

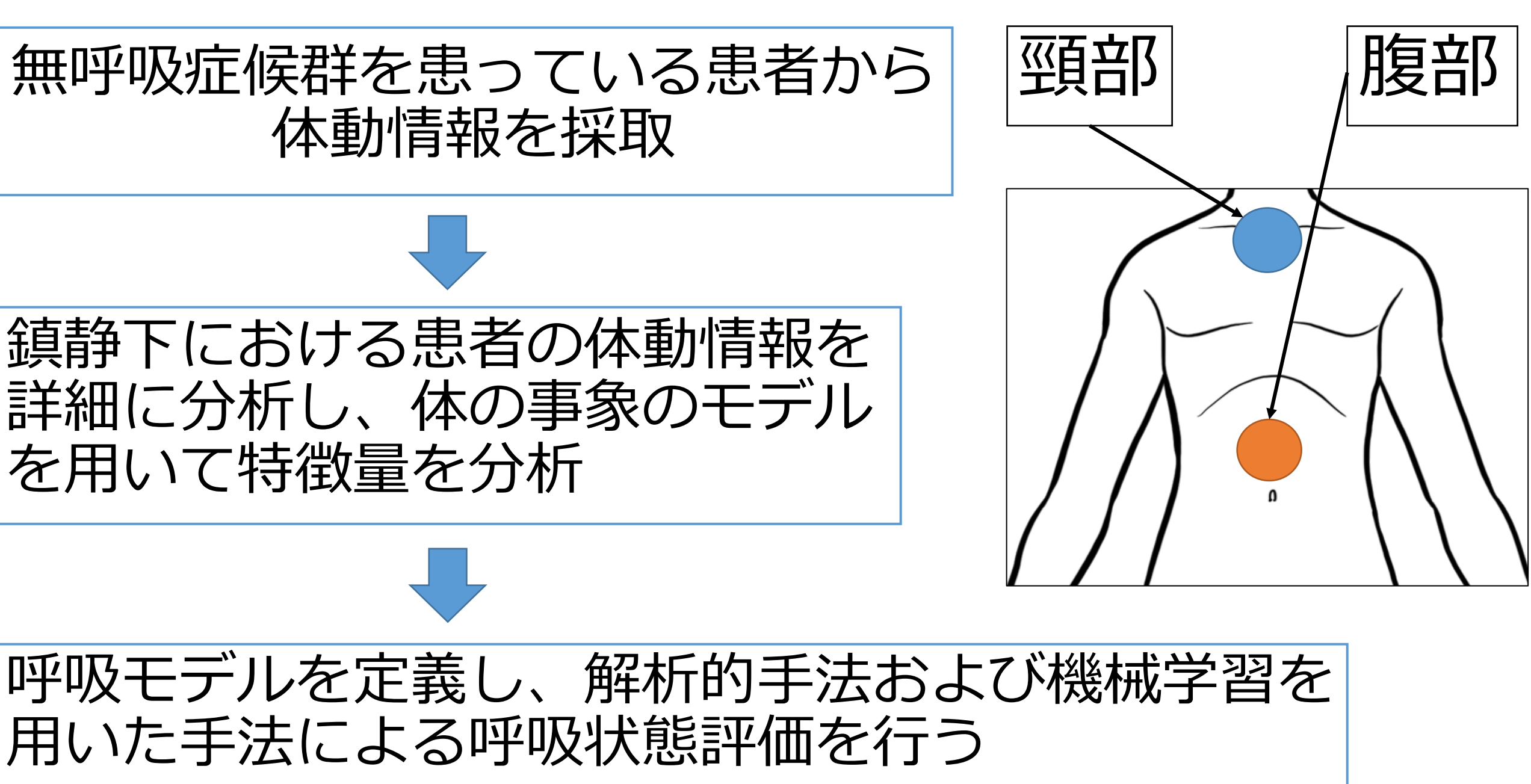
深層学習による生体信号解析と呼吸状態分類 ～振動センサーを用いた一般病棟向け患者見守りシステム～

コンピューティング講座コンピュータアーキテクチャグループ
代表 教授 弘中哲夫，助教 窪田昌史

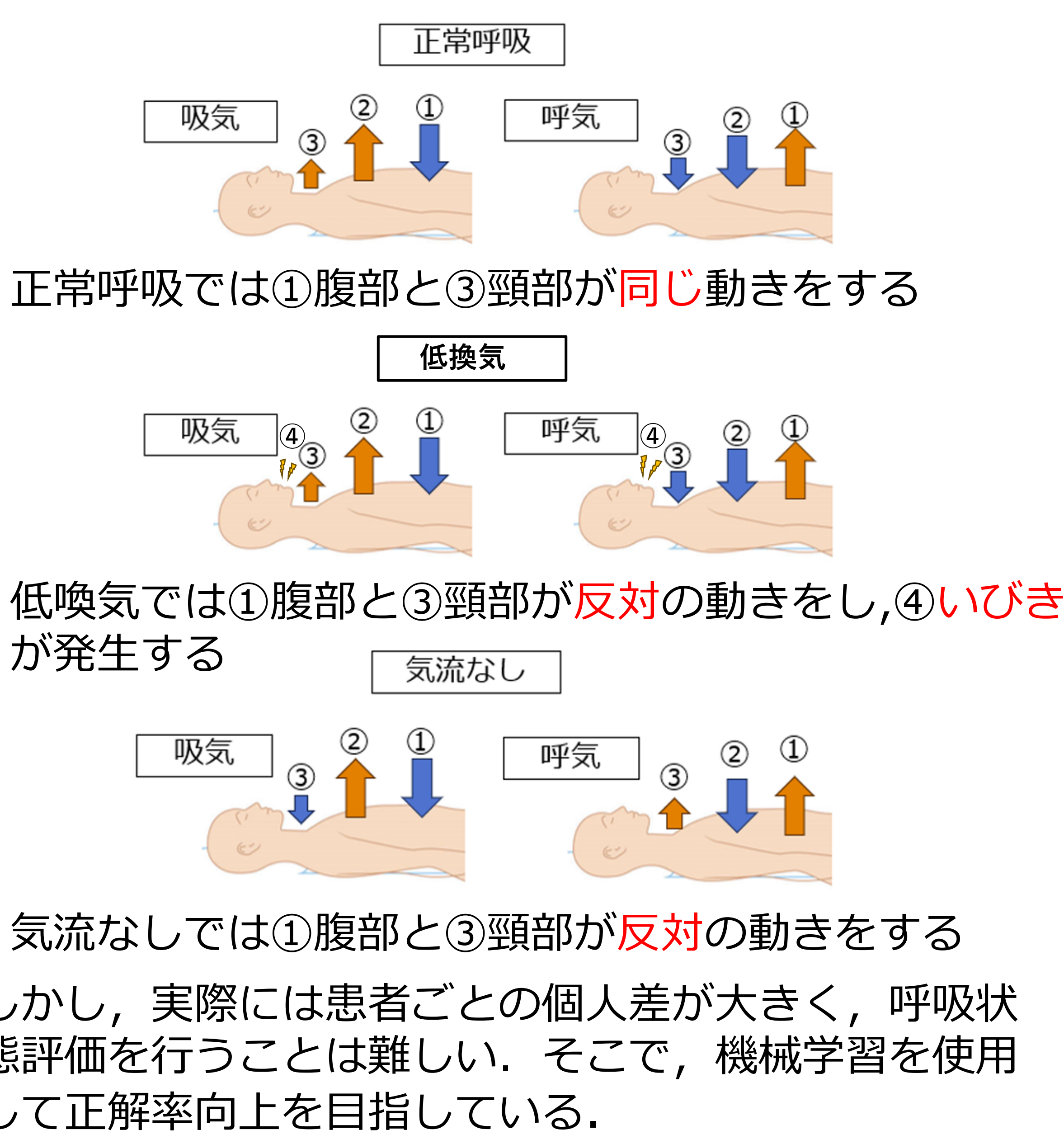
概要

生体データには体動や環境振動などの外乱が多く含まれ，呼吸に関する情報の抽出は容易ではない．本展示では，振動センサーで取得した生体信号を深層学習で解析し，呼吸状態を分類する研究を紹介する．本研究では，一般病棟における患者見守りへの応用を目指し，異常の早期発見や医療従事者の負担軽減に取り組む．

呼吸状態評価の流れ



各呼吸状態の体の動き



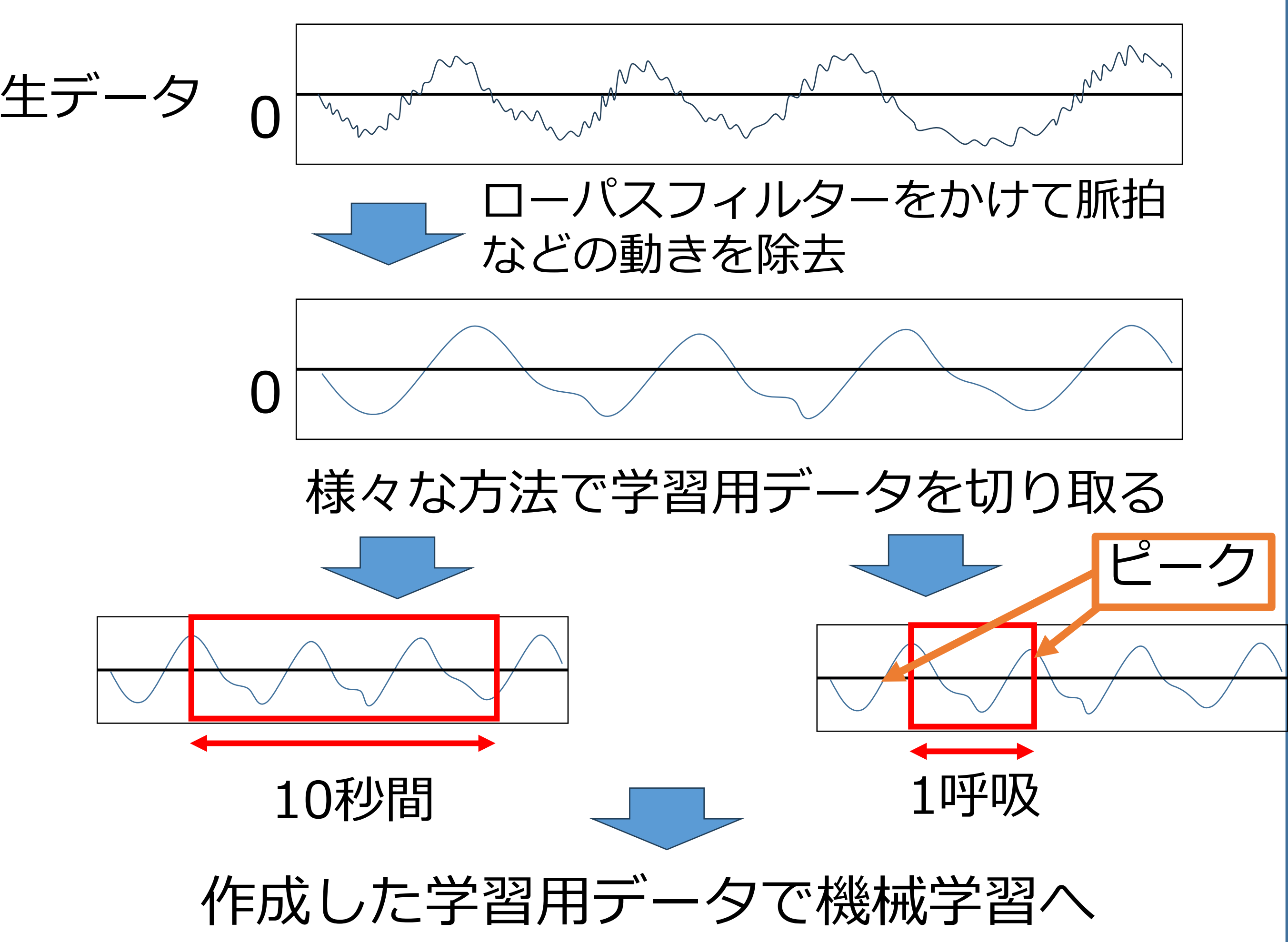
機械学習における呼吸状態の分類

機械学習では,各呼吸状態をStatus1~3,ノイズなどの呼吸状態ではないものをStatus4~5に分類して,未知の患者データがStatus1~3のどれに当たるかを判定する．

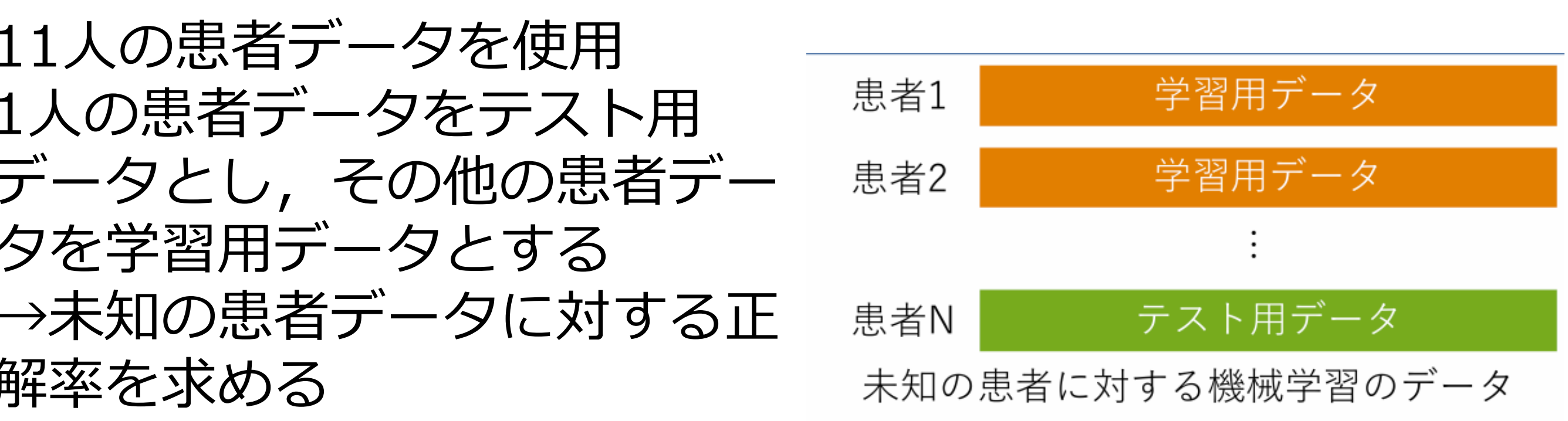
呼吸状態とStatusの対応

- **Status 1: 気流なし**
 - 胸郭運動はシーソー呼吸(完全上気道閉塞時)または胸郭運動が無い状態(完全無呼吸時)呼吸音はまったく音が聴取されない(明らかな呼吸音，特に呼吸音を聴取できない)カプノグラムは平坦化
- **Status 2: 低換気**
 - 胸郭運動はシーソー呼吸 呼吸音はいびき様の雑音を聴取 カプノグラムは正常呼吸と比較して振幅が小さい
- **Status 3: 正常呼吸**
 - 胸郭運動は正常 呼吸音は呼気・吸気ともに比較的に小さく澄んだ音で雑音なし カプノグラムは振動の減少や平坦化は見られない
- **Status 4: アーチファクト**
 - 振動速度センサが測定限界を超過した状態 胸郭音頭・呼吸音・カプノグラムに依存しない
- **Status 5: 解析に使わない部分**
 - 手技等を行っている時間帯

機械学習で使用するデータの作成



未知データに対する機械学習



機械学習による呼吸状態判定

学習モデルにResNetを使用

ResNetを使用する背景

背景

CNNは歴史的には，性能向上のために深層化してきた
その結果

- 勾配消失や最適化の難しさで学習が不安定化
- 訓練誤差まで悪化「劣化問題」が発生

呼吸解析でもニューラルネットワークの深層化を同じ問題が発生

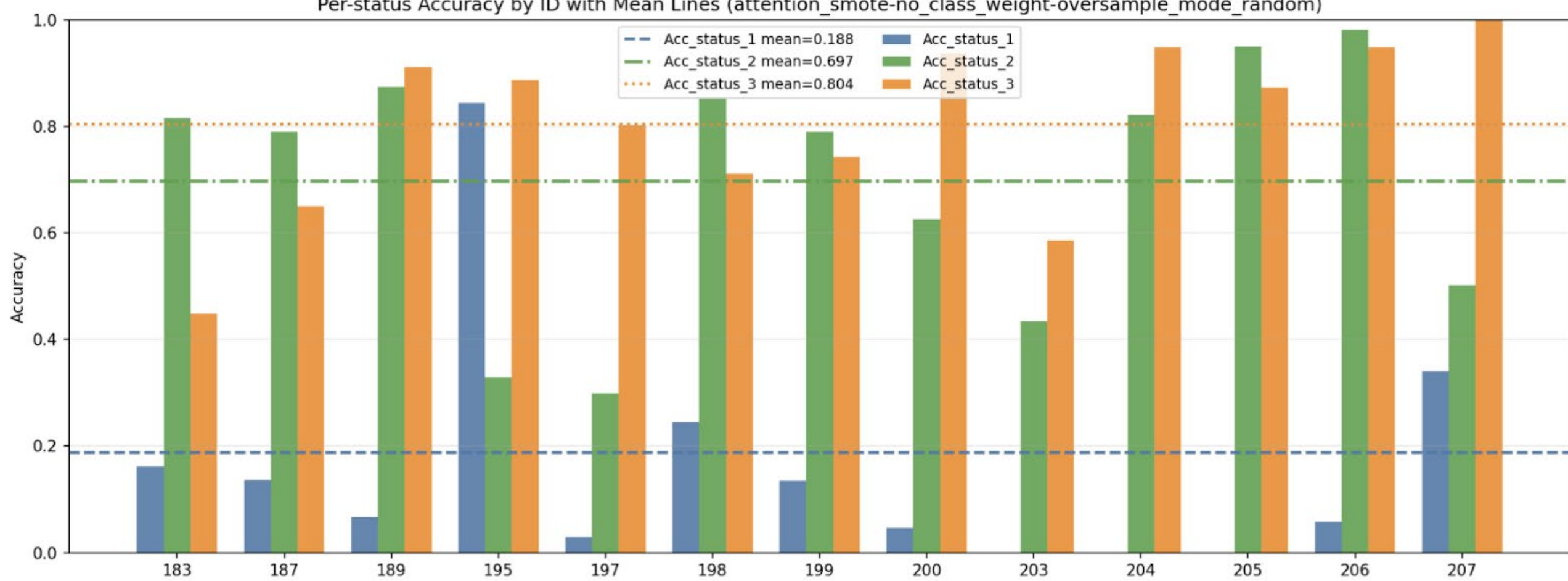
- 勾配消失：少ないepoch数で学習が頭打ち
- 劣化問題：安定して高い正解率を達成できない

呼吸解析でもResNetの導入が効果である可能性

- 残差学習（スキップ接続）を導入し、深いネットワークでも学習しやすく

判定結果

判定結果のグラフ表示



横軸は患者ID,縦軸は正解率である．
上記グラフでは実際の患者のデータであり，Status1の呼吸データが少ないため,全体的にStatus1の正解率が低い傾向がある.203,204,205はStatus1の呼吸状態が存在しないため,グラフ表示されない．
今後の課題
Status1のデータ数を増やし,正解率を上げる．