

## 乳幼児の発育発達の縦断的研究

(分担研究：小児の発育発達に及ぼす地域・家庭の影響に関する研究)

窪田英夫<sup>1)</sup>，高橋悦二郎<sup>2)</sup>，畠山富而<sup>3)</sup>，小宮弘毅<sup>4)</sup>，  
小嶋謙四郎<sup>5)</sup>，神岡英機<sup>6)</sup>，高石昌弘<sup>7)</sup>，高野陽<sup>7)</sup>，  
衛藤隆<sup>7)</sup>，加藤則子<sup>7)</sup>，大森世都子<sup>7)</sup>

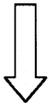
**要旨：**平成元年度に開始した乳児の継続的な発育調査に関して、記入済みの調査票をすべて回収し53病院からの3,183例について集計を行なった。身体計測値に関しては補間を行なったのち、パーセントイル値を計算した。平成2年厚生省乳幼児身体発育値と比べて、出生体重や新生児期の状態には大きな違いはなかったが、1歳時では体重・胸囲・頭囲でやや大きめの値を示しており、また母乳栄養の割合がやや高い傾向にあった。出生体重別の50パーセントイル曲線は、全体の発育曲線のように広がることなくほぼ平行した線をたどっていた。栄養法別の体重増加の傾向は過去におけるそれとは若干異なっていた。

**見出し語：**乳児身体発育継続調査 平成2年厚生省乳幼児身体発育調査  
スプライン関数 パーセントイル値

**研究目的：**平成2年厚生省乳幼児身体発育調査に先駆けて、よりよい発育値のあり方についてはさまざまな議論が重ねられてきた。昭和55年厚生省乳幼児身体発育調査の結果として得られた発育値（以下「昭和55年厚生省値」）に関しては、いくつかの問題点が明らかにされてきた<sup>1)</sup>が、平成2年同調査に関しては、調査の方法を変更するよりは、同じ方法によって経年的な変化の有無を明確にすることが重要と考えられ、実際微細であるがさまざまな変化が把握できた<sup>2, 3)</sup>。この調査による発育値を以下「平成2年厚生省値」と呼ぶ。

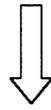
横断的なデータを年月齢区分に応じて集計し、それを横につなげることによって作成した身体発育曲線は、必ずしも実際の発育の状況を反映するわけではなく、また一人の乳幼児の発育評価は、継続して何回か計測したものを検討し、さらに栄養や疾患の要因なども考慮した上でなされなければならない。正しい発育評価のためには個々の例を縦断的に追った継続データに基づいた発育基準が必要なことが明らかになっているため、発育の個人差の大きいと思われる乳児期に絞って、継続的な観察を行なう調査が企画された。

- 1) 東京家政大学 (Tokyo Kasei University)
- 2) 女子栄養大学 (Kagawa Nutrition College)
- 3) 総合花巻病院 (Hanamaki General Hospital)
- 4) 神奈川県衛生部 (Public Health Department, Kanagawa Prefectural Government)
- 5) 早稲田大学 (Waseda University)
- 6) サイエンスクリニック (Science Clinic)
- 7) 国立公衆衛生院 (The Institute of Public Health)



## 検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要旨:平成元年度に開始した乳児の継続的な発育調査に関して,記入済みの調査票をすべて回収し53病院からの3,183例について集計を行なった。身体計測値に関しては補間を行なったのち,パーセンタイル値を計算した。平成2年厚生省乳幼児身体発育値と比べて,出生体重や新生児期の状態には大きな違いはなかったが,1歳時では体重・胸囲・頭囲でやや大きめの値を示しており,また母乳栄養の割合がやや高い傾向にあった。出生体重別の50パーセンタイル曲線は,全体の発育曲線のように広がることなくほぼ平行した線をたどっていた。栄養決別の体重増加の傾向は過去におけるそれとは若干異なっていた。

継続調査は必ずしも容易ではないが、熱心な病院からはたくさんの協力が得られた。本年度は最終年度にあたり、一年度目の終わりに始まった1年間の継続調査もほとんど終了しているため、これらの調査票をすべて回収し、結果をまとめたのでここに報告する。

**研究方法：**協力病院を得るまでには、まず全国の病院要覧（医学書院 1986年版）で産科・小児科のある病院のうち、無作為に1/3抽出し、調査の可能性を問うなどの予備調査を行い、さらに多忙な日常臨床のなかで調査協力しやすい方法などについて議論を重ねた<sup>4,5)</sup>。乳児期の縦断的な身体発育データは最終的に53病院から3,183例集まった。

病院の新生児・乳児に対する継続観察システムの違いにより、観察されている日齢・月齢に多少の相違があった。新生児期における計測は、調査票においては出生時から7日齢迄の記入欄を設けてあったが、その間の記入のない場合があった。新生児期の体重の経過は、生理的体重減少が起こるなど、乳児期のなかでもきわめて変動が激しい。発育曲線のうえでも、この時期はカーブが著しく急である。この時期の計測値がない場合に、出生時と生後1カ月後の値のみでデータを処理することはきわめて誤差が生じやすい<sup>6)</sup>。

そのため、体重に関しては、生理的体重減少によって最低値をとることの多い生後2日と3日のいずれにも計測のないものは新生児期の発育を見る対象としては除外し、生後1か月以降の計測点についてデータの処理の対象とした。また身長・胸囲等に関しても生後1週間間の増加は若干緩やかである。このため、身長・胸囲・頭囲についても生後7日の値のないものは1か月以降の計測点についてデータの処理の対象とした。

計測値の処理については、同一例の継続観察記録の利点を生かして、補間によって計測点に挟まれた間の値を求めた。計測間隔は2-3か月の例が多かったが、補間値は月齢ちょうど・月齢半ちょうどものを半月毎に求めた。補間

のために求めた滑らかな曲線は、計測点を節点とする3次スプライン関数である。末端条件の細分類に関しては、Pスプラインに対応する<sup>7)</sup>。このようにして、1計測例から、1セットの半月ごとの補間値を得た。継続観察の終了にともない、月齢が下ると、補間値の数は減少した。このようにして得られた補間値をもとに、半月毎にそれぞれ3, 10, 25, 50, 75, 90, 97の各パーセントイル値を求めた。同じレベルのパーセントイル値をグラフの上で横にスプライン関数で結んだものが今回求めた発育曲線である。身長・頭囲・胸囲については生後2-3か月で、異常値と思われるものがあったが、それらは省いて曲線を求めた。

**結果：**一般事項の集計結果を表1~8に示す。これら1年間の継続観察データは、調査票を配布した時期の関係から、平成2年1月を中心とした数か月間に出生し、その後1年間観察されたものが多数を占めた。このため、冬生まれの乳児の比率が高くなっている。その他の背景については、多忙な業務のなかでの調査依頼ということもあって無記入の項目も若干みられたほかは一般的な認識と特に変わることはなかった。栄養法を表9に示す。母乳栄養の割合は入院中で50%台、生後1か月から6か月まで40%台を示していた。離乳の進行状況を表10に示す。5か月までにはほとんどが開始し、14か月までにはほとんどが完了していた。

乳児期の身体計測4項目のパーセントイル値の計算結果を図1~8に示す。結果は平成2年厚生省値の曲線（点線）に重ねて示した。

今回の集計によって得られたパーセントイル値と平成2年厚生省値とを比較する。体重に関して50パーセントイル値（中央値）でみると、出生体重は平成2年厚生省値より男子で20g小さく、女子で20g大きかった。生理的な体重減少は男子で130g、女児で140gであり、平成2年厚生省値の場合と違いが見られなかった。生後7日までの体重の回復は平成2年厚生省値では男女共に70gであるのに対して、今回の集計では男女共に80gであった。乳児期の前半では平成2年厚生省値よりやや小さく、1歳時にはや

表1 性別

性	実数	%
男	1,645	52.6
女	1,484	47.4
計	3,129	100.0
不明	54	

表2 生年別

生年	実数	%
昭和63年	80	2.6
平成元年	1,048	34.4
平成2年	1,884	61.8
平成3年	36	1.2
計	3,048	100.0

135

表4 妊娠期間

妊娠期間	実数	%
29週	2	0.1
30	2	0.1
31	2	0.1
32	2	0.1
33	3	0.1
34	6	0.2
35	29	1.0
36	54	1.8
37	209	6.9
38	548	18.2
39	902	29.9
40	875	29.0
41	328	10.9
42	50	1.7
43	2	0.1
計	3,014	100.0

不明 169

表5 胎児数

胎児数	実数	%
単胎	3,022	99.2
双胎	25	0.8
計	3,047	100.0

不明 136

表3 生まれ月

生まれ月	実数	%
1月	679	21.6
2	484	15.4
3	424	13.5
4	262	8.3
5	63	2.0
6	79	2.5
7	85	2.7
8	100	3.2
9	156	5.0
10	127	4.0
11	188	6.0
12	491	15.6
計	3,138	100.0
不明	45	

表6 出生順位

出生順位	実数	%
第1子	1,649	58.9
第2子	859	30.7
第3子	259	9.3
第4子	27	1.0
第5子	4	0.1
計	2,798	100.0
不明	385	

表7 娩出方法

娩出方法	実数	%
正常	2,694	86.8
骨盤位	49	1.6
帝王切開	254	8.2
その他	107	3.4
計	3,104	100.0
不明	79	

表8 出生状態

出生状態	実数	%
異常なし	2,823	93.4
異常あり	199	6.6
計	3,022	100.0

不明 161

表9 栄養法

日月齡	計		母乳		混合乳		人工乳	
	実数	%	実数	%	実数	%	実数	%
1日齡	1,927	100.0	966	50.1	449	23.3	512	26.6
2日齡	2,010	100.0	1,057	52.6	606	30.1	347	17.3
3日齡	2,056	100.0	1,111	54.0	748	36.4	197	9.6
4日齡	2,026	100.0	1,153	56.9	728	35.9	145	7.2
5日齡	2,068	100.0	1,202	58.1	728	35.2	138	6.7
6日齡	1,817	100.0	1,017	56.0	680	37.4	120	6.6
7日齡	1,226	100.0	656	53.5	470	38.3	100	8.2
1か月	2,943	100.0	1,433	48.7	1,205	40.9	305	10.4
2か月	1,283	100.0	641	50.0	441	34.4	201	15.7
3か月	2,158	100.0	981	45.5	618	28.6	559	25.9
4か月	1,224	100.0	532	43.5	300	24.5	392	32.0
5か月	1,210	100.0	521	43.1	247	20.4	442	36.5
6か月	1,689	100.0	691	40.9	309	18.3	689	40.8
7か月	1,086	100.0	425	39.1	158	14.5	503	46.3
8か月	899	100.0	337	37.5	120	13.3	442	49.2
9か月	1,270	100.0	447	35.2	153	12.0	670	52.8
10か月	937	100.0	318	33.9	99	10.6	520	55.5
11か月	633	100.0	190	30.0	50	7.9	393	62.1
12か月	1,234	100.0	342	27.7	97	7.9	795	64.4
13か月	208	100.0	63	30.3	16	7.7	129	62.0
14か月	122	100.0	35	28.7	7	5.7	80	65.6

表10 離乳進行状況

月齡	計	未開始	開始後			未完了	完了
			1回	2回	3回		
			%	%	%		
3か月	100.0	90.1	8.3	1.5	0.1		
4か月	100.0	43.4	53.9	2.7	-		
5か月	100.0	11.2	75.0	12.5	1.3		
6か月	100.0	2.5	44.7	47.3	5.6		
7か月	100.0	0.6	11.9	75.1	12.3		
8か月	100.0		2.1	69.5	28.4		
9か月	100.0		0.8	33.2	66.0		
10か月	100.0			13.5	86.5		
11か月	100.0			5.5	94.5		
12か月	100.0					13.3	86.7
13か月	100.0					8.8	91.2
14か月	100.0					3.4	96.6

や大きかった。男女差は厚生省のものよりやや小さい傾向にあった。

身長(図3~4)は平成2年厚生省値と大きな違いは見られなかったが、乳児期中期でやや大きい傾向が見られた。胸囲(図5~6)については乳児期前半で厚生省値より曲線の間隔がやや広いほか、1歳時にはやや大きい値を取っていた。頭囲(図7~8)についても前半で間隔がやや広く、1歳における値がやや大きい傾向が見られた。

次に、出生体重別に1歳までの体重増加状況を見た。まず、出生体重について20、40、60、80の各パーセンタイル値を計算し、それらを境にほぼ同数からなるグループに分けた。これらの境界値やグループ毎の例数は、図9、10の中に示してある。それぞれのグループについて1歳までの体重のパーセンタイル値を計算し、図9、10にその50パーセンタイル値を示す。それぞれの曲線は一般的な発育曲線のグラフと異なり広がることなく、ほぼ平行な線をたどった。

このグループのうちのひとつ(男子の中央の出生体重グループ)について、3、50、97の各パーセンタイル曲線を描いた(図11)。出生時には両端の開きは200g足らずだったが、6か月ごろから3.5kg~4kgの開きとなり、図1(全例)における開きとほぼ同じとなった。図示は省略するが、この傾向は他の出生体重グループについても同様であった。

栄養法と乳児期の発育の関連を見るため、3か月における栄養法別に検討した。男女共に2、3、4か月において混合栄養や人工栄養では母乳栄養よりわずかに体重が小さく、後半では逆にわずかに体重が大きかった。

**考察:** 乳児期1年間の多数の継続観察データに関して、統計処理を行なって検討したところいくつかの知見が得られた。継続的な観察記録の一例一例に対して補間値を求めるやり方は、発育速度の研究などによく応用される<sup>8)</sup>。縦断データの処理方法としては、ごく自然なものと考えてよいであろう。この場合、3次スプライン関数を用いたが、張りを持たせるスプライン関数<sup>9)</sup>でもよい補間値が求められる。ともあれ、

2-3か月またはそれ以上の間隔の計測点が滑らかな曲線上の1か月毎の数値に置き換えられるわけであり、その数値群は極めて処理しやすいものであると言えるであろう。

生後1-2か月の母乳割合は、本集計においては48.7%、平成2年厚生省調査では44.1%、昭和60年の厚生省乳幼児栄養調査では59.9%となっている<sup>10)</sup>。

昨年度の中間集計においては、生後7日までの母乳率が厚生省調査等に比べて著しく大きかった。これは、中間集計に協力のあった病院はフォローアップはもとより、母乳栄養の確立にも大変熱心であることがうかがわれた。母乳栄養の確立を促す観点からも、生後すぐに安易に人工乳が与えられるべきではないであろう。離乳の進行に関しては、生後4か月で離乳が開始されているものの割合が平成2年厚生省調査より12.5%高く、生後12か月で離乳の完了しているものの割合が同じく9.8%高く、本調査の場合離乳の進行がやや早いことがわかった。

出生体重の中央値(50パーセンタイル値)は、平成2年厚生省値とは大きな違いはなかったが、昭和55年厚生省値より100g程度小さかった。同様の傾向が厚生省の人口動態統計<sup>11)</sup>における平均出生体重にも見られ、国内の全出生例に関しての平均体重が、10年間で男女共に70g減少している。この出生体重の減少の原因については、さまざまな可能性が考えられている<sup>12)</sup>。体重をはじめ胸囲・頭囲などでも1歳前後で本調査の結果が平成2年厚生省値よりやや大きい値となったが、この理由を明確にするにはさらに検討が必要であろう。

出生体重別の50パーセンタイル曲線がほぼ平行になるというのはその理由等について興味を持たれるところである。都内某病院の過去15年間の縦断データを集計したものによっても、同じことが確認されている<sup>8)</sup>。出生体重の小さいものは比較的大きく育ち、逆に大きいものはさほど増えがなく、体重の値は中央によっていくというのが経験的に知られているので<sup>11)</sup>、50パーセンタイル曲線は乳児期の後半でそれぞれが重なることも予測されたが、実際一般的な発育曲線よりは幅はかなり狭まっているものの、そ

図1 乳児（男子）体重発育パーセントイル曲線（1379例より）

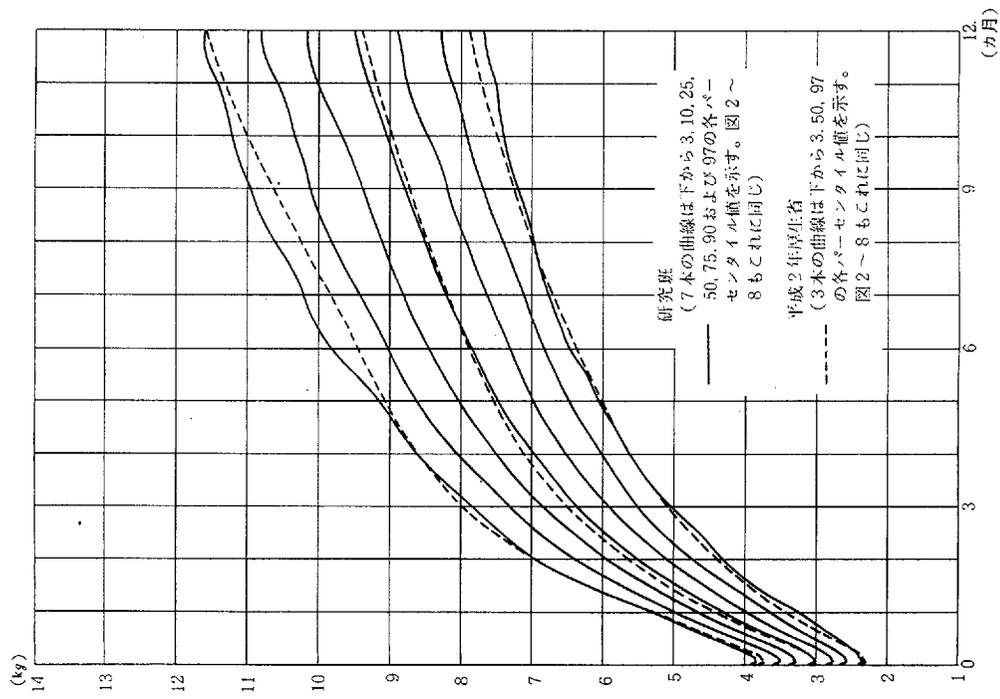


図2 乳児（女子）体重発育パーセントイル曲線（1244例より）

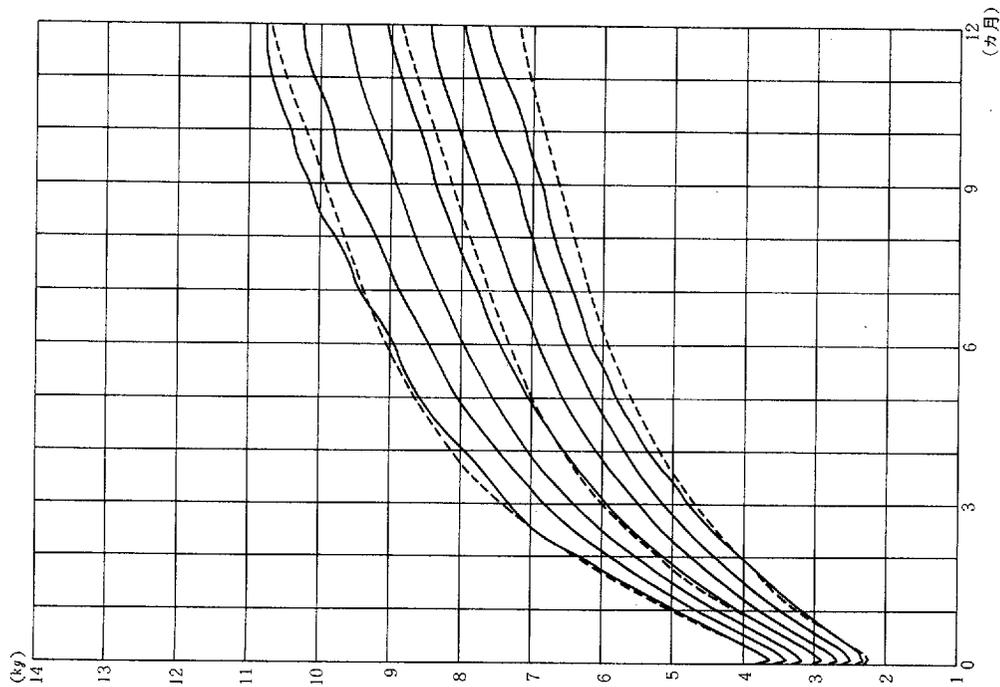


図3 乳児（男子）身長发育パーセントイル曲線（933例より）

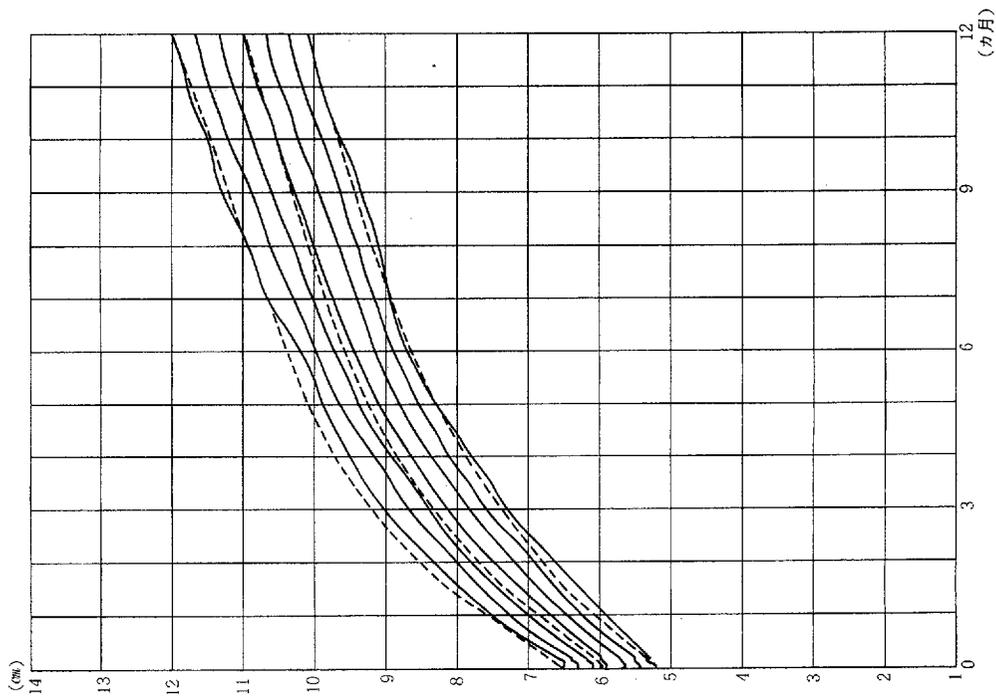


図4 乳児（女子）身長发育パーセントイル曲線（845例より）

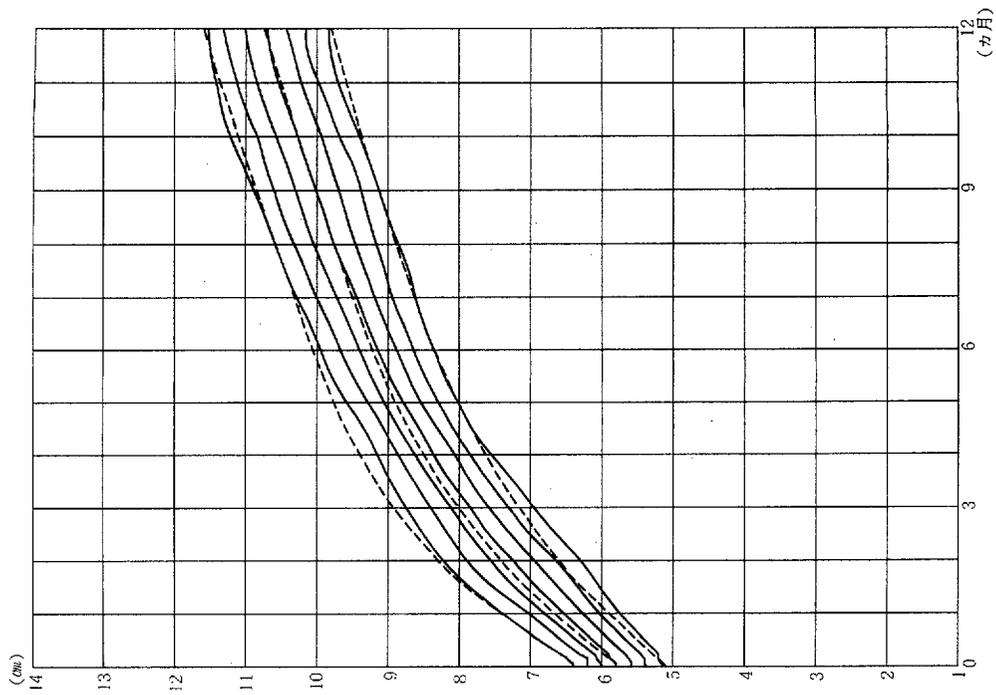


図5 乳児（男子）胸囲发育パーセントाइル曲線（891例より）

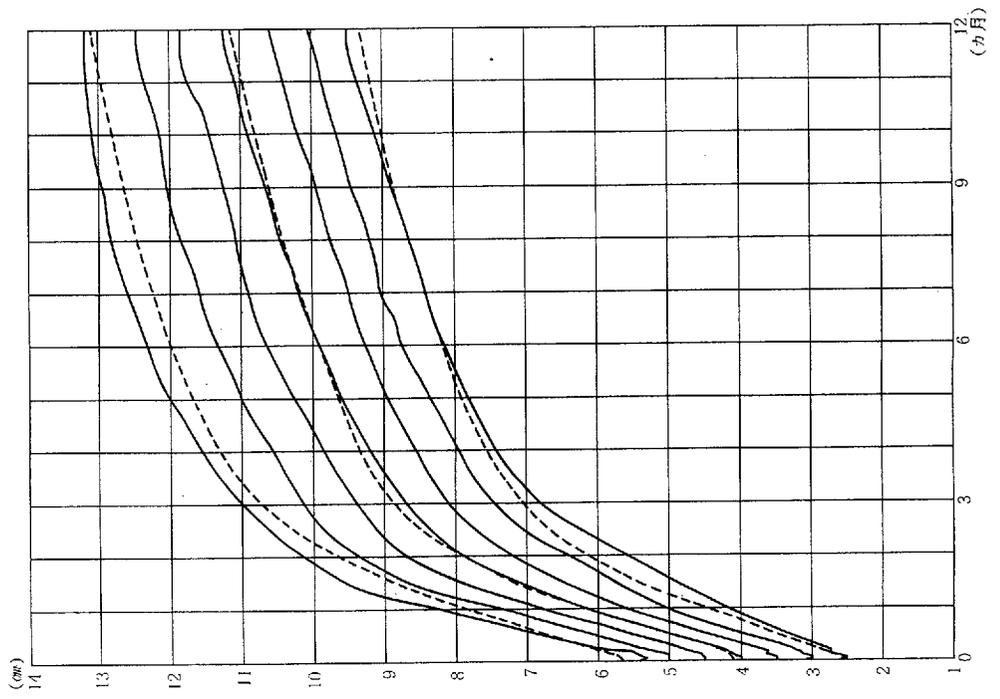


図6 乳児（女子）胸囲发育パーセントाइル曲線（822例より）

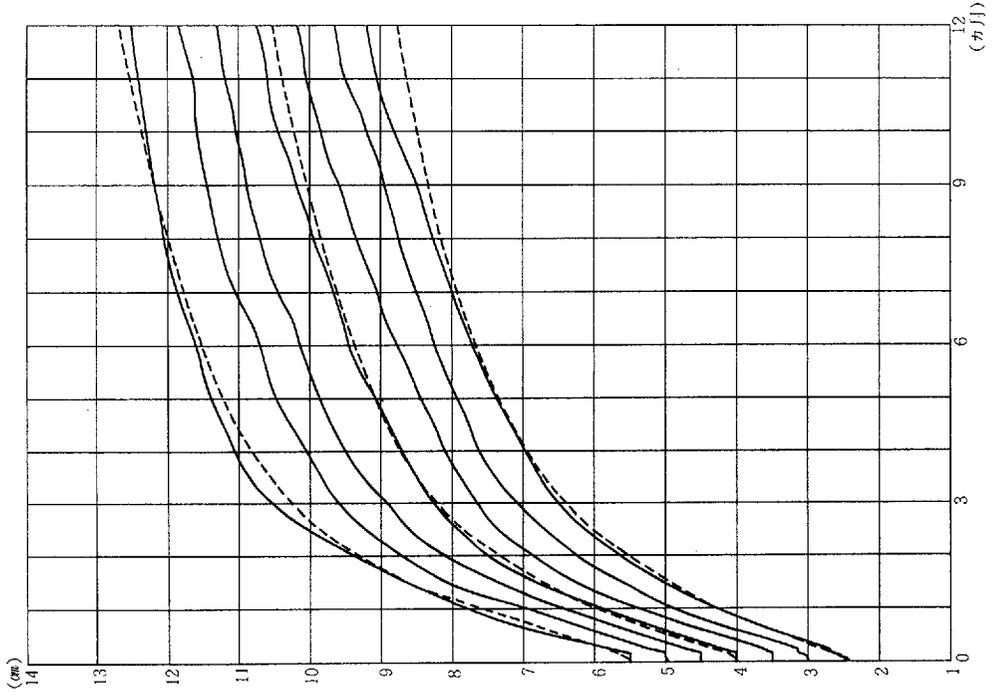


図7 乳児(男子) 頭囲発育パーセンタイル曲線 (899例より)

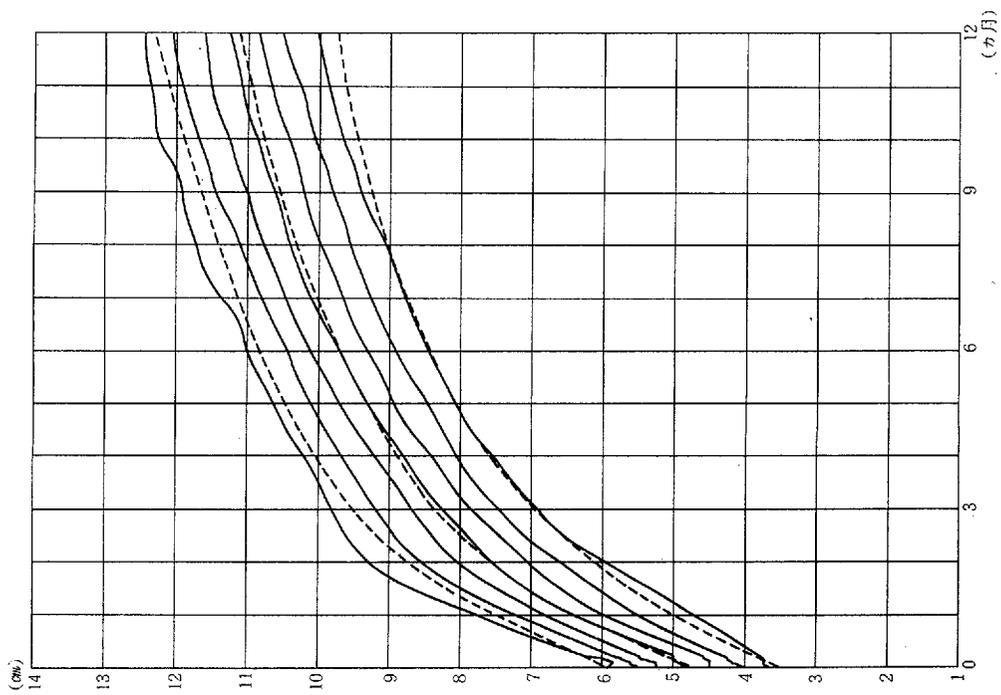


図8 乳児(女子) 頭囲発育パーセンタイル曲線 (819例より)

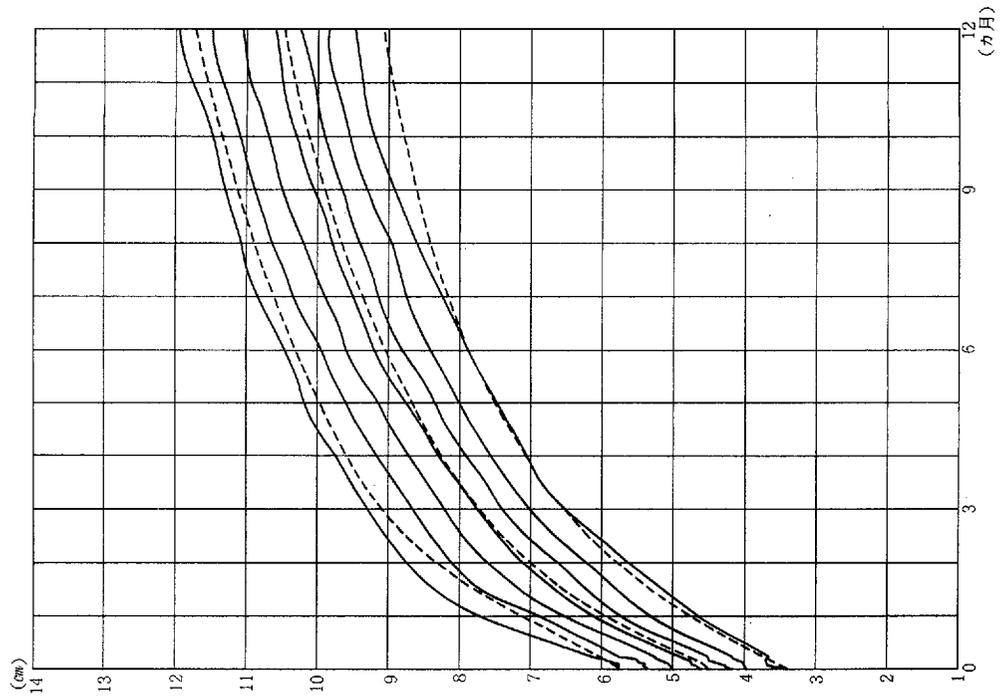


図9 出生体重別乳児（男子）体重发育50パーセンタイル曲線

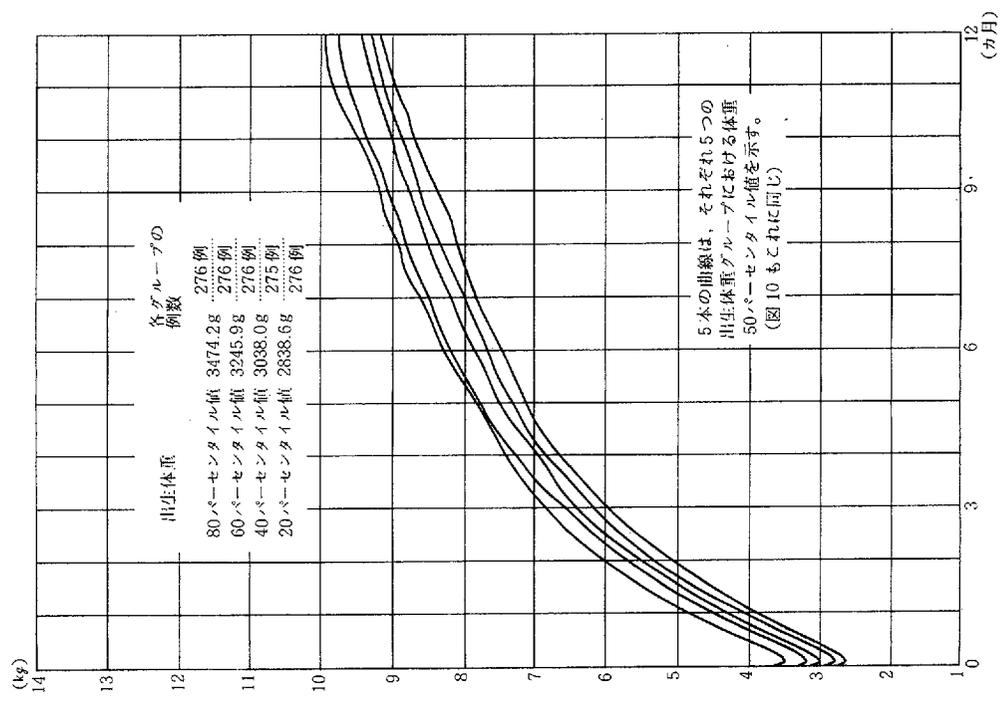


図10 乳児（女子）体重发育50パーセンタイル曲線

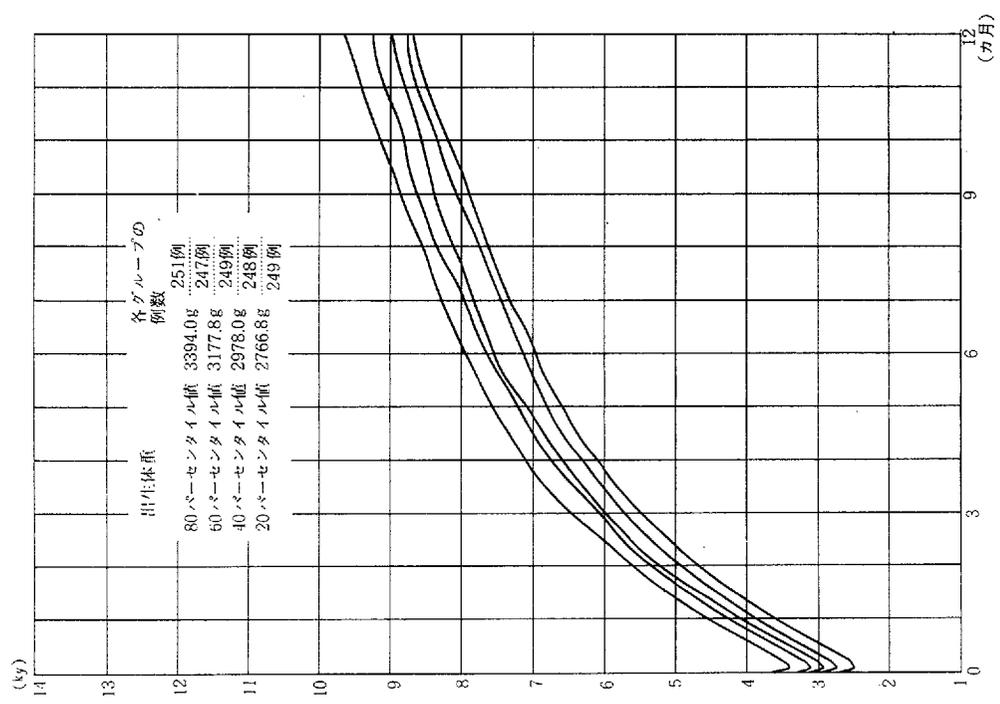


図11 乳児（男子）体重发育パーセントァイル曲線

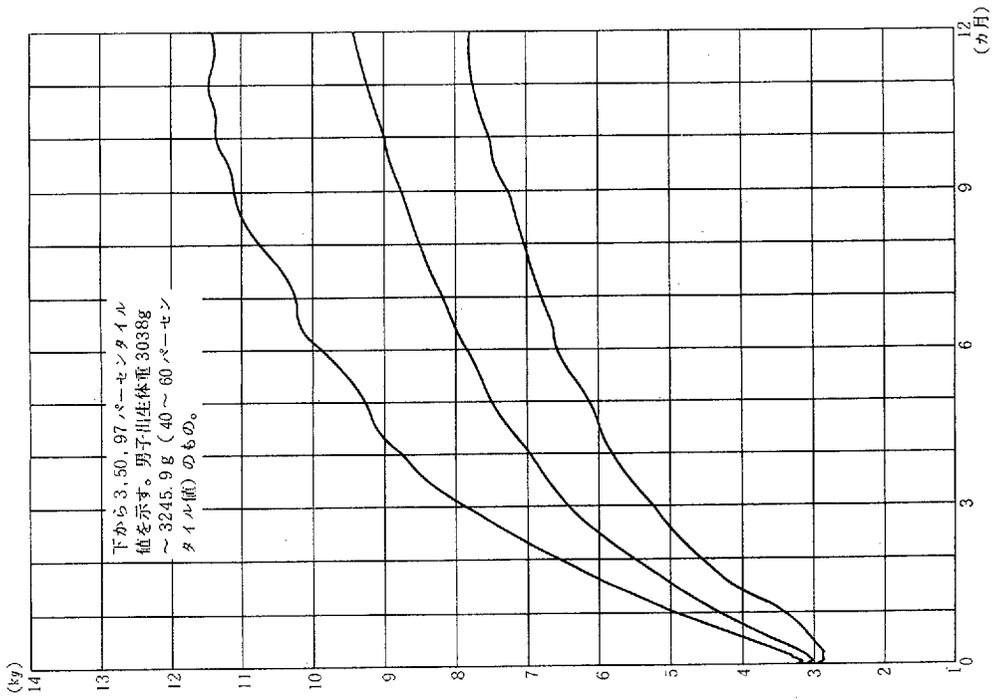
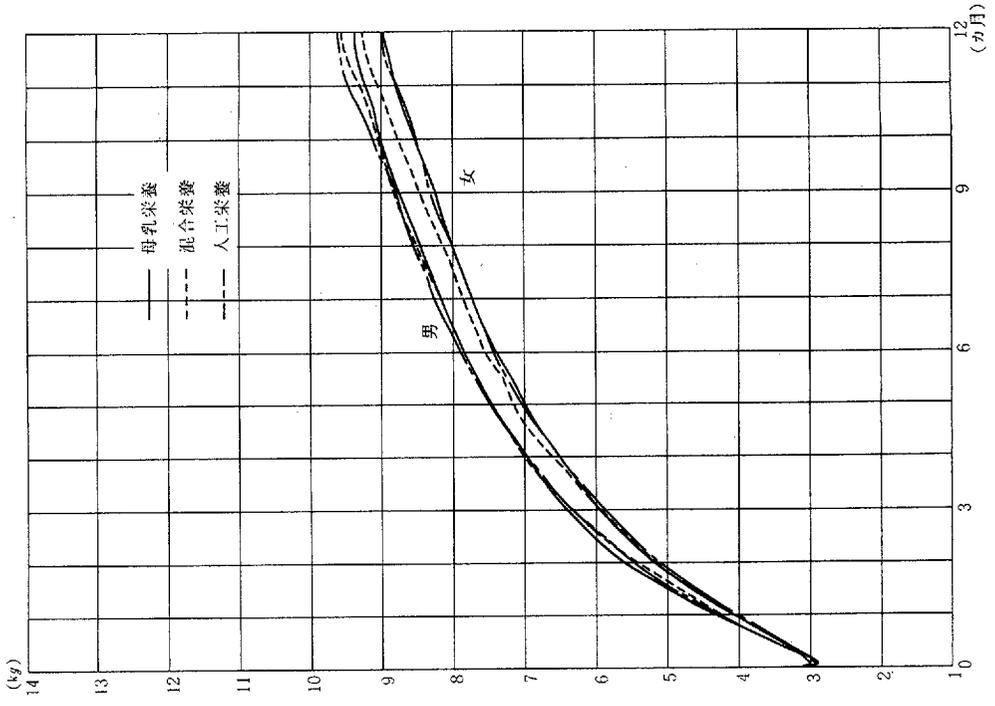


図12 生後3カ月の栄養法別乳児体重发育50パーセントァイル曲線



れが平行線になるに留まっている。この結果が意味するところをより明確にするにはさらに検討を要するであろう。

この現象は昭和55年厚生省値と平成2年厚生省値の乳児期の体重の違いと関連させても興味深い。平成2年値は出生体重が男女とも100g小さく、乳児期後半に同じように体重の値が約100g小さい(ただし乳児期前半にはわずかに逆の傾向がある)。出生体重の中央値の差が、乳児期後期の体重の中央値の差となっていることは先に述べた知見と無関係ではないであろう。

それぞれの出生体重グループについて、3, 97パーセントイル曲線の幅が乳児期前半でかなり広がっていったことについては次のような解釈が出来る。出生時の体格は子宮内の影響を強く受け、乳児期後半の体格は遺伝的にプログラムされた乳幼児期の体格(父母の体格の平均的なもの)を反映すると言われている<sup>13)</sup>。従って、出生体重と乳児期後期の体重は必ずしも相関せず、中くらいで生まれても大きいほうになる児や小さいほうに発育する児がいるわけである。乳児期の前半は発育の個人差が大きいと言われるのも、このような現象の経験的な表現であろう。

栄養法に関してはかつては人工栄養児の方が体重の増えが大きく<sup>14)</sup>、母乳栄養児は離乳の進行が円滑であると<sup>15)</sup>言われてきたが、昭和50年前後の粉乳の組成の変化をきっかけに栄養法別の発育の様相が変わってきた<sup>16)</sup>。この調査結果も、最近の栄養法別乳児発育の現状を把握するうえで参考になるものであろう。

これらの縦断データからの知見より、臨床の場面でも生かされる有益な発育基準を示してゆきたいと考える。また、これらの縦断データにさらに解析を重ね、たとえば体重増加量の分布など、新たな知見も得てゆきたいと考える。

#### 文 献

- 1) 神岡英機, 高石昌弘: 小児の身体発育健常値, 小児科臨床, 37(4): 899-932, 1984.
- 2) 厚生省児童家庭局母子衛生課監修: 乳幼児身体発育値. 平成2年乳幼児身体発育結果報告書. 母子衛生研究会, 1991.
- 3) 高石昌弘, 他: 1990(平成2)年乳幼児身体発育調査結果について. 小児保健研究, 50(6): 671-680, 1991.
- 4) 高石昌弘, 他: 乳幼児身体発育の検討に関する研究. 昭和62年度厚生省心身障害研究「家庭保健と小児の成長発達に関する総合的研究」報告書. p.238-247, 1988.
- 5) 窪田英夫, 他: 乳幼児の発育発達の縦断的研究. 厚生省心身障害研究「地域・家庭環境の小児に対する影響等に関する研究」班 平成元年度報告書. p.99-104, 1990.
- 6) 加藤則子, 他: 母子愛育会縦断データに基づいた乳幼児体重発育曲線の試作. 小児保健研究, 50(1): 64-70, 1991.
- 7) 市田浩三, 他: スプライン関数とその応用, シリーズ新しい応用の数学20. p.30-59, 教育出版, 1986.
- 8) Takaishi, M., Kikuta, E.: The changes of standing height in schoolgirls of a private school in Tokyo during the last 20 years. *Auxology*, 88. Perspectives in the science of growth and development p.203-206, 1989.
- 9) Cline, A. K.: Scalar-and planar-valued curve fitting using spline under tension. *Communication of ACM*, 17(4): 218-220, 1974.
- 10) 厚生省児童家庭局母子衛生課監修: 乳幼児栄養の現状—昭和60年度 乳幼児栄養調査報告書—母子衛生研究会, 東京, 24, 1986.
- 11) 厚生省統計情報部: 人口動態統計, 1980, 1989.
- 12) 加藤則子: 乳幼児身体発育調査結果の解説. 小児保健研究50(6): 681-690, 1991.
- 13) Tanner JM. The regulation of human growth. *Child Developm*, 1963; 34: 817-847.
- 14) 宮崎 叶, 他. 栄養別乳児体重発育の分析調査研究. 小児保健研究, 23(8): 155-166, 1965.
- 15) 米山京子. 乳児期の授乳法と幼児期の食生活との関連. 小児保健研究, 46(4): 419-424, 1987.

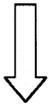
- 16) 藤生君江, 他. 昭和50年の育児用粉乳改正  
前後における乳児の身体発育. 小児保健研究,  
38(5): 366, 1980.

### Abstract

#### A Longitudinal Study on Growth and Development in Infancy and Childhood

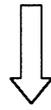
Hideo Kubota<sup>1)</sup>, Etsujiro Takahashi<sup>2)</sup>, Tomiji Hatakeyama<sup>3)</sup>,  
Hirotake Komiya<sup>4)</sup>, Kenshiro Kojima<sup>5)</sup>, Hideki Kamioka<sup>6)</sup>,  
Masahiro Takaishi<sup>7)</sup>, Akira Takano<sup>7)</sup>, Takashi Eto<sup>7)</sup>,  
Noriko Kato<sup>7)</sup>, Setsuko Ohmori<sup>7)</sup>

A Prospective-longitudinal study of infants was started in 1989, and the data were collected from 53 hospitals and analyzed. Body measurement data were interpolated and percentile values were calculated by every half a month of age. Compared to 1990 MHW growth standard value, less difference was found in birthweight, but at 1 year of age, 3 items (body weight, chest circumference, head circumference) showed larger values in this study. 50 percentile body weight curves according to birthweight groups were almost parallel with each other. Recent status of body weight growth according to feeding method is also presented.



## 検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要旨:平成元年度に開始した乳児の継続的な発育調査に関して,記入済みの調査票をすべて回収し53病院からの3,183例について集計を行なった。身体計測値に関しては補間を行なったのち,パーセンタイル値を計算した。平成2年厚生省乳幼児身体発育値と比べて,出生体重や新生児期の状態には大きな違いはなかったが,1歳時では体重・胸囲・頭囲でやや大きめの値を示しており,また母乳栄養の割合がやや高い傾向にあった。出生体重別の50パーセンタイル曲線は,全体の発育曲線のように広がることなくほぼ平行した線をたどっていた。栄養決別の体重増加の傾向は過去におけるそれとは若干異なっていた。