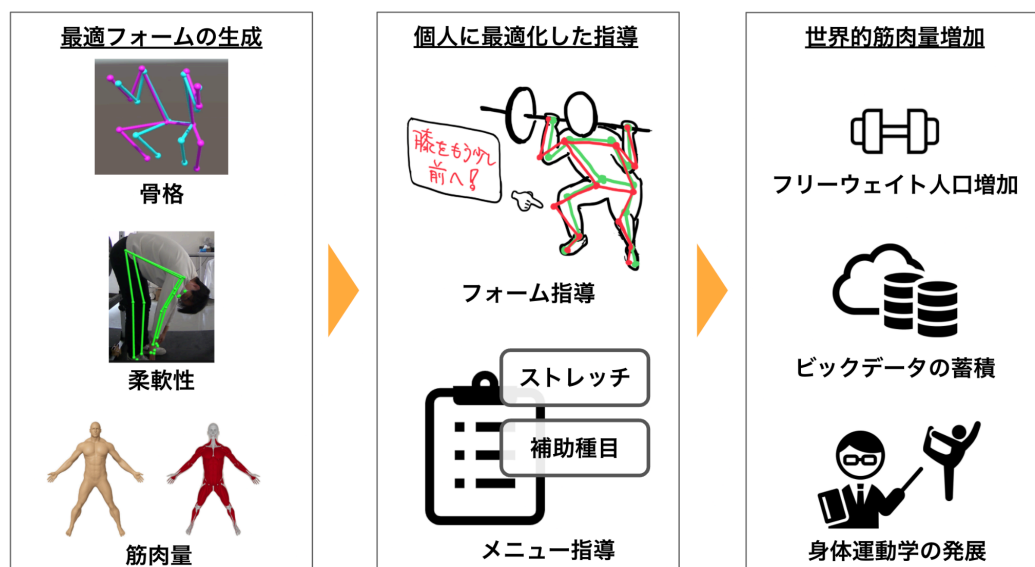


未踏アドバンスト提案プロジェクト詳細説明書

プロジェクト名：個人に最適化するフリーウェイト指導システムの開発

提案者名：近藤佑亮、遠藤聡志、上野将輝

1. プロジェクトの背景、目的、目標



1-1. 提案概要

筋肉は、心身の健康を促進する上で非常である。筋肉量が増加すれば、体を楽に動かすことができ、自然に脂肪燃焼をすることができる。また、体の中の骨や関節や靭帯などを保護するため、安心して体を動かせる。自分の努力に応じて体が変化すれば、自己効力感・自己肯定感が高まり、精神も安定する。

しかし、このようなメリットを求めて筋力トレーニングに挑戦した人の多くが、トレーニングをしても目立った効果を感じることができず、自分には向いていないのだと諦めて離脱してしまっている。離脱してしまう人の多くは、自分では頑張っているつもりでも、間違った・非効率なトレーニングをしていることが多い。特に、本来まず最初に取り組むべきフリーウェイトトレーニングを、フォーム習得やメニュー構築の難しさから避けてしまう、もしくは誤ったフォームやメニューでトレーニングをして怪我をしてしまう事例が多い。

ダンベルやバーベルを用いるフリーウェイトトレーニングは、多関節動作であるため、体全体の筋肉をバランスよく、効率的に鍛えることができる。トレーニング初心者も、まずフリーウェイトで全身の基礎的な筋肉をバランスよくつけることが推奨されている。

しかし、フリーウェイトを習得することは難しい。個々人の骨格・柔軟性・筋肉量に応じて最適な（ケガをしない範囲で最大に効果のある）フォームやメニューは異なるため、指導には豊富な指導経験と身体運動学の知見が必要になる。このような能力を有するフィジカルトレーナーは貴重であり、プロ野球チームですら人材不足に苦勞している。現状、良き指導者に出会えなかった初心者は挫折してしまう。

本プロジェクトの目的は、誰もが望むままに筋肉を成長させられる社会を実現することである。そのために、個人に最適化したフリーウェイト指導システム「posefit」を開発し、事業化する。posefit は骨格、柔軟性、筋肉量から今のユーザーにとって最適なトレーニングフォームを算出する。そして、現在のフォームが最適フォームに近づくように、リアルタイムのフォーム指導、フォーム改善のためのメニュー指導を提供することで、フリーウェイトの上達を支援する。posefit を社会実装することで、初心者でもフリーウェイトで正しく・効率的なトレーニングを行い、望むままに筋肉を成長させられる。

さらに、posefit を運用することで、将来的にフリーウェイトに関する粒度の細かいデータを大量に収集することができる。このビッグデータを解析することで、細かなフォームの差異による成長速度の違いや、筋肉量の変化に応じた動作の変化を解明することができると考えられる。また、トレーニングに限らず、他スポーツやリハビリテーションなど、幅広い分野に技術を応用することで、広く身体動作に関する理解を深めることができると期待している。

1-2. 提案プロジェクトの背景

新型コロナウイルスの影響で健康意識が増大し、トレーニングを始める人は増加した。単に体の見た目を良くするだけでなく、基礎代謝の向上による健康的なダイエット、生活習慣病の予防など、トレーニングの効用は多い。

しかし、トレーニングを始めた人の多くが効果を実感する前に離脱してしまう。その原因は「マシンのみでトレーニングをしているため効率が悪く、成果が出にくいことにある」とジム経営者へのインタビューから明らかになった。

ジムで行うトレーニングはバーベルやダンベルを用いて行うフリーウェイトと専用の機械を用いるマシントレーニングの2つに大別される。動作の軌道が固定されるマシントレーニングは、初心者でも簡単に実施できる反面、単関節動作であるため、一つのマシンで鍛えられる筋肉が限定的であり、全身を鍛えるには時間がかかってしまう。フリーウェイトトレーニングは、軌道が定まっておらず多関節動作であるため、慣れれば体全体の筋肉をバランスよく効率的に鍛えることができる一方、フォームの習得は難しく、熟練したトレーナーの指導を受ける必要がある。

そのため初心者は、自力で始めやすいマシンのみでメニューを組んでしまうことがほとんどである。それによりトレーニング全体の効率が下がり、目に見える成果も出にくく、最終的に「自分には向いていなかった」などと結論づけてトレーニングを諦めてしまう。

	効率	習得の容易さ
マシン	×	○
フリーウェイト	○	×

上記の問題はフリーウェイトを取り入れることで解決可能である。しかし、ネット上の記事や動画でトレーニングのやり方が多く紹介されている現代でも、フリーウェイトの習得は難しい。それは、個人にとって最適なフォームが、その人の骨格・柔軟性・筋肉量によって異なるためである。例えば骨格の違いは関節を屈曲させるべき角度の違い、柔軟性の違いは怪我なく動かせる可動域の違い、筋肉量の違いはバーを保持できる範囲の違いなどに影響する。また、フリーウェイトの上達には、柔軟性や筋肉量バランスの弱点を克服するメニュー（ストレッチや特定の部位を刺激するトレーニング）も必要だが、フォーム同様にその組み方も個人の身体情報に依存する。

しかし、これまでトレーニングにおいて精度やコストの問題から、大規模なフォームの記録はなされてこなかった。そのため個人に最適なフォームは定量的に解明されていない。また、FitbodやSworkitなど、既存のスマホアプリにおけるメニューレコメンドも個人の求める運動強度レベルでのパーソナライズに止まっている。初心者でもフリーウェイトを習得できるようにするには、個人に最適なフォームを明らかにし、AIによるフォーム・メニューの指導を実現する必要がある。

1-3. 提案プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は誰もが望むままに筋肉を成長させられる社会を実現することである。そのために、パワーラック設置（ブース）型の個人に最適化するフリーウェイト上達支援システム（posefit）を開発し、実証実験を経て事業化する。

1-4. 提案プロジェクトの目標

未踏アドバンスト期間中に①個人に最適化されたフォームの生成、②最適フォームとの差分に基づくフォーム・メニュー指導を実装し、③実証実験によってposefitの効果を検証する。

目標①：個人に最適化されたフォームの生成

適切なフォーム・メニューの指導を実現するためには、個人の骨格・柔軟性・筋肉量に基づく最適なフォームが定量化されている必要がある。本提案では、データセットの構築と最適フォームの生成手法の開発により、個人にとって最適なフォームを明らかにする。

1-1. フリーウェイトフォームデータセットの構築

トレーナーの体格情報（骨格・柔軟性・筋肉量）を収集、トレーニングを撮影することにより、お手本フォームのデータセットを構築する。データセット構築に必要なフォーム撮影環境は、前田裕二郎氏のご協力のもと、既に東京都両国にある撮影環境に整備している。未踏アドバンスト期間中に、100名のデータ取得を目指す。

1-2 最適フォームの生成手法

1.1で構築したデータセットを学習することで、ユーザーの体格情報（骨格・柔軟性・筋肉量）を入力として各ユーザーに最適なフォームを生成する手法を開発する。

目標②: 最適フォームとの差分に基づくフォーム・メニュー指導

①で生成した最適フォームと、ユーザーのフォームを比較し、計算した差分をもとに、フォームのリアルタイムフィードバックと弱点克服のためのメニューレコメンドを実装する。

2-1. 最適フォームとの差分に基づくフォーム指導

カメラから取得したユーザーのフォームと①で生成した最適フォームを重ね合わせて正面の壁にプロジェクターで表示する。更に、ユーザーのフォームを最適フォームに近づけるようなアドバイスをリアルタイムに提案する。最適フォームを定義していることにより、人にはできない微妙な差異の明確化（これまでイメージで伝えていたものを定量化することでトレーニーにとってわかりやすい形で提供すること）した指導が可能となる。典型的な誤りフォームと改善アドバイスのペアを収集し、ユーザーのフォームと類似する誤りフォームを検索することで、適切なアドバイスを得る。

2-2. フォーム改善のためのメニュー指導

先述の通り、柔軟性や筋肉量のバランスがフリーウェイトを上達する上でのボトルネックとなる。柔軟性や筋肉量バランス、フォーム指導の結果から、弱点を克服するようなメニューを提案する。フリーウェイト界の権威である石井直方先生や高西文利先生、宮畑豊先生と協力しながらルールデータベースを作成する。

目標③: 実証実験・事業化準備

目標①、②にて開発したシステムの評価を行うため、実証実験を行う。実証実験でのフィードバックを元に、システムの改善と事業化準備を行う。詳細は「5-2. 事業期間中の事業化に向けた作業内容」にて後述。

2. 開発に関する未踏性の主張、期待される効果など

未踏性①: フリーウェイトのフォーム定量化と大規模データベース構築

そもそも、フリーウェイトを三次元骨格として定量化・記録し、大規模なデータセットを作成することが未踏の領域である。過去、カメラやモーションキャプチャでの動作解析は行われてきたが、前者はスマートフォンカメラを用いていることによる精度の不足、後者は高価な機材や着用の手間によってデータ量を集められないという課題により、データベースが作成されてこなかった。本プロダクトは、トレーニングフローを変更する必要がなく、日本に限らず世界中のジムへ展開できるため、これまでになく大規模なデータベースを構築することができる。学術的意義も大きい。

未踏性②: 身体情報に基づく最適フォームのモデル化

個人に最適なフォームの生成は、未踏の領域である。既存のフォーム指導に関する研究やプロダクトでは、一般的に正解とされるフォームと一致しているか否かを評価するのみで、最適フォームの個人差を考慮できていなかった（Khurana, 2018）。本提案では、身体運動学の専門家と密接に協力することで、世界で初めて身体情報（骨格・柔軟性・筋肉量）を総合的に考慮した、個人に最適なフォームのモデル化に取り組む。

期待される効果①: フリーウェイト人口の増加

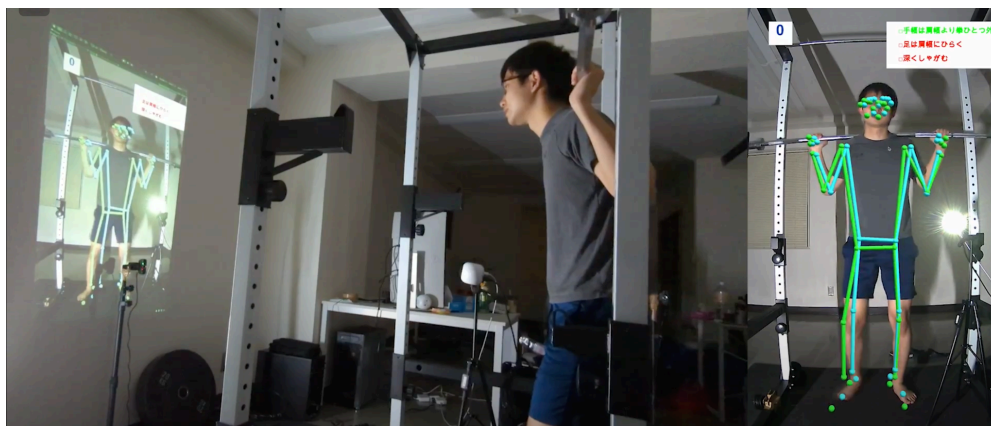
本プロジェクトにより期待される効果として、トレーニング人口の増加が挙げられる。初心者でも効率よくトレーニングに取り組むことができるようになり、誰でも成果を出して、トレーニングを継続できる。本プロジェクトはトレーニーにとって成果が出にくいという課題を解決するだけでなく、ジム会員の離脱率を改善することにより、ジムの課題も解決し、トレーニング業界全体の好循環を生み出すことに繋がる。

期待される効果②: 他分野への技術の展開

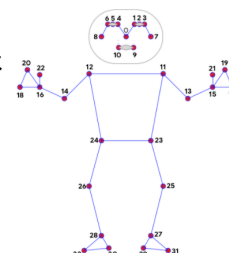
本プロジェクトにおいて開発するデータ収集およびパーソナライズされた指導の手法は、クローズドな環境で行われるスポーツ(弓道・ゴルフなど)やリハビリテーションに活用することが可能である。長期的にはウェイトトレーニングを超えた幅広い動作解析を行うことも視野に入れている。

3. 開発の具体的な進め方

3-1. 現状のプロトタイプ



既に、総務省“異能vation”及び東京大学本郷テックガレージ“Spring Founders Program”での開発を通して、posefitの初期プロトタイプを実装している。リアルタイム三次元姿勢推定によるフォームのリアルタイム記録、骨格類似度検索による近似的な最適フォームの提案、最適フォームに近づける簡易的なトレーニング指導を実現している(動画1, 動画2)。初期プロトタイプをフリーウェイト未経験者に実際に体験してもらったところ、フリーウェイト効果の向上に有用であると回答した。更に、トレーナーからは、本プロトタイプによって過去の自分とのフォーム変化を可視化することで、指導によるフォームの改善を自覚してもらうことができるため、指導者としての評価向上につながるので導入したい、などの新たな知見が得られた。プロ野球チーム(ソフトバンクホークス)のフィジカルアドバイザーである高西氏からは「ぜひ指導に取り入れたい。GM(球団統括本部長)は必ず欲しいと思うから紹介する、ホークスが採用すれば他の12球団も次々と採用するはず」との引き合いを得た。ジム経営者からは、他のジムとの差別化要素として顧客誘引、もしくは継続してフォームを記録するための顧客引き止め効果が期待できるとのコメントを得た。以上の結果から、本提案は確固たるニーズに基づくプロジェクトであると言える。



実装済み項目①: 三次元姿勢推定によるフォームの記録

2台のRGBカメラを用いた三次元姿勢推定を実装済みである。低コストに高精度な三次元推定を実現している。まず、パワーラック正面、横に設置されたそれぞれのRGBカメラに対して Mediapipe Pose (Google) による二次元姿勢推定を行う。次に、取得した2方向からの二次元姿勢から、Direct Linear Transform (DLT)法によって三次元姿勢を計算する。姿勢推定の精度を高めるため、カメラキャリブレーションによるレンズ歪みの補正、外れ値処理、関節間の距離を一定とする拘束条件の組み込みなど、細かな工夫を重ねている。取得したフォーム情報をリアルタイムに解析することで、回数カウントやルールベースでの指導を実装している。

実装済み項目②: 骨格の類似性に基づくお手本フォームの検索

最適フォーム生成の代替として、骨格のみを考慮したお手本フォームの検索を実装している。事前にトレーニングフォームを取得した20人のトレーナーから、ユーザーに最も似た骨格のトレーナーを検索し、そのフォームを近似的なお手本として取得する。検索は①の三次元姿勢推定により取得した各関節間の距離の集合としての骨格情報をクエリとして、特徴空間内で最近傍探索を行うことで実現している。

実装済み項目③: お手本フォームとの差分に基づくリアルタイム指導

②で取得したお手本フォームを①で取得したユーザーのフォームにリアルタイムで重ね合わせて表示するアルゴリズムを実装済みである。空間的な重ね合わせはキーポイントの座標を一致させることで、時間的な重ね合わせはユー

ザーの運動に合わせてお手本フォームのフレームを進めることで実現している。ユーザーは、お手本フォームに合わせてながら体を動かすことで、正しいフォームを直感的に学ぶことができる。特に注意すべきいくつかのポイント(ルール)が満たされているかどうかを判定し、チェックボックス形式のUIで表示している。本プロトタイプでは、スクワットで注意すべき3つのポイントをチェックしている。

3-2. 開発計画

作業線表に基づき、「1-4. 提案プロジェクトの目標」で述べた以下の3項目の開発・実施をする。

目標①:個人に最適化されたフォームの生成

目標②:最適フォームとの差分に基づくフォーム、メニュー指導

目標③:実証実験・事業化準備

	'22/4	5	6	7	8	9	10	11	12	'23/1	2	3
①個人に最適化されたフォームの生成	フォームデータベース構築			データ追加								
	柔軟性 定量化	筋量 定量化	最適 フォーム 生成		フォーム生成 モデル改善①	フォーム生成 モデル改善②	フォーム生成 モデル改善③	フォーム生成 モデル改善④				
②最適フォームとの 差分に基づく フォーム、メニュー指導	フォーム指導データベース構築			メニュー指導データベース構築			データ追加					
	フォーム指導の生成			メニュー指導の生成			UI / UX の改善 ①		UI / UX の改善 ②			
③実証実験・事業化準備		上級者ジム①			上級者ジム②	上級者ジム③	上級者ジム④	上級者ジム⑤				
		ソフトバンクホークス①			渋谷QWS展示	ソフトバンクホークス②	ソフトバンクホークス③					
					初心者ジム①	初心者ジム②	初心者ジム③	初心者ジム④				
その他		東大IPC 1st Round 応募			会社 設立	GUGEN 応募	特許 出願					

3-3. 開発体制

3-3-1. プロジェクトメンバーのスキルと関係性

近藤

東京大学運動会ボディビルアンドフェイトリフティング部にて主務を務め、フリーウェイトの知識と情熱がある。東京大学大学院 情報理工学系研究科の修士2年。コンピュータビジョンを専門とし、既に査読付き国際会議に3本採択、卒論は電子情報通信学会の学術奨励賞を受賞、人工知能学会での招待講演など、本提案を遂行できる研究能力・経験がある。米国での自然言語処理アプリケーション開発をはじめとして、計5社で機械学習及びWeb開発を経験。特に、DeepEyeVision株式会社の取締役CTOとして眼科領域における診断支援プログラムの開発をリードし、業界では異例の速さでの医療機器認証取得を達成。深層学習モデルの軽量化やエッジ(FPGA)実装、大規模検索を利用した類似論文推薦ツールの開発など、開発経験豊富。Softbank AI Hackathon 2019 にて優勝。会社創業、シード調達、NEDOプロジェクト採択など、資金調達経験もある。本提案を大学での研究としても取り組むことで、十分な作業時間を確保できる。

遠藤

東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻修士2年。東京大学運動会スケート部アイスホッケー部門で主将としてチームをリーグ優勝に導き、個人としてもリーグの最優秀選手賞に選出。swiftを用いたアプリ開発およびUIデザインの実務経験があり、特にフロントエンドの開発に強みを持っている。また、株式会社令和トラベルでプロジェクトマネージャーとして長期インターンシップを行っており、学生ながら社員15名のプロジェクトのマネジメントを経験している。

上野

東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻修士1年。大学では姿勢推定技術を用いた建設機械の動作認識に関する研究を行っており、本プロダクトの開発に必要な姿勢推定技術に精通している。同分野の研究成果で2022年夏に国際学会発表予定。学部3年から株式会社Innner Resourceでインターンとして働き、開発・営業・ユーザーマニュアル作成などの幅広い実務経験を積んでいる。本提案では、これらの経験・能力を活かし、技術開発だけではなく、営業やチームマネジメントなど、多くの領域で尽力する。

3-3-2. 役割分担

近藤 「1. 個人に最適化されたフォームの生成」を統括し、他項目を補助する

遠藤 「2. 最適フォームとの差分に基づくフォーム、メニュー指導」を統括し、他項目を補助する

上野 「3. 実証実験・事業化準備」を統括し、他項目を補助する

3-3-3. 協力者、サポーター

本プロジェクトは多くの方にご賛同いただいている。既にジムオーナー2名、大学教授3名、トレーナー2名、プロスポーツチーム1球団、トレーニング経験者10名以上から実証実験およびデータベース作成にご協力いただけることが決まっている。以下ではその一部の方をご紹介します。

石井直方 氏 東京大学名誉教授。ボディビルアジア大会、国内大会優勝など、実績多数。筋力トレーニング、身体運動学の論文や書籍を多数執筆した、筋肉研究の世界的権威。本提案では、フォーム・メニューデータセットの構築、実証実験の評価項目設計、統計解析でご協力いただく。

宮畑豊 氏 トレーニングセンターサンプレイ(都内屈指の名門老舗ジム)会長。ボディビル世界大会第3位をはじめとして、国内外のボディビルコンテストで入賞多数。東京ボディビル・フィットネス連盟の理事長を長年務め、五輪金メダリストや横綱といったアスリートから高齢者まで幅広くトレーニングを指導している。本提案では、ジムでの実証実験にご協力いただく。

高西文利 氏 プロ野球球団(ソフトバンクホークス)のトレーニングアドバイザー、ストレングスコーチ。ボディビルアジア大会、国内大会優勝、世界大会 第6位(日本人初)など、実績多数。本提案では、プロスポーツチームでの実証実験にご協力いただく。

横山翔太 氏 MESSI株式会社代表として、都内、宇都宮にて複数の大規模ジムを経営。プロサッカーチーム(栃木SC)ストレングスアドバイザー、パーソナルトレーナー。フィジック全国大会優勝。元防衛大学校アメフト部。本提案では、ジムでの実証実験にご協力いただく。

中村仁彦 氏 東京大学名誉教授。モーションキャプチャーと筋骨格モデルによる身体運動解析の研究の第一人者。複数台のカメラ映像から骨格の運動だけでなく身体に働く力や筋の活動まで可視化するシステム「VMocap」を開発。本提案では、筋骨格モデルに関する技術的アドバイス、及び渋谷スクランブルスクエアでの共同展示(後述)にご協力いただく。

佐藤真一 氏 東京大学、国立情報学研究所教授。大規模マルチメディア処理を専門とし、NII TV-RECS(10年以上の地上波7局テレビ放送映像アーカイブ)の構築や、医療ビックデータ研究センターにおけるデータ基盤の構築など、大規模データセットの構築に精通。本提案では、大規模フォームデータセットの構築、学術論文文化、研究倫理申請にご協力いただく。

前田祐二郎 氏 歯科医師、WASEDA Business School 非常勤講師、東京大学医学部附属病院 特任助教。パーソナルトレーニング利用者。本提案では、実証実験場所(両国)をご提供いただく。

4. プロジェクト(posefit)の実績

総務省 "異能vation 0to1(ゼロワン)チャレンジ", "破壊チャレンジ" 採択(2021.11 - 2022.10)

未踏の総務省版。「スマートフォンを用いた三次元姿勢推定による筋トレ上達支援」の題目にて採択され、当初はスマホアプリを開発していた。期間中のプロトタイプとユーザーインタビューにより、三次元姿勢推定によるフォーム記録やお手本フォームとの差分可視化がフリーウェイト指導に有用であることを確認した。一方で、スマホアプリでは三脚を移動させながらトレーニングを行うことが現実的でない、画面が小さくてリアルタイムに解析結果が見えない、撮影禁止のジムが多いなどといった根本的な問題点が明らかになった。これを踏まえて、本提案のプラットフォームに備え付ける本提案にたどり着いた。高速な仮説検証サイクルを評価され、中間選考を突破、破壊チャレンジに進出した。

東京大学本郷テックガレージ "Spring Founders Program" 採択(2022.2 - 2022.3)

東京大学産学協創推進本部(本郷テックガレージ)が主催する2ヶ月間の技術プロジェクト支援プログラム。期間中にプロトタイプ開発、ユーザーインタビュー、及び両国での実機実証試験を実施した。特にこの期間では専門家や顧客へのインタビューを多く実施し、フォームに関係するパラメータとして骨格以外に柔軟性や筋肉量が重要であること、フォーム改善はリアルタイムのみの指導だけではなく弱点を補強するメニューを実施することも重要であることなどのインサイトを得た。

3-4. 克服すべき課題とその解決策

課題①: 三次元姿勢推定による骨格・柔軟性・筋肉量の定量化

前述の通り、フリーウェイトの最適フォームはユーザー個人の骨格・柔軟性・筋肉量によって異なる。そのため、最適フォームを生成するためには、これまでトレーナーの感覚で測られていたこれらの身体情報を定量的に取得する手法が必要となる。そこで「3-3-3 協力者、サポーター」を中心に専門家の身体運動学的知見を取り入れることで、三次元姿勢推定から骨格・柔軟性・筋肉量を推定する方法を開発する。

骨格 三次元姿勢推定で得られたユーザーの各関節の三次元座標を元に、各関節間の距離を計算することで、各関節間の距離の集合として骨格を定量化する。

柔軟性 ユーザーが7種の基本動作 (Functional Movement Screening: FMS) を行った際の三次元姿勢の解析結果から、各関節の柔軟性を測定する。例えば、長座体前屈を行った際の下半身の各関節の角度から、大臀筋・ハムストリングス・腓腹筋の柔軟性が推定できる。

筋肉量 柔軟性と同様に、ユーザーが数種類の基本運動を行った際の三次元姿勢の解析結果から、各部位の筋肉量を推定する。例を挙げると、ベンチプレスを行ったときの挙上重量・速度・姿勢から、胸部・上腕三頭筋の筋肉量を推定することができる。複数の基本運動から得た結果から、全身各部位の筋肉量を得る。

課題②: 最適フォームの生成

フォームは合計32点の各関節の三次元座標の時間変化として表現されるが、高次元なデータであるため、直接に生成することは難しい。そこで、骨格・柔軟性・筋肉量に基づく最適フォームの生成を、以下の開発小目標に分解し、これらを順に達成することで実現する。

骨格・柔軟性・筋肉量をクエリとした検索 「3-1 現状のプロトタイプ」の通り、現段階では骨格情報のみをクエリとしたフォーム検索が実装されている。課題①で取得した柔軟性・筋肉量もクエリ特徴量とすることで、骨格・柔軟性・筋肉量の類似性に基づくお手本フォームの検索を実現する。

補間による個人最適化 上述のお手本フォーム検索では、ユーザーと身体情報が完全に一致したトレーナーがデータベース上に存在しない場合、真の最適フォームを提供することができない。そこで、お手本フォーム検索で取得した複数の近似お手本フォームの間を補間することで、自分と身体情報が完全に一致したトレーナーのデータがない場合でも適切なフォームを提案する。

生成による個人最適化 上述の補間で十分な精度を達成できない場合、生成モデルを構築する。フォームの表現を三次元座標の時間変化ではなく、関節角度の時間変化として表現することで、生成データの次元を削減する。また、ヒューリスティックな身体運動学の知見を拘束条件として前処理・後処理・拘束条件に加えることで、探索空間を削減する。

課題③: 安価なエッジAI端末によるリアルタイム動作

本提案では、トレーニング中の三次元姿勢をリアルタイムで取得・解析し、スマートミラーのような表示でフォームやメニューをリコメンドする。ミラー型表示の場合、24 frames per second (FPS) 以上であれば利用者がおおよそ違和感を感じないことがヒアリングを通して分かった。高速な解析・表示と計算機にかかるコストはトレードオフの関係にあり、両立が課題である。解決策として、プロトタイプをエッジAI端末 (右図、NVIDIA Jetson Xavier NX など) に実装することで、高い処理速度を維持しながら初期導入費用を抑える。現時点でのプロトタイプは、高性能な機械学習用デスクトップPC環境において既に目標値 (24FPS) を達成している。プロトタイプをエッジAI端末へ移植すると同時に、計算上のボトルネックとなっている推論モデルに量子化・最適化を施す。更に、プロファイリングによって明らかになったプロトタイプで処理時間がかかっている部分 (カメラ入出力など) の実装を高速化する。

4. 事業化・社会実装の新規性・優位性、想定するターゲットと規模

4-1. 想定顧客及び市場の大きさ・ニーズ

posefit のエンドユーザーは、フリーウェイトを行う人 (トレーニー) と指導する人 (トレーナー) である。従って、国内の筋力トレーニング人口 (2018年時点約1500万人 [笹川スポーツ財団, 2019]) が想定するエンドユーザー数となる。ヒアリングを通して、posefit でフリーウェイトへの敷居を下げることで、筋肥大効果を得るトレーニーはもちろん、ジム経営者にとっても経済的なメリット (マシンより安価なフリーウェイト設備でユーザーの満足度・定着率を高められる、マシンからフリーウェイトに移行することで顧客生涯価値が向上するなど) があると確認している。また、プロスポーツ選手のフィジカ

ルトレーナーからも指導支援用途に強いトラクションを得ている。更に、近年増加しているオフィスやマンション共用部のトレーニングスペースに posefit を設置するなど、不動産ディベロッパーに対しても販売可能性を検討している。

4-2. 競合との差別化要因(新規性・優位性)

posefit の競合は、①トレーニング記録・指導スマホアプリ、②スマートミラー型デバイス、③AIジム、④パーソナルトレーナー、の4つに大分される。それぞれと比較した場合の新規性・優位性を述べる。

競合①:トレーニング記録・指導スマホアプリ

Yoshiyama氏の「筋トレMemo」やNEXT-SY

STEM社の「AI筋トレカウンター」が代表的である。筋トレMemo はトレーニングの種目・重量・回数を手動で入力して記録する。posefit は、ブース内で普段どおりトレーニングするだけで、種目・重量・回数など粒度の荒い記録はもちろん、フォームレベルでの粒度の細かい記録も自動で行う。AI筋トレカウンターの解析対象は自重トレーニングであり、フリーウェイトに主眼を置く posefit とは顧客が異なる。

競合②:スマートミラー型デバイス

株式会社One Third Residence の「Fitness Mirror」、ミラーフィットネス株式会社の「Mirror Fit」が代表的である。ミラー型の表示という点で類似しているが、予め録画されたトレーニング動画や生放送を一方通行的に表示するのみである。一方で、posefit はフォームレベルで個人に最適化された指導を提供するため、遥かに時間効率よくトレーニングを上達することができると期待される。

競合③:AIジム

milon inc. の「milon(ミロン)」が代表的である。AIを用いてジムでのトレーニング効率化を目的とするという点では類似しているが、どの順番、休憩間隔でマシントレーニングをするかというスケジューリングの機能のみ提供している。しかし、国内最高峰のトレーナーへのヒアリングを通して、圧倒的に正しいフォームで正確に負荷をかけることの方がスケジューリングよりトレーニング効果の発揮に重要だと明らかになった。posefit はフォームとメニュー(スケジューリング)を同時に指導するため、既存のAIジムより高度な個人最適化を行うことができる。

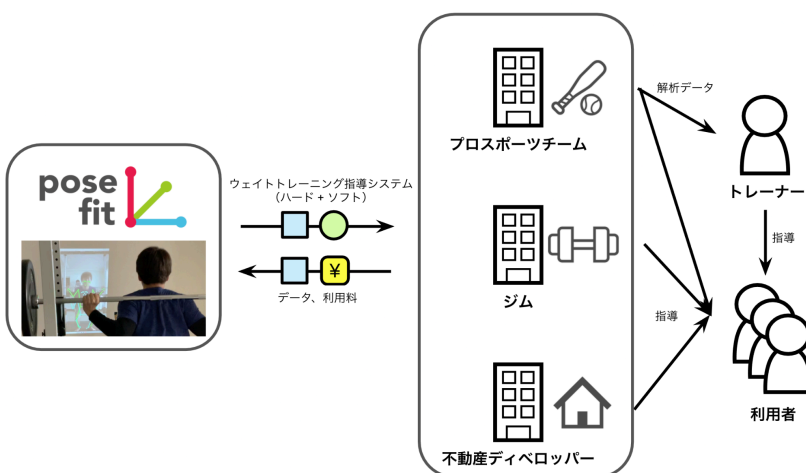
競合④:パーソナルトレーナー

エクササイズコーチジャパン株式会社の「エクササイズコーチ」が代表的である。トレーニングフォーム、メニューを指導するという点で類似している。パーソナルトレーニングでは、トレーナーとユーザーの知識・経験の非対称性により、トレーナーの指示をユーザーが理解できないという場面が頻発する。posefit は最適なフォームを現在の自分に重ね合わせて視覚的に表示するため、指導が理解しやすい。また、トレーナーが指導する際も補助的にposefitを利用することで、より定量的で質の高い指導を行うことができる。

5. 事業化・社会実装の具体的な進め方

5-1. ビジネスモデル

本プロダクトのビジネスモデルはBtoBtoC (posefitと利用者の間に別の企業が介在するビジネスモデル)となる。本プロダクトのコアターゲットは、ジムやプロスポーツチームである。posefitを提供する対価として、利用料(初期導入費用 + 月額費用)を得る。ジムは posefit を利用者に提供することで、顧客体験を向上させ、集客数や定着率の向上を図ることができる。トレーニングマシンの購入・維持費用は高く、ジムの経営を圧迫している。posefitを導入することで、安価なフリーウェイト設備でも高い顧客満足度と定着率を実現できるため、ジムのメリットは大きい。プロスポーツチームにおいても、フィジカルトレーニングの詳細な記録、効率改善、不足しているトレーナーの指導負担軽減への効果が期待される。本プロダクトの周辺ターゲットとして、不動産ディベロッパーを検討している。マンションやオフィスの共用部にジム設備を設置する例は増加している。エンターテインメント性が高く、省スペースで導入できる posefit は、不動産の提供価値を高める手段として適している。



5-2. 事業期間中の事業化に向けた作業内容

作業項目①:フリーウェイト上級者での実証実験

高西文利氏(福岡ソフトバンクホークストレーニングアドバイザー、株式会社マルヤジム代表)のご協力のもと、福岡ソフトバンクホークスのフィジカルトレーニング環境にプロトタイプを設置し、プロ野球選手のトレーニングデータの収集、及びプロトタイプがフリーウェイトの効率、満足度に与える影響を測定する。特に、プロスポーツチームへの導入可能性を検討する。

宮畑豊氏(トレーニングセンターサンプレイ会長)のご協力のもと、東京都御徒町に位置するトレーニングセンターサンプレイにプロトタイプを設置し、上級者のトレーニングデータ収集、及びプロトタイプがフリーウェイト上級者のトレーニング効率、満足度に与える影響を測定する。同ジムでは五輪メダリスト含むアスリートが多数在籍するハイレベルなトレーニング環境であり、良質なデータが収集できる。開発拠点からのアクセスもよく、トレーナーとの信頼関係も構築しているため、頻繁にフィードバックを受けられる。

作業項目②:フリーウェイト初心者での実証実験

横山翔太氏(栃木SCオフィシャルストレングスコーチ、MESSI株式会社代表)のご協力のもと、国内屈指の敷地面積を誇る栃木県VERUSジムを筆頭に、同氏が栃木県内に展開する5つのジムにプロトタイプを設置し、初心者のトレーニングデータ収集、及びプロトタイプがフリーウェイト初心者のフォーム習得、トレーニング効率、満足度に与える影響を測定する。ジム利用者の95%がフリーウェイト初心者(ライト層)である本環境は、特に本提案の実証実験環境として適している。

中村仁彦氏(東京大学名誉教授)のご協力のもと、SHIBUYA QWS(渋谷スクランブルスクエア15階にて東京大学の企画として実施されるイベント)にて本提案の展示を行う。ジム経営者に広く周知して初期の顧客候補を探索すると共に、フリーウェイト経験がない人に利用してもらい、本提案がジムに行ったことがない全くの初心者に対しても有用な指導が可能かを検証する。

作業項目③:顧客獲得

posefitの導入可能性がある企業や業界団体関係者へのインタビューと営業を継続する。「3-3-3. 協力者・サポーター」で言及したプロスポーツ団体・トレーニングジムを起点として、より大手の顧客を獲得する。

作業項目④:会社設立および投資に向けての準備

本提案は急速な導入施設数の拡大を目指すため、「6. 事業期間終了後の事業化・社会実装に関する計画」で述べる通り、3年以内の黒字化は困難である。そこで、2023年度以降の運転資金確保のため、2022年8月下旬に会社を設立し、2023年度内のシード投資を目標として準備を行う。

5-3. 克服すべき課題とその解決策

課題①:先行者利益の確保とネットワーク効果の活用、及び個人情報保護

本プロダクトはユーザーのトレーニング記録として機能するため、記録が失われる類似サービスへの乗り換えは生じづらい。また、ユーザー数を増やすほど学習データが集まるため、AIによるトレーニング指導の品質は向上する。高速に開発を行い、他の企業に先んじてリリース、事業化と拡大をすすめることで、先行者利益の確保とネットワーク効果の活用に努める。一方で、ユーザーのデータ収集にあたって個人情報保護法で定められている要件をいかにクリアするかなど、法務的観点からの検討が未熟であるため、未踏アドバンスト期間中にビジネスアドバイザーのスポット支援をいただきたいと考えている。

課題②:大手ジムチェーン・フランチャイズとの事業提携、及び知財・事業開発戦略

これまでの活動を通して、既にフリーウェイト業界における Key Opinion Leader (KOL) や影響力の大きな老舗名門ジムとの共同研究、展示、実証実験を開始している。一方で、ジム産業ではチェーンもしくはフランチャイズの事業形態が多数を占めているため、事業拡大のためには大手ジムチェーン、フランチャイズとの事業提携が重要になる。KOL を通して、早期の段階から大手とのコンタクトを取り、トップセールスによって多数店舗への一挙の販売導入を目指している。しかし現在のメンバー・サポーターは知財戦略策定や事業開発(BizDev)の経験が浅いため、未踏アドバンスト期間中にビジネスアドバイザーのスポット支援をいただきたいと考えている。

6. 事業期間終了後の事業化・社会実装に関する計画

事業化計画

項目	FY2022	FY2023	FY2024	FY2025	FY2026	備考
人員体制（人）	4	7	10	13	16	
開発	4	6	8	10	12	
営業・バックオフィス	0	1	2	3	4	
販売計画						
新規導入台数（コア）	2	20	80	180	300	
合計導入台数（コア）	2	22	102	282	582	
新規導入台数（周辺）	0	2	10	40	90	
合計導入台数（周辺）	0	2	12	52	142	
合計導入台数（コア+周辺）	2	24	114	334	724	
売上（百万円）	0.78	9.36	42.36	119.16	245.76	
売上原価（百万円）	3.22	3.64	12.14	30.34	56.24	
材料費	2.2	2.4	10	26	48	1年目は試作費用含む
クラウドリソース費	1.02	1.24	2.14	4.34	8.24	
売上総利益（百万円）	▲2.44	5.72	30.22	88.82	189.52	
販売管理費（百万円）	7.2	23.1	40.5	66.4	96.8	
人件費	5	15	30	52	80	
消耗品費	1.2	5.6	8	10.4	12.8	
地代家賃	0	1.5	1.5	3	3	
その他（特許等）	1	1	1	1	1	
営業利益（百万円）	▲9.64	▲17.38	▲10.28	22.42	92.72	
資金調達（百万円）	10	35	0	0	0	
繰越収支合計（百万円）	0.36	17.98	7.7	30.12	122.84	

人員計画

FY2023以降、製品開発を加速するため開発人員を年間2～3名ずつ採用する。また、大規模なフランチャイズジムや全国各地の個人経営ジム、プロスポーツチームなどのコアターゲット、またマンション共用部を開発する不動産ディベロッパーなどの周辺ターゲットへの販売を加速するため、営業及びバックオフィス担当者も年間1～2名ずつ採用する。

経費計画

営業利益が黒字化する2025年度までの運転資金として、2022年度に東大IPC 1st Round（ゼロイクイティ、最大1000万）への応募、2023年度に3500万円の資金調達（シードラウンド）を目指す。

売上計画

FY2026に約700台のパワーラックで posefit が稼働している状態を目指す。施設ごとに1～10台のパワーラックが設置されていることから、1導入施設ごとに平均して2台のposefitシステムを導入すると仮定すると、約350施設の獲得で目標が達成される。FY2022はコアターゲット（ジム、プロスポーツチーム）にフォーカスした販売を行う。特に、実証実験を予定している有名選手が在籍している影響力の多いジム、プロスポーツチームでの実績を元に、チェーンやフランチャイズへのトップセールスを行い、多数施設の一挙獲得を目指す。FY2023から周辺ターゲット（不動産など）への販売も立ち上げる。FY2025には海外展開も開始する。FY2025中の営業利益黒字化を目指す。