書籍「タッチウエイトマネジメントの方法」の注文はこちらへどうぞ

https://touch-w.wixsite.com/yuji

関連ファイルのダウンロードはこちらからどうぞ

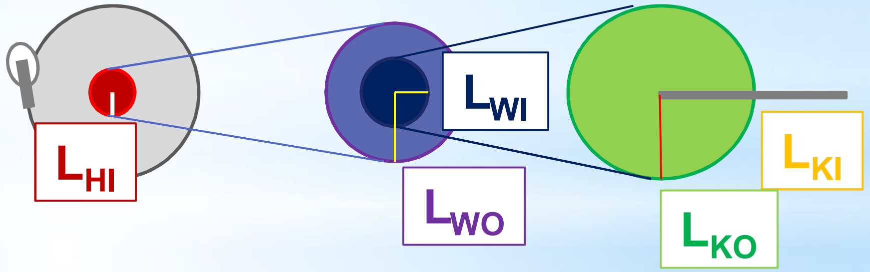
https://www.ynpianotuning.com/downloadable-files

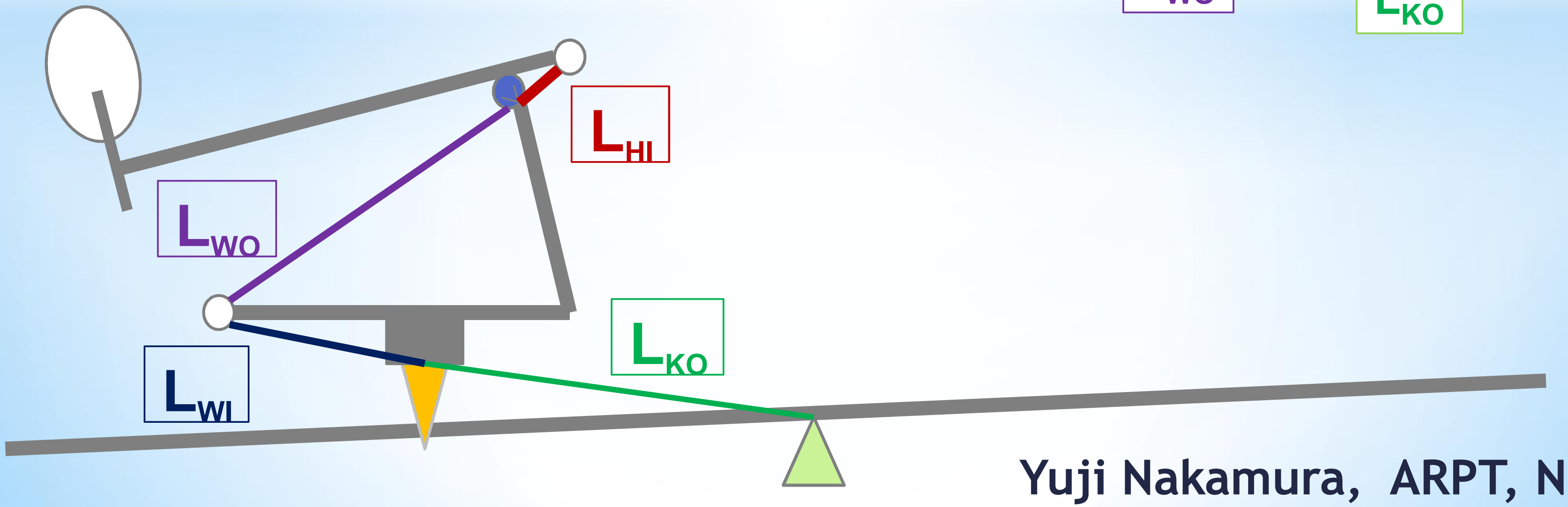
ユーチューブでの講習ビデオはこちらからどうぞ
（チャンネル登録すると便利です。）

https://www.youtube.com/watch?v=75SNSgXCRlg

慣性の影響を加味した

タッチウエイト調整





Yuji Nakamura，ARPT, NZ

伝統的な“タッチウエイト“

はダウンウエイトとアップウエイトで表示する

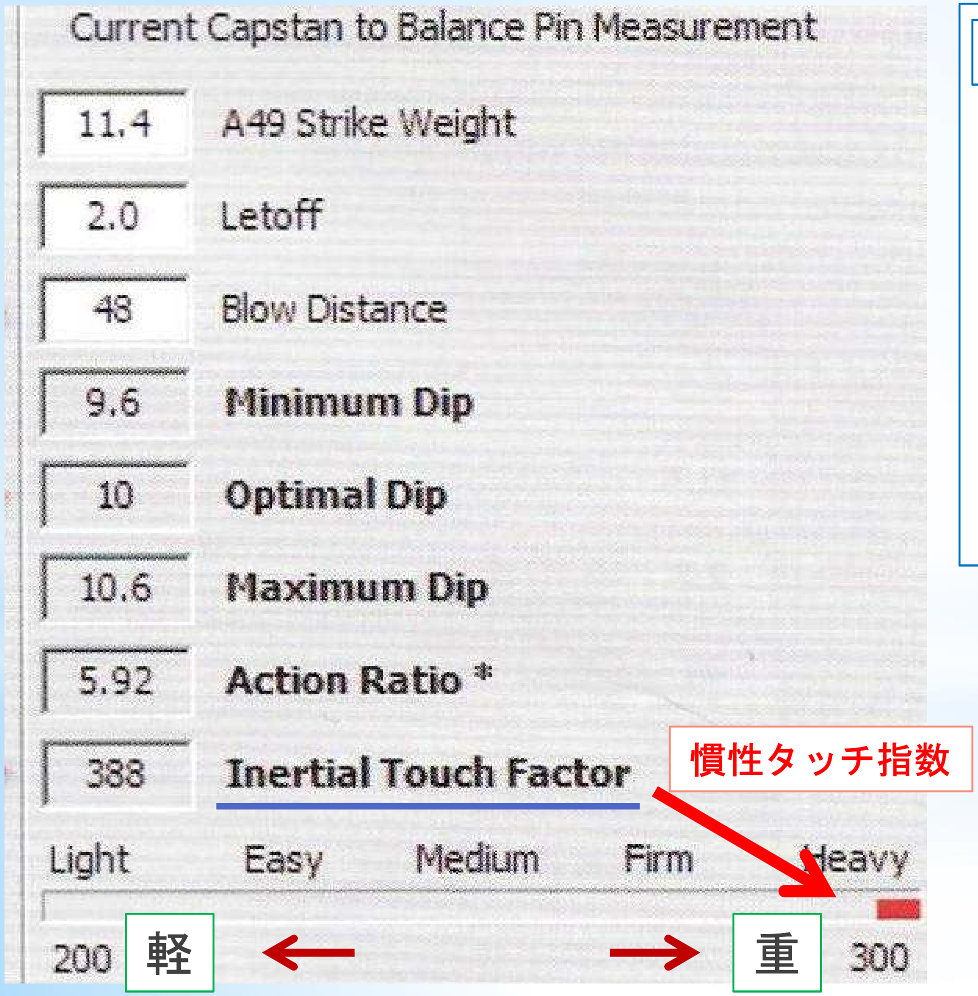
例: DW = 52 g と UW = 26 g

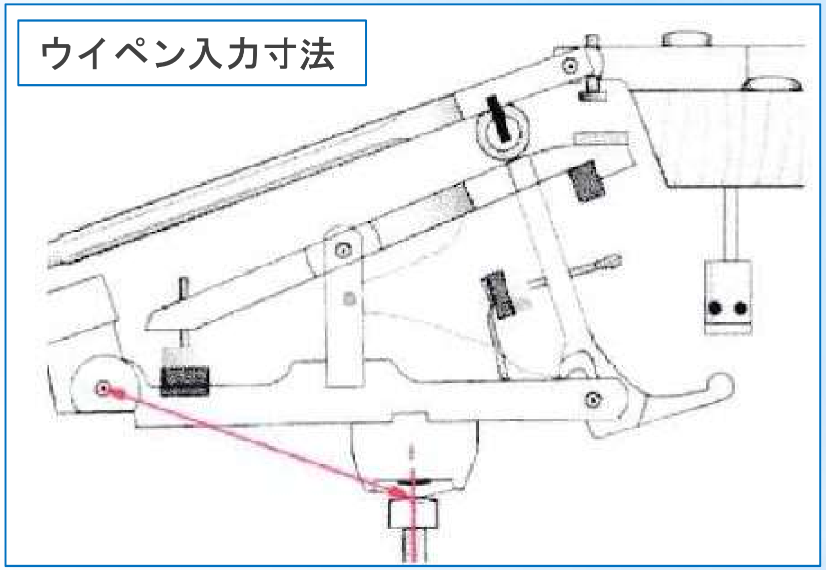
ダイナミックタッチウエイト

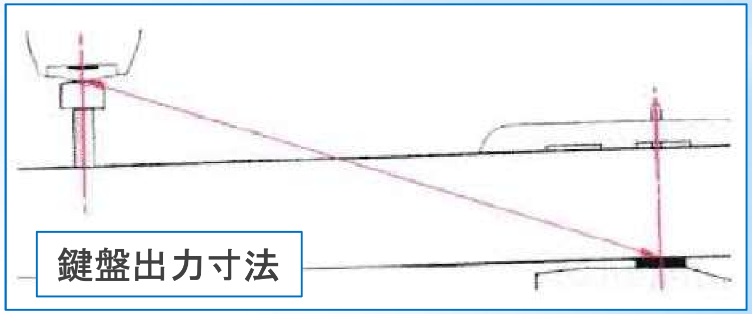
アクション動作中の重さ感覚

「ピアニシモ以下の力で動かしたときの重さで、どれほどタッチウエイトの実際の感覚を表せるのだろうか？」

ダレン・ファンドリックとジョン・ローズによる
慣性タッチ指数







タッチウエイトマネジメントとは

- タッチウエイトの２つの指標を管理・調整する技術
- バランスウエイト
- 慣性モーメント

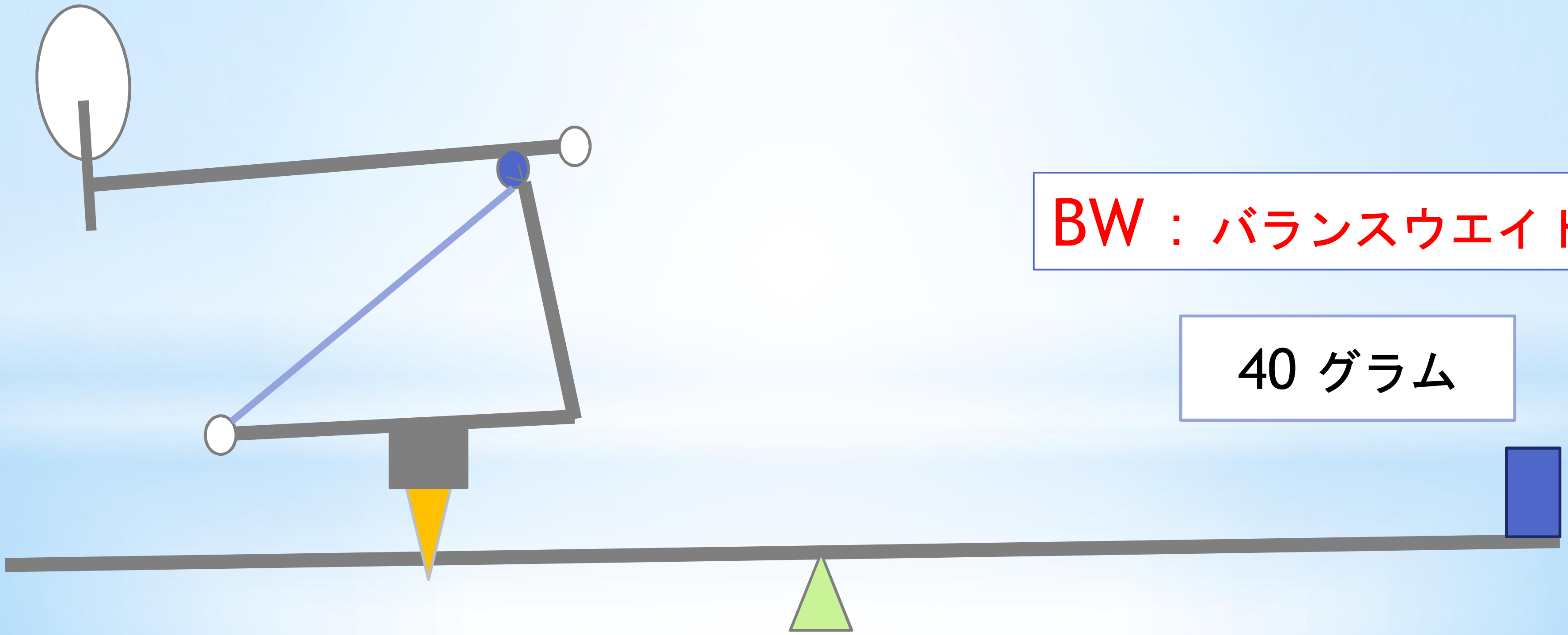
- タッチウエイトの仕組みを理解する

タッチウエイトの要素

- バランスウエイト
- フリクション
- 入力トルク（慣性モーメント）

平衡状態にあるアクション

アクションはバランスウエイトで平衡状態となる

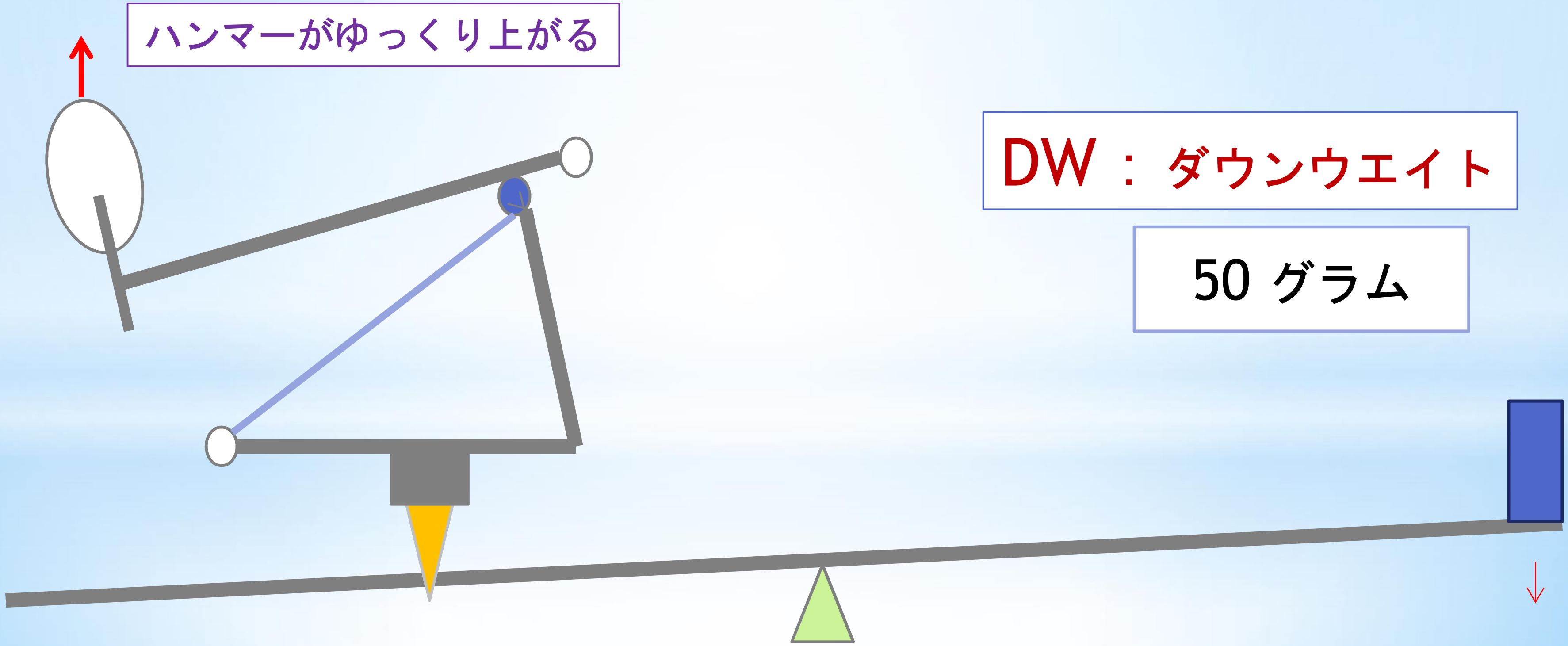


BW：バランスウエイト

40 グラム

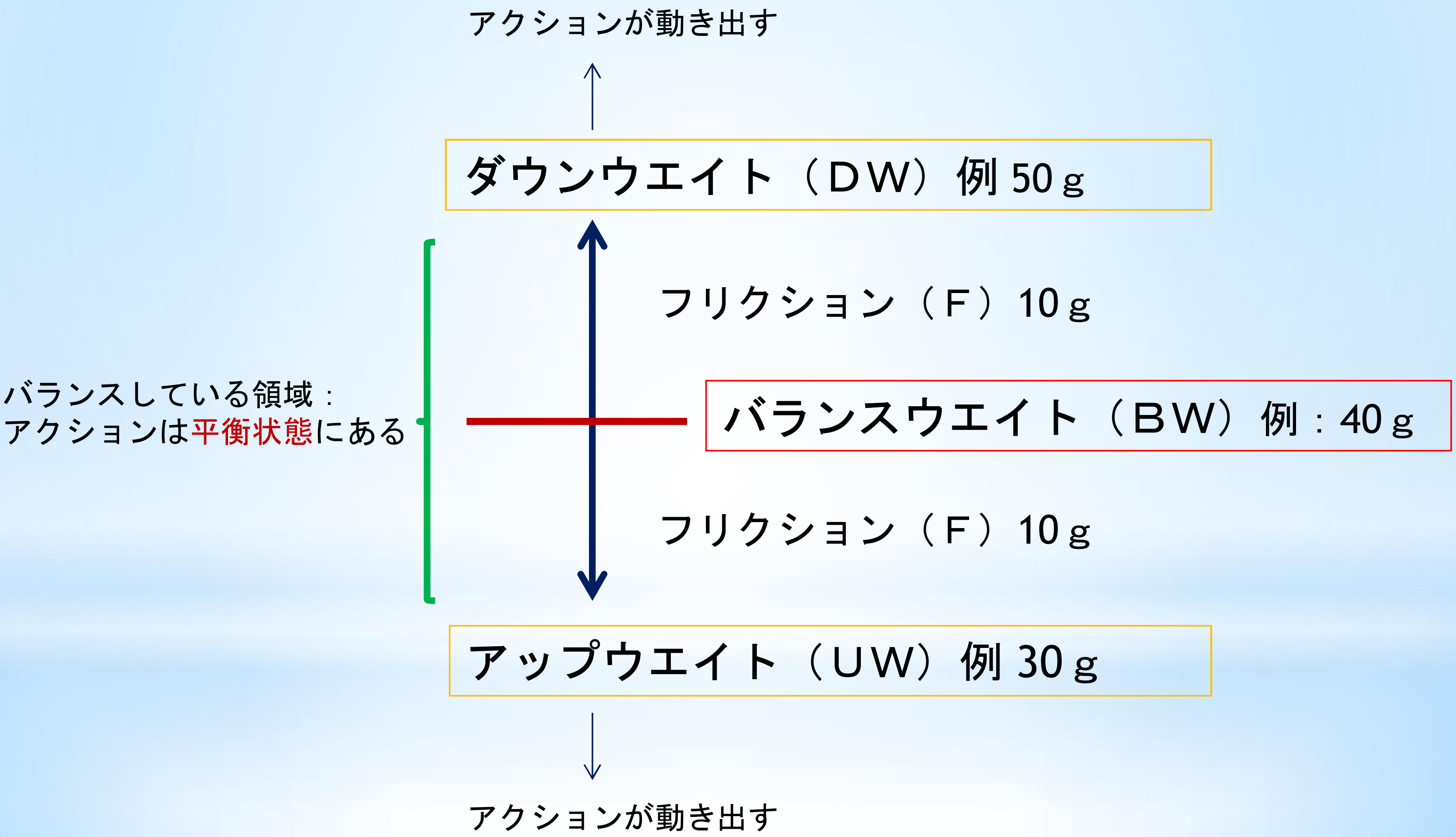
ダウンウエイトでゆっくり動きだす

DW （５０ｇ）＝BW （４０ｇ）＋ F（１０ｇ）



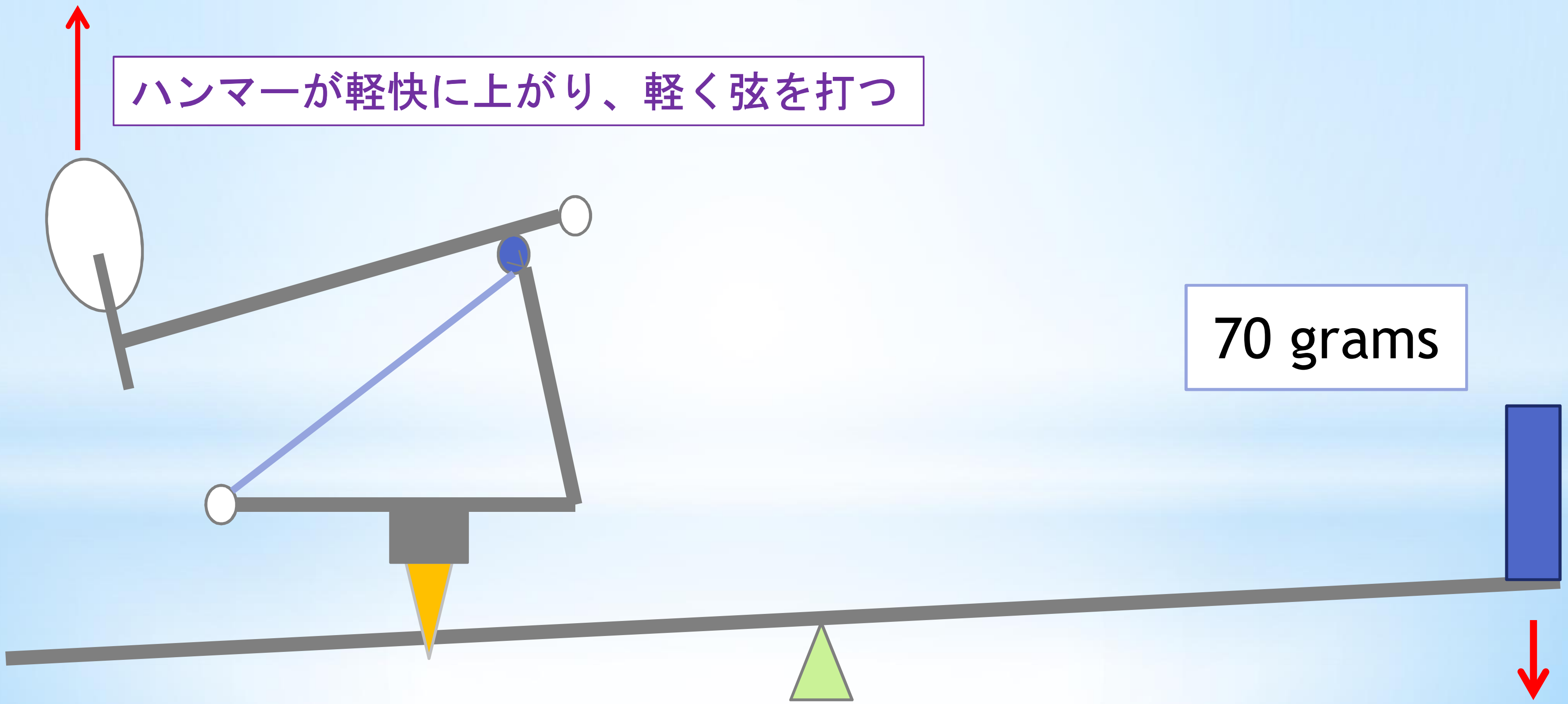
➢バランスウエイト（BW）はDWとUWの中間値

$$BW = (DW + UW) \div 2$$



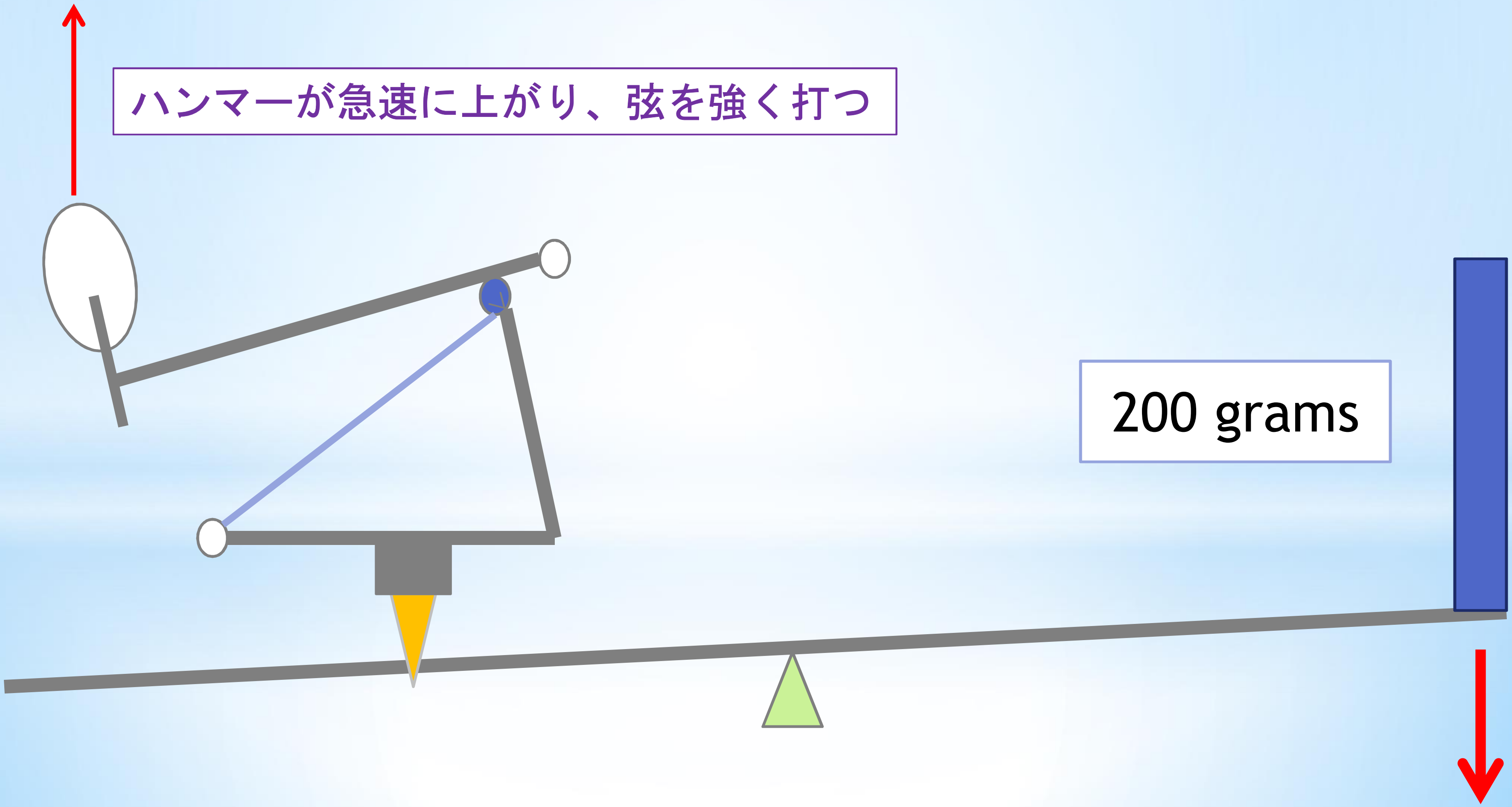
弱い打弦

BW（40g）と F（10g）と 追加の入力トルク（20g分）で 軽快に動く



強い打弦

BW（40g）と F（10g）と 追加の入力トルク（150g分）で 急速に動く



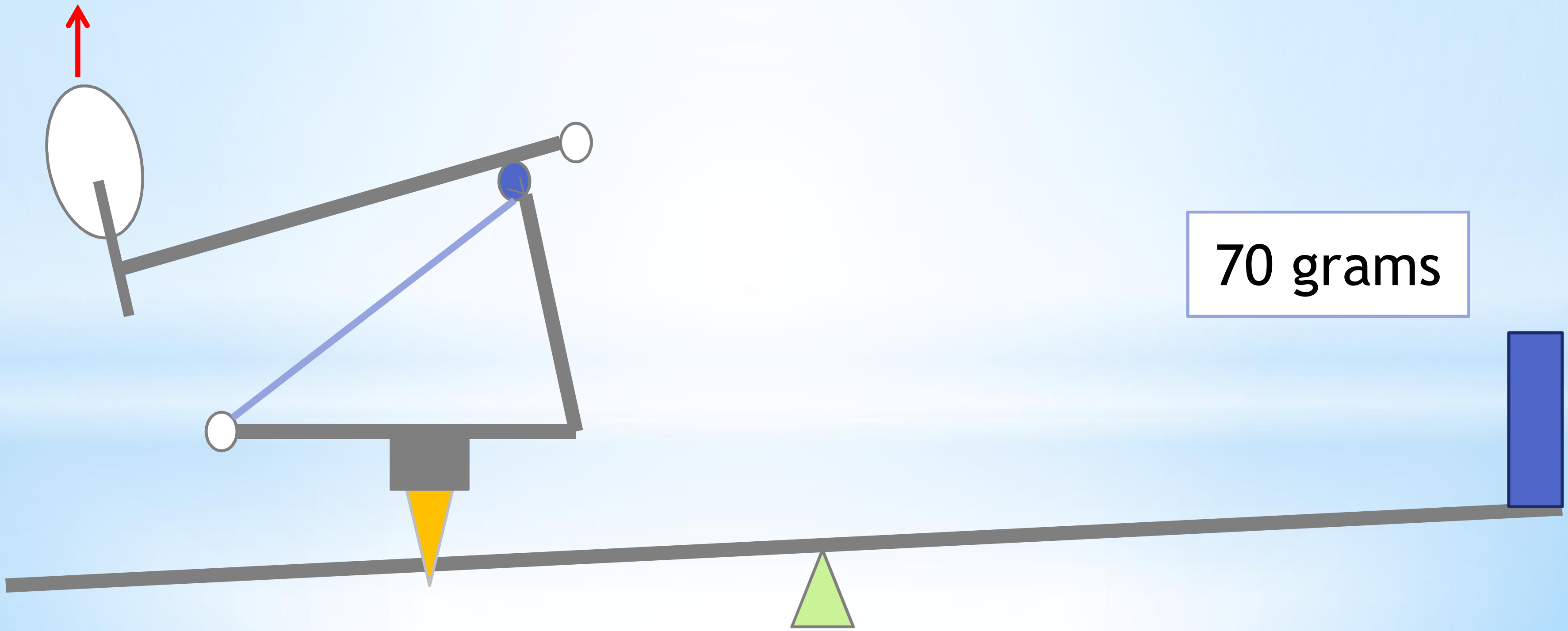
重いタッチの例（１）

1,重い BW + 適切なF + 普通の慣性モーメント
BW = 60 g (DW 70 g & UW 50 g), F = 10 g

ＢＷが大きいと重く感じる

BW（40g）と F（10g）と 追加の入力トルク（20g分）で 軽快に動く

BW（60g）と F（10g）ではゆっくりとしか動かない　（ＤＷの動き）



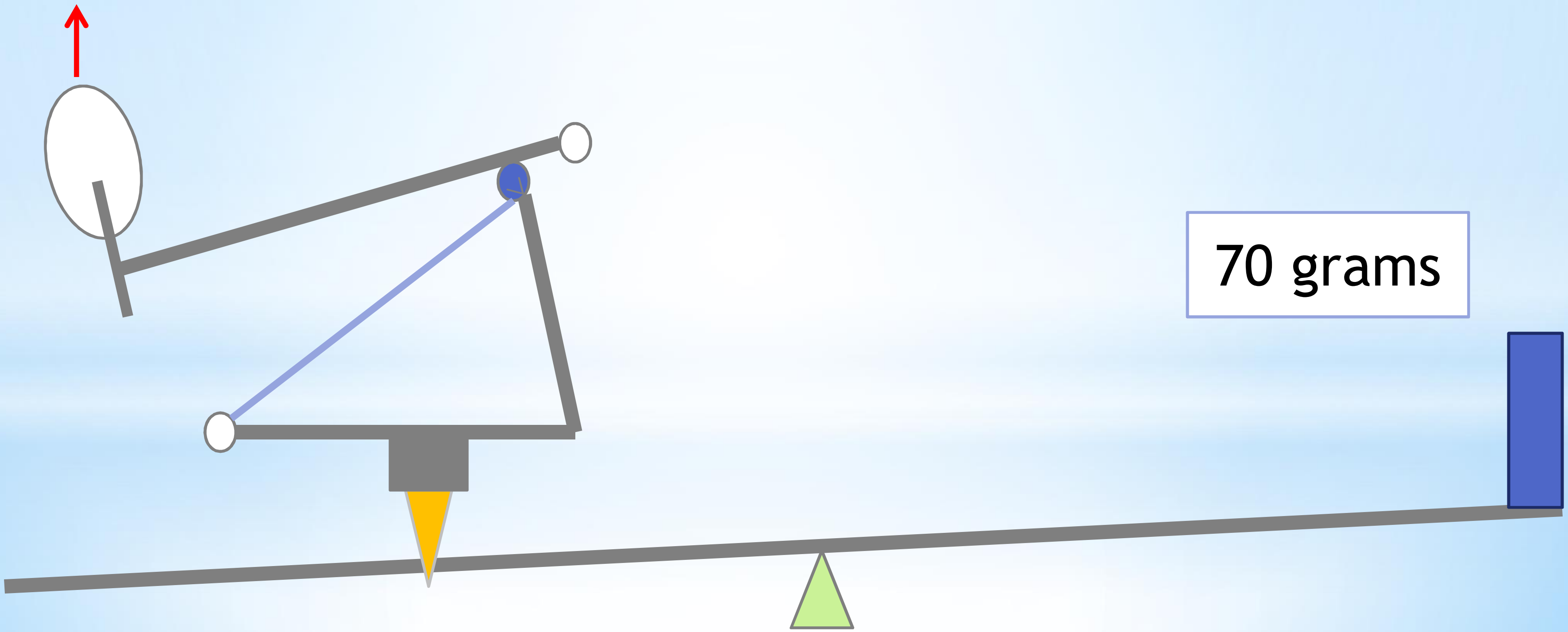
重いタッチの例（２）

2, 普通の BW + 大きい F +普通の慣性モーメント
BW = 40 g (DW 70 g & UW 10 g, F = 30 g

スティックしていると動きが悪い

BW（40g）と F（10g）と 追加の入力トルク（20g分）で 軽快に動く

BW（40g）と F（30g）ではゆっくりとしか動かない　（DWの動き）



重いタッチの例（３）

3, 普通のBW +適切なF + 大きい慣性モーメント

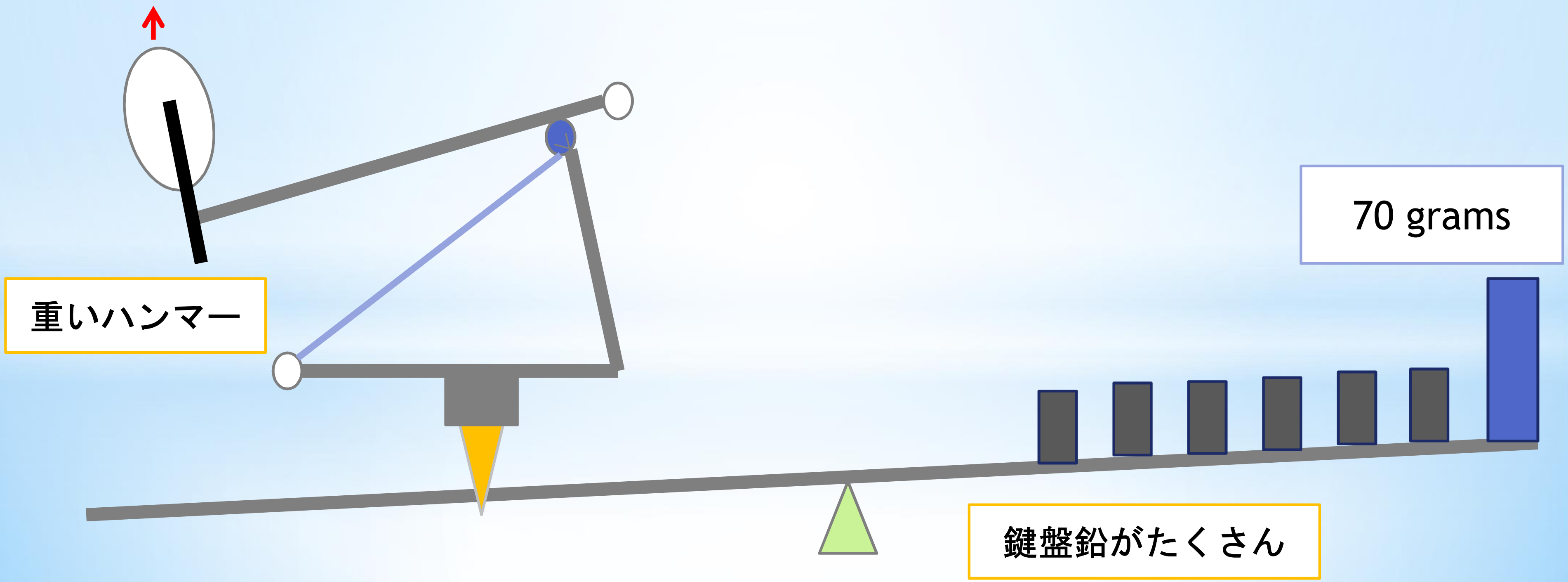
BW = 40 g (DW 50 g & UW 30 g), F = 10 g 、

重いハンマーやたくさんの鍵盤鉛が観察できる場合が多い

慣性モーメントの働きで加速が鈍る

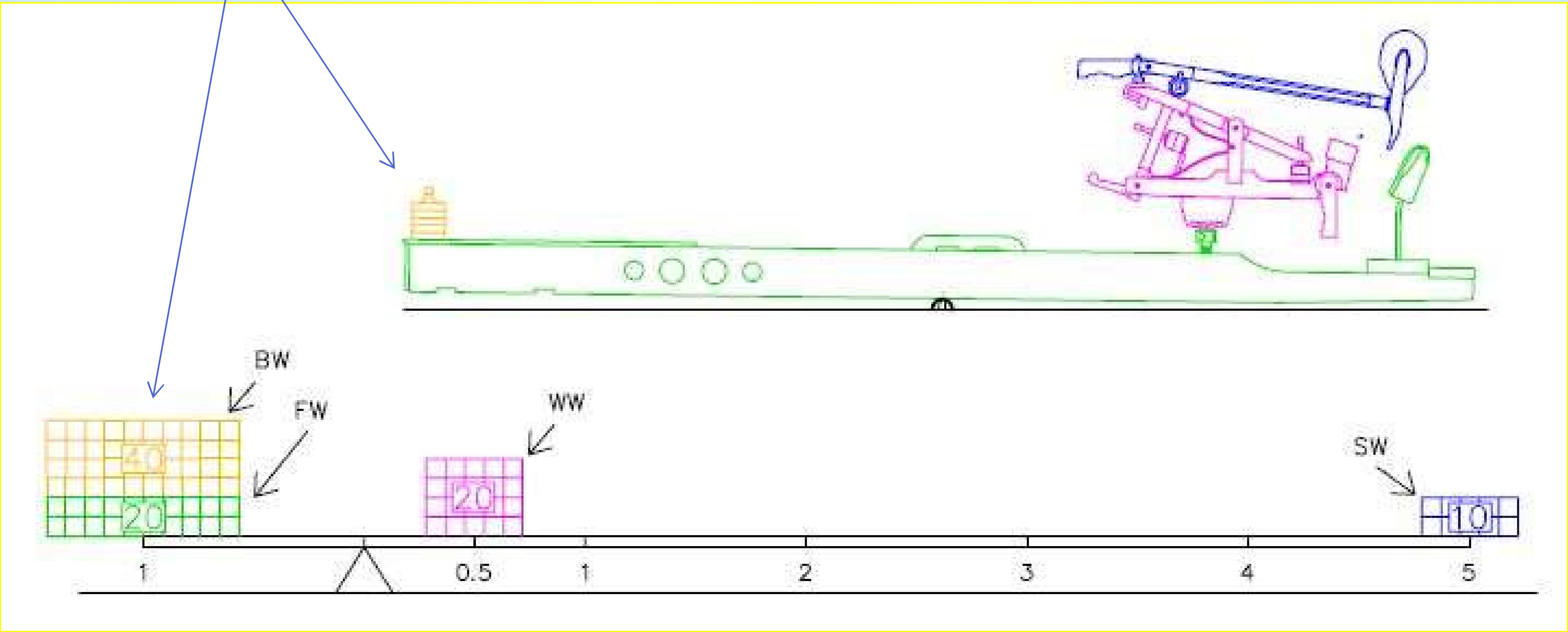
BW（40g）と F（10g）と 追加の入力トルク（20g分）で 軽快に動く

BW（40g）と F（10g）で 追加の入力トルク（20g分）入れても
動きが遅い（加速が悪い）



バランスウエイトとは？

BW + FW= WW x KR + HSW x SR

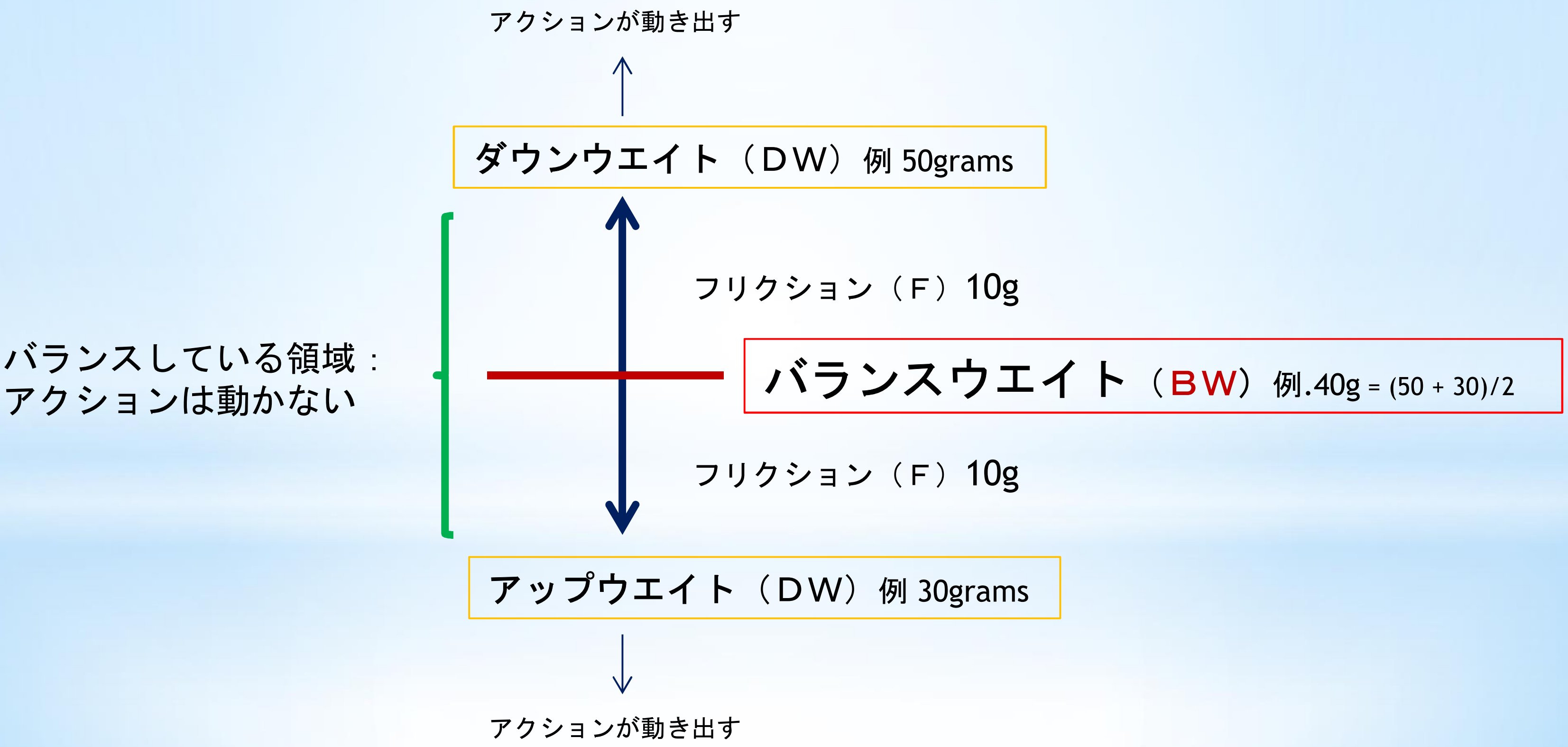


BW = (DW + UW) / 2

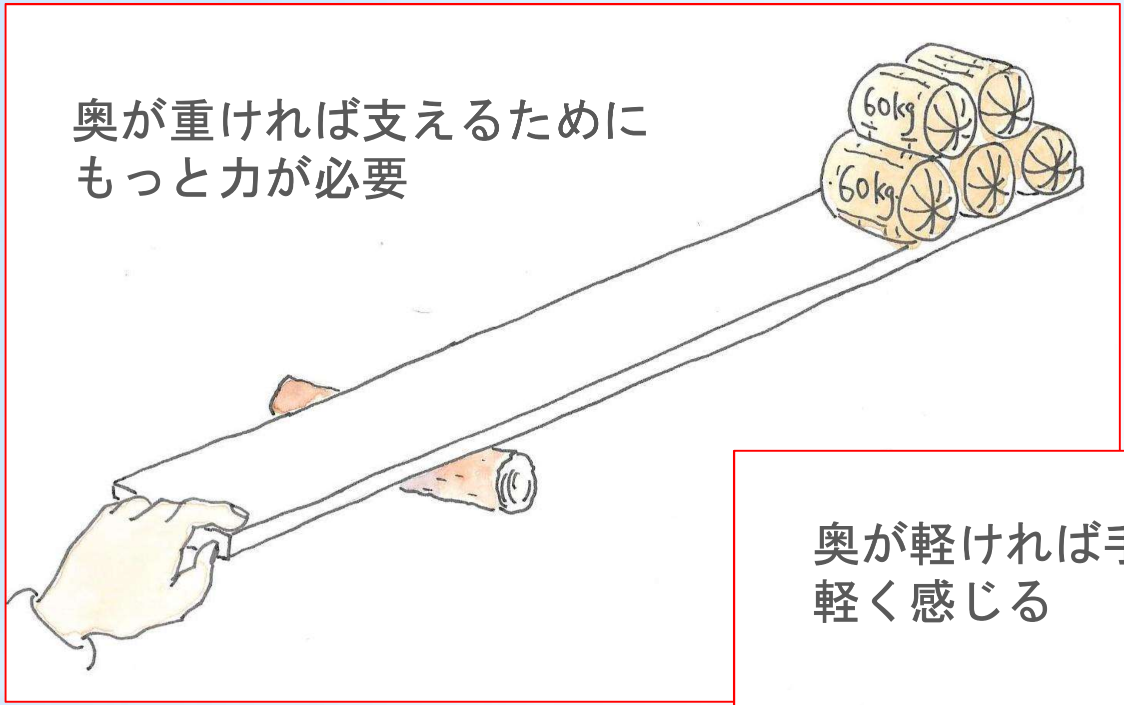
Seesaw model by David Stanwood

バランスウエイト（BW）はDWとUWの中間値

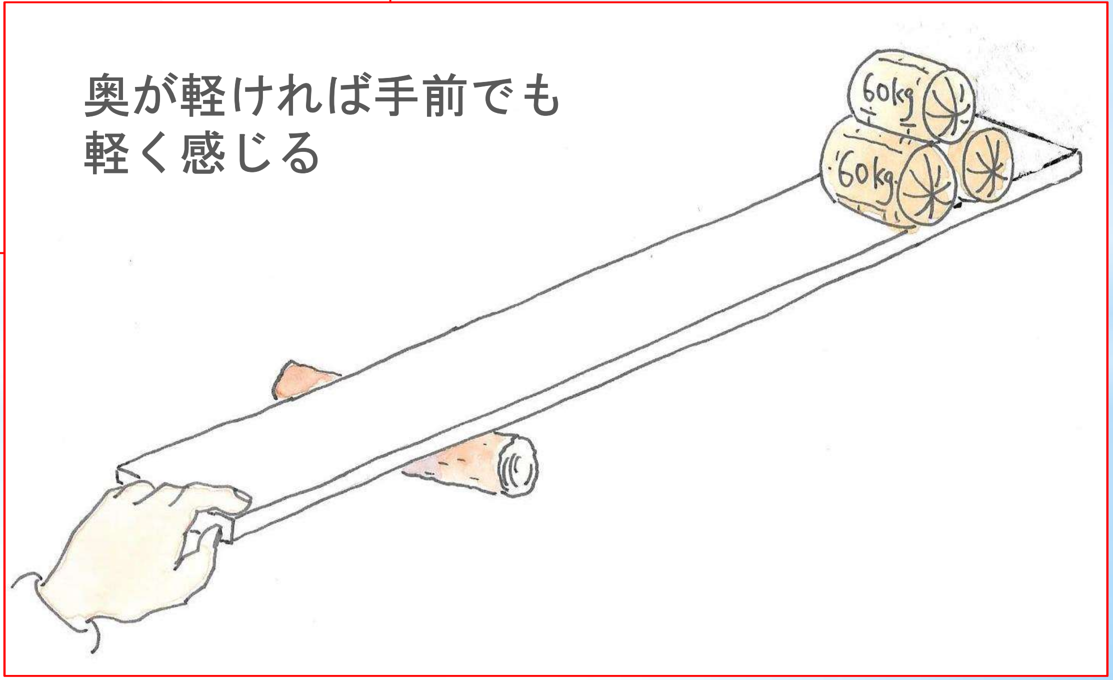
$$BW = (DW + UW) \div 2$$



静的なタッチウエイト：バランスウエイト



手前を支えて
釣り合わせる



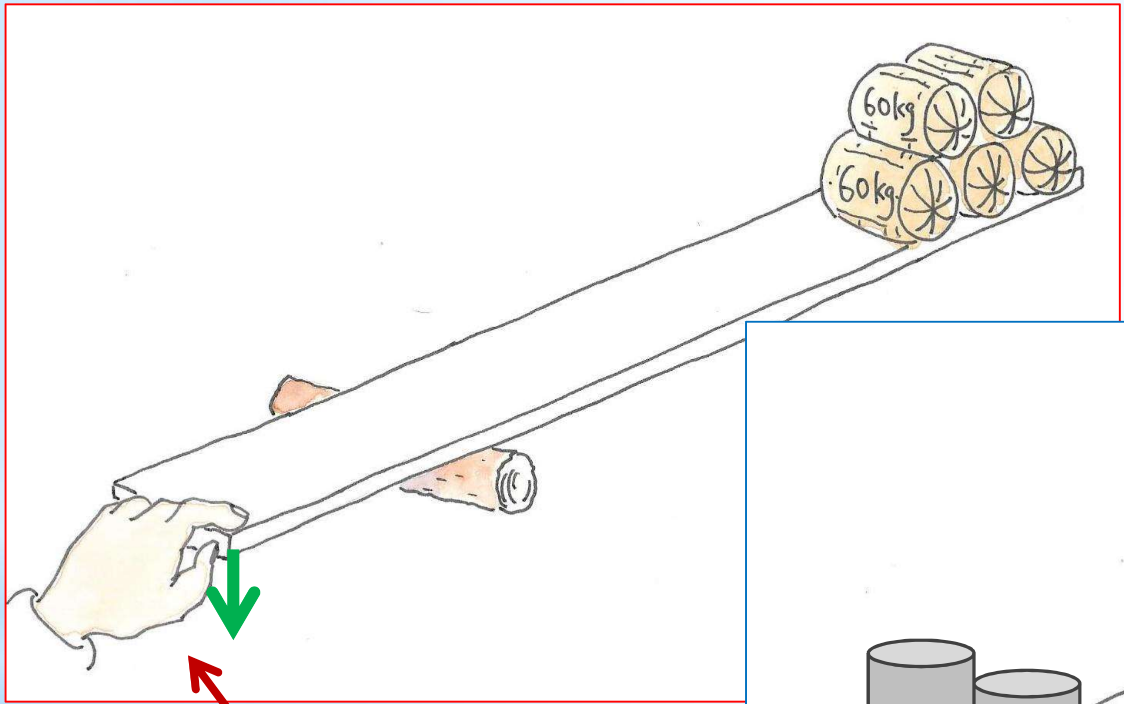
ＢＷで重さの感じが違う

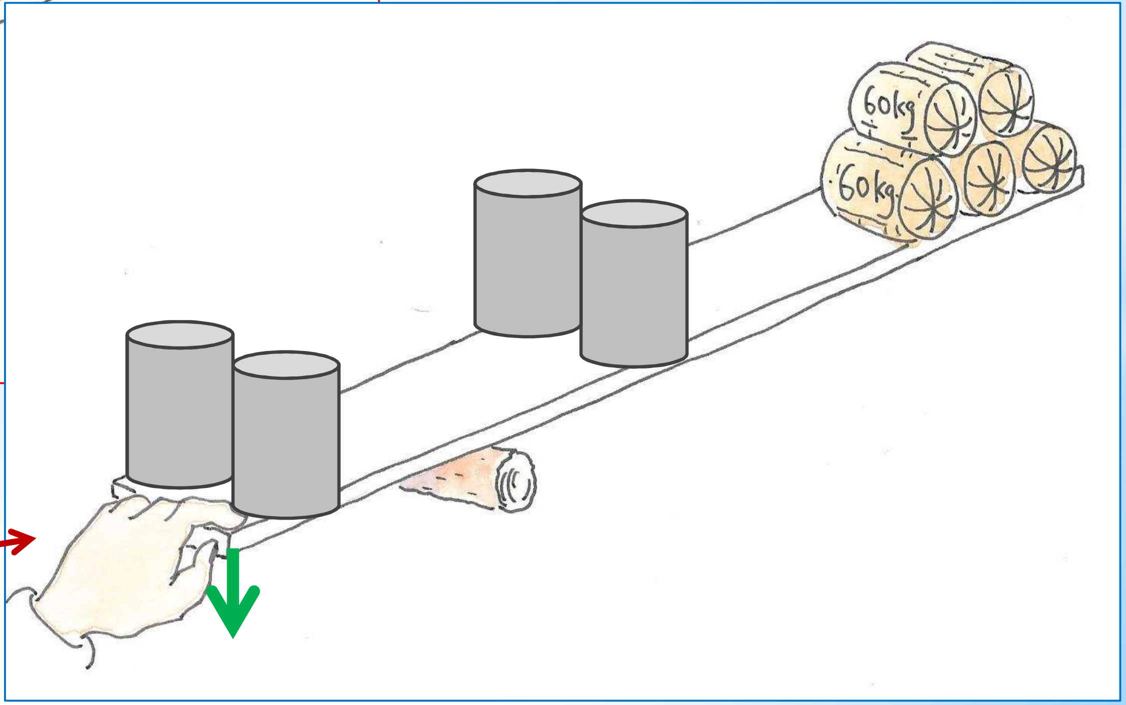
フリクションの原因

- フレンジセンター固さ
- 鍵盤ブッシング固さ
- 鍵盤バランスホール
- キャプスタン・ヒール接点の摩擦
- ローラー・ジャック接点の摩擦

動的なタッチウエイト

同じBWでも同じタッチウエイトとは限らない





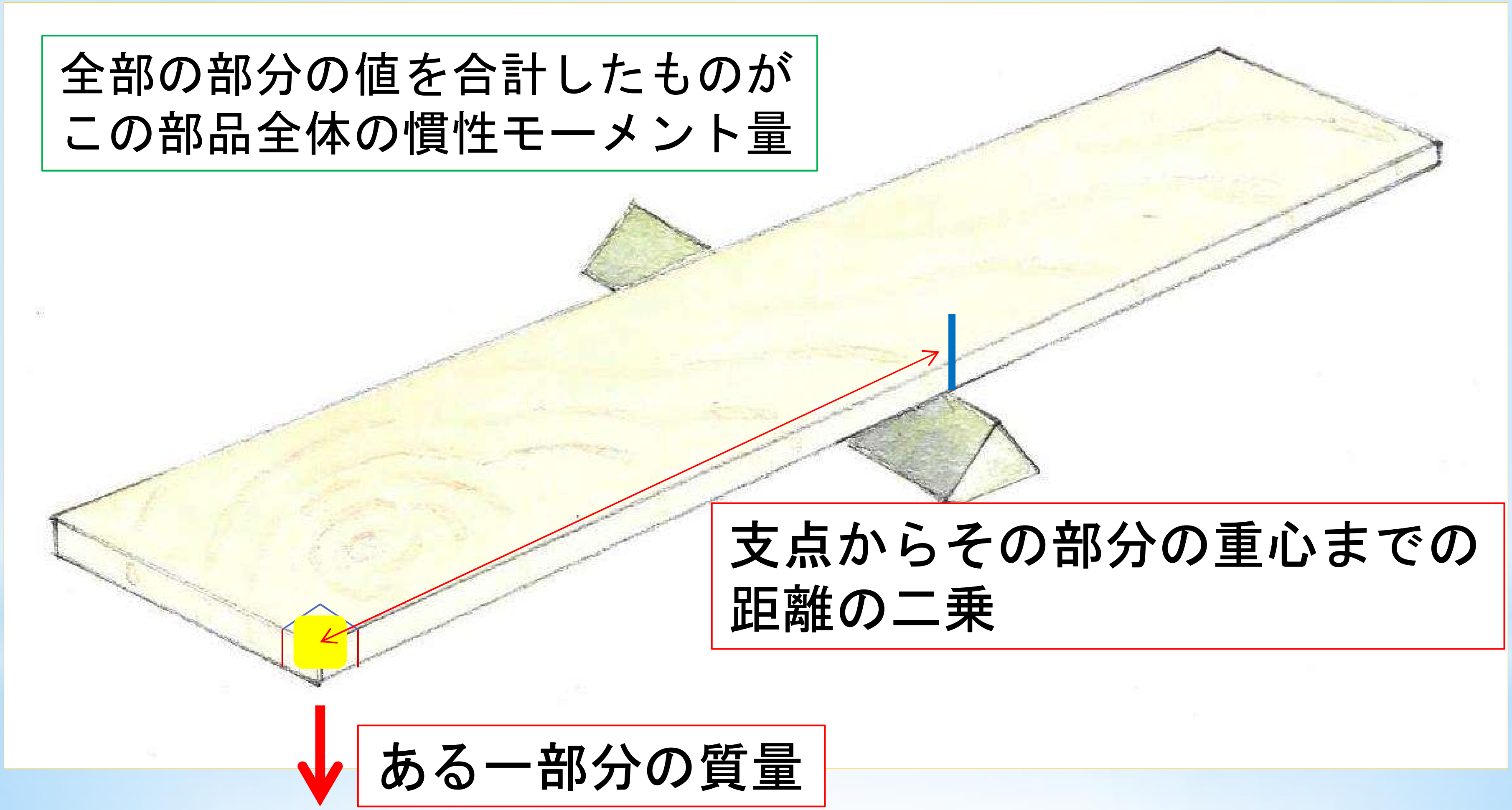
BWは同じ、
しかし動きは？

トルク = 慣性モーメント x 角加速度

同じ角加速度を得るためには
慣性モーメントの大きさによって必要な入力トルクが異なる

慣性モーメント	同じ音量を得るために必要な入力トルク
小さい	→ 小さくて済む
大きい	→ 大きい力が必要

慣性モーメントを決定する要素

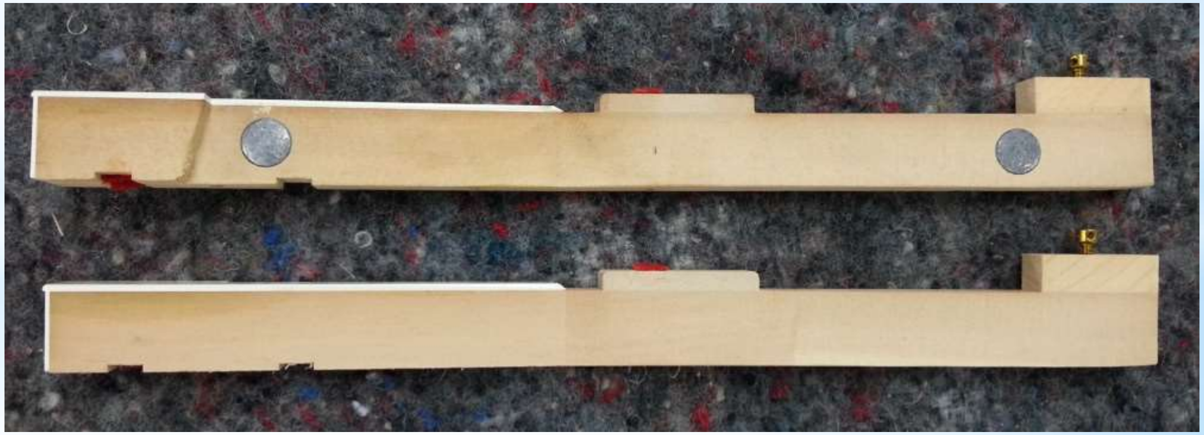


鍵盤の慣性モーメントを比較してみる

鍵盤の長さ

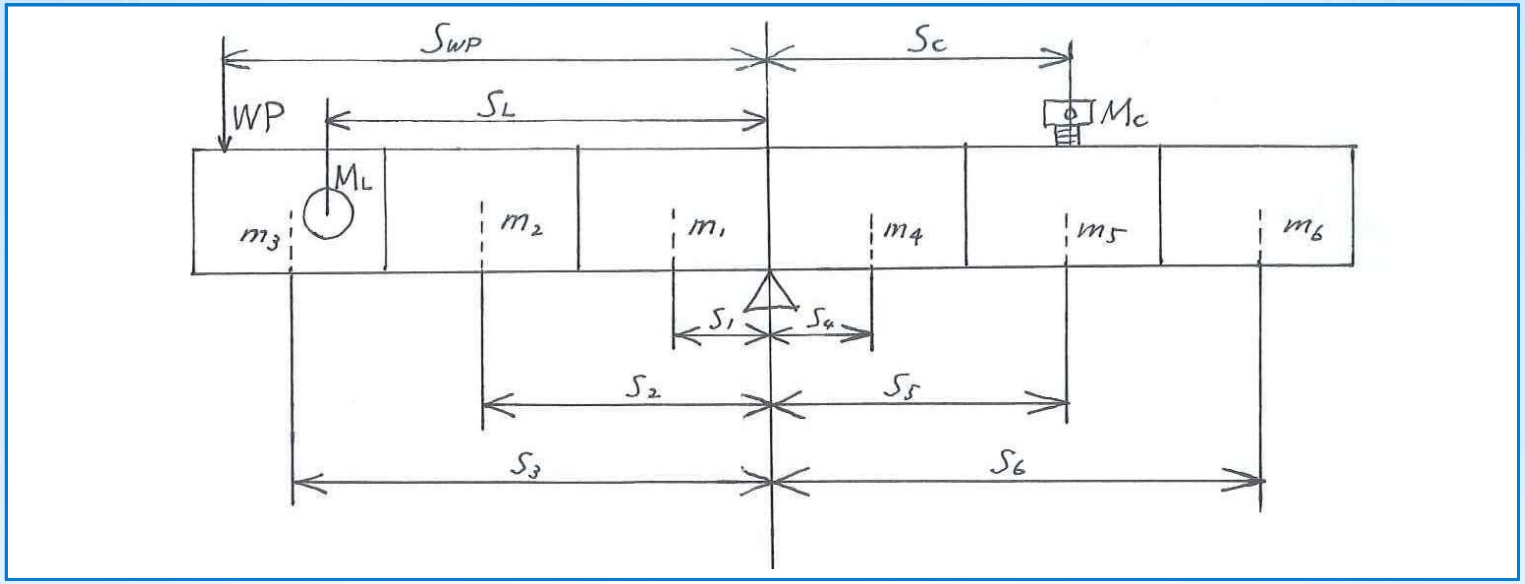
鍵盤が長い＝慣性モーメントが大きい

鍵盤鉛の多少



鍵盤鉛が多い＝慣性モーメントが大きい

鍵盤のＭｏＩ計算モデル



$MoI_{(key)} = m_1(s_1)^2 + m_2(s_2)^2 + m_3(s_3)^2 + m_L(s_L)^2 + m_4(s_4)^2 + m_5(s_5)^2 + m_6(s_6)^2 + m_c(s_c)^2$

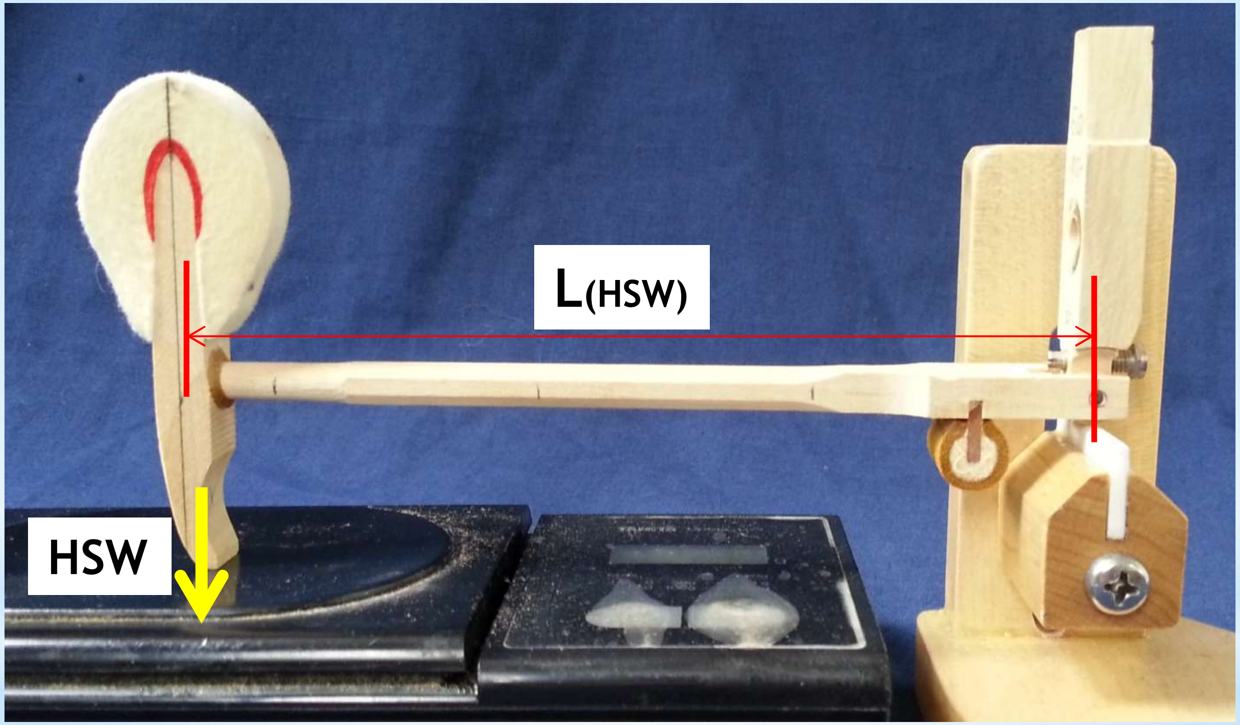
例: A0 of a Steinway D: 72,000 gcm ^{2},

C4 of a Yamaha C3: 31,000 gcm ^{2},

C4 of a Kawai K3: 6,000 gcm ^{2}

ハンマーの慣性モーメント

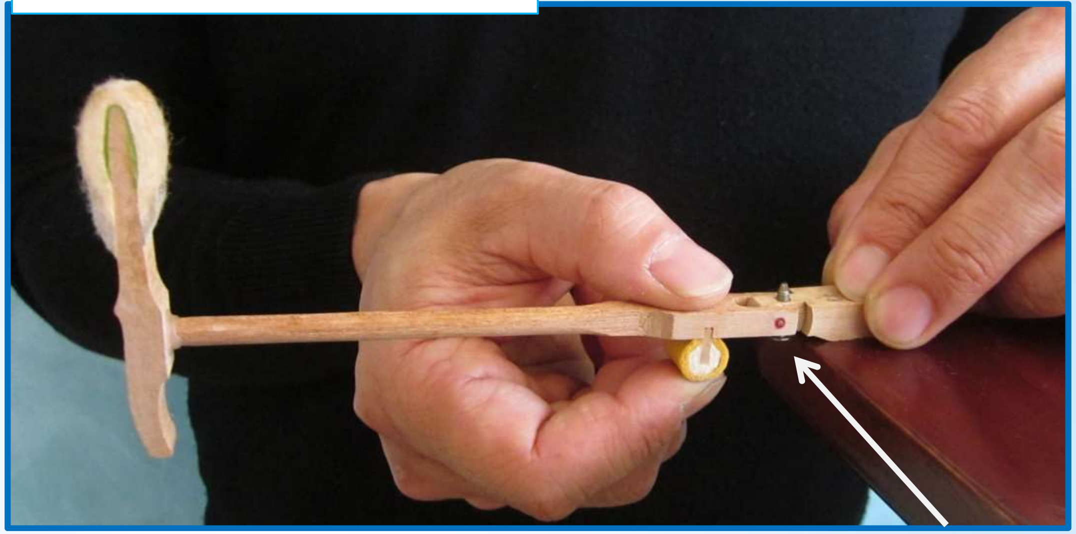
❖ ハンマーヘッドが重いほど慣性モーメントは大きい



HSW ×（ハンマー中心とセンターピン間の距離）^{2}

軽いハンマーヘッド

慣性モーメントが
小さい

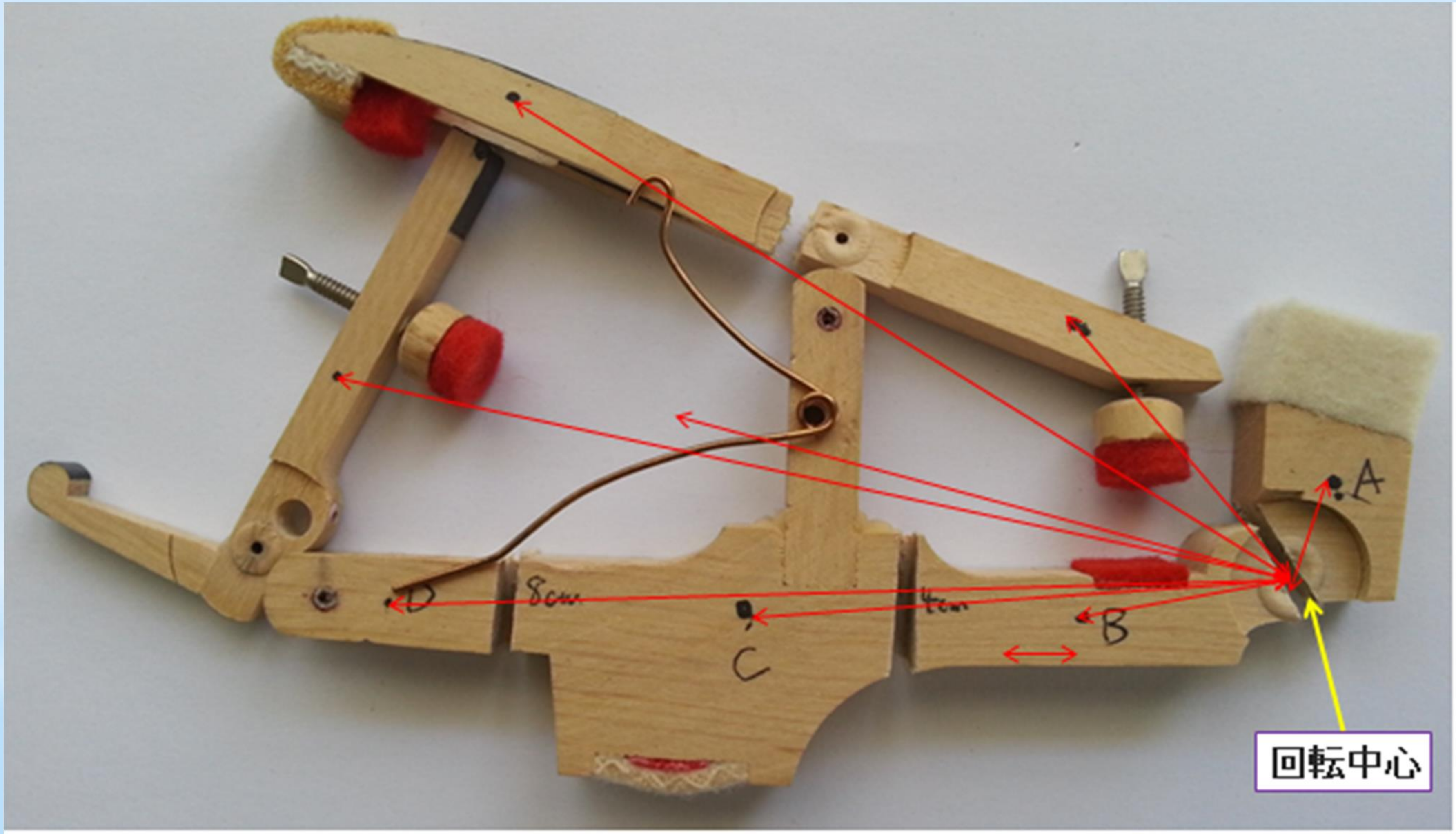


回転中心

慣性モーメントが
大きい

重いハンマーヘッド

ウイペンの慣性モーメント



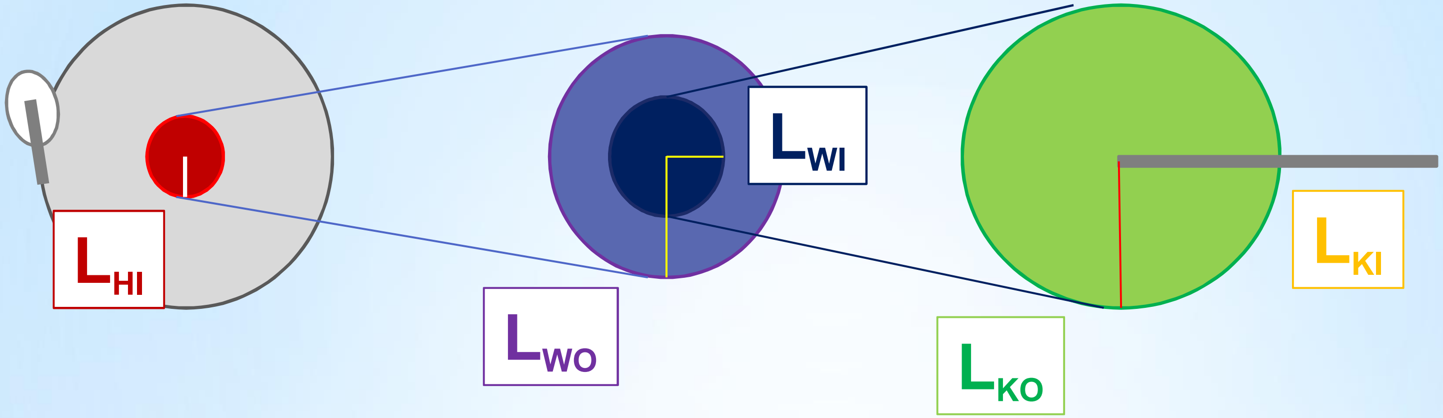
各部分の質量 ×(その重心とセンターピン間の距離)^{2}を全部の部分足した数値

一点を中心として回転する物体の動きづらさの量
→慣性モーメント

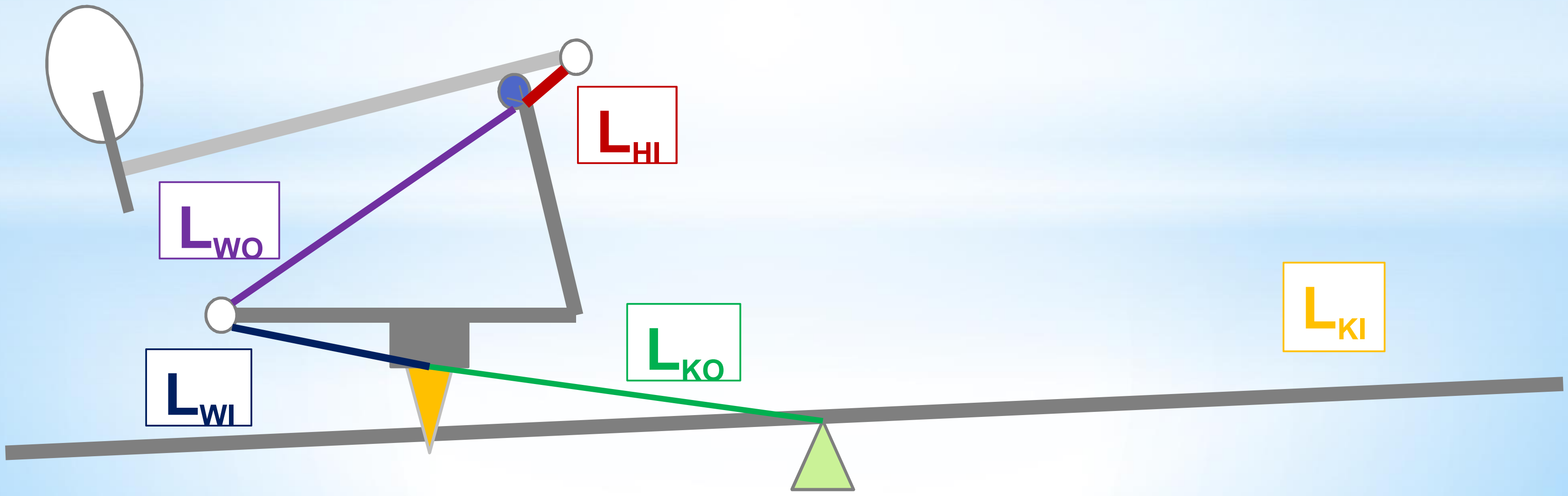
連結された部品を通して伝わる慣性モーメント量
→換算慣性モーメント

連結された部品間の出力／入力比
→ギアレシオ

鍵盤で感じるハンマーの慣性モーメント



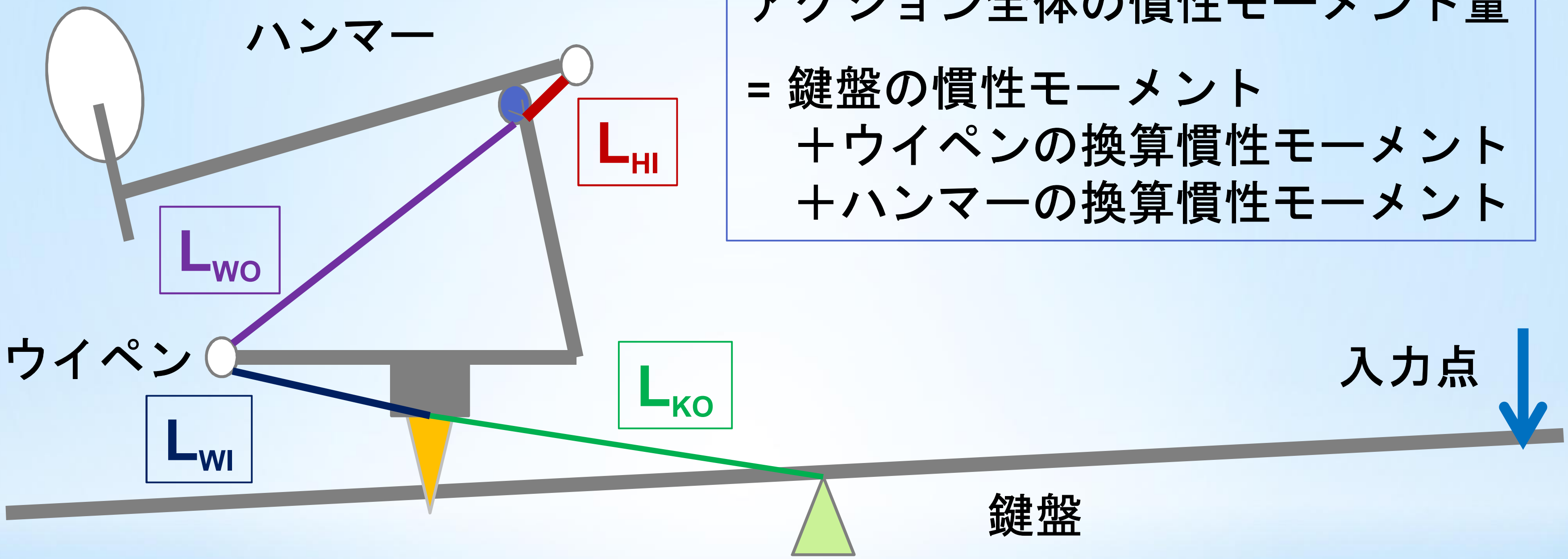
$$MoI_{(H\ at\ key)} = MoI_{(H)} \times (L_{WO} / L_{HI} \times L_{KO} / L_{WI})^2$$



換算慣性モーメント

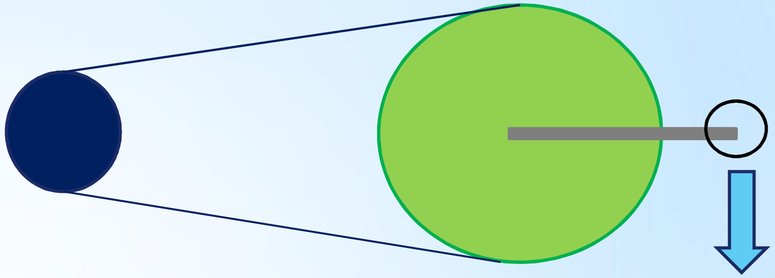
アクション全体の慣性モーメント量

= 鍵盤の慣性モーメント
＋ウイペンの換算慣性モーメント
＋ハンマーの換算慣性モーメント

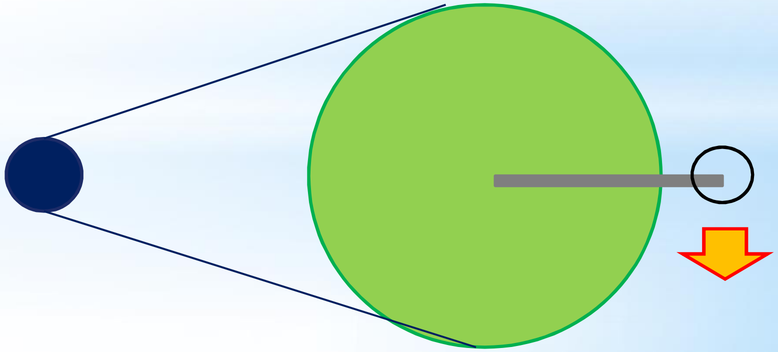


$$\mathrm{MoI}_{\text{(Whole action at key)}}$$
$$= \mathrm{MoI}_{(K)}$$
$$+ \mathrm{MoI}_{(W)} \times (L_{KO} / L_{WI})^2$$
$$+ \mathrm{MoI}_{(H)} \times (L_{WO} / L_{HI} \times L_{KO} / L_{WI})^2$$

ギアレシオ（小）＝　加速を与えやすい（軽く感じる）

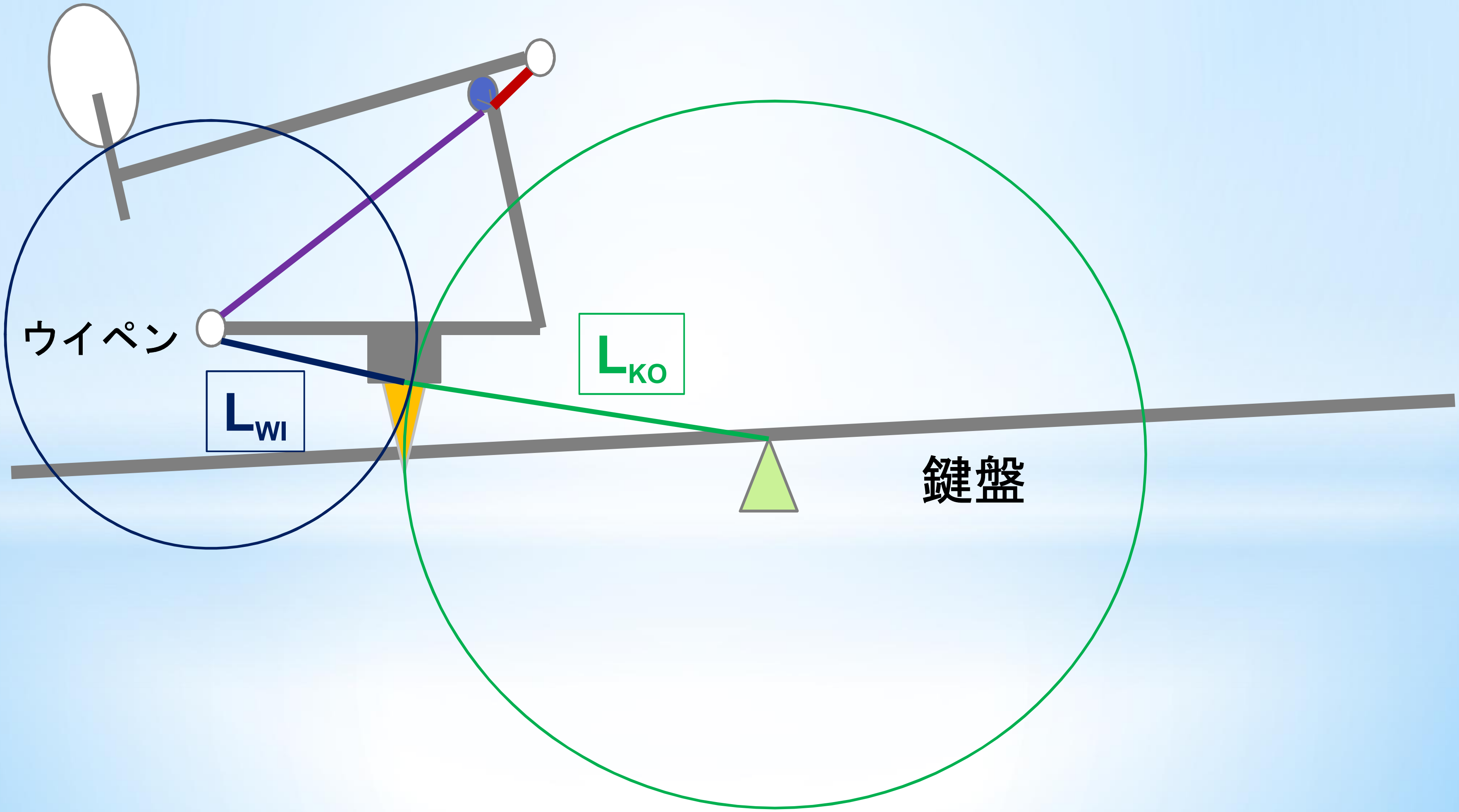


ギアレシオ（大）＝　加速を与えづらい（重く感じる）



ギアレシオ　ピアノの大きさによる違い

ギアレシオ (ウイペン – 鍵盤) ⟶ $(L_{KO} / L_{WI})^2$



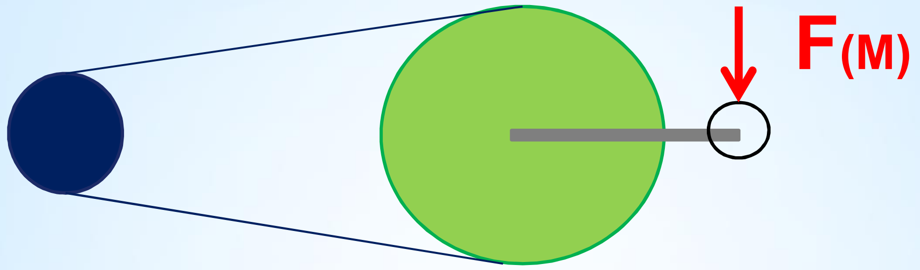
$L_{(KO)}$ による換算慣性モーメントの違い

条件:
- 同じハンマー・ウイペンを使用する
- $L_{(KO)}$ のみそれぞれのデータを使用

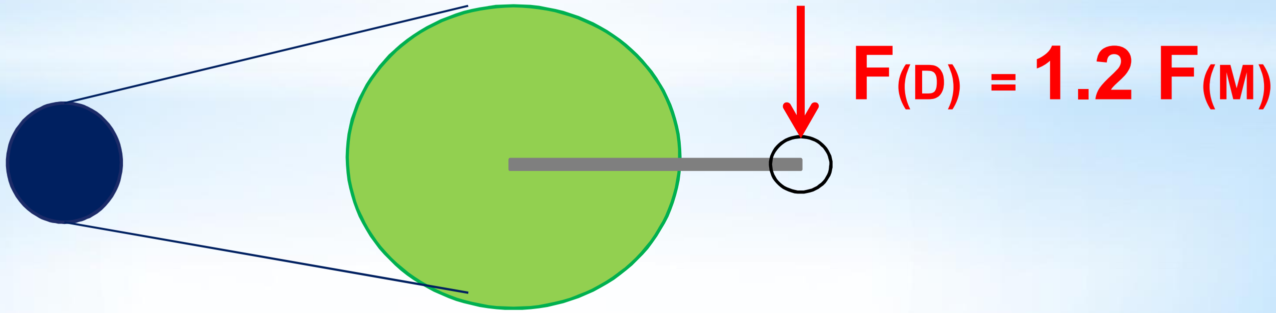
S&S model M　最低音の B **(L_{KO} = 12.1 cm)**
- MoI (whole) : 202,000 g cm^2

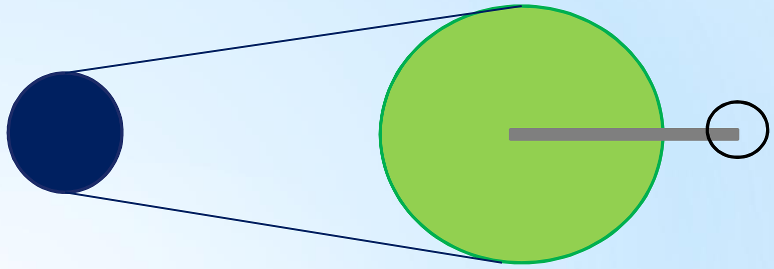
S&S model D　最低音の B **(L_{KO} = 16.5 cm)**
- MoI (whole) : 316,000 g cm^2

S&S M: L_{KI} = 23.2 cm, L_{KO} = 12.1 cm, MoI = 202,000



S&S D: L_{KI} = 31 cm, L_{KO} = 16.5 cm, MoI = 316,000





慣性モーメントが小さい＝加速度をつけやすい
＝最高速度は上がらない

子どもが乗れば楽しめる
競輪選手には軽すぎて全然物足りない。最高速遅すぎ

打鍵力の大きさとタッチの重さのバランス

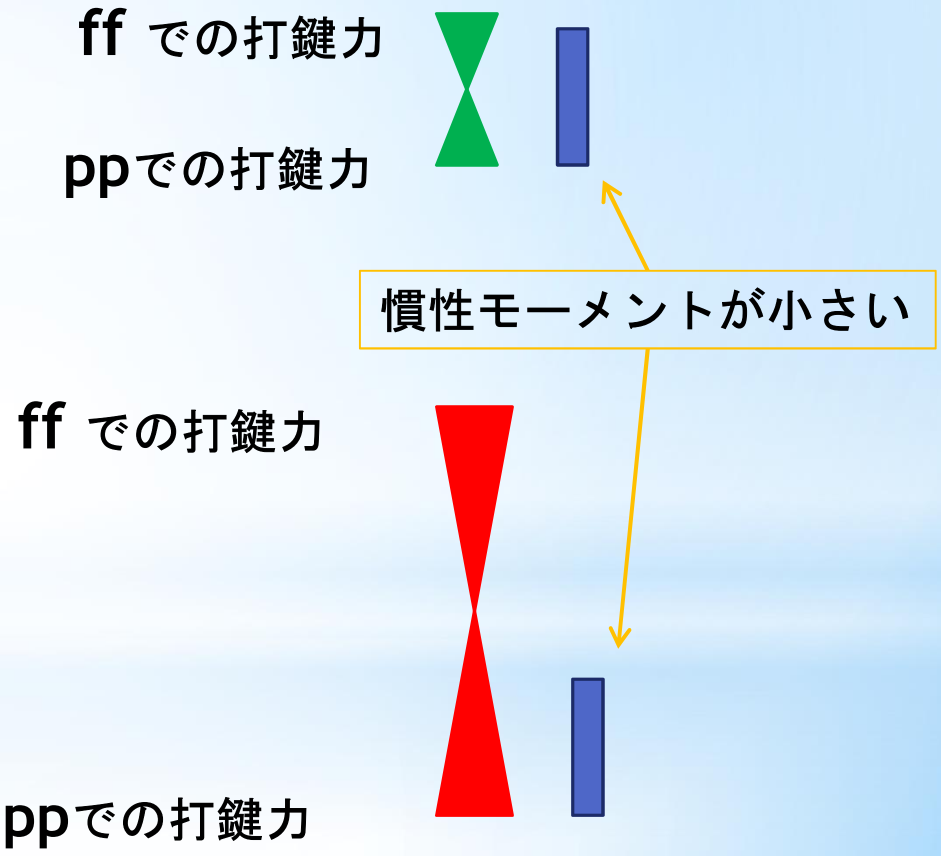
慣性モーメントが小さいアクションを弾き比べる

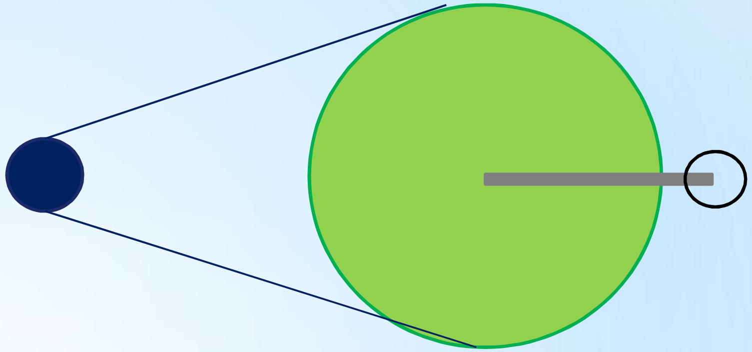
打鍵力の範囲が小さい弾き手：
最小と最大の力の範囲が狭い

表現力の幅が充実していると
感じる。

打鍵力の範囲が大きい弾き手：
最小と最大の力の範囲が広い

ｍｐの打鍵でｆｆが出てしまい
それ以上強く弾いても何も
変わらない。





慣性モーメントが大きい＝加速度をつけづらい
＝最高速度はとても速い

子どもには重すぎて乗れない（加速できない）
競輪選手は強い脚力で加速し、最高速を出す

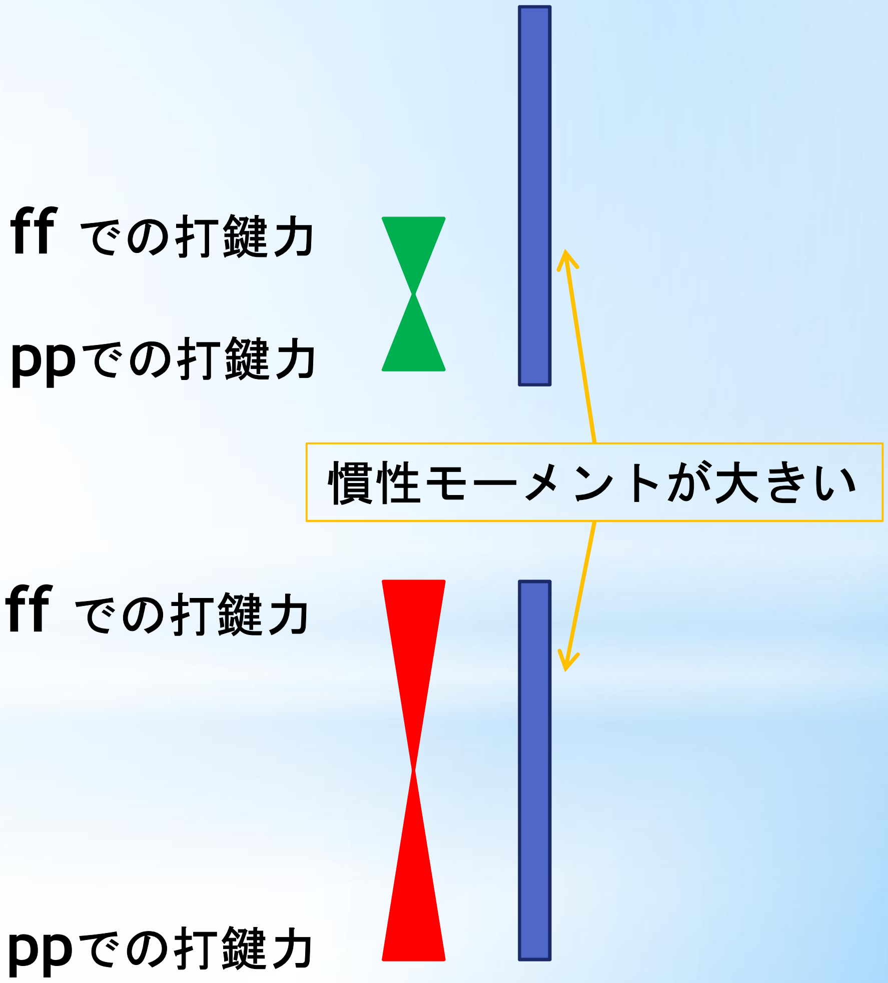
打鍵力とタッチの重さのバランス（２）

慣性モーメントが大きいアクションを弾き比べる

打鍵力の範囲が小さい弾き手：
最大の力でもｍｆしか出ないので
十分な表現ができない。

打鍵力の範囲が大きい弾き手：
最小の力でｐｐ、最大の力でｆｆ
が出せるので弾きやすく感じる。

表現力の幅も充実していると
感じる。



慣性モーメントを考慮した調整の方向性

- ハンマーストライクウエイト
- レシオ
- 鍵盤鉛の位置

ハンマーストライクウエイトの設定

- 連打性を求めるなら軽い方が良い
- 深み・重みのある音色を求めるなら重い方が良い

⇒ 目的に合った適切なＨＳＷを選択

- ストライクレシオに見合っていること
- 目標とするタッチウエイトの調整範囲内であること
- 音色が良いこと
- 連打性が良いこと

レシオの設定

- アクションレシオ　：整調の基礎
- ストライクレシオ　：静的タッチウエイトの要素
- ギアレシオ　：動的タッチウエイトの要素
（換算慣性モーメントを決定）

⇒ レシオを変更できる場所

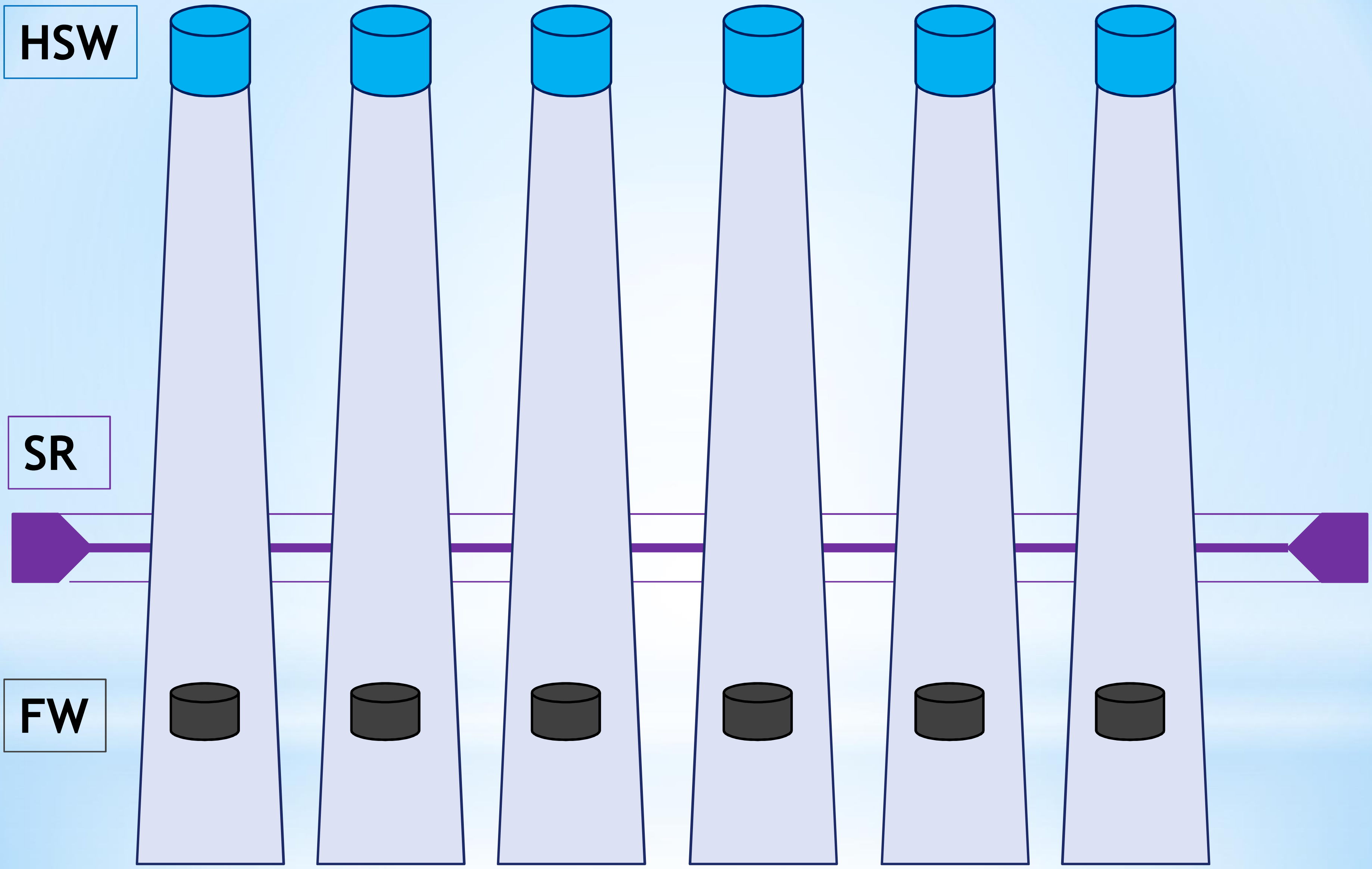
- ウイペンヒールに細いシムを入れる
- キャプスタンの移動
- 鍵盤バランスパンチングクロスをカットする

鍵盤鉛の位置決め

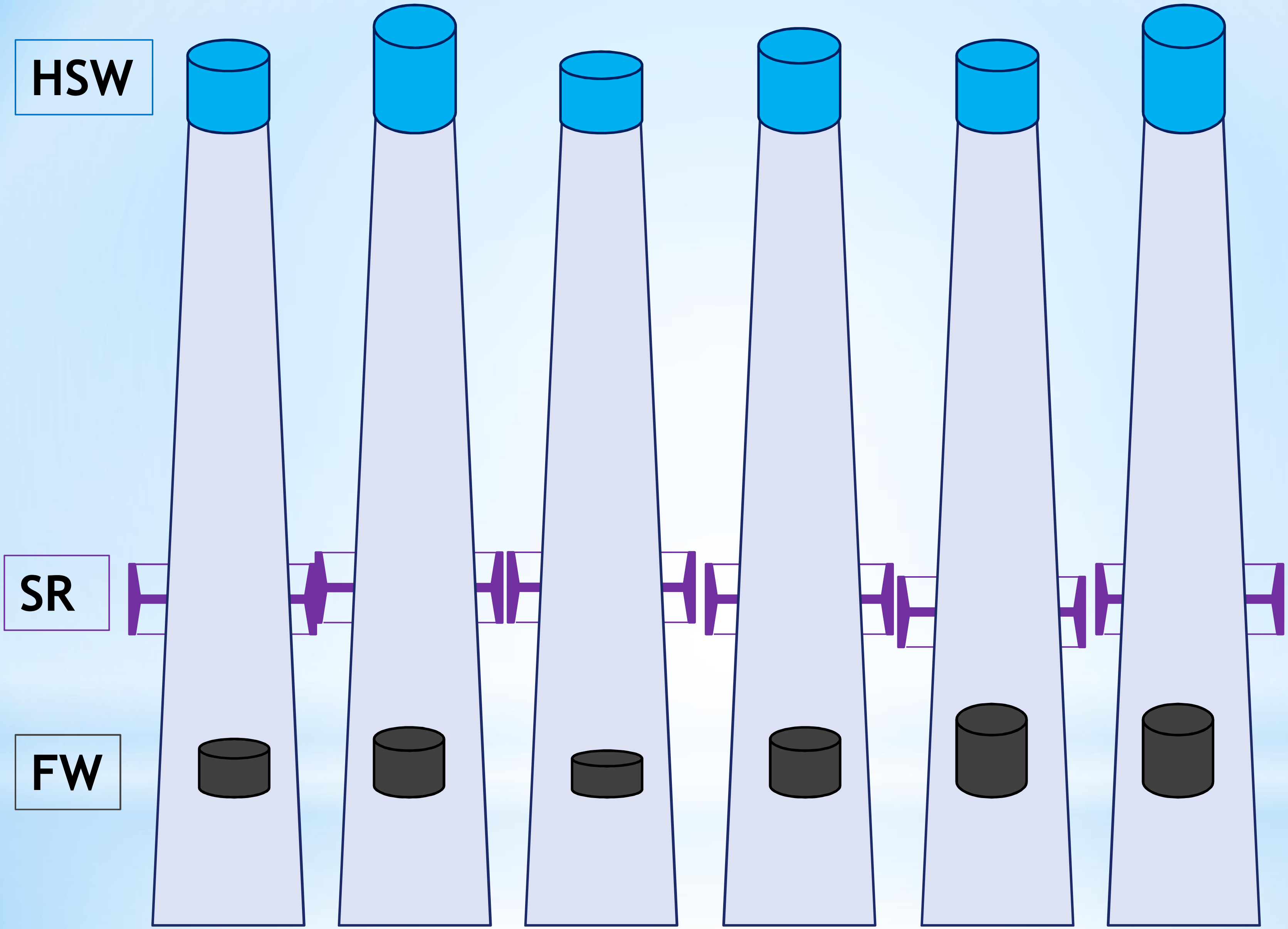
慣性モーメントを変えるためにどうするか

- 小さくしたい：バランスピン側に寄せる
- 大きくしたい：外側に寄せる

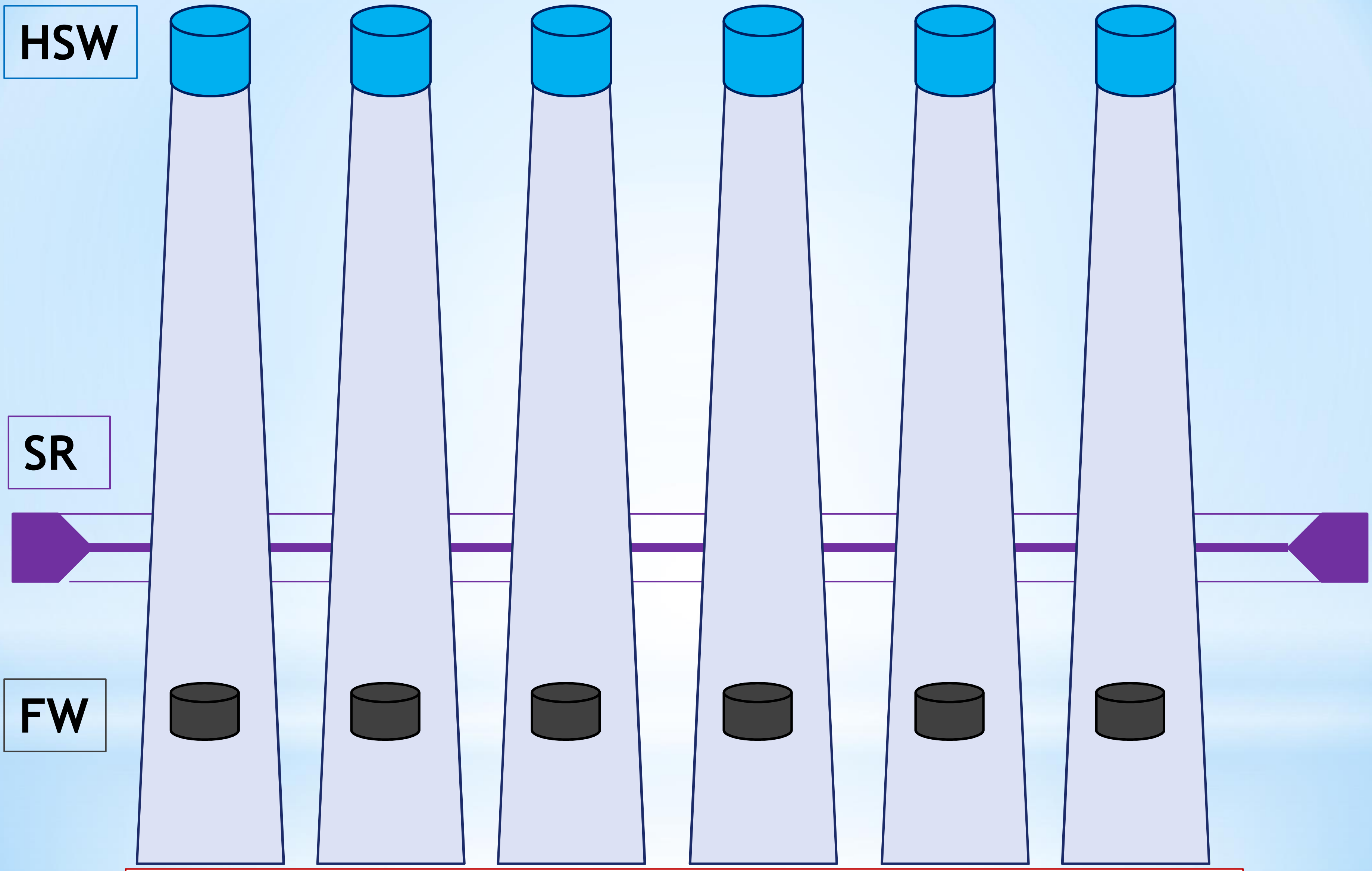
同時にＦＷがシーリング値より３グラム以上低くなるように設定する



SW, FW, BWが揃っていると慣性モーメントも揃う



DWとUWが揃っていても、要素がばらついていると
慣性モーメントは揃わない



慣性モーメントを揃えるには、 SW, FW, BWを揃える必要がある

タッチウエイト設定例

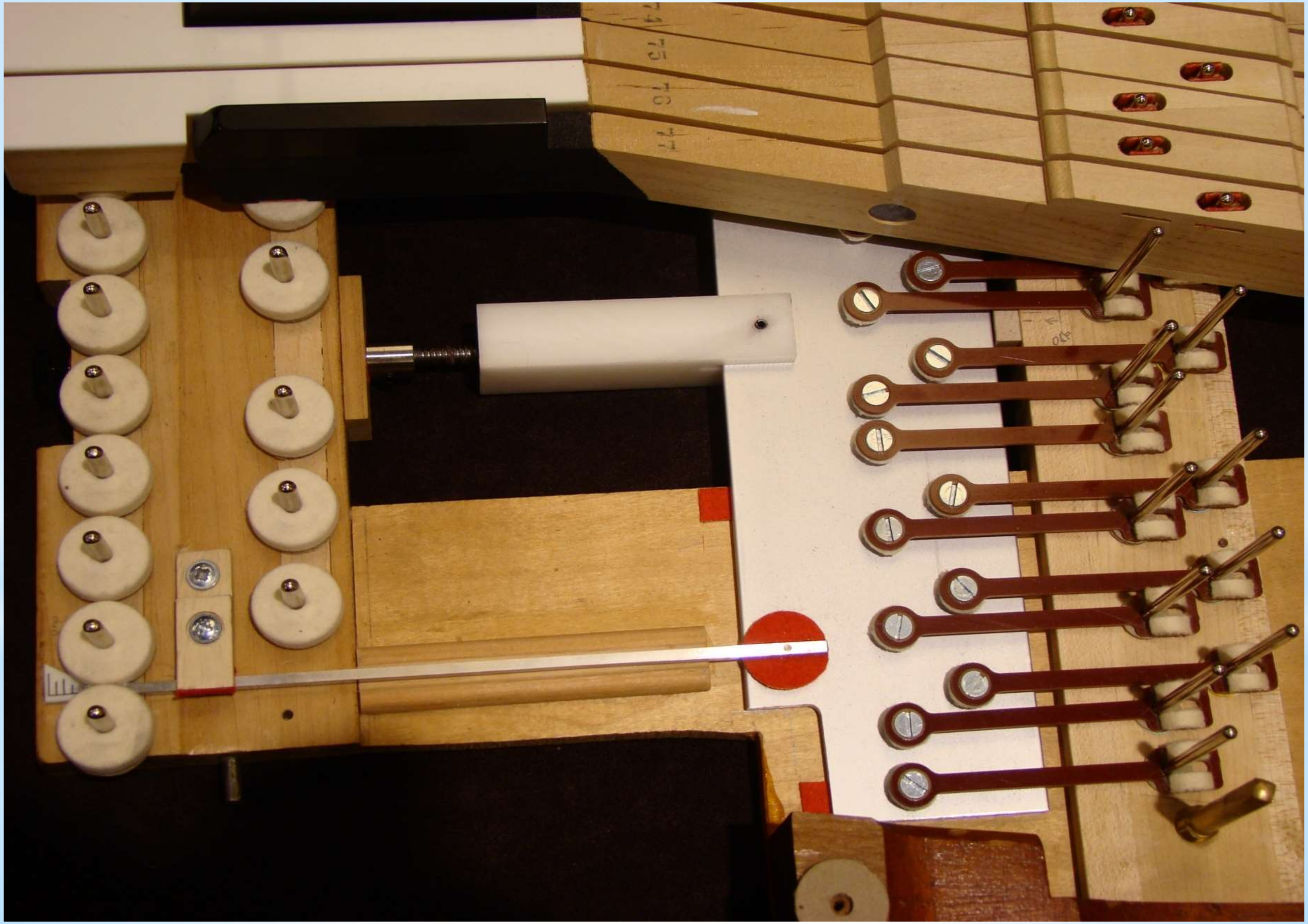
グランド：タッチ感を軽く、連打性を良好に

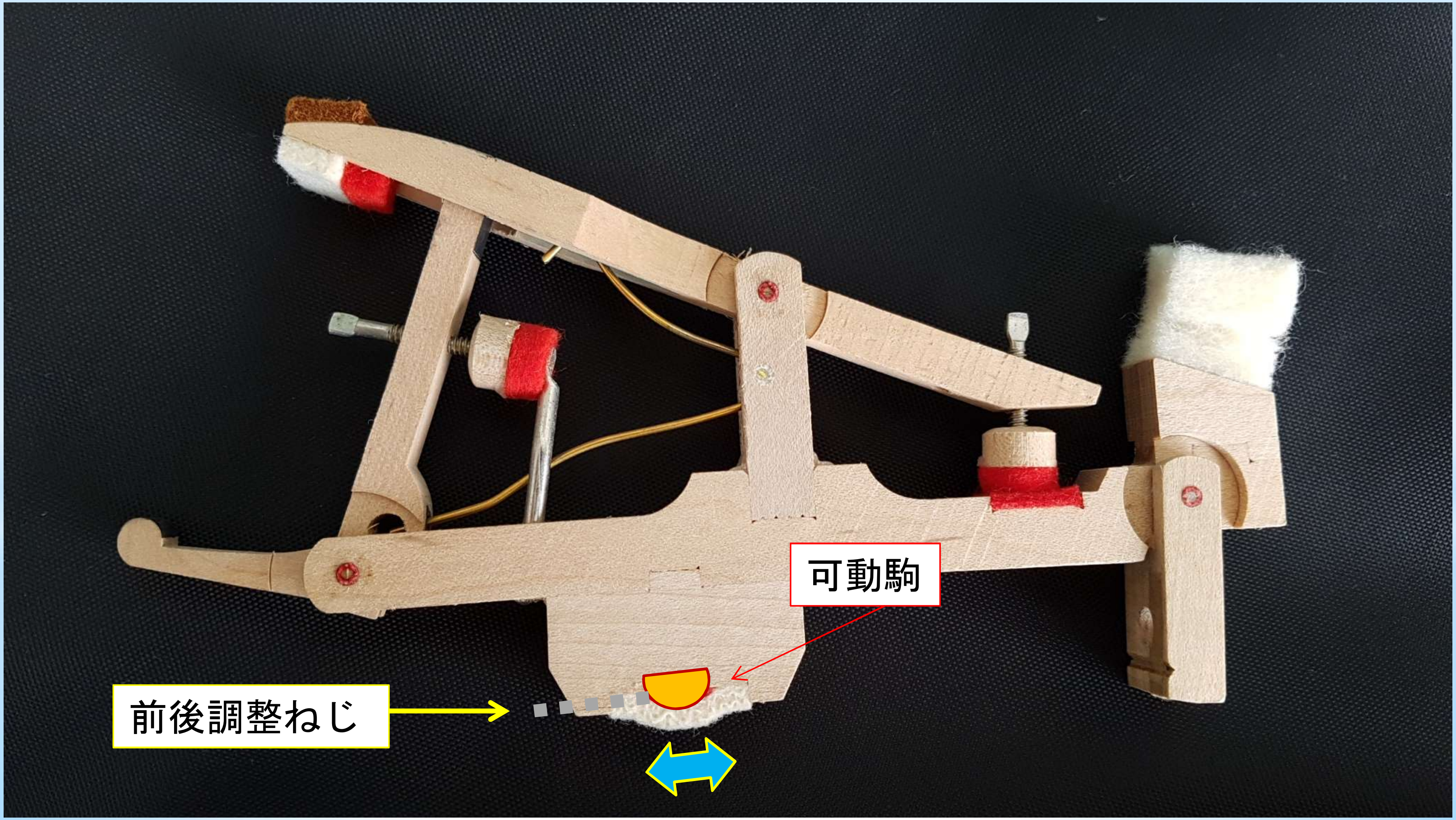
- ❖　ＨＳＷ軽めに揃えるように調整
- ❖　ストライクレシオを一段低くする
- ❖　フロントウエイト軽めで鍵盤鉛内側寄りに移動
- ❖　バランスウエイト３６ｇ～３８ｇで調整

BW軽め、慣性モーメント少なめ、適度なフリクション

スタンウッドのレシオ調整可能アクション

Stanwood Adjustable Leverage Action



接触位置可動式ウイペン

ウイペンヒールクロス下の駒が前後に動き
キャプスタンに当たる位置が変わる＝レシオが変わる