

非観血的腹部臓器循環動態モニターの開発に関する研究

(5 6 8 7 0 0 7 2)

昭和57年度科学研究費補助金（試験研究2）研究成果報告書

昭和58年3月

研究代表者 水 戸 勉 郎

(旭川医科大学医学部・教授)

## は し が き

腹部実質臓器、とくに肝臓，脾臓，腎臓などは深部に存在するため、肝不全，腎不全あるいはショック時における重篤な病態は、機能不全のdataとして得て、初めて診断される場合が多い。一方、各種臓器の機能は、臓器の循環動態と密接に関連し、機能不全の発現前にすでに循環動態に変動を来す。従つて、この循環動態の変動を早期に把握できれば、病態の進行前に治療を開始することができる。本研究は、生体無侵襲性の超音波ドプラー法によつて、腹部臓器の循環動態を検索し、肝疾患におけるドプラー信号の違いを把握得る事実から、新たにICUやCCUにおける重症循環不全の患者管理に有用な、腹部臓器循環動態のモニターを開発することを意図したものである。

### 研究組織

研究代表者： 水 戸 勉 郎 （旭川医科大学医学部・教授）  
研究分担者： 葛 西 真 一 （旭川医科大学医学部附属病院・講師）  
山 本 哲 （旭川医科大学医学部附属病院・助手）

### 研究経費

昭和56年度	2,500千円
昭和57年度	3,000千円
計	5,500千円

## 研究発表

1. 水戸勉郎，葛西真一，山本 哲： 超音波ドプラー法による肝疾患の診断  
— スクリーニング法としての意義 —、臨床成人病、11巻10号、  
昭和56年10月。
2. 水戸勉郎，葛西真一，山本 哲： 超音波ドプラー法による腹部臓器循環  
動態モニターの開発に関して、J. of Clin. Ultrasound、投稿予定。

# 研究成果

## 1. 超音波ドプラー法による経皮的肝血行動態の検索

### (1) 方法

周波数 2.5 MHz の超音波ドプラー胎児心音計測装置で、経皮的にあるいは直接的に肝血行動態を検索し、信号音は磁気テープに録音し、サウンドスペクトログラフでソナグラフ表示を行つた。例えば、信号音の周波数成分およびパターンの分析を行つた (図-1)。

症例は、血管造影で肝血行動態を把握している、肝に異常を認めない例、原発性肝癌、肝硬変、肝包虫症、肝のう腫および肝動脈結紮例の経時的变化追求例である。

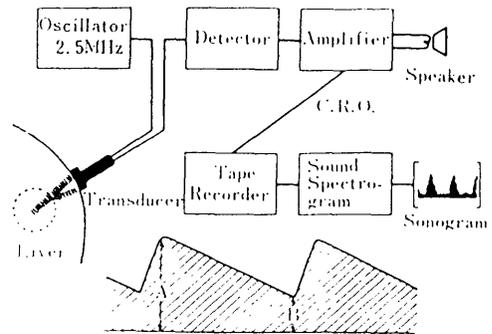


図-1 超音波ドプラー法による血行動態計測法

### (2) 成績

経皮的に肝臓の右季肋部方向から得られたソナグラムと、術中開腹時にほぼ同一方向から直接肝表面より得られたソナグラムのパターンは、ほぼ同様であつた (図-2)。

正常肝では、持続性の約 0.5 KHz 前後の低周波成分の部に、約 1 KHz の波が断続的に重層して表示された

(図-3)。

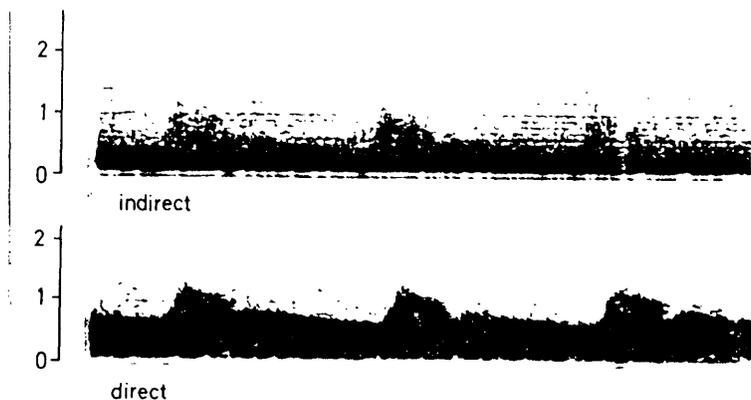


図-2 肝門部血流信号 (上: 経皮的計測、下: 術中直接計測)

原発性肝癌では、周波数が約 2 KHz に達し、包路線は明瞭で、ピークよりの復元の緩やかな高周波成分の多いパターンを示した (図-4)。

肝硬変症では、全般的に信号が弱く、脈流部分も不明瞭で断続的であり、定常流部分の周波数は低い (図-5)。

肝包虫症 (図-6) や肝のう腫 (図-7) では、殆んど信号が得られない場合や、正常人にむしろ類似する例などが認められた。

原発性肝癌に対する肝動脈結紮術前後の変化をみると、図-8の如く、肝動脈結紮により、術前経皮的にみられた高周波成分は消失し、門脈血流と思われる低周波成分のみとなり、術後一週、四週とだんだん高周波成分の再現が認められた。これは、図-9の血管造影が示す如く、動脈性副血行路によるものと考えられる。

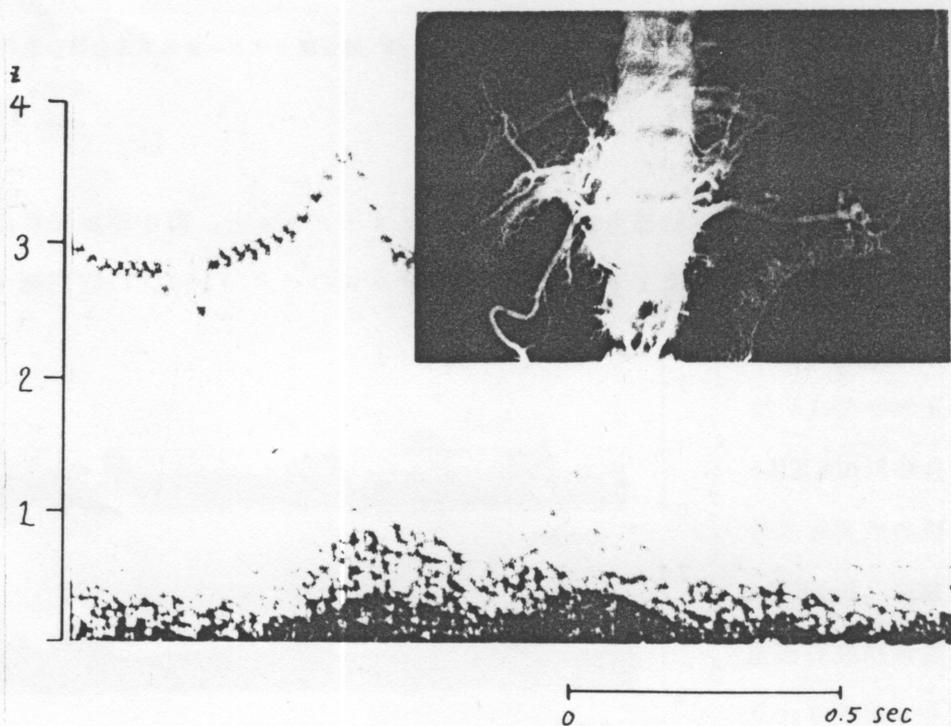


図-3 正常人の肝門部血流信号

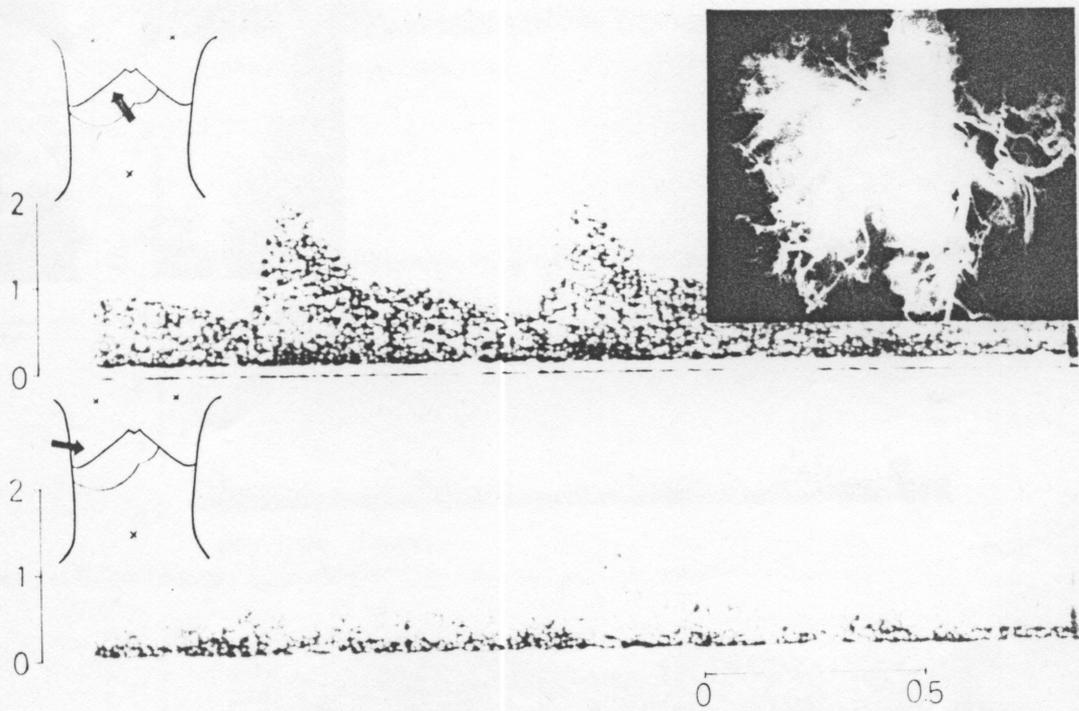


図-4 原発性肝癌のソナグラム

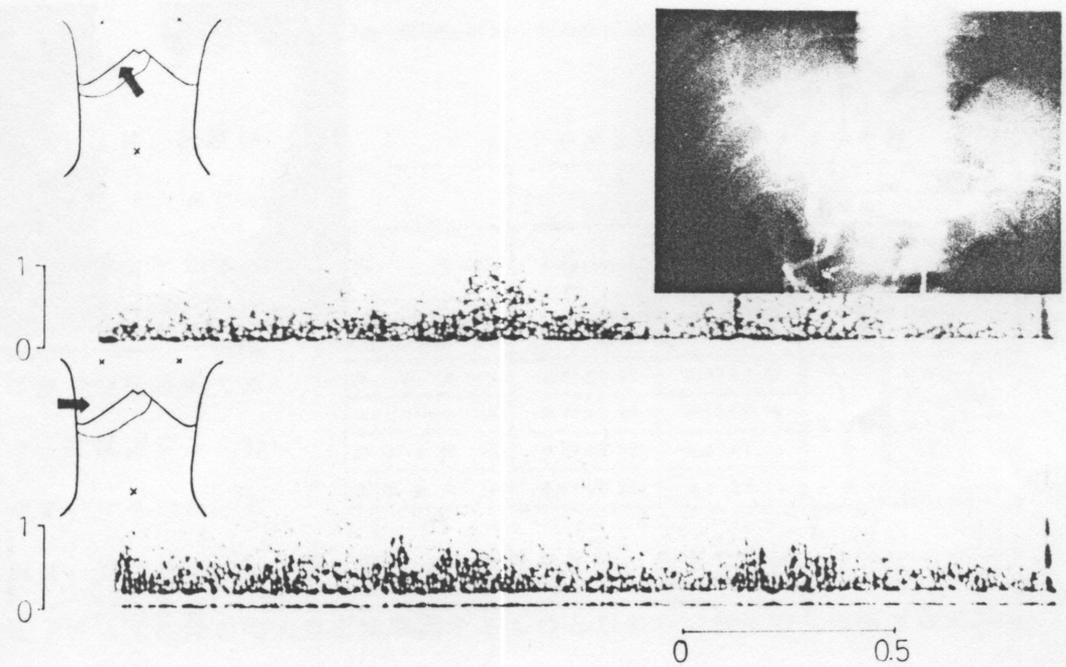


図-5 肝硬変症のソナグラム

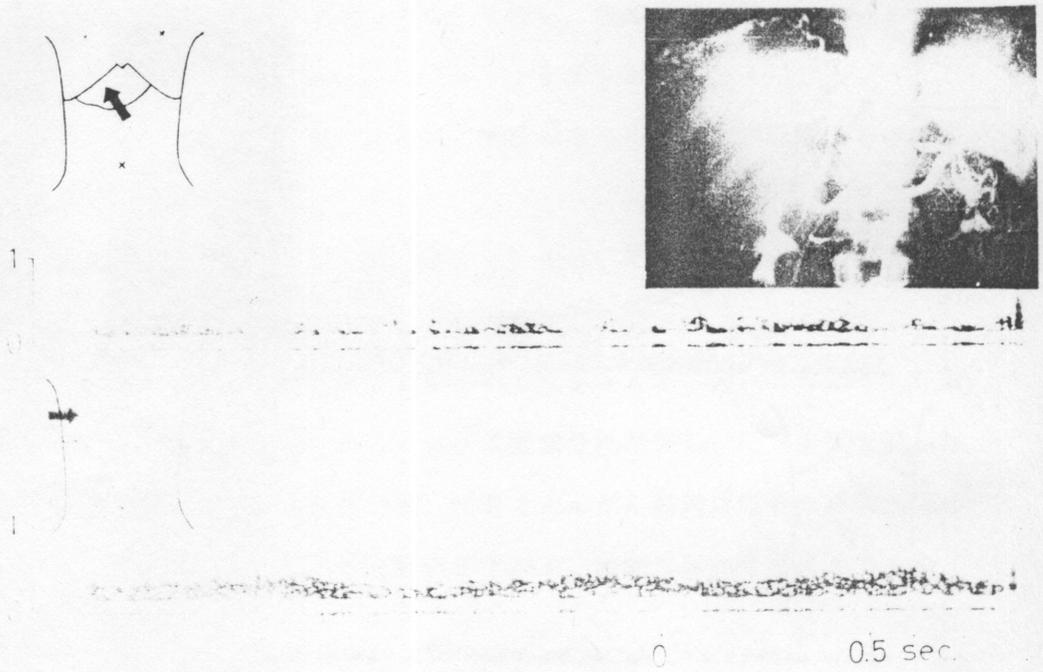


図-6 肝包虫症のソナグラム

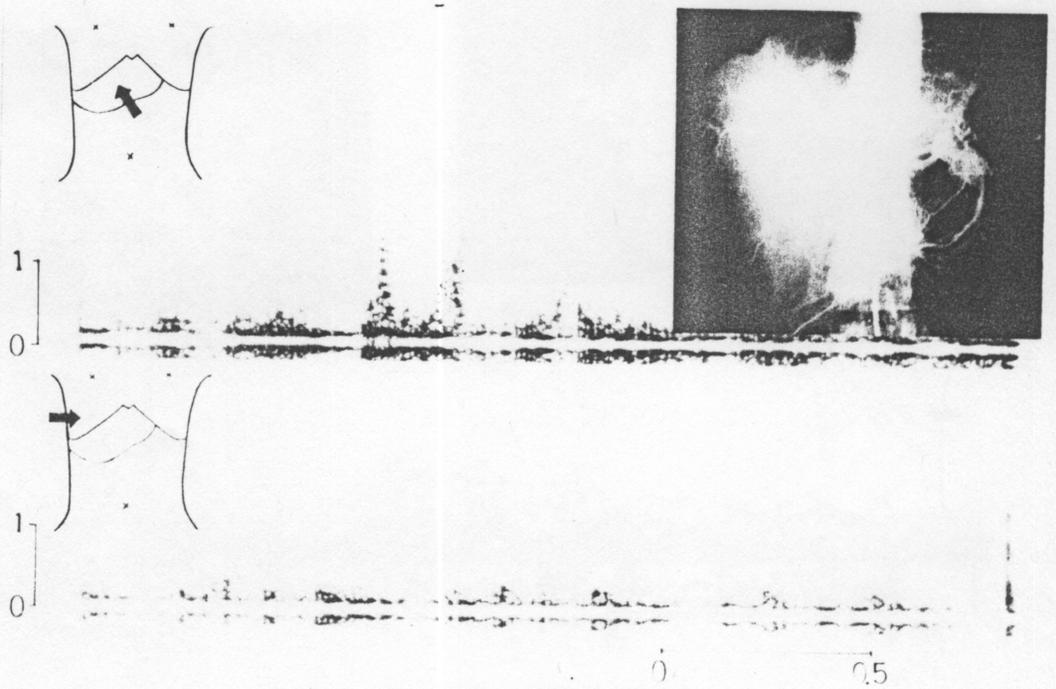


図-7 肝のう腫のソナグラム

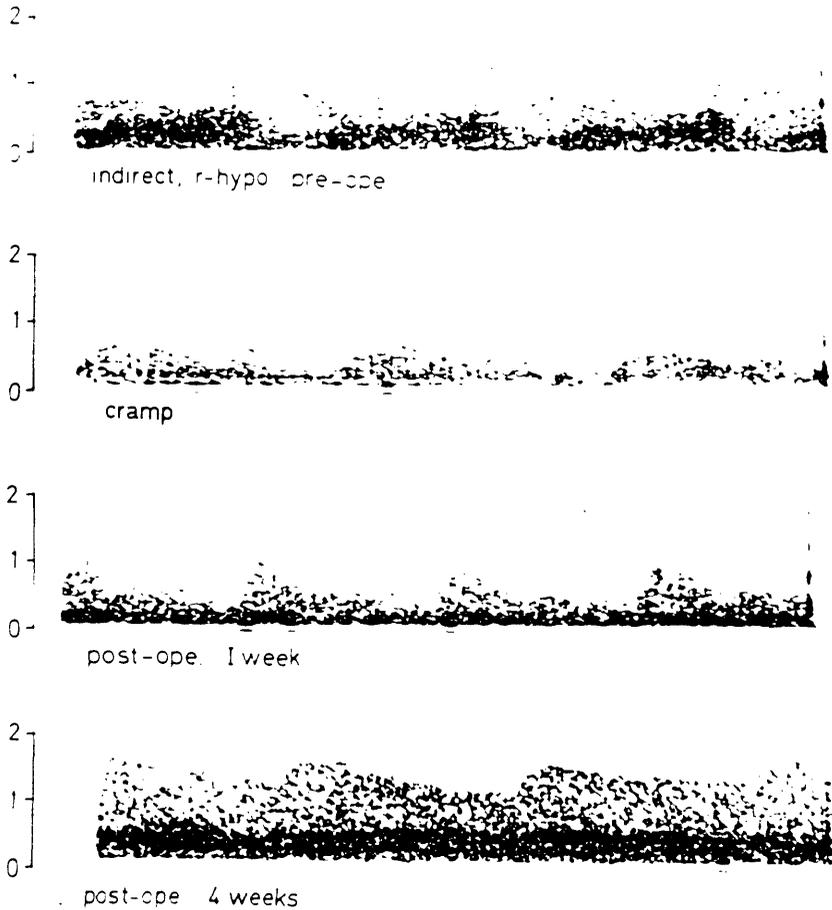


図-8 原発性肝癌の肝動脈結紮のソナグラム

表-1に、各種肝疾患時のソナグラム上の特徴を示した。最高周波数の高いのは原発性肝癌例であり、次は正常人，肝硬変例であつた。こ

表-1 各肝疾患のソナグラム上の特徴

	右季肋部		包絡線	右肋間部
	A ± S. D. (KH <sub>z</sub> )	B ± S. D. (KH <sub>z</sub> )		
正 常 (18)	1.16 ± 0.35	0.57 ± 0.23	比一明瞭 不明瞭	低周波，平坦， 明瞭
肝 癌 (42)	2.09 ± 0.71	0.80 ± 0.42	明 瞭	高周波 比一明瞭
肝 硬 変 (41)	1.00 ± 0.37	0.34 ± 0.12	不明瞭	低周波 平坦 信号無 弱
エヒノコックス (6)	0.43 ± 0.53	0.18 ± 0.19		
肝 の う 腫 (6)	0.75 ± 0.52	0.23 ± 0.10		
急性肝炎 (5)	0.94 ± 0.26	0.4 ± 0.13		

れは、肝癌例では、腫瘍血管による血流の増加、血管の圧排、A-V シヤントなどによる乱流の増大などが原因するものと思われ、経皮的な方法で腹部臓器循環動態を把握できることを示すものである。

## 2. 腹部臓器循環動態モニターの試作

試作装置の概要は、超音波出力は  $15 \pm 5 \text{ mw/cm}^2$  で、三つの探触子を同時にセットできるように三チャンネルとし、各チャンネルの発振周波数は 2400, 2500, 2610 KHz とした。各チャンネルのドプラー信号出力は出力メーター表示とし、音声モニターはチャンネル切り換えにより各チャンネルのモニターができるようにし、おのおの data 記録用の出力端子を備えている。

図-10に、電気回路のブロック図を、図-11に、試作装置の全体を示す。

### (1) In-Vitro 実験成績

水槽内に埋没したシリコンチューブに、灌流ポンプで水を流し、色々な角度で計測したところ、チューブとプローブの角度が約  $60^\circ$  のときに最も良好な信号が得られた (図-12)。

シリコンチューブの直径を変え、また流量を変化させて、電磁流量計で測定した値とソナグラム上の周波数より計算した値とを比較したところ、チューブ径が同一であれば、極めて良好な直線性を示すことが判明した (図-13)。

また、流速の異なつた二

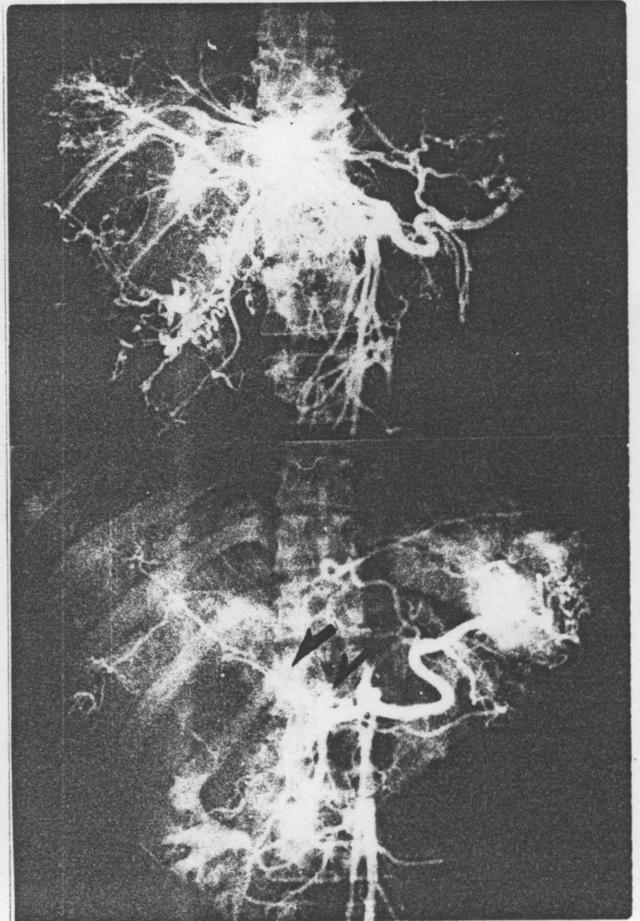


図-9 同一症例の血管造影

つのチューブを同一の測定野において計測すると、二つのチューブの流速を、ソナグラム上で識別することが可能であつた(図-14)。

(2) 動物実験

成犬を開腹後、肝門部で肝動脈と門脈を個々に遮断しながら計測したところ、肝動脈では高周波の脈流を、門脈では低周波の定常流に近い流速パターンを示

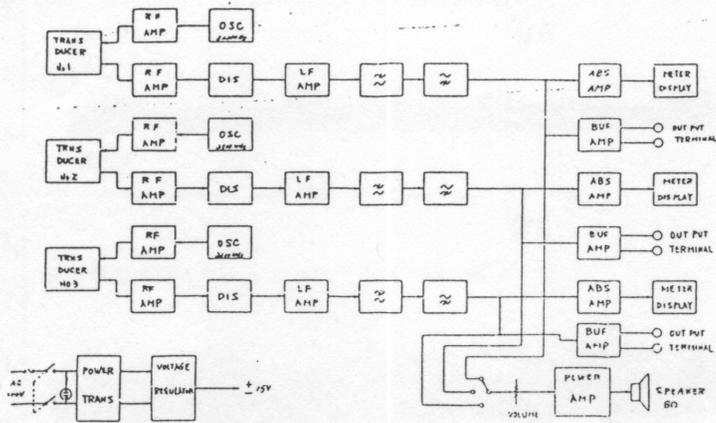


図-10 試作モニターの回路ブロック図

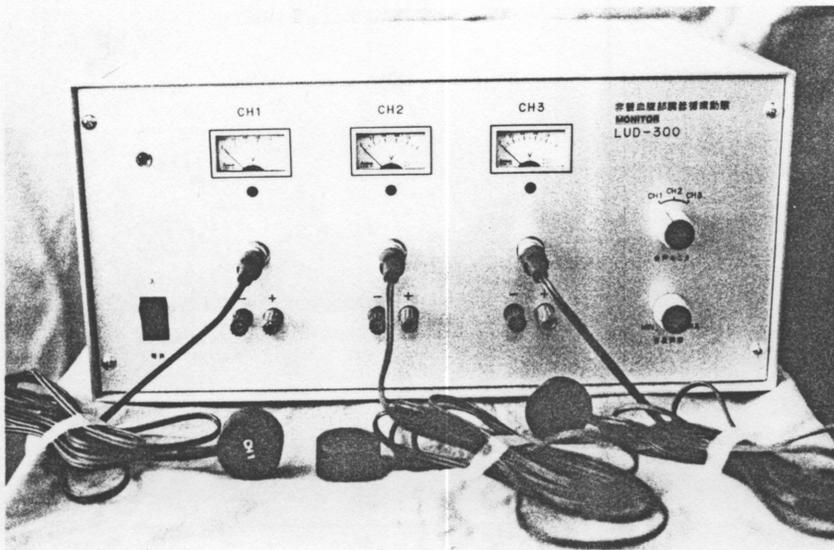


図-11 試作装置全景

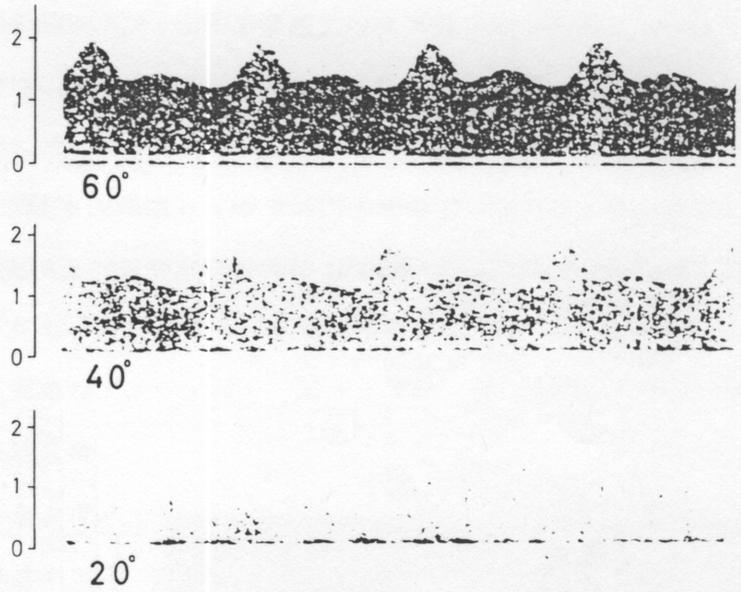


図-12 チューブとプローブとの角度の関係

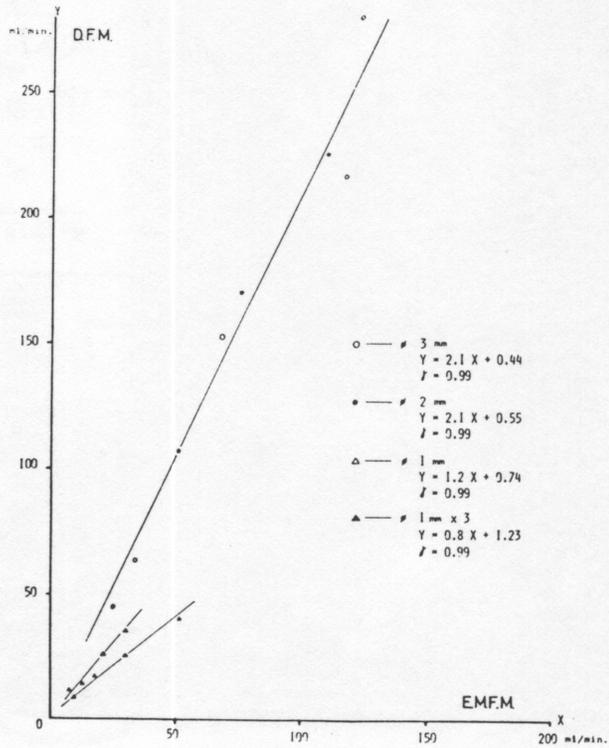


図-13 超音波ドプラー法と実測流量値の比較

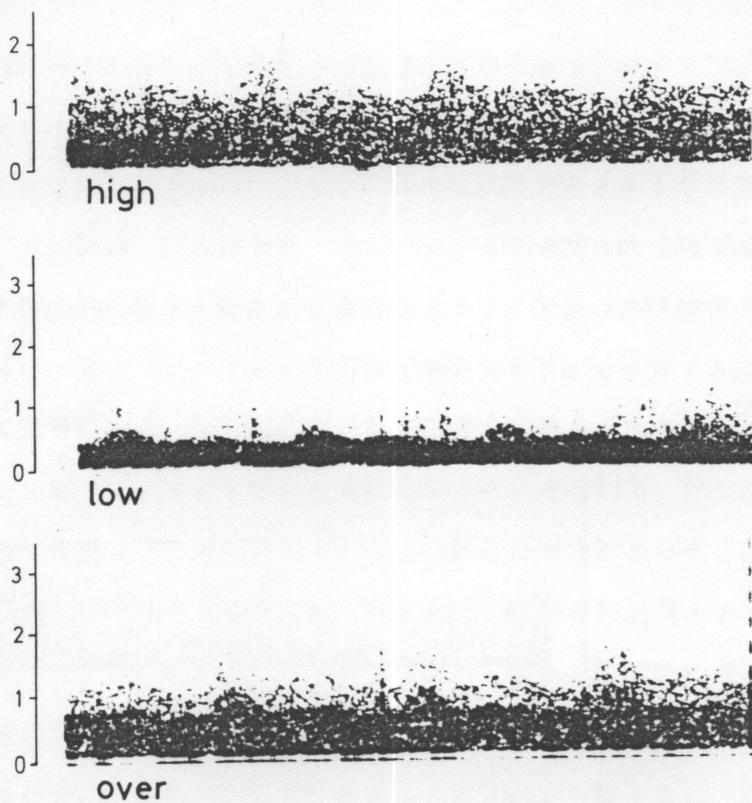


図-14 同一測定野における2つの対象の計測

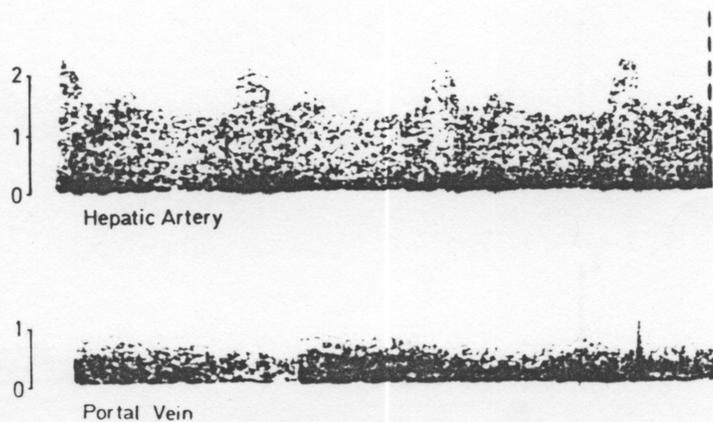


図-15 成犬の肝動脈と門脈の血流信号

した(図-15)。

腹大動脈の信号を記録しながら脱血し、体血圧を平均80mm Hgから20mm Hgにまで低下させつつ計測したところ、血圧が下がるにつれて周波数が低下し、脈流部分よりも定常流部分の低下することが判明した(図-16)。

### (3) 臨床例計測の試み

前述の肝臓以外の臓器として、背側部より腎臓を、左季肋部より脾動脈血流を記録した1例を図-17に示す。

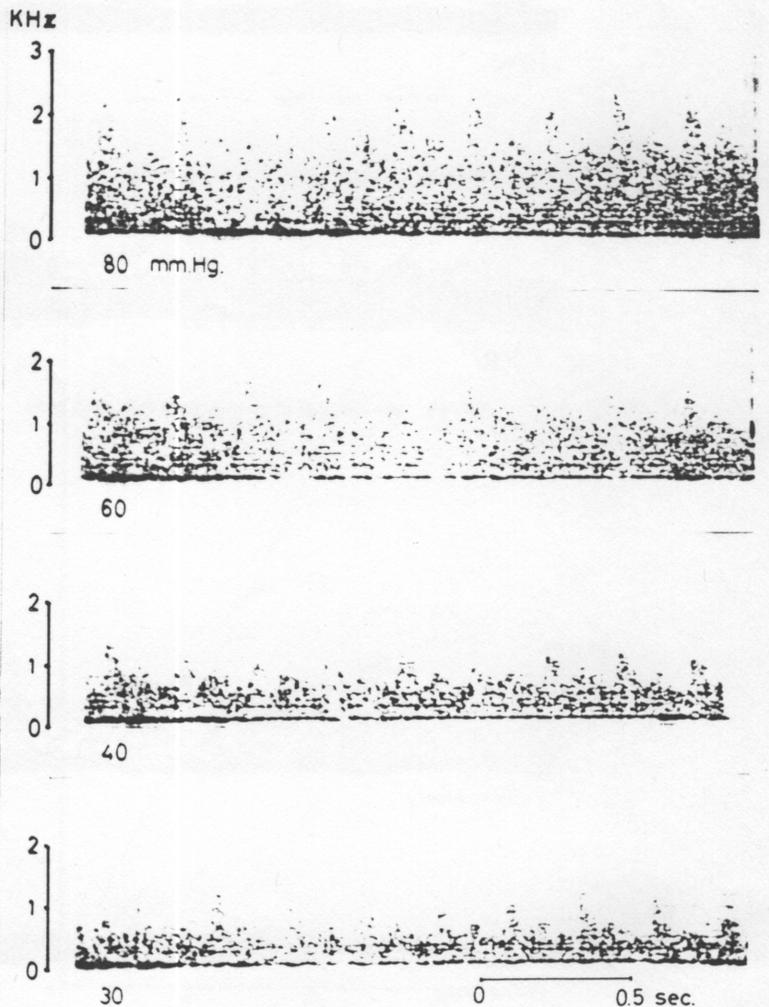


図-16 各血圧時における腹部大動脈の血流信号

また、心臓と腹部大動脈および右季肋部より肝門部血流を同時に計測した 1 例を図-18 に示す。これは、体表にプローブを固定して計測したものである。

### 3. 考案と今後の研究計画

超音波ドプラー法は、計測時の各パラメーターが明確であるときは、極めて満足しうる流量の絶対値を計測することができる。しかしながら、経皮的に計測する場合には、各パラメーターが不明確であるために、おのずと計測データの正確さに限界がある。われわれは、この限界を認識しながら、どこまで当初の目的にアプローチできるものかを検討してきた。その結果、経皮的な測定でも、原発性肝癌のように血流量あるいは血行動態の異常がある場合には、これを識別することが可能であり、また、腎や脾臓の血流も計測できることが判明した。また、血圧の変動に応じてドプラー信号も変化し、同時に 3ヶ所の血行動態を把握し、経時的にその相対的变化を観察しうる可能性を見出した。

今後、術後患者の ICU における計測を中心に data を積み重ね、各計測部位における至適なプローブの形状、ドプラー信号を、real time で記録する方法などについて検討する計画である。

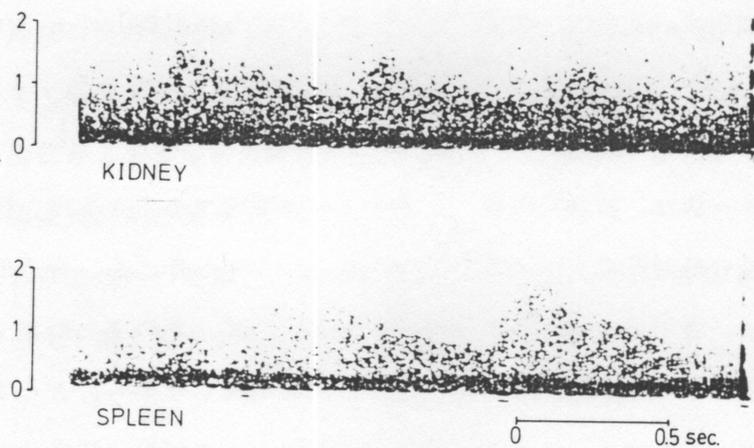


図-17 腎臓と脾臓の経皮的測定例

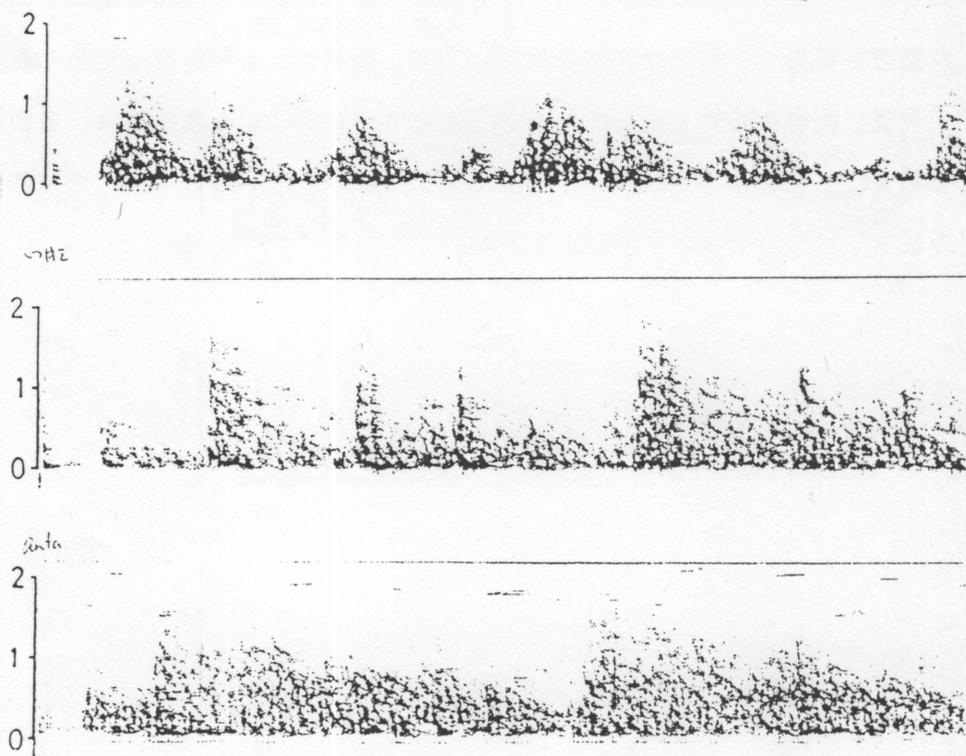


図-18 3ヶ所同時計測例（上より心臓、腹部大動脈、肝門部）