

■本資料のご利用にあたって(詳細は「利用条件」をご覧ください)

本資料には、著作権の制限に応じて次のようなマークを付しています。
本資料をご利用する際には、その定めるところに従ってください。

***** : 著作権が第三者に帰属する著作物であり、利用にあたっては、この第三者より直接承諾を得る必要があります。

CC : 著作権が第三者に帰属する第三者の著作物であるが、クリエイティブ・コモンズのライセンスのもとで利用できます。

 : パブリックドメインであり、著作権の制限なく利用できます。

なし : 上記のマークが付されていない場合は、著作権が東京大学及び東京大学の教員等に帰属します。無償で、非営利的かつ教育的な目的に限って、次の形で利用することを許諾します。

- I 複製及び複製物の頒布、譲渡、貸与
- II 上映
- III インターネット配信等の公衆送信
- IV 翻訳、編集、その他の変更
- V 本資料をもとに作成された二次的著作物についての I からIV

ご利用にあたっては、次のどちらかのクレジットを明記してください。

東京大学 UTokyo OCW 学術俯瞰講義
Copyright 2015, 多羽田哲也

The University of Tokyo / UTokyo OCW The Global Focus on Knowledge Lecture Series
Copyright 2015, Tetsuya Tabata

脳の科学

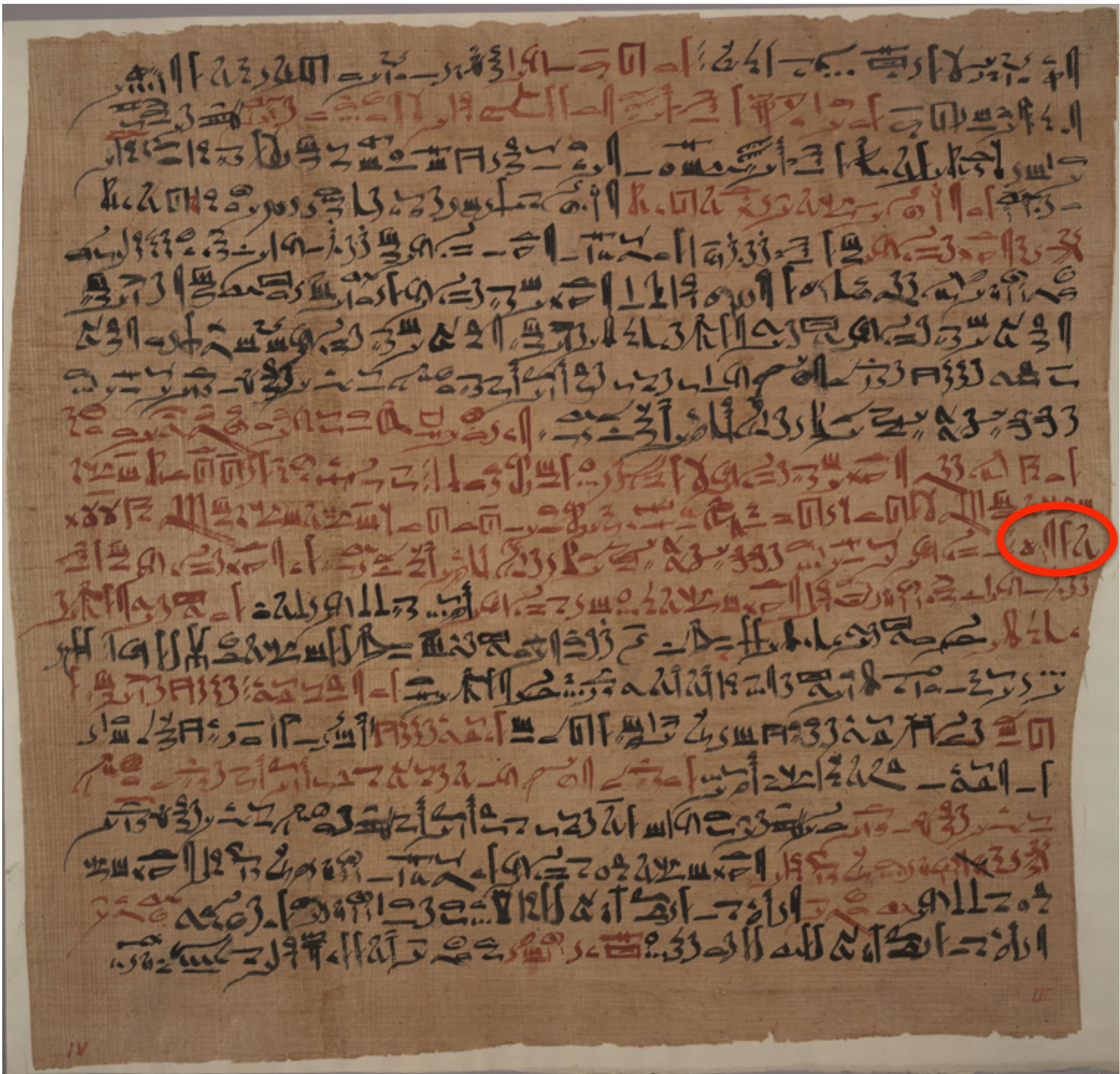
分生研 多羽田哲也

様々な対象を
様々な階層で
様々な方法によって

第1回	9/17	ブレイン・デコーディングとブレイン・マシン・インターフェース(1)	
第2回	9/24	ブレイン・デコーディングとブレイン・マシン・インターフェース(2)	神谷之康 (京都大学)
第3回	10/1	全脳・全身透明化から見えるものー個体システムの「時間」の理解に向けて	上田泰己 (医学部)
第4回	10/8	行動を変化させる分子と回路	飯野雄一 (理学部)
第5回	10/15	小さな脳を俯瞰する	多羽田哲也 (分生研)
第6回	10/22	細胞の活動を脳の中で生きたまま見て理解する	飯野正光 (医学部)
第7回	10/29	化学感覚のしくみと進化ーにおいやフェロモン信号の脳への入力	東原和成 (農学部)
第8回	11/5	情動と価値判断の神経基盤	榎本和生 (理学部)
第9回	11/12	計算神経科学ーモデルと解析	脳活動を表現する数式
第10回	11/19	計算神経科学ーモデルと解析	「学習」を表現する数式
第11回	11/26	虚記憶と実記憶ー神経細胞集団による情報の符号化	井ノ口馨 (富山大学)
第12回	12/3	脳と心	大木研一 (九州大学)
第13回	12/10	哲学と生物学をシームレスにつなぐ	戸田山和久 (名古屋大学)

17th century BC

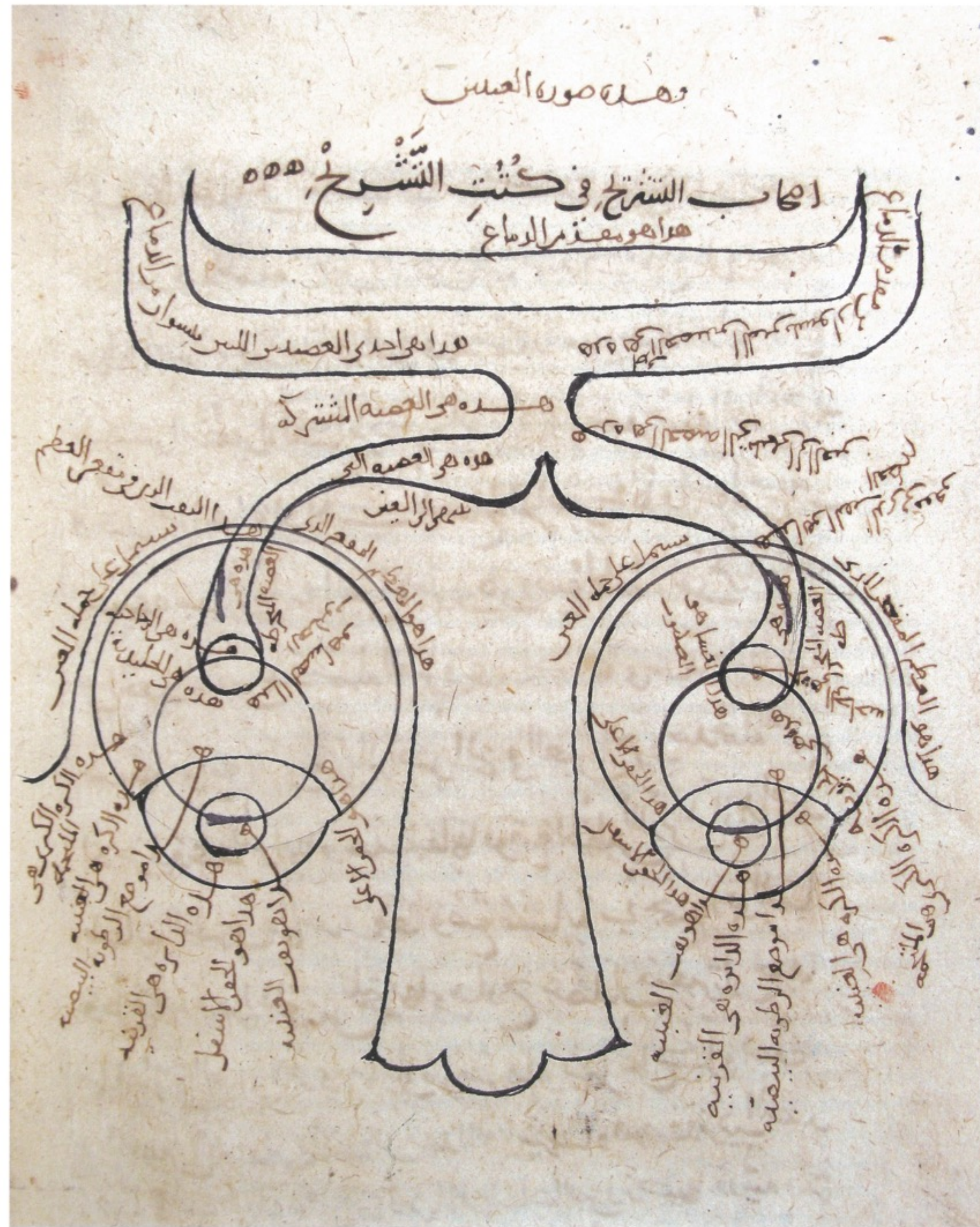
Brain



* Credit: The National Library of Medicine (NLM)

Brain

最古の神経系の図



Anonymous, Saxony
[44]

脳は心臓から出る過剰な熱を吸い上げて出す冷却装置
心臓こそが理性的な魂の仕事場
アリストテレス



Antonii Andreae expositiones
secundum Johannem Duns Scotum
compositae, inuniversalia
Porphyrii Hondii positio de
formalitatibus [u.a.], 1441,
Bayerische Staats Bibliothek, BSB
CIm 5961, Image 2
[http://daten.digitaler-
sammlungen.de/bsb00041677/
image_2](http://daten.digitaler-sammlungen.de/bsb00041677/image_2)
CC BY-NC-SA 4.0

Robert Fludd
1621

Mundus Intellectualis
心と宇宙



Credit: Wellcome Library, London
CC BY 4.0
[http://wellcomeimages.org/
indexplus/image/L0061088.html](http://wellcomeimages.org/indexplus/image/L0061088.html)

著作権の都合上
ここに挿入されていた画像を
削除しました

映画『インサイド・ヘッド』
(ディズニー／ピクサー、2015年)
日本版ポスター
[http://www.allcinema.net/prog/
image_large.php?i=351369](http://www.allcinema.net/prog/image_large.php?i=351369)

海馬

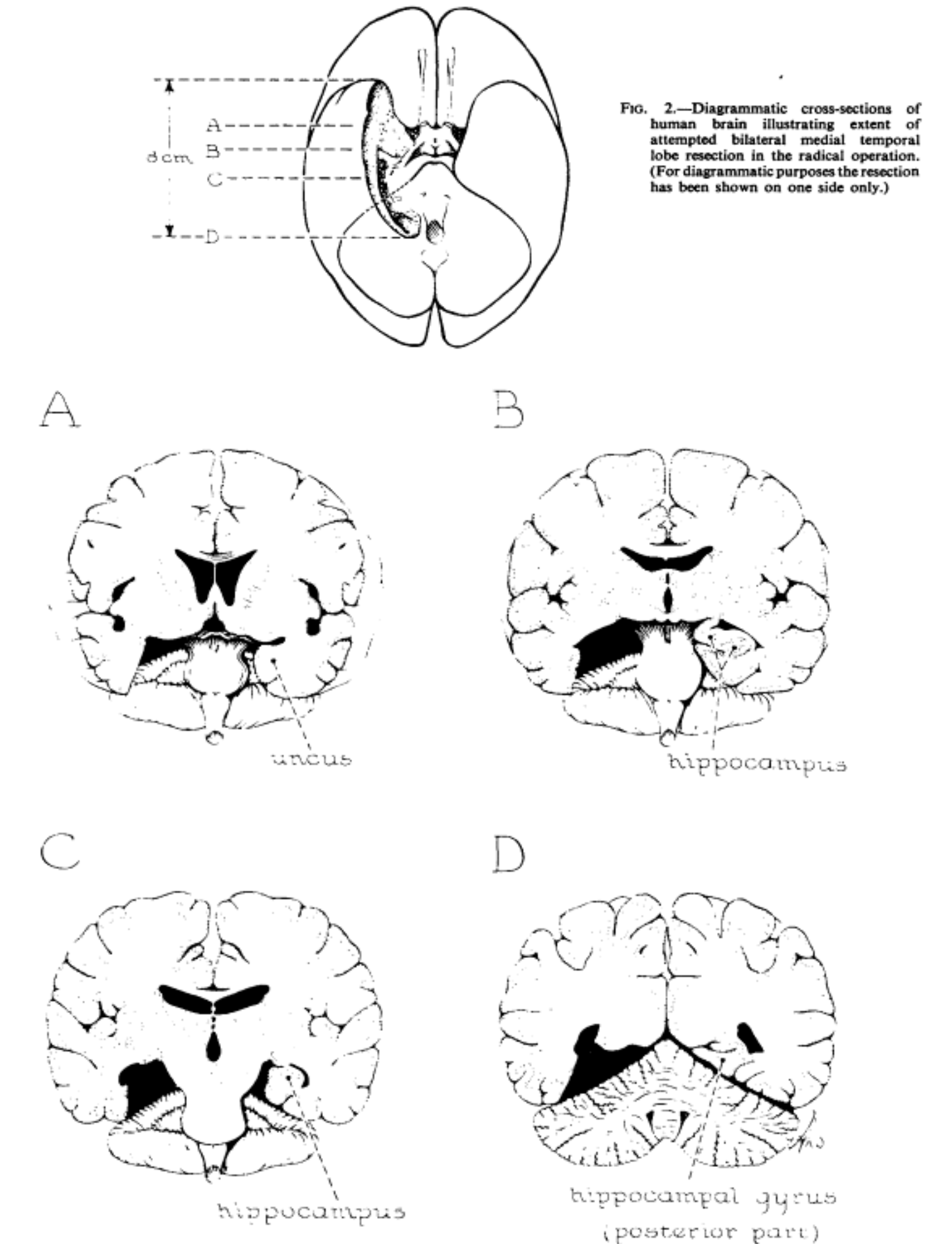
LOSS OF RECENT MEMORY AFTER BILATERAL HIPPOCAMPAL LESIONS

By William Beecher Scoville and Brenda Milner

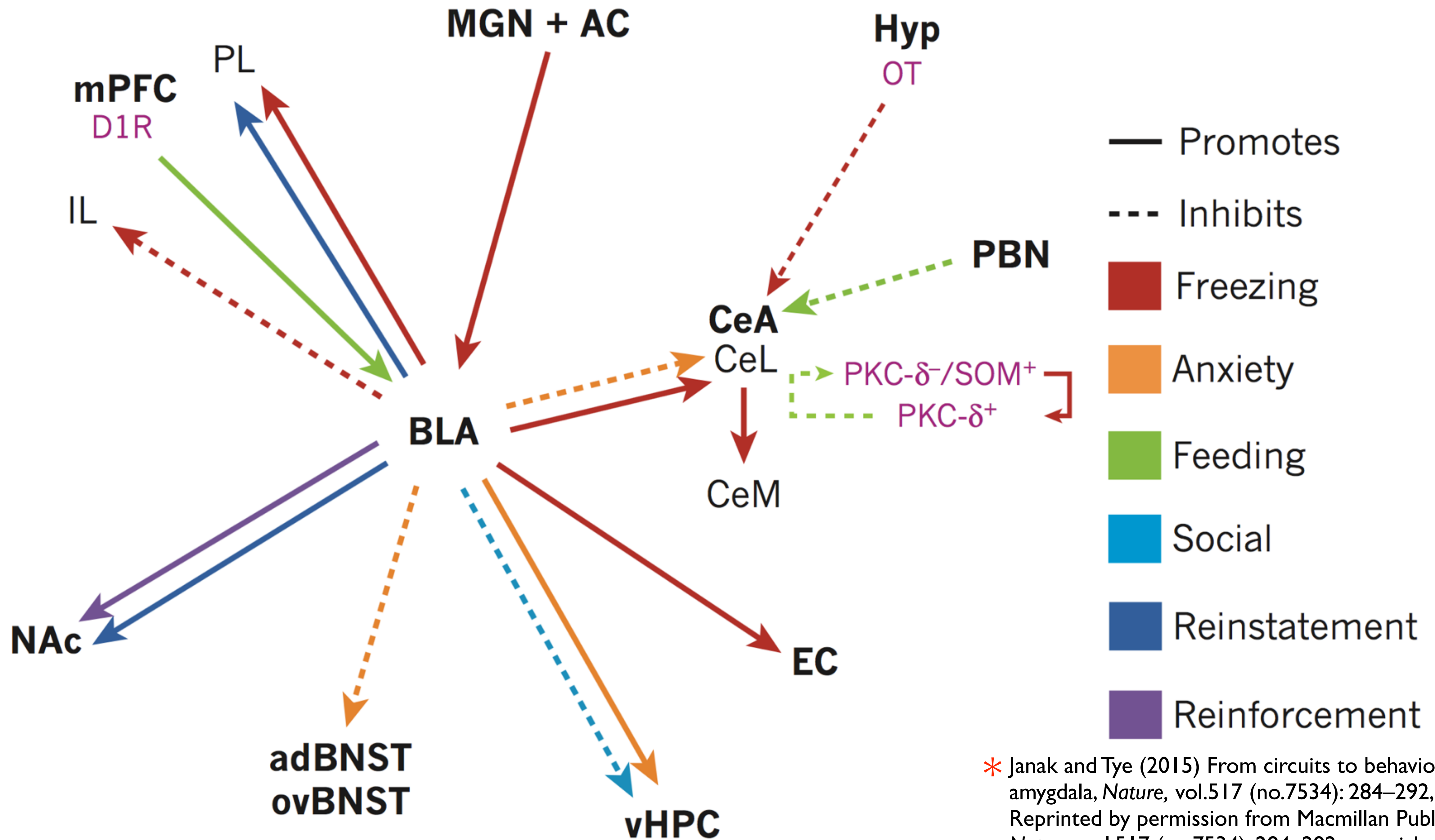
Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry,
vol.20, 1957 pp.11–21

Henry Gustav Molaison

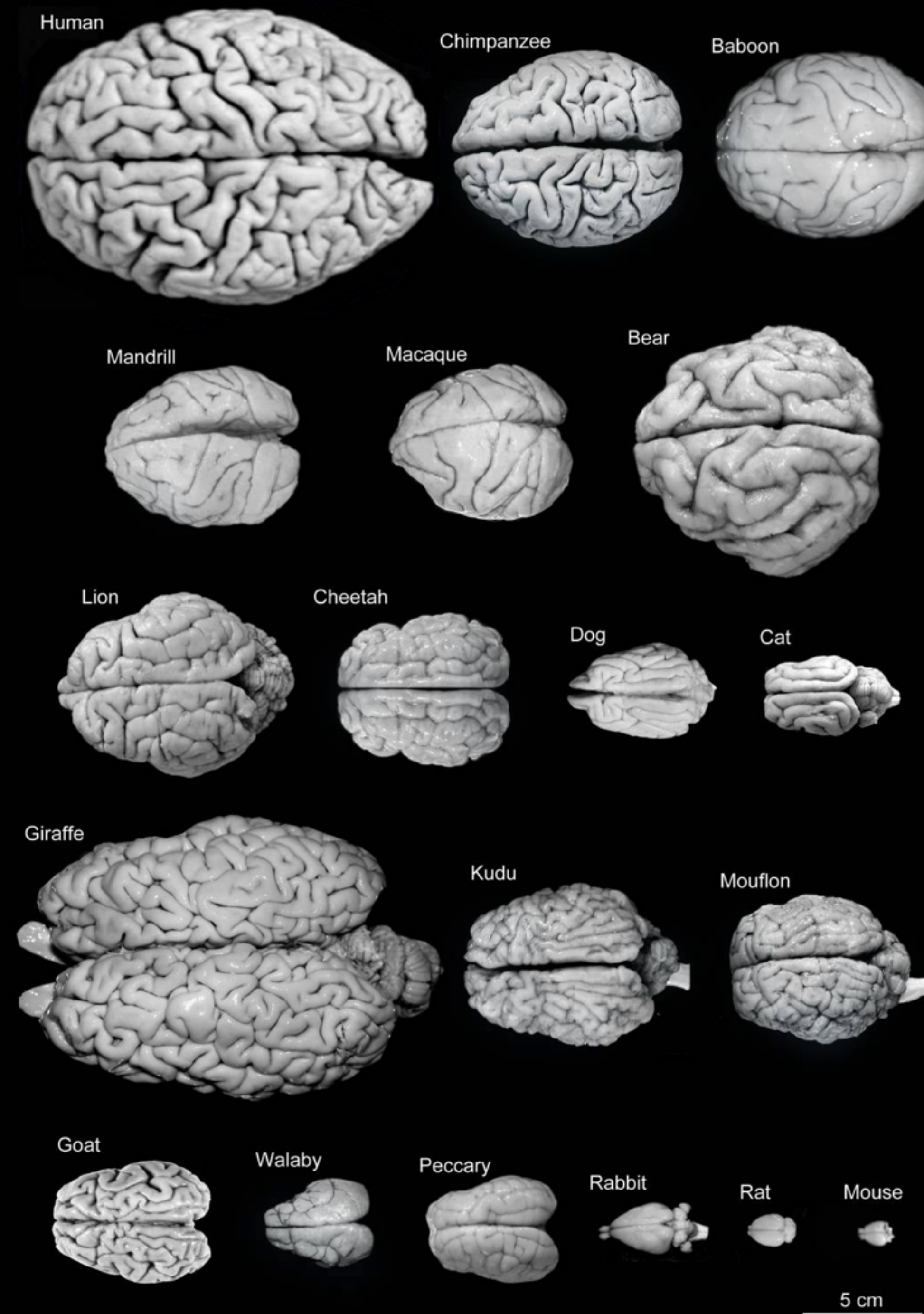
(February 26, 1926 – December 2, 2008), previously known as **H.M.**



* Reproduced from *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, by William Beecher Scoville and Brenda Milner, vol.20, pp.11–21, 1957, with permission from BMJ Publishing Group Ltd.



* Janak and Tye (2015) From circuits to behaviour in the amygdala, *Nature*, vol.517 (no.7534): 284–292, p.287 Fig.3
 Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd: *Nature*, vol.517 (no.7534), 284–292, copyright 2015



Javier DeFelipe (2011) The evolution of the brain, the human nature of cortical circuits, and intellectual creativity, *Frontiers in Neuroanatomy* 5, (Article 29), 16 May 2011, p.7 Fig.7
<http://dx.doi.org/10.3389/fnana.2011.00029>
 CC BY 4.0 Copyright 2011 DeFelipe

都合により
ここに挿入されていた画像を
削除しました

Brain images (Colonal section through middle of brain) of:
"Human (*Homo sapiens*)",
"Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*)",
"Lion (*Panthera leo*)",
"Common Chimpanzee (*Pan troglodytes*)",
"Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*)",
"Polar Bear (*Ursus maritimus*)",
"Domestic Cat (*Felis catus*)",
"European (Domestic) Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*)",

"House Mouse (*Mus musculus*)",
"Burchell's Zebra (*Equus burchellii*)",
"Goat (Domestic) (*Capra hircus domestica*)",
"California Sealion (*Zalophus californianus*)",
"Common Squirrel Monkey (*Saimiri sciureus*)",
"Rhesus Monkey (*Macaca mulatta*)"

<http://www.brainmuseum.org/Specimens/index.html>



mouse brain by courtesy of Yuki Imaizumi and Yukio Goto

脳神経細胞

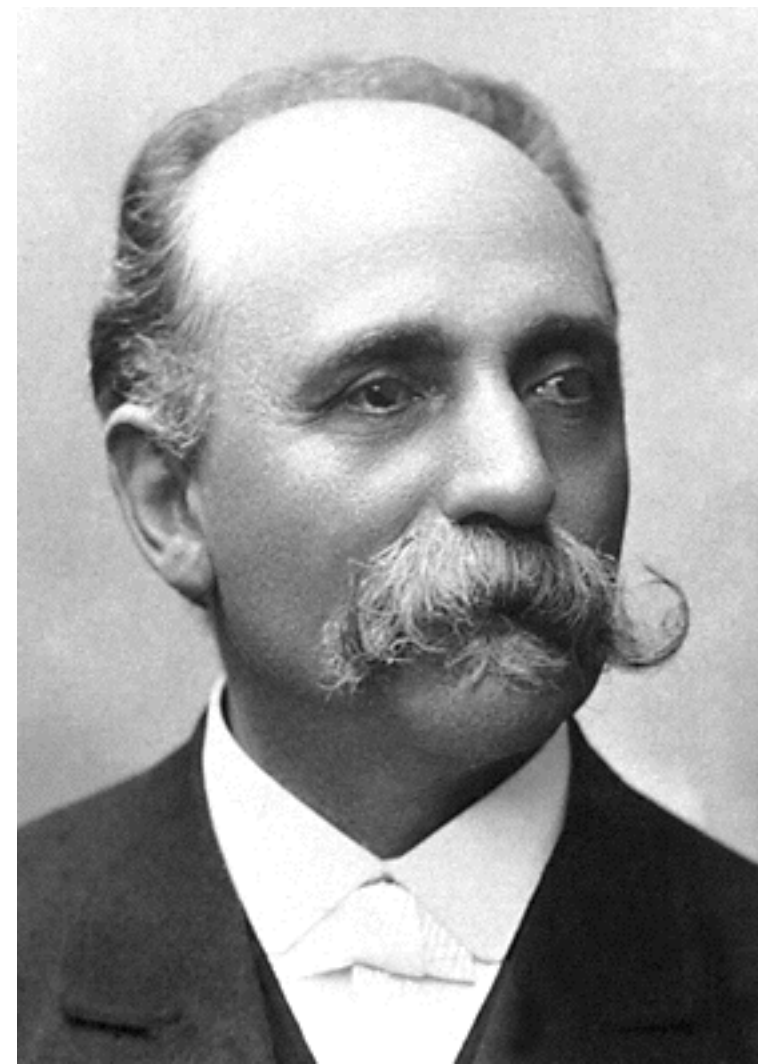
ヒト	100,000,000,000 ^{a)}
サル (マカク)	6,400,000,000 ^{a)}
ラット	200,000,000 ^{b)}
マウス	70,000,000 ^{b)}

シヨウジヨウバエ	100,000 ^{c)}
----------	-----------------------

線虫	302 ^{d)}
----	-------------------

a) [Proc Natl Acad Sci U S A](#). 2007 Feb 27;104(9):3562–7
b) [Proc Natl Acad Sci U S A](#). 2006 Aug 8;103(32):12138–43.
c) [Curr Biol](#). 2013 Apr 22;23(8):644–55.
d) *Philosophical Transactions of the Royal Society of London - Series B: Biological Sciences*, 314, 1–340.

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1906

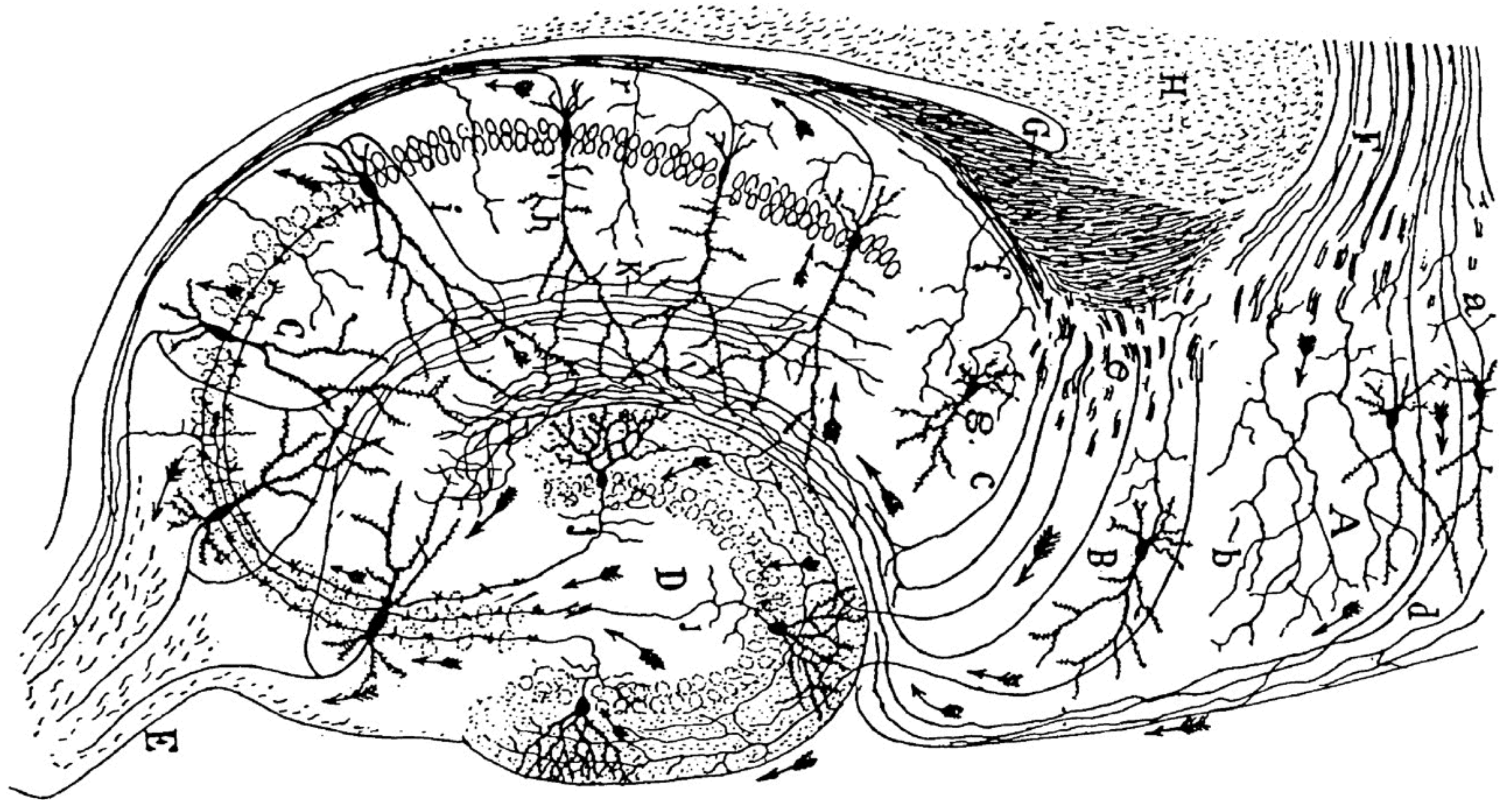


Camillo Golgi

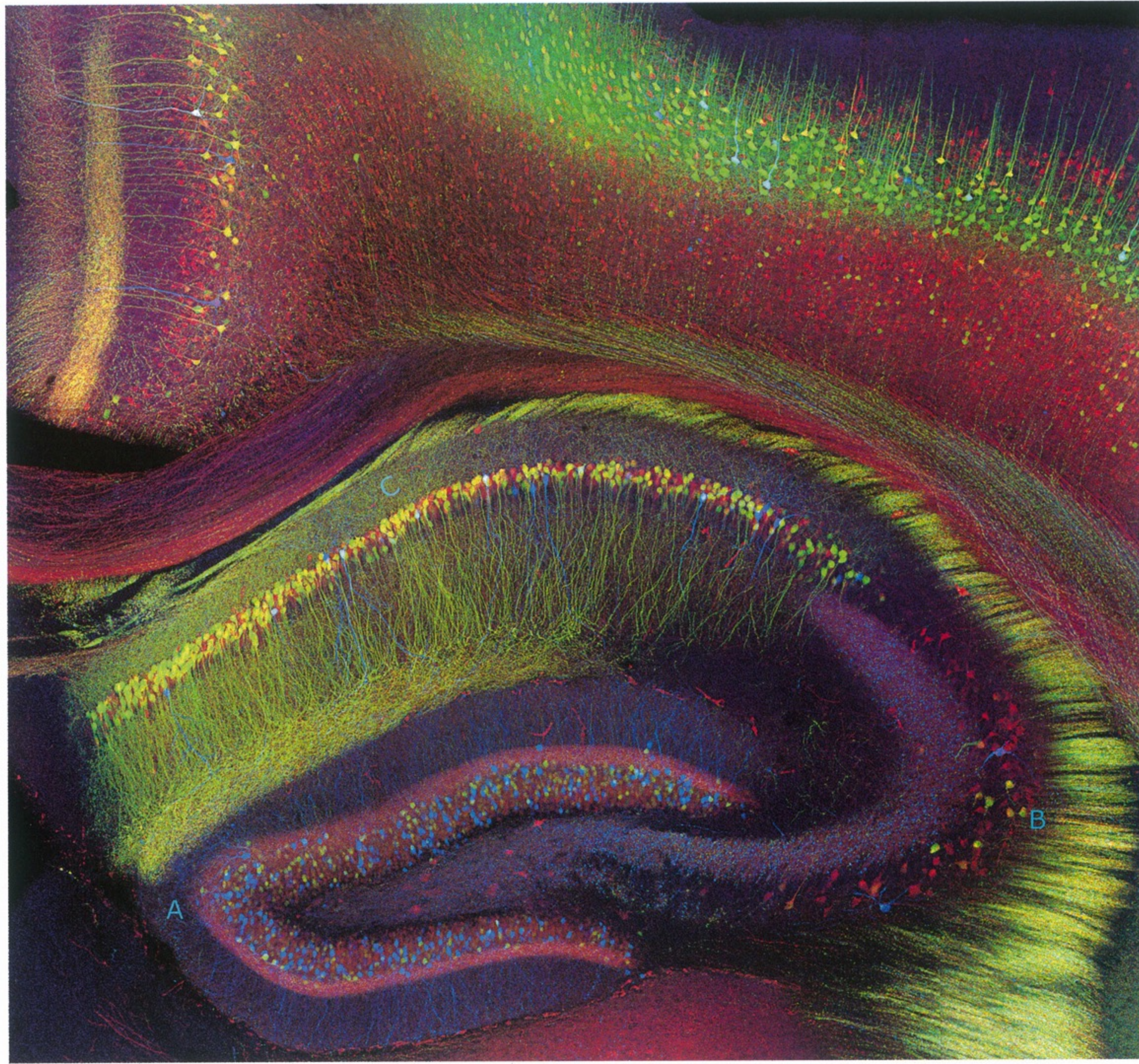


Santiago Ramón y Cajal

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1906 was awarded jointly to Camillo Golgi and Santiago Ramón y Cajal "in recognition of their work on the structure of the nervous system"



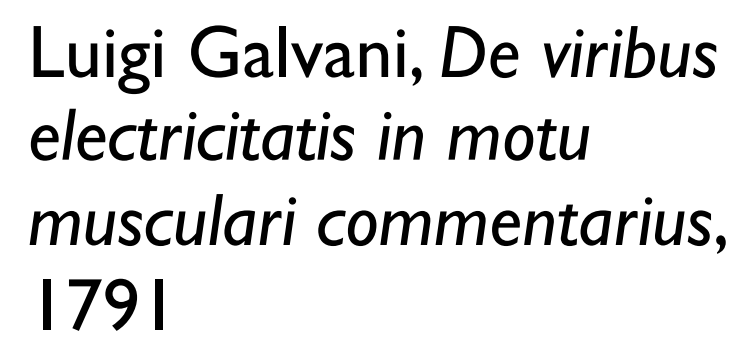
© Santiago Ramón y Cajal, *Histologie du système nerveux de l'homme & des vertébrés*, 2 vols., Paris: A. Maloine, 1911



*

Image by Tamily
Weissman with
Jeff Lichtman and
Joshua Sanes

電気生理学



MEASUREMENT OF CURRENT-VOLTAGE RELATIONS IN THE MEMBRANE OF THE GIANT AXON OF *LOLIGO*

By A. L. Hodgkin, A. F. Huxley, and B. Katz

The Journal of Physiology 116(4):424–448

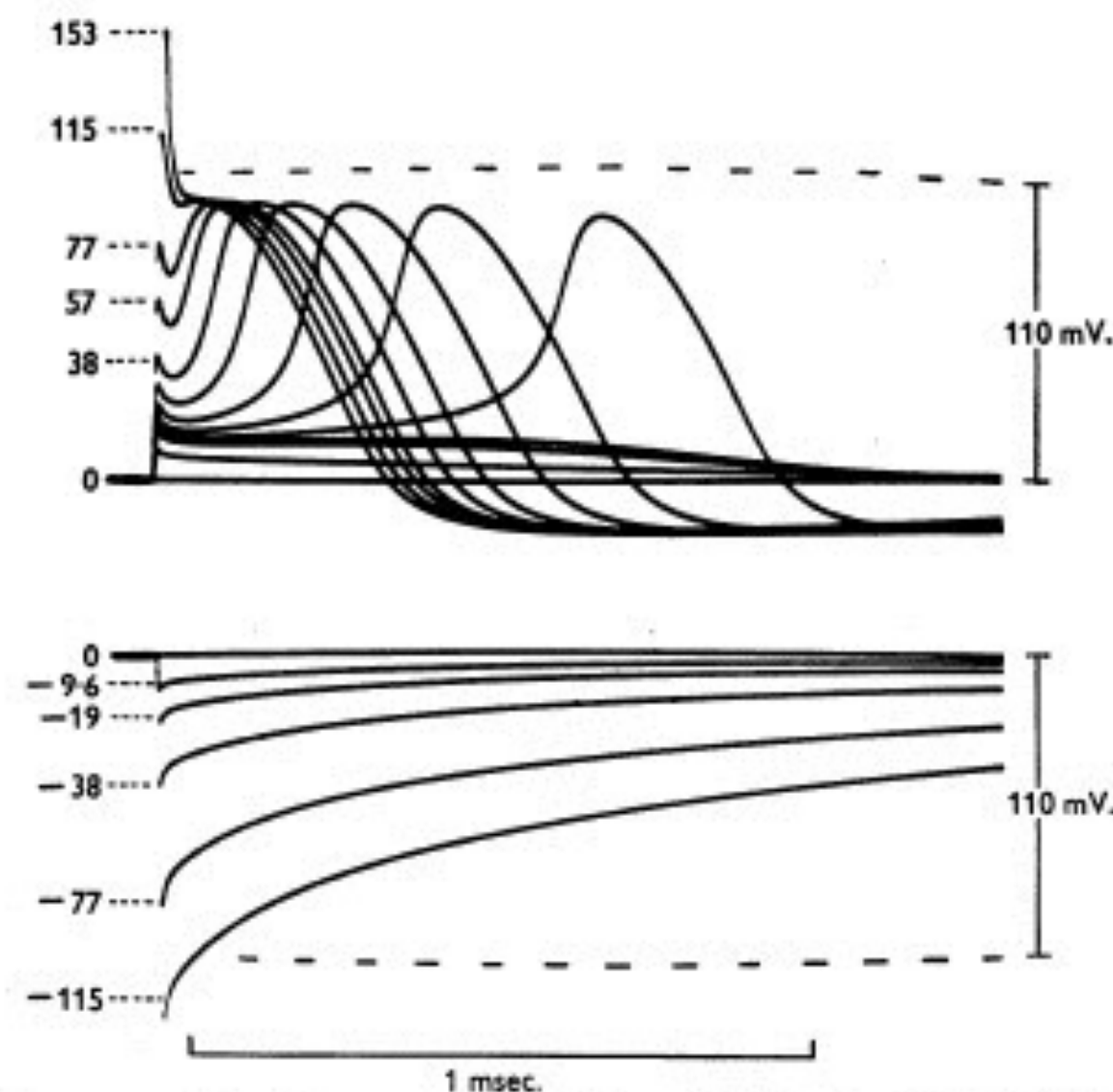
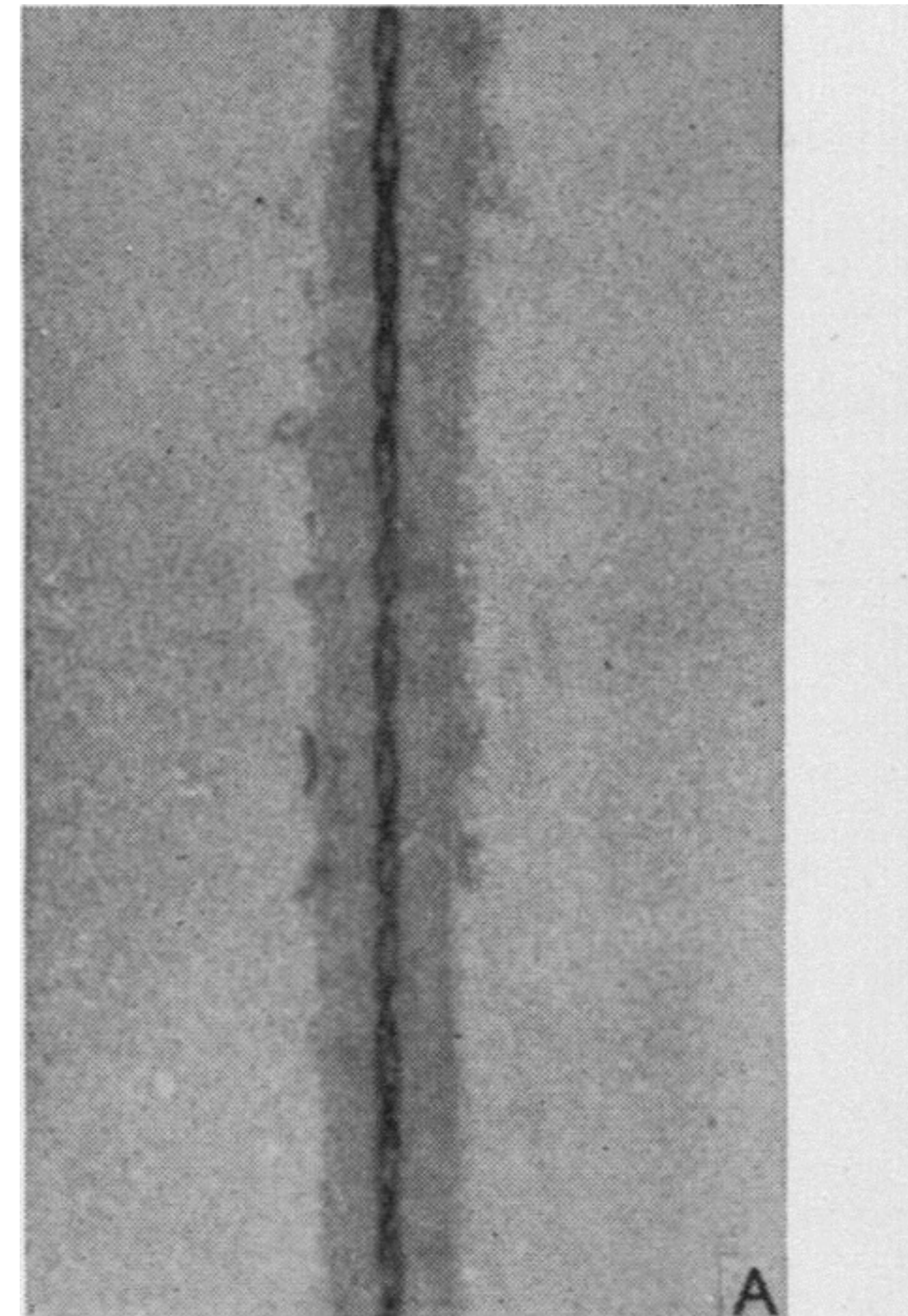


Fig. 8. Time course of membrane potential following a short shock at 23° C. Depolarizations shown upwards. Axon 18. The numbers attached to the curves give the strength of shock in $\mu\text{C}/\text{cm}^2$. Shock strengths for unlabelled curves are 29, 23, 19.2, 17.3, 16.7, 15.3, 9.6.

*

Hodgkin et al. (1952)
Measurement of current-voltage relations in the membrane of the giant axon of *Loligo*, *The Journal of Physiology* 116(4):424–448, p.433 Fig.8
DOI: 10.1113/jphysiol.1952.sp004716

Hodgkin et al. (1952) Measurement of current-voltage relations in the membrane of the giant axon of *Loligo*, *The Journal of Physiology* 116(4):424–448, p.429 Fig.5A
* DOI: 10.1113/jphysiol.1952.sp004716



fly1

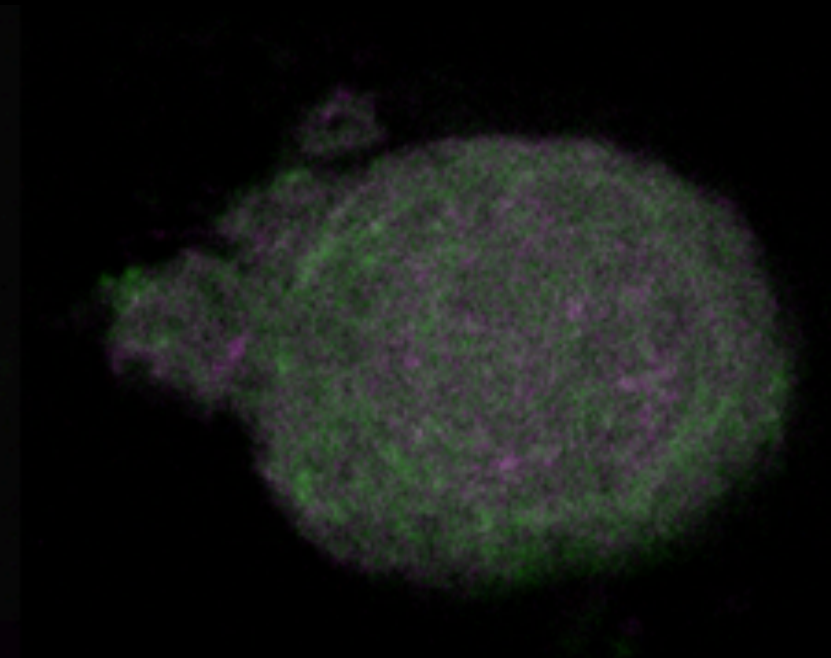
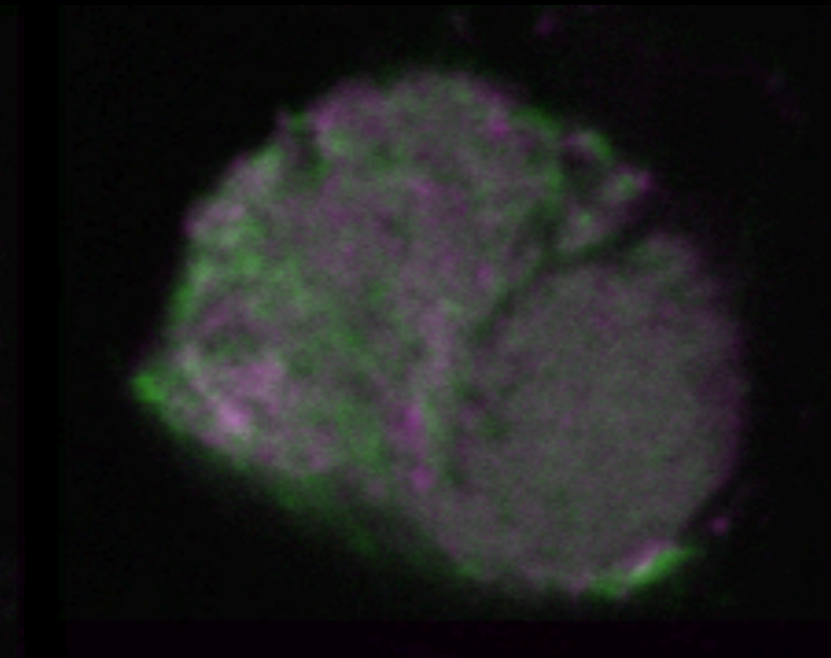
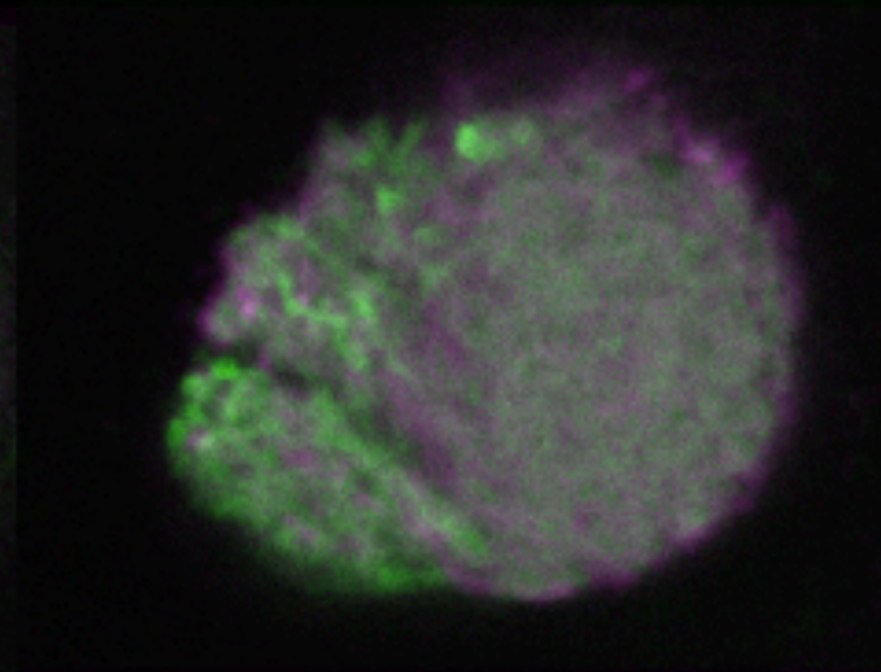
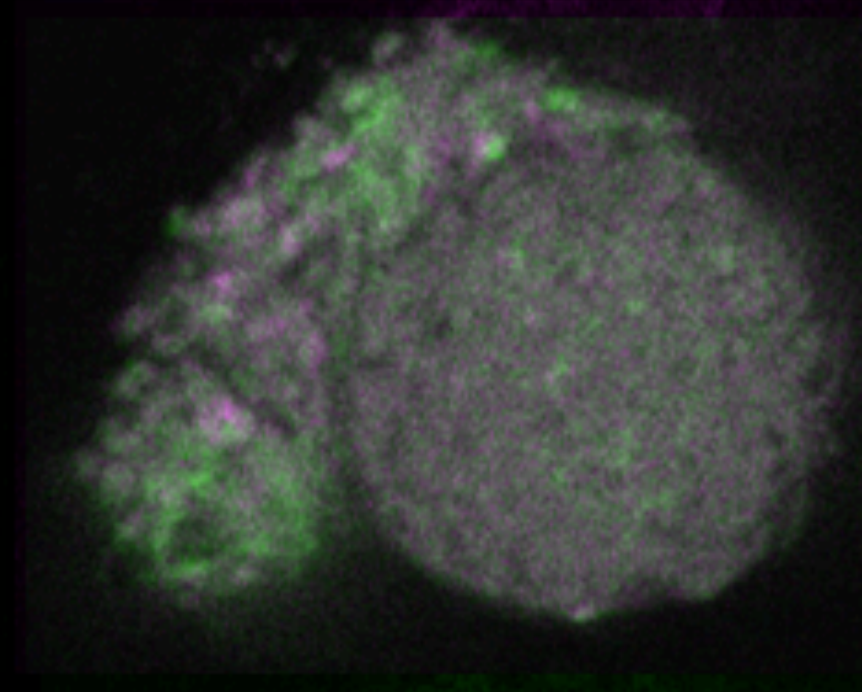
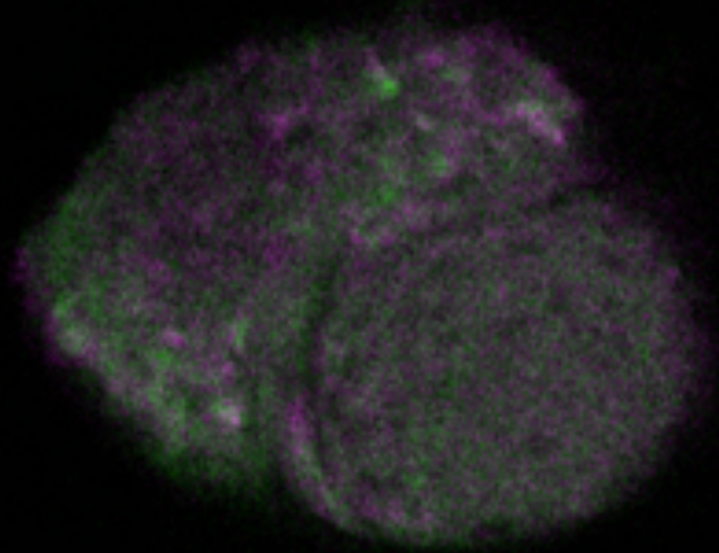
fly2

fly3

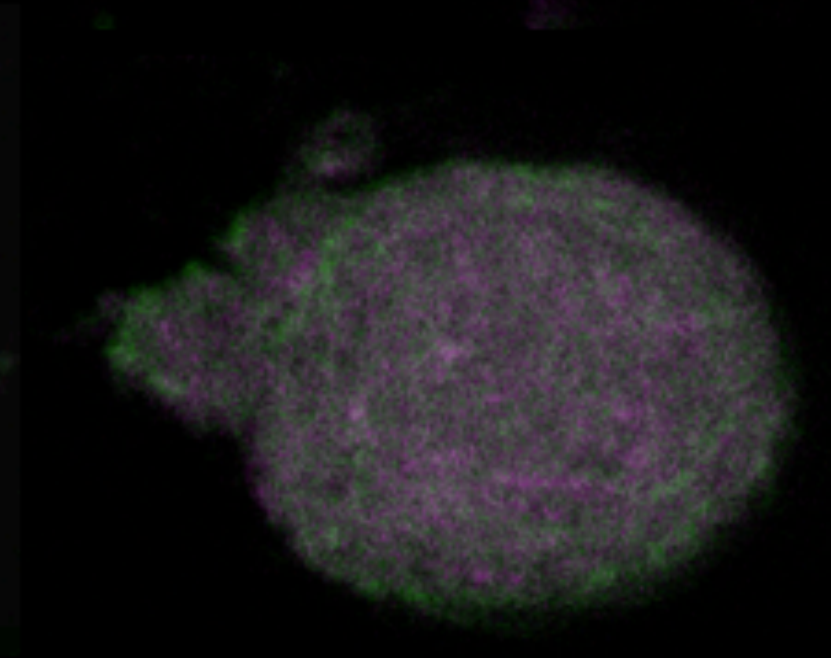
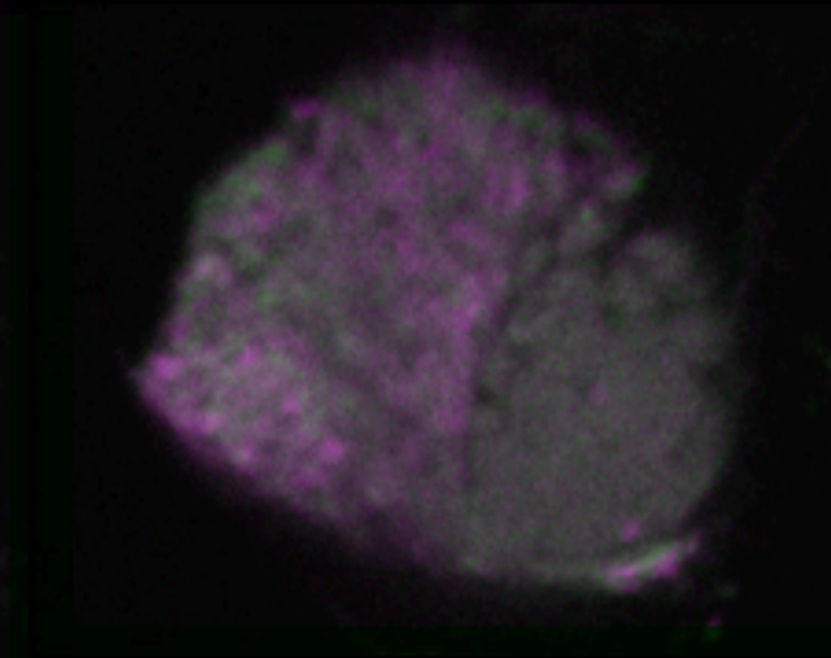
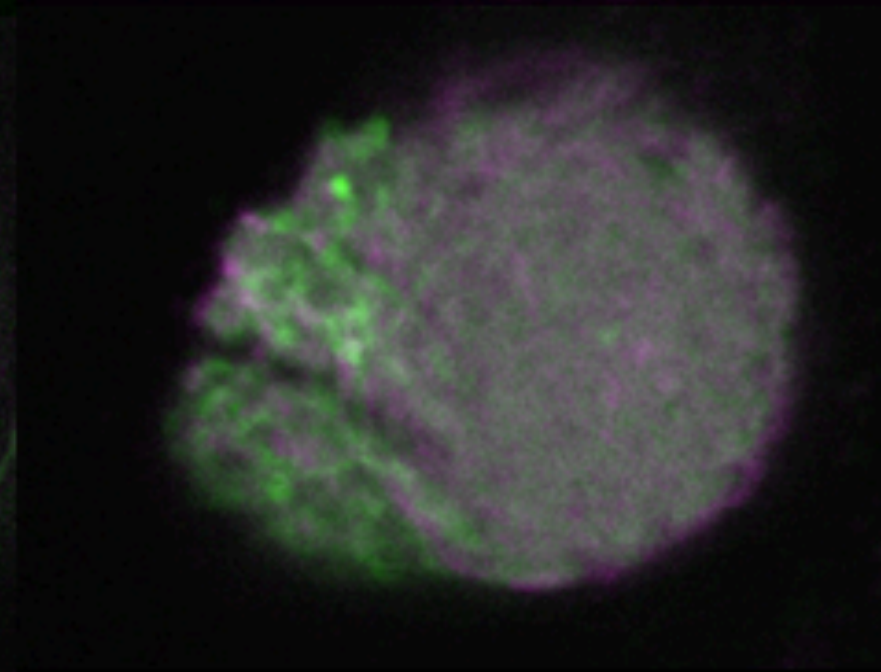
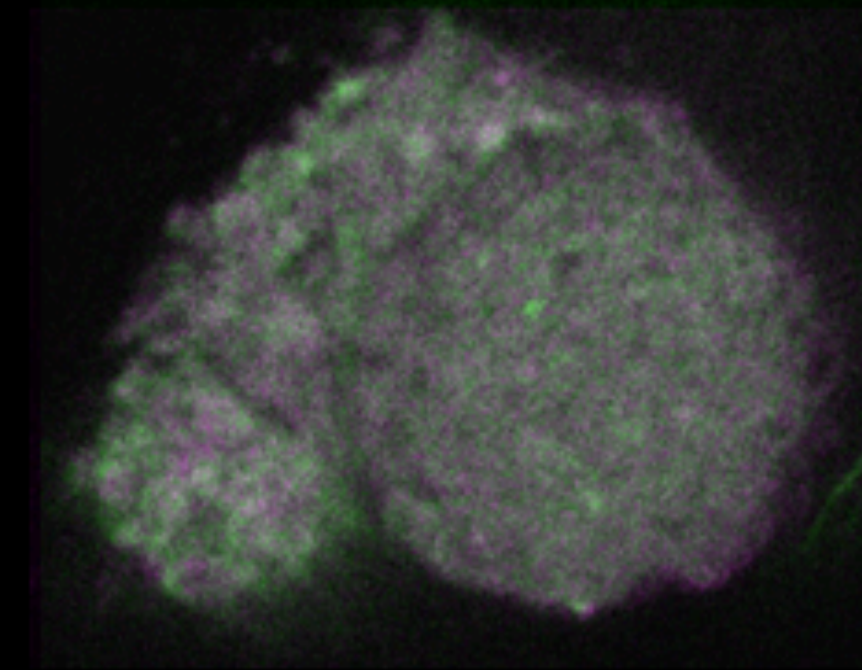
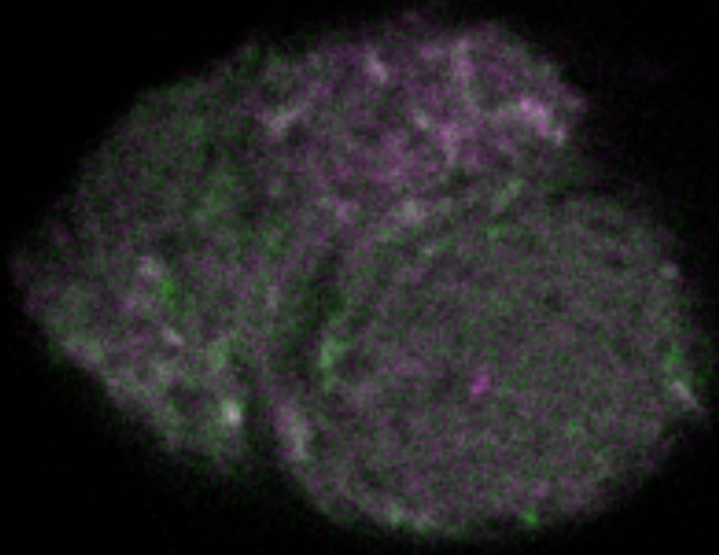
fly4

fly5

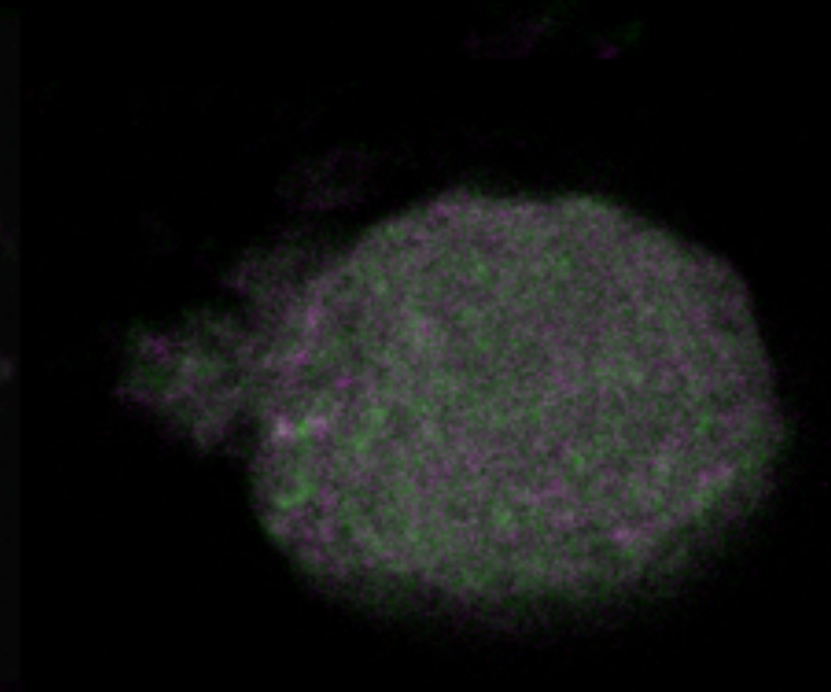
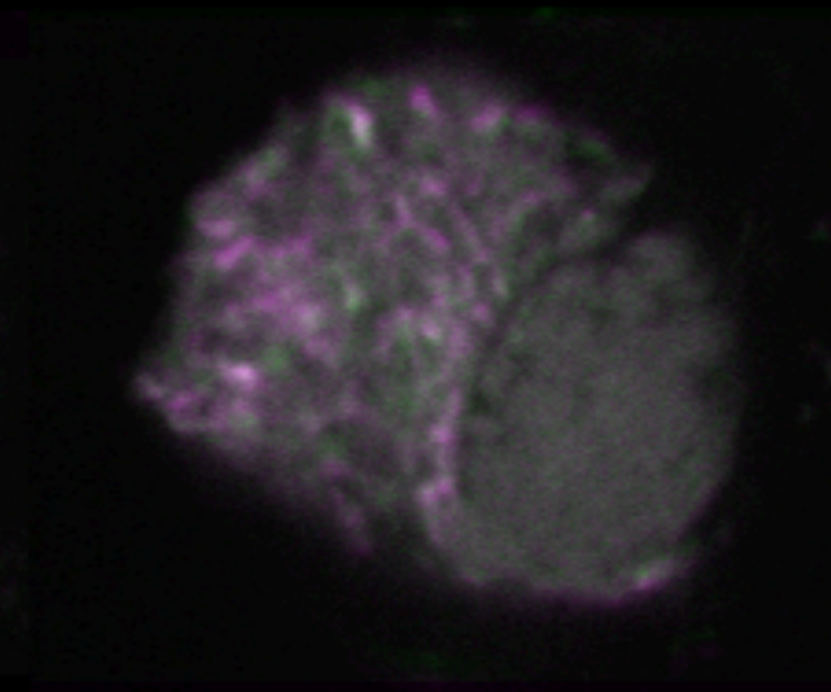
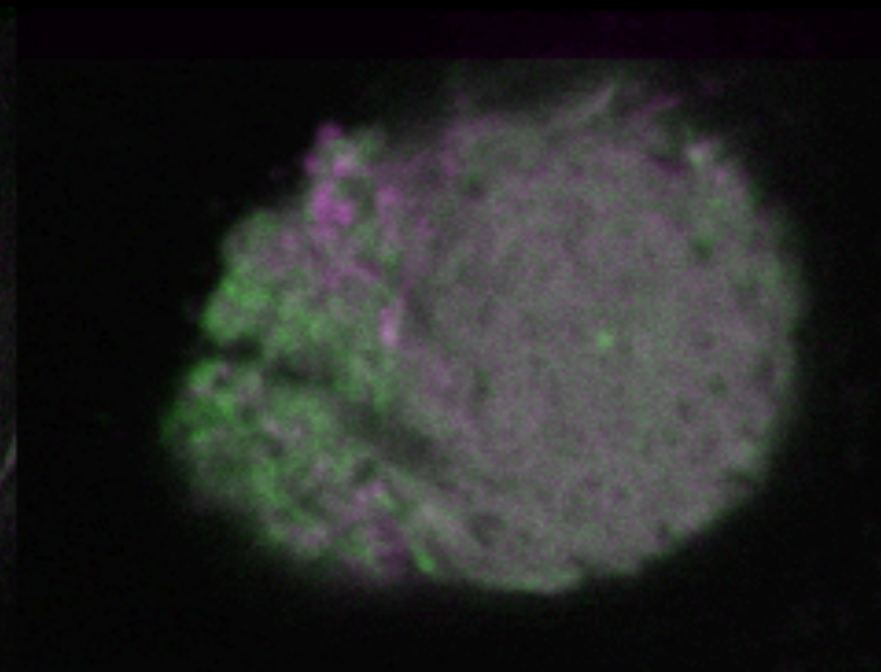
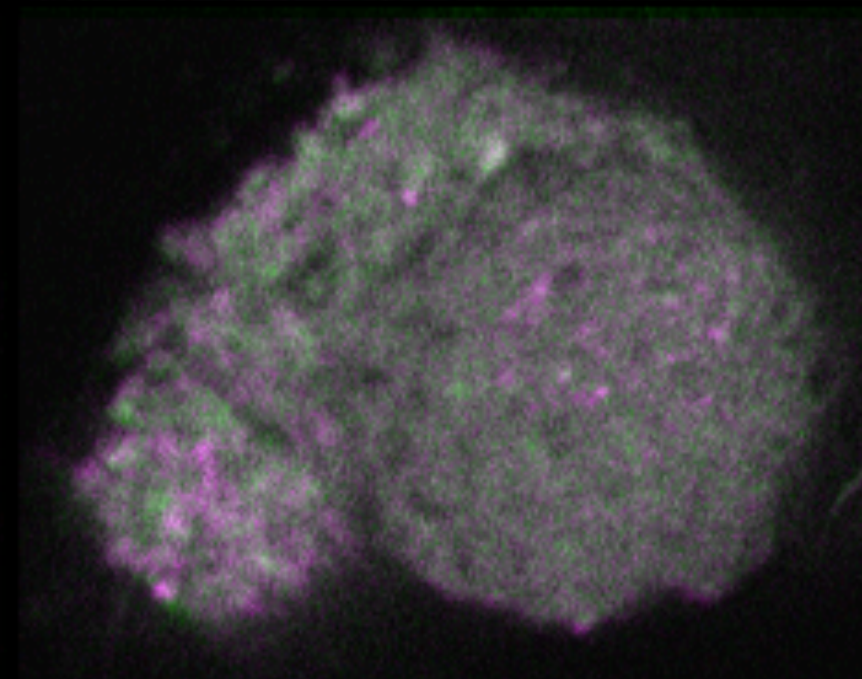
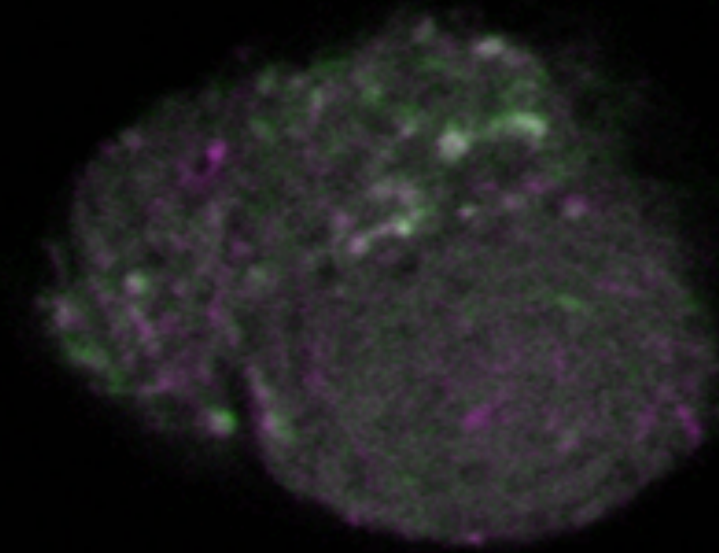
1st



2nd



3rd



300ms / frame, 7f/s

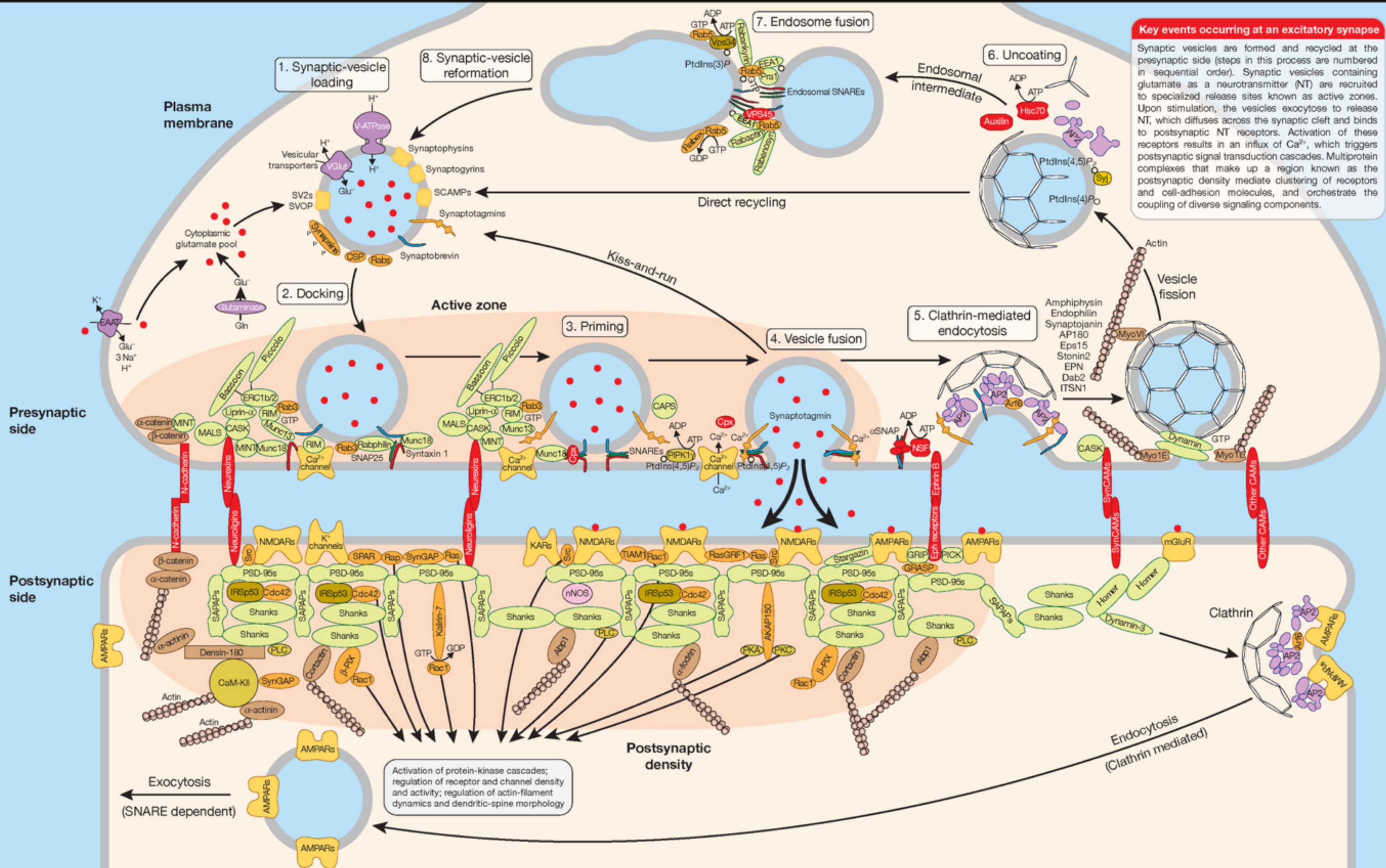
MCH

Oct

* 廣井誠氏・阿部崇志氏提供

The Architecture of an Excitatory Synapse

John J. E. Chua, Stefan Kindler, Janina Boyken and Reinhard Jahn



Abbreviations: Abp1, actin-binding protein 1; AKAP, A-kinase anchoring protein; AMPAR, α -amino-3-hydroxy-5-methylisoxazole-4-propionate-type glutamate receptor; AP180, assembly protein 180; AP2, adaptor-related protein complex 2; Arf6, ADP-ribosylation factor 6; α -SNAP, α -soluble NSF attachment protein; β -PIX, PAK-interacting exchange factor- β ; CaM-KII, Ca^{2+} /calmodulin-dependent protein kinase II; CAM, cell-adhesion molecule; CAPS, calcium-dependent activator protein for secretion; CASK, calcium/calmodulin-dependent serine protein kinase; Cpx, complexin; CSP, cysteine string protein; Dab2, disabled homolog 2 (*Drosophila*); EAAT, excitatory amino acid transporter; EEA1, early endosome antigen 1; Eph, ephrin; EPN, epsin; Eps15, epidermal growth factor receptor pathway substrate 15; ERC1b/2, ELKS/Rab6-interacting/CST family member 1b/2; GAP, GTPase-activating protein; GEF, GTP-exchange factor; Glu, glutamine; Glu $^-$, glutamate; GRASP, GRIP-associated protein; GRIP, Glu $^-$

receptor-binding protein; Hsc70, heat shock cognate protein 70; IRSp53, insulin receptor substrate p53; ITS1, intersectin 1; K^+ channel, shaker-type K^+ channel; KAR, kainate-type Glu $^-$ receptor; MALS, mammalian Unc-18 homolog; Myo, myosin; NMDAR, N-methyl-D-aspartate-type glutamate receptor; nNOS, neuronal nitric oxide synthase; NSF, N-ethylmaleimide-sensitive fusion protein; PICK, protein interacting with C kinase; PIPK1 γ , phosphatidylinositol-4-phosphate 5-kinase 1 γ ; PKA, cyclic AMP-dependent protein kinase; PKC, protein kinase C; PLC, phospholipase C; Pra1, prenylated Rab acceptor 1; PSD-95, postsynaptic density protein of 95 kDa; PtdIns(3)P, phosphatidylinositol 3-phosphate; PtdIns(4)P, PtdIns(4)P; PtdIns(4,5)P $_2$, PtdIns(4,5)-bisphosphate; Rab, Ras-related in brain (member RAS oncogene family); Rabex, Rab5 GDP/GTP exchange factor; Rac1, Rho family, small

GTP binding protein Rac1; Rap, Ras-related protein Rap; RasGRF1, Ras-guanine nucleotide-releasing factor 1; RIM, Rab3-interacting molecule; SAPAP, SAP90/PSD-95-associated protein; SCAMP, secretory carrier-associated membrane protein; Shank, SH3 domain and ankyrin repeat protein; SNAP25, synaptosomal-associated protein 25; SNARE, soluble NSF attachment protein receptor; SPAR, spine-associated RapGAP; SV2, synaptic vesicle glycoprotein 2; SVOP, SV2-related protein; Syt, synaptotagmin; SynCAMs, synaptic cell-adhesion molecules; SynGAP, synaptic Ras- and Rap-GTPase-activating protein; TIAM1, T-cell lymphoma invasion and metastasis 1; V-ATPase, vacuolar H^+ ATPase; VGLUT, vesicular Glu $^-$ transporter; Vps34, phosphoinositide-3-kinase, class 3; Vps45, vacuolar sorting protein 45; Vti1a, Vps10-interacting protein.

© Journal of Cell Science 2010 (123, pp. 819-823)

* Reproduced with permission from: Chua et al. (2010) The architecture of an excitatory synapse, Journal of Cell Science 123 (6): 819-823, p.819. <http://jcs.biologists.org/content/123/6/819.full>

著作権の都合により
ここに挿入されていた画像を
削除しました

Seth G.N. Grant (2013) SnapShot: Organizational Principles of
the Postsynaptic Proteome, *Neuron* 80(2):534–534, p.534,
"Origins and evolution of synapse proteomes."
[http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/
S0896627313009173](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896627313009173)