

# 米国での航空機整備士の疲労についての認識

以下の内容は、米国での航空機整備士の疲労について F A A が指摘したのですがは産業を守る観点で作成されており、人間としての社会生活や家族生活が考慮されていないことには注意してお読みください。

## 背景

航空整備に係る人々は推奨時間より 3 時間も少ない睡眠時間であることが知られている。実に国の平均値の倍の睡眠不足である。睡眠不足による眠けと疲労は相乗効果をもたらす。このことは、**たった 1 時間の睡眠不足でも、連続する週に毎晩となれば、生産状況もマイナスの効果をもたらす。労働者の疲労がもたらす最も重大な損失は下記のとおりである。**

判断力又は意思決定力を損なう

会話能力を損なう

緊張状態がなくなり、記憶力が減退する

落ち着かない

反応時間がゆっくりとなり、やがて

危険性が増してゆく。

## 喫緊の課題

フロリダ州でのバリュージェット機の航空事故を契機に、1996年、米国国家運輸安全委員会（NTSB）は航空機整備における重大問題としてはじめて疲労を取り上げ、以来、整備にかかる安全リスクとして警告し続けている。

- 1.2000年 FAA の分野別研究として、通常、約 5 時間の睡眠をとって整備している複数組織の整備員から 5 万時間のデータを収集した。
- 2.2006年 FAA の国際ヒューマン・ファクター（HF）プログラムによる整備事業場の調査では、回答者の 80% が疲労による事故だったことが判明した。
- 3.2008年 人体の疲労に関する FAA の検討会において、科学者、関係当局、会社管理者、並びに労働者代表者のすべては、疲労が航空整備業界における安全に脅威をもたらし、個人、行政、並びに民間組織体は適切な行動を執ることに同意した。さらに
- 4.2010年 FAA の行政官は、疲労に関する FAA の規則を全面的に見直すことを文書で表明した。

## 疲労の原因

航空機整備における疲労の原因は、**使用者と整備士にシェアされる。**疲労の原因は、

最も責任がある実在するものに関連して分類することができる。

整備士のコントロール下にある主な要因には：

1. 過去 72 時間の睡眠量。
2. 睡眠の質。
3. 連続した時間（いつまでも）起きている。
4. 修復睡眠（すなわち、睡眠の質）を妨げる情緒的、身体的または医学的な問題。
5. 睡眠の機会の重要性を過小評価し、見落としている。

使用者のコントロール下にある主な要因には：

1. シフトの開始時間と継続時間。
2. 仕事と仕事/生活のスケジュールの変更。
3. シフトスケジュールのローテーション
4. ルーチン ワーク スケジュールを持っていない事。
5. 体が生物学的に（サーカディアンリズムとして知られている）スリープ状態にプログラムされている時間帯と重複した仕事のスケジュール。
6. 同じ仕事で長すぎる。
7. 人員不足、休憩不足、照明不良、騒音、極端な温度など、最適以下の条件で作業。

### 疲労による脅威

疲労はすべての整備作業を行う上で安全性を脅かす。少なくとも、疲労は、判断力を失わせ、集中力を鈍らせ、物忘れの原因となり、気力を失わせ、やる気を失くさせるのである。疲労の怖さは、単に公共航空の安全に影響するだけでなく、整備士、整備事業体そして業界全体の安全と健康を脅かすのである。

### 安全上の問題

疲労は、工作中でも仕事以外の時間でも作業員の安全に影響する。作業現場での疲労は深刻に安全を脅かし、航空機事故又は空事故を招くようなミスに繋がるのである。

作業中の怪我の発生率は、早朝時間帯シフトに比べて、午後シフト作業では約 15% 増加し、深夜シフトでは 28% 増加する。

怪我の発生率は、8 時間労働した後に劇的に増加する。12 時間シフト労働者では、8 時間シフト労働者の倍である。16 時間シフト労働者の怪我発生率は、8 時間シフト労働者の 4 倍である。

NTSB は、疲労は、1 年間に米国での路上で少なく見ても 10 万件の事故を引き起こし、4 万人に怪我を負わせ、1,550 人の生命を奪ったと推定している。

### 健康上の問題

疲労は、健康上の問題、胸やけ、医師の往診、病欠、運転事故、家庭内問題や社会生活上の問題を増大する。健康上の問題には下記のものがあるが、これがすべてではない。

心臓病、高血圧症

うつ病、不安症、ストレス症

胃腸障害(消化性潰瘍、消化不良症、ガスによる腹の膨らみ、胃の不調、便秘)

過食

アルコールやドラッグの過剰摂取

意気消沈

### 所定労働時間の限界

これまで、FAA は、作業員の勤務時間に制約を設けることで、航空機整備における疲労を管理してきた。連邦規則(14 CFR) part 121、121.377 の Title 14 は、「米国内では、各免許保有者(または航空機整備を行うものもしくはそのための予防整備を行うもの)は、**連続 7 日間の間に少なくとも連続 24 時間以上の勤務からの解放**、あるいは、**暦月では同等の期間の勤務からの解放しなければならない。**」と述べてきた。

(それを)最終的には、例えば、Fitbit デバイスと言うものを(身体に)着けて疲労モデリングをする強力なアプリケーションを使用して、労働者および雇用者が疲労リスクを評価し、それに応じてスケジュールを調整するのに役立たせることになるでしょう。SMS および疲労リスク管理システム(FRMS)は、スケジュールを「ワンサイズフィットオール=万能な」の勤務時間制限に基づいて行う必要がないようにします。

### FRM

概念的には、FRM は、疲労に関連したリスクの特定、緩和、防止の方法に関する情報に基づいた決定を行うのに役立ちます。

実際には、FRM は、計画、政策、プログラム、またはシステムであり、人の(反応的、予防的、予測的)注意を最大限にする目的で使用されるプロセス/手順である。

FRM はまた、疲労に関連したパフォーマンスエラーを最小限に抑えます。そのエラーはメンテナンス、チーム/乗組員、一般、航空機/機器の安全上の危険性とリスクを引き起こすのです。

### FRM 対処法の普及

FAA、ICAO、欧州航空安全局(EASA)、カナダ運輸局(TC)オーストラリアの民間航空局、さらには世界中の航空、道路及び鉄道輸業界がFRM 対処法の採用を促進し、かつ、要望してきた。最も注目すべきは、公衆法(PL) 111-216、航空安全及び連邦航空局拡張法 2010 年、セクション 212(b)であり、航空運輸会社が疲労リスク管理計画(FRMP)を、航空当局も認める形で立ち上げ、履行し、継続することを確立したことである。

### FRM がもたらす恩恵

FRM を実施することによる作業員並びに会社組織の恩恵には著しいものがある。明らかな恩恵は下記のとおりである。ただし、これがすべてではない。

業務上の事故又は怪我の減少

病人の減少

常習欠勤者の減少  
離職率の減少  
士気低下問題の減少  
保険割増金の減少  
航空機および装備品損傷の減少  
平均睡眠時間及び睡眠の質の向上  
生活の質の向上

## 定義

### 深刻な疲労

深刻な疲労はまれに起こる身体的または精神的な疲弊である。直近の睡眠（24時間内で）、前回の睡眠からからの時間、並びに、現在時刻に密接に関連している。24時間以内に8時間の睡眠をとっていなかったり、17時間以上起きていたり、深夜から早朝6時まで働いたりすることは、普通の人間でも深刻な疲労を引き起こす。

### バイオマーカー

バイオマーカーは、血液や組織など、体内で検知又は測定可能な生物学的特性を有すると特徴づけるものである。バイオマーカーは正常、異常、又は体内の病気の進行などを示すことができる。現在、疲労のバイオマーカーとして容易に入手できるものはないが、深部体温やメラトニンのレベルなどの、いくつかの生体リズムのバイオマーカーは存在している。疲労を認識するためのバイオマーカーがなければ、身体の動きの変化から疲労の影響を直接測ることができるし、睡眠と睡眠時間帯を使って間接的に測定することもでき、又は、身体の動きにとって、これらの影響を図式化するなどして測定できる。

### 慢性疲労

平均的な人は1日に8時間の睡眠を必要とする。仮に平均的な人が数日間にわたって1日に必要な睡眠時間を摂らないと慢性疲労状態となる。慢性疲労になると、体の動きが悪くなり、回復も相対的に遅くなる。何日か、睡眠時間を通常より長くすると回復を速めることができる。慢性疲労は、体調不良になったり、精神疾患状態になる。慢性疲労は、大概、身体の状態または心身の状態が原因である。

### 生体リズム

体内時計、すなわちサーカディアンリズム（生体リズム）は、いつ起きるべきか、いつ眠るべきかを体に伝えます。サーカディアンリズムは昼と夜に密接に関連しており、露光に敏感です。明るいときは目が覚め、暗いときは眠るように人間はあらかじめプログラムされています。1日2回、人の体は緩慢になります。それは午後の中程（午後3時から午後5時までごろ）に起こり、習慣的に眠くなります。もし、真夜中に起き、身体の自然なリズムに反して午前2時から午前6時までの早朝の時間帯に目が覚めていれば眠気を経験するはずで

## 疲労

疲労は、認識作業を行う能力の減退や、作業中の動きの不安定さの増大などの生理学的状態を参照する。また、疲労には、倦怠、虚弱、体力不足、無気力、機能低下、やる気の無さ、眠さなどが伴う。

### 疲労リスク管理 (FRM)

マネージメント・プログラムは、疲労の影響を軽くするために用いる。

### 疲労リスク管理システム (FRMS)

深刻で慢性的な疲労要因を最小化するなど処方箋の要らない疲労軽減システムである。

### 安全管理システム (SMS)

操業中のリスクを制御する系統立てられた管理システムである。これは、航空業界において安全義務を遂行して安全のゴールを目指すという人々その他の人的資源の統合されたネットワークである。システムの活力を管理することは、組織にとっての安全上の目標に見合う計画、組織的に行う方策と手順に影響を及ぼす。この安全管理のプロセスは、航空界のリスクを制御するための設計及び組織的に行うプロセスと手順により始まる。いったん制御が始まれば、品質管理上の手法が、目標に向かって制御が働くことを確実にする系統立ったプロセスを提供できるし、目標に届かないところを改善することもできる。SMS は、リスク解析（たとえばリスクを基にした意思決定）を基にする意思決定を助長し、信頼できる、しかも有用な組織的データに依存する。

### 生体的低調時間帯 (WOCL : window of circadian low)

人間の通常の 24 時間では夜間に睡眠をして生活している。1 日で最大 2 つの眠気期間がある。これらは WOCL として知られています。1 つの WOCL は夜間に起こります。

おおよそ午前 2 時から午前 6 時まで、生理的な眠気が最も大きく、(精神的身体的) 機能の能力が最も低い時間です。他の WOCL は、午後 3 時から午後 5 時までであり、夜間の WOCL よりも重度は低い。

## 疲労の基本

昼夜兼行の航空整備業務は整備士の疲労への取り組みを高めた。整備士が発生させる事故 / 事件報告には疲労が絡んでいることがはっきりしている。疲労を理解することは、誇張しすぎることのない人的及び飛行安全の根源である。疲労の兆しに気付いてはいても、それが我々の活動にどれほどの害を及ぼすかがわからないようなことが、単発的でなく、より一層頻発することに気付かないということの証拠がある。これは、整備作業者の働きが、自身と他の人の疲労を認識できるという重要性を示すものである。疲労の基礎を理解し、いかに作業成果、意思決定力、人生に影響を与えるかということを理解することが、安全上のリスクを認識し、管理することが可能なものと改善できるので



ある。

### 疲労の警告サイン

下記に列挙した脅威 (Rosekind 他共著、1996 年刊) がリスクを有する個人、同僚又は関係者に現れる疲労に共通する症状に慣れること。これらの症状は見て分かるものである。一部の兆候には、集中力不足、物忘れ及びイライラ状態だけでなく、あくびや鈍い反応、乏しい会話など顕著なものがある。これらの症状の殆どが網羅されたりリストにない、極めて一般的な症状であることに気付く必要がある。また、これらの症状は疲労を示すものではなく、むしろ、人が経験する一定程度の疲労の積み重ねである。

図 1 疲労のサイン

身体的兆候	精神的兆候	情緒的兆候
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 頻繁にあくびをする</li><li>・ 瞼が重い、マイクロスリープ</li><li>・ 目を擦る</li><li>・ 居眠り又は意気消沈</li><li>・ 頭痛、吐き気又は嘔吐</li><li>・ 反応が鈍い</li><li>・ 体力不足、虚弱、頭痛</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 仕事に専念できない</li><li>・ 注意散漫</li><li>・ 重要情報を伝えない</li><li>・ 予見できない</li><li>・ 慣れた仕事でもミス</li><li>・ 忘れっぽい</li><li>・ 思考力障害</li><li>・ 決断力低下</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 普段より静か又は内向的</li><li>・ 仕事完遂の意欲欠如</li><li>・ 同僚や家族、友人とうまくいかない</li><li>・ 士気低下</li><li>・ 感情の激高</li></ul>

### 疲労と仕事ぶり

上記の図 1 に示す要因は、疲労の直接的な原因であり、実際には疲労を避けることができません。これを考えてみましょう：起床してから 16 時間後、仕事を行う精神的な能力は、血中アルコール濃度 0.05% に一致するレベルまで低下します。24 時間の睡眠不全の後、精神障害は、約 0.10% の血中アルコール濃度で観察される能力低下と一致する。同様に、2 週間にわたり必要な 8 時間睡眠を 6 時間しか取らない場合は、16 時間以上起きている場合と同様の能力低下があります。職務遂行のための努力向上をしているにもかかわらず、疲労レベルが上がるにつれて、パフォーマンスが低下することは避けられません。参考だが、ほとんどの州と国では、自動車運転に害のある法的レベルとして、0.08% 以上の血中アルコール濃度が考慮されています。

### 作業データ (労働時間と事故の関係)

米航空会社大手の整備組織が収集したデータによると、1 日 16 時間以上働いている人は、人的被害事故/事故に関与する可能性が 8 時間の人より 4 倍高く、12 時間労働者は 8 時間労働者よりも人災事故・事故に関与する可能性が 2 倍高くなりました。前述の疲労のサインに列挙された作業関連の疲労症状 (反応時間の鈍化、忘れ物、内向的など) は、疲労した整備員の仕事に起因するリスクのレベルを明確に示している。数多くのフィールドおよび実験室の研究では、認知および精神面の能力が数時間の覚醒に

より減少することがはっきりと示されています。

### 疲労と脳

睡眠が不足すると、脳は眠さを起こさせる。睡眠不足が長時間続くと、脳は自ずと不眠状態から睡眠に切り替わる。さらに疲労が増すと、より速く、より頻繁に眠けをもよおす。ほんの短い時間（マイクロスリープ）又は、数分間眠けをもよおす。殆どの方が突然眠ってしまう。時と場所を選ばずに発生する安全上のリスクの危険性は、疲労による脅威の管理に責任を負う者若しくは組織の補強するものである。要は、疲れて働くことは個人のリスクになるだけでなく、延いては、同僚も、また、航空業界すべてに及ぶものである。

### 疲労の原因

疲労の原因は、実際、必然的に疲労させる一時的要因と、やがて疲労を招くものについて論じられている。直接疲労を招く要因には以下のものがある。

#### 睡眠障害と睡眠ロス

食べ物や水、空気と同様に、睡眠は生きる上で必要な基本的な生命維持活動である。睡眠は精神と肉体そのものを回復するために必要なものであって、睡眠しなければ人の機能が損なわれる。十分な睡眠が得られない、及び/又は、質の悪い睡眠しか得られないとする。たとえば、犬が夜通し吠えて何回も目を覚まさせられるなど、完全な睡眠と休息が摂れないなどである。毎日のルーティン業務を行い、7時間ないし9時間の深い、妨げられない睡眠を摂る場合とは大きな違いがある。毎日の基本として十分な睡眠が得られない場合、睡眠不足による疲労の症状を示すことがある。睡眠の借りは、人が摂る総睡眠時間と、人が必要とする総睡眠時間の差である。この借りは、日々の仕事を疲れずに働きたいという人にとっては厳しいものでしょう。気を付けなくてはいけないのは、この睡眠の借りというのは次の機会に長めに眠れば良いという簡単なものではないということである。睡眠の借りの時間が長ければそれよりもっと長い睡眠時間を必要とするのである。

#### 長引く覚醒。

最後に目を覚ましてからの経過時間、すなわちあなたの睡眠履歴は、あなたが連続的に起きている時間を決定します。あなたが最後に眠ってからの時間が長くなるにつれて、あなたの覚醒度は低下します。これは前の夜にどれくらいの睡眠を取ったかに関係なく起こります。睡眠を「蓄積」する方法はありません。あなたは次の24時間警戒を続けるために12時間寝ることはできません。

#### 生体リズム

人体の中の時計である生体リズムは、いつ起きるか、いつ眠るかを知らせるものである。この生体リズムは昼と夜にしっかり合わさり光に晒されることに敏感である。人間の体は明るい時に起き、暗い時に眠るように規則づけられている。1日に2回、人の体は緩慢になる。午後3時から午後5時の午後の中程間に緩慢になって、習慣的

に眠くなるのである。もし、深夜から午前3時ないし午前5時の早朝まで起きていたとすると、それが体内にある天然の時計に記憶され、体は習慣的に眠りを求めるのである。

下記は、作業に関連する環境並びに光に浴び、及び/又は眠りを少なくして、体内の時計を狂わせ、適切な睡眠時間を摂れなくさせるような人の選択を示している。

- 残業 / 通常的生活と逆のシフト
- 早朝シフト又は深夜シフト
- 作業時間帯の入れ替わり
- 休憩のない作業
- 作業場所への長い通勤時間
- 時間帯の異なる場所への旅行
- 睡眠薬の使用
- 誤った飲酒、及び/又は
- 睡眠前のカフェインの使用

### 疲労の副次的要因の複合

副次的要因は必ずしも疲労をもたらすものではないのであるが、特に、一つ以上の要因を抱えたり、又は、一つ又はそれ以上の一次的要因との複合が起こった時に疲労を招きやすい。

#### 作業予定

午前7時以前、午後6時以降の仕事、並びに、睡眠時間を失くしたり減少させ、体内時計による自然な起床又は睡眠のサイクルとは異なるシフトの交代などは報告を必要とする作業予定である。以前の労働時間又は労働日による疲労にシフトの切り替え又は残業の疲労が重なる可能性がある。

#### 労働環境

体に過度の負担をかける労働環境は疲労をひどくする。過度の負担をかけるものに、振動、大きく又は鳴り続ける騒音、暑すぎる又は寒すぎる、質の悪い空気、照明不足などがある。

#### 作業命令

比較的に密度の濃い作業の負担となるような、乱暴で、仲間意識や感情に訴える作業命令は疲労をもたらす。

#### 旅行

時間帯の異なる地域を通過する旅行は、体の中の時計(自然な眠りと目覚めの繰り返し)と時刻の変化との不整合をもたらす。体には時間を合わせるいとまがないのに、いつもより早めに寝るとか、必要もないのに早く起きるなどして、十分な睡眠は摂れなくて、昼間の時間帯にある程度の眠気を催すことになる。

#### 病気



アレルギー、風邪、インフルエンザ、けいれん、その他の病気は、苦痛がひどくなって疲れがとれる睡眠を妨げることがある。

#### 睡眠障害

睡眠時無呼吸症候群、脚痙攣症候群など、原因不明で不治の睡眠障害並びに不眠症は、眠れないし、目覚めさせないものである。仮に睡眠が混乱すると、適切な治療が必要になる。

#### 生活スタイルの選択

生活スタイルの選択は、バランスのとれた食事をしないとか、定期的にエクササイズしないとか、ベッドでテレビを見るとか、煙草を吸ったりする劣悪な睡眠習慣とともに水分不足を招くような睡眠直前の激しい運動や過食など、一般的に不健康な習慣を招き、睡眠の質に重大な衝撃を与える。

#### 薬物の使用

カフェインやアルコールなどを寝る直前に使用したり、睡眠導入剤や睡眠剤を起きる直前に使用すると疲労の原因となる。

#### ストレスと不安

ストレスと不安は、ひどく疲れを感じているのによく寝つけないことがある。

### 疲労リスク管理 (FRM)

航空機の整備に携わる労働者は、特に夜間シフト、長く不規則な勤務からの重圧、勤務条件から生じる睡眠障害などによる疲労のリスクに直面している。

#### 航空機整備における疲労リスク管理 (FRM)

大概の FRM 方式は、車両の運転や航空機の運航など、連続する運転業務を対象として設計されてきた。これらの業務での疲労に関連する脅威の一つが、睡眠時間帯の先延ばしによる突然の居眠りやマイクロ睡眠である。整備作業では、作業中の居眠りは、疲労によって引き起こされる主要な脅威ではなかった。むしろ、疲労した整備作業者が、精神機能障害に陥ることによる整備ミスの危険性の増大にある。整備事業者は、一連の疲労関連への挑戦に直面した。しかしながら、やがて、独自の解決策にたどり着いた。その結果、整備業務における FRM は、航空機乗組員や車両運転手に向けて作り上げられたシステムよりもより幅広い解決策を含むものとなった。

### 整備業務の特性

航空整備作業者は重大な疲労の脅威に取り組んでいるのですが、ある種の航空機整備作業は疲労によって引き起こされる危険性を低減する機会を提供してくれるのである。

#### 整備業務

整備業務は、外部から押し付けられたペースよりもむしろ自らのペースによる傾向がある。多くの整備作業は時間の制約の下で行われるのであるが、精神機能の損なわれた整備作業者は、手を休めたり、正確を期して手を動かしたり、必要なら作業を繰

り返すこともある。

#### 作業方法の変更

ある場合には、整備作業の方法を変えることがある。大概の場合、作業カードを変更したり、ミスを起こさないように書き加えたり、二人目の検査員又は運転/機能試験などを導入したりする。

#### 柔軟性

整備組織は時々一部の作業の実施時期を柔軟に選定することがある。その場合、最も重要な作業項目、又は極めて疲労の影響を受けやすい作業項目を疲労の影響を受けにくい時間帯に実施することもある。

#### 旅行

殆どの整備作業員は勤務時間中に異なる時間帯をまたぐ旅行を命令されることはない。それと同時に、航空機乗組員の FRMS と重要な関わりのある時差ぼけなど生体リズムを狂わせる旅行などは、通常、整備現場では関係ない。整備士が作業を完了させるために遠隔地の現場に向かうのは例外である。

#### 雇い主及び従業員の責任

疲労を招く条件は、単に作業場に由来するだけでなく従業員の自身の生活にも起因するものである。FRM を効果あるものにするには、雇い主と従業員の間で責任を共有する友好関係が必要である。

#### 職場の要因

職場の要因には、作業時間、人員配置、環境及び休憩時間が含まれる。

#### 人的な要因

疲労を招く人的な要因には、近隣又は家族との会話、関わり合いの時間、サイドビジネス、健康状態など睡眠の質や量を減らすものが含まれる。

#### FRM の対象

FRM の審査は、単に人の動きを分類するのではなく、仕事時間 (HOS) 限界並びに事故報告制度などに踏みこむとともに、その行動の意図する目的にまで踏み込んで分析する必要がある。多くのリスク管理方式に共通する最初の取り組みは、脅威の除去と脅威の緩和とを区別することである。(国際標準規格[ISO]2009 年発効; Reason, HobbsMurphy and Yates 共著 2003 年刊)この区別に徹することにより、FRM の3つの目標は、防止対策の一枚の層をなすと考えられる。

1. 疲労対策の最初で、最も明確な目標は、作業中の人を感じる疲労のレベルを低減することである。従業員の教育及び HOS 限界事項並びにシフト日程の見直しは、この目的に合致する介入の例である。
2. 介入の2番目は、疲労と生産性低下との関連性を断ち切ることである。これは、疲れた整備士がミスを犯すのを抑制したり、いったん疲労に起因するミスが起きたら捕捉することにより達成することができる。作業を中止してミスの原因を追

究する作業を加えることは、防止対策の一例である。

3. 疲労した整備作業員によるリスクの存在を管理するための最終手段は、可能な場合には、疲労に起因するものも含めてミスの影響を最小限にすることである。この例として FAR 121.474(c)に、疲労したひとりの整備員が、ETOPS 運航の両エンジンの整備作業を行う可能性を排除するための規制がある。このルールは、ある重大なエラーが一つのまま最小限になるようにしたのであって、疲労の軽減やエラーの発生防止をするつもりではない。

この AC は、メーカーと航空会社が「クリティカルな作業」を識別するために適切な分析を行わなければならないことを通知しています。たとえば、疲れた客室清掃のクルーが液体をこぼしたり、コネクションを緩めたりという最も基本的な作業が、時として重大な場合もあります。ポジションに拘わりなく、疲れた作業員が危険を冒すと仮定すること（決めつけること）は最善の選択肢である。

### どのようにして疲労を低減するか

疲労を減らそうとする介入は、必ず実用的でなくとも、職場での疲労を最小限とする意図であること。介入方法には、HOS の各種限界(自発的又は強制的のどちらか)、科学的手法、仮眠計画、教育、免勤制度、場合により通院処置などがある。これらの介入は次の各項に詳細を記載している。

#### HOS ( 仕事時間 ) 限界

米合衆国では、現在航空機整備事業に適用されている唯一の規則である HOS 限界は FAR 第 121.377 条である。また、HOS 限界は、非政府組織 ( 航空会社及び整備修理会社 [MRO] 認証リペアステーション及びその他の整備会社 ) によって作られている。この限界事項は先ず初めに労働日の長さを制限するために使用され、次に、疲労を低減するための機会として指定された睡眠と休息を提起している。

#### 科学的方式のモデル

科学的スケジューリングモデル。近年、多くの FRMS にソフトウェアモデリングシステムが組み込まれています。ソフトウェアモデルは、特定のシフトパターンから生じる可能性のある疲労レベルの推定値を生成するために得られた覚醒度および睡眠の概日変化を考慮に入れることができるので、HOS 限界を上回る利点を有する。スケジューリングツールとして使用する場合、ソフトウェアモデルはハード HOS 制限よりも大きな柔軟性を提供するという利点があります。ただし、ハード制限と組み合わせることもできます。スケジューリングモデルを利用するために、ユーザは従業員の仕事をを入力し、7 日間にわたって休憩時間を設定する。次いで、システムは、人が経験する可能性のある疲労のレベルを表す疲労スコアを生成する。閾値は、疲労レベルが容認できないリスクであるかどうかを知らせるために設定されます。ソフトウェアモデリングは包括的な FRMS の一環として有用なツールになることができますが、コンピュータ化されたモデルの能力と限界を意識して慎重に使用する必要

があります（独立輸送安全規制、2010）。疲労モデリングシステムの包括的なレビューについては、Mallis et al.（2004）。経営陣と労働者の間で、合理的で科学的なスケジュール設定が可能です。それはすべてにとって良い状況です。

### 仮眠のすすめ

仮眠は、防止対策としても有用であるし、シフト勤務の夜業に入る前にとったり、深夜シフト中の脅威を緩和する方法としても有用である。ある経験では、短時間の睡眠が作業能率の改善をもたらしたという。たとえば、PurFeyer,Herbison 共著,2002年刊は、**2連続12時間深夜シフト（午後7時から午前7時）の最初の航空機整備作業員の寝ずの作業効率が、午前3時にとった20分の仮眠で改善されたという報告がある。**2連続深夜シフトの2日目では改善は見られなかったという。その理由は明らかにされていない。他方で、40分以下の短い、管理された睡眠が、航空機操縦士の注意深さを明らかに増大させ、失敗の減少と刺激に対する反応時間を短くしたという報告（Roseknd その他著、1994年刊）がある。同様の報告が、交通管制官（Della Rocco,Comperatore,Caldwell,Cruz 共著、2000年刊）でも、トラック運転手（Macchi,Boulos,Ranney,Simmons,Campbell 共著、2002年刊）でも報告されている。

### 訓練教育教材

トレーニングと教材。従業員への教材の提供は、疲労に寄与する個人的なライフスタイルの要素に対処するために組織が取ることができるいくつかのステップの1つです。FAAは、トレーニング資料、ビデオ資料、ポスターなどのメンテナンス担当者向けの疲労に関する広範な教材を提供しています。この資料は、[http://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance\\_hf/](http://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/)でアクセスできます。航空保守技術者（AMT）、査察官、保守計画者、タスクスケジューラ、およびシフト作業員の家族は、シフト労働者が睡眠を得るのを助けるために疲労問題と措置に関する情報を得ることができます。就労時間、起床時間、睡眠時間、および時間は、疲労リスクを考える上で重要であることに注意することが重要です。また、睡眠の質に関連するすべての要因を考慮する。FAAのトレーニング資料は、これらの要素に対処しています。

### 免除休暇

あるFRMSは、疲労状態が仕事の遂行の妨げになると判断した場合には、突発的に職場を離れることを認めている（Cook 著、2008年刊）。病気休暇は、一般に従業員の健康管理上の制度であるが、疲労による職場離脱は前もって認められたものではない。組織は、従業員が仕事を中断すると告げた時、起こるかも知れない脅威と、予定外の休暇によって生じる混乱についての重さを判断する必要に迫られる。

### 医療処置

ある場合には、整備士の仕事上の疲労が、不眠症又は睡眠時無呼吸症などの病気に

よることもある（Kryger,Roth,Dement 共著、2005 年刊）。このような場合、問題の根源を探るため医学的療法が必要になる。殆どの FRM は、疲労の脅威を抱える従業員に適切な医学的療法を受けさせる手段を取り入れなければならない。

### いかにして疲労に起因するミスを減らすか

いくら従業員を十分に休養させたり業務申告時に注意をしても作業場から疲労を完全に無くすことなどできない。そこで、疲労した従業員がミスを犯す可能性を低減するため、適切な次善の防止策をとることが有効である。そのためのありきたりのスローガンは「あなたは疲れるだろう。どうしたら仕事で疲れた人のリスクを管理できるでしょうか？」となる。このための介入手段として、直接個人に向かう手法と作業内容に向かう手法のいずれか方法をとることになる。

### 直接個人に向かう手法

疲労のレベルを認識して一時的に支援できるための段階を取る方法はいくらかある。

#### ・自己診断

疲労を診断する最も良い方法は、従業員自らが診断することである。いくつかの簡易診断ガイドもあるが、使用する場合には、人が自分の疲労度合いを常に正確に診断しないことに注意することである。

#### ・科学技術

シフト勤務開始時点における疲労の危険レベルを調べたり、継続的にパフォーマンス(疲労による能力低下)を検出することが、いくつかの技術で可能です。ほとんどの場合、精神運動能力試験は、調査研究に広く用いられており、疲労時の人の「寝ずの番の能力」測定に有効な指標であることが示されています。このようなテストには、各個人のベースラインを確立するための一定期間のパフォーマンスモニタリングが必要です。

テストは、通常、ハンドヘルドデバイスまたはスマートフォンにインストールされ、通常、刺激に対する人の反応速度を測定する。(Dinges and Powell, 1985; Thorne et al., 2005)Psychomotor Vigilance Test (PVT) と他のそのようなテストの 1 回の使用は、疲労レベルを確立するための戦術的な手段ではないことを理解しなければなりません。

しかし、PVT や同様のデバイス/テストを集積性(一貫性)を持った使い方をすれば、FRMS にとって戦略的ツールになる可能性があります。

目の動き、瞬き速度、パフォーマンス尺度、および音声分析などの他の技術もまた、作業者の疲労を検出する方法として有望である。

繰り返しになるが、そのような装置は FRMS の戦略的部分である。

警戒監視システム(alertness monitoring system)は、近い将来メンテナンスに採用される可能性は低いが、最終的に FRMS 全体の一部になると考えられる。



- ・ **エクササイズ**

ある調査では、ちょっとした散歩などのエクササイズが、注意深さを増進し、ある種の精神運動機能の疲労に一時的な効果をもたらしている。(Bonnet 著,2005年 Bonnet,Arand 共著,1998、Wilkinson 著、1965年)この効果は一時的なもので、たった数分しかもたないのである。激しい疲労を経験した熟練作業者は、これを「時間切れ」と呼び、ちょっとの間、工具を置くか、倉庫室の中をウォーキングするなど、体を動かしたりする。しかしながら、こうしたものは、ほんの数分で終わる息抜きであって、長期にわたる疲労管理手法として実施できるものではない。

- ・ **環境**

作業環境である側面は、疲労を悪化させたり、覆い隠す働きをする。作業環境の改善が、整備員の疲労の改善に役立ったケースもある。明るい照明が注意深さを増強し、疲労した人たちのミスが発生が減ったとの証明もある(Cajochen 著、2007年刊、Caldwell 他著、2009年刊、Campbell,dawson 共著、1990年刊、Dawson,Encel,Lushington 共著、1995年刊、Moore-Ede 著、1993年刊)。これらの見解は、蛍光浸透探傷検査など暗い環境下での作業を思い起こさせるものであるが、疲労した人たちにとって特別なやりがいのある挑戦であろう。新鮮な空気や冷たい空気に触れたり、乾燥した空気に触れると疲れがとれたりするが、その恩恵は一時的で、しかも、わずかなものである(Bonnet 著、2005年刊、Moore-Ede 著、1993年刊)。疲れに影響されやすい人には心構えも影響を与えるものである。疲労した人では、立った状態又は歩く状態での体の動きは、うつ伏せ状態又は座った状態からの体の動きより生じにくい。

- ・ **カフェイン**

カフェインは広く使用されている覚醒剤で、注意深く適度に使用すれば、整備職場における総合的な FRM の一助になりうるであろう。カフェインの半減期はおよそ5時間位なので、シフト勤務者は睡眠時間までカフェインが残らないように注意すべきである。カフェインを仮眠の間に飲用した場合は例外である。カフェインを使用した後の30分間は、注意力増強効果は現れないので、使い勝手のよい仮眠時間などの空白時間を利用するのがよい。カフェインと、それに続いて短い仮眠時間を摂ることで、仮眠後の2時間は、疲労を著しく抑制することが明らかにされている(Reyner,Horne 著、1997年刊)。カフェインを疲労防止剤として使用する時には、カフェイン依存症にかかった人への薬剤よりカフェインが弱いからと云って、カフェイン入りのドリンクを日常的に飲用することは、一般的に避けなければならない(Milner,O'Malley 著、2007年刊)。

### **危険な作業に直接向かい合う対策**

個人の疲労の程度を管理することに加え、整備員への仕事の割り振りを変えること

により、整備上のミスと疲労との連鎖を断ち切ることができる。なぜなら、世界中のFRMは、操縦士又は車両運転手に向けたものなので、作業内容を基準にする取り組みは、相対的に注目されていない。作業内容を基にした取り組みは、作業内容が、特に慎重さが必要な作業から、あまり慎重さを要しない作業へと、常に変化するという考え方に基づいている。この取り組み方法は、多分に、ミスが引き起こす避けようのない重大性ではなく、ミスは仕事上で発生するという観点に基づいている。被害を最小限に留めるための作業内容を基にする取り組みには、作業が行われる時点の変更か、又はどのように作業を行うかの変更の二通りがある。

#### 作業計画

整備計画に影響するため作業項目を変更できないとしても、注意深く作業項目を組み立てることで作業により疲労を招くおそれを減少させることができる。多くの整備組織は、作業項目を組み立てる時に、作業の進め方に疲労のおそれを想定することを呼びかけることはしない。いくつかのケースでは、個々の整備員は、作業を行う時間帯について非公式のノルマが与えられている。たとえば、AMTでは作業実施時期が自由裁量となっていて、危険を少なくしようとおもえば、最も難しい作業項目をシフト帯の早い時間帯に実施して、比較的単純な作業項目をシフト帯の後半に残すことさえある。大きな組織の殆どで、AMTは作業項目のシフト内の実施時期のコントロールを制限しているのに、クルーのリーダーである班長、又は、場合により作業進行係の者が、疲労による障害を最小限にするよう作業の順番を組み立てる。したがって、その人たちが、人間の活動中の疲労による障害に気を配ることが重要なのである。下に示す作業形態は、疲労に関連するミスの疑われるものである。

- ・ 人事調整者
- ・ 深層心理監督
- ・ 訓練
- ・ 不具合探求
- ・ 試験
- ・ 較正
- ・ 検査
- ・ 仕事の計画
- ・ 作業の文書化

#### 業務の修正

ある場合には、疲労に起因するミス発生のおそれを低減する、又は、ミスの存在を発見するために作業計画を修正することがある。このような作業内容を基にする防止対策は「耐疲労性」として引き合いに出されることがある。整備作業においてリスクを低減するための作業内容を基にする手法には下記の事項が含まれる。

- ・ 親密な監督

- ・作業内容によって二人又はチームでの作業
- ・作業項目のローテーション
- ・点検リスト
- ・経験者による新人への支援
- ・シフト交代時の交流 / 打ち合わせ
- ・長々と繰り返す作業から以下の内容を含む短い作業へ
- ・自主検査 及び
- ・運転検査、機能検査又は定式化された自主点検

### どのようにして疲労によるミスを最小限に留めるか

疲労を減らし、疲労関連のミスを防止又は見つける努力を尽した後でも、作業中に発見される疲労に起因するミスを最小限にすることである。すべての整備業務が飛行安全に影響するものであるにも関わらず、作業内容は、安全にあまり拘わらないものから安全に直接関わるものへと変化する。被害を最小限に留めるには、前で述べた防止策とは違って、**ミスが発生する確率ではなく、疲労に関連するミスの重大性の焦点を当てるように変更することである。**この取り組みをスローガンにすると「我々の努力にも拘わらず疲労に起因するミスが後を絶たない。どうしたらこのようなミスが深刻な被害を及ぼさないようにできるでしょうか。」

#### ・被害の最小化

航空機整備の疲労を視野に入れた被害の最小化は、最も安全に重大な影響をもたらす作業項目を激しく疲労した人たちにやらせないことである。この取り組みは、疲労に起因するミスの発生を防ぐものではないが、ミスの影響を減らすであろう。たとえば、もし深夜シフトで分解作業と、それに続く組み立て作業があるとすれば、**できれば、分解作業は疲れが溜まる時間帯に計画し、組み立て作業はあまり疲れの溜まらない時間帯に実施することである。**こうした編成は、組み立て工程中のミスは、分解行程中のミスより深刻だという前提に基づいている。

#### 段階的制限

疲労対策として、仕事の責任に対する段階的な制限の概念が提案されている。これは、疲労のレベルが上がるにつれて、重要な作業の段階における個人の関与を徐々に制限するというものである。メンテナンス要員の認証 (certification) と検査の権限は、**12 時間以上勤務しているときには、限定されるべきであると提案する者もいる** (Jauregui and Hosey, 2005)。例えば、**熟練技術者 (technician) は、シフトが 12 時間 (day シフトの場合)、8 時間 (夜間シフトの場合)、または 7 日間で 48 時間を超えると、疲労の「中程度」リスクであると判断することができる。**これらのスタッフは、二次的な独立した検査、詳細な検査、または構造的に重要な品目や重要なシステムへの関与を禁じられている。熟練技術者は、**DAY シフトが 14 時間を超えて (夜間に 12 時間を超えて) または 7 日間に 60 時間以上働いたときに、疲労の「極**

度の」リスクにあると判断される。上記の制限に加えて、「極端な」疲労の危険にさらされている人員は、重要な任務 AD の実行や検証をすることは許されず、エンジン運転を担当することはできません。重要なシステムの機能的および運用上のチェックを担当し、航空機のタキシーもできない。「許容されない」疲労リスクは、ある人が 16 時間（1 日のシフトとして開始された場合）または 14 時間（夜間のシフトとして開始された場合）、またはより多く働いた 7 日間で 72 時間以上である。「許容されない」疲労リスクを有するスタッフは、どんな作業活動を行うことも安全とはみなされない。

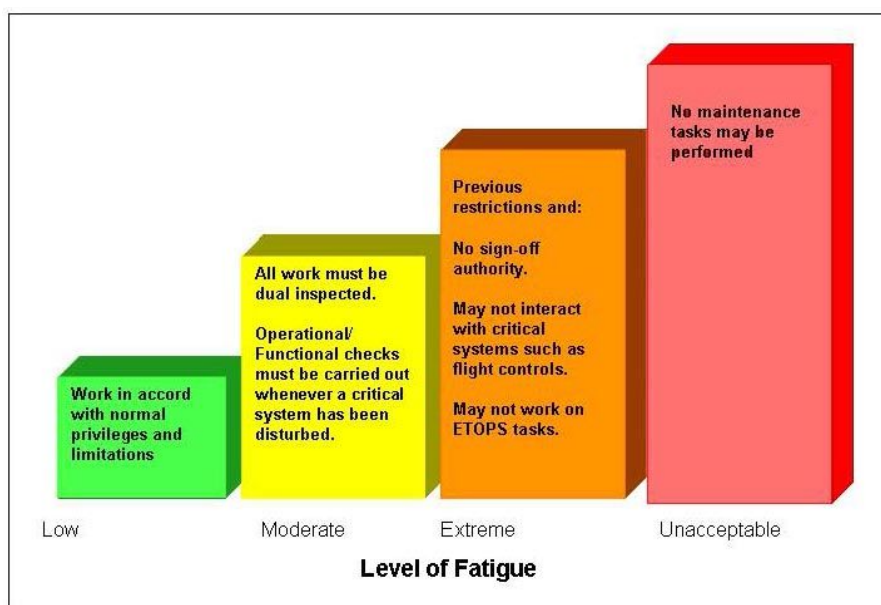
#### 「(込み入った)複雑な活動の測定」新たな追加

この AC は、仕事の複雑さや仕事に関連するエラーの確率や厳格性を含めた、全ての仕事にそのレベルやリスクの指定をする、という提言をしているものではない。このような大変な努力を「FRMS の一部として」している間に、休息の取れた整備要員を代替りの者として“適切なひと”が必要とされる複雑な活動をすると考えられる事を確立することができる。

#### 「評価」新たな追加

上記は、疲労の最も一般的な評価には、休息の量、起きている時間数、および DAY 時間が含まれると言ったが、組織としては、物理的/精神的緊張の種類、環境条件、産業上の課題などの要因を認識していなければならない。したがって、HOS（勤務時間）は潜在的な疲労の唯一の決定要素になることはできない。

図 2 作業上の責任の制限 - 例



疲労リスクが大きくなるにつれて作業に対する責任が段階的に制限される例

#### 疲労の度合

微小：通常の規範及び制限に従って作業する

中程度：すべての作業について二重検査を行わなければならない。

重要なシステムが障害を起こした場合には、必ず、運転 / 機能検査を実施しなければならない。

極度：前述の制限及び署名する権限がない。

操縦系統などの重要な系統に携わることが出来ない。

ETOPS ( 延長航空 ) に関する作業は行えないことがある。

許容されない：整備業務に従事できない。

「疲労に対する防御壁の実施」新たな追加

防御壁のコンセプトは、重大な事態からヒューマンエラーを妨げるために開発されたものである。疲労の気づき・認識について潜在的な弱点を組織は持っている。それは、人為的な失敗は疲労に気づくことと理解できるかである。"すべての事象の約80%は人的ミスに起因している。80%の人間のエラーがさらに分解されると、事象に関連するエラーの大部分は潜在的な組織の弱点に由来することが明らかになる。" (DOE-HDBK-1028-2009、ヒューマンパフォーマンス改善ハンドブック、第1巻、概念と原則、ページ1-10、1-15、2-9) 組織は、人間のパフォーマンス向上ツールを利用して、管理上のコントロール、ポリシー、および手続きに対する防御上の障壁を構築する必要がある。

(DOE-HDBK-1028-2009、第2巻、個人、作業チーム、およびマネジメントのための人的パフォーマンスツール) を参照のこと。

これは、すべての分野と組織のすべてのレベルに関連する重要な仕事を識別することによって実行できる。そして、識別された重要なタスクごとに、重大な事象に入り込むヒューマンエラーの進行を停止させる管理制御を確立する。つまり、事象は発生するが、防御壁が入れ替わっているなど存在しない場合を除き、これらの事象は重大な事象にはならない。

## SMS 中の FMS

### 目標

輸送業界の公式 FRMS 向かう潮流がやがて航空整備業界へと到達した。航空整備業界に FRM が到達することで、疲労の減少、疲労に起因するミスの減少又は発見、疲労に起因するミスによる被害の最小化の三つの目標に対する取り組みを行うことを可能にした。殆どの疲労対策は、これら以外の目標にも取り組むことのできるものである。なぜなら、FRMS の取り組みは、操縦士並びに車両運転手に向けて独自に発展したものだったからである。しかしながら、整備業界は、疲労の脅威に向けて作業計画及び作業実施方法を変更する機会を数多く経験してきた。そのため、二番目と三番目の目標は、整備業界では特に注目されている。

### 指導の基準



規程に基づく法令順守の範囲を超える包括的な取り組みにより、脅威を認識し、リスクを管理することから、FRMS は SMS モデルの実務処理システムと言える( FAA 規則、2011 年 AC 120-103 発効)。FRMS は既存の FRM と組み合わせることも可能であるし、独自のシステムとしても発展することができる。以下の事項は FRM が発展した主要な点である。

- ・ FRMS は、経営方針、事故報告システム及び管理システム、反動的、事前的、予測的リスク評価、その他、一般的な SMS の要素を含む系統的な取り組みを必要とする。
- ・ FRM を効果的なものにするには、解決のために互いに意見を述べ合うという、雇用者と従業員の友好関係が不可欠である。
- ・ 大体、“疲労をゼロにする”ことは非現実的である。FRM に相応しい目標は、実行上、無理のないリスクとすることである。

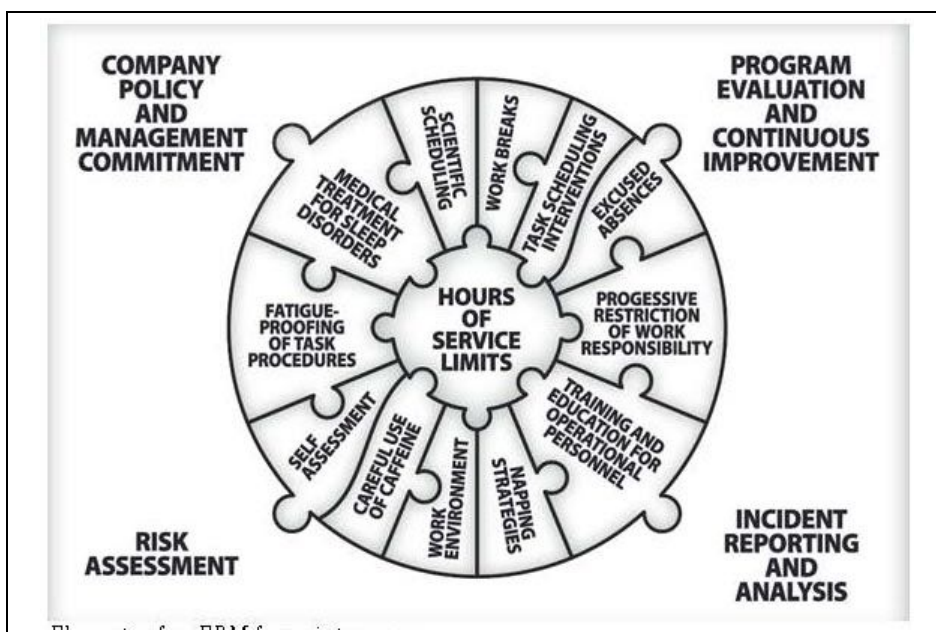
### 義務

FRM の実施に取り組む場合、必ず、組織のすべての段階での参加が明らかに重要である。より高い管理組織は、なぜ疲労起因の事故が、どんな文化的指導の下で発生するかという点も含めて、明らかにする義務がある。指導監督者又は中間監督者は、毎日の作業に FRM の指針を適用する責任がある。指導監督者、クルーリーダー及び計画者は、作業の割り振りと計画に、疲労と生体リズムの要素を加味することを確実に行うという重要な任務を負っている。個々の航空整備技術者 (AMT) 及び検査員は、作業の品質についての絶対的な責任を負っている。また、疲労とその結果についてよく理解し、十分に休養することに励み、作業場での疲労が生起した場合には、その処理方針に従わなければならない。

### HOS 限界

国際的な経験則によると、HOS 限界は、どんな HOS にもある中枢部分である。国としての HOS 規則がない場合、会社は、独自に科学的方針を基にした方針を開発することができる。HOS 限界に加え、整備向け FRMS には、作業の割り振り、作業環境、会社方針など組織レベルを含め、個人的課題としてのフィットネス、事故報告及び事故解析システム、リスク評価、及び、このシステムの定期的な評価と改善など介入範囲が広がる。

## 第 3 図 疲労リスク管理 (FRM) の構成要素



整備向け FRM の構成要素

John S.Duncan 作成 Flight Standard Service, Director

<p>【12 時方向から時計回りに】</p> <p>プログラムの評価とたゆまぬ改善</p> <p>事故報告及び解析</p> <p>リスク評価</p> <p>会社方針並びに管理上の責任</p>	<p>【歯車の中心】</p> <p>所定労働時間</p>	<p>【歯車の 12 時方向から時計方向に】</p> <p>作業の中断</p> <p>作業計画への介入</p> <p>免除休暇</p> <p>作業責任の段階的制限</p> <p>作業可能な者に対する訓練及び教育</p> <p>仮眠のすすめ</p> <p>作業環境</p> <p>カフェインの注意深い使用</p> <p>自己評価</p> <p>作業日程による疲労防止</p> <p>睡眠障害に対する医療処置</p> <p>科学的な作業編成</p>
---	------------------------------	--

航空連 整備連