

美味しい食事は脳を活性化する！

久保田 競（日本福祉大学）

H19. 12. 9

食事と脳は関係ある

新・脳の探検(上)368ページ

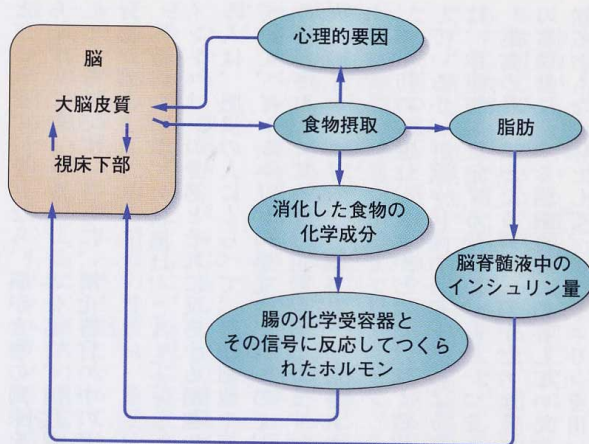
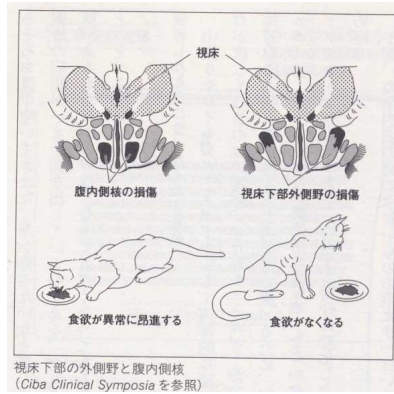


図6・9 摂食と体重の調節を示す模式図。食事の開始は、視床下部から大脳皮質への信号と同様に、心理的な要因からも影響されます（食物の見た目や味、文化的な食事の時間や場所など）。食事を終了する、つまり満腹感を感じることは、腸の化学受容器が消化された食物の化学成分を感知することに影響されます。

「食べる」として生じる快感
「食べる行為でお」る、やわらいだ、たのしくしく、よろ
「おいしい感情」
「体が要求するものやすきなもの、口腔を介して摂
取したときに湧き上がる快感、満足感、至福感」
「お腹がすいたときにじぶんの好物をたべたときの思わ
ずうなずく快感、満足感、幸せ感」(山本隆)

「摂食行動と脳」の研究の流れ

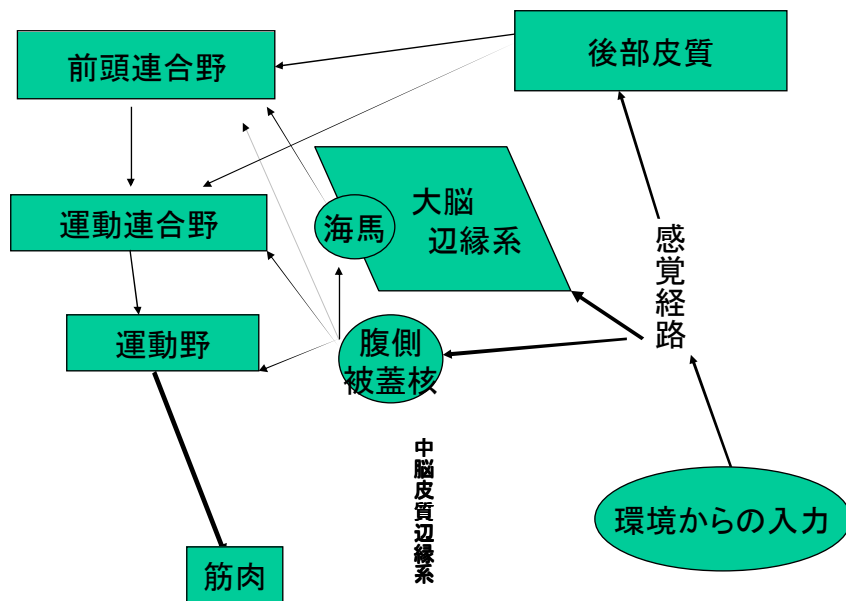
1. 視床下部が最初中枢で、ホルモンを介して恒常性が維持される。

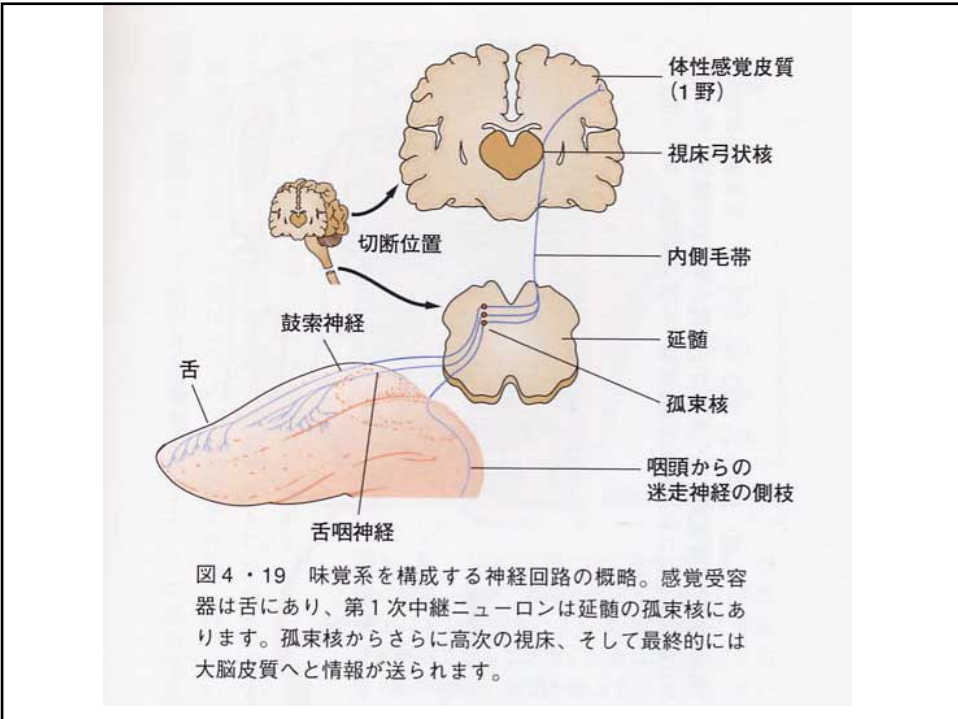


「美味の構造」
なぜ「おいしい」のか
山本 隆
講談社選書メチエ
(2001)

2. 大脳皮質、特に前頭葉、中脳皮質辺縁系のコントロールを重要視するようになった。

入力と行動・運動系





味受容細胞、味蕾と乳頭
a. 味蕾
b. 5基本味の地図はない。

今

Figure 4.17 (right) shows a map of the tongue with color-coded regions for taste: Bitter (blue), Salty (light blue), Sweet (red), Umami (yellow), and Sour (green). It also shows the distribution of three nerves: Vagus nerve (yellow), Glossopharyngeal nerve (orange), and Trigeminal nerve (grey).

▲ 甘味
 ● 酸味
 + 塩味
 ■ 苦味

迷走神経
 舌咽神経
 顔面神経(鼓索神経)

図4・17 4つの主要な味の要素である、甘味、酸味、塩味、苦味を検出する場所の舌表面上における分布。また3つの神経の支配する領域を示してある。迷走神経はのどと口蓋(黄の領域)、舌咽神経は舌の奥(だいだいの領域)、そして顔面神経(鼓索神経)は舌先。

昔

J.Hanigの1901年の発表

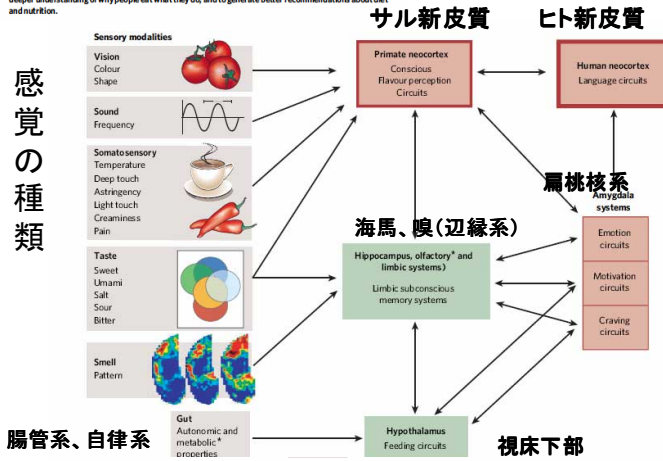
フレイバー系と嗅

Smell images and the flavour system in the human brain

NATURE | Vol. 444 | 16 November 2006 | doi:10.1038/nature05405

Gordon M. Shepherd

Flavour perception is one of the most complex of human behaviours. It involves almost all of the senses, particularly the sense of smell, which is involved through odour images generated in the olfactory pathway. In the human brain, the perceptual systems are closely linked to systems for learning, memory, emotion and language, so distributed neural mechanisms contribute to food preference and food cravings. Greater recognition of the role of the brain's flavour system and its connection with eating behaviour is needed for a deeper understanding of why people eat what they do, and to generate better recommendations about diet and nutrition.



主に味覚と嗅覚の組み合わせで起こる感覚をフレイバー (Flavor) という。

Figure 3 | The human brain flavour systems that evaluate and regulate food intake. The diagram shows the areas involved in the perceptual, emotional, memory related, motivational and linguistic aspects of food evaluation mediated by flavour inputs^{24,25,26}. Left, different sensory modalities and submodalities that contribute to flavour perception. Middle and right, brain flavour system that evaluates and regulates food intake. Red regions mediate conscious sensory perception; thicker outlines indicate their greater importance in humans and other primates. Green regions mediate subconscious feeding regulation. Deficiencies in essential amino acids are sensed by the anterior olfactory cortex (asterisk).

新・脳の探検(下) 153ページ

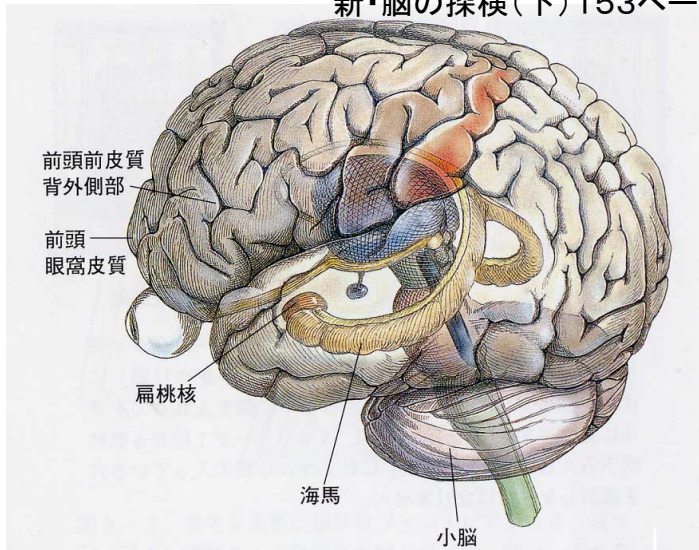
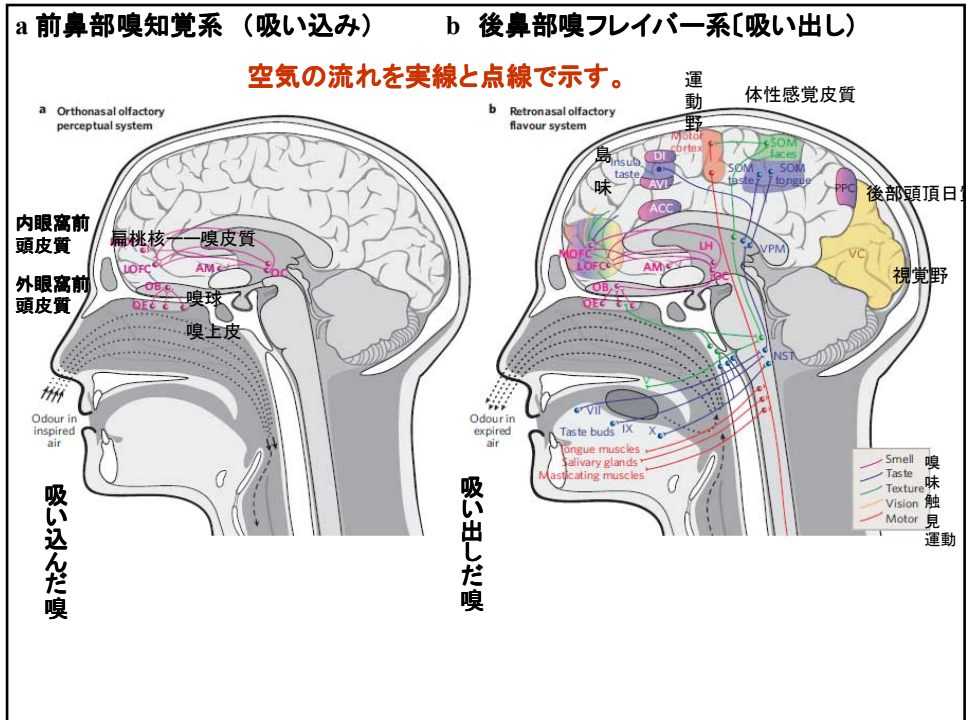
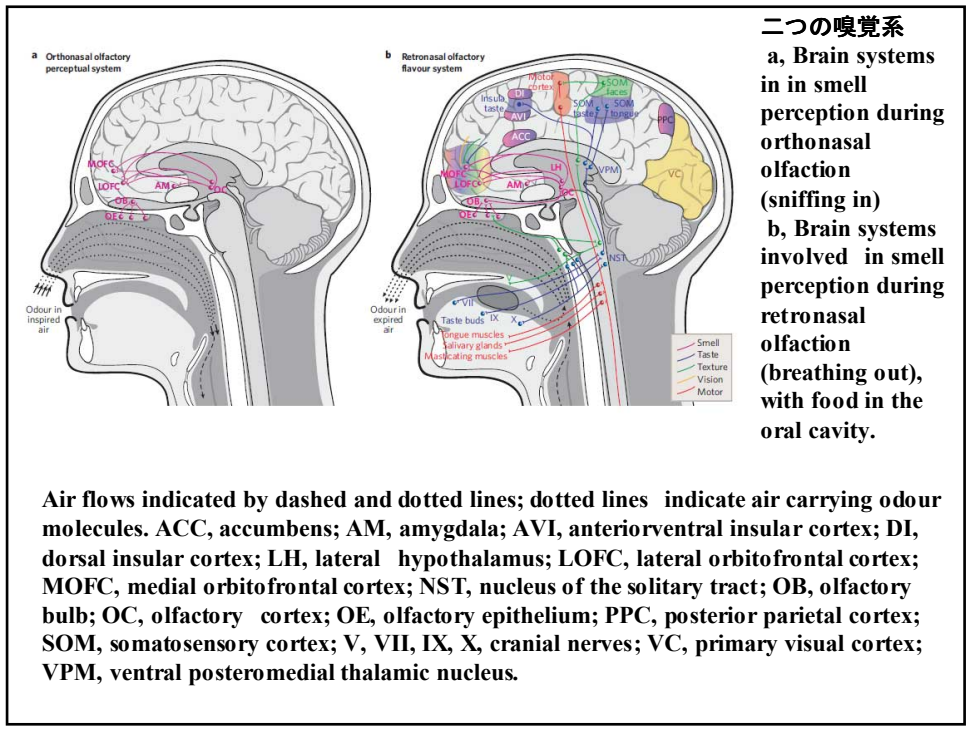


図9・1 ワーキングメモリの機能は前頭前皮質がつかさどります。前頭前皮質背外側部は物体がどこにあるのかという情報を、前頭眼窩皮質は物体が何かという情報をあつかっているようです。



旨味(うまみ)の最近のfMRIを使った研究を紹介

European Journal of Neuroscience, Vol. 25, pp. 1855–1864, 2007

doi:10.1111/j.1460-9568.2007.05445.x

Umami: a delicious flavor formed by convergence of taste and olfactory pathways in the human brain

Ciara McCabe^{1,2} and Edmund T. Rolls¹

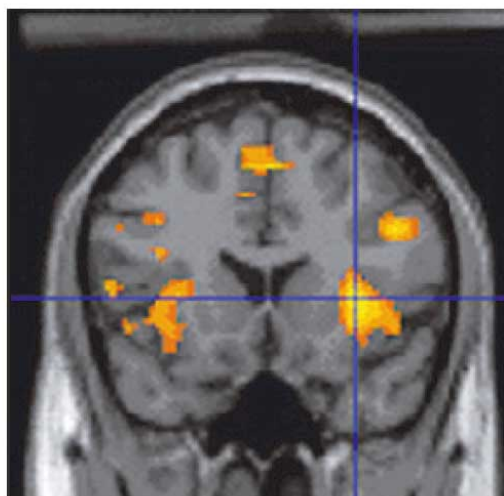
¹Department of Experimental Psychology, University of Oxford, South Parks Road, Oxford OX1 3UD, UK

²FMRIB, Oxford Centre for Functional Magnetic Resonance Imaging, John Radcliffe Hospital, Headley Way, Oxford OX3 9DU, UK

Keywords: food, olfactory nervous system, orbitofrontal cortex, reward, taste

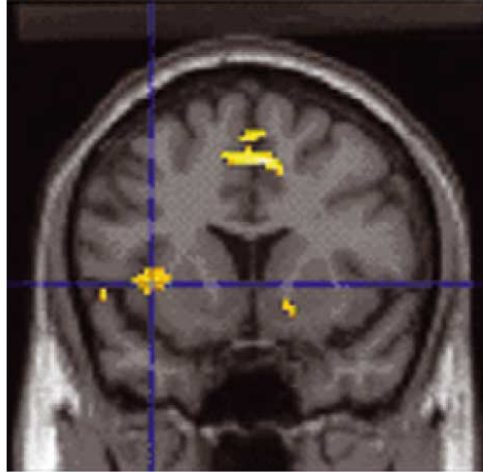
旨味は、ウマミ受容器が刺激されておこる。グルタミン酸の刺激(味)と野菜風味の刺激(嗅)で風味が生まれ、内側眼窩前頭皮質と膝前帯状皮質が働くが、それぞれ単独での働きは弱い。だから、提案。旨味は、グルタミン酸味と野菜風味嗅の組み合わせで出来る、豊かでおいしいフレーバーと考えられる。グルタミン酸はフレーバー強化物である。

I. グルタミン酸ソーダを舌の上に載せると、1次味覚皮質と島(インシュラ、Insula)が働く。

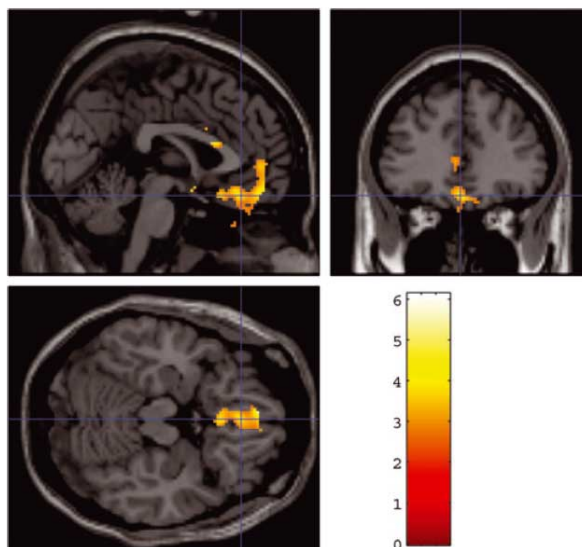


II. グルタミン酸ソーダを舌の上へのせ、野菜風味(savory odour)を鼻腔へいれると、腹側線条体が働く。

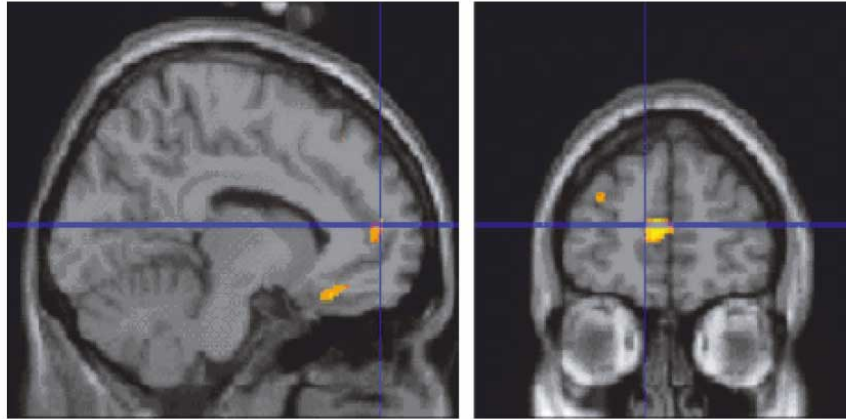
{味覚と嗅覚の組み合わせで起こる感覚をフレーバー(Flavor)という。}



III. グルタミン酸ソーダと野菜風味を与えた活動から、それぞれ単独に与えた活動を引き算すると、内側前頭眼窩回が働く。 旨味



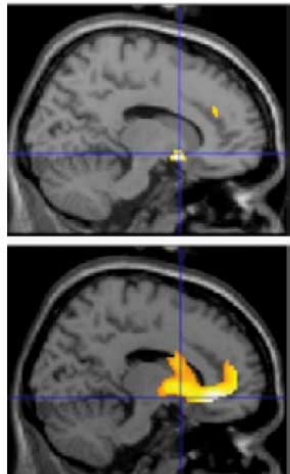
IV. 快適さ(Pleasantness)と相関して働くのは、膝前帯状皮質と内側眼窩前頭皮質である。グルタミン酸ソーダだけでは左程快適ではなく、野菜風味はだけでは、不快であるが、両者合わせると快適となる。



brain BRIEFINGS

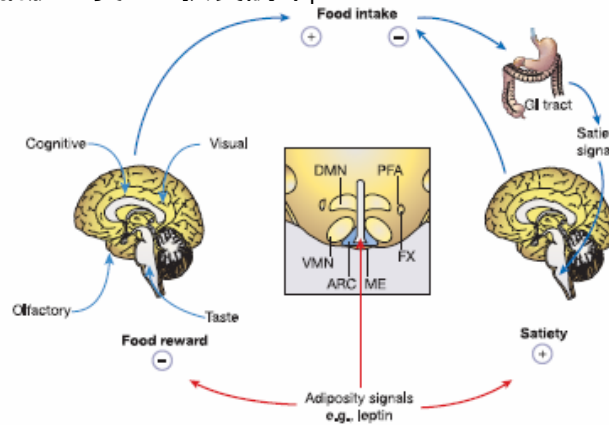
NOVEMBER 2007

神経科学会が毎月発行している
報告(2007年11月号)



レプチン(脂肪細胞から出るホルモン)は食欲調節に主な役割を果たしている。食欲をそそる食べ物とそうでない食べ物を区別する。太った青年が、食欲をそそる食べ物を見た時(下)とそうでない食べ物を見たとき(上)、側坐核(Nucleus Accumbens)の活動が違ふ。このことは、レプチンがなくても起こる。

体脂肪の変化と摂食調節



ARC, 弓状核(青)
DMN, 背内側核
FX, 脳弓
ME, 内側隆起
PFA, 脳弓周辺野
VMN, 腹内側核

体脂肪の量に応じて、ホルモン(レプチンなど)が血中に出て、脳にはいり摂食神経回路に入り、調節される。

レプチンは、食べたいという欲求(urge to eat)をつくり、量が多いと食欲を抑え、「腹いっぱい」の感じ(feeling of fullness)を起こす。量が少ないと空腹感(hunger)を起こす。

レプチンは食事の満足感を作り、食事を終わらせる。レプチンが少ないと、報酬効果を高め、満足感を減らす。

レプチン(Leptine)とは？

1994年に発見されたホルモン。



レプチンの立体構造

レプチンの立体構造

レプチン (leptin) は脂肪組織によって作り出され、エネルギーの取り込みと消費の制御に重要な役割を果たす16kDaのペプチドホルモンで、食欲と代謝の調節を行う。

えると結論づける研究者もいます。この大きさのペプチドは、ふつうは血液脳関門を通過できないにもかかわらず、脳は脳脊髄液のレプチンレベルを検出できるのです。他の研究では、脳室にレプチンを注入すると、「神経ペプチドY」とよばれる、食欲刺激神経ペプチドの遺伝子の発現が減少することが示されています(神経ペプチドYは、ペプチド鎖の両端にアミノチロシンをもっています。チロシンをアルファベット一文字で表すときにYを使うので、こうよばれます)。

第6章 体内環境の維持

②③とよばれる突然変異マウスでの遺伝的な肥満の研究により、脂肪細胞でつくられるレプチンとよばれる巨大ペプチドホルモンが発見されました。突然変異マウスに合成レプチンを注入すると、食欲は失われ、体重は減少しました。この突然変異マウスは、正常に機能するレプチンをつくるのができないのです。似たような肥満を示す突然変異マウスでは、レプチンの生成は正常ですが、レプチンの受容体に欠陥がありました。

②④ マウスの脳室にレプチンを注入すると、食欲と体重が減少しました。この観察により、脂肪細胞から放出され循環しているレプチンのレベルが、脳のレプチン検出器に直接影響をあた

食欲に関係するホルモン、3種類

1)レプチン(Leptin) 白色脂肪組織(脂肪細胞)でできる。血中濃度は体内脂肪量に比例。飢餓で減り、肥満で増える。正常動物の摂食行動を抑え、体重を下げる。肥満動物では、この効果が押さえられる。

2)インスリン(Insulin) 血中グルコースのレベルが高くなると、膵臓のベータ細胞から分泌される。食後、血中インスリンは増え、組織でのグルコース利用を高める。肥満はインスリン信号処理に抵抗的する。血中インスリンとグルコースが高くなり、2型糖尿病になる。

3)グレリン(Ghrelin) 主に胃でつくられる。空腹で減り、食後増える。視床下部のニューロン調節。(hypothalamic regulator)、VTA-excitatory. 摂食活動促進。

Ghrelin modulates the activity and synaptic input organization of midbrain dopamine neurons while promoting appetite



Alfonso Abizaid,¹ Zhong-Wu Liu,^{1,2} Zane B. Andrews,¹ Marya Shanabrough,¹ Erzsebet Borok,¹ John D. Elsworth,^{3,4} Robert H. Roth,^{3,4} Mark W. Sleeman,⁵ Marina R. Picciotto,^{4,6} Matthias H. Tschöp,⁷ Xiao-Bing Gao,¹ and Tamas L. Horvath^{1,6,8}

¹Department of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Sciences, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, USA.

²Department of Neurobiology, Yunyang Medical College, Hubei, China. ³Department of Pharmacology and ⁴Department of Psychiatry, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, USA. ⁵Regeneron Inc., Tarrytown, New York, USA. ⁶Department of Neurobiology, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, USA. ⁷Department of Psychiatry, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio, USA.

⁸Section of Comparative Medicine, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut, USA.

グレリンの標的器官は脳で、食物摂取と脂肪過多を起こす。グレリンの受容器(成長ホルモン分泌受容器(GHSR))は視床下部のエネルギー代謝中枢と腹側被蓋野(VTA)にある。

We show that in mice and rats, ghrelin bound to neurons of the **VTA**, where it triggered increased dopamine neuronal activity, synapse formation, and dopamine turnover in the **nucleus accumbens** in a GHSR-dependent manner.

Direct VTA administration of ghrelin also triggered feeding, while intra-VTA delivery of a selective GHSR antagonist blocked the orexigenic effect of circulating ghrelin and blunted rebound feeding following fasting.

In addition, ghrelin- and GHSR-deficient mice showed attenuated feeding responses to restricted feeding schedules. Taken together, these data suggest that the **mesolimbic reward** circuitry is targeted by peripheral ghrelin to influence physiological mechanisms related to feeding.