

バイタル情報活用による危険予知指標「注意力低下検知」の実証取組み

(株)ユビテック 正会員 ○宮内弘一 正会員 三上集 小林正幸
鹿島建設(株) 正会員 山上隆行 正会員 中村泰広 加藤淳司

1. はじめに

厚生労働省によると、令和3年度の建設現場における労災事故死傷者数の51%が「転倒」「墜落・転落」「はさまれ・巻き込まれ」によるものである。この大きな原因のひとつである「つい、うっかり」といった不安全行動の発生には、過度な疲労や睡眠不足などによって覚醒度が低下し、注意力が低下することが影響している。

本稿では、ユビテック社の作業者の安全見守りサービス「Work Mate」の危険予知機能である「注意力低下検知」の効果検証をユビテック・鹿島建設共同で実施した結果を報告する。

2. 実証背景とシステム概要

鹿島建設は、人、モノ、建設機械、環境等の現場情報を統合管理するシステム「Field Browser (フィールドブラウザ)」を建設現場の新たな管理手法として展開している¹⁾。大阪府枚方市の「新名神高速道路枚方工事：西日本高速道路株式会社（以下、枚方工事）」では、この「Field Browser」にユビテック社の作業者の安全見守りサービス「Work Mate」を連携させ、熱中症や転倒事故を始めとする現場関係者の安全管理を実施している。

本検証で利用した「Work Mate」のシステム構成を図-1に示す。スマートウォッチで利用者のバイタル情報を取得し、Bluetoothでゲートウェイと接続しクラウドへ情報送信する。クラウド側で注意力低下に関するロジック処理を行ってアラート有無を判断する。アラート発報は利用者のスマートウォッチだけでなく、PCなどの管理画面やメールで管理者に通知される。



図-1 システム構成

3. 注意力低下検知のアルゴリズム概要

過度な疲労や睡眠不足などによって副交感神経をはじめとする身体休息機能が発動すると、心拍数の低下とともに脳の覚醒度が低下し、注意力低下状態になることが知られている（図-2）。この身体の基本メカニズムに着目し、「Work Mate」では、スマートウォッチから取得したパルスと活動量（加速度）のデータをリアルタイムで分析し、活動量に対してパルスが平常時より低い状態が一定時間継続した場合に「注意力低下状態」と判定、アラートを発報する（図-3）。ここで、パルスと活動量に着目しているのは、現場での就業時間中を通

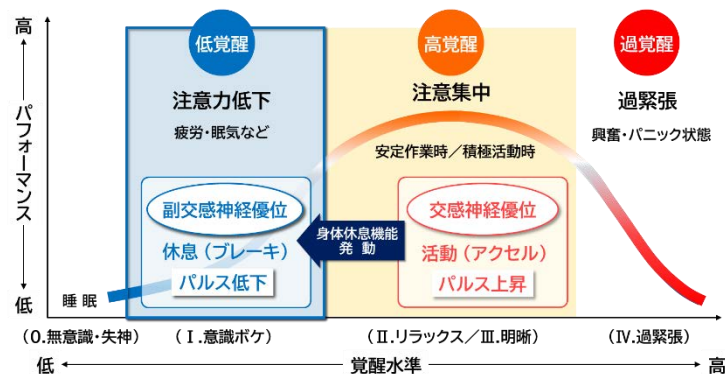


図-2 覚醒水準と自律神経の関係性

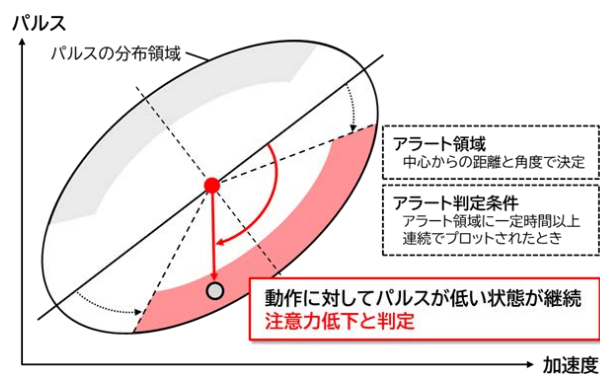


図-3 注意力低下検知のアルゴリズム概要

キーワード バイタルデータ、ウェアラブルデバイス、心拍、安全管理、危険予知、行動変容、注意力低下
連絡先 〒106-0047 東京都港区南麻布3-20-1 (株)ユビテック TEL 03-5447-6731

した自律神経のバランスを捉えるためである。また、パルスと活動量の分布は日々変動するため（図-4）、AI学習を行い、個人の体調特性と作業特性を反映する。なお、本アルゴリズムは、医学博士の学術指導のもとにユビテック社が独自に構築した。

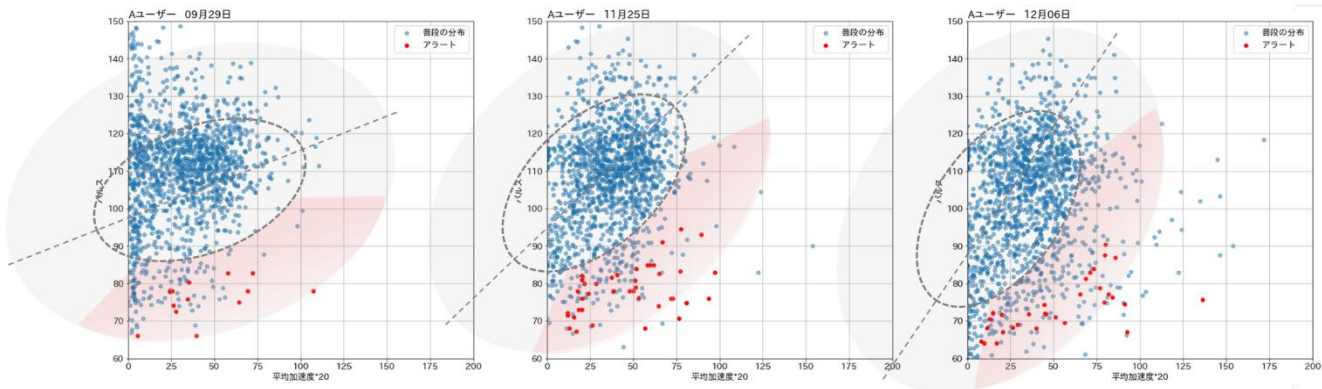


図-4 一定期間のパルス分布の推移と注意力低下判定例

4. 実証実験結果

建設現場での実証と平行して、注意力低下状態を客観的に評価する方法として、アラート検出時等に PVT (Psychomotor Vigilance Task) テストを行った（表-1）。本検証の結果、的中率が 70% 以上となり（図-5）、アルゴリズムの妥当性が確認された。また、あわせて、アラート検出時の自覚症状についてアンケート調査（表-2、図-6）を行った結果、体感との整合が約 70% となり、現場での機能面についても一定の妥当性が確認された。

5. アラート発報後の対処方針と今後の課題

覚醒度を高める方法は、一次的な応急処置と根本対策の 2 点がある。一次処置として効果があるのは、外部から刺激を与えることであり、建設現場での実用性を考慮すると、声かけや会話、簡単なストレッチが有効となる。今後の運用では、アラートを検出した場合、本人、職長、現場管理者に通知し、職長が直ちに本人へ声かけを実施、状態を確認の上で休憩取得や配置転換、帰宅などの行動変容を促す。また、アラート頻度が高い場合には、根本対策が必要なため、睡眠不足や慢性疲労などの原因究明に向けて産業医との連携を検討していく所存である。

参考文献

1) 中村ら：現場状況の一元管理（見える化）システムの現場適用とその効果，土木情報学シンポジウム講演集 vol.45，pp.125-128，2020。
2) Van Dongen HPA, Maislin G, Mullington JM, Dinges DF：The cumulative cost of additional wakefulness:dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. SLEEP 2003;2:117-126.

表-1 PVT テスト実施要領

項目	内容
参加企業	ユビテック社
実証工数	540人日
PVTテスト概要	視覚刺激への反応遅延回数を測定するもの。所要時間5分間のうちに画面上に不定期に赤丸が表示され、クリック操作までの反応時間を測定。反応時間に水準2)を設け、水準よりも超過した回数を反応遅延回数として集計
PVTテスト実施方法	アラート検出時、およびアラート未検出日は定時退社前に実施
評価基準	「反応遅延回数：6回以上」を注意力低下状態と定義し、アラート発報をした中で、反応遅延回数が6回以上となった回数の割合を的中率として評価

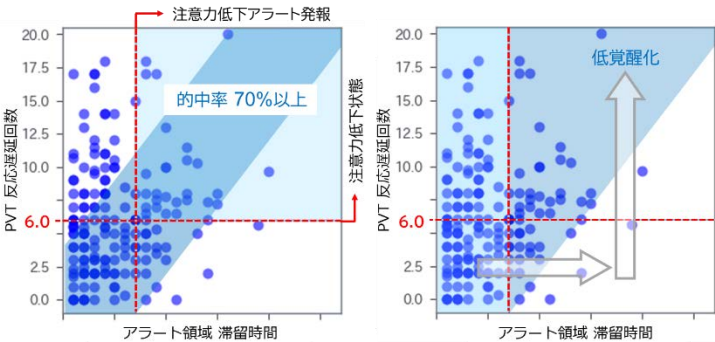


図-5 PVT テストによる妥当性評価

表-2 自覚症状のアンケート調査要領

項目	内容
参加企業	鹿島建設、ユビテック社、ユビテック社関連企業2社、計4社
実証工数	2,698人日
アンケート実施方法	アラート検出時、ウオッチ画面
評価基準	アラート発報をした中で、自覚症状があると回答した割合を評価



図-6 ウオッチのアラート表示とアンケート画面