

平成 2 2 年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「自律航行型水中多目的ロボット(AUV)の開発」

研究開発成果等報告書

平成 2 3 年 9 月

委託者 関東経済産業局

委託先 株式会社キュー・アイ

第 1 章	研究開発の概要	1
1 - 1	研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1 - 2	研究体制	3
1 - 3	成果概要	5
1 - 4	当該研究開発の連絡窓口	7
第 2 章	本論	8
2 - 1	システム全体	8
2 - 2	自律航行型水中多目的ロボット(AUV)本体	10
2 - 3	ドッキングステーション	15
2 - 4	コントロールサポートシステム	18
第 3 章	全体総括	21

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1) 研究開発の背景

(株)キュー・アイは、「人間の目では見ることの出来ないものを正確に見る技術」をモットーに、海洋・原子力・管路・井戸などの特殊環境下で使用するテレビカメラシステム及び関連機器の設計・製造・販売を行っている。近年、社会の安全安心に対する意識の高まりから、テレビカメラによる設備の点検・検査の重要性が再認識されている。例えば、脱炭素政策により火力発電を抑制し自然エネルギーの利用がはかかれているが、その絶対量は不十分でコスト的にも厳しく、今後も原子力発電所の増加は必至だと言われている。しかしながら、原子力はひとたび事故が起これば、世界的規模の災害をもたらすのは2011年3月11日の福島第1原発での事故を見ても明らかであり、テレビカメラによる詳細な目視検査は、今後も不可欠なテーマになっている。

ここで、原子力発電所の検査について補足すると、発電の心臓部である原子炉には定期点検が義務づけられており、水中テレビカメラによる目視検査要領が詳細に定められている。これによると点検装置は、長さが十数メートルの着脱式の支持棒とその先端に取付けられたテレビカメラで構成されている。オペレータは、プール上部に設置された移動台車に乗り、この支持棒を吊り下げてカメラの操作を行う。点検箇所は、溶接箇所のひび割れやその兆候であるが、支持棒の長さが長く、原子炉内部の構造物が複雑に入組んでいるため、カメラを安定的に操作するのが難しい。更に、支持棒が挿入できる箇所は限られており、ある程度の割合で「検査の死角」が残ってしまう。

これに対し、遠隔操縦式の水中ロボット(ROV)の使用は有効である。ROVは、複数のスラスタ(スクリュー)の推進力により、自力で装置や構造物の間を通過し、目的の場所に到達して検査を行う。よって悪条件下でも安定した映像が得られる。しかし、ケーブルが構造物に絡まり、ロボットの回収が行えない危険性があり、特殊な状況を除きROVは使用されていない。

この問題を解決するのに、自律航行型水中多目的ロボット(AUV)は検査の決め手となり得る。AUVはAutonomous Underwater Vehicleの略称で、一般的にケーブルレス(無索)のROVとして知られている。

この装置は、短時間に広範囲の調査が必要な海洋分野で発展し、徐々に実用化の域に達しつつある。しかし、我々が知る限りこの装置を原子力やその他のプール施設で使用した前例は無い。理由は、金額と大きさがあまりにもかけ離れているためで、これを原子力専用に関係する事で、安全設備として新しい需要が創出される。本事業が採択され開発が進めば、世界に先駆けてユニークな商品になるのは明確である。

自律航行型水中多目的ロボット(AUV)を使用するメリット：

- 検査の全自動化が可能。オペレータのスキルに左右されない。
- 定期的な検査。長時間の検査。長期間の検査が行える。(時間的な制約が無い)
- 広範囲な調査が行える。炉底・炉壁・シュラウド等の2D/3Dのマップ化も可能。
- カメラ検査だけでなく、超音波・X線・電磁波等の検査も可能である。

- カプセル内視鏡を飲むがごとく、瞬時に結果が分かり、長期の経過診断が行える。

自律航行型水中多目的ロボット(AUV)の用途：

《原子力関連》

- 原子炉内の検査（炉底部・炉壁・シュラウド等）
- 燃料貯蔵プールの点検。燃料棒シリアル番号の確認。燃料棒の時間管理。
- 廃棄物処理施設の投棄状況確認
- サプレッションチャンバ・付帯設備の安全確認

《一般産業関連》

- カミオカンデ、JAXA潜水プール等、研究施設プールの定期監視
- 上水道・下水道などの大型貯水施設・大口径配管の検査。
- ダム・水力発電所・送水管・マンホール・ピット等の検査
- 地下空洞・埋設設備の調査・水没トンネルの調査
- 燃料備蓄タンク内面検査

2) 研究目的及び目標

本研究の目的は、原子力発電所や工場などの大型貯水設備において、各種点検作業を行い設備の安全安心と検査の高速化・省力化に貢献する自律航行型水中多目的ロボット(AUV)システムに使用する各部モジュールの開発を行う事である。

研究の目標として、ロボットの潜航時間を2時間とする。ロボットが設備の細部まで点検できるように外径を30cm以下(目標値26cm)にする。ロボットが自動航行するのに必要な高精度位置検出(±5cm)が行える。販売台数確保の為にシステム価格を4000万円以下にする等の数値を設定し、仕様を満足するように各部モジュールの開発と検証を行ってゆく。

自律航行型水中多目的ロボット(AUV)システムは、AUVロボット本体、ドッキングステーション部、コントロールサポートシステム部で構成される。さらに、AUVロボット本体は、慣性航法ジャイロモジュール・水中音響障害物センサモジュール・超音波球面モータ駆動 超小型カメラモジュール・MCスラスタモジュール・画像センシングモジュール・インテリジェントコンピュータモジュール・TRマニピュレータ・光通信コミュニケーションモジュールに分割できる。本研究開発では、それぞれの部分の開発とモジュール毎の動作検証を行う。

AUVロボット本体は、主材が耐食アルミ製で、30mの完全防水構造である。外径を30cm以下(目標値26cm)にし、細部への接近が容易な形状にする。ロボットには1回の充電で2時間迄の潜航が可能なバッテリーを搭載すると共に機器の省電力化を図る。

- 慣性航法ジャイロモジュールは、MEMS技術を採用した3軸加速度・3軸角加速度センサー・24bit高速高性能A/Dコンバータ・温調ユニットをパッケージ化し、1時間後のドリフトを±5cm以内、寸法及びコストを従来品の1/3～1/4を目標にして開発する。
- 水中音響障害物センサモジュールは、ロボットの上部和下部に配置し、障害物の検知と距離測定を行う。小形軽量で精度の高いセンサアレイを開発する。
- 超音波球面モータ駆動 超小型カメラモジュールは、外径約50mmの亚克力ドーム内

に設置されカメラの高速首振動作を可能にする。位置精度・耐久性の向上を目指す。

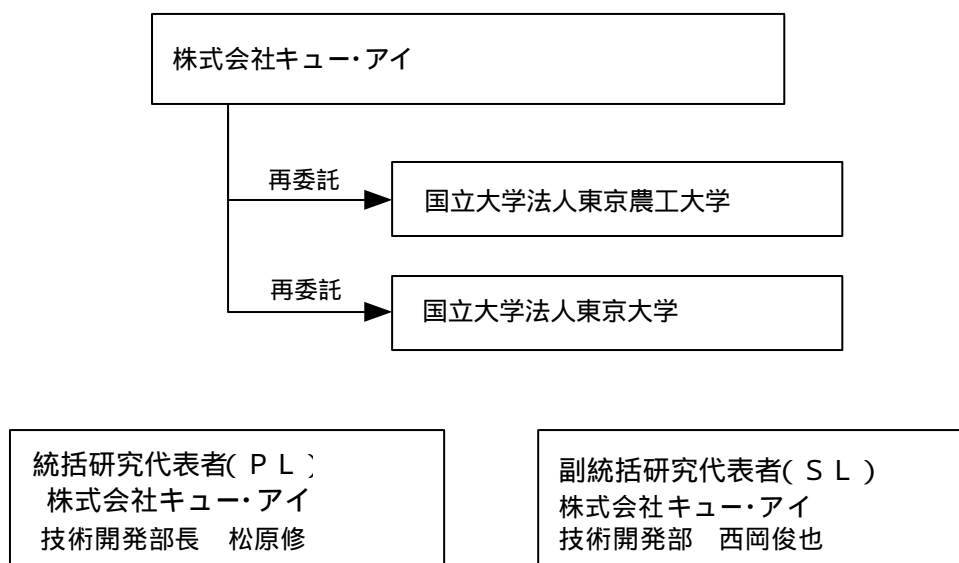
- MCスラストモジュールは、マグネットカップリング方式で貫通部が無く漏水の危険が無い。省電力・高効率スラストの開発を行う。
- 画像センシングモジュールは、音響的手法と視覚的手法の組み合わせによりロボットの安全航行を目指す。高精度でノイズに強い測位プログラムを開発して搭載する。
- インテリジェントコンピュータモジュールは、多数のセンサ情報を基にロボットを高速制御するCPUとI/O基板で構成される。ハード及びソフトの開発を行う。
- TRマニピュレータは、炉底部のスラッジ除去を目的に搭載される。小型で軽量な水中TR (Translation-Rotation) モータの開発を行う。
- 光通信コミュニケーションモジュールは、ロボットを手動で操作する時に必要となる。水中光ケーブル及び光双方向多重通信技術の開発を行う。

ドッキングステーション部は、主材がステンレス製で防滴構造である。ロボット本体とドッキングしてロボットの充電を行う。同時に、ロボットが採集した映像を取込みコントロールサポートシステムに伝送する。マニュアルモードで光ファイバーケーブルの出し入れを行う。ロボット本体及びコントロールサポートシステムと通信を行う。以上の機能を満たすユニットを開発する。

コントロールサポートシステム部は、システム全体の制御を行う部分であり、操作性と可搬性が要求される。映像・操作パネルの表示・自動制御プログラムの実施・手動制御プログラムの実施・プログラムの訂正等は全てキャリーケース内部のノートパソコンで行う。以上の機能を満たすユニットを開発する。

1 - 2 研究体制

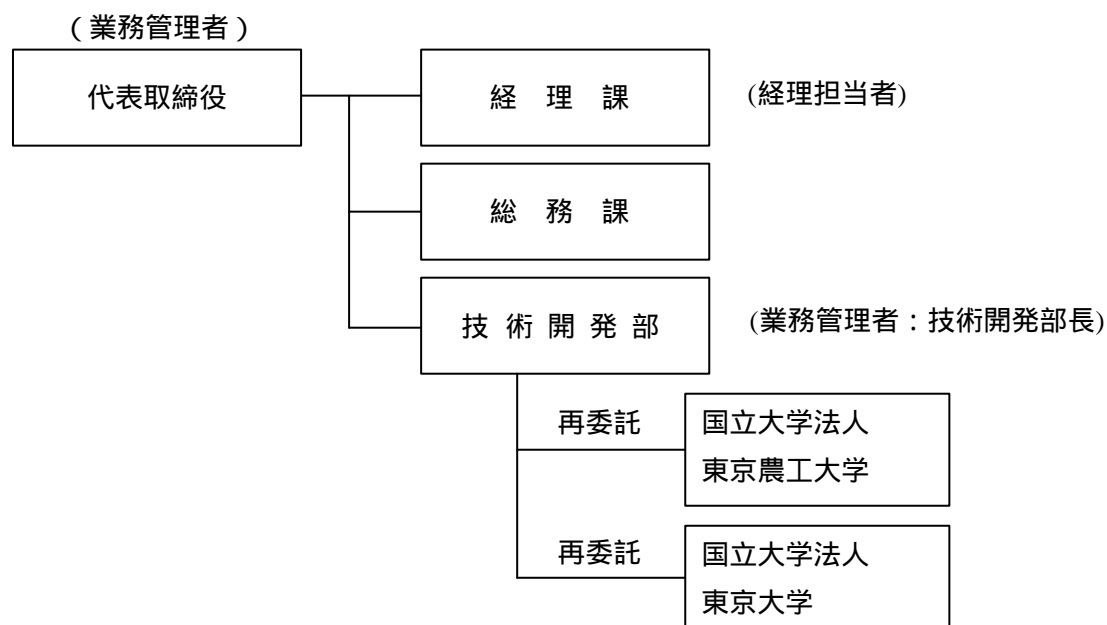
1) 研究組織 (全体)



2) 管理体制

事業管理機関

[株式会社キュー・アイ]



(2) 管理員及び研究員

【事業管理機関】株式会社キュー・アイ

管理員

氏名	所属・役職
松原 修	技術開発部長

研究員

氏名	所属・役職
松原 修 (再)	技術開発部長
大矢 雅三	技術開発部課長
西岡 俊也	技術開発部課長代理
品田 一世	技術開発部課長代理
柿沼 泰隆	技術開発部課長代理
豊島 雄樹	技術開発部

【再委託先】

国立大学法人東京農工大学

氏名	所属・役職
遠山 茂樹	大学院工学研究院 教授
姜 志恒	大学院工学研究院 助教

国立大学法人東京大学

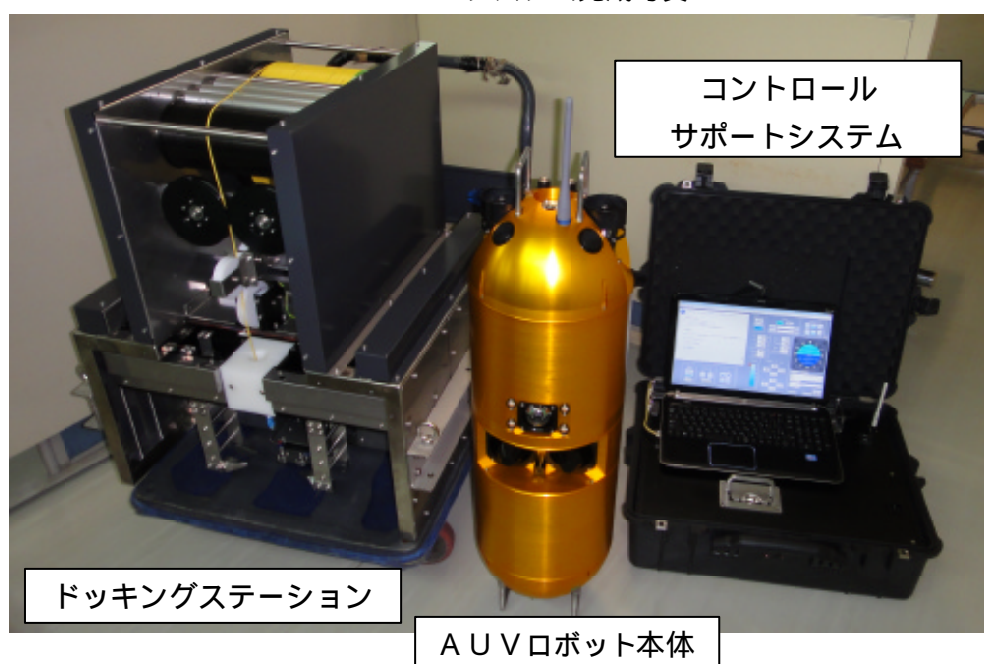
氏名	所属・役職
巻 俊宏	生産技術研究所 海中工学国際研究センター 准教授

1 - 3 成果概要

自律航行型水中多目的ロボット（AUV）システムを構成する各部モジュールの開発し、モジュール毎の動作検証を行った。さらに、各モジュールを組み合わせ、全体システムを組み立てた。ただし、システムの調整は実施計画範囲外である。

システムはAUVロボット本体、ドッキングステーション部、コントロールサポートシステム部で構成される。さらに、AUVロボット本体は、慣性航法ジャイロモジュール・水中音響障害物センサモジュール・超音波球面モータ駆動超小型カメラモジュール・MCスラストモジュール・画像センシングモジュール・インテリジェントコンピュータモジュール・TRマニピュレータ・光通信コミュニケーションモジュールに分割できる。

AUVシステム完成写真



AUVロボット本体のモジュール開発

- MEMS技術を採用した3軸加速度・3軸角加速度センサー・24bit高速高性能A/Dコンバータ・温度センサーをパッケージ化した慣性航法ジャイロモジュールの開発を行い完成させた。寸法及びコストは従来品の約1/3（AUVロボット本体に組込む前）を達成している。
センサ単体にて性能試験を行い、低ノイズ・高分解能・低ドリフト性を確認した。画像センシングモジュール・水中音響障害物センサモジュールとの組み合わせにより高い位置精度が算出できる見通しを得た。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。
（実施：株式会社キュー・アイ）
- 音響障害物センサモジュール（AUVロボット本体上部及び下部に各4台のセンサアレイで構成される）の開発を行い完成させた。動作及び性能確認試験を行い、障害物の検知と距離測定が可能なことを確認した。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。

- (実施：株式会社キュー・アイ)

 - 超音波球面モータ駆動の超小型カメラモジュールの開発を行い完成させた。単体にて動作確認試験を行い、カメラ上下左右の首振り動作及び左右旋廻動作が正常に行えることを確認した。

(実施：国立大学法人東京農工大学)

完成品をAUVロボット本体に組み込んだ。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。

(実施：株式会社キュー・アイ)
- マグネットカップリング方式を採用したMCスラストモジュールの開発を行い完成させた。動作及び性能確認試験を実施し、AUVロボット本体の航行に必要な推力が得られるのを確認した。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。
- (実施：株式会社キュー・アイ)
- AUVロボット本体の位置及び進路を模擬格子板の映像情報から検出する画像センシングモジュールのプログラム開発を行った。画像処理評価装置を用い、実験水槽にて性能確認試験を行い、プログラムが正常に動作することを確認した。
- (実施：国立大学法人東京大学)
- 完成したプログラムをインテリジェントコンピュータモジュールに組み込んだ。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。
- (実施：株式会社キュー・アイ)
- インテリジェントコンピュータモジュールの開発を行い完成させた。AUVロボット本体に搭載した各種センサと接続し動作確認をした。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。
- (実施：株式会社キュー・アイ)
 - TRマニピュレータの開発を行った。実験の結果、空中では正常に回転・並進したが水中では動作が不安定なため、AUVロボット本体への搭載を断念した。

(実施：国立大学法人東京農工大学)

通常のもータを用いたマニピュレータを製作し完成させた。動作確認試験を行い、スラッジの除去が行えることを確認した。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。

(実施：株式会社キュー・アイ)

光通信コミュニケーションモジュールの開発を行い完成させた。ドッキングステーションとの通信試験を行い、動作が正常に行えることを確認した。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。

(実施：株式会社キュー・アイ)

 - ロボット本体の水圧試験を水圧試験装置にて行い、30m以上の圧力で漏水の無いことを確認した。

(実施：株式会社キュー・アイ)

バッテリーモジュールの出力試験を行い、AUVロボット本体に電力を正常に供給し、充電ができること、各モジュールの推定消費電力からロボット潜航時間を2時間以上達成できることを確認した。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。

(実施：株式会社キュー・アイ)

- ロボット本体の重量・浮力調整を行った。
(実施：株式会社キュー・アイ)

ドッキングステーション部の開発(実施：株式会社キュー・アイ)

- AUVロボット本体とのドッキング、AUVロボット本体への充電、画像取込み、光ファイバーケーブルの出し入れ、AUVロボット本体及びコントロールサポートシステムとの通信等が可能なドッキングステーションの開発を行った。
ドッキングステーションの動作検証を行い、ケーブルの出し入れ動作、ドッキング動作、充電動作が正常に行えるのを、AUVロボット本体を用いて確認した。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。

コントロールサポートシステム部の開発(実施：株式会社キュー・アイ)

- 映像・操作パネルの表示・自動制御プログラムの開発等が可能なコントロールサポートシステムの開発を行った。
- AUVロボット本体の操作が可能なジョイスティックコントローラの開発を行い完成させた。
- コントロールサポートシステム部の動作検証を行い、電源が正常に入り、基本的な表示・制御動作が正常に行えることを確認した。ただし、システムとしての調整は実施計画範囲外。

各モジュールの動作検証(実施：株式会社キュー・アイ)

- の中で個々に記入済

プロジェクトの管理・運営

- 事業管理機関 株式会社キュー・アイにおいて、本プロジェクトの管理を行った。プロジェクトの研究経緯と成果について取りまとめを行い、成果報告書 2部及び電子媒体(CD-ROM)1式を作成した。
- 研究の進捗状況を検証するとともに、研究を実施する上で発生する課題等について、随時研究実施者と調整を行った。
- 再委託先事業者が作成する証憑書類について、指導・確認を行った。
- 研究開発推進委員会を委託契約期間内に3回(4月1日・7月22日・9月30日)開催した。

1 - 4 当該研究開発の連絡窓口

〒236-0005 神奈川県横浜市金沢区福浦2-4-7

株式会社 キュー・アイ

電話：045-783-1035 ファックス：045-785-0120

matsubara@qi-inc.com

技術開発部長

松原 修-

第2章 本論

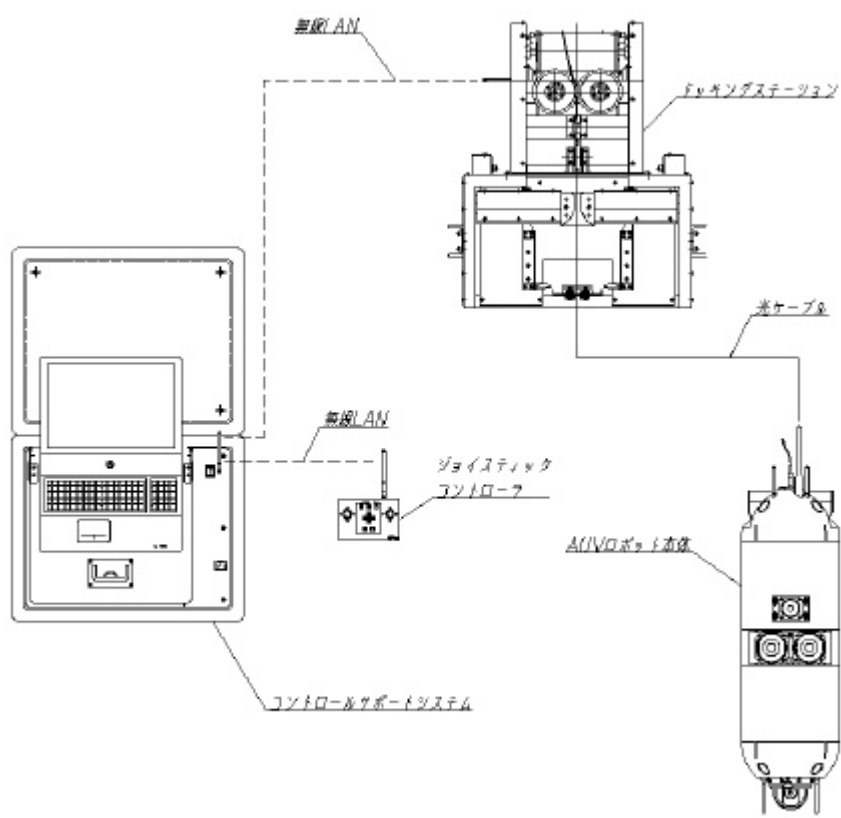
本研究開発の最終目的は、原子力発電所や工場などの大型貯水設備において、各種点検作業を行い設備の安全安心と検査の高速化・省力化に貢献する自律航行型水中多目的ロボット（AUV）システムの開発を行なう事である。

今回、自律航行型水中多目的ロボット（AUV）システムを構成する各部モジュールの開発し、各部モジュール毎の検証を行なった。さらに、各モジュールを組み合わせ、全体システムを組み立てた。ただし、システムの調整は実施計画範囲外である。

2-1 システム全体

自律航行型水中多目的ロボット(AUV)システムの概要を述べる。システムは《AUVロボット本体》、《ドッキングステーション》、《コントロールサポートシステム》の3つで構成される。

ドッキングステーションは、大型貯水設備の水面付近の側壁に固定されている。この装置に、AUVロボット本体はキャッチされて、電池の充電作業を行なう。コントロールサポートシステムにてスタートを指示すると、ドッキングステーションのフックが外れ、ロボットは自動操縦で所定の水深・方位に進み、録画と計測を開始する。その後、所定のミッションが終了するとロボットはドッキングステーションに自動帰還し、次のミッションに備え充電を開始する。本研究開発では、前述の動作を行なう《AUVモード》と手動での操作が可能な《ROVモード》の開発を同時に行なう。ROVモードでは、極細の光ファイバーケーブルを接続し映像を見ながらジョイスティックコントローラで操作して航行する。万一、ケーブルが絡んだ時には、ロボットは自分のケーブルを切断して自動帰還する。



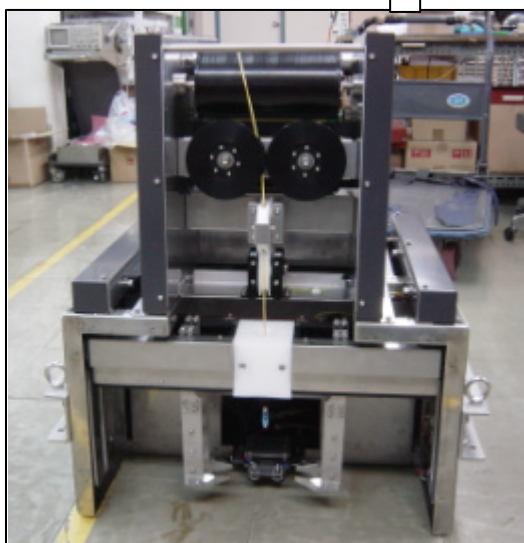
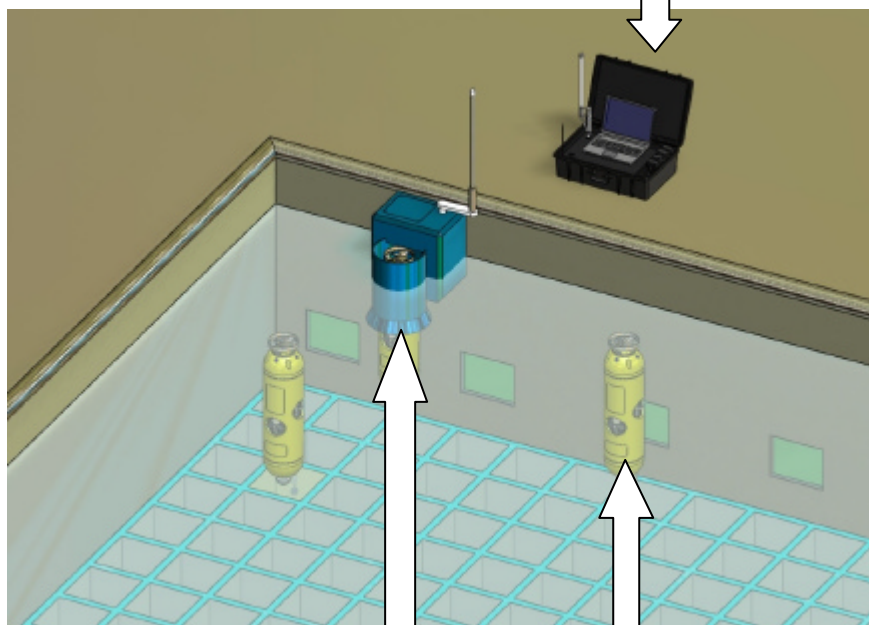
ジョイスティック



コントロールサポートシステム



燃料貯蔵プール



ドッキングステーション



AUVロボット本体

2 - 2 自律航行型水中多目的ロボット(AUV)本体

実際に水中を航行するAUVロボット本体は、主材が耐食アルミ製で、耐水圧30mの完全防水構造である。外径25.8cmの縦長の円筒形状とし、狭量部への潜航を想定した機体形状となっている。AUVロボット本体には1回の充電で2時間以上の潜航が可能なバッテリーを搭載する。

AUVロボット本体は、高精度で高速な位置決め等を行なうために、下記8個のサブシステムモジュールを開発し搭載する。

- ・ 慣性航法ジャイロモジュール
航行に必要な加速度、速度、現在位置および姿勢方位角を検出する。
- ・ 水中音響障害物センサモジュール
上部と下部に配置し、障害物の検知と距離測定を行なう
- ・ 超音波球面モータ駆動 超小型カメラモジュール
外径約50mmのアクリルドーム内に設置され、上下左右の首振り及び左右旋回における高速動作が可能な超小型カメラ。
- ・ MCスラストモジュール
上下移動を可能にする垂直スラストと水平移動可能にする水平スラストの2つからなり、AUV本体の推進力を発生させる。
- ・ 画像センシングモジュール
音響的手法と視覚的手法の組合せにより、AUV本体の現在位置および姿勢方位角検出の精度を向上させる。
- ・ インテリジェントコンピュータモジュール
多数のセンサ情報を基に、ロボットを高速制御するCPUとI/O基板で構成される。
- ・ TRマニピレータ
炉底部のスラッジ除去を目的に搭載し、直動動作と回転動作が可能である。
- ・ 光通信コミュニケーションモジュール
手動で操作する時(ROVモード)に必要となり、光ファイバケーブルでドッキングステーションと通信を行なう。万一、光ファイバケーブルが絡んだ時にはこれを切断するためのケーブルカッター機構を内蔵している。

1) 仕様・構成

AUVロボット本体外側ハウジング

- ・ 防水構造 (水深30m以上) 主要部材質 耐食アルミ製

AUVロボット本体内部筐体

下記のもの(構成外)の設置可能とする。

- ・ 慣性航法ジャイロセンサ (AUV本体慣性航法ジャイロモジュール)
- ・ 超音波センサ制御PCB (水中音響障害物センサモジュール)
- ・ 障害物判別用AI PCB (水中音響障害物センサモジュール)

- ・ 組込用 PC (インテリジェントコンピュータモジュール)
- ・ I/O PCB (インテリジェントコンピュータモジュール)
- ・ バスライン PCB (インテリジェントコンピュータモジュール)
- ・ AUV ロボット本体内部基板
- ・ 電池ユニットケース(AUV ロボット本体駆動バッテリー 関連)

垂直位置制御用スラストユニット

- ・ スラスト 2基
- ・ DCモータ(DC 12V、出力 60W)
- ・ マグネットカップリング方式

水平位置制御用スラストユニット

- ・ スラスト 2基
- ・ DCモータ(DC 24V、出力 60W)
- ・ マグネットカップリング方式

カメラ PAN・TILT機構部

- ・ 撮像素子・・・1/4インチ カラーCMOS
- ・ PAN角度(左右旋回) 355°
- ・ TILT角度(上下旋回) 90°

水中 LED照明ユニット

- ・ 照明ユニット上部 超高輝度白色 LED 4個
- ・ 照明ユニット下部 超高輝度白色 LED 8個

給電用コネクタ及びロックメカ

- ・ 給電用コネクタ 正極 1基、負極 1基
- ・ ロックメカ ドッキング時ロック用ハンガー 1対

ケーブルカッターメカニズム・

非常時における光ファイバー切断用

センサー取付ベース

下記のセンサー(構成外)を装備可能とする

- ・ 超音波アレイ(上部・下部)(水中音響障害物センサモジュール)
- ・ 精密深度計(AUV本体慣性航法ジャイロモジュール)
- ・ 精密温度計(AUV本体慣性航法ジャイロモジュール)

オプションアタッチメント

追加機器装着用

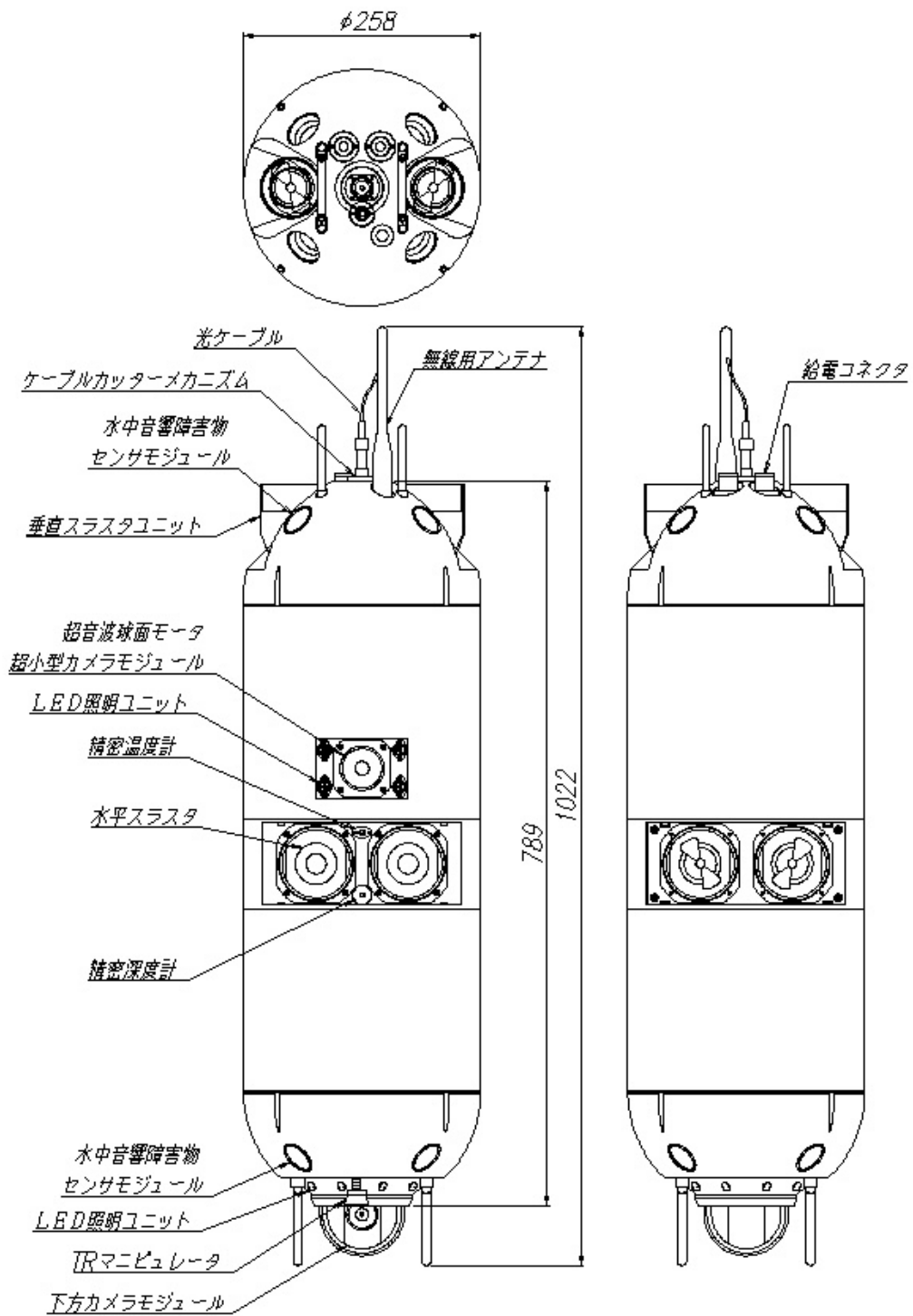


図2 - 2 - 1 AUVロボット本体外観図

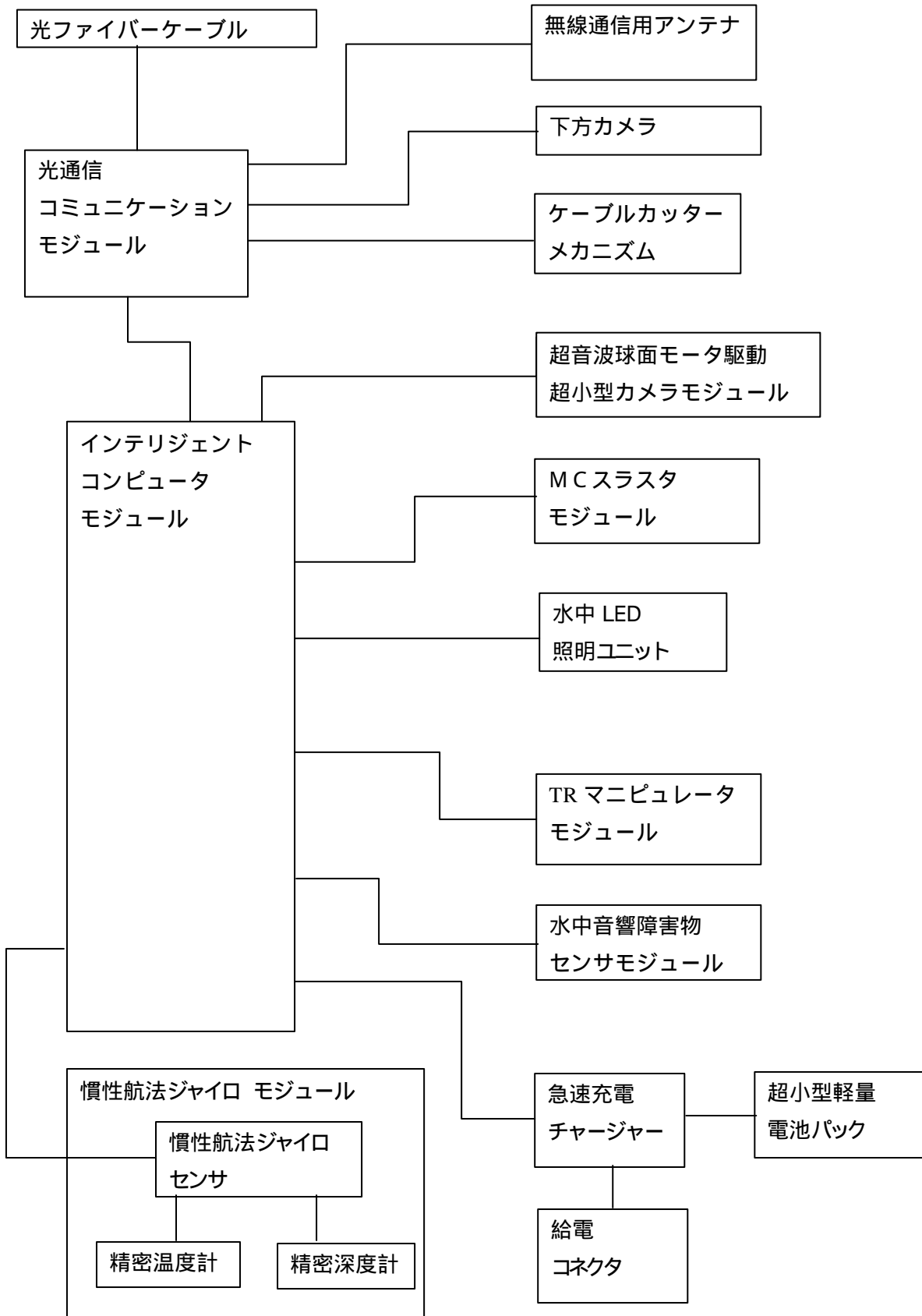


図 2 - 2 - 2 AUV ロボット本体ブロック図



図 2 - 2 - 3 AUVロボット本体正面



図 2 - 2 - 4 AUVロボット本体側面



図 2 - 2 - 5 AUVロボット本体背面

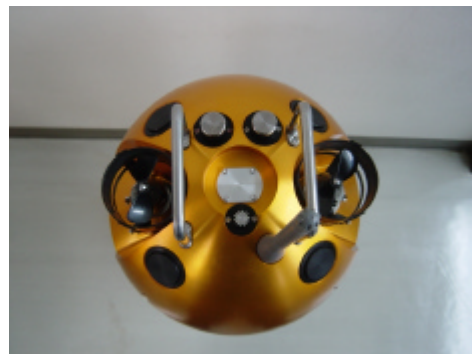


図 2 - 2 - 6 AUVロボット本体平面

2 - 3 ドッキングステーション

ドッキングステーションはプール水面付近の側壁に固定され、AUVロボット本体とドッキング、ロボットへの充電、光ファイバーケーブルの出し入れ、AUVロボット本体及びコントロールサポートシステムとの通信を行なうものである。

1) システム構成

ドッキングステーション 本体ケース

- ・プール水面付近の側壁に固定され、AUVロボット本体を収容する。
- ・光スリッピング・ケーブルリール、AUVロボット本体キャッチ機構、水上充電システム、無線通信モジュール及びドッキングステーション本体制御部を組み込み、プール側壁に固定できる構造。
- ・主要部材質 :ステンレス製

光スリッピング・ケーブルリール

- ・ケーブルリール : 2.8mmケーブル巻取り容量、53m
- ・光ケーブル巻取り線出し機構 DC サーボモータ
 - 速度可変 :MAX14.4m/min
 - 吊下げ重量 :14.8kg
- ・ケーブルガイド機構 :ケーブルリール胴の螺旋溝の他、ローラー、プーリーの組合せによる。
 - リミットスイッチによるテンション検出機構付
 - ケーブル巻取りにより、AUVロボット本体を回収位置に導く
- ・光ケーブルインターフェース:
 - 光メディアコンバータ光/LAN双方向インターフェース
 - 無線通信モジュールでスリッピングを介さずにコントロールサポートシステムと通信する。ケーブルリール胴に内蔵。
 - これらのモジュールへの給電は、スリッピングを通す。

AUVロボット本体キャッチ機構

- ・開閉部 : AUVロボット本体が回収位置に来た時に、AUVロボット本体の取手を、開閉機構により把持する。また、出航時のリリースをおこなう
- ・DCモータとボールネジの組合せによる。左右対称設置
 - 移動速度 :208mm/min
 - 設計移動量 :110mm/片側
 - 停止端可変、リミットスイッチ位置可変による
 - 吊下げ重量 :50kg
- ・昇降部 開閉部により把持したAUVロボット本体の昇降をおこなう
 - DCサーボモータ
 - 速度可変 :MAX98mm/sec
 - 吊下げ重量 :50kg 無励磁作動型電磁ブレーキ付

設計移動量 :150mm

停止端可変、リミットスイッチ位置可変による

水上充電システム

昇降機構による上限時に、ドッキングステーションとAUVロボット本体の給電電極が
コンタクトする機構

・AUVロボット本体のバッテリー充電

無線通信モジュール

コントロールサポートシステムとのインターフェース

ドッキングステーション本体制御部

光ケーブル・ケーブルリール及びAUVロボット本体把持機構の制御と電力供給を行なう

・コントロールサポートシステムとのインターフェース

電源 : AC100V 10A

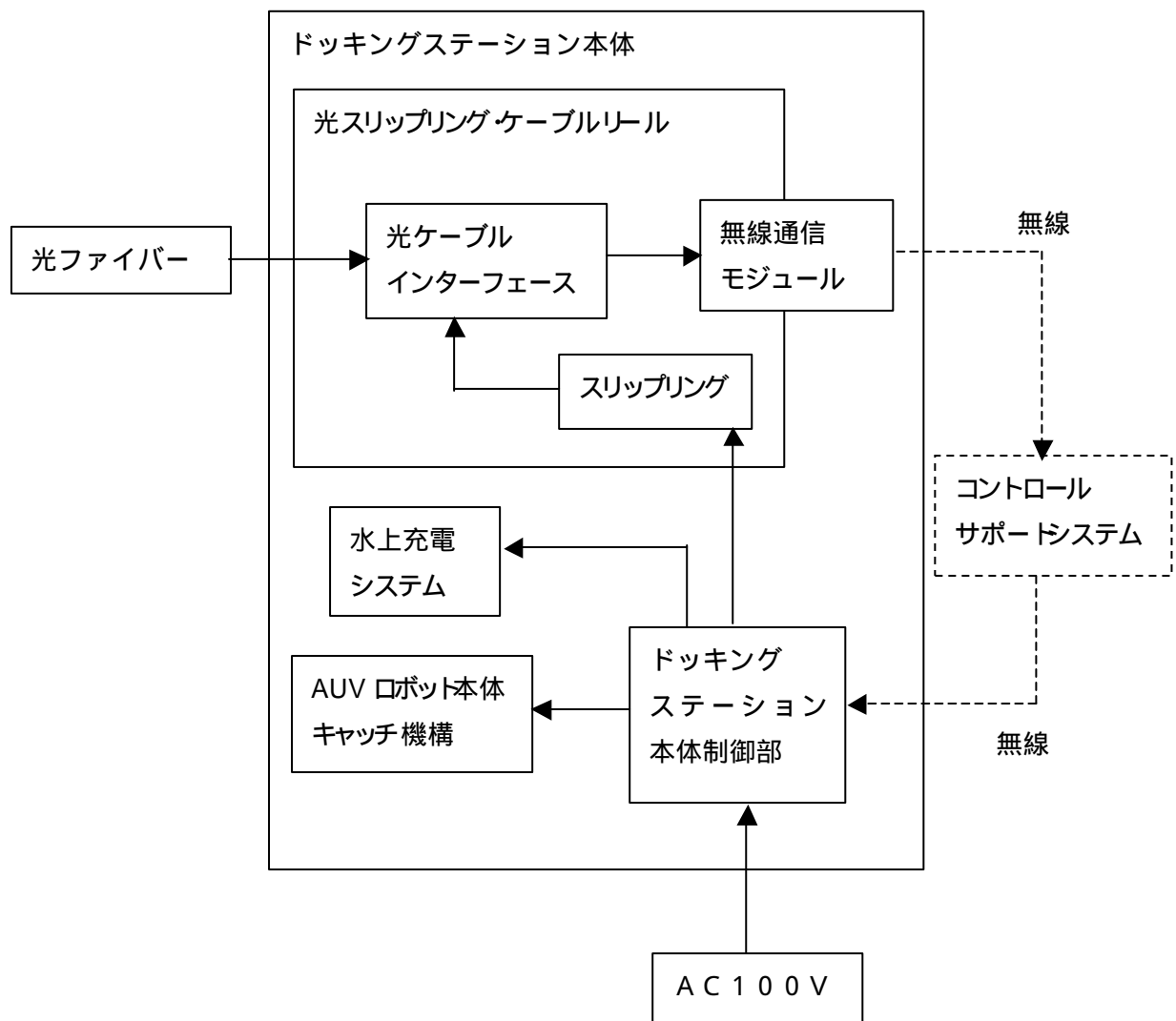


図 2 - 3 - 1 ドッキングステーション ブロック図

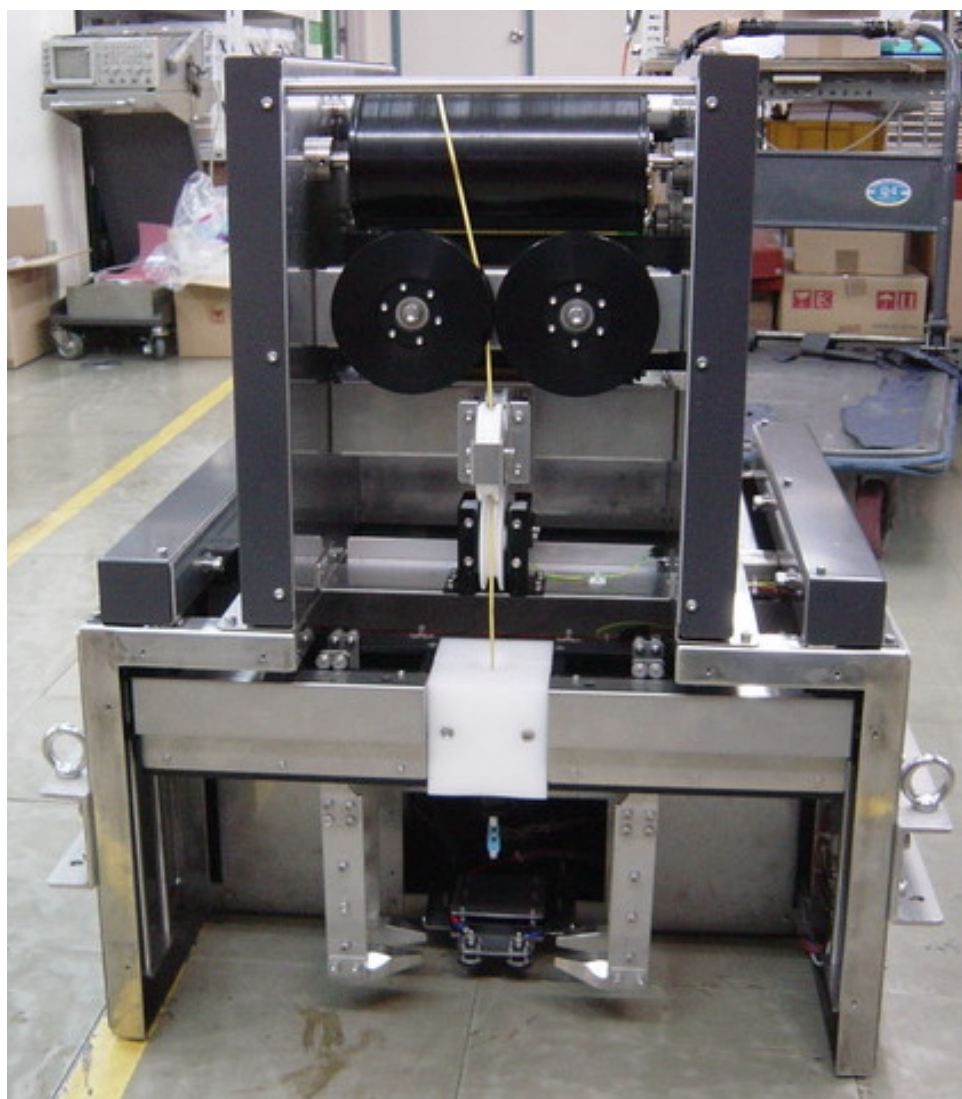


図 2 - 3 - 2 ドッキングステーション 正面



図 2 - 3 - 3 ドッキングステーション 背面

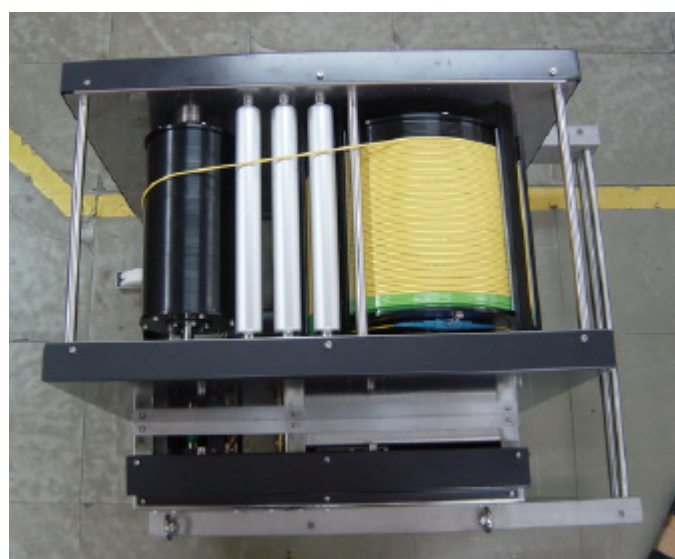


図 2 - 3 - 4 ドッキングステーション 上部

2 - 4 コントロールサポートシステム

コントロールサポートシステムは、システム全体の操作を担う。中核となるコントロールPC内に、今回新たに開発したコントロールサポートシステム制御ソフトをインストールし、AUVロボット本体及び、ドッキングステーションの制御を行っている。また、実用性と可搬性の面を考慮し、全て専用キャリーケースに収納した形態となっている。

1) システム構成

キャリーケース

ケースを閉めた状態において防滴性能を確保する。ケース内には、コントロールPC、無線モジュール、ジョイスティックコントローラが収納される。

コントロールPC

コントロールPCは映像・操作パネルの表示・自動制御プログラムの実施・手動制御プログラムの実施・プログラムの訂正を行なうことができる。

基本諸元

- ・ ディスプレイ : 15.6インチワイド
- ・ OS : Windows 7 Professional
- ・ CPU : インテル Core i5-560M プロセッサ
- ・ メモリ : 4GB

ジョイスティックコントローラ

手動での操作が可能なROVモードのためのもので、コントロールPCとは無線で接続して、コントロールPCを介してAUV本体を操作する。

無線モジュール

AUVロボット本体、ドッキングステーションと通信を行なう為のインターフェイス。

基本諸元

- 2.4GHz無線LAN(IEEE 802.11b/g 最大通信速度54Mbps)



図 2 - 4 - 1 コントロールサポートシステム



図 2 - 4 - 2 ジョイスティックコントローラ

2) 操作・表示画面(コントロールPC)

コントロールPC表示画面を下図に示す。カメラモジュールの映像をリアルタイムで表示し、各センサモジュール(慣性航法ジャイロモジュール、水中音響障害物センサモジュール、精密深度計、精密温度計)から得られる情報が表示される。

制御系として、AUVロボット本体のAUVモード(自律航行モード)、ROVモード(光ファイバケーブルの有線モード)の切替、AUVロボット本体のマニピュレータ操作、ケーブルカッターメカニズムの作動を行うことができる。

他にAUVロボット本体とのドッキングオペレーション時におけるドッキングステーションのマニュアル操作を行うことが可能で、ドッキングステーション把持機構部の開閉及び昇降動作、光ファイバケーブルの巻き出し、巻き上げ操作を行うことができる。

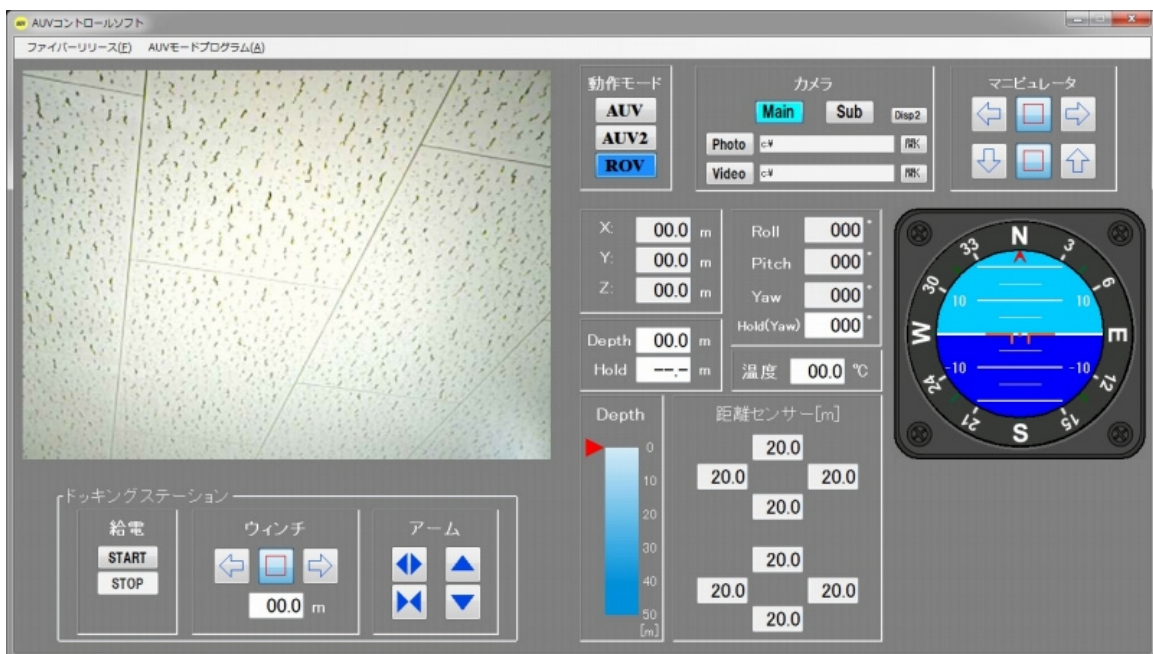


図 2 - 4 - 3 コントロールPC表示画面

第3章 全体総括

実施計画書に基づき「自律航行型水中多目的ロボット(AUV)の開発」を行ってきた。研究目的は自律航行型水中多目的ロボットシステムに使用する各部モジュールの開発を行う事であり、当初計画していた内容を全て達成することができた。今後は、システム全体の調整や改造を行い、システムの実用化を目指す。よって、現状の装置は最終形態ではないが、今日までの達成値を表にまとめた。

	本研究開発の目標	本研究開発の達成
価格	4000万円前後	4000万円(暫定計算値)
重量	約40kg	約34.5kg
寸法	26.0cm 80.cm	25.8cm 78.9cm
潜航時間	約2時間(自動充電)	約2時間(暫定計算値)
位置精度	±5cm	±5cm(暫定計予測)

(1) 実施計画日程

実施計画日日程の予定及び結果を示す。当初の予定通り計画はほぼ予定通りに完了した。

実施内容	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水中多目的ロボット部のモジュール開発		←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→				
ドッキングステーション部の開発		←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→				
コントロールサポートシステム部の開発		←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→				
各モジュールの動作検証						←→	←→	←→				
プロジェクトの管理・運営 研究開発推進委員会 報告書作成	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→

計画 ◀▶ 実績 ▲▼

(2) 今後の日程

平成23年11月9日より開催されるロボット展に出展を予定している。その他の展示会も調査中である。サンプル品を完成させ、潜在的ユーザー企業である(株)日立製作所・三菱重工(株)・(株)東芝等にデモをする。場合によっては現場でモニター使用をお願いする。

スケジュール	事業終了後の経過年数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
	サンプルの出荷		→			
追加研究		→	→			
設備投資			→			
製品等の生産				→	→	→
製品等の販売				→	→	→