

---

## 原著論文

---

### 顎顔面領域における超音波画像表示領域に関する検討

高橋 章, 菅原千恵子\*

キーワード: 超音波画像, 視野, 画像診断

### Evaluation of the Field of View in Maxillofacial Ultrasonography

Akira TAKAHASHI, Chieko SUGAWARA-TAKAHASHI\*

**Abstract :** The purpose of this study was to compare the advantages of different fields of view (FOV) between Linear, Sector, and real-time panoramic view (SieScape™) in B-mode ultrasonography for the maxillofacial region.

<Materials and methods>

This prospective study included 103 maxillofacial examinations of 60 patients with space-occupying lesions and/or suspected of metastatic regional lymph nodes from oral cancer. These lesions were examined by ultrasonographic study with three different kinds of FOV, including Linear, Sector, and SieScape™. These images were digitally recorded and compared. Each examination was classified into 5 maxillofacial anatomical parts, 1) buccal & lip part, 2) parotid gland part, 3) submandibular part, 4) submental & sublingual part, and 5) neck part. The advantage of FOV was evaluated according to these anatomical parts.

<Results>

- 1) Buccal & lip part: 16 examinations were collected. Linear and/or sector FOV provided sufficient images for observing the lesion and adjoining anatomical landmarks.
- 2) Parotid gland part: 7 examinations were obtained. The whole gland could be observed only in SieScape™ in a single image.
- 3) Submandibular part: 43 examinations were obtained. The whole submandibular gland could be observed in Sector FOV, which was also useful to observe the structure adjoining the mandible, because the slanting ultrasound beam avoided the lingual mandibular bone and the deeper structure of the gland could be observed. Furthermore, for cases with many submandibular lymph nodes, sagittal SieScape™ images provided a suitable reference image for later observation.
- 4) Submental & sublingual part: Linear FOV provided sufficient images. Sector FOV was also useful, if the lesion was large or located next to the mandible.
- 5) Neck part: The quality of diagnostic information did not differ between the three kinds of FOVs employed here, since this area was too large to observe in a single image. Furthermore, the exact location was hard to identify in the later evaluation since the anatomic structures did not much differ between upper and middle neck portions.

---

徳島大学医学部・歯学部附属病院 歯科放射線科

Oral and Maxillofacial Radiology, Tokushima University Hospital

\*徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部口腔顎顔面放射線医学分野

\* Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Institute of Health Biosciences, The University of Tokushima Graduate School

## &lt;Conclusion&gt;

In the ultrasonographic examination of the maxillofacial area, we should select proper FOV to obtain useful diagnostic information.

## 緒 言

超音波画像診断法はデジタル化による画質の改善、血流イメージング、ハーモニックイメージング等、進歩が著しい分野であるが、最大の短所として視野 (field of view : FOV) が狭いことが挙げられる。とくに、顎顔面部領域では解剖単位が小さくかつ錯綜しているためこの影響がきわめて大きく、検査実施者以外には撮像方向や部位の把握が困難な場合がある。また、後日に評価を行う際には、部位の同定が困難であることが特に問題になる。顎顔面領域を含む表在領域では、振動子が平面上に配列されているリニアプローブが用いられることが多い。この形状では、表在の視野を広く取ることができ利点がある。さらに、機種依存性はあるものの、振動子の発振を遅延させコントロールすることにより、リニア、セクタ、ステアードリニアのように視野を変更することが可能である (図1)。しかしながら、この方法をもってしても、表在近傍ではプローブ口径を超える範囲を1画面で表示することはできない。

このような短所を解決すべく、広範囲の総覧像を得る表示法 (SieScape™) が開発された。これはプローブを走査方向にフリーハンドで移動しながら得られたスキャン画像を順次記憶し、画像間で共通したピクセル情報を装置が認識して最大60cmの長さまでのパノラマ状の画像をリアルタイムに合成するものである<sup>1-3)</sup>。この際に、プローブ位置認識のための機械的センサーは不要である。(図1)。

本研究では、超音波画像法を顎顔面領域に応用し、検査部位毎にどの表示法が有効であるか prospective に検討を行った。

## 対象と方法

本学附属病院にて顎顔面部軟組織腫脹あるいは所属リンパ節転移が疑われた口腔悪性腫瘍患者60例 (女性35例, 男性25例) を対象とした。検査部位は、1. 頬部・口唇部 2. 耳下腺部 3. 顎下部 4. オトガイ下部および舌下部 5. その他頸部の5ブロックに分け、1症例で複数ブロックを検査した場合や、両側に検査を施行した場合には重複して算定した。検査が実施された部位は合計103部位であり、その検査対象部位および病変は、表1に示すとおりである。

超音波診断装置は、SONOLINE™ Elegra (Siemens, Erlangen, Germany) で、プローブはいずれも口径が40mmで、励振周波数が5.1MHz~9MHzの単層リニア型 (7.5L40) と、励振周波数が7.1MHz~12MHzの積層リニア型 (VFX13-5) の2種類を用いた。プローブ内の振動子数は前者が192個×1列、後者は192個×6列である。両プローブは、Bモード画像表示を、リニアスキャンからセクタスキャン (視野角は7.5L40で最大60度, VFX13-5で最大40度)、および SieScape™ に、本体側のソフトウェアの切り替えにより変更可能である。

検査対象部位に対してリニアスキャン、セクタスキャン (以下、それぞれリニア、セクタと略する)、

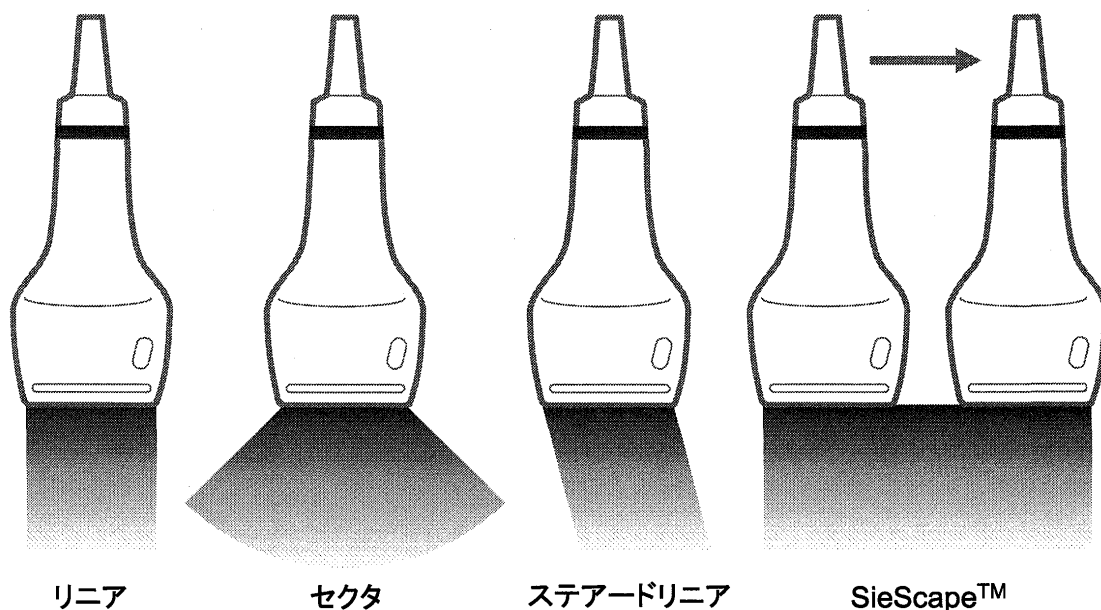


図1 本装置付属のリニアプローブで利用可能な視野

表1 対象とした部位と病変

部位	病 変								計	
	唾石	唾液腺炎	膿瘍	腫瘍	血腫	嚢胞	リンパ節腫大	咬筋肥大		正常
頬・口唇部	1		3	2	1	4	4	1		16
耳下腺部		1	3	1			2			7
顎下部	4	2					33		4	43
オトガイ下/舌下部			3			1	1		1	6
その他顎部				1			29		1	31
計	5	3	9	4	1	5	69	1	6	103

SieScape™による画像表示を行った。被験者体位などの身体的条件が許す限り直角2方向からのスキャンを試み、口唇部・頬部・耳下腺部・顎部・オトガイ下部・舌下部では水平断および冠状断方向で、顎下部では下顎下縁に直角および平行な2方向でのスキャンを行った。

表示した画像は、必要に応じて近傍の筋肉、骨などの解剖学的指標名を記入し、DICOM 3.0形式で3.5インチ光磁気ディスクに保存した。画像データをPower Macintosh 9600/233にオフライン転送後、Netscape Navigator™およびDICOM Plug-inソフトウェア（J-Mac社，札幌）を用いてTIFF形式に変換した。検査から少なくとも2週間以上経過後に、同一方向からスキャンを行ったリニア、セクタ、SieScape™画像をPhotoshop（Adobe社，米国）にてモニタ上に並列表示した。それぞれの画像間で、対象となる病変あるいは臓器に対して、画像診断に耐えうる十分な画質を有しているか、また観察対象となる病変あるいは臓器全体が画像に表示されているかの2点を評価の重点項目として、放射線診断医2名の合議によりどの表示方法が診断上好ましかったかを順位を付けて判定した。

## 結 果

検査部位のブロック別に検討結果を示す。

### 1. 頬部・口唇部

16病変に対して検査を施行した。疾患の内訳は、耳下腺管内唾石が1例、腫瘍あるいは腫脹性病変が14例、咬筋肥大が1例であった。視野別評価では、8例はリニアのみで必要な解剖学的指標を得ることができ（図2）、この方法で十分と判断した。セクタが有効と判定したものは2例で、必要な解剖学的指標を得ることができたものが1例、幼児の広範囲な病変を観察できたものが1例であった。SieScape™は6例で有効と判定した。うち3例ではリニア・セクタでは腫脹を伴っている病変部にプローブ全体を密着できず、SieScape™で有効視野を順次密着させることにより診断上有用な画像が得られた（図3）。他の3例は、セクタあるいはリニアでは近傍の解剖指標が含まれず、SieScape™を用いることによって下顎枝、咬筋、頬筋などの近接する解剖学的構造を描出できた。

### 2. 耳下腺部

7病変の検査を施行した。疾患内訳は、耳下腺炎1例、膿瘍3例、腫瘍1例、耳下腺体内リンパ節炎が2例であった。リニア、セクタの両者とも耳下腺全体を1画面で表示することは不可能であり、全例でSieScape™が有効と判定した。個々の有用性の評価理由は重複を含めて、腺体に対する病変の位置を把握しやすかったもの（図4）が6例、腫脹のためにリニア・セクタでプローブ全体の密着が得られずSieScape™を使用することによって全体の観察が可能となったものが1例、腺体内の離れた2個の腫瘍を1画像に描出し得たものが2例（図5）であった。

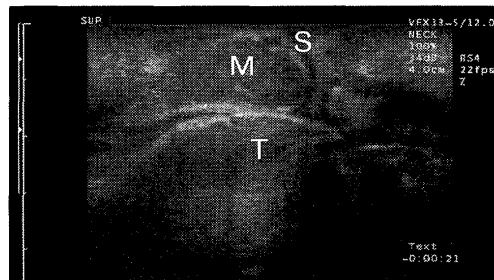


図2 リニアスキャンの画像例（上口唇の多形性腺腫，矢状断）

画像左が頭側。M：上口唇腫瘍，T：歯牙，S：口裂

左端のスケールは1目盛りが5mmに相当。

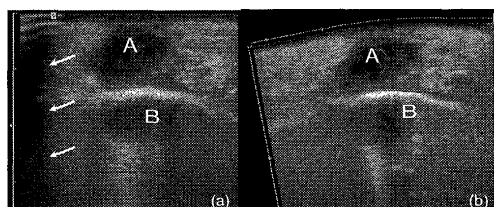


図3 頬部膿瘍（矢状断，画像左が頭側）

(a) リニアスキャン：強い腫脹のためにプローブが密着できず、画像化できていない部位がある（矢印）。

(b) SieScape™：腫脹に沿ってスキャンすることにより、プローブの密着が可能である。

A：膿瘍 B：下顎骨（下顎骨内の黒い領域は鏡像現象によるアーチファクト）

### 3. 顎下部

顎下腺10病変, 顎下リンパ節33病変の検査を施行した。顎下腺部の疾患内訳は, 唾石が4例, 顎下腺炎が2例, 4例では画像上異常所見は認められなかった。顎下リンパ節33例は, 全例とも悪性腫瘍の顎部リンパ節転移検索を目的とした検査であった。

顎下腺を対象とした10例では, 下顎下縁に平行なスキャンではリニアあるいはセクタで顎下腺全体の描出が可能であり, それ以上に広範囲の描出が必要と判定された症例はなかった。その一方, 下顎下縁に垂直なスキャンでは, リニアでは下顎骨に起因する音響陰影により顎下腺の外側が観察不可能になったが, セクタでは超音波

ビームが斜入するため下顎骨の重積を容易に避けることができ, 診断能向上に有効と判断された(図6)。

顎下リンパ節では下顎下縁に平行なスキャンで SieScape™ が有効と判定されたものが25例であった。うち20例では広範囲の描出ができることにより顎下腺や顎舌骨筋との位置関係把握に有効と考えられた(図7)。また1例は腫脹のためにリニア・セクタではプローブが密着できず, SieScape™ によってのみ診断可能な画像が得られた。

### 4. オトガイ下部・舌下部

6病変の検査を実施した。膿瘍が3例, 嚢胞が1例, リンパ節1例, 正常1例であった。5例では, セクタ

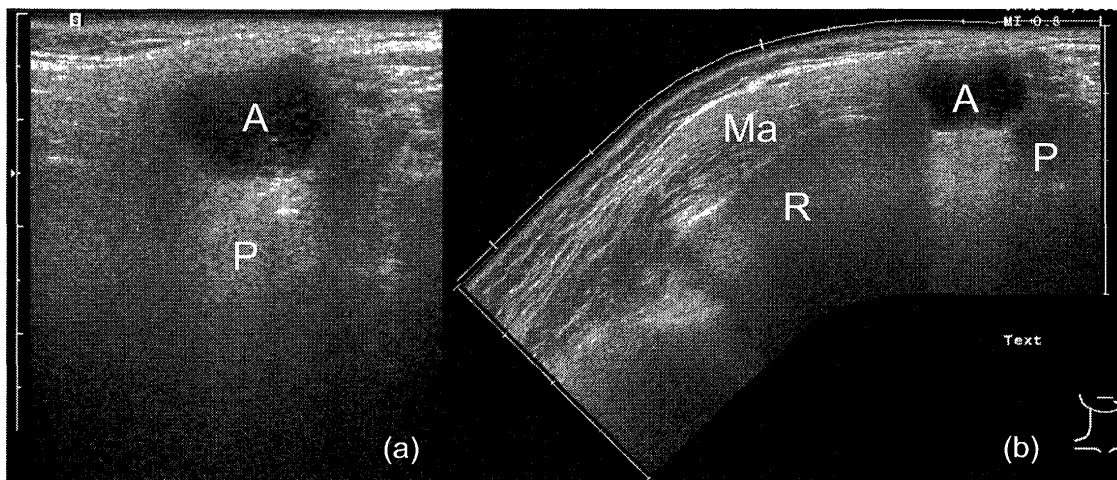


図4 耳下腺腺体内膿瘍(水平断, 画像左が腹側)

(a) リニアスキャン: 耳下腺腺体内における病巣の位置が把握しがたい。

(b) SieScape™: 咬筋および下顎枝を同一画像に収納することにより, 病変位置の把握が容易である。

A: 膿瘍 P: 耳下腺 Ma: 咬筋 R: 下顎枝

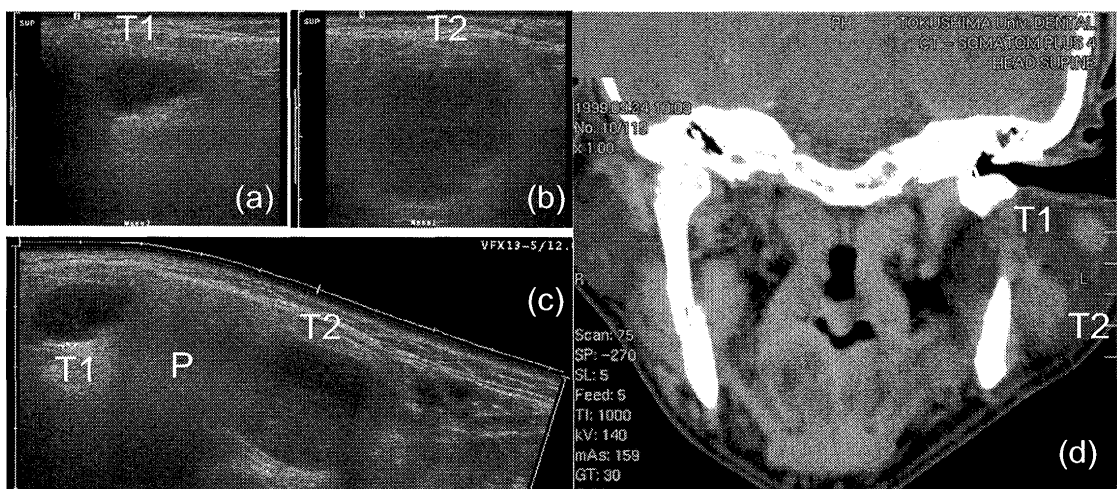


図5 左耳下腺腺体内ワルチン腫瘍。腺体内に腫瘍が2個認められる。

(a) 冠状断リニアスキャン: T1: 頭側の腫瘍

(b) 冠状断リニアスキャン: T2: 尾側の腫瘍

(c) 冠状断 SieScape™: T1, T2の2個の腫瘍が同時に表示されている。P: 耳下腺

(d) 同一症例の冠状断 CT 画像

あるいはリニアで十分な視野を得ることができていた。  
SieScape™ は、腫脹のためにプローブと皮膚との密着が  
困難であった舌下部の嚢胞性疾患の1例で有効であり、

病変全体を描出できたものの、歪みのある画像になった  
(図8)。

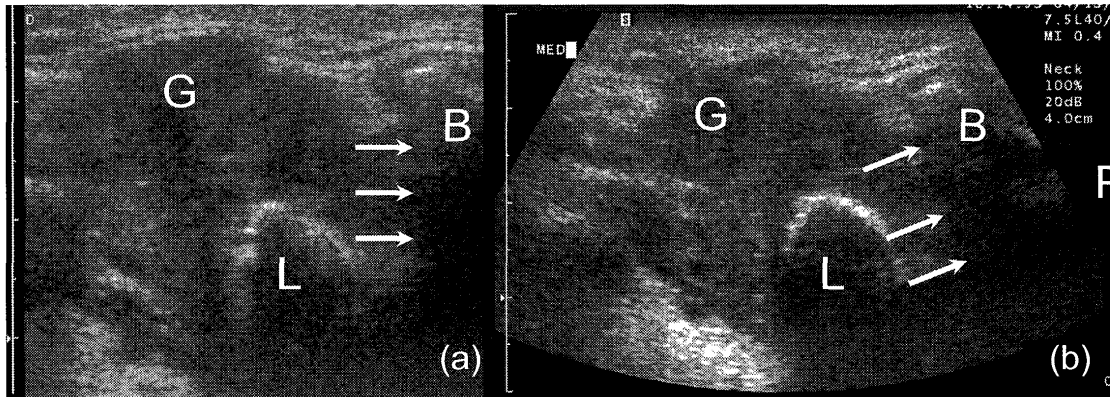


図6 左顎下腺唾石と慢性硬化性顎下腺炎

L:唾石 G:顎下腺 B:下顎骨

(a) 下顎下縁に垂直なリニアスキャン:下顎骨の音響陰影(矢印)により、顎下腺外側の観察ができなくなっている。

(b) 下顎下縁に垂直なセクタスキャン:音波が斜入することにより、音響陰影(矢印)の影響なく顎下腺全貌が観察可能である。

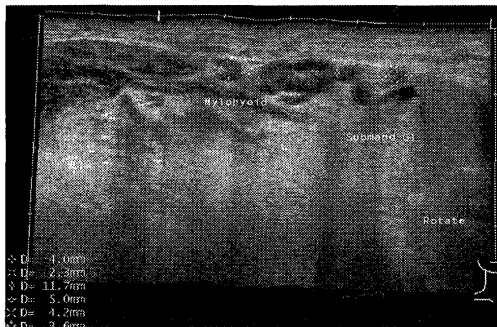


図7 口腔癌症例の顎下部画像(下顎下縁に平行、画像左が腹側)

顎下リンパ節転移検索目的の検査 SieScape™ で顎下部の広範囲画像を記録することにより、多数のリンパ節(キャリパー計測されているもの)の同時表示、ならびに顎舌骨筋(Mylohyoid)や顎下腺(Submand G1)のような隣接臓器との位置関係表示が可能である。

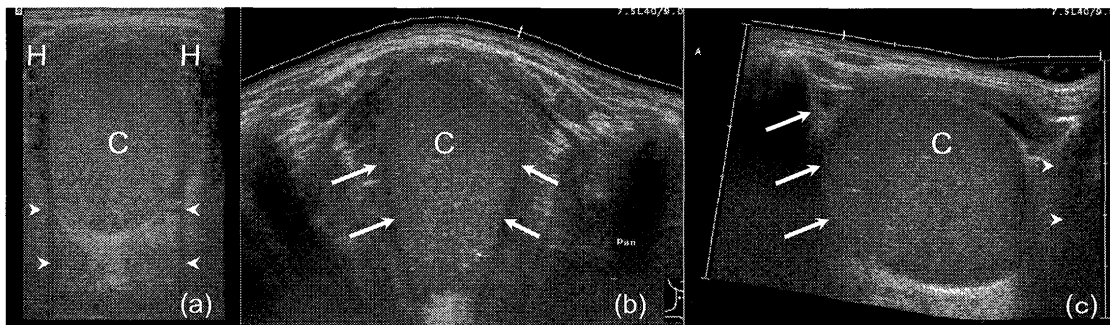


図8 舌下隙の頬皮嚢胞

(a) 冠状断リニアスキャン C:楕円形の高エコー嚢胞性腫瘤を認める。オトガイ下皮膚の膨隆により画像右端で一部密着が不良である。腫瘤は lateral shadow を伴っている(矢頭)。H:顎舌骨筋

(b) 冠状断 SieScape™:嚢胞(C)および隣接する構造が一画像に表示されているが、嚢胞が歪んで表示されている(矢印)。オトガイ下皮膚の突出に沿ってカーブを描いてスキャンし、lateral shadow が SieScape™ 演算誤差を招いたと推察された。

(c) 正中矢状断 SieScape™:画像右が腹側。この方向の皮膚突出は顕著でなく、画像の歪みは顕著ではない。下顎骨正中中部(矢頭)から舌根部空気層(矢印)まで一画像で表示されている。

## 5. その他頸部

上記以外の頸部領域では31病変に対して検査を行った。29例は深頸リンパ節で、全例とも悪性腫瘍の所属リンパ節転移検索目的であった。2例は甲状腺で、1例が腫瘍、1例は画像上の異常を認めなかった。この領域は他と比較して領域が広いために上下的な位置関係の把握が困難な場合が多く、25例でリニア、セクタ、SieScape™の表示法間で有効性に差はないと判定された。SieScape™が有効と判定されたものは6例で、うち3例は視野が広いために必要な解剖学的指標を得ることができ、位置把握が容易であった。1例は頸部皮膚の曲率のためにリニアやセクタでは密着が得られず、SieScape™を用いることで診断に寄与する画像を得ることができた。甲状腺2例では腺全体の総覧像を得ることができた(図9)。

## 考 察

### 1) 超音波検査法と視野

超音波検査はCT (computed tomography) やMRI (magnetic resonance imaging) 検査と比較して装置規模が小さく、チェアサイドでリアルタイム表示が可能という利点があり、導入及び運用が容易である。空間分解能については、高周波プローブの開発により、顎顔面軟組織などの表在領域では、方位・距離分解能は向上している。我々のファントム実験によると、VFX13-5の方位・距離分解能は0.7-0.8 mmであった<sup>5)</sup>。

顎顔面領域においてこれまで超音波検査はあまり重要視されていなかったが、この理由として、骨・歯などが強反射体となり検査の障害になること、高周波プローブの開発が遅れ、表在の検査に適した環境が整備されていなかったことなどが挙げられる。さらに表示領域が狭いことも理由に挙げられる。得られる情報の範囲はプローブの口径によって規定されるため、病巣全体が1枚の画像に入りきらないことや、周辺の解剖学的構造が表示されないために、検査実施者以外には病巣位置を把握しづ

らくなる可能性が付随する。顎顔面領域は小さな解剖単位が錯綜しており、この傾向が顕著であるため、応用が広まりにくかった可能性があると考えられる。

超音波画像はプローブの形状や走査法の影響を大きく受ける。現在主流となっている電子走査法にはリニア、セクタ、コンベックスがある<sup>4)</sup>。これらの特性は以下の通りである。リニア電子走査は平面上に配列された振動子を用いて超音波ビームの送波・受波点を直線状に移動させる方式である。視野は深度によらず一定であり、他方法と比較して、特にプローブ近傍の表在領域における視野を広くとることが出来る。そのため表在を対象とする検査に適している。セクタ電子走査は、振動子間で発振を遅延させることにより超音波ビームの方向を扇状に変化させる。プローブのサイズを小さくとることができ、その場合は表在の表示領域が極めて小さくなる一方、深部で広がるために、肋間などの狭い領域から臓器を観察する場合や経膈、経直腸など体腔にプローブを挿入して観察する場合などに適している。顎顔面領域では表在の表示領域が小さいために適応となることは少ない。コンベックス走査はリニア走査と類似しているが、振動子の配列を凸面に形成することによって放射状に超音波ビーム走査を行い、扇形の視野が得られることにより深部での広い視野を得ることが出来る。プローブの曲率半径を大きくとった場合、表在でリニア走査と同程度、深部ではセクタ走査に匹敵する視野を得ることが出来る。顎顔面領域では、顎骨が体表付近に存在し、また皮膚面はおおむね凸で曲率が小さいことから、表面凸の形状では皮膚との十分な密着を得ることは困難である<sup>4)</sup>ために利用されることは少ない。

今回使用した装置は、口径40 mmのリニアプローブであるが、セクタプローブと同様の超音波ビーム偏向が可能であり、表在ではリニア走査と同じ視野、深部でより広い視野を得ることが出来る。加えてプローブ表面は平坦であるため、顎顔面部への密着をとりやすいという利点が挙げられる。しかしこの場合、超音波ビームが斜

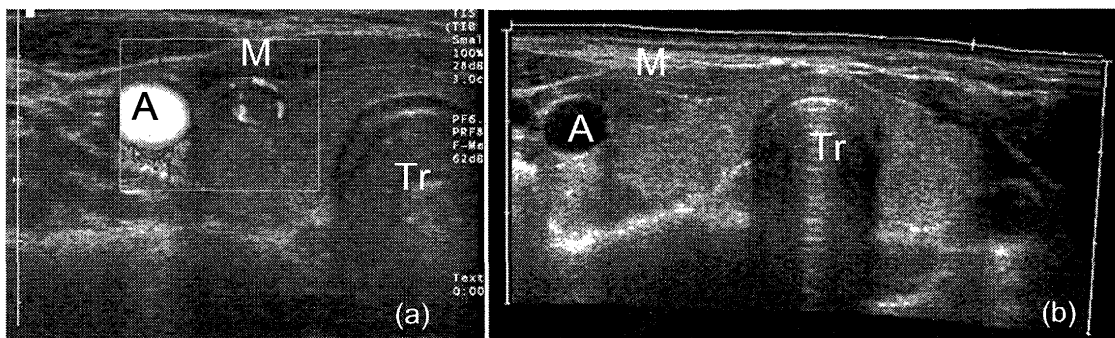


図9 甲状腺腺腫

A: 総頸動脈 Tr: 気管 M: 腺腫

(a) 水平断リニアスキャン (パワードプラ画像): 甲状腺は右葉と峡部のみ視野に入っている。

(b) 水平断 SieScape™: 甲状腺全体が一画像で表示されている。

め方向に発生するので、グレーティングローブあるいはサイドローブと呼ばれる、所望の方向以外への超音波放射の影響が画像に表れやすくなるために虚像の発生や、S/N比低下を招きやすい<sup>4)</sup>という欠点がある。従って臨床応用に際しては、広視野と画質劣化の trade-off の関連を十分認識したうえでの利用が必要と考えられる<sup>4)</sup>。

## 2) 顎顔面領域における表示視野の選択

顎顔面領域での部位毎に適した表示領域について考察する。

頬部や口唇部領域では、多くの症例は30 mm程度の視野で口輪筋・頬筋・咬筋・口腔粘膜・歯牙・下顎骨など近傍の解剖学的指標と病変との同時表示が可能で、病変の位置評価を十分に行うことができ、これ以上表示領域を広くしても有効性は向上しない。そのため、この領域の病変については、基本的にリニアスキャンによる検査で十分な場合が多く、検査時の第一選択と考える。但し顕著な腫脹のためプローブの密着が得られない場合や、解剖学的指標と病変が離れて存在する場合には SieScape™ の追加も有用と考えられた。

耳下腺体内には下顎後静脈以外には解剖学的指標がほとんどなく、顔面に対する腺体内腫瘍の位置把握は、下顎骨、胸鎖乳突筋、咬筋などの腺体外部の構造を参照する以外にない。また、耳下腺体全体を観察するためには80~100 mm以上の視野が必要となる。そのため通常のリニアおよびセクタの表示範囲では耳下腺全体を一画面に表示するのは不可能である。SieScape™ を用いることで、水平断、冠状断の両方向で、耳下腺全体の観察、腺体内における腫瘍の位置を把握することが容易になり、CTやMRIに匹敵する十分な視野を得ることができ、診断上有用と考えられる。

顎下腺は口径40 mm程度のプローブで腺体全体の観察が可能であるが、下顎下縁と垂直なスキャンではセクタであればビームが斜入されるために、下顎骨に起因する音響陰影の影響を少なくすることができるために有効性が向上する。顎下リンパ節に対しては個々のリンパ節の観察のためには、リニアあるいはセクタで十分である。SieScape™ は、顎下腺周囲に数多くリンパ節が存在する場合には、リンパ節と顎下腺や顎舌骨筋との位置関係を把握しやすく、参照画像としての有効性は高いと考えられる。また下顎下縁に垂直な方向でのスキャンでは、顎下腺の場合と同様に、セクタではビームの斜入により下顎骨の重積を避けられる利点を生かして第1選択とするのが有効である。

オトガイ下部・舌下部は、冠状断では腫瘍が小さい場合にはリニアスキャンで顎二腹筋、顎舌骨筋、下顎骨、舌下腺といった解剖学的指標を十分に得ることができる。しかし、病変が大きい場合には、リニアスキャンでは病変全体が描出できないために SieScape™ が有効である。冠状断では、皮膚が下方に凸で曲率が小さいために、SieScape™ では顎骨などが障害となって観察困難になる

場合がある。セクタスキャンは、辺縁でビームが斜入するため顎骨に近接した領域の観察がしやすくなり、かつ左右の下顎骨までの範囲を総覧できる点で有効である。

深頸リンパ節のうち、上内深頸リンパ節は顎下腺、耳下腺、胸鎖乳突筋、内頸動静脈に近接しているため位置把握が比較的容易であるが、唾液腺が十分広範囲に描出されていない場合などは位置把握に SieScape™ がより有効な場合がある。副神経リンパ節は近傍の解剖に胸鎖乳突筋、内頸動静脈がある。いずれも上下方向に均一な形状であり、これらの指標のみでは上下的な位置の把握が困難である。下頸部リンパ節近傍の解剖学的指標として、頸動静脈、および部位により甲状腺が挙げられるが、甲状腺以外は上下方向に均一な形状であり、上下的な位置の把握が困難であり、これらを解決するためにはシネ表示など3次元的な評価が必要と考えられる。

## 結 語

顎顔面領域の超音波診断においてリニア、セクタ、SieScape™ の3種類の視野で検査を施行し、部位別にその有用性を検討した。

顎顔面では、多くの場合は40 mmのリニアプローブによるリニア表示で十分であった。但し、下顎骨が強反射体となって重積する顎下部、とくに顎下腺内側などを検査する際は、ビームが斜入することによりその重積をさけることができ、セクタ表示がリニア表示に比較し有用であった。SieScape™ などの広範囲表示法は、今回の研究では耳下腺部を除いては必須ではなかったが、繰り返し評価が行われる検査部位では、後日の検査部位同定のための参照画像としての有用性が高いと考えられた。

以上の如く、検査対象部位ごとに解剖学的な特性を把握し、それにあった撮像方法を採用することが重要であると考えられた。

謝辞：本研究の遂行にあたり、春名芳郎氏（フィリップスメディカル社）のご協力によるところが多かったです。ここに感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 春名芳郎, Simm FC and Kim LWJ: SieScape™ Imaging. 映像情報 29, 582-585 (1997)
- 2) 春名芳郎: SieScape™ イメージング (リアルタイム・パノラミックビュー). 日獨医報 44, 751-762 (1999)
- 3) Simm FC: US extended field-of-view technology (SieScape) 法. 臨床放射線 43, 1299-1305 (1998)
- 4) (社) 日本電子機械工業会: 改訂 医用超音波機器ハンドブック, 東京, (株) コロナ社, 1997, 37-42.
- 5) 高橋 章, 菅原千恵子, 上村 修三郎, 春名芳郎: 超音波用高周波積層プローブの空間分解能の評価. 歯放 42, 192-200 (2002)