

障害者自立支援機器
シーズ・ニーズマッチング交流会2021(山口会場)
基調講演
2021年10月9日(土)

歩行ロボット技術を応用した 福祉機器の開発

国立大学法人 名古屋工業大学
教授 佐野 明人

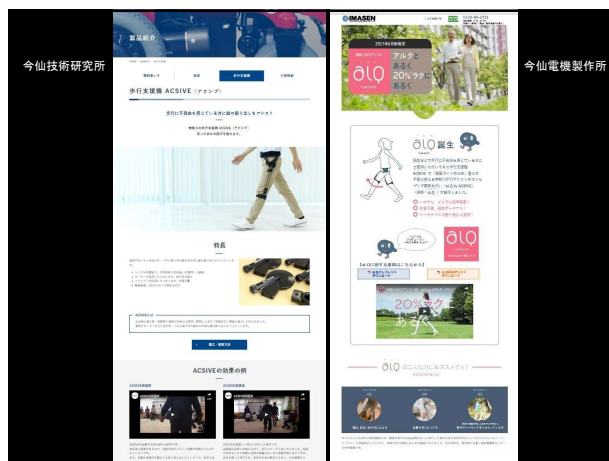
シーズ・ニーズマッチング

共創

ステークホルダーの求める価値

歩く文化

赤ん坊がはじめて歩けた時、皆が喜ぶ。渡り初めなど歩くことに意味がある。美しい歩きに魅了される。再び歩けたときの喜びは感動を呼ぶ。歩くことは文化なり。



国連の持続可能な開発目標(SDGs)に貢献し得る



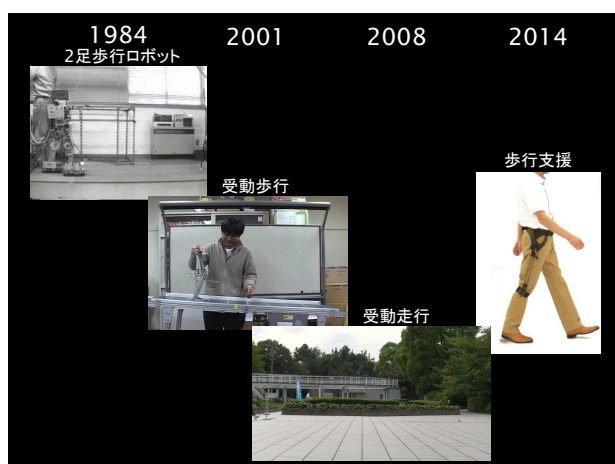
本質的な違い

車輪式

連続

脚式

離散



ロボットを思い通りに動かしたいですか？

でも、ロボットは好きに動きたいのかもしれない。

ロボットは好きに動きたいはずであり、ならば動き易く設計すべきである。

ロボットを無理にでも思い通りに動かしたいと、思い通りに動かせる設計をする(制御し難いものは排除されやすい)。

その先には、**倒れなければ歩けないはずなのに**、どんなことがあっても倒れないようにしたいとの強いこだわりが、ロボットの不自然さを生み出す結果となる。

重力で歩き、重力で倒れる。

1990 McGeer



「不安定さを活かした運動性」

「不安定さを消し去る安定性」

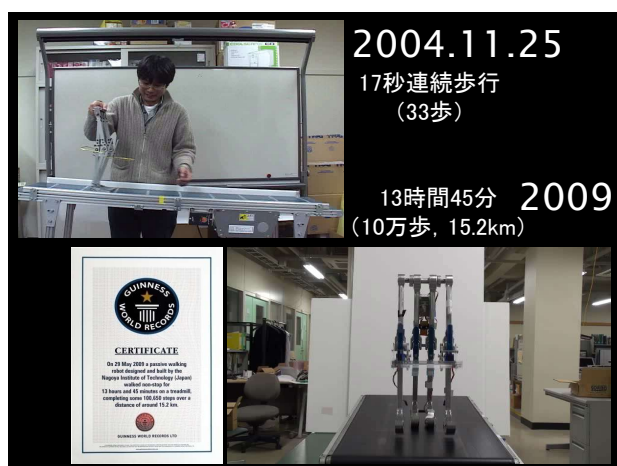
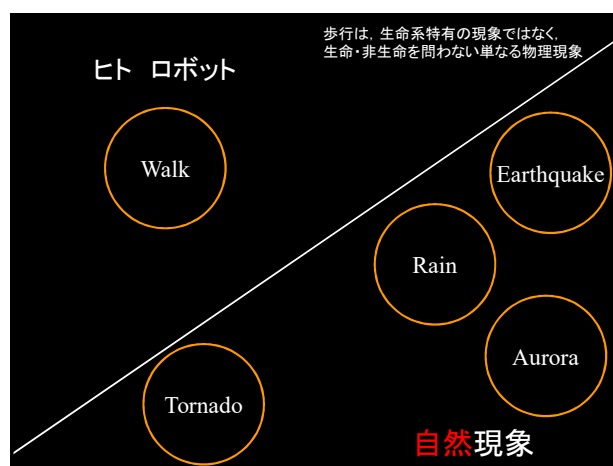
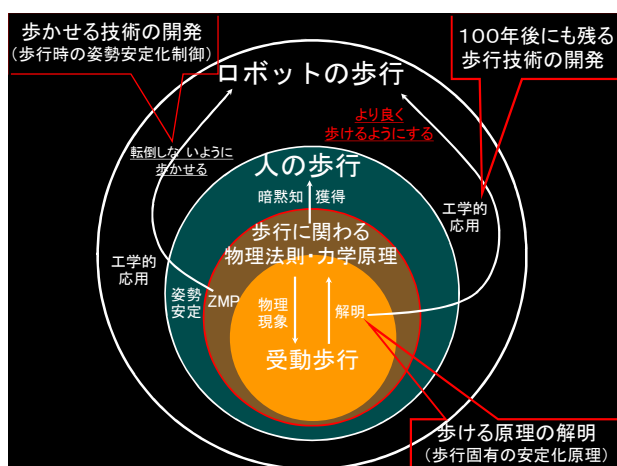
重力は無力化できない

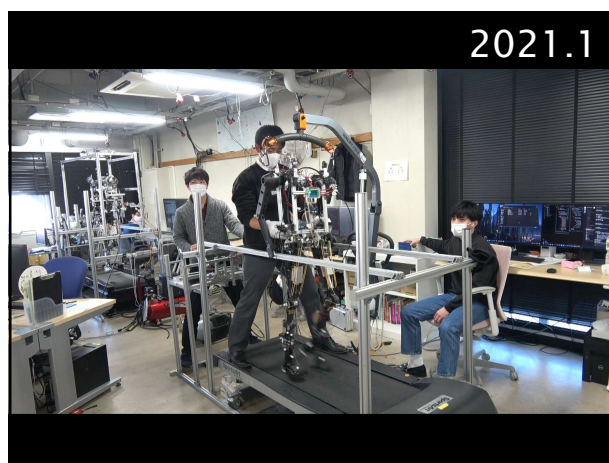
環境との**相互作用**が身体を持ち動くものすべてに共通する**宿命**ならば、それを**強み**にすべきである。

受動歩行とは

モータ、センサおよび制御を一切用いずに、歩行機と環境(スロープ)との相互作用のみによって、緩やかな下りスロープを自然な歩容で歩く。

重力効果のみを用いており、エネルギー効率が高いことで知られ、ヒトの歩行に近いとも言われる。歩行現象の力学的原理(歩行力学)を探究する上で重要である。





左膝の不調が見られ、後半は左膝が過伸展した状態での歩容に変化した。腰が引ける感じで、右脚は上体を使った大振りになっている。この歩行は一種の「異常歩行」と捉えることができ、またレバー操作の調整で代償運動を行ったと見ることができる。

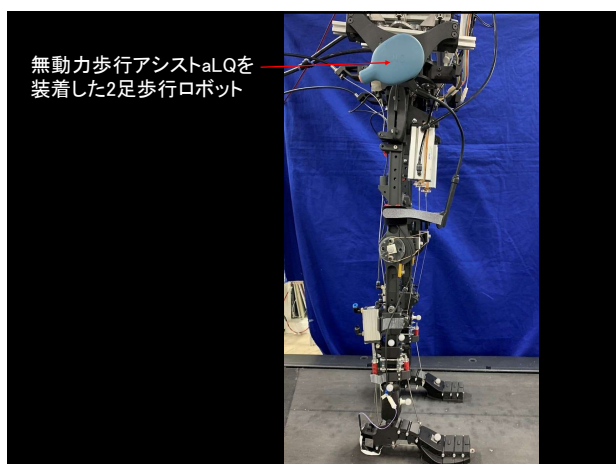
工学的には直ちに修理する事案であるが、異常歩行もまたヒトの歩行だとすると、極めて貴重な実験結果であると考えている。

一般的な歩行ロボットの場合、異常歩行のデータから脚軌道を生成し、目標軌道どおりに制御することになり、事の本質を見誤る可能性がある。

歩行障害を引き起こす原因は、形態異常、筋力弱化、感覚鈍麻、疼痛、運動調節の障害の五つの機能的カテゴリーに分類できると言われている。

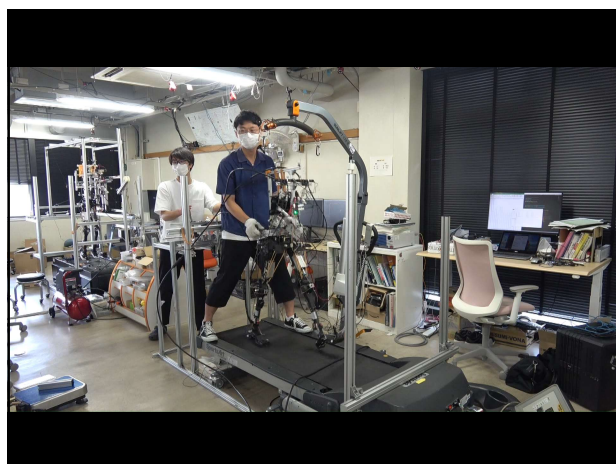
ヒトの場合は、これらが複合していることが容易に想像され、その相互関係が複雑化する。一方、本ロボットの場合、力学的な観点で議論することが可能であり、問題の顕在化が期待できる。

同等の異常歩行がヒトでも見られるかは今後検証する必要があるが、改良のヒントが得られれば、それ自身がヒトの歩行支援につながると考えている。



我々は、生れながらにして持っている内臓や皮膚などの柔軟組織による体幹部の動特性が、身体運動にどのように作用しているか自覚できない。

ヒトの床反力は、剛体・非剛体からなる身体の床面との相互作用から複合的に生成されたものだと考えられる。



支える支援

揺れる支援
(揺れるままに歩く)



ACSIVE



受動歩行は **Passive Walking** と呼ばれており、この受動歩行由来の技術が人々の生活を下支え、人々を明るく元気に、前向きに活発にする **Active** の意味が込められている。

ACSIVE

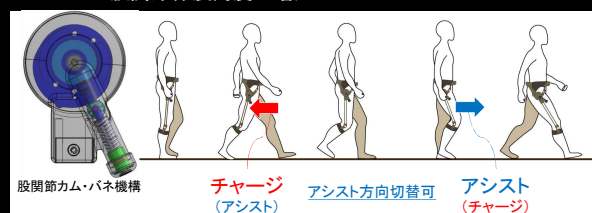


無動力歩行支援機

- ・無動力・無電装
- ・超軽量 [500gクラス]
- ・安全
- ・低コスト
- ・簡単装着・低装着感
- ・体のひねりがし易い
- ・座位、正座、胡坐など
- ・静粛
- ・デザイン性・簡単構造
- ・オールシーズン
- ・持ち運びも簡単

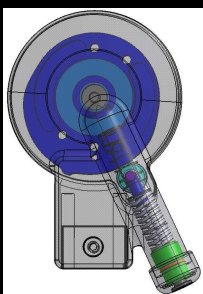


股関節伸展角度の増大



歩行開始: 弱めのアシスト

歩幅が狭いと小さなアシスト, 広いと大きなアシスト



股関節カム・バネ機構

エネルギー再配分

支持脚期後半:
弾性エネルギーがチャージ
(負担を感じない, 過度に減速しない)
※股関節伸展角度の増大

遊脚期前半:
アシストに利用
(足が軽くなる感じ)

適応的アシスト(自動的)

歩行開始: 弱めのアシスト

歩幅が狭いと小さなアシスト, 広いと大きなアシスト



ACSIVE
装着後

装着前

軽やかな歩行支援

- 普段通りに歩くだけで、振り子の動きとバネの力で脚の動きを整える。
- 足が軽くなる感じで歩き易く、歩行スピードも上がる。
- エネルギーを外から投入せずともエネルギーを上手く再配分することで、**自らの力で自らを支援できる(無動力)**。

人の歩行におけるレバレッジポイントを最小限の介入で支援するシステム構築の思想は、人のシステムへの過度な依存を回避し、人の尊厳を維持する。

※ レバレッジポイント：小さな力でも大きな変化を起こす。

- ユーザーからの声
こんな機器を待っていた。
私のために開発されたと思えるほど。

- 医療現場からの声
リハビリ学習・補助具の用途、症例が広がって稀に見るヒット。

片麻痺の方の歩行練習補助機器の理想形、積極的に活用していきたい。

14種類の症例の方々が利用され、医療現場からも適用症例の広さを高く評価されている。

上位5件：

1. 脳血管障害
2. 股・膝関節症
3. 脊柱管狭窄症
4. 脊椎・頸椎損傷
5. 小脳変性症

また、左右バランスが改善し、歩幅の拡大、歩行速度の増大、筋電位低減などの即時効果が認められ、脱着後のアフターエフェクト(数時間から翌日)も確認されている。

ACSIVE関連の学会発表実績

- [1] 青木隆明、鈴木光久、佐野明人、林典雄、服部良、日石智紀、尾藤貴宣、平尾純子、渡辺翼、四井康泰、清水紀仁、加藤忠幸：片脚式歩行支援機構の評価研究、第29回日本義肢装具学会学術大会講演集、2-4-24、2013.10.
- [2] 渡辺聖之、渡辺浩司、川村優貴、中澤信、塩野弘季：受動歩行をモデルとした歩行支援機の臨床応用に関する試み、第2回慢性期リハビリテーション学会抄録集、E-7-2、2016.3.
- [3] 本原寿紀、園田直博、末吉祐一郎、平和憲、永田清人：片麻痺患者の無動力歩行支援機による歩行アシスト効果持続に関する研究、リハビリテーション・ケア合同研究大会抄録集、茨城2016、038-1、2016.10.28.
- [4] 本多雄一、河井広大、溝口なお、高木祐希奈、松山太士：呼吸器疾患患者における無動力歩行支援機ACSIVEの有用性に関する研究、日本呼吸ケア・リハビリテーション学会抄録集、2016.
- [5] 樋口貴之、渡邊聖紀、川井康平：回復期リハ病棟における下肢型疾患患者に対するACSIVEを使用した歩行練習の効果、第34回大分県病院学会抄録集、2016.11.13.
- [6] 近藤玲子、兼岩淳平、井上花奈、福田大輔、工藤慎太郎：脊柱管狭窄症術後患者に対して無動力歩行支援機ACSIVEを用いた治療効果の検討、第3回日本運動器理学療法学会学術集抄録集、0-44、2016.12.4.
- [7] 齋藤恒一：歩行支援機ACSIVEを活用した歩行練習における運動学習効果の運動力学解析、第33回日本義肢装具学会学術大会講演集、2-2-2、2017.10.9.
- [8] 川口大輔、伊藤忠、則竹耕治、神谷庸成、鈴木光久、佐野明人：歩行アシスト装具を使用した自宅での歩行訓練を実施し、歩行機能の改善が認められた年長児の一例、第62回全国肢体不自由児療育研究大会抄録集、2017.10.19~20.
- [9] 柳本有二、五島満、伊藤智昭、鈴木光久：歩行支援機およびボール活用時の歩行形態変化と快適性について—ウェアラブル脳波計による脳機能変化から—、第7回日本ロボットリハビリテーション・ケア研究大会抄録集、25、2017.11.18-19、博多 ※ノルディックポール (一部抜粋)

2013年:1件、2015年:9件、2016年:10件、2017年:7件



歩行をアシストしてくれる機器から、
人生そのものをアシストしてくれた機器へ

**動かなかった右足が上がる。
ゴルフで9ホール回っても足が疲れない。**

座っている時に、気にしなくても膝が外に開くのが抑えられ、良い姿勢になります。ACSiVEを付けると疲労度が違う。3日間連続でゴルフが出来ました。

歩行をアシストしてくれただけでなく、人生そのものをアシストしてくれた。

ACSiVEを装着していない時は、転倒しない様に常に歩行に意識をしなければならぬが、ACSiVEを装着すると軽やかな一歩が踏み出せ、無意識に安定した歩行が出来ることで、気持ちりが前向きになります。

60才の時に脳梗塞を発症され右半身に麻痺があります。サーフィン界ではレジェンドと言われている/イオニアサーファー。2年半前よりゴルフを始め、障害者ゴルフの大会にも参加されている。

右足のぐらぐらが止まる。打つ時の安心感が大きい。

ユウスケさん (36才)

27才の時に交通事故に遭い脊椎に損傷を受ける。一生辛い生活を宣告されたが、懸命なリハビリに励み、歩ける様になりました。日本障害者ゴルフ協会(DGA)会員。

杖が要らないので抱っこしてお子様の指さす方へお散歩。

TBS「夢の扉+」(平成26年8月17日)

テレビ東京「ワールド・ビジネス・サテライト」
(平成26年9月10日・12月16日)

NHK名古屋「東海モノ語り」(平成26年10月8日)

BS日テレ「木曜スペシャル(医療の今昔物語)」
(平成27年2月12日)

Channel JAPAN (平成27年2月・3月複数回、海外向け)

BSフジ「革新のイズム」(平成28年4月1日)

テレビ朝日「スーパーJチャンネル」(平成29年6月17日)
朝日放送「キャスト」(平成29年6月28日)

BSジャパン「未来EYES」(平成29年9月24日)

NHK総合「チョコちゃんに叱られる！」(令和元年6月7・8日、
8月23日)

苦心と挑戦 革新生む

百年先のミライへ トヨタ自動車

結成後20年、トヨタ自動車は、世界中で活躍し、人々の生活を豊かにするクルマを提供し続けています。その中で、常に新しい技術を開発し、新しいクルマを生み出しています。その中でも、最も重要な技術の一つが、安全技術です。安全技術は、クルマの命を救うための技術であり、常に進化を続けています。トヨタ自動車は、安全技術の開発に力を入れており、世界中で活躍しています。

手術ロボ 産産に普及を テンソー

手術ロボは、手術の精度を高め、医師の負担を軽減するための技術です。トヨタ自動車は、手術ロボの開発に力を入れており、世界中で活躍しています。手術ロボは、手術の精度を高め、医師の負担を軽減するための技術であり、常に進化を続けています。トヨタ自動車は、手術ロボの開発に力を入れており、世界中で活躍しています。

歩行も心も支える 4輪歩行アシスト

歩行アシストは、歩行の負担を軽減するための技術です。トヨタ自動車は、歩行アシストの開発に力を入れており、世界中で活躍しています。歩行アシストは、歩行の負担を軽減するための技術であり、常に進化を続けています。トヨタ自動車は、歩行アシストの開発に力を入れており、世界中で活躍しています。

第29回中日産業技術賞
特別奨励賞
(2015年)

公益社団法人 発明協会
Japan Institute of Invention and Innovation

発明協会について | 情報公開 | 入会のご案内

ホーム > 発明協会の表彰事業 > 全国発明表彰 > 受賞者の発表 > 受賞発表、順位掲載

全国発明表彰

表彰事業TOP | 全国発明表彰 | 地方発明表彰 | 全日本学生発明展(公募)

平成30年度全国発明表彰 受賞発表、順位掲載 (敬称略)
(第一表彰区分一～五/第二表彰区分一～五)

21世紀発明奨励賞

受賞歩行由来の無動力歩行支援装置の発明 (特許第6021124号)

佐野 明人 国立大学法人名古屋工業大学 大学院工学研究科 教授

21世紀発明貢献賞

徳岡 裕之 国立大学法人名古屋工業大学 学長

本発明は、歩行由来の無動力の歩行支援装置に関するものである。歩行の本質は、「重力で歩き、重力で降りる」ことである。従来は、転倒を回避するための歩行支援装置であった。歩行歩行ロボットは、モーター、センサおよび制御を一切用いず、下りスロープを重力のみで歩くことができる。その動きは人に近くとも自然である。

歩行歩行ロボットの駆動力は、重力の力で歩きの動きを整え、人の歩行を本来の自然で歩ける歩行に導く。人が重力と歩行力を使って歩く際の歩行力と重力のバランスを調整することで、モーター・バッテリー搭載による重量・安全性等の課題を根本的に解決し、歩行に必要に応じて歩行支援装置を採用し、リンクが弾力的にねじれて体がゆわゆることで、脚が軽くなる感覚で歩きやすくなる。

特に、障害者や高齢者が、歩けることを実感し健康で豊かな生活を送ることが期待される。

2019年4月

上海高精医療機器有限公司

中国国立リハビリテーション病院

上海高精医療機器有限公司は、中国の医療機器メーカーであり、主にリハビリテーション機器の開発・製造・販売を行っています。同社は、中国の医療機器市場のリーダーであり、世界中の医療機器メーカーと競争しています。

中国国立リハビリテーション病院は、中国の最大のリハビリテーション病院であり、主に脳卒中、脊髄損傷、関節症などのリハビリテーションを行っています。同病院は、中国の医療機器メーカーと提携しており、最新の医療機器を導入しています。

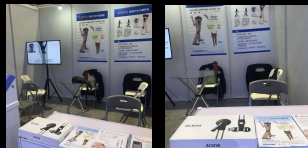
2020年2月12日
ACSIVE 中国で医療器械登録(第20200068号)

国家药品监督管理局
National Medical Products Administration

国家药品监督管理局は、中国の医療器械の登録・承認を行う機関です。同局は、医療器械の安全性、有効性を評価し、承認を行います。

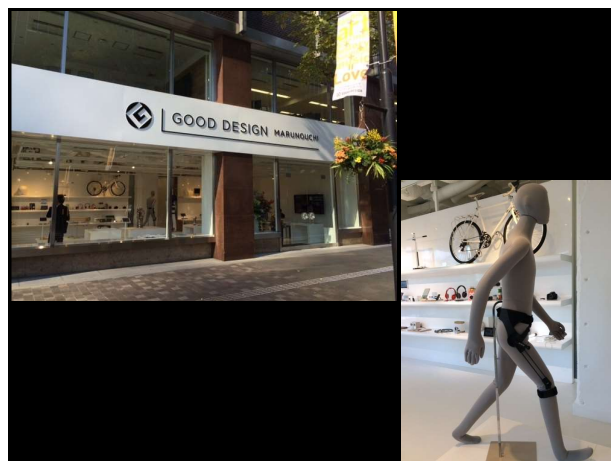
ACSIVE 中国で医療器械登録(第20200068号)は、歩行支援装置の登録番号です。同装置は、歩行の負担を軽減するための装置であり、歩行の負担を軽減するための装置です。

CMEF(China international Medical Equipment Fair)2020 出展

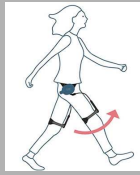
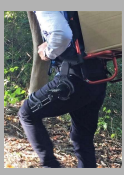
中国国際医療機器見本市
(China International Medical Equipment Fair)

業界の学術専門家、企業の代表者、調達機関関係者、病院のバイヤー、流通エージェンツなど、150人の専門家と交流し調達と試着体験の対応をした。

現在、中国3級病院にアプローチ



製品の概要と狙い

分野	福祉分野	健康分野	産業分野
商標	ACSIVE	aLQ	(Super ACSIVE)
概要			
アシスト力	小～中	中	大(2倍)
ターゲットユーザー	障害者 ・片麻痺患者他 ・歩行困難者	健康者 ・フレイル(活力低下) ・アクティブシニア	作業員 ・重荷物運搬者 ・極限作業員
販売方法	取扱コーディネーター が対面販売(試着)	店頭・ネット(Amazon) 販売	販売未定



September 2020

Conference: ESMAC: European Society for Movement Analysis in Adults and Children 2020

Unilateral non-electric assistive walking device helps neurological patients to improve gait patterns

Dr.Boris Feodoroff & Vera Blümer

German Sport University Cologne, Germany
Institute of Movement Therapy and Movement-oriented Prevention and Rehabilitation

aLQロボット研究所

隊員になってロボットを完成させよう！

- ロボットやaLQの調整はこちらが行っていたが、それらを体験してもらうことで、より一層身近に感じてもらう。
- 孫が受動歩行ロボットについて学び、その学びを通じて祖父母のaLQをより良く調整する。
- 子供たちが描き形づかったロボットは、感性があふれアート作品になる。



歩けることが実感できる歩行支援の極意

現象 (解明) → 本質的な原理 (発見) → 必然的な開発 (発明)

※ あるものはいかにも単純で美しく、あるものはその原理を聞けば聞くほどその絶妙さに驚かされる。

※ 最低限機能する製品、一つ余計なものを加えるごとに、コストとリスクが上がる。

※ 引き算の技術

- 歩行・走行と力学の高い親和性
- 普遍的な原理の存在と工学的応用価値

歩行の支援から人生の支援

シンプルな歩行支援機に出会うことで、リハビリ室から病棟へ、病棟から自宅へとシームレスにつながる。

歩行支援が身近になり、歩行が弱った方の日常生活・旅行や、アクティブシニアの方の歩くレジャーなどのシーンでも利用できる。

生活の中で使えるからこそ、歩行を支援してくれる機器から、人生そのものを支援してくれる機器へと変わり得る。