

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	流路・電気回路の一括インクジェットプリントによる紙流体チップの高機能化				
研究テーマ (欧文) AZ	Development of high functional paper-based analytical device based on inkjet print of channel and electric circuit				
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓) マツダ	名) ユウ	研究期間 B	2015 ~ 2016 年
	漢字 CB	松田	佑	報告年度 YR	2016 年
	ローマ字 CZ	Matsuda	Yu	研究機関名	名古屋大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	名古屋大学未来材料・システム研究所システム創成部門・准教授				

概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)

近年、新たな携帯型生化学分析用の流体チップとして、紙流体チップ (PAD: Paper-based Analytical Device) が提案されている。紙流体チップは、その名のとおり、紙上で生化学分析を行うデバイスである。特に材料が「紙」である点から、安価、軽量、低体積という利点がある。さらに毛細管現象による試料流体の輸送が可能のため、ポンプなどの送液機構が不要であり、システム全体の体積を小さくできる。このように、紙流体チップは、従来のガラスや樹脂製のマイクロ流体チップに取って代わる検査ツールになりうる極めて高い優位性を有している。しかし、紙のみでは実現できる機能が大きく制限される。本研究では、インクジェットプリンターを用いて電気回路を紙面上に印刷する技術を用いることで、紙流体チップ流路の直下にヒーターをプリントした。このヒーターを用いることで、紙流体チップを流れる試料流体を強く加熱し、その溶媒を蒸発させることで溶質の濃縮が実現できる。紙流体チップ上での試料の濃縮はこれまでに報告例が非常に少ないものの、紙流体チップ上で実現できる反応を飛躍的に増すことができ、その有用性は極めて高い。本研究では、応用を指向したデモンストレーションとして希薄濃度のブドウ糖水溶液からブドウ糖を検出する実験を実施した。質量濃度  $1.0 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^3$  のブドウ糖水溶液を紙流体チップに浸透させ、紙面上にプリントしたヒーターによりこの水溶液を強く加熱した。また所定時間の加熱後に、紙流体チップにベネジクト液を流し、ベネジクト反応による呈色によってブドウ糖の検出を行った。その結果、図に示すように加熱時間を長くすることによって、検出濃度以下の試料の濃縮を検出濃度まで増すことができ、ブドウ糖の検出を行うことができることを示した。

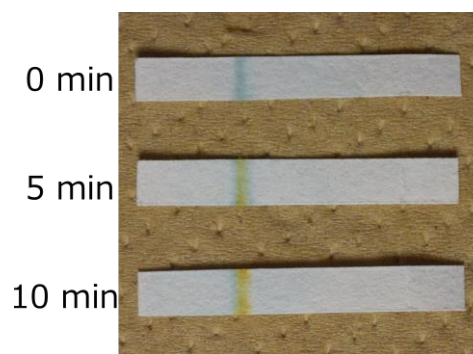


図1 実験結果。時間は加熱時間。ブドウ糖が一定濃度以上含まれる場合、ベネジクト反応では赤褐色を呈する。加熱時間に応じてブドウ糖濃度が上昇し、ベネジクト反応によるブドウ糖検出が実現できている。

キーワード FA	紙流体チップ	電気回路印刷	インクジェットプリント
----------	--------	--------	-------------

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA																		研究課題番号 AA	
研究機関番号 AC																			シート番号

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Inkjet printed heater for paper based analytical device（査読有）							
	著者名 <sup>GA</sup>	Y. Matsuda 他 4 名	雑誌名 <sup>GC</sup>	Proceedings of the First Pacific Rim Thermal Engineering Conference					
	ページ <sup>GF</sup>	PRTEC-14885	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	6	巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

#### 欧文概要 EZ

Paper-based analytical devices (PADs) have been drawn much attention as new point-of-care diagnostics in recent years, because PADs have many advantages such as cheap, easy to use, disposable, and portable. There have been many studies on development of new prototype devices and fabrication methods. However, there have been few studies on thermo-fluid control techniques. Since PAD is made of paper (porous media), the test fluid is transferred by the capillary action through the paper. The flow speed of the test fluid can be *passively* controlled by varying the wettability of the paper. A dissolvable sugar can be used as a *passive* stop valve. On the other hand, *active* thermo-fluid control of the test fluid is still difficult, and the applications of PADs are limited. In our previous study, we proposed the addition of an inkjet printed electric conductive pattern to PADs in order to expand their applications.

In this study, we used an electric conductive pattern as a heater to concentrate a solute in the test fluid on our PAD. We prepared glucose solution of  $1.0 \times 10^{-4}$  g/cm<sup>3</sup>. This concentration is lower than the limit of detection concentration (LOC) for the Benedict's test. The glucose solution was poured on a piece of cellulose filter paper. When the paper was heated by the inkjet printed heater, the solvent was evaporated, and then the concentration of the solute was increased. The concentration of the solute can be controlled by varying the heated time. This is the operating principle of our pre-concentrator using the inkjet printed heater. After the pre-concentration process, the Benedict's test was conducted. The Benedict's test indicates the presence of reducing sugars such as glucose. When the mixture of a reducing sugar and Benedict's reagent is heated, copper (I) oxide (Cu<sub>2</sub>O) is precipitated as a brick-red powder. It was clarified that the LOC of the Benedict's test for the glucose solution was ca.  $1.0 \times 10^{-3}$  g/cm<sup>3</sup> in our setup from a preliminary experiment. For the positive Benedict's test, the solution had to be concentrated 10 times. The glucose solution was supplied from one end of the filter paper, and was heated by the inkjet printed heater. Then, the concentration of glucose solution was increased to LOD, and the glucose was detected by the Benedict's test. By adding the electric conductive pattern to PAD, the new function, detecting a solute with lower concentration than LOD, was realized on PAD.