

KONAN UNIVERSITY

# 航空機における緊急避難行動のアンケート調査に基づく要因分析

著者	上野 由貴, 中易 秀敏
雑誌名	甲南大学紀要. 理工学編
巻	54
号	1
ページ	19-45
発行年	2007-07-31
URL	<a href="http://doi.org/10.14990/00000139">http://doi.org/10.14990/00000139</a>

# 航空機における緊急避難行動の アンケート調査に基づく要因分析

上野 由貴<sup>1</sup>、中易 秀敏<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>甲南大学大学院自然科学研究科

<sup>2</sup>甲南大学工学部情報システム工学科

<sup>3</sup>甲南大学 知的情報通信研究所

(受理日 2007年4月15日)

## 1. 緒論

公共交通機関の中でも航空機事故の確率は $1.8 \times 10^{-7}$ と非常に低く、常に高い水準の安全性が求められている[1,2]。これは、航空機の事故が起こると被害が膨大で社会に与える影響も極めて大きいためである。また、航空機内で緊急事態が発生した際に、乗務員がいかに冷静に乗客を脱出誘導できるかは重要な問題である。このため、乗務員や乗客の集団意思がどのように変化していくかを研究することは急務である。

これまでの航空機の緊急事態の避難行動に関する研究には、大別すると2つのアプローチが取られている。一つは心理実験研究であり、他方は事故調査分析である。前者の研究には、危機的事態からの脱出行動に関する心理実験研究があり、それらにはパニック現象を引き起こす主たる原因は事態の不安定な報酬構造要因とするもの[3]、制限時間内に脱出できなければ電気ショックが与えられる条件で脱出成功率や混雑発生度の効果を実験的に調べたもの[4]、集団の大きさが脱出成功率、混雑度、利己的行動、利他的行動がどのように影響するかを調べたもの[5]、誘導者のリーダーシップが脱出行動に与える影響を調べたもの[6][7]などがある。これらの研究により、リーダーシップが脱出成功率に著しい効果を与える事や、脱出行動が情動的興奮による心理的要因により影響を受けることが明らかにされている。こうした研究は、人間の行動パターンの変化を多数見出すことができ、緊急時の避難行動評価のためのモデル構築に役立っている。しかしながら、これらの研究は実験環境設定に切迫した状況を作り出しているものの、実験の場の状況は現実の緊急事態の切迫感とは異なるものと考えられ、構築した避難モデルは現実に即したものになっているかが課題である。またモデル構築に当たっては、様々なタイプの人間の心理モデルが必要であり、実際にこうした避難モデルによるシミュレーションで実際の緊急避難対策を策定できるかも明確ではない。

一方、後者に関する研究としては事故解析がある。これらの研究としては、たとえばアロハ航空の飛行中における胴体破壊事故調査[8]や、ガルーダ・インドネシア航空機事故調査[9][10]などがある。こうした事故後の調査の利点としては、操縦室の音声記録や飛行データ記録に基づく乗務員の操縦方法と機体の状態などに関する綿密な原因究明を行うことができるため、事故時の乗務員間コミュニケーション状況の把握や事故対策の評価が可能である。しかしながら、こうした調査は主に事故の原因究明と責任を明らかにする目的

で行われるため、事故調査資料を基に、緊急事態における乗客の心理変化や避難行動に焦点をあて、それらが解明されている事例は少ない。さらに、1995年より1999年の4年間でハイジャック[11]に起因する航空機の緊急避難状況は国内で3件発生しているが、これらの記録が乗客や乗務員の行動に関する研究に活用された事例も殆どない。

こうした背景に基づき、上記2つのアプローチの利点と問題点を参考に、緊急時における人間の避難行動要因を分析するため、緊急避難時の集団心理形成に影響を与える因子分析のためのアンケート調査に基づく研究を試みた。とくに、本研究では従来行われた心理実験研究の成果をふまえ、強い情動的興奮による心理的要因に焦点をあて、「火災」、「着水」、「ハイジャック」の3つの危機因子に的を絞り研究を進める。本研究の目的は、航空機の緊急避難時の乗客の脱出行動を支配する心理要因分析である。このため、「着席位置」「乗客率の違い」「自分と周囲との関係」の三つの因子の効果と物理的脅威の相互作用、脱出口の選択が及ぼす人間の行動をアンケート調査で調べ、その結果をこれまでに起きた事故事例ならびに先行研究の実験結果と比較検討する。

## 2. 先行研究における避難行動の特徴

操縦士も客室乗務員も日頃から緊急事態を想定し様々な状況下の中で、予見や可視性などの事象特性、発生場所や時間などの環境特性、避難指示などの情報特性、リーダーの存在などの集団特性を考えながら訓練を行っている。一般的な訓練では、脱出の合図のアラーム（EVAC Signal）が鳴ってから脱出スライドを使用し片側のドアから500人余りの乗客を90秒以内に、均等に脱出させる役割が課せられる。乗務員は暗い機内の中で瞬時に変化する状況を判断し、航空機の空間の認知を素早く行う使命があり、チームコミュニケーションを取りながら的確に乗客を脱出誘導し迅速かつ安全に避難させ、乗客がパニックに陥らないようにする事が重要である。Fig.1に示すように、2005年度の飛行区分ごとの事故発生状況[11]においては、着陸時の事故が53%を占めている。

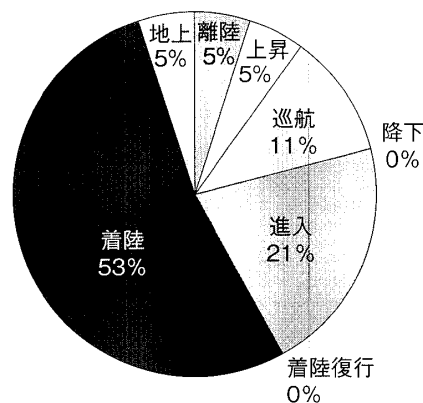


Fig.1 2005年度の飛行区分における事故発生状況[11]

それに対し離陸時の事故は少ない。ただし、航空機の離陸時の速度は250km/h - 300km/hであり、この間のトラブル回避判断は難しく、ガルーダ航空機事故[9][10][12]での衝撃は、絶大であった。

こうした過去の航空機事故から、緊急事態の乗客の脱出行動特徴は下記のようなになる[12]。

- 1) 家族や知人など慣れ親しんだ人に接近する。
- 2) 搭乗口から逃げようとする帰巢性がある。
- 3) 光がある安全な世界に逃げる向光性がある。
- 4) 日常指導的立場にある人が緊急時でもリーダーシップをとり、複数のリーダーが協力し、リーダーシップの集中化が生起する。
- 5) 同調と服従が起こる。
- 6) 脱出に対する固着がある。
- 7) 腰が抜けて立てない。
- 8) 緊急時を認めようとせずパニックに陥る。

また、ガルーダ航空機事故に巻き込まれた乗客に対するインタビュー研究[13]においては、①機体破損が激しい後方座席では、家族や同僚・友人からの援助を受けた割合が多く、リーダーシップを発揮する割合も高い一方、②左主翼上の機体中央付近の非常口から260名中117名の乗客が脱出し、他者に対する同調や追従があり混雑が生じているなどの調査結果が得られている。これらは集団成員間の絆と物理的脅威の増大は利他的行動やリーダーシップ行動を増大させることを示している。

これとは別に、心理実験研究[3-7]においては、「制限時間内に脱出できなければ電気ショックを与える」という教示により恐怖状況を作り、脱出ボタンを100回打叩すれば脱出に成功する仕組みで自分と同時に他者が1人でも打叩すれば混雑が生じ前進出来ない条件が設定されている。また、混雑が生じる際には攻撃用のボタンを押す事により相手を攻撃し自分が優先する事、譲歩ボタンを押して他者を優先させる事が出来る集団場面における協同・競争のゲーム行動の実験設定を行っている。これらの研究における実験結果は、物理的脅威が面識の無い集団の攻撃や競争的活動を促進し、面識がある集団においては行動が抑制される事が明らかにされている。そして面識が有り脅威が高いほど、集団の協調性が高まり脱出口の混雑が低下し、脱出率が上昇するという結果をもたらしている。こうした実験結果から、航空機における避難経路選択の特性として、以下が提案されている[3-7]。

- 1) 入り口から逃げようとする帰巢性
- 2) 多くの人が逃げる方向に逃げる不和雷同性
- 3) 開かれた感じのする方に逃げる向開放性
- 4) 光の見えるほうに逃げる向光性
- 5) 直進性、近距離選択性、易視経路選択性

### 3. アンケート調査

#### 3.1 緊急避難時の人間心理・行動のアンケート調査のねらい

航空機の安全は重要であり、安全獲得のために「人間中心の設計」方法や人間特性を考慮できる手法が第1であるが、事故が起こった時には最小限に被害を抑える事も大切である。そこで、火災、着水、ハイジャックの三つの事故要因、旅客搭乗率、着席位置、単独での搭乗もしくは同乗者のいる搭乗の要因別で調査した。アンケート調査と、ガルーダ航空機事故調査結果の相違を分析し、各緊急事態の特徴を調べる。

#### 3.2 アンケートの構成

アンケートはFig.2に示す要因及び影響因子の組み合わせで行われた。この構成では航空機に搭乗時、各々の緊急事態において“単独搭乗”、“家族や友人と共に搭乗”の2種類を設定した。航空機の緊急事態ではこれまでに“火災、着水、ハイジャック”が主である事から3つの事故を想定、“搭乗率（混雑度）”の関係などを階層図にしてFig.2に示した。これらの階層図の模擬被災状況の設定は飛行機内での火災、計器の故障による緊急性着水、ハイジャックの3種類にした。ハイジャックに関してはハイジャック犯が単独犯と複数犯の2通りにし、これらの各状況に対して飛行機の搭乗率を30%、50%、85%の3種類にした。また、各状況に応じて着席位置（前方・中央・後方）を設定した。

これに対し、アンケートの回答における選択肢の構成はFig.3に示すように階層化した。選択肢は単独搭乗で“火災と着水”、“ハイジャック”の2種類と家族や友人と一緒に搭乗

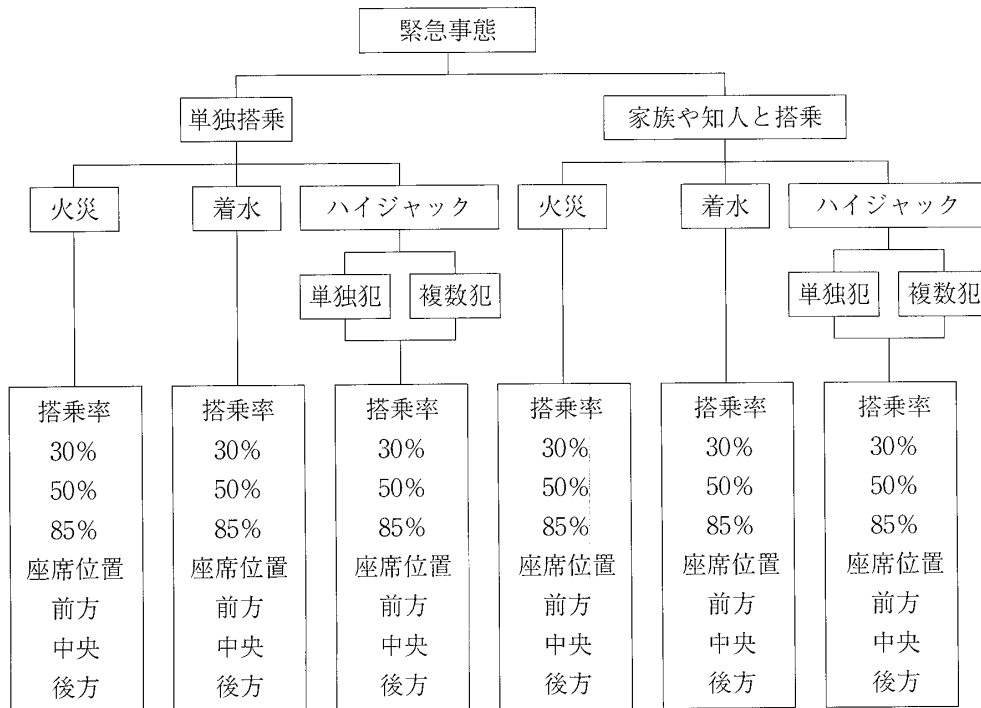


Fig.2 アンケートの構成図

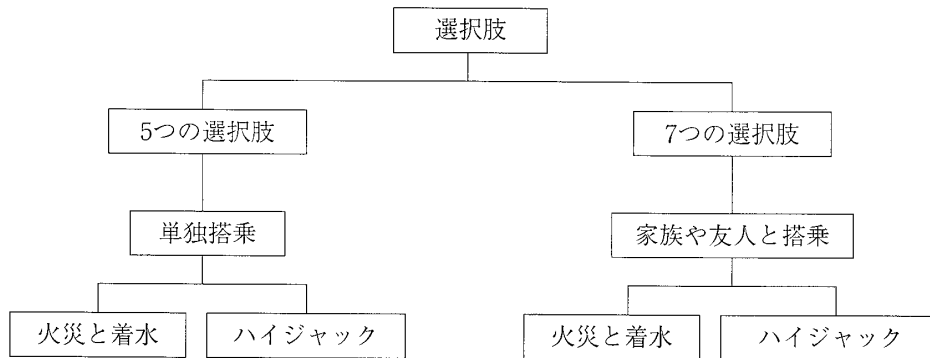


Fig.3 選択肢の階層図

でも“火災と着水”、“ハイジャック”の2種類の計4種類の選択肢を作成した。火災と着水は飛行機からの脱出行動規範をみるのが目的なので同じ選択肢にし、ハイジャックは飛行機からの脱出行動ではなくハイジャックに対してどういった行動を取るのかを見るのが目的なので、“火災と着水”の選択肢とは別にした。

選択肢の数は、“単独搭乗”で5、“家族や友人と搭乗”で7である。これは、後者では他人に加えて“家族や友人”という比較対象が増えるからである。選択肢は自己中心的な考えや行動になるか、あるいは周囲のことまで気が向けられる利他的な考えや行動になるかを調べるためのものである。選択肢を5と7にしたのは、真中の選択肢を軸に対称性を持たせるためである。

### 3.3 アンケート方法および内容

アンケートは、Web上で回答してもらうために、Webページを作成[16][17]し、読み込み専用のWebページにCGIプログラムを連結させアンケートを実施した。すなわち、回答者はFig.4、Fig.5を見ながら質問に回答する形式となっている。Webページ本体を作成する使用言語は、HTMLタグ・スタイルシート・JavaScriptを使用した。

本アンケートの内容は「回答者の属性」を考慮するため、航空機内で“火災”、“着水”、“ハイジャック”の3つの模擬被災状況を想定し、質問紙は2種類（①自分1人で搭乗時、②家族や友人と共に搭乗時）を用意した。アンケートに取り上げた事故は、「火災」においては離陸失敗により機体が大破し衝撃炎上したにもかかわらず、ほとんどの乗客が脱出に成功したガルーダ・インドネシア航空機事故[9][10][13]を参考に「着水」の設定では計器のトラブル、「ハイジャック」は単独犯に関しては1995年から1999年までに発生した「ハイジャック」[11]を参考にアンケートを作成した。

質問数は“火災”と“着水”が各20問、“ハイジャック”は18問の合計58問の構成とした。以下にアンケート内容の一部を参考のため示す。

## 航空機の安全性に対する認識のアンケート調査（質問編）

## part1. 搭乗時の火災による危機

☆一人で搭乗している場合 ー以下の20の質問にお答え下さいー	
状況	あなたは単独でダグラス式DC-10-30型飛行機（座席数：239席）に乗って旅行しています。今あなたの乗っていた飛行機が離陸直後に滑走路を逸脱し地面に着陸しました。その際、中央座席付近から火災が発生したものとします。機内全体に火が回るまでに10分かかるとします。今、一人が脱出するのに5秒かかるものと仮定します。あなたはこの状況から脱出しなければいけません。
※	搭乗旅客率が約30%（72人）のとき、乗客全員が脱出するまでのおよその時間は6分です。一方、機内全体に火が回るまでの時間は10分です。あなたならどのような行動をとりますか？

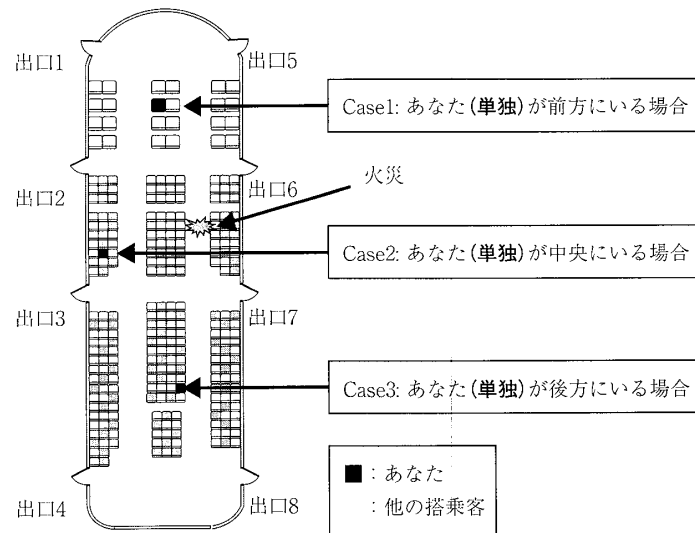


Fig.4 図1 ダグラス式DC10-30型座席配置（火災・着水時・機器の故障）

(1) あなたは [図1のCase1に示す] 前方座席付近に座っています。どのような行動を取りますか？

- 優先的に全ての他人を脱出させる
- 優先的に他人を脱出させてから自分も脱出する
- 状況を見ながら自分が脱出する時期を考える
- 他人の脱出に合わせて自分も積極的に脱出する
- 真っ先に自分だけが脱出する

(2) あなたは (1) の時、出口1～8のうち何番の出口から脱出しますか？

- 出口1     出口2     出口3     出口4
- 出口5     出口6     出口7     出口8

(19) あなたは (1)～(18) のような状況で、リーダーシップを発揮して避難を誘導してくれる乗客は必要だと思いますか？

- 乗客の率先は必ず必要
- あったほうが良い
- 分からない
- あまり役に立たないと思う
- 乗客の率先は全く役に立たない

(20) あなたは (1)～(18) のような状況で、乗務員の誘導は必要だと思いますか？

- 乗務員の率先は必ず必要
- あったほうが良い
- 分からない
- あまり役に立たないと思う
- 乗務員の率先は全く役に立たない

アンケートには緊急時の状況と脱出までにかかる時間が設定されている。これらの設定は単独搭乗時、家族・友人と搭乗時、共に同一である。設定した時間は1967年度から2003年度までの火災や着水の事故事例を参考に、平均値を取り決定した。一例を以下に示す。

(1) 搭乗時の火災による危機の設定では、Fig.4を示し以下のように記載した。

「Fig.4に示すようにダグラス式DC-10型航空機（座席239席仕様）に搭乗していた時に離陸直後、滑走路を逸脱し地面に激突、中央付近から火災が発生。機内全体に火が回るまでに10分かかる。一人が脱出するのに5秒かかると仮定する。」



下記①②③についてそれぞれ前方・中央・後方に着席時、あなたならどのような行動をとるか？

- ①旅客搭乗率が約30% (72人)の時、乗客全員が脱出するまでのおおよその時間は6分で、機内全体に火が回わるまでの時間は10分かかる。
- ②搭乗旅客率が約50% (120人)の時、乗客全員が脱出するまでのおおよその時間は10分で、機内全体に火が回わるまでの時間は10分かかる。
- ③搭乗旅客率が約85% (203人)の時、乗客全員が脱出するまでのおおよその時間は16分55秒で、機内全体に火が回わるまでの時間は10分かかる。

(2) 機器の故障による緊急着水の設定では、Fig.4を示し以下のように記載した。

「Fig.4に示すようにダグラス式DC-10型航空機（座席239席仕様）に搭乗していた時に、あなたの乗っている飛行機が飛行中、飛行機の計器の異常により、燃料を全て放出した後緊急着水した。今、飛行機全体が沈んでしまうまでに20分しかない。また、一人当たりの平均脱出所要時間は10秒と仮定する。あなたはこの状況から脱出しなければいけない。」

下記①②③についてそれぞれ前方・中央・後方に着席時、あなたなら、どのような行動をとりますか？

- ①搭乗旅客率が約30% (72人)の時、乗客全員が脱出するまでのおおよその時間は12分で、機内全体が沈むまでの時間は20分かかる。
- ②搭乗旅客率が約50% (120人)のとき、乗客全員が脱出するまでのおおよその時間は20分で、機内全体が沈むまでの時間は20分です。  
あなたなら、どのような行動をとりますか？
- ③搭乗旅客率が約85% (203人)のとき、乗客全員が脱出するまでのおおよその時間は33分50秒で、機内全体が沈むまでの時間は20分です。

(3) ハイジャック単独犯についての状況設定は、Fig.5を示し以下のように記載した。

「Fig.5に示すようにダグラス式DC-10型航空機（座席239席仕様）に搭乗していた時にあなたの乗っている飛行機が飛行中、前方に座っていた乗客1名が急に立ち上がり客室乗務員に包丁を突きつけ脅迫し、操縦室に行くよう要求している。この状況を踏まえてあなたの席が前方・中央・後方の3つの場合について、あなたの行動をお聞きします。」

ハイジャック複数犯についての状況設定は、「Fig.5に示すダグラス式DC-10型航空機（座席239席仕様）に搭乗していた時にあなたの乗っている飛行機が飛行中、前方座席付近に座っている5名の乗客が急に立ち上がり客室乗務員1名に拳銃を突きつけ脅迫しています。5名ともが操縦室付近に固まって立っており、客室乗務員1名を人質にとっています。5名とも爆弾を誇示している。（拳銃や爆弾は本物か偽者かの判断はつかない。）この状況を踏まえてあなたの席が前方・中央・後方の3つ場合について、あなたの行動をお聞きします。

下記①②③に関してあなたなら、どのような行動をとりますか？」

- ①搭乗旅客率は約30% (72人)である。
- ②搭乗旅客率は約50% (120人)である。
- ③搭乗旅客率は約85% (203人)である。

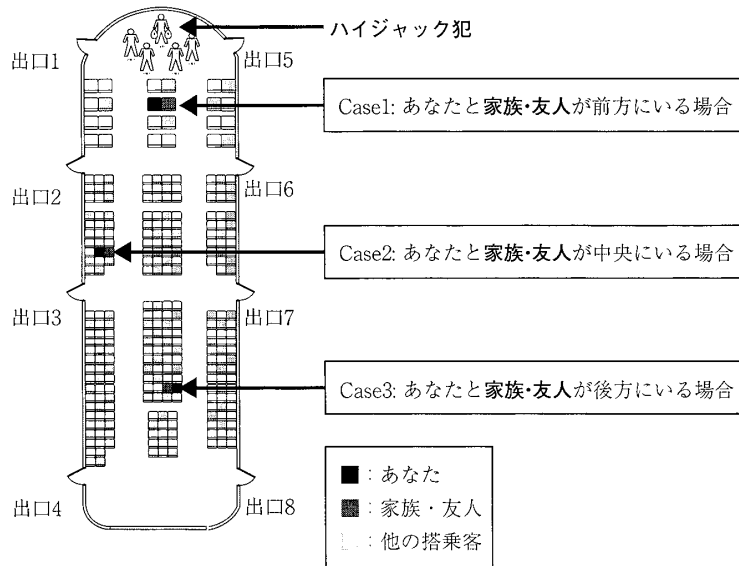


Fig.5 ダグラス式DC10-30型座席配置 (ハイジャック時)

各々の設定における着席位置 (前方・中央・後方)、利用率 (30%、50%、85%) の違いによる「脱出行動判断の相違点」、「脱出口の避難経路選択の把握」、「乗客のリーダーシップの必要性」、「乗務員の誘導の必要性」についての分析を行った。

こうした条件で2005年12月19日に、18歳から24歳までの大学生141名 (男性129名、女性12名) を対象にアンケートを実施した。

#### 4. アンケート調査結果と考察

##### 4.1 集計結果による分析

アンケートの集計結果をグラフ表示で分析した。アンケート回答者が航空機の乗客として搭乗した時の搭乗者の座席位置を固定し、各々の搭乗率別 (30%、50%、85%) に対して単独搭乗の選択肢①～⑤、家族や友人と一緒に搭乗の選択肢①～⑦の回答数を選択肢別に集計した。回答数は単独搭乗が  $72 \text{人} \times 3 \text{(乗客率: 30\%, 50\%, 85\%)} \times 3 \text{(座席位置: 前方、中央、後方)} = 648 \text{人}$ 、これと同様に計算して家族や友人と一緒に搭乗が  $69 \text{人} \times 3 \text{(乗客率: 30\%, 50\%, 85\%)} \times 3 \text{(座席位置: 前方、中央、後方)} = 621 \text{人}$  である。

(1) 火災・着水時における乗客率別集計：単独搭乗時

Table 1 火災時、搭乗率における避難行動の違い

火災	選択肢①	選択肢②	選択肢③	選択肢④	選択肢⑤	合計
30%	2	25	83	79	27	216
50%	4	25	72	75	40	216
85%	6	17	42	89	62	216
合計	12	67	197	243	129	648

Table 2 着水時、搭乗率における避難行動の違い

着水	選択肢①	選択肢②	選択肢③	選択肢④	選択肢⑤	合計
30%	7	34	87	63	25	216
50%	2	28	87	64	35	216
85%	1	18	69	72	56	216
合計	10	80	243	199	116	648

Table 3 火災・着水時の記号と選択肢の説明

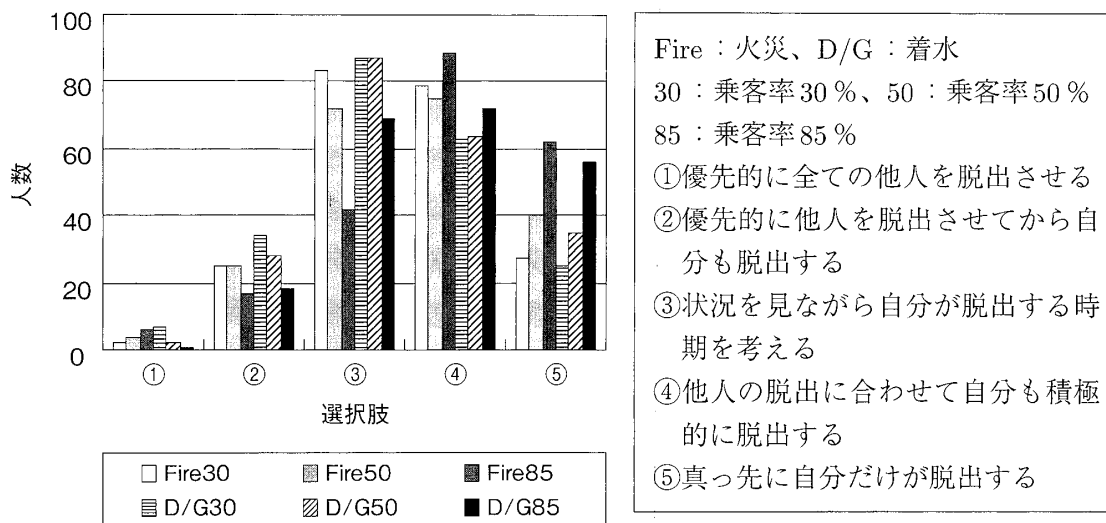


Fig.6 火災・着水時における乗客率別集計：単独搭乗時

(2) 火災・着水時における乗客率別集計：家族・友人と一緒に搭乗時

Table 4 火災時、搭乗率における避難行動の違い

火災	選択肢①	選択肢②	選択肢③	選択肢④	選択肢⑤	選択肢⑥	選択肢⑦	合計
30%	5	5	35	48	68	45	1	207
50%	4	4	27	44	66	59	3	207
85%	5	1	23	28	51	81	18	207
合計	14	10	85	120	185	185	22	621

Table 5 着水時、搭乗率における避難行動の違い

着水	選択肢①	選択肢②	選択肢③	選択肢④	選択肢⑤	選択肢⑥	選択肢⑦	合計
30%	4	8	38	48	55	51	3	207
50%	5	1	41	34	55	67	4	207
85%	3	0	42	27	47	73	15	207
合計	12	9	121	109	157	191	22	621

Table 6 火災・着水時の記号と選択肢の説明

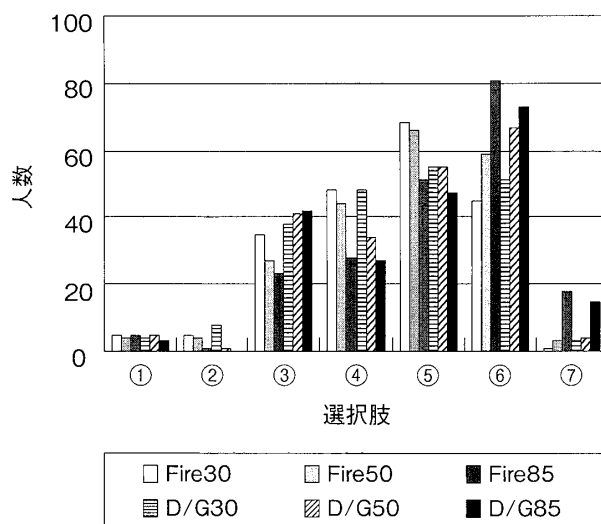


Fig.7 火災・着水時における乗客率別集計：友人・家族と搭乗時

Fire：火災、D/G：着水  
 30：乗客率30%、50：乗客率50%  
 85：乗客率85%

①優先的に全ての他人を脱出させる  
 ②他人の脱出の後に、家族と友人を脱出させる  
 ③他人の脱出に合わせて、家族や友人を脱出させる  
 ④状況を見ながら自分と家族の脱出する時期を考える  
 ⑤他人の脱出に合わせて自分と家族や友人も脱出する  
 ⑥自分と家族や友人が先に脱出する  
 ⑦真っ先に自分だけが脱出する

## (3) ハイジャック単独犯、複数犯における乗客率別集計：家族・友人と一緒に搭乗時

Table 7 ハイジャック単独犯時の搭乗率における避難行動の違い

ハイ単	選択肢①	選択肢②	選択肢③	選択肢④	選択肢⑤	選択肢⑥	選択肢⑦	合計
30 %	15	15	23	148	6	0	0	207
50 %	12	11	34	148	2	0	0	207
85 %	12	11	38	142	4	0	0	207
合計	39	37	95	438	12	0	0	621

Table 8 ハイジャック複数犯時の搭乗率における避難行動の違い

ハイ複	選択肢①	選択肢②	選択肢③	選択肢④	選択肢⑤	選択肢⑥	選択肢⑦	合計
30 %	9	0	16	159	19	2	2	207
50 %	9	0	19	158	20	1	0	207
85 %	9	0	21	162	15	0	0	207
合計	27	0	56	479	54	3	2	621

Table 9 ハイジャックの記号と選択肢の説明

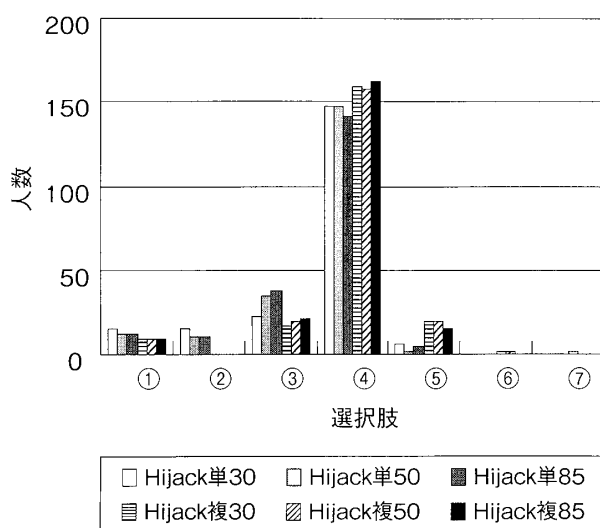


Fig.8 ハイジャック単独犯、複数犯における乗客率別集計：友人・家族と搭乗時

(ハイジャック・単独搭乗時)

Hijack：ハイジャック

単：単独犯、複：複数犯

30：乗客率30%、50：乗客率50%

85：乗客率85%

①1人で犯人に立ち向かう

②自分とその周りの他人と協力して、犯人に立ち向かう

③全員（自分、家族や友人、周りの他人を含む）で、犯人に立ち向かう

④自然の流れにまかせる

⑤全員（自分、家族や友人、周りの他人を含む）が犯人に助けをもらえるように交渉する

⑥自分と家族や友人が犯人に助けをもらえるように交渉する

⑦自分だけ助けをもらえるよう犯人に交渉する

Fig.6においては火災と着水時：単独搭乗の場合、選択肢⑤を搭乗率別に注目する。搭乗率の30%、50%と85%を比較すると顕著に搭乗率85%の場合が飛び出しており、回答数も85% > 50% > 30%の順になっているのが特徴である。これは混雑度が小さいと自由に動きがとれ被験者に精神的余裕があると考えられる。また搭乗率が増加していくほど、利己主義的な選択肢⑤の真っ先に自分だけが脱出する傾向も強くなる。

Fig.7の火災と水難：家族・友人と一緒ににおいては選択肢②～⑥に注目すると、脱出する際に家族や友人のことを優先的に脱出させるかもしくは家族や友人と一緒に脱出したいという傾向がある。また、脱出させる優先順位としては家族や友人 > 自分 > 他人とグラフから読み取れる。そして、Fig.6単独搭乗の選択肢⑤とFig.7の複数人搭乗の選択肢⑦を比較すると、自分のことを優先的に考えていた被験者がかなり減少している。これより、家族や友人が加わったことで被験者の脱出優先順位が自分から家族や友人（家族や友人 > 自分）に移ったことがわかる。また、Fig.7において選択肢⑦に注目すると搭乗率85%の場合、単独搭乗時より減少しているが自分が逃げ出したいという自己中心的な行動が見受けられる。その一方で、混雑度が大きくなれば家族や友人と一緒に脱出したい、一緒にいたいといった感情が被験者に働いていることがわかる

火災・着水時において単独搭乗、家族・友人と一緒に搭乗を問わず乗客率30%、50%では選択肢④の状況を見ると選択した人が85%よりも上回っている。これは混雑度が小さい時には、自然的被災であっても精神的余裕があることを示していると考えられる。

Fig.8におけるハイジャックの場合とFig.7の火災、着水時の場合の回答者の比較ではどの搭乗率においてもハイジャックでは選択肢④自然の流れに任せるの回答数が140人以上で他の選択肢に比べて群を抜いている。一方、Fig.7の火災、着水時の場合には選択肢③～⑥に均等に分散している。これはハイジャックが人工被災、火災と着水は自然的被災に分けられるためであると考察できる。つまりハイジャックでは、単独犯、複数犯いずれにしても犯人に主導権があり、ハイジャック犯の行動や考えを知るのは困難である事から、恐怖感による心理的要因と他人の行動を見てからそれに追従しようとする傾向が大きく、よって選択肢④を選んだ学生が多かったと推測できる。それに対し、火災や着水は自然的被災であるため迅速に行動を起こさないと危機的事態に陥る可能性があるため、選択肢が均等に分散したと考えられる。またハイジャックにおいては単独で搭乗時における搭乗率が85%の時と、家族、友人と搭乗共に搭乗時の搭乗率50%、85%の時には全員で犯人に立ち向かうという傾向がある。これは2001年のアメリカの同時多発テロ[22]と似た行動であると思われる。ハイジャック複数犯においては、単独搭乗、家族、友人と搭乗、搭乗率・搭乗位置の全てが心理、行動共に影響すると考えられる。

## 4.2 双対尺度法による要因分析

### 4.2.1 原理と計算法

双対尺度法[19]は、回答者が何を基準に答えたか、回答者が用いた基準に対する重みはどんな値であるかなどの潜在的な情報を抽出するのに有効な手法である。この手法の特徴は、比較するものと選択肢のそれぞれに重みを与え、データを変換することによりデータに含まれた潜在的な情報を導き出そうとする点にある[19]。Table 10に双対尺度法による分析のためのデータの形式を示す。いま、データの得点はTable 11の様式で与えられると

する。このとき、Table 10の  $x_j$  は選択肢、 $F=[f_{ij}]$  が回答の内訳を表している。 $y_i^0$  は回答者数を表わす。例えば Table 8 のようなアンケート結果が得られた場合には、 $x_1$  は回答の選択肢①を、 $y_1^0$  は質問1に対する回答者数すなわち207を表す。また、 $F=[f_{ij}]$  はたとえば Table 1～8の  $3 \times 7$  の行列の値に相当する。

Table 10 分析のためのデータ

	アンケート回答 (評価項目) $x_1, x_2, \dots, x_j$	計 $j$
1	$F = [f_{ij}]$	$y_1^0$
2		$y_2^0$
$i$		$y_i^0$
計 $i_0$	$f = [f_1, f_2, \dots, f_j]$	

Table 11 評価項目に与える得点による表示

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	...	$x_j$	合計
1	$f_{11} * x_1$	$f_{12} * x_2$	$f_{13} * x_3$	...	$f_{1j} * x_j$	$Fx$
...						
$i$	$f_{i1} * x_1$	$f_{i2} * x_2$	$f_{i3} * x_3$	...	$f_{ij} * x_j$	
合計						

さて、このようにデータ系列が与えられるとき、双対尺度法[19]では個体間平方和  $SS_b$  を最大に、個体内平方和  $SS_w$  を最小にするようにアンケートの回答に与える得点の重みを決定する。ここに、データ系列からの全平方和  $SS_t$  と個体間平方和  $SS_b$  は式で定義される。

$$SS_t = \Sigma \Sigma (\text{個々の得点} - \text{全平均})^2 \quad (4.1)$$

$$SS_b = \Sigma (\text{個体 } j \text{ の反応}) * (j \text{ の平均} - \text{全平均})^2 \quad (4.2)$$

また、次式の関係が成り立つ。

$$SS_t = SS_b + SS_w \quad (4.3)$$

これより個体間平方和  $SS_b$  を最大に、個体内平方和  $SS_w$  を最小にすることは

$$\eta^2 = \frac{SS_b}{SS_t} \quad (4.4)$$

を最大にする  $x = (x_1, x_2, \dots, x_j)^T$  を求めることと同値である。

よって、 $SS_t, SS_b, SS_w$  を  $x, F, D, D_n, ft$  ( $ft = \sum \sum f_{ij}$ : 総反応数 である) で表すと、

$$SS_t = x' - D - x \quad (4.5)$$

$$SS_b = x' - F' - D_n^{-1} - F - x \quad (4.6)$$

$$SS_w = x' - D - x \quad (4.7)$$

と記述できる。よって  $\eta^2$  を最大化することは、

$$Q_{(x,\lambda)} = SS_b - \lambda(SS_t - ft) \quad (4.8)$$

を最大化することになる。したがって、 $\eta^2$  を最大にする  $x_i, \lambda$  の値は、それぞれの変数で微分して 0 になるときの解である。すなわち

$$\frac{\partial Q}{\partial x_i} = 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial \lambda} = 0 \quad (4.9)$$

から  $SS_t = ft$  (一定) として、(4.8) 式を変形すると

$$Q_{(x,\lambda)} = x' - F' - D_n^{-1} - F - x' - \lambda(x' - D - x - ft) \quad (4.10)$$

が導け、(4.9) 式より

$$F' - D_n^{-1} - F - x' = \lambda - D_x \quad (4.11)$$

を得る。整理すると次式に帰着する。

$$\lambda = \frac{x' F' D_n^{-1} F_x}{x' D_x} = \eta^2 \quad (4.12)$$

これより、 $\lambda$  を求めるということは、 $\eta^2$  が最大になるような  $x$  を求めることと同値である。

ここで、 $w = D^{1/2} x, C_0 = D^{-1/2} F' - D_n^{-1} F D^{-1/2}$  とおくと、(4.12) 式は

$$(C_0 - \eta^2 I) = 0 \quad (I: \text{単位行列}) \quad (4.13)$$

の標準形に帰着する。また、 $C_0$  の残差行列  $C_1$  は、 $C_0$  を用いて

$$C_1 = C_0 - \eta^2 \frac{w w'}{w' w} = C_0 - \frac{D^{1/2} 11' D^{1/2}}{ft}$$

より



$$(C_1 - \eta^2 I)w = 0 \quad (4.14)$$

となる関係から、(4.13) (4.14)式を解くことになる。これより、行列  $C_1$  を求め、 $\eta^2$  を最大にする固有ベクトル  $w$  を計算し、 $x$  を算出する。以上を要約すると具体的には以下のステップを踏めばよい。

#### 計算手順 (逐次近似法)

Step1: 任意ベクトル  $b_0$  (ただし  $b_0 \neq 0$ ) を選び、これを  $C_1$  にかける。

$C_1 b_0 = b_1$  ここで、 $b_1$  はその結果を表す。

Step2:  $b_1$  のなかから最大の絶対値を持つ要素  $k_1$  の絶対値  $|k_1|$  で  $b_1$  の各要素を割り、これを  $b_1^*$  で示す。

Step3:  $C_1 b_1^* = b_2$  を計算、 $b_2$  を最大の絶対値で割り標準化し、 $b_2^*$  とする。

Step4: この過程  $\{C_1 b_1^* = b_{j+1}^*, b_{j+1}^*/|k_{j+1}| = b_{j+1}^*\}$  を  $b_j^*$  が  $b_{j+1}^*$  と同一あるいはほとんど等しくなるまで続ける。

Step5:  $b_j^*$  と  $b_{j+1}^*$  がほとんど等しくなった場合、 $|k_{j+1}|$  の値が  $\eta^2$  の最大値に等しく、 $b_{j+1}^*$  がそれに対応する固有ベクトルである。しかし、 $x'Dx = w'w = ft$  という条件を満たす固有ベクトル  $w$  は、

$$w = \left[ \frac{ft}{b_{j+1}^* b_{j+1}^*} \right]^{1/2} b_{j+1}^* \quad (4.15)$$

によって求まるので、双対尺度法では固有値解析により、固有値の大きいものから順に固有ベクトルを使って重みをつけて結果を評価する。

すなわち、手順は以下のように要約される。

1)  $x = D^{-1/2}w$  より、 $x$  ( $F$  の行に対する重み) を算出する。

2)  $y = \frac{D_n^{-1}F_x}{\eta}$  より、 $y$  ( $F$  の列に対する重み) を算出する。

3) 次に残差行列  $C_2 = C_1 - \frac{\eta_1^2 \omega_1 \omega_1'}{\omega_1 \omega_1'}$  で上記の最適解で説明をされなかった変動を示す。

4) 行列  $C_2$  を逐次近似法にかけ最適解  $(\eta_2^2, \chi_2, y_2)$  を求めていく。

#### 4.2.2 分析結果に基づく考察

双対尺度法では、第1固有値と第2固有値に対する重みを付けた得点で表示ができる。この結果より、アンケートの質問の内容に応じて、回答者が何を基準に答えたかや回答基準の重みなどを見出す事が出来る。換言すると、アンケートの回答から緊急時の心理や行動の規範が何であるかを考察する事が出来る。

アンケート分析内容は以下である。

- ①緊急脱出方法：属性、単独搭乗時においては、乗客比率と着席位置の9尺度と選択肢5尺度。家族・友人と搭乗時においては、乗客比率と着席位置の9尺度と選択肢7尺度。

- ②脱出口の構造：旅客比率と着席位置との9尺度と脱出口箇所8尺度。
- ③乗客のリーダーシップの必要性。
- ④乗務員の避難誘導の必要性。

以上、それぞれ双対尺度法分析を行い、第1軸を第1固有値、第2軸を第2固有値とした座標平面上に重みづけられた回答結果を描き、搭乗位置や乗客比率、緊急事態の種類などによる避難行動の違いを分析する。

#### (1) 火災、着水時の避難行動におけるアンケートの結果分析：単独搭乗の場合

Fig.9に火災・着水時における搭乗率（30％、50％、85％）や着席位置（前方、中央、後方）の違いによる分析結果を示す。寄与率は第1軸が63.2％、第2軸が24.1％、計87.3％である。Table 12に用いた記号などの説明を示す。

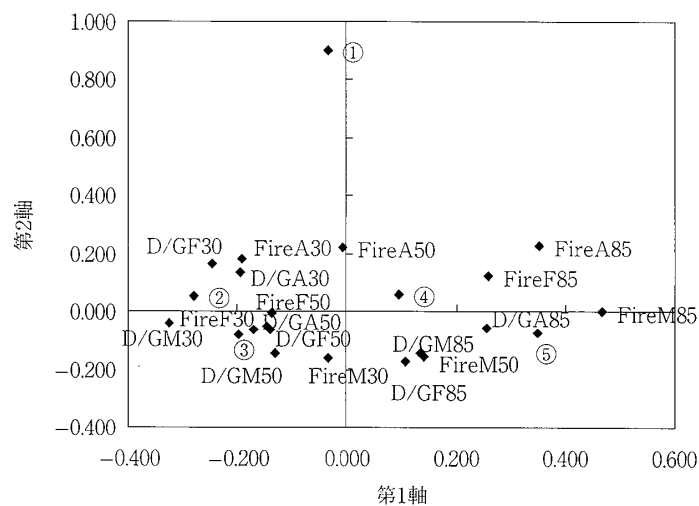


Fig.9 火災と着水時（搭乗率30％、50％、85％）の着席位置と選択肢の関係

Table 12 火災・着水時の記号と選択肢の説明

<p>Fire：火災、D/G：着水  F30:前方着席・乗客率30%、F50:前方着席・乗客率50%、F85:前方着席・乗客率85%  M30:中央着席・乗客率30%、M50:中央着席・乗客率50%、M85:中央着席・乗客率85%  A30:後方着席・乗客率30%、A50:後方着席・乗客率50%、A85:後方着席・乗客率85%  ①優先的に全ての他人を脱出させる ②優先的に他人を脱出させてから自分も脱出する  ③状況を見ながら自分が脱出する時期を考える ④他人の脱出に合わせて自分も積極的に脱出する  ⑤真っ先に自分だけが脱出する</p>
---

この図の示すところは横軸の第1軸は危険度を表し、左にいくほど安全で逆に右にいくほど危険である。火災は中央付近に発生している為、FireM85（火災・中央着席・乗客率85％）が最も危険を感じ、選択肢⑤の真っ先に自分だけが脱出するが近くにプロットされ

ている。またFireA（火災・後方着席）。FireF（火災・前方着席）においても乗客率が85%と多い時には火災により機内の視界が悪く脱出に時間がかかり混雑が予想されるので危険と考えている学生が多いことが伺える。左にいくほど安全なので、火災・着水時共に乗客率が少ない時の方が脱出が早く出来るので混雑も少なく安全と考えている。

第2軸は利己主義の度合いを表し、下に行く程己主義になる。上側には優先的に全ての他人を脱出、それ以外の選択肢は全てが下にプロットされている事からF（前方）・M（中央）・A（後方）のどこに着席していても真っ先に自分が脱出し、余裕がある時にはリーダーシップを発揮し他人を援助しながら自分も脱出していく心理が分析できる。

## (2) ハイジャック単独犯・複数犯の行動におけるアンケートの結果分析：単独搭乗の場合

Fig.10にハイジャックにおける搭乗率（30%、50%、85%）や着席位置（前方、中央、後方）に基づく分析結果を示す。この時の寄与率は第1軸が63.6%、第2軸が19.9%の計83.5%である。Table 13に用いた記号などの説明を示す。

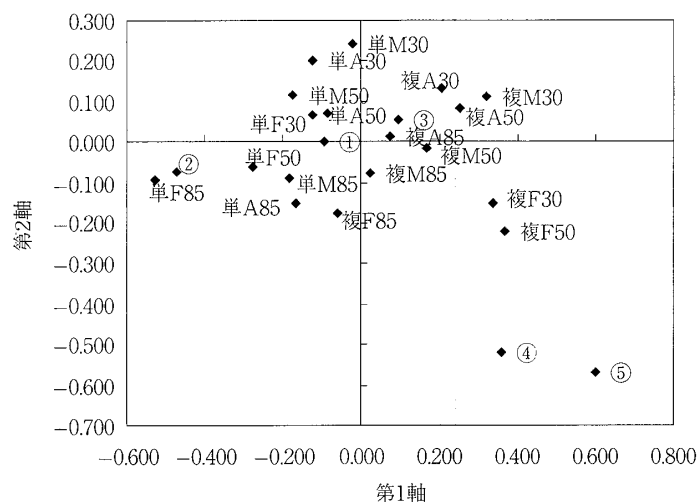


Fig.10 ハイジャック単独犯、複数犯における乗客率・座席位置と選択肢の関係

Table 13 ハイジャック時の記号と選択肢の説明

単：単独犯、複：複数犯

F30:前方着席・乗客率30%、F50:前方着席・乗客率50%、F85:前方着席・乗客率85%

M30:中央着席・乗客率30%、M50:中央着席・乗客率50%、M85:中央着席・乗客率85%

A30:後方着席・乗客率30%、A50:後方着席・乗客率50%、A85:後方着席・乗客率85%

①一人で犯人に立ち向かう ②自分とその周りの人達と協力して、犯人に立ち向かう

③自然の流れに任せる ④自分とその周りの人達が犯人に助けてもらえるように交渉する ⑤自分だけ助けてもらえるように交渉する

ハイジャックにおいては、単独犯の場合には選択肢①の一人で犯人に立ち向かうより②

の自分とその周りの人達と協力して、犯人に立ち向かうという姿勢が強い。特に前方に着席していて乗客率が多い時には、②の自分とその周りの人達と協力して、犯人に立ち向かうという姿勢がかなり強くなる。また犯人が複数犯になってくると危険を感じるため選択肢③の自然の流れに任せる傾向に変化する。

そして単独犯の時よりも複数犯の時の方が、乗客は犯人の動きを慎重に伺い自然に任せたり、時には自分と周りの人達が助けてもらえるように交渉したりする団結力が伺える。

### (3) ハイジャック単独犯・複数犯の行動におけるアンケートの結果分析：家族・友人と一緒に搭乗の場合

Fig.11に火災・着水時における搭乗率（30%、50%、85%）や着席位置（前方、中央、後方）に基づく分析結果を示す。寄与率は第1軸が62.1%、第2軸が15.3%、計77.4%である。Table 14に用いた記号などの説明を示す。

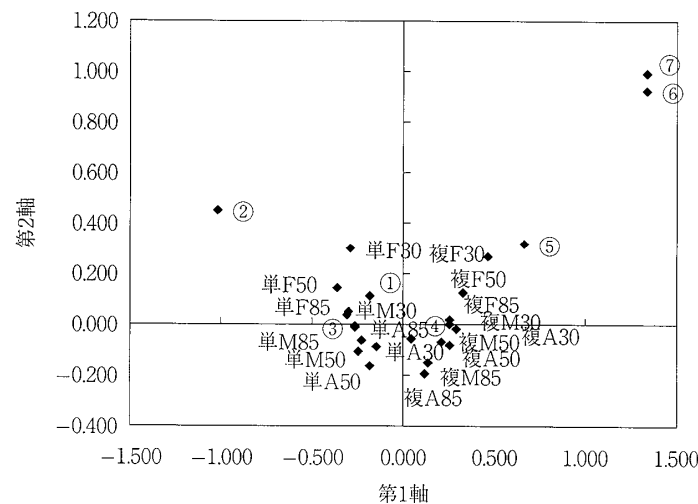


Fig.11 ハイジャック単独犯、複数犯における乗客率・座席位置と選択肢の関係

Table 14 ハイジャック時の記号と選択肢の説明

単：単独犯、複：複数犯

F30:前方着席・乗客率30%、F50:前方着席・乗客率50%、F85:前方着席・乗客率85%

M30:中央着席・乗客率30%、M50:中央着席・乗客率50%、M85:中央着席・乗客率85%

A30:後方着席・乗客率30%、A50:後方着席・乗客率50%、A85:後方着席・乗客率85%

①一人で犯人に立ち向かう ②自分とその周りの人達と協力して、犯人に立ち向かう

③全員（自分、家族や友人、周りの他人を含む）で、犯人に立ち向かう ④自然の流れにまかせる

⑤全員（自分、家族や友人、周りの他人を含む）が犯人に助けてもらえるように交渉する

⑥自分と家族や友人が犯人に助けてもらえるように交渉する

⑦自分だけ助けてもらえるよう、交渉する

Fig.11 より、単独犯の場合でF（前方）に着席し乗客率30%においては選択肢①一人で犯人に立ち向かう傾向にあり、乗客率が増えるに従い③の全員（自分、家族や友人、周りの他人を含む）で、犯人に立ち向かうという協力する姿勢が強くなると考察できる。これはハイジャックの事故調査結果[11]と一致している。一方、ハイジャックが複数犯の場合には危険が大きい事から④自然の流れにまかせたり、⑤の全員（自分、家族や友人、周りの他人を含む）が犯人に助けられるように交渉するという姿勢に変化している様子が分析結果から推測できる。

(4) 火災時の脱出口選択におけるアンケートの結果分析

Fig.12 に火災における搭乗率（30%、50%、85%）や着席位置（前方、中央、後方）と脱出口の関係：単独搭乗、Fig.13 に火災における搭乗率（30%、50%、85%）や着席位置（前方、中央、後方）と脱出口の関係：家族・友人と一緒に搭乗などの因子に基づく分析結果を示す。Fig.12 における分析結果の寄与率は第1軸が51.7%、第2軸が47.5%、計99.2%、Fig.13 の第1軸の寄与率は51.9%、第2軸の寄与率は47.1%の計99.0%である。Table 15 に用いた記号などの説明を示す。Fig.14 に脱出口を示す。

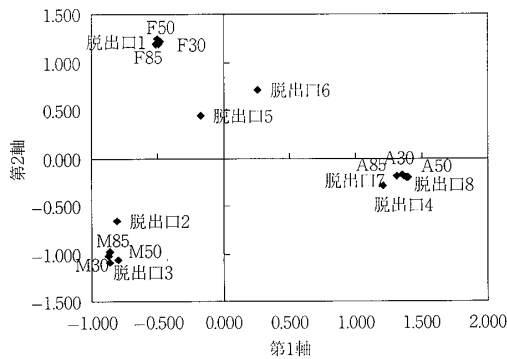


Fig.12 火災発生時、搭乗率、搭乗位置と脱出口と選択肢の関係（単独搭乗時）

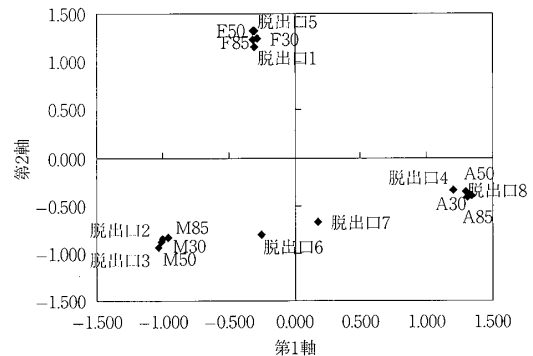


Fig.13 火災発生時、搭乗率・搭乗位置と脱出口と選択肢の関係（知人・友人と搭乗時）

Table 15 記号と選択肢の説明

<p>F30:前方着席・乗客率30%、F50:前方着席・乗客率50%、F85:前方着席・乗客率85%                  M30:中央着席・乗客率30%、M50:中央着席・乗客率50%、M85:中央着席・乗客率85%                  A30:後方着席・乗客率30%、A50:後方着席・乗客率50%、A85:後方着席・乗客率85%</p>
--

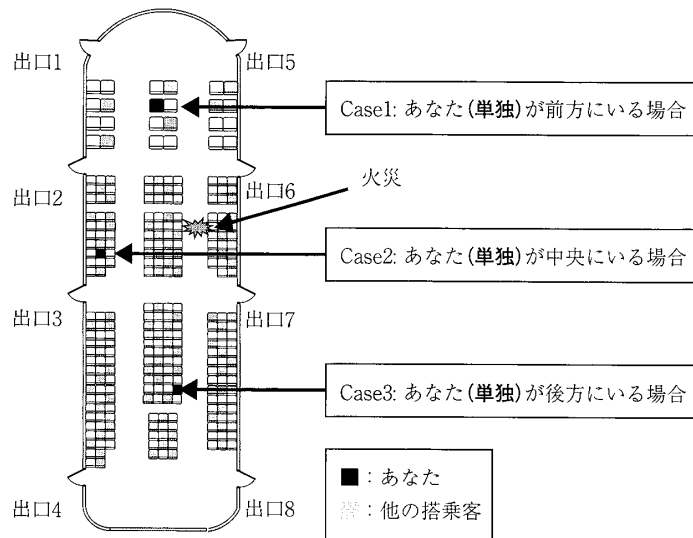


Fig.14 脱出口

火災においてはいずれの搭乗率の場合も、着席位置の近くの脱出口から逃げる傾向にあった。特にFig.12の単独搭乗におけるF（前方着席）においては、いずれの搭乗率の場合も脱出口1の搭乗口から逃げようとする帰巢性があり、これは先行研究の心理実験結果や事故調査報告における結果と一致している。また単独搭乗で火災付近の中央に着席した場合においては、脱出口3から脱出する人が多く、友人・家族と搭乗した時には中央付近に着席していた場合には脱出口2と3の2つのドアに分散されるが、脱出口3は特に混雑が予想される。これは、Fig.15に示すガルーダ・インドネシア航空機事故結果と類似していた。

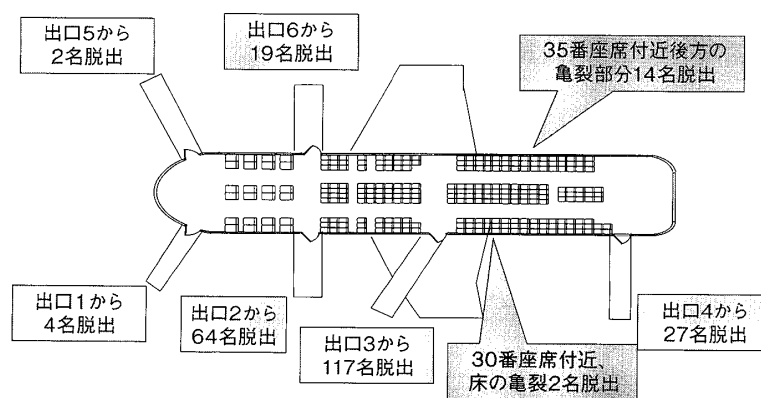


Fig.15 乗客が選択した脱出口

## (5) 着水時の脱出口選択におけるアンケートの結果分析

Fig.16に着水における搭乗率（30％、50％、85％）や着席位置（前方、中央、後方）と脱出口の関係：単独搭乗、Fig.17に着水における搭乗率（30％、50％、85％）や着席位置（前方、中央、後方）と脱出口の関係：家族・友人と一緒に基づく分析結果を示す。Fig.16における寄与率は、第1軸が52％、第2軸が47.1％、計99.1％、Fig.17の第1軸の寄与率は38.5％、第2軸の寄与率は37.4％の計75.9％である。

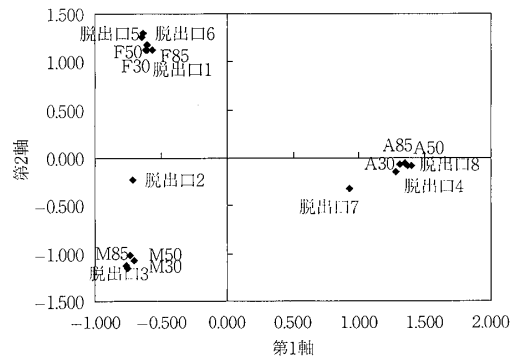


Fig.16 着水時、搭乗率、搭乗位置と脱出口と選択肢の関係（単独搭乗時）

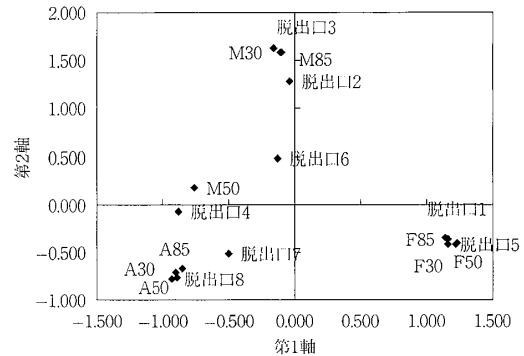


Fig.17 着水時、搭乗率、搭乗位置と脱出口と選択肢の関係（家族・友人と一緒に搭乗時）

着水においては、火災と同様に近くのドアを使用し脱出する傾向は同じであるが、火災よりも脱出の選択幅は広がり逃げられるドアから逃げようという傾向が見られた。Fig.17においては、脱出口より少し遠くても家族や知人と一緒により早く逃げようとする傾向が強まっている。またFig.16において単独搭乗時、中央に着席している時に、脱出口3の固着性が見られ混雑が予想された。

## (6) 乗客のリーダーシップと乗務員の誘導の必要性についてのアンケート結果分析

Fig.18に火災・着水時の乗客のリーダーシップと乗務員の誘導の必要性：単独搭乗時、Fig.19に火災・着水時の乗客のリーダーシップと乗務員の誘導の必要性：家族・友人と一緒にの状況での分析結果を示す。Fig.18における寄与率は第1軸が97.9％、第2軸が1.9％、計99.8％、Fig.19の第1軸の寄与率は90.1％、第2軸の寄与率は9.5％の計99.6％である。Table 16には、Fig.18、19に用いられている記号と選択肢の説明を示す。

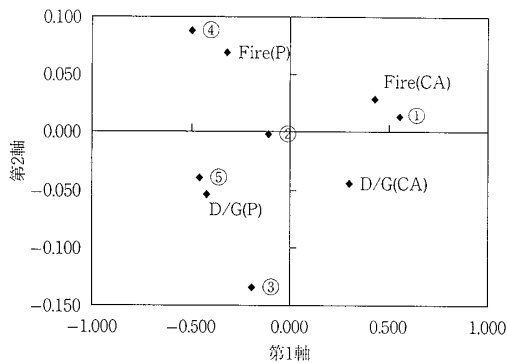


Fig.18 火災・着水時の乗客、乗務員の誘導と選択肢の関係（単独搭乗時）

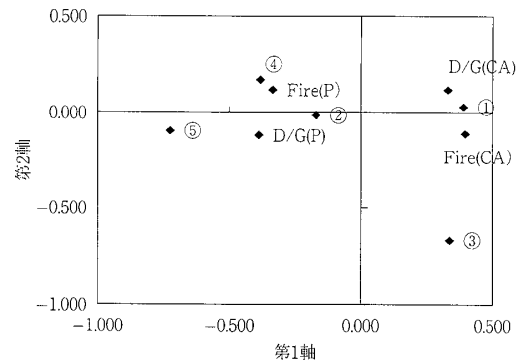


Fig.19 火災・着水時の乗客、乗務員の誘導と選択肢の関係（友人・知人と搭乗時）

Table 16 記号と選択肢の説明

<p>Fire(P)：火災（乗客のリーダーシップ）、D/G(P)：着水時（乗客のリーダーシップ）          Fire(CA)：火災（客室乗務員の誘導）、D/G(CA)：着水時（客室乗務員の誘導）          ①率先は必ず必要 ②あったほうが良い ③分からない ④あまり役に立たないと思う          ⑤率先は役に立たないと思う</p>
---

第1軸は避難誘導の必要性を表し右に行くほど必要度が高まり、左に行くほど率先は役に立たないと考えられる。また、2軸は人数を表し、上に行くほど人数が多く、下に行くほど人数が少ない。よってFig.18、Fig.19において単独、家族や友人と搭乗時共に乗務員の避難誘導は必要と感じているのに対し、乗客のリーダーシップは乗務員の誘導ほどは役に立たないと考えている回答者が多かった。しかしFig.19におけるD/Gの乗客の誘導に関しては、選択肢②があったほうが良いと回答したもの、あるいは選択肢⑤の率先は役に立たないと回答したものの2つの回答が多い事から、着水を経験した事がない乗客がリーダーシップを発揮出来る時もある、出来ない時もあると考えた模様である。第2軸よりFig.18、fig.19では火災時には乗客のリーダーシップはあまり役に立たないと回答した者が多く、次に乗務員の誘導に関しては火災においては選択肢①の率先は必ず必要と回答した者が多いのが特徴である。

## 5. 結論

航空機の緊急時の各危機的状況を明らかにするため、「着席位置」、「乗客率の違い」、「自分と周囲との関係」の因子が、乗客の脱出口の選択などに及ぼす影響をアンケート調査によって分析した。人間がどのような想定においてどの脱出口を選択し、どのような要因によって人間の避難行動選択に相違点が見出されるかを双対尺度法を用いて要因因子を



分析し、それらの結果から得られる緊急時の乗客の心理と避難行動を心理実験結果及び事故調査報告と比較した。その結果、以下のいくつかの有用な知見が得られた。

#### (1) 火災時

火災の発生している付近では、自分がいち早く脱出したいという気持ちが搭乗率を増すごとに強くなっている。その結果搭乗率が増すと、緊急事態においてはパニックに陥りやすい事が推測できた。家族や友人と一緒に搭乗した時には、単独搭乗の時とは異なり、自分と家族や知人を思う心が強くなる。火災においては脱出時、視界が制限されることから、使用できる脱出口を乗務員が的確に把握し乗客を脱出できるかが鍵をにぎるものと分析できた。

#### (2) 着水時

着水においてはどの位置に着席してもほぼ危険度は同じと考えられ、逃げられるドアから逃げるという傾向にあった。また家族や友人と一緒に搭乗した場合には、少し遠くても早く逃げられる脱出口を選択する傾向にあり、家族や友人と一緒に逃げようという意識が強くなり協調性が増す。これらの乗客間の協調性を上手く利用すれば、Life Vestを迅速に着用させ短時間で脱出誘導出来る可能性を見いだした。

#### (3) ハイジャック時

単独犯のハイジャックにおいては、犯人に立ち向かう姿勢が強い。特に前方に着席している時には、犯人の行動が良く見えるので、犯人に立ち向かうと言う回答が多かった。搭乗率が増えると自然の流れにまかせる傾向が強くなる。これは搭乗率・搭乗位置の両方が心理、行動共に影響すると考えられる。これらのアンケート分析結果は、ハイジャック事故調査報告と一部の行動が合致した。ハイジャック犯が複数の場合には、単独搭乗の場合も家族・友人と搭乗の場合も共に危険と感じている人が多く、自然の流れにまかせると回答した人が非常に多い。これは心理実験結果[5]と合致した。

#### (4) 脱出口に関して

火災においても着水においても、着席した位置の近くの脱出口から逃げると回答した人が多い。着水の方が脱出口の選択幅は広がり渋滞はおきにくい。一方、火災が発生した場合には視界も悪く開けられるドアの箇所も限られてくる事から、パニックと渋滞が発生しやすいと考察される。単独搭乗においては、固着性や帰巢性の特徴が見られ、これはガルーダ航空事故調査結果[13]と合致した。

#### (5) 乗客のリーダーシップ行動の必要性

火災においては、乗客のリーダーシップが必要と回答した人が多い。これは心理実験結果[5-7]やガルーダ航空事故調査結果[13]と合致した。乗客のリーダーシップは乗務員の誘導ほどは必要とは感じていないが、これは確実な誘導を必要としている事を意味していると考えられる。ガルーダ・インドネシア航空の事故調査[13]にあったように、日頃管理的業務に携わる人、すなわち日常生活で人をまとめる仕事に携わっている人達がリーダーシップを取る事が望ましく、航空機に熟知している人の方が良いといえる。

#### (6) 乗務員の誘導の必要性

乗務員の誘導は、火災・着水共にあった方が良く考えられる。このように、乗務員のリーダーシップを必要に感じている人が多い事から、乗務員のリーダーシップは集団を率先する上で必要不可欠であると推測できる。

今回のアンケートは、緊急時の心理状態の人が回答者になった訳ではないが、今後は詳細な群集の行動特性を分析していくために心理学的、行動科学的視点から緊急時行動の定量化を図れる研究が必要と考えられる。実際に緊急事態が起こった際には、反応の速さと乗客の集団意思がどのように時間の経過と共に変化していくかなどが必要である。これらの点を改良し、今後、妥当性のある緊急避難行動のモデルを作成することが今後の課題であらう。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、アンケート作成、データ集計にご協力頂いた木村直樹氏、大本貴朗氏、山中佑治氏（元甲南大学理工学部情報システム工学科4年生）に感謝する。また、本研究の一部は科学研究費補助金ならびに甲南大学知的情報通信研究所の文部科学省ORC整備事業の一環として、経済的援助を受けたことを記して謝意を表する。

## 参考文献

- [1] 平成13年版警察白書 <http://www.npa.go.jp/hakusyo/h13/h13index.html>
- [2] 航空統計要覧, ICAO 航空事故統計, 日本航空協会  
[http://www.aero.or.jp/syuppan/syuppan\\_toukeiyouran\\_mokuji.htm](http://www.aero.or.jp/syuppan/syuppan_toukeiyouran_mokuji.htm)
- [3] Mintz, A: Non-adaptive group behavior, *Journal of Abnormal and Social Psychology* Vol.46, pp.150-159 (1951).
- [4] Kelly, H.H., Condry, J.C., Dahlke, A.E., Hill, A.H: Collective behavior in a simulated panic situation, *Journal of Experimental and Social Psychology*, Vol.1, pp.20-54 (1965).
- [5] 釘原直樹, 三隅二不二, 佐藤静一: 模擬被災状況における避難行動力学に関する実験的研究(I), 日本グループ・ダイナミクス学会 編, 実験社会心理学研究, Vol.20, No1, pp.55-66 (1980).
- [6] 三隅二不二, 佐古秀一: 模擬的緊急被災状況における誘導者のリーダーシップ行動が被誘導者の追隨行動に及ぼす効果に関する実験的研究, 日本グループ・ダイナミクス学会 編 実験社会心理学研究, Vol.22, No.1, pp.49-59 (1982).
- [7] 三隅二不二, 釘原直樹, 「緊急恐怖状況下の迷路脱出に及ぼすリーダーシップ条件効果に関する実験的研究」, 心理学研究, Vol.55, No.4, pp.214-220 (1984).
- [8] <http://shippai.jst.go.jp> アロハ航空機事故データベース
- [9] 柳沢昇, Flight Safety Review, 有限会社アイ・プロ, No191, pp.2-15 (1998).
- [10] 航空事故調査委員会ガルーダ・インドネシア航空所属 PK-GIE 航空事故調査報告書 (一部抜粋), 日本航空技術協会, 航空技術, Vol.515, pp.29-37 (1998).
- [11] <http://ja.wikipedia.org/wiki/航空事故>
- [12] 総合安全推進委員会 Flight Safety Review, 有限会社アイ・プロ, 事故調査委員会資料 Vol.1-Vol.246, (1965-2007).
- [13] 釘原直樹, 避難行動について - ガルーダ航空機 865 便 福岡空港離陸失敗事故から見出

- された緊急事態の人間行動の特徴－、西部地区自然災害資料センターニュース Vol.15, pp.6-9, (1996).
- [14] 釘原直樹, 緊急状況からの脱出行動における同調性と固着性に関する実験的研究, 心理学研究 Vol.56, No.1, pp.29-35 (1985).
- [15] 釘原 直樹, Effects of physical threat and collective identity on behaviors in an emergency, Psychology of aggression, pp.45-68 (2004).
- [16] とほほのWWW入門 <http://www.tohoho-web.com/>
- [17] ホームページ作成・アクセスアップ支援のSussiWeb <http://sussiweb.com/>
- [18] ファイルロックについて/排他処理/CGI/Perl  
<http://tech.bayashi.net/pdmemo/filelock.html>
- [19] 西里静彦, 質量データの数量化 双対尺度法とその応用, 朝倉書店, pp.1-59 (1984).
- [20] 大宮喜文, 水野雅之, 中野美奈, ホテル火災時における従業員の対応行動に関するアンケート調査, 日本建築会技術報告書 Vol.10, pp.125-128 (2000).
- [21] 伊藤君男・天野寛・岡本真一郎, 緊急事態における避難行動に関する実験的研究－事前の探索経験の効果－ 日本グループ・ダイナミクス学会 編, 実験社会心理学研究, Vol.38, No.1, pp.17-27 (1998).

## Factor analysis by questionnaire survey on human behavior in emergency panic of aircraft

Yuki Ueno<sup>1</sup> and Hidetoshi Nakayasu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Natural Science, Konan University, Kobe 658-8501, Japan

<sup>2</sup>Department of Information Science and Systems Engineering, Faculty of Science  
and Engineering, Konan University, Kobe 658-8501, Japan

<sup>3</sup>Institute of Intelligence Information and Communications (IICT), Konan  
University, Kobe 658-8501, Japan

(Received April 15, 2007)

### Abstract

It is well known that the degree of the damage by aircraft accident is so huge because of a great deal of social loss, though the safety of aircraft is the highest among public transportation system. Therefore, it is important to enable the cabin attendant to make standard way how to help the passengers to escape from the emergency panic in aircraft. In this paper a survey by questionnaire is examined to evaluate the effect of psychological threat and the human behavior on collective escaping from the emergency panic. It has been known that from the experiences by accidents of aircraft by landing on the water, bombing and fire and hijack, the majority of the passengers scrambled to the exit which results in the highest crowd density when the degree of psychological threat was big inside the aircraft. The several effective factors such as the location of passenger, kinds of accident, and density of passengers are investigated by survey of questionnaire. Dual scale analysis was applied to evaluate the degree of psychological threat on several factors. It is seen that the effect of important factors can be found by these kinds of data mining and statistical analysis.