

**愛知学院大学**  
**第236回モーニングセミナー**

**ちよつとした運動と骨の健康維持**  
**～あまり知られてない骨の真実～**

**愛知学院大学健康科学部**  
**伊藤倫之**

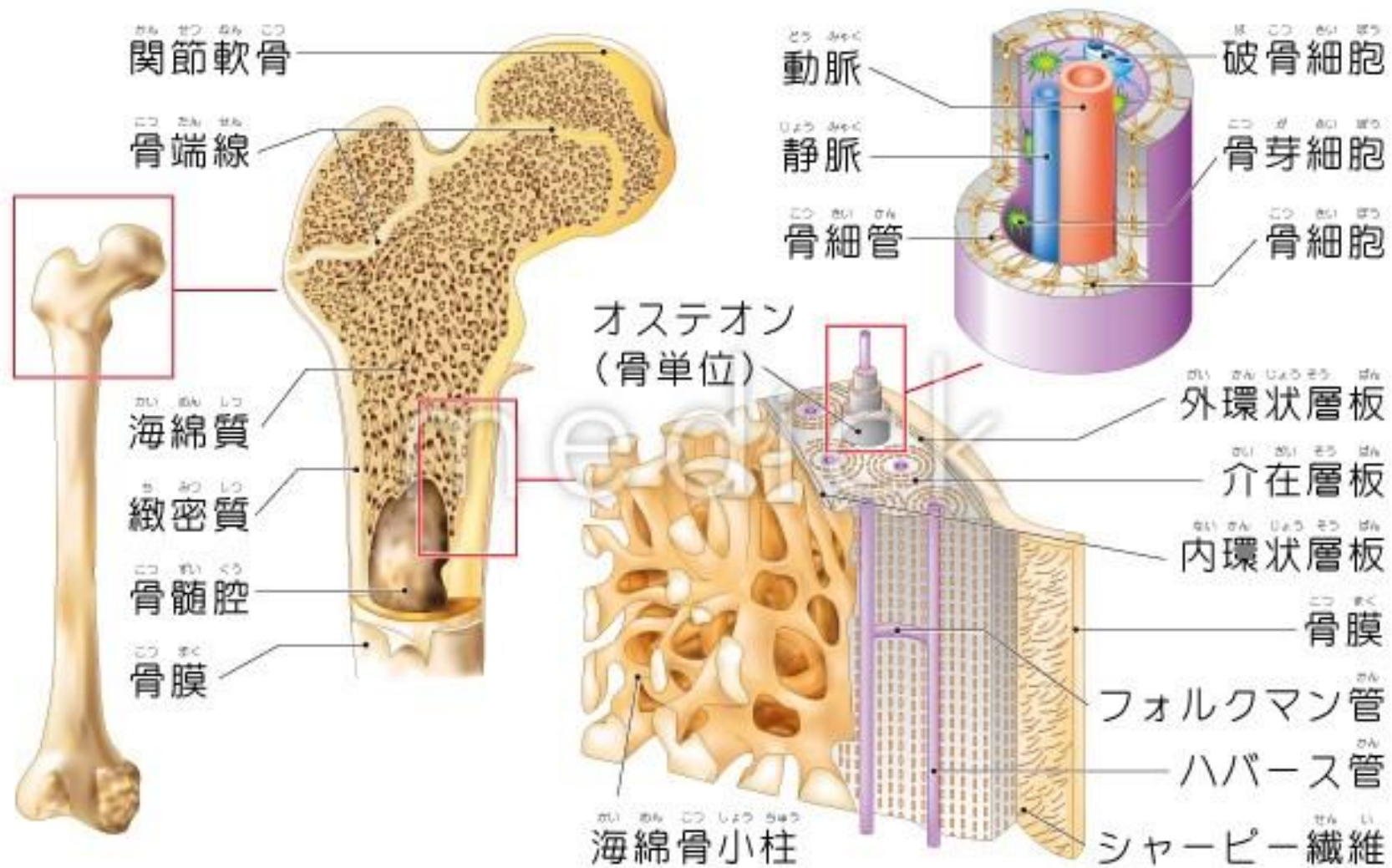
**2025年11月11日**

# 本日のお話

- 骨の構造と性質
- 骨粗鬆症
- 骨粗鬆症の治療と運動
- 骨に刺激を与える運動

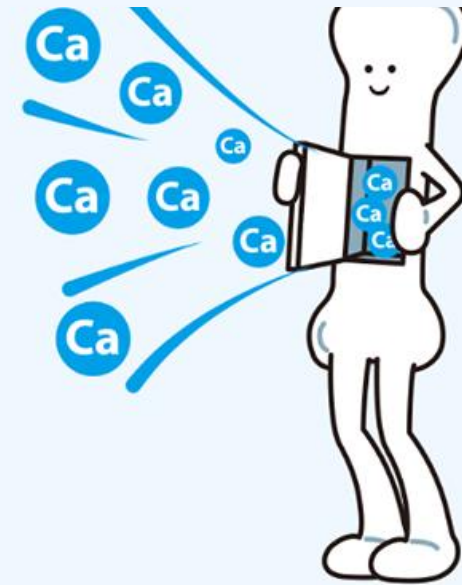


# 骨の内部構造



# 骨の役割

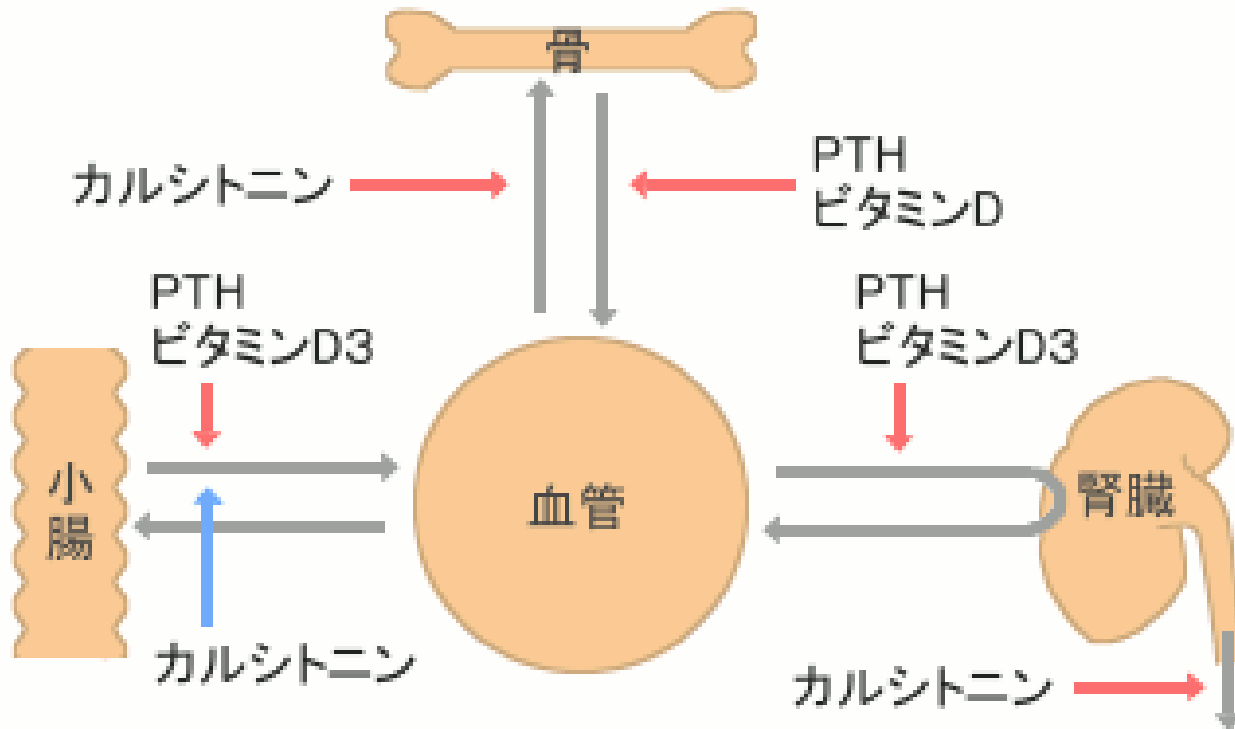
- 身体を支える
- 運動の支点となる
- 内臓を守る
- 血球を作る
- カルシウムを蓄える



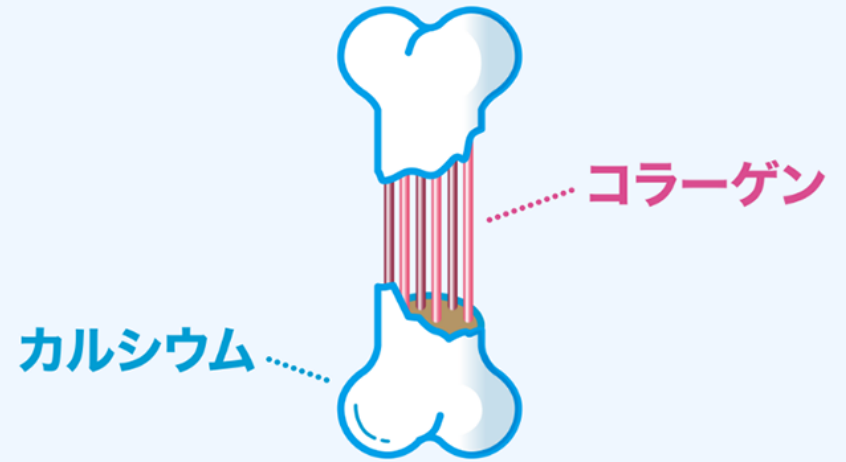
# 骨の構造と生理学



## カルシウムの代謝調節



<https://honemirai.meg-snow.com/>



骨はカルシウム (Ca) とコラーゲンからできており、Caの貯蔵庫である

**食事からのカルシウム摂取**  
**消化管からのカルシウム吸収**  
**腎臓からのカルシウム排泄**



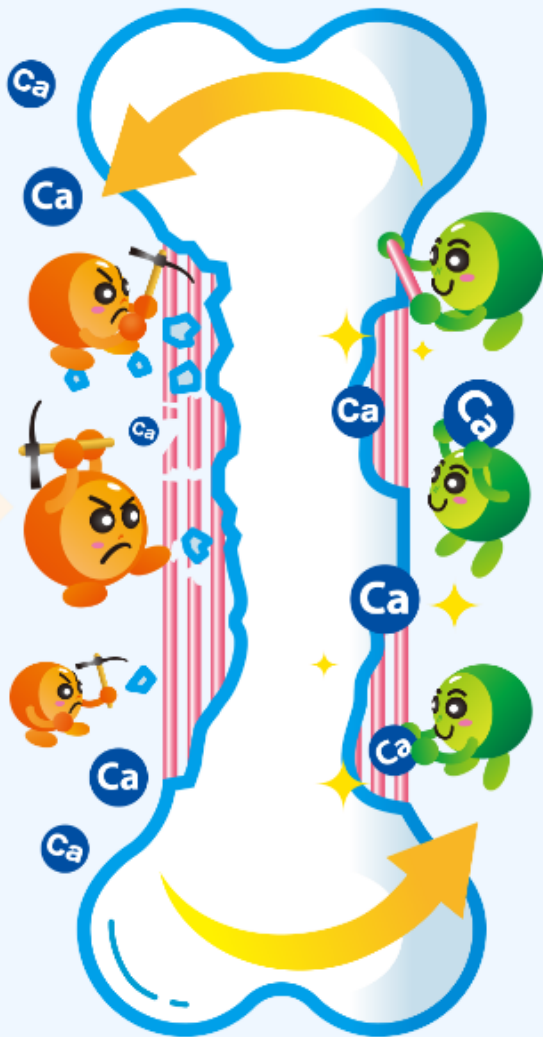
**ホルモンとビタミンDが重要な作用**

# 骨吸収と骨形成

## 骨吸収

破骨細胞が  
古い骨を  
こわす

- コラーゲンをこわす
- Ca カルシウムを溶かし出す



## 骨形成

骨芽細胞が  
新しい骨を  
つくる

- コラーゲンをつくる
- Ca カルシウムを定着させる

- Ca カルシウム
- コラーゲン

2



バランスが大切

破骨細胞

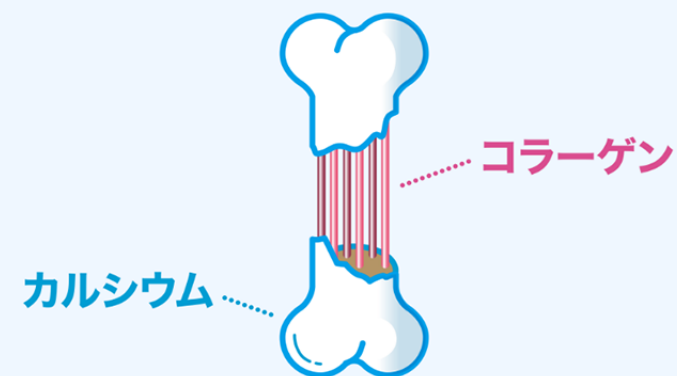


骨吸収  
古い骨をこわす

骨芽細胞

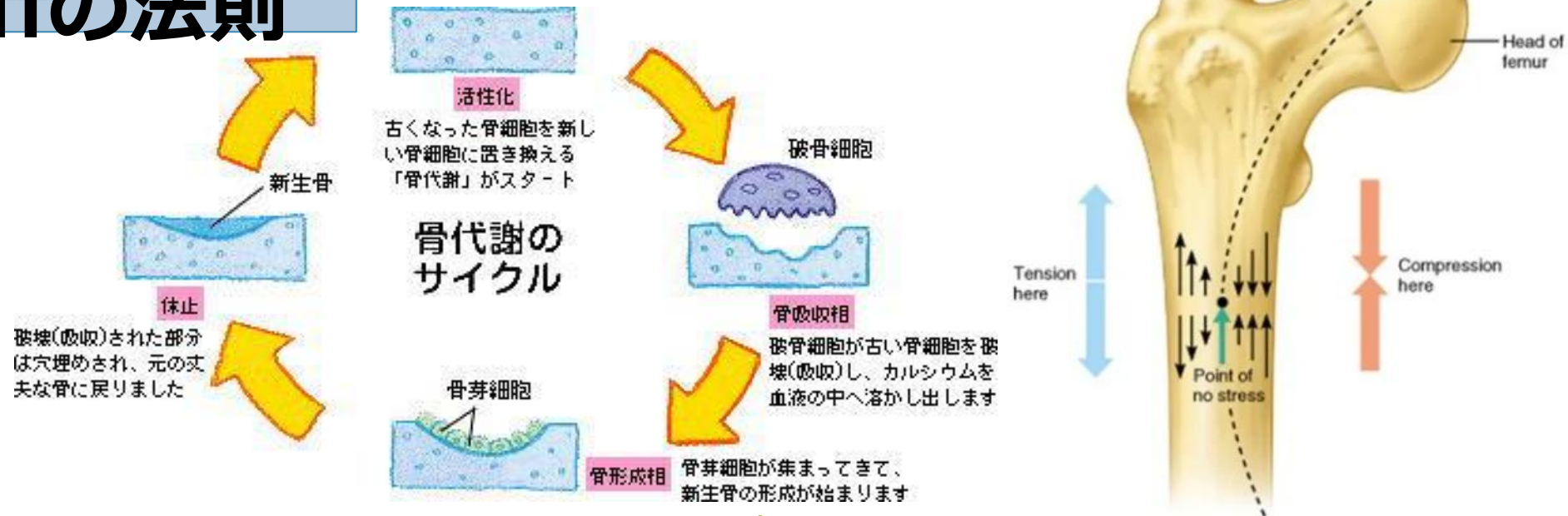


骨形成  
新しい骨をつくる



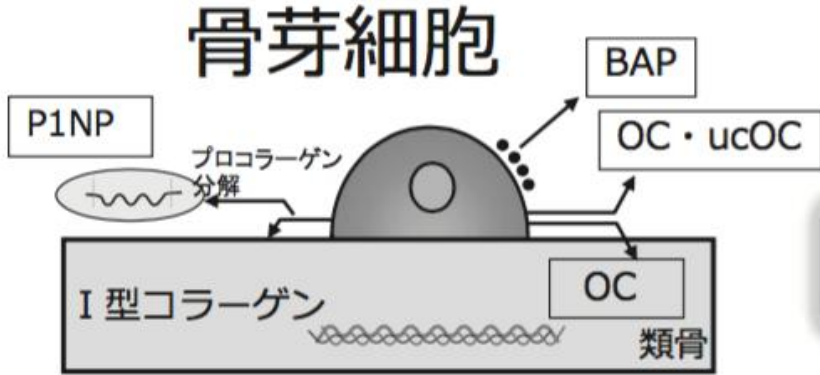
# 骨吸収・骨形成の刺激

## ● Wolffの法則



刺激の強さ(骨ひずみ量, microstrain)	骨の反応
< 800 $\mu$ strain	骨吸収(骨が弱くなる)
800-1,500 $\mu$ strain	維持(変化なし)
1,500-3,000 $\mu$ strain	骨形成が促進される(理想範囲)
> 4,000 $\mu$ strain	微小損傷・疲労骨折のリスク

# 骨芽細胞と破骨細胞



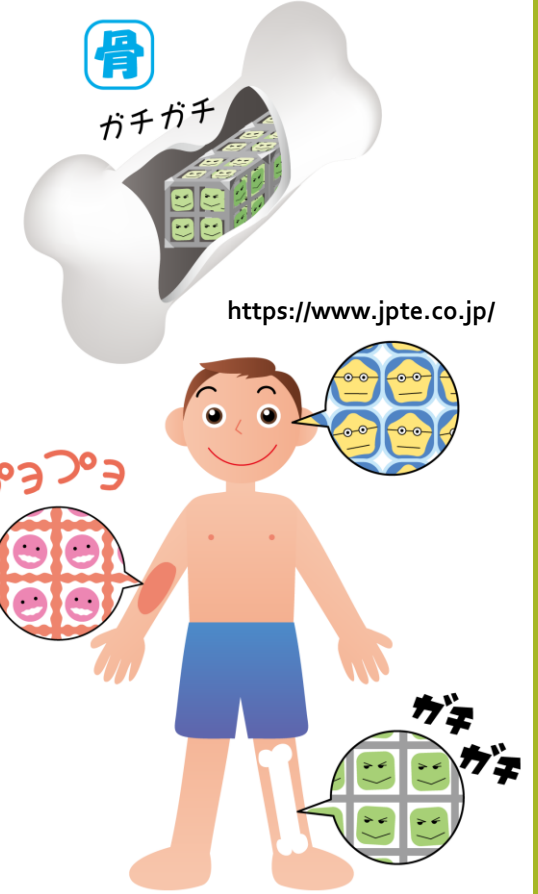
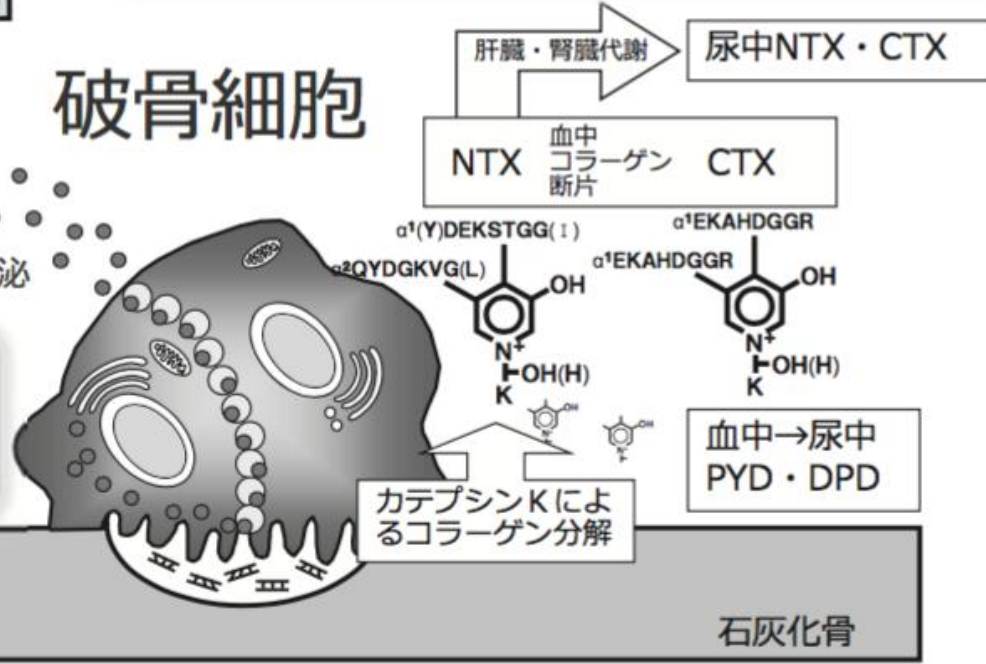
- ①増殖期 ⇒P1NP
- ②マトリックス形成・成熟期 ⇒BAP
- ③石灰化期 ⇒OC

- ①非石灰化期 ⇒ucOC
- ②マトリックス形成期 ⇒ペントシジン

## 破骨細胞

TRACP-5b  
細胞活性化による分泌

- ①破骨細胞活性期 ⇒TRACP-5b
- ②吸収期 ⇒PYD・DPD  
NTX・CTX



# 変形性関節症

## 変形性膝関節症の進行期と病態

正常なひざ関節



初期のひざ関節



軟骨がすり減り始める

中期のひざ関節

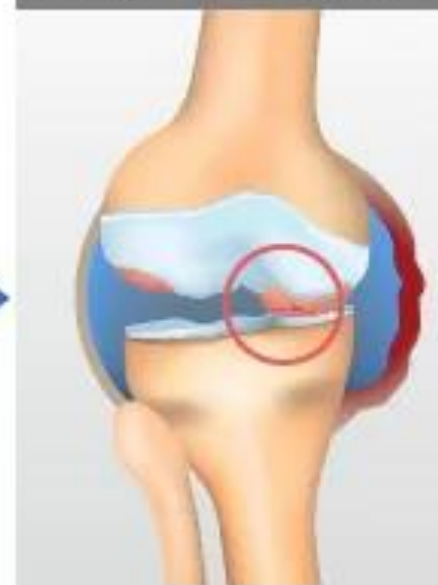


①軟骨がすり減りが進行

②半月板が変形

③滑膜の炎症

末期のひざ関節



骨自体も損傷しひざが変形

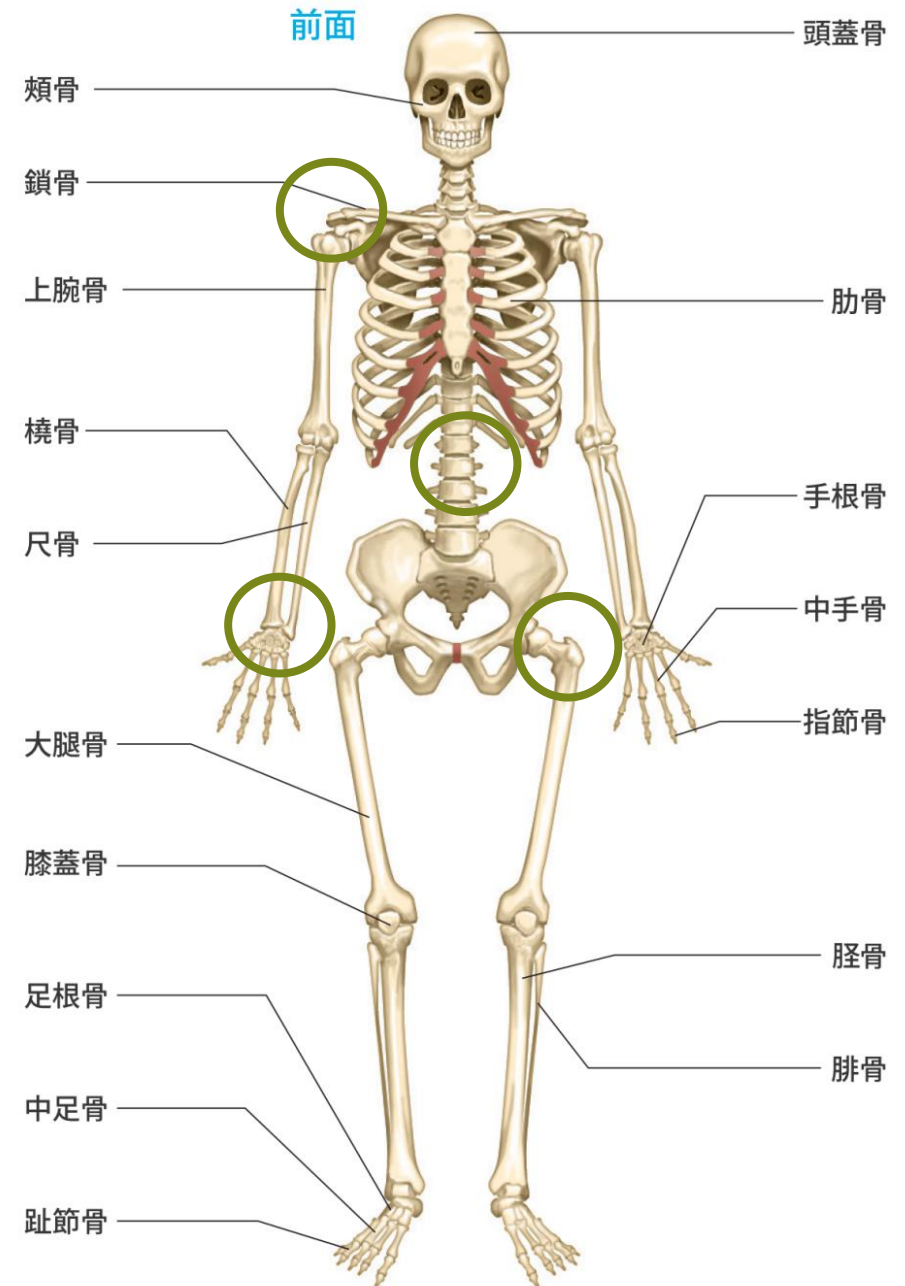
# 高齢者に多い骨折

1) 大腿骨近位部骨折

2) 胸腰椎圧迫骨折

3) 橈骨遠位端骨折

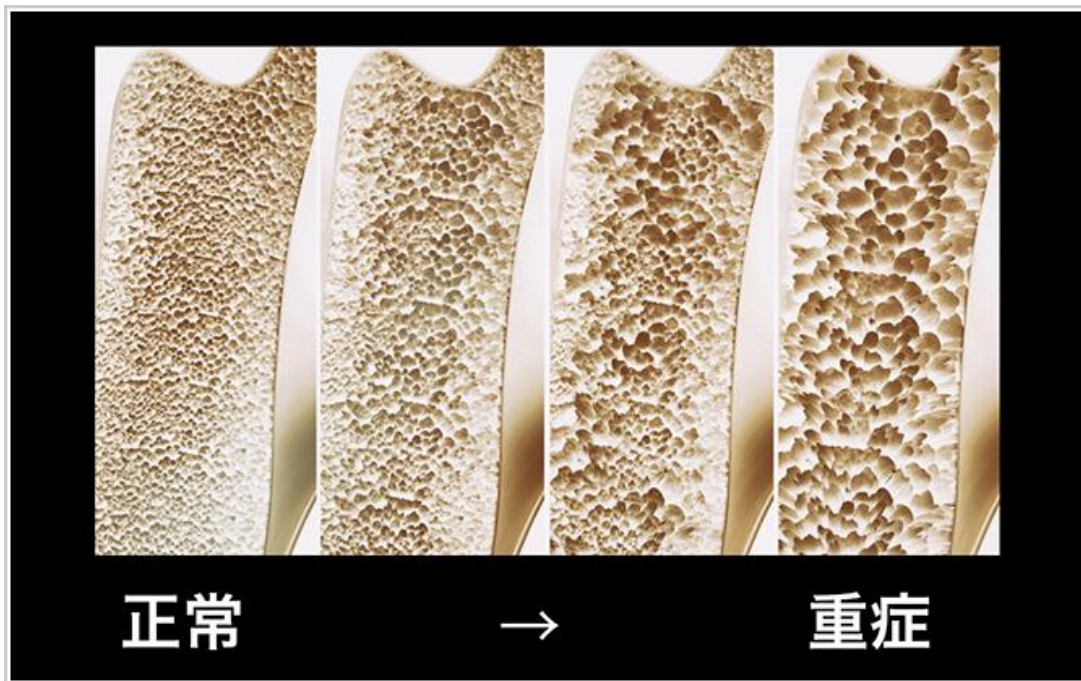
4) 上腕骨近位部骨折





# 骨粗鬆症

- 骨粗鬆症とは、骨量が減って骨が弱くなり、**骨折**しやすくなる状態
- 日本には約1000万人以上骨粗鬆症患者がいるといわれ、高齢化に伴ってその数は増加傾向する



<https://omote-seikei.com/kotsu.html>



骨萎縮なし



骨萎縮Ⅱ度



骨萎縮Ⅲ度

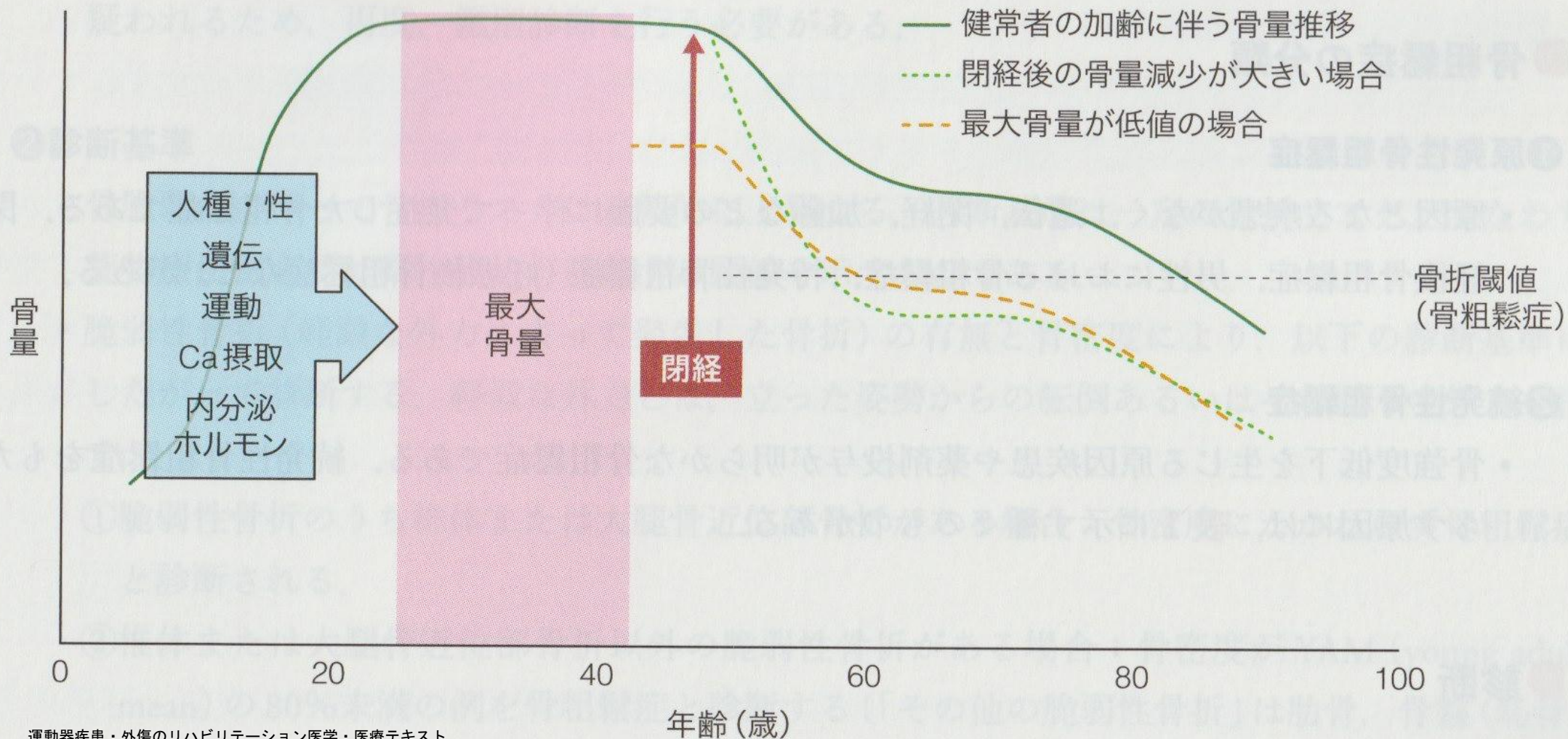
縦の骨梁が粗となる

縦の骨梁が不明瞭となる

<http://www.ccr-net.com/op7.htm>

# 骨密度

- 骨量 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ 、 $\text{mg}/\text{cm}^3$ )



# 骨粗鬆症の診断

## 診断基準



### I. 脆弱性骨折<sup>(注1)</sup>あり

### II. 脆弱性骨折なし

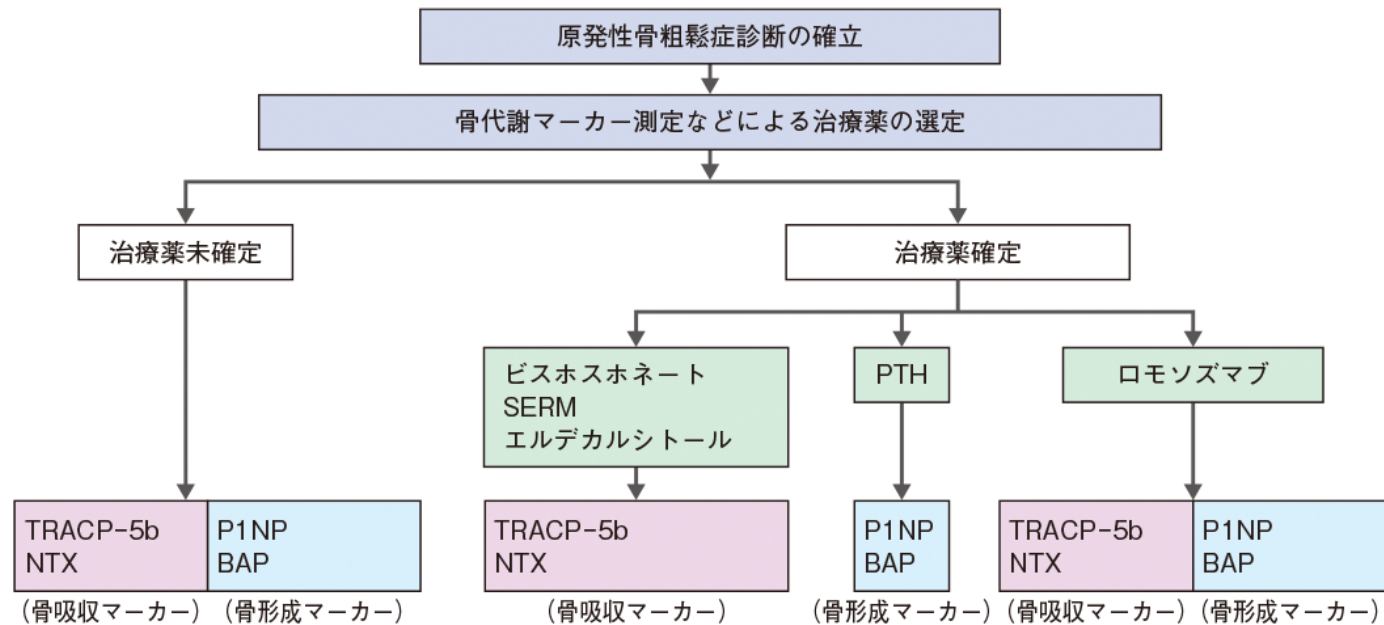
	骨密度値 <sup>(注2)</sup>	脊椎 X 線像での骨粗鬆化 <sup>(注3)</sup>
正 常	YAM の 80%以上	な し
骨量減少	YAM の 70%以上～80%未満	疑いあり
骨粗鬆症	YAM の 70%未満	あ り

# 骨粗鬆症の診断方法II

## 診断方法：骨代謝マーカー

骨代謝には、骨芽細胞による骨形成と破骨細胞による骨吸収があり、それぞれのマーカーに加え、骨基質に関係する骨マトリックス関連マーカーがあるマーカーは、治療法選択、治療判定にも利用出来る

▶図1 骨代謝マーカーの適切な使い方



(著者作成)

# 骨粗鬆症の治療

## 骨粗しょう症の薬一覧

### 骨が壊されるのを抑える薬

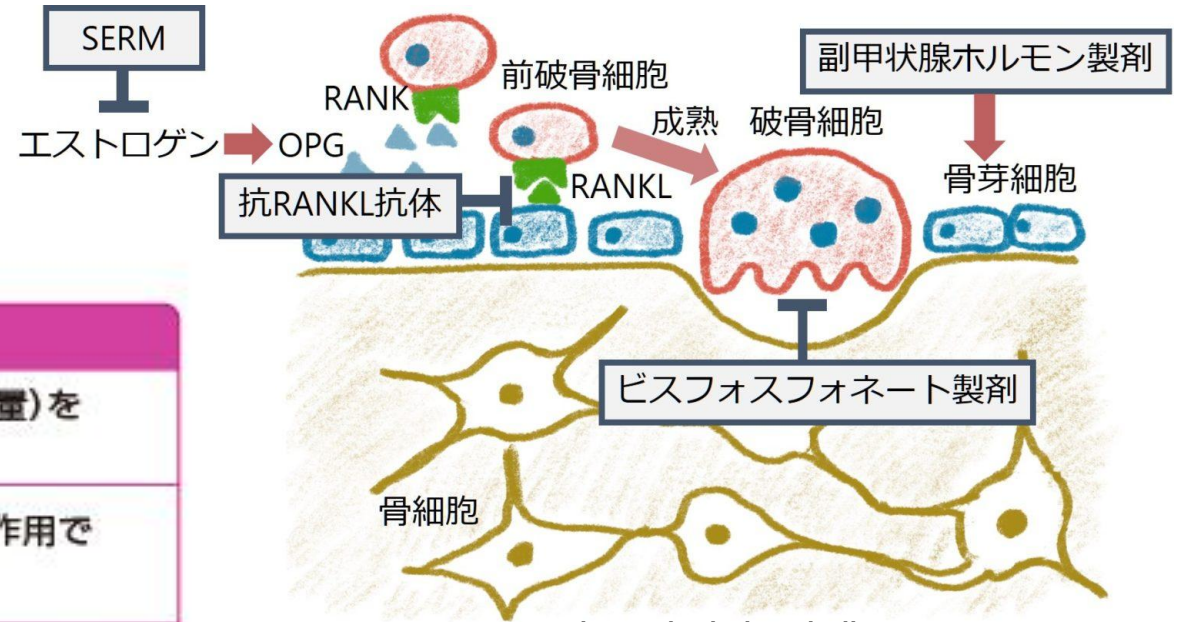
ビスホスホネート薬	骨を壊す破骨細胞に働きかけ、骨密度(骨量)を増加させて骨折を予防します
選択的エストロゲン受容体モジュレーター(サーム)	閉経後女性を対象に、女性ホルモンと同じ作用で骨が減るのを抑えます
抗ランクル抗体薬	骨を壊す破骨細胞に働きかけ、骨密度(骨量)を高めて骨折を抑えます

### 骨が作られるのを促す薬

副甲状腺ホルモン薬	骨を作る骨芽細胞に働きかけ、骨の形成を促します
-----------	-------------------------

### 骨に足りない栄養素を補う薬

カルシウム薬	骨に必要なカルシウムを補います
活性型ビタミンD <sub>3</sub> 薬	腸からのカルシウム吸収を助けます
ビタミンK <sub>2</sub> 薬	ビタミンKの摂取不足を補います



<http://igakukotohajime.com/2020/>

<https://www.msdc.co.jp/>



# 食事療法

## ●カルシウム、ビタミンDを含む食事

<p><b>魚介類</b> マイワシ、ワカサギ、しじみ、干しエビ</p> 	<p><b>大豆製品</b> 納豆、生揚げ、木綿豆腐</p> 
<p><b>乳製品</b> 牛乳、スキムミルク、ヨーグルト</p> 	<p><b>野菜・海藻類</b> 乾燥ひじき、干しわかめ、小松菜、チンゲン菜</p> 

<p><b>魚類</b> イワシ丸干し、サンマ、カレイ、サケ、ブリ、シラス干し</p> 	<p><b>きのこ類</b> 干しいたけ、きくらげ</p> 
---	--

骨粗しょう症治療のための  
推奨量は、1日700～  
800mg  
(一般推奨量650mg)

摂取の目安量は、5.5 $\mu$ g

# 骨粗鬆症の治療法

## 投薬

- 治療の目的

骨吸収 ↓ → 破骨細胞

骨形成 ↑ → 骨芽細胞

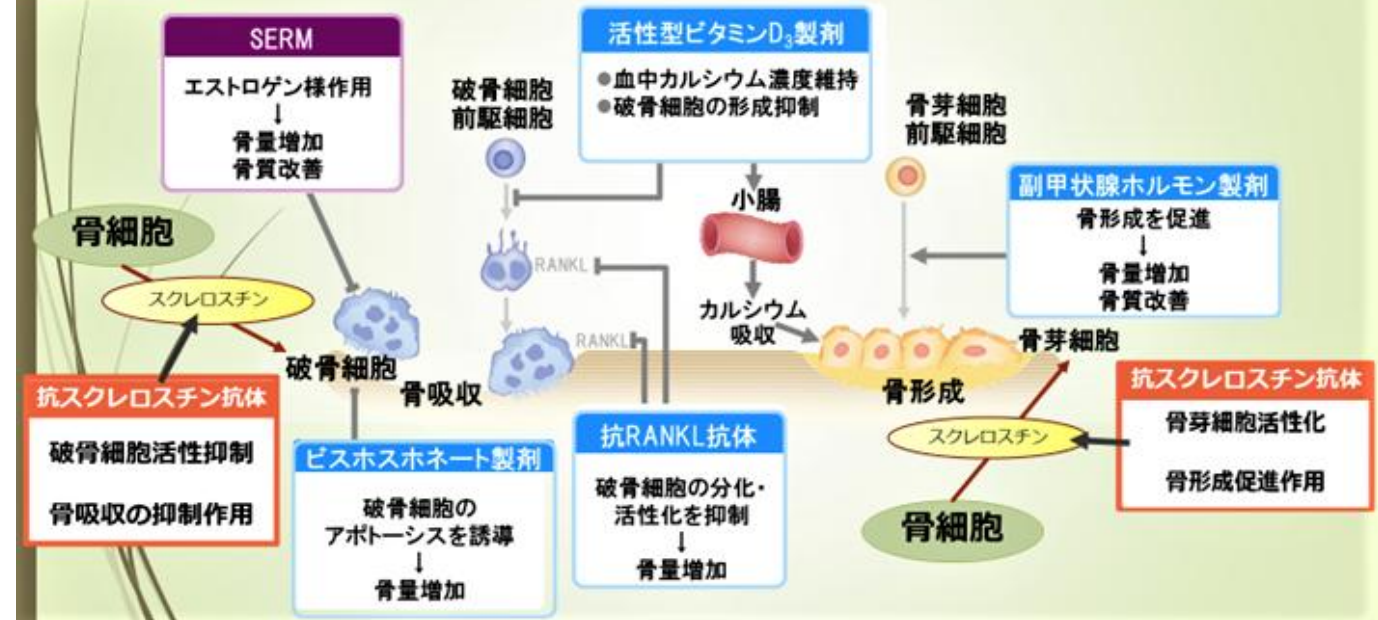
カルシウム  
ビタミンD

- 運動療法

骨形成 ↑



## 各骨粗鬆症治療薬の作用点



骨に刺激を入れる

- 機械的刺激
- 筋収縮

# 運動の種類と骨の力学的刺激

運動種目	骨への力学的刺激 ( $\mu\text{strain}$ )	骨形成効果
歩行 (4-5 km/h)	約800-1,000	維持レベル
速歩 (6-7 km/h)	約1,200	わずかに促進
ジョギング	約1,500-2,000	✓ 骨合成促進
ランニング (中強度)	約2,000-3,000	✓ 明確な促進効果
ジャンプ・跳躍運動	約3,000-4,000	✓ 非常に強い促進 (特に大腿骨・脛骨)
水泳・自転車	約300-800	✗ 効果ほぼなし (荷重が少ない)

# 骨形成を促進する運動

骨や転倒予防によい運動

ジャンプ

背筋運動

片脚立ち

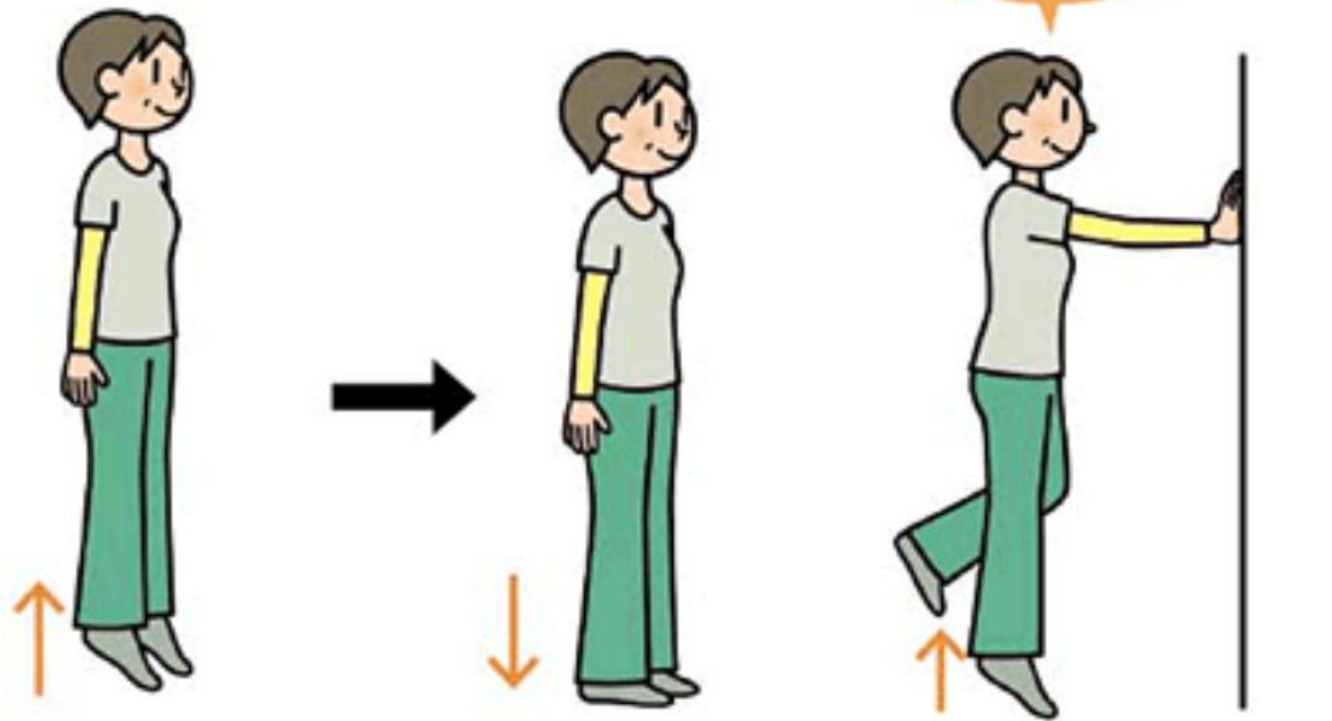
スクワット

ジャンプは骨密度が低い  
ときは危険性があるため、  
つま先立ちで代用すると  
いい



# 骨に物理的刺激を入れる運動

▼カーフレイズ(下肢筋力/ふくらはぎ)  
1日に行う目安: 10~20回×2~3セット

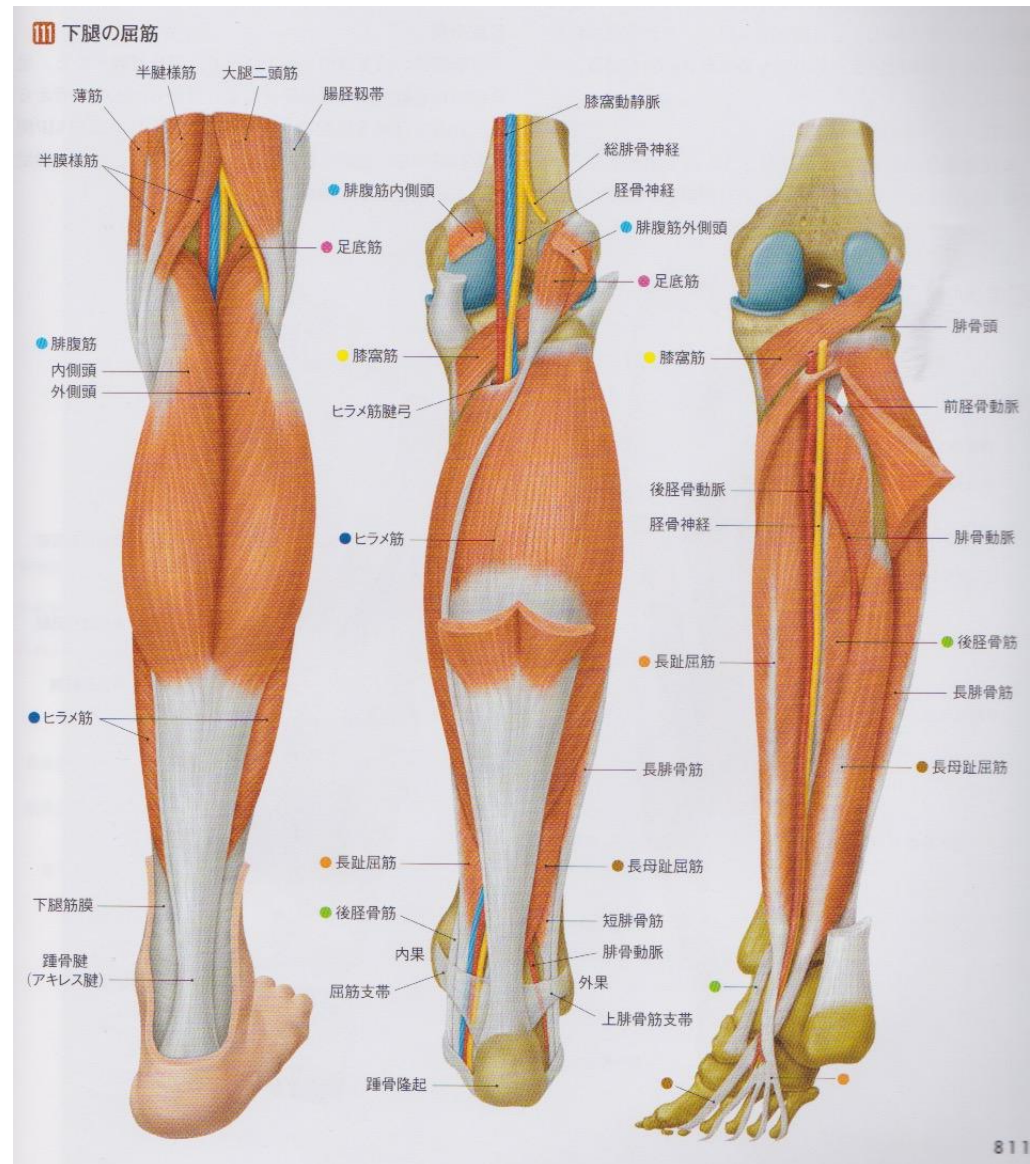


①両脚で立った状態でかかとを上げる。

②ゆっくりとかかとを下ろす。

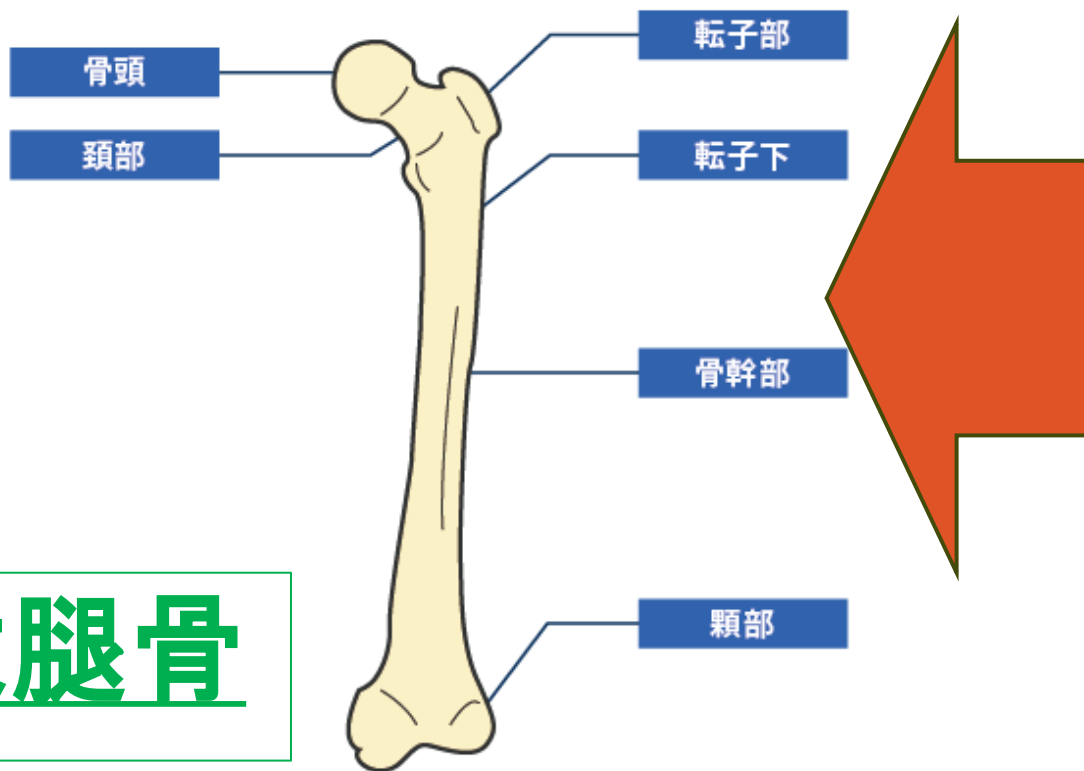
余裕があれば、壁などに手をつけて片脚で行う。

ま先より前に出ないように注意する。



# どの筋肉を鍛える？ 骨密度を上げたい骨は？

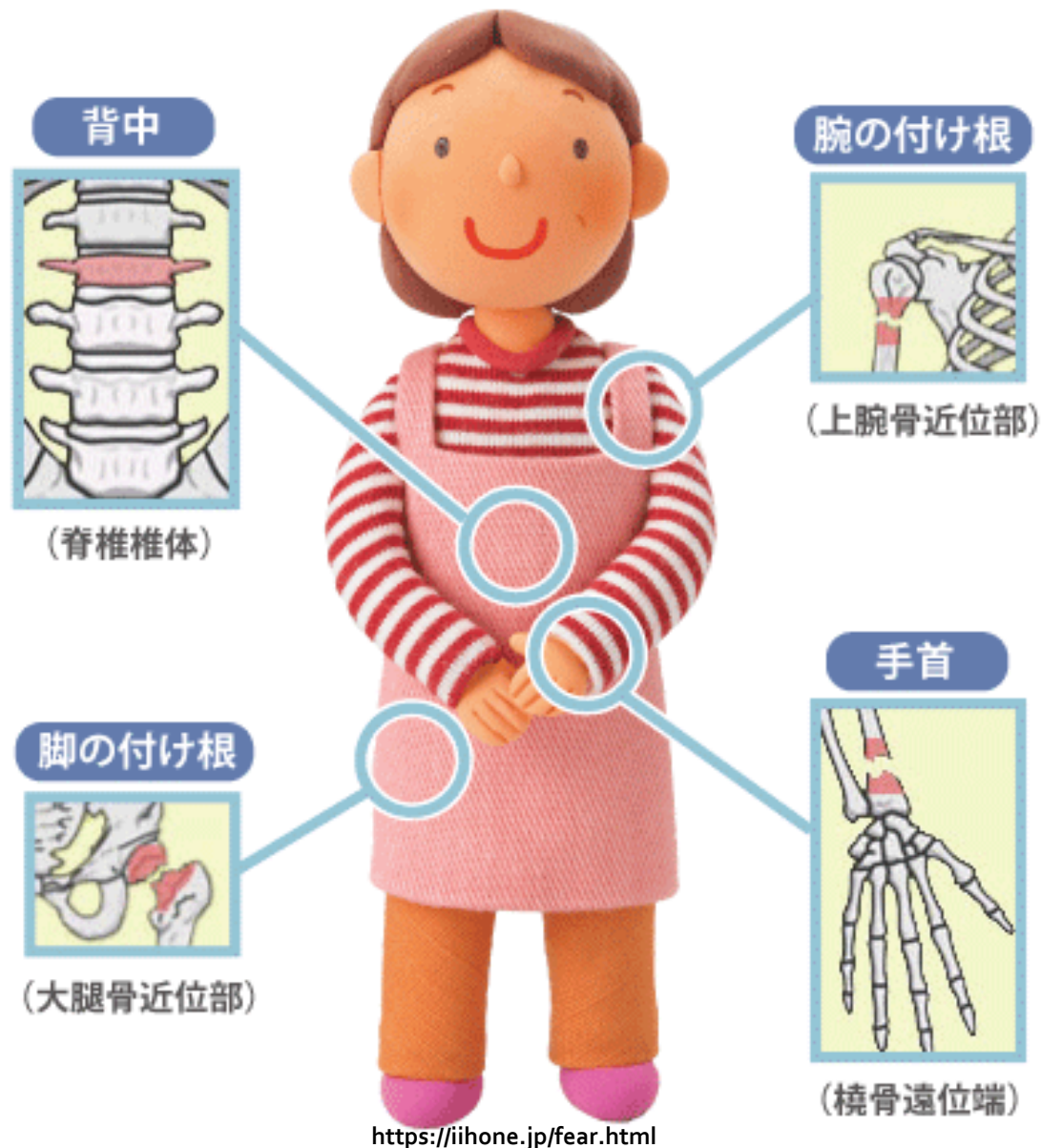
大腿部・大腿骨の構造



**大腿骨**

<https://otsuka-seikei.com/>

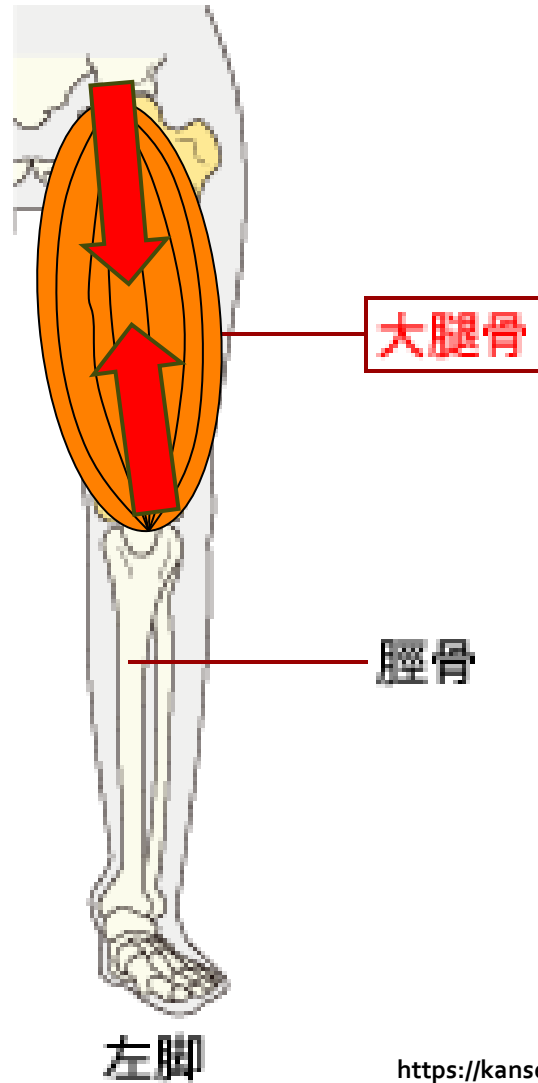
骨粗しょう症になって骨折しやすい部位



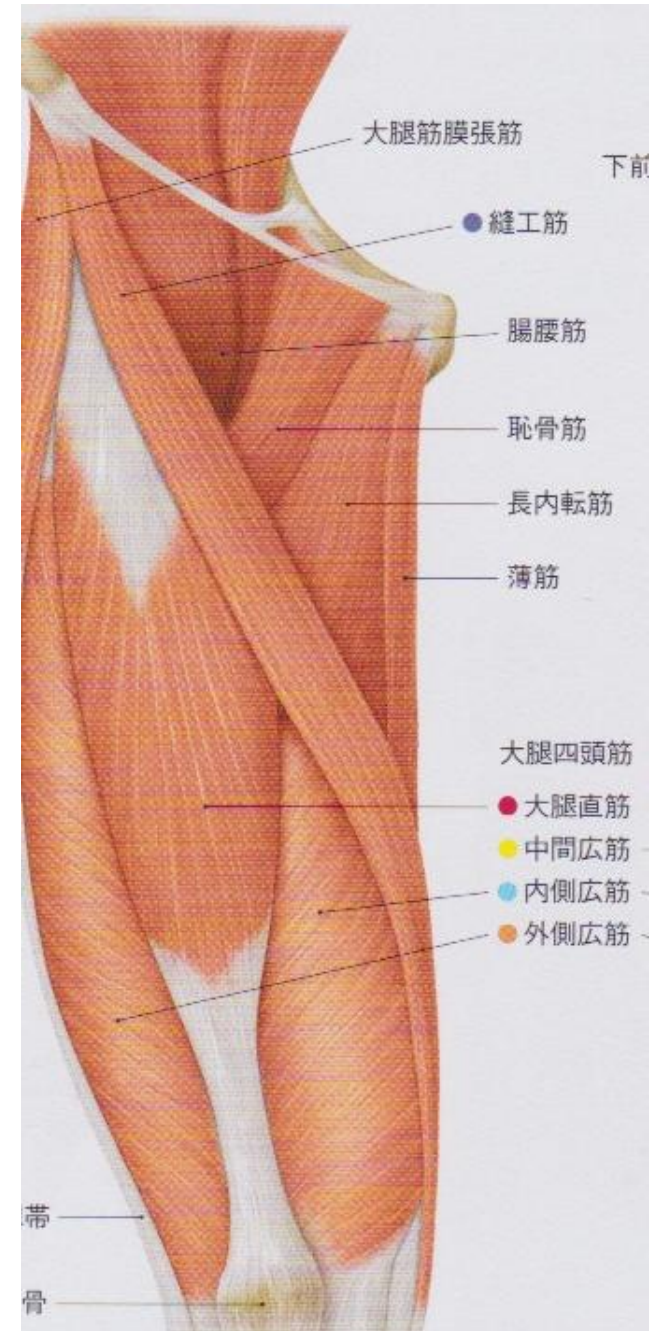
<https://iihone.jp/fear.html>

# 大腿骨に刺激を与える筋

大体四頭筋



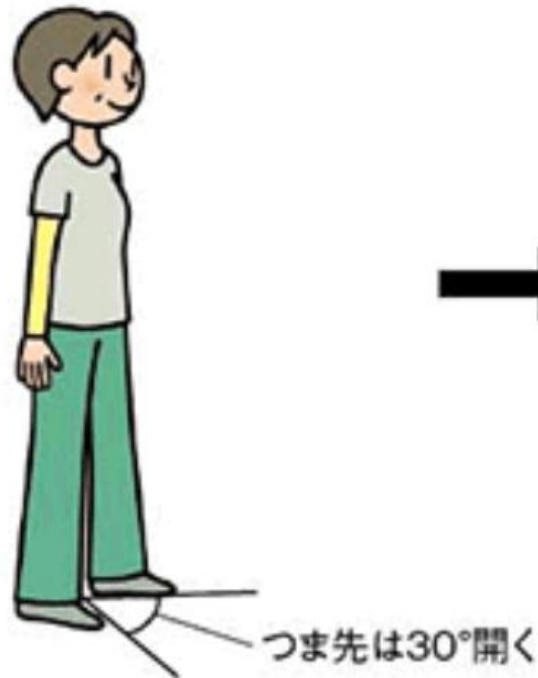
<https://kansetsu-life.com/>



# 大腿骨に刺激を与える運動

▼スクワット(下肢筋力/太もも)

1日に行う目安: 10~15回×2~3セット



①肩幅より少し広めに両脚を広げて立つ。つま先は30°くらいに開く。

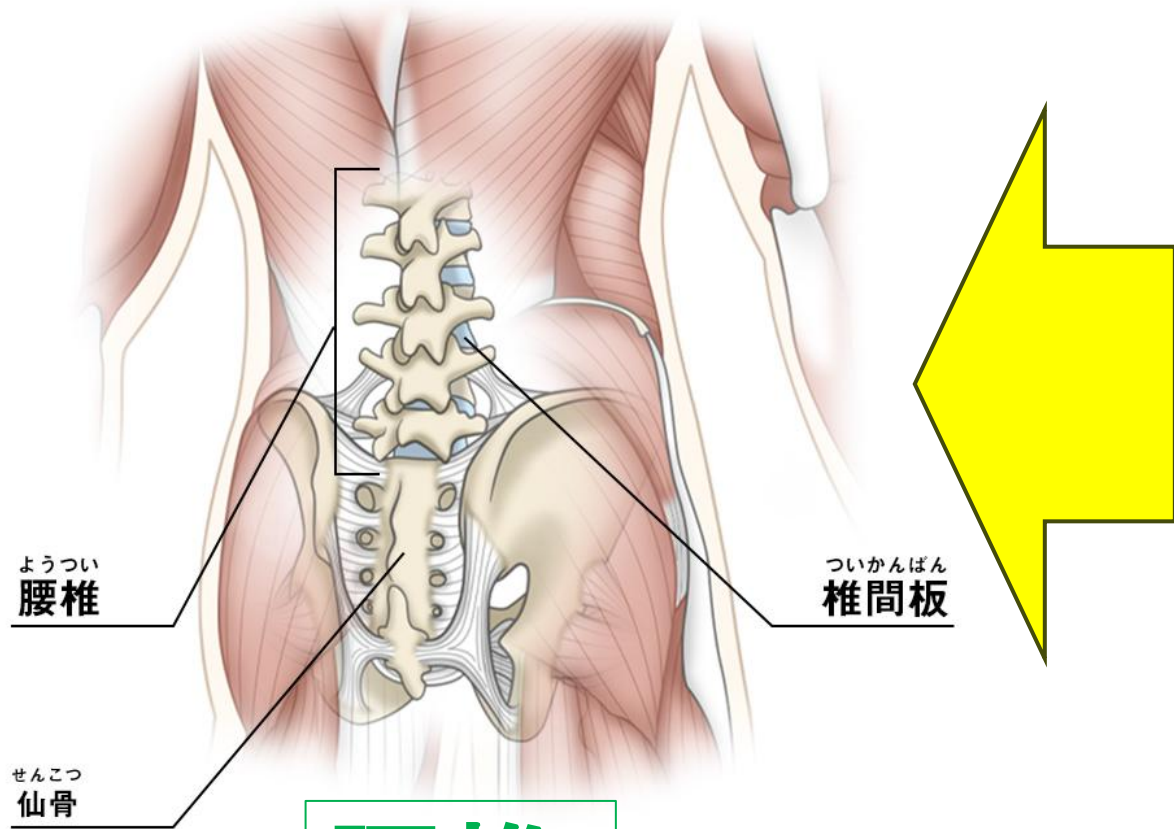


②いすに腰かけるように息を吐きながらお尻を下げ、吸いながらゆっくりと元の姿勢に戻る。この時、膝がつま先より前に出ないように注意する。

# どの筋肉を鍛える？

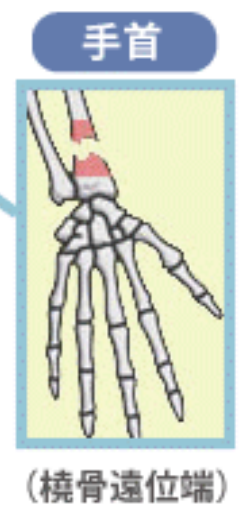
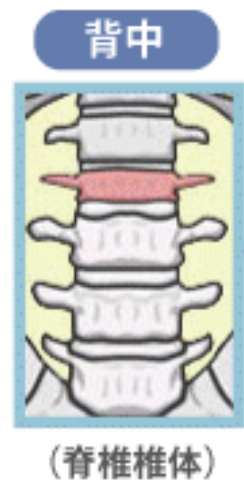
## 骨密度を上げたい骨は？

骨粗しょう症になって骨折しやすい部位



**腰椎**

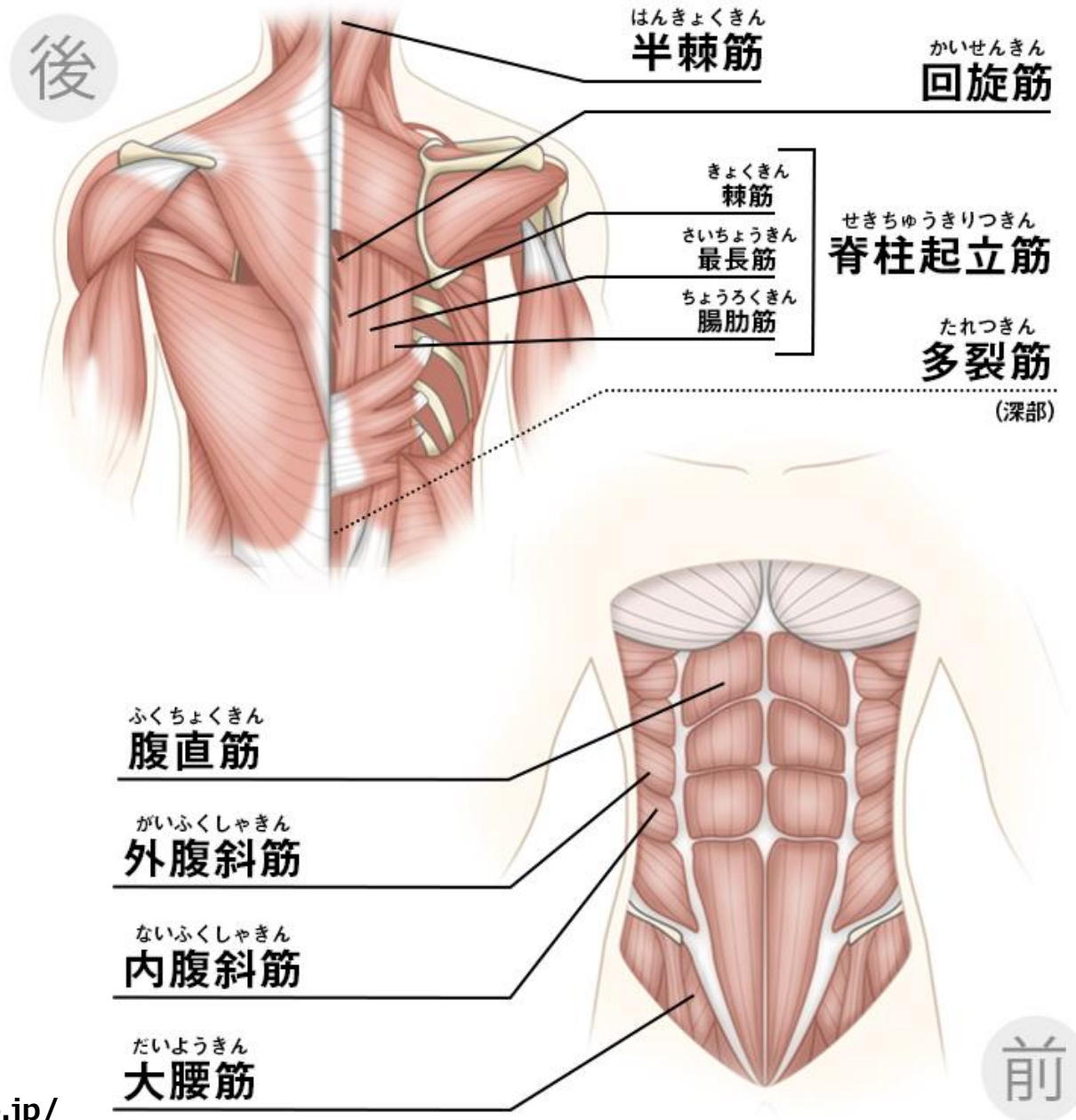
<https://www.mcdaid.co.jp/>



<https://iihone.jp/fear.html>

# 胸腰椎に刺激を 与える筋

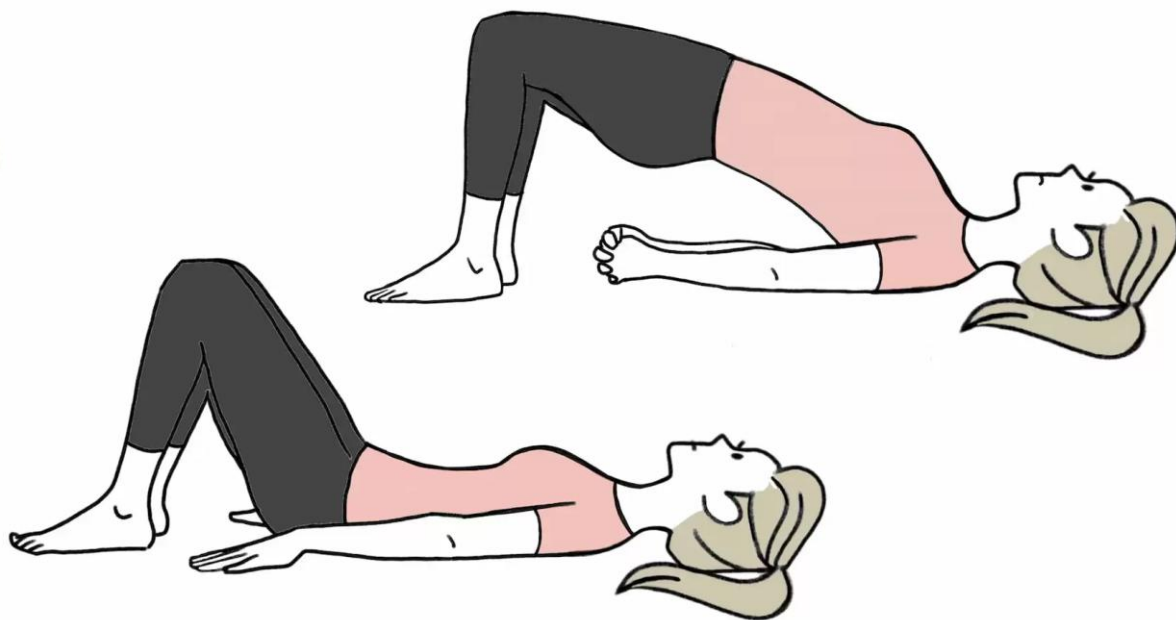
腹直筋、脊柱起立筋、多裂筋



# 胸腰椎に刺激を与える運動

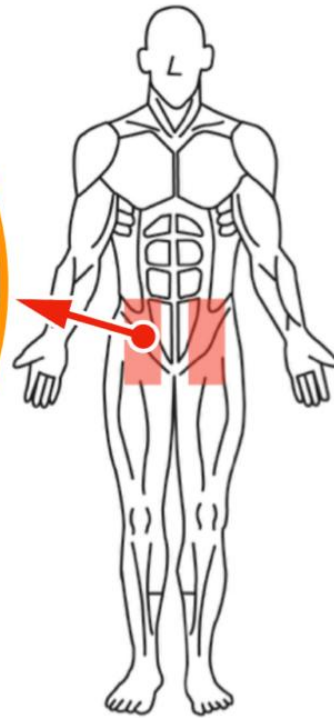
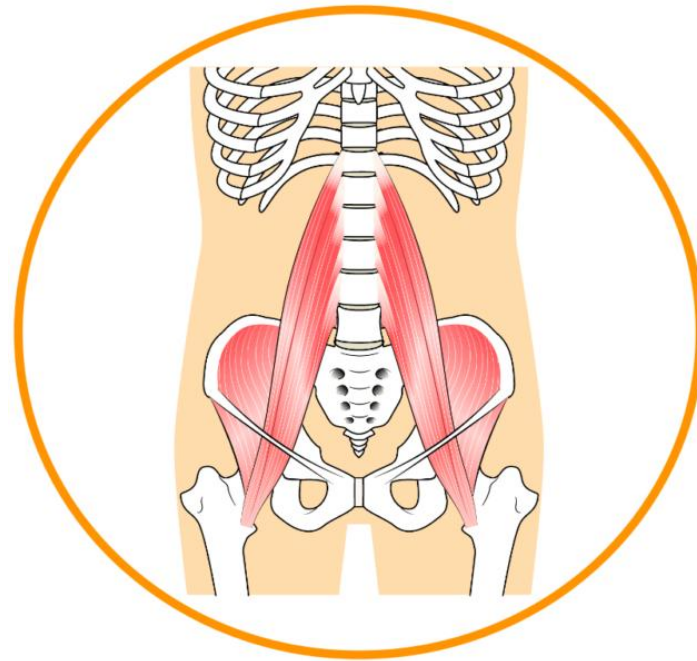


腰痛に注意！



# その他の腰椎に刺激を与える筋

## 腸腰筋 (股関節)



前方



後方

<https://dokodemofit.com/8419/>

# 安全にできる運動



**腸腰筋を最も使う運動**

**足のあげ方で使う筋を  
変えられる！**

**足の上げ方を変えると  
負荷も変えられる！！**

# Take Home Message

骨は骨吸収（壊され）、骨形成（作られ）を繰り返して、丈夫になっている

骨を丈夫にするには、骨に物理的な刺激を入れるか筋を収縮させればいい