

画像通信

Vol. 10 No. 2 (通巻19)

目 次

- * 第22回画像部会（浜松）総合案内
「教育講演」
 - 画像診断学の現状と今後 —
浜松医科大学教授 金子昌生
「画像について語ろう」
 - 放射線画像のコンピュータ処理について —
 - デジタル画像とアナログ画像を考える —
- * 第20回画像部会教育講演
- * 第2回画像リフレッシャースクールに参加して
- * 第23回画像部会（東京）予告

昭和62年10月

社団法人 日本放射線技術学会
画 像 部 会

〒604 京都市中京区西ノ京北壱井町88
二条プラザ内

第23回 画像部会予告

日 時 : 昭和63年4月1日(金) 午後5時~
場 所 : 東京国際貿易センター
テー マ : デジタル画像の物理的特性について(予定)
—シカゴ大 土井邦雄先生の教育講演を予定しています—

画像部会役員氏名

○会長	山下一也	大阪大学医療技術短期大学部
	伊藤博	兵庫医科大学病院中央放射線部
	稻津博	宮崎医科大学附属病院放射線部
	大塚昭義	山口大学医学部附属病院放射線部
○編集	小水満	滋賀医科大学附属病院放射線部
	斎藤誠	東京都豊島区池袋保健所
	佐々木常雄	名古屋大学医療技術短期大学部
	鈴木正吾	東北大学医療技術短期大学部診療放射線 技術学科
	滝沢正臣	信州大学医学部放射線医学教室
○庶務	段床嘉晴	大阪大学医学部附属病院
○企画	津田元久	島津科学技術振興財団
○財政	畠川政勝	大阪市大病院中央放射線部
	山本義憲	近畿大学ライフサイエンス研究所
○総務	若松孝司	国立循環器病センター

○印 常任委員

第22回 画像部会のご案内

日 時：昭和62年10月17日（土）午前10時～15時30分
場 所：浜松市民会館 第2会場（第1・第2集会室）
浜松市利町302番地の7

プログラム

教育講演

1. 10:00～11:30

「画像診断学の現状と今後」

浜松医科大学 金子昌生先生

画像について語ろう

座長 若松孝司君（国立循環器病センター）

2. 12:30～13:30

「放射線画像のコンピュータ処理について」

国立循環器病センター 柳原圭雄先生

3. 13:30～15:30

画像シンポジウム 「デジタル画像とアナログ画像を考える」

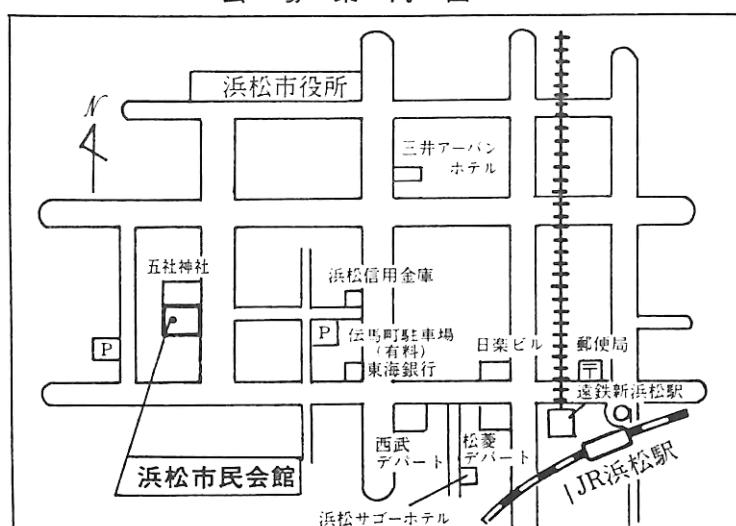
PACSの立場から 遠山坦彦君（高知医科大学）

DSAの立場から 洞田貫誠志君（熊本大学）

心カテ診断の立場から 若松孝司君（国立循環器病センター）

FCRの立場から 伊藤博君（兵庫医科大学）

会場案内図



JR浜松駅より徒歩約15分

「教育講演」

「画像診断学の現状と今後」

浜松医科大学放射線医学教室 教授 金子昌生

講演内容レジメ

1. 一般撮影の現状と今後
 - a. フィルム・増感紙の進歩
 - b. 撮影・現像室のシステム化
(デイライト・システムの一般化)
 - c. フィルム保管・管理問題
(マイクロ化、デジタル化、PACS)
2. CTの歴史
 - a. 回転横断撮影からCTへ
(フィルム法によるCTの実験)
 - b. CTの世代変遷
(3D、シネCT時代)
3. 拡大撮影法
 - a. ルチン化
(2～3倍拡大)
 - b. バイオ・マクロ・ラジオスコープ (Biomacro radioscope) の開発
 - c. デジタル拡大
4. 核医学検査における工夫
 - a. RIX-graphy
 - b. 矢状スキャンSPECT
5. 乳房光検査 (Diaphanography)
Laser Transmission Photo-Scanner の開発とその臨床応用
6. デジタル画像の現状と今後

総合画像診断の有効度評価と総合判定基準の最適化問題

滋賀医科大学 放射線科 山崎 武

— 内容目次 —

- I まえがき
- II 総合画像診断は永久に続く問題か
- III 並列検査における総合判定基準 (D C)
 - 1. 2 検査並列の場合
 - 2. 3 検査並列の場合
 - 3. 4・6 検査並列の場合
 - 4. 近似同一検査反復扱い
- IV 総合診断の有効度指標とその R O C 表示
- V 近似同一検査反復扱いの場合に最大有効度を与える検査数と D C
 - 1. 検査数 n の最適値
 - 2. D C は Strict が良いか lax が良いか
- VI 一般並列検査の場合に最大有効度を与える DC_{mx} の求め方とその計算例
 - 1. 2 検査並列の例
 - 2. 3 検査並列の例
 - 3. 5 検査並列の例
- VII まとめ



I まえがき

最近の画像診断の傾向は、invasive な脈管造影が限界に達すると共に、比較的安全な C T 、内視鏡、 U S 、 M R 、 P E T 等多様な検査法が新しく登場し、専門医により診断されている事と、多数の腫瘍マーカー群が核医学の領域で次々開発され、これらが相まって診断の感度・特異性とともにアップして来たことである。個人 Dr による診断よりも Dr 集団による並列診断（総合診断： Integrated Diagnosis ）の時代である。他方画像技術における最大の進歩はコンピュータ技術であり、ワープロ機能をもった P C が読影室にも備えられるようになった。 P A C S ・ L A N の様なシステムが出来上ると、経営・管理の面だけでなく、高度の能力を要求される診療行為それ自体

をコンピュータやロボットに任せる時代もそれ程遠くないのではと感じる。

筆者は滋賀医大での日常診療、関西レントゲンカンファレンス、アンギオカンファレンス等を通じてこれらの問題を種々考え、また若干の読影実験を行って画像診断の未来像、画像カンファレンスのコンピュータ・シミュレーションを模索して来た。裁判ですら多変量解析によるコンピュータ処理が試みられる時代である。診断・治療のオートメーションは技術集団である放射線部が率先して推進したい。

Ⅱ 総合画像診断は永久に続く問題か

総合診断には“集検 → 精検”的な集束型の複数直列検査と、一般診療で日常行われている平行型の複数並列検査と 2 種類あるが、以下では後者のみを扱う。“必要かつ充分な診断情報を患者の経済的、身体的及び放射線被曝の負担をできるだけ少なくして得るという放射線診断の基本的な論理・検査の進め方”これは滋賀医大の学生要覧の一節であるが、今世紀初頭からの画像診断学の展開そのものが、本質的に総合診断学であり、次に提起する 3 つの問題は特に新しい問題ではない。Bayes の定理による単一 Modality に関するコンピュータ診断の研究も 1960 年代にさかのぼる。新しいのは、医療の普及と高水準化に伴なうデータベースの蓄積であり、21 世紀へ向ってコンピュータ技術の進歩と結びつける時機が到来しつつある事であろう。

問題 1：同 3 T ・ 異 4 T 計 12 T 並列の総合診断。

今 Cholangioma の有無を、複数の医師 (A, B, C) が複数の Modality (Angio, CT, US, MR) を用いて互に独立に診断した結果、次表の結果が得られた。（重みづけなしの並列診断）

	A n g i o	C T	U S	M R
医 師 A	+	-	+	-
医 師 B	-	+	+	-
医 師 C	-	+	-	+

この場合、総合画像診断として、医師団の最終決定は Cholangioma (+) か、 (-) か？

問題 2：総合診の単独診に対する診断的利得（確率改善度等の上昇度）は？

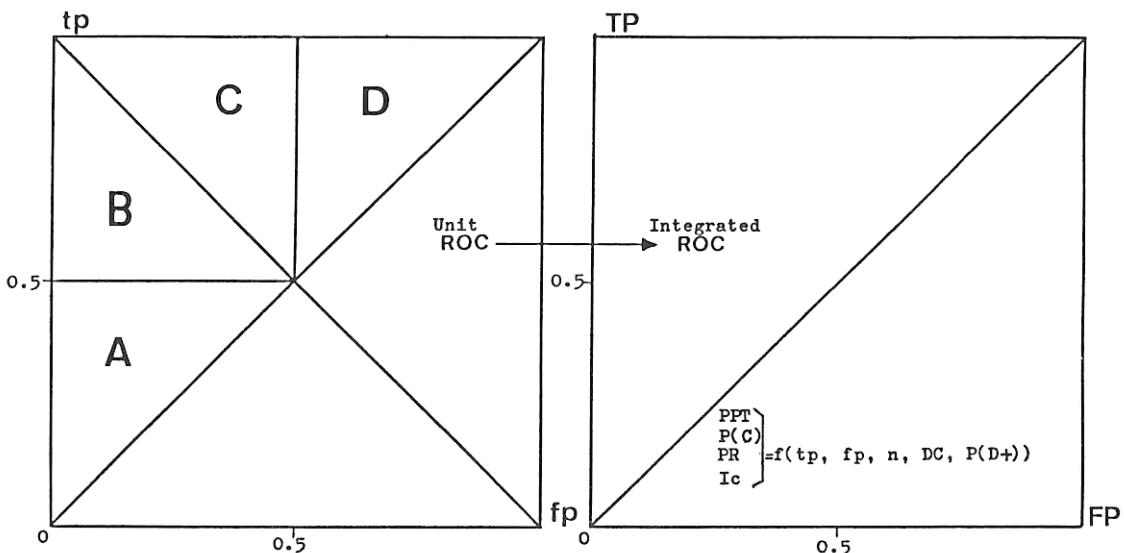
問題 3：低性能検査群の総合で高い診断的利得を得る為の検査 ($t_p : f_p$) の種類と数 (n)，総合診断（判定）基準（Decision Criteria）の選び方は？

これらの問題解決のためのコンピュータ支援・診断システムが完成すれば、少くとも画像の Feature Extraction Process 以外は画像診断医の作業は不要となり、何時でも、どこでも理想的 Dr による理想に近い診断が可能となろう。発想は単純であるが、実行は複雑である。先ず自動化するための論理構造を考える。

Ⅲ 並列検査における総合判定基準 (D C)

各個(単位)検査の判定と総合判定の両判定を別個のROC空間(以下ROC面)で夫々 $tp : fp$, TP : FP で表わす。図(1)。また単位検査の $tp \geq fp$ のものを有効検査、無効検査とし、 $tp < fp$ のものを逆効検査とする。逆効検査ではその判定を逆に判定、即ち T+ (又は悪性M) の判定を T- (又は良性B) と逆に判定する事によって有効検査に変換できるので以下では考えない。従って、図(1)のROC面上 A B C D の4象限のみを考える。

図(1) 単位検査と総合診断のROC表示



I. 2 検査並列の場合

表(1)において、 T_1, T_2 2検査並列(2T並列)結果の総合判定を考える。悪性群・良性群の各症例は総合判定のDC1, 2, 3, 4)の何れかに属し、それらの現われる確率(TP:FP)は2検査が互に独立、一様で、かつ総合判定結果が排反であると仮定して計算する。総合判定において各症例を悪性・良性に振り分ける方法は、相異なるDC1, 2, 3, 4)の4種類のものを悪性・良性2群に分ける方法であり、DC1)からDC2 3 4)までの14通りと、すべてを良性又は悪性とするDC0), DC1 2 3 4)との合計 $16 = 2^{(2)^2}$ 通りある。図(8)参照。これら16DCの症例群のいづれかを悪性と総合判定し、それ以外を良性と総合判定した場合の各TP:FP値をROC面にプロットして、それらの診断的有効度を比較すれば良い事になる。計算の数を減らすためにDC4)を含み、 $TP \leq FP$ となるDC2 4), 3 4), 2 3 4)と、Likelihood ratio $L = TP/FP$ 値がI~III群各群内で最大値になり得ないDC, 即ちDC1 4), 1 2 4), 1 3 4)を省く。又ROC面の(0, 0), (1, 1)点即ちDC0), 1 2 3 4)も除くと、表(1)の8DCとなる。2つのDCのTP:FPが互に接近している時は、後述の有効度メジャ一群の値の大小に

表(1) 並列検査における抽出された
総合判定基準(DC)の種類と総数: 2T

		検査	
		T ₁	T ₂
		$(\frac{tp_1}{fp_1}, \frac{fn_1}{tn_1})$	$(\frac{tp_2}{fp_2}, \frac{fn_2}{tn_2})$
I 群	DC1)	M	M
	2)	M	B
	3)	B	M
3C ₁	4)	B	B
II 群	12)	MM + MB	
3C ₂	13)	MM + BM	
	23)	MB + BM	
III 群	3C ₃	123)	MM + MB + BM

対応する確率が高い。以上の省略・抽出が全DC中で mxP(C), mxPR(後述)を与える DC_{mx} に全く影響しない事をⅡ項の仮想検査群(2検査並列)についての数値計算で確かめた。3検査並列でも DC 8) を含むDCにおいて mxP(C), mxPR になる事はなかった。

2. 3 検査並列の場合

3T並列の場合も同様に、省略・抽出されたDCは表(2)の如く128通りになり、全DC数の $\frac{1}{2}$, 即ちDC 8)とこれを除くDC 1~7)の全組合せ数の和になる。

3. 4, 6 検査並列の場合

表(3)の如く検査数が増えると省略・抽出してもDC数は急激に増大し、4Tで 2^{15} , 6Tで 2^{63} となる。nTでは $2(2^n - 1)$ 式で表わされる。この様に全DCについてのTP : FPを計算すれば、全DC中の何れかのDCで、そのTP : FP値が単位検査の tp : fp 値に等しくなり、総合診、単独診の比較ができる。

4. 近似同一検査反復扱い

単位検査の tp : fp が互に略同じ値の場合は、更に計算を簡略化できる。これは单一Modalityの画像を複数Drが総合診断する場合(画像カンファレンス)にも適用できると思う。同一6検査並列(同6T並列)の場合を表(4)に示す。

I群DCは“全単位検査でM”的DC(1)から“全単位検査でB”的DC(7)までの

表(2) 並列検査における抽出された総合判定基準(DC)の種類と総数: 3T

		検査			総合判定	
		T ₁	T ₂	T ₃	TP	FP
		$(tp_1 \ f_{n1})$	$(tp_2 \ f_{n2})$	$(tp_3 \ f_{n3})$		
I 群 $7C_1$	DC 1)	M	M	M	$tp_1 \cdot tp_2 \cdot tp_3$	$f_{p1} \cdot f_{p2} \cdot f_{p3}$
	2)	M	M	B	$tp_1 \cdot tp_2 \cdot f_{n3}$	$f_{p1} \cdot f_{p2} \cdot t_{n3}$
	3)	M	B	M	$tp_1 \cdot f_{n2} \cdot tp_3$	$f_{p1} \cdot t_{n2} \cdot f_{p3}$
	4)	B	M	M	$f_{n1} \cdot tp_2 \cdot tp_3$	$t_{n1} \cdot f_{p2} \cdot f_{p3}$
	5)	M	B	B	$tp_1 \cdot f_{n2} \cdot f_{n3}$	$f_{p1} \cdot t_{n2} \cdot t_{n3}$
	6)	B	M	B	$f_{n1} \cdot tp_2 \cdot f_{n3}$	$t_{n1} \cdot f_{p2} \cdot t_{n3}$
	7)	B	B	M	$f_{n1} \cdot f_{n2} \cdot tp_3$	$t_{n1} \cdot t_{n2} \cdot f_{p3}$
	8)	B	B	B	$f_{n1} \cdot f_{n2} \cdot f_{n3}$	$t_{n1} \cdot t_{n2} \cdot t_{n3}$
II 群 $7C_2$	→ → →			計	1.0	1.0
	12)	MMM + MMB		1) + 2)	1) + 2)	
	⋮	⋮		6) + 7)	6) + 7)	
	67)	BMB + BBM 小計21				

	検査	総合判定	
	T ₁ T ₂ T ₃ $\binom{tp_1 \ fn_1}{fp_1 \ tn_1} \binom{tp_2 \ fn_2}{fp_2 \ tn_2} \binom{tp_3 \ fn_3}{fp_3 \ tn_3}$	TP	FP
III 群 _{7C₃}	123) M M M + M M B + M B M ↓ 以下同様 567) 小計 35	1) + 2) + 3) ↓ 以下同様	1) + 2) + 3) ↓ 以下同様
IV 群 _{7C₄}	1234) ↓ 4567) 小計 35		
V 群 _{7C₅}	12345) ↓ 34567) 小計 21		
VI 群 _{7C₆}	123456) ↓ 234567) 小計 7		
VII 群 _{7C₇}	1234567)		
計	128		

表(3)

同：4Tの場合

DC の 種類	DC 総数
I 群	$15^C_1 + 1$ 15+1
II "	15^C_2 105
III "	15^C_3 455
IV "	15^C_4 1365
V "	15^C_5 3003
VI "	15^C_6 5005
VII "	15^C_7 6435
VIII "	15^C_8 6435
IX "	15^C_9 5005
X "	15^C_{10} 3003
XI "	15^C_{11} 1365
XII "	15^C_{12} 455
XIII "	15^C_{13} 105
XIV "	15^C_{14} 15
XV "	15^C_{15} 1
	計 2^{15}

同：6Tの場合

表(4) 並列検査(同一 $\frac{tp}{fp}$)における総合判定基準
: 6 Tの場合

DC	検査						総合判定		
	I群	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	TP	FP
(1) 全検査で M	$6^C_6 \ 1$	M	M	M	M	M	M (M6・B0)	tp^6	fp^6
(2) 何れか5検査で M	$6^C_5 \ 6$	M	M	M	M	M	B		
		M	M	M	B	M	M		
		M	M	B	M	M			
		M	B	M	M	M			
		M	B	M	M	M			
		B	M	M	M	M			
							(M5・B1)		
(3) 何れか4検査で M	$6^C_4 \ 15$	(M4・B2)					$15 tp^4 \cdot fn^2$	$15 fp^4 \cdot tn^2$	
(4) 何れか3検査で M	$6^C_3 \ 20$	(M3・B3)					$20 tp^3 \cdot fn^3$	$20 fp^3 \cdot tn^3$	
(5) 何れか2検査で M	$6^C_2 \ 15$	(M2・B4)					$15 tp^2 \cdot fn^4$	$15 fp^2 \cdot tn^4$	
(6) 何れか1検査で M	$6^C_1 \ 6$	(M1・B5)					$6 tp \cdot fn^5$	$6 fp \cdot tn^5$	
(7) 全検査で B	$6^C_0 \ 1$	(M0・B6)					fn^6	tn^6	
計	7	64	計				1.0	1.0	

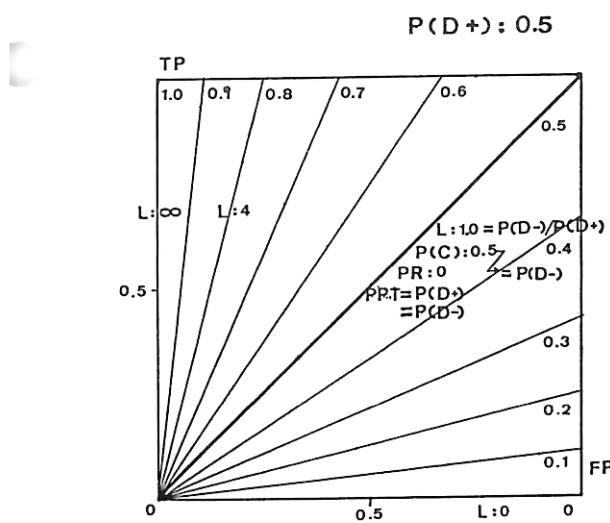
DC 記号	検査(T ₁ ~T ₆)		総合判定	
	TP	FP	TP	FP
1群 \oplus	(1) s		(1)	(1)
7 " \odot	(12)		(1)+(2)	(1)+(2)
22 " \triangle	(123) (1234)	m	-	-
42 " \times			-	-
57 " \ast	(12345)		-	-
63 " \square	(123456) e		(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)	(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)

7通りの組合せになる。表(1)の2T並列ではDC1), DC2), 3) およびDC4)の3通り、又表(2)の3T並列ではDC1), DC2), 3), 4), DC5), 6), 7) およびDC8)の4通りとなる。一般のnT並列でも(n+1)通りで済む。表(4)下段の同6T並列について考えると、1~63群の抽出された全DC 2^{63} 個のL値群の中、記号 \oplus ~ \square で表わされる6つのDCが最大のL値群になる(後述)ので、この場合はこの6DCのみについてのTP:FPを計算すれば良い事になる。例えば“ \triangle ”のDCとは“6検査中何れか4つ又はそれ以上の検査でMと判定されたものをすべて悪性”と総合判定し、“3検査、2検査、1検査でMと判定されたものおよび全検査でBと判定されたもののすべてを良性”と総合判定する基準である。“ \oplus ”の“全検査でM”的DCはstrict(s)であり、“ \square ”の“6検査中何れか1つ又はそれ以上でM”的DCは ℓ ax(ℓ)な基準となる。一般にsのDCではTPもFPも小さく、 ℓ のDCではTPもFPも共に大きい。中央のmのDCは過半数に近い。

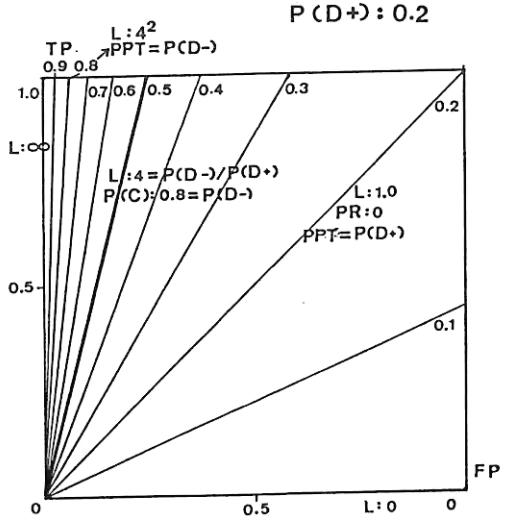
IV 総合診断の有効度指標とそのROC表示

次は、以上の様にして抽出された全DC(TP:FP)の中で、どれが最も良いかの問題である。診断的有効度(Ef)のメジャーとしては上述のL、有徴正診率(Predictive value of Positive Test result, PPT: Bayes診断基準)、正確度(Accuracy, P(C))、確率改善度(Probability Revision, Posttest Probability Difference, PR)、情報含量(Information Content, Ic)などが用いられる。これらの中でLのみが有病率P(D+)と無関係である。ROC面上で等しいEf値を与える点を結んで得られる等有効度線(IsoEf線)，即ちIsoL, IsoPPT, IsoP(C), IsoPR線をP(D+):0.5及び0.2について計算し、図(2), (3), A, Bに示す。IsoPPT線ではP(D+)→1(又は0)でROC面上のすべての点にお

図(2-A) IsoPPT Lines

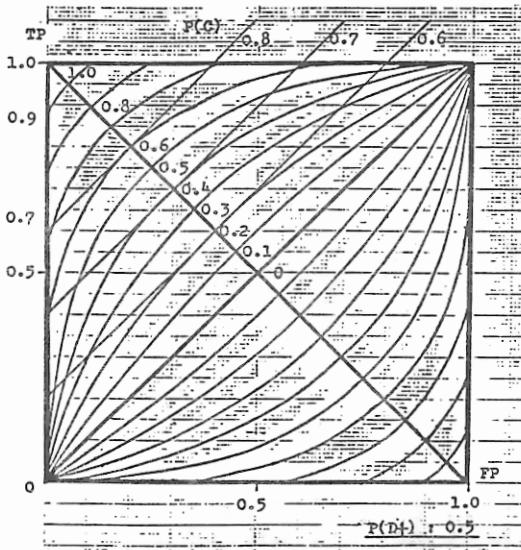


図(2-B) IsoPPT Lines



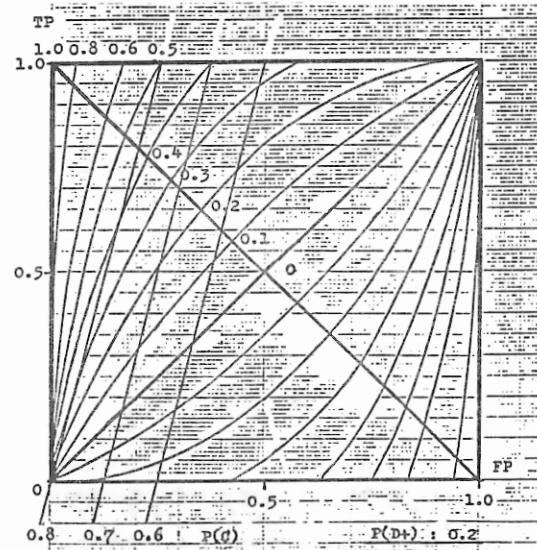
図(3-A)

IsoP(C) Lines, IsoPR Curves



図(3-B)

IsoP(C) Lines, IsoPR Curves



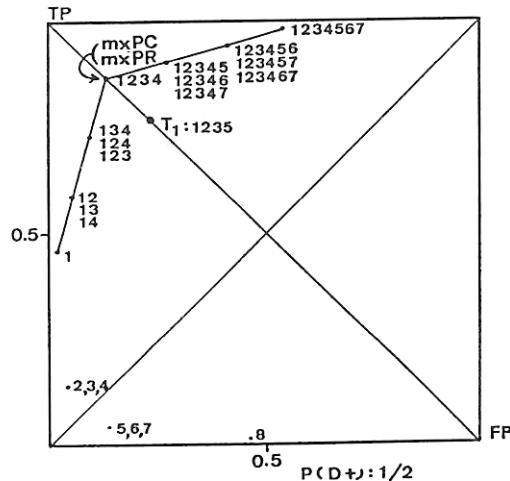
いて $PPT \rightarrow 1$ (又は 0) となり、IsoPR 線では $P(D+) \rightarrow 1$ (又は 0) で同じく $PR \rightarrow 0$ (又は 0) となる。IsoIc 線については Metz 先生の原著 (Radiology, 1973, 109 : 297 ~ 303) を参照されたい。IsoIc 線と IsoPR 線とは同類の曲線群となり、最大有効度を与える DCmx(最適の DC) を探す上からは簡単な IsoPR 線で代表させうると思う。これら 5 種のメジャーによつて Ef 最大値 ($mxEf$) を与える DCmx (TP : FP) を求める場合用いるメジャーの如何で DCmx が異って来る事が問題となる。これら 5 種のメジャーの優劣については議論が多いが、L, PPT, P(C) の 3 者は直線群、PR, Ic は曲線群として 2 大別し、以下夫々の代表として P(C), PR を用いて計算する。なお ROC 面の左下 (0, 0) 点、右上 (1, 1) 点を総合判定における“全部良性”、“全部悪性”として一つの DC に選ぶ場合、P(C) と異り、PR ではこの 2 点の Ef を評価できない。L 値では TP 軸上の各点、PPT では (0, 0) 点について同じ事が起る。これらの特異な DC 点で $mxEf$ となる場合どう総合判定すべきか? 本項に関しては、既報：映像情報 (M), 1985, 17:336 ~ 341 を参照され度い。図(3)の IsoPR 線を一部修正。

V 近似同一検査反復扱いの場合に最大有効度を与える検査数と DC

上記Ⅲ-4 で述べた様に、この場合は検査数と略同じ数だけの DC について TP : FP を求めれば良い。図(4-A, B) で $tp : fp = 0.77 : 0.23$ の単位検査を 2 ~ 5 種以上反復した場合の総合判定の DC 群を示す。図(4-A) の 3 種反復の場合、表(2)の抽出された 128 個の DC 群中、I ~ VII 各群内で、 $P(D+) = \frac{1}{2}$ の場合、 $mxP(C)$ 及び $mxPR$ を与える 7 つの DC (この場合 $mxP(C)$ を与える DC と $mxPR$ を与える DC とは一致) の TP, FP を ROC 面上にプロッ

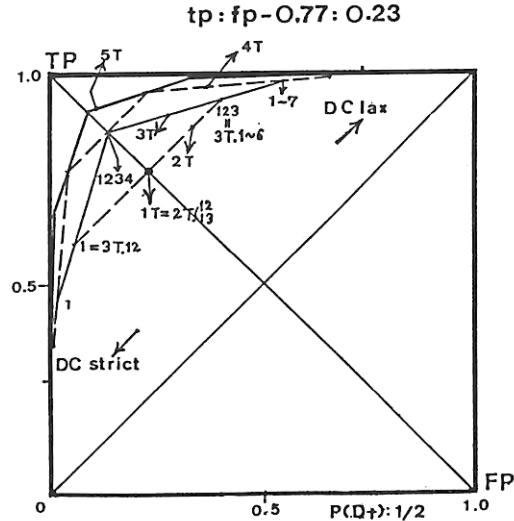
図(4-A)

同3T並列の類似ROC(計算値)



図(4-B)

同3T並列の類似ROC(理論値、計算値)



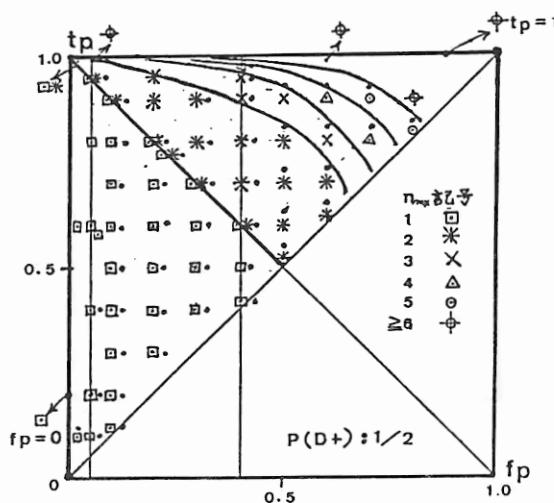
トすると、DC1234)を交点とする2本の直線上にDC1), DC12)=13)=14), DC123)=124)=134), DC1234), DC12345)=12346)=12347), DC123456)=123457)=123467), DC1234567)が並ぶ。そしてそれらの中で更に最大のP(C)及びPRを与えるDCmxがP(C), PRともDC1234)となる事はIsoP(C), IsoPR線図より明らかである。nの数を増やすと図(4-B)の如くこの2本の折線を多角形の2辺とし、これに外接するnの数の1つ多い多角形として左上方へ向う。tp : fp値の如何でこの多角形群は変形し、又P(D+)値の如何によって全DC中でのmxP(C), mxPRを与えるDCmxは異なるが、DCmxを求めるにはこの多角形の頂点群のみを見れば良い事は共通である。以下この多角形を類似ROC曲線と呼ぶ。

I. 検査数nの最適値

P(D+)と単位検査のtp : fpが指定された場合は、図(1)よりDC(s~m~l)と検査数nのみが変数となるから、どのDCとnでP(C), PRがmxとなるかを計算してみる。図(5-A, B)はDC一定、即ちsのDC(全単位検査でMと判定されたもののみを悪性としその他はすべて良性とする総合判定基準)で、nのみを1→6→と変化させた時に、mxP(C), mxPRを与えるnmx値を単位検査のtp : fpごとにプロットしたものである。tp : fp値の如何でnmx値は著しく異り、又P(C)とPRとで異ったパターンを示す。逆にlのDCではtp軸とfp軸を交換すれば同じパターンになる。図(6-A, B)はsとl間の中央のDC“m”について計算したものである。

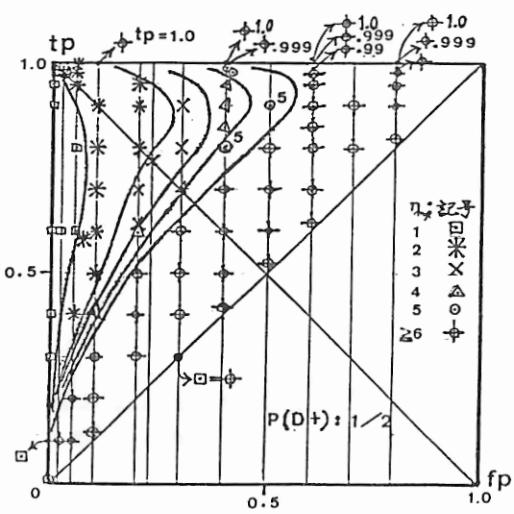
図(5-A)

Strict の DC で $mxP(C)$ を与える
検査数 n_{mx} 値 (同 T 並列)
“・” $P(C)$ と PR とで n_{mx} の
異なるもの



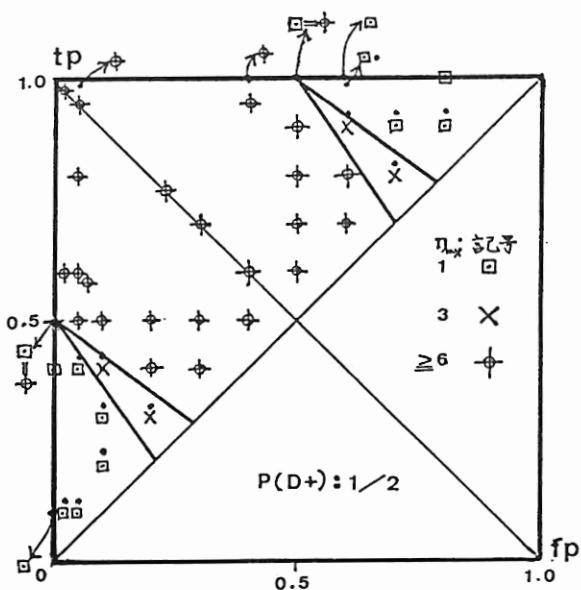
図(5-B)

Strict の DC で $mxPR$ を与える検査数
 n_{mx} 値 (同 T 並列)



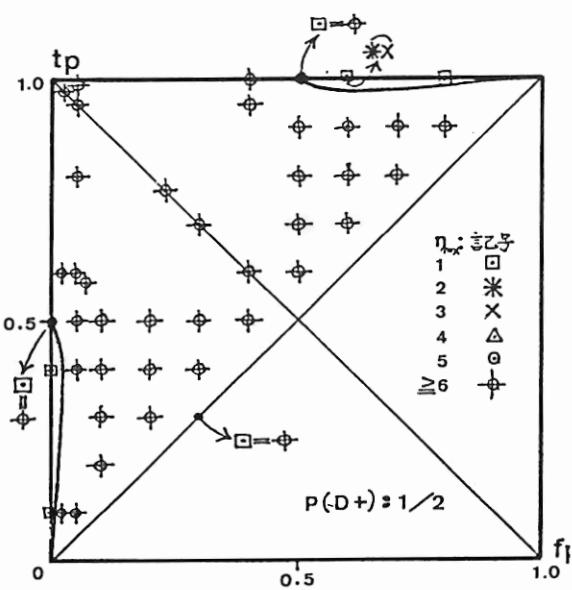
図(6-A)

Medium の DC で $mxP(C)$ を与える
検査数 n_{mx} 値 (同 T 並列)
“・” $P(C)$ と PR とで n_{mx} の
異なるもの



図(6-B)

Medium の DC で $mxPR$ を与える
検査数 n_{mx} 値 (同 T 並列)



2. DC は strict が良いか lax が良いか。

以上と逆に n を一定として、DCのみを s から ℓ へと変化させた場合に $mxP(C)$, $mxPR$ を与える DC_mx を求め、 $n=6$ の場合を図(7-A, B)に示す。DC_mx は単位検査の $tp:fp$

図(7-A)

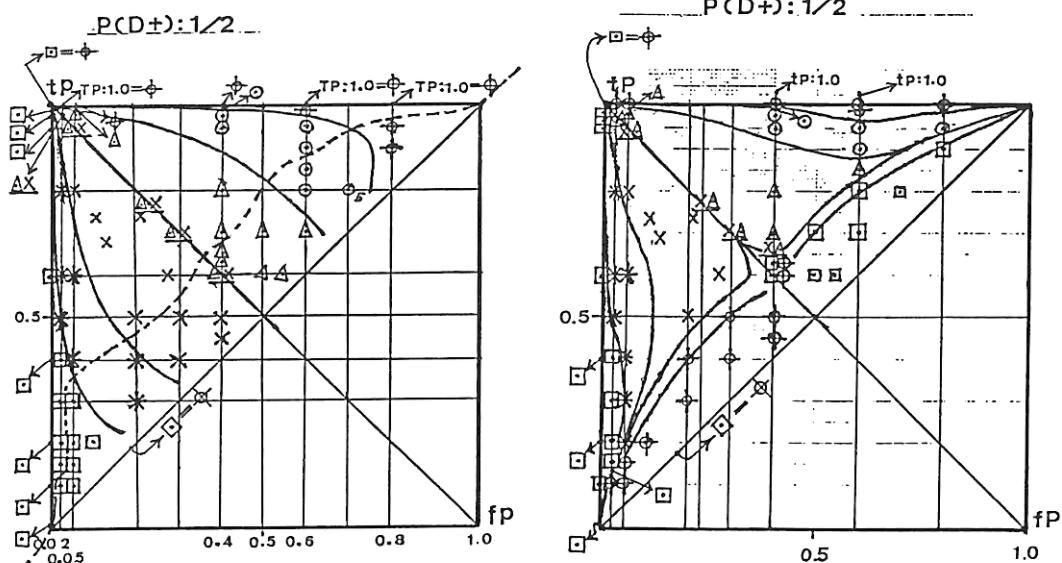
$mxP(C)$ を与える DC_mx 値
(同 6 T並列)
“△” P(C) と PR とで DC_mx が
異なる範囲

図(7-B)

$mxPR$ を与える DC_mx 値
(同 6 T並列)

DC_mx 記号

□ 1回以上M	* 2回以上M	× 3回以上M	△ 4回以上M
● 5回以上M	⊕ 全部M		



の如何で著しく異り、P(C)とPRとで違ったパターンを呈す。 n が2, 3の様に小さいと誤差が大きいが、DCを数値として、全検査でM(100%)に対する%値で表わせば(例えば図(7-A, B)の記号“△”のDCは“全単位検査中の67%以上の検査でM”的DC), DC_mx 値は n と無関係に略一定である。又このDC_mx 値にDCを指定して n を変化させると、mxP(C), mxPR 値はどれも n が大きい程大きい事がA～D各象限均等に25点、P(D+) : 0.5についての計算で認められた。

VII 一般並列検査の場合に最大有効度を与える DC_mx の求め方とその計算例

単位検査の $t_p : f_p$ が互に異なる n 種の検査の並列の場合には上記Ⅲ項で述べた方法で全DCの TP : FPについて $L(PPT), P(C), PR, Ic$ 等を計算しそれらの最大値を与える DC_mx を探せば良いが、4T並列以上になるとDC数が急激に増えるので実際には計算困難である。I群 DCの数だけ即ち 2^n ($4T$ 並列16, $5T$ 並列32……) であれば計算は容易であるから、これらのDCのみについて $L(PPT), P(C), PR$ および Ic 値を計算し、それらの値から全DC中の最大値を推論できれば良い事になる。Bayesの定理による診断では“ I群 DC 中 $PPT > 0.5 (< 0.5)$ のものをすべて悪性(良性)とする DC”になるが、このDCが全DCの中で $L, PPT, P(C), PR$ および Ic を最大とする DC_mx であるか否か? $L, PPT, P(C), PR$ の間には次の関係式が成り立つ。

$L = 1.0$ の時 $PPT = P(D+), PR = 0$, 又 $L = P(D-) / P(D+)$ の時、 $PPT = 0.5, P(C) = P(D-)$ 。また $L = \{P(D-) / P(D+)\}^2$ の時、 $PPT = P(D-)$ 。

ROC面の左下(0, 0)、右上(1, 1)点では $P(C)$ は夫々 $P(D-), P(D+)$ となる。まずDC数の少い2, 3Tの場合に、全DC(抽出された全DC)のTP : FPについて PPT, P(C), PR を計算し、それらの最大値を与える DC_mx を探して見た。仮想検査の総合診とし、A～D各象限均等に2T並列48種、3T並列23種について、 $P(D+) : 0.5$ は全例に、また $P(D+) : 0.2$ は2T全例、3T4例について計算した。全DC中で mxPPT を与える DC_mx が、I群のみならず全DC中で mxL を与える所のDC1)である事は理論とこの計算結果と完全に一致する。

1. 2 検査並列の例

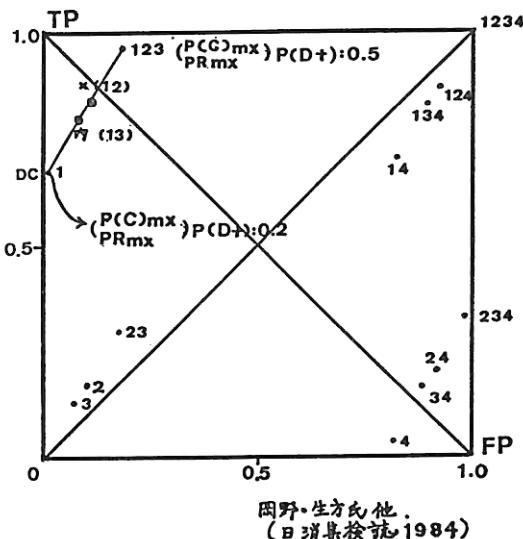
図(8)は胃癌のスクリーニングにおける胃直接X線と内視鏡との総合診の実例である。この例では全DC中で mxP(C) を与える DC_mx と、mxPR を与える DC_mx とは一致し、 $P(D+)$ の変化によってそのDCも変る。 $P(D+) = 0$ で、PC_mx は DC0)となる。

2. 3 検査並列の例

図(9)は T_2, T_3, T_4 と3つの仮想検査の総合診例で、ROC面上には I群DCのみ全点プロットし、II～VII群DCは $P(D+) : 0.5$ の場合に各群ごとの mxP(C) 又は mxPR を与える DC (一般に各群ごとに mxP(C) を与える DC と mxPR を与える DC とは異なるが、本例では I～VII群とも一致している)のみを DC14), 124)…………1234567) とプロットしている。これらの点を結ぶ折線を上記Vと同様に類似ROC曲線とすれば、この曲線上で最適のDC点を求める事になる。この例では全DC中の mxP(C) を与える DC_mx と mxPR を与える DC_mx とは異り、又 $P(D+)$ を 0.2 に変えると、類似ROC曲線も変化し、mxP(C) を与える

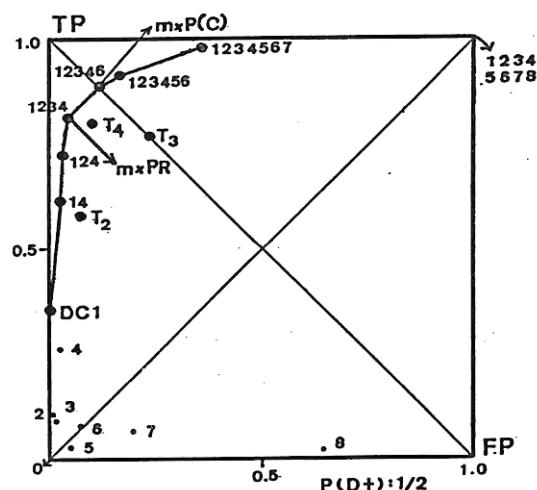
図(8)

胃 \times 線
内視鏡並列の類似 ROC(計算値)
(異 2 T 並列)



図(9)

異 3 T 並列の類似 ROC (計算値)



DCmxC は 1 2 3 4) に、 mxPR を与える DCmxC は 1) に変る。全 2 T 、 3 T を通じて一般に全 DC 中の mxP (C) を与える DCmxC と、 mxPR を与える DCmxC とは一致せず、かつそれらは P (D +) によっても異なる。 P (C) と PR とで、又 P (D +) の如何によって類似 ROC 曲線も異なる。 I 群 DC を P (C) , PR 夫々の大小順に並べ、 II 群以下は I 群の大きい値の DC から順に組み合わせて作られた I ~ VII 群 (2 T 並列では I ~ III 群) DC の中に全 DC 中で mxP (C) , mxPR を与える DCmxC が存在する。

注 : - " I 群各 DC の PPT , P (C) , PR の大小順は 3 者で互に異なる。この現象は仮想 4, 5, 6 T 並列若干例についての計算でも認められ、又 P (D +) : 0.5 でも 0.2 でも同様に認められる。 P (D +) が変ればそれらの大小順も変る。以上は IsoPPT , IsoP (C) , IsoPR 線の 3 群が互に異なる事からも予想される所である。"

PPT , P (C) においてはこの I 群 DC の大小順に VII 群まで TP : FP を夫々加算して作られた I ~ VII 群各 DC が各群ごとの最大値を与える (PR においては必ずしも然らず) 、そして全 DC 中の最大値を与える DCmxC もその中に存在する事は理論的にも又上記計算例からも確実である。また全 DC 中での mxP (C) を与える DCmxC が、上記 VII の Bayes 診断基準 (I 群 DC 中で PPT > 0.5 , となるものを悪性とする) と完全に一致する事も全 2 ~ 6 T 並列 , P (D +) : 0.5 , 0.2 について確かめた。 mxP (C) , mxPR および mxIc を与える DCmxC は、この Bayes 診断基準を満す I 群 DC の集合として、 mxP (C) を与える集合と mxPR を与える集合とは一致する筈と思うが、しかし上述の如く一致しない。

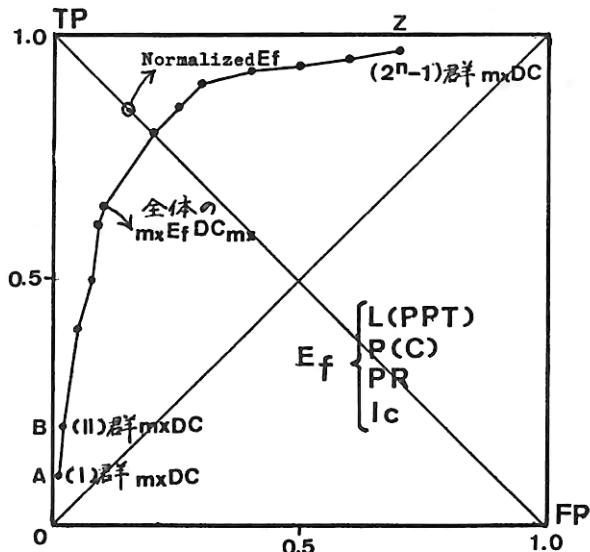
mxIc についても mxPR と同様であろう。 Bayes 診断基準と mxP (C) を与える DCmxC とは 100% 一致するので Ef メジャーとして PR , Ic を用いる事に問題があるのかも知れない。

また PR では I 群 DC の PR 値をどの値で線を引いて悪性、良性に振り分けた時に全 DC の中の mxPR になるのか？ $P(D+) = 0.5$ の時は $PPT > 0.5 > PR > 0$ に等しい。

3. 5 検査並列の例

以上の結果を一般化し、 nT 並列の場合に全 DC 中で $mxP(C)$, $mxPR$, $mxIc$ を与える DC_{mx} を求める方法を考える。先ず $P(C)$, PR , Ic の値を I 群 DC $(2^n - 1)$ 個のみについて計算し、夫々の大小順に各 DC の TP : FP を $I \sim (2^n - 1)$ 群まで順次加算する。この様にして得られた $I \sim (2^n - 1)$ 各群 DC の $TP_i : FP_i$ は略各群ごとの最大の $P(C)$, PR , Ic 値を与える。これらの DC 点 ($TP_i : FP_i$) 群を結ぶと図(10)の類似 ROC 曲線 (シェーマ) となる。

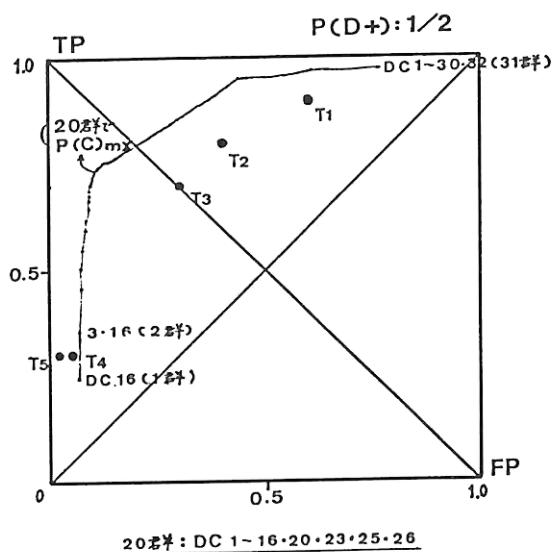
図(10) 最大有効度 $mxEf$ を与える DC_{mx} を求めるための類似 ROC 曲線 シェーマ
(nT 並列) $P(D+)$ 指定



この曲線上で最も $P(C)$, PR , Ic 値の大きくなる点が全 DC 中での最大値を与える DC_{mx} 点 ($TP_{imx} : FP_{imx}$) となり、この DC_{mx} 点は IsoP(C), PR, Ic 線図より、又は計算により得られる。図の Normalized Ef は $mxEf$ 値に等しい Ef 値を与える等価な負対角上の点を表わす。図(11-A, B)は $T_1 \sim T_5$ の仮想 5 検査並列例についてこの計算を実行したもので全 DC 中 $mxP(C)$ を与える DC_{mx} と $mxPR$ を与える DC_{mx} とは一致して DC 1, ..., 16, 20, 23, 25, 26 の第 20 群 DC となり、従って Bayes 診断基準にも合致する。但し I ~ 31 各群 DC の中で両者が一致するのはこの第 20 群を含む一部のみである。又 $P(D+)$ を 0.2 とすると $mxP(C)$ は第 15 群 DC, $mxPR$ は第 I 群 DC へと変る。もしこの曲線を ROC 曲線と見なすことができれば、“最適動作点 (Best Operating Point) ~ Slope β ” の問題が

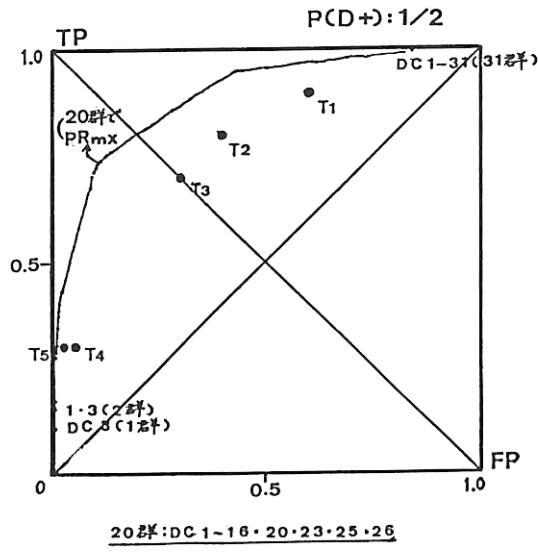
図(11-A)

異5T並列の類似ROC
mxP(C)を与えるDC群
(理論値: I群大小順積算)



図(11-B)

異5T並列の類似ROC
mxPRを与えるDC群
(理論値: I群大小順積算)



そのまま適用できるので、診断的有効度のみならず、臨床的有用度まで広く利用できるのであるが？この辺の一般的な理論・解析について情報工学～ROC解析に詳しい方々の御教示を頂ければ幸である。

VII まとめ

以上、総合画像診断の最適化問題について若干の考察を試みたが、多Feature 単一画像診断とも共通する面があり、引き続き臨床実用化を目指し、文献例、自験例の臨床資料について検討を進めている。

最後に、本講演の機会を与えて下さった日本放射線技術学会画像部会会長山下一也博士に御礼を申し上げると共に、拙論に対する諸兄の御批判、御叱正をお願いして稿を了える。

(61. 11. 1)

「第2回画像リフレッシャースクール」に参加して

早期胃癌検診協会

鬼本 恵子

このスクール参加は、自分に、大きなため息とやる気とを、起こさせてくれました。

スクールの詳細が送られてきたのが一週間前、開けてビックリ、予定がびっしり詰まっていました。でも、ウィナースペクトル、ROC、NEQ、DQEについても演習がおこなわれるので、とても期待していました。もう一度画像の本を、読み返して大阪に向いました。

阪大で実験を終えて、セミナーハウスへ。頭の中で実験のことがごちゃごちゃしていたけど、セミナーハウスまでの、ガラリと変わる景色のなかで、少し整理がついたような気がします。さすがに先生方ここまで計算していらっしゃるとは。

P.M 8時から先生方の講義が始まる。誰も疲れた様子もなく、先生方もまた眼を光らせている。頑張らなくてはと思っても9時過ぎて数式が出てくると少し眠い。若松先生のお顔をチラと見ると数式ができるたびにキラキラ輝くように見える。凄いな、そんな先生のファイトにも感激しました。やっと部屋に戻ると、みんな一杯やっていてもうすっかり和気合々、合宿のいいところはここだなあと思います。田舎の話、病院の話から始まって、やっぱり最後は画像のこと、お酒も少し入っているので何でも聞けるし何でもはなせる。みんな凄く勉強している。よい刺激になりました。

2日目に入り、実験のデーター処理にはいります。いかに誤差を少なくしてHDカーブを描くか、誤差を少なくするための近似は……。やっていることの次元がちがうなあと思いました。とても勉強不足でした。

矩形波チャート像からMTFを計算する時、コンピューターでは個人差なく算出できるのだと考えていました。でもそうでなくやはり個人差がでてしまうものなので残念でした。それと同じ様に、スリット像からMTFを計算するとき、低高線像強度分布を結合させる。その計算開始点と終点は、データがうまくとれていないとなかなか難しいし、結合点のとりかたも個人差が出てきてしまう。でも、近い将来データーをinputすれば即MTFが、算出されるだろう。そのためにもHDカーブを正確にとることがいかに大切であるか、その精度を、痛感させられました。自分の施設にかえっての課題を、色々と見つけることが出来ました。

3日目厳しいと思っていた研修も終り、もう終わりなのかと残念です。このスクールに来て、100パーセント吸収できたとは思えないけれども、山下先生をはじめ、実験を手伝って下さった先生方、計算処理を教えて下さった先生方の画像に対する熱意に、この夏以上の暑さを感じました。段床先生が、おっしゃられた、ここで学んだものを、臨床に結びつけなければなにもならないそのお言葉がいつも心に沈んでいます。またここに大きな課題がありました。

私は、このスクールに参加するに足りない者でしたが、参加して本当によかったと思います。こ

これから、X線発生装置の勉強と平行して画像のことを、コツコツとやってゆきたいと思っています。

国立循環器病センター放射線診療部

粟井一夫

昨年、第1回スクールに参加が決まっていたながら前日に腰痛というアクシデントに襲われ、泣く泣く参加を取りやめてから早1年。今年こそはと、雪辱に燃えて参加しました。神様は昨年の私を哀れんでか、私のパートナーを女性にしてくださいました。これはなんたる光栄、喜び勇んで実験を開始しましたが、不幸な事に私の班は増感紙を間違ってしまい、チャート像は真っ黒、スリット像は傷だらけ。他の班に多大なる迷惑をかけるという失態を演じてしまいました。みなさんごめんなさい。

失敗に始まった2泊3日のスクールでしたが、ここで感想を述べてみたいと思います。

まず講義の内容について。

昨年のスクール参加者の感想文から想像した昨年の内容に比べて、実際の手計算を比較的多く盛り込んであり、チューターのみなさんの苦労の跡が忍ばれました。これ以上の手計算の内容を盛り込む事は2泊3日では無理かと思われました。

次にカリキュラムについて。

個人的な意見を述べますともっと詰め込み式でも良かったと思います。その為には事前にもっとたくさんの資料と課題を与えておくのも一つの方法ではないかと思われます。

最後に実験設備ですが、やはりマイクロデンシトメーターが1台しかないというのが最大のネックになっていました。せめてもう一台有ったらと感じたのは私だけではないと思います。

だらだらとつまらない感想を書きましたが、このスクールは素晴らしいものですし、このような会を考えられた先生方には頭が下がる思いがします。それだけに末永く続いて欲しいと望みます。第2回修了生の皆さん機会があったら同窓会でも開きませんか。

国家公務員共済組合連合会立川病院

上遠野 昭

私が画像リフレッシャースクールに参加したのは、私どもの施設にも今年マイクロデンシトメーターが設置され、これを有効に利用したいという目的でした。

第1回目のスクールのことを、画像通信、技術学会誌の報告で知っており、前回参加された人達の感想からも、その内容が大変にハードなものなので当日は、緊張の思いで阪大医短大の門をくぐりました。

1日目は、資料の作成で先に実験と演習の手引を送っていただいたので、実験の内容を十分に理解することが出来、また阪大に設置されている実験システムはすばらしく、センシトメトリー、スリット、チャートの撮影が数分の内に終了してしまった。私の施設では特性曲線一本を描くにも數十分の時間を要し、悪ければやり直しといった具合で、精度の良い結果を得るには、実験システムの充実、手際の良さが必要であることをあらためて知らされた。資料からデータの読み取りは、マイクロデンシトメーターとコンピューターがオンラインになっており、短時間のうちに測定が終了したが、試料測定の方法が結果に大きく影響するため、もう少し時間をとり、2～3回のスキャンを行いたかったが、日程のつごう上むりだったので残念であった。

2日目に入り、資料の処理にコンピューターを使用し、センシトメトリー、MTFを次々に求めたが、その処理の早さ、シミュレーションなどの応用の多様さにコンピューターの必要性を痛感した反面、自分でソフトをつくるためには、いかに基礎理論を理解していなければいけないかということを思い知らされた。また、コンピューター処理と平行して、チーフの先生方が手作業による処理の方法、実験での注意点を話していただき理解を深めることができた。教育講演は、高速フーリエ変換法、視覚と粒状性という難しい内容を大変わかり易く話していただき、少しあはわかったつもりで帰って来ましたが、資料を見直すと、難しい数式ばかり並んでいて頭をかかえていますがフーリエ変換やウィナースペクトルが少しあは身邊な物になった気がします。

あっと言う間の三日間、内容が豊富で消化不良でしたが、談話室で時間が経つのも忘れ、先生方や皆と話したこと、そして若松先生の「画像を追い求めるとは男の夢、物ごとあきらめずに思い続けて下さい。私は20年、画像について思い続けています。」と言う言葉が印象に残りました。私もまだ足を踏み入れたばかりですが、一生懸命、画像について思い続けたいと思っています。

松山赤十字病院

水 谷 宏

私にとって、第1日目から驚きの連続でありました。先ず、山下先生や若松先生に直接指導をしていただけたこと。それから測定装置、特にX線センシトメータの正確かつ、素早い動きをみて、そういう装置を作成する人々の努力に感服しました。

それにしても厳しい日程ではありました。しかし、普段は学会で遠くからしか眺めることしかないう先生方から、画像の極意を授けられた気がします。今度から学会でお会いしても、挨拶ぐらいはできそうです。出来れば、私自身もっと勉強して画像についてお話をしたいものです。

ただ一つ不安に思った事は、センシトメトリーにおいて、2つの班が同じシステムで同じ装置を用いて行ったにも関わらず、予想以上の誤差があったことです。今回のようにりっぱな装置を用い、専門の先生方に指導をしていただいてもこの様な誤差があるなら、私達が行うセンシトメトリーな

ど、信頼できるデータとして用いることが出来るのでしょうか。

私は、これから今回このスクールで学んだことをまとめ、12月には、愛媛県で報告勉強会をする義務があります。大変な気もしますが、それによってより一層理解が深まると思い、努力するつもりです。

最後に今回このような勉強の機会を与えて下さった技術学会愛媛県支部の川上先生始め、会員の皆様方に深く感謝します。

独協医科大学越谷病院

村 松 穎 久

六月初旬私は、画像解析とよりいっそう仲良しになりたいと思い、このスクールの参加申し込みをしました。六月末日、待人の所へ一枚の葉書が届きました。「あなたは、補欠第3位です。七月十日までに連絡がないときは希望にそえない……。」その日から私は、キャンセルを待つ小僧になりました。わずかな期待の中で期限が近づき……。そして、不幸にも連絡は来ませんでした。

「まだリフレッシュする年令でもないですからねェ。」と、ひきつり顔で周囲を笑わせるのでした。ところが数日後、一本の外線電話が、「私は大阪大学附属病院の段床ですが……。」ドラマは、忘れた頃にやってきました。まるで、阪神が今季優勝するかのように、そして、私は何とかこのスクールの参加と相成りました。その日から、何だかうれしくてたまりません。

今まででは、画像部会や日放技雑誌などでしか拝見できない山下先生をはじめとするスタッフの面々に、直接会って講義が受けられるのです。これは、まるでスターを追いかけるファンの心境なのです。そんな高揚する気持ちを押さえながら、私は初めて阪大医短の門をくぐりました。

さて、スクールは二泊三日にわたって、ハードスケジュールの中、講義と実習をおりませながら無事修了した。まだまだ未熟者の私が、大きなトラブルもなく修了することができたのは、スタッフの優秀さはもちろんの事、全国津々浦々から集まった精銳とスタッフの「画像解析にかける情熱」であったと思っています。感謝の気持ちをどのように表現したらよいのかよくわかりません。そんな中で、今回のスクールで習得したものを持ち込み、それを一言で言うならば、「常に安定した試料を作成すること。であり、作成できること」である。当り前のような事だが、少なくとも自分自身、一番おざなりになっていた事であると考えている。私たちは、常に試料を元にして、画質測定を行い評価しているのである。それが時変わるごとに評価が逆転したりするようでは、全くナンセンスなのである。

私たちは、常に患者さんから何らかの制約の中で、最大限の情報を引き出さなければならない。そして、画像解析の結果は、最終的にすべて患者さんにフィードバックしなければならない。なぜなら、またまた当たり前の事であるが、私の職業は診療放射線技師である。まだまだ未熟者ではある。

りますが……。

最後に、業務多忙の中、心よくこのスクールに参加を認めてくださいました当院放射線部、竹花技師長並びに技師諸兄に感謝致します。

清恵会第二医療専門学院

田 伏 正 明

この三日間、ハードであり充実した、そして私にとって何か一つ脱皮できたような日々ありました。

私達の班は試料の作成から始まった。その中でセンシトメトリーの作成には驚嘆しました。後に小水先生が講義で「高精度のデータは高性能の装置より得られる」と言われた通り、山下先生はじめ阪大研究スタッフの皆様の方針と情熱が短時間で高精度の試料が作成できるこのシステム化された自家製センシトメータから伺えたのです。

またセミナーハウスでは、データ解析、講義が休憩時間も惜しまれるほど熱心に進めて下さいました。

そして自己紹介が持たれた折、皆様の画像解析に取り組まれている意気込みに感心いたしましたが、ここで私が他の方々と方向の違いを感じました。私も皆様同様“より高精度の画像解析”を目指しますが、しかし私は教育に携わる者として、“その原理および技法を学生にマスターさせる”という使命があります。今回使用させていただいた画像解析システムが、いかに優れているかは周知されているところですが、私が目標とするものには、ブラックボックス的な部分が多いと感じました。しかしこれに対する答えを若松先生はじめ各先生方の実習に関する講義で下さいました。我が施設でも市販の計算解析システムの導入を検討中ですが、私なりの検討方針が出来る様に思われます。

現在、悔やまれるのは御講義して下さいました内容が、あの時点で即刻消化吸収しきれなかったことです。これはスクールに臨む学力的準備が不十分であったことに他ならないのです。資料の整理が進むにつれて疑問質問事項が今になって出てきています。しかし今回参加させていただいたことにより、今まで独学で進めていた為、暗中模索であった路線に、進行方向が定まった様に思われます。また参加させていただく機会があることを願い、実験と演習を重ね、生じた問題を投じる場とできる様努力する所存です。

岩手医科大学附属病院

小田島 智

画像リフレッシャースクールの開催を技術学会誌で知り、今までコツコツ勉強してきたことがほんとうに正しいのか、必要なことを知らないままにしていないか、また最先端ではどのようなことを考え行なっているのかなど頭の中をかけめぐり、「これは大阪まで行ってチャレンジしなくては」と思い参加させていただきました。

ただ東北新幹線、東海道新幹線を乗りついで盛岡から大阪までの所要時間8時間はかなりつらいものでした。

スクール一日目の実習項目はMTF、(スリット法とチャート法)と特性曲線の試料作りとミクロフォトメータを用いてのデータサンプリングと、津田先生のFFTについての講義でした。

スリット法、チャート法、特性曲線の試料作りには工夫された専用の装置があり、短時間で試料が作成できるのはとても魅力がありました。しかしこれは学校だからできることと感じました。

我々のような施設では、実験室の確保などの問題があり専用の装置の作成は非常に困難であり臨床に使用している機器で精度のよい測定ができるよう努力しなければならないと思いました。

つくられた試料のデータサンプリングはミクロフォトメータとマイコンとをオンラインされたシステムで行いました。ここでAD変換の方法や理論、プログラム作成上での苦労話、注意等講義の時間があればと感じました。

サンプリングされたデータから手描きで特性曲線を作成してみて、人によってカーブのふくらみ方、肩のつくり方など微妙に違うのを再確認し、またこの特性曲線がMTF作成上大きな影響を及ぼすのをいまさらおどろき、特性曲線作成には十二分に注意が必要なことを痛感しました。

特性曲線を人の意志がはいらない補間法や近似式の形で表わした方がよく、またどのような補間法、近似式を使用したらよいのかマニュアルみたいなものがあれば良いのではと思いました。

スクール二日目はコンピューターを使用してのデータ処理、センシトメトリー、MTFについての講義と小寺先生の教育講演などがありました。

スリット法によるMTFの求め方の理解に苦しんでいた私は、若松先生の講義を受け、スリット法でなぜMTFが求まるのか、フーリエ変換の実際の試算のしかた、すそのつなぎ合せ方など多くのことを得ました。しかし黒板に書かれた数式は十分に理解できませんでした。数式を自由にあやつる若松先生にただただ感心するだけでした

ウィナースペクトルも求め方の理解できない評価法でした。

学会誌のミスプリントの発見やFFTの使い方の講義などで求め方のあらすじはわかってきました。またトレンド処理、ウインド処理の影響も理解でき、カベをのりこえられた感じがしました。

三日目は実験結果のまとめ、各講師の総括展望でした。

センシトメトリーのまとめでは、倍露光したはずなのに露出倍数が2にならずこれに対して多く

の意見が出されました。

M T F のまとめではチャート法とスリット法では同じ増感紙フィルム系にもかかわらず、形がちがうのが問題になり活発な討論がされました。受講生はみなよく勉強しており、また自分の実験結果や意見をもっており、勉強不足の私は感心しました。

チューターの展望では、若松先生の N E Q についての講義に興味がありました。

M T F が良く、コントラストが良い増感紙フィルム系にもかかわらずそれよりも劣っている系の方が目で見た評価では良い写真に評価されることがあり、これを N E Q であらわすと目で見た評価と一致するというたいへん有効な評価だと思いました。

講義の終わった夜はまた画像についての意見や、その他各個人が困っていること。ポータブル撮影のこと、コンピューターのことなどなど夜おそくまで話し合いができ、たのしくすごしました。

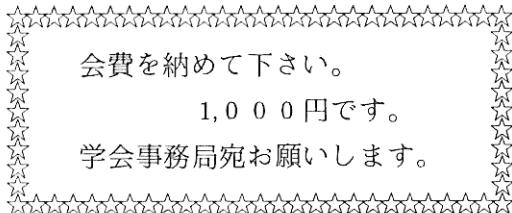
この三日間は得ることが多く、また、全国の受講生と意見の交換ができ、たいへん有意義に過ごさせていただきました。

またこのような機会がありましたら是非参加したいと思っています。

あとがき

第2回画像リフレッシャースクールが7月30～8月1日に関西で行なわれ、真夏の猛暑にも負けず、全国から集った「画像」諸兄と共に勉強した熱い三日間でした。

32ビットマイクロコンピュータが汎用的になり、画像のコンピュータ処理技術がさらに進歩し、デジタル画像処理、PACS等の現実的な問題が、今回の画像部会において報告され、今後の課題を多く提供されます。会員多数の参加を期待しています。



会費を納めて下さい。

1,000円です。

学会事務局宛お願いします。

