

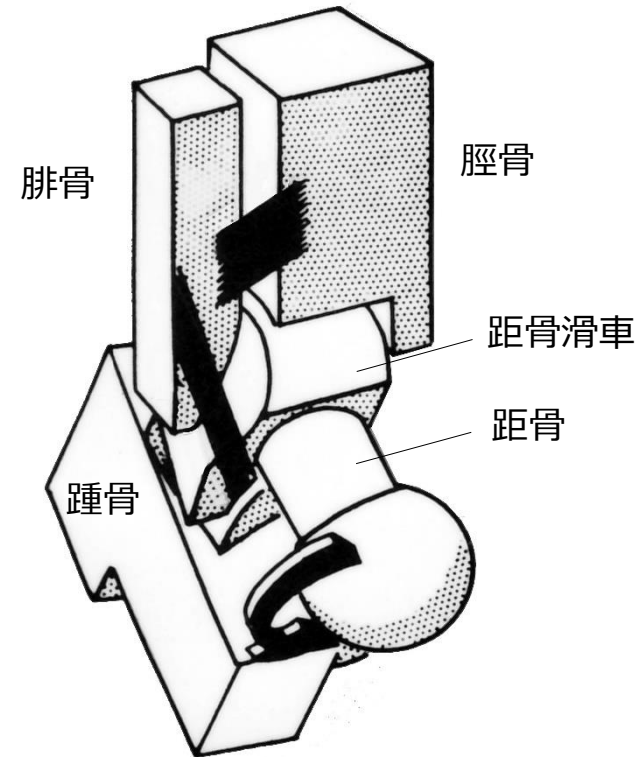
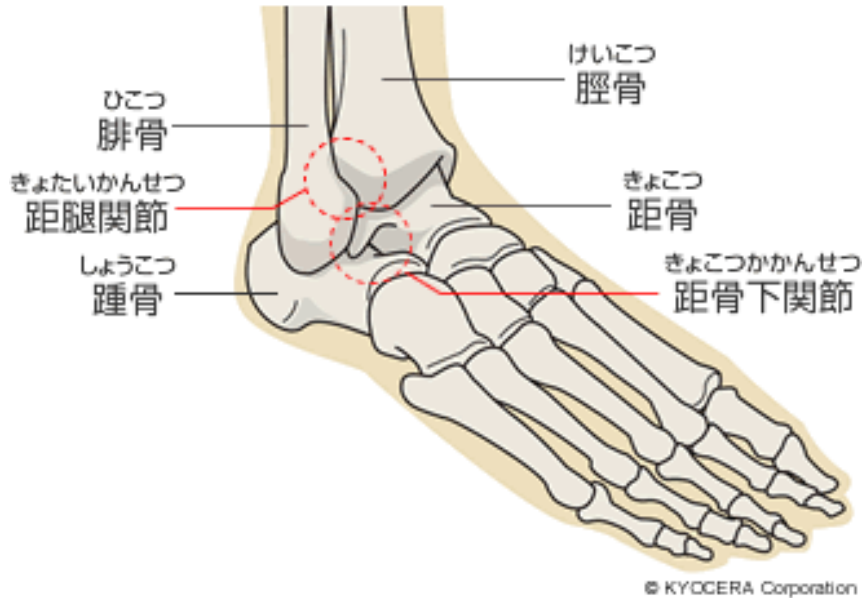
# 脛骨軸力

名古屋大学

JNCAP衝突WG

2017年10月16日

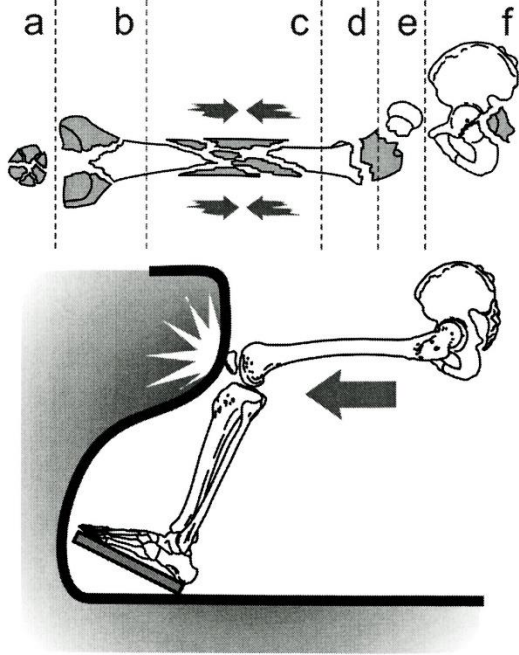
# 足関節



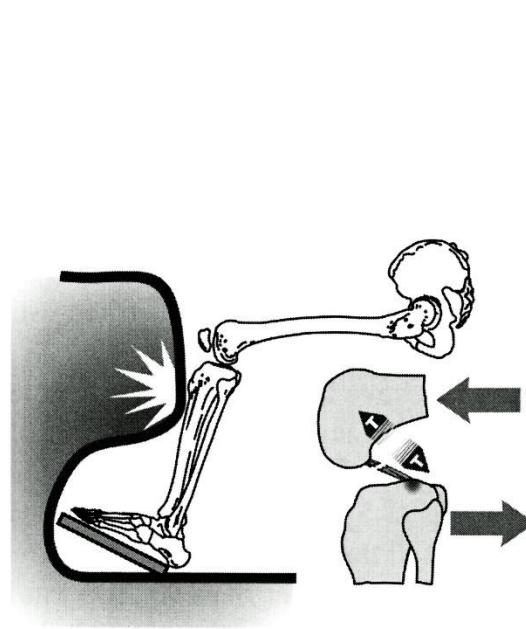
- 距腿関節と距骨下関節を合わせて足関節とよぶ
- 体重の全ては距骨を通る

距骨が「ほぞ」、脛骨と腓骨が「ほぞ穴」を形成する。この部位の損傷は関節機能の破綻をきたす。

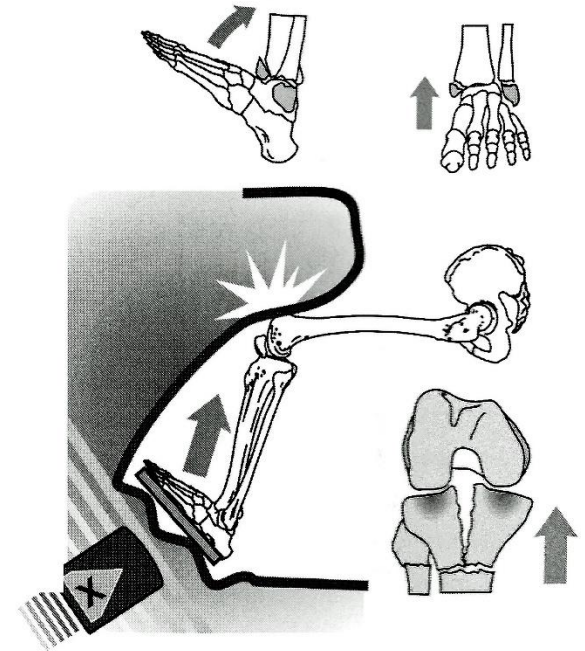
# 下肢傷害の発生メカニズム



(a) 膝-大腿骨-股関節複合体の傷害

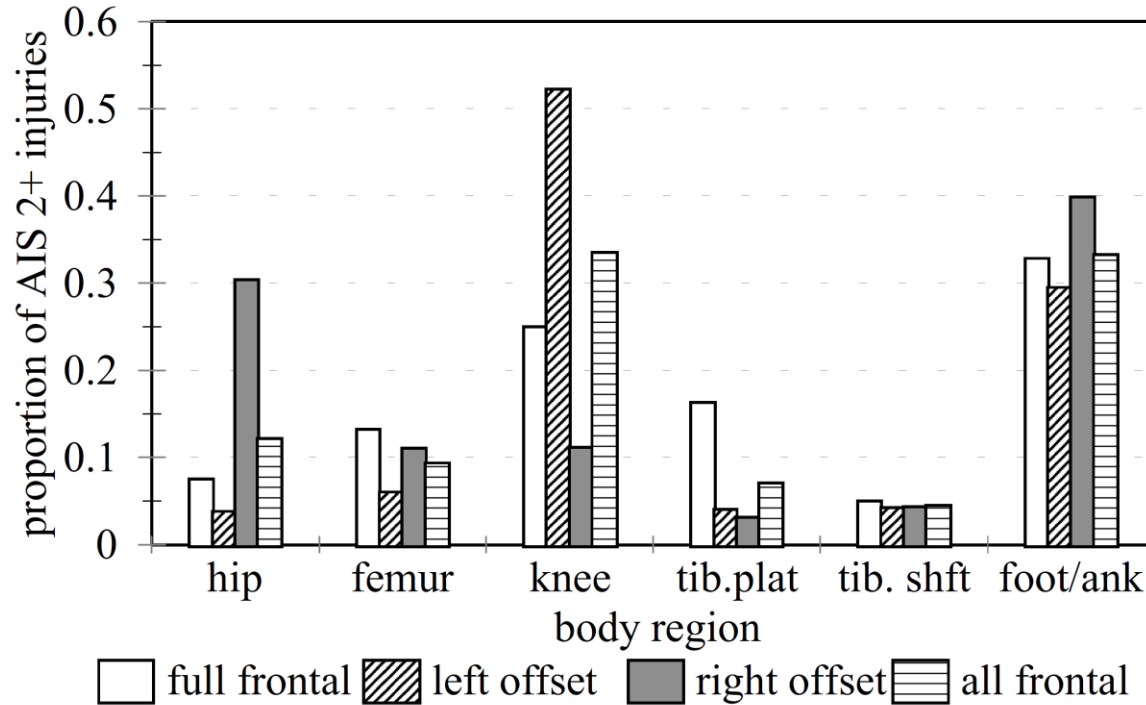


(b) 膝関節の傷害



(c) 下腿, 足関節, 足部の傷害

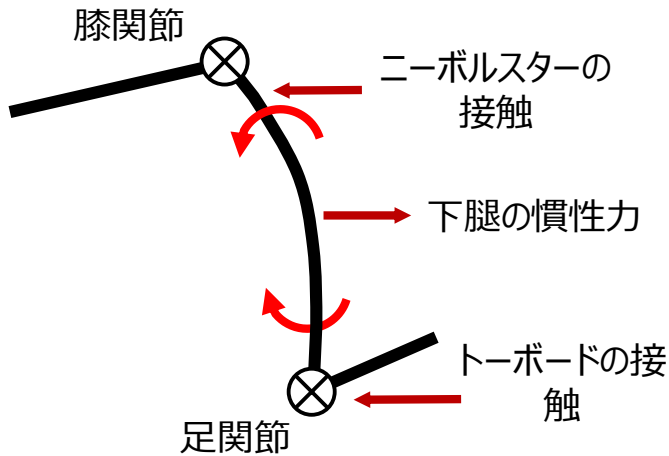
# 下肢傷害（事故分析）



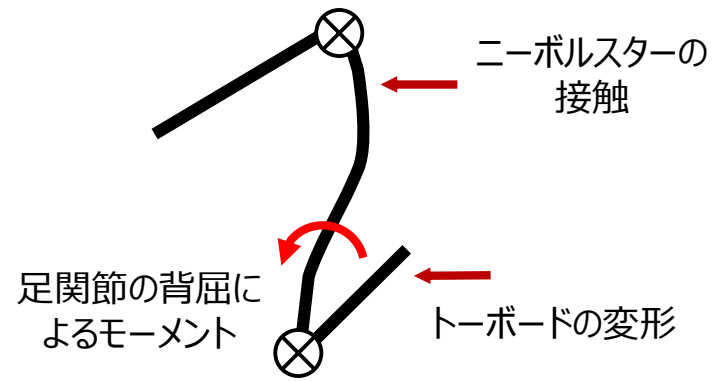
エアバッグ装着車（NASS 1993-1999），前席乗員，[Kuppa 17th ESV, 2001]

# 脛骨骨幹部骨折

- 脛骨骨幹部は曲げモーメントによって骨折する
- 好発部位は骨幹部中央および断面2次モーメントが小さい遠位1/3



① 下腿の慣性力に起因する曲げモーメント



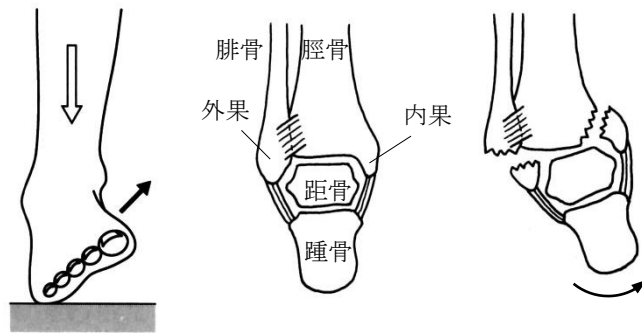
② 客室侵入にともなう足関節の背屈に起因する曲げモーメント

$$\text{Tibia index} = \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{M_c} + \frac{F_z}{F_c}$$

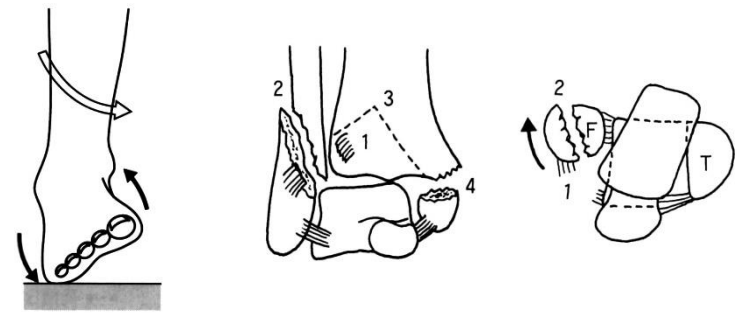
# 足関節果部骨折（内旋・外旋）

距骨が内・外転，回旋することで靭帯が引っ張られ，靭帯損傷や骨折を生じる。  
反対側では距骨の接触により骨折が起きる。

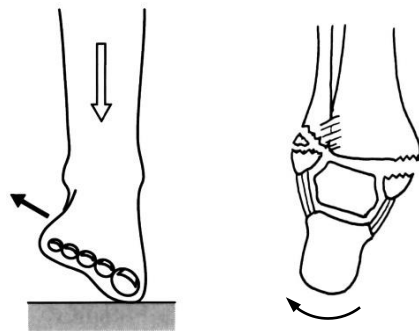
## Lauge-Hansen分類（足の姿勢と距骨の運動）



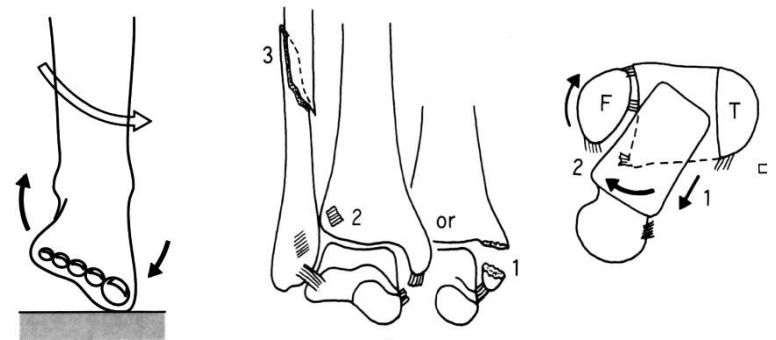
(a) 回外-内転



(b) 回外-外旋



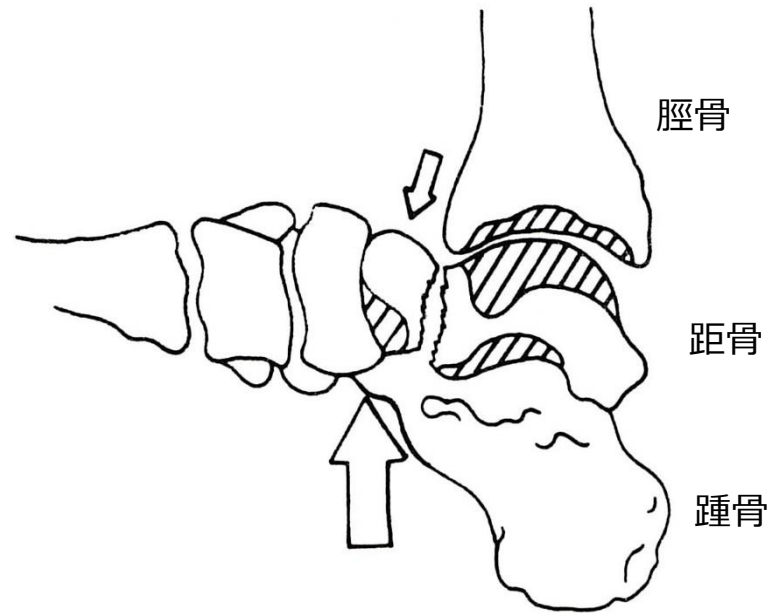
(c) 回内-外転



(d) 回内-外旋

# 足関節損傷（屈曲）

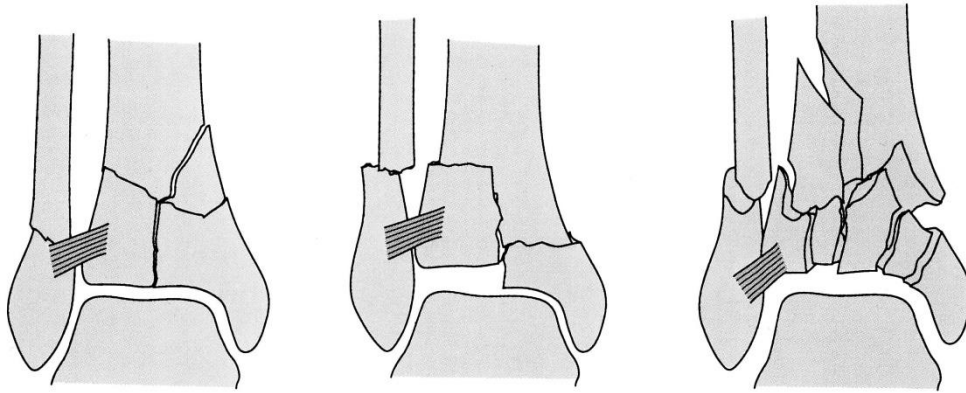
## 【距骨頸部骨折】



背屈＋軸荷重によって、脛骨下端に距骨が接触して、距骨頸部骨折が発生する。

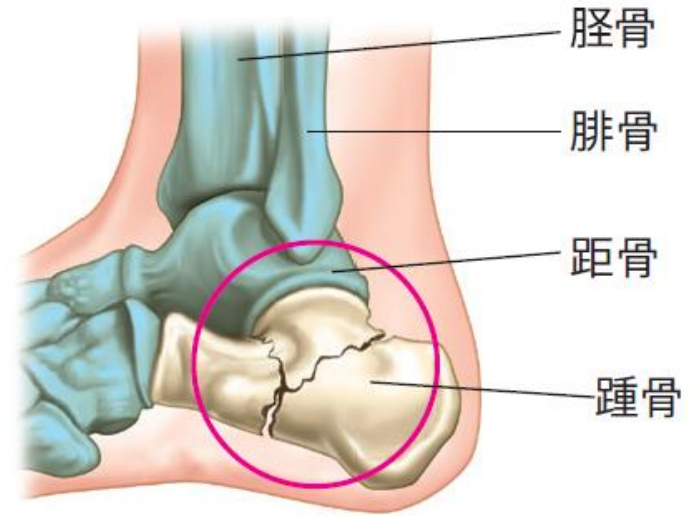
# 軸力による骨折

【脛骨下端骨折】



脛骨に大きな軸力が作用すると、脛骨の足関節面の粉碎をともなう重篤な関節損傷であるピロン骨折（脛骨天蓋骨折）が生じる。

【踵骨骨折・距骨骨折】



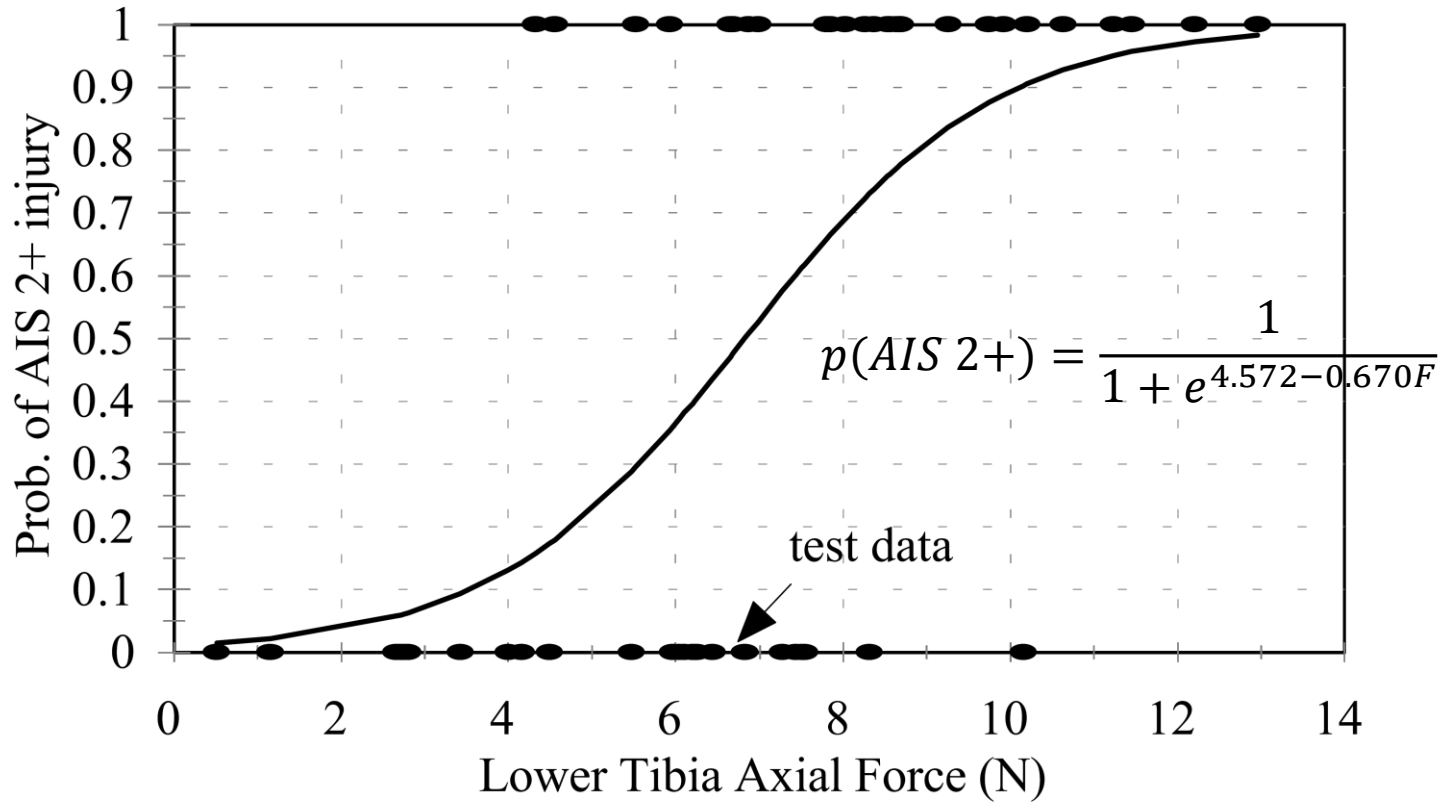
高所よりの落下など、踵骨に力が加わった場合に生ずる。



# 脛骨・足関節の傷害パラメータ

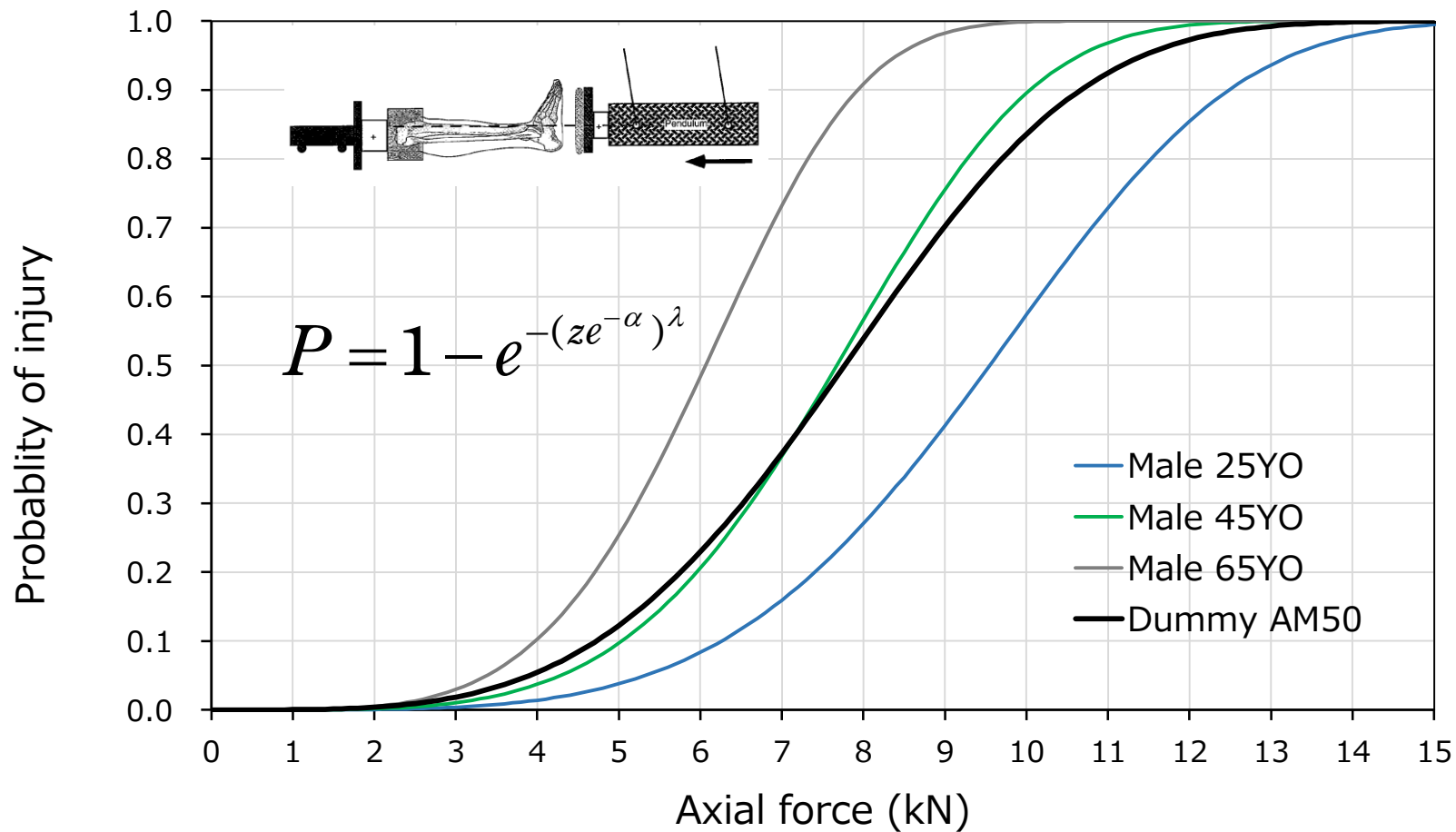
損傷形態	傷害パラメータ
脛骨骨幹部骨折	Tibia index
足関節果部骨折	足関節曲げモーメント ( $M_x$ ) 足関節外がえし・内がえし角度 ( $\theta_x$ )
距骨頸部骨折	足関節曲げモーメント ( $M_y$ ) 足関節背屈角 ( $\theta_y$ ) , 軸力 ( $F_z$ )
脛骨下端骨折, 距骨骨折, 踵骨骨折	軸力 ( $F_z$ )

# リスクカーブ (NHTSA)



対象：脛骨遠位端骨折，踵骨骨折  
[Kuppa 17th ESV, 2001]

# リスクカーブ



[Yoganandan, Traffic Injury Prevention, 16(sup1), S100-107, 2015]

# 脛骨軸力の導入状況

試験	衝突形態	閾値
UN R94	ODB	8 kN
UN R129	FW	-
JNCAP	FW ODB	- -
EuroNCAP	FW ODB	- 2-8 kN
US NCAP	FW	-
IIHS	ODB/Small overlap	≤ 2 kN (Good), ≤ 4 kN (Acceptable) ≤ 6 kN (Marginal), > 8kN (Poor)
KNCAP	FW ODB	- 2-8 kN
CNCAP	FW ODB	2-8 kN 2-8 kN

※前席, Hybrid III AM50のみ

# まとめ

- 脛骨軸力が評価する傷害は、脛骨遠位端骨折、踵骨骨折、距骨骨折である（脛骨の曲げモーメントが評価しているものは脛骨骨幹部骨折）
- JNCAP以外のODB試験ではいずれも脛骨軸力が採用されている

## 【提案】

脛骨軸力 8 kNをモディファイヤとし、この値を超えた場合には、下腿部（脛骨荷重）の減点-1とする