

## 施設紹介

# 航空医学実験隊の紹介

福島 和昭\*

航空自衛隊の航空医学実験隊は昭和32年11月に発足して以来、既に25年余が経過した。わが国の唯一の航空医学、航空心理学の研究施設として、航空自衛隊はもちろん、民間航空の発展にも大きく貢献してきた。

その施設は立川市曙町、陸上自衛隊立川駐とん地内にあって、その主要施設は低圧実験室、航空医学実験場、遠心力実験場、実験動物舎、瞬間減圧実験場、衝撃実験場、放射線実験場、反響室、空間認識実験施設、電子計算施設、シミュレーターおよび人工気候実験施設、視覚実験場、射出座席訓練施設、航空適性実験場などから構成されており、その各施設の利用目的などについては後で述べることにする。

近年航空機の急速な発展に伴ってその性能に適応してそれを操縦する人間の医学、それに関する器具と機械、またそれらを取りまく環境システムの研究は次々と未知の研究課題を惹起してきた。それに対応して本施設は航空事故、航空健康管理、航空人間工学、救命装備品、特殊環境下の医学という五大項目を研究対象として開設以来今日まで努力をしてきたようである。

施設および実験隊の基本任務は航空医学および心理学上の各種調査研究および実用試験を行うこと、航空身体検査および航空生理訓練を行うことがうたわれている。そしてこの基本任務遂行のためにその組織は隊長（空将）を筆頭として総務部のほか、第1部、第2部、第3部、第4部に分かれている。総務部は隊長の行う隊務の総括に伴う事務の実施を目的としているが、第1部は航空

人間工学、航空心理学および航空事故の人的要因に関する調査研究の実施を行う。そして飛行安全班、人間工学班、適性班、視覚班の4班に分かれ、その業務を分担している。第2部は救命装備品等の環境条件および航空に関する化学的、放射線学的調査研究の実施を行う。そして薬学班、装備品班、放射線班に分かれ業務を分担している。第3部は各種航空負荷に対する生理学および病理学的調査研究の実施を行うことを使命として、生化学班、低温低圧班、遠心力班、および生物力学班に分かれている。第4部は生理訓練班、航空衛生班、医用電子班、に分かれているが、その目的は航空医学検査および航空生理訓練の実施ならびに操縦者等の健康管理に関する調査研究の実施である。とくに航空生理訓練の実施は航空自衛隊にあってはジェット戦闘機の搭乗者には要求されるようであり。その訓練内容は大気の物理的性質、呼吸と循環、低酸素症、減圧症、加速度、事故と不摂生、酸素供給装置、加圧呼吸、与圧室と急減圧、脱出、保命、騒音などが対象となり、その他低圧室飛行なども含まれている。その訓練の目的は飛行の人体に及ぼす障害を知ること、障害に対する対策の習得、さらに安全飛行である。この航空生理訓練の課程を履修ししかもこの講義のペーパーテストに合格した者に対しては3年間有効の航空生理訓練証（甲）\*が交付され、本証は航空業務等に従事する場合に常に携帯することを義務づけられている。以上航空医学実実験隊の基本任務とその機能組織の概要について述べてみたがその各部における班の各業務については組織図として

航空生理訓練証(甲)

所定の航空生理訓練を  
修了したことを証する。



昭和 56. 3. 7 日

部隊長名  
航空医学実験隊長 空将 齊藤 一郎

認済番号	
氏名	福島和昭
訓練の区分	同乗者 訓練
有効期限	昭和 56. 年 3. 月 7 日

090-0221-55(43, 5枚) 合同印刷(51, 3納)

空航生理訓練証

貼付してみた\*。

すでに主要施設の項目について述べたが、これからそれらの概要について若干補足してみると、  
 低圧実験室:面積150(m<sup>2</sup>)でここには研究室ほかに低圧低温槽, 低圧低温実験室, 制御装置などを備えている。航空医学実験場:航空医学および心理学に関する各種調査研究ならびに実用試験などが行われる場所で, 面積, 1,144(m<sup>2</sup>)あり, ここには化学実験室, ガス分析室, 人間工学実験室, 聴覚実験室, 防音室, 無響室, 視覚実験室, 視覚実験暗室, 精神反応測定室, 脳波実験室, 睡眠実験室, 写真およびX線室より構成されている。遠心力実験場:面積835.5(m<sup>2</sup>)あって, ここでは飛行時に生ずる加速度, および遠心力の人体に及ぼす影響を地上において再現しその対策を立てるため鉄骨モルタル円形の建物が完成し, わが国, 最初の遠心力発生装置が設置されている。アームの半径8m, 最大回転数約60/分, 最大遠心力速度(G)30G, 遠心力の増加率は, 3G/秒以上といわれている。研究室として遠心力室のほかに制御室, 管制測定室, 人事検査室, スピンテーブル実験室, 検査処理室, などが備わっている。瞬間減圧実験場:ここでは超高空を飛行するジェット機の搭乗員の装着する与圧服の個人に対する適合, および機能試験ならびに救命操作の訓練を行うための施設であり, 高速回転弁により最高0.05秒まで減圧できる装置がある。とくに上昇能力5分間120,000ftという設備も備わっている。衝撃実験場:これ

は航空機の着陸時の制動や衝突などの場合, 人体に与える影響を研究実験するための施設であり, 軌道, 滑走台, 動力装置, 制動装置などの装置がある。加速性能では最大射出速度47m/秒, (180km/時), 有効加速距離19.5m最大加速+7G, また制動性能では減速15G以上, 1,500G/時以上可能である。

放射線実験場:航空医学における環境放射線の保健分野での研究と周辺区域への汚染の拡散の防止, 研究員の放射線障害の防止を目的としている。

反響室:強音下における生体反応の変容を調べ, 騒音が生体に及ぼす影響を研究するために設計, 建設され, 残響時間は20数秒といわれている。

空間識実験施設:航空事故の人的要因のひとつである飛行中の空間識失調に関する状態を実験的に再現させ, 生体現象および心理的現象を航空医学の立場から研究する施設である。

その他電子計算機施設:航空事故および潜在事故の資料解析, および操縦者の航空身体適性問題, 健康管理の調査研究を行う。

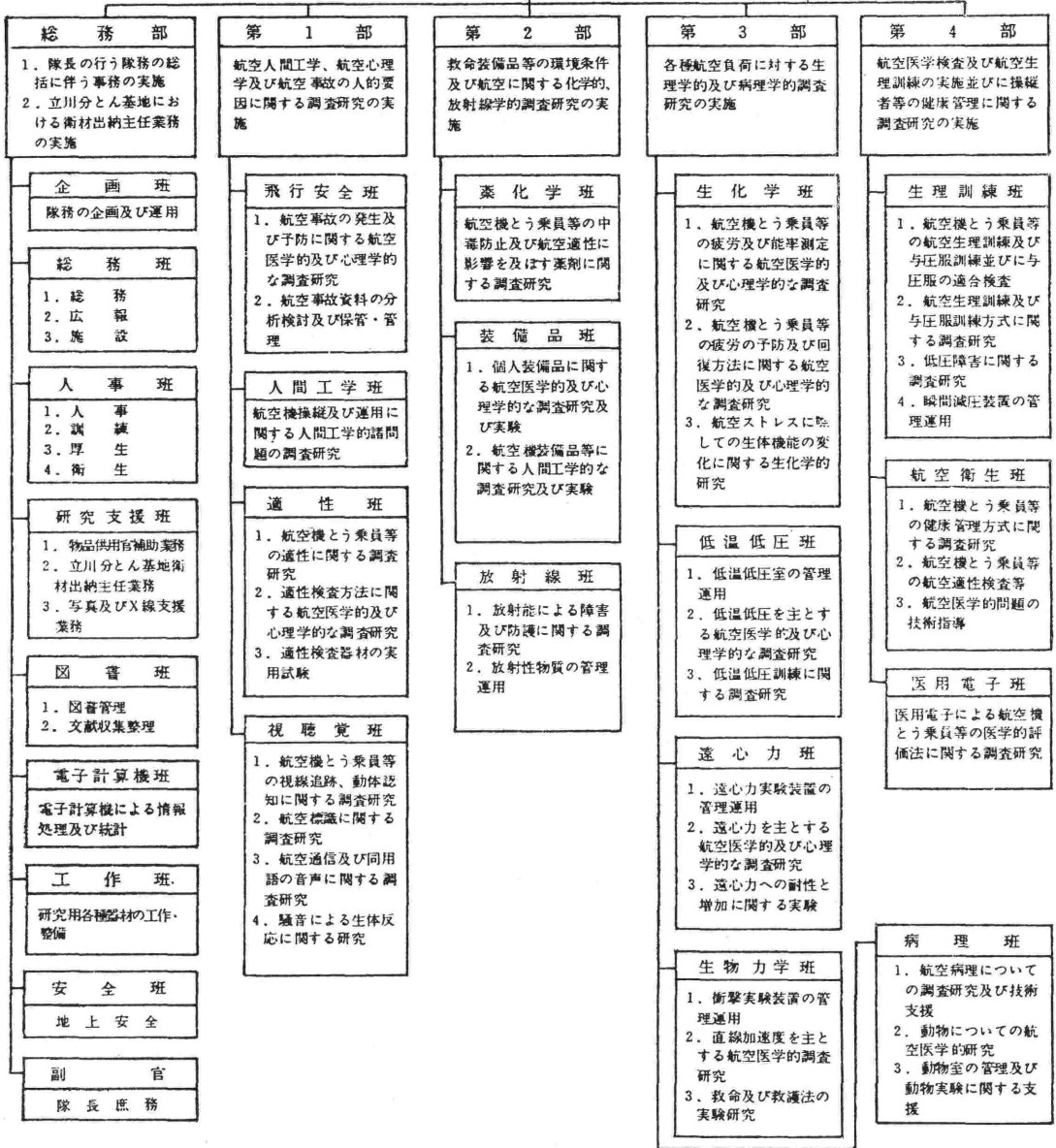
シュミレータおよび人工気候実験施設:ここで高温, 低温を人工的に再現させ, 各種装備品の耐性と生体に及ぼす影響を研究し, また航空機と人的機能との関連性について研究することを目的としている。

視覚実験場:航空視覚に関する研究を行い, 視覚ディスプレイ装置を装備している。

\* 防衛医科大学校麻酔学教室

基本任務	航空医学及び心理学上の各種調査研究及び実用試験を行う。
	航空身体検査及び航空生理訓練を行う。

隊長



基本任務と機能組織

射出座席訓練施設:これは、いわゆる ejection seat trainer である。

航空適性実験場:これは最初のところで述べたものと別に、操縦士らの航空身体検査、医学的適性審査および健康管理の実施、調査研究を行うところで最近になって補足されたものである。

以上航空医学実験隊の主要施設の概要について紹介してみた。

次に以上述べた主要施設を利用した航空医学実験隊の実務と訓練について触れてみることにします。これには航空生理訓練、航空身体検査、医学適性審査、および教育課程講習の4つが主である。

この中でとくにわれわれ麻酔医と関係が深いと感じられるものは航空生理訓練である。この航空生理訓練時にみられる症状(副作用)の発生を昭和35年から昭和56年度までの過去23年間における統計結果を調べてみると、被訓練者数が13,648名に対して症状発生数が1,425でその発生率は10.44%である。その症状の内訳は、耳痛 1,086, 腹部痛 98, 副鼻腔痛 174, 歯痛 10, 関節痛 8, 低酸素症 16, その他 33 であった。先に航空生理訓練の内容についてはその項目のみをすでに述べたが、その各項目について私もこの生理訓練を受けた体験者の1人であるので、もう少し詳しく触れてみることにします。まず、1) 大気物理学として、高度・気温・気圧の関係について学びます。とくにここでは大気の種類と特徴、たとえば対流圏、成層圏、電離層、外圏の定義と性質、および各種気体の法則など履修する。2) 呼吸と循環に関する生理解剖ではとくに血液ガス、ヘモグロビン飽和曲線、過呼吸症について学ぶ、とくに hyper-ventilation 症状に遭遇することが多くみられるのでその原因、定義、症状、処置と予防について学ぶ。3) 次に飛行のさい、とくに関係する低酸素症について学びますが、ここでは低酸素症実験(体験)として有効意識時間(TUC)の測定を行います。このTUCは高度、運動量、温度によって変化し、たとえば高度10,000~15,000フィートでは1時間以内、35,000フィートでは45秒といわれている。その他、低酸素症の種類、高度と肺胞内酸素分圧の関係、たとえば10,000フィート(523mmHg)において、空気呼吸しているときの肺胞内酸素分圧はいくらか? さらに症状からみた高度の種類(不関域、代償域、障害域、危険域)、低酸素症の特徴と症状、低酸素症発生時の処置(100%酸素吸入、酸素装置の点検、安全高度に降下)について学ぶ。4) 飛行機の内部は一定の圧に保たれているが気体に破損を生じた場合に当然圧変化が起こり減圧症の体験訓練と平行して減圧症の定義、分類、症状、(腹痛、耳痛、副鼻腔痛、歯痛、遅発性航空中耳炎)、鼓膜内外の気圧差と症状、組織気泡化および体液気化症などについて学ぶ。

5) 航空医学においては重力加速度(980cm/sec<sup>2</sup>)に相当する加速度を1“g”で表現し、生体に作用する慣性力をGで表わす。ここで加速度の

分類(直線加速度、円加速度、角加速度)、加速度の人体に及ぼす影響、体軸による加速度の分類(+G, -G, 横断G)、加速度に対する対策(L-1運動, M-1運動, 耐G服, ミュラー動作)、などを学ぶ。Gの生体に及ぼす影響では運動機能が低下し、続いて生理的影響をうける。たとえば+Gの大きさが2.5+G以下では重量感, 3.0~4.5+G(60秒)視力障害, 視野狭窄, 5.0~6.0+G(30秒)脳貧血, (6.0+G以上(10秒)下半身の点状出血, 意識喪失, -Gの大きさが1.0~3.0-G(10~15秒)顔面頭部の充血, 視力低下, 3.0~4.5-G(5秒)頭痛, 顔面うっ血, 点状出血, 眼球突出感, 脳出血, 意識そう失, 横断Gの場合, 6.0(10秒)体の圧迫感, 6.0~8.0(10秒)軽度の呼吸困難, 12.0(10秒)呼吸困難, 胸痛, など、その症状は各Gの種類, 大きさ, 作用時間によって異なっている。

6) 飛行中における錯覚, 空間識失調, 眩暈などの飛行錯覚に関し視覚および内耳前庭迷路の解剖, 生理および飛行錯覚の種類, 要因について学習する。

7) 安全飛行を行うために事故防止と不摂生およびストレスを避ける。搭乗員のストレスとしては飛行中ストレス, flying stress(気圧変化, 騒音, 振動, 加速度, 湿度グレアー, 装備品), 飛行任務中ストレス mission specific stress(低高度, 夜間, 計器飛行, 編隊), 緊急事態下ストレス, emergency stress(エンジン, 操縦, 燃料, 油圧, 電気の各系統) 5Ps human factor(個人による因子, 生理的, 心理的, 疾病による因子), 不摂生(薬剤, 疲労, アルコール, 喫煙, 低血糖)などがあげられる。

8) 騒音は生理的, 心理的に障害を起こす音をいう。40~60音圧(フォン)では正常会話が可能である。60~80では声を高める必要がある。80~100では会話がきわめて困難である100~115では叫んでやっと聞える程度である。航空自衛隊各種機別のコックピット内騒音は下記のごとくである。

機種	騒音 (フォン)
T-I	100~113
T-33A	95~110
C-I	84
F-104J	95~110

F-4 E J	107
F-1 S J	100
Y S-11	65~68

騒音対策としては航空ヘルメット、イヤープラグ、イヤーマナの使用によって聴器の保護が可能である。

9) 酸素装置について、機内高度が10,000フィート以上になると低酸素症になるので飛行高度に応じて必要とする酸素濃度、圧力を調節し供給する装置が必要となる。航空機内では酸素レギュレーターを使用する、これには手動加圧式、A-14型(T-33A)と自動加圧式CRu-21A型(T<sub>1</sub>, F-104), CRu-73A型(F-4, F-15)がある。たとえばCRu-21A型では機内高度 29,000~41,000では4mmHg加圧され、41,000~45,000では16mmHgとされている。酸素の種類は気体または液体の2種のいずれかが用いられている。飛行前に必ず酸素装置の点検(圧ゲージ、レギュレーター、インディケーター、コネクション、緊急)を行わねばならない。

10) 与圧室と急減圧、高高度環境下では種々の生理的負担が加わるのでこれを防止するために機内圧を少しでも地上に近い環境にする必要性から与圧室の必要がある。これらには等圧制御方式(大型機に使用)と差圧制御方式(戦闘機に採用)とがある。したがって機種によってキャビン高度と与圧値が大体定められている。与圧されていた機内圧が急激(2秒以内)にぬけて実高度となることを急減圧という。その原因、現象を体験し同時に人体に及ぼす影響、急減圧時の処置について学ぶ。

11) 脱出、緊急時における自力脱出は航空機の高速度に伴い困難となり射出脱出が必要となってきた。それに伴い脱出時の一般的な注意、落下傘の概要、降下時の障害(低圧、低温、開傘衝撃)、

海上降下手順、について学ぶ。

12) 最後に保命法について学ぶ。すなわち、飛行中、不測事態の発生によりやむ得ず緊急脱出または不時着した場合に通常では生存し得ない環境下にあっても有効適切な処置により生存することを計る。以上生理訓練について筆者の体験を入れて少し詳しく述べてみた。指定操縦者・身体検査の結果、飛行不能となった原因疾患を調べみると高血圧症、心電図異常、胃潰瘍などをあげることができる。過去15年間で総数5,060名受験して、飛行不適者116名、条件合格者610名であった。

脳波検査を行った結果、過去15年間、4,197名のうち異常を発見されたものは109名であった。心電図検査の結果、2,845名のうち異常を指摘されたものは727名であったが洞性徐脈および左室肥大が傾向として多くみられた。さらに医学適性審査を20年間で247名に行った結果、判定基準 A(87名)、B(69名)、C(16名)、D(29名)、E(36名)、その他(10名)、であった。そのうち心電図異常がもっとも多く45名、脳波異常20名、耳鼻科的問題点14名、高血圧症14名、減圧症10名の順序であった。

以上航空医学実験隊の施設、組織編成、機能組織、各班の業務内容などについて触れ、とくにわれわれ臨床麻酔医と関連した航空生理訓練については小生の体験も生かして少し詳細に述べてみたが、これによって自衛隊の航空医学実験隊施設の紹介としていささかでも役立てば幸いと思う。

#### 参考資料

1. 航空医学実験隊 20年のあゆみ (昭和52年11月)
2. 航空医学実験隊 25年のあゆみ (昭和57年11月)
3. 航空生理訓練 (テキスト)
4. 防衛医科大学校 衛生学教室 万木良平教授とのコミュニケーション