



図3 足部カバー

試作機器を延べ 30 例以上の大規模フィールドテストを行うことで、フィールドテストからの臨床評価を得て、評価結果を開発機器にフィードバックする。

また、デザインモデル：「美しいスポーツ義肢」を題材に、デザインから実用可能なモデルを試作し、実用化への可能性を探る。実走行可能なモデルを製作し、被験者でのフィードリングを確認する。

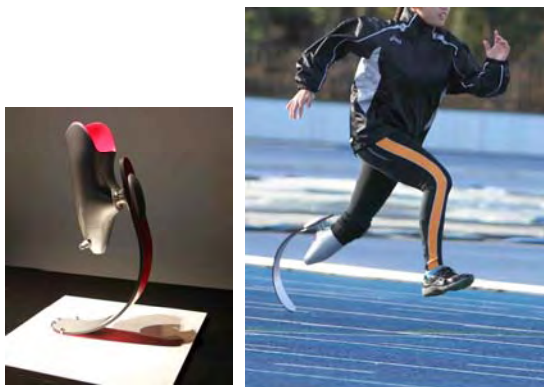


図4 デザインモデル

#### 1. モニター評価手法

- ・製作方法、調節方法・・・記述式
- ・膝継手・足部カバー重要度と満足度評価  
・・・五段階評価
- ・膝継手・足部カバーの印象評価・・・SD 法  
(セマンティックディファレンシャル法)
- ・動作解析・・・狭義の義足走行（最高歩行速度以上の速度で疾走）における膝継手と足部カバーの相対機能評価を測定機器を使用して行う。  
計測機器：ZEBRIS FDM 足圧センサー付きトレッドミル、Dart Fish 二次元動作解析ソフト

#### 2. 主たる評価項目

#### <アンケートによる主観的評価>

- ・スポーツ用義足の普及の為に必要と思われる重要度の評価
- ・使用者の膝継手・足部カバーに対する形状・重量・大きさについて満足度と重要度の評価
- ・膝継手の調節方法の評価
- ・SD 法による、膝継手・足部カバーの印象評価

#### <計測機器による客観的評価>

##### ①疾走用膝継手

- ・歩行速度による指標 → 膝継手の追従性（膝部の角度変位と所要時間）
- ・被験者の走行戦略からみる指標 → ケーデンス、遊脚相の割合 etc を算出
- ・運動感覚（体性感覚や聴覚フィードバック）の指標 → 板バネとソケット後壁のぶつかり易さ&タイミングの検証  
(図4、図5、図6)

##### ②足部カバー

- ・使用時と未使用時の膝継手追従性の比較か  
走行時の競技力向上の要素の有無を評価
- ・板バネの軌跡を解析し、遊脚相における動作性のスムーズさを検証

#### 3. モニターする人数

大腿義足 8人 下腿義足 9人

4. モニターする当事者数 22人



図4 機器による開発機器の評価

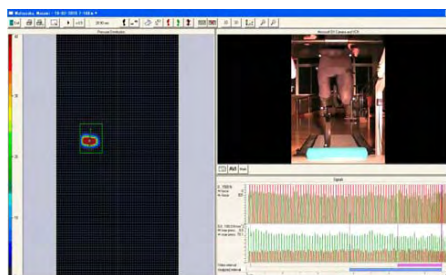


図5 Zebris FDM-T

足圧センサー付きトレッドミル解析システム



図6 Dart Fish

二次元動作解析ソフト

#### 5. モニター評価に関する倫理面への配慮

研究対象者に対する十分な情報提供・開示とインフォームド・コンセントおよび研究対象者の自己決定を原則とし、あらかじめ研究対象者に対し研究に関わる事項を文書により説明し、原則として文書により署名・同意を得た上で研究を行う。研究対象者および研究者本人を含めた人の安全性の確保と社会的、倫理的問題への配慮に努める。

#### C. 研究開発結果

##### 1. 達成割合 (%)

疾走用膝継手の開発	90%
ステップ用膝継手の開発	90%
足部カバーの開発	100%
デザインアプローチ美しい義足の開発	100%
フィールドテストの実施	100%
動作解析による客観的評価	100%
プロジェクト全体の達成度	95%

##### 2. 達成できたこと

①疾走用膝継手、ステップ用膝継手 2種類の膝継ぎ手の試作とデザイン性の検討(疾走用

に関してはデザイン性反映まで着手)。

②足部カバーの試作。

③フィールドテストの実施。

④デザインアプローチモデルの試作。

⑤アンケートの実施とその分析による主観的評価

⑥計測機器によるモニタ評価の実施とその分析による客観的評価

#### 3. 達成できなかったことおよびその主な原因

フィールドテストの分析結果のフィードバックを反映した試作を行うことができなかった。

主な原因は、一部機器の開発が遅れたこと、開発期間の短さが挙げられる。

また評価が人を対象とするために訓練、体力など想定外の要素も原因の一つとして挙げられる。

#### D. 考察

実用化に向けて今後に残された研究または課題として、開発機器においては開発期間の短さからフィールドテストによる使用者のフィードバックを開発品に反映することができなかった。実用化に向けて、今回のフィールドテストによるフィードバックを反映した機器開発が課題となる。

またモニタ評価においてもその特性上、より長い期間での評価、評価方法の考察が課題である。

今回の開発では検討できなかったが、コスト面での実用性も今後の課題として挙げられる。

今後の実用化と普及、特に授業や課外活動で健常児と同等の活動が必要な学童に使用していただくために、補装具完成用指定部品に指定していただくための活動が課題となる。

#### E. 結論

本開発では、2つのスポーツ用膝継手と板バネ足部用の足部カバー、デザインモデルの試作を行い、全国でのフィールドテストを実施、アンケートによる主観的評価と計測機器による客観的評価を行い、試作機器の開発を進めた。

今回の開発、フィールドテストを通して、スポーツ義足用膝継手、足部カバーを実用化するための仕様とそれを実現するための技術的課題抽出をおおむね達成した。

しかし現時点では、開発過程で挙げられた課題、切断者の環境、コスト面などの課題を解決していないため実用事業化できない。今回の開発、フィールドテストで明らかになった課題、また継続調査から新たに出てくる課題を解決していくことで実用化を目指す。

多くの需要が見込めないこのような製品の研究、開発、普及は、企業・個人の社会貢献のみに期待するだけでは、継続はむつかしくなる。

障害者のノーマライゼーションには、なくてはならないもので、科学技術が発達している今日の最高の技術を取り入れた製品を障害者が使用できるよう、社会がささえる必要がある。今回のプロジェクトは、多くの人の協力があり一定の成果が得ることができた。今後産・官・学が連携し継続して推し進めることがなによりも重要である。

#### F 健康危害情報

直接的には、転倒による怪我が考えられる。過度なトレーニングによるスポーツ選手特有の身体障害、腰痛、肉離れ、アキレス腱の切断など考えられ、スポーツ指導員の適切な指導の下行う必要がある。

#### G 研究発表

##### 1 論文発表

なし

##### 2 学会発表

第26回日本義肢装具学会学術大会に「スポーツ用義足部品の開発」という主題に副題を付けて、本プロジェクト分担研究者から6題エントリー（第1次応募）した。

##### 応募題目一覧

スポーツ用義足部品の開発

～板バネ足部カバーの空力特性計測～

スポーツ用義足部品の開発

～横移動を目的とした衝撃吸収可能な膝継手～

スポーツ用義足部品の開発

～足部カバーの印象のSD法を用いた因子分析～

スポーツ用義足部品の開発

～疾走用膝継手の客観的評価～

スポーツ用義足部品の開発

～陸上競技用義足の長さ・アライメント調整～

スポーツ用義足部品の開発

～デザインの導入とその効果～

#### H 知的財産権の出願・登録状況

エアロダイナミクスカバー（足部のカバー）の特許出願をした。

出願番号：特願 2010-49727

【発明の名称】 競技用義肢

【発明者】 鈴木光久、山中俊治

【出願人】 株式会社 今仙技術研究所

以上

障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト

分担研究報告書

疾走用膝継手に関する研究開発（機構設計）

研究分担者 大蔵史景,鈴木光久,芥川雅也,渡辺学,後藤学,臼井二美男,梅澤慎吾,岩下航大,  
山中俊治,桧垣万里子,辻勇樹,大塚滋,黒岩成一,今井伸一

研究要旨：本研究では運動用膝継手として疾走用膝継手の開発をする。

A. 研究開発目的

(株)今仙技術研究所が2005-2006年に(財)テクノエイド協会から助成を頂き開発を行ったLAPOC/SPORTS侍により,下肢切断者の日常生活の運動活動で使用する義足部品の選択幅が大きく広がり,切断者のQOL向上に寄与した.この開発した義足部品は主として下腿義足ユーザへのシステム構築に至った.一方で大腿義足ユーザは同じく義足部品の使用されているが,膝継手に関しては既存のスポーツ用膝継手がないため,強度に定評がある日常生活用(歩行用)の膝継手が汎用的に使用されているのが現状である.本研究の開発品では運動用膝継手として走ることにより特化させた疾走用膝継手の開発を目標とし,大腿義足ユーザへのシステム構築を計る.

B. 研究開発方法

1. 対象

- ・ユーザ：大腿切断・膝離断の成人男女としスポーツ義足の初心者から経験者を対象とする.
- ・競技種目：主に陸上競技のトラック種目の100m, 200m走とフィールド種目の走幅跳びを対象とする.

2. 仕様と課題点

疾走用膝継手の開発にあたり以下の仕様に設計する.設計担当：(株)今仙技術研究所  
疾走用膝継手を検討するにあたり,ワーキングモデル機構解析ソフトを用いて,疾走に近い義足の動きを再現して,膝軸トルク(摩擦やバネを含む)と下腿部の重心位置がどのように義足膝の動きに影響するかを検討したfig1.以下結果・考察が得られた.

重心位置は姿勢や安定性に影響する.伸展ストップの衝撃吸収が安定性に影響する.膝の軸に粘弾性がなくても周期的な動作が可能だが,ある程度の低摩擦や,粘性要素があったほうが安定すると想像できる.別紙資料ワーキングモデルによる疾走膝のシミュレーション

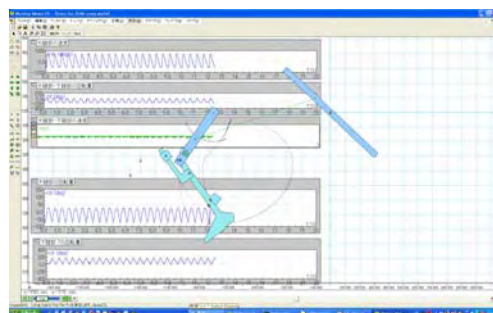


fig.1 疾走膝シミュレーション

仕様

- ・単軸膝継手：現在アスリートレベルのユーザはOtto Bock社の3R55多軸油圧膝継手を汎用的に使用している.研究期間以前からの調

査を通し、スポーツ用として使用するのに多軸、単軸のどちらでも良いとフィーリング評価を受けている。本研究では先行開発として膝軸はシンプルな単軸膝とする。

- ・強度：歩行を目的とした日常生活用の膝継手と異なり、歩行よりも大きな負荷に耐え得る強度が疾走用膝継手に求められる。

- ・重量：義足モジュール部品において軽量であることは必須であり、とりわけ競技の使用を考慮すれば重量はタイムやエネルギー消費、疲労に影響をもたらす。疾走用膝継手には強度が必要であることと反面して軽量であることも求められる。

- ・ターミナルインパクトの緩衝：遊脚相中期から下腿部が急速に前方に振出し、膝継手完全伸展時に起こる過度な衝撃、衝撃音（ターミナルインパクト）の緩衝、衝撃吸収に工業用ダンパを用いる。

- ・膝継手コネクタ部：疾走用膝継手は膝継手に直接、板バネ足部を組付けられるコネクタとする。また、板バネ足部を直接膝継手に組付けた際に基準となるベンチアライメントを探る。

- ・膝折れ対策：義足走行習熟度の低いユーザの使用を考慮し、接地時に起こり易い膝折れの対策に伸展補助装置を設ける。伸展補助は屈曲 $30^{\circ}$  付近から伸展時屈曲区間で作用するようカムを用いて制御する。

### 3. 設計

設計は通常義足部品の設計と同様に3DCAD、強度解析ソフトを用いる。

- ・工業用ダンパ：ダンパは既成品である(株)鍋屋バイテックのPowerStop®を使用する。ダンパの選定に至っては同社の設計資料を基に、トップスプリンターのタイムと歩数から角速度等を計算し、ダンパのスペック、軸か

らの距離を決定した。工業用ダンパは消耗品とし、交換して使用する。

- ・伸展補助装置：伸展補助は膝折れ対策として遊脚相後期の屈曲 $30^{\circ}$  付近から伸展時屈曲区間で作用するようカムを用いて制御する。伸展モーメントは屈曲 $30^{\circ}$  から立ち上り、伸展時をピークとする。別紙 資料1次試作カム設計

カムはアッパに組付け、膝軸を中心にアッパと同一周期で回転する。フォロワはロワに設けたシリンダ内を上下スライドし、力源は圧縮コイルばね(以下伸展補助ばね)を使用する。カムとフォロワの低摩擦で滑るよう両者を樹脂材料のPOMを使用する。カムはPOMの他により低摩擦の高分子ポリエチレンを試みる。また伸展補助ばね下に位置するコイルキャップBは外径におねじを設け、ねじの締め込み量によって伸展補助ばねの初期圧縮量の調整を行う、伸展補助力調整箇所となる。

- ・板ばね足部取付けコネクタ部：板ばねの取付け位置を検討し、ベンチアライメントを確立することを考えた。

- 1).板バネ足部 LAPOC/SPORTS 侍 SP1100(以下 SP1100)は遠位先端部より 50mm 近位部に荷重線が落ちるアライメントを推奨している。疾走膝の上部プラグコネクタと SP1100 の 50mm 近位部が鉛直上に位置することとした。

- 2).疾走膝の SP1100 との接続させる位置、角度はこれまでに陸上競技大会を通して撮影してきた選手の矢状面の写真から SP1100 平面部の直線ラインがおおよそのソケット基準線に対し、どの程度の角度で使用されているかを調べた。結果、1次試作では SP1100 平面部を鉛直線に対し  $16^{\circ}$  傾けた角度を標準アライメントとし、疾走膝遠位部もこの角度に順ずる。

3). 社団法人 人間生活工学研究センター発行の日本人の人体寸法の成人男女の膝関節高さを参考に、踵高を加味し、膝軸高さを男性530mmから女性430mmまでと成人男女の9割に対応できることとした。

1 次モデルの作成. 屈曲時に早期に部品間の干渉が問題となり、十分な屈曲角度を得られなかった. 別紙資料 1次モデル

1次モデルから各要素位置を見直した2次モデルを疾走用膝継手1次試作とした. 1次試作はアッパーとロウからなる本体に、本体と板バネ足部を繋ぐ部品のステムから構成される. 伸展補助装置部品や工業用ダンパはロウの中に組込まれている. ステムは角度や長さ違いのステムに変更可能なようねじ固定とした. 仮合わせ用ステム設け, LAPOC/SPORTS 侍 SP400 と組合せ、板バネ足部を上下にスライドすることで義足長の調整を行う. 別紙資料 1次試作部品構成, 1次試作製作報告

伸展補助バネはバネ定数の異なるコイルバネを3種類持ち FT を通じて、伸展補助バネの強さと初期圧縮量はユーザに合わせて選択してもらう。

次に1次試作の構成を基本とし、工業意匠、デザインアプローチを盛り込み、デザイン性に優れた2次試作を製作する. デザイン設計担当：慶應義塾大学山中俊治研究室

デザインアプローチは膝継手主要構成部品の一体感と他部品との統合性、それに伴う軽量化を狙う。

2次試作案は山中先生や学生の観点からのデザイン構想、1次試作に対するデザインの改善点、義肢製作所等の調査から得た情報の3つの視点から検討された。

主なデザインの変更点は以下に記す。

- ・継手前額面の横幅を狭め、全体的にスリムな形状にする。

- ・屈曲時にアッパーとロウの間がパッキリ開くため、巻き込みの防止としてロウの側面を延長しアッパー側面を覆う。

- ・ステムのロウとの接合箇所段に出張っている部分をロウ内部に入れ、ロウとステムに一体感を持たせる。

- ・ロウとロウカバーの外観の境界線を良デザインにする。

- ・ステムの良デザインな肉抜き

別紙資料 2次試作デザインアプローチ

#### 4. 評価

(1) 強度試験：立脚相に相当する主要構造強度試験（繰返し試験）、遊脚相に相当する揺動試験を実施する。

通常義足部品の構造強度試験はISO10328義肢・義足の構造強度試験の規格に基づいたISO10328-1~4 主要構造強度試験（繰返し試験）を行うが、この規格は歩行を想定しての負荷条件であるため、より走行に近い条件の負荷を与える必要があり、独自の強度試験を行う。

#### ●繰返し試験 負荷条件 fig2

アライメント：

- ・トップ高さ：650mm, レバーアーム：113.86, 角度：46.07° JIS 構造強度試験 A100 I に順ずる

- ・膝軸高さ：500mm (JIS 構造強度試験に順ずる)

- ・ボトム高さ：0mm, レバーアーム：膝軸より20mm前方（膝軸が後方20mmオフセットのため）, 角度：90°

負荷：180kgf

回数：10万回（半年間の使用を想定）





fig2. 主要構造負荷試験

●揺動試験 条件 fig3

ワーキングモデル機構解析ソフトを用いた疾走膝のシミュレーションにトップアスリートの走行タイム, ケーデンスの条件を与え, 周期を得た.

周期 : 120rpm

屈曲可動域 :  $0^{\circ}$  から  $90^{\circ}$

回数 : 10万回 (半年間の使用を想定)



fig3. 揺動試験

(2) フィールドテスト

全国各地の義肢製作所の協力でフィールドテストを実施する.

フィールドテスト評価

・主観的評価 : 運動用義足の製作方法, 調整方法, 開発機器の重要度と満足度, 印象評価をアンケートによる製作者, 使用者双方の評価. 評価方法詳細はスポーツ義足の大規模フィールドテストによる研究開発にて報告.

・客観的評価 : 測定機器を使用した動作解析から開発機器, 下肢切断者の運動を評価. 客観的評価担当 : (財)鉄道弘済会義肢装具サポートセンター. 評価方法詳細は疾走用膝継手の臨床計測と評価にて報告.

C. 研究結果

1次試作を4ヶ, 2次試作を8ヶの計12ヶ疾走用膝継手を製作した. fig4, 5, 6

内訳

6ヶ : フィールドテスト (榊今仙技術研究所)

4ヶ : フィールドテスト ((財)鉄道弘済会義肢装具サポートセンター)



fig4. 1次試作品

fig5. 1次試作組付け



fig6. 2次試作

1. 機械試験

繰返し試験は1次試作, 2次試作両方を行い, 揺動試験は2次試作のみとした. 繰返し試験は1次, 2次試作どちらもクリアした.

揺動試験はカムに高分子ポリエチレンを用いた場合、伸展補助ばねによって押しあげられたフォロワとの摩擦が連続使用することで熱を生じ、かかる面圧からカムの形状に変形が見られた。

	繰返し試験	揺動試験
1次試作	○	—
2次試作	○	×

## 2. フィールドテスト

1次試作、2次試作の計6ヶを全国各地の義肢製作所5件でモニター6名のフィールドテストを実施した。

スポーツ義足の製作は各義肢製作所の義肢装具士が製作し、トラックや広場等で行った。

フィールドテストではモニターの6人中、5人が両脚支持期のないジョギング以上の走行に至った。fig7

伸展補助装置は伸展補助を強めるとカムへの摩擦が高まり、屈曲抵抗が強くなる相関性があった。走り出しに2,3歩流すと、義足の歩調が腓足に適しているか否か判断でき、屈曲抵抗を調整し、義足の歩調が腓足に合わせることで、安定した走行を得ることができた。

モニターの中には屈曲時にソケットと膝継手の干渉が起こり、本来の屈曲可動域が得られないケースがあった。これはソケットに対して板バネを取付けるコネクタ部の位置が不適切でありコネクタの標準となる位置を見直す必要がある。また、屈曲可動域を得られたモニターは必要以上の屈曲を制限するために膝継手もしくは他部品を用いて屈曲可動域制限を設けて欲しいとの要望があった。

工業用ダンパを用いたターミナルインパ

クトの干渉は有効であったが、ダンパの位置が衝撃でずれてきてしまうといった不具合も起こった。また、衝撃吸収はしているが伸展時に部品同士の当たる音が甲高い衝突音はダンパの出の量を調整すれば多少抑える程度で衝突音の課題は残った。別紙資料 フィールドテスト報告1, 2, 3, 4, 5, 6



fig.7フィールドテスト

主観的評価、客観的評価結果はスポーツ義足の大規模フィールドテストによる研究開発、疾走用膝継手・足部カバー重要度と満足度評価、疾走用膝継手の臨床計測と評価にて報告。

## D. 考察

疾走用膝継手を使用し走行に至ったケースではまず、大腿切断者が歩行と異なる断端のコントロールができることと、適した屈曲抵抗の調整ができていた点が大きいと考えられる。安定した走行を得るには歩行と同じく、遊脚相において義足側が膝軸を中心とする振り子の周期を腓足側の歩調に合わせるよう屈曲抵抗を調整することによりリズム良く両側振り出すことができる。屈曲可動域制限への要望も常に下腿部のけり上げを一定に保ち安定した周期を得るためであると考える。よって疾走用膝継手に必要な機能はより定量的、機能的に調整が可能な遊脚相制



御装置であると考える.

また,フィールドテストではソケットと膝継手が干渉したケースがあり,今後推奨とする荷重線と板バネ,膝継手の相対的位置関係の確立がよりスポーツ義足製作に寄与する  
と考える.

今回非常に短いフィールドテスト期間であり,今後さらなる追跡調査を行い,本開発品にフィードバックする予定である.

## E.結論

本研究で開発した疾走用膝継手を使用し疾走することができた.遊脚相制御等,フィールドテストで浮彫りになった改善点をフィードバックすれば実用化の可能性がある.

## ワーキングモデルによる疾走膝のシミュレーション

### 目的：

疾走用の膝継手を検討するにあたり、現在、OttoBock 社製の歩行用の 4 節リンク膝 3R55 や単軸膝 3R95 (3R45) などが使用される。その際、遊脚相制御の屈曲抵抗を強く調整したり（初心者の膝折れを防ぐ為か？）弱く調整したり（山本選手：軽く屈曲するように設定し、脚を短くたたんで股関節屈曲を容易にするためか？ソケットに下腿部を当てて反動で伸展させる）する。

本シミュレーションでは、ワーキングモデル機構解析ソフトを用いて、疾走に近い義足の動きを再現して、膝軸トルク（摩擦やバネを含む）と下腿部の重心位置がどのように義足膝の動きに影響するかを検討する。

### 手法：

ワーキングモデル機構解析ソフトを用いて、揺動クランク機構を作成し股関節の動きを再現する。概略正弦波様の股関節屈伸が得られる。膝継手の下記パラメータを組み合わせ実験シミュレーション実験することで、疾走膝に必要な特性や要件を見出す。

### パラメータ：

- ・ 回転速度
- ・ 膝軸の摩擦
- ・ 伸展ストッパの粘弾性
- ・ 下腿部重心位置
- ・ 下腿部重量
- ・ 屈曲制限の位置（最大屈曲角度）
- ・ 屈曲ストッパの粘弾性
- ・ 伸展補助力

### 結果：

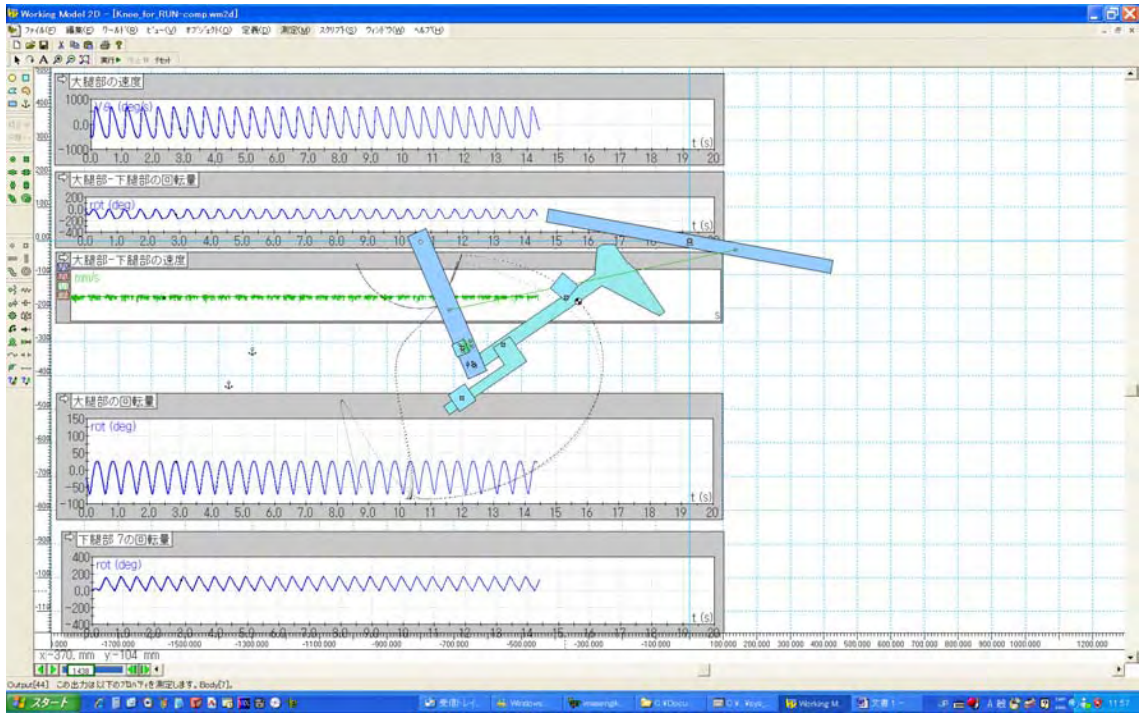
スクリーンショットを付録する。

### 考察：

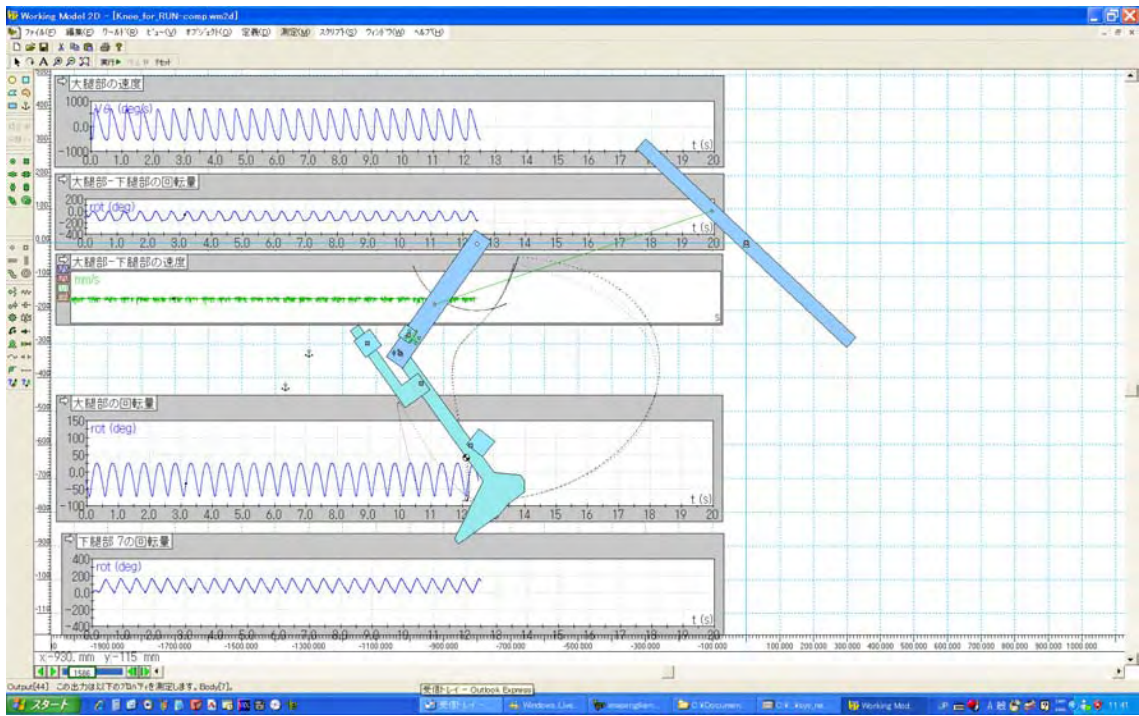
重心位置は姿勢や安定性に影響する。膝の軸に粘弾性がなくても周期的な動作が可能だが、ある程度の低摩擦や、粘性要素があったほうが安定すると想像できる。伸展ストッパの衝撃吸収が安定性に影響する。

床反力を考慮していないため、現実とは大きく異なるが、疾走時の義足側の脚の前方移動に膝継手の動作は重要で、通常の歩行用の膝の遊脚相制御とは異なる視点から、膝の設計を行う必要性が示唆された。とくに膝軸の粘弾性摩擦は興味深い、全くのFREEの膝軸であっても似たような動きを再現できる。膝の特性のうち、屈伸の動きの反転時の衝撃吸収や反発、膝下から足部までの部分の重心位置や重量、つま先位置のフィードバックを断端から得ることができる、膝軸の粘弾性または定摩擦が走行、疾走用の膝の設計時、処方時、調節時、義足製作時に考慮されるべきである。

認可	検印	作成	資料名称	資料No.
		鈴木 090915	ワーキングモデルによる 疾走膝のシミュレーション	



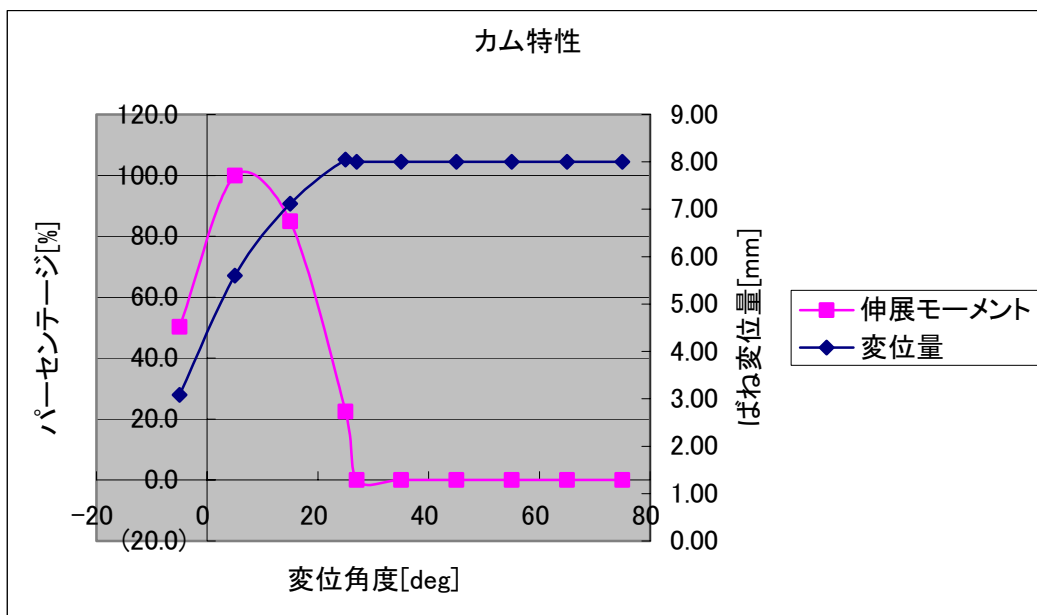
図：ワーキングモデルでのシミュレーション 1



図：ワーキングモデルでのシミュレーション 2

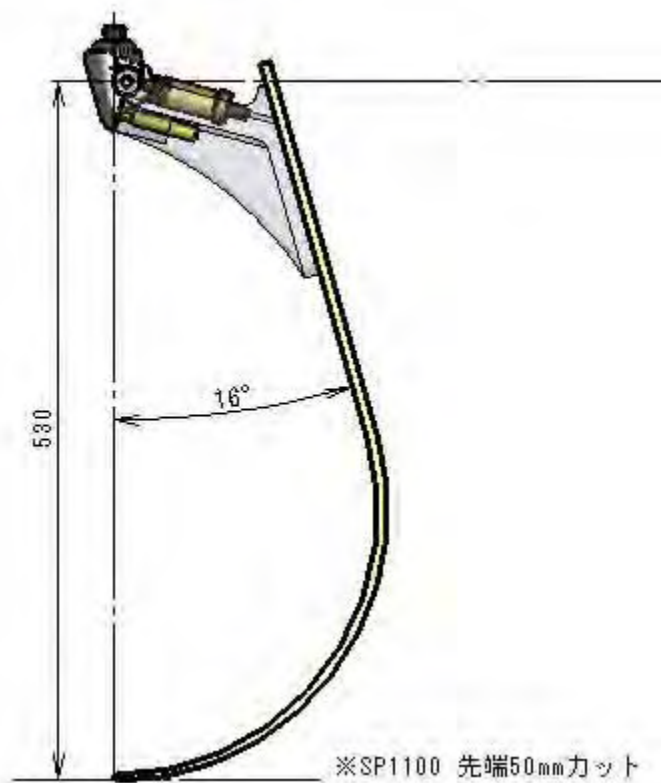
## 1 次試作カム設計

角度	補正	レバーアーム	変位置	ばね張力	回転方向の力	ばね定数	伸展モーメント	パーセンテージ
0	-15	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
10	-5	14.08	3.08	9.24	3.02	7.55	106.30	50.3
20	5	16.60	5.60	16.80	5.09	12.73	211.24	100.0
30	15	18.12	7.12	21.36	3.96	9.90	179.39	84.9
40	25	19.05	8.05	24.15	1.00	2.50	47.63	22.5
50	35	19.00	8.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.0
60	45	19.00	8.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.0
70	55	19.00	8.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.0
80	65	19.00	8.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.0
90	75	19.00	8.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.0

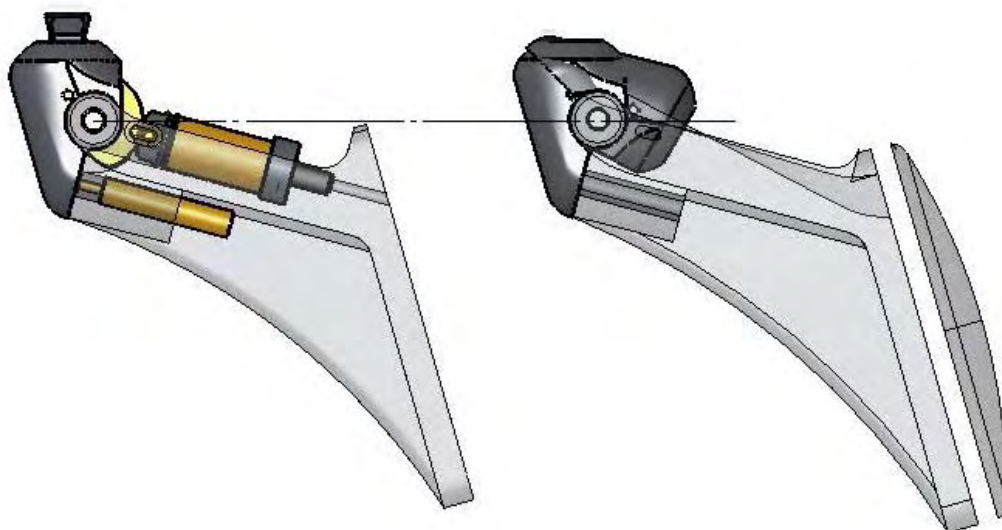




## 1次モデル作成



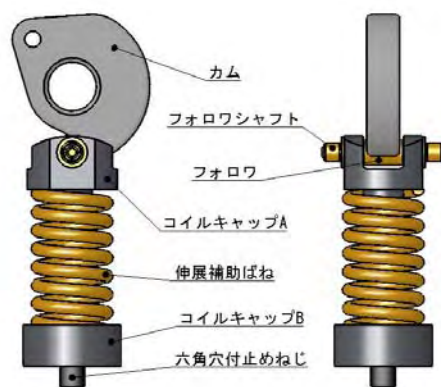
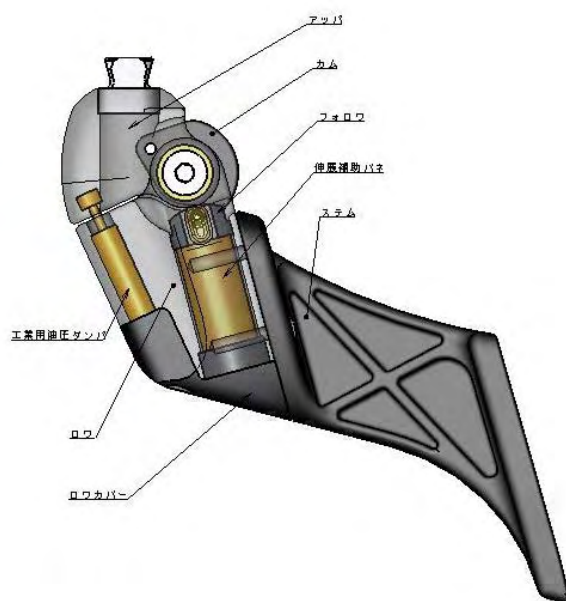
## アライメントの設定



1次モデル

1次モデルアッパの干渉

## 1次試作 部品構成



伸展補助装置

認 可	検 印	作 成	名 称	資料No.
			SPP 疾走膝 1 次試作製作報告	

### SPP 疾走膝 1 次試作

スポーツ専用の膝継手の開発

#### ●対象

競技：陸上競技 トラック種目（100m、200m等）、フィールド種目（走幅跳）

ユーザー：大腿切断・膝離断の成人男女 初心者から経験者

#### ●開発初期

疾走膝は単軸膝、ターミナルインパクトの衝撃吸収に工業用油圧ダンパを用いる、SP1000L 字プレートと膝継手が一体となった形状とする、SP1100 レクリエーション用足部・SP0400 仮合わせプラグコネクタとの接続可能であることとした。

#### ●試み

○標準アライメントの仮決定

- 1).SP1100 は遠位先端部より 50mm 近位部に荷重線が落ちるアライメントを推奨している。よって疾走膝の上部プラグコネクタと SP1100 の 50mm 近位部が鉛直上に位置することとした。
- 2).疾走膝の SP1100 との接続させる位置、角度はこれまでに陸上競技大会を通して撮影してきた選手の矢状面の写真から SP1100 平面部の直線ラインがおおよそそのソケット基準線に対し、どの程度の角度で使用されているかを調べた。結果、1 次試作では SP1100 平面部を鉛直線に対し 16° 傾けた角度を標準アライメントとし、疾走膝遠位部もこの角度に順ずる。
- 3).社団法人 人間生活工学研究センター発行の日本人の人体寸法の成人男女の膝関節高さを参考に、踵高を加味し、膝軸高さを男性 530mm から女性 430mm までと成人男女の 9 割に対応できることとした。

○伸展補助装置

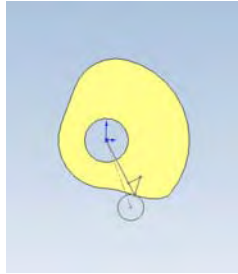
初心者の使用を考慮し、膝折れに対して伸展補助装置を設けた。屈曲抵抗は今回設けないこともあり、伸展補助が伸展位付近でのみ働くようカムで制御する。カムは伸展補助が膝伸展位から屈曲 30° 間のみ働き、屈曲 30° 以降はフリーとなるよう設計した。

## ●開発経緯

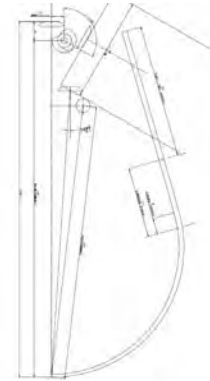
### 1). 1次モデルの作成



### 伸展補助装置検討・カムの設計

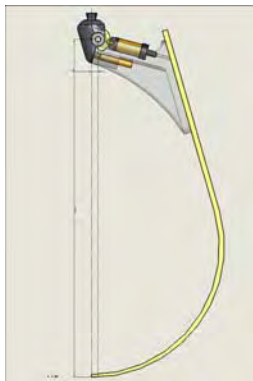


### 標準アライメント検討

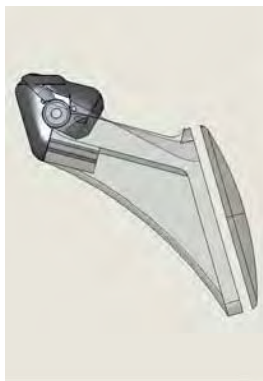


1次モデルはまず単軸膝のモデルを作成し、伸展補助装置やアライメントについては考慮しなかった。しかし、SP1100 に取付けるとアライメント調整装置の可動域を超えるアライメント調整が必要であったこと、伸展補助がないことで初心者の使用が難しくなることから、伸展補助装置と標準アライメントを検討した（上記）。

### 2). 2次モデル作成



### 屈曲角度に問題あり



2次モデルでは1次モデル作成後に検討した、伸展補助装置と標準アライメントを反映した物を作成した。しかし、膝継手の部品同士の干渉が屈曲の早い時期に起こり可動域が不十分の膝継手となった。また、ソケットと膝継手の干渉による屈曲可動域制限が出てくることも分かった。

### 3). 3次モデル作成と疾走膝1次試作品の製作



アルマイト黒



アルマイト白

3次モデルは2次モデルをベースとし、伸展補助装置の位置を見直し、ソケットと膝継手の干渉を避ける形状とした。これを **SPP 疾走膝1次試作** とした。

#### ●疾走膝1次試作

疾走膝1次試作はアッパとロワ、機構部（伸展補助装置）からなる本体に、本体と **SP1100** を繋ぐ部品のステムから構成される。カムはアッパに固定し、アッパと同周期で回転する。他の伸展補助装置部品や工業用ダンパはロワの中に組み込まれている。

動作確認を行い、伸展補助は設計通り伸展付近でのみ機能する。伸展補助バネはバネ定数の異なるコイルバネを3種類持ち **FT** を通じて、伸展補助バネの強さと初期圧縮量はユーザーに合わせて選択してもらおう。カム、フォロワ部は **POM** を使用しているが、伸展補助バネの押し上げる力でカムに摩擦抵抗が働き、膝継手の屈曲に定摩擦がかかっている。元々、屈曲抵抗は付ける予定ではなかったのが想定外であったが、屈曲抵抗がある点についても **FT** の評価を通して判断したい。

#### ○課題

- ・重量：960g（主要構造部品 アッパ 134g、ロワ 300g、ステム 290g）

膝継手単体の重量としてはとても重いのが、**SP1000** の重量 225g を差し引くと 735g であり、評価が難しいところ（陸上競技に使用される **Otto3R55** は重量 720g + ソケットアダプタの重量）。2次試作では1次試作よりも軽くしたいところだ。

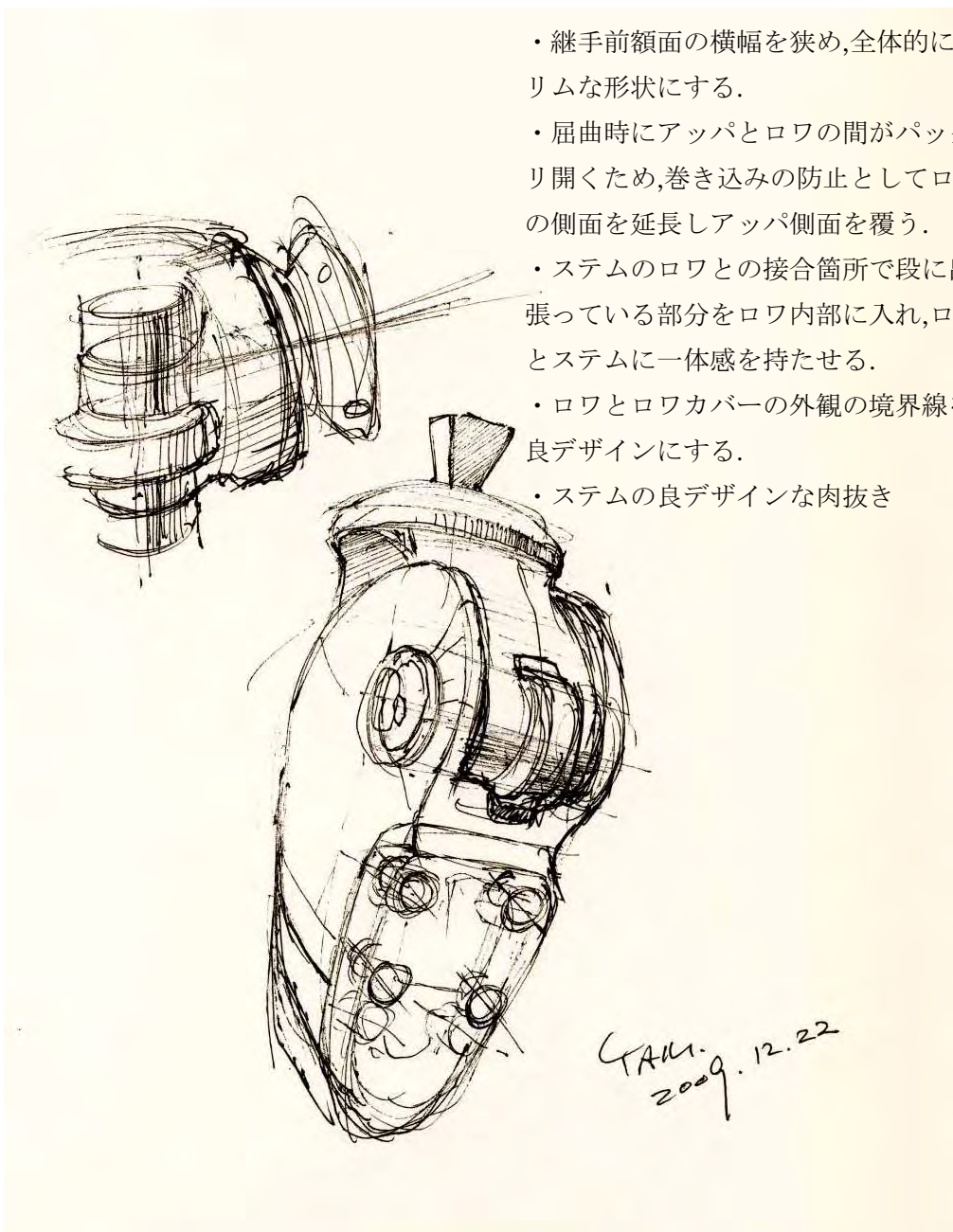
- ・ターミナルインパクト音

ターミナルインパクト時にアッパとロワの甲高い音する。アッパとロワの間には現在はバンコランシートを貼付けてある。ポロンを使用して見たところ消音効果が少々見られた。

以上



## デザインアプローチ



- ・継手前額面の横幅を狭め,全体的にスリムな形状にする.
- ・屈曲時にアッパとロワの間がパッキリ開くため,巻き込みの防止としてロワの側面を延長しアッパ側面を覆う.
- ・ステムのロワとの接合箇所ですぐに出張っている部分をロワ内部に入れ,ロワとステムに一体感を持たせる.
- ・ロワとロワカバーの外観の境界線を良デザインにする.
- ・ステムの良デザインな肉抜き

YAM.  
2009.12.22

番号	改訂	名称	承認	作成者	作成日
		SPP 疾走膝 調整方法		大蔵	2010.02.12
工程	工程名	写真	作業内容		
○ 調整を行う前に次の段取りでロワカバーを外して下さい。					
1.	<段取り> ステム のボルト 外す。		ロワカバーを外すために仮合わせ用 ステムの M6 ボルトを外す。 		
2.	<段取り> ロワカ バーを 外す。		仮合わせ用ステムを外すとロワカバ ーが外れる。下方向にスライドさせ て外す。 		
※これより説明にない膝継手の分解は控えて下さい。					

<b>○ ターミナルインパクトの衝撃を調整する</b>		
<p>&lt;調整&gt; 衝撃吸収用ダンパの突出量を調整する。</p>	 	<p>ダンパはネジ式で上下に調整が可能。ターミナルインパクトの様子からダンパの出を調整する。 <u>※左右のダンパの突出量は同じこと。</u></p>
	<p>○ ダンパの突出量が同程度</p>	 <p>× ダンパの突出量に差がある</p>
<b>○ 伸展補助力を調整する</b>		
<p>&lt;調整&gt; 伸展補助バネを調整する。</p>		<p>M6 六角穴を回し、伸展補助バネの初期圧縮力を調整する。伸展補助力に応じて調整する。</p>
<p>&lt;調整&gt; 伸展補助バネを変更する。</p>	 <p>※初期状態では[中バネ]を使用</p>	<p>M6 六角穴を完全に緩めると伸展補助バネが交換可能。付属品：左[弱バネ] 右[強バネ]</p>
		
<p>※以上の調整は仮合わせ用ステムを取付けた状態でも可能です。</p>		