

論 文 要 旨

学籍番号	81933511	氏 名	日辻 大貴
論文題目： バッテリー制約を考慮した空飛ぶクルマの 機体概念設計による実用可能性評価			
(内容の要旨) 空飛ぶクルマの開発は黎明期にあり、市場が未だ存在しないため、ドミナントデザインが定まっていない。救命救急医療のユースケースを想定し、ステークホルダーへのインタビューによって要求を定め、その要求を踏まえたミッションプロファイルにおける機体設計を行なっている既往研究はあるが、バッテリーの重量を全備質量の1/3と固定しており、要求されるエネルギー量からバッテリーの重量エネルギー密度を逆算している。そのため、既存バッテリーの重量エネルギー密度で要求を満たすことができるか、積載可能なバッテリー重量の限界はどれ程か、が明らかにされていない。 また、空飛ぶクルマで考案されている機体タイプはマルチロータータイプ、ベクトルドスラストタイプ、リフト+クルーズタイプの3つに大別され、それぞれ特性が異なるため、機体タイプ毎に必要な重量エネルギー密度とバッテリー重量比は異なる可能性がある。そこで、本研究の設計法では、特定のユースケースの要求から総エネルギー量を求め、設定した重量エネルギー密度で除算することで、バッテリーの重量を求めている。これが本研究の独自性である。 本研究の目的は、3つの機体タイプの飛行性能を比較し、既存バッテリーの重量エネルギー密度における空飛ぶクルマの実用可能性を検証することである。また、重量エネルギー密度のパラメータスタディから改善目標を算出し、車載用バッテリーの開発目標と比較することで、バッテリー制約の観点から空飛ぶクルマの実現可能性を評価する。 本研究では、下記の研究手順で行う。 (1) 救命救急医療ユースケースにおけるステークホルダーのインタビューから要求分析を行い、飛行ミッションプロファイル、設計変数である巡航速度、航続距離、ペイロードを定義する。 (2) 空飛ぶクルマの全備質量推算法の制約条件、3つの機体タイプに共通する機体仕様、機体タイプ毎に異なる機体仕様を定義する。 (3) 空飛ぶクルマが設計変数の条件を満たすように、飛行に必要な総エネルギー量から、バッテリー重量を推算。その他、機体の構成部品の重量を足し合わせ、空飛ぶクルマの全備質量を推算する。 (4) 空飛ぶクルマの機体メーカーの公称値、既往研究の全備質量推算結果と比較し、本研究の全備質量推算法の検証を行う。 (5) (1)で得られた要求を全備質量推算法の設計変数として入力し、制約条件を考慮しながら収束計算の可否によって、要求を満たすことができるかを検証する。要求を満たすことができない場合、重量エネルギー密度のパラメータスタディによって、重量エネルギー密度の改善目標を算出する。 結果として、下記の結果が得られた。また、要求は、Must 要求(巡航速度 150 km/h、航続距離 50 km、搭乗人数 2 人)、Should 要求(巡航速度 200 km/h、航続距離 150 km、搭乗人数 3 人)、Could 要求(巡航速度 300 km/h、航続距離 300 km、搭乗人数 4 人)と、3段階設定している。 ①マルチローターは、航続距離の限界からいずれの要求も満たすことができない。 ②ベクトルドスラストは、既存バッテリーの重量エネルギー密度で Should 要求まで満たすことができる。Could 要求を満たすためには、重量エネルギー密度を 348.92 Wh/kg まで改善することが求められる。これは、車載用バッテリーの開発目標と比較すると 2025 年以内に実現可能な数値である。 ③リフト+クルーズは、既存バッテリーの重量エネルギー密度で Must 要求まで満たすことができる。Should 要求を満たすためには、重量エネルギー密度を 272.86 Wh/kg まで改善することが求められる。 本研究では各機体の飛行性能のみの評価を行ってきたが、機体設計においては製造コストや運用コスト、騒音、安全性などより多角的な観点から、機体タイプを選択していくことが求められる。今後の展望として、それらを包括的に考慮し、実現可能性を評価していくことが必要である。			
キーワード (5語) 空飛ぶクルマ、eVTOL、航空機設計、システムデザイン、全備質量推算法			