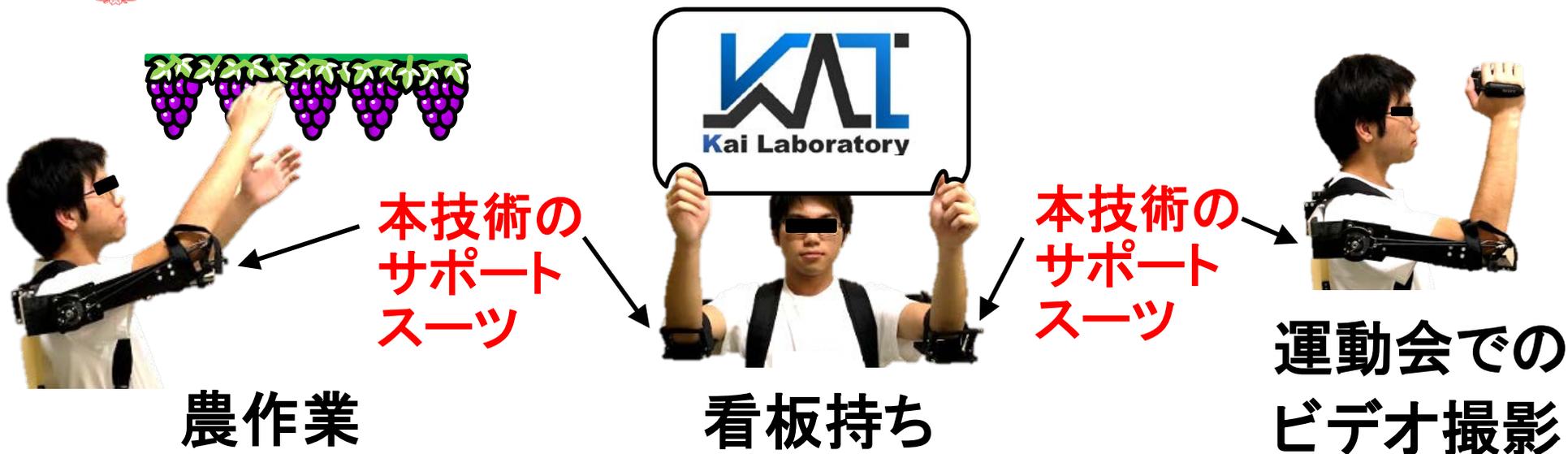


# 無動力サポートスーツの開発

東海大学 工学部 機械工学科  
教授 甲斐 義弘

令和2年10月13日

# 本技術の概要



農作業, 車の整備, 看板持ち, 電気工事, 運動会でのビデオ撮影など, 同じ姿勢を長く維持して行う作業が数多く存在する.



本技術のサポートスーツは, 作業内容に応じて任意の角度で関節を固定することにより, 同じ姿勢を容易に長時間維持することを可能にする. また, 固定位置の変更も簡単に行え, かつ 電源供給が不要な姿勢維持サポートスーツである.

# 本技術の概要

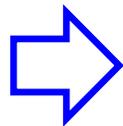
## 無動力サポートスーツの一連の動き



動画

①腕を上方へ動かす

②前腕を伸ばし、レバーを押しながら、腕を一定の角度まで下げる

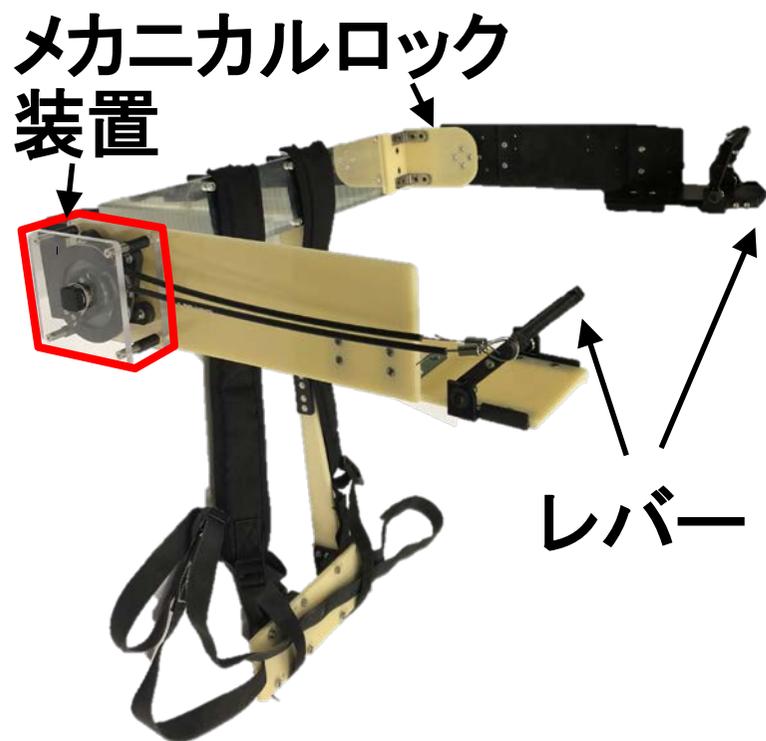


③鉛直下方向に肩関節がロック

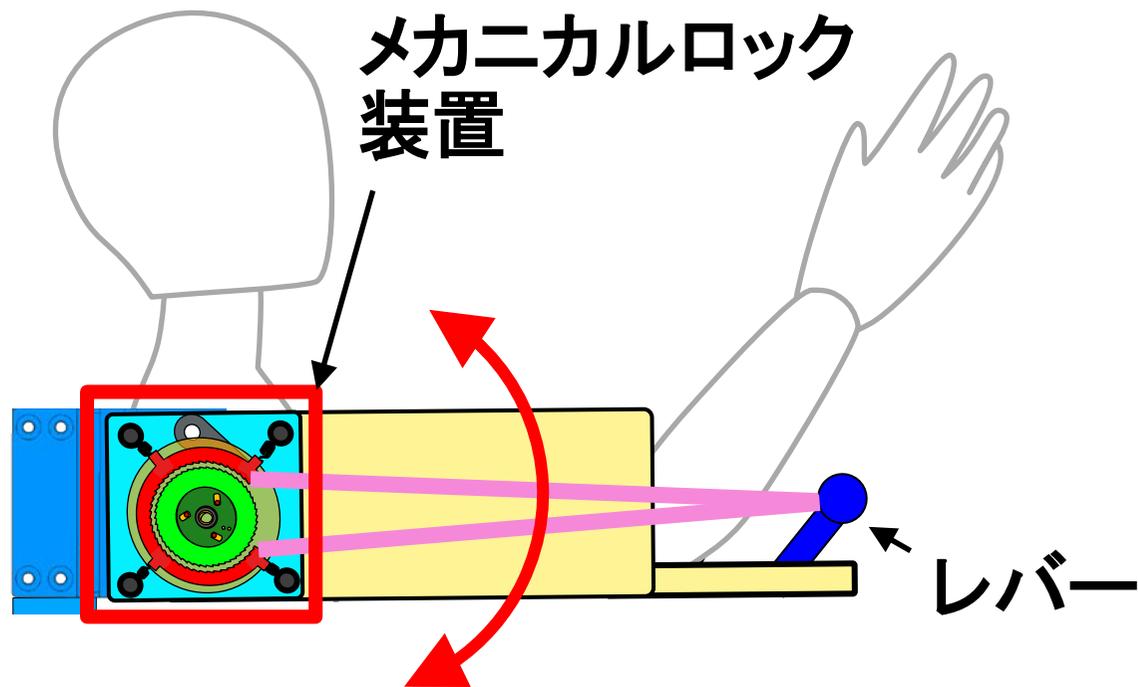
④再び腕を上方へ動かすとロック解除

# 本技術の概要

Pointは両肩部にある“メカニカルロック装置”



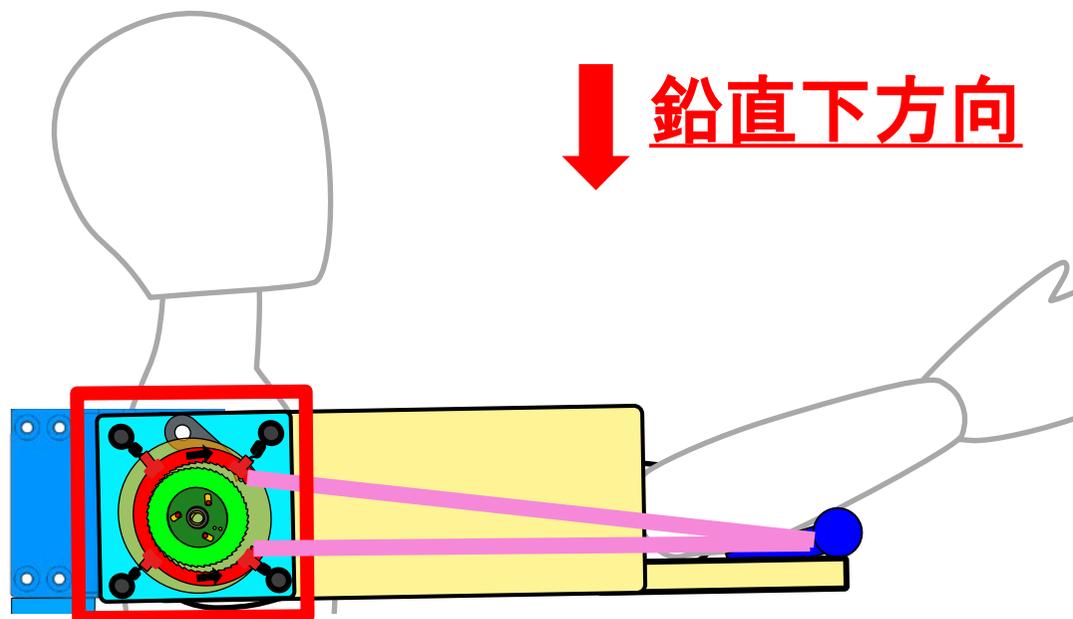
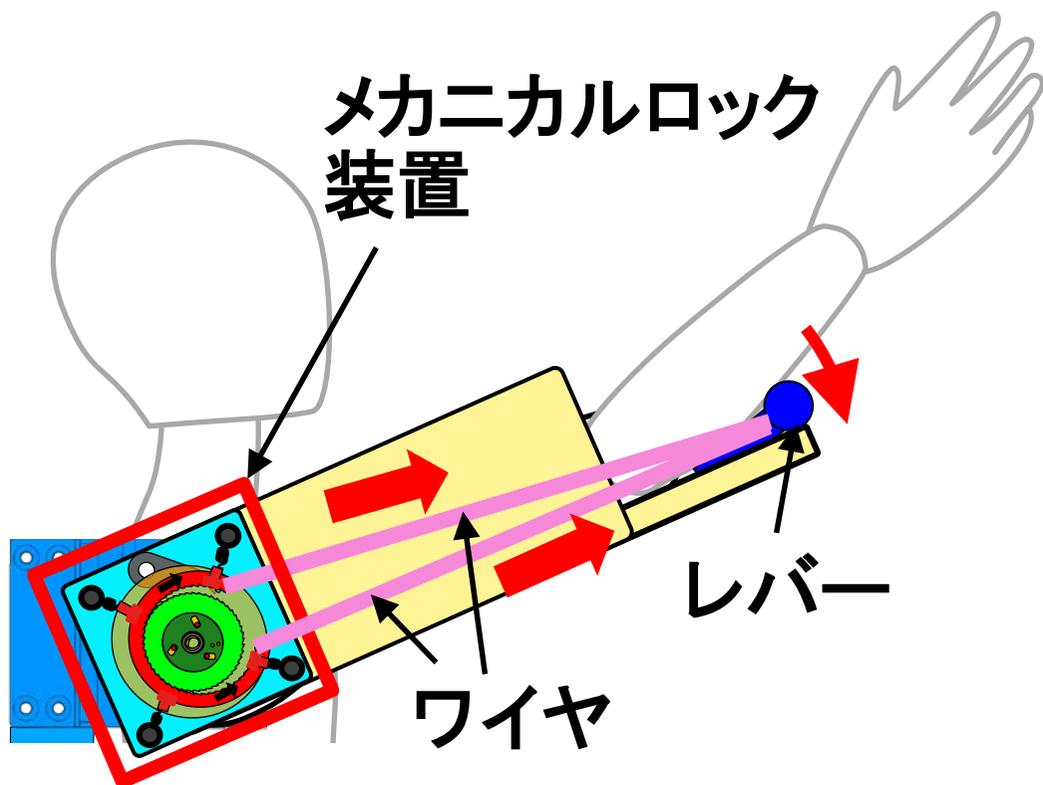
無動力サポートスーツ



(1)レバーが押されないとき, メカニカルロック装置は起動せず, 人は肩関節をフリーに動かすことが可能.

# 本技術の概要

## Pointは両肩部にある“メカニカルロック装置”

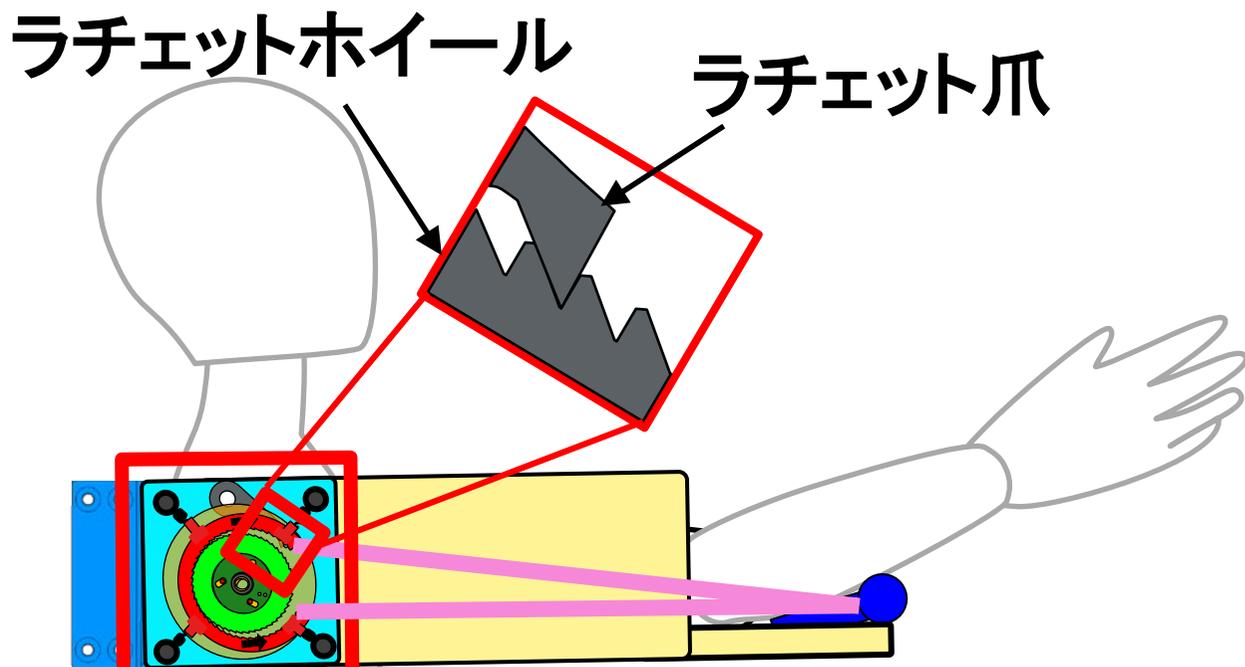


(2) レバーが押され, ワイヤが引っ張られることにより メカニカルロック装置が起動.

(3) レバーを押した状態で鉛直下方向に向けて腕を一定の角度まで動かすとメカニカルロック装置により 鉛直下方向にロックが掛かる.

# 本技術の概要

## Pointは両肩部にある“メカニカルロック装置”



### 機構学 (理論解析例)

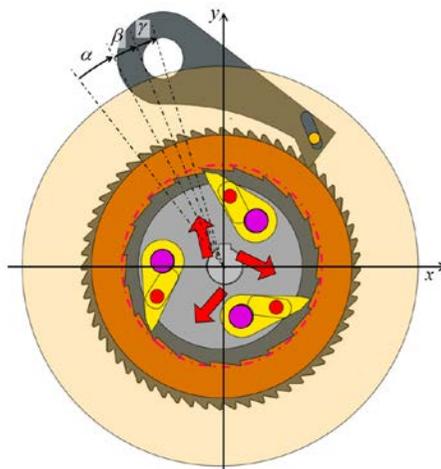
$$\theta = \alpha + \beta + \gamma$$

$$\alpha = \frac{(R_0 - L) \cos(C_0 - A_0 - B_0)}{l_1 \sin B_0}$$

$$\beta_{\min} = \frac{(h/3) \cos(C_0 - A_0 - B_0)}{l_1 \sin B_0}$$

$$\beta_{\max} = \beta_{\min} + 2\pi / 3N$$

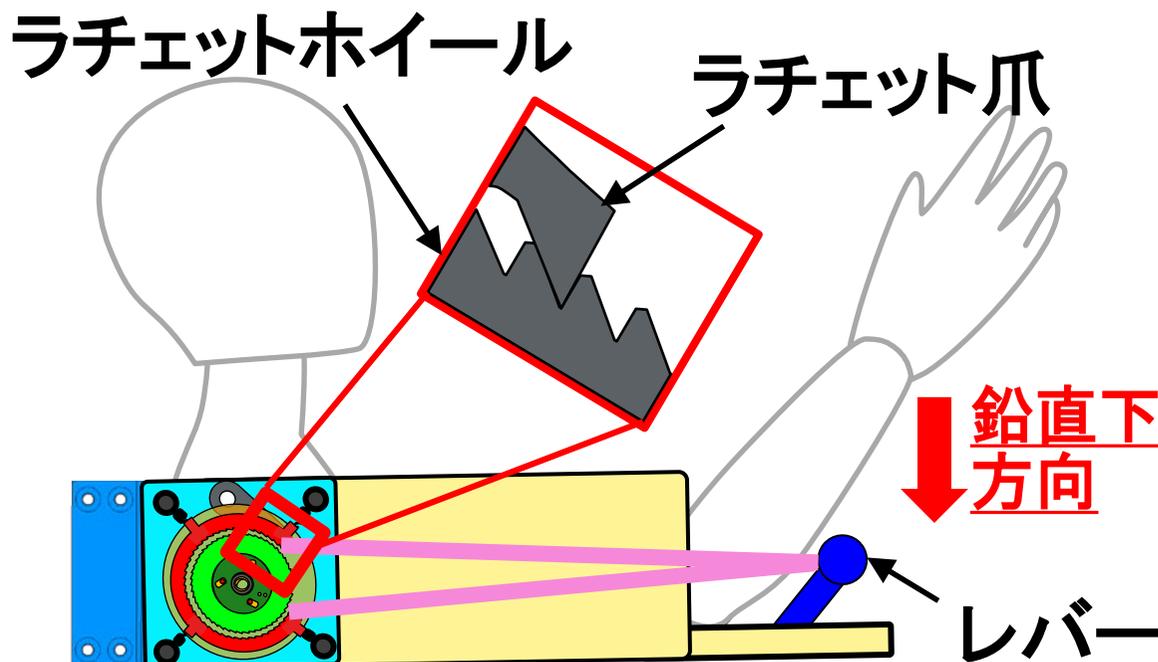
$$\gamma = 2\pi / M$$



(4) (確実な姿勢維持) 確実にロックが掛かり続けるようにラチェットホイールとラチェット爪を用いている。機構学を駆使して、ラチェットホイールとラチェット爪が自動的に確実に噛合い、確実に姿勢維持できるように理論解析し、メカニカルロック装置を設計・開発している。

# 本技術の概要

## Pointは両肩部にある“メカニカルロック装置”

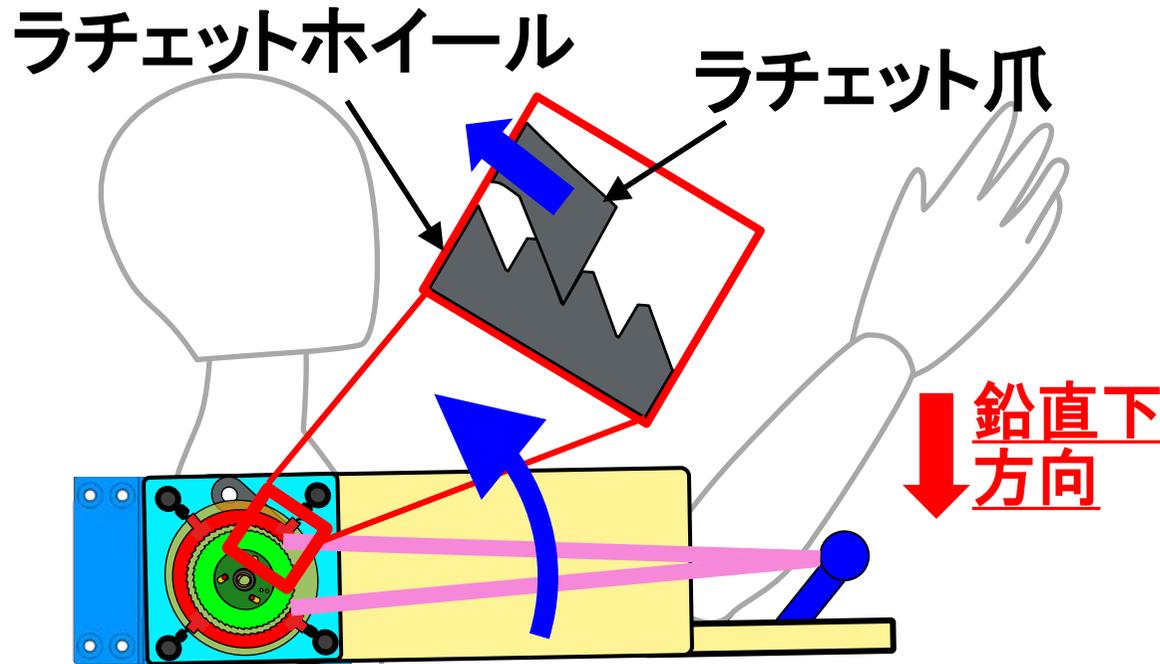


(5) 鉛直下方向にロックが掛かった後, レバーから腕を離すと, レバーは, ばねにより元の位置に戻る. しかし, 腕をサポートスーツにのせている限り, 鉛直下方向にロックが掛かり続ける構造にしている.

レバーを押し続けなくても, ロックが掛かり続けるので, 作業がしやすい構造.

# 本技術の概要

## Pointは両肩部にある“メカニカルロック装置”



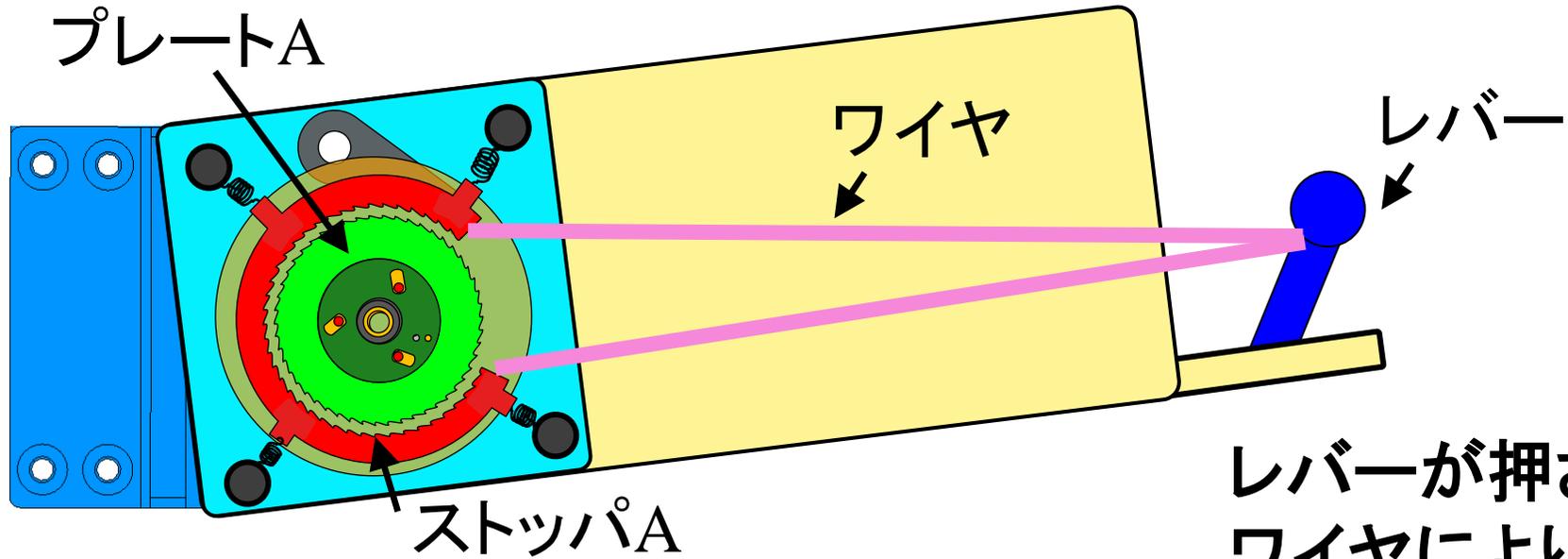
メカニカルロック装置を設計・開発することにより、

- ① 作業内容に応じて任意の角度で関節を固定し同じ姿勢を容易に長時間維持、
- ② 固定位置の変更も簡単、
- ③ 電源供給が不要な

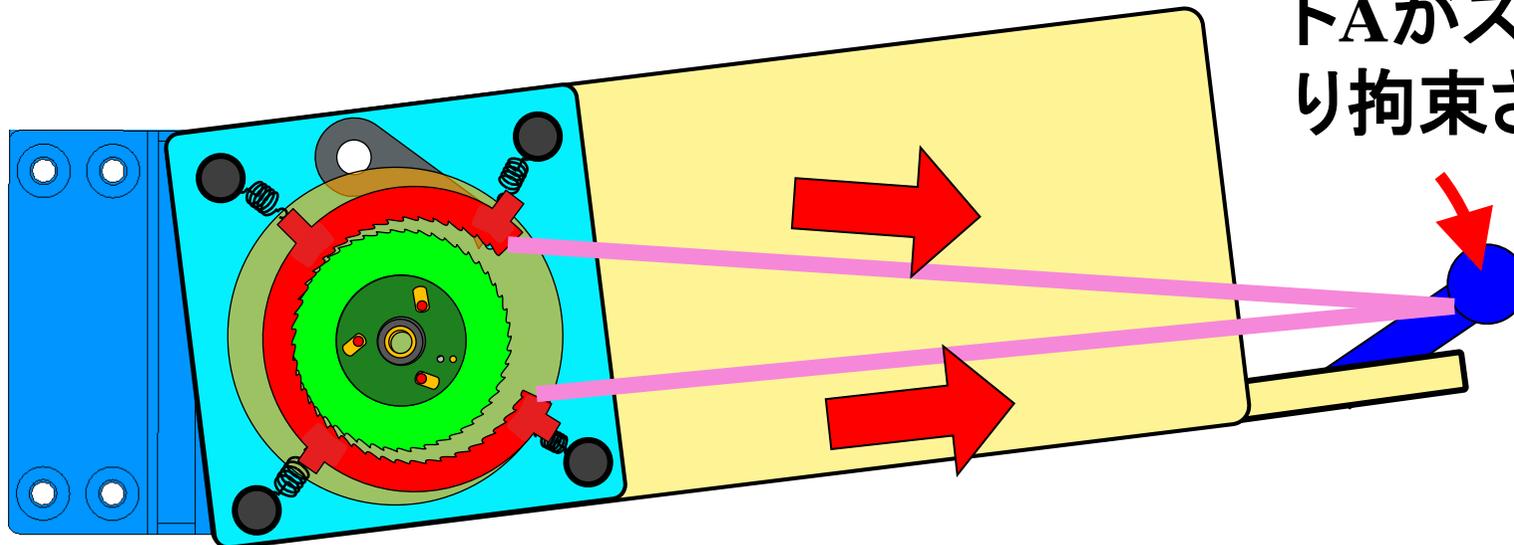
姿勢維持サポートスーツを開発することが出来た。

(6) (ロックの解除) 上腕を鉛直上方方向に動かすことにより、ラチェット爪が上方に動き、ラチェットホイールとの噛合いが外れ、ロックが解除される。

# メカニカルロック装置のメカニズム

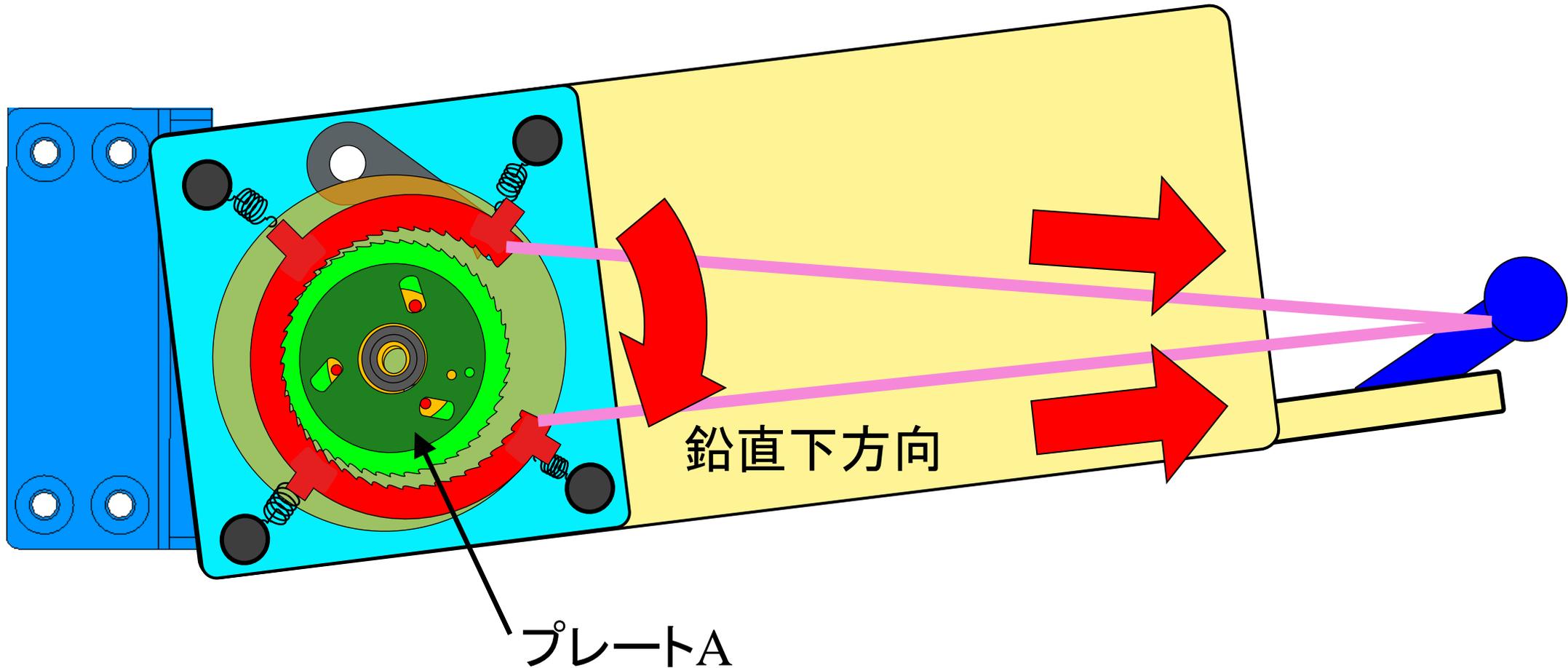


レバーが押されるとワイヤによりプレートAがストツパAにより拘束される。



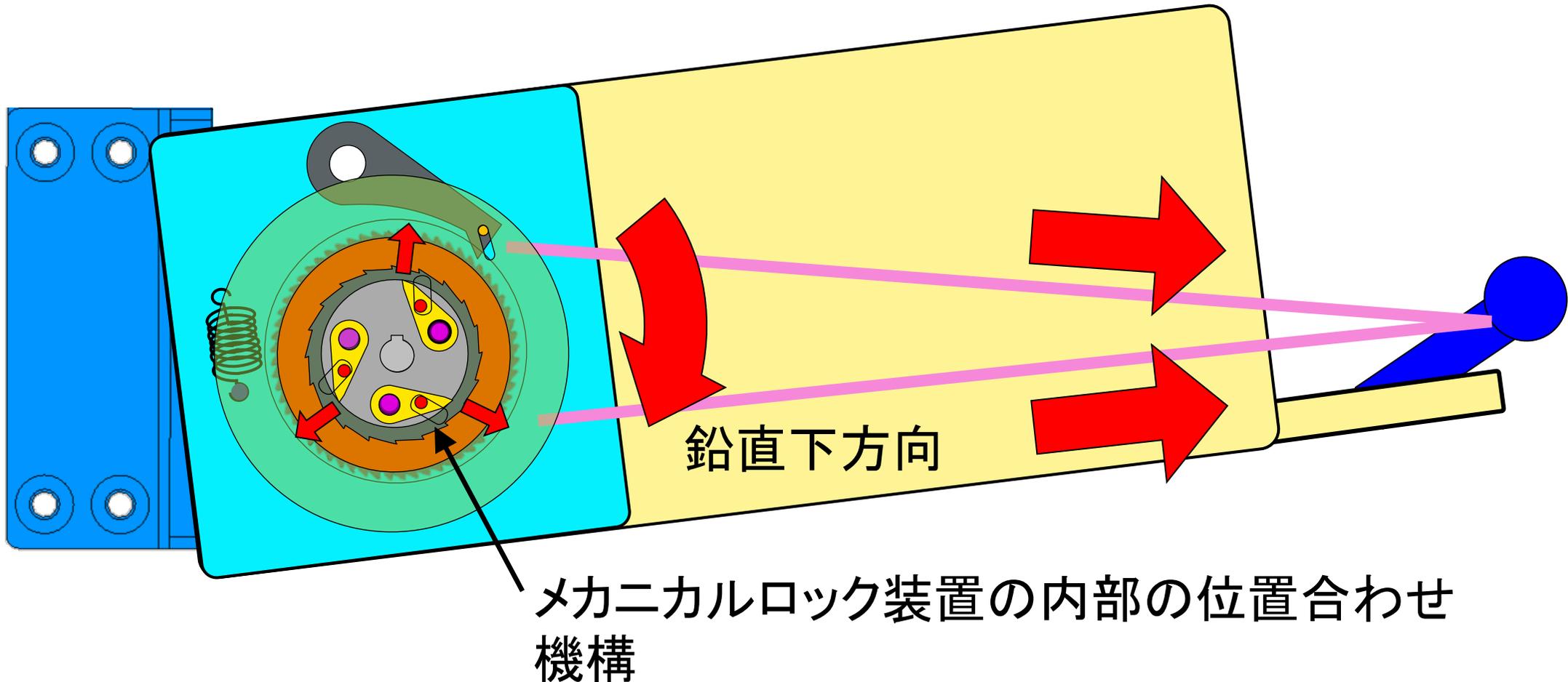
# メカニカルロック装置のメカニズム

プレートAが拘束された後、さらに腕を鉛直下方向へ動かすと



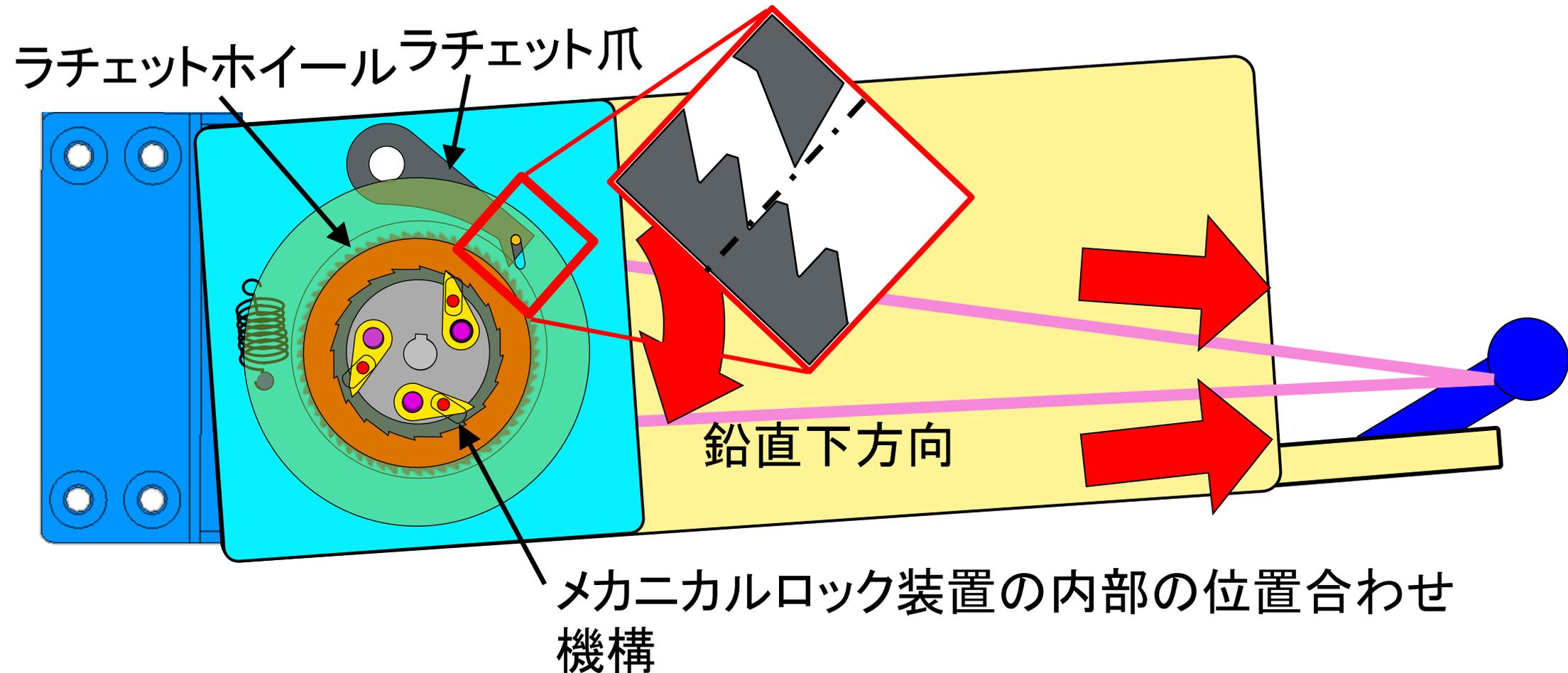
# メカニカルロック装置のメカニズム

メカニカルロック装置の内部の位置合わせ機構が、鉛直下方向への運動により作動する。



# メカニカルロック装置のメカニズム

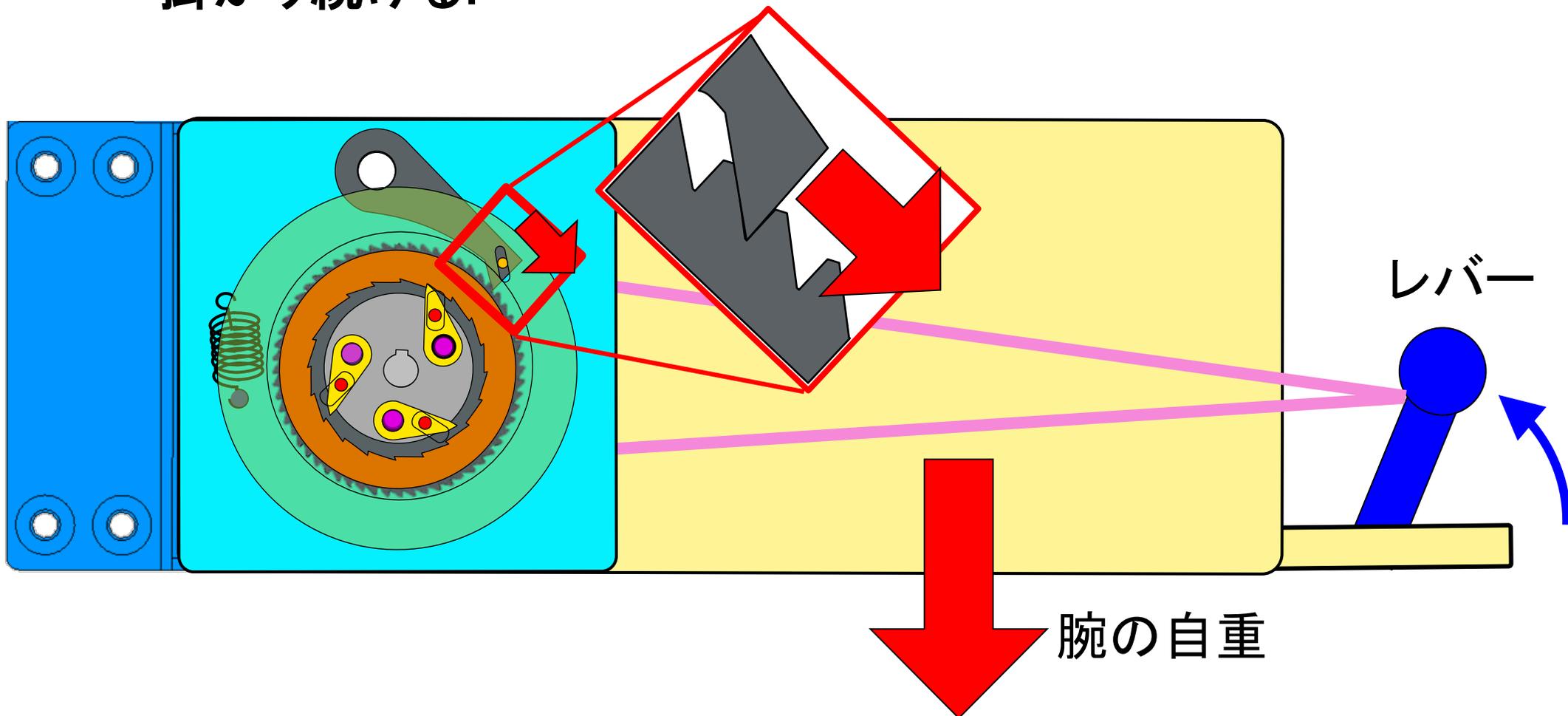
ラチェット爪とラチェットホイールが必ず噛合う位置(最短の角度)まで腕を回転させると,





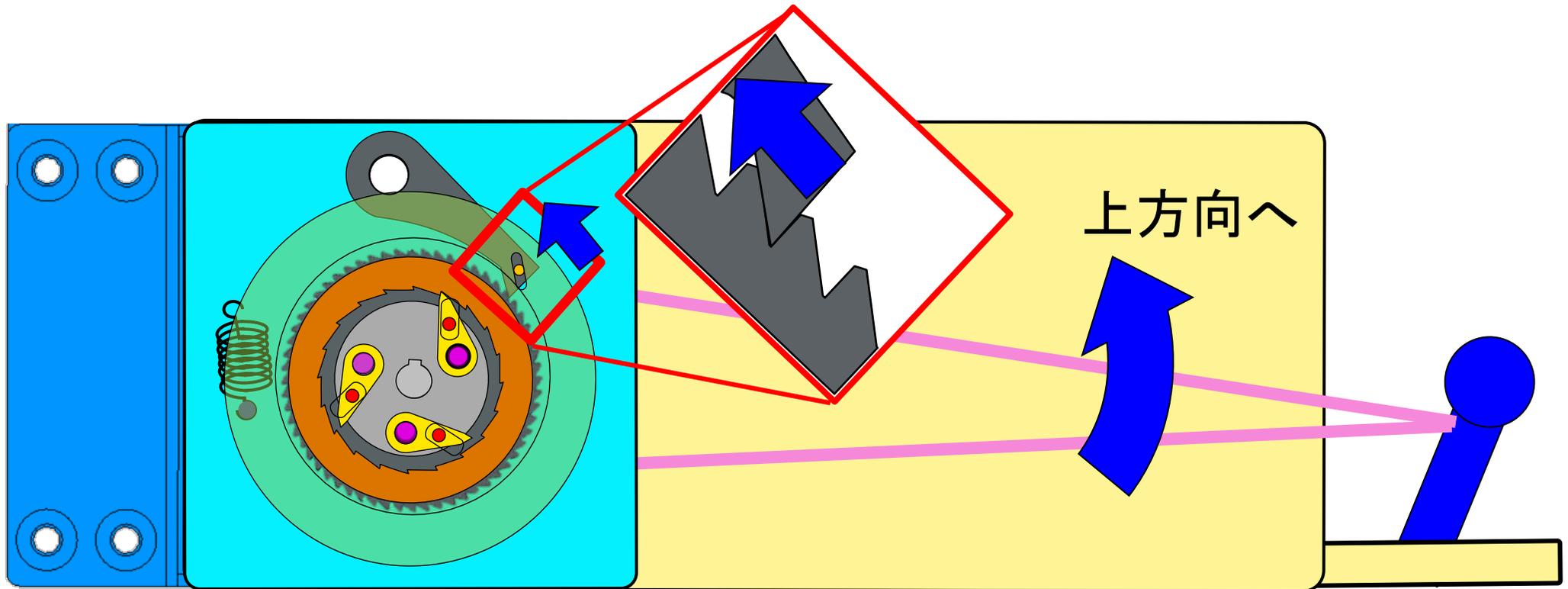
# メカニカルロック装置のメカニズム

ロックが掛かれば、レバーが戻っても、サポートスーツに腕をのせることによりラチェット爪に力が作用し、ロックが掛かり続ける。



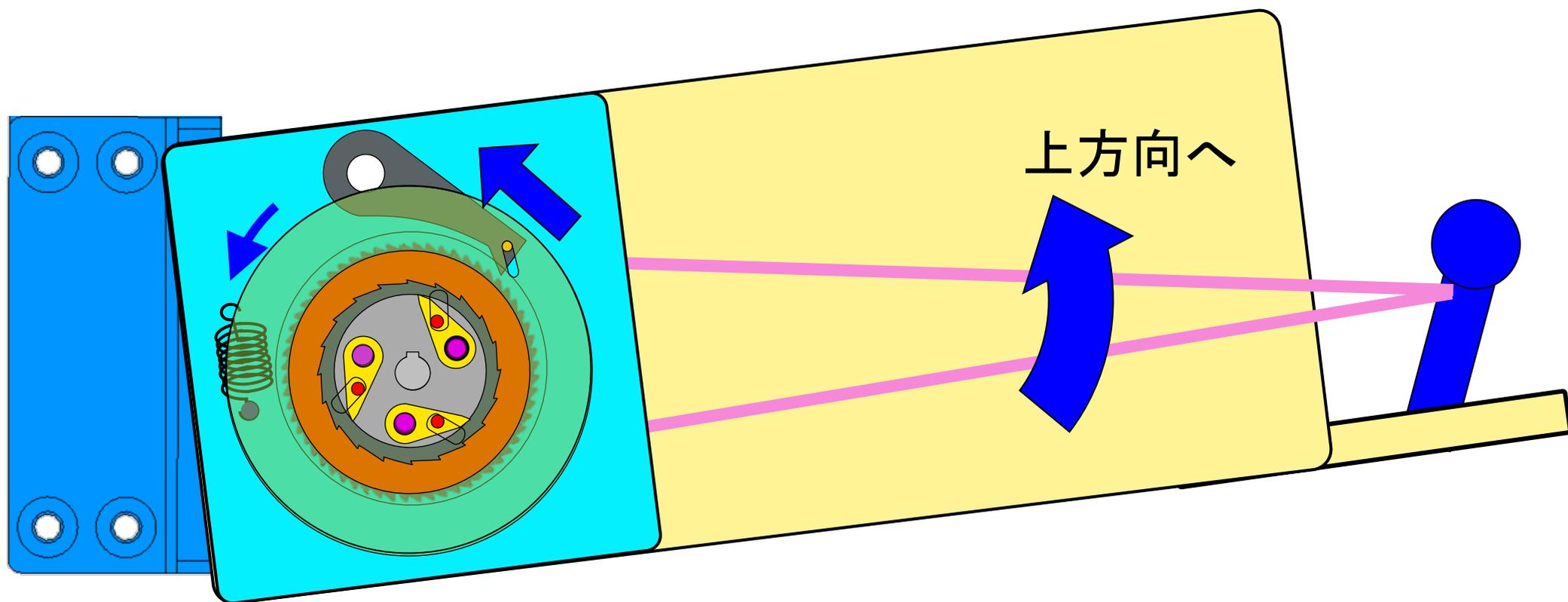
# メカニカルロック装置のメカニズム

ラチェット爪は逆方向には動くことが可能.



# メカニカルロック装置のメカニズム

鉛直上方向へ動かすことにより自動的にロックが解除される。



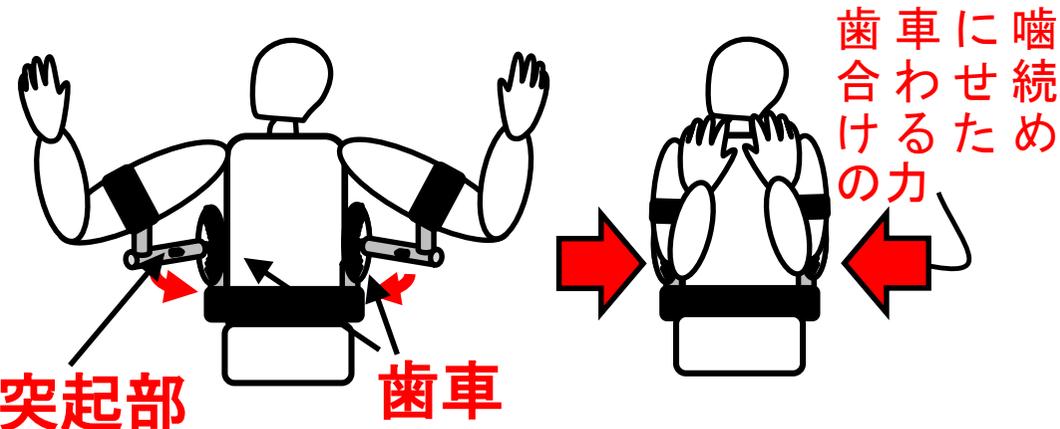
# 従来技術との比較

## 従来技術

### (1) 電力を利用したサポートスーツ (モータ, 電気式ブレーキなど)

- ・バッテリー切れにより稼働時間に限界がある。
- ・バッテリーの重量→スーツの重量増。

### (2) 歯車に突起部を自力で噛み合わせ, 自力で姿勢を維持するサポートスーツ



電源不要だが, 歯車に噛み合わせ続けるために力が必要

## 新技術

### (1) 電力不要

バッテリー切れ等の心配がない。  
雨天時にも強い。

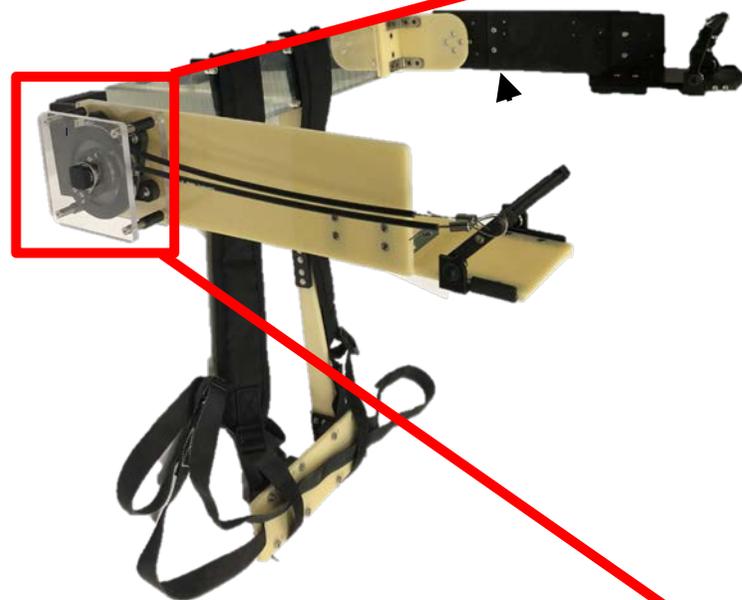
### (2) 力も要せず, 簡単な動作で 任意の姿勢に固定・解除可能。

使用時の手軽さ, 軽量化などが期待できる。



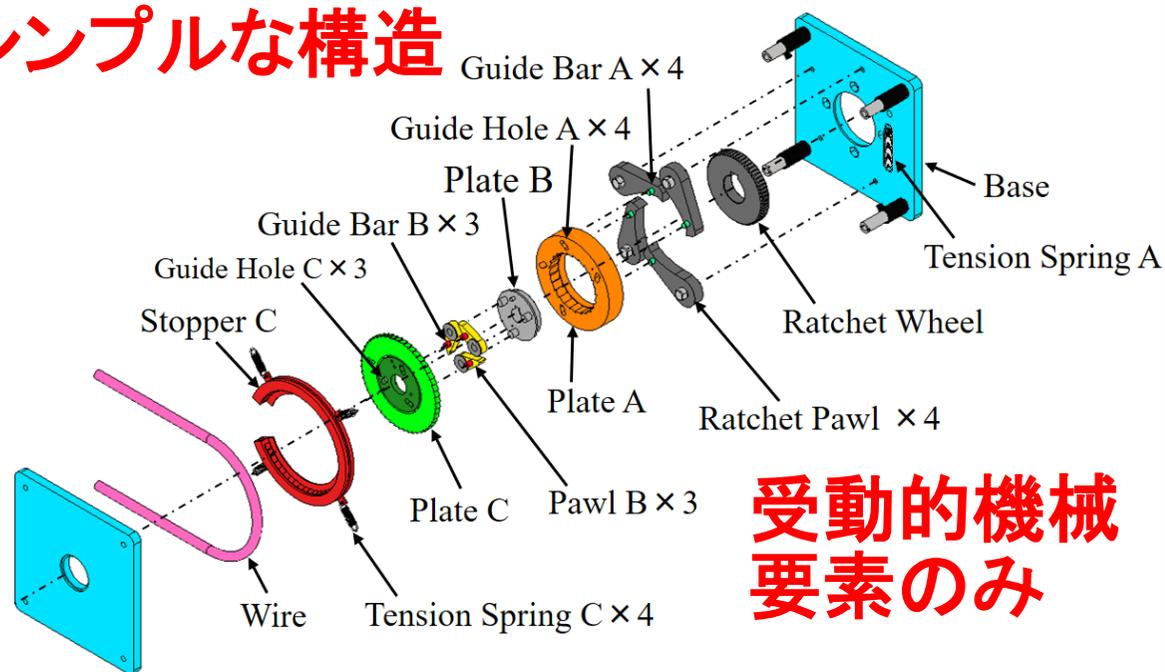
# 新技術の特徴(1)

- **すべて、ばね等の受動的機械要素**で構成しているのので、コントローラ、電池、モータ等不要。  
⇒ **軽量化・低価格化**が期待される。雨天に強い。



無動力サポートスーツ

## シンプルな構造



**受動的機械要素のみ**

## メカニカルロック装置

## 新技術の特徴(2)

- 任意の姿勢で確実に固定し、力も要しない。  
固定の解除も容易。



動画

# 想定される用途(1)

## 農作業



特に、果樹園での果物(例えばブドウ)の栽培・収穫作業等は品質保持のため人の手で行われている。果樹園農家の高齢化も進んでおり、そのアシストが必要とされており、本技術が有効である。

# 想定される用途(2)

## 長時間同じ姿勢を要する作業

例えば,



車の整備



電気工事



看板持ち



ビス打ち

などをサポートする装置として有効.

# 想定される用途(3)

## 運動会でのビデオ撮影など



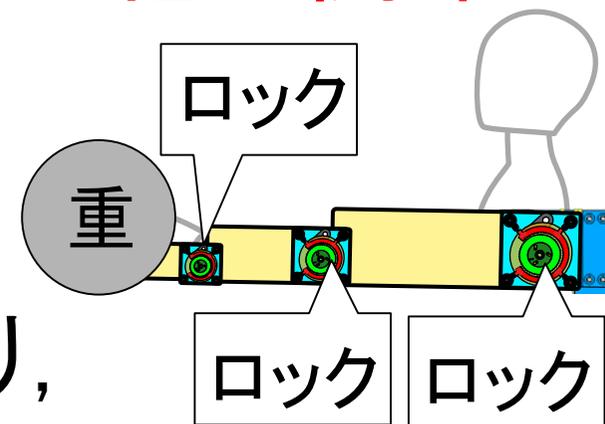
ブレずに腕を固定したい時に  
アシストする装置

特に,

移動中は邪魔にならない,  
撮影可能な空間に合わせて  
腕を固定したい  
などの場合に本技術は有効.

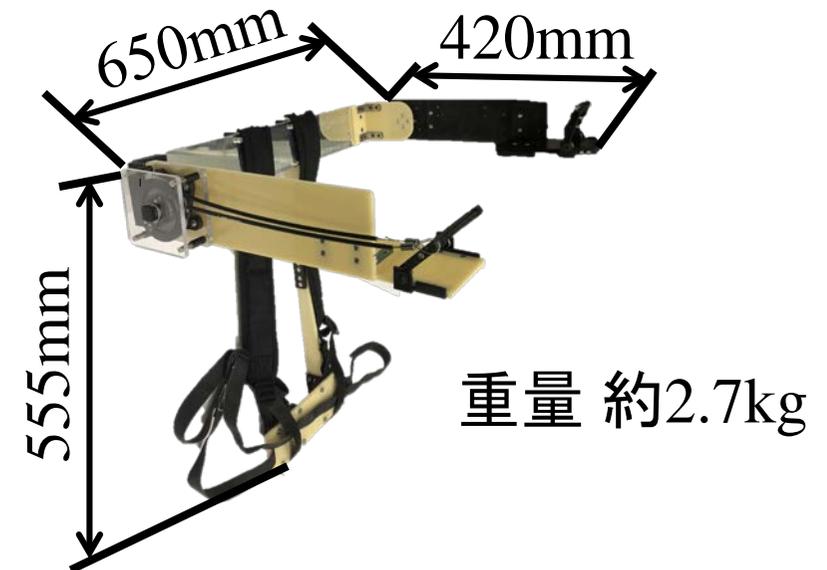
## 想定される用途(4)

- 本技術は、肩関節だけでなく、**その他の関節へ応用**することが可能である。
- 例えば、肩関節だけでなく、肘・手首関節にも応用することにより、**重量物を手で持ち続ける**ことが可能。
- **下肢の関節に適用**することにより、長時間、**立位や中腰姿勢**を保つことも可能。



# 実用化に向けた課題(1)

- 現在、**肩関節**についてサポートスーツを**試作し動作確認実験を行った段階**である。しかし、実用化するためには、**装置の耐久性**、個々の用途における**フィールド試験**等が必要で、それらに伴う**改良や再設計**等も必要である。
- まだ**軽量化**などの余地が大いにあるので、今後さらに検討する。

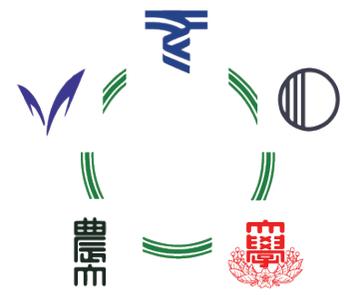


## 実用化に向けた課題(2)

- 農業系研究機関にご協力いただき、**ブドウ栽培から収穫までのフィールド試験**を実施予定。  
また、**人体における有効性評価**に関しては、**医療従事者ら**と実施を予定。
- 肩関節だけでなく、**他の関節**に本技術を応用したサポートスーツの**実用化**のために、試作機を設計製作し、上記肩関節と同様に**フィールド試験等**により有効性を検証する必要がある。

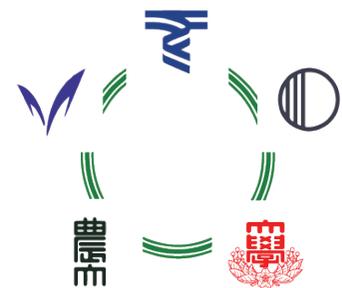
# 企業への期待

- 製造・販売等を見据え，無動力サポートスー  
ツの試作，フィールドテストなどを共同で実施  
可能な企業を希望.
- また，農業をはじめとする様々な分野で，人体  
のサポート機器の開発を考えている企業には，  
本技術の導入が有効と思われる.
- さらに，充電や電池の購入が困難な地域・海  
外での販売等を見据え，共同研究可能な企  
業を希望.



# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 腕姿勢保持装置
- 出願番号 : 特願2019-201298
- 出願人 : 学校法人東海大学
- 発明者 : 甲斐義弘、長津岳大、  
飯田拓人



# お問い合わせ先

**東海大学**

**産官学連携センター 産官学連携推進課**

**TEL 0463-59-4364**

**FAX 0463-58-1812**

**e-mail [sangi01@tsc.u-tokai.ac.jp](mailto:sangi01@tsc.u-tokai.ac.jp)**