

平成28年度採択  
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業  
戦略的基盤技術高度化支援事業

「業務車両オペレータの安心・安全な労働環境実現のための  
統合バイタル情報解析システムの研究開発」

研究開発成果等報告書

令和元年5月

(事業実施期間：平成28年度～平成30年度)

担当局 : 北海道経済産業局  
補助事業者 : 公益財団法人北海道科学技術総合振興センター  
(ノーステック財団)  
法認定中小企業者 : 株式会社H i S C

# 目 次

## 第 1 章 研究開発の概要

- 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標 . . . . . 01
- 1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者） . . . . . 04
- 1-3 成果概要 . . . . . 04
- 1-4 当該研究開発の連絡窓口 . . . . . 07

## 第 2 章 本論

- 2-1 統合バイタル計測機構の開発 . . . . . 07
- 2-2 AI を用いた行動要約とスケール混合解析システムの開発 . . . . . 08
- 2-3 知的バリューエィション機構の開発と検証 . . . . . 09

## 最終章 全体総括

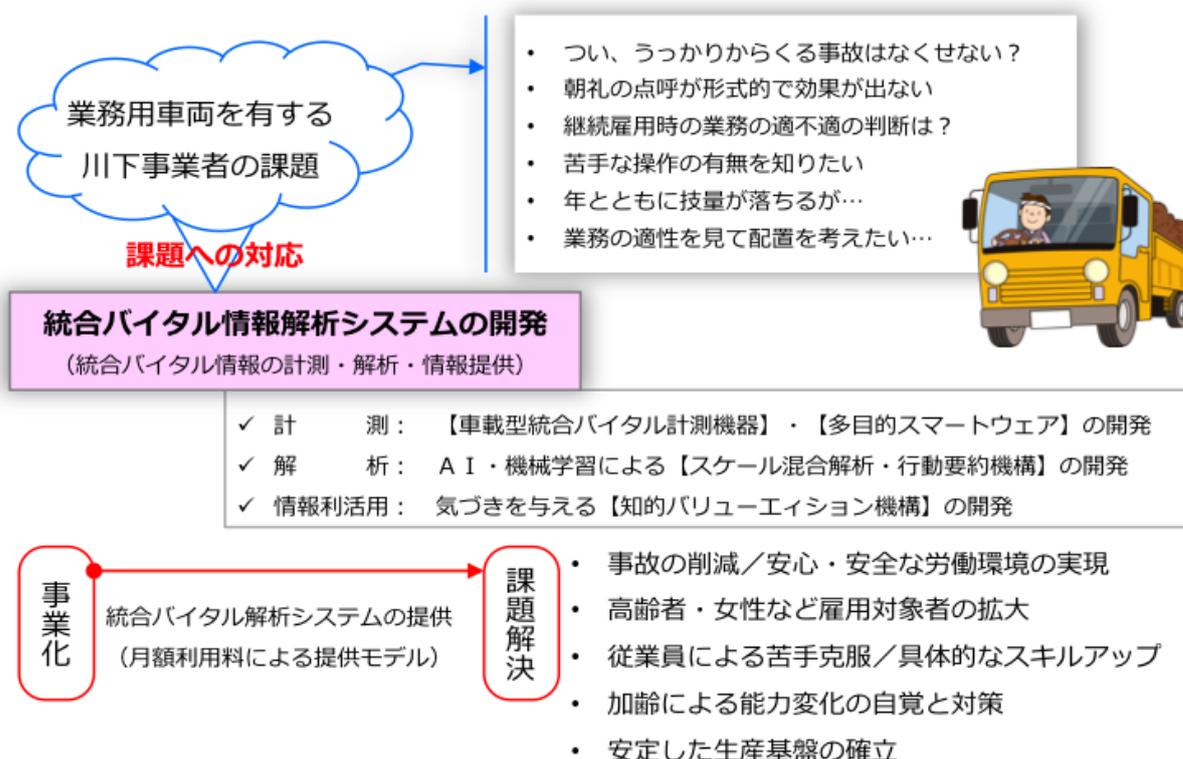
- 3-1 研究開発の成果 . . . . . 11
- 3-2 研究開発後の課題・事業化の展開 . . . . . 13

## 第1章 研究開発の概要

### 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

#### (1) 研究開発の背景

貨物トラックなど業務用車両の事故・労働災害は、信頼損失や賠償金等により企業の存続に影響を与える重要な問題である。公益社団法人全日本トラック協会の統計によれば、各社の教育・訓練の結果、事故件数は減少を続けているものの、平成21年度以降減少率が著しく鈍化しており、これまでの教育・訓練に加えて情報通信技術を活用するなどのブレイクスルーが求められている。また、トラック運送事業を含む自動車運送事業は、60代以上が15%以上、50代以上が37%以上を占めるなど高齢化が進んでいる。一方若者の新規就労が少ないことから、今後深刻な労働力不足に陥る恐れがあり、我が国の経済を支える物流における重要な課題となっている。このため、健康な高齢者や女性などの雇用拡大が求められており、そのためにも新規就業者に向けた新たなスキルアップと技量の確かな者の雇用継続あるいは再雇用の仕組みを構築する必要がある。



#### (2) 研究目的及び目標

本研究で開発する統合バイタル情報解析システムは、業務用車両等の動作状況と人の精神状態・情動を計測してそれを統合的に解析することで、業務適性やストレス度・緊張度等を定量化し、自然言語による診断レポートとして情報提供するものである。

このシステムの導入により川下事業者は、最大の課題である事故・労働災害の未然防止に加えて、業務適性の正確な判断基準の提供、苦手克服による従業員のスキルアップ、加

齢による自己能力の変化把握、適正業務の見える化による、雇用の安定化・長期化（定年後の再雇用の実現）及び拡大を見込むことが出来る。

研究を通じて開発するものは下記の通りである。

- ① 統合バイタル情報を扱うことのできるコアプロセッサ（プログラマブル SoC）
- ② 教師データ収集キャリブレーター
- ③ 車載型統合バイタル計測装置
- ④ 多目的スマートウェア
- ⑤ 汎化・個化データベース
- ⑥ 行動要約エンジン
- ⑦ スケール混合解析機構
- ⑧ 知的バリューエーションシステム

上記開発物は、「統合バイタル情報解析システム」として統合し、UVIAS（Unified Vital Information Analysis System、呼称ユービィアス）として製品化を行い提供していく。

提供先は川下事業者はもとより、最終的には技術応用することでサービス業、その他の産業にも展開を図っていく。

### (3) 研究開発の高度化目標及び技術的目標値

業務用車両からの動作状況（断続的な静止画像、動画情報、速度、加速度）と、運転する人の統合バイタル情報（SCR を含めた心拍、体温等の複数の生体情報）を計測し、この結果を AI・機械学習を用いて解析して、自然言語による具体的かつ有用な診断情報を提供するシステムを開発する。この診断情報により、管理・作業側双方にとっての安心・安全な作業環境の実現とともに、作業者の適切な能力評価による雇用の安定に資することを目標とする。

#### ●サブテーマ【1】 統合バイタル計測機構の開発

##### 【1. 1】統合バイタル情報を扱うことのできるコアプロセッサの開発

総容積：102cc→70cc 以下、厚み約：20mm→15mm 以下

省電力化：動作時間最長 1 時間～2 時間程度→6 時間～8 時間

##### 【1. 2】アナログ／デジタル SCR 相補検出方式の開発

SCR 検出精度の向上：50%前後→80%以上

##### 【1. 3】教師データ収集キャリブレーターの開発

PC、タブレット、同期装置等の組み合わせによる収集→一体化・ワンタッチ化

##### 【1. 4】車載型統合バイタル計測装置と多目的スマートウェアの開発／準量産設計

車載用：コアプロセッサとの一体型計測装置の開発

スマートウェア：3種類以上の形態の試作

●サブテーマ【2】 AIを用いた行動要約とスケール混合解析システムの開発

【2. 1】 汎化および個化データベースの開発

アカウント数 1,000 以上で速度低下しないこと

【2. 2】 行動要約エンジンの開発

10 分の行動データの要約処理を 1 分以内で実行可能化

【2. 3】 AI・機械学習によるスケール混合解析機構の開発

時間軸の異なる 2 種以上のデータの混合解析を可能化

●サブテーマ【3】 知的バリューエーション機構の開発

【3. 1】 気づきを与える知的バリューエーション機構の開発

3 パターン以上の情報提供種別の実現（レポート、アプリ等）

【3. 2】 業務フィールドによる検証と個人最適化研究

のべ 1,000 検体以上のデータ取得（1 人 1 回の計測を 1 検体とする）

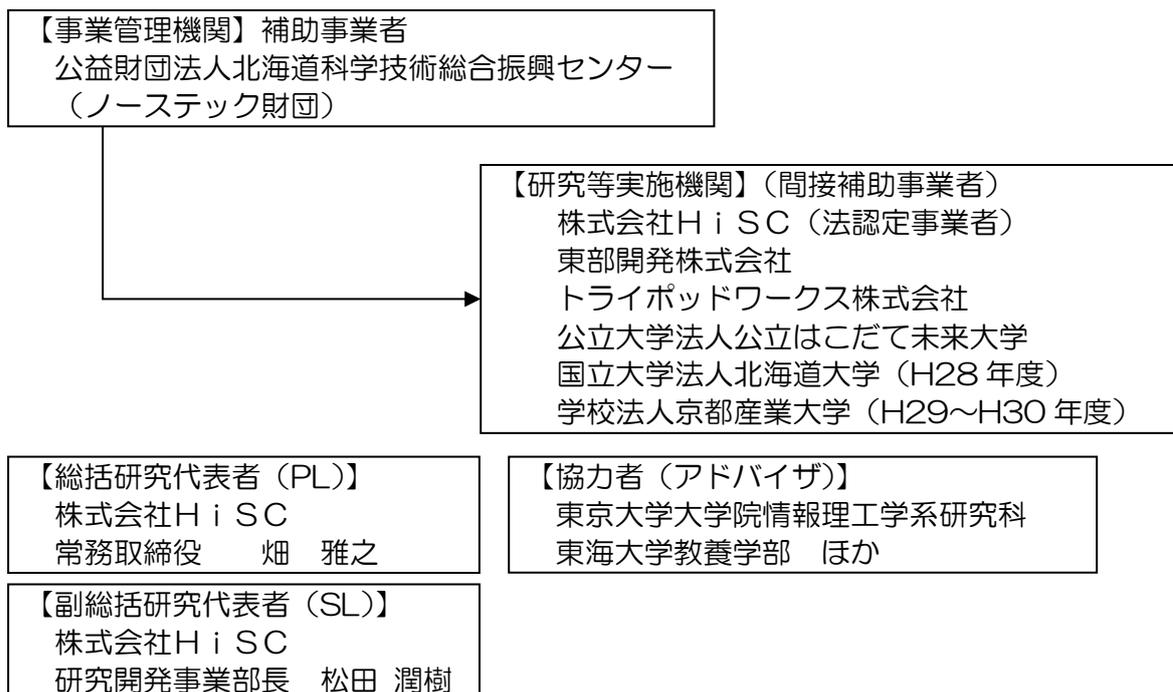
【3. 3】 システム統合とサービス提供方式検討

計測・解析・情報提供の完全一体化（パッケージング）の実現

2 種以上の販路・販売形態の確保／確立

	① 統合バイタル情報計測 (スマートウェア計測技術)	② 行動要約とスケール混合解析 (AI+機械学習応用解析技術)	③ 知的バリューエーション (付加価値情報利活用技術)
従来的な方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 侵襲的な計測項目</li> <li>・ アナログ方式中心</li> <li>・ データため込み型</li> <li>・ 大型・高価な機器</li> <li>・ 特定のバイタル情報に限られる</li> <li>・ 生体信号と機械からの信号は個別に解析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主に閾値とフィルターによる解析が中心</li> <li>・ 人的な俯瞰と観察</li> <li>・ グラフ等による情報提供</li> <li>・ 汎用評価中心</li> <li>・ できるだけ時間軸や取得精度を統一した解析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 解析結果を量的なグラフで表示</li> <li>・ 冗長な表現</li> <li>・ 専門的表現が多い</li> <li>・ 詳細であるが情報量が多い</li> <li>・ 注目点を自動的にピックアップしない</li> </ul>
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ デジタル方式での計測</li> <li>・ 人体を侵襲することなく被計測者へ違和感がない形での計測</li> <li>・ リアルタイムな上位への計測データを送信技術（同期あり）</li> <li>・ 複数機器で時間を同期計測</li> <li>・ 複数のバイタル情報を組み合わせて計測（統合化）</li> <li>・ 装置の小型化・省電力化</li> <li>・ 様々な場面にシームレスに使用できること（多用途）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AIを応用した、精度の高い解析</li> <li>・ 大量の実験データによる学習と精度向上技術</li> <li>・ GPS データ要約技術</li> <li>・ 人的情報（バイタル情報）と外的情報（機械の動作状況等）を組み合わせた解析と情動推定</li> <li>・ 汎化評価／個別評価両方に対応 どこからでも、安定的に、高速に参照できるクラウドデータベース設計と構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 気づきの自動生成方法</li> <li>・ 気づきを与える情報のピックアップ方法</li> <li>・ 要約に必要な抽象辞書の形成</li> <li>・ 気づき情報の発火点の決定</li> <li>・ 発生事象と関連性の推定方法</li> <li>・ 過去の気づきの関連付け</li> <li>・ 記憶定着しやすい情報粒度と抽象化の程度評価方法</li> </ul>
研究開発方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自社開発したデジタル式SCR測定器をベースにし、これを発展させる方向で研究開発を行う</li> <li>・ データ粒度の異なるセンサーの同期収容検討（プログラマブルSoC）で検証</li> <li>・ 最も被計測者に違和感がないか研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ クラウド上の高速かつビッグデータ対応のデータベースに関する研究開発を行う</li> <li>・ 解析するAIエンジンについて汎化評価のプロトタイプ版を個化する試作検討</li> <li>・ 個別評価及び外的情報を組み合わせる解析結果を考察</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AI／機械学習による気づきの探索</li> <li>・ AI／機械学習による想起される気づきへの命名評価</li> <li>・ 気づき間の関連付け評価</li> <li>・ 情報提供方法の検討</li> <li>・ 自然な日本文の生成（聞き取りアンケート評価）</li> </ul>

## 1-2 研究体制（研究組織・管理体制、協力者）



## 1-3 成果概要

### 【1】 統合バイタル計測機構の開発

#### 【1. 1】 統合バイタル情報を扱うことのできるコアプロセッサの開発

（達成事項）

- ・SCR を連続 8 時間以上記録可能なコアプロセッサ（2 種類製作）
- ・バッテリー非内蔵時の外形寸法と形状
- ・耐腐食性のある導電繊維電極（銀蒸着型布素材の採用）

（未達成）

- ・電池内蔵時の外形寸法（防爆等安全の為に既製品バッテリーを採用した為）
- ・車載温度環境への対応（高低温試験未実施）

#### 【1. 2】 アナログ／デジタルSCR相補検出方式の開発

（達成事項）

- ・相補検出に必要なアナログデータの記録（ノンフィルターRAW データとして）
- ・記録後のソフトウェア処理による A/D データの相補解析と検出
- ・サーバソフトウェアとして利用可能

（未達成）

- ・リアルタイム相補検出（実際のニーズが無かった為）

### 【1. 3】 教師データ収集キャリブレーターの開発

(達成事項)

- ・SCR 記録装置に包含する形実装 (ソフトウェアによる機能拡張)
- ・サーバ側処理で個人用設定の適用を可能とした
- ・他バイタルデータと併せて設定値を管理するためソフトウェアで実現

(未達成)

- ・独立筐体としてのキャリブレーター

### 【1. 4】 車載型統合バイタル計測装置と多目的スマートウェアの開発/準量産設計

(達成事項)

- ・Linux 内蔵型車載装置の完成 (温度要件未対応、データ収集有り)
- ・WiFi 経由での統合バイタル情報の収集機能 (一部車載未対応: 睡眠計)
- ・3 タイプのスマートウェア (掌、足下、背中中央部)
- ・スマートウェアの一部としての導電繊維電極 (掌、足下、背中中央部)
- ・約 50 式のスマートウェア (3 部位分)

(未達成)

- ・一体化したスマートウェア (初期試作後の検討で設計変更の為)
- ・心拍などの一部バイタルの分離受信 (専用システムが必要な為)

### 【2】 AI を用いた行動要約とスケール混合解析システムの開発

#### 【2. 1】 汎化および個化データベースの開発

(達成事項)

- ・汎化および個化データベースの完成 (LIFELOG-COMMUNICATOR 内で利用可能)
- ・学習情報としての個化データベースの構築 (血糖値情報等)

(未達成)

- ・データベース運用支援ツールの整備 (個人情報管理機能他)

#### 【2. 2】 行動要約エンジンの開発

(達成項目)

- ・OBD データ(車両挙動データ)の要約記号化 (可視化機能に適用済み)
- ・イベント情報からのタグ付け機能を実装 (ブレーキ、アクセル等の挙動を要約表示)

(未達成)

- ・要約情報の自然言語処理によるレポート化  
(コストを勘案し無償/有償サービス API の利用に変更)

#### 【2. 3】 AI・機械学習によるスケール混合解析機構の開発

(達成事項)

- ・機械学習機能の実装 (連続血糖測定データのクラスタリング処理に適用)

- ・時系列スケールの異なるデータの混合解析処理  
（LIFELOG-COMMUNICATOR の可視化処理で適用）
- ・GPS 情報による時刻同期解析機能（サーバ内処理で実現）

（未達成）

- ・リアルタイム解析（現在は、同期処理後スケールフィッティングを行って解析）

### 【3】 知的バリューエーション機構の開発

#### 【3. 1】 気づきを与える知的バリューエーション機構の開発

（達成事項）

- ・知的バリューエーション提供サービスの完成  
（LIFELOG-COMMUNICATOR から利用可能）
- ・延べ 1000 検体のデータ収集
- ・睡眠状態など体調情報の提供  
（融合グラフレポートとして LIFELOG-COMMUNICATOR から提供）

（未達成）

- ・気づきの抽出と提供（特徴量としてのタグ付けまで完成）
- ・スマートフォンへの直接的な情報提供機能（タブレット等の大型画面に対応）

#### 【3. 2】 業務フィールドによる検証と個人最適化研究

（達成事項）

- ・自己評価可能な評価スケールの完成（運転評価カラーマップ）
- ・計測時個人パラメータの適用機能

（未達成）

- ・計測時個人パラメータの自動生成と設定（現在は逸脱値の確認が必要）

#### 【3. 3】 システム統合とサービス提供方式検討

（達成項目）

- ・LIFELOG-COMMUNICATOR にシステムを全て統合  
（SCR 装置と車載記録システムと連携して機能する）
- ・PC 及びタブレットまでの利用環境提供

（未達成）

- ・スマートフォンサイズの画面での利用（近日対応予定）
- ・最終的な提供形態（料金、リース/販売の種別）

## 1-4 当該研究開発の連絡窓口

### 【事業管理機関】

公益財団法人北海道科学技術総合振興センター（ノーステック財団）  
クラスター事業部長 吉田克己  
〒001-0021 札幌市北区北 21 条西 12 丁目 コラボほっかいどう  
TEL：011-708-6526 FAX：011-747-1911  
E-mail：k-yoshida@noastec.jp

### 【研究等実施機関（法認定事業者）】

株式会社HiSC  
常務取締役 畑 雅之  
〒060-0031 札幌市中央区北 1 条東 2 丁目 5 番 8 号  
TEL：011-206-1003 FAX：011-218-2030  
E-mail：hata-m@hisc.co.jp

## 第2章 本論

### 2-1 統合バイタル計測機構の開発

#### 【1】統合バイタル情報を扱うことのできるコアプロセッサの開発

本開発においては、プログラマブルな SoC(System on Chip)を使用しているため、長期わたる研究開発においてもコストのかかるハードウェア開発を最小限に抑えることができた。バイタル情報は、導電繊維による電極開発と並行して進められたため、ハードウェアに求められる機能が大きく変化する事があり、それを吸収する上でのコアプロセッサの開発は良好に完了した。

また、当初設計ではバッテリーとコアプロセッサの分離型で開発が進められ、Version 4 型は当初目標の小型化とそのサイズを実現できたが、臨床実験におけるニーズを反映した最終型においては、電池を内蔵型としたため外形サイズは当初予定よりも若干大きくなっている。但し、最終試作機においては、内蔵基板を再設計し基板占有サイズと重量は小型化を図っている。この再設計を行った基板(コアプロセッサ)は、様々な装置へ組み込めるようモジュール化が行われた。



最終型 SCR 装置 Version-4 改

#### 【2】アナログ/デジタルSCR相補検出方式の開発

SCR 検出は、当初アナログ型の SCR 装置で検証が行われていたため、その検出処理においてソフトウェア的にアナログからデジタルへの変換を行っていた。アナログ型 SCR 装置は、音声変調したデータをスマートフォンの音声ラインからソフトウェアで復調する方式のため、アナログ回路部の調整が必要になったときには、大規模な改修が必要となっ

ていた。今回開発した PSoC(Programmable System on Chip)を用いたコアプロセッサは、A/D 変換部分をソフトウェア的に調整が可能なため、原波形のデータを活かしつつデジタル処理されたフィルターデータを得ることが可能で、事後処理ではあるが相補的な検出検証が可能となっている。

### 【3】教師データ収集キャリブレーションの開発

教師データ収集用キャリブレーションは、最終的な SCR 記録装置に取り込む事で一体化ができた。当初は、分離型の運用を検討していたが、現場(東部開発)の意見収集の過程で、現場において複数の装置を配置し運用するのは難しいとの意見を得たので、最終的に一体型の開発を行うとともにバッテリーの内蔵も行い運用性を高めた。結果として、データの収集ペースが上がり SCR データの解析のペースが向上した。現在は、クラウド側で収集したデータをキャリブレーションし、個人の特性に合わせた解析処理を行う様になっている。装置開発のコスト低減と運用性を高める結果となった。

### 【4】車載型統合バイタル計測装置と多目的スマートウェアの開発／準量産設計

車載型統合バイタル計測装置は、Linux 内蔵型小型 CPU 装置という形で実現した。WiFi コミュニケーションにより SCR とスマートフォンを結びデータの収集が可能となっている。

多目的スマートウェアは、電極を実装する基盤としての開発を初年度目指した。しかし、電極装着位置(掌部、足下、背中中央部)へのフィットを考える場合、分離型の方が安定しコンパクトになる事が判明し設計をやり直した。その結果、初年度末に分離型の導電系型電極が完成した。

## 2-2 AI を用いた行動要約とスケール混合解析システムの開発

### 【1】汎化および個化データベースの開発

SCR の検出においては、十分な汎化データベースが完成した。延べ 1000 検体以上(3 力年延べ)の原波形データが収集され、検索利用可能な状況になっている。汎化された検出データは、機械検出処理の数理モデル構築に使用され、SCR 出現判定に利用されている。

個化データベースは、特にバイタルとの融合後に発生するデータを元に構築されている。解析に影響を与えるパラメータは、個化情報としてデータベースにストアされ処理時に利用される。

### 【2】行動要約エンジンの開発

行動要約エンジンは、主に OBD(車両の挙動情報)からのデータを元に開発を行った。バイタル情報からの行動要約も開発を行ったが、適用範囲は血糖変化や心拍の一部にのみ適用した。主たる活用は運転中の行動要約である。行動要約後のレポート出力は、当初自

然言語処理を用いた文章生成を目指したが、無償/有償の自然言語生成 API サービスが市場に登場した事で、本研究ではその部分にリソースを配分せず、行動要約の原データとなる車両挙動の要約データの生成に注力した。結果、業務車両(配達車両)の時間帯別巡回解析や客層傾向可視化への応用が実現した。

### 【3】AI・機械学習によるスケール混合解析機構の開発

スケール混合解析とは、時系列分解精度が大きく異なるデータを融合させる解析方法であるが、本研究においては特に車両挙動と心拍や SCR、血糖値などの時系列スケールの異なる情報の解析を中心に開発を行った。特に、血糖値情報は1分精度の情報を1/30スケールの SCR 等と混合して解析するのは難しく、数理的な解決とともに医療分野の知見を必要とする研究開発が必要となった。そのため、AIを用いて血糖情報に自動的にタグ付けする事前処理を加えることで、身体の内的変化の行動要約を行いバイタルの推定情報と他の情報を融合する事が可能となった。現在、本研究で開発したポータルサービスにおいて、バイタル情報間の混合解析が可能となっており、その観察と状態判断ができるようになってきている。例えば、車両走行データと血糖値情報を時系列を揃えて解析する事で、食事摂取後の注意力低下や眠気の推定、倦怠感の予測が観察できるようになっている。今後の課題は、リアルタイムに解析ができるようにする事であるが、それぞれのバイタル計測デバイスの即時性に依存する部分があり、本研究においては対応が難しい状況で3カ年を終えた。

## 2-3 知的バリューエーション機構の開発

### 【1】気づきを与える知的バリューエーション機構の開発

本研究におけるバリューエーションの提供は「LIFELOG COMMUNICATOR」として完成した。車両挙動、バイタル、補完情報を組み合わせ新たな気づきを生み出すポータルサービスとして提供される。これまでに無い組み合わせのデータ間解析を、自動蓄積されたデータから自動的に考察点を導き出す点がこの機構の特徴である。特に自動車走行時の、運転手と同乗者の時刻同期を行った SCR(精神反応)のヒートマップは非常に示唆的である。緊張度の高い走路の塗り分けや重層化(みんなが緊張する場所)は、知的バリューエーションならではの機能である。高緊張下(時速200km/hで1時間走行等)における解析においては、疲労が進むと SCR の発現が低下し、危険予知や運動機能に影響があると推定されるデータも収集されている。(ドイツアウトバーンでの記録より：本件予算外の実験)

### 【2】業務フィールドによる検証と個人最適化研究

業務フィールドにおいては、業務車両と同等の走行状態を持つモデル車両において検証を行い、業務車両運転者への聞き取りによって個人最適化の方法を探索した。人には行動上のクセや習慣があり、必要以上に理想型に矯正を行うと逆に運転に悪影響を及ぼす可能

性がある。これまで釧路で3カ年行った走行試験とその後の聞き取り調査を元に、個人最適化の強度をどのように設定するか検討する必要がある。

また、最終年は運転時疲労に関連のある TPMS(タイヤ空気圧)情報の収集も同時に可能となり、より一層の知的バリューの高まったシステムが実現できた。各機関で個別に開発した WEB サービスを連携し一つのパッケージシステムとしてまとめ上げることができた。



### 【3】システム統合とサービス提供方式検討

初年度は、SCR 解析に特化したサーバ機能のみを実現したが、2年目より着手した BIO-SENSE-ANALYZER によりシステムの統合が進んだ。その後、3年目に BIO-SENSE-ANALYZER の機能を包含する形で LIFELOG-COMMUNICATOR を開発した。現在、この統合サービスの中には 12 種のサービス提供メニューがあり、現在も臨床データの収集を自動的に行い解析に必要な知見の獲得を継続している。

エンドユーザ向けの提供方式は、クラウドサービスへの月額利用形式を検討している。器機の販売は、保守コストや OS バージョンへの対応等の問題で、リース又はレンタル形式を検討している。いつでも整合の取れたシステムサービスを提供する事が重要であるため、月額課金と保守料を一本化し利用者が扱い安い料金体系を検討中である。

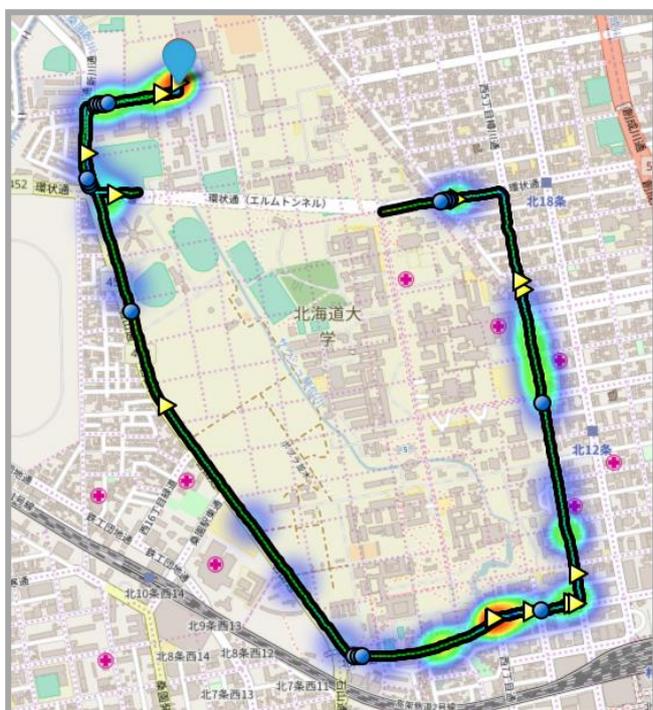


LIFELOG-COMMUNICATOR

## 最終章 全体総括

### 3-1 研究開発の成果

交感神経の興奮を SCR として機械検出することで、人間の驚きや恐怖、生理的な反射（トンネル入り口の明暗差等）、同調（興味のある物体が視野に入る等）等を可視化する事に成功した。しかし、SCR を単体で見つめる事では、交感神経が何が引き金となって起こっているか判断不能である。故に、他のバイタル情報と車両の挙動情報と融合解析を行い、情報にタグ付けによって推定する研究開発を行った。不規則な自発的刺激によるノイズが当初は考えられたが、行動解析の時間軸方向の刻みを荒くすることで、本来の人間の行動単位と整合が取りやすくなり考察が行い易くなった。これは、2 年目研究の OBD による車両イベント（ブレーキ、速度、加速、G センサー値等）とのスケール混合解析により、様々な知見を得る事となった。



緊張度を走路にヒートマップとして表示

緊張特性と個人が持つ緊張特性を観察できるようになった。走路が与える緊張特性を重層化表示することで、多くの人にとって緊張を強いる可能性のある走路が表出してくることがわかるようになった。

検出装置であるコアプロセッサにおける成果は、キャリブレーションデータも取得出来、かつ電源を内蔵したモデルを完成した事である。1 年目で開発を完了した Version-4 を元に 2 年目で製作を完了した Version-4 改モデルを 3 年目で評価熟成し多数の改良を行えたことが、その後の臨床実験に大きく寄与した。特に、同乗者の SCR 時刻同期記録には威力を発揮し、運転者の交感神経の評価と同乗者の評価を関係づけて考察出来るようになった事が重要である。これは、運転者の技量と乗り心地の良さを評価する原理研究に繋がるもので

特に大きな獲得成果は、車両走行の安全に関わる加速時と減速時のイベントとの関係が明らかになった事である。本研究によって可視化できるようになった「走行中イベントの交感神経興奮度ヒートマップ」によって、運転者の心理面の変化を時系列で捉えイベントとの関係を評価出来るようになった。例えば、ブレーキ前にどの辺りで緊張度が高まって (SCR が発現) いるか、加速中の緊張度はどのくらいの速度から発現しているか等である。また、狭い道や明暗差の激しい走路の緊張度の発生傾向も掴めるようになっている。これにより、走路が与える

ある。

これらハードウェア及びソフトウェアによって形成されたデータベースを用いたポータルサービスを3年間掛けて完成した。最終的には、日常バイタルも混合解析できるところまで機能拡張を行ったが、この混合解析においても運転者の安心安全につながる成果を得ている。2年目より連続血糖測定器を導入し、運転中の血糖変化を同時に記録するように進めた。3年目においては、運転時意外のバイタルも参考評価するために、心拍・歩数・活動量・睡眠レベルを24時間計れるリストウォッチを導入した。これにより、運転に与える睡眠の質の評価が可能になり、睡眠を阻害する要因の一つが明らかになった。それは、睡眠中の血糖値の変化で、睡眠中に血糖値が大きく変動すると、睡眠レベルが覚醒側に推移することがわかり睡眠の質を低下させていたのである。睡眠前に血糖値を上昇させる(遅い夕食、興奮等)と入眠とともに急速な血糖低下を招き、十分な睡眠の深さを得る前に覚醒してしまうのである。



LIFELOG-COMMUNICATOR SCR 検出レポート

これは、その個人の生活習慣に起因する可能性が高く、運転手の場合眠気や注意力低下、倦怠感の持続を招く要因になり得る。つまり、こうした要因を取り除くことで、運転者の安心安全を確保できると考えられる。そのためには、睡眠の質を多角的に評価しレポートをタイムリーに提示することが求められる。本研究においては、血糖値と睡眠についてはデータが揃えば直ぐにその状況を可視化でき、レポートを LIFELOG-COMMUNICATOR で確認ができる。これは、データ混合解析を用いた知的バリューエィションの提供とも言えるもので、本研究の最終的な成果とも言えるものである。

### 3-2 研究開発後の課題・事業化の展開

研究開発後の課題は、次の6点である。①車載要件(稼働温度/小型化/安全性)を満たす堅牢な製品作り、②リアルタイム検出機能の向上、③解析によってタグ付けする項目の充実、④臨床データの大規模な実施とデータ整備、⑤運転時に事故を誘発しやすいイベントでのSCR計測データの収集、⑥フィット性を高めた装着違和感の無い導電布電極の開発改良。これに加え、ヘルスケア分野でのマーケットが期待される事を想定し、CEマークや医事認証の取得が必要と考えられる。

事業化展開においては、自動車においては自動運転や安全機能の充実により、運転者自身の問題に自動車メーカーが積極的に取り組まなくなる可能性が高い。今後は、自動運転車両や安全機能介入(自動ブレーキやオートクルーズ等)にある車両における「乗り心地評価」にターゲットを絞って事業展開を考える必要がある。

また、ヘルスケア市場においては、加齢評価や神経障害の診断、高齢者のバリアフリーへの応用などが有望である。既に幾つかの分野については、海外の研究機関と共同研究を推進する予定である。

以下、想定する業種毎の事業展開について示す。

#### 1) カーディーラー

試乗車に車載して、運転者の運転傾向、同乗者乗り心地をリアルタイムに計測、タブレット等で具体的に表示するサービスを提供する。これにより運転しやすい、乗り心地がいい、といった感覚的な評価から、本人の好みを具体的に定量的に表示することで、セールスポイントを特定し、意思決定の支援につながり、カーディーラーにとって詳細な個別販売戦略を立案できることに加え、話題作りによる来店誘導にもつなげることが出来る。

#### 2) バス運輸業・タクシー業

バス・タクシー運転士の統合バイタル情報を取得することで運転中の状態をリアルタイムに把握し、異常があればすぐにアラームを発報する機能は、多くの乗客を乗せるバス運輸業・タクシー業で非常に有用である。特にSCRを取得することによる死活判定や、単に加速度等から判断することでは得られない、危険運転の「予兆」を検知できることが有効であると考えている。また乗客席で統合バイタル情報を計測すると、いわゆる乗り心地が定量的に検出できるので、運転士の技能の客観評価によるCS向上にも資するものと考ええる。

#### 3) 福祉産業

小児、障がい者、認知症発症者等、快不快を正確に発話できない被介護者の統合バイタル情報を、リアルタイムに計測して業務従事者に定量的に情報提供することで、被介護者の状況をより詳しく知ることが出来るようになり、介護サービス品質の向上につなげる。具体的に痛い、つらいをアラーム表示する機能、介護業務従事者のスキルレベル向上のため

め 良い点・苦手な点を具体的に記載した情報提供機能があげられる。

#### 4) 競技スポーツ産業

競技者の統合バイタル情報を、競技に違和感の無い状態でリアルタイムに計測し、成功/失敗時の緊張状態、精神状況を科学的に分析し、競技者、コーチに定量的に情報提供することで、より安定したコンディションを作り出す練習につなげることが出来る。ファーストターゲットとして氷上心理戦でもあるカーリングを想定している。