

●蜻蛉の染色體に關する研究

農學士 小 熊 捍

染色體の數の比較的少なき事、其各個の形狀の極めて判然せる事、及、X染色體の可なり普通に發見せらるゝ事等に依りて、各種の昆蟲が、此の方面の研究の好材料として、近來盛んに使用せられ居るは一般の熟知する所なり。然れども蜻蛉に關しては吾人は未だ餘り多くを知らず、僅にレフイーヴル LEBEVRE 及マッギル MCGILL がギンヤムマの一種 *Anax junius* の卵原細胞並に精母細胞分裂に就てなせる研究によりて、極めて簡單に其概念を得たるに過ぎず。而して此の研究に依りて次の事實を知る。

(一)一組の染色體は、一定の形狀及行動を異にせる數種の者より成る。即ち最大なるM染色體、最小なるm染色體、此れ等の中間形をなせる染色體、及び成熟分裂に際して特殊の行動をとるX染色體是れなり。

(二)卵原細胞核及精原細胞は、X染色體に關して異なる數を示す。即ち前者は二十八個の染色體を有すれども、後者は二十七個を有するのみ。是れ雄には唯一個の染色體あるに反し、雌には二個あるが爲なり。

(三)精母細胞の成長期に於て對をなせる總ての常染色體 (autosomes) は、接合して二價染色となり、次で四個

體 (tetrad) となる。然れども不對のXは其のまゝなれば、第一精母細胞分裂面には、十四個の二價染色體を發見す可し。

(四)第一分裂に當りX染色體は等分し、各娘細胞たる第二精母細胞に一半宛入る。然れども第二分裂に際しては、他の常染色體が二分するに拘らず、X染色體は分裂する事なく、何れかの精子細胞に移る。其結果、精子細胞は二種同數の者を生じ、其一種はX染色體を缺けり。(以上の外、成長期中の二價染色體形成の有様、及減數分裂に關する事實あるも、本篇には是等を論ぜざるを以て略す。)

扱て余は本邦産各種の蜻蛉に就きて精母細胞分裂の研究を試み、幾多の結果を獲たるが、今本篇を以て、以上列記せし諸點に關する部分を抜きて發表せんとす。材料は次の二科八種より成る。

トンボ科 *Tibellidae*.

シヲカラトンボ *Orthetrum albitulum*.

シヲヤトンボ *Orthetrum japonicum*.

ヨツボシトンボ *Libellula quadrinotata*.

ミヤマアカネ *Sympetrum pedemontanum*.

(論 說) ○蜻蛉の染色體に關する研究 (小熊)

アキアカネ

Sympetrum frequense.

エゾトンボ

Somatochlora viridicoma.

タカネトンボ

Somatochlora uehidaei.

ヤムヤマ科

Aeschnidae.

フニヤムマ

Anotogaster sieboldii.

右は主として札幌に於て採集せし者にして、固定法はフレミング強液、ヘルマン液、ギルソン液、カルノア液及びドクテル・ファン・リウヴェン液を用ひ、染色はハイデン・ハイン鐵ヘマトキシリン法、デラフィールドヘマトキシリン、並にサフランニン及チラニンを使用せり。

余の茲に記さんとする事實は、全般に就て云へば、レ・フィーグル及マツギルの結果を裏書したるに過ぎず。而も多數の比較研究は更に面白き事實を新に學界に提供するを得たりと信ず。終りに望み、本研究の注意を與へられたる事、並に參考書に關して多大の便宜を與へられたる事に就き、谷津理學博士に厚き謝意を表す。

(一) 各種蜻蛉の染色體の數的關係

或る一種の動物に於ては、元より染色體は固有の數を有する者なれども、或る一屬の數種に關しては其の數的關係は様々なり。時に同一の屬にある二種にて著しき相違を見る事あり。例へば *Penta onna juniperina* は全數 (diploid) 十四個なるに拘らず、*Pentaloma similis* は全數僅に六個なるが如し (ウキルソン WILSON に依る)。又

八

Banasa dimidiata は十六個を有するも、同屬の *Banasa calva* は二十六個を有す (同氏)。反之同屬間に於ては各種の間に極めて少しづつの差異を見る事亦甚だ尠からず。例へば *Nolomecta irrorata* は半數 (haploid) 十三にして、*Nolomecta unilulata* は十四なるが如し (ブラウン BROWNE に依る)。又家蠶 *Bombyx mori* にて半數二十八なるに對して、野蠶 *Bombyx mori varina* は二十七なるも其の例なり (谷津博士に依る)。而して又同屬の數種は皆同一數の染色體を有する事なしとせず。例へば *Evis histus* の五種 (モンゴメリー MONTGOMERY 及ウキルソン氏に依る)。及 *Ceresia* の三種の如し (ポトリング BORING に依る)。

蜻蛉に就て之を見るに、余の檢せし二科八種の者は、唯一種ミヤマアカネを除きては、悉く同一の數を有し、單に屬のみならず、科を異にしても猶數の共通を保てり。即ち其數は半數十三個なり。唯ミヤマアカネは一個不足して單に十二個を算し、既知蜻蛉染色體數中最少のものなり。而して前出ギンヤムマの一種、*Anax junius* の半數十四は最大なるものと云ふを得べし。今便宜上、此等の全數と半數とを表示せんに次の如し。但し*印を附せる者は精原細胞の染色體を直接計算し得ざりし者なり。蓋し蜻蛉に於る精原細胞分裂面に並ぶ染色體は、互に密着して計算極めて困難なるによる。又Mは極大染色體、mは極小染色體、aは其の中間の常染色體を示し、Xは

(論 說) ○蜻蛉の染色體に關する研究 (小熊)

確に云へば、蜻蛉に見る最小形の者は、元の意味に於て云ふm染色體(即ち半翅類に見る)とは異なる者と云はざる可からず。然れども他の常染色體と別つ上に便利なるのみならず、余の信ずる所によれば、多少真正のm染色體と關係ある故、余は以下此の名稱を用ひて論ずる所ある可し。

(イ)同屬の種の間存する大きさの關係

同屬の二種を選び研究せる事に依り、m染色體に關して面白き事實を發見したり。今其れを記述するため、第一精母細胞分裂面より、總ての二價染色體、及X染色體を抜き出し、此れ等を大きさの順に一列に並ぶれば、第一圖の如し。但し圖は分裂面を極より眺めし場合の染色體の形狀を現はしたる者とす。

最初に *Sympetrum* 屬の二種を見るに、十一個の常染色體は殆ど二種の間に対応せる形狀の變化あるに拘らず、第十二番目の者はアキアカネにては極小染色體を以て代表せらるゝに反し、ミヤマアカネにては全然それに相當する者なし。

次に *Orthemum* 屬の二種を比する時は、第十二番即ちm染色體は共に存するも、シヲヤトンボのものはシヲカラトンボのものよりも遙に小なる事を發見す可く、而して其はアキアカネのものよりも大なり。

更に *Sonotachlora* 屬の二種を比較すれば、更に興味ある相違を發見す。即ちエゾトンボにての極小染色體は、

次小常染色體と大差なく、X染色體の約二倍大を有す。然るにタカネトンボに於て最小の者は、極端に小形にして、X染色體の僅數分の一に過ぎず。尤も前者の極小染色體は、或は後者のものに相應す可き者に非るやも知れず、されど數的關係より見て、姑く相應する者と假定す可し。是れ是等の總てのm染色體は、殆ど皆成長期中特殊なる行動をとる事なく、從て所謂m染色體として行動の上より、他の常染色體と區別し能はざるに依る。

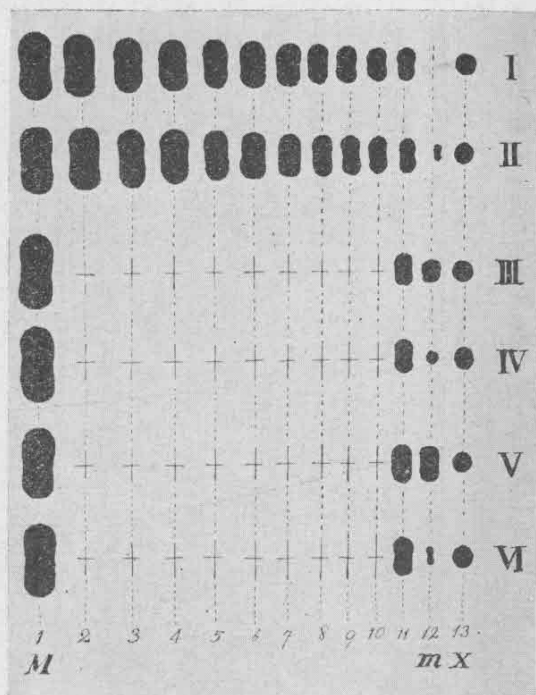
斯の如く、同じ屬に屬する二種、而も甚だ近き二種の間、於て、上記の如く他の常染色體並にX染色體が互に相似たに拘らず、獨りm染色體のみ著しき相違を現はせるは面白き事なり。特にミヤマアカネとアキアカネは互に雜交し得る程度の者にして、余は現に雜交せる場合の三例を有す。以て兩者の間に甚だ近き關係あるを知る可きなり。而も一方にm染色體を有し、他は之れを缺く。今m染色體の大小に關して、以上の六種並にヲニヤムマ及ヨツボシントンボを列擧すれば次の如し。

- (一) ミヤマアカネ。 全然無し。
- (二) タカネトンボ。 極端に小形、往々分裂前期にて相離る。
- (三) アキアカネ。 極小。
- (四) シヲヤトンボ。 X染色體の半より小さし。
- (五) シヲカラトンボ。 X染色體と殆ど同大。
- (六) エゾトンボ。 X染色體の約二倍、殆ど次小常

染色體と同大。
 (七)ヲニヤムマ。 X染色體より少しく小なり。
 (八)ヨツボシトノボ。 X染色體の半より大なり。
 (ロ)タカネトノボに於るm染色體
 蜻蛉に於るm染色體は一般に他の常染色體と同一の行動をとり、第一分裂の分裂面には、最小四個體又は二個

第一圖。第一分裂中期の赤道面より各二價染色體を拔出して並べたるもの。但しIII以下中間のものを略す。

- I、ミヤマアカネ。
- II、アキアカネ。
- III、シチカラトノボ。
- IV、シチヤトノボ。
- V、エゾトノボ。
- VI、タカネトノボ。



(論説) ○蜻蛉の染色體に關する研究 (小熊)

體として並ぶ者なれども、獨りタカネトノボにありては、最小一價染色體は往々接合せざる事あるは已に云へるが如し。本項に於て此點に關して更に述ぶる所あらんとす。本種に於ては大抵の場合には成長期中接合して、遅くも分裂前期の當初には接合して、分裂面には最小二價染色體として現はるゝ者なり。然るに他の場合には、分裂前期の末に於て、他の常染色體が已に分裂面に入らんとせるに拘らず、猶最小の者は接合する事なく、二者互に分離して存在するを見る。此點より見て、本種に於るm染色體は、餘程半翅類のものと類似せる性質ある事を知る。

ウキルソンは“Studies on Chromosomes, VII”に於て、染色體が種より種に數の消長を來す場合を論じて次の四項を結論せり。

(一)二個の染色體の漸次的融合又は分割。即ち *Nezara hiliaris* (同氏)及 *Notonecta insulata* (ブラウン) は其例なり。

(二)特殊染色體の漸次的縮少及消失。半翅類のm染色體は其例にして、*Protenor* にてmは次小常染色體と殆ど同大なれども、*Pachylis* には中心體の如く小さく、*Leptoglossus* 及 *Anasa* には其等の中間なり。

(三)數の急變。近似種の間にて著しき數の差異ある場合は恐らく是が原因なり。例へば *Banasa dimidiata* には十六なるに、*B. calva* には二十六あり。

(四)有絲分裂の異常。*Metapodius* は其例なり。

(論 說) ○蜻蛉の染色體に關する研究 (小熊)

以上に比較するに、余の蜻蛉に於る m 染色體の消長は正に第二種の者に當符るを知る可し。唯繰返して云ひし如く、成長期中の行動により、眞の m 染色體とは大なる相違あるが、特殊染色體の漸次的縮少、并に消失と云ふ點に關して全然同一なり。かくて考ふるに、蜻蛉に於ては、常染色體中最小の者が益々其大さの縮少を來し、遂には全然之れを失ふに至り、是れ等の變化に従つて、種より種が定めらるゝ者と見るを得るが如し。

(ハ) m 染色體の分裂面上の位置

半翅類に就て見るに、成熟分裂中期の赤道面に於る m 染色體の位置は、一般に其中央なり。其状宛も m 染色體を缺きて、代りに大小不同の不等染色體 (dichrochromosomes) を有する場合、其下等染色體の取る位置なり (ウキルソン II Study)。然れども *Notonecta* に於ては、第一分裂面に於る m 染色體は赤道面の中央に位し、下等染色體は周邊に存す。是れ恐らく兩種の染色體が同時に存在するに依るためにして、之れを以て見るも、其固有の位置は、他との關係上、多少變更し得る者なるを知る。

扱て蜻蛉の場合には、第一第三の分裂共、m 染色體は周邊又は周邊に近く並び、決して半翅類の場合の如く中央に位置する事なし。是れ恐らくは、蜻蛉の m 染色體は、未だ半翅類のものゝ如く、特殊の性質を帯びざるに依るならん。而して前述せる諸項は能く是れ等の關係を語り。

(三) X 染色體

ヘンキング *Henking* の *Pyrrhocoris apterus* に於る發見以來、不對なる X 染色體は甚だ廣く諸種の動物に發見せられ、特に昆蟲類にては或る少數の目を除きては總てに之れを見るに至れり。而して是の X 染色體は、二回の成熟分裂の中、一回に於ては二個に分るゝ事なく、結局總精子細胞の半數は X を有し、他の半數は有せざる事となり、言葉を換ふれば、精蟲は X 染色體に就て二形を現はす事となる。蜻蛉に於ても已に是の染色體の存在は、前出 *Mac jinnis* に就て決定せられたるが、余の此回の研究に際しても矢張り、總ての種に之れあるを確めたり。余の檢せし八種の蜻蛉は、皆殆ど同大なる X を有し、種屬の異なるに依りて何等の形態上の變化なし。之れを前項記述せし所の m 染色體が、種を異するに従つて消長するに比し、甚だ著しき事柄と云はざる可からず。即ち X 染色體は常染色體の消長に全然無關係なりと云ふ可く、同時に種を異にする事に依りての染色體全數の變化は、m 染色體の如き階級の者の消長に依ると認めざる可からず。不對なる X 染色體は恐らく等形にして、對をなせる二個の X より、漸次一方が縮小して、遂に不等染色體 X Y の如き者となり、遂に Y は全く跡を斷ちて、不對の X のみ残るに至りし者なる可きも、m 染色體の變化を相比べて考ふるときは、X Y 階級の者は、他の常染色體とは、已に本

來の性質に於て相違あるが如き觀あり。是れ等X及Yの如き者は、一般に異型染色體 (heterotopic chromosomes) と呼ばれたるが、現在知られたる異型染色體の種類は、次の二型に區分して見るを得。

第一型。異型染色體は唯一個なり、即ち不對なるX染色體を有する者、*Pyrrhocoris apterus*, *Protenor belfragii*, *Anasa tristis*, *Euchenopa curvata* の如し。

第二型。異型染色體は不等なる二個を以て代表せらる。所謂X及Y染色體を有する者、*Lygaeus turcicus*, *Euschistus valhorravius*, *Notonecta irrorata*, *Euchenopa bimaculata* の如し。

右はウキルソン氏が半翅類にて區分したるものなるが、猶 *Nazara hilaris* の如きは、異型染色體は二個ありて而も等形なり。以て第二型中の特別なる場合と稱す可し。所で他の昆蟲に就て之れを見るに、同翅類 (ポリーング) 直翅類 (マクラング McCullung)、嚙蟲類 (ポリーング) は第一型に屬し、ハサミムシ (ステヴェン STEVENS)、蚊 (同氏) 等は第二型に屬せり。蜻蛉は已に知る如くすべて第一型に屬する事明なり。

精母細胞分裂に際しての染色體の行動に就ても亦二型を區別せざる可からず。即ち、

第一型。X染色體は、第一分裂に際しては常染色體の如く相等しき等半に分たれ、第二分裂に當りては分裂する事なく、何れか一方の精子細胞に移る。多くの半翅類

中の異翅類の如し。

第二型。X染色體は、第一回の成熟分裂の時既に分れずして一方に走り、第二分裂に於ては常染色體の如く等分す。半翅類中の同翅類、ハサミムシ、双翅類、鞘翅類の如し。猶環蟲類、鳥類及、哺乳類も此の型に入る。

斯の如く一般普通の者は第二型に入り、而も比較的蜻蛉に近き種類の者も是れに屬するに拘らず、余の檢せる總ての場合は、蜻蛉は第一型に入る可き者なるを證せり。

蜻蛉に於るX染色體は、精原細胞中に於て區別する事困難なれど、第一分裂迄の成長期中は、染色仁 (Chromatin-nucleolus) として核内に他の蜻色素質と分れて存すを以て、認むるに難からず。成長期の初め、レプトテーン期に於て、一般に普通仁は消失し、獨りXのみ濃色に染りて仁様の形状を保つ。第一精母細胞分裂面に於ては、常に周邊に位置し、極より見るときは、他の常染色體は亞鈴狀をなせるに拘らず、Xのみ球形を呈せるに依り、甚だ容易に區別して見る事を得。第一回の分裂には常にXは二等分す。而して通常分裂後期に於て、他の者よりも遅るゝ傾きあり。第二回の分裂に先ちて、少時休止の時期を有する第二精母細胞中にて、猶Xは球形に残れるを稍や明瞭に認むる事あり。第二分裂の中期、即ち染色體が赤道面に並び、正に二半に別れんとするや、X染色體は常に頗る早く何れかの一極に走る。故に分裂中期の赤

(論 説) ○蜻蛉の染色體に關する研究 (小熊)

道面を極より見れば、常に一個染色體は不足し、燒點を換ふるに及びて、初めて残り一個、即ちX染色體を發見す可し。然れども往々反て他の常染色體の分裂に遅るゝ事あり。斯る場合には兩極の中間に發見する事を得。此の事實は已にレフイーヴル及マッギル兩氏の研究にても判然せるが、余も亦シヲカロンボ及アキアカネにて發見したり。恐らく他の種類にても在り得べき事の如し。

猶同様な事實は、茶柱蟲の一種なる *Ceasipicous* にても知らる。斯くて精子細胞の二種の中、Xを有する者は、核中に球狀のXを認むる事を得。それは特にチヲニにて染色したる者にて明かなり。されど精蟲の頭部が稍固有の形狀をとるに及びては、復た認むる事を得ざるに至る。X染色體の大きさは前項に圖示せるが如く、餘り大なる者にあらざれば、完成せる精蟲の頭部を測定して、明瞭なる二形を區別する事不能なりとす。

(四) 四個體に現はるゝ第二分裂の準備

四個體なる者は、二個の一價染色體が合して二價染色體となりし者が、更に其を組成せる各に二分の跡を生じて、多少四個の部分に認めらるゝ者を云ふ。故に四個體には常に二個の異なる分裂面現はれ、其の一は第一回分裂を、他の一つは第二回分裂の方向を示すものと云ふ事一般の認むる所なり。而して第二回の分裂準備が、第一回の場合に斯くも顯著に現はるゝは、全く是等四個體を生

ずる動物は皆、第一回と第二回の分裂の間に休止期を有せずして、前者が終るや直に後者が始まる事と相關して、甚だ意味ある事となる。然れども蜻蛉に於ては明瞭なる中間の休止期あるにも拘らず、四個體を形成し、以て第二回分裂に對する準備をなせり。且つレフイーヴル及マッギルは、蜻蛉の四個體を以て、全然パウルマイヤーが半翅類にて記載せし四個體と同性質のものとして、猶更に進んで、第一分裂の後期に於て、各一價染色體は二部に全く相離るゝ事を云ひたり。誠に奇と云ふ可し。余は八種の蜻蛉に就て、此の點に關し特に注意を拂ひて觀察したるが、其結果は全然右兩氏の場合と異り、單に第一回分裂の後期に於て、一價染色體が兩分せざるのみならず、反つて先に見えし準備分裂面も、後期に於ては融合して見えざるに至るを見、加之第二回分裂の準備面出現の模様も著しく異なるに至れり。

第一分裂の中期、赤道面に並びし各四個體を極より見るに、何れも多少兩端太く中央細き亞鈴狀を呈し、其亞鈴の表軸に添ひて透明なる一線を認む。是れ余の稱する第二回分裂の準備面にして、兩氏の場合とは元より、多くの他の昆蟲の場合とも異なる。何となれば他の多くの場合にては、準備面は亞鈴の長軸に直角に、即ち細き部分を過りて現はるればなり。斯の如きは模範的四个體にては寧ろ當然にして、理論とも能く一致せる者なれど、余の檢せる限りにては此の法は蜻蛉には當て筈らず。今斯

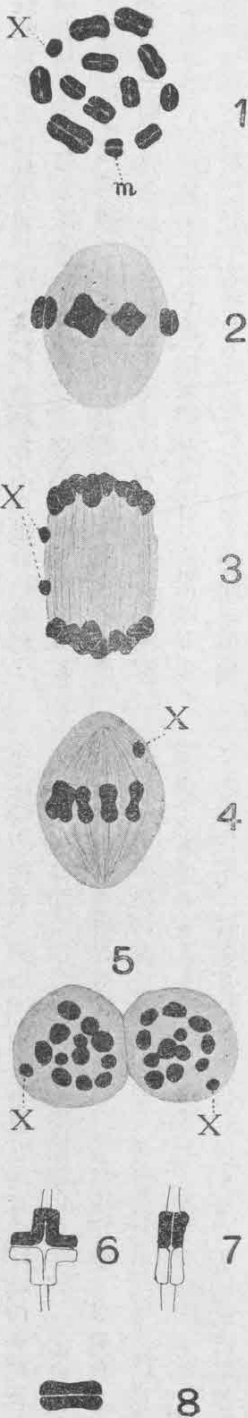
る四個體を式を以て現はせば、 $a_1a_1b_1b_1$ の如くなり、第一分裂は横線によりて別たれ、 a_1a_1 及 b_1b_1 となる。而して第二分裂は縦線によりて二分し、各娘細胞は a 又は b を一つ宛所有する事となる。故に此の四個體が實際四個に區別を生じて見ゆるは、紙面と直角の方向より眺めたる場合に限り、若し紙面と水平の方向より眺むるときは、唯二區分を認むるのみ。而して式に於る縦線又は横線は其兩者の境を示す。此の故に、極より見て亞鈴狀體の細部を横ぎる透明間隙は、即ち此の式に示さるゝ縦線に外ならず。然るに余の觀察する所に依れば、蜻蛉の四個體は大に趣を異にし、亞鈴狀體の細部には決して透明條を見る事なく、反つてそれと直角の位置、即ち亞鈴の長軸に之を見る事已に記したるが如し。今之を説明する前に、分裂中期の側面を觀察する必要あり。第二圖(2)は即ち中期側

面の或る切面にして、横に並べる四個の四個體を認む可し。其中、中間に挿る二個は菱形にして、稍一般の四個體の形體を備ふれども、左右の二個は決して菱形ならず、而して縦に透明間隙を現はしたり。是れと赤道面を極より見たる第二圖(1)とを比して考ふるに、(2)に於る兩種は、四個體を二方面より眺めたる者なるに想達す可し。即ち菱形の者を側面より見たる者は、(2)左右の者なる事判するに難からず。言を換ふれば、亞鈴狀體を其長軸の方向より眺めし者に外ならず。果して然らば、中央に見ゆる透明間隙は、正に亞鈴の長軸にあるものと同一なる者なる事明かなり。而して余は此の間隙を以て第二分裂の準備面と成す。

以上の事柄より推論して得る結果は次の如し。所謂四個體と云はれ、菱形又は十字形に見ゆる二價染色体は、

第二圖。シチカラトシボの精母細胞分裂の圖。

- (1) 第一分裂中期を極より見る。
- (4) 第二分裂中期末。側面より。
- (7) 四個體の模型圖。
- (2) 第一分裂中期を側面より見る。
- (5) 第二分裂中期末。極より。
- (8) 四個體の模型圖。
- (3) 第一分裂後期。
- (6) 四個體の模型圖。



(論 載) ○蜻蛉の染色体に關する研究 (小熊)

(論 說) ○蜻蛉の染色體に關する研究 (小熊)

蜻蛉に於ては他と異なり、其四個體固有の形狀に見ゆる場合は、 a_1b_1 なる式を以て示す可き者に非ずして a_2b_2 を以て表はす可き者なり。而して其側面より見たるとき、即ち第二圖(2)の左右は、反つて a_1b_1 を以て表すべき者なり。唯 a_2b_2 に於る a と b とが、偶々甚だしく折曲りて、誤りて a_1a_1 又は b_1b_1 の如く見らるゝのみ。是等の關係は同圖(6)(7)及(8)を見て更に明瞭なる可し。(6)は外見上固有の四個體形を表はしたるものにして、十字間隙の縦の者は決して第二回の準備面に非ず、二價染色體の一半が極端に屈曲せし爲に生じたる結果、偶然に生じたる者に過ぎず。反之横の線は第一回の分裂面を表示する者と

す。(7)は右の者を側面より見し者なり、其中央に存する透明線は即ち第二回分裂の準備面にして、(6)には表はれ居らざる者なり。最後に(8)は右を極より見たる圖にして、中央の體は(7)と同一の者にして、(1)に見ゆる者とも同じ。

余が以上の判定を茲に明言し得るは、全く單に是等四個體のみを見ての結果に非ずして、遠く成長期中に起る染色體離合の有様より導きたる結論なり。故に更に核絲變形の有様を記述するの要あれども、其は近く發表すべき別の論文に譲るべし。