

# 世界の石油・ガス・石化産業における ロボット技術の活用事例及び研究開発動向

— 自動化から自律化へ、ロボット技術は国境も分野も超える —

平成28年4月

エイジウム研究所 上席研究員 半澤 彰

## 1-1 石油・ガスの上流(探鉱・開発・生産)での事例

### 1-1-1 ドローンを使ったリグの安全点検



(出所: Sky Futures)

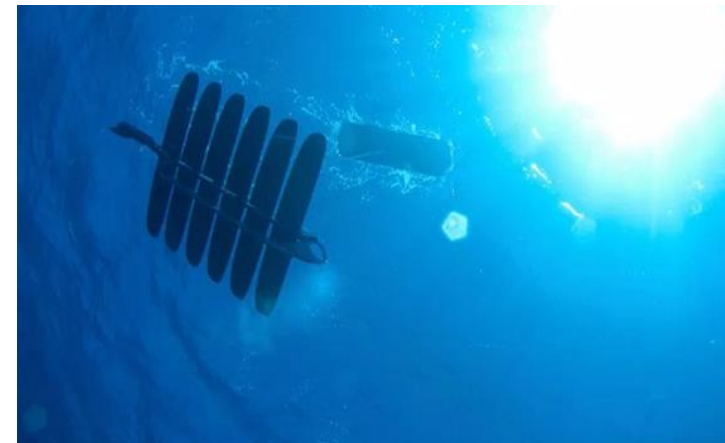
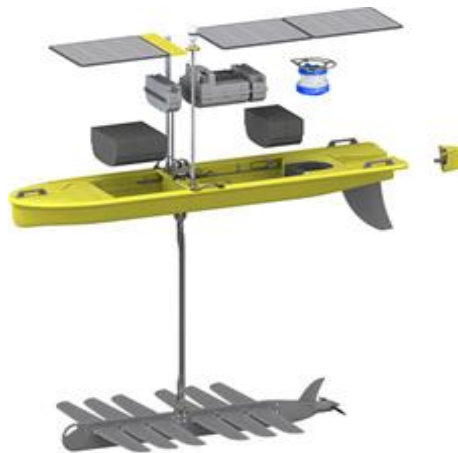
Sky Futuresは、本部をロンドンに置く会社で、石油・ガス産業を専門分野とする。クライアントとしてBP、Shell、Apache、BG Group、Statoilを持つ。同社と類似の活動をする会社としてCyberhawk、PrecisionHawk、SenseFly等があり、ドローンの商業的な利用を進めている。ドローンはリグのオペレーションを中断することなく検査をすることができるメリットを持つ。

Sky FuturesのBlackford氏曰く「石油・ガスのビジネスに参入したのは、正にその参入するための障壁が高かったからである。障壁が高いということは、競争相手が少ないことも意味する。解決すべき課題は種々あるが、最近の低油価の環境にも拘わらず採算性は良い。ドローンによるこのような検査が最初になされたのは2010年頃だが、その後このサービスに対する需要は鰻登りだ。2014年の1年間だけで2倍超に成長した。今後もこの高成長を続けさせていきたい。」

2015年初め米国の連邦航空局(the Federal Aviation Administration)は、ドローンの米国領空飛行への規制を緩和した。このことはSky Futuresのような会社が世界最大のオフショア市場へアクセスするのを可能にした。

## 1-1 石油・ガスの上流(探鉱・開発・生産)での事例

## 1-1-2 海洋調査ロボットThe Wave Glider SV3



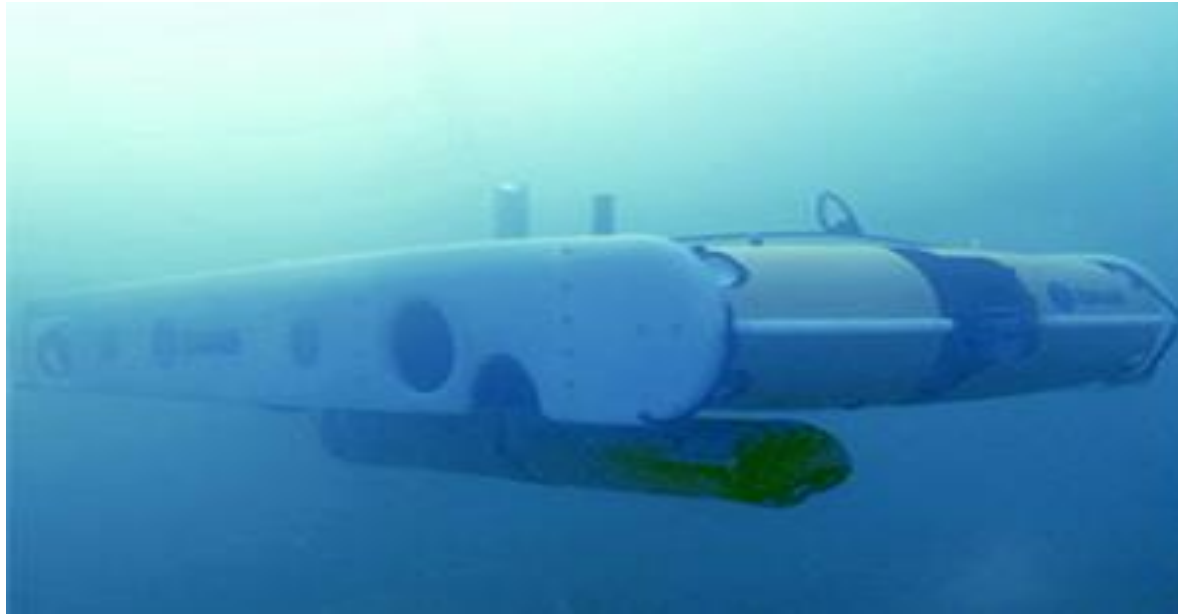
(出所: Liquid Robotics, Inc.、Schlumberger、及び両社による合弁会社(J/V)、Liquid Robotics Oil & Gas)

2012年6月21日、Liquid Robotics, Inc. と Schlumbergerは、両社による合弁会社(J/V)、Liquid Robotics Oil & Gasの設立を発表した。The Wave Glider SV3は世界で最初の潮力と太陽光(wave and solar propelled)で推進されるハイブリッド型の無人海洋ロボットである。SV3は、自然界にあるエネルギーを利用して革新的な形でそれを推進力に変え、また効率的なエネルギーシステムを構築してクライアントの海洋調査ニーズを満たす。これまでは人が直接出向くには危険過ぎたり、コストが掛かり過ぎるようなエリアでも進出していく。

SV3は、リアルタイムで船上で大容量のデータ・セットを処理し、電力を必要とするセンサー類のために発電と蓄電を柔軟に行えるように設計されている。また、複数の無人艇が全体として効果的で調和のとれた動きができるような自律的で環境適応型の自動制御装置も備えている。単独でも複数でも稼働できるが、SV3は、24時間/365日の完全無休で、かつどのような気象条件でも適応できる全天候型。また、このようなデータ収集に要するコストは他の代替手段と比べて、その90%位に抑えられる。加えて同じオペレーション現場で使用する船舶、ブイ、サテライト、飛行機等の効率性を補完改善することができる。

## 1-1 石油・ガスの上流(探鉱・開発・生産)での事例

## 1-1-3 オフショア石油・ガス事業の環境保全の為の先進ロボット

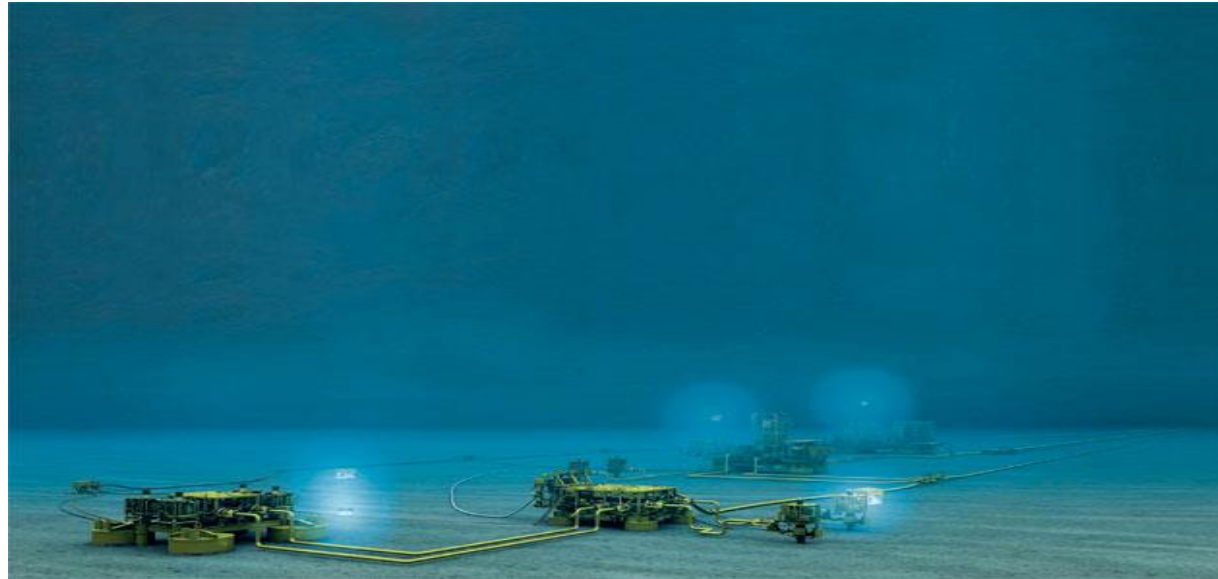


(出所: ENI)

“Clean Sea”は、ENIが考案し最近開発された革新的な水中ロボットである。オフショアの石油・ガスプラントが環境に与え得る影響をこのロボットが自動で監視・点検する。ENIは、自社の石油・ガス事業をより環境に優しく、安全で効率的に実施するため、最新の技術を開発・採用すべく取組みを強化している。その核心となる要素は、自動水中車 (Autonomous Underwater Vehicle: AUV) である。これは、概念的にはドローン(無人飛行機)に近い。AUVの主な特徴は、海面下のどのような環境でも海上や地上との物理的な接続なしに、また最小限のロジスティクス支援で、独立して、騒音を立てずに動き、かつオペレーションを行う能力がある。ドローンと同じように、AUVも軍で開発されたが、科学や産業分野等、その利用先を急速に拡大しつつある。AUVは、独立した動きができることから、従来の伝統的な技術や遠隔操作車 (Remotely Operated Vehicles: ROVs) では、全く不可能ではないにしても履行が難しい状況下で、貢献する機会を広げた。

## 1-1 石油・ガスの上流(探鉱・開発・生産)での事例

## 1-1-4 深海底の無人石油探鉱・開発装置



(出所:FMC Technologies)

FMC Technologies (FMC) の海底技術担当上級副社長 Tore Halvorsen 氏曰く:「石油開発関連会社は、操業コストを引き下げるには、何か抜本的なことをしなければならないことを、よく分かっている。FMC他の会社は、水温が氷点+2~3°C、水圧が地表の300倍という海底10,000フィート超の深さの環境に耐え得る機器を設計している。石油生産会社は、この海底機器を購入することにより、通常なら10億ドルを要する巨大な浮遊式プラットフォームを建設ないし購入しなくて済む。また、オフショアのサイトまで労働者をヘリコプターで送り、住居と食事を支給する必要がなくなることから、オペレーション・コストを大幅に削減することができる。

石油開発業界では、一貫した統合システムを作るためには、地表と海底の間でデータや指示を伝達するために遠隔監視センサーのネットワークが必要になると構想している。今は海面で船に繋ぎ止めてある海中遊泳ロボットが、海底に石油生産機器を設置後は、その機能や維持補修状況を監視するようになり、一方で新たなオフショア電気回路が、これら海底のオペレーションの電源を提供することになると考えている。

## 1-2 石油・ガスの中流(パイプライン等、輸送分野)での事例

### 1-2-1 スマートピグ (smart pigs)



Fig. 2.11 Pipeline Inspection Robot

(出所: Baker Hughes、他)

パイプラインは、アクセスのし易さ、気象環境が比較的マイルド、といった条件に助けられて、スマートピグ (smart pigs) と呼ばれる自動検査機器を使ってライン内部の検査ができるようになった。これらの機器はパイプラインの壁厚を計り、パイプラインの材質等のID情報を読み取って、オペレーターに伝えることができる。それによりオペレーターはパイプラインの腐食や浸食の現在の状況、将来の発生時期や進行度合い、影響等につき予測し、補修作業 (maintenance) が必要な時期等を決定できる。

# 1-2 石油・ガスの中流(パイプライン等、輸送分野)での事例

## 1-2-2 超音波センサー搭載ピグ



An ultrasonic pig. Image: Wikimedia commons

超音波センサー搭載ピグ



A pig launcher/receiver in Switzerland. Image: Wikimedia commons

ピグの発受器



The Trans-Alaska Pipeline in the US. Image: Wikimedia commons

Trans-Alaska Pipeline

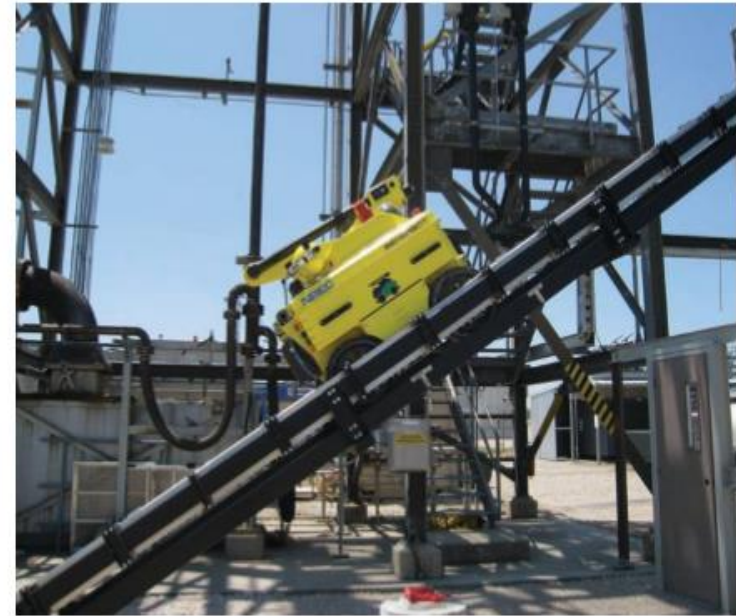
(出所 : Wikimedia Commons)

## 1-3 石油・ガス下流(製油所、貯蔵タンク等)での事例

## 1-3-1 プラント等の検査ロボット



Sensabot



Testing of the prototyped robot at Shell's Gasmer facility in Houston.

(出所: JPT、Petrobot Project)

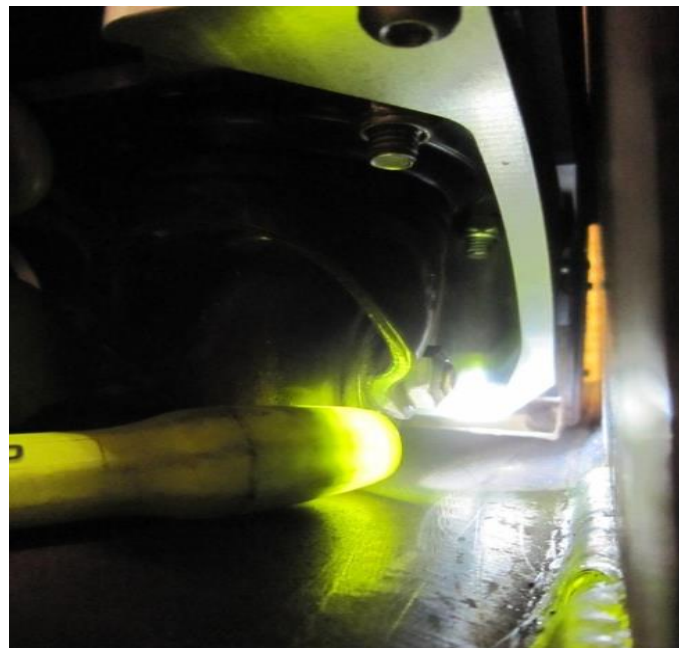
危険性のある陸上の(on-shore)プラントや製油所の遠隔監視作業は、ロボットシステムの中でも需要が高まりつつある分野である。それは無人で自動化された高所での作業も含む。識別能力があり(Intelligent)、信頼できるロボット及び計装(instrumentation)システムが開発されたため、オンショアのオペレーターはプラントの様々な部位について、安全な場所から監視・制御(monitor and control)できるようになった。すなわち、ロボットシステムを使用することにより、オペレーターは、計器の値の読み取り、バルブやレバーの操作、ガスのレベル水準測定、漏出、音響異常(acoustic anomalies)、表面態様(surface conditions)等の監視を遠隔地から安全に行えるようになった。Sensabot(上の写真)は、このような遠隔監視型ロボットシステムの一例である。

Carnegie Mellon大学が開発し、Shellがその支援を行った。



## 1-3 石油・ガス下流(貯蔵タンク等)での事例

### 1-3-2 貯蔵タンクの検査ロボット



出所: PETROBOT プロジェクト

2015年8月、後述の欧州PETROBOTプロジェクトで製油所タンクの腐食の有無をロボットで検査する実験を行った。上左図は、タンクの底板の腐食を、上右図はタンクの側板の厚みを各々チェックしているところ。

## Asiam 1-3 石油・ガス下流(貯蔵タンク等)での事例

### 1-3-3 フレアスタックの検査ドローン

(出所: Professional Engineering)



英国のCyberhawk Innovationsは、スコットランドの製油所にある高さ100m超のフレア・スタック(FS)の検査を、世界で初めて、プラントの運転を中断することなく無人のドローンの遠隔操作で行った。同社によれば、従来のクレーン、ヘリコプター等を使う方式と比べて、より安く、より安全に、より速く実施できた。ドローンには高性能ビデオ・カメラを搭載し、至近距離からFSを撮影した。

## 1-4 石化産業(プラント等)での事例

### 1-4-1 無人飛行システム(Unmanned Aerial Systems (UAS)=ドローン)



出所:Aetos Group

Aetos Groupは石化産業を中心にドローンを活用して種々の検査を行っている。同グループのドローンは、高精度のセンサーを搭載し、プラント等構造物の変化や環境への影響等を検査している。

## 1-4 石化産業(プラント等)での事例

## 1-4-2 石化プラントでの検査



(出所 : Investigacion y Desarrollo)

Pemexの石化部門で起用している技術コンサル会社、COMIMSA (the Mexican Corporation of Material Research) が、同社設計のロボット、RoboPipeを使って、プラントやパイプラインの外壁から内部の異常、腐食、壁厚等を検査させているところ。高精度カメラと超音波のシステムを搭載し、垂直の壁を移動できる。8mの高さを登り、8.8cmの狭い幅を移動でき、高湿度の環境での作業も可能。

## 1-4 石化産業(プラント等)での事例

## 1-4-3 石化プラントでの各種遠隔操作



(出所: ABB Robotics)

ABB Roboticsが開発したロボットは、石化プラントでの種々の必要な操作が行える。プラントの運転、制御、最適化、監視、検査、資材移動、清掃等々をコントロール・ルームから遠隔操作でロボットに実施させることができる。

## 1-4 石化産業(プラント等)での事例

## 1-4-4 石化プラントでの製品梱包、積み付け(Palletizing)、ロジスティクス

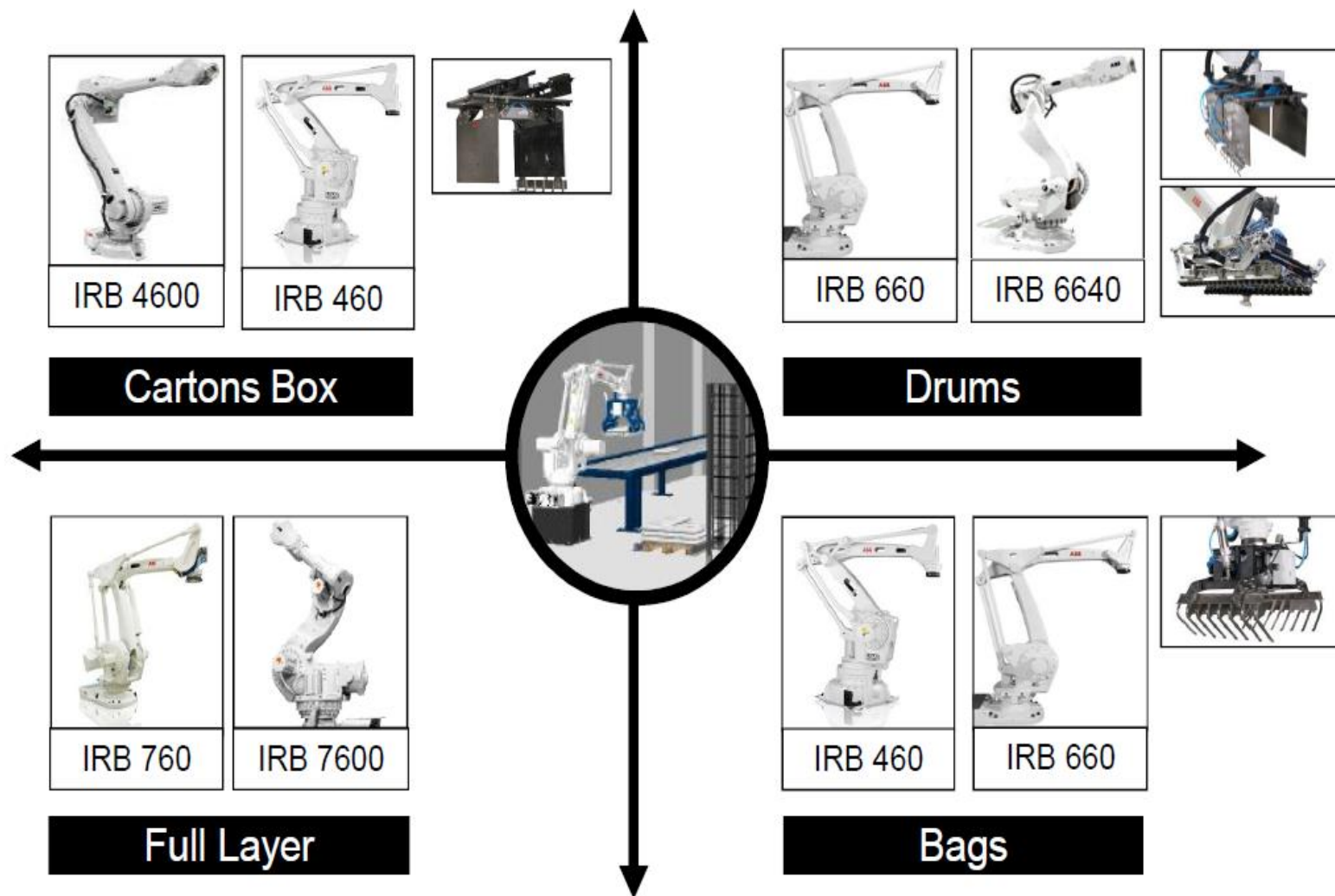


(出所: ABB Robotics)

石化プラントで、ロボットを使った各種製品の効率的な梱包、積み付け等の事例。

1-4 石化産業(プラント等)での事例

1-4-4 石化プラントでの製品梱包、積み付け(Palletizing)、ロジスティクス



(出所: ABB Robotics)

梱包、積み付け対象の製品とABB Roboticsの各種ロボットのマッピング