

マイクロ液滴によるダイナミックアクティブセンシング

研究代表者

金子真 大阪大学大学院工学研究科

共同研究者

東森充 大阪大学大学院工学研究科

山口康隆 大阪大学大学院工学研究科

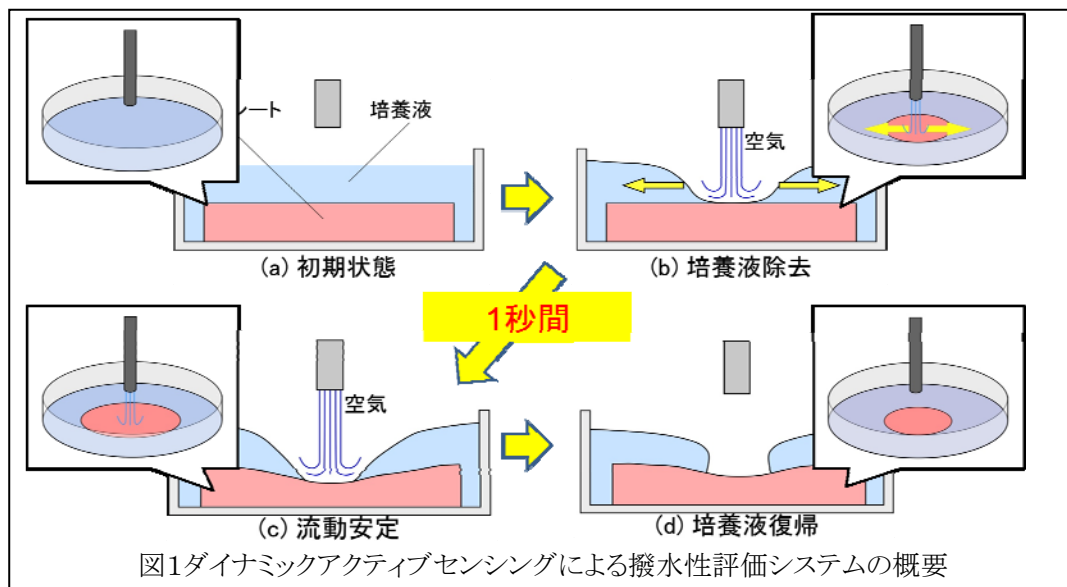


1. 研究の背景と達成目標

マイクロ液滴を対象物に動的に印加し、そのときの対象物の変位応答が計測できるシステム構築及び動作確認実験を行う。また、細胞組織の硬さ、粘性といった機械インピーダンスパラメータの推定方法を確立するとともに、シミュレーションにより柔軟組織の動的挙動を把握する。

2. 主な研究成果と社会、学術へのインパクト

- ・マイクロ空気噴流を培養液中の細胞シートに当て、細胞シートが空気中に顔を出した直後に空気噴流を遮断し、細胞シート表面の撥水領域をカメラで取得できる計測システムを構築した。
- ・培養液中に置かれた細胞シートにマイクロ空気噴流を印加し、力遮断時の撥水特性を観察することにより、正常な細胞シートと人工的に組織障害を与えた細胞シートの間で統計的有意差を確認した。
- ・元気のいい細胞シートは培養液から活発に養分を細胞内に取り込む。そのため、細胞シート表面は培養液と養分の授受を円滑に行うために、親水性が高くなる（撥水性が低くなる）。本研究結果は元気のいい再生医療用細胞シートを見分ける技術に繋がることを付記しておきたい。



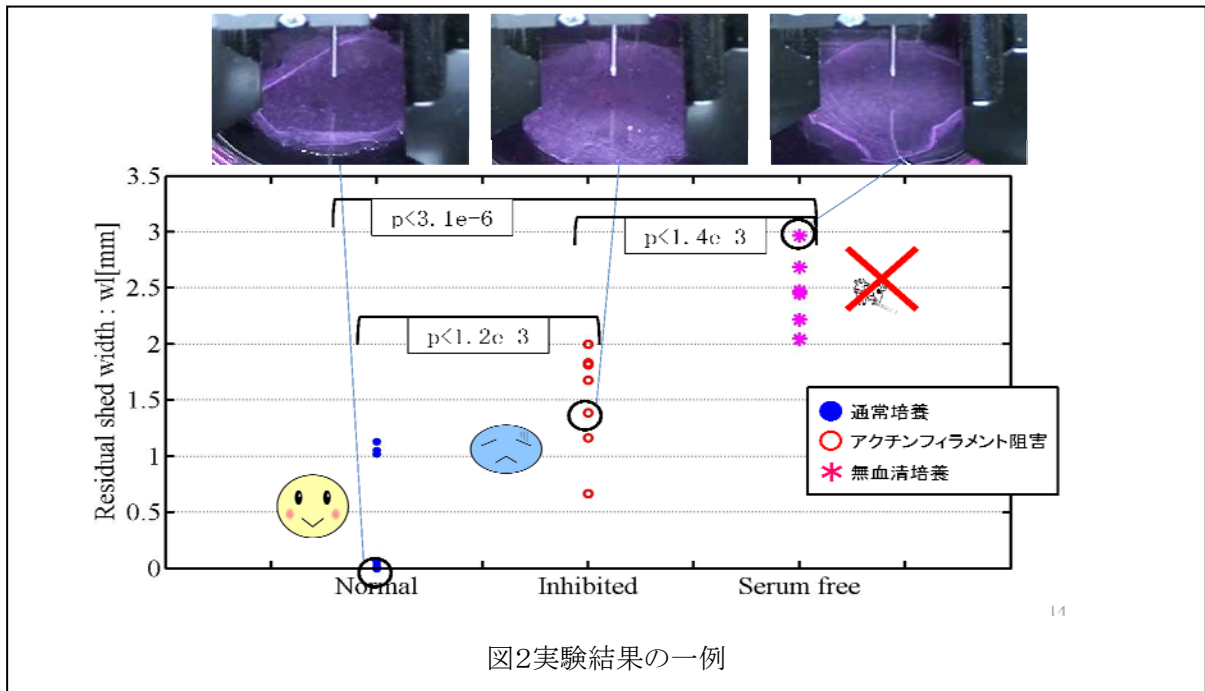
3. 研究成果

マイクロ液滴を用いたダイナミックアクティブセンシングを行うための実験装置を試作し、細胞組織を模擬した人工対象物により実験を行ったが、マイクロ液滴による対象物変形が当初予想より小さく、対象物の硬さ評価には至らなかった。この結果を踏まえ、図1のようなマイクロ空気噴流方式で力印加を行う方法に変更するとともに、培養液中に置かれた細胞シートの力遮断時の撥水特性を観察するとい

う方法に切り替えたところ、正常な細胞シートと人工的に組織障害を与えた細胞シートに対して両者の間で統計的有意差を出すことに成功した(図2)。さらに、Smoothed Particle Hydrodynamics法によりマイクロ液滴を柔軟組織に当てた場合の対象物の挙動を計算力学的側面から考察した。

4. 今後の展開

細胞シート表面形状と撥水性との間に因果関係があることが予想される。例えばホルマリン処理した状態で断面形状を調べることによって撥水性と細胞シート表面の凹凸との関係調べる。



5. 発表実績

1. N. Tanaka, M. Kaneko, R. Uchida, M. Kondo, M. Yamato, and T. Okano: Noncontact Evaluation of the Wetting Characteristic of a Cell Sheet in Culture Medium (to appear at IEEE ICMA China in August, 2012).
2. M. Kaneko, Y. Yamaguchi, and M. Higashimori: Droplet Hardness for Tissue Engineering (to appear at IEEE Int. Conf. on Biomedical Robotics at Rome in June, 2012).
3. N. Tanaka, M. Higashimori, M. Kaneko, and I. Kao: Noncontact Active Sensing for Viscoelastic Parameters of Tissue with Coupling Effect, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol.58, no.4, pp.509-520, 2011.
4. N. Tanaka, R. Uchida, M. Higashimori, K. Tadakuma, and M. Kaneko: Point-type Non-Contact Stiffness Sensing of Soft Tissue with Coupling Effect, Proc. of 32th Annual Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'10), (Buenos Aires, Argentina, 2010.9.4), pp.5764-5767.
5. R. Uchida, N. Tanaka, M. Higashimori, K. Tadakuma, M. Kaneko, M. Kondo, and M. Yamato: Cell Sheet Stiffness Sensing without Taking out from Culture Liquid, Proc. of 32th Annual Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'10), (Buenos Aires, Argentina, 2010.9.1), pp.827-830.
6. C. Tsai, I. Kao, A. Shibata, K. Yoshimoto, M. Higashimori, and M. Kaneko: Experimental Study of Creep Response of Viscoelastic Contact Interface Under Force Control, Proc. of the IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS2010), (Taipei, Taiwan, 2010.10.20), pp.4257-4280.