

地産地消型モビリティの研究2

Second 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

We are conducting research on local production mobility since 2015. In 2016, prototype No.1 was completed, and No.2 was produced reflecting the improvement points found by testing. No.2 incorporates specifications that satisfy the regulations on the premise of public road driving. We changed the frame shape to make it easier to use for the user group including the elderly according to the questionnaire survey, and raised the motor output, so that it was aimed for ease of use. Based on this, it started moving towards acquiring the premise of public road driving.

1. はじめに

2015年に研究テーマとして始めた地産地消型モビリティも起案から3年が経過した。試作一号車でフィールドテストを行い、(長岡造形大学研究紀要14号 2016年)*¹その後、新潟県内や長岡市内でのアンケート調査を踏まえて明らかになった課題内容を反映し、次のステップとして二号車を制作した。このプロトタイプでは公道走行を想定し、仕様の見直しを含め、より地域に密着したモビリティとして実現性の高いモデルを目指した。そして公道走行を含めた実証実験に結びつけていくことを目標としている。

2. 試作一号車でわかったこと

2.1 試作手配

試作一号車は長岡の地域で制作することを大きな目標として、地元企業へ主要パーツの制作を依頼し、部品の購入についても市内の企業から購入してきた。それにより市内調達率79%(金額ベース)を達成することができた。しかし、金属加工部品の制作において、切削、切断、溶接、塗装とそれぞれの過程ごとに手配していたため、事務的な煩雑さと部品の保証という観点で懸案が残った。量産を考えた場合、フレームなどの専用部品については手配先の一元化が必要であることがわかった。

2.2 走行テスト

フィールドテストによる仕様や性能については、車重120kgに対し最大出力600Wでは登坂性能が不十分ということが明らかとなった。

原動機付自転車第1種(以下原付一種)では定格出力が規定されており、それが600Wであることから、現在市販されている原付一種のEVスクータの仕様に倣い、定格出力600W、最大出力1200Wのモータを採用することとした。

出力を上げることに加え、性能向上のためには車体の軽量化や走行抵抗の減少も効果的であると考え、全体のレイアウトを見直すこととした。

2.3 アンケート調査

フィールドテストと同時に、大学関連のイベントで展示を行い、来場者に対しアンケート調査及び聞き取り調査をおこなった。

- 2016年7月9日、10日
教員成果展「デザインへのみちすじ」
新潟日報メディアシップにて
- 2016年9月6日
産学官連携フォーラム
長岡造形大学 ギャラリーにて
- 2017年7月16日 聞き取り調査
えだまめフェスタ2017
アオーレ長岡にて

アンケート結果では全体的には好意的な意見が多かったものの、乗降性に懸案があることがわかり、コンセプトを見直すきっかけとなった。特に聞き取り調査では高齢者の方からのコメントが印象的であった。それは次のような内容である。「クルマはもう必要はないが、シニアカーには乗りたくない。これはその中間的な存在で、こういった乗り物を待っていた。ただ乗るときに足を上げるのは辛い。そこをなんとかしてほしい」

地域のモビリティとして、高齢者にとって使いやすいものを考えることによって、他の年齢でも使いやすくなると考え、乗降性向上を目標に改良することにした。

3. 二号機制作に向けて

3.1 全体構想

調査で明らかになった高齢者からの要望を取り入れ、乗り込む際に跨ぎやすいフレーム形状を検討した。

二輪車のなかでも足を揃えて乗れるスクータのようにシート前方のフレームを下げ、足を通しやすいデザインとした。中央部分をバッテリースペースとし、上面を平らにすることでバッグなどの荷物をおくことも可能である。(Fig.1)

それにより年齢性別に関わらず、乗り込みやすいフレーム形状となった。

モータの出力向上については、一号機と同一メーカーのラインナップから最大出力1.2kwのものを選択した。このモータは標準仕様としてディスクブレーキを装備することになっているため、前輪と同じφ150mmのロータを装備することとした。スピードメータ用の検知装置も後輪に取り付けている。

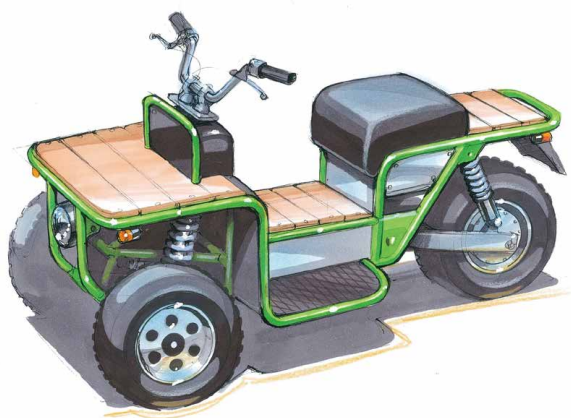


Fig.1 構想スケッチ

フレームサイズは幅を変えず、シート後方のフレームを短くすることで全長を抑えている。一人乗り用シートとすることでシート長を短くし、後部荷台の長さは270mmを確保している。

リヤサスペンションは一号機ではモノサスと呼ばれるクッションユニットが一本のものを採用していたが、荷台への積載を考量し、沈み込みの少ない形式として、スイングアームの外側に左右1本ずつのクッションユニットを配置することとした。

電動車両にとってもっとも考慮すべき電源ユニットは軽量化と高性能化を狙い、これまでのシリコン鉛バッテリーからリチウムイオンバッテリーを採用することで軽量化を狙っている。このバッテリーは単体では12Vの電圧であるため、4個を直列につなぎ48V化している。また電動車両ではバッテリー残量が行動範囲を制限することにもなるため、残量計も装備することにした。これは使いやすい電動車両を目指すには必須のものである。同時に累積の使用時間がわかるアワーメータも同時に装備している。これは今後メンテナンスのタイミングや経年変化などを記録していく際に有効な装備となると考えている。

これらの要件を反映し、図面作成した。この際、フレーム単体の強度をCAE解析により検証している。解析の結果、通常の使用では問題ないことが確認されている。(Fig.2)

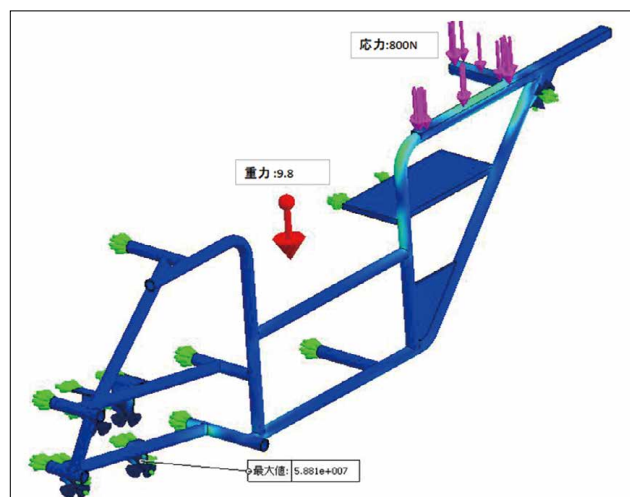


Fig.2 CAE解析画像

3. 2 部品製作と組立

車体制作については、一元管理できる企業に外注することを条件に、えちごECO技術同好会の会員企業であり、過去に電気自動車制作の経験がある佐藤工業所(新潟県上越市)に依頼することとなった。佐藤工業所では一号機で採用したのとは異なるサイズの鋼管を多数扱っているため、その中から軽量化を考慮し小径のφ21.5mmを採用し、コーナー部の曲率も見直すこととした。

2017年2月に佐藤工業所を訪問し、今回の制作依頼部品についての打ち合わせを行った。

2017年9月 第一弾の図面を佐藤工業所宛に出図し、部品の材料取り、図面内容の確認と試作費用見積もりを依頼した。部品点数は40部品程度である。

その図面をもとに既存の設備で加工が可能となるように要望や検討内容を反映して更新している。全部品の図面を確認し、2017年10月に試作パーツ発注を済ませた。折しも年末の繁忙期と重なってしまったため、制作開始時期が後ろ倒しとなり、試作パーツが納入されたのは2018年2月6日となった。

塗色についてはライトグリーンとし農耕用作業車両でよく使われているレッドから、イメージを変えるとともに、軽さと遠くから見た時の視認性をあげる効果を狙っている。足回り部品は明るいシルバー系の塗色とし、ライトグリーンとの組み合わせにより軽快さを演出している。

一号機ではシート前方部分に電装系機器を収納するスペースがあったが、二号機では跨ぎやすいフレーム形状としたため、この空間が使用できなくなった。そのためシート下のスペースを活用することにした。モータ出力のコントローラや電圧を下げるためのコンバータ、電気の流れを遮断するブレーカなどを配置している。このスペースは、フレームに囲まれたボックス形状とし、雨などの水を簡易的に防ぐ効果ももたせた。

バッテリーについては1号機のシリコン鉛バッテリーからリチウムイオンバッテリーに代えたことでバッテリー4個でも3.6kgと大幅な重量削減となった。軽くなったことで、バッテリーボックスも市販のプラスチック製工具箱を利用でき、取り外して家の中に持ち込んで充電することが可能となった。バッテリーボックスには充電器をつなぐコネクタを装備している。車両への電源供給には200V対応のコネクタを採用し、確実な接続ができるよう配慮した。

4. 公道走行に向けて

4. 1 保安基準準拠

配線作業と同時に、道路運送車両の保安基準に基づく車両規定に準拠していることが必須であり、それを確認するための計測を実施した。図面上では保安基準に則り設計をしているが、規定上は巻尺などを用いて目視で測るもので、単位はcmとし小数点以下は切り下げられる。そのため数字が諸元表とは異なる部分もある。

以下にその一例を示す。

- ・寸法：全長2.5m以下、全幅1.3m以下、全高2m以下であること。
- ・接地圧：タイヤと地面の接地面積は200kg/cm以下であること。

- ・制動装置：2系統であること
- ・前照灯：地上から1m以下であること。夜間前方40mにある障害物を確認できること。白色。
- ・ナンバー灯：夜間後方8mから確認できること。白色灯であること。
- ・尾灯：夜間後方20mから点灯を確認できること。照明部の大きさが15cm以上であること。赤色灯。5W以上30W以下。

灯体の中心から水平面に対し上方15°下方15°範囲及び平面方向で80°の範囲を目視できること。

- ・制動灯：昼間に後方100mから点灯を確認できること。照明部の大きさが20cm以上のこと。赤色灯とする。照明部の高さは2m以下であること。制動機器を操作している場合のみ点灯すること。
- ・後部反射鏡：夜間後方100mから前照灯で照射された時、その位置から確認できること。中心部が地上1.5m以下の高さであること。反射色は赤色であること。文字及び三角形以外の形状であること。
- ・方向指示灯：毎分60～120回の周期で点滅すること。車体中心に対し、対称の位置に取り付けること。前方に向け方向を指示するもの：最内縁で240mm以上離れていること。後方に向け方向を指示するもの：灯体の中心より150mm以上の間隔であること。灯体の高さは2.3m以下であること。

また前照灯のハイビーム点灯時およびウインカの点灯時に乗員から目視できない場合に、インジケータランプの取り付けが義務づけられているため、それぞれ青色、緑色の表示ランプを追加装備している。

これらの項目についてチェックリストを作成し、ひとつずつ確認を行った。この確認には地域協創課のメンバーに協力を仰ぎ、第三者の視点でチェックすることを心掛けた。



Fig.3 前後灯火器

4.2 二号機 諸元

二号機の諸元をまとめると次の表のようになる。一号機と比較すると全長-150mm、ホイールベース-90mm、シート高-90mmと全体にコンパクトになっているのがわかる。

なお部品単体での適合については、それに合致している市販品から選択しているため、ここでは単体での性能確認は省略している。

市販適合部品使用例を部品番号で下記に示す

制動・尾灯：スペシャルパーツ武川 05-08-0019

方向指示灯：キタコ 102-80-0500-10

前照灯：スペシャルパーツ武川 09-03-0779

速度計：デイトナ nano2 18596

諸元表

形式／原動機打刻形式	NM2 / QS48V
全長／全幅／全高	1560mm / 760mm / 950mm
シート高／最低地上高	675mm / 150mm
軸間距離	1080mm
ステップ高	205mm
車両重量 (バッテリー含)	85.2kg
1 充電走行距離	20km (推定値)
最小回転半径	1.5m
原動機種類	ブラスレス DC モータ
定格出力	600w
最大出力	1200w
輪距	495mm
バッテリー種類／形式	リチウムイオン / IT12B-FRx4
バッテリー電圧／容量	48V / 24A
バッテリー充電電源	AC100V
充電時間 (通常充電)	6 時間
駆動方式	インホイールダイレクト駆動
フレーム形式	アンダーボーン 鋼管
キャスター／トレール	10° / 36.5mm
サスペンション形式 (前)	ダブルウィッシュボーン
サスペンション形式 (後)	スイングアーム
ホイール (前)	アロイ 10inch チューブレス
ホイール (後)	スチール 10inch チューブレス
タイヤサイズ (前後)	3.00-10 42J / 3.00-10 42J
制動方式 (前)	油圧ディスク / ロータ 150mm
制動方式 (後)	油圧ディスク / ロータ 150mm
ヘッドランプ種類	TB7 30w/30w ハロゲン 1 灯
乗車定員	1 名
荷台寸法 (前 長さ / 幅)	450 (280) mm / 620mm
荷台寸法 (後 長さ / 幅)	270mm / 270mm

5. 組立て

5.1 学内での作業

組立て作業は本学内プロダクトデザイン工房において、2018年2月7日より開始した。二号機ということから、それまでの組立て経験が活かされ、大きな問題はなく進めることができた。

5.2 公開組立て

フレームなど車体部品の組立後は、2018年6月～7月にかけて長岡中心市街地に開設されたNaDeC BASEにおいて行った。ここは旧大和(百貨店)を活用した施設で、大手通りに面していて、通りがかりの人が中の様子を見ることができる大きなウィンドウを備えている。この場所を借用し、作業音やちり埃の発生しない配線作業中心にその様子を一般公開しながら進めた。多くの人の目に触れることで、市街地での認知度を高める効果も期待できる。実際に足を止めて見入る人が多かった。(Fig.3)



Fig.3 NaDeC BASEにて

配線については、市販二輪車のものを参考に進めたが、この二号機のための専用の配線図やコード類の図面は存在していないため、一本ずつ現物合わせで制作している。今後はこの作業をもとに、配線ケーブルの部品図や配線図など電気系統の図面を作成の必要がある。

同年7月30日にはアオーレ長岡で開催された「えだまめフェスタ 2018」に再度出品し、二号機を中心に聞き取りによるアンケート調査を実施した。車両を見に来た来場者に記入していただく以外に、コメントを求め、それもメモに残している。ここではこのモビリティの使い方をイメージしやすいようゼミ学生によるスケッチも展示している。(Fig.4)



Fig.4 えだまめフェスタ 2018

6. アンケート調査結果

アンケート回答者数：28

年齢構成：10代、20代0名、30代9名、40代7名、50代7名、60代1名、70代以上4名

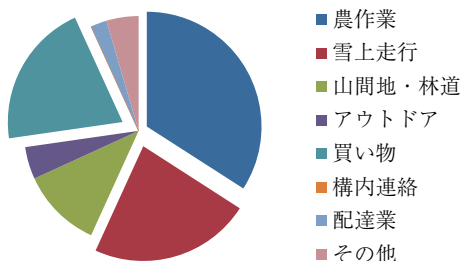
年齢層は30～50代の回答者が多数であるが、イベントの性格上家族連れが多く、年齢の高い層は少ない。しかし、その高齢者にとっては少数ながら自分に必要な乗り物と感じていることも聞き取りからわかった。

下記にアンケート結果を示す。

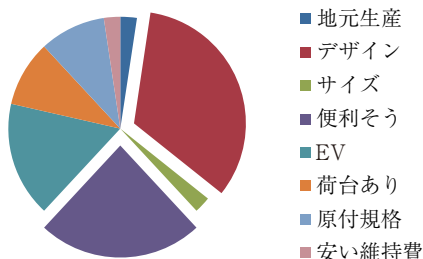
質問1：乗ってみたいと思いますか？

はい 21、いいえ 4、わからない 3

質問2：どんな用途に使用したいですか？



質問3：どんなところが良いと思いますか？



質問4：価格イメージは？

50万円以下：16、50～70万円：1、

70～100万円：1

無回答：10

自由コメント

- ・子供と一緒に乗りたい。
- ・三輪で安定している。
- ・バイク（二輪車）よりのりやすい。
- ・かわいい。
- ・実用性がある。荷台は伸ばしたい。
- ・リヤカーを牽引したい。
- ・Uターンしやすそう。移動しやすい。
- ・シンプル。
- ・汎用性がある。
- ・砂浜で使ってみたい。
- ・ピザ釜載せたい。
- ・このままでいい。
- ・気軽に乗れる。
- ・こんな乗り物が自分にはちょうどいい
- ・レトロ+近代的でかわいい。ほしい。
- などのコメントがあった。

以上のような結果から、外観についての評価は良い点を上げている人が多い。乗ってみたいと答えた人も多く、第一印象としてはよかったが（質問1）、実際に購入するかという質問に対しては25名中12名であり、購入意欲を持っている人は半数程度であった。価格帯を見ると50万円以下というのが大半であり、今後量産を検討する際には、この金額が一つのターゲットになるのではと考えられる。（質問4）

使用用途に畑や農作業が多いが、本来のコンセプトが「気軽な農耕車」であることを考えれば、それが表現され伝わっていると判断できる。また買い物などの日常使いをイメージしている人も多く、小型モビリティの潜在的な需要はあると考えられる。同時に雪上走行の用途を挙げている人も同じくらいの割合で、冬季の移動手段のニーズも高いといえる。（質問2）

良いところとして一番にデザインを挙げた回答者が多いのも特筆される。機能部品で構成された一見単純な構成に見えるこのモビリティだが、「かわいい」という言葉に代表されるように、外観デザインも受け入れられるものになっていると判断できる。荷台がこのデザインの大きな特徴だが、そこを良い点と捉えている回答も多く、買い物・日常使いの用途に便利そうだと受け取られたと考えられる。（質問3）

多くのコメントをいただいたが、もっとも印象的だったのは、「こんな乗り物が自分にはちょうどいい」と言っていた80歳男性の声である。シニアカー世代だがこれまでの調査同様、シニアカーには心理的抵抗があり、車速も遅すぎるということであった。これらのことからこの研究の狙いの一つである高齢者のための移動手段として、このモビリティの可能性は高いのではないかと考えられる。以下に調査を行った完成車両の外観を示す。(Fig.5.6)



Fig.5 完成車両 左前方



Fig.6 完成車両 左後方

7. 試走

完成車を私有地である学内で確認走行した。これは組み立てた車両のそれぞれの部分がきちんと作動しているかを確認するための走行テストである。空車状態で取り回してみても、遥かに軽く動くことが確認され、走行抵抗も大幅に減少していると考えられる。モータの出力を上げたことで、発進時の加速には力強さが感じられるものとなった。(Fig.7)



Fig.7 試走



Fig.8 セッティング

今回使用しているコントローラはコンピュータに繋げてその特性を調整することが可能であるため、ユーザそれぞれの要望に合わせたセッティングが可能である。低速域でのトルクがEVの特徴であるが、微妙なアクセル開度の調整が苦手なユーザには穏やかな加速性能を持たせるようなこともできる。また最高速度を制限し、後続距離を伸ばすことや回生を使って減速時に発電し、電気をバッテリーに戻

すことなども可能である。これらの要素を今後、走行試験を行いながら、地域の交通事情に合わせてセッティングしていく予定である。(Fig.8)

8. 今後に向けて

これまでの研究の結果から、長岡および新潟県内で、図面による主要パーツの生産を長岡および近隣地域で行うことが可能なことが確認できた。また量産パーツはインターネット取引などを活用することで、入手が可能であることから、地産地消型モビリティの制作に関わるハードウェアの調達目処はたつたと考えている。

地域には高齢者をはじめとする交通弱者が困っている状況を考えれば、必要なモビリティであることもアンケート結果などからわかった。ただし、現在は調査研究段階であり、今後実証実験により実際の環境で使用することで問題点も明らかになると考えている。それらの一つずつ対応することで、より地域の現実を見据えた製品としてのモビリティが完成に近づいていくことになる。

そのため関係機関との調整のうえ、公道での実証実験に向け、ナンバープレートの取得を目指し、プロジェクトを推進していく予定である。

なお本研究は美術・デザイン系大学知財活用ネットワークの産学連携知的財産アドバイザー派遣事業に選定されている。^{*2}

註

*1 長岡造形大学研究紀要 第14号 2016年度 75～82頁

*2 事例15、「地産地消型モビリティの開発」プロジェクト候補、産学連携知的財産アドバイザーによるプロジェクト支援事例集（平成29年度）、独立行政法人工業所有権情報・研修館（INPIT）79～84頁

参考 URL

1) 道路運送車両法

http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=326AC0000000185 (2018.4 閲覧)

2) 道路運送車両の保安基準 第3章 原動機付自転車の保安基準

http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=326AC0000000185#C (2018.4 閲覧)