

港湾分野におけるICT進展・DXに関する研究動向

2021年 1月18日
港湾研究部長 渡部富博



国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management

1. はじめに

- ① 港湾を巡る動向

2. 船の動静データ(AISデータ)を用いた研究

- ① 港湾の計画
- ② AISの概要
- ③ AISを活用した船の航行・離着岸などに関わる動静分析
- ④ 衛星AISを活用した船の動静分析

3. 港湾ICT施工に関わる研究

- ① 港湾の施設
- ② 港湾分野でのi-conの全体概要
- ③ 浚渫におけるi-conの推進に関わる研究

参考文献

1. はじめに ～港灣を巡る動向～

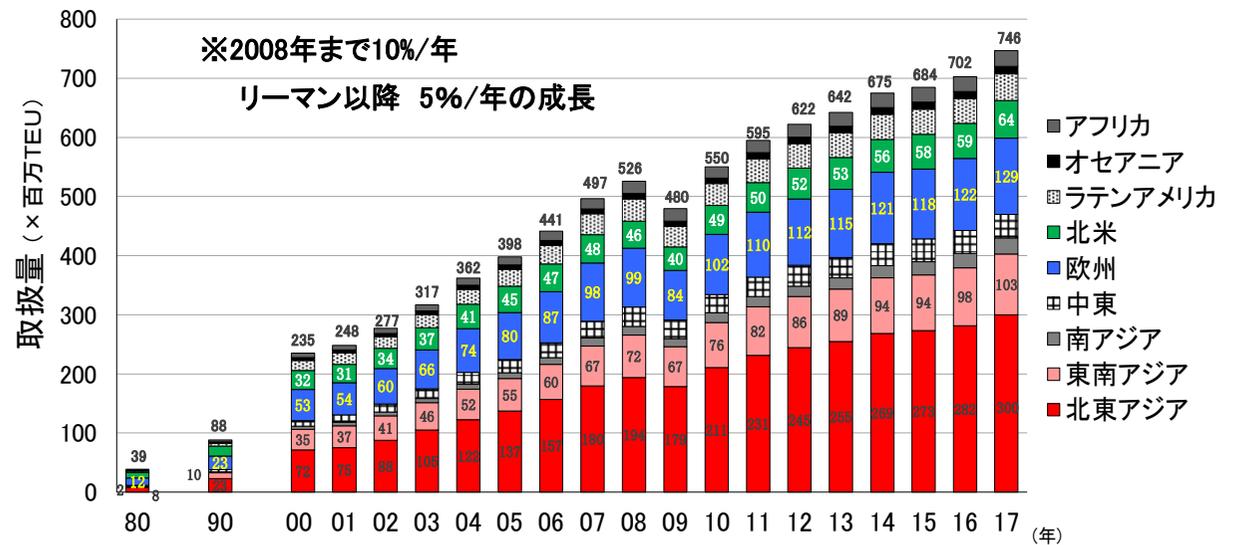
経済のグローバル化に伴う海上輸送量・コンテナ貨物輸送の増大

世界の船舶数

船種	隻数
コンテナ船	5,135
バルク船	11,272
タンカー	2,182
自動車専用船	755
クルーズ船	600
LNG船	585

資料:Lloyd'sデータ 2020年9月を元に作成

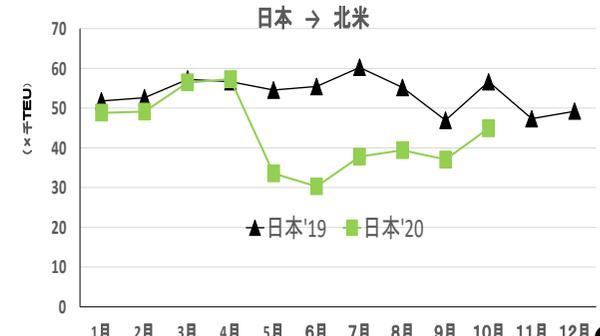
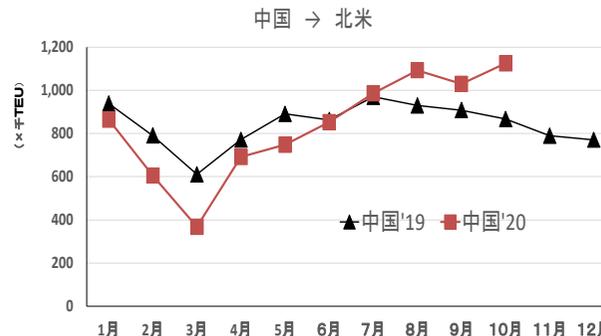
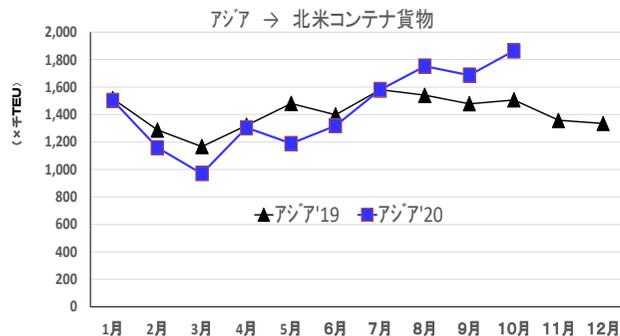
世界の港灣の地域別コンテナ貨物取扱量推移



注)TEU (Twenty-foot Equivalent Unit)は国際標準規格 (ISO規格) の20ftの長さのコンテナを1TEUと数える単位。40ftコンテナは2TEU。

資料:Drewry社のContainer Forecaster & Annual Review 2018/2019、同2017/2018、同2014、Annual Container Market Review and Forecast 2012/2013、同2008/2009、The Drewry Market Review 2006/2007 (Drewry) を元に作成。

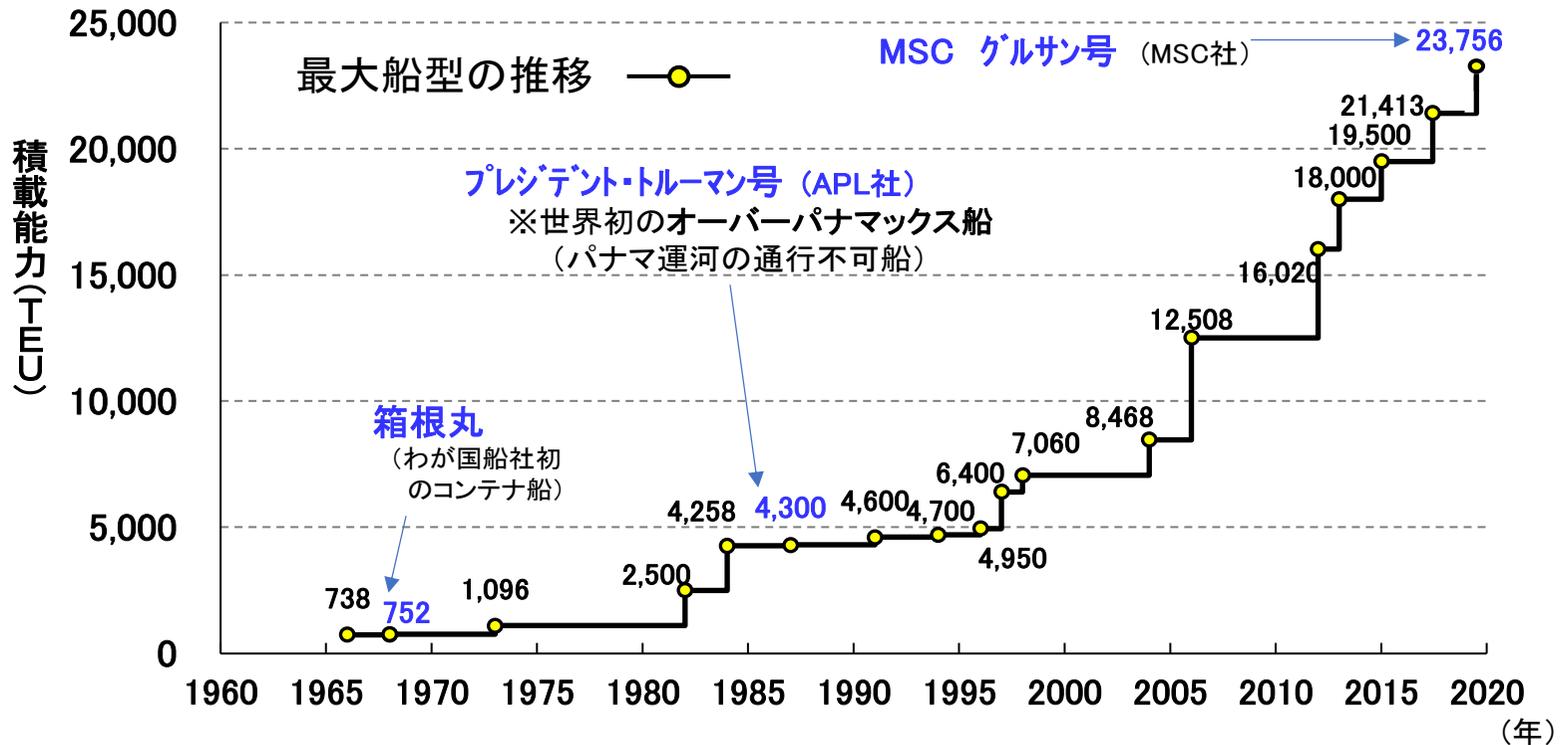
(参考)コロナ禍の海上コンテナ貨物輸送への影響 ～アジアー北米間～



資料:PIERSデータに基づき港湾研究部作成

大型化するコンテナ船

- 1980年代後半にパナマ運河を通航できないオーバーパナマックス船が登場
- 2000年代以降もコンテナ船は貨物量増大を背景に大型化。



注：TEU (Twenty-foot Equivalent Unit)：国際標準規格 (ISO規格) の長さ20ftコンテナを1TEUとする単位。

資料：国土交通省港湾局資料 (2004年までは海事産業研究所「コンテナ船の大型化に関する考察」、2004年以降はオーシャンコマース社及び各船社HP等の情報をもとに作成) に一部加筆。

	積載能力	船長(m)	船幅(m)	喫水(m)
箱根丸	752TEU	187.0	26.0	9.5
プレジデント・トルーマン号	4,300TEU	275.1	39.4	12.5
MSCギルサン号	23,756TEU	399.9	61.5	16.5

○コンテナターミナルの自動化の進展

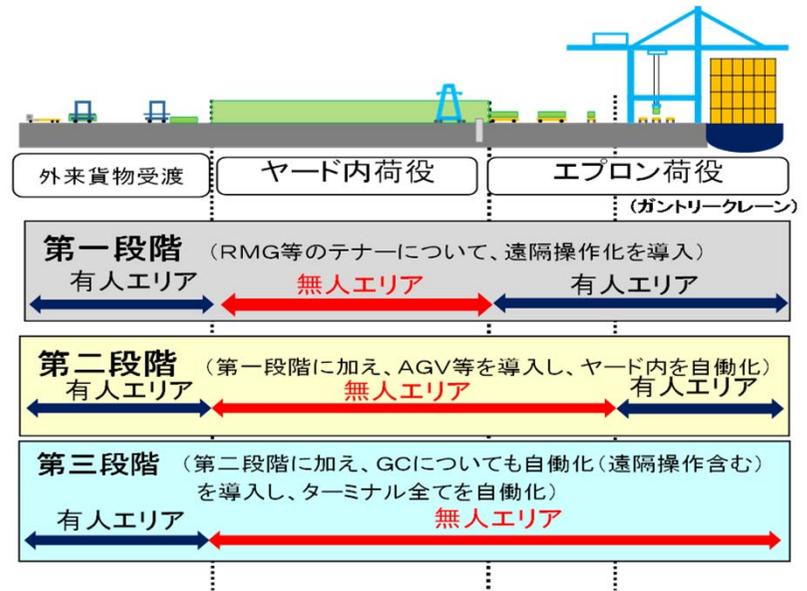
港湾名	ターミナル	自動化状況(2019年時点)		
		外来シャーシとの受け渡し	ヤード内荷役	エブロン荷役注1
上海	洋山深水	遠隔	ASC	○
シンガポール	パシルパンジャン	遠隔	OHBC、RMG	×
釜山	BNCT等	遠隔	ASC、RMG	×
LA/LB	TraPac, LBCT	遠隔	ASC	○注2
ロッテルダム	APMT、RGW、ユーロマックス、デルタ	遠隔	ASC	○注3
ドバイ	ジュベラル	遠隔	RMG	○
廈門	XOGCT	遠隔	RMG	○
ハンブルグ	CTA, CTB	遠隔 注4	ASC	○注4

注1:一部遠隔操作を含んでおり、すべての作業が完全自動化しているわけではない。

注2:LBCTのみ 注3:APMT, RGWのみ 注4:CTAのみ

※ASC(自動化スタッキングクレーン)、OHBC(天井クレーン)、RMG(レール式トランスファークレーン)

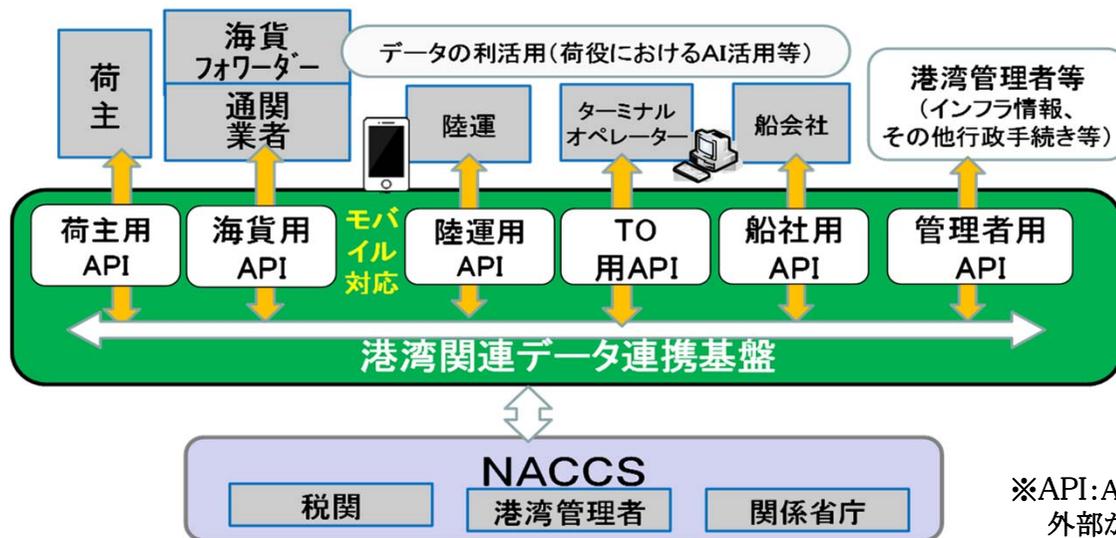
資料:雑誌港湾(日本港湾協会)2020年11月を元に作成



【参考】コンテナターミナル概観(神戸港六甲アイランド)



○港湾関連データ連携基盤の整備



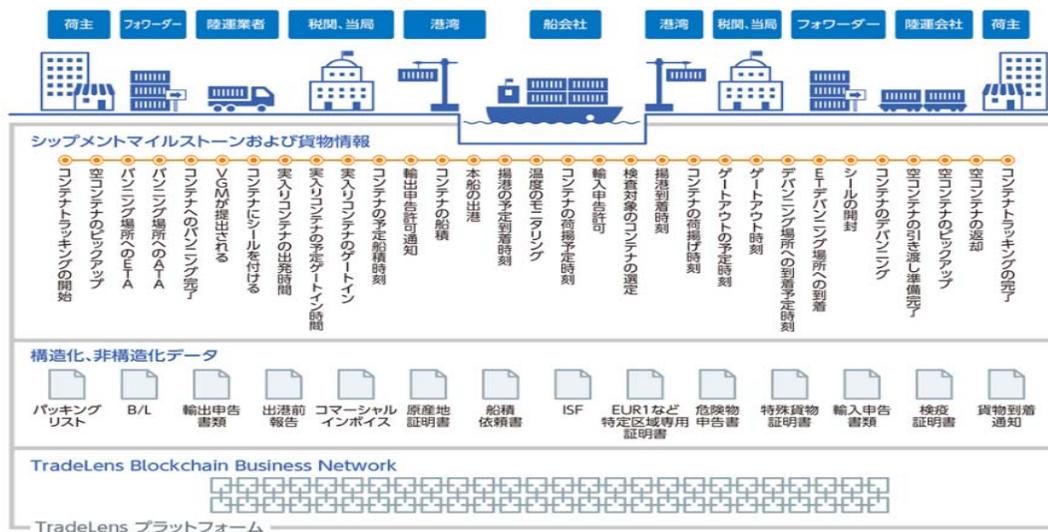
・港湾での民間企業同士の書類のやりとりは紙やFaxも多い



電子化や連携を図る情報プラットフォーム(港湾関連データ連携基盤)の構築が進行中

※API: Application Programming Interface
外部から機能(の一部)を利用するための仕様

【参考】TradeLens (トレードレンス)



・海運大手企業のMaersk(デンマーク)とIBMが協働で国際貿易プラットフォームを展開

・ブロックチェーンを活用しペーパーレスによるコスト削減や、SCM可視化でサービス向上

2. 船の動静データ(AISデータ)を用いた研究

① 港湾の計画

○係留施設 対象船舶に応じた水深、延長
(コンテナ船の標準諸元)

載荷重量トン数 DWT (トン)	全長 Loa(m)	垂線間長 Lpp (m)	型幅 B(m)	満載喫水 d(m)	参考：積載可能コンテナ個数 TEU	
30,000	201	190	30.3	11.9	2,500	1,728~3,535
50,000	269	255	32.3	12.8	4,300	2,496~5,752
100,000	338	322	45.3	14.6	8,500	5,541~10,622
200,000	400	382	59.4	16.2	19,200	17,608~21,434



載荷重量トン数 DWT (トン)	バース長 (m)	バース水深 (m)
30,000	250	13.0
50,000	330	14.0
100,000	410	16.0
200,000	500	18.0

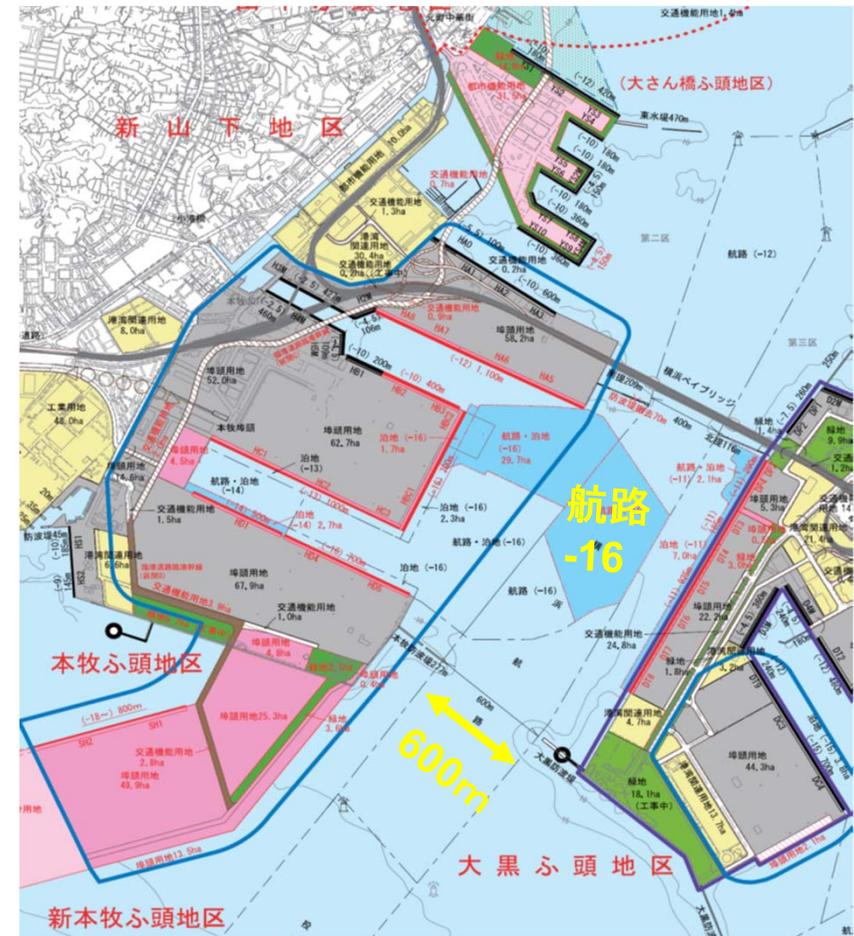
○泊地

- ・自力による回頭の場合・・・直径3Lの円
- ・曳船による回頭の場合・・・直径2Lの円

(Lは対象船舶の全長)

○航路

- ・水深・・・対象船舶の係留状態時の静水状態の最大喫水の1.1倍
- ・航路幅・・・船舶が行き会う可能性のある航路では対象船舶の長さL以上



横浜港港湾計画図(H26年11月改訂)

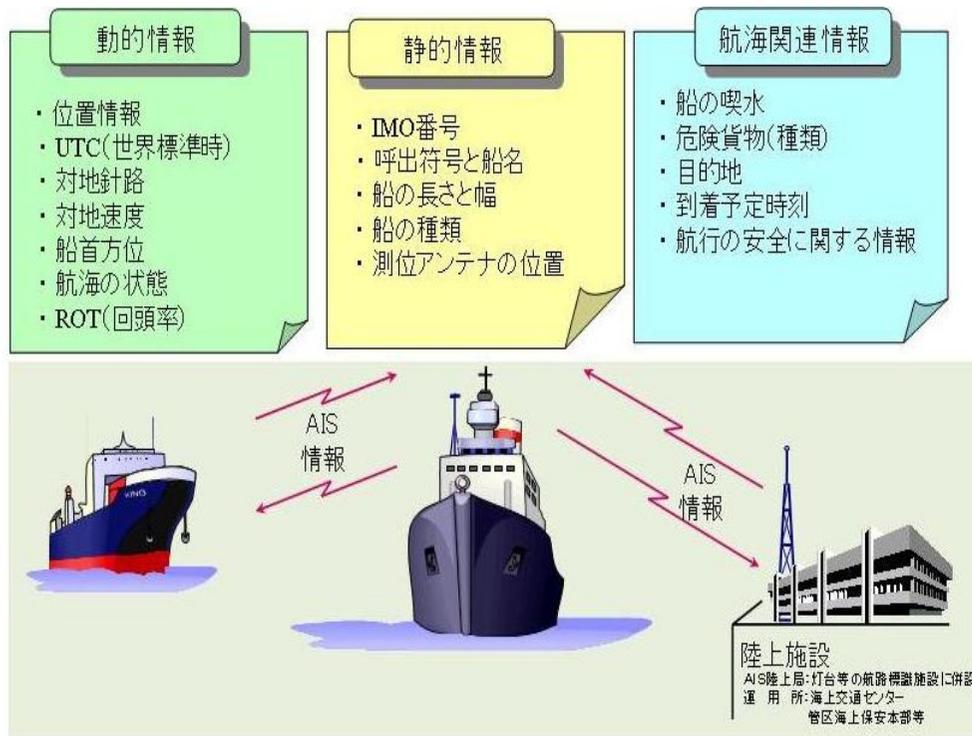
②AIS(Automatic Identification System)の概要

AISで送受信される主な情報

- 静的情報 : 船名, IMO番号、船種, 船体諸元(長さ, 幅)、測位アンテナ位置
- 動的諸元 : 位置(緯度・経度), 対地針路・速度船首方向, 航海ステータス(航海, 停泊)
- 航海関連情報: 喫水, 積載物, 目的地 など

※2008から義務化:

300総トン以上(国際航海船舶), 500総トン以上(非国際), 国際航海の全旅客船



資料: 海上保安庁WEBより



資料: 海上保安庁資料より

○船舶動静に関わるAISデータの取得、蓄積を行い、データ分析

- ・9基地局のネットワーク。
- ・受信局から半径約60kmの船舶動静を観測可能。

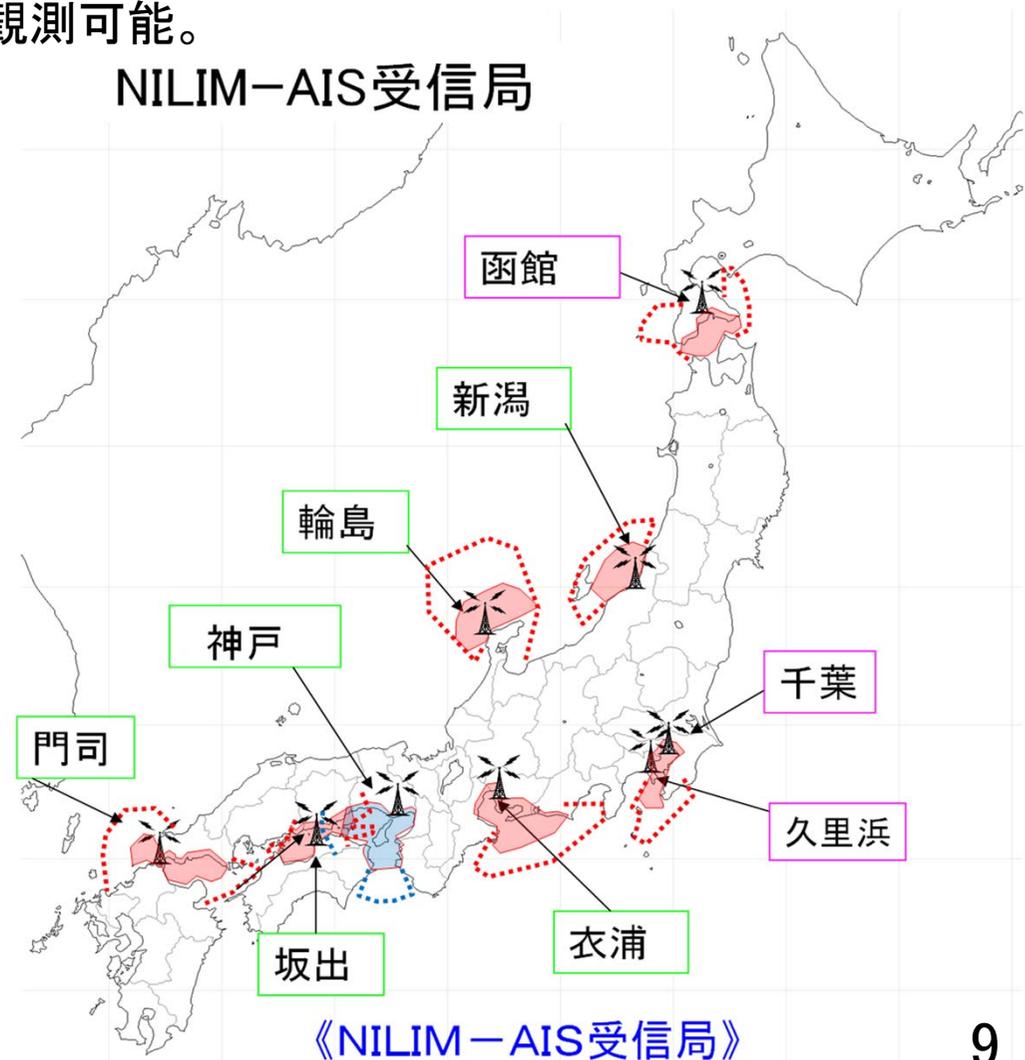
カバー範囲

津軽海峡、東京湾、大阪湾、伊勢湾
瀬戸内(一部地域は不可)
新潟、輪島

- ・データは、インターネット経由で、
国総研のDBに随時蓄積



AISアンテナ(千葉)



1) 大型クルーズ船の着岸時の動静分析

大型化が進むクルーズ船

就航年	船名	総トン数	全長(m)	船幅(m)	満載喫水(m)	マスト高(m)	乗客定員(人)
1990年	飛鳥Ⅱ	50,142	241	29.6	7.8	45	872
1995年	Sun Princess	77,441	261	32.3	8.1	50	1,990
2004年	Daiamond Princess	115,875	290	37.5	8.5	54	2,670
1999年	Voyager of the Seas	137,276	311	38.6	8.8	63	3,114
2009年	Oasis of the Seas	225,282	360	64	9.1	65	5,400

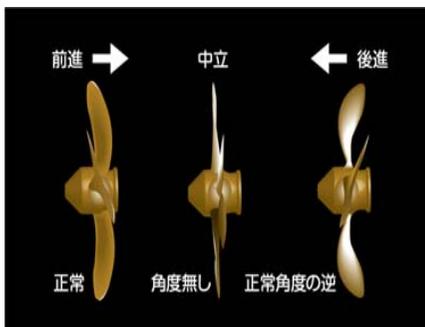
資料: 国土交通省港湾局資料を元に作成。乗客定員は1室2名使用時。



Mariner of the Seas(横浜港)

進化するクルーズ船の推進装置・操船など

可変ピッチプロペラ



資料: 長距離フェリー協会WEBより
(<http://www.jlc-ferry.jp/inboard.html>)

二重反転プロペラ



資料: ジャパンマリンユナイテッド(株)WEBより
(<https://www.jmuc.co.jp/press/2015/crp-2.html>)

バウスラスタ



資料: 長距離フェリー協会WEBより
(<http://www.jlc-ferry.jp/inboard.html>)

ポッド推進器

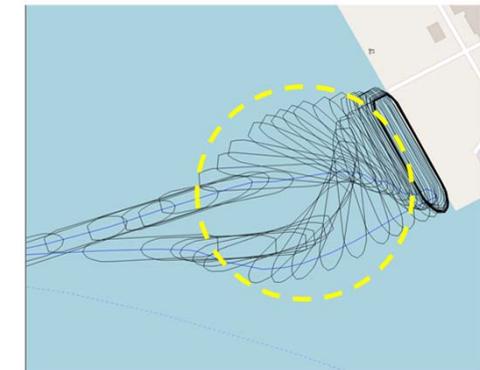


資料: 海上技術安全研究所WEBより
(<https://www.nmri.go.jp/main/etc/kaisetsu/0009.html>)

⇒ これらに対応した港湾の計画・整備が必要

大型クルーズ船の回頭円規模(必要水域規模)の検証・・・AIS活用 (51ケース)

(例) 11万総トン クルーズ船(2018年7月)の離着岸

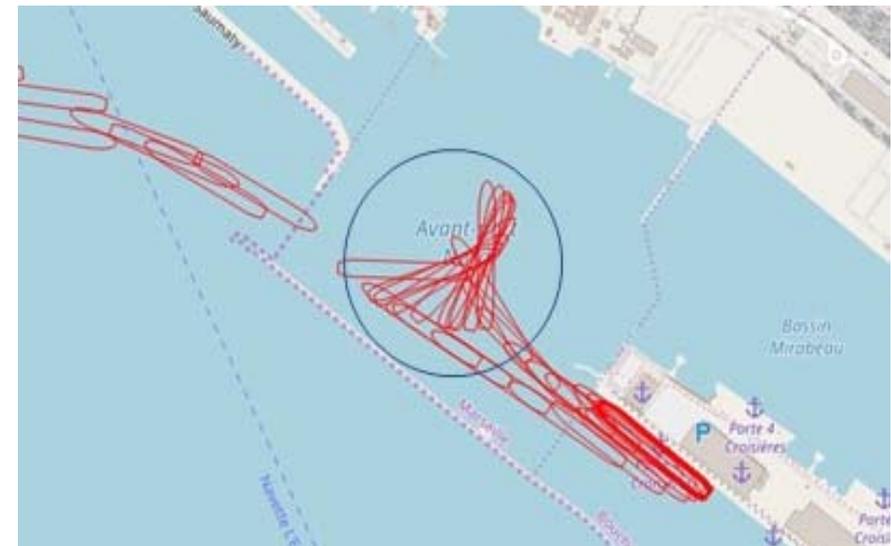
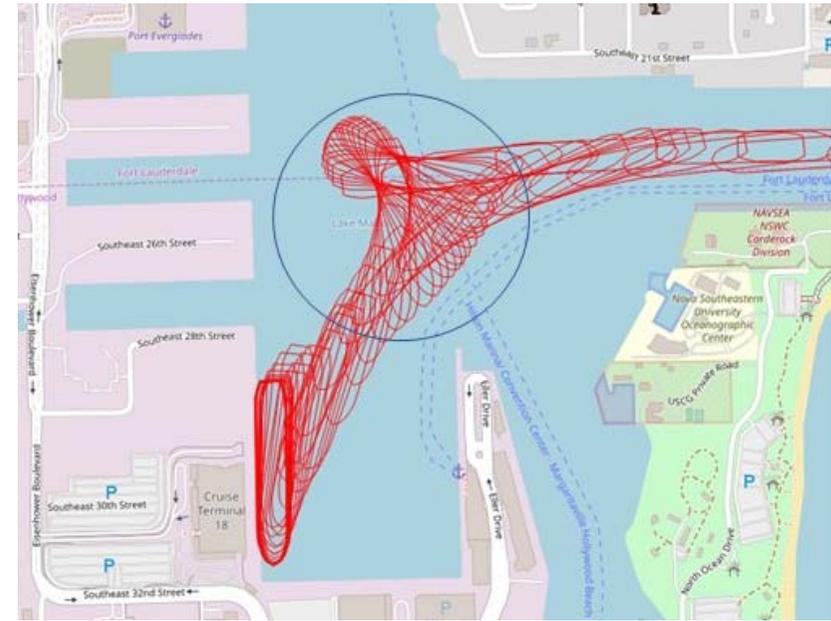
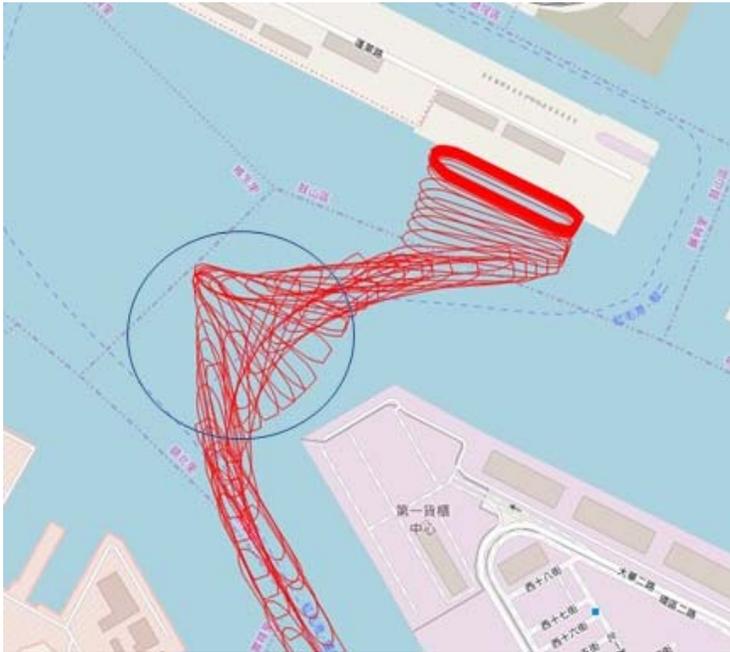


【参考】水域施設(泊地)

- ・自力による回頭の場合・・・直径3Lの円
- ・曳船による回頭の場合・・・直径2Lの円 (Lは対象船舶の全長)

※十分な推力を有するスラスタを利用した回頭の場合には、曳船を利用した回頭の場合に準じる

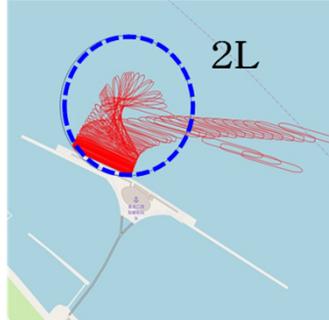
【参考】回頭円の事例（51ケースから抜粋）



高性能クルーズ船の回頭円規模検討結果

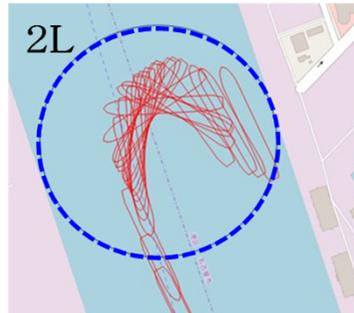
- 高性能クルーズ船のAIS航跡を描いて水域を分析(対象:51ケース)
- 利用可能な回頭水域エリアの広さ(3タイプ別)に分析

タイプ1(回頭水域広い)



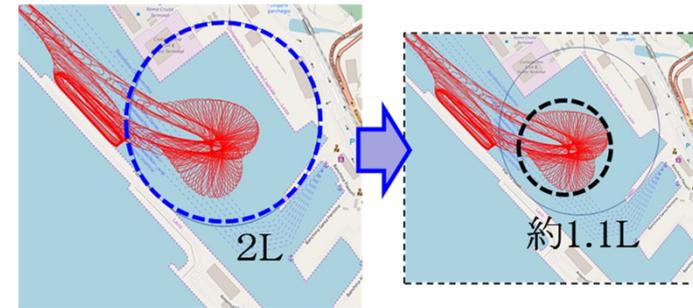
(回頭水域 >> 2L)

タイプ2(回頭水域2L)



(回頭水域 = 2L)

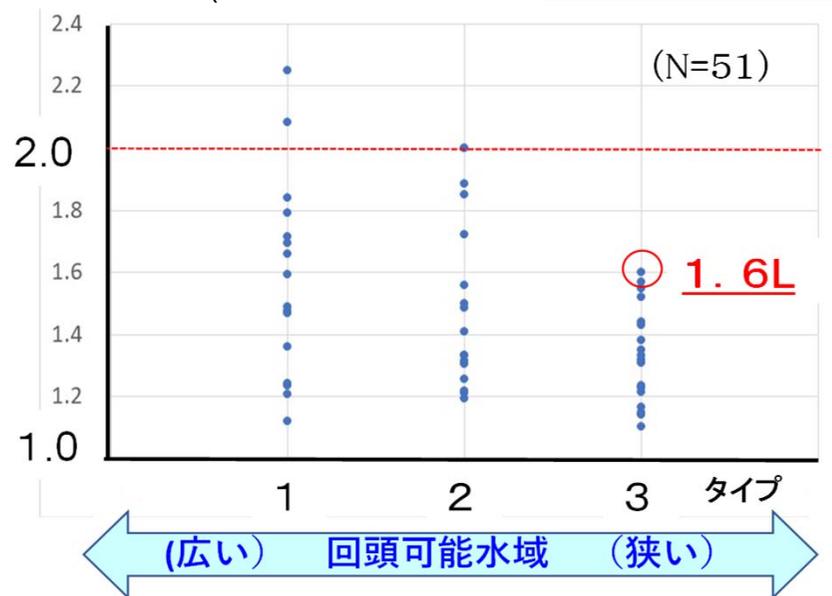
タイプ3(回頭水域狭い)



(回頭水域 < 2L) 回頭水域

《分析結果》

回頭円直径($\times L$ (船長))



	平均	最大	最小	標準偏差
タイプ1	1.6	2.3	1.1	0.10
タイプ2	1.5	2.0	1.2	0.08
タイプ3	1.3	1.6	1.1	0.02

- ・回頭の水域が広い方が、自由度が高い (標準偏差大) 平均値が大きい(大回り)
- ・1L程度で回せる場合もあるが常にこれができるわけではない(風による影響等)
- ・一つの目安として、**タイプ3の危険側(最大値)を取れば約1.6L程度** (さらなる精度向上も必要)

2) 荒天時の船舶避泊時の船の動静分析

台風来襲時などに発令される避難勧告

港湾名	対象船舶	勧告の内容
京浜港（横浜区・川崎区）	総トン数 1,000トン以上の船舶	防波堤外への避難が求められる
千葉港・木更津港	総トン数 500トン以上の船舶	離岸または離棧しての避難が求められる

資料：「荒天時東京湾避泊の手引き」東京湾海難防止協会安全事業部発行より抜粋

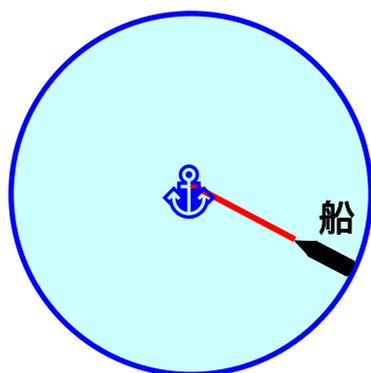
荒天時の泊地面積

	風速 / 海底地質	泊地の半径	参考（注）
沖待ち時（通常時）	錨がかりが良い	船長L + 6 × 水深D	220m
	錨がかりが悪い	船長L + 6 × 水深D + 30m	250m
荒天時	20m/s	船長L + 3 × 水深D + 90m	250m
	30m/s	船長L + 4 × 水深D + 145m	325m

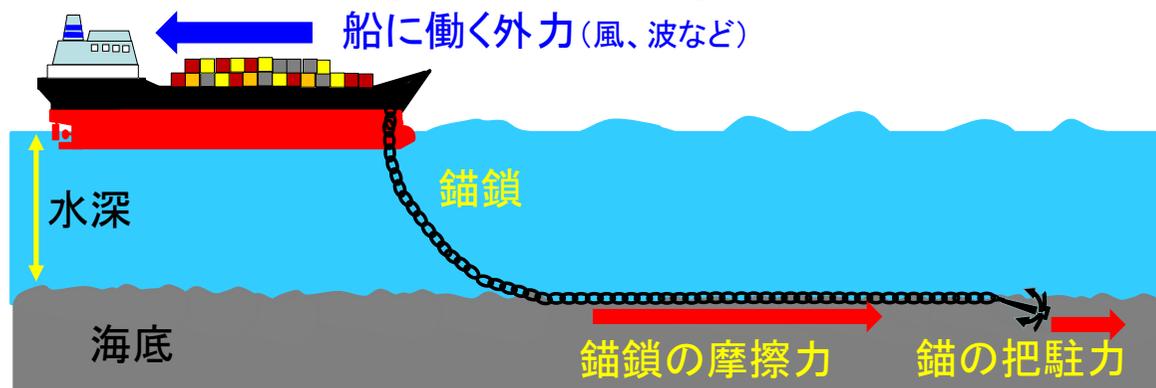
注）参考値は、船長100mの船舶が、水深20mの場合の、泊地の半径

資料：港湾の施設の技術上の基準・同解説 改訂版（平成元年6月）、日本港湾協会発行を元に作成

荒天時の錨泊円



船の外力と錨



錨

ストックレスアンカー

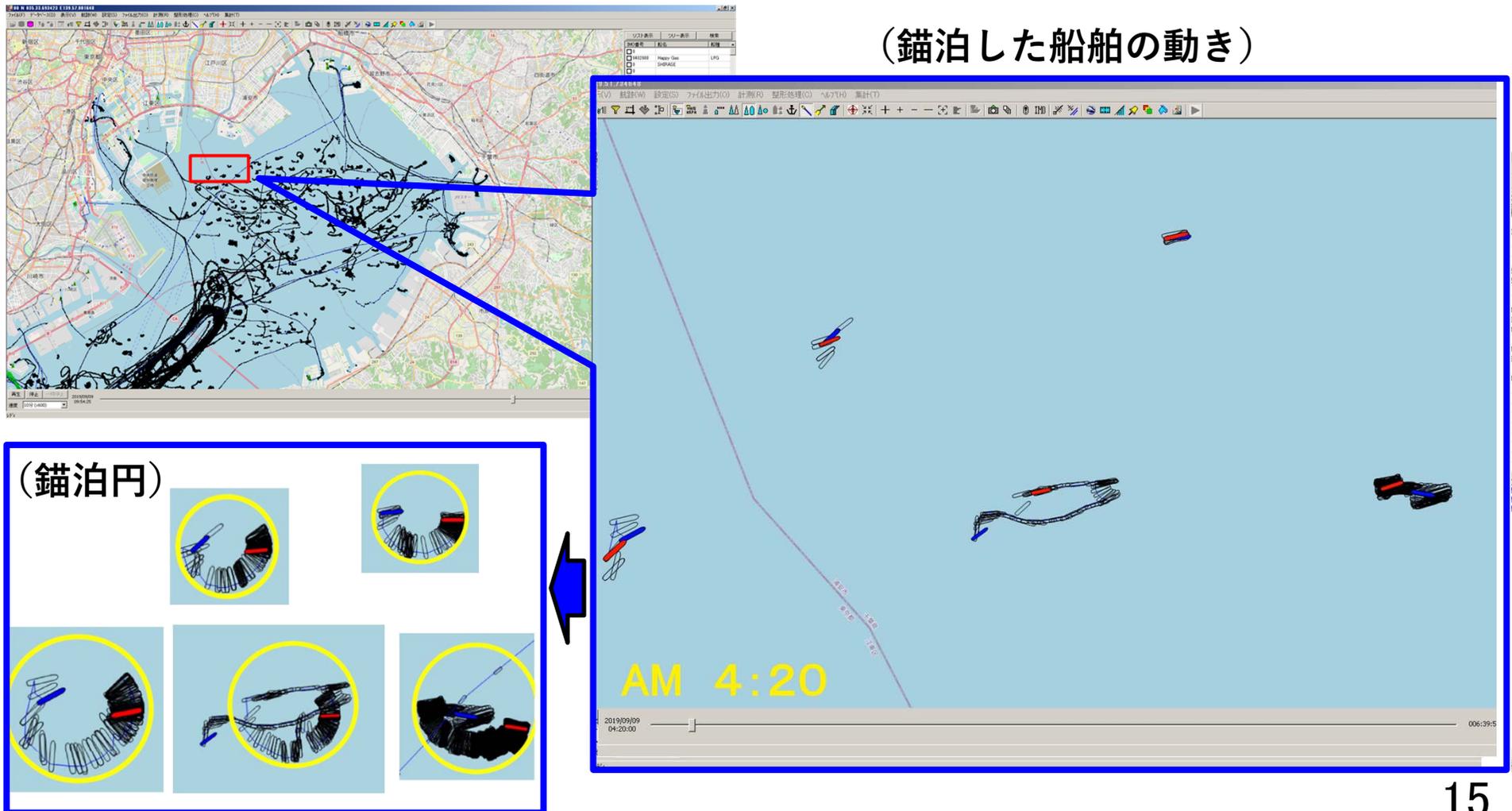


台風時の船の避難行動分析

荒天時の船の錨泊円の規模（必要水域規模）の検証

※船長に対してどの程度の水域（直径の円）となっているか？

2019年9月9日 台風15号来襲時 東京湾（AM 4:20~10:50）

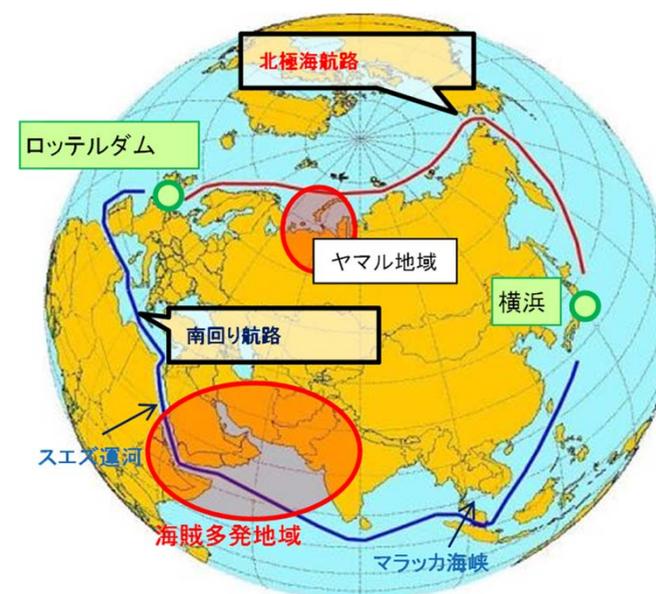
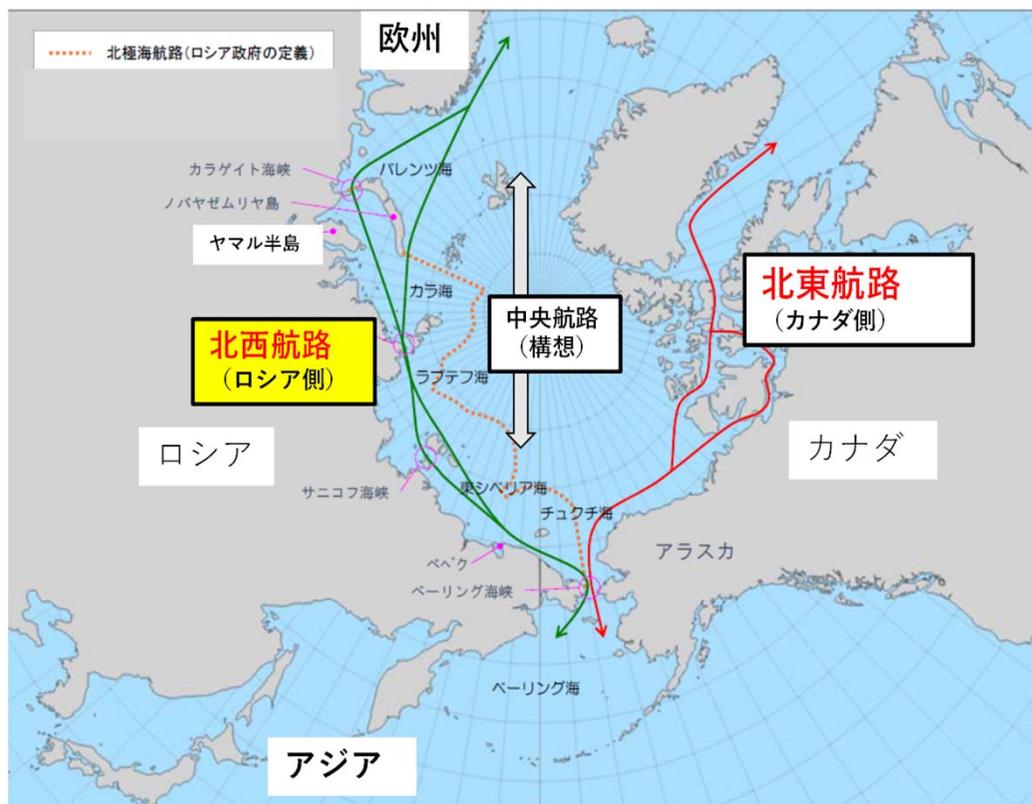


④衛星AISを活用した船の動静分析

北極海航路

- 近年、気候変動の影響により北極海における海氷域面積が減少。
夏期(6月~11月後半)の航行が可能に。
- 北極海航路・・・北東航路(カナダ側)、北西航路(ロシア側)有り。
北西航路は、マラッカ海峡、スエズ運河を経由する「南回り航路」の6割程度の航行距離。海賊リスクも小。

(北極海航路の概要)



北極海航路 : 約13,000km
南回り航路 : 約21,000km
約6割に距離短縮

北極海の海水域面積の推移

・長期的な動向

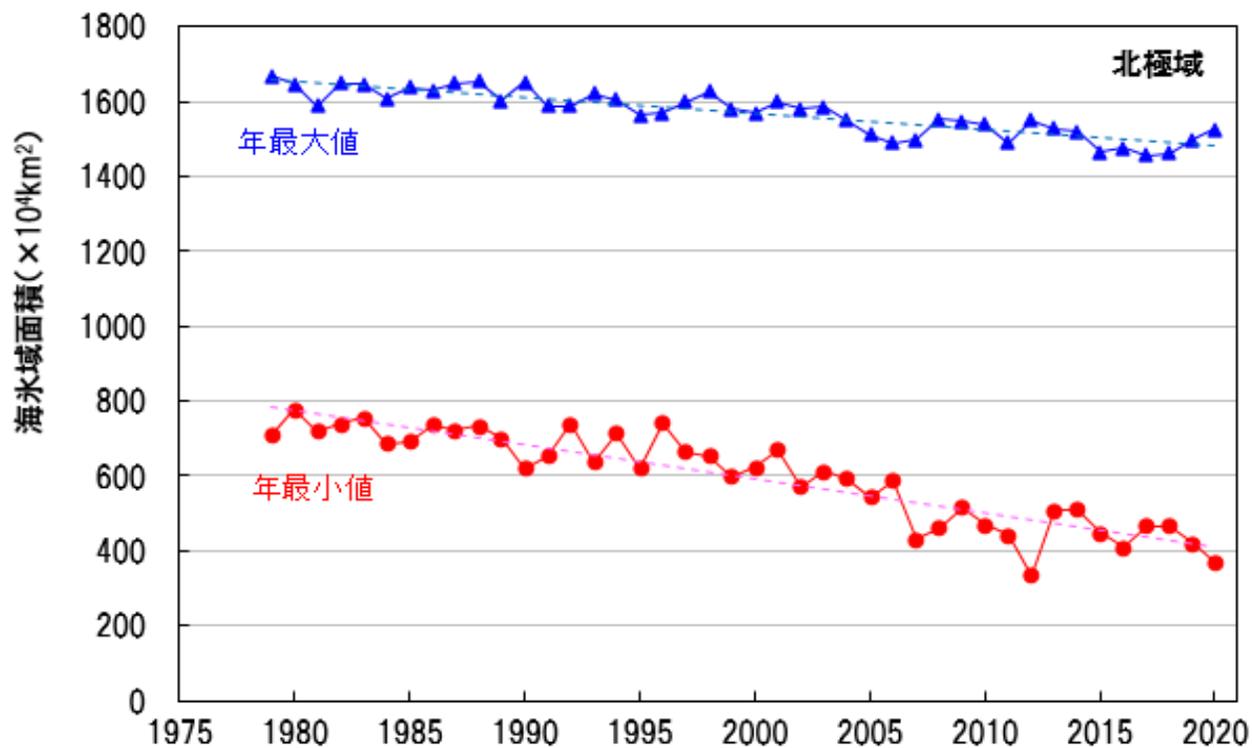
1979年以降、長期的に減少。

年最小値の減少は顕著で、1年で北海道の面積程度が減少。

・2020年の海水域面積

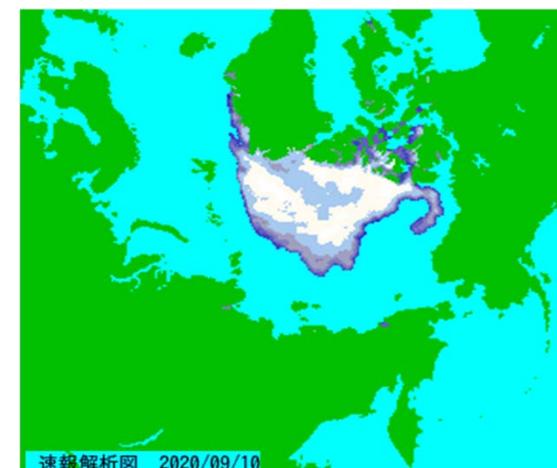
年最大値・・・1979年の統計開始以来11番目（1525.1万km² 3月3日）

年最小値・・・1979年以降で2番目に小さな値（368.9万km² 9月8日）



資料: 気象庁プレスより (https://www.data.ima.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a.1/series_arctic/series_arctic.html)

2020年9月10日の海水分布



海水なし 海水密度 sea ice concentration (0分位)
no sea ice 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

資料: 気象庁より
(https://www.data.ima.go.jp/gmd/kaiyou/db/seaice/global_nrt/global_extent_nrt.html)

北極海の船の航行

- 通行可能時期 6月～11月
- 氷海船級を満たす船舶が必要
- 砕氷船のエスコート、北極海航路局(ロシア連邦)への申請が必要

キャラバン航行 (海水海域での砕氷船先導)



夏期の通行許可例

	軽度の氷況	中度の氷況	重度の氷況
砕氷船エスコートは不要 (単独航行)	航行許可	航行不許可	航行不許可
砕氷船エスコートが必要	航行許可	航行許可	航行不許可

注: 7-10月に東シベリア東部をアイスクラスArc 4の船舶が通行する場合

資料: 北極海航路ハンドブック(日本海難防止協会)2015年を元に作成

極地氷海船階級(IMO)

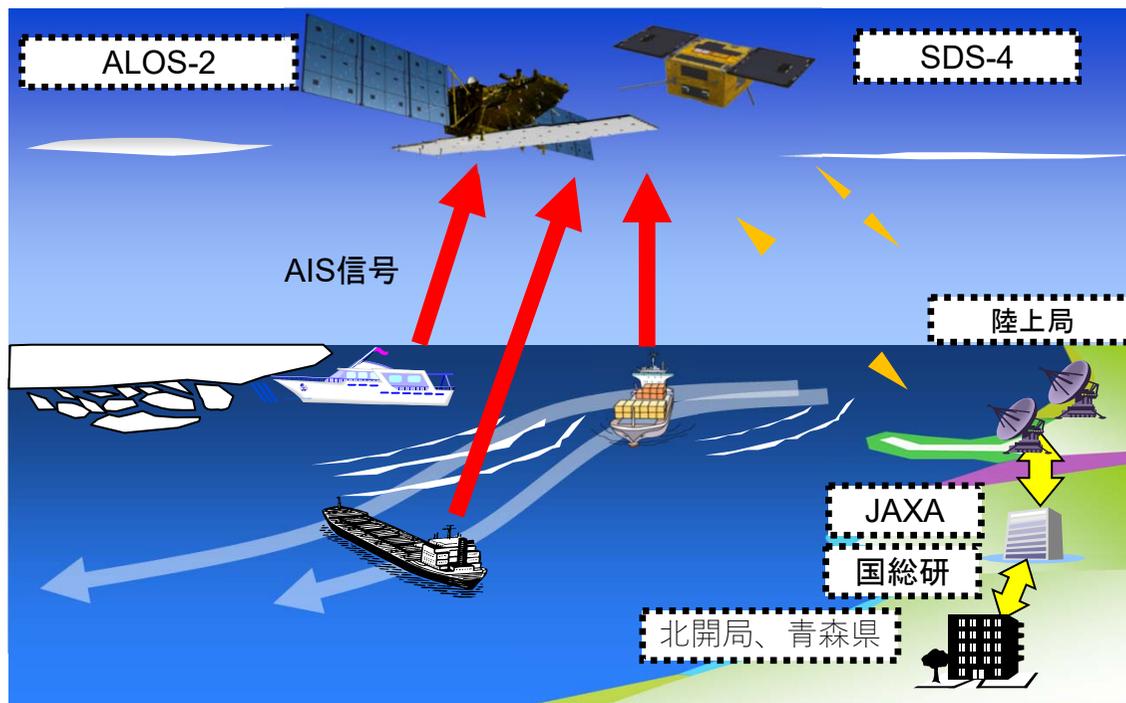
極地氷海船階級 (Polar Class)	氷の状況および季節 (船の構造要件などを決める上で目安)	氷厚の参考値 (cm)	備考
PC1	すべての極地の氷の水域を 通年航行する船	350以上	
PC2	中程度の厳しさの多年氷が 存在する氷の水域を通年航 行する船	300-350	Arc9相当 しらせ
PC3	多年氷が一部混在する二年 氷の中を通年航行する船	200-300	Arc8相当
PC4	多年氷が一部混在する厚い 一年氷の中を通年航行する 船	120-200	Arc7相当
PC5	多年氷が一部混在する中程 度の厚さの一年氷の中を通 年航行する船	70-120	Arc6相当
PC6	多年氷が一部混在する中程 度の厚さの一年氷の中を夏 季又は秋季に航行する船	50-90	Arc5相当 ガリコII
PC7	多年氷が一部混在する薄い 一年氷の中を夏季又は秋季 に航行する船	30-60	Arc4相当

注: Arcは、ロシア船級協会のアイスクラス

資料: 北極海航路ハンドブック(日本海難防止協会)2015年を元に作成

衛星AISデータ

- 衛星を用い、遠隔地である北極海航路の利用状況等の衛星AISデータを取得。
(2016年～宇宙航空研究開発機構(JAXA)等との共同研究を実施中)
- 定時性等について継続的に分析

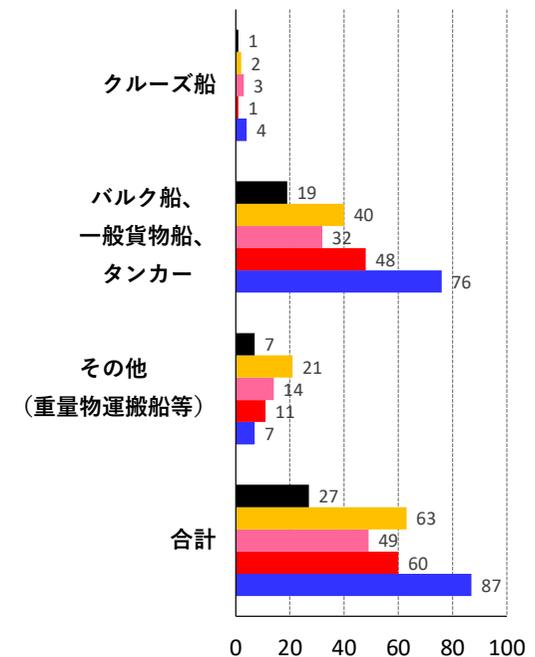


AIS : Automatic Identification System 船舶自動識別装置

ALOS-2: だいち2号、2014年5月打ち上げ、(Advanced Land Observing Satellite、エイロス2)

SDS-4: 小型実証衛星4型(SDS: Small Demonstration Satellite)、2012年5月打ち上げ

北極海航路を通過し欧州～アジア間を航行した船舶数

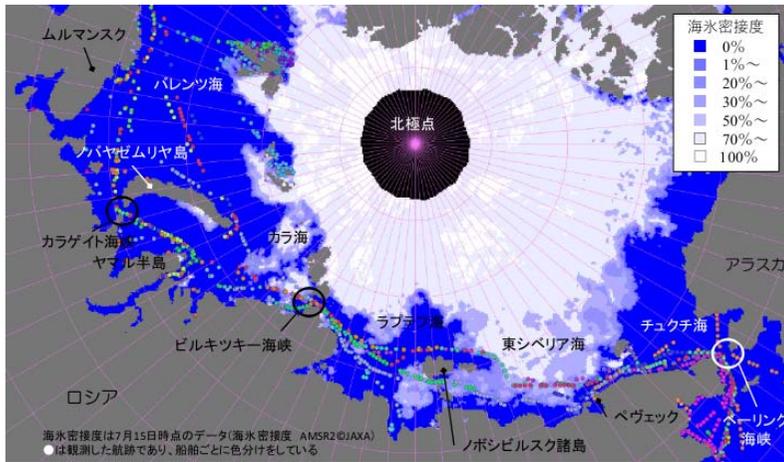


■ 2015 ■ 2016 ■ 2017 ■ 2018 ■ 2019

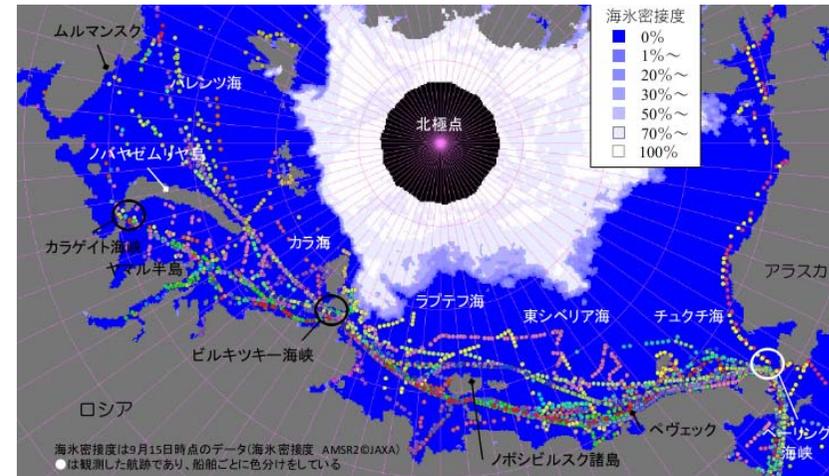
(隻)

	クルーズ船	バルク船 一般貨物船 タンカー	その他 (重量物運搬船等)	合計
2015	1	19	7	27
2016	2	40	21	63
2017	3	32	14	49
2018	1	48	11	60
2019	4	76	7	87

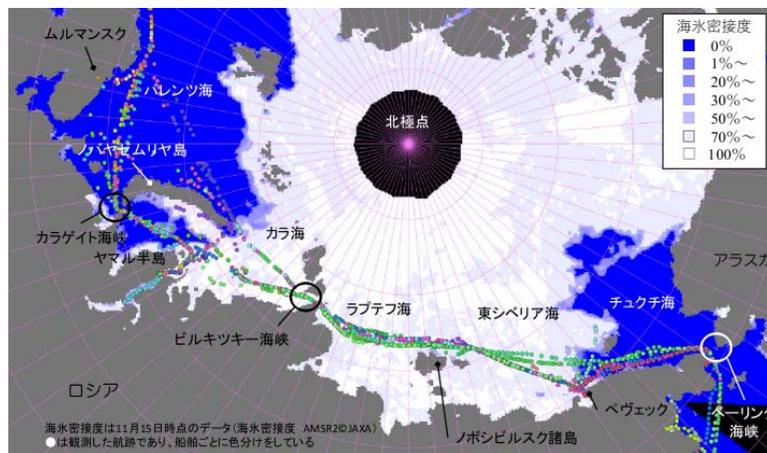
月別の海氷位置と航行ルートとの関係を図化し年間の利用可能期間を考察。



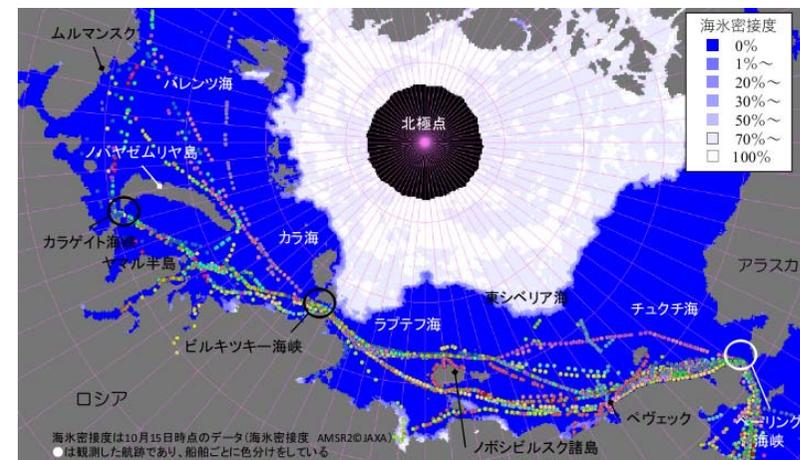
2019年7月



2019年9月

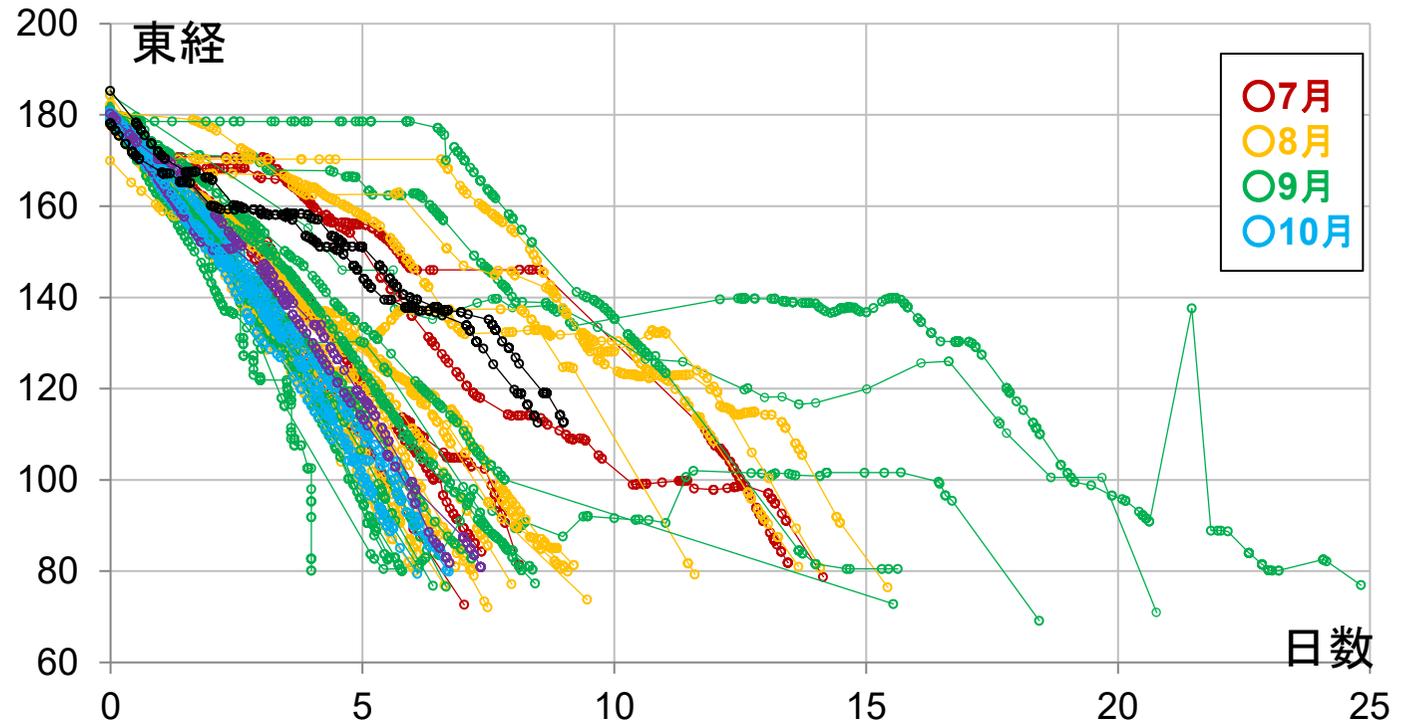
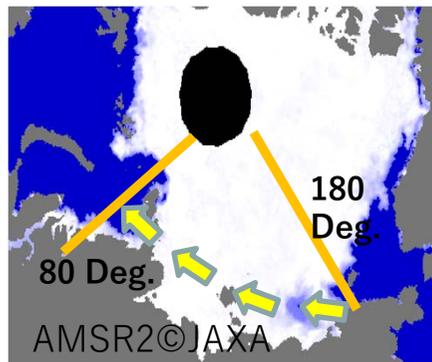


2019年11月



2019年10月

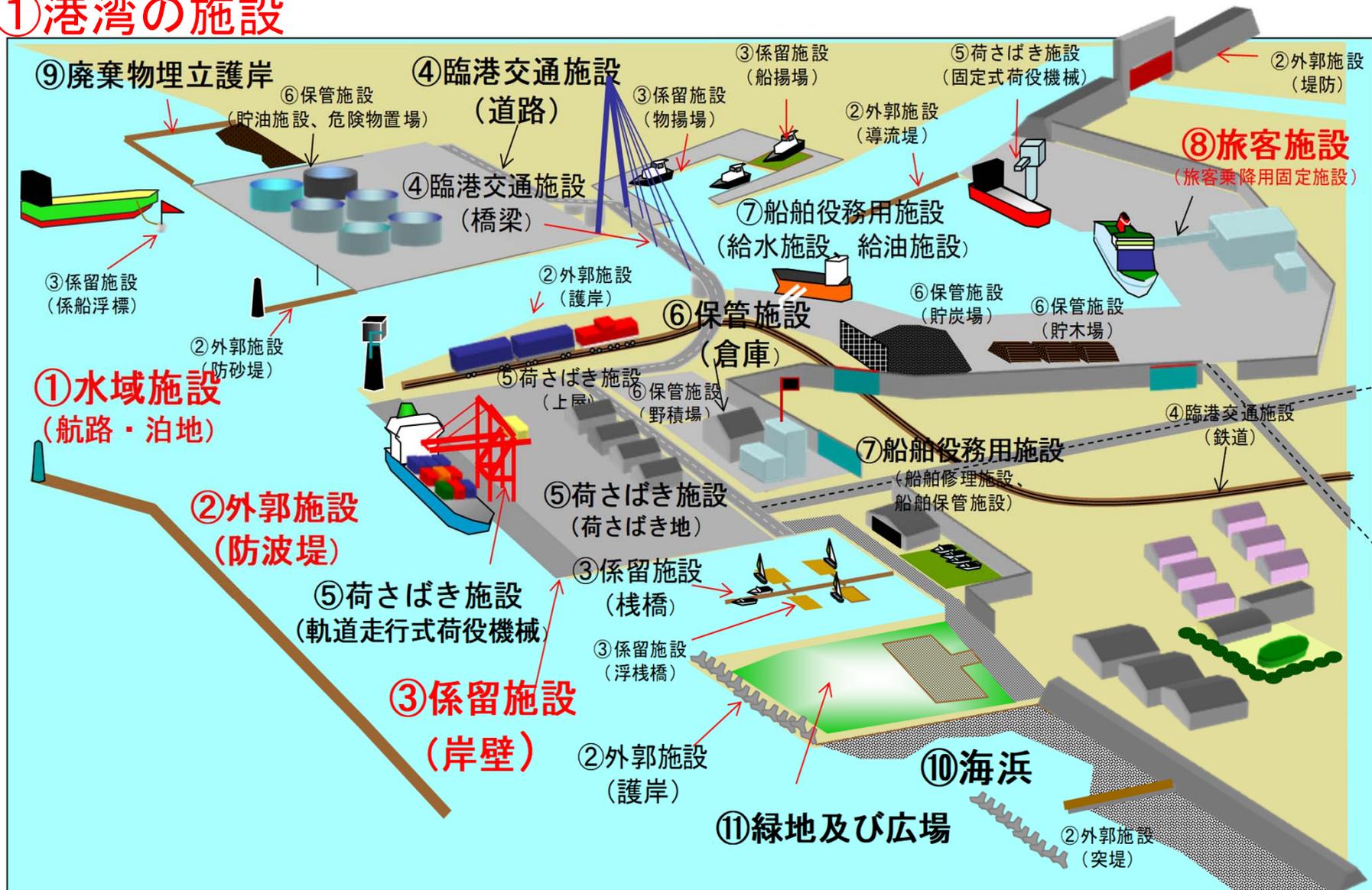
海氷の影響を受けやすい区間（東経80度～180度）について、所要日数をモニタリング。



途中の寄港等がなければ、**おおむね5日～9日程度で安定的に航行**している場合が多い。

3. 港湾ICT施工に関わる研究

① 港湾の施設



防波堤、係留施設(岸壁)、航路・泊地などで、ICT施工、BIM/CIMへの取組を推進中

② 港湾分野でのi-conの全体概要



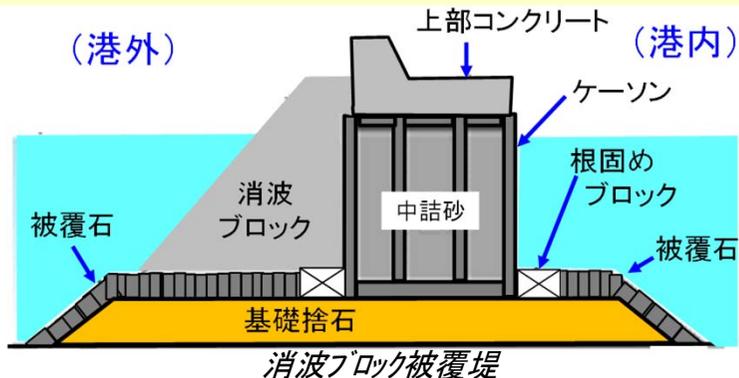
港湾でのICT施工、BIM/CIMへの取組

航路・泊地……浚渫工事(ナローマルチーム利用のICT施工)

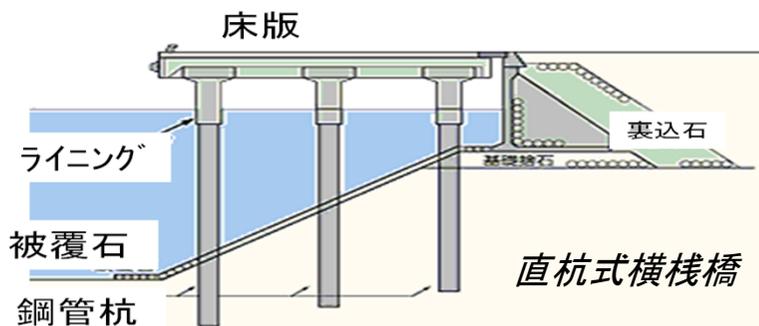
ICT浚渫工実施件数

平成29年度	24件
平成30年度	57件
令和元年度	57件

防波堤……基礎工、ブロック据付工、地盤改良(床掘工、置換工)、ケーソン据付 など



岸壁………棧橋などのBIM/CIM



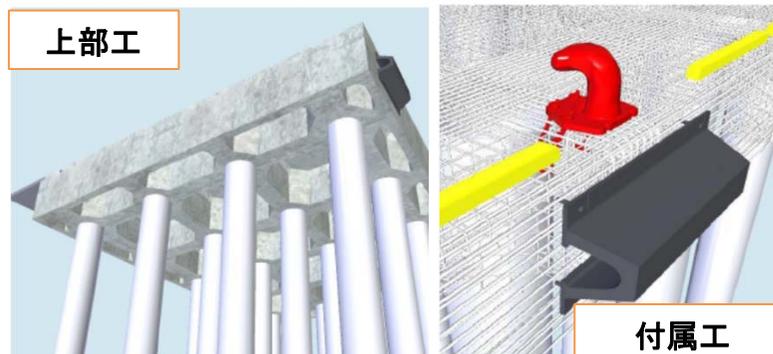
2016年度 (H28d)	2017年度 (H29d)	2018年度 (H30d)	2019年度 (R1d)	2020年度 (R2d)	2021年度 (R3d) (予定)
ICT浚渫工 (港湾)					
ICT基礎工・ブロック据付工 (港湾)					
ICT地盤改良工(床掘工・置換工) (港湾)					
ICT土工					
ICT舗装工(H29d アスファルト舗装、H30dコンクリート舗装)					

資料:i-construction委員会資料(国土交通省港湾局)、令和2年11月を元に作成

統合モデル (構造物+地形)



上部工

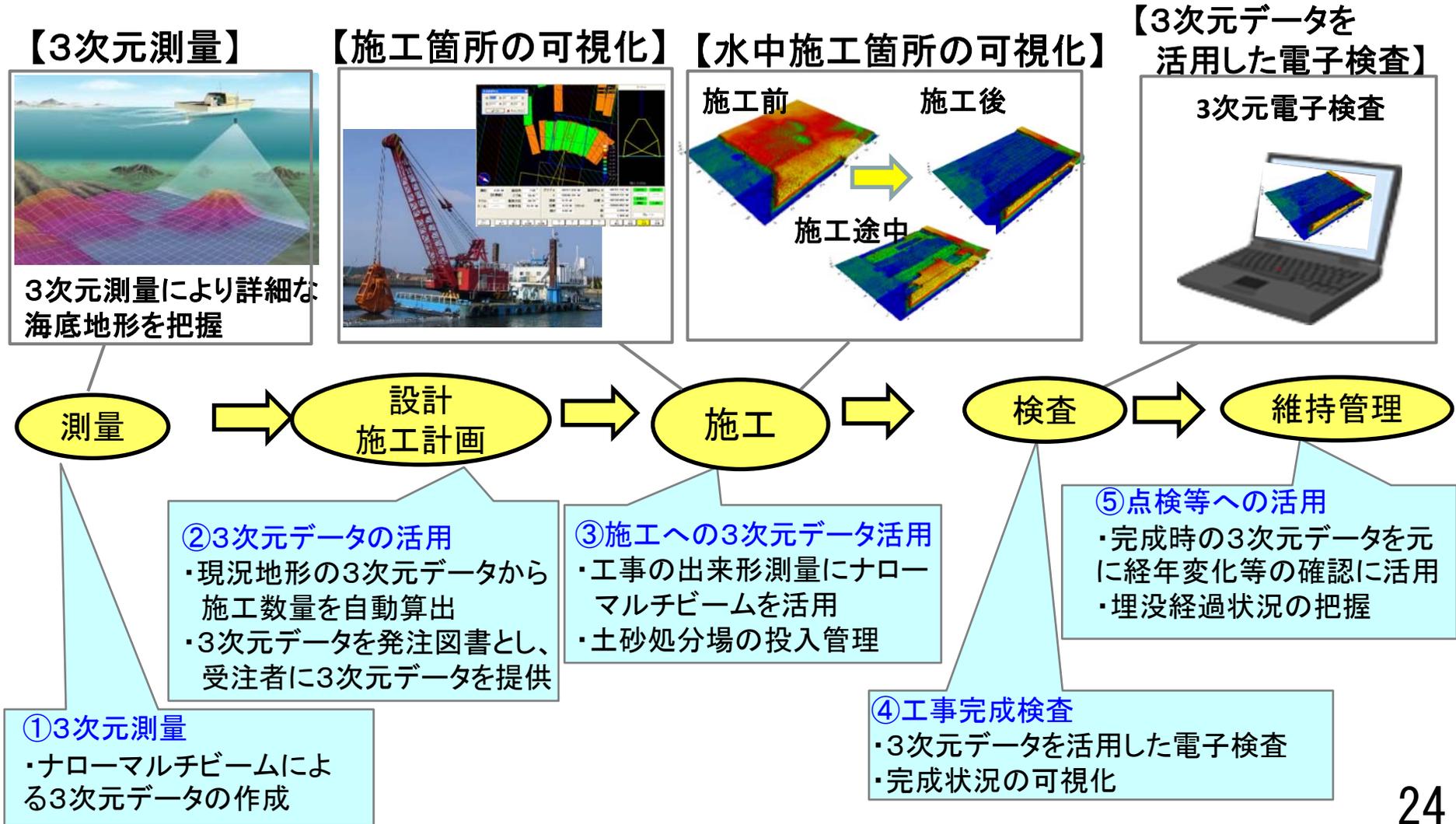


付属工

ICT浚渫工の概要

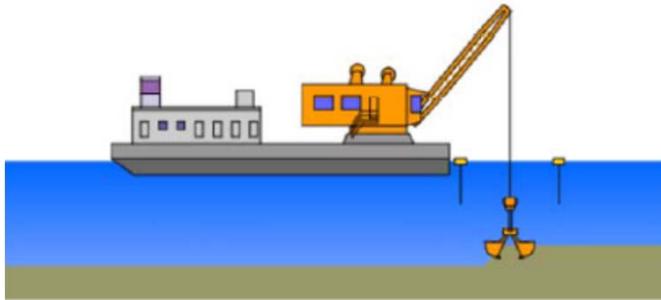
建設生産プロセスの下記①～⑤の段階において、ICTを全面的に活用する工事

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元数量計算
- ③ ICTを活用した施工
- ④ 3次元出来形測量
- ⑤ 3次元データの納品



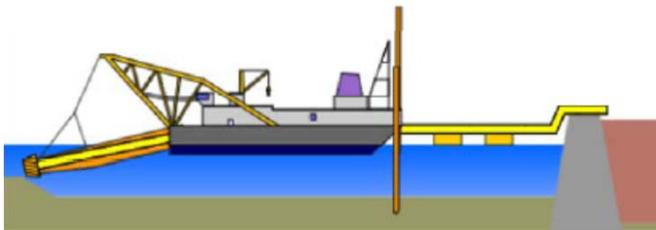
クラブ式浚渫船

- 航路や泊地の維持浚渫や、防波堤基礎の床掘などに使用。
- クレーンで吊下げられたグラブバケットで海底を掘削し、土砂を土運船に積み込む。
ロープの長さによって大水深に対応、クレーンの能力により大容量に対応できる。
- 小規模なもので4m³程度、大規模のものは200m³クラスのグラブバケットの容量。



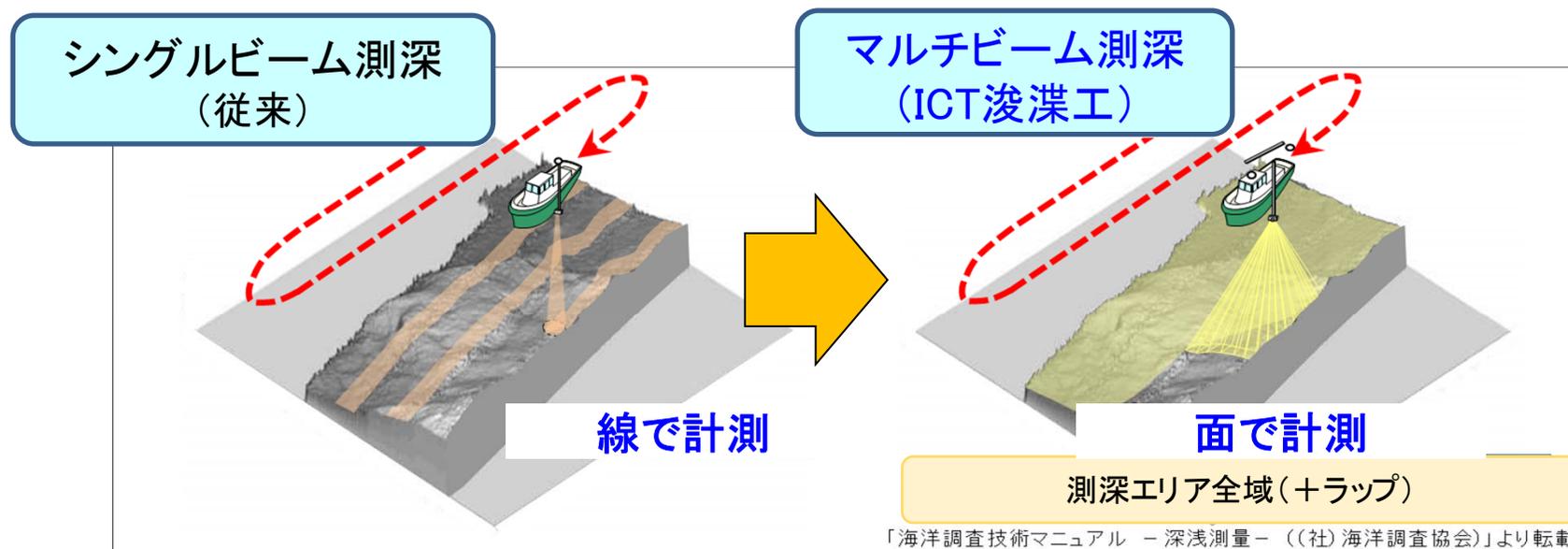
ポンプ式浚渫船

- 航路、泊地の浚渫や臨海用地の造成等に活用。
- ポンプ式浚渫船はラダー先端のカッターにより原地盤を掘削。浚渫ポンプにより大量に吸入・送泥。



○深浅測量 浚渫工事（施工管理、出来高管理など）

○計測方法 マルチビーム測深・・・全域の海底形状把握可能。
→土量計算の精度向上や、航行安全性の向上



【課題など】

①効率的なデータ処理

・マルチビームは、離散的なデジタルデータであり、**ノイズ処理が必要**であるが、手作業で実施しており、時間を要している。

②効率的な現地での測量

③測量時のラップ率やビームの広がり角度(スワス角)をどのように改善すべきか？(効率性vs精度)

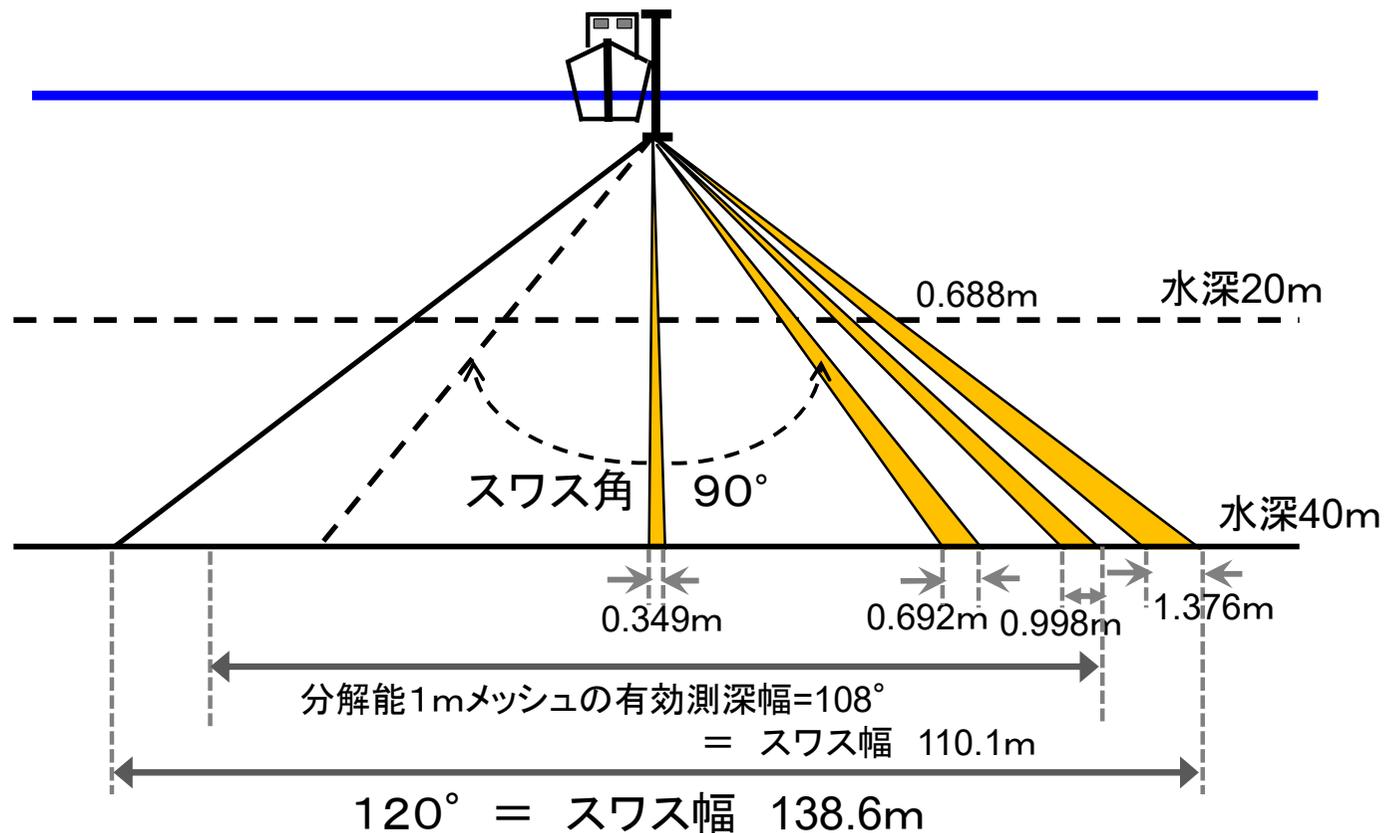


MB測深機による測深



MB測深機

マルチビーム測深のフットプリントイメージ



資料: 港湾の施設の技術上の基準・同解説を元に作成

③ 浚渫におけるi-conの推進に関わる研究



マルチビーム測深におけるスワス角・ラップ率に関する分析

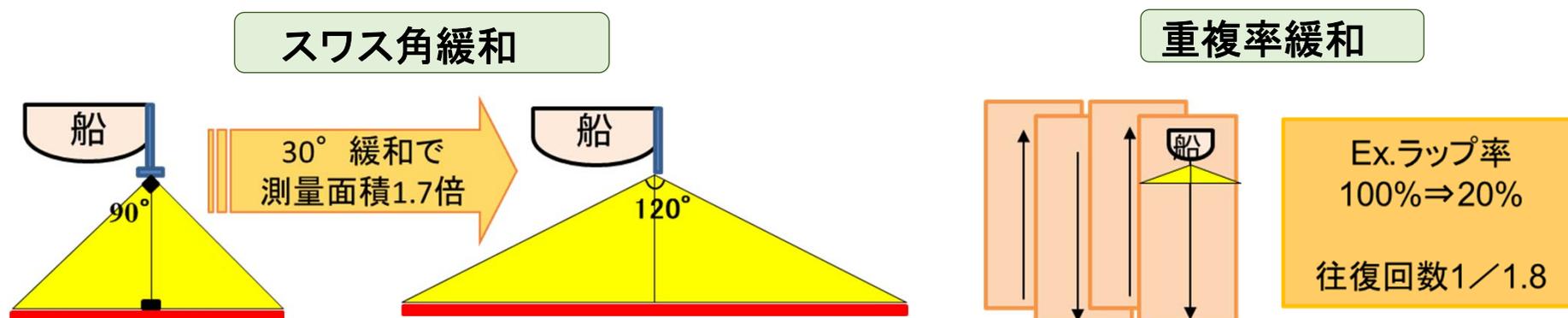
マルチビーム測量関係者へのヒアリング意見をもとに、作業能力(時間・費用)の効率化に向けた検証項目の抽出。

(ヒアリング意見)

- ・スワス角は、現基準の 90° では作業効率が悪く、現在では $110^\circ \sim 120^\circ$ での測深が最も効率よく、測深精度においても差はあまり生じないのではないか。
- ・重複率は、 100% を推奨しているが、一般海域では有効測深幅の 20% をオーバーラップさせることが一般的。

改善に向けた検証項目

スワス角拡大、重複率縮小の緩和に関する検討を実施(測量船の航行距離が減少が可能となる)



※ 両方なら往復回数 $1/(1.7 \times 1.8) \doteq 1/3$

検証方法

- ・現基準のスワス角 90° 重複率100%での浚渫土量を基準値とし、土量比較により検証を実施

検討ケース

1. スワス角

現基準 90° とより広角な 120° 、 130° の3種類

2. 重複率

現基準100%と「海洋調査技術マニュアルー深浅測量ー」記載の20%および2つの中間値となる60%の3種類

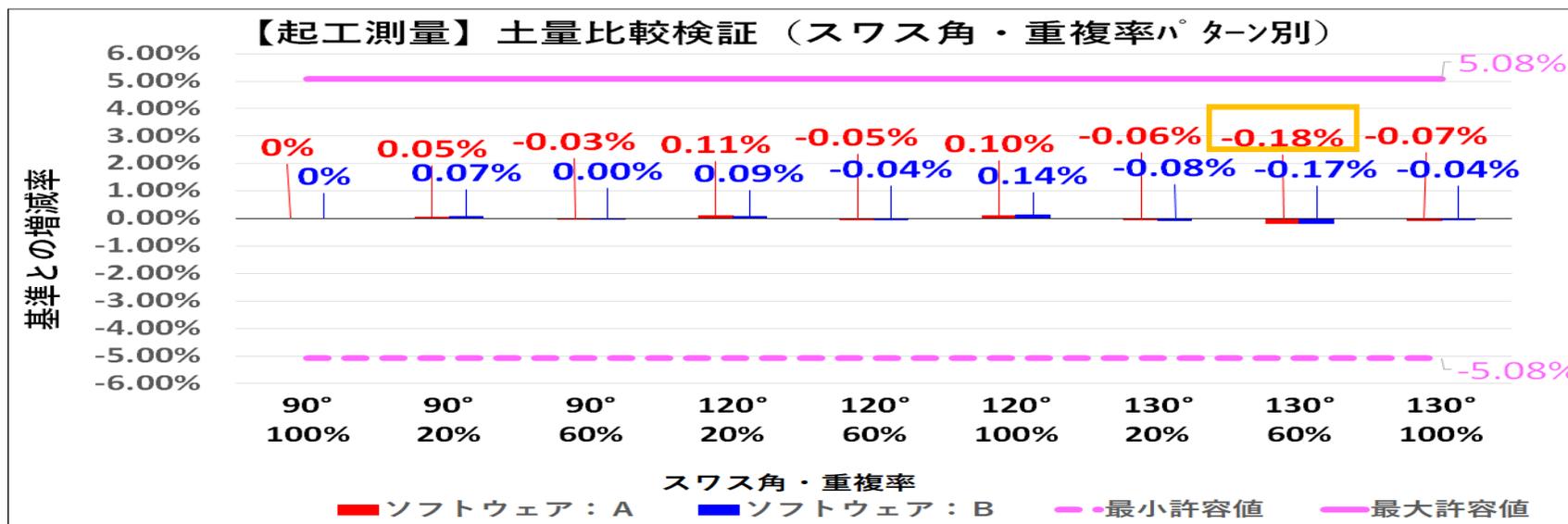
(検証組合せ)

組合せ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
スワス角	90°	90°	90°	120°	120°	120°	130°	130°	130°
重複率	100%	20%	60%	20%	60%	100%	20%	60%	100%
	基準値								

※スワス角 90° 重複率100%を基準値として、ほか8通りの組合せにて土量比較

検証結果

～起工測量における土量比較の検証結果～



注) 許容範囲は、下記11工事での平均断面法とTIN法での増減率(土量差)より、最大値5.08%に設定。

スワス角 重複率	ソフトウェア：A			ソフトウェア：B		
	検証土量 m3	基準との 土量差m3	基準との 増減率	検証土量 m3	基準との 土量差m3	基準との 増減率
0 90° 100%	160,644	0	0%	160,427	0	0%
1 90° 42%	160,722	78	0.05%	160,541	114	0.07%
2 90° 60%	160,593	-51	-0.03%	160,425	-2	0.00%
3 120° 24%	160,824	180	0.11%	160,576	149	0.09%
4 120° 60%	160,562	-82	-0.05%	160,363	-64	-0.04%
5 120° 100%	160,800	156	0.10%	160,658	231	0.14%
6 130° 20%	160,541	-103	-0.06%	160,302	-125	-0.08%
7 130° 60%	160,349	-295	-0.18%	160,151	-276	-0.17%
8 130° 100%	160,537	-107	-0.07%	160,359	-68	-0.04%

基準値:スワス角90° 重複率100%との増減率(土量差)は、ソフトウェアAで最大0.18%。

8通りの**スワス角・重複率**の組合せでの土量比較により、**増減率(土量差)**は許容範囲5.08%(注)未満であり、**現基準の緩和が可能**であることを確認

注)許容範囲は、下記11工事での平均断面法とTIN法での増減率(土量差)より、最大値5.08%に設定。

改善の効果

スワス角拡大、重複率縮小の緩和をすることにより、測量船の航行距離を減少することができ、**作業能力(時間・費用)の効率化**につながると期待できる。

成果の反映

マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編)
(令和2年4月改定版)に反映

(改定前) …スワス角は 90° に設定するものとする。

(改定後) … スワス角は、 $90^\circ \sim 120^\circ$ に設定するものとする。

※引き続き、更なる効率化を目指して、土量による評価に加えて、測量エリアでの**測量深度の比較検証**を実施中。

マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編)(令和2年4月改定版)

◆令和2年4月改定箇所

【解説】

(データ取得間隔)

マルチビームを使用して測量計画を立案する場合、特に対象水域の水深、成果の分解能(メッシュサイズ)、計測の目的(精度)を考慮し、有効測深幅を設定することが重要である。

近年一般化しているスペックのマルチビームは、1スワスが256本の音響ビームからなり、測深時に1ビームが等角度モード(ソナーヘッドを中心とした等角度で計測)、等間隔モード(海底面において等距離で計測)の選択ができるようになっている。さらにスワス角は $10^{\circ} \sim 160^{\circ}$ まで調整可能となっている。

本マニュアルに示す取得点密度3点以上/1.0m平面格子(達成率99%以上)を要する測深の場合、スワス角は $90^{\circ} \sim 120^{\circ}$ に設定するものとする。測深時のレンジ設定および発振間隔を決定した上で、計測にはエラーデータも含まれることも考慮し、必要密度(3点以上/1.0m平面格子(達成率99%以上))を満たせるよう重複幅、船速の上限を決定する。

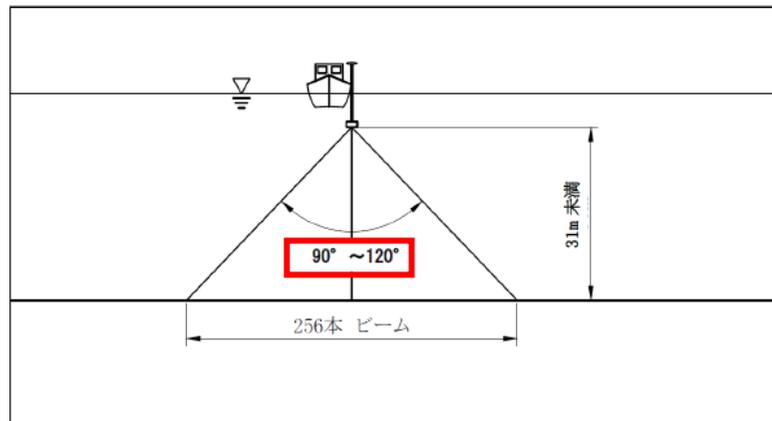


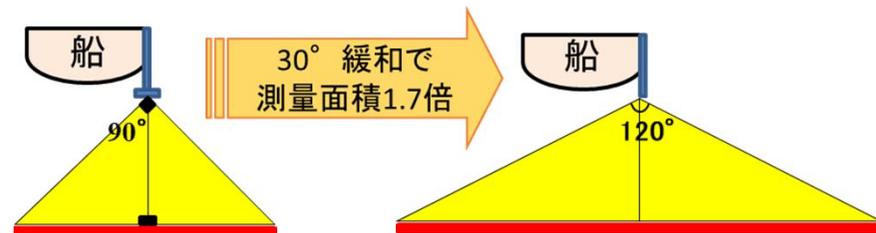
図- 1.2 測深データのイメージ

<取得点密度>

取得点密度は、スワス角、水深、船速、周波数、重複度合いの組み合わせで決まってくる。船速は遅いほどデータの密度を高くすることができ、測深時の船速が速すぎると調査船の動揺で誤差が生じやすく、またデータ間隔が粗となるため、事前の測量計画時に船速上限を決めて、測深時に注意するものとする。ただし、潮流の激しい箇所、幅狭した航路、泊地等では、安全面から、むやみに船速を遅くすることはできない。このため必要な最低の船速を確保する必要がある場合、測線間隔を決める等スワス幅の重複を考慮しつつ、取得点密度を確保可能な測深計画を策定する必要がある。

測深時に設定するスワス角は $90^{\circ} \sim 120^{\circ}$ とし、1.0m平面格子3点以上(達成率99%以上)の性能を満たせるように計画し測深することとする。

スワス角緩和



《AIS関連》

- ①山本康太・江本翔一：AISデータを用いた2018年台風21号時の大阪湾内船舶の避泊実態に関する分析、国総研資料No.1052、2018年12月
(<http://www.y.sk.nilim.go.jp/kenkyuseika/pdf/ks1052.pdf>)
- ②安部智久；クルーズ船の大型化・高性能化と港湾利用実態に関する分析、土木学会論文集B3（海洋開発）76(2) I_1 - I_6、2020年11月
- ③国土技術政策研究所プレスリリース(2020年3月24日)；衛星AISを用いた北極海の航行実態把握に関する共同研究の成果について
(<http://www.y.sk.nilim.go.jp/oshirase/press-release20200324.pdf>)

《港湾ICT施工関連》

- ①吉野拓之,井山 繁,鈴木達典,坂田憲治,村田 恵；ICT浚渫工(港湾)の効率化に向けたマニュアル類の改善に関する検討、国土技術政策総合研究所資料No.1103、2020年3月
(<http://www.y.sk.nilim.go.jp/kenkyuseika/pdf/ks1103.pdf>)
- ②マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編)(令和2年4月改定版)、2020年3月、国土交通省港湾局

ご聴講ありがとうございました



大型コンテナ船の離着岸風景（横浜港南本牧、2020年11月撮影）