The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	胸部上中部食道癌治療方針の線形計画法に基づく解析-特に,長さについての解析-
Author(s)	小田野, 幾雄; 酒井, 邦夫; 北畠, 隆
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1977, 37(10), p. 931-940
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14911
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

胸部上中部食道癌治療方針の線形計画法に基づく解析

—— 特に，長さについての解析 ——

新潟大学医学部放射線医学教室（主任：北畠　隆教授）
小田野幾雄　酒井　邦夫　北畠　隆

（昭和52年4月8日受付）
（昭和52年6月20日最終原稿受付）

Decision Theory in Treatment Planning of Upper and Middle Thoracic Esophageal Cancer

By

Ikuo Odano, Kunio Sakai and Takashi Kitabatake
Department of Radiology, Niigata University School of Medicine, Niigata
(Director: Prof. Takashi Kitabatake)

Research Code No.: *605*

Key Words: *Decision theory, Carcinoma of the esophagas, Treatment planning, Radiation therapy*

The Treatment planning (operation and irradiation) of the upper and middle thoracic esophageal cancer was analysed using the decision theory which was applying to the other fields.

The data being used were rates of mortality after operation (8.6%), 5-year survival rates of operation (14.0%) and irradiation (13.4%), and frequencies of radiation injury (1.0–50%) etc., which were reported in the several literature.

It was the character of this method that these many data were regarded as variables of a function (II), which was standing for expected value of the terminal utility losses.

When we assumed that (p) was the probalibity of operation therapy, and (q) was that of irradiation therapy, the relationship of the terminal utility losses between two therapies would be described these two letters.

As the result, we came to a sensible opinion that the terminal utility losses of being recieved irradiation therapy would be fewer than that of operation therapy, and so, it would be suggested that irradiation therapy may be chosed frequently in the radical treatment of the upper and middle thoracic esophagela cancer.

I. 緒　言

食道癌根治療法の適応を，癌腫の占居部位別に考えた場合，頚部食道癌に対しては放射線療法が優先され，胸部下部食道癌及び腹部食道癌に対しては，手術療法が第一選択とされるのが一般的である．胸部上中部食道癌に対しては，考え方に種

々あるが，手術療法が第一に選ばれることが多く，放射線療法を先行させている施設は少ない．しかしその優劣は必ずしも確立されてはいない．

われわれは，この論文に於て，胸部上中部食道癌に対する治療法の選択について，決定理論の一分野である線形計画法を応用して解析しようと思う．

II. 対　象

対象とする症例は，すべて根治手術療法及び根治放射線療法の適応のある症例とする．

すなわち，全身的適応[1)2)]としては，年齢70歳以下，体重40kg 以上，高血圧（B.D. 160～90 mmHg 以上）なく，負荷心電図上異常なく，肺機能障害及び肝実質障害なく，腎機能では GFR ≧50cc/min で，且つ，他臓器転移のないものとする．

また，局所適応[1)2)3)]としては，胸部上中部食道（Iu＋Im）に占居部位をもち，食道X線所見上の陰影欠損の長さが8.0cm 以下で，気管，気管支，大動脈等の周囲臓器への浸潤がみられず，且つ，穿孔の危険のないものとする．

III. 決定図式

いま，ある総合病院の外来へ，上記の諸条件を満足させるような食道癌患者が来院したとしよう．

この患者に対して，われわれが選択できる行動には，手術療法（根治手術）を施行する（A_1），放射線療法（根治照射）を施行する（A_2），併用療法を施行する（A_3），及び，治療をしない（A_4）の4つの方策がある．

このうち，手術療法（A_1）と放射線療法（A_2）の2つの方策について考えてみよう．

まず，手術療法（A_1）を施行した場合に惹起しうる状態（States of Nature：θ）として考えられるものは，根治手術療法に耐術する状態（θ_1）と，耐術しえずに手術死亡する状態（θ_2）の2つがある．

耐術した場合には，時間的な推移を考慮して，5年間生存する状態（θ_3）と，生存しえずに再発転移にて死亡する状態（θ_4）のいづれかが起こる．

次に，放射線療法（A_2）を施行した場合に起こる状態を考えよう．

放射線根治照射が完全に遂行されるか否かは，照射中に穿孔が起こるか否かによつて左右される．

しかし，われわれは，はじめに穿孔の危険のない症例を対象にすると述べているので，照射は完全に遂行されるものとしよう．

そうすると，照射終了後に起こる状態としては，5年間以上生存しうる状態（θ_5）と，5年の間に再発転移にて死亡する状態（θ_6）の2つが考えられる．

5年以上生存を見た場合には，放射線治療によつて起こる生命に影響する副作用，すなわち，放射線肺炎，放射線脊髄炎，心臓障害及び誘発白血病が問題になつてくる．

手術療法後及び放射線療法後の他病死の概念を除去して考えることにして，以上の，起こりうるすべての状態を図示したものが，（Fig. 1）である．

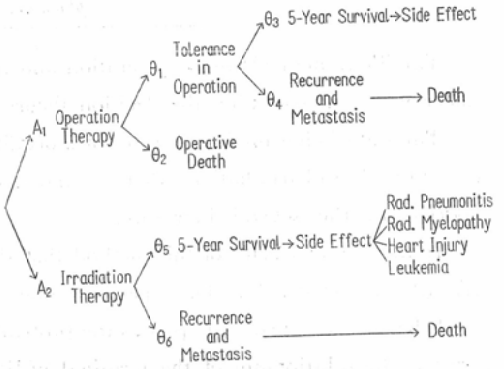

Fig. 1　Decision Tree

この図を，決定図式[4)]（または，決定樹）ということにしよう．

IV. 推移確率

いま，われわれの症例が，手術療法をうけるであろう確率をpとし，放射線療法をうけるであろう確率をpとする．

（但し，$P+q=1$，$0<p<1$，$0<q<1$）

以下，（Fig. 1）の決定図式の矢印の先端であ

Table 1. Rates of mortality after operation

Reporter	Term	No. of operations	Operative death	Rates of mortality
Akakura	1956—1964	172	27	15.7%
Fujimaki	1952—1972	116	18	15.5%
Sato	1965—1972	209	14	6.7%
Nakayama	1946—1964	581	43	7.4%
Endo	1965—1972	332	13	3.9%
Total		1513	130	8.6%

Table 2. 5-year survival rates after operation

Reporter	Term	No. of followed up patients	No. of 5-year survivors	5-year survival rates
Sato. et al.	1946—1967	586	79	13.5%
Endo. et al.	1965—1972	367	56	15.3%
Gunnlaugsson	1946—1965	56	6	10.7%
Total		1009	141	14.0%

る状態（θ）の推移確率を求めてみよう．

（1）手術療法における推移確率

手術療法を受けることによつて死亡するであろう確率 $P(\theta_2)$ は，手術死亡率に他ならない．これは，赤倉[5]の15.7%，藤巻ら[6]の15.5%，佐藤ら[7]の6.7%，中山ら[8]の7.4%，遠藤ら[9]の3.9%という報告があり，全根治切除症例を母数にしてその平均値を求めると，8.6%となる（Table 1）．従つて，$P(\theta_2)=0.086$と書くことができる．これにより，手術療法に耐術するであろう確率は，$P(\theta_1)=0.914$と求められる．

次に，耐術した場合，その後5年間生存しうるであろう確率 $P(\theta_3)$ を求めよう．

術後の5年生存率については，赤倉[5]の4.1%，藤巻ら[6]の5.7%，佐藤ら[7]の13.5%，遠藤ら[9]の15.3%，Gunnlaugsson ら[10]の10.7%，という報告があるが，母数を耐術例数にとるか，予後追求例数にとるかで，値が大きく異つてくる（前2者は耐術例数を，後3者は予後追求例数を母数にしている）．

やむをえないので，予後追求例を母数としている佐藤ら，遠藤ら，及び Gunnlaugsson らの報告を用い，それらの予後追求例総数を母数にして5年生存率を求めると14.0%となる（Table 2）．

従つて，$P(\theta_3)=0.140$，$P(\theta_4)=0.860$を得る．

（2）放射線療法における推移確率

放射線療法を施行してのち，5年間生存しうるであろう確率 $P(\theta_5)$ を求めよう．

放射線療法の5年生存率については，筧ら[11]の7.7%，高岡ら[12]の9.1%，松浦[13]の5.7%，御厨[2]の12.5%，Pearson[14] の19.2%，Watson[15] の28.6%などの報告があるが，一部を除けば10%前後が平均的な成績となる．

しかし，これらの報告の母数となつている対象例の中には，われわれの云う根治照射の適応外のものが少なからず含まれているため，それぞれの平均値を用いるわけにはいかない．

従つて，前述の適応条件——特に局所適応条件——を満足させるような症例を対象としているという点から，松浦，御厨，Pearson の報告している値を用いることにしよう（Table 3）．

三者の総根治々療症例数を母数にとると，5年生存率は13.4%となる．

従つて$P(\theta_5)=0.134$，$P(\theta_6)=0.866$を得る．

V. 最終的確率の付与

ところで，2つの事象 A, B がともに起こると

Table 3. 5-year survival rates after irradiation

Reporter	Term	No. of Irradiated Patients	No. of 5-year survivors	5-year survival rates
Matsuura	1958—1964	35	2	5.7%
Mikuriya	un-known	40	5	12.5%
Pearson	1956—1963	52	10	19.2%
Total		127	17	13.4%

いう事象を $A \frown B$ で表わし，またBが起つたとしたときにAが起こる条件付確率を，$P(A|B)$ で表わすとき，

$P(A \frown B)=P(A)\cdot P(B|A)$，但し $P(B)>0$，という性質がある．

この性質を用いて，各枝の状態の最終的な確率を求めることができる．

たとえば，手術療法（A_1）を受けて，耐術（θ_1）し，その後5年間生存（θ_3）する場合の最終的な確率は次のようにして求められる．

$$P(A_1 \frown \theta_1 \frown \theta_3)$$
$$=P(A_1)\cdot P(\theta_1|A_1)\cdot P(\theta_3|\theta_1)$$
$$=p\times 0.914\times 0.140$$
$$=0.128\cdot p$$

以下，同様にして，各終点の状態の最終的確率を付与したものが（Fig. 2）である．

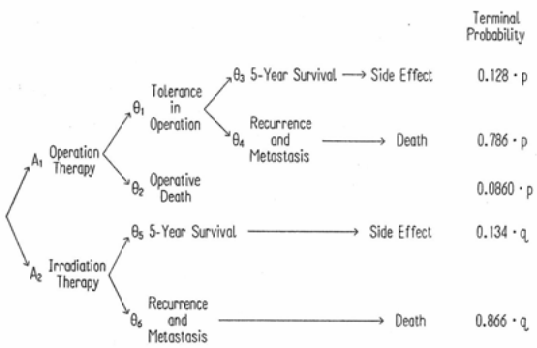

Fig. 2 Terminal Probability of States of Natures

VI. 損　失

損失（Utility Losses）とは，患者が病気に罹患することによつて被る不利益のことで，それを数量的に表現したものである．

一体，癌に罹患するということは，患者にとつて何ら利益となるところはなく，癌治療の目的は，この不利益をできるだけ少なくしてやることに他ならない．

従つて，われわれはこのあと，癌の治療効果を損失という用語で考えることにしよう．

（Fig. 1）の決定図式における，それぞれの最終的状態の損失を見積つてみよう．

いま，食道癌に罹患し，治療をうけずに死亡するという事象の損失を100とし，癌に罹患せず，従つて治療もうけないという事象の損失を0と見積ることにする．

そうすると，食道癌に罹患して，治療をうけることによつて被る患者の損失は，すべてこの100と0との間の値をとると考えられる．

手術死亡の状態（θ_2）は，治療を受けたとしても死亡してしまうので，その損失 $L(\theta_2)$ は100，また，再発転移の状態（θ_4，θ_6）の場合も100%死亡してしまうので，その損失 $L(\theta_4,\ \theta_6)$ も100と見積ることにする．

問題は，手術療法でも，放射線療法でも，5年以上生存した場合の状態（θ_3，θ_5）の損失をどう見積るかである．

（1）手術療法を受けたのち，5年間生存した場合の損失をどう見積るか．

この場合に考えられる副作用としては，手術侵襲そのものによる生命力への影響の他に，食思不振[16]や貧血，睡眠障害，胸やけなどの逆流性食道炎などの諸愁訴[17)18)]がある．

これらの副作用のうち，後者の諸愁訴については，適切な処置と療法により治療が可能であるが，前者の手術々式による生命力への影響は，不

可逆的であり，治療不能と考えられる．

従つて，手術療法に基づく損失は，この不可逆的な影響をもとにして見積る必要がある．

川島[19]は，食道切後に伴う栄養動態の変化を観察するため，食道癌患者20名に対し，食道切除後1カ月から3年5カ月にわたつて糖質，蛋白質及び脂肪の消化吸収試験を行つている．

それによると，食道切除後の消化吸収率に著明な低下を示す栄養は，上記3種のうち，特に脂肪であり，脂肪吸収率の低下は，手術前後の栄養指数（標準体重と実測体重の比率）の差と相関する（$P<0.01$）という．

そして，健康人の栄養指数を±10%の範囲としたとき，食道切除術前症例の栄養指数は平均−17.7%で，健康人のそれに比して7.7%の低下であるが，術後の栄養指数は平均−26.1%となり，食道切除術により更に平均8.3%（7.1%〜9.5%）の低下をきたすと報告している．そして両者の間には統計学上著明な相関が認められる（$\gamma=0.97$，$P<0.01$）．

この値をもとにして損失を見積つてみよう．

糖質，蛋白質の消化吸収率には，食道切除前後の変動がほとんどみられないことから，術前と術後での脂肪吸収率の差，すなわち栄養指数の差は，食思不振等の愁訴の有無に関係のない，手術々式そのものによる損失を表わしていると考えられる．

いまここで，食道切除前後で栄養指数が低下した割合だけ，患者の生命力が低下するものと仮定しよう．

そうすると，手術々式による損失 Lx は，

$$Lx=100\times(0.071\sim0.095)$$

従つて，$7.10\leqq Lx\leqq 9.50$

と見積ることができる．

(2) 放射線療法を受けて5年間生存した場合の損失をどう見積るか．

食道癌根治照射のためには，少なくとも照射総線量6.000rad 以上が必要である[2)3)20)]．そのため，照射後には，放射線肺炎，放射線脊髄炎，心臓障害及び誘発白血病などの副作用が発現してくる可能性がある．各々の放射線障害について，その損失を推定してみよう．

1. 放射線肺炎による損失 La

梅垣ら[21]は，根治的照射例33例のうちの54.5%に本症を経験したと述べ，また，北畠ら[20]は，33.3%に経験したと報告している．

更に，Rubin[22]も，肺葉に6.000rad 照射後の5年間における本症の発現頻度は25%〜50%であると報告している．そして，その障害期間は，おおむね1年間以内[21]である．

本症による肺機能障害の程度が不明のため，乳癌術後照射後に発現した場合の放射線肺炎による肺機能障害[23]（約6%の肺実質性換気障害＋約35%〜55%の拡散障害）をあてはめて，肺機能の障害された割合だけ，患者の生命力が低下するものと仮定してみよう．

そうすると，放射線肺炎による損失 La は

$$La=100\times(0.25\sim0.5)\times0.06\times1/5$$
$$+100\times(0.25\sim0.5)\times(0.35\sim0.55)\times1/5$$

従つて

$$2.1\leqq La\leqq 6.1$$

と見積ることができる．

2. 放射線脊髄炎による損失 Lb

放射線脊髄炎については，北畠[20]，梅垣[21]，高岡ら[12]は一例も経験しないと述べているが，Rubin[22]は，1%〜5%の頻度で発症する可能性があるとしている．

本症で問題となるのは，Reagan[24]の分類のうちの第Ⅳ型——慢性進行性放射線脊髄症で，これは，照射後1〜2年で発症し，2〜3年目に死亡するというものである[25]．

従つて，放射線脊髄炎による損失 Lb を最大限に見積ると，

$$Lb=100\times(0.01\sim0.05)\times3/5$$

故に

$$0.6\leqq Lb\leqq 3.0$$

となる．

3. 心臓障害による損失 Lc

Rubin[22]は，心臓全体に4.000rad 照射した際に発現する心筋障害の頻度は1〜5%であると推

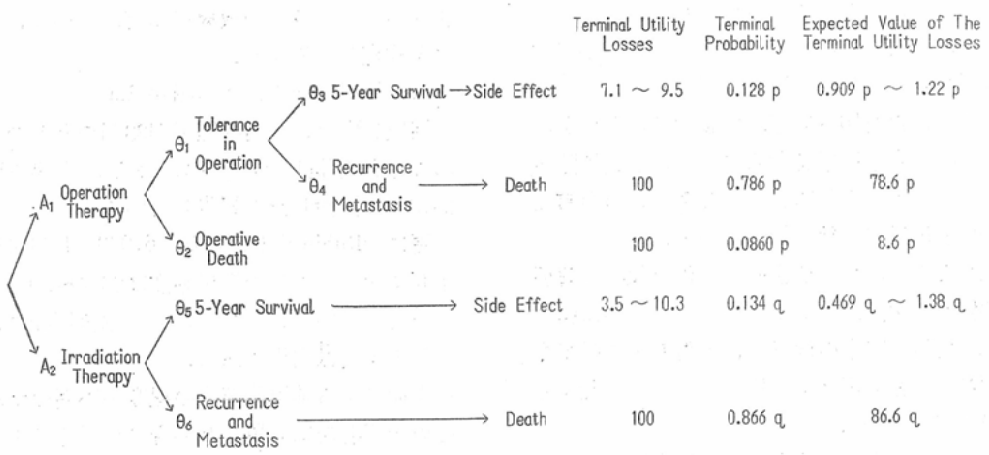

Fig. 3　Expected Value of the Termial Utility Losses

定しており，高岡ら[12]は，心電図上の Q-Tc 間隔の変動から，早期障害及び晩期障害の可能性を指摘している．

いま仮りに，本症を発現した症例のうちの一割に，将来，重篤な障害が起つて死亡するものとすると，心臓障害による損失 Lc は，

$$Lc=100\times(0.01\sim0.05)\times0.1$$

従つて，

$$0.1\leqq Lc\leqq0.5$$

と見積ることができる．

4.　誘発白血病による損失 Ld

食道癌治療にもとづく誘発白血病等の発癌性の存在は推測されているが，まだ明確な報告はなされていない．

従つて，乳癌術後照射療法後に，本症が誘発される頻度0.007[26]を代用することにしよう．

そうすると，誘発白血病による損失 Ld は

$$Ld=100\times0.007$$
$$=0.7$$

と見積ることができる．

以上より，放射線治療をうけて5年間生存した場合の患者の被る損失 $L(\theta_5)$ は，

$$L(\theta_5)=La+Lb+Lc+Ld$$

従つて

$$3.5\leqq L(\theta_5)\leqq10.3$$

と見積ることができる．

VII.　最終的損失の期待値

これら，各々の状態 (θ) の損失 $L(\theta)$ と (Fig. 2) に示した各々の状態の最終的確率 $P(\theta)$ との積算より，各々の状態の最終的損失の期待値 $\Pi(\theta)$ を求めることができる．

これを図示したものが (Fig. 3) である．

VIII.　決定図式の簡略化

手術療法をうけることによつて被るであろう患者の最終的損失の期待値 (Π_1) は，状態 (θ_1) 及び状態 (θ_2) の損失の期待値の和として求められる．また，状態 (θ_1) の損失の期待値 $\Pi(\theta_1)$ は，状態 (θ_3) の損失の期待値 $\Pi(\theta_3)$ と，状態 (θ_4) の損失の期待値 (θ_4) との和である．

従つて

$$\Pi_1=\sum_{i=2}\Pi(\theta_i)\qquad i=2,\ 3,\ 4$$

一方，放射線療法をうけることによつて被るであろう患者の最終的損失の期待値 (Π_2) は，状態 (θ_5) 及び状態 (θ_6) の損失の期待値 $\Pi(\theta_5)$ 及び $\Pi(\theta_6)$ の和として求められる．

従つて

$$\Pi_2=\sum_{i=5}\Pi(\theta_i)\qquad i=5,\ 6$$

以上より，(Fig. 3) を簡略化して，手術療法及び放射線療法の最終的損失の期待値を求めると，次の (Fig.-4) を得ることができる．

IX.　最終的損失の期待値の関係

次に，手術療法による最終的損失の期待値

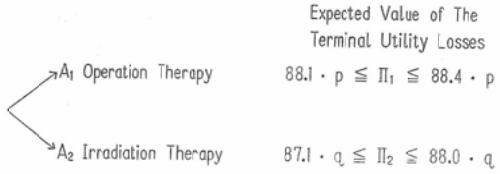

Fig. 4

(Π_1) と，放射線療法による最終的損失の期待値 (Π_2) の関係を求めてみよう．

(Fig. 4) より，両者の期待値は次のようである．

$88.1 \cdot p \leqq \Pi_1 \leqq 88.4 \cdot p$ ……(1)

$87.1 \cdot q \leqq \Pi_2 \leqq 88.0 \cdot q$ ……(2)

$(p+q=1,\ 0<p<1,\ 0<q<1)$

式 (1)及び (2)は，p, q に関しての一次関数であるから，p, q を消去してこの関係を図示すると，(Fig. 5) のようになる．

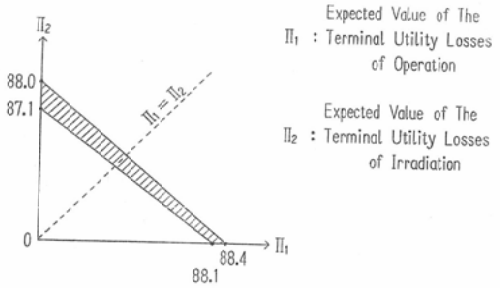

Fig. 5

斜線の部分が，点 (Π_1, Π_2) の存在する範囲である．

これより次のことが云える．

i) $0<p<0.49$, $0.51<q<1$ のとき $\Pi_1<\Pi_2$

ii) $p \doteqdot 0.49$, $q \doteqdot 0.51$ のとき $\Pi_1 \doteqdot \Pi_2$

iii) $0.49<p<1$, $0<q<0.51$ のとき $\Pi_1>\Pi_2$

X. 胸部上中部食道癌根治療法全体の最終的損失の期待値

最後に，胸部上中部食道癌根治療法全体の最終的損失の期待値 (Π) を求めよう．

この値は，(Π_1) 及び (Π_2) の和に他ならないから，(1)，(2)より

$87.1+p \leqq \Pi \leqq 88.0+0.400 \cdot p$ ……(3)

(但し，$0<p<1$)

となる．

XI. 推　論

それぞれの最終的損失の期待値の関係 (Π_1, Π_2 の関係) から，次のように推論することができる．

1)．手術療法を受ける確率が0.49で，放射線療法を受ける確率が0.51であるときには，手術療法を受けることによつて被る患者の最終的損失の期待値と，放射線療法を受けることによつて被る患者の最終的損失の期待値とは，ほぼ等しい．

つまり，このような確率分布の際には，手術療法でも放射線療法でも差がない．

2)，手術療法を受ける確率が$0.49<p<1$で放射線療法を受ける確率が$0<q<0.51$であるときには，手術療法による最終的損失の期待値は，放射線療法による最終的損失の期待値よりも大きい．

つまり，このような確率分布の際には，手術療法よりも，放射線療法の方が損失が少ない．

3) 手術療法を受ける確率が$0<p<0.49$で放射線療法を受ける確率が$0.51<q<1$であるときには，手術療法による最終的損失の期待値は，放射線療法による最終的損失の期待値よりも小さい．

つまり，このような確率分布の際には，放射線療法よりも手術療法の方が損失が少ない．

ひるがえつて，わが国の胸部上中部食道癌に対する根治療法の指針の現況はどうかというと，放射線療法よりも手術療法を第一選択としている施設が多く，その反対に放射線療法を優先させている病院は少ない．

すなわち，手術療法をうける確率の方が，放射線療法をうける確率よりも高く$0.5<p<1$，$0<q<0.5$という確率分布の関係にあると考えられる．これは2)．に相当し，手術療法をうけることによつて被る患者の最終的損失の期待値は，放射線療法のそれよりも大である．

従つて，このような確率分布の現況下では，われわれの症例は，放射線療法を選んだ方が損失がより少ないと推論される．

XII. 考　案

食道癌根治療法を占居部位別に見た場合，胸部

上中部食道癌は，手術療法と放射線療法との接点である．

根治々療法の遠隔成績を比較した場合，あるものは手術療法で良い成績を上げ，またあるものは放射線療法にて，まさるとも劣らない成績を発表している．

従つて，遠隔成績だけでは治療指針のきめ手とはならず，胸部上中部食道癌根治療法の方針については，いろいろな立場があり，いまだ決定的な結論がだされていないのが現況であろう．

われわれは，この問題に対し，癌治療における損失（Utility Losses）の概念[27]を導入し，決定理論の一分野である線形計画法を用いて解析を試みた．

この方法の利点は，手術死亡率や5年生存率等を，癌治療による損失を決定する関数（F）の変数と見なすことができる点にある．

その結果，文献成績よりみれば，現況では，手術療法を受けるよりも放射線療法をうけた方が，患者の被る全体的な損失は少ないと推論された．

また，胸部上中部食道癌根治療法による全体の損失（$\Pi=\Pi_1+\Pi_2$）を考えた場合，式（3）より，この値を小さくするには，放射線根治症例を増加（すなわち $p\to 0$，$q\to 1$）するようにすれば良いことが推論できる．

ちなみに，そのときの損失の期待値は，

$87.1<\Pi<88.0$

である．

以上の解析にあたり，われわれは，種々の文献の中よりできるだけ先に述べた条件を満たすような資料を選んだ．

だが，厳密な意味からすれば，この条件から多少はずれる資料が含まれている．

従つて，かかる推論が，ある程度の危険性をはらんでいることは否定できない．

しかし，充分な準備と計画の下に，前記の条件を完全に満足させるような資料を用いることができるなら，「推論」の項で述べた三項目のうちのいづれか1つが，充分な信憑性を以つて推論されることは明白である．

さらに，考按のはじめに述べた様に，癌治療による全体的な損失の期待値（Π）は，p，q 及び状態（θ_i）の関数である．

従つて

$\Pi=F(p,\ q,\ \theta_i)\qquad i=1,\ 2,\ 3,\cdots\cdots,\ 6$

（但し $p+q=1$，$0<p<1$，$0<q<1$）

と書くことができる．

これらの変数のうち，治療方針を変更することによつて変化するものは，p，q，$P(\theta_3)$，$P(\theta_4)$，$P(\theta_5)$，$P(\theta_6)$，の6つで，残りの $P(\theta_1)$，$P(\theta_2)$ は不変と考えられる．

また，$p+q=1$

$P(\theta_3)+P(\theta_4)=1$

$P(\theta_5)+P(\theta_6)=1$

であるから，結局，p，$P(\theta_3)$，$P(\theta_5)$ の3つの値が決まるなら，その治療方針の全体的な損失の期待値（Π）は，自動的に直ちに算出されて，その治療方針の良し悪しが決定される．

たとえば，局所条件（例えば食道X線所見の陰影欠損の長さなど）に基いて治療法の選択を行つたとする．つまり，根治療法の適応のある症例のうち，陰影欠損長が5.0cm 未満の症例は手術療法を施行し，5.0cm 以上8.0cm 以下の症例は放射線療法を施行するというような治療方針を立てたとする．

この治療方針によつて変化する値は，p，q，そして，手術療法及び放射線療法の5年生存率 $P(\theta_3,\ \theta_5)$ のみと考えられる．

手術療法の5年生存率 $P(\theta_3)$ については，遠藤ら[9]の約23%の報告があり，そのときの p の値は0.48である．

従つて，放射線療法による5年生存率 $P(\theta_5)$ がわかれば，この治療方針の全体の損失の期待値（Π）が直ちに判明するはずである．

しかし，この場合の $P(\theta_5)$ の報告が不明のため，いまのところ具体的な（Π）の値を求めることはできない．

このようにして，いろいろな治療方針の全体的な損失の期待値を算出し，そのうち損失の最も少ない治療方針を選択することが理論的に可能であ

る．

加えて，以上のデータをある病院又は施設にとれば，その病院では，どういう治療方針をとるのが最良の方策であるかが，直ちに判明し，また，この考え方をおしすすめれば，全国の胸部上中部食道癌治療の指針が，幾分なりとも整理されてくるのではないかと推論される．

XIII. 結　論

根治療法の適応のある，胸部上中部食道癌患者の治療指針について，手術療法を選ぶべきか，放射線療法を選ぶべきか，決定理論の一分野である線形計画法を用いて解析した．その結果，この患者が手術療法をうけるであろう確率を p，放射線療法をうけるであろう確率を q，($p+q=1$, $0<p<1$, $0<q<1$) としたとき，手術療法による損失の期待値と放射線療法による損失の期待値との間には，次のような関係があることがわかつた．

1) 確率分布が $p \doteqdot 0.49$, $q \doteqdot 0.51$ であるときには，手術療法でも放射線療法でも，患者が被る最終的損失の期待値には差がない．

2) 確率分布が $0.49<p<1$, $0<q<0.51$ であるときには，手術療法よりも放射線療法の方が，患者が被る最終的損失の期待値は小さい．

3) 反対に，確率分布が $0<p<0.49$, $0.51<q<1$ であるときには，放射線療法よりも手術療法の方が，患者が被る最終的損失の期待値は小さい．

しかるに，現況の確率分布は $0.5<p<1$, $0<q<0.5$ の範囲にあると考えられ，これは2)に相当する．

従つて，我々の症例は，手術療法よりも放射線療法を選んだ方が，最終的損失はより少ないであろうと推論された．

但し，以上は文献成績を基にした推論であり，従つて厳密な意味では，この結論はある程度の危険性をまぬがれない．

しかし，充分に練られた計画の下に，完全に条件を満足させるような資料を用いることができるなら，上記の3つの関係のうちの1つが，充分な信憑性をもつて結論づけられることは明らかである．

更に，この考え方を推し進めていくと，根治療法における手術療法及び放射線療法のより詳細な治療指針が自動的に決定され，ある病院または施設での最良の治療方針の自動選択が理論的に可能であることが推論された．

（ご便宜を頂いた，新潟大学脳研究所神経生理学教室丸山直滋教授，及び，岡田正彦氏に深く感謝する．）

文　献

1) 武藤輝一，相馬　智：標準外科学，医学書院，東京，1976.
2) 梅垣洋一郎，大川治夫：消化器癌の診断と治療—食道癌の放射線療法—，癌の臨床別冊．医歯薬出版，東京，1972.
3) 酒井邦夫，佐藤俊郎，北畠　隆：放射線治療の立場からみた食道癌の剖検所見．日本医放会誌，33：24—30，1973.
4) Schlaifer, R.（関谷　章・訳）：意志決定の理論—不確実性下の決定問題—（上）東洋経済新報社，東京，1974.
5) 赤倉一郎，三富制夫，高野信篤：胸部食道癌の手術．胸部外科，18：355—362，1965.
6) 藤巻雅夫，武藤輝一，佐々木公一，川口正樹，前田政克，田中乙雄，和田寛治，曽我　淳：下部食道癌，外科診療，15：1339—1948，1973.
7) 佐藤　博，磯野可一：食道癌．外科治療，30：54—58，1974.
8) 中山恒明：食道癌—特に胸部上中部食道癌について—．外科診療，7：682—687，1965.
9) 遠藤光夫，中山恒明，小林誠一郎，木下祐宏，山田明義，井手博子：術前局所々見より見た食道癌の治療方針—主に胸部上中部食道癌について—．外科診療，15：778—783，1973.
10) Gunnlaugsson, G.H., Wychulis, A.R., Roland, C., Henry Ellis, F.: Analysis of the records of 1,657 patients with carcinoma of the esophagus and cardia of the stomach, Surg. Gyn. Obst., 130: 997—1005, 1970.
11) 筧　弘毅，有水　昇，大川治夫：胸部上中部食道癌の放射線治療．癌の臨床，11：677—685，1965.
12) 高岡　中，前田盛正，浦野宗保，吉川純弘，織坂豊順，中谷泰隆，長谷川正秀：食道癌の放射線治療について．日本医放会誌，27：1607—1621，1968.
13) 松浦康彦：食道癌のテレコバルト療法．臨床放射線，14：452—459，1969.
14) Pearson, J.G.: The value of radiotherapy in the management of squamous esophageal cancer, Brit. J. Surg., 58: 794—798, 1971.

15) Watson, T.A.: Radiotherapy in the treatment of cancer of the esophagus, Radiol. Clin. Biol., 36: 1—14, 1967.
16) 山口逸郎：食道及び噴門癌根治手術後の愁訴としての食欲不振並びに術後逆流性食道炎に就いて，前編—術後食欲不振について—．日胸外会誌，5：1164—1175，1957.
17) 加藤一雄：術後逆流性食道炎知見補遺．日胸外会誌，8：219—243，1960.
18) 山口逸郎：食道及び噴門癌根治手術後の愁訴としての食欲不振並びに術後逆流性食道炎に就いて，後編—逆流性食道炎について—．日胸外会誌，5：1176—1185，1957.
19) 川島　修：食道癌切除に伴う消化吸収および栄養状態に関する臨床的研究—非再建例の検討—．日胸外会誌，18：23—28，1970.
20) 北畠　隆，森田皓三，大沼　勲：^{60}Co-遠隔照射法による食道癌治療の反省．癌の臨床，8：29—32，1962.
21) 梅垣洋一郎，御厨修一，町田孝子：食道癌の放射線治療．臨床放射線，10：289—302，1965.
22) Pubin, R.: The radiographic expression of radiotherapeutic injury: an overview, Seminars in Roentgenology, 9: 5—13, 1974.
23) 菊地　章：肺放射線症に関する研究—第2編臨床並びにレ線学的研究—．日本医放会誌，21：1047—1074，1962.
24) Reagan, T.J., Thomas, J.E. and Colby, M.Y.: Chronic progressive radiation myelopathy —its clinical aspects and differential diagnosis—, J.A.M.A., 203: 106—110, 1968.
25) 鈴木信正，吉沢英造，森川征彦，田中幸房：Radiation Myelopathy の3例．臨整外，7：359—367，1972.
26) 粟冠正利：乳癌の放射線治療後の白血病頻度．日本医放会誌，24：466—467，1964.
27) Henschke, U.K. and Flehinger, B.J.: Decision theory in cancer therapy, Cancer, 20: 1819—1826, 1967