

車いす乗降用後付けスローパーの開発

羽地龍志、棚原靖、松本幸礼、高里健作*1、新垣盛繁*2

車いすを利用する高齢者や障がい者の方々が比較的遠方に移動する際に使用する福祉車両には、車いすのまま乗り込むことが出来る「スロープ付き車両」や「リフト付き車両」、「リフトアップシート」など様々なタイプがある。これらの車両はシートへの乗り移りが難しい方に有効で、且つ介護者の負担を軽減する観点からも有効である。しかしながら経済的な理由から新車購入を断念するケースも少なくない。

一方、福祉車両に関する知見を有するタイヤランド沖縄には「現在使用している乗用車に車いすを搭載するためのスロープを取り付けたい」などの相談や加工依頼などが多数寄せられている。本県は自動車の保有率が高いことや社会全体の高齢化時代を考慮すると、このような要望は今後益々増加すると容易に予想される。そこで本研究ではこれらの課題を解決するために車いす乗降用後付けスローパーを開発することを目的とした。

なお、本テーマは株式会社沖縄 TLO が事務局として運営した平成25年度ライフスタイルイノベーション創出推進事業（育成ステージ）において採択されたものであり、タイヤランド沖縄を中核企業に据え、協力企業に新垣板金に工業技術センターが参画し実施したものである。

1 はじめに

スロープ付き福祉車両の例を図1.1に示す。本研究で開発を目指す「車いす乗降用後付けスローパー」は、ユーザーが使用している軽自動車の後部を図1.1のように改造して車いすを円滑に乗降させる機能を付加し、車いす利用者の行動範囲の拡大や介助者の負担軽減に寄与することなどを目的とするものであり、図1.2に示す種々の要求事項を満たさなければならない。これが実現すると、沖縄県内に留まらず、全国の車いす利用者やその家族、介護事業所が抱える身体的・金銭的・精神的負担が軽減されるなど多くの顧客ニーズに応えることが可能となる。

今回の研究開発では、図1.2の要求事項を踏まえ開発対象を自走タイプの車いすおよび介助タイプの車いすに絞り込み、以下に示す3つのサブテーマを設定し研究を実施した。

- ① 自家用車に搭載可能な後付けスローパーの設計
- ② 加工及び車検登録
- ③ 評価およびパッケージ化の条件設定等

2 研究開発の成果（サブテーマ①）

2-1 自家用車に搭載可能な後付けスローパーの設計

車いす利用者の快適な空間を確保しつつ、円滑な乗降を可能にするスローパーの考案と設計を進めるにあたり、研究開発の課題として以下の項目を掲げた。



図1.1 スロープ付き福祉車両の例

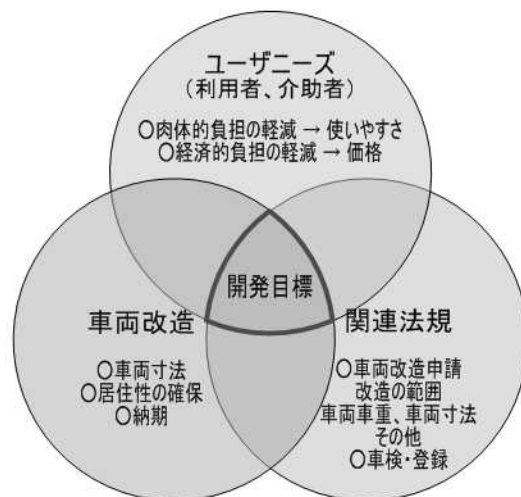


図1.2 各要求事項と開発目標

- (1) 製作後の車両の登録手続きに関する情報やノウハウの把握
- (2) 市販されているスローパー付き福祉車両の機能や構造のデータ収集

*1 タイヤランド沖縄 代表 *2 新垣板金 代表

- (3) 車いす利用者が使用しやすく快適と感じる装置・車内空間等の顧客ニーズの把握
- (4) 今回の研究に適した車種の選定・改造前の車体データの収集
- (5) 今後商品化するための先行事例の把握
- (6) 上記1～5を踏まえた基本設計及び製作

2-2 実施内容

2-2-1 調査

車両を改造するにあたり遵守すべき法令などについて内閣府沖縄総合事務局運輸部車両安全課、自動車検査独立行政法人沖縄事務所および軽自動車検査協会沖縄事務所の担当者との打合せの機会を複数回設け、有益な情報を得た。また、改造した車両の強度を検討する際に必要となるひずみ測定の実験を有する鹿児島県工業技術センターの担当者への聞き取り調査を実施した。これらの調査を重ねた結果、今回改造する「軽自動車の車体はモノコック構造である」ことや、「改造に伴う届出の必要な範囲」、「車いす移動車は特殊車両に属する」などのほか、軽自動車検査協会に提出する改造自動車届出書には「車枠（車体）の強度について検討した結果（計算書）を添付しなければならない」ことなどがわかった。

改造の範囲に関する事項および車枠（車体）強度計算書に関する事項については、一般社団法人日本自動車車体工業会 改造自動車取扱い検討委員会 編「改造自動車取扱いの解説」を参考にした。

2-2-2 車両選定・購入

改造を施す車両の選定にあたっては車いす利用者の車内での快適性や介助者の作業性などを考慮すると十分な室内高を有するハイト系軽自動車望ましい。そのため、カタログや諸元表などに記載されている「室内高」が高

い車両を改造候補とし、その他の選定項目として車内の「室内長」、「室内幅」などに着目して比較し車両を選定した。一方、車いす移動車に求められる構造要件に関しては自動車検査独立行政法人の審査事務規定を参考に、実際の使用を想定して独自の評価基準（室内長：2000mm以上、室内幅：1300mm以上、室内高：1300mm以上）を設定し、これらを全てクリアする車種を第一次候補として選定した。車両は登録年度によって適用される法令が異なり、新しいほど厳しい規制が適用される。事業期間内に車両改造を完了し、検査・登録するためには販売年度が古い車両が有利であるとの考察から、一次選考された数種類の車種の販売期間を比較し、平成17年型のダイハツ製 タント（L350）を選定し研究開発に供した。納車時の車両（以下、「研究車両」という）の写真を図2.1に示す。

2-2-3 改造前の車両データ測定

車両改造後の検査を考慮すると、車両総重量（車両総重量＝車両重量＋乗車定員×55kg/人）は自動車検査証に記載されている数値以内に収めることが望ましい。改造前の研究車両の車両重量は870kg、乗車定員4人、車両総重量は1090kgである。改造後の乗車定員は3人、車両総重量は1090kg以内としたいことから、車両重量の目標値を925kg以内とした。後部座席および後部座席付近の内張を取り除いた状態で車両重量を測定したところ846kgだった。なお、車両重量測定には Intercompracing 製 E-Z WEIGH scale MODEL SW500 を使用した。

モノコックボディを改造した車両を申請する場合、ひずみゲージを貼付した実車が段差を乗り越える時に車両に生じるひずみから応力を推定する必要がある。改造自動車届出書に添付する義務はないが、改造前後の研究車



図 2.1 研究車両
平成17年型 タント（納車時）

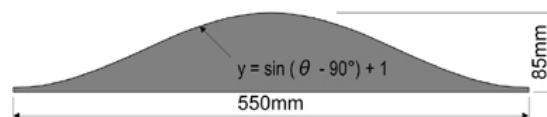


図 2.2 段差形状



図 2.3 段差外観

両の状態の変化の把握を目的に改造前のひずみ測定を実施した。測定装置には 株式会社 KEYENCE 製 マルチ入力データ収集システム NR-600 および ひずみ測定ユニット NR-ST04 を用い、ひずみゲージには 株式会社共和電業製 一般応力測定ゲージ KFG-5-120-C1-11 L3M2R を用いた。ひずみゲージを貼付する箇所は軽自動車検査協会との協議を重ね、改造箇所付近における12箇所とした。研究車両が乗り超える段差形状および寸法を図 2.2 に、製作した段差を図 2.3 にそれぞれ示す。測定時の研究車両の車両総重量は1090kg に調整し、段差を乗り越える際の車両の速度は 40km/時とした。測定回数は1ゲージあたり3回とした。ひずみゲージを貼付した箇所を図 2.4 に示す。

3 研究開発の成果 (サブテーマ②)

3-1 加工及び車検登録

サブテーマ②の課題として荷重制限を考慮した車体加工および実車への搭載や登録に向けた評価などを想定した。具体的な課題を下記に示す。

- (1) 軽量・強度・腐食・加工難易度を考慮したスローパーの部材選定
- (2) 車体の加工方法・加工箇所の調査・検討
- (3) 製作された部品・部材の強度や重量の把握
- (4) 研究車両の製作
- (5) 製作後の車両データ (車重、ひずみ) 測定
- (6) 車両登録手続き

3-2 実施内容

3-2-1 研究車両加工範囲の検討と決定

車いす利用者の車内での快適性や介助者の身体的負担を軽減するため、以下の3項目を満足する車両の開発を目指した。

- 車両後部に車いすを搭載する十分なスペースがある。
→解決策:後部座席削除、低床化
- 介助者の身体的負担を軽減する。
→解決策:車いすをモーターで牽引する機構とする。
- 快適なドライブ
→解決策:スロープのガタつき防止・低減

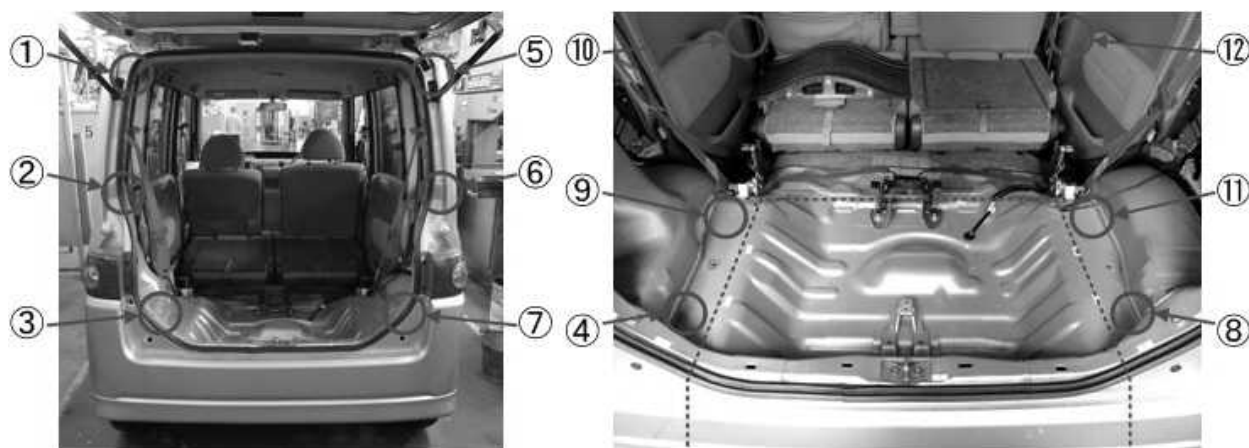


図 2.4 ひずみゲージ貼付位置



図 3.1 切断位置の確認

上記のような車両を開発するためには研究車両の荷室の床部を切断し、新たな床部を設けて低床化することが必要不可欠である。そのため、荷室および後部座席付近の内張りを取り外して切断範囲を検討したほか、研究車

両の下側からフレームの位置や燃料タンク、マフラーの位置などを確認した。図3.1に切断位置確認状況を、図3.2に切断箇所をそれぞれ示す。



図 3.2 切断箇所（破線部分）



図 3.3 床部切断状況



図 3.4 バンパー部



a) 加工前

b) 加工後（バンパー全閉時）

c) 加工後（バンパー全開時）

図 3.5 床部

3-2-2 研究車両の加工

荷室を低床化するため、研究車両のフレームや燃料タンク、燃料パイプ、マフラーなどの配置を確認し、注意を払いながら床部を切断した。切断状況を図3.3に示す。その後、バンパー部の切断・加工に着手した。バンパー部には補強部材を新たに設置し車体強度を確保した。ま

た、車いすの乗降を容易に行えるように、バンパー下部で開閉するような機構を新規に付加した。バンパー部の製作状況を図3.4に示す。バンパー部にはダンパーを連結し、容易に開閉できるようにアシスト機能を付加した。新たな床部は図3.5b)～c)に示すように可能な限り低く製作・設置した。なお、加工前後の比較のため加工前の床

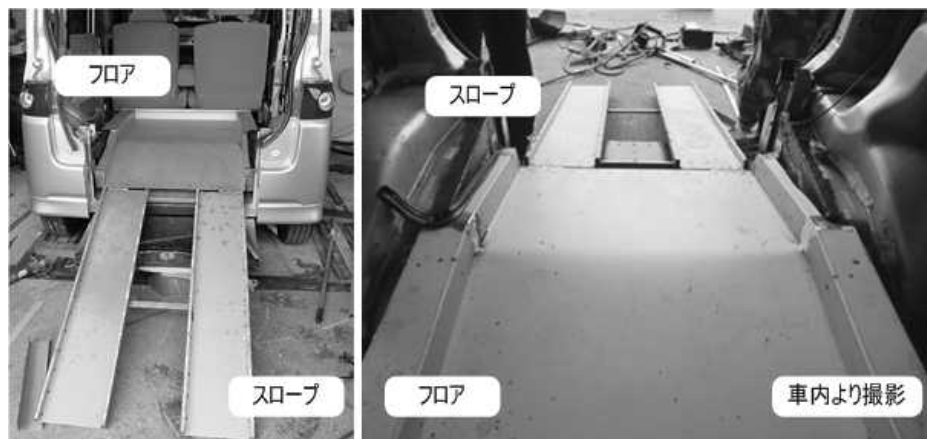


図 3.6 試作したスローパー

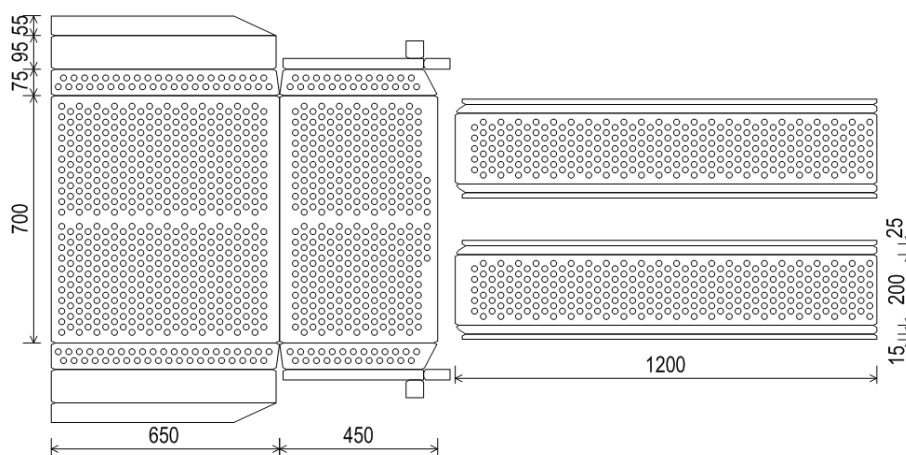


図 3.7 改良型スローパー

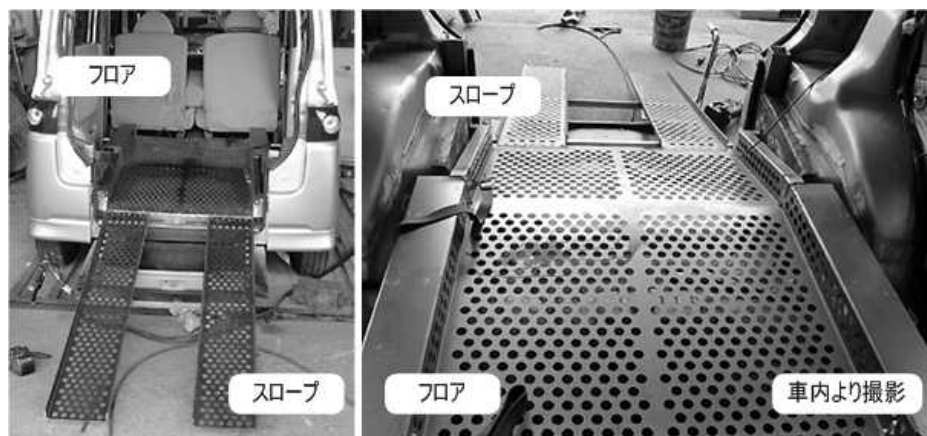


図 3.8 改良型スローパー外観

部の状態を図3.5a)に併せて示す。

3-2-3 スローパーの設計・製作

車いすを研究車両内に搭載するためのスローパーは、車外から車内に引き上げる部分：「スロープ」と、車内で車いすを固定する部分：「フロア」に分けて製作することとした。スロープおよびフロアは車いすの寸法や新設した床部の形状・寸法などを考慮して現車合わせで試作した。試作したスローパーを研究車両内に設置した状況を図3.6に示す。スロープはフロアにヒンジで取り付けられており、折りたたむことで車内に収納できる構造とした。スロープの全長は最大で1200mm程度であり、スロープの勾配は約18度である。この角度は介助者自身が車いすを移動させようとするときかなりの労力が必要となるが、車いすの移動にはウインチを採用することにより介助者の身体的負担の軽減を図った。また、車内に設置したフロアから天井までの高さは1180mm確保できるなど試作品の形状はスローパーとしての機能を満たしていると考えられる。しかしながら、試作品の材料として用いた厚さ2.3mmの電気亜鉛メッキ鋼板では全体の重量が重く、目標車両重量を超過することが危惧された。そのため、試作品の寸法および形状は踏襲しつつ、厚さ1.6mmの炭素鋼で再度製作することとした。さらに、図3.7に示すように改良型のスローパーには多数の穴（直径17mm）を開けて軽量化を図った。材料の変更や穴開けなどにより試作品と比較して40%以上の軽量化を実現したが、改良型スローパーの切断加工には炭酸ガスレーザー加工機を用いたため加工に長時間を要した。コストダウンを図るためには加工方法などを再検討しなければならないと考える。改良型スローパーを研究車両に取り付けた状態を図3.8に示す。

3-2-4 改造後の車両データ測定

改造後の研究車両の登録に向けて検査を受ける必要があるため改造後の車両重量および段差を乗り越える際に車体に生じるひずみを測定した。ひずみ測定に用いるひずみゲージは車体の金属部分に直接貼付しなければならないため改良型スローパーや内張りを取り外し、钣金部分を露出した状態で測定した。この状態の車両重量（目標値：925kg）は856kgであり、ウインチや車いす固定用シートベルトなど種々の付帯設備の設置後においても車両総重量は1090kg以内で収まると予想された。ひずみゲージの貼付位置は図2.4に示したものと同一位置とし、測定時の車両速度なども改造前の測定条件と同一とした。

改造後の車体の測定した結果、改造前の車両に生じた最大応力は15.03MPa（ゲージNo.7）だったのに対して改造後の最大応力は15.34MPa（ゲージNo.8）であり、改造前後での差はほとんど見られなかった。降伏安全率および破壊安全率についても規定値を十分に満たす結果が得られた。

3-2-5 改造自動車の届出

改造後の研究車両に車いす固定用シートベルトなどの付帯設備を設置し、車両重量を測定したところ900kgであり、目標値以内で完成することができた。前節で測定した結果をもとに強度検討書および改造自動車等届出書一式を作成して軽自動車検査協会 沖縄事務所に平成26年2月14日に提出した。書面審査を経た後、3月17日に実車の車検および構造変更手続きを完了した。構造変更の検査時の状況を図3.9に示す。

4 研究開発の成果（サブテーマ③）

4-1 評価およびパッケージ化の条件設定等

製品の販売を見据え、競争力を強化するためのパッケージ化に関する下記の課題を検討した。



図3.9 構造変更にかかる審査状況（於：軽自動車検査協会 沖縄事務所）

- (1) パッケージ化適用車種の選定
- (2) 共通化可能な部材およびコストの把握
- (3) 総合評価
- (4) 車いす乗降用後付けスローパーの普及・事業化に向けた検討

4-2 実施内容

4-2-1 工程分析

本研究で構築された技術やノウハウによる事業展開を見据えるとコスト削減による低価格化や短納期化が課題である。これを解決するためには図 4.1 に示すように研究車両を改造車両として登録するまでの作業工程を明ら

かにすることが必要不可欠であると考えた。現状の車両改造に関する作業工程では、自動車の取扱いや改造技術に長けている新垣鋳金での作業が多く偏りがあることがわかる。しかしながら、「内張外し」や「改造箇所の確認」などの改造作業以外の比較的単純な作業はタイヤランド沖縄に移管できると考えられる。今後、このような作業工程を詳細に洗い出し、明確に作業分担することがコスト削減や短納期化に直結すると推察される。さらに、フロアやスロープなどの部品は可能な限り共用化して外注することによってコスト削減を図ることが望ましい。事業化における作業分担の例を図 4.2 に示す。

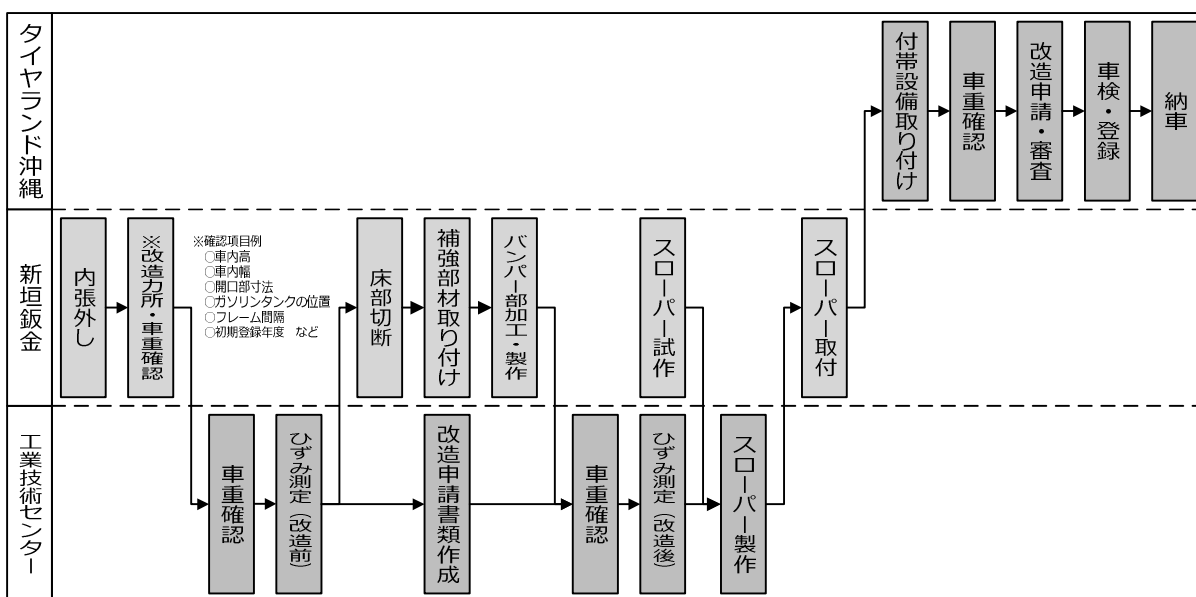


図 4.1 作業工程（現状）

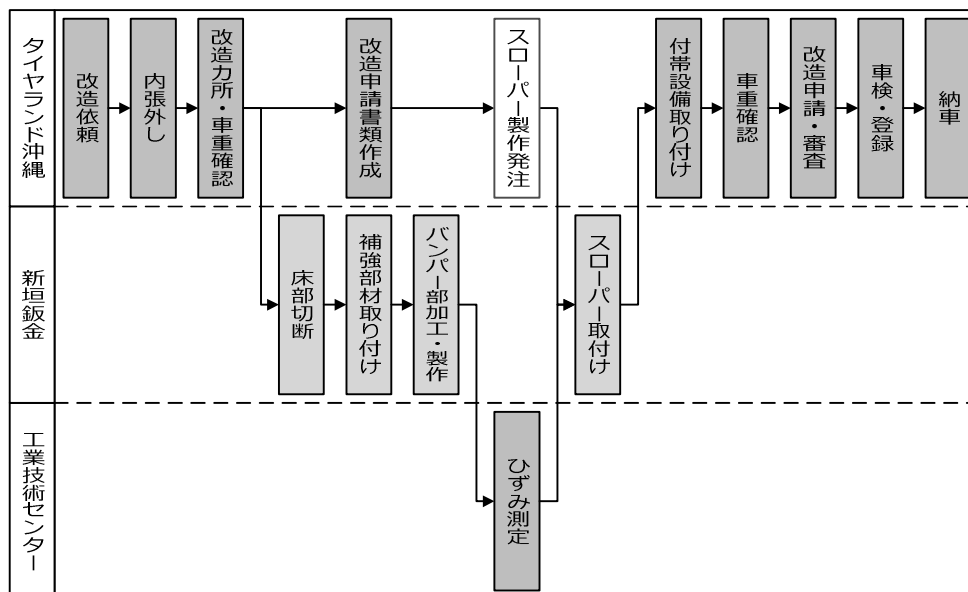


図 4.2 作業分担例

4-2-2 外注の可能性

前節にて示したフロアやスロープを外注することによってコスト削減を図るため、レーザ加工機やタレパン、ベンディングマシンを保有する県内企業に対して見積もり調査を実施し、使用材料や形状に関する有益な情報を提供していただいた。今後も継続的に調査を実施し、価格を調整する予定である。

5 おわりに

本研究の成果として図 5.1 に示すような車いす乗降用のスローパー搭載車両を開発した。車内に車いすを搭載した様子を図 5.2 に示す。

開発目標である車両と各分野における要求事項の関係を図 1.2 に示した。この図を念頭に置いて研究開発を推進した結果、下記に示す成果をそれぞれ得た。

5-1 ユーザニーズについて

関係団体に対するヒアリングを通して、車いす利用者の身体の状態によって車いす移動者に要求されるニーズが様々あることが明確になった。しかしながら、車両に付加できる重量や車内スペースの制約から全てのユーザニーズに応えることは困難と判断し、今回の研究では自走タイプや介助タイプの座椅子式車いすに着座できる方に絞って開発を進めた。車内には十分なスペースを確保できたと考える。



図 5.1 車両完成状況（外観）

5-2 関連法規について

モノコックボディの場合、車体を直径 25cm 以上切断すると車体の強度を証明するために車枠のひずみ測定など実施する必要がある。ひずみ測定に関するこれまでの事例では沖縄県外の民間企業に委託していたが、今回の研究を通してひずみ測定に関する技術が沖縄県工業技術センターに構築され、県内での実施が可能となった。

5-3 車両改造について

ひずみ測定結果をはじめとする改造自動車等届出書一式を軽自動車検査協会に提出し、平成 26 年 3 月 17 日に車検および構造変更手続きを完了した。

本研究は「車いす乗降用後付けスローパーの開発(2013 技 016)」で行ったものである。

謝辞

本研究の遂行にあたり、多くの方から有益なご助言を賜りました。特に沖縄行政サービスの仲宗根心氏、フリーランスライターの市来哲雄氏および一般社団法人ものづくりネットワーク沖縄の職員の皆様には有益なご指導とご助言および多大なご協力を賜りました。ここに感謝の意を表します。



図 5.2 車いす搭載状況（車内より）

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

TEL (098)929-0111

FAX (098)929-0115

URL : <http://www.pref.okinawa.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。