

課題番号 10

細胞より薄いシート型多点温度センサの非臨床試験

[1] 組織

代表者：横田 知之
(東京大学大学院工学系研究科)

対応者：井上 雄介
(東北大学加齢医学研究所)

分担者：
立花 勇太郎 (東京大学工学系研究科)
雪田 和歌子 (東京大学工学系研究科)

研究費：物品費 18 万円

[2] 研究経過

皮膚ガン、乳ガンなどの疾病に対しては、組織移植が頻繁に行われているが、血栓や血栓狭窄による再手術は一定の割合で生じるため、移植後組織のモニタリングは必要不可欠な課題である。現在は研修医や看護師による術後2日間、1時間毎の目視・触診・穿刺チェックが実施されており、人的・時間的なコストが非常に大きい上に、定量的な評価が難しいことが課題となっている。これらの課題の解決策として温度による空間的・経時的モニタリングが注目されている。赤外線サーモグラフィによる温度マッピング方法が検討されており、ミリケルビンの温度計測精度を有し、また分解能も非常に優秀であるという優れた特徴を持つため定量的な評価が可能であることから期待されている一方で、計測中は患部をカメラ面に暴露しなければならず、患者と医療従事者の負担は軽減されず、外部からの赤外線の混入や、生体深部からの外乱の影響を受けるという課題も有るために、サーモグラフィを利用した組織移植の異常検知モニタリングは実用化されていないのが現実である。そこで本研究では、これらの解決を解決可能な常時モニタリング可能なフィルム状の多点温度センサを開発し、虚血等の異常を検知する機能を動物実験によって評価することを目的とする。

東京大学の横田らは多点薄膜センサシステムの開発を行う。加齢研の井上らはセンサを動物実験によって評価し、設計にフィードバックする。具体的には病変や組織の異常を検知するためのセンサ密度、複雑な乳房等の形状にフィットするためのデバイスの薄さなど実際に虚血モデルを作成しなければ明らかになっていない点について評価し、設計にフィードバックさせる。

研究打ち合わせ及び実験は本年度内に8回実施し、それまでの研究進捗をすりあわせた他、外部資金獲得のためのモックアップ作製やグループ間交流も積極的に実施した。またオンラインでの打ち合わせも多く実施し、綿密な連携体制を敷いた。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

まず第1にシート型温度センサの課題であった蒸れと保温ノイズに対応するために基材となるフィルムに汗腺より多い数の通気口を設けて保温・保湿ノイズの除去効果を試した。下図のようにノイズ除去に成功し、シート型センサの課題を大きく改善することに至った。

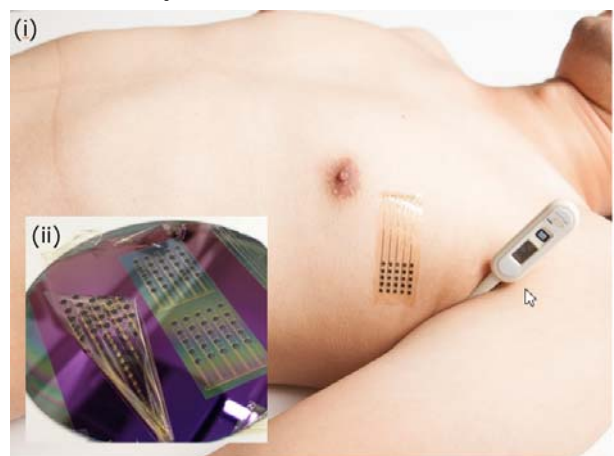


図 作製した多点温度センサ

(3-2) 波及効果と発展性など

虚血モデルを薄膜温度センサで計測し、異常部位の判別が可能になれば、本センサが病変や虚血などの異常状態を検知するために有用であることが示され、臨床応用に向けて大きな前進を果たすことになる。本センサはサーモグラフィなどの方法とは異なり、日常生活において常時リアルタイムに使用可能であることがメリットのセンサであるため、組織移植後の異常モニタリングに対して非常に有用なツールとなり得る。毎時間触診と鍼穿刺によってチェックする必要のある虚血・うっ血の検査が、本センサの開発によって、簡便にかつ即時に異常判定ができることとなり、期待される成果は大きい。また、表皮ガンの検知、肺移植時の異常検知等にも有効で

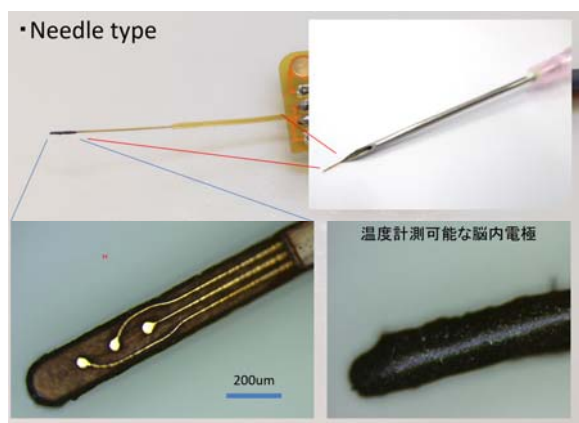


図 超極細多点温度センサ

あるほか、シート状のセンサをカテーテル内に挿入することも可能な柔らかさと、薄さを有しているため、胃の内壁や消化管、心臓内腔などの表面温度を計測することも可能であるため、それらの臓器における異常部位を判定することも可能となる。これまではカメラなどの視覚に依存した検査が主流であったが、赤外線などのセンサは表面だけで無く、臓器内部からの赤外線も受講してしまうため外乱が大きかった。本センサは非常に小さい体積のため熱容量が小さいために応答速度が速く、臓器表面の温度を外乱の影響無しに計測可能な有用なセンサである。臨床応用へ進めるための有用性を明らかにすることが期待できる。

これまでの成果により、下記の研究助成を獲得するに至った。

1. JST COI 若手連携ファンド 900 万円 2019 年
2. JST COI 連携ファンド 1160 万円 2018 年
3. JST COI デジタル調査 256 万円 2018 年
4. 科研費 若手研究 390 万円 2018-2020 年
5. カシオ財団 100 万円 2018-2019 年
6. 立石財団 100 万円 2018 年-2019 年
7. 東北大学学際科学フロンティア研究所 平成 30 年度領域創成研究プログラム 200 万円 : 2018 年~2019 年

[4] 成果資料

1. David D Ordinario, Hiroaki Jinno, Md Osman Goni Nayeem, Yutaro Tachibana, Tomoyuki Yokota, Takao Someya, “Stretchable Structural Color Filters Based on a Metal–Insulator–Metal Structure”, *Advanced Optical Materials*, 6, 1800851 (2018).
2. Philip CY Chow, Naoji Matsuhisa, Peter Zalar, Mari Koizumi, Tomoyuki Yokota, Takao Someya, “Dual-gate organic phototransistor with high-gain and linear photoresponse”, *Nature*

communications, 9, 4546 (2018).

3. Robert A Nawrocki, Hanbit Jin, Sunghoon Lee, Tomoyuki Yokota, Masaki Sekino, Takao Someya, “Self-Adhesive and Ultra-Conformable, Sub-300 nm Dry Thin-Film Electrodes for Surface Monitoring of Biopotentials”, *Advanced Functional Materials*, 28, 1803279 (2018).
4. Roda Nur, Naoji Matsuhisa, Zhi Jiang, Md Osman Goni Nayeem, Tomoyuki Yokota, Takao Someya, “A Highly Sensitive Capacitive-type Strain Sensor Using Wrinkled Ultrathin Gold Films”, *Nano letters* 18, 5610 (2018).
5. Nonthrombogenic, stretchable, active multielectrode array for electroanatomical mapping, Wonryung Lee, Shingo Kobayashi, Masase Nagase, Yasutoshi Jimbo, Itsuro Saito, Yusuke Inoue, Tomoyuki Yambe, Masaki Sekino, George G Malliaras, Tomoyuki Yokota, Masaru Tanaka, Takao Someya, *Science Advances*, 1-7, 2018