

呼気アンサンブルマーカースセンシングによる堅牢な生体化学情報の抽出

Robust Human Chemical Information Analysis via Ensemble Breath Markers Sensing

九大先導研¹, JST さきがけ²

○長島 一樹^{1,2}, Chaiyanut Jirayupat¹, 細見 拓郎^{1,2}, 高橋 綱己^{1,2},

Guozhu Zhang¹, 金井 真樹¹, 柳田 剛¹

IMCE Kyusyu Univ.¹, JST PRESTO²

○K. Nagashima^{1,2}, C. Jirayupat¹, T. Hosomi^{1,2}, T. Takahashi^{1,2},

G. Zhang¹, M. Kanai¹ and T. Yanagida¹

E-mail: kazu-n@cm.kyushu-u.ac.jp

【緒言】揮発性分子群から構成される生体呼気は、血液や尿と同様に生体活動の代謝物質であり、個体情報や各種健康状態、疾病の予兆を含む膨大な化学情報の宝庫であることから、生体呼気センシングは人と生活環境とのインタラクションを理解・デザインする上で欠かせない技術として期待されている。しかしながら、単一マーカ分子の選択的検出に立脚した従来の生体呼気センシングでは、変動する活動環境下において生体化学情報を安定的に抽出することが困難であった。例えば、血糖値診断のマーカとして知られるアセトン濃度は運動中においても大きく変動することが知られており、アセトンのモニタリングでは血糖値診断が可能な環境は実質的に制限されている。そこで本研究では、様々な活動環境下で安定的に生体化学情報の抽出を実現するアプローチとして、相関する多成分マーカ分子群“アンサンブルマーカ”のセンシング・データ解析法を提案すると共にその有用性を報告する。

【実験】ヒト呼気を呼気バッグにより捕集した後、ガスクロマトグラフ質量分析装置(GCMS)により得られた呼気成分のクロマトグラムから質量電荷比 m/z と保持時間を 2 軸とする 2 次元呼気成分マップを取得した。様々な活動環境下(空腹、糖摂取、運動、飲酒)における呼気成分マップを血糖値と共に取得した。血糖値の評価は採血による血液測定、及び皮下間質液による糖濃度測定により行った。各種活動環境下において得られた呼気マップ、及び血糖値を教師データとして分類器を構築した後、機械学習により血糖値判定精度を学習に用いる呼気マップのピーク数と併せて評価した。また、同様の評価を 16CH のケモレジセンサによるセンサ応答シグナルを用いて行った。

【結果】GCMS より得られた呼気マップにより様々な活動環境下(空腹時、運動時、飲酒時)における血糖値判定精度(2 クラス)を評価した結果、系が複雑になるにつれて、単一ピークによる血糖値判定精度の減少傾向が観測された。一方、学習に利用するピーク数の増加に伴い血糖値判定精度の上昇が見られたが、判定精度が最大となるピーク数は系の複雑さに伴い増加した。各活動環境下において血糖値判定に寄与する上位 20 種のマーカ分子を同定した結果、それぞれ大きく異なるマーカ分子種が確認された。本結果は、変動する活動環境下において、安定的に生体化学情報を収集するためには、相関する多成分マーカ分子群“アンサンブルマーカ”の抽出・解析が不可欠であることを示唆している。上記知見に基づき 16CH ケモレジセンサの呼気応答シグナルと血糖値との相関性を検証した結果、センサ CH 数の増加に伴う血糖値判定精度の上昇が観測され、最も複雑な系(4 クラス)において最大 93%の血糖値判定精度が得られた。本研究で提案する方法論は、生体呼気から多次元の生体化学情報を安定的に抽出することを可能にするものであり、人と生活環境とのインタラクションの理解・デザインへ向けた生体呼気センシングの中核技術として期待される。