

# 第10章 クラッチ・ブレーキ

クラッチ：原動軸と従動軸を

連結して動力を伝える

切り離して動力を遮断する

機能を有する機械部品（機械要素ではない）

## 1.1 クラッチの種類

### 作動方式によるクラッチの分類と特長

名称	特徴
機械クラッチ	カム・レバー・リンクなどで人の手や足による力を拡大し作動させる。したがって、力の大きさ、断続の回数、連結時間などが限定される。最も安価である。
油圧クラッチ	油圧を利用して押付け力を大きくすることができるので、クラッチの単位体積あたりの伝達トルクは最大で、連結時間も短い。油圧ポンプ・配管・制御弁などが必要である。
電磁クラッチ	制御が簡単で遠隔操作に最も有利である。連結時間は最小で、断続回数も多くとることができる。爆発の危険のあるところでは注意が必要である。

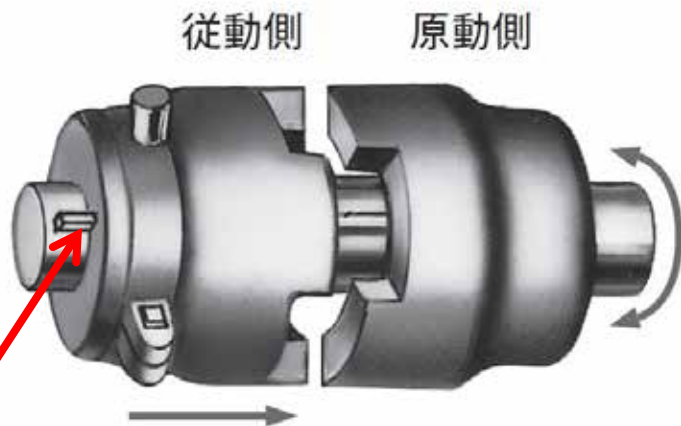
## 1.1.1 かみ合いクラッチ

つめをかみ合わせて2軸の連結と切り離しを行う



滑りがないので、確実に回転を伝えたい場合に用いる

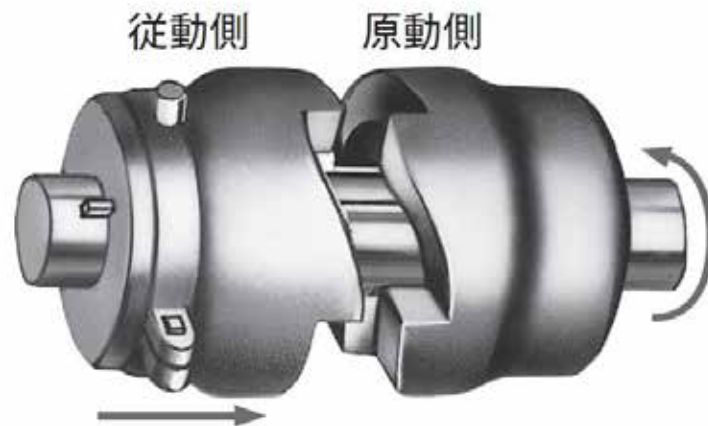
短所：高速回転時の連結は、衝撃をともなう



強大な負荷に耐え、回転方向が変化するところに用いる。

スプライン上を移動する

(a) 角形



比較的小形で、回転方向が一定しているところに用いる。

(b) スパイラル形

## 1.1.2 摩擦クラッチ

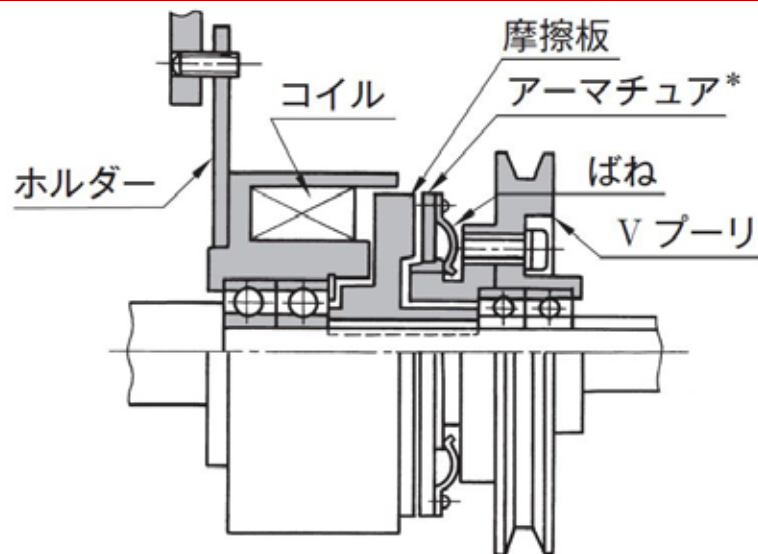
摩擦板を押しつけて接触させ、摩擦力で動力を伝達

長所： 押しつけ力を調整することによって、滑らかな連結が可能  
過負荷の場合には、滑りを生じて安全装置になる

押しつけ力の付与： 油圧、 電磁力

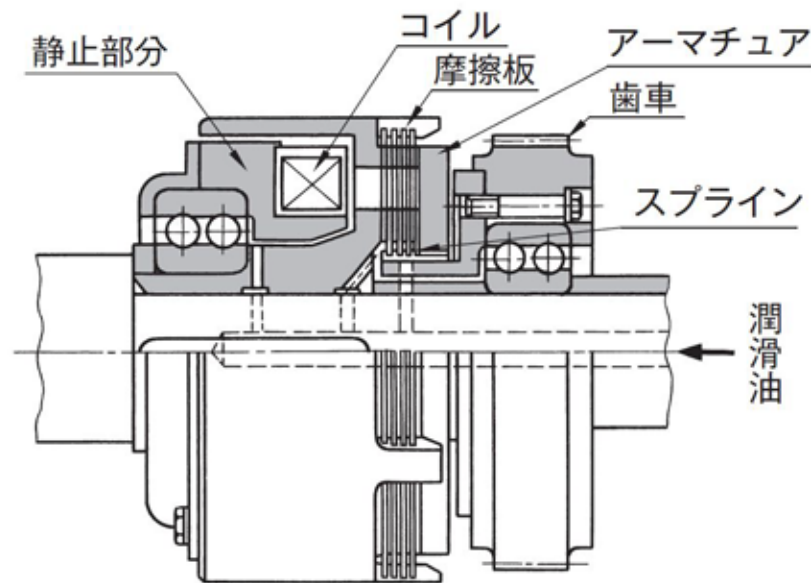
潤滑： 乾式、 湿式(オートマチックトランスミッション等)

摩擦板の枚数： 単板、 多板



\* 電磁石で引き付けられる円板

(a) 単板クラッチ



(b) 湿式多板クラッチ

短所： 放熱対策が必要  
連結・遮断時間が長い

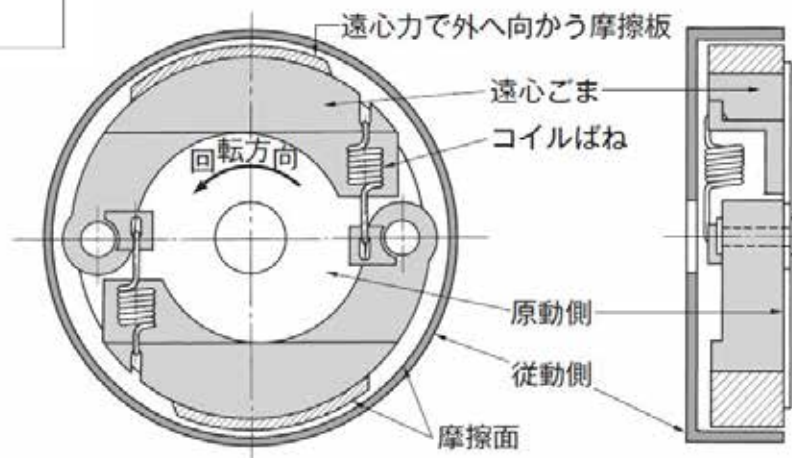
### 1.1.3 自動クラッチ

設定条件に達したら、自動的に連結・遮断を行う

種類	しくみ
定トルククラッチ	あらかじめ定めたトルクを維持するため、自動的にかみあいがはずれたり、摩擦面で滑る構造になっている。
一方方向クラッチ	1方向だけに動力を伝達する構造になっている。
遠心クラッチ	ある速度を超えると遠心力の作用で原動側と従動側が連結するようになっている。

#### 遠心クラッチ

回転が速くなると遠心力で遠心ごまが広がり、従動の内周に接触して回転力を伝達する



原動側がはやく回転すると、遠心ごまが外へ広がり、摩擦板が従動側摩擦面に接触し、動力を伝える。

# 10.1.2 単板クラッチの設計

伝達トルク:

$$T = \mu R \frac{D_0}{2}$$

$D_0 = (D_1 + D_2) / 2$ 、 $\mu$ : 摩擦係数

平均面圧:

$$p = \frac{R}{\frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)} \leq p_a$$

摩擦材	摩擦係数 $\mu$		許容温度 [°C]
	乾式	湿式	
鑄鉄	0.15 ~ 0.25	0.04 ~ 0.12	300
焼入鋼*	—	0.05 ~ 0.07	250
焼結合金	0.2 ~ 0.5	0.05 ~ 0.1	350
木材	0.2 ~ 0.35	0.1 ~ 0.15	100
皮革	0.3 ~ 0.55	0.1 ~ 0.15	90

注 相手材料は、\*印が焼入鋼、そのほかは鑄鉄または鑄鋼である。

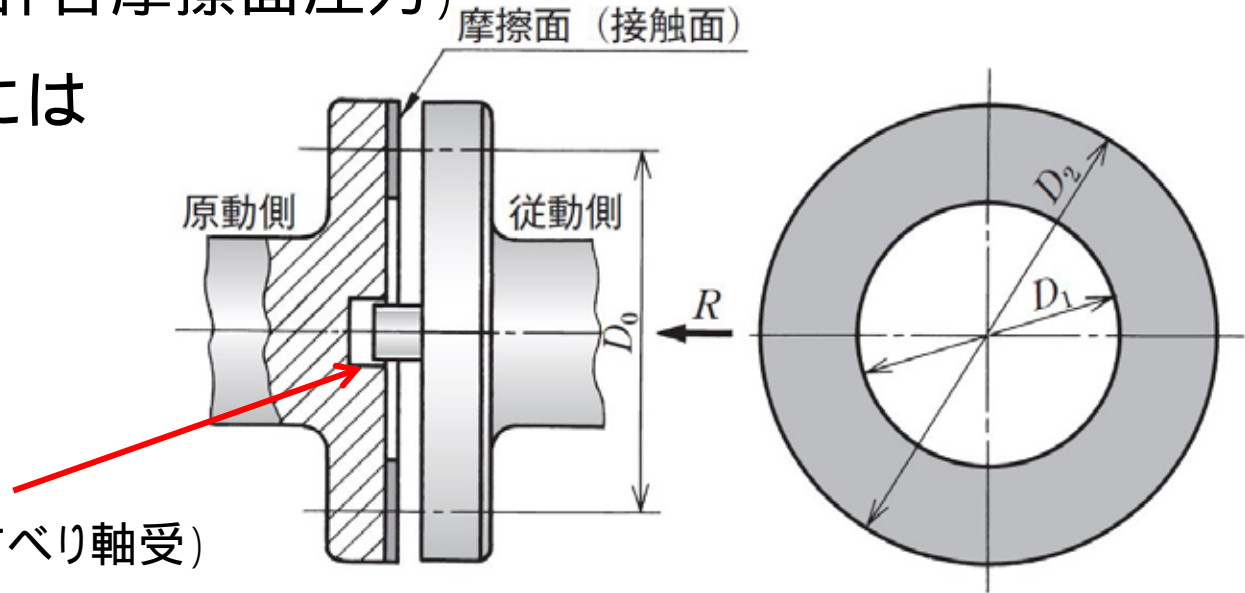
$p_a$ : 許容押付け圧力 (許容摩擦面圧力)

押付け力が小さい時には  
摩擦面で滑りが生じる



**半クラッチ**

移動ガイド (すべり軸受)





# 10.2 ブレーキ

**ブレーキ**：機械の運動エネルギーを吸収して熱や電気エネルギーに変えて、**減速、停止させる装置**

## 10.2.1 摩擦ブレーキの種類

種類	用途
ブロックブレーキ	手巻ウィンチや簡単な機械, クレーン, 鉄道車両, 自転車
ドラムブレーキ	自動車, 産業機械
ディスクブレーキ	鉄道車両, 自動車, 産業機械

## 10.2.2 摩擦ブレーキの設計

**(1) ブロックブレーキ**：ブレーキドラムにブレーキシューを押し付けて制動する

シュー材質：鋳鉄、木材など

単ブロック：シューが1つ

複ブロック：シューが2つ以上

# 単ブロックブレーキの設計

$$R = \frac{l}{a} F$$

F: てこに加える力、R: シューを押しつける力

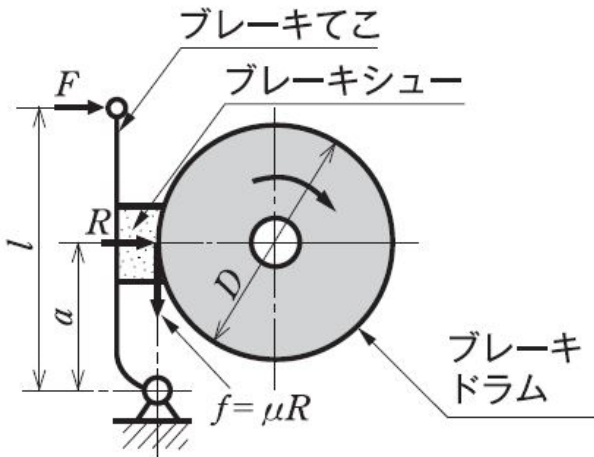
ブレーキドラムに作用する摩擦力は、 $\mu$ を摩擦係数とすれば、

$$f = \mu R$$

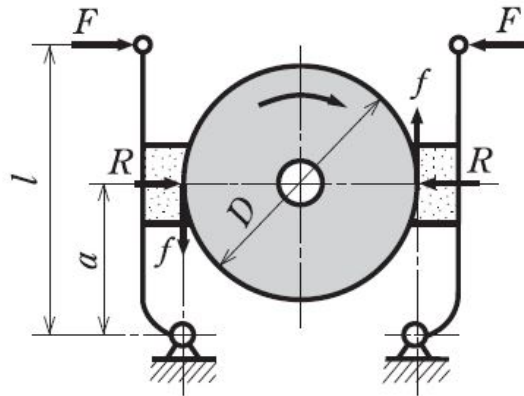
ブレーキトルクTは、

$$T = f \frac{D}{2} = \mu R \frac{D}{2}$$

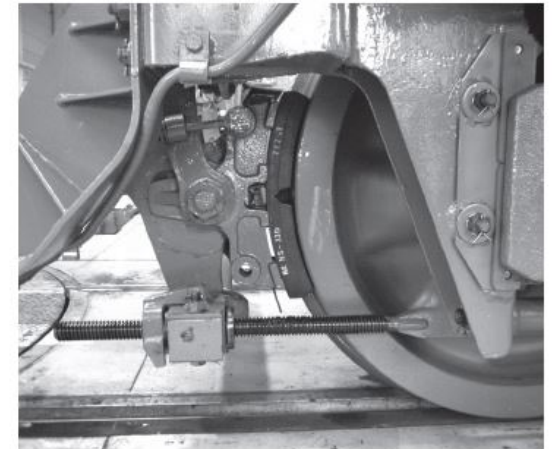
一般に、すきまは2 ~ 3mm、 $l/a$ は3 ~ 6



(a) 単ブロックブレーキ

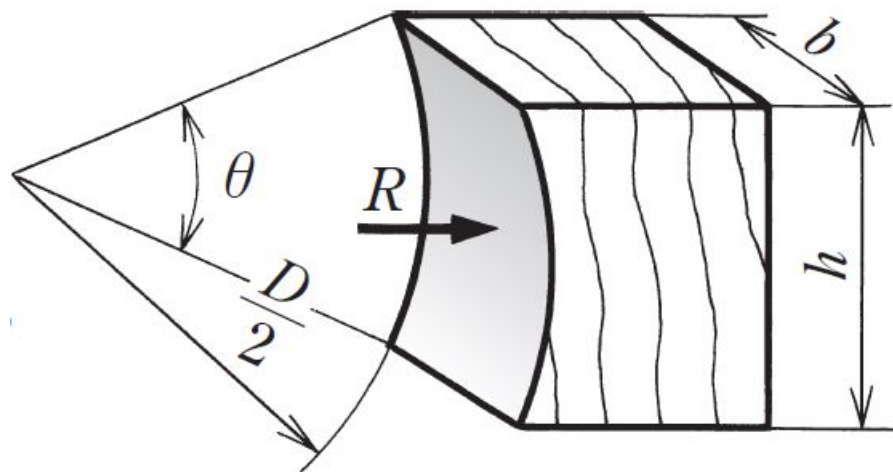


(b) 複ブロックブレーキ



(c) 電車に使われている複ブロックブレーキ

# ブレーキシューの形状



$b$  : 幅  
 $h$  : 長さ  
 $\theta$  : 接触角  
 $D$  : ドラムの直径

$\theta : 50 \sim 70^\circ$   
 $h/D : 0.4 \sim 0.55$

接触面において、許容押付け圧力を超えないようにする。

表 10-3 おもな摩擦材の摩擦係数と許容押付け圧力 挿入

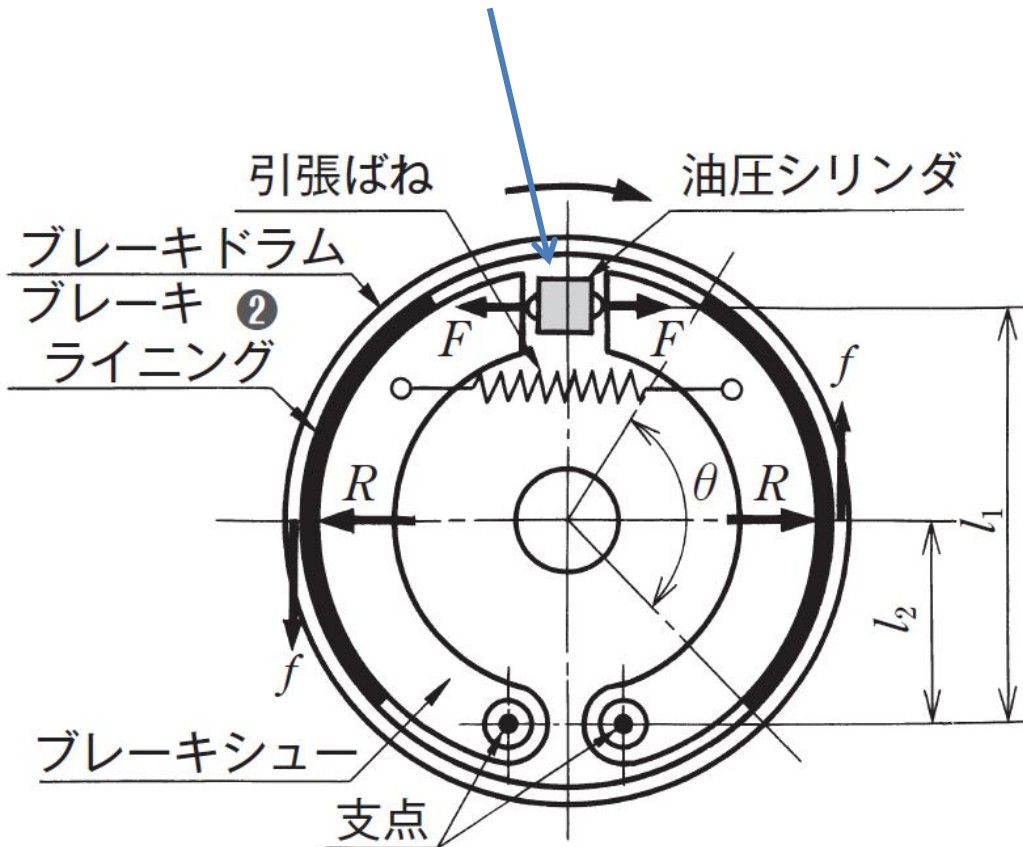
摩擦材	摩擦係数 $\mu$		許容押付け圧力 $p_a$ [MPa]	許容温度 [°C]
	乾式	湿式		
鉄	0.15 ~ 0.25	0.04 ~ 0.12	1 ~ 1.8	300
焼入鋼*	—	0.05 ~ 0.07	0.7 ~ 2	250
焼結合金	0.2 ~ 0.5	0.05 ~ 0.1	1 ~ 3	350
木材	0.2 ~ 0.35	0.1 ~ 0.15	0.2 ~ 0.4	100
皮革	0.3 ~ 0.55	0.1 ~ 0.15	0.05 ~ 0.3	90



## (2) ドラムブレーキ

原理的には複ブロックブレーキと同じであるが、**ドラム内面を2つのシューが押し広げる構造**

シューを押し広げる機構：カム、油圧シリンダ



**例題 1**

直径  $D = 500 \text{ mm}$  のドラムをもつ図 10-5(a) の単ブロックブレーキで、ブレーキトルクを  $T = 50 \text{ N}\cdot\text{m}$  にしたい。 $F = 200 \text{ N}$ ,  $a = 300 \text{ mm}$ ,  $\mu = 0.35$  とすると、ブレーキでこの長さ  $l$  をいくらにすればよいか。また、許容押付け圧力  $p_a = 0.07 \text{ MPa}$  とし、シューの長さ  $h$  を  $200 \text{ mm}$  とすると、幅  $b$  はいくらになるか。

**解答**

ブレーキトルクは  $T = 50 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{mm}$  であり、式 (10-3) により  $T = \mu R \frac{D}{2}$  であるので、押付け力  $R$  は、

$$R = \frac{2T}{\mu D} = \frac{2 \times 50000}{0.35 \times 500} = 571.4 \text{ [N]}$$

$$\begin{aligned} \text{図 10-5(a) から, } l &= \frac{Ra}{F} = \frac{571.4 \times 300}{200} \\ &= 857.1 \div 860 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

押付け圧力  $p_a$  は、 $p_a = \frac{R}{hb}$  であるので、

$$b = \frac{R}{p_a h} = \frac{571.4}{0.07 \times 200} = 40.8 \div 41 \text{ [mm]}$$

**答**  $l = 860 \text{ mm}$ ,  $b = 41 \text{ mm}$

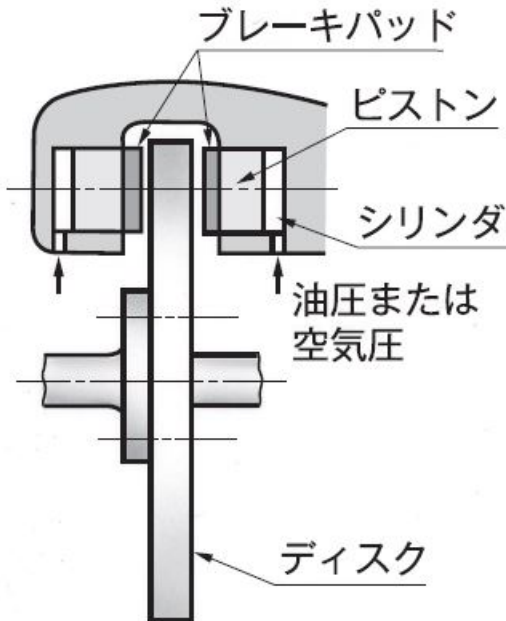
### (3) ディスクブレーキ

ディスク(円板)をブレーキパッドで挟む構造

長所: 摩擦面からの放熱性がよい  
摩擦面の圧力分布が均一  
高速安定性に優れている



二輪、乗用車、  
電車などに使用  
される



(a) 構造



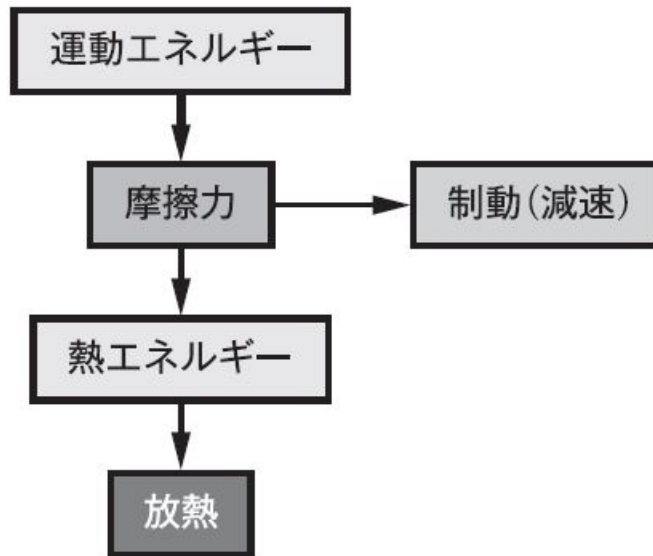
(b) 自動二輪車のディスクブレーキ

## 10.2.3 回生ブレーキ

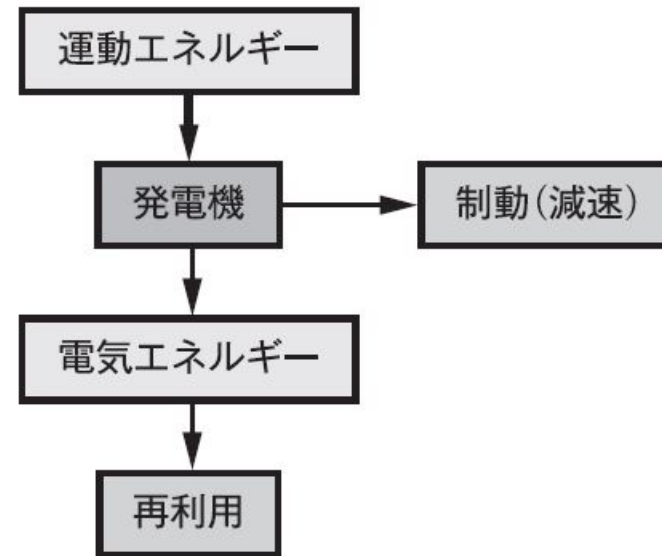
### ハイブリッド、電気自動車の開発で注目

従来のブレーキは運動エネルギーを熱に変えて**放熱**  
→ **無駄に捨てていた**

回生ブレーキは、減速時の運動エネルギーを発電機の回転に使って**電気エネルギーとして再利用**する

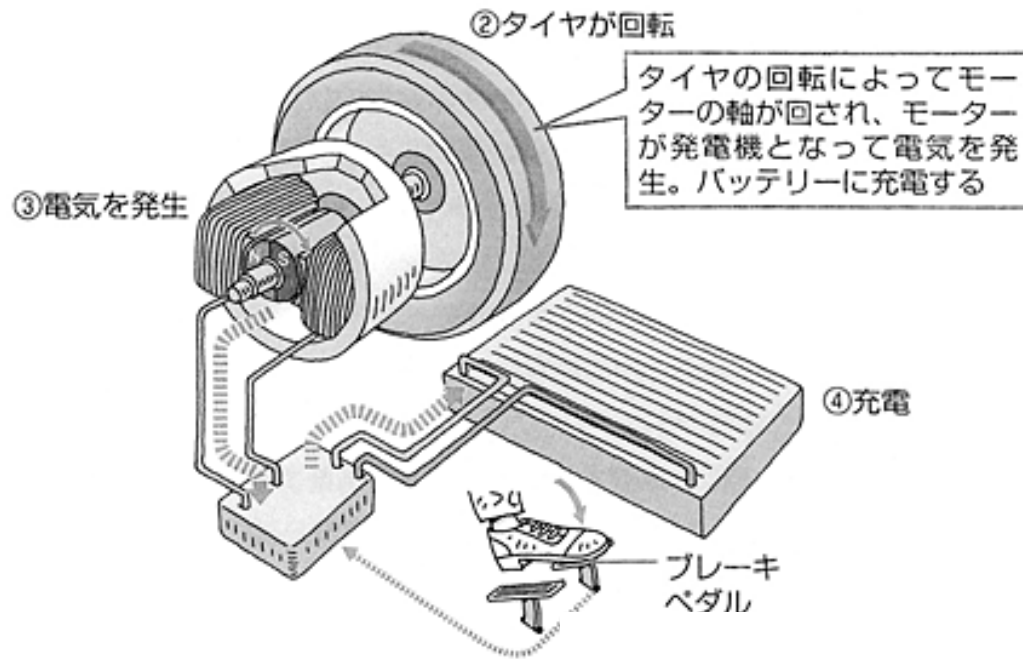


(a) 摩擦ブレーキ

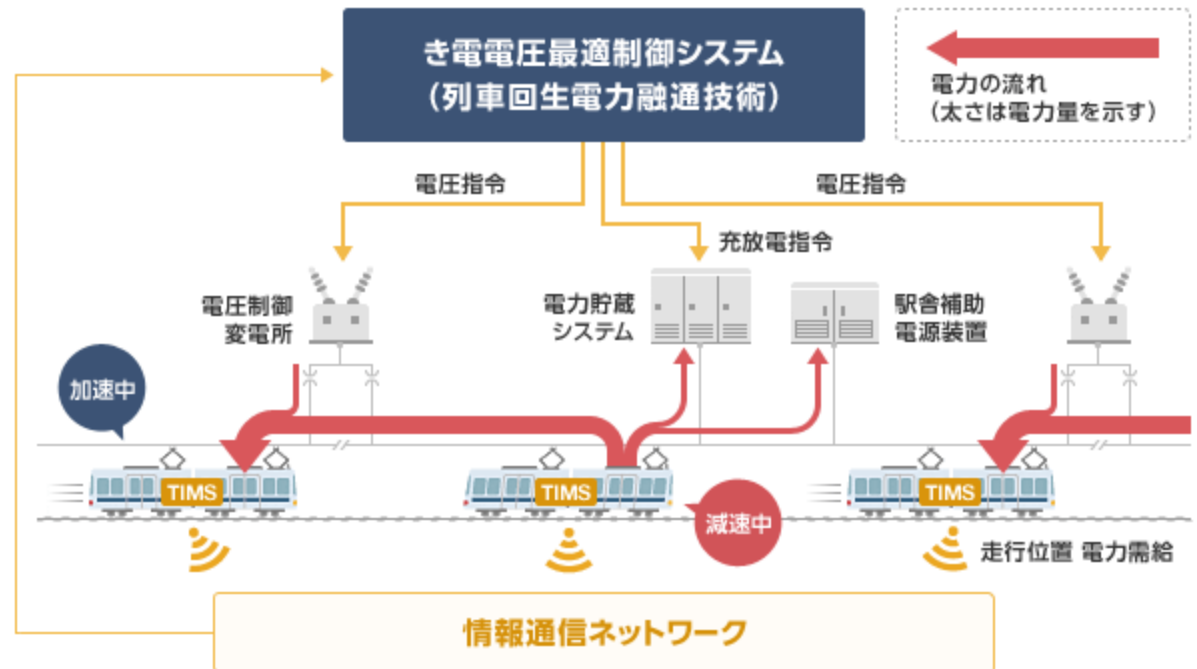


(b) 回生ブレーキ

# 回生ブレーキの例



## 循環型社会への適用

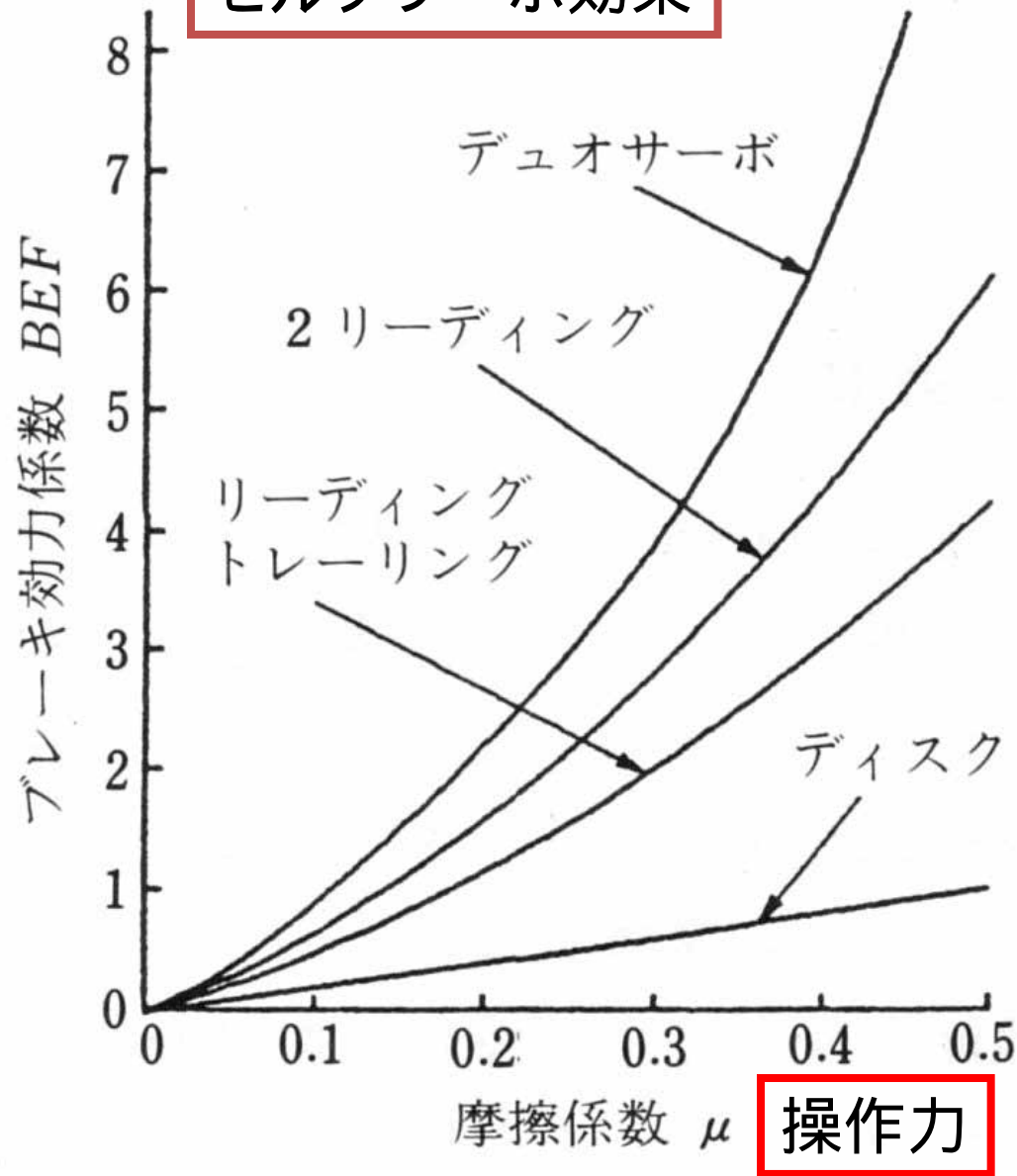




これ以降はテキスト外

セルフサーボ効果

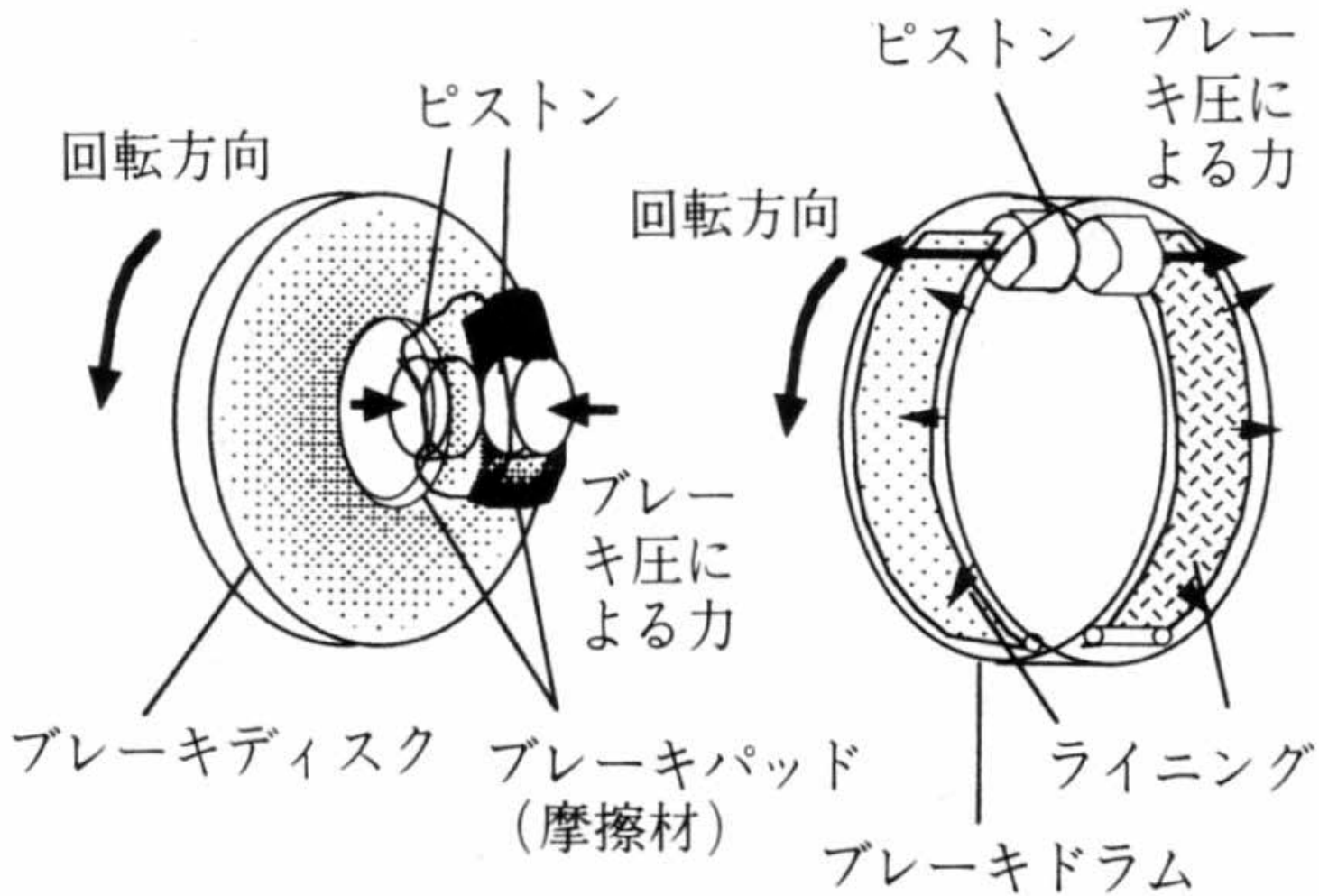
制動力



ドラムブレーキは操作力以上に制動力が作用する

ディスクブレーキは操作力と制動力がリニア

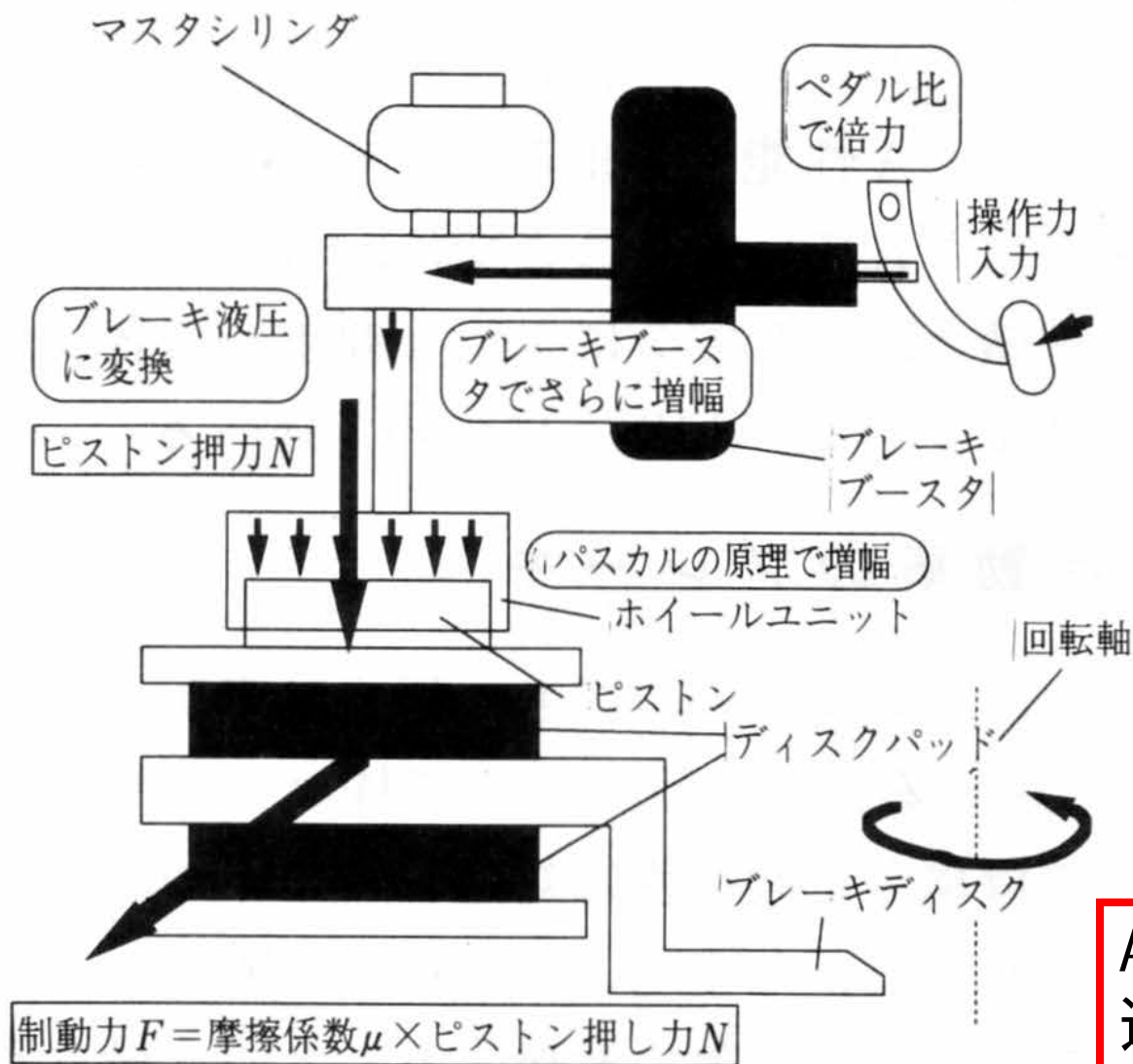
操作力



ディスクブレーキ  
(前輪用)

ドラムブレーキ  
(大型, サイドブレーキ)

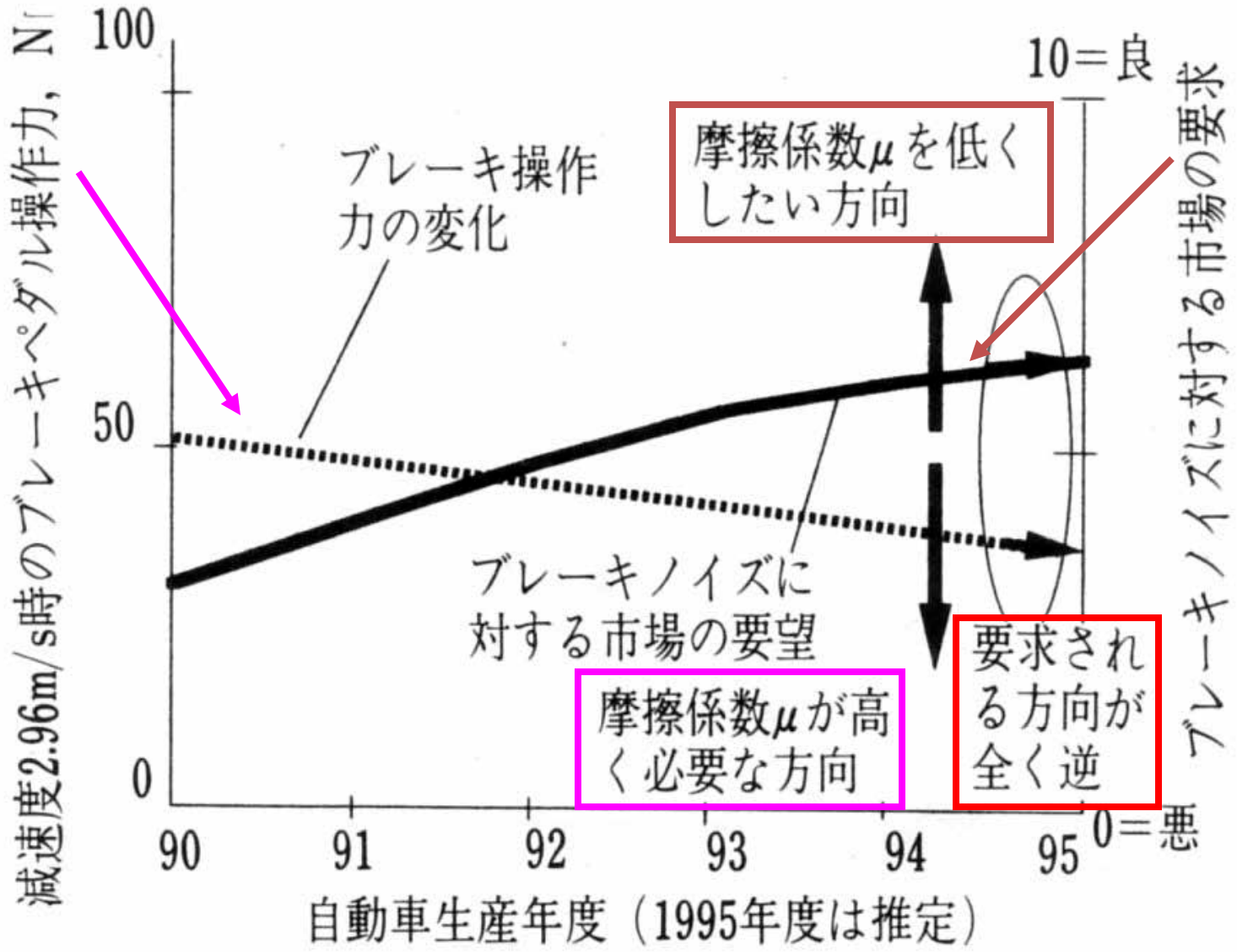
## 自動車用ブレーキ



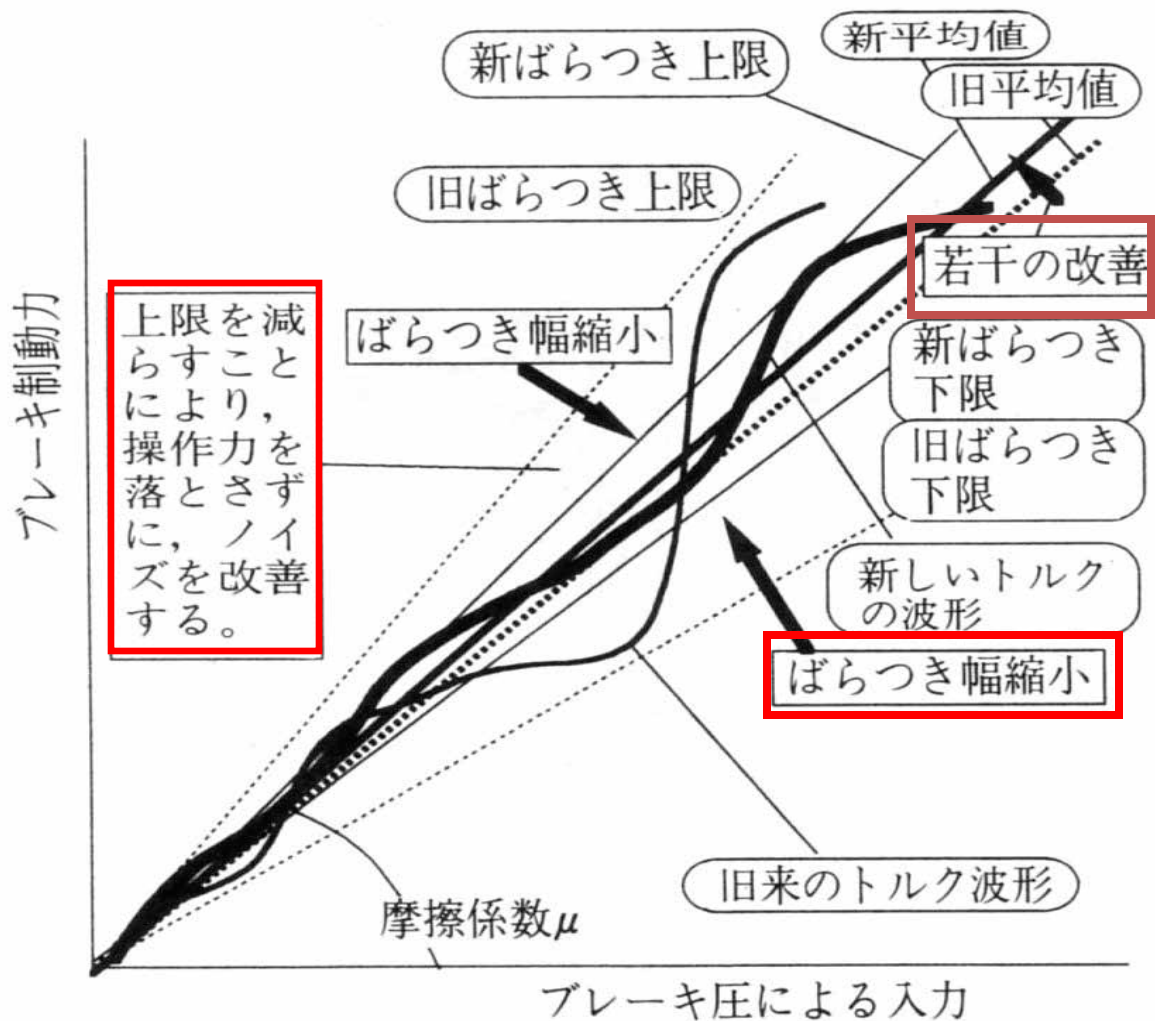
ブレーキブースタ  
で操作力を強化  
(高齢者, 女性)

ABSでは, 車輪回転  
速度を検知しながら  
制動力をコントロール

# 自動車のブレーキシステム

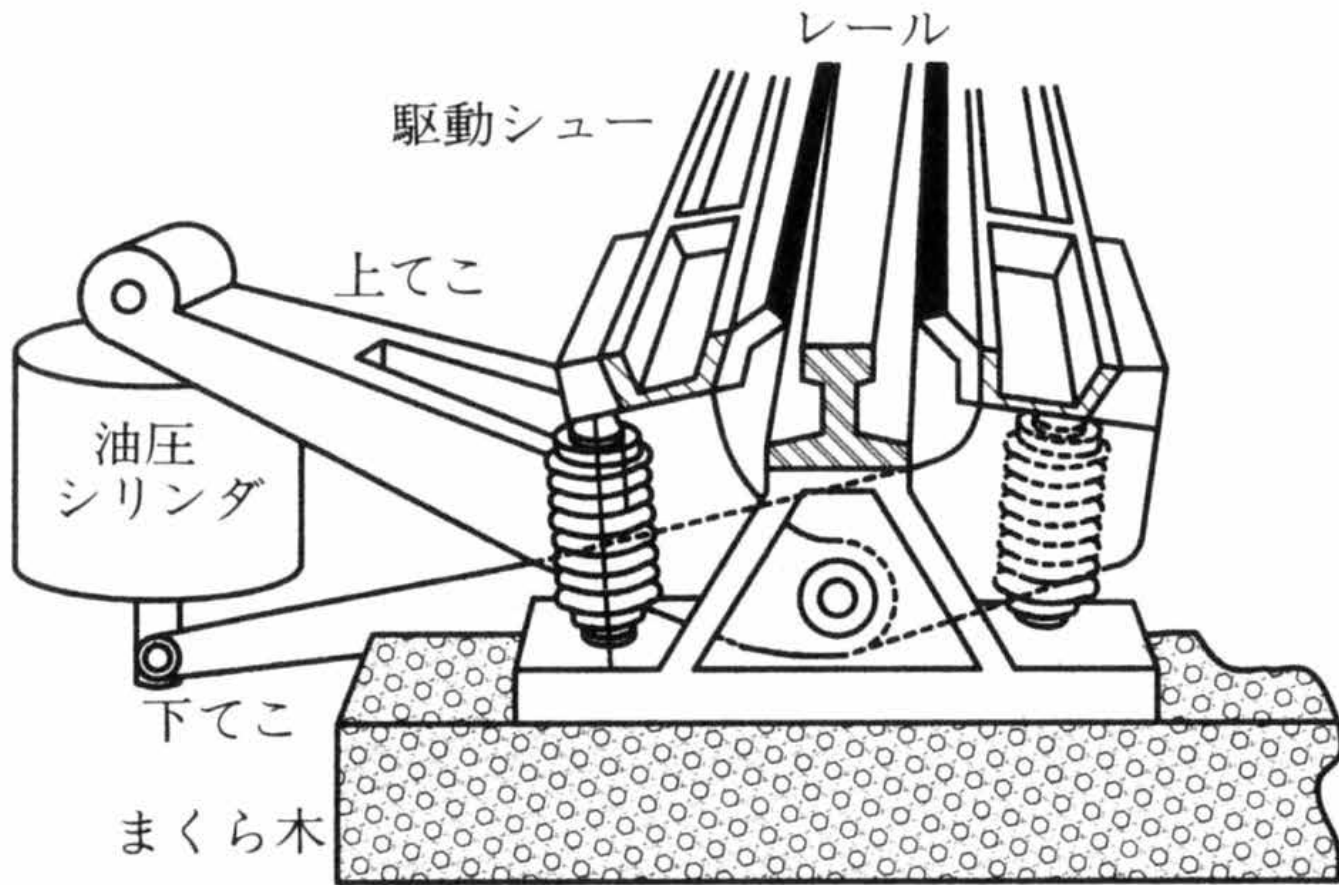


# 自動車用ブレーキへの要求



ブレーキノイズと制動力両立のイメージ





カーリターダ(鉄道車両用)