

イオンチャネル電流の定量的評価のための
教師なし機械学習を用いた新規電流解析システムの開発
**Development of a novel analysis system using unsupervised learning
for a quantitative evaluation of ion channel currents**

東北大学医工学研究科¹, 東北大学電気通信研究所², 東北大学情報工学研究科³

○ (D) 佐藤まどか^{1,2}・張山昌論³・平野愛弓^{1,2}.

Graduate School of Biomedical Engineering, Tohoku Univ.¹, Research Institute of Electrical
, Tohoku Univ.², Graduate School of Information Sciences, Tohoku Univ.³

○(D) Madoka Sato¹, Hariyama Masanori, Ayumi Hirano-Iwata^{1,2}.

E-mail: madoka.sato.p6@dc.tohoku.ac.jp

細胞膜に存在するイオンチャネルは、細胞膜におけるイオンの流出入を制御する膜タンパク質である。イオンチャネルの機能評価では、通常、イオンチャネルの開口部を通るイオン流を電流として計測し、その変動値を解析することにより定量評価が行われる。これまでに Hidden Markov Models 法[1]等の確率モデルを用いて変動を検出する解析手法が提案されてきたが、イオンチャネル電流は~pAの微小電流であり、低い S/N やベースライン変動の影響を受けやすく、従来手法による解析可能データは 10%にも満たない。解決策として、近年、教師あり機械学習による解析手法も提案されているが[2]、データ数が少なくベースライン変動に法則性のないイオンチャネル電流には不適である。そこで本研究では、制御工学的な発想に基づき開発されたカルマンフィルタによりノイズを軽減させ、ベースライン変動を受けないよう小区間に分割したデータに対して教師なし学習を適用することで、実データを網羅的に解析可能な解析手法の創出を目指したので、その内容について発表する (Fig.1)。

我々が着目したカルマンフィルタは、ノイズのある測定値から真のシステムの状態を推定するという制御工学的に設計されたフィルタである。我々はこのカルマンフィルタを用いてイオンチャネル電流計測系のような低い S/N の信号から真値 (イオンチャネル電流) を推定する。さらにその後、任意の小区間ごとに教師なし機械学習で知られるクラスタリング手法を適用し、自動的にイオンチャネル電流を二値化し、定量評価の指標とする。この手法の特徴は、実データに基づく考察の上に解析アルゴリズムを組み立てているため、外部ノイズやベースライン変動に強い点にある。

疑似的に生成したイオンチャネル電流波形を、上記手法及びイオンチャネル電流解析の gold-standard とされる threshold-crossing を用いて解析し、結果を比較した。また、gramicidin A を用いた実験から得られたイオンチャネル電流に対して解析手法を適用し、その汎用性についても議論する。

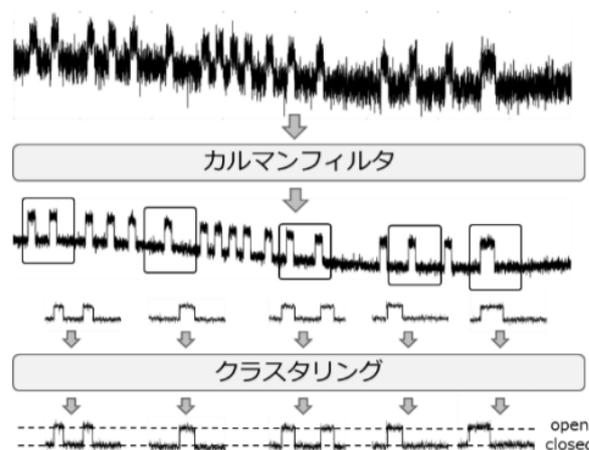


Fig.1 開発した解析手法の概略図

[1] Feng Qin, *Biophys. J.*, 2004, 86(3), 1488-1501 [2] Numan Celik, *Communications Biology*, 2020, 3(3)