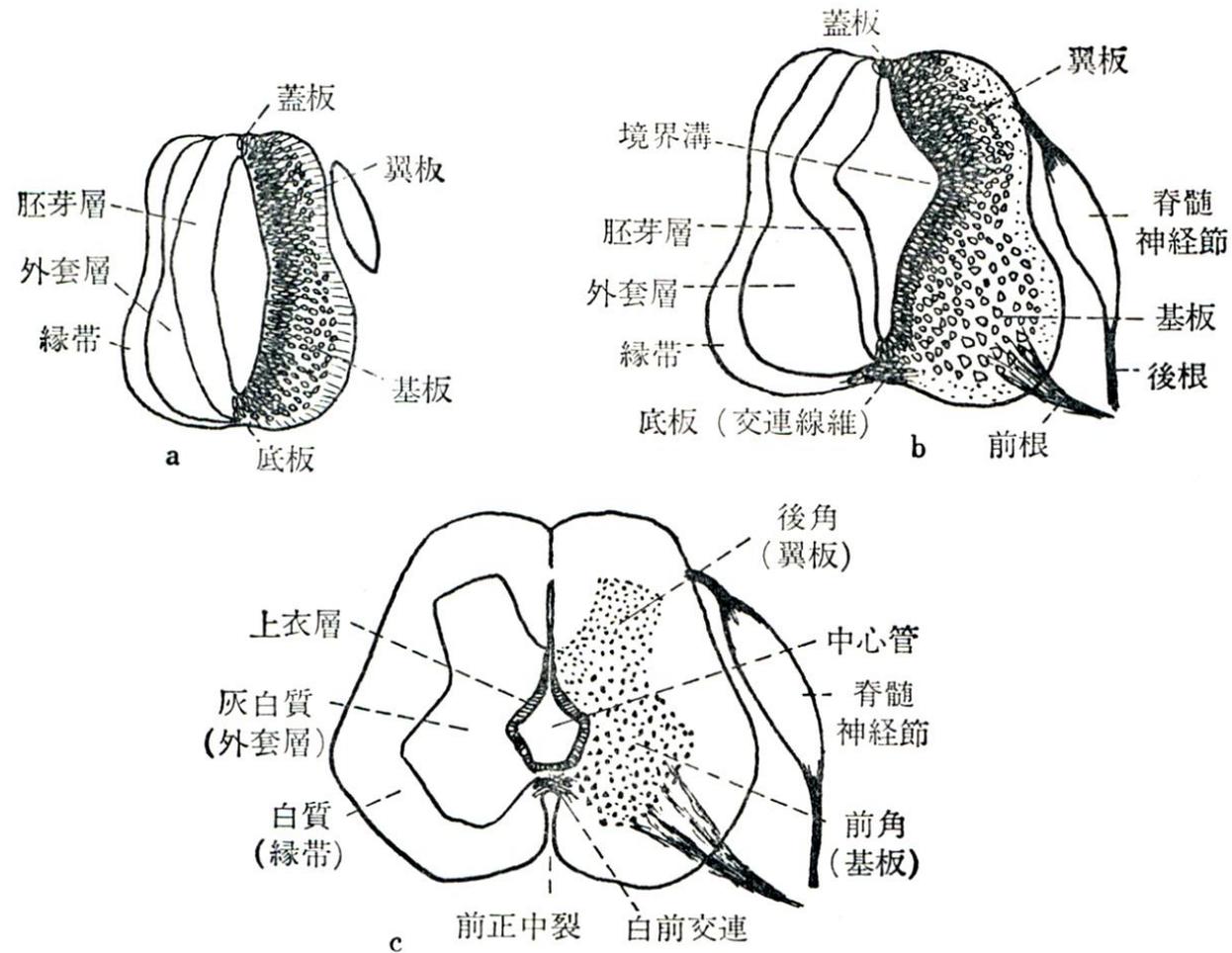










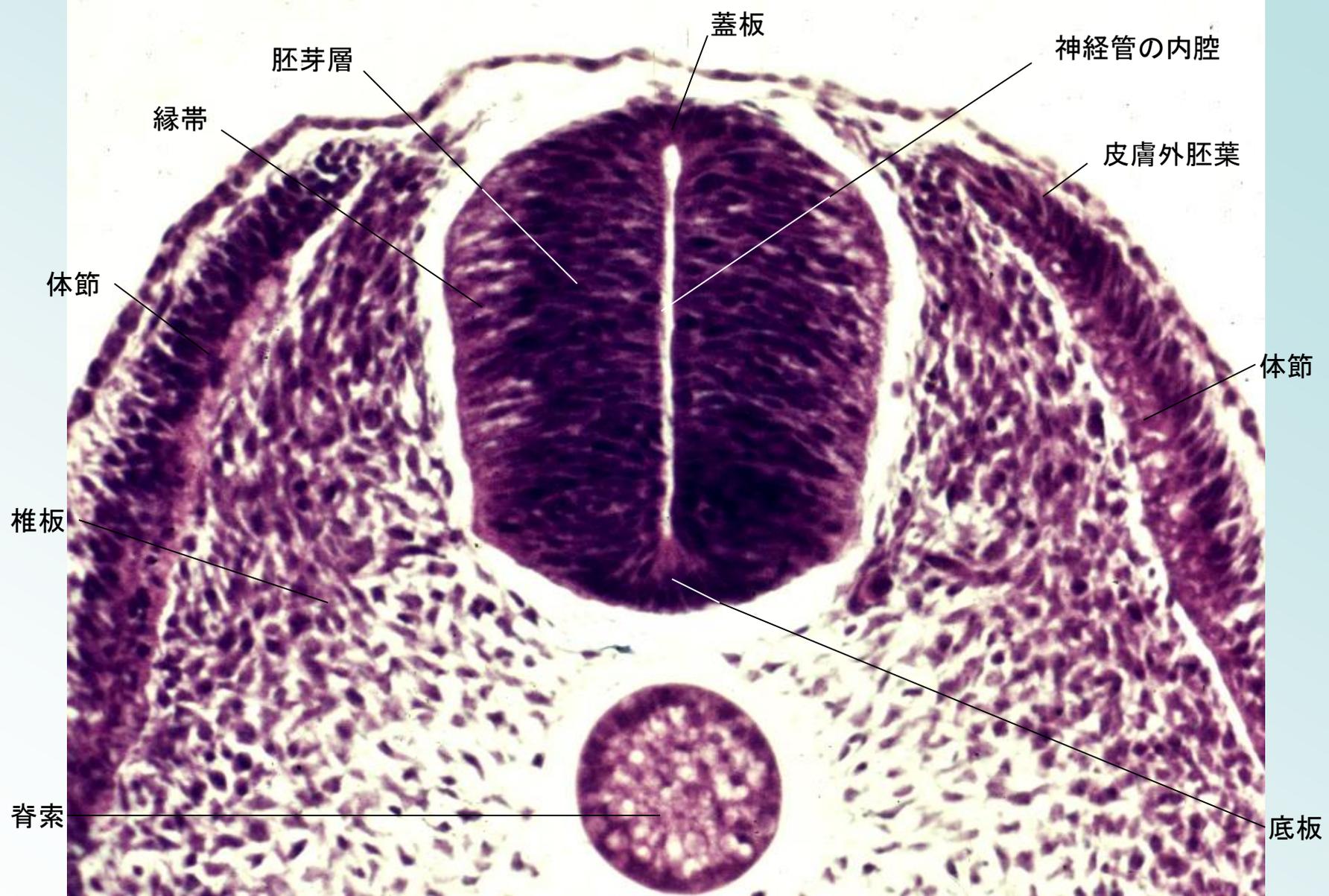


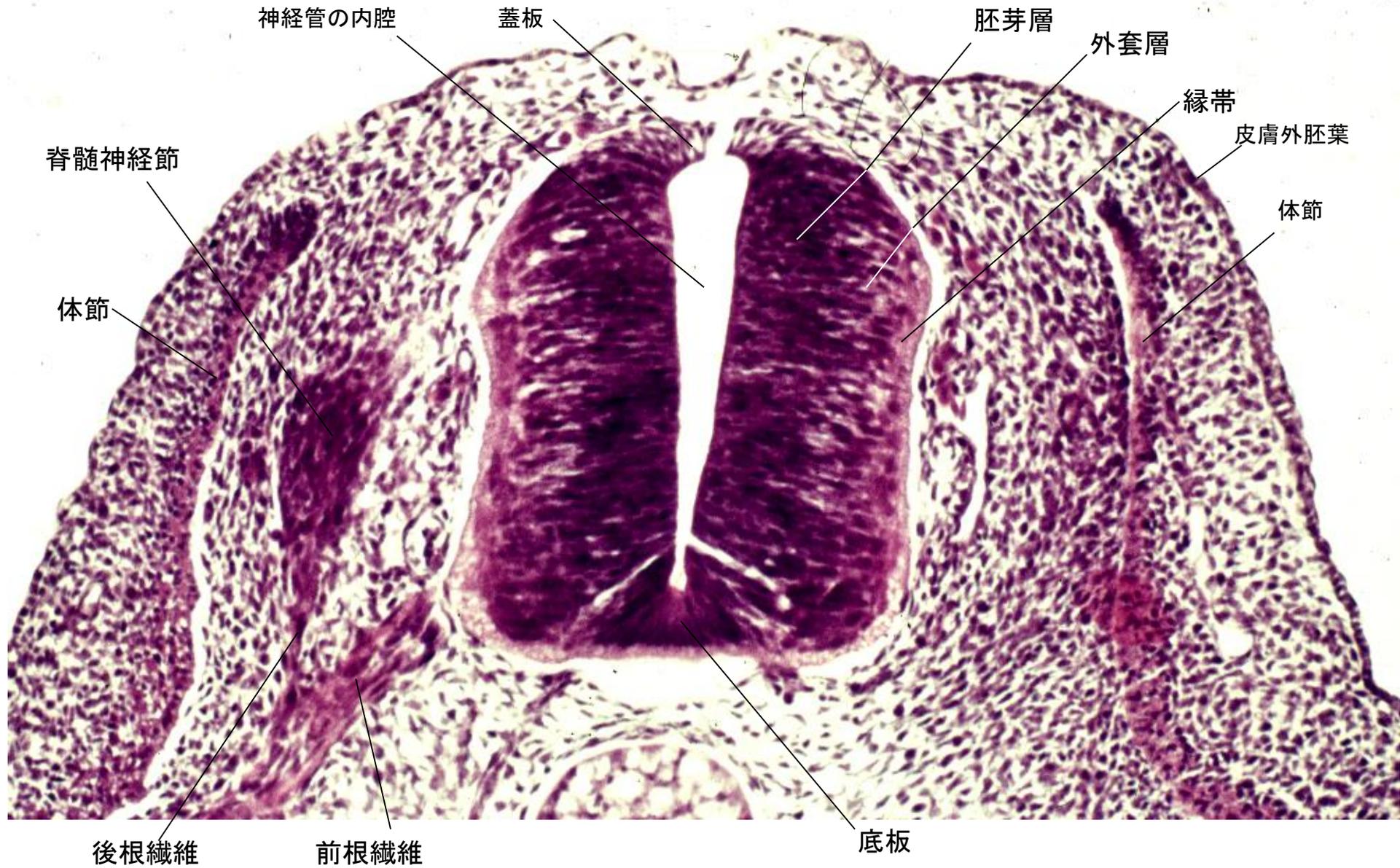
ヒトの胎児

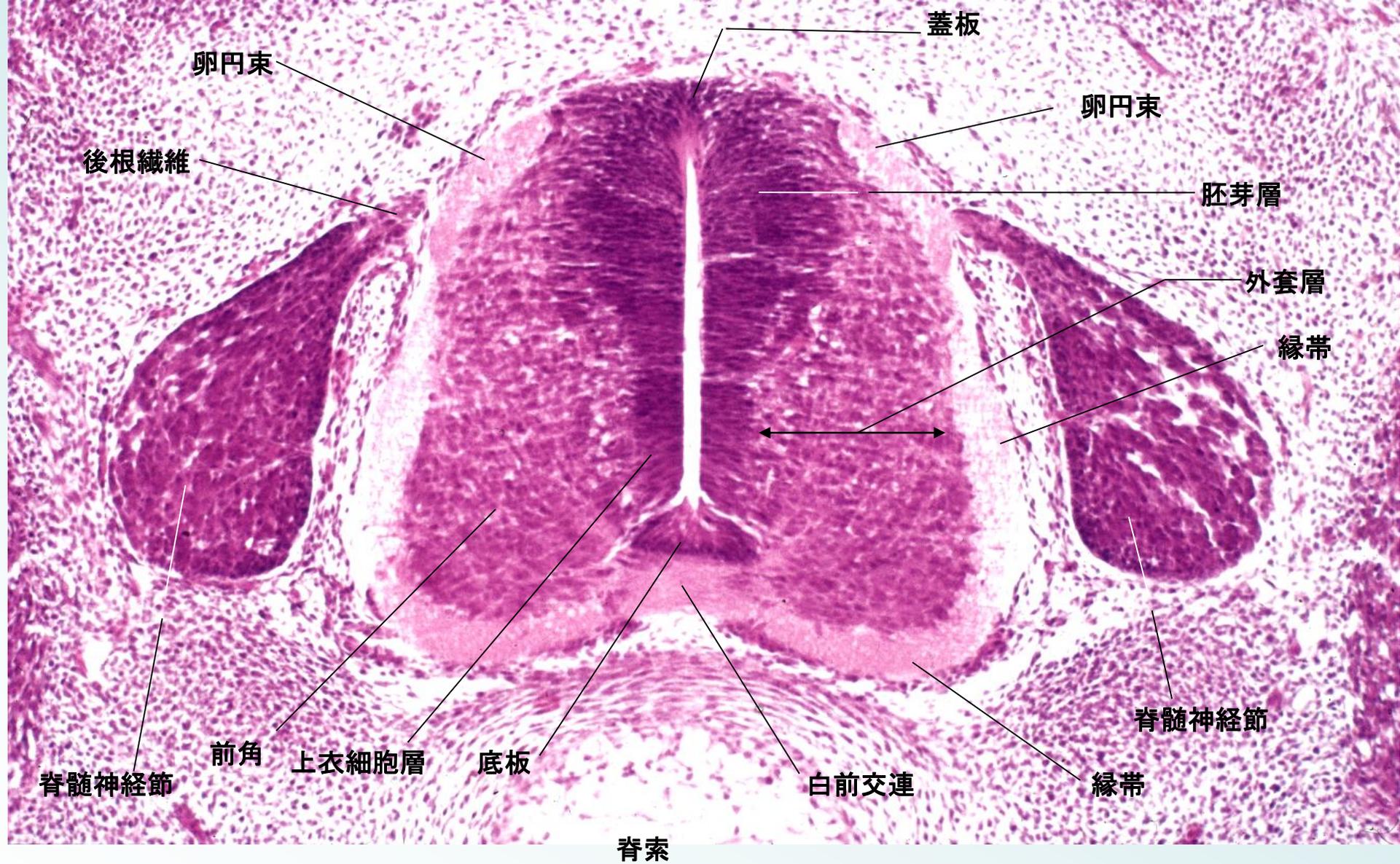
a: 6.3 mm

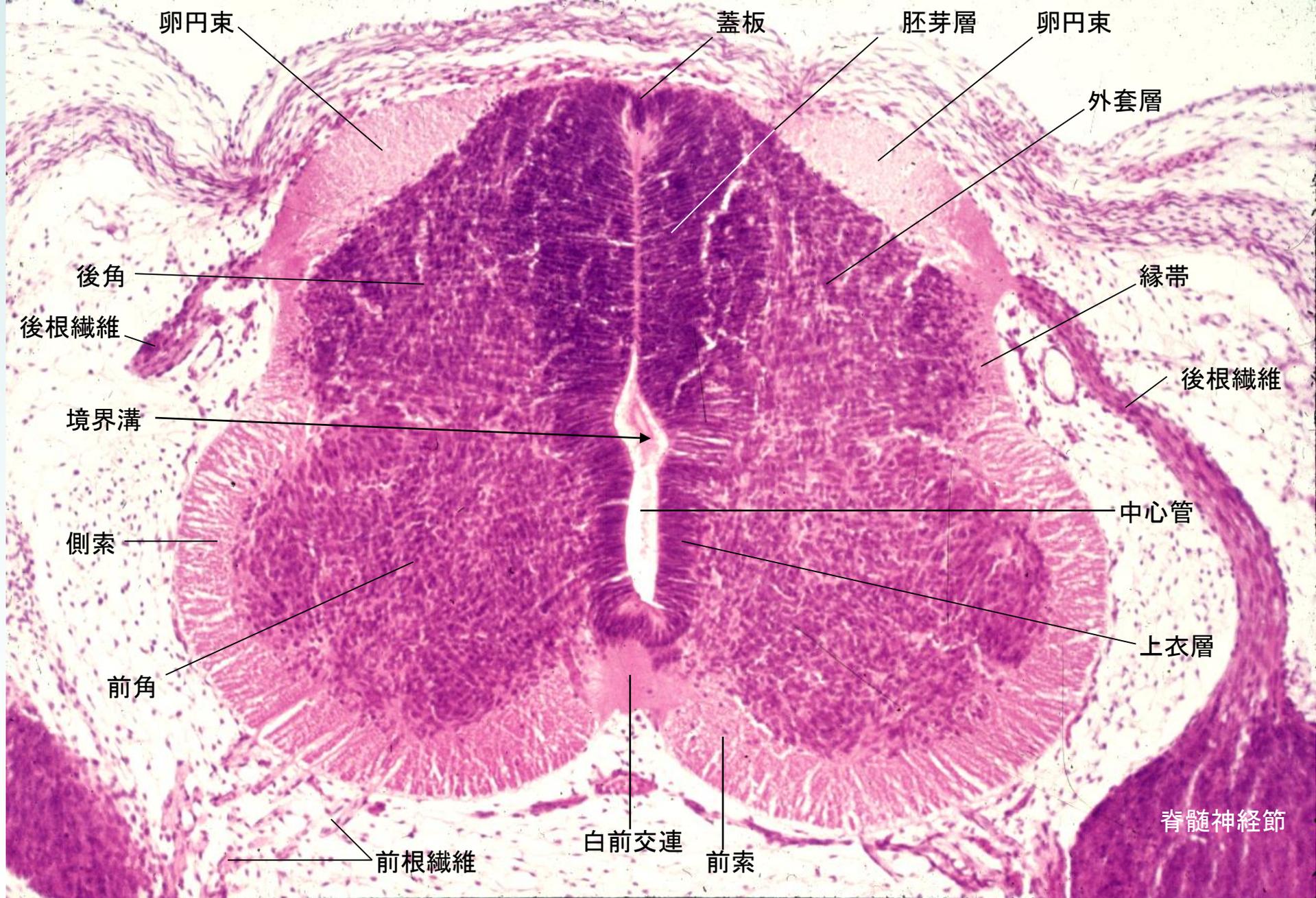
b: 11 mm

c: 46 mm

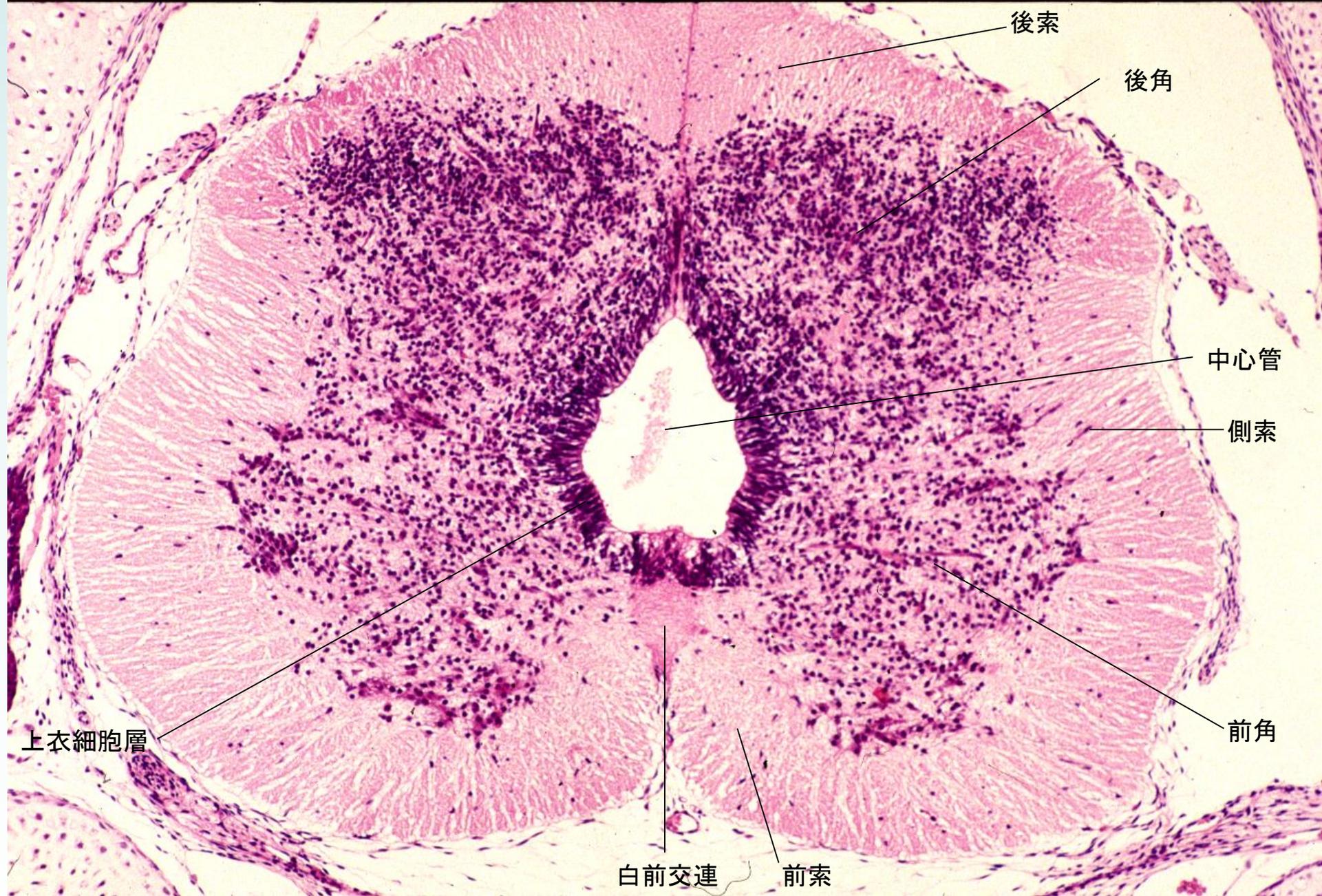


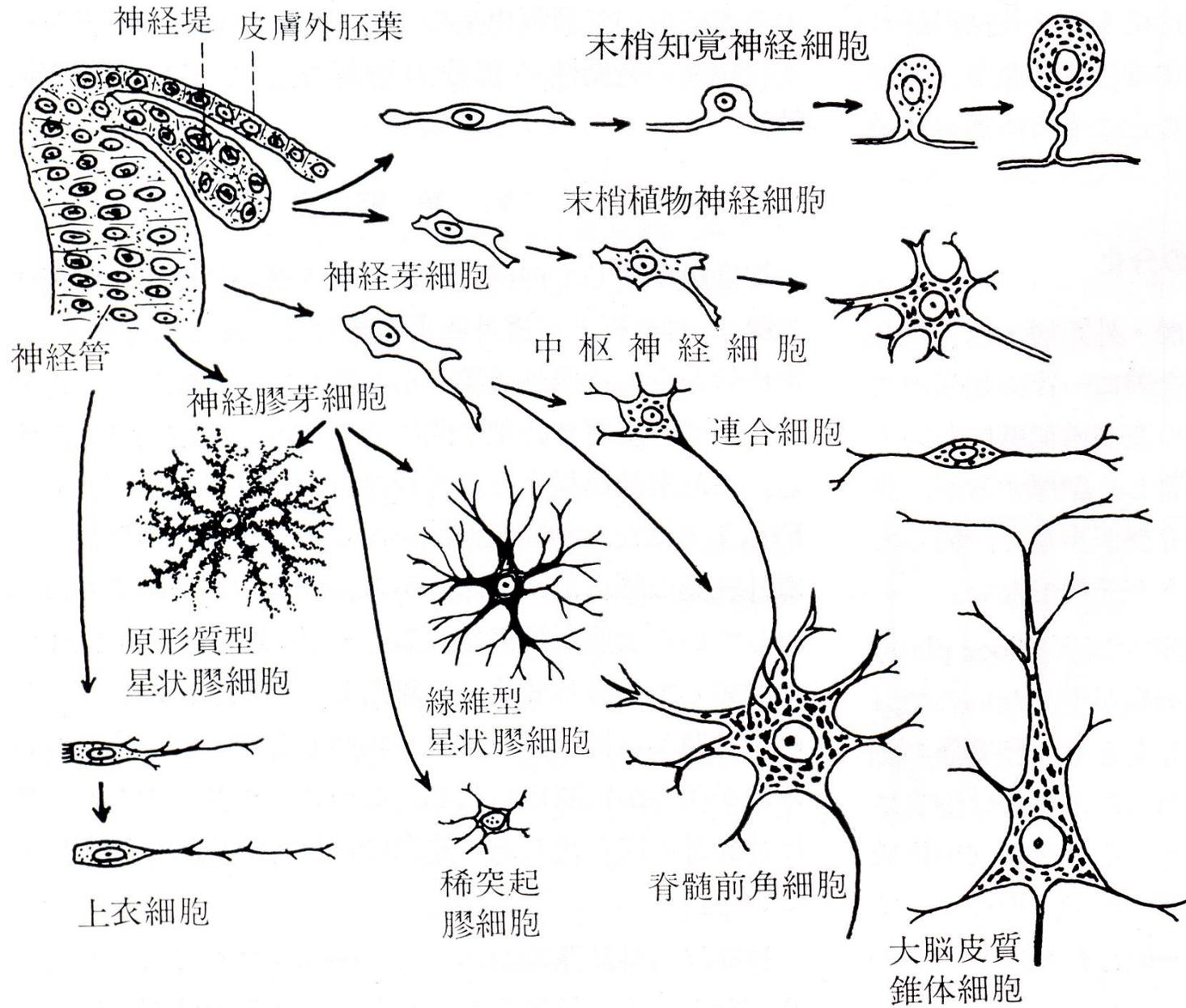


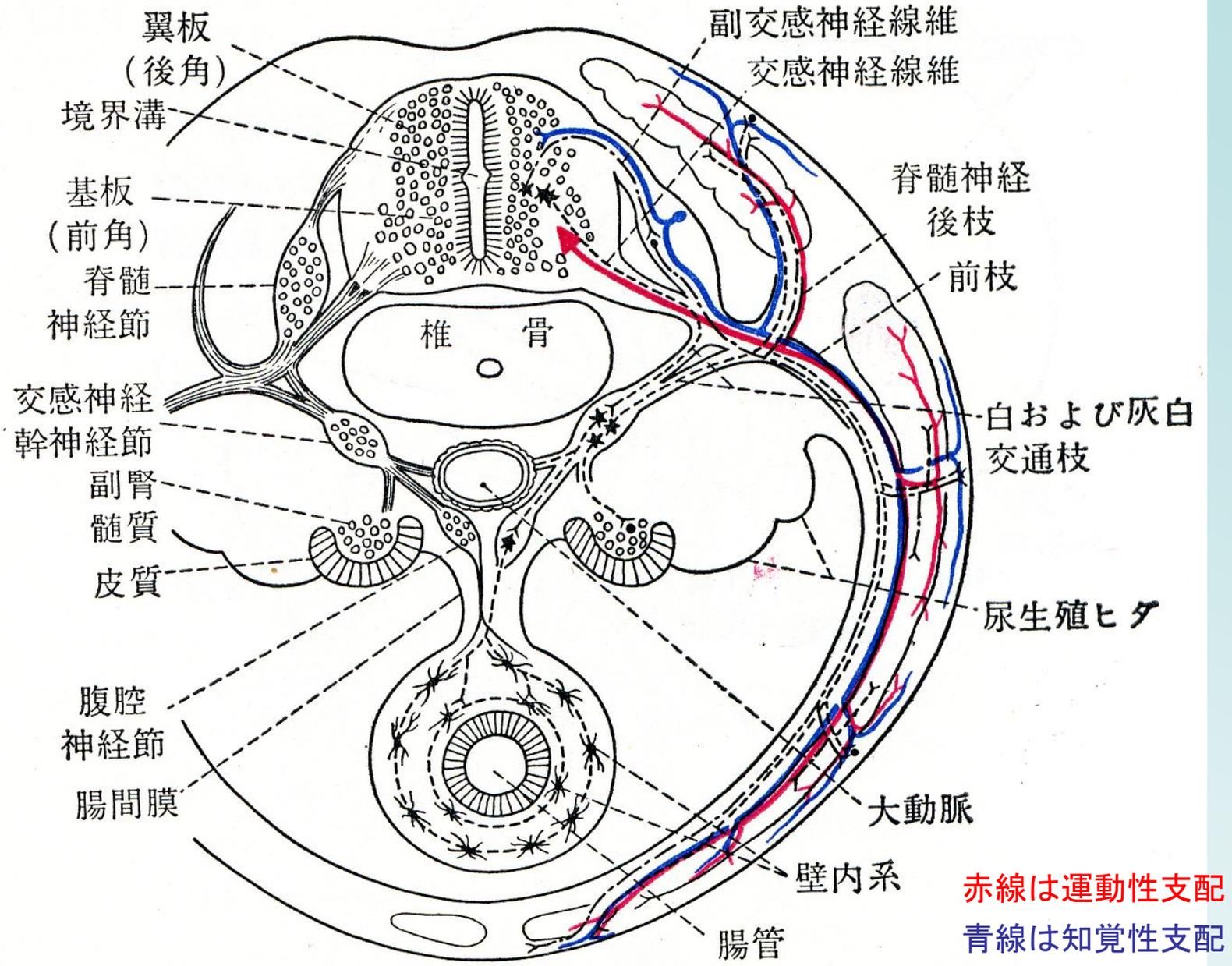


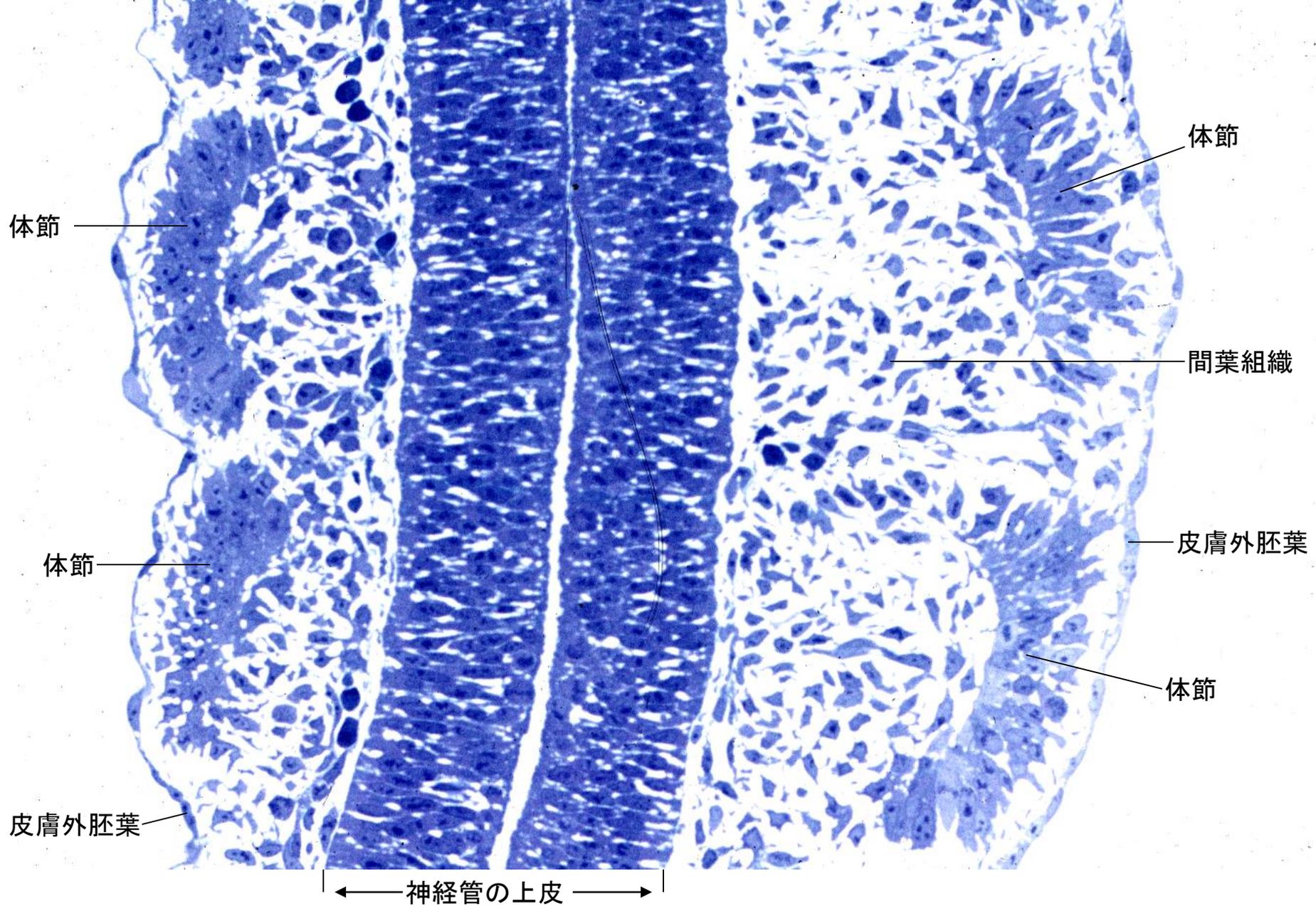


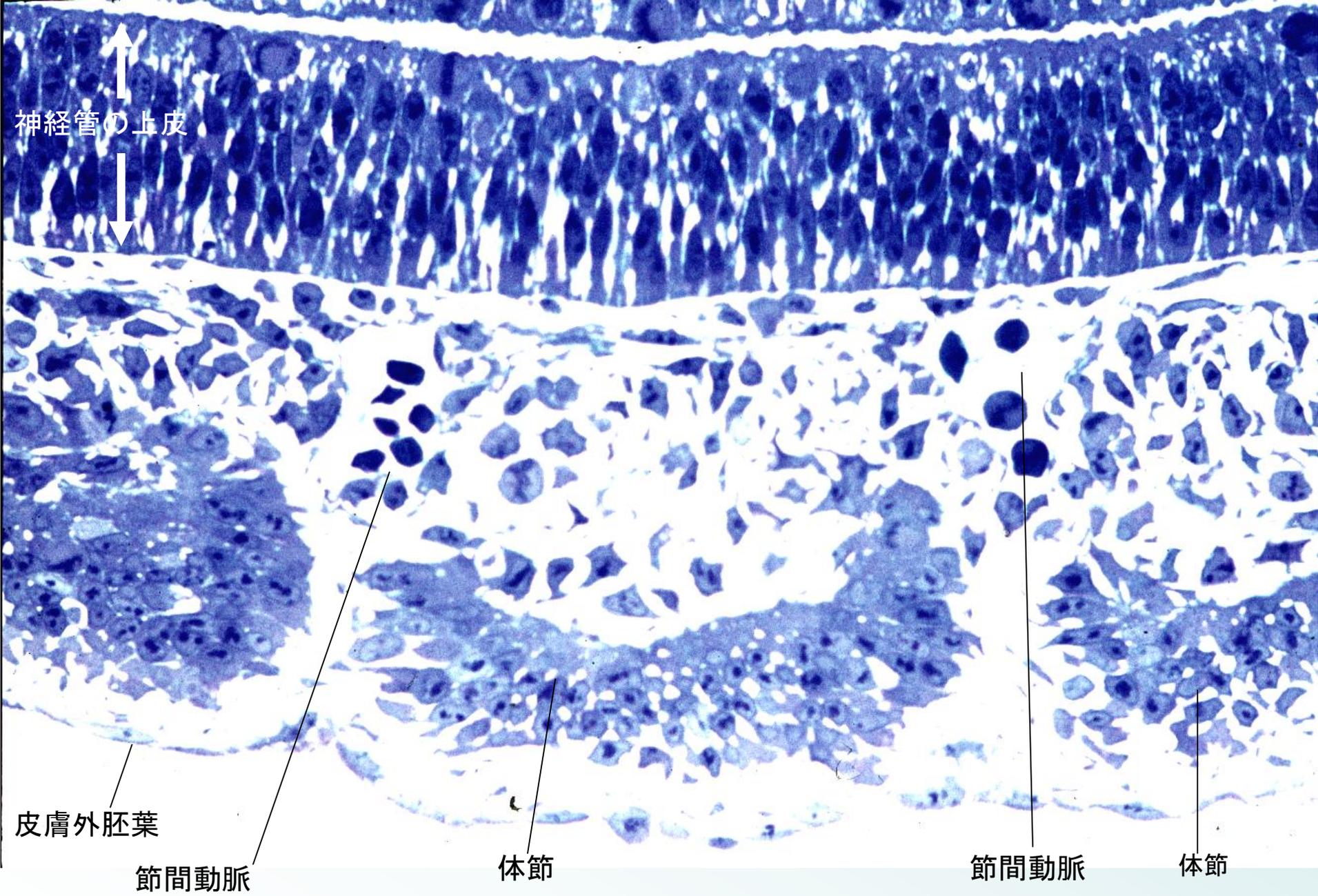




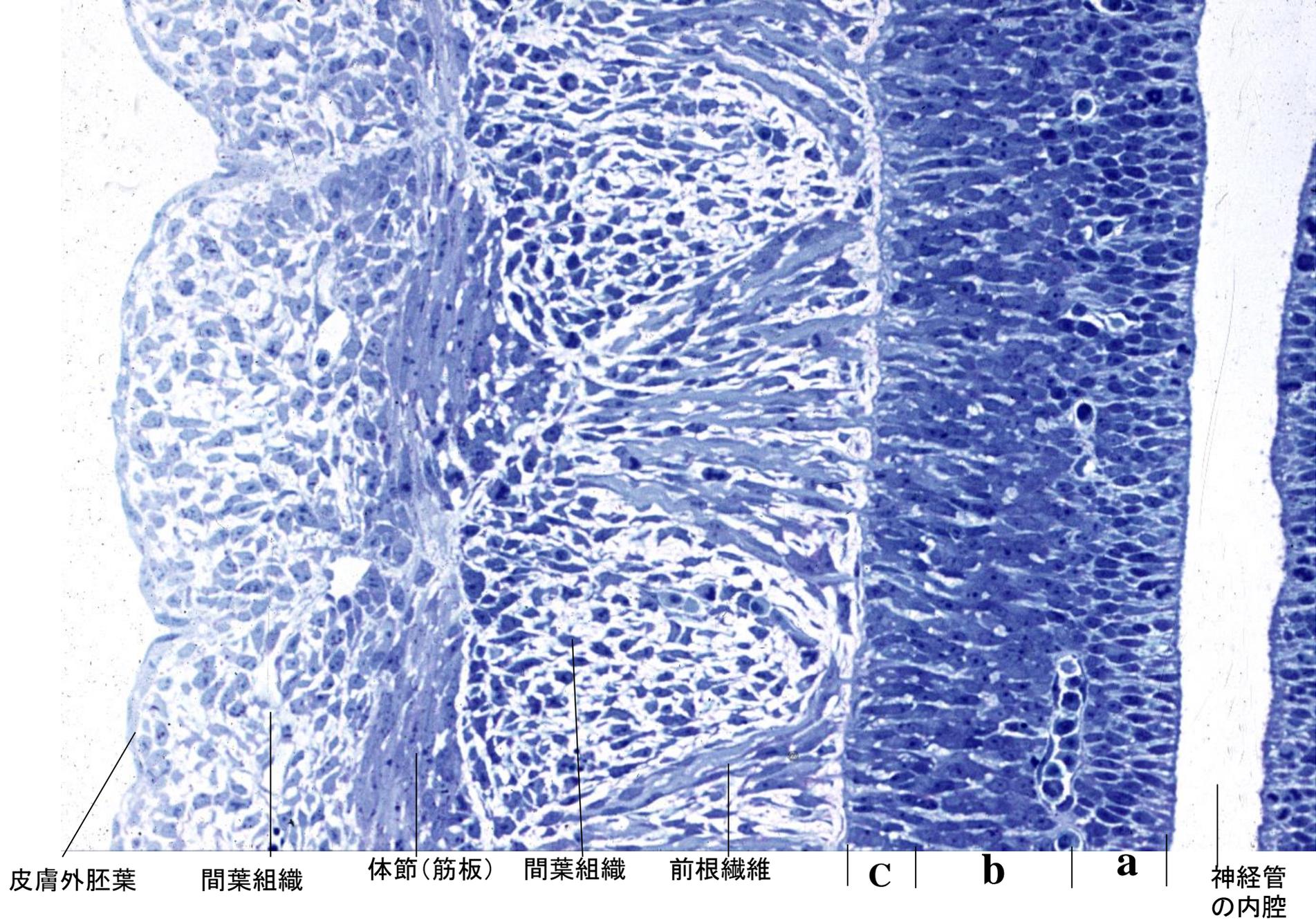




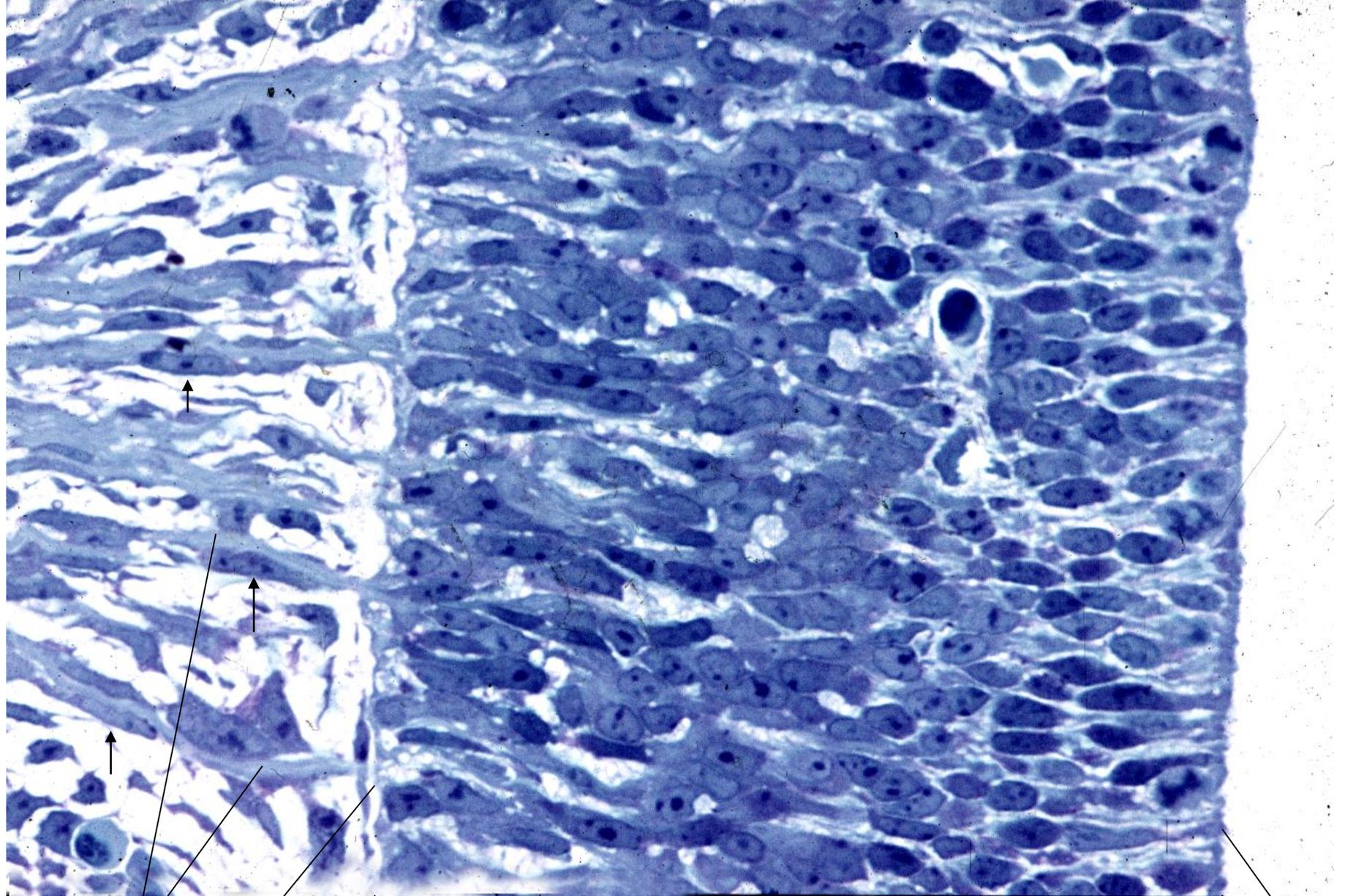




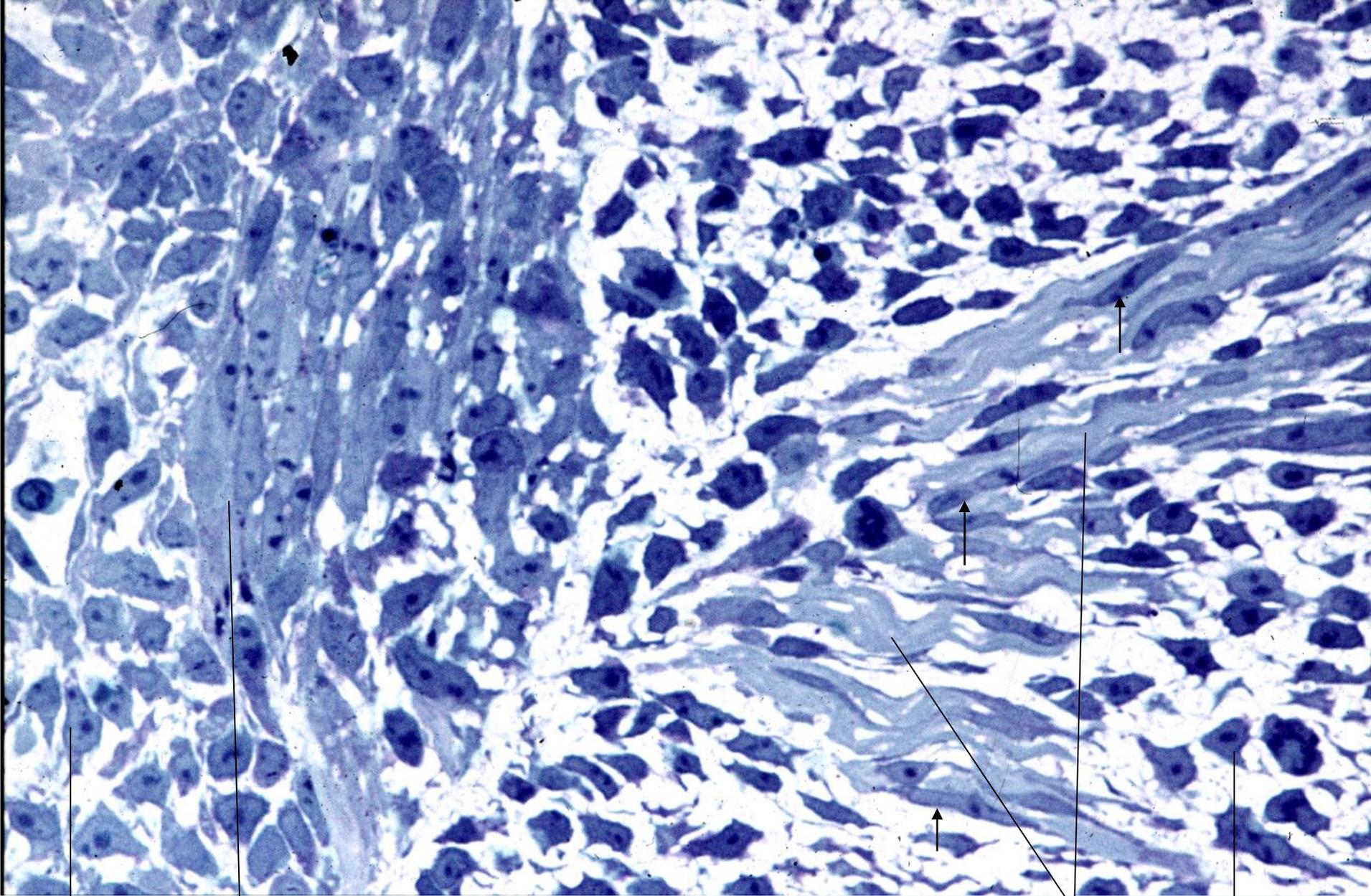
01-41 ラット胚 (L10-17) の神経管と体節



01-42 ラット胚の神経管・前根繊維・体節



前根繊維 | 外境界膜 | 縁帯 | 外套層 | 胚芽層 | 内境界膜



間葉組織

筋芽細胞

前根繊維

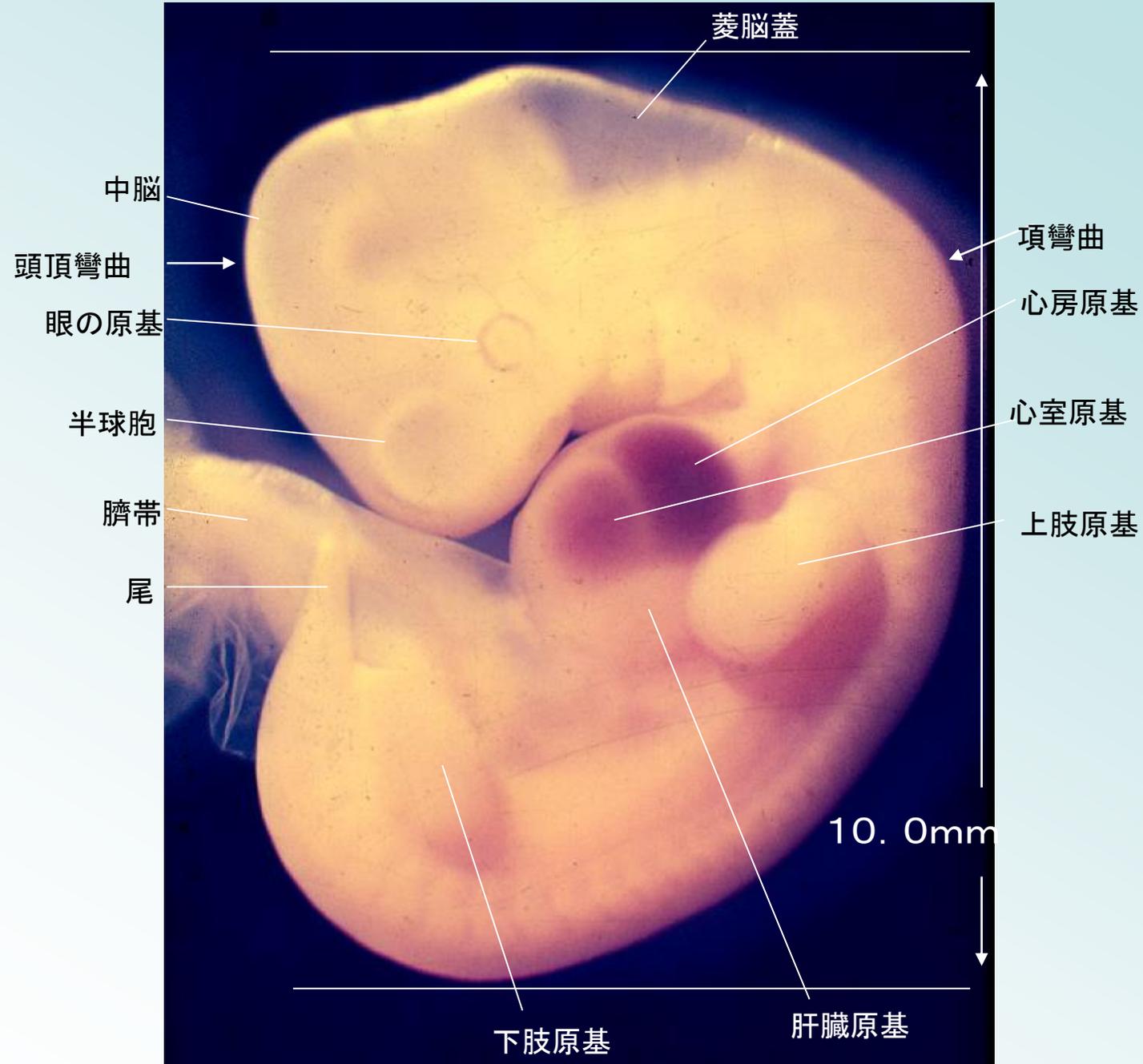
間葉組織



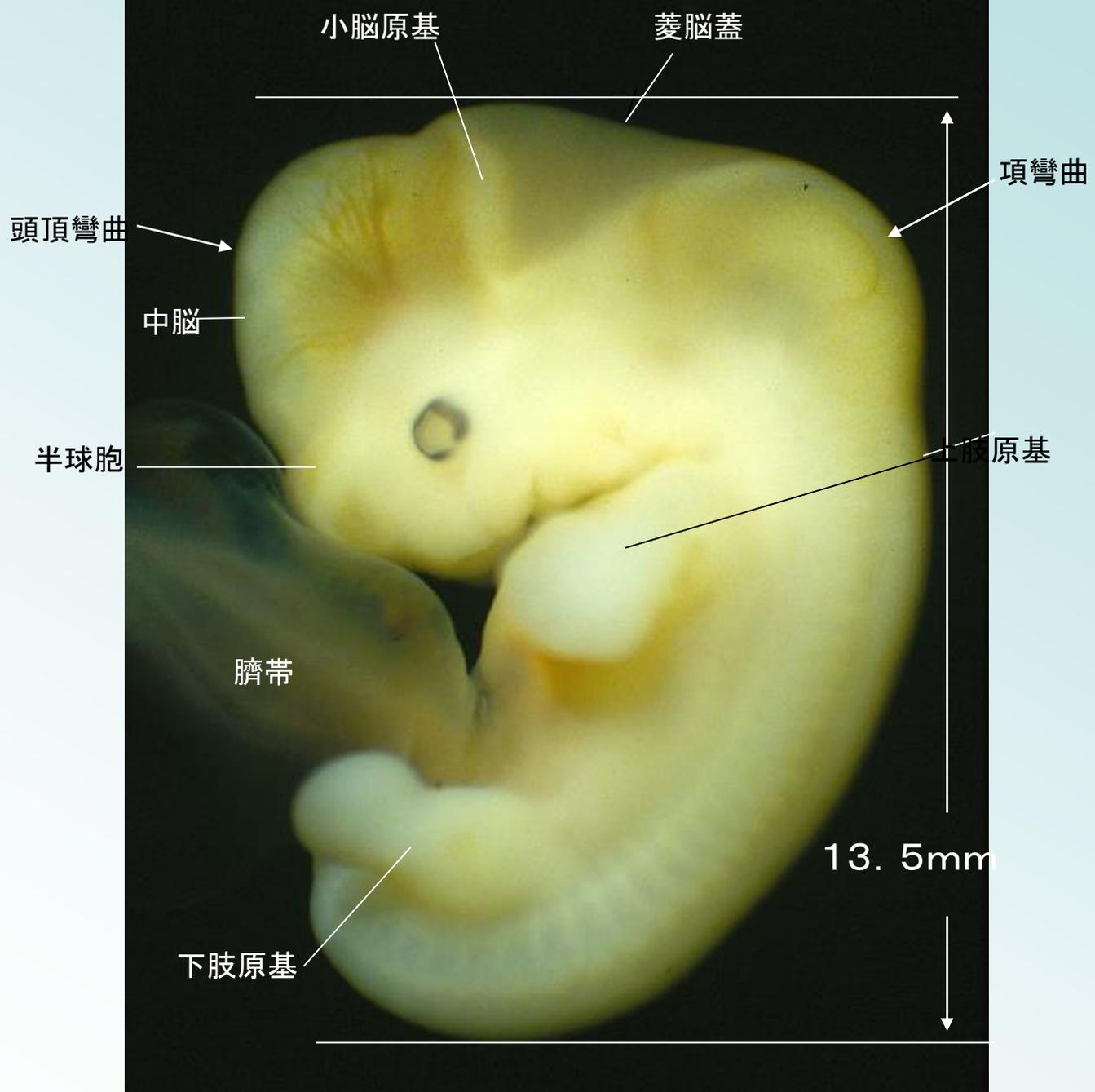
01-45 推定31日の原胚子 左側面

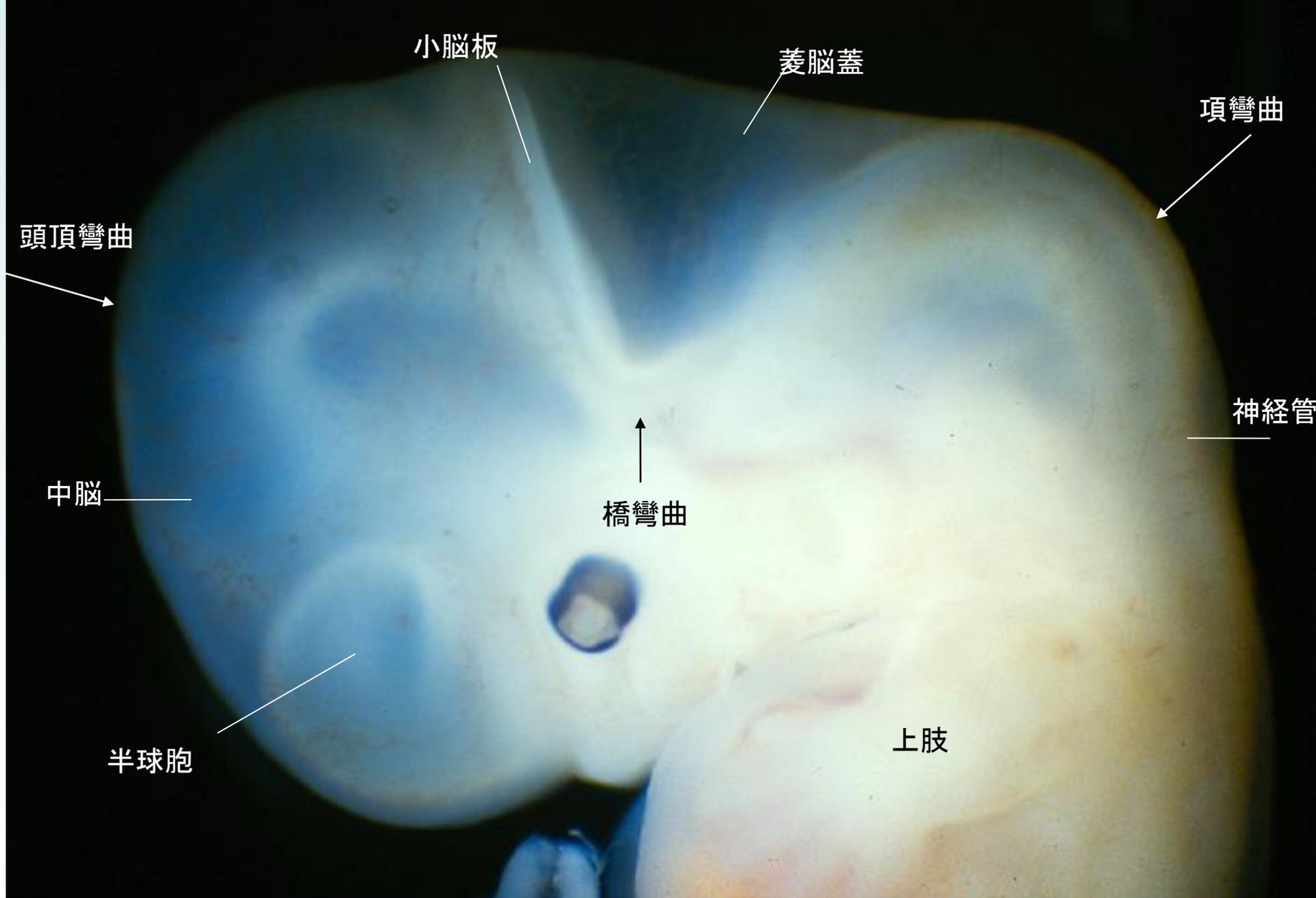


01-46 推定31日の原胚子 右側面

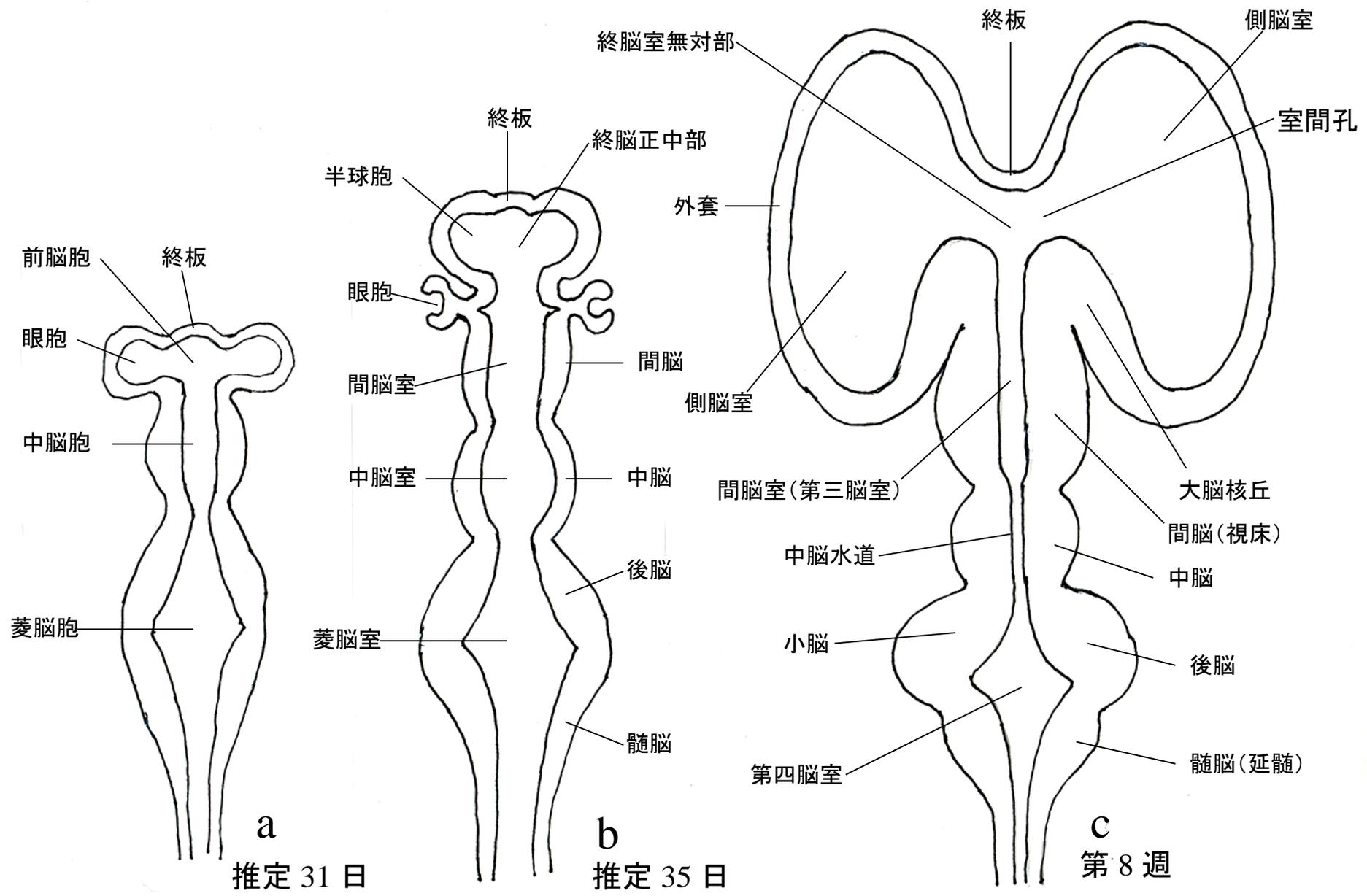


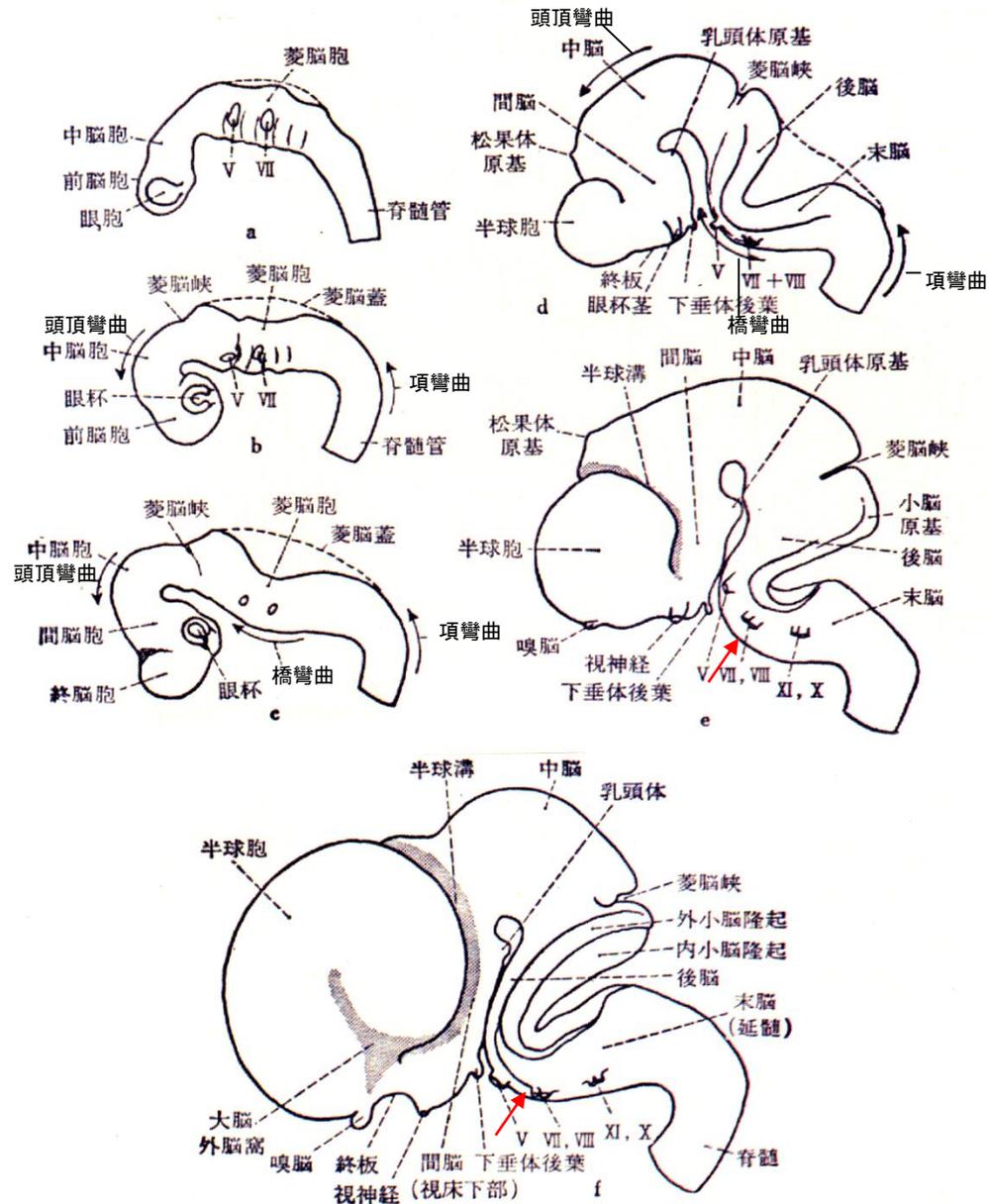
01-47 推定34日の原胚子（第五週）











ヒトの胎児(C-R長)

a: 3.4 mm

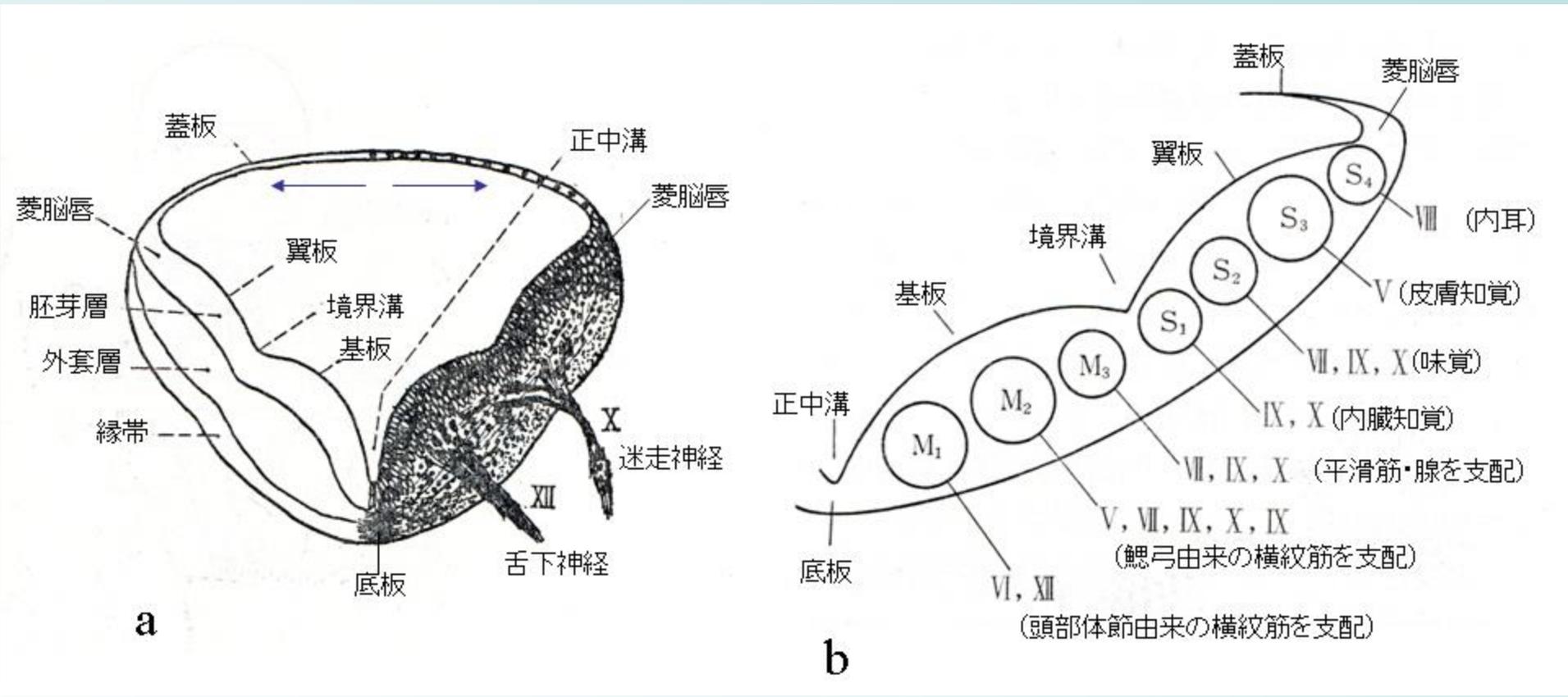
b: 6.0 mm

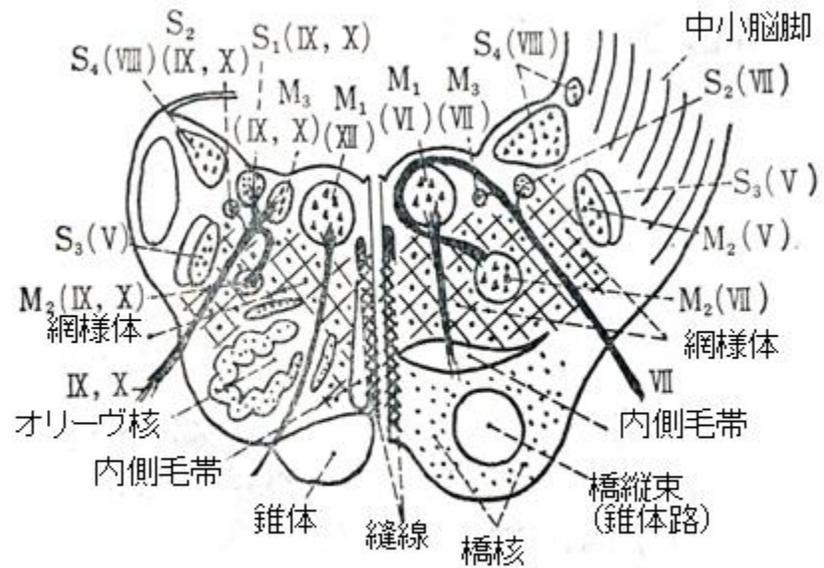
c: 7.5 mm

d: 10.4 mm

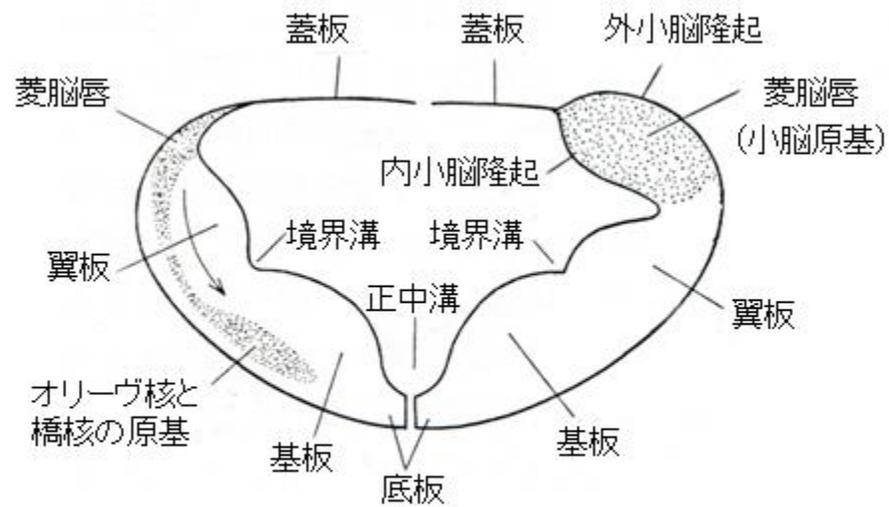
e: 13.8 mm

f: 27 mm

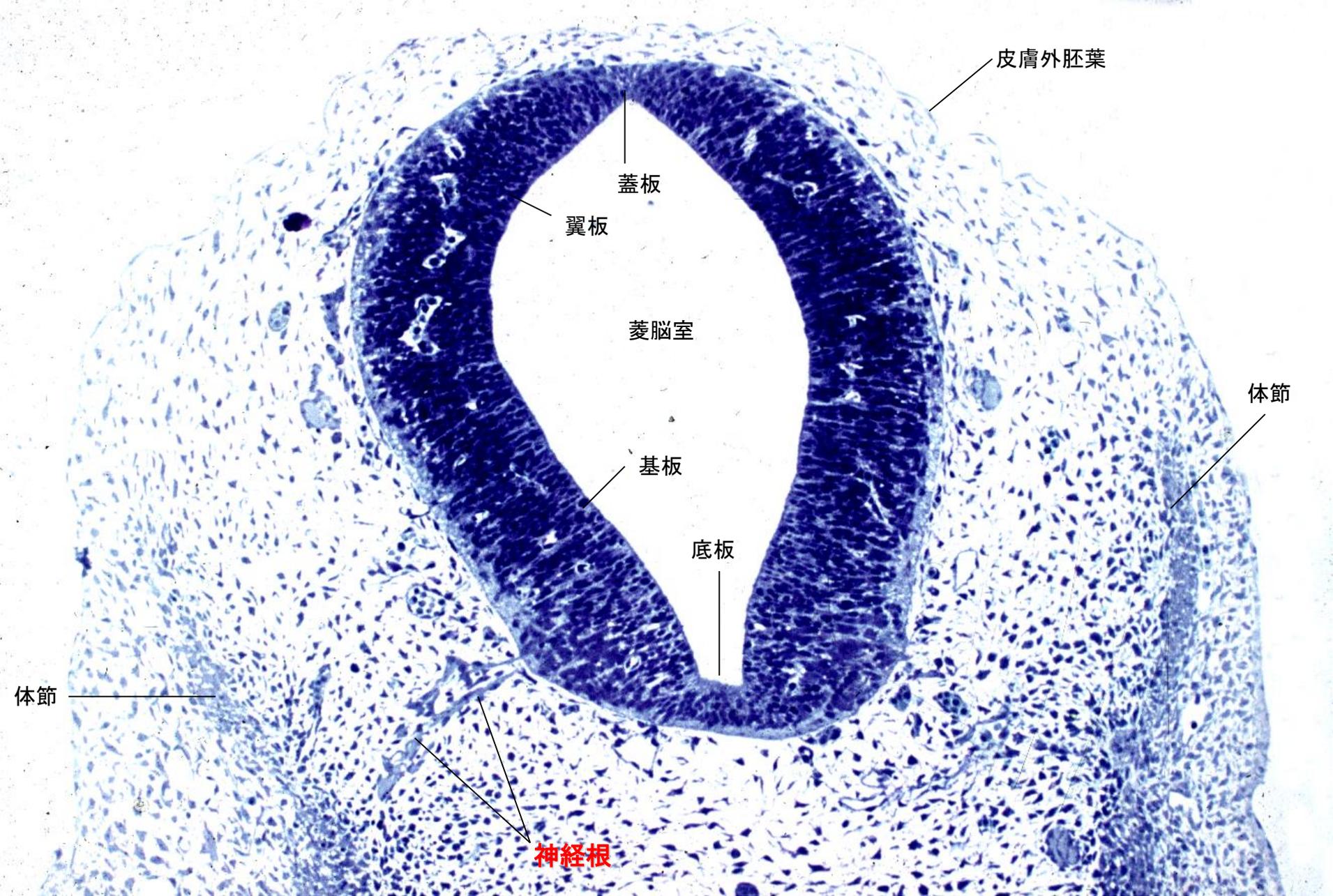


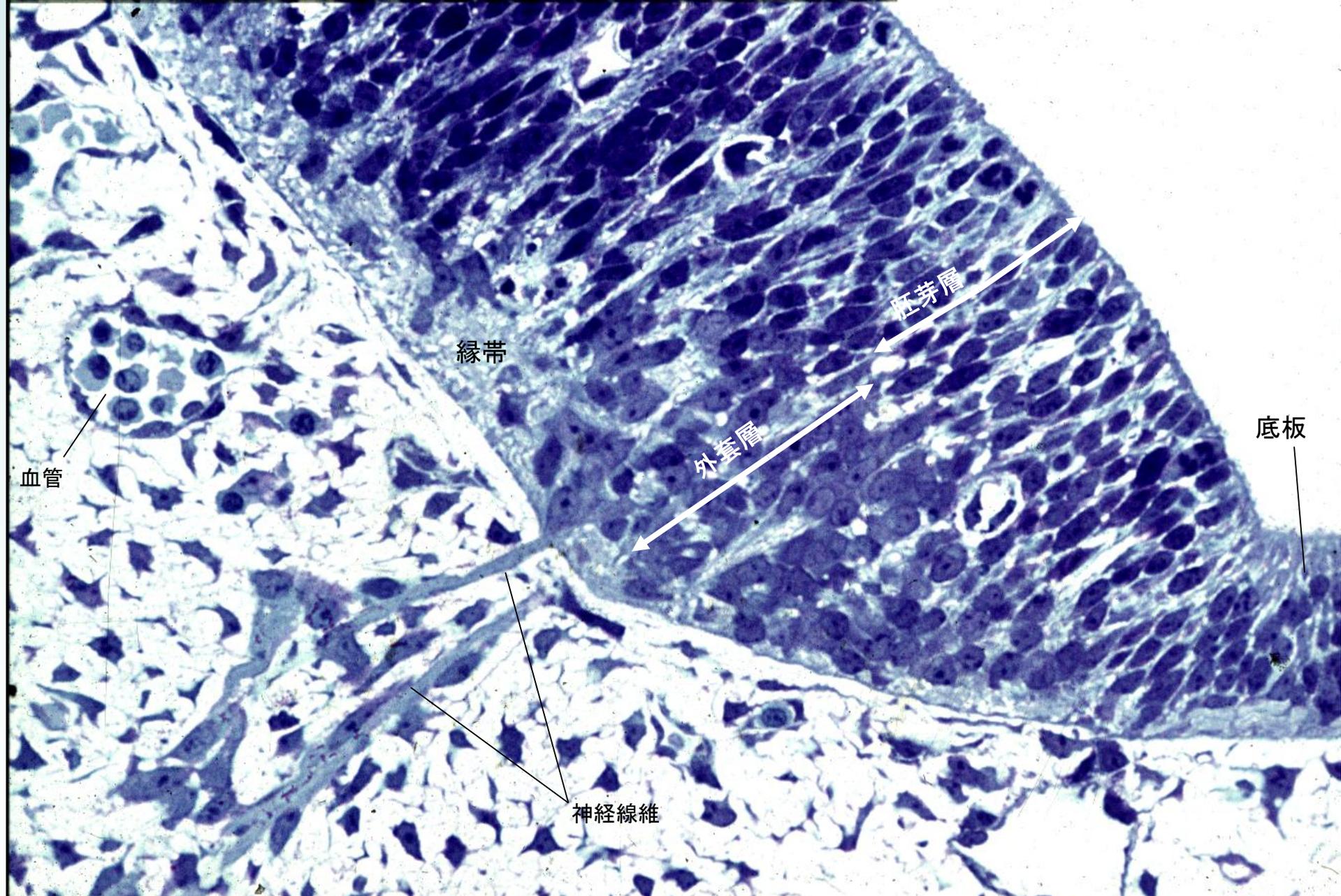


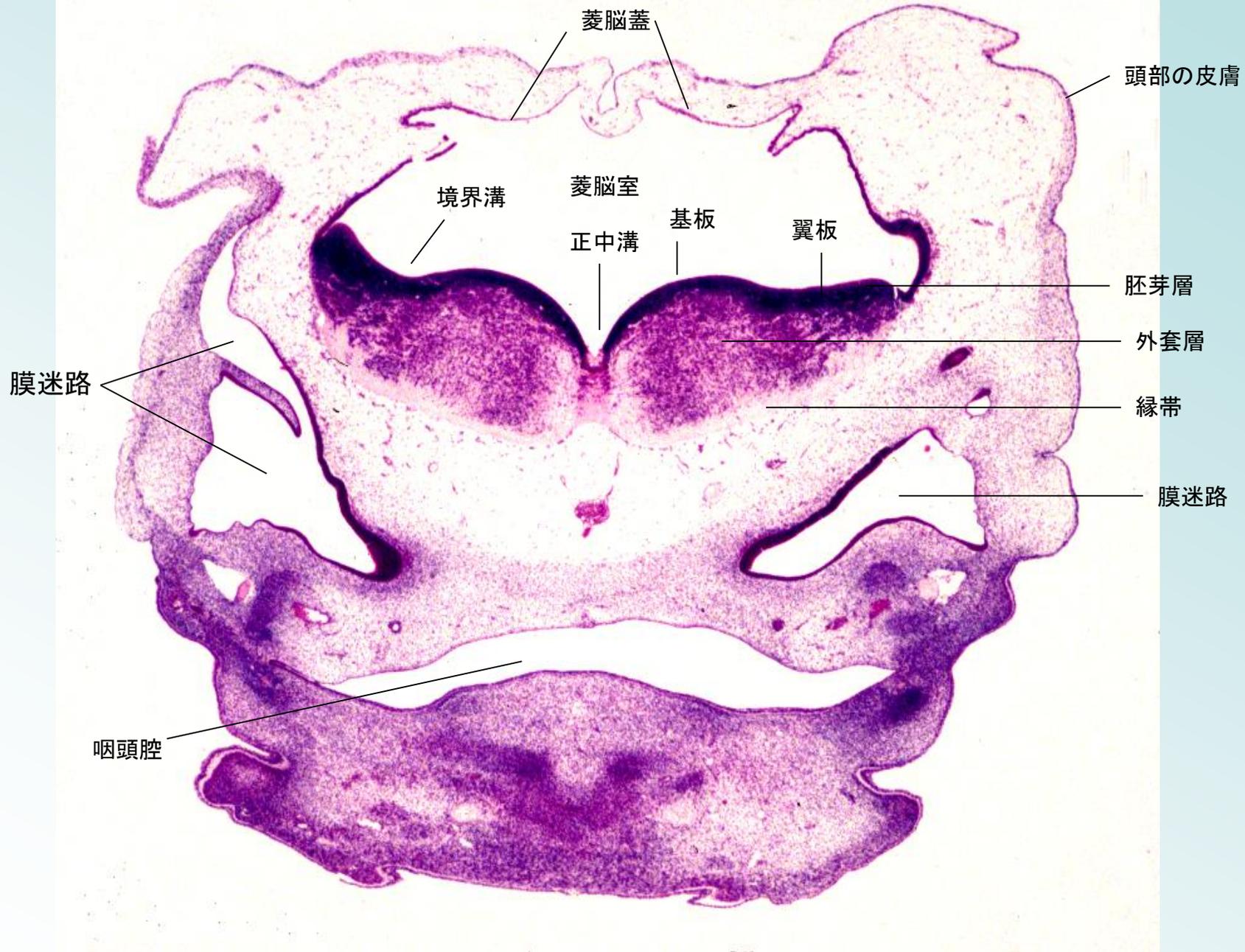
a

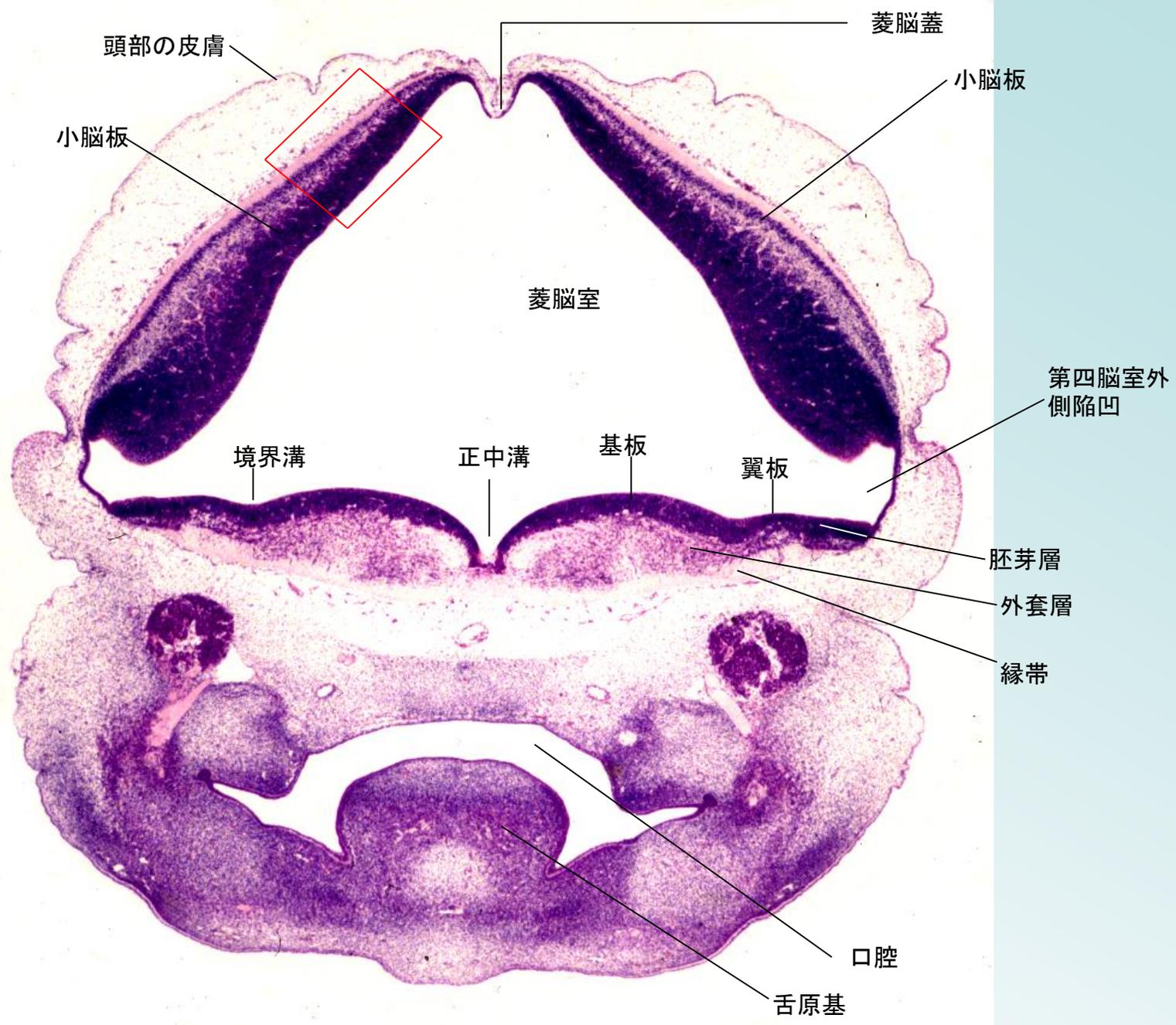


b

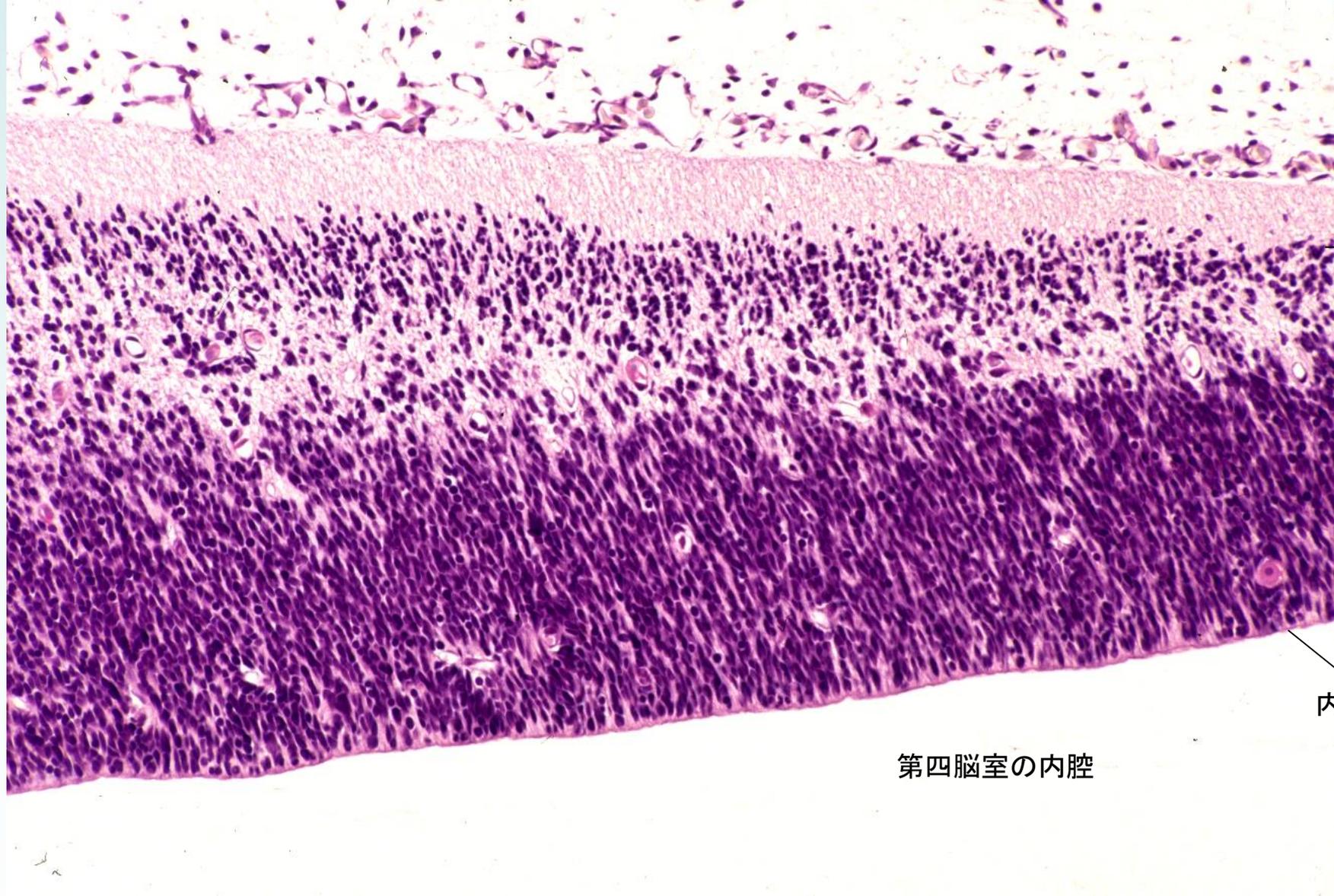








01-58 小脳板を通る菱脳の横断面 第六週のヒトの胎児



間葉組織

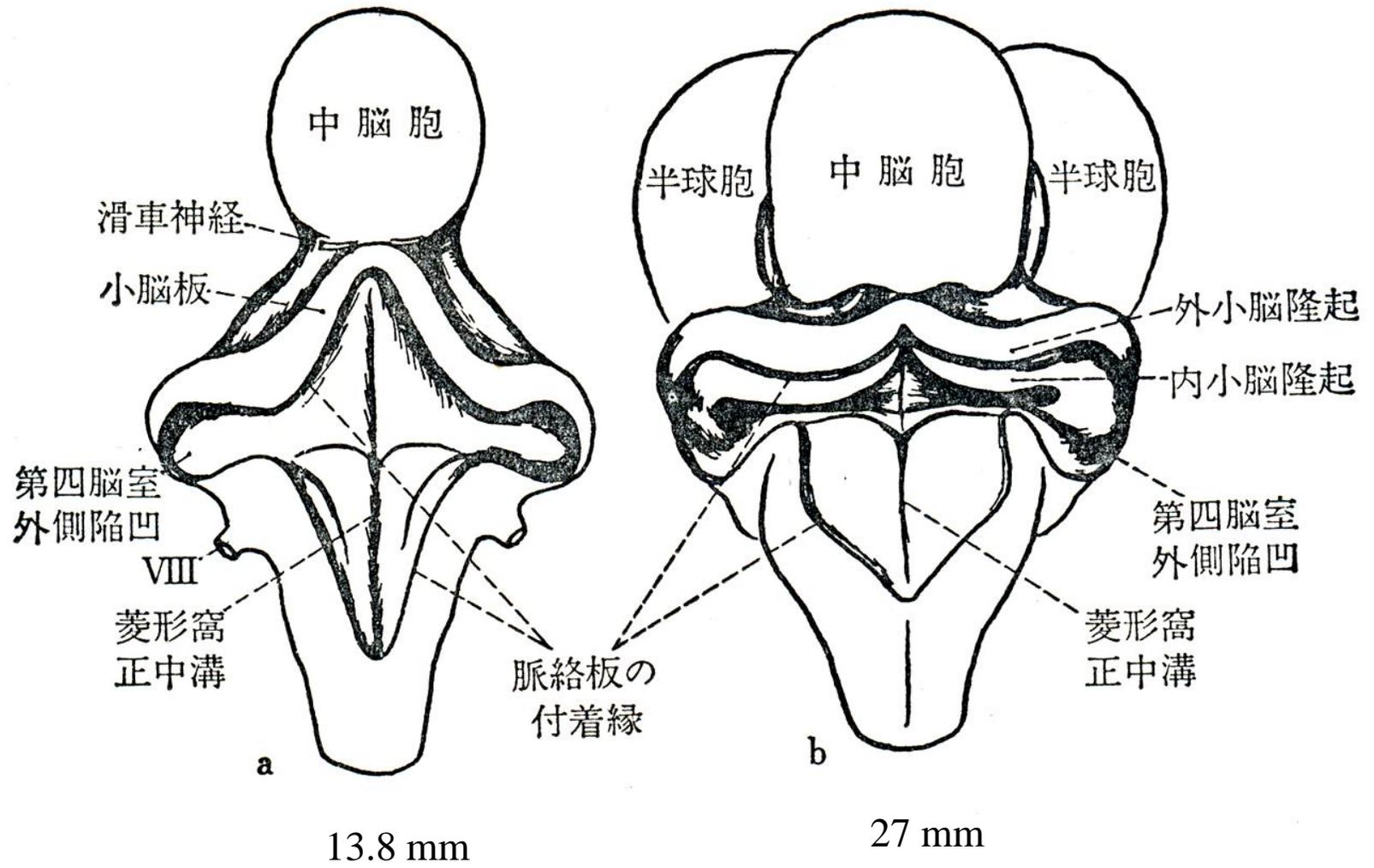
縁帯

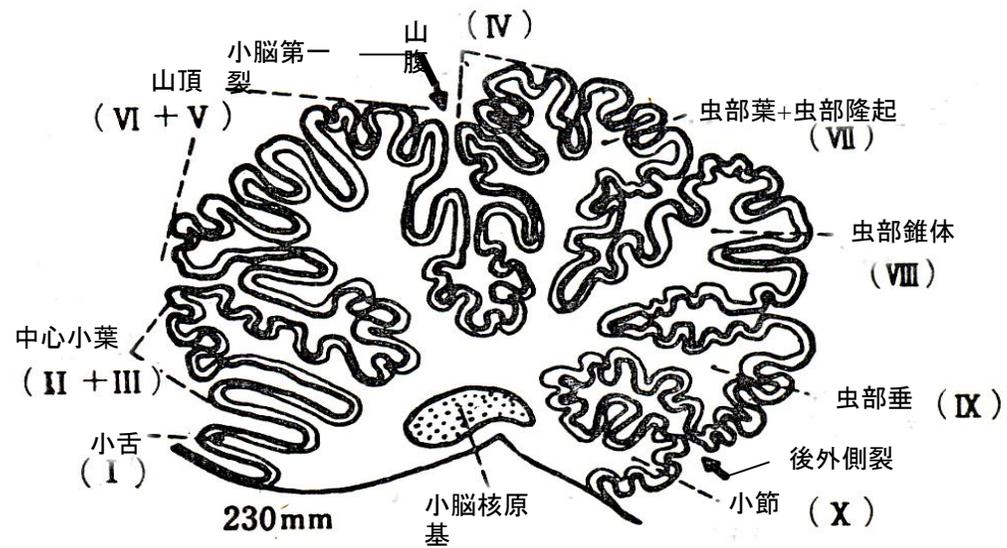
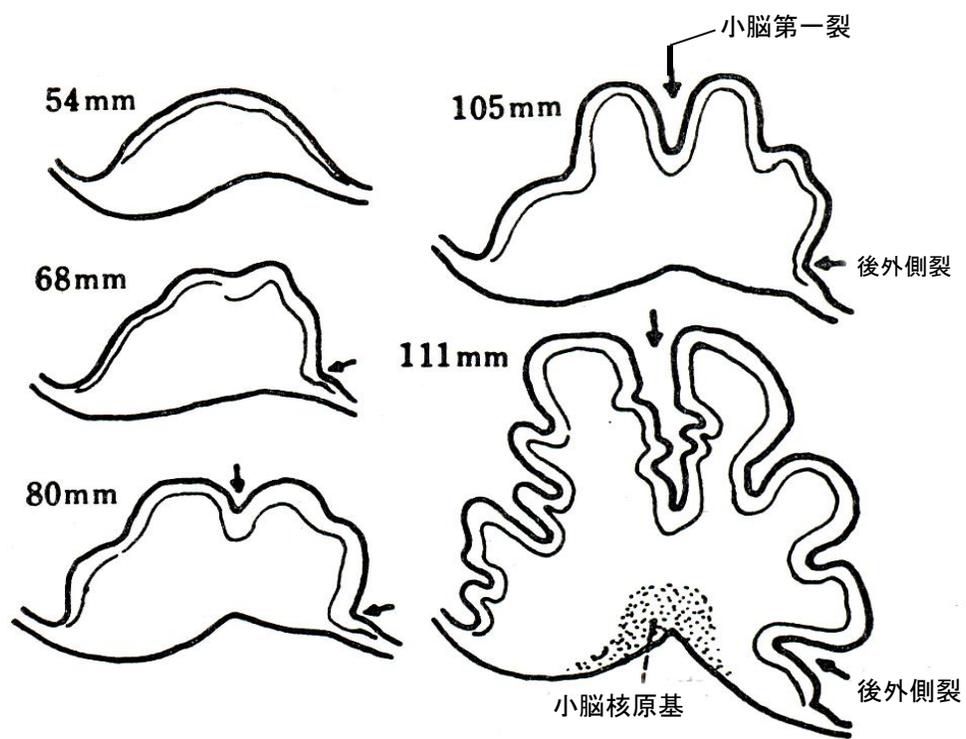
外套層

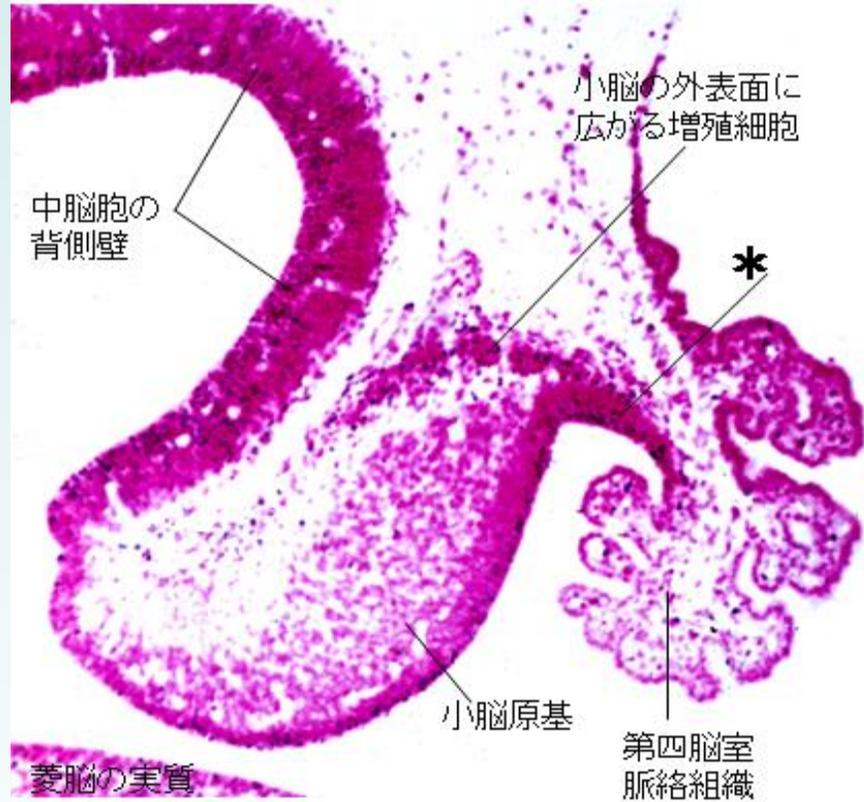
胚芽層

内境界膜

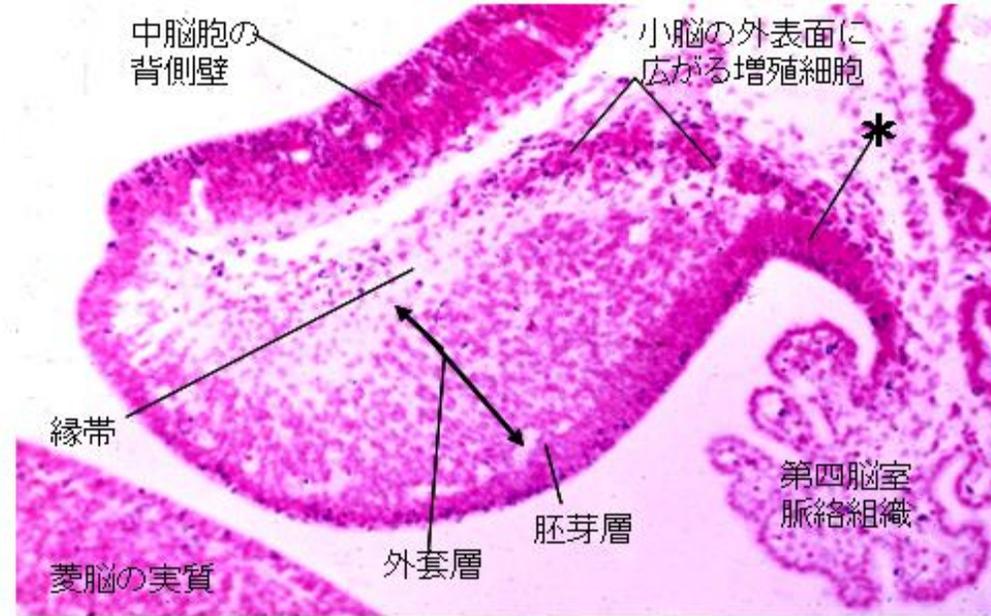
第四脳室の内腔



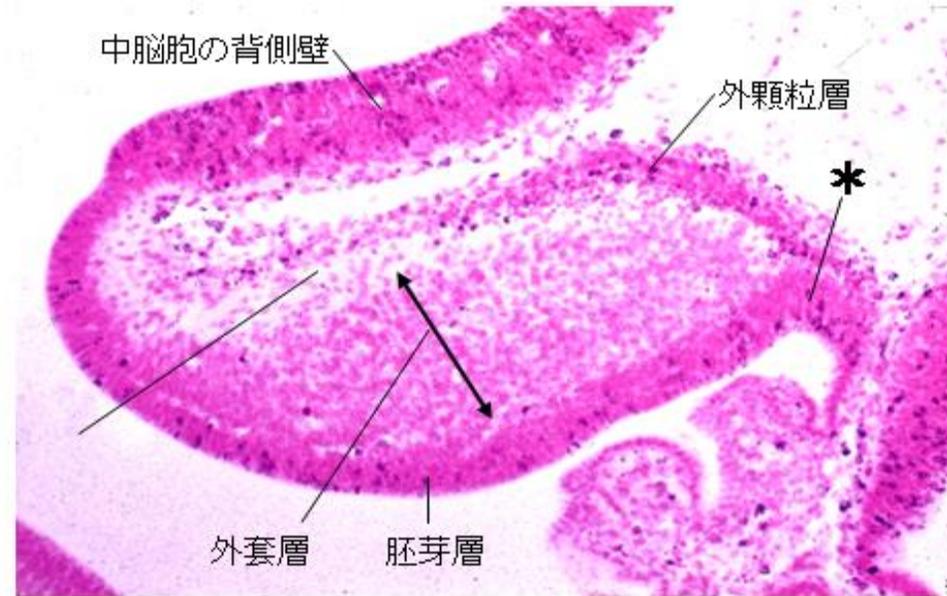




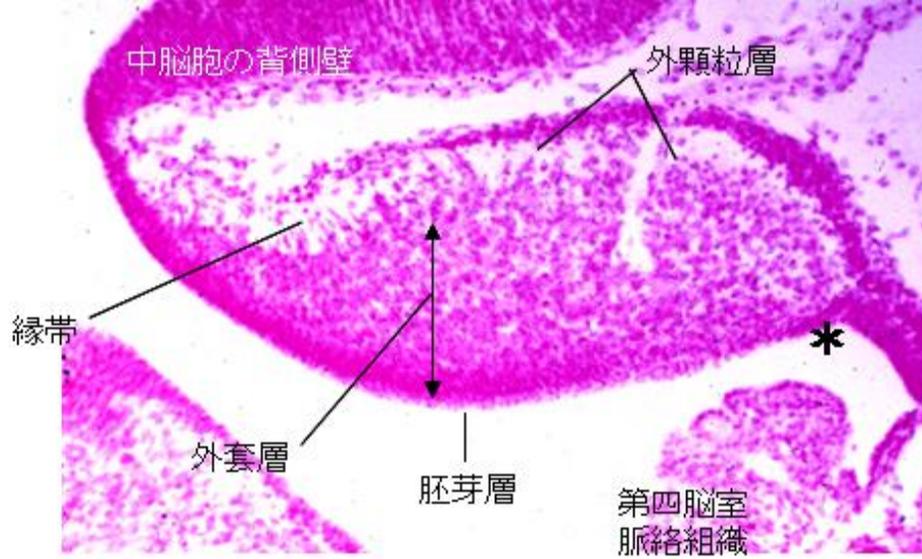
a 胎生14日



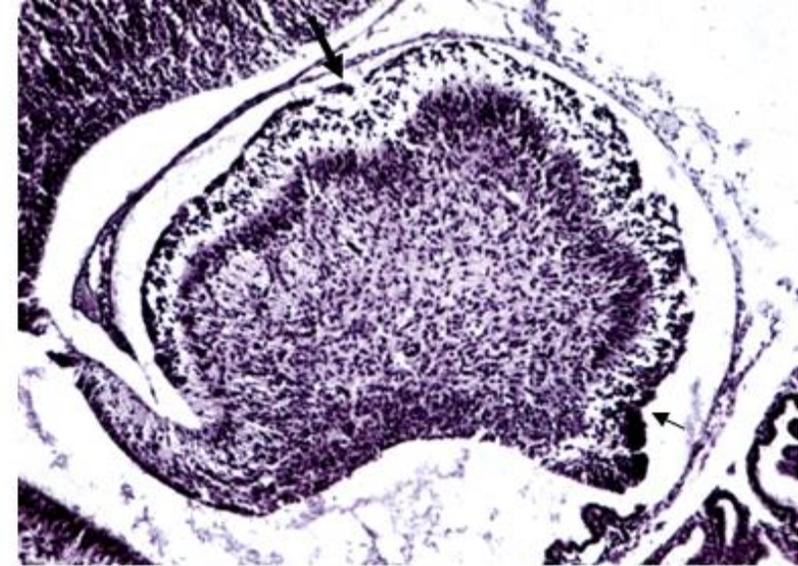
b 胎生14日(拡大)



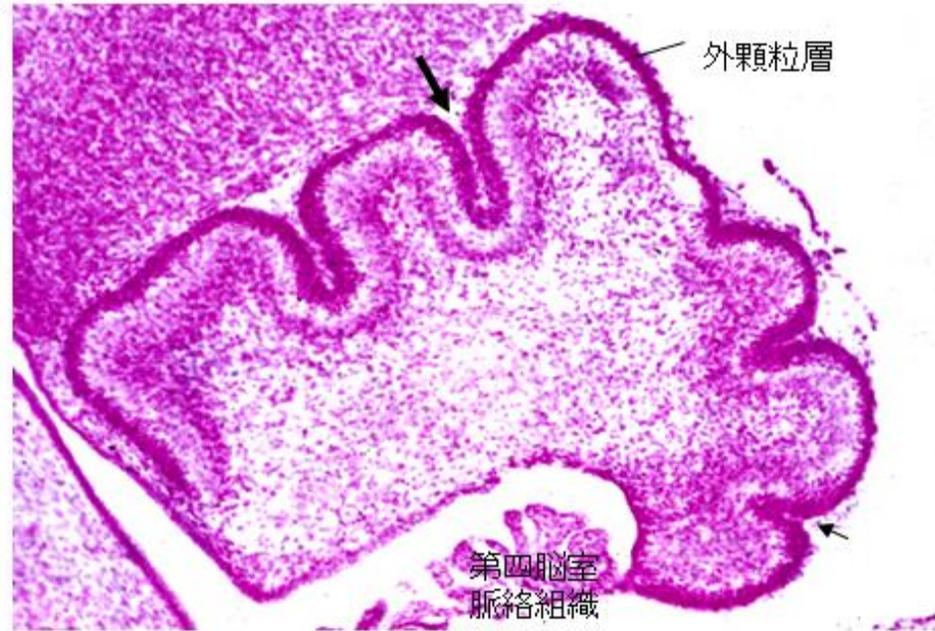
c 胎生15日



a 胎生17日



b 胎生19日

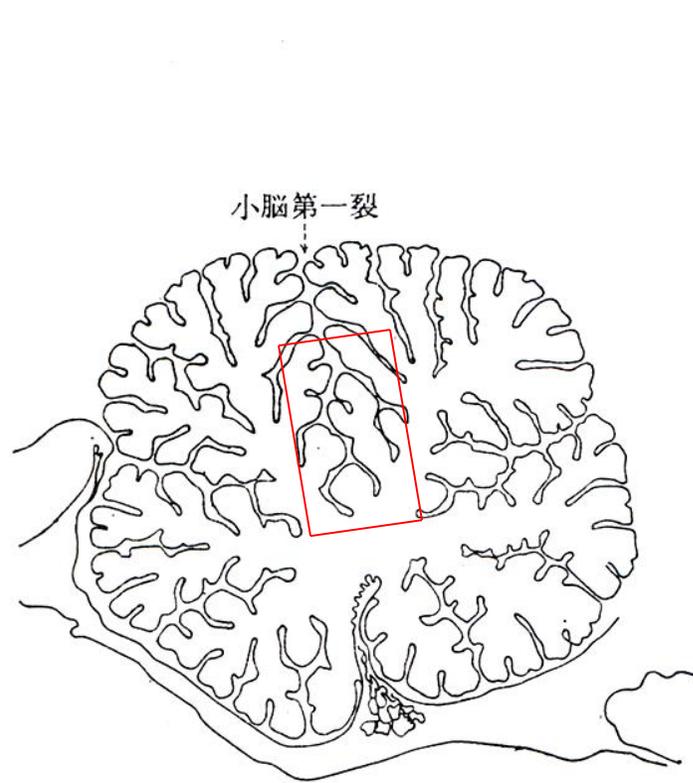


c 新生仔

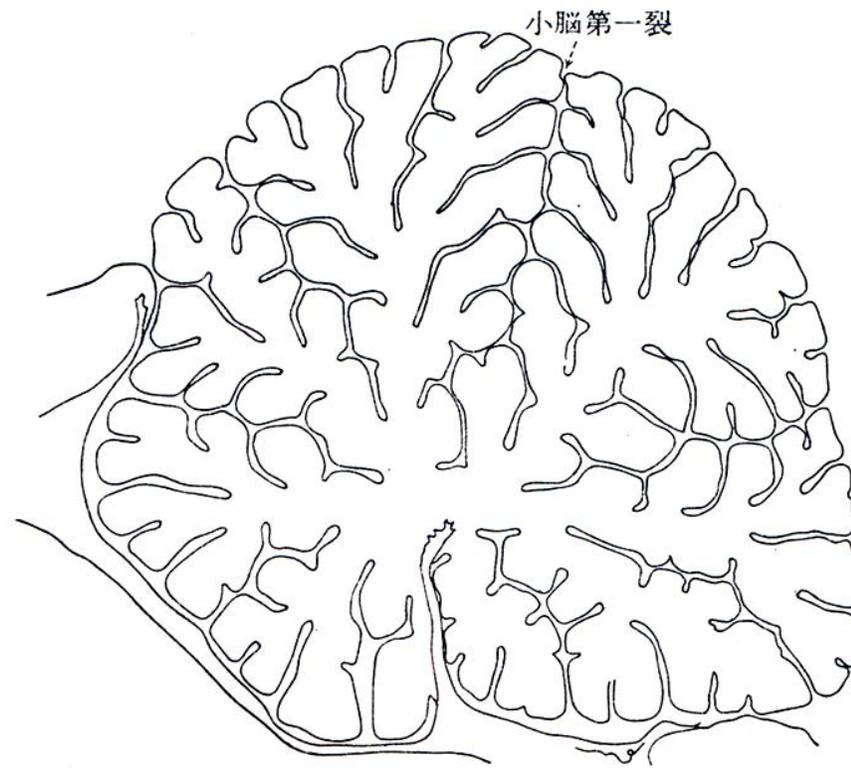
太い矢印は
小脳第一裂
小さい矢印
は後外側裂



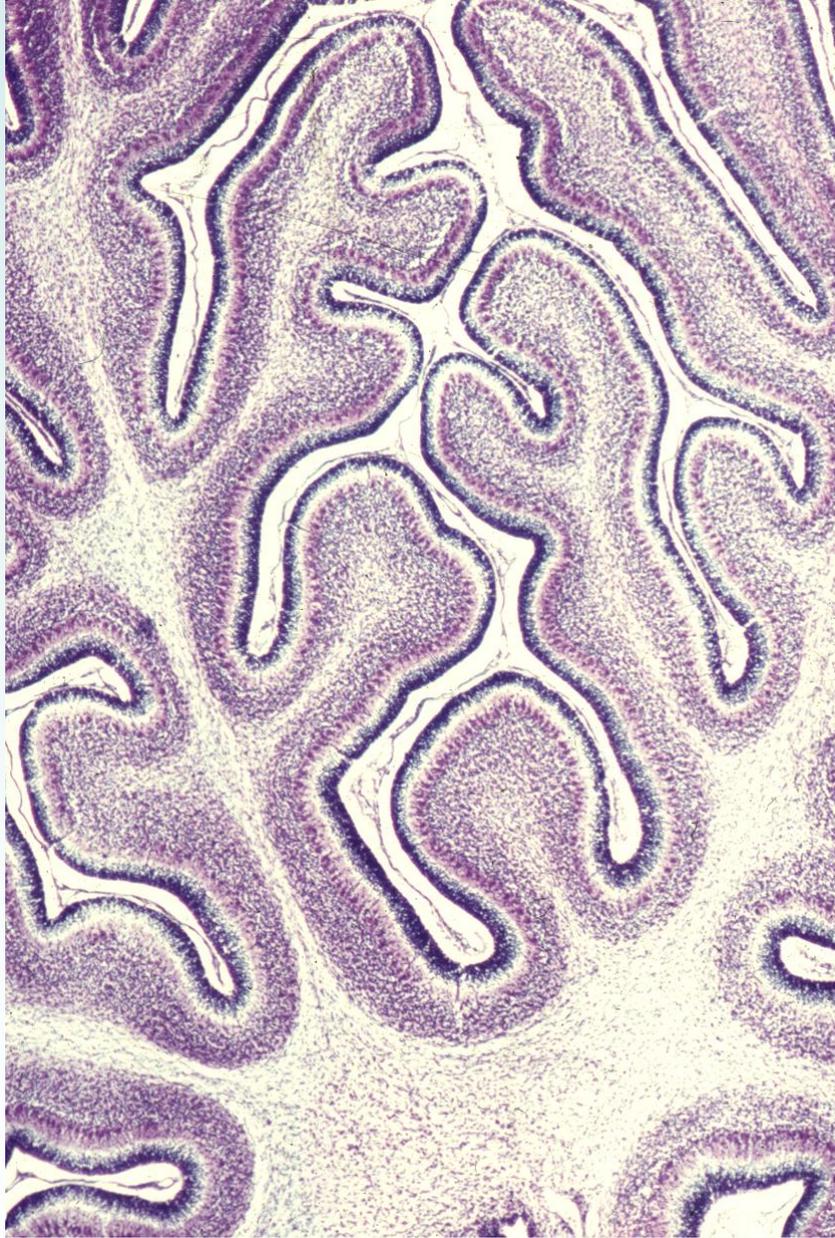
矢印は小脳第一裂



a 新生仔



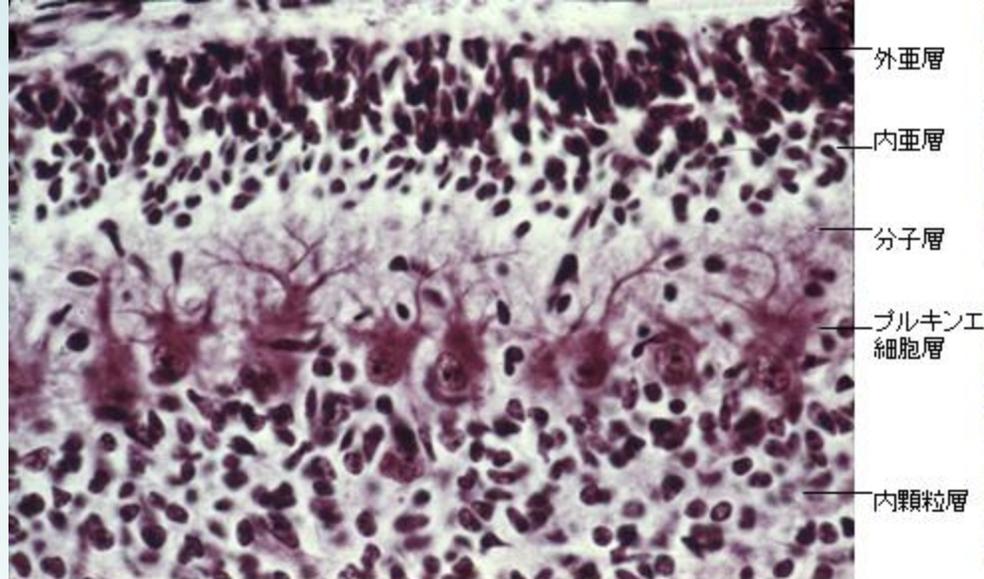
b 生後 10 日



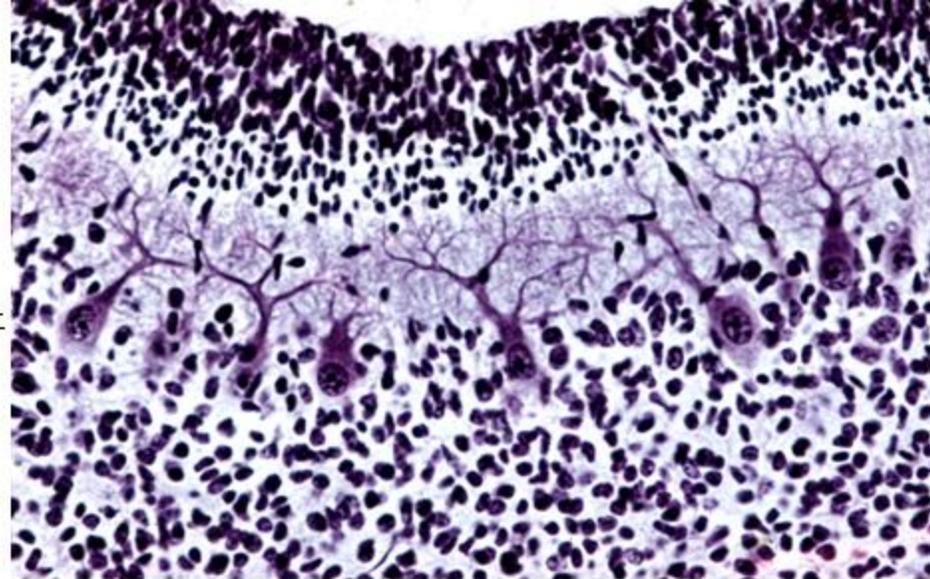
a x 10



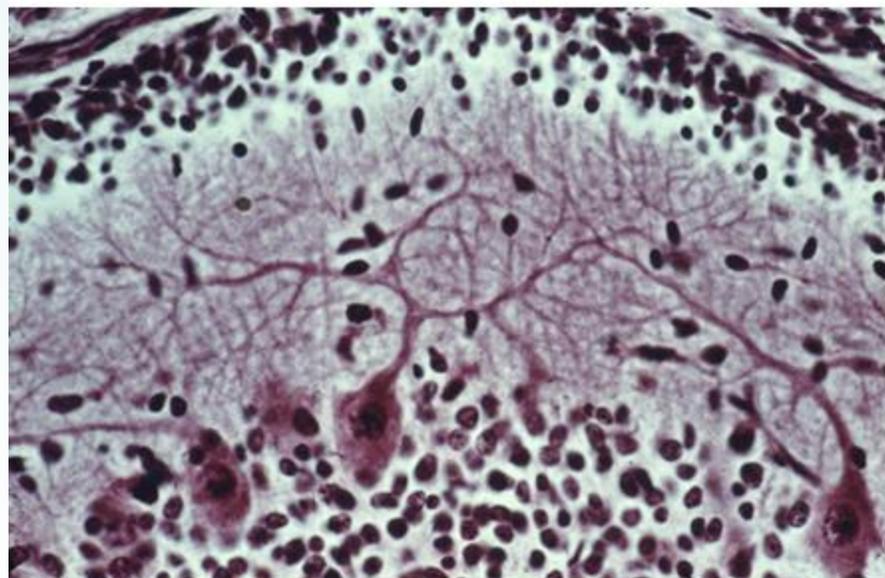
b x 25



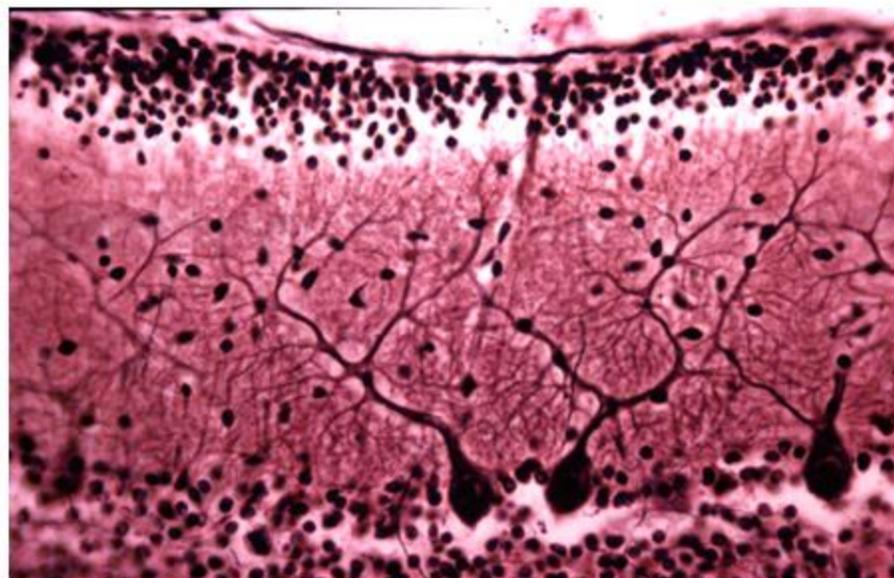
a 新生仔 (x 160)



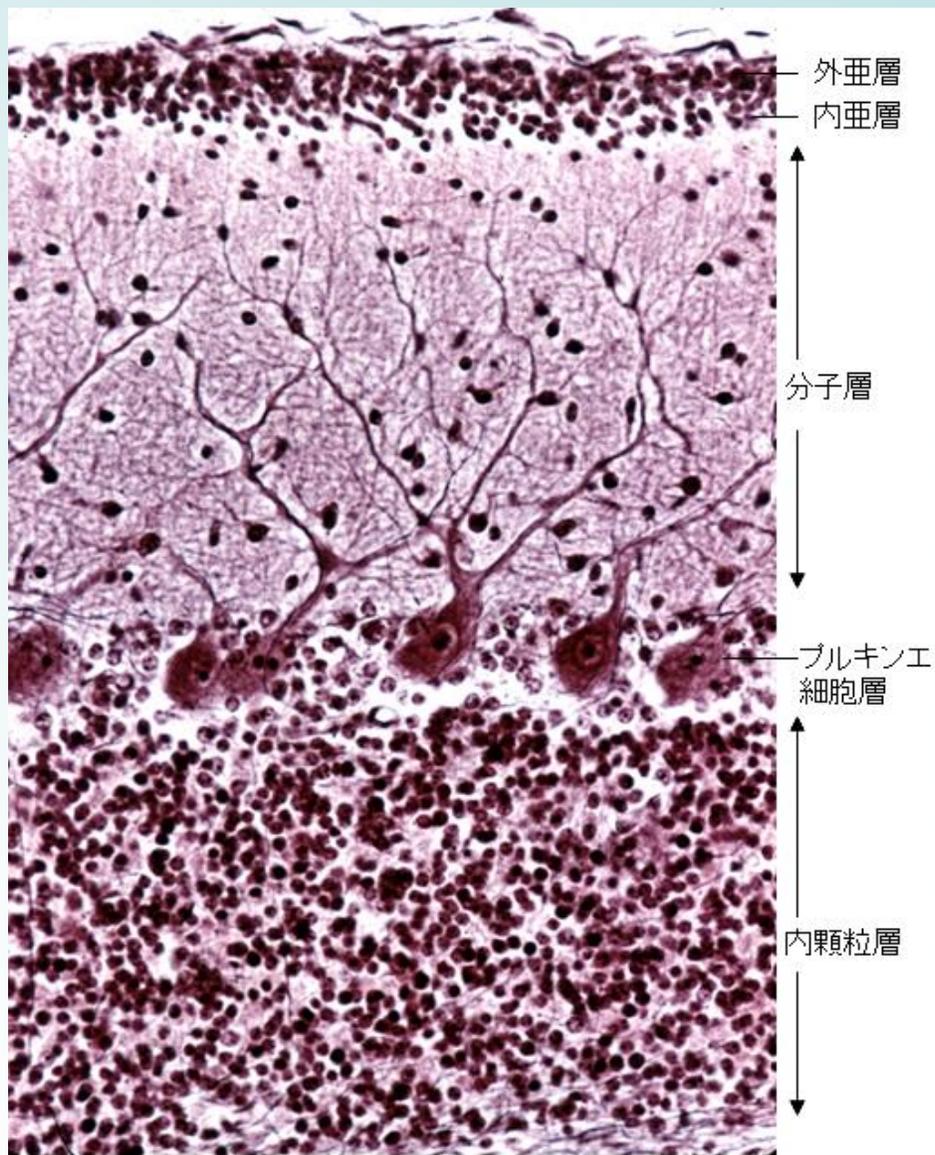
b 生後4日 (x 100)



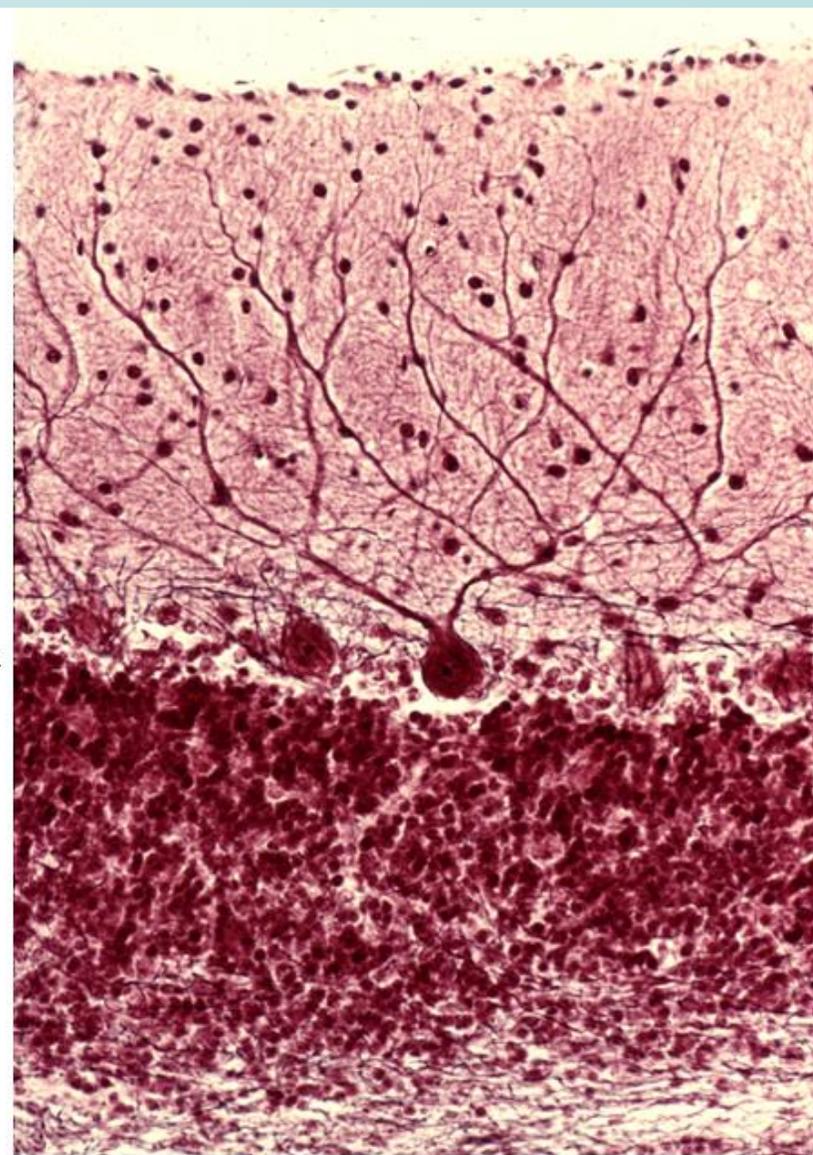
c 生後10日 (x 160)



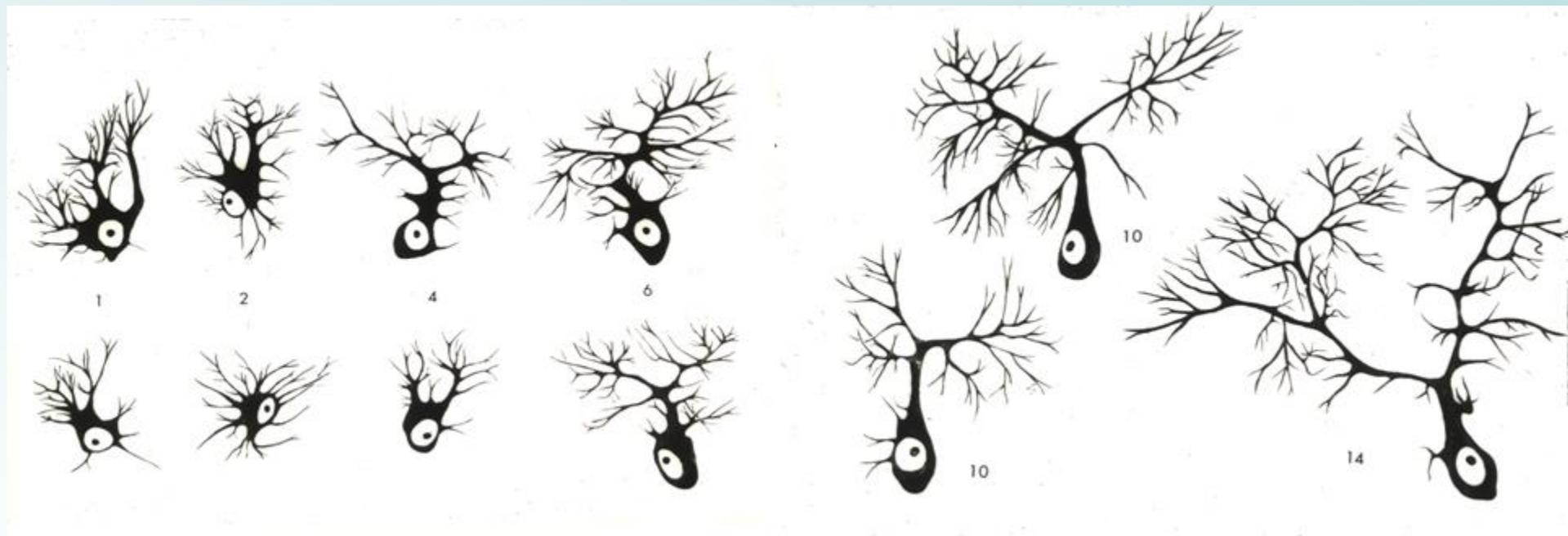
d 生後15日 (x 100)

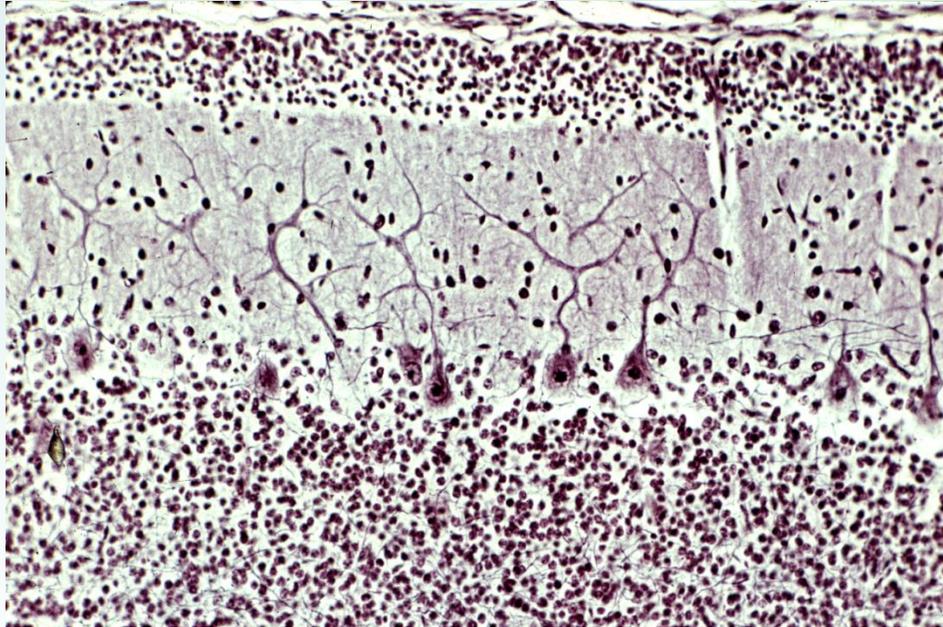


a 生後20日 (x 80)

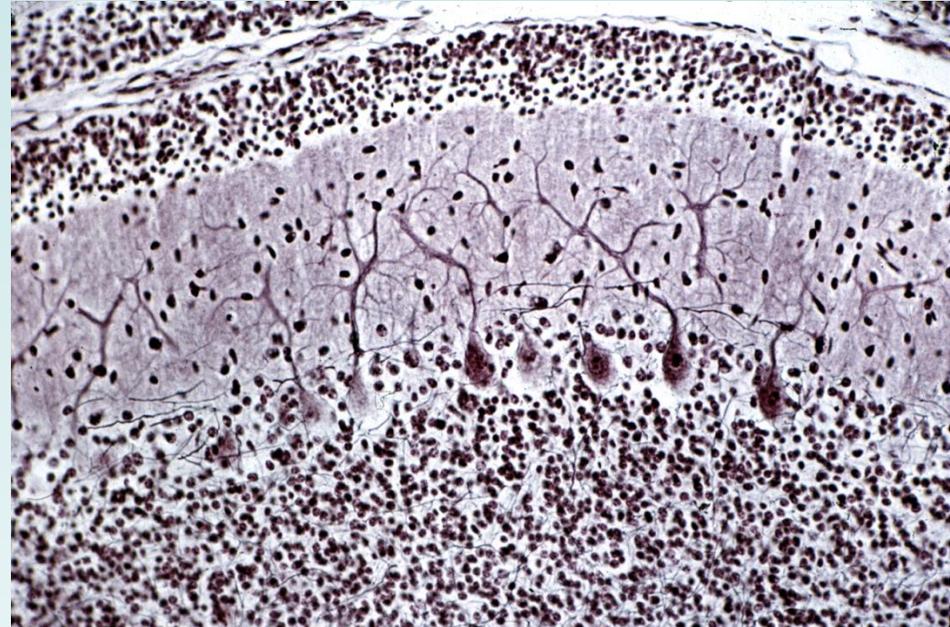


b 生後35日 (x 64)

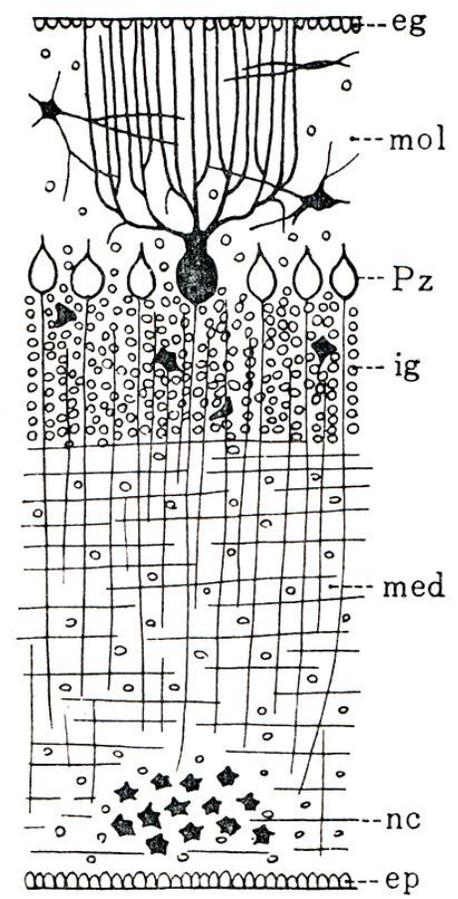
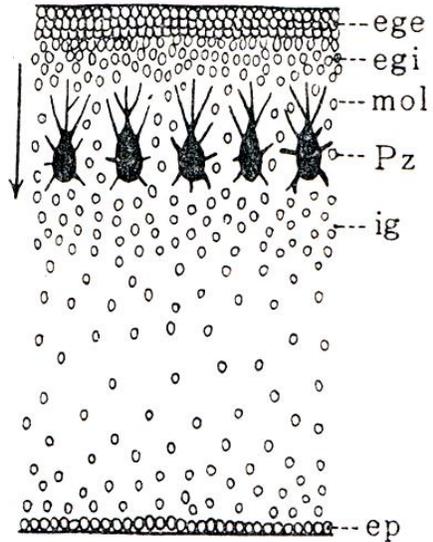
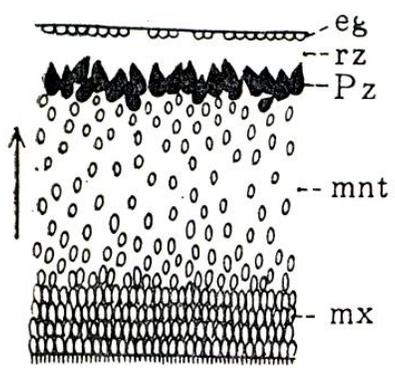
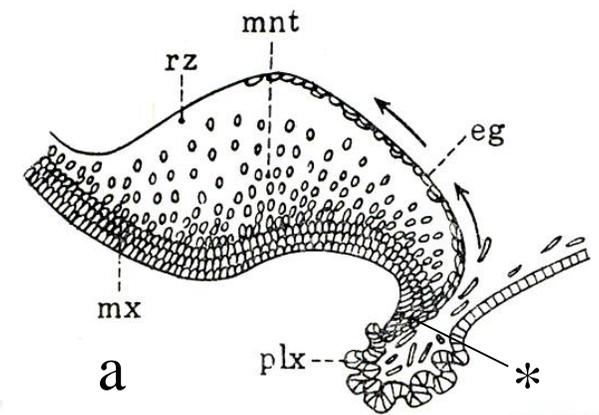




a (x 64)



b (x 64)

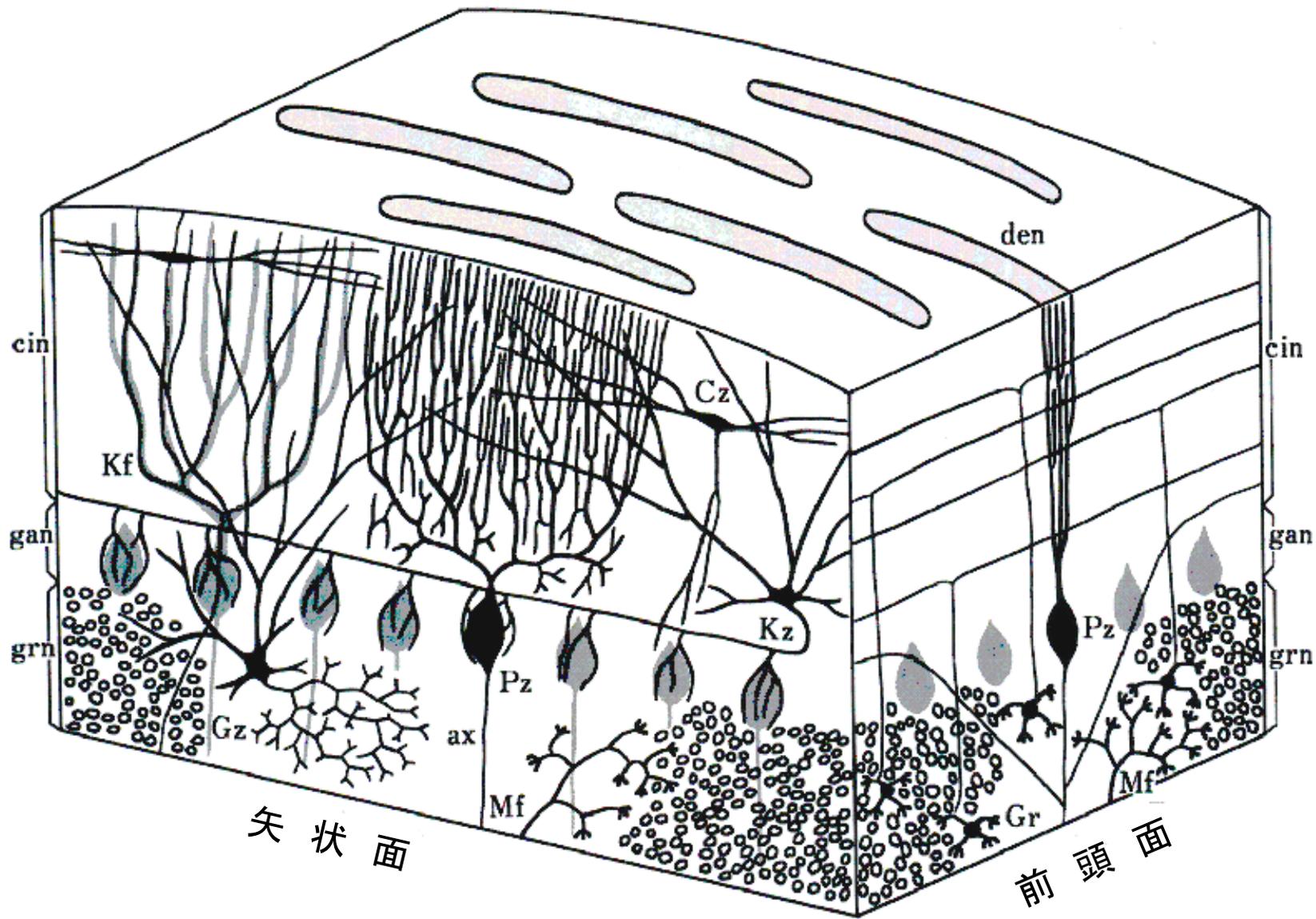


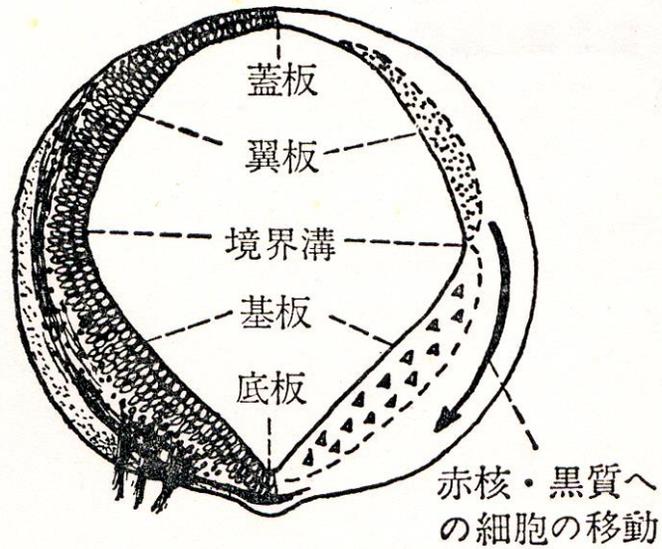
b

c

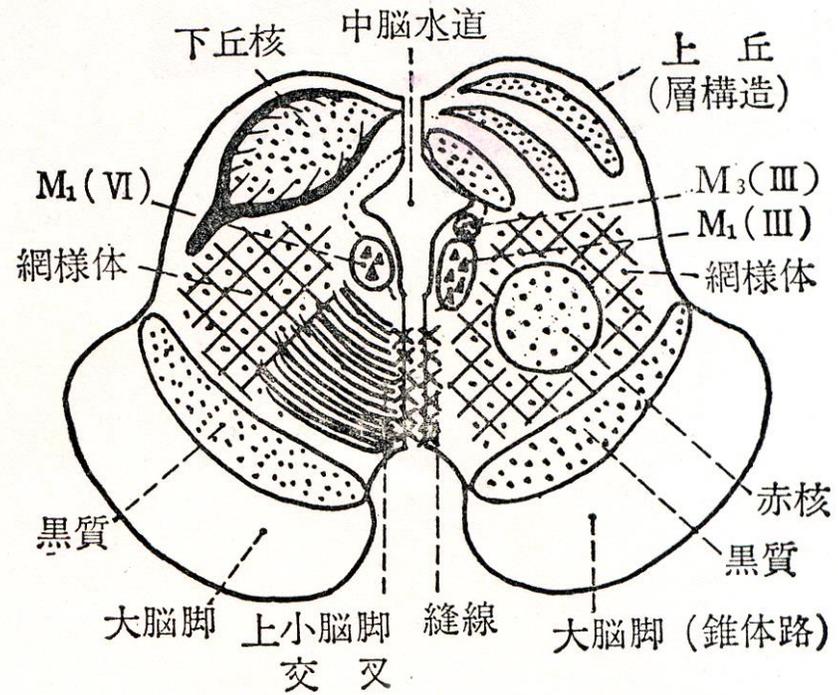
d

01-71 小脳皮質の組織発生を示す模式図 (原図)

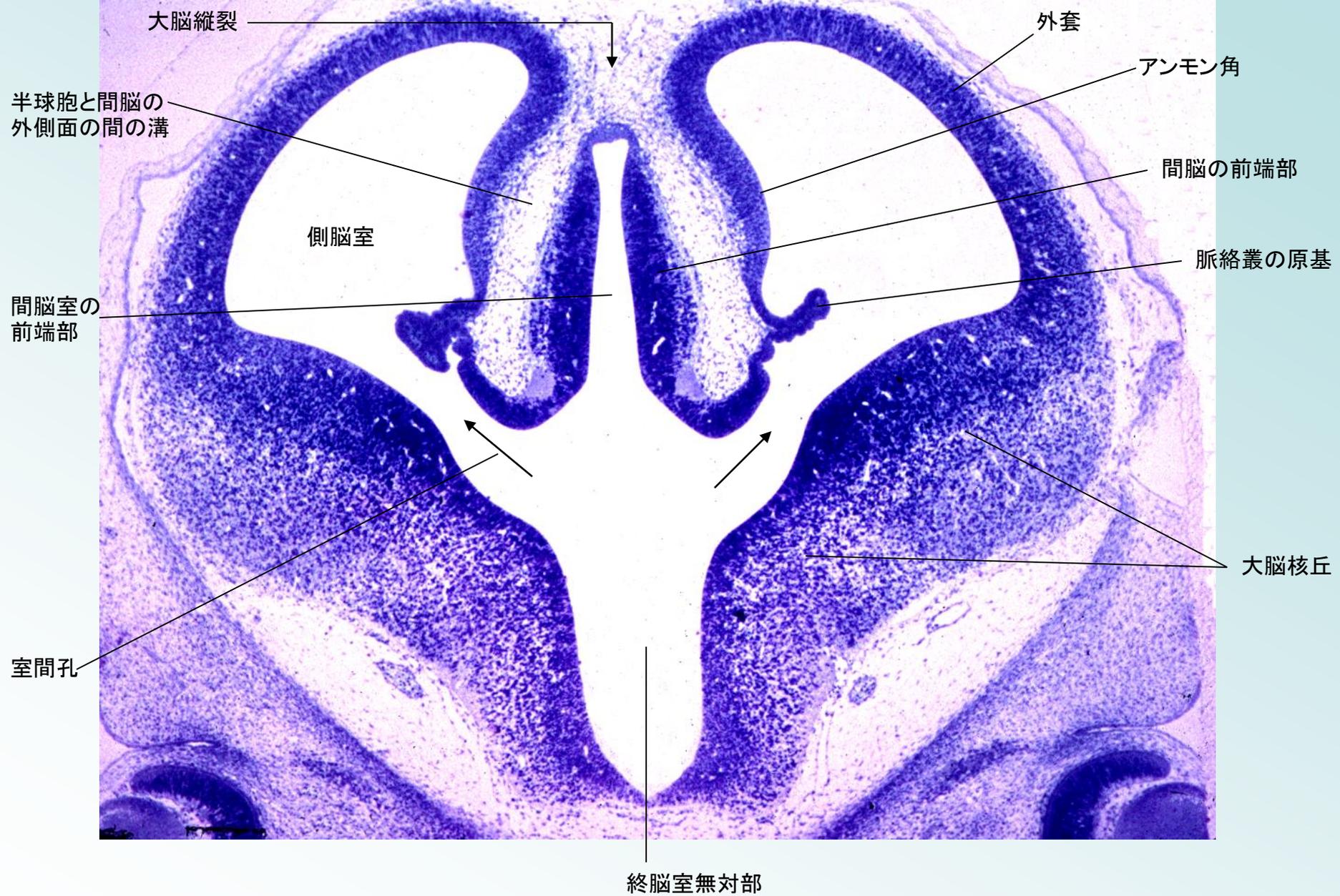


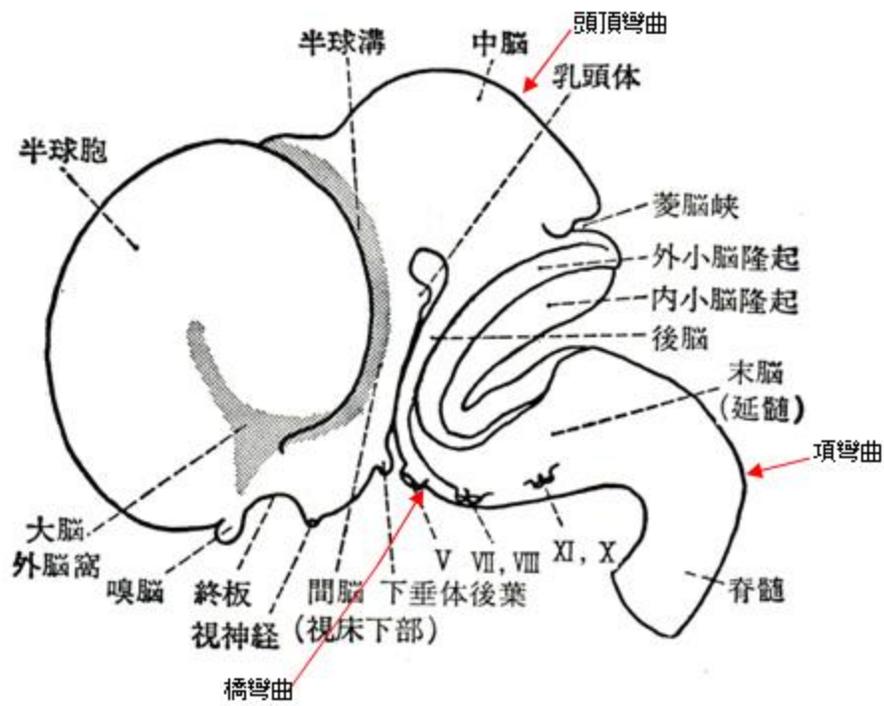


a

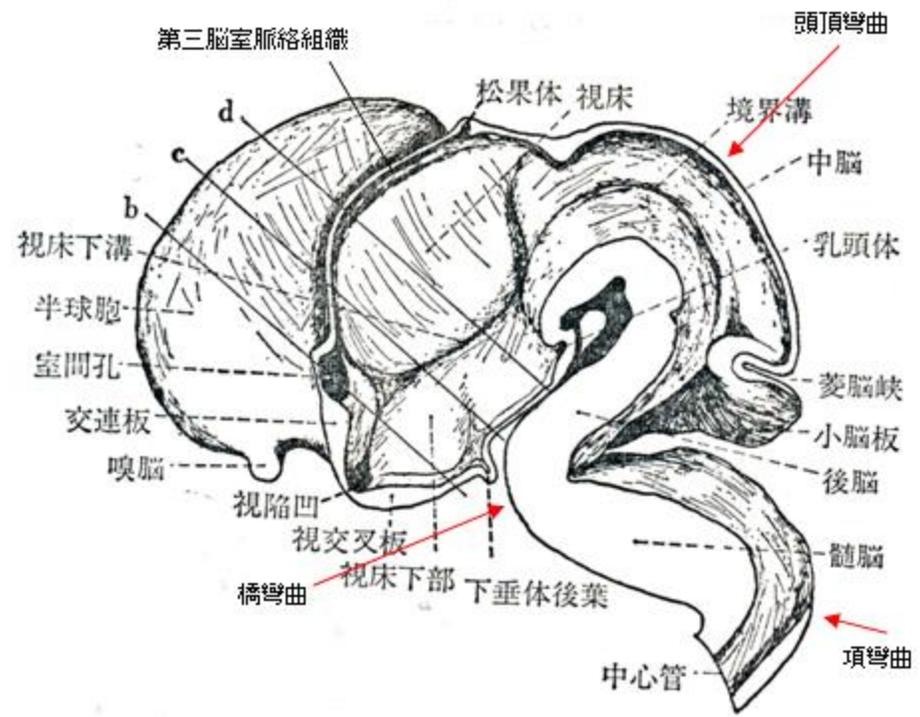


b

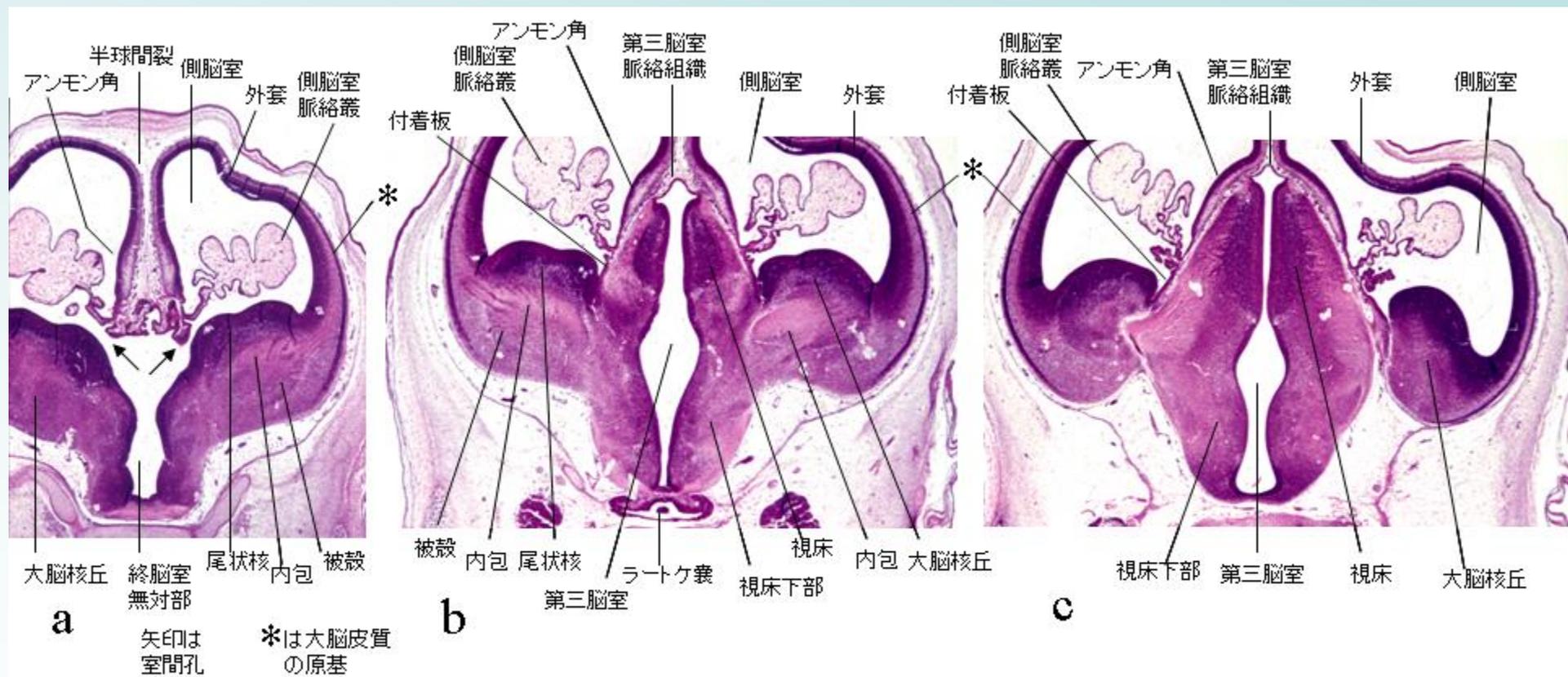




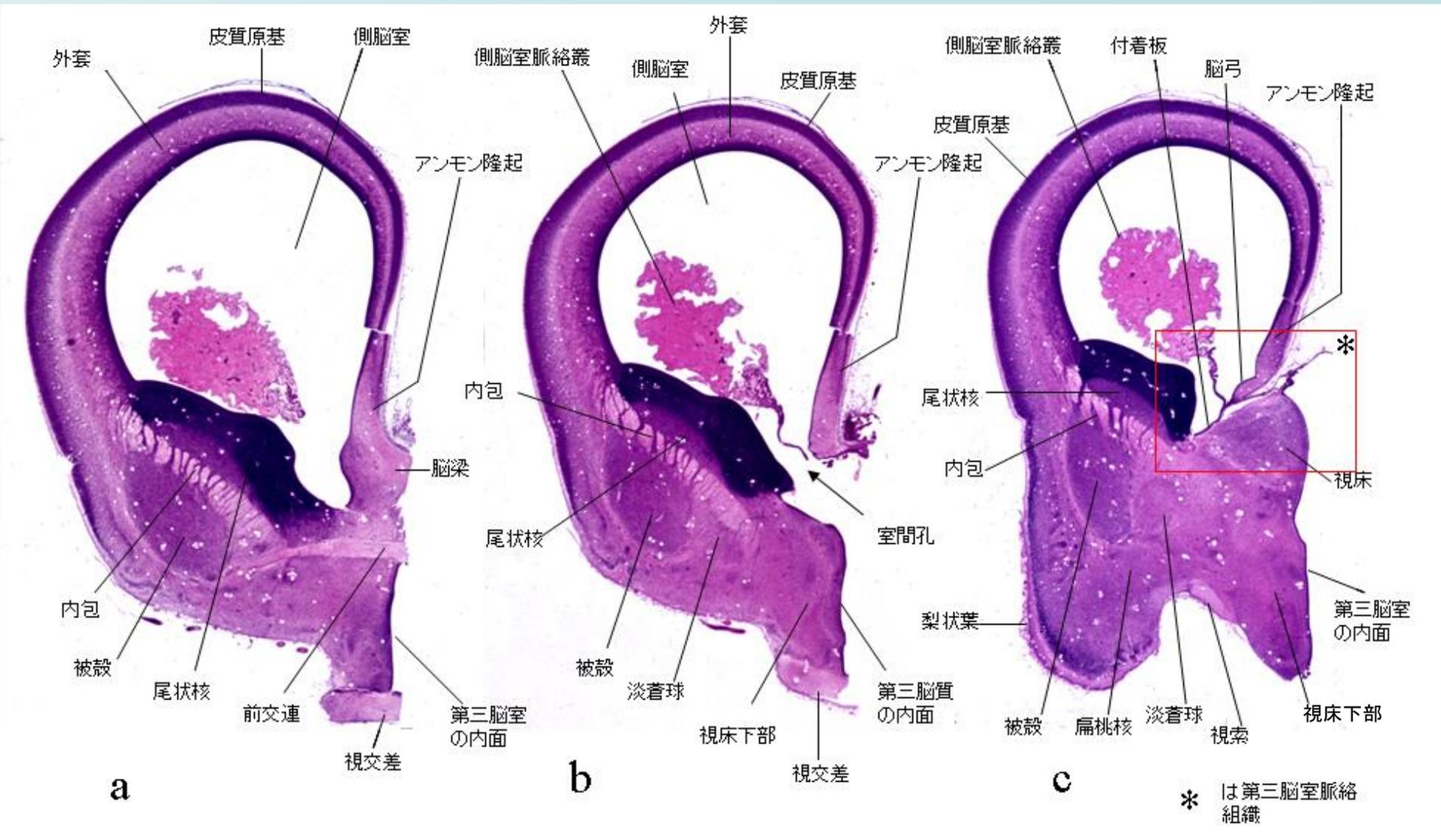
a 外側面

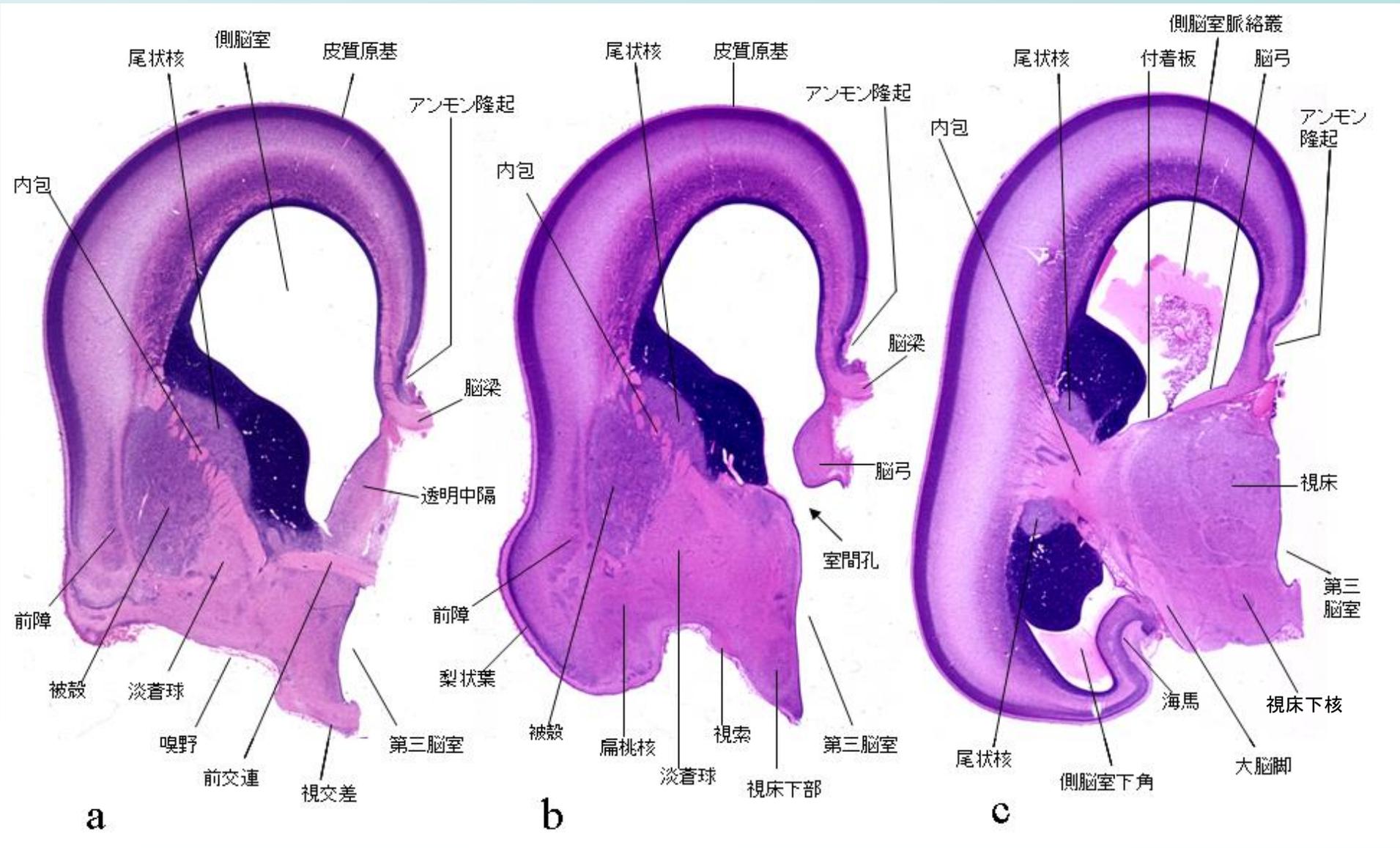


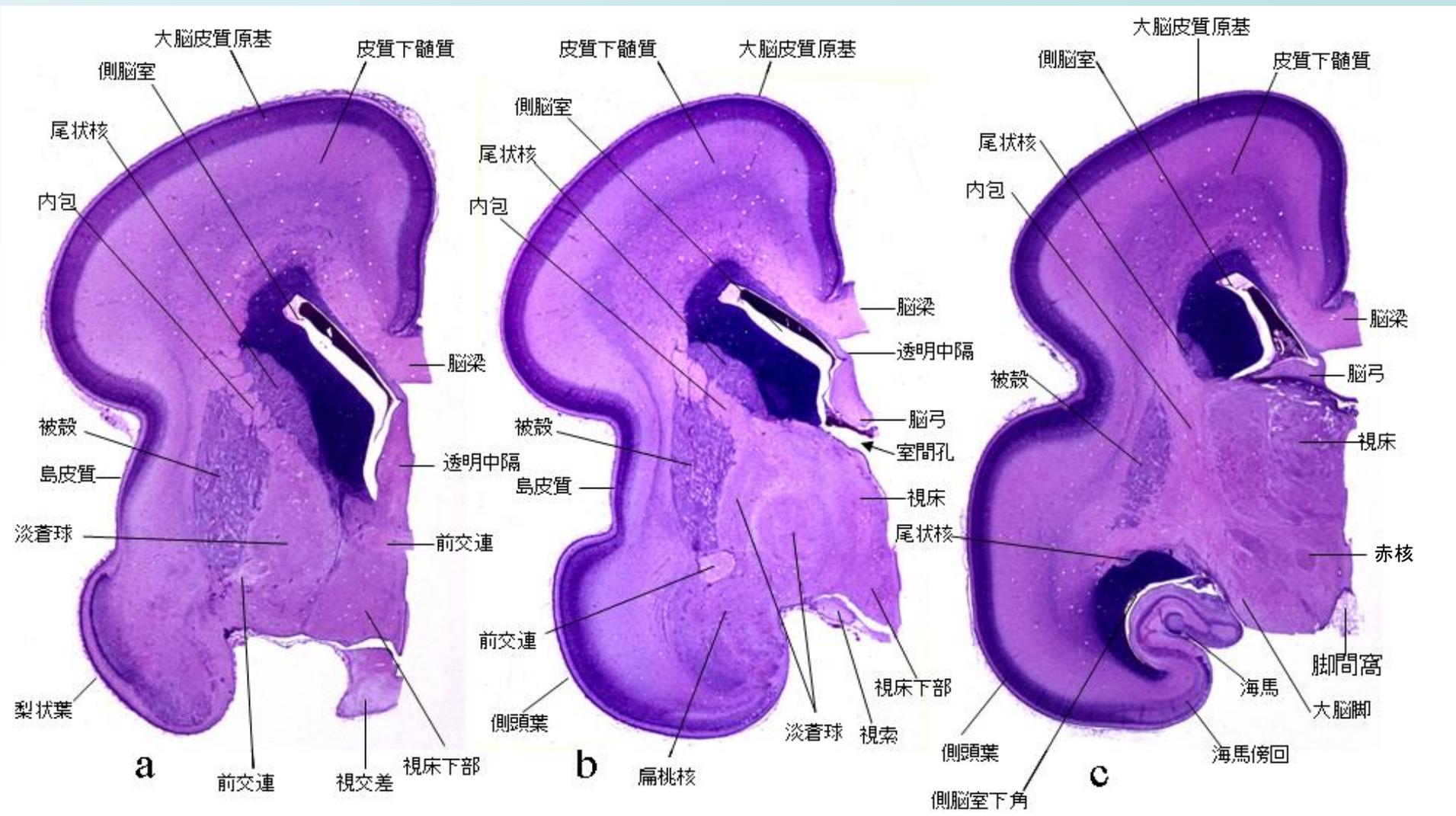
b 正中矢狀断面(内側面)

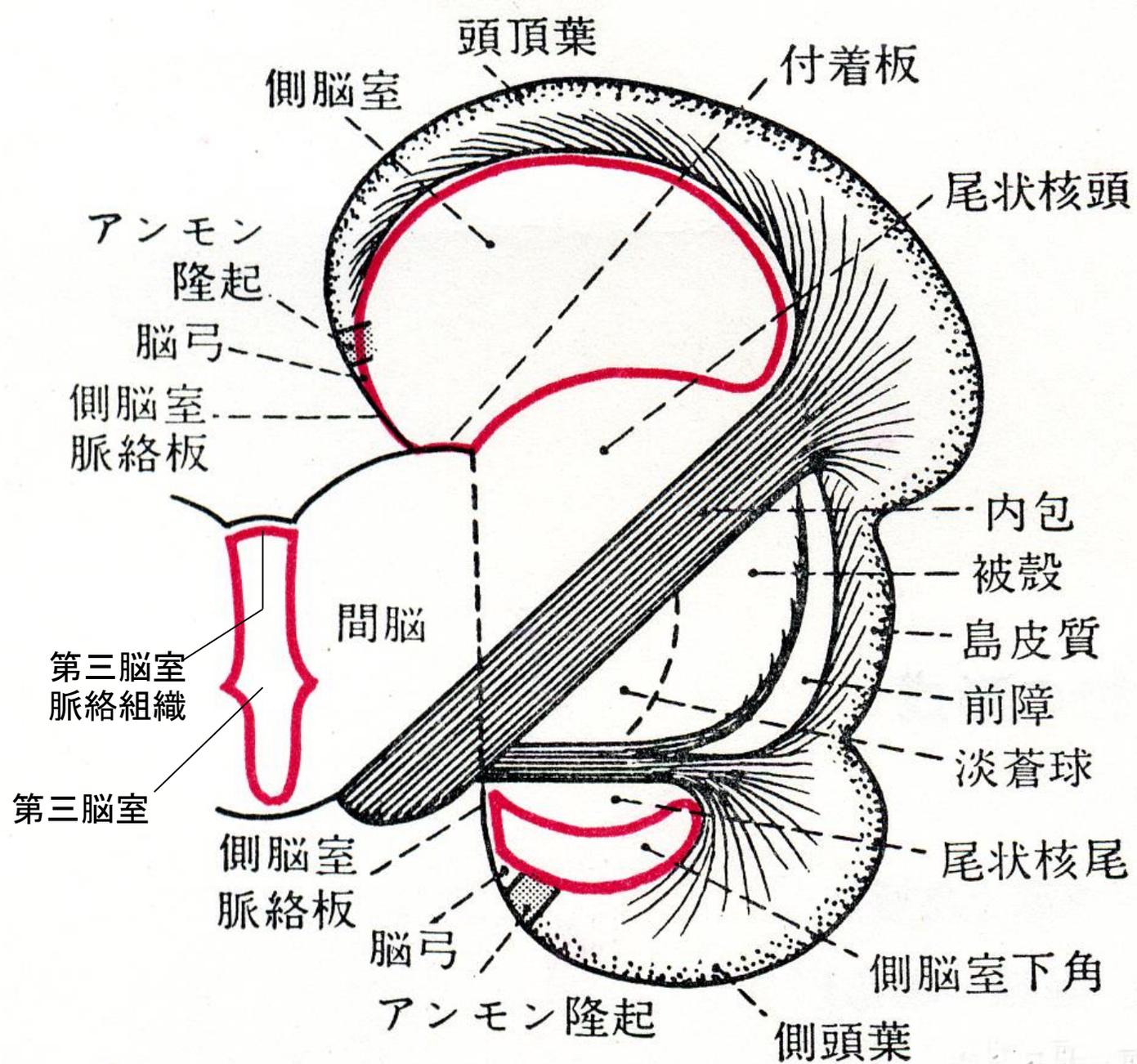


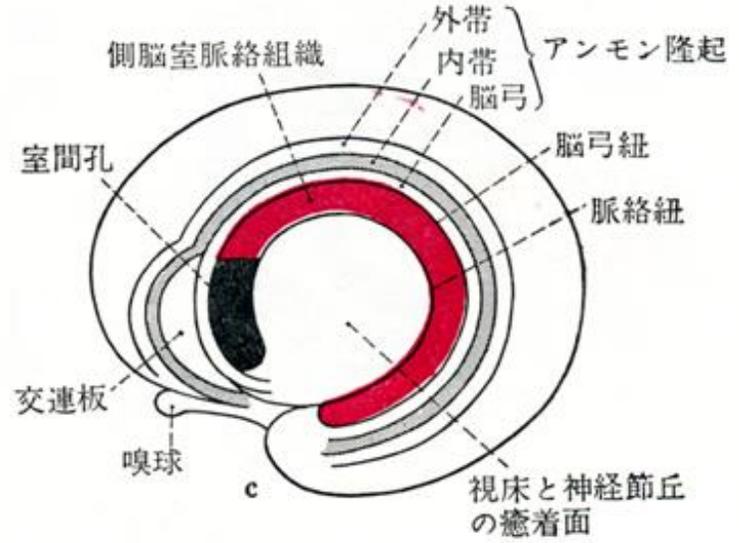
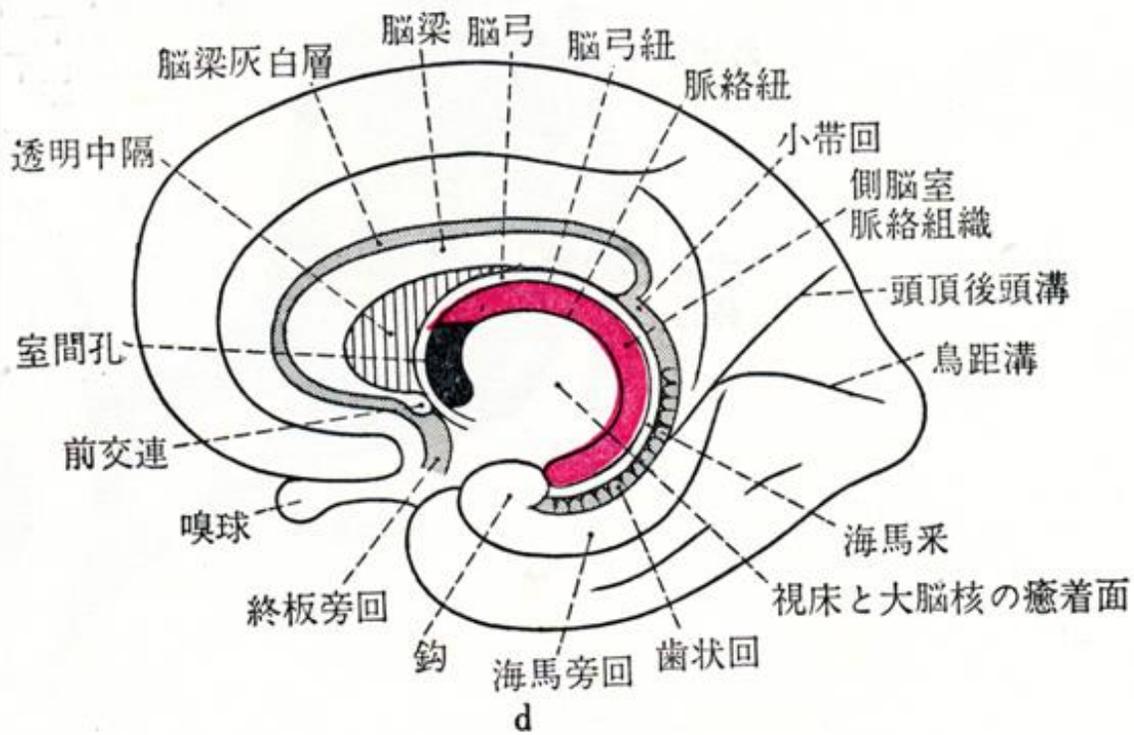
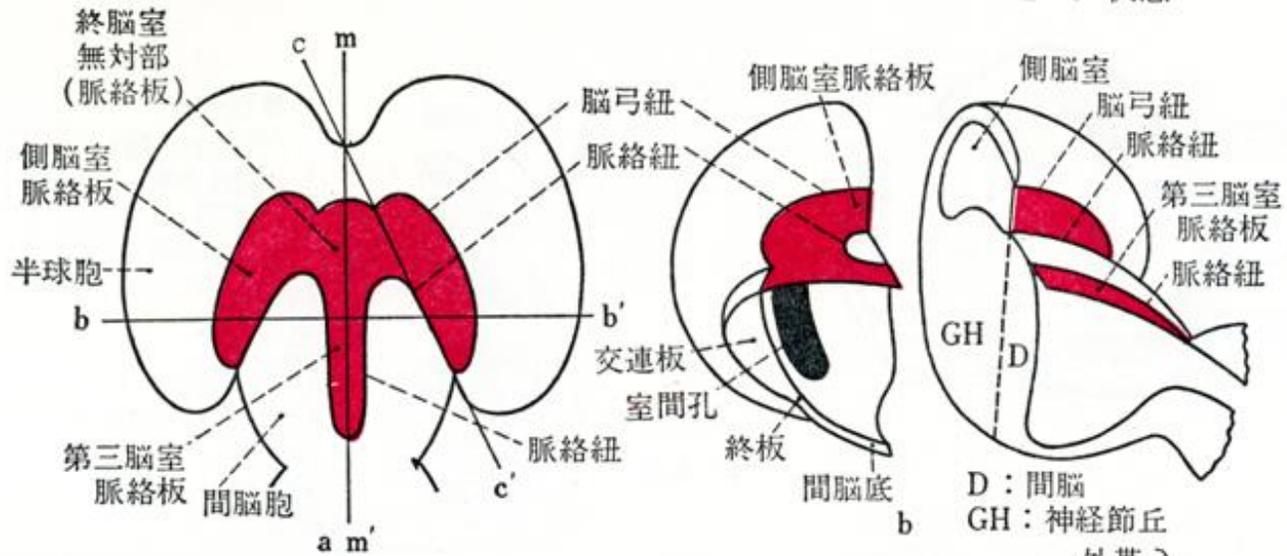
a, b, c の断面は図 01-74 の b の b, c, d に相当する。

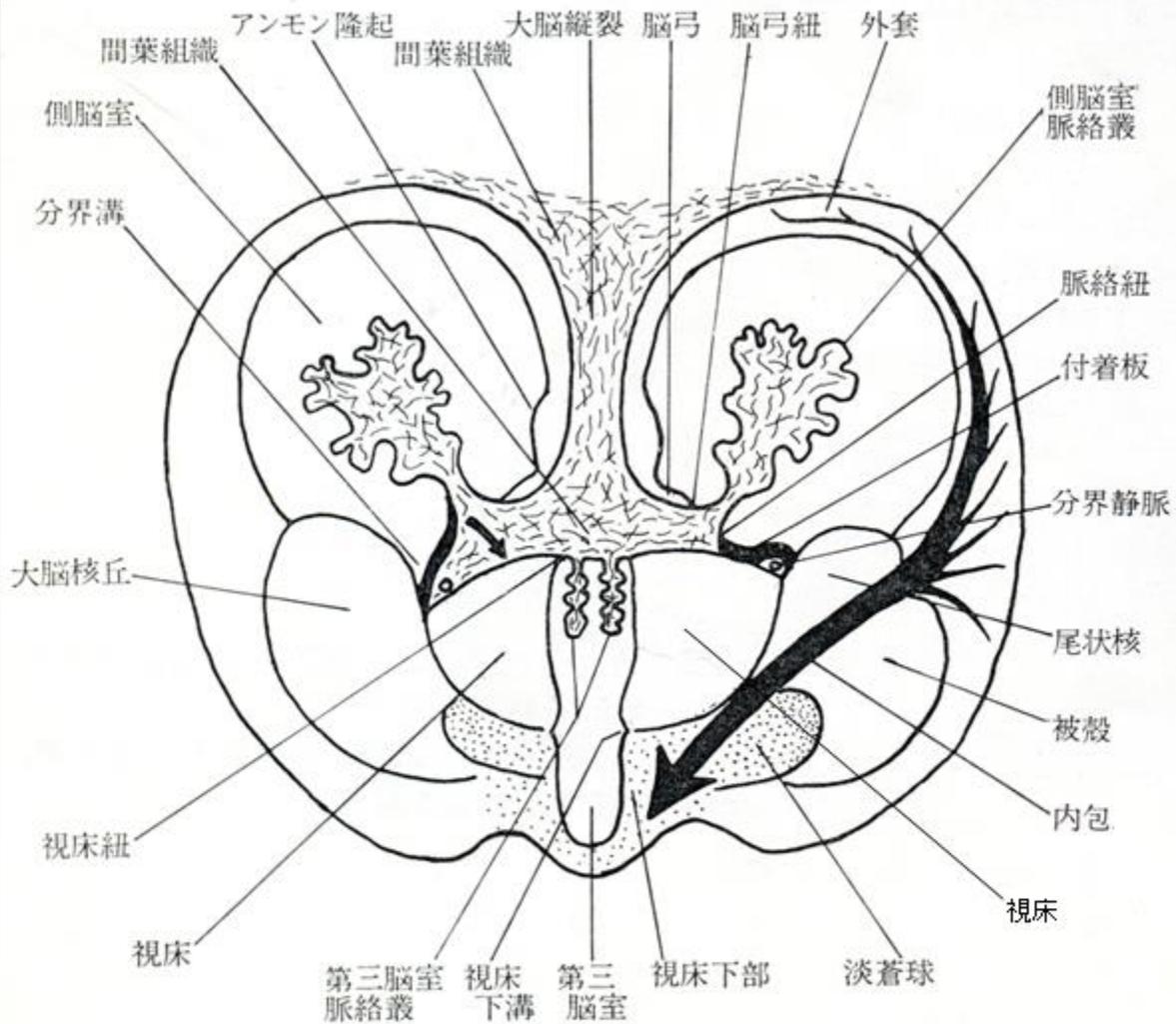




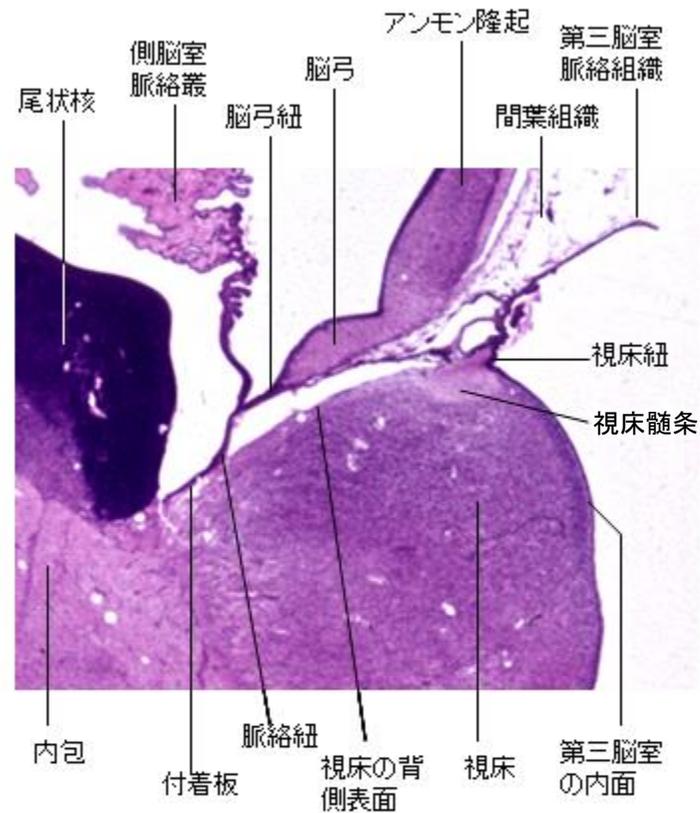




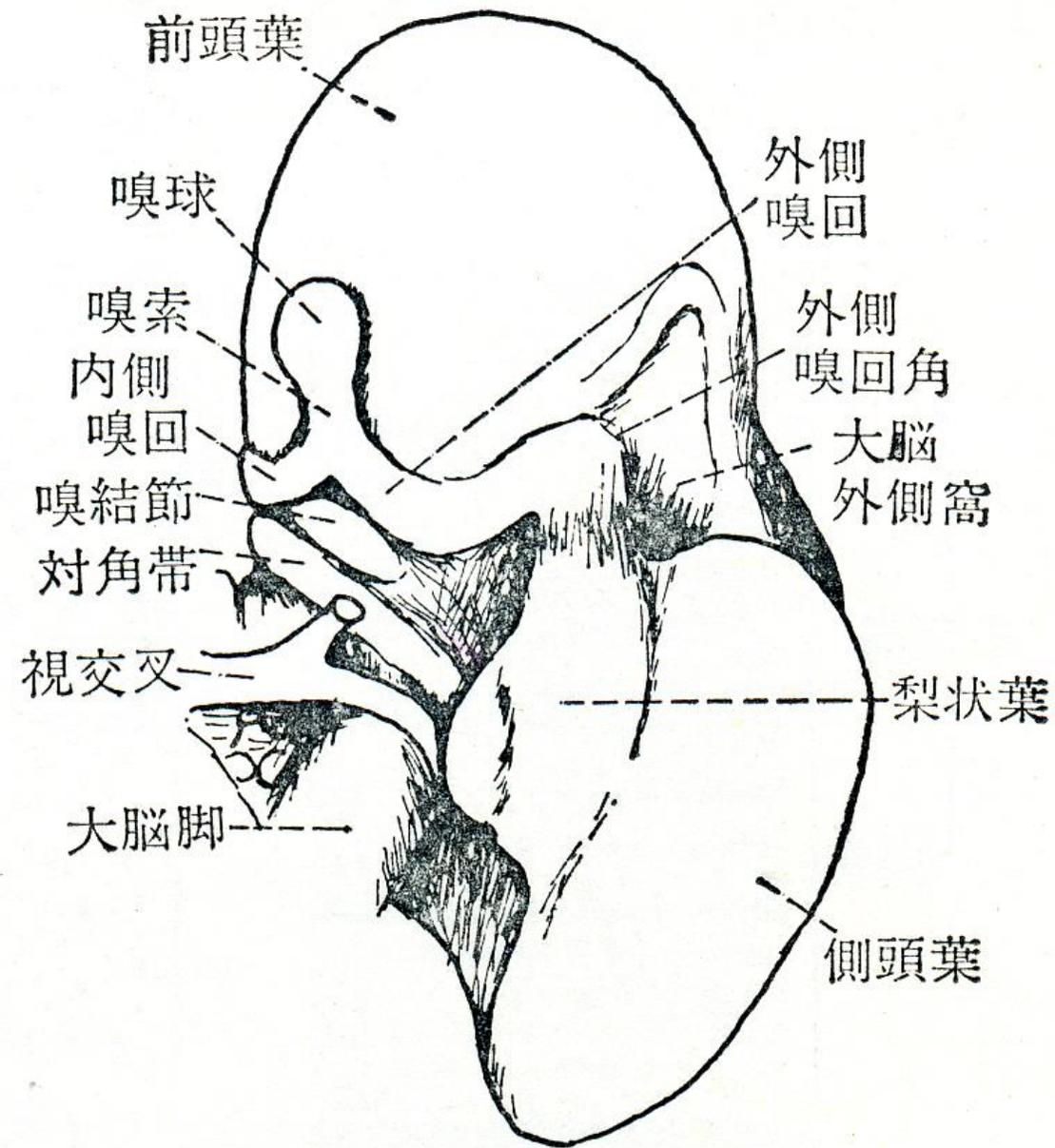


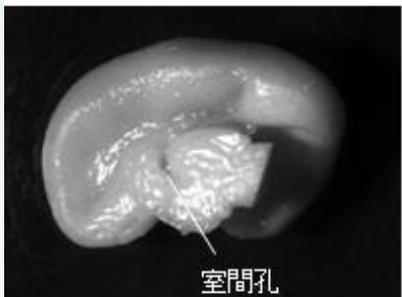
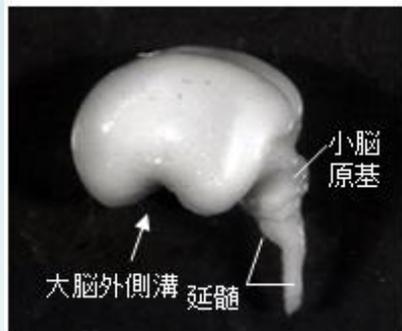


a 内包による大脳核丘の分割

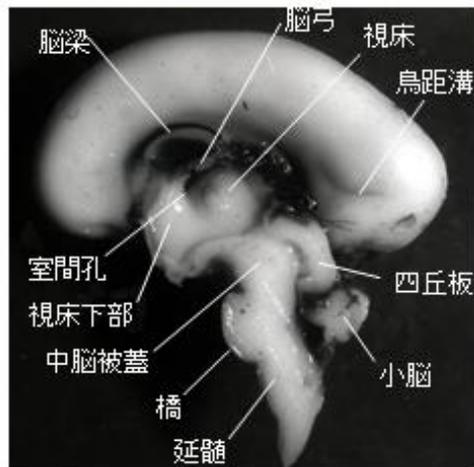
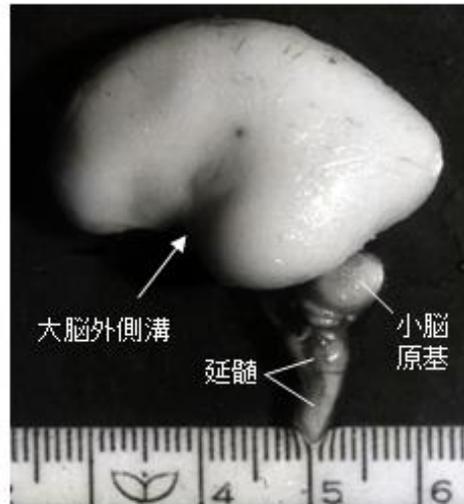


b 視床の背側面における附着板

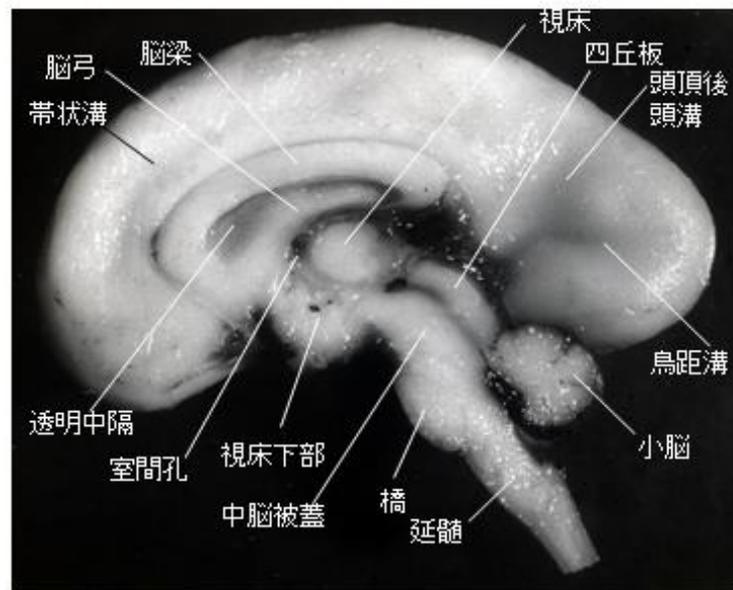




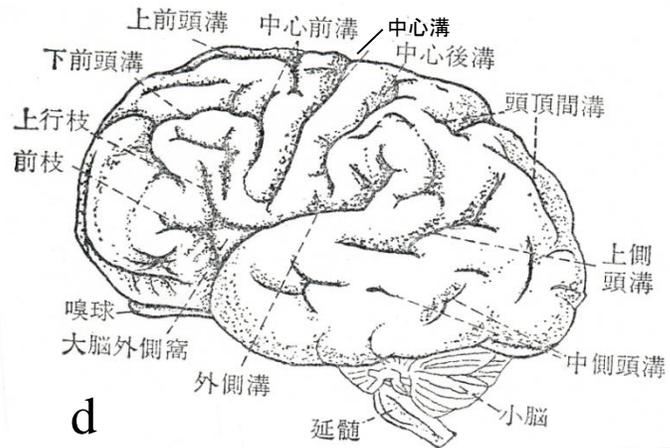
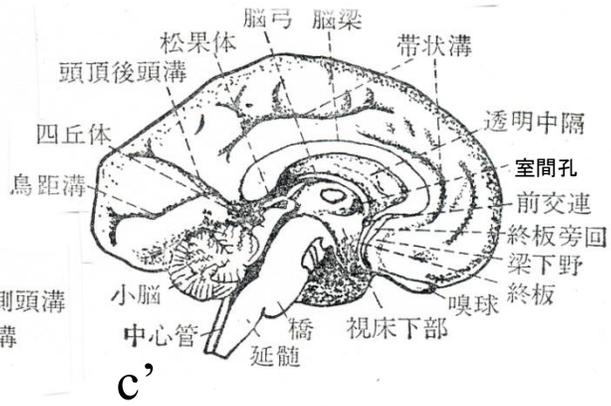
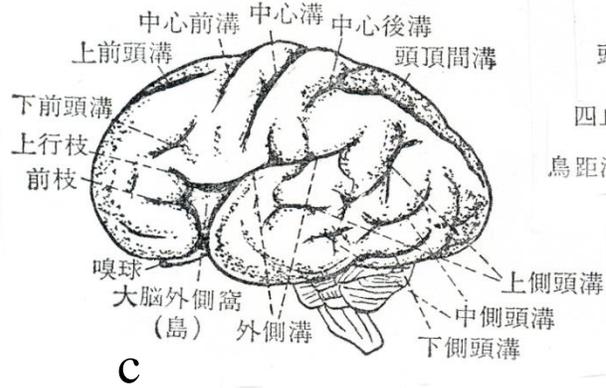
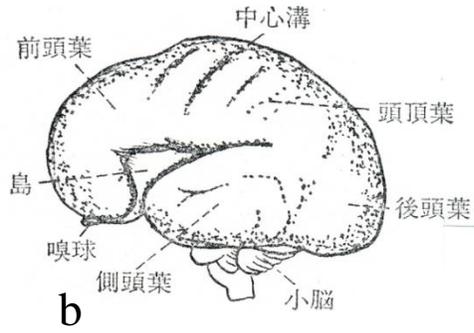
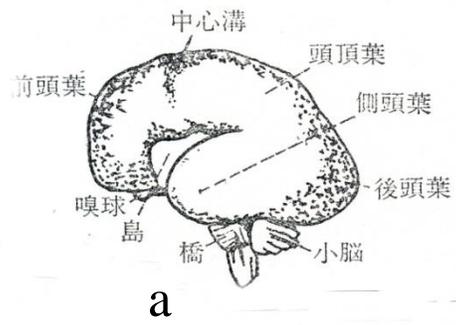
a 第4月



b 第5月



c 第6月

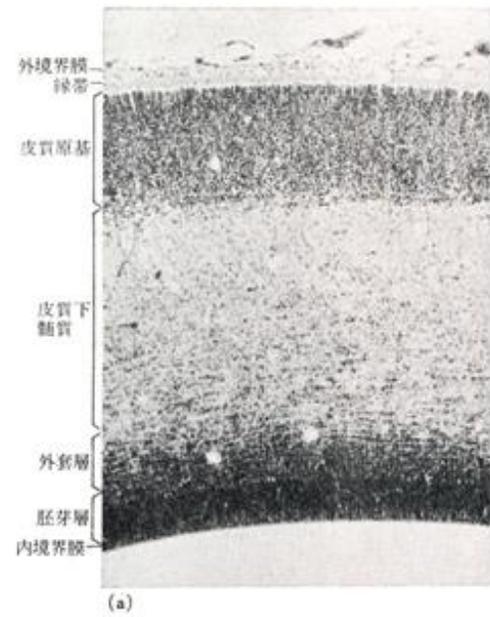


a : 第5月

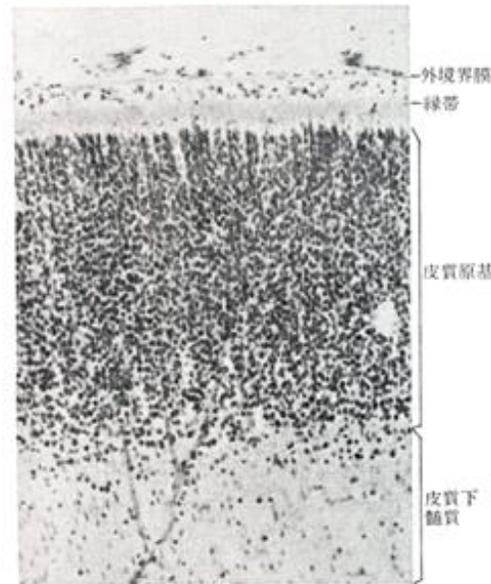
b : 第6月

c : 第7月

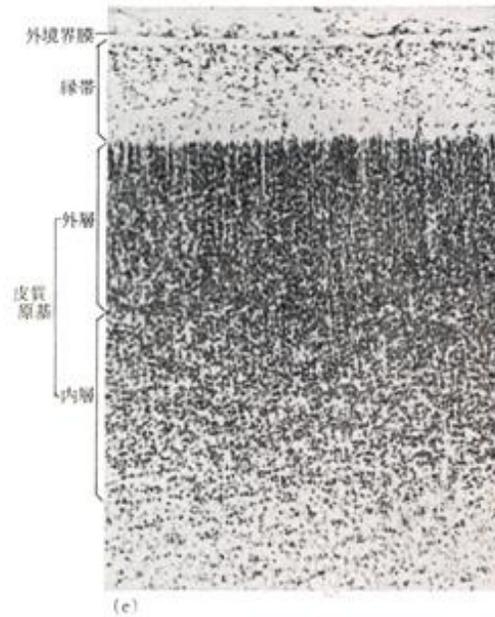
d : 第8月



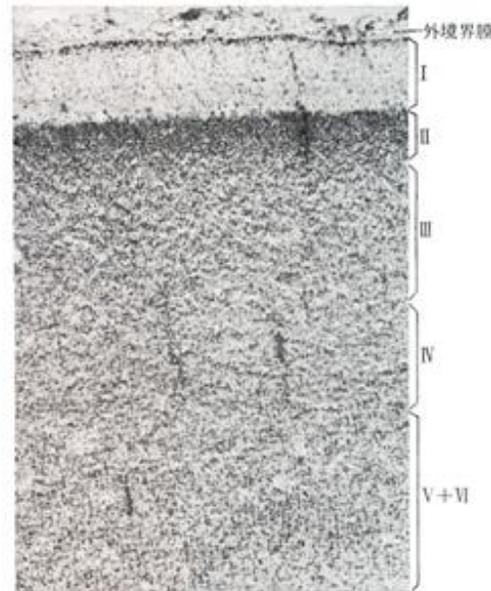
(a)



(b)



(c)



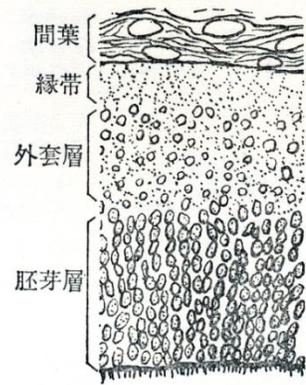
(d)

a: 第4月の外套の全層

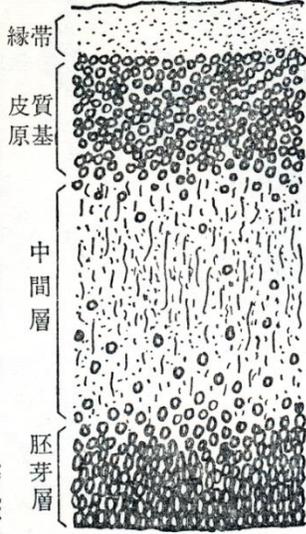
b: 皮質原基の拡大

c: 第5月の皮質原基

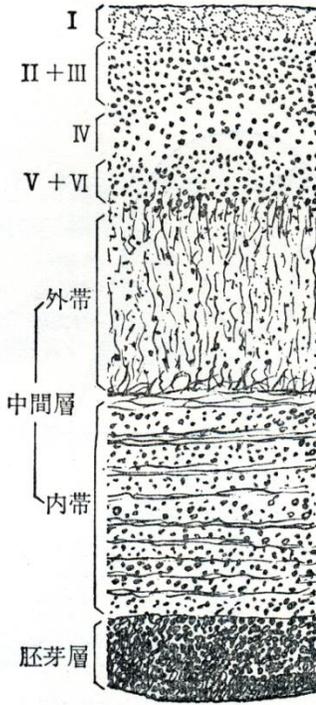
d: 第6月の皮質原基



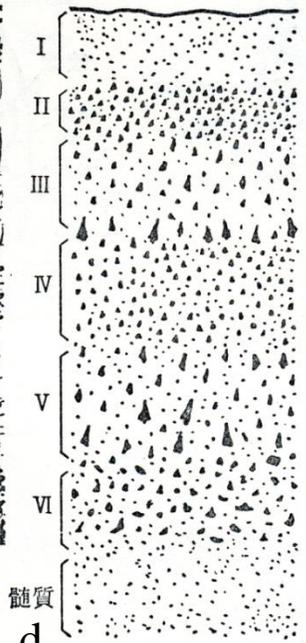
a



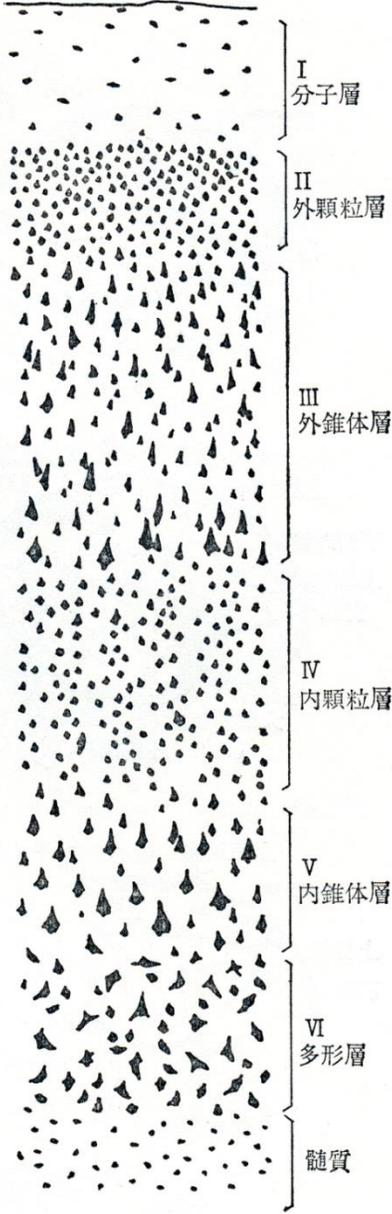
b



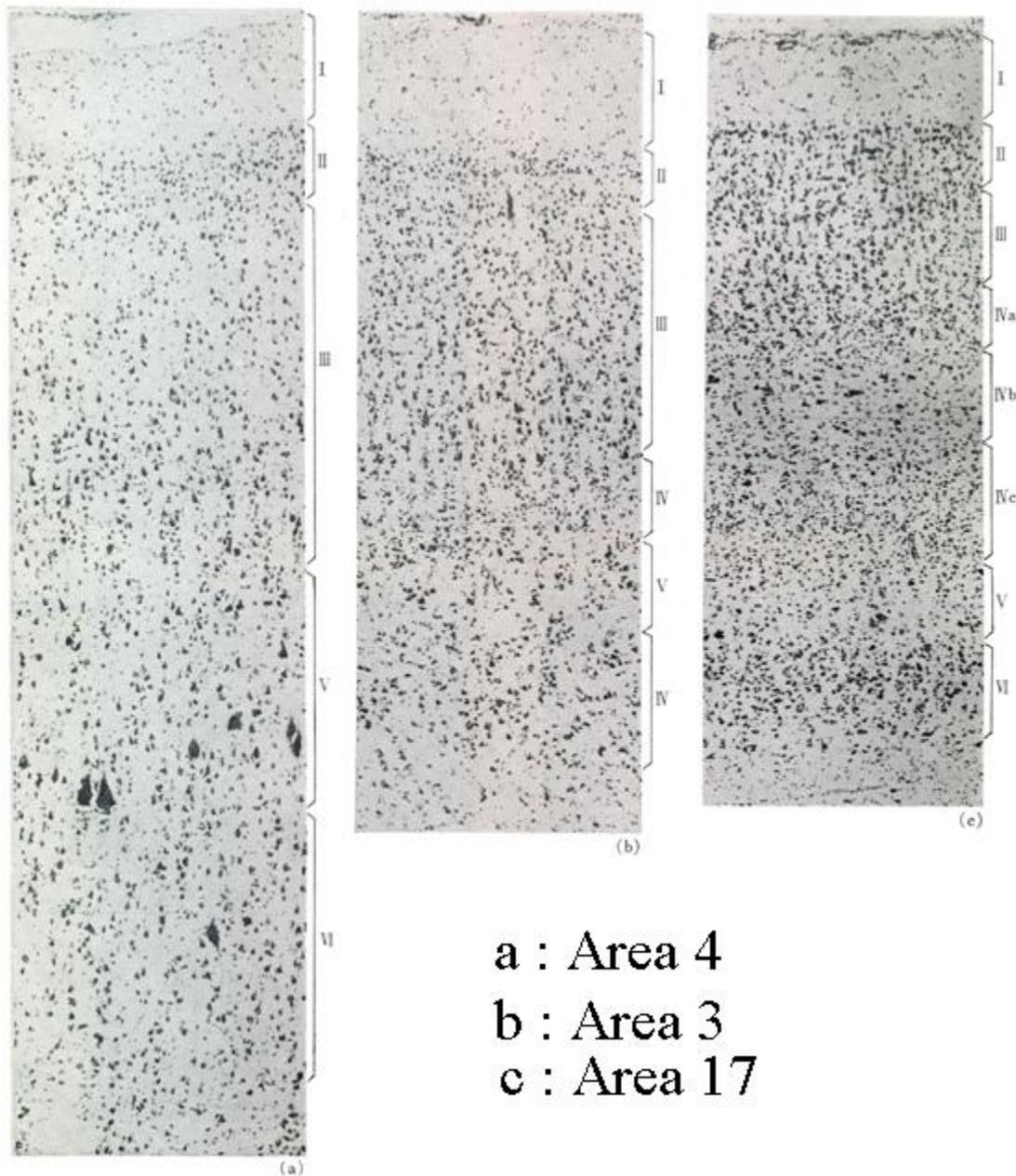
c



d



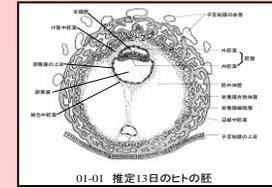
e



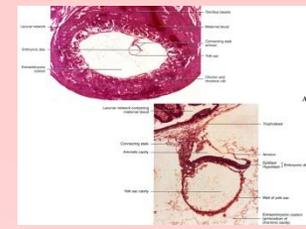
a : Area 4
b : Area 3
c : Area 17

ニッスル染色
x 120

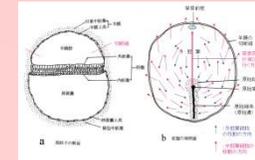
- これは、このフォルダーの中の「中枢神経系の発生」の文章を補強する付図である。理解が困難な初期発生の経過の理解に必要な写真および図を、「中枢神経系の発生」の記述に沿って並べてある。この付図を順番に見るだけでも、一通りの理解は得られるが、「中枢神経系の発生」の記述を必ず熟読されるように要望する。



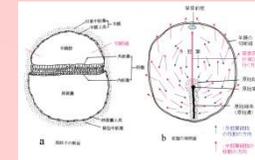
- ・ これは着床を完了した時点(推定受精後13日目)におけるヒトの原胚子の断面である (Hertig & Rock による)。
- ・ 将来胎児の体になるべき部分は、子宮粘膜の中に完全に埋没した栄養膜が作る球形の腔の一侧(子宮粘膜の深部に向う側)に付着している**内細胞塊(胚盤)**である。
- ・ この内細胞塊は、単層立方上皮からなる円板と、その子宮粘膜側に接する単層円柱上皮からなる円板とによって構築されている。単層立方上皮の円板を**内胚葉**といい、単層円柱上皮のそれを**外胚葉**という。そして内胚葉の側が将来の腹側、外胚葉の側が将来の背側となる。内胚葉の細胞は円板の辺縁部において腹側に伸びて小さい腔を囲む。この腔が卵黄嚢である。外胚葉の細胞も円板の辺縁部で背側に伸びて小さな腔を囲む。この腔が羊膜腔である。この内胚葉と外胚葉からなる円盤を**胚盤(Blastodiscus)**といい、これから胎児の体の総てが形成される。



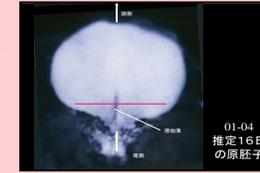
- ・ これは京都大学名誉教授 故西村秀雄博士によって報告された、推定 14 日のヒトの原胚子の写真である。(Nishimura H: Atlas of Human Prenatal Histology, Tokyo, 1983, Igaku-Shoin.)
- ・ 上の写真(A) は子宮粘膜に着床した原胚子の全景であり、下の写真 (B) は胎児そのものに発育していく胚盤の部分の拡大写真である。このような子宮に着床したばかりのヒトの原胚子が発見されることは極めて稀である。
- ・ 下の図において、内胚葉の腹側に膨出する卵黄嚢は球形に近いが、その背側の丈の高い外胚葉の背側に膨出する羊膜嚢はやや萎縮し、変形している。この時期の胚盤胞の概念的モード図を図 01-03 に示す。



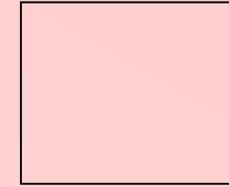
- ・ 左側の図 a は、原胚子を胚盤に対して直角の面で切断した断面である。胚盤は単層円柱上皮様に配列した丈の高い細胞からなる外胚葉と、それに接する単層立方上皮様に配列した丈の低い細胞からなる内胚葉が作る円盤である。この円盤を胚盤 (blastodiscus) という。この胚盤から胎児の体の全てが形成される。外胚葉の側が将来の背側、内胚葉の側が腹側となる。
- ・ 外胚葉の辺縁部からは単層扁平上皮様の羊膜上皮が立ち上がって外胚葉円盤の背側に広がる羊膜腔を囲む。内胚葉の辺縁部からも単層扁平上皮様の卵黄囊上皮が腹側に伸びて、内胚葉円盤の腹側に広がる卵黄囊を囲む。こうして、原胚子は外胚葉を底とする半球形の羊膜囊と、内胚葉を天井とする半球状の卵黄囊とが接する状態となる(図 a)。
- ・ 内胚葉円盤の辺縁部の円周上の一箇所で内胚葉細胞が増殖して、細胞の丈が高くなり、その上端が外胚葉の下面に達してこれと癒着する。この内胚葉細胞群を脊索前板という。脊索前板の成立にやや遅れて、脊索前板に対向する反対側の円周上において同様の内胚葉細胞の増殖が起こり、ここでも内胚葉細胞の一群が外胚葉細胞の下面に癒着する。これを排泄腔膜という。脊索前板は将来の口の位置を、排泄腔膜は将来の肛門の位置を示すものである。こうして原胚子の体の頭尾方向の軸が定まる。
- ・ 外胚葉においては盛んな細胞分裂が行われ、増加した細胞は胚盤の尾側方に向かってに押し寄せていき、その結果、杯盤の尾側半の正中線上に細長い高まりができる。これを原始線条という。原始線条の頭側端部には特に多くの細胞が集まってきて、ここに半球状の高まりができる。これを原始結節という。



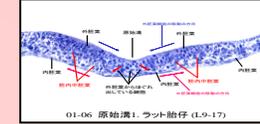
- ・ 図 b は外胚葉の辺縁部で羊膜を切除して、背側から外胚葉円盤を見たものである。外胚葉円盤の頭側半部における盛んな細胞分裂によって生じた細胞は、尾側方に向かって移動し、胚盤の尾側半の正中線に向かって押しよせる(図 b の青矢印)。こうして胚盤の尾側半の正中線上に、細胞の集中によって線状の高まりが形成される。これが**原始線条**である。原始線条の頭側端部には特に細胞が密集して、半球状の高まりができる。これが**原始結節**である。原始線条は左右から押し寄せる外胚葉細胞によって正中中部がくぼみ、原始線条の中軸部に縦に走る溝ができる。これを**原始溝**と言う。その頭側端部は原始結節の中央部に達し、ここに**原始窩**という円形の凹みが成立する。これらが胎児の体の形成が始まる第一歩である(図 b)。
- ・ 原始線条に向かって押しよせてきた外胚葉細胞は、原始溝の底からほぐれ出て、外胚葉と内胚葉の間の隙間を外側方(lateral)および頭側方に広がっていく(図 b の赤矢印)。これが**中胚葉**である。



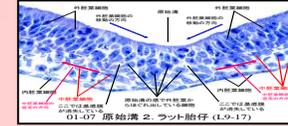
- ・ これは推定16日の原胚子（H-7）の背面観で、白く見えているのは外胚葉である（故 西村秀雄教授の写真）。
- ・ 胚盤の下方中央部に原始溝が明瞭に認められる。原始溝のある側が将来の尾側で、反対側が頭側である。この図の赤線で示した断面の模式図を図 01-05 に、それに相当するラットの胚子の横断面を次の 図 01-06 と 01-07 に示す。



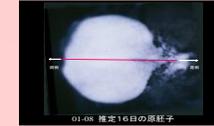
- ・ これは図 01-04 の原始溝に直角な横断面の模式図である。
- ・ 胚盤の尾側部に押し寄せてきた外胚葉細胞は、正中線に向かって殺到し、高まりを作る。これが原始線条である。外胚葉細胞がなおも原始線条に向かって押しよせると、原始線条の正中部が凹んでくる。これが原始溝である。外胚葉細胞はこの原始溝の底からほぐれ出て、外胚葉と内胚葉の間を外側方(lateral)に遊走していく。こうして外胚葉と内胚葉の間に、ばらばらにほぐれた細胞がたまっていく。これを中胚葉と言う。これは羊膜嚢や卵黄嚢の外側を包んでいる、いわゆる胚外中胚葉に対して、胎児の体内の中胚葉であることから、**胚内中胚葉**と呼ばれる。胚内中胚葉は胚盤の範囲を越えて外側方に遊走し、羊膜嚢中胚葉や卵黄嚢中胚葉の中にも進入していく。胚内中胚葉は、また、原始結節よりも頭側方に進み、胚盤の頭側半においても、外胚葉と内胚葉の間を満たしていく(図 01-03 の赤矢印)。



- ・ これは前の図 01-04 (推定 16 日の原胚子)の原始溝を通る横断面に相当するラットの胎仔の横断面である。
- ・ 胚盤の尾側部に向かって押し寄せて来た外胚葉細胞は正中線の左右に密集して、細胞の丈が高くなり、多列円柱上皮様となる。また左右からの圧力によって、正中線の部分が凹んで頭尾方向に走る溝ができる。これが原始溝である、この原始溝の底の部分では、左右から押し寄せて来た外胚葉細胞がほぐれ弟て、外胚葉と内胚葉の間を外側方(lateral)に遊走して行き、両者の間を疎に埋める。これが胚子の体内の中胚葉で、**胚内中胚葉**と呼ばれる。



- これは前の図(01-06)の中央部の拡大である。この図に見られるように、原始溝の底では外胚葉の基底膜が消失しており、外胚葉細胞が次々にほぐれ落ちて、外胚葉と内胚葉の間を外側方(lateral)に遊走して行き、胚内中胚葉となる。胚内中胚葉はこの成立過程から明らかなように、本来、個々ばらばらの細胞からなる間葉(mesenchyme)である。



- ・ これは図 01-04 と同じ推定16日のヒトの原胚子である。赤線は正中線を示し、これで切断した、所謂、正中縦断面の模式図が次の図 01-09である。



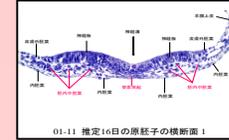
- ・ 胚盤の頭側半における外胚葉細胞の盛んな増殖によって、外胚葉細胞が尾側方に押し寄せ、胚盤の尾側正中線に向かって殺到し、ここに頭尾方向に走る高まりを形成する。これが原始線条である。左右から殺到する細胞によって原始線条の正中部がくぼみ、そこから外胚葉細胞がほぐれて、外胚葉の下(腹側)に落ちていく。こうして原始線条の正中部がくぼんで溝ができる。これが**原始溝**である。胚盤の尾側部ではこうして外胚葉細胞が外胚葉からほぐれ落ち、外胚葉と内胚葉の間を外側方(lateral)に広がっていく。これが胚内中胚葉である(図 01-03 胚盤胞の模式図の b)。
- ・ このような変化の間に、原始線条の頭側端部に押し寄せてきた細胞によって、ここに半球状の高まりができる。これが**原始結節**である。原始溝の頭側端部は原始結節の中心部に達し、**原始窩**と呼ばれるくぼみとなる。原始窩の底の細胞群は、ばらばらにほぐれることなく、一本の索状物となって、外胚葉と内胚葉の間を正中線に沿って頭側方に向かって進み、胚盤の頭側端部にできている内胚葉細胞の肥厚部(**脊索前板**)に達して、これにつながる。この索状物を**脊索突起**という。脊索突起の中軸部には、やがて内腔が発生し、脊索突起は脊索突起管となる。脊索突起管は頭側端部において脊索前板の尾側端部で内胚葉とつながり、外胚葉性の羊膜囊の内腔がこの脊索突起管によって、内胚葉性の卵黄囊の内腔に通じることになる。こうなると原始窩は**原始孔**と呼ばれる(図 a)。
- ・ やがて脊索突起管の腹側壁の細胞が、その腹側に接している内胚葉細胞と癒着し、両者共に消失していく。その結果、羊膜囊と卵黄囊とは原始孔において直接通じるようになる(図 b)。



- 脊索突起管の腹側壁が、その腹側の内胚葉に癒着して共に消失すると、残った脊索突起管の背側壁の細胞は、内胚葉円盤の正中部にはめ込まれた形となり、外胚葉円盤の腹側面に接することになる。こうなると外胚葉円盤の正中線に近い領域で細胞増殖が活発になり、その部の上皮細胞は丈の高い円柱上皮となり、辺縁部の丈の低い単層立方上皮様の部分から明らかに区別されるようになる。この丈が高くなった外胚葉の領域は、将来、脳と脊髄を形成するので、**神経板**と呼ばれる(図 b)。この図の a---a'の断面が次の模式図 01-10 である。(終)



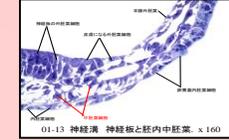
- ・ これは図 01-09 の a---a' の断面である。内胚葉円盤の正中線上に脊索突起がはめ込まれており、その背側にあたる外胚葉円盤の一定の範囲が、細胞の丈が高い多列円柱上皮となり、その左右の辺縁部の単層立方上皮様の丈の低い外胚葉から明瞭に区別される。この丈の高い円柱細胞の領域が**神経板**であり、その左右の丈の低い細胞の領域は、皮膚の上皮になるので**皮膚外胚葉**と呼ばれる。
- ・ 外胚葉と内胚葉の間に遊走して来た細胞は、胚内中胚葉であるが、このうち正中線に近い部分は細胞の集積によって厚くなり、**内側中胚葉**と呼ばれる。一方、その外側(lateral)に続く部分は薄い板状を呈する。この部分を**外側中胚葉**または**側板**(lateral plate)と呼ぶ。外側中胚葉の辺縁部は、背側では羊膜上皮の外を包んでいる中胚葉(胚外中胚葉)に続き、腹側では卵黄囊の外側を包む胚外中胚葉に続く。
- ・ この状態に近いラットの胎仔の標本を次の図 01-11 に示す。



- ・ これは「推定16日のヒトの原胚子」に相当するラットの胎仔(L9-12)の脊索突起と神経板を横断する断面である。
- ・ 脊索突起は内胚葉の正中線部にはまっており、その背側に接する外胚葉上皮は細胞の丈が高くなって、多列円柱上皮様となり、左右の辺縁部の単層立方上皮様の外胚葉から明瞭に区別される神経板を形成する。神経板の内部では盛んに細胞分裂が行われ、増えた細胞は正中線に向かって押し寄せる。その結果、神経板の正中部はくぼんで神経溝が明瞭になる。左右の辺縁部の外胚葉は皮膚の外胚葉である。神経板(外胚葉)と内胚葉の間を間葉性の胚内中胚葉が疎に満たしている。



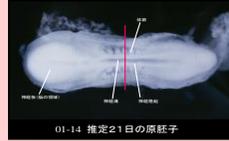
- これは前の図(01-11)の右半分を示す写真である。画面の左端に神経溝と、その腹側に接して、内胚葉の正中部を構成している脊索突起が明らかに認められる。この図に見られるように、神経上皮細胞の基底膜にはどこにも破綻がなく、上皮細胞はその上に整然と多列円柱上皮様に並んでいる。脊索突起の右側に続く内胚葉細胞は単層立方上皮様の配列を示している。神経板と内胚葉の間の空間は、間葉性の胚内中胚葉によって疎に埋められている。



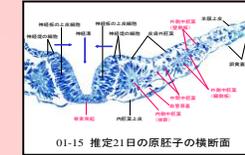
- ・ これは前の図(01-12)の右側に続く部分である。神経板の多列円柱上皮が急に単層立方上皮に移行すること、および更に外側方ではこれが扁平な羊膜上皮に移行していることが、連続的に観察される。
- ・ 内胚葉細胞は単層立方ないし扁平上皮様であるが、背側の皮膚の外胚葉上皮が羊膜上皮に移行するのに合わせて、大きな立方状の細胞に変わる。これは卵黄囊の上皮細胞である。この細胞は著明な小皮縁を具えている。
- ・ 胚内中胚葉については特記することはない。

解説 - 01-14 推定19日のヒトの原胚子

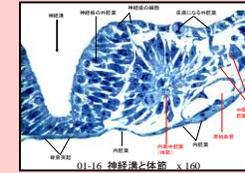
- ・ これは推定 19 日または 20 日の原胚子(H-9)の背側面で、左が頭側、右が尾側である。
- ・ 画面の中央を左右に走っている黒い線が神経溝で、その中央部の上下に並んでいる 3 対の白い塊は体節を暗示する内側中胚葉の集積部である。神経溝の右端の黒丸は原始孔である。
- ・ これは故 西村秀雄教授の写真である。



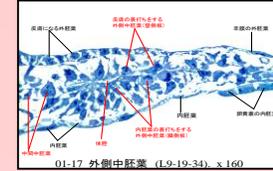
- これは推定 21日のヒトの原胚子(H-10)で、体の中央を縦に貫く神経溝と神経隆起が明瞭になり、その左右両側に形成された体節が明瞭である。原胚子の左端部は将来脳になるべき神経板である。赤線の断面を図 01-15 に示す(故 西村秀雄名誉教授の写真)。



- ・ これは「推定 21日の原胚子」に相当するラットの胎仔(L9-19)の、神経溝と内側中胚葉(体節)を通る横断面である。
- ・ 丈の高い多列円柱上皮様の神経上皮に縁取られた神経溝は、深く凹んでおり、溝の底に接する内胚葉の正中部は脊索突起となっている。神経溝の左右の壁を構成する神経板の外側に、内側中胚葉(体節)が接し、その左右に分節化しない板状の外側中胚葉(側板)が続く。神経溝の背外側端で上皮細胞は急に単層立方上皮様の皮膚外胚葉に変わるが、この移行部が神経堤である。内胚葉は単層扁平上皮の状態を保っている。



- ・ これは「01-15」の左半分で、神経溝と体節とが示されている。
- ・ 神経溝の側壁をなす神経上皮は、丈の高い多列円柱上皮であり、これと皮膚になる外胚葉の単層立方上皮細胞との違いは一目瞭然である。
- ・ 体節は全体としては「さいころ」状の細胞塊であるが、それらの細胞は中心から四方に向かって放射状に配列している。体節の外側に見られる数個の細胞が中間中胚葉である。
- ・ 内胚葉は単純な単層扁平上皮であるが、神経溝の底に接する部分では、細胞の境界が明瞭でない脊索突起となっている。体節の腹外側に接して大きな管腔を持った血管が認められる。



- ・ これは「01-17」の外側(lateral)半部である。
- ・ 背側の皮膚になる外胚葉は、画面の右側約 1/4 のところで、羊膜の外胚葉に移行し、腹側の内胚葉もほぼそれに対応する部分で卵黄囊の内胚葉に移行している。
- ・ 外胚葉と内胚葉の間に介在する外側板は、外胚葉の裏打ちをする細胞層と内胚葉を裏打ちする細胞層の 2 葉に分かれ、その間に狭い隙間のような空間を挟んでいる。外胚葉の裏打ちをする細胞層を**壁側板**(Somatopleura, parietal plate)といい、内胚葉の裏打ちをする細胞層を**臓側板**(Splanchnopleura, visceral plate)という。また両者の間の隙間を**体腔**(coelom)と呼ぶ。
- ・ 中間中胚葉は将来泌尿生殖器の発生に関与するものである。



- ・ これは 01-16 に対応する模式図である。
- ・ 神経板は多列円柱上皮様の外胚葉細胞で構築され、これと皮膚外胚葉の移行部では盛んな細胞分裂によって新しい細胞を正中線に向かって送り出す。これによって神経板の正中部は凹み、神経溝が明瞭になる。左右の神経堤は神経溝の背側を正中線に向かって近づいて行く。神経溝の底の腹側には脊索突起が接している。
- ・ 外胚葉と内胚葉の間には、原始溝の底からほぐれて出てきた中胚葉細胞がたまってくるが、神経板が存在する原胚子の頭側半部においては、神経板(神経管)の左右に接する内側部に特に多数の細胞が集まり、神経管から遠い外側部には細胞の集積が少なく、中胚葉細胞は薄い板状に広がり、胚盤の外縁部で胚外中胚葉に続いている。こうして細胞が密集した内側中胚葉と、細胞が薄い板状をなしている外側中胚葉が区別されるようになる。内側中胚葉と外側中胚葉の移行部に存在する細胞群を中間中胚葉と呼ぶ。



- ・ これは前図(01-19)よりやや発生が進んだ状態である。
- ・ 左右の神経堤が近づいて神経管が成立しようとしている。神経管および神経堤と、皮膚外胚葉の区別が明瞭である。
- ・ 中胚葉では、内側中胚葉が分節化し、全体として見ると「サイコロ」状をなす細胞集団となる。これを体節(somite)と言い、受精後20~21日頃、将来の後頭部に3対出現し、それ以後、頭側方に1対と、尾側方には1日3対のペースで増えていく。
- ・ 中間中胚葉にはなお著明な変化は見られないが、外側中胚葉は皮膚外胚葉に近い背側葉と、内胚葉に近い腹側葉に分かれ、間に狭い隙間が見られるようになる。この隙間は将来の胎児の内部の体腔になるもので、**胚内体腔**(intra-embryonic coelom)と呼ばれる。外側中胚葉は外側板(lateral plate)とも呼ばれ、外胚葉に近い背側葉を**壁側板**(parietal plate)、内胚葉に近い腹側葉を**臓側板**(visceral plate)という。
- ・ 脊索突起は内胚葉から分離して、独立の細胞索、即ち**脊索**(notochord)となる。脊索突起を分離した内胚葉は、再び一続きの単層扁平ないし単層円柱上皮からなる円板となる。内胚葉はこの時期には活発な変化を示さない。



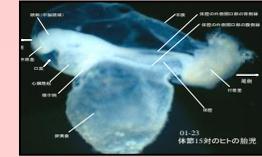
- ・ これは推定 22 日の胎児である。
- ・ 胎児の背側正中部では神経管の形成が進み、その左右両側には 8 対の体節が成立している。
- ・ 左右の神経堤の癒着による神経管の成立は、将来の延髄と脊髄の移行部付近から始まり、ここから頭側と尾側に向かって進んでいく。従って此れ以後のある期間は、成立した神経管の頭側端と尾側端では、なお神経堤は左右に開いていて、神経管は羊膜腔に通じている。これを頭側および尾側神経口という。この図の胎児の頭側(左側)で脳になるべき部分では、左右の神経板は左右に広く開いており、胎児の尾側(右側)でも、体節が形成されている領域よりも尾側では、左右の神経板は広く開いている。頭側神経口と尾側神経口が明瞭に認められる。a---a' の断面を 01-22 に示す。



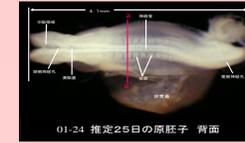
- ・ これは前の標本 (01-21) に相当するラット胎仔 (L10-9) の標本である。
- ・ 神経溝の左右の壁の背側端部が癒着して、神経管が成立している。神経管の成立の際に、神経上皮と皮膚外胚葉の移行部にあった細胞はどちらからも分離して、神経管と皮膚外胚葉の間に介在する板状の細胞塊となる。これらは**神経堤** (Neural crest) の細胞と呼ばれるもので、やがて脳と脊髄以外の場所における神経細胞とその支持細胞の総て (これらを末梢神経系という) を形成する。なお神経堤からは更に副腎髄質の細胞、全身の色素細胞のほか、頭顔部の結合組織・軟骨・骨などの間葉性構造物が形成される。
- ・ 神経管の左右には明瞭な体節が形成されており、それは背側の皮膚に向かう皮筋板 (Dermomyotome) と、そこからほぐれて腹内方に遊走していく細胞群とが区別される。この細胞群を**椎板** (Sclerotome) という。
- ・ 神経管の腹側正中部には、内胚葉から分離した脊索突起 (これを**脊索** Notochord という) が接している。神経管の腹外側で体節の腹側には大きな管腔を持った血管が存在する。
- ・ 体節の外側方には、広くなった体腔が存在し、その背側壁で皮膚の裏打ちをする**壁側板** (parietal plate) と、腹側壁で内胚葉の裏打ちをする**臓側板** (visceral plate) とが、明らかに区別される。中間中胚葉については、この図では特に述べることは無い。
- ・ 内胚葉は依然として単層扁平上皮様であり、皮膚外胚葉も単純な単層扁平上皮様である。



- ・ これは 01-22 の神経管の拡大である。
- ・ 神経管の壁では、左右両側壁において活発な細胞分裂が行われており、その結果左右両側壁が著明に厚くなり、内腔は腹背方向に走る左右の幅の狭い隙間のようになる。神経管の背側端部では分裂増殖した細胞がほぐれて、背側ないし背外方に遊走して、神経堤の細胞となる。神経管の腹側壁では活発な細胞分裂は見られない。
- ・ 脊索突起の細胞は内胚葉から分離して細胞索(脊索)となり、神経管と内胚葉の間を頭尾方向に走る。



- ・ これは推定 24日または 25日のヒトの原胚子(H-11)の左側面である。
- ・ 胎児の体は画面上部に水平位をとっており、左が頭側、右が尾側である。胎児の腹側中央部に付着している大きな球状物は卵黄嚢で、その表面には血管の網が形成されている。卵黄嚢の背側に接している水平位の細長い楕円形の輪郭は、原胚子の体内の体腔が原胚子の外の空間(胚外体腔)に通じる開口部である。
- ・ 胎児の腹側で卵黄嚢の左上に接している膨らみは心臓による心臓隆起で、その頭側にある深い切れ込みが口窩、その頭側に隆起しているのが脳の頭側端部で、将来の間脳になるべき部分である。原胚子の体はここからほぼ水平に尾側に伸びる。尾側端部に付着しているもやもやは付着茎(将来の臍帯の原基)である。胎児の上を被っている薄い膜は羊膜である。
- ・ 心臓隆起の尾側で卵黄嚢の頭背側部に見られる白色の濃い部分は、間葉細胞の集積である横中隔(Septum transversum)である。



- ・ これは図 01-24 のヒトの原胚子(胎児)の背面である。この胎児の頭尾長(最大長)は 4.1mm であった。
- ・ 胎児の中央を縦に走っている 2 本の線は神経管の左右の壁であり、その左右に15 対の体節が数えられる。胎児の頭尾長の頭側約 1/ 5 の範囲では、この左右の線は開離しているが、この部分は将来の脳になるべき部分で、左右の神経板は未だ閉じていない。体節が形成されている範囲は、将来の後頭部及び頸部である。胎児の尾側端部はやや高まり、かつ左方に曲がり、鈍な末端部で終わっている。ここでは再び神経管が開いている。この図の a---a'の断面を図 01-26 に示す。



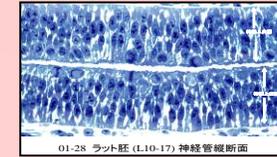
- ・ これは図 01-24 の a---a' の赤線で示されている第五体節を通る横断面である。この標本の厚さは約 $0.75\mu\text{m}$ で、細胞の重なりが全くない。神経管、体節、胚内体腔を縁取る中胚葉などが鮮明に識別される。(エポン切片、トルイデインブルー染色)。



- ・ これは推定 25 日のヒトの原胚子に相当するラットの胚子の横断面である。
- ・ この図に見るように、外胚葉が胎仔の体を背側から腹側に向かって包んできており、胎仔の体の基本構築がほぼ完成している。体の背側正中部には神経管が位置し、その背側端部には皮膚外胚葉との間に神経堤の細胞が認められる。神経管の腹外側には左右対称的に体節が存在し、その腹内側部の細胞はほぐれて腹内方に遊走している。これが体節のうちの椎骨の形成にあずかる細胞群で、**椎板**(sclerotome) と呼ばれる。
- ・ 体節の腹外側に接して著明な細胞群が存在しているが、これは体節と、分節化しない側板の間に存在するもので、**中間中胚葉**と呼ばれる。この細胞群は泌尿生殖器の形成に関わるので**腎節**とも言われる。
- ・ 外胚葉が腹側に向かって体を包んでくると、これまでほぼ水平に左右両側に向かって開いていた胚内体腔は、胎仔の腹側に取り込まれてきて、胚内体腔という名称に相応しい状態となる。
- ・ 内胚葉の背側正中部は管(原始腸管)となって体内に取り込まれ、左右の体腔の間を頭尾方向に走る。
- ・ この図で神経管と原始腸管の間で正中線の左右に接している大きな円形の空間は、**背側大動脈**である。
- ・ (エポン切片、トルイディンブルー染色)。



- ・ これは前図(01-27)の神経管の横断面の拡大像である。
- ・ 成立したばかりの神経管の内腔は比較的広い円形の横断面を持っているが、左右の壁における活発な細胞分裂によって、左右の壁を構成する細胞の丈が高くなり、多列円柱上皮様となると、神経管の内腔もこれによって狭められ、左右に狭く、腹背方向に細長い裂け目のようになる。神経管の背側壁では活発な細胞分裂が行われ、生じた細胞は神経管の外に送り出される。これが神経堤の細胞である。これに反して、神経管の腹側壁では細胞分裂が活発でなく、細胞は単層の円柱ないし立方上皮の状態である。神経管の腹側には脊索が伴行している。



- ・ これはラットの胎仔 (L10-17) の神経管の縦断像である。画面の中央を横走る狭い隙間が神経管の内腔で、その上下に多列円柱上皮様に配列しているのが、神経上皮である。神経管の内腔を縁取るのは、上皮細胞の自由表面の連続による内境界膜であり、神経管の外表面を縁取るのは上皮細胞の基底部の連続による外境界膜である。この標本は厚さが約 $1\mu\text{m}$ であるので、細胞に重なりが無く、細胞の配列を詳細に観察できる。
- ・ この写真で明らかなように、個々の細胞は外境界膜から内境界膜に達する細長い細胞であり、細胞体の様々な高さに核を含んでいる。特異なことは、内境界膜の直下に円形の細胞が見られることで、これらの細胞の核は分裂の中期 (Metaphase) およびその直前の核の状態を示している。また細胞分裂の像は内境界膜の直下において見られるだけで、それ以外の場所には全く見られないことも特異である。



- ・ これは 01-29 の神経管の上皮の強拡大像である。前図および本図から明らかなように、個々の細胞は外境界膜から内境界膜にまで達する細長い細胞であり、細胞体の様々な高さに核を含んでいる。本図では内境界膜の直下の位置に 3 個の円形の細胞が存在し、その核は核分裂の中期またはその直前の像を示している。
- ・ この特異な神経上皮の細胞配列は古くから注目されてきたものであるが、その本態が解明されたのは 1963 年藤田哲也 によってである。次の図(01-31)においてその詳細を述べる。



- ・ 藤田哲也は1963年に Autoradiography によってニワトリ胚の神経管を観察し、以下のことを明らかにした。
- ・ ^3H -thymidine を注射して30分、60分、120分・・・と経時的にニワトリ胚を固定して Autoradiography を行うと、まず最初に ^3H -thymidine を取り込んで標識 (label) されるのは、胚芽層の深部 (内境界膜から遠い側) 約 $1/2 \sim 1/3$ の範囲に存在する核である。標識核は、その後時間の経過につれて、次第に内境界膜に近いところに位置するようになり、さらに時間が経つと内境界膜直下の分裂中期の像を示す核が標識されるに至る。この時期を過ぎると、標識核は次第に内境界膜から遠ざかり、ついには再び最深部に位置するようになるが、この場合 1核あたりの標識銀粒子の数は、始めの半分になっている。また ^3H -thymidine の注射がある期間反復して行くと、胚芽層に存在する総ての核が標識される。
- ・ 以上のことは、胚芽層に存在する核は、本層の深部でDNAを複製し、核分裂の前期 (Prophase) の核の変化を行いながら上昇して内境界膜の直下に達し、ここで中期 (Metaphase) を経て分裂し、後期 (Anaphase) および終期 (Telophase) の変化を行いながら下降し、休止期の核に復帰しながら、もとの深部に帰ってくることを意味している。また ^3H -thymidine の反復注射によって総ての核が標識されたことは、胚芽層を構成する細胞は唯 1 種類の未分化細胞であり、総ての細胞が核を上下に移動させながら、分裂・増殖を繰り返していることを示すものである。藤田はこれを「核のエレベーター運動」と呼んだ。
- ・ このように胚芽層の細胞は細胞分裂を繰り返しているのであるが、やがて胚芽層の深部に下りてきた核のうちに、もはやDNAの複製を行わないものが現れる。このような核を持つ細胞は、内境界膜との連絡を失い、胚芽層の外に遊出する。これが神経芽細胞 (および神経膠芽細胞) であり、これらによって外套層が形成されるのである。(続く)



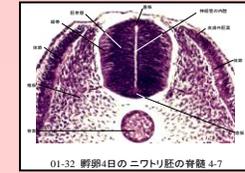
- ・ 以上の藤田の研究を更に発展させた研究が約 20 年後に現れた (Mizoguti, H. & Miki, A. 1985)。
- ・ 従来から 神経芽細胞はもはや分裂せず、外套層において成熟して神経細胞になると考えられてきた。しかし、 ^3H -thymidine を用いる Autoradiography と Acetylcholinesterase (AChE) の活性の検出を同一切片で行う方法を考案して、分裂能の消失と AChE の活性の出現を神経細胞への分化の指標として研究した結果によると、内境界膜の直下で分裂した細胞のあるものは、分裂直後に AChE 活性を発現し、核が外境界膜に向かって下降するにつれて、胞体における酵素活性が強くなり、その核は上皮層の基底部に達しても DNA の複製を行わないことが明らかとなった。このことは外套層に達した細胞はもはや神経細胞そのものであることを示している。
- ・ 即ち、胚芽層における未分化細胞の神経細胞への変化は、最終分裂の直後に起こっており、これらの細胞は「幼若な神経細胞」と呼ぶべきである。即ち、胚芽層で最終分裂を終えて外套層に出てきた細胞は、既に分裂能力を失っていて、強い AChE 活性を備えているので、分裂能力を持っていることを暗示する神経芽細胞 (neuroblasts) という名前は適当でなく、「幼若な神経細胞」と呼ぶべきものである。
- ・ 神経膠芽細胞の出現は、上記の神経芽細胞 (実は幼若神経細胞) より遅く、藤田によると、神経芽細胞の形成の末期になって始めて出現するという。
- ・ 胚芽層における幼若神経細胞および神経膠芽細胞の産生が終わりに近づくと、胚芽層における細胞分裂は次第に少なくなり、核は次第に重なりを減じ、やがて分裂像は殆ど見られなくなり、終には唯 1 列の長楕円形の核が神経管の内腔を縁取るのみとなる。この 1 列の細胞が上衣細胞 (ependymal cells) である。



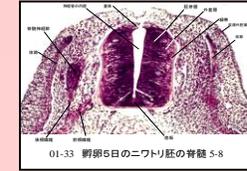
- ・ 成立したばかりの神経管は正円形の横断面を示すが、やがてその壁における細胞分裂が左右両側壁において活発で、腹背両側壁ではあまり活発でないため、神経管の横断面は次第に腹背方向に長い楕円形となる。左右両側壁においては、神経管を縁取る上皮細胞は活発な細胞分裂を続け、上皮は、神経管の内面に対して直角に配列した長楕円形の核が数列密に並んだ多列円柱上皮様となる。この上皮内では活発な細胞分裂が行われているので、これを胚芽層という。神経管の内面から遠い胚芽層の基底側には、胚芽層の細胞の基底部である細長い細胞質でできた、核を含まない層が識別されるようになる。この層を縁帯という。やがて胚芽層を構成する細胞の中に、もはや分裂しない細胞が現れる。これらは幼若な神経細胞であり、神経管の内面から離れて基底側に移動し、ここに細胞密度がやや疎な層が識別されるようになる。この層を外套層という。こうして神経管の左右の壁に、胚芽層、外套層、縁帯の3層が識別されるようになる。この3層への分化は左右の壁で一様に起こるのではなく、先ず左右の壁の腹側半において進行し、背側半ではこれに遅れて始まる。神経管の左右の壁を内面から見ると、腹側半と背側半の間に浅い溝が認められるようになる。この溝を境界溝という。
- ・ 胚芽層は、盛んな細胞分裂によって幼若神経細胞を作り出し、これを外套層に送り出す。これによって外套層は次第に厚くなる。縁帯はこれらの幼若神経細胞の突起(神経線維)を受け入れるので、本層もまた次第に厚くなる。胚芽層における細胞分裂は無限に続くのではなく、必要な数の幼若神経細胞を作り出すと細胞分裂はやみ、最終的には、神経管の内面に対して直角に配列した細長い細胞の1列を残すだけとなる。この細胞を上衣細胞(ependymal cells)という。外套層が厚くなり、胚芽層が消失するのは、先ず神経管の腹側半で起こり、背側半ではこれよりかなり遅れて起こる。(続く)



- ・ 外套層は幼若な神経細胞が成熟するにつれて厚くなり、全体として脊髄の灰白質となり、脊髄の横断面での形から、脊髄の前角および後角と呼ばれる。縁帯はここに入ってくる神経線維の増加によって次第に厚くなる。特に胎生の後半において、大脳皮質から下行する神経線維が急増すると、縁帯は非常に厚くなり、脊髄の横断面の半ば以上を占めるようになる。これが脊髄の白質である。
- ・ 図 a は体長 6.3mm の胎児の脊髄で、その断面は腹背方向に長い楕円形を示し、その左右の壁には胚芽層、外套層、縁帯の 3 層が明瞭に識別される。腹側半と背側半の差は未だ大きくない。
- ・ 体長 11mm の胎児 (図 b) では、腹側半における幼若神経細胞の生産が活発で、腹側半の外套層は著明に厚くなっている。背側半では外套層はなお薄い。胚芽層は腹側半では既に薄くなり始めているが、背側半では活発な細胞分裂を行っているので、胚芽層が厚く、細胞密度が大である。
- ・ 体長 46mm の胎児 (図 c) では、腹側半においても、背側半においても細胞分裂は終結し、もはや胚芽層は認められない。外套層が脊髄灰白質として、前角と後角を形成している。この時期になると大脳皮質からの下行繊維、および脊髄からの上行繊維が多量となるので、縁帯が厚くなり、脊髄白質として 灰白質の外周を厚く取りまく。(終)



- これは孵卵 4 日目のニワトリ胚の神経管(脊髓)の横断面である。ここでは神経管の断面は腹背方向にやや長い楕円形を示し、その内腔は腹背方向に走る狭い裂け目のように見える。この内腔の左右の壁は厚く、壁を構築する細胞の核は、その長軸を内腔の内面に対して直角に向けて、多列円柱上皮様に密に並んでいる。これが胚芽層である。神経管の辺縁部には核は少数で、この部分は明るく見える。この部分が縁帯である。このような左右両側壁に対して、背側壁と腹側壁では壁は薄く、胚芽層と縁帯への分化は見られない。背側壁を蓋板、腹側壁を底板と呼ぶ。神経管の左右には体節が、腹側には脊索が、著明な構造物として認められる。



- ・ これは孵卵 5 日目のニワトリ胚の神経管(脊髓)の横断面である。
- ・ 神経管の左右両側壁では、多列円柱上皮様に密に細胞が並んでいる胚芽層の外側(lateral)に、核がやや疎に配列した層が識別される。これが外套層で、ここに存在するのは幼若な神経細胞である。神経管の最表層部には、核を含まない明るい層が認められる。これが縁帯である。この断面では、神経管の左側に脊髄神経節が、神経管の腹外側には脊髄前根繊維と後根繊維が認められる。神経管の背側壁(蓋板)と腹側壁(底板)とは、前の図と同じく、単層の円柱上皮で構築されている。神経管の周囲を満たしているのは間葉細胞である。



- ・ これは孵卵 7 日目のニワトリ胚の神経管である。
- ・ 腹背方向に走る狭い隙間のように見える内腔の左右の壁は著明に厚くなり、特に胚芽層の外側の外套層が厚くなっている。この外套層の肥厚は神経管の腹側半で著しい。最表層の縁帯も腹側半で厚く著明になっている。この時期で既に腹側半(基板)における分化が、背側半(翼板)より著明に進んでいることが分かる。背側半では胚芽層がなお非常に厚く、外套層は比較的薄い。このことは、背側半においては、細胞の新生が活発に行われていることを示すものである。画面の左右には大きな脊髓神経節があり、これから脊髓後根繊維が脊髓に進入する部位(脊髓の背外側部)に、横断面が卵円形の繊維野が認められる。これは卵円束と呼ばれ、脊髓から脳へ上行する繊維によって構築されている。卵円束の内側(うちがわ)では、縁帯は認められない。蓋板は前の図と同様であるが、底板では著明な繊維野が認められる。これは白前交連の始まりである。



- ・ これは頭臀長(C-R 長)13 mm のヒトの胎児の脊髄である。
- ・ この図は孵卵 7 日目のニワトリ胚の脊髄の断面に酷似している。
- ・ 脊髄の腹側半(基板)と背側半(翼板)の分化の差は一層明瞭に観察される。即ち、脊髄の腹側半では、胚芽層における細胞の新生が殆んど終わり、胚芽層は上衣層となっており、そのかわり外套層は強大な脊髄前角となり、最表層の縁帯も脊髄白質となっている。
- ・ これに対して、脊髄の背側半では、胚芽層はなお厚く、盛んに細胞を新生しており、外套層は腹側半ほど厚くなっていない。脊髄後根繊維が進入した場所に著明な卵円束ができているが、その内側(medial)には縁帯が認められない。蓋板が単層円柱上皮からできていることは前図と同様である。底板の部分には著明な白前交連が形成されている。神経管の左右の壁の中央部に外方に向かう凹み、即ち、境界溝が明らかに認められる。これは神経管の外側壁における腹側半の発動性の基板と、背側半の知覚性の翼板の境界線として、脊髄から中脳の頭側端まで連続して認められる。



- ・ これは胎生第 6 週のヒトの胎児の脊髄である。
- ・ 脊髄の腹側半(基板)では、胚芽層における細胞の新生はほぼ終わって、胚芽層は上皮細胞の層に変わっている。
- ・ これに対して脊髄の背側半(翼板)では細胞の新生が盛んに行われており、胚芽層が厚く、外套層は腹側半におけるほど厚くない。背側半の背外側には、卵円形の断面を示す卵円束が大きく突出している。この卵円束の内方(medial)では蓋板が厚く、外套層は殆ど認められない。



- ・ これは図 01-36 よりも発生が進んだヒトの胎児の脊髄である。
- ・ これでは胚芽層における細胞の新生がほぼ終わっており、胚芽層はもはや認められず、神経管を縁取る細胞は、すべて上衣細胞に変わっている。中心管(神経管)の背側部では左右の壁が癒着したために、神経管の腹背の径が小さくなっている。脊髄の背側半では外套層が背外方に拡大する結果、卵円束はこの外套層(後角)の背内側部を占めるようになる。これが脊髄後索である。



- ・ これは神経管の上皮および神経堤から発生する各種の神経細胞と神経膠細胞を示す模式図である（Patten の図を改写）。
- ・ 神経堤からはこれらの神経細胞の他に、副腎髄質の細胞、神経管の周囲を取り巻く間葉組織、および全身の皮膚に分布する色素細胞（Melanoblasts）が発生する。



- ・ これは神経管から分化した脊髄が、身体末梢を支配する関係を示した模式図である。



- ・ これはラット胚(受精後11日目)の尾側部の縦断面である。図の中央を縦に貫いているのが神経管の縦断面で、その左右両側に体節が左右対称的に並んでいる。神経管と体節の間を満たしているのは間葉組織である。(エポン切片、トルイディンブルー染色)。

解説 -

01-42 ラット胚 L10-17 の神経管と体節



- ・ これは前の図(01-40)の右半分の拡大図である。図の最上部は神経上皮であり、最下部は皮膚外胚葉である。体節では筋芽細胞が横断されている。神経管と体節の間を満たしているのは間葉組織であり、そこに節間動脈が認められる。



- ・ これは受精後12日目のラット胚の尾側部の縦断面で、前の断面より腹側を通っている。
- ・ 画面の右端は神経管の内腔であり、それから左方に、神経管の上皮、神経管から出る前根繊維、体節の筋板、皮下組織(間葉組織)および皮膚外胚葉が整然と並んでいる。
- ・ 神経上皮の内部には、a 胚芽層、b 外套層、c 縁帯の3層が識別される。外套層の神経細胞の突起が、前根繊維として神経上皮の外に出ていく状態が明らかである。体節の筋板では、筋芽細胞が縦断されている。



- これは前図 (01-42) の神経上皮の拡大である。この拡大では、神経上皮の内部の、胚芽層、外套層、縁帯の区別が明瞭である。胚芽層では細胞の核は細長い楕円形であるが、外套層では細胞の核は円形でやや大きくなり、その周囲を取り巻く細胞質が著明である。この幼若神経細胞の細胞質が索状に左方に伸びて、前根繊維として神経管の外に出ていく像が明瞭に認められる。神経管の基底膜(外境界膜)を貫いて左方に伸びている神経線維(前根繊維)には、既にシュヴァン細胞が付着している(矢印)。

解説 -

01-44 ラット胚 12-11 前根繊維と筋板



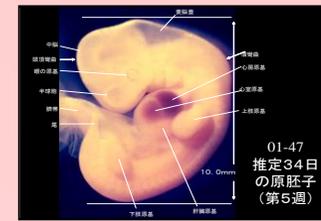
- ・ これは前図（01-43）の左方の続きである。画面の右半分は左方の筋板に集約する前根繊維で、個々の繊維にシュヴァン細胞が付着しているのが明瞭に認められる（矢印）。
- ・ 画面の左半分を占める筋板では、筋芽細胞は縦断されている。前根繊維や筋芽細胞の周囲を埋めているのは間葉組織である。



- ・ これは推定 31日のヒトの胎児である。脳の発生模式図(01-51)の a に相当する。
- ・ 受精後 4 週間を過ぎると、胎児の体の形成は急速に進む。特に脳の形成が進み、頭側神経孔は第 4 週の終わり頃閉じる。脳のうちでは、菱脳胞の長径が非常に大きく、それに次いで中脳胞の長径が大きい。これに対して、脳の頭側端部をなす前脳胞はなお小さくて、その前腹側端部の外側壁が左右に向かって膨出して、眼胞を形成しているのが目立つ。菱脳胞はその長径のほぼ中央部で、背側に凸面を向けて腹側に約 90° 曲がる。この彎曲を項(こう)彎曲という。次に中脳胞もそのほぼ中央部で凸面を背側に向けて腹側に約90° 曲がる。これを頭頂彎曲という。この脳の形はそのままこの時期の胎児の頭部の形に反映される。
- ・ 体の表面は完全に外胚葉によって被われ、外胚葉は胎児の腹側面の尾側半から臍帯となって反転している。胎児の背外側部には整然と並んだ 31 対の体節が識別できる。胎児の頭側端部は強く腹側に曲がり、その腹側面は心臓による著明な隆起に触れている。眼胞の右側の深い切れ込みは口窩で、その右側に連なる 2 個の膨らみは第一鰓弓の下顎突起と第二鰓弓である。第二鰓弓の背側部に見られる腹背方向に長い凹みは、膜迷路の原基である耳胞である。鰓弓領域の腹側に接している大きな心臓原基は、血液の存在によって赤橙色に見える心房部と、その下方に続く白色の心室部とからできている。心臓原基の右側の、上下に長い白色の濃縮部は上肢の原基である。この時期には外胚葉の下の結合組織が少ないから、新鮮な状態では胎児の体は半透明で、内部の構造の一部は透けて見える。



- ・ これは前図(01-45)の胎児の右側面である。
- ・ 頭部では眼胞・耳胞・中脳領域が区別され、また第一鰓弓の下顎弓と第二鰓弓とが明瞭に観察される。下顎弓と第二鰓弓の間の凹みは第一鰓溝で、第二鰓弓の左の凹みは第二鰓溝である。第二鰓弓の左の第三鰓溝は痕跡的である。この頭頸部に接するように心臓が腹側から大きく膨れ出しており、その頭側部の静脈性部の腹尾側に続く、彎曲・蛇行する動脈性部(上行心室脚と総心室)が明瞭である。心臓の尾側の腹部から伸び出した細い卵黄腸管に大きな卵黄嚢が続いている。上肢原基は心臓の背尾側に認められるが、下肢原基はなお認められない。しかし上肢原基と下肢原基とを連ねる体肢堤は明瞭に認められる。この原胚子の尾側端部は屈曲反転しており、そこに尾側神経孔が認められる。



- ・ これは推定 34日(第五週の終り頃)のヒト胎児で、図 01-51の b に相当する。
- ・ この胎児の特徴は、頭顔部が強く腹側に曲がって、顔面が心臓に密着していることである。頭部の遠位端に見える白色の円は、大脳半球の原基として脳の左右両側に膨出してきた半球胞である。半球胞の後上方の黒い円は眼球の原基である。第五週の後半になると、眼球原基に色素上皮層が分化するので、このように眼球原基は黒い円として、非常に目立つ存在となる。半球胞の上方に伸びている C 字型は中脳原基で、これがこの時期の胎児の頭部の形を決定している。この中脳の彎曲を頭頂彎曲という。中脳の後上方に続く半透明の部分は菱脳蓋である。菱脳蓋がこのように極めて薄くて、内部が透けて見えるのも、この時期の胎児の特徴である。菱脳蓋の後方で胎児の体の長軸はほぼ直角に腹方に曲がる。この彎曲を項彎曲という。大きな心臓原基では後上部の心房と前下方の心室の区別が明瞭である。心臓の尾側に接する白色部は肝臓原基である。
- ・ 心臓の背側の上肢原基では手と前腕が区別されるが、下肢原基は単なる隆起に過ぎない。下肢の尾方では、胎児の体の尾側端部は鋭い尾となって突出している。胎児の腹側面では心臓と尾の間から太い臍帯が出発している。



- ・ これは推定第六週の終り頃のヒトの胎児で、これは図 01-51 の脳の発生模式図の b に相当する。
- ・ 頭部の形成が進み、上唇と下唇の間の口裂が明瞭であり、眼球原基では黒い色素上皮層で囲まれた中に水晶体が確認される。脳の形成はますます進み、眼球原基の前方の白色の隆起は、大脳半球の原基である半球胞によるものである。半球胞の上方に伸びる C 字型は中脳であり、その右方の半透明の部分が菱脳蓋である。菱脳蓋の頭側縁の白い線は小脳の原基である。項彎曲は前の時期に比べると一層高度になり、胎児の長軸はここでほぼ直角に腹側に曲がる。この写真では体表の部分に被われて分かり難いが、菱脳胞は小脳原基の尾側端付近で、凸面を腹側に向けて背側に約 90° 曲がる。この彎曲を橋彎曲という(次図 10-49 を見よ)。
- ・ 心臓がやや尾側に下がったので、上肢の出発部は心臓隆起の頭側端付近となる。上肢原基では、手と前腕と上腕が区別され、手には指を暗示する形が生じた。下肢原基においても足と下腿と上腿が区別されるが、足には未だ指を暗示するものは現れていない。体の側面にはなお体節が明瞭に認められる。心臓の尾方への拡大と、横中隔の内部における肝臓の発生・増大につれて、臍帯の出発部は狭くくびられ、下腹部に限局されるようになった。
- ・ この状態が産科学でいう妊娠第2月の終わり頃のヒトの胎児である。



- ・ これは 01-48 とは別の第六週のヒトの胎児の頭部である。標本が新鮮なので全体が半透明であり、構造がよく見える。
- ・ 眼球原基では色素上皮層に囲まれた水晶体原基が明瞭である。眼球原基の左側に半球胞が明瞭に認められ、その上方の C 字型の中脳、その右側の小脳原基(小脳板)と菱脳蓋、その右側の菱脳胞の項彎曲、及びそれから下方に伸びる神経管などが、一続きの構造として明瞭に識別できる。また小脳板の腹側端部付近を頂点する橋彎曲がこの写真では明瞭に認められる。
- ・ 画面の右下方の上肢原基では、手における指の原基が確認される。顔面が心臓隆起に密着しているのが、この時期の胎児の特徴である。この時期の胎児の頭部の形は脳原基の形の反映である。



- ・ これは胎生第八週のヒトの胎児で、01-51の脳の模式図のcに相当するが、皮下の結合組織の増加によって、体が不透明になり、脳の形が外から見えなくなっている。この胎児では半球胞が大きくなっており、それによって前頭部が大きく張り出している。項彎曲が軽度になってきたので、胎児の頭部が起き上がってきた。
- ・ 心臓隆起の尾側部を大きくなった肝臓原基が占める。このため長くなっている腸管は腹腔から臍帯内の空間に押し出される。これが生理的臍脱腸である。



- ・ これは脳の発生の 3 段階を模式的に示す図である。
- ・ 図 a は推定 31 日の胎児の脳で、菱脳胞と中脳胞は非常に大きい、前脳胞はなお小さくて、ようやく眼胞が前脳胞の左右両側壁から外方に膨出した段階である。
- ・ 図 b は推定 35 日の胎児の段階で、眼胞は外板が陥没して二重壁の杯状となり、その出発部は管状の茎(眼杯茎)となって、大きくなった間脳胞の前端の腹側端部から始まる。眼杯茎を含む間脳胞の前端部は前方に拡大すると同時にその左右の壁が左方および右方に向かって膨出する。これが終脳胞であり、左右の膨大部は大脳半球の原基であって、半球胞と呼ばれる。左右の半球胞が連なる部分は終板と呼ばれ、神経管(脳胞)の前端を閉ざす部分である。左右の半球胞が繋がる部分は終脳正中部と呼ばれる。
- ・ 図 c は胎生第八週の胎児の状態、菱脳や中脳に比して、間脳胞と終脳の半球胞の拡大が高度である。間脳胞の左右の壁は高度に肥厚・増大して、視床および視床下部を形成する。半球胞は急速に拡大し、視床を左右および背側から被うようになる。半球胞の内腔が終脳正中部に開く通路を室間孔と言う。室間孔の後方に続く半球胞の腹尾側部は肥大して、大きな大脳核丘となる。この大脳核丘は間脳(視床)の前端部と広く結合している。間脳室は、前方の狭い終脳室無対部と合体して、第三脳室となる。この頃になると、菱脳の頭側半の背側部が大きくなって小脳を形成する。



- ・ これは脳の外形の発育を左側面から見た図である(Hochstetter の図を改写)。
- ・ この図と前の図 01-51 と対比すると、この時期の脳の外形の発育がよく分かるし、脳の形が胎児の頭部の形を決めていることがよく理解できる。項彎曲、橋彎曲、および頭頂彎曲がよく分かる。特に図 e と図 f では、橋彎曲が高度である(赤矢印)。
- ・ 図 01-45 ~ 図 01-50 の胎児の外形と比較せよ。



- ・ 菱脳胞は頭尾方向に長い管状の脳胞であり、その尾側約 1/4 は脊髄の直接の続きであり、内部構造も脊髄のそれに類似する。菱脳胞の頭側約 3/4 の範囲では、蓋板が非常に薄くなり、同時に左右の幅が広がる。この蓋板の左右への拡大は、橋彎曲によって増強されるので、橋彎曲の頂点である将来の後脳と髄脳の移行部付近で蓋板の幅は最大となり、それよりも頭側および尾側では次第に狭くなり、蓋板は全体としては頭尾方向に長い菱形となる。これが菱脳という名称の起こりである。
- ・ 蓋板の左右の幅の拡大につれて、始め神経管(菱脳室)の左右の壁を形成していた翼板と基板が左右に開き、倒れて、菱脳室の底を形成することになる。これは全体として**菱形窩**(Fossa rhomboidea)と呼ばれる。こうなると腹側正中部の底板は、菱形窩の正中部を頭尾方向に走る正中溝となり、翼板と基板を境する境界溝は同名の溝として、正中溝の左右を、外側に凸面を向けた弓形えがいて頭尾方向に走ることになる。
- ・ 菱脳においても翼板と基板においては胚芽層・外套層・縁帯の分化が起こり、外套層は神経細胞で満たされる(図 a)。しかし、神経細胞は脊髄におけるように一続きの灰白柱を作るのではなくて、断裂して、いくつかの細胞塊に分かれる。このような細胞塊は神経核、または単に核(Nucleus)と呼ばれる。菱脳には知覚性および運動性の脳神経核が多数存在するが、これらは整然とした規則性に従って配列している(図 b)。
- ・ 基板に生じる神経細胞は 3 群の運動性脳神経核群に分化し、翼板に生じる神経細胞もまた 3 群の知覚性脳神経核群に分化する(図 b)。これらの詳細については、本文の記述および次の図 01-54 の a を見よ。



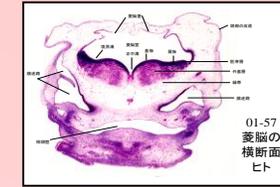
- ・ 図 a は髄脳(延髄、左半分)と後脳(橋、右半分)における神経核の配列を模式的に図示したものである。運動性および知覚性脳神経核を構成する神経細胞以外の神経細胞は、延髄および橋の内部を頭尾方向および左右方向に走る神経線維の中に散在して、ここに灰白質と白質の区別が明瞭でない領域ができる。これを網様体(Formatio reticularis)という。
- ・ 図 b は菱脳唇を示す模式図である。髄脳においても後脳においても、翼板の背外側部で、薄い蓋板に移行する直前の部分は、その後特殊な発育を遂げるので、特に**菱脳唇**と呼ばれる。髄脳の領域では、菱脳唇における盛んな細胞分裂によって作り出された多数の神経細胞は、縁帯の中を腹内方に遊走して、基板の縁帯に達し、ここに大きな神経細胞の集団、即ち、神経核を形成する。これらの神経細胞のうちで髄脳の頭側部の菱脳唇から生じたものは、頭方の後脳の腹側部に達し、ここに大きな橋核(Nucl. pontis)を形成する。またそれよりも尾側の菱脳唇から生じた神経細胞は、髄脳の腹側部に集まってオリブ核(Nucl. olivaris inferior)を形成する。
- ・ 一方、後脳の菱脳唇は巨大な発育をとげ、全体として大きな小脳を形成する。小脳については章を改めて述べる。



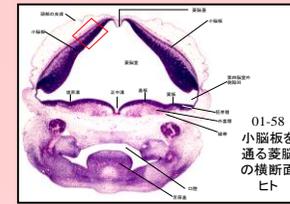
- ・ これは受精後13日目のラットの胎仔の菱脳の横断面である。菱脳胞の蓋板が左右に開いていない菱脳の尾側部の断面で、舌下神経の根系が基板の腹内側部から外に出て、体節に達している。



- ・ これは前の図(01-55)の拡大で、舌下神経の根系の出発部が示されている。神経管の横断面における胚芽層・外套層・縁帯を明瞭に識別できる。外套層における、ややずんぐりした核の周囲に淡い藍色の細胞質を持つ細胞が、幼若な神経細胞であり、その集団が舌下神経核である。この核から出る2本の根系(神経線維)には、既にシュヴァン細胞が付着している。



- ・ これは胎生第六週のヒトの胎児の頭部の横断面で、菱脳の中部よりやや尾方を通っている。ここでは菱脳蓋の左右の幅が非常に広く、菱脳の実質は左右に開いて、ほぼ横位の一直線になっている。正中溝・基板・翼板が水平に並び、翼板の外側端部から極めて薄くて幅の広い蓋板(菱脳蓋)が背側に伸びて、菱脳室の背側を閉ざしている。
- ・ 翼板と基板では、細胞が極めて密な胚芽層、細胞がやや疎な外套層、および殆んど細胞を含んでいない縁帯の3層が区別される。脳の腹側の細胞の疎な領域は、将来の頭蓋底(骨)が形成される領域である。
- ・ この断面では、菱脳の左右(腹外側)に膜迷路の原基が著明な構造物として存在している。また咽頭腔の原基が左右に広い隙間として見られる。



- ・ これは前の図(01-57)と同じ胎生第六週のヒトの胎児の頭部の、前の図より頭側を通る横断面である。ここでは菱脳室の背外側壁を大きな小脳原基(小脳板)が構築している。小脳板の背内側端部は菱脳蓋で左右のものが繋がっており、いまだ左右の小脳体は合体していない、小脳体の下端と翼板の外側端を結んでいるのは菱脳蓋であり、これが第四脳室外側陥凹を閉ざしている。菱脳室の腹側壁を構築しているのは菱脳そのもので、正中溝・基板・翼板が識別される。画面の下部には舌の原基を含む口腔の原基が見られる。
- ・ 左側の小脳板の一部(四角で囲んだ部分)の拡大を次の図(01-59)に示す。



- これは前の図(01-58)における小脳板に拡大で、小脳板における組織の分化が示されている。画面の下方の空白部が第四脳室の腔で、脳の実質の表面(図の下縁)は内境界膜で縁取られている。内境界膜の内側には細長い楕円形の核が密に並んだ厚い層がある。これが胚芽層である。胚芽層がこのように極めて厚いのが小脳板の際立った特徴である。ここで作り出された幼若な神経細胞は、小脳板の表面に向かって遊走していき、表面の縁帯の下に比較的疎な細胞層を作る。これが外套層である。ただし、縁帯の直下では細胞の集積がやや密である。縁帯の外側(脳の外表面)は疎な間葉組織で被われている。



- ・ これは体長 13.8 mm (a , 胎生第6週) と 27 mm (b , 胎生第8週) のヒトの胎児の小脳原基を背側から見た図である。
- ・ 図 a では、左右の小脳原基(小脳板)は尾側部が左右に開いて「漢字の八の字」のような形をしており、また頭側端部では左右の小脳板は未だ結合していない。菱脳蓋は左右の幅が広くなり、頭尾長と左右長がほぼ等しい菱形をしている。
- ・ 図 b では、左右の小脳板は大きく肥大し、両者は正中部で合体している。小脳板の尾側部は極端に左右に広がって、菱脳の長軸に対してほぼ直角な一直線状の配置となっている。菱脳蓋は正中位をとる尾側部に対し、頭側部がこれに直角な横位をとり、全体としては T 字形となる。 図 b では中脳胞の膨大とともに、大きな半球胞の出現が目立つ。



- ・ これはヒトの小脳の正中部(小脳虫部)の矢状断面を发育段階に従って配列したものである(Hochstetter による)。
- ・ 小脳の発生過程は、他の脳部に類例を見ない、全く特異なものである。
- ・ 成立したばかりの小脳虫部の矢状断面(54 mm)では、第四脳室に面する腹側面(内面)も、背外方に隆起する背側面も、スムーズな隆起線を示すが、胎生第4月の始めごろ、小脳体の背尾側端付近に横走する溝が出現する。これは将来小脳小節と片葉となる部分を、残りの小脳体から区分するもので、後外側裂とよばれる。これにやや遅れて、隆起しつつある小脳体のほぼ中央部に小脳第一裂が生じて小脳体を前葉と後葉に分ける。
- ・ 胎生第四月から第五月にかけての小脳体の发育は目覚しく、小脳は急速に増大し、その背側表面には新しい溝が次々に出現して、前葉と後葉を更に細かく分断し、第五月の終りには、虫部における主な区分(小節も含めた10個の小脳葉)がほぼ完成する。これらの溝は、その部分の发育が隣接の部分より緩やかなために、急速に发育する隣接部の間に取り残されたものであり、原則として先ず虫部に現れ、これが半球部に伸びていく。10個の小脳葉は、その後それぞれ固有の发育を行うが、その間に第二次、第三次の溝が現れて、各小葉を多数の小脳回に分ける。



- ・ これは胎性14日(aとb)と15日(c)のマウスの小脳虫部の正中矢状断面である。
- ・ 小脳皮質の組織発生は、他の脳部に類例を見ない特異のものである。まず小脳体の尾側端部で、小脳体が第四脳室脈絡組織に移行する部分において、小脳体の腹側面の胚芽層の尾側に続く部分に、細胞分裂の盛んな領域が出現する(図の*)。ここで作り出された細胞は、小脳体の背側面に沿って頭側に遊走して行き、終には小脳体の全背側面を被う。胎生15日の状態がこれである。この細胞層を外顆粒層または胎生顆粒層という。
- ・ この頃小脳体においては、菱脳室(第四脳室)に面する部分において厚い胚芽層が形成されており、ここで造り出された細胞は胚芽層の背側(脳室面から遠い方向)に向って遊走して、ここに厚い外套層を形成する。この外套層と小脳体の背側表面にできた細胞層の間には、狭いが明瞭な無細胞性の縁帯が存在する。



- ・ これは図 01-62 の続きで、胎生 17 日、19 日と新生仔 の小脳体の正中矢状断面である。
- ・ 胎生 17 日では、前の胎生 15 日の状態に酷似しているが、全体としては細胞密度が大きくなっている。
- ・ 胎生 19 日になると、小脳体全体の背側方への膨大が顕著になり、また厚い外套層の背側縁にやや大型の細胞が密集した層が明らかに識別されるようになる。また第四脳室に面する胚芽層がやや不明瞭になっている。小脳体の背側面では小脳第一裂(大きい矢印)と後外側裂(小さい矢印)が識別されるようになった。
- ・ 新生仔では、小脳体の断面は著明に大きくなり、その背側面には小脳第一裂と後外側裂の他に小脳溝が現れている。小脳体の表面は、細胞密度の大きい外顆粒層で残る隈なく被われている。この時期から外顆粒層における活発な細胞の新生が始まる。小脳板の脳室に面する部位にあった胚芽層は殆ど消失している。外套層の表層部に形成されたやや大型の細胞の密集帯は一層著明になった。この図の太い矢印の溝(小脳第一裂)の底の部分の拡大を次の図(01-64)に示す。



- ・ これはマウスの新生仔の小脳第一裂の底の部分の拡大である。この標本のシリーズは、外顆粒層における細胞分裂と、その結果生じた細胞の運命を ^3H -thymidine を用いたAutoradiographyによって追求したものである。
- ・ 小脳体の外表面にできた外顆粒層では、細胞の密度が非常に大きくなり、長楕円形の核がその長軸を小脳体の表面に直角に向け、5~7層をなして極めて密に並んでいる。この外顆粒層をよく見ると、極めて密に配列した3~4層の核の内側(うちがわ)に、配列がやや疎な3~4層の核が観察される。核の配列が極めて密な層では盛んに細胞分裂が行われている。この写真は ^3H -thymidine を注射してから2時間の標本で、DNAを複製したことを示す標識銀粒子は、表層の核の密な層に限局して認められる。核の配列がやや疎な層の核は全く標識されていない。核の配列が密な層を外亜層、核の配列がやや疎な層を内亜層と呼ぶ。
- ・ 内亜層の深部(内側)には狭い無細胞性の層があり、更にその内側には、淡染性のやや大きな細胞質の中に円形の核を持った細胞が密に並んだ、やや厚い層が識別される。このやや大きい細胞こそプルキンエ細胞の幼若形である。プルキンエ細胞の内側に密に存在する小円形の細胞は将来の内顆粒層を暗示する。この層の内側は細胞が疎に散在する広い領域となっている。これは将来小脳の白質となる領域である。
- ・ 外顆粒層における核分裂の様相を詳細に観察すると、 ^3H -thymidine を注射して直ぐに標識されるのは外亜層の深部に位置する核で、これが時間の経過と共に表面に上昇して分裂し、その後元の位置まで下降する。これを繰り返して外亜層の核の密度は極めて大となる。やがて外亜層の表面で分裂してから下降した細胞の一部にDNAを複製しないものが現れ、これらが外亜層の深部に新しい層を作る。(続く)



これが内亜層である。内亜層に下りてきた、もはや分裂しない細胞は、暫くこの位置に留まった後、その下の無細胞性の層および幼若なプルキンエ細胞の層を貫いて、その深部に達してそこに留まる。こうしてプルキンエ細胞層の下に、小円形の核を持つ細胞が密集する層が次第に厚く形成される。これが内顆粒層である。

- ・ 以上の観察は、小脳の表面に形成された外顆粒層の外亜層は、脳室(神経管の内腔)に面して形成される胚芽層と同質であり、内亜層は外套層と同質であることを示している。しかも、もはや分裂しなくなった幼若な神経細胞は、内亜層において一定期間成熟した後に下降して、プルキンエ細胞の下の最終位置に達することを示している。このように小脳の発生においては、脳室に面する通常の胚芽層に加えて、広大な表面積を獲得した小脳の表面に胚芽層ができて、ここから無数とも言える莫大な数の(内)顆粒層の顆粒細胞が生産されるのである。このことは、他の脳部に類例を見ない小脳発生の特異点である。
- ・ これ以後の小脳皮質の組織発生は、マウスよりイヌの方が分かりやすいので、次の図からはイヌの標本である。(終)



- これはイヌの新生仔と生後 10 日のイヌの小脳虫部の正中矢状断面である。これで見られるように、イヌでは新生仔の小脳において、既に小脳溝と小脳回のパターンはほぼ完成している。小脳皮質の組織発生が最も早い、小脳第一裂の底(赤線で示した領域)の小脳皮質の組織発生を以下に示す。染色はプルキンエ細胞の形態の変化を明らかに可視化する Bodian の鍍銀法である。



- これは前の図(01-65)で赤線で囲った部分(小脳第一裂の底の部分)の写真である。aは概観写真(倍率 x 10)、bは第一裂の底の小脳回の写真(倍率 x 25)である。この程度の拡大で、既に小脳回の表面を被う外顆粒層の外亜層と内亜層、大きいプルキンエ細胞の列および内顆粒層を識別することができる。



- ・ これは出生直後から生後 15 日までの小脳皮質である。
- ・ a は新生仔の小脳皮質で、プルキンエ細胞の形態分化が最も進んだ部位である。ここでは、細胞分裂が活発に行われている外亜層の細胞密度が大であり、その下の内亜層の細胞密度は著明に小さい。分子層は狭く、プルキンエ細胞は大きな胞体から多数の樹状突起を四方に伸ばしている。内顆粒層の細胞密度はあまり大きくない。
- ・ b は生後 4 日目で、外顆粒層の外亜層と内亜層の差が歴然としている。プルキンエ細胞では、胞体の頂上から表面に向かって伸びる先端樹状突起が明瞭になるが、なお胞体から出る樹状突起も少なくない。先端樹状突起の伸長に応じて分子層が広がっている。内顆粒層の細胞密度がやや大きくなった。
- ・ c は生後 10 日目で、外顆粒層の細胞密度が、外亜層においても内亜層においても、やや疎になった。プルキンエ細胞の先端樹状突起の発育が進み、その枝が広い範囲に広がっており、その分だけ分子層が広がっている。プルキンエ細胞の胞体から直接出ていた樹状突起は殆ど総て消失している。
- ・ d は生後 15 日目で、プルキンエ細胞の先端樹状突起の発育・伸長は一層加速されている。外顆粒層は薄くなり、特に外亜層の細胞密度が小さくなった。



- ・ a は生後 20 日の小脳皮質である。プルキンエ細胞の先端樹状突起の枝分かれの状態は驚くべきもので、第二次、第三次と枝分かれをし、更にその先は無数ともいえる多数の終枝に分かれて分子層を埋め尽くしている。しかも一つのプルキンエ細胞の樹状突起は、何らかの機序によって、厚さ僅か100 μ m程度の平面内に整然と広がるように配置されていく。外顆粒層は薄くなってはいるが、なお外垂層と内垂層を区別することができる。プルキンエ細胞層の下の内顆粒層は厚くなり、密に配列する小円形の顆粒細胞によって構築されている。
- ・ b は生後 35 日の仔犬の小脳皮質で、外顆粒層は消失している。プルキンエ細胞の樹状突起は、整然とした配列を整えて高度に発達し、小脳皮質の表面にまで達している。分子層はこのプルキンエ細胞の樹状突起によって満たされて厚くなっている。プルキンエ細胞の列の下は、細胞密度が極めて大きい内顆粒層で構築されている。外顆粒層が消失した後は、内顆粒層は単に顆粒層と呼ばれる。プルキンエ細胞の胞体の周囲や胞体のやや上部の位置には横走する多数の神経線維が認められ、皮質の構造は完成に近づいている。



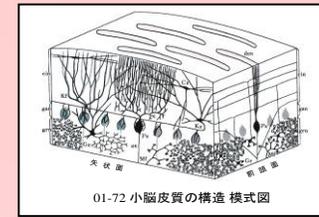
- ・ これは仔犬の小脳皮質に見られたプルキンエ細胞の形態変化を、生後の日数を追って見たものである。生後 4 日頃までのプルキンエ細胞からは、成体のプルキンエ細胞の姿を想像することさえできない。これが生後 14 日頃から成体の姿に近似のものとなり、生後 35 日頃にやっと完成形に達する。



- ・ これは胎生第 7 月のヒトの胎児の小脳皮質である。
- ・ ヒトでは小脳の形態発生はイヌやマウスの比べると非常に早く、胎生第六月において小脳の外形はほぼ完成し、その内部の組織発生もそれ以後の胎生期間中に進行する。この胎生第七月の標本においては、外顆粒層には、外垂層も内垂層も存在しているが、プルキンエ細胞の樹状突起は既によく発育し、分子層も広がっている。また内顆粒層も密に配列する顆粒細胞によって厚く形成されている。出生時には外顆粒層は消失し、小脳皮質の組織構造はほぼ完成している。



- これは以上の小脳皮質の組織発生の経過を模式図として現したものである。
- a は成立して間もない頃の小脳虫部の矢状断面で、第四脳室に面して厚い胚芽層(mx)が形成され、ここで生じた幼若神経細胞が胚芽層の上に外套層(mnt)を作っている。小脳原基の背側表面には薄い縁帯(rz)が存在する。
- 小脳原基の尾側端で、胚芽層が第四脳室脈絡叢(plx)に移行する部位に、細胞分裂が盛んな領域(*)が出現し、ここで生じた未分化細胞が小脳原基の背側表面に沿って頭側に遊走していき、全背側表面を被う未分化細胞層を形成する。これは小脳に特有の構造で、外顆粒層または胎生顆粒層(eg)と呼ばれる。
- b は胚芽層における細胞分裂が盛んな時期で、胚芽層から外套層に出た幼若神経細胞の一部が大きくなって、外套層の表層部に密に並ぶ。これがプルキンエ細胞の幼若形(Pz)である。この時期には外顆粒層における細胞分裂は、あまり活発でない。
- c は胚芽層における細胞の新生が殆んど終わった時期で、胚芽層は唯一列の上衣細胞を残すだけとなっている。この頃から外顆粒層における細胞分裂が非常に活発になり、外顆粒層は活発な細胞分裂を行う外垂層(ege)と、もはや細胞分裂を行わなくなった細胞からなる内垂層(egi)が区別されるようになる。幼弱なプルキンエ細胞は次第に肥大し、細胞相互間の間隔が開き、大きくなった胞体からあらゆる方向に樹状突起を伸ばす。外顆粒層の内垂層とプルキンエ細胞の間の縁帯は内垂層から下りてくる細胞が疎に散在する層となり、後の分子層(mol)を暗示する。
- d は完成に近づいた小脳皮質で、外顆粒層における細胞分裂はほぼ終わり、ここで生産された細胞はほとんど総てプルキンエ細胞の層の深部に移動して、ここに細胞密度が非常に大きい、厚い内顆粒層(ig)を形成する。外顆粒層(eg)は最終的には完全に消失する。プルキンエ細胞の先端樹状突起は皮質の表面に向かって多数の第二次、第三次の枝を伸ばし、これから更に非常に多数の終枝を伸ばして、分子層(mol)を埋め尽くす。
- 分子層の内部には、外顆粒層から生じた神経細胞が散在する。胚芽層からは内顆粒層の内部に散在する多極性の神経細胞の他に、小脳白質(med)の深部に形成される大きな小脳核(nc)を構築する神経細胞が生じる。



- ・ これは完成した小脳皮質の細胞構築を示す模式図である。
- ・ 小脳皮質の構造上の特異点は、プルキンエ細胞の樹状突起の広がりには整然とした規則性があることである。即ちプルキンエ細胞 (Pz) の樹状突起は、第二次、第三次の枝から終末枝にいたるまで、厚さ僅か100 μ m程度の平面の中に納まっており、しかも、この平面が矢状面に一致しているのである。また、無数とも言える顆粒細胞 (Gr) から出る神経突起 (軸索) が分子層の中で二分し、そのおのおのが矢状面と直角な方向に走って、多数のプルキンエ細胞の樹状突起を連絡している。更に、分子層の中に散在する中型の神経細胞 (籠細胞 Kz) の軸索は、プルキンエ細胞の細胞体の上端付近の高さを矢状面において一定の距離を走り、その走行中に多数の枝を出して、プルキンエ細胞の胞体を取り巻く繊維籠を作っている。このような整然とした空間的構築が、どのような機序によって成立するのであるかについては、今日なお明らかでない。
- ・ cin:分子層、gan:プルキンエ細胞層、grn:顆粒層、den:プルキンエ細胞の樹状突起、Gz:カハール細胞、Gz:ゴルジー細胞、Kf:登上繊維、Mf:苔状繊維、ax:プルキンエ細胞の軸索。



- ・ 中脳の発生は比較的単純で、終始、管の状態を保って発育する(図 a)。
- ・ 発生の始め、翼板の発育が目覚しく、中脳の背側面が大きく膨隆し、左右 1 対の頭尾方向に長い高まり(二丘板)をつくる。間もなく左右の隆起は正中線上で結合する。更に左右の隆起を二分する横走る溝が生じて、二丘板は 4 個の高まりに分けられる。頭側の 1 対を上丘、尾側の 1 対を下丘という。
- ・ 上丘では神経線維の層と神経細胞の層が交互に重なった 7 層の層構造が形成される。下丘では神経細胞が集積した単一の大きい下丘核が形成される。上丘には視覚線維の一部と皮膚知覚を伝える線維の一部が、下丘には聴覚線維の一部が終止する。
- ・ 基板に生じた神経細胞は、下丘の高さでは外転神経核、上丘では動眼神経核を形成する以外に、中脳水道の腹外側に形成される広い中脳被蓋の中に散在する。また中脳被蓋の内部に大きな円形の赤核を作り、中脳被蓋の腹外側縁に黒質という大きな神経細胞の集団を形成する。



- ・ これは受精後 14 日目 (L13-11) のラットの胎仔の前脳の、室間孔を通る前頭断面である。
- ・ 正中部の下半のやや広い空間は終脳室無対部であり、その上部の幅の狭い空間は間脳室の前端部である。終脳室無対部の左右は大きな大脳核丘で、その腹内側半では胚芽層が殆ど消失し、その実質は外套層のみとなっている。大脳核丘の背外側半では、なお胚芽層が厚く、外套層もまた厚い。大脳核丘の背外側からは外套 (Pallium) が側脳室を囲んで背内方に伸び、半球胞の背側端で内下方に向きを変え、更にその下方ではアンモン角となっている。アンモン角の下端は脈絡叢原基に続く。側脳室を囲む外套は胚芽層のみで構築されており、未だその内部に外套層や縁帯は識別されない。間脳室の前端部の左右の壁は、間脳の実質そのものであり、その下端部と対岸の大脳核丘の間が室間孔である。この間脳の実質と半球胞の内側面 (ここではアンモン角) の間は、疎な間葉組織で埋められた半球溝の一部である。左右の半球胞の間の空間は大脳縦裂である。



- これは胎生第八週の終り頃のヒトの胎児の脳の左側面と、その脳の正中矢状断面である。この時期においても、菱脳と中脳は相対的に大きく、項彎曲・橋彎曲・頭頂彎曲(赤矢印)が著明である。しかし、前脳(間脳と終脳)が急速に拡大を始め、特に終脳の半球胞が大きく膨れ出して、間脳胞を外側および背側から被うようになると、半球胞の内側面と間脳胞の外側面の間が深くぼんで半球溝となる。
- 図 b の b、c、d の断面が図 01-76 に示されている。



- ・ これは体長(頭臀長)25mm(胎生第八週の終わり頃)のヒトの胎児の脳の前頭断面である。a は室間孔を通る断面。b は大脳核丘と間脳が最も広く結合している部位の断面。c は大脳核丘と間脳の結合部の後端付近の断面である。
- ・ a では外套の内部に始まった神経線維の層(白質)が背外側から腹内方に向って、斜めに大脳核丘に進入して、大脳核丘を背内方で側脳室に隆起する部分(尾状核)と腹外方の被殻に分けている。外套では脳室に面して厚い胚芽層があり、外套の表層部には大脳皮質の原基(*)が観察される。外套は側脳室の外側および背側を包み、さらに側脳室の背内側壁となって、腹側に伸び、その末端はアンモン角となって室間孔の背内側部に達する。その末端は側脳室脈絡叢となって側脳室の内部に突出している。
- ・ b では中央に上下に長い第三脳室があり、その左右の壁を間脳の実質が構築している。第三脳室の上端は薄い第三脳室脈絡組織で閉ざされており、ここには未だ脈絡叢は形成されていない。間脳の上半分が視床、下半分が視床下部である。視床と視床下部が合体している間脳の中央部の外側面に大きな大脳核丘が結合している。内包は、大脳核丘を尾状核と被殻に分けながら腹内方に進んで来て、視床と視床下部の移行部付近で間脳の中に進入する。
- ・ 視床の背外側面には左右のアンモン角が接着するが、両者の間には少量の間葉組織が介在する。アンモン隆起の末端は側脳室脈絡叢となって、側脳室の内部に隆起する。側脳室脈絡叢の出発部の腹外方に続く部分は、単層扁平上皮として、視床の背外側面に付着する。これが付着板(Lamina affixa)である。付着板の腹外方は尾状核の実質に続く。(続く)



- ・ c では第三脳室の左右の壁である間脳の実質が厚くなり、視床と視床下部を境界する視床下溝が明瞭に認められる。視床と視床下部の移行部の外側面に大脳核丘が結合する。図の左側では図 b と同様に、側脳室脈絡叢の出発部の腹外側部は付着板として視床の背外側面に付着しているが、右側では大脳核丘が間脳の外側面から分離し始めており、付着板に相当する部分は視床の外側面に付着していない。b と c で明らかのように、第三脳室の背側を閉ざす第三脳室脈絡板から、未だ脈絡叢が形成されていない。
- ・ a, b, c のいずれにおいても、側脳室を囲む外套の内部で皮質の形成が始まっており、胚芽層と表層の皮質原基 (*) の間に薄い神経線維の層(白質)が形成されている。(終)



- ・ これは胎生第 四月のヒトの胎児の脳の前頭断面である。a は前交連を通る断面、b は室間孔を通る断面、c は大脳核丘が間脳と広く結合している部位の横断面である。これら 3 つの断面に共通なことは、側脳室に隆起する大脳核丘においては胚芽層が非常に厚く、細胞密度が極めて大であることである。また外套の表層部には大脳皮質の原基が形成されており、皮質原基に始まる神経線維が強大な内包となって大脳核丘に進入し、大脳核丘を尾状核と被殻に分断している。
- ・ 図 a では、側脳室の内側壁の下部はアンモン隆起、小さい脳梁、透明中隔で構築されており、その下部を前交連が横切って左右の大脳半球を結んでいる。前交連の下は第三脳室の前端部でその下端は視交差で閉ざされている。側脳室の下部は大きな大脳核丘で閉ざされている。この大脳核丘は著明な内包によって、尾状核と被殻に分断されている。
- ・ 図 b では、大脳核丘の腹内側部が視床下部の外側に結合している。
- ・ 図 c では、被殻の内側に淡蒼球が続き、これが視床下部の外側に結合している。視床下部の背側には視床が続く。視床の背側面の外側部には側脳室脈絡組織の一部が付着板となって密着している。外套の腹内側端部は脳弓であり、その末端からは側脳室脈絡板が側脳室脈絡叢となって側脳室の内部に突隆する。第三脳室の上壁は第三脳室脈絡組織であるが、ここには未だ脈絡叢は形成されていない。図 c の赤線で囲んだ四角の部分の拡大が図 01-80 に示されている。



- ・ これは胎生第五月のヒトの胎児の脳の前頭断面である。
- ・ a は前交連を通る断面、b は室間孔を通る断面、c は内包の後端部を通る断面で、内包の下方に側脳室下角が大きく現れている。側脳室下角の内側を閉ざしている大脳皮質は海馬と呼ばれる特別の皮質である。この発育段階においても側脳室に隆起する大脳核丘の表層部は細胞密度が非常に大きい厚い胚芽層で構築されている。
- ・ a では側脳室の内側を閉ざしているのは透明中隔であり、透明中隔の下を前交連が横走している。内包によって背外側から腹内方に向かって斜めに貫通されて、大脳核丘は側脳室に隆起する尾状核と腹外方の被殻とに分けられるが、被殻はこの断面では非常に大きい。被殻の内方には淡蒼球が接している。脳梁はこの発育段階ではなお小さい。
- ・ b では内包の腹外側の被殻が大きく、その腹内側に接する淡蒼球には外節と内節とが認められる。淡蒼球の内側は視床下部に続く。外套の腹内側端には小さいながら脳梁が認められ、その下面に脳弓が付着している。脳弓と視床の間の隙間が室間孔である。室間孔の下方は第三脳室で、その壁の腹側の大部分は視床下部である。
- ・ c では視床が非常に大きくなっており、その背側面の外側部には側脳室脈絡組織の一部が付着板として密着し、その内側縁と内側の脳弓の外側末端から側脳室脈絡叢が側脳室の中に突出している。内包の神経線維は視床の後部を包むように腹内方に走り、大脳脚となって脳の腹側表面に現れる。側頭葉の拡大に伴って側脳室下角が視床下部の外側に接して現れる。側脳室下角の内側を閉ざしているのは海馬である。



- これは胎生第 6 六月のヒトの胎児の脳の前頭断面である。a は前交連を通る断面、b は室間孔を通る断面、c は内包が大腦脚として脳の底面に現れる断面である。全体としては大腦半球の表面における皮質原基が厚くなった。また大腦外側溝が凹み、その底の島が認められる。側脳室が大腦核丘と視床の結合面を取り巻き、側頭葉の内部に側脳室下角が見られる。大腦皮質の形成に伴って神経線維が増え、内包が強大な繊維束として大腦核丘を尾状核と被殻とに分け、さらに間脳の後端部で大腦脚として脳の底面に現れる。また左右の大腦半球を結ぶ脳梁が大きくなり、それに付着する脳弓も著明な構造物として認められるようになった。脳梁はこれ以後急速に増大する。側脳室の中に隆起する尾状核の表面は、厚い胚芽層で被われている。
- a では側脳室の内側は透明中隔で閉ざされ、透明中隔の上端は脳梁の下面に付着している。透明中隔の下端部を前交連の繊維束が横切っている。前交連の左右の端は被殻と淡蒼球の結合部の下端を外方に放散する。内包によって尾状核から分けられた被殻は、島の内部で大きな面積を占め、その内方では淡蒼球に接している。淡蒼球の内方は視床下部で、その下縁は視交差で閉ざされている。島の下方に続く側頭葉の表面には特別の皮質が形成される。この部分が梨状葉である。
- b では視床の前端部と脳弓の間を室間孔が通る。脳弓の下縁から側脳室脈絡叢が始まるが、この拡大ではその詳細を確認することはできない。脳弓の上端は透明中隔によって脳梁の下面に結び付けられている。脳梁は強大な交連繊維束で、その左右で広い皮質下髄質の内部に放散する。



- 一方、大脳皮質原基に発する内包の投射繊維群は、側脳室の背外側を廻って大脳核丘の背外側部から腹内方に進入して、大脳核丘を背内側で側脳室の中に隆起する尾状核と、腹外方の被殻とに分断する。被殻の内方には大きな淡蒼球が続く。淡蒼球はこの断面で最も大きく、外節と内節の2部が明らかに識別される。淡蒼球の背内側および内側には視床と視床下部が続く。被殻の外側は島の皮質であり、その下方に側頭葉の皮質が続く。側頭葉の内部には大きな扁桃核が認められる。
- c では内包が視床の後部と被殻の後部の間を通っており、さらに内下方に進んで大脳脚として中脳の下面に現れる。視床は今や最大の横断面を示す。大脳半球の表面は、残る隈なく、厚い皮質原基で被われている。側頭葉では側脳室下角が現れ、その内方は特殊な大脳皮質である海馬によって閉ざされている。ここにも側脳室脈絡叢が存在するが、この拡大では確認できない。大脳半球の上部では、正中部に太い脳梁の断面があり、その下面に短い透明中隔によって脳弓が結び付けられている。脳弓の下面と視床の背側面の間は間葉組織で埋まっているが、その詳細はこの拡大では識別できない。側脳室に隆起する尾状核の表面は細胞密度が非常に大きい厚い胚芽層で被われている。これは側脳室下角においても同じである。(終)



- ・ 大脳核丘は、始めは半球胞の腹側壁をなしており、側脳室の前端から後端にわたる大きな高まりとして、側脳室の内腔に隆起している。外套における大脳皮質の形成が進んで、大脳皮質から出て視床およびそれ以下の脳脊髄の各部に行く繊維が生じると、これらは外套と大脳核丘の移行部から大脳核丘の内部に進入し、大脳核丘を背外側から腹内方に向かって斜めに貫通して、室間孔の後縁のところの間脳の前部部に進入する(図 01-76～01-79 を参照せよ)。やがて出現する視床経由で大脳皮質に達する繊維も、これと同じ道を逆行して大脳皮質に達するので、この大脳核丘を斜めに貫通する繊維は莫大な数となり、大脳核丘を側脳室に隆起する背内側部の尾状核(Nucleus caudatus)と腹外側部の被殻(Putamen)とに分割する。この強大な繊維野を内包(Capsula interna)という。
- ・ 被殻の内方に接して淡蒼球(Globus pallidus s. Pallidum)と呼ばれる灰白質が存在する。この灰白質は、それを構築する神経細胞についても、その繊維連絡についても、尾状核および被殻とは全く異なっているので、大脳核の一部として取り扱うのには無理があり、尾状核および被殻と対置する、独立の構造体として取り扱われる。
- ・ 半球胞の発生過程から明らかなように、半球胞と間脳の結合は、元来、室間孔の後縁および下縁において、大脳核丘の腹内側部と間脳(視床および視床下部)の前端部の間の比較的狭い領域で行われている(図 01-51)。この領域が、大脳皮質から出て視床およびそれ以下の脳脊髄の各部に到る遠皮質繊維、ならびにこれに逆行する求皮質繊維が通過できる唯一の場所であるから、大脳皮質が発達して皮質に出入する繊維が増加すると、これらは強大な内包を形成しながら、大脳皮質のあらゆる部分から、この狭い結合部に向かって殺到する。その結果、この結合部は押し広げられていき、終には視床はその全外側面において大脳核丘の内側面と結合することになり、視床の自由外側面は存在しなくなる。(続く)



- ・ 半球胞の内側壁で、終脳室無対部の上壁である蓋板の外側に続く部分は、外套の他の部分のように肥厚せず、単層立方上皮からなる薄い上皮性膜の状態となる。これを脈絡野 (Area chorioidea) という。これは第三脳室蓋板の前端部が、半球胞の膨出につれて、半球胞の内側壁に伸びてきたものと言うことができる。
- ・ 半球胞の発育に伴い、外套およびその内腔である側脳室が、大脳核丘を囲む弓形をえがいて後方、ついで後下方に増大していくと、この脈絡野も帯状の領域として、まず後方に、ついで後下方に伸びていき、結局、側脳室下角の前端部に達する (図 01-81)。
- ・ 脈絡野は側脳室を閉ざす薄い膜で、外胚葉性の構造物としては単層立方上皮である上皮性脈絡板のみで、その外を疎な間葉組織が裏打ちしている。この間葉組織の中に多数の血管が発生し、上皮性脈絡板を側脳室の中に隆起させる。これが側脳室脈絡叢である (図 01-82 を参照せよ)。
- ・ この側脳室脈絡野の外周を取り巻く外套の狭い領域が、アンモン隆起と呼ばれる特別の大脳皮質であり、そこから出る神経線維が脈絡板とアンモン隆起の間に集まって、脈絡板とともに弓形をえがいて走る繊維束となる。これが脳弓である。(終)



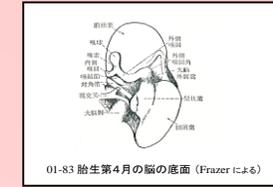
- ・ これは脈絡野・アンモン隆起および交連板の関係を示す模式図である。赤く着色した部分が脈絡野である。
- ・ 図 a は間脳と終脳を背側から見た図で、間脳の背側壁である第三脳室脈絡板が終脳室無対部の背側壁から左右に伸びて側脳室脈絡板に移行する状態が示されている。但し、側脳室脈絡板は図 b のように垂直位をとっている。この側脳室脈絡板は大腦核丘と間脳(視床)の接着面の外周に沿って、始め後方、ついで後下方に伸びて、側脳室下角の前端にまで達する(図 c)。
- ・ 図 c は図 a の c---c' で切断した断面である。ただし、この断面で切断されているのは、視床と大腦核丘(神経節丘)の接着面と交連板のみであり、それ以外は大腦半球の内側面である。
- ・ 図 b は図 a の m---m' で正中矢状断し、更に b---b' で横断した図で、大腦核丘(GH)と間脳(D)が広く接着している状態が示されている。
- ・ 図 d は胎生第七月のヒトの胎児の状態を模式的に示したものである。
- ・ 第三脳室(側脳室無対部)の前を閉ざす終板は、左右の大腦半球が実質的に繋がっている唯一の場所である。従って、大腦半球が増大し、大腦皮質が大きく形成されると、左右の大腦半球を結ぶ交連繊維がここに集中してくる。室間孔の前縁をなす終板の上半部を交連板といい、先ず左右の嗅脳を連ねる繊維が交連板の下部に現れる。大腦半球が大きくなり、左右の大腦半球を連ねる交連繊維が増えると、これらは交連板を押し広げて、前方、上方、および後方に伸びる大きな脳梁(Corpus callosum)を形成する。脳梁は大腦半球の増大につれて巨大となり、前方、次いで上方、更に後方に拡大する。しかし、間脳および中脳が正中部に位置するために、左右の側頭葉を結ぶ繊維は、脳梁の後端部に集中し、脳梁の後端部を膨大させる。これが脳梁膨大部である。(続く)



- ・ 半球胞の背内側を閉ざす外套の下端部で側脳室脈絡板の外周に接する部分は、軽度に膨れて、他の外套部から区別される領域となる。これをアンモン隆起(アンモン角)と言う(図 01-76 ~ 01-78, 01-82 を参照せよ)。
- ・ アンモン隆起においては、胚芽層から生じた神経細胞は 6 層構造を示さない特殊の皮質を形成する。この皮質は脈絡板に接する内帯と、その外周を囲む外帯とに分けられる。これらの皮質から出る神経線維は、アンモン隆起の内帯と側脳室脈絡板の移行部に集まり、脈絡板の外周に沿って走る繊維束を形成する。これが脳弓(Fornix)である。脳弓は海馬采(Fimbria hippocampi)として側脳室下角に始まり、脈絡板の外周およびアンモン隆起に沿って、先ず後上方に、ついで前方に進んで室間孔の前上縁に達し、ここで脈絡板からもアンモン隆起からも離れて交連板に入り、室間孔の前縁に沿って下行して視床下部に進入し、視床下部の中を後方に進んで乳頭体に達する。
- ・ 胎生第四月の終り頃から、左右の大腦半球を結ぶ交連繊維の増加によって脳梁が急速に増大する。この際、脳梁は脳弓とアンモン隆起の間に割り込み、両者を分離しながら後方に進んで行く。そのために脳梁が形成される範囲では、アンモン隆起は内帯も外帯も極度に退化し、脳梁の背側面における脳梁灰白層および脳梁縦条として痕跡を留めるのみとなる。しかし脳梁の進入を受けない側頭葉および後頭葉の範囲では、アンモン隆起はよく保存され、内帯は歯状回(Gyrus dentatus)および小帯回(Gyrus fasciolaris)となり、外帯は海馬(狭義)および海馬旁回(Gyrus parahippocampalis)となる。また脳梁の前下部では、脳梁灰白層に続く内帯は、終板旁回(Gyrus paraterminalis)として半球の腹側面に伸びていき、嗅野の対角帯(Diagonalband, Broca)となる(図 01-83 を参照せよ)。
- ・ 嗅野、アンモン隆起、および側頭葉の海馬、海馬旁回などは、嗅覚と深い関係を持つ脳部で、ヒトでは退化的であるが、ネズミ、ウサギ、イヌ、ネコなどでは発育がよく、強大な脳部となっている。(終)



- ・ これは内包の形成による大脳核丘の分割と、視床の増大に伴う側脳室脈絡板の変化を示す模式図と写真である。
- ・ 図 a の左半分は内包が形成されていないと仮定した図で、大きな大脳核丘はその内側面で間脳(視床と視床下部)の外側面と結合している。外套は側脳室の外側・上方・内側を囲んでおり、内側壁の下端部は軽度に膨れてアンモン隆起となっている。アンモン隆起の末端と大脳核丘の背内側端の間は側脳室脈絡板で閉ざされている。左右の大脳半球の間は、疎な間葉組織で満たされた空間で、半球間裂または大脳縦裂と呼ばれる。半球間裂の底は間脳の背側面にあたり、その正中部は第三脳室脈絡組織であるが、この部の間葉組織には特別の名前は付いていない。側脳室脈絡組織においても、第三脳室脈絡組織においても、上皮下の間葉組織の内部に微細な血管が多数発生し、これらが外胚葉上皮である脈絡板を脳室の中に突出させる。これが側脳室および第三脳室脈絡叢である。第三脳室では、脈絡板が間脳(視床)の実質に移行する部位を視床紐という。側脳室では脈絡板は脳弓の先端に付着する。この部を脳弓紐と言う。
- ・ 胎生第四月の経過中に大脳皮質から出て下位の脳部に行く神経線維が生じると、これらは大脳核丘を背外側から腹内方に貫通し、大脳核丘と間脳の接着面の下部を通して中脳の腹側表面に現れる。この強大な繊維野が内包であり、大脳核丘はこれによって側脳室に隆起する尾状核と腹外側の被殻に分割される。これが図 a の右半部である。
- ・ このような経過中に視床も急速に増大し、全体として背方および外方に拡大する。こうして視床の背側面が拡大すると、それまで大脳核丘と視床の接着部から始まっていた脈絡板の近位部が、視床の背側面の外側部を被って接着する。この部分を付着板といい、付着板から脈絡叢に移行する部位を脈絡紐という。大脳半球の強大な発育と視床の増大により、大脳縦裂が狭くなり、また大脳縦列の底で視床の背側面を被う空間が狭くなるために、これら各部の立体的な相互関係は非常に理解し難くなる。図 b はこれらの関係を、胎生第四月のヒトの胎児の脳で見たものである。



01-83 胎生第四月の脳の底面 (Frazerによる)

- これは胎生第四月のヒトの胎児の脳の底面である。嗅覚に関係する脳部は、ヒトでは発育が退化的であり、それ以外の脳部、特に大脳皮質の発育が巨大であるために、成人の脳ではその詳細を見るのが困難である。胎生第四月では、未だ大脳皮質およびこれに関係する諸構造が大きくないので、嗅覚に関係する諸構造を明瞭に見ることができる。
- 嗅脳は終脳のうちで嗅覚に関係した部分であり、爬虫類までの脊椎動物では、これが終脳の殆ど全部を占めている。哺乳類では他の終脳部、即ち、大脳皮質(新皮質)およびこれと関係する大脳核が巨大となるために、嗅脳は終脳全体からみると、ほんの一部を占めるに過ぎなくなる。
- 胎生第五週において、半球胞腹側面(底面)の前方の内側部(正中線の両側)において、大脳核丘の前方に続く部分が腹方に向って軽度に隆起し、半球胞の底面に前後方向に走る線状の高まりを作る。これを嗅葉(Lobus olfactorius)と言う。この高まりを半球胞の内面から見ると、嗅葉に一致して、側脳室の底に前後方向に走る溝が認められる。胎生第三月に入ると、嗅葉の前方部は管状となって半球胞の底から分離し、その前端部はやや膨大した盲端となって終わる。この膨大した前端部が嗅球(Bulbus olfactorius)となり、上鼻道の上壁の嗅上皮から出る嗅神経を受け取る。嗅球の壁はその胚芽層から生じる神経細胞によって埋められ、嗅球の後方に続く管状の部分の壁は嗅球の神経細胞から出て後方に走る神経線維によって埋められて、ともに充実性となる。この後方部が嗅索である。
- 嗅索の後端に続く嗅葉の後方部は、半球の底面に移行する。この部分は肥厚して嗅結節となる。これは完成した脳における嗅野または前鼻孔質と呼ばれる部分である。嗅結節の後方に続く半球底面は、大脳核丘の前端部の腹側面を被う部分であり、ここに梨状葉(Lobus pyriformis)と呼ばれる特殊な大脳皮質が形成される。梨状葉は前頭葉の腹側面から側頭葉前端部の腹内側面に広がり、前方から後方に向って、外側嗅回、疑回、半月回、および海馬回鉤などの各部に分化する。これらはヒトではいずれも退格的で、発生が進むと海馬回鉤以外の諸部は識別が困難になる。海馬回鉤の内部には、扁桃核が存在する。
- この図 01-83 で明らかなように、前頭葉腹側面(底面)の後部と側頭葉前端部の底面は、嗅覚に関係した諸構造によって緊密に結び付いている。



- ・ これは胎生第四月、第五月および第六月のヒトの胎児の脳の外観である。上段は外側面、下段は正中矢状断面である。
- ・ a では大脳半球の表面(外套の表面)は平滑で、未だ溝は観察されず、僅かに大脳外側陥凹(溝)が認められるのみである。大脳半球の内側面にも溝は認められない。
- ・ b では大脳外側溝がやや明瞭になり、その後腹方に後方から張り出してきた側頭葉が目立つ。小脳原基や延髄も大きくなっている。正中矢状断面で見ると、大脳半球の後端部にほぼ水平に後方に走る鳥距溝が認められる。大脳半球の腹側縁の前方部に、できたばかりの脳梁が細い弓形の線として認められる。また室間孔の上を後方に伸びる脳弓がかすかに認められる。中脳の四丘板が相対的に大きい。小脳原基では小脳溝が確認できる。
- ・ c では、大脳半球の外表面の大脳外側溝はますます深く著明になり、さらに大脳半球の上縁の中央部に中心溝(矢印)が認められるようになる。大脳半球の後部は後頭葉として後方に突出し、その腹側部が腹前方に伸びて側頭葉が著明となる。正中矢状断面では、室間孔の前から後上方に走る脳弓が大きく著明になり、更にそれ以上に左右の大脳半球を結ぶ脳梁が強大となっている。この脳梁を胎生第五月の脳梁と比べると、この1月間の脳梁の発育・増大は驚くべきものである。脳梁と脳弓の間は透明中隔で閉ざされている。小脳では小脳第一裂を始めとする小脳溝が認められる。橋底部の膨隆が著明になっている。大脳半球の内側面では後頭葉の鳥距溝と頭頂後頭溝、前頭葉と頭頂葉における帯状溝が認められるようになっている。この胎生第六月の胎児の脳の状態よりやや進んだ状態が、図 01-85 の c' の状態である。



- これは胎生第5月より第8月にわたるヒトの胎児の脳の外観である。図 b が前の図(01-84)の c にあたり、この図の c' は図 01-84 の c から1月進んだ状態で、大脳皮質の増大による大脳溝と大脳回の増加と、それに伴う脳梁と脳弓の増大が目立つ。胎生第8月の図 d においては、大脳溝と大脳回の状態は、およそ成体の状態に近似のものとなっている。



- ・ 側脳室を囲んでいる外套の内面には、他の脳部におけると同様に胚芽層が形成され、ここから幼若な神経細胞が表面に向かって送り出されて、細胞の疎な広い外套層ができ、更に表層には無細胞性の縁帯が識別される。胎生第二月の終り頃から外套層が厚くなると同時に、幼若な神経細胞が表面に向かって遊走を始め、狭い縁帯の直下に密集して、ここに細胞密度の高い表在性細胞層を形成する。これが大脳皮質の原基である。この皮質原基は、まず大脳核丘の腹外側部、即ち、後に島となる領域に出現し、ついで速やかに半球の外側壁、背側壁、前壁、後壁を経て内側壁に広がっていき、第三月の中頃になると側脳室を囲む全ての部分で認められるようになる。この皮質原基と胚芽層の間、即ち、元来の外套層には、皮質原基の幼若神経細胞から出る神経線維によって厚い神経線維層が形成される。この繊維層は他の脳部から皮質原基に到達する神経線維も加わるので、急速に厚くなる。これが皮質下髄質である。
- ・ 胚芽層においては、この間にも引き続いて活発な神経細胞の生産が行われており、生じた幼若神経細胞はこの厚い皮質下髄質を貫いて皮質原基に加わる。その結果、皮質原基は厚くなると同時に、細胞密度が著しく増大する。
- ・ 図 a は胎生第四月のヒトの胎児の外套の全層で、胚芽層、外套層、皮質下髄質、皮質原基、縁帯の全てが見られる(x 75)。この図の左上部の部分の拡大が図 b である(x 200)。図 a と b では、皮質原基の内部での分化は見られない。
- ・ 図 c は胎生第五月の皮質原基で、細胞密度が大きい外層と細胞の配列がやや疎な内層とが識別される。第五月に入ると、皮質原基の幼若神経細胞は頂点を脳の表面に向けた小型の錐体形の細胞になり、同時に細胞相互間の間隔が開いてくるので、皮質原基は全体として厚くなる。この際まず深部約 1/2 の範囲で分化が起こるので、細胞配列がやや疎な内層が識別されるようになるのである。
- ・ 第六月になると、この細胞分化は表層にも起こり、第 6 月の終り頃には、最表層の縁帯も含めて 6 層の層構造が認められるようになる(図 d)。
- ・ 以上の経過を分かりやすく模式化したのが、次の図 10-87 である。



- ・ 大脳皮質の組織発生は図 01-86 に示したように、幼若神経細胞が小さく、配列の範囲が比較的広いので、1枚の写真でその概略を図示することが困難である。この模式図は神経細胞の分化と配列の変化を示すために、かなりの強調と省略が行われている。
- ・ 図 a は外套の壁が胚芽層、外套層、縁帯の 3 層で構築されている状態である。側脳室に面する胚芽層の細胞の多くは、その自由表面に活発に動く繊毛を具えている。
- ・ 図 b では、縁帯の直下に幼若神経細胞が密集して皮質原基ができた状態であり、胚芽層と皮質原基の間には、細胞成分に乏しい、広い中間層が存在する。
- ・ 図 c では、皮質原基の内部で幼若神経細胞に形と配列の変化が起こり、細胞は頂点を外套の表面に向けた錐体形となり、細胞相互間の距離が開いてくる。これは先ず皮質原基の深部約 1/2 の範囲に起こり、皮質原基は細胞の密な外層と、細胞の配列がやや疎な内層が識別されるようになる。内層と外層の移行部では、細胞の配列が特に疎になる。皮質原基と胚芽層の間の中間層は、皮質原基の神経細胞から出る神経線維と、他の脳部から来る神経線維の増加によって、急速に厚くなる。
- ・ 図 d では、皮質原基の内部全体で細胞の配列が疎になり、細胞相互の間隔が開くために、今や大脳皮質と言うべき状態になった皮質原基の厚さは 1~2 mm となる。皮質そのものは、神経細胞を殆ど含まない最表層の縁帯(今や分子層と言う)の下に、小さい錐体形の細胞が密に配列した外顆粒層が続き、その下はやや大きい錐体形の細胞がやや疎に配列した層(外錐体層)となる。この層では外顆粒層に近い浅層では細胞は小さく、配列はやや密であるが、表面から遠ざかるにつれて細胞がやや大きくなり、その配列が疎になる。この層を外錐体層と言う。外錐体層の下には、再び小さい錐体形の細胞が密集した層が出現する。これを内顆粒層と言う。内顆粒層の下にはやや大きい錐体形の細胞が疎に配列した層が続く。(続く)



- ・ この層は大脳皮質の部位による変化が大きくて、ここに直径 $30\sim 50\mu\text{m}$ もある巨大な細胞が存在する領域もあるが、一般的には直径 $20\sim 30\mu\text{m}$ の錐体細胞が疎に散在する層である。この層を内錐体層と言う。内錐体層の下部、即ち、大脳皮質の最深部の層は、様々な形をした神経細胞が、特に一定の傾向無く、やや疎に配列した層で、多形細胞層と呼ばれる。
- ・ 図 e は胎生の末期で、大脳皮質がほぼ完成した時期の状態である。図 d で見た神経細胞の形と配列が一層明瞭となり、皮質の厚さは $3\sim 5\text{mm}$ に達する。
- ・ こうして大脳半球は、多数の溝(大脳溝)と、溝と溝との間の高まり(大脳回)とによって広大な面積を獲得し、その表面に大脳皮質という特別の細胞配列を示す構造を分化させ、総数 140 億個と言われる神経細胞を整然と収容しているのである。(終)



- ・ これはヒト(成人)の脳皮質のうちの代表的な三つの領域の細胞構築像を示す写真である。
- ・ b の Area 3 (中心後回、皮質知覚中枢)では 6 層構造が典型的に見られるが、a の Area 4 (中心前回、皮質運動中枢)では第四層が認められず、広い第三層が直接第五層に続いている。また第五層の中に巨大な錐体細胞が存在している。c の Area 17 (皮質視覚中枢)では第四層が非常に厚く、細胞の配列によって a, b, c の 3 亜層に分けられるが、第三層は狭く、第二層との区別が殆どつかない。また第五層は薄く、此処には大型の錐体細胞は稀にしか見られない。これに対して第六層は細胞密度がやや高いまとまった層を形成している。
- ・ このように、脳皮質(新皮質)は発生の過程において、一度は 6 層の細胞配列を示すが、その後の機能的分化に従って細胞構築像をさまざまに変化させる。