

Title	12in./9in. 高解像度Image Intensifierによる拡大間接撮影
Author(s)	七海, 暁男; 山本, 鼎; 堀越, 寛 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1977, 37(9), p. 839-847
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20576">https://hdl.handle.net/11094/20576</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 12 in./9 in. 高解像度 Image Intensifier による拡大間接撮影

独協医科大学放射線医学講座

七海 暁男\* 山本 鼎\*\* 堀越 寛\*\*\*

東芝メディカル株式会社

恒 岡 卓 二

(昭和52年3月11日受付)

(昭和52年4月25日最終原稿受付)

## 12in./9in. image intensifier photofluorography using x-ray magnification

Kyoo Nanaumi, Kanae Yamamoto and Hiroshi Horikoshi

Department of Radiology, Dokkyo Medical College

Takuji Tsuneoka

Toshiba Medical Systems Co., Ltd.

Research Code No.: 501

Key Words: Image intensifier photofluorography, X-ray magnification, Mass survey of the gastric cancer

The 100 mm photofluorography was studied to compare its image quality with that of the conventional radiography, using a 12 in./9in. dual field image intensifier and a 0.1 mm focus x-ray tube. This arrangement made it possible to combine x-ray magnification and electronic magnification effectively, resulting total enlargement of about 2.0 and center resolution of about 43 lp/cm on film. Radiation dose was increased nearly in proportion to the square of each magnification.

Clinical application of this method to the double contrast study of the stomach was made. The mucosal pattern of photofluorogram in two-fold magnification was quite equally visualized as that of conventional radiogram.

## 1. 序 言

胃集団検診に高解像度 Image Intensifier (以下 I.I. と略述する) 間接撮影法が実施されるようになり、従来のミラーカメラ方式による間接撮影に比べて、低被曝線量での検査が可能となり、かつ優れた画質の間接像が得られるようになった<sup>1)</sup>。特に12in. 高解像度 I.I. 間接装置の出現により、欠像の少ない間接像が得られるようになり、

かつ位置決め時間の短縮により、更に低被曝線量での検査が可能となった<sup>2)3)</sup>。

しかし、その間接像を直接像と比較すると、まだ満足出来る画質に達していない。

I.I. 間接像の画質を向上させるための様々な検討がなされている<sup>4)~12)</sup>。その一つの方法として、I.I. 間接撮影では小焦点X線管球の使用が可能であるために、拡大撮影が有効であることが知られている<sup>4)~6)13)~19)</sup>。

そこで筆者らは、12in./9 in. 視野切換型高解像度 I.I. (以下12"/9"高解像度 I.I. と略述する)

\* 現虎の門病院放射線診断学科

\*\* 現日本医科大学放射線科

\*\*\* 前独協医科大学放射線医学講座 (故人)

と 0.1mm 小焦点 X 線管球を用いた 100mm I.I. 拡大間接撮影を行い、どの程度 I.I. 間接像の画質が向上するかを検討したので報告する。

2. 装置

使用した装置を Table 1, 2, 3 に示し、それらの装置の配置図を Fig. 1. に示した。

X 線管のターゲット角度が 10° であるので、広

Table 1. Total apparatus

1. Diagnostic table : Over table type (DT-AM reform.) equipped with 12in/9 in image intensifier.

		Contact fluorog.	Magnif. fluorog.	Conv. radiogr.
d	cm	63	40	63
t	cm	Body thickness	45	Body thickness
X-ray magnification*	abs.	1.24	1.81	1.15
	rel.	1.0	1.5	0.93

\* Body thickness is assumed to be 20cm.

2. X-ray generating unit :  
 X-ray generator.....3 phase, 12 impulse, 1000mA, (DC-15 L-3)  
 X-ray tube.....Focal spot size 0.1/1.0mm, Ref. Table 2.

3. Photofluorography system :  
 Image intensifier.....12 in./9 in. dual field, Ref. Table 3.  
 X-ray Grid.....5 : 1, 28 l/cm, cross  
 Spot filming camera.....100mm, (Canon CXI-100)  
 Film.....100mm roll, (Sakura QF)

4. Fluoroscopy system :  
 TV camera.....Chalnicon, 8 MC, (MTV-22 CS)

5. Radiography system :  
 X-ray grid.....8 : 1, 40 l/cm  
 Screen .....Rare earth phosphor, (LM)  
 Film.....Regular, (Sakura Q)

Table 2. X-ray tube.

Type no.	E7032AX
Focal spot size	0.1/1.0mm
Target angle	10°
Anode heat cap.	200,000 HU
Anode rotation	9,000 rpm

Table 3. 12 in./9 in. Image Intensifier

Type no.	RTH 2302 G3
Effective field size	310/230mmφ
Viewing screen dia.	30mmφ
I.I. magnification	×1.35
Resolution (center)	32/40 lp/cm
Conversion factor	110/60 cd m <sup>-2</sup> /mR sec <sup>-1</sup>

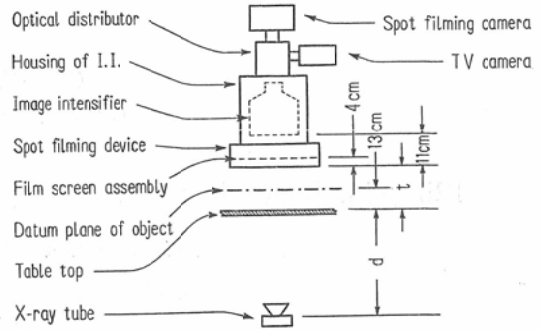


Fig. 1. Arrangement of apparatus for the 100mm photofluorography and the conventional radiography.

視野の必要な密着撮影時には X 線管の取り付け角度を自動的に 6° 傾斜させて視野を確保する構造とした。

3. 方法および検討内容

12"/9" 高解像度 I.I. と小焦点 (0.1×0.1 mm, 公称) X 線管をアンダーチューブ型撮影台に装置して、12" 視野を 9" 視野に切り換える電子光学的拡大撮影と焦点一被写体—I.I. 入力蛍光面間距離を変える X 線拡大撮影を組み合わせ

- (A) 12" 視野密着撮影 (実視野\* 251mmφ)
- (B) 9" 視野密着撮影 (実視野\* 186mmφ)
- (C) 12" 視野 X 線拡大撮影 (実視野\* 171 mmφ)
- (D) 9" 視野 X 線拡大撮影 (実視野\* 127 mmφ)

の 4 種類の 100mm 間接撮影と

- (E) 直接撮影 (実視野\* 220×265mm)

を行い、解像度、皮膚線量 (撮影), 粒状性などに

\*注: この実視野は被写体基準面上の視野寸法を示す。I.I. の有効視野は 12" が 310mmφ, 9" が 230mmφ, 6" が 150mmφ であり、四ッ切フィルム寸法は 252×303mm である。



c) 粒状性

I.I. 間接撮影では低線量で撮影できる利点がある反面、低線量による粒状性、所謂量子ノイズが問題となる。筆者らは粒状性評価の尺度として、次のような RMS 値 (標準偏差値) を求めた。即ち、MIX-DP ファントーム (20cm 厚) を撮影し、平均濃度 1.2 前後のフィルムについて空間フィルターで視感処理した濃度の RMS 値を測定した (Table 4.)。

なお視感処理は、マイクロデントメータの走査スリット幅の選定法とサンプリング処理法による 5~41lp/cm の帯域フィルターで行った。

直接撮影に比べて、間接撮影の RMS 値が大きいのは線量が少いことが最大の原因と考えられる。また、拡大撮影を行っても RMS 値が大きく

Table 4. Granularity of film images  
—R.M.S. of density.

	Dmean	Drms
12 in. contact	1.12	0.029
" magnif.	1.15	0.027
9 in. contact	1.30	0.029
" magnif.	1.23	0.027
Conv. radiogr.	1.26	0.024

ならないのは線量が補っているためと思われる。

d) 散乱線

I.I. 間接撮影における X 線拡大撮影時の散乱線の変化を次のような方法で調べた (Fig. 4.)。

即ち、X 線管焦点と線量計または I.I. 入射面間の距離を 120cm に固定し、その中間に MIX-DP ファントーム (20cm 厚) を置いた。MIX-DP ファントームの中央部には I.I. 入射面の面積の 10% を覆い隠すような鉛円板を挟み込んだ。ファントームと線量計または I.I. 入射面間の距離 (x cm) を変えながら線量計の直前に X 線グリッド (8:1, 40l/cm) がある時と無い時の相対線量を測定して Fig. 4(a) に示した。また、x を変化させた時被写体散乱線がフィルム濃度に与える影響を示したのが Fig. 4(b) である。鉛円板で遮蔽されない部分の濃度を 1.0 に合せたとき、遮蔽された部分の最小濃度を縦軸に示した。両図から 75kVp 前後では I.I. 入射面を被写体から 60cm 離せば、被写体による散乱線の影響はほとんど無くなり、X 線グリッドが不要となることがわかる。筆者らの用いたアンダーチューブ方式透視撮影台では x を 36cm (腹厚 20cm) 以上にはとれないので、グリッドは除去できないが、X 線拡大により画質に与える散乱線の影響を 1/2 から 1/3 に減らすことができる。

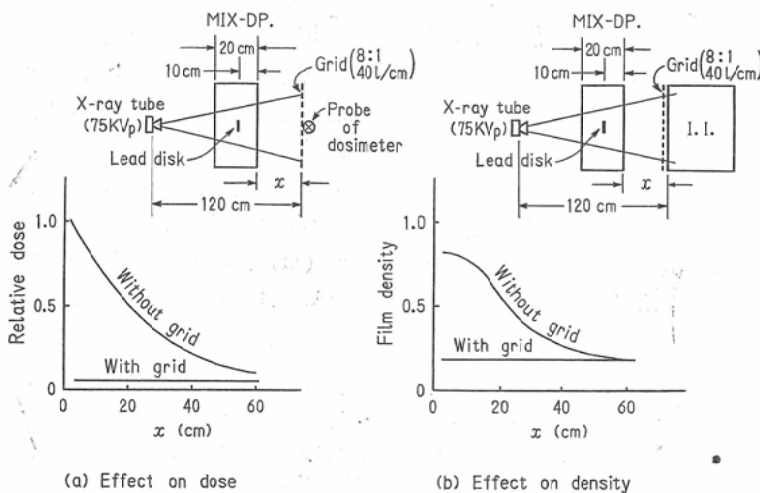


Fig. 4. Effects of the scattered radiation from object.

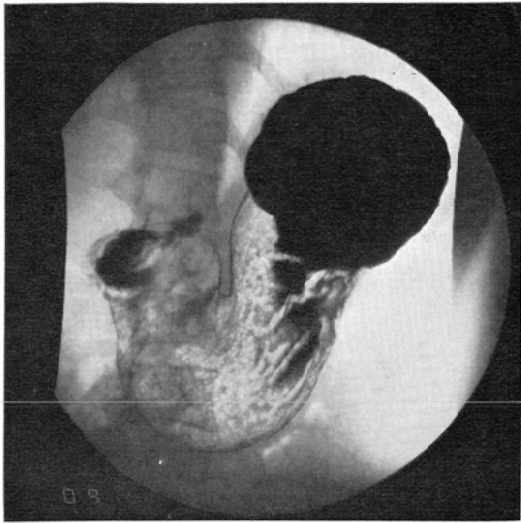


Fig. 5-a 12'' contact photofluorogram. 74 kVp, 20mA, 0.01S.

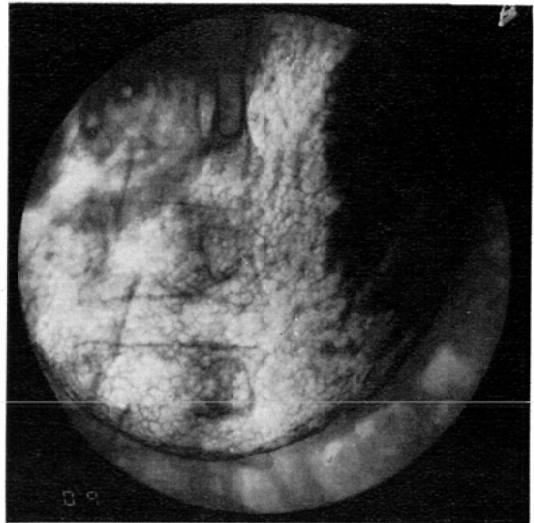


Fig. 5-b Photofluorogram in 2 times magnification obtained by the combination of x-ray magnification and electronic magnification. 73 kVp, 20mA, 0.04S.

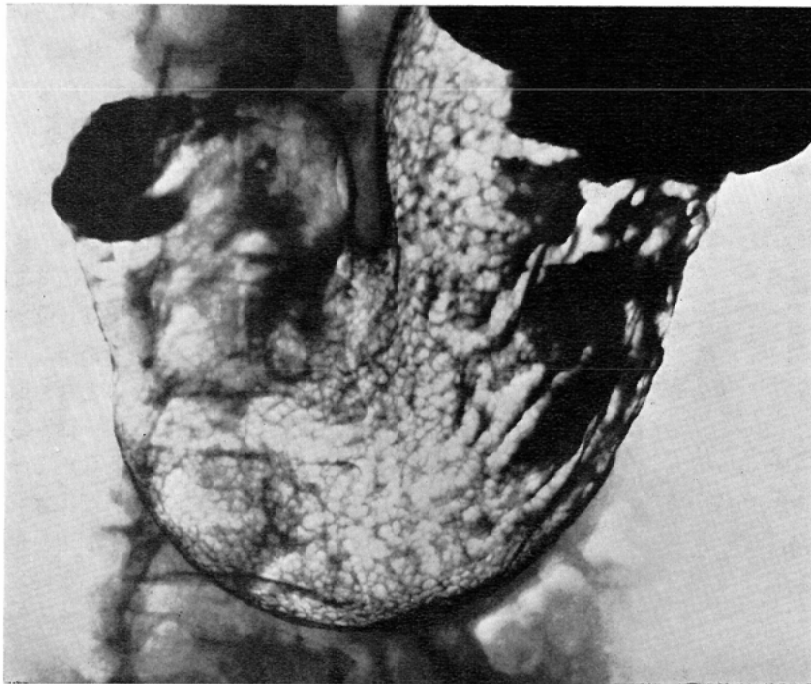


Fig. 5-c Conventional radiogram. 72 kVp. 100mA. phototimer.

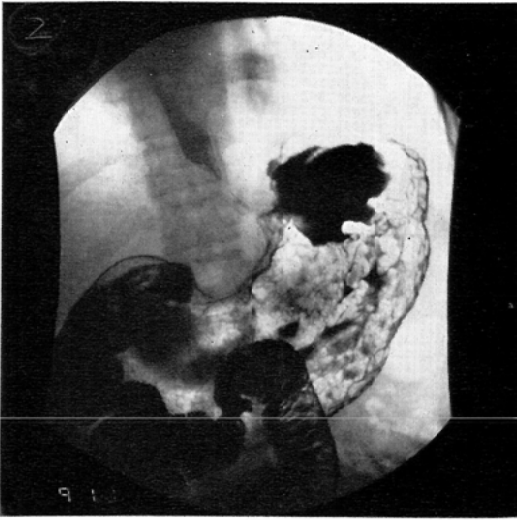


Fig. 6-a 12" contact photofluorogram. 73.5 kVp, 20mA, 0.02S.

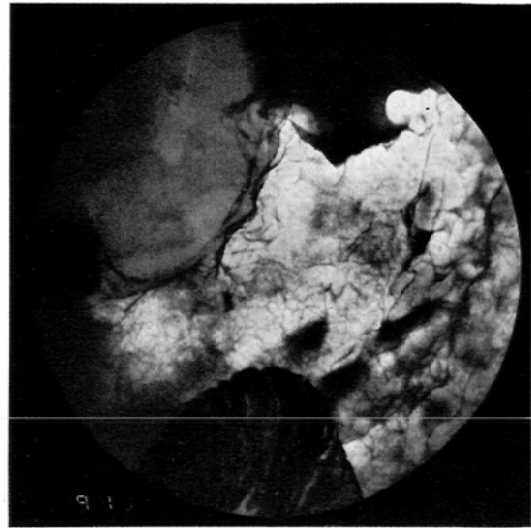


Fig. 6-b Photofluorogram in 2 times magnification obtained by the combination of x-ray magnification and electronic magnification. 74.5 kVp, 20mA, 0.1S.

### 5. 臨床応用

以上の拡大間接撮影を胃二重造影法に応用して、直接像とその画像を比較した。胃二重造影法の撮影は検査前に鎮痙剤の注射を行い、胃ゾンデによる空気注入法で行った。間接撮影は直接撮影後引き続き行なった。その結果、2倍拡大間接像はまだ直接像に及ばないが、胃粘膜の微細な変化も描写しているため、間接写真による質的診断も可能であると思われた。以下に2症例を提示する。

症例1.39歳、女性、腹厚15cm (Fig. 5-a, b, c)

十二指腸潰瘍の症例である。12"密着撮影(a)では胃の全貌が欠けることなく撮影されている。胃小区模様が不明瞭ながら描写されている。2倍拡大像(b)では直接像(c)とほぼ同程度に胃小区模様が描写されているが、コントラストが少し劣っている。I.I.特有の周辺の歪みも実際の臨床写真ではそれほど苦にならない。ただ、拡大することにより撮影範囲が縮小するために、病変が広い場合には1コマでは撮影されない場合が考えられるが、その時には数コマ撮影することにより補える。



Fig. 6-c Conventional radiogram. 72 kVp, 150mA, phototimer.

症例2.36歳、女性、腹厚18cm (Fig. 6-a, b, c) 胃癌の症例である。このように進行した症例の場合には、拡大撮影を行わなくても12''密着撮影(a)で十分診断が可能である。2倍拡大像(b)では、胃粘膜の模様は直接像(c)並みに描写されていることがわかる。

## 6. 考 察

12''高解像度 I.I. 間接撮影による胃集団検診が実施されて以来既に2年余を経過した<sup>20)</sup>。しかし、通常の I.I. 間接像と直接像とを比較すると、まだ I.I. 間接像は満足できる画像には達していない。この原因としては、解像度、コントラスト、粒状性、像の歪み、濃度不均一性などの要素が考えられるが、なかでも解像度が悪いことが最も大きい要素であろう。

I.I. 間接撮影の画質は X線系、I.I. 系、光学系、撮影系などの性能と特性により決定されるが、更に解像度を向上させるためには、小焦点 X線管での撮影が可能なので拡大撮影が有効である。焦点寸法が0.3mm以下であれば、I.I. を使った拡大透視および撮影の有用性が知られている。

間接撮影における電子光学的拡大法は I.I. 入力蛍光面上の像の解像度が終局の限界となり、拡大率を上げてもそれ程改善されない。X線拡大法は X線管焦点の寸法が小さければ、I.I. 入力蛍光面において既に解像度の良い X線像を入力できるので大幅に解像性能を向上させることが可能である。しかし、X線管の容量上の制約からこれにも限界がある。

そこで本研究では 0.1mm 小焦点 X線管を用い、使用頻度の多い9''視野には I.I. 自体で簡単にかつ短時間に切り換えられるようにし、それより小視野の拡大には X線拡大を用いた。

2倍拡大では、限界解像度が、周辺部においてまだ不足しており、MTF のレスポンスが中間周波数から低周波数領域にかけて劣っている。I.I. 間接像の画質を更に向上させるためには、周辺部の解像度の向上をはかり、低～中間周波数領域のレスポンスの改善をする必要がある。また、粒状性も直接撮影並に近づくように I.I. 自体による

付加粒状性軽減等の改良が必要である。

臨床2倍拡大間接像は胃粘膜の微細な変化が描写され、所謂胃小区像の認識が出来た。しかし、直接撮影像に比べると周辺部の解像度低下やコントラストの悪さが見られ直接撮影像には及ばない。

欧米では、低被曝線量での検査が可能である点、短時間撮影が可能なために被写体の動きによるボケが少ない点、フィルムコストが安い点、フィルムの保管場所が小さくてすむ点、検査中の補助(フィルム交換など)が少なくてすむ点などの利点により、I.I. 間接撮影の日常臨床への導入についての試みがなされており<sup>21)~26)</sup>、本邦でも同様な試みがなされている<sup>27)29)</sup>。I.I. 間接撮影の診断能を理解した上で、I.I. 間接撮影を日常臨床の場に導入するならば意義がある。

筆者らの行つた2倍拡大間接撮影の画質はかなり直接撮影の画質に近づいており、更に I.I. 間接撮影の画質が良くなれば、拡大撮影を組み入れた I.I. 間接撮影による胃ルーチン検査の実施が可能となるであろう。

## 7. 結 論

12''/9'' 視野切換型高解像度 I.I. と 0.1mm 小焦点 X線管をアンダーチューブ型撮影台に装置して、X線拡大と電子光学的拡大を組み合わせた2倍拡大間接撮影を行い次の結論を得た。

(1) X線拡大と電子光学的拡大を組み合わせた2倍拡大では解像度が約25lp/cm から約43lp/cm に向上した。

(2) 皮膚線量は拡大率の2乗にほぼ比例して増加した。

(3) 臨床2倍拡大間接像はまだ直接像には及ばないが、胃粘膜の微細な変化を描写できるので、間接写真による質的診断も可能であると考えられる。

本論文の要旨の一部は第35回日本医学放射線学会で展示発表した。

本研究に御協力いただいた独協医科大学放射線科一同の各位に深謝申し上げる。最後に、本研究に使用した I.I. は東芝電子事業部光電変換管技術部で、X線管は同



電子管技術部で開発され、また拡大 I.I. 間接撮影に関する装置改裝は、東芝医用機器事業部玉川工場放射線機器設計部と同電子応用開発部で行われた。関係各位の御協力を厚く御礼申し上げる。

### 文 献

- 1) 堀越 寛, 笹川道三: 高解像度 I.I. 間接について, 胃癌と集団検診, No. 27: 16—17, 1974.
- 2) 堀越 寛, 山本 鼎, 七海暁男, 恒岡卓二, 大久保寿男, 南 博: 12インチ高解像度 I.I. による胃間接撮影. 胃癌と集団検診, No. 30: 46, 1975.
- 3) 堀越 寛, 山本 鼎, 七海暁男, 恒岡卓二, 大久保寿男, 南 博: 12インチ高解像度 I.I. による胃間接撮影. 第34回日本医学放射線学会総会(展示 No. 73), 1975.
- 4) 入江英雄(班長)ほか: がん検診用機器(胃がん用エックス線間接撮影装置並びに胃及び子宮がん用エックス線テレビ)の開発に関する研究, 研究班報告書, 1—131, 1967.
- 5) 入江英雄(班長)ほか: がん検診用機器(胃がん用エックス線間接撮影装置並びに胃及び子宮がん用エックス線テレビ)の開発に関する研究, 研究班報告書, 1—111, 1968.
- 6) 山下久雄(班長)ほか: がん診療に必要な機械の開発に関する研究, 研究班報告書, 1—70, 1969.
- 7) 山下久雄(班長)ほか: がん診療に必要な機械の開発に関する研究, 研究班報告書, 1—41, 1970.
- 8) 有賀槐三(班長)ほか: がん診療に必要な機械の開発に関する研究, 研究班報告書, 1—26, 1971.
- 9) 本保善一郎(班長)ほか: 被曝量の少ないテレビ間接 X 線撮影装置の開発の研究, 研究班報告書, 1—32, 1973.
- 10) 村上晃一(班長)ほか: 蛍光増倍管(I.I.)間接撮影における像記録系の改善, 特に 100 mm カメラの開発について, 研究班報告書, 1—13, 1975.
- 11) 淵上在弥, 藤井 彰, 上野正次, 松崎俊道, 矢仲重信: I.I. 間接撮影法の研究(第4報)—画質の検討—胃癌と集団検診, No. 31: 74—75, 1975.
- 12) 淵上在弥, 佐藤伸雄, 小泉祐一郎: 電動絞り付き 100mm スポットカメラの撮影線量低減効果について, 日本医放会誌, No. 36, 臨時増刊号, 3, 1976.
- 13) Feddema, J.: 70 mm fluorographs made with a 9 in. image intensifier connected to a remotely controlled ring stand. Brit. J. Radiol., Vol. 34, 608, 1961.
- 14) Feddema, J. and Botden, P.J.M.: Magnification techniques, especially geometric enlargement. Diag. Rad. Instr. C.C. Thomas, Springfield, Ill., U.S.A., 382—397, 1965.
- 15) Soila, P.: Geometric enlargement in roentgen television. Brit. J. Radiol., Vol. 36, 586—591, 1963.
- 16) 田井行光, 竹中栄一: 光増倍管による X 線撮影系, X 線テレビ系における拡大透視法並びに撮影法について, 日本医放会誌, Vol. 25: 364—369, 1965.
- 17) 佐久間貞行, 綾川良雄, 飛田勝弘: 拡大撮影用微小焦点管球を用いた XTV による拡大透視並びにその解像力 X 線テレビジョンの研究(第2報)日本医放会誌, Vol. 27: 261—264, 1967.
- 18) 藤田恒治: 小焦点管球を用いた X 線 テレビジョン拡大透視法, 情報量と患者の被曝線量に関する考察, 日本医放会誌, Vol. 30: 615—625, 1970.
- 19) 藤井 彰, 淵上在弥, 上野正次, 松崎俊道, 矢仲重信, 出来文弘: I.I. 間接撮影法の研究(第3報) 12" I.I. + 100mm フィルム方式の検討, 胃癌と集団検診, No. 30: 46, 1975.
- 20) 有馬春夫, 児玉秀雄, 田畑博曼, 橋口 孝, 田中 衛, 納 利一, 佐藤八郎, 中馬康男ほか 54名, 勝倉幸雄, 恒岡卓二, 南 博: 高解像度 I.I. (12インチ)間接による車載式胃集団検診について, 胃癌と集団検診, No. 31: 75, 1975.
- 21) Gajewski, H. und Schuster, W.: Bildverstaerkerphotographie mit 70-mm-Kameras in der paediatrischen Roentgendiagnostik. Dtsch. med. Wschr., 46: 2201—2203, 1963.
- 22) Cherigie, E.: Die 70-mm-Aufnahme vom Bildverstaerker und ihre Zukunftsaussichten. Roentgen Blaetter, 25: 275—291, 1972
- 23) Heinrich, H. und Schuster, W.: Der hochaufloesende Bildverstaerker und sein Einsatz in der paediatrischen Roentgendiagnostik. Roentgen Blaetter, 26: 406—413, 1973
- 24) Temmesfeld, A.: Der Einsatz der 100-mm-Blattfilmkamera in der Diagnostik der ableitenden Harnwege. Roentgen Blaetter, 27: 363—369, 1974
- 25) Kaude, J.: Fluorography of the gastroduodenal tract. A comparative study with 70-mm film. Acta Radiol. Diagn., 6: 355—368, 1967
- 26) Samuel, E. and Sumerling, D.: An assessment of the use of the 70 mm camera in radiological practice. Brit. J. Radiol., 37: 620—624, 1964
- 27) 小林昭智, 恒岡卓二: 循環器連続イメージイン

- テンツファイア (I.I.) 間接撮影法, 日本医放  
会誌, Vol. 34: 861—872, 1974.
- 28) 栗原竜太郎, 鎌田力三郎, 浦橋信吾, 中条秀  
夫, 吉田俊郎, 稲名市郎, 桜井和夫: I.I. 間  
接撮影法による小児消化管診断の研究. 第35回  
日本医学総会, 展示, 1976.
- 29) 加藤広英, 堀口 文, 中川国四, 今村好久, 久  
保田俊郎, 湯本哲夫, 池野暢子, 大谷 博, 橋  
口精範: 高解像度 X 線倍増管による新しい子  
宮卵管造影法, 産婦人科の実際, Vol. 26: 95—  
99, 1977.
-