

原理	図	技術特徴	メリット	課題	捕捉効率	開発者
免疫磁気ビーズ		チャンネル下にマグネットアレイを設置 磁気ラベルされたCTCを捕捉 抗CK,抗CD45抗体、DAPI染色によって同定	ハイスループット (10mL/h)	がん種毎の臨床的意義について検証が必要 捕捉したCTCの培養は検討していない	90% (COLO205細胞使用) 86% (SKBR細胞使用) 1mLあたり5個のCTCを検出	Hoshino et al.※1
		メインチャンネルとサイドチャンバーを設置 サイドチャンバーで磁気化CTCを捕捉	捕捉したCTCを培養できる (7日間培養可能) CTCへの流体せん断応力が少ない	スループットは高くない (1.2mL/h)	90% 1mLのマウス血液サンプルから2~80個の乳がん細胞を単離	Ingber et al.※2
アフィニティークロマトグラフィーを用いた抗原抗体反応		担体表面に抗体をコーティング シリコンマイクロピラーに抗EpCAM抗体をコーティング	CTC捕捉効率が高い	スループットは高くない (~1mL/h)	臨床試験で99% (116名中115名のがん患者でCTCを同定)	Nagrath et al.※3
		担体表面にEpCAM抗体をコーティング ヘリングボーン溝	CTC捕捉効率を向上 複雑な製造をマイクロピラーの装置よりも回避 捕捉CTCのin situ immunostaining可能	実用化と培養可能なCTCの取り出しに検証が必要	前立腺がん患者で93% (15名のうち14名でCTCを検出)	Nagrath, Stott et al.※4
		幅35µm、奥行150µmの領域に51本の並列した流路 流路表面を抗EpCAM抗体でコーティング	伝導検出器を用いてラベルフリーのCTCを自動的に計測可能 計測後のCTCを遺伝子解析できる仕様 スループットは1.6mL/h 線速度は2mm/s	臨床的な検証が必要	MCF-7細胞を用いた試験では最大97%	Soper et al.※5, 6
		基盤表面にシリコンナノピラー ピラーに抗EpCAM抗体をコーティング 蛇行した流路にシリコンナノピラー基質が設置 蛇行した流路の上部はヘリングボーン構造	流路内に螺旋流を作り、細胞と基質の接触効率を向上 臨床試験でも高い補足効率	非特異的な細胞を結合するため精製率が低い	95% (1mL/h、100cells/mLのMCF-7細胞懸濁液を使用)	Wang et al.※7

※1 K. Hoshino, Y. Y. Huang, N. Lane, M. Huebschman, J. W. Uhr, E. P. Frenkel and X. J. Zhang, Lab Chip, 2011, 11, 3449-3457.

※2 J. H. Kang, S. Krause, H. Tobin, A. Mammoto, M. Kanapathipillai and D. E. Ingber, Lab Chip, 2012, 12, 2175-2181.

※3 S. Nagrath, L. V. Sequist, S. Maheswaran, D. W. Bell, D. Irimia, L. Ullkus, M. R. Smith, E. L. Kwak, S. Digumarthy, A. Muzikansky, P. Ryan, U. J. Balis, R. G. Tompkins, D. A. Haber and M. Toner, Nature, 2007, 450, 1235-1239.

※4 S. L. Stott, C. H. Hsu, D. I. Tsukrov, M. Yu, D. T. Miyamoto, B. A. Waltman, S. M. Rothenberg, A. M. Shah, M. E. Smas, G. K. Korir, F. P. Floyd, A. J. Gilman, J. B. Lord, D. Winokur, S. Springer, D. Irimia, S. Nagrath, L. V. Sequist, R. J. Lee, K. J. Isselbacher, S. Maheswaran, D. A. Haber and M. Toner, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., 2010, 107, 18392-18397.

※5 A. A. Adams, P. I. Okagbare, J. Feng, M. L. Hupert, D. Patterson, J. Gottert, R. L. McCarley, D. Nikitopoulos, M. C. Murphy and S. A. Soper, J. Am. Chem. Soc., 2008, 130, 8633-8641.

※6 U. Dharmasiri, S. K. Njoroge, M. A. Witek, M. G. Adebisi, J. W. Kamande, M. L. Hupert, F. Barany and S. A. Soper, Anal. Chem., 2011, 83, 2301-2309.

※7 S. T. Wang, K. Liu, J. A. Liu, Z. T. F. Yu, X. W. Xu, L. B. Zhao, T. Lee, E. K. Lee, J. Reiss, Y. K. Lee, L. W. K. Chung, J. T. Huang, M. Rettig, D. Seligson, K. N. Duraiswamy, C. K. F. Shen and H. R. Tseng, Angew. Chem., Int. Ed., 2011, 50, 3084-3088.