



Title	電算機化超音波法の研究 甲状腺を対象として
Author(s)	関本, 寛
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1982, 42(6), p. 513-528
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16790
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

電算機化超音波法の研究

甲状腺を対象として

大阪医科大学放射線医学教室（指導：赤木弘昭教授）

関 本 寛

(昭和56年8月6日受付)

Studies on Computerized Ultrasonography (CUS), an Evaluation in Thyroid Diseases

Makoto Sekimoto

Department of Radiology, Osaka Medical College

(Director: Prof. Hiroaki Akagi)

Research Code No.: 523.2

Key Words: *Ultrasound image processing, Computerized ultrasonography, Scintigram, Thyroid disease*

Computerized ultrasonography (CUS) of thyroid phantom and thyroid gland was studied and the image by CUS was compared with scintigram, CT and ECT-images.

Using computer, the transverse sections from the ultrasonic system (B-mode image) were converted to the coronal sections (C-mode) or the sagittal sections.

In coronal image, the outline of thyroid gland and the location of tumor were clearly and easily recognized, and the thyroids with subacute thyroiditis, chronic thyroiditis and hypothyroidism were more clearly demonstrated than by ^{131}I scintigram.

In thyroiditis, CUS showed various findings, and combinations of ^{201}Tl scintigram and CUS was useful in the diagnosis of thyroid nodule.

I. 緒 言

近年、超音波、radioisotope、X線などによる画像診断法が広く利用されて、これらの診断装置の電子計算機化^{1)~6)}が試みられ、実用化されている。この電算機による種々の画像処理、画像表示は画像診断法を著しく進歩させた⁷⁾。

超音波による画像は優れた軟部組織の描出力を持ち、非侵襲的であり優れた検査法^{8)~9)}であるが、まだ電算機化が不充分であるのでその超音波装置の電算機化（電算機化超音波法、computerized ultrasonography, CUS)¹⁰⁾を試み、像の記録、保管および処理として臓器の横断断層像、矢状断層

像、前額断層像の構成を行った。

この方法の評価のため対象を甲状腺とし各種断層像を作成し、シンチグラム、ECT像、及びX線CT像とも比較検討した。

II. 研究方法

1. 電算機化超音波装置

超音波像の記録、保管および再生を電算機で行うと共に従来より超音波診断に用いられている横断断層像、矢状断層像に新しく前額断層像（いわゆるCモード像）¹¹⁾を得るために、電算機化超音波装置を試作した。電算機は現在、稼動中のEMI・CT 5005/12型のIVC (Independent Viewing

Centre) を使用し、この装置にインターフェイスを追加し、さらに超音波装置にも簡単な連結部を付加した。

超音波装置はリニア電子走査型超音波装置（東芝製リニア走査型 SAL-10A）と、内蔵しているフリーズ・ユニット（FM-01A）を使用した。

IVC の電算機システムの CPU は Data General 社製、Eclipse S/200型、記憶容量 32K 語で、WCS (Writable Control Store) が付属し、外部記憶装置として磁気ディスク装置 (Diablo 社製、series 40型)、磁気テープ (5935型) が付属している。

電算機の入出力部位にそれぞれ一枚のインターフェイス (4042基板、日本ミニコン製) と連結回路部品 (メトロ電気製) を追加した。

表示装置としては SAL-10A 付属のものと EMI・CT 5005/12型の IVC 付属の 2 機種の CRT を用いた。

この装置 (Fig. 1) にビニール製ウォーターバックを装備した電動式メカニカルスキャニング装置 (メトロ電気製、Fig. 2) を加え電算機化超音波診断装置とした。

この CUS による超音波信号の流れは FM-01A にて AD 変換され、一語 4 ビットのデジタルデータの一画素となり、 512×128 素子より構成され、DMA (Direct Memory Access) を介して電算機に転送した。このデータを磁気ディスクに転送保管、続いてプローブを移動し、データ採集を繰り返すことにより、連続した 128 枚の画像データ



Fig. 1 General view of an instrument for computerized ultrasonography (CUS)

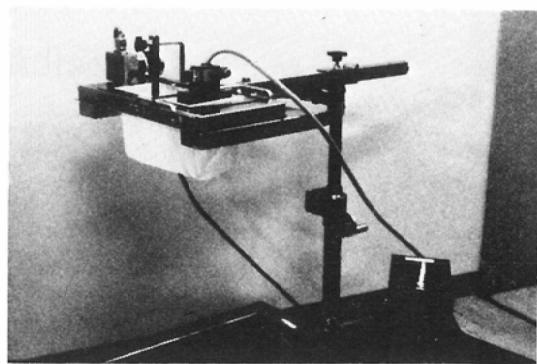


Fig. 2 Photo of the electric mechanical scanner.

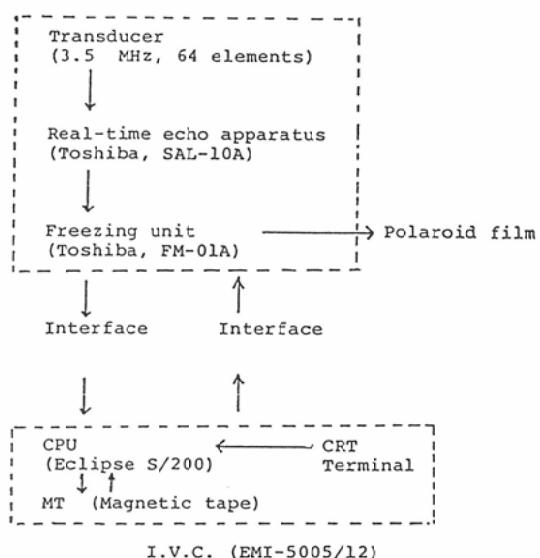


Fig. 3 Diagram of system for computerized ultrasonography.

として磁気ディスクに集積した (Fig. 3)。さらにこのデータを磁気テープにも転送保管した。

このデータ採集後にデータの再配列を行い、走査方向と異なる互いに直交する 2 方向の断層像を 32 枚、又は 64 枚得た。

断層面の表示方法 (Fig. 4) としては人体の縦軸 (Y 軸)、左右軸 (X 軸)、前後軸 (Z 軸) とし、各々の軸に直交する断面をそれぞれ、Y 断面、X 断面、Z 断面とすれば各々は横断面、矢状面、前額面に相当した。

2. 基礎実験

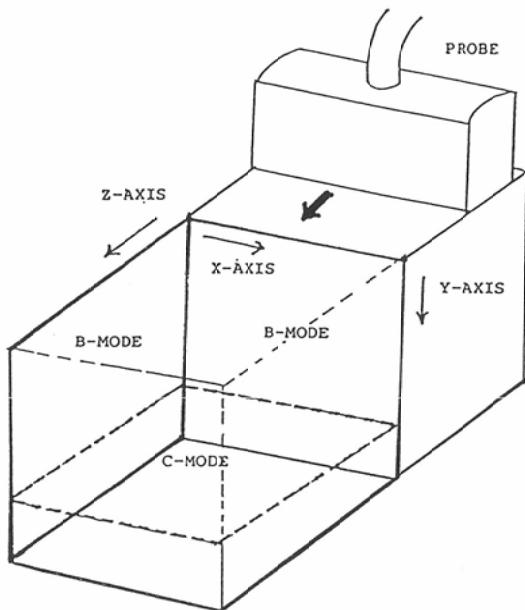


Fig. 4 Schematic illustration of three orthogonal sections in CUS

CUS 装置による画像再生の状態やこの装置の分解能等を知るための基礎実験としてファントムを水槽中に静止させ、電動式メカニカルスキャニング装置にプローブを装置し、等速度 1cm/sec で17秒間走査した。

ファントムとしては、

- 甲状腺ファントム（ビニール製）の中に黄卵を入れ、煮沸凝固したもの。
 - 待ち針を10mm, 5mm, 3mm, 2mm 間隔にスポンジの上に配列したもの。
 - 鶏卵（生卵、茹卵の状態のもの、茹卵を1/3 切除したもの）
- を使用した。

3. 甲状腺超音波検査

甲状腺超音波検査（B モード法）はウォーター パックに脱気水を満した水浸法を用い、患者の体位は前頸部を突出した状態で甲状腺の横断断層像をポラロイドフィルムで撮影した。

甲状腺 CUS 法は電動式メカニカルスキャニング装置を使用し、患者の体位は前頸部を突出した状態にて、水浸法でプローブを体横断面に平行に

置き、これと垂直方向に頭側より足方へ等速度 1cm/sec で17秒間走査し、128枚の断層像（横断断層像）を得た。収録したこの画像より前額断層像、矢状断層像を得た。

甲状腺超音波検査は2法を全ての検査対象に施行した。

4. 甲状腺シンチグラム

使用した装置はシンチカメラ（Nuclear Chicago 社製、Pho/Gamma HP）と核医学データ処理システム（シンチパック200、島津製作所製）である。

甲状腺シンチグラムは ^{131}I カプセル 50 μCi を経口投与24時間後に、また $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ による場合には 2mCi 静注後20分に実施した。

$^{201}\text{TI} \cdot \text{chloride}$ による甲状腺シンチグラムは 2mCi 静注後、5分、10分、20分、2時間に施行した。

5. ECT と X線 CT

甲状腺 ECT 像（single photon emission computed tomography）を得るため、検出器回転型装置を使用した。

使用した装置はシンチカメラ Searle 社製、PH/GAMMA LFOV (6413型) と核医学データ処理システム（シンチパック1200、島津製作所製）で新しく検出器コントロールプログラム等を追加した。

ECT のファントム実験には $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 溶液 500 $\mu\text{Ci}/10\text{ml}$ を注入したビニール製甲状腺ファントムを使用した。

甲状腺 ECT 像は $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 2mCi を静注20分後に患者を背臥位とし、検出器を10度おきに360度回転させ、1フレーム20秒間に計36フレームの多方向像を得た。

この多方向像より画像の再構成はフィルター逆投影法により横断断層像を得、さらに前額断層像、矢状断層像をも観察し、マイクロドット・イメージャーを介して大陸フィルム上に撮像した。

X線 CT は General Electric 社製、CT/TX2 型を使用し、撮影条件は 120KVp, 160mA, スライス幅を 5mm として施行し、画像再生により前額断層像、矢状断層像も観察した。

6. 検査対象

甲状腺超音波検査と¹³¹Iによる甲状腺シンチグラムを併用した症例(Table 1)は、正常者10名、甲状腺機能亢進症12名、加療中にて正常機能状態の機能亢進症4名、甲状腺機能低下症5名、加療中にて正常機能状態の機能低下症1名、慢性甲状腺炎18名、亜急性甲状腺炎5名、甲状腺嚢腫6名、結節性甲状腺腺腫11名、甲状腺癌3名、甲状腺癌術後6名、計81名である。

Table 1 Case materials with thyroid disease

	Scinti-gram	Ultra-sonogram	ECT	CT
Normal	10	10	5	
Hyperthyroidism	12	12	1	
Treated hyper-thyroid(Euthyroid)	4	4	1	
Hypothyroidism	5	5	2	
Treated hypo-thyroid(Euthyroid)	1	1		
Chr. thyroiditis	18	18	9	3
Subacute thyroiditis	5	5	3	1
Struma cystica	6	6	6	1
Struma nodosa	11	11	11	4
Thyroid cancer	3	3	2	1
Post-operative thyroid cancer	6	6	5	
Total	81	81	45	10

さらに、^{99m}TcO₄⁻によるECT併用は45名、X線CT併用は10名であった。

III. 結 果

1. 基礎実験

CUS装置から得られた甲状腺ファントムの超

音波像はそれぞれの断層像（横断、前額、矢状断層像）を明確に描出することができた(Fig. 5)。

CUSによる画像配列に要した時間(Table 2)は128枚の原画（横断断層像）から32枚、又は64枚の前額断層像（Cモード）を得るには、それぞれ1分54秒及び3分20秒を要した。

Table 2 Image processing time of computerized ultrasonography.

1) Axis conversion
Y section (128 frames).....
.....X section (32 frames) 46 sec.
Y section (128 frames).....
.....Z section (32 frames) 1 m. 54 sec.
2) Axis conversion
Y section (128 frames).....
.....X section (64 frames) 1 m. 20sec.
Y section (128 frames).....
.....Z section (64 frames) 3 m. 20sec.

さらに、それらに直交する断層像（矢状断層像）を得るにはそれぞれ46秒及び1分20秒を要した。

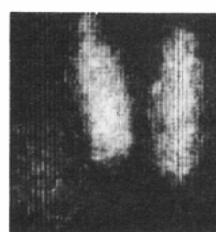
CUS装置の距離分解能(Fig. 6)は待ち針の3mmまで識別可能であった。

鶏卵を使用した超音波によるファントム実験(Fig. 7)では生卵、茹卵とも表面の殻の反射が強く、透過度が極端に低下し、内部構造は不明で、またside-lobeなどを認めた、茹卵を1/3切除した場合では、内部構造、後部の殻の形態が明瞭になった。

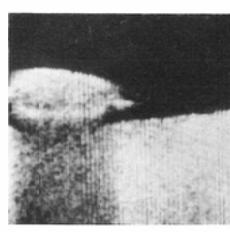
ECT装置によるファントム実験では、ファントムの横断断層像、前額断層像、矢状断層像、



Y-SECTION



Z-SECTION



X-SECTION

Fig. 5 Reconstructed images of thyroid phantom by CUS

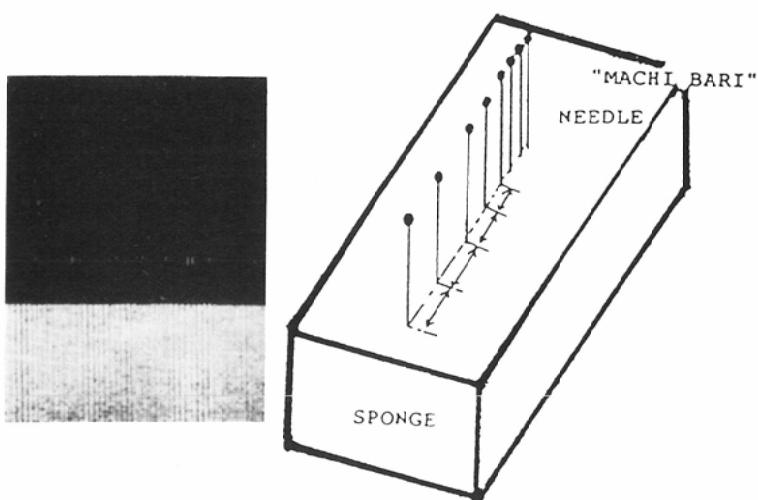


Fig. 6 Needle phantom and image by CUS

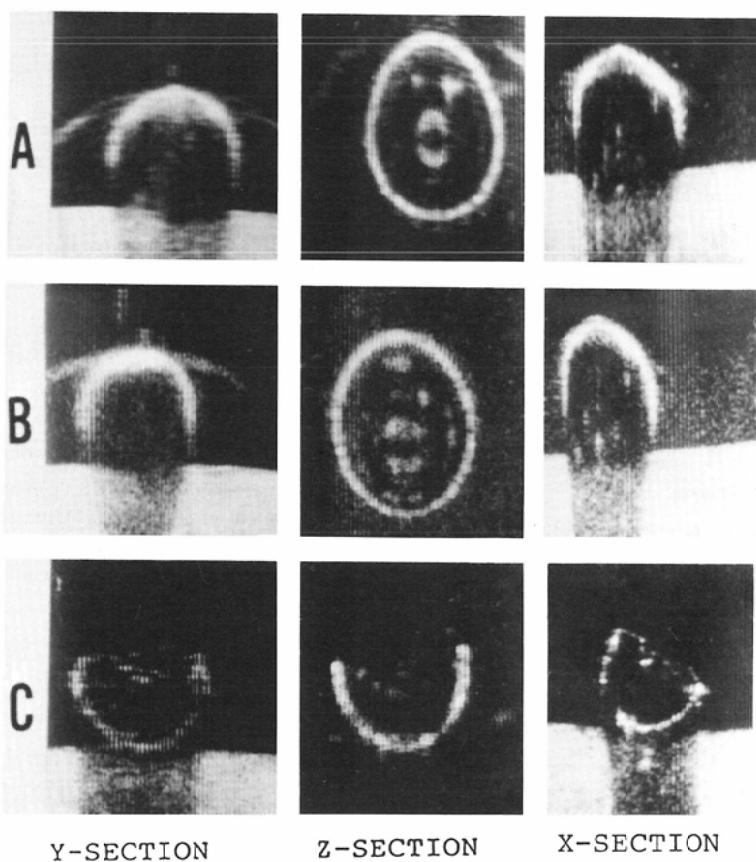


Fig. 7 Images of egg by CUS (A: uncooked egg. B.; hard-boiled egg. C: hard-boiled egg, one third was removed.)

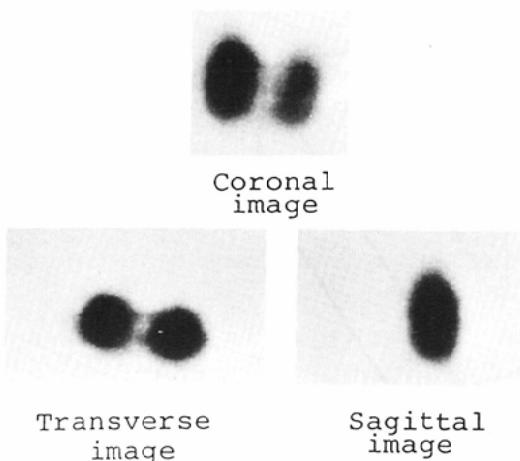


Fig. 8 ECT-images of thyroid phantom.

(Fig. 8) を明瞭に描画した。

2. 臨床実験

1) 正常甲状腺の超音波像 (B モード法)

B モード法による超音波像での正常甲状腺像¹²⁾は筋肉、血管、気管に囲まれた均等なエコー領域 (uniform moderate echo area) として描画された。

2) 正常甲状腺の CUS 像

CUS 法による正常甲状腺の横断断層像は B モード法と同様であった。

前額断層像 (C モード) では甲状腺は通常のシンチグラムと同じ形態として正面像が描画され、均等なエコー領域として輪郭が明瞭となり、さらに同一画像上に甲状軟骨、鎖骨、気管が描画され、甲状腺の大きさ、解剖学的位置関係を容易に理解することができた (Fig. 9)。

3) 甲状腺疾患の CUS 像

甲状腺機能亢進症の超音波前額断層像 (Fig. 10) は腫大した輪郭の整なる、エコーレベルがやや高い均等な領域として描画された。

甲状腺機能低下症ではシンチグラムで甲状腺像が不明瞭な場合でも、前額断層像 (Fig. 11) では低いエコーレベルとして甲状腺像が認められた。

慢性甲状腺炎での前額断層像では、甲状腺内部

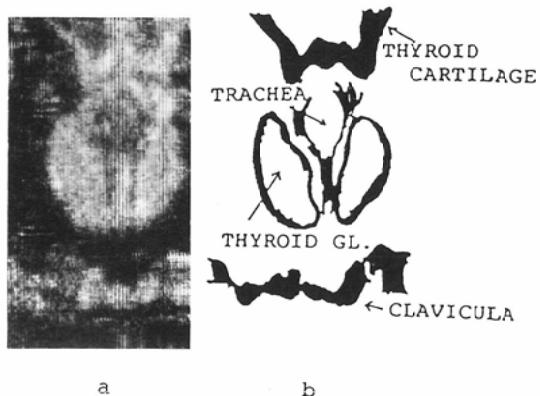


Fig. 9 Coronal image of normal thyroid gland obtained by CUS.

- a. Ultrasonogram by CUS (coronal image)
- b. Sketch of the image Ultrasonogram showed a uniform echo and the outline of thyroid gland was clearly demonstrated.

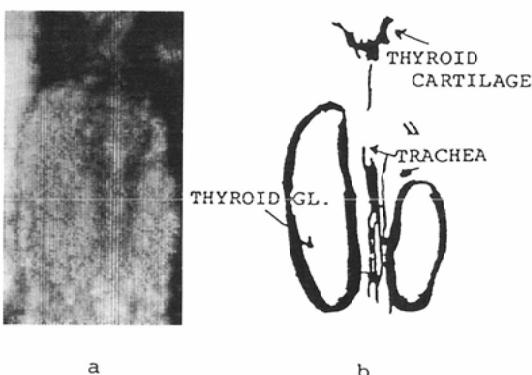


Fig. 10 A case with hyperthyroidism, 30y.o. male.

- a. Ultrasonogram by CUS (coronal image)
- b. Sketch of the image Ultrasonogram showed a uniform moderate echo and the outline of enlarged thyroid gland was regular.

エコーはやや低く、不均等で輪郭の不整像を呈した。

慢性甲状腺炎で腫瘍を伴う場合には腫瘍の位置関係が明瞭となった (Figs. 12, 13)。

特にシンチグラムで甲状腺像の描出が不能な亜急性甲状腺炎¹³⁾¹⁴⁾ (Fig. 14) では、前額断層像により甲状腺全体が内部エコーの低い領域として描画され、甲状腺の形態を把握することが可能で

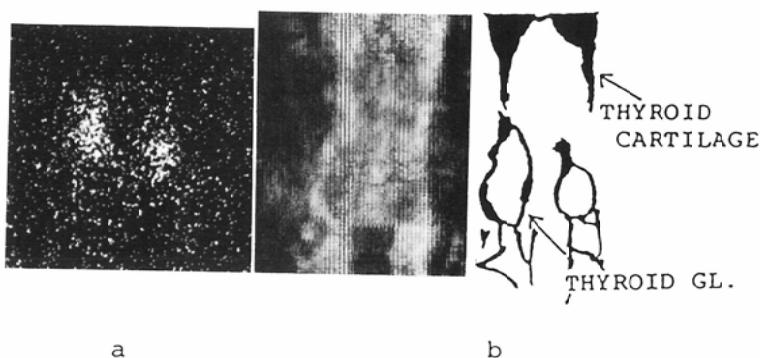


Fig. 11 A case with hypothyroidism, 76y.o. female.

a. Scintigram

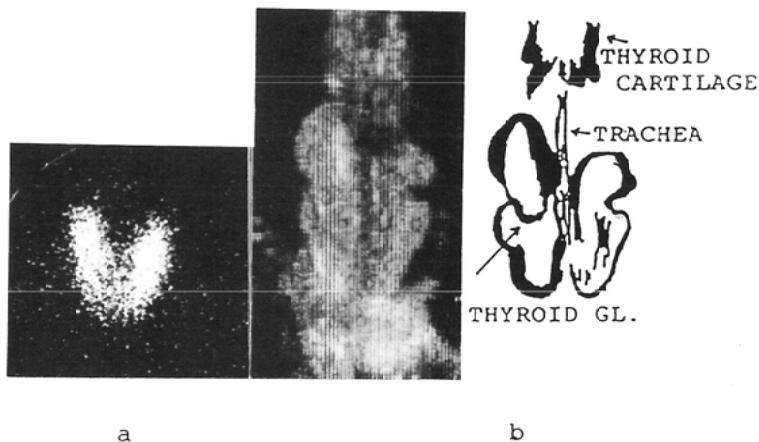
b. Ultrasonogram by CUS and sketch of the image (coronal image).
Ultrasonogram of thyroid gland had low level echo areas.

Fig. 12 A case with chronic thyroiditis, 28y.o. female.

a. Scintigram

b. Ultrasonogram by CUS and sketch of the image (coronal image).
Ultrasonogram showed a low level echo and non uniform echo area, and the outline of thyroid gland was irregular.

あった。

腫瘍病変の前額断層像では腫瘍部位、周囲臓器との関係が明らかになり、その腫瘍内部の構造によって特徴的な超音波像を認め、全くエコーが認められない cystic pattern、内部にエコーを伴なう solid pattern と両者の混合型 mixed pattern に分類できた。

腫瘍病変のうち甲状腺嚢腫 (Fig. 15) は cystic pattern を呈し、結節性甲状腺腺腫と甲状腺癌で

は solid pattern と mixed pattern を認めた。特に甲状腺癌 (Fig. 16) は内部エコーが不均一で、輪郭も不整で、石灰病変を伴う場合には腫瘍内に strong echo を認めた。

統計的に見ると (Table 3) 肿瘍病変20例の前額断層像では甲状腺嚢腫は全て cystic pattern を呈し、結節性甲状腺腺腫は11例中7例 (64%) に solid pattern を甲状腺癌では3例中2例 (67%) に mixed pattern を認めた。

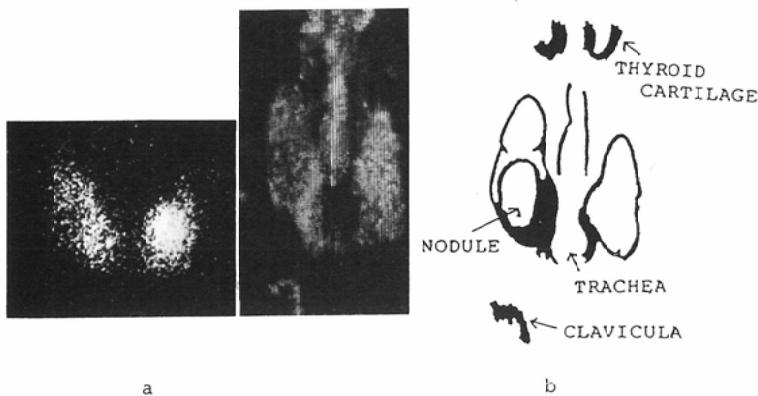


Fig. 13 A case with chronic thyroiditis, 40y.o. male.

a. Scintigram

b. Ultrasonogram by CUS and sketch of the image (coronal image).

Scintigram showed a cold area in the right lobe.

Ultrasonogram of the same region had a solid echo area.

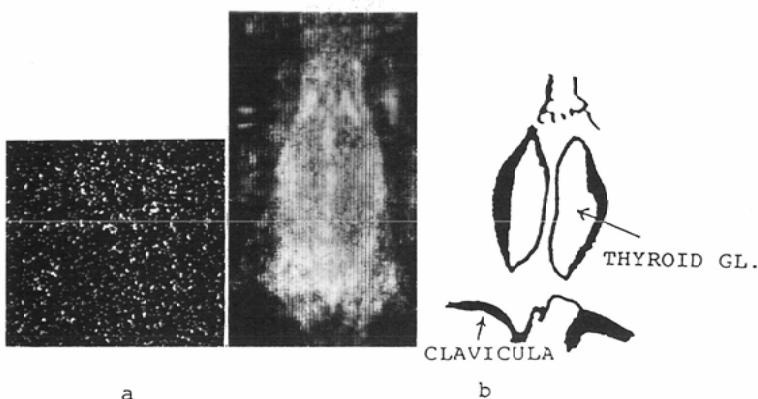


Fig. 14 A case with subacute thyroiditis, 39y.o. female.

a. Scintigram

b. Ultrasonogram by CUS and sketch of the image (coronal image).

Thyroid gland was not showed by ^{131}I scintigram. But ultrasonogram showed low level echo areas.

4) CUS 像と甲状腺シンチグラム

81例の ^{131}I による甲状腺シンチグラムの症例に CUS 法を施行し、甲状腺像の描画状態を比較した。

シンチグラムと CUS 前額断層像より得られた甲状腺像の描画状態を次の3群に分類した (Table 4)。

I. 甲状腺像を明瞭に描画し得たもの (good)

II. 辺縁が不鮮明で、やや画像が悪いもの (poor)

III. 甲状腺像を描画できなかったもの (bad)

この基準により両者を比較するとシンチグラムでは81例中65例 (80.2%) に、超音波像では69例 (85.2%) に甲状腺を明瞭に描出できた。

甲状腺機能亢進症12例中2例の CUS 像は辺縁が不鮮明でやや画像が悪かった。

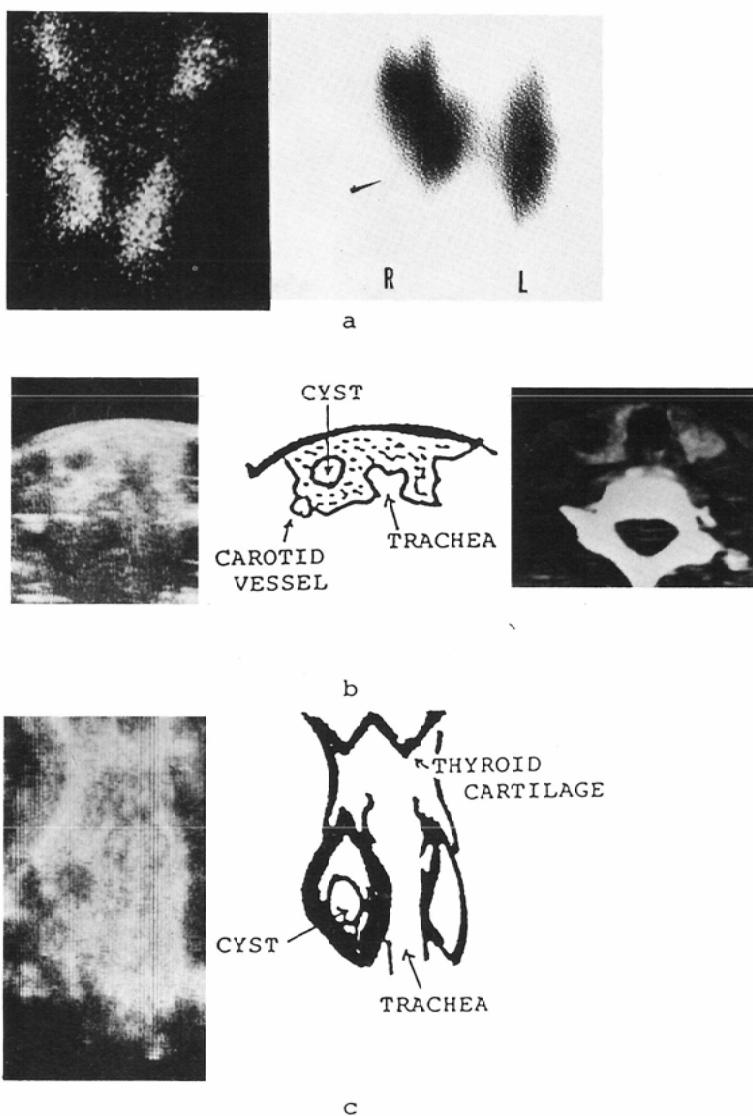


Fig. 15 A case with struma cystica (1.5cm×1 cm), 52y.o. female.

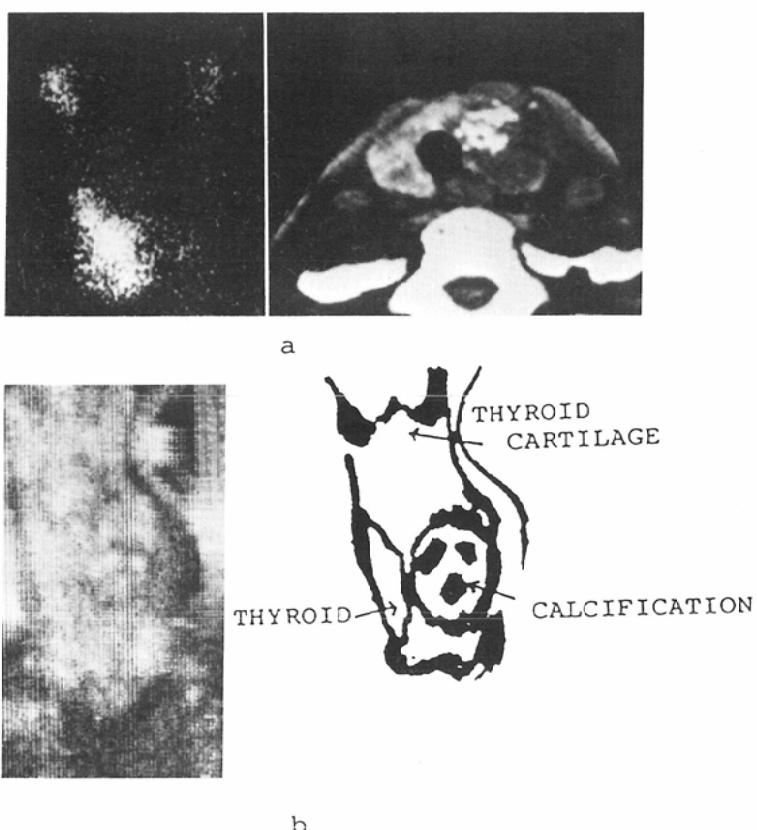
- a. Scintigram and ECT-image (coronal image).
- b. Ultrasound by CUS and CT-image (transverse image).
- c. Ultrasound by CUS (coronal image).

Scintigram and CT-image showed a tumor in the right lobe. But ultrasound of the same region had no internal echo area and ECT-image had no cold area in the right lobe.

甲状腺機能低下症5例中2例、亜急性甲状腺炎5例中5例ではシンチグラムにて甲状腺像を描画できなかったが、CUS 前額断層像では甲状腺像をすべて描画できた。

慢性甲状腺炎18例のシンチグラムは4例が辺縁不整でやや画像が悪いが、CUS 前額断層像では画像不良が2例と減少した。

a) ^{201}Tl シンチグラムと CUS 像

Fig. 16 A case with thyroid cancer ($4\text{cm} \times 3\text{ cm}$), 69y.o. female.

a. Scintigram and CT-image.

b. Ultrasonogram by CUS and sketch of the image (coronal image).

Scintigram showed a cold area in the left lobe and CT-image had high density areas in low density area.

Ultrasonogram of the same region had a solid echo and strong echo in the solid area.

Table 3 Results of ultrasonogram by CUS (coronal image).

	No. of cases	Cystic pattern	Solid pattern	Mixed pattern
Struma cystica	6	6 (100%)	0	0
Struma nodosa	11*	0	7 (64%)	3 (27%)
Thyroid cancer	3	0	1 (33%)	2 (67%)
Total	20	6 (30%)	8 (40%)	5 (25%)

* 1 case: non visualization

Table 4 Comparison of scintigram (^{131}I) and ultrasonogram by CUS (coronal image) with visualization of thyroid gland.

	No. of cases	Scintigram			Ultrasonogram		
		Good	Poor	Bad	Good	Poor	Bad
Normal	10	10	0	0	8	2	0
Hyperthyroidism	12	12	0	0	10	2	0
Treated hyperthyroid (Euthyroid)	4	4	0	0	4	0	0
Hypothyroidism	5	0	3	2	4	1	0
Treated hypothyroid (Euthyroid)	1	0	1	0	1	0	0
Chr. thyroiditis	18	14	4	0	16	2	0
Subacute thyroiditis	5	0	0	5	4	1	0
Struma cystica	6	6	0	0	6	0	0
Struma nodosa	11	10	1	0	8	3	0
Thyroid cancer	3	3	0	0	3	0	0
Post-operative thyroid cancer	6	6	0	0	5	1	0
Total	81	65	9	7	69	12	0
(%)		80.2	11.1	8.6	85.2	14.8	0

Table 5 Results of ^{201}Tl scintigram.

	No. of cases	Early Scinti.		Delayed Scinti.	
		Positive	Negative	Positive	Negative
Struma cystica	6	0	6	0	6
Struma nodosa	11	8	3	0	11
Thyroid cancer	3	2	1	2	1

^{201}Tl シンチグラムを施行した腫瘍性病変20例に、CUSによる超音波を施行し両者の画像を比較検討した。

^{201}Tl シンチグラムは特に静注後20分(early scintigram)と2時間後(delayed scintigram)を検討した(Table 5)。

甲状腺嚢腫は全例 ^{201}Tl の集積を認めなかつたが、結節性甲状腺腺腫では11例中8例、early scintigramにて ^{201}Tl の集積を認めた。

甲状腺癌は3例中2例にearlyおよびdelayed scintigramにて ^{201}Tl の集積を認めた。

Early scintigramにて腫瘍に ^{201}Tl の集積を認めなかつた甲状腺嚢腫6例、結節性甲状腺腫3例、甲状腺癌1例はCUS法による前額断層像では甲状腺嚢腫は全例cystic patternを、結節性甲状腺

腺腫はsolid pattern 1例、mixed pattern 2例を認めた。甲状腺癌ではmixed patternとstrong echoが記録された(Table 6)。

b) 慢性甲状腺炎のシンチグラムとCUS像
慢性甲状腺炎18例のシンチグラム像を次の基準¹⁵⁾¹⁶⁾により分類した(Table 7)。

- I型 濾漫性腫大型 (Diffuse hypertrophy)
 - II型 不均等分布型 (Mottled hypertrophy)
 - IIa型 多発欠損型 (Multi-defects)
 - IIb型 単一欠損型 (Single-defect)
 - IIc型 局所集積型 (Local accumulation)
- I型(濾漫性腫大型)は18例中7例(38.9%), II型(不均等分布型)は11例(61.1%)であり、そのうちIIa型(多発欠損型)は6例(33.3%), IIb型(単一欠損型)は3例(16.7%), IIc型

Table 6 Results of ultrasonogram by CUS in 10 cases (^{201}TI negative scintigram).

	No. of cases	Cystic pattern	Solid pattern	Mixed pattern
Struma cystica	6	6	0	0
Struma nodosa	3	0	1	2
Thyroid cancer	1	0	0	1
Total	10	6	1	3

Table 7 Comparison of ultrasonogram by CUS in chronic thyroiditis.

Pattern of CUS	Irregularity of outline		Low level echo		Non uniform echo		Solid echo area	
	B	C	B	C	B	C	B	C
I Diffuse hypertrophy (7 cases)	3 (43)	6 (86)	7 (100)	7 (100)	3 (43)	7 (100)	0 (0)	0 (0)
II Mottled hypertrophy (11 cases)								
II a. Multi-defects (6 cases)	4 (67)	6 (100)	6 (100)	6 (100)	4 (67)	6 (100)	5 (83)	6 (100)
II b. Single-defect (3 cases)	2 (67)	3 (100)	2 (67)	3 (100)	3 (100)	3 (100)	2 (67)	3 (100)
II c. Local accumulation (2 cases)	2 (100)	2 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (50)	2 (100)	0 (0)	1 (50)
Total (18 cases)	11 (61)	17 (94)	17 (94)	18 (100)	11 (61)	18 (100)	7 (39)	10 (56)

B: Transverse image

C: Coronal image

() %

(局所集積型) は2例(11.1%)であった。

慢性甲状腺炎の超音波像¹⁷⁾を、

- i. 甲状腺の輪郭不整像
- ii. 低いエコーレベル領域
- iii. 不均等なエコー領域
- iv. solid echo area の存在

に分類した。

CUS像での輪郭不整像は横断断層像では全体で61%, I型(瀰漫性腫大型)には43%しか認められなかつたが、 IIa型(多発欠損型)と IIa型(单一欠損型)では67%, IIc型(局所集積型)では全例に認めた。

前額断層像では全体で94%に、 I型(瀰漫性腫大型)には86%, II型(不均等分布型)には全例に認めた。

低いエコーレベル像は横断断層像では全体で94%, IIb型(单一欠損型)の67%以外の全例に認められ、 前額断層像では全例に認めた。

不均等なエコー領域は横断断層像では全体で61%, I型(瀰漫性腫大型)には43%, IIa型(多発欠損型)に67%, IIb型(单一欠損型)に全例、 IIc型(局所集積型)には50%認められたが、 前額断層像では全例に認められた。

Solid echo areaは横断断層像では全体で39%，

IIa型(多発欠損型)に83%, IIb型(单一欠損型)に67%認められたが、前額断層像では全体で56%, IIa型(多発欠損型)とIIb型(单一欠損型)に全例、IIc型(局所集積型)に50%認めた。

5) ECT, X線 CT と超音波像

腫瘍性病変19例について ECT と CUS による前額断層像での腫瘍検出能を比較した(Table 8)。

Table 8 Comparison of ECT-image and ultrasonogram by CUS (coronal image) with visualization in thyroid nodule.

	No. of cases	ECT Visualization	Ultrasonogram Visualization
Struma cystica	6	5	6
Struma nodosa	11	6	10
Thyroid cancer	2	1	2
Total	19	12 (63%)	18 (95%)

CUS 前額断層像では19例中18例(95%)に腫瘍病変を描出したのに反し、ECT による前額断層像では19例中12例(63%)しか腫瘍病変を描出できなかった。

X線 CT を7症例に併用したが、腫瘍病変の検出能はX線 CT, 超音波像が ECT に比較して優れていた(Table 9)。

Table 9 Comparison of ultrasonogram by CUS, CT-image and ECT-image with visualization in thyroid nodule.

Size of mass	Ultrasonogram	CT	ECT
1. M. O. (1.5×1.0)	○	○	×
2. M. H. (0.7×0.6)	○	○	×
3. Y. K. (6.0×3.0)	○	○	○
4. M. S. (2.5×2.5)	○	○	○
5. K. K. (2.5×1.0)	○	○	○
6. T. K. (0.7×0.5)	○	○	×
7. A. S. (1.0×1.0)	○	○	×

○: Visualization

×: Non visualization

IV. 考 察

超音波の臨床応用は1942年に Dussik¹⁸⁾ が、また反射法は1950年に Wild¹⁹⁾²⁰⁾ が報告した。

甲状腺への超音波の応用は1967年に Fujimotoら²¹⁾ がBモードによる超音波診断法を報告して以来、数多くの報告がなされている。

1. 電算機化超音波像

通常の超音波診断の画像表示には横断断層像、矢状断層像が用いられ、CT像とは画像的に共通点があるものの、シンチグラムとは画像相互間の比較検討が困難である。

超音波診断法による正面像としての前額断層像(Cモード)は最初、単一プローブにて体表面に沿って2方向にプローブを動かす方法が報告され^{11)22)~24)}、この方法では一枚の前額断層像を得るには数分間を必要とした。

次に、電子走査プローブを使用した高速Cモード超音波断層法が報告^{25)~27)}され、この方法でも一枚の前額断層像を得るのに数秒を必要とした。!

著者が使用した電算機化超音波装置(CUS装置)はEMI・CT5005/12型のIVC用にインターフェイスを追加し超音波装置に接続したもので全走査時間は17秒で、128枚の連続した横断断層像を得、さらに、それらの画像から連続した32枚、又は64枚の矢状断層像と前額断層像を得ることができた。

超音波装置の分解能⁸⁾²⁸⁾は一般には距離分解能と方位分解能によって構成され、特に CUS 前額断層像の分解能は方位分解能による。待ち針を使用した CUS 装置の分解能では距離分解能と方位分解能とも少くとも3mm以下と考えられた。

鶏卵を用いた実験で明らかなように超音波像は種々の因子により影響を受ける²⁹⁾。例えば鶏卵の殻によって超音波の透過度が極端に低下し³⁰⁾、卵の内部構造は不明であるが殻を切除すれば内部構造が明らかになり、Gooding の報告³¹⁾と一致した。CUS 前額断層像では目的とする断層面より遠位からの影響は見られなかつたが、横断断層像では鶏卵の実験で示す如く影響が見られた。

超音波の画像はアーティファクトの影響を受け分解能等が悪くなる。ビニール製ウォーターバックと皮膚との密着不良や電子走査プローブと体表面との関係が考えられ、これらのアーティファク

トの除去にはウォーターバックと皮膚との充分な密着性を保ち、ウォーターバックと皮膚間の気泡の除去と体表面とプロープとの距離を充分にとる必要がある。

2. 甲状腺疾患の CUS 像

B モード法による甲状腺超音波像では甲状腺の横断断層像と矢状断層像の両面を得ることができると、病巣全体を把握するにはスキャン間隔を短く、頻回のスキャンが必要であるが、CUS では 1 スキャンで甲状腺の横断、矢状、前額像を連続して得られた。

特に CUS 前額断層像ではシンチグラムと類似した甲状腺の正面像として描画し、シンチグラムとの画像の比較は容易であった。

正常甲状腺の前額断層像は輪郭が明瞭で、均等なエコー領域として描画され、同一画像内に甲状腺軟骨、鎖骨、気管も描画し、甲状腺の大きさ、解剖学的位置関係が容易になった。

慢性甲状腺炎のシンチグラムは¹⁵⁾¹⁶⁾³²⁾種々の形態を示すが、横断断層像よりも CUS 前額断層像が種々の形態をより明らかに描画した。

特にシンチグラムで甲状腺の形態が描出不能であった亜急性甲状腺炎、甲状腺機能低下症でも前額断層像では甲状腺像を描出できた。

Rosen ら³³⁾や、Blum³⁴⁾らは腫瘍病変の超音波像（B モード法）を cystic pattern, solid pattern, mixed pattern に分類し、結節性甲状腺腺腫と甲状腺癌に solid pattern と mixed pattern を認めたと報告したが、CUS 前額断層像でも同様の所見を呈した。

結節性甲状腺腺腫 11 例中 1 例に横断断層像では病変部を認識できたが、CUS による前額断層像では正常甲状腺とのエコーレベルとの差が無く、認識不能であった。

嚢腫は横断断層像^{35)~37)}と同じく CUS 前額断層像でも確診できたが、結節性甲状腺腺腫と癌との鑑別は必ずしも容易ではなかった。

CUS と同時に ²⁰¹Tl によるシンチグラム^{38)~40)}を腫瘍病変に併用したが、結節性甲状腺腺腫では early scintigram で ²⁰¹Tl の集積を認めた症例でも

delayed scintigram では ²⁰¹Tl の集積を認めなかつた。甲状腺癌⁴¹⁾では early, delayed scintigram とも ²⁰¹Tl の集積を認めたので ²⁰¹Tl によるシンチグラムを施行することにより、ある程度、腫瘍の良性、悪性腫瘍の鑑別が可能で、CUS 前額断層像による腫瘍の形態、腫瘍内部構造、周囲臓器との関係と共に判断することで鑑別能は向上すると考えた。

3. CUS 像と X 線 CT, ECT 像

甲状腺疾患の X 線 CT の使用報告^{42)~45)}は多いが、ECT については発見できなかった。

これらの前額断層像の病変描出能の比較では ECT 像は甲状腺像として識別することはできるが、腫瘍病変の検出能は他の検査より劣っていた。

ECT の分解能は 2~3cm 程度で他の検査より劣っており、また甲状腺は厚さの薄い臓器であるために普通のシンチグラムで充分であった。

X 線 CT 像は CUS 前額断層像と同程度の腫瘍病変の検出能が得られ、甲状腺検査には共に有用であった。

V. まとめ

1. 超音波装置の電算機化を試み、像の記録、保管および臓器の横断断層像、矢状断層像、前額断層像の構成の処理を行った。

2. CUS 法を甲状腺に使用し、シンチグラム、ECT、および X 線 CT と比較検討した。

3. シンチグラムにて甲状腺像が不明瞭な亜急性甲状腺炎、慢性甲状腺炎、甲状腺機能低下症に CUS 前額断層像を併用すれば甲状腺の形態を明瞭にすることができた。

4. 慢性甲状腺炎の CUS 前額断層像では横断断層像よりも種々の形態を認め、甲状腺像をより明らかにした。

5. 肿瘍病変に CUS 前額断層像と ²⁰¹Tl によるシンチグラムを併用すれば腫瘍病変の内部構造や形態、周囲臓器との関係も明らかになり、腫瘍病変の鑑別が可能と考えた。

稿を終えるにあたり、御指導と御校閲を賜りました赤木弘昭教授に深甚なる謝意を捧げます。

本研究に御協力いただきました放射線医学教室の諸先生方に感謝いたします。

本論文の要旨は第40回日本医学放射線学会総会、および第14回日本核医学会近畿地方会において報告した。

参考文献

- 1) 横井 浩、巽 寿一、伊藤健一：コンピューターによる超音波画像処理法の臨床応用（デジタル式同時断層法によるカラー及び白黒超音波診断法）。日生医誌, 2: 3-14, 1974
- 2) 油田信一、伊東正安、伊藤健一、横井 浩：大型計算機による超音波断層像の画像処理—分解能の改善と腫瘍像の特徴抽出—。超音波医学, 3: 139-145, 1976
- 3) Brow, D.W.: Digital computer analysis and display of the radionuclide scan. J. Nucl. Med., 7: 740-753, 1966
- 4) 間島行春、関本 寛、金崎美樹、赤木弘昭：2核種同時測定による減算脾シンチグラム。核医学, 14: 203-210, 1977
- 5) Ambrose, J. and Hounsfield, G.: Computerized transverse axial tomography. Br. J. Radiology, 46: 148, 1973
- 6) Ambrose, J.: Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 2 Clinical application. Br. J. Radiology, 46: 1023-1047, 1973
- 7) 赤木弘昭：宿題報告；電子計算機の利用とその評価—核医学を中心として—。日医放誌、臨時増刊号, 1981
- 8) 櫛谷征昭：原理・装置。臨床放射線, 25: 993-1004, 1980
- 9) 駄橋正男、近田信一、太田善久、諸橋 侃、飯塚理人：新しい超音波の医学的応用を探る(2)安全性。超音波医学, 6: 202-206, 1979
- 10) 赤木弘昭、白川恵俊、石田博文、九谷 宜、福田徹夫、舟木 亮、西川正孝、五老健彦、土子正良：電算機超音波診断装置について。日本医放会誌, 40: 598-600
- 11) 横井 浩、巽 寿一、伊藤健一、松井 実：任意の深さの平面画像が得られるCモード法。日本超音波医学会講演論文集: 131-132, 1974
- 12) Hales, I., Jellius, J. and Pussell, S.: Ultrasound in tumor diagnosis. Edited by Hill, C.R., McCready, V.R.: 67-92, The Pitman Press, England, 1978
- 13) Blum, M., Passalaque, A.M., Scakler, J.P. and Pudlowski, R.: Thyroid echography of subacute thyroiditis. Radiology, 125: 795-798, 1977
- 14) Thijis, L.G. and Weiner, J.D.: Ultrasonic examination of the thyroid gland. Am. J. Med., 60: 96-105, 1976
- 15) 稲田満夫：Scintillation cameraによる甲状腺scintiphoto. 核医学, 6: 30, 1969
- 16) 熊野町子、楳林和之、井上善夫、西山章次、岡田 聰、武田善樹、前田知穂：慢性甲状腺炎(橋本病)における甲状腺シンチグラムと病理像との対比。核医学, 15: 1143-1149, 1978
- 17) 水谷弘和：甲状腺の診断。臨床放射線, 5: 1085-1092, 1980
- 18) Dussik, K.T.: Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten. Neurol. Psych., 174: 153-168, 1941
- 19) French, L.A., Wild, J.J. and Neal, D.: Detection of cerebral tumor by ultrasonic pulses. Cancer, 705-708, 1950
- 20) Wild, J.J.: The use of ultrasonic pulses for the measurement of biologic tissues and the detection of tissue density changes. Surgery, 27: 183-188, 1950
- 21) Fujimoto, Y., Osak, A., Omoto, R. and Hirose: Ultrasound scanning of the thyroid gland as a new diagnostic approach. Ultrasonics, 5: 177-180, 1967
- 22) McCready, V.R. and Hill, C.R.: A constant depth ultrasonic scanner. Brit. J. Radiology, 44: 747-750, 1971
- 23) 横井 浩、巽 寿一、伊藤健一、松井 実：CモードならびにTモード超音波装置および臨床診断への応用。日本臨床, 32: 3216-3225, 1974
- 24) 横井 浩、巽 寿一、伊藤健一：超音波Cモード法（任意の深さの平面画像法）による甲状腺疾患の診断。日超医論文集, 185-186, 1974
- 25) 渋谷 昇、伊藤健一、油田信一、田村 清、瀬沼訓平、横井 浩、古川義博、平服三吉：高速Cモード表示超音波診断装置。超音波医学, 5: 269-273, 1978
- 26) 桑島 章、久田欣一：電子走査プローブを利用したCモード超音波断層法の甲状腺疾患への応用。日本医放雑誌, 39: 569-574, 1979
- 27) 横井 浩、巽 寿一、伊豆藏正明、伊藤健一、伊藤正安、渋谷 昇、油田信一、真島鉄柱：電子スキャンによるCモード超音波診断法の臨床応用。日生医誌, 7: 175-183, 1979
- 28) 飯沼一浩：新しい超音波の医学的応用を探る(3)分解能の限界。超音波医学, 6: 282-287, 1979
- 29) 油田信一、是久充郎、渋谷 昇、伊藤健一、横井 浩：サイドロープによる虚像の除去のための画像処理。超音波医学, 6: 245-250, 1979
- 30) Sommer, F.G., Fally, R.A. and Minton, M.J.: Acoustic shadowing due to refractive and

- reflective effects. Am. J. Radiology, 132: 973—977, 1979
- 31) Gooding, A.W.G.: Ultrasonic appearance of a thyroid nodule invested in eggshell calcification. J. Clin. Ultrasound, 6: 41—43, 1978
- 32) 伊藤和夫, 立野育郎, 加藤外榮, 分校久志, 道岸隆敏, 杉原政美, 審田昭夫, 久田欣一: 慢性甲状腺炎の甲状腺スキャニ像. 医療, 30: 595—602, 1976
- 33) Rosen, I.B., Walfish, P.G. and Miskin, M.: The use of B mode ultrasonography in changing indication for thyroid operation. Surg. Gynecol. Obstet., 139: 193—197, 1974
- 34) Blum, M., Goldman, A.B., Hershovit, A. and Hernberg, J.: Clinical application of thyroid echography. N. Engl. J. Med., 287: 1164—1169, 1972
- 35) 竹原靖明: 超音波断層技術の進歩と悪性腫瘍の診断. 日本臨床, 37: 131—138, 1979
- 36) Frank, V.T. and Zollikipfer, C.: Möglichkeiten der ultrasonographie im rahmen der schildrüssendiagnostik. Fortschr. Röntgenstr., 124: 458—465, 1976
- 37) Thijs, L.G.: Diagnostic ultrasound in clinical thyroid investigation. J. Clin. Endo. and Metabolism, 709—716, 1970
- 38) 利波紀久, 道岸隆敏, 分株久志, 杉原政美, 二谷立介, 久田欣一: ^{201}Tl -chlorideによる臨床腫瘍スキャニング. Radioisotopes, 25: 829—831, 1976
- 39) 利波紀久, 分株久志, 杉原政美, 道岸隆敏, 多田 明, 二谷立介, 油野民雄, 久田欣一: ^{201}Tl -シンチグラムによる甲状腺 cold nodule の診断. Radioisotopes, 26: 530—534, 1977
- 40) 玉木長良, 石原 隆, 森 徹, 大城徳成, 森本義人, 伊藤秀臣, 尾藤早苗: ^{201}Tl -chlorideによる悪性甲状腺腺腫の有用性について. 核医学, 18: 257—263, 1981
- 41) 沢 久, 福田照男, 伊丹道真, 荒井六郎, 古川 隆, 原田 繁, 土橋宣昭, 深草駿一, 箕弘毅, 高橋有二, 藤本吉秀, 太中 弘: $^{201}\text{Tl}\cdot\text{Cl}$ による甲状腺癌鑑別の可能性—特に delayed scintigram による検討—. 核医学, 15: 1223—1227, 1978
- 42) Bernard, W.W., Nakagawa, H. and Hsu-Chong, Y.: Visualization of the thyroid with computed tomography. Radiology, 123: 368, 1977
- 43) Barbard, L.C. and Stanley, B.I.: Neck and mediastinal angiography by computed tomography scan. Radiology, 122: 515—516, 1977
- 44) 赤木弘昭, 関本 寛: 器官別X線 CT 診断の評価—その有効性と限界—甲状腺. 日本臨床, 37: 37—42, 1979
- 45) 古川宏起, 町田喜久雄, 町田 徹, 田坂 啓: 甲状腺シンチグラムと CT の臨床的検討. 臨床放射線, 24: 1325—1332, 1979