

# 肝臓に対するソナゾイド造影超音波ボリュームデータを用いたRVS下ラジオ波焼灼療法

Radiofrequency Ablation for Hepatocellular Carcinoma using Real-time Virtual Sonography with Sonazoid

小林 功幸 Yoshiyuki Kobayashi  
歳森 淳一 Junichi Toshimori  
萩原 宏明 Hiroaki Hagihara

中村進一郎 Shinichiro Nakamura  
桑木 健志 Kenji Kuwaki  
山本 和秀 Kazuhide Yamamoto

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 消化器・肝臓内科学

ラジオ波焼灼療法(radiofrequency ablation: RFA)は肝臓に対する根治的治療法として広く普及し、その多くは超音波ガイド下に施行されているが、超音波Bモードで描出不能な結節に対する工夫が求められている。Real-time Virtual Sonography<sup>\*1</sup>(RVS、日立メディコ)は肝臓の治療支援画像としての有用性がすでに多数報告されている。最近、RVSの付属機能として 超音波画像をボリュームデータとして取り込んで任意断面を表示するUSボリューム作成機能が加わった。今回、われわれはソナゾイド<sup>\*2</sup>造影超音波のボリュームデータを用いたRVS(以下US-RVS)併用下のラジオ波治療の有用性について検討を行うとともに、肝臓に対するラジオ波治療におけるRVSの適応・使い分けについて解説する。

Radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma (HCC) is widely performed as curative treatment and most of it is performed under US guidance, while imaging modality for detecting HCC nodules difficult to depict on B mode US is required. Recently, Real-time Virtual Sonography<sup>\*1</sup> is used as a real-time navigation system for targeting HCC nodules of RFA. In addition, RVS can synchronize B mode US image with multiplaner reconstruction-US image on the same screen in real time. We introduce radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma using Real-time Virtual Sonography as reference image of contrast-enhanced sonography with Sonazoid<sup>\*2</sup> and explain clinical application of US-RVS in RFA for HCC.

**Key Words:** Real-time Virtual Sonography, Hepatocellular Carcinoma, Radiofrequency Ablation, Sonazoid, US-RVS

## 1. はじめに

ラジオ波焼灼療法(radiofrequency ablation: RFA)は肝臓に対する根治的治療法として広く普及し、その多くは超音波ガイド下に施行されている。一方で、本治療法の確実性および安全性が求められており、超音波Bモードで描出不可能あるいは描出不良な結節に対するさまざまな工夫がなされている。

Real-time Virtual Sonography<sup>\*1</sup>(RVS)は磁気センサーを用いて超音波による位置情報をマルチスライスCT(MDCT)画像の位置と同期させ、CTのボリュームデータをもとに超音波画像と同一断面のCTのMPR像を同一画面上にリアルタイム表示するシステムであり、肝臓の治療支援画像としての有用性が報告されている。

その一方、最近RVSの付属機能として 超音波画像をボリュームデータとして取り込んで任意断面を表示するUSボリューム作成機能が加わり、肝臓治療に応用可能となった。今回、われわれはソナゾイド<sup>\*2</sup>造影超音波のボリュームデー

タを用いたRVS(以下US-RVS)併用下のラジオ波治療の有用性について検討を行うとともに、肝臓に対するラジオ波治療におけるRVSの適応・使い分けについて解説する。

## 2. USボリュームデータを用いたRVS(US-RVS)

### 2.1 US-RVSの実際

#### (1) RVSのUSボリューム作成機能

この度 超音波画像をボリュームデータとして取り込んで任意断面を表示するUSボリューム作成機能が、RVSの付属機能として超音波診断装置HI VISION 900およびEUB-7500(日立メディコ製)に加わった。以下にこの機能を用いたUS-RVSの実際とラジオ波焼灼療法を行った症例を提示し、有用性について述べる。

## (2) USボリュームデータの取り込み

USボリュームデータを取り込む前に、人工胸水や人工腹水の注入、体位変換などRFAに必要な処置はすべて済ませておく。RFA針の穿刺直前に対象結節を描出しソナゾイド(Sonazoid)を静注する。結節が最も明瞭に描出される時相で結節を中心にできるだけ広い範囲をゆっくりと10~15秒程度でスキャンしデータを取り込む。しばらくすると、2画面の左側にリファレンス画像として現在観察中のエコー断面(右画面)に一致したボリュームデータの断面像が表示される。右画面はBモード、あるいはコントラストのいずれか使いやすい方を選ぶ。プローブの動きに連動して、その時点の断面に一致したボリュームデータ断面像が表示されるようになっていく。

## (3) ソナゾイド造影USのプロトコル

プローブは当科と日立メディコが共同開発したマイクロコンベックス型プローブ(EUP-B512)を使用する。撮像法はWideband Pulse inversion(WPI)である。撮像条件は、音圧をフォーカスポイントでMI(mechanical index)値0.24付近で設定する。フォーカスは血管相では腫瘍下縁より深めで設定し、Kupffer相では肝下縁で設定する。エコーゲインはやや低めに設定する。

超音波造影剤ソナゾイドは通常量の0.015ml/kgを経静脈的にボラス投与し、注入後直ちに生理食塩水10mlをフラッシュする。注入後から30秒まで動脈相、30秒から1分まで門脈相の撮像を行う。以後いったん送信を停止し、Kupffer相を注入10分後より撮像する。

## 2.2 ソナゾイド造影USボリュームデータを用いたRVS

### (1) 症例1

HCCに対するRFA後の局所再発例。ダイナミックCTでは肝S5のRFA瘢痕辺縁に径8mmの動脈濃染部を認め局所再発と診断された(図1a)。USのBモードでは結節が不明瞭で位置の同定が困難であった(図1b)。ソナゾイドにて造影USを施行すると、early vascular phaseにて濃染する結節が明瞭に描出された(図1c)。この時相でボリュームデータを取り込み、2画面の左側にリファレンス画像として表示し、右側にKupffer imageのリアルタイム像を表示し腫瘍を穿刺することができた(図1d)。治療後のCTで十分なマージンを確保して焼灼されていた(図1e)。

### (2) 症例2

肝S7横隔膜下径15mmのHCC(図2a)に対する1回目のRFA後、評価CTで背側のsafety marginが不足していた症例(図2b)。BモードUSでは焼灼域境界が不明瞭で追加焼灼すべき部位の同定が困難であったが、ソナゾイドにて造影USを施行しportal phaseで焼灼域が明瞭なdefectとして確認できたため、この時相でボリュームデータを取り込んだ(図2c)。2画面の左側にリファレンス画像としてボリュームデータの断面を表示し、右側にKupffer imageのリアルタイム像を表示し腫瘍を穿刺することができた(図2d)。このようなケースではKupffer imageのみの1画面で穿刺することも考えられるが、実際の穿刺の場面では観察時間が長くなるほど造影効果が減弱し境界が曖昧になるため、リファレンス画像は位置確認に有用であった。治療後のCTで予定通りのマージンを追加することができた(図2e)。

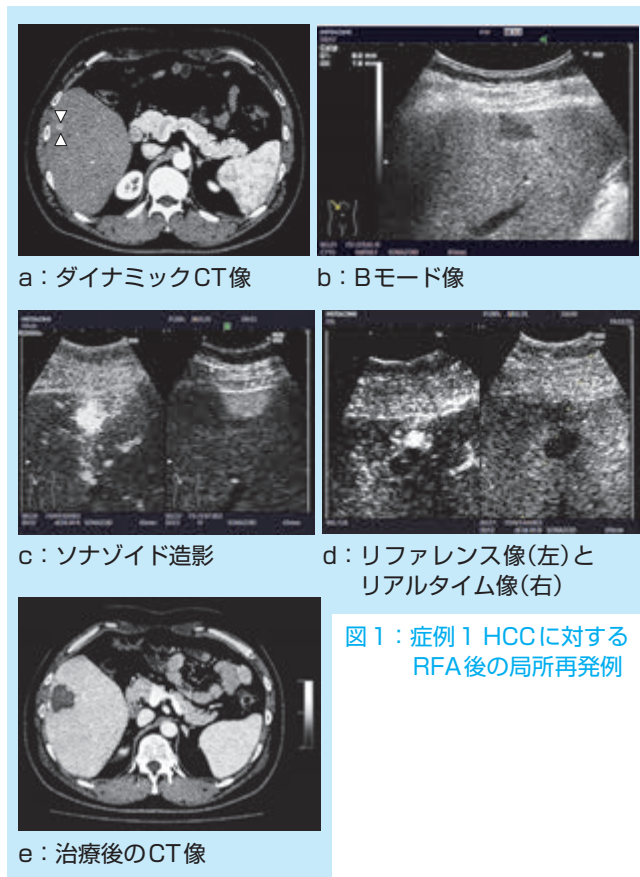


図1: 症例1 HCCに対するRFA後の局所再発例

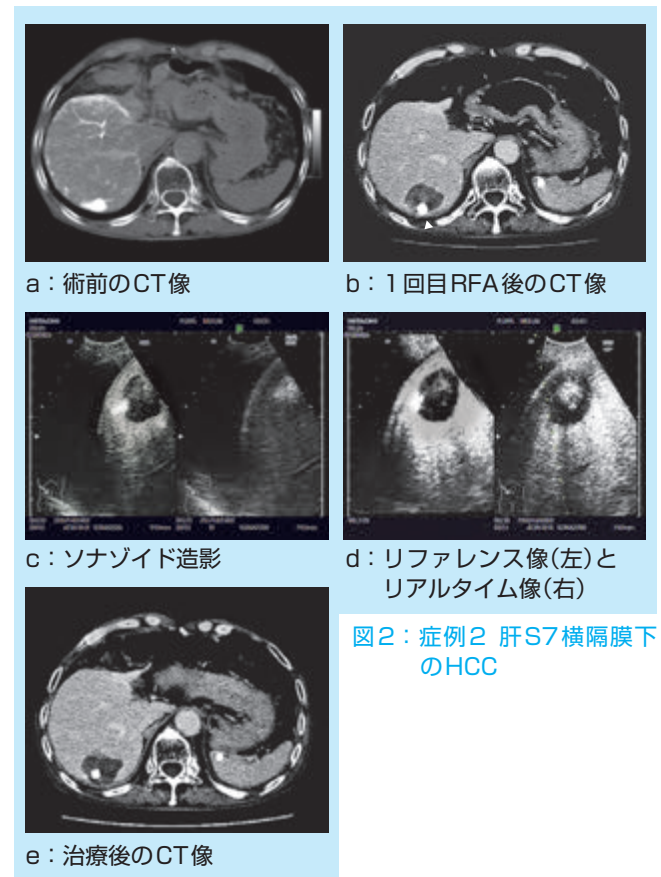


図2: 症例2 肝S7横隔膜下のHCC

### (3) 症例3

大腸癌の肝転移症例。造影CTにて肝S7に径15mmの肝転移巣を指摘された(図3a)。USでは右肝静脈に接して低エコー結節を認めましたが境界がやや不明瞭であった(図3b)。ソナゾイドにて造影USを施行したところ、結節はKupffer imageで明瞭なdefect像を示したため、この時相でボリュームデータを取り込んだ。2画面の左側にリファレンス画像としてボリュームデータの断面を表示し、右側には脈管との位置関係を把握しやすいBモードを選択(図3c)。十分なsafety marginを確保して焼灼するために静脈を挟んで2方向から計2回穿刺し、治療後のCTで予定通りの焼灼域を得ることができた(図3d)。

### 2.3 BモードUSボリュームデータを用いたRVS

RFA治療後に結節の同定を行う場合に有用である。

#### (1) 症例4

肝S6の4cm大の大型高分化型肝癌症例である(図4a、b)。複数回の穿刺を必要とし、初回焼灼後にマイクロバブルの発生により結節全体の描出が不十分となることが予想されたため、治療直前のBモードUSボリュームデータをリファレンス画像としたUS-RVSを用いて3回焼灼を行い、十分な凝固範囲が得られた(図4c、d)。複数回のRFAに際し、追加治療部位のターゲッティングが容易となった。

### 3. CTボリュームデータを用いた従来のRVS

CTのボリュームデータを用いた従来のRVSは、位置情報に基づき、通常のBモードUSにて描出困難な肝癌結節の検

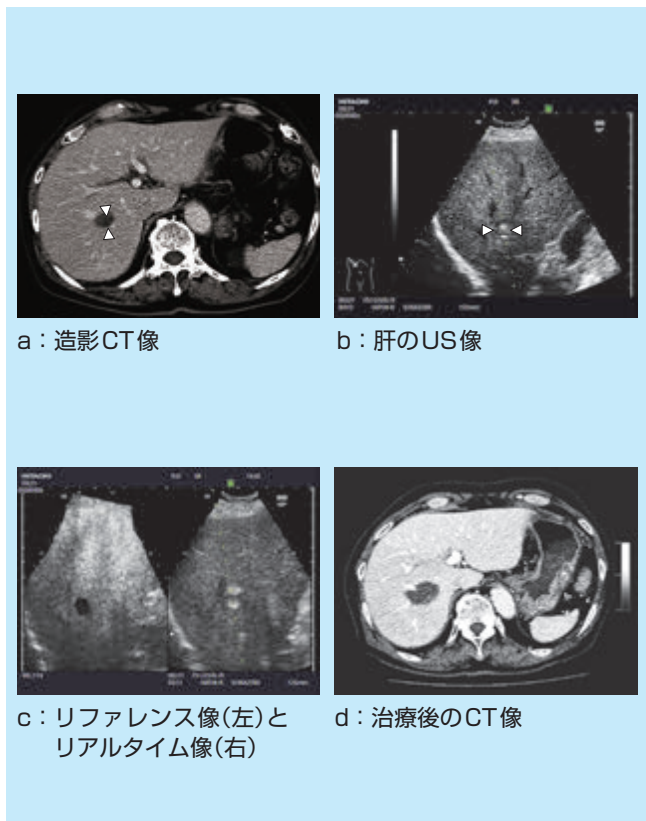


図3：症例3 大腸癌の肝転移例

出や肝癌の局所再発部位の同定、RFA後のsafety marginの同定・確認といった結節のターゲッティングでの有用性が多数報告されている。最近では、RVSにおいてもBモードUSで描出困難な結節に対して、ソナゾイド造影超音波の肝実質相におけるRVSを施行することにより、空間情報と血流情報の両方の情報から、結節の同定が行われている。

### 4. 肝癌のラジオ波治療におけるRVSの適応と使い分け

従来のRVSおよびUS-RVS、造影USにおける画像情報を比較した(表1)。

RVSはいずれもボリュームデータに基づく空間的位置情報により、肝癌結節の同定あるいはターゲッティングを行うものである。一方、2007年に本邦で発売されたソナゾイドを用いた造影USは血管相、肝実質相の安定した撮像が可能であり、血流情報およびKupffer Imageに基づき結節を同定するものである。さらに、RVSあるいはUS-RVSにソナゾイド造影USを併用した場合は結節の位置情報と血流情報の両方の相補的な情報が得られることから、より確実な診断に結びつくものと考えられる。

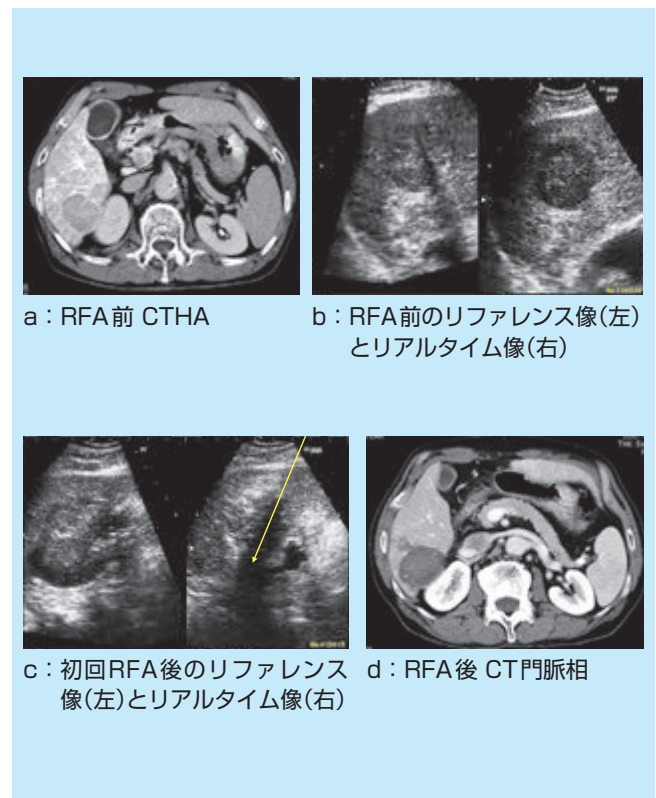


図4：症例4 肝S6 41mm大 高分化型肝細胞癌

表1：RVSと造影USとの画像情報の比較

治療支援画像	参照画像 (Virtual画像)	現在の画像	位置情報	血流情報
RVS	CT	US	○	—
造影RVS	CT	造影US	○	○
US-RVS	US	US	○	—
造影US-RVS	造影US	US	○	○
造影US	—	造影US	—	○

当科における肝臓に対するRFAにおけるRVSのフローチャートを図5に示した。

(1) 肝臓結節が超音波Bモードで描出不良あるいは描出不能な場合

ソナゾイドを用いた造影USを行い、血管相あるいは肝実質相にて結節の同定を行う。結節が同定された場合は肝実質相の造影USボリュームデータを用いたRVS下にRFAを行うかあるいは肝実質相でのソナゾイド造影下RFAを行う。

(2) ソナゾイド造影にて結節の同定が不能な場合

通常のCTボリュームデータを用いたRVSを行い、結節が同定されればRFAを行う。結節の描出が不良の場合はソナゾイド造影を併用したRVSを行う。

(3) Bモードで結節の描出が可能であるが、腫瘍の辺縁が不明瞭で、RFA針との位置関係が把握しにくい場合など、結節へのターゲティングが困難あるいは不確実な以下の場合にはRVSを併用する。

a) 局所再発例

ソナゾイド造影の動脈相をリファレンス画像としたUS-RVSを用いることにより、局所再発の濃染部を穿刺することが可能である。従来のRVSや造影US併用より確実である。

b) RFA後のsafety margin不足例で焼灼域辺縁が不明瞭で追加治療部位の同定が困難な場合

ソナゾイド造影の門脈相をリファレンス画像としたUS-RVSを用いることにより、凝固不十分な領域を穿刺することが可能である。通常のRVSも有用である。

c) 大結節例

複数回の穿刺を必要とするため、初回焼灼後にマイクロバブルの発生により結節全体の描出が不十分となることが多い。したがって、治療直前のBモードUSボリューム

ムデータをリファレンス画像としたUS-RVSを用いることにより、追加治療部位のターゲティングが容易となる。通常のRVSも有用である。

## 5. おわりに

ソナゾイド造影超音波のボリュームデータを用いたUS-RVSは肝臓結節の正確なターゲティングを行うことが可能であり、ラジオ波治療の支援画像として有用であると考えられた。

※1 Real-time Virtual Sonographyは株式会社日立メディコの登録商標です。

※2 ソナゾイド、Sonazoidはジーイーヘルスケア アクシエセルスカブの登録商標です。

## 参考文献

- 1) 岩崎隆雄, ほか: 肝臓に対するMulti-window Real-time Virtual Sonography. 肝胆膵画像, 10: 221-228, 2008.
- 2) Kitada T, et al.: Effectiveness of real-time virtual sonography-guided radiofrequency ablation treatment for patients with hepatocellular carcinomas. Hepatology Research, 38: 565-571, 2008.
- 3) Minami Y, et al.: Percutaneous radiofrequency ablation of sonographically unidentifiable liver tumors. Feasibility and usefulness of a novel guiding technique with an integrated system of computed tomography and sonographic images. Oncology, 72: 111-116, 2007.

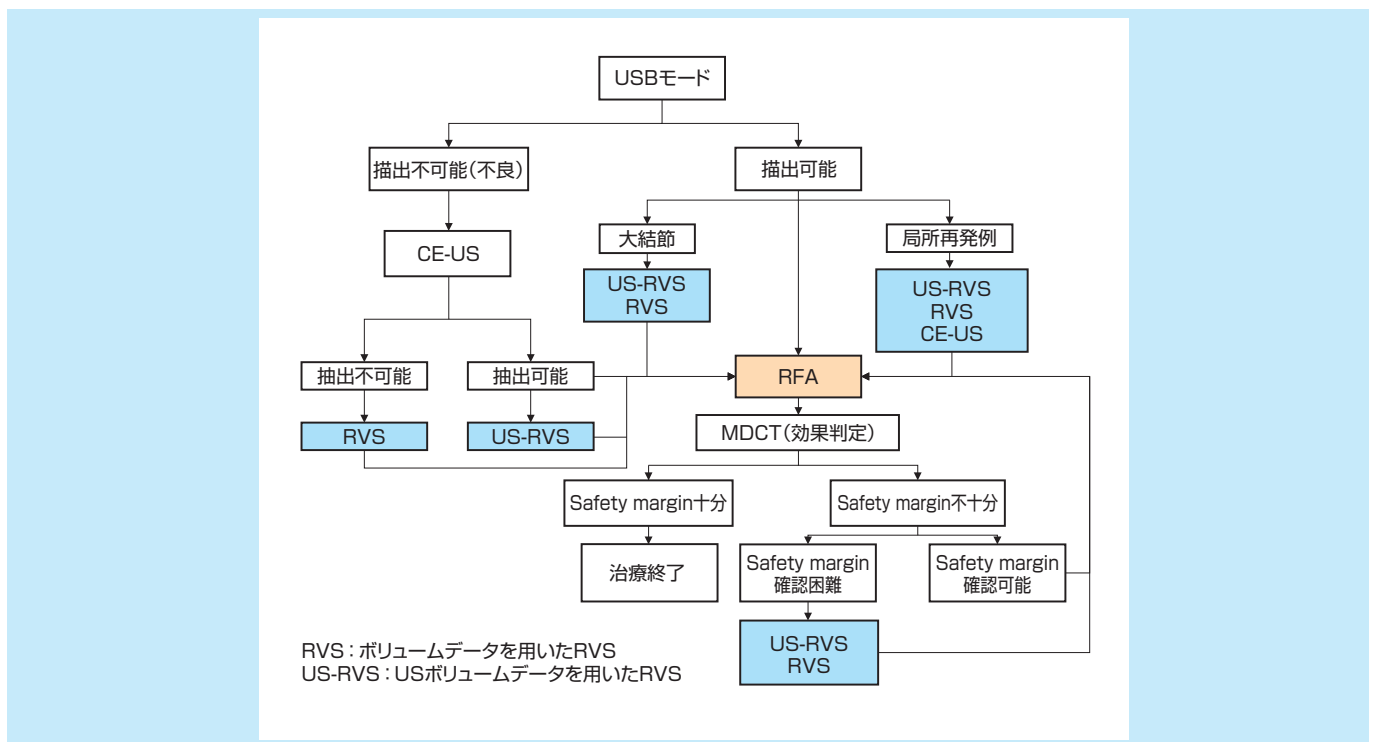


図5: 肝臓に対するRFAにおけるRVSの適応