

数字の誤用・悪用

—— Back to Basics



財団法人 統計研究会
宮川 公男

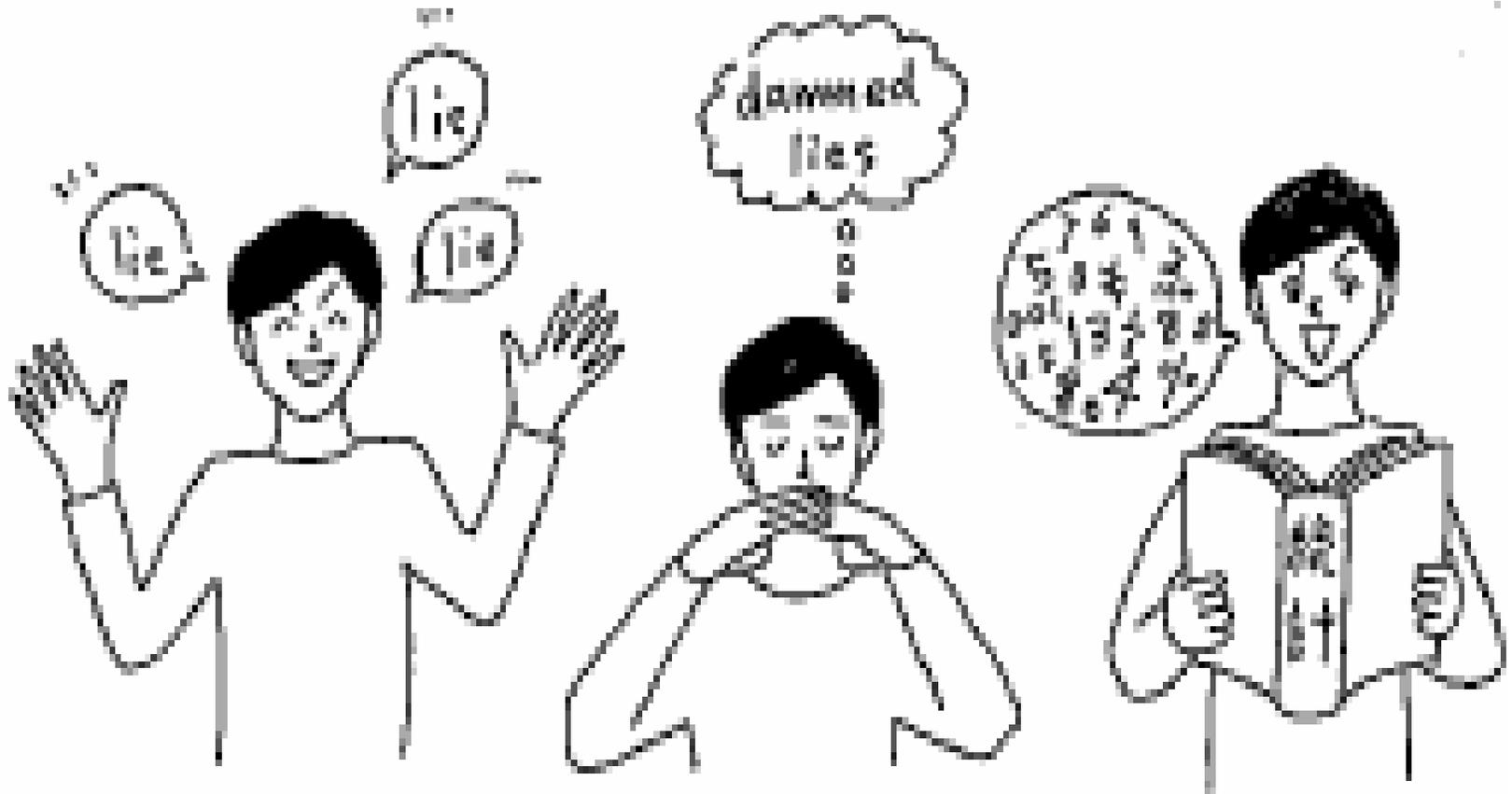
■統計と生活

■数字と説得力

■第三のうそ：統計

〔参考文献〕 宮川公男 『統計学でリスクと向き合う——
あなたの数字の見方は確かか』
東洋経済新報社, 2003年

統計でウソがつける？



■ 統計学は数学(あるいはその一部)
ではない

■ 記号と数式を恐れるな

記号や数式は効率的な
コミュニケーションの道具



なぜこんなに違う？

人生すべて誤りは二種類

- もうはまだなり、まだはもうなり
- 二種類の誤り

		真 実	
		すべきである	すべきでない
行 動	する	○	×
	しない	×	○

■うっかり間違い——少し慎重に考えよう

◎平均時速

◎半値に下がった地価が元に戻るには倍にならなければならない

◎牛肉輸入セーフガード

◎70のルール

往き 60km／時

帰り 20km／時

→往復平均時速は？

$$\times \frac{60 + 20}{2} = 40$$

$$\bigcirc \frac{60 \times 2}{1 + 3} = 30$$

■ 比率の使い方に注意

元に戻るには

50% down → 100% up

40% down → 67% up

図 6.1 市場は元に戻る？

HOW MARKETS BOUNCE BACK

Major news event	Dow's change during crisis	Dow's change six months later*
U.S. bombing of Cambodia (April 29-May 26, 1970)	▼ -14.4%	▲ 20.7%
Arab oil embargo (Oct. 18-Dec. 5, 1973)	▼ -17.9%	▲ 7.2%
Gulf War ultimatum (Dec. 24, 1990-Jan. 16, 1991)	▼ -4.3%	▲ 18.7%
World Trade Center bombing (Feb. 26-27, 1993)	▼ -0.5%	▲ 8.5%
Asian stock-market crisis (Oct. 7-27, 1997)	▼ -12.4%	▲ 25.0%
Median (of these events and 23 others)	▼ -4.6%	▲ 12.1%

*126 market days Source: Ned Davis Research

(出所) *Time*, September 24, 2001, p. 64.

牛肉輸入セーフガード発動事件

発動基準：前年4～6月期輸入量の17%増

2003. 4～6：2002. 4～6に比べて34%増
→セーフガード発動

2002. 4～6：2001. 4～6に比べて41%減
(狂牛病事件の影響)

2003. 4～6：2002. 4～6に比べて69.5%増で
2001. 4～6の水準に戻る

2005. 4～6：セーフガード発動回避のため6月
輸入の通関を7月へ遅らせる

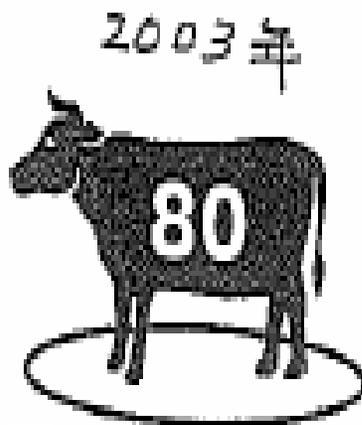
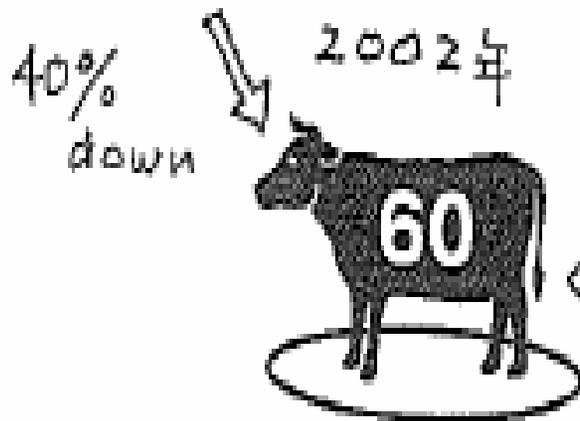
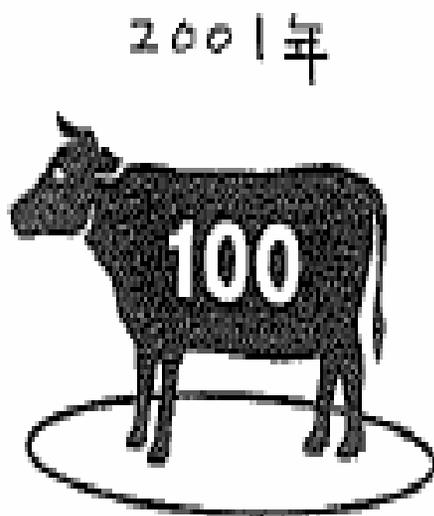
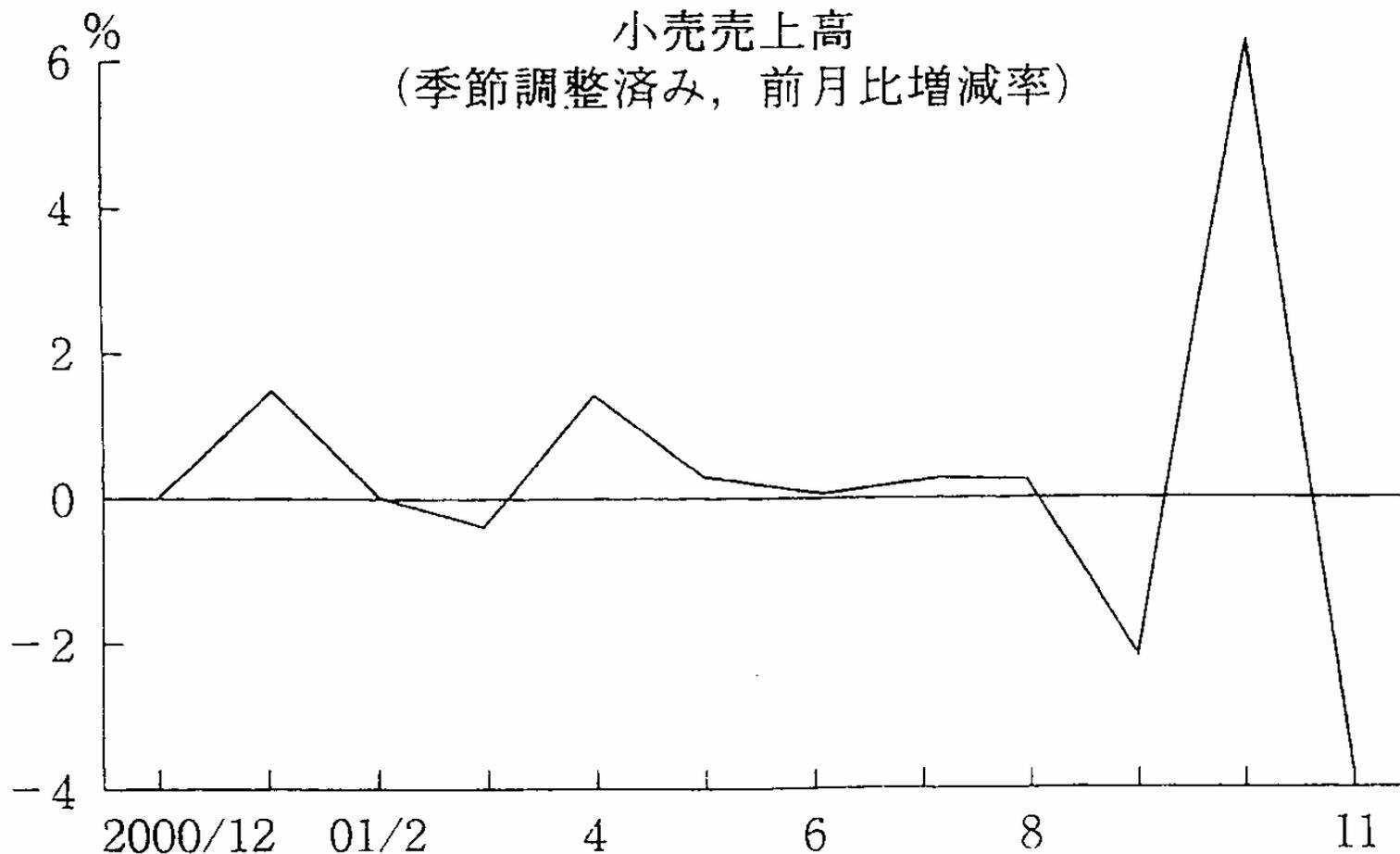


図 6.3 あなたは誤らずにグラフを読めますか？



(出所) 『日本経済新聞』 2001年12月14日.

道路公団民営化の失敗

－ 高速道路は無料にすべきか？

（平成62年に無料化）

－ いつまで経っても無料にならない？

（約束は守れない）

－ 京葉道路（昭55. 10. 1 全線開通）

無料化の約束 昭85（平22）10. 1 → 平59. 10. 28

→ 平62. 10. 1（89年間有料）

－ 新直轄高速道

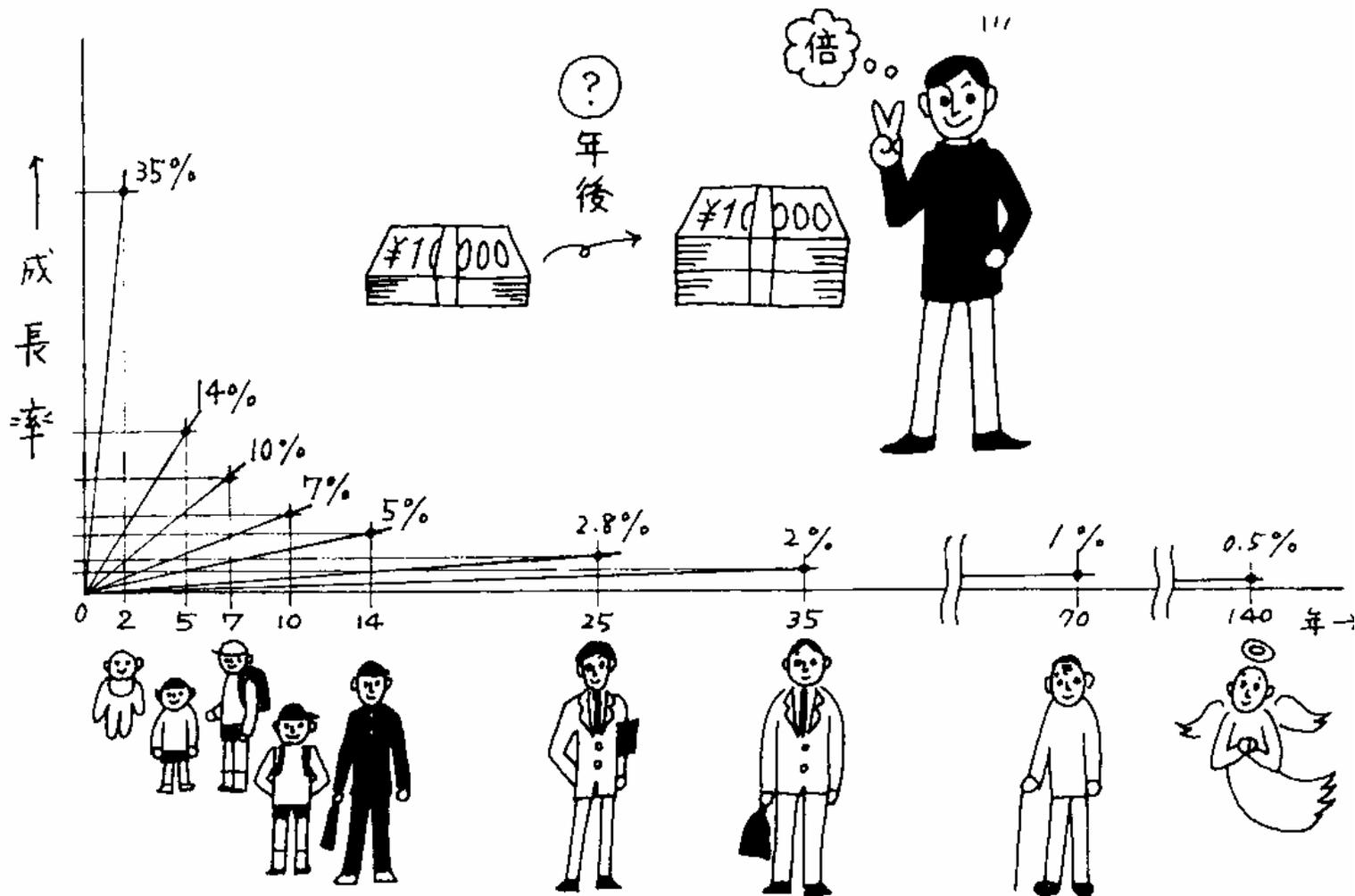
無料・・・税金でつくった道路については料金はとれない？



「70のルール」による倍増年の近似

「70のルール」

年成長率(%)	「70のルール」による倍増年(年)	実際の倍率(倍)
0.05	1400	2.0133
0.1	700	2.0130
0.5	140	2.0102
0.7	100	2.0088
1.0	70	2.0068
2.0	35	1.9999
2.8	25	1.9945
5.0	14	1.9799
7.0	10	1.9672
10.0	7	1.9487
14.0	5	1.9254
35.0	2	1.8225



低金利で倍増は夢のまた夢

■比率の種類と使い方に注意

◎負債比率と自己資本比率
対立比率と構成比率

◎LBO (Leveraged Buy Out)

總資本 = 負債 + 資本

總資本 = 他人資本 + 自己資本

自己資本比率 = $\frac{\text{自己資本}}{\text{總資本}}$

構成比率

負債比率 = $\frac{\text{負債}}{\text{自己資本}} = \frac{\text{他人資本}}{\text{自己資本}}$

対立比率

負債比率 ≠ 他人資本比率

$A =$ 総資産, $C =$ 総資本, $E =$ 自己資本, $D =$ 他人資本 (負債)

$R' =$ 利益 (経常, 利払い前), $R =$ 利益 (経常, 利払い後)

$r' =$ 総資産利益率 (**ROA, Return on Asset**)

$r =$ 自己 (株主) 資本利益率 (**ROE, Return on Equity**)

$i =$ 他人資本利子率

$$\mathbf{ROA} = r' = \frac{R'}{A}$$

$$R' = r'A$$

$$\mathbf{ROE} = r = \frac{R}{E}$$

$$R = rE = R' - iD$$

$$\mathbf{ROE} = r = \frac{R}{E} = \frac{R' - iD}{E} = \frac{r'A - iD}{E}$$

$$A = C = E + D$$

$$= \frac{r'(E + D) - iD}{E}$$

$$= \frac{r'E + (r' - i)D}{E}$$

$$= r' + (r' - i)\frac{D}{E}$$

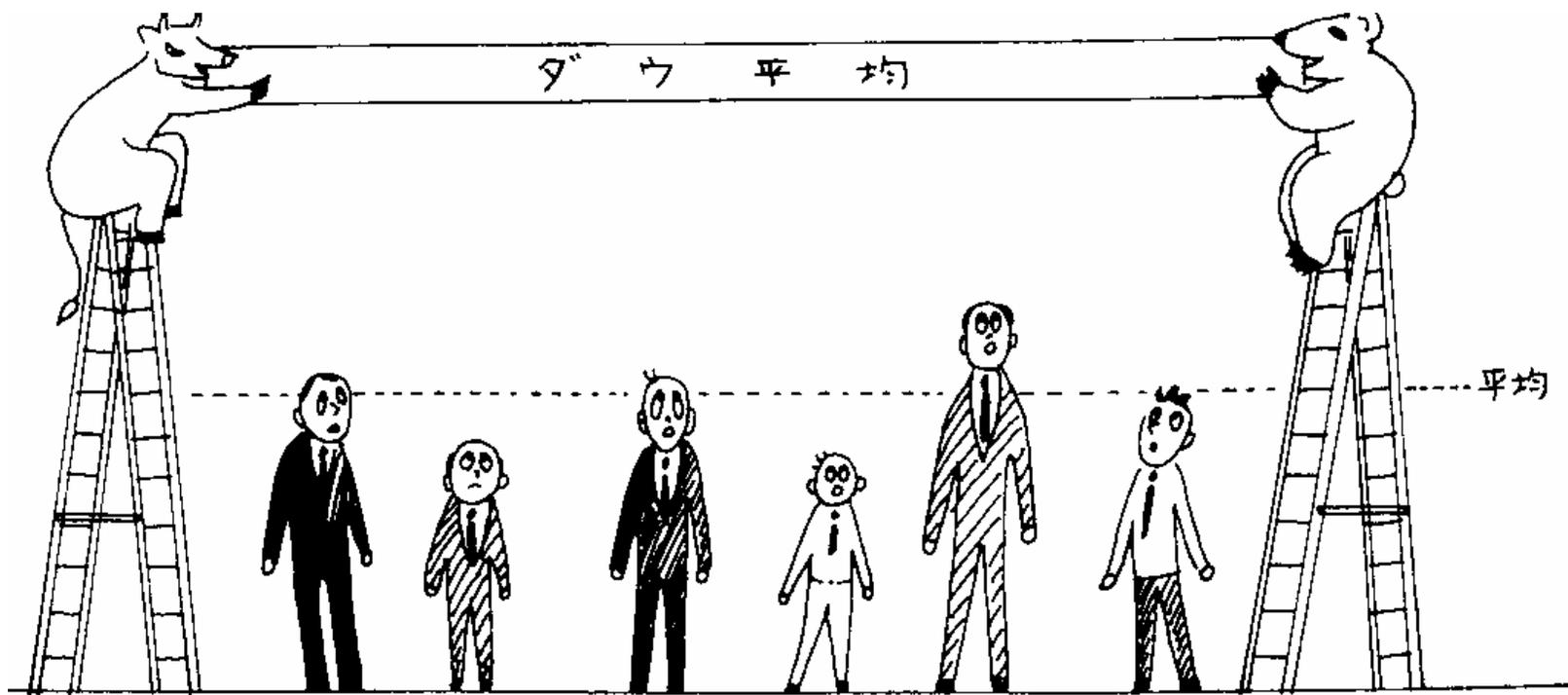
■平均の話

◎平均点

◎割り勘

◎常識的でない平均の話

日経平均とニューヨーク工業株平均
(DJIA)



誰も「平均」にとどかない!!

$$\frac{1800 + 1200 + 600}{3} = \frac{3600}{3} = 1200 \text{ (円)}$$

$$\frac{900 + 1200 + 600}{3} = \frac{2700}{3} = 900 \text{ (円)}$$

$$\textcircled{1} \quad \frac{2 \times 900 + 1200 + 600}{3} = \frac{3600}{3} = 1200 \text{ (円)}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{1800 + 1200 + 600}{3} = \frac{900 + 1200 + 600}{d} = 1200 \text{ (円)}$$

$$\frac{3600}{3} = \frac{2700}{d} = 1200 \text{ (円)}$$

$$d = 2.25$$

1928年9月末のDJIAにおけるウェイト

American Can	6
American Car & Foundry	2
American Tobacco	2
General Electric	4
Sears Roebuck	4
その他	1

GE社の株式分割の歴史

1930年6月29日	1株→4株
1954年6月14日	1株→3株
1971年6月8日	1株→2株
1983年6月2日	1株→2株
1987年5月26日	1株→2株
1994年5月16日	1株→2株
1997年5月12日	1株→2株
2000年5月5日	1株→3株
計	1株→1152株

$$\frac{\text{旧採用銘柄の株価合計}}{\text{旧除数}} = \frac{\text{新採用銘柄の株価合計}}{\text{新除数}} = \text{入れ替え日直前取引日のダウ平均株価}$$

$$\frac{900 + 1200 + 600}{2.25} = \frac{900 + 1200 + 780}{\text{新除数}} = 1200 (\text{円})$$

$$\text{新除数} = 2.4$$

$$\frac{900 + 1200 + 600}{2.25} = \frac{900 + 1200 + 500}{\text{新除数}} = 1200 (\text{円})$$

$$\text{新除数} = 2.667$$

DJIA 1999年11月11日の4銘柄入れ替え

$$\frac{2118.125}{0.19740463} = \frac{2192.75}{\text{新除数}} = 10729.86 (\text{ドル})$$

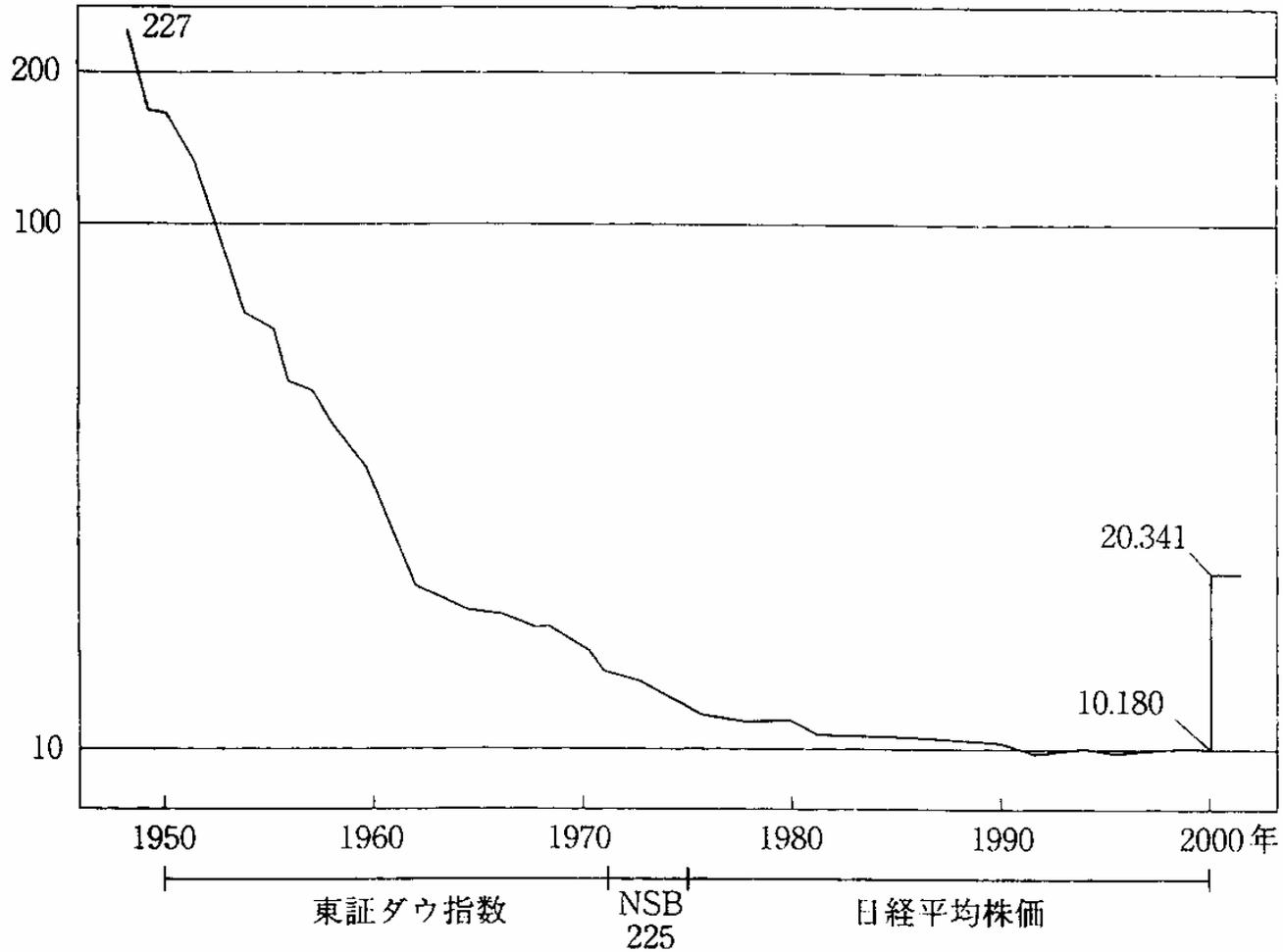
$$d = 0.20435952$$

日経平均 2000年4月24日の30銘柄入れ替え

$$\frac{185812}{10.180} = \frac{371277}{\text{新除数}} = 18252.65 (\text{円})$$

$$d = 20.341$$

図 9.1 日経平均株価の除数の変遷：2000年4月で生じた大きな断絶

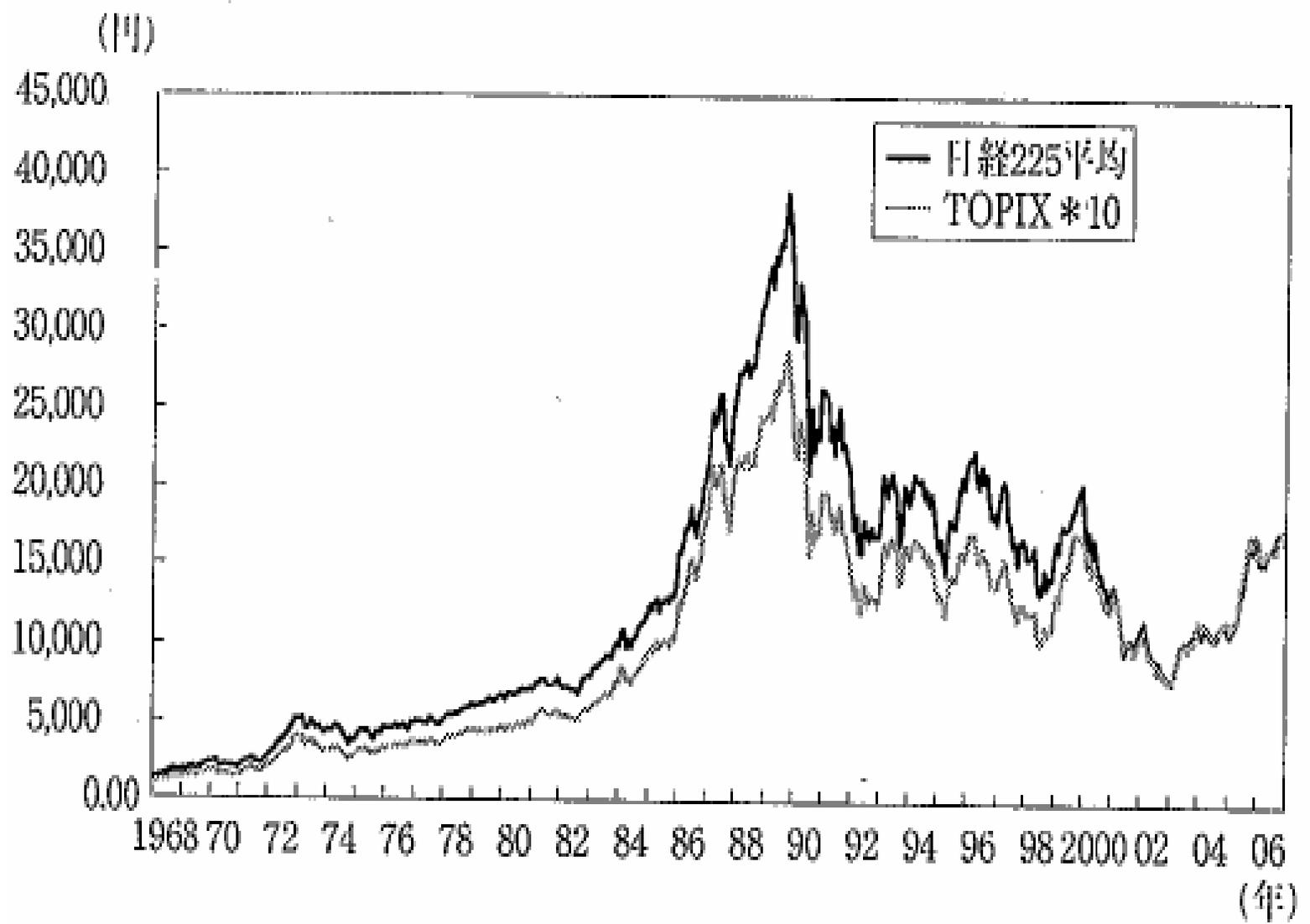


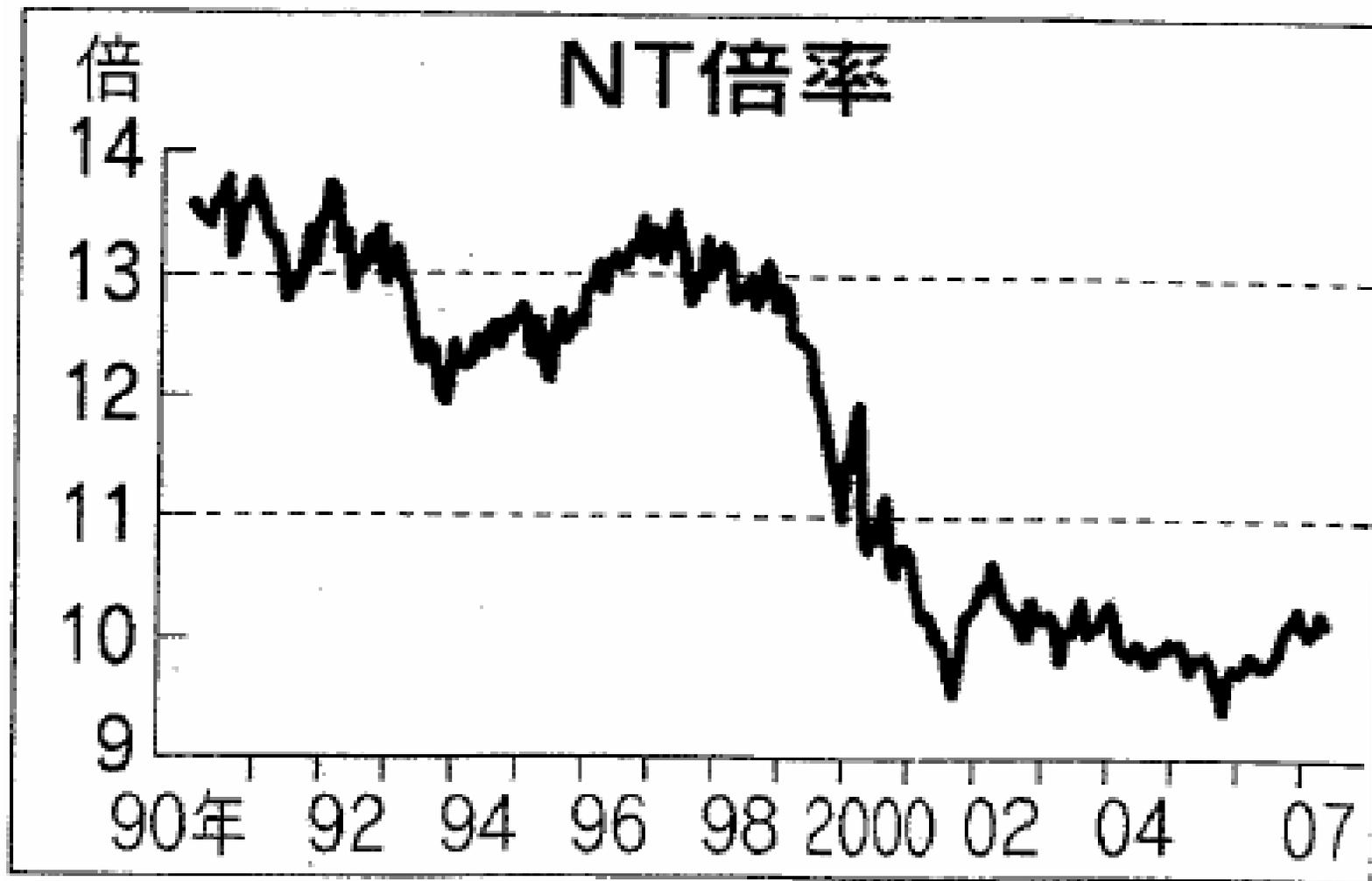
(注) 各年末値、縦軸は対数目盛。

(出所) 宮川公男・花枝英樹編『株価指数入門』東洋経済新報社、2002年。

表1 2000年4月 株価指数対比表

月 日	日経平均 (円)	前日比 (円)	TOPIX	前日比	DJIA (ドル)	前日比 (ドル)	N/T倍率
4月3日	20,726.99	389.70	1,732.45	70.72	11,221.93	300.01	11.96
4月4日	20,594.93	-132.06	1,714.29	-18.16	11,164.84	-57.09	12.10
4月5日	20,462.77	-132.16	1,695.05	-19.24	11,033.92	-130.92	12.07
4月6日	20,223.61	-239.16	1,657.68	-37.37	11,114.27	80.35	12.20
4月7日	20,252.81	29.20	1,677.62	19.94	11,111.48	-2.79	12.07
4月10日	20,619.06	366.25	1,716.74	39.12	11,186.56	75.08	12.01
4月11日	20,522.52	-96.54	1,701.09	-15.65	11,287.08	100.52	12.06
4月12日	20,833.21	310.69	1,706.34	5.25	11,125.13	-161.95	12.21
4月13日	20,526.42	-306.79	1,664.02	-42.32	10,923.55	-201.58	12.34
4月14日	20,434.68	-91.74	1,653.70	-10.32	10,305.77	-617.78	12.36
4月17日	19,008.64	-1,426.04	1,552.46	-101.24	10,582.51	276.74	12.24
4月18日	18,969.52	-39.12	1,596.40	43.94	10,767.42	184.91	11.88
4月19日	19,086.62	117.10	1,629.82	33.42	10,674.96	-92.46	11.71
4月20日	18,959.32	-127.30	1,629.00	-0.82	10,844.05	169.09	11.64
4月21日	18,252.68	-706.64	1,634.12	5.12	(休日)		11.17
4月24日	18,480.15	227.47	1,660.81	26.69	10,906.10	62.05	11.13
4月25日	18,272.33	-207.82	1,665.28	4.47	11,124.82	218.72	10.97
4月26日	18,134.31	-138.02	1,667.89	2.61	10,945.50	-179.32	10.87
4月27日	18,019.17	-115.14	1,644.22	-23.67	10,888.10	-57.40	10.96
4月28日	17,973.70	-45.47	1,648.87	4.65	10,733.91	-154.19	10.90

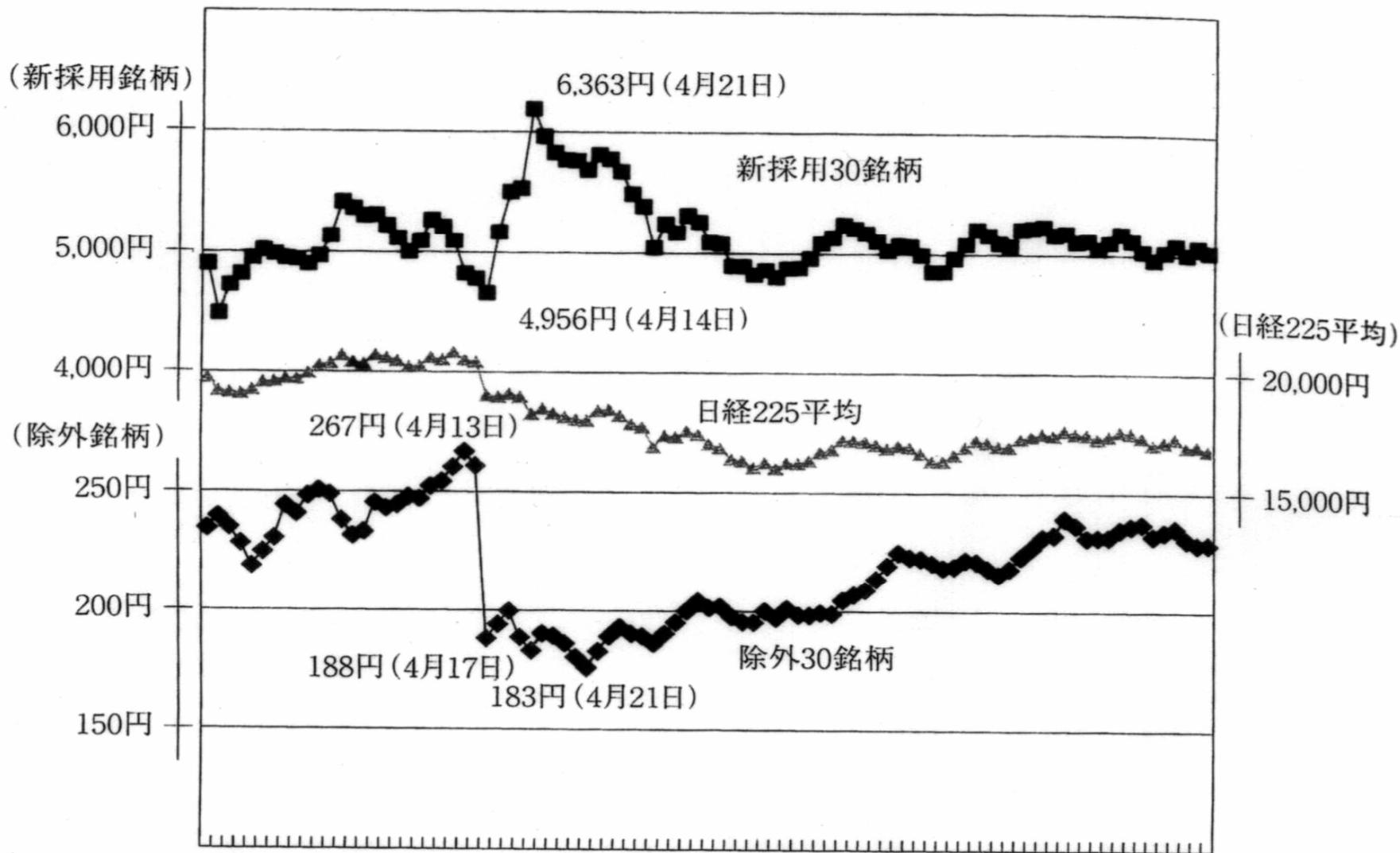




日本経済新聞社2007年6月6日

新採用30銘柄・除外30銘柄の平均株価と日経平均の推移

(2000年3月10日～7月21日)



2000年

3月10日 3月29日 4月12日 4月26日 5月15日 5月29日 6月12日 6月26日 7月10日 7月21日

ヤマト運輸の株価の動き (2001年3月26日～27日)

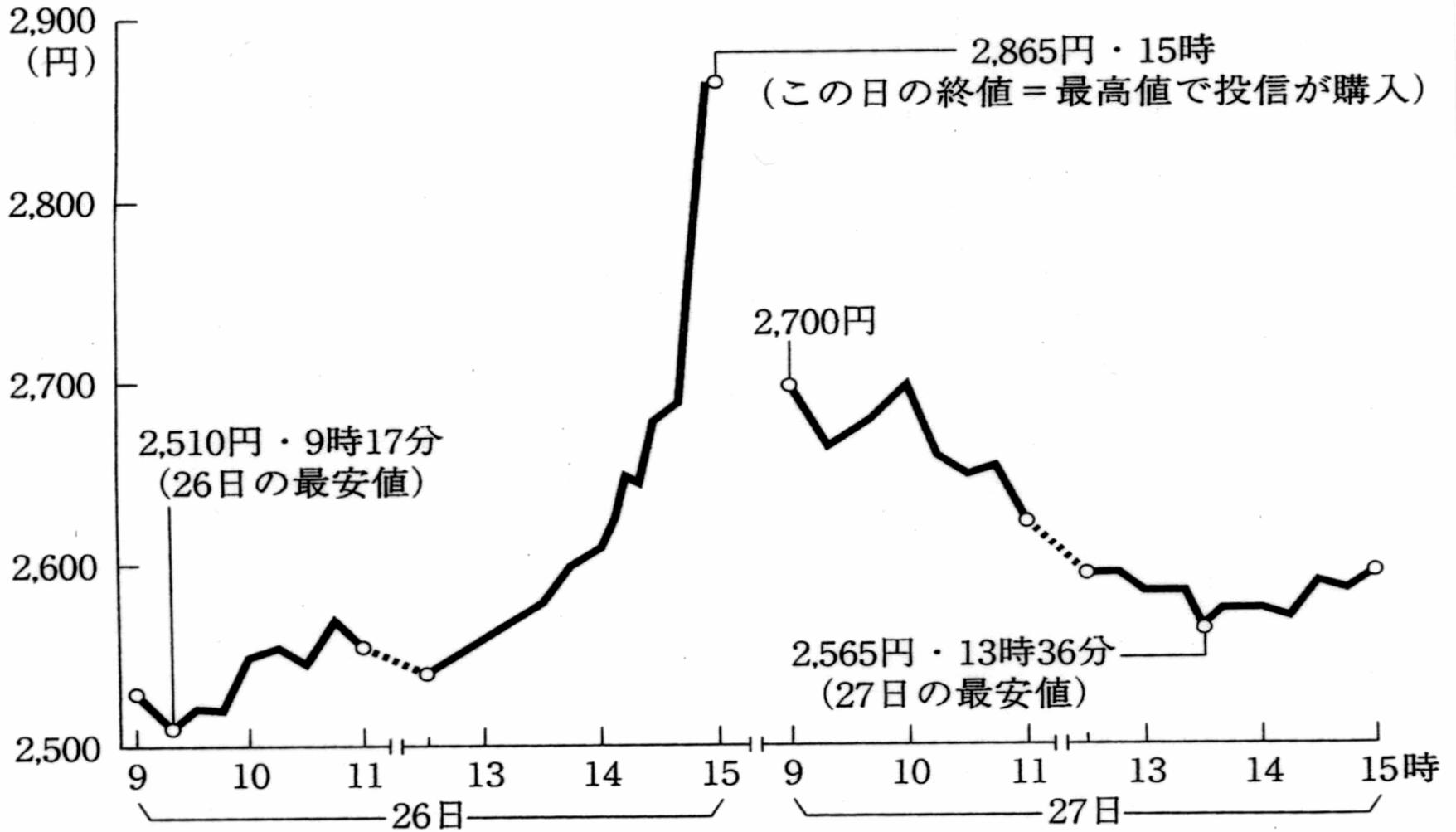


図 2-6 DJIA と NASDAQ—1999年のハイテク株バブル



(備考) ニューヨーク証券取引所 (NYSE) および NASDAQ 資料より.

表 8.1 DJIA の採用銘柄

発足時 (1896年) : 12銘柄

American Cotton Oil
American Sugar
American Tobacco
Chicago Gas
Distilling & Cattle Freeding
* General Electric
Laclede Gas
National Lead
North American
Tennessee Coal & Iron
U.S.Leather
U.S.Rubber

* 現DJIA銘柄.

現在 (2000年) : 30銘柄

AT&T	Home Depot
Alcoa	IBM
AlliedSignal	** Intel
American Express	International Paper
Boeing	Johnson & Johnson
Caterpillar	McDonalds
Citigroup	Merck
Coca-Cola	** Microsoft
Disney	3 M
DuPont	J.P.Morgan
Eastman Kodak	Philip Morris
Exxon	Proctor & Gamble
General Electric	SBC Communications
General-Motors	United Technology
Hewlett-Packard	Wal-Mart Stores

** NASDAQ銘柄.

表2-4 DJIAのマイルストーン(1000ドル幅)

初めての 終り値	年月日	1000ドル上昇に 要した取引日数	取引年月数
1,000	1972年11月14日	18,755	(76年)
2,000	1987年 1 月 8 日	3,573	(14年)
3,000	1991年 4 月17日	1,080	(4 年)
4,000	1995年 2 月23日	975	(4 年)
5,000	1995年11月21日	189	(9 カ月)
6,000	1996年10月14日	226	(11カ月)
7,000	1997年 2 月13日	85	(4 カ月)
8,000	1997年 7 月16日	105	(5 カ月)
9,000	1998年 4 月 6 日	182	(9 カ月)
10,000	1999年 3 月 9 日	247	(12カ月)
11,000	1999年 5 月 3 日	24	(1 カ月)
12,000	?	?	?
最高値 11,722.98	2000年 1 月14日		

$$\frac{\text{銘柄数 (n)}}{\text{除数 (d)}} = \text{倍率 (m)}$$

$$\text{ダウ式平均株価 (P)} = \text{単純算術平均株価 (\bar{p})} \times \text{倍率 (m)}$$

ダウ式平均株価の基本：まとめ

$$\text{単純算術平均株価} = \frac{\text{採用銘柄株価合計}}{\text{採用銘柄数}}$$

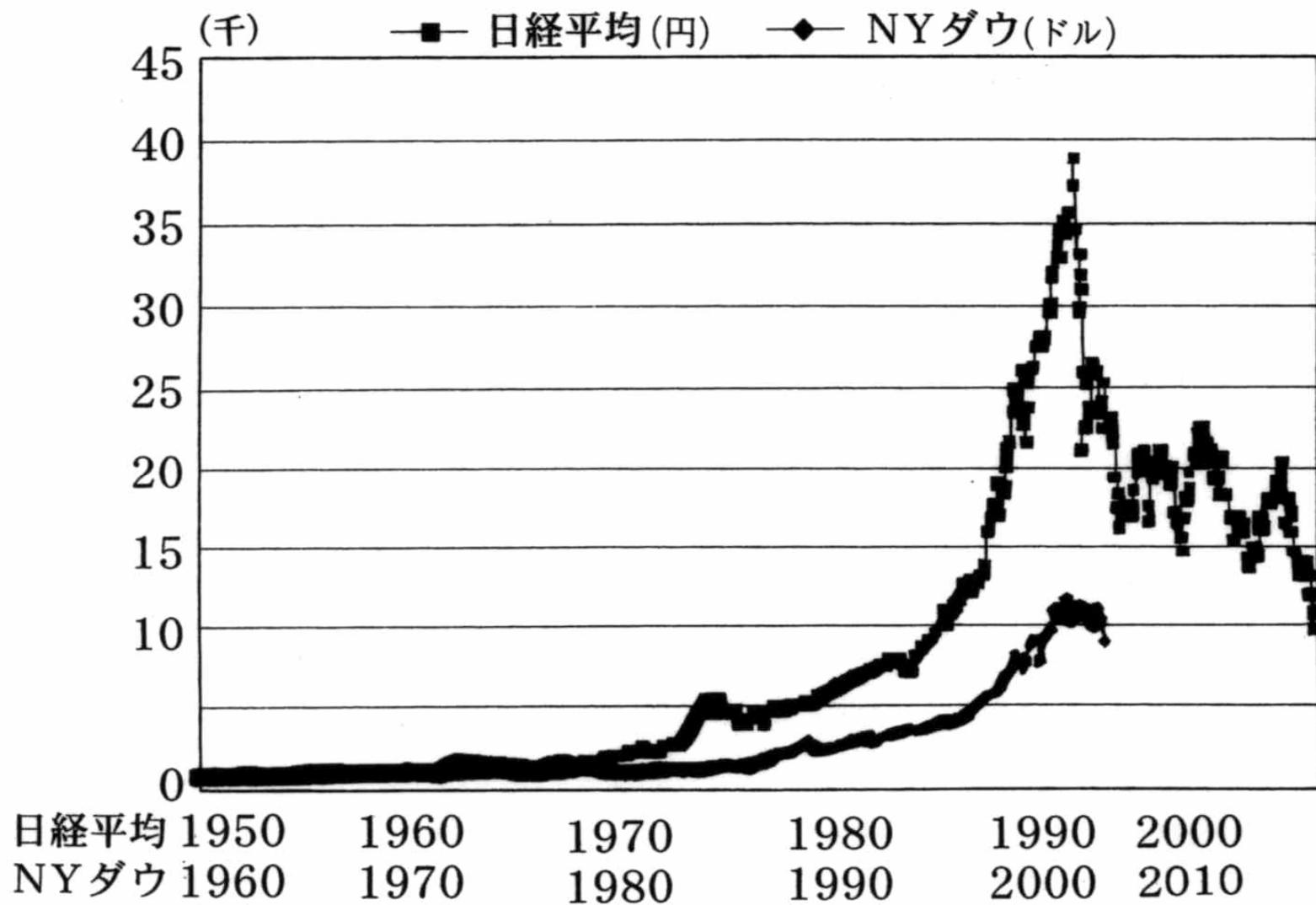
$$\text{ダウ式平均株価} = \frac{\text{採用銘柄株価合計}}{\text{除数}}$$

$$\frac{\text{ダウ式平均株価}}{\text{単純算術平均株価}} = \text{倍率} = \frac{\text{採用銘柄数}}{\text{除数}}$$

$$\text{倍率} \times \text{除数} = \text{採用銘柄数}$$

東京平均株価のマイルストーン

平均株価	年月日	
176円21銭	1949. 5.16	
	(175ドル76セント	ニューヨークDJIA)
1002.46	1960. 2.20	10年9ヵ月
2002.46	1969. 5.31	9年3ヵ月
3013.46	1972. 2.26	2年9ヵ月
5025.54	1972.12.22	10ヵ月
10,053.81	1984. 1. 9	11年1ヵ月
15,013.19	1986. 3.22	2年2ヵ月
20,048.35	1987. 1.30	10ヵ月
25,049.40	1987. 6. 3	4ヵ月
30,050.82	1988.12. 7	1年6ヵ月
35,084.15	1989. 8.16	8ヵ月
38,062.42	1989.12.13	4ヵ月
38,915.87	1989.12.31	
(最高値)		



ダウ式平均の読み方 - 日米比較

		日	米
銘柄数	n	225	30
ダウ式平均	$P_D(o)$	176.21	175.76
	$P_D(t)$	15816.19	11230.26
除数	d_o	225	10.14
	d_t	24.29	0.12493117
倍率	m_o	1	2.9586
	m_t	9.263	240.132
算術平均	$P_A(o)$	176.21	59.41
	$P_A(t)$	1707.46	46.77
価格要因	$P(t)$	9.690	0.7872
数量要因	$Q(t)$	9.263	81.1647

$$P_D(t) = \frac{\sum p(t)}{d_t} = \frac{\sum p(t)}{n} \frac{n}{d_t} = P_A(t) m_t$$

o : 1949年5月16日
t : 2006年8月15日

$$\frac{P_D(t)}{P_D(o)} = \frac{P_A(t)}{P_A(o)} \frac{m_t}{m_o} = \frac{P_A(t)}{P_A(o)} \frac{d_o}{d_t} = P(t) Q(t)$$

(日)

$$\frac{15816.19}{176.21} = 89.758 = \frac{1707.46}{176.21} \times \frac{225}{24.290} = 9.690 \times 9.263$$

(米)

$$\frac{11230.26}{175.76} = 63.895 = \frac{46.77}{59.41} \times \frac{10.14}{0.12493117} = 0.7872 \times 81.1647$$

表1 日経平均下落への影響度順位(2006.1.23)

順位	銘柄名	23日終値	前週末比 の下落幅	マイナス 影響度
1	ソフトバンク	3,360	▲290	▲36.04
2	アドテスト	12,150	▲480	▲19.88
3	東エレク	7,830	▲340	▲14.09
4	ファナック	9,350	▲300	▲12.43
5	CSKHD	5,100	▲270	▲11.19
6	京セラ	8,850	▲240	▲9.94
7	クレセゾン	5,320	▲180	▲7.46
7	ファストリ	9,450	▲180	▲7.46
9	トレンド	3,550	▲170	▲7.04
10	信越化	6,420	▲150	▲6.21

表2 2005年9月26日以降の日経平均除数の変化

年月日	日経平均除数	本来のダウ式 ルールによる除数	除数変更の理由	日経平均の処理
2005年9月26日	24.003	24.003		
27日	23.961	23.869	<ul style="list-style-type: none"> ・ 銘柄入れ替え (225銘柄→224銘柄) (除) 三菱化学 UFJホールディングス (採) T&Dホールディングス ・ 株式分割 日清製粉グループ本社(1→1.1) ヤフー(1→2) 	ダウ式ルール ダウ式ルール 「みなし額面」の変更 50→25
29日	24.133	24.041	銘柄追加(225銘柄へ復帰) 第一三共	ダウ式ルール
10月4日	24.140 (ダウ式では 24.170)	24.078	<ul style="list-style-type: none"> 銘柄入れ替え (除) 森永製菓 (採) 三菱ケミカルホールディングス 	ダウ式ルール 「みなし額面」の変更 50→100
12月28日	24.140	23.445	<ul style="list-style-type: none"> 株式分割 ソフトバンク(1→3) 	「みなし額面」の変更 50→50/3

(出所) 筆者作成

日経平均の「みなし額面方式」 ダウ式からB&H方式への大転換

$$\text{ダウ式} \quad \frac{1800+1200+600}{3} = \frac{900+1200+600}{d} = 1200$$

$$d = 2.25 \quad \text{倍率} = 3/2.25 = 1.33$$

$$B \ \& \ H \ \text{方式} \quad \frac{2 \times 900 + 1200 + 600}{3} = 1200$$

なぜ？

ベースのポートフォリオ

ダウ式 等株ポートフォリオ（倍率）

倍率 = n/d

B&H方式 分割後加重ポートフォリオ

ダウ式 分割にともない

ポートフォリオ組み替え

B&H方式 組み替え不必要

現在の日経225平均のポートフォリオ

(2007年3月末現在)

銘柄	算入株数	みなし額面
ヤフー	4	12,500円
三菱ケミカルホールディングス	0.5	100円
ソフトバンク	3	50/3円
JT	5	10,000円
ホンダ	2	25円
キャノン	1.5	100/3円
アドバテスト	2	25円
東宝	0.1	500円
その他	1	50円

(注)電力株など額面制度時代にすでに
50円額面に調整されていたものなどを除く

図 20.1 几帳面な人の帰宅

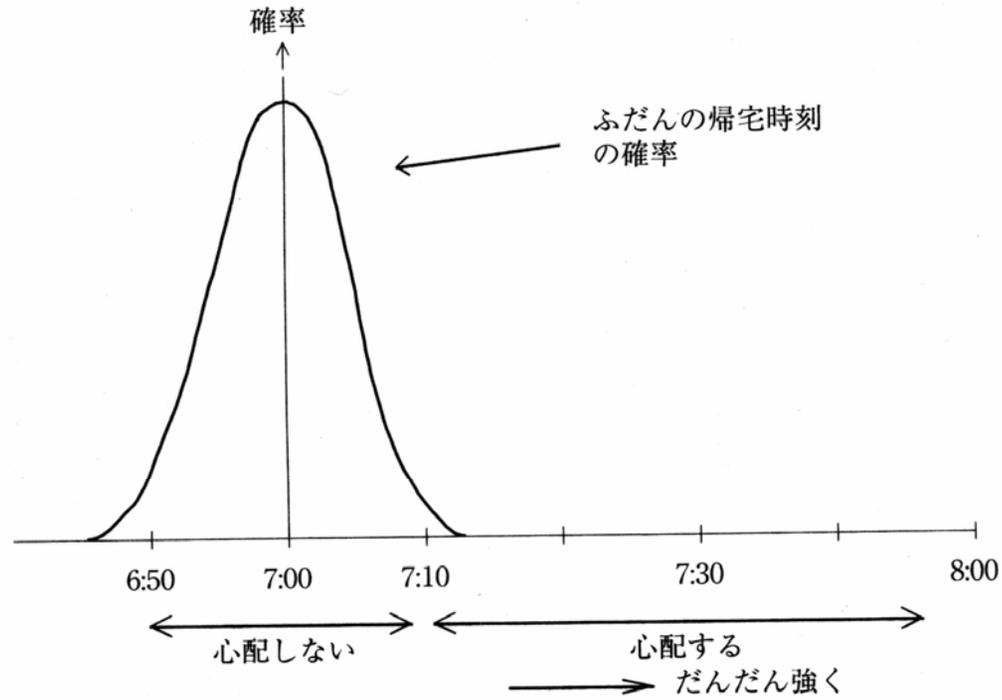


図 20.2 不規則な人の帰宅

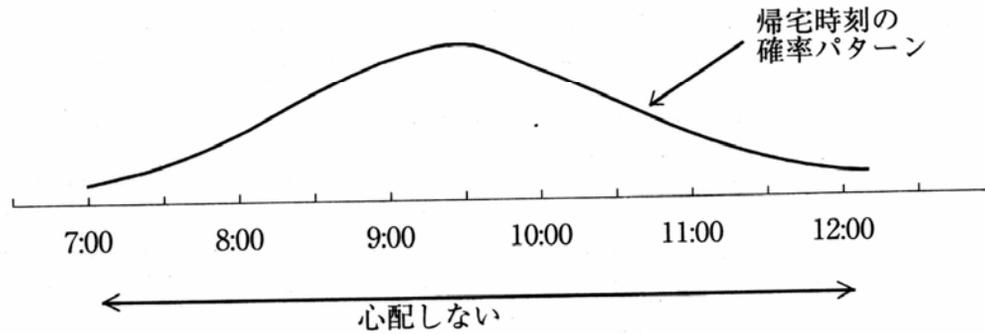
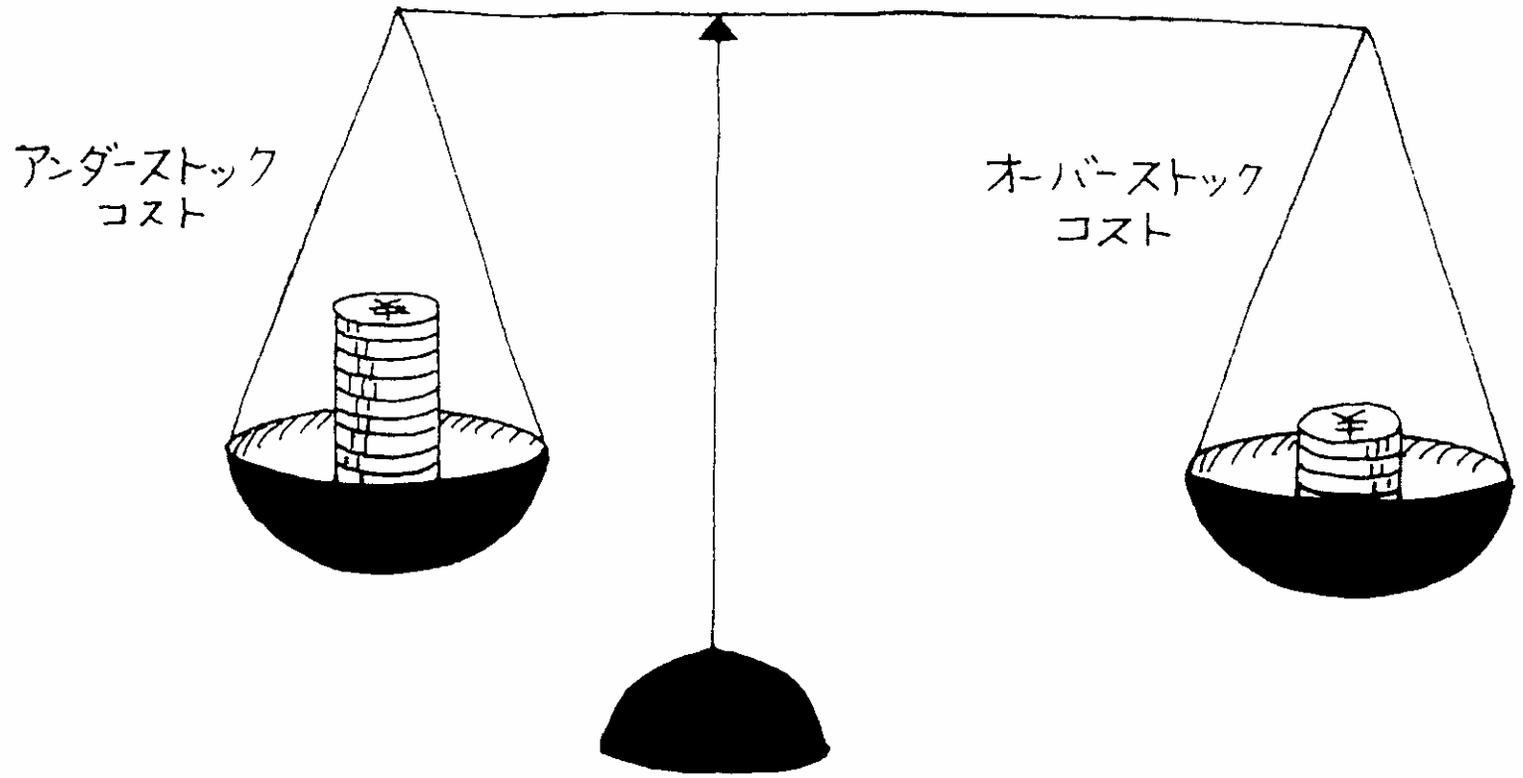


表 22.1 仕入れにおける 2 種類の誤り

	増やした 1 個が	
	売れる	売れない
1 個増やして ($x+1$) 個とする	正しい決定	オーバーストック (第 2 種の誤り)
1 個増やさないで x 個のままとする	アンダーストック (第 1 種の誤り)	正しい決定

第22話 コンビニのお弁当の仕入れ



バランスをとる

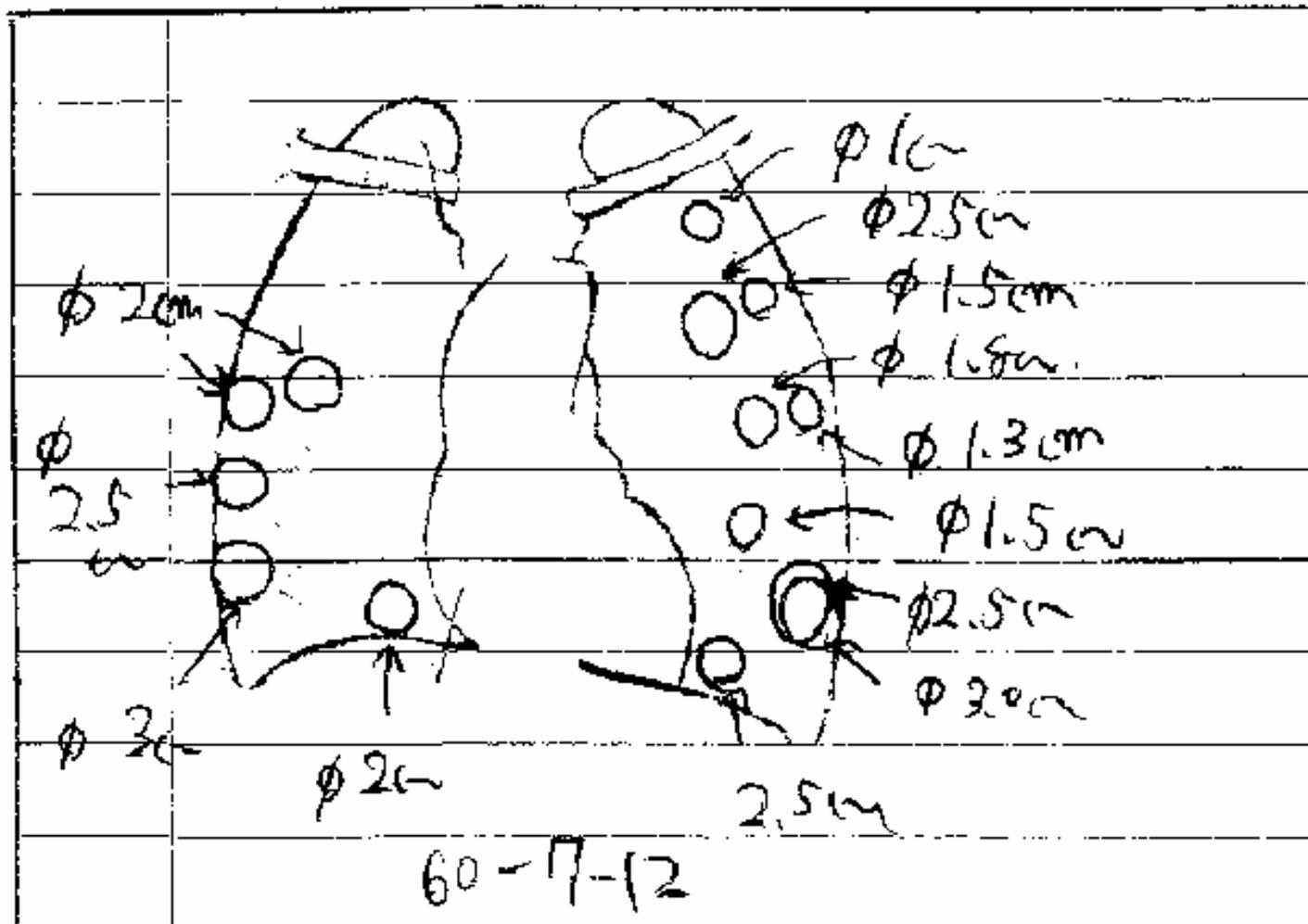
二種類の誤り(1) ——銀行貸出し

		真実	
		貸すべきである	貸すべきでない
決定	貸す	○	× (貸倒れ損失)
	貸さない	× (機会損失)	○

二種類の誤り(2) ——職場検診

		真実	
		異常なし(N)	異常あり(A)
検査結果	異常なし(N)	正	誤(第2種)
	異常あり(A)	誤(第1種)	正

図 26.2 最も悪化した肺転移癌



(注) 1985年7月12日のレントゲン写真より筆写。

図 27.1 IAP の推移 (1)

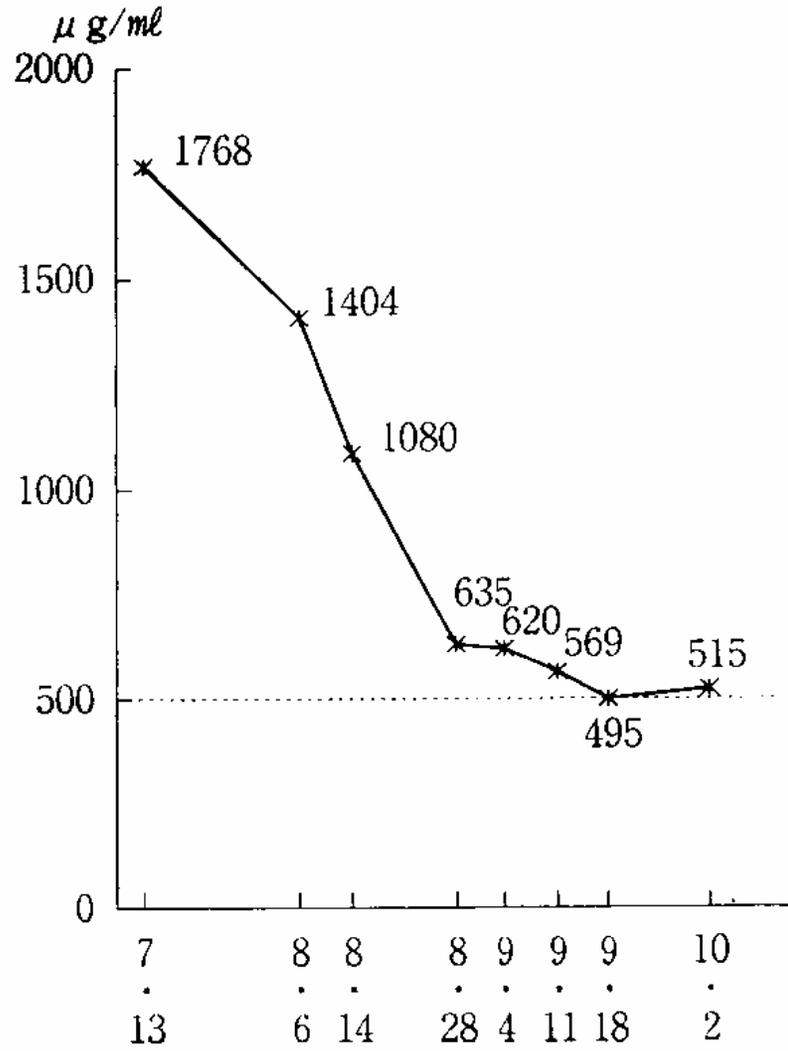


図 27.2 IAP による診断の誤り

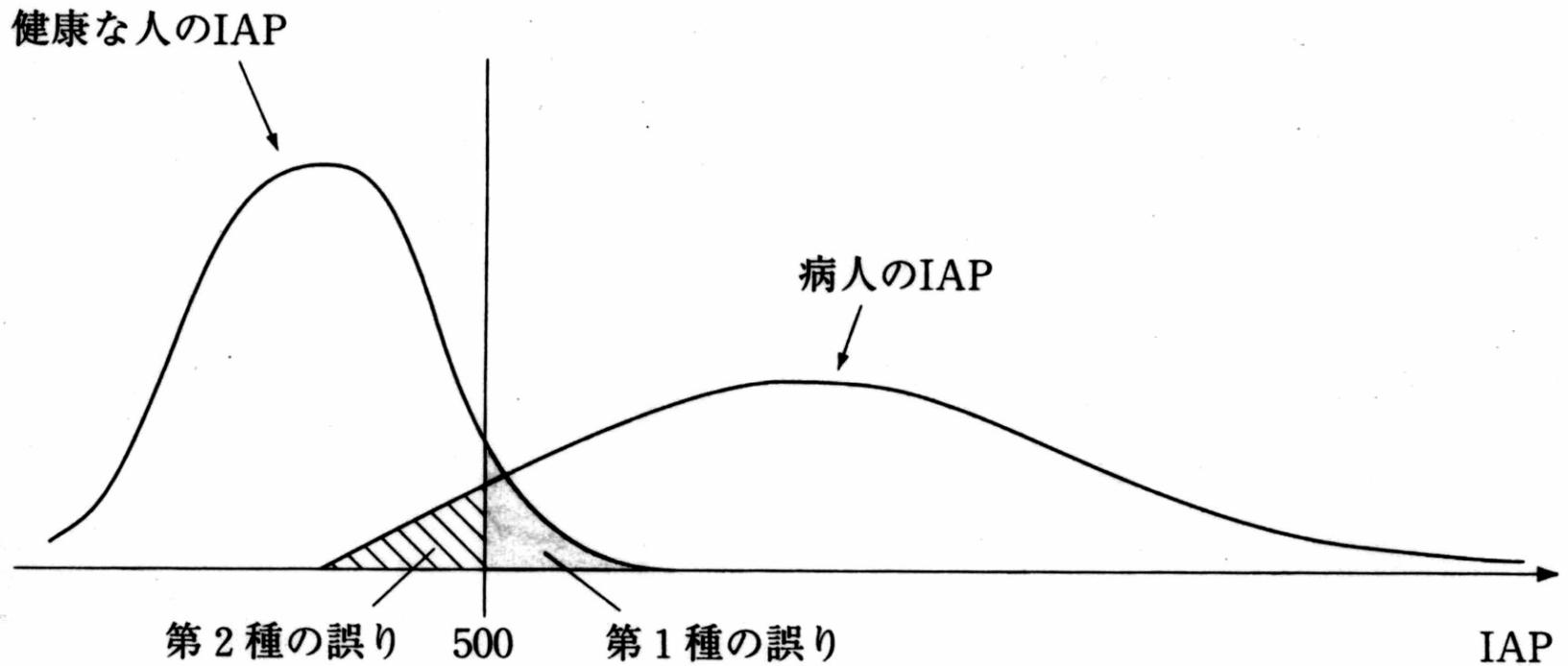


図 27.3 IAP の推移 (2)

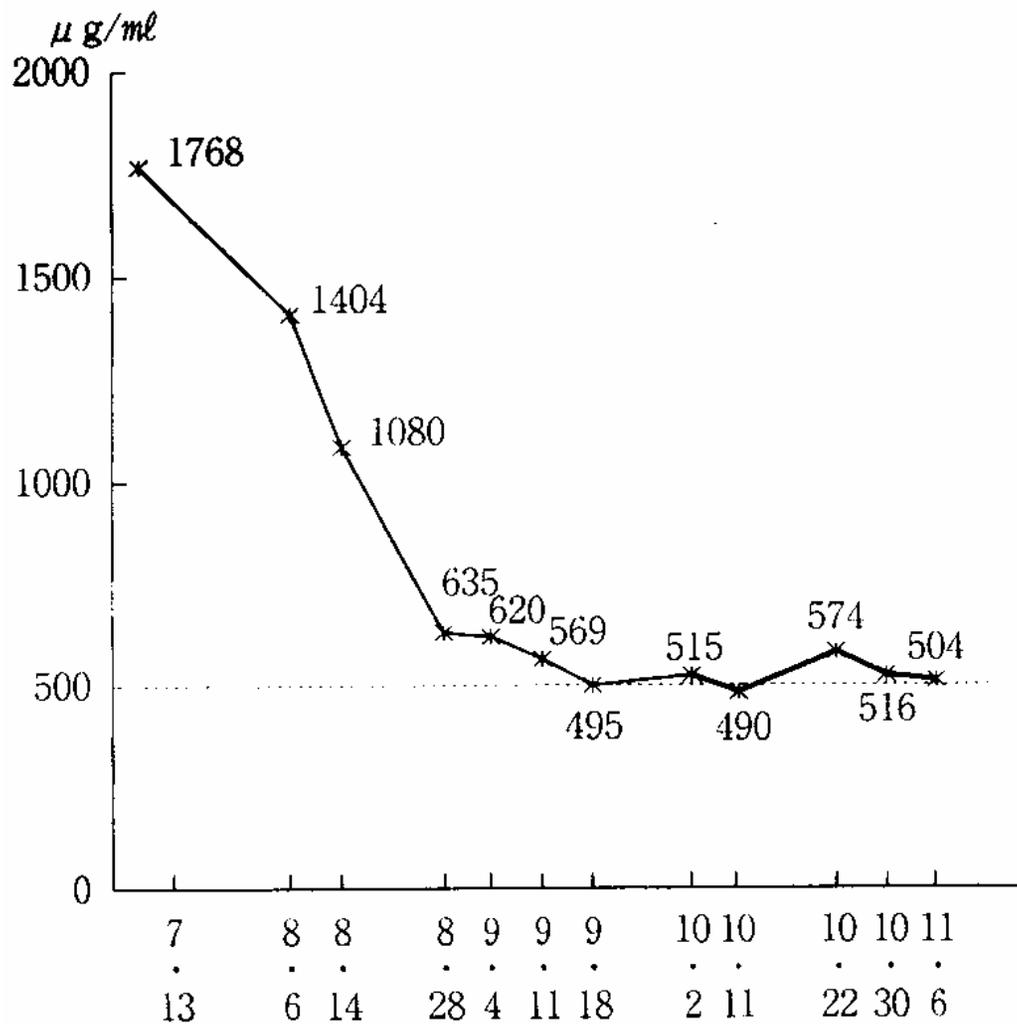
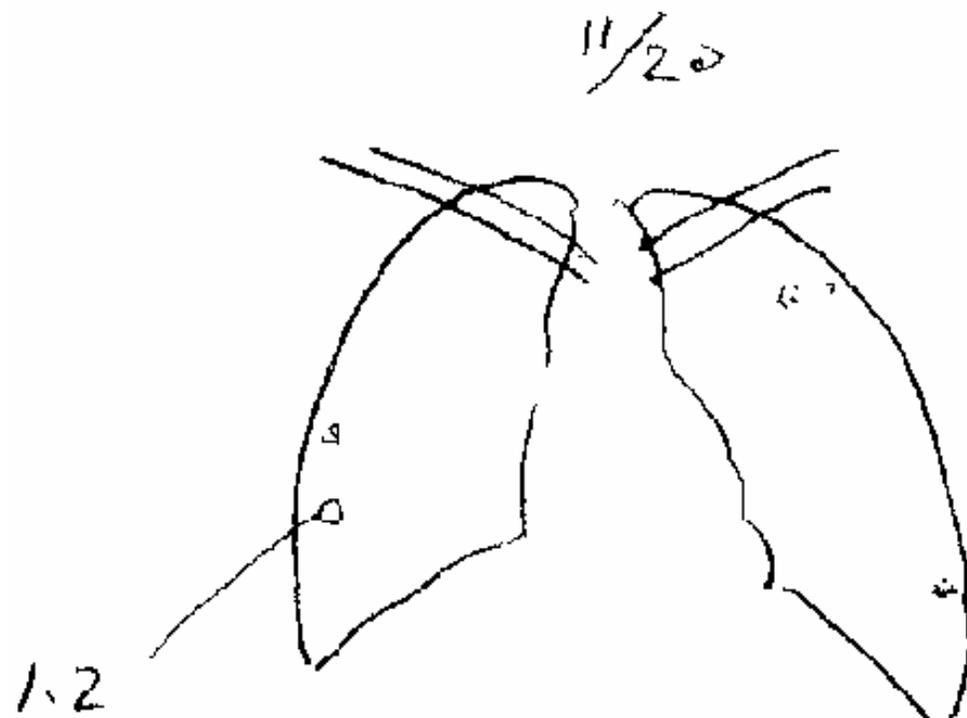


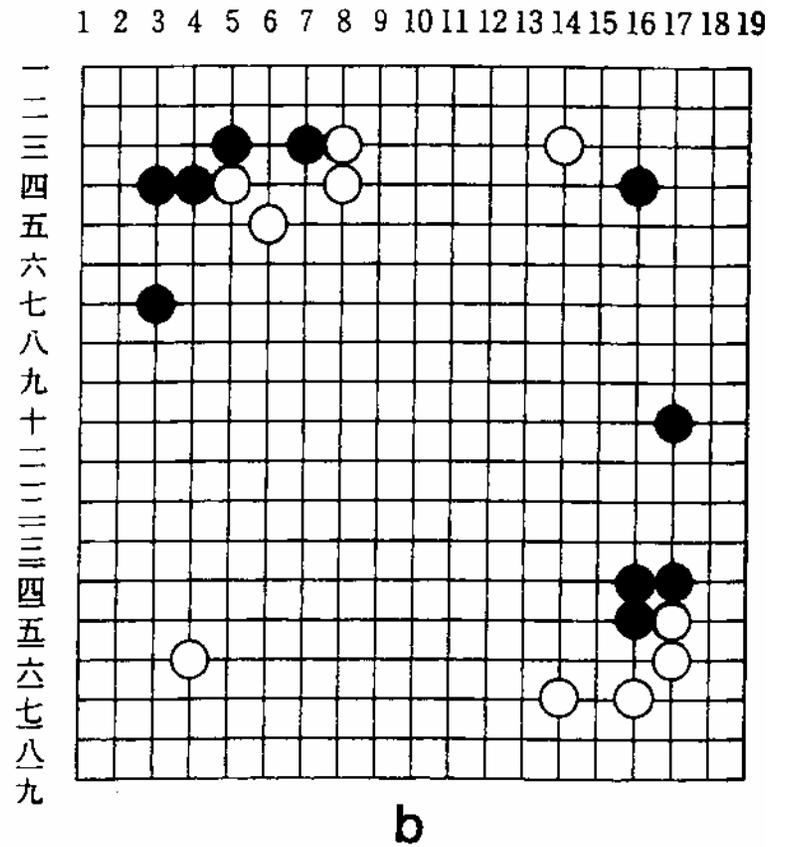
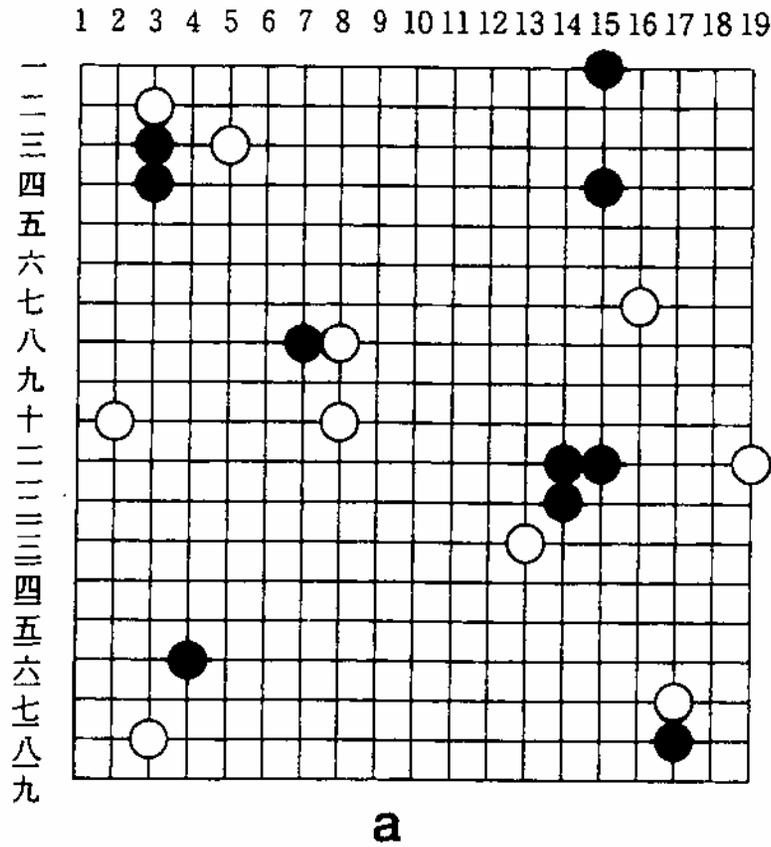
図 27.4 奇跡的に改善した肺転移巣



(注) 1985年11月20日のレントゲン写真より。

科学の経済の原則

図1



意思決定の黄金則（宮川）

決定 = 客観 + 主観

決定 = 計算 + 直感

決定 = 数学 + 判断

決定 = 科学 + 決断

診断の信頼度（正確性）

		真	
		○	×
診	○	正	誤診
	×	誤診	正

完全良医

		真	
		○	×
診	○	1.0	0.0
	×	0.0	1.0
計		1.0	1.0

完全へぼ医

		真	
		○	×
診	○	0.5	0.5
	×	0.5	0.5
計		1.0	1.0

新版『統計学でリスクと向き合う』目次

まえがき

はじめに：情報洪水の時代に生きるには

第1話 往復の平均速度は？—常識のうっかり間違い

第2話 平均点は真ん中どころの点—平均値についての常識的な知識

第3話 市役所はなぜ市の中心部にあるか？—平均値についての常識的でない知識

第4話 株式投資の平均的収益率は？—幾何平均について

第5話 複利では何年で倍増するか？—「70のルール」

第6話 比率を正しく使おう—ベースの違いを考えよ

第7話 法律にまでなった危ない比率の使い方—牛肉輸入セーフガード発動事件

第8話 比率の種類を考えよ—正しい使い方のために

第9話 ダウ平均株価の謎—平均と名がついているが

第10話 ダウ式から離れてしまった日経平均—日経平均はどこへ行く？

第11話 標準偏差恐怖症をなくそう—重要なのは数式よりも考え方

第12話 偏差値とは何か—知ってはいるがわかっていない！！

第13話 「回帰」の考え方—条件つき平均を理解しよう

第14話 体重は身長によってどれだけ決まるか—決定係数の話

第15話 統計学は変動の分解法—原因のある変動と偶然変動

- 第16話 偶然と有意—事件の影の犯罪を疑う
- 第17話 打率がよいのにベスト・テンに入れない?—プロ野球選手の打率
- 第18話 満席のはずの座席指定車に空席が—ポワソン分布の話
- 第19話 多数の小原因が積み重なる—正規分布の話
- 第20話 うるさ型管理者と放任型管理者—管理者にもいろいろ
- 第21話 誰がリスクを負うか—品質管理への応用
- 第22話 株式の売り時・買い時—もうはまだなり、まだはもうなり
- 第23話 遅いお帰りでも心配しない?—仮説検定の考え方
- 第24話 東京の菓子屋の在庫管理—福沢諭吉と統計学
- 第25話 コンビニのお弁当の仕入れ—多すぎても少なすぎても
- 第26話 囲碁のルールと統計学—コミ5目半から6目半へ
- 第27話 囲碁のハンディを統計学で考える—手直りと仮説検定論
- 第28話 前立腺がん診断における二種類の誤り—がんマーカーの信頼性
- 第29話 職場健診の結果が気になる—ベイジアン理論
- 第30話 癌と向き合う—一時は死を覚悟
- 第31話 癌からの生還—統計学が助けになった
- 第32話 疑わしきは罰す—外科医と内科医
- 第33話 法律家が統計学を猛勉強—統計学が関わった長い裁判
- 第34話 統計学と政策科学と医学—古い歴史的関わり
- 第35話 統計を使ってウソをつく—統計数字の政治学
- おわりに：科学の経済の法則

割高な通行料利用にカゲ

日本経済新聞 07.6.23

圏央道と首都圏の主要
高速道路通行料金比較

区間 (距離)	普通車 料金 (円)	キロあ たり料 金(円)
圏央道・八王子JCT —鶴ヶ島JCT (40.1km)	1,650	41.1
中央道・高井戸IC— 関越道・鶴ヶ島IC (圏央道経由、77.9km)	2,750	35.3
中央道・高井戸IC— 関越道・鶴ヶ島IC (首都高経由、70.7km)	2,250	31.8

〈首都圏の主な大都市近郊区間〉

東名高速・東京IC— 厚木IC (35km)	1,250	35.7
関越道・練馬IC—東 松山IC (39.4km)	1,400	35.5
東北道・川口JCT— 加須IC (33.4km)	1,200	35.9
常磐道・三郷JCT— 谷田部IC (30.3km)	1,100	36.3
東関東道・湾岸市川I C—成田IC (44.9km)	1,550	34.5
中央道・高井戸IC— 八王子IC (25.8km)	600	23.3

(注) 正規料金で比較。中央道は高井戸
—八王子が均一区間

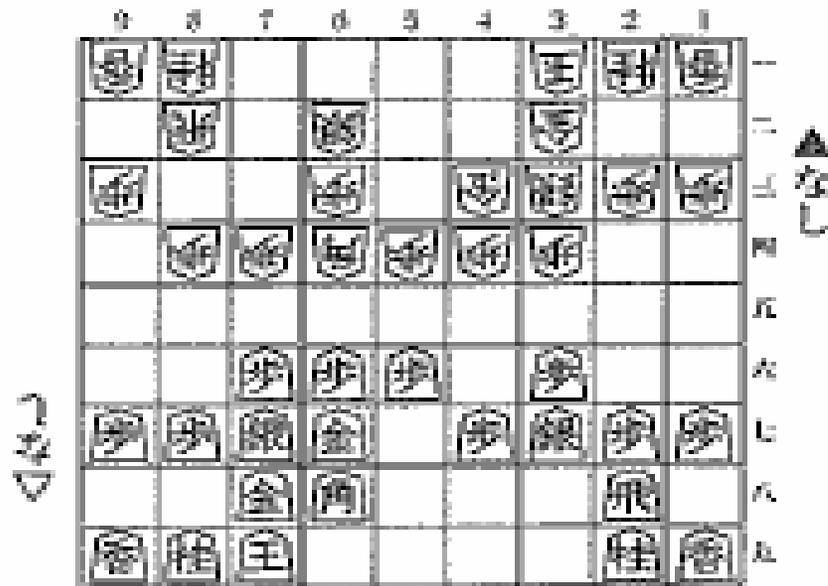
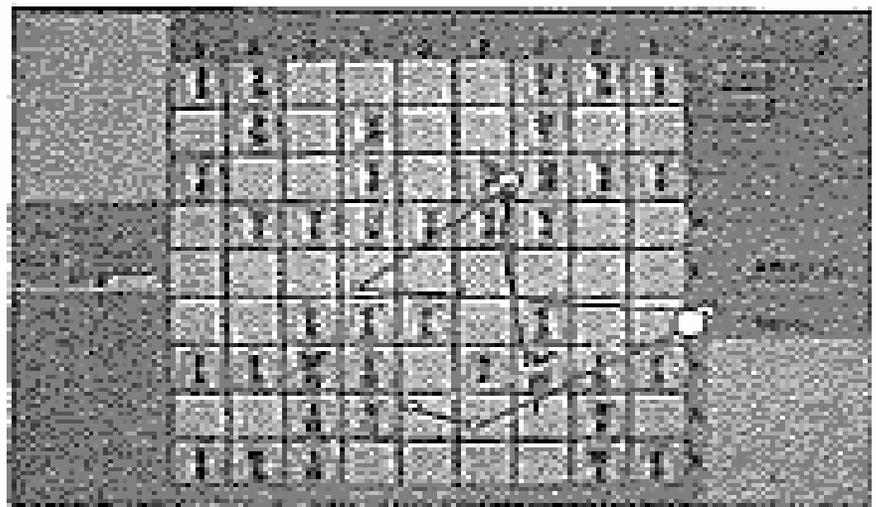
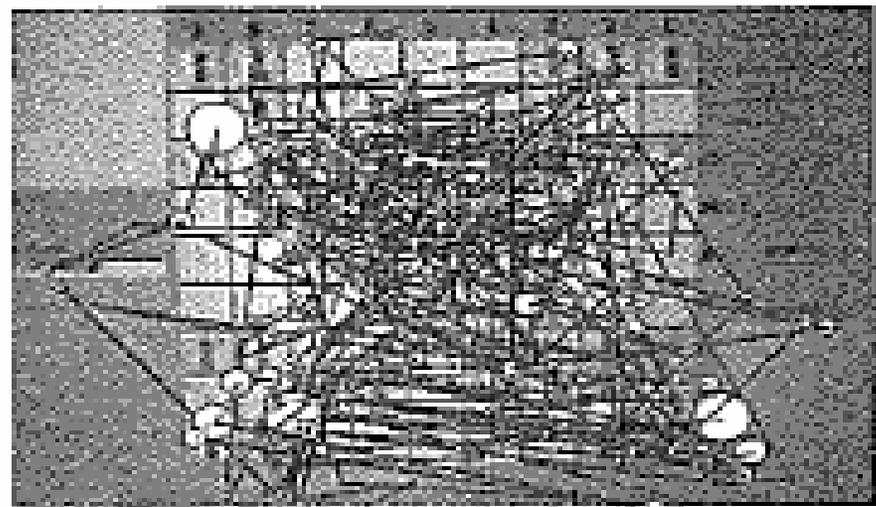


図13 記憶実験に用いた問題例



羽生さんの視線の動き



初級者の視線の動き

出典:『先を読む頭脳』