



Synced Drift

-車椅子型移動体を用いた身体共創スポーツの提案-

Synced Drift

- A body co-creation sport using a wheelchair-type mobility vehicle -

安藤 良一¹⁾, ジュリア バルバレスキ¹⁾, 川口 碧¹⁾, 南澤 孝太¹⁾

Ryoichi ANDO, Giulia BARBARESCHI, Midori KAWAGUCHI, and Kouta MINAMIZAWA

1) 慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科 (〒 223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉 4 - 1 - 1, andoryoichi@kmd.keio.ac.jp)

概要: スポーツは誰もが楽しめる娯楽であると同時に、身体及び精神の健全さを保つヘルスケアとしての一面を持つ。パラスポーツを始め、より多くの人々とともに心身ともに健康であろうとする試みが続けられている。本稿では、「Synced Drift」という、1つの体を共有する2人以上がドリフトレースを楽しむことで、身体的な制約を超えて参加可能な超人スポーツを提案する。Synced Drift では、モータと車輪及び車輪に取り付けられた大径オムニ機構で構成される移動体モジュール、ドードセルと計算機によって構成される重心位置推定モジュール、カメラおよびディスプレイによって構成される遠隔情報提示モジュール、非常停止スイッチ及び遠隔停止スイッチによって構成されるセーフティモジュールを組み合わせることで構築されるユニットを用いて競技を行う。これにより、例えば脊髄損傷による上肢障害や、脳卒中の結果として身体の一部が動かないといった理由でスポーツに参加できなかった人々も、困難に直面しているか否かに関係なく、平等に参加することができる。

キーワード: 人間拡張, 超人スポーツ, 四肢不自由, 融合身体

1. はじめに

スポーツの持つ娯楽性とヘルスケアの側面を応用した事例として、1944年、ルートヴィヒ・グットマン博士 [1] は、戦争の退役軍人の身体的および精神的な回復を促進する方法としてスポーツを導入した。本取り組みは、退役軍人の力と持久力を向上させるだけでなく、個々の特性に関わらず、全員が車いすを使用してプレイすることにより、彼らの役割や身体の障がいにかかわらず全員が平等に競争できる平等な環境の実現に貢献した [2]。

そして現在、超人スポーツ [3] の取り組みでは人間拡張工学などの技術や文化を積極的に活用し、新たなスポーツを生み出すことで、より多くの人々に適応可能な環境の実現を目指している。

超人スポーツの一例として「SlideRift」 [4] という競技がある。全方向ホイールシステムと電動アシストモーターを組み合わせることで、人々にドリフトという新たな能力を付与し、その運動技術を競い合うことで、既存身体のある方に関わらないスポーツの環境を提案した。

しかし、「SlideRift」では、競技者の対象には下肢障害の有無を問わないことのみ限定されており、上肢障害や多様な運動障害を抱える個人のために提案された解決策はなく、またプレイヤーはSlideRiftの競技会では直接移動体を制御する必要があったため、例えば活発な運動が困難な人

にとっても、参加には障壁が存在した。

こうした運動機能の制約に関する障壁に対しては、遠隔操作によって車椅子を制御する telewheelchair [5] や、自動停止機能・自律移動機能を有する WHILL NEXT [6]、重心移動で操作する車椅子など、車椅子の研究において、すでに運動機能障害を対象とした車椅子の操作についての解消手法が提案されている。

また、その他移動体の操縦については、重心移動により操作する小型移動体の研究 [7] や、重心制御による4輪での全方向車椅子等の研究 [8] が行われている。

こうした先行研究を鑑み、我々は以下を統合したシステムを提案する (図 1)。

- SlideRift の全方向ホイールメカニズム、
- ユーザーの重心移動を検出できる遠隔で接続された感知座面
- 視点共有システム

本提案であれば、これまでの「SlideRift」が抱える課題であった上肢障害等による運動障害に直面した人々であっても、また直接移動体を制御することが困難な状況にある人であっても、ドリフトという新たな運動能力を用いて、他者と共に等しく競技できる環境が構築できると考える。

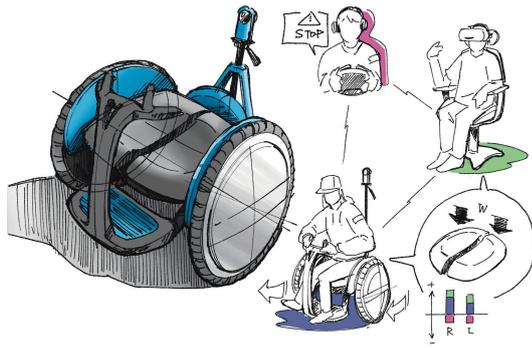


図 1: コンセプトイラスト

2. 提案手法

序論で述べた既存超人スポーツに対する課題を鑑み、かつ本研究の目的である誰もが等しく参加できる競技の実現を踏まえ、以下のハードウェア、スポーツ環境のデザインを提案する。

2.1 ハードウェアデザイン

本システムは、モータと車輪及び車輪に取り付けられた大径オムニ機構で構成される移動体モジュール、ロードセルと計算機によって構成される重心位置推定モジュール、カメラおよびディスプレイによって構成される遠隔情報提示モジュール、非常停止スイッチ及び遠隔停止スイッチによって構成されるセーフティモジュールを組み合わせることで構築される。

移動体を直接制御する Driver が用いる Driver ユニットは、移動体モジュールと重心位置推定モジュール、セーフティモジュールの非常停止スイッチによって構成され、これによりユーザーの重心位置を推定し、推定データをモータの動作に反映することで、地面と平行な平面上で自由に移動することを可能にし、ユーザーの移動時の予備動作に応じた身体的な移動体の制御が行える。移動体を遠隔制御する Voter が用いる Voter ユニットは、Driver ユニットと同様に4つのロードセルを備え、遠隔情報提示モジュールにより Driver ユニットに使用者の重心位置推定データを転送すると同時に Driver の視聴覚データを Voter に伝送することで、Driver ユニット同様のモダリティで移動体の操作を実現する。また、Driver の移動ユニットの最終的な動きは、Driver ユニット、Voter ユニットから得られた推定重心位置を反映させ、Stopper による制御を反映することで算出される (図 2) (図 4) (図 3)。

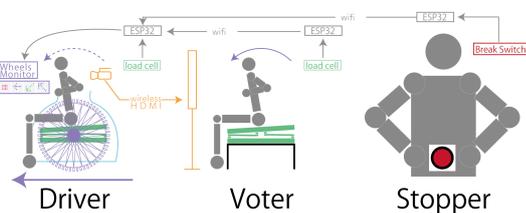
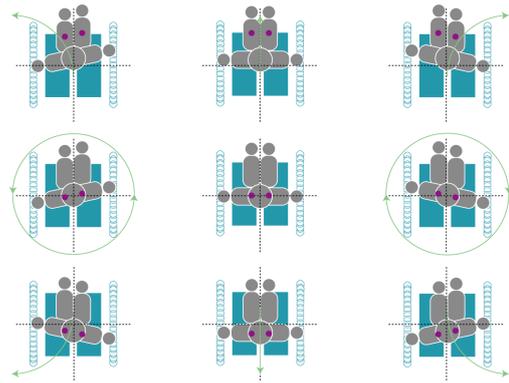


図 2: 全体構成図



→ Direction of the Movement • Center of gravity (LEFT/RIGHT)

図 3: 移動ユニットの制御

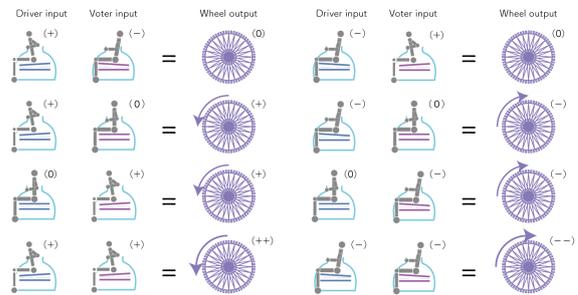


図 4: 移動体の制御

2.2 スポーツデザイン

上記ハードウェアを使用し、スポーツをデザインする。複数の移動体制御者が、移動ユニットによりもたらされるドリフトという身体に生まれつき備わっておらず、かつ一般的な車椅子利用者にも獲得できない運動モダリティの制御能力を競い合うことで、上肢、下肢の制約や、その他運動機能の制約、運動負荷の制約を解消し、競技に参加できる環境を構築する。競技名称には複数名の使用者が調和し、ドリフトという行為で競技することから、”Synced Drift”とした。

Synced Drift において、競技者はコース上に設置された時計回り、反時計回りのコースで構成された空間を走行し、その完走速度をスコアとする。走行スコアは他の競技者と比較し、より早いスコアの競技者を勝者とする (図 5)。

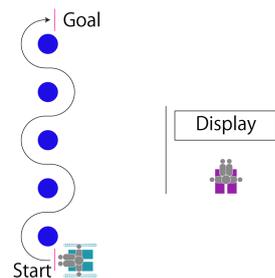


図 5: スポーツ環境図

表 1: 参加者特性

ID	Age	Wheelchair Type
WU1	12	Manual
G1	44	-
WU2	20	Electric
G2	53	-
WU3	19	Manual
G3	23	-
WU4	60	Electric
G4	48	-
WU5	52	Electric
G5	37	-
WU6	36	Manual
G6a	40	-
G6b	47	-

表 2: 車椅子あるいは歩行補助具利用者の医学的利用事由

ID	Diagnosis
WU1	脳出血 水頭症 脊髄梗塞
WU2	先天性脳性麻痺 脳室白質軟化症 (VPL)
WU3	二分脊椎水頭症合併症
WU4	頸椎損傷 (C3、C5)
WU5	頸椎・脊髄損傷 (C7)
WU6	脊髄横彎
G6a	クローン病・脳出血 左麻痺運動失調
G6b	脳梗塞 右麻痺運動失調

3. 検証

提案されたスポーツ競技の検証として、障がいの有無に関わらず、6組13人の個人でテストした(表1)(表2)。テストの結果から、システムは安全で直感的に使用することができ、また全ての使用者が楽しみながら定められたコースを完走できることが示された。

これには、右半身の運動能力が制限されている参加者や、上肢の運動能力が制限されている2人の参加者も含まれる。またインタビューでは、利用者が新たな競技形態やシステムに関して関心を持つ様子や、システムの日常生活やその他スポーツ競技の開発可能性を含めた潜在能力を強調した(図6)。

WU1 重心により移動操作ができるのは面白いと感じた。

WU2 1人でやっているよりも2人で操作している方がき



図 6: テスト風景

ちんと走行できた。自身が遠隔側、走行側どちらも同じような感覚。

WU3 感覚は車椅子に近いが、車椅子はスピードがそこまで出ない。最初は重心移動が難しかった。だんだんとわかるようになって楽しかった。

WU5 最初は先入観があったか、体でわかるとあとほうまくいく。良かったのは、(自分が)VoterでG5がDriverのとき。苦手な部分をG5ができていた。できないところを自然におぎなってくれたようなかんじ。急に思い通りに動くときがあった。急に機体が体の一部になったような感じ。自然にふっと移動できるような感じ。離れているリモートペアで”車椅子ダンス”をしたら面白いのでは。

WU6 たまに倍になった瞬間、気持ちよかった。

G1 当事者が外出時に、親が遠隔地から下肢障害で操作が難しい場面をサポートできるような使い方ができるといい。間に入って暴走を止める、という使い方でもできると思う。

G2 車椅子に関わりがない人に操作したり、乗ってみたりして欲しい。走行側、遠隔側双方でやってみたい。どちらも面白さがある。

G6a 操りやすいのはVoter、特に後半。慣れたら扱いやすくなるだろうと思った。

G6b やり始めて一つ目のカーブから(操作感が)わかり始めた。

これら客観的な現象及び主観的な意見により、本競技は身体的多様性を包摂し、また本競技は単なるスポーツ競技としてのみならず、より多くの展開可能性を持っていると考えることができる。しかし一方で、課題として以下の4点が確認された。

- 右に向かおうとしているにも関わらず左に向いてしまう等、意図する移動が左右逆転する現象も起きた。
- 背もたれが低く、脊椎損傷患者等の利用に制約が出る可能性がある。
- 座面が固く、特に臀部知覚が困難な参加者が挫傷を起こす可能性がある。
- Driver-Voter間の意思共有がスムーズでなく、運動の調和に障害が生じた。

4. 考察

本システムや応用可能性については比較的ポジティブな発言を得ることができた一方で、本競技は未だ未完成であると評価する。

特に課題点の解消についてだが、まず移動の左右逆転については、以下のように考察する。左右逆転を訴えた参加者の中には普段乗用車を利用する参加者もいた。一般的な車椅子は右車輪をパドルリングすることで左に車体が向くが、乗用車等では右にハンドルを切ると右に車体が向くように、車椅子と乗用車では動作と結果の逆転が起きるため、本移動体を車と捉えるか、車椅子と捉えるかによって逆転現象が起こるのではないかと推測している。本課題に関しては、移動体の意匠を考慮することで解消可能であると考え。本研究が意図する誰もが等しく参加できる環境の構築を念頭に置くと、世界的に障害の象徴として扱われている車椅子をメタファーとして参照するのではなく、車等の移動体として扱うことが合理的であるため、意匠としては今後、車等に近しい移動体としての開発が必要であると考え。

次に背もたれ及び座面に関しては、上記意匠の方向性を考慮した上で、高い背もたれを実現しつつ、臀部にクッション等の緩衝材を含めた移動体のボディ制作によって解消可能であると考え。

最後に、意思共有に関しては、UI デザインの一環として、LED を用いた視覚情報提示を検討している。設置位置は運動障害にならないよう、ボディに含めて構築する必要がある。

5. おわりに

本研究では、障害の有無に関わらず全ての人が等しく参加できる新たなスポーツ競技の提案と、その試験の実装を行った。提案された競技”Synced Drift”とし、従来のスポーツ競技とは異なり、身体的多様性を包摂し、さらには日常生活やその他のスポーツ競技の開発可能性を含めた潜在能力を持つ可能性がわかった。

試験の実装は、障がいの有無に関わらない参加者 13 人の個人で行われ、すべての参加者が安全に使用可能であることが示された。また、利用者はシステムを楽しみながら使用でき、コースを完走することが可能だった。一部の参加者には移動能力に制限があるものの、それでも競技を楽しむことができた。この結果は、提案する競技が幅広い身体状態に対応できることを示している。

しかしながら、現段階ではまだ課題も存在している。特に、移動方向の左右逆転、背もたれの低さ、座面の硬さ、そして利用者間の意思共有について改善が必要であることが確認された。ただし、これらの問題は解決可能であり、本稿ではそれぞれに意匠的メタファーの活用やボディ部分の造形等、具体的な解決策も提案した。

結論として、本提案競技は未だ未完成ではあるものの、その潜在的な価値と改善の余地が見て取れると評価する。それぞれの課題点に対策を進めることで、より多くの人々が本

競技を楽しむことができ、さらには日常生活や他のスポーツ競技の開発に対する新たな視点を提供することが期待できる。まずは、本競技の体験会の実施など、今後この取り組みを継続的に行うことで、全ての人が等しく参加できる環境を作ることに貢献しつつ、またその実現を行う。

謝辞

この研究は、JST ムーンショット R&D プログラム「Cybernetic being」プロジェクト（助成番号 JPMJMS2013）の支援を受けて行われた。開発の一部は、Slide Rift 開発チーム、AXERREAL Co., Ltd.、および Minato Takeda 氏との協力の下で制作した。

参考文献

- [1] Gold, John R and Gold, Margaret M : Access for all: the rise of the Paralympic Games, Journal of the Royal Society for the Promotion of Health, Vol. 127, No. 3, pp. 133–141., 2007.
- [2] Verdonck, Michele and Ripat, Jacquie and Clark, Peita-Maree and Oprescu, Florin and Gray, Marion and Chaffey, Lisa and Kean, Bridie : Reverse integration in wheelchair basketball: Stakeholders’ understanding in elite and recreational sporting communities, Adapted Physical Activity Quarterly, Vol. 38, No. 1, pp. 25–42, 2020.
- [3] Kunze, Kai and Minamizawa, Kouta and Lukosch, Stephan and Inami, Masahiko and Rekimoto, Jun : Superhuman sports: Applying human augmentation to physical exercise, IEEE Pervasive Computing, Vol. 16, No. 2, pp. 14–17, 2017.
- [4] Ando, Ryoichi and Uebayashi, Isao and Sato, Hayato and Ohbayashi, Hayato and Katagiri, Shota and Hayakawa, Shuhei and Minamizawa, Kouta : Research on the transcendence of bodily differences, using sport and human augmentation medium, In Proceedings of Augmented Humans Conference 2021, ACM, pp.1-9, 2018, pp. 31–39, 2021.
- [5] Satoshi, Hashizume and Suzuki, Ippei and Takazawa, Kazuki and Sasaki, Ryuichiro and Ochiai Yoichi: Telewheelchair: The Remote Controllable Electric Wheelchair System Combined Human, Machine Intelligence, pp.1–9, 2018.
- [6] 上松 弘幸, 今岡 紀章, グエン ジュイヒン, 笹井 裕之, 北澤 一磨, and 安藤 健: 自動停止機能・自立移動機能を有するロボティック電動車いす, Panasonic Technical Journal 64 (May), 2018.
- [7] 佐々木 牧子, 柳原 直人, 松本 治, and 森谷 清小: 重心移動のみで操縦可能な小型・軽量パーソナルビークル, 日本ロボット学会誌 24 (4): 533–42, 2006.
- [8] 北川 秀夫, 別府 達哉, 大野 義則, 三好 孝典, and 寺嶋 一彦: 全方向移動車椅子の乗り心地向上のための走行制御, 日本ロボット学会誌 22 (7): 933–39 , 2004.