

心血管系の動態計測のための高速超音波イメージング

High Frame Rate Ultrasonic Imaging for Measurements of Cardiovascular Dynamics

東北大院医工¹, 東北大学院工² °長谷川英之^{1,2}, 金井 浩^{2,1}

Graduate School of Biomed. Eng., Tohoku Univ.¹, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.²,

°Hideyuki Hasegawa^{1,2}, Hiroshi Kanai^{2,1}

E-mail: hasegawa@ecei.tohoku.ac.jp

超音波断層法は、血管や心臓など体内臓器の断層像が非侵襲かつリアルタイムに得られる大変有用な方法である。超音波断層像により、臓器の形状の異常を診断することができるほか、超音波ドプラ法により血流動態や壁運動の定量計測を行うことができるなど[1]、超音波診断技術の果たす役割は大きい。超音波診断法は元来、CT や MRI などと比べ時間分解能が優れているが、近年、並列ビーム形成法[2]により更なる高時間分解能化が図られ、様々な生体組織の動態・機能計測に有用であることが示されてきている[3]。本研究グループでも、約 3500 Hz の高フレームレート計測により頸動脈のひずみ・血流の同時計測が可能であることを示したほか[4]、比較的開口を広くとれるリニアアレイが使用可能な体表組織の計測だけでなく、心臓のように小開口での測定が強いられる場合にも適用可能な高速イメージング法を開発した[5]。

従来法では送信・受信ともに集束ビームを形成するため、1 枚の画像構築に必要な走査線数分の送信回数が必要である。一方、並列ビーム形成法[2] では広いビームを送信し、そのビーム内に複数の受信集束ビーム(走査線)を形成するため、従来のセクタ走査と同じ走査線数を得るために必要な送信回数を減少させ、フレームレート(FR)を向上させることができる。心臓のイメージングなど開口が小さい場合には、送信に拡散ビームを用いることにより十分なビーム幅を得ることができる[5]。図 1 は、ヒト心臓の超音波断層像である。図 1(a)の従来法(FR: 39 Hz)に比べ、図 1(b)および図 1(c)の並列ビーム形成法では FR が 316 Hz まで向上している。図 1(b)と図 1(c)では、コントラスト向上手法[6] および高空間分解能化法[7] が適用されており、従来法よりも高いコントラストおよび空間分解能を実現しながら FR を向上させることも可能となってきた。

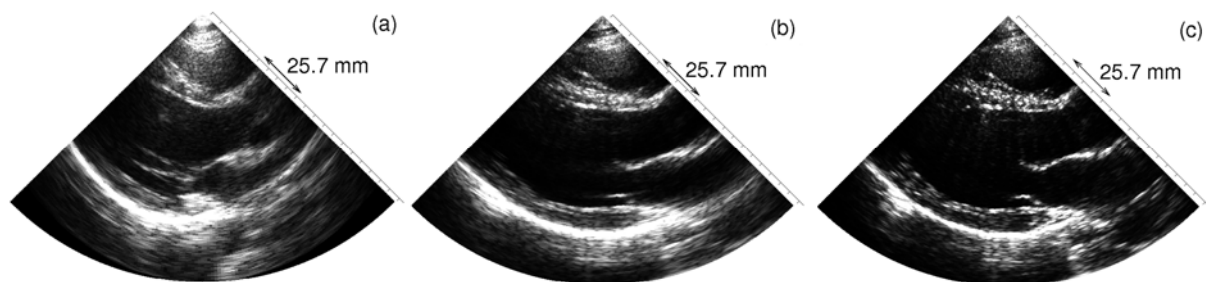


図 1: ヒト心臓の超音波断層像. (a) 従来法 (FR: 39 Hz). (b) 並列ビーム形成法+コントラスト向上法 (FR: 316 Hz). (c) 並列ビーム形成法+高空間分解能化法 (FR: 316 Hz).

[1] Sutherland, *et al.*, *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2004. [2] Shattuck, *et al.*, *J. Acoust. Soc. Amer.*, 1984. [3] Montaldo, *et al.*, *IEEE Trans. UFFC*, 2009. [4] Hasegawa and Kanai, *IEEE Trans. UFFC*, 2008. [5] Hasegawa and Kanai, *J. Med. Ultrason.*, 2011. [6] Hasegawa and Kanai, *IEEE Trans. UFFC*, 2012. [7] Camacho, *et al.*, *IEEE Trans. UFFC*, 2009.