

低圧下長時間滞在に関する研究 II

機體第四部	所 員	淡 路 圓 治	郎
	元囑託	豐 原 恒	男
	同	倉 石 精	一
	同	八 木	梶
	同	小 林 卓	郎
	同	増 井 敬	正
	同	毛 利 昌	三

目 次

■ 氣密室内壓及び氣温の決定.....	393
(1) 研究の目的	393
(2) 研究の方法.....	393
(3) 判 決	395
(4) 實驗結果の概要	395
(5) 所 見	396
(6) 附 表.....	397
附録 A. 低圧下長時間滞在に於ける脈搏變化の一特徴.....	404
B. 氣壓及び氣温と狙準反應.....	404
C. 氣壓及び氣温と暗算成績.....	408
D. 氣壓及び氣温と圖形探索作業.....	411

II. 氣密室内壓及び氣温の決定

(1) 研究の目的

第1報に於て、我々は成層圏機與壓氣密室の空氣調整に關し、低壓室内長時間滞在實驗を行ひ、各種の心理的並に生理的検査の結果に基き、適温時に於ける内壓として高度 3km 相當氣壓を採るを有利とすることを決定し得たのであるが、本研究に於ては更に之を室温との關係に於て検討し、具體的に氣密室内の空氣條件を確定せんとした。

蓋し、與壓氣密室に於ては、室内に送入せられる加壓空氣は常に高温なるを以て、温度調節装置により冷却し、室温を搭乗員の心身活動に支障なき程度に快適ならしめる必要があり、本研究の如き實驗的検討を不可缺とするのである。

(2) 研究の方法

本実験に於ては、実験高度として 3~4Km 相当気圧を選び、かかる低圧下に於て室温を種々に變化せしめ、長時間滞在中の経過と作業能率の變化とを実験的に検討した。

(a) 実験条件

実験高度	0Km,	3Km.	3.2Km	3.35Km,	3.7Km.
実験気温	高温	30°C 前後	低壓風洞	10時間滞在	
	常温	15°C 前後	低壓風洞	10時間滞在	
	低温	0°C 前後	富士山頂	10時間滞在	

実際に行ひたる実験は下表の如くである。

高度	0 籽	3 籽	3.2 籽	3.35 籽	3.7 籽
低温	2月7日(風) 2°前後		10月18日(7.8) 4°~7°		10月16日 0°~3° 15日 2°~7°
常温	2月7日(風) 10°前後	12月26日(風) 27日 7°~15°			12月22日 23日 7°~15°
高温	9月16日 30°~34°	9月13日 30°~34°		9月20日 26°~30°	9月10日 30°~34°

高温実験は9月中旬、室温大體 30°C 前後の頃を選び、気温之に達せざる時は電気ヒーターを用ひ加温した。常温実験は冬季に於て電気ヒーターを使用して 15°C 内外を保たしめ、また低温実験は夏季富士山頂にて、冬季は自然の地上気温にて實施した。尚ほ、湿度は実験中概ね70%前後を保持し得た。

一日の実験は原則として正味10時間と定め、之を一期2時間宛の実験期に分ち、毎期に各種の検査を行ひ、各期間約20分間の休憩を設けた。

(b) 検査種目 毎回の実験に使用した検査種目は、下の通りである。

内観調査
握力調整
狙準反應
注意轉換
圓形探索
暗算

以上の内、

(イ) 握力調整検査としては、ゴム球を有するゴム管に描録装置を取付け、 V_p をして一定の力にて1秒1回宛の割合で、ゴム球を握つたり緩めたりさせ、これをキモグラフィオンに描録させる。作業時間10分間。描線の基準線からの平均脱逸度を測り、握力調整能の良否を判定する。

(ロ) 狙準反應検査には、Bergström の振子時計を作動させ、その針を運動中一定の箇所停止せしめるやう課題を與へて電鍵を押させ、基準点からの脱逸度を測る。

- (ハ) 注意轉換検査には、Ranschburg 記憶實驗器を使用し、繼次的に赤點及び青點合計10個の系列を露出し、傍の色ランプの信號に應じ、赤色の時には赤點の數を、また青色の時は青點の數を數へしめる。絶えず注意を露出刺戟と色ランプとに分散し、信號に従つて正確且つ迅速に反應態度を轉換し得るや否やを檢定する。
- (ニ) 圖形探索検査は前報と同一の方法による。但し、今回はカード1枚2分間に制限し、その作業量のみを問題とする。
- (ホ) 暗算検査では、一位の數字10箇の系列を1秒1回の割合で連續呈示し、加算を行はしめる。毎實驗期にかゝる加算を30回宛繰返へさせて、成績を測定する。
- これ等孰れの種目も多分に意志的努力を必要とするが故に、低圧下長時間滞在の影響を窺ふに頗る適當せるものと認められる。各検査とも練習効果大なるにより、實驗の數日前より十分の練習を重ねしめ、略々習熟状態に達したるを見定めて、實驗に入つた。
- (c) 被檢者5名、各自交互に實驗を擔當す。

(3) 判 決

- (a) 高温時(30°C 前後)に於ける實驗を除き、室内壓を高度3 Km 相當に保ちても、長時間滞在によつて、格別の悪影響を認めない。
- (b) 室内に保持すべき氣温は、地上に於ける所謂適温(18°C内外)よりも、若干低き範圍(5°~15° C)を以て最適とする。
- (c) 室内壓 4Km 相當の場合は、いづれの氣温に在ても、酸素供給なしには、長時間滞在に不都合のやうである。

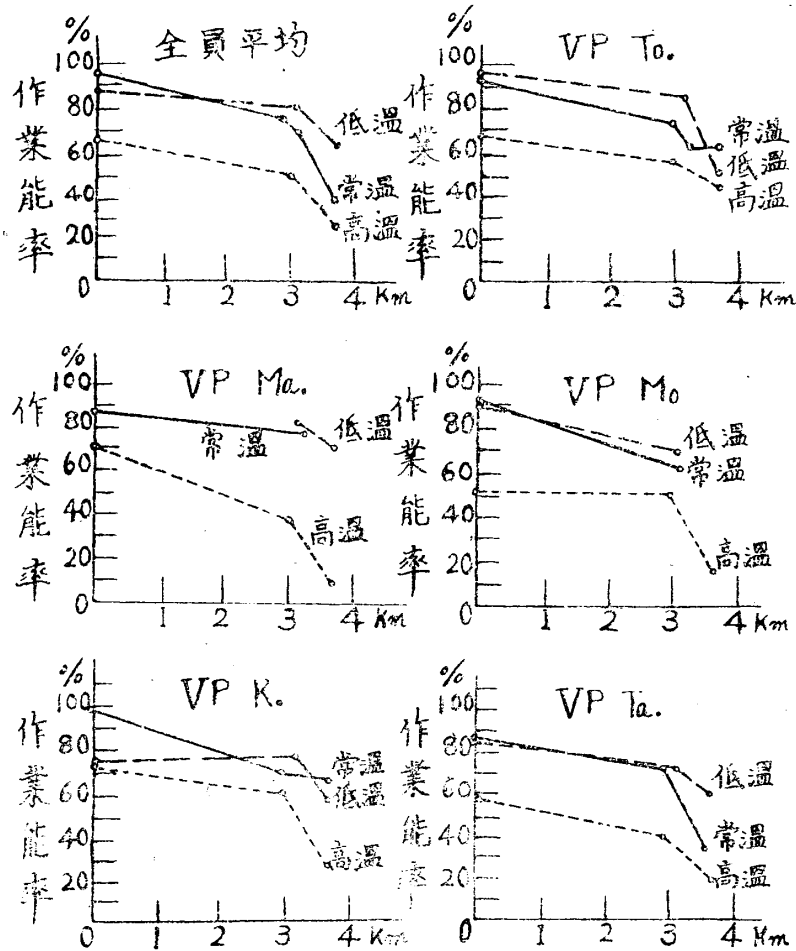
(4) 實驗結果の概要

- (a) 實驗中の事故發生の點より見れば、高温下 3.7 Km の實驗に於て、1名の V_p が實驗開始後3時間にて、作業不能に陥りたる外、低温即ち富士山頂(3.7 Km)での實驗に於て、同じく1名の V_p が到着36時間後に作業不能に陥りたる外、常温實驗に於ても、高度 3.7 Km にて實驗開始6時間後に1名の作業不能者を出してゐる。但し、常温並に低温時の實驗の場合は、感冒、登山による疲勞等の他種の原因も多少は参加せるものゝやうである。
- (b) 實驗成績の詳細は後表に譲り、各人各回の作業能率を比較するために、便宜、各検査全回の成績中、その個人の最良成績を100となし、最劣成績を0と定め、各人毎回の成績を能率指數に換算し、之を全検査に就き平均の上、相互に對照することゝしたが、かゝる能率指數を各高度並に各温度につき比較して、曲線圖にて示せば、次の第1圖の如くである。

即ち、この圖によれば、低壓に基づく作業能率の低下は、低高度より漸進的に進行するものではなく、一定高度に達するまでは格別の變化もなく、之を超れば突然急激なる低下を示すものであり、この變化の起發點は、大體に於て、3Km 以上に在り、常温にては 3.5Km、低温にては 4Km 附近に存するものゝ如く思料せられる。従つて、前

掲の判決に於て、與壓氣密室の標準内壓として、我々が 3Km を越ゆべからずとする理由もまた自づから明白であらう。

次に、氣温と作業能率との關係を通覽するに、高温は常に成績が悪く、常温と低温とは大差なきも、3Km 以上の高度に於ては、斷然、低温が有利である。また、能率變化の起發點も、高温では早く、常温は之に次ぎ、低温に於て最も遅い事實も見逃さるべきではない。我々が與壓氣密室内の標準氣温として、所謂適温よりも若干低い範圍を要求した理由は實に茲に存するのである。



第1圖 各高度に應ずる作業能率の變化

(5) 所 見

本實驗の結果につき、若干の考察を加ふるに、與壓氣密室の内壓は常温常壓となすを理想とするも、成層圏飛行に對する機體及び發動機側の工作事情より見て、人體保安上許し得られる限度に於て、低壓ならしめるを有利とする。高度3 Km 相當氣壓下の長時間滞在は、多少の反應を認むるも、格別の悪影響を示さない。従つて、3Kmの内壓を許容することは、さまで不條理とは思へない。但し、高温時に於ては、3Kmの内壓高度でも明かに能率の低下

著しきものあるを認む。

次に、室温について云へば、單に作業能率（主として意志作業）の點よりすれば、0°~5°Cの低温状態に於て最も成績良好の如きも、長時間滞在を快適ならしめるためには、幾分これよりも高い温度範囲を持すべく、従つて我々の判決では 5°~15°C の範囲を以て適當と斷定したのである。尙ほ、低壓下の氣温は常壓下のそれよりも幾分低く、所謂適温（18°C 内外）よりも多少低からしめるを以て有利とすることは、實驗結果に徴して明白である。

(6) 附 表

各種實驗に於ける各人各検査の成績は、次の附表第 1~11 表に明細である。（表中の數字は作業能率指數を示す）。

各實驗に於ける能率指數
第1表 0Km. (高溫)

温 度		高 度	實 驗 日			場 所	摘 要
高溫 (30°~34°)		0 軒	9 月 16 日			風 洞	10時間實驗
Vp.		I	Ⅱ	Ⅲ	IV	V	平 均
To	握 力	63	63	76	99	100	80
	狙 準	62	60	66	39	56	56
	注 意	86	52	100	60	82	76
	暗 算	40	40	60	80	40	52
	圖 形	53	63	53	58	84	68
	平 均	61	56	71	67	73	67
Ma	握 力	65	39	81	57	49	58
	狙 準	76	77	67	87	70	75
	注 意	91	98	88	77	74	86
	暗 算	100	88	75	25	50	68
	圖 形	35	100	41	76	59	65
	平 均	74	81	71	65	61	71
Mo	握 力	29	43	42	59	47	42
	狙 準	0	42	71	43	36	39
	注 意	65	61	71	90	47	67
	暗 算	38	88	38	13	75	51
	圖 形	39	83	50	72	56	61
	平 均	34	63	54	55	52	52
K	握 力	63	80	63	100	73	76
	狙 準	26	60	40	78	69	54
	注 意	96	60	86	74	86	81
	暗 算	100	100	80	80	80	88
	圖 形	41	53	0	35	35	35
	平 均	65	71	54	74	69	71

Ta	握力	58	76	95	100	71	80
	狙準	72	28	31	22	35	39
	注意	87	90	92	95	82	89
	暗算	100	71	14	43	71	60
	圖形	43	0	21	36	14	21
	平均	72	53	51	59	55	58
	總平均	61	65	60	64	62	64

第2表 3 Km. (高溫)

溫 度		高 度	實 驗 日			場 所	摘 要
高溫(30°~34°)		3 籽	9 月13日			風 洞	10時間實驗
Vp.		I	II	III	IV	V	平均
To	握力	57	24	54	49	55	48
	狙準	51	49	51	63	72	57
	注意	76	89	33	97	65	72
	暗算	100	80	0	80	40	60
	圖形	0	47	79	53	37	42
	平均	57	58	44	68	54	56
Ma	握力	40	22	6	34	42	29
	狙準	53	53	54	58	62	56
	注意	57	0	12	59	59	37
	暗算	25	0	38	50	38	31
	圖形	53	0	35	47	29	35
	平均	46	15	29	50	46	38
Mo	握力	63	18	54	13	54	40
	狙準	60	33	12	18	27	30
	注意	65	35	90	61	90	68
	暗算	100	75	75	100	63	83
	圖形	0	50	56	61	39	39
	平均	58	42	59	51	55	52
K	握力	62	54	48	59	57	56
	狙準	51	55	33	35	10	37
	注意	36	82	88	98	90	79
	暗算	100	60	100	100	80	88
	圖形	29	18	41	53	24	35
	平均	56	54	62	68	52	59
Ta	握力	59	29	57	46	31	44
	狙準	41	10	52	35	67	40
	注意	90	34	62	54	72	62
	暗算	85	28	0	57	57	45
	圖形	29	29	29	7	7	21
	平均	61	24	40	41	49	42
	總平均	56	39	47	56	51	49

第 3 表 3.35 Km. (高温)

温 度		高 度	實 驗 日			場 所	摘 要
高温 (26°~30°)		3.35 軒	9 月 20 日			風 洞	6 時間實驗
Vp.		I	II	III	平均		
To	握 力	82	64	38	61		
	狙 準	47	9	0	19		
	注 意	84	68	60	70		
	暗 算	100	80	0	60		
	圖 形	58	53	42	51		
	平 均	74	55	28	52		
Ma	握 力	43	94	60	66		
	狙 準	72	76	84	77		
	注 意	85	90	96	90		
	暗 算	38	50	25	38		
	圖 形	65	82	41	62		
	平 均	61	78	61	67		
Mo	握 力	18	51	63	44		
	狙 準	27	24	36	25		
	注 意	80	71	71	74		
	暗 算	88	100	88	92		
	圖 形	67	89	67	74		
	平 均	56	67	65	62		
K	握 力	97	81	72	83		
	狙 準	21	60	52	44		
	注 意	82	88	100	90		
	暗 算	40	80	80	67		
	圖 形	71	53	59	61		
	平 均	62	72	73	69		
Ta	握 力	80	25	66	57		
	狙 準	27	21	26	25		
	注 意	87	84	92	88		
	暗 算	28	85	71	62		
	圖 形	43	36	64	48		
	平 均	53	50	64	56		
總 平 均		61	64	58	61		

第 4 表 3.75 Km. (高溫)

溫 度		高 度	實 驗 日			場 所	摘 要	
高溫(30°~34°)		3.75 籽	9 月10日			風 洞	6 時間實驗	
Vp		I	I	II	平均			
To	握 力	57	11	59	42			
	狙 準	42	48	42	44			
	注 意	47	0	33	25			
	暗 算	60	100	40	67			
	平 均	52	40	44	45			
Ma	握 力	0	18	0	6			
	狙 準	3	0	0	1			
	注 意	48	43	0	30			
	暗 算	0	0	0	0			
	平 均	13	15	0	9			
Mo	握 力	3	0	3	2			
	狙 準	28	3	2	11			
	注 意	0	0	39	13			
	暗 算	13	100	50	50			
	平 均	11	26	24	19			
K	握 力	16	0	45	15			
	狙 準	0	49	28	26			
	注 意	30	48	0	28			
	暗 算	20	80	20	40			
	平 均	18	44	23	27			
Ta	握 力	15	9	45	17			
	狙 準	0	62	12	25			
	注 意	13	0	42	18			
	暗 算	28	0	43	24			
	平 均	14	18	36	21			
總 平 均		22	29	25	24			

第 5 表 3.7 Km. (常溫)

溫 度		高 度	實 驗 日				場 所	摘 要	
常溫(7°~15°)		3.7 籽	12月22日 23日				風 洞	24時間實驗	
Vp.		I	I	II	IV	V	平均	泊込翌朝	
To	握 力	46	0	24	70	76	43	7	
	狙 準	82	85	64	83	100	83	80	
	暗 算	60	0	60	80	100	60	40	
	圖 形	63	89	53	74	95	74	68	
	平 均	63	44	50	77	93	65	49	

Mo	握力	46	24	24	0	0	19	0
	狙準	33	68	41			28	0
	暗算	0	0	0	0	0	0	0
	圖形	56	72	39	0	0	33	0
	平均	34	41	26	0	0	20	0
Ko	握力	63	65	66	82	69	69	56
	狙準	87	70	89	86	88	84	85
	暗算	40	60	80	0	60	48	60
	圖形	82	35	29	71	59	53	47
	平均	68	58	66	60	69	66	62
Ta	握力	0	42	0	44	46	26	44
	狙準	77			73	78	46	75
	暗算	57	0	0	71	14	24	85
	圖形	50	0	0	64	86	40	93
	平均	46	11	0	63	56	35	74
總平均		53	39	36	50	55	47	46

第 6 表 0 Km. (常溫)

溫度 高度 實驗日 場所 摘要
 常溫 10° 0 軒 2 月 7 日 風 洞 2 時間實驗

Vp.		Mo		K		Ta	
狙準	96	狙準	99	狙準	94	狙準	100
握力	94	握力	93	握力	90	握力	82
暗算	100	暗算	100	暗算	100	暗算	100
圖形	79	圖形	78	圖形	100	圖形	64
平均	92	平均	93	平均	96	平均	87
						總平均	95

第 7 表 0 Km. (低溫)

溫度 高度 實驗日 場所 摘要
 低溫 (2°~4°) 0 軒 2 月 7 日 風 洞 2 時間實驗

Vp.		Mo		K		Ta	
狙準	96	狙準	100	狙準	98	狙準	92
握力	90	握力	100	握力	64	握力	68
暗算	100	暗算	75	暗算	60	暗算	85
圖形	95	圖形	94	圖形	71	圖形	100
平均	95	平均	92	平均	73	平均	86
						總平均	87

第 8 表 3 Km. (常溫)

溫 度	高 度	實 驗 日	場 所	摘 要				
常溫 (7°~15°)	3km	10月26日 27日	風 洞	16時間實驗				
Vp.	泊込翌朝		泊込翌朝	泊込翌期				
To	握 力	66	K	握 力	64	Ta	握 力	99
	狙 準	93 78		狙 準	99 100		狙 準	86 60
	暗 算	60 100		暗 算	40 80		暗 算	51 85
	圖 形	79 68		圖 形	76 65		圖 形	57 71
	平 均	75 82		平 均	70 82		平 均	73 72
				總 平 均			73	79

第 9 表 3.2 Km. (低溫)

溫 度	高 度	實 驗 日	場 所	摘 要		
低溫 (4°~7°)	3.2軒	10月18日	富士山 7.8 合	10時間實驗 下山日 (0°~2°) 2 時間11分		
Vp.	I I III VI V 平均			下山日 (10月19日)		
To	握 力	25 99 5 41 34 41	To	握 力	99	
	狙 準	67 69 67 76 77 72		狙 準	84	
	注 意	87 81 31 68 98 72		注 意	100	
	算 形	40 60 0 60 100 52		算 形	80	
	圖 形	74 100 100 84 79 89		圖 形	68	
平 均	59 82 41 66 78 65	平 均	86			
Ma	握 力	34 100 73 74 63 69	Ma	握 力	52	
	狙 準	94 92 94 88 100 94		狙 準	98	
	注 意	81 86 83 93 95 87		注 意	100	
	算 形	88 75 88 38 75 73		算 形	88	
	圖 形	71 59 88 59 59 65		圖 形	71	
平 均	74 82 85 70 78 78	平 均	82			
Mo	握 力	26 84 44 30 15 40	Mo	握 力	36	
	狙 準	52 92 95 63 70 73		狙 準	72	
	注 意	66 85 100 57 57 78		注 意	100	
	算 形	25 75 50 13 25 38		算 形	100	
	圖 形	56 100 94 100 94 89		圖 形	56	
平 均	44 87 77 53 52 64	平 均	73			
Ta	握 力	24 87 31 76 30 50	K	握 力	67	
	狙 準	39 6 30 36 50 32		狙 準	91	
	注 意	100 100 92 90 87 94		注 意	86	
	算 形	85 71 71 71 43 68		算 形	60	
	圖 形	36 14 100 79 64 57		圖 形	76	
平 均	57 56 65 70 55 60	平 均	76			
總 平 均	59 77 67 65 66 67			總 平 均	78	
				Ta	握 力	44
					狙 準	79
					注 意	97
					算 形	100
					圖 形	43
					平 均	73
					總 平 均	78

第 10 表 3.7 Km. (低溫)

溫度	高度	實驗日	場所	摘要				
低溫(0°~3°)	3.7 軒	10月16日	富士山頂	2時間實驗				
下山日								
Vp.								
Ma	握力	52	K	握力	86	Ta	握力	48
	狙準	82		狙準	77		狙準	47
	注意	95		注意	98		注意	92
	算形	75		算形	80		算形	57
	暗圖	94		暗圖	59		暗圖	86
平均	80	平均	80	平均	66	總平均	75	

第 11 表 3.7 Km (低溫)

溫度	高度	實驗日	場所	摘要						
低溫(2°~7°)	3.7 軒	10月15日	富士山頂	10時間實驗						
Vp.										
Ma	I	I	II	IV	V	平均	To	練習		
	握力	32	29	56	95	38		50	握力	47
	狙準	65	86	83	96	96		85	狙準	48
	注意	90	72	67	88	95		82	注意	60
	算形	50	75	50	63	68		55	算形	80
暗圖	71	94	94	94	71	82	暗圖	74		
平均	62	71	70	87	74	71	平均	62		
K	握力	75	54	81	57	81	70	Ma	握力	23
	狙準	80	30	69	45	70	58		狙準	71
	注意	0	0	38	0	64	20		注意	72
	算形	40	60	80	60	60	60		算形	50
	暗圖	76	65	71	100	88	82		暗圖	65
平均	54	42	68	53	73	58	平均	56		
Ta	握力	33	24	49	60	18	38	K	握力	31
	狙準	41	56	49	68	55	54		狙準	60
	注意	82	82	95	92	90	88		注意	68
	算形	100	71	71	57	100	80		算形	40
	暗圖	43	64	50	64	36	49		暗圖	65
平均	61	59	63	68	60	60	平均	53		
總平均	59	56	67	69	69	63				
							Ta	握力	34	
								狙準	74	
								注意	43	
								算形	14	
								暗圖	33	
							總平均	51		

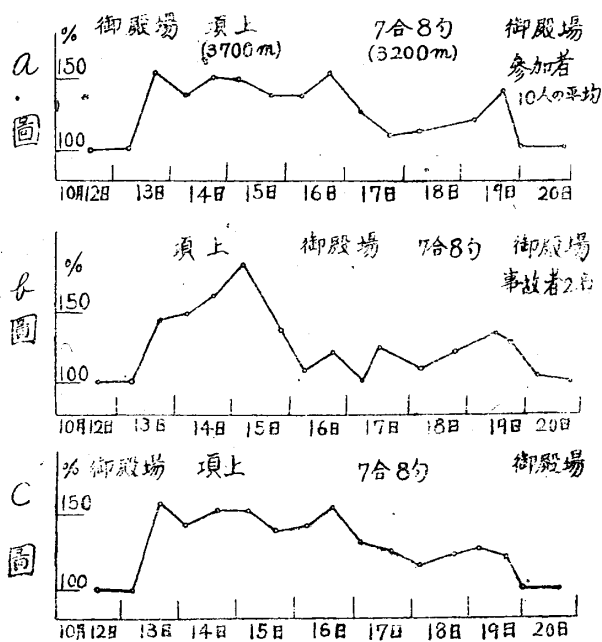
附録 A. 低壓下長時間滞在に於ける脈搏變化の一特徴

昭和15年秋、富士山に於ける滞在実験(10月12-20日)中、脈搏の變化に關し、若干の興味ある事實を發見した。即ち、毎朝離床5分前と就床5分後の2回宛、参加者全員10名の脈搏數を測定したる所、次の第2圖の如き變化曲線を得た。

第2圖 a は全員の平均曲線、b は頂上に於て高空病に罹り實驗を中止下山せしめたる2名の平均曲線、c は何等の事故なく滞在實驗を終了したる8名の平均曲線を示す。

c 圖に見らるゝが如く、脈搏數は一般には頂上(3.7Km)到着直後50%の増加を示すも、頂上に於ける3日間には若干回復して40%の増加となり、常壓下の状態には復し得ないが、多少の調節を成し得てゐる。而して、7合8勺(3.2Km)まで下れば、却つて幾分の増加を示すは、下山に伴ふ肉體勞働の結果と見るべく、7合8勺滞在中に急速に減少して地上に比し僅々10~20%の増加を示すに過ぎなくなる。また、その滞在の末期即ち7合8勺よりの出發に際し、再び多少の増加を見たるは、恐らく下山準備の荷造りなど肉體勞働をなしたるによるものと解せられる。

然るに、b 圖に示されたる頂上滞在3日目に高空病を發現して下山を餘儀なくせられたる2名の Vp では、頂上到着當初より刻々脈搏數の増加を示し、滞在中遂に低下することなく、當初は頗る元氣にて高空病を豫期せざりしも、突如急變を呈したのであるが、その脈搏曲線



第2圖 富士山滞在中の脈搏數の變化

を精査すれば、既に最初より高空病の出現を豫知し得る如き經過を辿りつゝあつたことが歴然である。

約2箇月後低壓室内に於ける3.7Km相当氣壓下の24時間滞在實驗にて、これ等の Vp は何等の故障なく滞在を終了し得たが、この際の脈搏曲線も絶對量は異なるも、依然、同様の曲線經過を示し、個人的特異性を曝露したのである。

従つて、我々は脈搏經過曲線より高空病の出現を豫知し得るものゝ如く、低壓下長時間滞在の當初に於て、脈搏は一旦増加しても直ちに若干の減少を示すものは安全であり、反對に増加の一路を辿る場合は早晚高空病の發現を免れざるものなることを豫斷しても差支へなきものと信するのである。

B. 氣壓及び氣温と狙準反應

(1) 目的

各種の低圧及び低温の複合条件下に於ける狙準反應の成績の變化を檢査し、意志作用特に注意集中能並に意志動作の蒙る影響程度を確め、長時間滞在に差支へなき高度限界の判定に資せんことを期す。

(2) 實驗方法

Bergström 振子時計の針を「用意」の合圖とともに作動せしめ、それが垂直の位置に於て停止する如く電鍵を押さしめる。針の速度は1往復2秒、成績は標準點からの脱逸度で測る。

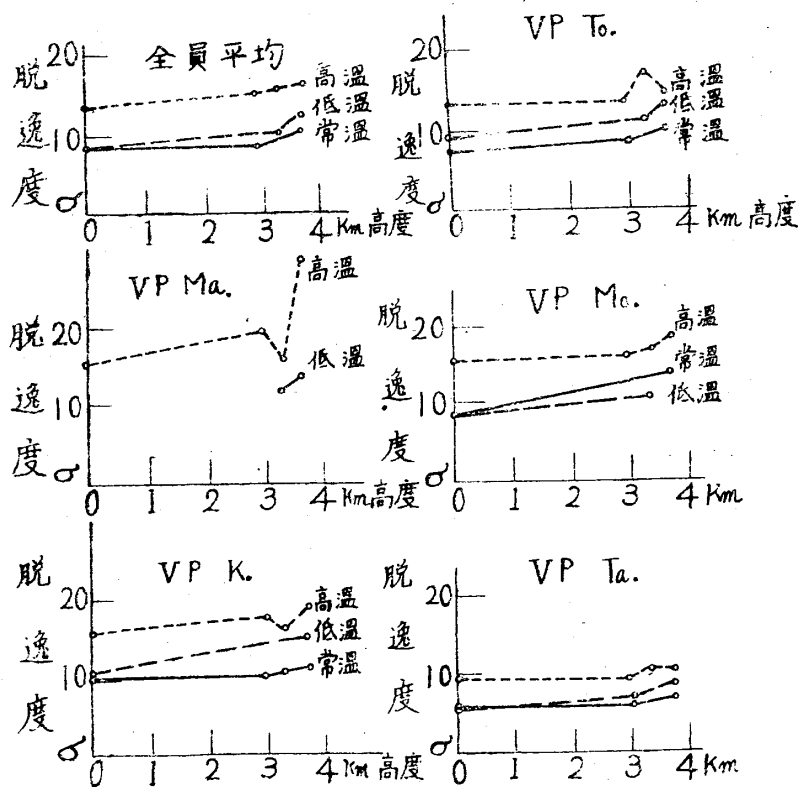
實驗に先立ち、概ね1週間の練習を重ね、實驗中に練習結果の現はれぬやう、豫め習熟せしめ置いた。

實驗は低壓風洞並に富士山上に於て行はれ、實驗高度として、は0Km, 3Km, 3.2Km 及び3.7Km が選ばれた。また、實驗温度としては、高温(30°C前後)、常温(15°C前後)及び低温(0°C前後)の3種とすることは、他の場合と同様である。

實驗系列10時間中、2時間置きに1回宛、一日通計5回の檢査を繰返へすことも既述の通りである。

(3) 實驗結果の概要

(a) 0Km, 3Km, 3.2Km 並に 3.7Km の各高度につき、一日中の平均作業成績を比較



第3圖 各高度及び気温に於ける狙準反應檢査成績

(1) 狙準反應檢査の方法に就ては、航空研究所報告、第319號「低圧下長時間滞在に関する研究 I」, 昭和19年10月、參照。

するに、滞在高度の増すにつれて能率の低下を示すも、その差異は餘り著しくはない。

(b) 氣温に關しては、氣壓の場合よりも、狙準反應檢査成績は變化が大で、特に高温の場合に能率低下の甚だしいものがある。即ち、高温低壓の場合は云ふ迄もなく、高温常壓(0km)の場合とても相當の脱逸度を示してゐる。常温と低温とは、成績に於て大差なきも、幾分常温の方が良好の如く見受けられる。

(c) 1 實驗系列中の毎回の成績の動搖は比較的少なく、時間的經過に伴ふ變化は一般に僅小である。即ち、孰れの實驗條件下に於ても略々一様の經過を示し、第1回が比較的成績よく、その後は變化少く、最終回に於て多少成績の向上を示してゐる。この最終回の成績上昇は、恐らく終末努力によるものと推せられる。

(4) 附 表

本實驗に於ける毎回の檢査成績は、第3圖並に第12表に明細である。

第12表 氣壓並に氣温と狙準反應檢査成績

(脱逸度單位の括弧内の數字は狙準點を正確に指した回数、
+、-は平均點の狙準點からのズレを示す。)

		Vp	I	II	III	IV	V	平均
常壓高温 9月16日 (風洞)	To	12.8(34)-2.4	13.0(35)-5.3	12.3(35)-3.1	15.7(32)-5.1	13.5(31)-0.9	13.5(33.4)-3.4	
	Ma	15.5(37)+3.7	15.3(33)+5.9	17.1(37)+5.9	13.6(31)+7.3	16.6(31)+7.8	15.6(33.8)+6.1	
	Mo	19.6(31)+3.8	15.0(31)+3.4	11.3(42)+3.4	14.9(27)+6.6	15.7(38)+6.9	15.3(33.8)+4.8	
	K	18.9(23)+11.0	14.8(34)+5.3	17.2(31)+2.4	12.6(32)-0.2	13.7(44)-0.1	15.4(32.8)+3.7	
	Ta	7.5(59)+2.4	10.4(43)+1.4	10.1(49)+0.3	10.7(49)+1.3	9.9(42)+0.1	9.7(48.4)+1.1	
	平均	14.9(36.8)	13.7(35.2)	13.6(38.8)	13.5(34.2)	13.9(37.2)	13.3(36.44)	
		Vp	I	II	III	IV	V	平均
低壓高温 9月30日 (風洞)	To	14.1(28)-2.3	14.5(25)-2.8	14.2(26)-2.8	12.6(32)-4.5	11.6(33)-2.4	13.4(29.8)-2.9	
	Ma	20.0(22)+12.3	19.9(25)+9.7	19.7(28)+6.0	18.8(26)+9.0	18.2(29)+5.2	19.3(26)+8.4	
	Mo	13.1(30)+3.8	16.0(31)+4.7	18.3(22)+4.1	17.7(32)+2.3	16.8(22)+4.4	16.3(27.4)+3.9	
	K	15.9(32)+6.5	15.3(34)+5.7	18.1(23)+2.2	17.8(29)+8.3	20.9(23)+2.5	17.6(28.2)+5.0	
	Ta	9.6(44)+3.7	12.2(37)+4.3	8.9(44)+1.1	9.9(39)+2.6	7.9(54)+0.9	9.6(43.6)+2.5	
	平均	14.5(31.2)	15.5(30.4)	15.8(28.6)	15.3(31.6)	15.0(33.2)	15.2(31.0)	
		Vp	I	II	III			平均
低壓高温 9月20日 (風洞)	To	14.7(33)-0.3	19.5(23)-6.1	20.6(32)-4.7			18.3(29.33)+3.7	
	Ma	16.3(31)+3.8	15.6(34)+7.0	14.0(39)+5.4			15.3(34.66)+5.4	
	Mo	16.7(28)+3.7	17.0(30)+5.9	16.9(29)+7.9			16.8(29.0)+5.8	
	K	19.5(24)+5.5	14.8(37)+1.9	15.7(37)-0.4			16.5(32.66)+2.3	
	Ta	10.4(41)+5.1	10.7(39)+0.2	10.5(41)+1.2			10.5(40.33)+2.2	
	平均	15.5(31.4)	15.5(32.6)	15.5(35.6)			15.4(33.2)	

		I			II			III			平均		
低壓高温 9月10日 (風洞) 3.75Km	Vp.	To.	15.4(27)-2.0	14.6(27)-4.1	15.4(27)-2.7				15.1(27)-2.9				
		Ma.	29.3(17)+22.2	29.8(14)+21.2				29.5(15.5)+20.7					
		Mo.	16.6(28)+4.6	19.3(26)+4.7	19.4(22)+7.0				18.4(25.33)+5.4				
		K.	22.1(20)+7.1	16.1(26)+3.5	18.7(29)+4.9				18.9(25)+5.1				
		Ta.	12.2(34)±0	8.2(51)+1.1	11.4(37)+1.3				10.6(40.66)+0.8				
	平均	19.1(25.2)	17.6(28.8)	18.2(23)				18.5(28.75)+5.8					

		I		II		III		IV		V		平均	
常壓常温 (風洞) 0. Km	Vp.	To.	8.5(51)+0.7			低壓常温 12月26~27日 (風洞) 3Km		Vp. 夕方		翌朝			
		Mo.	8.7(58)+1.4					To.	8.8(47)+0.3	10.8(45)-0.8			
		K.	10.1(46)+2.3	4.9			K.	10.0(42)+2.2	9.9(51)+0.5				
		Ta.	6.2(66)+0.8	5.4			Ta.	6.6(57)-0.6	8.4(51)+2.1				
		平均	8.4					平均	8.5	9.6			

		I		II		III		IV		V		平均	
低壓常温 12月22日 (風洞) 3.7Km	Vp.	To.	10.3(43)+0.5	9.8(44)-0.4	12.5(38)+0.4	10.2(44)-2.5	8.0(51)-0.6					10.1	
		Mo.	16.0(22)+1.9	11.8(44)+0.7	15.1(30)-0.7							14.3	
		K.	11.5(43)+0.7	13.6(35)+2.4	11.2(46)+4.5	11.6(42)+2.6	11.3(48)+2.8					11.9	
		Ta.	7.2(56)+1.6					7.4(56)+0.9	7.1(64)±0			7.3	
		平均	11.2	11.7	12.9	9.7	8.8					10.9	

		I		II		III		IV		V		平均		
低壓常温 12月23日 (風洞) 3.7Km	Vp.	To.	10.6(41)+0.6			常壓低温 (風洞) 0Km		Vp.						
		K.	11.8(42)+2.0					To.	8.5(49)+0.8					
		Ta.	7.3(61)+0.7					Mo.	8.5(54)+3.1					
		平均	9.9					K.	10.6(48)+4.7	1.5				
								Ta.	5.7(69)-5.8	0.1				
							平均	8.3						

		I		II		III		IV		V		平均		
低壓低温 10月18日 (富士山 7.8合) 3.24Km	Vp.	To.	12.2(38)+0.8	12.0(37)-2.9	12.2(37)-3.4	11.0(37)-3.7	10.9(45)-2.6	11.6(38.8)-2.8						
		Ma.	12.1(35)+4.4	12.4(35)+4.3	12.2(40)-0.5	13.3(26)+0.8	11.0(43)+1.6	12.2(35.8)+2.1						
		Mo.	14.0(33)+4.5	9.2(51)+2.9	8.9(53)+3.7	12.2(43)+3.7	11.6(40)+1.3	11.1(44)+3.2						
		Ta.	9.7(50)-0.4	11.8(41)-1.8	10.2(53)-3.8	9.8(48)-2.8	9.0(48)+0.9	10.1(48)+1.6						
		平均	12.0(39)	11.3(41)	10.8(45.75)	11.6(38.5)	10.6(44)	11.3(41.6)						

		I		II		III		IV		V		平均	
低壓低温 10月19日 (富士7.8合) 3.24Km	Vp.	To.	10.0(50)-2.8										
		Ma.	11.4(38)-0.7										
		Mo.	11.3(43)+3.5										
		K.	11.0(45)+3.7										
		Ta.	7.1(62)-0.1										
	平均	10.2(47.6)											

Vp.	I		II		IV		V		平均
	Ma.	K.	Ta.	平均	Ma.	K.	Ta.	平均	
低圧低温 10月15日 (富士山頂) 3.7Km	17.5(27)+2.3	13.7(36)+4.6	14.3(37)+0.2	11.8(44)+2.1	11.9(35)-3.2	13.8(35.8)+1.2			
	12.3(45)+3.9	18.5(19)+6.9	13.7(35)+3.9	16.5(34)+6.7	13.6(41)+2.0	15.0(34.8)+4.7			
	9.5(52)±0	8.6(51)±0	9.1(52)-1.8	7.8(55)-0.2	8.7(53)-2.5	8.72(53.6)-0.9			
	13.1(41.33)	13.6(33.33)	12.4(41.33)	12.0(44.33)	11.4(44.66)	13.0(41.4)			
低圧低温 10月16日 (富士山頂) 3.7Km	14.5(34)+2.5								
	12.7(40)+1.3								
	9.1(52)-0.2								
	12.1(42)								

C. 気圧及び気温と暗算成績

(1) 研究の目的

気圧及び気温の増減に伴つて、暗算の成績が如何に變化し行くかを検討し、この結果に基づいて、長時間滞在に差支へなき限界を確定せんとする。

(2) 実験の方法

暗算作業としては一位加算を用ひ、3より9までの數を毎秒一つ宛10箇提示して、その和を求めしめる。かかる作業を毎度30回反覆せしめ、成績を測定する。所要時間は約15分、答はいつも59乃至71となるやうに問題が作られてゐる。

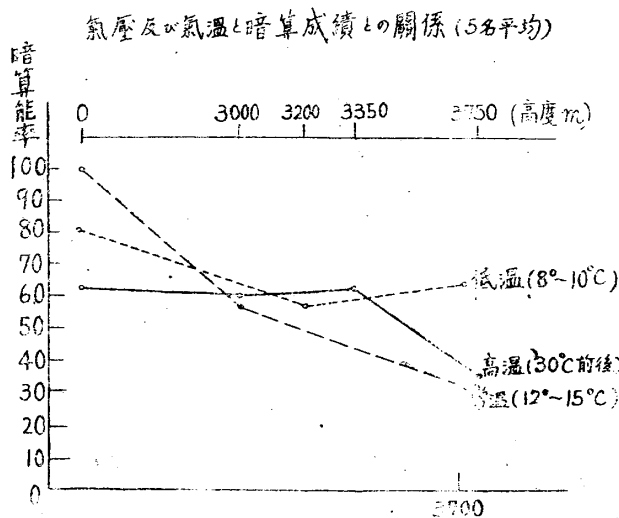
この暗算作業は高度 0Km, 3Km, 3.2Km 及び 3.7Km 相當氣壓、並に高温 (30°C 前後)、常温 (12°~15°C) 及び低温 (8°~10°C) の各種條件下に於て、2時間毎に1回宛、10時間滞在中5回反覆せられた。

実験は低圧風洞並に富士山にて行はれ、被験者は5名を使用した。

(3) 実験結果の概要

(a) 常温常压 (0Km) の場合の全員の平均暗算成績を100とし、その他の場合の成績を比較對照するに、第4圖の如く、暗算作業は低温時に最も成績よろしく、高温及び常温では比較的劣つてゐる。

(b) 常温下に於ては、高度0Kmにて成績良好なりしも、3Kmにて相當低下し、3.7Kmでは甚だ不振である。然るに、低温の場合には高度を増しても、その割合には成績が低下せず、比較的



第4圖 氣壓及び気温と暗算成績との關係

持久性に富むやうである。反之、高温の場合は最初より成績不振なるばかりか、高度 3.72 Km では俄然不良化する。低圧状態に於ては、気温は高いよりも低い方が、この種の智的作業にとつて有利であることが知られるのである。

(c) 従つて、暗算成績の一般傾向より見て、高度 3Km までは大した変化はないが、3Km を超えると急に能率の低下を來たし、3.7 Km 附近では、幾分低温ならざる限り、相當の影響を覺悟しなければならない。

我々が氣密室の内壓として 3Km を標準限度となし、また室温として 10°C 以下ならんことを希望する理由は、茲に存するのである。

(4) 附表

種々なる氣壓及び気温状態に於ける 5 名の被檢者並に全員の暗算作業成績は、下の第 13 表の如くである。

第 13 表 氣壓及び気温と暗算成績との關係

(a) 常壓		常 温		暗算成績 (%) 風 洞		
		低 温		15年2月7日		
		To.	Mo.	Ta.	K.	平 均
2月1日 { 低 温 { 常 壓	I	60	75	56.8	60	62.95
	II	100	62.5	85.2	60	76.725
	平均	80	63.75	71	60	69.83
2月7日 { 常 温 { 常 壓	I	100	100	100	100	100

(b) 常 温 低 壓		暗算成績 (%) 風 洞				
		15年12月22 -- 27日				
		To.	Mo.	Ta.	K.	平 均
3.7Km (22日)	I	60	0	56.8	40	39.2
	II	0	0	缺 0	60	15.0
	III	60	0	缺 0	80	35.0
	IV	80	缺 0	71	0	37.7
	V	100	缺 0	14.2	60	43.5
	平均	60	0	28.4	48	33.8
3.7Km (23日)	I	40	缺 0	85.2	60	46.3
3.Km (25日)	I	60	缺	71	40	57
3.Km (27日)	I	100	缺	85.2	80	83.4

(c) 低溫, 低壓. 暗算成績(%) 富士山頂

15年10月

		To.	Mo.	Ma.	Ta.	K.	平 均
頂上(14日) 3.7Km	I	80		50	42.6	40	53.15
頂上(15日) 3.7Km	I			50	100	40	63.0
	II			75	71	60	68.6
	III			50	71	80	67.0
	IV			62.5	56.8	60	59.7
	V			37.5	100	60	65.8
	平 均			55	79.7	60	64.9
頂上(16日) 3.7Km	I			75	56.8	80	70.6
8合(18日) 3.2Km	I	40	25	87.5	85.2		59.4
	II	60	75	75	71		70.2
	III	0	50	87.5	71		52.1
	IV	60	12.5	37.5	71		45.2
	V	100	25	75	42.6		60.6
	平 均	52	37.5	72.5	68.1		57.5
8合(19日) 3.2Km	I	80	100	87.5	100	60	85.5

(d) 高 溫 { 常 壓
 { 低 壓

風 洞

6 月10~20日

		To.	Mo.	Ma.	Ta.	K.	平 均
30°C (16日) 0m	I	40	37.5	100	100	100	
	II	40	87.5	87.5	71	100	
	III	60	37.5	75	14	80	
	IV	80	12.5	25	42.6	80	
	V	40	75	50	71	80	
	平 均	52	50	67.5	59.7	88	63.34
30°C (13日) 3.Km	I	100	100	25	85.2	100	
	II	80	75	0	28.4	60	
	III	0	75	37.5	0	100	
	IV	80	100	50	56.8	100	
	V	40	62.5	37.5	56.8	80	
	平 均	60	82.5	30	45.4	88	61.1

30°C (2日) 3.35Km	I	100	87.5	37.5	28.4	40	63.4
	II	80	100	50	85.2	80	
	III	0	87.5	25.0	71.0	80	
	平均	60	91.6	37.5	61.5	63.9	
30°C (10日) 3.75Km	I	60	12.5	0	28.4	20	33.2
	II	100	100	0	0	80	
	III	40	50	欠0	42.6	20	
	平均	66.6	50.8	0	23.6	40	

D. 気圧及び気温と図形探索作業

(1) 目的

低圧と種々なる気温との複合条件下に於て、注意集中並に判断の能力が如何に變化するかを確かめるために、図形探索検査を実施した、而して、これによつて長時間滞在に差支へなき高度及び気温の程度の判定に資せんことを期す。

(2) 方法及び条件

検査の方法は前年度に於けるものと同様で、刺戟用カード5枚を用ひ、各カード毎に2分間提示し、圖中に含まれたる正四角の點圖形の數及び所在を探索發見せしめる。カード毎に小休止20~30秒間、5枚を連続探索するに約11~12分間を要する。成績は正答數のみにて測定した。

V_pは繪探しの要領で、出来るだけ迅速正確に所定の點圖形を探さうに命ぜられる。本實驗に入るに先立ち、毎日2回宛數日間の練習を重ね、なるべく習熟の影響の混入を防止することに努めた。

V_pは5名、但し實驗後半期以後に於て1名を缺く。

かかる圖形探索作業を2時間毎に繰返へし、毎日10時間の滞在實驗中5回反覆する。實驗高度は0Km, 3Km, 3.3Km及び3.77Kmの四種、気温は高温(28°~30°C)、常温(10°~15°C)及び低温(3°~8°C)の三種である。

(3) 實驗結果とその考察

各高度並に各気温条件下に於けるV_p5名及び全員の圖形探索成績(實驗系列中の總正答數)は、次の第14表の如くである。

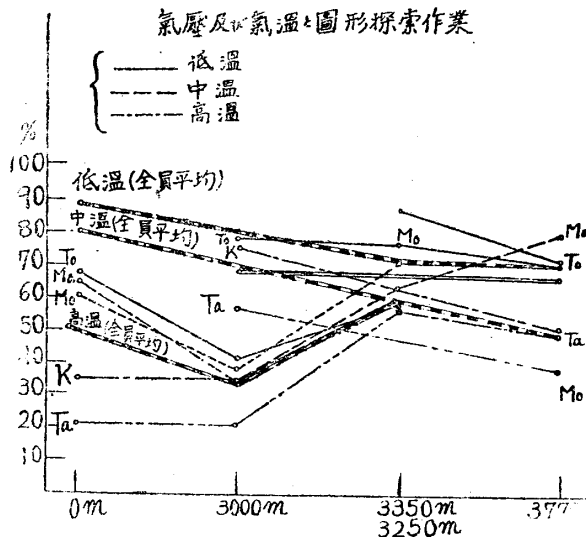
(1) 淡路その他「低圧下長時間滞在に関する研究, I」航空研究所報告, 第317號, 昭和19年11月375~380参照。

第14表 氣壓及び氣温と圖形探索作業(正答數)

高度 氣温	Vp	0Km	3Km	3.3Km	3.77Km
低 温 (富士山及 び風洞)	To.	22		21	—
	Ma.	—		23	26.4
	K.	19	25.3	—	20.6
	Mo.	26		25	—
	Ta.	34		28	27
		24.4		24.7	
				27	
常 温 (風洞)	To.	19	18		18.2
	Ma.	—	—		—
	K.	28	19	22	16.4
	Mo.	23	—		19
	Ta.	29	29		29
		24.8			20.6
					29
高 温 (風洞)	To.	17.2	12.2	13.6	
	Ma.	22.6	17.6	22.6	
	K.	12.6	12.6	17.3	20.4
	Mo.	19.8	16.4	22.3	
	Ta.	22	22.8	27.6	
		19.1		16.3	
				20.4	

これ等の結果より考察するに、

- (a) 氣温条件としては、概して低温下に於て成績が最も良好、常温は之に次ぎ、高温は概して不適當のやうに見受けられる。
- (b) 高度条件に関しては、氣壓低下即ち高度の上昇につれて、些少乍ら成績は低下し行くものゝ如く、0Km が比較的に成績よろしく、高度の増加に伴ひ不良化するが、この程



第5圖 氣壓及び氣温と圖形探索作業

度の高度範囲では、いずれか一定の箇所で急激に悪化するが如きことはない。

- (e) 気温及び気圧の複合条件下では、気温の規定の方が強いやうであつて、例へば常温 3Km の成績は、低温 3.77Km の場合よりも、却つて不良である。
- (d) 低温並に常温状態では、高度の上昇に伴ふ成績の低下は一義的であるが、高温状態では、高度の増すにつれて逆に幾分成績の向上を示す、 V_p がある。之は高温及び低圧の悪影響を自覺して意識的に努力する謂はゞ一種の補償現象であつて、相當に心理的要因を含んでゐるものと解せられる。然し乍ら、高温条件下の成績が他に比して一般に劣等なる點に於ては變りはない。