

チェアスキー「PEGASUS」の開発

Development of Chair Ski「PEGASUS」

玉川大学大学院 山本健一
玉川大学 柳原直人、金丸豊文
有限会社トモ 渡辺智文、丸山靖、高橋彰

キーワード：チェアスキー、スポーツ、リンク機構

1. 緒論

チェアスキーはパラリンピックの正式競技であるアルペン競技で使用されている。現在日本で製作されているチェアスキーはパラリンピック日本代表選手を見据えて開発しているものだけである。これらは、競技用に開発しているため価格が高額となり、購入しにくいという問題がある。そこで、本研究は障害者が気軽にスキーを楽しむことが出来るように、安価で十分な性能を持ち、初心者でも乗りやすいチェアスキーの開発を目指している。

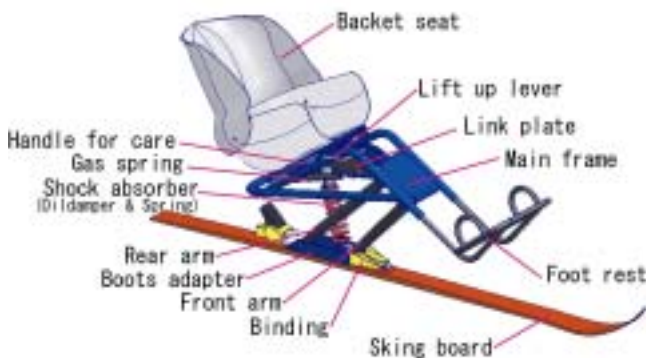


Fig.1 PEGASUSの構造と各部名称

Table.1 PEGASUSの主要寸法と仕様

全長(mm)	1000mm(スキー板を除く)
全幅(mm)	745mm
全高(mm)	250mm
総重量(Kg)	19Kg(シート&板取付状態)
フットレスト調整幅	7段階(25mm間隔)
バケットシート調整幅	10段階(10mm間隔)

2. PEGASUSの構造

ペガサスの構造と各部名称を Fig.1 に、また、主要寸法と仕様を Table.1 に示す。サスペンション機構としては、Fig.2(a)に示す走行時において、荷重の増減によるフットレストの上下変位を少なくするため、また、Fig.2(b)に示すリフトアップ時において座席後端高さを十分に確保するため、台形4節リンクを用いている。

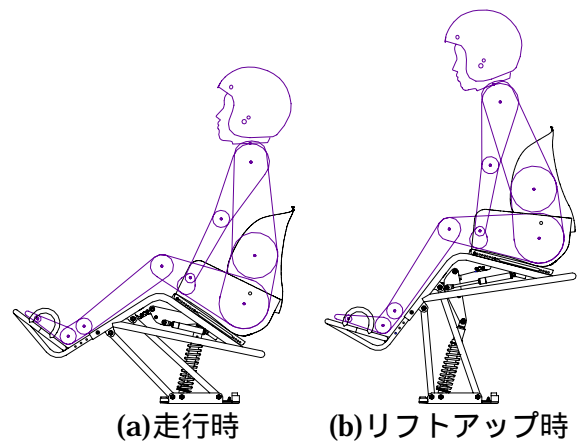


Fig.2 PEGASUS基本動作

2.1 リンクの特性

ペガサスに用いた各リンクの形状と長さを Fig.3 に示す。また、リンクの変形による各部の変位を Fig.4 に示す。比較のため、パラリンピック長野モデルにおける各部の変位を Fig.5 に示す。

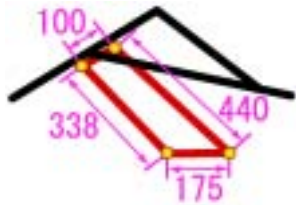


Fig.3 PEGASUS 各リンクの形状と長さ

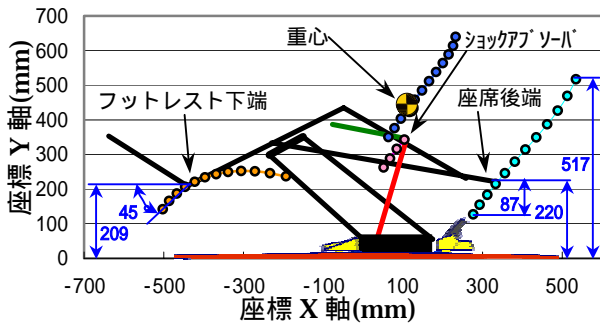


Fig.4 PEGASUS リンク機構における各部軌跡

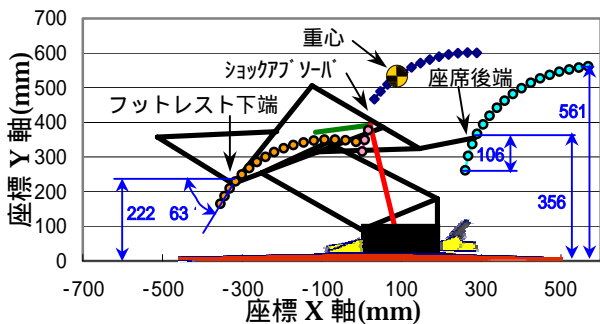


Fig.5 長野モデルリンク機構における各部軌跡

ペガサスは走行時に恐怖感を感じないように、また、転倒時の起き上がりを楽しむため、長野モデルと比べて走行時の重心位置を 100mm 低い 450mm とし、雪面と近い位置に設定している。しかし、リフトアップ時の座席後端高さは 500mm 以上確保されている。

ペガサスのフットレスト部分の変位方向は水平軸に対して 45° であり、長野モデルの 63° と比べると緩やかな角度で変位しており、フットレストが雪面やスキー板と接触するのを防止している。

ペガサスのショックアブソーバの変位量 S に対する重心位置の Y 軸方向の変位量 Y_g との

関係を示すレバー比 $\eta = (Y_g / S)$ は Fig.6 に示されるように約 0.96 となっている。長野モデルのレバー比は約 1.0 となっており、長野モデルと同様な高性能なショックアブソーバを使用することにより、上級者に対応させることが可能である。また、リンクの移動による走行時の重心の変位軌跡は、水平軸に対してペガサスは約 60° であり、長野モデルの約 45° と比べて上下変位成分を大きくしている。

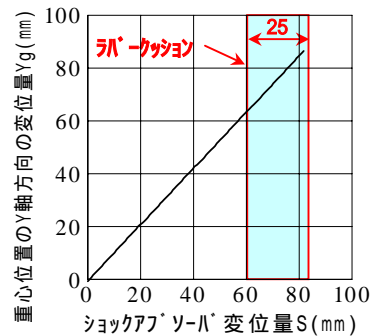


Fig.6 ペガサスのレバー比

2.2 リフトアップ機構

リフトアップ機構は、リフトアップレバーでロックを解除し、アウトリガーを使って体重を支えることにより、Fig.7 のようにリンクプレートが支点を中心にガススプリングの力によって回転して座席部分を押し上げ、リフトアップ状態となる。

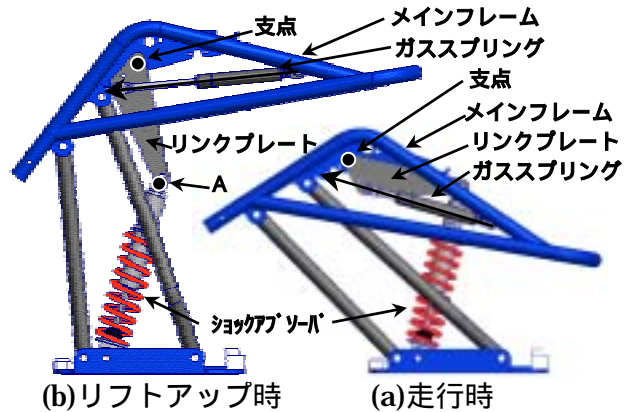
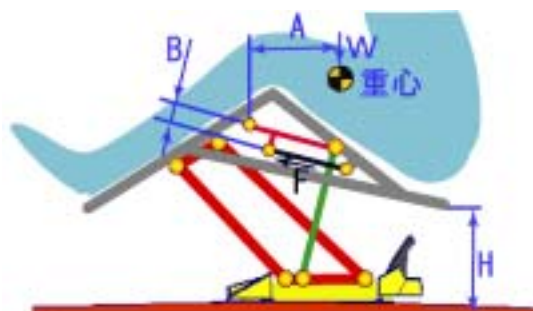


Fig.7 PEGASUS 側面図



F : ガススプリング反力(330N~436N)
 W : 重心位置の押し上げ力
 A : 支点から重心までの水平距離
 B : 支点からガスプリングの軸線までの垂線の距離
 H : 座席後端高さ

Fig.8 座席押し上げ機構のモデル図

ガススプリングによる重心位置の押し上げ力 W を Fig.8 に示す力のモーメントのつりあい条件式 $W = (F \cdot B / A)$ より求めると座席後端高さ H と W との関係は Fig.9 に示すようになり、最大 115N、最小 78Nとなっている。

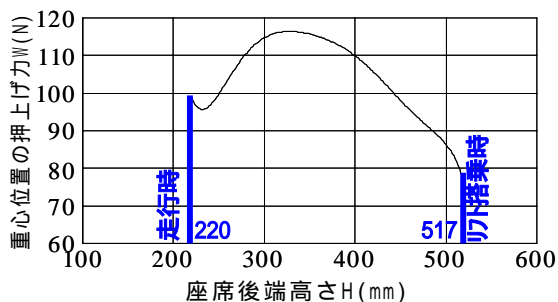


Fig.9 座席後端高さ重心位置の押し上げ力 W の関係

ペガサスの特徴として、リフトアップ時には、Fig.7(b)のように、ショックアブソーバの上部取付け位置 A の降下により、ショックアブソーバが変位する構造となっている。そのため、リフト搭乗時に体の重心を前後に移動させることにより、座席後端高さを調整出来るため、リフト座面にチェアスキーを容易に安定させることが出来る。また、リフト座面と接するフレームの横幅が長野モデルよりも広く、リフトに乗っている時に安定している。

2.3 フレームの特徴

フットレストの調整幅 175mm とバケットシートの調整幅 100mm により、身長が 1.8m の人から 1.5m の人まで対応することが出来る。その他の特徴を以下に記す。

衝突時の危険性を軽減する目的で、Fig.10 に示すようにフットレストおよび外周は突起部のない構造になっている。

単純な構造で剛性を高くするため、Fig.11 に示すようにリンクアームを左右一体化し、横方向の力に対するフレームのねじり剛性を高めている。

製造コストを下げるために部品点数を少なくし、また、精度の必要な部品は機械加工で製作し、溶接時の位置決め精度に影響されない部品構成になっている。



Fig.10 PEGASUS 写真

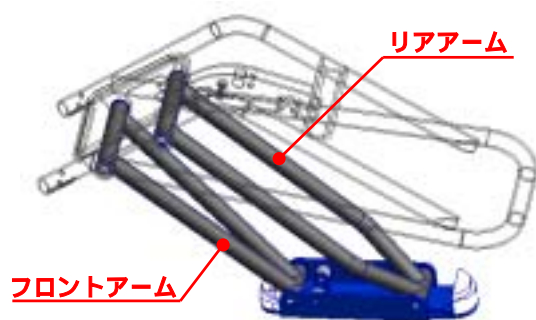
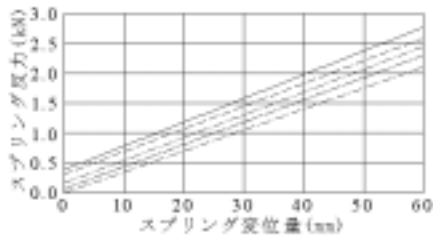


Fig.11 左右一体化されたリンクアーム

3. ショックアブソーバ特性

ショックアブソーバは DAYTONA 製で、SUZUKI 製バイクアドレス 110 用を使用している。自由長は 300mm、変位量は 85mm(このうち 25mm はバネクッションの長さ)、スプリングコンプレッションは Fig.12 に示すように 5 段階調整可能となっている。スプリングのばね定数は $k = (dF/dx) = 36.9(N/mm)$ であり、長野モデルより大きいが、体重が約 30Kg ~ 100Kg の人であれば使用できる機能を持っている。



F : 荷重 k : ばね定数
 x : スプリング変位量

Fig.12 ショックアブソーバの荷重 変位特性

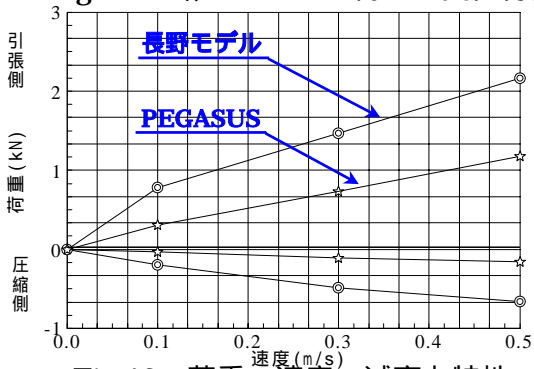


Fig.13 荷重 速度 減衰力特性

ペガサスに使用しているオイルダンパーの減衰力は Fig.13 のように引張側が $730(N/m \cdot s)$ 、圧縮側が $110(N/m \cdot s)$ となっている。長野モデルは引張側が $1470(N/m \cdot s)$ 、圧縮側が $490(N/m \cdot s)$ なので、約半分の減衰能力を持っている。したがって、一般ユーザーのゲレンデ走行であればショックアブソーバの変位も少ないため十分に対応可能である。

4. 評価テスト

上級者によるゲレンデ走行テストでは、曲がりやすく滑りやすい性能であるという評価を得た。また、第 23 回日本チェアスキー大会において初めてチェアスキーを使用する人がペガサスを使用して 1 日で滑ることが出来るようになった。

5. 結論

開発した PEGASUS について、まとめると以下ようになる。

初心者から上級者まで乗りやすく適当な性能を持っている。

材料費と加工費を抑えた安価なチェアスキーとすることが出来た。

オートバイ用の市販されているショックアブソーバを用いても一般ユーザーに対しては十分に対応できる。

6. 謝辞

チェアスキーの開発にあたり、多くのご助言をいただいた横浜市総合リハビリテーションセンターの田中理氏、神奈川県総合リハビリテーションセンターの沖川悦三氏、およびご協力いただいた日本チェアスキー協会の方々に深く感謝します。

7. 参考文献

- 宮本晃・他：チェアスキー・ソルトレイクシティーモデルの試作と滑走分析 その 2 -、第 16 回リハ工学カンファレンス講演論文集、617 - 620、2001
- 沖川悦三・他：チェアスキー長野パラリンピックモデルの開発、第 13 回リハ工学カンファレンス講演論文集 361-364、2001