

# 地産地消型モビリティの研究

## Research for the local mobility based on the idea of local production and local consumption in Nagaoka city

齋藤 和彦  
SAITO Kazuhiko

キーワード：モビリティ、地域活性化、地産地消  
Keywords：Mobility, Local revitalization, Local production and local consumption

Chisan Chisho means producing locally and consuming locally. It is a popular word for agriculture and its crops. One of the major industries in Nagaoka is metalworking of various types. For the revitalization of local communities, it is necessary to make this Chisan Chisho type of products of this area. It is possible to make frame bodies and main parts of vehicles in this area. We could get great cooperation from some of the local metalworking companies. This vehicle cannot only be used for agriculture, which is another major industry in this city, but also for daily transportation for all seasons. Overall size is within the regulation for small-size motorbikes. This category is very reasonable in terms of running cost as well as easy to maintain. This research is a proposal of a minimum transportation system for a local lifestyle.

### 1. はじめに

今、政府の重点施策として地方創生が叫ばれているが、地域の活性化のためには、そこで暮らす人々の活発なコミュニケーションや、地元企業が自ら新しいことに対し積極的に挑戦していくことで働く人のモチベーションを上げることが重要である。そこで本学の地元である長岡市を主たる活動地点として、地域の活性化をテーマにものづくりを考えることになった。

人と人とのコミュニケーションのためには、情報機器に頼るだけでなく、その場所へ出向き、顔を見ながら話をすることがもっとも大切であり、そのためには季節や時間を問わず、人の移動をサポートするモビリティが必要となる。そのモビリティを地域内で作ることができれば、生産と消費のサイクルが完結することができる。

長岡市は金属製品の加工や生産が盛んな地域でもあり、市内には金属製品製造に分類される企業だけでも 217 社ほどが操業している。多くの場合、B to B による部品製造が主であり、自社の名前で製品を生産・販売している企業は少ない。地産地消型モビリティではこの地元の産業を活かし、地域での生産にこだわったものづくりを目指してい

る。これは自分たちの製造したものが地域内のユーザに直接渡ることであり、作る人と使う人のそれぞれの顔が見えることを意味する。それによりユーザの要望や意見への素早い対応につながり、地域の要望に沿ったものづくりになると考えられる。それは生産者のモチベーション向上につながり、その企業を取り巻く内外の環境や評判、雰囲気も変わっていくことで、地域の活性化にも繋がっていくことが期待できる。

移動機器を製作する場合、使用する動力がもっとも課題となる。エンジンを使用する場合は、汎用エンジンと呼ばれる燃料タンク、気化器、エンジン本体、マフラーなどがユニット化されているものを使用することが多い。電気自動車自体の普及はなかなか進んでいないものの、電気モータなどの機器は電気部品であり、種類も多く入手しやすい。それがこのプロジェクトを推進するきっかけともなっている。

### 2. コンセプト

#### 「Casual Agricultural Bike：気軽な農耕車」

長岡市は市の面積の 1/10 にあたる 18600ha が耕作地で、人口の 1 割の約 27,000 人が農業世帯員数となっている。(平成 22 年農林業センサスデータ) 地域の特性を考えると、田畑での作業や収穫の補助や家庭菜園規模の収穫運搬にも使用可能なことを前提に、機動性の高い農耕車としての役割も考慮した。長岡造形大学では以前より、農耕車のデザインについて研究をおこなっているが、そこで得た知見も活用し、コンセプトにも反映している。

地方都市での公共交通機関は、時間や距離、ダイヤなどの関係から利便性が高いとは言えない場合が多く、自家用車による移動が主たる交通手段となっている。一例として新潟県の軽自動車普及率は 100 世帯あたり 90.1 台で、全国 8 位であることから、個人の移動手段の必要性が明らかである。街中から離れた地区では、日常の買い物や人々が集う公共施設など、暮らしのための移動の目的は多様である。それをサポートするモビリティの条件として、気軽に使えて、維持管理が容易で経済的負担が少ないことが挙げられる。現在、公道を走れる動力付の車両として経済性の高いのは、排気量 50cc 以下のエンジンを搭載した第一種原動機付自転車（以下、原付一種）である。原付一種の軽自動車税は年間 2,000 円で、660cc の乗用軽自動車（四輪車）の年間 10,800 円と比較しても、圧倒的に少額である。(2015 年 4 月改定) そこでこのモビリティのカテゴリーを原付一種と定め、規格を満たす性能やサイズの範囲内で成立する構造・仕様を目標とした。

また 12 月から 3 月までの冬季には降雪、積雪の多い地域であることから、乗用車が走行できる程度の路面状況であれば、雪上の走行も可能な性能を有することとした。

### 3. デザイン

#### デザインコンセプト

外観上のもっとも大きな特徴は、前二輪の配列を最大限に生かしたデッキ（荷台）である。農耕車にみられる無機質な機械の印象を払拭し、荷台としての機能をデザイン上のポイントとして考えた。デッキ部分に木材を使用し、温

かみを感じられるような「ウッドデッキ」のイメージをデザインのコンセプトとし、スケッチを展開した。(Fig.1)

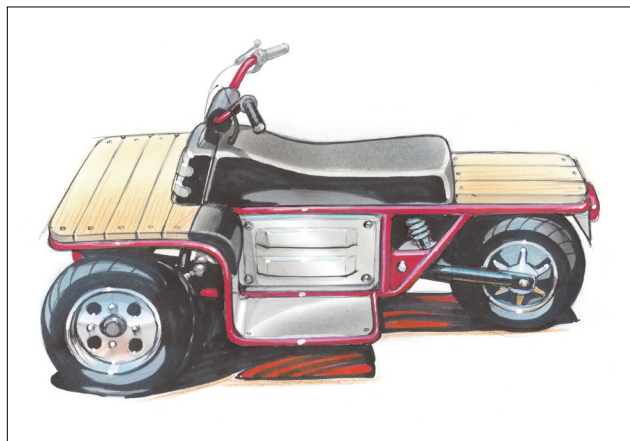


Fig.1 イメージスケッチ

全体のスタイリングはパイプを直線とコーナーを組み合わせた水平基調を特徴としている。水平のデッキは物を乗せる際の安定感や転がる落ちない安心感を与えるものとした。乗員用のシートもこのフレーム上に配置し、無機質な印象の直方体形状とすることで、座る位置を特定せず体型に合わせてどこでも快適な座り心地となるよう配慮している。

ユーザが自分の使い勝手に合わせて、手作り感覚で工夫できるよう、シンプルで機能的な構成とし、それを一目見て理解できるデザインとしている。

下記に完成車全体の画像を示す。(Fig.2, Fig.3)



Fig.2 左斜め前



Fig.3 左斜め後方

## 4. 車体構成

### 4. 1 全体レイアウト

車体全体の大きさ、基本構成、部品の配置、乗車姿勢などを決めるための構想のことを指し、それを図面化したものがレイアウト図である。(Fig.4) 車両全体の構成を俯瞰しながらも、原付一種の規格に合わせるため、寸法が決められている部分はmm単位で検討をすすめた。サスペンションの構造や形状もこの中で検討し、可動範囲なども確認している。タイヤサイズはスクーターなどで一般的で入手しやすい10インチとした。

ホイールベースは1,170mmで50ccクラスのスクーターと同等としている。ハンドル幅も小型バイク同等であるため、二輪車が駐車できるスペースに止めることができる。

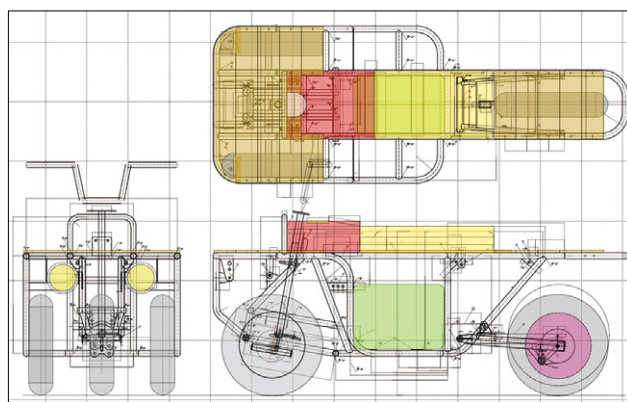


Fig.4 レイアウト図

### 4. 2 フレーム

長岡地域では多様な金属の加工が可能な企業があるが、金型などへの設備投資を抑え、既存設備を活用することを前提で検討をすすめた。素材は一般的に多く使われている鉄材 STKM の丸パイプを用いることで、コストを最小限に抑える仕様としている。パイプを直線的に用い、水平、垂直、斜め45度に交差する構成とすることで溶接時に複雑な治具を用いなくても固定が可能なものとした。この丸パイプで構成されるフレームをデザイン上の特徴として外

観に露出させ、カバー類を最小限にしている。パイプサイズは一部を除きφ 25.4mmとし、板厚は2mmのものを使用している。このパイプのコーナー部分はR100で統一した。

これはデザイン上の反復形状による統一感を演出すると同時に、R違いによるコマの入れ替えを無くすことで効率良く生産できるよう配慮している。(Fig.5) 足を乗せる部分(以下ステップ)をフレームの一部とすることで、モーターサイクルのようにパーツを後付けすることなく、組み立ての手間を省くとともに、冬季の防寒靴のサイズにも対応した面積190×340mmを左右それぞれに確保している。(Fig.5)



Fig.5 フレーム単体 製作途中

#### 4. 3 シャシー

サスペンションはATV (All Terrain Vehicle) に多く用いられているサスペンション形式を踏襲している。前輪はダブルウィッシュボーン式とし、左右それぞれにコイルスプリングによるクッションユニット(ダンパ)を備えている。この方式は車体の姿勢変化の際にも路面への追従性に優れているため、降雪時の路面や畦など未舗装路での乗り心地と操縦性を考慮し採用している。

後輪はスイングアーム式でモノサスペンションと呼ばれるクッションユニット一本を組み合わせたものとした。シンプルな構造となるため、製作時間の短縮や部材の少なさにより加工の容易さが期待できる。またフレーム外側スペースの有効利用がしやすくなるメリットがある。(Fig.6)

リヤホイールはモータユニットを組み込んだインホイールモータとなっている。スイングアームに取り付けられているが、自転車のホイールのようにアクスルシャフトと一体式になっているため、スイングアームの後方から差し込み、ストッパで位置決めする方式とした。ホイールにはドラムブレーキが一体となっているため、タイヤの回転に合わせて回ってしまわないよう、回り止めプレートをはめ込み、スイングアームに取り付けている。



Fig.6 フロント及びリヤサスペンション

タイヤはスクータに多く用いられている10インチを採用した。市販されているタイヤの種類が多く、用途や使用環境に応じて選択が可能になるメリットがある。このプロトタイプでは未舗装路や雪道の走行を想定し、悪路に強いブロックパターンを持つMAXXIS M6024 130/90-10を前後共に装着している。本来はチューブレスタイヤであるが、ホイールの仕様違いから前輪のみチューブを使用している。(Fig.7)



Fig.7 前後ホイールとタイヤ

ホイールは前輪にアルミ製合わせホイールを採用している。これは左右で深さの異なるディッシュを組み合わせたボルトで固定したもので、レジャー用の小型モーターサイクルで使われているものである。そのディッシュの組み合わせによりリム幅が変わるため、タイヤのサイズに合わせて3.00×10や3.50×10というように変えることも可能である。後輪はインホイールモータであるため、あらかじめ電気モータとホイールが組み合わされているもので、モータ本体と同じアルミダイキャスト製である。そのためチューブレスタイヤ仕様となっている。

ブレーキは前輪に油圧式ディスクブレーキを装着している。これは本来モーターサイクルの後輪ブレーキ用のシングルボッドキャリパーであるが、動力性能に合わせこの車両では十分な制動力を発揮する。ロータ径は150mmとし、泥水がかかっても制動力への影響が少ない、ドリルド(穴あき)ディスクを採用している。後輪はモータに組み込まれている機械式ドラムブレーキである。一般的なツーリング式だが、ドラム径は120mmで動力性能に対して十分な制動力を持っている。ブレーキ操作はスクータと同じように左手レバーが後輪ブレーキ、右レバーは前輪ブレーキとしている。ハンドルから後輪ブレーキ本体までの距離に合わせて、1,800mmのブレーキワイヤを用いている。

#### 4. 4 動力

動力としての電気モータは中国を中心にEVスクータや電動自転車急速に普及しているため、単体でも市販されており一般でも入可能となっている。特にインホイール



モータは原付一種の規格に合わせた設計となっているものもあり、コントローラなどの関連部品とパッケージ化されているため、取り扱いやすい。エンジンの場合は可燃性のガソリンを燃料にするため、扱いが容易ではなく、動力を車輪に伝えるための装置も新たに設計する必要がある、難易度は高くなる。このプロジェクトはこのインホイールモータが入手できたことで、具体化できた側面もある。この製品は中国製であるため、長岡の企業を通じて調達している。モータの仕様はDC48V 定格出力は原付一種規格の600W 以下のものを使用した。

バッテリーはモータの48V 仕様に合わせ、12V20Ah のものを4 個直列につなげている。バッテリー1 個のサイズは180 × 76 × 170mmと小型で、EV スクータなどに使用されているものである。シリコン鉛バッテリーで、単体での重量は7.1kgあり、4 個で28.4kgとなり、車両重量115kgのうちおよそ1/4 を占めている。

#### 4. 5 デッキ

ものを運ぶことが重要と考えるこの車両では、スーパーマーケットで買い物をした荷物を積んで帰ることを想定した場合、レジ袋3～4 個程度の荷物が積めるような面積として177cm<sup>2</sup>を車体前部に確保している。(Fig.8) また車体後部には126cm<sup>2</sup>のデッキを設けている。これはホームセンターなどで売られているプラスチック製のバケット一つを載せることができる面積となっている。

このデッキ上には2 × 4 住宅の規格サイズである幅89mm の木材を使用している。これにより木材が痛んだ場合でも、ホームセンターで購入してユーザ自身が容易に補修することができる。木目や色、素材を選べることや、木工用塗料で色を塗ることなど、これまでの車両にはないカスタマイズの楽しみも提案している。木材を使用しているため、積載物が無いときには、休憩用のベンチとして気軽に座ることもできる。



Fig.8 フロントデッキ

地産地消型モビリティでは、地域の人の使い方に合わせてカスタマイズしやすいことも特徴としており、ビスや釘といった身近な素材や道具を使って、手摺のような部品を取り付けることができる。専用のアクセサリパーツだけでなく、ホームセンターで売られている材料を組み合わせれば、手軽に自分の使い勝手に合わせた乗り物作りができるよう考慮した。(Fig.9)



Fig.9 カスタマイズ例 ドアハンドルを用いたストッパ

#### 4. 6 灯火器

ヘッドライト、ウインカー、ブレーキライトの灯火器については、公道走行を前提としているため、これらを装備しておくことが必須である。その際、単体での認定を受けている製品を取り付けることが必要であることから、市販されている製品のなかから選択することとした。パイプを直線的に構成し、積載を前提としたデッキを特徴とする機能優先のデザインであるが、ヘッドライトはこの車両のキャラクターを表現する部品でもあることから、丸型ライトを2 灯左右対象の位置に配置した。ライトの直径は130 mmでH4 バルブを用い12V 30/30W となっている。鏡面部分で光の方向をコントロールしているマルチリフレクタータイプのライトである。この丸型ライトを2 灯使用することで、愛嬌のある表情を演出することができた。

ヘッドライト同様ウインカーライトについても丸型を採用し、前面のイメージを統一した。レンズはアンバー（オレンジ）色でバルブは12V/10W である。



Fig.10 前後 灯火器

テールライトはブレーキライトとナンバーライトを兼ねた一体式のもので、水平基調のパイプ構成に合わせて、四角い形状のものとした。バルブは12V 23/8W となっている。(Fig.10)

#### 4. 7 カラーリング

車両の色は路上や耕作地での視認性を考慮し、赤を基調としたカラーリングとした。デザインの特徴となっているパイプ部分を赤とし、そこに取り付けられるパーツの色を黒としている。それにより赤が強調された組み合わせとなっている。デッキ部分は木材を使用しているため、素材色のままだが、透明色のニスによる塗装を施し、表面を保護している。車輪の色は、前輪ホイールが黒アルマイト処理、後輪ホイールは塗装による黒色である。そのリム部分にカラーシートによる赤いストライプを貼り、全体の色との統一感を持たせている。アルミ素材のパーツについては、素材色をそのまま使い、金属の質感を活かして機能的なイメージとした。

## 5. 地産率

地産地消というためには、全体を構成する部品のうち、どの程度の割合が長岡で調達されたのかを定義する必要がある。自動車企業では海外で生産をする際に、現地調達率によりその自動車が現地生産されているのか、単なる組み立てなのかを判断している。そこでこの開発では、車両を構成している部品の総額をもとに、長岡市内の企業で製作した部品、購入した部品、新潟県内で製作した部品、それ以外の地域から購入した部品の4つに大別した。北陸地域の活性化を目的にしている本開発の趣旨に則り、新潟県内での製作、購入比率を地産率と呼ぶことにする。

長岡市内の企業では、図面をもとに専用となるフレームなどの車体部品の製作をおこなった。また個人での購入が難しいパーツやのモーターサイクル用の市販品を市内の企業を通じて購入している。長岡市内で製作できない部品は新潟県内に範囲を広げて製作会社を探した。一般的な機械部品はネットショップなどでも購入しており、それ以外の地域から購入した部品として分類している。金額部ベースの各比率は次の通りである。

- ・長岡市内で製作した部品 64%
- ・長岡市内で購入した部品 15%  
(インホイールモータ含む)
- ・新潟県内で製作した部品 10%
- ・それ以外から購入した部品 11%

長岡市内で製作・購入したものを合算すると79%となる。新潟県内での製作も含めると89%となり、地域への貢献にもつながっている。それ以外から購入したものは、調達の利便性からネットショップを利用したため、必要な部品の詳細な仕様が予め分かっていたら、長岡市内の企業や商店を通して購入することも可能である。地域で製作できないものでも、地域内の企業や店舗を通して購入することで、地域への経済的な支援をすることにつながるため、地域内購入金額も地産率に取り込んだ。なお、この比率を算出するにあたり、車両を構成している部品代金・費用(税込)のみに対象にしているため、組み立て作業に関わる工具購入費や光熱費・人件費などの経費は含まれていない。

## 6. 製作過程

### 6. 1 日程

2015

- 3/7 えちごECO技術同好会 基本構想の発表
- 4/6 長岡鉄工業青年研究会(以下、青研)  
第1回 打ち合わせ
- 4/10 技術アドバイザーによる基本レイアウトチェック
- 4/13 青研 第二回 打ち合わせ
- 6/11 青研 第三回 打ち合わせ
- 6/19 技術アドバイザーによる図面仕様チェック
- 7/10 青研 第四回 打ち合わせ
- 7/14 図面発行 打ち合わせ内容反映(小部品)
- 7/16 図面発行 打ち合わせ内容反映(大物部品)
- 8/12 改訂図発行 図研発行後変更部分反映
- 10/19 製作部品納入 組立開始

- 10/24 モックアップ(外観部品のみの組立)完成  
学内(市民オープンキャンパス)にて展示
- 11/5 実動に向けた配線作業開始  
不具合部分の改修(随時)
- 12/7 技術アドバイザーによる実車チェック
- 12/14 パーツの改修手配(外注)  
市販品との組み付け不良部分を改修  
石破地方創生担当大臣 来学時に展示

2016

- 1/6 改修部品納入 組立
- 1/13 完成/テスト走行
- 1/26 雪上テスト(学内)
- 3/8 北陸地域活性化事業報告会 発表

### 6. 2 図面

レイアウトにより基本構造を決定し、構成する部品ごとの図面の製作に移行した。単品図と呼ばれるもので、市販品以外の専用部品を全て図面化している。図面作成は第三角法による2D図で行い、CADソフトを使用して作成した。

図面作成においては、設計アドバイザーとして元二輪メーカーのエンジニアの協力を得ることができた。基本構想、全体レイアウト、単品図面、完成車組立のそれぞれの段階でのチェックと精度向上や作り勝手に伴う改修などについてアドバイスを受けている。図面上、重なる部分が多く複雑に見える構成のため、立体把握しやすくするため、見取り図を作成し支給している。

### 6. 3 製作

製作にあたりどの企業に依頼するかが地産地消の大きなポイントとなる。そのため長岡をはじめ新潟県内のものづくりをはじめとした企業経営者の集まりである「えちごECO技術同好会」の2015年3月定例会でこのテーマについての講演を行い協力の打診を行った。その結果、長岡鉄工業青年研究会からの申し出があり、所属する企業が得意分野ごとに担当を割り振り、製作を行うこととなった。その内訳は1. パイプ材の切断と加工、2. 切削加工による機械部品製作、3. アッセンブリー溶接、4. 塗装の4分野と成っている。

4月に全体の構想と部品の製作部品の概要説明を行い、製作担当する企業の検討を依頼した。担当企業決定後、各パーツについての詳細情報共有と図面確認を行い、不具合の抽出や金属素材入手の可否による設計変更を行った。パイプ材を用いた部品の中には1/100mmの精度を要求するパーツもあり、溶接による歪みを考慮しながら製作するなど専門的なノウハウを活かした作業であった。(Fig.11)



Fig.11 ロアアーム



機械加工部品ではベアリングとの嵌めあい部分の寸法や面精度を図面指示しながらも、実際に組み付けるベアリングを支給し、実際の組み付け状態でのはめ合い状態を確認しながらの作業となった。各企業にとって基本的な技術は通常業務で行っていることではあるが、これまでとは異なる形状の製品であり、取り付けや加工の精度には特に注力して製作している。ナックル部分は当初全体を機械加工もしくはダイキャストでの製作を計画したが、試作の一台分としては費用がかかりすぎることから、鉄の板材を溶接で組み合わせたもの設計変更した。このように実際の製作にあたっては、担当企業の専門的な経験やノウハウを反映させている。製作過程での部品の状態を次に示す。(Fig.12,13)



Fig.12 フロントハブ

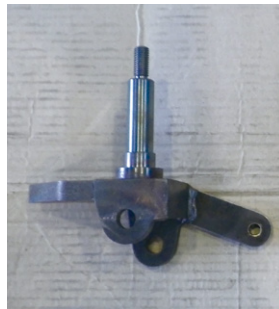


Fig.13 ナックル

トップカバーは暫定的に木材の板を組み合わせて箱状にしたものを学生が製作した。カバーには各種スイッチを取り付け、コントロールセンターとしての役割をもたせた。量産を前提とした場合を考え、同時に平行してFRPのカバー製作も行った。これは長岡市内に該当する企業がなく、近隣の小千谷市にあるFRP製作会社へ依頼した。(Fig.14)

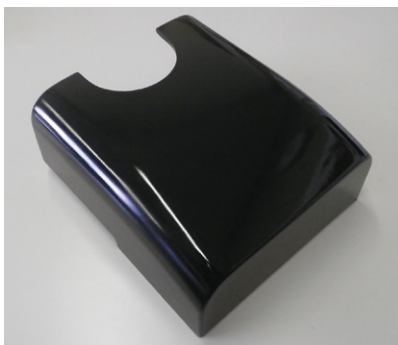


Fig.14 フロントカバー

#### 6. 4 組み立て

組立作業は学内の工房で行った。2015年10月下旬に長岡市内の企業で製作した部品が納入され、早速組立作業に取り掛かった。組立には長岡造形大学の長岡トランスポーションサークルの学生の協力を得ながら進めた。各パーツは精度よく作られているため、改修の必要はほぼなかったが、図面に記載していなかった部分は、現物合わせで必要な加工を施した。(Fig.15)



Fig.15 組立風景 (学内)

前輪用のハブは機械加工により製作している。ベアリングを圧入するためにミクロン単位での精度を要求している箇所もある。現物でののはめ合い確認をしながらの作業をおこなった。わずかなエッジが抵抗となって組めない場合もあり、ヤスリなどで調整をおこなっている。この部分にはが車軸が挿入されるが、車体の重量を支え、車輪の滑らかな回転に重要な部品である。ベアリングのほか、ディスタンスカラー、ダストシールなどを一緒に組み込み、水や泥、ほこりに対応している。

組み立て時に部品の不具合箇所が明らかになった部分については、その場で改修可能な場合は手作業で対処している。再加工の必要な部品については、設計変更図面を作成し、部品製作会社で改修作業を行った。

#### 6. 5 配線

市販品のモータとそれに付属するコントローラについては配線図が同梱されており、その指示に従って配線を行った。ただし、コネクタ部分の形状違いのため、結線できず端子は作り直している。インホイールモータからの配線は、スイングアームの上下動によって可動するため、断線などの問題が発生しないように取り回している。電圧には動力系の48Vと灯火器系の12Vの二系統となっている。バッテリーを収納するケースは市販の工具ボックスを活用し、防水機能と施錠機能をもたせている。ボックスからのコードの取り出し部分には、ゴム製のグロメットを用いて振動による配線の切断や短絡に対応している。灯火器などの電装部品の配線については、市販されている二輪車の配線図を参考に、新たに製作した。機能することを優先しているため、煩雑なものとなっており、製品としては系統立てて整理する必要がある。また、つなぎ易く、誤組みを避けるために多極コネクタによる構成にすべきところである。(Fig.16)

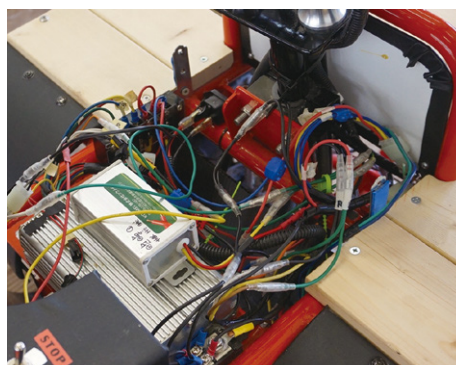


Fig.16 配線状況

## 6. 6 走行

改修部品が納入され再度組立て直し、走行が可能になったのは2016年1月中旬であるが、時期はすでに冬季となっており、走行確認は積雪のなかで行った。当初より積雪時の走行が可能なことを狙いとしているため、初期の目的が達成できているのかを確認することになった。

リヤサスペンションはクッションスプリングが当初の狙いよりも柔らかいため、乗車時の沈み込みが大きく、姿勢変化も初期設定以上となってしまうことから、クッションユニットを取り外し、ターンバックルを取り付けている。これによりリヤサスペンションは固定された状態となるが、タイヤにも衝撃や振動を吸収する特性があることから、試走はこの仕様で行うこととした。

Fig.17に見られるように新雪の場合、タイヤのハイトと同じ10cm程度の積雪量であれば、走行が可能であった。このとき積雪の下は芝生で柔らかい路面であるため、荷重がかかりにくく厳しい状況での走行としては予想以上の雪上性能である。前進しなくなる状況は、前輪が雪を乗り越えず、後輪も空転せずに動かないという状態であった。後輪が空転して前に進まないということではないため、動力性能としての限界であると判断できる。除雪された舗装路面の場合は、より走りやすく安心して走行できた。ただし雪の硬さにより、車の轍に影響を受ける場合もあった。これは三輪車としての特性であるが、不安を感じるほどのものではなかった。その際の走行スピードは10km/h程度である。タイヤの空気圧85kPaで、舗装路走行時よりもやや低圧としている。車両にかかる重量は乗員のみで、着衣分を含み74kgの男性であり、日本人成人男性としてはほぼ平均的な体重である。



Fig.17 雪上走行

雪のない舗装路での検証は2016年6月に行っている。一般公道では行えないため、長岡市内の私有地にて実施した。平坦な舗装路については、学内での試走でも問題なく走行できることが確認された。旋回時にロールするため、内側への体重移動を積極的に行う必要があり、ロールの低減が今後の課題としてあげられる。

傾斜のある舗装路では、乗員の体重や積載物の重さなどにより大きく影響を受けるが、今回の試走では着衣含む体重48.8kgの乗員と6.1kgのトランク装備の状態で行った。(Fig.18)

測定の方法は、傾斜路を走行し、前進しなくなった時点で路面の角度を計測することとした。

路面はやや粗いコンクリート路である。走行の結果、およそ9度で停止した。(Fig.19)この時点で乗員が降りることで動き始めるが、12度のところで再度停止した。こ

れにより、この車両の動力性能での傾斜路限界が9～12度であると判断できる。



Fig.18 傾斜路走行 Fig.19 停止時の角度測定

農地を想定した不整地での走行は、傾斜路での走行と同じ条件で、草むらや畑の畦などで走行した。(Fig.20)どちらも走行可能であったが、走行抵抗が大きくなると、走破性は落ちる傾向にあった。また路面の凹凸の影響を受け、ハンドルへのキックバックが顕著であった。またフロントサスペンションの動きによる、左右方向への姿勢変化が大きいことから、特性の理解と操作の慣熟が必要であることがわかった。



Fig.20 畦・草地での走行

これらの試走結果から共通していることは、走行抵抗が少ないところでは、軽快に走行できるが、積雪、傾斜、不整地などの走行抵抗が大きい状況では、走破性が落ちるか停止するといった事象になることがわかった。また、姿勢変化による操作性への影響が小さくないことも判明し、現時点での車両の実力を把握することが出来た。

## 6. 7 オプションパーツ

カスタマイズのためには、その用途に合った用品を提供する必要がある、市販品のなかから適合するものを探し、取り付け確認を行った。ウインドシールドは冬季の風除けとして期待のできるものである。Fig.21はスズキのチョイ乗り用のものをとりつけている。シールド本体は効果が体感できるものの、ステイが長く、それにより荷台の容量に制限ができてしまうため、専用品が必要となる。リヤデッキ上にとりつけたボックスは汎用製品であるが、大きさは375×305×195mmとはほりヤデッキのサイズに近く、左右への飛びだしも少ない。色・形状ともに本体との統一感のある印象で、外観的にもマッチングが良い。(Fig.22)





Fig.21 ウインドシールド



Fig.22 リヤボックス

## 7. 今後の展開

これまでの結果から、動力性能を上げるためには、モータの出力アップと軽量化が重要な要素と考えられる。モータ出力は最大出力 600W のものを使用しているが、他の原付 EV では定格出力を 600W、最大出力を 1.7kw と設定としている。今後現行市販車にならった出力アップを行うことで、動力性能・走行性能は大幅な向上が期待できる。

旋回時の姿勢変化については、前輪にスタビライザを追加し、左右の動きを規制する予定である。また、バネレートを上げることで、乗員の体重によるリヤサスペンションの沈み込みを低減し、より安定した姿勢での走行ができるよう改良する余地があると考えられる。

また地元での市場性を確認するために、学内外でのイベントでのアンケート調査を実施しているが、それらの結果を参考に、ハード・ソフト面での見直しや、オプションパーツの開発、フィールドテストなど、来年度以降も研究開発を継続していく。

## 8. まとめ

近年、「デザイン思考」という考えかたがイノベーションを生む一つの手法であるとデザインマネジメントでは認識されているが、プロトタイプを製作することにより、明らかになることも多い。このプロジェクトにおいて、発想から製作を通したもののづくりの面白さを、地域の企業の方々と共有でき、通常の業務と違った創意工夫によるモチベーション作りにも役立った。

市販化を目指して進めているプロジェクトではあるが、そのためには製品そのものの完成度だけでなく、実際に使用する環境でのフィールド調査や市場性の確認、生産・流通・販売・サービスの各領域について具体化していくことが求められる。主体となる企業体もしくは団体も確立していないため、その組織作りも課題となっている。

このようにこの地産地消型モビリティは、プロトタイプ的第一段階であり、今後さらに地域との連携を深め、商品として地域貢献に寄与できるようにプロジェクトを進めていきたい。

最後にこのモビリティ製作に協力いただいた方々に感謝の意を表するとともに、今後のプロジェクトへも賛同いただき、共に創りあげていきたいと考えている。

## 主要諸元

全長／全幅／全高	1710 / 645 / 1010mm
ホイールベース	1170mm
シート高	720mm
トレッド（前輪）	500mm
最小回転半径	2.1m
最低地上高	190mm
車両重量	115kg
乗車定員	1名

タイヤサイズ	120/90-10（前後とも）
動力形式	DC ブラシレス インホイールモータ
定格／最大出力	428/600W（48V）
バッテリー形式	シリコン鉛バッテリー
バッテリー容量	12V-20AH / 4個直列
サスペンション形式	前）ダブルウィッシュボーン・コイルスプリング 後）スイングアーム（角断面）・コイルスプリング
ブレーキ形式	前）油圧ディスクブレーキ 後）機械式ドラムブレーキ
最高速度	35km（推定値）
最大航続距離	20km（推定値）

製作にご協力いただいた企業（順不同）

有限会社清水プレス工業	長岡市永田 3 - 8 - 46
株式会社タカキ	長岡市三島新保 3066 - 1
株式会社江本製作所	長岡市稲保 4 - 724 - 11
株式会社ワドー	長岡市新組町 2155 - 43
有限会社大島鉄工所	長岡市脇野町 2268 - 2
有限会社新潟レジン	小千谷市片貝町 10367 - 3

## 参考 URL

<http://www.tech-nagaoka.jp/industry/statistical/> テックナガオカ HP：工業統計，2016 年 1 月閲覧  
<http://www.tekko-seiken.com> 長岡鉄工業青年研究会 HP：組織表，2016 年 3 月閲覧  
<http://www.city.nagaoka.niigata.jp> 長岡市 HP：統計年鑑，農林漁業，2016 年 2 月閲覧  
<http://www.takeoka-m.co.jp/rookie.html> タケオカ自動車工芸 HP：電気自動車ルーキー仕様諸元表，2016 年 1 月閲覧  
<http://www1.suzuki.co.jp/motor/product/elets/spec> スズキ株式会社：電動二輪車 e-Let's 主要諸元表，2016 年 2 月閲覧

## 参考文献

国土交通省自動車局：数字に見る自動車 2015 年，P.84，一般社団法人日本自動車会議所，2015