

## 高空に於ける視知覺の變容(續)\*

所 員 淡 路 圓 治 郎  
元 囑 託 毛 利 昌 三

### 目 次

1 高空に於ける色彩知覺の變容.....	25
2 低壓下に於ける斜位.....	35
3 低壓下に於ける奥行知覺.....	40
4 低壓下に於ける下肢運動知覺.....	44

### I. 高空に於ける色彩知覺の變容

航空作業に於ては色彩の認知能力が特に必要であり、航空機搭乗員には健全なる色神が要求される事は周知の事實である。即ち彼等は各種の事態に應じて、例へば夜間着陸時における各種信號色燈の認知、或ひは不時着時に際しての適當なる地勢の認知判断、爆撃偵察等における目標の認知等において、其處に展開される赤青綠黄灰等各種色相の正確なる辨別には全く彼等の正常なる色神に頼らねばならぬことは言を俟たない處であらう。而も斯る事態は屢々遠距離高々度から小視角で乃至は霧、煙等を通して觀察されねばならないとすれば、必然的に目標は明度の低い飽和の不完全な状態で認知されねばならぬことになり、こゝに何等かの意味の色神異常は大なる困難と不利をもたらす事になるであらう。

航空機搭乗員適性の重要な一要因としての色神障碍の有無はこの場合勿論極要なる役割を演ずるものであり、従つて斯る障碍の決定は既に地上 0m に於てかなり詳細に研究されておるところであるが、果してこれのみによつて航空全般に亘る搭乗員の色彩認知能の問題を無條件的に價值づけられ得るものであらうか。何となれば、高々度飛行従つて酸素缺乏時に於ても彼等は果して地上に於けると同様な色彩知覺を保有し得るかどうか、換言すれば酸素缺乏の際もし彼等の色彩知覺に何等かの變調が認められるとすれば、地上に於ける色神障碍の有無の決定と同時に、上の如き特殊事態に於ける色彩知覺變容の有無をも亦探究し、以て高々度飛行における圓滑なる活動を確保しなければならないからである。こゝに酸素缺乏時に於ける色彩知覺變容の研究の意味が十分に見出されると思ふ。

前報告<sup>\*</sup>の視野實驗において、酸素缺乏の際視野狹窄が生ずる事は既に述べたところであり、この限りに於て周邊視による色彩知覺の障碍は或る程度明にされ得たと思はれるが、吾々がこゝで特に取上げたいのは中心視による色彩知覺の變容の問題である。この點に關し Vel-

\* 本研究は、帝國學士院の推薦により、義勇財團海防義會よりの研究費補助の下に、現に進行中の「高空に於ける飛行家の知覺變化とその對策」に關する實驗研究の一部であり、また兼ねて大日本航空技術協會第 12 部會に於ける研究課題の一部を成すものである。

\* 航空研究所報告、225 號。淡路、毛利：「高空に於ける視知覺の變容」。昭和 17 年 4 月。

Velhagen は既にアノマルスコープを用ひて低壓下における色神障碍の研究を行つてゐるが、彼は地上に於て色神正常と診断された者も低壓下においては大部分が色弱的傾向を示し、綠色弱 (Deuteranomalie) 乃至紅色弱 (Protanomalie) を示すに至つたと云ひ、更に地上に於て既に何等かの色神障碍を有せる者、特に色弱 (Anomale Trichromasie) は低壓下では更に悪化し部分色盲 (Dichromasie) の状態に移行する現象を認めた。而して彼は地上に於ける普通の条件下では何等色神障碍を認められなかつた者が、低壓下では上の如き特殊な色神衰弱を示したとすれば、之の様な現象を特に酸素缺乏性色神衰弱 (Hypoxämische Farbenasthenopie) と名付け、Engelking 等の云ふ單性色神衰弱 (Einfache Farbenasthenopie) と區別する事の必要を説き、斯様な潜在的意味における色神障碍の航空適性に對する新たなる重要性を強調してゐるのである。

然るに Schmidt によれば酸素缺乏が色神の變調を昂め、高度の増加と共に色感の徐々なる低下が生ずることは勿論或る程度は認められ、特に條件付健常色神者に於ては高々度で綠に對する色感の僅かな低下が認められる事實は肯定してゐるが、それは必ずしも Velhagen の云ふ如き一義的なものではなく、高々度に於てなほ變化しないまゝの色神を示す者が大部分に於て認められる事實を指摘してゐる。而して更に地上に於て色神衰弱の何等の痕跡をも見出されない者 (無條件健常色神者) が低壓下においてのみ顯示する如き純粹な酸素缺乏性色神衰弱は彼女の實驗においては殆んど認められず、又既に地上に於て色神衰弱の認められる色弱も原則的には低壓下で強化する傾向は認められるが、併し一方そのまゝの状態を維持する事もあり、一義的に一型より他型への移行現象は認められてゐない。従つて彼女によれば孰れにしても Velhagen の云ふが如き酸素缺乏性色神衰弱といふ独自の純粹な現象は認められず、もし酸素缺乏の際何等かの色神變調が認められるとすれば、斯る變調は地上において辨色力の一時的減退を伴ふ疲勞時 (Umstimmung) の色神と疲勞を伴はない場合 (Neutral-Stimmung) の色神との差異と云ふ一般的意味に還元して解せらるべく、従つて地上 Umstimmung に於ても何等の色感低下も示さない者、謂はば無條件健常色神者は低壓下においては純粹なる酸素缺乏性色神衰弱を示さず、之に反して Neutral-Stimmung においてのみ健常なる色神を示す謂はば條件付健常色神者は低壓下において何等かの色感低下が認められるが、これとても必ずしも酸素缺乏独自の純粹な影響とは見做され得ないわけで、既に地上においても Umstimmung による色感低下が生じ得る可能性を荷へるものである。更に Velhagen の云ふ如き色弱より部分色盲への移行現象は彼女の場合認められないとし、二型間の質的な相異は低壓下においても尚ほ保たれてゐるとしてゐる。

然し吾々がここに特に問題としたいのは、上の如き色神障碍の眼科學的區分の仕方よりはむしろ地上に於ける普通の診断によつて健常色神と認められる者が、低壓の影響によつて

- (1) Velhagen, K. Jun : Umstimmung des Farbensehens im Unterdruckkammerversuch. Luftfahrtmed. B. 1. S. 116. 1937.
- (2) Velhagen, K. Jun : Die hypoxämische Farbenasthenopie, eine latente Störung des Farbensinnes. Arch. f. Augenheilk. B. 109. S. 605. 1937.
- (3) Schmidt, J : Farbensinnuntersuchungen an normalen und anomalen Trichromaten im Unterdruck. Luftfahrtmed. B. 2, S. 55, 1938.

0m に於ける色彩知覺能力から何等かの偏異を現象的に示すかどうか、若し偏異を示すとすれば、それは 0m に比して如何程の能率低下を示すであらうか、或は更に實際的問題として、色相の差異によつて斯る偏異の現はれ方が異なるか否か、換言すれば低壓下に於て色感低下の著しき色相と然らざる色相とがあるかどうか、と云ふ各種色相の現象的見へといふ點に主眼をおき、知覺變容の程度を 0m を規準として規定してゆきたいと思ふ。

而してこゝに一應留意すべき事は、Velhagen, Schmidt 等のアノマルスコープによる検査に於ては單色換子 (Norm) と混色換子 (Variable) による上下視野の二刺戟の同時比較における均等範圍を求める方法であり、特に單色換子を一定にし之を Norm として混色換子による刺戟變化を行ひ二者の均等を求めて、變化刺戟値の Norm よりの偏異如何を求める場合には、たとへ低壓下に於て變化刺戟の値が地上 0m におけるそれよりもより大なる Norm よりの偏異を示したとしても、この場合は Norm としての單色換子の刺戟も同時に低壓の影響を蒙つてゐる事態に於ける比較偏差であつて、Norm そのものの變化せる状態に於ける低壓下の偏異と地上 0m に於けるそれとを直接に同次元的に比較してその偏差を低壓による變容と等價とすることは直ちには出来ないのではないかと思はれる。従つて逆に低壓下に於て何等の變容も測定上認められなかつたとしても、直ちにこれが低壓の影響を蒙らなかつた事の證明とはなり得ない如く思はれるのである。従つて吾々は二刺戟の同時比較法による辨別閾の大小關係よりは、刺戟閾そのものの變化を求めて 0m と低壓下との變容程度を比較規定してゆく方がより合理的ではないかと信ずるのである。

以上實驗方法の相異は兎も角として、吾々がこゝで問題として取上げたものは次の三點である。

1. 酸素缺乏時に色彩知覺に果して何等かの變容が認められるか否か。
2. 若し變容があるとすれば、それは色相 (波長) の相異によつて色感低下の現はれ方が異なるか否か。
3. 若し或る色相の色が特に酸素缺乏時に色感低下を示すとすれば、それは其の色相のもつ明度と飽和度との知覺に於て孰れが優勢に酸素缺乏の影響を蒙るであらうか。

以上三つの目的に應じて被験者總計 4 名を用ひて、昭和 17 年 5 月下旬より前後 4 回の低壓室實驗を行つた。各實驗に於ける實驗高度は孰れも 0m (對照實驗), 3km, 4 km, 5 km, 6km, 6km 酸素吸入 (6km 滯在中酸素吸入を行ひ吸入前後の状態を比較實驗す) であり、各高度に 30~40 分間滯在して測定を行ふ。一實驗總時間は大要 4 時間、上昇速度は 1000m / 10 min., 室内の炭酸ガスは換氣により排除、溫濕度は大體常溫常濕、使用せる被験者はすべて低壓實驗の經驗者にして色神健常者である。

### 實 驗 1

吾々は上記目的 1. に應じて次の如き實驗を行つた。

#### (a). 實驗方法及び條件:

實驗時日 { 昭和 17 年 5 月 26 日, 實驗開始 10 時 05 分→實驗終了 14 時 40 分 }  
 { 同 5 月 29 日, " 10 時 15 分→" 14 時 10 分 }

被 験 者 2 名, (Mu, Iw.)

1. 日本標準色協會製の色紙を用ひる。此の色紙は 赤 (No. 1) より 堇 (No. 36) に至るま

で波長順に 36 段階に分かれてゐるが、こゝでは便宜的にこの中から適宜二つの系列を作つた。(表 1 参照)即ち感覺的にほぼ 16 等段階に分かれたる黄より赤を経て紫に至る長波長群の各色紙カード(第一系列)と、緑より青を経て堇に至る短波長群の各色紙カード(第二系列)を作り、更に之等の對照系列として 1 から 16 までの各數字番號を描きたる 16 個の無彩色カード(第三系列), 都合三系列を用ひた。各カードは孰れも直徑 2.5 cm の圓盤にして、被験者はこれを豫め灰色紙上に出鱈目に置かれたる三系列カード群中より、所定の序列に従つて選出配列を行ふ。色面照度は 100 ルツクス, 50 ルツクス, 10 ルツクスの三變化を行ひ、配列順序は各系列とも順逆二回宛行ふから、結局一系列につき 6 回の配列操作を行ふ事になる。この様な操作を 0 m で約一週間練習せしめ、大體 Plateau に達した時低壓室實驗に移る。

第一表 (二系列の色紙)

系列 序列	第一系列				第二系列			
	色紙番 紙號	色相	主宰波長 ( $m\mu$ )	明度 (%)	色紙番 紙號	色相	主宰波長 ( $m\mu$ )	明度 (%)
1	10	黄	571	78.7	15	綠	533	19.3
2	9	⋮	577	69.7	16	⋮	513	10.5
3	8	⋮	580	75.4	17	⋮	504	10.7
4	7	⋮	584	47.9	18	⋮	493	10.0
5	6	⋮	587	10.1	19	⋮	487	8.8
6	5	⋮	594	27.4	20	⋮	485	8.0
7	4	⋮	598	22.1	21	⋮	481	8.4
8	3	⋮	603	12.1	22	青	477	9.5
9	2	⋮	610	12.7	23	⋮	474	8.4
10	1	赤	630	10.5	24	⋮	468	7.9
11	36	⋮	660	9.5	25	⋮	462	7.9
12	35	⋮	493	7.6	26	⋮	459	6.3
13	34	⋮	507	7.2	27	⋮	455	5.8
14	33	⋮	551	6.4	28	⋮	451	5.0
15	32	⋮	560	5.6	29	⋮	445	4.8
16	31	紫	566	5.4	30	堇	420	4.7

## (b) 結果と考察:

以上の諸條件に於て、吾々は各系列、各照度における配列操作に要せし時間(順、逆二回の時間の和)と、列べられた序列に於ける誤數、及び誤の生じた色相をそれぞれ標徴として取上げてみた。

## (1) 所要時間に就て

次の第二表及び第 1 圖は 2 名の被験者の各高度、各系列、各照度における配列操作所要時間(平均値)を示したものである。(第二表、第 1 圖参照)。此等の表圖に就いてみるに、先づ第三系列、即ち番號數字を配列する對照實驗に於ては、0 m では各照度(100 ルクス, 50 ルクス, 10 ルクス)の場合その操作所要時間には殆んど差異はなく、高度 3 km, 4 km, 5 km まではこの様な状態が殆んどそのまま維持され、6 km で稍々時間の延長が認められるが、概して全體の時間の延び及び照度の相異による時間的差異は各高度に於て僅少であつて、一

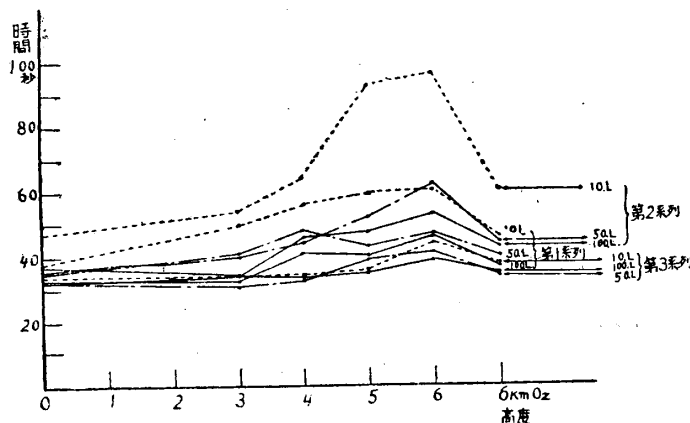
定の序列通りに配列すると云ふ行動そのものは6kmまでは時間的に大した變化は認められず、酸素缺乏が配列操作そのものに何等かの障碍的影響を與へはしないかと云ふ可能性はこの場合一應考慮の外に置くことが出来る様に思はれる。勿論5km以上の高度では操作が稍々粗雑にはなるが、困難になる事は吾々の場合全然認められなかつた。

次に第一系列に於ては、0mでは100ルクス—33秒、10ルクス—38秒であるが、3km、4km、5km、と高度の増加に伴ひ、全體の時間の延び及び照度の相異による時間差は次第に擴大し、6kmではかなり著明な時間變化が認められ、特に低照度の場合は著しい。而してこの傾向は第二系列に於ては更に顯著に認められる。尤も第二系列にては既に0mに於て他の二系列に比し所要時間の増加が示されてゐるが、低壓下に於てはこの様な傾向が特に累積的に強化され、三系列中最も大なる時間的變化を現はし、特に低照度に於ては6kmではその所要時間が0mの約2倍の値を示してゐる。この様な事實は、配列操作そのものの障碍による時間増大よりは、むしろ短波長群の色相に對する色感低下乃至は辨別力低下に依る時間的延長を暗示するものゝ様に思はれる。

第二表 各高度、各照度に於ける配列操作所要時間被験者2名の平均値、單位、秒

高度	第一系列			第二系列			第三系列		
	100ルクス	50ルクス	10ルクス	100ルクス	50ルクス	10ルクス	100ルクス	50ルクス	10ルクス
0m	33.0	35.0	38.0	37.0	35.5	47.0	32.0	32.5	34.0
3km	32.5	41.5	50.0	34.5	39.5	54.0	34.0	31.0	34.5
4km	41.0	48.0	56.0	46.0	44.5	64.0	33.5	32.5	34.0
5km	40.0	43.0	59.0	47.5	52.5	91.5	35.0	39.0	36.5
6km	46.0	46.5	60.0	53.0	62.0	96.0	39.0	41.5	44.0
6km O <sub>2</sub>	36.5	40.0	45.5	42.5	44.0	60.0	35.5	34.0	37.5

第1圖 各高度、各照度に於ける所要時間(被験者2名の平均)



(2) 誤數及び誤の生ずる色相に就いて

先づ誤數に就いてみるに(第三表参照)、2名の被験者を通じて第三系列では誤數皆無であり、第一系列では低照度で3回、第二系列では全體で17回認められた。而して配列上斯様

な誤りの生ずる隣接色相は、第一系列では赤の附近〔色紙番號 (No. 1 ↔ No. 36, 2回), (No. 2 ↔ No. 1, 1回)〕であり、第二系列に於ては配列錯誤は殆んど青と緑の間に集中され、即ち色紙番號で云へば、(No. 22 ↔ No. 23, 5回), (No. 21 ↔ No. 22, 2回), (No. 20 ↔ No. 21, 2回), (No. 19 ↔ No. 20, 2回), (No. 17 ↔ No. 18, 2回), (No. 18 ↔ No. 19, 1回), (No. 16 ↔ No. 17, 1回), (No. 25 ↔ No. 26, 1回), (No. 26 ↔ No. 27, 1回), 合計誤數 17回である。而して斯様な誤りは 5km 以上の高度に於ては、被験者にその誤りを指摘しても容易に氣付かず、又就中青、緑附近のカード配列に於ては常に甚しい困惑と難澁が生ずる事が認められた。

第三表 各高度、各照度に於ける配列誤數 (被験者 2名の合計)

高度	第一系列			第二系列			第三系列		
	100ルクス	50ルクス	10ルクス	100ルクス	50ルクス	10ルクス	100ルクス	50ルクス	10ルクス
0 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 km	0	0	0	0	0	2	0	0	0
4 km	0	0	1	0	0	3	0	0	0
5 km	0	0	1	1	1	3	0	0	0
6 km	0	0	1	1	0	6	0	0	0
6 km, O <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	3	2	1	14	0	0	0
總計	3			17			0		

以上所要時間、誤數及び誤りの生ずる色相等に関する實驗結果より推定される事は、三系列中第二系列が時間の延び及び誤數に於て最も大であり、而も斯様な事實が大部分は配列動作そのもの、障碍、遅延によらないものである限り、低壓下に於て特に青及青緑附近の色彩序列が最も著しい困亂と困難を蒙つたといふ事は、とりも直さず斯る部分の色相に對する何等かの色感低下乃至は辨別困難の現象が生起する可能性を意味するものではなからうかと考へられる。而して第一系列、赤附近に於ても亦多少斯る傾向が認められるものゝ様であつた。

次に 6km で酸素吸入後はすべての場合誤數は皆無となり、色彩知覺の確實性は恢復するが、所要時間に於ては 0m の場合ほど短縮せず、この點動作系に於ける何等かの疲労或ひは酸素缺乏の殘効を認めなければならないものゝ様に思はれる。

所でこゝに用ひた二系列の色紙は感覺的には略々等段階に分たれてゐるのであるが、各色相の明度、飽和度はすべて同一ではなく、又隣接せる各色相の相對的明度比、並に飽和度の比も必しも一定ではなく、むしろ第二系列の方が第一系列よりもこの點段階が若干小刻みの様にさへ思はれるので、上の結果から直ちに第二系列、特に青及青緑附近の色相の序列が低壓下で時間、誤數ともに増大を示したとしても、そのことから早急に青及青緑系に對する知覺が赤その他の色相に對する知覺よりも酸素缺乏時に於てより變容を蒙り易いとは云ひ得ないのであつて、上の結果から云ひ得る事は、ただ隣接せる各色相間に於て明度、飽和度、波長等の點で相對的に勾配 (Gefälle) の小さい色相相互は低壓下でその辨別が困難となると云ふ事である。

そこで次に他の條件即ち明度と飽和度とが略々等しい場合、色相の異ひによつて果して酸素缺乏の影響が色彩知覺に對して異つた仕方で現はれるかどうかを確かめてみなければならない。

實 験 II

上記の目的(2)に應ずる實驗であるが、吾々は明度のほぼ等しい(反射率約10%)飽和度の高い赤(反射率10.5%),青(9.5%),緑(10.5%)の三つの色紙を選び、微光下で(Dämmerungssehen)その色の始めて認められる刺戟閾を求めて色彩知覺に及ぼす酸素缺乏の影響の現はれ方の相異を刺戟閾値の高低に於て規定してみたいと思ふ。

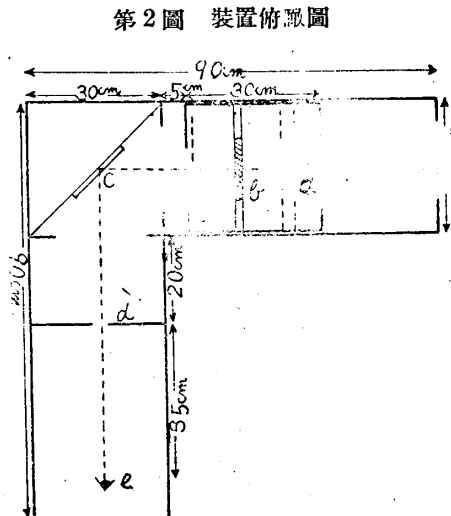
(a) 實驗方法及び條件:

實驗時日 昭和17年6月19日. 實驗開始  
10時0分—實驗終了14時50分

被 驗 者 2名(Mo. Ya)

實驗裝置 裝置は右圖の如きものを用ふ。

裝置の概要を示せば、兩邊長さ各90cm、深さ30cm、幅30cmのL字形の暗箱として、a. は光源、マツダ晝光色電球40w; b. はシボリにして把手を動かす事によつてシボリの大きさは自由に調節する事が出来、最大開放(目盛0)より完全閉鎖(目盛25)まで、シボリ取付枠に附された目盛に應じて25等段階で變化する事が出来る。(但しこの場合の目盛數値は便宜的に附けたものであり、明きの絶対値を示すものではなく、明きの變化の割合を假に示す數値でしか過ぎず、従つ



第2圖 裝置俯視圖

て各數値に應ずる照度は一々實測しなければならないのであるが、照度計による測定が困難にして、むしろ正確を期し難かつたため、一應目盛の數値を以て相對的閾値を現はす事にした。aの前面に二枚、bの前に一枚、合計三枚のオパールグラスを挿入し、これ等はすべて一つの移動式小暗箱内に納められ、適宜c面のみを照明する如くにする。c面には問題とする赤、青、緑の各刺戟色紙(30cm×20cm)がシボリ面を對して45°の位置に提示される如くする。dは黒ラシヤ紙(30cm×30cm)にして、その中央に直径2.5cmの圓孔を切抜きあり、c面を提示される刺戟がこの圓孔を通して被驗者eに認められる。

即ち被驗者はc面を提示される刺戟をd面の圓孔に面色として額面平行に定位するわけであり(視角4°)、同時にこの面色としての刺戟はシボリの大きさを開←閉(明←暗)變化する事により自由にその明さを變へる事が出来る。被驗者は3分間の暗順應後各刺戟に就いて、明かにその色として認められる點より正にその色が消へた點(この場合各色相の明度は未だ消失せずに残つてゐる)、及び暗黒中より正にその色が現はれた點(この場合も色に先立つて明さのみを持つた面が現はれる)をその都度報告する事とし、一刺戟に對して上昇、下降系列各一回を行ひ(各々一分間)、それぞれ刺戟閾を前記目盛に應じて求める。色の出現、消失と明さの出現、消失との區別はかなり困難であるためこれを0mで約一週間練習せしめ、判斷が正確になつた時低壓室實驗に移る。實驗高度其他は前實驗に同じ。

## (b) 結果と考察:

以上の諸条件に於て、赤、青、緑の三色紙につき、刺戟閾の高、低により酸素缺乏下の色感低下の程度を求めたものが第四表である。この表は目盛の數値をそのまま示したものであるが、數値の小なるもの程刺戟閾の高いこと、即ち或る色相がその色として初めて認められるに要する明さの増加を意味するものであり、更にこの事は低壓下に於ては色感低下の増大を同時に意味するものである。而してこの數値によれば、0mに於て既に三色紙間に刺戟閾の高低があり、赤が最も低照度でその色として認知され、次に緑、青といふ順序になつてゐるが、これはその色の持つ明度の點では上の逆の順位になるのであるが、ここでは明度に関する數値は略する。然し孰れにしてもこの數値は、前述の如く色面照度のルクス單位における刺戟閾値を示すものではなく、刺戟値の變化そのものを判断する便宜的手段にしか過ぎないものであるから、低壓下に於ける色感低下の程度如何を更に一般的に知覺能率(%)の低下において表現する事に主點をおき、次に第五表及び第3圖を示してみた。この表は0mに於ける三色紙の刺戟閾をそれぞれ100とした場合、低壓下における刺戟閾増大の程度、即ち色感低下の比率を各々%にして示したもので、酸素缺乏下に於ける色感低下の度合、並びに色相の差異による低下傾向の現はれ方の相異を同時に示すものである。

第四表 各高度に於ける刺戟閾値 (被験者2名)

高度	刺戟 被験者		赤 (10.5%)		緑 (10.5%)		青 (9.5%)	
	Mo	Ya	Mo	Ya	Mo	Ya		
0 m	18.1	17.3	15.9	15.25	13.25	16.25		
3 km	18.25	17.5	15.65	19.95	12.50	15.75		
4 km	17.15	17.0	14.15	14.75	13.85	15.25		
5 km	16.35	17.5	12.80	13.85	12.20	12.25		
6 km	14.10	15.9	12.15	16.25	8.65	10.50		
6 km O <sub>2</sub>	18.60	17.4	17.60	16.65	18.85	16.45		

第五表 各高度に於ける色感低下度 (%)

高度	刺戟 被験者			赤 (10.5%)			緑 (10.5%)			青 (9.5%)		
	Mo	Ya	平均	Mo	Ya	平均	Mo	Ya	平均			
0 m	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
3 km	101.4	101.2	101.3	98.4	104.6	101.5	96.6	96.9	96.8			
4 km	94.8	98.3	96.5	88.9	96.9	92.9	104.4	93.8	99.1			
5 km	90.3	101.2	95.7	80.5	90.8	85.6	92.1	75.4	83.7			
6 km	77.9	91.9	84.9	76.4	67.2	71.8	65.3	64.6	65.0			
6 km. O <sub>2</sub>	102.8	100.5	101.6	110.7	109.2	109.9	140.0	101.2	120.6			

以上の結果より推定される事は、赤、緑、青の三色相の知覺に於て、最も酸素缺乏による變容を蒙り易い即ち刺戟閾の増大を示すものは青で、次に緑、次に赤の順である。而してこの様な變化は3kmまでは大して認められないが、4, 5, 6 kmと高度の増加に伴ひ、かなりの惡化傾向を示し、6 kmに於ては赤 15.1%、緑 28.2%、青 35%の色感低下が認められ、い



づれも酸素缺乏による色彩知覚變容の存在を暗示してゐる。而して被験者の内観報告によれば、5km以上の高度に於ては定位される刺戟面(面色)が不安定となり、自動運動乃至は刺戟面の進出、後退する如き現象が屢々認められ、6kmに於ては更に刺戟面の不安定性は増し、同時に輪廓の明確性が缺けて來る。

6kmで酸素吸入後は、すべての場合刺戟閾は低くなり、むしろ色感の正常以上の増大が認められる。而もこの様な現象は青に於て最も著しい様である。被験者の報告によれば、酸素吸入後は

すべての色に於て明度、飽和度ともに高くなり、所謂冴へた色を示し、刺戟面は安定し、而も赤の場合には刺戟面の周圍に暈状の色環の如きものが認められると云ふ。

所で色紙面の照度を變化させて色の刺戟閾を求める場合には、各色相の明度は勿論變化するわけであるが、それと附隨的に飽和度も亦同時に變化するものであり、即ち照度の變化はこの二つの要因を同時に含むものであるから、この様な方法に於ては低壓下で或る色相に對する刺戟閾が高くなつたとしても、色感低下に對する酸素缺乏の影響の仕方はこの場合明度の知覚の方に優勢に働いてゐるか、或ひは飽和度の知覚の方に優勢に働いてゐるか、乃至は兩者に同程度に働いてゐるか、と云ふ事の區別は規定困難となるわけである。そこで各色相の明度は一定にして飽和度のみを變化させた場合、低壓下でその知覚状態は如何様になるであらうかといふ事を、次に確めてみなければならぬ。

### 實 驗 III

上述の目的(3)に應ずる實驗であるが、前實驗(II)に用ひた明度、飽和度のほぼ等しい赤、青、綠及び之等と等明度の灰色紙を用ひ、各二者即ち(赤+灰)、(青+灰)、(綠+灰)をそれぞれ混色して三色相の飽和度に關する刺戟閾を混色器のセクターの角度で求めてゆく。

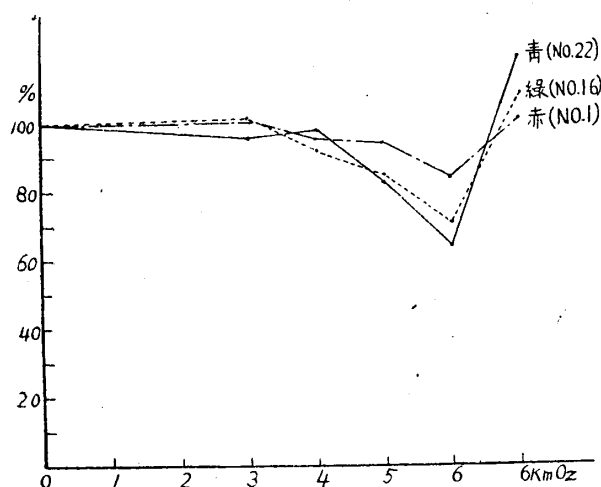
#### (a) 實驗方法及び條件:

實驗時日 昭和17年9月29日。實驗開始9時47分—實驗終了13時41分

被 験 者 前實驗に同じ(Mo, Ya), 2名

前實驗に用ひた赤、青、綠及び之等と等明度の灰色紙を各々直徑25cmの圓に切抜き、混色器の廻轉圓盤上に(赤灰)、(青灰)、(綠灰)の各組合せを一々嵌込み、圓盤廻轉中に各二者のセクターを自由に變化し、飽和度の變化を行ひ得る如くする。圓盤面の照度200ルクス、被験者は圓盤前20cmの距離に置かれた灰色スクリーン中の小孔(直徑2.5cm)に定位される各色相(面色)を觀察する。觀察距離35cm、視角4°。測定は各組合せに於て、全く無彩色(灰色)のものより始めて何等かの色が認められた點、及び何等かの色が正に消失した點、の上昇、下降系列各二回の實驗を行ひ、其の都度セクターの角度によつて刺戟閾値を求める。

第3圖 各高度に於ける色感低下度(%)  
被験者2名平均値



一實驗約 10 分間、室内照度約 100 ルツクス。

實驗高度其他は前實驗に同じ。

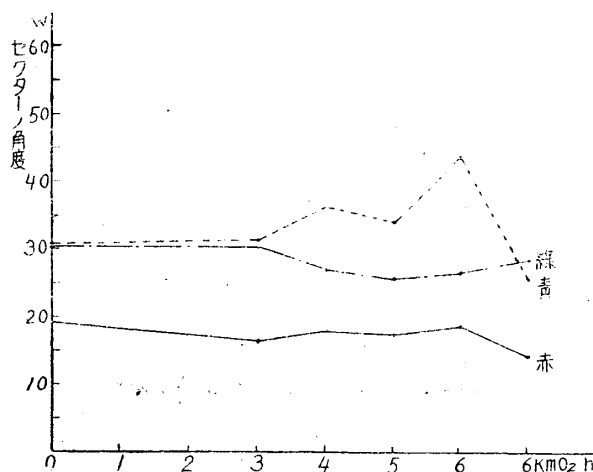
(b) 結果と考察：

次の第六表及び第 4 圖は孰れも低壓下に於ける赤、青、緑の飽和度に関する刺戟閾値の變化を示すもので、各數値は色紙のセクターの角度である。

第六表 各高度に於ける飽和度測定値(色紙のセクター角度による), 被験者 2 名

高度	赤			青			緑		
	Ya	Mo	平均	Ya	Mo	平均	Ya	Mo	平均
0 m	22.5	15.75	19.13	31.25	30.25	30.75	30.5	30.75	30.63
3 km	21.25	11.5	16.38	34.75	27.5	31.13	33.0	27.25	30.13
4 km	21.25	14.25	17.75	34.5	37.5	36.0	26.75	27.0	26.88
5 km	22.5	12.0	17.25	35.25	32.5	33.88	25.75	25.25	25.5
6 km	21.25	15.75	18.5	47.25	40.0	43.63	25.25	27.5	26.38
6 km. O <sub>2</sub>	16.25	12.0	14.13	27.0	23.5	25.25	27.5	28.75	28.13

第 4 圖 各高度に於ける色彩飽和度測定値(被験者 2 名)



以上の結果によれば、赤及び緑は 6 km までは其の飽和度の刺戟閾に於て殆んど變化なく、むしろ閾値の低下傾向を示し、飽和度に関する限り低壓下ではその知覚變容は認められない様に思はれる。然し青の場合は 4, 5, 6 km と徐々に刺戟閾が高くなり、セクターの角度で讀めば 0 m で刺戟閾青 30°25' (+ 灰 329°75') のものが 6 km では青 43°63' (+ 灰 316°37') となり、6 km では 0 m よりも約 13° 多量の青を灰に加へないと青として知覚出来ない様な結果を示してゐる。従つて青に関する限りは飽和度の知覚も亦酸素缺乏の影響を蒙るといふ事になるが、赤、緑

に關してはこの様な現象は認められない。

そこで以上二つの實驗 (II, III) 結果を併せ考察すれば、低壓の影響に於て、青に關する限りは明度、飽和度ともに知覚變容を蒙るが、赤、緑に關しては大部分その明度に主な知覚變容が見られるのではないかと思はれる。然し孰れにしても、三色相の色感低下に於て共通に働く酸素缺乏の影響としては、各色相の持つ明度にその主要な知覚變容が現はれるのではないかと推定され、これに附隨的に飽和度低下の現象がもたらされるのではなからうかと思はれる。而して低壓下に於ては一般的に明るさに對する感性低下(光覺力及び明度辨別力の低下)が生ずる事は既に前報告に於て述べた所である。なほ 6 km で酸素吸入後は事態は速かに正常乃至正常以上に復歸するものゝ様である。

## 總 括

吾々は前述三目的に對してそれぞれ實驗をすゝめたのであるが、目的(1)に對しては酸素缺乏下に於ては確かに何等かの色彩知覚變容が生ずる事を所要時間、誤數の點に於て認め、目的(2)に對しては斯る知覚變容が特に或る色相に於て顯著に認められる事實を確め、青に於て最も大なる色感低下を認めるに至つた。目的(3)に對しては斯る色感低下がもたらされる主要因としては各色相の持つ明度と飽和度とに於て、明度の知覺の方に酸素缺乏の影響が優勢に働くものではなからうかと推定した。

## II. 低壓下に於ける斜位 (Heterophoria)

### (1) 斜位實驗

兩眼にて眼前の一物を見る時は合像運動 (Fusionsbewegung) の結果、兩眼視軸が之に集注する。この際一眼を掩ふか、又は一眼の前に Maddox 桿をかけて合像運動の必要をなくした時、依然として兩眼視軸が其の一物に集注してゐる時は眼筋平衡の正常を示すもので、之を正位 (Orthophoria) と云ひ、合像運動の必要をなくした時視軸がその一物に集注せざる時は眼筋平衡の異常にして、之を斜位 (Heterophoria) 又は潜伏斜視 (現性斜視と區別) と云ふ。

眼筋平衡の正常、即ち正位が飛行中及び離、着陸の際の空間視に特に重要な要因となる事は云ふまでもないことであり、航空作業中距離目測の判斷を誤れる事故中、最も普通な原因は眼筋平衡の失調による事は現在各國に於て認められてゐる所である。其の理由は外斜位<sup>1)</sup>のものは物體を實際より近しと見、之に反し内斜位のものは遠しと見る傾向がある他に、疲勞其他の事情によつて、潜伏斜視が現性斜視に變じたる瞬間複視を生じて、目標の眞と虚とを判斷する事が出来なくなるためであるとされてゐる。元來眼筋平衡は個人差あるのみならず又同一人にてても變動を示すものにして、ために或る危機事態に際して意外の障礙を來す事も考へられ、従つて潜伏斜視の問題は航空員適性規定において各國にて重視せられてゐるわけである。然し吾々がここに特に問題として取上げたいのは、高空飛行従つて酸素缺乏の際に眼筋平衡は果して正常に保たれてゐるであらうか否か、又若し斜位が生ずるとすれば、それは外斜位 (Exophoria) 傾向のものであるか、内斜位 (Esophoria) 傾向のものであるか、或ひは更に地上において正位のものゝ斜位のものゝとは、酸素缺乏の影響の蒙り方が異なるかどうか、等に關して一應低壓室實驗に於て確めてみようと思ふ。

### 實 驗 I

以上の目的に應じ、吾々は先づ石原式近距離用 (30 cm) マドックス正切スカラ (Maddox Tangentenskala) 及びマドックス桿 (Maddox-Stäbchen) を用ひ、常壓及び低壓下においてそれぞれ斜位度を測定した。

#### (a) 實驗條件及び方法：

實驗時日：昭和16年7月8日、9時10分より13時まで。

被験者：6名。Ku, Si, Mo, Hi. Moc, Ya.

實驗高度：0m(コントロール實驗)、3km, 4km, 5km, 6km, 6km 酸素吸入；各高度夫々30~40分間滞在中實驗す。6kmに於ては酸素吸入後再び實驗を反覆繼續す。上昇速度

(1) 海軍軍醫少佐。大野憲吉：海軍航空隊員に於ける潜伏斜視に關する研究。海軍軍醫會雜誌。

Vol. 31, No. 8. 昭和17年8月。

1000 m/10 min. 室内は大體常温, 常湿, 各被験者はすべて低圧経験者. 平均年齢 25 才. 男子.

實驗方法: 各被験者は各高度に於て各自 “マドックス正切スカラ” より 30 cm 離れて一眼に “マドックス桿” を水平にかけて, 中央の光點を凝視する. この際光點と, “マドックス桿” による光の線とが重なるか (正位), 交叉性に出るか (外斜位), 同側性に出るか (内斜位), 光の線の位置をスカラの目盛にて讀めば斜位の程度を數量的に知る事が出来る. 3 名の被験者は各眼につき夫々 5 回, 残り 3 名の被験者は一眼のみにつき夫々 5 回宛測定を行ふ. 但し近距離用マドックス (30 cm) に於ては, 5 m で正位の者も  $2^{\circ}\sim 3^{\circ}$  の外斜位乃至内斜位を示すことがあり, 必ずしも光點と光の線とが重ならないが, この程度の斜位は一應正位と見做される.

上斜位, 下斜位の検査は行はなかつた.

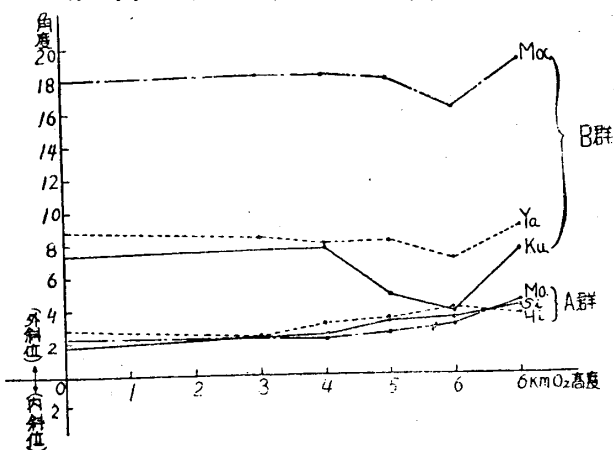
(b) 結果と考察

以上の条件による 6 名の被験者についての結果は, 第七表及び第 5 圖に示される. 數値はすべてスカラの讀みを示し, 又すべての被験者は各高度に於て悉く交叉性即ち外斜位を示した. 左, 右眼を測定せる 3 名の被験は左, 右眼ともすべて同傾向性を示したので, ここではその平均値を掲げ, 残り 3 名は右眼に於ける値を示す.

第七表 各高度に於ける斜位度 (30 cm)

被験者 被験眼 高度	Si	Mo	Hi	Ku	Moc	Ya
	平均	平均	右眼	平均	右眼	右眼
0 m	1.8	2.3	2.9	7.4	18.0	8.8
3 km	—	—	2.3	—	18.8	8.4
4 km	2.4	2.2	3.1	7.7	18.3	8.0
5 km	3.2	2.5	3.4	4.8	18.0	8.1
6 km	3.4	3.0	4.0	3.8	16.2	7.0
6 km. O <sub>2</sub>	4.4	4.4	3.6	7.5	19.0	8.8

第 5 圖 各高度に於ける斜位度, (被験者 6 名)



上記第七表及第 5 圖より次のことが知られる. 即ち 0 m に於ける 6 名の被験者に関する測定によると, すべての被験者は程度の差こそあれ外斜位傾向, 即ち輻輳 (Konvergenz) の不充分性を示してゐる. 従つて完全な意味における理想的正位<sup>\*</sup>は存しないわけであるが, 前述の如く近距離 Maddox Tangentenskala においては,  $2^{\circ}\sim 3^{\circ}$  の外斜位は一應正位範圍と見做されて差支へないとされて

(2) 初見金三郎: 中眼, 大正 14 年 12 月

\* 理想的正位. 即ち  $0^{\circ}$  を示す者は統計的に基た僅少であり, Cords はすべての例の 75 % は斜位を示すと云つてゐる.

ゐるから、被験者6名中、3名(Si, Mo, Hi.)は0mに於ては大體正常、残り3名(Ku, Moc, Ya)は既に外斜位なる事が認められる。吾々は便宜的に前者をA群、後者をB群と分け説明をすすめて行きたいと思ふ。

A群：先づ0mに於て眼位の大體正常なる者3名に就いてみるに、3km, 4kmまでは殆んど變化はないが、5km, 6kmに達すると、かなりの變化を示し、外斜位傾向即ちKonvergenzの不足が増大する現象が認められる。

斯る傾向は既に Wilmer and Berens<sup>(3)</sup>, McFarland and Edwards<sup>(4)</sup>, 及び Velhagen<sup>(5)</sup> 等も等しく認めてゐる所であり、酸素缺乏状態に於てはKonvergenzの不足が現はれるとしてゐる。而してその原因の一部としては所謂CombergのKonvergenzfaktorが考へられる。即ち近距離用Maddox-Tangentskalaに於て近接したスカラについて讀取がなされる場合には、屢々豫めある構へ(Vorrichtung)が生じ、視的調整において一つの緊張状態がもたらされ、往々過度の輻輳を行ふに至るのであるが、そして斯様な誤れる讀取は0mにおいて確かに起り得る可能性をもつものであるが、斯る過度緊張性要因が一方低壓下に於ては酸素缺乏の影響によつて解消し、緊張の弛緩をもたらずに至り、ために輻輳の不充分性従つて外斜位的傾向が現はれるのではないかとするのである。

更にVelhagenは盲目或は高度の弱視眼においては、原則として眼位はKonvergenzではなくDivergenz(開散)の方向に向ふ性質があることよりして、酸素缺乏の際、神経Tonusの全般的弛緩によつて眼筋があるAutonomの状態におかれた場合、上の如き外斜位傾向が生ずるのではないかと云ふ假説もたててゐるのである。

然し斯様な説明原理乃至假説は果してすべての場合妥當するものであらうか。何となれば吾々はB群に於ては全然それと矛盾する如き現象を認めたからである。

B群：0mに於て既に外斜位のもの3名についてみるに、3km, 4kmまでは殆んどそのまゝの状態を維持してゐるが、4km, 5km, 6kmに達すると、特に6kmに於ては、この場合はA群の現象とは逆に輻輳の良化即ち正位に近づくかの如き傾向を示してゐるのである。即ち既に輻輳の不充分性を示せる者は酸素缺乏状態においては更にその程度が大となるのではなく、むしろ逆に輻輳は強化する如き現象を示すのである。然らばこの場合上のCombergのKonvergenzfaktorは如何に解釋せらるべきであらうか。

上の如き説明を以てすれば、當然此場合は輻輳の不足は増加しなければならない筈であるが、事實はその逆の現象を示すとすれば、この場合に限り酸素缺乏状態はKonvergenzfaktorの強化を、或はKonvergenzzentrumの過興奮性をもたらすものとせねばならないであらうか。若し然りとすれば酸素缺乏状態は一方においては神経乃至眼筋に弛緩状態(Quellungs-ustand)を、他方に於ては其等に緊張状態を、而もいずれも6kmと云ふ同高度において二義的に與へるものとしなければならず、この點多分に矛盾的要因を含む様に思はれ、説明

- (3) Wilmer, W. H. and C. Berens, : Medical studies in aviation. V. The effect of altitude on ocular functions. J. Amer. Med. Assoc. 71. 1918.  
 (4) McFarland, R. A. and H. T. Edwards : The effect of prolonged exposures to altitude of 8000~12000 feet during Trans-Pacific flight. J. Aviat. Med. 8. 1937.  
 (5) Velhagen, K. Jun : Heterophorie unter den Bedingungen des Höhenfluges. Luftfahrtmed. B. 1. 1937.

原理としてはかなり曖昧なものとならざるを得ない様に感ぜられる。

或は更に Fischer 其他の測定によれば、内直筋はその拮抗筋たる外直筋よりもその Tonus が強いとせられてゐるが、彼の測定が正しいとすれば、酸素缺乏による代謝障碍によつて筋肉にある Quellungszustand が生じ、Autonom の状態が生じた場合には、内斜位或ひは結果における輻輳の良化的表現をとるものとも假定され、B 群における現象と一應妥當する如くにも見へるが、之は前述の盲目或ひは弱視眼による假説とは全く矛盾せる假定であつて、果して孰れが正しいかは判明でない。

然しいずれにしても、A、B 二群の結果は全く二義的であり、0m に於ける眼位の相異により酸素缺乏下では全く反對の傾向を呈し、Comberg の Konvergenzfakt. r にてはすべての事實を解明する事が出来ず、又矛盾を含める假定はこの場合一應除外するとすれば、吾々は更にこの他に何等かの説明原理を求めねばならない。そこで吾々は比較輻輳力及び開散力を酸素缺乏下に於て直接測定する事により上の二つの事實の解明を試みてみようと思ふ。

最後に 6km 酸素吸入後においては、B 群では正位傾向より再び 0m の眼位即ち外斜位傾向に還元し、A 群に於ては吸入後もなほ輻輳不足の増大を維持し、むしろ 6km よりも一層顯著となり正位への恢復を示さず、酸素吸入の効果は直ちには認められない。

## 實 験 ・ II

實驗 I において A 群 (正位) にては輻輳不充分即ち外斜位傾向を、B 群 (外斜位) にては輻輳の良化即ち正位傾向への接近を酸素缺乏下に於てそれぞれ認めたのであるが、斯る輻輳における逆方向性の解明に當り、吾々はハプロスコープを用ひて實性比較輻輳力、虚性比較輻輳力 (比較開散力) を測定し、低壓下における其等の變化程度を確めてみようと思ふ。

### (a) 實驗条件及び方法:

實驗時日: 昭和 17 年 11 月 12 日, 10 時 24 分より 14 時 15 分まで。

被 験 者: 2 名. Mo, Ya.

實驗高度: 前實驗に同じ。

實驗方法: 前實驗の被験者 6 名中より A 群に屬する者 1 名 (Mo), B 群に屬する者 1 名 (Ya) を選び、萩原式ハプロスコープを用ひ、兩側視標を 33cm の所におき (兩眼調節 3.0 D: 輻輳 3 M. W.), 近距離用 Maddox-Taugentskala に於ける視調整状態と等しくして、調節を一定状態に保ち、比較輻輳力、比較開散力を測定する。實驗に先立ち 2 名の被験者の瞳孔距離を測定す (輻輳角度は瞳孔距離の大小により異なる)。

瞳孔距離:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mo} = 60 \text{ mm.} \\ \text{Ya} = 68 \text{ mm.} \end{array} \right\}$

測定方法は兩側視標を 33cm の所に置き、兩眼にてハプロスコーププリズムを覗き込む時は、兩眼調節は 3.0 D を示してゐることになるから、この際の状態を自由視の場合と同一状態にするには、輻輳を 3.0 M. W. 即ち瞳孔距離 60mm の人では  $10^\circ$  だけ與へればよいことになるので、豫め兩側視標桿を  $0^\circ$  より  $10^\circ$  まで内方に廻轉し、この點を規準にして比較輻輳力、開散力を測定するのである。

\* 詳細なる使用説明は、高田已之助商店發行、精密ハプロスコープ附萩原式調節輻輳計説明書參照。

(b) 結果と考察:

次の第八表, 第6圖は以上の条件下に於ける結果を示したものである. 表中の数値はすべてハプロスコープ目盛による角度で示した. 第6圖はハプロスコープ角度 $10^\circ$ を規準とせる場合の比較輻輳, 開散の範圍を, 2名の被験者につき各高度において示したものである.

第八表 各高度に於ける比較輻輳, 開散力及び比較輻輳領(被験者2名)

H	Vpn.	Mo.			Ya.		
		比較輻輳力	比較開散力	比較輻輳領	比較輻輳力	比較開散力	比較輻輳領
0 m		19.°0'	6.°0'	25.°0'	13.°0'	9.°3'	22.°3'
3 km		22.0	6.6	28.6	12.5	8.0	20.5
4 km		20.0	5.0	25.0	13.0	6.5	19.5
5 km		16.0	7.0	23.0	12.0	7.0	19.0
6 km		12.5	6.0	18.5	12.5	5.5	18.0
6 km. O <sub>2</sub>		19.5	5.5	25.0	10.0	9.5	19.5

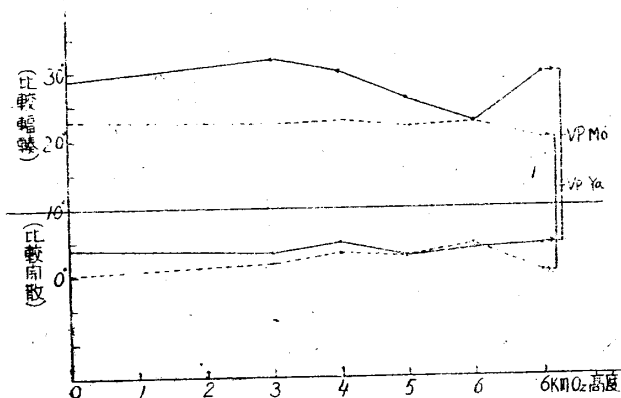
以上の表, 圖によれば, 次の事が解ると思ふ.

先づ0mに就いてみるに, Vp. Mo. は比較輻輳力 $19^\circ 0'$ , 比較開散力 $6^\circ 0'$ であり, 須田氏による正常人平均比較輻輳力 $15^\circ 4'$ (4.5 M. W.), 比較開散力 $7^\circ 6'$ (2. M. W.)に比較すれば, 稍々内斜位的傾向にあり(前Maddox 實驗に於ては大體正位), Vp. Ya は比較輻輳力 $13^\circ 0'$ , 比較開散力 $9^\circ 3'$ で, 明に外斜位を示してゐる(前maddox 實驗に於ては外斜位). 斯くの如く0mにおいて既に眼位を異にせる2名の代表被験者が低壓下では如何様な變化を示すであらうか.

先づ比較輻輳領に就いてみるに, 2名の被験者共通に高度増加に伴ひ輻輳領の縮少を示し, 酸素缺乏が筋肉 Tonus に何等かの障碍を及ぼす事, 而も斯る障碍は輻輳領の縮少する點より見れば, Tonus の興奮性よりはむしろ弛緩性の方向に働くものではなからうかと推定される.

次に比較輻輳力, 比較開散力に關しては, Vp. Mo は比較輻輳力, 0m: $19^\circ 0'$ —6km: $12^\circ 5'$ で約 $6^\circ 5'$ の輻輳力低下を示すが, 一方比較開散力は0m: $6^\circ 0'$ —6km: $6^\circ 0'$ で高度増加に伴ひ幾分の動搖はあるものゝ殆んど變化しないまゝの状態を示してゐる. 即ち正位乃至稍々内斜位傾向を持つVp. Moに於ては比較輻輳力の低下が認められるが, 比較開散力には何等の障碍も認められない. 然るにVp. Yaに於ては比較輻輳力は0m: $13^\circ 0'$ —6km: $12^\circ 5'$ で殆んど變化を示さず, 一方比較開散力は0m: $9^\circ 3'$ —6km: $5^\circ 5'$ で約 $4^\circ$ の開散力低下を示してゐる. 即ち外斜位傾向のVp. Yaに於ては, 比較輻輳力は殆んど障碍

第6圖 各高度に於ける比較輻輳領(被験者2名)



は認められないが比較開散力には明かな低下現象が認められ、前者とは全く逆の事象が生起するものの如く思はれる。

即ち正位乃至内斜位傾向の者と外斜位の者とは、酸素缺乏の際その拮抗筋群において全く逆方向の障碍的影響を蒙ることが察知されるのである。若し斯る事實が眞であるとすれば、前 Maddox 低壓室實驗に於て、A 群（正位）においては外斜位傾向、B 群（外斜位）においては正位傾向が現はれた事は、A 群にては輻輳力低下：開散力不變の B lance において結果として外斜位即ち Kouvergenz の不足を、B 群にては輻輳力不變：開散力低下の Balance において結果として正位傾向即ち Kouvergenz の良化を、それぞれもたらしたものと解すれば理解出来る現象ではないかと思はれる。

然し實際問題として、正位乃至内斜位が酸素缺乏の結果輻輳の不足を來して外斜位となり、更に之が進行すれば二重像の出現をも可能となるであらうが、一方外斜位が酸素缺乏の際開散（Divergenz）の不足により正位的傾向を結果した場合これは果して眞の意味における正位への恢復過程と見做してよいかどうか、即ち彼等においては事態は正に正位傾向への變化を示すが、現象的にはむしろ二重像の現はれる可能性がありはしないか、換言すればたとへ正常方向への變化であつても慣習的なものよりの變化そのものがこの場合何等かの不都合をもたらはしないであらうかとも考へられ、若しそうだとすれば結果における正位傾向とても直ちに眞の意味における正位への恢復過程とは見做され得ず、又若しそうでないとすれば 0m に於けるある程度の外斜位は高々度においてはむしろ好都合な事態に立ち至り、外斜位をすべて航空不適性とは云はれなくなるであらう。然し吾々の場合では孰れの群においても二重像の出現は見出されなかつたから、この點は未だ不明である。

次に 6km 酸素吸入後は Vp. Mo においては 0m の状態への恢復を示したが、Vp. Ya においては比較開散力は 0m への恢復を示すが、比較輻輳力はむしろ 6km より低下を示した。

この點は恐らくは比較開散力の異常なる緊張性恢復により一時的 Aubalance の状態が現はれたのではないかと推定される。

## 總 括

以上實驗 I, II により 0m に於て正位乃至内斜位は低壓下にては外斜位を、既に外斜位なる時は低壓下では逆に正位的傾向を示す事が確められたが、斯る原因として前者においては Kouvergenz の不足、後者においては Divergenz の不足が酸素缺乏によりもたらされるためであると吾々は解した。

### III 低壓下に於ける奥行知覺

#### 1

航空作業に於ては、一般に距離の目測の重要な事は論を俟たない事實である。ところで所謂目測といふ知覺活動には種々の視機能が參與するものではあるが、就中その重要な一因子をなすものは奥行知覺であつて、例之、地上對象物の凹凸、奥行關係、或ひは空中に於



ける飛行機相互間の前後距離，位置等の判斷に於て，奥行知覚の十全なる機能は缺くべからざる緊要事である。従つて斯る機能に關しては，航空心理學上，種々の方面より研究されねばならぬ問題が多々存するのであるが，吾々はその一つの面として，高々度飛行，即ち酸素缺乏状態下に於ける奥行知覚の變容過程に關し，前後三回の低壓室實驗に於て垂直方向，水平方向，斜(45°)方向の三方向の刺戟條件における奥行知覺に就いて簡単な豫備實驗を試みてみた。

## II

### (a), 實驗方法及び條件:

實驗時日:	}	第一實驗, 昭和 18 年 5 月 21 日.	{ 實驗開始. 9 時 40 分
			{ 實驗終了. 12 時 05 分
		第二實驗, 昭和 18 年 5 月 25 日.	{ 實驗開始. 9 時 37 分
			{ 實驗終了. 11 時 34 分
		第三實驗, 昭和 18 年 5 月 28 日.	{ 實驗開始. 9 時 43 分
			{ 實驗終了. 11 時 45 分

被験者: 各實驗とも Ni. Su. Mo の三名. すべて低壓室實驗經驗者にして, 平均年齢, 22 才, 男子.

實驗高度: 各實驗とも, 0 m (對照實驗), 3 km, 4 km, 5 km, 6 km, 6 km 酸素吸入. 各高度に約 25 分間滯在中實驗施行す. 室内は大體, 常溫, 常濕. 上昇速度は 1000 m/5 min.

### 實驗装置及び方法:

装置は簡単な手動深覺計を用ふ. その構造の概略は, 間隔 1.3 cm, 長さ 10 cm の併行レール上に, 直徑 1 mm, 長さ 6 cm の二本の針桿が, 一本はレールの中央に固定され, 他の一本は手動振子の廻轉によつてレール上を前後に自由に移動し得る. レールに沿つて cm 單位の目盛が附され, 更に振子の廻轉盤に mm 單位の精密目盛が附してあり, 固定針桿と移動針桿がレールに對して直角な一線上に合致した點を 0 とし, この點を中心として前後に 50 mm の移動が測定出来る様になつてゐる.

深覺計の後方 10 cm の所に白紙の背景を設け, 前方 10 cm の所には中央に圓孔(直徑 3 cm)を有するスクリーン(55 cm × 51 cm)を置き, 更にスクリーンより 35 cm 前方に顔面固定器を取付ける. 被験者は顔面固定器に倚り, 前記圓孔を通して二本の針桿の奥行關係を觀察する. 針桿は上方 20 cm の距離よりマツダ 100 W. 晝光色電球にて均等に照明される.

實驗方法は移動針桿(Variable)が固定針桿(Norm)よりも明らかに後方にある點より徐々に前進移動させ, 二本の針桿の前後關係が正に判らなくなつた點(上限), 及び更に前進を續けて移動針桿が正に出過ぎた點(下限)をそれぞれ測定し, 次に移動針桿が明らかに前方にある點より出發後退し, 同様に上限, 下限を測定する. 斯る上昇, 下降系列を毎實驗, 一被験者につき各々二回宛行ひ, 上限, 下限各々 4 回の測定を行つて, 最後に上限, 下限の平均値を求め, Norm からの脱逸度を算定する.

二本の針桿の方向は, 垂直方向, 水平方向, 斜(45°)方向の三種の條件變化を行つて, それぞれに於ける奥行知覺の脱逸度を求める.

### (b), 結果と考察

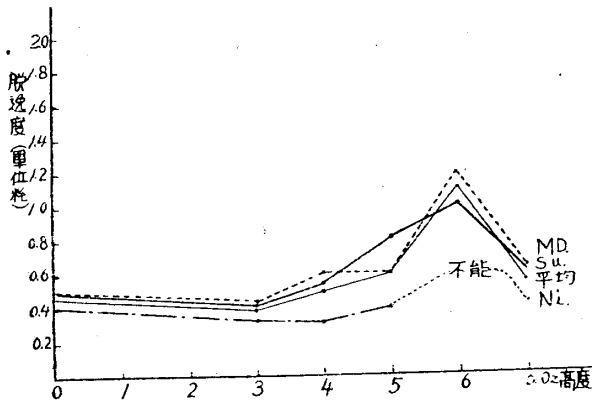
以上の条件による実験結果は次の i, ii, iii に於て示される。

(i) 先づ垂直方向に於ける奥行知覺の脱逸度に就いてみるに、次表及び次圖に示される如く、各被験者とも 3 km に於ては脱逸度は寧ろ減少してゐるが、4, 5, 6 km, と高度の増加に伴ひ Norm からの脱逸は増大し、奥行關係の判断はやゝ正確を缺く状態を呈するに至る。而して一名の被験者(Ni)は 6 km に於て測定中二重像の出現を訴へ、二針桿間の奥行判定不能に陥り、他の一名の被験者(Su)は測定終了直後に失神に陥らんとしたため、直ちに酸素吸入をまどこさねばならなかつた。従つて上の結果は相當深刻なる酸素缺乏状態における測定値を示すものと云へよう。

第九表 垂直方向に於ける奥行知覺の脱逸度(單位 m. m. 被験者 3 名)

被験者 高度	Su	Ni	Mo	平均値
0 m	0.50	0.41	0.50	0.77
3 km	0.41	0.32	0.43	0.39
4 km	0.54	0.31	0.60	0.48
5 km	0.80	0.39	0.59	0.59
6 km	0.99	—	1.18	1.09
6 km. O <sub>2</sub>	0.60	0.40	0.61	0.54

第7圖 垂直方向に於ける奥行知覺の脱逸度(被験者 3 名)



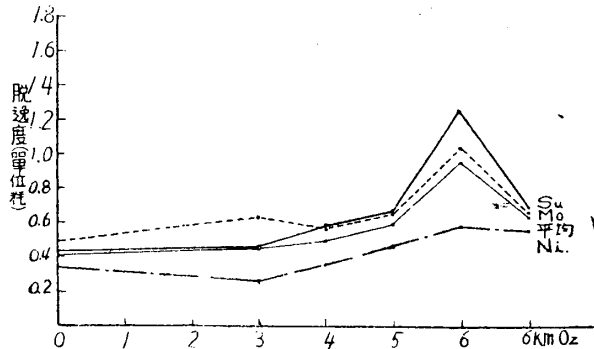
(ii), 次に水平方向に於ける奥行知覺の脱逸度に就いてみるに、第十表、第 8 圖に示される如く、低壓下に於ける脱逸度の増加傾向は実験(i)の場合と殆んど同傾向を示してゐるが、刺戟方向が相異なるため、実験(i)に較ぶれば既に 0 m において水平方向の奥行判定の不利なる事を脱逸の量に於て示してゐる。

第十表 水平方向に於ける奥行知覺の脱逸度(單位 m. m. 被験者 3 名)

被験者 高度	Su	Ni	Mo	平均値
0 m	0.52	0.49	0.56	0.52
3 km	0.57	0.50	0.69	0.59
4 km	0.74	0.55	0.75	0.68
5 km	0.82	0.71	0.82	0.78
6 km	1.27	0.89	1.04	1.07
6 km. O <sub>2</sub>	0.71	0.54	0.58	0.61

(iii), 次に斜(45°)方向に於ける奥行知覚の脱逸度についてみるに(斜方向に於ける實驗は針桿が垂直方向より右に45°傾斜せる場合のみを取扱つた), 第十一表, 第9圖に示す如く, 斜方向の實驗結果は常壓及び低壓下に於ける脱逸の量, 並びに脱逸度の増加傾向において, ともに實驗(ii)の場合と殆んど傾向を同じくしてゐる.

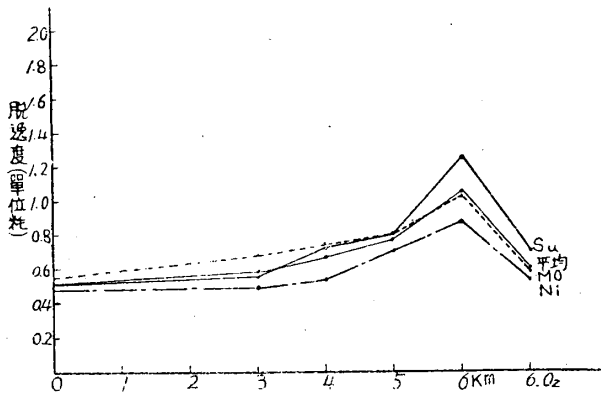
第8圖 水平方向に於ける奥行知覚の脱逸度(被験者3名)



第十一表 斜方向(45°)に於ける奥行知覚の脱逸度(單位 m. m. 被験者3名)

被験者 高度	Su	Ni	Mo	平均値
0 m	0.44	0.34	0.49	0.42
3 km	0.46	0.26	0.63	0.45
4 km	0.58	0.35	0.57	0.50
5 km	0.66	0.46	0.65	0.59
6 km	1.25	(0.57)	1.04	0.95
6 km. O <sub>2</sub>	0.70	0.55	0.65	0.63

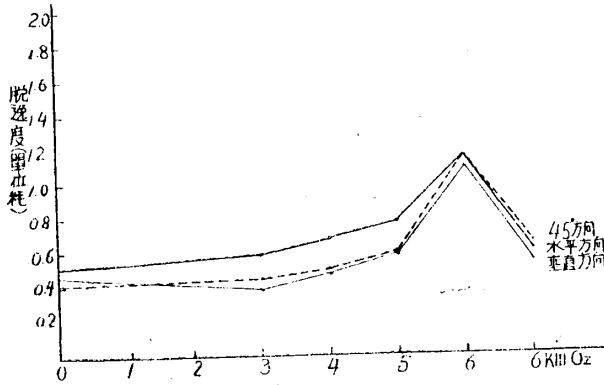
第9圖 斜(45°)方向に於ける奥行知覚の脱逸度(被験者3名)



以上 (i), (ii), (iii) の實驗結果より併せ考察するに(第10圖参照), 刺戟條件の相異により, 既に0m に於て脱逸の量で相異ある事が認められる. 即ち水平方向の刺戟に於て最大の脱逸度を示し, 垂直方向, 斜方向では順次その量が減じてゐる. 元來奥行の判断に於ては, 特殊な條件ならざる限り, 普通垂直方向の刺戟條件に於て, 最有利にして, 水平方向は最も不利であり, 斜方向はほぼその間に位するものゝ様で

ある. 而して斯る相異は奥行知覚に參與する諸種の視要因より考へて當然の傾向と認められるが, 斯る傾向が低壓下では果してそのまま保持されるものであらうか. 第10圖によれば(被験者 Ni の6km に於ける測定値は各實驗における條件を一定にするため除外する事とした), 高度5km 附近までは0m に於ける傾向が三方向の刺戟條件に於て略々そのまま維持されてゐる. 勿論脱逸の量においては, 高度増加とともに漸次的増大を示し, 就中水平方向に於ては他二者に比し奥行判定の不確實性は著しく擴大され, 水平方向の不利を明かに物語つてゐる様である. 然るに高度6km に到達すると, 三方向の脱逸度は著しき増大を示すものゝ, 刺戟方向の相異による脱逸の量的差異は該高度に於ては殆んど認められ難く, 孰れも

第10圖 三方向に於ける奥行知覺の  
脱逸度(平均値)



同程度に酸素缺乏による奥行知覺の障  
碍を暗示し、必ずしも 0m に於ける  
如き垂直方向の有利、水平方向の不利  
云々といふ事は、強度の酸素缺乏状態  
下における奥行知覺能力に關しては、  
云はれ得なくなるのではないかと推定  
される。然し孰れにしても脱逸の量は  
各高度各方向に於てさほど顯著なもの  
ではないから、この點は更に詳細な實  
験條件に於て吟味してみなければなら  
ないものと考へられる。

#### IV 低壓下に於ける下肢運動知覺

##### 1.

航空作業に於てはすべての知覺活動の完全なる一致協力が缺くべからざる要因たる事は周知の事實であり、就中視覺はその主要なる一因子をなす事は既述の如くであるが、之と同時にその他の知覺、例へば聽覺、觸覺、壓覺、乃至は觸運動知覺等も亦それ自らの働きに於て、或ひは其他の知覺との協働に於て、不可缺の役割を演ずる事は必然である。この點視覺、聽覺等に關する研究は既にかなりの進展を示してゐるが、一方觸運動的知覺に關してはその研究は未だ微々たる状態に止つてゐるに過ぎない現情の如くである。

然るに實際航空に於ては、觸運動的場面の介在は實に多岐であり、例へば周圍の機械的刺戟に對して巧緻な空間的辨別を行ふに際し、或ひは四肢運動の知覺に於て、或ひは更に位置知覺における視覺、迷路感覺との協働活動に於て觸運動的知覺は一つの緊要なる機能を遂行し、飛行の安全確保上大なる支援をもたらす事は疑ひもないところである。従つて、若し何等かの原因によつて觸覺、壓覺乃至は觸運動知覺が消失或ひは減退せしめられた場合には、航空作業の圓滑なる運行上大なる障碍が招來されるであらう事は容易に推察出来るところであり、事實 Arndts<sup>(1)</sup> は斯る際水平位置の認知に於て誤りが多くなり、或ひは少くとも主觀的不明確性 (Unsicherheit) が現はれると云ひ、また Strughold<sup>(2), (3)</sup> は酸素缺乏下に於ては壓覺及び指の運動知覺が減退する事實を認めてゐる。

而して吾々がこゝに取上げた問題は、斯る觸運動的知覺減退の一つの可能性としての高々度飛行、即ち酸素缺乏状態下に於て下肢運動の知覺は果して如何なる態度を示すであらうかこの點に關して一應の低壓室實驗を試つてみた。

##### 2

- (1) Arndts, F. : Ein Beitrage zur Frage nach den der Lagewahrnehmung dienenden Sinnesfunktionen. Zeitschrift. f. Biol. 83. 1925.  
 (2) Strughold, H. : Flugphysiologischen Studien. I. Der Tastsinn bei niedrigen O<sub>2</sub>-druck. Z. f. M. 1929.  
 (3) Strughold, H. : Flugphysiologischen Studien. II. Sauerstoffmangel und die Feinheit der Wahrnehmung der Gliederbewegung. Z. f. M. 1930.

以上の目的に應じ、吾々は簡單なる操縦用踏棒を用ひ、下肢運動（操縦動作に於ける足の操作に擬せる運動）の知覚の巧緻性如何を、常壓及び低壓下に於てそれぞれ測定してみた。

實 驗 1

(a) 實驗條件及び方法；

實驗時日：昭和18年1月15日。實驗開始10時28分——實驗終了15時10分

被 驗 者：Ya. Jw. Mo. 三名、孰れも低壓經驗者にして男子、平均年齢20才

實驗高度：0m（コントロール實驗）、3km、4km、5km、6km、6km 酸素吸入：各高度に約40分間滯在中實驗を施行す。上昇速度1000m/10min、室内溫度平均5°C。其他の條件は前實驗に同じ。

實驗方法：長さ約40cmの操縦用踏棒の中央廻轉軸に指針を附し、下肢の操作によつて靜止位置（指針0°）を中心として左右に各々90°宛自由な圓弧運動を行ひ得る踏棒を固定板上に取付ける。被驗者は左右の足を踏棒に當て、閉目の儘椅子姿勢にて靜止し、實驗者は踏棒の一端に附したる紐を持つて所定の角度だけ被驗者の下肢に廻轉を與へてやる。次に被驗者はこの手本に應じて各自適宜に所定の角度と思はれる角度を踏み停止する。實驗者は停止點に於て指針の角度を讀取り、踏棒を最初の位置に戻してやる。廻轉角度は10°、20°、30°の三種とし、各角度について被驗者は各々15回の脚操作を行ふのであるが、その中前半5回は各回とも一々手本を與へ、後半10回は最初1回だけ手本を與へその後は被驗者に於て適宜所定の操作を行ふものとする。この様な下肢の操作を0mに於て約一週間練習せしめ、各角度に應ずる下肢運動の判斷の正確化を俟つて低壓室實驗に移る。尚ほ廻轉運動は一側の運動（右足を踏み左足を引く）のみとした。

(b) 結果と考察：

以上の諸條件に於て、吾々は(1)低壓下では所定の角度に對して踏み過ぎが現はれるか、或ひは踏み不足の傾向が現はれるかを先づ検討し、(2)次に所定角度よりの平均偏差の大小を各高度に就いて確めてみた。第十二表 a, b, 及び第11圖は目的(1)の實驗結果を示す。

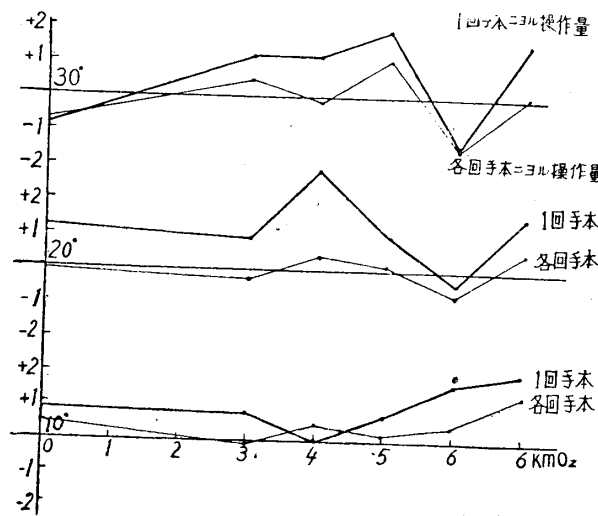
第十二表(a) 各高度に於ける下肢運動の操作量、被驗者3名(各回手本、5回の平均値)

高 度	10°				20°				30°			
	Iw	Ya	Mo	平均値	Iw	Ya	Mo	平均値	Iw	Ya	Mo	平均値
0 m	11.2	11.0	9.4	10.5	19.6	19.6	20.6	19.9	29.2	30.4	28.2	29.3
3 km	10.0	10.8	9.0	9.9	20.8	19.4	18.8	19.7	31.4	29.6	30.6	30.5
4 km	10.2	10.4	10.8	10.5	20.8	20.4	20.0	20.4	30.6	29.6	29.4	29.9
5 km	10.2	10.2	10.2	10.2	20.4	20.8	19.2	20.1	30.6	30.6	32.0	31.1
6 km	11.0	11.0	9.5	10.5	21.0	19.8	17.2	19.3	31.2	27.6	26.6	28.5
6 km. O <sub>2</sub>	11.2	12.0	11.0	11.4	20.6	19.6	21.4	20.5	30.4	31.4	29.0	30.1

第十二表(b) 各高度に於ける下肢運動操作量被験者3名(1回手本, 10回の平均値)

標準角度 被験者 高度	10°				20°				30°			
	Iw	Ya	Mo	平均値	Iw	Ya	Mo	平均値	Iw	Ya	Mo	平均値
0 m	11.8	11.1	9.7	10.9	22.3	20.4	21.0	21.2	29.5	29.4	28.6	29.2
3 km	11.7	10.7	9.9	10.8	23.4	19.6	19.7	20.9	3.23	29.4	32.0	31.2
4 km	9.8	10.6	9.6	10.0	24.5	20.4	23.9	22.9	3.08	29.9	32.8	31.2
5 km	10.8	11.7	10.0	10.8	19.8	20.2	23.0	21.0	3.22	30.5	33.0	31.9
6 km	11.2	12.8	11.1	11.7	22.1	19.0	17.6	19.6	3.10	28.7	26.0	28.6
6 km. O <sub>2</sub>	12.5	13.9	9.7	12.0	22.9	21.1	20.7	21.6	31.1	33.1	30.6	31.6

第11圖 各高度に於ける下肢の運動操作量(被験者3名の平均値)



上表及び上圖によれば, 0m に於ては各回手本, 一回手本のいずれの操作量に於ても, 標準角度の相異により足の踏みにそれぞれ一定の傾向がみられる。即ち標準角度の小なる場合(10°)にはいずれも“踏み過ぎ”の傾向が認められ, 逆に標準角度の大なる場合(30°)には“踏み不足”の傾向が認められ, 中間の標準角度に於ては一回手本の場合は“踏み過ぎ”各回手本では大體過不足なき操作量を示してゐる。

斯る傾向が低壓下では如何なる様相を示すであらうか。先づ標準角度 10° の

場合についてみるに, 3, 4, 5 km に於てはむしろ標準角度への接近, 換言すれば下肢の運動知覚には何等の障碍も現はれない事を暗示してゐるが, 6 km に到ると極く僅かではあるが“踏み過ぎ”の傾向が若干生じ, 更に 6 km, 酸素吸入条件に於ては正常への恢復を示さず, かへつて“踏み過ぎ”の傾向が強化されてゐる様である。次に標準角度 20° に於ては, 4 km 附近でやゝ“踏み過ぎ”の傾向が現はれ, 6 km に於ては逆に僅かな“踏み不足”となり, 酸素吸入後は更に踏み過ぎの傾向に歸り, 標準角度を中心として僅かながら過不足運動を示してゐる。次に標準角度 30° の場合は, 0 m に於て“踏み不足”のものが 3, 4, 5 km に於ては“踏み過ぎ”傾向, 6 km においては逆にかなりの“踏み不足”を生じ, 20° の場合と同様中間高度において一つの轉換を示してゐる。

これを要するに, 0 m に於て一定の“踏み過ぎ”“踏み不足”傾向を示すものが必ずしも低壓下ではそのまま同方向に強化されるとは限らず, 操作角度の相異と到達高度の相異とにより或る一つの變換が認められるが, 斯る變換が直ちに運動知覚面における變容に對應するものなりや否や, この程度の操作量の變化からは早急に決定する事は困難の如く思はれる。但し上の實驗により認められる事は, 低壓下では下肢運動の操作量に何等かの過不足が現はれること, 併しその傾向は必ずしも一義的ではなく, またその變動量も極く僅少なものに止

ると云ふ事である。従つて吾々は次に目的(2)に應じて、各回の操作量に於ける偏差如何といふ點に觀點を置き運動知覚の變容をみてみよう。

次の第十三表 a. b. 及び第2圖は上記目的(2)に對する實驗結果である。

第十三表(a) 下肢の運動知覚に於ける平均偏差。被験者3名(各回手本)

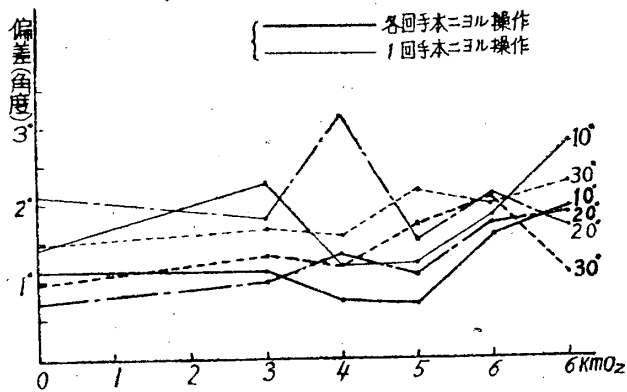
規準角度 被験者 高度	10°				20°				30°			
	Iw	Ya	Mo	平均值	Iw	Ya	Mo	平均值	Iw	Ya	Mo	平均值
0 m	±1.2	±1.4	±0.8	±1.13	±0.4	±0.4	±1.4	±0.73	±0.8	±0.4	±1.8	±1.00
3 km	0.8	1.2	1.4	1.13	1.2	0.6	1.2	1.00	1.4	0.4	2.2	1.33
4 km	0.6	0.8	0.8	0.73	1.2	1.2	1.6	1.33	0.6	1.6	1.4	1.20
5 km	0.4	0.8	0.8	0.70	0.4	1.6	1.2	1.07	1.4	1.4	2.4	1.73
6 km	1.0	1.8	2.0	1.60	1.4	1.0	2.8	1.73	1.6	1.2	3.4	2.07
6 km. O <sub>2</sub>	1.6	2.8	1.4	1.93	1.4	2.4	1.8	1.87	0.8	1.4	1.0	1.07

第十三表(b) 下肢の運動知覚に於ける平均偏差。被験者3名(1回手本)

規準角度 被験者 高度	10°				20°				30°			
	Iw	Ya	Mo	平均值	Iw	Ya	Mo	平均值	Iw	Ya	Mo	平均值
0 m	±1.8	±1.6	±0.9	±1.43	±2.5	±0.4	±3.5	±2.13	±1.1	±1.8	±1.6	±1.50
3 km	5.7	0.9	0.5	2.30	3.6	1.0	0.9	1.83	2.3	0.8	2.0	1.70
4 km	1.6	1.0	1.0	1.20	4.5	1.0	3.9	3.13	1.2	0.7	2.8	1.60
5 km	1.0	1.7	1.0	1.23	1.0	0.6	3.0	1.53	2.2	0.9	3.4	2.17
6 km	1.4	2.8	1.3	1.83	2.3	1.6	2.4	2.10	2.0	1.5	2.5	2.00
6 km. O <sub>2</sub>	2.1	3.9	0.8	2.27	2.9	1.5	0.7	1.70	1.5	3.1	2.2	2.27

上の表及び圖によれば、低壓下に於ては偏差は若干増大するとは云へ、大した變化は示さず、各高度各角度に於ける各回の下肢操作量はほぼ均等にして、高度の増加に従つて各回の足の踏みが出鱈目になると云ふ事は殆んど認められず、知覚活動面における確實性を十分うかがはせるに足るものがあると思はれる。更に各回手本の場合と一回手本の場合とでは、0m ではその偏差に稍々相異が認められるが、高度増加とともに二者の偏差は次第に接近する傾向を示す。

第12圖 下肢の運動知覚に於ける平均偏差



以上、二つの實驗結果より推定される事は、足の踏みの過不足及び各回の踏みに於ける偏差度の二點よりすれば、低壓下ではかゝるものゝ一義的變化は認められず、下肢の運動知覚はこの程度の高度までは殆んど障碍を蒙らず、かなり鞏固なる體制を保持し得るものではなからうかと推定される。次に 6km 酸素吸入後の成績は、視覚、其他の知覚の場合とやゝ趣

を異にし、必ずしも直ちに正常への恢復を示さず、従つてこれ等の運動系に於ては何等かの特異な傾向が存するものではないかと考へられる。

## 實 験 2

以上の實驗結果に於ては、下肢の運動知覺に若干の變化乃至は動搖が現はれるとしても、斯るものゝ一義的障病は認められなかつたのであるが、次に吾々は主點をかへて、被験者自身に主動的に適宜な角度を踏ませ、次にその角度だけ踏み返へさせ、二者間の誤差の有無、増減といふ點より運動知覺の變容如何を低壓下に於て求めてみようと思ふ。

### (a) 實驗方法及び條件：

實驗時日：昭和18年1月26日、實驗開始 10.05—實驗終了 14.10。

被 験 者；實驗高度：前同

實驗方法：前實驗の操縱踏棒を用ひる。遣り方は本實驗に於ては被験者が各自任意の角度を主動的に踏み、次に踏んだ角度だけ踏み返し、元の位置と思はれる所で停止する。斯る操作を各高度に於て一人10回宛繰返し、“踏み”と“返し”における角度の誤差を測定する。其他の條件は前實驗に同じ。

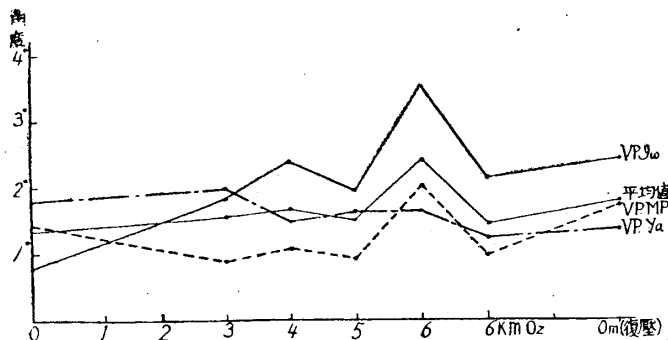
### (b) 結果と考察：

以上の條件による實驗結果は第十四表及び第13圖に示される。

第十四表 各高度に於ける踏み一返しの誤差、被験者3名

高度	被験者	Iw	Ya	Mo	平均値
0 m		0.80°	1.80°	1.45°	1.35°
3 km		1.85	2.00	0.90	1.58
4 km		2.40	1.50	1.10	1.67
5 km		1.95	1.65	0.95	1.52
6 km		3.55	1.65	2.05	2.42
6 km O <sub>2</sub>		2.15	1.25	1.00	1.47
0m(復壓)		2.45	1.40	1.75	1.83

第13圖 各高度に於ける“踏み一返し”の誤差 (被験者3名)



上の表及び圖によれば、2名の被験者(Jw, Mo)は6 kmに於て“踏み一返し”の誤差がかなり増大してゐるが、これは前實驗に於ける如き“踏み”だけの簡単な動作の場合よりも、踏み返すと云ふ附加された條件を含む行動に於ては、運動知覺面により一義的な酸素缺乏の影響が現はれる事を暗示するもの

ではないかと思はれる。但し残り1名の被験者に於ては變化は殆んど認められないが、これは高空耐性に於ける個人差を表現するものであるかも知れない。6 km 酸素吸入後は誤差は



ほとんども正常値に復歸してゐる。

以上二つの實驗(實驗 I, II)結果を併せ考察するに、觸運動的知覺活動は高度増加に伴ひ勿論若干の變動は示すものゝ、高度 6 km 附近まではさほど顯著なる障碍を蒙らず、視覺、聽覺等の知覺活動に較ぶれば、その巧緻性はかなり鞏固に保持されるものではないかと思はれる。