

不整地走行車両の製作

全方位移動のためのスリップリングの製作

宮下 智*

Production of a Powered Vehicle for an Uneven Dirt Road Running

Satoshi Miyashita*

要旨： 現在、少子高齢化を背景に日本の産業界は人材不足に直面している。特に農業の人材不足は深刻で、農林水産省が発表した基幹的農業従事者（普段仕事として自営農業をしている人）の統計によると、令和5年における従事者数は統計がある平成27年（2015年）から約60万人減の116万人、高齢化も進み平均年齢も68.7歳に達している。このように、現状のままでは農業従事者は高齢化の一途をたどり、農業分野の労働人口は減り続ける一方である。このため、新規就農者の確保は重要な問題である。現在、農業従事者が抱える問題は様々あるが、これまで卒業研究の課題として農業生産の省力化を目的に、農作業用運搬車両の製作を続けてきた。本報では田畑のうねりや斜面やなどの不整地を走行できる運搬補助用車両の製作について報告する。

キーワード： 不整地走行，農業機械化

1. はじめに

これまで卒業研究の課題として農業従事者の作業補助を目的に作業現場で使用できる運搬車両の製作を続けてきた。日本の農業の諸問題については、これまでに本校紀要9号でも述べたが、その解決策の1つとして農作業の効率化の重要性について言及した。そこで効率化の視点から農作業において積荷の上げ下ろしなど作業負担の大きい運搬作業に注目し、農地など不整地を走行できる運搬作業補助用車両の開発を行ってきた。試作車両（以下、不整地走行車両）を実際に製作し試運転を行い、これまでに種々の改良も施してきた。本報ではその一部経緯について報告する。

2. 不整地走行車両の概要

不整地走行車両の製作方針として、第一に農作業者の補助を目的とするため舗装されていない悪路を走行できること、第二に作業者に近い位置で使用できる大きさとした。このため農地やハウス内などで作物が密集している狭い空間でも小回りが利くことが求められる。この場合車両の方向を

転換する時、車体の角でオーバーハングしている部分が干渉する可能性がある。そのため、車体を旋回させずに、車輪のみを旋回させることで車両の進路を変える全方向車両として製作することとした。

3. 不整地走行車両の概観

不整地走行車両の全景を図1に示す。



図1 不整地走行車両全景

* 山形県立産業技術短期大学校庄内校
〒998-0102 山形県酒田市京田三丁目 57-4
Shonai College of Industry & Technology
3-57-4 Kyoden, Sakata City, Yamagata, 998-0102, Japan

試作した不整地走行車両は、独立して制御することが可能な2組のモータ付車輪により構成された走行ユニットを4台搭載した電動走行式の台車である。

図2は走行ユニットの配置を示した図である。



図2 走行ユニット配置

車体と走行ユニットはサスペンションで懸架され、全方向移動に対応するため平面寸法を正方形となるよう設計した。また走行ユニットは車体の対角線上に均等に配置した。これは、全方向移動に対応するため、走行ユニットの旋回角度に関わらず、常に同一の走行性能を発揮させるためと、通路幅などの条件による車体寸法の設計変更に冗長性を持たせる目的を持つ。

4. 車両諸元

不整地走行車両の諸元を以下に示す。

車両形式 蓄電池搭載式電動車両
 車体寸法 全高 870[mm]×全幅 680[mm]
 ×全長 680[mm] (荷台高さ 380[mm])
 車両重量 42.8[kg]
 最大積載量 30.0[kg]
 電動機 ツカサ電工 TG85E-SU
 制御機器 三菱電機 FX3U-48M
 運転方式 有線方式遠隔操作
 車両速度 空車時 1.8[km/h]
 最大積載時 1.7[km/h]
 最大登坂斜度 25 度

5. 走行理論

走行ユニットの直進と回転は2組のモータの回転方向を制御することで行う。直進は2組のモータを同じ方向で回転し、回転は互いに逆方向に回転させることで行う。この場合、車体自体を旋回させずに走行ユニットのみを旋回させることが可能となる。

車両が直進するときの走行ユニットの駆動方法を図3に示す。また車両が旋回するときの走行ユニットの駆動方法を図4に示す。図中央の矢印は車両の進行方向を示したものである。

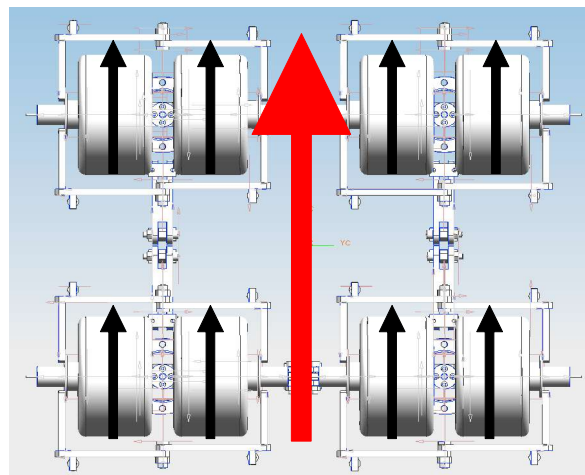


図3 直進時の走行ユニットの駆動方法(ボトムビュー)

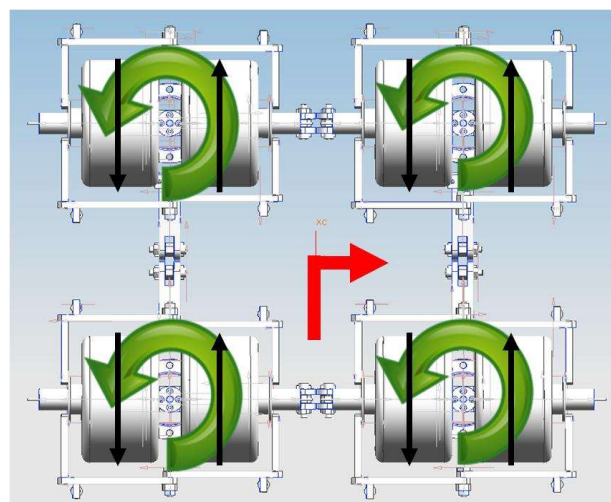


図4 旋回時の走行ユニットの駆動方法(ボトムビュー)

6. スリッピング

車両設計を進めるに当たり前後左右の方向性の

無い構造とした。走行ユニットを旋回させることで車両の全方向への回転を可能とするが、このとき走行ユニットの旋回方向は一方向のみとした。このため走行ユニットは360度以上旋回する必要がある。そこでモータの給電にスリップリングを採用した。



図5 走行ユニットとスリップリング

図5に走行ユニットとスリップリングの配置関係を示す。スリップリングは重要部品であるため当初市販品の採用を検討したが、2台のモータに給電する必要があること、モータへの給電容量、寸法形状などの条件が合致するものが無かったため自作することとした。スリップリングはコイルばね下の車体側円盤と走行ユニット側円盤の間にスリップリングを配置してある。

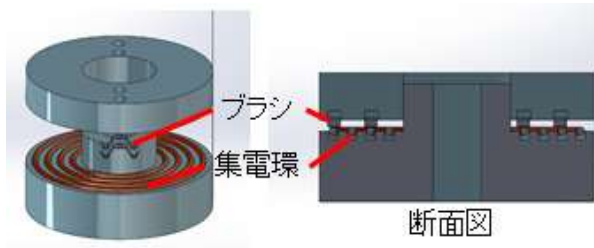


図6 スリップリングの構造（分解図）

図6に当初製作したスリップリングの分解図を

示す。また図7および8に製作したスリップリングを分解した状態の写真を示す。

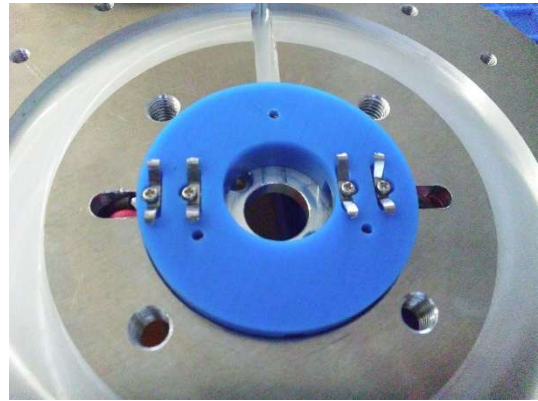


図7 スリップリング集電ブラシ（固定側ディスク上側）

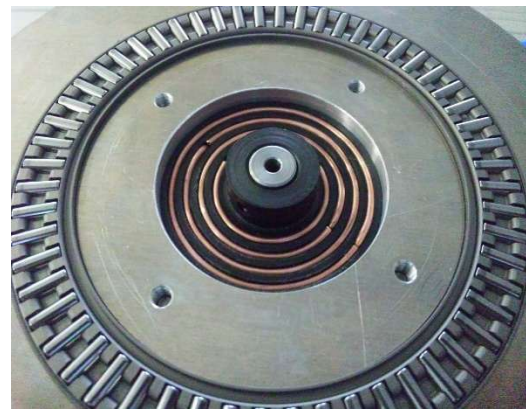


図8 スリップリング集電環（回転側ディスク下側）

7. 走行試験

走行試験の結果、30kgの荷を積載した状態で平地での前後進および全方向移動、斜度25度の登坂、坂道の途中での全方向移動、坂道発進など想定していた全ての動作を確認することができた。

しかしながら改良を要する箇所もいくつか明らかになった。その1つがスリップリングである。特に不整地や傾斜のある路面での動作で給電が途切れる状態が発生することである。このため走行安定性に欠ける。原因として集電ブラシは片持ちの金属板のバネ作用で集電環に接しているが上下方向の振動や傾きが発生すると離線することが考えられる。またスラスト軸受で支持されているが走行ユニットの剛性不足による可能性もあると考えられる。また集電ブラシの耐久性も低く保守の手間も大きかったが、集電ブラシは摩耗よりも変形が大きく上下方向の負荷変動が原因と推定できる。そこでスリップリングを再設計することとした。

8. 再設計したスリップリング

前項の結果から上下方向の負荷変動の影響を受けにくい構造に再設計した. 図 9 および図 10 に再設計したスリップリングを示す.

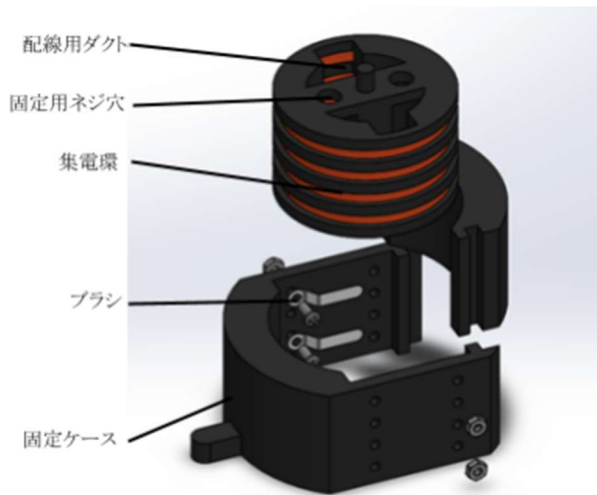


図 9 再設計したスリップリング (分解図)

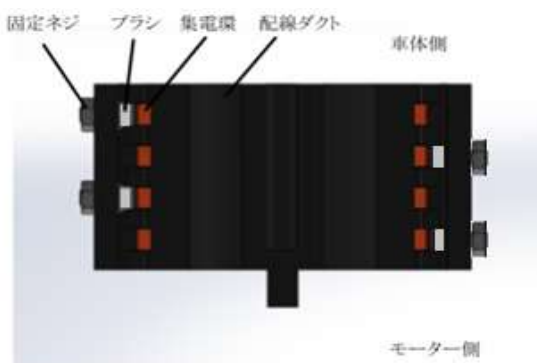


図 10 再設計した集電環の断面図

図 11 には新旧スリップリングの荷重が作用する状態の比較を示す. 再設計したスリップリングは固定ケースに収めた集電環が上下方向に多少移動できる構造となっている. また集電環は溝の底部にあり, 集電ブラシを溝にはめる構造となっている.

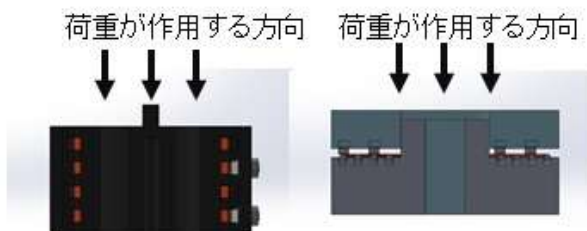


図 11 新旧スリップリングの比較 (断面図)

いるため外れにくいと考えた.

スリップリングの筐体部分は 3D プリンターで製作した. 図 12 に製作したスリップリングを示す.

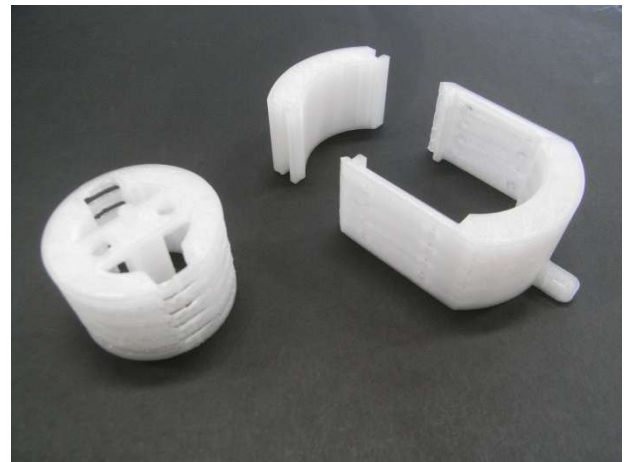


図 12 3D プリンターで製作したスリップリング

これに集電環, 集電ブラシなどの電気配線を行い走行ユニットのディスクに組み立てた状態を図 13 に示す.

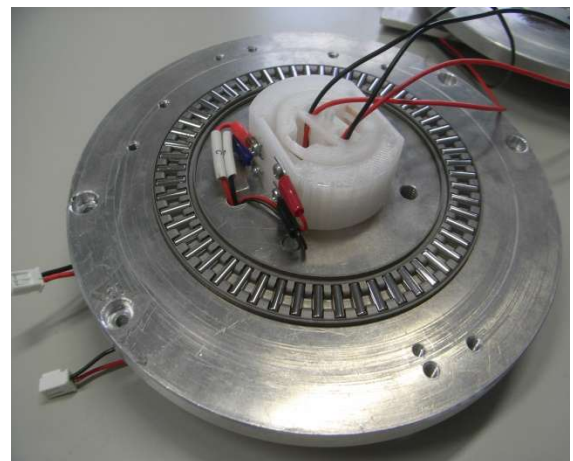


図 13 組み立てたスリップリング

9. おわりに

本報では卒業研究の課題として取り組んでいる不整地走行車両の製作について報告した. 残念ながら本報締め切り時点でようやく組み立てが終了した段階で, 走行ユニット部分での通電確認に留まった. 更なる改良点も見つかっているが, 動作試験の結果も含め次報以降で報告したい.

文 献

- 1) 農林水産省：農業労働力に関する統計 基幹的農業従事者（個人経営体）（2024）
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>
- 2) 宮下 智：不整地走行車両の開発, 山形県立産業技術短期大学校庄内校紀要第 9 号（2013）