

環境配慮型生産・運用システムに関する研究	
題目	超軽量小型モビリティULV (Ultra Light-weight Vehicle)の開発
著者	小野田弘士 八木勝也 友成一暉

1. 概要

超軽量小型モビリティULVは、省エネルギー性を追求した競技用車両をベースに、早稲田大学の永田勝也・小野田弘士研究室で開発された一人乗りのコンセプトカーである。「自転車以上自動車未満」をコンセプトに、必要最低限の機能を付加するという考え方で開発を行ってきた。主な特徴としては、以下の点が挙げられる。

- ・ 車体の構成材料として、CFRPを採用すること等により、軽量化を追求していること。
- ・ 競技用車両の開発で培った省エネ性能を車両設計に最大限活用していること。
- ・ バッテリーのみならず、さまざまな原動機(燃料電池、ガスエンジン発電機等)に対応した Multi PM (Prime Mover) の設計コンセプトを導入していること。
- ・ 地域の中小企業等と連携した生産体制を構築し、その地域のモビリティとして活用する「地産地活型」の普及モデルを目指していること。

2. 超軽量小型モビリティULVの概要

(1) ULVの開発の経緯

これまでに製作したULVの代表的なモデル外観を図1に示す。この3つのモデルのシャシーは、共通の構造を有しており、公道走行における走行性能の向上や各種の原動機に対応するための改良を重ねてきた。ULV-Iは、燃料電池(120W)を主たる原動機として初めて、公道で走行可能なナンバーを取得したモデルである。ULV-IIは、埼玉県本庄早稲田周辺地域における水素社会の構築のための実証事業において、水素の利用側のアプリケーションとして開発したモデルであり、登板性能の向上等を図るために燃料電池の出力を300Wに向上させる等の改良を行った。ULV-IIIは、墨田区との連携事業の一環として、墨田区内の中小企業との連携により、「地産地活」を実現した最初のモデルである。このモデルでは、原動機としてリチウムイオンポリマー電池を採用している。ULV-IIIの車体重量は、72.6kgと極めて軽量の車両となっており、平地での30km/hの定速走行時の消費電力は、約350Wに抑えられている。

(2) 地産地活型の生産体制の構築に向けた検討

地産地活型の生産体制を構築するための基本情報の整備を行うとともに、その活用に向けたビジネスモデルを構築することを主たる目的とした。具体的には、図2に示すように、各種の用途に対応するためにULVのデザインの多様化を図り、地産地活の実現に向けた基本情報の整備、実用化に向けた走行シミュレーション等を実施した。併せて、公道走行を可能とするナンバー取得(ミニカー)のためのマニュアルも作成した。図2には、最新モデルであるULV-IVの外観を併せて示している。

3. 2017年度の研究成果

Multi-PMの拡張の一環として、空気エンジンの搭載を検討した。空気エンジンを搭載することにより、原動機のコスト低減、車体の軽量化が期待できる。また、空気エンジンから排出される冷気を車内空調に利用できる付加価値も有する。図3に示す回転バランス型シリンダの原理を応用した空気エンジンの搭載を前提とし、同図に示す性能試験装置による性能評価とそれに基づくULV-Aの開発を行った。また、シャシーダイナモによる走行試験を実施した(図4)。2017年度は、圧縮空気ポンプから空気エンジンまでの供給系統、空気エンジン内部の損失改善に向けた検討をCFDによって実施した(図5、6)。再生可能エネルギーから製造された電力によって、ULVの走行に必要な圧縮空気を木質バイオマスや太陽光等の再生エネルギーを賄うPower to Airの

コンセプトを提案し、ULFCV(燃料電池)やULEV(バッテリー+モータ)との比較・評価を行った。さらに、本学情報生産システム研究科・大貝研究室との連携により、部分自動運転対応のULVの開発に着手し、試験用の車両を新たに製作し、その基本走行性能を把握した(図7)。



図4 圧縮空気エンジンの外観および性能評価試験装置



図4 シャシーダイナモによるULV-Aの走行試験

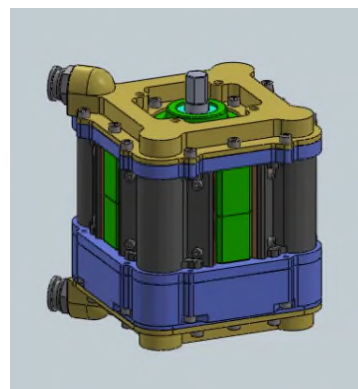


図5 圧縮空気エンジンの3Dモデル

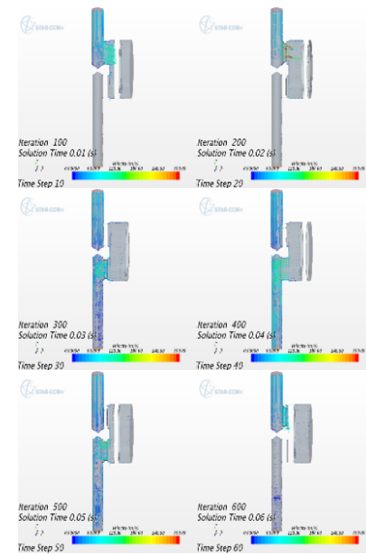


図6 CFDによるピストン面圧力の可視化結果



(a) ULV-I

(b) ULV-II

(c) ULV-III

図1 ULVの外観

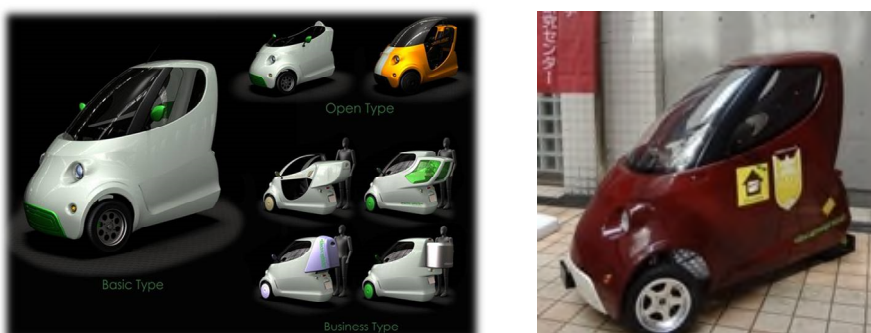


図2 ULV-IVの外観



図7 部分自動運転用ULVの試作