

## 1. 先天性心疾患の胎児画像診断

稲村 昇

大阪府立母子保健総合医療センター 小児循環器科

### Diagnosis with the fetal image of congenital heart disease

Noboru Inamura

Department of Pediatric Cardiology, Osaka Medical Center And Research Institute for Maternal And Child Health

#### Abstract

The incidence of congenital heart disease (CHD) is 1% of live-born infants. Aggravated CHD is 0.4% after birth. The prenatal diagnosis is difficult in CHD, because 90% of CHD come from low-risk pregnancies. The prenatal diagnosis of CHD is made according to the guidelines of the Japanese fetal heart disease society now. The prenatal diagnosis is divided into screening (level I) for all pregnancies and definitive diagnosis (level II) for pregnant women who had some abnormality pointed out. Level I needs simple screening mainly on the basic section. In level II, an echocardiography device of high function is required. This manuscript introduces the latest diagnostic technique with the fetal image of CHD.

**Keywords :** *Congenital heart disease, Fetal diagnosis, Fetal echocardiography*

#### はじめに

先天性心疾患 (Congenital heart disease: CHD) の発生頻度は生産児の100人に1人とされている。なかでも出生後に重症化するCHDは1000人に4人とされている。この発生頻度は染色体異常の6.5倍、中枢神経疾患の4倍の発生頻度である。CHDは新生児死亡の20%、乳児死亡の50%を占める重症先天性疾患である<sup>1)</sup>。CHDは心臓構造異常が原因で出生早期に致死的な病状を呈するため、専門的で高度な画像診断が要求される。一方、CHDはリスクを有しないローリスクの妊娠から発生すると言われており<sup>2)</sup>、全妊娠を対象にした誰もがができる簡便な胎児心臓スクリーニングも望まれる。

#### STIC法を用いたCHDのスクリーニング

日本胎児心臓病学会による胎児心エコー検査ガイドラインでは出生前診断のレベルをレベルIとレベルIIの二段階に分類した<sup>3)</sup>。レベルIは主に産科医によるスクリーニング、レベルIIは精査の必要が認められた例に対し小児循環器疾患の専門的知識を有する医師による確定診断と位置づけられている。レベルIは胎児の左右、四腔断面、左右流出路の確認、レベルIIはさらにThree vessel view, Three vessel trachea viewを確認していく (Fig.1)。これまで検査の内容と感度について数多くの報告がある。描出する断面は四腔断面のみでは検査感度が16.3%と不十分であるが、四腔断面に左室流出路を加えると検査感度が

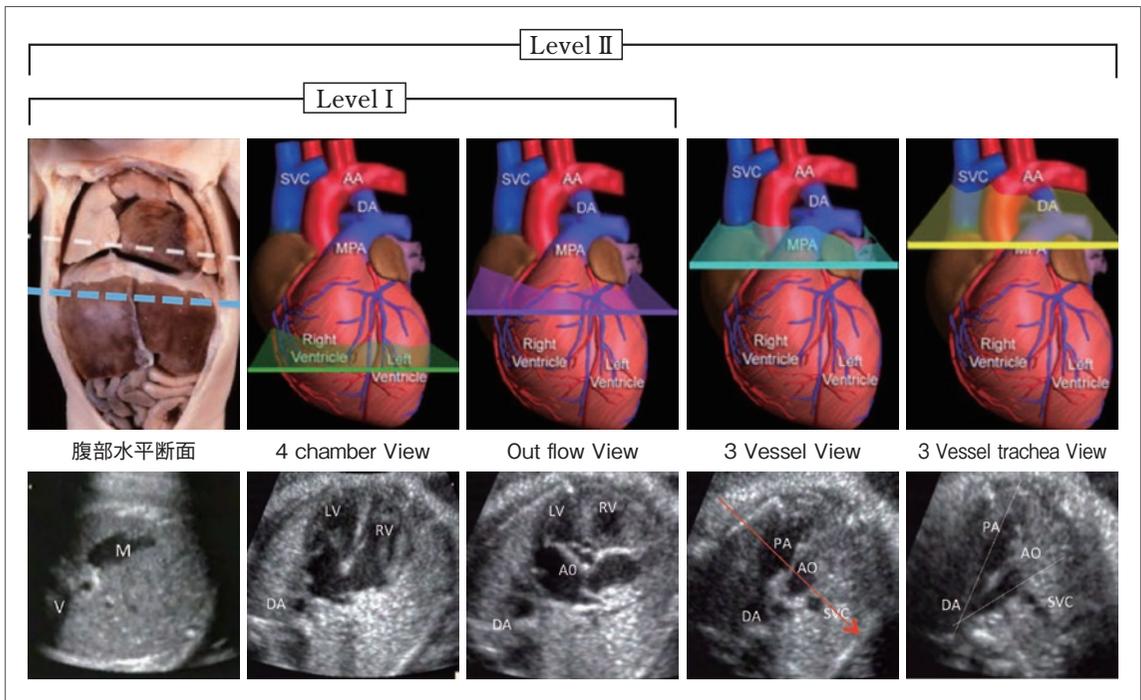


Fig.1 胎児心エコー検査方法

Level I スクリーニングとLevel II 精査の範囲を示す。

V：脊柱，M：胃泡，LV：左心室，RV：右心室，DA：下行大動脈，PA：肺動脈，Ao：大動脈，SVC：上大静脈

20～60%に上昇すると言われている<sup>4,5)</sup>。さらに、Three vessel view や Three vessel trachea view を加えると検査感度は88.5%になるとの報告もある<sup>6,7)</sup>。また、最近ではreal-time 3Dエコーによるスクリーニングも行われており、この方法の検査感度は93%と驚くべき感度が報告されている<sup>8)</sup>。次に各断面像の検出率は四腔断面が約100%と最も高いが、長軸断面が約90%、短軸断面が約50%と低下する<sup>9)</sup>。また、妊娠21週未満や36週以上では検出率は低下すると言われており、妊娠週数によってばらつきがある。よって、日常診療の場ですべての妊婦にThree vessel viewやThree vessel trachea view, real-time 3Dエコーを行うことは困難である。

STIC法(Spatio-Temporal Image Correlation法)は、胎児心臓の四腔断面像から短時間(通常7.5～15秒間)でデータの収集を行い、後に胎児心エコーに精通した医師がそのデータをオフラインで解析することができる画期的な心エコー法

である<sup>10)</sup>。

STICは、胎児心臓の三次元超音波データを三方向の軸回転と平行移動とを組み合わせると任意の直交三断面で二次元断層画像の動画が同時に再生できる(Fig.2)。STIC画像の表示は、メインである左上の断面(A断面)が通常のBモード断層像であり、右上の断面(B断面)にはA断面の記録時のプローブを90度反時計周りに回転させて得られる断層像が、左下の断面(C断面)には母体表面と平行な断層像が表示される。STIC法を用いることでレベルIスクリーニングを小児循環器疾患に精通した医師がオフラインで再確認することが可能である。また、画像情報を転送することで遠隔診断も可能である。このように今後の使用形態を工夫すればさらなる発展性が期待できる。

## レベルIIにおける高機能心エコー法

レベルIIは精査の必要が認められた例に対し

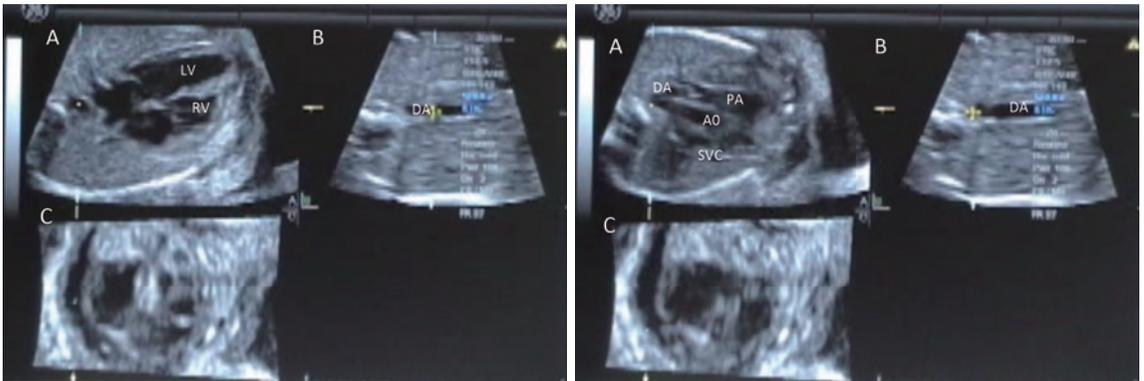


Fig.2 STIC法によるスクリーニング a | b  
 上段は四腔断面，下段はThree vessel trachea viewを示す。  
 A断面で四腔断面を描出し，下行大動脈にポイントを置く．Aの直行断面で，下行大動脈にあるポイントを腹部から頭側に移動させThree vessel trachea viewまで観察する．

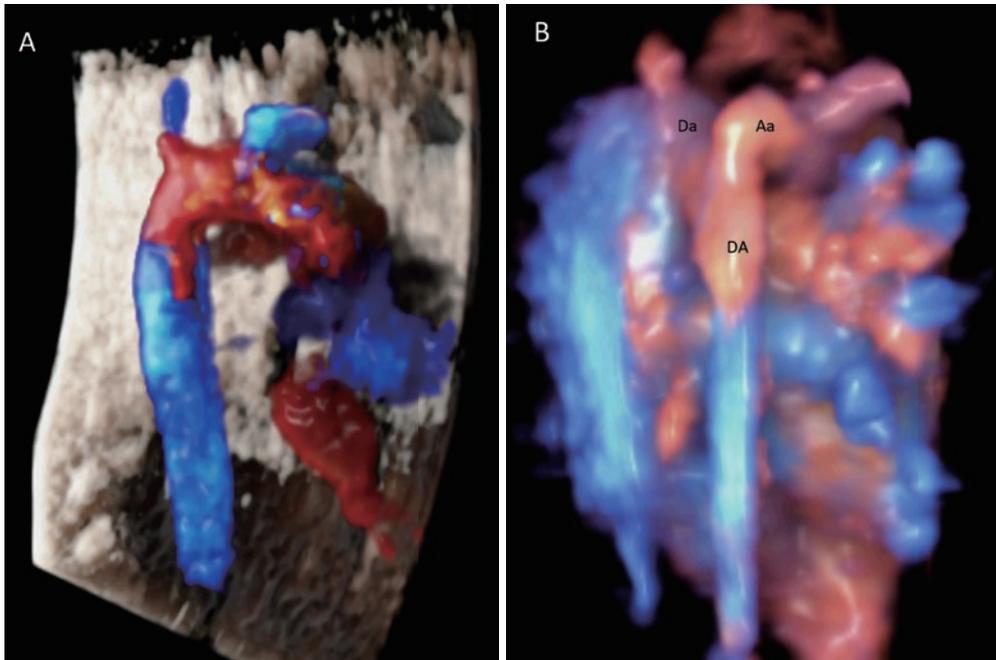


Fig.3 HD live flow  
 A：正常胎児の大動脈弓，B：左心低形成の大動脈弓を後方から観察した。  
 Da：動脈管弓，Aa：大動脈弓，DA：下行大動脈

小児循環器疾患の専門的知識を有する医師による確定診断である。診断だけではなく、胎児の生命予後や出生後の対応を正確に予測することが要求される。このため、高機能な心エコー装置が必要である。

胎児心エコー検査で大動脈縮窄を含む複雑心

奇形は診断と同時に出生後の対応の判断が要求される。しかし、大動脈縮窄の診断は非常に高度な技量が要求される。近年、カラードプラ機能が向上し、より鮮明な画像が得られるようになった。

また、前述のSTIC機能と組み合わせることで

立体的な画像が描出できるようになった。GEヘルスケア社製のHD live Flowは、HD liveのサーフェス技術を血流情報に適用したアプリケーションで、胎盤血流や胎児の心臓の血流、脳血管など全身の血管をより立体的に表示することができる<sup>11)</sup>。この機能を使用すれば大動脈縮窄の診断がより正確にできる(Fig.3)。

Ebstein病は予後不良な心疾患である。しかし、肺動脈弁の形態によって生命予後が大きく異なる。特に、機能的肺動脈弁閉鎖と解剖学的肺動脈弁閉鎖の鑑別は重要である<sup>12)</sup>。診断には

収縮末期も少量の肺動脈弁逆流血を見つけなければならない。カラードプラ法を併用する必要があるが、併用することでフレームレートが低下し診断を困難にする。日立アロカメディカル社製のDynamic Slow-motion Displayは1心拍分のスローモーション画像を1/2～1/3のスピードでフレームレートを低下させずにリアルタイム表示することができる<sup>13)</sup>。この機能を使用すると動きの早い対象物である機能的肺動脈弁閉鎖における肺動脈弁逆流血の観察が容易にできる(Fig.4)。

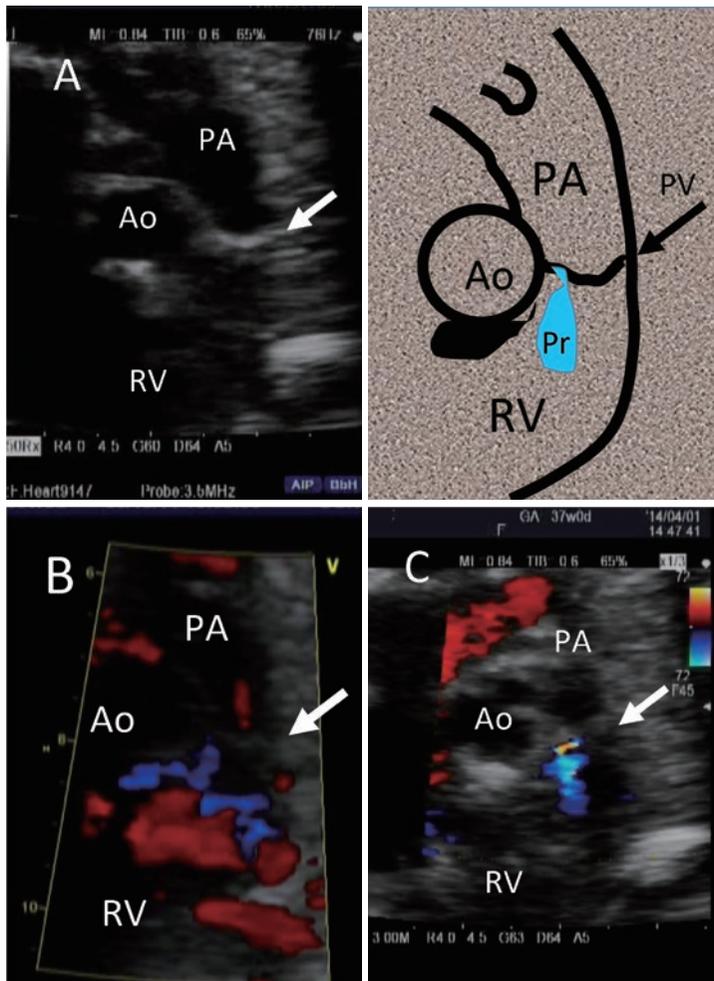


Fig.4 Ebstein病(機能的肺動脈弁閉鎖)の右室流出路像  
 A : 従来のEbstein病の右室流出路像 B-mode  
 B : 従来のEbstein病の右室流出路像 カラードプラ像  
 C : Dynamic Slow-motion Displayのカラードプラ像  
 肺動脈弁(矢印)と肺動脈弁逆流血がよくわかる。

## 胎児不整脈の診断

胎児は心電図を記録できないため不整脈の診断にも心エコー法が使用されている。胎児不整脈の診断にはP波に相当する心房収縮を判別することが重要である。通常は簡便なMモード法で診断しているが心房の収縮を記録することが難しいため頻脈性不整脈では判定が難しくなる。そこで、ドプラ法を用い動脈と静脈の双方にまたがるようにサンプルポイントを置き、双方の血流を同時に計測する方法が用いられる。いろいろな組み合わせがあるが、上大静脈と上行大動脈の組み合わせで行われることが多い。この

方法は心房収縮と心室収縮を心電図のような波形で表現できる<sup>14)</sup>。またドプラ法であるため血流の立ち上がりが明瞭でありP波に相当する心房収縮波の判別が行いやすい。しかしながら静脈と動脈を同一画面に描出することや超音波ビームの入射角度など技術的問題がある。日立アロカメディカル社製のDual Doppler法は任意の2点において同一心拍のドプラ計測を可能とする新しい技術である。この方法を用いることで、従来不可能であった離れた2点においても同一断面上に描出できれば同時に血流や組織ドプラ波形の表示ができる(Fig.5)<sup>15)</sup>。

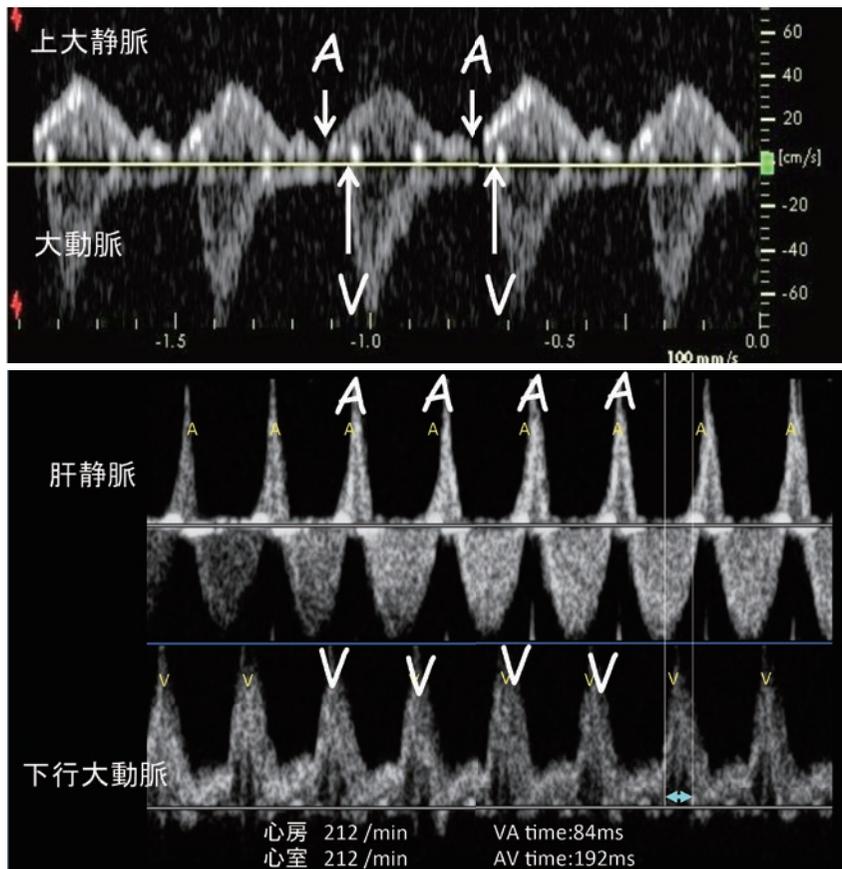


Fig.5 不整脈の診断

上段：大動脈-上大静脈同時描出による診断法

A：心房波，V：心室波

下段：Dual Doppler法による診断法(short VAの上室性頻拍)

肝静脈と下大静脈にサンプルポイントを置いて同時に記録した。

VA時間84msec, AV時間192msecのshort VAと診断できる。

(徳島大学 産婦人科 加地 剛先生のご好意により掲載)

また、Dual Doppler法は同時波形で判別が難しかった等、容拡張時間の計測や右心室のTei indexなどに応用できる。

#### ●文献

- 1) Hoffman JIE : Incidence of congenital heart disease. II. Prenatal incidence. *Pediatr Cardiol* 1995 ; 16 : 155-165.
- 2) Achiron R, Glaser J, Gelerntter I, et al : Extended fetal echocardiographic examination for detecting cardiac malformations in low risk pregnancies. *BMJ* 1992 ; 304 : 671-674.
- 3) 里見元義, 川滝元良, 前野泰樹, 他 : 胎児心エコー検査ガイドライン 胎児心エコー検査ガイドライン作成委員会編. *日小循誌* 2006 ; 22 : 591-613.
- 4) Buskenns E, Groggee DE, Frohn-Mulder IME, et al : Efficacy of routine fetal Ultrasound screening of congenital heart disease in normal pregnancy. *Circulation* 1996 ; 94 : 67-72.
- 5) Ott WJ : The accuracy of antenatal fetal echocardiography screening in high- and low-risk patients. *Am J Obstet Gynecol* 1995 ; 172 : 1741-1749.
- 6) Ogge G, Gaglioti P, Maccanti S, et al : Prenatal screening for congenital heart disease with four-chamber and outflow-tract views: a multicenter study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006 ; 28 : 779-784.
- 7) Bianco D, Russo A, Lacerenza S, et al : Four chamber view plus three-vessel and trachea view for a complete evaluation of the fetal heart during the second trimester. *J perinat Med* 2006 ; 34 : 309-312.
- 8) Sklansky M, Miller D, Devore G, et al : Prenatal screening for congenital heart disease using real-time three-dimensional echocardiography and a novel sweep volume acquisition technique. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005 ; 25 : 435-443.
- 9) 秋田彰一, 服部守志, 高杉信義, 他 : 先天性心疾患の胎児スクリーニングに関する基礎的検討. *日本産婦人科学会誌* 1989 ; 41 : 1394-1400.
- 10) Espinoza J, Lee W, Comstock C, et al : Collaborative study on 4-dimensional echocardiography for the diagnosis of fetal heart defects : the COFEHD study. *J Ultrasound Med* 2010 ; 29 : 1573-1580.
- 11) Kanenishi KI, Nitta E, Mashima M, et al : HD live imaging of intra-amniotic umbilical vein varix with thrombosis. *Placenta* 2013 ; 34 : 1110-1112.
- 12) Inamura N, Taketazu M, Smallhorn JF, et al : Left ventricular myocardial performance in the fetus with severe tricuspid valve disease and tricuspid insufficiency. *Am J Perinatol* 2005 ; 22 : 91-97.
- 13) 松岡 隆, 岡井 崇 : 新技術を用いた胎児心臓超音波検査法の提案. *MEDIX* 2012 ; 57 : 14-17.
- 14) Fouron JC, Proulx F, Miró J, et al : Doppler and M-mode ultrasonography to time fetal atrial and ventricular contractions. *Obstet Gynecol* 2000 ; 96 : 732-736.
- 15) Kaji T, Maeda K, Suto M, et al : Simultaneous recordings of pulsed wave Doppler signals in hepatic vein and celiac aorta using Dual Doppler : a novel method for evaluating fetal arrhythmias. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012 ; 39 : 357-359.