

# 三次元パワードプラ表示 (三次元カラーパワーアンジオ)を用いた血流イメージ

Vascular imaging with three-dimensional power Doppler mode  
(three-dimensional Color Power Angio)

中田 典生 Norio Nakata  
三井田和夫 Kazuo Miida  
土肥美智子 Michiko Dohi

福光 延吉 Nobuyoshi Fukumitsu  
砂川 好光 Yoshimitsu Sunakawa  
原田 潤太 Junta Harada

東京慈恵会医科大学 附属柏病院 放射線部

近年、超音波診断装置は飛躍的に進歩した。その一つとして、三次元パワードプラ像(3D-CPA)が開発された。そこで今回我々は、Hitachi-ATL HDI 3000を用いた3D-CPAの臨床的有用性について検討したので報告する。3D-CPAはMR Angiography (MRA)や3D-CTに代わって多様な臓器、たとえば脳、肝臓、腎臓などの複雑で詳細な血流の立体的位置関係を表示することが可能であった。また病変ないしは腫瘍内外の血流が従来の二次元CPAに比して明瞭に描出された。さらに、3D-CPAを使用することにより血栓や塞栓、脈管の奇形の血流について経時的な比較検討が可能になった。これらの結果により、3D-CPAは新しい情報伝達手段のひとつとしてその臨床的有用性が示唆された。

Recently, three-dimensional Color Power Angio(3D-CPA) has been developed. We evaluated the clinical usefulness of 3D-CPA with Hitachi-ATL HDI 3000. In stead of MR angiography or three-dimensional CT, 3D-CPA was helpful to demonstrate the complicated and detailed vascular images of various organs, such as the brain, liver and kidney. Tumor vessels were more clearly demonstrated than those of conventional two-dimensional CPA. Furthermore, 3D-CPA made possible the comparison of thrombi, emboli and vascular anomalies. Thus, these results suggested that 3D-CPA, one of new multimedia techniques, has a clinical usefulness on this paper.

**Key Words:** 超音波診断、三次元

## 1.はじめに

近年、超音波診断装置のハードウェアの進歩はめざましく、北米では21世紀において、画像診断学のみならず医療経済の面においても最も明るい未来の開けたモダリティのひとつとして超音波検査が目玉されている。超音波三次元表示もその技術革新のひとつである。最近の超音波診断装置のコンピューターとしてのソフトウェア・ハードウェア両面における性能アップに伴って、デジタルデータで得られた超音波断層像のデータを高速に三次元処理することが可能になった<sup>1)</sup>。この点は現在も技術革新が日進月歩で進んでいる。一方CTやMRIでは、一步先に三次元表示が広く臨床に使われており種々の三次元表示法に関して研究が進んできた。しかし1996年に世界で初めて臨床の場で、ルーチン検査として使用可能な三次元超音波診断装置が開発されたのを機に、世界中の超音波メーカーがそれぞれユニークな三次元超音波診断装置を発表してきた。現在のところ超音波検査における三次元表示の有用性については、さまざまな検討が日本においても行われているところである。従って、三次元超音波検査の臨床的適応について確立しているものはない。そこで今回、筆者らの経験に基づいて3D-CPAの臨床経験を述べることにする。

## 2.対象および方法

対象は1996年9月から1998年4月までに、3D-CPAが行われた154例である。内訳は、頭部5例、頸部12例、乳腺80例、腹部44例、四肢13例である。使用した超音波診断装置は、Hitachi-ATL HDI 3000である。

プローベはC4-2(40R腹部用コンベックス型プローベ)、P3-2(20mm経頭蓋カラードプラ用セクタープローベ)、L10-5(38mm表在用リニア型プローベ)を用いた。また三次元処理のパラメータ設定は、Views;11、Slice; Medとした。またCPAのパラメータは、Sensitivity; MAX、L density; B、DMD; On、Backgnd; Blend、Display; Nrmないしは、Topo、Dyn Rng; Lowと設定した。三次元像はHitachi VY-300 Color Video Printerないしは、S-VHSビデオにより保存した。

3D-CPAは通常の二次元断層像での検査の後、適宜三次元表示を追加した。3D-CPAの適応については、

- 1) MRAや3D-CTに代わって3D-CPAにより、複雑な脈管の位置関係を立体的に描出することが可能になり有用と考えられた症例。
- 2) 病変ないしは腫瘍内外の血流が従来の二次元CPAに比して病変の血流が全体的に描出され、有用と考えられた症例。

- 3) 血栓や塞栓により脈管の狭窄や閉塞が疑われた場合。また脈管の奇形やシャント等の異常血管が描出可能な場合。
- 4) 血流情報について過去ないし将来にわたって客観的な比較検討が必要と考えられた場合。
- 5) 患者へのインフォームドコンセントに有用と考えられた場合。

以上5項目のいずれかを満たす症例とした。得られた3D-CPAは、従来の(二次元)CPA像と比較して、その有用性を検討した。

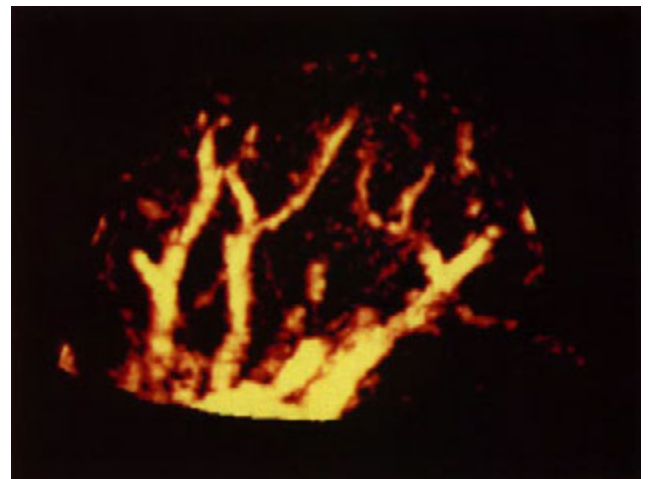
### 3.結果および考察

三次元処理に要する時間は約20-50秒であった。今回、超音波検査の三次元表示が有用と考えられた5項目について以下に述べることにする。

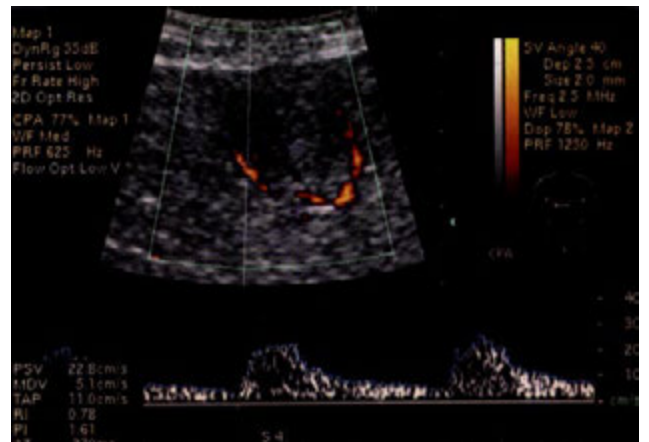
1: MRAや3D-CTに代わって、3D-CPAにより複雑な脈管の位置関係を立体的に描出することが可能になり有用と考えられた症例。3D-CPAは、MRAに比して短時間に画像が得られ、3D-CTに比べて放射線被曝がない。これらの特長を活かして、筆者らは神経学的に異常所見が見られる乳幼児に対して脳血管の3D-CPAを試みた(図1)。大泉門の閉鎖する前の乳幼児では、大泉門が良好な音響窓となり、特にウィルス動脈輪を中心とした脳血管の3D-CPA像が明瞭に描出された。

2: 病変ないしは腫瘍内外の血流が従来の二次元断層像に比して全体的に描出され、有用と考えられた症例。

原発性肝細胞癌(HCC)の腫瘍血流の評価は、TAEやPEITの治療方針の決定に有用である。3D-CPA単独では、HCCの腫瘍血管が動脈であるか門脈であるのかを判定することはできないが、高速フーリエ変換による血流波形分析と組み合わせることにより信頼性の高い検査となる(図2)。また血流の豊富な腎細胞癌では、従来の二次元CPA像に比して3D-CPA像の方が腫瘍全体の血流分布の把握に有用と考えられた(図3)。



a



b

図2: 76歳男性、肝S4の原発性肝癌3D-CPA像(a)およびFFT波形分析像(b)

(a)腫瘍内部に入り込む血管が描出されている。  
(b)FFT解析を試みると拍動性波形の動脈であった。

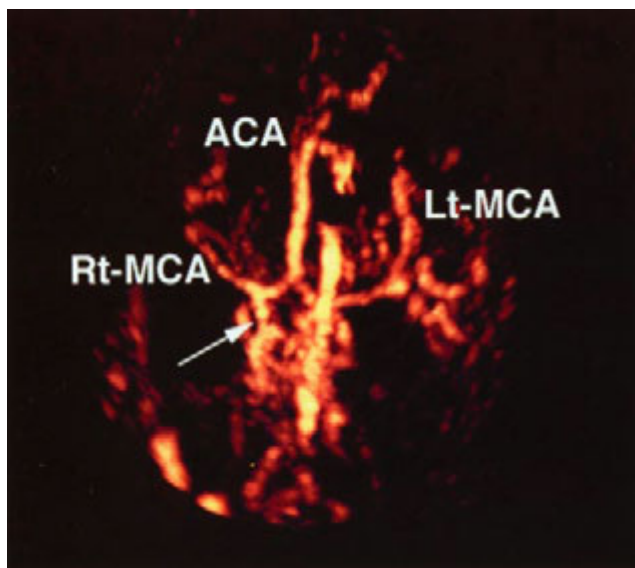


図1: 3ヶ月男児、正常脳血管の3D-CPA像

極小未熟児のため、生後より人工呼吸器を使用していた。脳血管の異常の有無のスクリーニングとして3D-CPAを施行した。ウィルス動脈輪(矢印)を中心とする主要な動脈が描出されており、明らかな異常所見は指摘できなかった。前大脳動脈(ACA) 右中大脳動脈(Rt-MCA) 左中大脳動脈(Lt-MCA)が明瞭に描出されている。

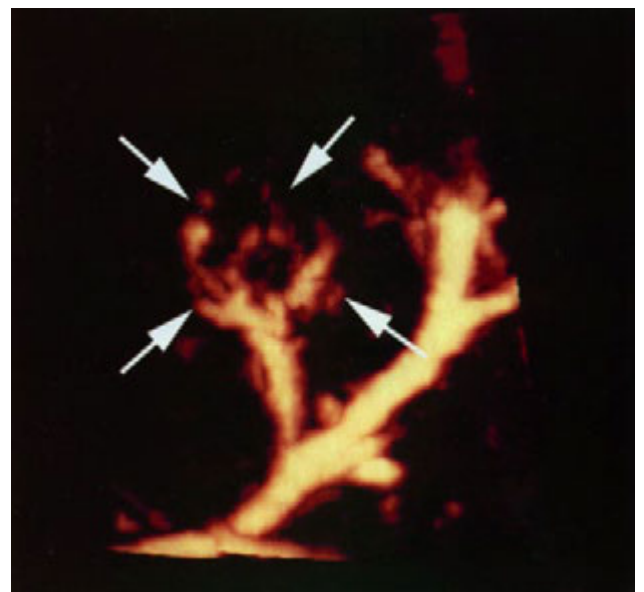
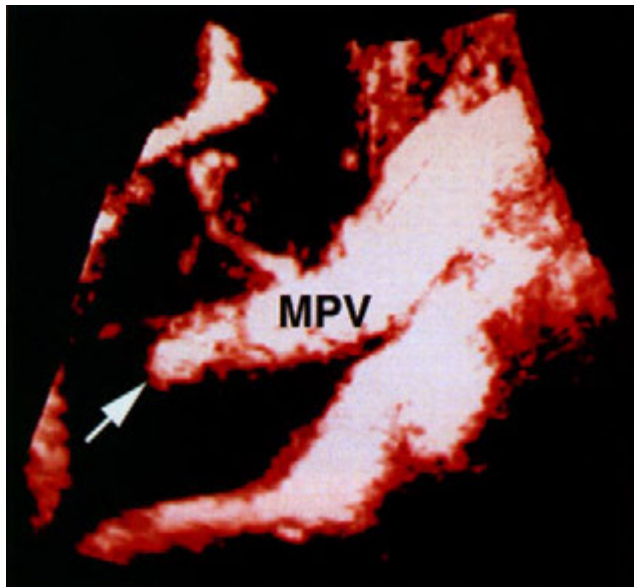


図3: 55歳男性、右腎、腎細胞癌の3D-CPA像  
腫瘍(矢印)に分布する血管が明瞭に描出されている。

3：血栓や塞栓により脈管の狭窄や閉塞が疑われた場合。  
 また、脈管の奇形やシャント等の異常血管が描出可能な場合。  
 特に、腹部領域ではカラードプラ超音波検査の普及に伴っ



a



b

図4：49歳男性、門脈右葉枝から本幹の内腔に突出する腫瘍塞栓のBモード像(a)および3D-CPA像(b)  
 門脈本幹(b:MPV)は肝門部で腫瘍塞栓により血流が途絶している(b:矢印)。

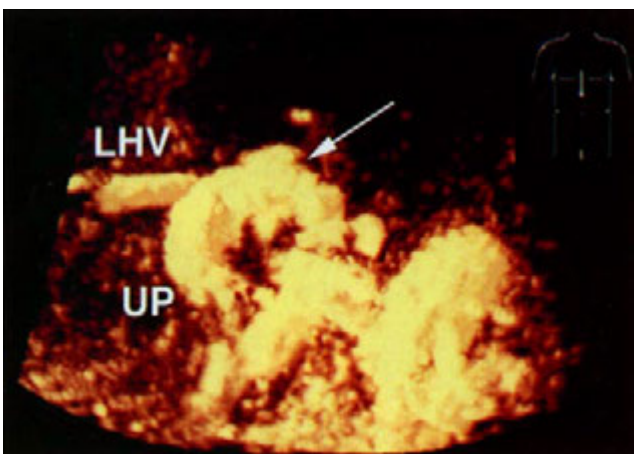


図5：59歳男性、Porto-systemic shuntの3D-CPA像  
 左葉臍部の門脈(UP)はシャント血管(矢印)により左肝静脈(LHV)と交通している。

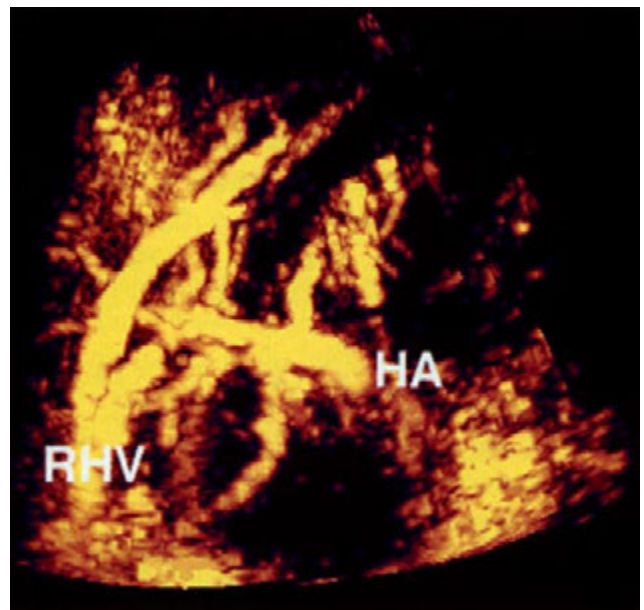
て、門脈内の腫瘍塞栓(図4)や肝内のシャント血流の描出にも3D-CPAが有用と考えられた(図5)

4：血流情報について過去ないし将来にわたって客観的な比較検討が必要と考えられた場合。

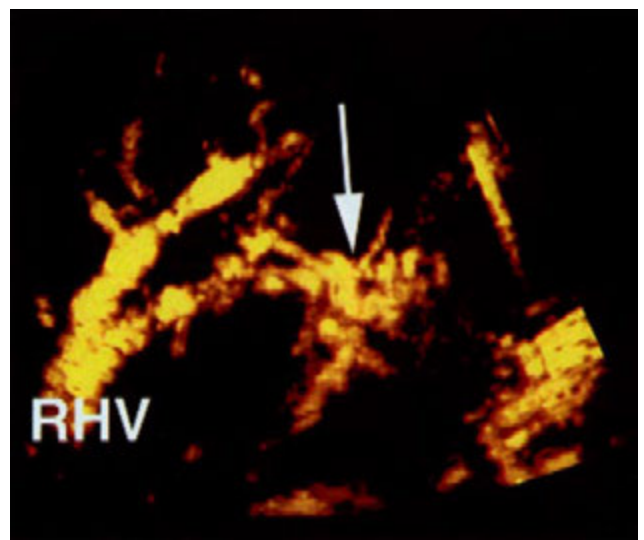
カラードプラ検査の症例が増加するにしたがって、前述したような、肝硬変や門脈圧亢進症に伴う非腫瘍性の門脈血栓症を偶然とらえることがある。

筆者らはこのような症例に対して、3D-CPAを追加して血行動態の変化の経過を追跡した(図6)。3D-CPAはこのような血行動態の経過観察に有用であった。

5：患者へのインフォームドコンセントに有用と考えられた場合。



a



b

図6：49歳女性、肝右葉の3D-CPA(a,b)  
 特発性門脈圧亢進症にて加療中に偶然超音波検査で、肝右葉の門脈血栓を指摘された。最初に指摘された時の3D-CPA像(a)では、肝右葉の動脈(HA)が描出されているが、門脈右葉枝は描出されなかった。しかしその後の3D-CPA像(b)では、側副血行路がいわゆるcavernous tranformation(矢印)が描出されるようになった。双方(a,b)の3D-CPA共、右肝静脈(RHV)は明瞭に描出されていた。

日本においては、外来や病棟の主治医が自ら超音波診断装置を操作する機会が多い。これは、X線被曝がなく、コンパクトで一番身近にある画像診断機器の特徴を反映しており、これは特に北米に比して、超音波診断装置に習熟した医師の多い日本の特徴である。従って検査の際に、より説得力のある画像を用いて結果の説明を行うことは、治療に対する同意を得る上でも重要である。三次元超音波表示は、特にこの点で優れていると考えられた。また外来を受診する患者のうち、カラードプラ超音波検査のみで診断がなされるため他の画像診断を必要としない症例がある。これらの症例においては、3D-CPAの追加は有用であった。(図7)。

三次元超音波像の研究は1956年にHowryらが報告して以来<sup>2)</sup>、超音波診断装置の黎明期から研究が始められていた。しかし当時は、実用的な三次元画像処理に必要なハードウェアが存在しなかったため、臨床応用には程遠いものであった。その後の情報処理機器開発の急激な進歩により、実用に耐えうる三次元超音波診断装置が開発されるようになった。一方、近年カラードプラ断層法の進歩に伴い、走行する血流路の形態情報を得ることを目的とするパワードプラ断層法(ATL社ではColor Power Angioと命名している)が実用化された。1995年にDowneyらによって三次元パワードプラ像が発表され<sup>3)</sup>、その後ATL社が超音波診断装置上で3D-CPAを作成可能にしたHDI3000を開発した。今回われわれはこの装置を用いて、臨床上3D-CPAが有用と考えられた症例を提示した。日本においては臨床的に三次元超音波像が使用されて日が浅いため、今後それぞれの領域において症例の経験を重ねてその有用性の確立に努める必要があると考えられた。

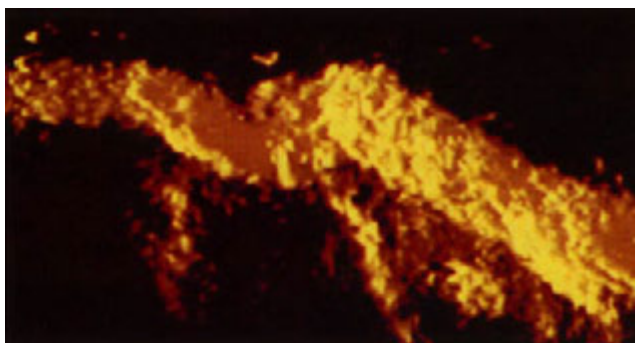


図7：76歳女性、左肘部に拍動する腫瘤を触知したため、当院形成外科外来を受診した。

3D-CPA像で腫瘤に一致して、渦状に蛇行する上腕動脈が描出された。外来外科での説明に利用するため3D-CPA像が追加された。

#### 4. 結語

3D-CPAは、従来のCPAによる表示を、より説得力のある画像に改善させる手法であると同時に、経時的な血行動態の変化があった場合にもその比較検討に有用であると考えられた。

#### 参考文献

- 1) 伊東統一：US 三次元超音波像 (3D echography)；臨床放射線41：1415-1422,1996
- 2) Howry DH et al：Three dimensional and stereoscopic observation of body structures by ultrasound. J Appl Physiology9\* 304-306,1956
- 3) DowneyDB, FensterA：Vascular imaging with a three-dimensional power Doppler system；AJR 165：665-668, 1995