

PHILIPS

Healthcare

Ultrasound

General Imaging



## 最新超音波ナビゲーションシステムがもたらす 肝癌穿刺局所療法 Beyond the fusion

Ultrasonic Week 2019 ランチョンセミナー3  
2019年5月24日(金)



くろだ ひでかつ

**黒田 英克先生**

岩手医科大学医学部内科学講座 消化器内科肝臓分野 特任准教授

### はじめに

現在、日本の肝癌穿刺局所療法は大きな課題に直面している。それは局所根治すなわち肝切除に匹敵した治療成績が求められていること、また分子標的薬や免疫チェック阻害剤といった薬物療法の開発が急速に進んでいることに由来する。このような背景から、“低侵襲”な治療法として使用されてきたラジオ波やマイクロ波は今後、精度が高く最適な治療法である“Precision Medicine”の一端を担う時代へと突入していくものと考えられる。

一方でヘルスケア業界におけるテクノロジーにも大きな変化

が起きている。そこで注目されているのが人工知能(AI)の活用や、Radiomics、IoMTである。Radiomicsは放射線医学を意味するRadiologyにデータを統合し網羅的に解析する研究領域を意味する-omicsからなる造語である。IoMTはInternet of Medical Thingsを意味し、医療機器等のデバイスをインターネットに繋げてリアルタイムでデータを収集し、解析を可能にする技術や概念のことである。AI、Radiomics、IoMTをうまく活用することでPrecision Medicineの実現が進むのではないかとというのが本日のテーマである。

## 超音波診断装置の進歩

超音波診断装置におけるトランスジューサや他モダリティとのフュージョン技術などその進化も著しい。フィリップスは2019年に超音波診断装置 Philips EPIQ Eliteをリリースした。同時に、IVRをターゲットとした Philips mC7-2 マイクロコンベックストランスジューサも発表されている(図1)。一般的にマイクロコンベックスは薄く肋間に入りやすいという特長がある一方で、素子数が少ないため画質が犠牲になることが懸念される。そこでmC7-2による肝腫瘍の視認性評価を行ったので供覧する。検者7名がブラインドで肝腫瘍20例を観察し、描出感度や解像度について従来のC5-1トランスジューサと比較して「優れている」「同等」「劣っている」の3段階で評価した。その結果、全体の75%でmC7-2の方が「優れている」または「同等」の視認性を示したという結果を得られた(図2)。



図1. mC7-2 マイクロコンベックストランスジューサ

## 肝癌穿刺局所療法における超音波診断装置の活用

Precision Medicineを実現するためには臓器の特徴をしっかりと抽出し、解析しなくてはならない。シミュレーションやナビゲーションにおいては画像データ、特に3Dデータをよく解析して活用する必要がある。そこでフィリップスのフュージョン機能であるAuto Registrationは3Dモデルを活用しているのでご紹介したい。

Auto Registrationは3Dモデルを用いてCT/MRI/PETとUSの位置合わせを行っており、Surface basedという肝表面の形状を合わせる方法とVessel basedという血管像からフュージョンを行う方法がある。肝臓でスイープスキャンを行うとUSとCT/MRIから血管または肝表面を自動で認識、抽出し、自動でフュージョンが行われるというメカニズムだ。

Vessel basedのAuto Registrationの正確性と、熟練者と初心者での精度を比較検討した。対象はAuto Registrationを用いてラジオ波を行った21例33結節である。1回のフュージョン操作でUSとCTがどの程度一致しているかを評価した。US、CTそれぞれのAxialとCoronal各断面における腫瘍のトレースを行い、重ね合わせた画像でxyz軸それぞれの中心座標の誤差を検討した(図3)。その結果、誤差の中央値は3mm台がほとんどで、Aの熟練者とBの初心者でいずれの

### B-mode imaging

GB stone



### mC7-2プローブの肝腫瘍視認性評価

検者7名がmC7-2を用い肝腫瘍20例を観察。腫瘍描出感度、解像度についてC5-1と比較。

↓  
全体の75%が、mC7-2はC5-1と同等以上と評価した。

	優	同等	劣
検者A	4	10	6
検者B	2	11	7
検者C	7	10	3
検者D	3	8	9
検者E	1	17	2
検者F	4	12	4
検者G	3	12	5
	20/120 (16.7%)	70/120 (58.3%)	30/120 (25.0%)

図2. C5-1、C9-2、mC7-2によるBモード画像の比較(左)。肝腫瘍視認性評価では全体の75%以上でmC7-2はC5-1と比較して同等以上であった(右)。

### 空間精度解析

x-Axis: 左-右、y-Axis: 背-腹、z-Axis: 頭-尾  
US-CT overlayの中心座標誤差の比較

■ CT ■ US

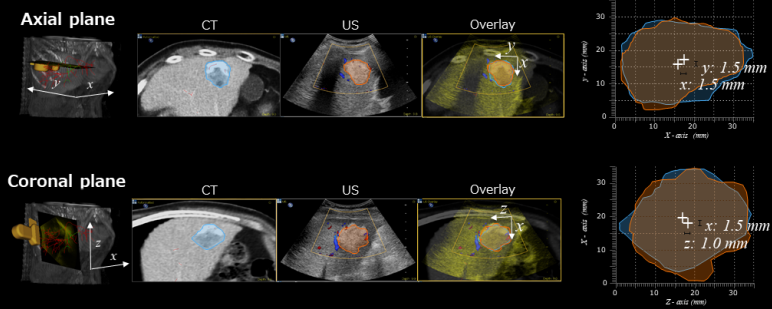


図3. 空間精度解析の方法。US、CTでそれぞれの腫瘍の輪郭をトレースし、xyz軸における中心座標の誤差を調べた。

### 検者別の腫瘍中心座標誤差

A: 熟練者 B: 初心者

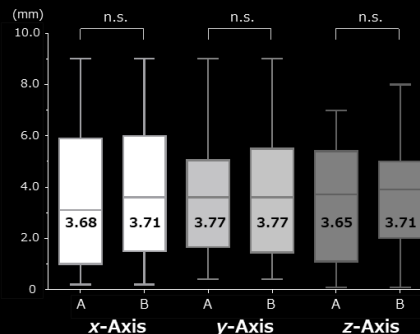


図4. xyz軸における腫瘍中心座標の誤差(A:熟練者、B:初心者) 熟練者と初心者で、腫瘍中心座標誤差に有意差は認められなかった。

軸でも有意差がないという結果であった(図4)。この結果は検者の熟練度に依存せず高い精度でフュージョンを実行可能であったことを意味する。

ここでAuto Registrationを用いてラジオ波焼灼術を施行したHCC(S5、20mm)の症例について手技順に示す。

1. 事前の評価(図5)
2. US上での穿刺ラインの確認(図6)

3. 穿刺(図7)
4. アブレーション領域の確認(図8)
5. 術後の確認(図9)

Auto Registrationにより操作手順が簡素化され術者が穿刺、アブレーションに集中することができる。また、高精度で検者依存性が少ない。これらのことからAuto Registrationは、正確でミスのない施術を導く有用な支援ツールになると考えられる。

## 肝癌穿刺局所療法における Auto Registration の活用

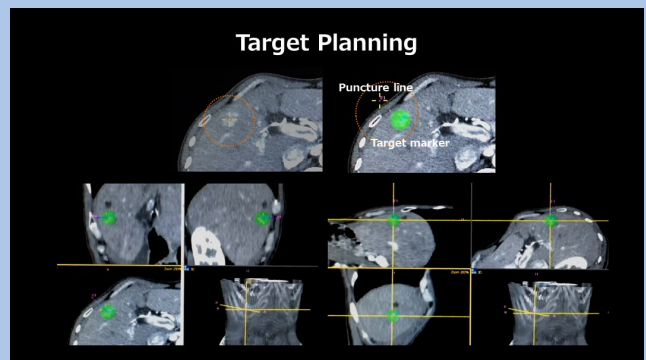
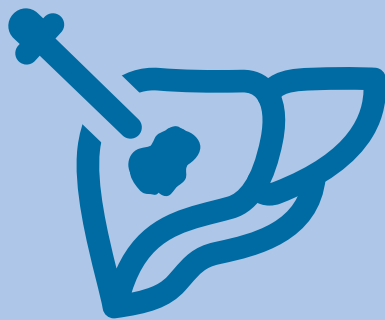


図5. 手技1: 事前の評価

超音波装置上でターゲットマーカーと仮想穿刺ラインの設定をし、腫瘍の辺縁に重要な血管や臓器がないか、また穿刺ラインの安全性の確認を行った。

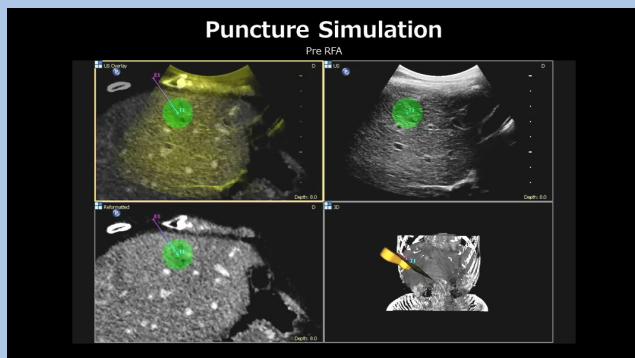


図6. 手技2: 穿刺ラインの確認

フュージョンを実施し、エコー上で穿刺ラインを確認した。

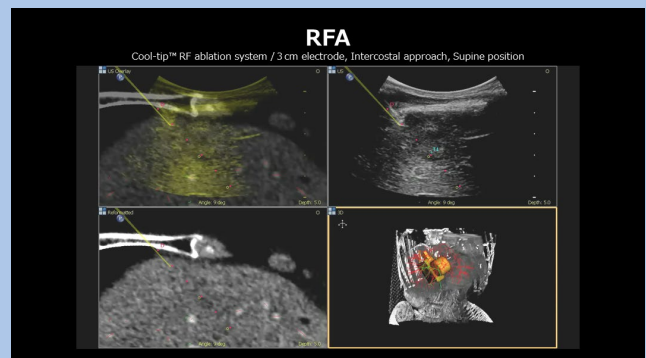


図7. 手技3: 穿刺

穿刺ラインを表示させ、穿刺を実施した。

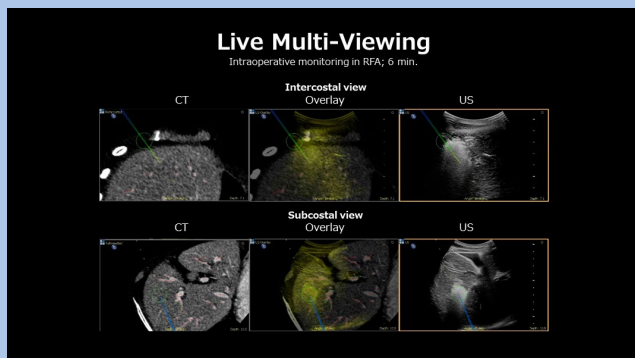


図8. 手技4: アブレーション領域の確認

(上: 肋間走査、下: 肋弓下走査)  
両断面からでも焼灼範囲を確認することができた。

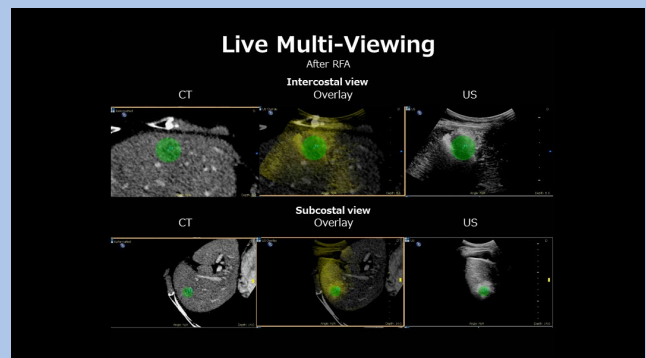


図9. 手技5: 術後の確認

発生したガスの中にターゲットマーカーが含まれていることを確認して治療を終了した。



## 多様なフュージョン・アプリケーション

前述のさまざまなアプリケーションの他に、US-USフュージョンを用いて施術前後で比較したり、さらにはVirtual Needle Trackerを用いて仮想穿刺針の先端から見た断面(Cプレーン)を表示することも可能だ(図10)。フュージョンで使用できる画像の種類は多岐にわたるため、実際には多くの画像情報を入手しつつも、必要なものを判断し“情報制御”する必要がある。そこで私案として穿刺治療の進行状況に応じた使用画像を提案する。

1. プランニング：CT/MRIとのフュージョンを行い、Overlay(重ね合わせ)表示を行って部位の確認をする。
2. 穿刺：CT/MRIは使用せず、Bモードに集中して針を進める。この際、Virtual Needle Trackerを使用して仮想穿刺針を表示するのもよい。どこに穿刺できているのかの確認にはUS-USフュージョンや、針先に対するCプレーンが活用できる。
3. アブレーション：US-USフュージョンを使用する。
4. 術後評価：US-USまたはCT/MRIとのフュージョンを使用する。

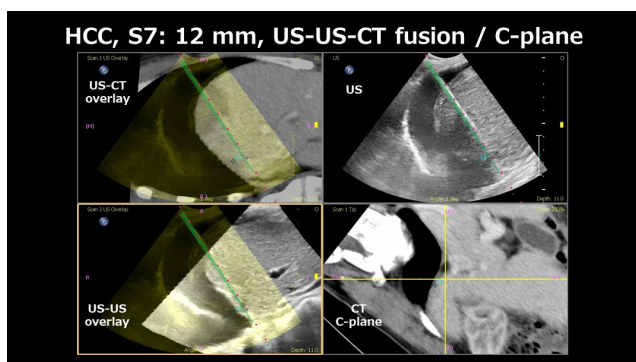


図10. 多様なフュージョン・アプリケーション  
術前USとリアルタイムUSのOverlay表示(左下)、Virtual Needle Trackerを用いた仮想穿刺針の先端に対し90度の面(Cプレーン)表示(右下)。

## 将来に期待すること

今後の肝臓穿刺局所療法においてAI、RadiomicsやIoMTに期待することとして、まずVRの活用が挙げられる。プランニングの段階で3Dを使用してさまざまな方向から腫瘍や血管の位置関係を確認してみたいものである。

また、AIの臨床現場での活用も期待される。従来“匠の技”とされてきた、熟練の先生方がお持ちの言葉では伝えきれない技法がAIで可視化、表現できれば施術レベルの向上にも繋がるだろう。例えば理想的な穿刺ルートを提案してくれたり、情報制御を自動で行い治療の進行状況に応じて必要な画像を提示してくれたりする機能があれば素晴らしい。他にも超音波のスキャン技術や使用する穿刺ラインを点数化するなど教育的なツールとしての役割も期待される。

今後は医師とメーカーが協力をして日本の穿刺局所療法のレベルを上げ、成績の向上を行うことが課題となるだろう。

### 製造販売業者

## 株式会社フィリップス・ジャパン

〒108-8507 東京都港区港南2-13-37 フィリップスビル

お客様窓口 0120-556-494

03-3740-3213

受付時間 9:00～18:00

(土・日・祝祭日・年末年始を除く)

[www.philips.co.jp/healthcare](http://www.philips.co.jp/healthcare)

改良などの理由により予告なしに意匠、仕様の一部を変更することがあります。あらかじめご了承ください。詳しくは担当営業、もしくは「お客様窓口」までお問い合わせください。記載されている製品名などの固有名詞は、Koninklijke Philips N.V. またはその他の会社の商標または登録商標です。



販売名：EPIQ / Affiniti  
医療機器認証番号：225ADBZX00148000  
管理医療機器 / 特定保守管理医療機器

販売名：フィリップス 超音波診断用プローブ  
KeRee シリーズ  
医療機器認証番号：219ACBZX00026000  
管理医療機器 / 特定保守管理医療機器

販売名：フィリップス 超音波診断用プローブ C9-2  
医療機器認証番号：225ADBZX00203000  
管理医療機器 / 特定保守管理医療機器

販売名：フィリップス 超音波診断用プローブ mC7-2  
医療機器認証番号：231AFBZX00045000  
管理医療機器 / 特定保守管理医療機器

1955929K  
071901001-FK Printed in Japan