

赤血球変形能をはじめとする 一細胞の物性評価技術開発

細胞ハンドリング・診断技術研究グループ 横田 一道

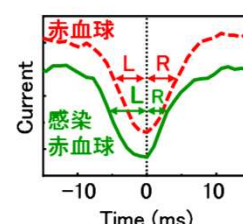
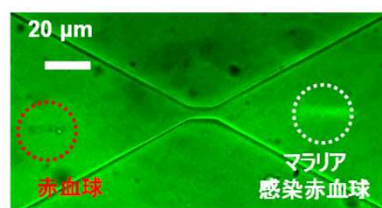
研究のねらい

- 赤血球変形能の低下は老化、糖尿病や感染症などとも関連し、バイオマーカーとなり得ますが、疾患と関連する変形能が低下した赤血球の割合が少ない場合は、その評価が困難でした。
- 赤血球の変形能を一細胞レベルで高スループットな評価可能な計測デバイスを開発することにより、疾患のメカニズムやリスクを高精度に評価できると考えられます。
- マイクロサイズの細孔（ポア）を有するポアデバイスを用い、赤血球一細胞ごとの変形能を評価可能な技術を確認し、新たな診断デバイスの開発を目指しています。

新規技術の概要と特長

赤血球は柔軟性に富み、自身の直径より細い毛細血管を変形と形状の修復を繰り返しながら通過し、酸素を全身に運びます。赤血球変形能の低下は老化、糖尿病や感染症などとも関連し、バイオマーカーとなり得ますが、一細胞レベルでの高スループットな評価手法がなく、疾患と関連する変形能が低下した赤血球の割合が少ない場合は評価が困難といった課題があります。

ポアデバイスでは一細胞のポア通過がパルス状の電流変化として計測されるため、



ポアデバイスによるマラリア感染赤血球の変形能評価

得られるパルス波形から通過に伴う粒子の変形と形状の修復が一細胞レベルで評価できるのではないかと考え、検証を行いました。有限要素法によるシミュレーションでは、弾性膜の硬さに応じてパルス波形の非対称性が変化することが明らかになりました。さらに、赤血球変形能が低下することが知られているマラリア感染赤血球を用いた実験を行ったところ、赤血球に比べて有意な非対称性の増加が確認できました。現在この原理を応用し、糖尿病等の疾患のリスク評価デバイスへの応用を目指しています。

期待される連携・応用分野

- ・ 赤血球変形能を指標とした細胞品質評価
- ・ 糖尿病等の疾患のリスク評価デバイス
- ・ その他、一細胞、一粒子計測をもとにした、食品・飲料等の品質評価技術

関連特許および文献

- ・ PCT/JP2024/021668 (2024/06/14)：浮遊細胞の変形能評価方法
- ・ K.Yokota et al., Sensors, 2025, Sensors, 25(15), 4722 (2025)
- ・ K.Yokota et al., S Biosensors, 2021, 11(8), 272 (2021)