

リンク機構を利用した 段差乗越え補助キャスター

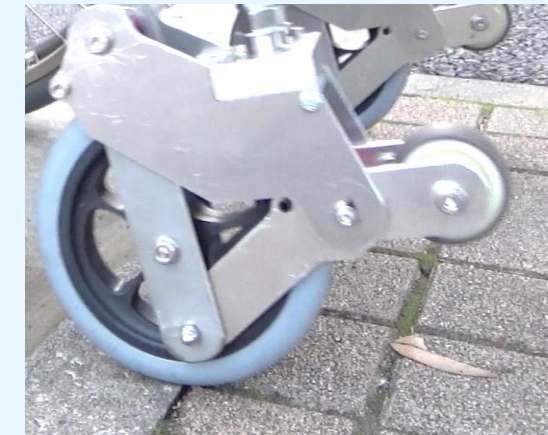
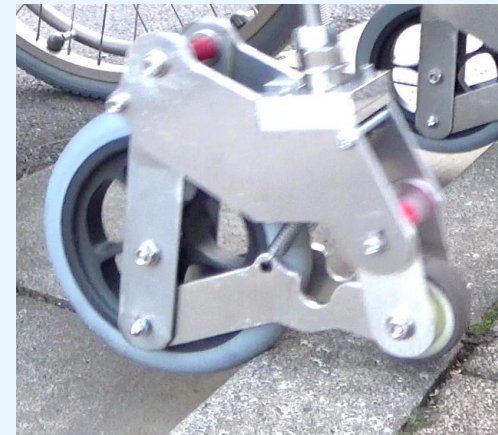
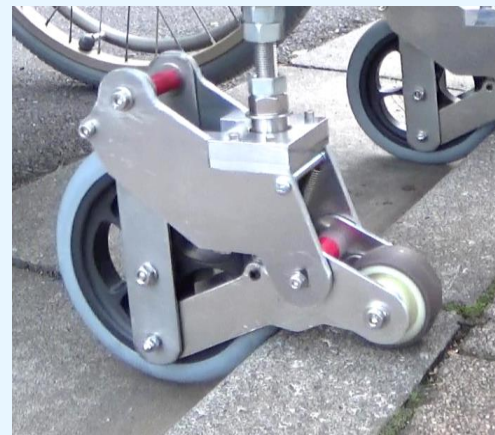
東洋大学 理工学部 機械工学科
准教授 横田 祥

2021年8月31日

段差乗越えキャスター

“ちょっとした段差”を
正面からも斜めからも、スムーズかつ小さな力で、乗越えられる！

シンプルメカニズム により 電池やセンサは不要
リンク機構 により 段差衝撃を踏破力に変換



スムーズ で ラクラク な段差乗越えを実現 斜めからの乗越えも補助する

シンプルメカニズム

約40mmの段差乗越え可能

スパナ1本で交換可能

Part 1 : 本キャスターの方向性

Part 2 : 従来技術の課題

Part 3 : 本技術と従来技術との比較

Part 4 : まとめ

Part 5 : 今後の方針

1. 方向性

背景：

ちょっとした段座でさえ、
車いすユーザにとって大きな障害



<http://bemax.blog.so-net.ne.jp/2007-07-14>

※一般のキャスト(6インチ)の場合：
16mmの段差でさえ、乗越えが難しい傾向にある。
20mm以上では、練習とテクニックが必要。

モチベーション(出発点)

手こぎ車椅子ユーザのための

段差乗り越えの補助

対象

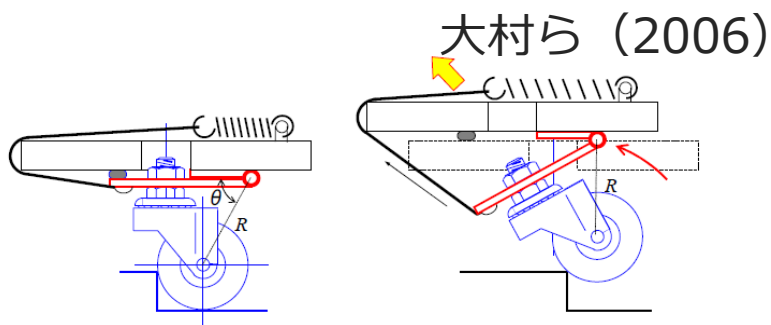
1段の段差



2. 従来技術

車輪 揺動型

ヒンジ式キャスターマウント



Ohmura, Iwamoto, Shibuya, "Step Traveling of Wheel Chair with Hinged Caster Mount", Proc. of JSME Conf. on Robotics and Mechatronics, vol. 2006, pp. 1P1-A17

コンビキャリースルーン



補助輪が路面の段差 (3cmまで) を捉えます

補助輪が前へ進み、前輪が後方へ移動します。



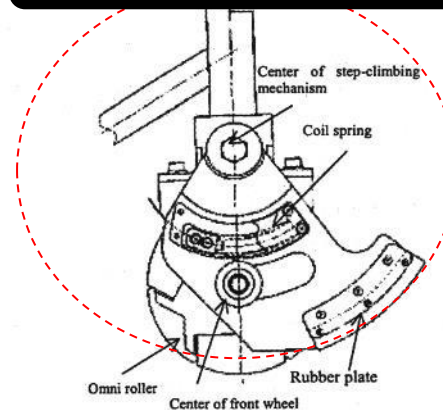
前輪がもとに戻り、スムーズに段差を通過します。

3cmの段差まで対応



車輪径 拡大型

全方向車輪と補助板



林ら (2003)

Hayashi, Kawakami, Matsuo, Yuinamochi, "A Study on a Multi-function Wheelchair with Auxiliary Step-climbing Mechanism", JSME Proc. of the Welfare Engineering Symposium 2003, Vol. 2003, No. 3, pp. 29-32

段差解消キャスター



(株)ジャパンハウジング

介護保険給付対象
リース：300円/月



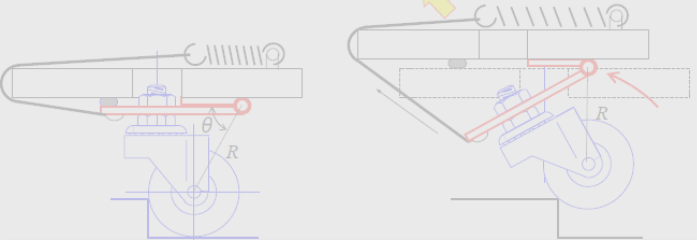
2. 従来技術

車輪 揺動型

車輪径 拡大型

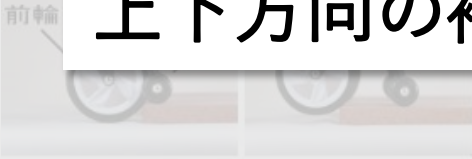
ヒンジ式キャストマウント

大村ら (2006)



段差をいなすのみ。
(前後方向)

上下方向の補助はなし



補助輪が路面の段差 (3cmまで) を捉えます



ステップに段差を通過します。



3cmの段差まで対応

斜めからの段差乗越えに 対応不可

林ら (2003)

斜めから段差に侵入すると、
キャストの首振りにより、
乗越えに大きな力が必要となる



対象
円/月

2. 従来技術

車輪 揺動型

ヒンジ式キックマウント

課題

段差をいなすのみ。
(前後方向)

上下方向の補助はなし

コンビキャスター

解決技術

段差をいなす力を
上下方向の力に変換

車輪径 拡大型

全方向車輪と補助板

課題

斜めからの段差乗越えに
対応不可

斜めから段差に侵入すると、
キャストの首振りにより、
乗越えに大きな力が必要となる

段差解消キックスター

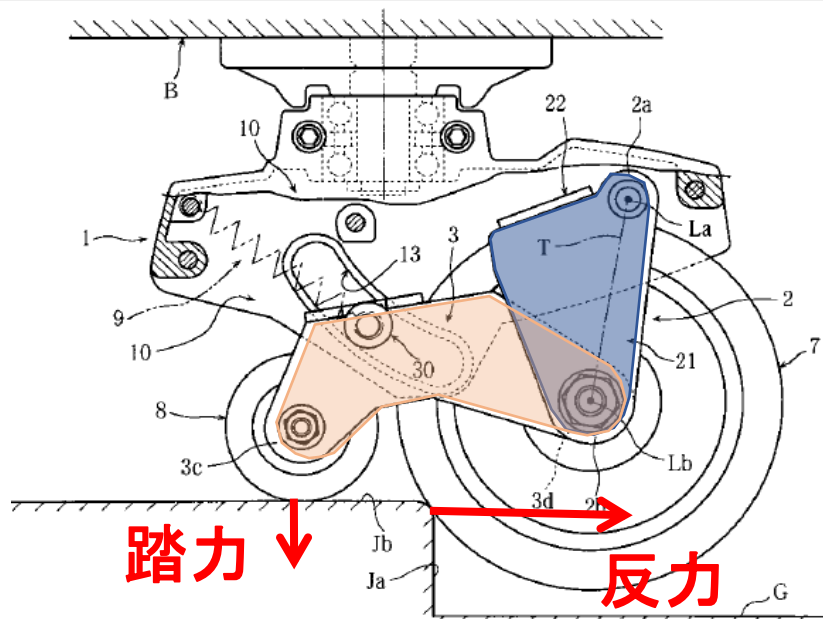
解決技術

キャストの首振りを
固定するメカニズム

2. 従来技術の課題

車輪 揺動型

段差対応キャスター装置
特開2019-99066



段差衝突時の反力（前後方向）の力を踏力に変換し，段差乗越えを実現。

車輪径 拡大型

キャスタユニット
特開2019-137211



ロック機構
首振りを固定

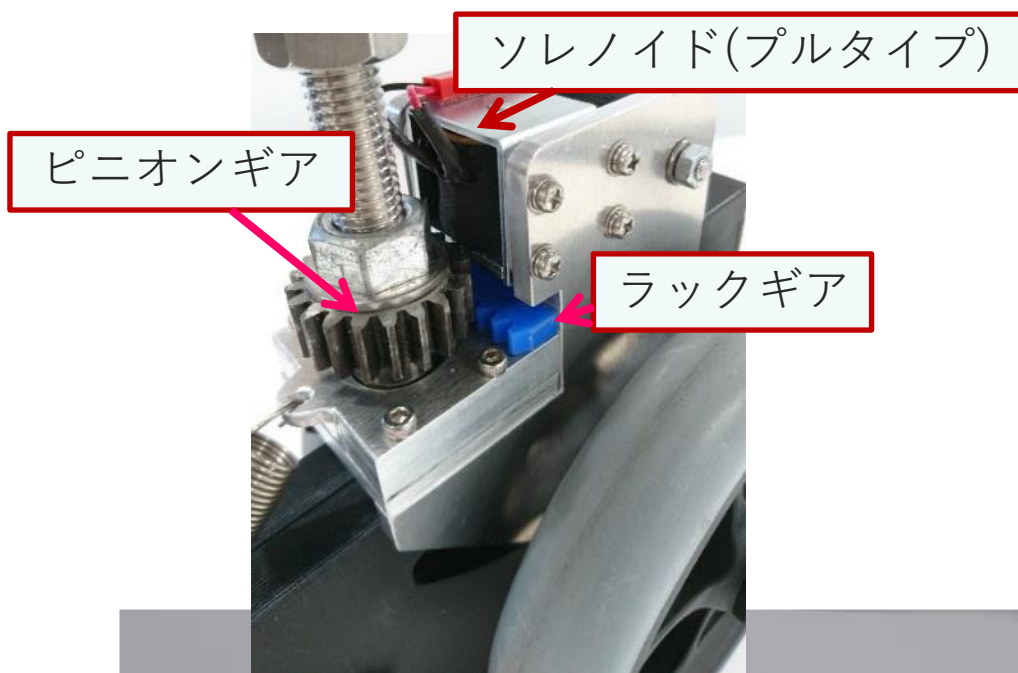
補助プレート

大径車輪と同等性能



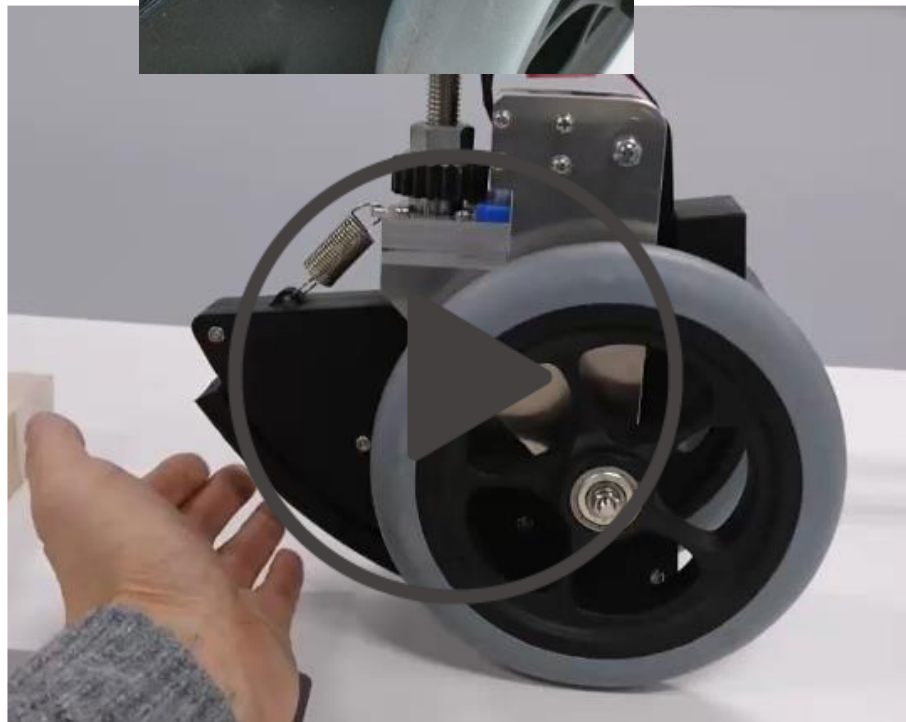
段差乗越え時に首振りを固定し，斜めからの乗越えを可能とする

2. 従来技術の課題



車輪径 拡大型

キャスタユニット
特開2019-137211



課題

ロック機構の構成に
電源が必要

2. 従来技術の課題

車輪 揺動型

段差対応キャスター装置
特開2019-99066

乗越えの条件, 関節周りでの
半時計周りのトルク τ_C が必要

構造的な弱点

副車輪を支持するリンクは,
フレームに対して上下方向に動く。
関節+スライダ部は, 自重を構造的に支えることが不可能。



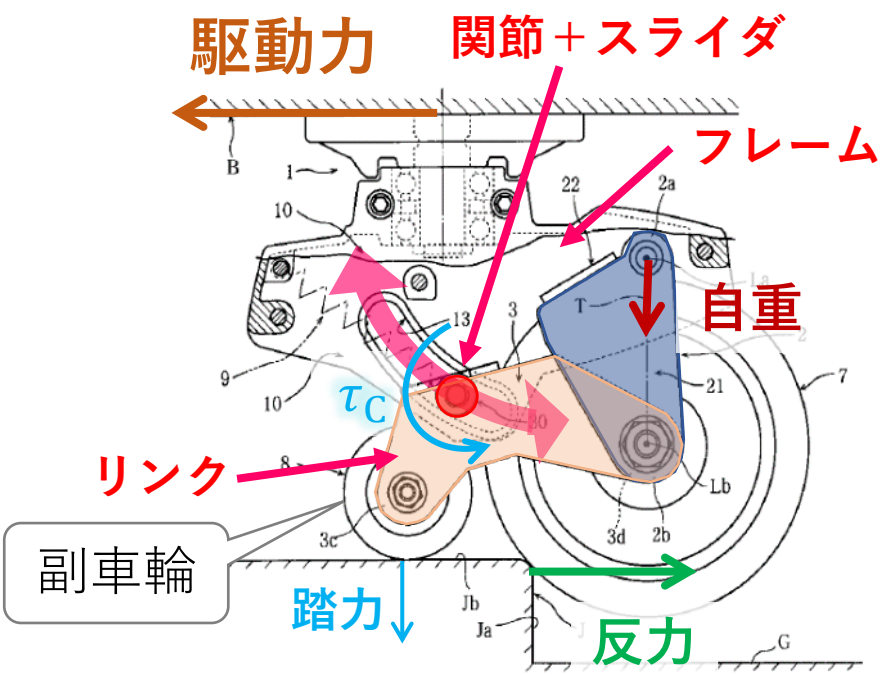
弱点から生じる課題

半時計周りのトルク τ_C を発生させるために,
自重に打ち勝つだけの踏力が必要

踏力は駆動力に依存する。



大きな踏力を得るために, 大きな駆動力を必要とする。



課題 関節+スライダ部が自重を構造的に支持できない
↓
自重に打ち勝つだけの駆動力が必要

2. 従来技術の課題と解決

車輪 揺動型

段差対応キャスター装置

特開2010-09066

従来技術課題1

リンク構造により、自重に打ち勝つだけの駆動力が必要



両てこ機構の採用により
従来技術より0.4倍の力で
乗越えることができる

段差衝突時の反力（前後方向）の力を踏力に変換し、段差乗越えを実現。

車輪径 拡大型

キャスタユニット

特開2010-137211

従来技術課題2

キャスタの首振りを抑制するために電源が必要



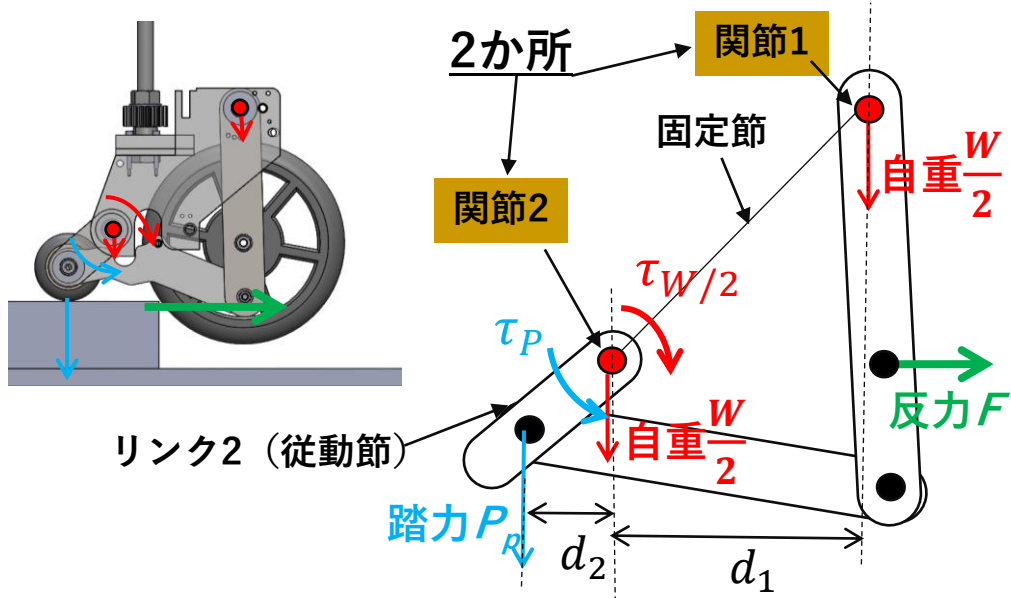
副車輪と主車輪の2点接地により
斜めからの乗越えも可能。
(電源不要)



段差乗越え時に首振りを固定し、斜めからの乗越えを可能とする

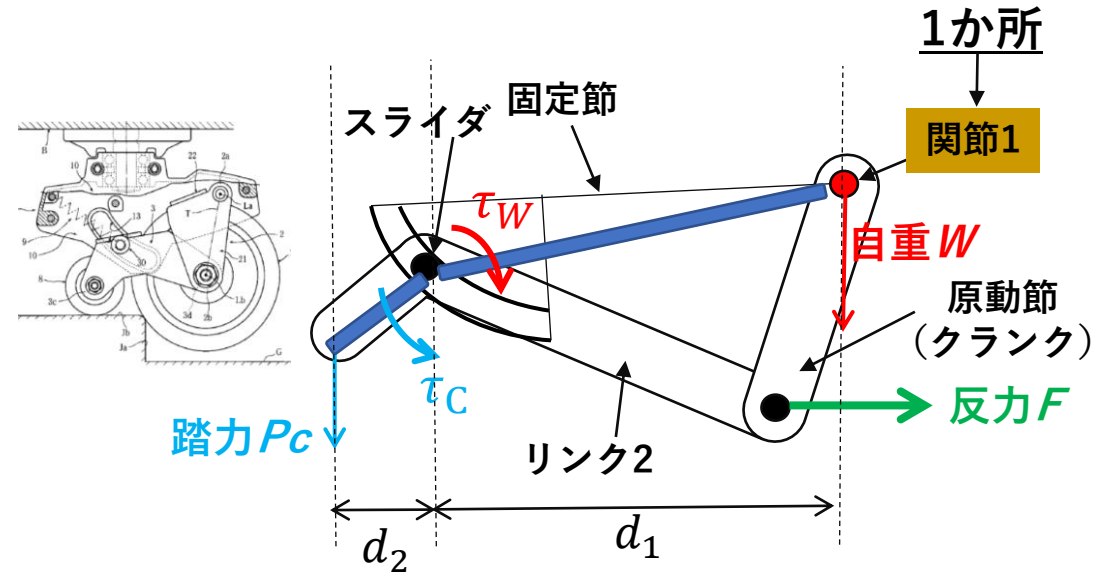
3. 本技術の特徴 (従来技術との対比)

本技術 リンクとフレーム(固定節)と連結箇所



- リンク2は固定節（フレーム）に連結されている。
- リンク2の根元で自重を**構造的に支持する**。
- τ_p を発生させるために必要な踏力 $P_p = \frac{1}{2} \frac{d_1}{d_2} W$
- 踏力 P_p と反力 F の関係： $F = \frac{1}{1.8} P_p$
- 乗越えに必要な反力： $F = \frac{1}{3.6} \frac{d_1}{d_2} W$

従来技術 リンクとフレーム(固定節)と連結箇所



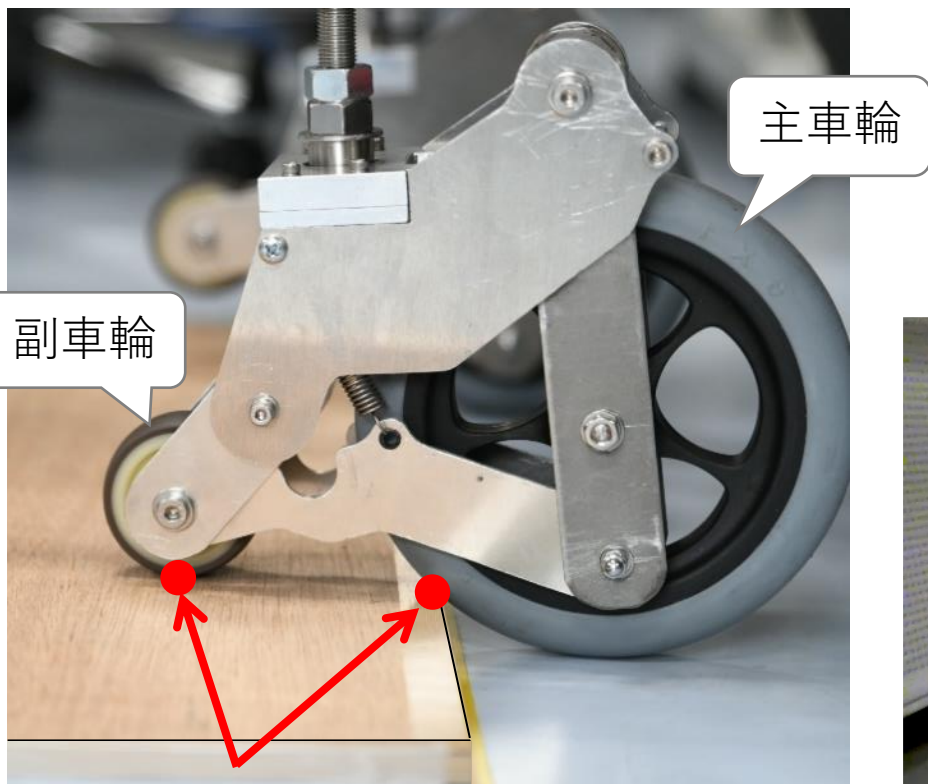
- リンク2は固定節（フレーム）に対し連結されていない。
- リンク2は自重を**構造的に支持できない**。
- τ_c を発生させるために必要な踏力 $P_c = \frac{d_1}{d_2} W$
- 踏力 P_p と反力 F の関係： $F = \frac{1}{1.4} P_c$
- 乗越えに必要な反力： $F = \frac{1}{1.4} \frac{d_1}{d_2} W$

両てこ機構の採用により
従来技術より0.4倍の力で
乗越えることができる

3. 本技術の特徴

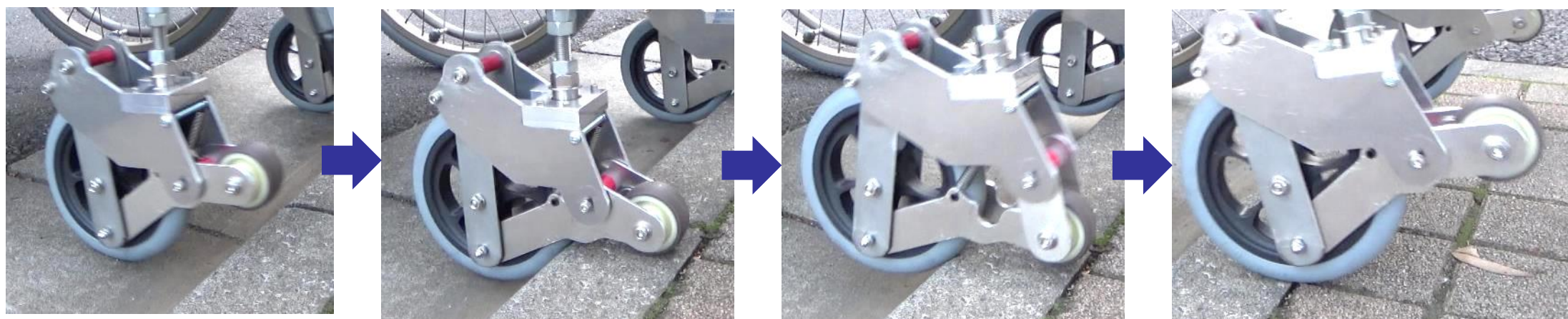
解決技術

両てこ機構（4節リンク機構の一種）の原理を利用



副車輪と主車輪の2点接地により
斜めからの乗越えも可能。
(電源不要)

3. 本技術の特徴 (動き)



車輪径6インチ，段差高40mm

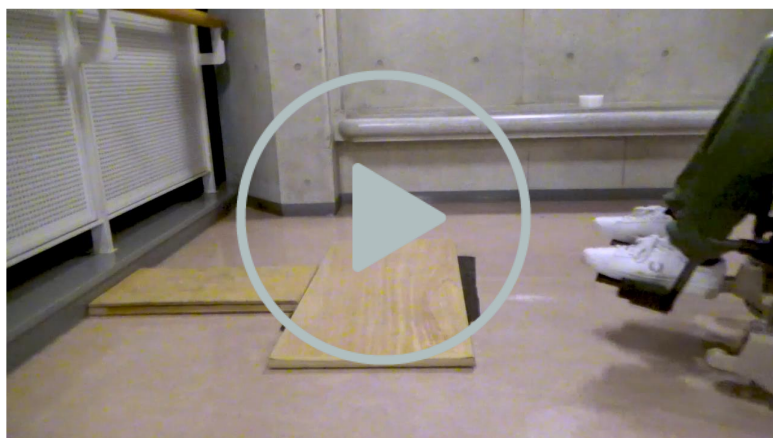


段差乗越えのために特別なアクションを必要とせず，そのまま乗越え可能

段差乗越えキャスター

“ちょっとした段差”を
正面からも斜めからも、スムーズかつ小さな力で、乗越えられる！

シンプルメカニズム により 電池やセンサは不要
リンク機構 により 段差衝撃を踏破力に変換



斜め



正面



【比較】一般的なキャスター

スムーズ で ラクラク な段差乗越えを実現 斜めからの乗越えも補助する

シンプルメカニズム

約40mmの段差乗越え可能

スパナ1本で交換可能

段差乗越えキャスター

実用化に向けた課題

- リンク長，素材の最適化
- 耐久性の評価

応用先

- 荷物用台車，ベビーカー等，
段差のある環境を移動する
キャスター利用製品全般

方向

- 市販化を目指した共同研究または
ライセンス提供

企業様への期待

- 市販化へのご支援
- 販路の開拓，または，現有販路のご提供
- 耐久試験実施へのご支援



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：移動体用車輪装置
- 出願番号：特願2021-064590
- 出願人：学校法人 東洋大学
- 発明者：横田 祥

お問い合わせ先

東洋大学

産官学連携推進センター

(研究推進部 産官学連携推進課)

TEL 03-3945-7564

FAX 03-3945-7906

e-mail ml-chizai@toyo.jp

お問い合わせお待ちしております。