

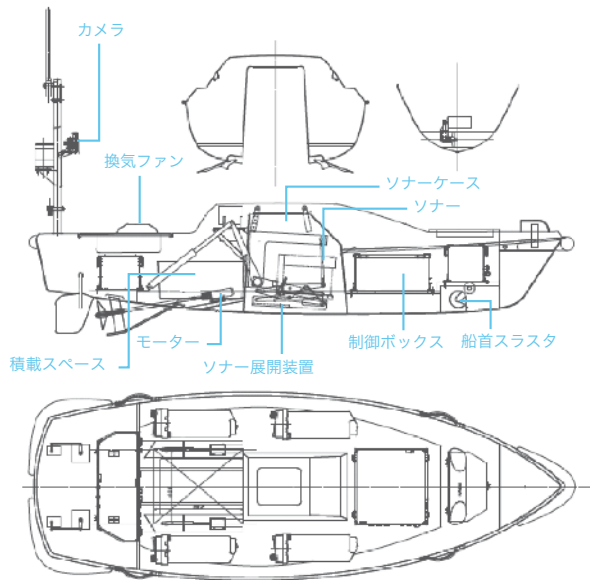
MicroAutoBox を搭載した自律型無人艇の開発
(ヤマハ発動機株式会社)

MicroAutoBox Ahoy!





ヤマハ発動機株式会社は、さまざまな計測調査や観測に使用可能な無人観測船を開発しています。船体に搭載された dSPACE MicroAutoBox が航法と操舵に必要なタスクを実行します。



主要寸法

全長 (防舷材を除く)	2.85 m
幅	0.98 m
メインモーター	RE40 150 W x 2
減速比	3.5
排水量	170 kg
バッテリー	リチウムイオン バッテリー 24Ah x 4
航続時間	3 hrs
最高速度	4 kt
巡航速度	3 kt

船体には各種の観測装置と電源を搭載するために十分なスペースが確保されています。



無人観測船開発の目的

ヤマハ発動機株式会社は2003年に、無人陸上車とともに、ジェットボートを改造した自律型無人艇 (Unmanned Marine Vehicle 以下、UMV) の開発に着手、さらに、現行の小形電動ボートタイプのUMV開発を、2005年から継続しています。

その目的は、GPSと姿勢角データを使用して自律的に航行可能で、各種の観測および計測行動が可能な船体を開発することです。この種の船は危険を伴う作業の改善に有効であり、厳しい天候下での計測作業や地道な作業が多く含まれる計測作業などの実施にも最適です。また、観測、計測調査の作業効率化や精度の向上にも有効です。

ソナーと水中カメラ

UMVは水中の状況を音響的 (ソナー) もしくは視覚的 (水中カメラ) に観測することができます。たとえば、SOUND METRIC社製のDIDSON前方監視ソナーは、船底

「MicroAutoBoxは制御アルゴリズムのスムーズな実装とリアルタイム実行を可能にし、モデルベース開発を推進しているヤマハ発動機社内でも高い評価を得ています」

ヤマハ発動機株式会社、神谷氏

中央部のハッチから水中へ降ろすことができます。その主な用途としては、遺失物の探査、水中構造物の検査、港湾の警備などが挙げられます。他にも、NMB (ナローマルチビーム) ソナーを搭載すれば、湖底/川底/海底の地形測定/ダム湖の堆砂測量などが可能です。

ソナーに加えて水中カメラも使用できます。映像データはリアルタイムで無線送信され、同時にGPSからの正確な位置情報

も得られるため、水中探査、魚礁の観察、遺失物捜査などに使用できます。

dSPACE システムへの変更

現在のUMVは、MicorAutoBoxを採用する以前の開発機から大きく改良されています。新しいUMVには、障害物を検知して回避ルートを計算し、そのルートに沿って航行するための制御アルゴリズムを新たに実装する必要がありま



UMV の適用例： 北海道における水質調査

ヤマハ発動機と国立大学法人室蘭工業大学の環境科学防災研究センターは共同で、新しい水質計測システムの開発／研究のために、北海道のウトナイ湖および美々川で UMV による実験を行いました。藻がからまるなどの課題はあるものの、UMV は自動的に目標地点へ向かって計測プログラムを実行することができました。このシステムは人がカヌーに乗って計測を行う従来の方法に比べて全域を計測する時間が短く、また安全に計測が行えることが期待されました。この実験から右記の結果が得られました。

- 計測システムを研究するための基礎的データが得られた
- 実用条件で通信システムの評価が行え、郊外の開けた場所では約 2 km まで通信可能だった
- 川に沿った自律航行実験では、プログラムされたルートに対して 2 m 以内の追従精度が得られた

した。この複雑なアルゴリズムを統合するには、従来のシステムリソースでは困難を伴うため、システム全体の改良が必要となりました。この課題を解決するため、モデルベース開発による制御開発プロセスの効率化のために、dSPACE 社のプロ

トタイピングシステム MicorAutoBox を新たに採用しました。新しいシステムでは、障害物検出データを PC が受け取って回避ルートを計算し、MicroAutoBox は、正確にそのルートに沿って、船の姿勢制御、運動制御の計算を行います。

dSPACE システムを採用した理由

新システムの候補としては、他に PC を使用した制御システムも考えられました。しかしリアルタイム能力とモデルベース開発が決定的要件であるという考えから、安定したテスト環境が構築できる

船底中央部のハッチから各種の装置を水中に降ろすことが可能 (写真はソナー装置)





全長わずか 2.85 m のボートは小型のバンに積載可能で、水面への揚げ降ろしも容易



dSPACE システムを最終的に使用することになりました。dSPACE 製品はすでに社内の他部署でも多数使用されており、評価も高く信頼できる製品として認識されていたため、dSPACE 社以外のシステムを検討する必要はありませんでした。新システムの開発課題として、制御システムの開発環境をさらに強化する必要があり、MicroAutoBox は開発効率を向上させる上で大きな役割を果たしました。

MicroAutoBox による船の操縦

dSPACE プロトタイピングシステムは、PC へ接続された GPS システムから位置

「ControlDesk は GUI 画面で非常に分かりやすく直感的に操作でき、2 週間程度で使い慣れることができました」

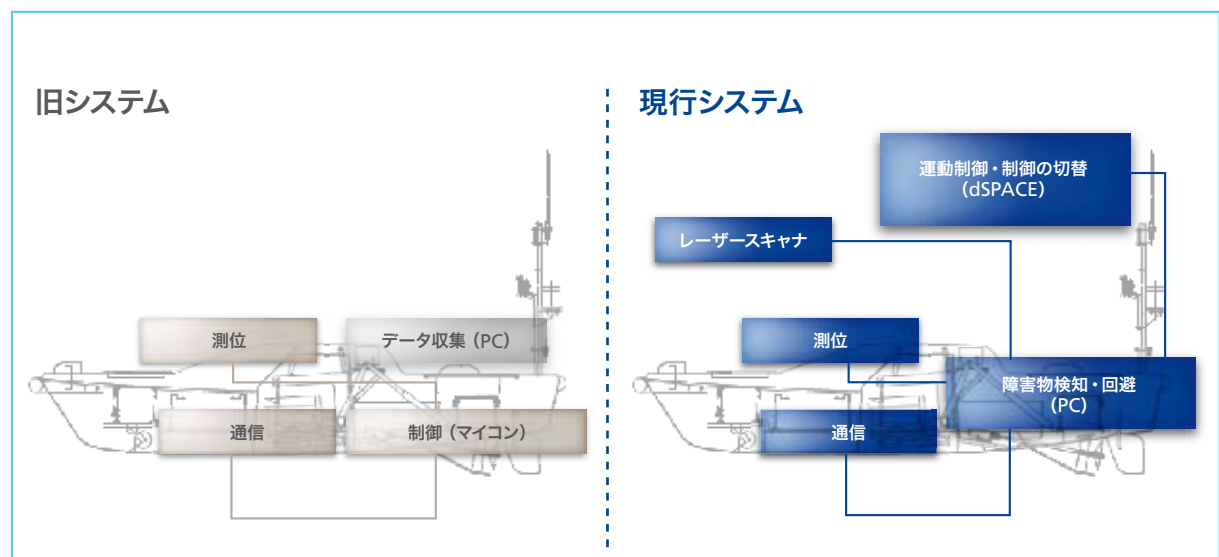
ヤマハ発動機株式会社、青木 氏

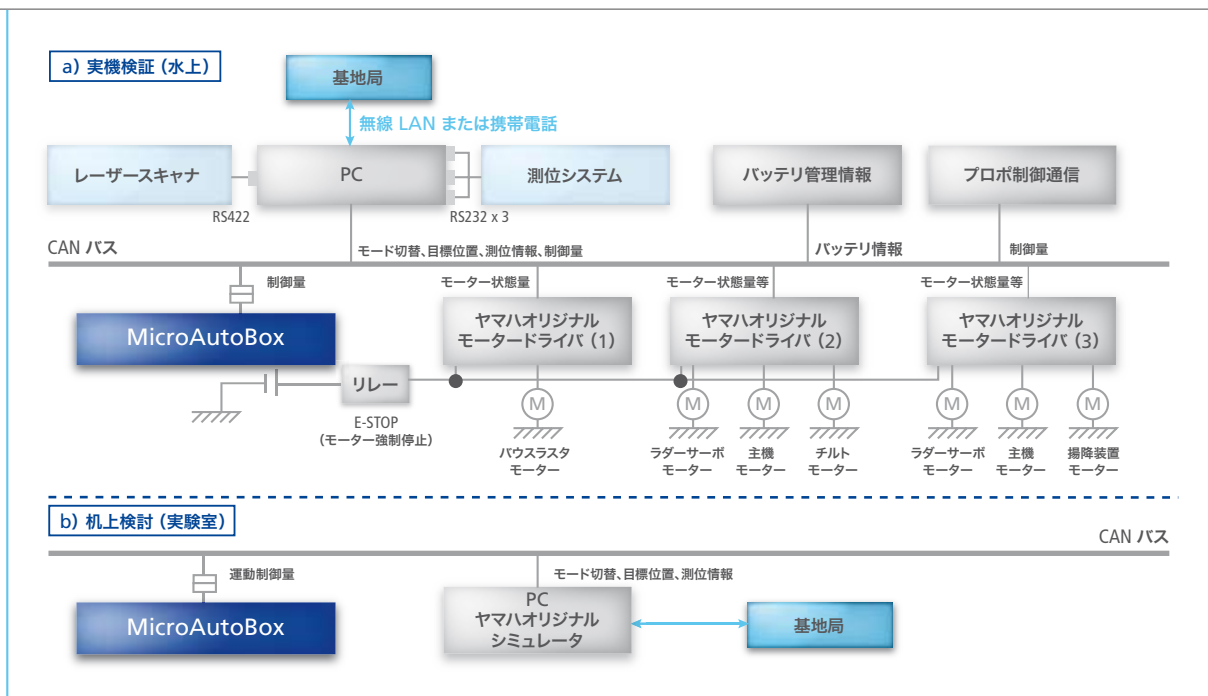
データを受け取ります。MicroAutoBox はこのデータを使用して船の姿勢制御、運動制御の計算を行い、ヤマハ発動機が独自に開発したモータードライバを介してモーター（主機モーター、ハウスラスタモーター、ラダーサーボモーターなど）を

制御します。PC、MicroAutoBox、モータードライバは CAN バス経由で通信を行います。また、新しい制御ロジックを開発する際には、ヤマハ発動機独自のシミュレータに MicroAutoBox を接続することで机上検討ができます。

現行型（右）と従来型 UMV（左）：

現行型 UMV には新たに障害物検知／回避機能を組み込み、システムリソースを強化





- a) UMV 制御システムの概要 : MicroAutoBox は GPS データとデッキ上のレーザーキャナ (水上の障害物を検知) からのデータを使用してボートを制御。すべてのコンポーネントは CAN バス経由で通信
- b) 制御アルゴリズムの開発には UMV システムをシミュレートするヤマハ発動機独自のシミュレータを使用

開発プロセスの改善

無人ボート開発当初は、技術的な課題や商品性に関する目標が多く含まれましたが、現在の開発チームはさらなる技術開

発と研究に集中できる状態にあります。今後も信頼性の高い dSPACE プロトタイプピングシステムを活用し、より高度な UMV 制御の開発を推進していきます。■

ヤマハ発動機株式会社、神谷剛志氏、青木啓高氏

制御システムの開発/実装プロセス :

水上と実験室 (ヤマハ発動機製シミュレータを使用) でテストを繰り返してモデルベース制御アルゴリズムを最適化

