

発話音声による疲労状態評価検証実験の手法と結果

○ 塩見格一（電子航法研究所）

佐藤 清，澤 貢，水上直樹，鈴木綾子（鉄道総合技術研究所）

Method and Results of Experiments for Verification of Fatigue

Evaluation Method Based on Uttered Voice Analysis

Kakuichi SHIOMI (Electronic Navigation Research Institute)

Kiyoshi SATO, Mitsugu SAWA, Naoki MIZUKAMI and Ayako SUZUKI (Railway Technical Research Institute)

1. はじめに

交通安全の実現には、運転手が余裕ある心身状態で適度な緊張感を持ってその業務作業を行っていることが必要と考えられるが、今日その心身状態を、運転業務環境において、業務作業に何等の支障も与えることなく、且つ客観的に、定量的に評価する手法等は、未だ明らかにされてはいない。

発話音声からその発話者の疲労状態や緊張状態を評価できれば、必ずしも全ての運転業務形態に適用可能な訳ではないが、運転席にマイクロフォンを設置するだけで、運転手の心身状態が運転業務の遂行に好ましいものであるのか否か、判定することが可能となる。

我々は、発話音声をカオス論的な手法で解析することにより、発話者の緊張状態や疲労状態を評

価できる可能性が高いと考えている。^{1) 2) 3) 4)}

そこで今回、列車運転シミュレータを用いて、被験者がシミュレータ作業を遂行中に居眠りを起こすほど疲労させる実験を実施した。

2. 実験手法

実験のキーワードは、肉体作業、長時間運転、早朝時間帯であり、実験の概要を図1に示す。

実験は5日間より成り、始めの3日間をシミュレータの訓練に充て、残り2日間を疲労実験の本番とした。本番では、被験者に対して、5駅間の片道運転を1系列と呼ぶシミュレータ運転を、1試行8系列（約100分）として、運動前に1試行、運動後に5試行、睡眠後に1試行行わせる方法で実施した。なお、被験者に負荷した運動は、連続的な運転模擬作業中に強い疲労感や眠気を発

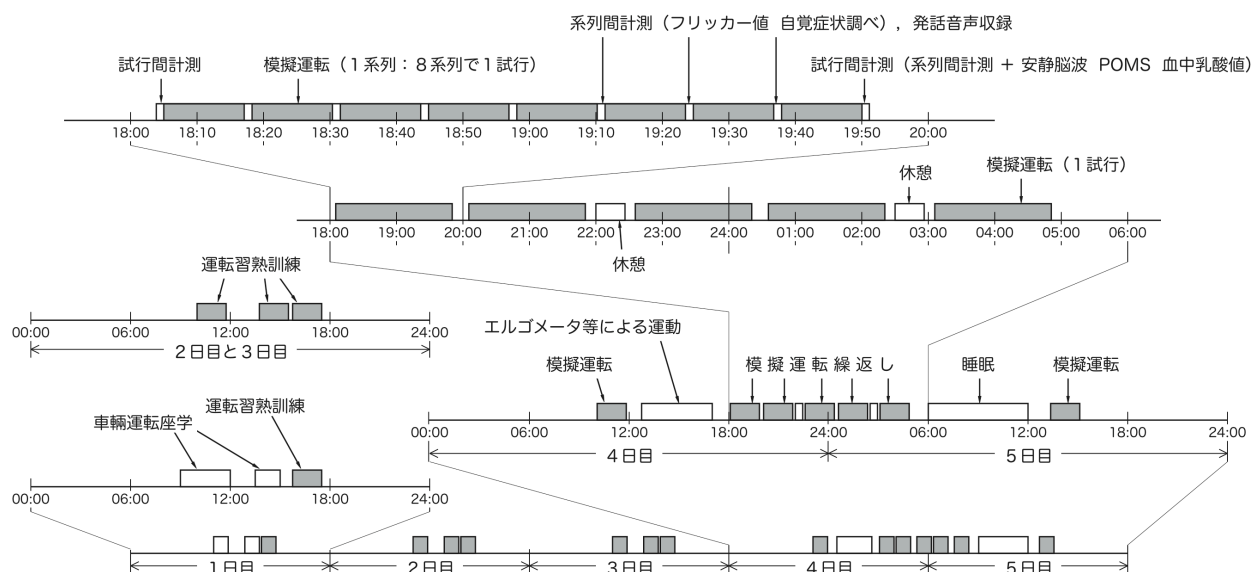


図1 列車運転シミュレータを用いた疲労計測実験の概要

現させることを目的として課したものであり、最高心拍数の 70～80% の心拍数における運動を、30 分置きに生理データの計測を行いながら約 4 時間負荷した。

実験では発話音声のほか、脳波、フリッカー値、心電図、自覚症状調べなどを測定した。

発話音声は、日本の昔話を 6～8 秒で朗読できるようにアレンジした 8 枚の朗読カードを用い、それらからランダムに 3 枚を選び、これを朗読させ PCM レコーダ (24bit, 48.0kHz) により録音することで収集した。マイクロフォンは AKG 社製のヘッドセット・マイクロフォン#420C を被験者の頭部に装着し使用した。

3. 実験結果

図 2 は 20 代の男性を被験者とした場合の発話音声から算出された脳活性度指数値とフリッカー値の経時的な変化を示している。

図 2 には、運動負荷後の連続的な運転作業模擬の継続により、脳活性度指数値、フリッカー値と共に経時的に低下している様子が現われている。また、連続的な業務負荷後の睡眠により両指数値共に運動負荷以前の値に回復していることも読み取ることができる。

なお、18 時から翌朝 5 時までの連続運転作業模擬期間中における脳活性度指数値とフリッカー

値の相関係数は 0.637 (データ数は 49) である。

4. おわりに

本実験結果により、発話音声により発話者の中樞系の活性状態の定量的な計測可能性が示された。

本実験においては、フリッカー値以外にも幾つもの従来指標による生体計測を行っているので、今後、発話音声による脳活性度指数値とこれらのデータとの関係も明らかにして行きたいと考えている。

今後、発話音声処理システムについては、環境雑音に強いマイクロフォンの選定を進め、また信号処理ソフトウェアについては 1 桁程度の高速化を計り、車載型装置としての実用化を目指したいと考えている。

参考文献

- 1) 塩見：発話分析から考える脳機能モデル，感性工学研究論文集，4(1)，3-12，2004.
- 2) <http://www.siceca.org>
- 3) 塩見，他：難易度の異なる暗算課題遂行時の心身機能変化 (1)，交通医学，59(1&2)，57，2005.
- 4) 澤，他：断眠時の音声リアプノフ指数の変化，交通医学，59(1&2)，56，2005.

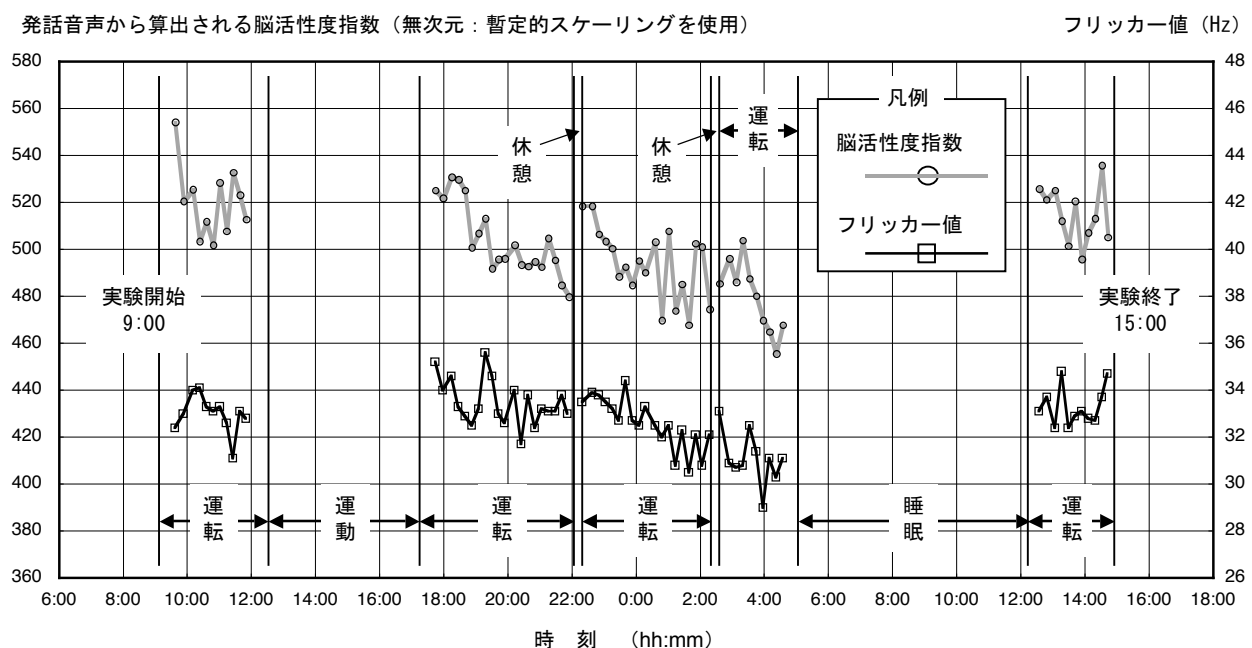


図 2 発話音声による脳活性度指数値とフリッカー値の経時的な変化