Japanese Journal of Applied Psychology
1985. No. 10., 53-58

現場からの便り

航空医学実験隊における航空心理学研究の現況

RECENT STUDIES OF AVIATION PSYCHOLOGY IN AEROMEDICAL LABORATORY, JASDF

垣本由紀子*
Yukiko KAKIMOTO

I. 組織の概要

航空医学実験隊は，昭和32年11月，現在地に発足し，以来27年が経過した。初代隊長大島正光氏（前東大教授・現医療情報システム開発センター理事長）の下，適性航空事故，低圧実験，総務の４班15名でスタートした当隊も，この間，２代目横堀栄氏，３代目藤田吉彦氏，４代目斉藤一郎氏，５代目黒田勲氏，６代目飛松憲夫氏と隊長が交替し，現在，７代目隊長（隊司令と改称）岩滝典生氏の下，５つの部，23の研究室等，93名の定員を擁するに至った。

編成上は，防衛庁長官直轄による航空自衛隊のひとつの部隊である。

部隊という面からみると，およそ部隊のイメージとは異った非常に変った部隊である。それは，当隊に与えられている次のような基本任務によると思われる。

航空医学実験隊は，航空医学，心理学上の各種調査，研究及び実用試験並びに，操縦者の身体検査及び生理訓練の実施を基本任務としている。さらに，研究調査は，次の５つの領域に分類される。航空人間工学に関する事項，教育・訓練方式等の人間科学に関する事項，航空環境下の生体反応に関する事項，航空健康管理に関する事項，及び救命装備品に関する事項である。

わが国でも数少ない現場と直結した航空医学・心理学に関する研究機関であるが，組織上，部隊なので，名称も「研究所」とはならず，学会などでは，奇異に思われるゆえんである。

航空自衛隊の中で，研究職は，約２％であるが，その数少ない研究職のうち約半数が，当隊で研究業務にたずさわっている。研究員の出身は，医学（基礎），薬学，心理学，生化学，機械，計測，体育生理，獣医等多彩であり，身分は，国家公務員である。

図１に，当隊の編成組織を示した。第１部が，行動科学的側面から研究を行っているいわば，応用心理学の分野であり，心理学専攻者等10名（うち１名は米留中）が配置されている。

研究担当部は，１～４部であるが，４部は実務担当の占める割合が多い。

各部の基本任務は，次のようにきめられており，この方針にそって，研究テーマが決められる（自主研究），ほかに指定研究として上級機関の航空幕僚監部から与えられるテーマがある。

第１部：航空人間工学，航空心理学及び，航空事故の人的要因に関する調査研究の実施

第２部：救命装備品等の環境条件及び航空に関する化学的放射線学的調査研究

第３部：各種航空環境下における生理学的及び病理学的調査研究の実施

第４部：航空医学検査及び航空生理訓練の実施並びに操縦者等の健康管理に関する調査研究の実施

研究は，１つの研究室，１つの部内では成果が期待できないので，しばしば，他研究室，他部とのプロジェクトが組まれる。テーマをどのように進めるかについては，比較的自由に討議される。

II. 当隊における応用心理学研究

当隊での応用心理学の領域は，航空心理学の分野である。

1. 航空心理学について

航空心理学は，その名のとおり，航空機の発達と共に歩いてきた学問である。1903年ライト兄弟が，キティホークの丘で初飛行に成功してからわずか80年余，航空心

* 航空医学実験隊
Aeromedical Laboratory, JASDF

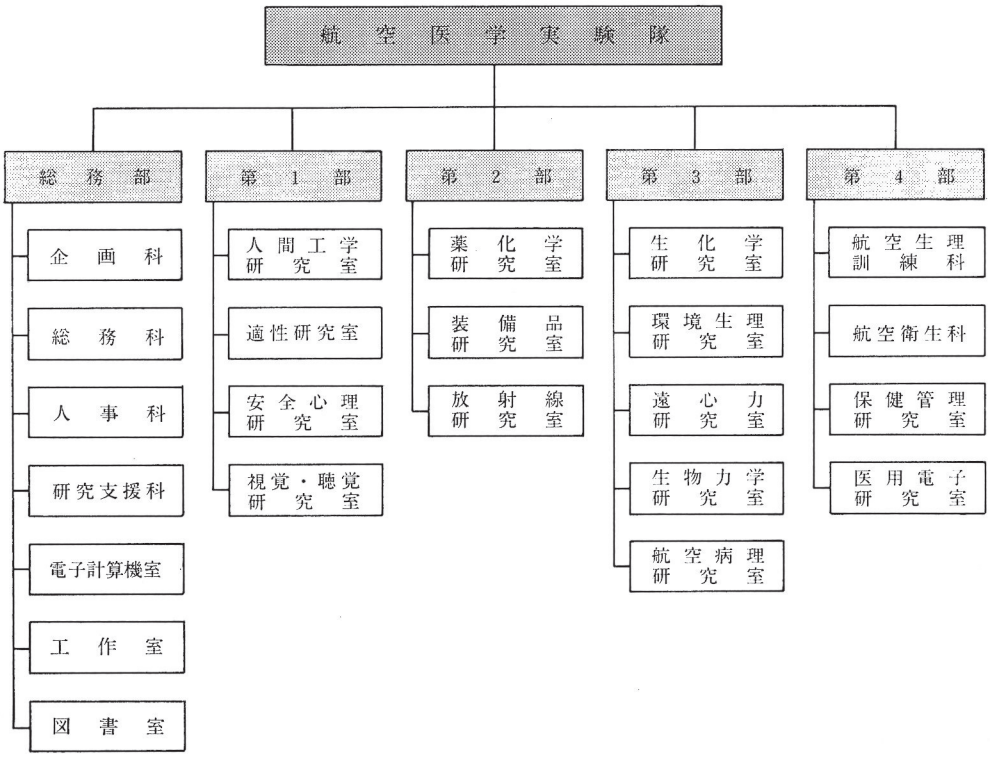

図 1　航空医学実験隊の組織

理学も，応用心理学の中では若い学問といえよう。しかし，この80年間の航空機の発達のすさまじさは，周知の事実で，月面着陸に成功し，そしてスペースシャトルへと，Aviation も Aerospace へと活動範囲が拡大しつつある。現代科学の粋を集めたこれら航空機等の急速な性能向上は，それをとり囲む，各分野の人間・機械・環境の相互関連の中に多くの未知の課題を提供してやまない。

すなわち，航空心理学も，Lewin，K の B=f. (p.E) の式のとおり，人間行動を扱うことには変わりない。p に相当するのが航空機を操縦する操縦士であり，操縦士を支援する整備員，管制官，気象予報官などが含まれる。Eの部分には，操縦室という狭い環境から，それをとり囲む広い環境までが含まれる。

操縦室の中では，先ず，適性，選抜の問題，トレーニングの問題，ワークロードの問題，計器と人間とのインターフェースにおける人間工学的問題，ヒューマン・エラーの問題，単調，不安，恐怖の情緒的問題，時差，サーカディアンリズム，疲労の問題などいろいろな課題が発生する。

一方，大きな環境の中では，先ず，3次元の空間であること，高々度を飛行すること，低圧，低酸素の問題，超低温，加速度G（重力），騒音，振動，まぶしさ，放射線，紫外線などのストレスが，人間とのかかわりあいの中で，生体負担として存在する。

したがって，「航空心理学とは，地上とは，全く異質の航空環境下における人間行動の変容を調べ，航空機や操縦又はその環境での活動や生活の安全性，効率性ならびに快適性を求めていく人間科学の一分野」といえる。

当隊において，航空心理学関連の研究を担当する研究室は，主として第1部の4つの研究室である。

2.　研究内容の紹介

航空心理学を主体とした研究成果は，いくつかに分類されるが，長沢の分類[1]を基準に次のように分類し，最近8年（昭52. 4～59. 12）間の航空医学実験隊報告に掲載された論文から抜粋して紹介する。

（1）　情報表示，受容及び判断

ここには，眼球運動，目標の捜索と認知，視認性，可読性，コーティング，表示と配置，音声，通信，その他の感覚が含まれる（文献2～14）。

ここでの視覚的興味は，専ら，3次元という空間の中で，操縦者がどのように距離判断を行っているか，また最も作業負担が高いといわれている着陸時，一体どのようにして，パイロットは高度判断を行っているか，個人

間のばらつきはどうか，トレーニングにより修正されうるのかなどに焦点をしぼって研究されてきた。これらにより例えば，空中では，真の距離より，2～3倍遠く判断する傾向があるとか[2]，着陸時，前方の滑走路の見え方のうち，特に手前の滑走路端（エンド）や投影形としての台形の底角の見え方が，接地点までの距離の判断に役立っていることなどが明らかになった[3,5]。また，音声と情動の変化を扱った一連の藤原らの研究がある[6,7,10]航空事故発生時，唯一の手がかりとして残されることの多い操縦者の音声分析から，あいまいなことばの明瞭化，緊急度の分析など，事故調査上多くの貢献をしてきた。

最近では，コクピット内計器の統合化が進み，すでに第4世代のジェット旅客機 B-767 には実用化されている。これら統合計器による視覚情報の認知の問題を扱った研究[12]，また従来型計器によるトラブルシューティングを扱った研究など[9]，マシンとのインターフェースにおける情報処理が扱かわれている。実機によりパイロットの眼球運動記録も[14]，操縦中の情報入手プロセスを知る上で興味ある報告である。

（2） 作業負担測定

飛行に伴う作業負担，精神作業負担，シミュレータ利用による作業負荷，生理心理的評価方法などが含まれる（文献15～22，41）。

作業負担測定に付加作業を用いる一連の研究が，長沢らによって行われてきた[15-18]。付加作業として，聴覚弁別モード，視覚弁別モード，両者の組合わせによる視聴覚モード，を選びそれぞれの妥当性について，実験室内，T-2 シミュレーターによる課目との関連から検討してきた。実際の飛行場面では，感覚チャンネルに自由度をもたせる意味と飛行安全の立場から，視聴覚モードの適用が，より妥当であるという結論を出した。この実験室内結論は，C-1 型中型ジェット機の飛行に適用[19]され，付加作業の誤答率とタスク分析によるタイム・ストレス値（時間余裕度）との間に有意な相関がみられたと報告している。この一連の研究成果は，長沢[20]によるワークロード測定法で総括されたことになる。その後，筆者らにより，心理的測定法に，生化学的測定法を加味し，精神作業負担を測定する試みが行われた[21,41]。長沢らによる付加作業法の考え方は，若い層に引き継がれ[22]，今後の研究の方向が示唆されたと考えられる。

（3） 適性及び飛行適応

操縦者のパーソナリティ，評価，生活歴，不適応と精神衛生，情緒，不安などが含まれる（文献23～28）。

操縦者のパーソナリティに関しては，各種テストを用い，岡上らによって[23-25]，一般的傾向，戦闘機パイロットと輸送機パイロットとの差，一般大学生との比較などが行われてきた。MPI 検査では，操縦士とそれ以外のグループとの間には顕著な差が，認められたが，操縦士内のサブグループの分類には差は明瞭ではないと報告している。神経質尺度，嘘偽尺度，外向性尺度が一般人より低いという結果であった。飛行環境への適応ぶりについて，同じ岡上らによるアンケート調査の報告がある[26-28]。

（4） 学習及び習熟

操縦技量の分析，訓練効果の評価，学習曲線，学習の転移，フライト・シミュレーター等による実験が含まれる。

飛行基地に設置してある T-2 型シミュレーターを主体に，萩原らによる操縦技量分析の研究がある（文献29～32）。

実機とシミュレーターとの比較において，計器表示については，両者間に，ほとんど差が認められなかったが，操縦装置では，「きき」の面で両者間に感覚的相違が認められたと報告した。

（5） 人的過誤・事故

人的過誤，故障探究と意志決定，異常事態における人間行動，事故調査などが含まれる（文献9，29，33～35）。

航空事故原因においても，人的過誤の占める割合は，時間経過にかかわりなく，約70％と横這いで，年々減少する事故件数とは対照的である。筆者らは，航空事故報告書の中にあらわれたパイロットエラーについて，内容分析及び，その背後要因のひとつである生理心理要因について分析を試みた[33,34]。事例中半数以上が死亡事故につながる要因としては，計器指示値の誤判断，航法上の誤り，飛行計画の不適切，気象情報の不適切な分析など，判断要因にかかわるものと，空間識失調（後述），疲労などの生理的要因にかかわるものが挙げられた[34]。事故調査関係は，その性質上，論文として報告することはできなかったが，創設から20年間，人的要因調査について概観した報告がある[35]。緊急事態をシミュレーターで作り分析を試みたのが文献9，29である。

（6） 環境要因・ストレスおよび人間行動

環境要因には，低圧，加速度，振動，騒音，温度，アルコール，薬物，空腹，サーカディアン・サイクル，単調，疲労，色彩，照明，装具等が含まれるが，第1部関係で扱った騒音，低高度ストレス，加速度，疲労について紹介する（文献36～42）。

騒音に関しては，現用航空機全機種について，機内及び機外の騒音が測定された[37,39]。人間への影響に関して

は，航空交通管制室で，どの程度の会話障害があるか[38]航空機整備員の勤務年数と聴力損失について評価する試みがなされた[42]。6分法による語音聴力は，勤務年数10年（約30歳）までは，ほとんど低下しないが，それ以後徐々に低下する傾向が認められたと報告している[42]。

文献36は，飛行高度別にパイロットの精神負担について調査した論文で，1,000フィート以下の飛行高度がストレス要因として大きな影響をもつと述べられている。

当隊の施設である遠心力発生装置（旧）を用い，＋Gを負荷した場合，パホーマンスがどのようになるか，心拍数，上下視野，制御動作から評価した論文が文献40である。本装置は，56年4月新システムの遠心力発生装置と交替したが，運用期間を終え，今後パホーマンス関連の論文が報告される予定である。

以上，航空心理学関係に限定し，研究内容を，概観してきた。医実報告から，紙面の許される範囲で列挙したがこれで全てではない。

III. 研究施設

航空環境を地上に模擬した研究施設のうち代表的なものを紹介する。

（1） 遠心力発生装置（写真1）

本邦唯一の加速度訓練及び実験用装置で，半径8mのアーム（支持腕）先に塔乗用のゴンドラを取りつけ，1,000ps直流電動機により回転させることにより，ゴンドラ内座席に固縛した塔乗者にGフォースを与える巨大な国産の装置である。最大G変化率2.5G/sec.で最大9G（動物，又は耐G服使用時は15G）を得ることができる。

運転方式は，マニュアル又はコンピュータ自動制御，さらにパイロット自らのマニュアルコントロールも可能である。

パイロットのパホーマンス測定機能としては発光ダイオード(LED)使用のオンセットGトラッカー，ヘッドアップディスプレイを使用したサステンドGトラッカー，自動視野測定装置としてLED使用のペリメータを具えている。生理学的モニターとしては，心電図，心拍タコメーター，呼吸曲線，血中酸素飽和濃度等を備え，必要に応じ常時記録が可能である。

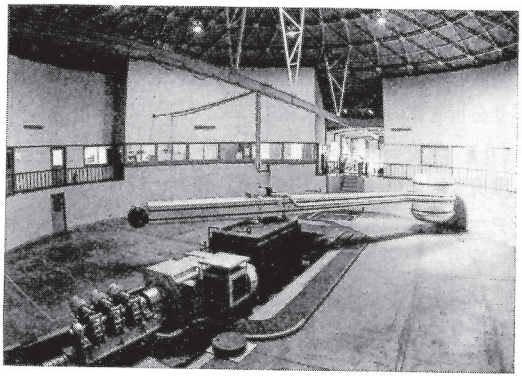

写真 1　遠心力発生装置

（2） 空間識実験装置（写真2）

空中において，自機の姿勢や飛行方向を正確に把握できなくなる状態は，空間識失調（Spatial Disorientation）と呼ばれている。

空間識実験装置は，飛行中に発生するいろいろな空間識状態や動揺病を直径約3m60の鉄球（内部は塔乗席）を3軸方向に回転させることによって実験的に出現させる装置である。操縦者に，空間識失調状態を体験させ，いかに自分の感覚が当てにならないかを理解させ「計器を信頼せよ」というように安全教育に役立たせる。

（3） 瞬間減圧装置（写真3）

操縦者及び同乗者に対して，高々度飛行の人体に及ぼす影響とその対策，並びに酸素マスク，酸素レギュレーター，脱出装置等の取扱法を体験させる20人用の大型装置である。ここでは，日常意識していない酸素が，いか

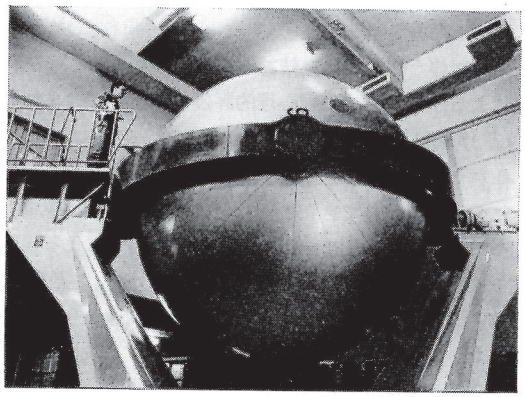

写真 2　空間識実験装置

写真 3　瞬間減圧装置

に重要であるか，低酸素症などを体験することにより理解させる。

その他，緊急脱出時のショック，手順等の体験や訓練に使用する射出座席訓練装置，反響室，無響室，振動実験台，C-8 トレーナーがある。

研究用操縦シミュレーターの購入を希望しているが現状では，まだ認められていない。

IV. その他

同じ敷地内に，56年3月航空安全管理隊が設立され，ここにも，心理学専攻者が4名いる。事故調査，資料分析，飛行安全教育の3本柱を主要な任務としている。従来，当隊で実施してきたものが，1部移管され規模が拡大し，専門の部隊となった。

V. おわりに

比較的長く当隊に勤務しながら感じていることは，①限られた予算，大きな組織という枠組の範囲ではあるが，比較的自由に研究ができる雰囲気であること，②他所にない航空環境をシミュレートした施設，又は実機による研究が可能なこと，③いろいろな出身者が同居し，プロジェクトを組む上で効果的である等である。しかし，利点をいかに運用するかという問題が残る。また研究員の中に操縦者がいないことも残念なことである。

以上，当隊における航空心理学研究の現況を概観してきたが，宇宙心理学へとなると，道はまだ遠いのが実情である。

（注） 航空医学実験隊報告は，年4回，発刊され，国内外の学術交流を行っている。

文　献

1) 長沢有恒編：行動科学に関する航空医学実験隊報告抄録集，1982.
2) 加藤象二郎・藤原　治：空間視覚に関する研究—パイロットの距離判断精度について—航空医学実験隊報告（以下「医実報告」），**18**(1)，11-21，1977.
3) 水本　清・藤原　治・宇津木成介：航空機の着陸と着陸時の高度及び距離判断に関する視覚的情報，医実報告，**18**(2)，71-82，1977.
4) 宇津木成介・長沢有恒・荒巻定仁・萩原裕子：警報としての音響・音声信号による聴覚誘発反応の研究，医実報告，**18**(2)，101-111，1977.
5) 水本　清：航空機操縦者と視知覚的諸問題について—距離判断を中心として—，医実報告，**18**(4)，199-207，1978.
6) 宇津木成介・藤原　治：自己相関による音声基本周波数抽出システムの開発と検討，医実報告，**21**(3)，155-167，1980.
7) 藤原　治・宇津木成介：緊急時における音声変容の研究(第5報)—音声基本周波数増加の限界—，医実報告，**21**(4)，217-228，1980.
8) 藤原　治・宇津木成介：航空機騒音に起因する航空交通管制室内の交信障害に関する研究，医実報告，**22**(2)，57-72，1981.
9) 加藤象二郎・清水二義・垣本由紀子・他：操縦者の航空計器による異常状態探求法(第2報)，**22**(2)，97-112，1981.
10) 宇津木成介・藤原　治・小沢浩二：飽和潜水時における音声基本周波数と情動的要因について，医実報告，**22**(3)，117-123，1981.
11) 加藤象二郎：夜間編隊飛行中における空間識失調要因としての胴体灯—胴体灯の認知パターンについて，医実報告，**22**(3)，125-142，1981.
12) 水本　清・他：統合計器に関する研究—情報処理能力を中心として—，医実報告，**23**(3)，77-88，1982.
13) 宇津木成介・長沢有恒：音声警報に先行する音響信号が反応時間及び誤反応に及ぼす効果について，医実報告，**24**(2)，69-78，1983.
14) 竹内由則・藤原　治：超低空飛行時におけるヘリコプターパイロットの眼球運動について，医実報告，**25**(3)，111-120，1984.
15) 長沢有恒・萩原裕子・荒巻定仁・宇津木成介：付加作業による作業負担測定法の研究(1)—付加作業としての聴覚弁別タスクと関する実験的研究，医実報告，**20**(2)，77-94，1979.
16) 長沢有恒・萩原裕子・荒巻定仁・宇津木成介：付加作業による作業負担測定法の研究(2)—リンク・トレーナー習熟にともなう付加作業の変容，医実報告，**21**(2)，61-73，1980.
17) 長沢有恒・萩原裕子・荒巻定仁・宇津木成介：付加作業による作業負担測定法の研究（3）—T-2 フライト・シミュレータ操縦時の付加作業の変容，医実報告，**21**(4)，189-198，1980.
18) 長沢有恒・萩原裕子・荒巻定仁・宇津木成介：付加作業による作業負担測定法の研究（4）—付加作業の信号モードを変えた場合の測定値の変容，医実報告，**21**(4)，199-207，1980.
19) 長沢有恒・荒巻定仁・宇津木成介：付加作業による作業負担測定法の研究(5)—C-1 ジェット輸送機の離着陸時における作業負担の測定，医実報告，**22**(1)，13-27，1981.
20) 長沢有恒：パイロット・ワークロードの測定評価法（展望），医実報告，**25**(3)，87-110，1984.
21) 垣本由紀子・中村彰男・山口孝夫・坂口明子・桜井伊三・田嶋冨美子・長沢有恒：精神作業負担測定法に関する実験的研究—作業負荷としてのパホーマンスの変容—，医実報告，**25**(3)，111-120，1984.
22) 山口孝夫・長沢有恒：二重作業法によるメンタル・ワークロード測定の研究—副作業としての視覚及び聴覚弁別タスクの作業特性，医実報告，**25**(4)，237-250，1984.
23) 岡上巳弥子・中村益雄・丹羽聖尚：EPPS，MPI，DOSEFU テストによるパイロットのパ

ーソナリティ特性—(1) 一般的傾向及び戦闘機と輸送機との比較，医実報告，**18**(2)，83-93，1977.
24) 岡上巳弥子・丹羽聖尚：EPPS，MPI，DOSE-FU テストによるパイロットのパーソナリティ特性—II—その他の自衛官及び第1初級操縦課程学生との比較，医実報告，**19**(3)，115-124，1978.
25) 岡上巳弥子・丹羽聖尚：YG 性格検査と飛行操縦教官による性格評定について，医実報告，**20**(2)，63-76，1979.
26) 岡上巳弥子・有賀久雄：飛行に関するパイロットの心理的体験について（1）飛行業務全般に関する心理，医実報告，**24**(2)，87-104，1983.
27) 岡上巳弥子・有賀久雄：飛行に関するパイロットの心理的体験について(2)，種々の飛行状況とパイロットの心理，医実報告，**24**(4)，189-202，1983.
28) 岡上巳弥子・有賀久雄：飛行に関するパイロットの心理的体験について(3)，心理的動揺をもたらす飛行状況，医実報告，**25**(1・2)，1-14，1984.
29) 萩原裕子・荒巻定仁・菅原　元・長沢有恒：T-2 フライト・シミュレーターに関する行動科学的研究(第1報)—緊急事態におけるパイロットの行動分析，医実報告，**18**(1)，1-10，1977.
30) 萩原裕子・荒巻定仁・長沢有恒：T-2 フライトシミュレーターに関する行動科学的研究（第2報）—実機とシミュレーターとの操縦負担について，医実報告，**19**(4)，163-174，1979.
31) 萩原裕子・荒巻定仁・長沢有恒：T-2 フライト・シミュレーターに関する行動科学的研究（第3報）—操縦の訓練過程についての分析，医実報告，**21**(3)，131-142，1980.
32) 萩原裕子・荒巻定仁・門尾孝是・長沢有恒：操縦成練の評価に関する研究，医実報告，**22**(4)，193-203，1981.
33) 垣本由紀子・加藤象二郎・武田　馨・室谷紀夫・青柳弘美：人的要因に起因する航空事故資料の分析(1)—コード体系について，医実報告，**22**(3)，143-181，1981.
34) 垣本由紀子・加藤象二郎・中林孝則・岩本春雄：人的要因に起因する航空事故資料の分析（2）—パイロットエラーと生理心理要因の分析—，医実報告，**24**(3)，153-175，1983.
35) 垣本由紀子：航空事故における人的要因調査研究の動向—航空医学実験隊における20年間をふりかえって，医実報告，**18**(4)，161-176，1978.
36) 藤原　治・桜井伊三・垣本由紀子：飛行高度がパイロットの精神負担に及ぼす影響について，医実報告，**19**(3)，101-113，1978.
37) 藤原　治・室谷紀夫：C-1 型機の機内騒音について，医実報告，**19**(2)，75-85，1978.
38) 藤原　治・宇津木成介：航空機騒音に起因する航空交通管制室内の交信障害に関する調査研究，医実報告，**22**(2)，57-72，1981.
39) 藤原　治・宇津木成介・竹内由則：現用戦闘機運転時の騒音と聴力保護管理について，医実報告，**24**(3)，141-152，1983.
40) 長沢有恒・岩根正昭・小野幹雄・小野沢昭彦・緒方昭二・関口千春：$+G_z$ 遠心加速度負荷時のパホーマンスの変容，医実報告，**22**(1)，29-43，1981.
41) 藤原　治・垣本由紀子・岡上巳弥子・中村彰男・有賀久雄・竹内由則・田嶋冨美子・桜井伊三・清水昭二：シフト勤務者の疲労に関する一考察，医実報告，**25**(1・2)，65-85，1984.
42) 藤原　治：船空機整備員の勤務年数と聴力損失に関する研究，医実報告，**23**(4)，149-170，1982.