

第2章 橋梁の寿命推計

2.1 概要

旧建設省土木研究所橋梁研究室が、約10年おきを実施している橋梁の架替調査結果を用いて橋梁が架設されてから架替に至るまでの年数に関する寿命分布曲線を架設年代別に推定した。

2.2 使用データ

橋梁の寿命分布曲線の作成にあたり使用したデータは以下のとおりである。

- ・ 架替橋梁数
- ・ 現存橋梁数
- ・ 架設橋梁数

①架替橋梁

検討に用いる道路橋の架替実態に関するデータは、以下に示す旧建設省土木研究所橋梁研究室によって過去3回行われた橋梁の架替実態調査結果から引用する。

- a) 「橋梁の架替に関する調査結果(I) 平成元年1月 土木研究所資料 第2723号」¹⁾
- b) 「橋梁の架替に関する調査結果(II) 平成2年3月 土木研究所資料 第2864号」²⁾
- c) 「橋梁の架替に関する調査結果(III) 平成9年10月 土木研究所資料 第3512号」³⁾

これらは、一般国道、一般県道、主要地方道の各道路管理者に対してそれぞれの調査で対象とした期間中に撤去または架替が行われた橋梁について供用年数や架替理由等が調査されている。

3回の調査での対象期間と対象橋梁数は、それぞれ昭和42年10月～昭和52年10月までの1,545橋、昭和52年11月～昭和61年6月までの1,691橋、昭和61年7月～平成8年6月までの1923橋である。

本研究では、これらのデータから寿命分布曲線の推定にあたってなるべく支障が生じないように以下のデータを削除して架替実績の基本データとした。

- ・ 1年間分のデータになっていない1966年及び1996年の架替データ
- ・ 架替調査期間外に架替が行われたとされたデータ
- ・ 架設年次、架替年次、橋種などの項目のデータに不備があるもの

②現存橋梁

本研究では、架替実態調査結果から推定される各年代の橋梁の寿命分布曲線をもとに、対象とする橋梁群の架替数等の試算を行う。そのとき試算の対象とする橋梁群のうち現存橋梁数については以下より引用した。

- a) 道路統計年報2003(平成13年度) 国土交通省道路局⁴⁾(以下「道路統計年報」という)
※2000年現在の橋長15m以上の橋梁の現存橋梁数

なお、本統計では過去の各年時点での現存橋梁数が集計されており、すでに架替が行われており現存

しない橋梁架設数についてはデータが集計されていない。また橋種の分類や上下線分離形式の橋梁を合わせて1橋と計上するなどの集計上の規則は同統計に準拠する。

③架設橋梁

道路統計年報では各年毎の架設橋梁数についてはデータがないため、本研究では、現況の橋梁のみを全架設橋梁とみなしてその年代の全架設橋梁数としている。現況の橋梁の架設年については、道路統計年報を作成する際に使用する現況橋梁調査の調査結果を用いている。

なお、集計は道路統計年報作成の規則にしたがっているが、現況橋梁調査結果において架設年次がわからないデータは使用していない。

以下に本研究で用いた橋梁数等のデータを示す。

表 2.2.1 架替数及び現存橋梁数データ

年代	1921以前	1921～1930	1931～1940	1941～1950	1951～1960	1961～1970	1971～1980	1981～1990	1991～2000	合計
架替データ		620	1,465	264	1,416	932	146	16	1	4,860
架替データ(直轄)		20	62	12	95	69	13	1	1	273
2003現況橋梁数 (架替対象橋梁)	36	462	1,442	313	4,296	12,325	13,833	11,438	9,135	53,244
2003現況橋梁数 (全橋梁)	239	1,272	2,855	914	9,423	29,279	41,282	32,086	22,363	139,474
2003現況橋梁数 (直轄)	3	46	136	46	809	2,801	2,262	1,713	1,192	9,005

表 2.2.2 橋種別現存橋梁数

架設年次	鋼橋		コンクリート	
	全橋	直轄	全橋	直轄
1921以前	349	0	674	1
1921～1930	368	15	743	28
1931～1940	493	37	2,171	91
1941～1950	184	13	586	32
1951～1960	2,338	286	6,523	509
1961～1970	13,532	1,726	14,582	1,018
1971～1980	21,202	1,405	18,755	778
1981～1990	10,727	782	20,426	839
1991～2000	6,332	513	15,344	624
合計	55,176	4,777	79,130	3,919

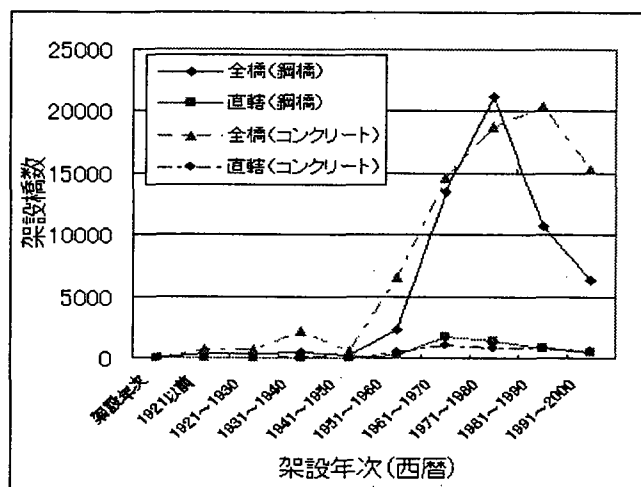


図 2.2.1 橋種別現存橋梁

表 2.2.3 架替データ一覧 (全橋)

架設年 架替年次	1921 ～1930	1931 ～1940	1941 ～1950	1951 ～1960	1961 ～1970	1971 ～1980	1981 ～1990	1991 ～2000	合計
1967	33	26	5	16	1				81
1968	30	56	4	22	1				113
1969	25	49	5	20	4				103
1970	31	61	7	31	10				140
1971	40	65	17	40	5	0			167
1972	42	74	13	46	10	0			185
1973	46	97	9	56	26	0			234
1974	32	64	12	59	19	0			185
1975	24	34	7	28	11	0			104
1976	19	50	4	42	12	0			127
1977	10	46	14	46	19	1			138
1978	21	49	20	57	30	4			181
1979	19	63	19	62	30	3			196
1980	24	62	15	61	32	0			194
1981	14	61	10	48	34	3	1		171
1982	16	52	11	38	40	4	1		162
1983	9	48	15	46	37	5	0		162
1984	15	43	13	56	31	6	0		166
1985	16	51	7	28	40	8	0		150
1986	15	49	8	50	33	6	1		162
1987	15	45	10	54	41	11	2		178
1988	25	67	5	78	57	15	0		247
1989	14	44	4	58	56	12	2		190
1990	17	34	6	57	56	8	1		179
1991	13	45	5	53	65	6	0	0	187
1992	14	34	5	64	48	7	2	1	175
1993	17	41	2	81	69	10	3	0	223
1994	11	32	7	50	63	15	2	0	180
1995	13	23	5	64	52	22	1	0	180
合計	620	1465	264	1416	932	146	16	1	4860

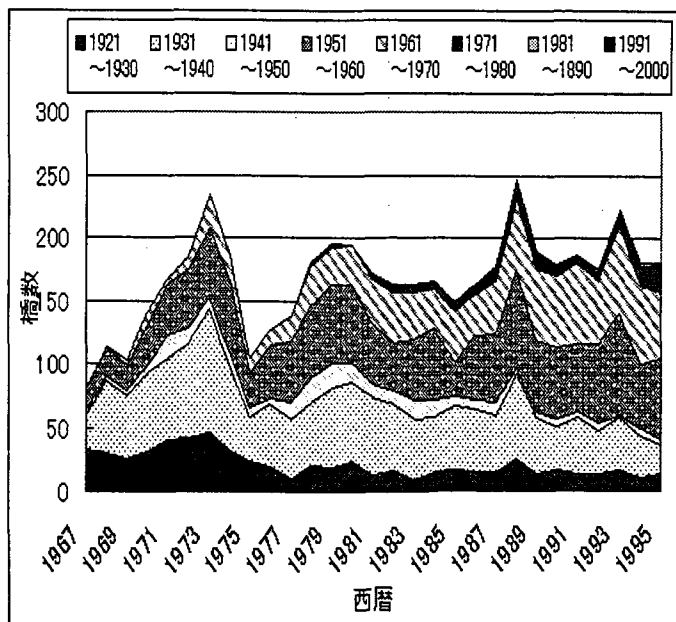


図 2.2.2 架替データ一覧 (全橋)

表 2.2.4 架替データ一覧 (鋼橋)

架設年 架替年次	1921 ~1930	1931 ~1940	1941 ~1950	1951 ~1960	1961 ~1970	1971 ~1980	1981 ~1990	1991 ~2000	合計
1967	11	6	2	6	0				25
1968	11	15	4	3	1				34
1969	9	12	3	3	9				30
1970	9	7	2	11	1				30
1971	11	14	5	3	2	0			35
1972	17	10	2	11	4	0			44
1973	15	20	1	14	3	0			53
1974	12	7	3	13	2	0			37
1975	7	8	1	7	4	0			27
1976	5	6	1	13	5	0			30
1977	1	7	1	16	3	0			28
1978	4	5	1	13	11	1			35
1979	2	8	0	10	7	3			30
1980	10	10	3	11	12	1			47
1981	2	7	3	12	10	0	0		34
1982	10	9	0	6	17	4	1		47
1983	3	5	1	17	20	4	0		50
1984	7	7	3	16	14	5	0		52
1985	4	9	4	5	18	5	0		45
1986	4	5	3	18	13	2	0		45
1987	5	6	5	11	20	6	1		54
1988	5	10	2	27	31	11	0		86
1989	5	2	1	12	24	8	1		53
1990	4	7	0	20	27	4	0		62
1991	7	8	0	10	25	5	0	0	55
1992	3	6	1	11	17	2	1	1	42
1993	2	7	0	21	31	5	1	0	67
1994	2	8	2	11	28	10	1	0	62
1995	5	5	2	19	27	15	0	0	72
合計	192	236	56	349	380	91	6	1	1311

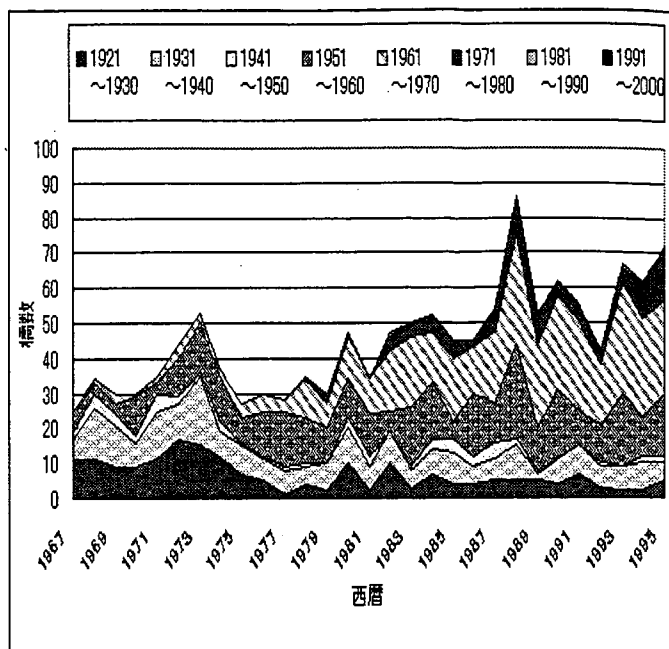


図 2.2.3 架替データ (鋼橋)

表 2.2.5 架替データ一覧 (コンクリート橋)

架設年 架替年次	1921 ~1930	1931 ~1940	1941 ~1950	1951 ~1960	1961 ~1970	1971 ~1980	1981 ~1990	1991 ~2000	合計
1967	22	20	3	10	1				56
1968	19	41	0	19	0				79
1969	16	37	2	17	1				73
1970	22	54	5	20	9				110
1971	29	51	12	37	3	0			132
1972	25	64	11	35	6	0			141
1973	31	77	8	42	23	0			181
1974	21	57	9	45	17	0			149
1975	17	26	6	20	5	0			74
1976	14	44	3	29	7	0			97
1977	10	38	12	28	15	0			103
1978	19	38	11	36	14	2			120
1979	16	58	9	44	16	1			144
1980	26	48	8	42	17	0			141
1981	15	55	6	32	20	2	1		131
1982	15	39	7	28	19	0	0		108
1983	16	44	5	30	16	0	0		111
1984	12	38	7	40	15	1	0		113
1985	20	43	2	24	19	3	0		111
1986	13	40	5	29	18	4	1		110
1987	9	41	5	41	18	4	1		119
1988	18	57	3	50	27	3	0		158
1989	8	38	3	44	29	3	1		126
1990	13	25	4	37	27	4	1		111
1991	6	34	5	42	40	1	0	0	128
1992	10	25	4	51	30	5	1	0	126
1993	13	31	2	55	35	5	1	0	142
1994	7	23	5	37	34	4	0	0	110
1995	8	16	1	42	24	7	1	0	99
合計	470	1202	163	1006	505	49	8	0	3403

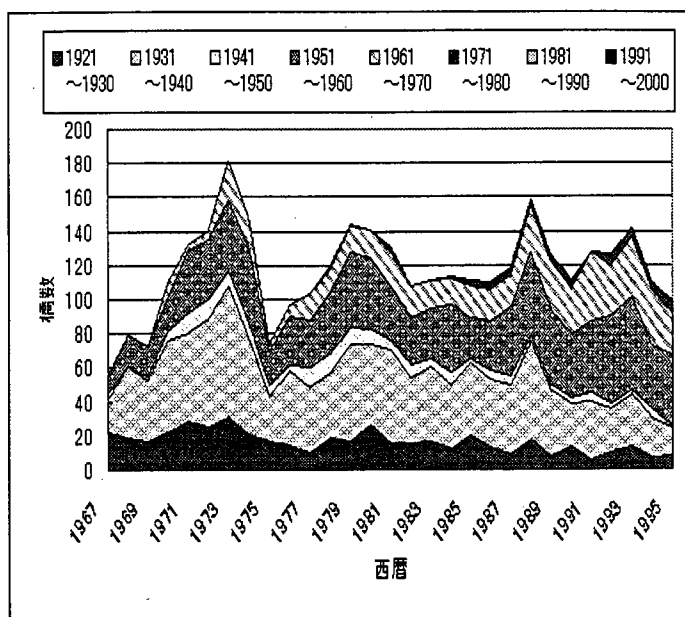


図 2.2.4 架替データ (コンクリート橋)

2.3 寿命分布曲線の作成方法

本来、ある年代に架設された橋梁群の寿命分布曲線は、十分に長い時間が経過し、大部分の橋梁が架替えられるまでは、求めることができないが、ここでは、過去3回にわたって実施された10年ごとの架替実績が、ある寿命分布曲線の一部を構成するものとして、架替実績に整合するように寿命分布曲線を推定することとした。

推計の手順は以下の通りである。

①縦軸を架替橋梁数、横軸を架替年次として、架設年代別に架替実績をプロット (図 2.3.1)。

②寿命分布曲線が正規分布であると仮定し、平均寿命と標準偏差をパラメータとして、実績との誤差が最小となるように架設年代毎にパラメーターを設定 (図 2.3.2)。

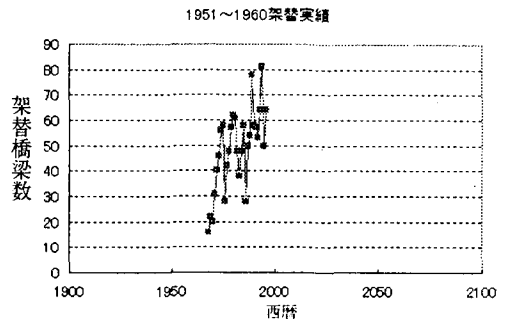


図 2.3.1 架設年代別架替実績のプロット例

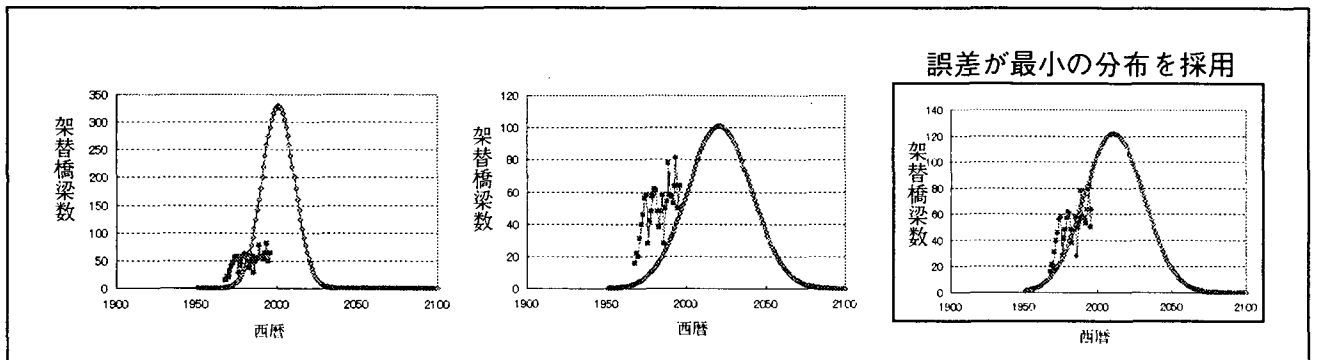


図 2.3.2 誤差の最小となる正規分布の当てはめ例

※ただし母数の設定には、年代別に以下の2種類の方法を用いた。

○架設年次が1950年以前の場合

1950年以前に架設された、架替橋梁数の実績から考えてすでに大半の橋梁の架替が終わっていると予想される。一方、正確な架設総数は不明であるため、2001年度現況橋梁数と架替橋梁の合計が2001年以前の架替橋梁数となるようにパラメータを設定。

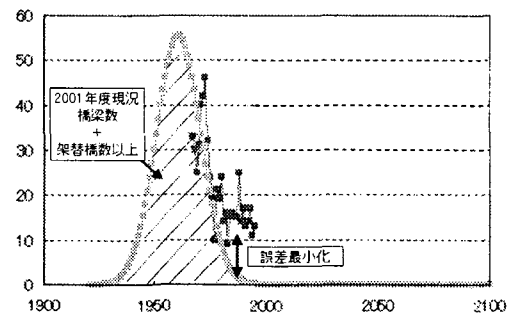


図 2.3.3 1950年以前の場合

○架設年次が1951年以降の場合

1951年以降については、架替橋梁数の実績が少なく架設された橋梁の多くは現存していることから2001年以降の架替橋梁数が2001年度の現存橋梁数と一致するものとして架替実績との誤差が最小となるようなパラメータを設定。

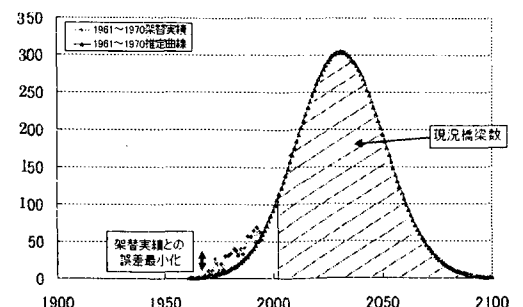


図 2.3.4 1950年代以降の場合

③各年代で決定した寿命分布曲線を重ね合わせて、橋梁群の寿命分布を推定（対象は、架替調査対象橋梁）

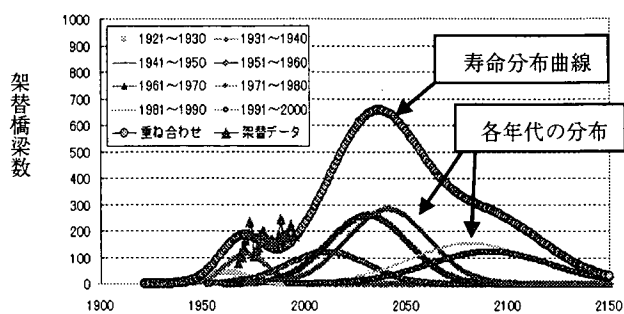


図 2.3.5 寿命分布曲線の重ね合わせ

※ただし、架替推計の対象橋梁が架替調査橋梁と異なる場合（全国橋梁、直轄国道のみ）は、各年代毎の橋梁数を推計対象橋梁数に合わせた後に、寿命分布曲線の合成を行う。

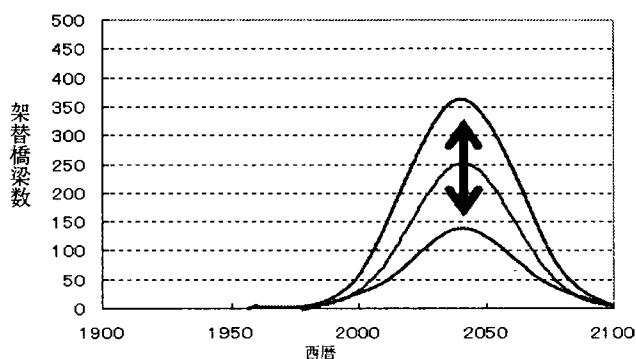


図 2.3.6 年代別寿命分布曲線の母数を合わせ

2.4 寿命分布曲線の算出結果

2.4.1 試算ケース

試算においては以下の2つの観点から分類して試算を行った。

- ① 架替理由の違いによる分類
 - ・ 機能的陳腐化又は物理的損傷
 - ・ 物理的損傷
- ② 橋種の違いによる分類検討
 - ・ 鋼橋
 - ・ コンクリート橋

試算を行なったケースの一覧を表-2.4.1に示す。なお、架替理由が損傷のみのものは、架替実績が少ないため橋種別には試算を行わない。

表-2.4.1 寿命分布曲線試算ケース一覧

		架替理由	
		物理的損傷のみ	機能的陳腐化と物理的損傷
橋梁種別	全橋	I-A	I-B
	鋼橋		II-B
	コンクリート橋		III-B

2.4.2 寿命分布曲線

(1) I-A

全橋種、損傷のみによる架替橋梁による推計結果を、表-2.4.2、図-2.4.1に示す。
各年代での架替橋梁数への分布曲線の適合状況を図-2.4.2～2.4.9に示す。

表-2.4.2 架設年代毎の特性

架設年次	平均寿命	標準偏差	備考
1920～1930	30	10	
1931～1940	30	10	
1941～1950	30	10	第二次世界大戦中
1951～1960	90	30	
1961～1970	90	20	
1971～1980	100	20	
1981～1990	80	20	架替データが少ない
1991～2000	100	30	架替データが少ない

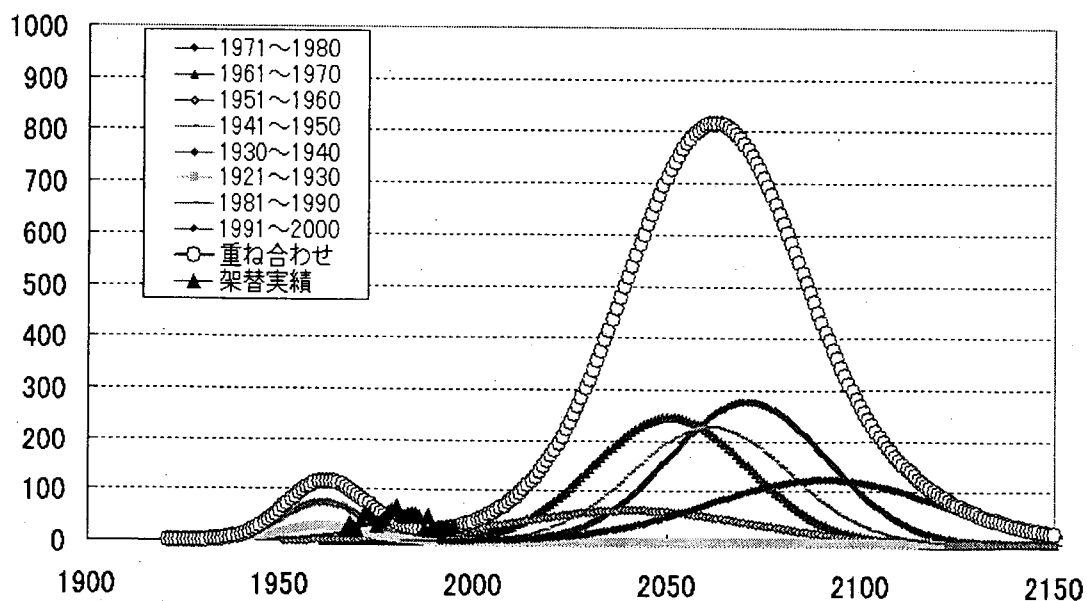


図-2.4.1 寿命分布曲線

◆寿命曲線の推定（1921～1930年に架設された橋梁）

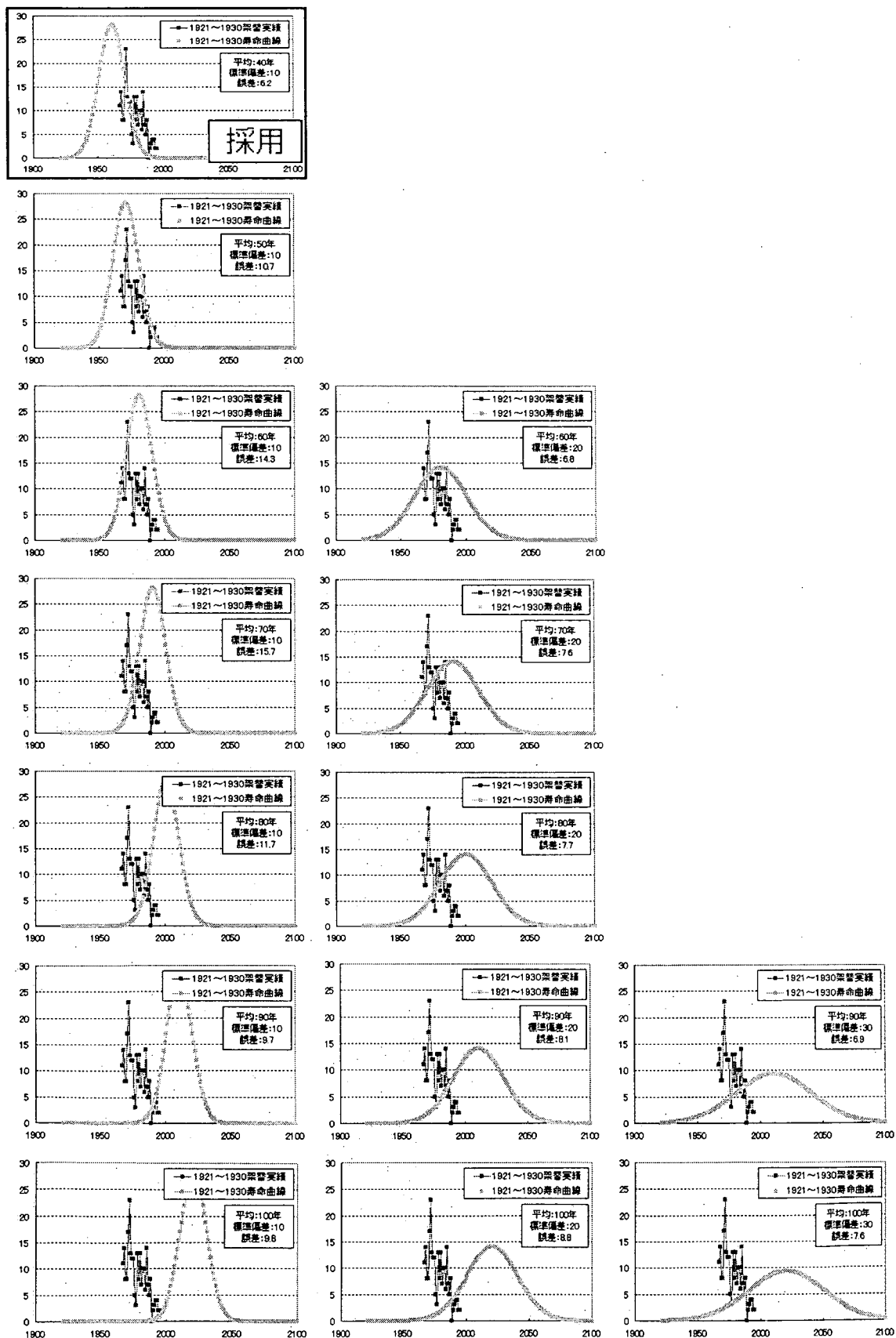


図-2.4.2 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1931～1940年に架設された橋梁）

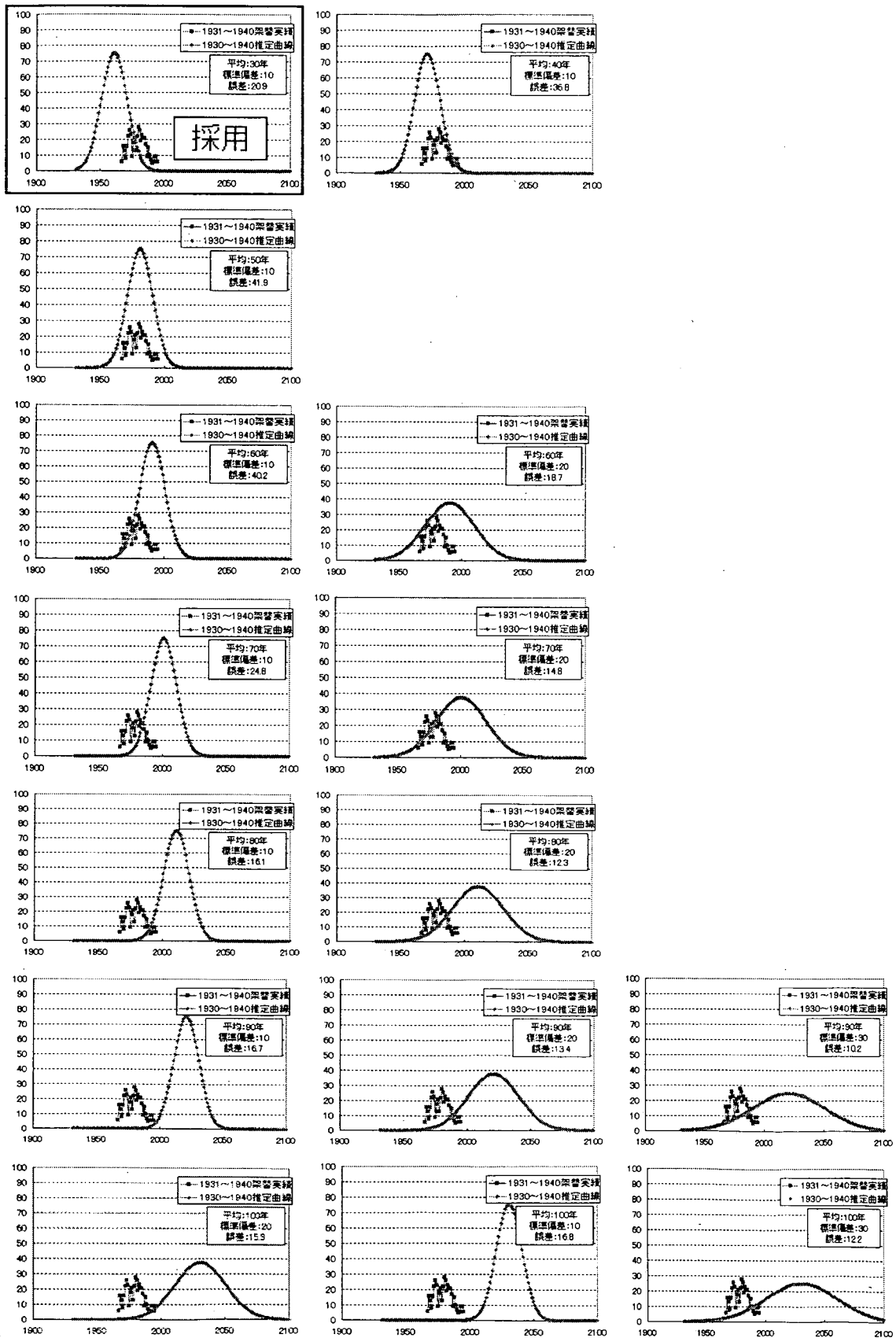


図-2.4.3 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1941～1950年に架設された橋梁）

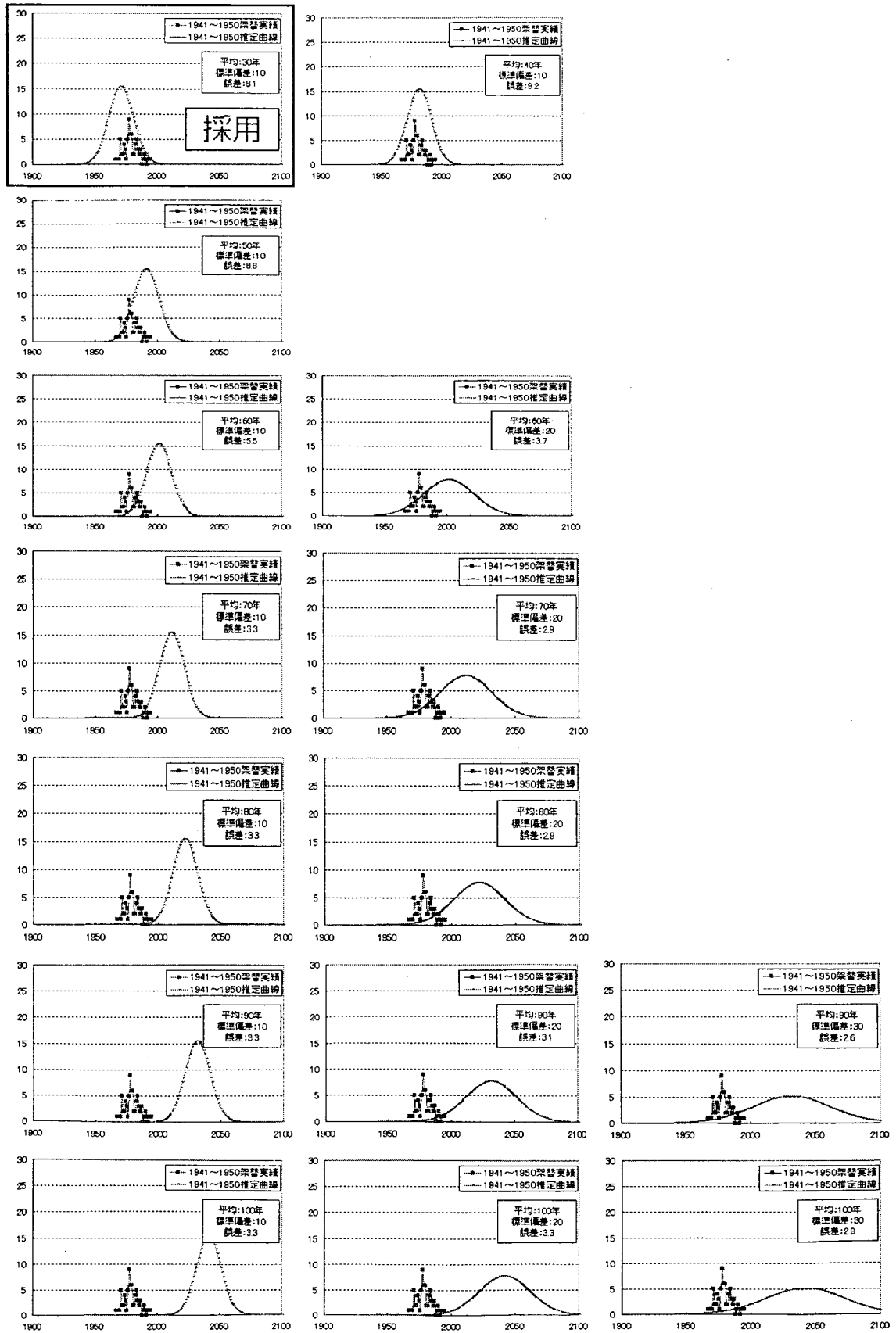


図-2.4.4 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1951～1960年に架設された橋梁）

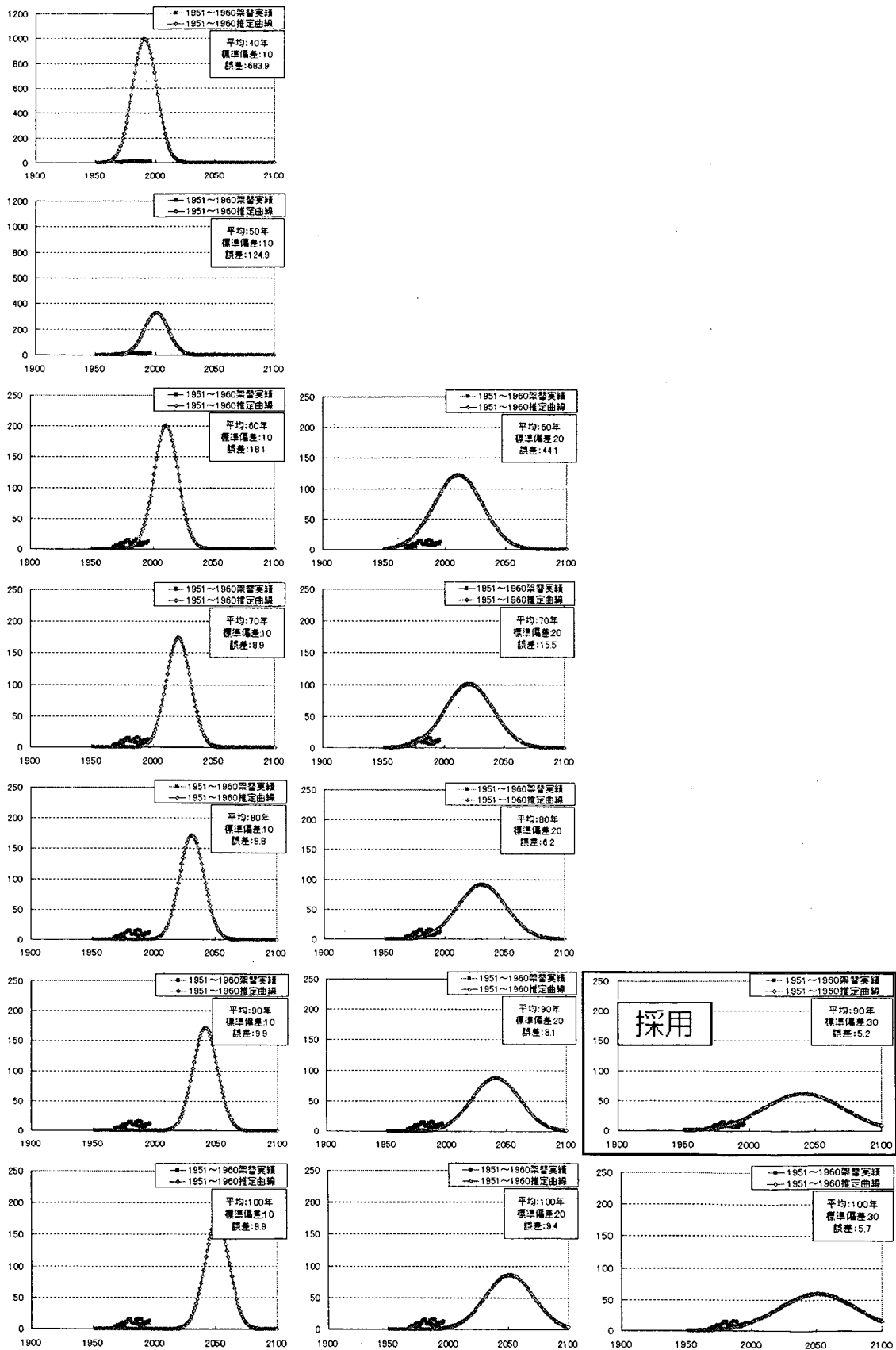


図-2.4.5 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1961～1970年に架設された橋梁）

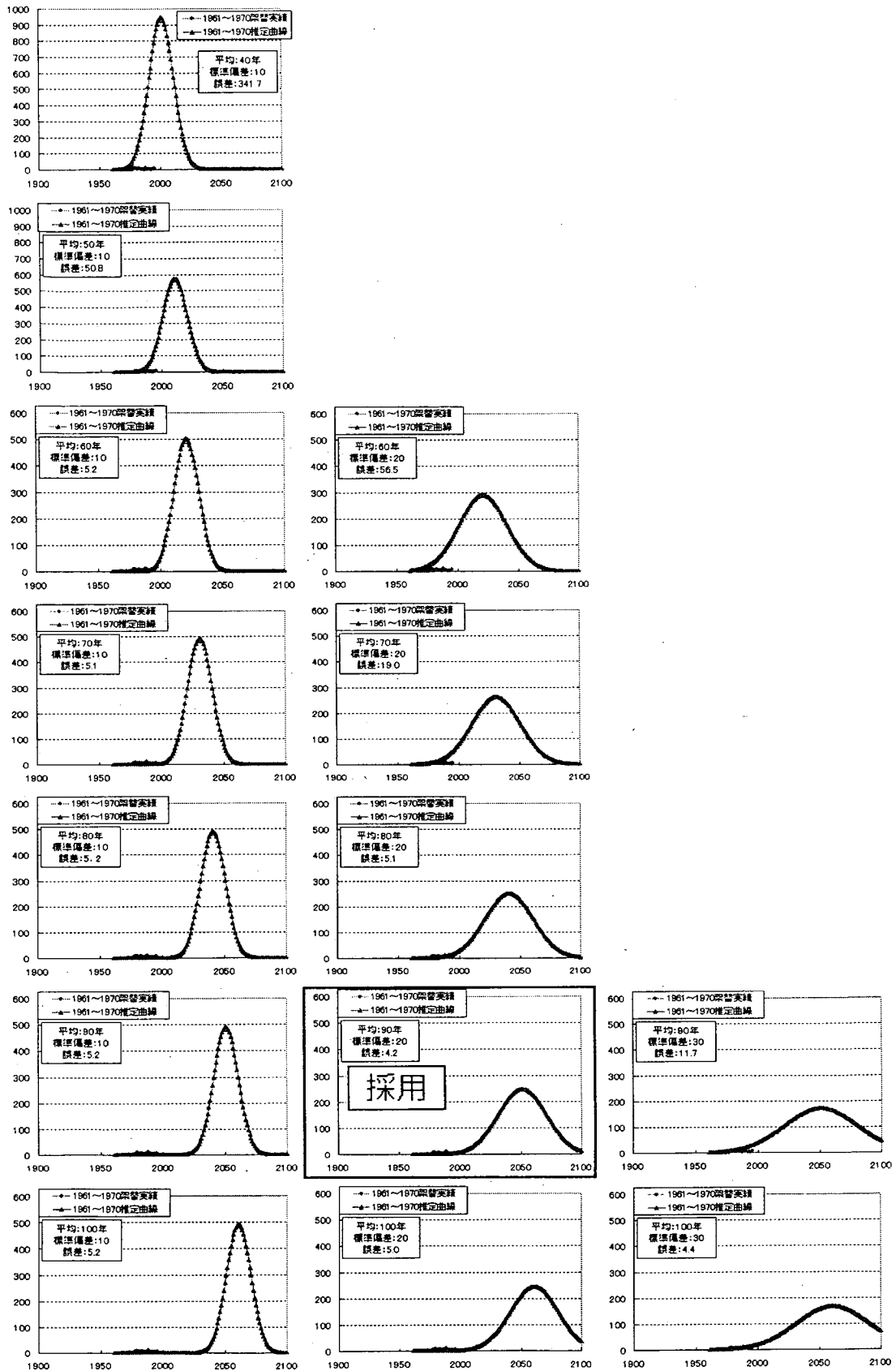


図-2.46 分布曲線の適合状況

◆ 寿命曲線の推定（1971～1980年に架設された橋梁）

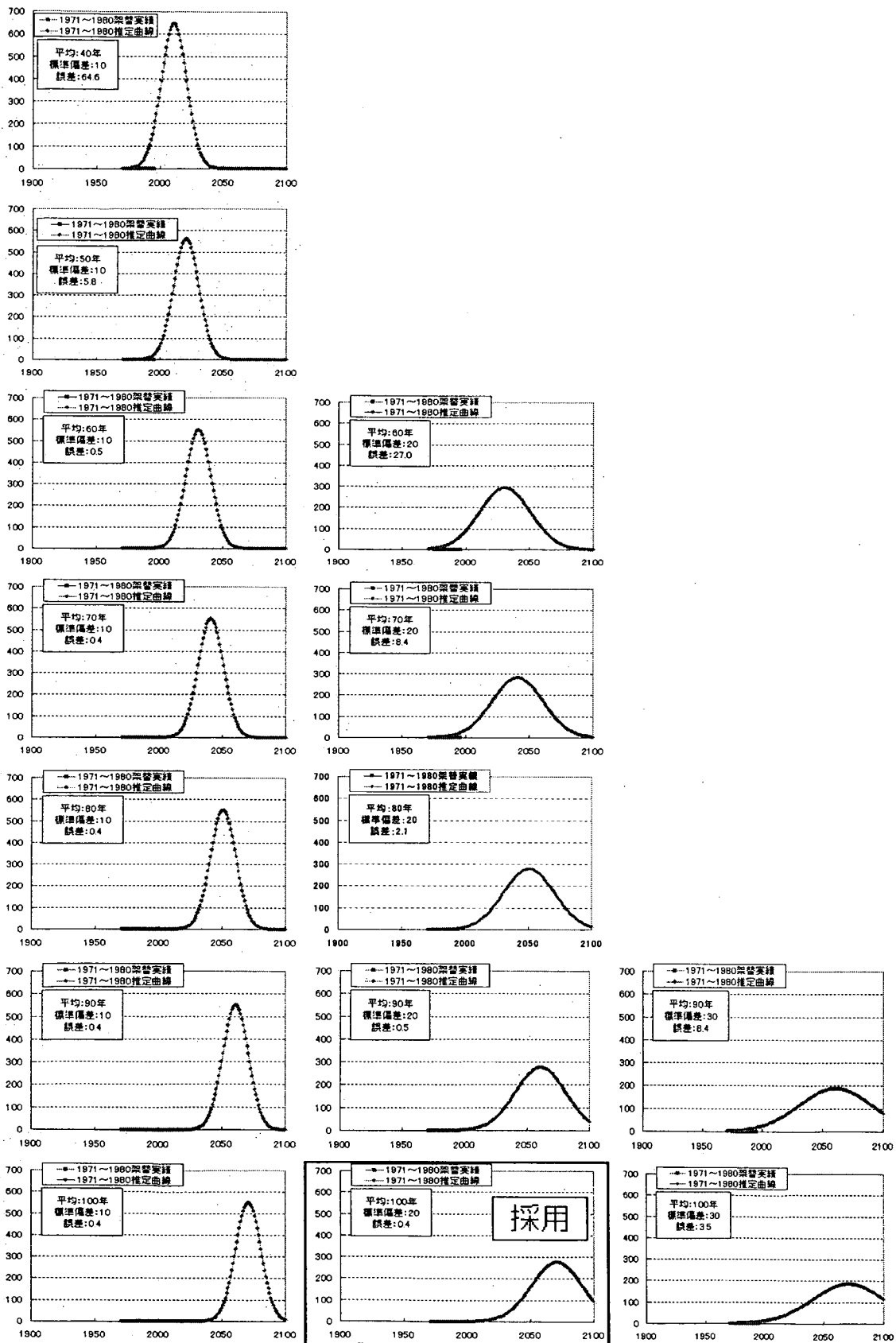


図-2.4.7 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1981～1990年に架設された橋梁）

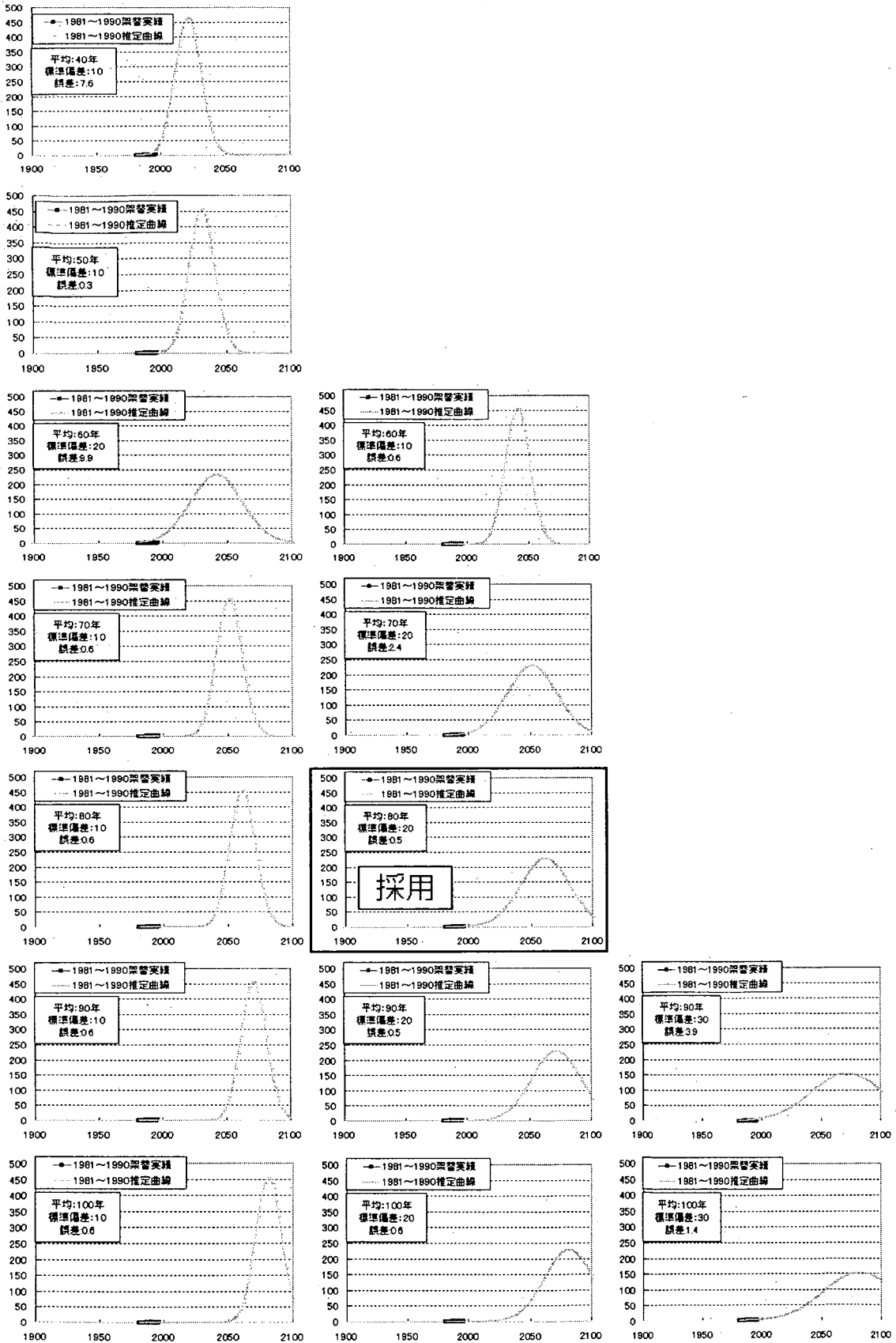


図-2.4.8 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1991～2000年に架設された橋梁）

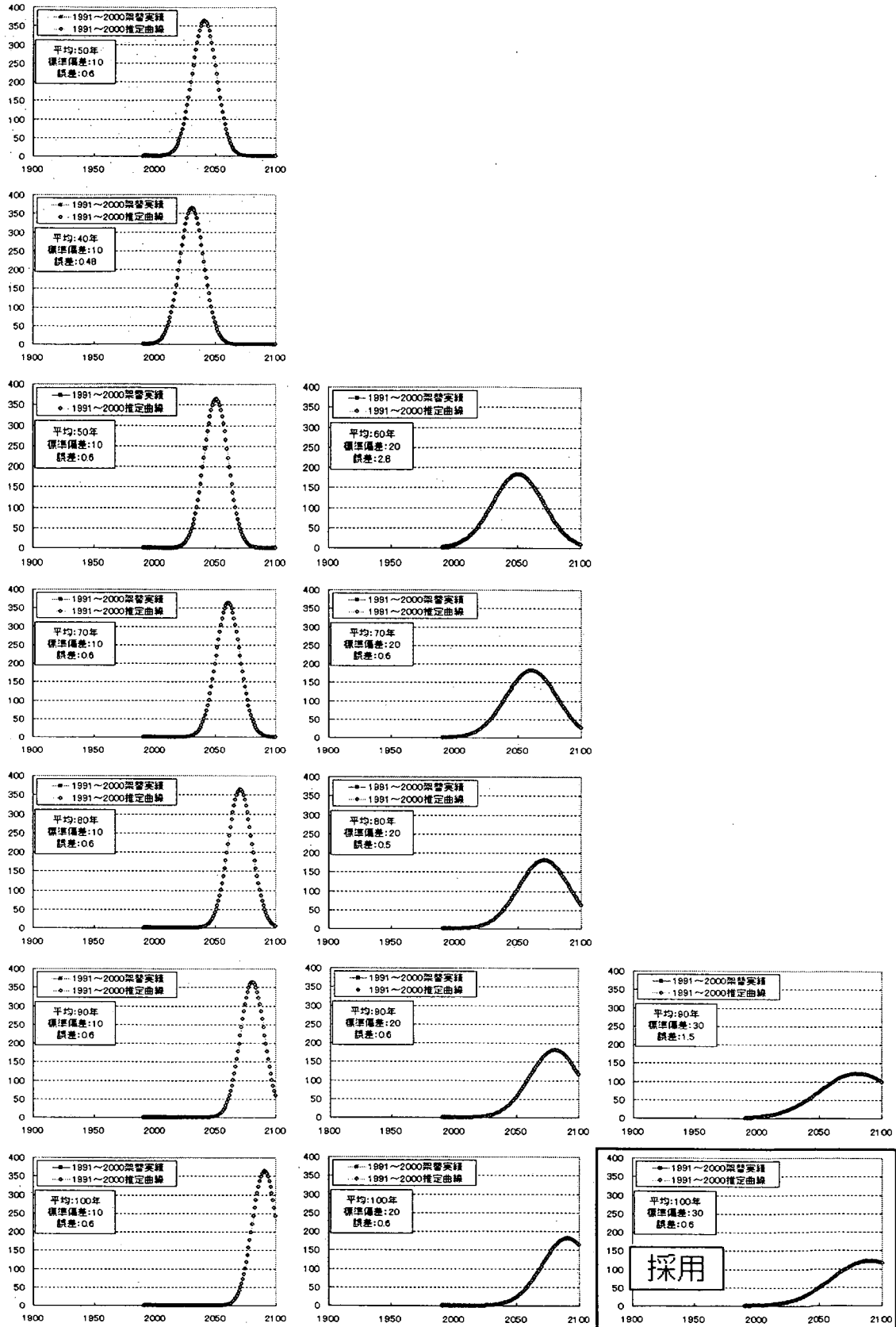


図-2.4.9 分布曲線の適合状況

(2) I-B

全橋種、損傷のみによる架替橋梁による推計結果を、表-2.4.3、図-2.4.10 に示す。
各年代での架替橋梁数への分布曲線の適合状況を図-2.4.11～2.4.18 に示す。

表-2.4.3 架設年代毎に特性

架設年次	平均寿命	標準偏差	備考
1920～1930	40	10	
1931～1940	40	10	
1941～1950	30	10	第二次世界大戦中
1951～1960	60	20	
1961～1970	70	20	
1971～1980	70	20	
1981～1990	100	30	架替データが少ない
1991～2000	100	30	架替データが少ない

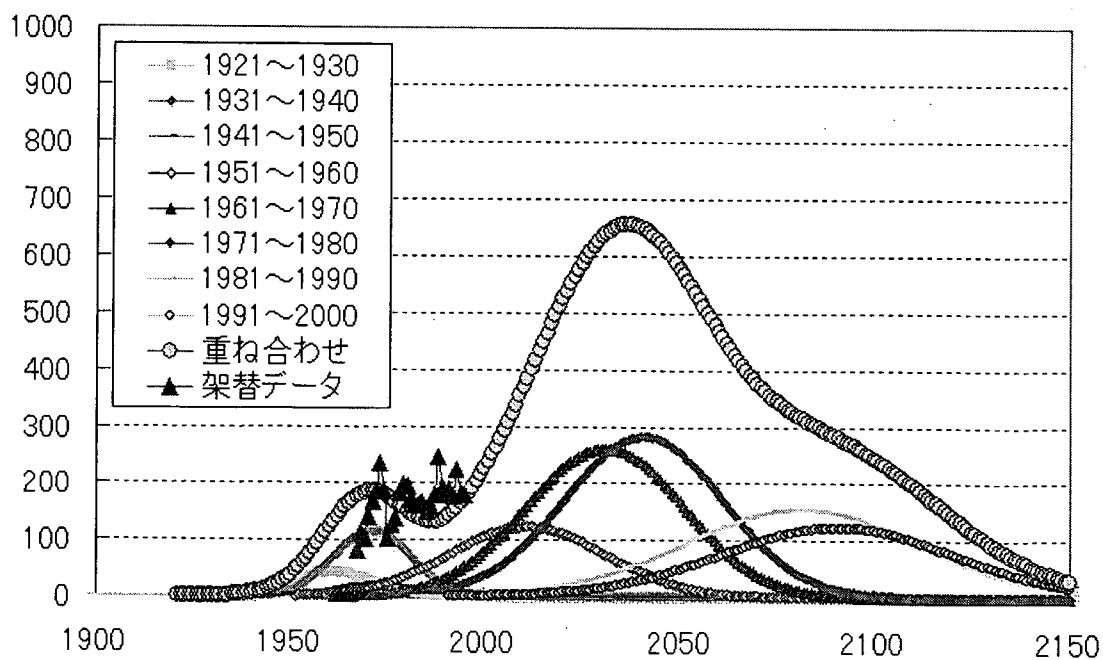


図-2.4.10 寿命分布曲線

◆寿命曲線の推定（1921～1930年に架設された橋梁）

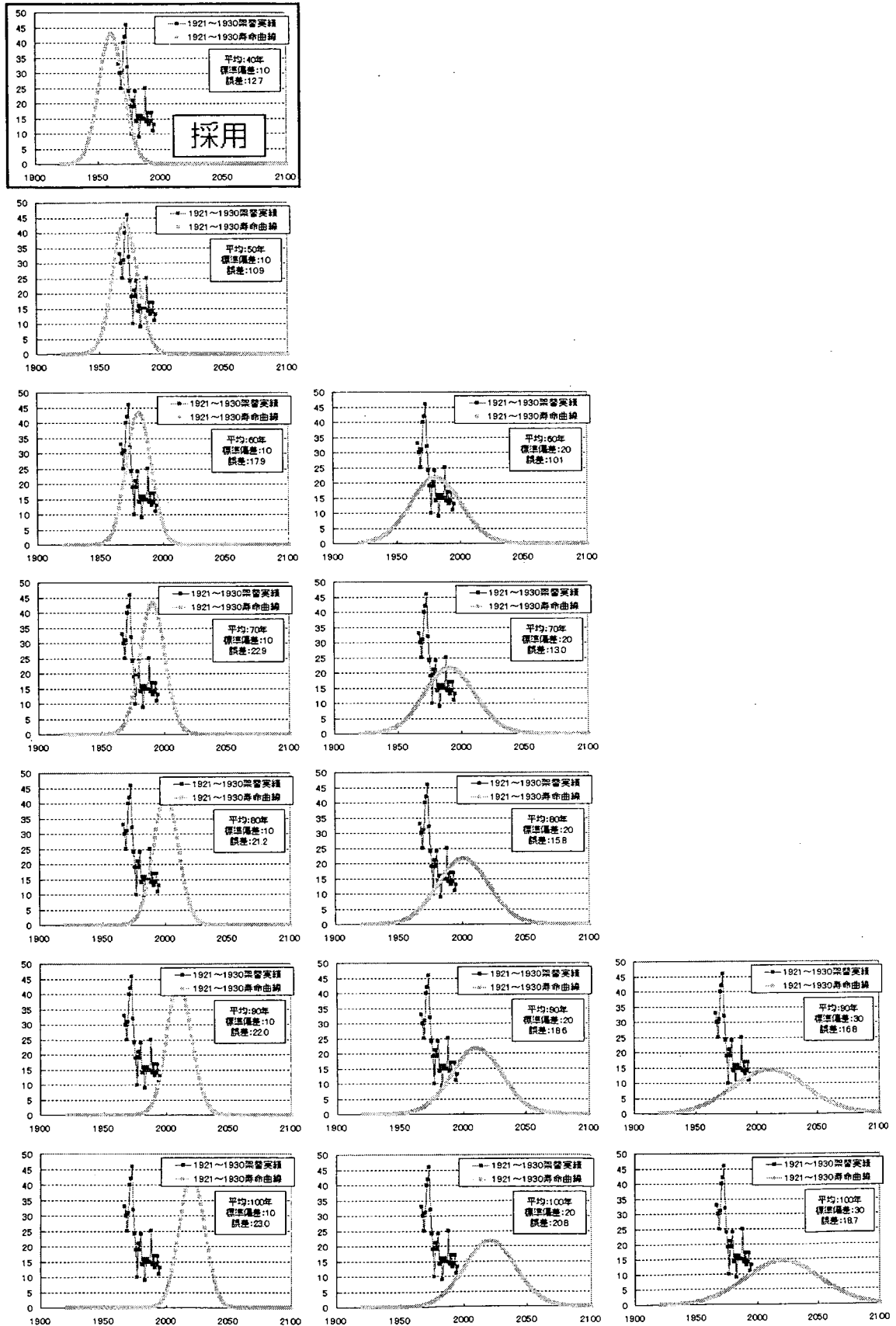


図-2.4.11 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1931～1940年に架設された橋梁）

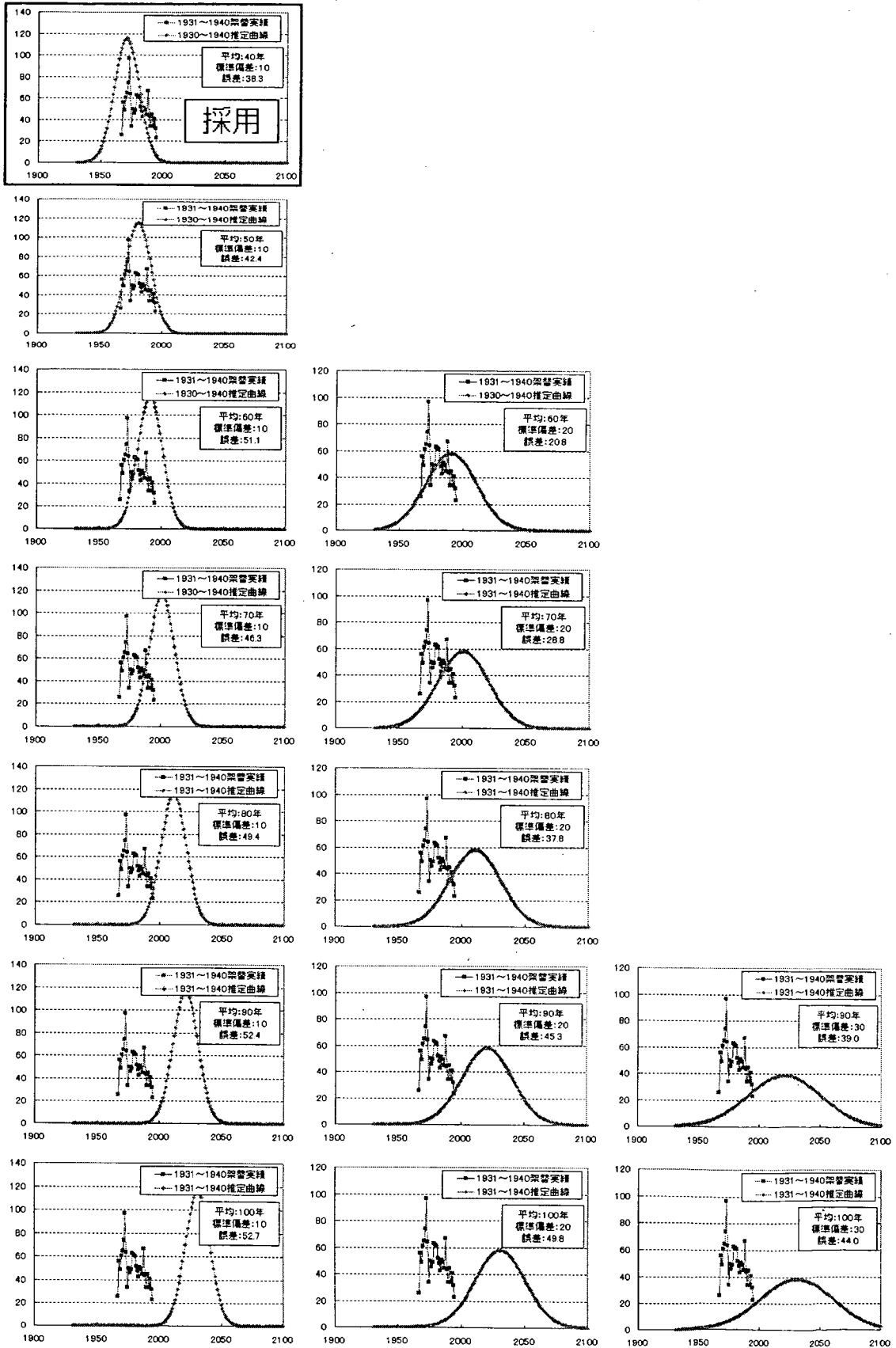


図-2.4.12 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1941～1950年に架設された橋梁）

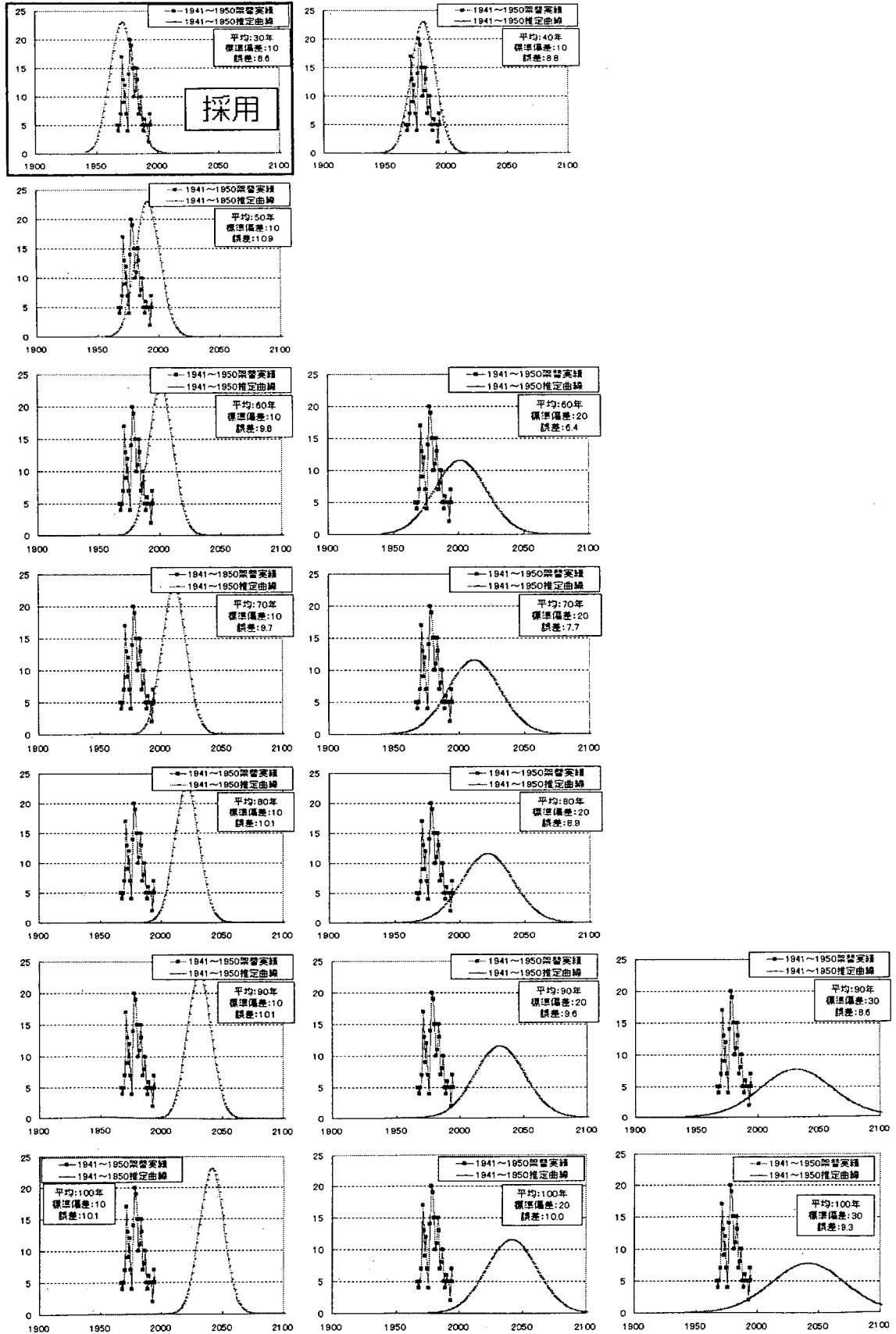


図-2.4.13 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1951～1960年に架設された橋梁）

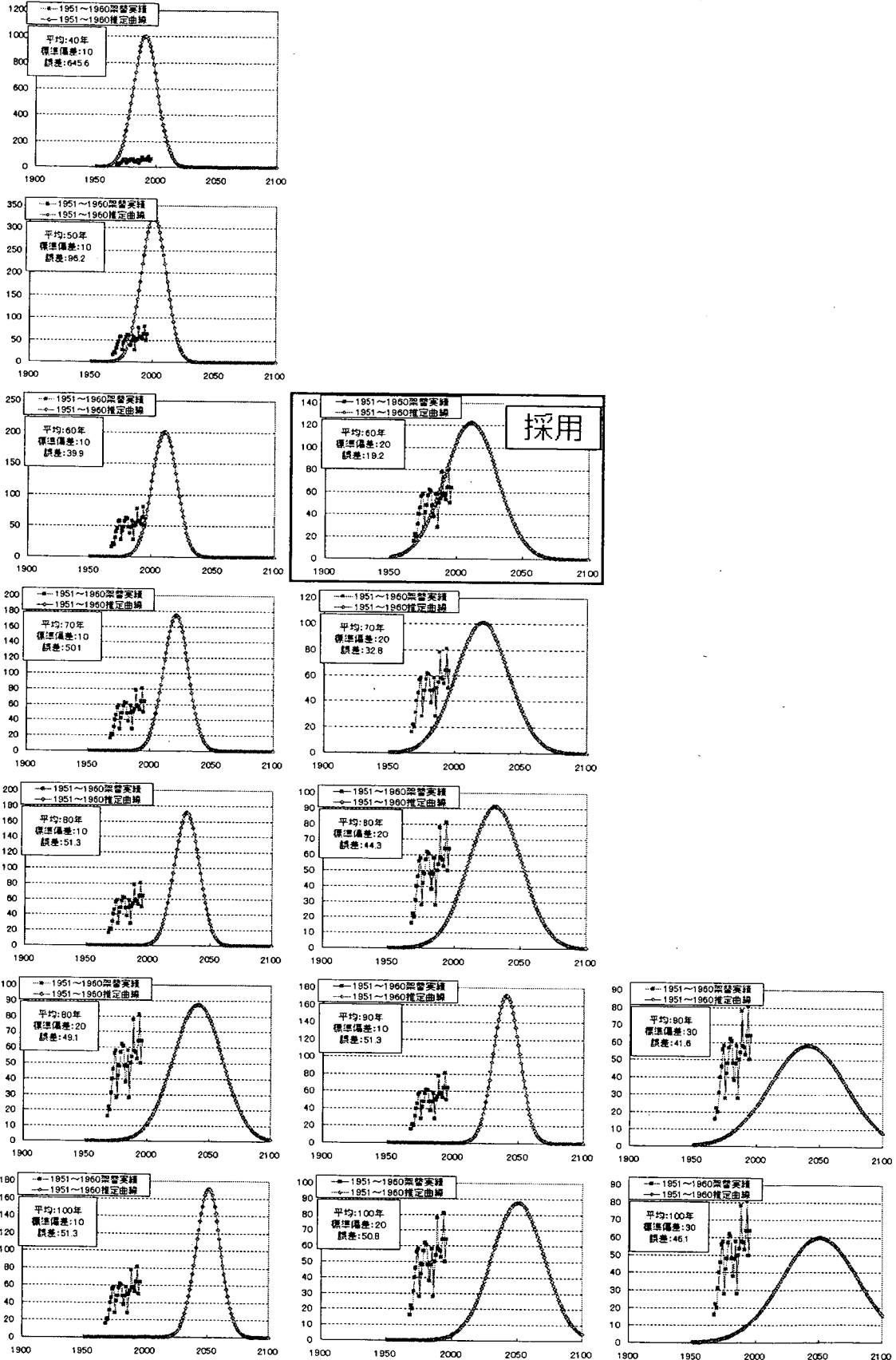


図-2.4.14 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1961～1970年に架設された橋梁）

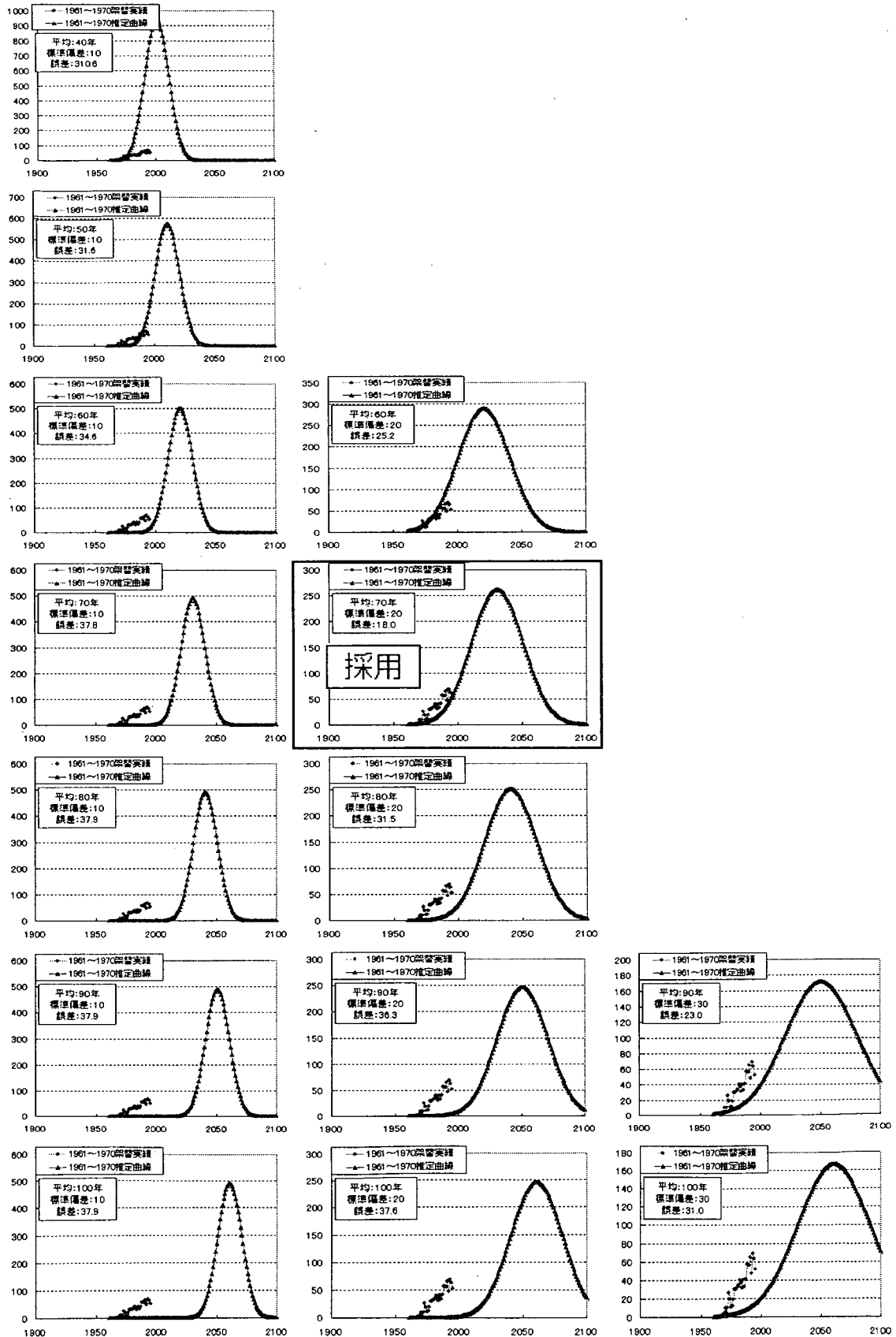


図-2.4.15 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1971～1980年に架設された橋梁）

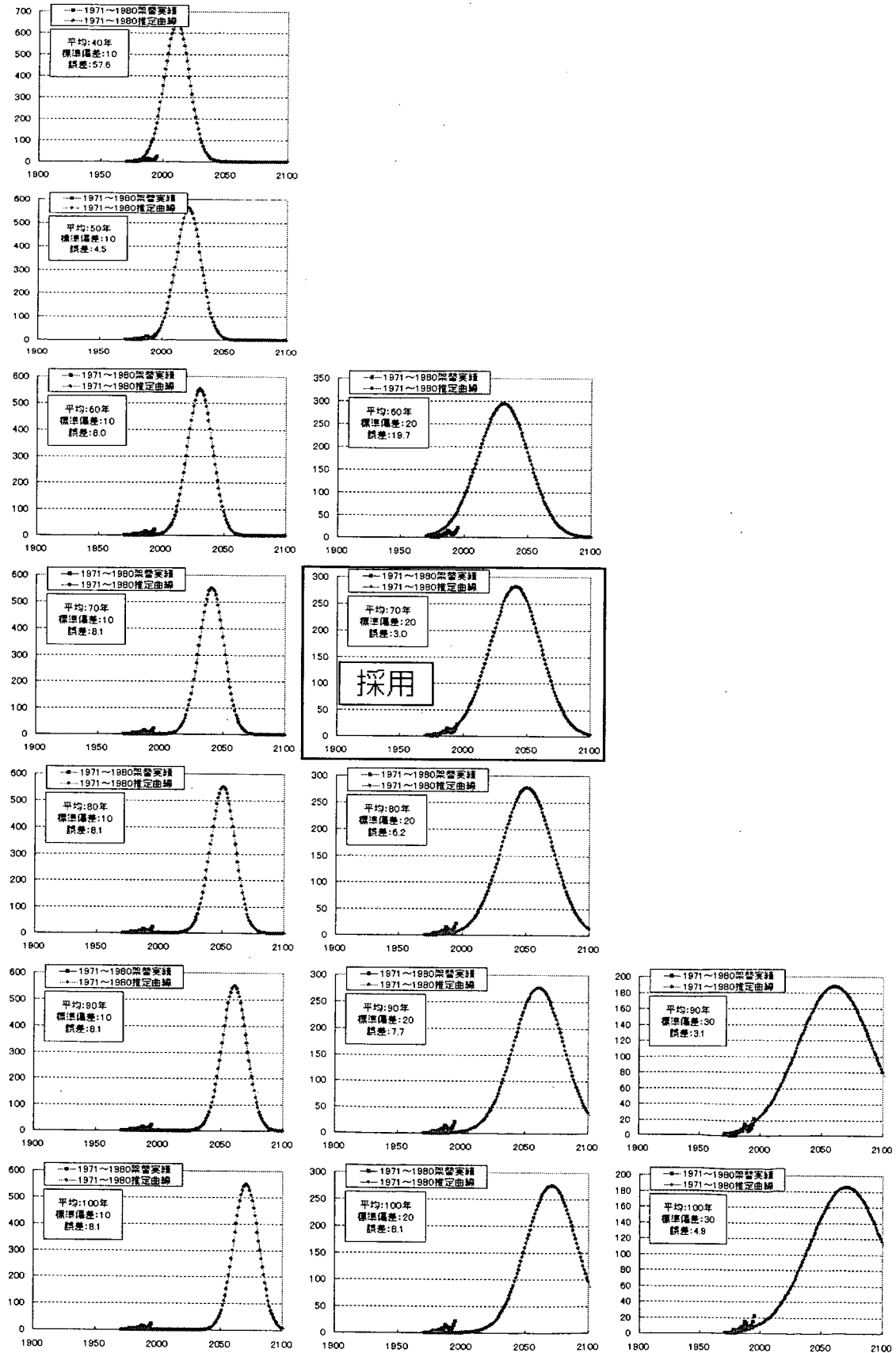


図-2.4.16 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1981～1990年に架設された橋梁）

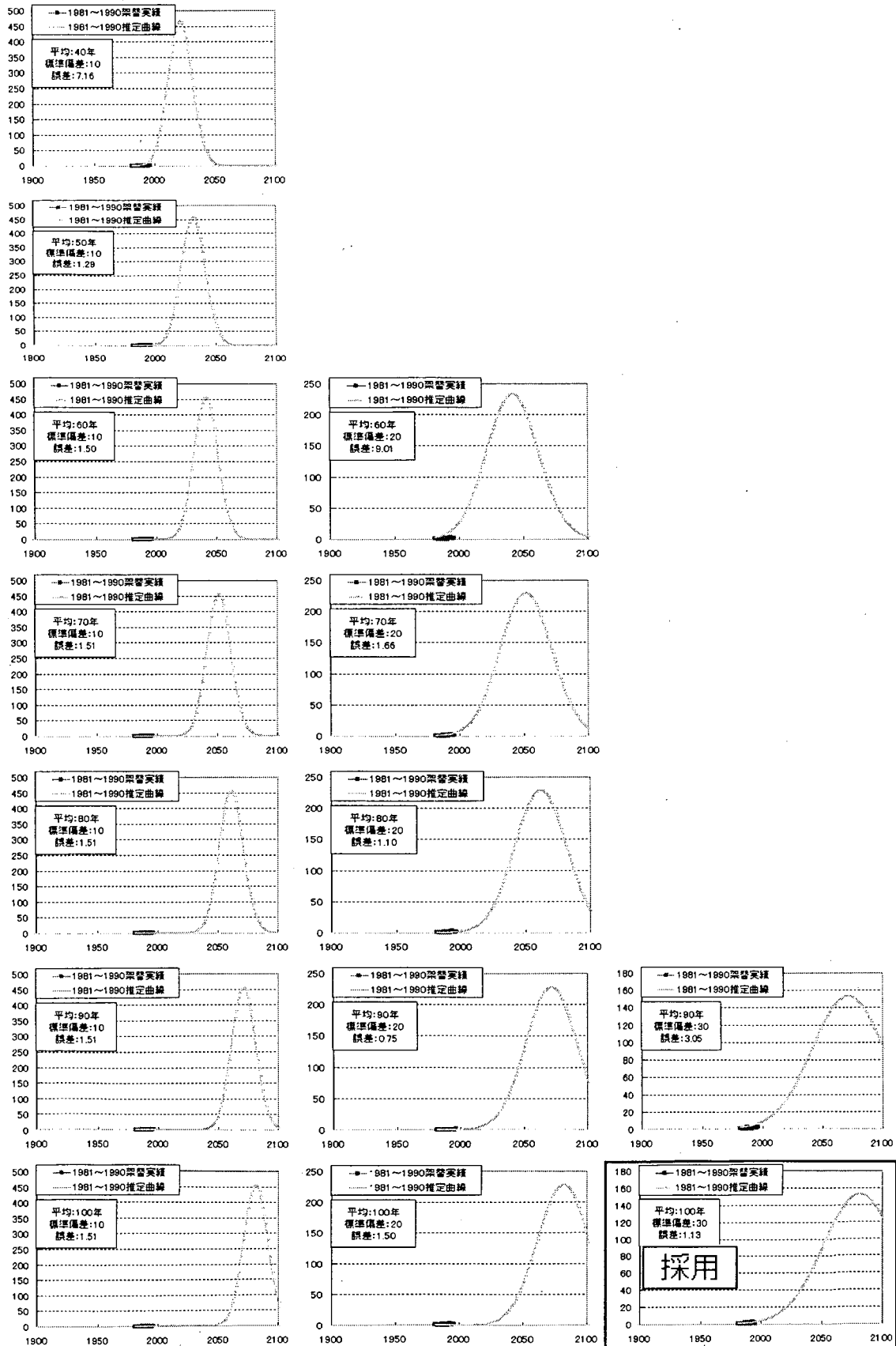


図-2.4.17 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1991～2000年に架設された橋梁）

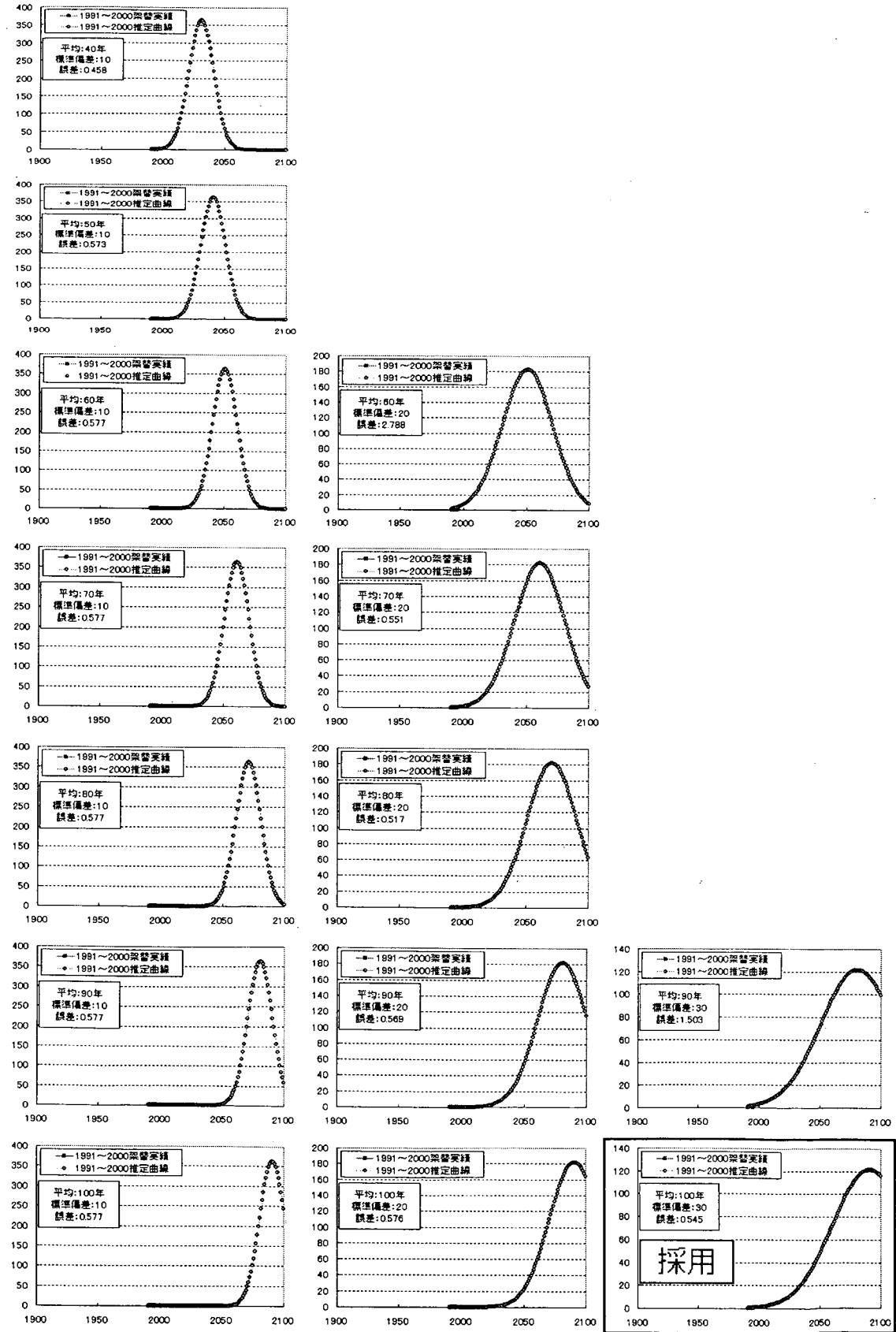


図-2.4.18 分布曲線の適合状況

(3) II-B

全橋種、損傷のみによる架替橋梁による推計結果を、表-2.4.4、図-2.4.19 に示す。
各年代での架替橋梁数への分布曲線の適合状況を図-2.4.20 ~ 2.4.27 に示す。

表-2.4.4 架設年代毎の特性

架設年次	平均寿命	標準偏差	備考
1920~1930	50	10	
1931~1940	40	10	
1941~1950	30	10	第二次世界大戦中
1951~1960	60	20	
1961~1970	70	20	
1971~1980	70	20	
1981~1990	100	30	架替データが少ない
1991~2000	100	30	架替データが少ない

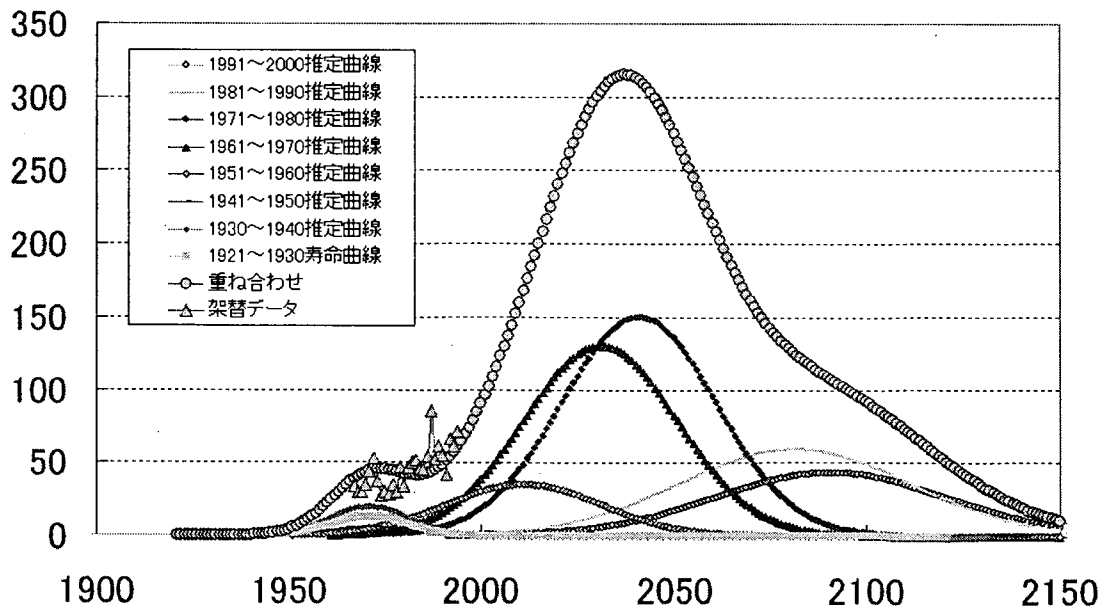


図-2.4.19 寿命分布曲線

◆寿命曲線の推定（1921～1930年に架設された橋梁）

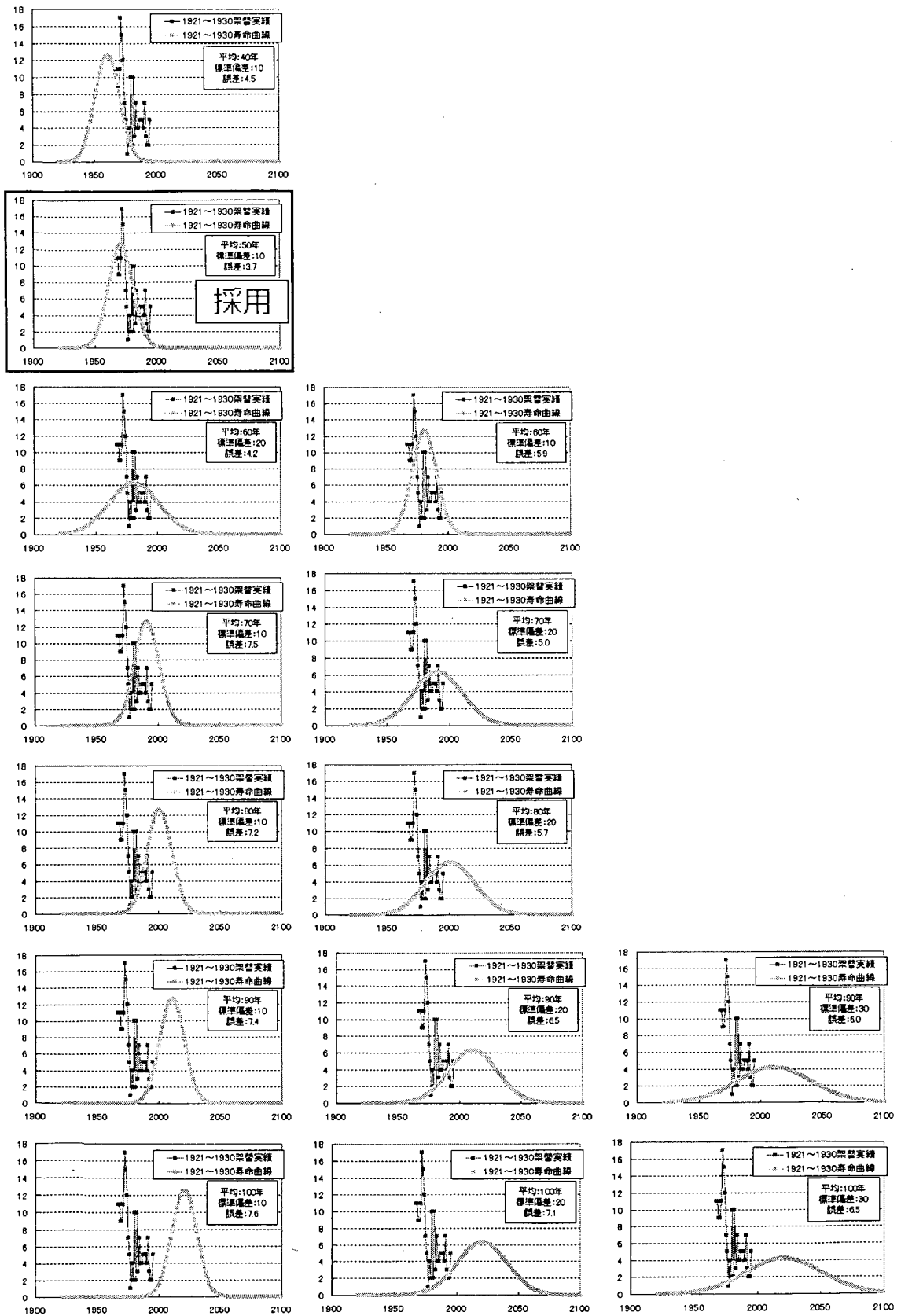


図-2.4.20 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1931～1940年に架設された橋梁）

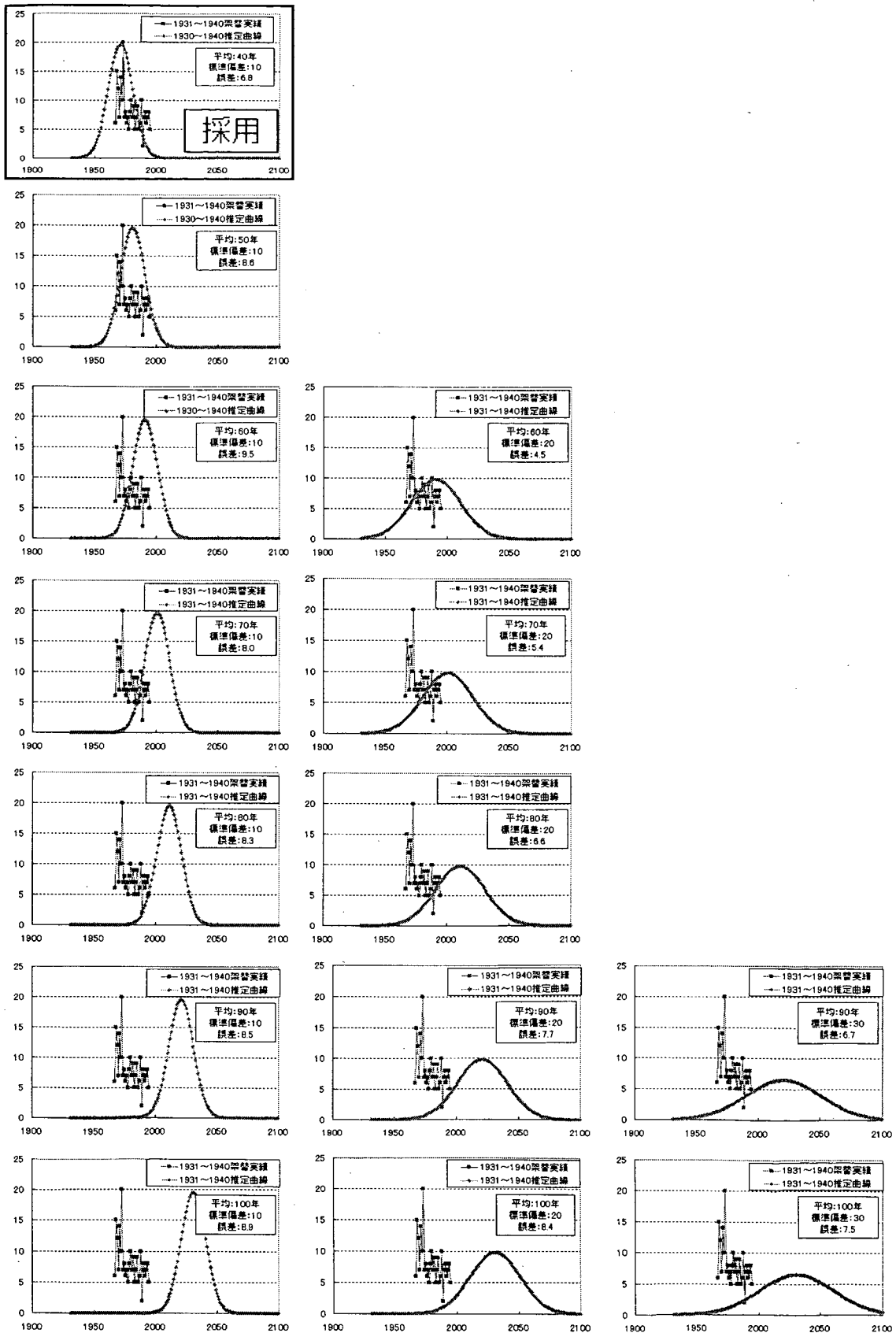


図-2.4.21 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1941～1950年に架設された橋梁）

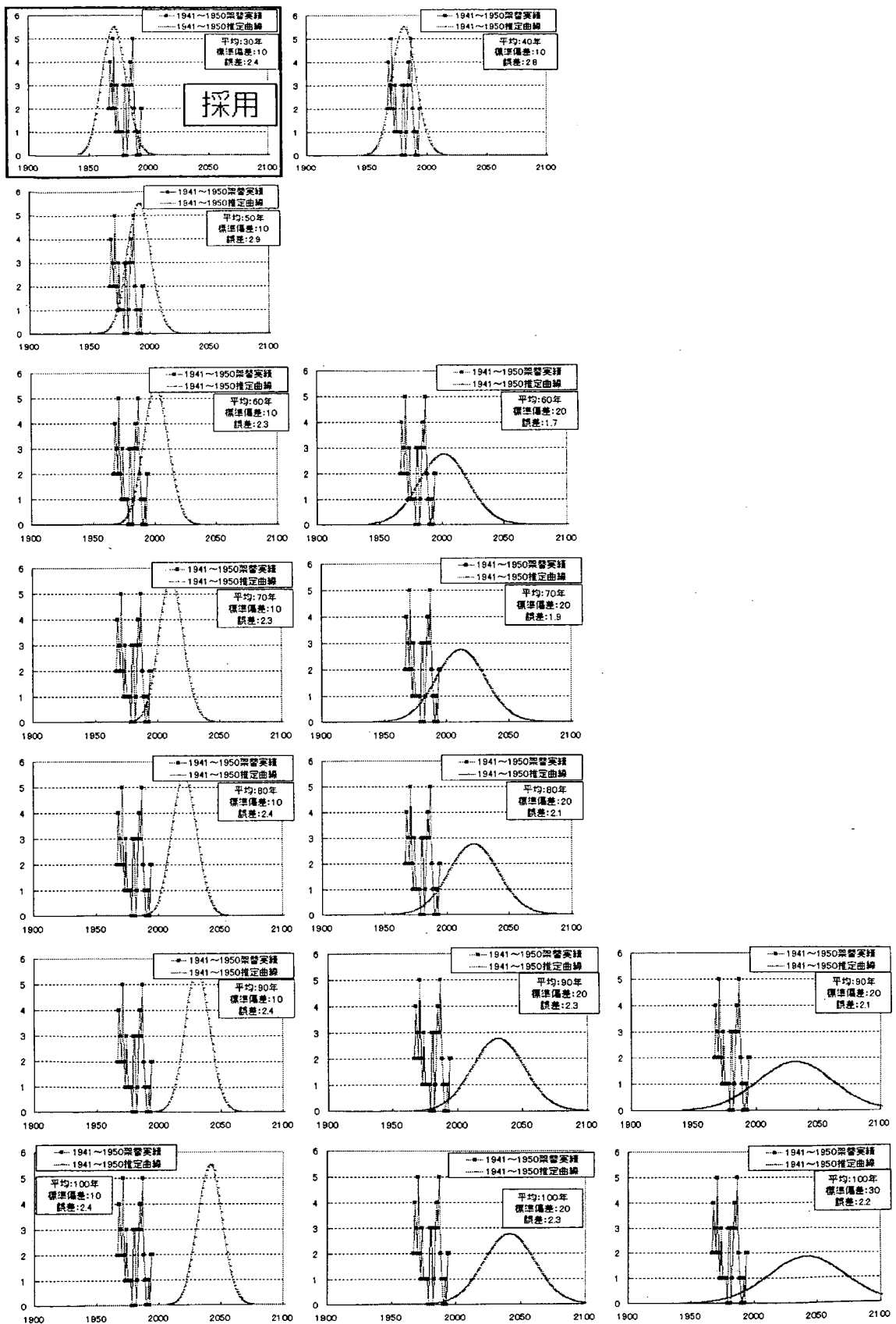


図-2.4.22 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1951～1960年に架設された橋梁）

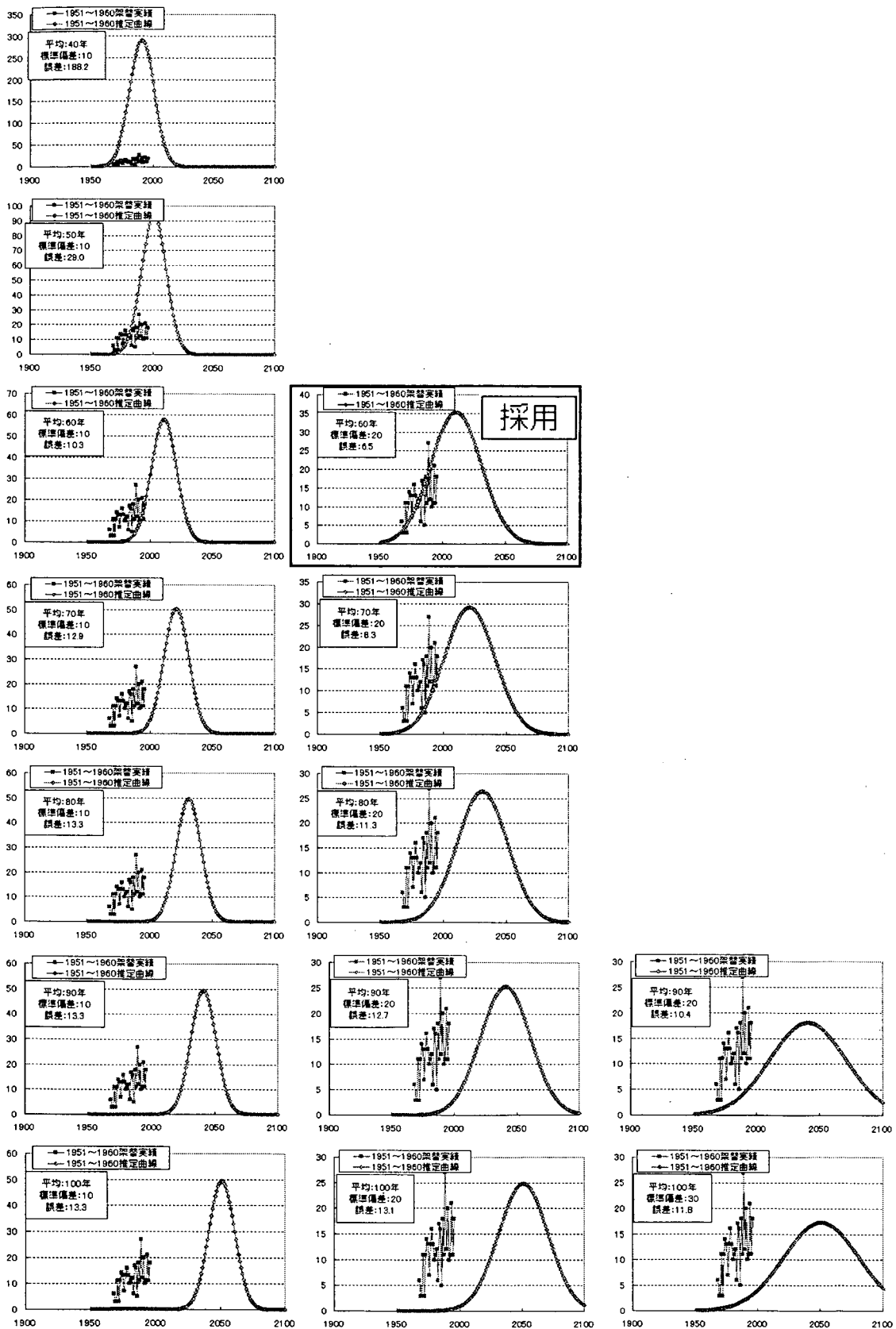


図-2.4.23 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1961～1970年に架設された橋梁）

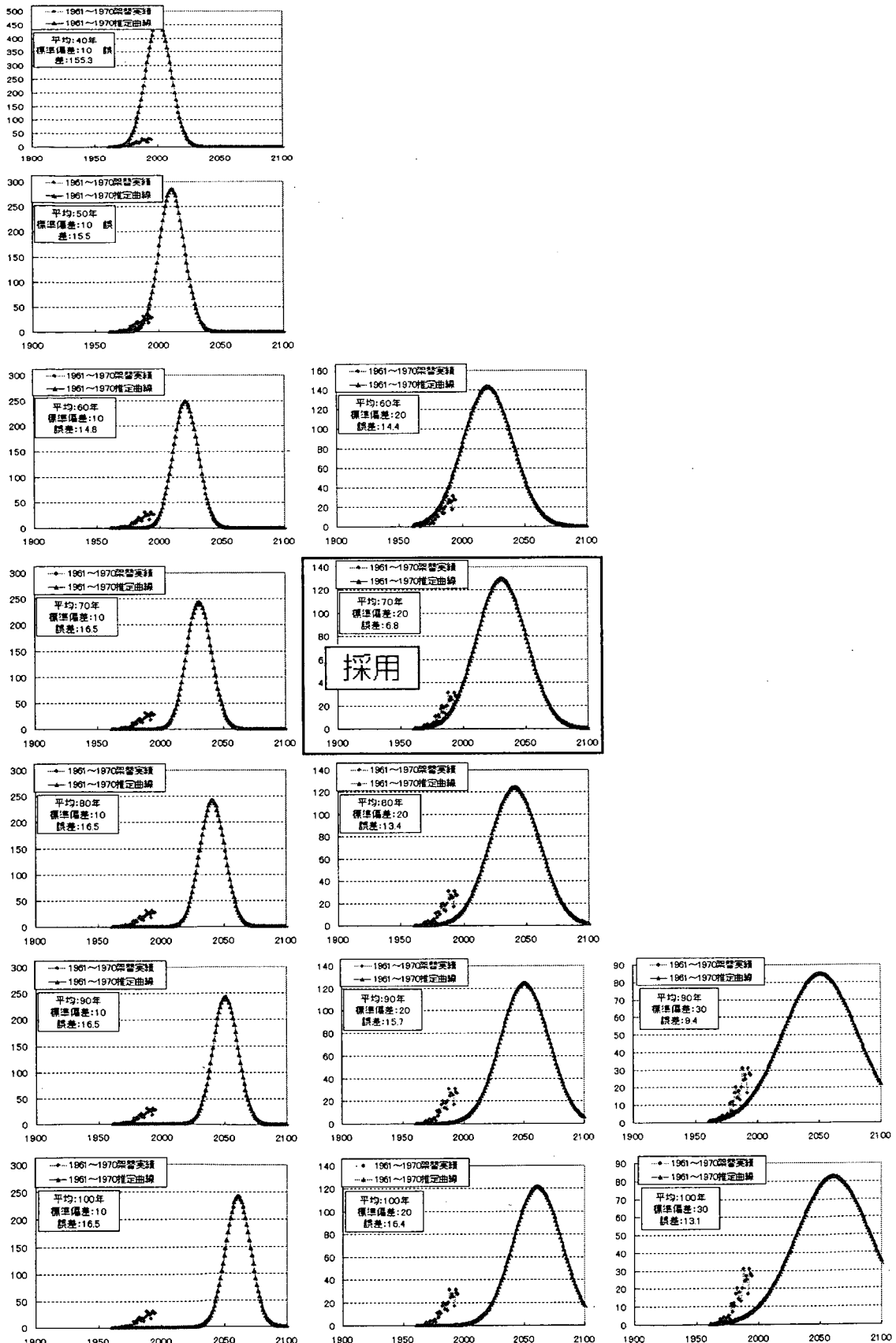


図-2.4.24 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1971～1980年に架設された橋梁）

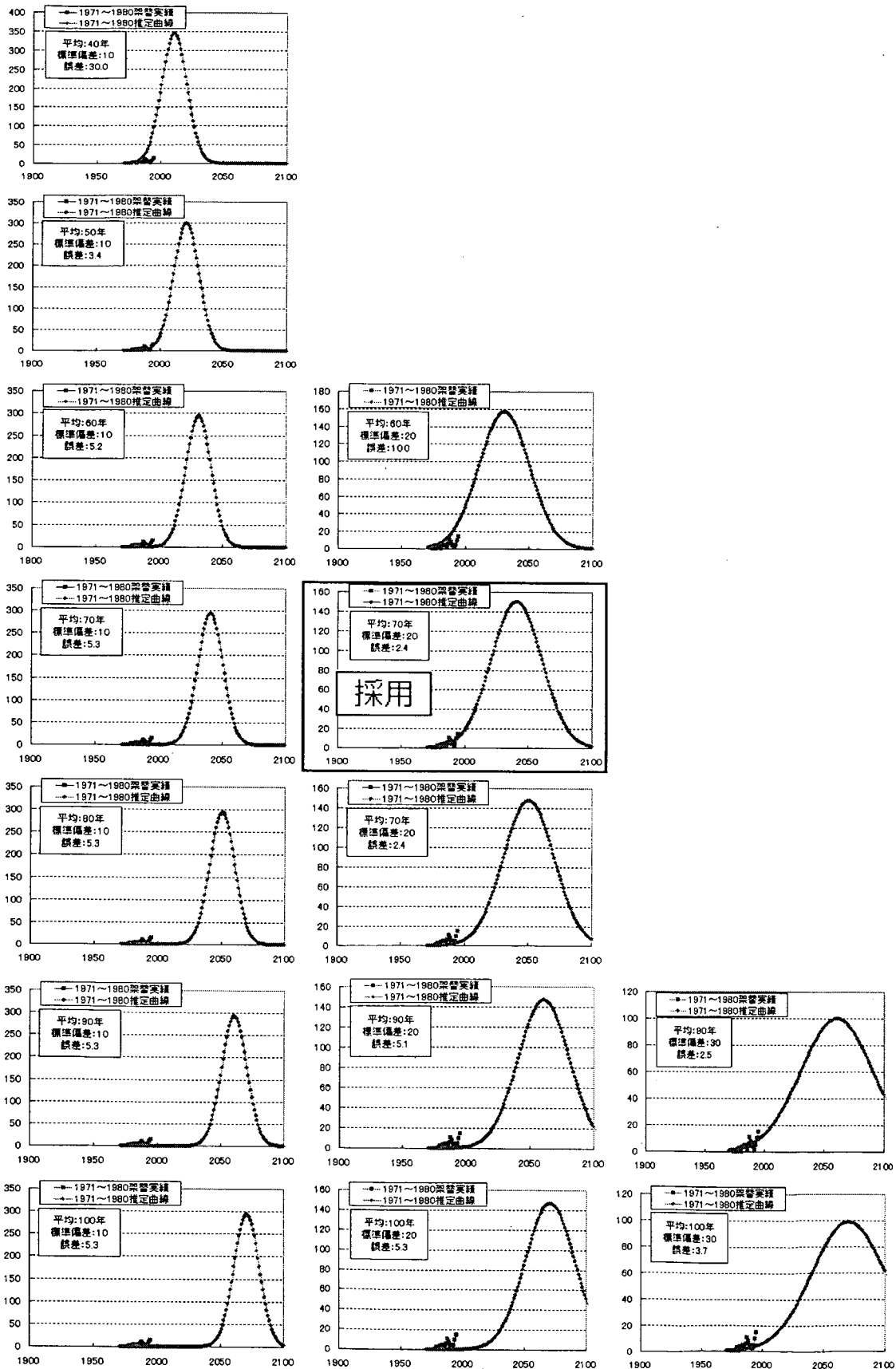


図-2.4.25 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1981～1990年に架設された橋梁）

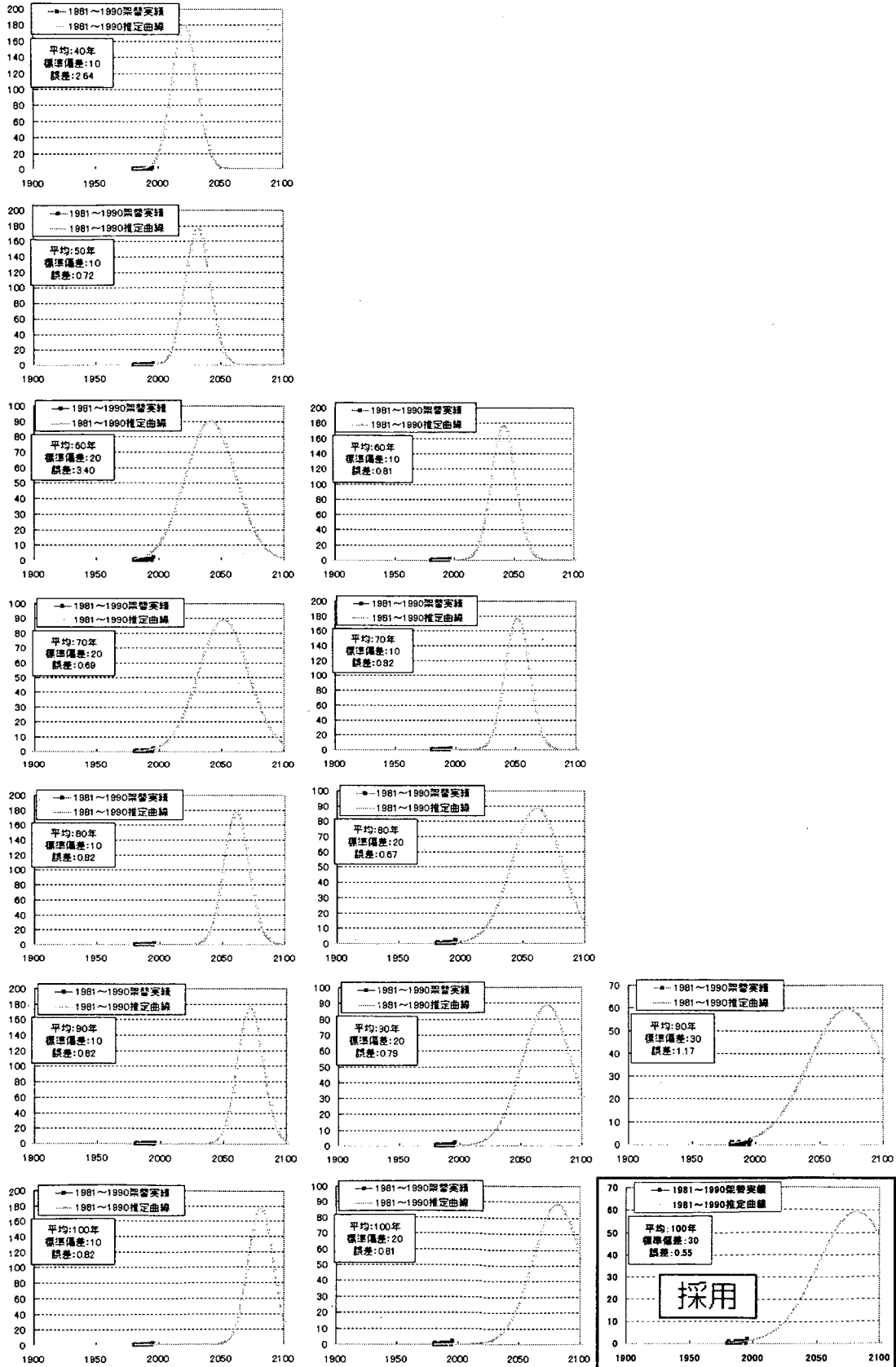


図-2.4.26 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1991～2000年に架設された橋梁）

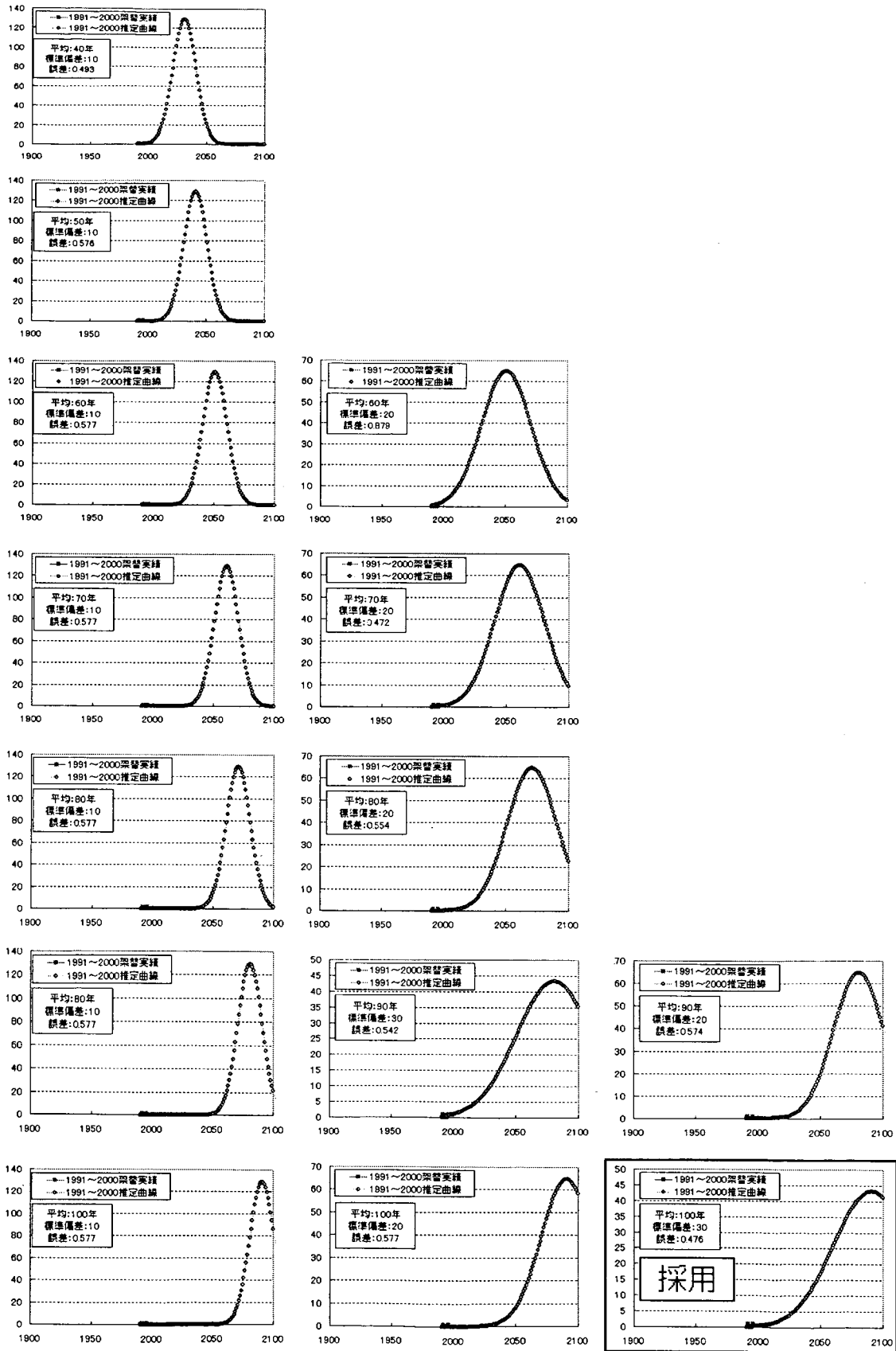


図-2.4.27 分布曲線の適合状況

(4) III-B

全橋種、損傷のみによる架替橋梁による推計結果を、表-2.4.5、図-2.4.28 に示す。
各年代での架替橋梁数への分布曲線の適合状況を図-2.4.29 ~2.4.36 に示す。

表-2.4.5 架設年代毎の特性

架設年次	平均寿命	標準偏差	備考
1920~1930	60	20	
1931~1940	60	20	
1941~1950	60	20	第二次世界大戦中
1951~1960	60	20	
1961~1970	70	20	
1971~1980	100	30	
1981~1990	100	30	架替データが少ない
1991~2000	100	30	架替データが少ない

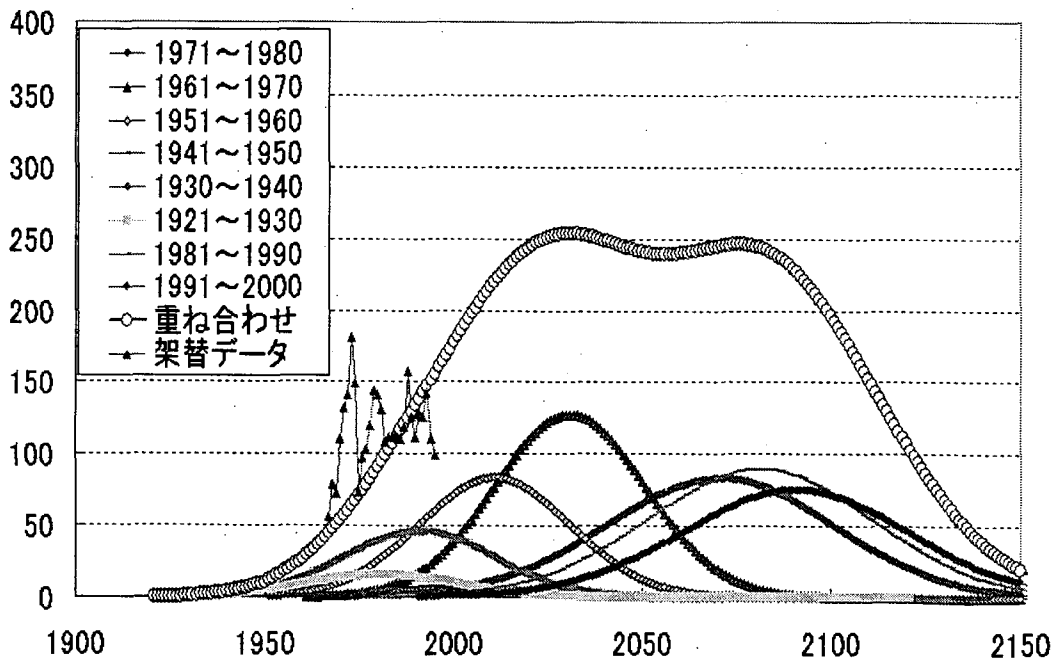


図-2.4.28 寿命分布曲線

◆寿命曲線の推定（1921～1930年に架設された橋梁）

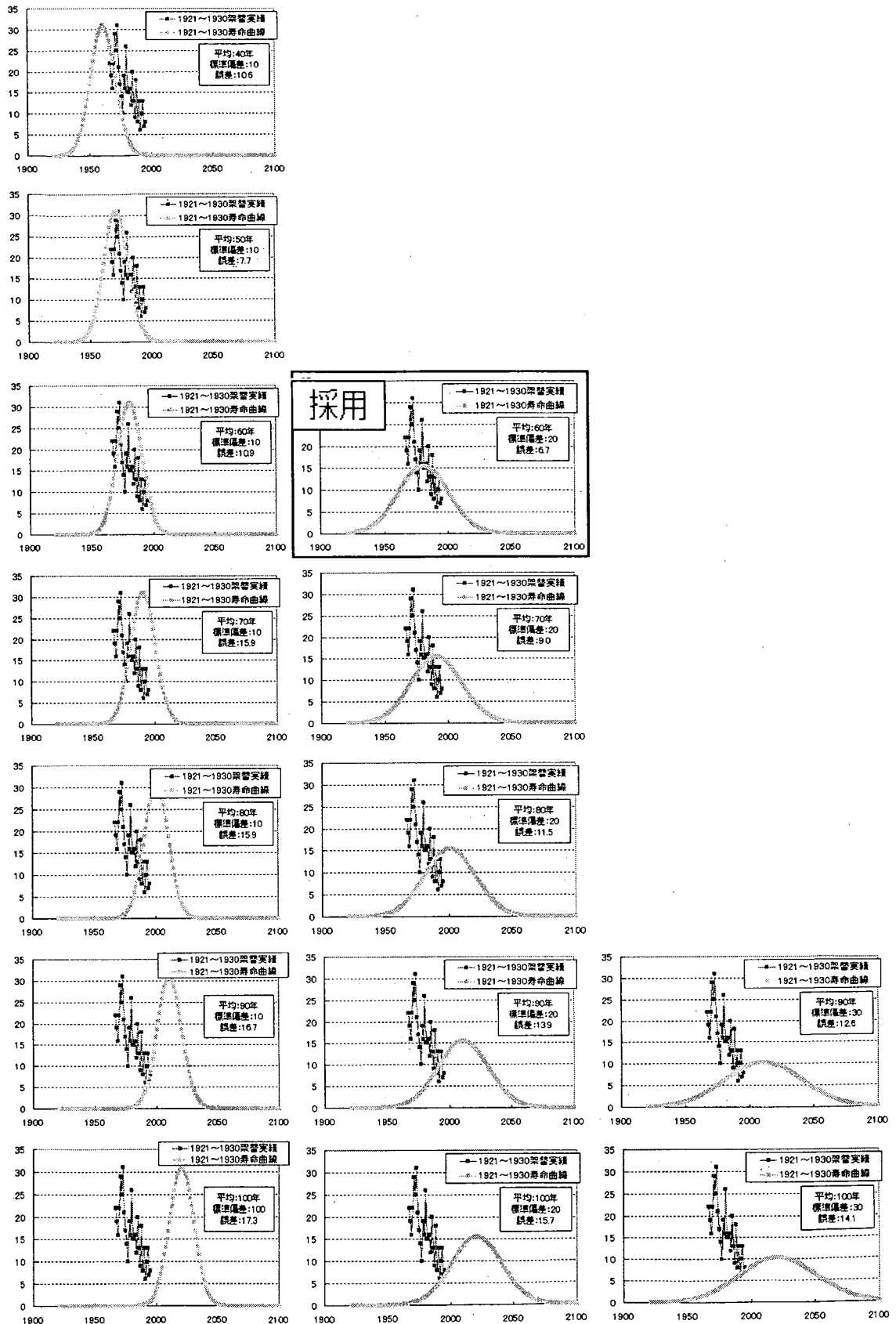


図-2.4.29 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1931～1940年に架設された橋梁）

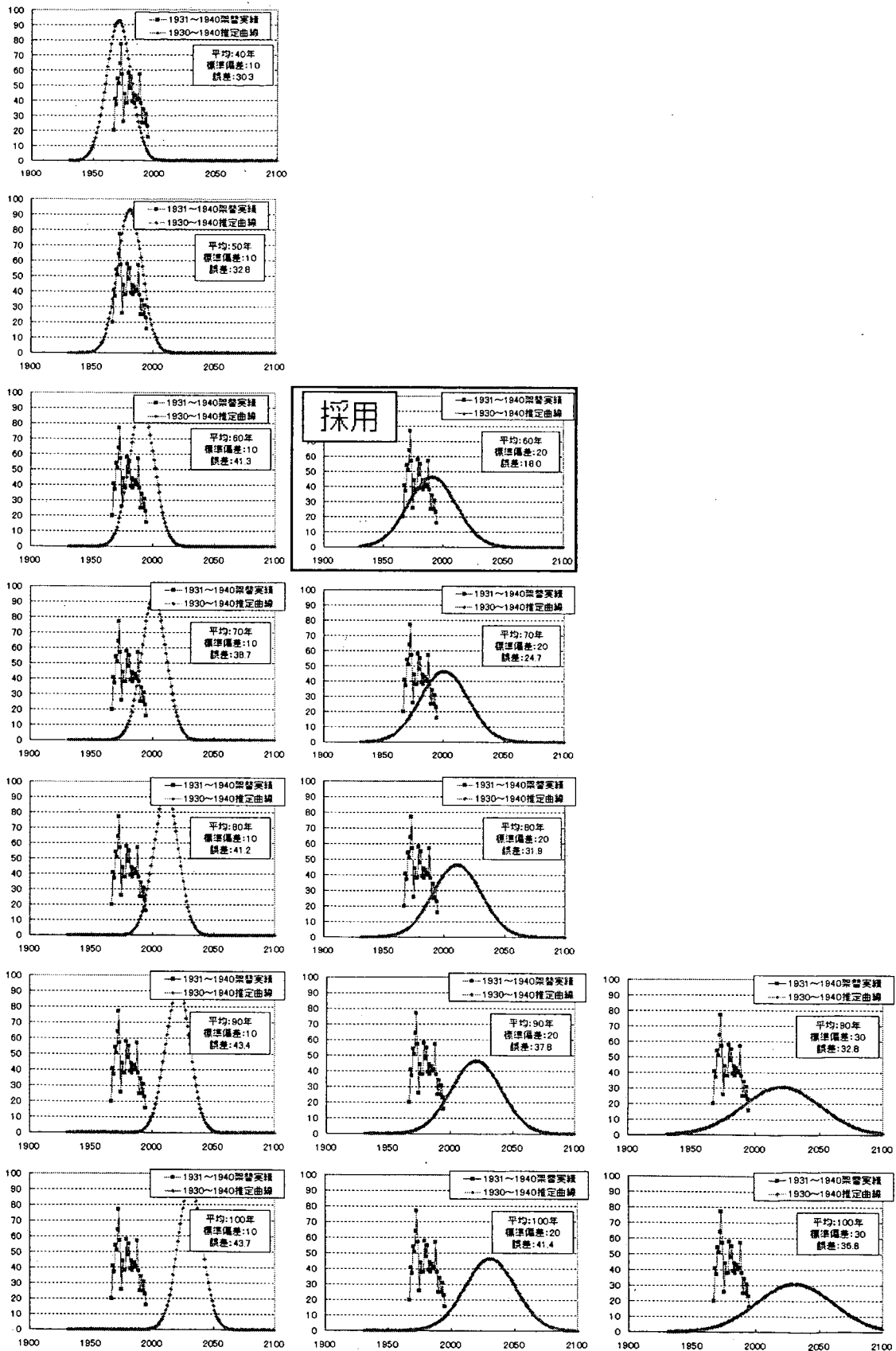


図-2.4.30 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1941～1950年に架設された橋梁）

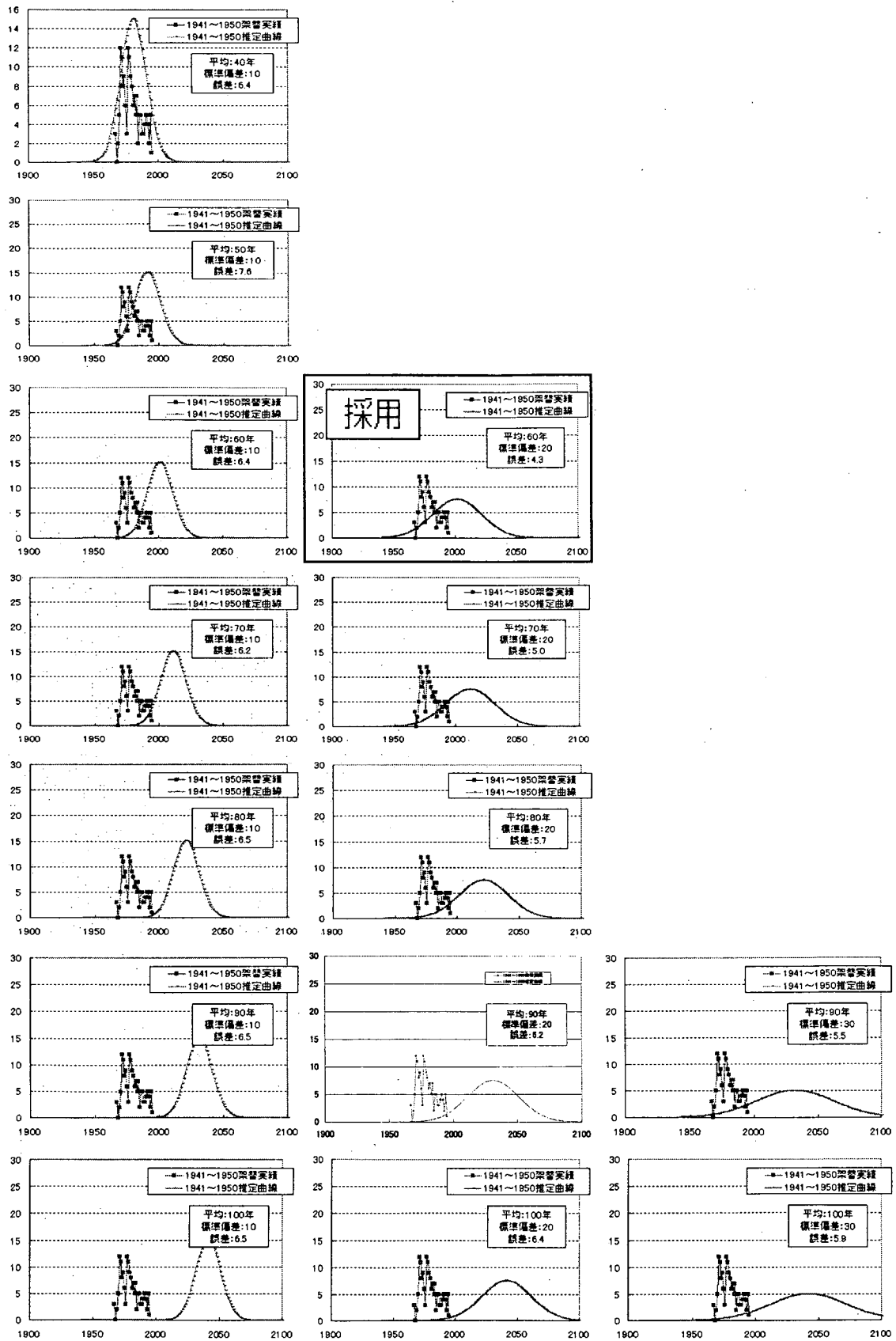


図-2.4.31 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1951～1960年に架設された橋梁）

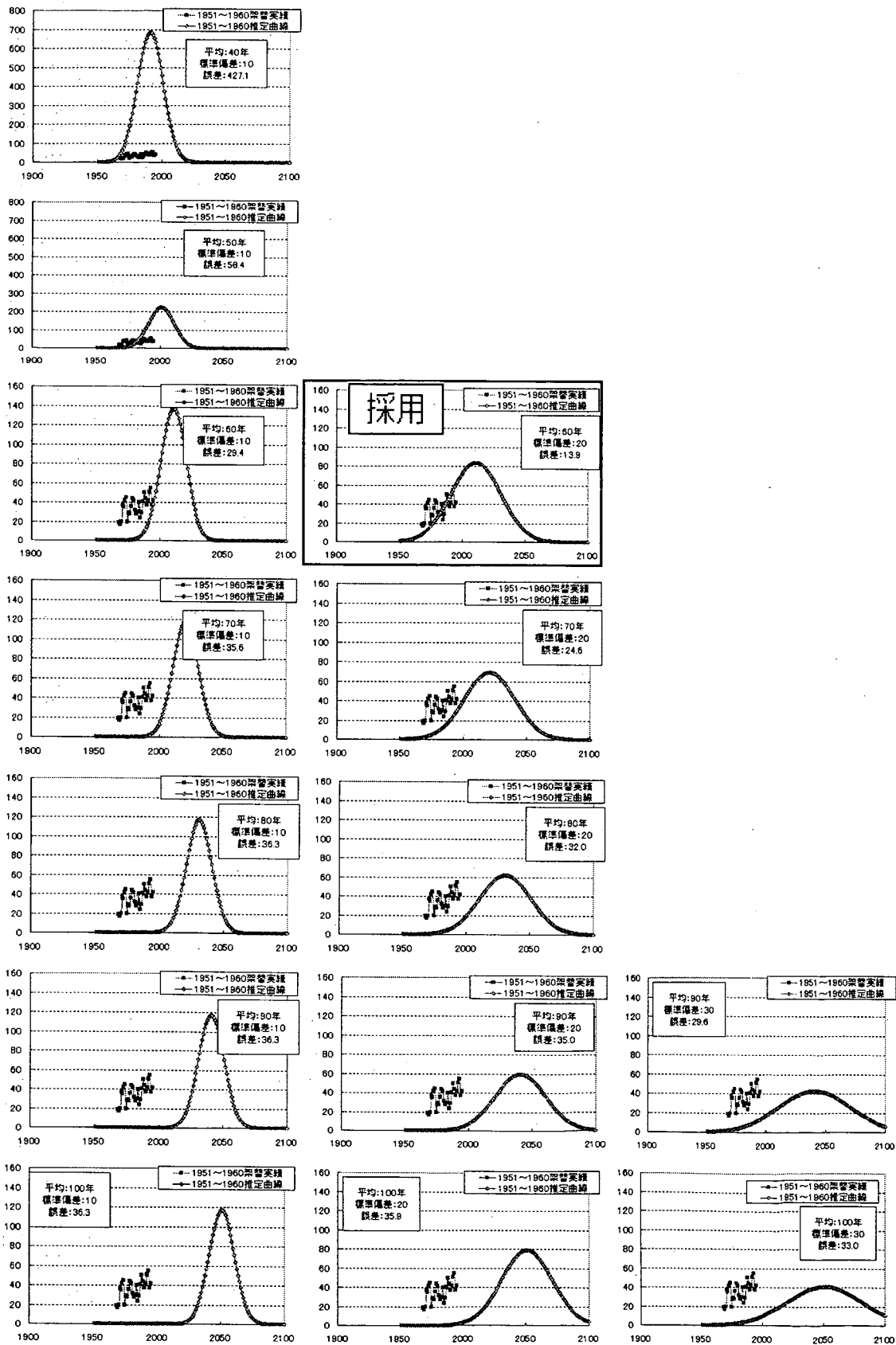


図-2.4.32 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1961～1970年に架設された橋梁）

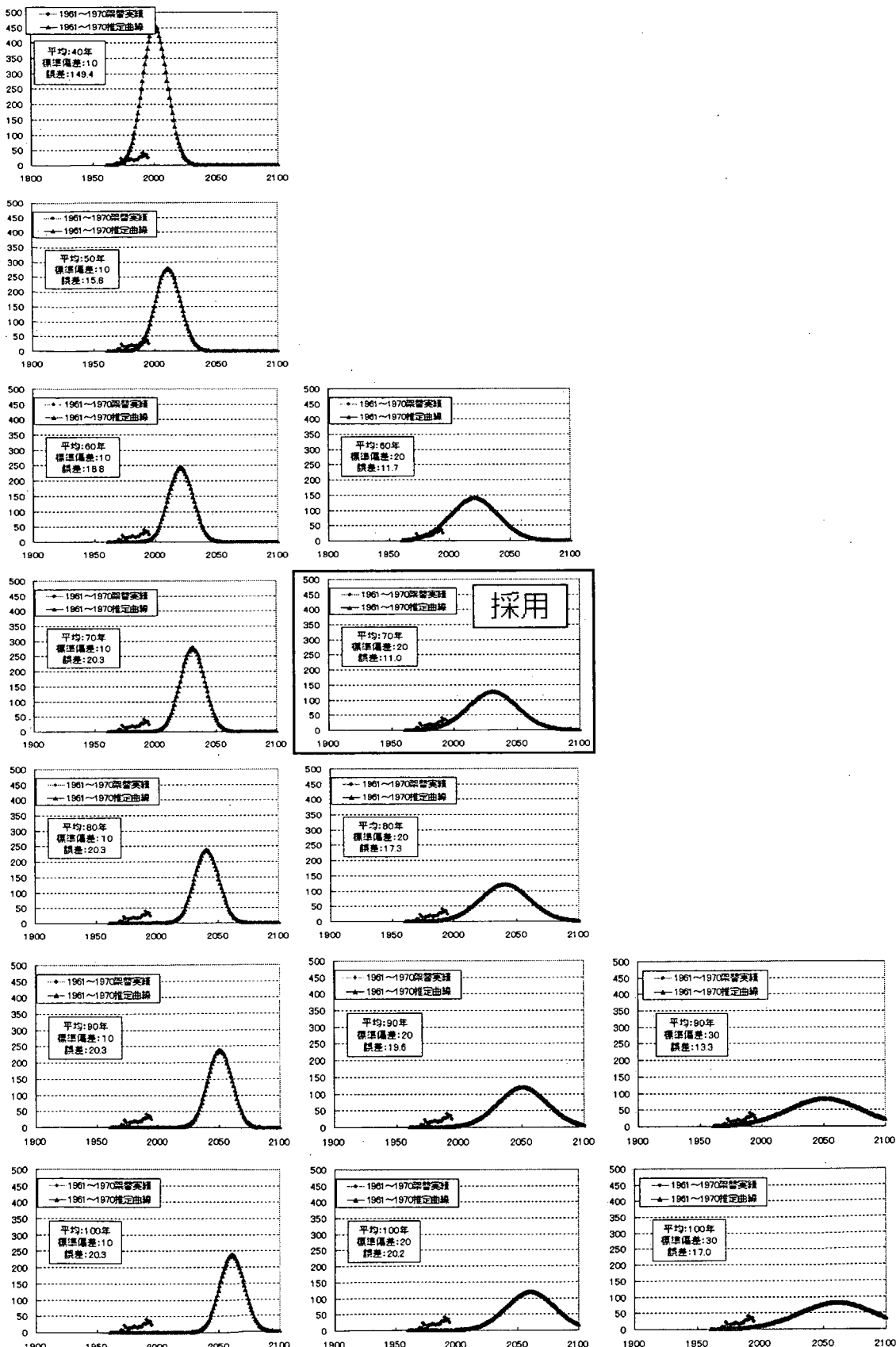


図-2.4.33 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1971～1980年に架設された橋梁）

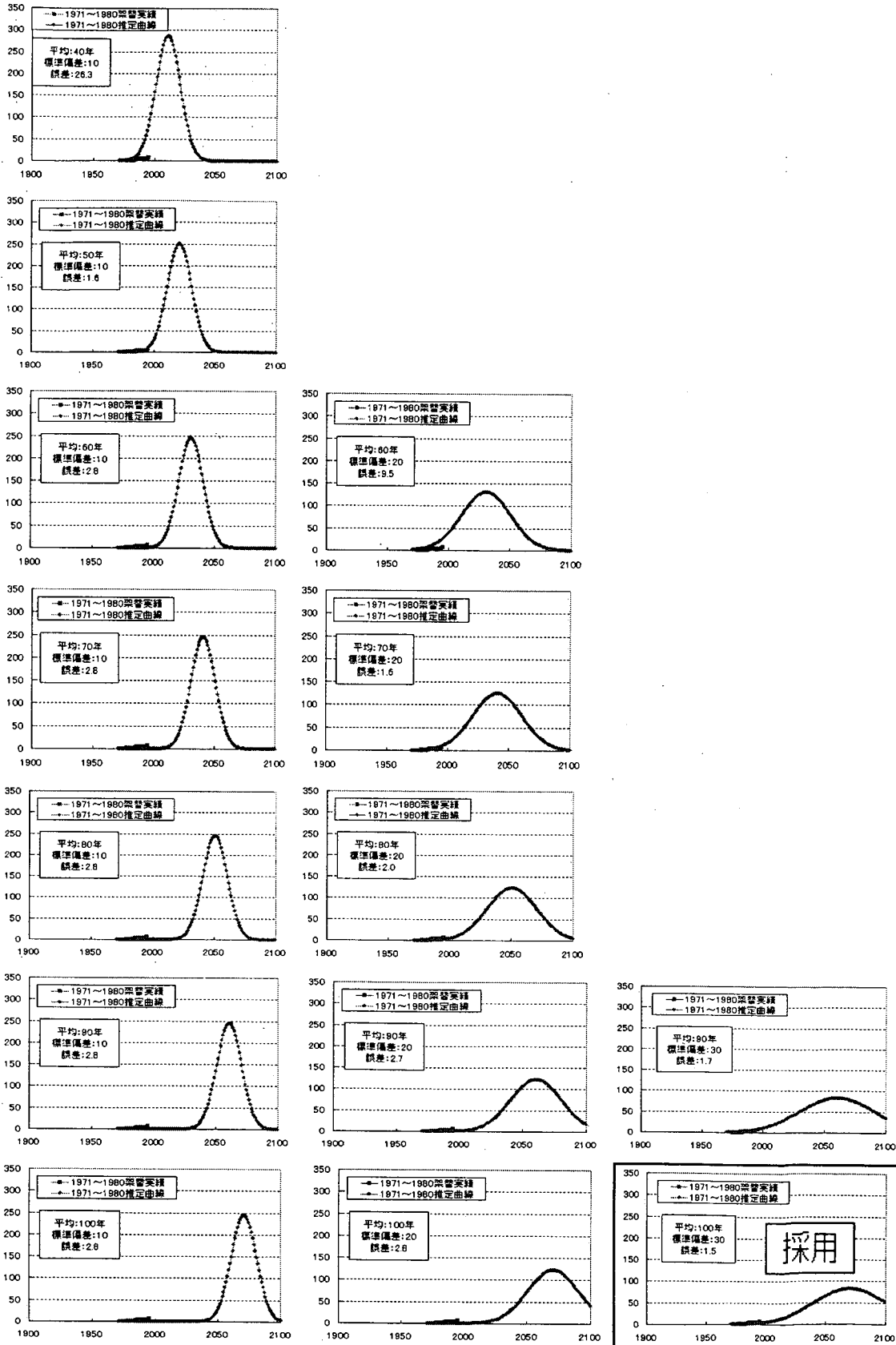


図-2.4.34 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1981～1990年に架設された橋梁）

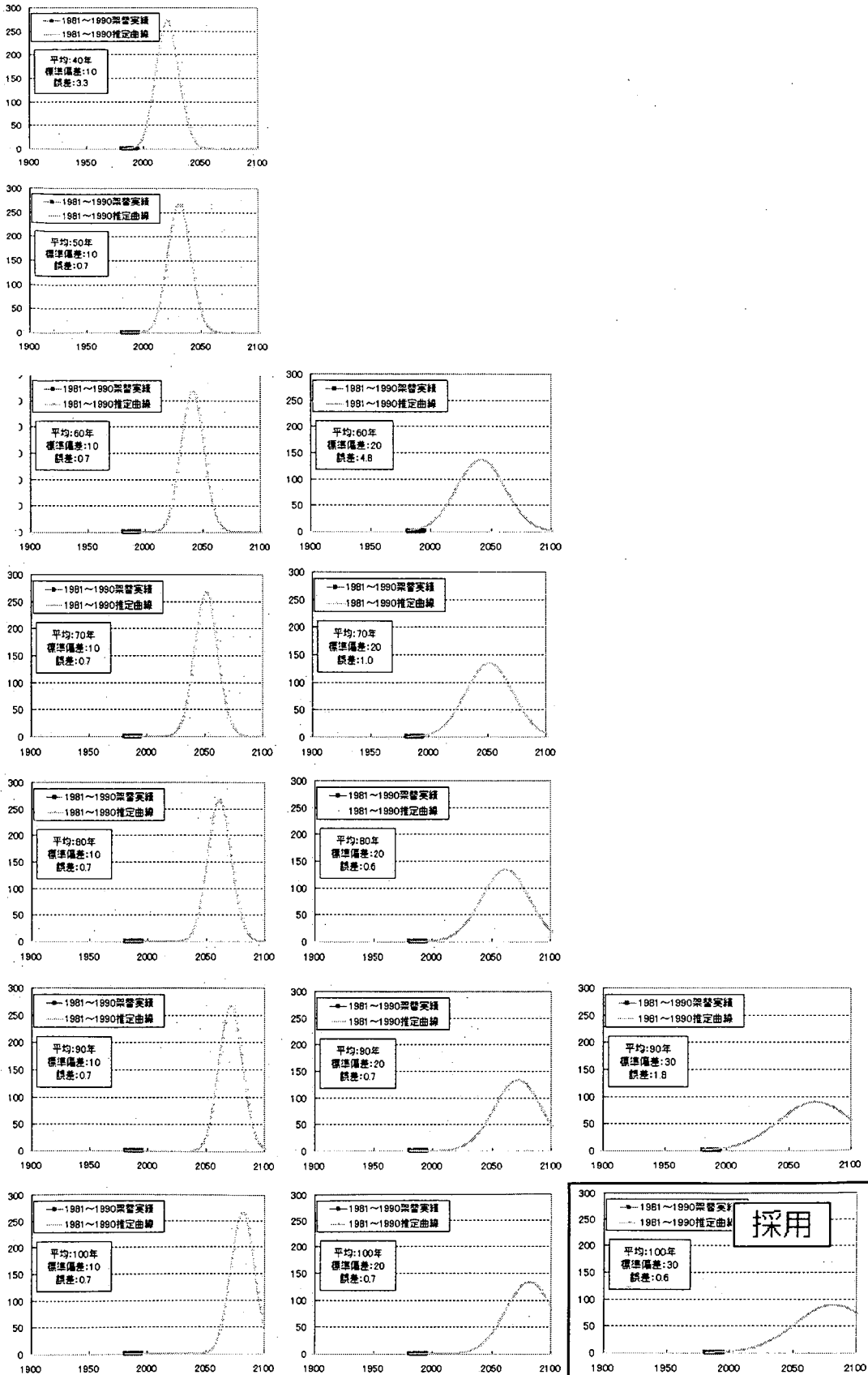


図-2.4.35 分布曲線の適合状況

◆寿命曲線の推定（1991～2000年に架設された橋梁）

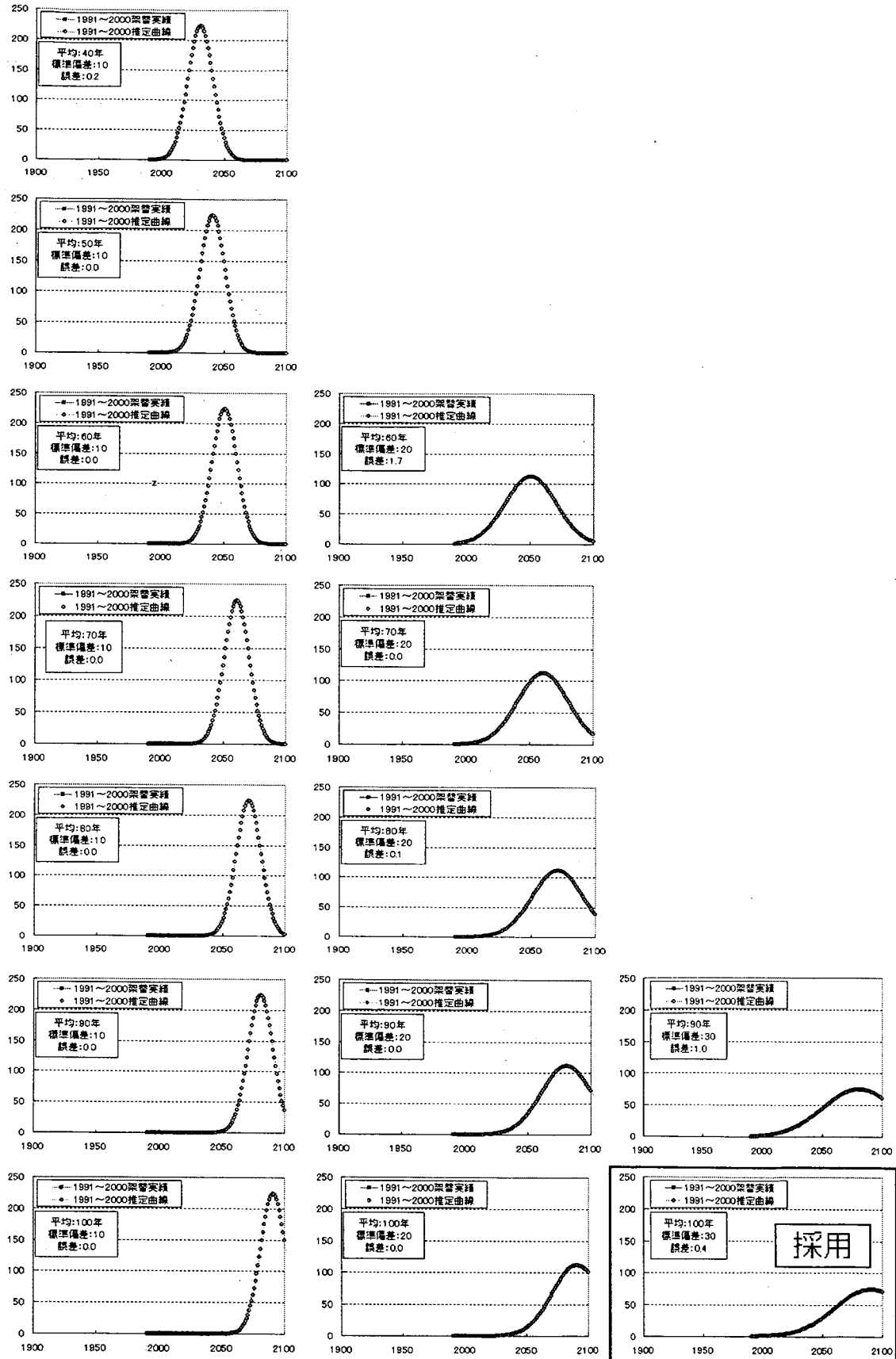


図-2.4.36 分布曲線の適合状況

