

**電** 気自動車のシェアが今後数年で大幅に拡大することが見込まれている道路交通の分野では、「エレクトロモビリティ」という用語が一般的に深く関わってきます。Electric Driveの利点としては、環境適合性、コンパクトさ、保守性、および低ノイズ性などがよく知られていますが、これは航空業界にとっても大きな関心事です。たとえば、航空機にモーターを使用すれば、一般的には高価なタービンエンジンやピストンエンジンの保守作業を大幅に削減することができます。そのため、世界中の多数の航空機メーカーやサプライヤが航空機用の Electric Driveの開発を模索していることは驚きではありません。

#### ELIAS – 無人タスク用の完全電動飛行デモンストレータ

ELIAS (Electric Aircraft IABG AcentisS) は、主に無人の電動偵察および監視システム (図 2) 向けのテクノロジーをテストするために使用されています。IABG 社およびその子会社である ACENTISS 社は、ELIAS の開発を 2012 年に開始しました。同年には、同社の研究センターが PC Aero 社から Elektra One 航空機を購入し、それをビデオカメラ、データリンク、および地上管制局を備えた ELIAS システムデモンストレータに改造しました。この ELIAS は、パイロットが手動または自動で操縦することが可能ですが、現在の設定

では、離着陸はパイロットが行っています。ELIAS が離陸すると、航空機自動化機能によって操縦が引き継がれ、事前に設定された航路 (飛行中に変更可能) に従い、さらには高度、対気速度、方向などの地上局からの直接入力に基づいて制御されながら飛行を続けます。飛行機の空力操縦翼面は、電磁クラッチを内蔵した電動アクチュエータによって制御されており、パイロットは、ボタンを 1 度押すだけでいつでも飛行機を制御することができます。地上職員は、地上管制局にあるジョイスティックを使用することにより、機体下部に設置されたセンサを制御し、カメラ、赤外線センサ、レーザー距離計のパン操作や記録した画像の拡大などを行うことができます。ACENTISS 社は Geiger Engineering 社と協力して、それぞれ 30 kW および 40 kW の離陸出力を有する 2 つのデュアルモーターを開発しました。デュアルモーターはそれぞれ 2 つのモーターで構成されており、オーバーランニングクラッチを介して 1 基のプロペラを駆動します。一方のモーターが故障しても、出力がわずかに低下するものの、別のモーターで引き続きプロペラを駆動させることができます。コントローラとリチウムイオンバッテリーも、冗長構成になっています。これにより、2 台のモーターを使用する航空機の安全レベルが 1 台のモーターで実現されています。ACENTISS 社では、実際の飛行による推進テストを行う前に、同社保有のモーター

&gt;&gt;

図 1 : 地上での飛行制御アルゴリズムの総合的なテストには、ACIL (Aircraft-in-the-Loop) シミュレーションが使用されています。

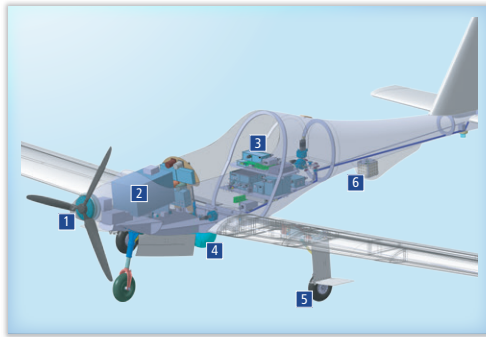




完全電動化した自律型航空機の開発

# Electric Take-Off

ACENTISS GmbHはELIASを使用して、偵察および監視システム向けのテストプラットフォームとして完全な電動飛行機を開発しました。この電動飛行機は、パイロットの有無を問わず操作することができます。ここでは、飛行誘導を行うオンボードコンピュータとしてdSPACEのMicroAutoBox IIが使用されています。



衛星航法補強システム・高精度な位置確認用の特殊な衛星ナビゲーションシステム。

- 1 20 kW の離陸出力と制御可能なピッチプロペラを備えた Electric Drive
- 2 リチウムイオンバッテリーパック
- 3 アビオニクス - 飛行誘導システムとしての dSPACE MicroAutoBox II、慣性基準システム、レーダー高度計、SBAS<sup>1)</sup> 対応衛星航法システムなど
- 4 センサ (ビデオカメラ、赤外線センサ、レーザー距離計)
- 5 電動格納式着陸装置
- 6 データリンクアンテナ

## 主要諸元

最大離陸重量	■ 350 kg
翼幅	■ 11 m
翼面積	■ 8.2 m <sup>2</sup>
最高速度 :	■ 150 km/h
巡航速度	■ 110 km/h
最大モーター出力	■ 20 kW
最大範囲	■ >150 km
最大飛行時間	■ 約 1.5 時間

図 2 : ELIAS のセットアップ。オンボードの dSPACE MicroAutoBox は、飛行誘導システムとしての役割を担います。

「MicroAutoBox II は柔軟性および信頼性に優れた機内飛行誘導システムです。革新的な新しいアルゴリズムをすばやく実装することができます。」

Andreas Rohr 氏、ACENTISS 社

テストベンチとミュンヘン工科大学の風洞を使用して、さまざまなテストを行っています。飛行テストでは現在、40 kW デュアルモーターのプロトタイプが使用されています。また、ELIAS には高強度アルミニウム製で電動式の革新的な格納式着陸装置も備えられています。この着陸装置にはエラストマーコンポーネントが使用されており、ブレーキを唯一の例外とすれば、実質的にメンテナンスフリーです。この着陸装置は既に数年にわたり使用されています。

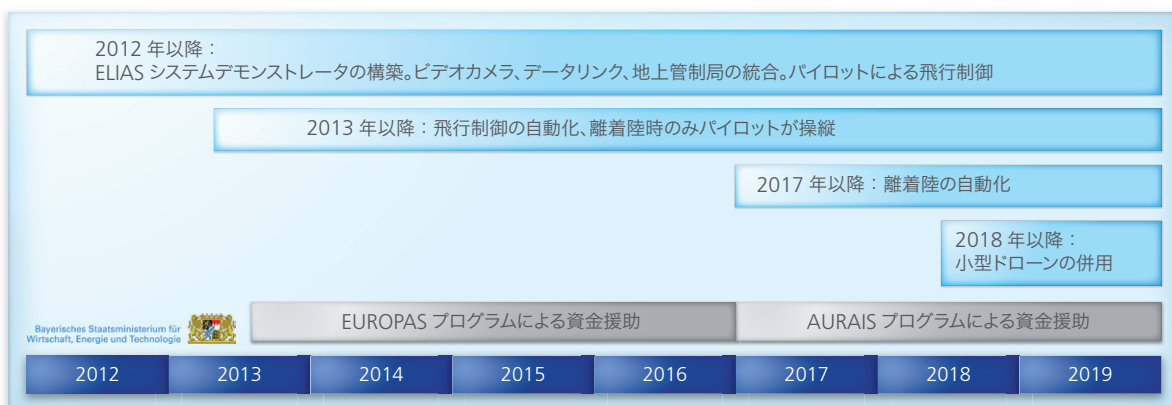
さらに、正方形の断面を持つサスペンションストラットのおかげで、複雑なトーショリンクは必要ありません。

### MicroAutoBox II による飛行誘導

ELIAS には dSPACE MicroAutoBox II が搭載されており、中核的な飛行誘導タスクを遂行したり、無人飛行時に地上管制局の命令を実行したりしています。MicroAutoBox II は、CANaerospace バスを介して飛行制御システムに接続され

ています。飛行制御システムは電動アクチュエータを制御し、空力操縦翼面のたわみを生成したり、安定的かつ安全に飛行するうえで必要な推力を生み出しています。必要な場合は、Embedded PC で MicroAutoBox II を拡張することも可能です。MicroAutoBox II では、指定された目的地、捕捉した風況、およびナビゲーションデータを Simulink モデルにより解析し、軌道を関数として計算します。次に、航路をジオリファレンス済みの形式として飛

図 3 : 開発タスクの年表



行制御システムに送信し、高度や対気速度の情報も転送します。MicroAutoBox II では、離着陸時における着陸装置の格納や展開制御、およびバッテリーの充電状態のモニタリングも行います。また、MicroAutoBox II を MATLAB®/Simulink® に直接接続できることも大きな利点です。これにより、飛行制御アルゴリズムの変更をすばやく実装することができます。そのため、研究者は飛行誘導ソフトウェアを継続的に開発し、さまざまなタスクに合わせてそれらを調整することができます。ラボでテストを行った後は、ソフトウェアを HIL/ACIL (Aircraft-in-the-Loop) シミュレーションやテスト飛行用のプロトタイプにロードすることが可能です。

#### 地上および空中でのテスト

ACENTISS 社の親会社である IABG 社では、空中での実際のテスト飛行に備えるため、ACIL シミュレーションを使用して地上での航空機のテストを集中的に行っています (図 1)。同社のエンジニアは、自動操縦機能自体の妥当性確認だけでなく、手動から自動飛行モードへとスムーズに切り替える機能についてもテストしています。地上管制局と航空機の間は、無線または有線で接続することができます。

#### 資金援助プログラムによるサポート

ACENTISS 社による完全な電動無人飛行に必要なテクノロジーの開発は、バイエルン航空研究および技術プログラムの一環であり、バイエルン州経済エネルギー技術省の支援を受けています。同社は、EUROPAS スポンサーシッププログラムの一環として、業界のパートナーや研究パートナーと合同で自動飛行制御システムを開発しました。これには、飛行誘導システム、電動格納式着陸装置、30 kW および 40 kW のデュアルモーター、および地上管制局と航空機を接続するための電子データリンクが備えられています。2016 年後半のテスト飛行では、このシステムの実証に成功しました。2017 年に開始されたフォローアップ後援プログラムである AURAS (All-Electric Unmanned Reconnaissance & Aerial Imaging Airborne System: 完全電動無人偵察および航空画像処理空輸システム) では、小型ドローンも併用した自動離着陸機能と地上管制局が開発されています (図 4)。

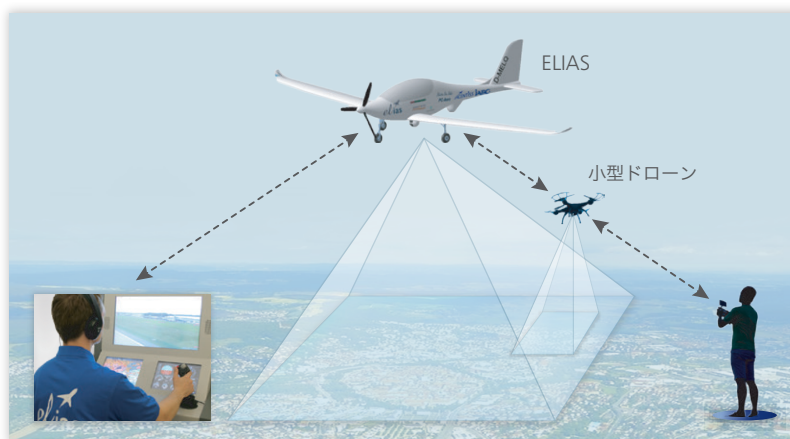


図 4: ELIAS を小型ドローンと併用する場合、航空機はドローンのデータリンクリレーとして機能し、広い範囲のおおまかな概要を提供します。ELIAS とは対照的に、より小型で敏しょう性に優れたドローンは空中に留まることができるため、付近の偵察に役立ちます。また、選択した範囲のより詳細な情報を提供します。これらは現場のパイロットまたは地上局により制御することができます。

#### 今後の展望

現在では、ELIAS と小型ドローンを併用して効率的に付近を偵察できるようにすることを旨とした開発が行われています (図 4)。また、将来的なタスクに備えて、小型の移動型地上局の最適化も図られています。テスト飛行は 2019 年の開始を予定しており、自動離着陸を伴う事前プログラム済みの地上管制任務をテストします。また、現場での小型ドローンとの併用についてもテストされる予定です。 ■

Hans Tönskötter 博士、Andreas Rohr 氏、  
ACENTISS GmbH

Hans Tönskötter 博士  
空輸システム担当 シニアマネージャー、電動無人偵察システムの技術開発責任者、ACENTISS GmbH、  
オットブルン



Andreas Rohr, Dipl.-Ing (FH)  
航空エンジニア兼パイロット、航空機の継続的な開発を担当、ACENTISS GmbH、  
オットブルン

