

【 超高压電子顕微鏡
共同利用実験報告 】

超高压電子顕微鏡共同利用実験報告

〔 目 次 〕

1. 感杆型光受容細胞内の光小胞の超高压電顕観察 (片桐 展子ほか)	170
2. 星状グリア細胞突起の CT 解析 (濱 清ほか)	171
3. 腎生検検体を用いた糸球体疾患の三次元的構造異常の解析 (杉山 敏ほか)	
4. ギャップ結合連結した網膜及び脳ニューロンの樹状突起の構造 (日高 聡ほか)	171
5. ガス中蒸発法によって作成した有機化合物微粒子の結晶構造解析 (仙石昌也ほか)	173
6. 消化管壁内 PACAP 含有および VIP 含有 Type I ニューロン細胞体樹状突起の三次元解析 (長浜真人ほか)	173
7. 損傷脊髄への未分化神経細胞移植の試み (野田 亨ほか)	174
8. ステロイドホルモン及びその受容体における神経細胞の機能制御と構造変化の三次元的解析 (小澤一史ほか)	175
9. 神経系培養細胞における受容体の局在に関する研究 (遠藤泰久ほか)	175
10. 嗅球ニューロンの三次元構造解析 (樋田一徳ほか)	176
11. 3-D Reconstruction of the Crystalline Bodies and the Rhabdomere Formation during Development (InSun Kim ほか)	177

1. 感杆型光受容細胞内の光小胞の超高圧電顕観察

片桐 展子 (東京女子医科大学・総合研究所・研究部)

片桐 康雄 (東京女子医科大学・看護学部・基礎科学系)

有井 達夫

軟体動物・腹足類に属するイソアワモチ類は柄眼、背眼、眼外光受容である皮膚光覚細胞、中枢神経系にある光感受性神経節細胞からなる特異な多重光受容系をもつ。主要な眼の柄眼では網膜は典型的な感杆型光受容細胞であり、微絨毛と光小胞 (photoc vesicle) が特徴である。感杆型光受容細胞の微絨毛にはロドプシン、細胞質にはレチノクロムが局在する (Katagiri et al. 2002)。片桐らは (1984) 外套に多数分布する皮膚光覚細胞が微絨毛と光小胞を有する感杆型光受容細胞であることを明らかにした。

光小胞は径 80nm の clear vesicles で小胞体の特殊形の一つである。腹足類の感杆型光受容細胞に特異的な小器官であり、細胞質に多量に含まれ、感光性色素蛋白質レチノクロムの局在部位として知られる。イカやタコなど軟体動物には特異なロドプシン-レチノクロム系がある。感杆型光受容細胞の微絨毛に視物質ロドプシンが局在、暗期に退色したロドプシンの再生に際して、レチノクロムは発色団 11-cis の供給源となる。光小胞は小胞体やゴルジ層板と同様に加温オスミウム染色で黒染する。その染色性を利用して、準薄切切片を超高圧電顕で観察し、ステレオ撮影して光小胞と小胞体やゴルジ層板との関連を調べた。

【材料と方法】イソアワモチ類の幼動物 (体長 10mm 以下) を 2% オスミウム水溶液で 40℃, 48 時間加温処理、脱水過程で酢酸ウラン染色した。エポン樹脂に包埋し 0.3μm 厚さの連続切片を作成、酢酸ウランと鉛染色をした。皮膚光覚細胞を低倍 1,500~5,000 倍で、小器官を 15,000~30,000 倍で生理研の超高圧電顕によりステレオ撮影 (±8°, ±10°, ±16°, ±24°) し、写真上で立体視観察した。

【結果と考察】幼動物の外套の皮下組織には皮膚光覚細胞が存在した。発達途上にある未熟な細胞と成体と同様の微細構造を示す細胞が認められた。光小胞はいずれの細胞内にも存在、加温オスミウム染色で黒染、その分布などはステレオ観察できた。しかし、0.3μm 厚さの切片においては、微小な球体である光小胞はコントラストが低いため (図 1)、強く黒染される小胞体やゴルジ層板とのコントラストの差が著しく、連続性は明確にできなかった。やや薄い切片で適当な部位の詳細な観察によって、光小胞と小器官との関連を明らかにできると思われる。

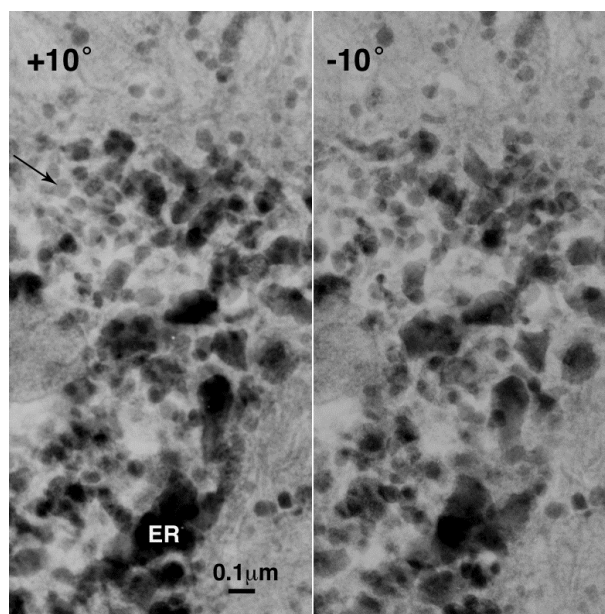


図 1: 皮膚光覚細胞の細胞質を±10°で撮影した。加温オスミウム処理によって、光小胞 (↓) と小胞体 (ER) が黒染されている。光小胞は径 80nm の微小な球体でコントラストが低いのに対し、小胞体は強く黒染される。

2. 星状グリア細胞突起の CT 解析

濱 清

M. Ellisman, M. Martone, N. Yamada (Univ. Calif. SD, NCMIR)

我々は高い電子線透過能と、 $5\mu\text{m}$ を越える生物試料でも $4\text{-}5\text{nm}$ の解像力が期待できる $1,000\text{kV}$ 超高压電子顕微鏡の特性を利用して、主として Golgi 染色を行ったラット CNS における星状グリア細胞突起の 3 次元立体計測を行っている。

星状グリア細胞の突起を $3\mu\text{m}$ の切片について、 -60 度から $+60$ 度まで 2 度間隔で連続傾斜撮影を行いトモグラフィ解析を行なっている（図 1 は得られた結果の一部を 20° 置きに傾斜して Voxel gradient 表示してものである）。

グリア細胞の周辺における表面積と体積比の結果は、

$$S/V = 26.2 \pm 5.0 [\mu\text{m}^{-1}]$$

となることを報告しているが、これは例えば計測したエポン切片の体積 $13 \times 13 \times 3 \mu\text{m}^3 = 507 \mu\text{m}^3$ の中で、体積が $19 \mu\text{m}^3$ 、表面積が $400 \mu\text{m}^2$ と求めた結果から求めた値である。トモグラフィ解析を用いれば、計測する直方体の体積の中でのグリア細胞の占めている体積と表面積について光学顕微鏡をはるかに上回るレベルで計測できる。さらに体積と表面積には、計測する部分に依存するかたちで形状に依存する情報が含まれており、グリア細胞の周辺部では

S/V の値は、 $[\mu\text{m}^{-1}]$ の単位で表示したときに、平均的には体積に依存しない一定の値を取り、薄片状の構造を類推できる点に意味がある。

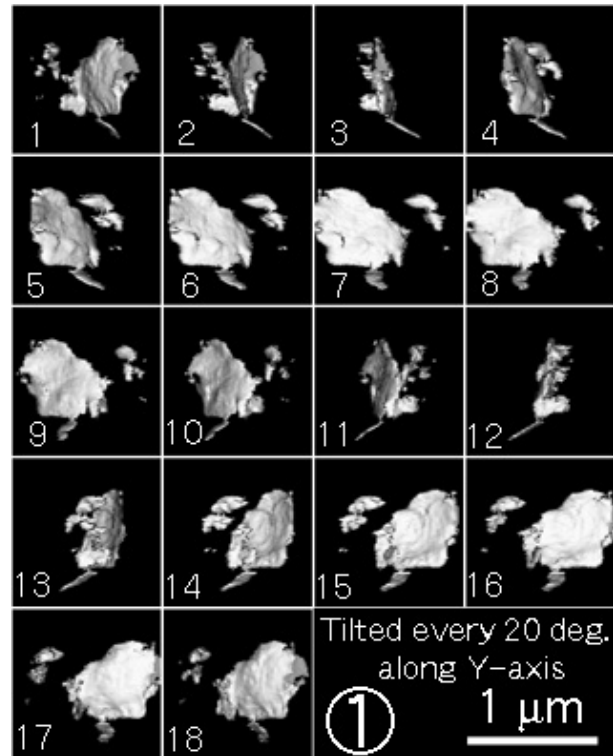


図1 星状グリア細胞をトモグラフィ解析した後に、突起の一部を、 20° 置きに傾斜して Voxel gradient 表示

4. ギャップ結合連結した網膜及び脳ニューロンの樹状突起の構造

日高 聡（藤田保健衛生大学医学部生理学教室）

Many neuronal networks in the mammalian central nervous system provide direct cell-to-cell communication, conduction of ionic currents and passage of small organic signaling molecules, through electrical synapses. The vast majority of these synapses are gap junctions, specialized intercellular contacts with aggregates of transmembrane channels composed of a family of protein subunits termed connexins.

Study of electrical synapses needs comprehensive evidence showing functional significance by simultaneous dual patch-clamp recordings between neighboring cells of certain neuronal type and structural identification of gap junctions between the examined cells. Such studies are considered to be less copious and in fact might be relatively rare.

In retinal ganglion cells, the occurrence of electrical

synapses between neighboring cells has been proposed by electrophysiological recordings of distributed spikes. For a specific mammalian cell type, α -type ganglion cells (α -GCs), synchronous spike activity has been described in the cell population. In the present study, electrical synapses between α -GCs were detected using combined techniques of dual recordings, high-voltage electron microscopy and connexin immunocytochemistry in rat retina. After intracellular injection of Neurobiotin into α -GCs of inner (ON-center) and outer (OFF-center) ramifying types, measurement of tracer coupling resulted in preferentially homologous occurrence among cells of the same morphological type. In high-voltage electron microscopic analysis of 5- μ m-thick sections, direct dendrodendritic gap junctions (average size 0.86 μ m long) were present in contact sites between tracer-coupled α -GCs. In simultaneous dual recordings from pairs of neighboring α -GCs, bidirectional electrical synapses and precise temporal

synchronization of spike activity were detected in pairs with cells of the same morphological type. To address whether physiologically identified electrical synapses constitute gap junctional connectivity between cell pairs, connexin36 immunoreactivity was undertaken in Lucifer yellow-labeled cell pairs after patch-clamp recordings. Confocal laser-scanning imaging demonstrated that connexin36 is located at dendritic crossings between electrically coupled cells. These results give conclusive evidence for electrical synapses via dendrodendritic gap junctions in α -GCs of the same physiological type.

文献

Hidaka, S, Akahori, Y, & Kurosawa, Y (2004) Dendrodendritic electrical synapses between mammalian retinal ganglion cells. *Journal of Neuroscience*, Vol 24 (No 47) : pp 9718 - 9732.

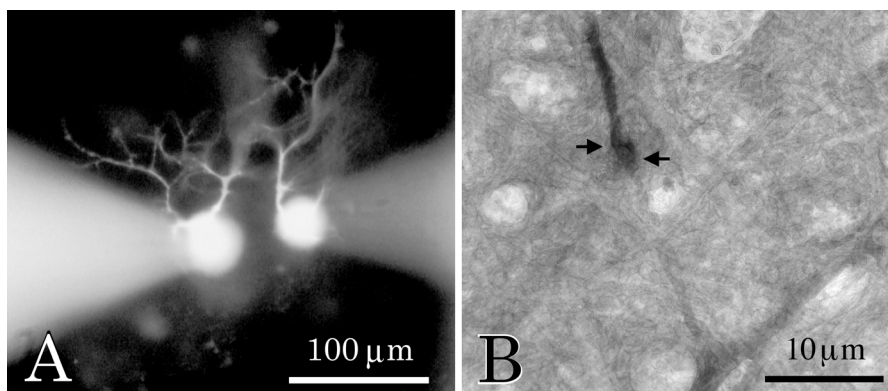


Figure 1. **A**, Fluorescence photomicrograph of two α -GCs of the same type in a whole-mount retinal preparation. These cells were filled with Lucifer Yellow under simultaneous dual patch-clamp recordings. The pair of α -GCs showed bidirectional electrical synapses in current clamp condition. **B**, Electron micrograph showing the direct junctional contact between Neurobiotin-coupled neighboring α -GCs of the same type. The occurrence of the connection was revealed by high-voltage electron microscopy at 1,000 kV in a tangential 5- μ m-thick section. The dendrodendritic gap junction (arrows) occurs between the tips of peripheral dendrites from coupled α -GCs.

5. ガス中蒸発法によって作成した有機化合物微粒子の結晶構造解析

仙石昌也（愛知医科大学）

有井達夫

昨年度に続き、ガス中蒸発法で作成した芳香族のコロネン ($C_{24}H_{12}$) 微粒子を試料として用いた。これまでの超高压電子顕微鏡の高分解能観察により、針状結晶の長軸に対して平行な面 (200) 面に対応する面間隔 0.75nm の 1 次元の回折パターン格子縞を確認した¹⁾。そこで今年度は 2 次元の格子像について調べた。図 1 はコロネン微粒子の HVEM 像である。左下は円で囲んだ部分の電子線回折パターンである。結晶は板状で、長軸に対して垂直な面に対応する最も長い面間隔は約 0.47nm であった。これ以外にも電子線回折法に関しては、回折図形は異なるものの 2 次元のパターンを持つ微粒子が観察された。これらのパターンを持つ微粒子の高分解能像をイメージングプレートで記録し、撮影した画像を拡大して確認し、さらに高速フーリエ変換を用いて格子面に対応するスポットを調べたが、結局明瞭な 2 次元の格子縞は観察できなかった。

微粒子はメッシュの支持膜上にランダムに付着したものを観察しているため、支持膜上での安定性が悪く、電

子線照射により結晶の傾斜が変化することも多い。長軸に垂直な方向は、面間隔も短く特に影響を受けやすいと考えられる。これまでの観察データを基に、支持膜上での試料の状態、電子線による回折強度などをもう一度検討する必要があると思われる。

参考文献

1. 仙石昌也, 有井達夫: 岡崎国立共同研究機構 生理学研究所年報 2002 年度 pp 154

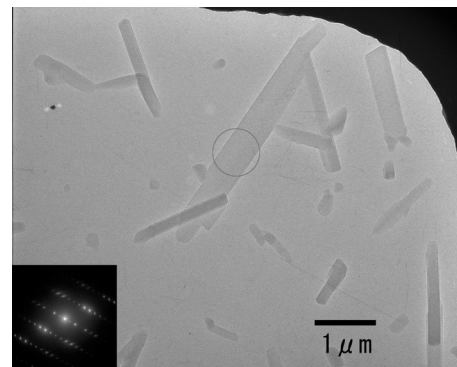


図 1 コロネン微粒子の TEM 像と電子線回折像 (左下)

6. 消化管壁内 PACAP 含有および VIP 含有 Type I ニューロン細胞体樹状突起の三次元解析

長浜真人（三重大大学医学部解剖学第二講座）

有井達夫

消化管壁内神経叢内には多くのニューロンが含まれておりその数は脊髄に含まれるニューロン数に相当します。これらの壁内ニューロンは現在、多数のサブタイプに分類されています。PACAP と VIP は相同性の高い神経ペプチドで、共に平滑筋に対し、弛緩作用を示し、これらの神経ペプチドを含有するニューロンは筋層間神経叢内において抑制性運動ニューロンと考えられています。これらのニューロンは一本の長い軸索様突起と細胞体周囲の複数の短い樹状突起様突起を持つ Dogiel の Type I と言われる形態を示すのが特徴的です。既に私共の報告でこれらの樹状突起様突起には多数のシナプス入力がかめら

れておりましたが、微細な三次元構築に関する解析はありませんでした。今回、我々は免疫染色 (ABC 法とニッケル・コバルト増感法) を施したこれらの神経ペプチド含有ニューロンをプラスチック包埋し、3-5 ミクロン切片を作製して超高压電子顕微鏡にて観察しました。ニューロンの細胞体周囲に微細で短い突起を立体的に観察することができたと同時に一本の長い軸索様突起の基部にも多数の微細な短い突起を観察することができた (図1)。今後、標識細胞のコントラストをより高くし、樹状突起の形態的な異同、分類、ならびに軸索突起基部に存在する小突起の解析を計画しております。

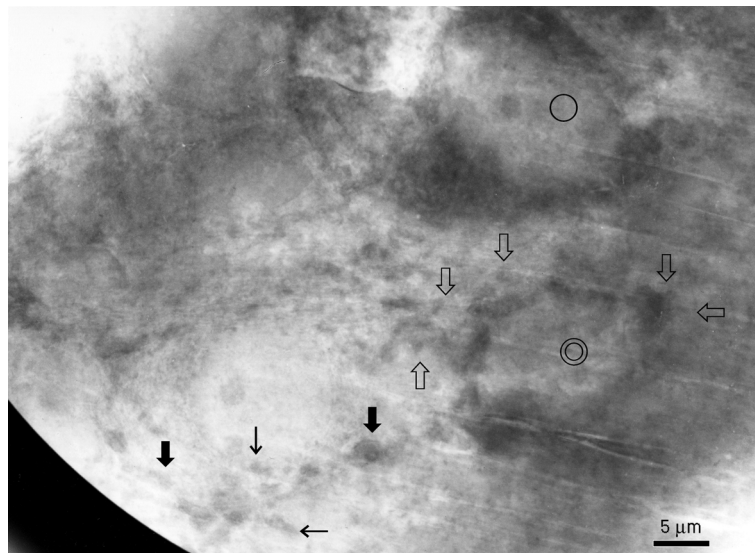


図 1 筋層間神経叢内の 2 個の PACAP 含有神経細胞 (⊙, ○)。⊙の PACAP 含有神経細胞には細胞体周囲に多数の樹状突起様の小突起 (open arrow) と一本の軸索様突起 (large closed arrow) が明瞭な Dogiel の I 型のニューロン。この軸索様突起の基部にも複数の小突起 (small closed arrow) が認められる。

7. 損傷脊髄への未分化神経細胞移植の試み

野田 亨 (藍野大学医療保健学部理学療法学科)

生体の神経組織には種々のグリア細胞や神経細胞に分化しうる未分化な細胞が存在することが知られている。我々はこうした細胞を現在、治療困難とされる脊髄損傷の治療に応用するためにラットで作製した脊髄損傷モデルに移植した。移植する神経組織の細胞は GFP で標識されたものを使用し、その移植細胞の脊髄における分布を抗 GFP 抗体を用いた酵素抗体法で検索した。移植細胞の損傷脊髄組織における分布と宿主側の細胞との形態的関係を明らかにするために試料の厚切り切片を超高圧電顕で観察した。

GFP トランスジェニックラットから海馬組織、あるいは骨髓細胞を採取し、一旦、培養系で未分化な神経細胞を含む neurosphere を形成させ、その neurosphere を通常のラットで作製した脊損モデルに移植する。移植後、一定時間を経過した後にラットを固定後、脊髄を取り出し、クリオスタット切片を作製する。この切片に含まれる GFP 陽性細胞を蛍光顕微鏡で確認した後、同切片を抗 GFP 抗体を用いた酵素抗体法で高電子密度に標識し、型のごとく、樹脂包埋し電顕試料とした。この試料から作製し

た厚切り切片を超高圧電顕で観察した。

移植細胞は移植後、5 日から 21 日までにわたって脊髄表面に観察され、その GFP 陽性細胞が占める領域は徐々に増加していった。脊髄の横断および縦断切片からはこの移植細胞が前正中裂や後正中溝などに分布する血管を通じて脊髄の深部にまで侵入していた。電子顕微鏡を用いて微細構造を観察すると、DAB で標識された移植細胞内には中間径フィラメントが豊富に観察され、星状膠細胞の特徴を有する細胞が多数認められた。また脊髄損傷を与えたラットでは脊髄損傷部の深部にまで移植細胞が侵入しているものが観察された。

こうした電子顕微鏡用の試料の 1μm 厚切片を 1000 kV の加速電圧を持つ超高圧電子顕微鏡で観察すると、脊髄内に侵入している移植細胞の広い範囲への分布、侵入している細胞の連続性、および移植細胞の立体像などが比較的容易に把握され、超薄切片では捉え難い所見が得られた。

こうした実験から未分化神経細胞移植による脊髄損傷への治療の可能性を探ることが可能であると考えられた。

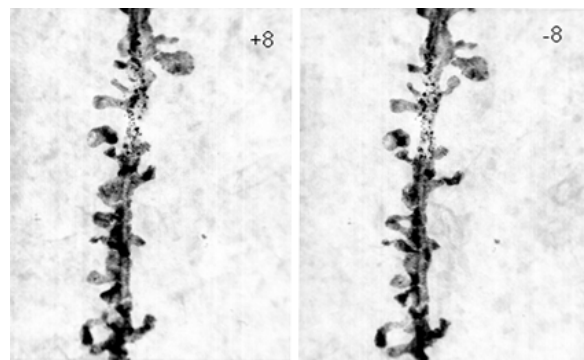
8. ステロイドホルモン及びその受容体における神経細胞の機能制御と構造変化の三次元的解析

小澤一史，河田光博（京都府立医科大学・大学院医学研究科・解剖学生体構造科学部門）

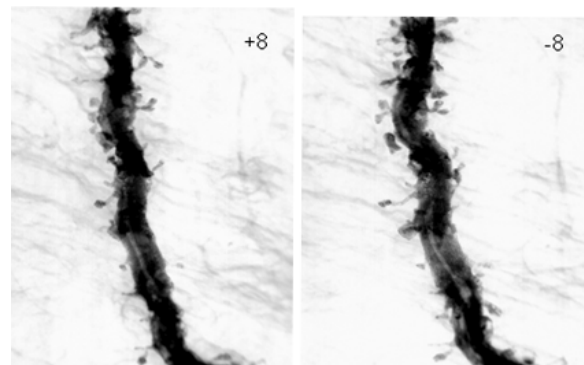
副腎皮質から分泌されるコルチコステロイドは脂溶性のホルモンであり，その化学的性状から容易に血液脳関門を通過して，受容体を介して神経系の細胞に直接作用する。脳内におけるコルチコステロイド受容体にはミネラルコルチコイド受容体 (mineralocorticoid receptor, MR) とグルココルチコイド受容体 (glucocorticoid receptor, GR) の2種類からなることが知られている。これらの2つの受容体は特に脳の海馬領域において豊富に分布していることが知られており，血中のコルチコステロンの変動に伴って，両者の受容体の機能調節が行われる。

血中のコルチコステロンの変化によって海馬の錐体細胞や顆粒細胞の構造変化が生じることが報告されているが，細胞の樹状突起，ことに棘 (spine) の形態変化に関する観察は，通常の透過型電子顕微鏡による二次元的観察では，情報量としての限界があり，このような場合には超高压電子顕微鏡を用いた三次元的解析が効果を示す。そこで，我々は sham 手術群 (コントロール) と副腎を摘出し，血中コルチコステロンが減少あるいは消失している状態のグループ (副腎摘出<ADX>群) における，海馬錐体細胞 CA1, CA3 の変化について超高压電子顕微鏡を用いたステレオ観察によって三次元的な解析を行っている。その結果，GRが発現している，CA1領域の錐体細胞の樹状突起の棘では，コントロール群では密に存在し，棘の head と tail がきちんとした形状で構築されているのに対して，ADX 群では，密度の低下や形状の変化が認められ，神経機能反応の変化が生じている可能性が強く示唆された (図)。この変化はコルチコステロンの補充によって回復することも確認されている。一方，GR が発現していない，CA3 領域の神経細胞ではこのような変化は

認められなかった。これらの現象は，通常の電子顕微鏡観察，共焦点レーザー走査型顕微鏡，免疫組織化学的検索によって，ある程度の予測は行われたが，超高压電子顕微鏡による観察によって，非常にクリアにかつ定量的解析も加えて客観的に示すことが出来，大きな効果を示すことが明らかとなった。これらの観察から海馬の神経細胞は血中コルチコステロン濃度の変動に部位特異的に反応し，GR受容体を介して入力様式がホルモン環境によって修飾されることが強く示唆された。



Sham (control) の CA1 細胞樹状突起ステレオ像



ADX 群の CA1 細胞樹状突起ステレオ像

9. 神経系培養細胞における受容体の局在に関する研究

遠藤泰久（京都工芸繊維大学）

神経成長因子 (NGF) は神経細胞における突起伸長，シナプス形成，生存維持などに関与する分化促進因子であ

り，その作用は細胞膜に存在する受容体 TrkA と高親和的に結合することによって発現する。最近，受容体 TrkA が

カベオラと呼ばれる細胞膜陥入部位に局在することを示唆する結果が未分化の神経系培養細胞を使った研究から報告されたが、微細構造については不明な点があった。微細構造のレベルでの受容体 TrkA の局在を明確にするため、神経系培養細胞 PC12 細胞を用い、免疫細胞化学的に超高压電子顕微鏡により 3 次元的立体構造の検討を行った。

ホルムバール支持膜を張った金メッシュを70%エタノールで滅菌後、コラーゲンコートをし、PC12 細胞を DMEM 培地に NGF (最終濃度 50ng/ml) を添加し 4 日間培養した。パラフォルムアルデヒドで固定後、抗TrkA 抗体を用い免疫染色を行い、アビジンビオチン-HRP 法によりジアミノベンジン-硫酸ニッケルで発色し、エタノール脱水後、臨界点乾燥した。超高压電子顕微鏡 (H-1250M 加速電圧 1,000kV) により、試料の同一視野を -60 度から+60 度まで 2 度刻みの傾斜連続写真を撮影し、コンピュータにより三次元画像解析を行った。

PC12 細胞の細胞膜上の TrkA 免疫反応は、斑点状の集合体として観察された。それらの大きさには変異があり、

約100nm の円形の構造がクラスター状に集合しているように見えた。立体再構築を行うと、免疫反応部位には細胞膜が陥入した構造があり、その陥入部位の直径は様々であった。この膜陥入部位は、超薄切片法による免疫電顕観察結果と総合すると、カベオラではなくクラスリンによる膜陥入であると考えられる。以上より、神経系培養細胞 PC12 において神経栄養因子受容体 TrkA は細胞膜上においてはカベオラではなくクラスリンによって構成される膜陥入部位に局在していることが示された。少なくとも PC12 細胞ではカベオリタンパクは明瞭なカベオラ構造の構成に関与していないと考えられる。ウェスタンブロットによるタンパク量変化と免疫電顕観察結果から総合的に判断すると、TrkA が神経栄養因子と結合しリン酸化して細胞内部に取り込まれる時に、カベオリタンパクが何らかの関与をする可能性が示唆された。今後、細胞膜の情報伝達機能に関与すると想定されるラフト領域との関連を検討する必要がある。また、より精密な構造解析が可能な画像をえるため、発色法をさらに改良する必要がある。

10. 嗅球ニューロンの三次元構造解析

樋田一徳 (徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部形態情報医学分野)

嗅覚の一次中枢・嗅球の糸球体は特定の匂いに特異的に反応し、嗅覚情報処理に寄与している。糸球体は末梢からの入力である嗅受容細胞から中枢への出力の投射ニューロンへシナプス結合する場であるが、両者の間には種々の局所ニューロンが介在し糸球体機能を調節していると考えられている。我々はこの局所介在ニューロンのシナプス結合を解析してきたが、複雑な樹状突起上のシナプス結合の分布を知るには、糸球体内の三次元構造を明らかにする必要がある。厚い試料を高解像度で立体解析が可能な超高压電子顕微鏡は、ラット嗅球糸球体層介在ニューロンの樹状突起の三次元構造解析を行なう本研究に極めて有用である。今年度は、これまでシナプス結合を同定した Calbindin (CB), Tyrosine Hydroxylase (TH), Calretinin (CR) の各免疫陽性ニューロンについて、形態計測とステレオ撮影により、突起の糸球体内分布、径、密度、分枝形態を比較検討した。

THニューロンは、細胞体からの樹状突起の追跡は限定

され、糸球体内に広く突起が分布し突起が占める密度は大きい。1~2 μ m 径の比較的太い突起と、0.1~0.5 μ m 径の細い突起の 2 種類が認められ、これらは共に枝分かれは少なく、比較的直線的に走行し、糸球体を横断している像も観察される。

CBニューロンは、径 2~3 μ m の細胞体近位の樹状突起が 2 次、3 次的に枝分かれし、0.5 μ m 以下の細い突起に到るまで追跡が可能である。いずれも直線的な走行はなく、全体的に蜂巣状構造を呈している。

CRニューロンは、CBニューロン同様に、糸球体内で突起が非直線的に限局的に分布しているが、径はより細く1 μ m 以下のものが多い。また CBニューロンに比べ突起の数が多く、複数の細い突起が並走している像が確認された。

相互にシナプス結合する嗅受容細胞と投射ニューロンは、処理する匂い情報に基づいて糸球体内において小区画的に存在する可能性が示されている。これらの小区画

に対し、局所介在ニューロンは異なる位置関係にあることが超高压電子顕微鏡によって示唆され、同定されたシナプス結合の種類からも糸球体機能に対して異なる関与が推測される。

様々な径と分枝構造を示す各種ニューロンの突起について、今後各種マーカーを用いた多重染色や3Dトモグラフィ等を用いた詳細な定性・定量解析を行なう計画である。

11. 3-D Reconstruction of the Crystalline Bodies and the Rhabdomere Formation during Development

InSun Kim (Keimyung University)

Sung-Sik Han (Korea University)

Image processing by UHVEM and electron tomography has offered major contributions to research areas of both cellular and subcellular levels. Furthermore, such advancements have enabled improved analysis of 3-dimensional cellular structures.

The late pupal stage of *Drosophila melanogaster* occurs immediately before the completion of retinal development, during which the rhabdomere rapidly forms. In this period, the photoreceptor cells were fixed and dehydrated using a high-pressure freezer (HPF)/freeze-substitution (FS) technique, which is the most effective in preserving the cell structures, and observed using high-voltage electron microscopy (HVEM) at 1000 KV.

The results suggest that there are at least three types of vesicles related to rhabdomere formation in photoreceptor cells. In addition, it was found that these vesicles initiate the formation of the rhabdomeres during the pupal stage. The rhabdomere is classified structurally into three types of formation patterns using tilt images (fig 1), and stereo-tiling image (fig 2). Initially, hexagonal arrays of rhabdomere existed in different angles. In addition, small pieces of rhabdomeres can be observed in the cytoplasm of the photoreceptor cells, which are visible during the process of rhabdomere formation. In addition, multiple layers of rhabdomere strings were observed. It was also observed that rhabdomeres were mainly formed through vesicles, and that parts of the rhabdomere formed first and then gathered and formed rhabdomeres in the late pupal stage.

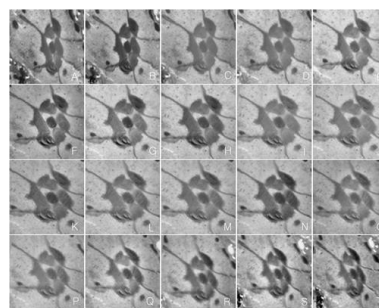


Fig 1. In order to create a tilting movie, a total of 60 images were taken by tilting a thick-sectioned ribbon by 2°. Images presented in this figure were 6° apart.

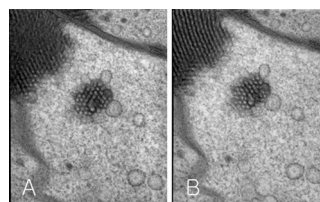


Fig 2. Stereo-pair is presented. When observed with a stereo-viewer, rhabdomere formation does not occur at only one place in the cytoplasm of the photoreceptor cells. Membrane particles, which are believed to be membrane proteins, are clearly identified in the membrane of membrane-bounded vesicles, and their vesicles are fused into rhabdomeres being formed.

《超高压電子顕微鏡共同利用実験での業績リスト》

発表論文

1. Suzuki S, Nagayoshi H, Ishino K, Hino N, Sugi H (2003) Ultrastructural organization of the transverse tubules and the sarcoplasmic reticulum in a fish sound-producing muscle. *J. Electron Microsc.*, 52: 337-347.
2. Katagiri N, Shimatani Y, Arai T, Katagiri Y (2003) Extraocular photoreception of a marine gastropod, *Onchidium*: Three-dimensional analysis on the axons of dermal photoreceptor cells in the dorsal mantle examined with a high voltage electron microscope. *The Neural Basis of Early Vision: Keio University International Symposia for Life and Medicine 11* (Ed. Kaneko A, Springer-Verlag, Tokyo), 86-90.
3. Hidaka S, Miyachi E (2003) Homotypic gap junction connections between retinal amacrine cells. *The Neural Basis of Early Vision: Keio University International Symposia for Life and Medicine 11* (Ed. Kaneko A, Springer-Verlag, Tokyo), pp126-133.
4. Bai H, Suzuki Y, Noda T, Wu S, Kataoka K, Kitada M, Ohta M, Chou H, Ide C (2003) Dissemination and proliferation of neural stem cells on the spinal cord by injection into the fourth ventricles of the rat. *J. Neurosci. Methods* 124, 181-187.

学会発表

1. 日高 聡, 宮地栄一 (2003.3) 網膜神経節細胞間には直接の樹状突起同士のギャップ結合がある。第80回日本生理学会大会 (福岡)
2. 仙石昌也, 大野完, 有井達夫 (2003.3) 超高压電子顕微鏡によるコロネン微粒子の高分解能観察。日本物理学会 第58回年次大会 (仙台)
3. 小澤一史, 河田光博 (2003.4) ストレスとコレステロイド。第108回日本解剖学会学術集会・総会 (福岡)
4. 樋田一徳 (2003.4) 嗅球神経回路の三次元構造解析。第108回日本解剖学会学術集会・総会 (福岡)
5. Hidaka S. and Miyachi E. (2003.5) Connexin36 is localized in gap junctions between alpha retinal ganglion cells. Annual Meeting, Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO) (Florida, USA)
6. 有井達夫, 濱 清, 伊藤嘉邦, 山田直子 (2003.6) 超高压電子顕微鏡によるグリア細胞のCT画像解析。日本電子顕微鏡学会第59回学術講演会 (札幌)
7. 樋田一徳 (2002.5) 嗅球におけるニューロン構成と性ステロイド。日本電子顕微鏡学会第58回学術講演会 (大阪)
8. Ikkai T, Arai T, Shimada K (2003.8) Excimer fluorescence used for monitoring the secondary structure in protein crystals. 8th Conf. Methods Applic. Fluorescence. (Prague, Czech)
9. Katagiri N, Shigematsu Y, Arai T, Katagiri Y (2003.9) Extraocular photoreception of *Onchidium*: Three-dimensional analysis of dermal photoreceptor cells in the dorsal mantle examined with high voltage TEM. 日本動物学会第74回大会 (函館)
10. Mun JY, Lee KE, Kim IS, Han SS (2003.11) 3-Dimensional Structure on the Rhabdomere Formation of *Drosophila melanogaster*. 34th Korean Soc. of Electron Microscopy (Wonju, Korea)
11. Kim IS, Han SS, Mun JY, Lee KE (2003.11) 3-Dimension Reconstruction of Crystalline Inclusion Bodies in CAM Performing Species. 34th Korean Soc. Electron Microscopy (Wonju, Korea)
12. Mun JY, Lee KE, Lee SW, Kim IS, Han SS (2003.11) Electron Tomography on Microtubule Distribution in adult eye of *Drosophila melanogaster*. 34th Korean Soc. Electron Microscopy (Wonju, Korea)
13. Toida K, Yamamoto TS, Kiyokage E, Ishimura T (2003.11) Presence of steroid-synthesizing enzymes in the olfactory bulb. 33rd Ann. meet. Soc. for Neuroscience, (New Orleans, USA)