

名古屋大学 2008年度 最終講義

IB館大講義室 2009年3月23日(月)

人間のための画像処理

末永 康仁

名古屋大学 大学院情報科学研究科 メディア科学専攻 知能メディア工学講座

人間のための画像処理

末永 康仁

名古屋大学

大学院情報科学研究科

メディア科学専攻・知能メディア工学講座

講義？

- 最初に困惑。何をお話したら良いのだろうか？
- 大学(12年間)に限定せず過去も含めよう。
- (決して公私混同でなく)公私混合でお話しよう。
- 一人で現在の63歳になったのではない。親、家族、恩師、先輩、友人、同僚、学生諸君を含む全ての方々のおかげである。
- 講義とは名ばかり。題目の「人間のための画像処理」を軸に、生い立ちから今日の自分に至るまでを簡単にご紹介し、お世話になった全ての皆様に心からお礼申し上げる次第。

犬山城

誕生 1945年11月23日

場所 犬山市本町(母の両親疎開先)





木曾川

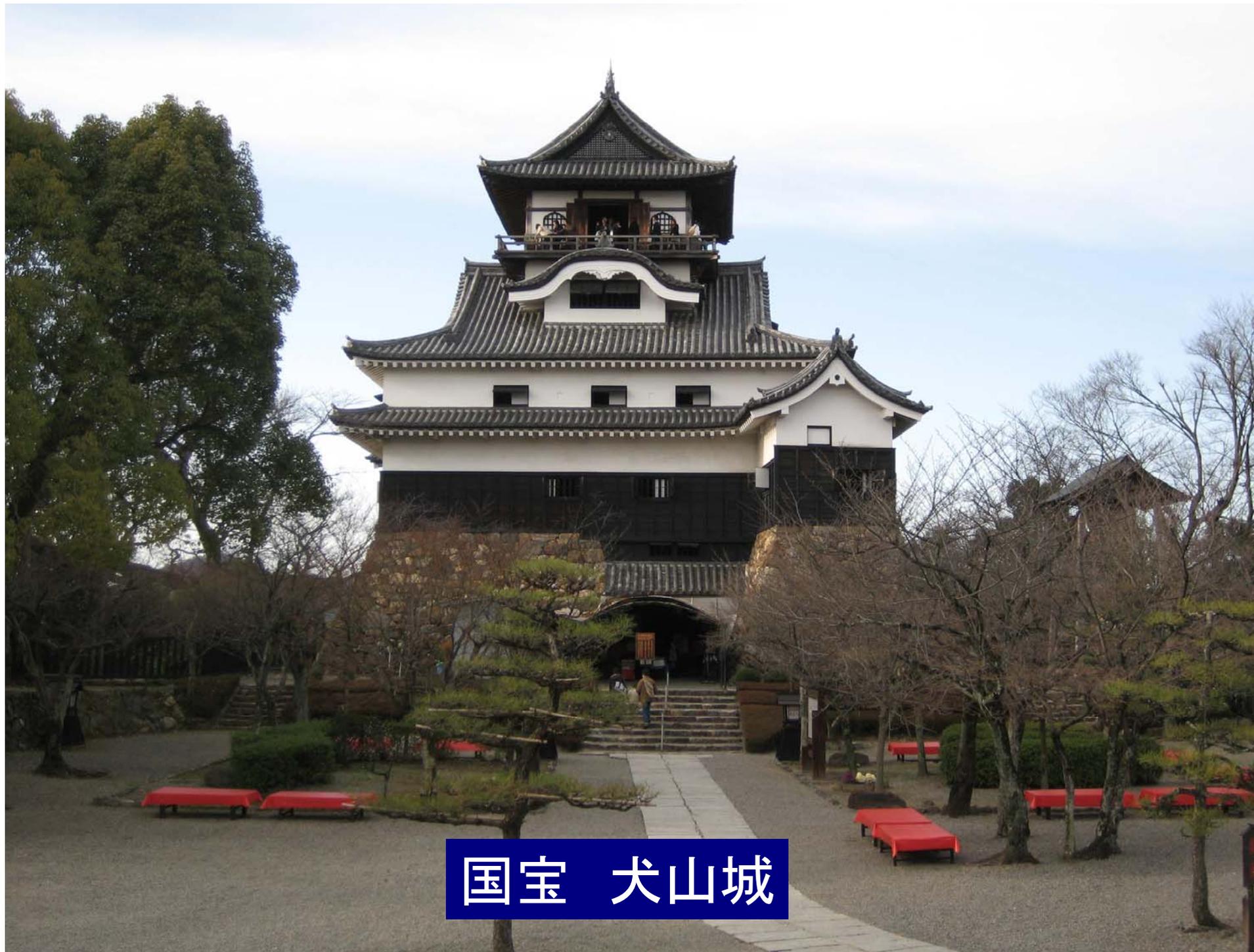
犬山城

御岳



木曾川(犬山城より)





国宝 犬山城



急勾配の階段（犬山城内）



巨大な梁（犬山城内部）



国宝 犬山城 守護神 針綱神社



犬山市文化資料館

(犬山城白帝文庫)



本町（犬山市 中心街）

札の辻

この場所が、「札の辻」と呼ばれ御高札（制札）が立っていた場所であり、ここを初め、采地の要路にあった。切支丹の禁制を始め、治安、道徳、儉約、金銭、商売、労銀等に付て、絶えず掲示されたが、尾張藩の奉行の名に依って指令されたものを、成瀬、竹腰の連名又は成瀬が副署したものである。

犬山の町が、成瀬氏の城下町として栄えたころ、この辻は、城の内外を区切る大手門（現在の福祉会館の付近）に近く、人々の往来も盛んで、交通の要所であったことを物語る遺跡である。

時代劇などで、高札の前で百姓や町人が群がって、これに見入るシーンはよく出てくるが、高札は、昔のいわゆる公儀御法度、今日でいう法令を徹底させるために、村や町の目抜き場所に立てられたもので、その多くは無年貢地で、名主宅前とか街道宿場とかの往来筋に立てられた。

高札に掲示された内容ともいふべき「定」には、忠孝、切支丹、薬物、火つけ、徒党、駄賃（運賃）などをはじめ、その時々の中々の規定を書いたもので、年代によって幾分変化もみられるが、この方法は明治維新まで、上意下達の手段として重要なものであった。



生誕地 犬山市本町(母の両親疎開先)

犬山にて



東山動物園にて
真剣に象から逃げる





東山動物園にて



千種区内山町にて



犬山にて



国宝 犬山城 (木曾川対岸＝岐阜県側より)

1945年11月 犬山生まれ。すぐ本籍地(千種区内山町)へ。

小中高生時代 12年間

1952－1958 名古屋市立内山小学校 徒歩5分

1958－1961 名古屋市立今池中学校 徒歩10分

1961－1964 愛知県立旭丘高等学校 徒歩20分 水泳部

名古屋大学・学生時代 9年間

1964－1968 名古屋大学・工学部・電気電子工学科

1968－1973 名古屋大学・工学研究科・修士／博士課程

NTT研究員時代 24年間

1973－1997 NTT研究所(武蔵野、横須賀)

(1985－1986 MITメディア研究所)

名古屋大学・教員時代 12年間

1997－2003 名古屋大学・工学研究科

2003－2009 名古屋大学・情報科学研究科

趣味に近い生活の学生時代

- 木工 ゴム鉄砲、船の模型、家具の製作。
後に、庭／家いじりに発展、現在も。
- 写真 白黒フィルム現像、印画紙焼付け。
→後に、写真年賀状30年継続
2008年は自分流デジタル元年。
- 映画 理屈抜きで好き。外国・語学への興味。
8mmフィルム、ビデオ撮りへ、現在も。
- 機械 幼少時、多くのペンを破損。まず自転車。
後に自動車いじりに発展、現在も。
- 散歩 自然・鳥観察に発展。現在も。



鉄砲

ゴム鉄砲(中学校時代。残存1丁)





工作から工学へ

1945年11月 犬山生まれ。すぐ本籍地(千種区内山町)へ。

小中高生時代 12年間

1952-1958 名古屋市立内山小学校 徒歩5分

1958-1961 名古屋市立今池中学校 徒歩10分

1961-1964 愛知県立旭丘高等学校 徒歩20分 水泳部

大学生・大学院生時代 9年間 徒歩40分 (地下鉄5分)

1964-1968 名古屋大学・工学部・電気電子工学科

1968-1973 名古屋大学・工学研究科・修士／博士課程

NTT研究員時代 24年間

1973-1997 NTT研究所(武蔵野、横須賀)

(1985-1986 MITメディア研究所)

名古屋大学教員時代 12年間

1997-2003 名古屋大学・工学研究科

2003-2009 名古屋大学・情報科学研究科

1964年春 名古屋大学 入学

- 日本は高度成長期
東京オリンピック・東海道新幹線
名神高速道路 (cf. 東名は数年後)
- 工学部・電気電子工学科
電気＋電子、強電＋弱電、
真空管＋トランジスタ
＋情報 (情報の理論、FORTRAN の講義)
- 名大祭の手伝いで計算機室へ
初めて見た計算機 NEAC2203

忘れがたい電子計算機名

NEAC 2203 名大・工学部

HITAC 5020E 東大

FACOM 230/60 京大・名大

Intel 8008、8080 NTT武研

DEC PDP-11/45 NTT武研

DEC VAX-11/780 NTT横研

1968年春

名古屋大学 工学研究科 電気電子専攻
修士課程入学（福村研究室 所属）

指導教官 福村晃夫先生

直接指導者 鳥脇純一郎先生

研究は一応滑り出しとしては順調に思えた。

テーマは、パターン認識のための2次判定関数の性質など。しかし勉強が主。

鳥脇純一郎先生： 胸部 X 線写真の自動診断の 研究—世界に先がけ—

J. Toriwaki, T. Fukumura et al. "Automatic Recognition of Abnormal Shadows in Chest Roentgenograms," Japanese Journal of Biomedical Engineering, 1968

最初の英論文：
Memoirs of Faculty of Engineering, Nagoya University

とおき、 K' には肋骨の濃度の実測値、 r には適当な値を入れて得られる値を用いた。

また、定数 σ (σ は雑音の標準偏差)は適当な一つの試料写真から得られた値をそのまま通用している(これは、すべての写真について S/N 比が大体一定であるとみなしたことになる)。

この実験では種々の基礎的データをうることを目的としているため手順 II 以下は実行していない。

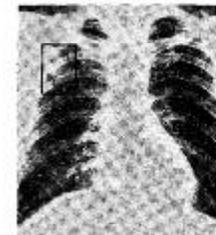
さて、各処理の結果を一括して、第4図、第5図、第7図に示す。それぞれについて以下に述べていく。

4.5 識別実験の結果(1)——比較的良好な識別が行なわれる場合

まず、第4図に比較的良好な識別が行なわれる場合を示す。両者ともに肋骨と重複している部分も含めて大体医師の診断結果と一致した領域を抽出している。

以下注意されるべき点をあげておく。

1) 第4-1図(b)は医師による識別結果がやや左上りの傾向をもつのに対して計算機による結果は右上りの傾向を示す。これは計算機の処理が肋骨境界付近



第4-1図(a) 入力パターン (四角枠はフィルム上で横4cm×縦5cm)

Fig. 4-1 (a) Input pattern (squared part on the film is 4cm wide and 5cm long)



S: points recognized as abnormal, where $\alpha=0.10$, $r=1$. (concerning α and r , see 4.4)
 * : other sample point
 - : the portion bounded by a solid border: abnormal shadow recognized by the doctor (tuberculous lesion)
 For the detailed results of recognition experiment of rib boundaries, see reference (1)

第4-1図(b) 病変陰影識別結果
 Fig. 4-1 (b) Result of recognition experiment of abnormal shadows



第4-2図(a) 入力パターン (四角枠はフィルム上で横5cm×縦6cm)

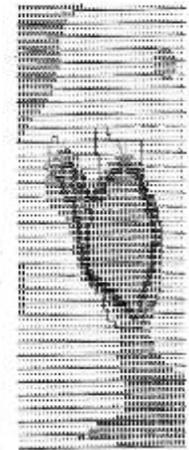
Fig. 4-2 (a) Input pattern (squared part on the film is 5cm wide and 6cm long)



S: upper boundaries (recognized by the computer.)
 x: lower boundaries (recognized by the computer.)
 * : the points to which the step [IV] was applied.
 - : rib boundaries recognized by the doctor.
 (* All curves running through more than five points are shown here.)

第4-2図(b) 肋骨境界線識別結果(背側肋骨)
 Fig. 4-2 (b) Result of recognition experiment of rib boundaries (dorsal portion)

の著しく濃度の大きい部分(これは肋骨消去後もその近くの点よりも大きな値として残ってくる)の影響を受けているためである。



S: points recognized by computer as abnormal ($\alpha=0.05$, $r=0.5$).
 - : the portion bounded by a solid border: abnormal shadow recognized by the doctor.
 * : other sample point.
 For the technical convenience, this figure sees figure (a) backwards.

第4-2図(c) 病変陰影識別結果
 Fig. 4-2 (c) Result of recognition experiment of abnormal shadows

1968年当時の計算機環境

大型計算機のみで、バッチジョブ方式
カード入力 画像入力なし
LP出力 画像出力なし

スクリーンエディタはなかった
おそい メモリ容量が小さい 高価
机上デバッグ重要 それ以前に手法を熟考
まず慎重に机上デバッグ 少ないデータで考えるくせ
ターンアラウンドタイムは1時間～数日

ワープロもなかった。タイプライタのみ。
論文は原稿用紙に手書き→版組・漢字タイプ等
学会大会予稿や研究会資料は手書きのまま

昭和44年電気四学会連合大会

氏名 末永康仁
勤務先 名古屋大学工学部

昭和44年電気四学会連合大会
1969年3月 仙台







1969年 修士課程2年次

進路に迷い、鳥脇先生、福村先生に相談。
先生方のご助言で博士課程進学を選ぶ。
しかし、研究は進まず悩む日々が続く。

ある朝、登校時に運命の出会いあり。
全てが進み始める。全力投球へ。

電電公社の奨学生(博士課程)に採用。



1970年3月



1970年3月





1970年博士課程に進学

胸部X線写真のパターン認識の研究に取り組む

間接撮影胸部X線写真の自動診断=>世界に先駆け

昭和40年代の大型計算機(現代の電卓にも及ばない)

きわめて限定された能力の入出力

データ取得は機械式スキャナ

=>アナログ信号を小型計算機入力部でA/D変換

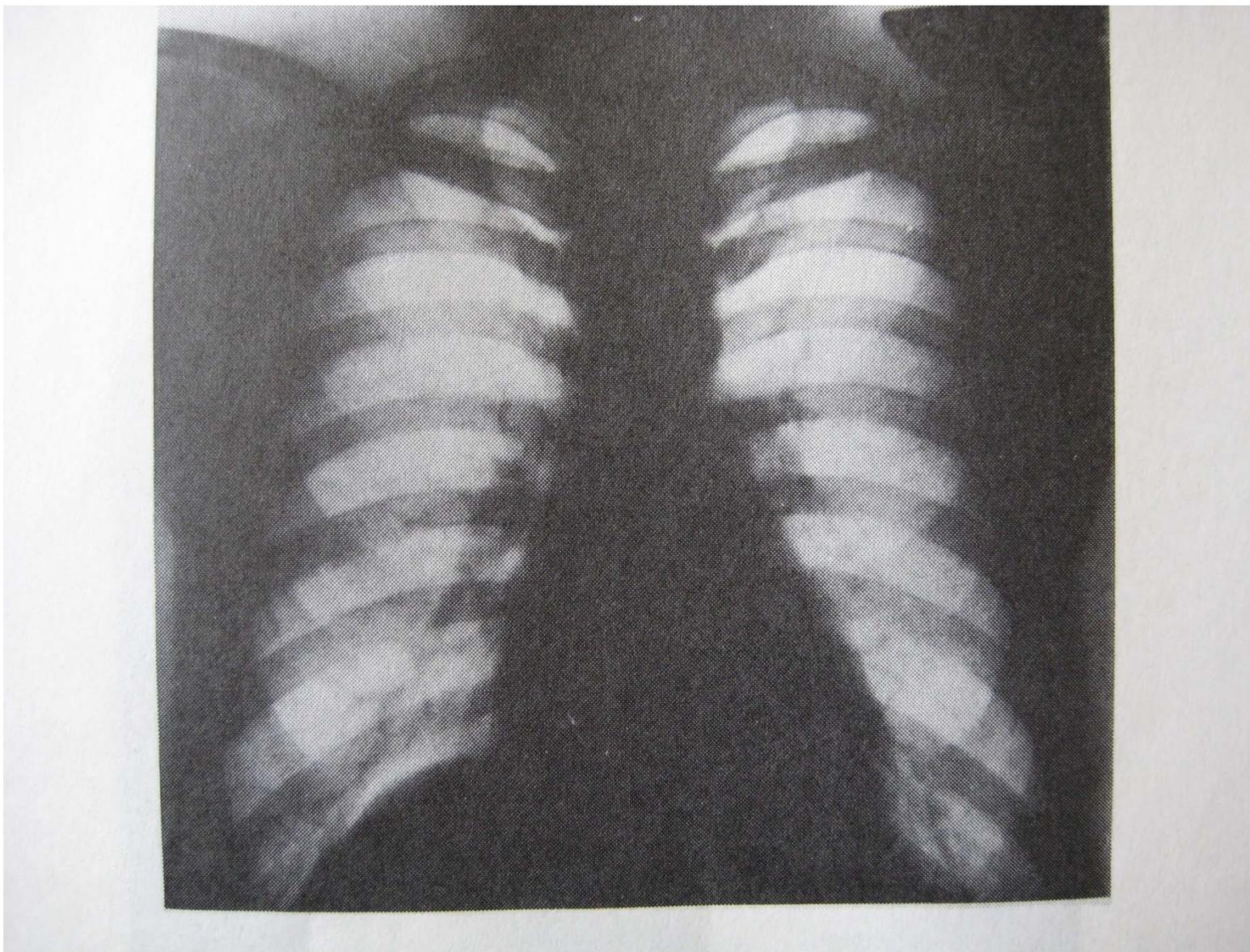
=>9ビットデジタル信号=>紙テープ=>磁気テープ

=>大型計算機の磁気ディスクへ格納

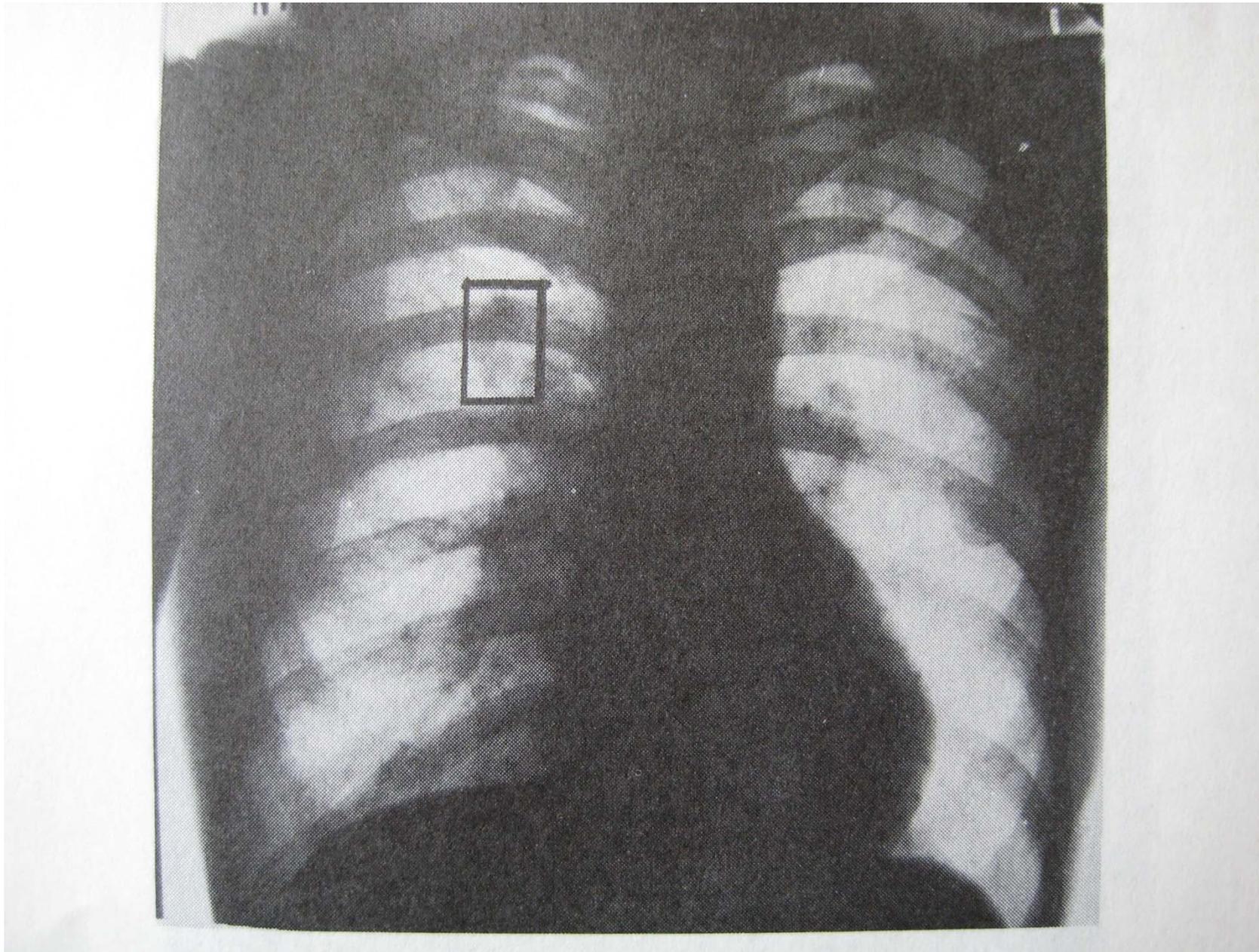
計算機実験: カードリーダー+ラインプリンタ

実験に用いた間接撮影X線写真(16枚)

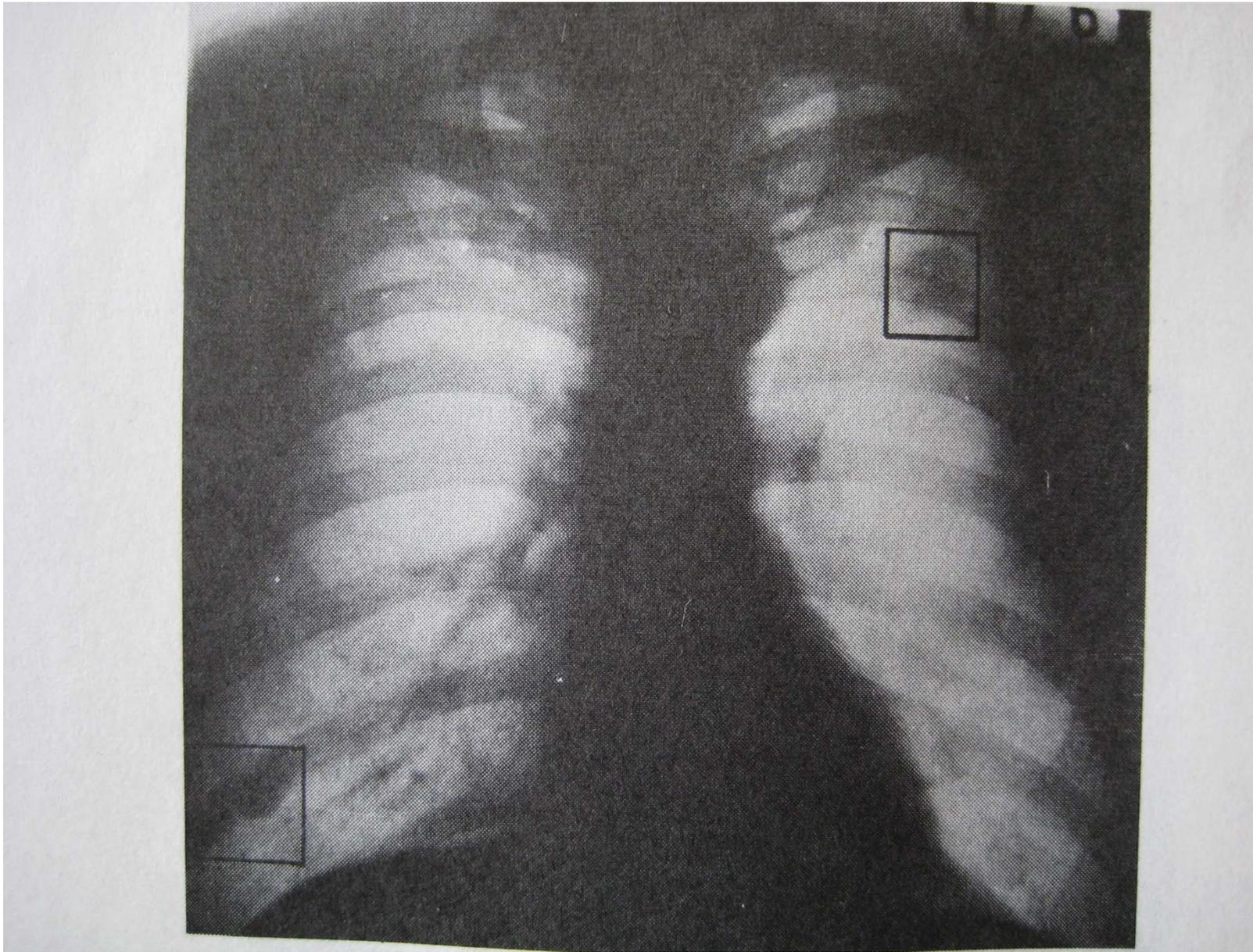
	肺	心臓		肺	心臓
DATA1	正常	正常		DATA9	結核 正常
DATA2	がん	正常		DATA10	結核 正常
DATA3	結核	正常		DATA11	結核 正常
DATA4	Salcolidosis	正常		DATA12	正常 左室肥大
DATA5	正常	左室肥大		DATA13	結核 正常
DATA6	結核	正常		DATA14	肺門部異常 正常
DATA7	結核	正常		DATA15	気管支拡張 正常
DATA8	胸膜炎	正常		DATA16	正常 正常



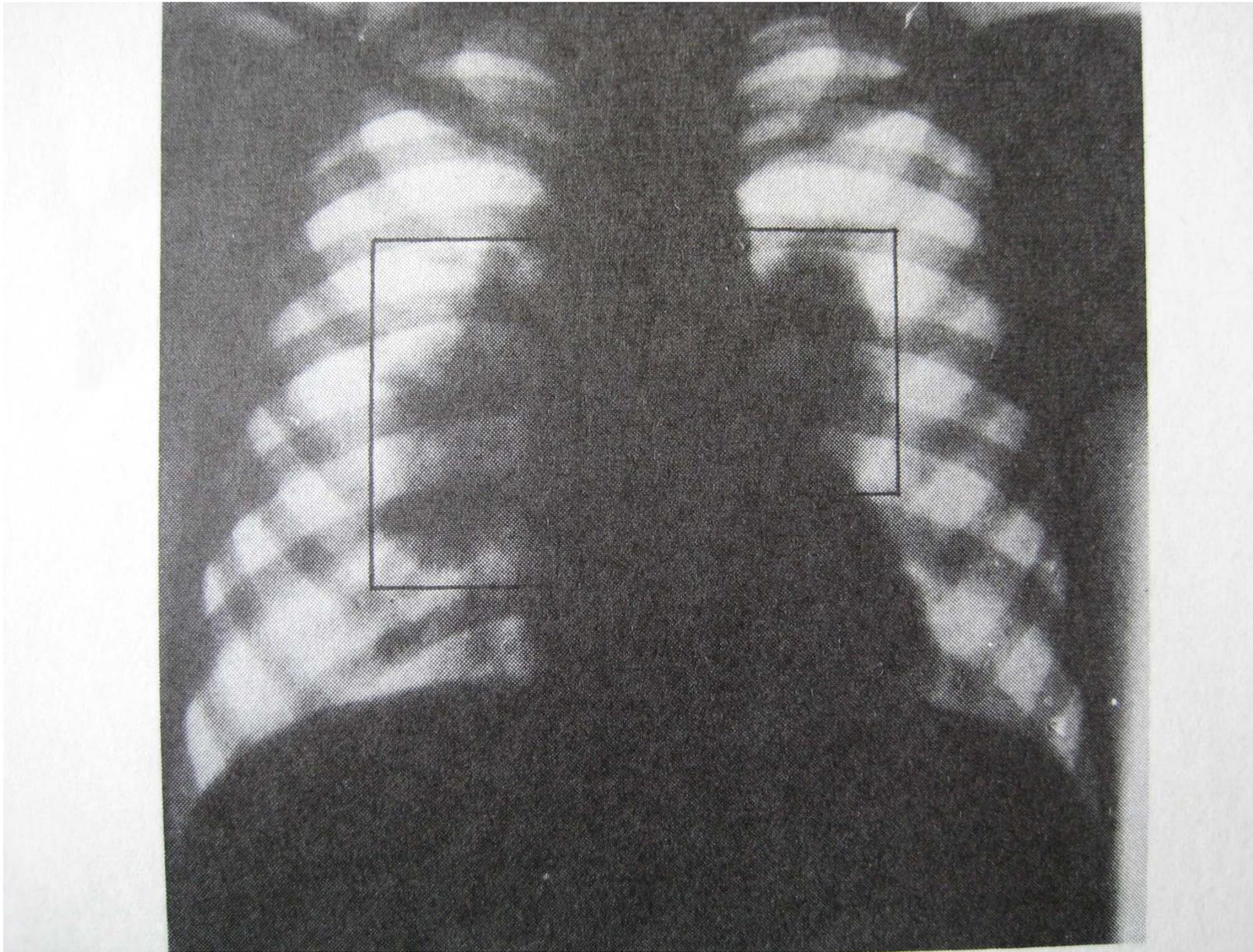
胸部X線写真 DATA1 肺(正常) 心臓(正常)



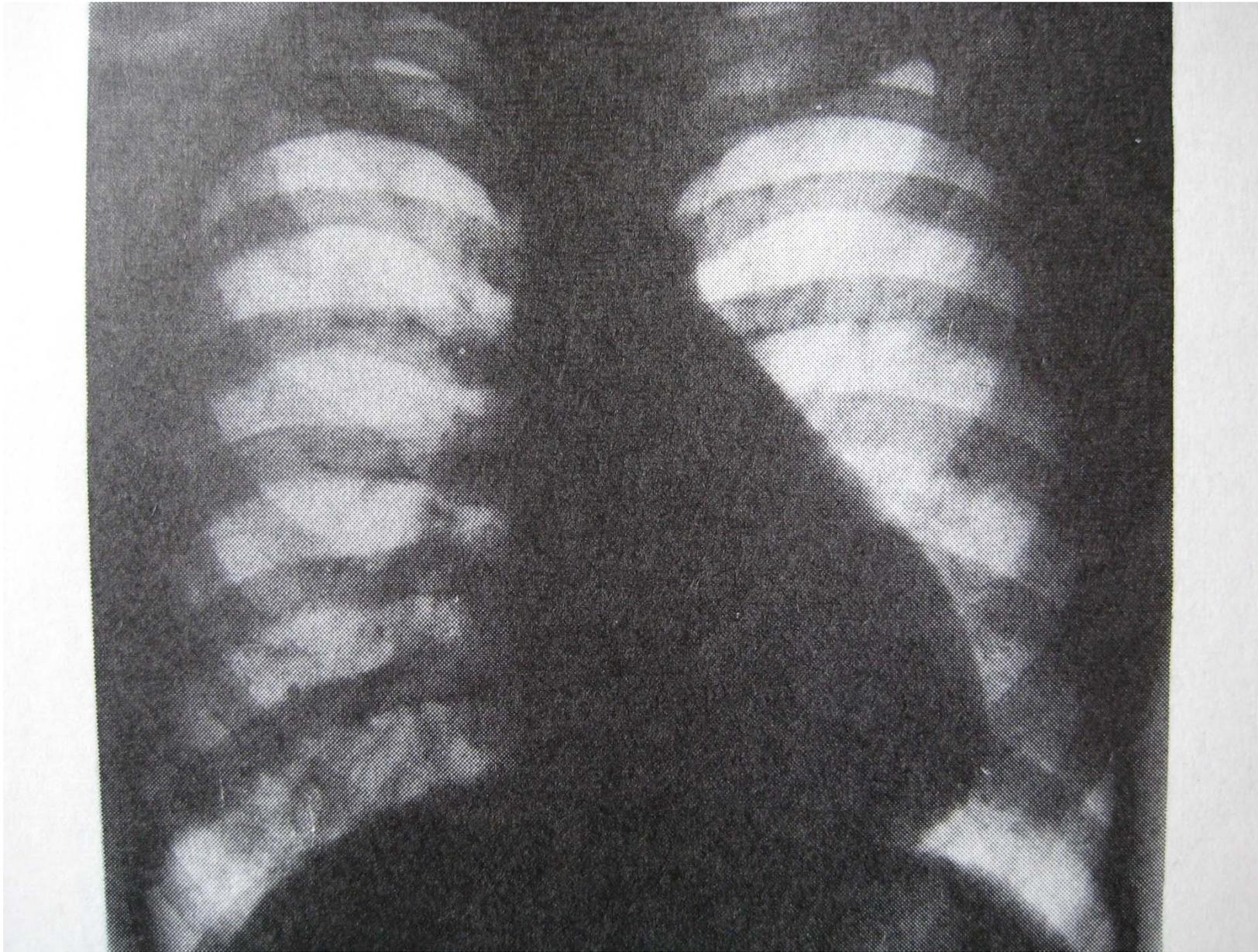
胸部X線写真 DATA2 肺(がん) 心臓(正常)



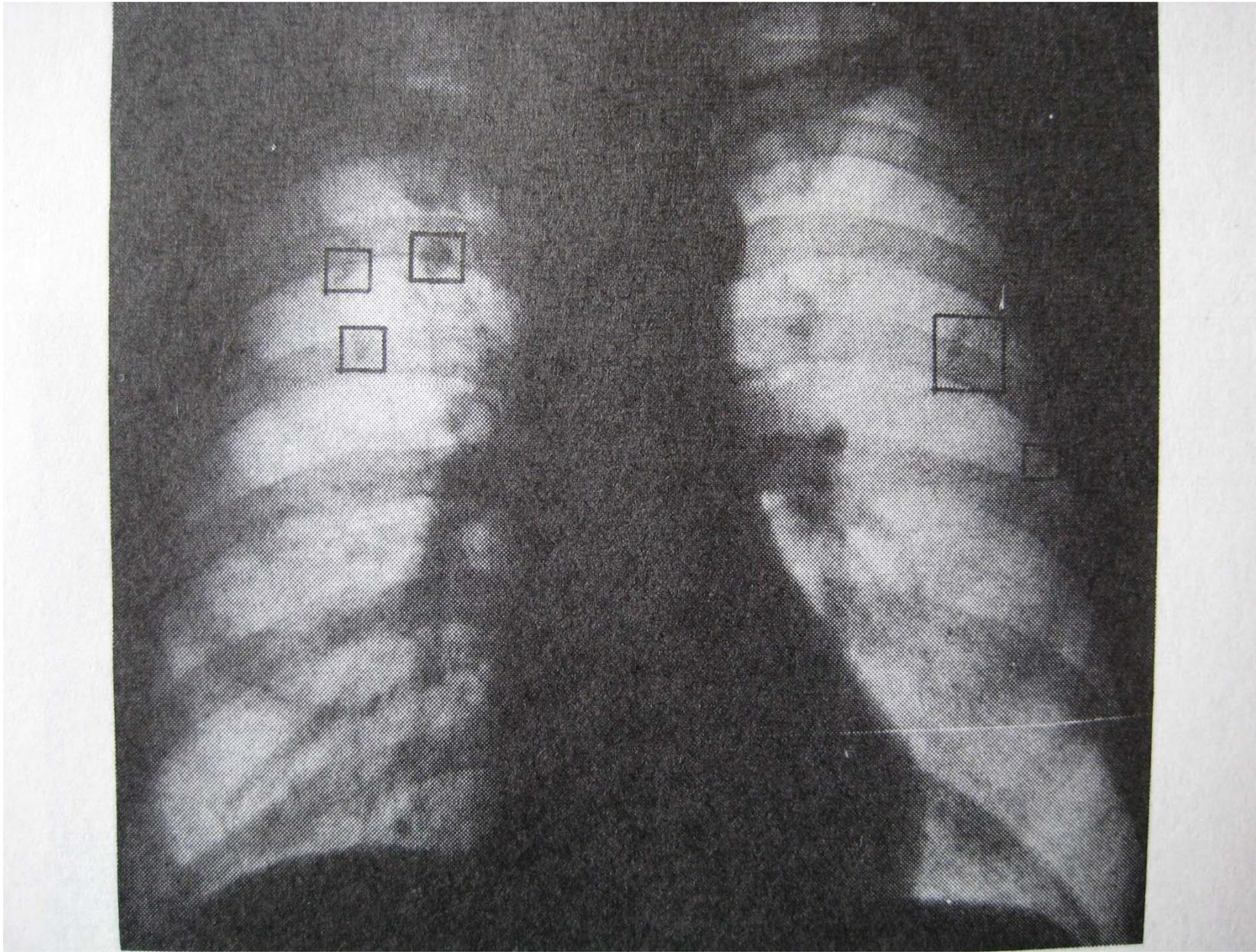
胸部X線写真 DATA3 肺(結核) 心臓(正常) 46



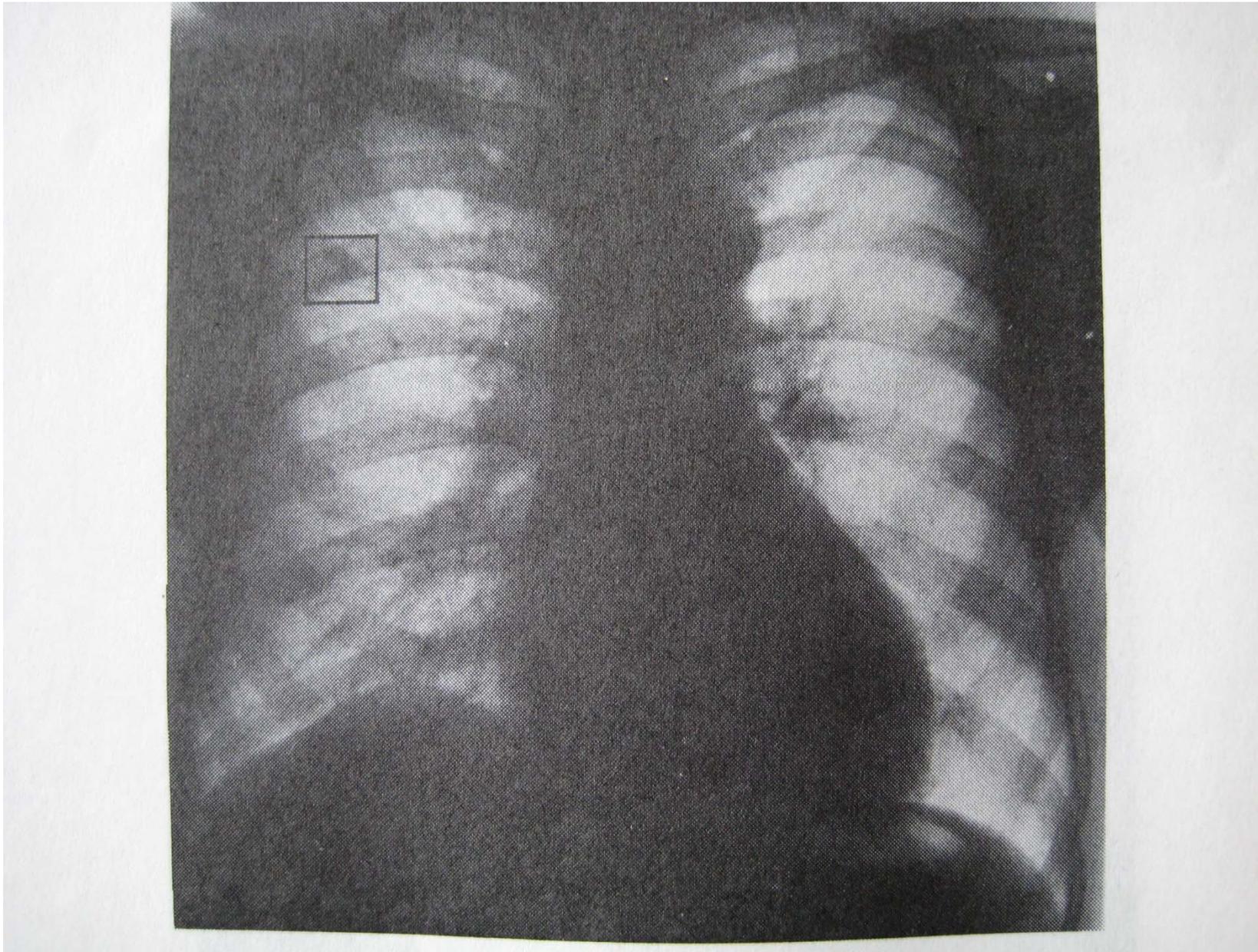
胸部X線写真 DATA4 肺(Sarcoidosis)心臓(正常) 47



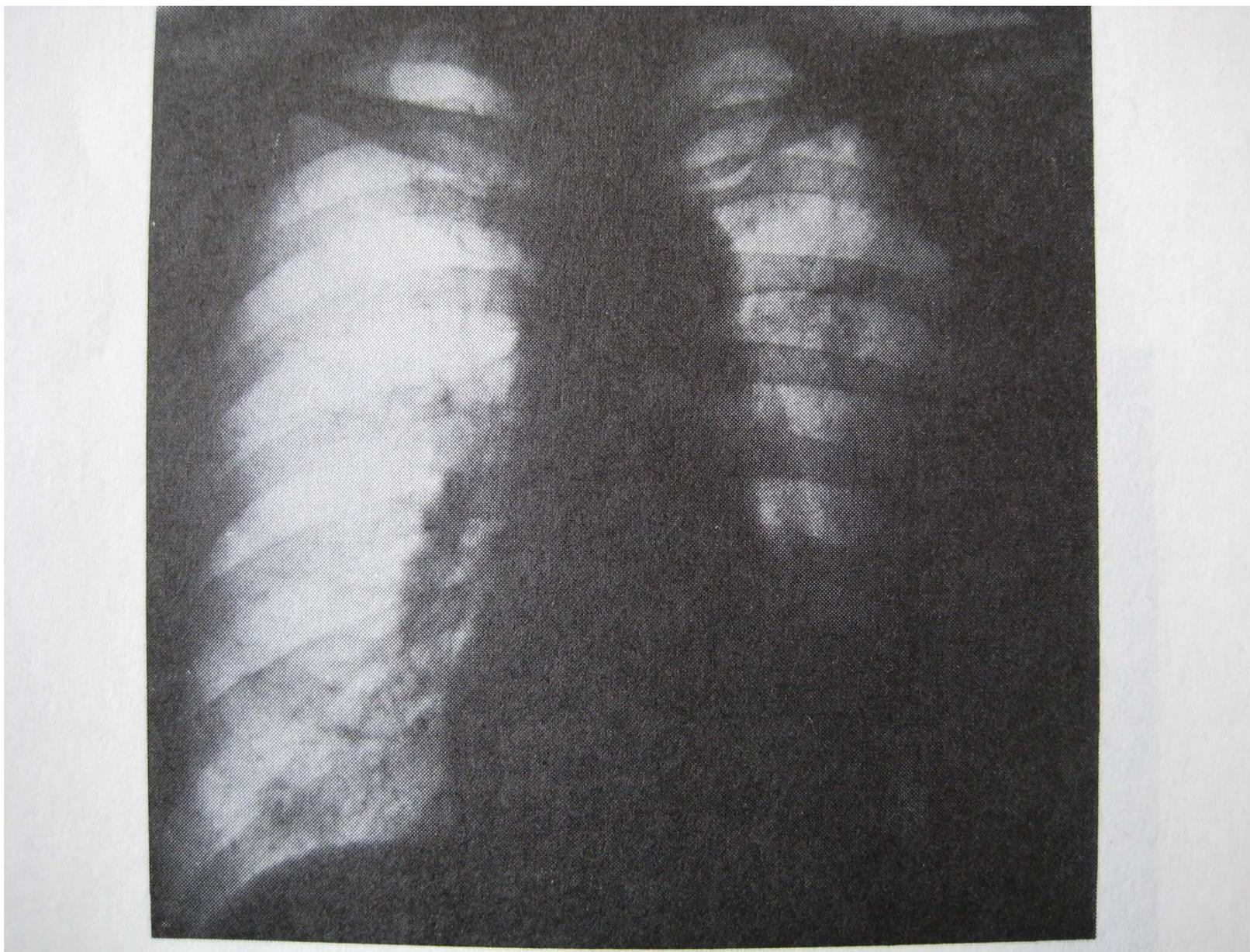
胸部X線写真 DATA5 肺(正常) 心臓(左室肥大) 48



胸部X線写真 DATA6 肺(結核) 心臓(正常)



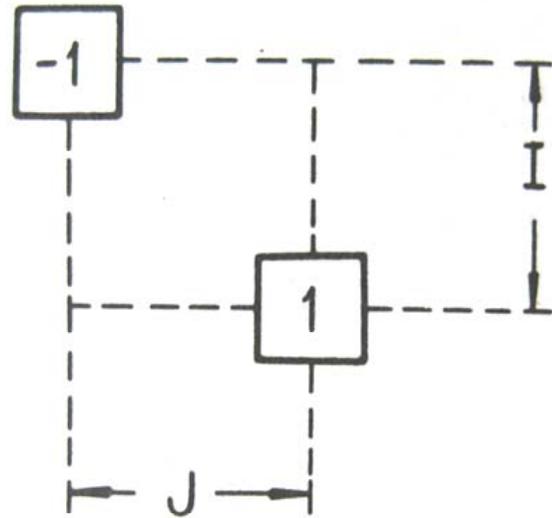
胸部X線写真 DATA7 肺(結核) 心臓(正常)



胸部X線写真 DATA8 肺(胸膜炎) 心臓(正常)

正常と異常をどう見分けるか

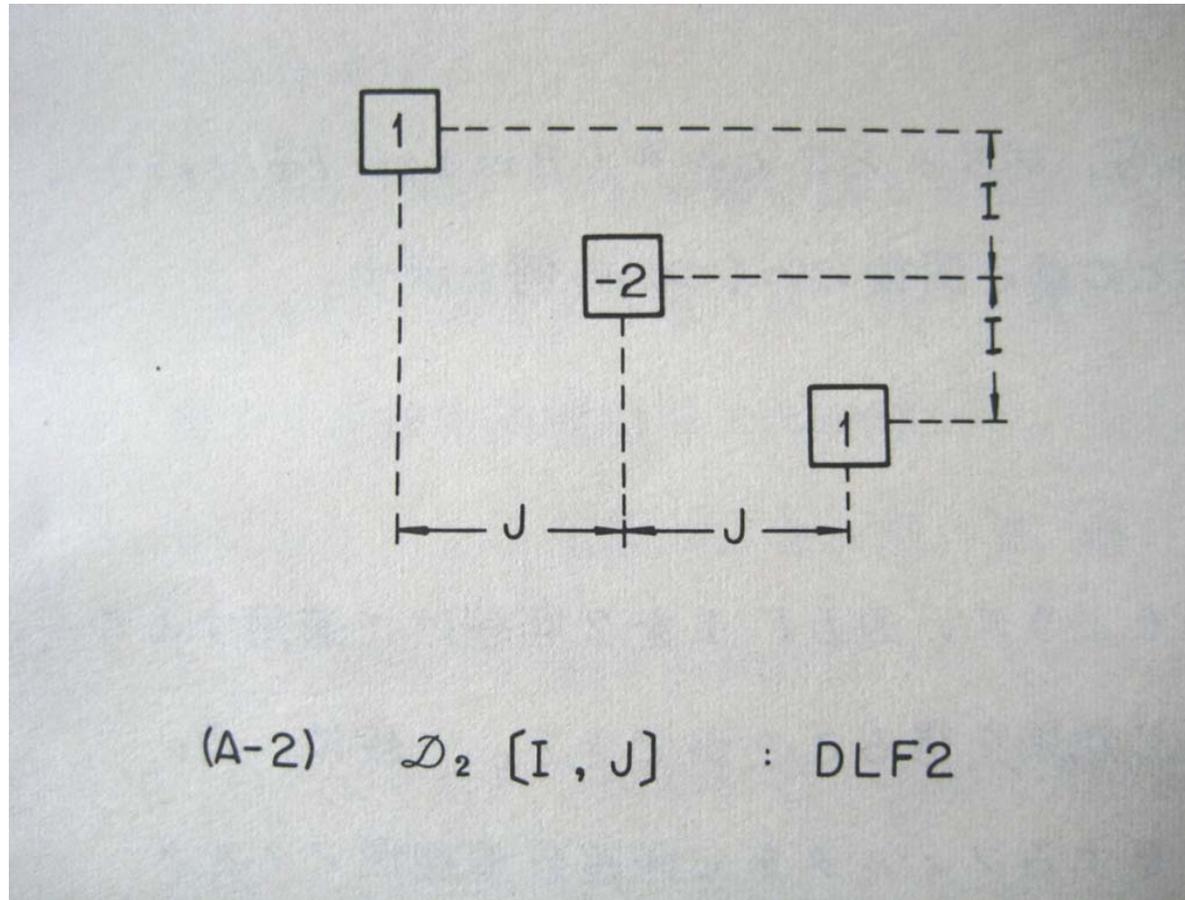
- 肋骨、鎖骨、血管影を含む本来複雑な投影像
- 割り切り： 肺尖部(鎖骨より上)と肺野周辺部を除く
肺野の主要部分のみを扱う
- 局所的視野と大局的視野(cf.ナスカ地上絵) 鍵は机
- 濃度差の検出
周囲と一定の濃度差がある部分の検出を目指す
Range Filter と **Bridge Filter**
- 肋骨のモデル化と実画像へのあてはめ(Fitting)
規則性を有する肋骨の**Model Fitting**により
肋骨の位置を検出して濃度差の判定に利用



(A-1) $\mathcal{D}_1 [I, J]$: DLF1

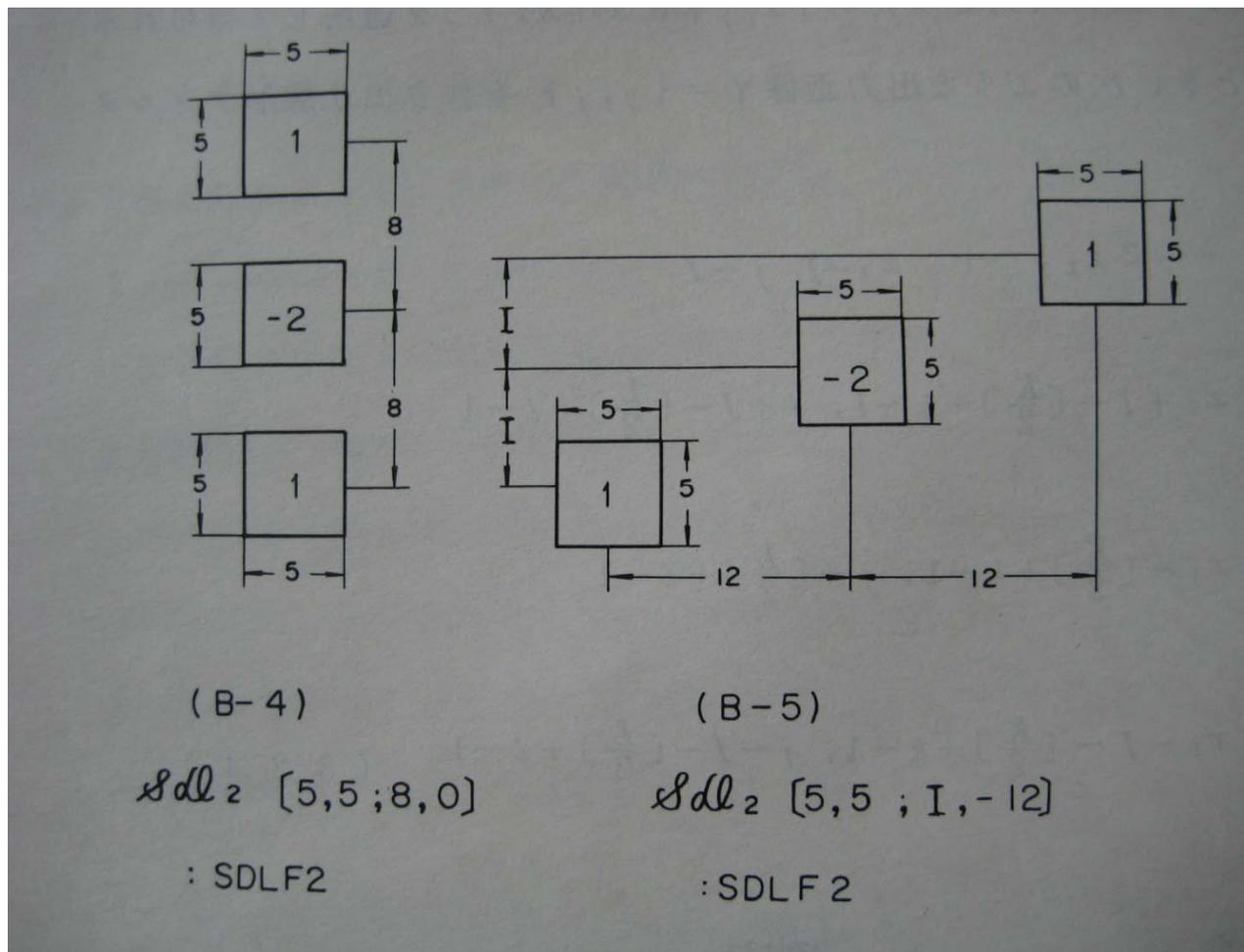
(1次)差分型線形フィルタ

末永、鳥脇、福村 信学論1973

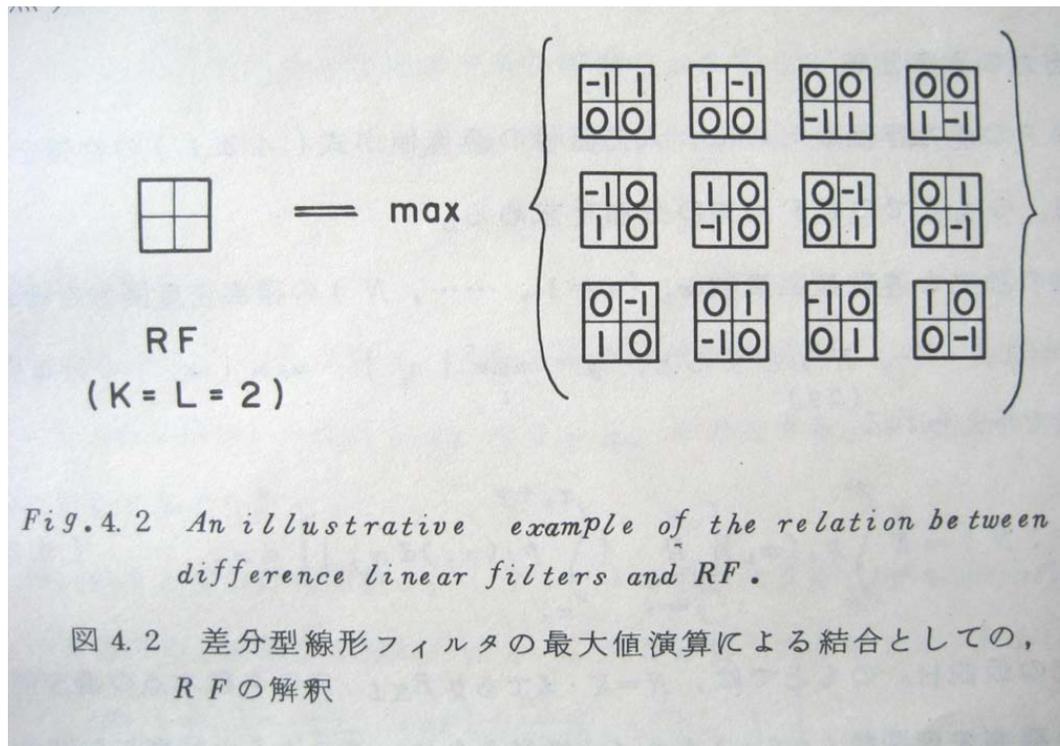


(2次)差分型線形フィルタ (Bridge Filter)

末永、鳥脇、福村 信学論1973



Bridge Filter の構成例：
5x5平滑化との組み合わせ



Range Filter

末永、鳥脇、福村 信学論1973

各点近傍領域内の Range = Max - Min を出力
 目的により近傍領域の大きさ・形状を調整
 平滑化フィルタとの組み合わせも有効

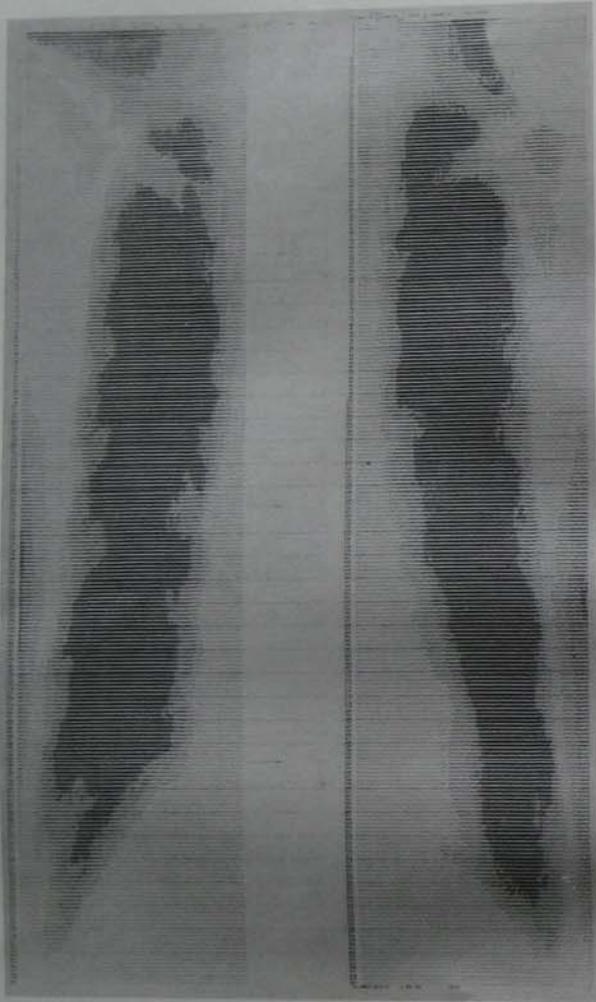


Fig. 6.5(a) DATA 1 :
Digitized original pattern (9bit/point)

図 6.5(a) DATA 1 :
デジタル化された原パターン (9 bit/標本点)



Fig. 6.5(b) DATA 2 :
Digitized original pattern (9bit/point)

図 6.5(b) DATA 2 :
デジタル化された原パターン (9 bit/標本点)

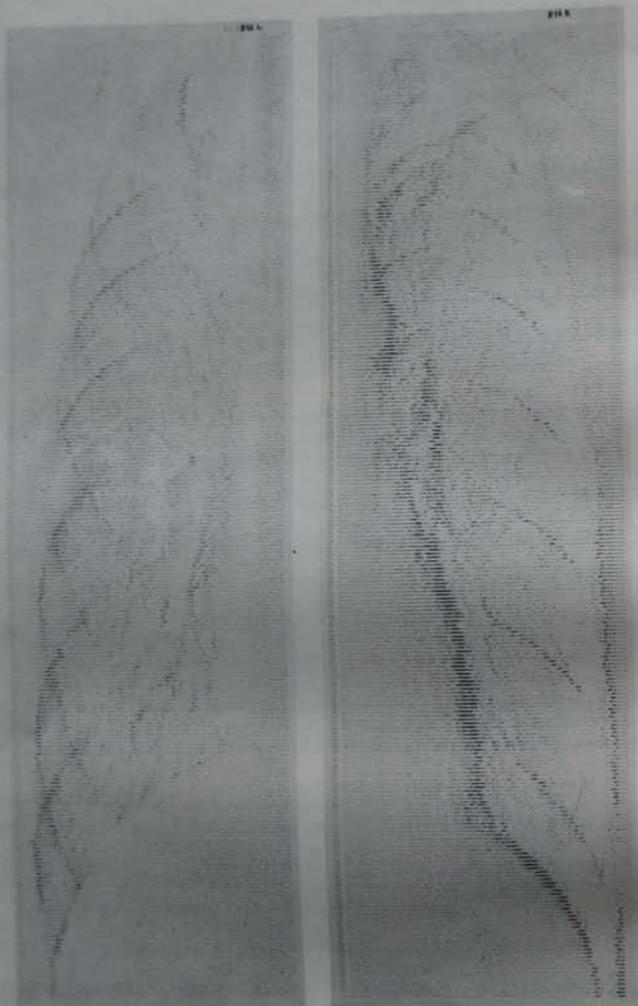


Fig. 6.17 (a) DATA 16 :
Output of DLF 1, $\mathcal{D}_1[0, 1]$

図 6.17 (a) DATA 16 :
1階差分型線形フィルタ $\mathcal{D}_1[0, 1]$ の出力

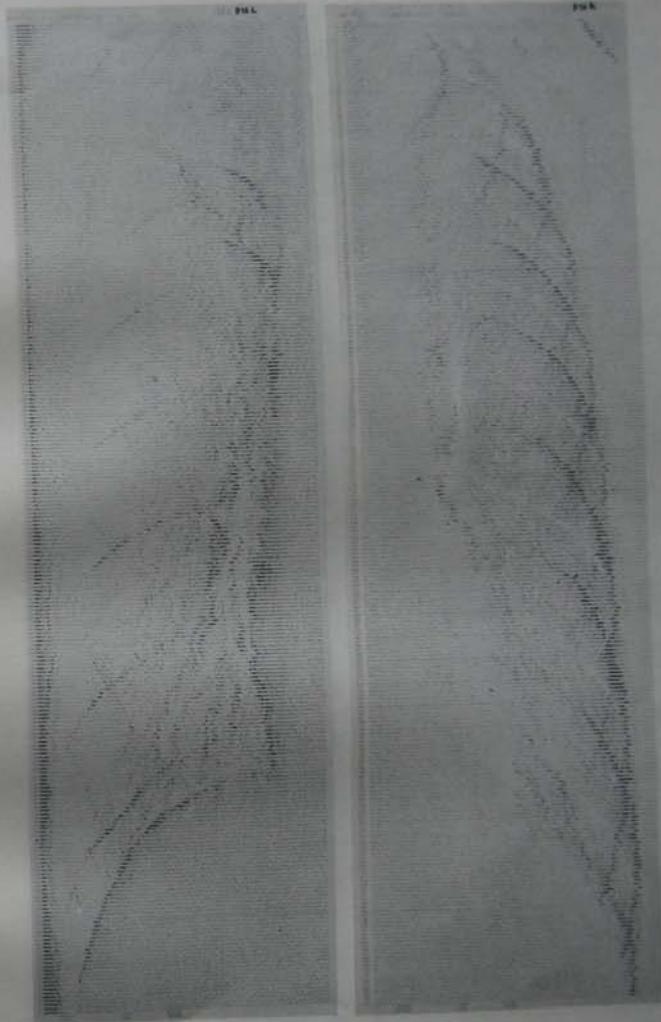


Fig. 6.17 (b) DATA 16 :
Output of DLF 1, $\mathcal{D}_1[0, -1]$

図 6.17 (b) DATA 16 :
1階差分型線形フィルタ $\mathcal{D}_1[0, -1]$ の出力



Fig. 6.17 (c) DATA 16 :
Output of DLF 1, $\mathcal{D}_1[1, 0]$

図 6.17 (c) DATA 16 :
1階差分型線形フィルタ $\mathcal{D}_1[1, 0]$ の出力

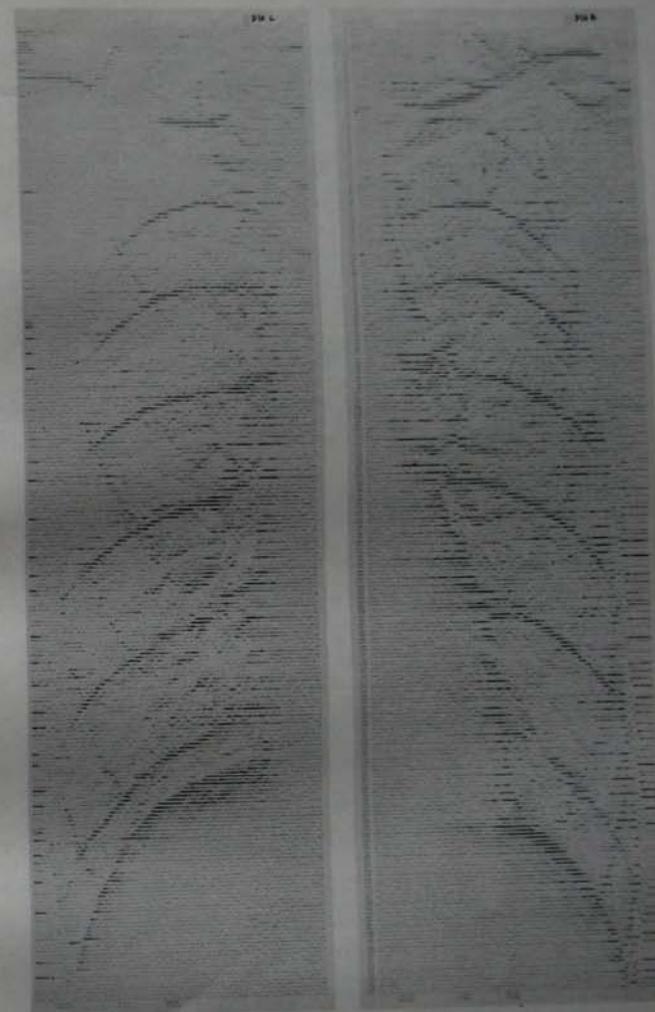


Fig. 6.17 (d) DATA 16 :
Output of DLF 1, $\mathcal{D}_1[-1, 0]$

図 6.17 (d) DATA 16 :
1階差分型線形フィルタ $\mathcal{D}_1[-1, 0]$ の出力



Fig. 6.19(a) DATA 16 :
Output of SDLF 1, $\mathcal{D}_1[5, 5; 0, 10]$

図 6.19(a) DATA 16 :
平滑化1階差分型線形フィルタ $\mathcal{D}_1[5, 5; 0, 10]$ の出力

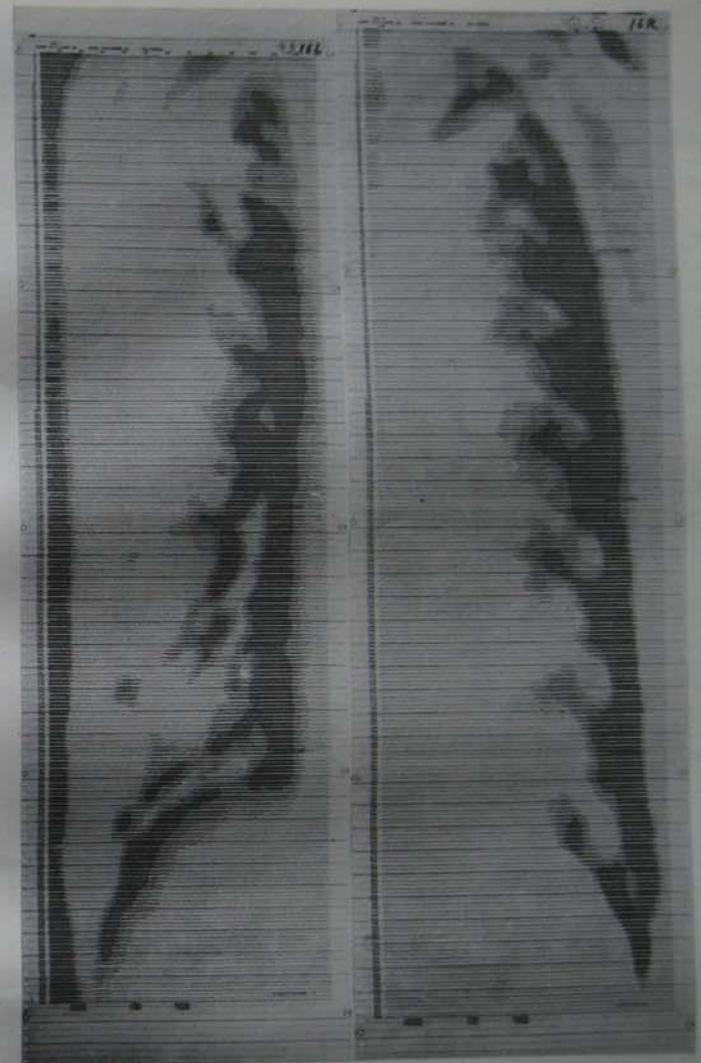


Fig. 6.19(b) DATA 16 :
Output of SDLF 1, $\mathcal{D}_1[5, 5; 0, -10]$

図 6.19(b) DATA 16 :
平滑化1階差分型線形フィルタ $\mathcal{D}_1[5, 5; 0, -10]$ の出力

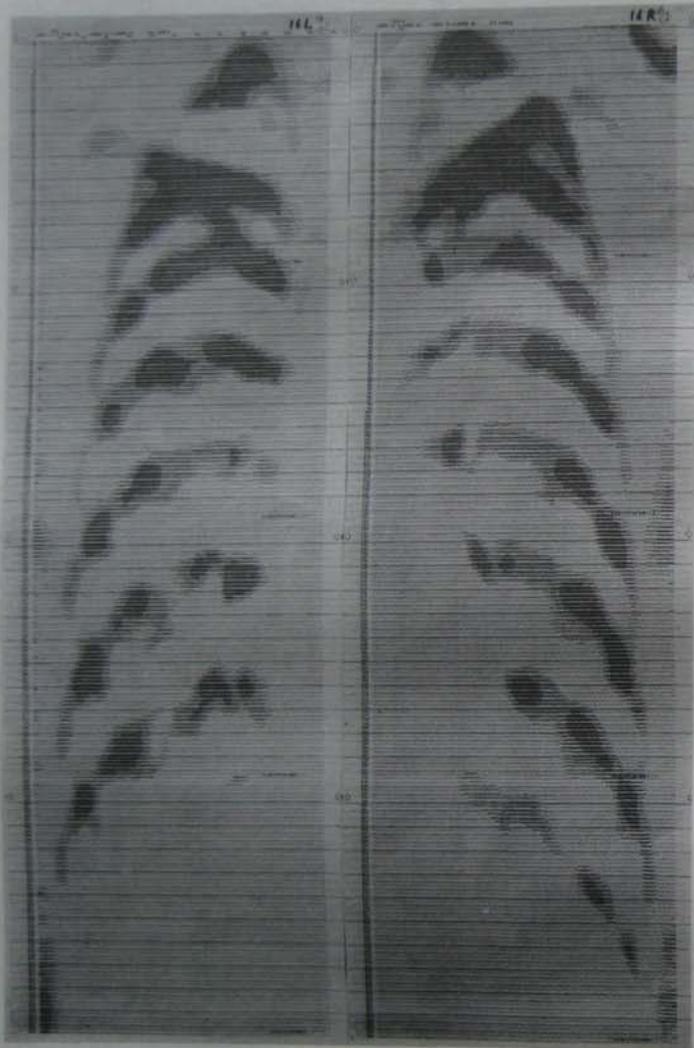


Fig. 6.19 (c) : DATA 16 :
Output of SDLF 1, $\omega_1 [5, 5; 10, 0]$

図 6.19 (c) : DATA 16 :
平滑化 1 階差分型線形フィルタ $\omega_1 [5, 5; 10, 0]$ の出力

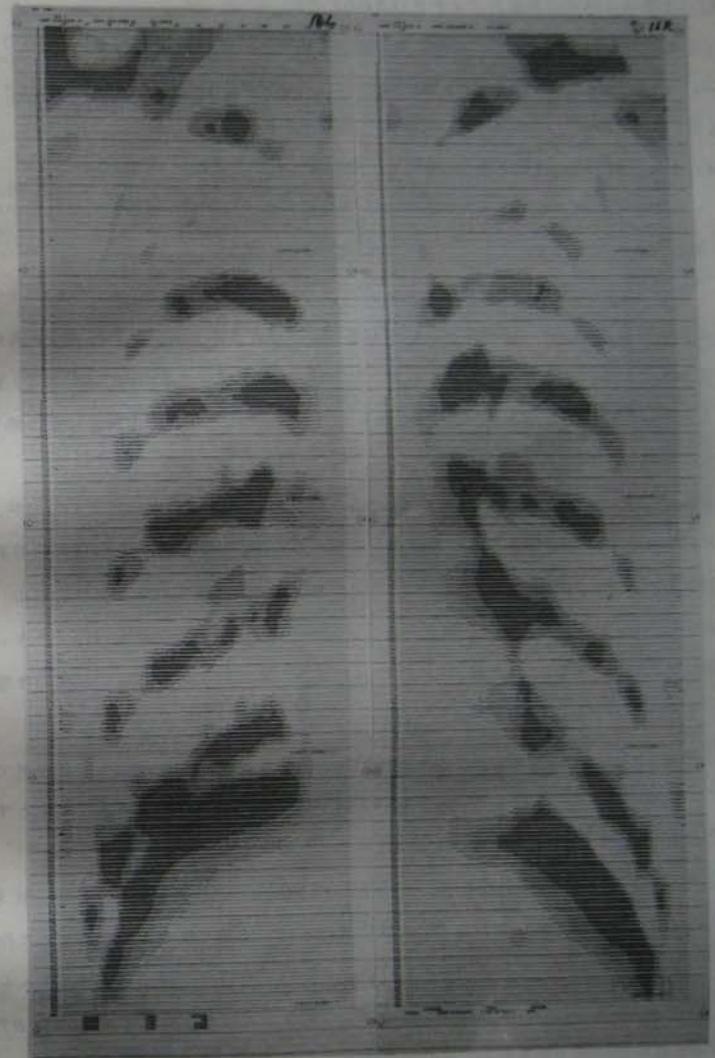


Fig. 6.19 (d) : DATA 16 :
Output of SDLF 1, $\omega_1 [5, 5; -10, 0]$

図 6.19 (d) : DATA 16 :
平滑化 1 階差分型線形フィルタ $\omega_1 [5, 5; -10, 0]$ の出力

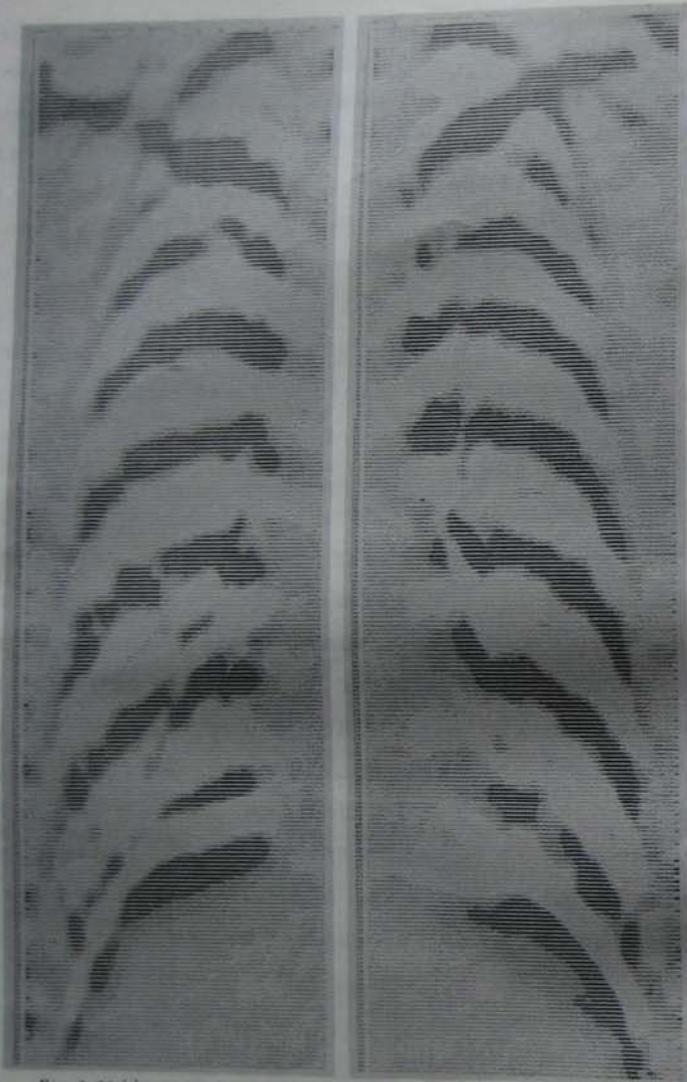


Fig. 6.20 (e) DATA 16 :
Output of Vertical Bridge Filter $\mathcal{B}_2[5, 5; 8, 0]$

図 6.20 (e) DATA 16 :
垂直方向ブリッジフィルタ $\mathcal{B}_2[5, 5; 8, 0]$ の出力

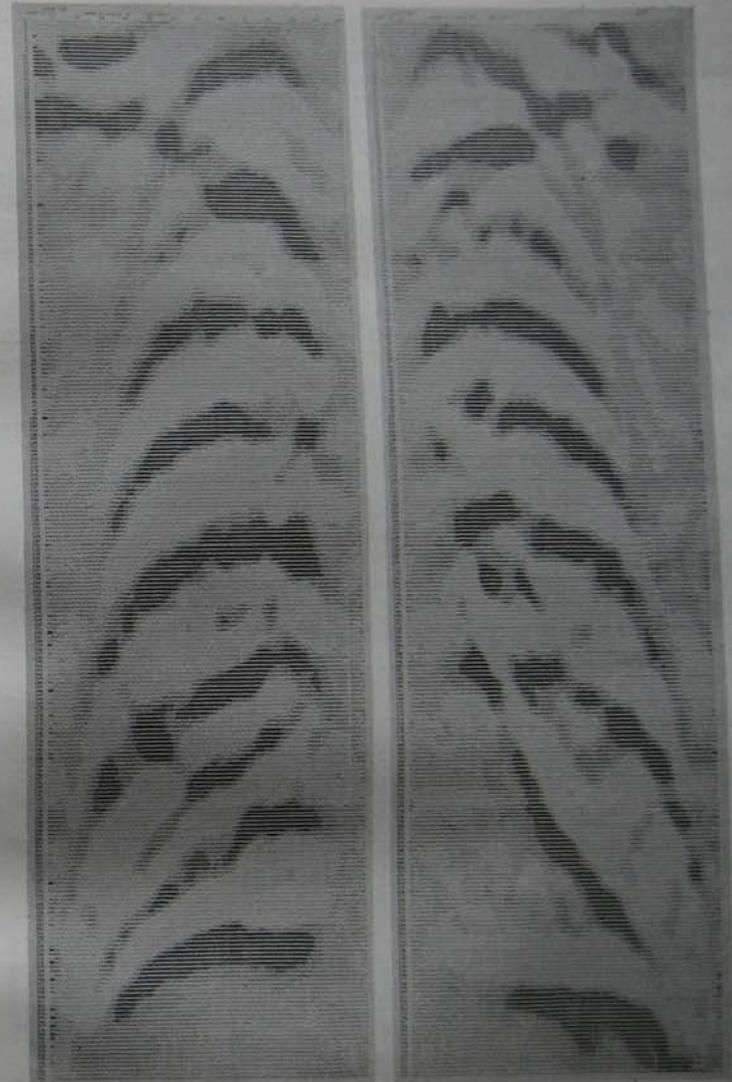


Fig. 6.20 (f) DATA 6 :
Output of Vertical Bridge Filter $\mathcal{B}_2[5, 5; 8, 0]$

図 6.20 (f) DATA 6 :
垂直方向ブリッジフィルタ $\mathcal{B}_2[5, 5; 8, 0]$ の出力

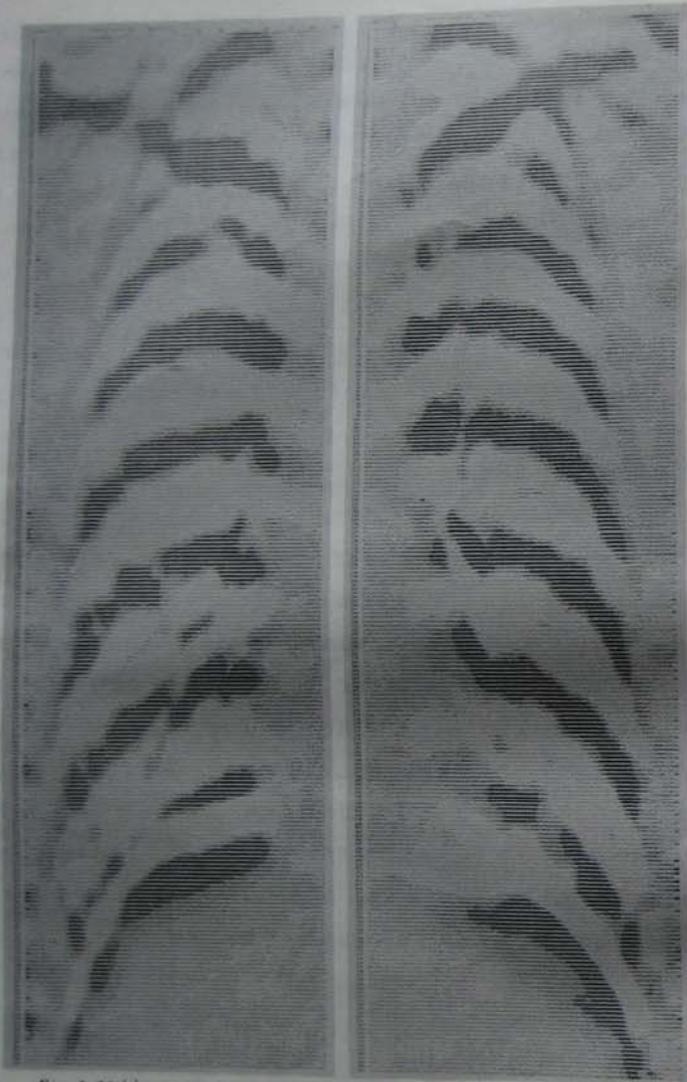


Fig. 6.20 (e) DATA 16 :
Output of Vertical Bridge Filter $\mathcal{B}_2[5, 5; 8, 0]$

図 6.20 (e) DATA 16 :
垂直方向ブリッジフィルタ $\mathcal{B}_2[5, 5; 8, 0]$ の出力



Fig. 6.20 (f) DATA 6 :
Output of Vertical Bridge Filter $\mathcal{B}_2[5, 5; 8, 0]$

図 6.20 (f) DATA 6 :
垂直方向ブリッジフィルタ $\mathcal{B}_2[5, 5; 8, 0]$ の出力

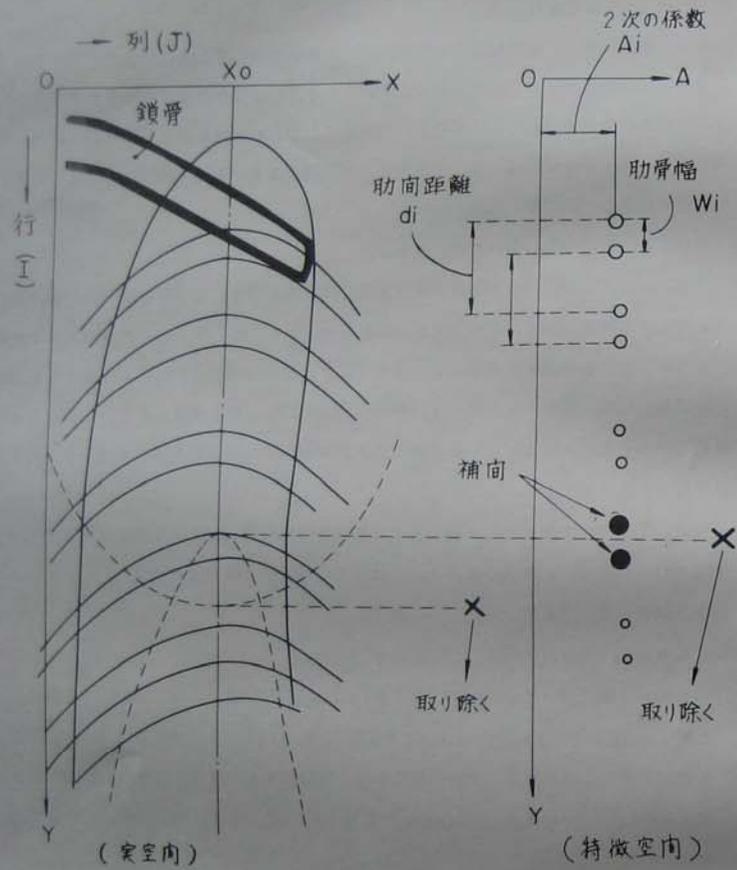


Fig 7.22 Correction of dorsal portions of ribs in the feature space (A-Y plane)

図 7.22 特徴空間 (A-Y 平面) における背部肋骨像の修正

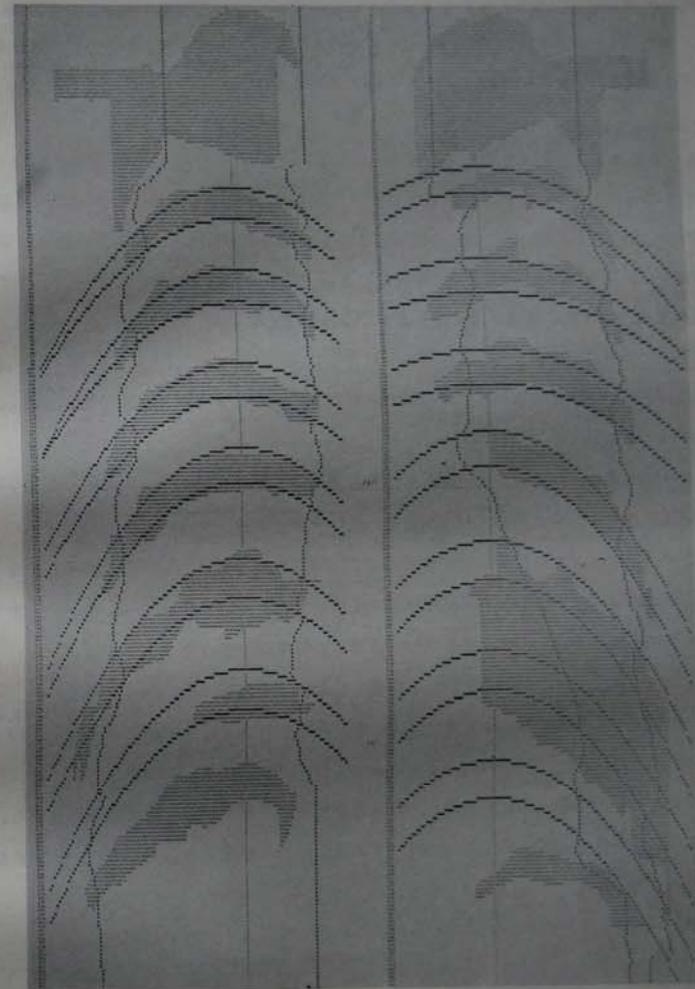
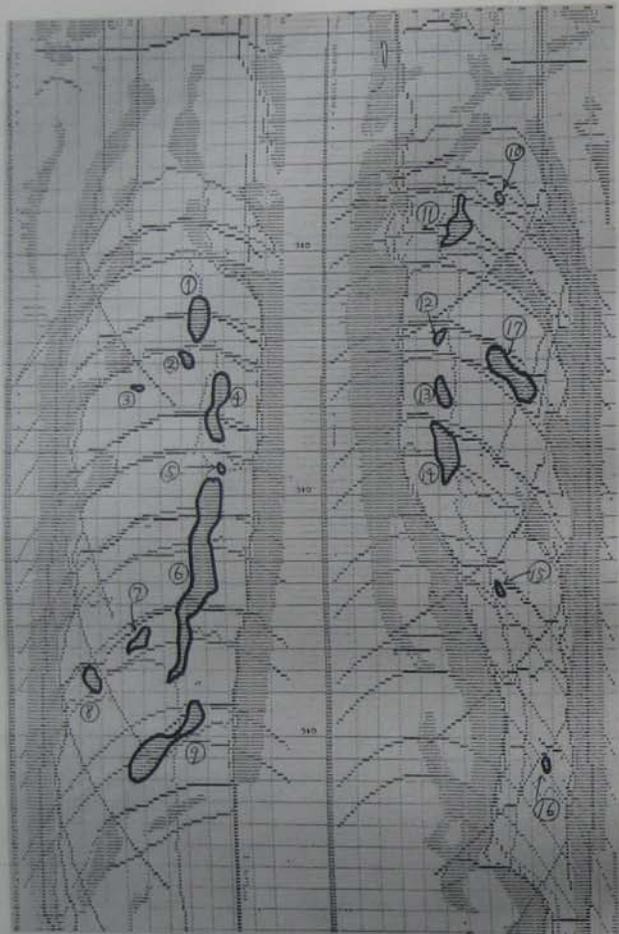


Fig 7.23 Parabolas corresponding to CDR 1 which is obtained by correcting CDR 0 in the feature space (cf. Fig. 7.21) (Sample : DATA 7)

図 7.23 CDR1 (CDR0を修正して得られた肋骨係数) に相当する放物線 (図 7.21 参照) (試料: DATA 7)



Sample: DATA2: Abnormal (Lung Cancer) (肺ガン)

Fig.7.4 8(b) Diagnostic result by AISC-R-V2-SUBSYSTEM-III (cf. Table 7.5(b))

図 7.4 8(b) AISC-R-V2-サブシステム III の診断結果 (CDR1 使用) (図 7.5(b) 参照)

表 7.5(b) AISC-R-V2-サブシステム III の診断結果

試料: DATA2: 異常 (肺ガン)

(図 7.4 8(b), 図 7.4 9(b) 参照)

Table 7.5(b) Diagnostic result by AISC-R-V2-SUBSYSTEM-III

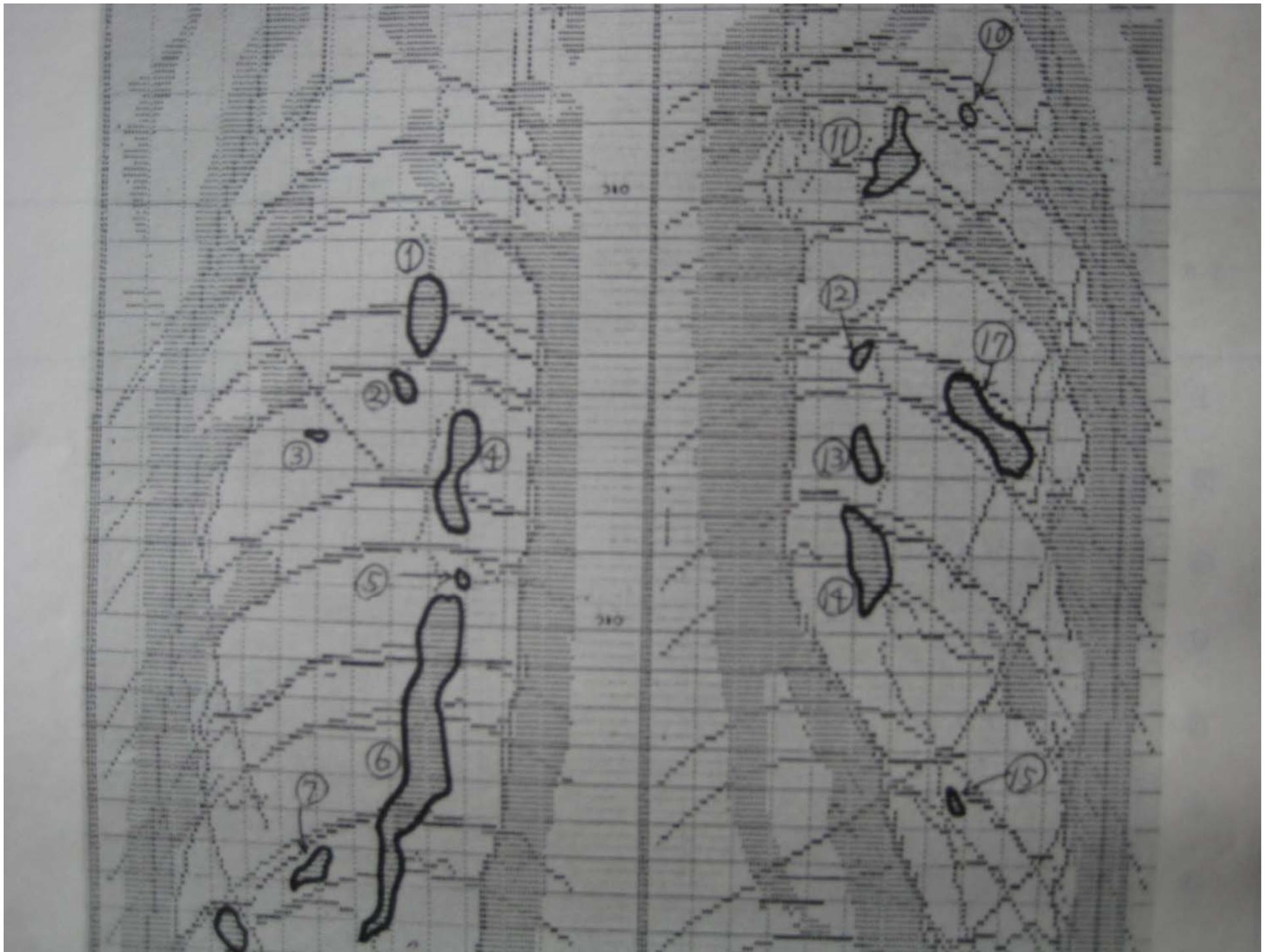
Sample: DATA2: Abnormal (Lung Cancer)

(cf. Fig. 7.4 8(b) and Fig. 7.4 9(b))

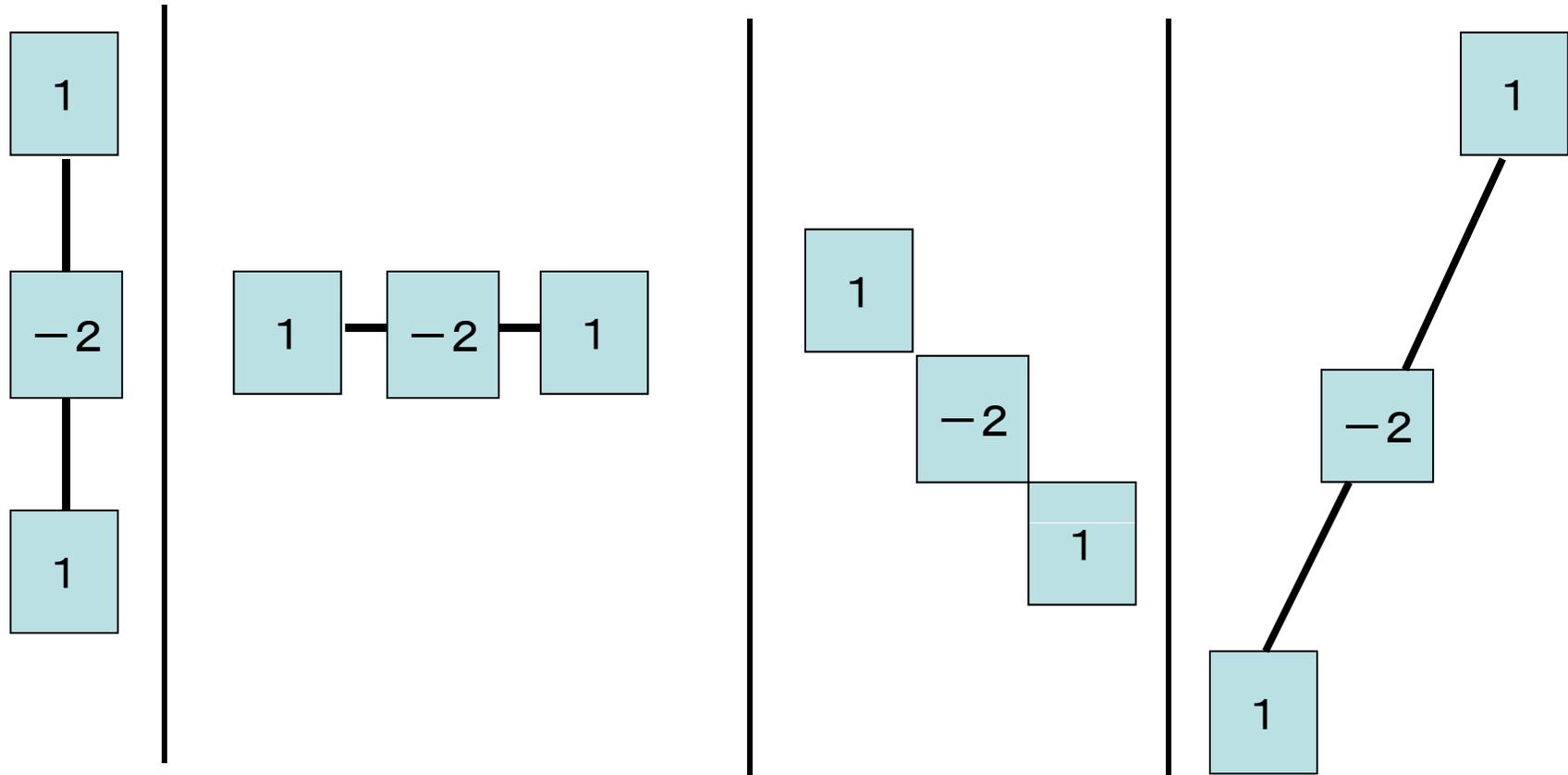
SR	Result of L-test (l)	Diagnosis by AISC-R-V2		Diagnosis by the physician (医師の診断結果)
		CDR1	CDR*	
①	within I LR	Innocent	Innocent	Abnormal (Focus)*
②	" MLR	Guilty	Guilty	" (Focus)*
③	" MLR	Innocent	Innocent	Normal (Rib)
④	" I LR	"	"	" (Vessel)
⑤	" I LR	"	"	" (")
⑥	" I LR	Guilty	Guilty	Abnormal (Vessel)
⑦	" MLR	Guilty	Guilty	Abnormal (Calcium)**
⑧	" MLR	Innocent	Guilty	Normal (Rib)
⑨	" I LR	"	Innocent	" (Vessel)
⑩	" MLR	"	"	" (Rib)
⑪	" I LR	"	"	" (")
⑫	" I LR	"	"	" (Vessel)
⑬	" I LR	"	"	" (")
⑭	" I LR	"	"	" (")
⑮	" MLR	Guilty	Guilty	" (Rib)
⑯	" MLR	Innocent	Innocent	" (")
⑰	" MLR	Guilty	Guilty	" (")
Final result		Abnormal	Abnormal	Abnormal

* 病巣 (肺ガン)

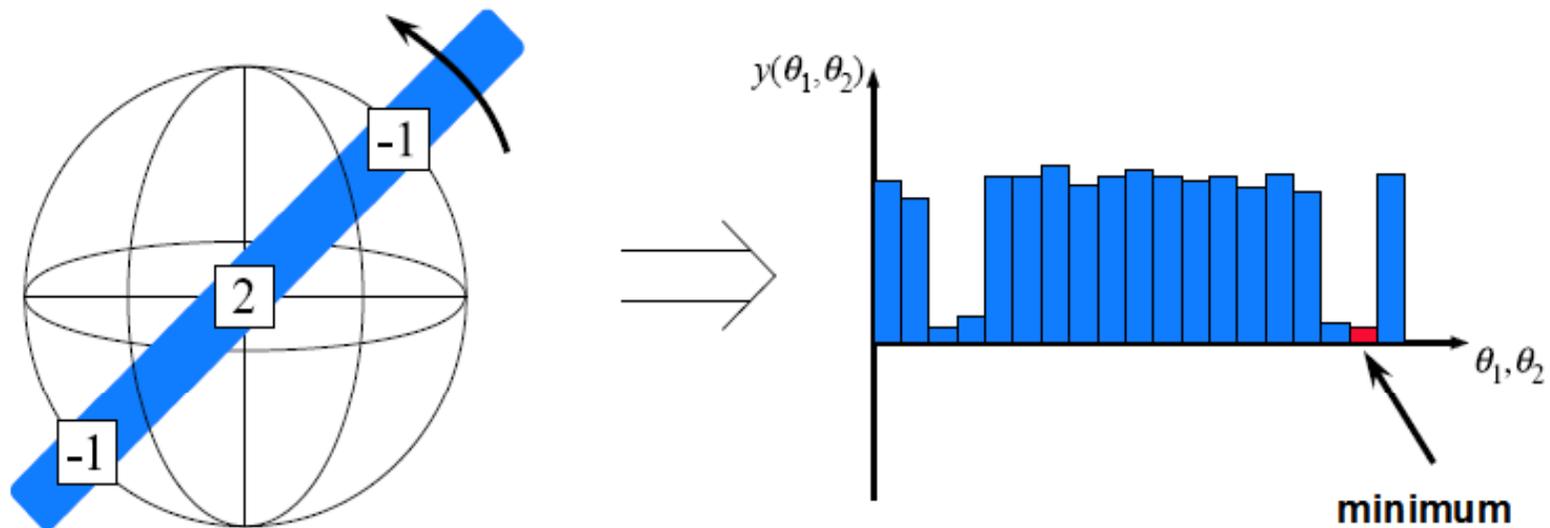
** 石灰化

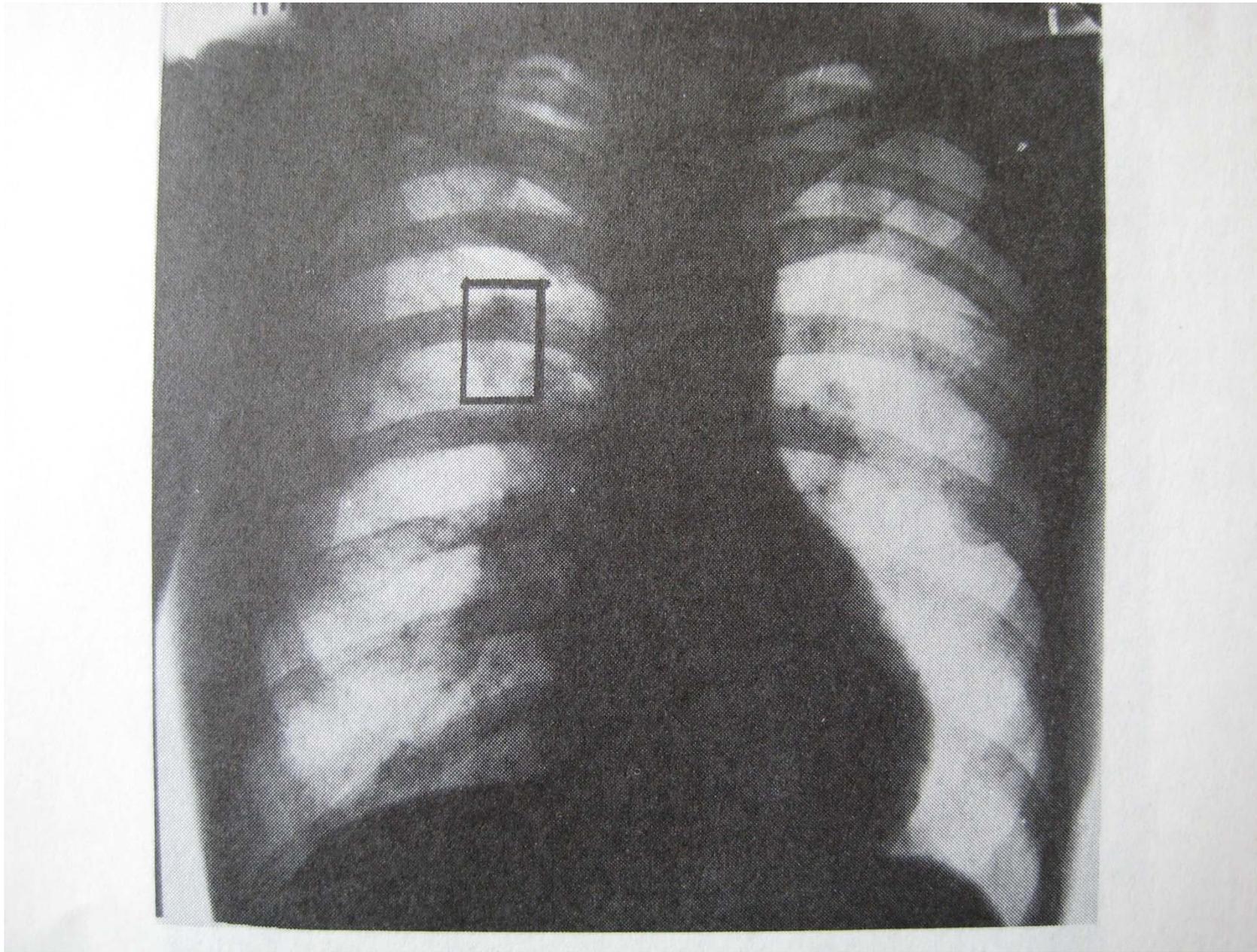


2次差分線形フィルタ (Bridge Filter)

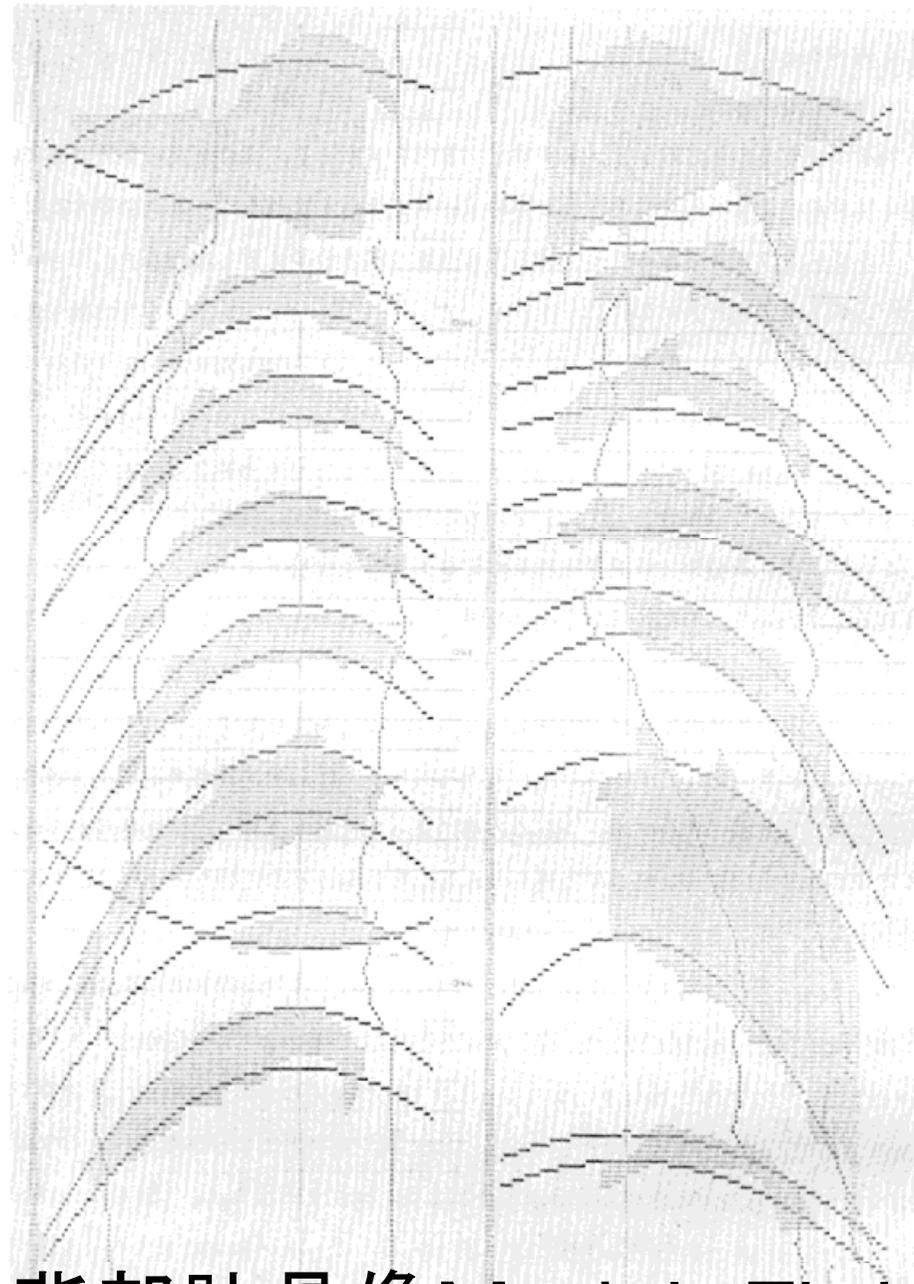


後に、清水昭伸氏によるBridge Filterの拡張。
多方向ブリッジフィルタ出力の最小値をとる。
2次元から3次元へ適用。 考え方は同じ。
MinDD フィルタとして現在も重用。

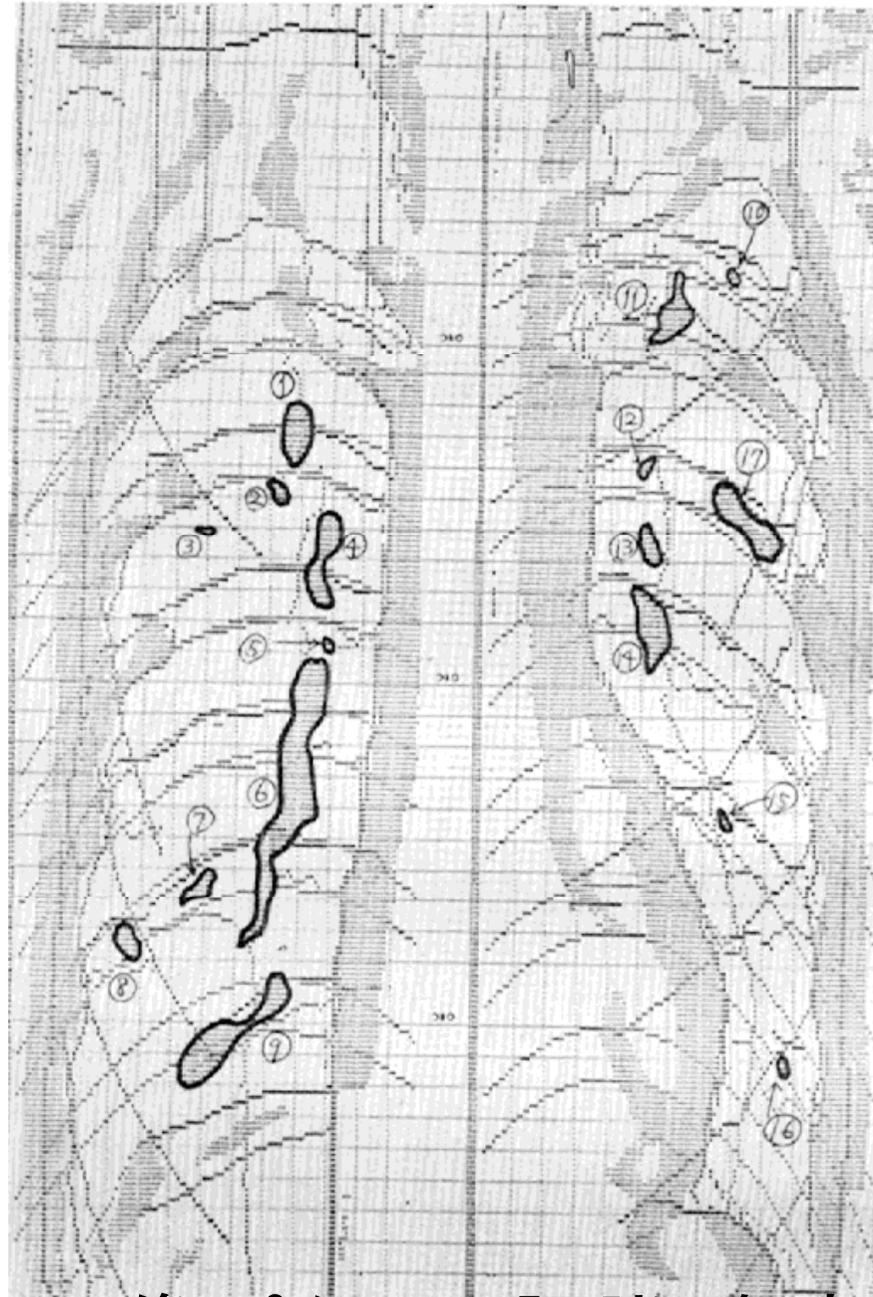




胸部X線写真 DATA2 肺(がん) 心臓(正常)



背部肋骨像Model Fitting



画像パターン認識・解析

S R	Result of L-test (1)	Diagnosis by AISC R-V 2		Diagnosis by the physician (医師の診断結果)
		CDR1	CDR*	
①	within I LR	Innocent	Innocent	Abnormal (Focus) [*]
②	" MLR	Guilty	Guilty	" (Focus) [*]
③	" MLR	Innocent	Innocent	Normal (Rib)
④	" I LR	"	"	" (Vessel)
⑤	" I LR	"	"	" (")
⑥	" I LR	Guilty	Guilty	Abnormal (Vessel)
⑦	" MLR	Guilty	Guilty	Abnormal (Calcium) ^{**}
⑧	" MLR	Innocent	Guilty	Normal (Rib)
⑨	" I LR	"	Innocent	" (Vessel)
⑩	" MLR	"	"	" (Rib)
⑪	" I LR	"	"	" (")
⑫	" I LR	"	"	" (Vessel)
⑬	" I LR	"	"	" (")
⑭	" I LR	"	"	" (")
⑮	" MLR	Guilty	Guilty	" (Rib)
⑯	" MLR	Innocent	Innocent	" (")
㉑	" MLR	Guilty	Guilty	" (")
Final result		Abnormal	Abnormal	Abnormal

試料名	医師による肺の 医断結果(病名)	AISC R・V2・サブシステムⅢに よる自動診断の結果	
		(CDR1使用)	(CDR*使用)
D A T A 1	正 常	正 常	正 常
" 2	異 常(肺ガン)	異 常	異 常
" 3	異 常(肺結核)	異 常	異 常
" 4	異 常(サルコイドーシス)	異 常 ^{*1}	異 常 ^{*1}
" 5	正 常	異 常(正常) ^{*2}	異 常(正常) ^{*2}
" 6	異 常(肺結核)	異 常 ^{*3}	異 常 ^{*3}
" 7	異 常(肺結核)	異 常	異 常
" 8	異 常(肋膜炎)	異 常	異 常
" 9	異 常(肺結核)	異 常	異 常
" 10	異 常(肺結核)	異 常	異 常
" 11	異 常(肺結核)	異 常	異 常
" 12	正 常	正 常	正 常
" 13	異 常(肺結核)	異 常 ^{*3}	異 常 ^{*3}
" 14	異 常(骨の奇形)	異 常 ^{*1}	異 常 ^{*1}
" 15	異 常(気管支拡張症)	異 常	異 常
" 16	正 常	異 常(正常) ^{*2}	正 常



福村研究室 夏の研究室旅行

福村研究室
ハイキング
御在所岳





御在所岳



御在所岳



御在所岳

T.Fukumura, J.Toriwaki
and Y.Suenaga:

“Pattern Recognition of
Chest Photofluorograms”
(胸部X線写真のパターン認識)

First USA-JAPAN
Computer Conference,
October 3-5, 1972, Tokyo

Range Filter
and
Bridge Filter





CGIP誌 鳥脇、末永、根来、福村

Pattern Recognition of Chest X-Ray Images

JUN-ICHIRO TORIWAKI

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Nagoya University, Furo-cho, Chikusa, Nagoya*

YASUHITO SUENAGA

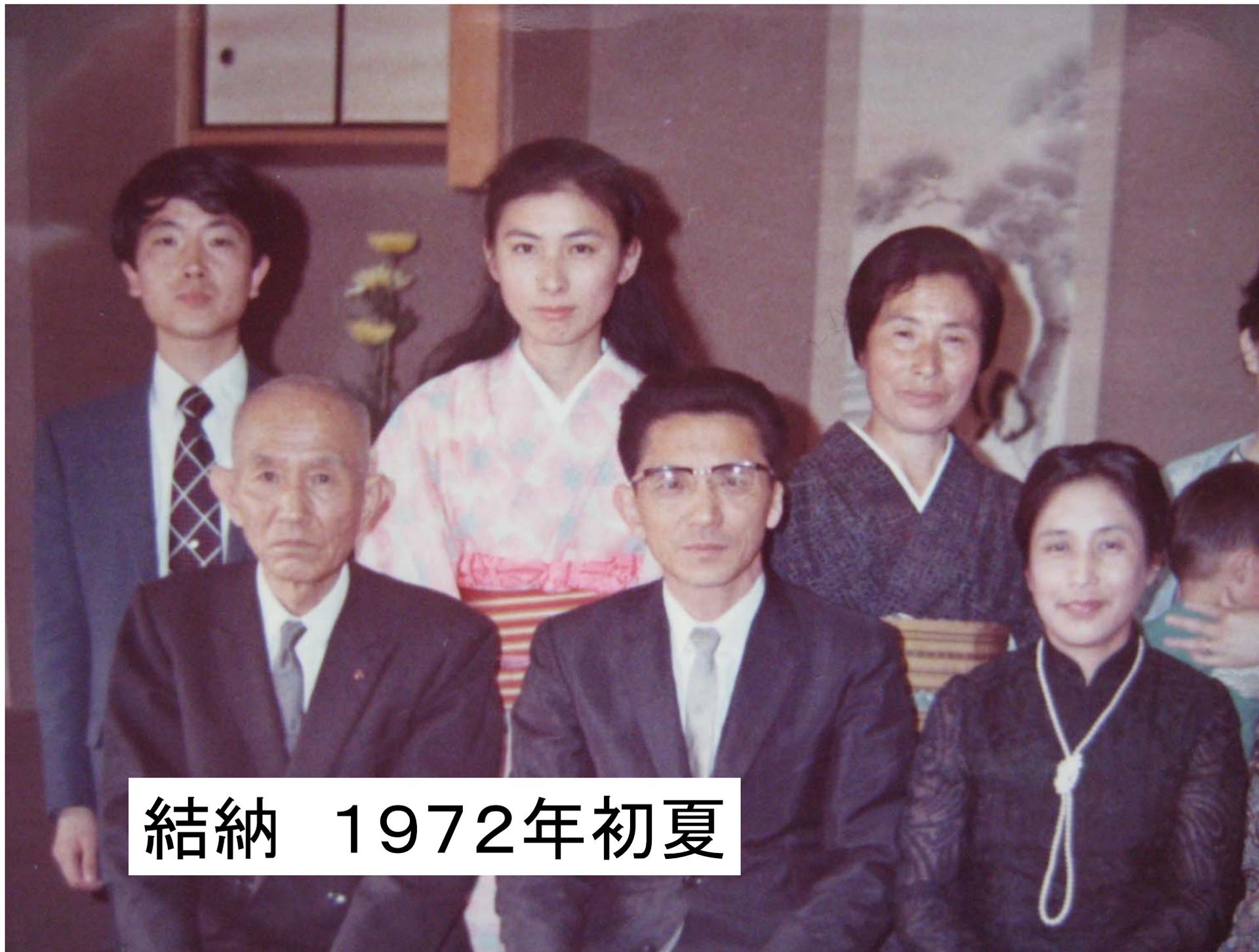
*Musashino Electrical Communication Laboratory,
N.T.T., Midori-machi, Musashino, Tokyo*

TOSHIO NEGORO

Fujitsu Co., Ltd., Kawasaki

TERUO FUKUMURA

*Department of Information Science, Faculty of Engineering,
Nagoya University, Furo-cho, Chikusa, Nagoya*



結納 1972年初夏



結婚 1972年11月

小中高生時代 12年間

1952－1958 名古屋市立内山小学校

1958－1961 名古屋市立今池中学校

1961－1964 愛知県立旭丘高等学校

大学生・大学院生時代 9年間

1964－1968 名古屋大学・工学部

1968－1973 同 ・工学研究科・修士／博士課程

NTT研究員時代 24年間

1973－1997 NTT研究所(武蔵野、横須賀)

(1985－1986 MITメディア研究所)

名古屋大学教員時代 12年間

1997－2003 名古屋大学・工学研究科

2003－2009 同 ・情報科学研究科

1973年4月 日本電信電話公社 入社
中央学園にて1ヶ月の前期訓練



昭和48年度総合研修部技術科前期班 (NO 5. 6) S48. 4. 3





中央学園での前期訓練 講義＋体力づくり

約300名の同期社員とともに中央学園において1ヶ月の前期訓練を受ける。

1973年5月、約150名が事業部門配属。約150名が研究所(武蔵野、横須賀、茨城)に配属。博士課程修了者は全て研究所に配属。

末永は、武蔵野電気通信研究所・画像通信研究部・表示機器研究室に配属。

知の泉を汲んで研究し実用化により

世に恵を具体的に提供しよう

知の泉を汲んで研究し実用化により
世に恵を具体的に提供しよう

1948年8月1日

逓信省電気通信研究所発足

初代所長 吉田五郎

画像処理研究の環境や道具は皆無。大型計算機DIPSはバッチジョブのみで、実質上全く使えず。

使えたミニコンは主記憶64Kbyte(OS領域込み)。

自分で環境を整えることを決意。当時話題のマイクロコンピュータを活用する仕事を提案。この仕事を遂行しつつ、副産物(本命)としての巨大ランダムアクセスメモリ兼高解像度カラー表示装置の製作を推進。当時最新の4Kbit/ChipのRAM使用を選択。

制御装置込みで19インチラック2台をフル使用することとなる。



1974年秋 工学博士

Digital TV (DTV-1)の製作 (1)

幸運にも優れたミニコンピュータ(DEC社のPDP-11/45)が漢字パターン評価用の実験装置として納入され、使えるようになった。当時すでにスクリーンエディタを備え、非常に使いやすい計算機であった。

しかし、主記憶は64Kバイト(OS領域を含む)。プログラムしか乗らない。画像領域としてはせいぜい数10x数10画素しかとれない。少し大きめの画像を処理するためには、補助メモリ(磁気ディスク)から1行ずつ読み出し、時間をかけて処理するしかなかった。

Digital TV (DTV-1)の製作(2)

DTV-1の入出力部をPDP-11/45の入出力ポートに合わせて設計。大成功を収める。

DTV-1が備える512x512画素のカラー画像をランダムアクセスメモリの中で処理できるようになった。

当時としては想像を超える大容量メモリであり、それを高解像度カラーCRTに常時直接表示できるようにしたことにより、会話型画像処理が楽々と出来るようになった。

デジタルTV-1 はその後、技術革新の激しい当時にあって11年間も所内で重用される幸運に恵まれた。
(漏電事故に逢うも、三ツ矢英司氏により完全修復)

直線・円弧の高速生成法 IEEE Tr. C

カラー画像処理用DTV
(電子計算機による塗り絵) 信学論

FAXのみを入出力装置とする原稿編集
IJICAI, ICPR, 信学論、IEEE Tr. PAMI

(名倉正計、岡田守、三ツ矢英司、の各氏、他)

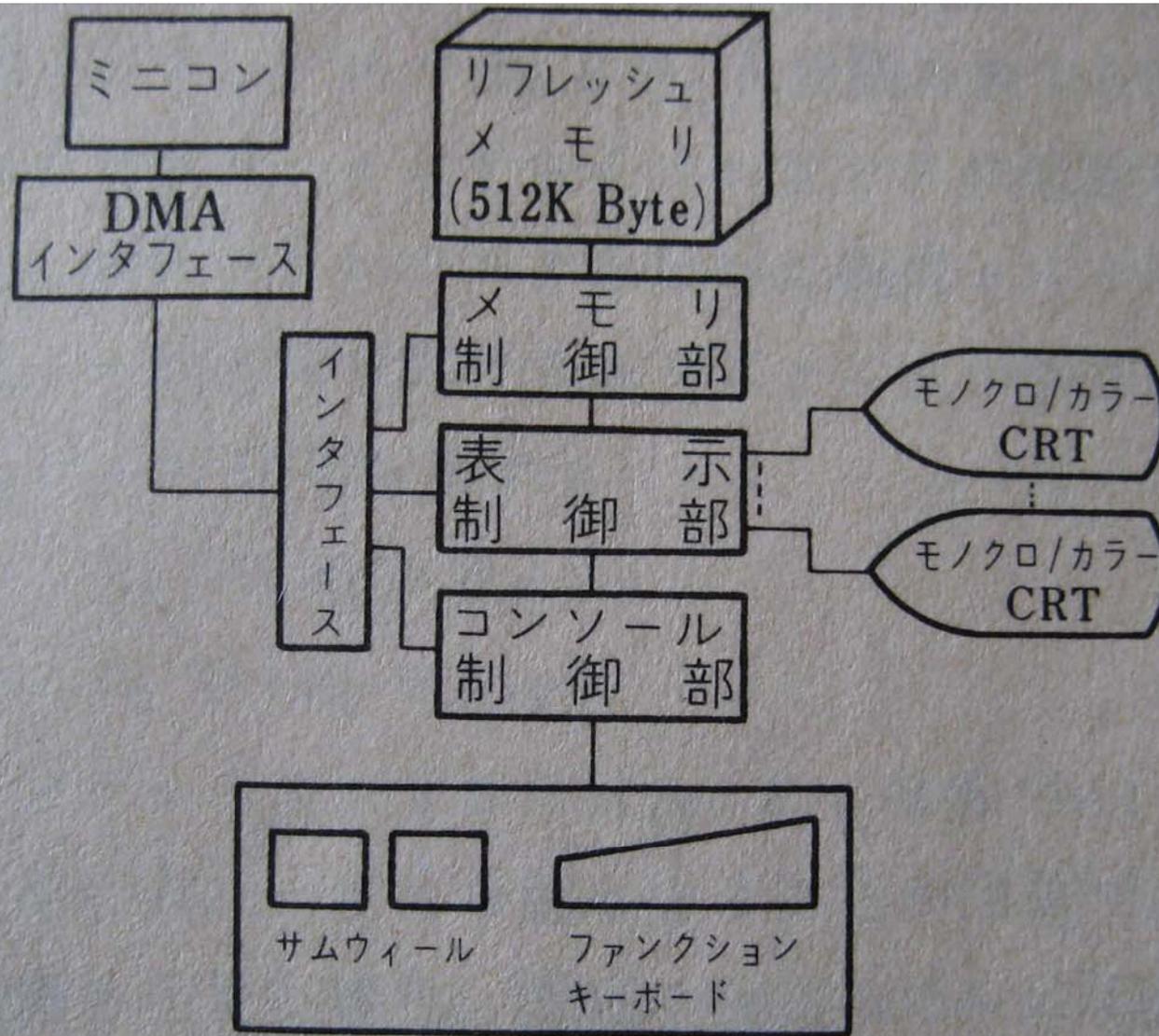


図1 DTV-1の構成

Fig.1 - The architecture of DTV-1.

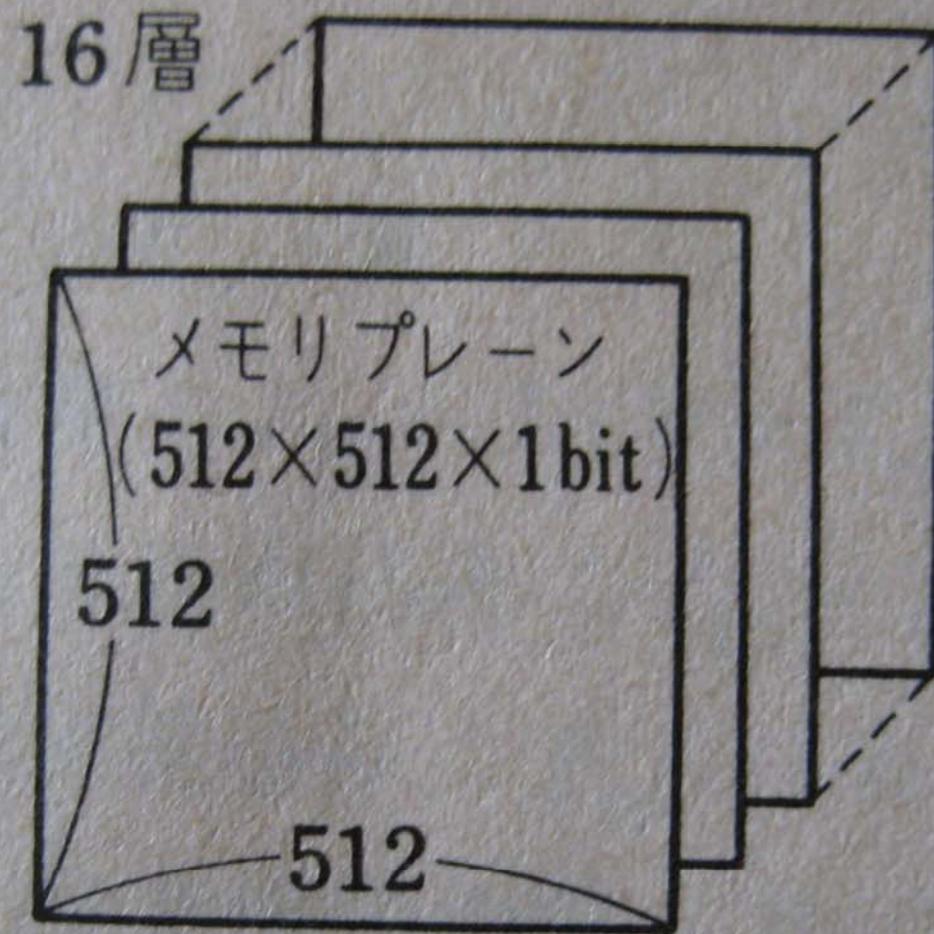


図2 DTV-1の多層構成画素メモリ
Fig.2-Multi layer memory of DTV-1.

DTV-1

巨大メモリ
+
制御装置





Y. Suenaga



UDC 681.327.112/.114 : 681.323.066-181.48

書換え可能な図形コマンドを用いた
マイクロコンピュータ制御の
インテリジェントXYプロッタ/CRT
ディスプレイ装置

正員 末永 康仁† 正員 小林 公知†

正員 井上 正宏†

**Microcomputer Controlled Intelligent
XY Plotter/CRT Display Using
Parameter-variable Graphic
Commands**

Yasuhito SUENAGA†, Tomonori KOBAYASHI† *and*
Masahiro INOUE†, *Regular Members*

UDC 621.397.622 : 681.323-181.4

カラー画像処理用デジタルテレビジョン

正員 末永 康仁†

正員 名倉 正計†

正員 岡田 守†

Digital Television for Color Image Processing

Yasuhito SUENAGA†, Masakazu NAGURA† *and*

Mamoru OKADA†, *Regular Members*

あらまし 画像処理のための汎用実験装置である Digital Television-1 (DTV-1) の装置構成および制御用ソフトウェアについて述べ、二、三の実験例を示す。DTV-1 は、16ビットミニコンの制御下で動作する 512×512 ドットのラスタ走査形グラフィックディスプレイであり、制御部、512 K Byte の IC メモリ、カラー及びモノクロ CRT モニタ、コンソールなどから構成されている。DTV-1 にはポイントレジスタ、エリアレジスタ、マスクレジスタなどのレジスタ群を利用した豊富なメモリアクセスモードが用意されており、高速ランダムアクセスの可能な大容量画像メモリとして、大変優れた機能を持っている。このため、ソフトウェアの負荷は非常に少なくなっており、制御用プログラムの大部分が FORTRAN で書かれているにもかかわらず、実用上十分な速度で DTV-1 を制御することが可能である。

各種の実験の結果、DTV-1 は、画像処理の研究道具として、非常に有用な装置であることが確認された。



小林公知氏 I-XY/CRT



DTV-1

I-XY/CRTの作成経験と画像処理研究用道具である Digital TVの完成により、停滞研究が一気に進展

- ・直線・円弧の高速生成アルゴリズム
MDCM (IEEE Trans. C.)
- ・連結領域内ぬりつぶしアルゴリズム
如意棒法
電子計算機による塗り絵
カラー画像処理用デジタルTV
(信学会学術奨励賞、信学論)
- ・手書きマーク識別による原稿編集
図面・英文を含む原稿編集
(ICPR, 信学論、IEEE Trans.PAMI)

UDC 655.512.1:681.323.072:621.397.12

ファクシミリを用いた原稿自動編集システム

正員 末永 康仁†

A Facsimile Based Text Editor

Yasuhito SUENAGA†, *Regular Member*

あらまし 入出力装置としてファクシミリだけを使用する原稿自動編集システムについて述べ、各種の原稿を用いた自動編集実験例を示す。本システムは、修正や組み替えを指示するためのマークを書き加えた原稿を画像として処理することによって完成原稿を作り出すものである。まず、市販の原稿用紙や方眼紙に書かれた手書き原稿、あるいは印刷済み原稿に、5種類のマーク（位置マーク、消去マーク、空白マーク、改行マーク、移動マーク）を原稿中に直接あるいは別紙を用いて書き加え、ファクシミリを用いて計算機に入力する。次に、計算機によって各マークを識別し、原稿修正用の画像割付リストを作成する。最後に、そのリストに従って、原稿を画像として並べ換えることによって完成原稿を作成し、ファクシミリに出力する。実際に本システムを使用して、学会予稿などの原稿を編集する実験を行った結果、従来のはさみとのりを用いた切りはりによる方法よりも、はるかに効率的に各種の原稿を編集できることが確かめられた。

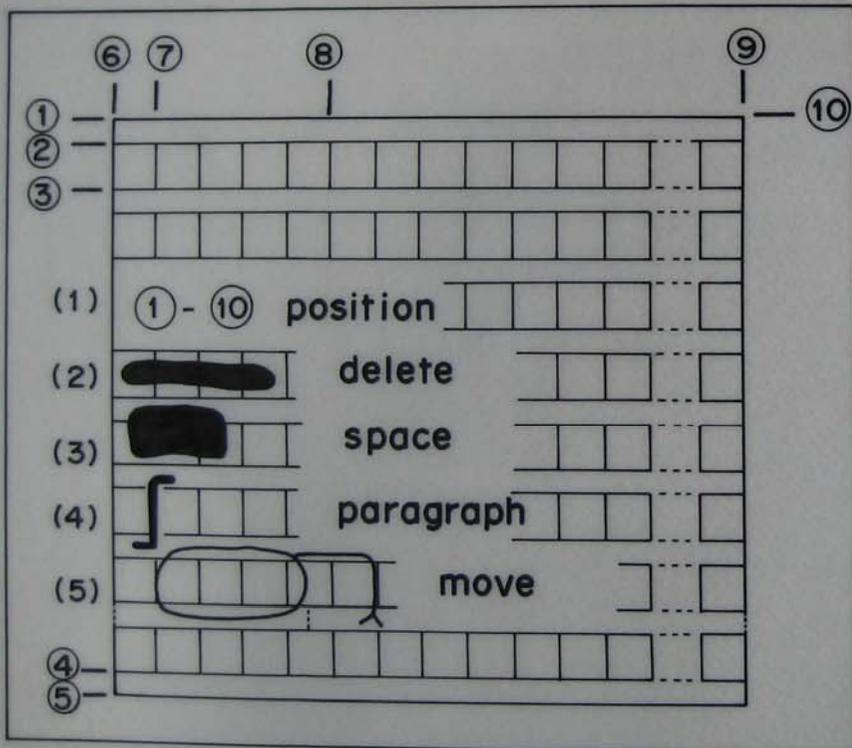


Fig.3.1(a) Handwritten marks employed in the old system described in [2] and [3].

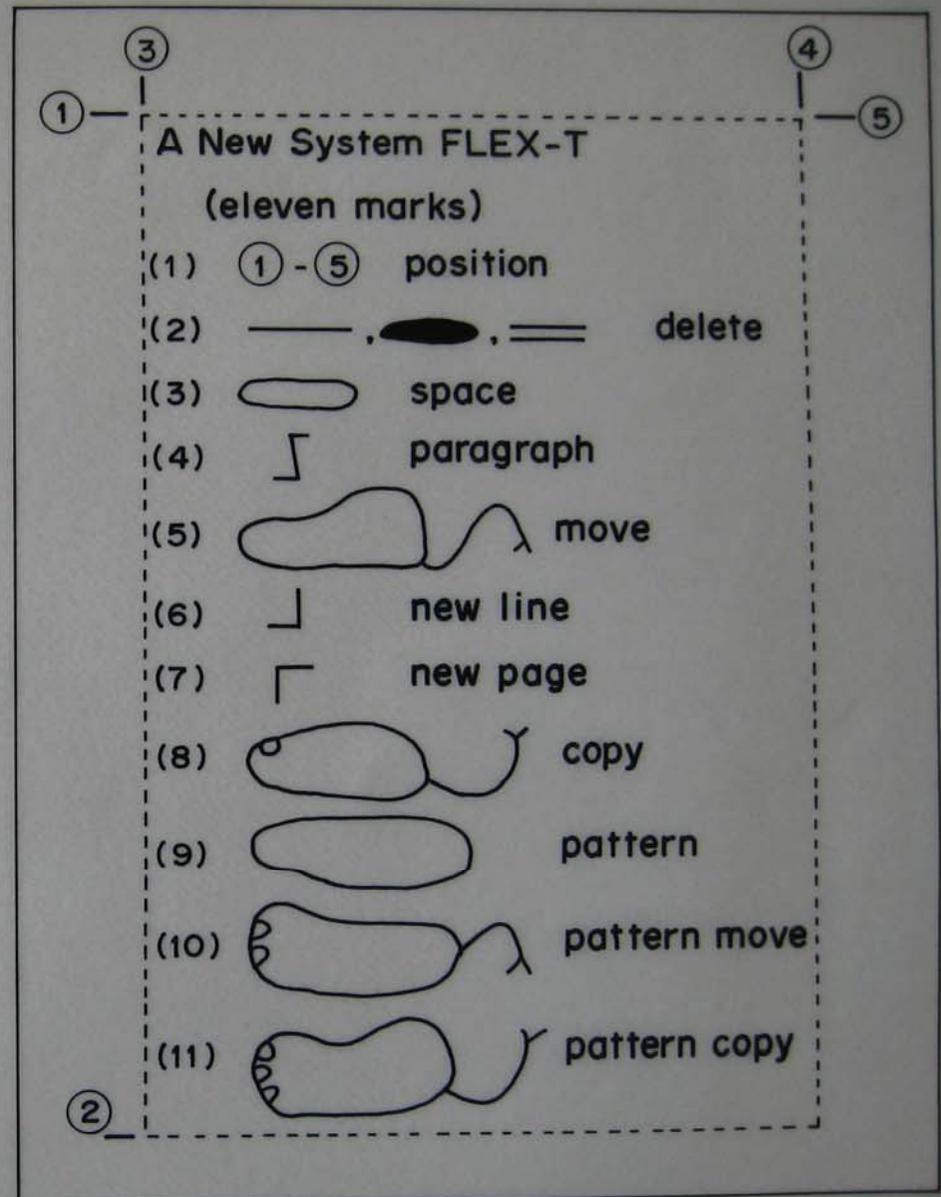


Fig.3.1(b) New handwritten marks employed in FLEX-T.

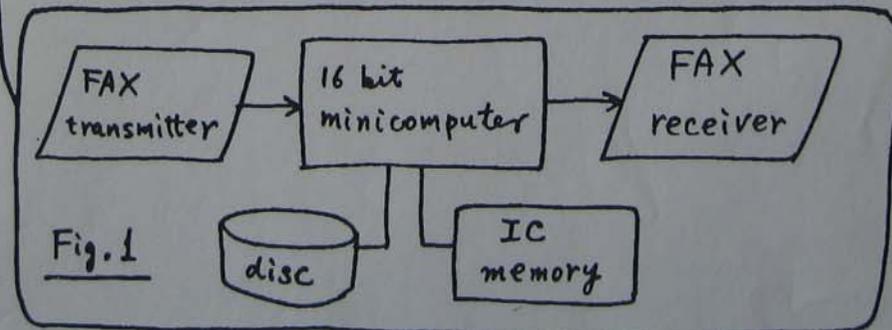
A Facsimile Based Text Editor Using Handwritten Mark Recognition

This paper describes a system an experimental full text editor of automatic using only facsimiles as I/O devices.

~~Almost any kinds of manuscripts are handled in this system~~

The text editor described here handles almost any kinds of texts of ~~manuscript~~ manuscripts since ~~that they are processed only~~ as binary (dot) patterns.

The outline of the system is illustrated in Fig. 1.



A Facsimile Based Text Editor Using Handwritten Mark Recognition

This paper describes an experimental system of full automatic text editor using only facsimiles as I/O devices. The text editor described here handles almost any kinds of texts since they are processed only as binary (dot) patterns. The outline of the system is illustrated in Fig. 1.

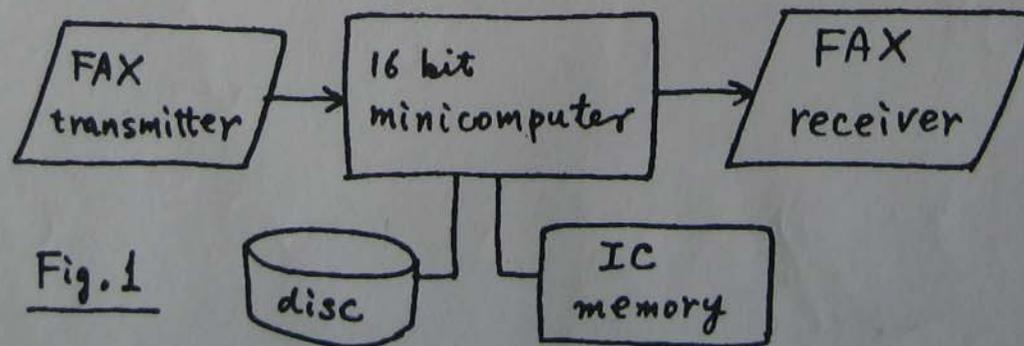


Fig. 1

1. まえがき

先に報告した原稿自動編集システム(文献(1))に改良を加え、市販の400字詰め原稿用紙の上に鉛筆で書かれたマーク入り原稿を、FAX送信機から入力すれば、自動的に完成原稿がFAX受信機に出力されるシステムを構成した。

なお、本文自身、本システムにより自動作成したものである。

たて ● きの原稿の自動編集例 書

この場合にも横書きの原稿の場合と同じ処
理が行われる。原稿用紙は任意のものが使用
できる。 四〇〇字詰めの市販の原稿用紙を使

用している。 ● ここでは、横書きの原稿の

編集に使用したものと全く同じ用紙を90度●

と書き込んで ● 回転させて文字

マークも全く同じである ● 編集指示 ● 用

のり、使用者が原稿用紙をたてに使用してい
る場合は処理システムは全く知る必要はない。

横書きで使用しているかについて

ただしFAXにはこの向きで入力される。

たて書きの原稿の自動編集例

この場合にも横書きの原稿の場合と同じ処理が行われる。原稿用紙は任意のものが利用できる。ここでは、四〇〇字詰め市販の原稿用紙を使用している。横書きの原稿の編集に使用したものと全く同じ用紙を90度回転させて文字を書き込んだだけである。編集指示用のマークも全く同じであり、使用者が原稿用紙をたてに使用しているか横書きで使用しているかについては処理システムは全く知る必要はない。

ただしFAXにはこの可変型入力がある。

手書きマーク識別を利用した原稿自動編集

1083

末永康仁 (日本電信電話公社・横須賀電気通信研究所)

1. まえがき

先に報告した原稿自動編集システム(文献(1))に改良を加え、市販の400字詰め原稿用紙の上に鉛筆で書かれたマーク入り原稿を、FAX送信機から入力すれば、自動的に完成原稿がFAX受信機に出力されるシステムを構成した。

なお、本文自身、本システムにより自動作成したものである。

2. 入力原稿とマーク

手書き原稿の場合、うすい青色の線を引いた原稿用紙に、黒の任意の筆記具で、原則として1ます目に1文字ずつ記入する。ます目の寸法をはじめ、修正のための情報は、すべて図1に示す5種類のマークによってシステムに与えられる。印刷原稿の場合も同様であるが、位置マークを正確に記入する必要がある。

3. 処理手順

処理手順を図2に示す。原稿はFAX送信機より2値画像として入力され、大容量ICメモリを備えたミニコンによって編集された後、FAX受信機に出力される。

4. 実験例

図3、図4および本文に実験例を示す。原稿作成には、市販の400字詰め原稿用紙とHB鉛筆を用いた。原稿1枚分(20字×13行)を約500×500ドットの2値画像として扱った場合の処理時間は約1分(プログラム作成にはFORTRAN使用、FAX入出力時間を除く)である。

5. むすび

マーク識別とFAXを用いた原稿編集実験を行い、良好な結果を得た。今後は、さらに使いやすいマークとその抽出方法、図面や写真の組込等について検討する必要がある。

終りに、御指導頂く横須賀通研・大和特別研究室長および研究室の皆様様に深謝する。
文献(1) 昭52信学会情報部門全大268

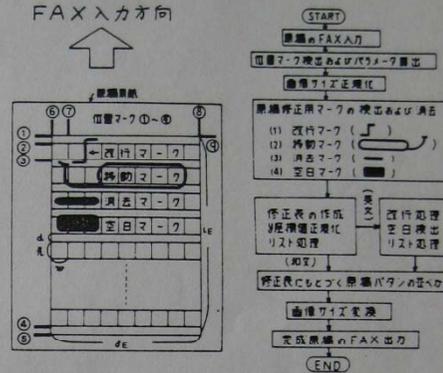


図1 原稿編集用の手書きマーク(5種類) 図2 原稿編集処理手順

1. まえがき 先に報告した原稿自動編集システム(文献(1))に改良を加え、市販の400字詰め原稿用紙の上に鉛筆で書かれたマーク入り原稿を、FAX送信機から入力すれば、自動的に市販の400字詰めに完成原稿がFAX受信機に出力されるシステムを構成した。

図3 マーク入り原稿(本文の1.の部分の原稿)

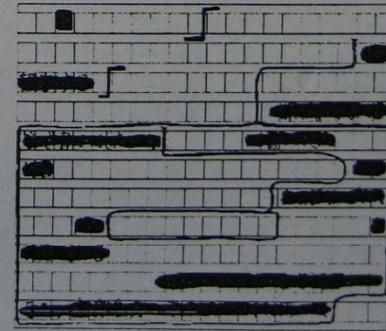


図4 推定されたます目及び抽出されたマーク

実際に本原稿編集システムを利用して作成した学会予稿

電子情報通信学会・昭和54年度総合大会

意気揚々と原稿編集の研究成果を発表

IJICAI'79、Tokyo、Japan に採録(ECL20分の2)

IJCPR'80、Miami Beach, Floridaに採録
初めての海外出張(35歳) 直前まで辞令交付
海外出張壮行会、帰朝報告会の空気残存。

1980年12月NY滞在出張中にジョン・レノン死去
帰国し、年明けとともに、地獄の任務が待っていた。

NTT横須賀研究所の育成担当調査役(2年間)
名育成役！十末永はあれ(育成)でおかしくなった！

横須賀通研 企画管理室 育成担当調査役（35歳）
（1981—1983 研究を離れた管理監督部門）

育成・訓練（表）＋人事管理（含評価、完全極秘）

調査員（1981—1982）

石垣昭一郎（会社重役）— 極秘システム完成
高 正博（現 東海大教授）

調査員（1982—1983）

安達 文幸（現 東北大教授、G-COEリーダー）
服部 文夫（現 立命館大学教授）

概念の変革： より自然に、自分と人を大切に

手の動きの映像処理による情報入力法の検討

末永康仁 間瀬健二

日本電信電話公社 横須賀電気通信研究所

1 まえがき

古今東西、人間の身振り手振りは最も基本的な意志伝達手段として重要な役割をはたしてきている。特に手や頭の

動作は、人間が赤ん坊の言葉よりも先に使う。しかも、人間の手や頭の動きが速くなるようになれば、

力を補い、より自然なマンマシンインタフェースを実現するものとして大きな意味をも

本文では、手の動きの映像処理の第一歩として、人さし指の位置と方向の検出のための基礎実験を行なったので報告する。

(2) サイズ変換

低域通過フィルタをかけたついでに画像を 256 x 256 画素から順次 128 x 128 画素、64 x 64 画素、32 x 32 画素へ

を作る。

し、2値化縮小画像を作る。

図2に示すように、2値化縮小画像を下の行から順に探

の巾を有する黒ランがある本数以上縦ならばそれは人さし指である(さもなければ人さし指はない)と判定し、最初に検出された黒ランの中心点の座標(X, Y)を指先の位置として抽出する。

手の動き検出: Hand Reader
末永康仁、間瀬健二、
情報処全大(昭和60年前期)

人物像の認識

手の動き検出: Hand Reader

末永康仁、間瀬健二、 情報処全会大(昭和60年前期)

情報処全会大(昭和60年前期)全国大会

手の動きの映像処理による情報入力法の検討

末永康仁 間瀬健二

日本電信電話公社 横須賀電気通信研究所

1 まえがき

古今東西、人間の身振り手振りは最も基本的な意志伝達手段として重要な役割をはたしてきている。特に手や頭の動作は、人間が赤ん坊から幼児へと成長していく過程で、言葉よりも先に使うようになる情報伝達手段である。もしも、人間の手や頭の動作[1]を直接コンピュータで理解できるようにになれば、それは、キーボード等の機器による入力を補い、より自然なマンマシンインタフェースを実現するものとして大きな意味をもつようになると考えられる。

本文では、手の動きの映像処理による情報入力法の検討の第一歩として、人さし指の位置と方向の検出のための基礎実験を行なったので報告する。

2 手の映像処理による情報入力法

手の映像処理による情報入力法の最も基本的な形態として、図1に示すような方法を考える。上方と側方におかれた2台のTVカメラから手の映像を入力し、映像処理によって指先の位置 $P = (X, Y, Z)$ を検出することにより、3次元空間内でのデータタブレットを実現できる(これは、ビデオタブレット[2][3]を3次元に拡張したものとイえる)。さらに、何らかの基準点Bと点Pを結ぶ線を延長することによって、3次元空間内の仮想的指示棒を実現できる。この基準点Bとしては、例えば、文献[1]の方法で検出された顔もしくは頭の中心を用いる。

3 実験方法

基本的に、各2次元映像中の指先が正確に検出できることを確認すればよい。デジタルビデオディスク付き動画映像処理装置[4]を使用して、以下の方法で実験を行った。

(1) 映像入力

図1のように、人物の手を上方のTVカメラから撮影し、各フレームのデータをデジタル画像として蓄積する。

(2) サイズ変換

低域通過フィルタをかけつつ画像を 256×256 画素から順次 128×128 画素、 64×64 画素、 32×32 画素へとサイズ変換を施し、縮小画像を作る。

(3) 2値化

各縮小画像毎に閾値処理を施し、2値化縮小画像を作る。

(4) 指先の位置検出

図2に示すように、2値化縮小画像を下の方から順に探索し、一定の範囲内の黒ランがある本数以上縦方向に隣接しているならばそれは人さし指である(さまなければ人さし指はない)と判定し、最初に検出された黒ランの中心点の座標 (X, Y) を指先の位置として抽出する。

4. 実験結果および考察

図3(a)は4方向からとらえた手の画像 (256×256 画素) である。手(首から指先まで)の部分はほぼ半分の 128×128 画素に相当する。

3の方法で求めた各段階の処理画像を図3(a)-(d)に示す。 64×64 画素以上の縮小画像(手の部分が 32×32 画素以上)を使用すれば人さし指が一応安定に検出可能である(図3(b)(c))。 32×32 画素の縮小画像(手の部分が 16×16 画素)を使用しても一応目的を達成できたが、人さし指が1画素中で表現される部分が生じ、安定性に欠ける(図3(d))。

$64 \times 64 (= 4096)$ 画素の画像を1/30秒で処理するとした場合、処理時間は約8マイクロ秒/画素となる。やや厳しいがアイコンでも何らかの工夫をすれば手の届く数値である。

人さし指の位置を高い精度で抽出するには、画素数の多い原画像を使用する必要があるが、縮小画像を用いて検出された人さし指の存在範囲だけについて原画像を調べることで、大幅な時間短縮をはかることができる。

人さし指の映像を利用するだけでも、2次元ビデオタブレット[2][3]、図1の3次元ビデオタブレット、3次元空間内の仮想的指示棒、ワイヤレスリモコンスイッチ等を実現できる。また、今後、種々の意味に使用される手の形及び動きの識別法を開発することにより、数値の入力、各種命令の入力等、広範囲の応用が可能になると考えられる。【謝辞】日頃御鞭撻頂く橋本画像部長、釜江統括役、安田画庭室長、及び熱心に御討論頂く研究室の皆様へ深く謝する。

文献

- [1] 間瀬、末永：“顔画像の動き検出の一手法”，情報処全会大第30回大会予稿，7H-5 (March 1985)
- [2] 佐藤、井口：“ビデオタブレット-CCDカメラを用いた直視入力装置-”，信学論，J67-D, 6, p726 (Jun. 1984)
- [3] 末永、山岸：“情報入力方式”，日本国特許第1144011号，出願，昭51(1976)2月4日
- [4] 間瀬、三ツ矢、末永：“デジタルビデオディスクを用いる画像処理実験システムとその応用”第15回画像工学コンファレンス論文集，8-3, 1984-11.

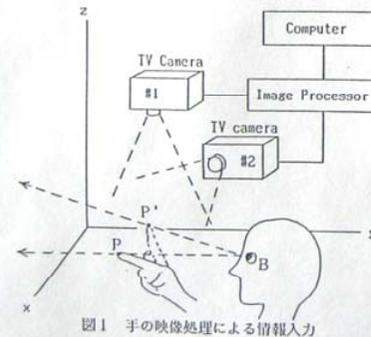


図1 手の映像処理による情報入力

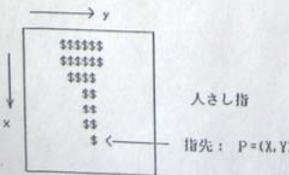


図2 指先の検出



図3(b)
2値化縮小画像
(128x128画素)

自動抽出された
指先位置 (X, Y)

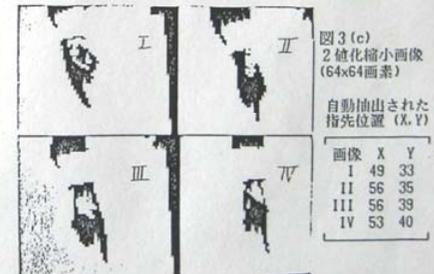


図3(c)
2値化縮小画像
(64x64画素)

自動抽出された
指先位置 (X, Y)

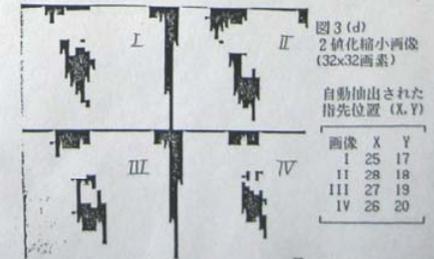


図3(d)
2値化縮小画像
(32x32画素)

自動抽出された
指先位置 (X, Y)

1985年3月～1986年3月 ボストンへ

NTTよりマサチューセッツ工科大学(MIT)の
メディア研究所に客員研究員として派遣される。

5年間のNTT-MIT共同研究の一環

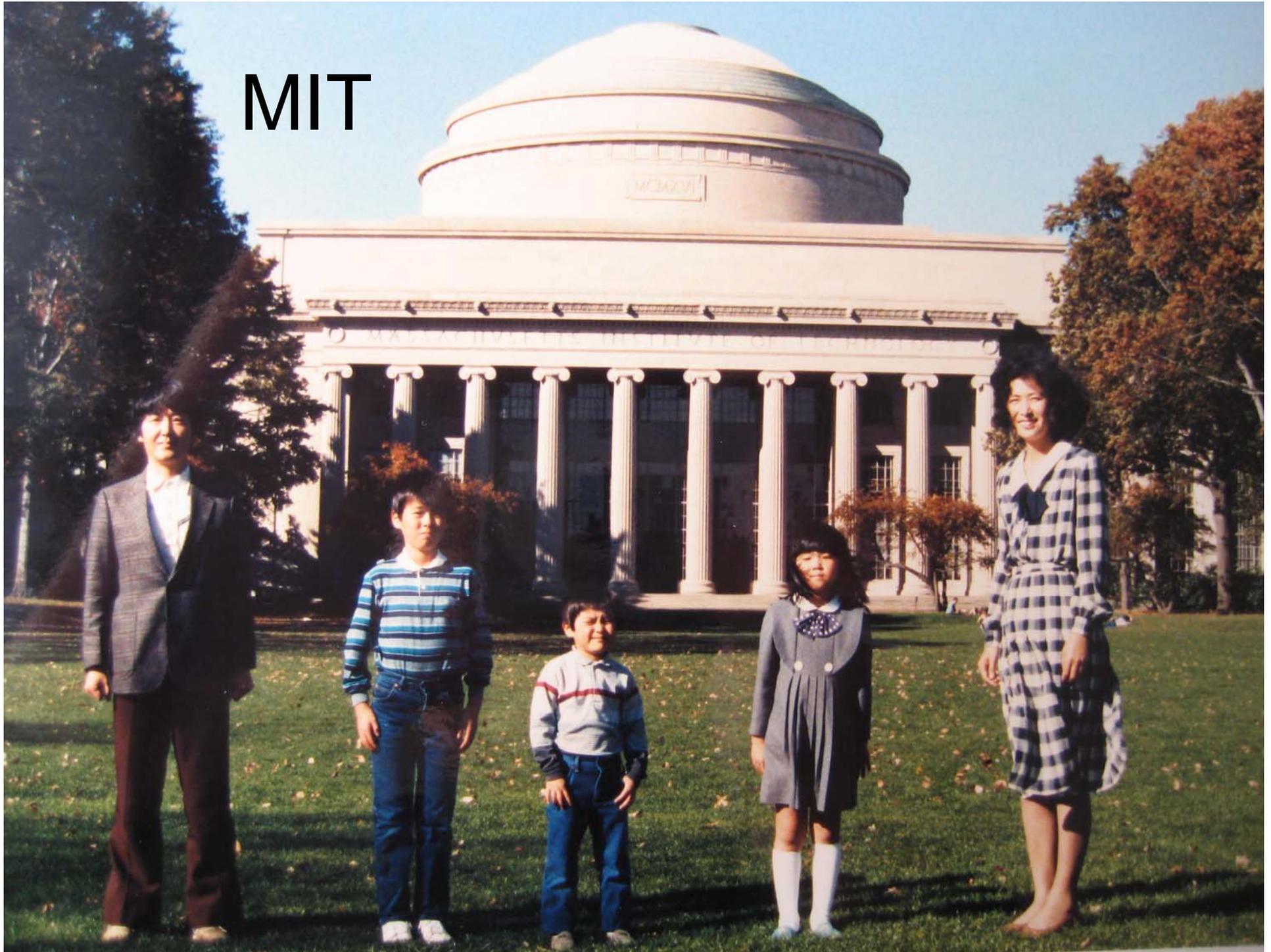
事業部門より3名、研究所から以下の4名派遣

- 1 末永康仁
- 2 下原勝憲氏 現 同志社大学教授
- 3 外村佳伸氏 現 NTT-C科学基礎研究所長
- 4 間瀬健二氏 現 名古屋大学教授



1984年12月 安全祈願（諏訪神社、横須賀市）

MIT

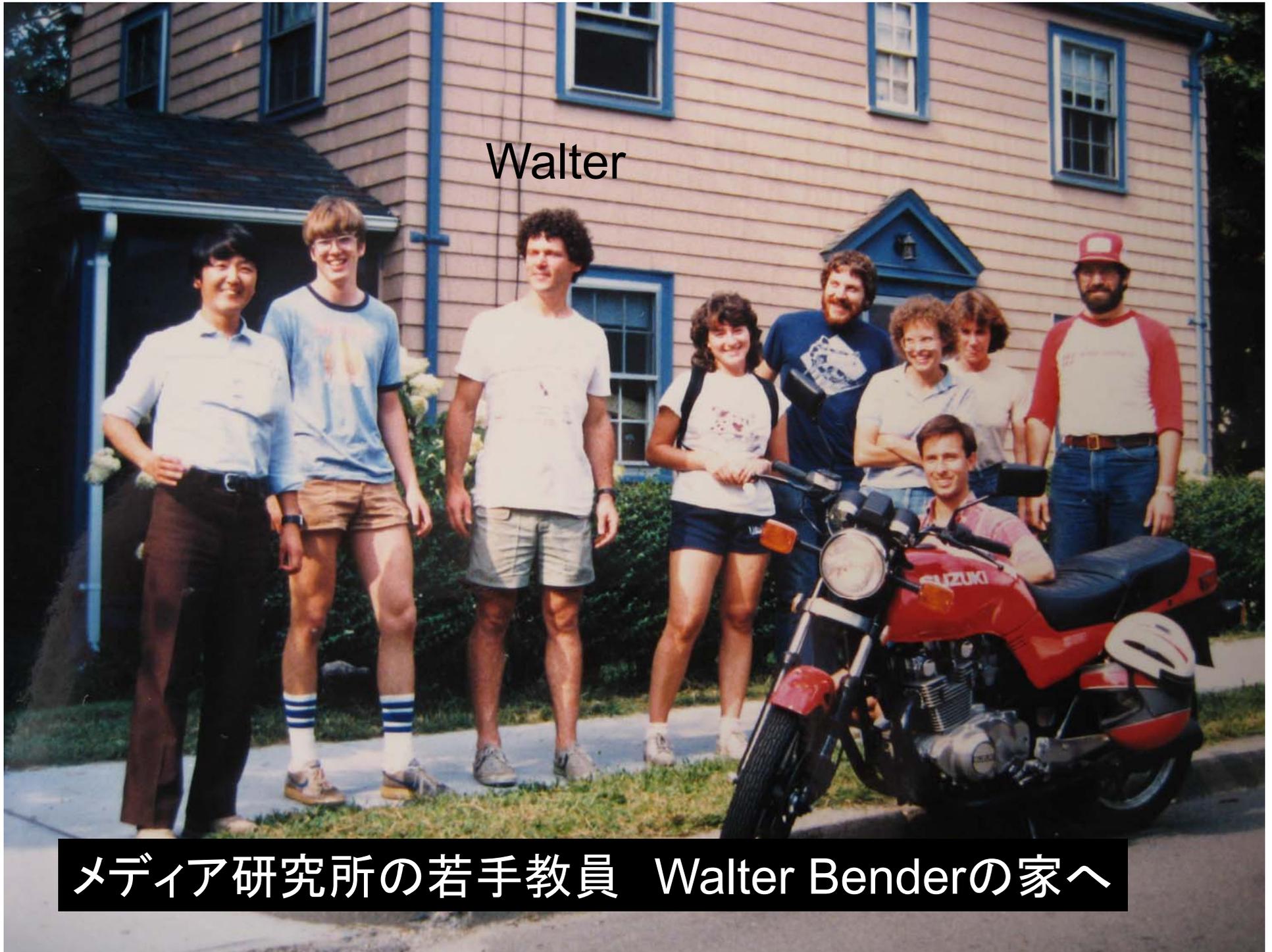




Prof. Nicholas Negroponte
MIT メディア研究所 所長

Walter

メディア研究所の若手教員 Walter Benderの家へ



1985
MIT
Media
Laboratory



メディア研究所の大学院生たちと

Mark

Eric

David

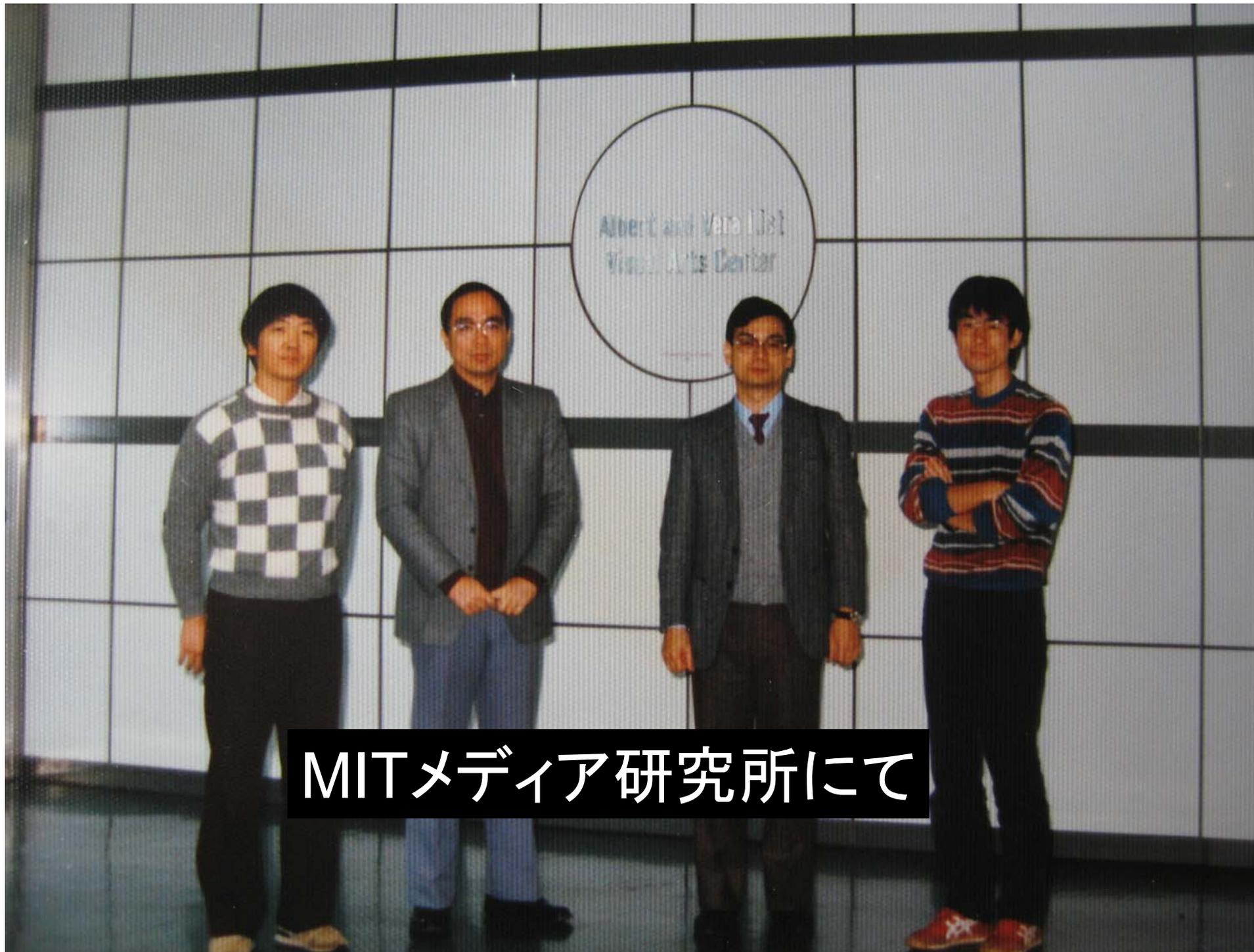
Mark

Steve



1985年 Damon Park, Arlington





MITメディア研究所にて



MITメディア研究所の自室
(ターミナルガーデン脇)にて

谷本正幸先生
(名古屋大学)





Negroponte
メディア研究所長

NHK
国重氏

NHK
為ヶ谷氏

朝日新聞
馬上氏



出動！！

Arlington Firestation



チャールズ河畔
ボストンポップスの名指揮者
アーサー・フィードラーの石像



1ガロンで約1ドル

レギュラーとは有鉛



MITメディア研究所の学生研究室
(ターミナルガーデン)にて



Arlingtonのアパートにて









Prof. Marvin Minsky

雲の上の存在と認識していたMITメディアラボの
実態の良い面と悪い面の両方を知って帰国

1年間+であったが、学んだことは実に多かった

どんなに優れても一人で出来ることは限られる。
夢を示し、多くの人々の賛同を得ることの重要性

良い目標をとらえた音声と映像の威力を実感。

組織的研究の重要性を考えるようになった。

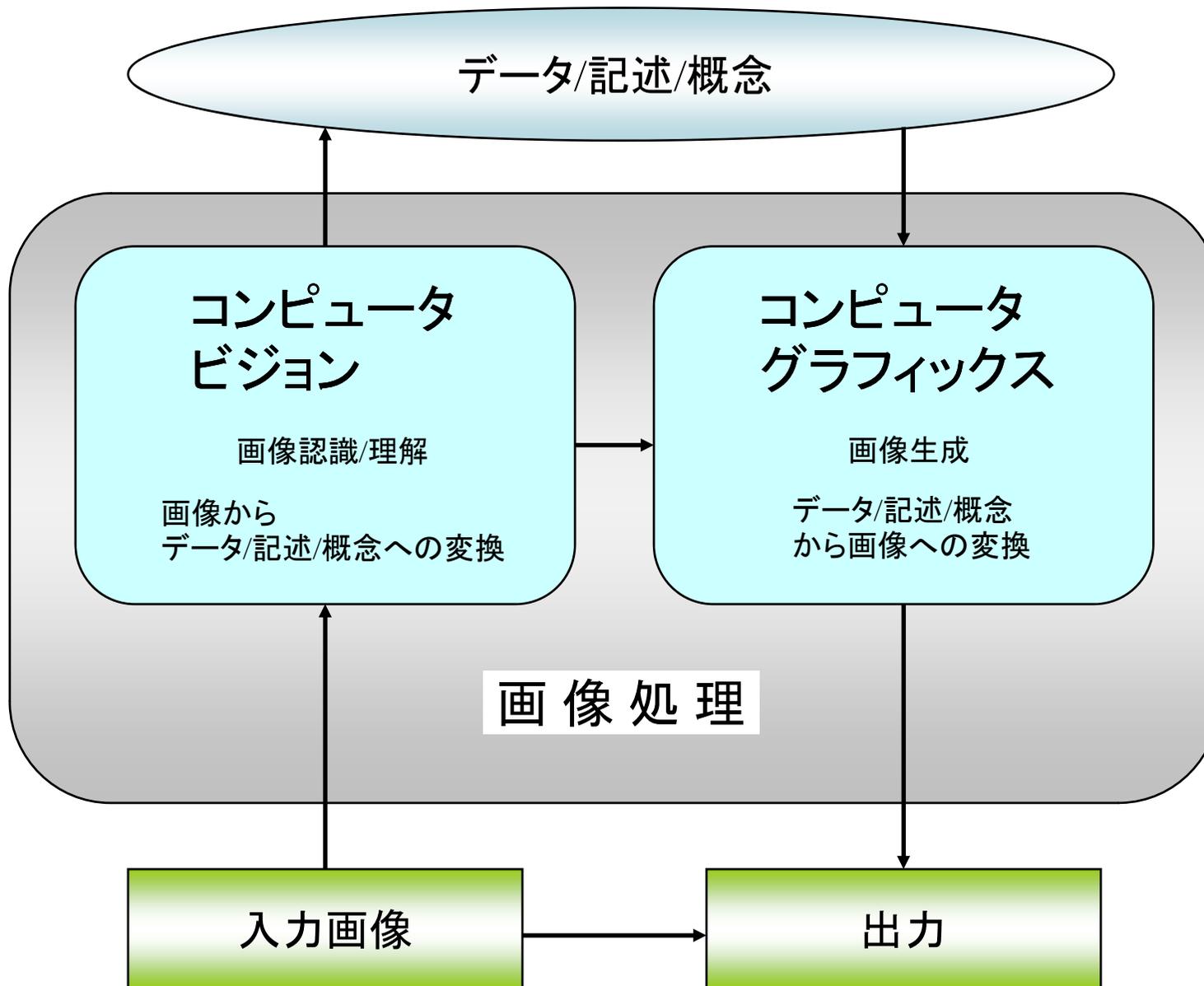
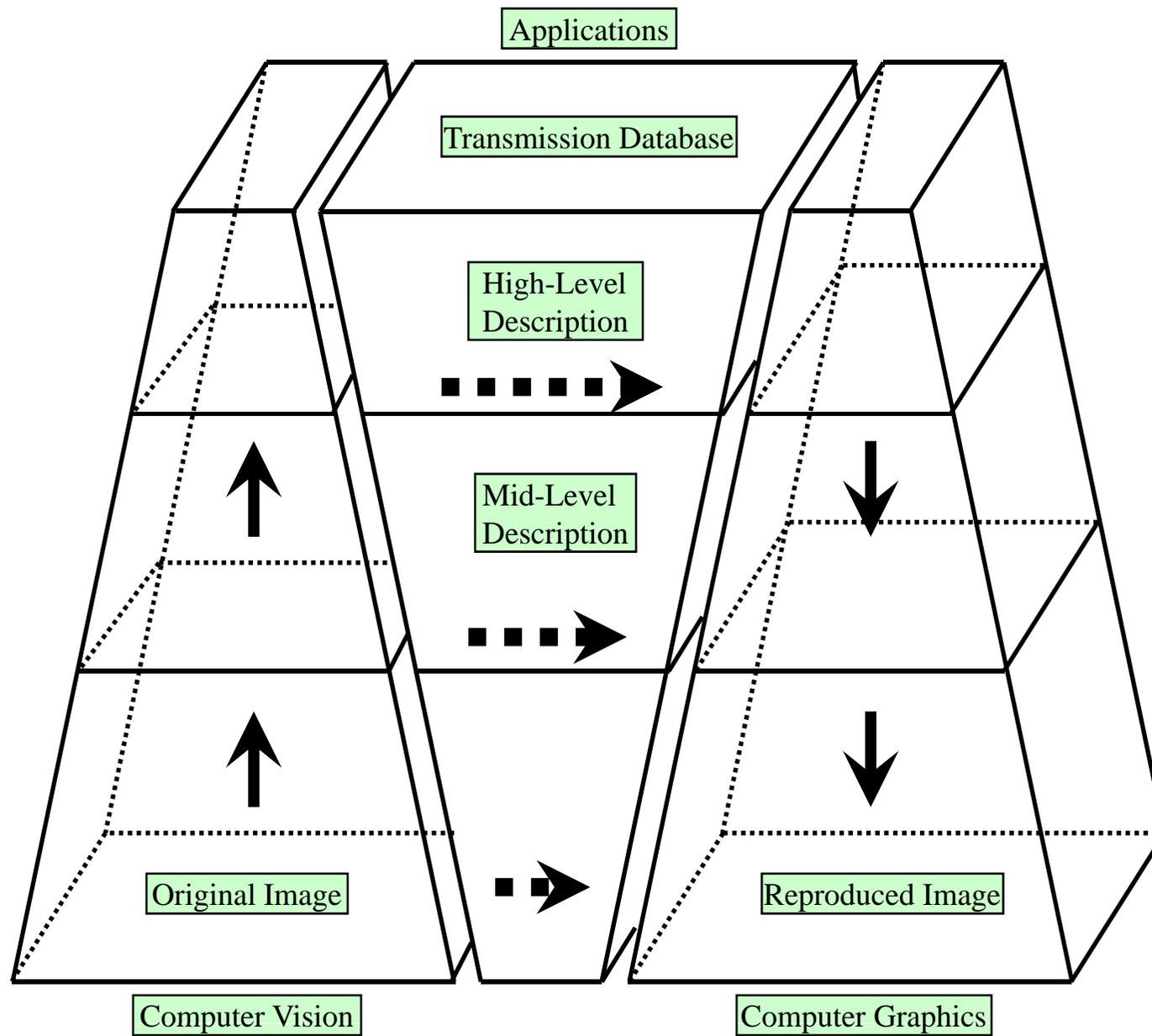
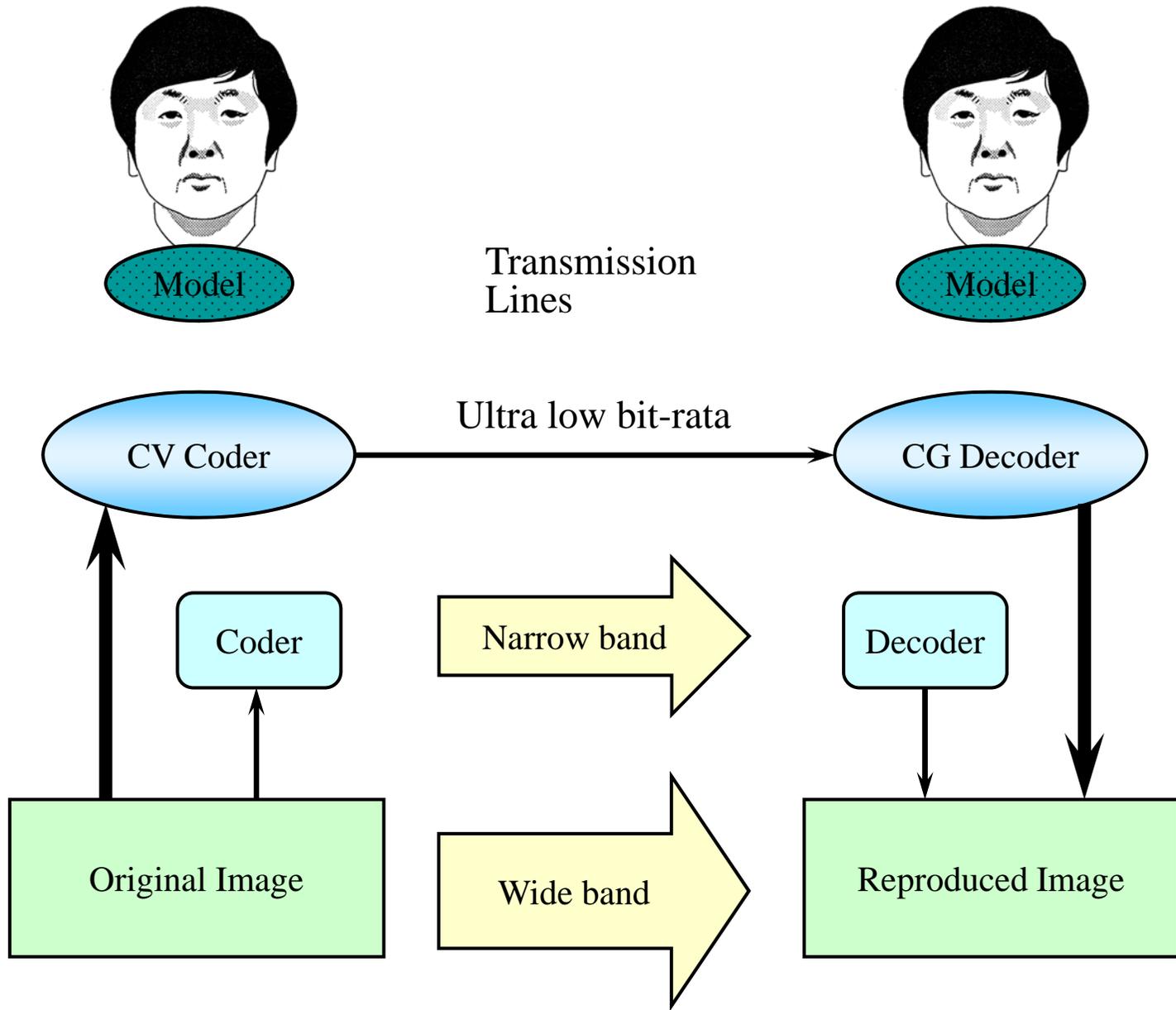


図1.1 画像処理、コンピュータビジョン、コンピュータグラフィックスの関係



Dual pyramids of CV and CG.



Model Based CODEC

重要な情報源としての人物像

人の顔や姿かたちは非常に多くの情報を含む
ただし、推定出来るに過ぎないものもある。

年齢，性別，人種，出身地方，

感情(喜怒哀楽)，心理状態，

意志，意図，欲望の有無／種類，

関心，感心，放心，

健康状態，体型，体格，

性格／気質(内向的，外向的，豪胆，臆病，柔和，素直，等)，

直前の行動(寝起き，運動後)等，

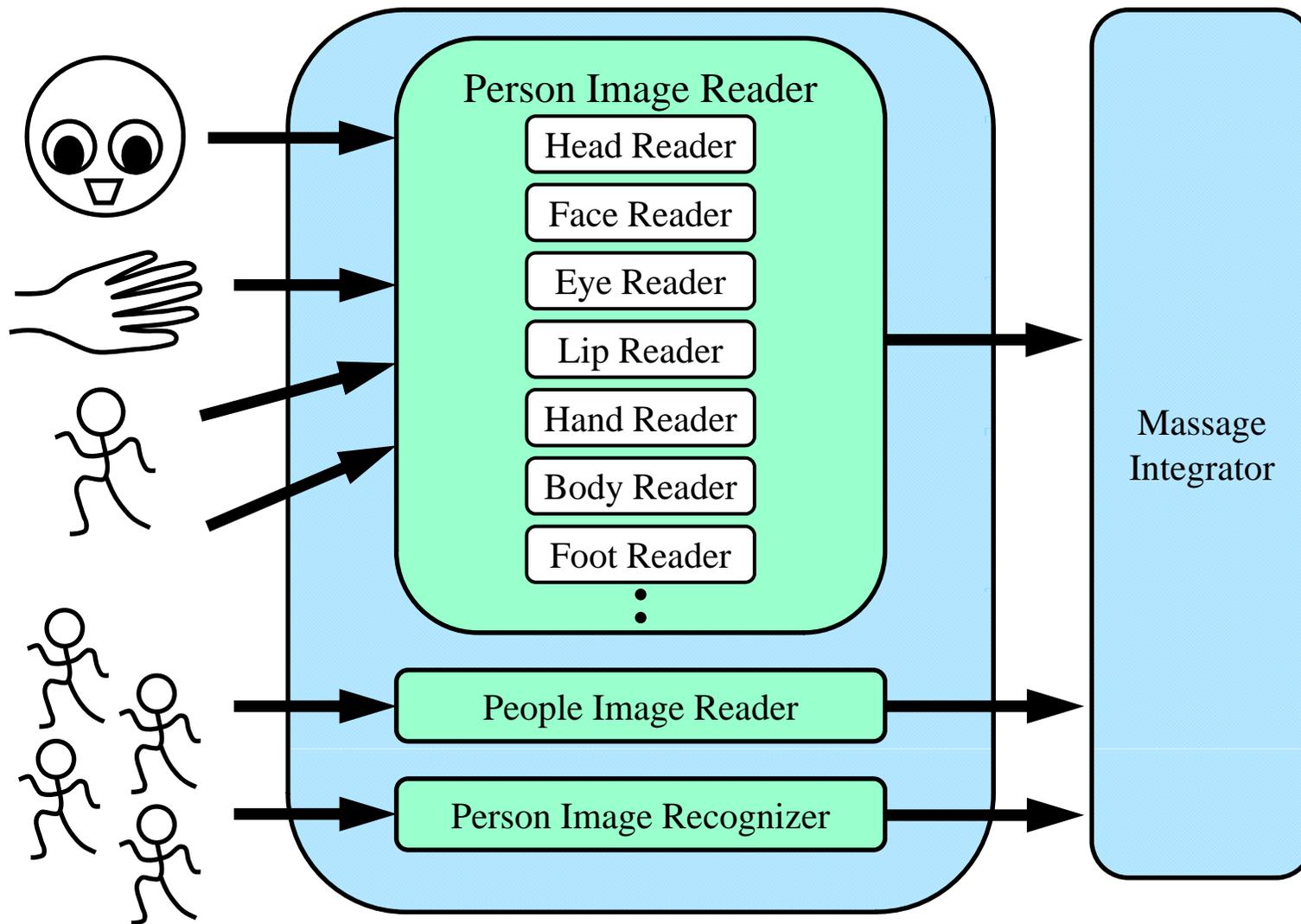
“よく当る”占い師は観察上手で聞き上手

免許証写真，お見合い写真，記念写真，

手配写真，著者紹介写真，等，

……→ 人物像は現代社会に不可欠の情報

人物像の認識 (Human Image Recognition)

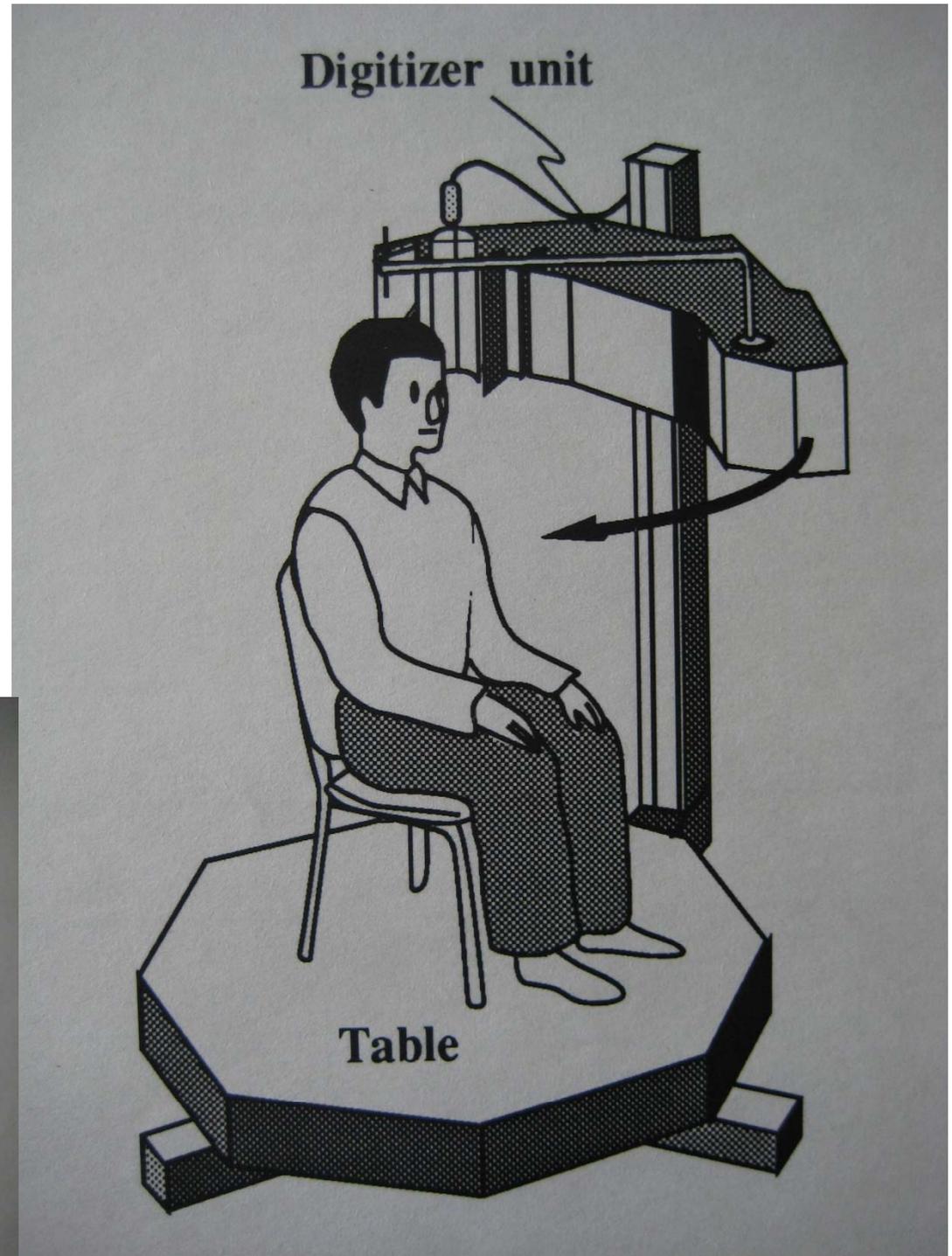
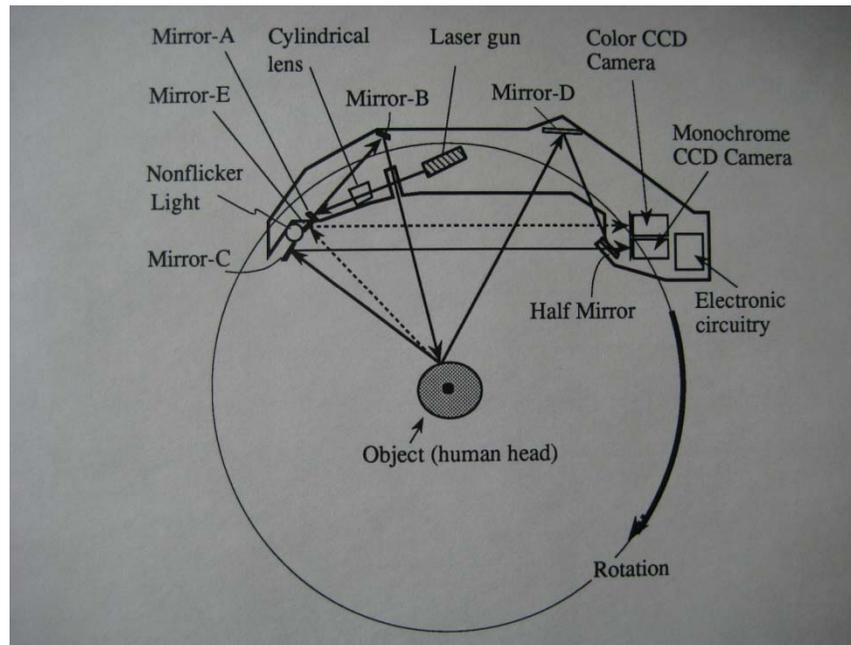


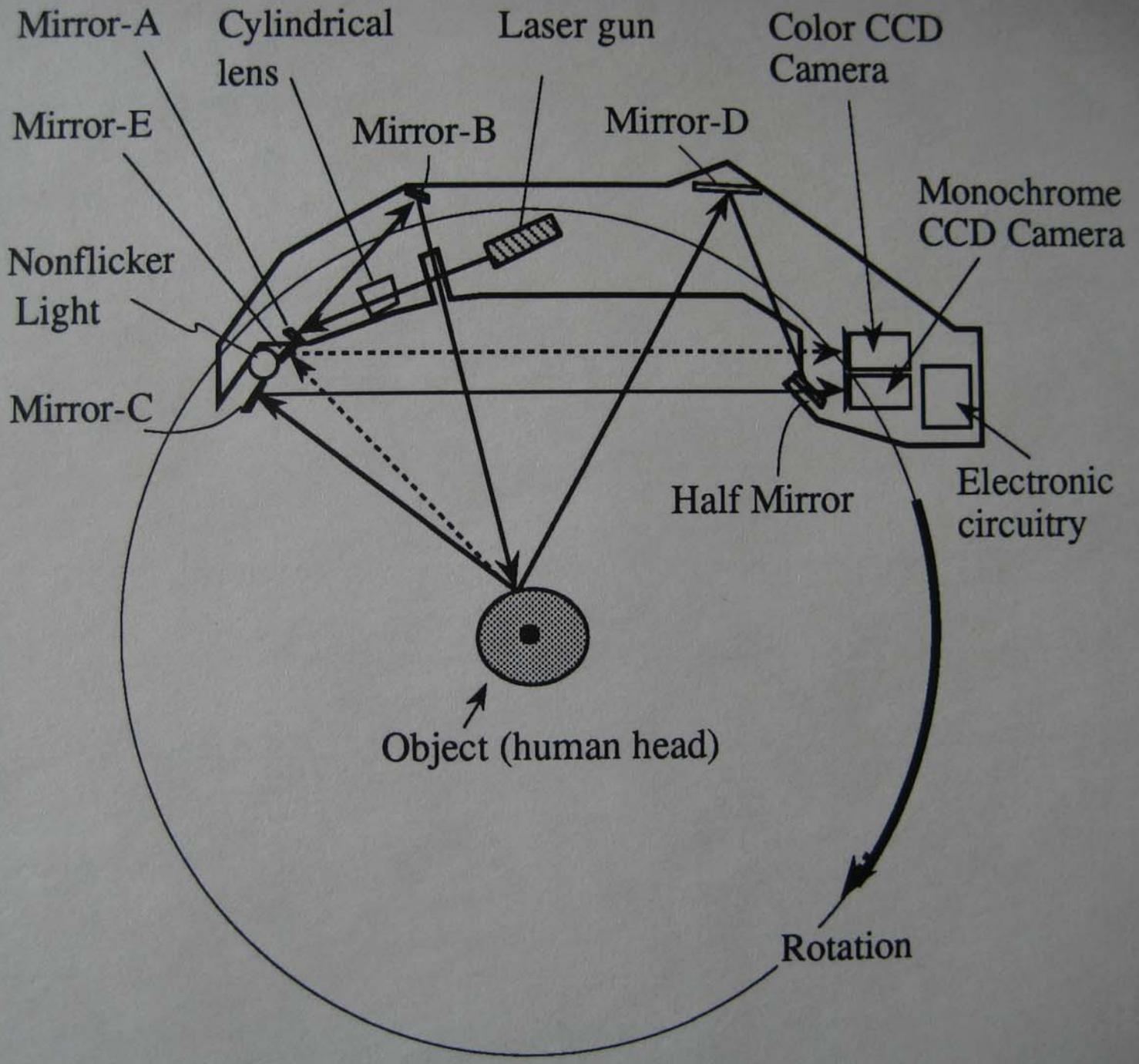
Human Reader

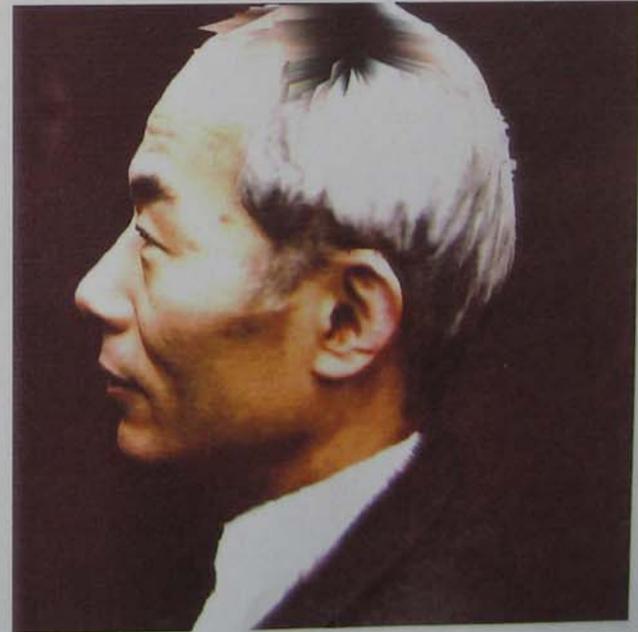
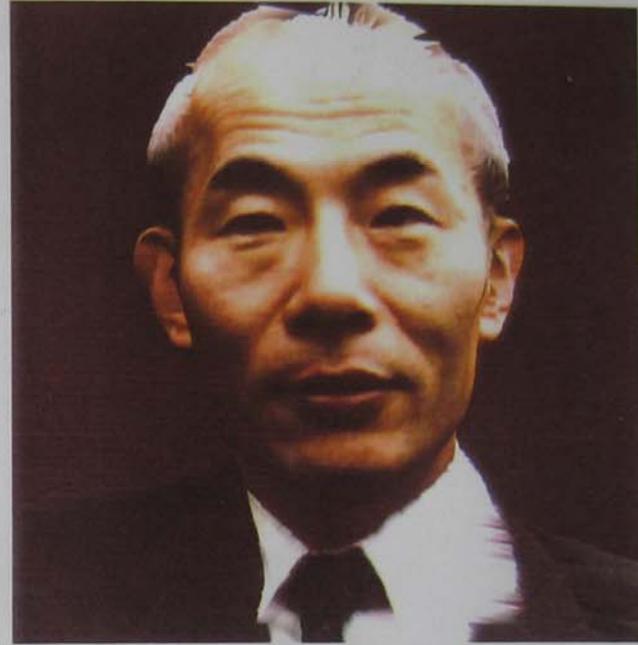
Computer Vision (CV) と Computer Graphics (CG) 人物像の認識と生成

正面像と側面像からの3D顔画像生成 秋本高明
高速光線追跡法 秋本高明、橋本秋彦
頭髪像の生成 渡部保日児、山名岳志
形状とカラーの一致計測 渡部保日児 R. Wallace
頭部・顔動作の読取 間瀬健二
手・腕動作の読取 福本雅朗、佐藤敦
顔画像認識 赤松 茂、佐々木 努、増井信彦
基礎 上田修功、荒川賢一、森本正志、
小林公知、名倉正計、岡田守、三ツ矢英司、保坂憲一
……各氏

サイバーウェア社
レーザー スキャナ
形状 + カラーの
一致同時計測
(渡部保日児)
世界中で使用
人物像研究
映画 (T2等)



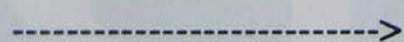








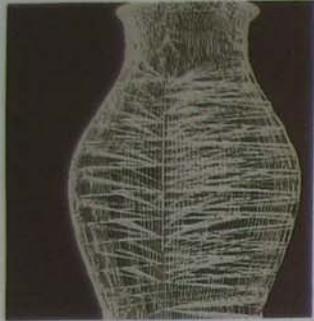
Original



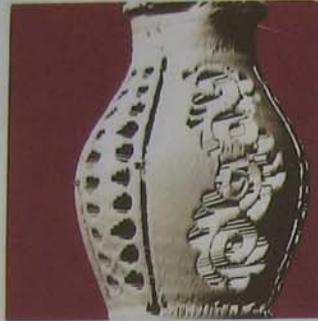
Modified (facial expression "Smile")

Fig. 5 Facial animation using synchronized range and color data. The left-most frames correspond to original data. All other frames are

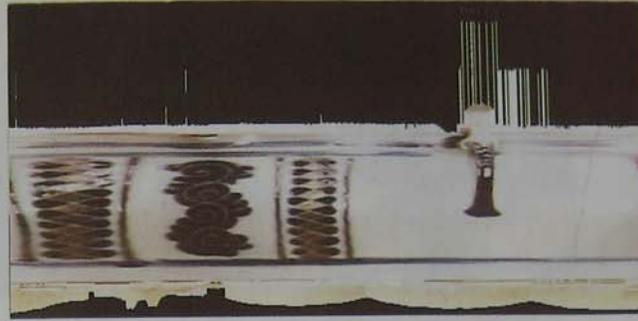
(a) Wire frame made from 3D range data.



(b) Shaded image made from 3D range data.



(c) Color data (peripheral image).



(d) Image made from 3D range and color data.



Fig. 7 A ski boot.

(a) Wire frame made from 3D range data.



(b) Shaded image made from 3D range data.



(c) Color data (peripheral image).



(d) Image made from 3D range and color data.



Fig. 8 A pot.

(a) Wire frame made from 3D range data.



(b) Shaded image made from 3D range data.



(c) Color data (peripheral image).



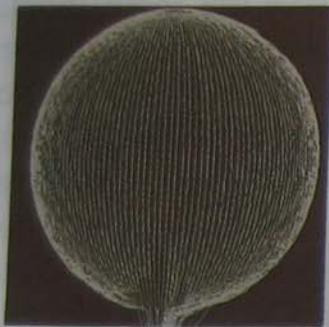
(d) Image made from 3D range and color data.



Fig. 9 A doll wearing a fur coat.

observed more clearly in the images made from range data only than in the images made from range and color data.

Figures 5(a), (b) and (c) show an example of 3D facial expression generation. Using a data shown in Figs. 4(a), (b) and (c), we generated a synthetic facial expression animation. In Figs. 5(a),



(a) Wire frame made from 3D range data.



(b) Shaded image made from 3D range data.

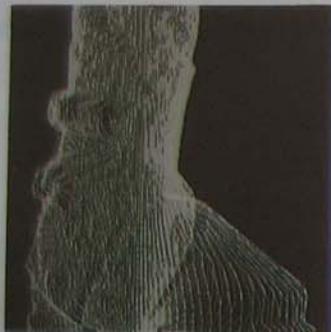


(c) Color data (peripheral image).



(d) Image made from 3D range and color data.

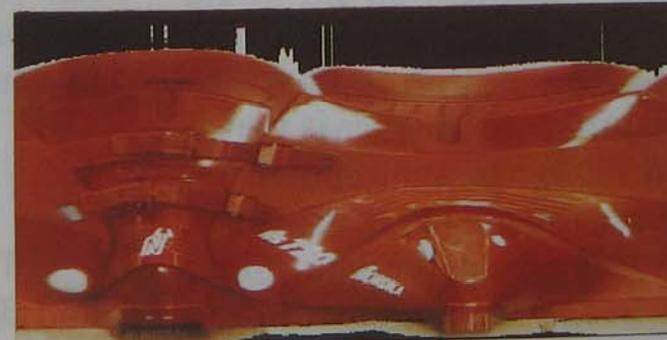
Fig. 6 A terrestrial globe.



(a) Wire frame made from 3D range data.



(b) Shaded image made from 3D range data.



(c) Color data (peripheral image).



(d) Image made from 3D range and color data.

Fig. 7 A ski boot.





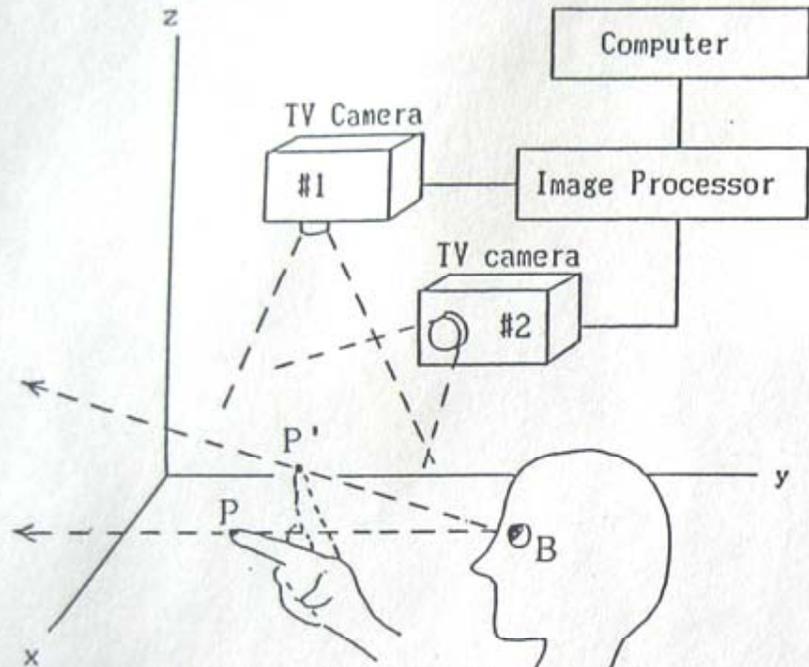


図1 手の映像処理による情報入力

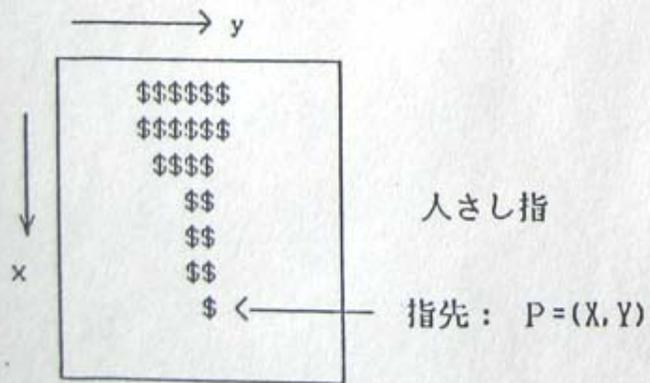
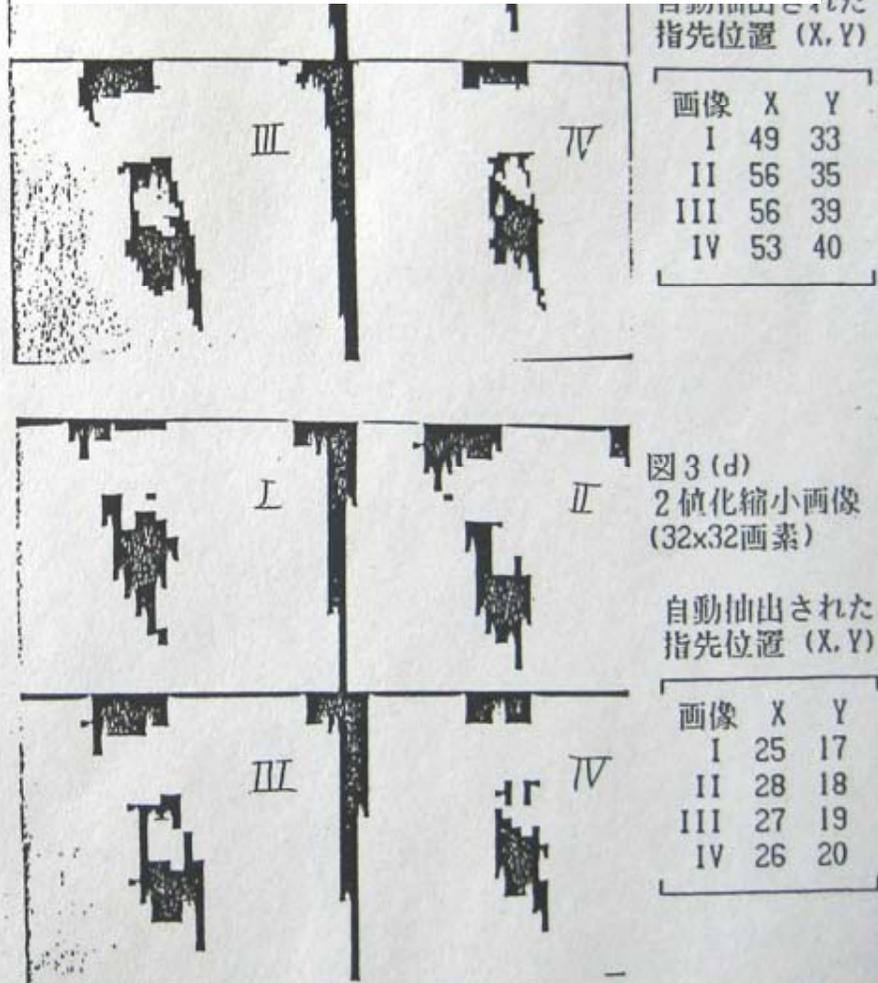


図2 指先の検出

人物像の認識

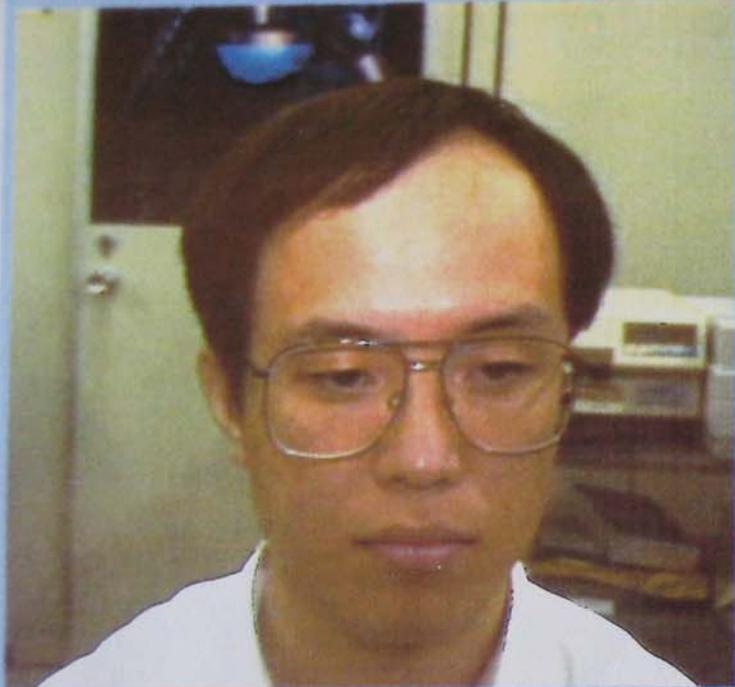


人物像の生成



SIGGRAPH'90 Opening Session
"Two Persons" Y.Watanabe and Y.Suenaga





"Identifier"
(C)1991 NTT HI Labs.
by Tsutomu SASAKI

Automatic Control

Manual Debug

Identify

Dictionary

Load Load Image

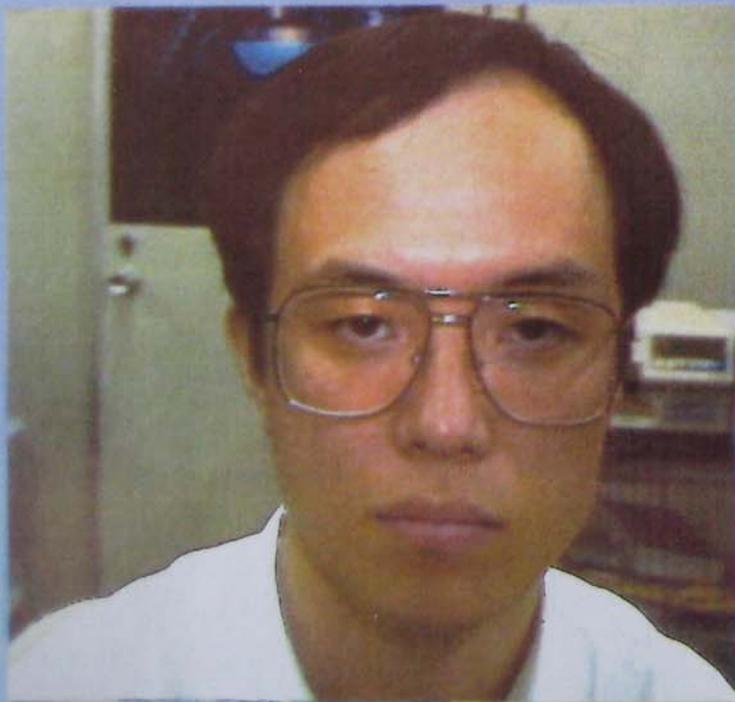
Save Live Image

Clear File Image

Live to Disk

cancel

Exit



 1 [827, 223] Sasaki	 2 [1517, 865] Fukushima	 3 [1788, 231] Masui	 4 [2124, 439] Setou	 5 [2192, 088] Katanabe
 6 [2484, 900] Ikanai	 7 [2553, 126] Masa	 8 [2655, 643] Yoshida	 9 [2751, 734] Kawanaka	 10 [2863, 345] Nadachi

```
shell
Result : candidate 6 = 414 2484.900146
Result : candidate 7 = 405 2553.126465
Result : candidate 8 = 730 2655.642822
Result : candidate 9 = 430 2751.734131
Result : candidate 10 = 729 2863.344727
```

● **Concept**

● **Cursor**

● **Line** Free from any special devices
Realtime processing without any special image processors

● **Click and Drag functions**
Mark

Page
3

Command Buttons

Cls (1)	Mark (2)	Next (3)	Prev. (4)	End. (5)
-------------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------------

Microphone

Projector



優れたインタフェースの実現を目指して Human Reader

(1) コンピュータに顔ができた

(2) 人物像の認識と生成

NCS Gesture Recognition Engine

- 3次元データから「ジェスチャー」を認識して任意のアプリケーションに通知する、非接触ユーザインタフェース提供エンジン



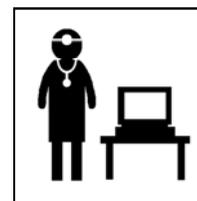
NCS(日本コントロールシステム株式会社) 提供

非接触UIの実現

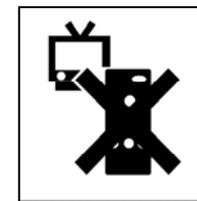
- エンジンにより、指や手の形状・動きを利用した非接触UIの提供が可能
 - ◆ ポインティングとアクション(マウスやタッチパネルのエミュレーション)
 - ◆ ジェスチャーによるダイレクトコントロール



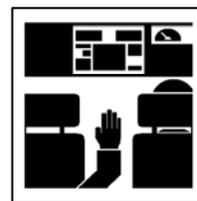
屋外タッチパネル
・耐久性に優れる
・サイズを問わない



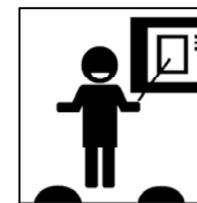
医療現場機器
・衛生面の考慮



デバイスレスリモコン
・利便性の向上



車輦内機器操作



プレゼンテーション支援

NCS(日本コントロールシステム株式会社) 提供



1997年2月 横須賀から名古屋へ

1945年11月 犬山生まれ。すぐ本籍地(千種区内山町)へ。

小中高生時代 12年間

1952-1958 名古屋市立内山小学校

1958-1961 名古屋市立今池中学校

1961-1964 愛知県立旭丘高等学校

大学生・大学院生時代 9年間

1964-1968 名古屋大学・工学部・電気電子工学科

1968-1973 名古屋大学・工学研究科・修士／博士課程

NTT研究員時代 24年間

1973-1997 NTT研究所(武蔵野、横須賀)

(1985-1986 MITメディア研究所)

名古屋大学教員時代 12年間

1997-2003 名古屋大学・工学研究科

2003-2009 名古屋大学・情報科学研究科



1997年春 名古屋大学へ着任

NTT勤務24年(1973-1997)の間に
医用画像診断の世界は大きく進歩。

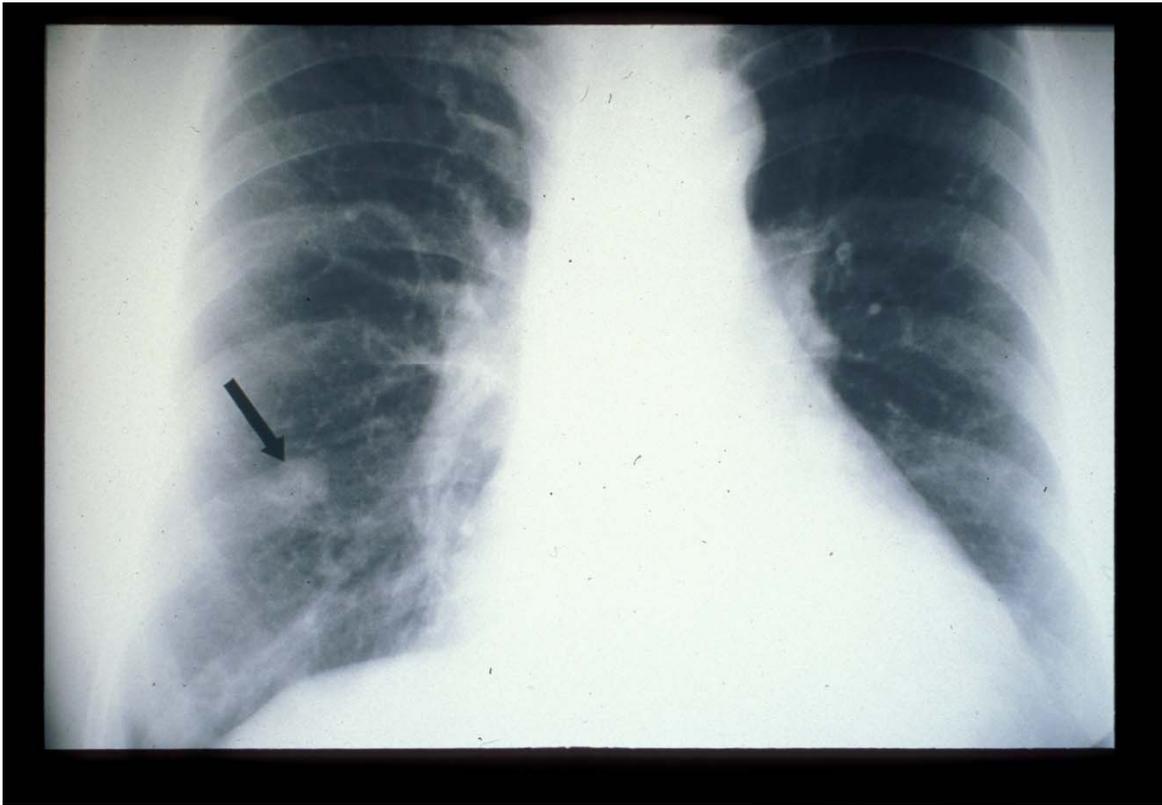
画像取得技術の進歩

X線CT
MRI
内視鏡
超音波像
PET
.....

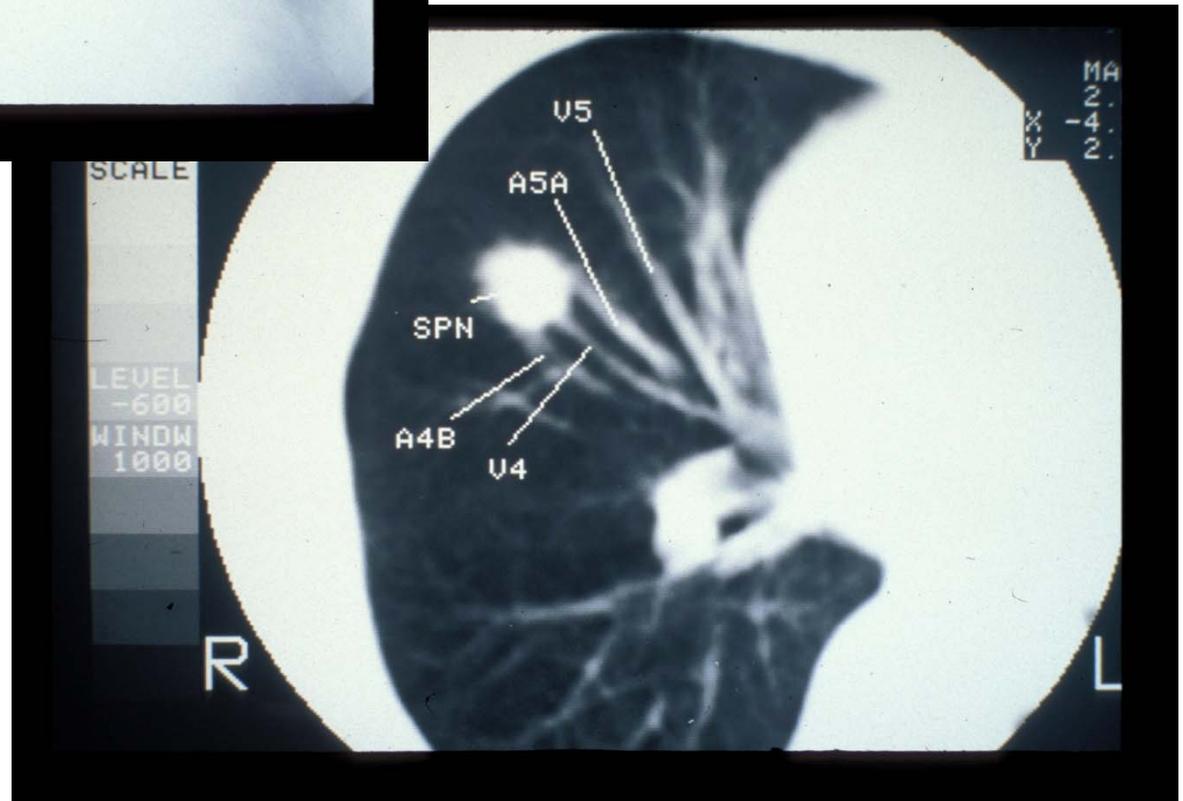
コンピュータの進歩

価格・大きさ
速度・メモリ
入出力機器
通信・ネット
I/F
.....

同一被検者に見る
直接撮影像とCT像
1985年頃



直接撮影像



CT像

名古屋大学教員時代

1997春－2003春 工学研究科 計算理工学専攻

2003春－2009春 情報科学研究科 メディア科学専攻

2002-2006 21世紀COE 名古屋大学拠点

「社会情報基盤のための音声・映像の知的統合」拠点リーダー

2003-2006 特定領域研究 「多次元医用画像の知的診断支援」

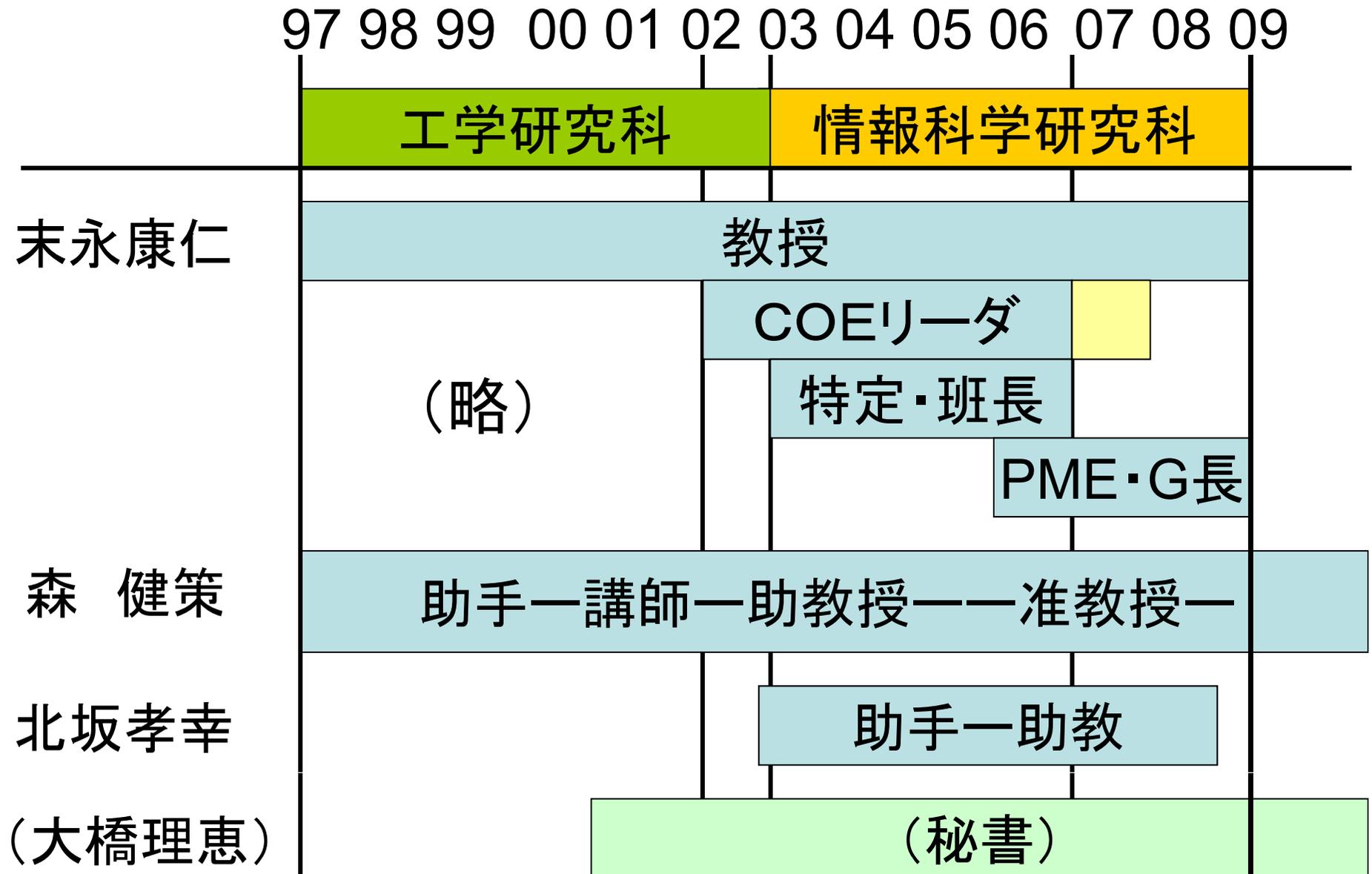
「可視化と実時間検査支援」計画班 研究代表者

2006-2008 科学技術振興調整費 名古屋大学拠点

「分析・診断医工学による予防早期医療の創成」DST-Gリーダー

他に特定領域研究、科研費、厚労省助成金の分担者（略）

末永研究室の教員構成 (1997-2009)



Virtual Endoscopy

仮想化内視鏡
森健策 他
1994

医用画像利用の
キーテクノロジー

July, 1994
3D Image Conference
at Tokyo

医用3次元画像における管状図形抽出と 気管支内視鏡画像のシミュレーション

森 健策* 長谷川純一*** 鳥脇純一郎* 横井茂樹**
安野泰史**** 片田和廣****

*名古屋大学工学部 **名古屋大学情報文化学部 ***中京大学情報科学部
****藤田保健衛生大学衛生学部

* 〒464-01 名古屋市千種区不老町

** 〒464-01 名古屋市千種区不老町

*** 〒470-03 豊田市具津町床立101

**** 〒470-11 豊明市春掛町田楽ヶ窪1-98

あらまし 本論文では3次元胸部X線CT像から気管支領域の自動抽出手順に述べ、さらに気管支を内部から見たときの画像の表示手法について述べる。気管支領域抽出は気管支内部を一種の領域生成の追跡型手順により逐次的に抽出することで行われる。また、今回得られた結果の表示法として、気管支の外形を陰影付き表面表示し、さらに気管支内部を自由に移動しつつ観察する表示法の開発を行った。本手順を実際の胸部X線CT像に適用し、良好な結果を得た。

キーワード 3次元画像処理 コンピュータグラフィクス 胸部X線CT像 気管支 気管支内視鏡
3次元塗りつぶしアルゴリズム

A method to extract of pipe structured components in three dimensional medical images and simulation of bronchus endoscope images

Kensaku MORI*, Jun-ichi HASEGAWA***, Jun-ichiro TORIWAKI* Shigeki YOKOI**,
Hirofumi ANNO**** and Kazuhiro KATADA****

*School of Engineering, Nagoya Univ. **School of Informatics and Sciences, Nagoya Univ.

***School of Computer and Cognitive Sciences, Chukyo Univ.

****School of Health Sciences, Fujita Health Univ.

* Furo-cho, Chikusaku, Nagoya 464-01, Japan

** Furo-cho, Chikusaku, Nagoya 464-01, Japan

*** 101 Tokodate, Kaizu-cho, Toyota 470-09, Japan

**** 1-98 Dengakugakubo, Kutsukake-cho, Toyoake 470-11, Japan

Abstract In this paper, we propose a procedure to extract bronchus area from three dimensional chest X-ray CT images and a method to display inner bronchus area. Extraction of bronchus area is performed by following inside points of bronchus using a

主題:

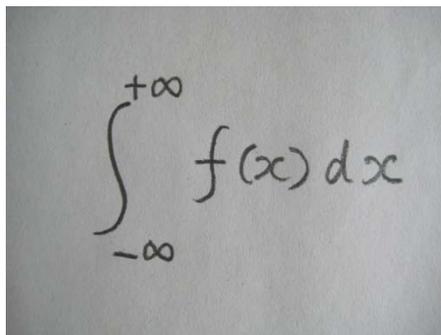
優れたインタフェース実現の ための画像の認識と生成

- 手書き数式認識
- 人物姿勢推定
- 医用画像処理技術の探究と計算機
支援画像診断および外科支援

• 手書き数式認識処理の研究

Texによる数式入力： 便利だが慣れが必要。

例： $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx$

A photograph of a handwritten mathematical formula on a piece of paper. The formula is the integral of f(x) from negative infinity to positive infinity, written as $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx$. The handwriting is in black ink on a light-colored background.

→ 手書きを直接Texに変換

手書き数式認識処理の研究

手書きストローク

入力



文字切り出し



文字認識



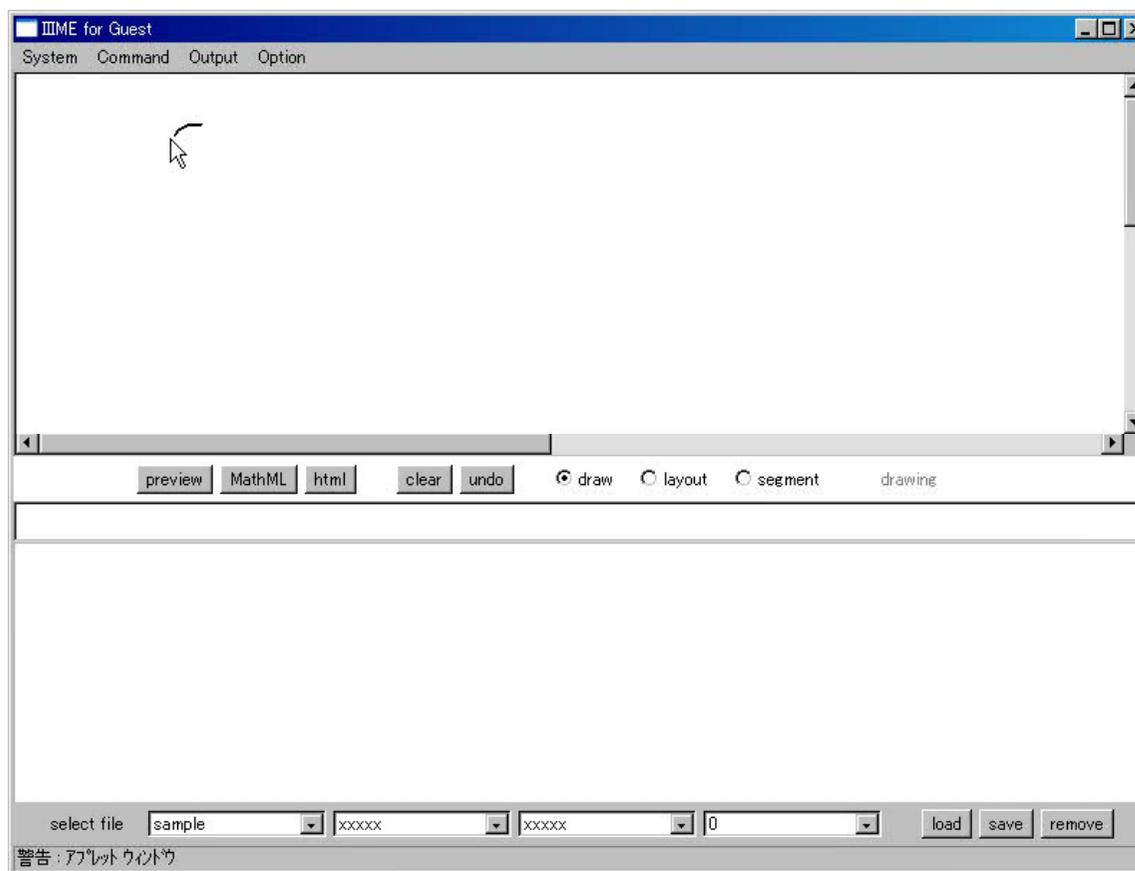
数式構造認識



出力

LaTeX, MathML

青島史郎, 鈴木隆弘他 信学論2000
豊住健一他 信学論2003

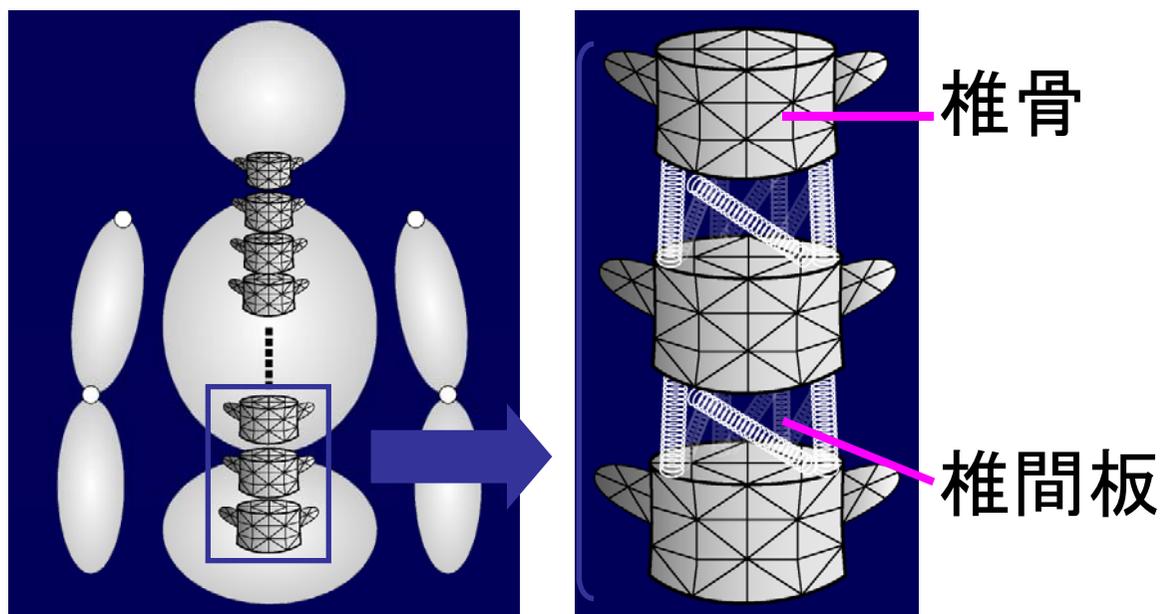


人物画像を用いた静力学に基づく 背骨姿勢推定と椎骨負荷解析

古川大介

背骨モデル

- 17個の椎骨(第1腰椎) 外形形状をポリゴン近似
- 各椎骨間にある椎間板 8本のばねで近似
- X線CT像(Visible Human Dataset)に基づきモデル構築



CT像のボリューム
レンダリング画像

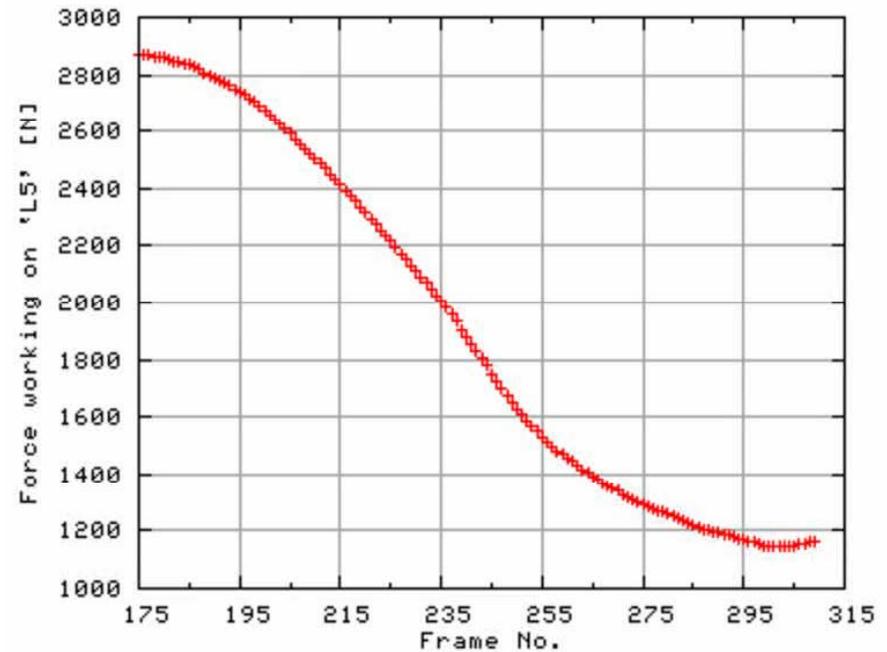
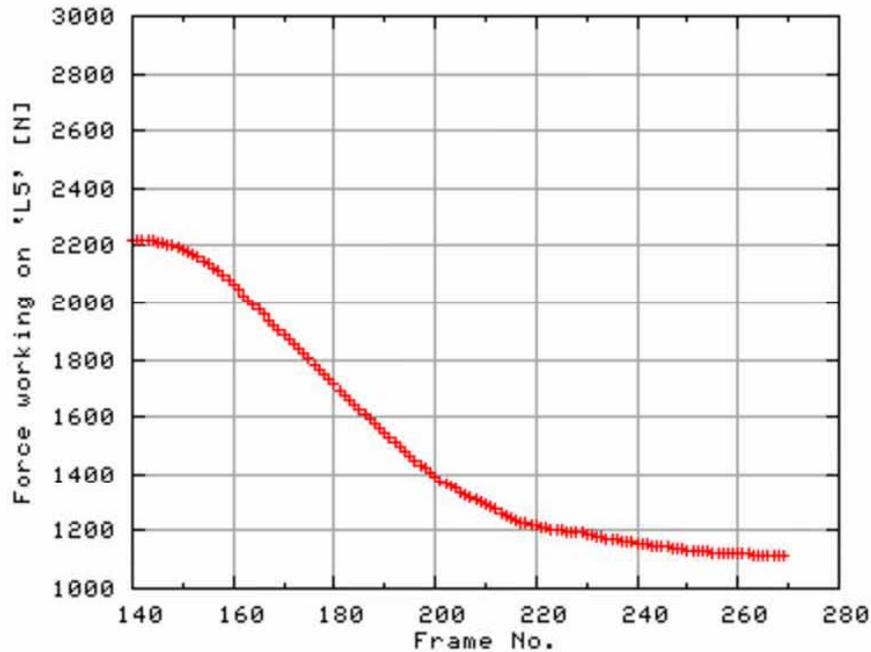
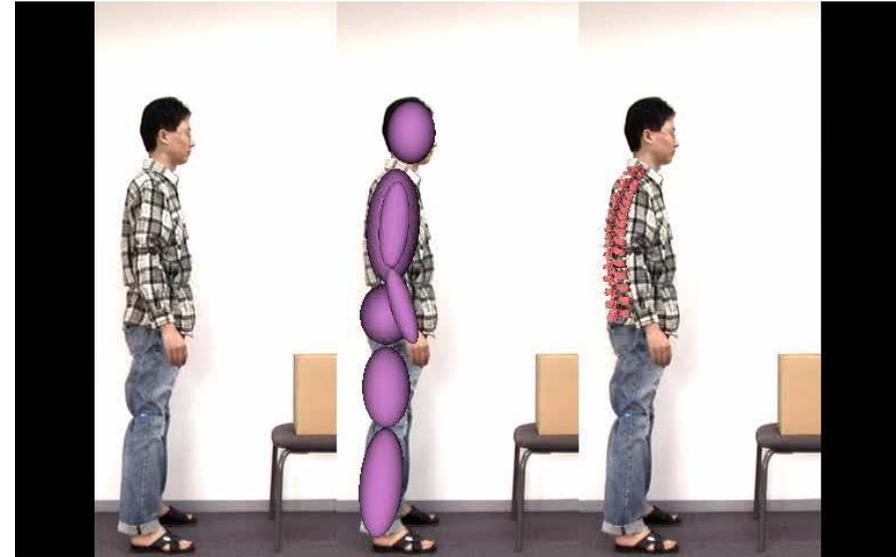
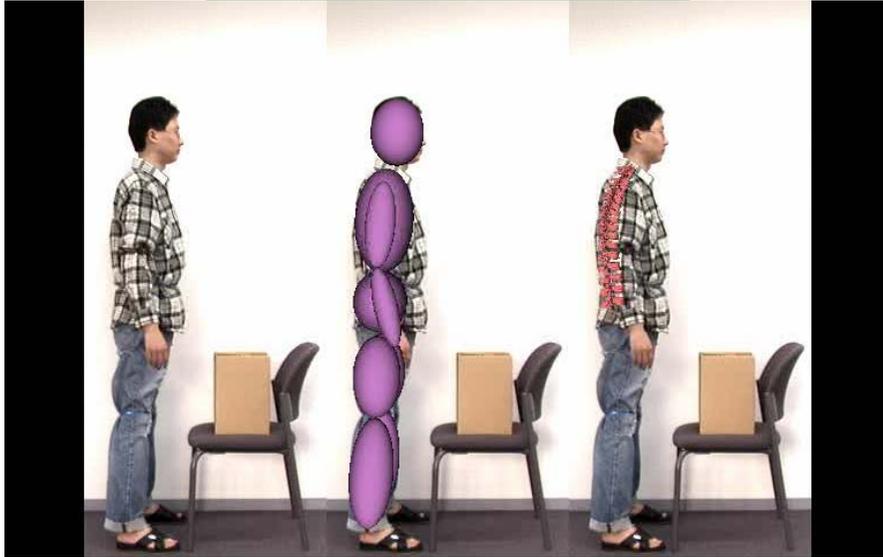


重り位置の差による第5腰椎への荷重の違い

重りの位置: 近

重りの位置: 遠

古川大介



文科省21世紀COE 名古屋大学拠点 2003-2007

社会情報基盤のための音声・映像の知的統合

拠点リーダー 末永康仁(名古屋大学)

大規模な実世界データベースの構築と
それを用いた国際コンペティションの実施により
メディア処理技術の実証的研究を推進



メディア情報処理理論の質的高度化

物理現象 → 視点の転換 → 人間活動

音声(「聴」)と映像(「視」)の知的メディア統合「脳」)

拠点の世界的実績

(20世紀)音響COE「多元音響信号の統合的理解」

音声信号圧縮と携帯電話への応用(板倉、武田)

人間と音との関わりの**多面的研究・大規模データベース**



音響空間再生



音声対話



空間音響知覚

医用画像処理(鳥脇・末永) 高度3次元動画画像処理(谷本)

高度信号処理の**実証的研究**

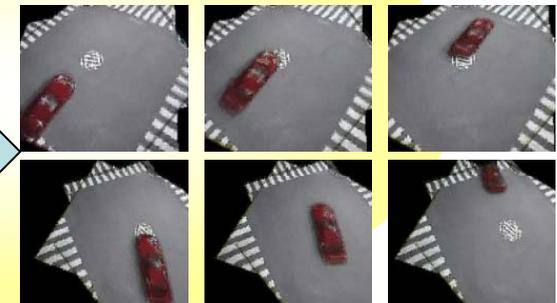
大規模信号計測に基づく画像処理



実人体と仮想化人体の融合

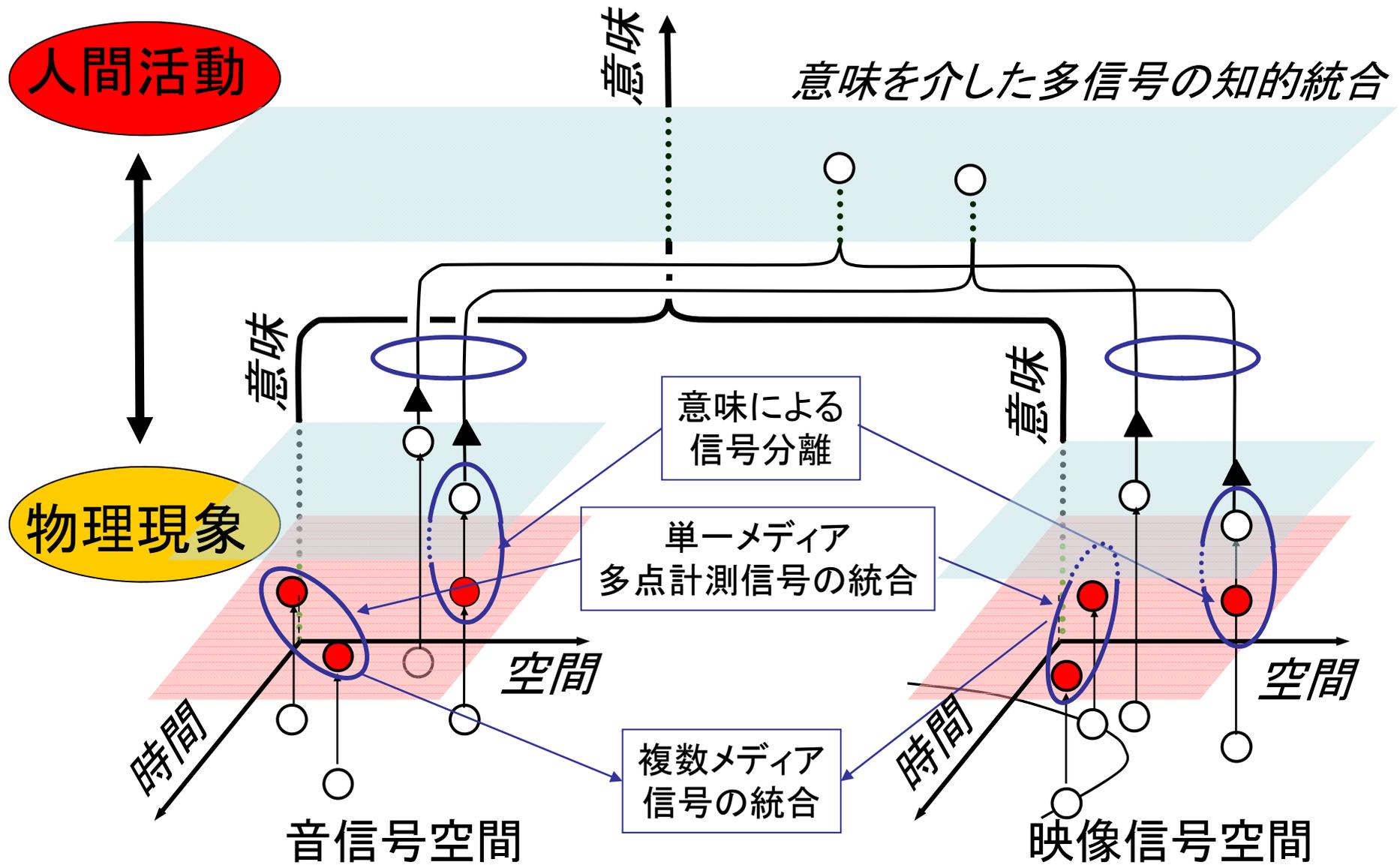


多視点撮影画像



リアルタイム
任意視点画像生成

音声と映像の知的統合



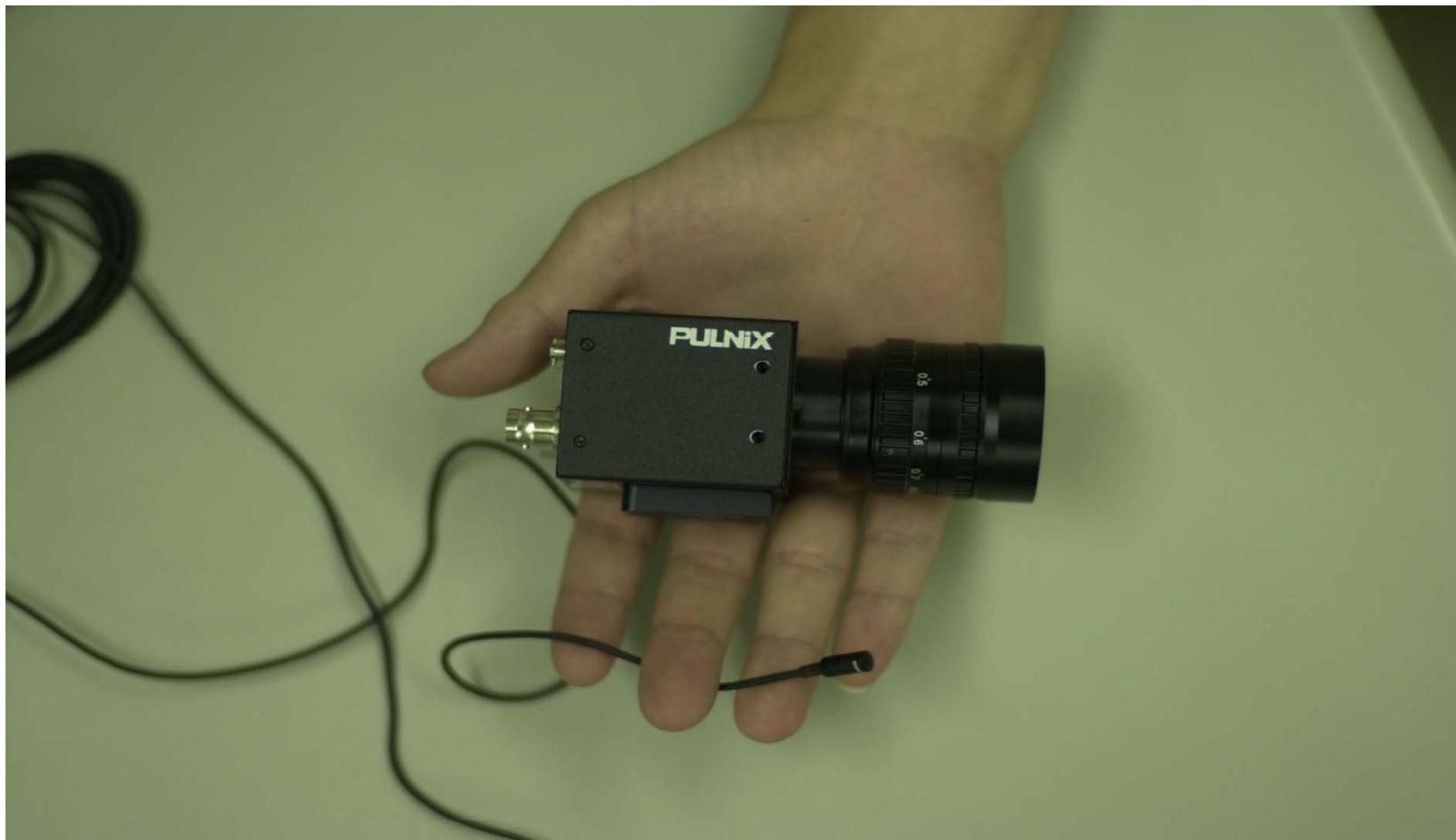
事業推進担当者(2006年度)

末永 康仁 (メ)	画像処理	間瀬 健二 (基C)	インタフェース
阿草 清滋 (情)	ソフトウェア工学	武田 一哉 (メ)	音声情報処理
谷本 正幸 (電)	画像通信工学	長尾 確 (メC)	メディア情報学
渡邊 豊英 (社)	知識情報処理	山里 敬也 (メC)	通信理論
横井 茂樹 (社)	メディア情報学	河口 信夫 (電)	ネットワーク
石井 健一郎 (社)	パターン認識	森 健策 (メ)	画像情報処理
坂部 俊樹 (情)	計算機言語論	三輪 和久 (メ)	認知科学
平田 富夫 (計)	アルゴリズム	藤井 俊彰 (電)	画像情報処理
大西 昇 (メ)	生体情報工学	工藤 博章 (メ)	音声音響信号処理
村瀬 洋 (メ)	画像処理	事務局 阿部真記子、棚橋絵未	

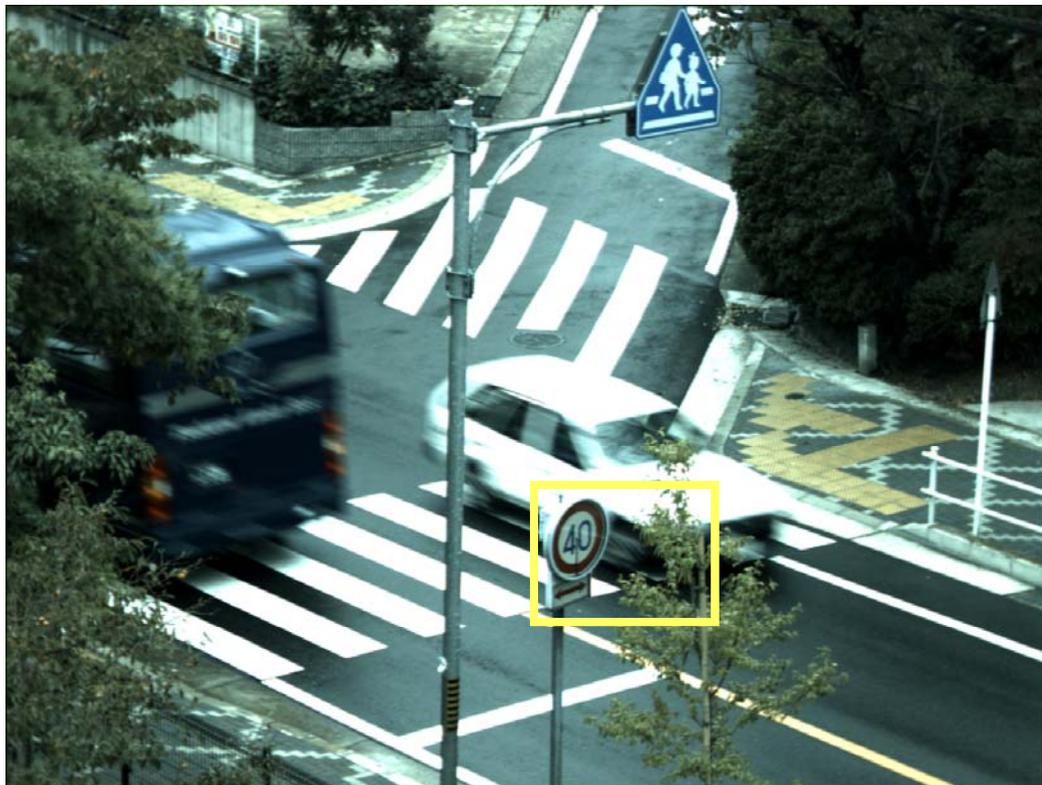
メ: 情報科学研究科・メディア科学専攻
社: 情報科学研究科・社会システム情報学専攻
情: 情報科学研究科・情報システム学専攻
計: 情報科学研究科・計算機数理科学専攻

電: 工学研究科・電子情報システム専攻
メC: 情報メディア教育センター
基C: 情報連携基盤センター

高性能カメラ・マイク



高解像度ビデオカメラで取得した画像



高解像度ビデオカメラ



NTSCビデオカメラ相当

High Precision Audio and Video Signal Acquisition System



COEコア - 多点多元計測装置

特徴

多チャンネル音声・映像
各チャンネル完全同期
スケーラブルな拡張性
高解像度映像

映像 1392x1040pixels 29.4118fps
音声 16-96kHz

装置概観



2004

64眼+128耳
システム実現

2005

64眼+128耳
データ収集

2006

100眼+400耳
収集・評価

2007

自由視点テレビ

大規模なカメラ群により撮影される映像から任意視点の映像を生成 (谷本・藤井)

•世界的インパクト

- MPEG(Moving Picture Experts Group)会合における成果発表
- MPEGの最も挑戦的な課題と認められ標準化対象として採択

•著名学会誌等での紹介

- 米国光学会
- コンピュータ専門誌



自由視点テレビシステム



多視点映像(入力)



データベースに基づく車内音声音響処理

大規模実世界データを利用した統計的モデルにより高度なメディア処理を実現

(板倉・武田・河口・松原)

•受賞 (優秀コーパス賞)

–EuroSpeech2003 (隔年・発表
800件・音声分野でベスト3会議の一つ)

•国際共同研究

–海外大学院学生の滞在研究

- コロラド大 (USA)
- トリノ工科大 (イタリア)
- ナンヤン工科大 (シンガポール)

–ワークショップ(査読つき)主催
(2回)



分散マイクロホン 分散カメラ

実世界データベース
800人・20チャンネル
(質・量とも世界一)

対話記述

運転行動

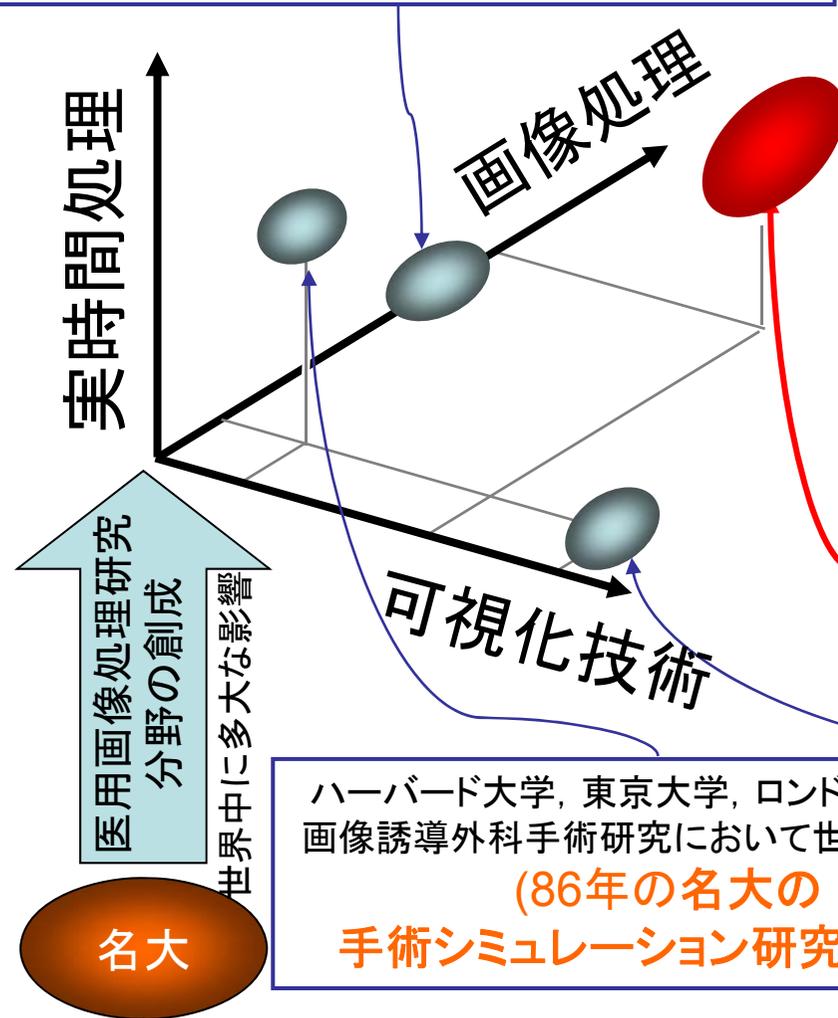
- (1) スペクトル回帰に基づく雑音抑圧
- (2) 映像・音声を統合した音声認識
- (3) 実例に基づく対話制御

184



医用画像処理の国際的な位置づけ

シカゴ大学, 東京農工大,
徳島大学, 岐阜大学
個々の診断支援システムの実用化
(**基本的概念・手法は多く名大から輸出**)



名大の特色 (医用画像処理)

- ・医用画像処理研究における世界的先駆者
 - ・名大の開発した基本的概念を世界中の医用画像処理研究グループが継承
- (1) 2次元・3次元**画像処理技術の約40年にわたる蓄積**
 - (2) **世界的先駆研究多数**
胸部X線像自動診断(72年)・手術シミュレーションシステム(86年)・仮想化内視鏡(94年)・内視鏡ナビゲーション(99年) 等多数

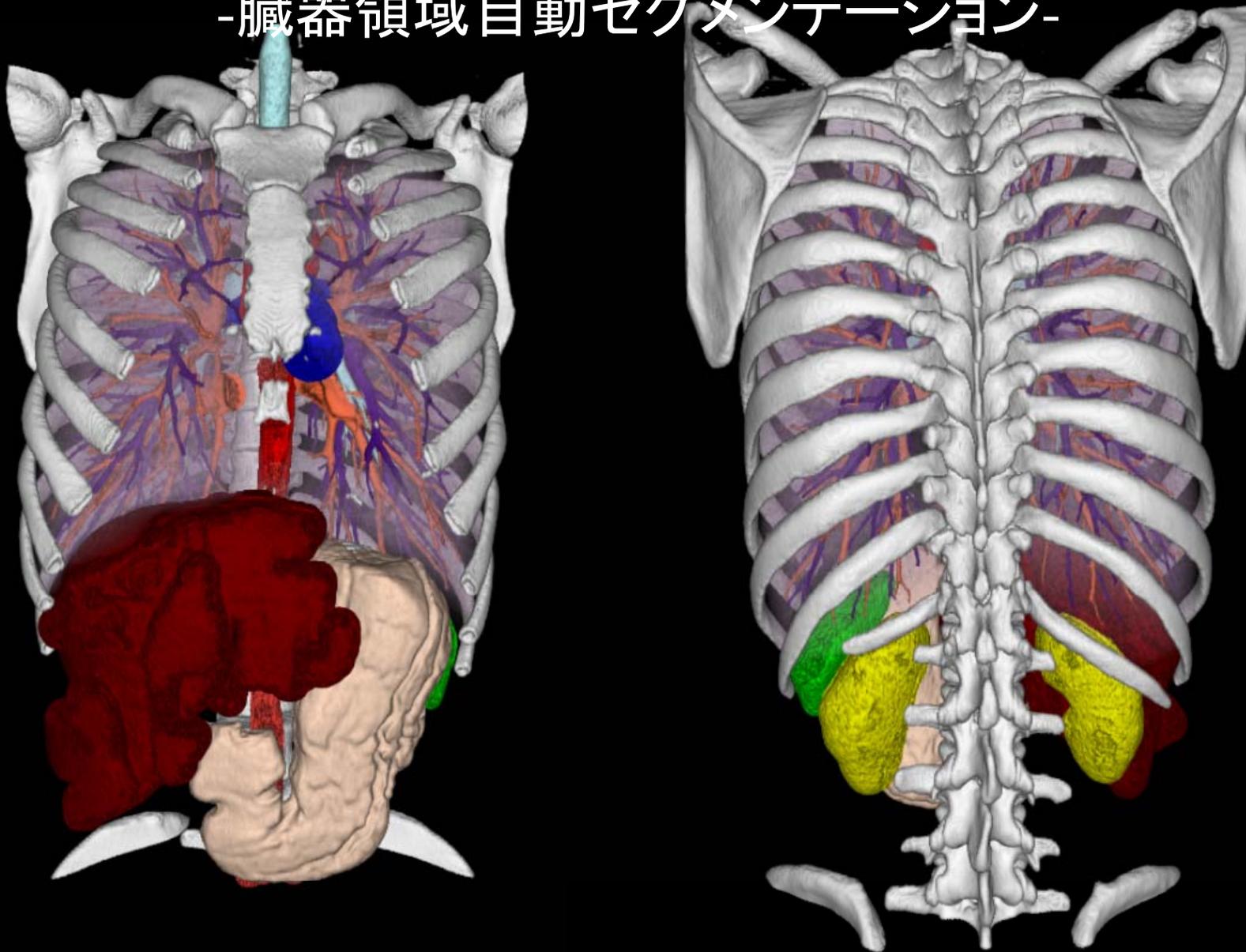
名大の研究水準

(現状) 多次元信号処理, 人体可視化技術において世界最高水準
(今後) 実時間での実・仮想融合, 人体ナビゲーション診断で世界をさらにリード

ハーバード大学, 東京大学, ロンドン ガイ病院
画像誘導外科手術研究において世界最高水準
(86年の名大の**手術シミュレーション研究を基盤**)

ハンブルグ大学
3次元医用画像**可視化技術**を利用した**解剖図作成技術**において世界最高水準

名古屋大学における医用画像処理研究 -臓器領域自動セグメンテーション-



肝臓、脾臓、腎臓、縦隔内大血管、気管支、胸部の血管、腹部大動脈、胃壁

文部科学省 特定領域研究(2003-2006)

多次元医用画像の知的診断支援

◆ 領域申請代表者

総括班・A01 計画遂行とりまとめ 小畑秀文(東京農工大)

◆ 計画班研究代表者

A01 内部構造の3Dモデリング 田村 進一(阪大)

A02 CADの汎用化と高度化 仁木登(徳島大) 木戸尚治(山口)
藤田広志(岐阜大) 杉本 直三(京大)

A03 可視化と実時間検査支援 末永 康仁(名大)

A04 モダリティ融合CADの開発 本谷 秀堅(山形大)

A05 CADの基盤技術 池田 充(名大)

「電体新書」と「電脳医学大全」

- **電体新書**

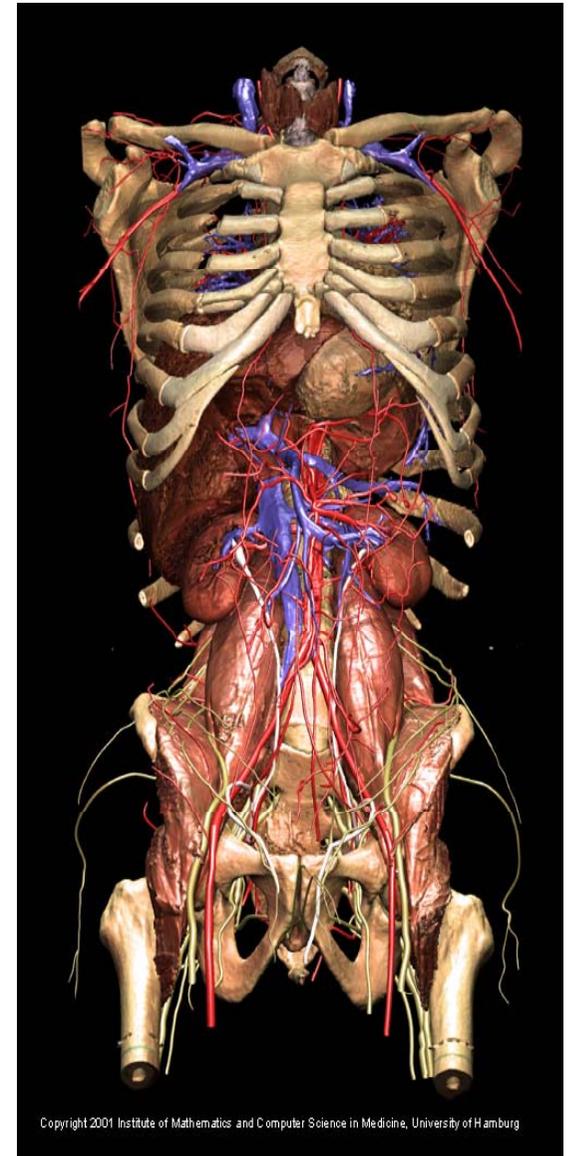
- 現代版「解体新書」
- デジタルデータとして
人体構造を記述

- **電脳医学大全**

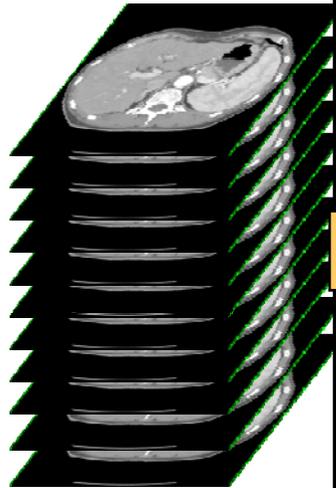
- 画像診断アルゴリズムの
データベース

- これら2つにより

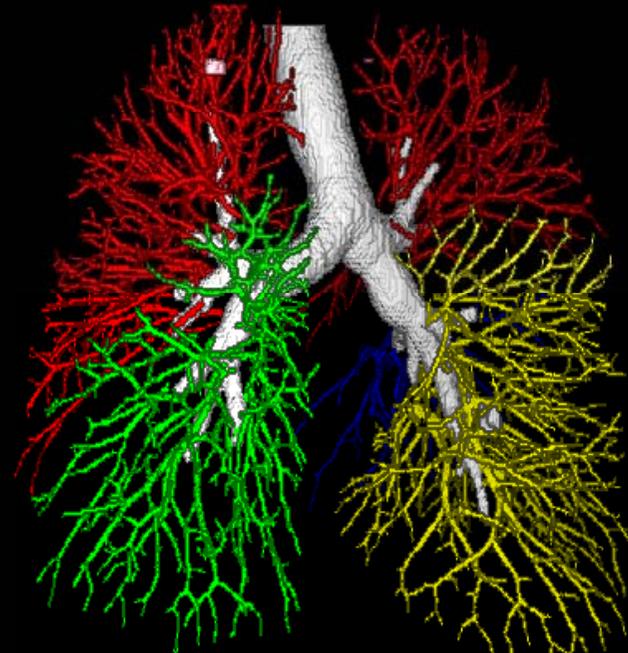
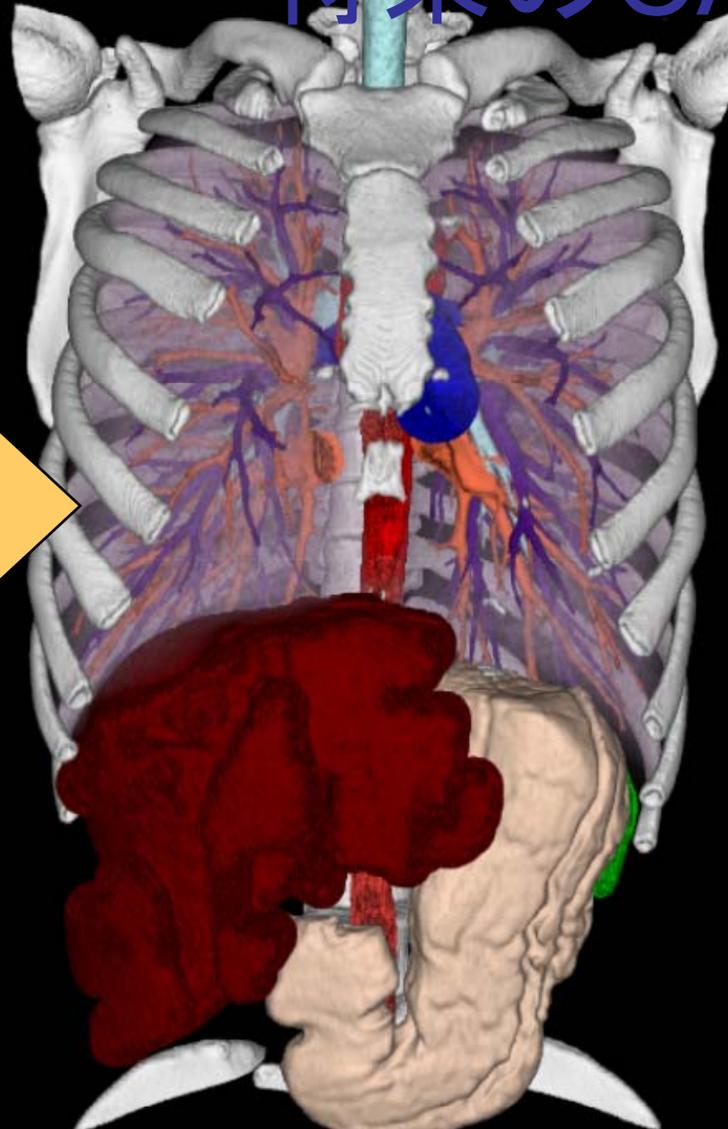
- 迅速・安全・正確な診断
 - One stop diagnosis, 横断型診断
- 知の蓄積



将来のCADシステム



高次元・
高精細
医用画像



左肺 右肺

左肺150度に異常
(2002年徳島大学)

各種臓器構造の抽出と理解 (2002年名古屋大学)

分析・診断医工学による 予防早期医療の創成 (2006~)

てのひらに名医・大病院を

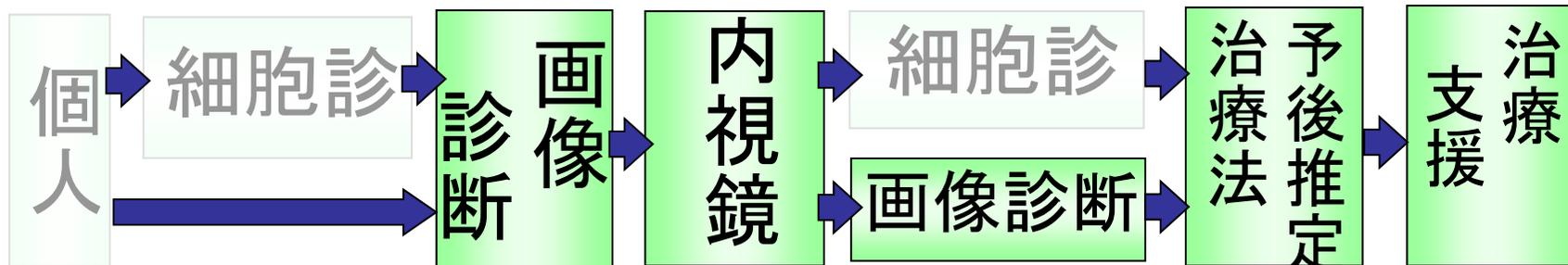
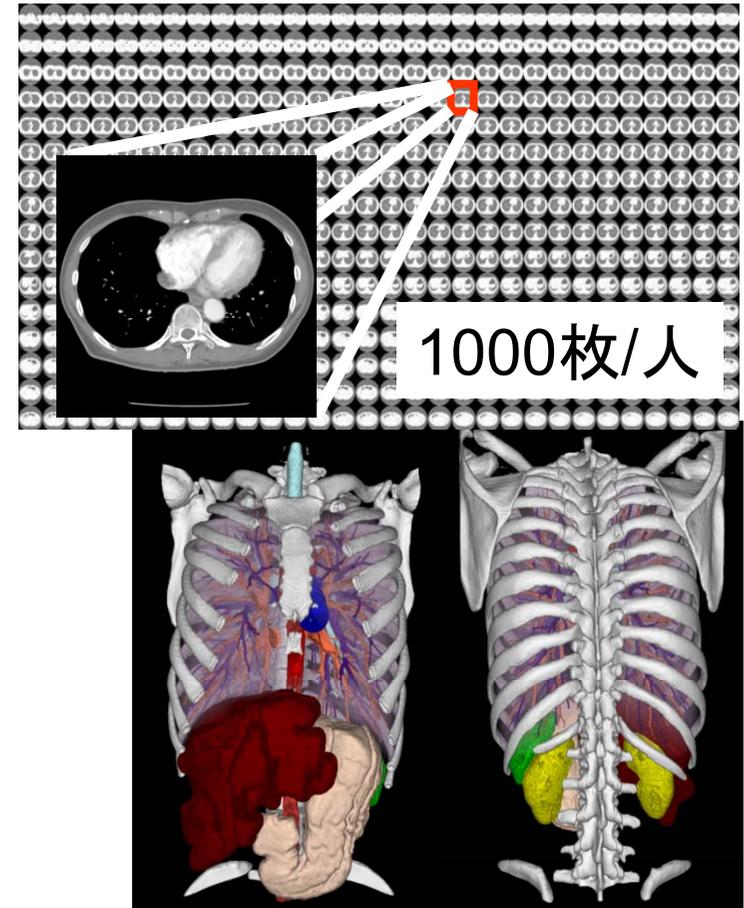
高度診断のグローバル化
医療データの蓄積・自動抽出による病院の携帯化

「安心」という価値の創造から次世代医療産業創生へ

我が国の優れた診断治療能力を世界に向けて発信
高度診断治療分野における国際競争力向上

内視鏡G (リーダー 末永康仁)

- 次世代内視鏡術システム
 - 仮想化・実内視鏡の複合による生体組織検査
 - 負担最小
- 名大・・・オリジナル
 - 超高感度画像診断
 - 仮想化内視鏡 (CT等から)
 - 知的全身診断支援(個のモデル)
- オリンパス
 - 極細径内視鏡



次世代内視鏡術システム

CT画像を基に的確知的誘導→低侵襲/高効率/安全/正確な診断治療

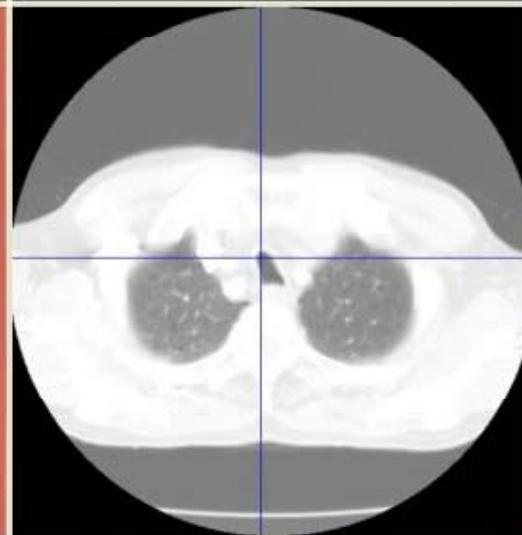
実内視鏡画像

解剖学的名前
を自動表示



気管支樹構造
外観

現在位置の
俯瞰



仮想化
内視鏡画像

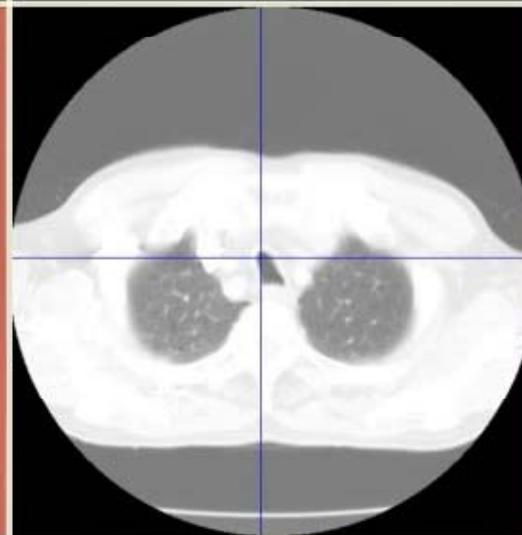
実内視鏡に
自動追従

CTデータから
生成



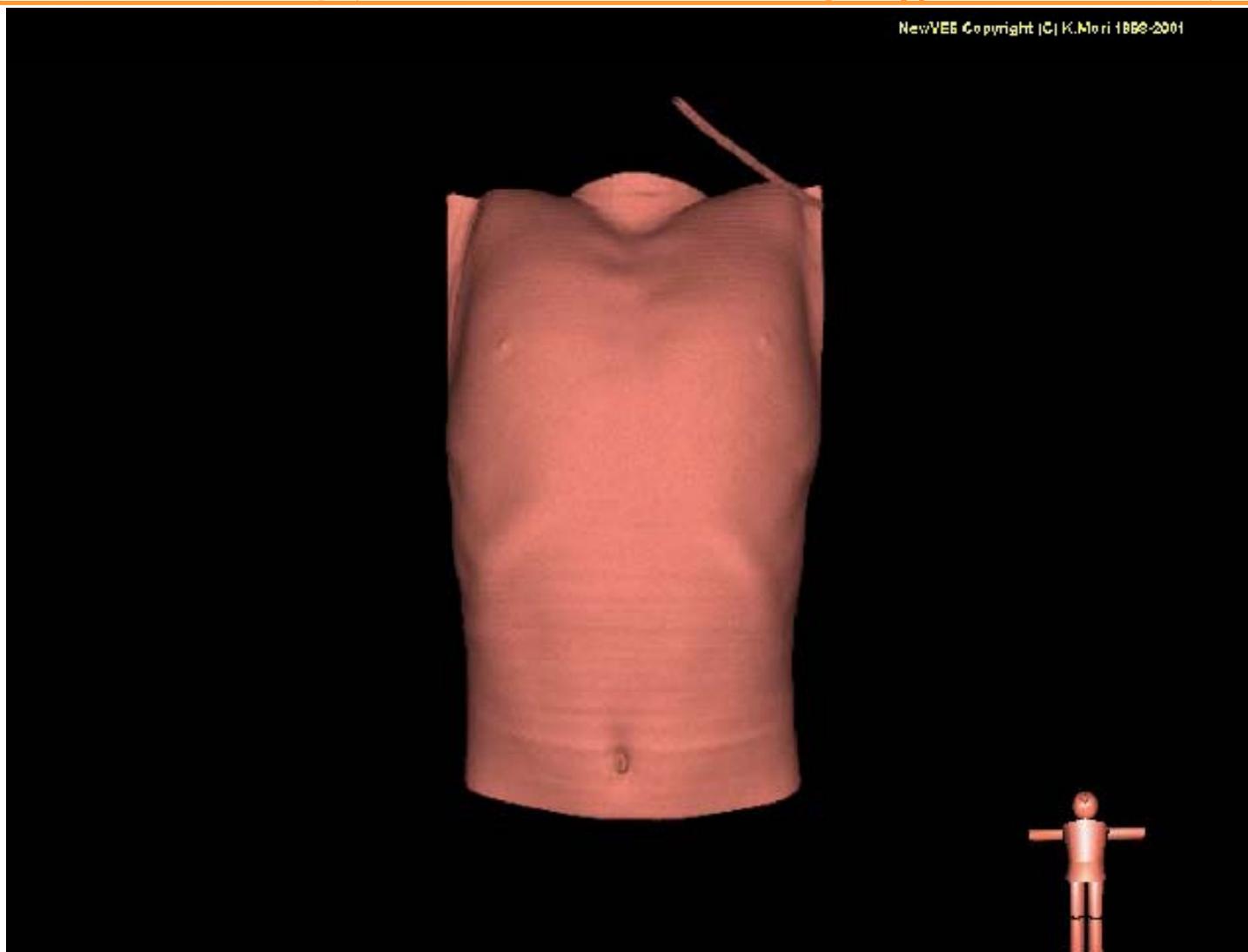
CT画像

CTデータ
スライス像



医用画像の認識理解技術の確立

解剖学的知識に基づいて人体構造を自動認識

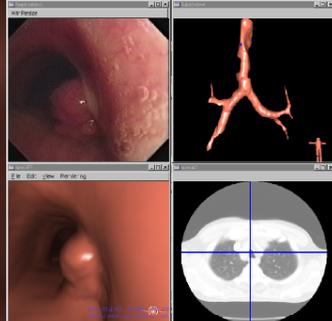


実人体と仮想化人体を融合した新しい医用画像処理手法の追求

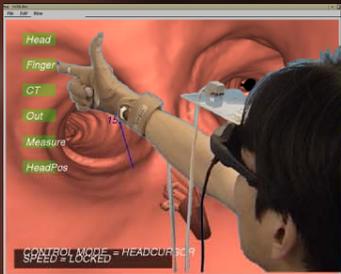
実人体指向医用画像処理 手術ナビゲーション

仮想化人体情報を効果的に利用した手術ナビゲーション手法の確立

- ・仮想化人体と術中情報のレジストレーション
- ・増強現実感を利用したナビゲーション
- ・手術ナビゲーションシステムのための新しいユーザインタフェースの確立

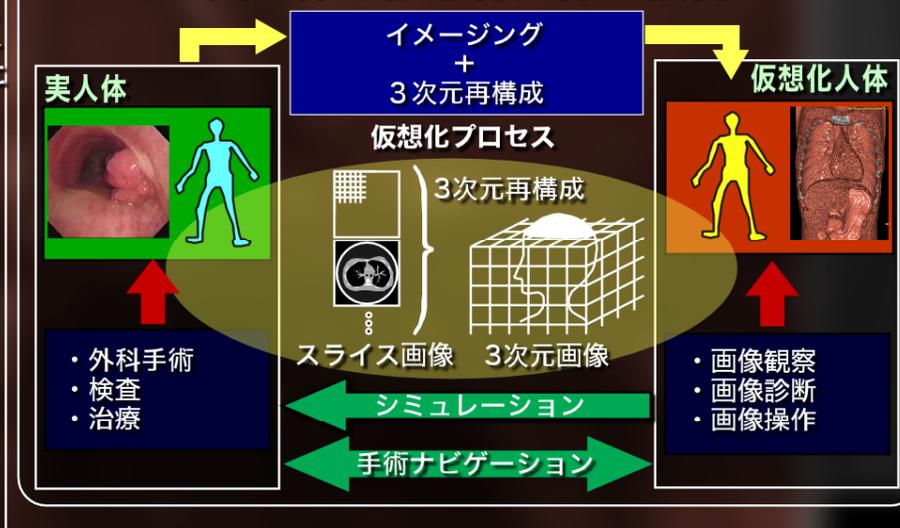


例) 気管支内視鏡ナビゲーションシステム



例) 仮想・増強現実感を利用したナビゲーション

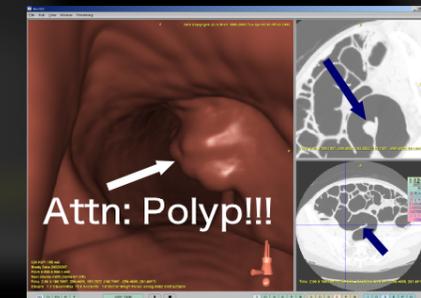
実人体と仮想化人体の融合



仮想化人体指向医用画像処理 計算機支援画像診断

解剖学的知識に基づいた画像認識・理解技術の確立

- ・大腸ポリープ自動検出
- ・胸部肺がん自動診断
- ・胸部解剖学的構造自動認識



手術シミュレーション

画像変形技術に基づく軟部組織手術シミュレーション手法の確立

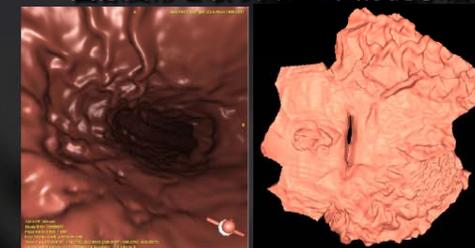
- ・小児奇形手術シミュレーション



画像提示手法

仮想化人体診断のための新しい画像提示手法の開発

- ・大規模n次元画像高速表示手法
- ・画像変形を取り入れた画像提示法

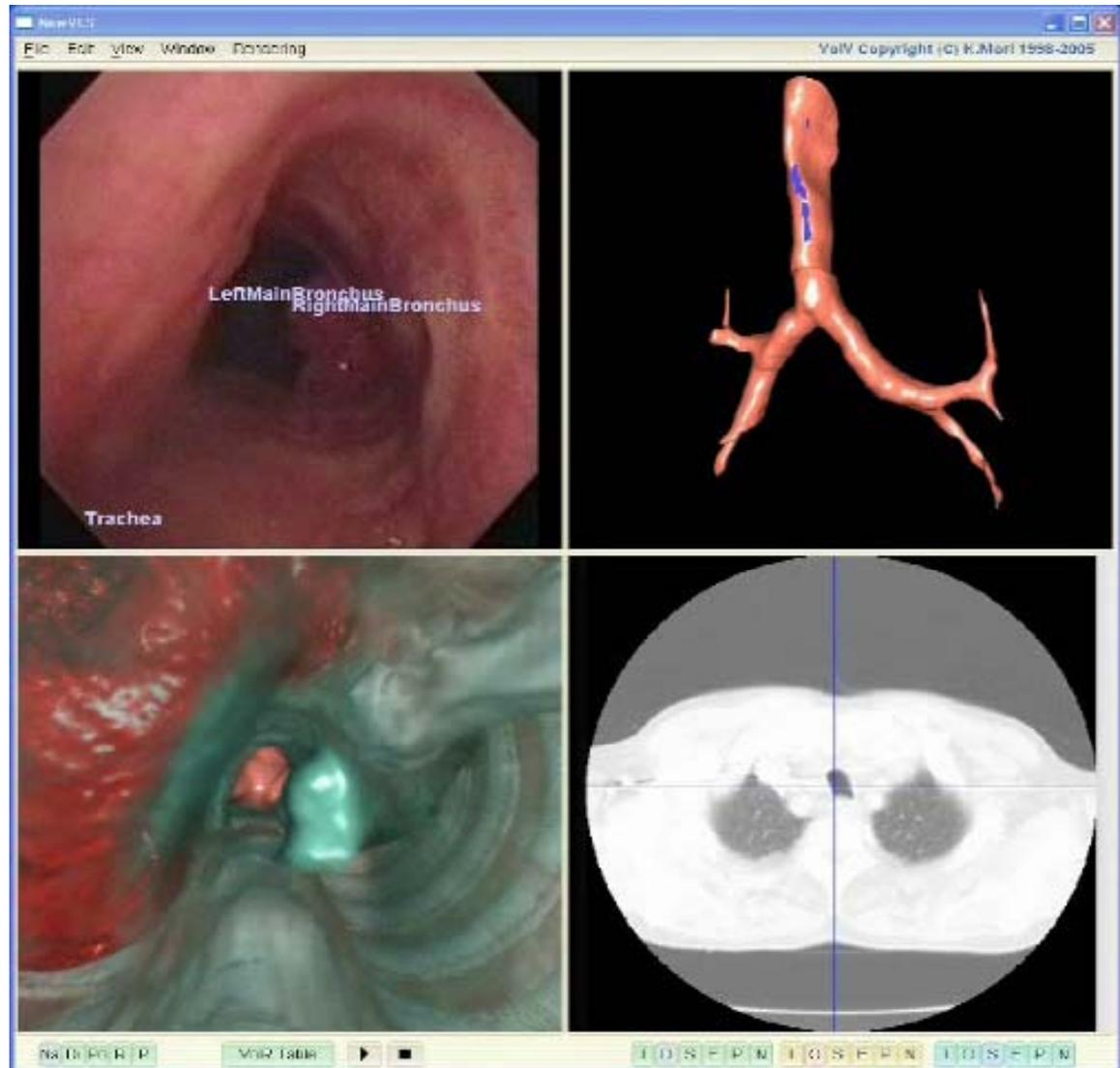


要素技術の開発が重要!

画像認識 画像理解 画像生成 画像変形
ユーザインタフェース レジストレーション

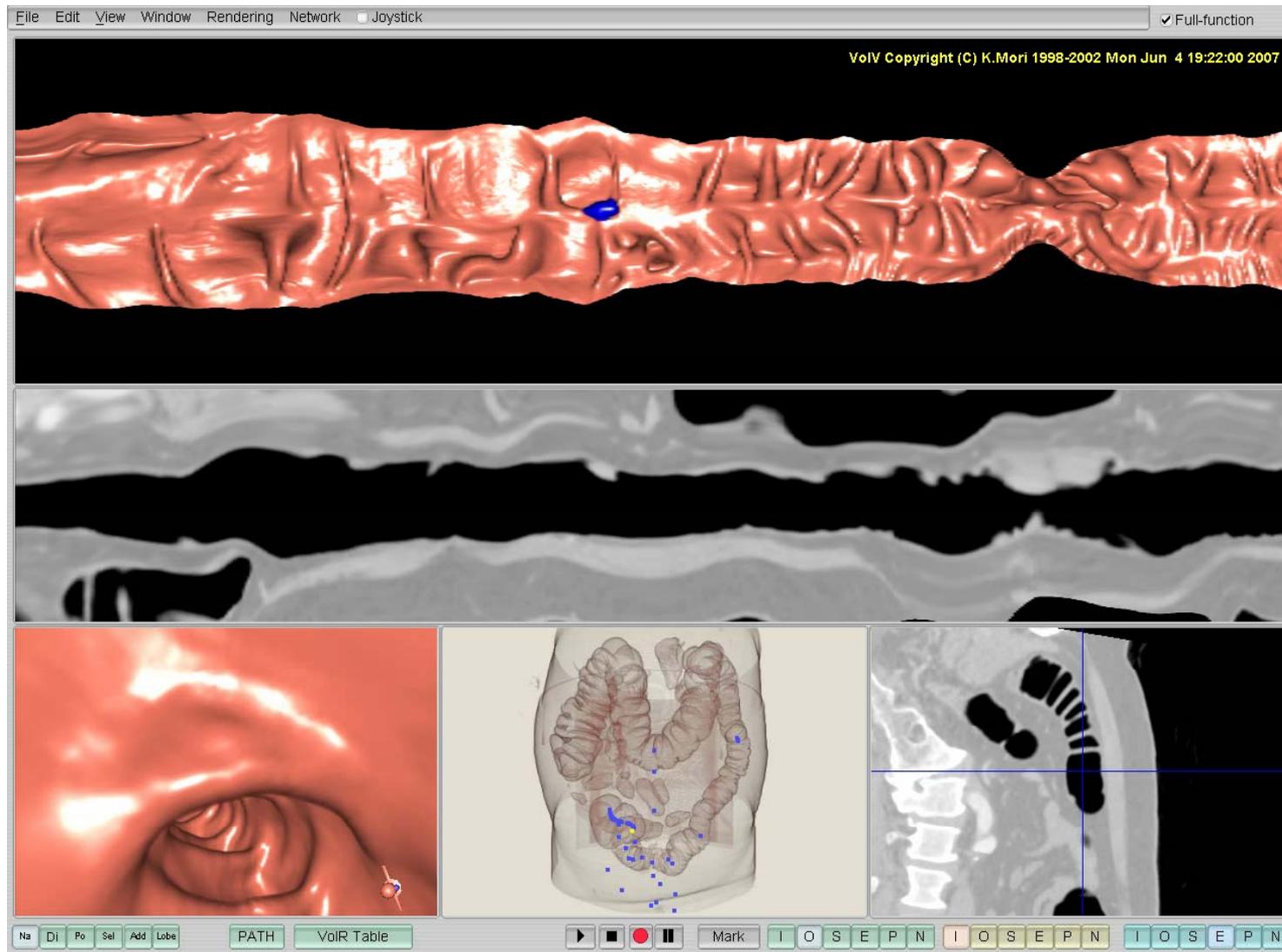
手術ナビゲーション手法の確立 森健策

複雑な気管支内部もナビ付きなら迷わない



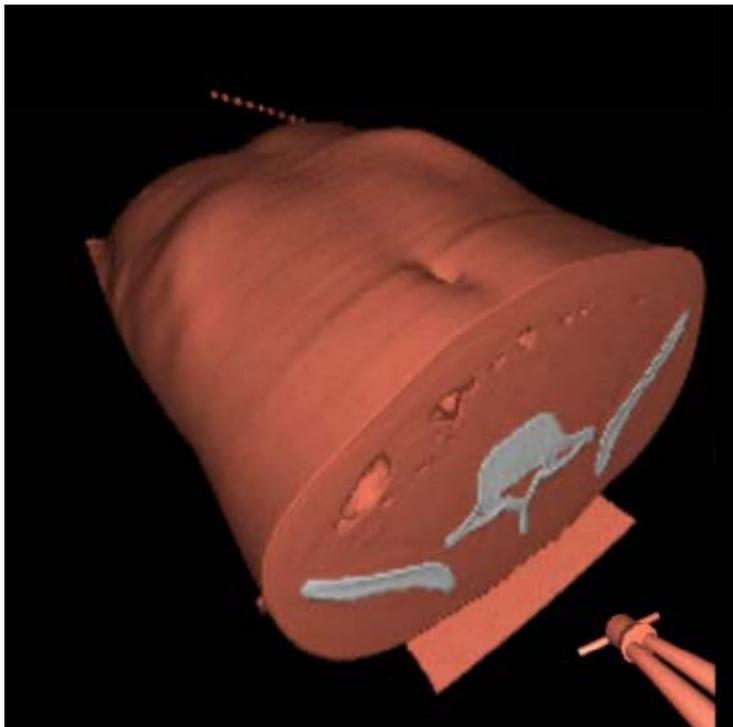
新しい画像提示手法の開発

大腸に沿った観察で効率的な診断を可能に



手術シミュレーションシステムの開発

患者固有の変形モデルで手術のリハーサルを



背景(1)

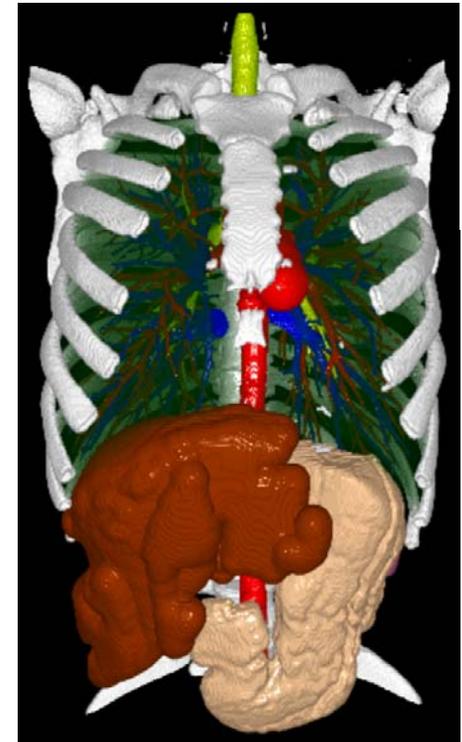
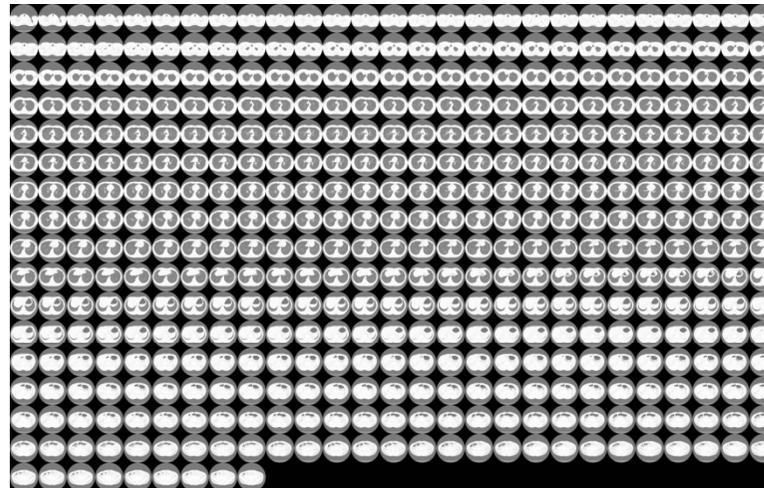
- 内視鏡を用いた低侵襲治療の普及
- 手術支援ロボットの登場
 - 患者にかかる負担の軽減
 - 入院期間の短縮化
 - 患者のQOLの向上
 - 医療費削減



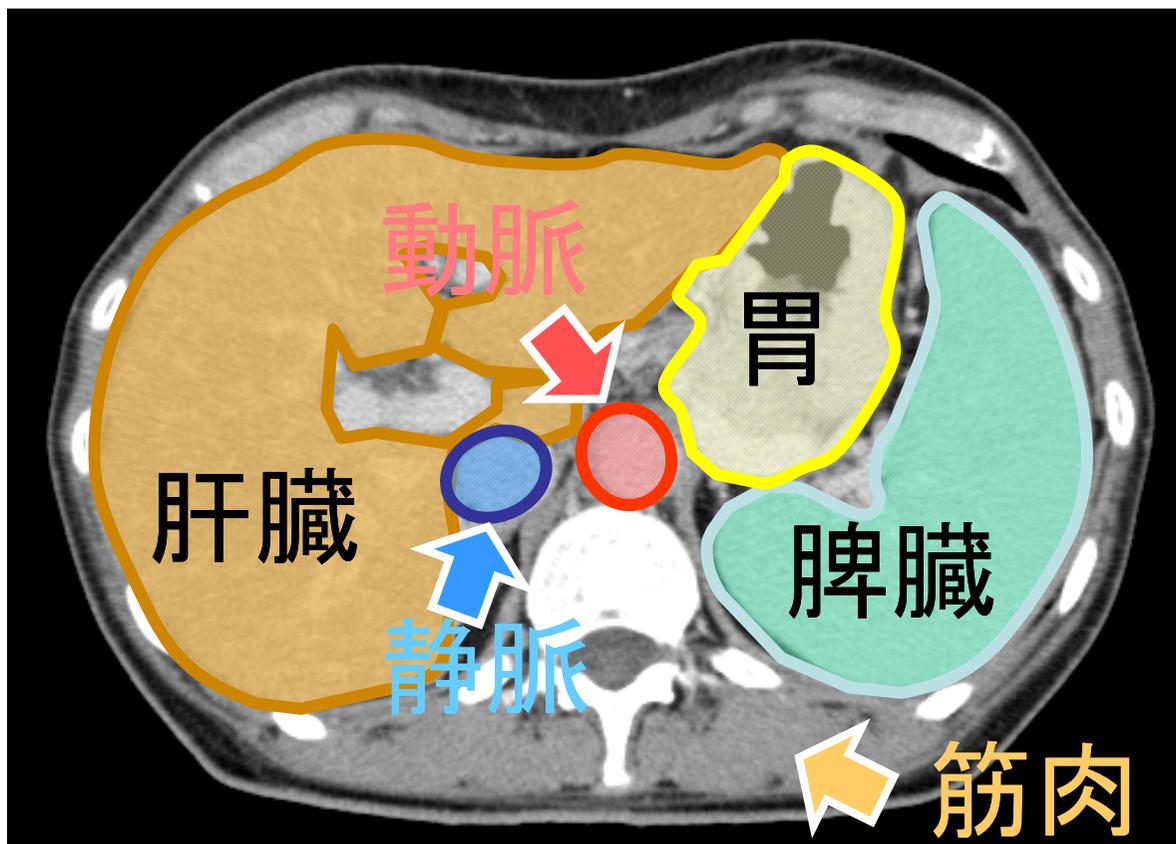
手術に高度な技術が必要

背景(2)

- イメージング装置の発達
- 人体の高精細な画像が取得可能
 - 手術前に人体の内部構造が把握可能
 - 術中の参照画像としての利用
- 医用画像を用いた手術支援

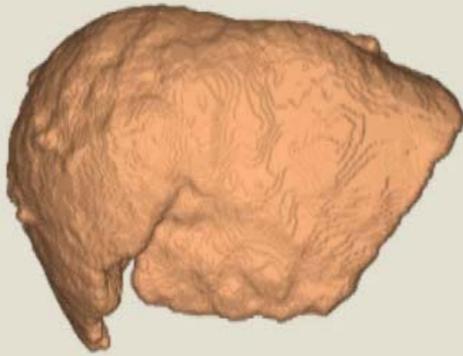


多時相CT像からの肝臓領域抽出 出口大輔

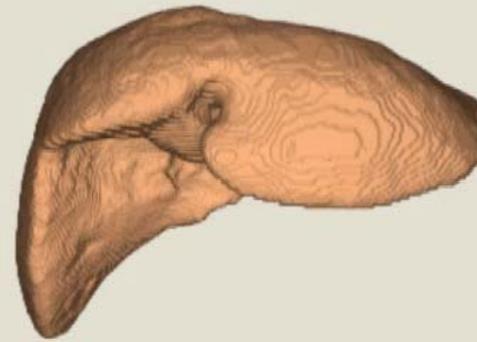


- 肝臓
- 脾臓
- 胃
- 動脈
- 静脈
- 筋肉

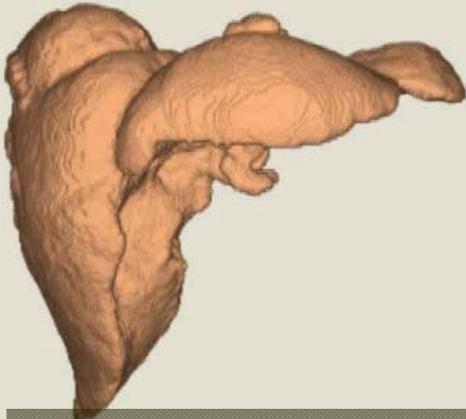
- 多時相CT像（造影剤注入後、時間間隔をおいて取得された複数のCT像）の各臓器のCT値分布にもとづき肝臓領域を抽出



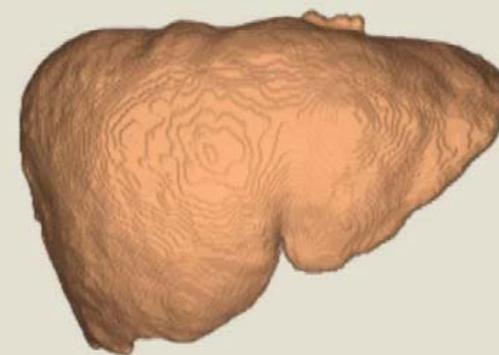
Case 1



Case 8



Case 18



Case 19

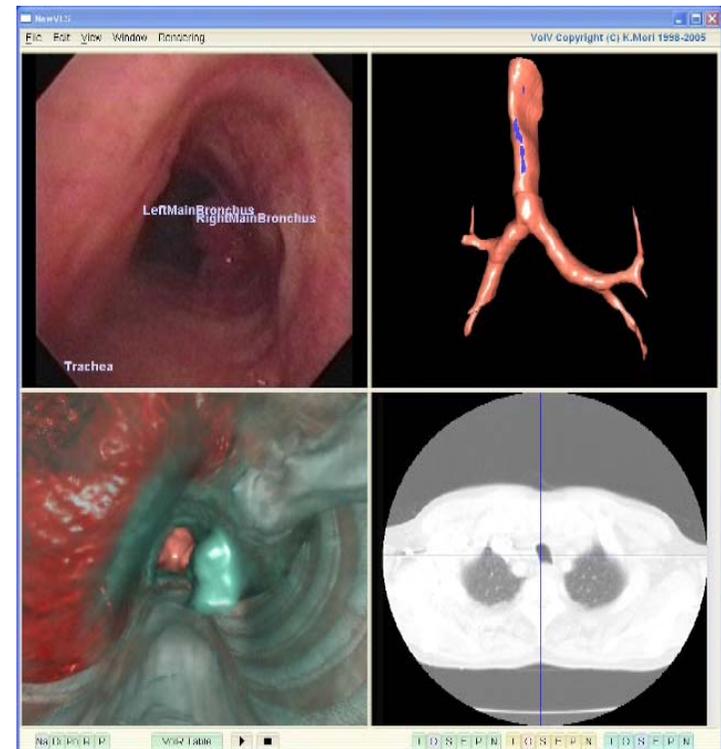
気管支鏡ナビゲーションシステム

実気管支鏡検査時の医師に情報を提示

- 実気管支鏡観察位置
- 壁面下の血管や臓器の位置情報
- 臓器の解剖学的名称
- 気管支鏡挿入経路

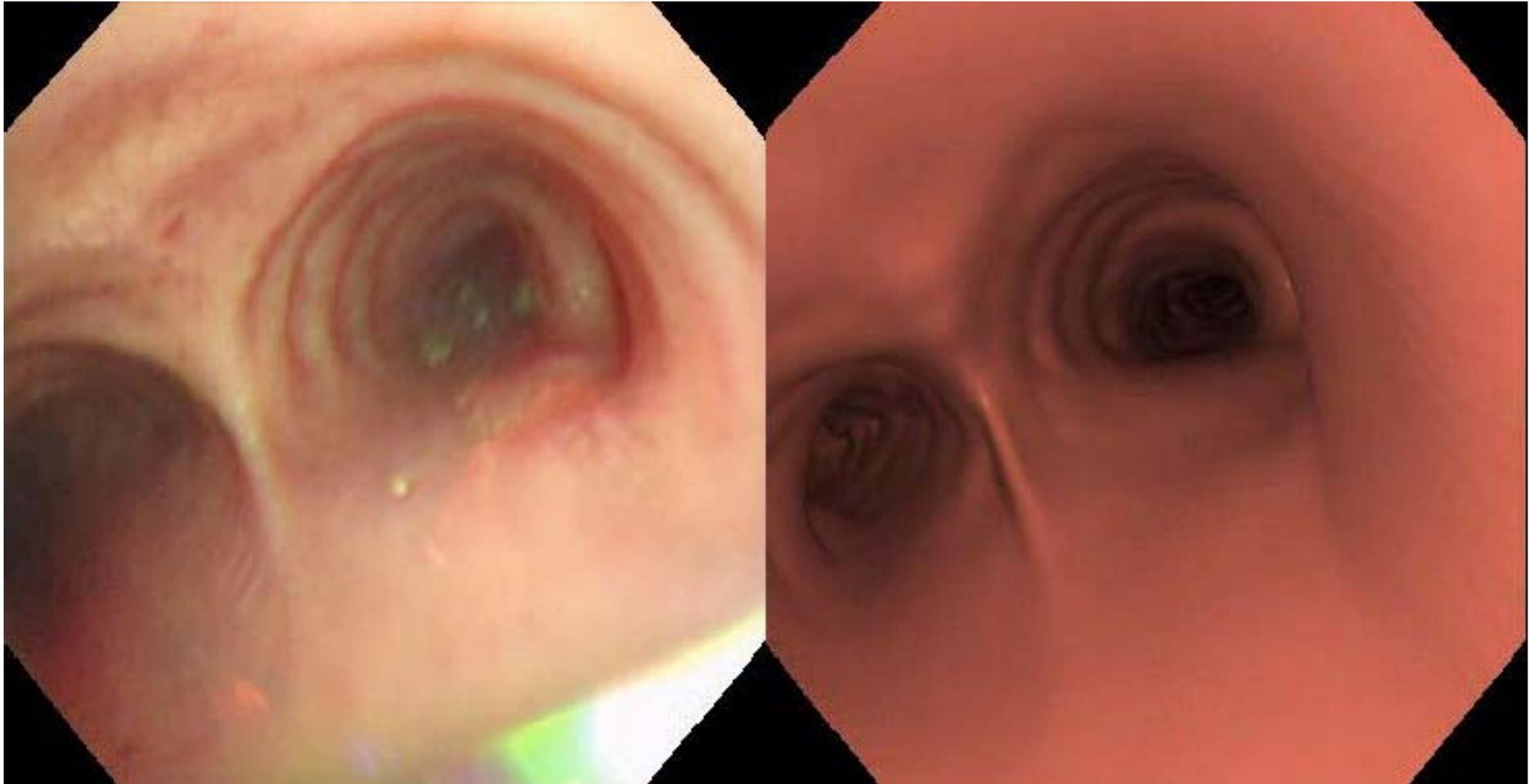
実気管支鏡
仮想化内視鏡

観察位置合わせが必要



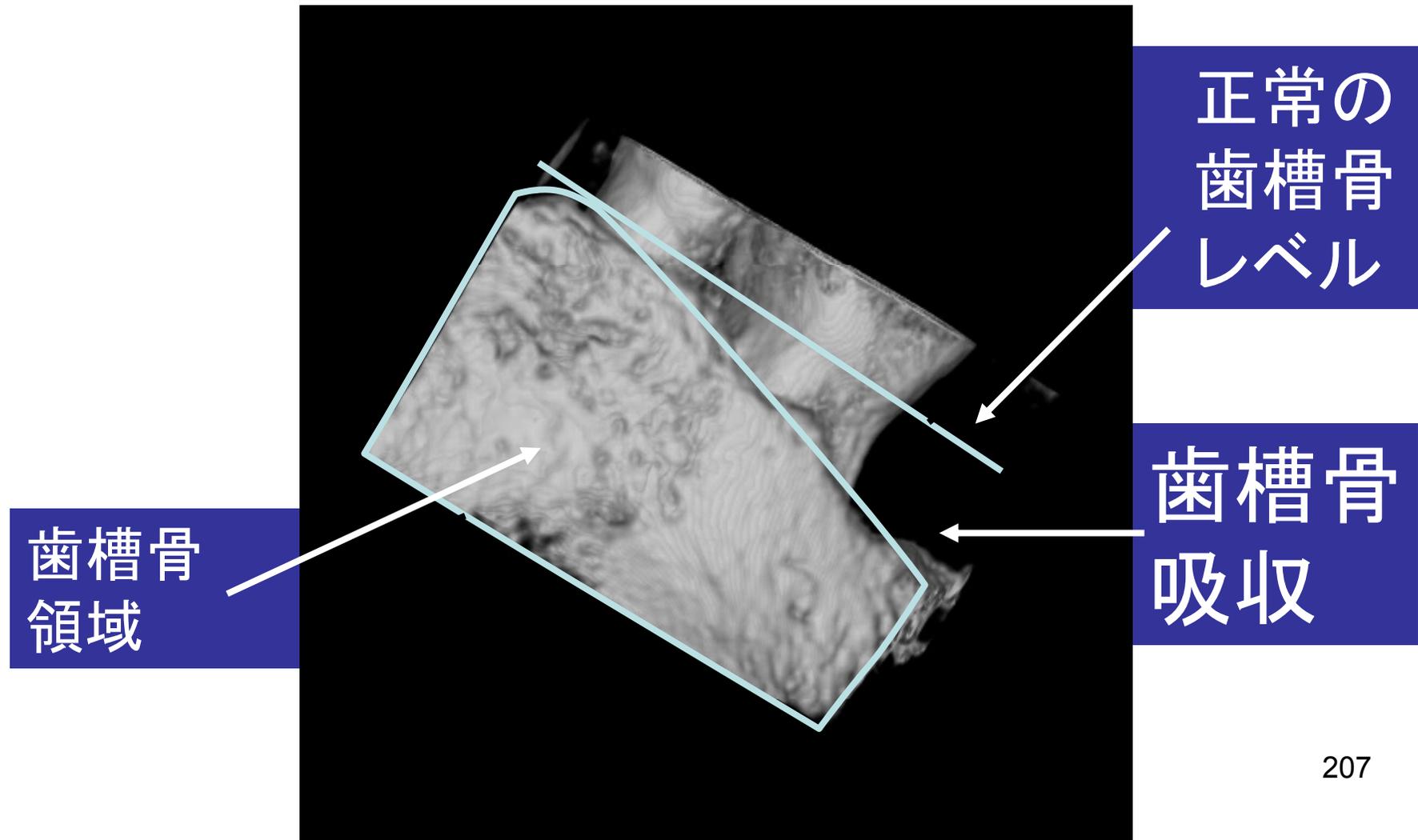
気管支鏡カメラの位置・動き推定

出口大輔



高解像度歯科用CT像の3次元画像処理

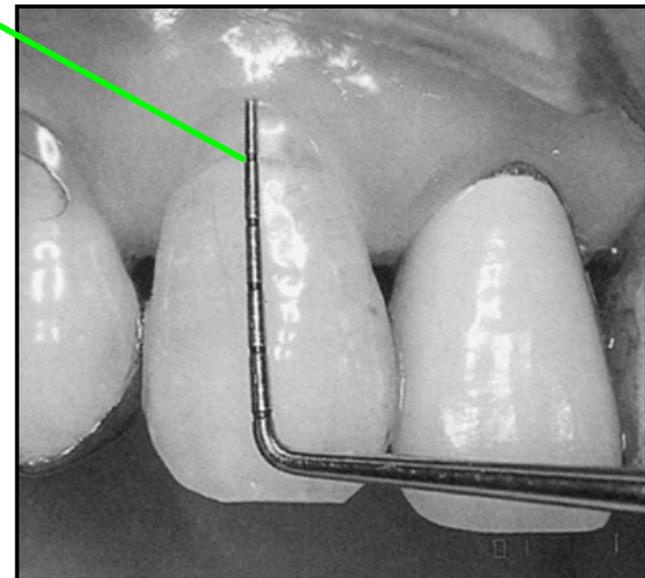
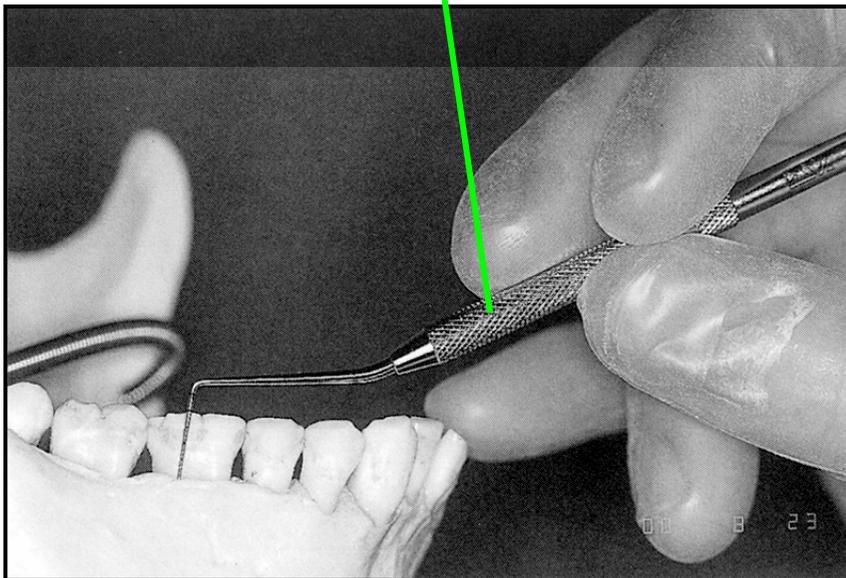
長尾慈郎



歯槽骨吸収の深さ測定(従来法)

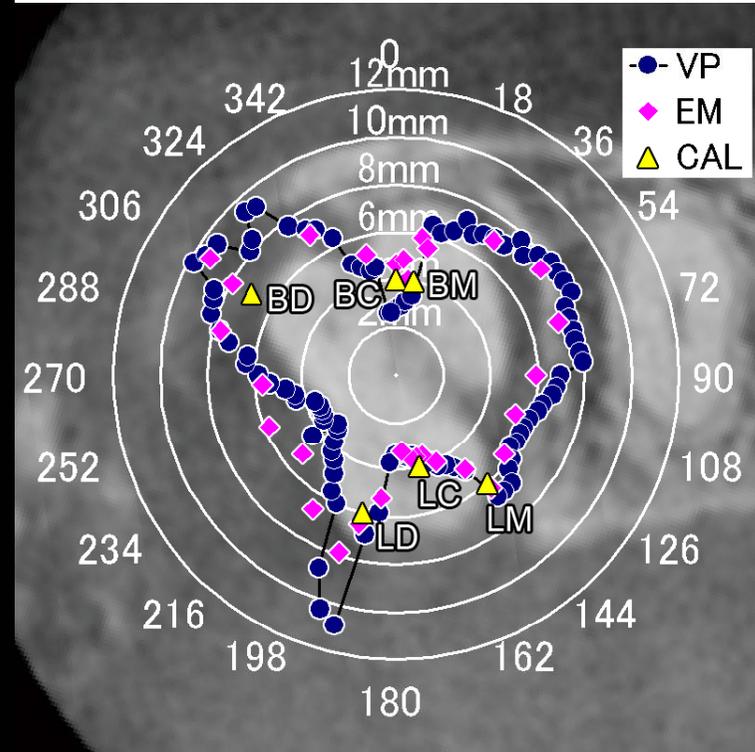
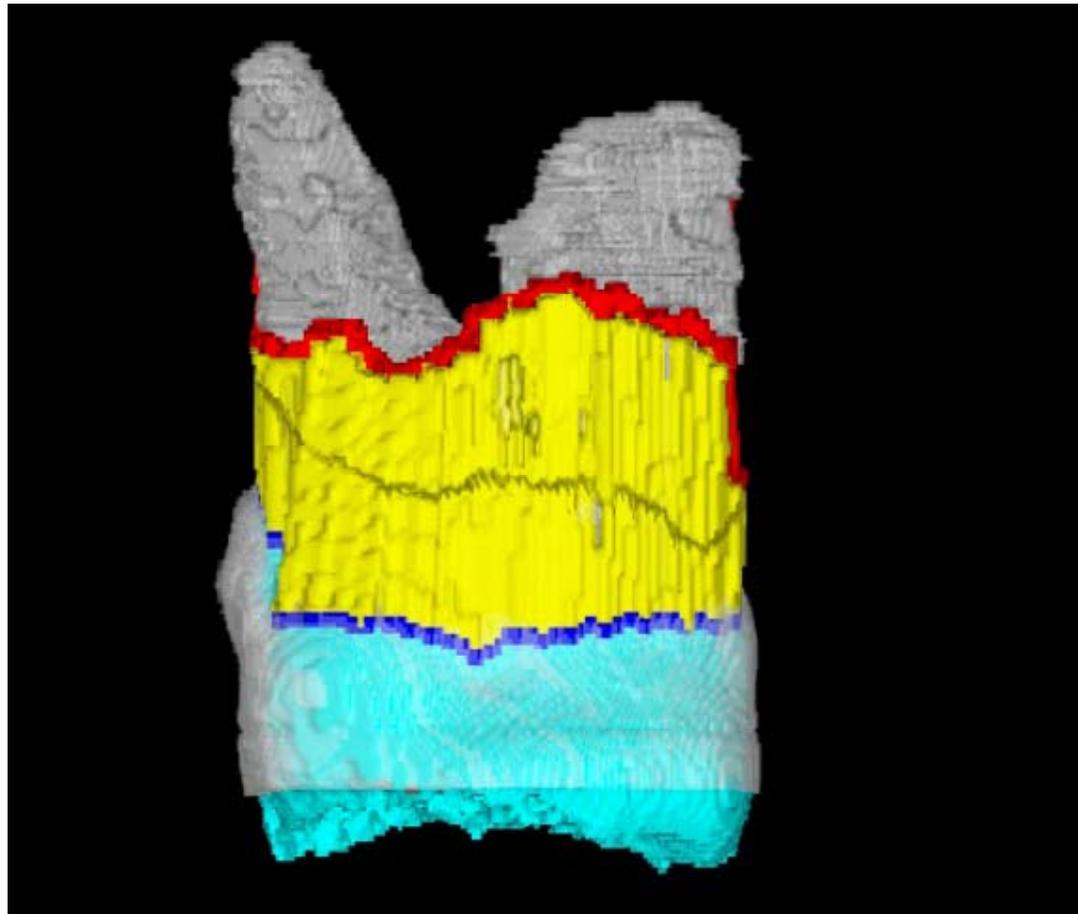
長尾慈郎

- **プロービング(手作業、適圧)**
 - 歯の周囲の歯槽骨吸収量を推定
 - プローブを歯周ポケットに挿入
- 空間的分布の把握が困難
- 高々6点。測定再現性の問題も



歯周囲の歯槽骨吸収計測結果

長尾慈郎

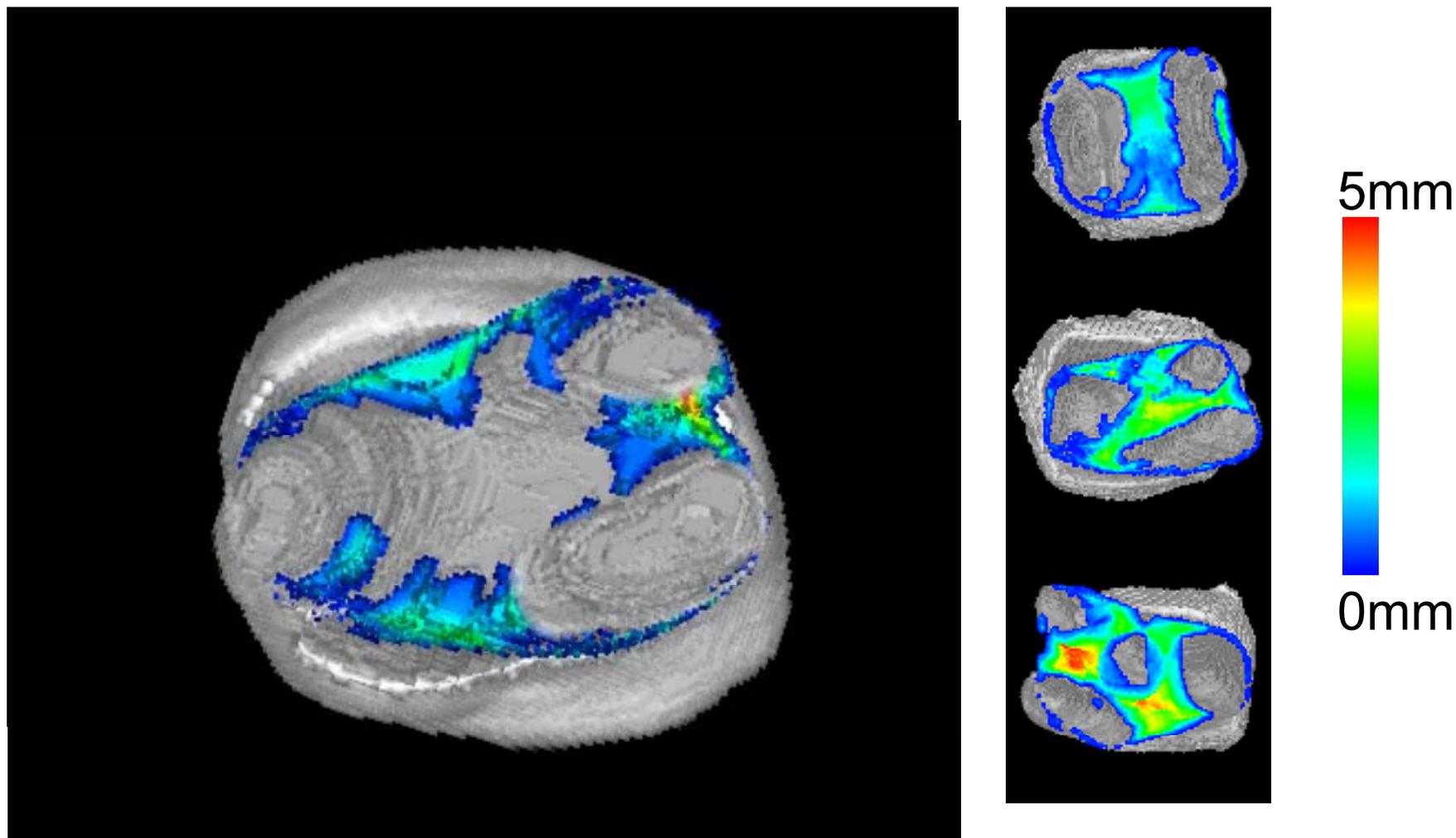


- 凡例
- CEJ
 - 測定距離
 - BoR
 - エナメル質
 - 象牙質

B:頬側(Buccal) L:舌側(Lingual)
 M:前歯側(Mesial) D:奥歯側(Distal)
 C:中央

擬似カラーによる可視化結果

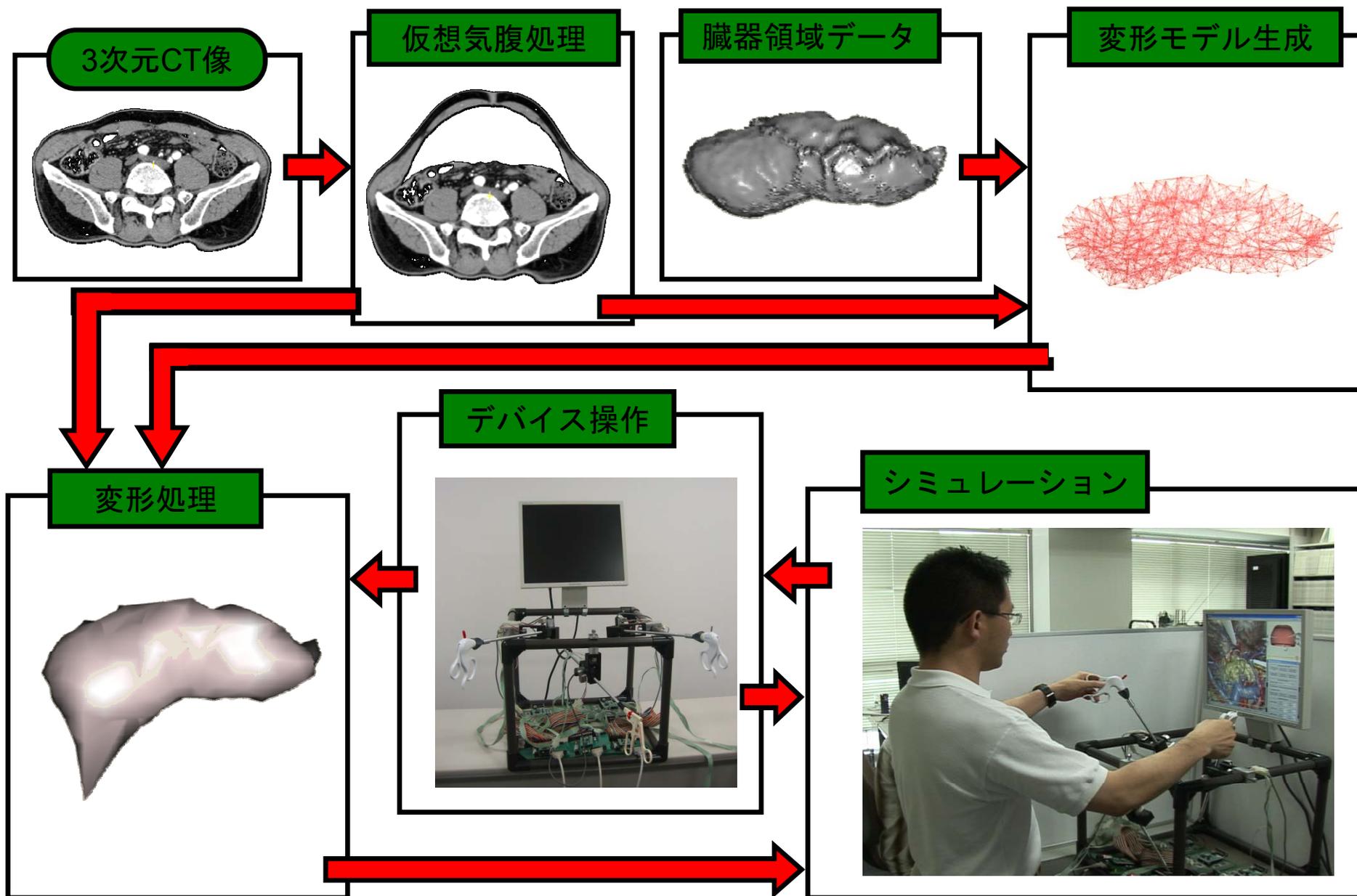
長尾慈郎



- 歯科医の評価： 吸収の内方への広がりと高さを同時に表示でき、優れている

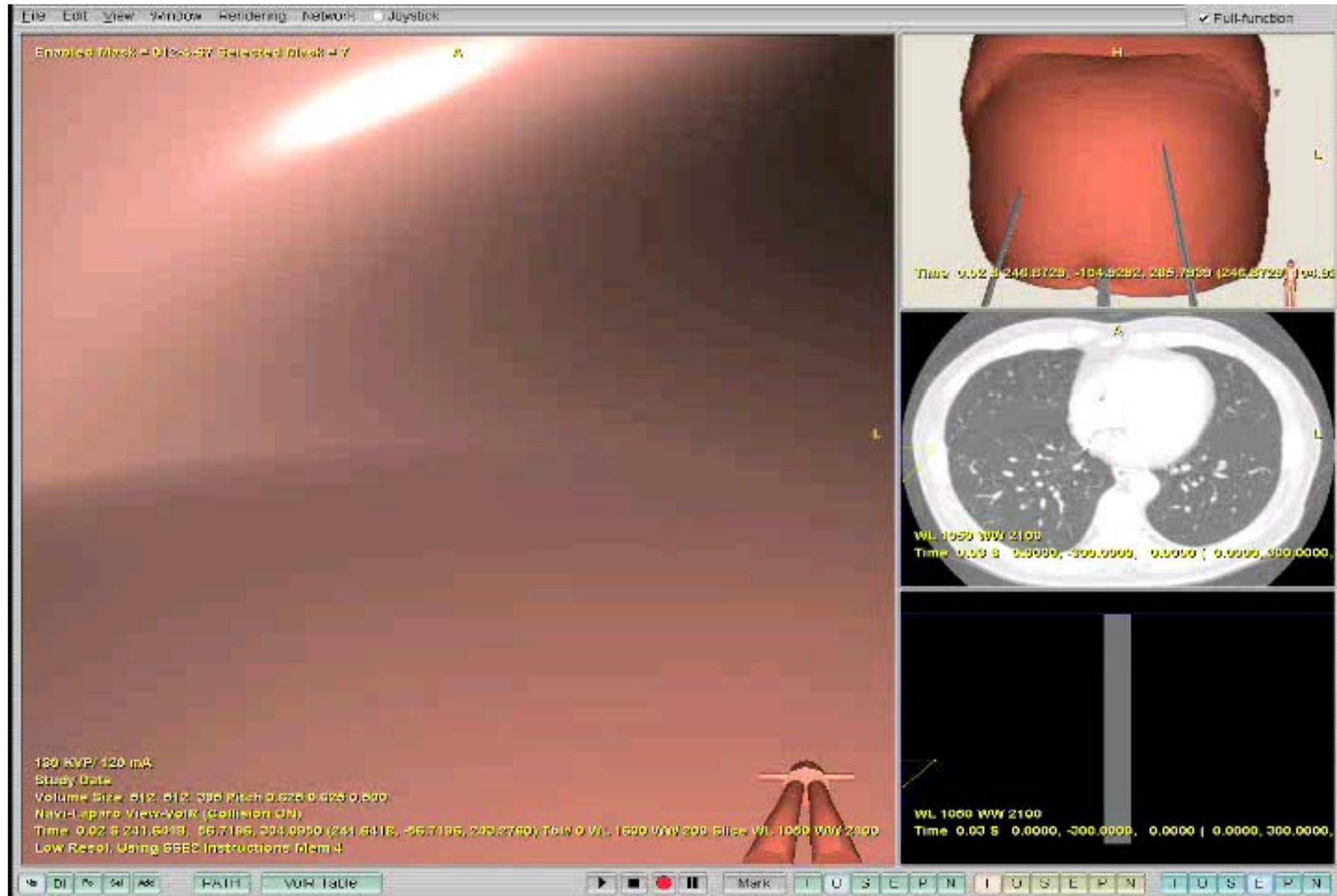
腹腔鏡手術シミュレータ

鬼頭正和



腹腔鏡手術シミュレーション映像

鬼頭正和



気管支鏡検査

太田 峻輔

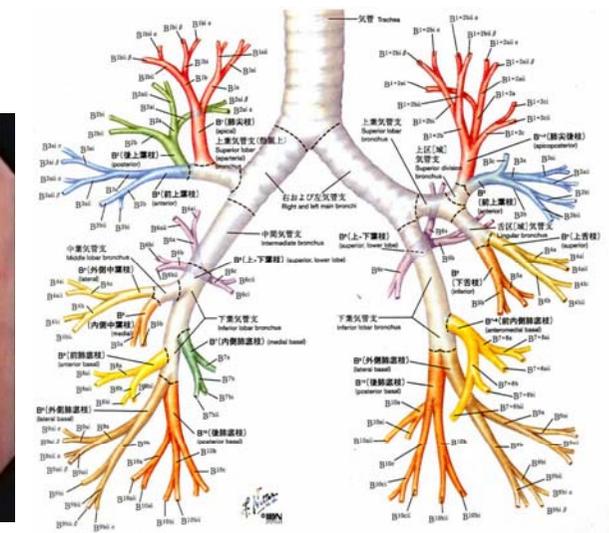
- 呼吸器系疾患の診断に必須
- メリット
 - 気管支鏡を鼻・口から挿入
 - 気管支内部を直接観察可能
 - 切開等の必要無 ➡ 患者の負担小
- デメリット
 - 気管支鏡から得られる画像の変化小
 - 気管支の構造が複雑
 - 現在位置の把握が困難➡ 医師の高度な技術が必要



気管支鏡



気管支鏡像



気管支構造[1]

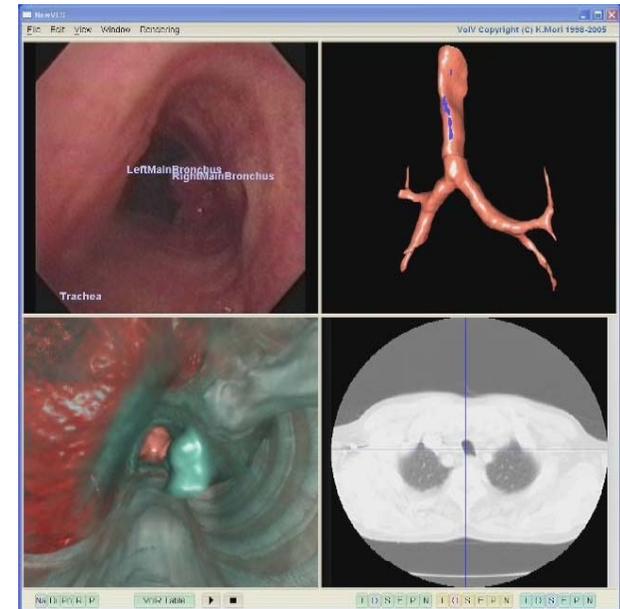
[1] F. Netter, 相磯貞和訳, “ネッター解剖学図譜第2版”, 丸善株式会社, 2001

検査支援システムの開発に期待

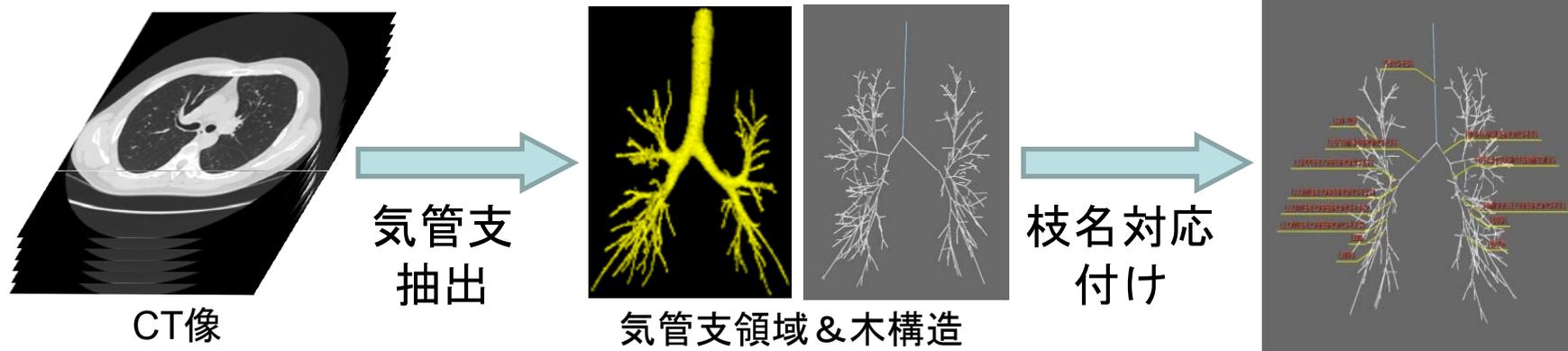
気管支鏡ガイダンスシステム

太田 峻輔、他

- 気管支鏡の位置追跡
- 付加情報の表示
 - 壁面下に存在する臓器(血管等)情報
 - 現在観察している位置
 - 進行方向
 - 目的地までの経路



気管支枝の解剖学的名称(気管支枝名)が有用



気管支枝名自動対応付け手法が必要

気管支鏡ガイダンスシステムへの応用

太田 峻輔、他

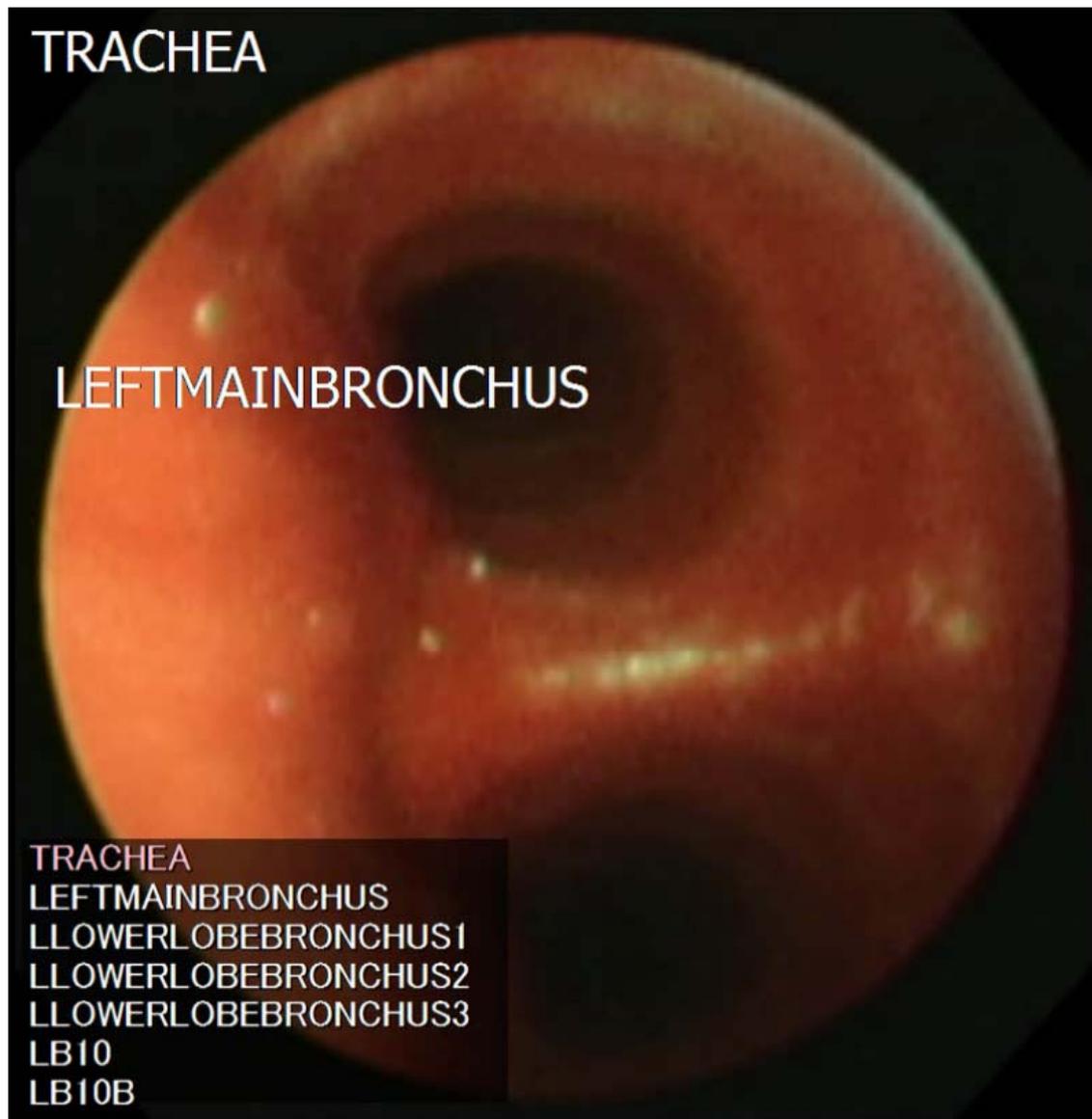
観察中の気管支枝名 →

TRACHEA

LEFTMAINBRONCHUS

目的地までの経路 →

TRACHEA
LEFTMAINBRONCHUS
LOWERLOBEBRONCHUS1
LOWERLOBEBRONCHUS2
LOWERLOBEBRONCHUS3
LB10
LB10B

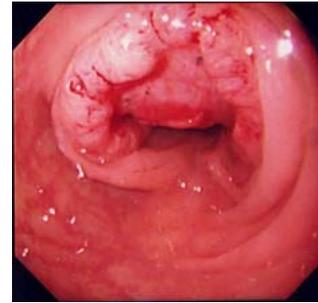


大腸がん診断支援

林雄一郎、小田昌宏 他

• 大腸がん

- 近年の患者数増加
- 早期発見・治療が重要
- 診断でポリープ，早期がんを発見
 - ポリープはがんの前病変
- 治療では大腸内視鏡を用いて病変切除

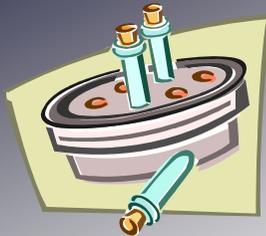


がん



ポリープ

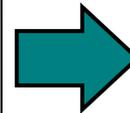
診断



便潜血検査



大腸内視鏡検査



治療

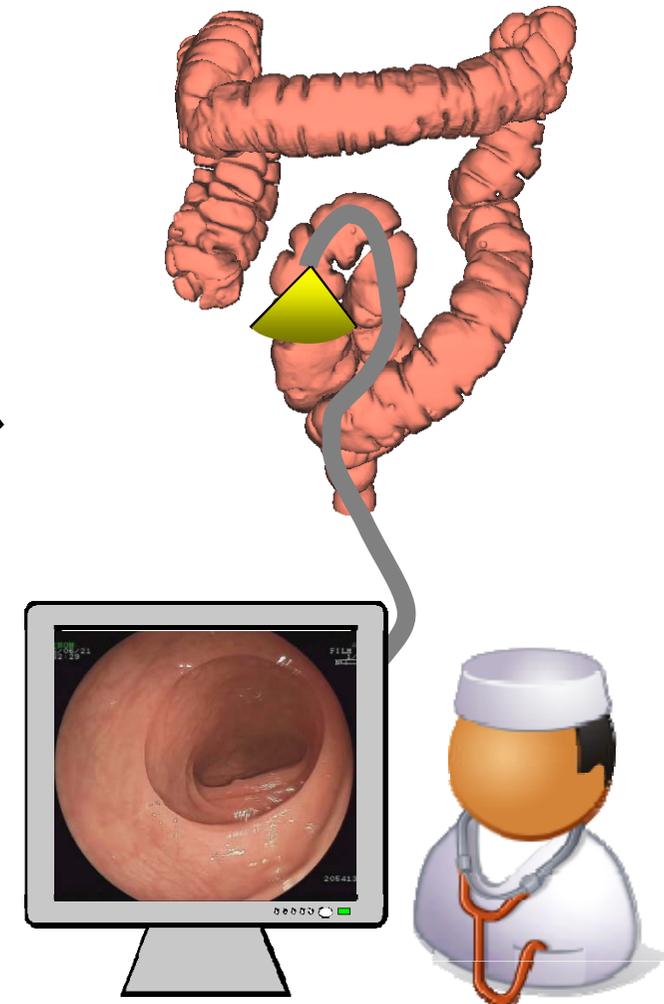


大腸内視鏡を用いた病変切除など

大腸の内視鏡診断

小田昌宏 他

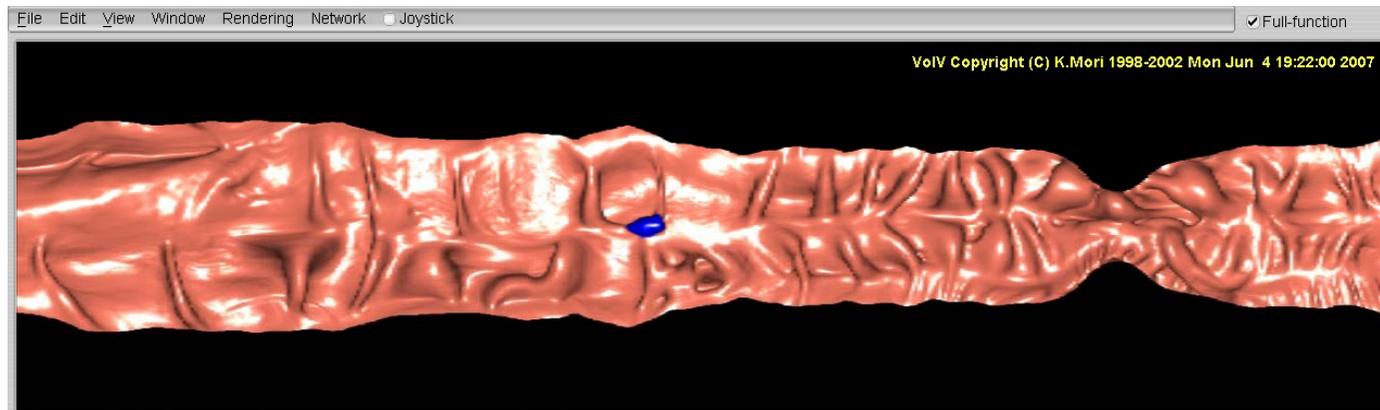
- 大腸内視鏡を用いた検査
 - 食事制限, 下剤により大腸の内容物を排出
 - 肛門から大腸内視鏡を挿入し大腸壁面を観察
- 患者の負担大
- 検査に長い時間を要する
- 穿孔(内視鏡先端で大腸壁を破る)の心配も完全にゼロではない



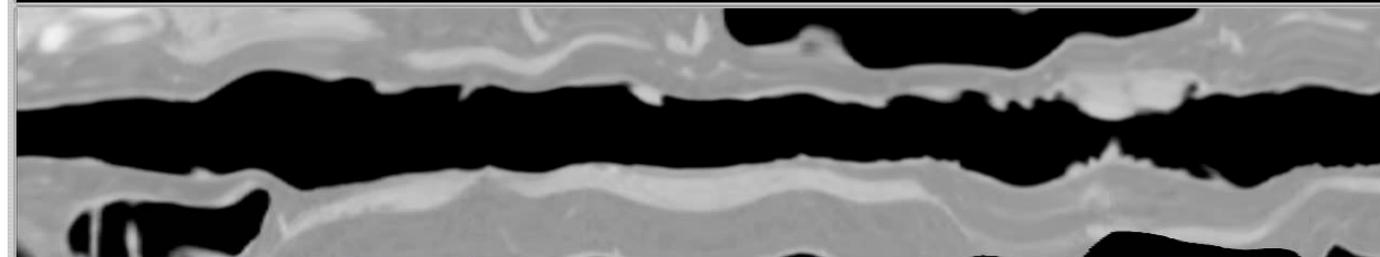
仮想化内視鏡利用診断支援システム

林雄一郎、小田昌宏 他

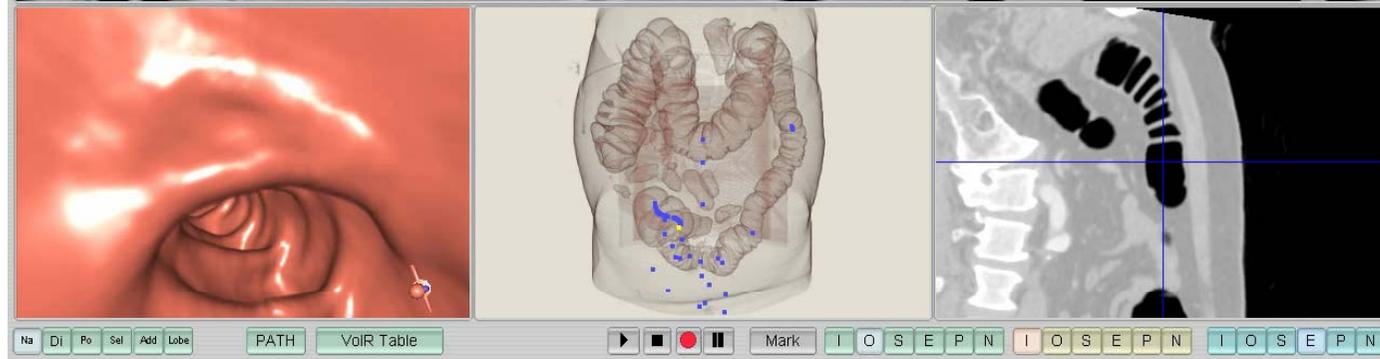
仮想展開像



CPR像



仮想化
内視鏡像



外形像

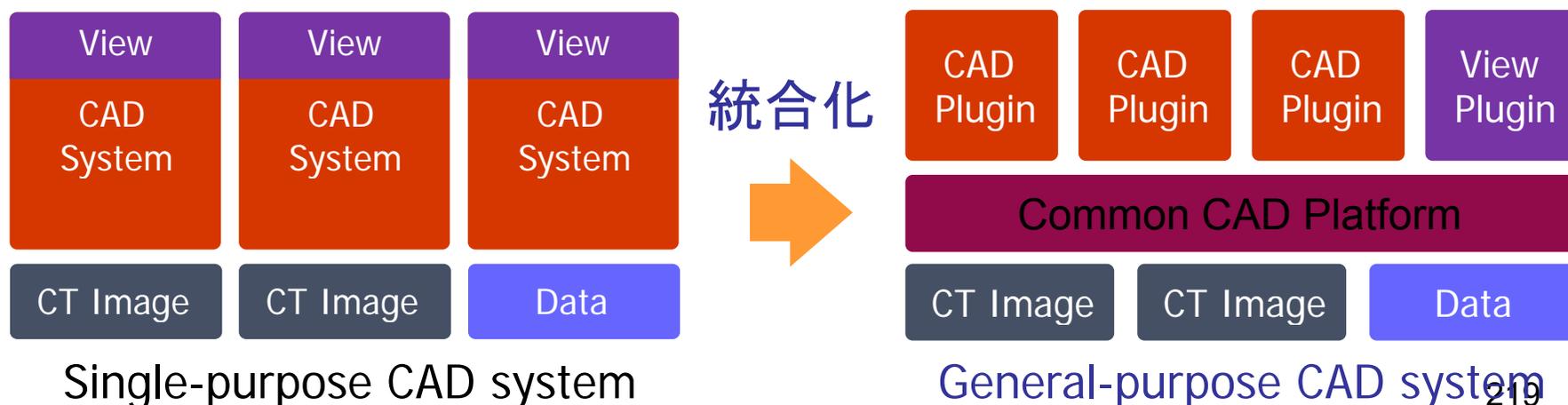
MPR像

統合型計算機支援画像診断システム

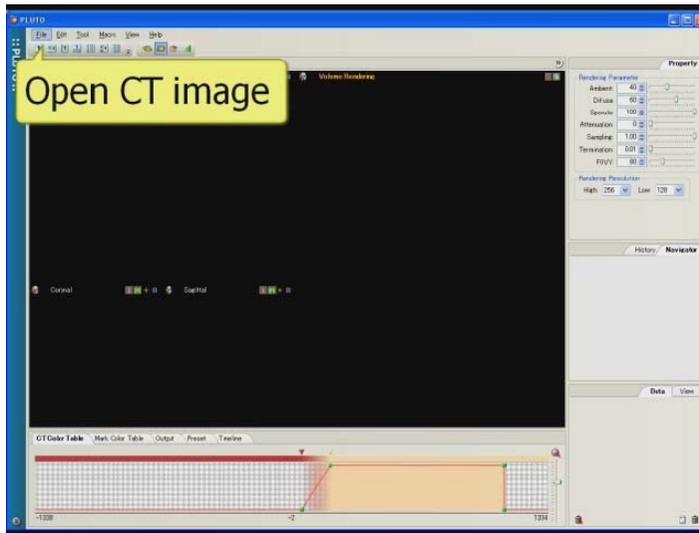
共通基盤システムの開発

二村幸孝、出口大輔 他

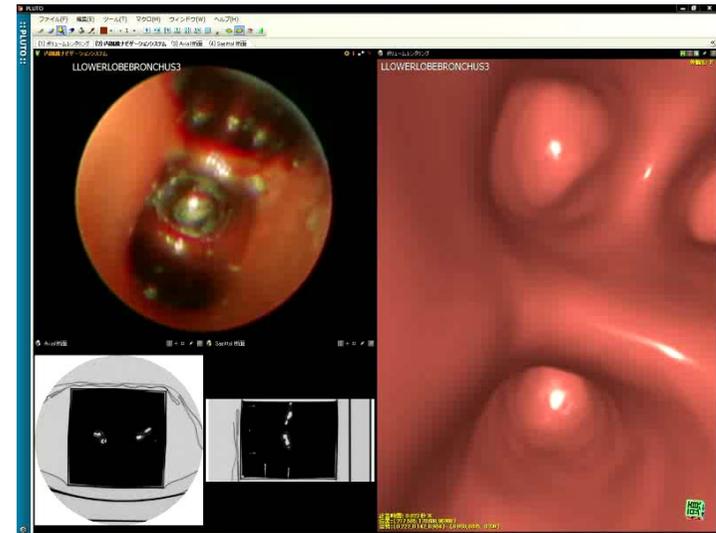
- あらゆる診断支援機能を統合可能
- 用途特化型から高機能システムまで実現
- 医師の要望に即座に対応
- 臓器疾病横断型の診断支援を実現
- 最先端の研究成果を利用可能



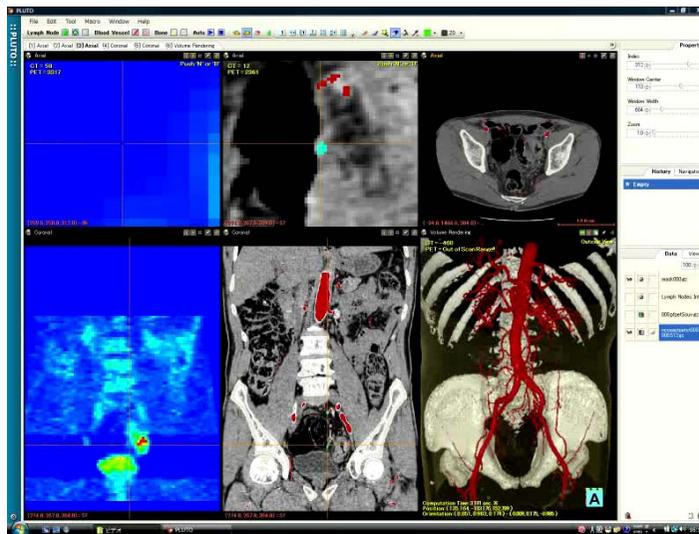
共通基盤システムの応用例 二村幸孝、出口大輔 他



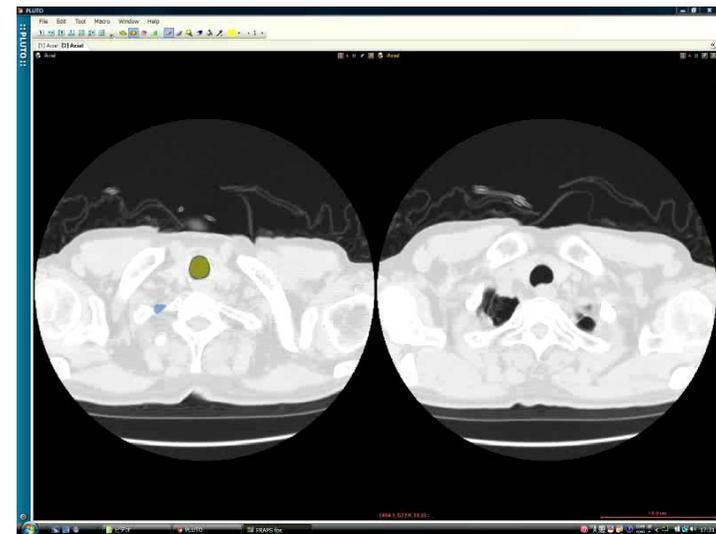
共通基盤システム



気管支鏡ガイダンスシステム



腹部リンパ節診断支援システム



肺気腫診断支援システム

温故知新

⇒ 過去40年間に我々は何を手に入れたか？

早い、うまい、やすい

次の40年間

計算機(100万倍以上の性能向上)、画像関連
技術の進歩で可能となるもの、そうでないもの

大切な鍵

利用者である人間をよく見つめ知ることに
迷った時、「人間のために」を思い起こすこと。

1998年2月





1999年度卒業式・修了式





2000年7月24日 研究室旅行



2001年8月4日 研究室バーベキュー(8号北館前)



2003年11月6日 研究室



卒業アルバム用 研究室写真(2004年6月22日)







研究室旅行 2008年9月27日 郡上八幡



2009年3月16日 末永研究室 歡送会





電気系・情報系送別会 (2009. 3. 7)

大学で若手とともに歩んできた充実の12年

J.F.ケネディの大統領就任演説（自ら積極的役割）

研究室とは、部屋ではなく人である。教員と学生の両方を含む、前に進む人たちの複合体。極端な言いかたをするならば学生自身が研究室。

研究室が自分に何をしてくれるかではなく、まず自分が研究室のために何を出来るかを考えよう。それは必ず自分自身の向上につながる。

研究室を社会や政府と置き換えても同じ。

2009年

- リンカーン生誕200年
 - オバマ米国大統領就任演説
リンカーン使用の聖書を使用
New Era of Responsibility
(新しい責任の時代: 責任の新しい時代)
 - 天文年
ガリレオ 手作り望遠鏡での宇宙観測400年
- ⇒ 技術視野 望遠鏡・顕微鏡 宇宙から細胞まで
- ⇒ 社会視野 本来は世界の状況把握

古今東西不変

- 本質を見る
外見に振り回されず核心を
- 本物にふれる
本当に良い仕事、人、体験
- 温故知新
時代が変わっても重要なものあり
- 模倣＋独創
過去なしにはあり得ない
- 広い視野
空間的、時間的、社会的

大自然に頭を垂れて

- 人間は偉大なる大自然のほんの一部。
無生物、生物すべてが連鎖。自然に回帰。
一部に過ぎぬが、影響大。大きな責任あり。
- 物質的豊かさより精神的豊かさを。
なぜ物質的豊かさを追求？
それによる精神的満足・豊かさの追求。
- 大地の恵み。
本当に良い仕事は本当に良い土作りから。
地上しか見えないが、本当は地中こそ重要。
将来の世代にも良い収穫を。



ご清聴有難うございました