

こうしたら子供の背が伸びる!!



国立病院機構西別府病院 スポーツ医学センター長

松田貴雄

将来、身長は何センチになるのか？

両親からの
予測身長
168cm

情報提供
水泳マガジン

身長は**遺伝的要素**が大きな割合を占める と言われるが、，，

最終到達予測身長

$$= (\text{父親の身長} + \text{母親の身長}) / 2 \quad + \quad 6.5 \text{ (男児)} \quad + \quad 2 \text{ (世代の違いによる補正)}$$
$$\quad \quad \quad - \quad 6.5 \text{ (女児)} \quad + \quad 2$$

*最近は加えない

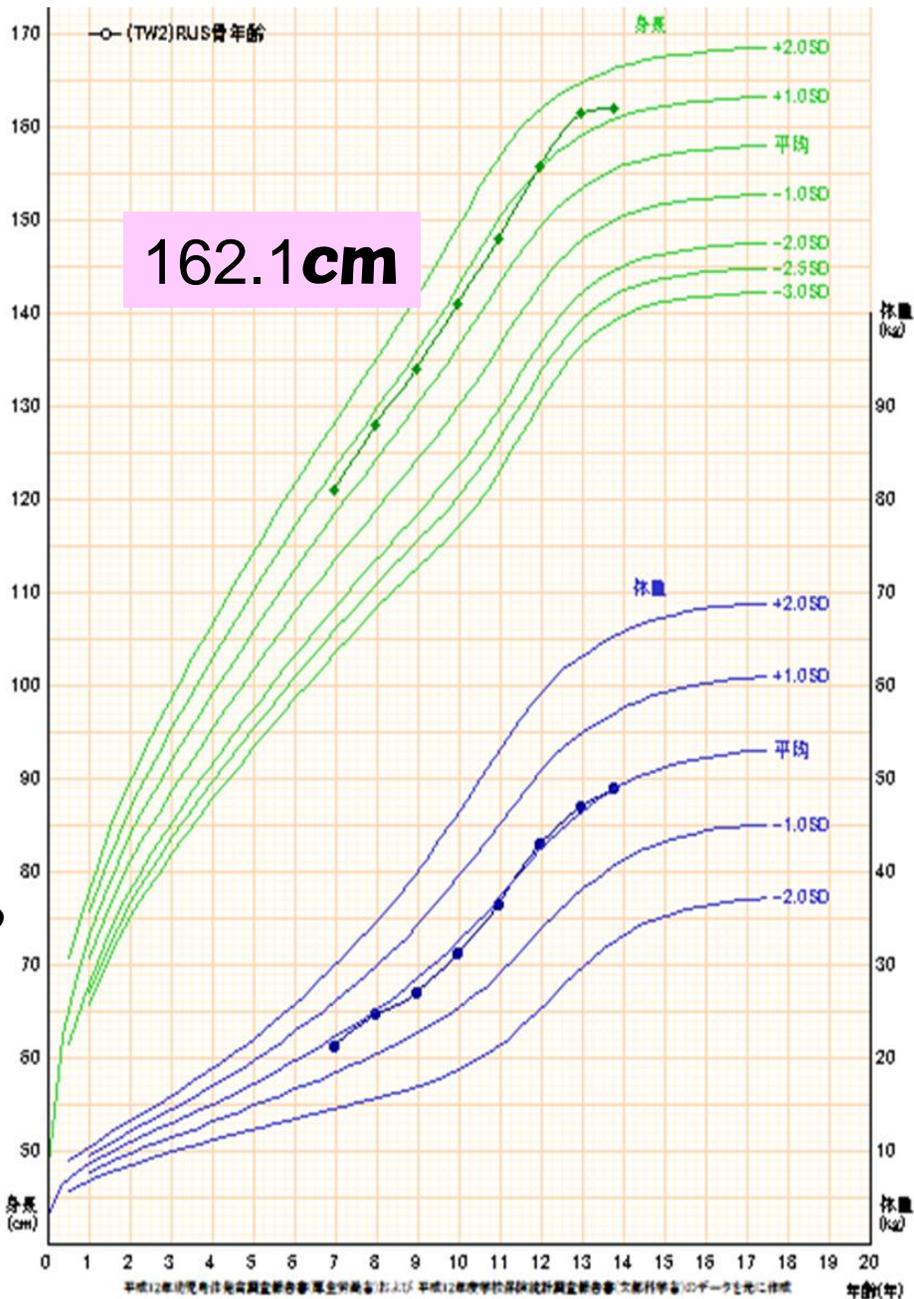
2卵性
双生児
女兒

13歳9か月

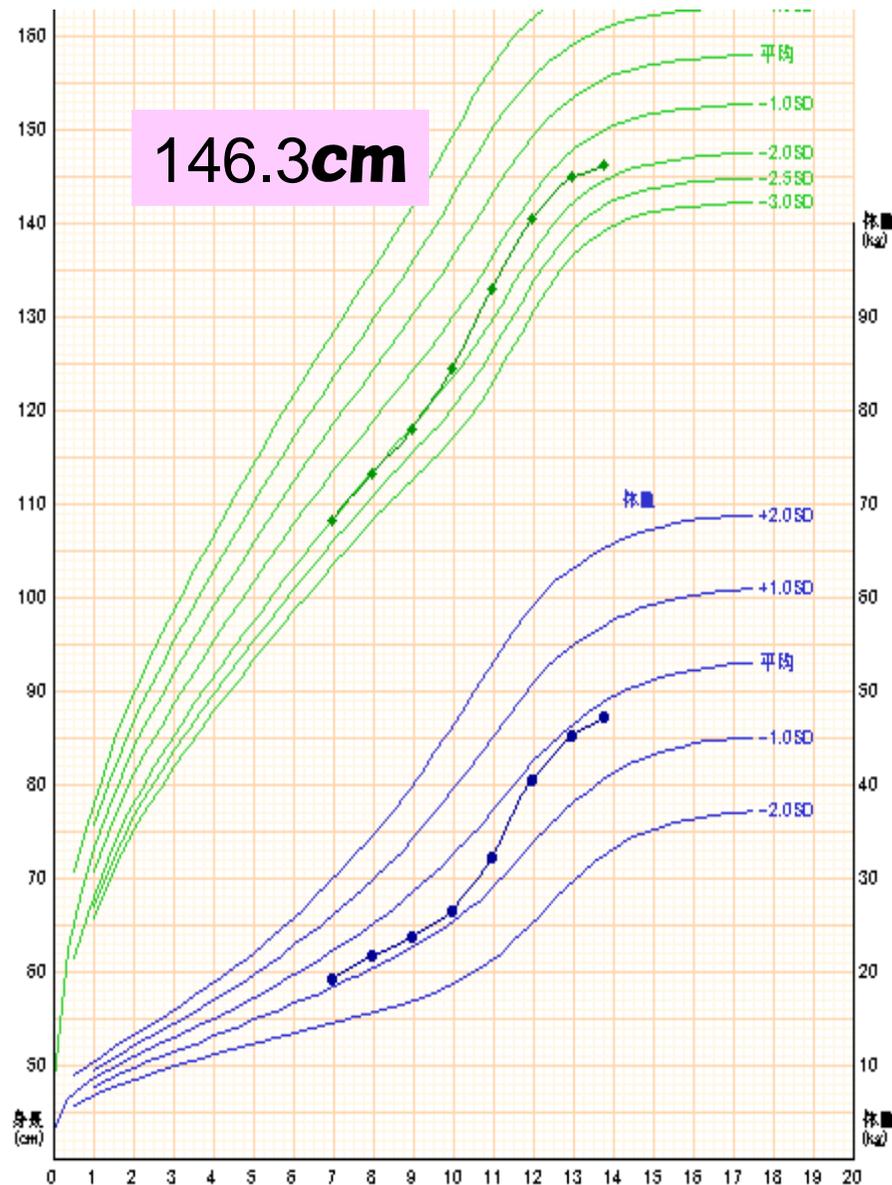
身長

身長は
遺传的要素
が大きな割合を占めると
言われるが、

X連鎖性優性が
推測される



同じ性別の双子で背が違う



体重

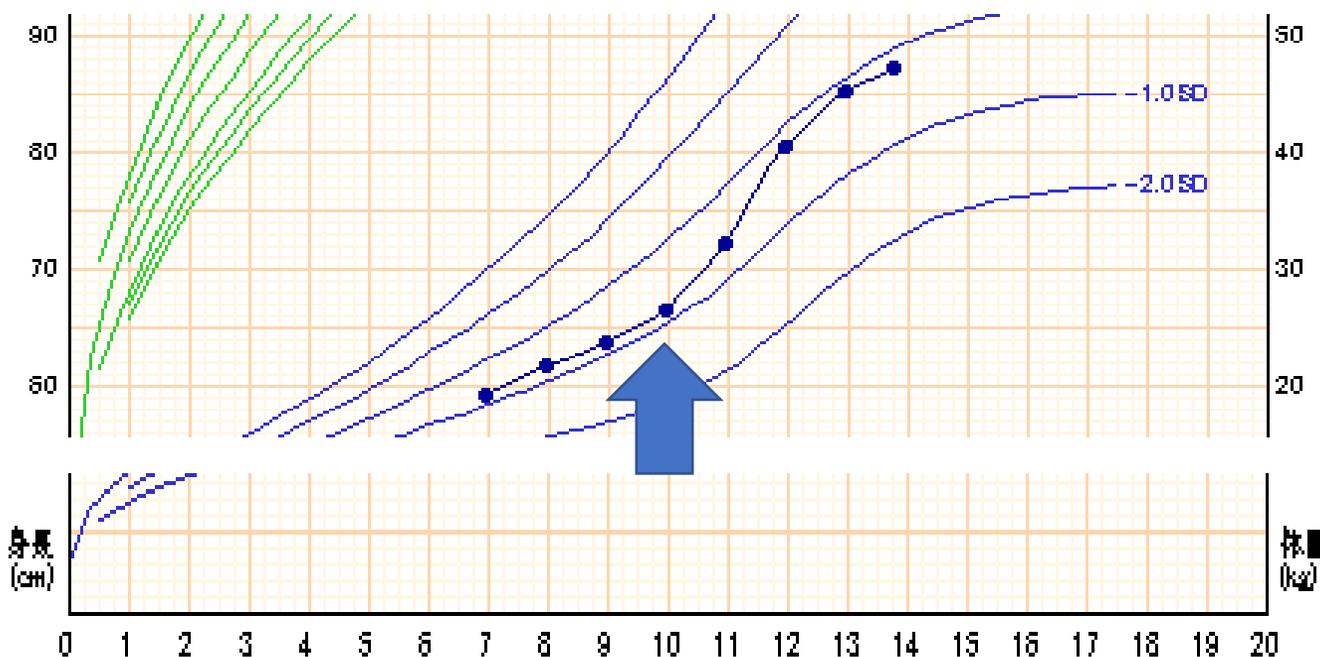
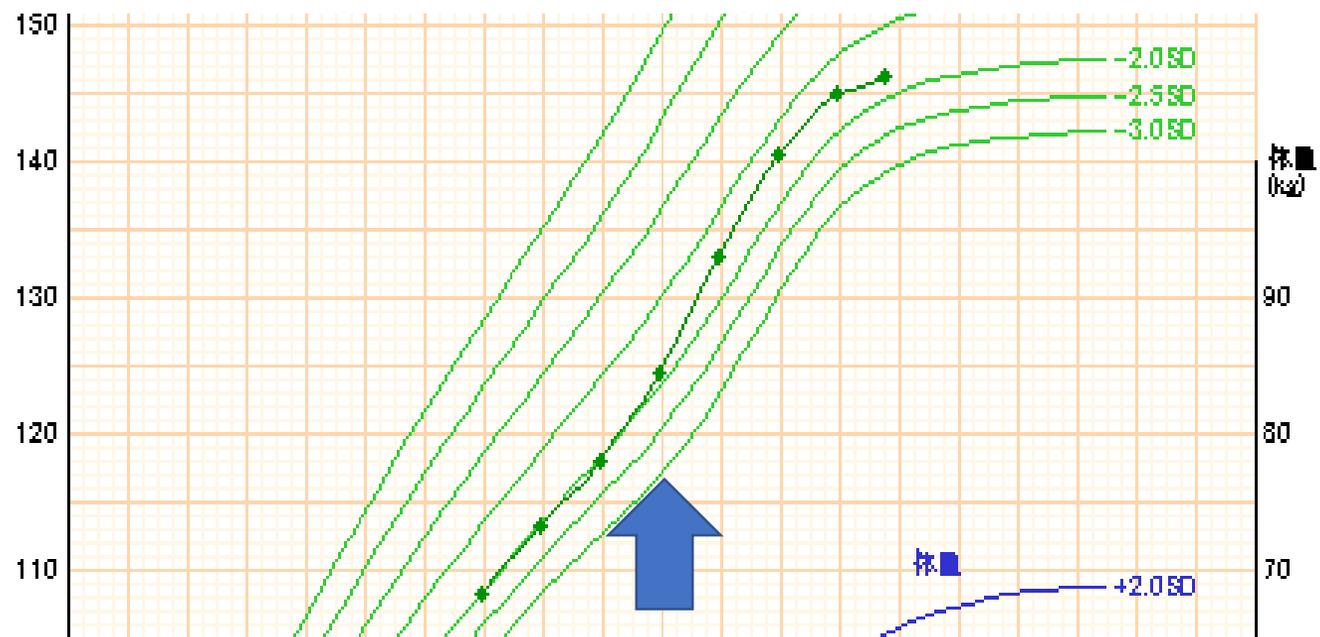
症例 2

146.3cm

さっき
3歳から前思春期まで
ほぼ同じ
SD曲線
といたしましたが、

少し外れてくる
時期が、、、

身長



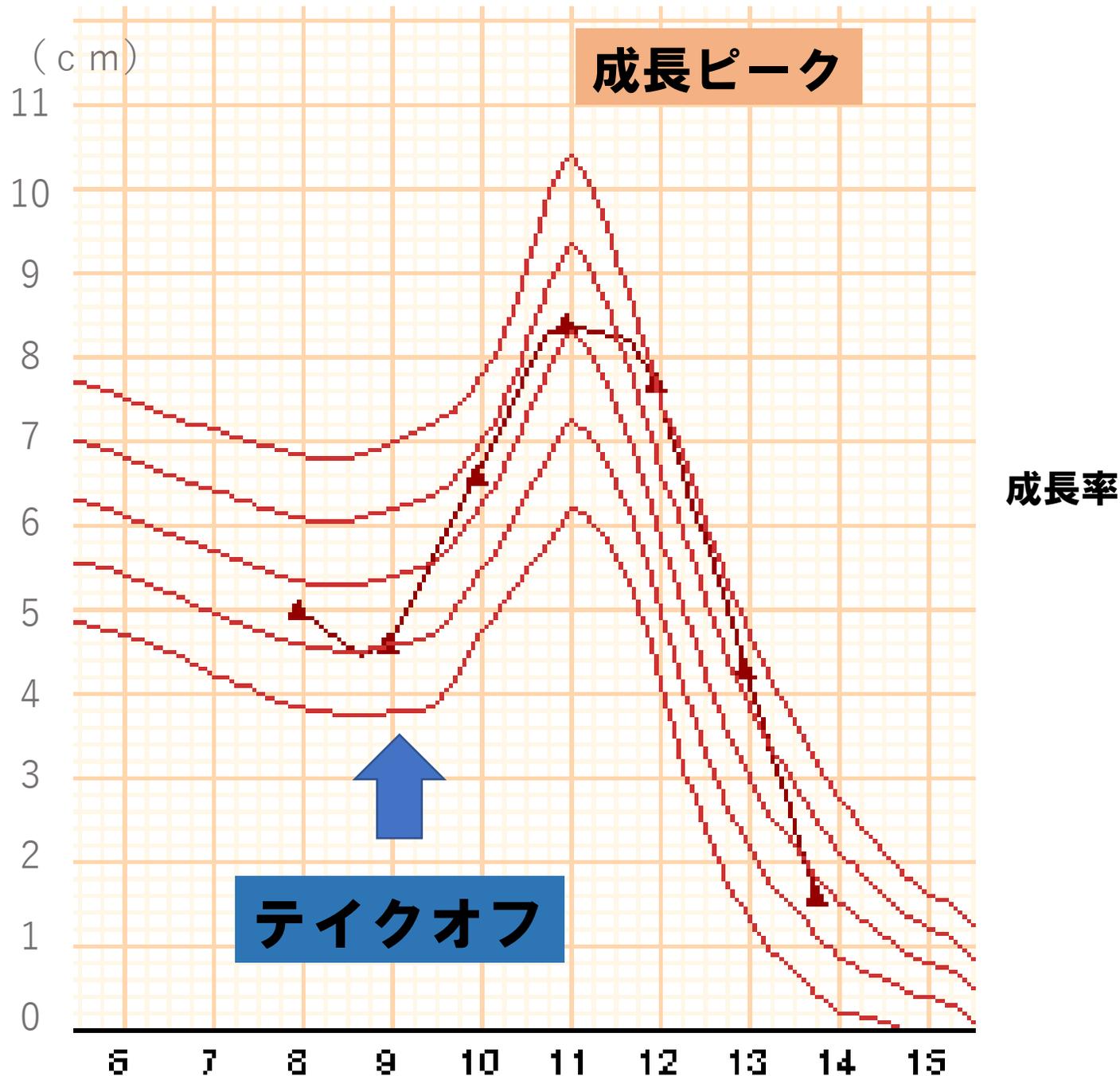
症例 2

146.3cm

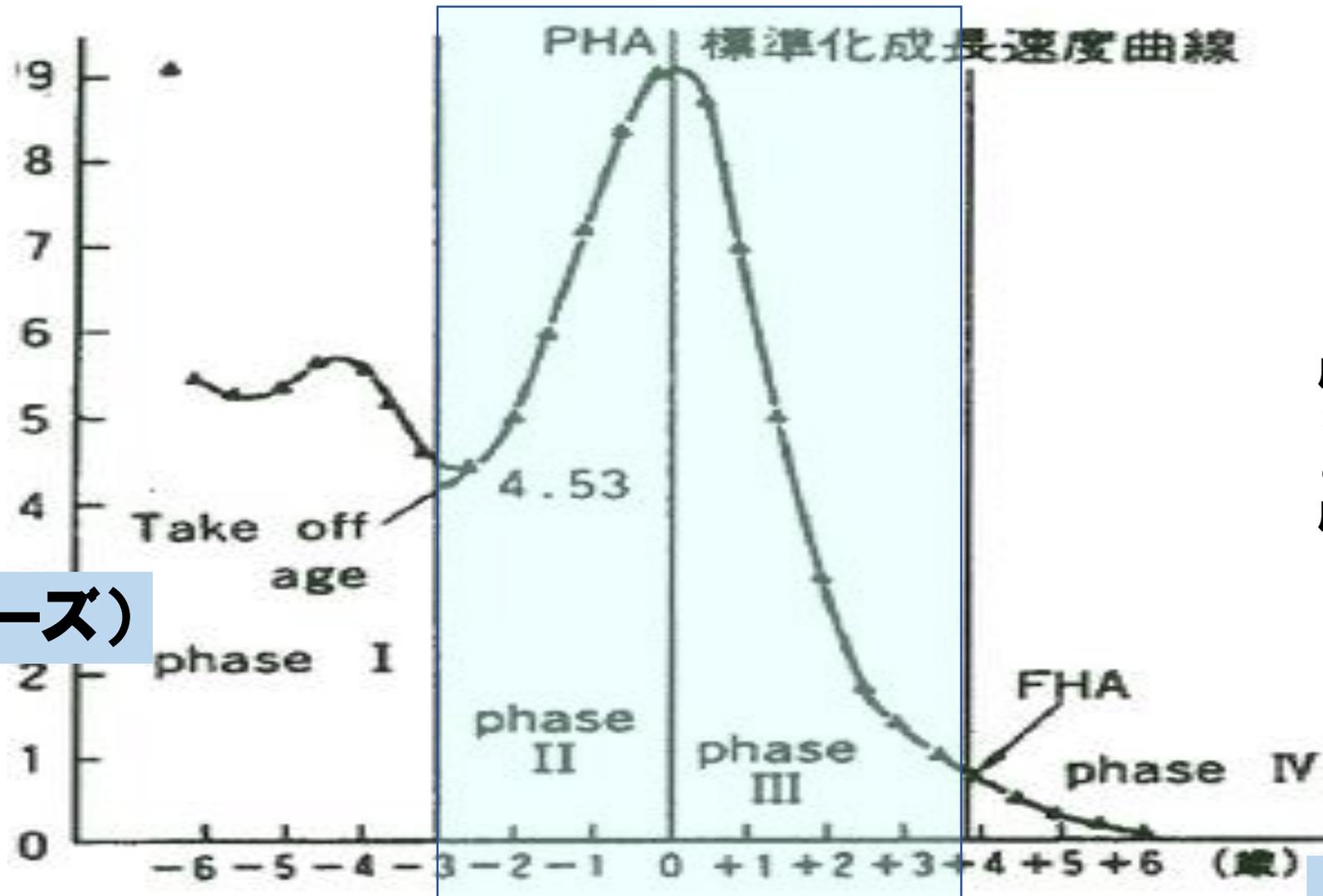
成長率曲線

1年に何センチのびたか？

去年の4月から今年の4月までに
伸びた身長を
去年の10月のところに（半年前に）
プロットする



成長スパート・成長ピーク・成長フェーズ



成長ピークを
0歳
とするのが
成育年齢

成長相(フェーズ)

成長スパート

成育年齢

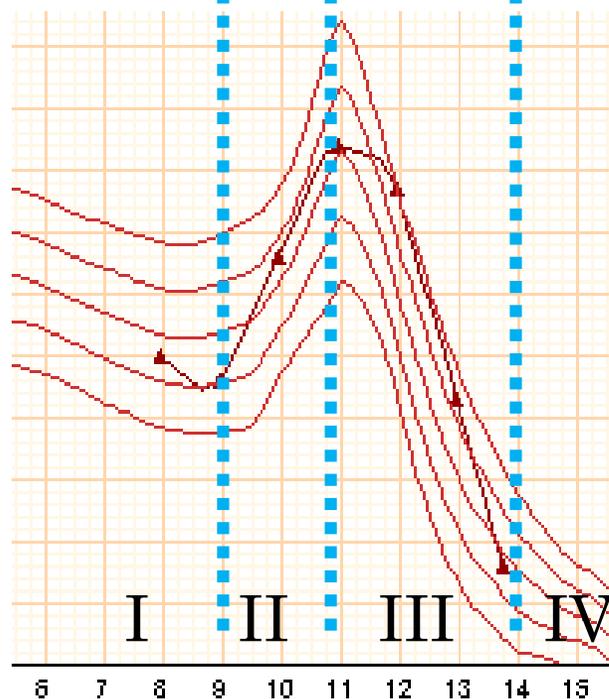
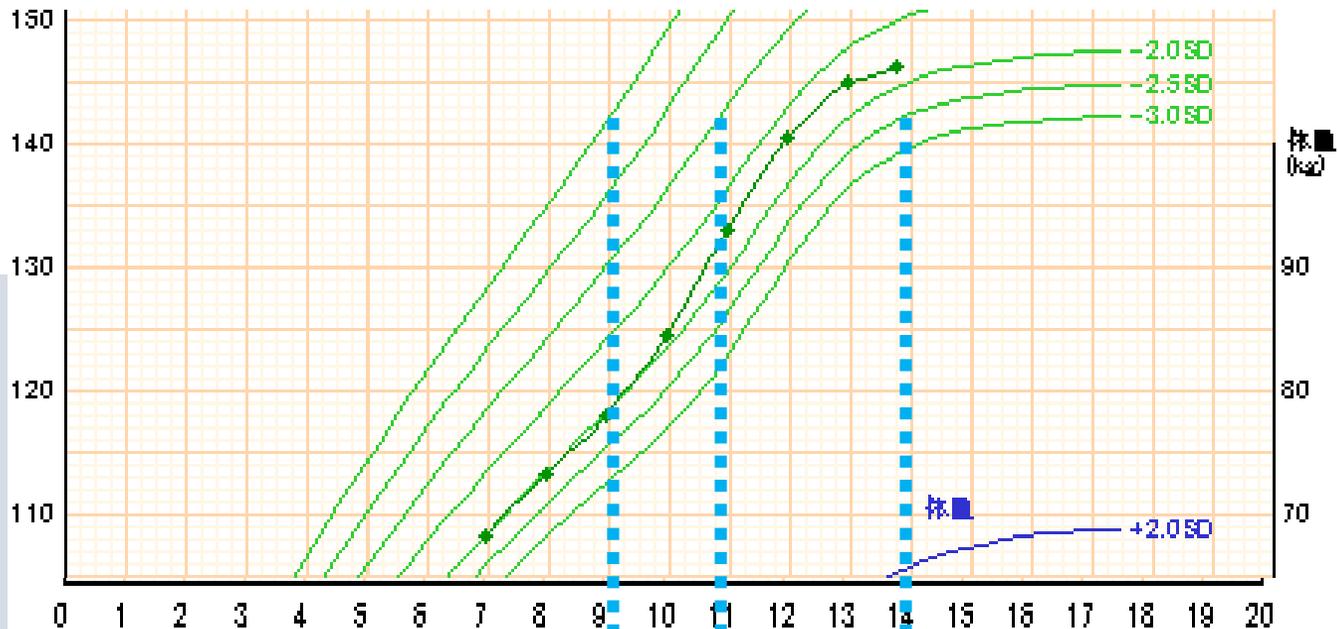
症例 2

146.3cm

身長

簡易に計算すると

年齢	身長	成長率	増加率
7歳	108cm	>5cm	>0cm
8歳	113cm	>5cm	>0cm
9歳	118cm	>6cm	>1cm
10歳	124cm	>9cm	>3cm
11歳	133cm	>8cm	>-1cm
12歳	141cm	>4cm	>-4cm
13歳	145cm	>1cm	>-3cm
14歳	146cm		



成長率

成長フェーズ

症例 1

162.1cm

身長

フェーズ3
で伸びたように
見えるけれど

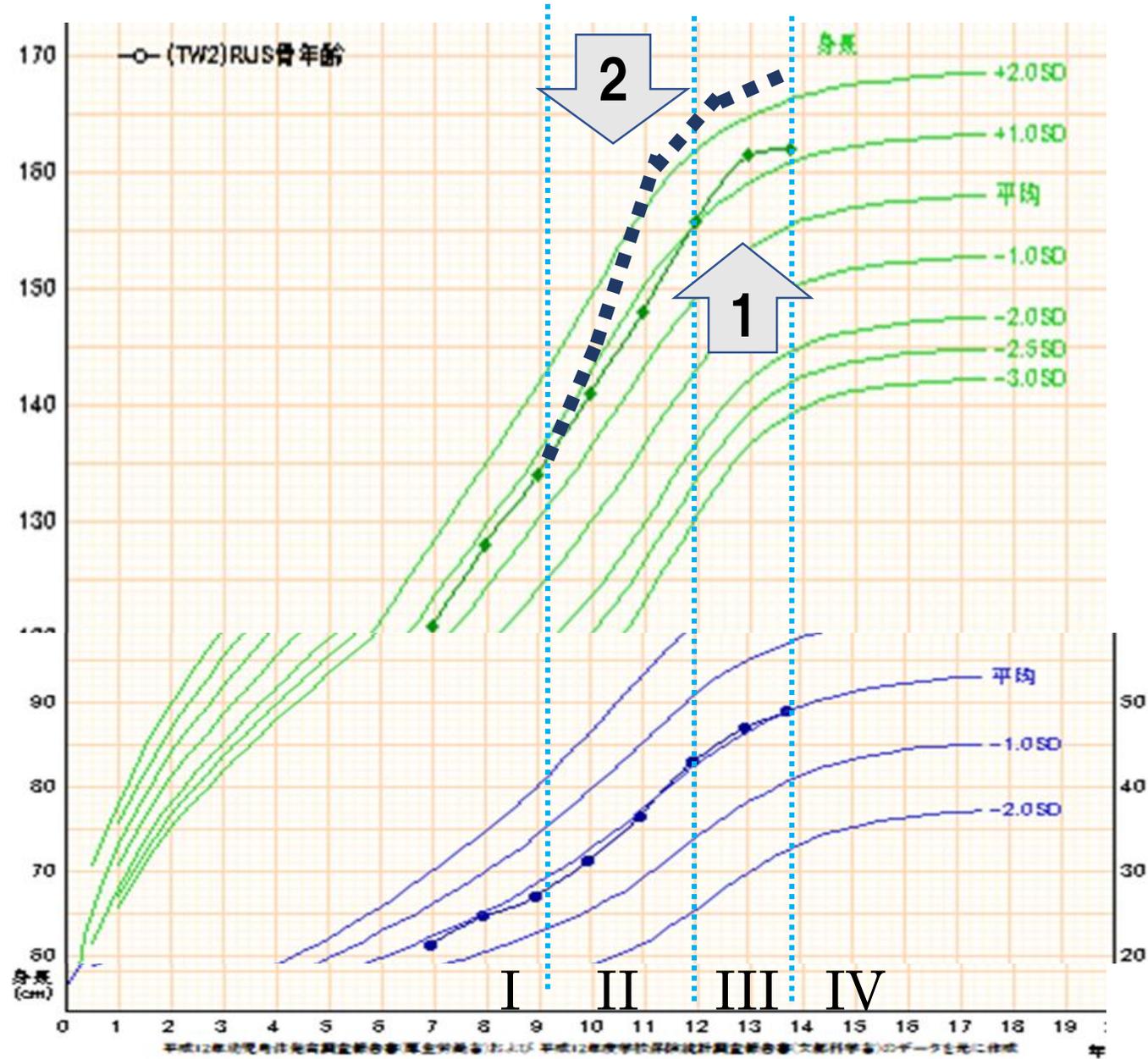


実際は大事なのは
フェーズ2



あまり悪くなさそうに
見えるけど

**フェーズ2の
エネルギー不足**



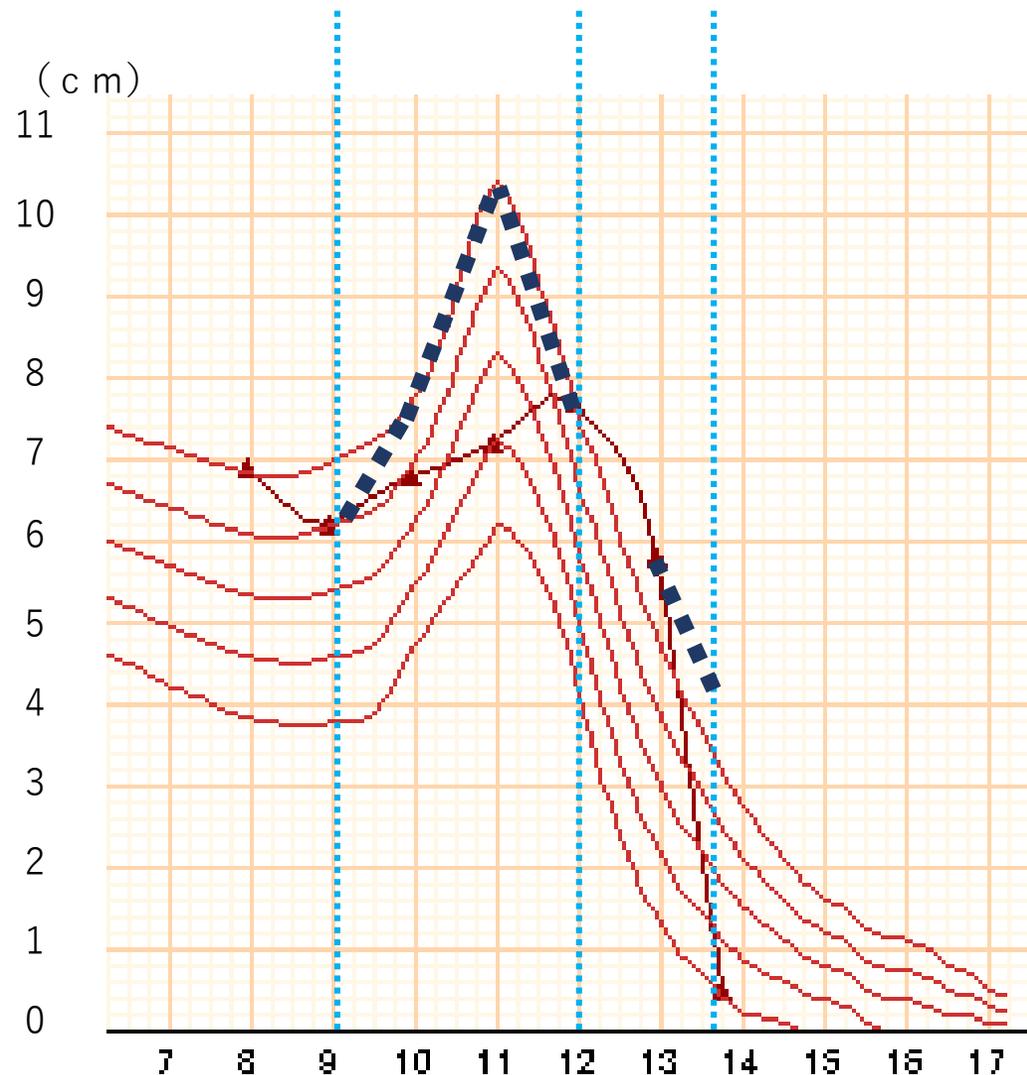
体重

症例 1 成長率曲線

162.1cm

	実際	推定	差
8歳	7.0cm		
9歳	6.0cm		
10歳	6.8cm	8.0cm	+1.2cm
11歳	7.0cm	10.0cm	+3.0cm
12歳	7.8cm		
13歳	5.8cm		
14歳	0.5cm	4.0cm	+3.5cm
		合計	+7.2cm

身長が169.3cmになっていた可能性

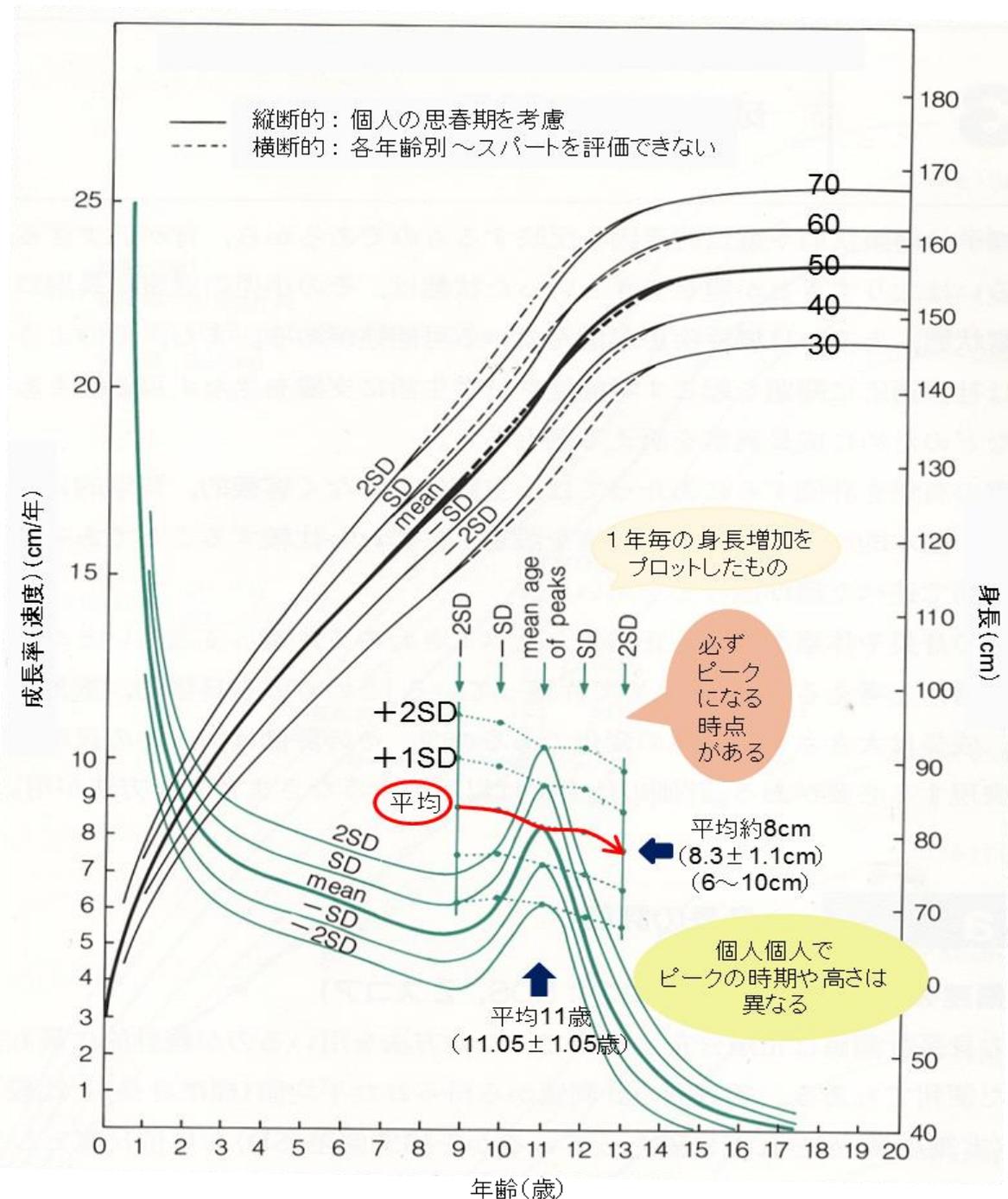


個人差があり

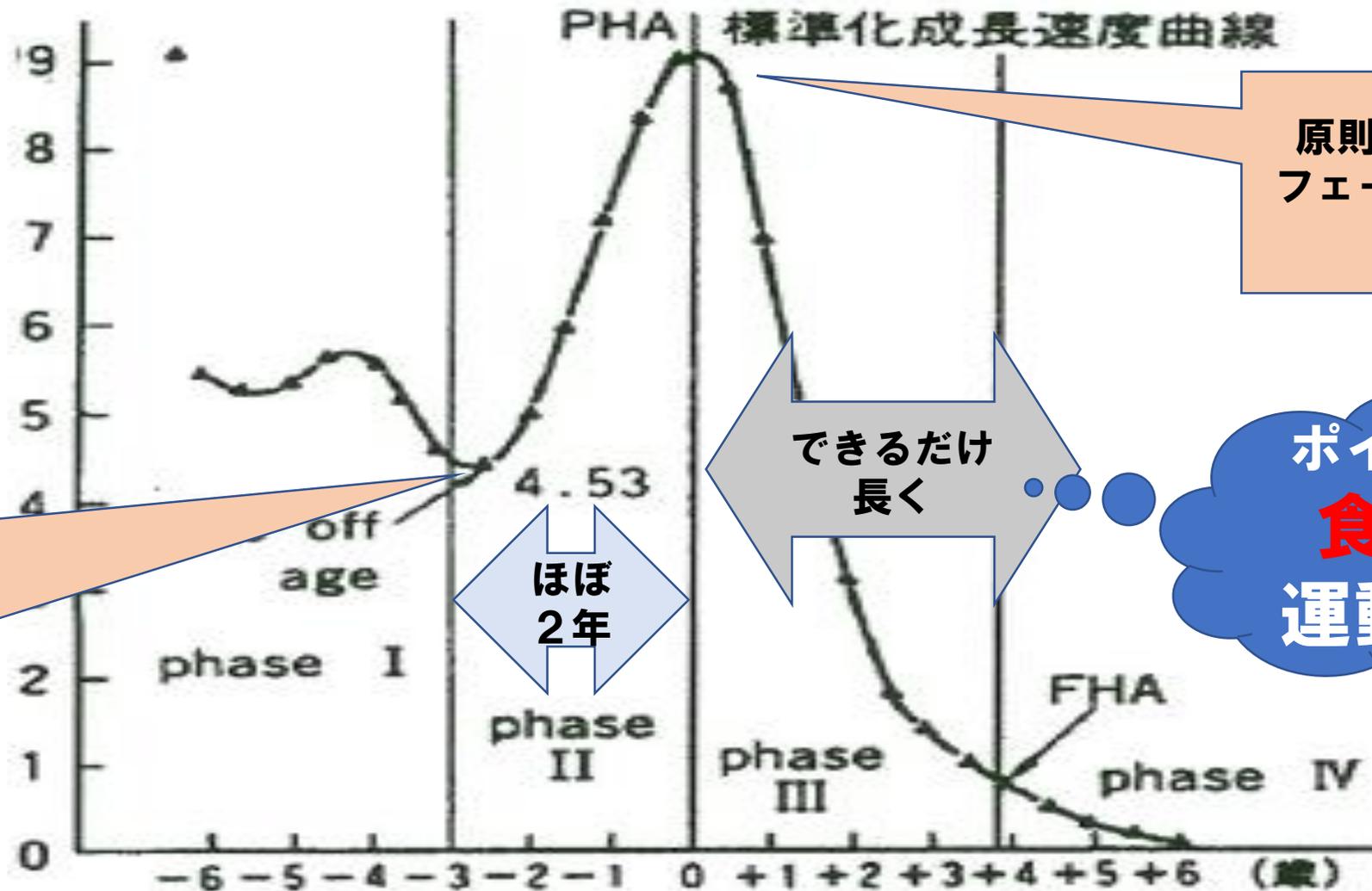
テイクオフに入ったら

成長ピークが
来るのを
予測して
なるべく
伸び幅を大きくする

女子の標準成長率曲線
と縦断的成長曲線



背を伸ばすためには**成長相(フェーズ)**を理解する



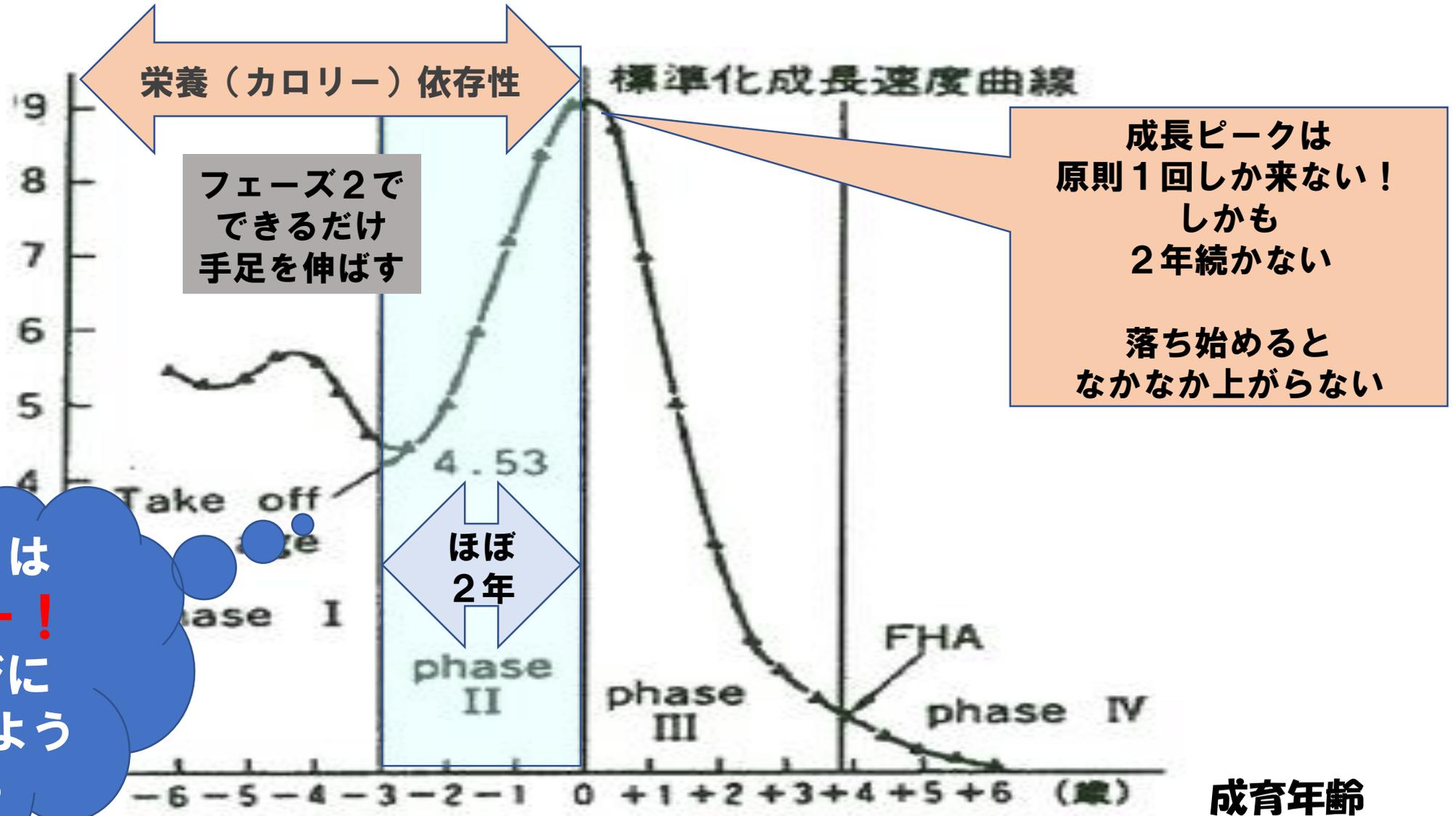
原則1回しか来ない！
フェーズ2でできるだけ
背を伸ばす

できるだけ
身長を高く
してから
(小さい人はな
るべく遅く)
1年で5cm
違う

ポイントは
食べて
運動する

成育年齢

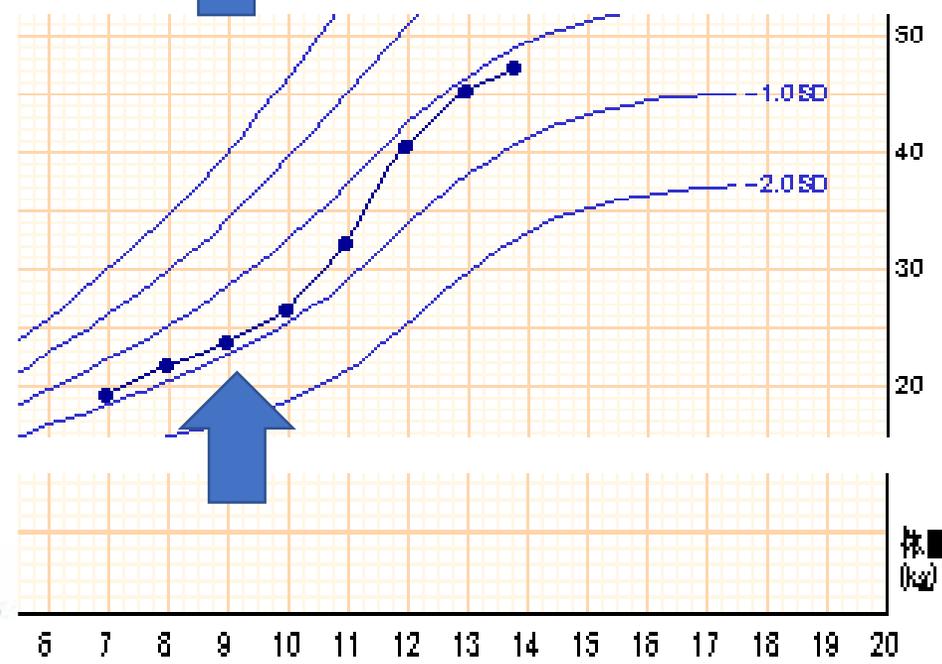
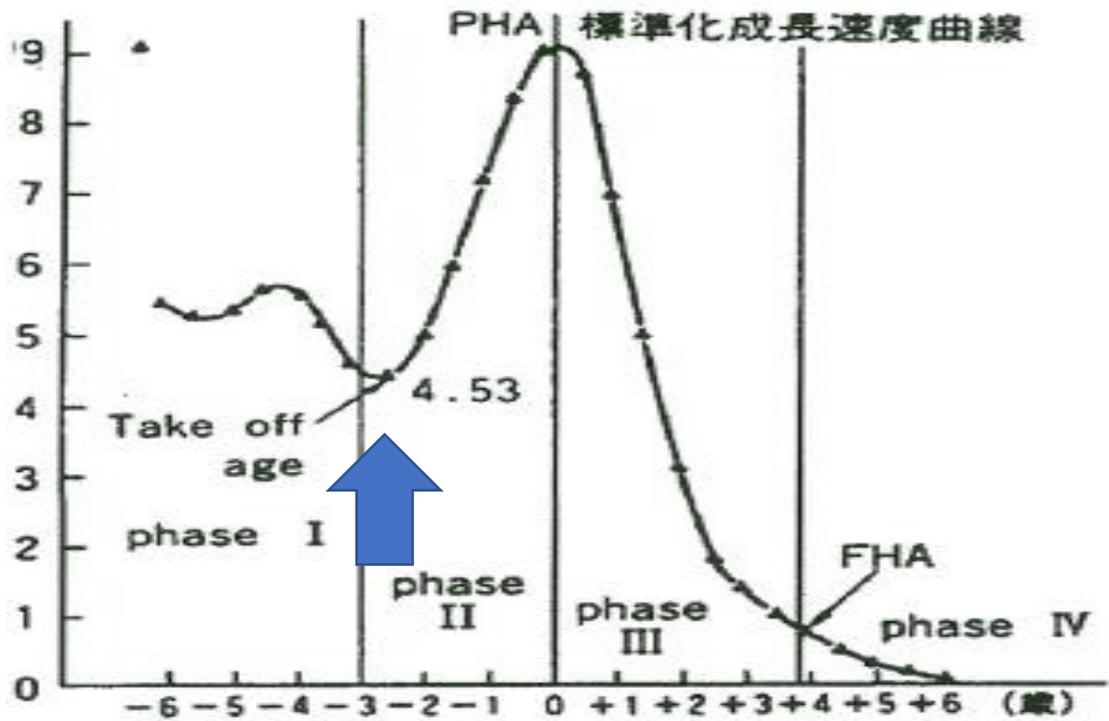
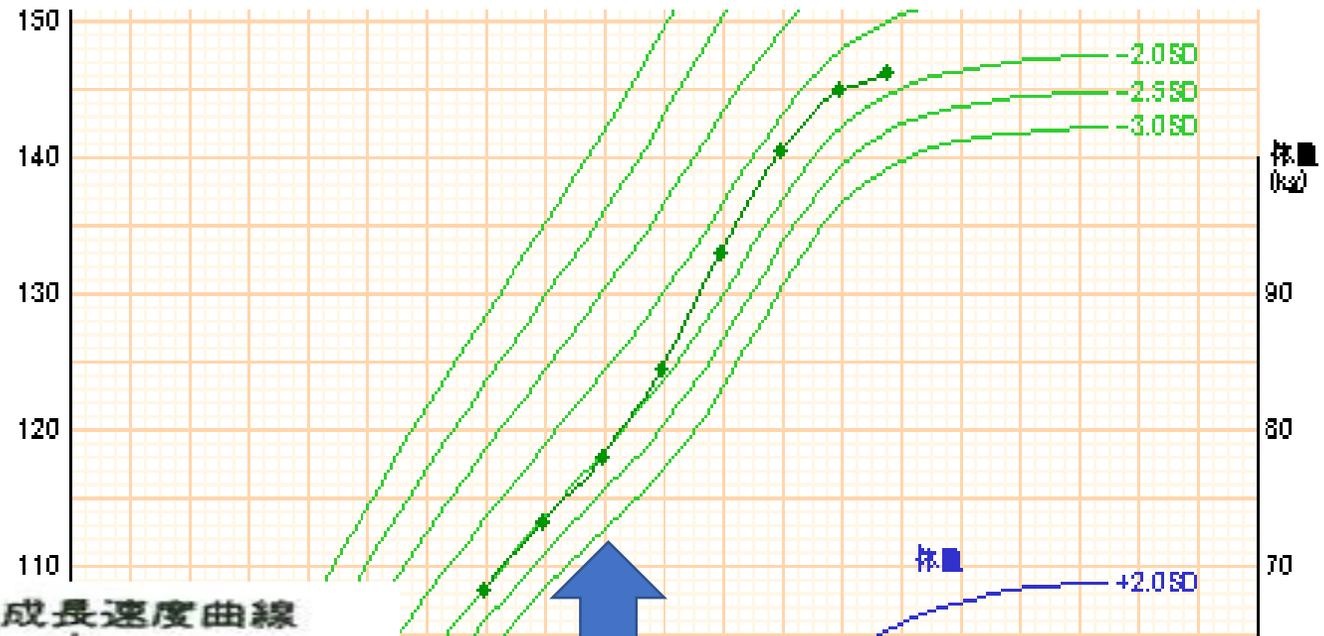
フェーズ2:手足を伸ばす



症例 2

146.3cm

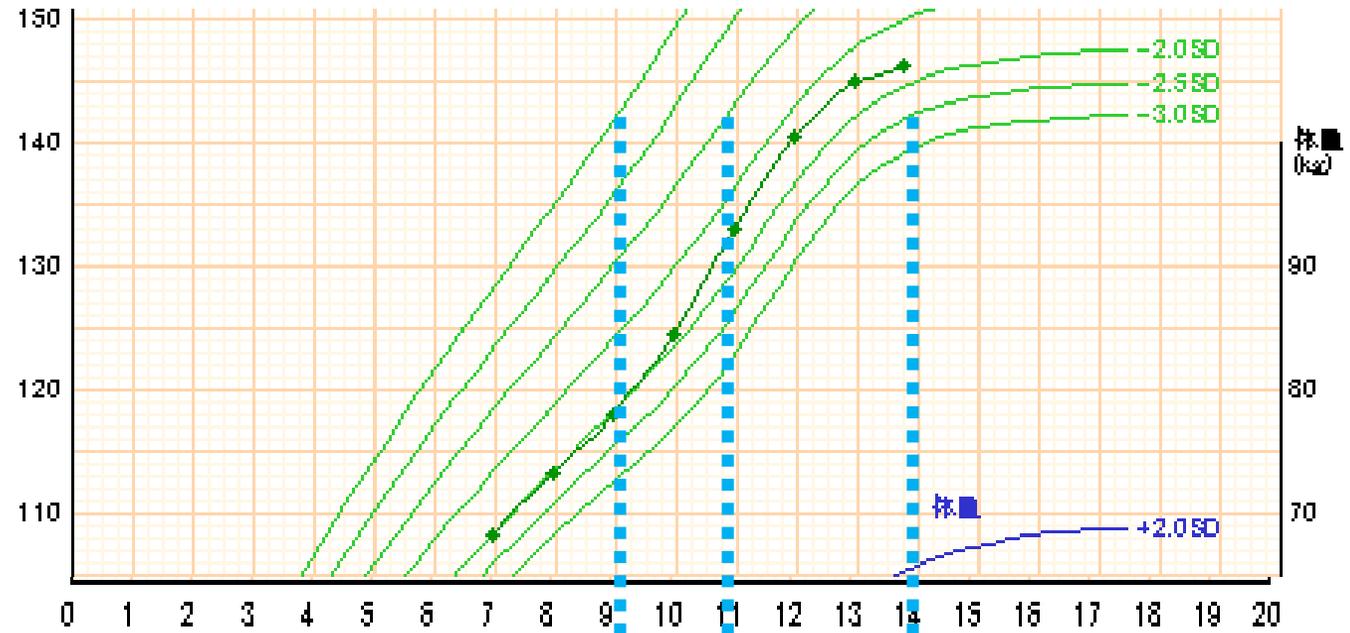
フェーズ2に入ったのを
成長曲線
で探すのは難しい！！



症例 2

146.3cm

身長

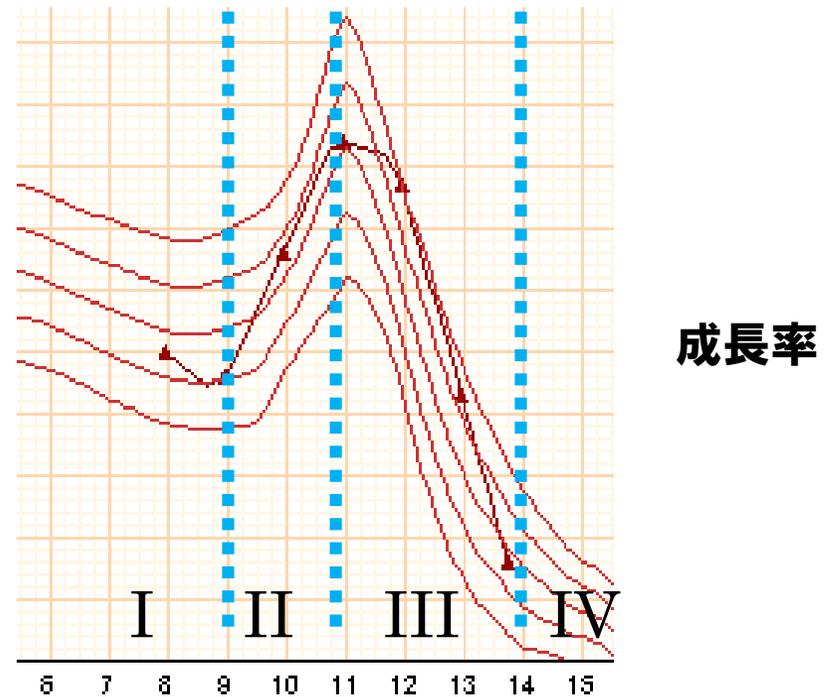


フェーズ2に入ったのを探するには
身長をこまめに測って
成長率を出す

フェーズ2は手足が伸びる

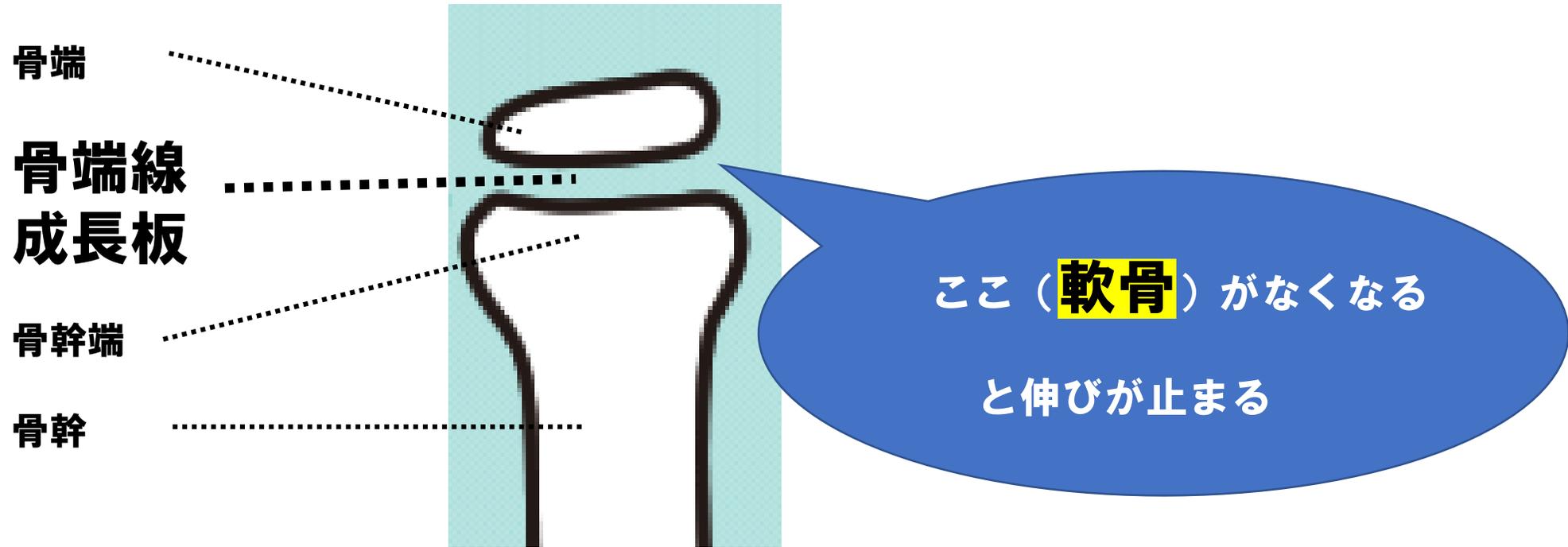
年間5~6cm伸びていたのが、
8~10cm伸びる

成長フェーズ



成長率

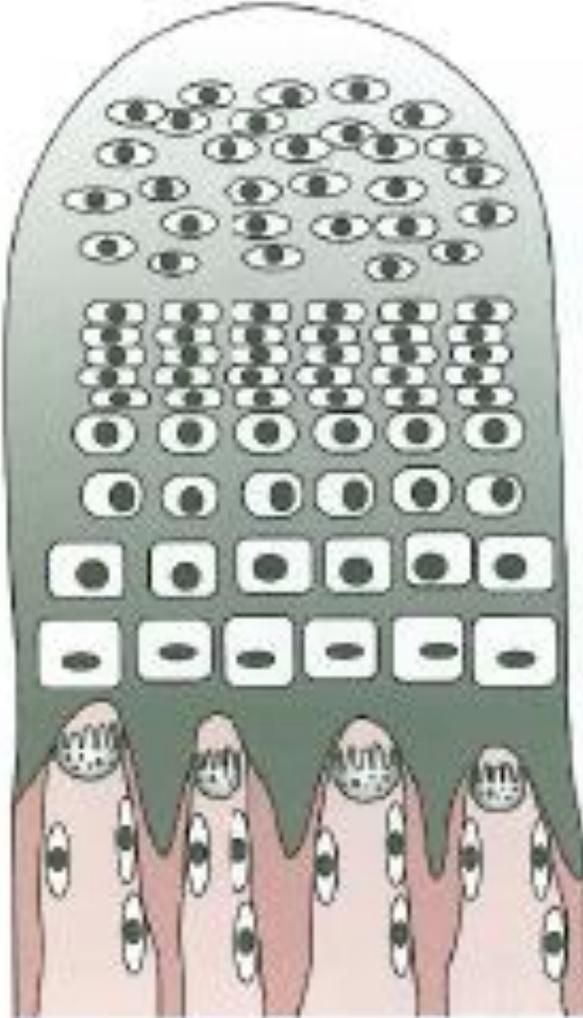
背が伸びる場所



細長い骨（長管骨）は
軟骨内骨化（まず軟骨を作って骨に変換）

骨端線・成長板が伸びる

骨端線・成長板



静止軟骨細胞層

増殖軟骨細胞層

肥大軟骨細胞層

石灰化軟骨細胞層

一次海綿骨

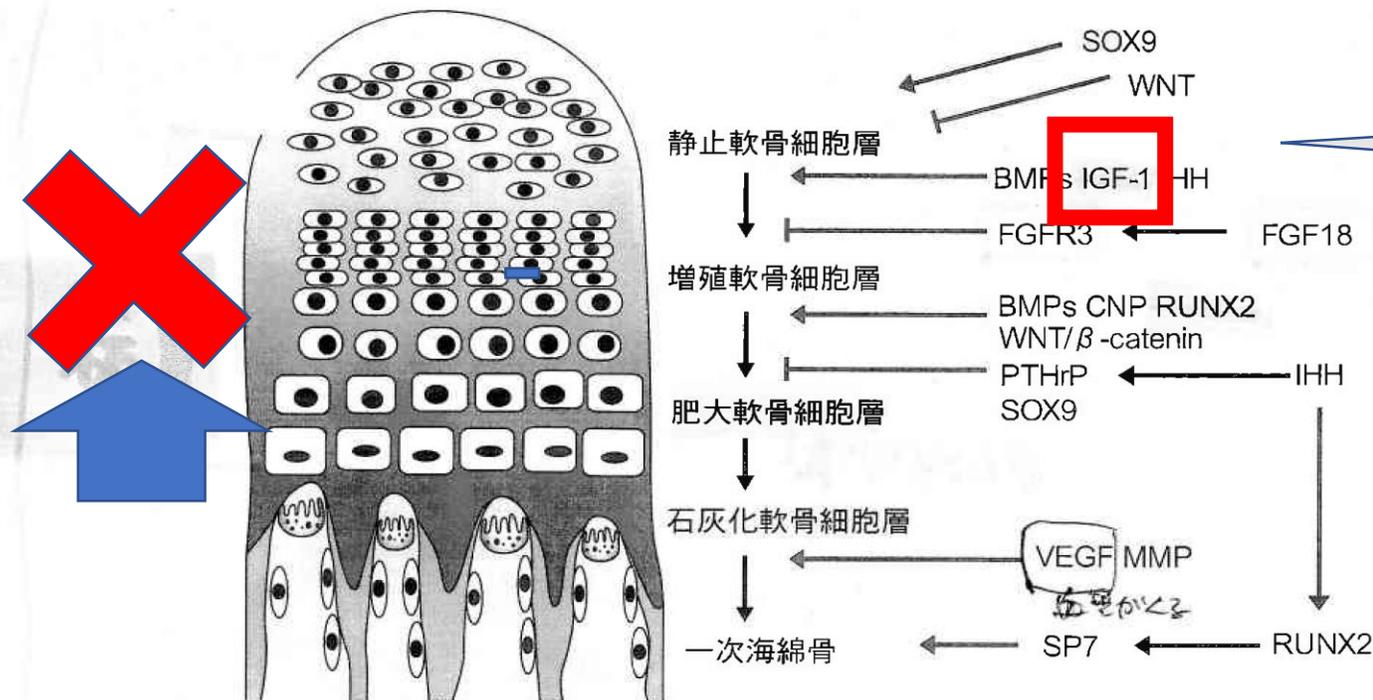
伸ばすのは

IGF-1
インスリン様成長因子

成長ホルモンと同じ効果
長期作用型
(成長ホルモンは夜しか出ない)
肝臓で合成される

食べた量 (摂食量) に比例する
(成長ホルモンは食べる量には関係しない)

女子は月経が始まると背が止まる



IGF-1(ソマトメジン)

ブロック

女性ホルモン
(エストロジオール)

軟骨内骨化の
骨化を促進

軟骨を作るのを止める

『骨端線が閉じる』

骨成長に関する遺伝子発現

難波範行

骨の成長・成熟の生理学

成長障害マネジメント 改訂3版

横谷進編 医歯薬ジャーナル社

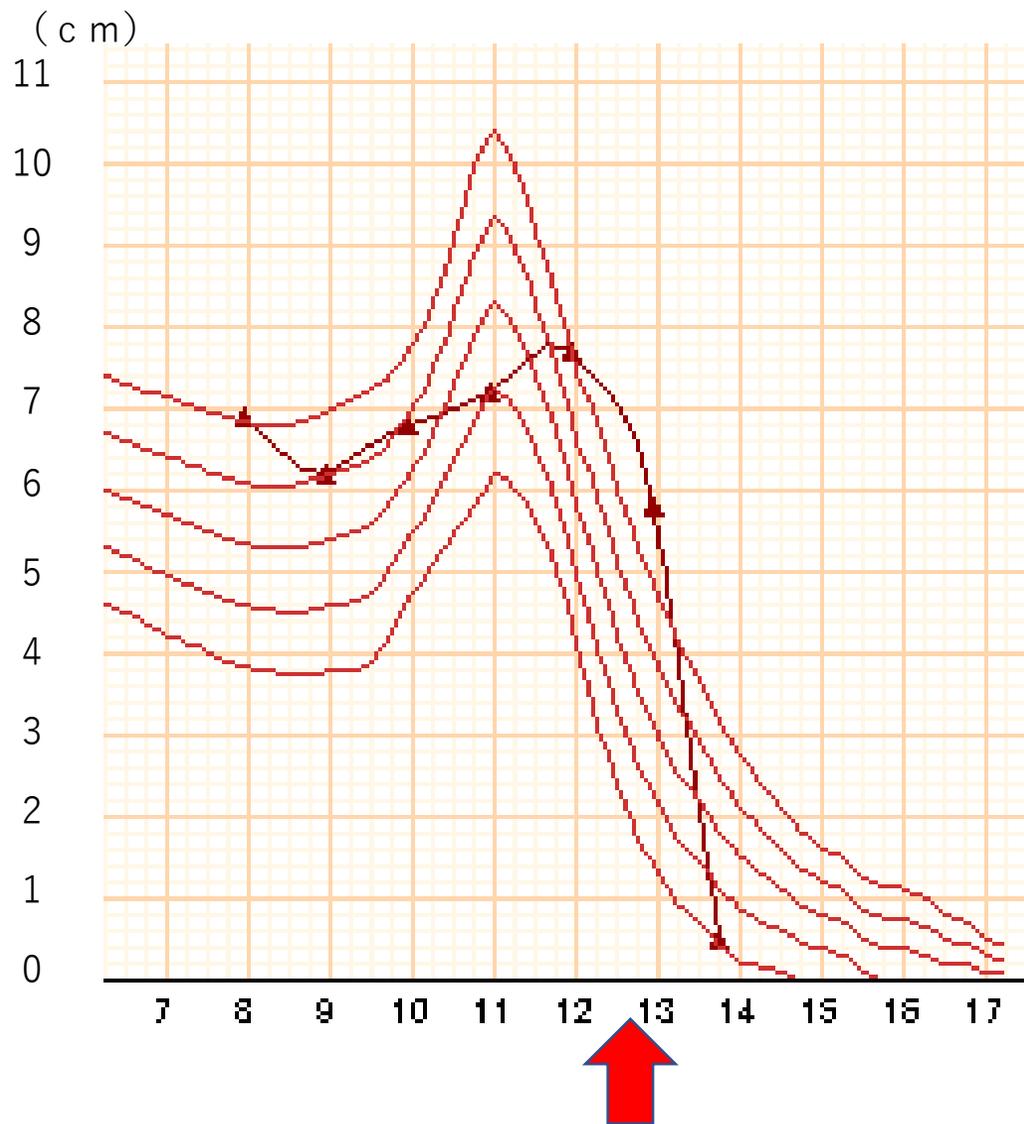
Ozono ら 2012より改変

成長を止めて
生殖に向かわせる

症例1 成長率曲線

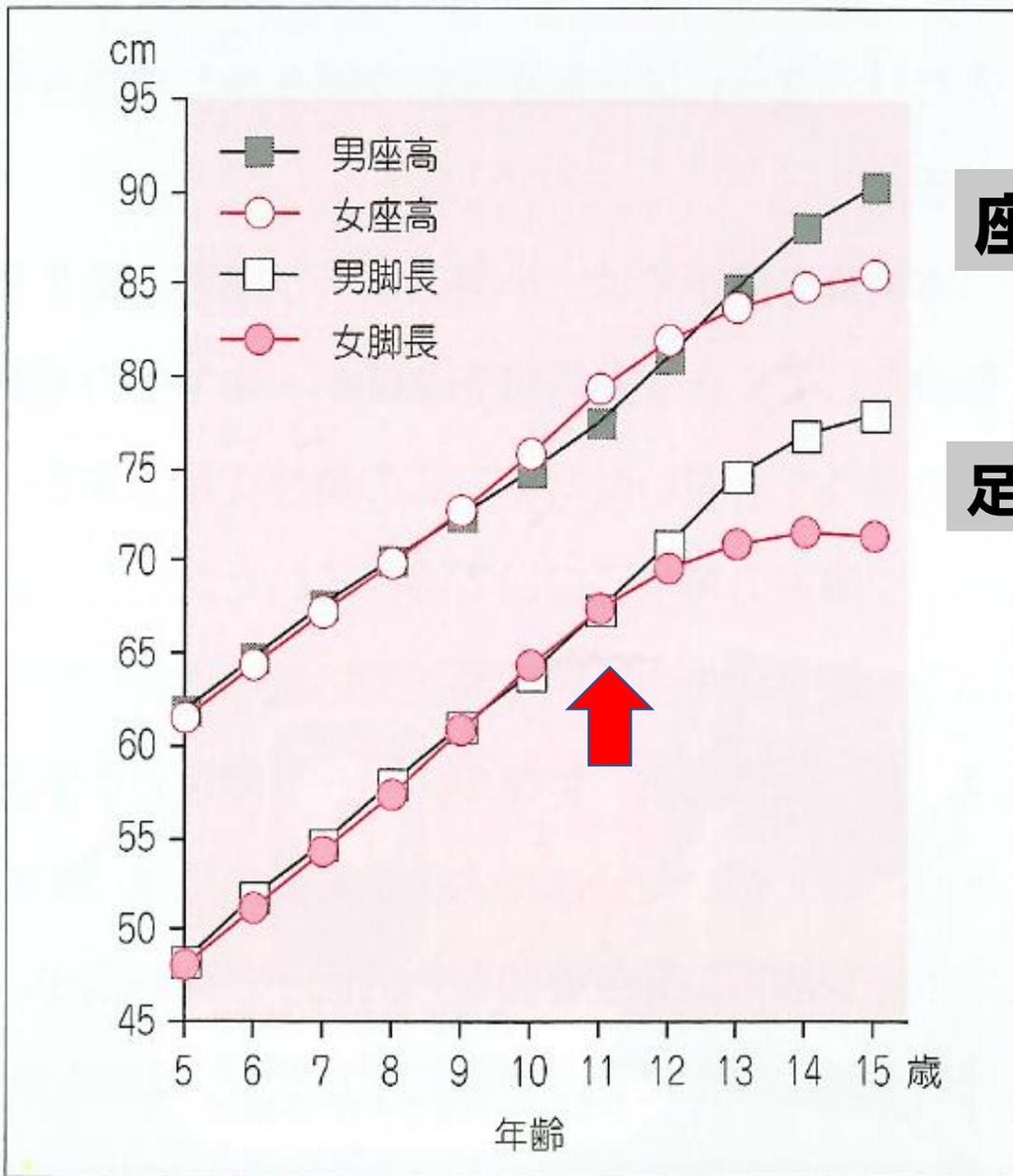
162.1cm

月経が始まると背の伸びが止まる



初経 12歳7ヶ月(小6の11月)

身長が伸びる順番



座高

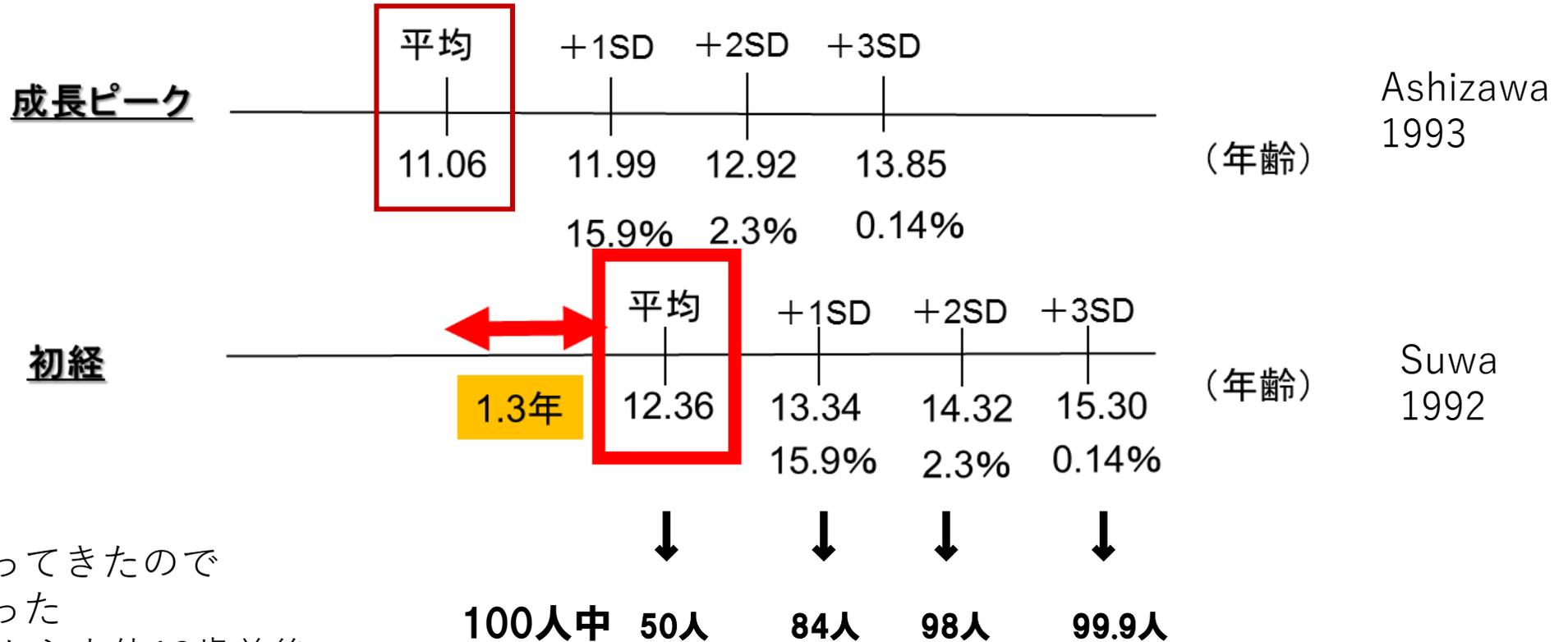
足の長さ

足の長さは
初経が始まり、
女性ホルモンが高くなると
止まってしまう

* 骨端線は骨によって閉じる時期が異なる
細長い骨(長管骨)は比較的早い
四角い骨(背骨)や平たい骨(骨盤など)、
体幹に近い方が比較的遅い

図2 ● 現代の日本人小・中学生の座高と脚長

成長ピークと初経の平均発来時期



栄養がよくなってきたので
初経が早くなった
1992年くらいから大体12歳前後

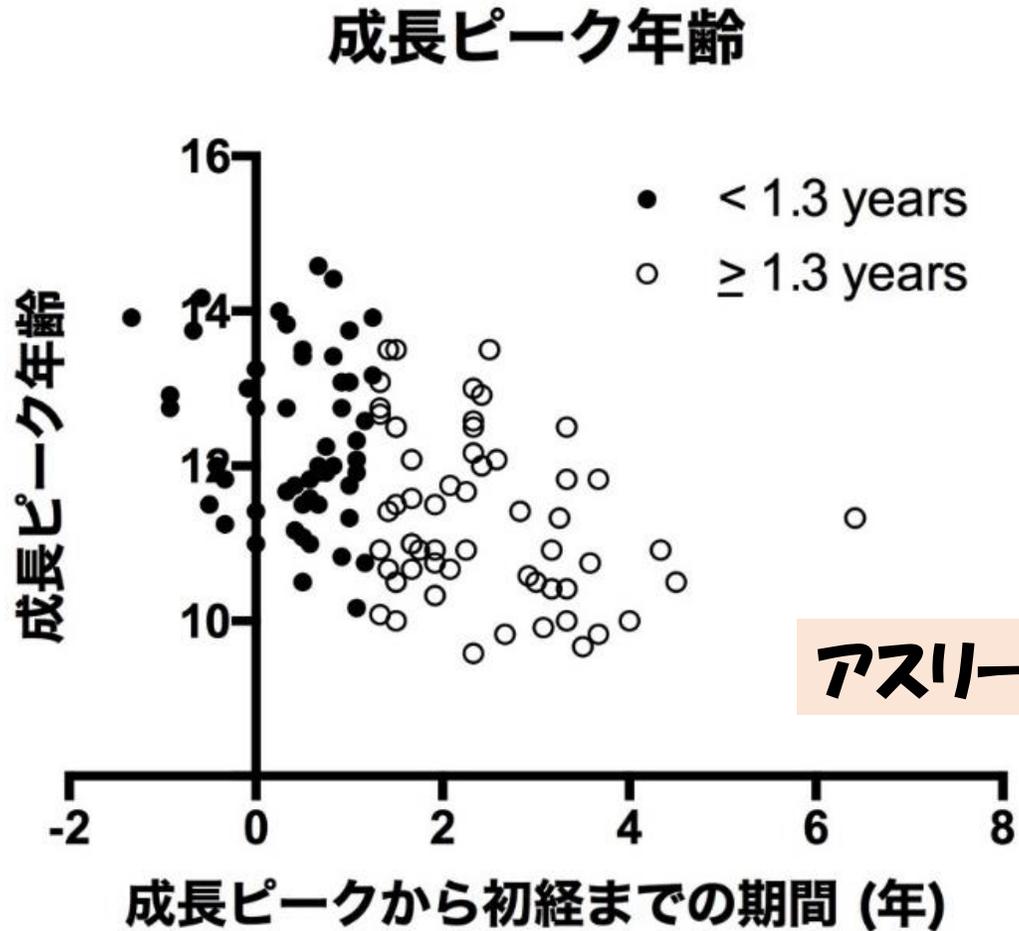
海外は欧米は13歳くらい
海外の方が遅い

女子成長ピークと初経の関係

運動していないと2割の人が成長する前に先に初経が来る

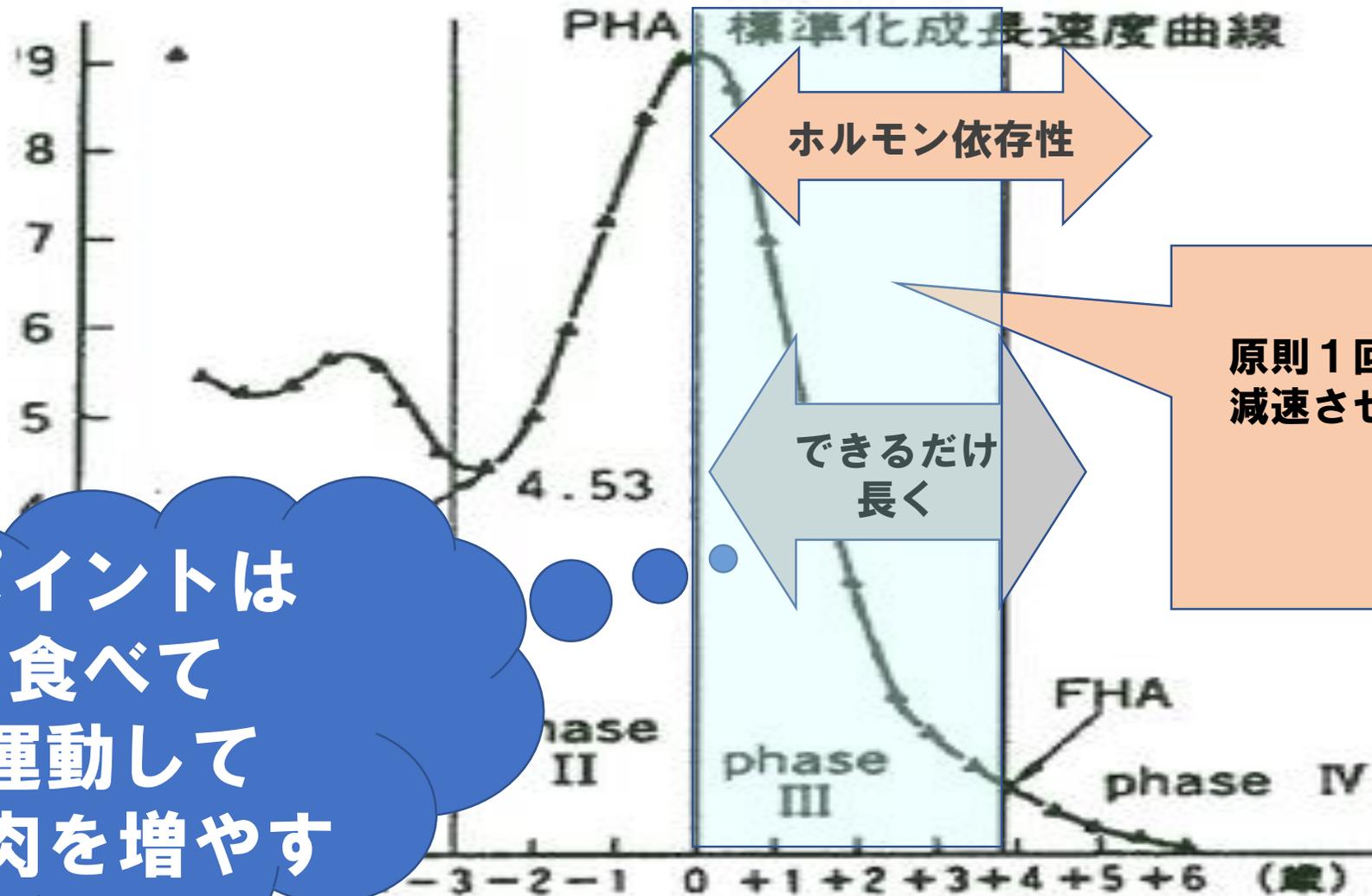
一般女性では**20%**

体脂肪が増えたと初経が早く始まる



特に女子は**運動して**体脂肪が増えないようにする
(食べるのを控えると背が伸びない)

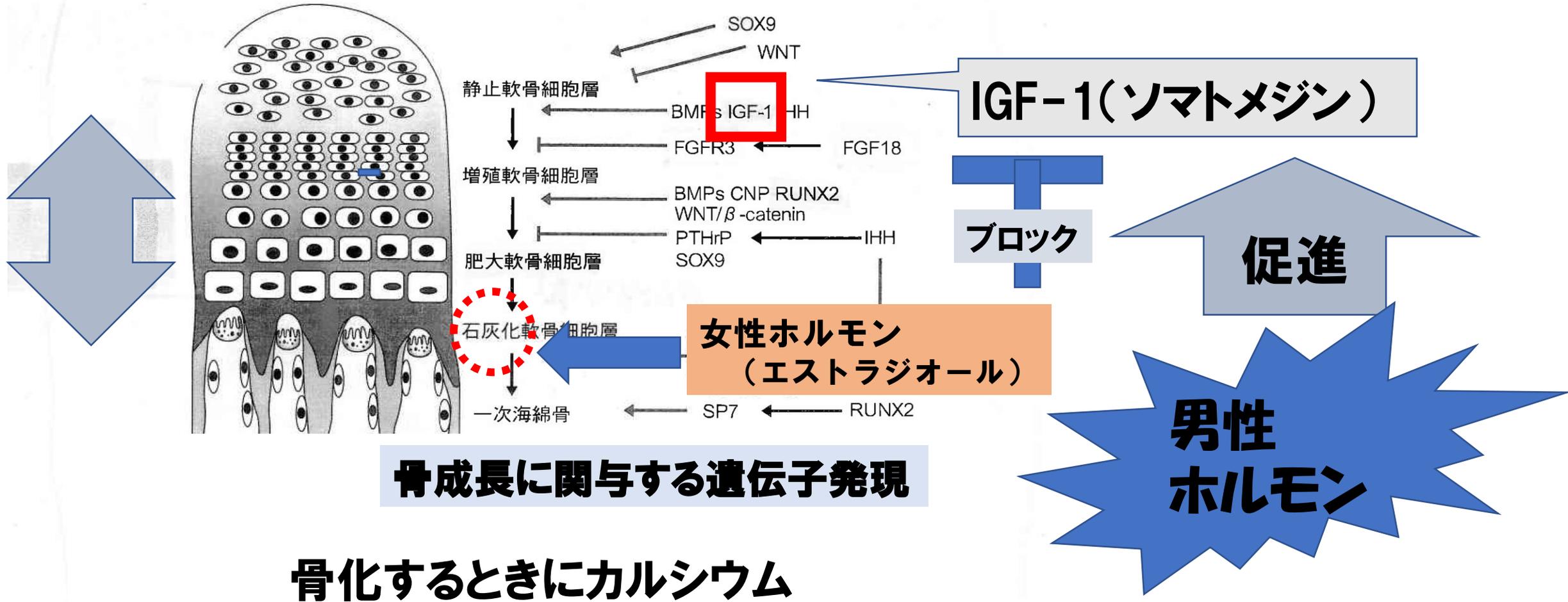
フェーズ3:できるだけ長くする



ポイントは
食べて
運動して
筋肉を増やす

成育年齢

背を伸ばすのは？



背を伸ばすのは女子も男性ホルモン

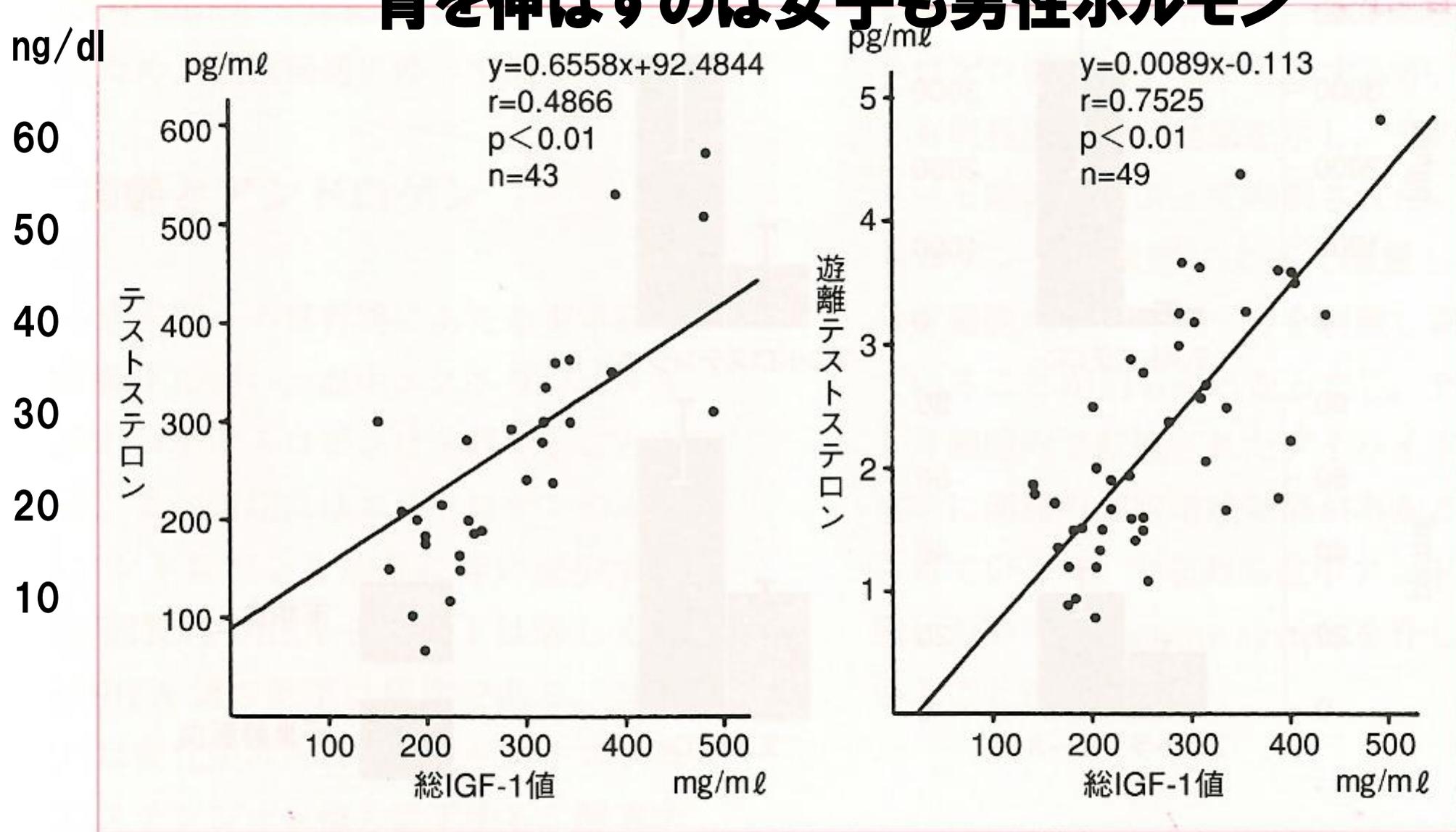


図3 思春期女子初経発来前の血中テストステロンとIGF-1値の相関(昭和大学産婦人科)

男性ホルモンは年齢が上がると高くなる

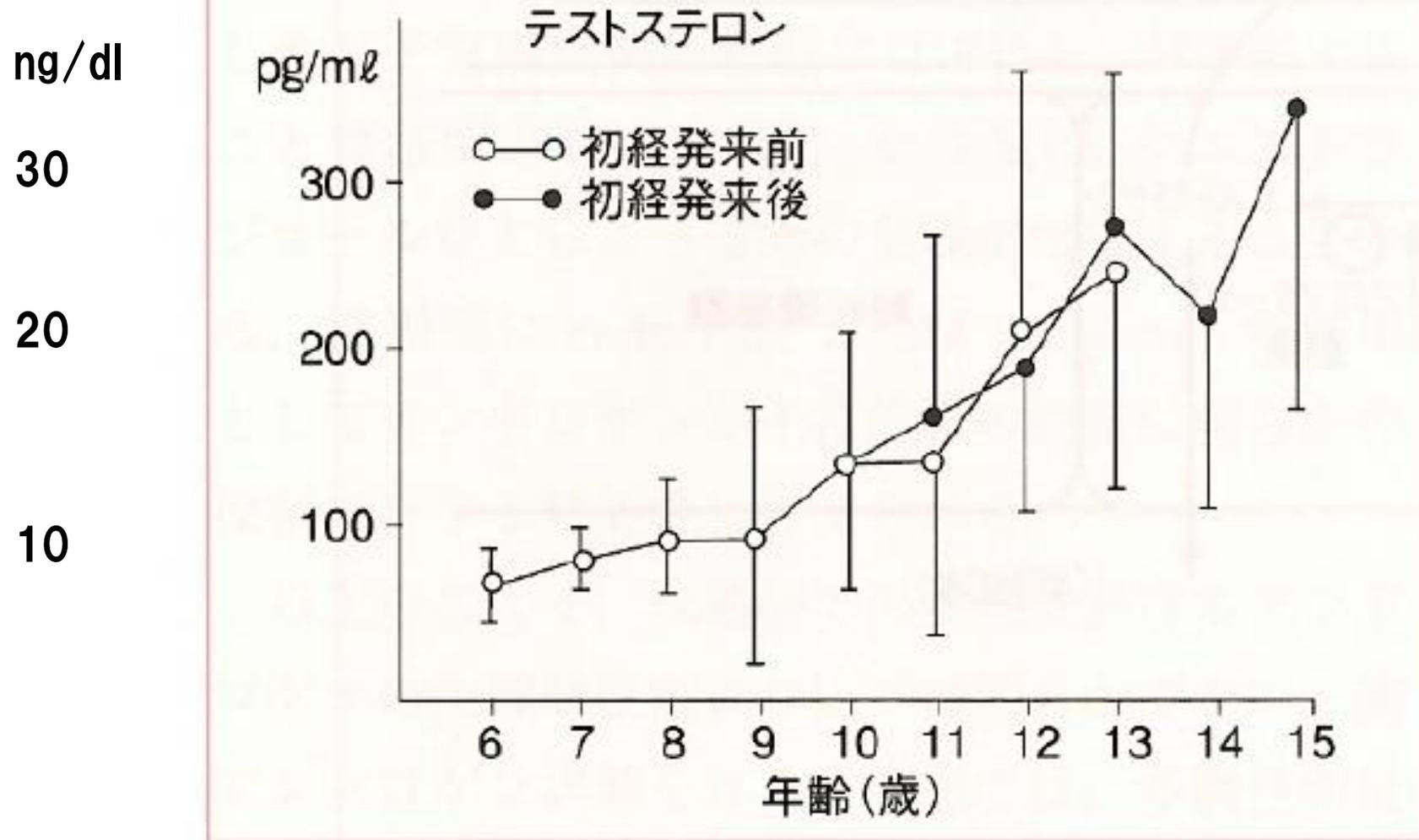


図2 年齢別にみた血清中テストステロン値

(昭和大学産婦人科)

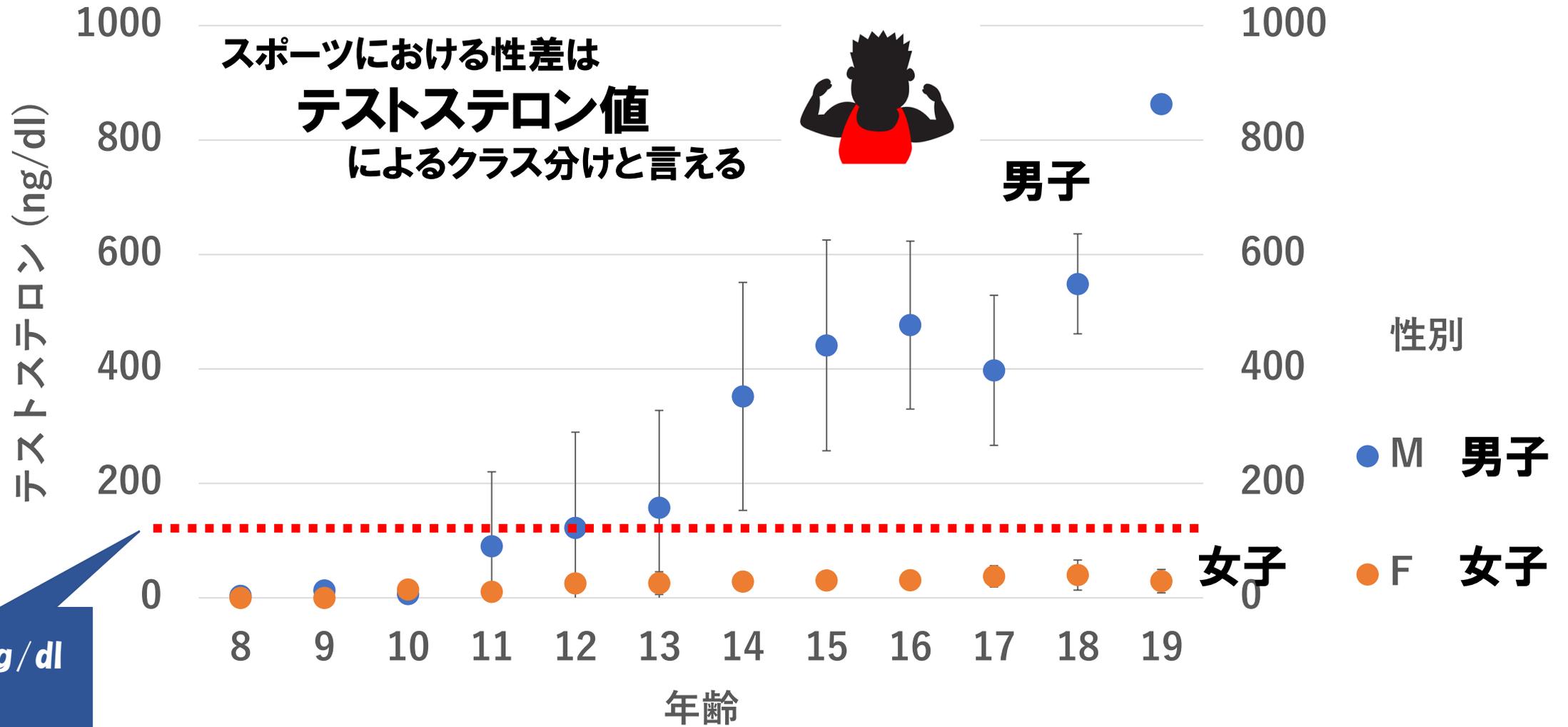
スポーツにおける男女差・性差

スポーツにおける男女差・性差は
染色体検査（遺伝的）
には決めていない

**ドーピング規程では
性差に関するコメントはない**

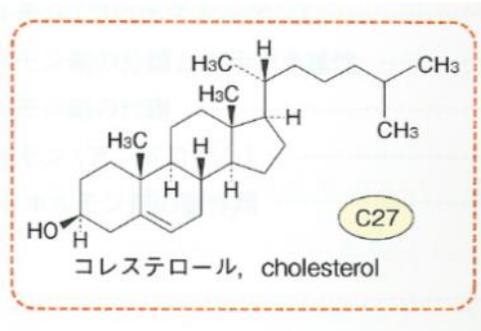


スポーツにおける現在の男女のクラス分け



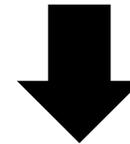
ホルモンのもととはコレステロール

C 2 7

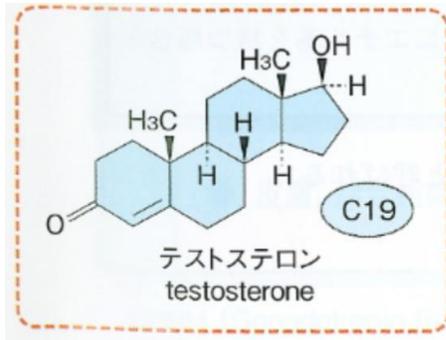


コレステロール

← 酢酸

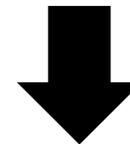


C 1 9



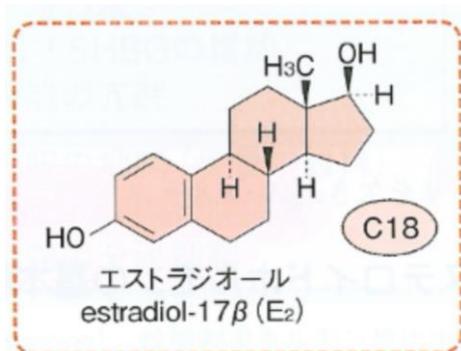
男性ホルモン

テストステロ
ン



変換

C 1 8



女性ホルモン

女子は卵巣, 男子は脂肪で

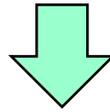
エストラジオール

C = 炭素数

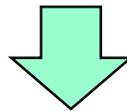
テストステロンの合成は脳が命令している



コレステロール



テストステロン



エストラジオール
(女性ホルモン)

間脳
視床
視床下部

下垂体

大脳

小脳

LH

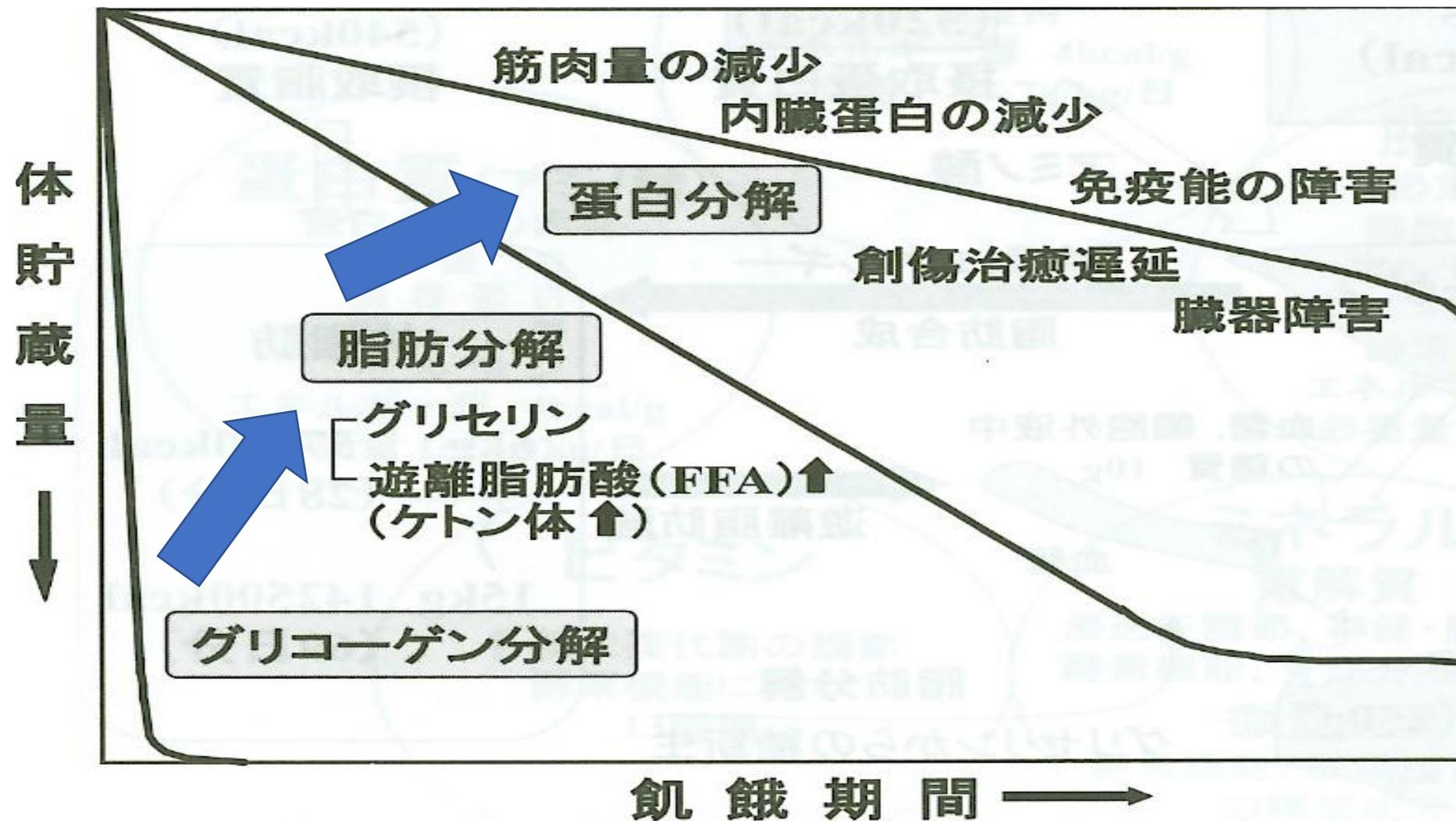
糖質のレベルが
低下していると感知すると
テストステロン分泌を下げる

脳は
糖質しか認識しない
(蛋白質は感知しない)

テストステロンを増やして蛋白合成を増やすには

糖質をたくさん摂る！

何を食べればいいのか？エネルギー消費の特徴を知る



糖質はすぐなくなってしまうので糖質が少ないので糖質が少なくなるとすぐ蛋白に影響が出る

からだをつくるたんぱく質もエネルギーになる

糖 質
(炭水化物)



4

エネルギー

蛋白質



4

からだをつくる

脂 質

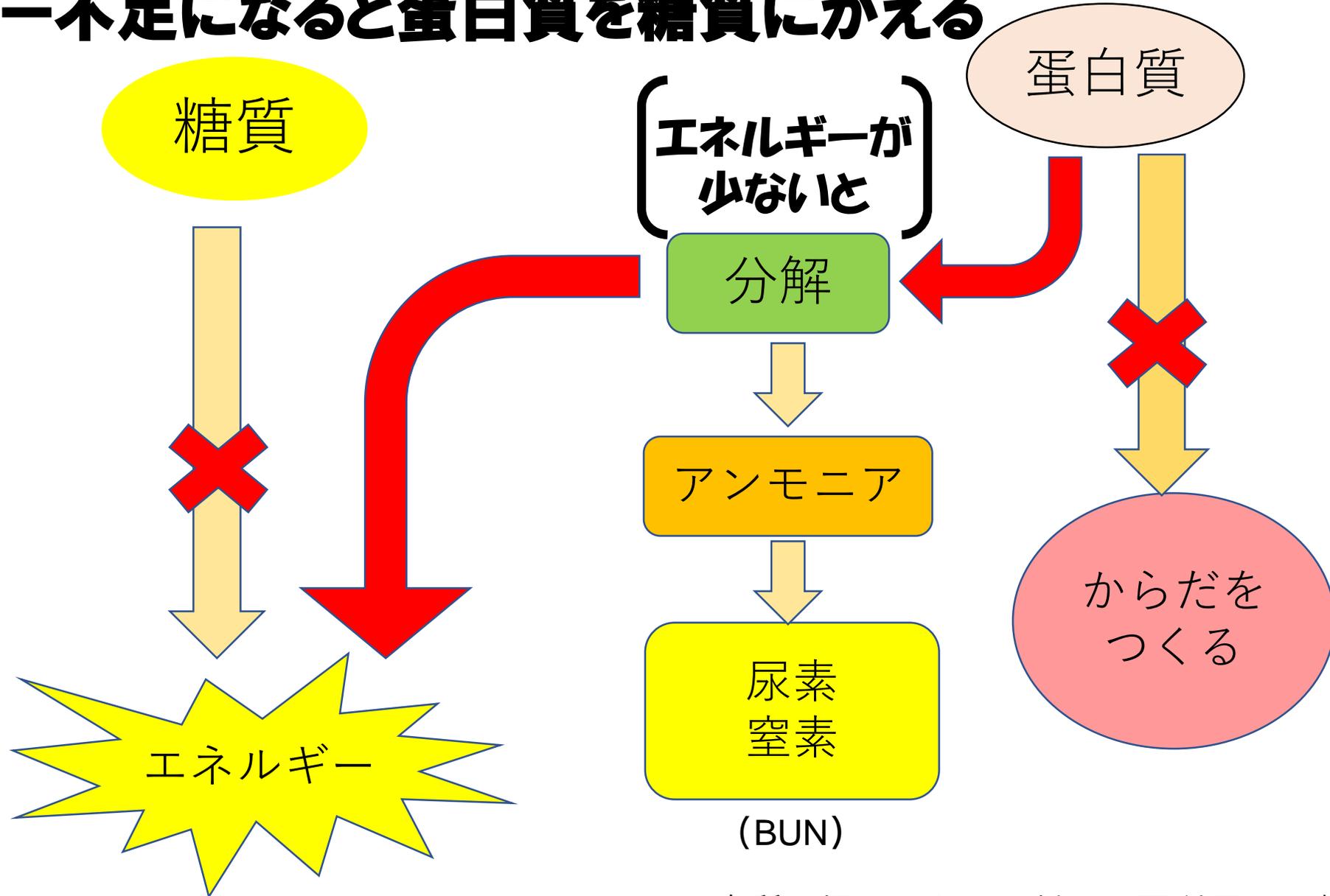


9

キロカロリー

エネルギー

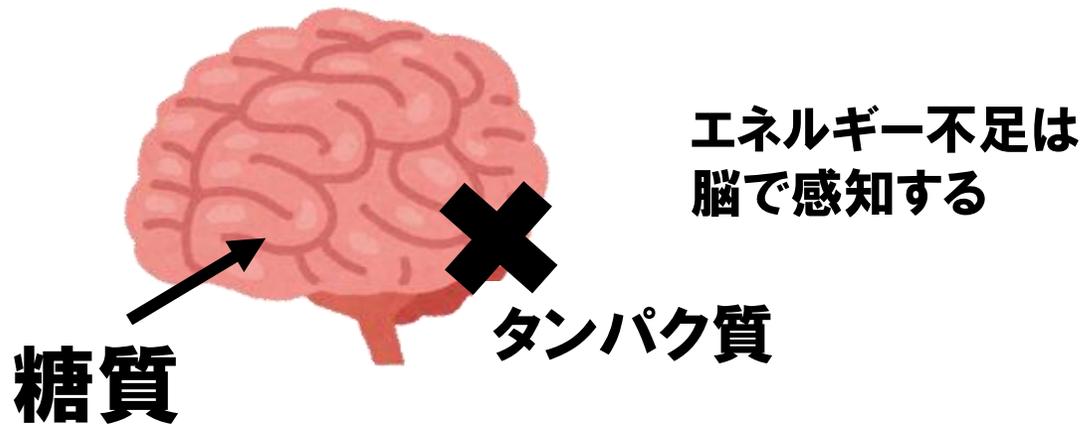
エネルギー不足になると蛋白質を糖質にかえる



蛋白異化作用(糖新生)

- * 蛋白質は摂取から 1 に対して再利用 3 の割合
- * 異化作用が上がるとBUNが上昇する

まず糖質！！



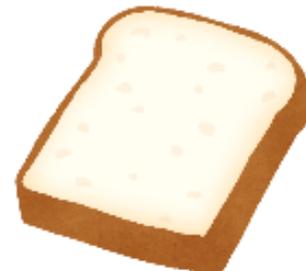
1膳
160g

270kcal



コンビニおにぎり
100g

170kcal



食パン1枚

160kcal



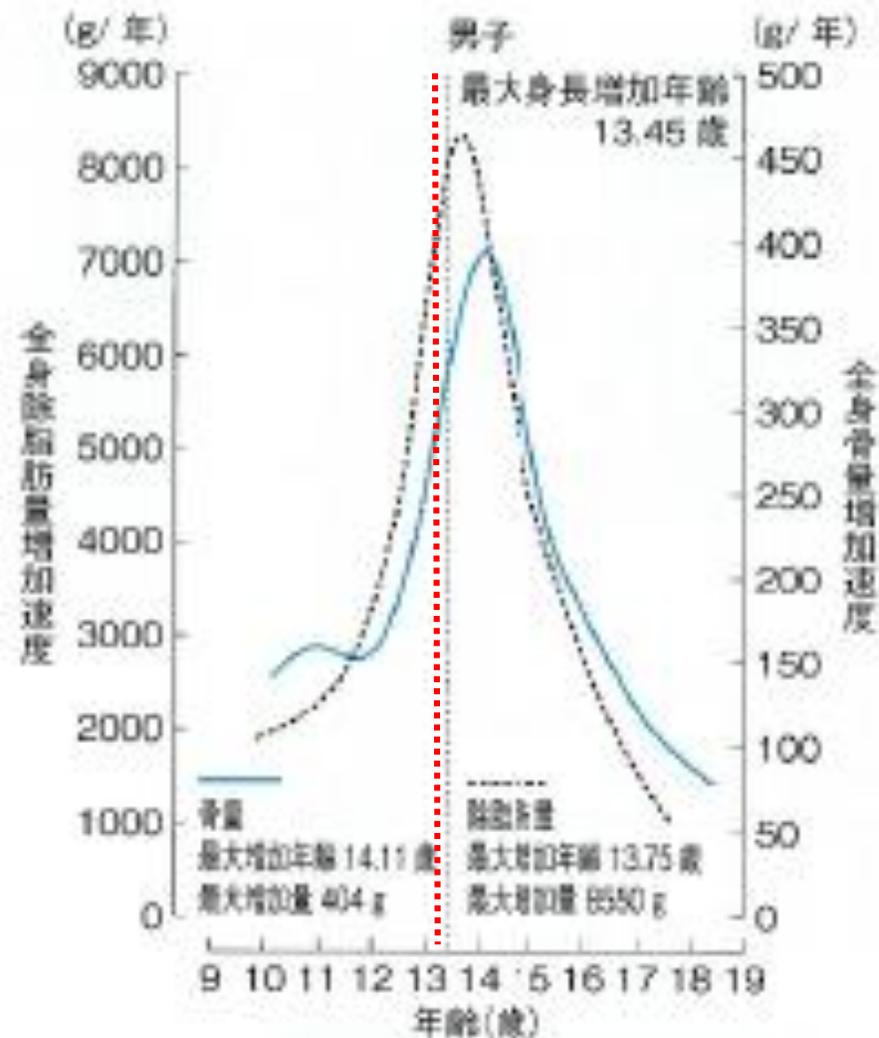
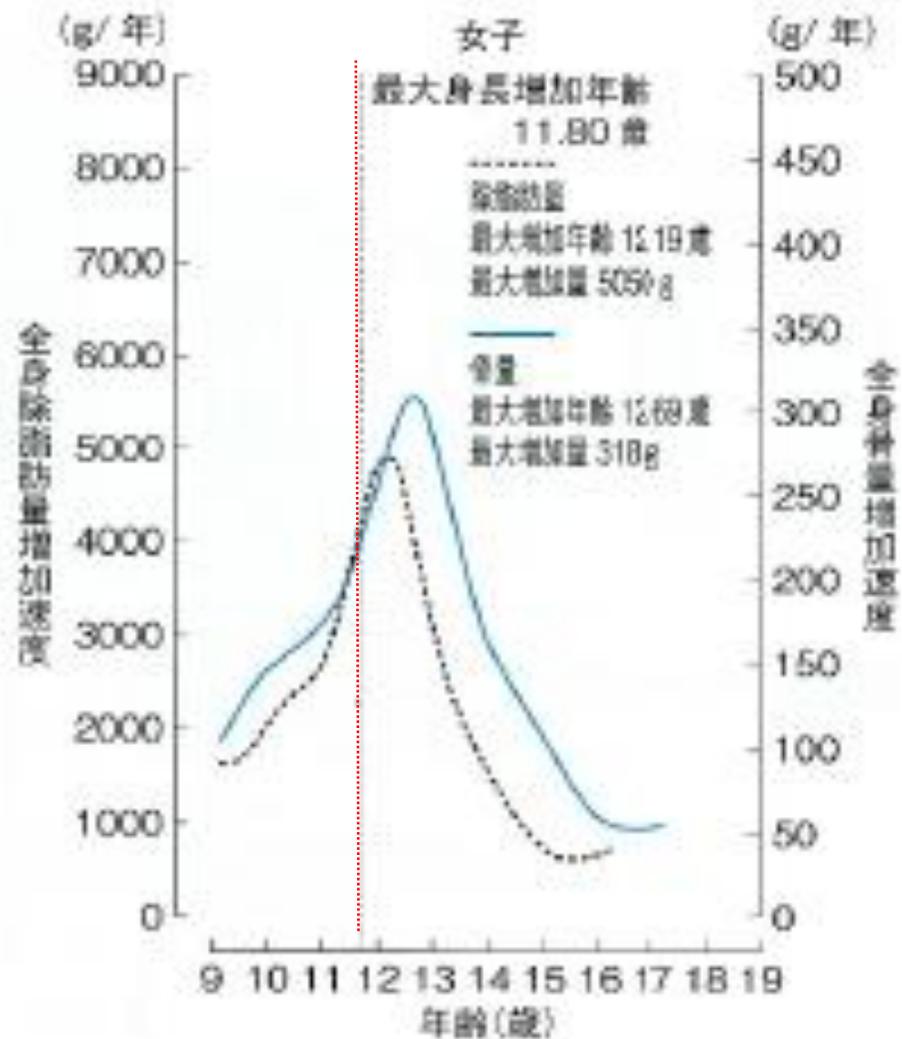
シリアル
+牛乳

350kcal

※子ども茶碗
100g

じゃあ、どのくらいとればいいのか？

身長増加と**除脂肪体重**増加のピークの関係



骨密度の増加の仕方を調べていたら

カナダのデータ Rauchら

除脂肪体重とは？

脂肪を除いた体重

= **筋肉** + 骨 + 内臓臓器 + 血液

体重50kg 体脂肪率10%

除脂肪体重45kg

体脂肪量
5kg

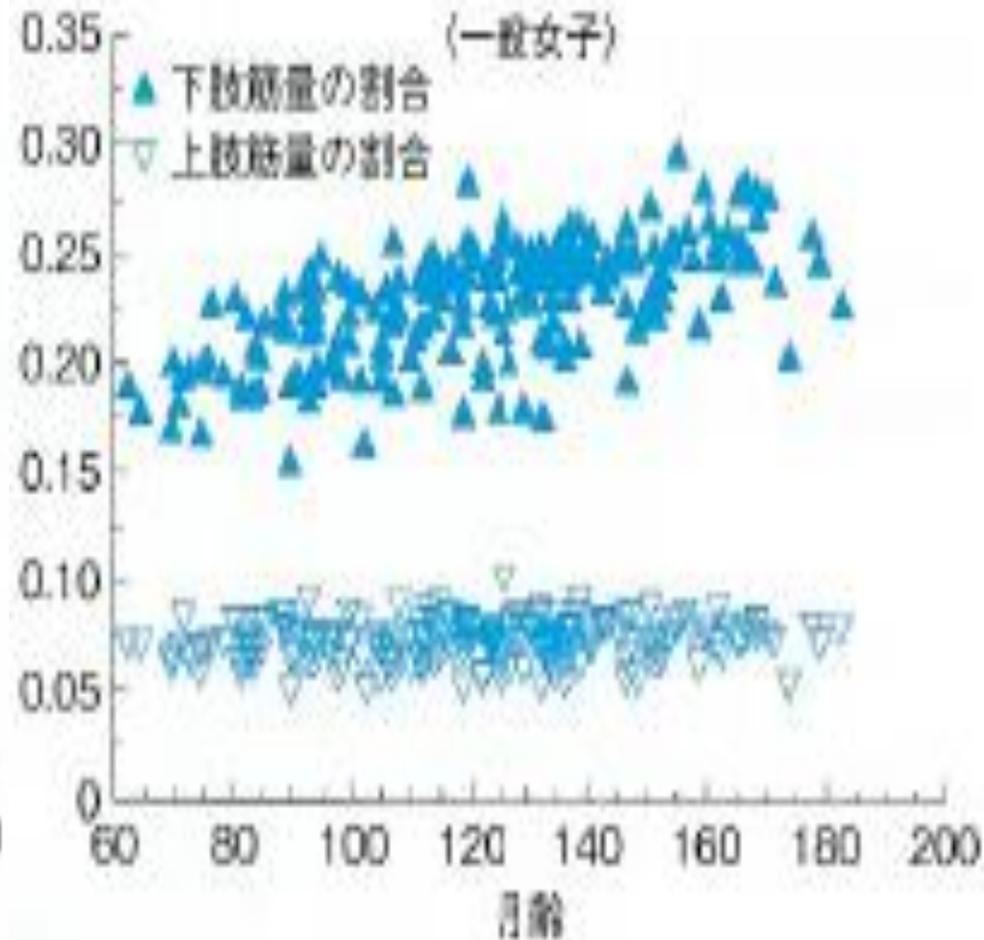
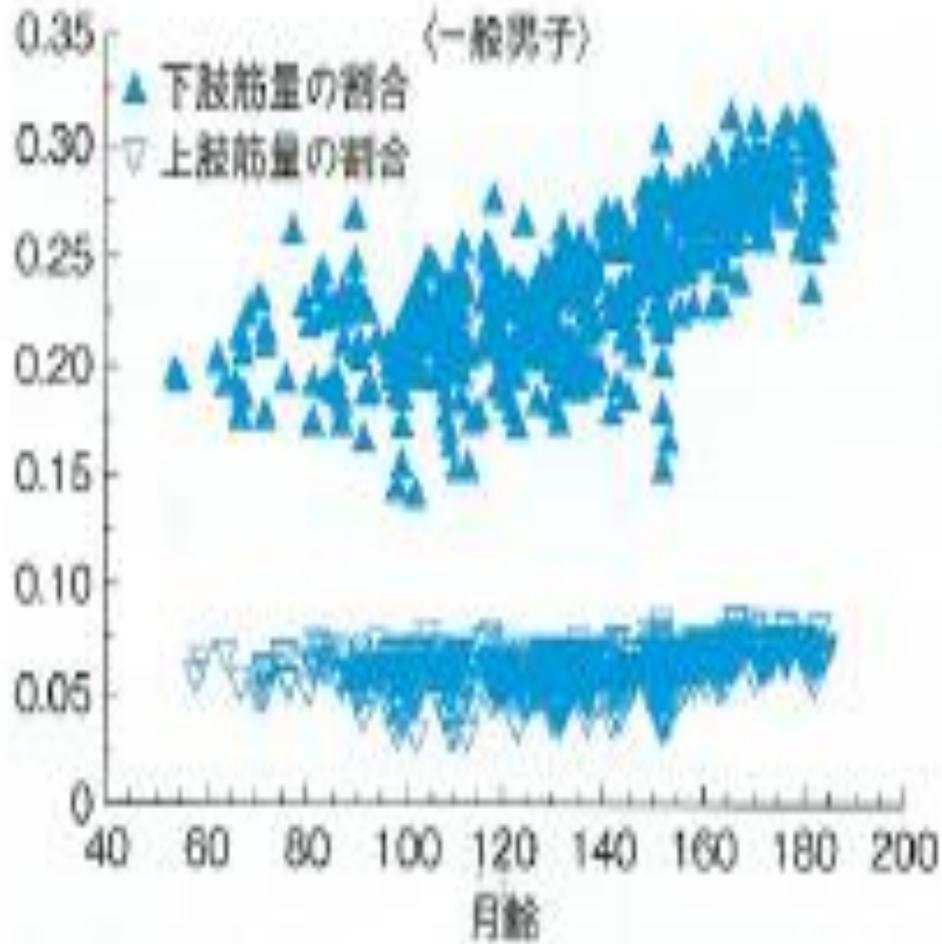
除脂肪体重=体脂肪を除いた体重
体脂肪が10%とすると

体重50kgの場合 **45kg**



『**筋肉・内臓体重**』

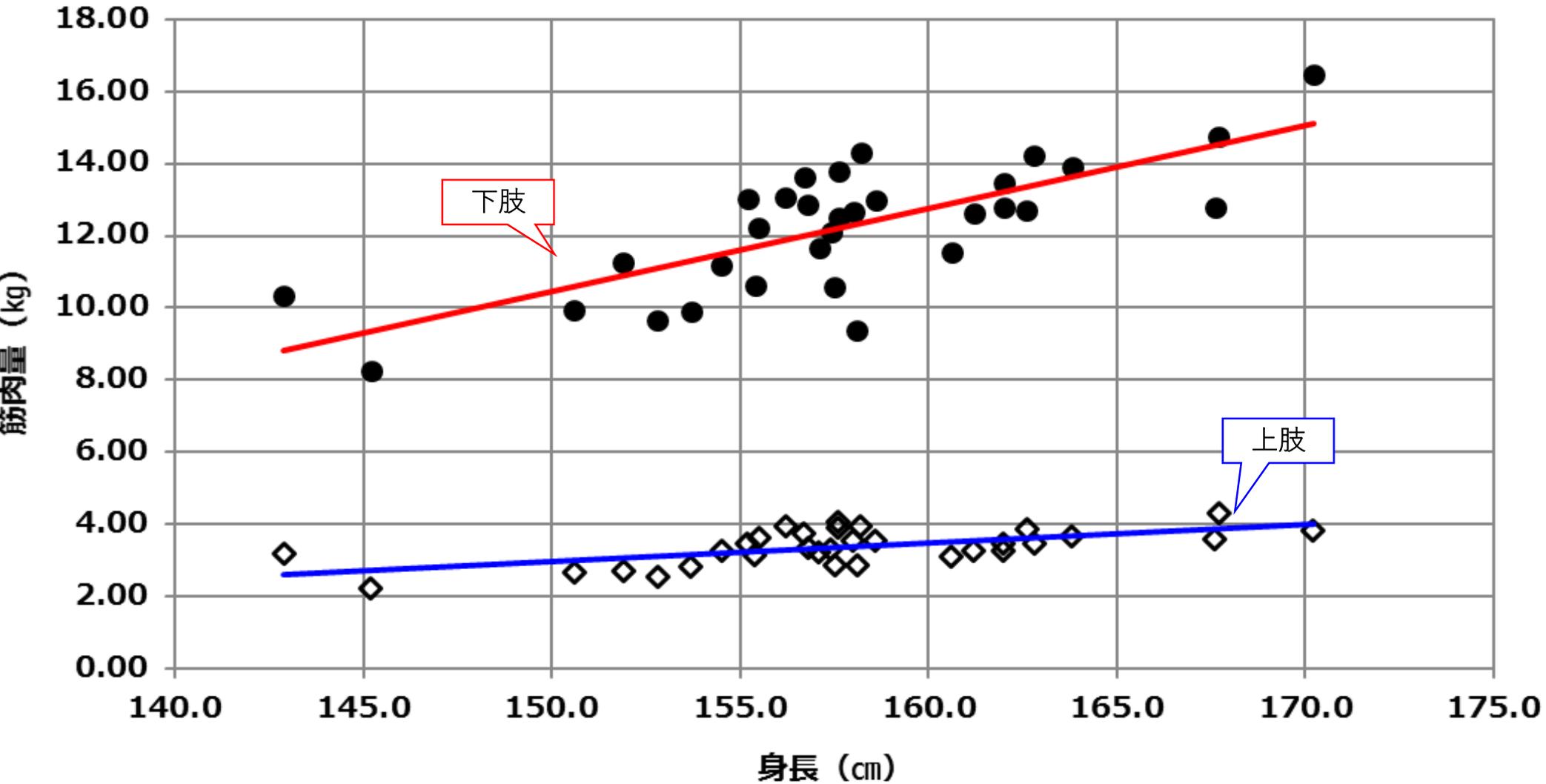
年齢に伴い筋肉も増える 下肢の割合が多くなる



下肢

上肢

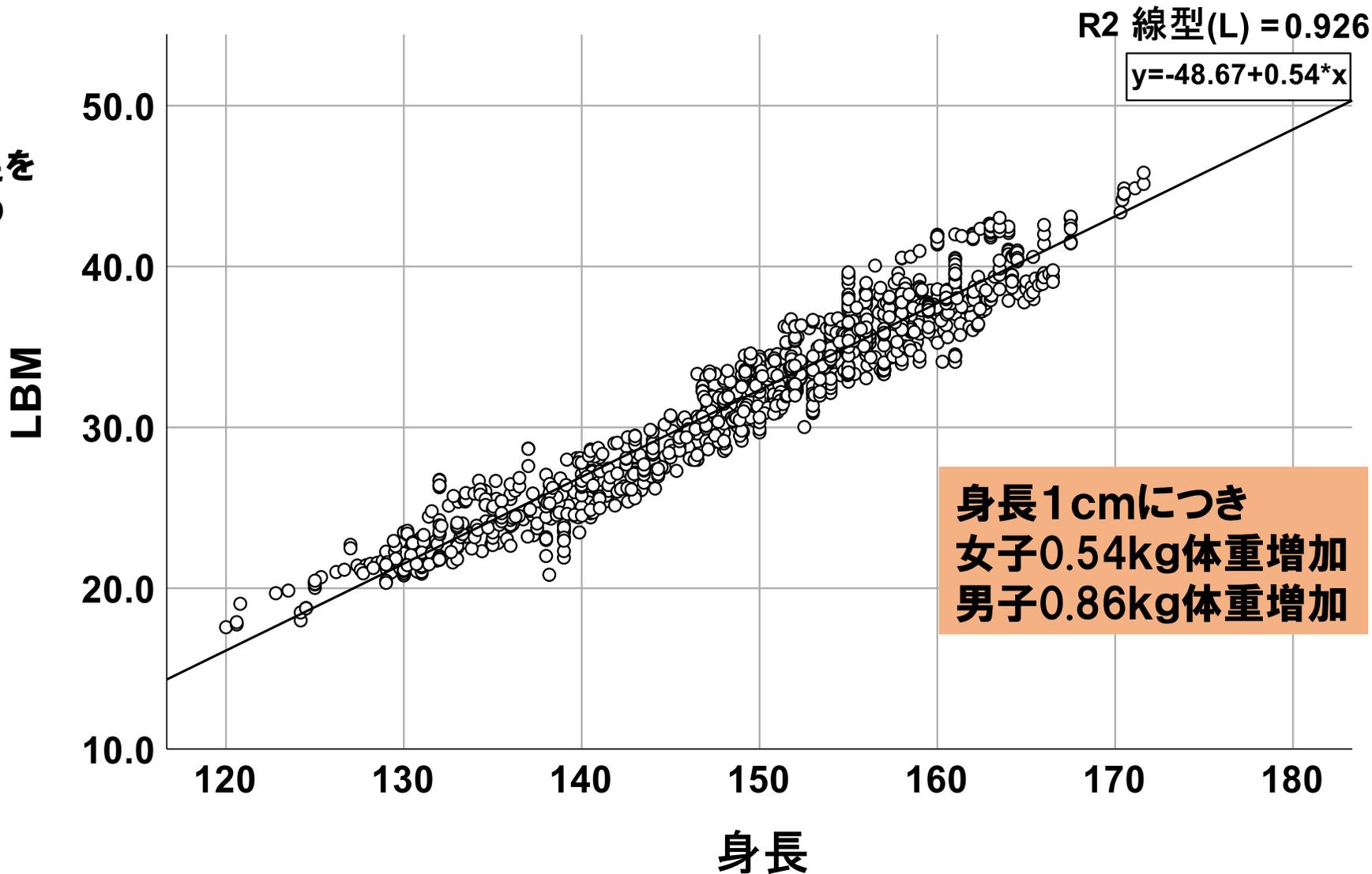
身長が高いと筋肉量が多い



女子当院データ 上肢両側 下肢両側

背が伸びると除脂肪体重が増える

エネルギー不足を
見つけるための
体格の指標



除脂肪体重(LBM)と身長の関係

除脂肪体重あたりの計算が必要

13歳9か月

162.1cm

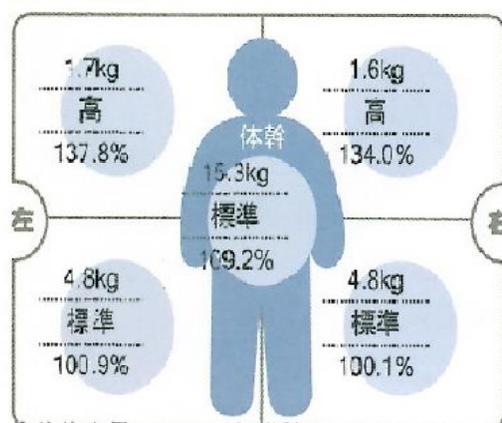
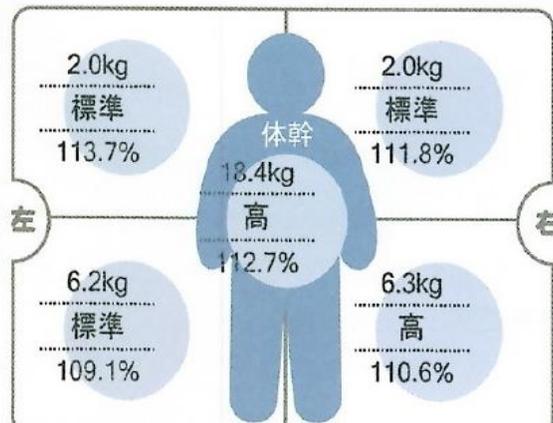
症例1



症例2



146.3cm



おにぎり1個分



170kcal

体重
基礎代謝量
除脂肪体重
基礎代謝量

49.1kg
1453 kcal
42.2kg
1203 kcal

47.3kg 体重差 **1.8kg**
1400 kcal 53 kcal
35.8kg 除脂肪体重差 **6.4kg**
1020 kcal **183 kcal**

除脂肪体重は成長が止まるまで直線的に増加し、最終到達身長とも相関する

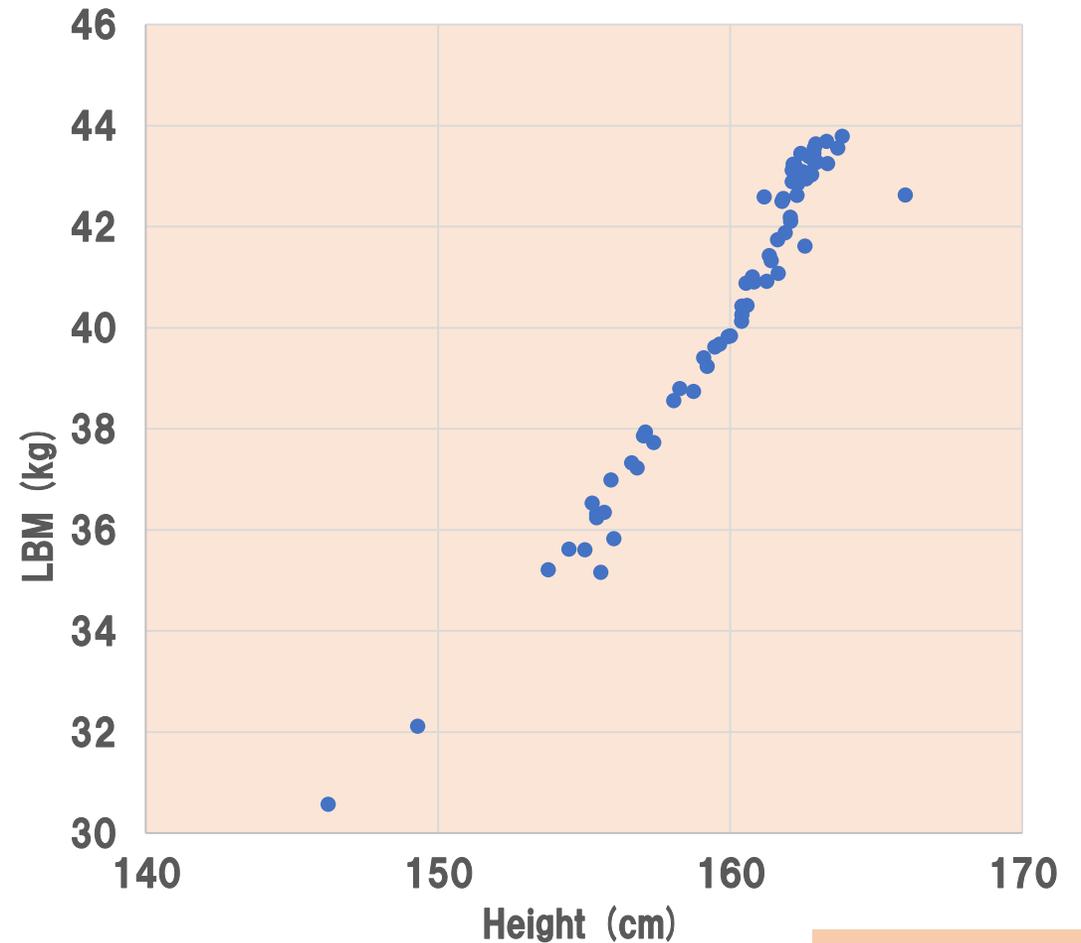
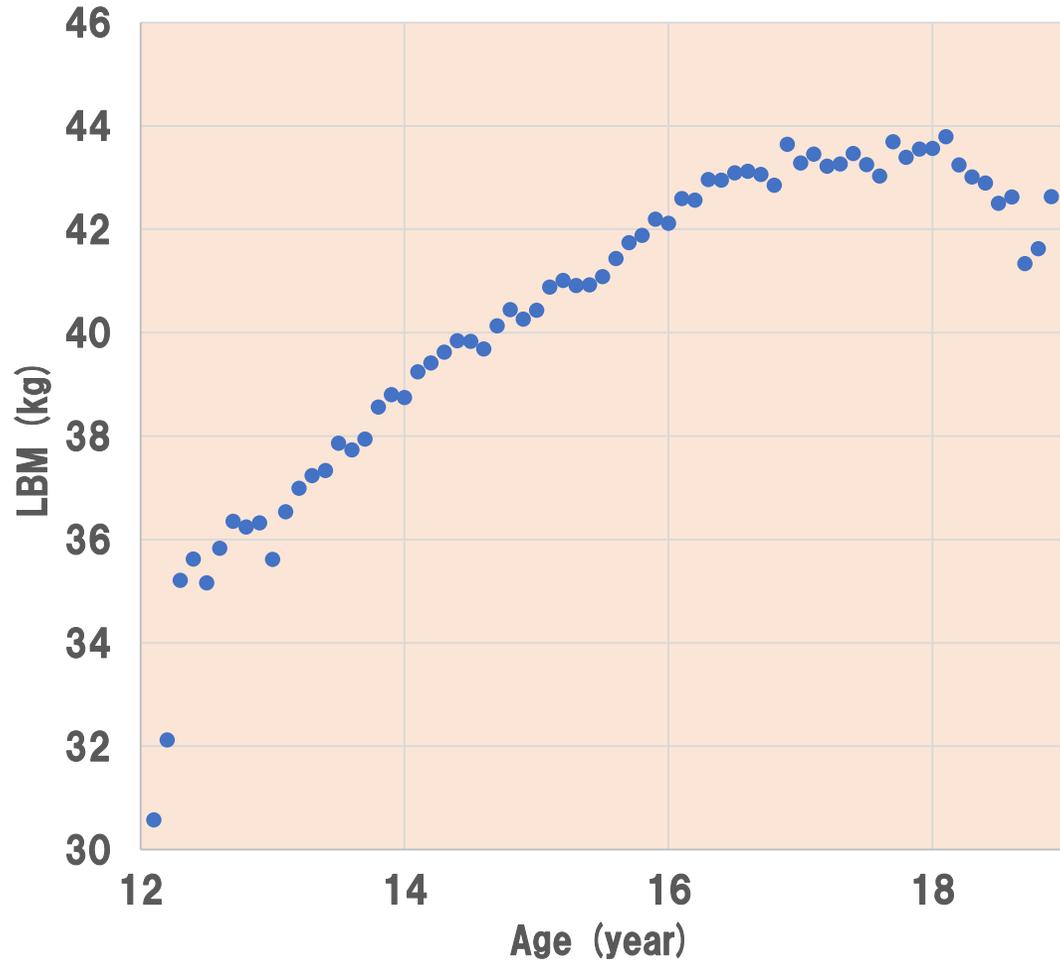


図 日本サッカー協会アカデミー福島女子の除脂肪体重変化

身長代わりに
除脂肪体重を測る
身長より
頻繁に測れる

除脂肪体重を測定して

体重50kg 体脂肪率10.0%

除脂肪体重45kg

体脂肪量
5kg

除脂肪体重46kg

体脂肪量
5kg

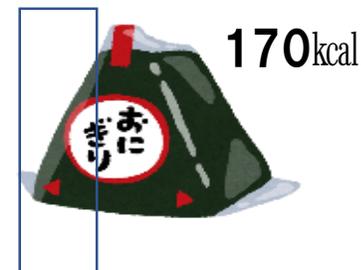
1kg増えたら

(体脂肪率は9.8%)

基礎代謝量(JISS式)で除脂肪体重1kgあたり28.5kcal増やさないといけない

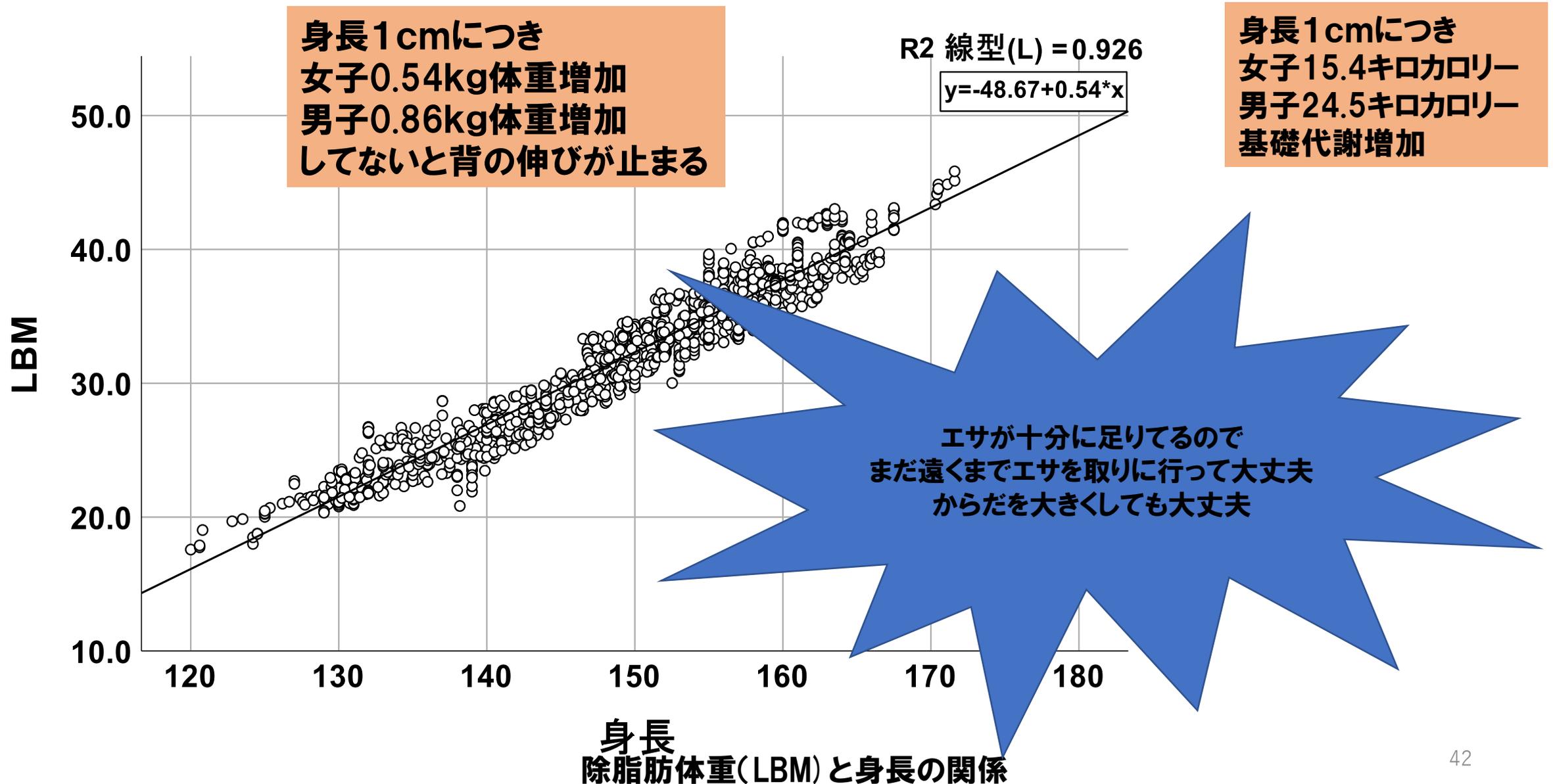
体重が増えたのにそれが除脂肪体重なら (PAL2.0として)

毎日 **57キロカロリー** 増やさないといけない
(ちょうどおにぎり1/3個分)

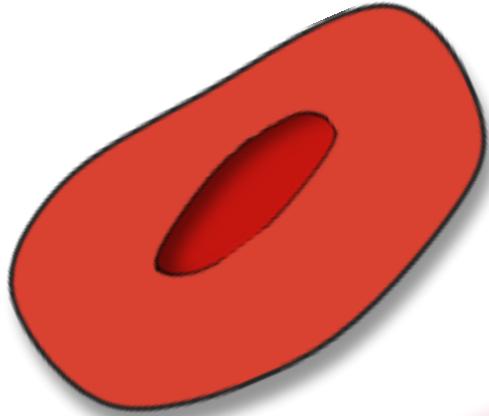


おにぎり1/3個分

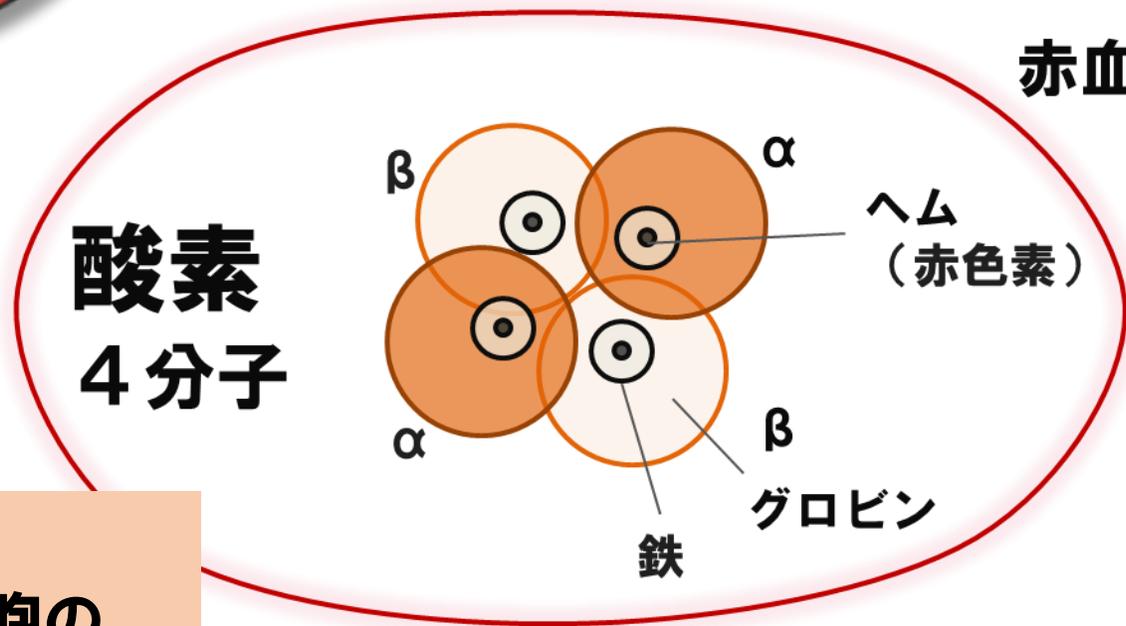
1cm伸びたら除脂肪体重が増えてないとおかしい



アスリートの大型化に何が必要か？



血液(酸素)をからだのすみずみまでいきわたらせないといけない



ヘモグロビン(血色素)

(赤血球の中のタンパク質)
酸素 とくっつく

赤血球は
体全体の細胞の
約3分の1を占める

これが減少すると『**貧血**』と判断する

男子は成長に伴い、多血になる

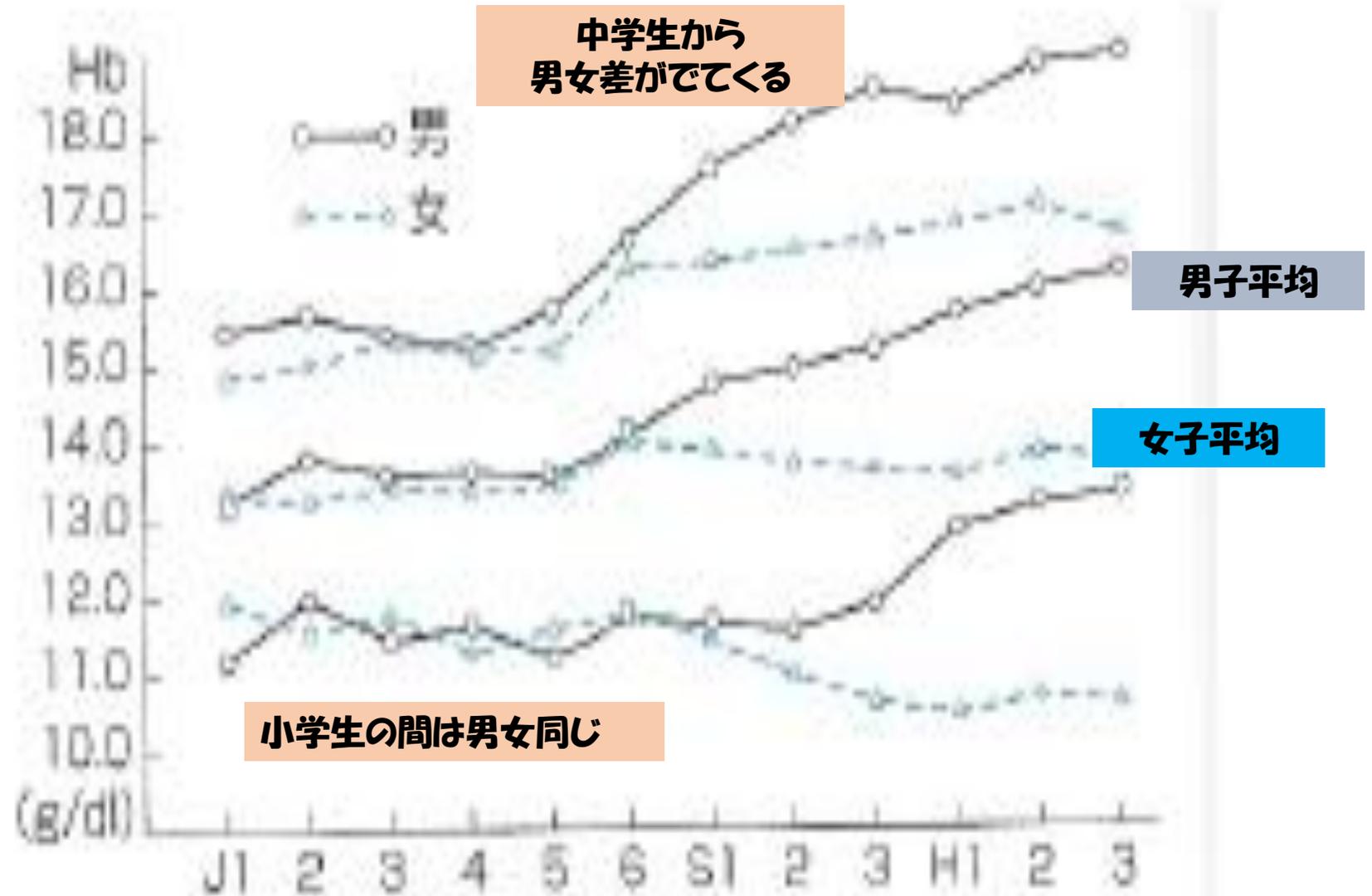
ヘモグロビン(血色素):貧血の指数

男子 13.7~16.8 g/dl

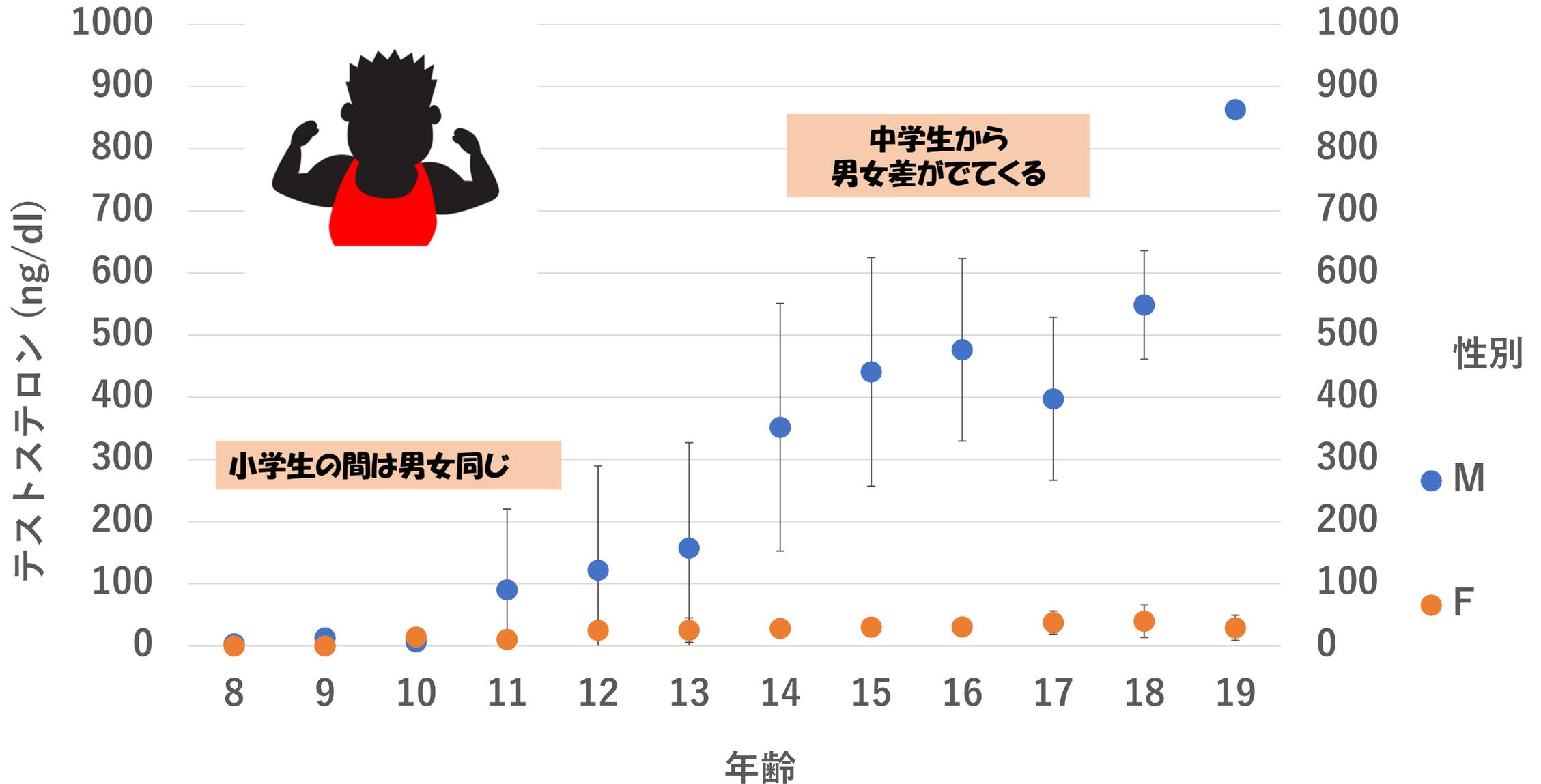
平均 15.25 ± 1.55(2SD)

女子 11.6~14.8 g/dl

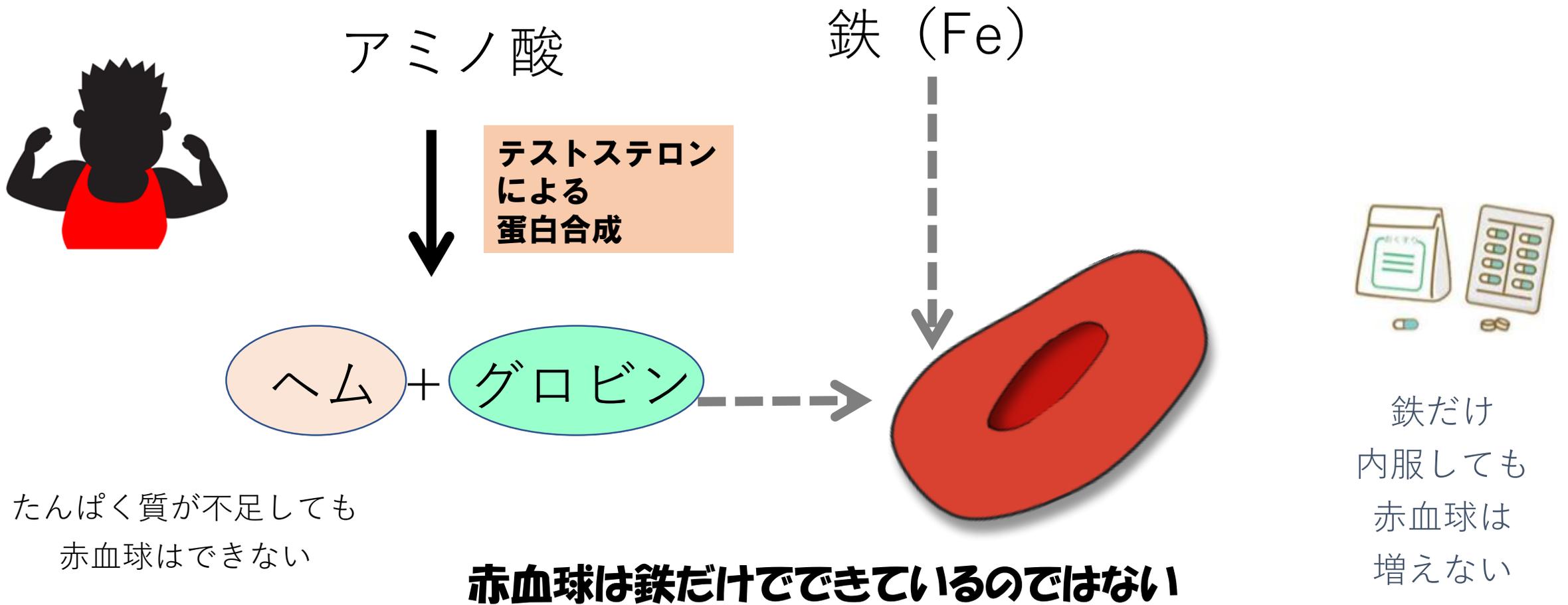
平均 13.2 ± 1.6(2SD)



このパターンはテストステロンレベルの男女差に似ている

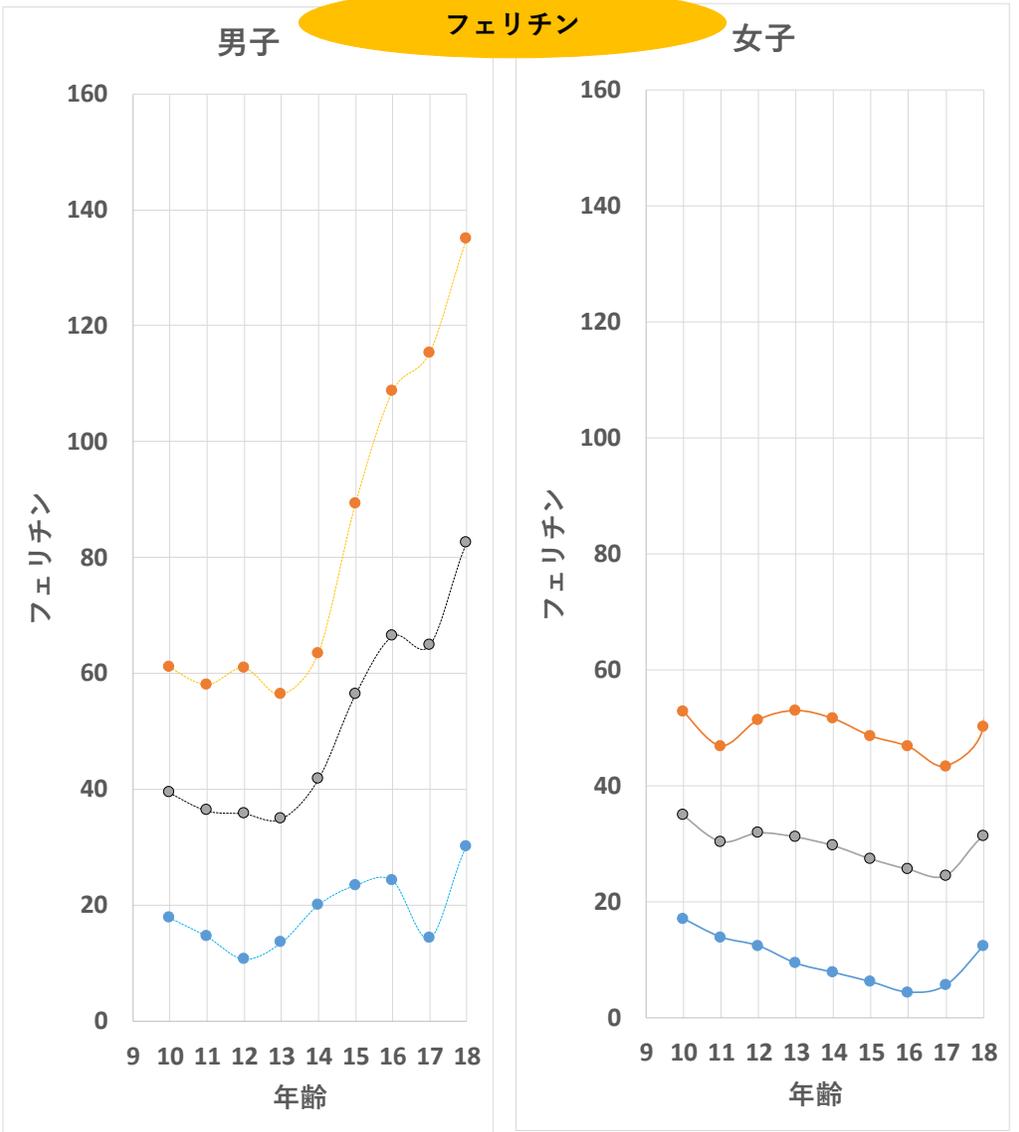
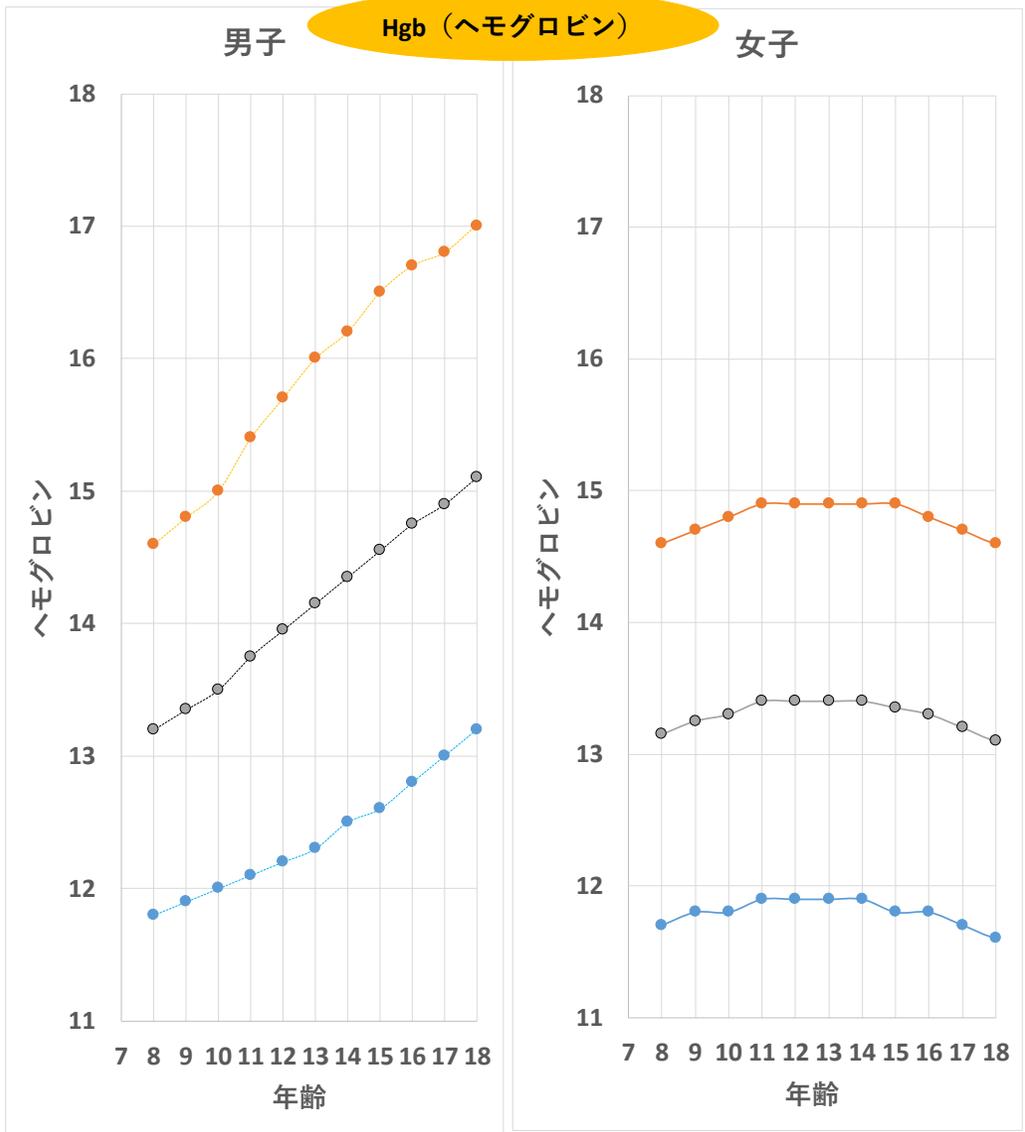


こどもと女性は蛋白合成が低いので 鉄だけ与えても貧血は治らない



赤血球は鉄だけでできているのではない

赤血球は全細胞の3分の1を占める



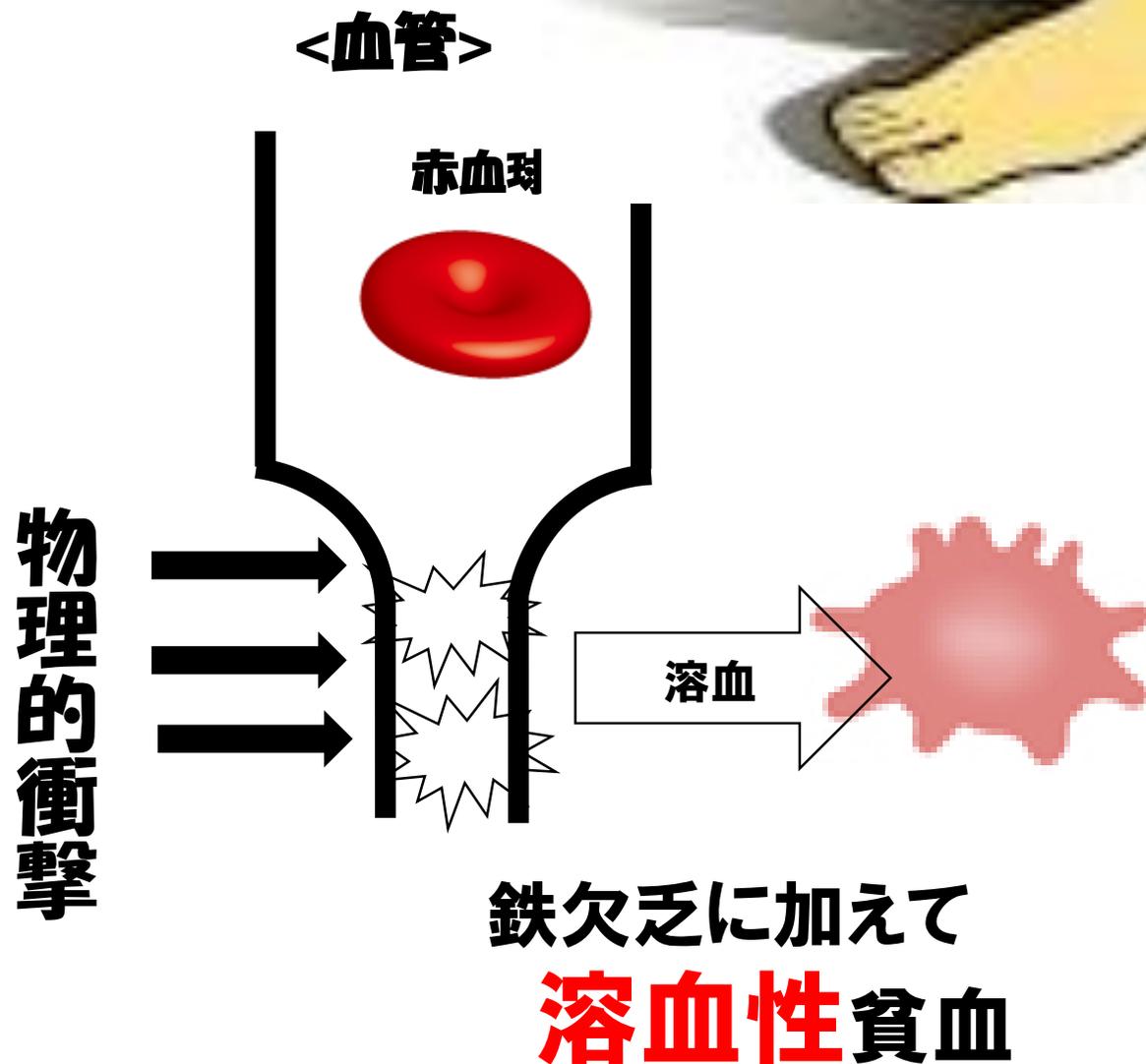
独立行政法人 国立病院機構 西別府病院
スポーツ医学センター



検査値がどのあたりあるかを示します。

テストステロンの増加パターンと同じ

アスリートの貧血の原因



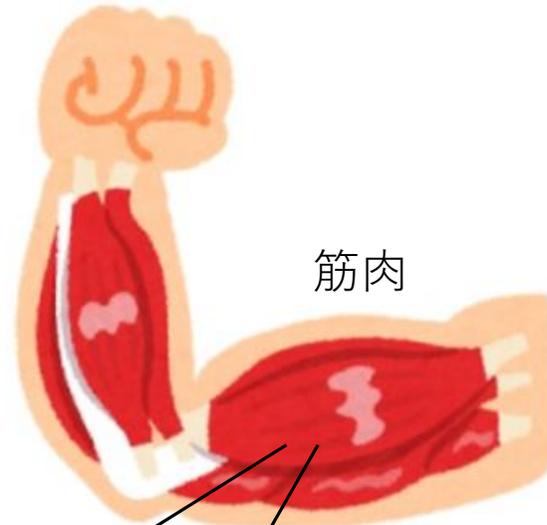
行軍貧血

足の裏で壊れる
とされてきた



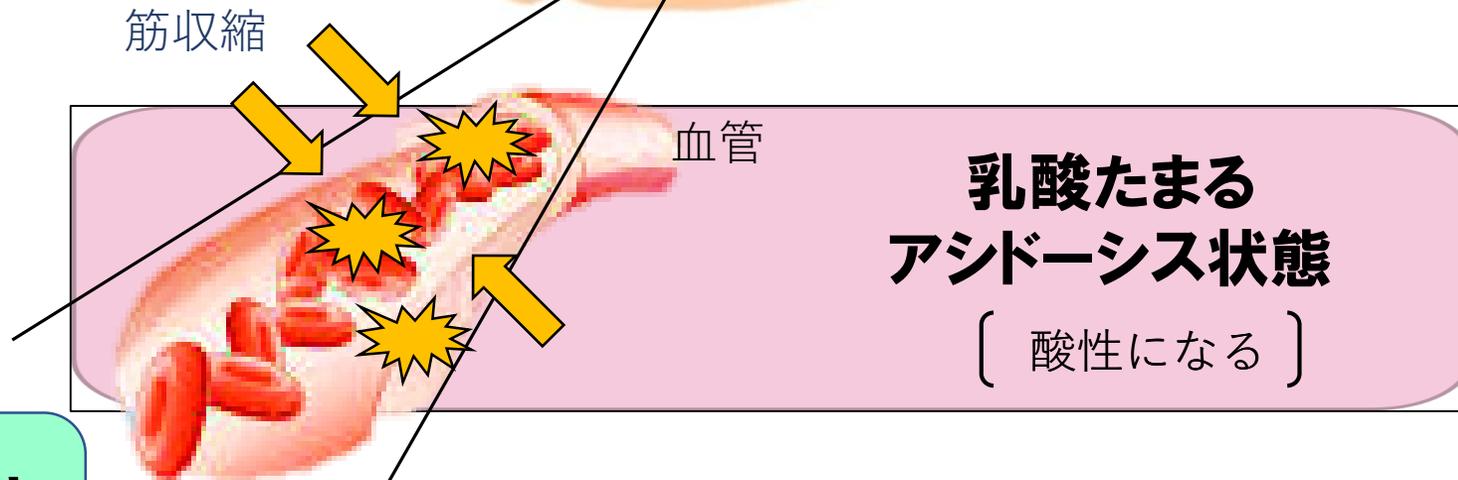
筋肉内の溶血の方が多い

嫌気性解糖によって生じたピルビン酸が末梢組織に十分酸素が供給されず、好気性解糖に進めず、アセチルCoAにいかず乳酸に代謝されるために生じる



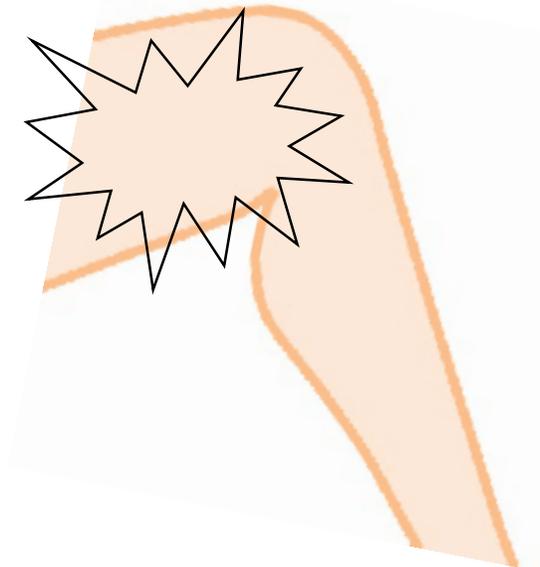
水泳選手は酸化ストレスで溶血が生じる
PizzaFXet. Al, IntJsportsMed(1997)

水泳・ボート選手もなるので足底ではない
西里ら 日常診療と血液(1996)

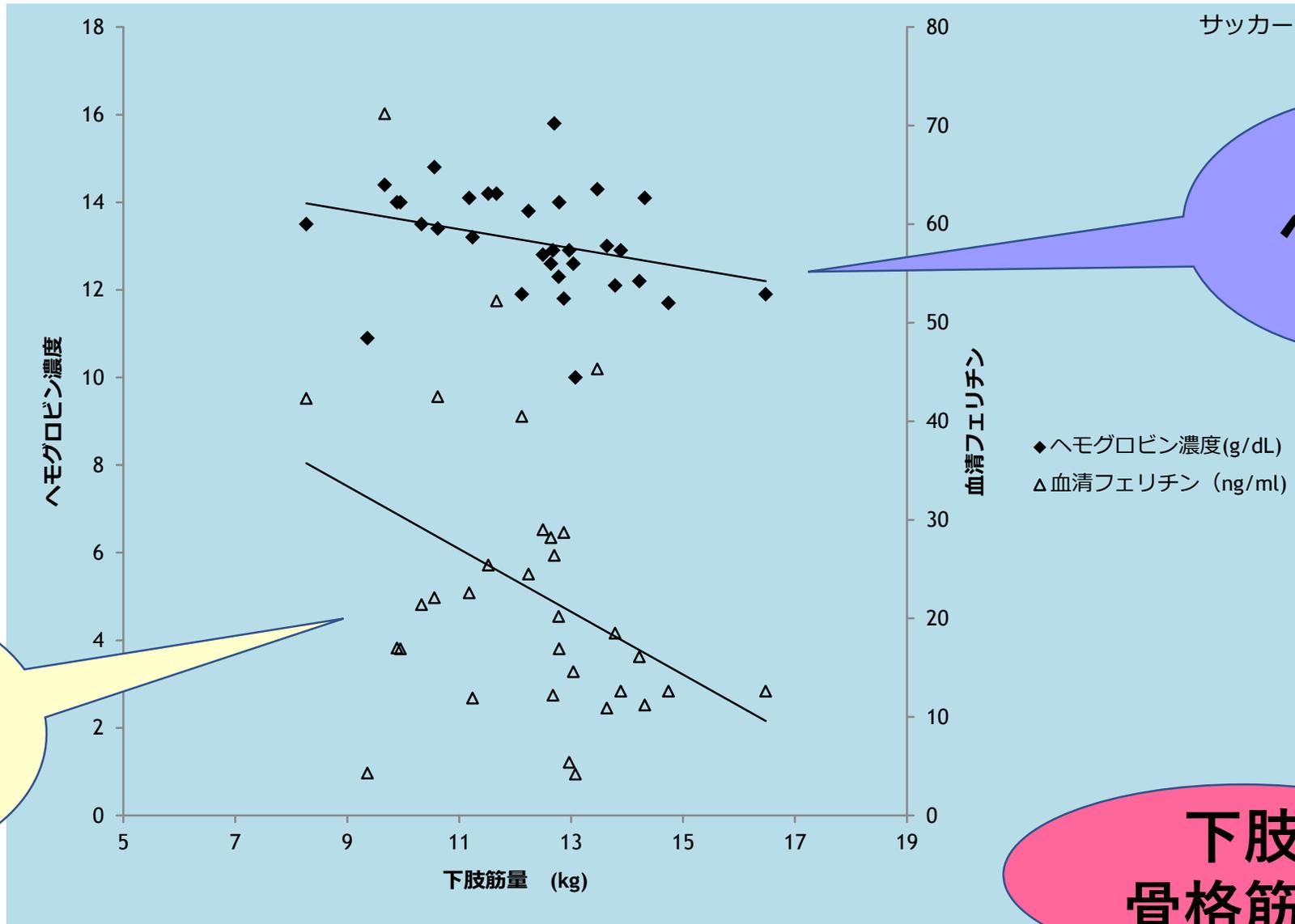


物理的より
化学的

筋肉が多い方が化学的溶血も多い



下肢の筋肉が多いほど貧血・鉄不足

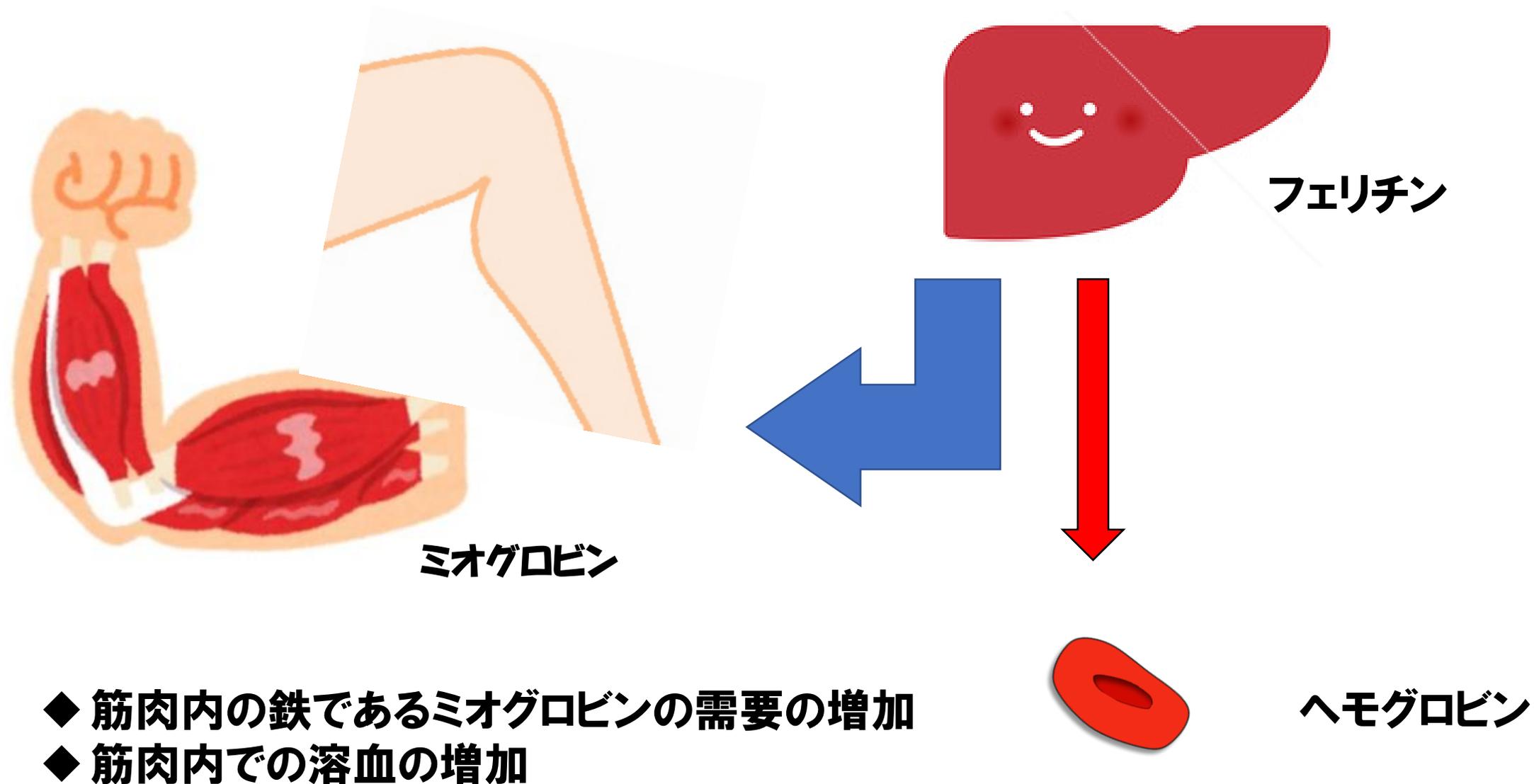


フェリチン

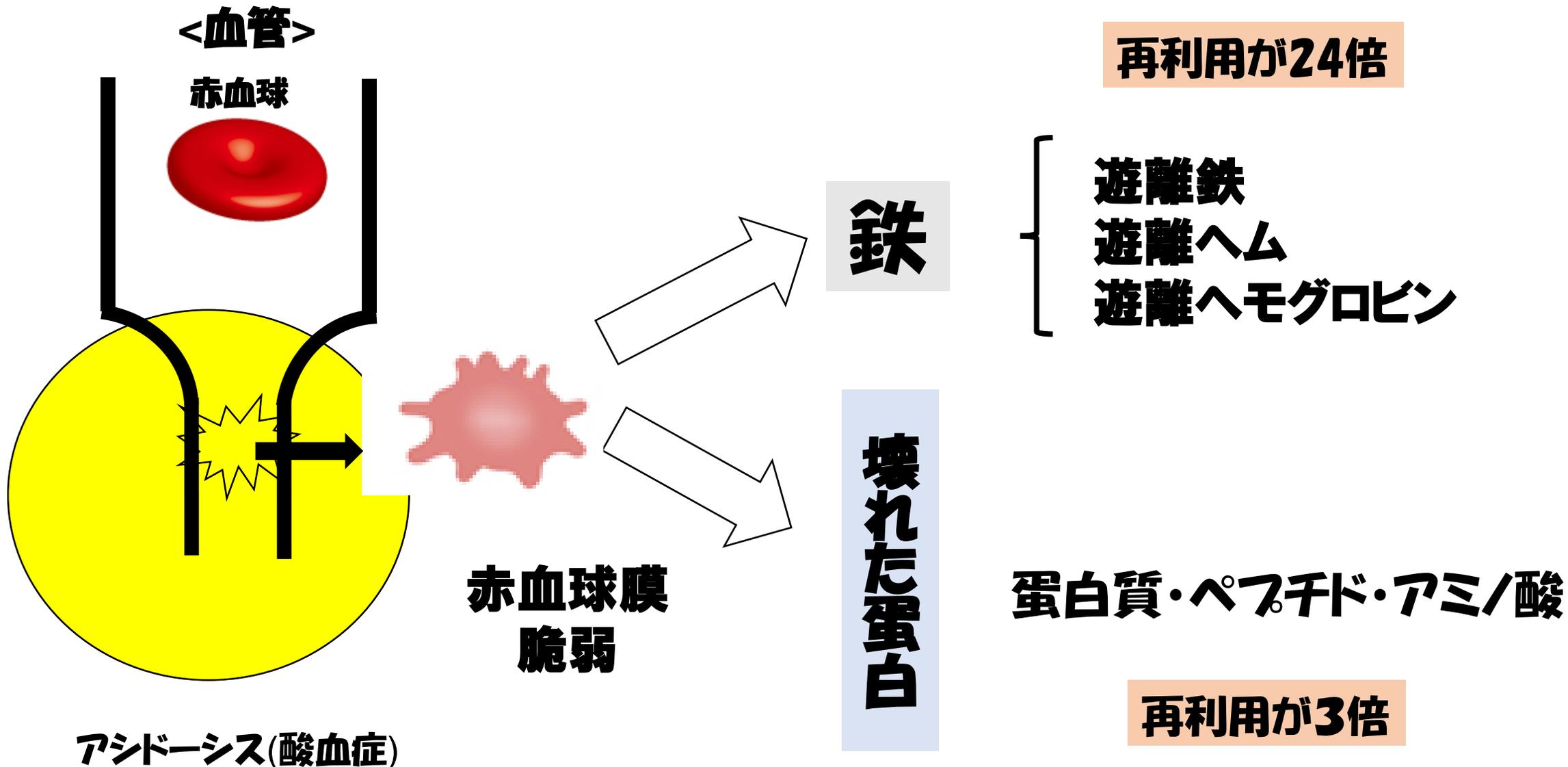
ヘモグロビン

下肢
骨格筋量

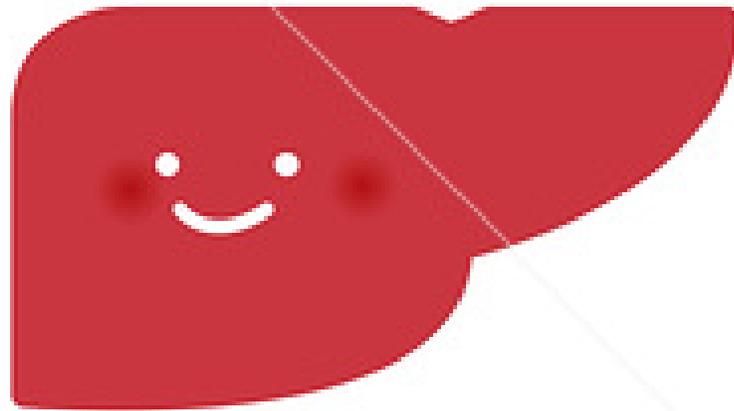
高身長・高筋量アスリートは貧血になりやすい



溶血後の再利用



溶血性貧血の指標



遊離ヘム

筋肉内

残ると

活性酸素



痛みの原因

運んで
いかれないと
再利用されない

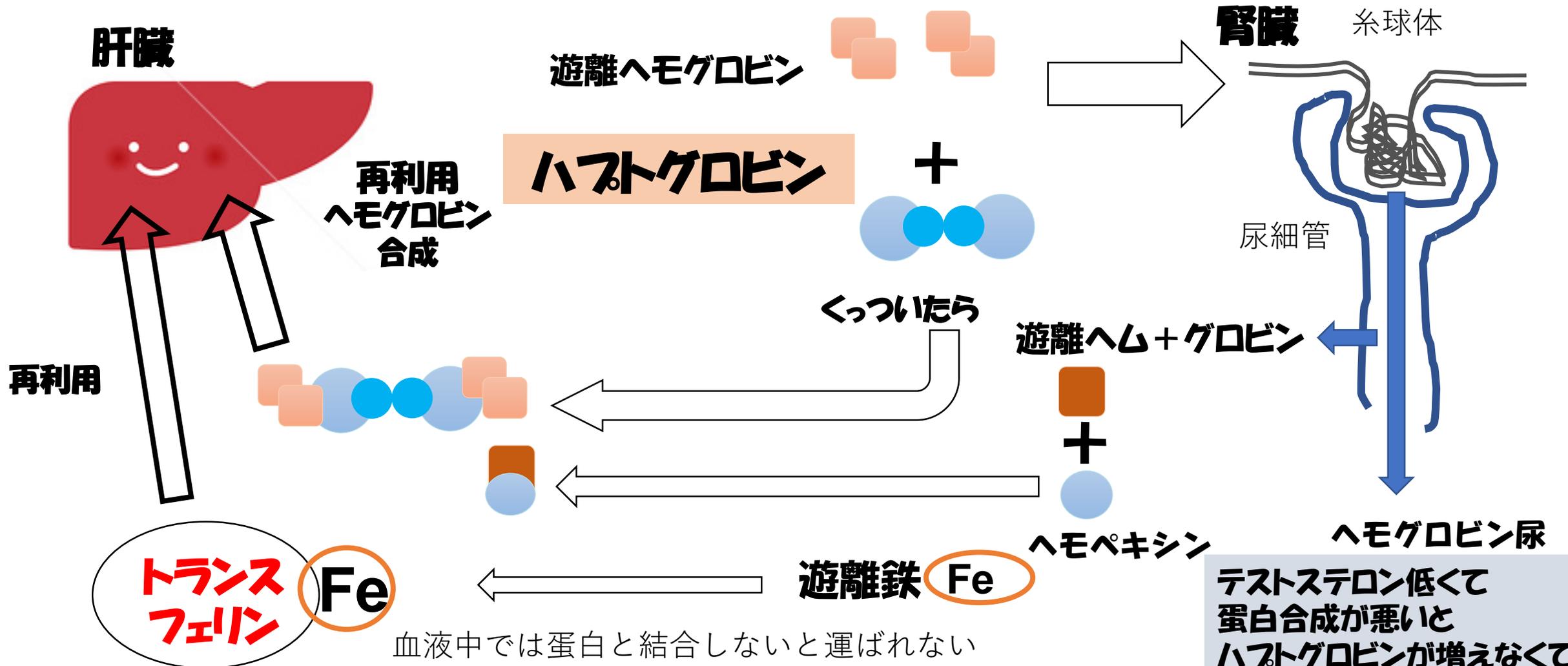
ハフトグロビン

(消費が早い)(再合成に時間がかかる)

エネルギー不足だとなかなか作れない

摂取から1mg
に対して
再利用24mg

ハプト低いと再利用されない



テストステロン低くて
蛋白合成が悪いと
ハプトグロビンが増えなくて
鉄が再利用できない

テストステロンが低いこどもと女子は 『**再利用不良性貧血**』

背を伸ばすためには効率的に**ホルモン**を分泌させる

貧血になっていると
蛋白合成が低下しているサイン

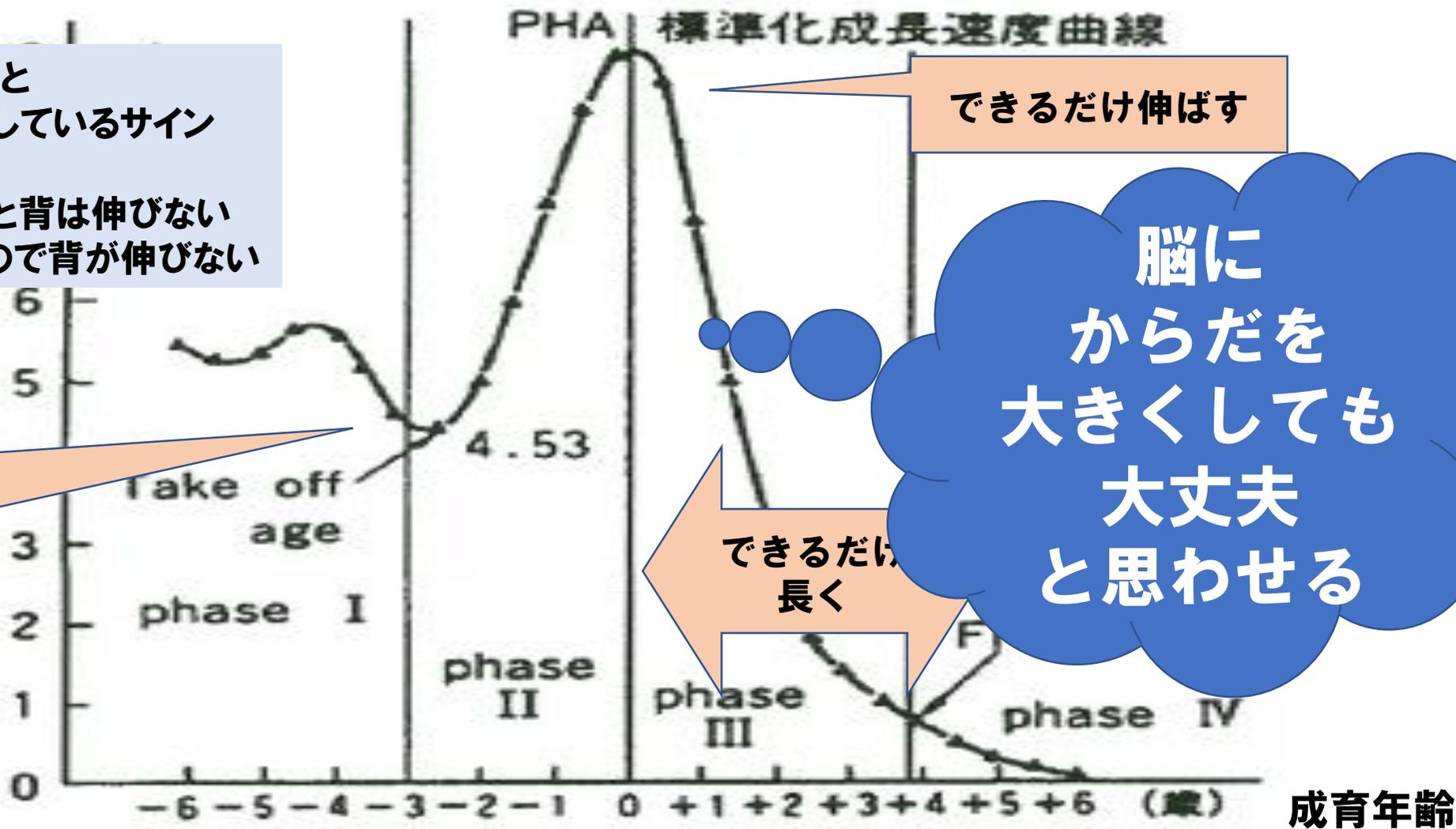
蛋白合成が低いと背は伸びない
酸素も運べないので背が伸びない

できるだけ伸ばす

脳に
からだを
大きくしても
大丈夫
と思わせる

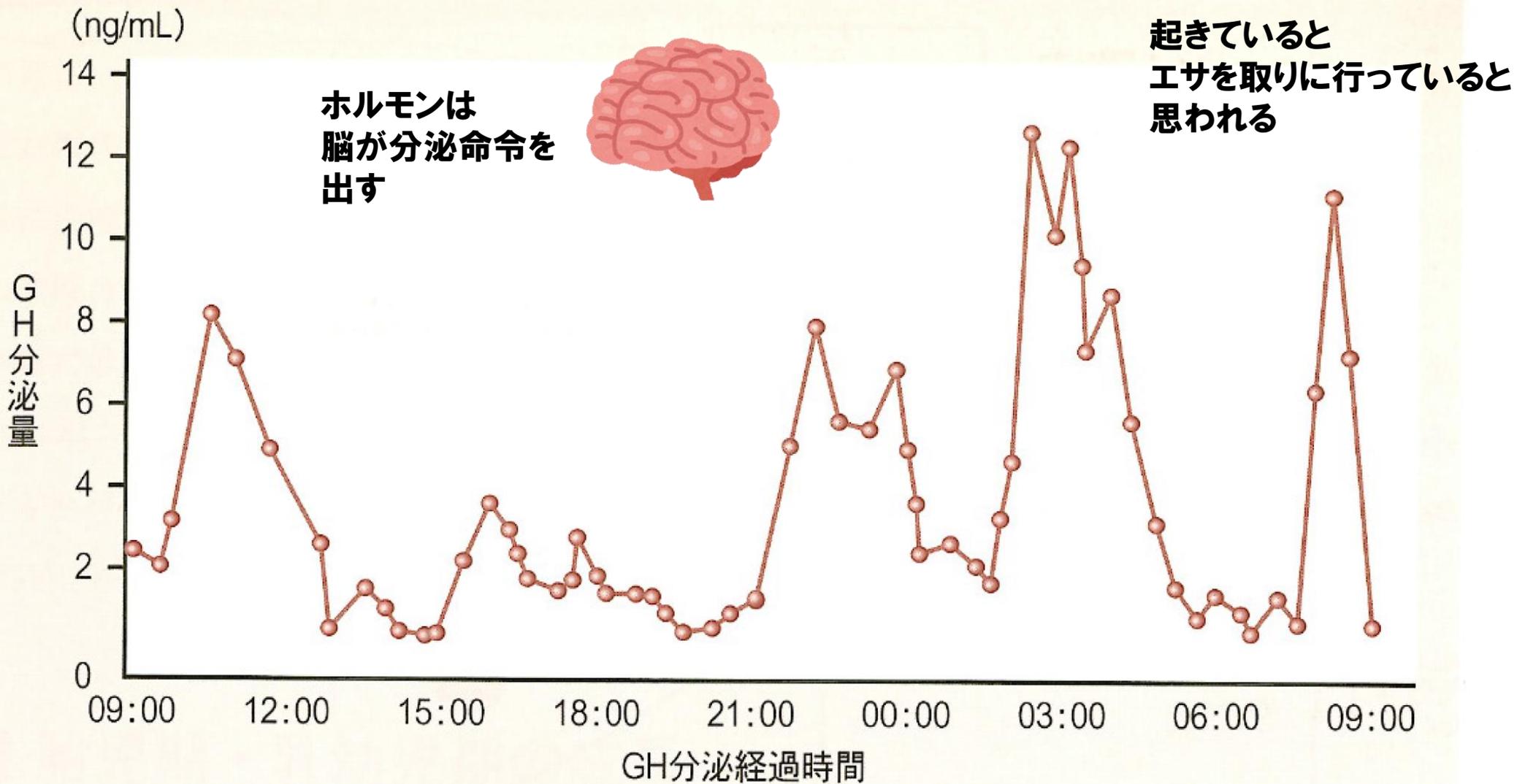
できるだけ
高く
してから

できるだけ
長く



動きすぎても '遠くまでエサを取りに行っても)エサは十分に摂れていると頭に思わせる ために休む

成長ホルモンはよく寝たほうが分泌される(こども)



成長ホルモンは早く寝たほうが多く分泌される（おとな）

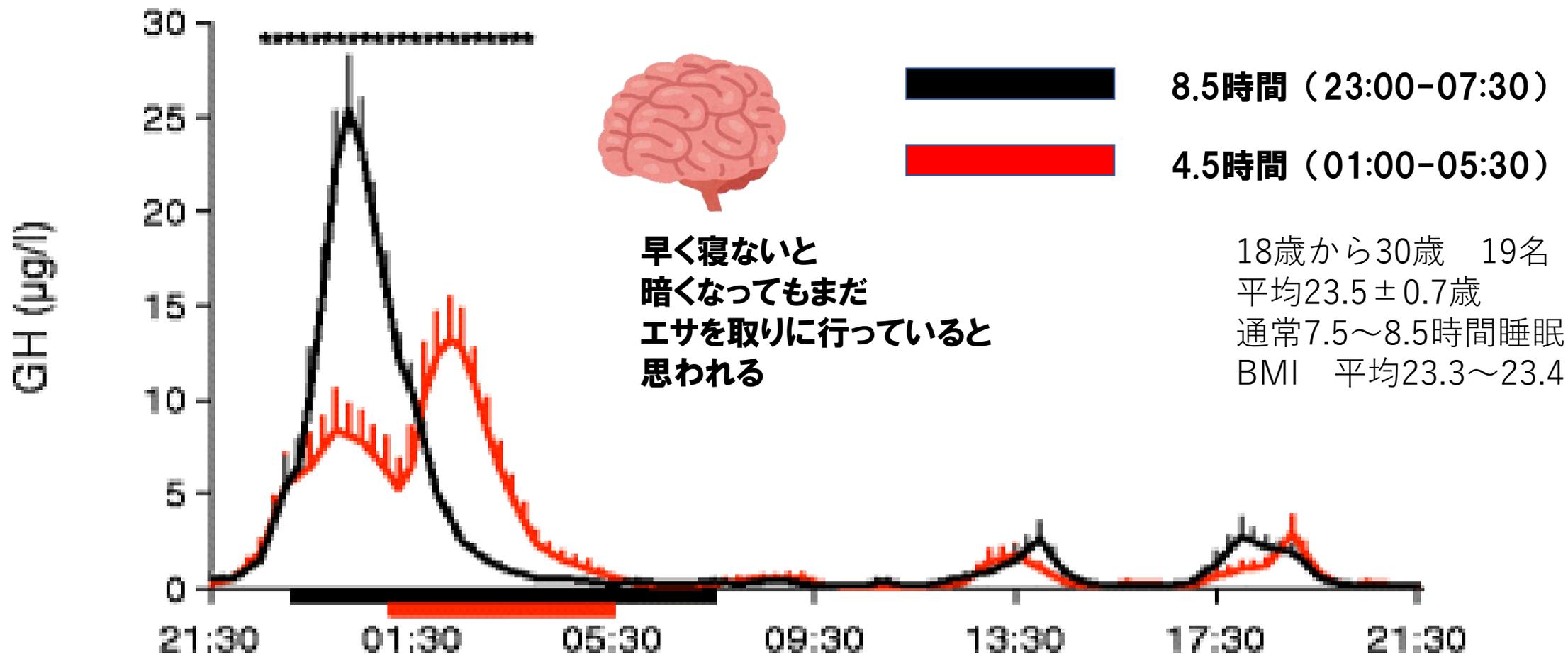
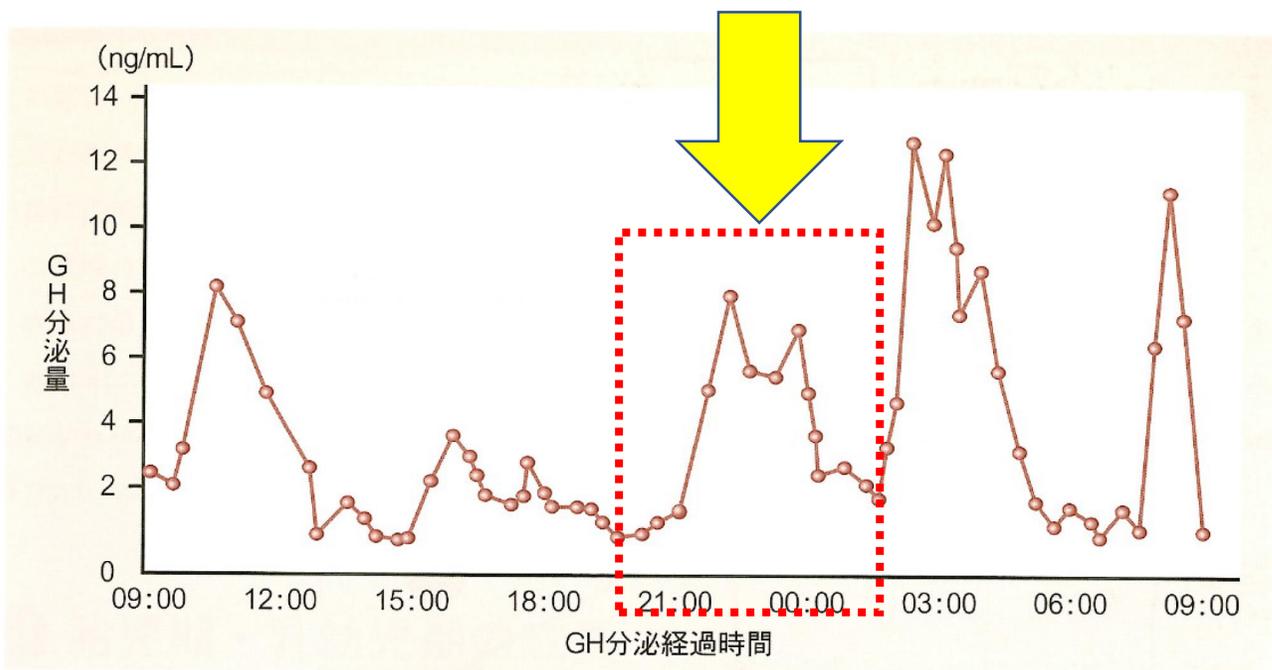


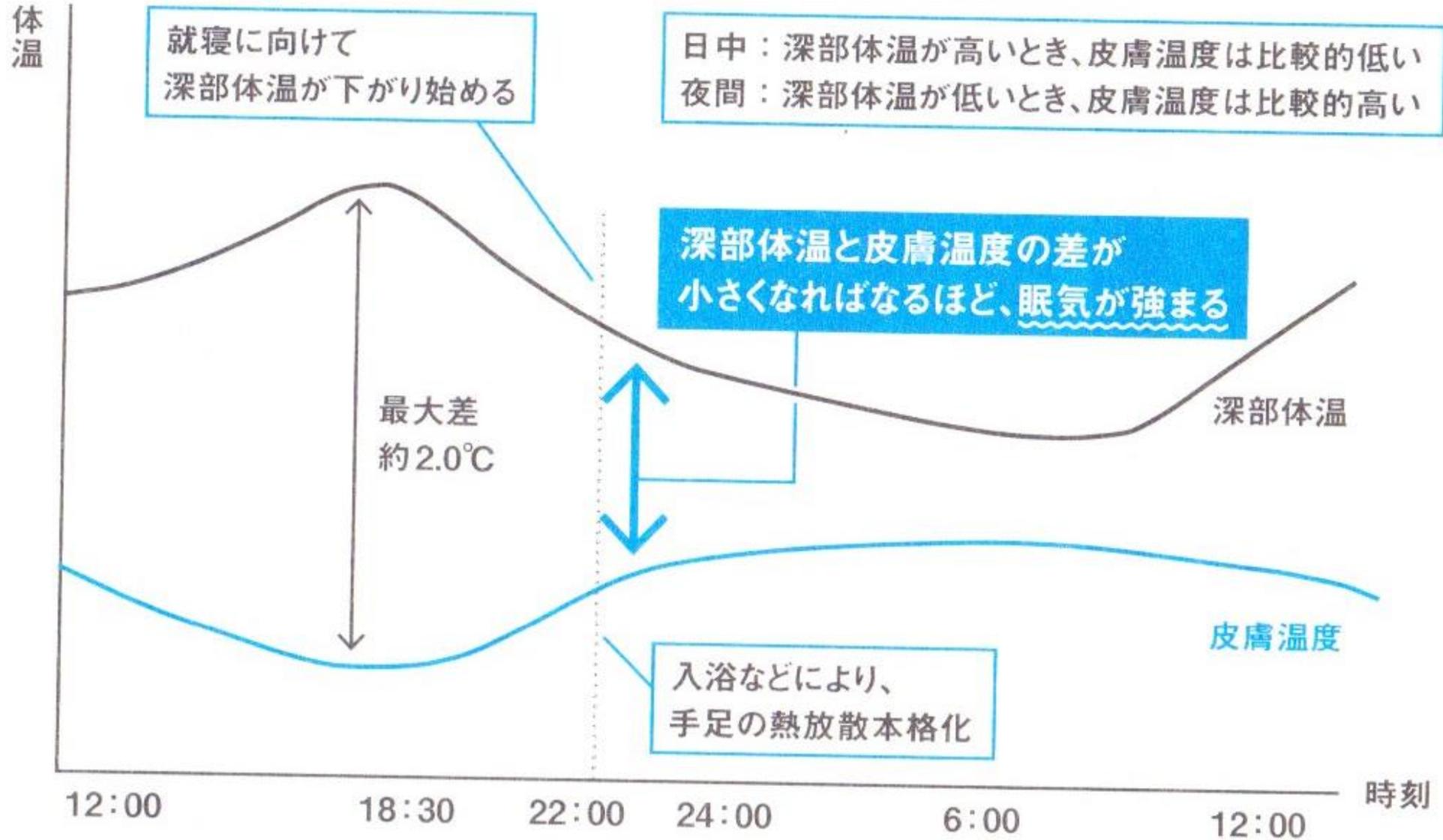
図 睡眠時間の違いによる成長ホルモン分泌の違い

リカバリーに役立つ睡眠

最初の3時間に体の再生を促すホルモンが分泌される
できるだけ早く就寝し、早く起床するようにする



深部体温(脳)が下がらないと眠れない



深部体温(脳)が下がらないと眠れない

頭以外は
脳の温度を
コントロール
する器官

熱産生

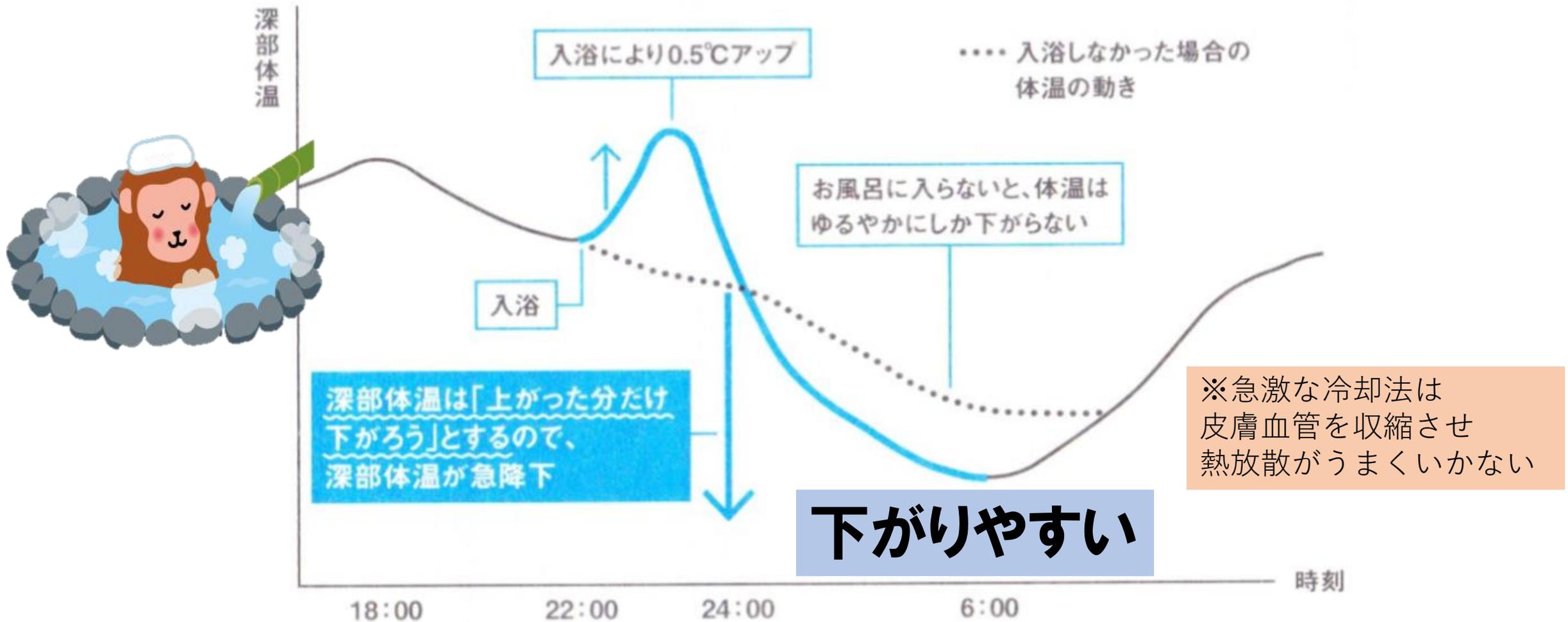
体幹

熱放散

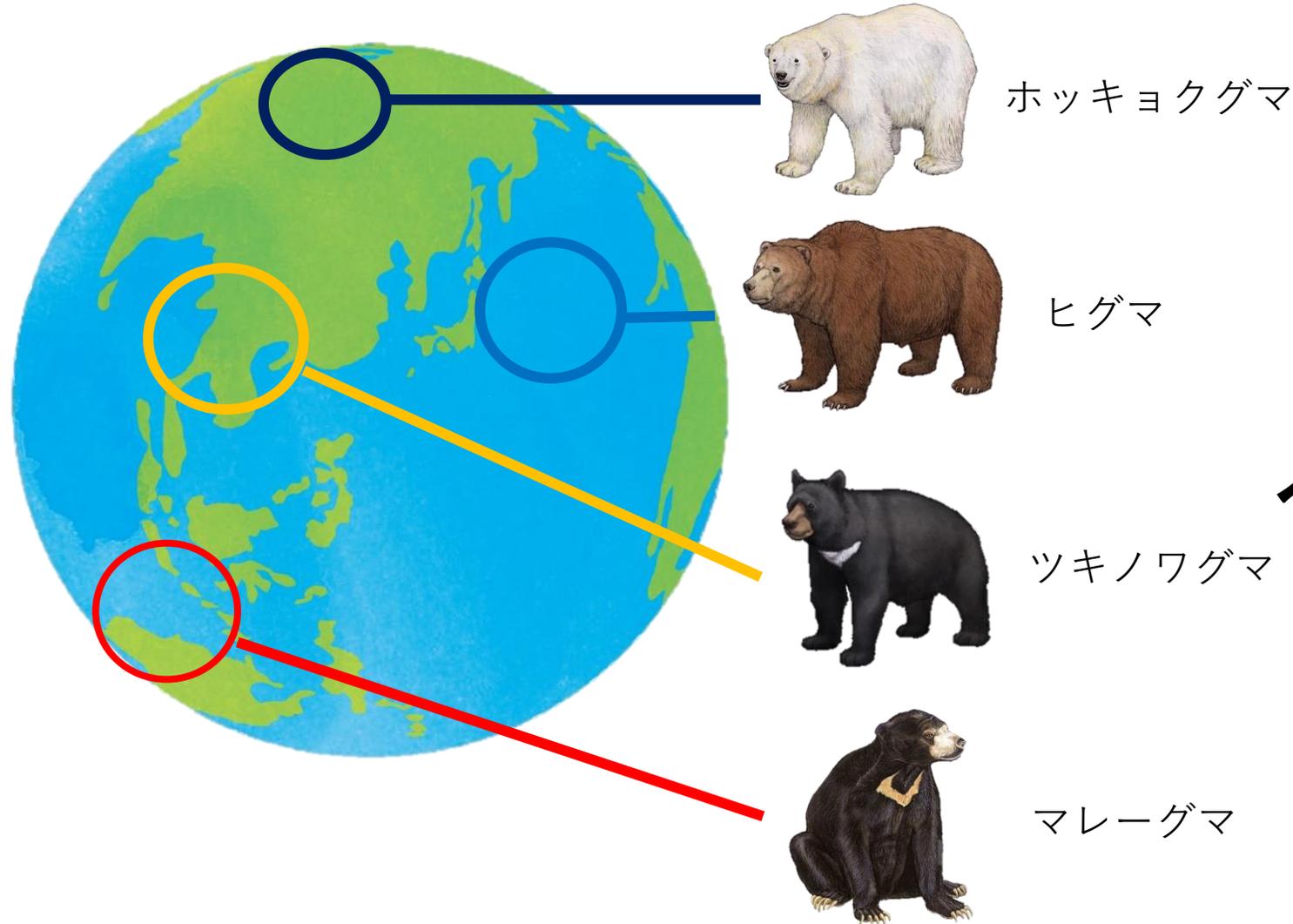
四肢



深部体温はいったん上げると～入浴・サウナ・温泉



寒い地域に行くほど体の体積が大きくなる



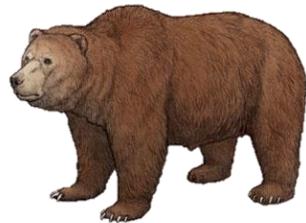
ベルクマンの法則

動物は住む場所から体の大きさがおおむね決まっている

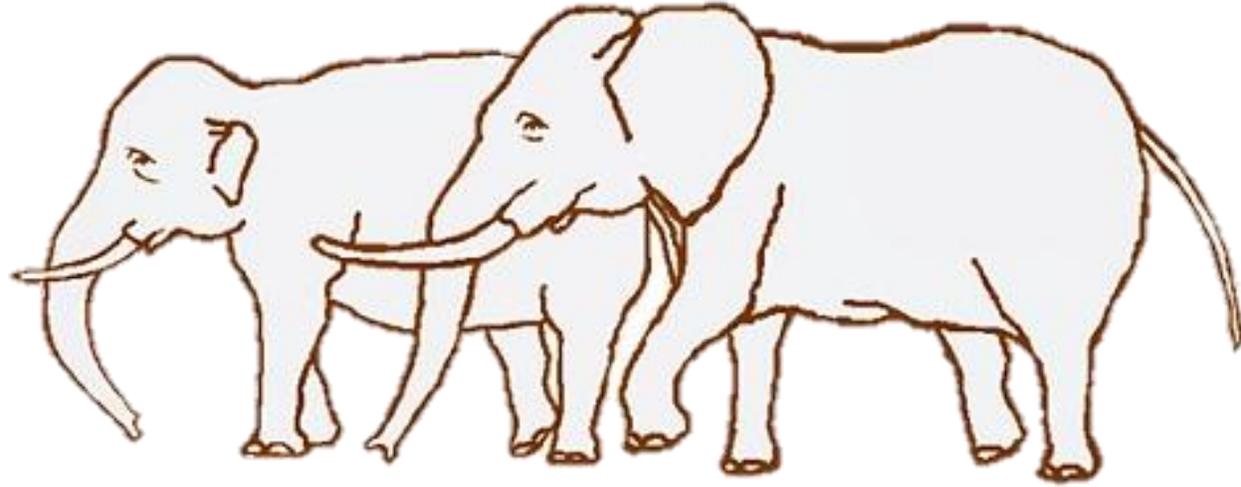
南国の動物ほど手足が長く、しっぽ、耳が大きい



マレーグマ



ヒグマ



左 アジア象

右 アフリカ象

アレンの法則

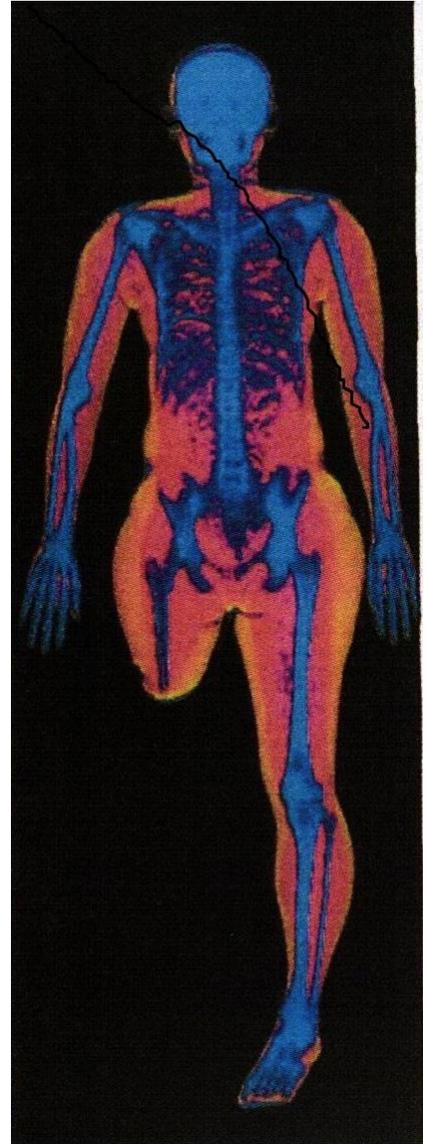
四肢などから熱放散のため

パラアスリートは 熱放散しにくい

四肢欠損～熱放散部分が少ない

脊髄損傷～麻痺レベル以下汗かけない

熱放散しにくい



競技・種目に応じた体型を大型化



イアン・ソープ196cm
ファンデンホーヘンバンド193cm



NBA選手の人体図は
真円と正方形に収まらない



193cm

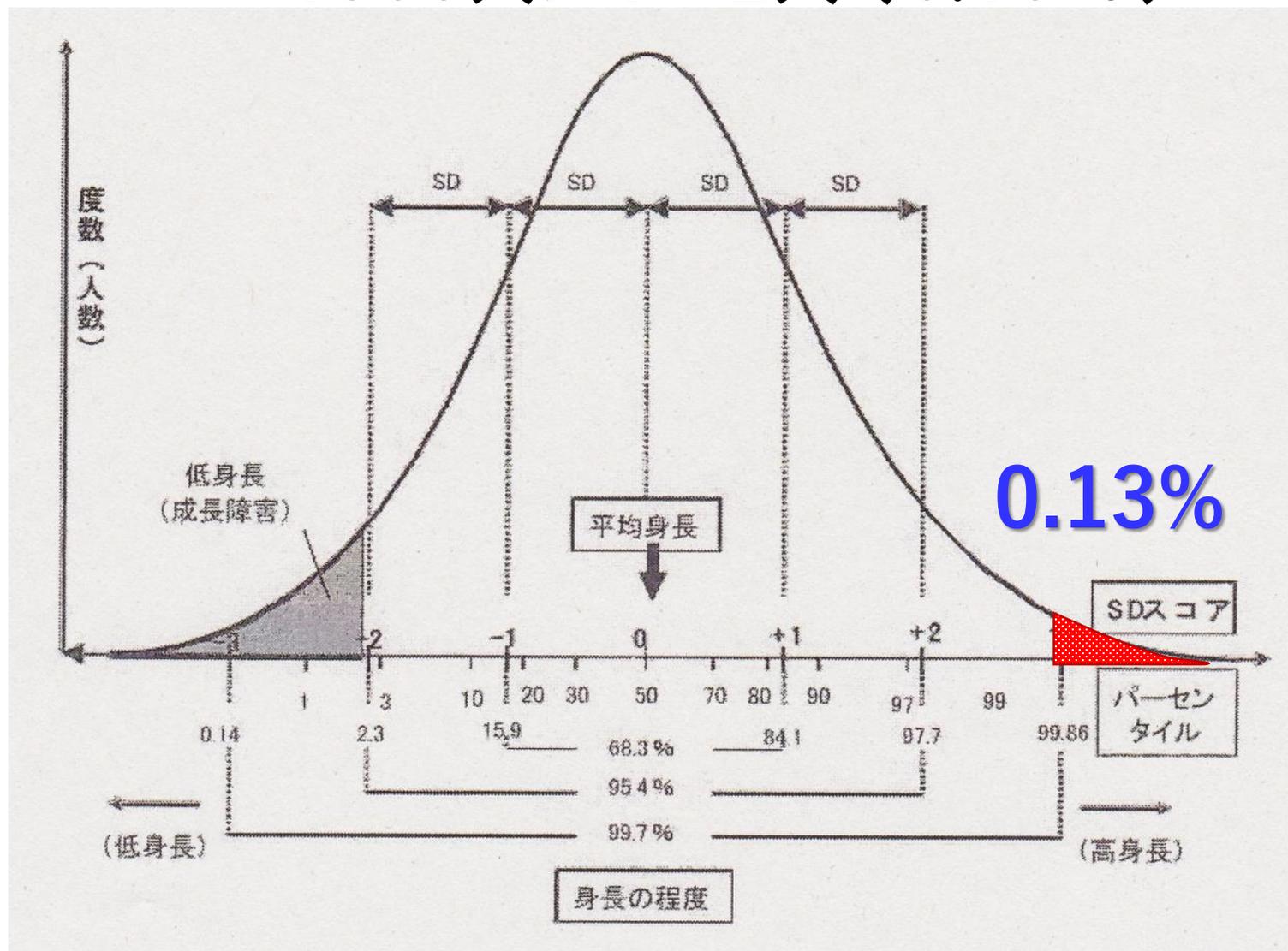
身長より長い腕・大きな足・柔らかい関節
バタフライ クロール

*水泳はあまり熱放散が重要でない？

日本人女性の身長

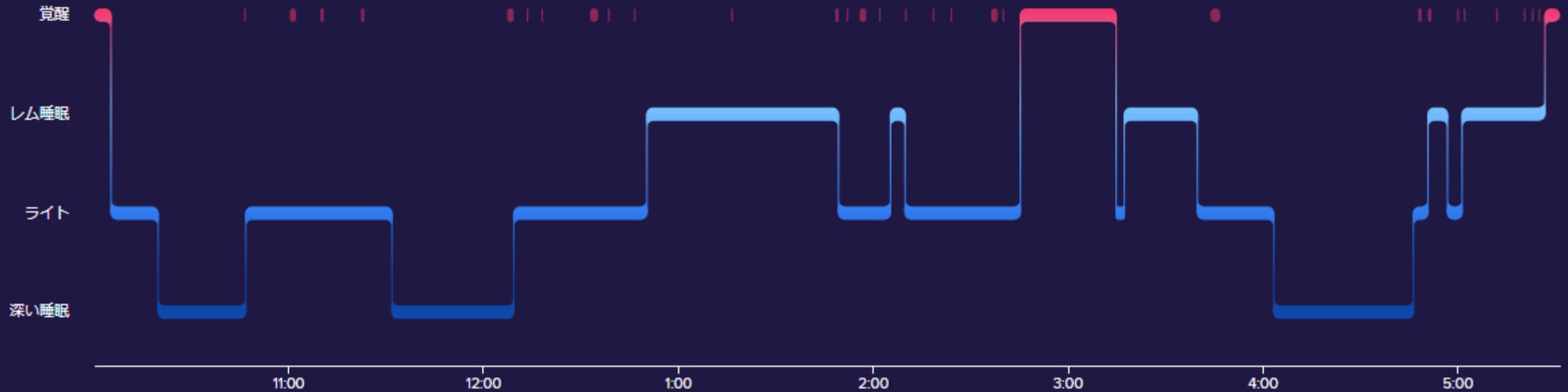
+ 3SD (偏差値80)	174.0cm
+ 2SD (偏差値70)	168.7cm
+ 1SD (偏差値60)	163.4cm
平均 (偏差値50)	158.1cm

174cm以上(+3SD)は 1000人に1~2人(0.13%)



睡眠を客観的に評価する

睡眠 | 2018年8月9日



夜間身体は、浅い睡眠から深い睡眠へ、次に浅い睡眠に戻りレム睡眠に移行するという一連の睡眠段階を巡ります。そしてこのサイクルが繰り返されます。

■ 覚醒 - 14.6%	■ レム睡眠 - 25.1%	■ ライト - 37%	■ 深い睡眠 - 23.3%
1時間 6分	1時間 53分	2時間 47分	1時間 45分

フィットビット社のウェアラブルを用いて測定

日本人 大型アスリートの

競技特性に合った選手の

『発掘』でなくて

その競技をやりたい選手のからだところの

『育成』

競技開始年齢が早い競技は
フェーズの見極めが
身長も成績も伸びる選手の
育成につながる！

育成に携わる人は成長を知ろう！成長を知るために除脂肪体重を知ろう！