

乳幼児の身長発育曲線 — 平均値及び標準偏差の平滑化 —

研究協力者：加藤 則子、 国立保健医療科学院研修企画部長
：坂本なほ子、 順天堂大学医学部公衆衛生学助手
主任研究者：加藤 忠明、 国立成育医療センター研究所成育政策科学研究部長

研究要旨：成長ホルモン治療の適応基準として、平成12年の乳幼児身体発育調査結果に基づき、出生から6歳までの身長の平均値と標準偏差値を男女別に平滑化し、平均-2SD、-2.5SD、-3SDの1ヶ月ごとの基準値を求めた。従来の平滑化の値を用いて算出した基準値に比べ値がなめらかであるゆえに、基準値として有効に活用できるものとする。

見出し語：身長発育曲線、平滑化、乳幼児身体発育調査結果、学校保健統計

はじめに：

バイオテクノロジーの進歩普及に伴って、かつてはウシ下垂体から生成され供されていた成長ホルモンも、遺伝子組み換え技術により飛躍的に生産されるようになった。そのためその適用については、十分に考慮された基準に基づく必要が生じてきた。

身長は体重と異なりその分布のゆがみが少なく、大きい方と小さい方へほぼ対称な分布を示すことから、身長発育の評価には平均と標準偏差にもとづく方法が取られることが多く、またそのための基準が提供されてきた。先般までしばしば使われていたのが、平成2年の全国データによる基準である¹⁾。

平成12年の乳幼児身体発育調査結果²⁾が厚生労働省から公表されたことにより、この基準についても新しいものに改訂する必要が生じた。0歳から18歳までの身長と体重のパーセンタイル値についてはすでに平滑化値が算出された³⁾。身長の平均値と標準偏差についてもこれまでいくつかの試みが行われたが、主に1歳代を中心として偶然変動が残存し、グラフ上横につ

なげた場合の平滑性に問題が残っているのが現状である^{4) 5)}。

このため、乳幼児期において各パラメーターに平滑化を行い、これを学校保健統計⁶⁾に基づく6歳以降になめらかにつなげたので、これを報告する。

方法：

厚生労働省乳幼児身体発育調査結果のうち、身長に関して年月齢ごとに集計した平均と標準偏差の値を用いた。平均については、男女とも5カ所に分けて多項式によって最小二乗法による当てはめを行い、eyefitによりグラフ上のおのが節点でなめらかにつながるようにした。これらはさらに、学校保健統計から求められた6歳以降にもなめらかにつながるよう配慮した。

標準偏差については、グラフ上出生時の値を通り学校保健統計に基づく6歳以降の標準偏差になめらかにつながるような1次関数を求めた。このように、平均と標準偏差を別々に平滑化する方法や、標準偏差を一次関数で平滑化する方法は、Altmanの論理⁷⁾に裏付けられている。

結果と考察

平均値の平滑化結果を男子については図1に、女子については図2に、年月齢ごとの平滑化前の値と、6歳以降の学校保健統計からの基準値（点で表してある）とあわせて図示する。また、平滑化曲線を得た節点と、それぞれの区間における曲線式について、表1に示す。

標準偏差の平滑化結果について、男女それぞれ図3、4に示す。平滑化式は

$$\text{男子： } 0.001198x+2.138$$

$$\text{女子： } 0.001172x+2.089$$

である。

これらの計算結果を組み合わせ、平均-2SD, -2.5SD, -3SDの平滑化値について図示したものが図5、6である。平滑化前の年月齢別の平均値と標準偏差から算出した同様の値と重ねて示した。また、1ヶ月ごとに年月齢を式に代入して値を計算したものについて、表2～4に示す。

本検討結果は、方法論の上で改善の余地はあるものの、任意の年月日齢における基準値を算出できる点と、値がなめらかであること、6歳以降とも連続している点で、基準値として有効に活用できるものと考えられる。疾患の種類によって、治療の対象となる基準が平均から標準偏差のどれだけはなれているかが、異なるので、対応する値を正確に示してゆくことが必要である。

文献

- 1) Suwa S, Tachibana K. Standard growth charts for height and weight of Japanese Children from birth to 17 years based on a cross-sectional survey of national data. Clin Pediatr Endocrinol 1993;2(2):87-97
- 2) 加藤則子, 奥野晃正, 高石昌弘. 乳幼児の身体発育値. 加藤則子, 高石昌弘編. 乳幼児身体発育値 -平成12年厚生省調査-. 小児保健シリーズ No. 56. 2002; 小児保健協会, 東京:1-75.

京:1-75.

- 3) 加藤則子, 村田光範, 河野美穂, 谷口隆, 大竹輝臣. 0歳から18歳までの身体発育基準について-「食を通じた子どもの健全育成のあり方に関する検討会」報告書より. 小児保健研究, 2004;63(3):345-348.
- 4) 立花克彦, 2000年度版標準成長曲線の作成. 成長科学協会研究年報, 2002, 25:379-387
- 5) 立花克彦, 2000年度版「標準身長・体重表」の作成. 成長科学協会研究年報, 2002, 25:367-378
- 6) 文部科学省, 平成12年度学校保健統計調査報告書. 財務省印刷局, 2001
- 7) Altman DG. Construction of age-related reference centiles using absolute residuals. Stat Med 1993; 12: 917-924.

図1 男子身長平均値の平滑化結果

身長(mm)

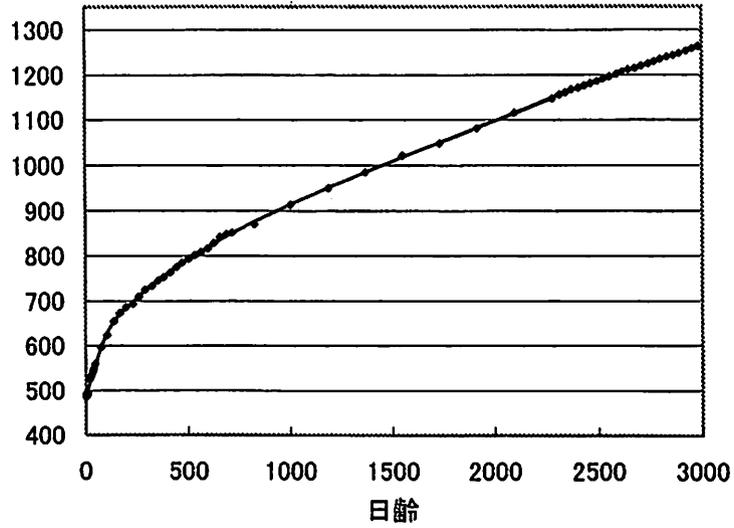


図2. 女子身長平均値の平滑化結果

身長(mm)

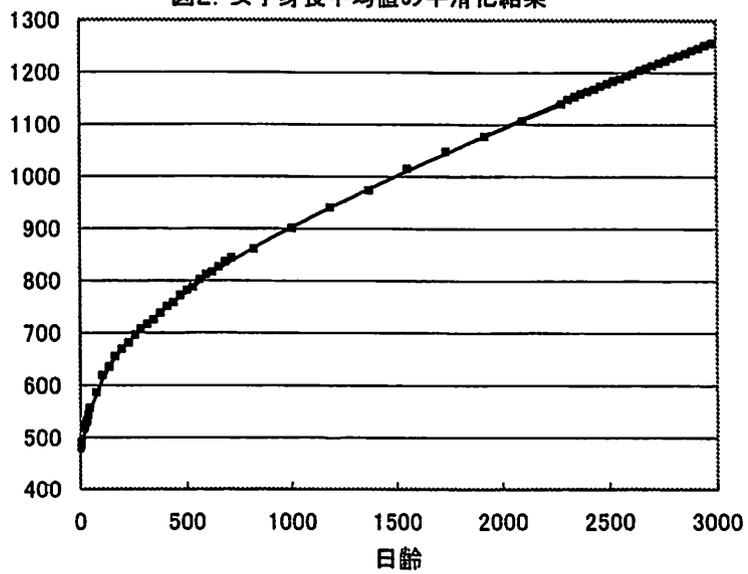
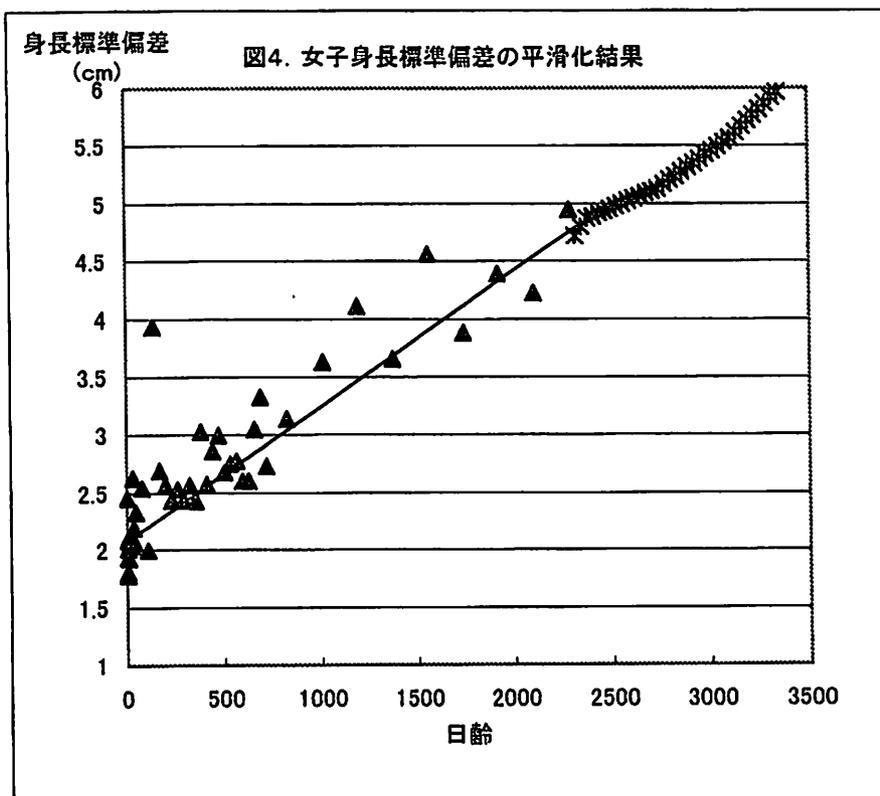
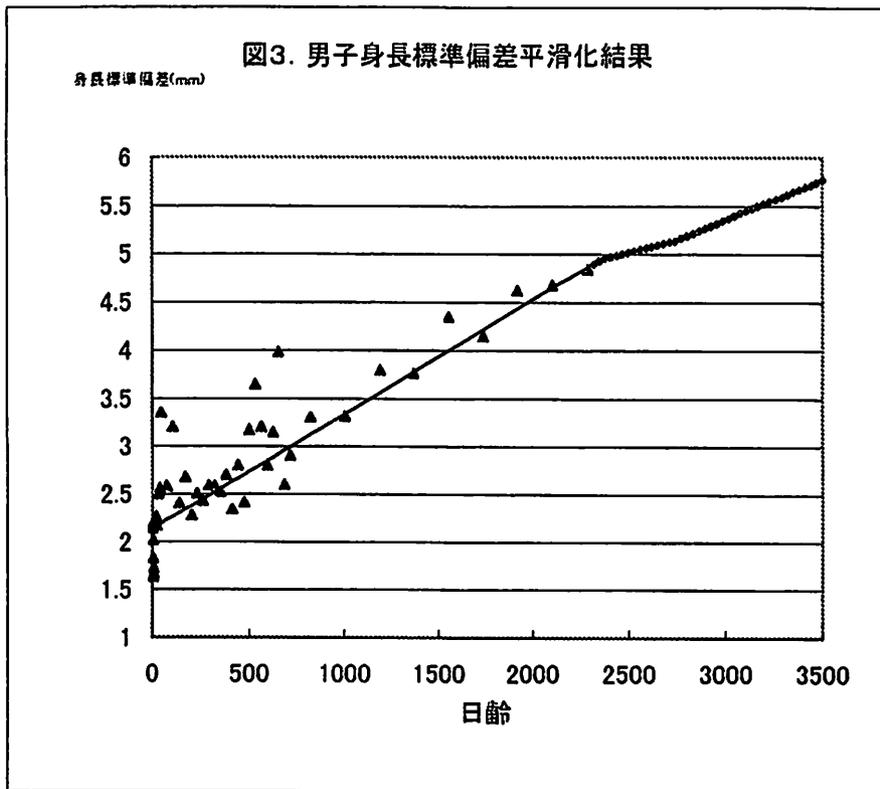


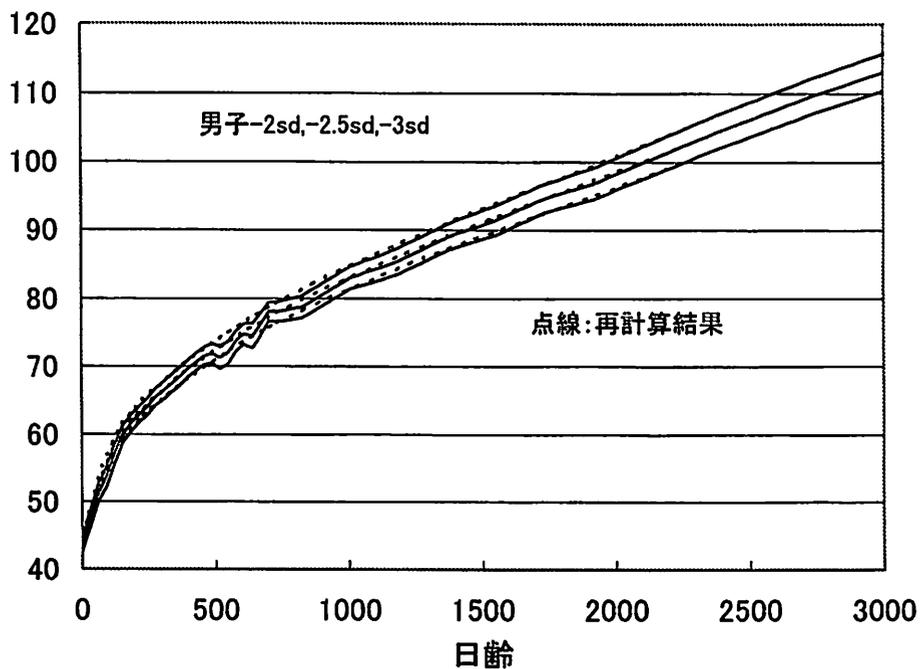
表1. 平均値の平滑化曲線の式

男子	日齢区分										
	0~198	$2.6E-19 x^8 +$	$-1E-15 x^7 +$	$1.4E-12 x^6 +$	$-1E-09 x^5 +$	$3.9E-07 x^4 +$	$-7E-05 x^3 +$	$0.00257 x^2 +$	$1.52052 x +$	488.528	
	198~380	$1.3E-19 x^8 +$	$-5E-16 x^7 +$	$6.9E-13 x^6 +$	$-5E-10 x^5 +$	$1.9E-07 x^4 +$	$-3E-05 x^3 +$	$-0.0017 x^2 +$	$1.64839 x +$	488.173	
	380~624	$-1E-22 x^8 +$	$1.4E-18 x^7 +$	$-6E-15 x^6 +$	$1.3E-11 x^5 +$	$-2E-08 x^4 +$	$1.3E-05 x^3 +$	$-0.006 x^2 +$	$1.77626 x +$	487.817	
	624~1004	$-7E-23 x^8 +$	$7.2E-19 x^7 +$	$-3E-15 x^6 +$	$6.7E-12 x^5 +$	$-9E-09 x^4 +$	$6.7E-06 x^3 +$	$-0.0031 x^2 +$	$1.06902 x +$	562.917	
	1004~1552						$2E-08 x^3 +$	$-0.0001 x^2 +$	$0.36178 x +$	638.016	
1552~2283						$2E-08 x^3 +$	$-0.0001 x^2 +$	$0.36452 x +$	633.767		
女子	日齢区分										
	0~213	$4.2E-19 x^8 +$	$-1E-15 x^7 +$	$1.6E-12 x^6 +$	$-1E-09 x^5 +$	$3.8E-07 x^4 +$	$-7E-05 x^3 +$	$0.00244 x^2 +$	$1.40476 x +$	483.263	
	213~441	$2.1E-19 x^8 +$	$-6E-16 x^7 +$	$7.9E-13 x^6 +$	$-5E-10 x^5 +$	$1.8E-07 x^4 +$	$-3E-05 x^3 +$	$-0.0016 x^2 +$	$1.52891 x +$	482.875	
	441~624	$-1E-22 x^8 +$	$1.5E-18 x^7 +$	$-6E-15 x^6 +$	$1.4E-11 x^5 +$	$-2E-08 x^4 +$	$1.3E-05 x^3 +$	$-0.0056 x^2 +$	$1.65305 x +$	482.487	
	624~1004	$-7E-23 x^8 +$	$7.5E-19 x^7 +$	$-3E-15 x^6 +$	$6.8E-12 x^5 +$	$-9E-09 x^4 +$	$6.4E-06 x^3 +$	$-0.0028 x^2 +$	$0.97918 x +$	564.119	
	1004~1735						$8E-09 x^3 +$	$-6E-05 x^2 +$	$0.30531 x +$	645.752	
1735~2283						$8E-09 x^3 +$	$-6E-05 x^2 +$	$0.31261 x +$	633.072		



身長

図5. 平滑化式から算出された男子身長基準値



身長(cm)

図6. 平滑化値から計算された女子身長基準値

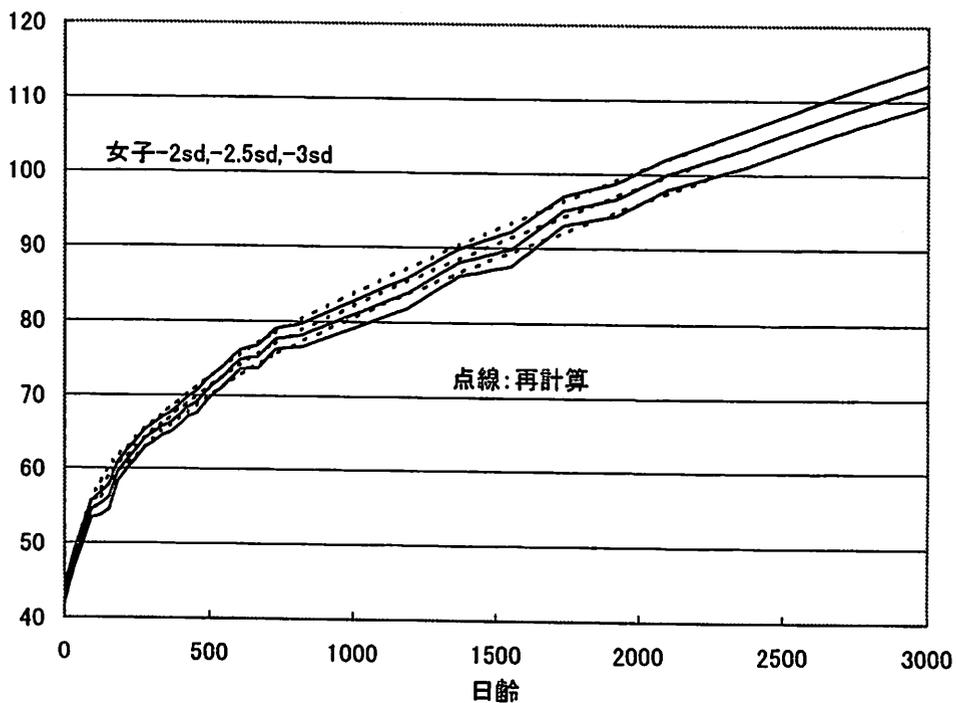


表2

(別表2) (脳腫瘍等器質的原因による成長ホルモン分泌不全性低身長症、ターナー症候群及び
プラダーウィリー症候群用)

標準身長の一2. OSD値 上段男子、下段女子

(単位:cm)

	0月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
0歳	44.7	49.1	53.4	56.9	59.6	61.6	63.1	64.4	65.6	66.7	67.8	68.8
	44.2	48.4	52.4	55.6	58.2	60.1	61.6	62.9	64.1	65.2	66.3	67.4
1歳	69.8	70.8	71.6	72.5	73.3	74.1	74.9	75.7	76.5	77.3	78.0	78.7
	68.4	69.4	70.3	71.3	72.2	73.0	73.9	74.7	75.6	76.3	77.1	77.7
2歳	79.4	80.1	80.7	81.3	81.9	82.5	83.1	83.7	84.2	84.8	85.3	85.9
	78.4	79.1	79.7	80.3	80.9	81.5	82.1	82.6	83.2	83.8	84.3	84.9
3歳	86.4	87.0	87.5	88.0	88.5	89.0	89.5	90.0	90.5	91.0	91.5	92.0
	85.5	86.0	86.6	87.1	87.7	88.2	88.8	89.3	89.8	90.3	90.9	91.4
4歳	92.5	92.9	93.4	93.9	94.3	94.8	95.3	95.8	96.2	96.7	97.1	97.6
	91.9	92.4	92.9	93.4	93.9	94.3	94.8	95.3	95.8	96.3	96.8	97.2
5歳	98.1	98.5	99.0	99.5	99.9	100.4	100.9	101.4	101.8	102.3	102.8	103.3
	97.7	98.2	98.7	99.2	99.7	100.1	100.6	101.1	101.6	102.0	102.5	103.0
6歳	103.8	104.3	104.8	105.3								
	103.4	103.9	104.4	104.8								

表3

(別表1) (成長ホルモン分泌不全性低身長症、慢性腎不全による低身長用)

標準身長の一2. 5SD値 上段男子、下段女子

(単位:cm)

	0月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
0歳	43.6	48.0	52.3	55.7	58.5	60.4	61.9	63.2	64.4	65.5	66.5	67.6
	43.2	47.3	51.3	54.5	57.1	59.0	60.5	61.7	62.9	64.0	65.1	66.1
1歳	68.5	69.5	70.3	71.1	71.9	72.7	73.5	74.3	75.1	75.8	76.6	77.2
	67.1	68.1	69.0	70.0	70.8	71.7	72.5	73.4	74.2	74.9	75.6	76.3
2歳	77.9	78.5	79.2	79.8	80.4	80.9	81.5	82.0	82.6	83.1	83.6	84.2
	77.0	77.6	78.2	78.8	79.4	79.9	80.5	81.0	81.6	82.1	82.7	83.3
3歳	84.7	85.2	85.7	86.2	86.7	87.2	87.7	88.2	88.7	89.1	89.6	90.1
	83.8	84.3	84.9	85.4	85.9	86.5	87.0	87.5	88.0	88.5	89.0	89.5
4歳	90.5	91.0	91.4	91.9	92.3	92.8	93.2	93.7	94.1	94.6	95.0	95.5
	90.0	90.5	90.9	91.4	91.9	92.4	92.8	93.3	93.7	94.2	94.7	95.2
5歳	95.9	96.3	96.8	97.3	97.7	98.2	98.6	99.1	99.5	100.0	100.4	100.9
	95.6	96.1	96.6	97.0	97.5	97.9	98.4	98.9	99.3	99.8	100.2	100.7
6歳	101.4	101.9	102.4	102.8								
	101.1	101.6	102.0	102.5								

表4

(別表3) (軟骨異常栄養症用)

標準身長の一3. OSD値 上段男子、下段女子

(単位:cm)

	0月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
0歳	42.5	47.0	51.2	54.6	57.3	59.2	60.8	62.0	63.2	64.3	65.3	66.3
	42.2	46.3	50.2	53.4	56.0	57.8	59.4	60.6	61.8	62.8	63.9	64.9
1歳	67.2	68.1	69.0	69.8	70.6	71.4	72.1	72.9	73.7	74.4	75.1	75.7
	65.9	66.8	67.7	68.7	69.5	70.3	71.2	72.0	72.8	73.5	74.2	74.8
2歳	76.4	77.0	77.6	78.2	78.8	79.3	79.9	80.4	80.9	81.4	82.0	82.5
	75.5	76.1	76.7	77.3	77.8	78.4	78.9	79.4	80.0	80.5	81.1	81.6
3歳	83.0	83.5	84.0	84.5	84.9	85.4	85.9	86.3	86.8	87.3	87.7	88.1
	82.1	82.6	83.2	83.7	84.2	84.7	85.2	85.7	86.2	86.7	87.1	87.6
4歳	88.6	89.0	89.4	89.9	90.3	90.7	91.2	91.6	92.0	92.5	92.9	93.3
	88.1	88.5	89.0	89.5	89.9	90.4	90.8	91.3	91.7	92.1	92.6	93.1
5歳	93.7	94.2	94.6	95.0	95.5	95.9	96.3	96.8	97.2	97.7	98.1	98.6
	93.5	94.0	94.4	94.9	95.3	95.7	96.2	96.6	97.1	97.5	97.9	98.4
6歳	99.0	99.5	99.9	100.4								
	98.8	99.2	99.6	100.1								