



日本からみた船舶の 無人航行システムとGNSS

Japanese Perspective of Unmanned
Maritime Vessels and GNSS systems

Nov. 11, 2016

国立研究開発法人海洋研究開発機構
JAMSTEC

吉田 弘
Hiroshi Yoshida

Technical Terms

- **UMV: Unmanned Maritime Vessel** 無人航行船
- **USV: Unmanned Surface Vehicle** 洋上無人探查機
- **ASV: Autonomous Surface Vehicle** 洋上自律探查機
- **AUV: Autonomous Underwater Vehicle** 自律型無人探查機
- **ROV: Remotely Operated Vehicle** 遠隔操縱型無人探查機

Scope

SIZE

- ボートサイズの無人航行船 (Pleasure boat class)

APPLICATIONS

- 科学調査 (Scientific research)
- 港湾・河川設備点検、海底地形調査、資源調査等 (Commercial)

HOW TO USE

- スタンドアローン (Stand alone)
- 母船に搭載して調査海域で展開 (ASV carried by a support vessel)
- 海中探査機との同時運用 (ASV and underwater vehicles)
- 遠隔操縦・自律航行 (Autonomous or Tele-control)

進むドローン輸送船の開発構想 Drone Ship



Rolls-Royce

約38兆円とも言われる海上輸送の市場において、安全で安く、環境汚染も少ない輸送方法として開発中



<http://gigazine.net/news/20160323-rolls-royce-future-shore-control-centre/>

実用化へ向かうUSVの例

Practical use of an USV



Sea Hunter/ DARPA

実戦配備用で、運用コスト削減のために開発。2年間のテストを行う。

- ✓ 40 m, 135 tons
- ✓ 12 knots
- ✓ 70 days
- ✓ Sea State 7

- 2016年1月 進水 (Launched in Jan. 2016)
- 完全自律型 (Fully autonomous)
- レーダベースの衝突防止機能 (Obstacle avoidance based on a RADAR system)
- 常時監視型 (Under constant monitoring)
- テスト期間中は制御ステーションを設置 (A makeshift cockpit)

日本で運用されているUSV

An USV in Japan



かんちゃん Kan-chan

Observation of aerosol and
phytoplanktons

Cruising and fixed-point operations

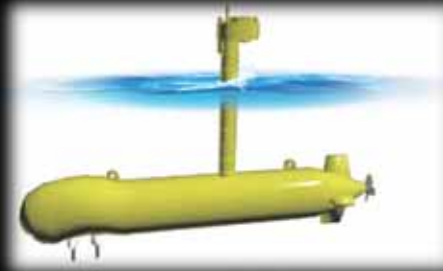
- ✓ 8 m, 3 tons
- ✓ 3 knots
- ✓ 10 days
- ✓ FOMA/ Wide star

- 1998年プロジェクトスタート@東大海洋研(Launched in 1998)
- 八丈島周辺および岩手県大槌沖にて無人観測
- 2013年から福島第一原発沖合での放射線モニタリング
(Radiation monitoring around the Fukushima nuclear power
plant since 2013)

UMVs



130 kg
Ocean Aero



700 kg
IHI, 海技研



40m, 135 tons
Sea Hunter/ DARPA



90 kg
Waveglider /
Liquid Robotics



?
Roboat/ MIT & Dutch universities



350 kg
C-Enduro / ASV₇

Boat size UMV = ASV/USV



3.5 tons
C-Worker / ASV



1.7 tons
Mariner/ Maritime Robotics



1.8 tons DELPHIS /
MES and University of Tokyo



3 tons
Mainami / MHI and JAMSTEC

無人船とAUVの同時利用

ASV-AUV applications

Why we need underwater vehicles

ITEMS	Surface	Shallow water	Deep sea
資源開発 Development of resources	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
気候変動 Climate change	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
環境調査 Environment	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
港湾点検 Inspection in port and harbor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
漁業・養殖 Fisheries	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
海洋エネルギー Ocean energy	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
輸送 Carrier	<input checked="" type="checkbox"/>		

世界と日本のUSV-AUV動向

Topics of USV-AUV

- EU, USA: 洋上無人船(USV)の開発から市場形成へとシフト
Stage shifts from development to product commercialization.
- 英国: ASVのパイオニアであり、海上無人機のルール作りを開始(2016/3)
UK started rulemaking of UUVs in March 2016
- ROV, AUVの需要も高く、特にAUV市場は2桁成長(2040年には1兆円超え)
ROVs and AUVs are in demand in USA and EU.
- 中国は海底基地を含む多大な投資による開発を展開中
China invests heavily in development of marine infrastructure including an underwater base.
- 陸と空のロボット化は、実用段階に入り、法整備も進む
Robotization of land and air vehicles are in practical stage and legislation has moved forward.
- 一方日本は、洋上無人船の利用や技術開発は遅れている
Practical uses and development of UUVs in Japan are still behind compared to the world

日本の市場

Japanese Market of Ocean Industry

	洋上 Surface	海中 Underwater
Now	20兆円/年 (20 trillion yen / year)	数百億円/年 (Multibillion-yen / year)
~2020	? [漁業・養殖業 fishery 輸送 marine transportation 石油備蓄 oil stock 港湾整備 harbor improvement]	? [漁業・養殖業 fishery 港湾整備(水中) harbor improvement]
2030	?	[海洋発電メンテ ocean energy maintenance メタハイ methane hydrate 海底鉱物資源 ocean resources]

Domestic ocean industry market is small

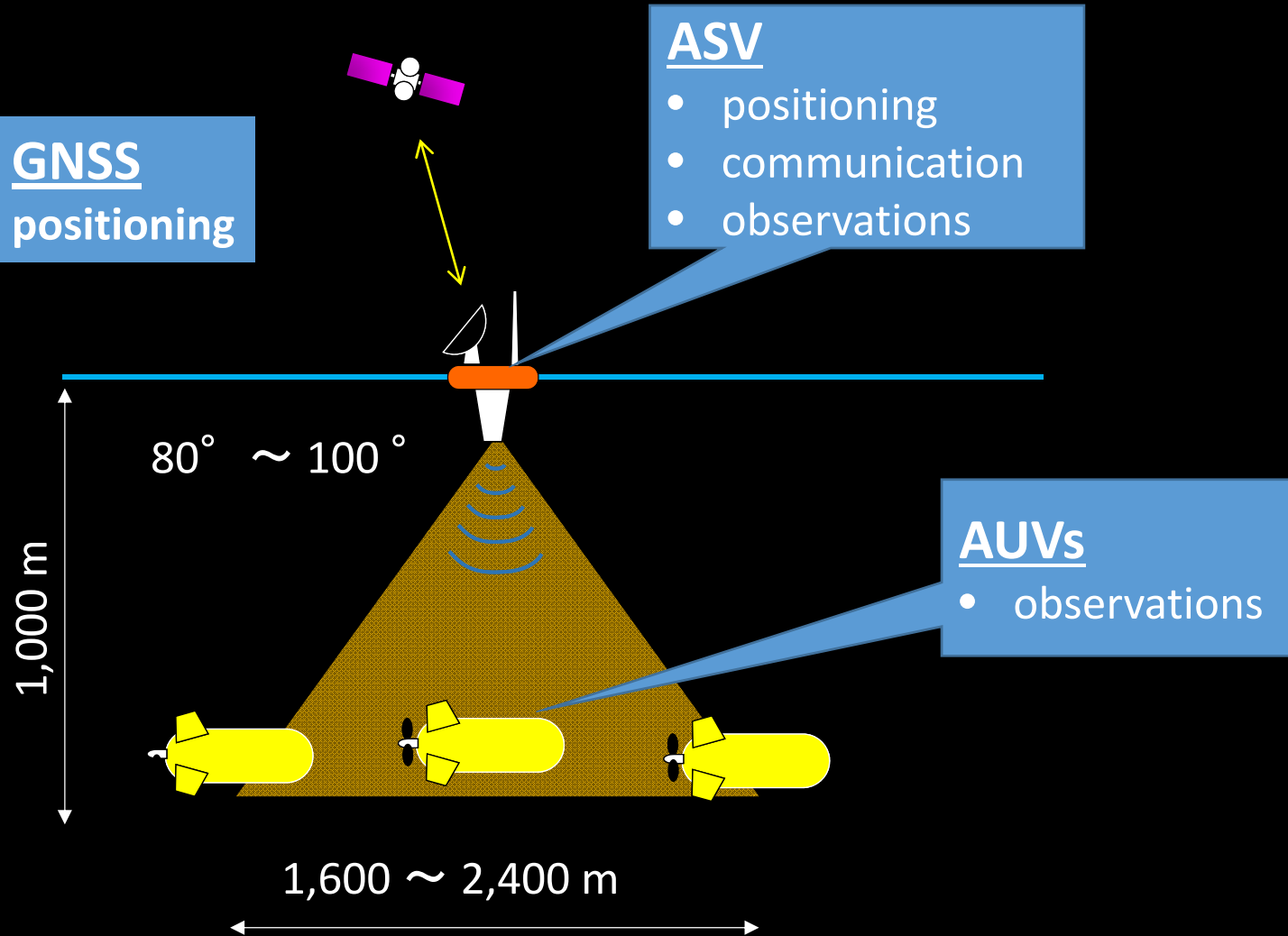
→ overseas deployment and/or market creation are needed ¹²

ASV relays AUVs' information

GNSS
positioning

ASV

- positioning
- communication
- observations

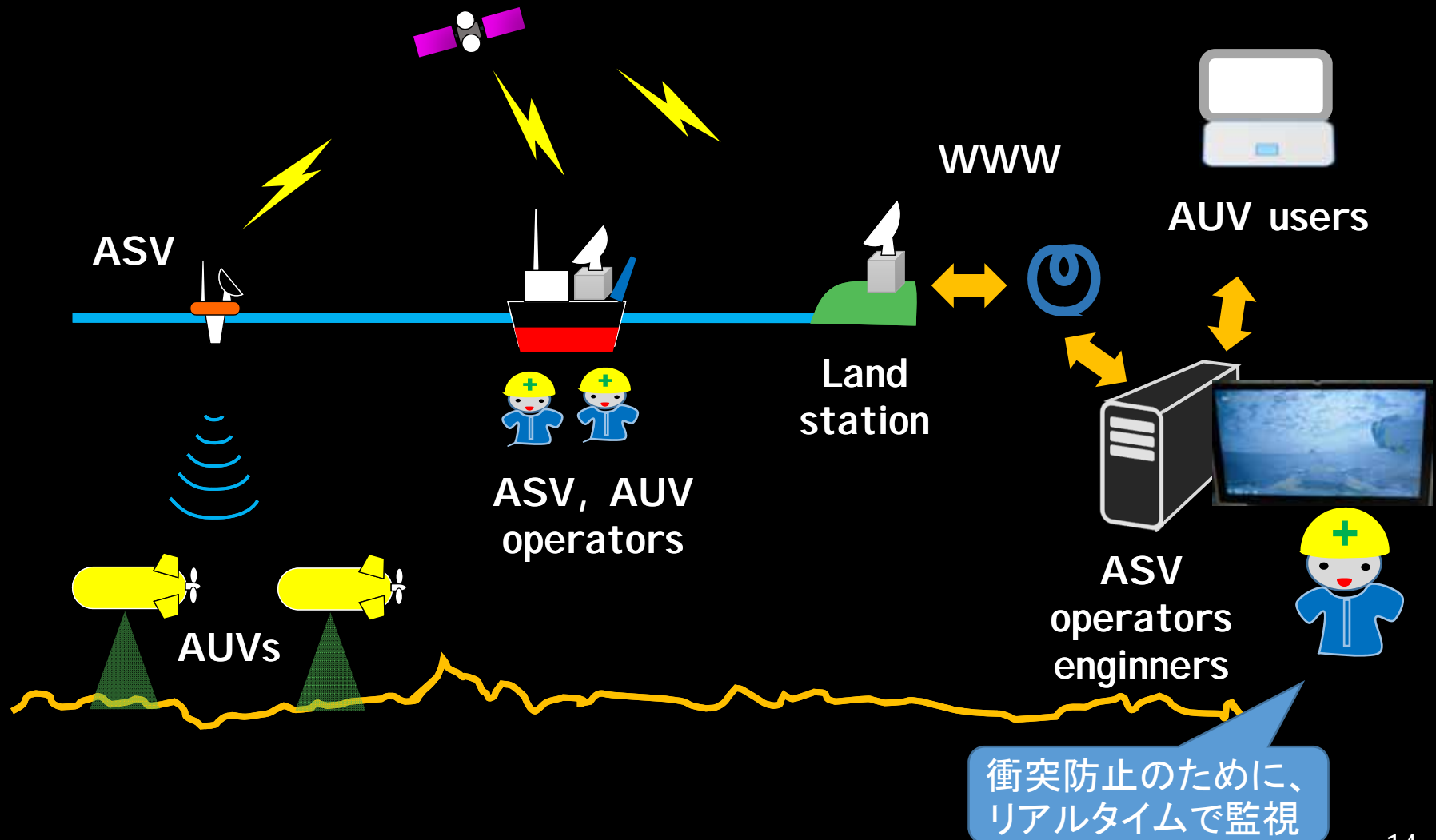


AUVs

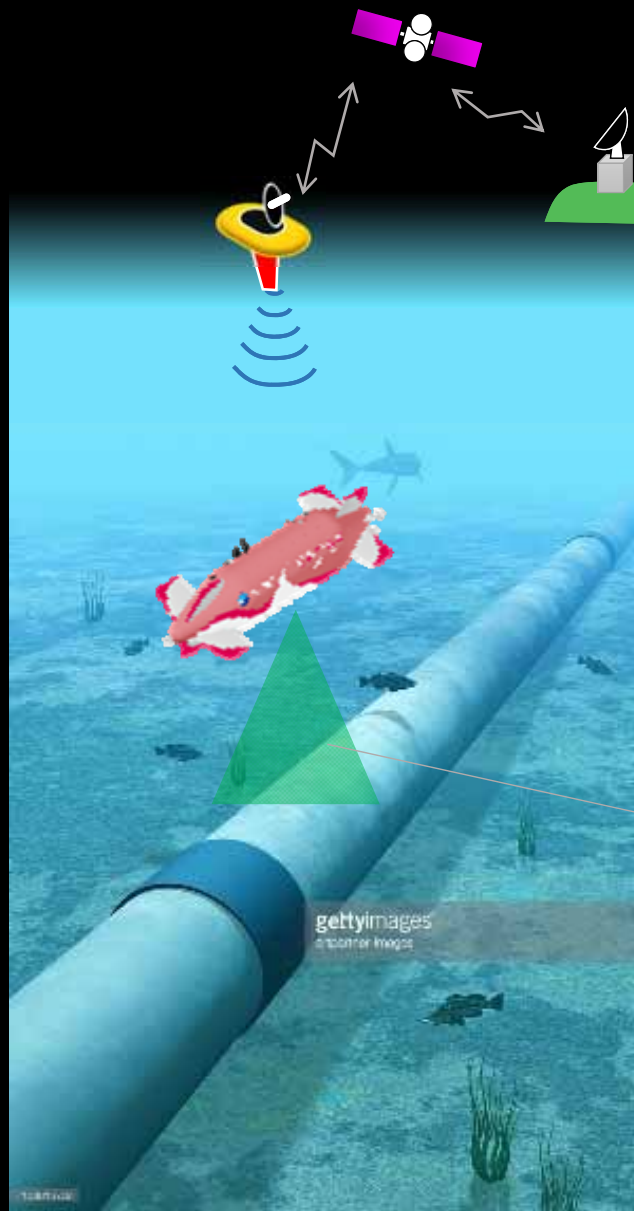
- observations

基本的なASV-AUVの使い方

ASV-AUV operation

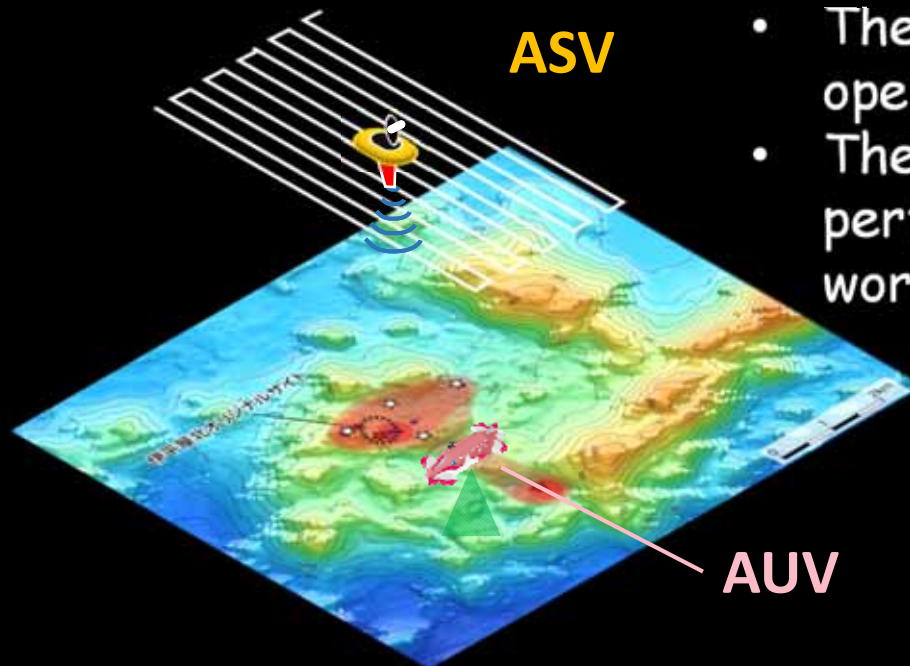
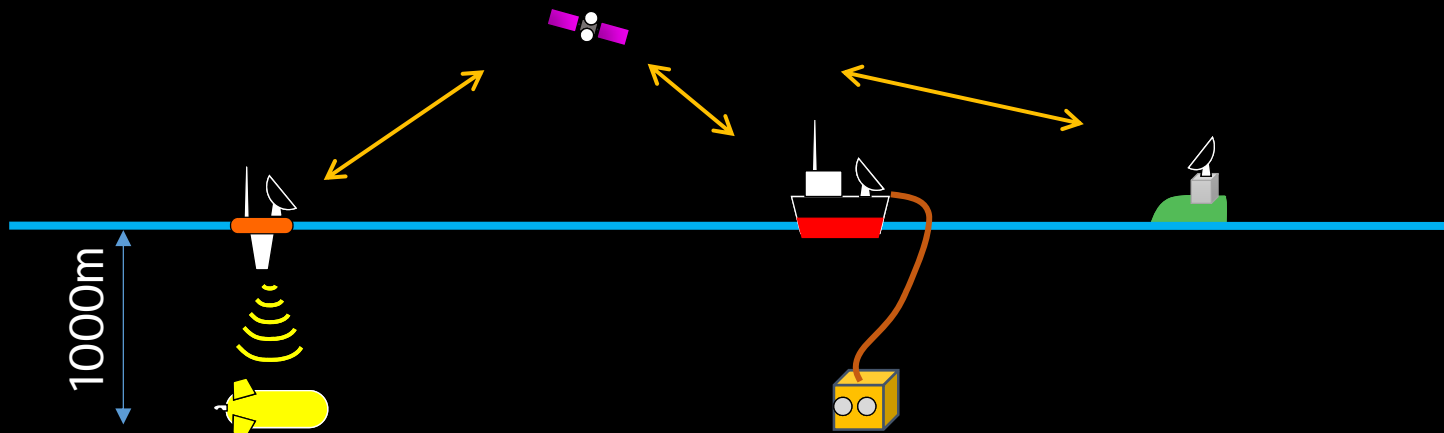


Pipeline inspection



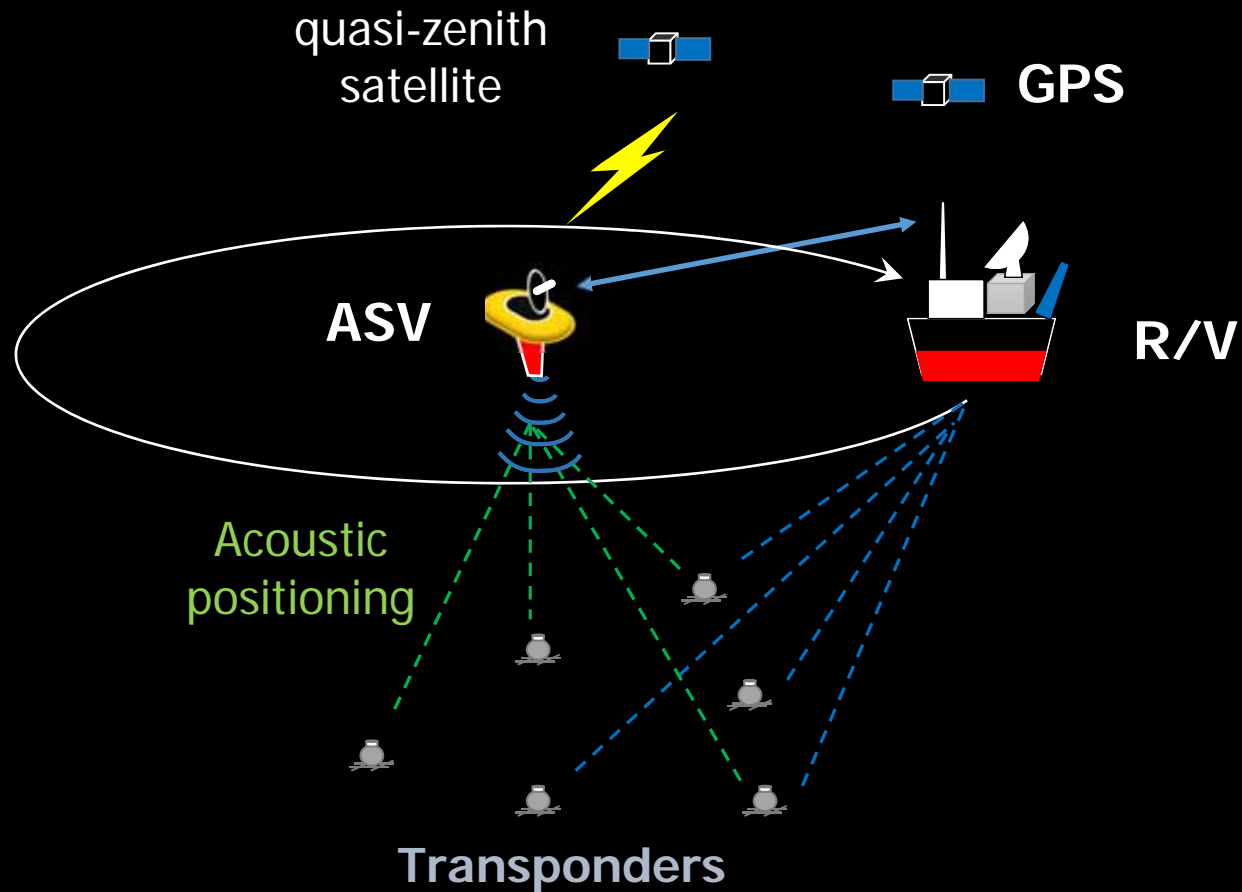
Sonar
Laser Scanner
Camera

Creating bathymetry map



- The AUV is tele-operated with the ASV.
- The mother ship performs the other works.

Observation of crustal movement



Application areas of the system

- ✓ 海底地殻變動観測 (Observation of Ocean Crustal Movement)
- ✓ 資源探査: (Ocean Resources Exploration)
- ✓ 生物調査: (marine organism Investigation)

Technologies improvement needed

- 遠隔操縦とマンマシンI/F (Tele-operation and MM-I/F)
- 自律航法 (Autonomous Navigation and Guidance)
- 測位 (Positioning)
- 他船認識と衝突回避 (Recognition and collision avoidance)
- 動力源 (Energy)
- 信頼性 (Reliability)

 GPS-INS-Doppler velocity meter hybrid navigation

Regulations

- 海上**衝突**予防法

The Act for Preventing Collisions at Sea is the most important.

- 海上・海中ロボットのルール作りでは**漁協**の意見が重要

It is important to reflect views of fisheries cooperative association on the rules.

- 公海や、他国領海での運用は？

What will be the significance of the operations in the open sea.

- 他船舶や海洋構造物との**衝突**回避方法は？

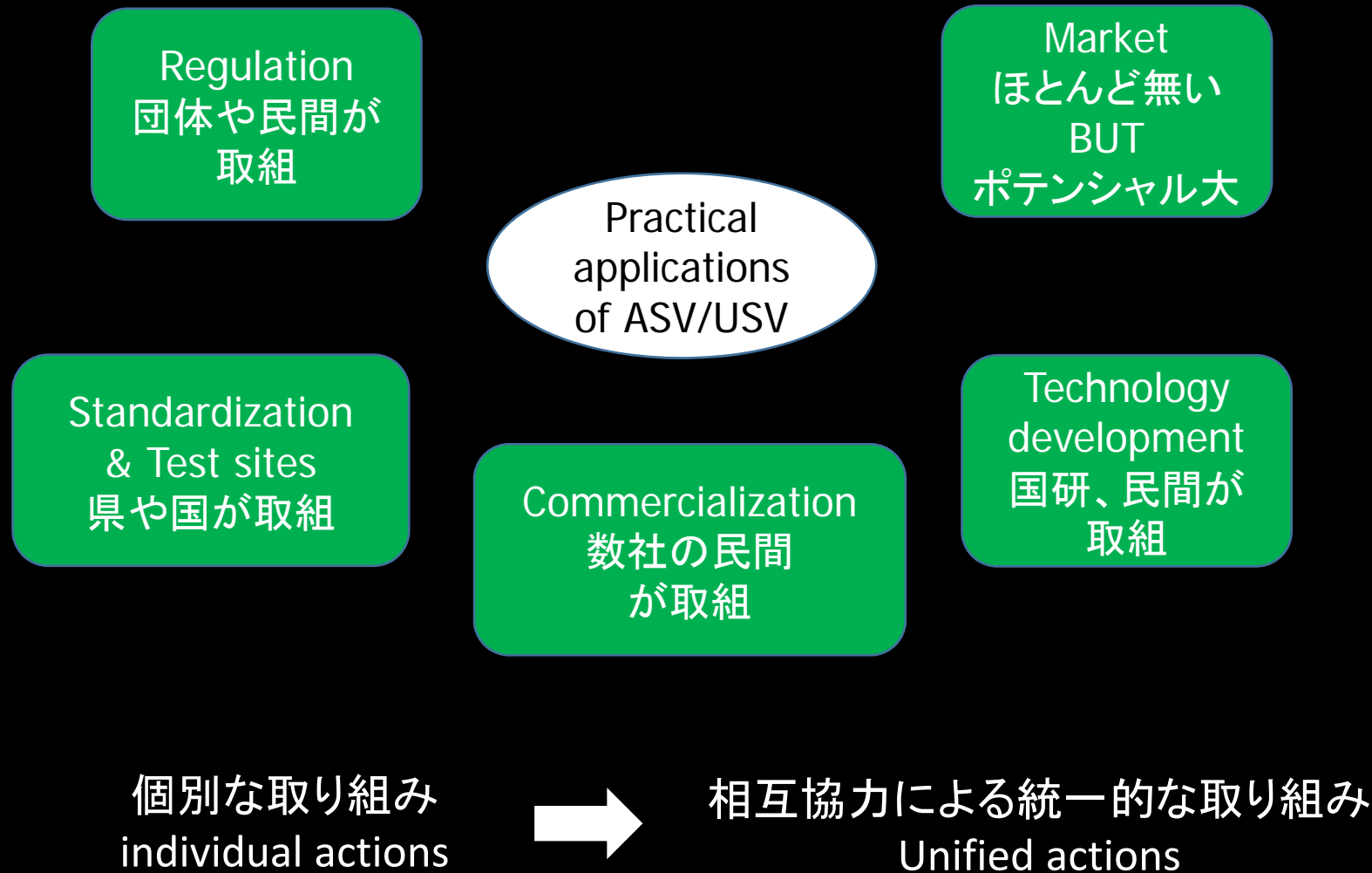
How do you avoid collisions?

i. **自動認識** (Automatic recognition) → Probability of misjudgment?

ii. **遠隔監視** (Tele-monitoring) → Mandatory twenty-four-hour supervision?

ボートサイズ無人船 (ASV) 実用化にむけて

Toward the realization of ASVs



END