

# 地産地消型モビリティの開発

公立大学法人 長岡造形大学 プロダクトデザイン学科

齋藤和彦

## 1. はじめに

昨今、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。

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。それは生産者のモチベーション向上につながり、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。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 Agriculture Bike** : 気軽な農耕車」

長岡市は市の面積の 1/10 にあたる 12781ha が耕作地で、人口の 1 割の約 27000 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、田畠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。

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、軽自動車税は年間 2000 円である。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

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、スケッチ展開した。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り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.1, Fig.2）



Fig. 1 左斜め前方



Fig. 2 左斜め後方

#### 4. 車体構成

原付一種の規格に合わせるために、車体全体の大きさ、基本構成、部品の配置、乗車姿勢などを mm の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 1170 mm で 50 cc クラスのスクータと同等としている。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。

##### 4. 1. 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。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ペーツを後付けすることなく、組み立ての手間を省いている。また冬季の防寒靴のサイズにも対応した面積 190 X 340 mm を左右それぞれに確保している。

#### 4. 2 シャシー

サスペンションは前輪を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。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。インホイールモータユニットは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、ストッパーで位置決めする方式とした。

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。未舗装路や雪道の走行を想定し、悪路に強い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。

ブレーキは前輪が油圧式ディスクブレーキ、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。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。

#### 4. 3 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が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手可能となっている。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。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180x76x170mm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. 4 デッキ

ものを運ぶことが重要と考えるこの車両では、荷台1778cm<sup>2</sup>を車体前部に確保している。また車体後部には1260cm<sup>2</sup>のデッキを設けている。このデッキには2X4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。

#### 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。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、下記のように分類した。

- ・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。新潟県内の製作も含めると89%となり、将来的には地域経済への貢献にもつながる。

## 6. 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 技術同友会」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、製作を行うことになった。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。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め合い状態を確認しながらの作業となつた。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.3~5)

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作成した。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。

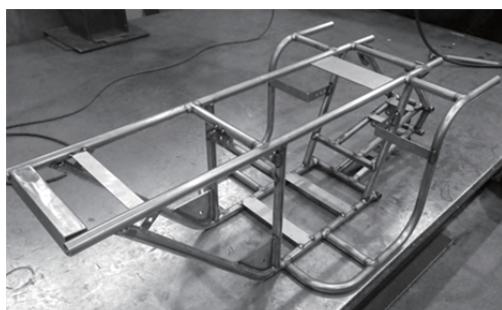


Fig. 3 フレームの溶接

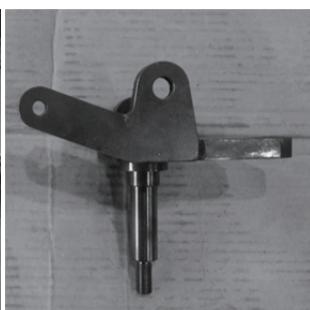


Fig. 4 ナックル

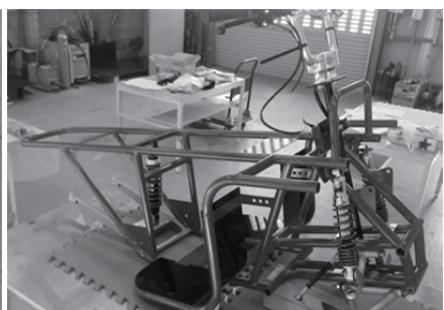


Fig. 5 組み立て

## 7. 走行確認

改修部品は納入され組み立て直し、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。

Fig. 6, 7 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。また、雪の残る舗装路面の場合は、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。(Fig. 8) 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8.5kpaで、舗装路走行時よりもやや低圧としている。

このように基本的な走行には支障がないことが確認できたが、今回の走行確認は平坦路で行っているため、今後未舗装路や坂道などコンディションの異なる路面での走行確認を行い、走行性能を見極める予定である。



Fig. 6 雪上走行 新雪



Fig. 7 雪上走行 新雪 2



Fig. 8 雪上走行 除雪

## 8. 主要諸元

全長／全幅／全高	1710 / 645 / 1010 mm	動力形式	ブラシレスインホイールモーター
ホイールベース	1170 mm	定格出力／電圧	428W / 48V
シート高	720 mm	バッテリー形式	シリコン鉛バッテリー
トレッド	500 mm	バッテリー容量／個数	12V-20AH / 4個直列
最小回転半径	2.1m	最高速度	35 km/h
最低地上高	190 mm	最大航続距離	20 km (推定)
サスペンション形式(前)	ダブルウィッシュボーン	充電時間 急速／普通	20分 / 8時間
(後)	スイングアーム	重量	115 kg
ブレーキ形式(前)	油圧式ディスク	乗車定員	1名
(後)	機械式ドラム	タイヤサイズ(前後とも)	120 / 90-10

## 9. 今後の展開に向けて

近年、「デザイン思考」という考え方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のマネー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、明らかになることが多い。このプロジェクトにおいて、発想から製作を通しても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。とはいえた完成車としては課題も多く、見直すべき部分も散見される。製品としての完成度を上げるために、実際の環境のなかで使用することが大事で、ハードウェアの検証や使い勝手、改良すべき項目などを洗いだしていくことも必要だと考えている。また、商品として魅力あるものであるかも大事な要素であり、市場性の検証も兼ねて今後、農業で実際に使用してもらうモニターを依頼する計画である。

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、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。商品としての妥当な価格設定をするためには 生産コストについてのハードルも非常に高く、部品ごとの素材や加工方法、調達など改めて考えていかなくてはならない。

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、プロトタイプの段階であり、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。

### 参考文献

<http://www.tech-nagaoka.jp/industry/statistical/> テックナガオカ HP

<http://www.tekko-seiken.com> 長岡鉄工業青年研究会 HP

<http://www.city.nagaoka.niigata.jp> 長岡市 HP

数字で見る自動車 平成27年度版 一般社団法人 日本自動車会議所発行