

〈原 著〉

外挿法を用いたがん罹患数と死亡数の将来推計

橋 本 修 二

(国立公衆衛生院保健統計人口学部)

福 富 和 夫

(国立公衆衛生院特別研究員)

濃 沼 信 夫

(東北大学医学部病院管理学教室)

Prediction of the Future Incidence and Mortality of Cancer Using the Extrapolation Method

Shuji HASHIMOTO

(from the Department of Demography and Health Statistics, the Institute of Public Health)

Kazuo FUKUTOMI

(from the Institute of Public Health)

Nobuo KOINUMA

(from the Department of Hospital and Medical Care Administration, Tohoku University School of Medicine)

S. HASHIMOTO, K. FUKUTOMI, N. KOINUMA *Prediction of the future incidence and mortality of cancer using the extrapolation method.* Bull. Inst. Public Health, 41(4), 407-417, 1992.

Based on site-, sex- and age-specific mortality rates of cancer in 1980-1989, and on the assumption that mortality rates linearly (exponentially in case of stomach and uterus cancer) change with year, numbers of deaths from cancer in 1990-2000 were predicted using the extrapolation method. Based on the predicted mortality rates and the reported incidence rates of cancer in 1985, and on the assumption that (1-mortality rate/incidence rate) would be constant or increasing by 0.5% per year, numbers of incidence in 1990-2000 were predicted. Effects of annual changes of age distribution of population and those of mortality rates (incidence rates) on annual changes of numbers of deaths (incidence) were estimated.

Numbers of deaths and incidence from cancer in 2000 were predicted to be 307,000 and 470,000-548,000, respectively. Increases of numbers of deaths and incidence between 1985 and 2000 were suggested to be caused mainly by the aging of population.

Key Words cancer, death, incidence, future prediction, extrapolation

(Accepted for publication, September 22, 1992)

はじめに

将来推計の方法としては、システム・モデル、外挿法などがある。外挿法は、現在までのトレンドが将来も変わらないという前提の下で、そのトレンドを先ま

[キーワード] がん, 死亡数, 罹患数, 将来推計, 外挿法
[平成4年9月22日受理]

で延ばすことにより、将来推計を行なう方法である。しかし、このトレンドがそれほど遠い将来まで変わらないとは考えにくい上に、外挿法では対策の効果などが導入できないので、外挿法は主として近未来の推計に適用されるものといえよう。

がん死亡数¹⁾、罹患数²⁾、患者数³⁾について、外挿法による将来設計が既に行なわれているが、部位、性・年齢階級別の予測値を示しているものは少ない。ここでは、外挿法を用いてがん罹患数と死亡数の2000年までの将来推計を行ない、部位、性・年齢階級別の予測値を示した。また、将来のがん罹患数(死亡数)は罹患率(死亡率)の推移のみならず、人口の高齢化にも大きな影響を受ける。罹患率(死亡率)の推移はがん予防対策や医療技術の進歩などにより変化すると考えられる。このように、罹患率(死亡率)の推移と人口の高齢化は性質が異なるので、がん罹患数(死亡数)の将来予測値におけるそれぞれの影響程度を評価した。

資料と方法

1. 資料

資料は、人口動態統計⁴⁾から得た1980～1989年のがん死亡数、文献⁵⁾から得た1985年のがん罹患数と1980～2000年推計人口⁶⁾である。なお、死亡数と罹患数はともに11部位(食道、胃、結腸、直腸、肝、膵、肺、乳、子宮、白血病、その他)、性、18年齢階級(0～4歳、…、85歳以上)別とし、推計人口は性、18年齢階級別とした。

2. 死亡数の将来推計

死亡数の予測としては、がんの11部位、性、18年齢階級ごとに、1980～1989年死亡率が以下の直線モデルに従うことを前提にして、1985年死亡率(y_{1985})と死亡率の変化率(b)を最小2乗法で推定した。

$$y_x = y_{1985} \cdot \{1 + b(x - 1985)\}$$

ただし、胃がんと子宮がんでは死亡率の低下がきわめて大きく、今後もこの低下率を維持するとは考えにくいので、次式の指数モデルを採用した。

$$y_x = y_{1985} \cdot \exp\{b(x - 1985)\}$$

ここで、 x は年次、 y_x は x 年死亡率、 y_{1985} は1985年死亡

率、 b は死亡率の1年当たりの変化率である。

y_{1985} と b の推定値に基づいて、外挿法、すなわち、上式の x に1990～2000を代入して、同年の死亡率(y_x)の予測値とした。死亡率の予測値に同年推計人口を乗じて、2000年までの死亡数の予測値を算定した。なお、死亡数予測値は胃、大腸、肺、乳、子宮、その他の6部位にまとめ、全部位の死亡数予測値は部位別のその合計とした。また、全年齢の死亡数予測値は年齢階級別のその合計とした。

死亡数の予測値の推移における死亡率の推移と人口の高齢化の各々の変化分を算定するために、2000年までの人口に1985年死亡率を乗じて、死亡率が1985年以降不変という仮定の下での2000年までの死亡数(以下、死亡数の基準値と呼ぶ)を算定した。1985年以降の死亡数の推移については、たとえば、2000年予測値と1985年観察値の差において、2000年予測値と基準値の差が死亡率の推移による変化分に当たり、2000年基準値と1985年観察値の差が人口の高齢化による変化分に当たる。

3. 罹患数の将来推計

罹患数の予測では、がんの11部位、性、18年齢階級ごとに、まず、罹患率が以下のモデルに従うことを前提にして、外挿法により2000年までの予測値を算定し、これに各年の推計人口を乗じて、罹患数の予測値とした。なお、罹患数予測値は死亡数の場合と同様に6部位にまとめ、全部位の罹患数予測値は部位別のその合計、全年齢の罹患数予測値は年齢階級別のその合計とした。また、罹患率が1985年以降不変という仮定の下での2000年までの罹患数(以下、罹患数の基準値と呼ぶ)を、死亡数の基準値と同様に算定した。

罹患数のモデルとしては、以下の2つを用いた。第1のモデルは、

$$z_x = z_{1985} \cdot y_x / y_{1985}$$

である。ここで、 x は年次、 z_x は x 年罹患率、 z_{1985} は1985年罹患率報告値、 y_x と y_{1985} はそれぞれ x 年と1985年の死亡率の推定値である。このモデルに基づく予測では、死亡率の予測値に基づいて、部位、性、年齢階級別の(1 - 死亡率/罹患率)が年次を通して一定という前提をおいている。なお、死亡と罹患が定常状態にあれば、

(1-死亡率/罹患率)は生存率に当たるものゆえ、ここでは「生存率」と呼ぶことにする。このモデルは「生存率一定」を仮定している。このモデルによる罹患数の予測値を予測値①と呼ぶ。

第2のモデルは、

$$z'_x = \frac{y_x}{y_{1985}/z_{1985} - 0.005 \cdot (x - 1985)}$$

である。ここで、 z'_x はx年罹患率である。このモデルに基づく予測では、死亡率の予測値に基づいて、部位、性、年齢階級別の「生存率が1年当たり0.5%上昇する」ことを前提としている。なお、これらの仮定に関しては後で議論する。このモデルに基づく罹患数の予測値を予測値②と呼ぶ。

結 果

1. 死亡数の将来推計

外挿法で採用したモデルにおける1985年死亡率(y_{1985})と1年当たりの変化率(b)の推定値を表1と表

2に示す。また、死亡率(胃がんと子宮がんでは指数モデルを採用しているので、死亡率の対数値)と年次の相関係数を表3に示す。この相関係数は、死亡率の観察値がモデルへ適合している程度を表す指標である。なお、30歳未満の死亡率はきわめて低いことから、その結果を表1~表3から除いた。

1985年死亡率の推定値は、40歳未満では胃がんを除いて人口10万対10未満と低く、年齢とともに高くなった。死亡率の1年当たりの変化率は、死亡率のきわめて低い部位や若年を除けば、ほとんど-5~5%であった。胃がんと子宮がん死亡率は低下傾向、結腸がん、肺がんと乳がん死亡率は、若年を除いて上昇傾向であった。死亡率と年次の相関係数は、1985年死亡率の推定値が人口10万対10未満や死亡率の1年当たりの変化率が-1~1%の低い場合および乳がんの場合を除けば、ほとんど0.7以上であった。

年齢階級別死亡率の推移の例として、図1に胃がんの1985年と2000年死亡率を示す。胃がんでは、2000年死亡率は1985年死亡率に比べて、高齢を除く各年齢と

表1 悪性新生物の1985年死亡率の推定値

性	部位	30~	35~	40~	45~	50~	55~	60~	65~	70~	75~	80~	85~
男	食道	.0	.3	1.3	4.2	10.3	20.0	30.9	43.5	57.1	75.0	81.8	80.5
	胃	4.4	8.6	16.1	29.8	56.4	95.4	151.0	232.5	336.3	466.4	586.4	607.3
	結腸	1.0	1.7	3.1	5.7	10.3	17.3	26.3	38.6	58.4	85.1	114.8	136.3
	直腸	.7	1.6	3.0	5.7	10.0	15.7	22.5	31.2	46.8	64.7	89.1	106.7
	肝	1.2	3.2	7.1	17.7	45.3	75.0	88.4	104.3	123.7	141.3	155.1	147.2
	脾	.5	1.1	2.7	5.6	10.9	19.8	32.3	50.8	69.5	88.6	98.2	91.5
	肺	1.1	2.7	5.6	11.2	24.9	53.9	100.7	178.3	282.4	385.9	433.7	378.1
	白血病	2.6	3.3	3.8	4.7	6.4	8.2	10.7	15.1	19.7	24.5	25.8	24.5
	その他	4.2	6.0	9.8	17.7	32.9	57.0	92.3	149.4	230.5	335.7	450.6	529.6
	女	食道	.0	.1	.2	.5	1.2	1.9	3.8	6.3	10.4	15.6	22.7
胃		6.1	11.3	15.5	20.7	28.6	40.5	59.4	87.2	131.1	191.1	269.9	299.2
結腸		1.0	1.7	3.2	5.3	8.7	13.2	20.0	28.3	41.9	62.2	85.3	100.7
直腸		.5	1.2	2.4	3.9	6.0	8.3	11.6	16.3	23.1	34.0	48.3	60.9
肝		.3	.7	1.5	3.1	6.6	13.3	22.5	34.1	47.8	62.8	76.0	80.1
脾		.3	.6	1.3	2.8	5.4	9.7	16.7	26.8	41.6	55.9	65.6	64.8
肺		.8	1.8	3.4	5.5	9.8	16.3	26.4	44.0	67.8	94.9	114.3	112.7
乳		2.7	5.7	9.5	13.8	18.3	21.0	20.3	18.5	18.3	18.2	19.9	25.6
子宮		1.2	2.1	3.6	6.8	11.1	15.7	19.9	25.3	33.0	42.9	54.6	52.3
白血病		1.9	2.2	2.8	3.4	4.3	5.2	6.4	8.2	10.6	12.7	13.3	11.3
その他	3.7	6.0	10.3	17.6	29.4	42.8	63.1	92.4	137.1	189.8	236.8	258.1	

1985年死亡率の推定値(人口10万対)

なお、30歳未満の結果は省略した。

表2 悪性新生物の死亡率の変化率の推定値

性	部位	30~	35~	40~	45~	50~	55~	60~	65~	70~	75~	80~	85~
男	食道	.0	3.0	3.5	.3	.3	1.5	1.8	-.7	-1.4	-2.1	-1.1	-.7
	胃	-5.9	-5.0	-4.4	-5.7	-4.4	-2.8	-3.8	-4.2	-4.0	-3.5	-1.9	1.4
	結腸	-3.9	-1.4	1.4	2.4	3.9	4.3	4.8	3.4	3.1	3.4	4.1	6.9
	直腸	-6.9	-4.1	-.8	-.7	1.3	3.2	2.7	-.5	-.9	-2.4	-.7	.5
	肝	-3.1	-.1	1.2	-4.7	1.0	6.5	5.1	3.7	2.3	2.4	2.1	4.2
	膵	.0	-2.6	.7	.3	-.2	.8	.8	1.3	2.4	3.5	6.8	9.7
	肺	.6	3.2	3.4	.0	-1.6	1.6	1.4	1.6	1.8	2.4	5.0	7.1
	白血病	-.8	.2	-.7	-.3	1.5	2.9	2.7	2.1	3.2	3.3	4.4	7.5
	その他	-1.4	-1.5	-.7	-2.7	-2.5	.2	-.3	-.2	.5	1.1	2.6	3.9
	女	食道	.0	4.0	-5.2	-.6	-4.4	-5.3	-5.7	-6.3	-4.8	-5.6	-3.0
胃		-6.8	-2.8	-3.1	-4.5	-4.4	-5.2	-5.7	-5.6	-5.4	-5.3	-2.6	.2
結腸		.1	1.4	3.4	2.8	2.5	2.7	2.5	2.2	1.5	1.4	3.8	6.1
直腸		-8.1	-7.2	-2.9	.4	.1	1.1	-.4	-1.1	-2.8	-3.7	-2.4	.5
肝		-6.9	-8.1	-3.7	-5.3	-2.6	1.0	1.0	1.7	.7	.5	.8	2.0
膵		-.8	3.6	-1.9	-1.0	-1.5	-.3	-.4	.3	1.8	4.4	7.3	10.8
肺		.5	.7	.5	1.3	1.5	1.0	-.7	.5	.8	2.1	4.2	6.4
乳		.3	2.7	2.6	1.7	1.6	1.3	1.3	1.0	1.1	1.1	-.2	1.0
子宮		.3	-1.2	-3.2	-5.6	-7.1	-5.9	-5.1	-6.5	-6.0	-4.8	-4.0	-.6
白血病		-5.0	-2.4	-1.6	-.7	.6	.4	1.2	1.4	3.5	3.2	5.7	7.7
その他	-2.4	-1.0	-.9	-1.4	-1.3	-.9	-.9	-.8	-.3	1.1	2.8	4.5	

死亡率の1年当たりの変化率の推定値(%)

なお、30歳未満の結果は省略した。

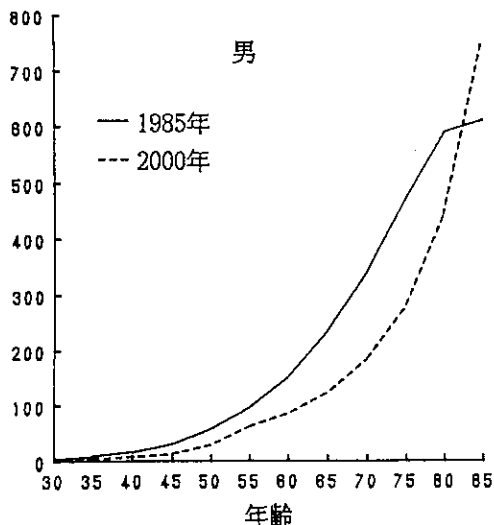
表3 悪性新生物の死亡率と年次の相関係数

性	部位	30~	35~	40~	45~	50~	55~	60~	65~	70~	75~	80~	85~
男	食道	-.03	.50	.52	.09	.20	.77	.78	-.54	-.76	-.82	-.61	-.25
	胃	-.97	-.94	-.98	-.99	-.98	-.97	-.98	-.99	-.99	-.99	-.91	.79
	結腸	-.59	-.25	.35	.73	.92	.93	.98	.89	.98	.96	.96	.98
	直腸	-.89	-.69	-.22	-.30	.81	.90	.85	-.46	-.58	-.90	-.54	.37
	肝	-.64	-.04	.71	-.93	.29	.99	.97	.99	.94	.93	.79	.96
	膵	.01	-.42	.19	.12	-.09	.59	.60	.75	.91	.94	.97	.96
	肺	.10	.81	.80	.02	-.79	.88	.87	.88	.97	.95	1.00	.99
	白血病	-.19	.11	-.32	-.14	.45	.90	.75	.74	.90	.87	.94	.97
	その他	-.42	-.66	-.43	-.92	-.91	-.19	-.35	-.36	.68	.77	.99	.98
	女	食道	.07	.15	-.35	-.08	-.51	-.81	-.91	-.96	-.89	-.96	-.78
胃		-.94	-.90	-.96	-.97	-.97	-.99	-.98	-.99	-1.00	-.98	-.98	.21
結腸		.02	.43	.79	.94	.86	.93	.90	.98	.88	.80	.97	.98
直腸		-.92	-.81	-.62	.15	.06	.59	-.37	-.49	-.81	-.92	-.90	.27
肝		-.68	-.83	-.70	-.83	-.76	.59	.71	.88	.44	-.52	.54	.83
膵		-.06	.63	-.47	-.53	-.54	-.18	-.33	.29	.82	.97	.98	.98
肺		.07	.25	.22	.60	.74	.68	-.63	.52	.59	.95	.96	.98
乳		.14	.83	.92	.74	.72	.66	.63	.71	.54	.51	-.10	.55
子宮		-.09	-.27	-.79	-.95	-.97	-.97	-.95	-.98	-.99	-.95	-.96	-.27
白血病		-.85	-.69	-.55	-.18	.25	.13	.53	.53	.75	.79	.89	.83
その他	-.59	-.45	-.46	-.82	-.85	-.67	-.93	-.80	-.57	.64	.99	.97	

胃がんと子宮がんで死亡率の対数値と年次の間の相関係数である。

なお、30歳未満の結果は省略した。

人口10万対死亡率



人口10万対死亡率

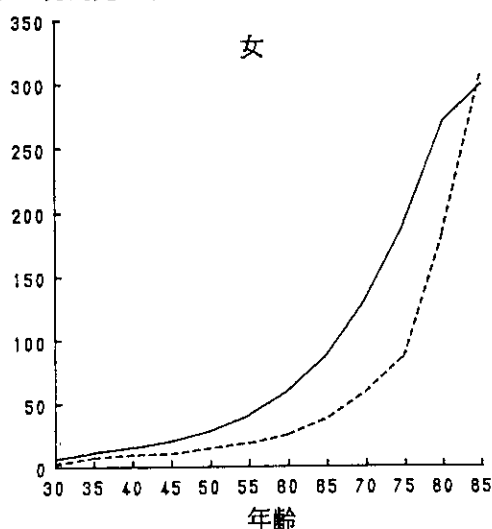


図1 胃がん死亡率

もかなり低くなった。なお、図には示していないが、大腸がんと肺がんでは2000年死亡率はとくに高齢で高くなり、乳がんでは高齢を除くと各年齢とも高くなり、子宮がんでは高齢を除いてきわめて低くなった。

死亡数の1985年観察値、1995年と2000年の基準値と予測値を表4に示す。年齢階級別の死亡数の観察値と予測値は表5に示した。全部位では、2000年予測値は男19.1万、女11.6万であった。男において、2000年予測値と1985年観察値の差は8.1万であり、その内、基準値と観察値の差(人口の高齢化の変化分に相当)が6.5

万(80%)、予測値と基準値の差(死亡率の推移の变化分)が1.6万(20%)であった。女においては、観察値、予測値、基準値の順に大きく、これは死亡率が低下するが、人口の高齢化により、死亡数が増加することを意味する。

部位別にみると、男女の胃がん、女の子宮がんでは、基準値が最も大きく、観察値と予測値がほぼ同じあるいは、観察値が大きかった。すなわち、これらの部位では死亡率の低下による死亡数の低下が、人口の高齢化による増大分と同程度あるいはそれより大きいこと

表4 悪性新生物死亡数の1985年観察値、1995年と2000年基準値と予測値

性 部位	観察値	基準値		予測値	
	1985年	1995年	2000年	1995年	2000年
男 胃	30,145	41,510	48,080	30,170	30,340
大腸	10,165	13,920	16,090	16,840	21,120
肺	20,837	29,100	34,250	35,590	45,910
その他	49,510	67,130	77,190	76,330	93,930
全部位	110,657	151,660	175,600	158,930	191,300
女 胃	18,756	25,560	29,060	16,940	16,360
大腸	8,994	12,400	14,140	14,010	16,960
肺	7,753	10,760	12,320	12,860	16,180
乳	4,922	5,990	6,430	6,810	7,680
子宮	4,912	6,530	7,310	4,010	3,630
その他	31,717	43,090	48,990	45,860	54,850
全部位	77,054	104,330	118,250	100,500	115,650

表5 悪性新生物死亡数の1985年観察値, 1995年と2000年予測値(年齢階級別)

部位	年齢	男			女		
		観察値	予測値		観察値	予測値	
			1995年	2000年		1995年	2000年
胃	～29歳	109	60	40	148	80	60
	30～39	646	310	250	856	450	390
	40～49	1,911	1,360	890	1,565	1,200	840
	50～59	5,454	4,380	4,180	2,538	1,800	1,590
	60～69	7,548	8,300	7,300	4,019	2,970	2,390
	70～79	9,652	8,460	9,250	5,570	4,310	3,940
	80～	4,825	7,300	8,430	4,060	6,130	7,150
大腸	～29歳	49	40	40	44	30	30
	30～39	237	130	100	197	130	120
	40～49	728	940	820	651	840	750
	50～59	1,960	2,890	3,670	1,376	1,820	2,210
	60～69	2,320	4,870	5,750	1,976	3,040	3,410
	70～79	3,154	4,340	6,030	2,736	3,600	4,250
	80～	1,717	3,630	4,710	2,014	4,550	6,170
肺	～29歳	18	20	10	16	20	20
	30～39	199	190	220	113	110	120
	40～49	726	930	830	369	490	430
	50～59	2,802	3,340	3,820	960	1,230	1,460
	60～69	5,492	10,330	11,880	1,888	2,500	2,680
	70～79	8,246	12,420	17,800	2,744	4,270	5,440
	80～	3,354	8,370	11,350	1,663	4,240	6,020
乳	～29歳	—	—	—	37	20	20
	30～39	—	—	—	427	400	450
	40～49	—	—	—	972	1,390	1,270
	50～59	—	—	—	1,454	1,910	2,290
	60～69	—	—	—	1,057	1,570	1,750
	70～79	—	—	—	663	950	1,190
	80～	—	—	—	312	570	710
子宮	～29歳	—	—	—	27	30	30
	30～39	—	—	—	159	120	120
	40～49	—	—	—	469	320	220
	50～59	—	—	—	941	600	490
	60～69	—	—	—	1,261	900	720
	70～79	—	—	—	1,276	1,020	930
	80～	—	—	—	779	1,030	1,130
その他	～29歳	1,277	960	790	893	620	480
	30～39	1,162	810	820	772	480	440
	40～49	3,252	3,090	2,340	1,952	1,820	1,400
	50～59	10,445	13,630	16,460	4,486	4,600	4,910
	60～69	12,301	23,290	26,690	7,426	9,660	10,160
	70～79	14,398	20,230	28,220	10,184	14,310	17,620
	80～	6,675	14,310	18,610	6,004	14,360	19,850
全部位	～29歳	1,453	1,080	890	1,165	810	630
	30～39	2,244	1,430	1,390	2,524	1,690	1,640
	40～49	6,617	6,320	4,880	5,978	6,060	4,910
	50～59	20,661	24,230	28,130	11,755	11,950	12,950
	60～69	27,661	46,800	51,620	17,627	20,640	21,120
	70～79	35,450	45,460	61,300	23,173	28,460	33,350
	80～	16,571	33,620	43,100	14,832	30,880	41,040

を意味する。男女の大腸がんと肺がん、女の乳がんでは、観察値、基準値、予測値の順に大きく、これは死亡率の上昇と人口の高齢化が相まって死亡数が増大することを意味する。

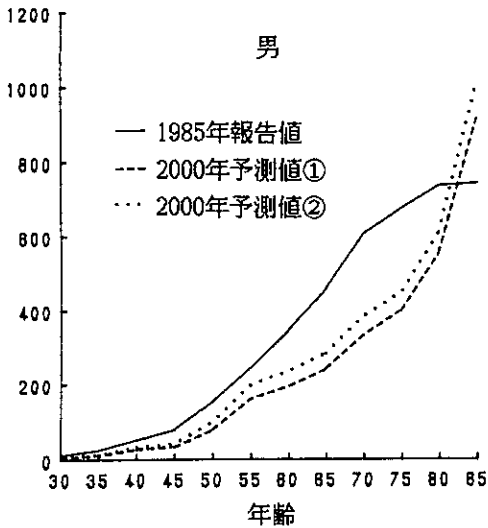
2. 罹患数の将来推計

年齢階級別罹患率の推移の例として、図2に胃がんの罹患率の1985年報告値、2000年予測値①と②を示す。胃がんの2000年罹患率①と②はそれほど大きく異ならず、また、1985年罹患率に比べて高齢を除く各年齢と

も低かった。

罹患数の1985年報告値、1995年と2000年の基準値と予測値①と②を表6に示す。年齢階級別の罹患数の観察値と予測値①と②は表7に示した。予測値①(生存率が年次を通して一定と仮定)についてみる。全部位では、2000年予測値①は男28.2万、女18.9万であった。男において、2000年予測値と1985年観察値の差は10.4万であり、その内、基準値と観察値の差(人口の高齢化の変化分に相当)が9.7万(93%)、予測値と基準値の差(罹患率の推移の変化分)が0.7万(7%)であっ

人口10万対罹患率



人口10万対罹患率

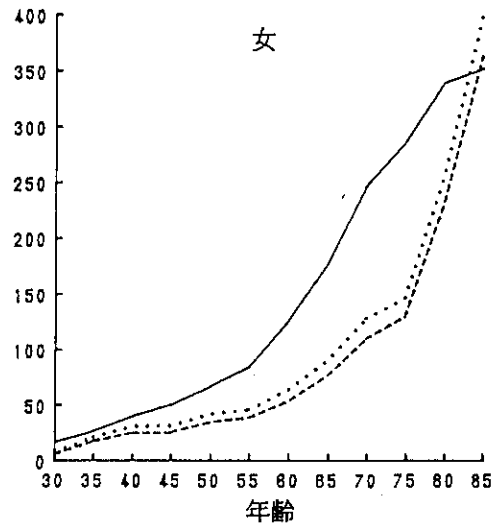


図2 胃がん罹患率

表6 悪性新生物罹患数の1985年報告値、1995年と2000年基準値と予測値

性 部位	報告値	基準値		予測値①		予測値②	
	1985年	1995年	2000年	1995年	2000年	1995年	2000年
男 胃	59,740	80,300	91,420	56,680	55,150	63,150	64,860
大腸	21,050	28,360	32,380	34,690	43,170	38,920	51,520
肺	24,610	34,250	39,960	41,880	53,430	44,540	58,630
その他	72,440	96,980	110,850	107,590	129,990	116,630	146,680
全部位	177,840	239,860	274,610	240,840	281,740	263,230	321,690
女 胃	34,120	44,620	49,760	29,110	26,930	32,080	31,090
大腸	17,480	23,390	26,250	26,160	31,020	29,030	36,310
肺	9,580	13,100	14,860	15,560	19,280	16,580	21,210
乳	19,880	23,120	23,970	26,500	29,040	34,020	43,310
子宮	17,580	20,590	21,760	13,120	11,270	16,410	15,060
その他	44,050	58,210	65,440	60,750	71,050	65,520	79,440
全部位	142,700	183,020	202,030	171,200	188,590	193,630	226,430

表7 悪性新生物罹患数の1985年報告値, 1995年と2000年予測値(年齢階級別)

部位	年齢	男					女				
		報告値	予測値①		予測値②		報告値	予測値①		予測値②	
			1985年	1995年	2000年	1995年		2000年	1985年	1995年	2000年
胃	～29歳	250	150	110	170	140	350	200	150	220	180
	30～39	1,920	880	720	1,030	920	2,140	1,110	960	1,260	1,170
	40～49	5,540	3,880	2,540	4,530	3,250	3,870	2,980	2,080	3,400	2,560
	50～59	14,290	11,510	10,970	13,250	13,660	5,660	3,950	3,520	4,440	4,210
	60～69	16,160	17,470	15,310	19,540	18,200	8,010	6,140	4,940	6,840	5,850
	70～79	15,730	13,780	15,100	15,020	17,240	9,180	7,270	6,630	7,950	7,600
	80～	5,860	9,020	10,390	9,620	11,450	4,920	7,470	8,660	7,960	9,530
大腸	～29歳	70	70	60	90	80	50	50	50	50	50
	30～39	660	350	290	420	380	450	280	280	320	340
	40～49	1,850	2,370	2,070	2,710	2,550	1,700	2,190	1,950	2,530	2,430
	50～59	4,730	7,150	9,100	8,170	11,200	3,040	4,080	4,970	4,600	5,990
	60～69	5,480	11,220	13,230	12,700	16,020	4,430	6,670	7,480	7,500	8,970
	70～79	5,880	8,530	11,970	9,470	14,100	5,030	6,710	7,940	7,400	9,240
	80～	2,380	5,000	6,450	5,380	7,200	2,790	6,170	8,340	6,630	9,300
肺	～29歳	20	20	20	20	20	10	10	10	10	10
	30～39	280	270	310	290	350	180	150	170	170	190
	40～49	940	1,240	1,100	1,330	1,230	680	850	750	930	870
	50～59	4,040	4,820	5,530	5,200	6,210	1,210	1,540	1,820	1,640	2,010
	60～69	7,120	13,280	15,250	14,190	16,880	2,350	3,170	3,400	3,380	3,760
	70～79	8,780	13,560	19,450	14,340	21,180	3,350	5,180	6,580	5,520	7,240
	80～	3,440	8,680	11,770	9,160	12,760	1,810	4,660	6,560	4,930	7,150
乳	～29歳	—	—	—	—	—	220	170	130	220	200
	30～39	—	—	—	—	—	2,600	2,400	2,730	3,460	5,020
	40～49	—	—	—	—	—	5,810	7,990	7,360	11,260	13,080
	50～59	—	—	—	—	—	5,060	6,550	7,880	7,910	10,640
	60～69	—	—	—	—	—	3,660	5,450	6,070	6,600	8,210
	70～79	—	—	—	—	—	1,900	2,840	3,530	3,350	4,570
	80～	—	—	—	—	—	630	1,110	1,360	1,240	1,600
子宮	～29歳	—	—	—	—	—	350	400	420	480	510
	30～39	—	—	—	—	—	2,690	2,010	2,070	2,380	2,440
	40～49	—	—	—	—	—	4,130	2,980	2,040	4,570	3,650
	50～59	—	—	—	—	—	4,080	2,420	1,970	3,040	2,860
	60～69	—	—	—	—	—	3,220	2,430	1,930	2,810	2,430
	70～79	—	—	—	—	—	2,260	1,770	1,610	1,940	1,860
	80～	—	—	—	—	—	840	1,120	1,220	1,180	1,320
その他	～29歳	2,670	1,960	1,620	2,240	1,980	2,130	1,370	990	1,610	1,270
	30～39	2,380	1,650	1,640	1,900	2,060	1,910	1,220	1,130	1,450	1,490
	40～49	5,580	5,480	4,170	6,100	4,940	3,500	3,400	2,640	3,820	3,160
	50～59	15,550	19,760	23,430	21,440	26,490	7,090	7,230	7,690	7,880	8,770
	60～69	18,160	32,860	37,070	35,550	41,750	9,950	12,730	13,240	13,660	14,730
	70～79	19,860	28,130	39,030	30,420	43,980	12,140	17,350	21,260	18,510	23,450
	80～	8,250	17,760	23,030	18,970	25,470	7,340	17,450	24,110	18,600	26,570
全部位	～29歳	3,010	2,200	1,810	2,520	2,230	3,110	2,190	1,740	2,590	2,220
	30～39	5,240	3,150	2,960	3,640	3,710	9,970	7,170	7,330	9,030	10,650
	40～49	13,910	12,960	9,890	14,670	11,970	19,680	20,380	16,820	26,490	25,740
	50～59	38,600	43,240	49,040	48,050	57,550	26,140	25,760	27,840	29,520	34,480
	60～69	46,910	74,830	80,870	81,980	92,850	31,610	36,580	37,060	40,790	43,940
	70～79	50,260	64,000	85,540	69,250	96,500	33,850	41,130	47,550	44,670	53,950
	80～	19,930	40,470	51,630	43,130	56,880	18,330	37,980	50,240	40,540	55,470

た。女においては、観察値、予測値、基準値の順に大きく、これは罹患率が低下するが、人口の高齢化により、罹患数が増加することを意味する。

部位別にみると、男女の胃がん、女の子宮がんでは、予測値、観察値、基準値の順に大きく、これらの部位では罹患率の低下による罹患数の低下が、人口の高齢化による増加分より大きいことを意味する。男女の大腸がんと肺がん、女の乳がんでは、観察値、基準値、予測値の順に大きく、これは罹患数の上昇と人口の高齢化が相まって罹患数が増大することを意味する。

予測値②（生存率が1年当たり0.5%上昇すると仮定）をみる。全部位において、予測値②は予測値①よりも1995年で10%程度、2000年で15%程度大きかった。部位別にみても、2000年予測値②は2000年予測値①よりも、肺がんでは10%程度、胃がんと大腸がんでは20%程度、乳がんと子宮がんでは30%程度大きかった。

考 察

1. 死亡数の将来推計

ここでは、1980～1989年の10年間に於いて、部位、性、年齢階級別死亡率が年次とともに直線的に変化するという前提をおき、その直線を外挿することにより1990～2000年の死亡率を予測した。なお、胃がんと子宮がんでは、既に述べたように、死亡率の低下率がきわめて大きく、今後もこの低下率を維持するとは考えにくいので指数モデルを採用した。過去10年間の資料に限定したのは、あまり過去までさかのぼると、かなり前のトレンドを反映するものになるし、逆に、あまり最新のものに限定すると各年次の死亡率の偶然変動の影響を受けることになると考えたためである。

死亡率の従うモデルとして、胃がんと子宮がん以外では一次関数（直線）、胃がんと子宮がんでは指数関数を仮定したが、それら以外にも、高次関数やロジスティック関数などがある。一般に、関数型の選択について根拠を示すことは難しいが、死亡率（胃がんと子宮がんでは死亡率の対数値）と年次との間の相関係数は、かなり高い値を示していたので、本予測で採用した関数型はおおよそ死亡率の推移に適合していたとみることができよう。また、いずれの関数型を用いても、近い将来のところではそれほど大きな違いはない。しかし、遠い将来になると、関数型による違いが大き

なり、一次関数に基づく推計値はロジスティック関数のそれよりも変化が大きく、指数関数のそれよりも変化が小さいと考えられる。10年程度先の予測の場合、胃がんや子宮がんのように急激な低下を示すものを除けば、関数型の選択はそれほど問題にならない。

富永らも一次関数を前提とした外挿法で2000年死亡数を予測している。胃がんと子宮がんでは、2000年死亡数の本予測値は、指数モデルを前提としているゆえ、富永らのそれに比べてかなり大きかった。一方、他の部位では、本予測値が富永らのそれよりも10%程度低かった。これは、本予測が1980～1989年の資料に基づくものであるのに対し、富永らの予測が1972～1986年の資料に基づく（上昇がより大きい傾向がある）ことを反映したものと考えられる。

死亡率の推移と人口の高齢化による死亡数の変化分を評価した結果、部位により各々の変化分がかなり異なり、また、全部位では人口の高齢化による増加分が男では80%、女ではそれ以上であった。すなわち、全部位の将来予測値は人口の高齢化によりほとんど規定されることが示唆された。

2. 罹患数の将来推計

ここでは、1985年罹患率と1980～1989年死亡率に基づいて、罹患率の予測を行った。罹患率の資料として、1985年以外にも報告^{7),8)}があるゆえ、死亡率の場合と同様、過去何年間かの罹患率に関数型を仮定して予測することも考えられる。ここで、本予測方法を採用したのは、罹患率算定の基礎となるがん登録の精度が過去では現在よりもかなり低かったと考えられるからである⁹⁾。過去の罹患率の過少評価は、トレンドを過大に見積もることになろう。実際、過去の罹患率については再検討が行われている⁹⁾。

本推計では、外挿法により予測した死亡率の推移に基づいて、罹患率が死亡率と平行して推移する、すなわち、生存率一定という仮定の下で予測値①を算定し、罹患率が死亡率よりも幾分離れながら推移する、すなわち、生存率上昇という仮定の下で予測値②を算定した。これらの仮定はとくに根拠があるわけではない。治療法や早期での発見率などに大きな変化がなければ大きく生存率が上昇すると考えにくいことから、「生存率一定」を仮定し、また、1990年に実施されたデルファ

表8 悪性新生物の罹患数の予測値の比較

部位	藤本らの予測		本予測		
	予測値		報告値 1985年	予測値① 2000年	予測値② 2000年
	1985年	2000年			
胃	74,800	77,200	93,900	82,080	95,950
大腸	32,700	72,100	38,500	74,200	87,800
肺	34,800	80,300	34,200	72,700	79,800
乳	15,500	28,100	19,900	29,000	43,300
子宮	14,300	11,300	17,600	11,270	15,060
全部位	288,100	479,500	320,500	470,330	548,120

イ調査⁹⁾結果（胃と肺がんの生存率が1985～2000年の15年間にともに7%程度向上する）を参考にして、各部位の生存率を一律に「1年当たり0.5%上昇」と仮定した。したがって、予測値①は、真の罹患数の低めの予測、予測値②はどちらかといえば高めの予測に当たるものと思われる。なお、飯沼ら¹⁰⁾も、がん罹患数を本予測値①と同様に罹患率が死亡率と平行して推移するという仮定の下で、死亡率の推移から予測している。

がん罹患数の予測についてはいくつかの報告^{2,10,11)}がある。この中で比較的新しいものとして、藤本ら²⁾が大阪府のがん登録資料に基づいて、外挿法により2000年の全国罹患数を予測しているのので、本予測値と比較した結果を表8に示す。藤本らの1985年罹患数の予測値（1983年までの資料を用いているゆえ、観察値に近い）は、本報告値に比べて、肺がんではほぼ同じ、他の部位と全部位では20～30%程度少なかった。かりに報告値が真の値に近いとすれば、藤本らの予測値はかなり低い。もしそうであれば、その理由として藤本らの予測が大阪府の資料だけに基づいていること（大阪府の死亡率の特性に基づく調整をしている）、あるいは、上記の過去の罹患率の過小評価（肺がんのように生存率の低いものでは、届出精度がある程度低くても死亡小票情報から登録することができるので、罹患率の過小評価はあまり起こらないものと思われる）などが考えられよう。1985年と2000年罹患数の変化は、全部位、部位別にみても藤本らの予測値が本予測値よりも大きかった。罹患数を外挿法により直接予測する、藤本らの方法はごく自然な方法とも考えられるが、一方、罹患率が現在よりも過去において過小評価された場合、この予測方法では、罹患率のトレンドを過大評価することになり、したがって、罹患数予測値も過大

に見積もられることになる。しかしながら、2000年罹患数では、本予測値①と藤本らの予測値が、肺がんを除いてほぼ類似しており、肺がんでは本予測値②と藤本らの予測値がほぼ類似していた。なお、藤本ら¹²⁾は年次を追加して再度予測を行っているが、その際、胃がんと子宮がんでは本予測と同じ指数モデルを採用している。罹患数の詳細は示されていないが、全部位の2000年予測値は49.5万と報告しており、これは本予測値①と②の間である。

ま と め

がんの部位、性・年齢階級ごとに、1980～1989年死亡率に基づいて、死亡率が年次の一次関数（胃がんと子宮がんでは指数関数）に従うことを仮定して、外挿法を用いて2000年までの死亡数の将来予測を行った。死亡率の予測値と1985年罹患数の報告値に基づいて、生存率が年次を通して一定、または、1年当たり0.5%上昇すると仮定して罹患数の将来予測を行った。さらに、がん罹患数（死亡数）の予測値における罹患率（死亡率）の推移と人口の高齢化の各々による影響程度を評価した。

2000年の死亡数は、全部位30.7万、胃4.7万、大腸3.8万、肺6.2万、乳0.8万、子宮0.4万と予測された。2000年の罹患数は、全部位47.0～54.8万、胃8.2～9.6万、大腸7.4～8.8万、肺7.3～8.0万、乳2.9～4.3万、子宮1.1～1.5万と予測された。

死亡数（罹患数）の予測値の推移において、死亡率（罹患率）の推移と人口の高齢化による変化分が部位間で大きく異なり、また、全部位の予測値の増加のほとんどが人口の高齢化により起こるであろうことが示唆された。

謝 辞

本研究は、厚生省がん研究助成金による研究（2-20がん診療の効率及び需給予測に関する研究；主任研究者 濃沼信夫）の一環として実施されたものである。

参考文献

- 1) 富永祐民, 広瀬かおる, 黒石哲夫: 日本におけるがん死亡の将来予測. 癌と化学療法, **16**, 101-111, 1989.
- 2) 藤本伊三郎, 花井 彩, 富永祐民, 黒石哲夫: わが国のがん罹患の将来予測. 癌の臨床, **34**, 1911-1916, 1988.
- 3) 橋本修二, 福富和夫, 大村外志隆, 濃沼信夫: 患者調査に基づく傷病量の推計, 厚生指標, **36**, 16-21, 1989.
- 4) 厚生省大臣官房統計情報部: 昭和55~63年, 平成元年人口動態統計, 1981~1990.
- 5) Research Group for Population-based Cancer Registration in Japan: Cancer incidence and incidence rates in Japan in 1985 — Estimates based on data from seven population-based cancer registries —. Jpn. J. Clin. Oncol. **20**, 212-218, 1990.
- 6) 厚生省人口問題研究所: 日本の将来推計人口. 厚生統計協会, 東京, 1987.
- 7) Research Group for Population-based Cancer Registration in Japan: Cancer incidence in Japan in 1975 —Cancer registry statistics—. Gann Monogr. Cancer Res., **26**, 92-116, 1981.
- 8) Hanai, A., Kitamura, H., Fukuma, S., Fujimoto, I.: Cancer incidence in Japan 1975-1979. Research Group for Population-based Cancer Registration in Japan, Osaka, 1984.
- 9) 濃沼信夫: 高齢化社会におけるがん医療費の増加要因に関する研究. 厚生省がん助成金による研究「がん診療の効率及び需給予測に関する研究」平成2年度研究報告, 12-32, 1991.
- 10) 飯沼 武, 館野之男, 恒元 博, 梅垣洋一郎: わが国における癌罹患の将来動向—2000年までの予測—. 癌の臨床, **27**, 101-107, 1981.
- 11) Research Group for Population-based Cancer Registration in Japan: Prediction of the future incidence of cancer in Japan. Jpn. J. Clin. Oncol., **12**, 65-72, 1982.
- 12) 北川貴子, 花井 彩, 津熊秀明, 藤本伊三郎, 黒石哲夫, 田島和夫, 富永祐民: がん罹患の将来推計 (第2回). 日本公衆衛生雑誌, **38**, 422, 1991.