

混合イオン液体リザーバーの協調的学習

Cooperative learning of mixed ionic liquid reservoir

東理大先進工 〇荒井 朝陽, 鄭 雨萌, 木下 健太郎

Tokyo Univ. of Sci., 〇Asahi Arai, Yumeng Zheng, Kentaro Kinoshita

E-mail: 1522501@ed.tus.ac.jp

【序論】物理リザーバーはその時定数と入力信号の時間スケールが同程度である時、優れた学習性能を示す。故に、我々は生体信号の発生に関わるイオン拡散ダイナミクスとの時間的類似性から、電極-イオン液体 (Ionic Liquid; IL) 界面における IL の誘電緩和を利用した物理リザーバー (IL リザーバー) を提案した^[1]。IL カチオンのアルキル側鎖の長さにより粘性を調節し、誘電緩和時定数を制御することで、学習性能を最適化可能であることを報告した^[2]。しかし、IL リザーバーの時定数は IL の種類に固有であるため、時間スケールの異なる複数の信号に対応できない。IL は高い分子デザイン性を活かして、カチオン-アニオン対の組合せにより様々な物性の調整が可能である。しかし、2000 年代以降、物性調整の新手法として異種 IL を混合する試みが盛んに行われ始め、例えば、混合 IL で混合前の IL よりも高いイオン伝導度が達成された興味深い報告もある^[3]。本研究ではカチオン側鎖長の異なる 2 種類の IL を混合することで、それぞれの IL の持つ緩和時定数をカバーする広い時間スケールに亘り優れた学習性能を示す混合 IL リザーバーを実現した。

【実験方法】本研究では[C₂mim][Tf₂N] (C2)と[C₈mim][Tf₂N] (C8)をモル比で 4:1 の割合で混合した。SiO₂/Si 基板上に形成された一対の Au 電極上に混合 IL を滴下し、デバイスを作製した。同構造に正、負三角電圧パルスを“1”、“0”とそれぞれ定義し、2 値データとして入力した。パルス幅 (PW) は 1-10 μ s に設定した。ここから取得された出力電流を用いて STM タスクを実行し、短期記憶特性を評価した。リザーバーの性能指標として、STM の合計値である記憶容量 (MC) を算出し、そのパルス幅依存性を評価した。

【結果及び考察】Fig. 1 に単一・混合 IL に対する MC の PW 依存性を示す。C2, C8 単体では PW = 1 μ s, 5 μ s でそれぞれ最大値をとった。一方、混合 IL の短期記憶性能は PW = 1 μ s, 5 μ s だけでなく、その近傍の領域においても C2, C8 単体と同程度以上の MC を示した。本結果より、緩和時定数の異なる 2 種類の IL を混合することで、各 IL の持つ MC 性能をより広い時間スケールへと拡張することが可能であることが示された。

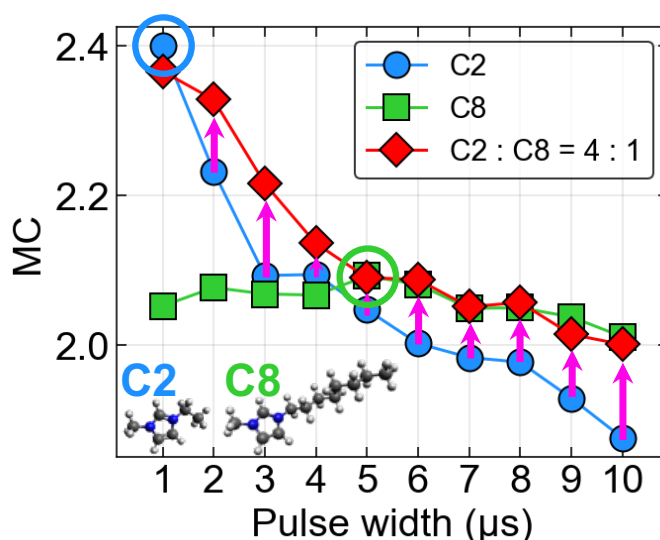


Fig. 1 Dependence of MC on pulse width for STM tasks. The circled plots show the highest MC for each IL.

【参考文献】[1] S.-G. Koh et al., Sci. Rep. 12, 6958 (2022). [2] 荒井他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会 23p-E102-8(2022). [3] H. Every et al., Electrochimica Acta 45, 1279 (2000).