

# 研究の動向

## ポリ L 乳酸繊維糸および組紐を用いた子宮頸がん用細胞採取ブラシの研究開発と子宮頸がんに関する若者へのアンケート調査

神戸女子大学 森野 ひとみ

### 1. はじめに

子宮頸がんの罹患率は30代から40代後半に最も高い。死亡率は2000年以降30代前半から50代後半において増加している<sup>1)2)</sup>。また、近年では、20代の罹患率も高まっている状況である。

子宮頸がんの原因は、性行為によるヒトパピローマウイルス (human papilloma virus; HPV) 感染で、異形成といった前がん病変や非浸潤性の上皮内がんを経て浸潤がんとなり、その期間は約10年である。

子宮頸がんを予防するには、性行為経験が増加し始める10代後半<sup>3)</sup> から20歳前半にかけて子宮頸がん検診を定期的に受診することによって子宮頸部のHPV感染や前がん病変を早期的に発見することが重要である。しかし20代前半女性から2年に1回の子宮頸がん検診受診率は20%台<sup>4)</sup>、20歳になる年に市区町村から配布される無料クーポンの利用率は20歳で10%台<sup>5)</sup>である。

子宮頸がん検診で用いられる子宮頸部細胞採取器具には、主に綿棒・ブラシ・へら等がある(図1)<sup>6)7)</sup>。これらを用いる検査は、ほぼ痛みは無く、短時間で済み、早期発見・早期治療が可能等の長所がある。しかし、医師の細胞採取精度は約50-70%と必ずしも高くなく、エラーによる再検査も少なくない等の短所もある<sup>8)9)10)</sup>。

本研究の目的は、①細胞採取細胞数が現状のものより格段に多く細胞を吸着可能な構造、②細胞採取時に細胞壁面に傷が付きにくい構造、③細胞採取精度の安定と向

上を図った新たな子宮頸部細胞採取器具の研究開発を目指している。

### 2. ポリ L-乳酸繊維糸について

ポリ L-乳酸 (PLLA) は脂肪族のポリエステルである。モノマーである L-乳酸は、糖蜜などの乳酸発酵により得られる。PLLA は、医療業界で最も期待されており、癒着防止膜やステント、縫合糸等、主に生体吸収性骨固定材に加工され、使用されている繊維である。出発原料がデンプンなどの再生産可能な資源であり、合成の一部分を発酵で行っていることより、脱化石資源、省エネルギータイプのバイオベースポリマーとしても期待されている材料である<sup>13)</sup>。

本研究では、ポリ L-乳酸繊維 (丸断面直径: 約 110  $\mu\text{m}$ ) を使った (図2)。

### 3. 組紐について

組紐は、日本伝統の工芸品として、古くから用いられている。現在、京都と伊賀の組紐は、現在、国から伝統工芸品に指定されている。日本の組紐技法は、近年、欧米への普及とともに、ベルトやネックレス等にも用いられ、ファッション化していく反面、造形組物として、新しい工芸の道を拓きつつある<sup>14)15)</sup>。

本研究では、糸が切れない最小本数である3本の糸 (丸断面 PLLA) を引き揃え、さらに組紐 (図3) にし、組紐の特性に合わせ細胞採取ブラシを手技作製した (図4)。

試作ブラシの作製方法は、芯棒に接着剤を塗り、組紐を隙間ができないように貼り合わせた。

貼り合わせ方は、組紐の特性を考慮した。八つ金剛組は、横に輪が広がる構造であるので、広がった輪が細胞を掻き取ると考え、8Sと8Zスパイラルの2つの組紐を交互にし、2つの組紐共に縦に貼り合わせた。先端部は、細胞採取量をさらに増加させるため、糸をほぐし、ランダムにした。SおよびZ-凹凸ねじりは、“ねじり”によ

#### Hitomi MORINO

神戸女子大学 家政学部家政学科 客員研究員、同志社女子大学 生活科学部 食物栄養科学科 非常勤講師、ECC アーティスト美容専門学校 プライダルコース 非常勤講師 (10月1日より奈良教育大学 特任講師)

〔著者紹介〕(略歴) 織物設計段階での基本力学的特性値と基本風合い値の数値化について研究し、金沢大学大学院 自然科学研究科博士後期課程修了、その後、株式会社片山商店 (副主任研究員)、シスメックス株式会社 子宮頸がん領域 血液・試薬チーム (研究補助員) を経て、現職。〔組紐および PLLA を使用した子宮頸がん用細胞採取器具の研究開発〕について研究。

〔専門分野〕被服材料、繊維、組紐、織物、織物組織、織物の力学的特性と基本風合い



図1 各種子宮頸部細胞採取ブラシ（現市販品）<sup>11)12)</sup>（本人作成）

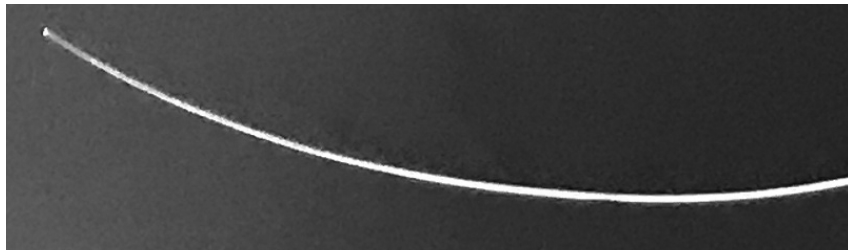


図2 ポリ-L-乳酸（PLLA）フィラメント拡大画像（×50倍）<sup>16)</sup>

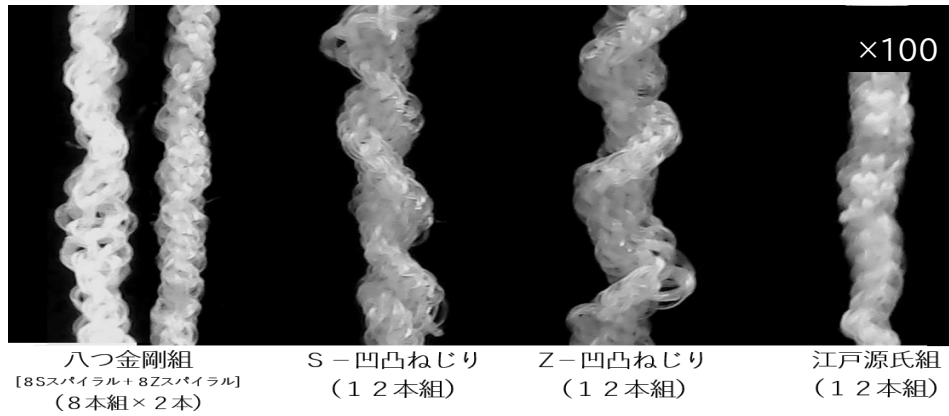


図3 各種組紐のマイクロスコープ画像

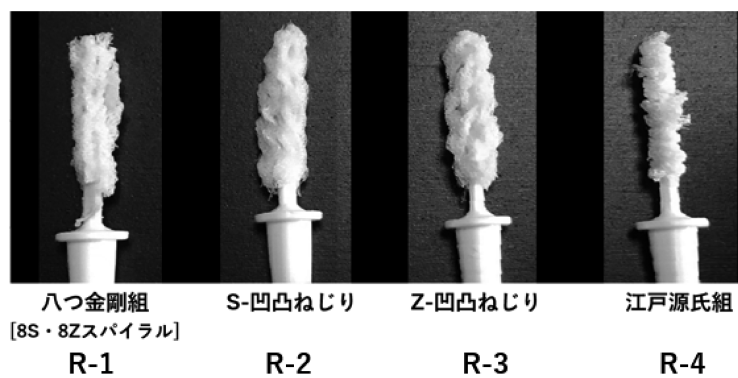


図4 各種組紐試作ブラシ（4種類）<sup>12)16)</sup>

|    |                                                                  |                      |
|----|------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1  | 酸、アルカリを新しく入れ替える (0.05 M HCl, 0.1 M KOH)                          |                      |
| 2  | Cleaning-cellにてConductivityが0.15 mS/mになるまで水で洗浄後、Empty the system |                      |
| 3  | 電解液 (1.0 mM KCl水溶液) を調製する。                                       |                      |
| 4  | シリンダーにサンプルをセットする。                                                |                      |
| 5  | 電解液を110 mL,測定ビーカーに入れRinseで共洗いをを行うとともにGapを110 $\mu$ mに調整          | mode Voltage         |
| 6  | 上記5の作業をもう一度行う                                                    | StartPress. 600 mbar |
|    |                                                                  | EndPress. 200 mbar   |
|    |                                                                  | Lim 450 mbar         |
| 7  | 電解液を200 mL入れ、Rinseを2回行う。(窒素パージON)                                |                      |
| 8  | Zeta Potentialにて、3回測定 (約pH = 5.5)                                |                      |
| 9  | DosageモードにてpH調製 pH $\approx$ 9 (0.1 M KOH 50 $\mu$ L, pH = 9)    | pH範囲 9 -> 3          |
|    |                                                                  | Step 0.3             |
|    |                                                                  | Rinse 2              |
|    |                                                                  | 測定 1                 |
|    |                                                                  | HCl 0.05 M           |
| 10 | 電解液を200 mL入れ、Rinseを2回行う。(窒素パージON)                                |                      |
| 11 | pHスキャンにて測定                                                       |                      |

図5 ゼータ電位測定手順<sup>15) 16)</sup>

て弾力性が増し、さらには、細胞が組紐の中にまで吸収すると予測し、縦に貼り合わせた。江戸源氏組は、真ん中に“溝”ができる構造であるので、やや斜め横に貼り合わせ、さらに、細胞の垂れ落ちを防止するため、2 cm ずつ切った組紐をやや斜めに巻き付けた。

手技作製したブラシ (Sample1-4) の長さや高さは、各種現市販ブラシで以下に示す吸着量実験を行い、吸着部分が多くなっている所を参考値とし、高さ：19.7 mm、幅：4.3 mm-6.4 mm と定めた。

## 4. 実験方法

### (1) 吸着量実験方法

子宮頸管粘液は、通常、pHは7.0~8.5の弱アルカリ性である。そこで、5種類の市販潤滑剤のpH測定をして、pH7.22と子宮頸管粘液成分と近い市販の潤滑剤を使用した。さらに、潤滑剤に赤インクを3-4滴入れた。赤インクを入れたのは、ブラシへの吸着状況を分かりやすくするためである。その潤滑剤を使用し、以下に記す実験方法で、現市販ブラシおよび試作ブラシの吸着量実験を行った。

実験方法は、まず潤滑剤を、マイクロピペットで1 mL取り出し、子宮頸管部付近に潤滑剤が均等になるように子宮実物大模型に塗り、準備しておく。そして、乾いたブラシの重さを計測し、細胞採取するのと同様にブラシで採取する。次に、採取したブラシの重さを計測する。1サンプルにつき、10回計測した。採取したブラシの重さ (mg) と、乾いたブラシの重さ (mg) の差を平均した値を、吸着量と定義した。

### (2) ポリ L 乳酸繊維糸 (PLLA) の吸着性実験方法

アントンパール・ジャパン社製・固体表面分析用ゼータ電位測定装置 SurPASS<sup>h</sup> 3を使用し、ポリ L-乳酸繊維糸自体の吸着量を測定した。測定方法は図5に示す通りである。ゼータ電位 (流動電位法) は、測定される流動電位、導電率、および圧力差に応じて、以下の1式に従って計算される。

$$\text{The zeta potential } \zeta = \frac{dU_{\text{str}}}{dP} \times \frac{n}{\epsilon_r \times \epsilon_0} \times K_B \quad (1)$$

- ・  $U_{\text{str}}$  ……流動電位
- ・  $I_{\text{str}}$  ……流動電流
- ・  $\Delta P$  ……差圧
- ・  $n$  ……電解液の粘度
- ・  $\epsilon_r \times \epsilon_0$  ……電解液の誘電率
- ・  $K_B$  ……電気伝導率
- ・  $LIA$  ……流路の体積

### (3) 子宮頸がん検診に関するアンケート調査方法

20-30歳代の日本全国の女性100名に、子宮頸がん検診についてのアンケート調査を行った。アンケートは、2020年2月23-25日にWebによる回答形式で、実施した。アンケート調査方法は、GT法を用いた。

本アンケートを行った理由は、①現在、20-30歳代の女性が子宮頸がんになるリスクが高いため、②若者がアンケートに回答することから子宮頸がんに関する基礎知識を身につけられるのではないかと考えたため、③今後の子宮頸がんを啓発するために若者からの回答を参考に、今後の研究・啓発・検診等の環境改善に役立てるためである。

## 5. 考 察

### (1) 吸着量実験結果

市販ブラシの吸着量実験を行った結果、最も吸着量が高かったのは、Sample 1と Sample 2の 61 mg であった(図 6)。一方、丸断面組紐試作ブラシの吸着量は、全てのブラシが市販ブラシと同等の値、またはそれ以上の吸着量を示しており、その中でも R-2 (S- 凹凸ねじり) は、72 mg と最も高い値であった(図 7)。R-2 (S- 凹凸ねじり) は、右利きの採取者に、R-3 (Z- 凹凸ねじり) は、左利きの採取者に有効であることが示唆される。

### (2) ゼータ電位測定結果

ポリ-L-乳酸繊維糸自体の等電点と表面電荷を測定した結果を図 8 に示す。等電点は、pH3.26を示した。比較試料としてポリプロピレン糸を用いた。ポリ L 乳酸繊維糸 (PLLA) は、ポリプロピレン糸よりも pH の傾斜がなだらかなことが分かる。結果として、カルボキシル基すなわち酸性が効いているが分かる。それは、熔融紡糸時の分解、あるいは紡糸後の表面加水分解のため、末端の

カルボキシル基が増えたものと考えられる。本ポリ-L-乳酸繊維糸自体に、吸着する力があると言える。

### (3) 子宮頸がんに関するアンケート調査結果

アンケート調査結果を図 9、図10に示す。Q1の問いで、“子宮頸がん検診を定期的（2年に1回）に受診していない”と回答した者が50.0%いた。その他半数は、“定期的ではないが受診している（22.0%）”、“定期的に受診をしている”であった。次に、前述の後者の者にQ2の回答を指示した結果、子宮頸がんと診断されたことがある者は、22.0%いた。50名のうち11名すなわち、20-30歳代の4.5人に1名は、子宮頸がんと診断されたことがあると言える。

次に、Q3で、子宮頸がんの罹患数が20-30歳代に増加していることを知っているかの問いに対し、“詳しく知っている（10.0%）”、“詳しくは知らないが聞いたことはある（60.0%）”と7割は知っているという結果となり、“全く知らなかった”と回答した者は、30.0%であった。すなわち、3.3人に1人は知らないということなので、高等学校までの教育課程や大学・短期大学・専門学校等の

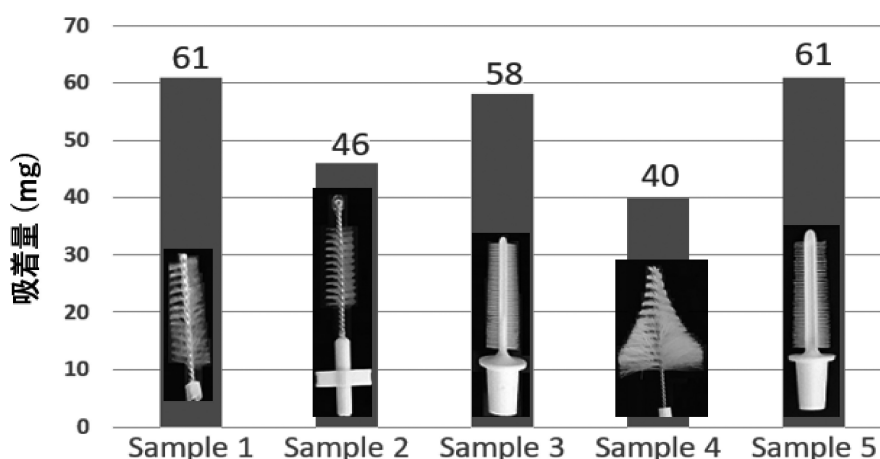


図 6 各種市販ブラシ（5種類）の吸着量（mg）

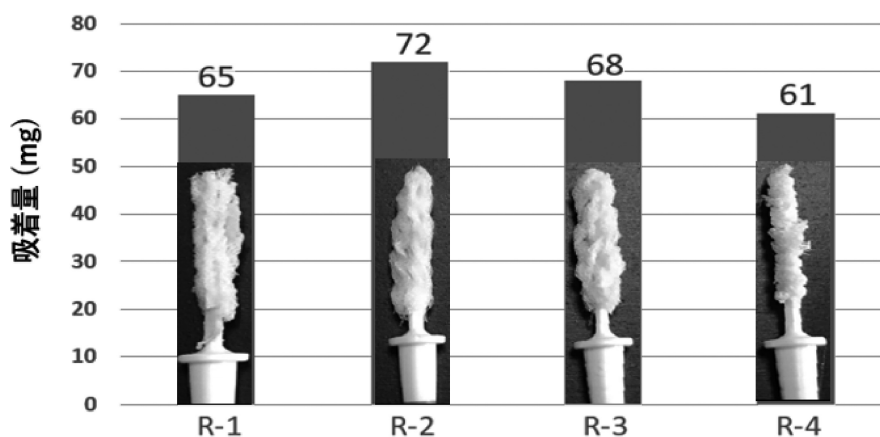


図 7 各種丸断面組紐試作ブラシ（4種類）の吸着量（mg）<sup>11)</sup>



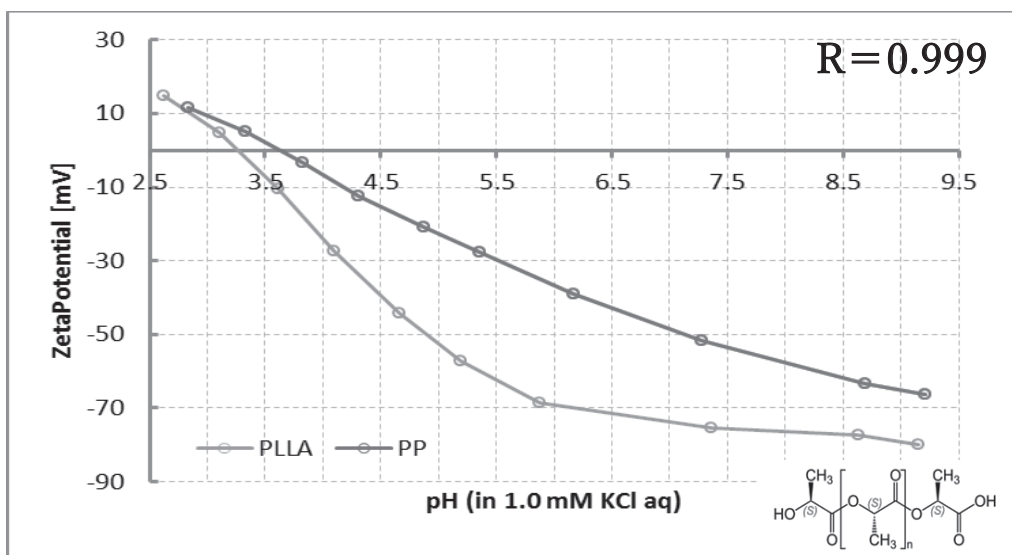
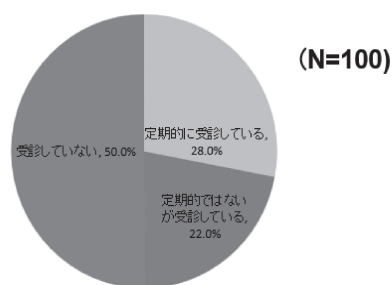
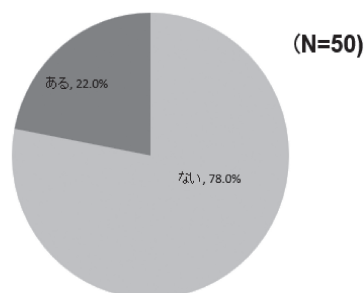


図8 ポリL乳酸繊維糸 (PLLA) のゼータ電位測定結果<sup>17) 18)</sup>

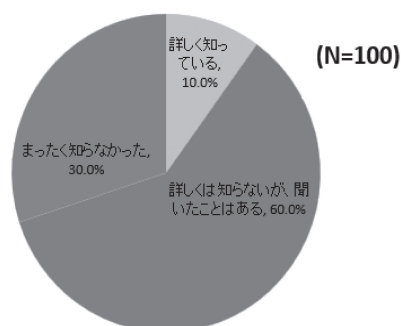
**【Q1】** あなたは、子宮頸がんの検診を  
定期的(2年に1回)に受診されていますか。



【Q2】あなたはこれまでに、子宮頸がんを診断されたご経験はありますか。



**【Q3】** あなたは現在、子宮頸がんの罹患が20～30代の方に急増加していること知っていましたか。



【Q4】 Q3の現状を知り、あなたは子宮頸がんの検診・受診をしたいと感じましたか。

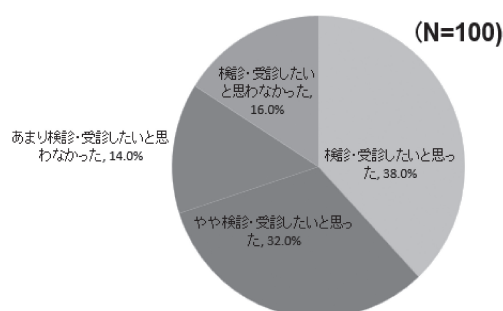


図9 子宮頸がんに関するアンケート調査結果1

教育機関でのがん教育の必要性が示唆される。Q3で、子宮頸がんの罹患数が20-30歳大に増加しているという現状を知って、子宮頸がん検診・受診をしようと思ったか否かを Q4で問った。その結果、“検診・受診をしたいと思った”、“ややしたいと思った”と回答した者が、70%で、“あまり検診・受診をしたいと思わなかった”、“検

診・受診をしたいと思わなかった”と回答した者は、30%で、Q3の問いと数値は比例傾向になった。

最後に、Q4で“あまり検診・受診をしたいと思わなかった”，“検診・受診をしたいと思わなかった”と回答した30名にQ5の回答を指示した。次は、検診受診をしたいと思わなかった理由を述べるよう指示した（複数回答

【Q5】あなたが子宮頸がんの検診・受診をしたいと思わなかった理由をすべて教えてください。（複数回答可）

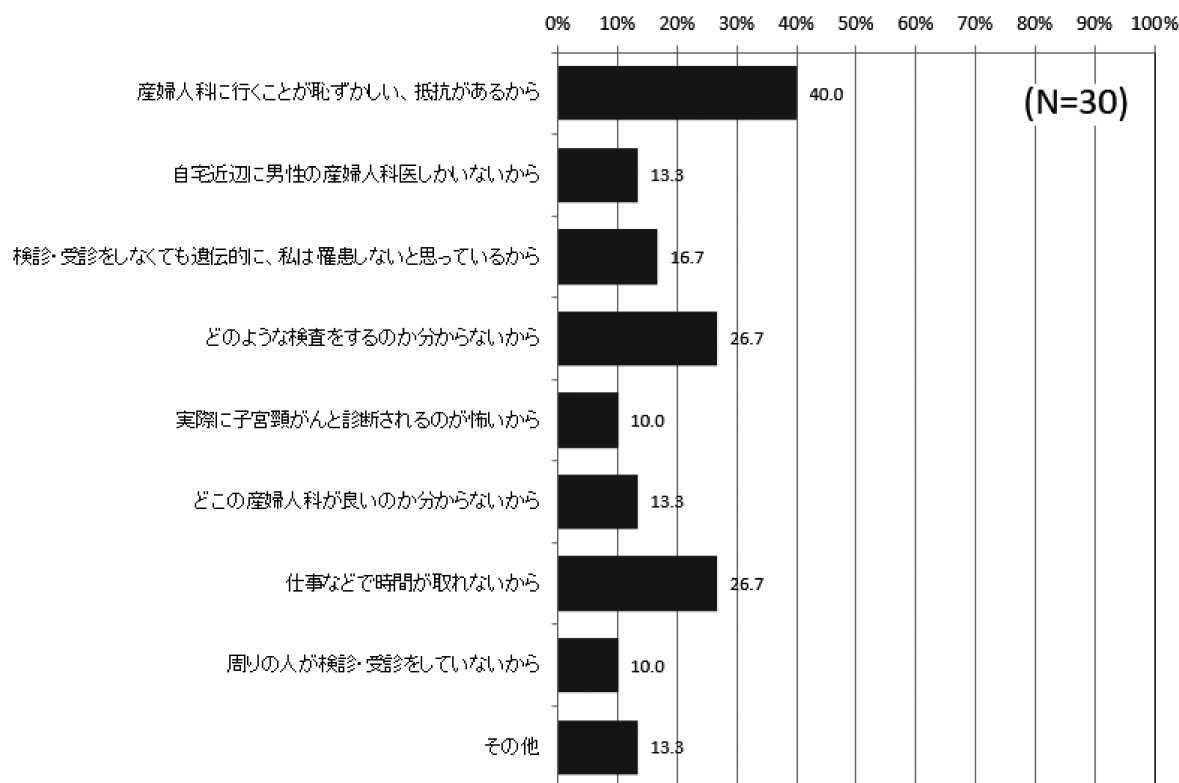


図10 子宮頸がんに関わるアンケート調査結果 2

可)。その結果，“産婦人科に行くことが恥ずかしい，抵抗があるから”という回答が，40.0%と最も多く，次に，“どのような検査をするのか分からないから（26.7%）”，“仕事などで時間がとれそうにないから（26.7%）”という回答であった。

## 6. まとめ

ポリ L 乳酸を使った丸断面組紐試作ブラシは，市販ブラシより吸着量が同等または高い結果となり，子宮頸がん検診用細胞採取ブラシとしての有用性が示唆された。特に，丸断面組紐試作ブラシ 4 種類のうち，R-2（S-凹凸ねじり）の吸着量が最も高く，右利きの採取者に有用であると考えられる。

ゼータ電位測定を行い，ポリ L 乳酸繊維糸の吸着性を調べた結果，ポリ L 乳酸の糸自体が吸着性を持っていることが判明した。

若者に急増加中の子宮頸がんについて，日本の若者の検診・受診率および検診・受診を実際に受けているのか，また受けていない場合は改善方法を知るために，日本全国 20-30 歳代の 100 名に対して子宮頸がんに関するアンケート調査をした。その結果，20-30 歳代の 4.5 人に 1 名は，子宮頸がんを診断されたことがあるということが明

らかとなり，若者の子宮頸がんの増加の実態が分かった。

20-30 歳代の子宮頸がんの増加していることを 3.3 人に 1 人は知らないということがアンケート調査結果で得られ，がん教育やそれらの啓発活動がまだ足りていないことを示すと考える。そのため，啓発活動は勿論，高等学校までの教育課程や大学・短期大学・専門学校等の教育機関でのがん教育をすることが大切になると考える。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり，終始，御懇篤なるご指導とご鞭撻を賜りました京都工芸繊維大学・山根秀樹名誉教授，神戸女子大学・平田耕造名誉教授，兵庫県立工業技術センター・中野恵之技術課長，兵庫県西脇市立西脇病院産婦人科・野村和久部長，アントン・パール・ジャパン・中野裕樹氏に，謹んで深甚なる感謝の意を表します。

また，本論文を完成するに際し，組紐に関する御助言等を賜りました金沢大学大学院理工研究域および設計製造技術研究所技術支援センター・喜成年泰教授に深く感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 今井美和, 吉田和枝, 大門真理那, 中西愛海, 山越杏奈. 子宮頸がんとその予防に関する医療系女子大学生の知識と態度の状況について. 石川看護雑誌. 2022, No. 18, 1-12.
- 2) Hori, M.; Matsuda, T.; Shibata, A.; Katanoda, K.; Sobue, T.; Nishimoto, H. on behalf of the Japan Cancer Surveillance Research Group. Cancer incidence and incidence rates in Japan in 2009: a study of 32 population-based cancer registries for the Monitoring of Cancer Incidence in Japan (MCIJ) project. *Japanese Journal of Clinical Oncology*. 2015, Vol. 45, No. 9, 884-891.
- 3) 原純輔, 片瀬一男. 第7回青少年の性行動全国調査報告(2011年)の概要. 現代性教育研究ジャーナル. 2012, No. 17, 1-8.
- 4) 国立がん研究センターがん情報サービス. “集計表のダウンロード7. がん検診受診率データ(市区町村による地域保健・健康増進事業報告データ)全国, 都道府県別, 性・年齢階級別”. [http://ganjoho.jp/reg\\_stat/statistics/dl/index.html](http://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/dl/index.html) (閲覧 2016.6.11).
- 5) 厚生労働省. “がん検診受診率向上施策に関する議論の整理及び論点案 平成25年7月3日”. 健康局がん対策・健康増進課. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r985200000363zv-att/2r9852000003644k.pdf> (閲覧 2016.6.11).
- 6) 品川明子, 黒川哲司, 坂野陽通, 大沼利通, 藤原清香, 知野陽子, 服部由香, 細川久美子, 折坂誠, 吉田好雄. Human papillomavirus 検査に使用する細胞採取ブラシの相違による検査結果の検証:「円錐ブラシ」対「ブルームブラシ」の比較. 福井大学医学部研究雑誌. 2022, No. 22, 23-27.
- 7) 土岐利彦, 熊谷幸江, 高坂公雄, 川嶋博, 方山揚誠. 細胞採取法の違いによる子宮頸部細胞標本の適切性の比較検討. *J. Jpn. Soc. Clin. Cytol.* 1992, Vol. 31, No. 3, 439-443.
- 8) Tanaka, H.; Hasuo, Y.; Mori, I.; Fukutomi, T.; Yoh, S.; Yakushiji, M.; Katoh, T. Follow-up Patients with Papillary Type Human Papilloma Virus Infection of the Uterine Cervix by Cytological and Colposcopic Examination. 日本産科婦人科学会雑誌. 1988, Vol. 40, No. 8, 1328.
- 9) 今井美和, 吉田和枝, 大門真理那, 中西愛海, 山越杏奈. 子宮頸がんとその予防に関する医療系女子大学生の知識と態度の状況について. 石川看護雑誌. 2021, Vol. 27, No. 3, T381-387.
- 10) 松浦祐介, 川越俊典, 土岐尚之, 蜂須賀徹, 柏村正道. 日本における子宮頸がん検診の現状と課題. 産業医科大学雑誌 (0387-821X). 2009, Vol. 31, No. 2, 181-193.
- 11) 森野ひとみ, 平田耕造, 中野恵之, 山根秀樹, 野村和久. 組紐および異形断面繊維を用いた子宮頸部細胞採取ブラシの研究開発. 日本機械学会年次大会論文集. 2019, J24104.
- 12) 森野ひとみ, 平田耕造, 中野恵之, 山根秀樹, 野村和久. 組紐および PLLA, Y 字型異形断面繊維系を用いた子宮頸部細胞採取ブラシの研究開発. 日本繊維機械学会年次大会要旨集. 2020, J241-09.
- 13) 山根秀樹. ポリ乳酸の特性と物性改良. 生物工学会誌. 2008, Vol. 86, No. 7, 343-345.
- 14) 原野光子. 組みひも. 保育社, 1977.
- 15) 多田牧子. かわいい組みひもの教科書. 誠文堂新光社, 2016, 036-087.
- 16) 森野ひとみ, 平田耕造, 中野恵之, 山根秀樹, 野村和久. 平成29年度ネオファイバープロジェクト研究報告書. 2018.
- 17) 森野ひとみ, 平田耕造, 中野恵之, 山根秀樹, 野村和久. 平成30年度ネオファイバープロジェクト研究報告書. 2019.
- 18) 森野ひとみ, 平田耕造, 中野恵之, 山根秀樹, 野村和久. 組紐および異形断面繊維を用いた子宮頸部細胞採取ブラシの研究開発. 日本機械学会年次大会論文集. 2020, J241-09.