

乗務員の健康管理 サーキュラー

航空医学における1%ルール(その1)



1. はじめに

平成27年4月23日から、航空運送事業に従事する操縦士の年齢制限の上限が65歳未満から68歳未満に引き上げられました。これまでも、日本は国際民間航空機関（以下、「ICAO」と表記します。）が制定する世界標準に先駆けて、60歳以上の、所謂、加齢乗員の世界を慎重な枠組みとともに切り開いてきました。今回の引き上げも、国際標準を超えての基準改正となるため、医学面及び技能面にわたって慎重な検討が進められ、一定の枠組みの中で認められました。

一方、ICAOでは、平成26年11月13日から、65歳未満の乗員同士によるクルー編成でも国際商業運航が出来るよう、国際標準が改訂されました。ICAOが初めて60歳から65歳未満に機長の年齢制限を延長したのは平成18年ですが、それまでも年齢制限を延長しようという試みは何回か繰り返されていました。しかし、その度に、医学的に大丈夫なのか？若い乗員の機長昇格に影響が出てしまうのではないかと等の議論があり、なかなか日の目を見なかったのも事実です。ICAOが重い腰を上げて、年齢制限の延長に踏み切った際、医学的な安全性はどのように議論され、そしてどのように解決されたのだろうか、誰もが疑問に感じるはず。その疑問に答えるのが、所謂「1%ルール」と呼ばれる考え方です。何故このようにルールと名前がついたのか、編者にも答えられませんが、これは守らなければならない規則ではなく、航空医学上の安全性を議論する際の指標だと、整理すると分かりやすいと思います。我が国では、あまり耳慣れない言葉です。また、聞いたことがある方でも、その意味するところはよくわからない、説明を聞いてもすっきりしない、といった声の一部にありました。そこで、1%ルールをもう一度おさらいしてみようというのが、このサーキュラーの目的です。

まず、1%ルールのルーツを辿ってみます。1982年、英国において第1回航空心臓医学に関するワークショップが開かれ（その成果は、欧州心臓学会誌の1984年3月版の付録Aに収録されています。航空医学研究センターはその日本語版を発行しています。）、英国Ninewells病院の医師、Tunstall-Pedoe氏から航空機の事故率と循環器系疾患との関連について報告が行われました。その後、1988年に開催された第2回ワークショップで、同氏から、検討用の仮説として1%ル

ルが初めて提示され、以降、関係者間で航空医学上のリスクを議論する際の指標として、議論が深められてきたようです。

欧州では、この考え方の延長線上に1998年、JAR MeD（欧州共同航空医学規則）が作成され、乗員の年齢制限が65歳までとされました。その後2006年、ICAOが国際標準を改定し、機長の年齢制限を65歳未満まで延長するという長年の懸案に終止符を打ち、更に先ほど述べた65歳未満の加齢乗員同士の互乗に繋がっていききました。これらの制度変更には、1%ルールが航空医学上の課題に応えるツールとして大活躍しています。英国で生まれ、欧州で進展した考え方がICAOでも採用されるに及び、1%ルールは今や世界標準を支える重要な指標となっています。

ここでは、ICAOの前航空医学部長Dr. Evansが2000年頃に著したレポート「The 1% RULE RE-VISITED」に沿って、1%ルールの解説を試みようと思います（原文は、航空医学研究センターの過去の報告書に引用掲載されています。）。

なお、次回になりますが、我が国で過去に発生した乗員のインキャパシテーション（以下、「インキャパ」と記述します。）による事故と重大インシデントについて、1%ルールの考え方で評価してみようと思います。それでは、早速始めます。

2. 基本的な考え方

航空安全の究極の目標は事故をゼロにすることですが、これは究極の理想であって、現実問題としてそれを達成することは困難です。では現実的な対応としてどうするかといえば、例えば参照できる過去の実績があればそれを出来るだけ客観的に、かつ科学的に評価分析し、そこから導き出される目標値を安全レベルとして設定する、という手法をよくとります。この安全レベルは、「事故を零にする。」という内容ではなく、「事故を許容できるレベルまで削減する。」という内容になります。1%ルールは、この安全レベルを達成するために開発された指標と言えます。

以下、開発されたプロセスを追っていきますが、プロセス毎にいくつもの仮定が盛り込まれています。

①英国で1976年から1993年までに発生した大型ジェット輸送機による死亡事故を基に、事故率が計算さ

れました。それは、100万時間当たり0.2回を少し上回るものでした。そこで、この値よりは厳しめの1000万（ 10^7 ）時間当たり1回を目標値として定め、これを、航空死亡事故全体に関する許容される安全レベルとして議論がスタートしました。（編者注：航空先進国である英国の当時の航空安全記録は、世界的に見て高いレベルにあったと言え、また、ICAOの統計データと比較すれば、現在においても高いレベルにあると言えます。）

- ②事故原因は、天候、機体システムの欠陥、操縦の失敗に関するもの等、多岐にわたることから、事故原因が操縦に関するものを全体の事故原因の10分の1と仮定しました。さらに、操縦に関するものの中には、勘違い等のミスによるもの等があるため、医学的な原因で発生するインキャパによるものは操縦に関するもののうちの10分の1と仮定しました。（編者注：これらの仮定は、客観的なデータがない場合に、エンジニアリング・ジャッジメントとして通常行われている行為のひとつです。データベースから統計的に導かれた値では必ずしもないため、科学的根拠がはっきりしていないとして批評する向きもありますが、関係者の間では「当たらずと雖も遠からず」位の認識ではないでしょうか。）
- ③①と②から、インキャパを事故原因として発生する死亡事故について事故全体の許容される安全レベルに収めるためには、インキャパの発生確率を $10^7 \times 10 \times 10 = 10^9$ 時間に1回の割合に収める必要があります。この 10^9 時間に1回の割合を、ここでは仮に1人操縦におけるインキャパ許容安全レベルとします。
- ④当時の英国においては、医学的な選別を如何に厳格に行ったとしても、英国の男性では若い年齢層でさえこのようなインキャパ許容安全レベルを満たすことは困難でした。（編者注：即ち、今でもそうですが、一人操縦士での60歳以上は認められていない理由になります。さらに言えば、英国ではいかなる年齢層においても困難であったのですから、60歳以下においても医学的には一人操縦は認められないのではないか？という疑問が残りますが、一人操縦で設計されている小型機等の運航の安全性については別の世界が構築されており、ここではこれ以上触れないことにします。）
- ⑤ところで、大型機では操縦士2人による運航が行わ

れており、一方の操縦士がインキャパになっても、もう一方の操縦士がバックアップすることにより、事故が防止できるという多重化の概念を考慮することができます。

- ⑥そこで、一方の操縦士がインキャパになった際、もう一方の操縦士がどれだけバックアップできるかが問題になりますが、これはシミュレータを使って定量的に確認されました。即ち、シミュレータで離陸、着陸等のクリティカルな場面で一方の操縦士のインキャパが模擬され、その際もう一方の操縦士が安全な飛行の継続をできるかどうかの評価されました。その結果、400回のうち1回は、上手くバックアップできないことが確認されました。この値は、あくまでシミュレータでのものであり実際はもっと厳しい状況だとして、バックアップできない割合は安全サイドに見積もって100回に1回とされました。
- ⑦⑥のシミュレータ評価は、クリティカルな場面での模擬であり、巡航中のようにクリティカルでない場面では、一方がインキャパになっても十分に時間的な余裕があり、問題にならないとされました。なお、クリティカルな場面は、飛行全体の10分の1と仮定しました。
- ⑧⑥と⑦から、もう一方の操縦士がバックアップすることによりインキャパが事故につながる確率は、 $100 \times 10 = 1000$ 分の1に低減できると見積もられました。これは、一人当たりのインキャパ発生率を $10^9/10^3 = 10^6$ 時間に1回の割合であっても、航空全体の死亡事故を安全レベル以下に収められることとなります。即ち、2人操縦の場合、インキャパ許容安全レベルは、 10^6 時間に1回の割合となります。
- ⑨因みに、操縦士1人当たりのインキャパ発生確率が 10^6 時間に1回の割合だとすると、2人の操縦士が一度にインキャパになる確率は 10^{12} 時間に1回の割合となります。これは1人操縦におけるインキャパ許容安全レベル（ 10^9 時間に1回の割合）と比較すれば、殆ど無視できる値となります。
- ⑩1年間を時間数で表せば、8,760時間であり、約10,000時間と見做せます。1%ルールとは、正確には1年に1%の発生確率という意味ですが、 10^4 時間で1%であることから、年間1%とは、 10^6 時間に1回の割合と同義ということになります。 10^6 時間に1回という表現より、医学的には1年間に1%という表現の方が分かりやすいとの理由で、1%ルー

ルという言葉が定着したとされています。

以上により、2人操縦の場合、操縦士のインキャパの発生率を年間1%に収めてあれば、インキャパが原因で発生する死亡事故を安全レベル（10⁷時間に1回）以下に収めることが理論上可能となる、即ち社会全体が許容できるとしたものです。この考え方のエッセンスは、航空医学上求められるインキャパ許容安全レベル（10⁸時間に1回）は、一人操縦の場合にはその達成が難しいものの、2人操縦の場合にはお互いにバックアップすることにより（安全度が1,000倍向上するため）その達成が可能になるというところにあります。

このように、1%ルールそのものは明快な考え方といえます。

一方、1%ルールをどのように利用するのかを考えた場合、いろんな疑問が、主に医学的な疑問ですが湧いてきます。例えば、どのような疾患がインキャパを引き起こすのか？ インキャパの中でも安全への影響が大きいものと小さいものがあるのではないかと？個人の身体検査にどのように使うのか？といった内容です。以下の説明はこれらに応えようとするものです。

3. ルールの適用にあたっての留意点

3-1 1%ルールの適用

操縦士個人についてインキャパの発生率（リスク）が年間1%以下かどうかを見積もるためには、インキャパに成り得る全ての疾患のリスクのデータが必要になります。インキャパに繋がる疾患の例として、心筋梗塞がありますが、これについてはデータが良く整理されています。また、循環器系の疾患による死亡率もデータとしてよく整理されています。図1は、欧州の一部の国における循環器系の疾患による死亡率のデータです。これによれば、国籍、性別によって数値が異なるものの、加齢とともに死亡率が著しく増加し、英国男性では60歳から64歳の間で、死亡率が年間1%を超えています。また、女性の方が男性より死亡率は低くなっていることが読み取れます。さらに、この図ではフランス人女性の死亡率が一番低いことから、仮に循環器系の疾患による死亡率が航空会社における操縦士の唯一の採用基準であったとしたら、航空会社の操縦士はフランス人女性が多数派になってしまいます。

3-2 1%ルール適用上の問題

1%ルールは便利であるとの評価がある一方で、厳しすぎるという意見があります。英国男性では60歳から64歳の間で年間1%を超えますが、英国のパイロットの平均年齢は約40歳であり、この平均年齢での循環器系の疾患による死亡率（编者注：死亡率はインキャパの発生率より大きいとしています（後述）。ここでは、死亡率をインキャパ発生率と読み替えて以下の記述を見てください。）は、同じ図から年間0.1%と読み取れます。これは、2人操縦の場合では、10¹⁰時間に1回の医学的理由による死亡事故が発生すると計算されず。仮に、英国では年間130万時間の飛行が今後も続くことと仮定すると、7,770年に1回（编者注：编者の計算では、7,690年に1回となります。）の死亡事故という割合になってしまいます。これは現実問題としてありえないことから、1%ルールは厳しすぎるという根拠になっています。

また、循環器系の疾患による死亡率は、操縦業務中のインキャパの発生率に対応しないという意見があります。

航空安全当局としての関心事項は、飛行中操縦士がインキャパになるかどうかであり、さらにそのインキャパが、急性のものなのか又はゆっくりとしたものか、という点にあります。Tunstall-Pedoe氏の調査によれば、55歳から64歳の一般男性における心臓発作の率は、同原因による死亡率の2.3倍であるとしています。即ち、心臓発作があったからと言って直ちに死につながるわけではない（インキャパにはなるかもしれないが）。一方、心臓発作の30%から50%は、直ちにインキャパには繋がらないと報告されており、その分、飛行安全への影響は小さくなると推論できます。さらに、心臓発作のあった方の約50%に、心筋梗塞、狭心症、脳卒中、糖尿病などの既往歴があったため、操縦士であれば心臓発作の前に操縦から外されていた可能性があります。加えて、I種の身体検査に合格する操縦士であれば、一般の人より循環器系の疾患のリスクは低いといえます。

心臓発作だけがインキャパの原因ではなく、刺激伝道系及び心筋の疾患が急性のインキャパに繋がる恐れがあります。しかし、これらの疾患は、脳卒中のような脳血管系疾患が占める割合と比べると、インキャパになる恐れは相対的に多くはありません。

これらの理由により、一般人の循環器系の疾患を原

因とする死亡率は、職業操縦士における循環器系の急性のインキャパの発生率より多分大きめの値になると考えられます。ただし、他にも考慮しなければいけないインキャパの原因があります。

3-3 急性インキャパの他の原因

国際航空輸送協会 (IATA) が36,000人の操縦士を対象として、過去10年間に発生した急性インキャパの調査を実施しました(表1)。それによれば、急性インキャパの原因となった疾患として、循環器系の疾患に加えて、てんかん様けいれんと失神についてデータを示しています。26件の急性インキャパの発生に対して年間600時間の飛行を行っているとして、急性インキャパの発生率は、ほぼ10⁷時間に1回の割合になります。この値は、英国の40代男性の循環器系疾患による死亡率とほぼ同じです。これらのことが、急性インキャパの原因となる疾患の全てについて発生率を見積もる代わりに、一般人の循環器系疾患による死亡率を大雑把な近似値として急性インキャパの発生率とみなしてよい、とする根拠に繋がっています。

3-4 ゆっくりしたインキャパの取り扱い

消化器系の疾患は、インキャパに繋がるもっとも一般的な原因になりますが、その発生機序はゆっくりとしているため、重大な安全問題につながることは稀です。しかしながら、他の不安全要因と重なれば、安全の余裕度が下がることにつながります。一方で、消化器系の疾患は健康な人にでも時として発生することから、医師が関与してその発生頻度を押さえることが難しく、それよりは航空会社の責任で操縦士に予防教育を実施してもらうことの方が大切です。

3-5 統計データの不確かさ

統計的な数値に過大な信頼を寄せてはいけません。特に、人間の行動や病気は、統計データだけでは説明できない側面があります。操縦士に関する統計データの場合、古い場合や部分的なものしか利用できないことがあります。また、酒酔い操縦士が凍結気象状態で航空機を離陸させ発生した死亡事故、操縦士が精神的な疾患のため着陸間際に逆噴射を発生させた死亡事故等に関しては、リスクを数値化することは困難です。

精神医学上の疾患は評価を行うことが大変難しく、同僚がそれに気付きにくいという微妙な (subtle) インキャパに繋がる可能性が身体的疾病よりは大きくなります。

さらに、気をつけたい不確かさは、一方の操縦士がインキャパになった際、もう一方の操縦士が極度の緊張状態に置かれ、もう一方の操縦士もインキャパになる可能性が高くなるという懸念です。医学的には、そのような可能性はそれ程深刻とは思われないものの、一方で、それについて論評するデータもありません。

3-6 1%は有用な考え方か?

この考え方が世に出てから既に10年以上が経過していますが、今でも有用な考え方です。実際問題として、操縦士が心臓発作を経験した場合、「この疾患により急激なインキャパに成るリスクは年間1%未満かどうか?」を問うてみます。もし答えがYESなら、証明書は発行できます。当然、複数操縦士運航の場合です。心臓発作の後には、何がしかのリスクの増大は不可避です。

脳卒中や発作などの潜在的にインキャパに繋がる原因、並びに消化器系の疾患のようにそれ程重大ではないインキャパの原因を考慮した場合では、全体のインキャパのリスクが年間1%を超える可能性があります。証明書の更新をして差し支えありません。それは、その他大多数の職業操縦士においては、急性インキャパの可能性が年間1%未満のため、それによって生じる余裕のなかで十分吸収できるためです。さらに、数人の操縦士についてインキャパのリスクが年間1%をわずかに超えていたとしても、全体の安全目標には影響しないでしょうし、経験のある加齢操縦士を使うことは、経験の浅い操縦士より事故率が低いため、全体として有益であるためです。

1%ルールが厳しいか、又はゆるいかの議論は、今後も続くでしょう。議論を深化させるためには、リスクに関する正確なデータが必要となりますが、残念ながら現時点においては、手に入らない場合もあります。リスクに関するデータが見つからない場合は、当面、一定程度の判断 (ジャッジメント) に頼らざるを得ません。(続く)

Cardiovascular mortality rates - variation with age, sex and nationality (from Tunstall-Pedoe, 1991)

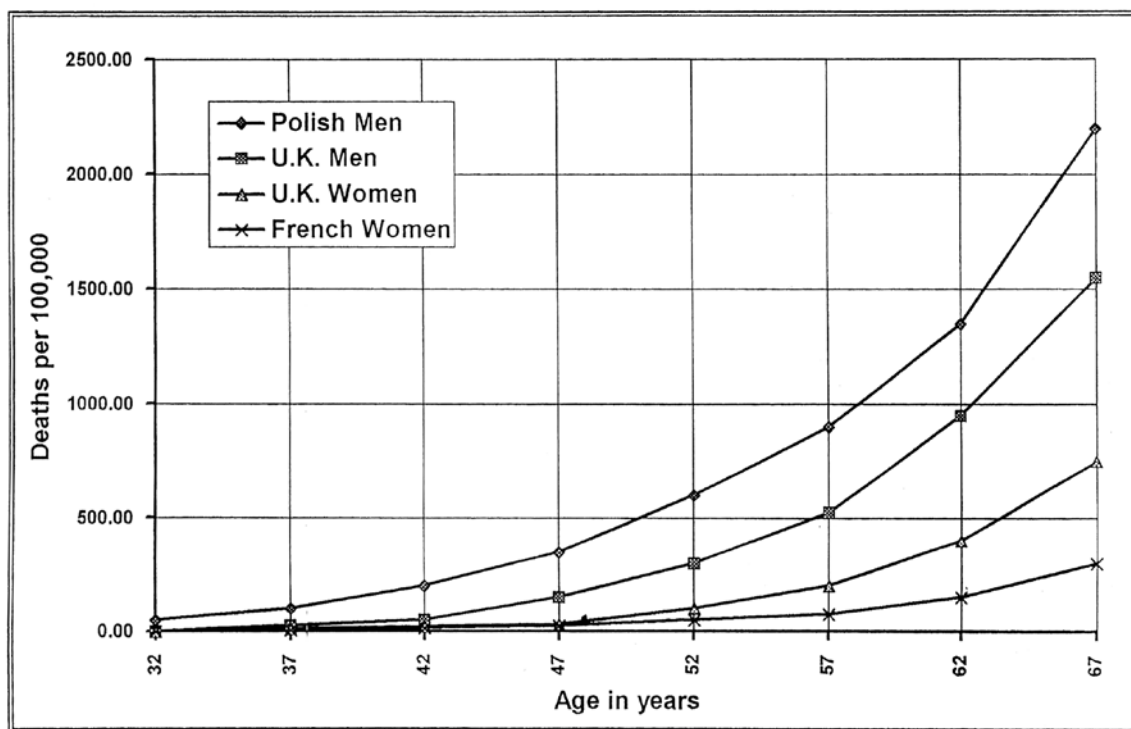


图 1

ACUTE MYOCARDIAL ISCHAEMIA	10
EPILEPTIFORM FITS	7
SYNCOPE	6
CEREBRAL HAEMORRHAGE	3
TOTAL	26

Table 1. SUDDEN INCAPACITATIONS IN AIRLINE PILOTS. 36,000 PILOTS AT RISK OVER A 10 YEAR PERIOD. (FROM BENNETT, 1984)

表 1

「参考文献」

1. Evans, ADB. The 1% RULE RE-VISITED 「加齢航空機乗組員の医学適性に関する調査報告書(平成15年3月)」収載 航空医学研究センター
2. Tunstall-Pedoe, H. Risk of a coronary heart attack in the normal population and how it might be modified in flyers. *European Heart Journal* 1984, 5 (Supplement A), 43-49
3. Tunstall-Pedoe, H. The concept of risk. *European Heart Journal* 1988, 9 (Supplement G), 13-15
4. Tunstall-Pedoe, H. Acceptable cardiovascular risk in aircrew. *European Heart Journal* 1988, 9 (Supplement G), 9-11

一般財団法人 航空医学研究センター

〒144-0041 東京都大田区羽田空港1-7-1 第二綜合ビル6F
TEL:03-6459-9970 FAX:03-5756-0139
<http://www.aeromedical.or.jp>