

乳幼児健康診査及び学校保健統計の活用を想定した乳幼児身体発育曲線の試作

研究協力者：加藤則子 (十文字学園女子大学 教育人文学部)

研究協力者：磯島 豪 (帝京大学医学部 小児科学講座)

研究要旨

COVID-19の影響が続く中で、乳幼児身体発育調査を延期実施するにしても、従来のような集合健診での計測による調査は感染予防の観点から実施が困難となる可能性があるため、自治体でルーティンに行っている乳幼児健康診査(以下:健診)活動の中で身体計測データを収集していくという代替案が浮かび上がった。そこで、そのような収集法で得たデータにより乳幼児身体発育曲線を作成することの実現可能性を検討するため、得られると予想されるデータセットを作成し、曲線作成のシミュレーションを行った。

シミュレーションは男子体重にて行った。乳幼児身体発育調査データにおいて、健診年月齢対応データを用いることと、病院データを小規模にした場合を想定し、平成22(2010)年乳幼児身体発育調査男子体重データの一部と同年度の学校保健統計調査男子体重データの一部を用いて平滑化発育曲線を求めたところ、平成22年乳幼児身体発育調査の公表値と、類似した平滑化結果が得られた。しかし、平滑化中央値の標準誤差が平成22年乳幼児身体発育調査の全データを用いた場合の2倍から3倍となっていたため、平滑化が正確であるかどうかに関しても、引き続き検討が必要である。

A. 研究目的

当初2020年に予定されていた厚生労働省乳幼児身体発育調査は、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)拡大の影響で延期されている。乳幼児身体発育調査は過去半世紀以上にわたって、10年に一度の間隔で行われ、その一般調査は調査対象者を集めた集合健診の形式を取ってきた。COVID-19の影響が続く中で、従来のような集合健診での計測による調査は感染予防の観点から実施が困難となる可能性があるため、自治体でルーティンに行っている乳幼児健診活動の中で身体計測データを収集していくという代替案が浮かび上がった。

そして、自治体の乳幼児健診においては、3歳児健診を過ぎた年月齢における身体計測データがあまり得られないため、学校保健統計調査の5歳及び6歳の身体計測データを活用する必要も考えられる。

一方で、昭和55年の乳幼児身体発育調査

から導入されている病院調査は、出生から1か月健診までの縦断的なデータを男女合わせて4千例以上収集している。一般調査データが2歳までにおいて1か月当たり男女それぞれ100例程度、2歳以上はさらにそれよりも少ない例数であるのに比べて多くなっており、データが出生後1か月までに密集してデータのバランスを悪くしている懸念も生じている。

このような中で、乳幼児健診が行われている年月齢範囲に限って収集されたデータと学校保健統計調査の身体計測データで発育曲線を作成することが可能であるかを明らかにすること、そして、発育曲線作成に適した病院調査のデータ数がどのくらい必要となるかを知ることが、課題となる。

これらを明らかにするために、平成22年乳幼児身体発育調査データの中から、一般調査データにおいては乳幼児健診で得られる年月齢のデータを抽出し、病院調査デー

タにおいては系統抽出法を用いてよりデータ数をコンパクトにして、それらに加えて5歳及び6歳の学校保健統計調査データを用いて、身体発育曲線の平滑化を試み、平成22年公表値との比較を行うなどして評価を行った。

B. 研究方法

乳幼児身体発育曲線の平滑化シミュレーションを行うにあたっては、男子の体重データを例として試みることにした。表1に示すような5種のデータセットを作成した。

- (1) 乳幼児身体発育調査病院調査全数、同一般調査3か月0日以上4か月0日未満、6か月0日以上7か月0日未満、10か月0日以上11か月0日未満、18か月0日以上19か月0日未満、36か月0日以上37か月0日未満、学校保健統計調査66か月および78か月全数

(66か月は、幼稚園年長クラス児の月齢の4月における期待値、78か月は、小学1年生児の月齢の4月における期待値である)

- (2) 乳幼児身体発育調査からは同様抽出、学校保健統計調査10分の1を系統抽出
- (3) 乳幼児身体発育調査からは同様抽出、学校保健統計調査50分の1を系統抽出
- (4) 乳幼児身体発育調査病院調査からは10分の1系統抽出、乳幼児身体発育調査一般調査からは同様抽出、学校保健統計調査50分の1を系統抽出
- (5) 乳幼児身体発育調査病院調査からは20分の1系統抽出、乳幼児身体発育調査一般調査からは同様抽出、学校保健統計調査50分の1を系統抽出

それぞれのデータセットに対し、平滑化のシミュレーションを行うにあたっては、統計ソフトウェアRのGAMLSSライブラリにおける以下のコードを用いて計算した。

```
m0<-lms(wt, age,
families=c("BCCGo", "BCPEo", "BCTo"),
```

```
data=mw, k=9, calibration=F, trans. x=T, cent=cent)
```

wt: 体重の値

age: 月齢

mw: 計算に用いたデータセットの名称

これらの平滑化における誤差を推計するには、各パーセントイル曲線における標準誤差が計算できるブートストラップ法を用いるのが適切であるが、ここでは簡略化して、中央値(mu)の標準誤差を求める方法を取った。

muの標準誤差の計算を可能にするために、再度以下のコードによって平滑化計算を行う必要がある。モデルは、最もfittingの良いBCToを採用した。

```
mw$Tage<-(mw$age)^(m0$power)
```

```
m1<-gamlss(wt~pb(Tage),
sigma.fo=~pb(Tage), nu.fo=~pb(Tage),
tau.fo=~pb(Tage), family=BCTo, data=mw)
```

この基礎計算を踏まえ、muの標準誤差を求めるための推計を行う。

```
predm1<-
predict(m1, what="mu", type="response", se.fit=TRUE)
```

muの推計値と、muの標準誤差の推計値を、以下のコードによって、実測データの月齢に対してグラフ出力する。

```
plot(mw$age, predm1$fit)
plot(mw$age, predm1$se.fit)
```

C. 研究結果

(1) から(5)までのデータセットに対して平滑化を試みたところ、(1)及び(2)においてはエラーが出て計算できず、(3)と(4)で計算結果が得られた。(5)においては計算結果が得られたものの、平滑化パラメータ

一のひとつである τ (tau) の推計値が算出できなかった。

データセット(3)とデータセット(4)に関して、平滑化結果を平成 22 年調査の公表値に重ね合わせて図 1、図 2 に示す。データセット(4)のほうが、出来上がりが公表値に近いものである印象があるが、ワームプロットを見ると、データセット(3)のほうがあてはめが良いと言える。データセット(3)とデータセット(4)両方において、18 か月から 54 か月までは、75、90 の各パーセンタイル値が、平成 22 年公表値より小さく、54 か月以上では、すべてのパーセンタイル値において、平成 22 年公表値より大きかった。

データセット(4)が、今回検討した中で、最もコンパクトであることから、データセット(4)に関して、平滑化中央値 μ に関する標準誤差の推計を行った。結果については、平成 22 年乳幼児発育調査の男子体重全データに関して同様の方法で平滑化した中央値 μ の標準誤差と比較して図 3 に示した。

調査データすべてを使った場合に比べ、健診月齢相当のデータを抽出した場合、中央値の標準誤差は、乳児期では約 2 倍、18 か月では 2 倍以上、36 か月では 3 倍以上であることが分かった。66 か月、78 か月(学校保健統計調査データの 50 分の 1 抽出から算出)における標準誤差は、乳幼児身体発育調査全データにおける 72 か月相当の標準誤差とほぼ変わらない値を取った。

D. 考察

乳幼児健診や学校保健統計などで得られるデータを活用した作成法を検討する必要が出てきた。それを受けて、健診データ相当月齢のデータセットから発育曲線を作成する場合のシミュレーションを行った。

表 1 におけるデータセット(1)と(2)においてエラーが出て計算不能になったのは、

学校保健統計部分が、3 歳以降の離れた月齢に多くのデータがある、データ不均衡によって計算がしづらくなることが原因と推測される。学校保健統計調査データを 50 分の 1 の抽出としコンパクトにしたことにより、それが解決された。データセット(5)において、平滑化パラメーター τ (tau) の推計値が得られなかったのは、病院調査部分のデータサイズを 20 分の 1 と小さくしすぎたためと推測された。

平滑化結果を平成 22 年公表値と比較した場合、データセット(3)においてアンダーエスティメーションによる曲線の揺れが観察されたが、あてはめ自体は曲線の揺れが少なかったデータセット(4)の場合より良好であった。データセット(3)において、あてはめを犠牲にして平滑化を強力に曲線の形を整えることは可能である。

乳幼児健診の実施年月齢に相当するデータと、学校保健統計調査のデータから乳幼児身体発育曲線の作成が可能かを探るため、平成 22 年乳幼児身体発育データの、病院調査、3 か月、6 か月、10 か月、18 か月、36 か月の各月齢の全数と、それに学校保健統計調査 66 か月及び 78 か月を系統的に 50 分の 1 の抽出を行ったものを加えたデータセットについて、GAMLSS on R によって、平滑化を行い、3、10、25、50、75、90、97 の各パーセンタイル曲線を推計したところ、一部に起こったずれはあるものの平成 22 年調査の公表値とあまり変わらない平滑化曲線が得られたので、健診データを活用するという方法を検討する意義があると言える。

図 3 に見られるように、データセット(4)における平滑化中央値の標準誤差が平成 22 年乳幼児身体発育調査の全データを用いた場合の 2 倍から 3 倍となっていたため、平滑化が正確であるかどうかに関して、疑問が残った。

今回の検討では、標準誤差の計算を、平滑

化中央値(mu)に限って行った。ブートストラップ法は、各パーセンタイル曲線における標準誤差が計算できるため、同法による標準誤差の算出法を開発することも今後検討が必要である。

E. 結論

乳幼児身体発育調査データにおいて、健診年月齢対応データを用いることと、病院データを小規模にした場合を想定し、平成22年乳幼児身体発育調査男子体重データの一部と同年度の学校保健統計調査男子体重データの一部を用いて平滑化発育曲線を求めたところ、多くの部分で平成22年乳幼児身体発育調査の公表値と、類似した平滑化結果が得られた。しかし、平滑化中央値の標準誤差が平成22年乳幼児身体発育調査の全データを用いた場合の2倍から3倍となっていたため、平滑化が正確であるかどうかに関しても、引き続き検討が必要である。

F 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Kato N, Sauvaget C, Yoshida H, Yokoyama T, Yoshiike N. Factors associated with birthweight decline in Japan (1980-2004). *BMC Pregnancy Childbirth*. 2021;21(1):337.
- 2) 彦聖美、大木秀一、加藤則子 乳幼児期双生児の発育曲線と運動発達 小児保健研究 2021;80(3):404-411
- 3) Morisaki N, Yoshii K, Ogawa-

Yamaguchi T, Monoi-Tamamitsu A, Kato N, Yokoya S Preschool-children's height, trend, and causes: Japanese national surveys 1990-2010 *Clin Pediatr Endocrinol*. 2022;31(1):10-17.

- 4) 岸 健太郎, 田中 敏章, 曾根田 瞬, 伊藤 善也, 加藤 則子, 佐藤 亨至, 立花 克彦, 横谷 進, 長谷川 奉延, 村田 光範, 磯島 豪, 吉井 啓介, 井ノ口 美香子, 依藤 亨, 篠田 謙一, 高井 省三, 日本成長学会成長研究委員会 小児成長研究データに基づく日本人女子の成長(第1編) 生物学的定義に近似した成長学的な思春期開始の基準値の作成 日本成長学会雑誌 2021;27(2):51-58
- 5) Yoshida H, Kato N, Yokoyama T Early full-term birth is an important factor for the increase in the proportion of low-birth-weight infants between 1980 and 2015 in Japan. *Journal of the National Institute of Public Health*. 2022;71(1):77-86

2. 学会発表

- 1) なし。

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし。
2. 実用新案登録
なし。
3. その他
なし。

表 1
乳幼児健診データを活用する事を想定し、病院調査と学校保健統計調査のデータを加えて平滑化をシミュレーション
計算方法: GAMLSS on R BCTo model

| 男子体重 | データセット(1) | | データセット(2) | | データセット(3) | | データセット(4) | | データセット(5) | |
|------------------------|-----------|----|-----------|------|-----------|------|-----------|-----|-----------|-----|
| | 病院調査 | 全数 | 全数 | 2187 | 全数 | 2187 | 1/10抽出 | 218 | 1/20抽出 | 109 |
| 乳幼児身体 発育調査 2010年 | 3か月 | | | 91 | | 91 | | 91 | | 91 |
| | 6か月 | | | 116 | | 116 | | 116 | | 116 |
| | 10か月 | | | 101 | | 101 | | 101 | | 101 |
| | 18か月 | | | 104 | | 104 | | 104 | | 104 |
| | 36か月 | | | 31 | | 31 | | 31 | | 31 |
| 学校保健統計調査 2010年度 | 5歳 (66か月) | 全数 | | 2986 | 1/50抽出 | 397 | 1/50抽出 | 397 | 1/50抽出 | 397 |
| | 6歳 (78か月) | 全数 | | 2162 | 1/50抽出 | 432 | 1/50抽出 | 432 | 1/50抽出 | 432 |

計算の状況

エラー

エラー

平滑化可能

平滑化可能

τ の推定値が算
出できず

図1 男子体重平滑化曲線 データセット(3)
 病院調査全例 3,6,10,18,36か月 学校保健1/50抽出

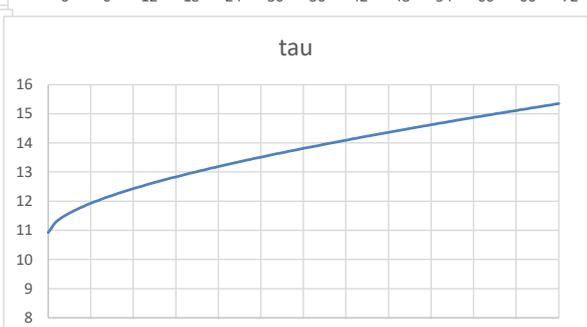
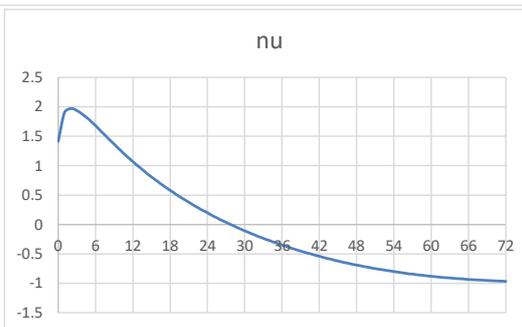
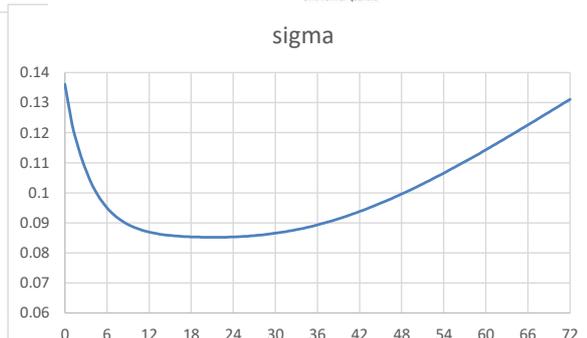
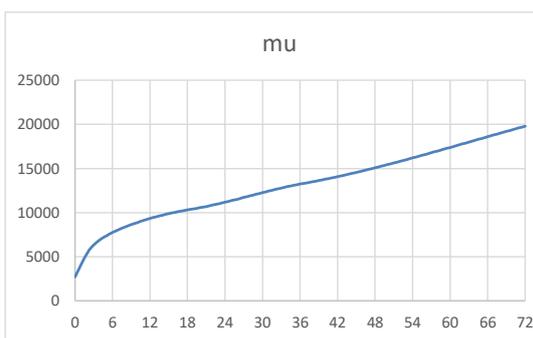
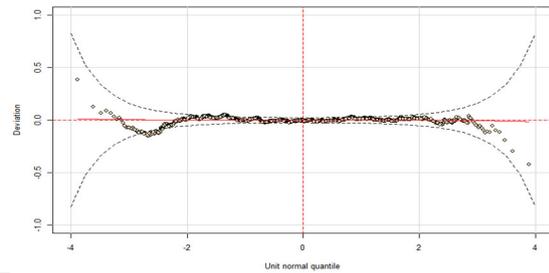
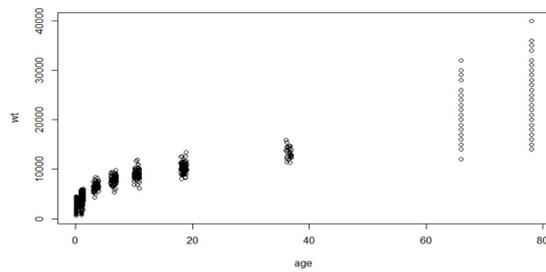
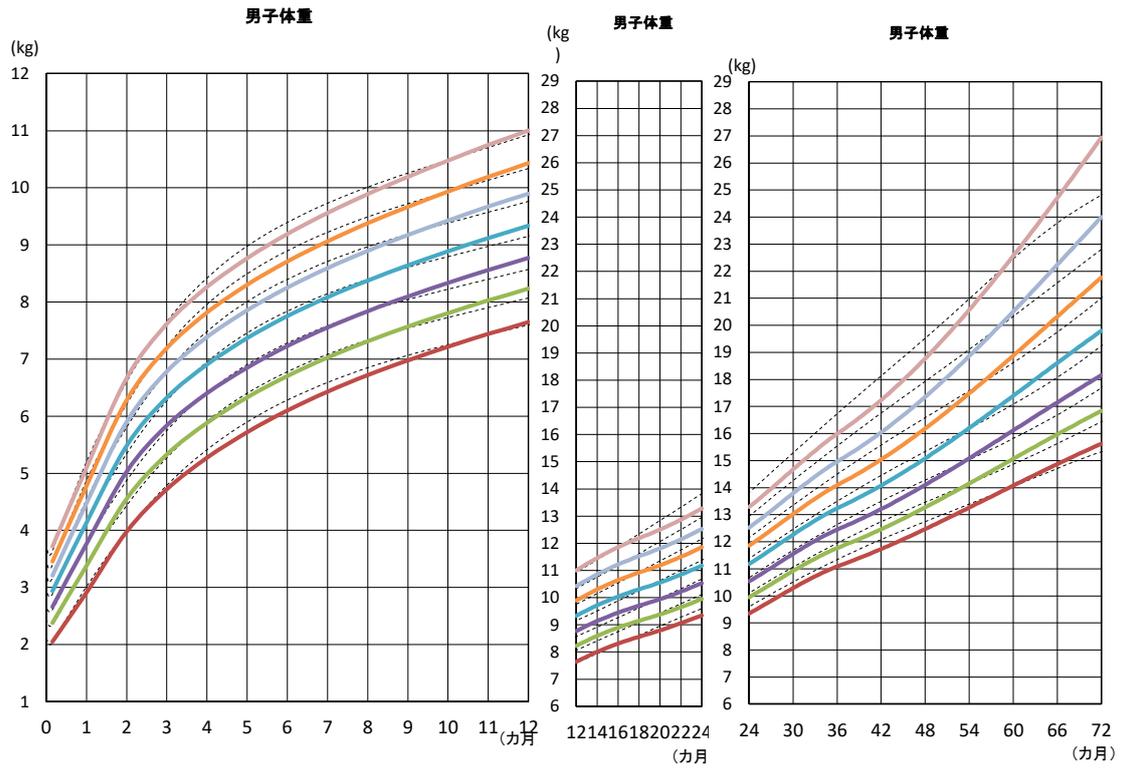


図2 男子体重平滑化曲線 データセット(4)
 病院調査1/10抽出 3,6,10,18,36か月 学校保健1/50抽出

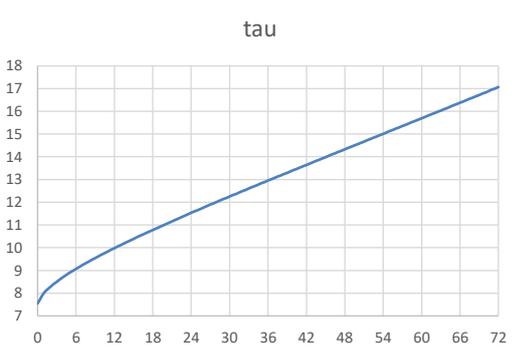
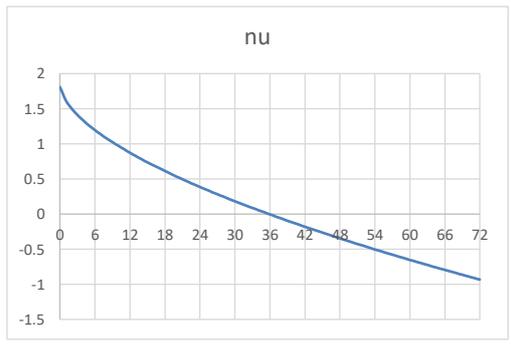
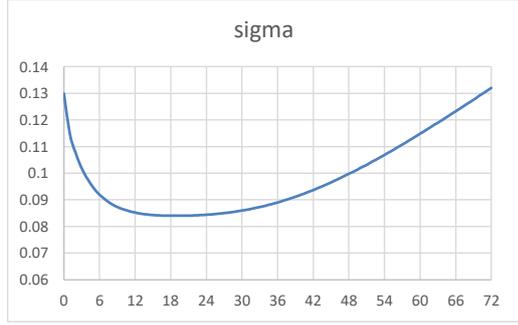
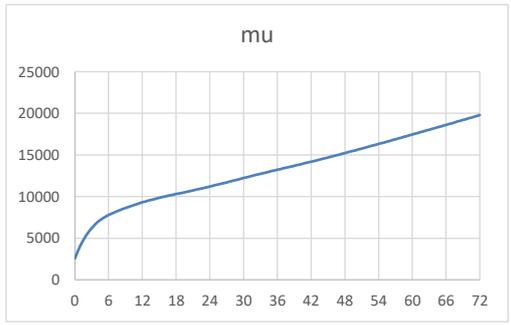
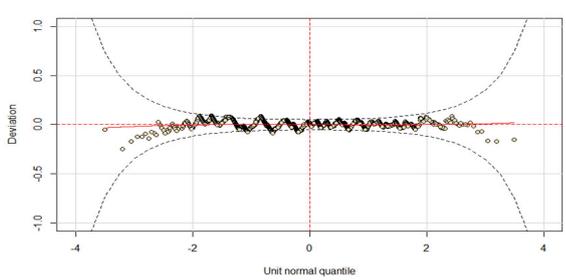
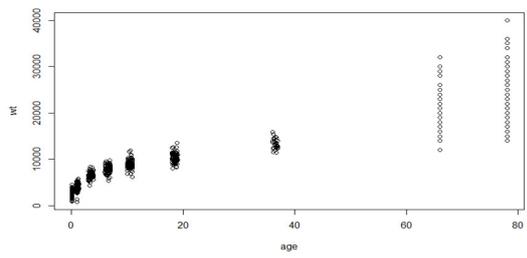
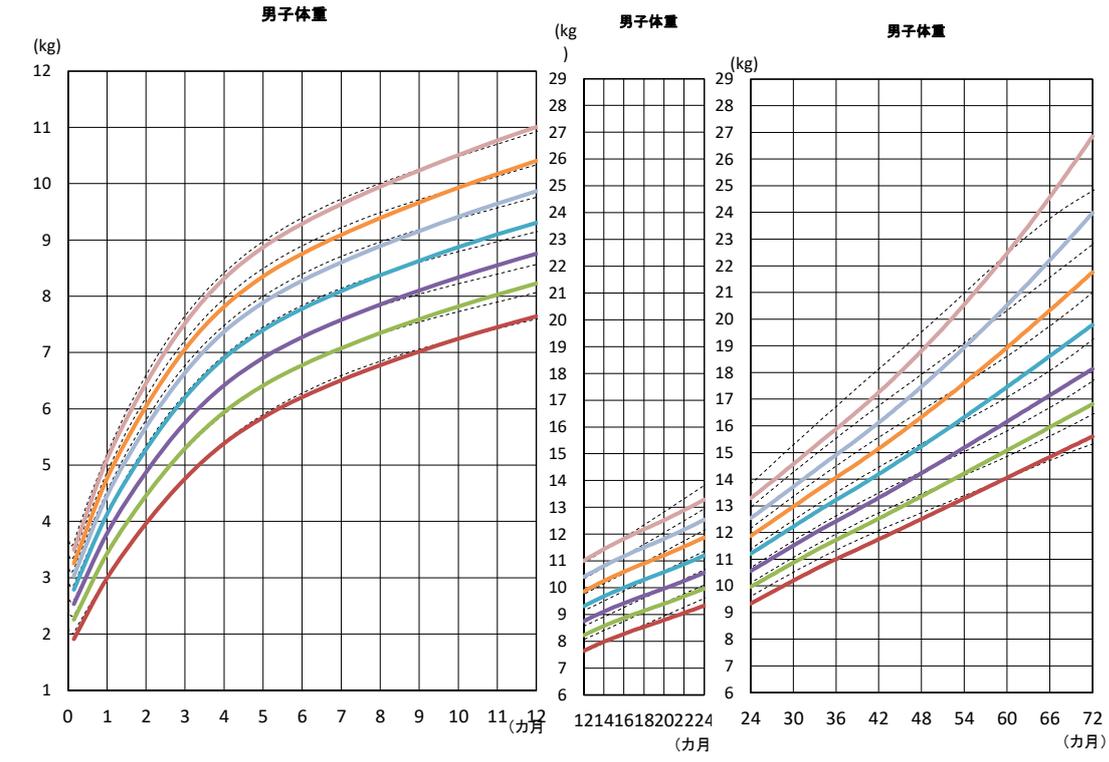
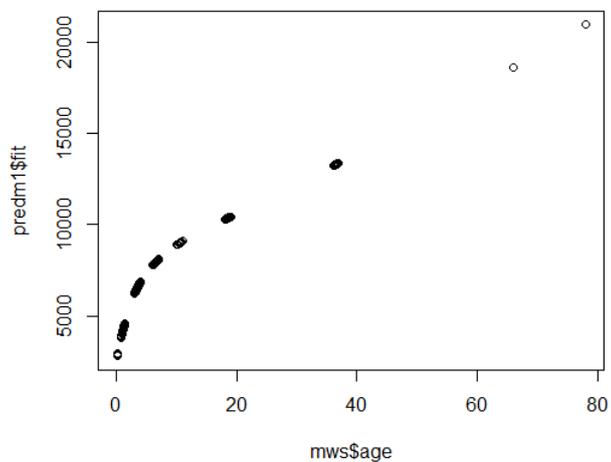


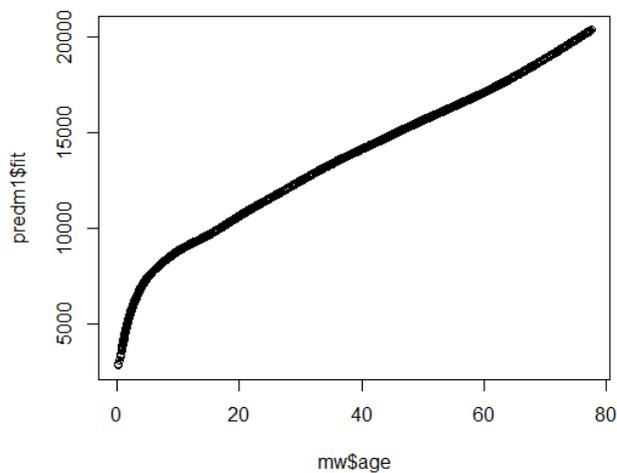
図3 男子体重平滑化結果中央値及びその標準誤差 -- 計測点の月齢に対応する推計値のプロット結果

データセット(4) 病院調査 1/10 抽出
 3,6,10,18,36 か月 学校保健 1/50 抽出
 平滑化中央値

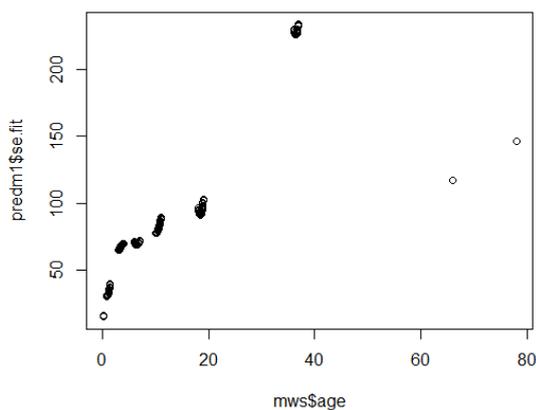


平成 22 年乳幼児身体発育調査データ
 全数

平滑化中央値



平滑化中央値の標準誤差



平滑化中央値の標準誤差

