

# 予測不可能である疲労骨折 における予防法の提案

東洋大学 食環境科学部 食環境科学科  
准教授 太田 昌子

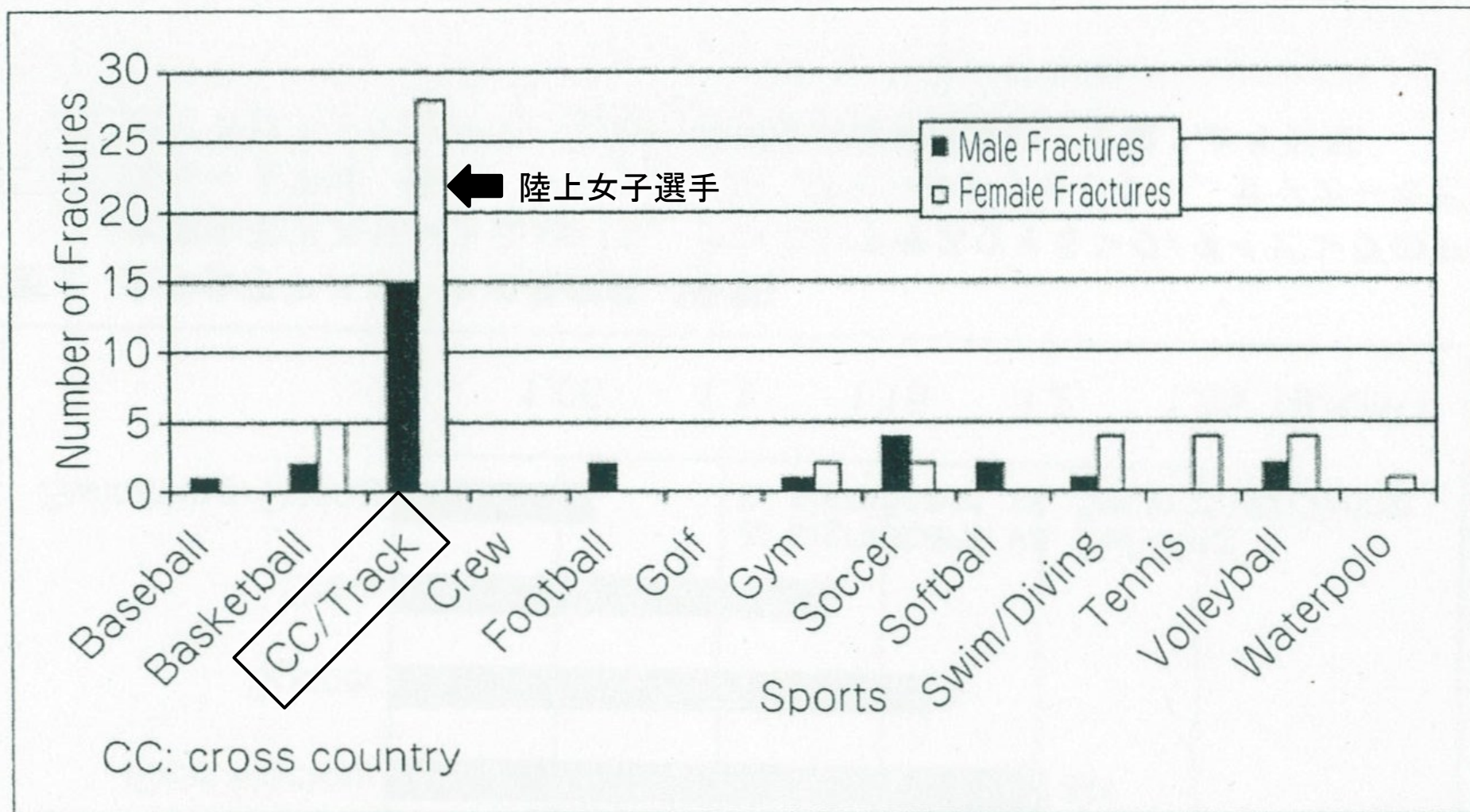
# Female Athlete Triad (女性アスリートの三主訴)

1. 無月経（月経異常）
2. 摂食障害
3. **疲労骨折**

一度では骨折に至らない程度の力が、骨の同一部位に繰り返し加わることにより発生する骨折である。

⇒骨への物理的ストレスによるもの

# 疲労骨折とスポーツ種目



野球、バスケットボール、クロスカントリー/トラック競技、ボート、フットボール、ゴルフ、体操、サッカー、ソフトボール、スイミング/ダイビング、テニス、バレーボール、水球などのスポーツ種目のなかで、クロスカントリー/トラック競技は男女とも疲労骨折の発生数が多い(男性より女性の発生は多い)

# 現在行われている疲労骨折の予防手段

## 1.骨密度測定

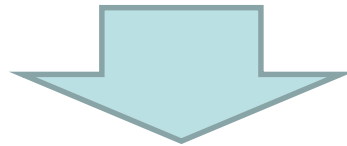
例) 二重エネルギーX線吸収測定法(DXA)

## 2.健康状態

例) 疲労骨折歴、体重の増減、生理周期

## 3.骨代謝マーカーの測定

例) オステオカルシン(OC)、骨型アルカリフォスファターゼ(BAP)

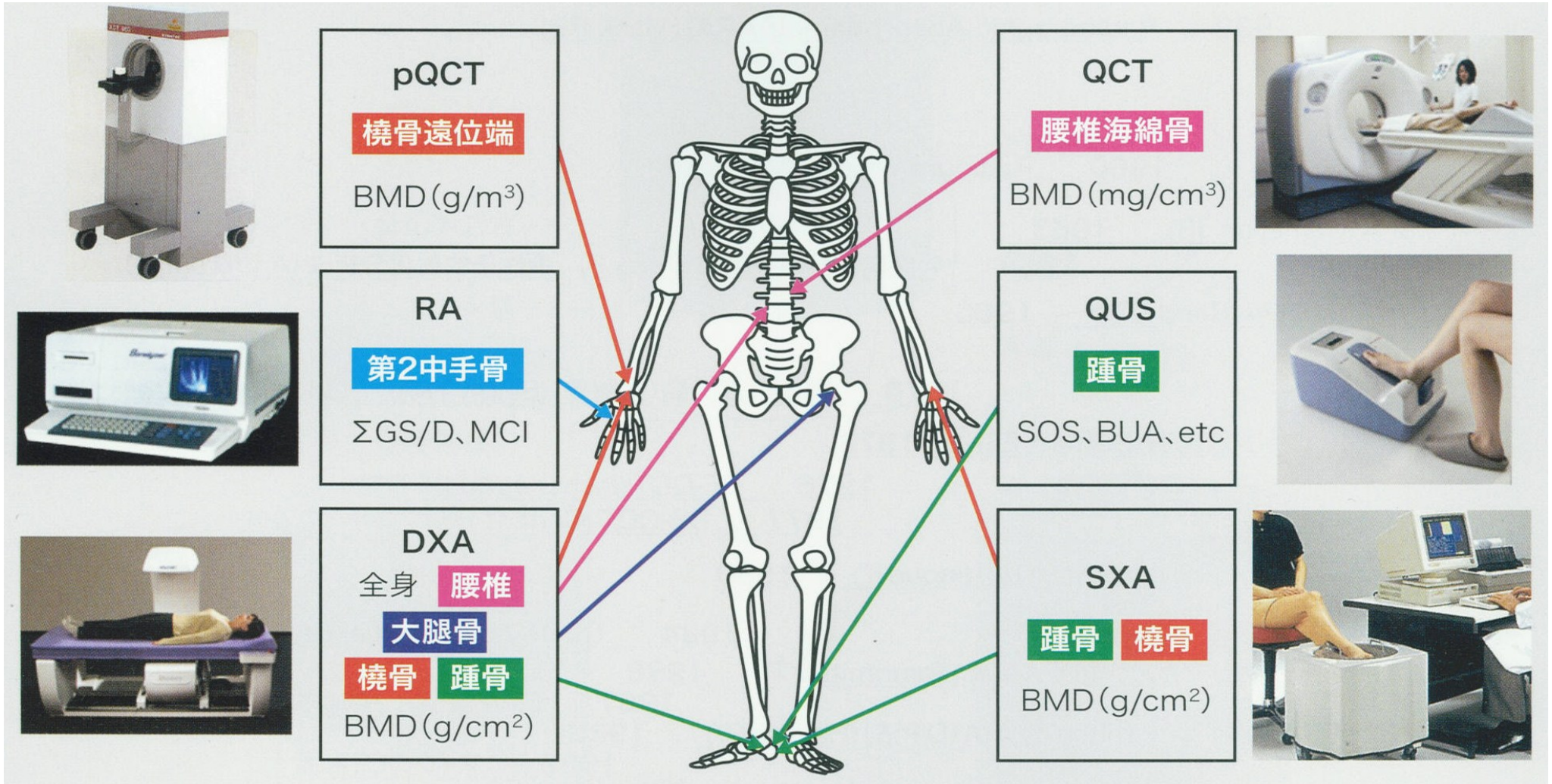


精度の高い疲労骨折の予防診断ではない

例) 骨粗鬆症の場合

⇒ 4割程度しか予防ができていない(DXAによる骨密度測定)

# 骨量測定法の種類



出典: 図説 DXAによる骨量測定 P12 図 I -3引用

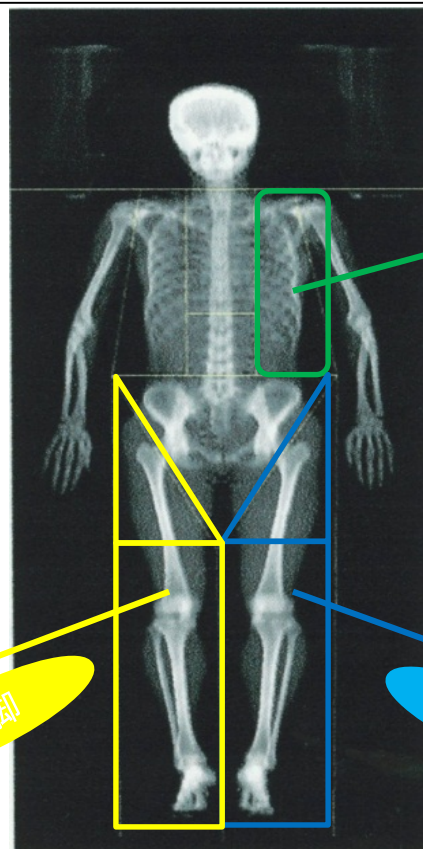
dual-energy X-ray absorptiometry: DXA  
(2重エネルギーX線吸収測定法)

# 骨密度からみた疲労骨折

SF (Stress Fractures) : 疲労骨折群  
 NSF (Non-Stress Fracture) : コントロール群

## 疲労骨折箇所(2011-2013)

左肋骨	3例
大腿骨	1例
脛骨	2例



左肋骨

右脚

左脚

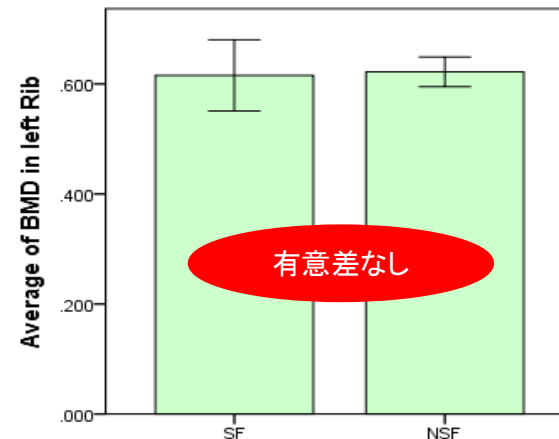


Table 3 BMD in Rib of long distance runner of women

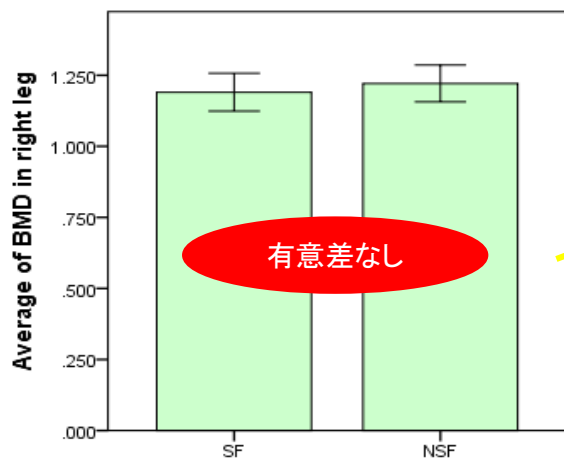


Table 4 BMD in right leg of long distance runner of women

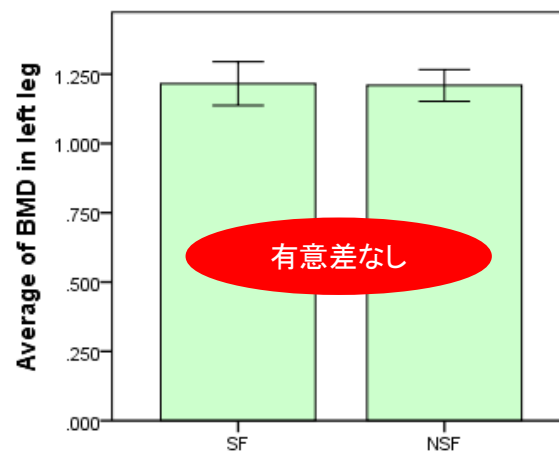


Table 5 BMD in left leg of long distance runner of women

骨密度測定のみでは  
 疲労骨折の予測は難しい

# 従来技術とその問題点

- ・長距離陸上選手はシンスプリントや疲労骨折が多数報告されている。
- ・その予防としてDXAによる骨密度測定値がYAM80%以下の人を疲労骨折リスクありとしている。
- ・しかし、YAM値が正常であっても、疲労骨折がおこる等の問題があり、広く利用されるまでには至っていない。

# 骨強度

骨強度

=

骨密度

+

骨質

・DXA

骨構造

+

骨物質



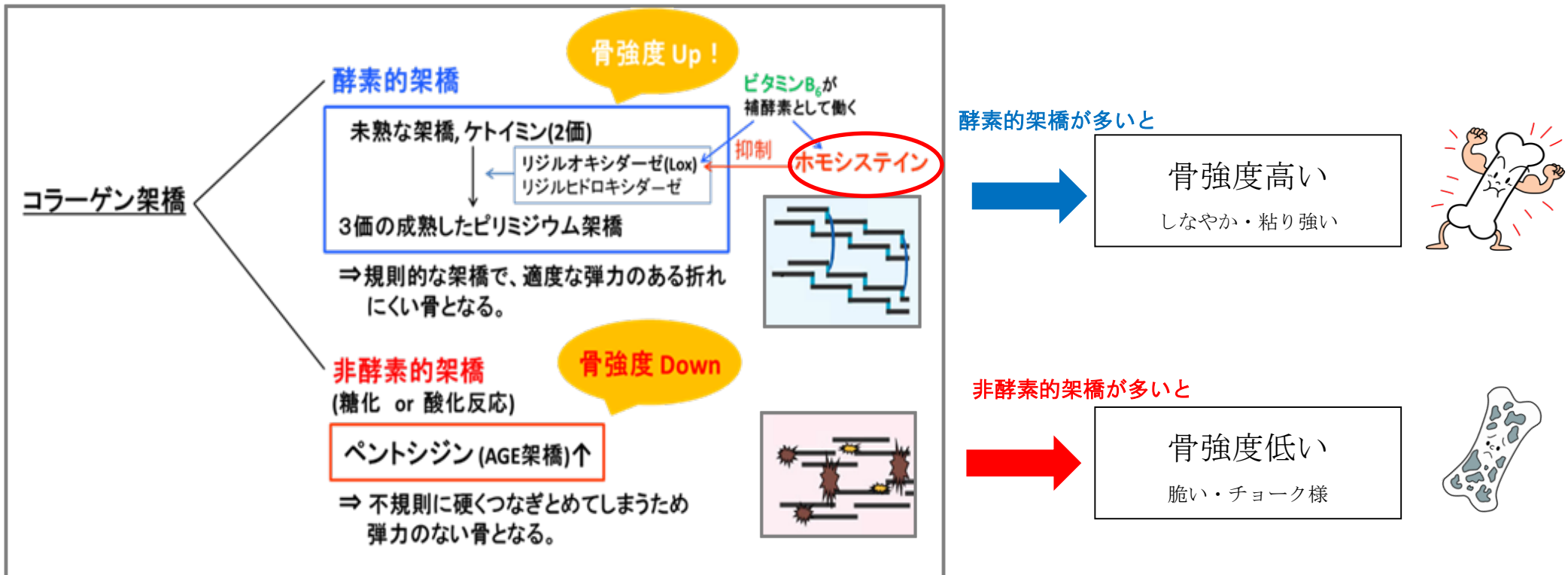
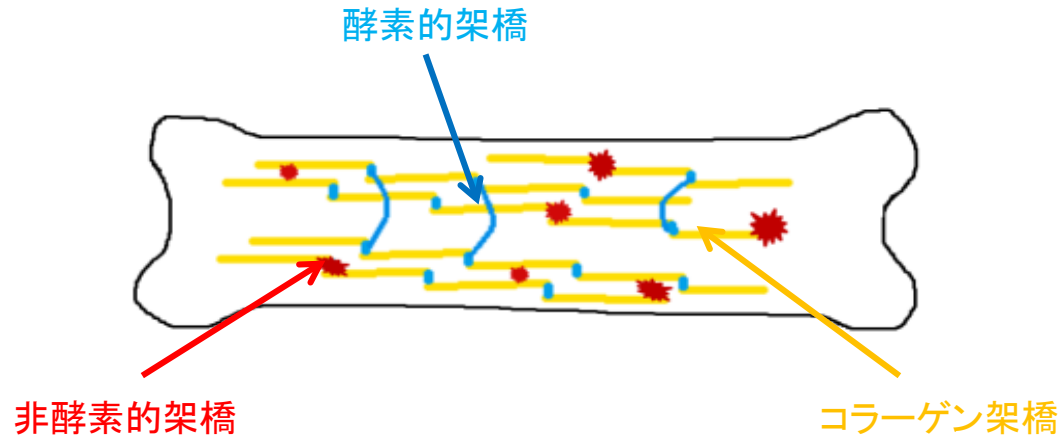
- ・コラーゲン架橋形成
- ・基本単位(BSU)の二次石灰化の程度
- ・マイクロダメージの蓄積

(骨粗鬆症定義: 2000年NIHコンセンサス会議)

(Mituru\_2006Degree of mineralization-related collagen crosslinking in the femoral neck cancellous bone in cases of hip fracture and control)



# 2種類のコラーゲン架橋



# 対象者の特性

n=13

対象者 (女子長距離陸上選手)	
年齢 (歳)	24.4 ± 3.9
身長 (cm)	159.8 ± 2.6
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	17.9 ± 0.9
<b>DXA計測値</b>	
骨塩量 (g)	2,094 ± 112.2
脂肪量 (g)	5,776 ± 1,153
筋肉量 (g)	3,8460 ± 1,708
体重 (g)	4,6331 ± 2,673
<b>トレーニング</b>	
走行距離 (km/月)	756 ± 266
3000m ベストタイム (分/3000m)	9分20秒 ± 10秒

月間走行距離750km以上  
3000m9分20秒を有する

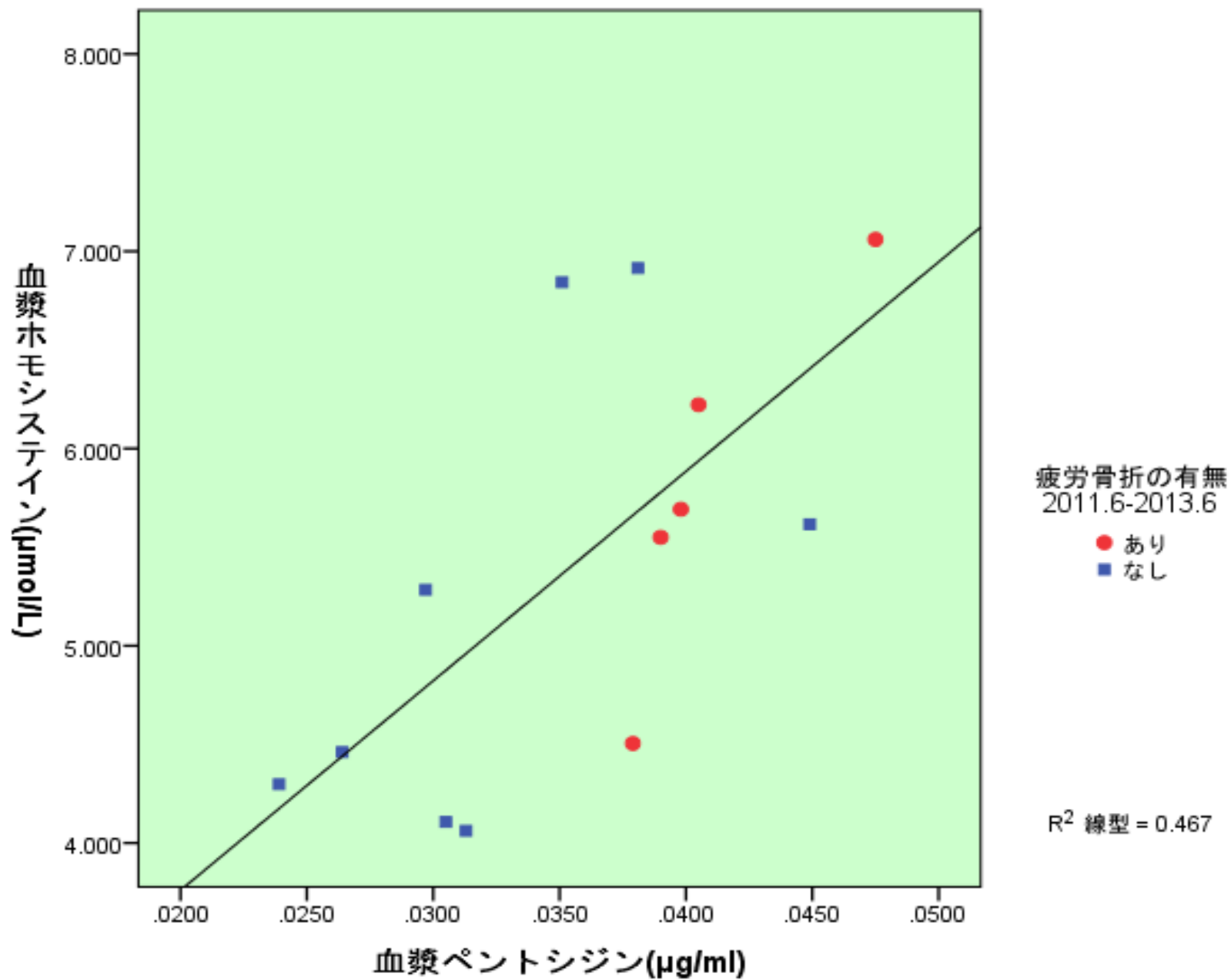
Data are presented as mean ± SD

DXA dual-energy Xray absorptiometry, BMI body mass index

# 測定方法

測定項目	サンプル	測定方法
骨密度	全身	DXA Dual-energy X-ray Absorptiometry
ペントシジン濃度	血漿	ELISA Enzyme-linked immunosorbent assay
ホモシステイン濃度	血漿	液体クロマトグラフィー High performance liquid chromatography

# 血漿ホモシステインとペントシジンの相関



# 疲労骨折のバイオマーカー

疲労骨折の予知・  
予防

=

骨密度測定  
・DXA

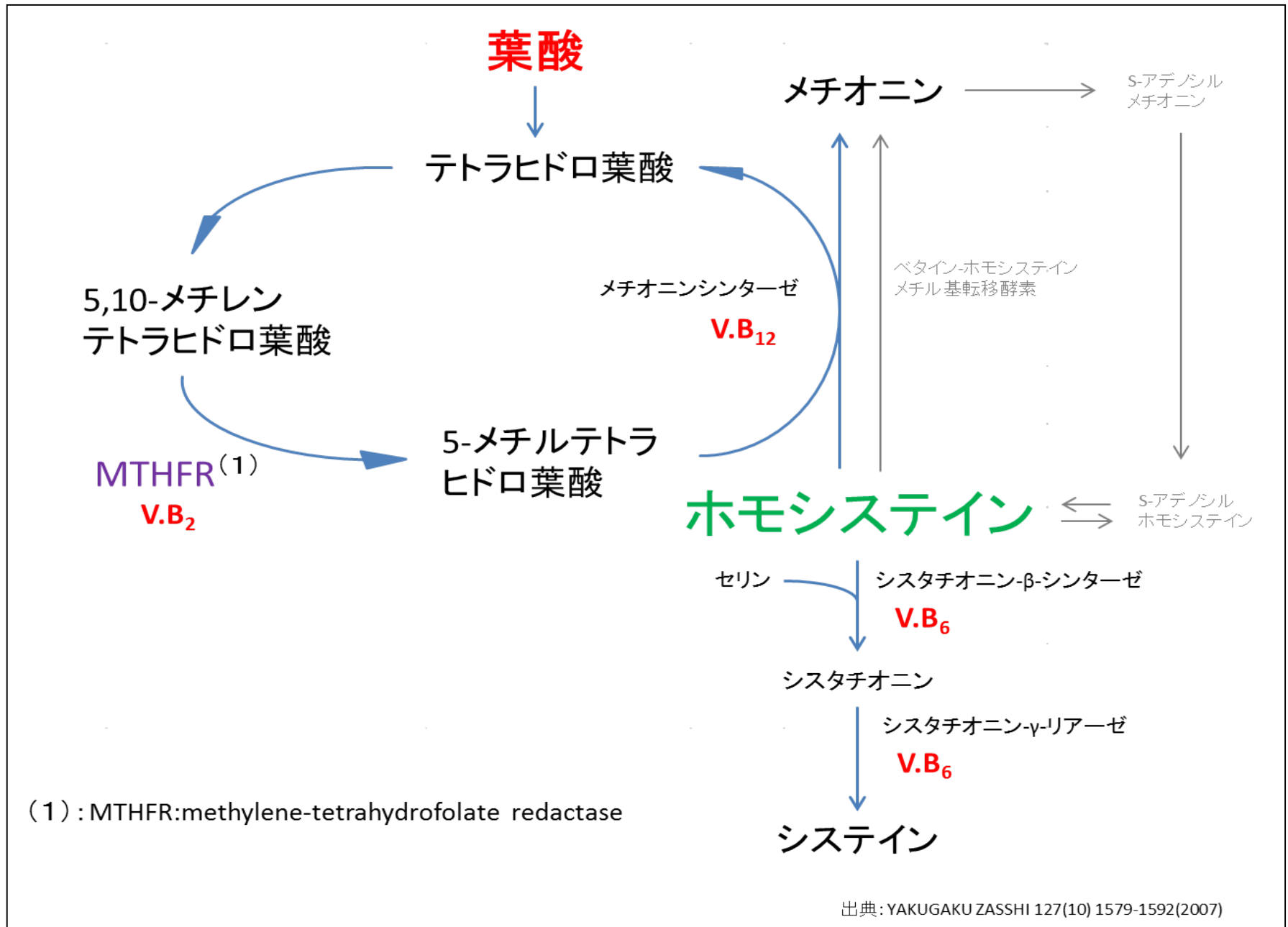
+

骨質検査

- ・血漿ペントシジン
- ・血漿ホモシステイン

疲労骨折の新たなバイオマーカー

# ホモシステイン代謝の模式図



# 新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来の骨強度は骨密度のみで判定されていたが、骨質を考慮した測定が可能になった。
- 本技術の適用により、骨質の経時変化がわかるため、疲労骨折のリスク判定に使用できる。

# 想定される用途

- 原則は「疲労骨折の予防」
- 本調査の対象者は女子長距離陸上選手であるが、高齢者の疲労骨折予防にも展開することができると思われる。
  - 選手における疲労骨折の予防
  - 高齢者における疲労骨折予防に基づく  
QOLの維持



# 実用化に向けた課題

- 現在、ペントシジン、ホモシステインの変動が疲労骨折に関連していることまでは開発済み。しかし、基準値が確定できていない。
- 今後、多くの対象者のデータを取得し、「疲労骨折のハイリスク群」の基準値の設定を行っていく。

# 企業への期待

- 血漿ホモシステイン、ペントシジンの委託分析ができる、企業との共同研究を希望。
- また、上記装置の簡易測定ができるようになれば、本技術の導入が有効と思われる。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 疲労骨折のバイオマーカー
- 出願番号 : 特願2014-2489
- 出願人 : 学校法人東洋大学
- 発明者 : 太田昌子、矢野友啓

# お問い合わせ先

**東洋大学**

**知的財産・産学連携推進センター**

**TEL 03-3945-7564**

**FAX 03-3945-7906**

**e-mail ml-chizai@toyo.jp**