群馬大学医学部, 解剖学教室 (主任: 伊東教授).
Anat. Inst., Gunma Univ., Maebashi (Vorstand: Prof. T. ITO).

人の膵臓 Langerhans 氏島細胞の Golgi 装置に就て.

Über den GOLGIapparat der LANGERHANSschen Inselzellen des menschlichen Pankreas.

伊東俊夫と渡 仲三

Toshio ITO und Nakazo WATARI.

(Eingegangen am 3. März 1958.)

鍍銀法或は鍍オスミウム法によって細胞内に検出される網状構造を呈する Golgi 装置の実在性について疑問を抱く学者があり, その本態に関して Parat の Vacuome 説, Ries の Lipochondria 説, 山崎の特殊形成体説等が現われ (伊東 1949 参照), 最近に於ては更に Palade と Claude のミエリン像説, Baker の lipochondria 説等が加えられた (高木 1951 参照). 中でも Baker の lipochondria 説は最も支持者が多い. Baker (1944, 1949) は鍍金法によって証明される網状構造を示す Golgi 装置の存在を否定し, Golgi 装置なる名称の使用を避け, Golgi 要素 (Golgi element) なる名称を用いた. 彼によれば Golgi 要素は Sudan black B によって染まる細胞質内に散在する球形小体即ち Golgi 体 (Golgi bodies) より成る. Golgi 体には均質性で空胞を持たない単純性 (simple) のものと, 内部に空胞を 1 個乃至数個持つ有胞性 (uni-, bi-, or multivacuolated) のものとがある. 空胞の内容は液状であって Sudan black には染まらない. 彼は Hirsch (1939) の System 説に従って, リポイドより成り, Sudan black で染まる周辺部を外体 (externum), 空胞で占められる部分を内体 (internum) とし, 単純性 Golgi 体は Hirsch の Präsubstanz に相当するものとした. 而して単純性 Golgi 体の内部に空胞が現われることにより有胞性 Golgi 体即ち Hirsch の System が形成されると考え, 空胞の中にその細胞の産物 (product) が形成されると述べた. Baker は次の論文 (1951) に於て Golgi 体に対して, lipochondria なる名称を与えた. 彼より以前に Ries (1935) によって用いられた Lipochondria と同じ名称であるが, 2 人の学者の指すものは必ずしも同じ意義のものではない. Baker は網状の Golgi 装置は鍍銀或は鍍オスミウム法を用いた場合に銀或はオスミウムが lipochondria とその間にある部分に沈着することによって現われる人工産物であると考え, かかる Golgi 装置とその検出法に対して古典的 (classical) と言う言葉を冠した. 併し Baker の所謂古典的 Golgi 装置検出法を以て彼の lipochondria と思われる球形体を細胞内に証明した学者がある. Melczer (1931) は鍍オスミウム法を以て人のエックリン汗腺細胞内にオスミウム酸で黒染する多数の球形体を証明し, これを腺細胞の Golgi 装置と考え,

エ-汗腺細胞の Golgi 装置は Hirschler (1927) の瀰漫型 (diffuse Form) に属するとした。球形体には Baker の lipochondria と同様に、オスミウム酸で一様に黒染する充実性のものと内部に 1 個乃至数個の空胞を持つ単胞-多胞性のものがある (uni-, polyvesiculär)。その後永光 (1941), Ito (1943) 等も Kolatchev 氏鍍オスミウム法によって人のエ-汗腺細胞に於て同様な好オスミウム性球形体を証明したが、彼らは同時に細胞内に Golgi 装置をも検出し、球形体は Golgi 装置ではなく脂肪滴であると論じ、Melczer は Golgi 装置の検出に成功せず、脂肪滴のみを認めたのであると想定した。

吾々は健康な人の膵島の内分泌細胞の Golgi 装置の観察中、偶々エ-汗腺細胞と極めて類似する所見に遭遇したので報告すると同時に、Baker の lipochondria 説に関して簡単に論じたい。

I. 研究材料と方法.

材料は 5 例 (23, 26, 45, 32, 33 才男性) の健康な刑屍より死後可及的速かに採取した膵臓であって、Golgi 装置の検出には Kolatchev 氏法を用いた。その他 Levi 氏オスミウム酸混合液、Regaud 氏法で固定し、Kolatchev 氏法を施した切片は 1 部はそのまま、1 部は Kull 氏法によって染色観察した。Levi 氏液、Regaud 氏法で固定した切片には Azan 染色、Heidenhain 氏鉄ヘマトキシリン染色を施し、Regaud 氏法固定切片の 1 部はヘマトキシリン (Hansen)-エオジンで染色した。固定した組織片は水洗後アルコールで脱水し、キシロールを経てパラフィンに包埋し、4—5 μ 厚の連続切片とした。固定は相当前に行われたので、Baker (1944, 1949) の推奨する lipochondria 検出法及び組織化学的操作を試みなかった憾がある。又新鮮材料の観察も行っていない。

II. 所見と考察.

諸種脊椎動物の Langerhans 氏島細胞の Golgi 装置は多数の学者によって観察された (Bergen 1904, Bensley 1911, Cajal 1914, Saguchi 1920, Morelle 1925, Ludford と Cramer 1927, Beams 1930, O'Leary 1930, 大森 1930 a, b, 宇野 1932, 八木 1933 a, b, c, d, 八木と久我 1933, 奥田と沢田 1935, Lacy 1953 等)。これらの学者は大体に於て網状の Golgi 装置を認めた。Beams (1930) と Lacy (1953) はラット及びマウスの島細胞には Golgi 装置の他にリポイド顆粒が存在するのを認めた。人の島細胞の Golgi 装置に関する報告は殆んど見当たらないが、最近 Lacy (1954 b) の報告がある。Lacy は手術的に取った 1 例の女性 (54 才) の膵臓に青山氏鍍銀法と Baker の Sudan black による lipochondria 検出法を施し、又新鮮及び固定標本を位相差法によって検索し、外分泌腺細胞に於ては鍍銀によって証明される網状の Golgi 装置を認めたが、島細胞に於ては少数の細胞にのみ好銀性の索条或は糸より成る Golgi 装置を認め、大多数の細胞では欠如するか或は小なる好

銀顆粒のみが見られるのを発見し、島細胞に於ては不明の原因によって Golgi 装置は萎縮の段階にあると述べた。然るに Baker の lipochondria 検出法を用いた切片に於ては外分泌細胞には Sudan black で染まらない、鍍銀によって検出される Golgi 装置と全く等しい細管構造と Sudan で染まる少数の空胞を持たない脂肪小体 (Baker の simple lipochondria) が見られるのに反し、島細胞の多くのものは多数の有胞性脂肪小体 (Baker の vacuolated lipochondria) を持つのが認められ、少数の細胞に於てはその他 Golgi 装置と等しい Sudan で不染の細管構造が認められた。Lacy は以上の所見から Golgi 装置と脂肪滴即ち lipochondria は別個の細胞質内の構造であって、若し Baker の説の如く Golgi 装置が鍍金によって lipochondria を基礎として生ずる人工産物であるならば、lipochondria を多く持つ島細胞には鍍銀によって大なる Golgi 装置が証明される筈であると述べ、lipochondria 説を反駁した。上述の如く Lacy は人の島細胞は動物のものと異り、萎縮した Golgi 装置と多数の脂肪小体を持つという特殊な所見を示すのを見たが、Lacy は唯 1 例の手術材料を使用したのみであって、その所見が一般的のものであるか否かを決定し得なかった。

吾々は 5 例の健康な人材料に於て、オスミウム酸を使用する Kolatchev 氏法を用いて Golgi 装置の状態を観察し、Lacy の観察を検討することが出来た。以下島細胞と外分泌腺細胞とを分けて述べる。

a) 島細胞.

吾々は人の Langerhans 氏島の Regaud-Azan 標本に於て A 或は α 細胞及び B 或は β 細胞の他に少数の D 細胞を認めた。一般に B 細胞は A 細胞よりも多い。Kolatchev 標本に於て A, B 両細胞を正確に見分けることは困難であるが、場合によっては A 細胞は暗調に、B 細胞は明調に見え、略々見分けられることもある。Golgi 装置の所見は総べての細胞に於て等しく、細胞の種類によって異なることはない。Lacy (1954 b) も島細胞を分類して各細胞の Golgi 装置を観察してはいない。周知の如く Kolatchev 氏法を使用すると Golgi 装置が黒化するのみでなく、細胞内に存在する脂肪滴 (リポイド顆粒) も同時に黒化証明される。人の島細胞の大多数のものは Golgi 装置の他にオスミウム酸で黒化する脂肪滴 (小体) を一般に多数に持つ。この事実は 5 例の膵臓に例外なく認められた。Golgi 装置のみを持ち、脂肪滴を持たない細胞は極めて稀である (図 1)。

Golgi 装置はオスミウム鍍金によって黒化する比較的細くて平滑な索条或は糸より成り、索条は彎曲して走り互いに吻合して簡単な網或は毬、時に簡単な輪を作る (図 2, 3)。稀に索条に空胞を含む結節部或は肥厚部があり、それが数個連らなることもある。島細胞の Golgi 装置は一般に外分泌細胞のものより小さく構造も簡単であって、核の一侧に接して存在し、時に核の一端を帽子状に覆う如く接するものがある。Golgi 極の方向はまちまちである。島細胞が毛細血管を中心として放射状に配列する場合に於ても、総べての細胞の Golgi 極が血管側に向うと

図 1. 島細胞の Golgi 装置. 大多数の細胞は無胞性及び有胞性の脂肪滴 (リポコンドリア) を持つ. 26 才男. Kolatchev 氏法. 1400×

Abb. 1. GOLGIapparat der Inselzellen. Die Mehrzahl der Inselzellen enthält solide und vesiculäre Fettröpfchen (lipochondria). 26jähr. Mann. KOLATCHEV-sche Osmiumimprägnation. 1400×

図 2. 島細胞の Golgi 装置. 脂肪滴は少ない. 26 才男. Kolatchev 氏法. 1400×

Abb. 2. GOLGIapparat der Inselzellen. Fettröpfchen sind gering. 26jähr. Mann. KOLATCHEV'sche Osmiumimprägnation. 1400×

多数の島細胞は Golgi 装置と脂肪滴を同時に持ち、一般に脂肪滴の量の方が多い細胞が多い (図 5)。併し Kolatchev 氏法が成功しない、Golgi 装置が検出されない場合、又組織片の中央部でオスミウム酸が十分滲透しない部位では Golgi 装置は全く見られない、脂肪滴のみが黒化して現われるから注意を要する。脂肪滴の形態と大きさは種々である。先ず充実性で全体が一様にオスミウム酸で黒化するものがあり、更に周辺部が強く黒化するが内部の黒化が弱く明るいもの

は限らないで、反対側へ向う細胞もある。Golgi 装置の発達程度は Lacy (1954 b) も認めた如く脂肪滴の量と反比例する。即ち一般に脂肪滴がないか或は少ない細胞程 Golgi 装置は大きく構造も複雑であることが多く、脂肪滴が多い細胞では Golgi 装置は小さく簡単な構造を示し、時に彎曲する単一の索条を脂肪滴の間に認めるのみである (図 4)。併し脂肪滴のみで全く Golgi 装置の要素即ち索状が見られない細胞は稀である。即ち大

図 3. 島細胞の Golgi 装置. 脂肪滴を持つ細胞が多い. 33 才男, Kolatchev 氏法, 1400×
Abb. 3. GOLGIapparat der Inselzellen. Viele Inselzellen führen solide und vesiculäre Fettröpfchen. 33jähr. Mann. KOLATCHEV'sche Osmiumimprägnation. 1400×

図 4. 島細胞の Golgi 装置. Golgi 装置の索条が無胞性及び有胞性脂肪滴の間に見える. 33 才男, Kolatchev 氏法, 1400×

Abb. 4. GOLGIapparat der Inselzellen. Stränge des GOLGIapparates finden sich einzeln zwischen den soliden und vesiculären Fettröpfchen. 33jähr. Mann. KOLATCHEV'sche Osmiumimprägnation. 1400×

図 5. 島細胞の Golgi 装置. Golgi 装置は大部分無胞性及び有胞性の脂肪滴で置きかえられる. 26 才男, Kolatchev 氏法, 1400×
Abb. 5. GOLGIapparat der Inselzellen. GOLGIapparate sind meistens zum größeren Teil durch die soliden und vesiculären Fettröpfchen ersetzt. 26jähr. Mann. KOLATCHEV'sche Osmiumimprägnation. 1400×

がある. 更に内部が全く明調で 1 個の空胞となり, これを囲んで輪状に黒化層があり, 所謂単胞性 (univesiculär 或は univacuolated) のものがある. 以上の如きものは一般に小さい (図 1—5). 大なるものになると内部に多数の大小空胞が出現

する (polyvesiculär 或は multivacuolated). 空胞の配列も色々であって, 小さい略々等大の空胞を2個以上多数個持つものがある. 又大なる空胞1個を略々中央に持ち, それを囲んで小空胞が略々1層に配列するものがある. 大空胞が偏在し, 黒化層が印形付指輪形 (Siegelringform) となり, その中に多くの小空胞を持つものがある. その他内部に大小不揃の空胞を入れるものもある (図6).

図6. 島細胞の単胞性及び多胞性脂肪滴. 45才男. Kolatchev 氏法. 1400×

Abb. 6. Uni- und polyvesiculäre Fettröpfchen der Inselzellen. 45jähr. Mann. KOLATCHEVsche Osmiumimprägnation. 1400×

図7. 島細胞の無胞性及び有胞性脂肪滴の諸型 (模式図).

Abb. 7. Verschiedene Formen der soliden und uni- sowie polyvesiculären Fettröpfchen der Inselzellen (Schema).

図7は上記の如き脂肪滴の諸型を模式的に示したものである. 以上の如き性状から見て, 之等のオスミウム酸で黒化する脂肪滴は Lacy (1954 b) が人の島細胞で Baker の lipochondria 染色法に従い Sudan black で証明した脂肪小体 (lipoidal bodies) 即ち lipochondria と一致する. これによって見ると, lipochondria は Baker の所謂古典的方法である Kolatchev 氏法によってもオスミウム酸で黒化保存され, Golgi 装置と同時に検出されることが判る.

オスミウム酸を含む Levi 氏液で固定したのみの切片に於ては脂肪滴は黒化して保存されるが, Golgi 装置は黒化しないことは従来組織学的方法の常識である. Levi 氏液固定, Kull 氏法染色標本を見ると, 脂肪滴は Kolatchev 氏法標本と全く同じ姿で現われ, 帯緑色に着色して見えるが, Golgi 装置を認めることは困難である. 併し Heidenhain 氏鉄ヘマトキシリン染色標本で見ると, 脂肪滴は前標本と同じ姿で, 黒褐色に着色して見え, 核に近接して明るい彎曲した細管が見える. その太さ, 形, 位置等は Kolatchev 標本で黒化して見られた Golgi 装置の索条と全く一致する (図8). 従って Levi 標本では Golgi 装置は黒化せず, それ

図 8. 島細胞の Golgi 装置の陰像 (明細管) とオスミウム酸で黒化した無胞性及び有胞性脂肪滴. 45 才男. Levi 氏液固定, 鉄ヘマトキシリン (Heidenhain) 染色, 1400×

Abb. 8. Negative Bilder des GOLGIapparates (helle oder Saftkanälchen) und durch Osmiumsäure geschwärzte, solide und vesiculäre Fettröpfchen der Inselzellen. 45jähr. Mann. LEVISches Gemisch, Eisenhämatoxylin (HEIDENHAIN). 1400×

と全く等しい姿を持つ明細管として認められる. 一般に呼称される Holmgren 氏の液細管或は Golgi 装置の陰像 (Golgi-Negativ) である. 更に Regaud 氏液固定, 3%重クローム酸加里で7日間後固定した標本でも同様な明細管が認められ, 脂肪滴は空胞として認められる.

以上の成績から推論するに, Golgi 装置と脂肪滴とは固定に対して異なる態度を示し, 恐らく化学的構造に於ても等しくない別個の構造であることが判る. Baker 等の主張する如く, Golgi 装置が脂肪滴にオスミウムが沈着することにより人工的に形成されたものとは到底信ぜられない. Beams (1930) は Regaud 固定標本に於て島細胞に明細管を認め, Golgi 装置の陰像と見做した. Lacy (1954 b) は人の島細胞を新鮮状態で位相差法で観察し, 明細管を認め, Golgi 装置は細管構造を持つと考え, 更に前述の如く Baker の lipochondria 証明法を施した場合にも Golgi 装置は Sudan black に染まらないで明細管として認められると報告した.

Kolatchev 標本で観察すると Golgi 装置と脂肪滴との間に移行があるように思われる. Lacy (1954 b) は併し両者は別個のもので無関係であるとし, 移行を認めていない. 吾々の観察によると Golgi 装置を形成する索条の末端が切断されて輪状の小体となり, 全体としてオスミウム酸で黒化する様になり, 脂肪滴となる像が屢々認められる. 時に索条が数個の小片に切断し, その各々が漸次円くなって, 全体としてオスミウム酸で黒化し, 脂肪滴となるのが見られる. 稀に Golgi 装置の大部が1個の全体としてオスミウム酸で黒化する塊となり, 漸次大なる

脂肪滴に転化する如く思われる所見もある。以上の如き場合に早くから内部に空胞が現われると有胞性の脂肪滴となる。

更に脂肪滴の分布位置や配列状態を見ると、大体 Golgi 装置の占める部位に現われ、時に脂肪滴が索条の跡へ列を作って配列する如く思われる像がある(図 1, 3, 4, 5)。又前述した如く Golgi 装置の発達の悪い場合に脂肪滴が多い。即ち両者は量的に反比例する等の点から見ても、Golgi 装置から脂肪滴が出来るという想像は正しいように思われる。併し反対に脂肪滴が再び Golgi 装置を形成し得るや否やの問題は解決困難である。

b) 外分泌腺細胞.

人の膵臓の外分泌腺細胞の Golgi 装置は吾々の同僚である Tamaki と Tsuchiya (1950) によって観察報告された。彼等は Golgi 装置と同時に脂肪滴をも証明し、Ries (1935) の Lipochondria に相当する構造と考え、Ries の説を批判した。吾々は本研究に於て島細胞の Golgi 装置と比較するために外分泌細胞の Golgi 装置を観察した。

外分泌細胞の Golgi 装置の性状は細胞の分泌機能時期によって異なるが、一般に島細胞のものより大きく、核の上方に接して粗で大きい網を形成する(図 9)。分

図 9. 膵臓の外分泌細胞の Golgi 装置。脂肪滴は少ない。23 才男。Kolatchev 氏法。1400×

Abb. 9. GOLGIapparat der exokrinen Acinuszellen des Pankreas. Fetttröpfchen sind gering. 23jähr. Mann. KOLATCHEV'sche Osmiumimprägnation. 1400×

泌顆粒を多く持つ細胞ではオスミウム酸によって黒化する索条は平滑で緩く彎曲して分泌顆粒の間を走り、顆粒は網眼の中に含まれる。Tamaki と Tsuchiya (1950) の述べた如く多くの細胞にオスミウム酸に黒化する脂肪滴が存在するが、その数は一般に少ない(図 9, 10)。脂肪滴は充実性で均等に黒化するものもあるが、大多数のものはその被殻部が強く黒化し、内部はやや黒化の程度が弱い。時に 1 個の空胞を持つ単胞性のものがあるが、多胞性のものは認められない。脂肪滴の多い細胞では時に 2 個或は数個のものが融合し、Tamaki と Tsuchiya の云う如く桑実形の大なる滴を形成するのが見られる(図 10)。脂肪滴は Golgi 装置の位置にそれと接して出現し、両者の間に密接な関係があることを暗示するが、島細胞

に於ける如く Golgi 装置の索条が脂肪滴に変化する移行像があり、又脂肪滴の多い細胞では Golgi 装置の発達が悪く、両者は量的に反比例の関係を示す。時に索条の跡にそれと同じ経過をとって脂肪滴が配列する如く思われる像がある(図 10)。固定に対する Golgi 装置と脂肪滴の態度は島細胞と全く等しい。

外分泌細胞に於ても吾々の見たオスミウム酸で黒化保存される脂肪滴は Baker の lipochondria に相当するものであることには疑問の余地はない。従って吾々は外分泌細胞に於ても古典的方法を用いて Golgi 装置と lipochondria を同時に証明することが出来た。従って Golgi 装置が lipochondria にオスミウムが沈着して生ずる人工産物なりとする Baker 等の説には賛成出来ない。

III. 総 括.

本研究に於て吾々は 5 例 (23, 26, 45, 32, 33才) の健康な男性

刑屍より死後可及的速かに採取固定した膵臓に於て Kolatchev 氏オスミウム鍍金法を用いて膵島及び外分泌部細胞の Golgi 装置を証明し, Lacy (1954 b) の人の膵臓に於ける成績を追試すると同時に Baker の lipochondria 説を検討した。

Lacy (1954 b) は肝臓癌による門脉閉鎖によって招来された膵臓機能亢進症のために行われた膵臓剔除手術に際して 54 才の 1 女性患者から採取した膵臓について膵島及び外分泌部細胞の Golgi 装置を青山氏鍍銀法により, 又 lipochondria を Baker 氏 Sudan black B 染色法によって証明し, 特に島細胞に於て興味ある所見を得た。即ち鍍銀法によって島に於ては少数の細胞に於てのみ索条から成る小さな Golgi 装置が検出されるだけであるが, lipochondria 検出法によると大多数の細胞に多数の有胞性の脂肪小体 (lipoidal bodies) 即ち lipochondria が Sudan black で染色証明される。この方法によると Golgi 装置は Sudan には染まらない細管状構造として認められる。外分泌細胞ではこれと反対に常に大なる Golgi 装置が証明され, lipochondria は少なく, 空胞が殆んど含まれない。彼は以上の所見から Golgi 装置と lipochondria とは別のものであって, Baker の lipochondria 説は承認出来ないとの結論に達した。彼は若し Baker の主張する如く Golgi 装置が lipochondria に銀が沈着して形成された人工産物であるならば, lipochondria を多数に持つ島細胞には大なる Golgi 装置が青山氏法で証明される筈であると反駁した。Lacy は彼の検索した 1 例に於ては島細胞は疾患或は手術的侵襲のために異常状態にあり, Golgi 装置は萎縮に陥っていると考えた。然るに吾々は健康な人から採取した 5 例の膵臓全例に於て Lacy と殆んど完全に一致する所見を得た。吾々は lipochon-

図 10. 膵臓の外分泌細胞の Golgi 装置. 脂肪滴が多い. 45 才男. Kolatchev 氏法. 1400×

Abb. 10. GOLGIapparat der exokrinen Acinuszellen des Pankreas. Eine Anzahl der Acinuszellen enthält viele Fettröpfchen. 45jähr. Mann. KOLATCHEV'sche Osmiumimprägnation. 1400×

dria 検出法を行っていないが、Kolatchev 氏法を使用したので Golgi 装置と同時に細胞内に含まれる脂肪滴(小体)を黒化して証明することが出来た。Lacy は lipochondria 検出法によって脂肪小体と同時に Golgi 装置の陰像即ち細管構造を認めた。Kolatchev 標本で観察すれば鳥細胞の Golgi 装置は核に接在するオスミューム酸で黒化する平滑な索条から成る比較的小さな簡単な網或は毬として見られる。併し Golgi 装置のみを持つ細胞は少く、大多数の鳥細胞はオスミューム酸で黒化する脂肪滴を一般に多数に持つ。脂肪滴を多く持つ細胞ほど Golgi 装置は小さく、時に短い索条が見られるのみである。即ち Lacy (1954 b) も云う如く Golgi 装置の量と脂肪滴の量とは反比例する。Lacy は脂肪小体のみを持つ鳥細胞が多いと述べたが、吾々のはかかる細胞を殆んどみない。よく観察すれば脂肪滴の間に Golgi 装置の索条が見出される。オスミューム酸で黒化する脂肪滴の形態は Lacy が lipochondria 検出法で証明した脂肪小体と全く一致し、空胞を持たない単純性のものは少なく、単胞性、多胞性のものが多く、多胞性のものは一般に大きい。これによって吾々が認めた脂肪滴は Baker の lipochondria に外ならないことが間接的ではあるが証明された。即ち Kolatchev 氏法によって Golgi 装置と共に lipochondria も検出される。外分泌細胞に於ても両者が同時に検出されたが、Golgi 装置は大なる網を形成し、lipochondria は一般に少く且つ小さくて大多数のものは空胞を持たない。脂肪滴は Levi 氏液固定標本に於ても Kolatchev 標本と同様オスミューム酸で黒化して証明され、その形態は Kolatchev 標本に於けると全く同じである。併し Golgi 装置は黒化せず明るい細管系として認められる。即ち Lacy が lipochondria 検出法により Sudan black 染色によって得た所見と一致する。これ等の所見は、脂肪滴は Golgi 装置の如くオスミューム鍍金によって初めて検出されるのではないこと及び Golgi 装置と脂肪滴即ち lipochondria は化学的に性質を異にするものであることを示す。以上によって吾々も Golgi 装置と lipochondria とは別個の構造物であるとの見解に達し、lipochondria 説を否定する立場に立った。所謂古典的 Golgi 装置が Baker の主張する如く古典的鍍金法によって lipochondria を中心として金属の沈着することにより形成される人工産物ではないことは、鍍金を行わない方法例えば Lacy の経験した如く新鮮な細胞で又 lipochondria 検出法によって、吾々が経験した如く Levi 及び Regaud 固定によってもそれと全く同じ形態を示す細管構造として証明されることから明かである。このことは既に Lacy (1954 a) によって主張された。又 Tarao (1939, 1940, 1942) が protease-Nile blue 法で諸種細胞の古典的 Golgi 装置を Nile blue で染色検出したことも亦人工産物説と対立する。

吾々の5例の正常な脾臓に於ける観察によって人の鳥細胞では Golgi 装置の発達が悪く、それに代って脂肪滴即ち lipochondria が多量に存在するという状態が決して病的或は特殊条件によるものではなく正常であることが明らかとなった。かくの如き Golgi 装置の状態を示す細胞は他の組織にも見出されるか否かという

疑問が起る。既に緒言に於て引用した如く、人のエックリン汗腺細胞に於て極めて近似する状態が見られる (Melczer 1931, 永光 1941, Ito 1943)。これ等の学者は総て多数の単純性及び有胞性のオスミウム酸で黒化する脂肪滴を認めたが、それ等は形態学的に見て今日の lipochondria であることは疑問の余地がない。かくの如く lipochondria は古くから学者によって他の方法によっても認められたものであって、Baker の方法で処置しなければ検出されないものではない。Formalin 固定、凍結切片、Sudan III 染色の如き普通の脂肪の検出法でも勿論 Sudan によって染色される筈である。最近 Foster (1956 a, b) は手術によって取った人の脳下垂体前葉細胞に於て人の膵島細胞と殆んど一致する Golgi 装置と脂肪小体との所見を得た。彼の認めた脂肪小体も単純性、及び有胞性であって、青山氏鍍銀法によって検出される Golgi 装置とは別の構造物である。彼は両者は全く無関係のものであり、Golgi 装置は脂肪小体へ銀が沈着して生じた人工産物ではないと主張した。内分泌器官として重要な人の下垂体と膵島の実質細胞が略々同じ所見を示し、特に有胞性の脂肪小体を多量に含むことは興味あることである。

Lacy (1954 b), Foster (1956 a, b) 等は Golgi 装置と脂肪小体は関係のない別個の細胞包蔵物であるとした。彼等は Golgi 装置の検出に青山氏鍍銀法を使用し、脂肪小体の検出には別の方法を用いた。青山氏法では脂肪は検出されないので Golgi 装置と脂肪滴の関係を観察出来ない。吾々の用いた Kolatchev 氏法では Golgi 装置と脂肪小体は同時に検出され両者の関係が詳細に観察出来る。吾々は島細胞のみならず外分泌細胞に於ても Golgi 装置から脂肪滴の形成される過程をよく追求することが出来た。この成績は Golgi 装置と脂肪小体との量の間に反比例的関係が見られることによって裏付けられる。Ito (1943) と岩重 (1952) も人のエックリン汗腺細胞に於て有胞性及び単純性脂肪滴が Golgi 装置から出来、それと置き代るのを観察し、岩重は Golgi 装置の脂肪化と呼んだ。

然らば膵島細胞に現われる脂肪滴が如何なる機能的意義を持つかが問題となる。Golgi 装置が細胞機能に関係を持つ細胞小器官であることは古来多くの学者によって論ぜられた。それから形成される脂肪小体は Golgi 装置の機能を代行する如き細胞小器官であるかどうか。これは極めて重要な問題である。Ito (1943) は人のエ-汗腺細胞に於て脂肪滴は 41 才の女性の 1 例に於て特に多いのを認めたが、かかる脂肪滴の出現の意味は不明であると述べた。併し岩重 (1952) は老人に於て一般に脂肪滴が非常に多いのを確認し、Golgi 装置の脂肪化は機能低下を示すものと思われると述べ、これを老人性変化と見做している。Lacy (1954 b) が島細胞の中に多数の脂肪小体と発達の悪い Golgi 装置を認めたのは 54 才の女性の 1 例であるから、老人性変化が考えられるが、吾々が Lacy の所見を再確認したのは 5 例の男性から得た膵臓で年令は 23—45 才でいずれも略々同じ所見を示し、45 才の例に於て特に脂肪滴が多いとは思われなかった。従って脂肪滴が出現し、Golgi 装置の発達の不良な状態を膵島細胞に於て老人性変化と見做すことは不可

能であり、又機能低下を考えることも妥当ではない。Lacy (1954 b) は Baker (1949) と同様有胞性脂肪小体は分泌物を形成し、それを分泌顆粒として放つ如き機能を持つと想像している。有胞性脂肪滴は Golgi 装置とは上述の如く固定上の性質を異にする。即ち Golgi 装置はオスミウム酸を含む固定液による固定のみでは黒化しないで、更に固定に次ぐ長期の鍍オスミウムによって初めて黒化する。然るに有胞性脂肪滴は普通の脂肪滴の如くオスミウム酸を含む固定液による固定だけで既に黒化してあらわれる。この相違は既に Tarao (1939, 1940, 1942) が protease-Nile blue method で証明した如く、Golgi 装置は脂肪を含むがそれが蛋白質と結合して maskiert の状態にあるためと解される。有胞性脂肪滴が Golgi 装置から形成されるに当って蛋白質と脂肪の分離がおこり、分離した脂肪はオスミウム酸で黒化し、蛋白質は有胞性脂肪滴の空腔内容に含まれ、島細胞の分泌顆粒の形成に使用されると想像するならば、Lacy 等の考えと一致する。エ-汗腺細胞に於てもこれと同じ想定が可能である。老人に於て脂肪滴が多く現われるのは、老年期にはこの脂肪の処理が遅くなるためと想像すれば一応説明がつく。有胞性脂肪小体(滴)の如き内部構造を持つものを普通の脂肪滴と同一に取扱うことが妥当であるか否かが問題である。上皮性及び間葉性細胞に於ては生理的狀態に於て単純な脂肪滴の出現は屢々認められるところであるが、有胞性脂肪滴の出現に関して上に引用した人のエ-汗腺、下垂体、睪島等に於ける他は余り多くの報告がない。Ito と Hioki (1940) は人の Sertoli 細胞に於て之を認め、Thaler (1904) は同様に Sertoli 細胞で認めた外、諸種の細胞に出現すると報告した。今後更に多くの細胞に於て見出される可能性があるが、常に Golgi 装置との位置的關係に注目することが肝要である。Golgi 装置に由来する特殊な脂肪小体は今日までの報告によれば常に Golgi 装置と密接な位置的關係を保って出現する。而して之等の脂肪体は固定、染色上に於て普通の脂肪滴と変るところはない。従って岩重 (1952) の如く一応 Golgi 装置の脂肪化という言葉をもって、これ等特殊な脂肪小体の出現を表現するのが便利である。

吾々は Lacy (1954 b) と同様に人の睪島細胞の Golgi 装置の観察によって Baker の lipochondria 説を否定する如き成績に到達した。吾々は古典的 Golgi 装置検出法によって Golgi 装置のみならず、有胞性脂肪滴即ち lipochondria を同一細胞に於て同時に証明した。もし lipochondria 説が主張する如く古典的 Golgi 装置が lipochondria 及びその間にオスミウムが沈着することによって生ずる人工的産物ならば、吾々が認めたような細く平滑な索条より成る装置は検出されないであろう。恐らく lipochondria の位置に相当して、それに相当する大なる多数の結節部を持つ太い索条からなる大なる装置が証明される筈である。

最近 Baker の lipochondria 説に対しては諸種の細胞に就て多くの反論があるが、それらの中には例えば Chu と Swinyard (1956) の研究がある。彼等はマウスの諸種の細胞特に副睪丸の上皮細胞内に同時に lipochondria と網状構造を示す Golgi

装置を証明し、両者は別個の構造物であり、網状の Golgi 装置が lipochondria へ銀が沈着して人工的に形成されたものではないとの結論に達した。彼等は新鮮な細胞に於ても lipochondria は Golgi 装置を代表するものでないことを認めた。Dalton と Felix (1952, 1953, 1954 a, b, 1956) の電子顕微鏡による観察以来、Golgi 装置はオスミウム酸で固定された超薄切片に於て空胞、lamellae 及び顆粒の 3 要素より構成されることが総べての学者の一致する所見として認められ、lipochondria 説、ミエリン像 (myelin figure) 説等は影をひそめた観があり、古典的 Golgi 装置の示す像が正しかったことが実証された。更に鍍銀及び鍍オスミウム処置を施した超薄切片に於いて観察すると、オスミウムは lamellae 更に空胞に沈着することが確められた (Lacy と Challice 1956, Dalton と Felix 1956)。最近 Takagi と Masuda (1956) は培養された鶏胚の線維芽細胞に於て位相差法によって Golgi 野に多数の明細管 (canalicules)、空胞及び細糸或は lamella 様構造を認め、空胞は細管の光学的横断像であり、細管は電子顕微鏡で見出される空胞に、細糸は lamellae に相当するとの想定を述べた。而してオスミウム鍍金法によって細管と lamellae が黒化することを確かめた。吾々が Lacy (1954 b) と共に人の脾臓細胞で認めた明細管 (Golgi-Negativ) も亦恐らく電子顕微鏡によって見られる空胞に相当するものであろう。

光学顕微鏡を以って Golgi 装置を容易に且つ確実に観察するには矢張りオスミウム鍍金法或は鍍銀法が最も良い方法であり、之等の方法で検出される Golgi 装置は決して人工産物ではない。Golgi 装置は之等の方法以外の方法では染色されて確実に検出されるものでなく、Sudan 染色によって検出されるのは Tarao (1939, 1940, 1942) の protease-Nile blue method に於ける如き特殊な前操作を施さない限り Golgi 装置自身ではない。

VI. 結 語.

5 例の健康な男性 (23—45 才) から採取した新鮮な脾臓に於て Kolatchev 氏オスミウム鍍金法を用いて脾臓細胞の Golgi 装置を証明観察した。全例に於て大多数の島細胞は Golgi 装置の他に一般に多数のオスミウム酸によって黒化する脂肪小体 (滴) を持ち、Golgi 装置のみで脂肪小体を持たない細胞は少ない。

人の島細胞の Golgi 装置は一般に発達が悪く、オスミウム鍍金によって黒化する細くて彎曲する平滑な索条或は糸より成る小さい網、毬或は輪を形成する。核の 1 側に接在し、Golgi 極は不定であって血管に向うとは限らない。

Golgi 装置の発達は脂肪小体を多く持つ細胞程悪く、一般に Golgi 装置と脂肪小体の量の間には反比例的関係が見られる。5 例に於て脂肪小体を多く持つ細胞が多いが、Golgi 装置の索条が全く見られない細胞は極めて少ない。Golgi 装置と脂肪小体の状態は A, B 両細胞に於て異なるところはない。

脂肪小体は一般に Golgi 装置と密接な位置的關係を持ち、色々な大きさや形態

を示し、内部に空胞を持たない無胞性のものは少なく、単胞性或は大なる多胞性のものが多い。空胞の内容はオスミウム酸によって不染性である。

かかるオスミウム酸で黒化する無胞性或は有胞性脂肪小体は Baker の lipochondria である。即ち Kolatchev 氏法によって Golgi 装置と lipochondria は同一細胞内に同時に証明される。

脂肪小体はオスミウム酸を含む固定液 (Levi 氏液) で単に固定することによっても検出されるが、Regaud 氏液の如きオスミウム酸を含まない固定液で固定したパラフィン切片では溶解し空胞となる。いずれの場合に於ても Golgi 装置は明細管 (Golgi-Negativ) として現われる。Golgi 装置と脂肪小体は固定上或は化学的に性質の異なる構造物である。

Golgi 装置と脂肪小体との間には移行があり、Kolatchev 標本の観察により、脂肪小体が Golgi 装置から形成される像が見られる。吾々はこの現象を簡単に Golgi 装置の脂肪化と呼ぶ。

健康な 5 例の人の脾臓外分泌部腺細胞にも島細胞と同じ像が見られたが、Golgi 装置は一般によく発達して大なる網を形成し、脂肪小体は一般に少なく、小さくて有胞性のものは少なく単胞性のものが少数に見られるのみで、多胞性のものは出現しない。Golgi 装置から脂肪小体の形成される像が見られる。

人の島細胞に見られる有胞性脂肪小体が多数出現し、Golgi 装置の発達の悪い状態は生理的正常な所見であって、決して病的或は異常な機能状態例えば機能低下を示す像とは言われない。脂肪小体の意義は不明である。

以上の成績から見て Baker の lipochondria 説には賛成出来ない。

Autoreferat.

An fünf ganz frischen normalen Bauchspeicheldrüsen aus gesunden männlichen Hingerichteten (23—45 jähr.) wurden der GOLGIapparat und die Lipoidkörnchen (Fettröpfchen) sowohl der Inselzellen als auch der exokrinen Drüsenzellen mittels der KOLATCHEV'schen Osmiumimprägnationsmethode studiert.

Bei normalen menschlichen Bauchspeicheldrüsen haben die Inselzellen zum größten Teil außer dem GOLGIapparat viele, durch Osmiumsäure verschwärzte Lipoidkörnchen, sodaß die den GOLGIapparat ausschließlich führenden Inselzellen nur äußerst selten anzutreffen sind.

Der GOLGIapparat der menschlichen Inselzellen ist im allgemeinen schlecht entwickelt. Er besteht aus den durch Osmiumimprägnation verschwärzten, mehr oder weniger gewundenen, glatten und dünnen Strängen oder Fäden, welche auf einer Seite des Kerns ein kleines Netz, Knäuel oder einen Ring bilden. Der GOLGI-Pol ist in den meisten Fällen unbestimmt und wendet sich nicht immer dem Blutgefäß zu.

Die Ausbildung der netzartigen Struktur des GOLGIapparates in den Inselzellen ist in der Regel je schlechter, im Verhältnis zur Zahl der Lipoidkörnchen; so besteht zwischen der Menge des GOLGIapparates und derselben der Lipoidkörnchen in

einer Inselzelle eine umgekehrte Proportion. Bei normalen menschlichen Bauchspeicheldrüsen enthalten die Inselzellen meistens eine größere Menge von Lipoidkörnchen, doch gibt es nur sehr selten solche Inselzellen, in denen die Stränge des GOLGIapparates vollkommen verschwunden sind. Die morphologischen Beschaffenheiten des GOLGIapparates und der Lipoidkörnchen sind nach den A- und B-Zellen anscheinlich nicht verschieden.

Die osmiophilen Lipoidkörnchen der Inselzellen kommen meistens in einer innigen topographischen Beziehung mit dem GOLGIapparat vor; ihre Größe und Struktur sind recht variabel; sie enthalten zum größten Teil eine bis mehrere helle Vakuolen (mono- und polyvesiculierte Körnchen), während solide, nicht vakuolisierte Körnchen gering sind (nicht vesiculierte Körnchen). Polyvesiculierte Körnchen, in denen eine Anzahl Vakuolen verschiedene Verteilung und Anordnung zeigen, wie in den Abb. 6—7 dargestellt ist, sind in der Regel groß. Neuerdings hat LACY (1954) bei einem operativ herausgeschnittenen menschlichen Pankreas ebenfalls zahlreiche solide und vesiculierte Lipoidkörnchen in den Inselzellen nachgewiesen und diese mit BAKER's „Lipochondria“ identifiziert. Die in dieser Untersuchung von uns mit Osmiumsäure verschwärzt dargestellten Lipoidkörnchen der menschlichen Inselzellen stimmen morphologisch mit aller Sicherheit mit den Lipoidkörnchen von LACY gänzlich überein. So unterliegt es keinem Zweifel, daß die von uns nachgewiesene osmiophile Lipoidkörnchen nichts anders als die „Lipochondria“ nach BAKER sein dürften.

Aus obigen Erwähnungen geht natürlich hervor, daß durch die KOLATCHEV'sche Osmiumimprägnationsmethode nicht nur der GOLGIapparat sondern auch die „Lipochondria“ nach BAKER in den Inselzellen gleichzeitig dargestellt werden können.

Solche nichtvesiculierte und vesiculierte osmiophile Lipoidkörnchen werden auch durch einfache Fixierung mit dem LEVIschen Gemisch durch die darin enthaltene Osmiumsäure verschwärzt konserviert, wie es bei den Fettröpfchen in verschiedenen Zellarten der Fall ist, während sie aber in den durch die Osmiumsäure nicht enthaltenden Fixierflüssigkeiten wie in den mit REGAUD'schem Gemisch behandelten Paraffinschnitten vollkommen aufgelöst als Vakuolen auftreten. In beiden Fällen läßt sich der GOLGIapparat der Inselzellen stets als helles Kanälchen (GOLGI-Negativ) nachweisen. Diese Fixierungsverhältnisse erweisen, daß der GOLGIapparat und die Lipoidkörnchen der Inselzellen in der chemischen Beschaffenheit etwas voneinander abweichen.

Die obigen Ergebnisse sprechen möglicherweise dafür, daß der GOLGIapparat und die Lipoidkörnchen („Lipochondria“) besondere Cytoplasmaeinschlüsse sein dürften, und stehen weiterhin der Lipochondrientheorie von BAKER entgegen, daß der durch Metallimprägnation dargestellte retikuläre GOLGIapparat nichts anders als ein Kunstprodukt sein soll, welches bei Osmium- oder Silberimprägnation infolge Ablagerung von Osmium oder Silber auf Lipochondria und dazwischen vorhandene Cytoplasmabezirke künstlich gebildet worden ist.

Es wurde ebenfalls durch diese Untersuchung festgestellt, daß die Stränge, nämlich die Bauelemente des GOLGIapparates sich allmählich in Lipoidkörnchen verwandeln, was mit der oben erwähnten Tatsache gut übereinstimmt, daß die

Menge des GOLGIapparates und der Lipoidkörnchen einzelner Inselzellen in einer umgekehrten Proportion stehen. Solche Veränderung des GOLGIapparates könnte als die „Verfettung“ des GOLGIapparates bezeichnet werden.

In den exokrinen Drüsenzellen der gesunden menschlichen Bauchspeicheldrüsen kommen außer dem gut entwickelten großen netzartigen GOLGIapparat auch meistens osmiophile Lipoidkörnchen vor, welche aber im Gegensatz zu den in den Inselzellen im allgemeinen klein und von geringer Zahl sind, häufig sogar ganz vermisst werden und meistens solid, selten monovesiculiert, aber niemals polyvesiculiert sind. Die Bilder der Verwandlung der Bauelemente des GOLGIapparates in Lipoidkörnchen wurden auch in den exokrinen Drüsenzellen bestätigt.

Das eigentümliche cytologische Verhältnis, daß die menschlichen Inselzellen einen schlecht ausgebildeten kleinen GOLGIapparat und zahlreiche Lipoidkörnchen besitzen, wird als eine physiologische Erscheinung, also weder als eine pathologische noch als ein Ausdruck der Hypofunktion der Inselzellen aufgefasst, da es bei fünf normalen Bauchspeicheldrüsen aus gesunden Hingerichteten stets ohne Ausnahme wahrgenommen wird. Es repräsentiert anscheinlich auch keine senile Erscheinung, da es bei Bauchspeicheldrüsen aus jüngeren Individuen bemerkt wird. Die funktionelle Bedeutung der zum größeren Teil vesiculierten Lipoidkörnchen, die eine verhältnismäßig komplizierte Innenstruktur führen, ist aber unklar.

文 献.

- Baker, J. R.:** The structure and chemical composition of the Golgi element. *Quart. J. Micr. Sci.* 85 (1944). P. 1—71. — Further remarks on the Golgi element. *Quart. J. Micr. Sci.* 90 (1949). P. 293—307. — The Golgi substance. *Nature*. 168 (1951). P. 1089—1090. — **Beams, H. W.:** Golgi apparatus, canalicular apparatus, vacuome, and mitochondria in the islets of Langerhans of the albino rat. *Anat. Rec.* 46 (1930). P. 306—324. — **Bensley, R. R.:** Studies on the pancreas of the guinea-pig. *Amer. J. Anat.* 12 (1911). P. 297—388. — **Bergen, F. von:** Zur Kenntnis gewisser Strukturbilder („Netzapparate“, „Saftkanälchen“, „Trophospongien“) im Protoplasma verschiedener Zellenarten. *Arch. mikr. Anat.* 64 (1904). S. 498—574. — **Cajal, S. R.:** Algunas variaciones fisiológicas y patológicas del aparato reticular de Golgi. *Trab. Lab. Inv. Biol.* 12 (1914). P. 127. (Beams 1930 引用). — **Chu, C. H. U. and C. A. Swinyard:** Morphological and cytochemical identification of the Golgi apparatus. *J. Biophysic. Biochem. Cytol.* 2 (1956). P. 263—280. — **Dalton, A. J. and M. D. Felix:** Lipochondria and the Golgi substance in epithelial cells of the epididymis. *Nature*. 170 (1952). P. 541—542. — Studies on the Golgi substance of the epithelial cells of the epididymis and duodenum of the mouse. *Amer. J. Anat.* 92 (1953). P. 277—294. — Cytologic and cytochemical characteristics of the Golgi substance of epithelial cells of the epididymis — in situ, in homogenates and after isolation. *Amer. J. Anat.* 94 (1954 a). P. 171—207. — In 'Symposium on fine structure of cells' (Leiden). Paris, 1954 b. (Takagi and Masuda 1956 引用). — A comparative study of the Golgi complex. *J. Biophysic. Biochem. Cytol. Suppl.* 2 (1956). P. 79—84. — **Foster, C. L.:** Some observations upon the cytology of pars distalis of the surgical-removed human pituitary. *Quart. J. Micr. Sci.* 97 (1956 a). P. 379—391. — Some observation upon the Golgi elements of the cells of the surgically removed human anterior pituitary. *Quart. J. Micr. Sci.* 97 (1956 b) P. 481—486. — **Hirsch, G. C.:** Form und Stoffwechsel der Golgikörper. *Protoplasma-Monographien*.

18. Berlin, 1939. — **Hirschler, J.**: Studien über die sich mit Osmium schwärzenden Plasmakomponenten usw. *Z. Zellforsch.* 5 (1927). S. 704—786. — **Ito, T.**: Über den Golgiapparat der ekkrinen Schweißdrüsenzellen der menschlichen Haut. *Fol. anat. jap.* 22 (1943). S. 273—280. — **伊東俊夫**: 汗腺の細胞学と組織学. 医学の進歩 輯 6. 1949. 頁 106—221. — **Ito, T.** u. **K. Hioki**: Zur Zytologie der Sertolizellen im menschlichen Hoden. *Fol. anat. jap.* 19 (1940). S. 301—332. — **岩重 毅**: 健康な高年者の腋窩エックリン汗腺の細胞学的組織学的研究. 日組録, 4 (1952). 頁 75—90. — **Lacy, D.**: *J. Roy. micr. Soc.* 73 (1953). P. 179. (Lacy 1954b 引用.) — The Golgi apparatus. Symposium of the Royal microscopical Society. *Nature*. 174 (1954 a). P. 21. — The Golgi apparatus and lipoidal bodies in exocrine and endocrine cells in the pancreas of man. *Quart. J. Micr. Sci.* 95 (1954 b). P. 163—167. — **Lacy, D. a. Chalice, C. E.**: Studies on the Golgi apparatus by electron microscopy with particular reference to Aoyama's technique. *J. Biophysic. Biochem. Cytol.* 2 (1956). P. 395—402. — **Ludford, R. J. a. W. Cramer**: Secretion and the Golgi apparatus of the islets of Langerhans. *Proc. Roy. Soc. London* 101 (1927). P. 16—24. (Beams 1930 引用.) — **Melczer, N.**: Über den Golgischen Apparat der menschlichen ekkrinen Schweißdrüsenzellen. *Derm. Wschr.* 93 (1931). S. 1101—1108. — **Morelle, J.**: Les constituants du cytoplasme dans le pancreas leur intervention dans le phénomène de sécrétion. *La Cellule*. 37 (1925). (Beams 1930 引用.) — **永光銀之助**: 腋臭に関する病理組織学的研究. 慶応医学, 21 (1941). 頁 1011—1039. — **奥田政一**と**沢田定介**: 妊娠マウスのL氏島細胞に於けるGolgi App.に就て. 大阪医会誌, 34 (1935). 頁 1101—1107. — **O'Leary, J. L.**: An experimental study of the islet cells of the pancreas in vivo. *Anat. Rec.* 45 (1930). P. 27—58. — **大森三彦**: 膵臓ラ氏島の組織学的研究及び其分泌機転に就て. I. 岡山医誌, 42 (1930). 頁 777—787. — 膵臓ラ氏島の組織学的研究及び其分泌機転に就て. II. 過剰葡萄糖がラ氏島に及ぼす影響. 岡山医誌, 42 (1930). 頁 788—793. — **Ries, E.**: Zur Histophysiologie des Mäusenpankreas nach Lebendbeobachtung, Vitalfärbung und Stufenuntersuchung. *Z. Zellforsch.* 22 (1935). S. 523—585. — **Saguchi, S.**: Cytological studies of Langerhans's islets, with special reference to the pancreatic acinus tissue. *Amer. J. Anat.* 28 (1920). P. 1—44. — **高木俊蔵**: ゴルヂ装置の研究の進路. 最近の生物学, 4 (1951). 頁 151—170. — **Takagi, S. a. H. Masuda**: Fine structure of the Golgi apparatus of the fibroblasts in vivo as revealed by phase microscopy and vital staining. *Bull. Univ. Osaka Pref. Ser. B. Vol.* 6 (1956). P. 33—41. — **Tamaki, M. u. K. Tsuchiya**: Zytologische Untersuchungen des menschlichen Pankreas. 2. Über den Golgiapparat der Drüsenzellen des exokrinen Teils. *Fol. anat. jap.* 23 (1950). S. 23—34. — **Tarao, S.**: Microchemical studies on the Golgi apparatus using protease-Nile blue sulphate technique. I. Golgi apparatus of hepatic cells in the mouse and the newt. *J. Zool.* 7 (1939). P. 1—16. — Microchemical studies on the Golgi apparatus using protease-Nile blue sulphate technique. II. Golgi apparatus of pancreatic acinar cells in the mouse in fixed and living condition. *Cytologia*. 11 (1940). P. 261—281. — On the nature of cytoplasmic constituents in Amoeba diploided examined by means of staining and chemical reactions. *J. Zool.* 8 (1942). P. 9—30. — **Thaler, H. A.**: Über das Vorkommen von Fett und Kristallen im menschlichen Testikel unter normalen und pathologischen Verhältnissen. *Ziegler's Beitr.* 36 (1904). S. 528. (Ito 1943 引用.) — **宇野善一**: Lanolin 及び Lezithin の家兎膵臓腺にラ氏島細胞内 Golgi 装置に及ぼす影響に就て. 岡山医誌, 44 (1932). 頁 1436—1441. — **八木新作**: Langerhans 氏島の微細構造に就て. 解剖誌, 6 (1933 a). 頁 313—338. — ラ氏島細胞ゴルヂー氏装置の形態に関する実験的研究. I. 餓餓, 食飼, アトロピン試験. 解剖誌, 6 (1933 b). 頁 339—349. — ラ氏島細胞ゴルヂー氏装置の形態に関する実験的研究. II. ピロカルピン注射試験. 解剖誌, 6 (1933 c). 頁 435—442. — ラ氏島細胞ゴルヂー氏装置の形態に関する実験的研究. III. セクレチン注射試験. 解剖誌, 6 (1933 d). 頁 443—450. — **八木新作**と**久我憲文**: 膵管結紮に因る膵臓の構造変化, 特にラ氏島細胞ゴルヂー装置の形態に就て. 解剖誌, 6 (1933). 頁 564—576.