

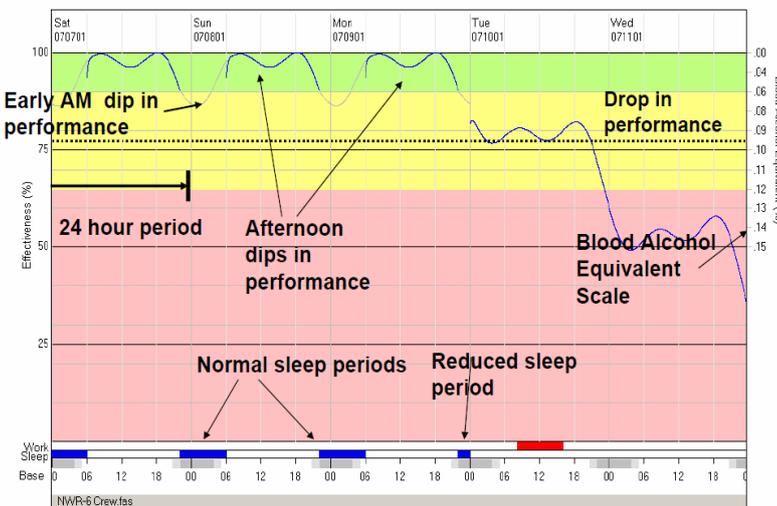
世界における近年の疲労研究の紹介

疲労評価モデル、ソフト開発と その活用例

「Human Fatigue : 疲労のリスクと疲労管理」を考えるシリーズ 10

これまで世界各国の研究機関で疲労研究が行われてきましたが、近年ではこれらの研究成果を基に、数値モデルとしての疲労評価ソフトも開発されています。これらのソフトモデルは、疲労度の予測や疲労リスクの評価の解析において、疲労度（覚醒度）を事前に数値やグラフで表すことができるようになっています。基となるデータは、サーカディアンリズム、目覚めてからの時間、予想される取得可能な睡眠時間、一日の覚醒度の変化サイクル、等です。既に実用化しているソフトモデルもありますが、今後は勤務スケジュールの安全検証（リスク評価）や勤務割りシステムにも幅広く使われていく事が予想されます。その中から今回は、米国 SAFTE/ FAST モデル、英国 SAFE モデル、スウェーデン TPMA モデルを以下に紹介します。

パフォーマンス（覚醒度レベル）

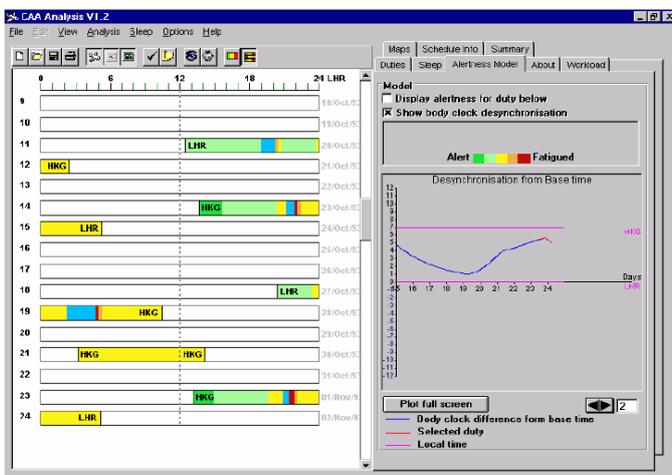


左、疲労評価ソフト (SAFTE/FAST) のアウトプット例 (勤務パターン)

縦軸、**認知・反応能力（運航パフォーマンス）**。
 背面の3つの色分け（緑、黄色、薄赤）で疲労度の程度を見やすくしている。緑部分は覚醒状態。薄赤の部分は高い疲労状態。離着陸時には制限値（FAAの例、数値 80 等）がリファレンスとして設定されている。縦軸値（疲労数値）70 以下はリスクが大きくなる。

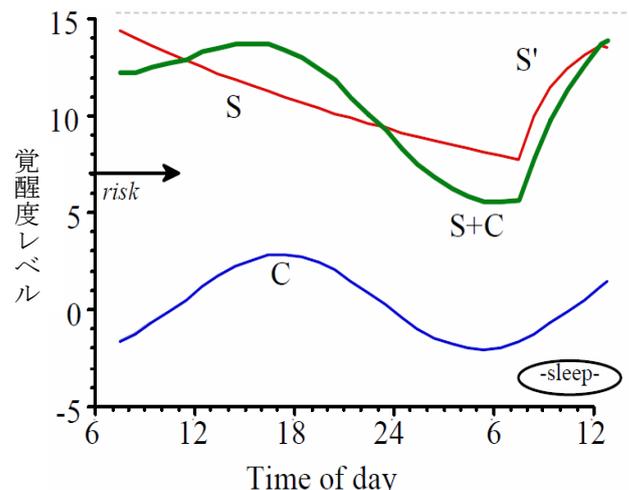
横軸、**一日の時間帯**

曲線のグラフで勤務時間帯のパフォーマンスの推移が示されている。



上図、疲労評価ソフト (SAFE) のアウトプット例

勤務パターンの緑色部分は覚醒している状態
 黄色→赤色へとなるにつれ疲労度が大きくなっている。



上図、疲労評価モデル (TPMA) のグラフ
 一日の眠気、サーカディアンリズム、覚醒度の推移。S=目覚めてからの時間経過による疲労指数、S'の部分は睡眠を取った場合の疲労指数の向上を表す。

疲労管理は下記のように様々な要因を考慮しなければなりません。

- 以前の勤務(Duty)
- 睡眠不足
- 勤務時間
- Work Load
- 目覚めてからの時間
- 体内時計のサイクル
- 時差の影響
- 次の勤務(Duty)

多くの 24 時間空港の出現、又 24 時間昼夜を問わない早朝勤務や夜間勤務の混合勤務の数々、徹夜勤務、そして多くの時差帯を超える超長距離運航 (ULR) の出現など、近年又将来の運航ニーズに伴い 不規則かつ複雑な勤務割りが増える中、それらに対応した疲労研究と、リスク対策も同時に不可欠なものです。 そのための一つの手段として多くの疲労研究から得られたデータを基にした「疲労評価ソフト」の活用で、事前に飛行中の覚醒度 (疲労度) を評価検証することが出来、勤務割りへの改善策 そして効率的な勤務割り作成の為の研究 (実用化) が進んでいます。

〈実際に必要な睡眠が取れたかの検証例〉

〔南オーストラリア大学 D.Dawson.
カナダ疲労リスク管理システムより〕

▪ Prior Sleep Wake Model(PSWM) の紹介

このモデルは一般航空労働者の勤務開始前、そして勤務終了に至るまでの個人の疲労度を客観的に把握する場合に使われるものです。



「勤務開始にあたって必要な睡眠が取れているか」の評価において 勤務開始前 24 時間以内の睡眠 (X) と 48 時間以内の睡眠 (Y) が考慮され (注、仮眠も考慮)、また目覚めてから勤務終了までの時間 (Z) は 勤務開始前 48 時間以内の睡眠時間 (つまり 図の Y) を超えないようにすべきとされています。

XYZ のある関係が、基準を下回ったスコア (ポイント) の合計により疲労度が計算され そのスコアレベルにより対策が行われる。0 スコアは対策はなし。一定のスコアレベルの超過により就労してよいかの評価判断を行うことになる。

(個人による疲労度の評価、睡眠と目覚めルールの研究の例)

ステップ 1	24 時間以内の睡眠時間 (上記 X)				
睡眠時間	2 時間以下	3 時間	4 時間	5 時間以上	
ポイント	1 2 (点)	8 (点)	4 (点)	0 (点)	
ステップ 2	48 時間以内の睡眠時間 (上記 Y)				
睡眠時間	8 時間以下	9 時間	10 時間	11 時間	12 時間以上
ポイント	8 (点)	6 (点)	4 (点)	2 (点)	0 (点)
ステップ 3	最後の睡眠から目覚めた後の、起きている時間 (上記 Z)				
ステップ 2 の「48 時間以内の睡眠時間」より多くなった時間 1 時間につき 1 ポイントを加える					
ステップ 4	全てのスコア (ポイント) を加える そして以下を参照				

スコア	コントロールするレベル
1 - 4	Self-Monitoring (自己モニター)
5 - 8	管理者によるモニター
9 以上	仕事へ適応するまで勤務に就いてはならない

一般に、職場での効率良い作業と健康的な生活を送る為には、24 時間以内の睡眠は 7~9 時間とされています。上記例では、疲労の症状やエラー、インシデント発生のリスクが増える目安として、24 時間以内の睡眠を 5 時間未満、48 時間以内の睡眠を 12 時間未満、の値をリファレンスとして設定しています。又、上記ポイント (スコア) は、疲労のリスクがどの程度安全に影響するかの度合いにより、職種によって数値が変わることもあります。