2-8-3 生態系

(1) 干潟、サンゴ類、藻場の現況

那覇港周辺の干潟の分布状況は、「日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況 第1巻 干潟」（環境庁編、平成9年）によると、那覇港周辺海域には浦添ふ頭地区海域に干潟（名称：港川西岸、面積：31ha）が分布している。

那覇港周辺のサンゴ類の分布状況は、2-8-1 海生生物（6）サンゴ類に示すとおりであり、藻場の分布域より沖合側に帯状に分布しており、被度5%未満の分布域が多くみられた。

那覇港周辺の藻場の分布状況は、2-8-1 海生生物（7）海藻草類に示すとおりであり、干潟域よりも沖合側に分布し、海草類の藻場（アマモ場）、ホンダワラ類の藻場（ガラモ場）が陸域の沿岸に帯状に分布しており、被度10%未満の分布域が多くみられた。

(2) 注目種

1) 注目種の選定

生物の調査結果から地域を特徴づける生態系の特性に応じて、生態系の食物連鎖の上位に位置する上位性、地域の生態系の特徴を表す典型性、地域及び国内の生態系における希少性の観点から、表 2-8-32 に示す種を注目種として選定した。

表 2-8-32　注目種の選定

種名	選定基準	選定理由
コアジサシ	上位性	当該海域の生態系における高次捕食者である。
メダイチドリ	典型性	当該海域における主要な生物であり、浅海域に多数の個体が生息する。
ミドリイシ属	典型性	当該海域におけるリーフ沿いに分布している。潮流や水質、底質環境との関連が強いと考えられる。
カサノリ	特殊性	当該海域における内湾の砂礫帯やサンゴ礁礁池帯のタイドプールに分布し、国内では奄美と沖縄が唯一の産地である重要な種である。潮流や水質、底質環境との関連が強いと考えられる。

2) 注目種の生態

（ア）コアジサシ（上位性）

夏鳥として渡来し、海岸、港、河口等に生息する。海上で飛翔しながら水面に頻繁にダイビングして表層を遊泳する小魚を採食する。新しく埋め立てられた造成地などで繁殖することが多く、繁殖場所が一定しない。沖縄県版レッドデータブックでは絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。

（イ）メダイチドリ（典型性）

旅鳥として干潟、海岸の砂浜、河口等に渡来する。干潟の泥っぽい所で好んで採餌し、ゴカイ類をよく捕らえる。

（ウ）ミドリイシ属（典型性）

水深約 10m までのサンゴ礁域に多く、波当たりの良い場所や静穏な海域まで様々な環境に分布する。他の造礁サンゴと同様に、共生する褐虫藻の光合成産物を利用するほか、動物プランクトンを捕食する。

（エ）カサノリ（特殊性）

茎長は 5～7cm、カサの直径は 1～1.5cm の巨大な単細胞帯である。内湾の砂礫帯やサンゴ礁礁池帯のタイドプールで、多くの場合群生している。生育地の水深は 1～2m で干潮時には 10～20cm にまで浅くなる場所にも生育している。琉球列島の奄美諸島から西表島、及び和歌山県沿岸に分布する。沖縄県版レッドデータブックでは準絶滅危惧に、水産庁版希少生物データブックでは危急種に指定されている。

当該種の繁茂期は、冬季であり、夏季が休眠期とされる。

出典 1：「日本の野鳥 590」（真木広造・大西敏一、平成 12 年、平凡社）
2：「山渓カラー名鑑 日本の野鳥」（浜口哲一ら、昭和 60 年、山と渓谷社）
3：「サンゴ礁ー生物がつくった〈生物の楽園〉」（西平守孝ら、平成 7 年、平凡社）
4：「サンゴのはなしーおきなわの造礁サンゴたち」（沖縄県環境保健部、平成 4 年）
5：「日本の希少な野生生物に関する基礎資料（Ⅲ）」（(社)日本水産資源保護協会、平成 8 年）
6：「那覇港(浦添ふ頭地区)港湾整備に伴う海域環境保全マニュアル」（那覇港管理組合、平成 18 年）

2-9 人と自然との触れ合いの現況

2-9-1 景観

那覇港周辺における眺望点の位置は図 2-9-1 に、眺望景観の状況は図 2-9-2 示すとおりである。

注：黒線は那覇港港湾区域を示す。
出典：地図は国土地理院数値地図（国土基本情報）電子国土基本図（地図情報）

図 2-9-1　景観調査位置

図 2-9-2(1)　眺望景観の状況（県営港川市街地住宅）

図 2-9-2(2)　眺望景観の状況（大型商業施設屋上）

図 2-9-2(3)　眺望景観の状況（浦添市役所）

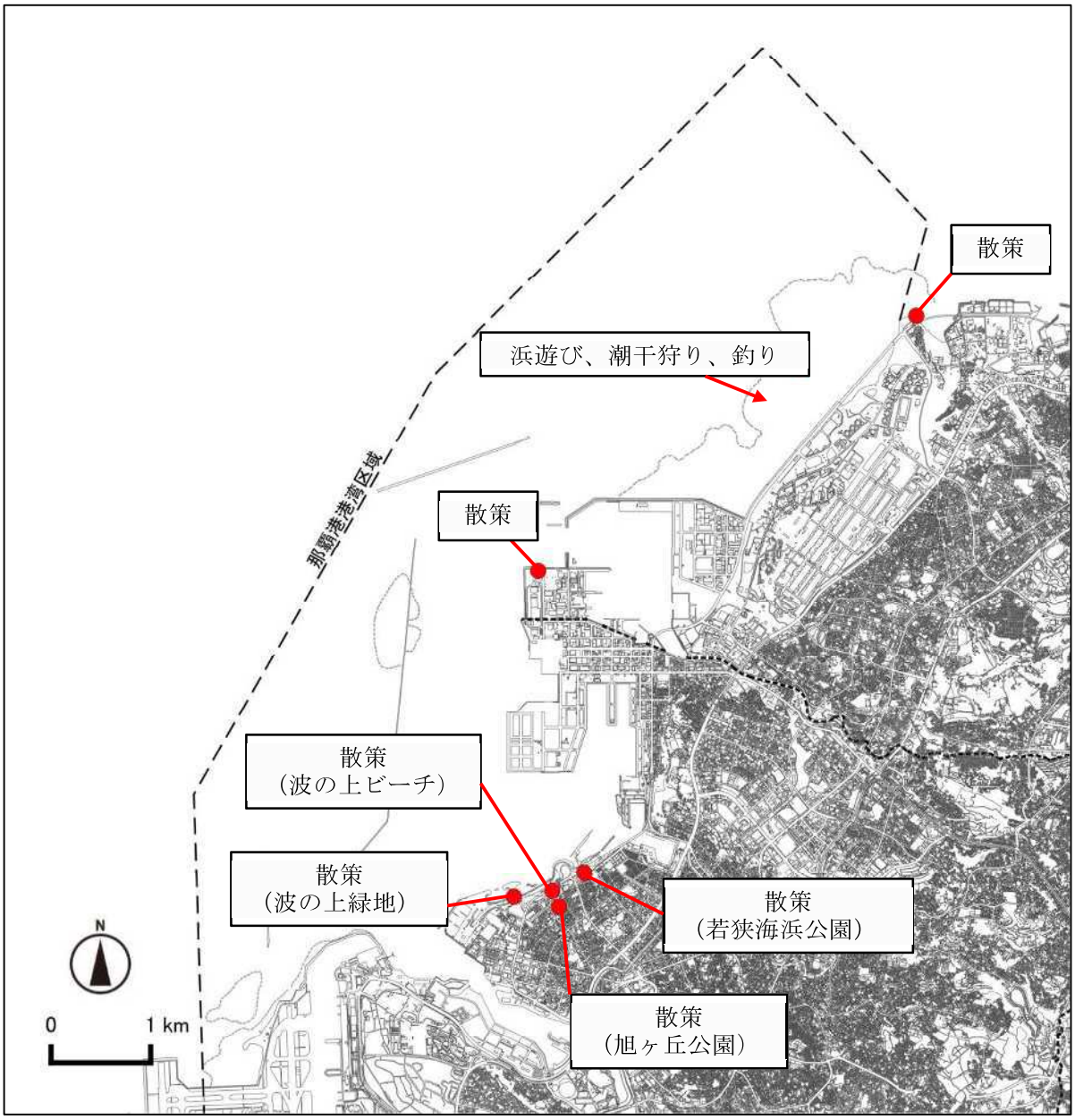
図 2-9-2(4)　眺望景観の状況（新港ふ頭地区）

図 2-9-2(5)　眺望景観の状況（泊大橋）

図 2-9-2(6)　眺望景観の状況（波上宮）

2-9-2 人と自然との触れ合いの現況

那覇港周辺における人と自然との触れ合い活動の場の位置は図 2-9-3 に示すとおりである。



出典：地図は国土地理院数値地図（国土基本情報）電子国土基本図（地図情報）

図 2-9-3　人と自然との触れ合い活動の場の分布状況

2-10 その他の現況

2-10-1 文化財

那覇港周辺における文化財保護法に基づく史跡及び名勝は、表 2-10-1 に示すとおりである。

表 2-10-1(1)　那覇港周辺の文化財一覧（史跡及び名勝）

指定主体	種別	No.	名称	指定年月日	備考（所在地など）
国指定	史跡	1	首里城跡	昭47. 5.15	那覇市首里当蔵3丁目
				大14. 4.24	国宝指定（首里城正殿）
				昭 8. 1.23	国宝指定（歓会門、瑞泉門、白銀門、守礼門）
				昭30.11.29	琉球政府指定史跡
				昭56. 8.28	一部解除
				平11. 1.28	追加指定（園比屋武御嶽石門）
		2	円覚寺跡	昭47. 5.15	那覇市首里当蔵1丁目、2丁目
				昭 8. 1.23	国宝指定（総門、右脇門、左脇門、放正橋、山（三）門、仏殿、龍淵殿、鐘楼、獅子窟）
				昭30.11.29	琉球政府指定史跡
				昭37.10.25	琉球政府特別史跡
		3	玉陵	昭47. 5.15	那覇市首里金城町1丁目
				昭31. 2.22	琉球政府指定特別重要文化財・特別史跡
		4	末吉宮跡	昭47. 5.15	那覇市首里末吉町1丁目
				昭 8. 1.23	国宝指定（末吉宮本殿）
				昭31. 2.22	琉球政府指定史跡・特別重要文化財
				昭43.10.15	琉球政府特別史跡
		5	浦添城跡	平元. 8.11	浦添市字仲間山川原
		6	銘苅墓跡群	平19. 7.26	那覇市銘苅2丁目
		7	中頭方西海道及び普天満参詣道	平24. 9.19	浦添市安波茶3丁目、経塚1丁目、当山1丁目他
		8	弁之御嶽	平30.10.15	那覇市首里鳥堀町四丁目
	特別名勝	9	識名園	平12. 3.30	那覇市字真地御殿原
				昭51. 1.30	国指定名勝
				平11. 5.28	追加指定
	名勝	10	伊江殿内庭園	昭61. 6.16	那覇市首里当蔵町2丁目
				平13. 1.29	追加指定
				平18. 7.28	追加指定
		11	伊江御殿別邸庭園	平21. 2.12	那覇市首里石嶺町1丁目62-1、63-1、66、71-1、164番地
		12	首里城書院・鎖之間庭園	平21. 7.23	那覇市首里当蔵町3丁目1番、1番10、1番12、1番13
		13	アマミクヌムイ	平30.10.15	追加指定及び名称変更
					浦添市伊祖三丁目【ゑぞゑぞのいしぐすく・金ぐすく（伊祖グスク】
					那覇市首里鳥堀町四丁目【弁之御嶽】
県指定	史跡	14	龍潭及びその周辺	昭30.11.29	那覇市首里真和志町1丁目
		15	園比屋武御嶽	昭30.11.29	那覇市首里真和志町1丁目
				昭 8. 1.23	国宝指定（石門）
		16	崎樋川貝塚	昭31.10.19	那覇市字天久
		17	仲島大石	昭33. 3.14	那覇市泉崎
		18	伊祖城跡	昭36. 6.15	浦添市字伊祖後原
		19	首里金城町石畳道	昭39. 5. 1	那覇市首里金城町
		20	那覇市山下町第一洞穴	昭44. 8.26	那覇市山下町167
		21	浦添貝塚	昭47. 2.25	浦添市字伊祖真久原
		22	国学・首里聖廟石垣	平 5. 6.11	那覇市首里当蔵町1丁目
	名勝	23	首里金城町石畳道	昭39. 5. 1	那覇市首里金城町

出典：沖縄県教育委員会「文化財課要覧（令和 3 年度版）」

表 2-10-1(2)　那覇港周辺の文化財一覧（史跡及び名勝）

那覇市	史跡	24	雨乞嶽	昭51. 4.16	首里崎山町1丁目77
		25	与那覇勢頭豊見親逗留旧跡碑	昭51. 4.16	字上之屋1丁目6
		26	宜野湾御殿の墓及び墓城	昭51. 9.28	首里末吉町1丁目20、21
		27	宝口樋川	昭51. 9.28	首里儀保町4丁目80
		28	上天妃宮跡の石門	昭52. 4. 8	久米1丁目3-8
		29	金城大樋川	昭52. 4. 8	首里金城町2丁目8
		30	仲之川	昭52. 4. 8	首里金城町2丁目11
		31	沢岻親方の墓	昭52. 6.27	繁多川4丁目193-2
		32	安谷川	昭53.11.14	首里大中町1丁目61-2
		33	王の殿と王川	昭53.11.14	楚辺1丁目345、346
		34	寒水川樋川	昭54. 7.21	首里寒川町1丁目54外
		35	ヒジ川ビラ	昭54.12. 7	首里崎山町4丁目
		36	崎山御嶽	昭61. 6.25	首里崎山町1丁目39
		37	泊外人墓地	昭62. 8.10	泊3丁目20-1
		38	新垣ヌカー	昭63. 8.25	首里金城町2丁目39
		39	上ヌ東門ガー	昭63. 8.25	首里金城町3丁目39
		40	下ヌ東門ガー	昭63. 8.25	首里金城町3丁目60
		41	潮汲川	昭63. 8.25	首里金城町2丁目50
		42	加良川（取付道路を含む）	平元. 7.14	首里儀保町2丁目10-1外
		43	さくの川	平 2. 4.12	首里山川町1丁目89
		44	渡嘉敷三良の墓	平 2.12.15	牧志1丁目547
		45	旧天界寺の井戸	平 6. 8.10	首里金城町1丁目2-40
		46	美連嶽	平10. 3.20	首里寒川町1丁目4-4、5
		47	火立毛	平10. 3.20	首里石嶺町2丁目250-97
		48	アモールシガー	平11. 2.10	字小禄628
		49	シマダガー	平11. 2.10	字小禄606
		50	臺灣遭害者之墓	平20. 4.10	若狭1-26-5の一部外
		51	波上	平18.10.10	若狭1-26-3
	名勝	52	波上	平18.10.10	若狭1-26-3
		53	ガーナー森	昭49.12. 2	鏡原町10-3、10-7
浦添市	史跡	54	経塚の碑	昭56. 3. 2	経塚
		55	西原東ガー	昭56. 3. 2	西原
		56	牧港テラブのガマ	昭61. 3.30	牧港
		57	チヂフチャー洞穴遺跡	昭61. 3.30	牧港
		58	玉城朝薫の墓（邊土名の墓）	平 7. 8. 8	前田
		59	仲間拝所群（仲間樋川・仲間火ヌ神・クバサーヌ御嶽・仲間ンティラ）	平14. 3. 1	仲間
		60	安波茶樋川	平14. 3. 1	安波茶
		61	西原洗濯ガー	平18.12.19	西原
		62	浦添御殿の墓	平20. 3. 3	沢岻

出典：沖縄県教育委員会「文化財課要覧（令和 3 年度版）」

2-10-2 漁業の現況

(1) 漁業権

那覇港には、共同漁業権及び特定区画漁業権の位置が設定されており、それぞれの漁業権の内容は表 2-10-2 に、位置は図 2-10-1 に示すとおりである。

表 2-10-2(1)　共同漁業権の内容

漁業種類			第一種共同漁業											第二種共同漁業	
漁業の名称			海藻類	水産動物				貝類						固定式刺網	かご網
			モズク	ウニ	イセエビ	ナマコ	タコ（シマダコ、ワモンダコ及びサメハダテナガダコのみ）	シャコガイ	ヒロセガイ	タカセガイ	ヤコウガイ	マガキガイ	サザエ		
漁業の時期			12/1～翌年7/31	1/1～12/31	7/1～翌年3/31	1/1～12/31		9/1～翌年5/31	1/1～12/31					1/1～12/31	
漁業権者（漁協名）及び漁場番号	15号	那覇市沿岸 那覇地区 浦添宜野湾	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

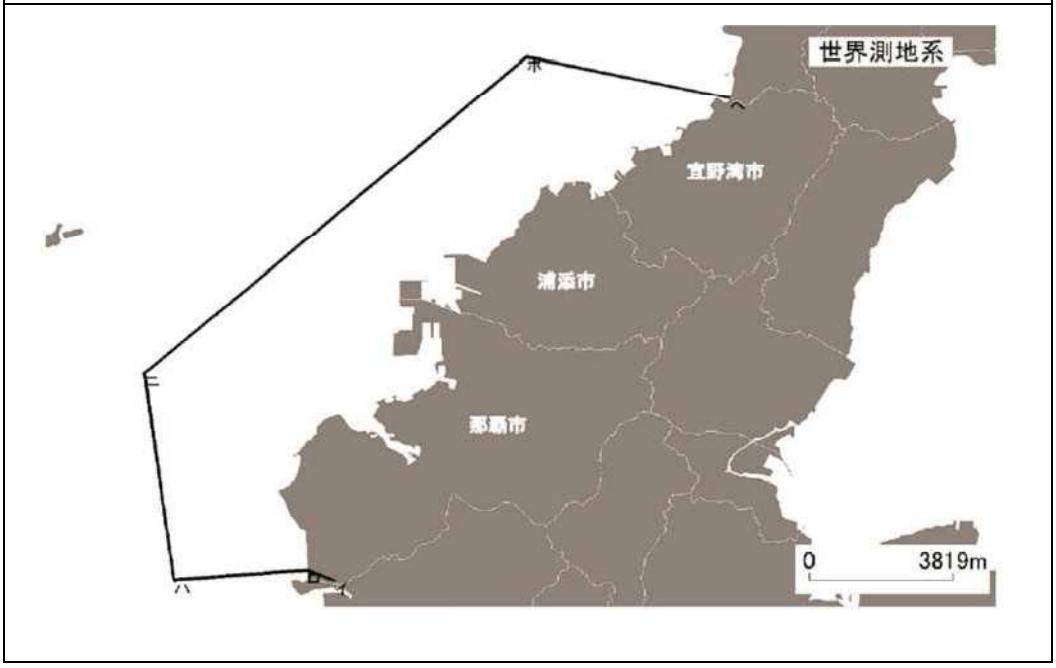
注：免許期間は平成 25 年 9 月 1 日～平成 35 年 8 月 31 日
出典：「共同漁業権（平成 25 年 9 月 1 日免許）の設定状況」（沖縄県農林水産部水産課）

表 2-10-2(2)　特定区画漁業権の内容

漁業種類			第一種特定区画漁業		第三種特定区画漁業
漁業の名称			魚類小割式養殖業	モズクひび建て式養殖業	シャコガイ地蒔式養殖業
漁業の時期			1/1～12/31	9/1～翌年7/31	1/1～12/31
漁業権者（漁業名）及び漁場番号	浦添宜野湾	第188号	○		
		第189号	○		
	那覇市沿岸	第190号		○	
	渡嘉敷	第220号			○

注：免許期間は平成 30 年 9 月 1 日～令和 5 年 8 月 31 日
出典：「特定区画漁業権（平成 30 年 9 月 1 日免許分）の設定状況」（沖縄県農林水産部水産課）

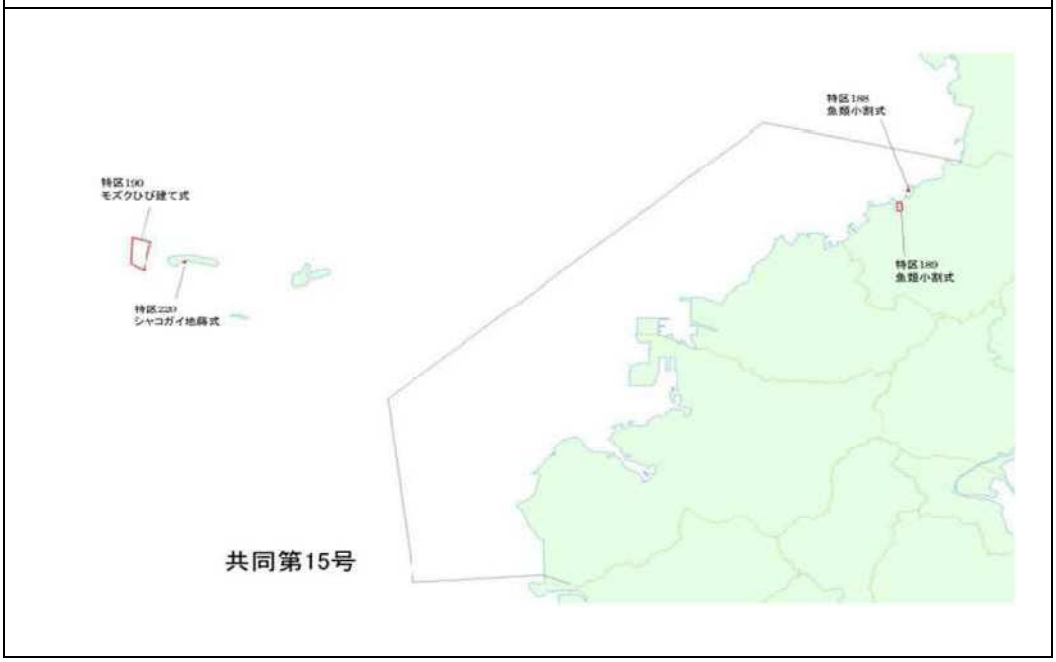
共同第 15 号（那覇市沿岸漁業協同組合、那覇地区漁業協同組合及び浦添宜野湾漁業協同組合）



出典：「共同漁業権（平成 25 年 9 月 1 日免許）の設定状況」（沖縄県農林水産部水産課）

図 2-10-1(1)　那覇港に係る漁業権の位置（共同漁業権）

特定区画（浦添宜野湾漁業協同組合、那覇市沿岸漁業共同組合、渡嘉敷漁業協同組合）



出典：「特定区画漁業権（平 30 年 9 月 1 日免許）の設定状況」（沖縄県農林水産部水産課）

図 2-10-1(2)　那覇港に係る漁業権の位置（特定区画漁業権）

(2) 漁業の実態

那覇港周辺の 2 市町村における漁業種類別経営体数、漁業種類別漁獲量、魚種別漁獲量、海面養殖業は、表 2-10-3～表 2-10-6 に示すとおりである。

表 2-10-3　漁業種類別経営体数

単位：経営体

区分			那覇市	浦添市	沖縄県(参考)
その他の刺網			1	1	110
大型定置網			-	-	3
小型定置網			-	-	18
その他の網漁業			1	1	34
はえ縄	遠洋まぐろはえ縄		-	-	-
	近海まぐろはえ縄		22	1	39
	沿岸まぐろはえ縄		3	2	22
	その他のはえ縄		1	1	64
釣	近海かつお一本釣		-	-	-
	沿岸かつお一本釣		3	1	25
	沿岸いか釣		15	14	267
	ひき縄釣		4	1	152
	その他の釣		37	6	665
潜水器漁業			11	11	261
採貝・採藻			1	-	47
その他の漁業			16	1	309
海面養殖	魚類養殖	まだい養殖	-	-	2
		ひらめ養殖	-	-	1
		くろまぐろ養殖	-	-	3
		その他の魚類養殖	-	1	13
	その他の貝類養殖		-	-	2
	くるまえび養殖		-	-	15
	その他の水産動物類養殖		-	-	3
	のり類養殖		-	-	42
	その他の海藻類養殖		4	-	634
	真珠・真珠母貝養殖		-	-	2
	その他の養殖		…	…	…
計			119	41	2,733

注：沖縄県において該当しない漁業種類は表章していない。
　表中の記号「-」は事実のないもの、「…」は事実不詳又は調査を欠くものを表す。
出典：「第 50 次沖縄農林水産統計年報」（令和 4 年 3 月、沖縄総合事務局農林水産部統計調査課）

表 2-10-4　漁業種類別漁獲量

単位： t

区　　分	平成28年	平成29年	平成30年	令和元年	令和2年
その他の刺網	178	167	164	148	143
大型定置網	146	135	133	150	157
小型定置網	45	52	47	30	31
その他の網漁業	x	x	x	x	x
遠洋まぐろはえ縄	x	x	x	x	x
近海まぐろはえ縄	6,501	7,456	6,767	7,473	5,194
沿岸まぐろはえ縄	1,428	1,284	1,274	1,140	1,170
その他のはえ縄	112	110	110	x	x
沿岸かつお1本釣	642	538	513	413	339
沿岸いか釣	2,021	1,785	2,229	2,012	1,538
ひき縄釣	2,141	1,785	1,825	1,774	1,683
その他の釣	1,451	1,265	1,158	1,372	1,506
その他の漁業	1,348	1,255	1,254	989	985
計	16,158	15,954	15,555	15,685	12,928

注：沖縄県において該当しない漁業種類は表章していない。
　　表中の「x」は秘密保護上統計数値を公表しないものを表す。
　　「その他の漁業」は、令和元年調査から漁業種類分類の見直しを行ったため、「採貝・採藻」、「その他の漁業」を統合し、「その他の漁業」とした。
出典：「第 50 次沖縄農林水産統計年報」（令和 4 年 3 月、沖縄総合事務局農林水産部統計調査課）

表 2-10-5　魚種別漁獲量

単位：t

区分	その他の刺網	大型定置網	小型定置網	その他の網漁業	遠洋まぐろはえ縄	近海まぐろはえ縄	沿岸まぐろはえ縄	その他のはえ縄	沿岸かつお1本釣	沿岸いか釣	ひき縄釣	その他の釣	その他の漁業	計
魚類	136	157	29	95	5	5,914	1,170	82	338	17	1,674	1,498	455	10,849
まぐろ類	0	14	−	−	5	4,836	1,027	−	169	11	1,329	986	0	8,377
くろまぐろ	−	0	−	−	−	82	149	−	−	0	4	24	−	259
びんなが	−	−	−	−	3	1,867	462	−	1	5	74	132	−	2,544
めばち	0	−	−	−	1	2,026	165	−	3	2	54	54	0	2,306
きはだ	−	8	−	−	0	861	211	−	25	3	862	754	−	2,724
その他のまぐろ類	−	6	−	−	−	−	39	−	140	1	336	23	0	544
かじき類	−	2	−	−	0	351	111	−	0	6	124	25	−	619
まかじき	−	−	−	−	−	42	19	−	−	−	1	1	−	62
めかじき	−	−	−	−	−	144	41	−	−	5	10	16	−	217
くろかじき類	−	0	−	−	0	159	47	−	0	−	108	5	−	319
その他のかじき類	−	2	−	−	−	5	5	−	−	0	5	3	−	21
かつお類	0	23	0	−	−	0	0	0	163	−	92	8	0	287
かつお	0	19	0	−	−	0	0	0	163	−	91	4	0	279
そうだかつお類	0	3	0	−	−	−	0	0	−	−	1	4	−	8
さめ類	1	0	−	−	0	−	−	4	−	−	1	4	−	10
むろあじ類	0	11	3	0	−	−	−	0	−	−	0	1	0	15
ぶり類	1	10	0		−	−	−	1	0	−	1	10	0	24
たちうお	0	0	0	0	−	−	−	0	−	−	0	5	0	5
たい類	2	0	2	0	−	−	−	1	−	−	−	7	1	12
ちだい	0	−	−	−	−	−	−	0	−	−	−	1	−	1
きだい	0	0	−	−	−	−	−	0	−	−	−	6	0	6
くろだい	2	−	1	0	−	−	−	1	−	−	−	0	1	5
へだい	0	0	0	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0
さわら類	0	5	0	−	−	−	−	−	0	−	31	6	0	46
その他の魚類	132	92	24	95	0	0	7	76	5	0	96	446	453	1,454
えび類	1	−	0	0	−	−	−	−	−	−	−	0	12	13
いせえび	0	−	0	0	−	−	−	0	−	−	−	0	11	11
その他のえび類	0	−	−	−	−	−	−	0	−	−	−		1	2
かに類	5	−	0	0	−	−	−	0	−	−	−	0	5	10
がざみ類	5	−	0	0	−	−	−	0	−	−	−	0	2	7
その他のかに類	1	−	−	0	−	−	−	0	−	−	−	−	3	4
貝類	0	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	133	133
いか類	1	0	2	0	0	0	−	0	0	1,521	9	9	26	1,567
たこ類	1	−	0	0	−	−	−	0	−	−	−	0	91	92
なまこ類	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	3	3
うに類	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0	0
海産ほ乳類	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	1	1
その他の水産動物類	−	0	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	2	2
海藻類	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	257	257
沖縄県（参考）	143	157	31	x	x	5,194	1,170	x	339	1,538	1,683	1,506	985	12,928

注：沖縄県において該当しない漁業種類は表章していない。
　　表中の「−」は事実のないもの、「…」は事実不詳又は調査を欠くもの、「x」は秘密保護上統計数値を公表しないものを表す。
　　「その他の漁業」は、令和元年調査から漁業種類分類の見直しを行ったため、「採貝・採藻」、「その他の漁業」を統合し、「その他の漁業」とした。

出典：「第 50 次沖縄農林水産統計年報」（令和 4 年 3 月、沖縄総合事務局農林水産部統計調査課）

表 2-10-6　海面養殖業

単位：t

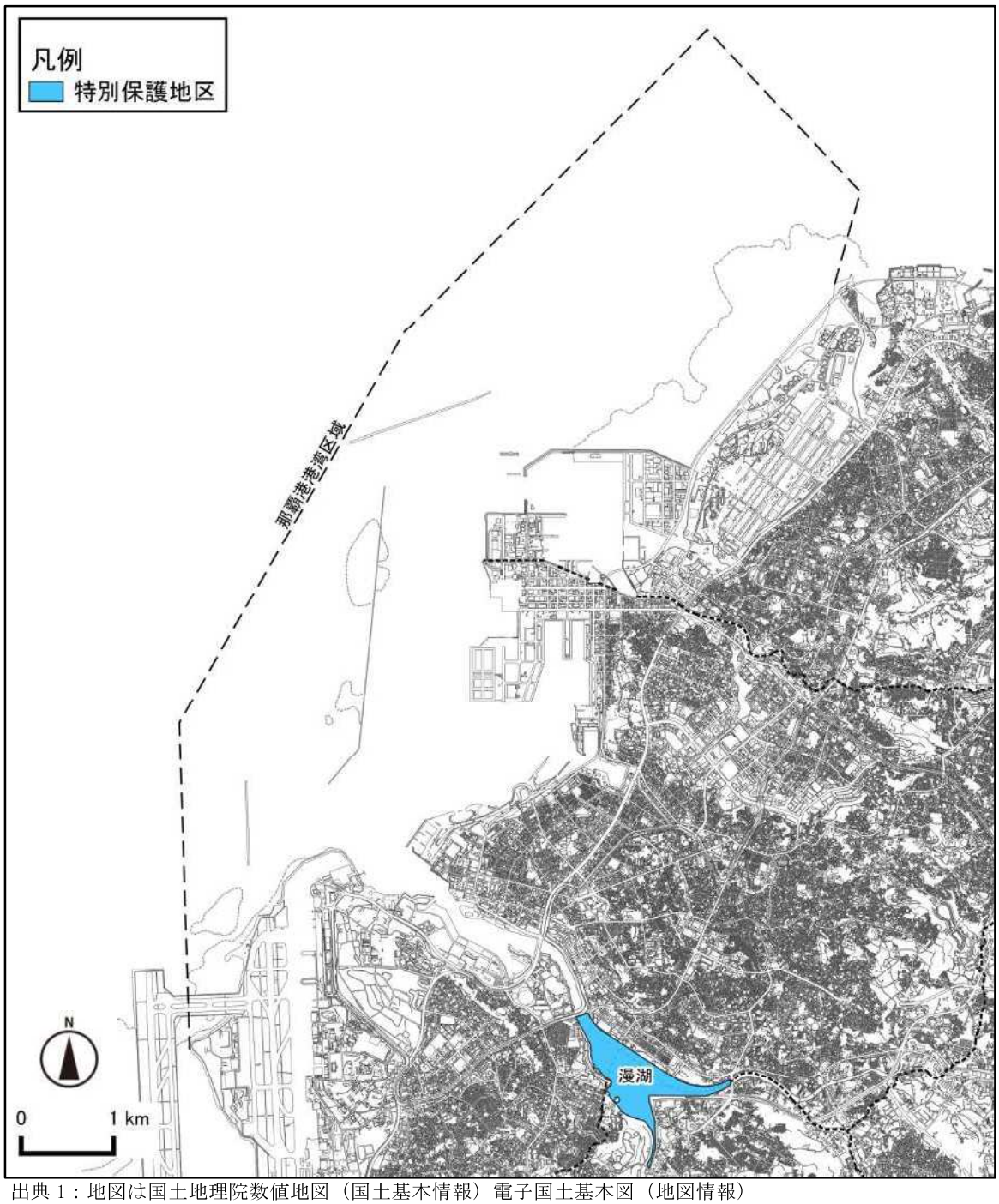
区分	平成28年	平成29年	平成30年	令和元年	令和2年
ま だ い	x	x	x	x	x
ひらめ	−	−	−	x	x
くろまぐろ	x	x	x	533	x
その他の魚類	49	65	57	67	64
貝類	x	x	x	6	x
くるまえび	447	523	549	485	426
その他の水産動物類	2	x	x	x	1
のり類	79	78	134	78	71
もずく類	15,111	19,238	21,868	16,402	24,223
その他の海藻類	377	352	417	391	274
真珠	x	x	x	x	x
計	16,547	20,842	23,579	17,977	25,651

注 1：沖縄県において該当しない魚種については表章していない。（以下、同じ。）
　2：種苗養殖を除く。
　3：「−」は事実のないもの、「x」は秘密保護上統計数値を公表しないものを表す。
出典：「第 50 次沖縄農林水産統計年報」（令和 4 年 3 月、沖縄総合事務局農林水産部統計調査課）

2-10-3 自然公園等の現況

那覇港周辺の 2 市には、沖縄県で 5 か所あるラムサール条約湿地うちの 1 つ漫湖があり保護の形態としては、国指定漫湖鳥獣保護区となっている。

平成 11 年 5 月 15 日にラムサール条約に登録されており範囲は、図 2-10-2 に示すとおりである。



出典 1：地図は国土地理院数値地図（国土基本情報）電子国土基本図（地図情報）
2：「国指定鳥獣保護区（全国）」GIS データ（環境省生物多様性センター）
（http://gis.biodic.go.jp/webgis/?_ga=2.61448168.575709228.1629449501-1995381717.1590632162）

図 2-10-2　特別保護地区

第 3 章　環境影響の予測と評価

3-1 基本方針

今回計画が周辺環境に与える影響と評価の基本方針は、港湾計画で決定すべき事項の精度を考慮し、既定計画で決定されている港湾開発等に係る環境影響（計画変更なし）と今回計画で決定する港湾開発等に係る環境影響（計画変更あり）とを予測年度において比較することとし、以下に示すとおり選定項目ごとに予測・評価を実施した。

3-1-1 項目の選定

項目の選定については、表 3-1-1 に示すとおりである。

表 3-1-1　項目の選定

環境要素の区分		項目	選定理由等
大気環境	大気質	二酸化窒素	今回計画の特性及び地域特性により選定した
	騒音	道路交通騒音	
	振動	道路交通振動	
水環境	潮流	潮流	
	水質	化学的酸素要求量（ＣＯＤ）	
	底質	底質	
地形・地質		周辺地形	
生物・生態系	動物	海生動物	
		陸生動物	
	植物	海生植物	
		陸生植物	
	生態系	生態系	
人と自然との触れ合い		景観	
		人と自然との触れ合いの活動の場	

3-1-2 予測及び評価の考え方

予測及び評価の考え方については、表 3-1-2 に示すとおりである。

表 3-1-2　予測及び評価の考え方

<table>
<tr><th colspan="2">環境要素の区分</th><th>予測</th><th>評価</th></tr>
<tr><td rowspan="3">大気環境</td><td>大気質</td><td rowspan="5">今回計画に定められる事項による環境への影響を定量的に予測する。</td><td rowspan="9">今回計画により周辺環境に著しい影響を及ぼさないこと。

※なお、潮流については、流速変化による影響を定量的に評価する基準等がないことから評価は行わず、水質予測の際の前提条件としての予測のみを行う。</td></tr>
<tr><td>騒音</td></tr>
<tr><td>振動</td></tr>
<tr><td rowspan="3">水環境</td><td>潮流</td></tr>
<tr><td>水質</td></tr>
<tr><td>底質</td><td rowspan="6">今回計画の特性による環境への影響を勘案し、定性的に予測する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">地形・地質</td></tr>
<tr><td rowspan="3">生物・生態系</td><td>動物</td></tr>
<tr><td>植物</td></tr>
<tr><td>生態系</td></tr>
<tr><td colspan="2">人と自然との触れ合い</td></tr>
</table>

3-2 大気質への影響の予測と評価

3-2-1 概要

大気汚染の代表的指標である二酸化窒素（NO_2）について、那覇港港湾区域及び那覇市、浦添市を対象に、今回計画及び既定計画に係る窒素酸化物排出量を算定し、今回計画が周辺大気質に及ぼす影響を評価した。大気質への影響の予測と評価の手順は、図 3-2-1 に示すとおりである。検討対象範囲は、図 3-2-2 に示すとおりである。

なお、将来予測年次は令和 17 年とした。

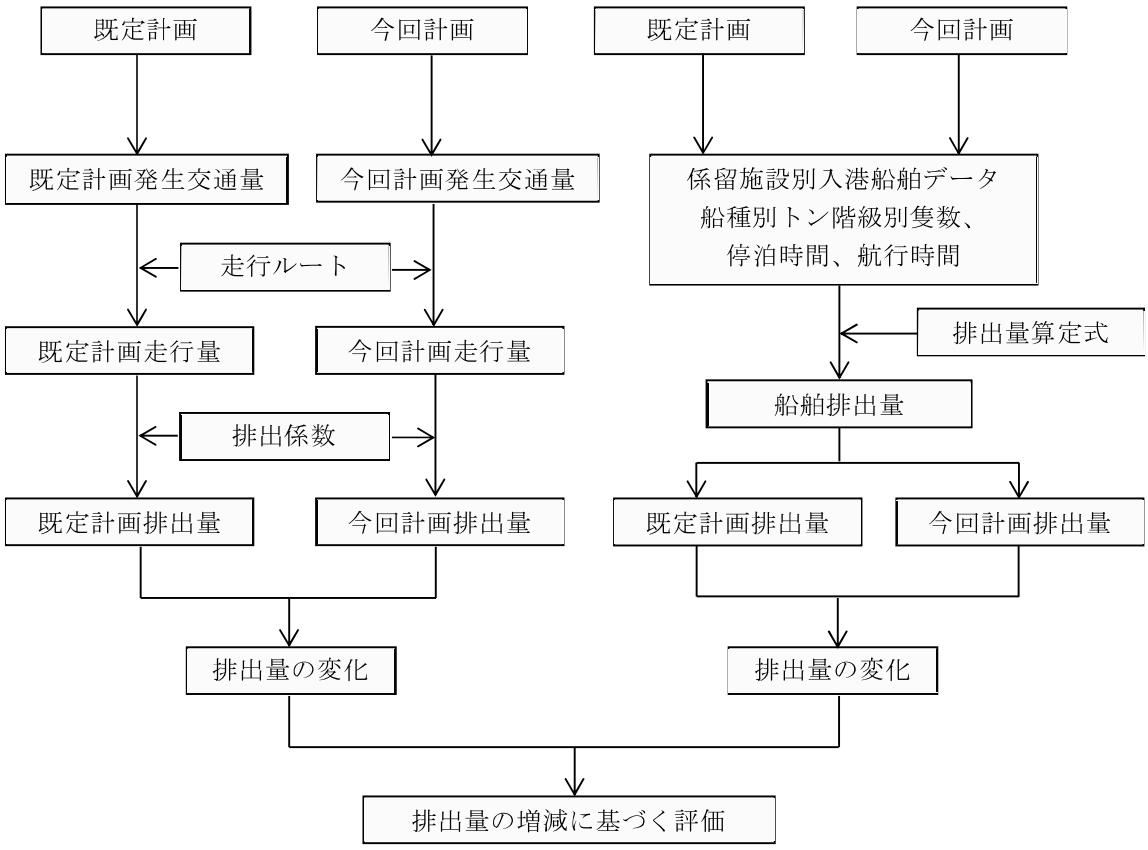


図 3-2-1　大気質への影響の予測と評価の手順

図 3-2-2　検討対象範囲

3-2-2 大気汚染物質排出量の算定方法

港湾計画関連の自動車及び船舶を対象として、窒素酸化物排出量を算定した。排出量の算定方法は、表 3-2-1 に示すとおりである。

表 3-2-1　窒素酸化物排出量の算定方法

発 生 源	算　　定　　方　　法
自 動 車	計画変更あり及び計画変更なしの関連車両の走行量に NOx 排出係数を乗じて排出量を算定した。 【排出量算定式】 年間排出量(m^3_N/年) ＝計画関連車両走行量(台・km/年)×窒素酸化物排出係数(g/km・台) ×22.4÷46×10^{-3}
船　　舶	計画変更あり及び計画変更なしの施設別入港船舶隻数を基に、「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」（公害研究対策センター、平成 12 年 12 月）に示されている排出量算定式を用いて停泊時及び入出港時の船舶からの排出量を算定した。 【排出量算定式】 年間排出量(m^3_N/年) ＝停泊時・入出港時の窒素酸化物排出量(m^3_N/隻)×年間隻数（隻/年）

3-2-3 排出量の算定結果

今回計画によって将来増加することが見込まれる大気汚染物質排出量の算定結果は、表 3-2-2 に示すとおりである。

表 3-2-2　大気汚染物質排出量

（単位：千 m^3_N／年）

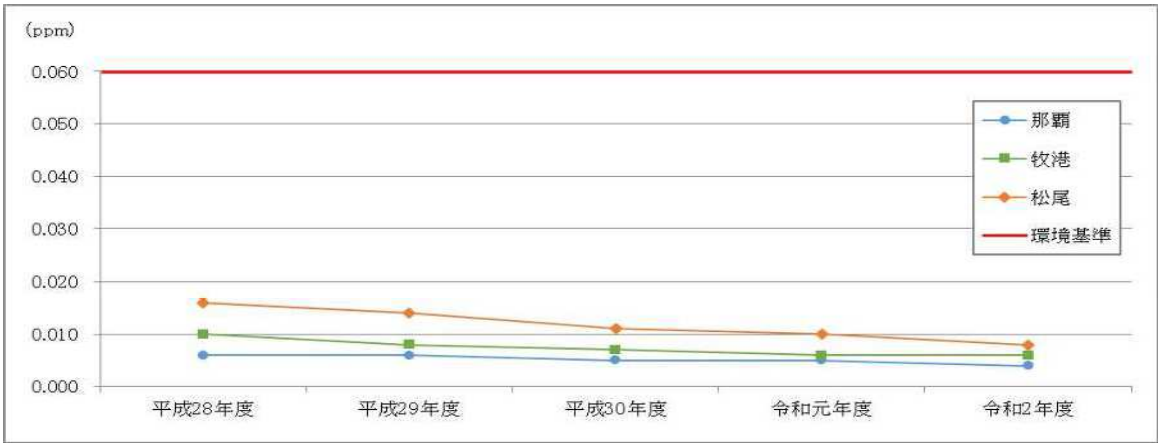
大気汚染物質	自動車			船舶			合計		
	計画変更あり	計画変更なし	計画変更ありと計画変更なしの差	計画変更あり	計画変更なし	計画変更ありと計画変更なしの差	計画変更あり	計画変更なし	計画変更ありと計画変更なしの差
窒素酸化物(NOx)	46	44	2	514	281	233	560	325	235

3-2-4 予測結果と評価

今回計画による大気汚染物質（NOx）排出量（ふ頭を利用する船舶や港湾関連施設の利用に伴い発生する自動車）の増加は 235 千 m^3_N/年である。那覇港港湾区域及び那覇市、浦添市周辺からの大気汚染物質（NOx）総排出量は現況で 783 千 m^3_N/年（注）であり、今回計画関連の自動車と船舶からの排出量（560 千 m^3_N/年）はその約 72%の量に相当し、計画変更ありにおける計画変更なしからの増加量（235 千 m^3_N/年）は約 42%である。

那覇市(那覇測定局)、浦添市(牧港測定局)、那覇市(松尾測定局)における大気質(NO_2)の濃度は、令和 2 年度において日平均値の 98%値がそれぞれ 0.009、0.013、0.015ppm で環境基準を満足しており、経年的にみても年平均値は、図 3-2-3 に示すようにほぼ横ばい傾向で推移していることから、将来においても環境基準を満足するものと考えられる。

以上のことから、本計画に伴う那覇港港湾区域及び那覇市、浦添市周辺の大気質への影響は軽微であると考えられる。



出典：「環境白書（平成 28 年度～令和 2 年度報告)」(沖縄県)

図 3-2-3　一般環境大気測定局・自動車排出ガス測定局における二酸化窒素の年平均値の推移

注：大気汚染物質(NOx)総排出量は、①那覇港利用船舶、②自動車、③工場・事業場及び④民生(一般家庭)ごとに、以下のようにして算定し、①～④（①：278,812 m^3_N/年、②：123,432 m^3_N/年、③：313,149 m^3_N/年、④：67,402 m^3_N/年）の合計により求めた。

①　船舶：令和元年の入港船舶実績をもとに、排出量算定式を用いて算定した。

②自動車：平成 27 年度道路交通センサス結果をもとに、那覇港周辺における交通量を抽出し、車種別排出係数を用い算定した。

③工場・事業場：那覇港周辺における沖縄県への届出値に基づいて算定した。

④民生(一般家庭)：那覇港周辺における世帯数及び燃料別使用世帯数割合・一世帯当たりの燃料別使用量に基づいて算定した。

3-3 騒音による影響の予測と評価

3-3-1 概要

今回計画に伴い港湾計画関連車両の交通量が変化すると予想される道路について、道路交通騒音の予測を行った。

道路交通騒音による影響の予測と評価の手順は、図 3-3-1 に示すとおりである。

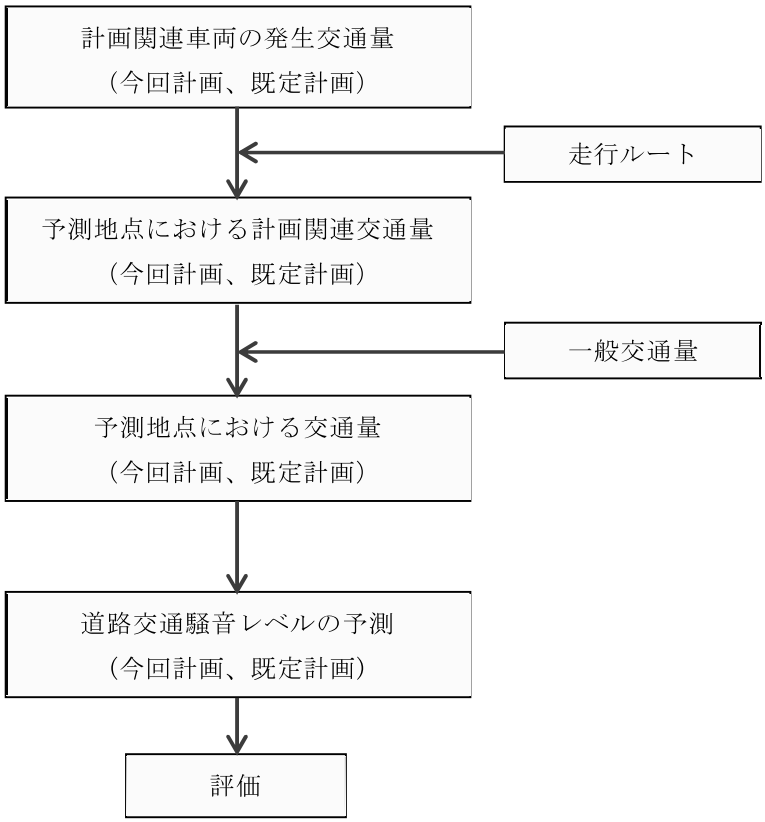


図 3-3-1　道路交通騒音による影響の予測と評価の手順

3-3-2 予測地点

予測地点は、那覇港の利用に伴う交通量の分散状況と沿道での騒音に係る環境基準の類型指定状況を考慮した。

図 3-3-2 に示す 10 地点とし、将来予測年次は令和 17 年とした。

図 3-3-2　道路交通騒音予測地点

3-3-3 予測方法

(1) 予測式

道路交通騒音の予測式は、以下に示す日本音響学会式（ASJ RTN-Model 2018）を用いた。

1）１台の自動車から発生する騒音のパワーレベル

１台の車から発生する自動車騒音のＡ特性パワーレベル L_{WA} は、次式で表される。

$$L_{WA} = a + b\log_{10} V + C$$

$$\mathrm{C} = \Delta \mathrm{L}_{\mathrm{surf}} + \Delta \mathrm{L}_{\mathrm{grad}} + \Delta \mathrm{L}_{\mathrm{dir}} + \Delta \mathrm{L}_{\mathrm{etc}}$$

L_{WA} ：自動車騒音のＡ特性パワーレベル[dB]
a ：車種別に与えられる定数
b ：速度依存性を表す係数
V ：走行速度[km/時]
C ：基準値に対する補正項
$\Delta \mathrm{L}_{\mathrm{surf}}$ ：排水性舗装等による騒音低減に関する補正量[dB]
$\Delta \mathrm{L}_{\mathrm{grad}}$ ：道路の縦断勾配による走行騒音の変化に関する補正量[dB](0)
$\Delta \mathrm{L}_{\mathrm{dir}}$ ：自動車走行騒音の指向性に関する補正量[dB](0)
$\Delta \mathrm{L}_{\mathrm{etc}}$ ：その他の要因に関する補正量[dB](0)

定数ａ及び係数ｂは、車種別走行状態別に表 3-3-1 のとおりとした。

表 3-3-1　　非定常区間における定数ａ、係数ｂの値(2 車種分類)

車種分類	非定常走行区間 (10km/h≦V≦60km/h)	
	a	b
小型車類 (乗用車+小型貨物車)	82.3	10
大型車類 (中型車+大型車)	88.8	10

注：非定常走行区間：信号交差点を含む一般道路で、自動車が頻繁に加速・減速を繰り返しながら走行する区間。
出典：「道路交通騒音の予測モデル　“ASJ RTN-Model 2018”」（日本音響学会、2019 年）

2）騒音レベル（$L_{Aeq,i}$）の予測式

任意車線から予測地点に達する騒音レベル（$L_{Aeq,i}$）は次式より求めた。

$$L_{Aeq} = 10\log_{10}\left(10^{L_{AE}/10}\cdot\frac{N}{3600}\right)$$

$$= L_{AE} + 10\log_{10} N - 35.6$$

$$L_{AE} = 10\log_{10}\left\{\left(\frac{1}{T_0}\right)\sum_i 10^{L_{A,i}/10}\cdot\Delta t_i\right\}$$

$$L_{A,i} = L_{WA} - 8 - 20\log_{10} r_i + \Delta L_{dif} + \Delta L_{grnd}$$

ここで、

L_{AE}　：単発騒音暴露レベル[dB]

$L_{A,i}$　：i 番目の音源からのA特性音圧レベル[dB]

N　：時間交通量[台/時]

T_0　：基準時間[1 秒]

Δt　：$\Delta\ell / v$ [秒]

$\Delta\ell$　：微小区間の長さ[m]

v　：微小区間における自動車の走行速度[m/秒]

r　：音源点から予測地点までの距離[m]

L_{WA}　：自動車騒音の A 特性パワーレベル[dB]

ΔL_{dif}　：回折減衰

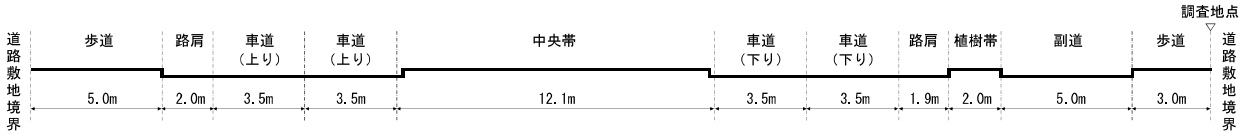
ΔL_{grnd}　：地表面効果

(2) 予測条件

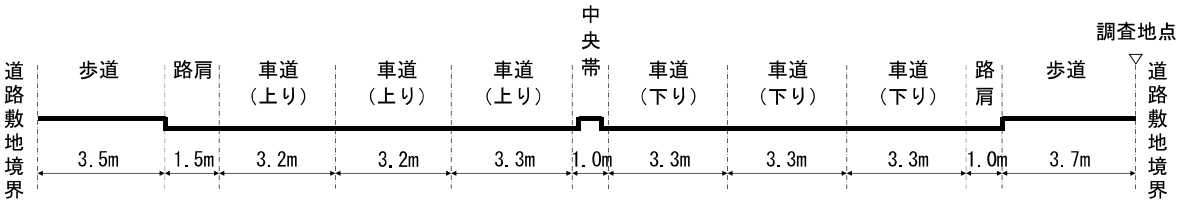
予測位置及び道路条件は以下に示すとおりである。将来交通量については、今回計画（計画変更あり）と既定計画（計画変更なし）の場合の交通量を設定した。上下別時刻別交通量は、現地調査における上下別時刻別交通量を用いて設定した。

予測位置：道路端上 1.2m、道路条件：平面道路とした。音源は車道中央に 1 つ設定した。また、予測計算に用いた道路断面は、図 3-3-3 に示すとおりである。

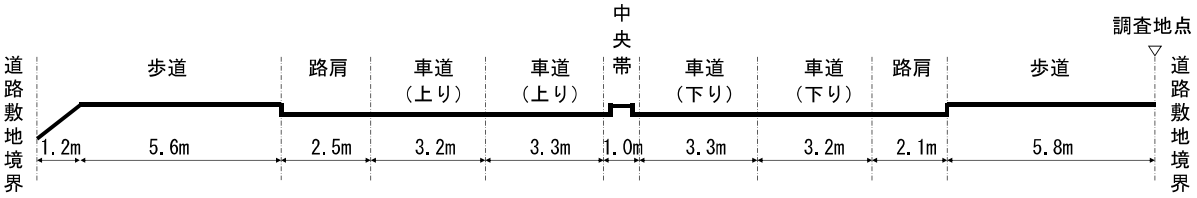
【St.1】



【St.2】



【St.3】



【St.4】

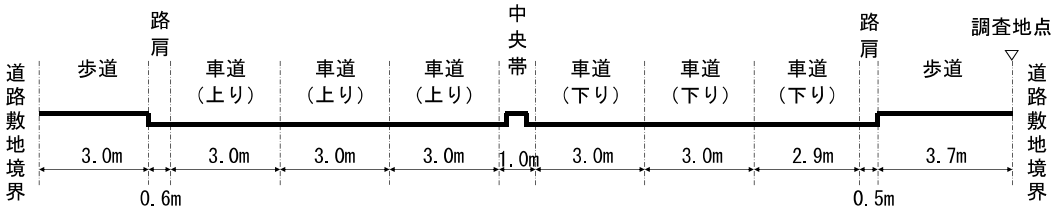
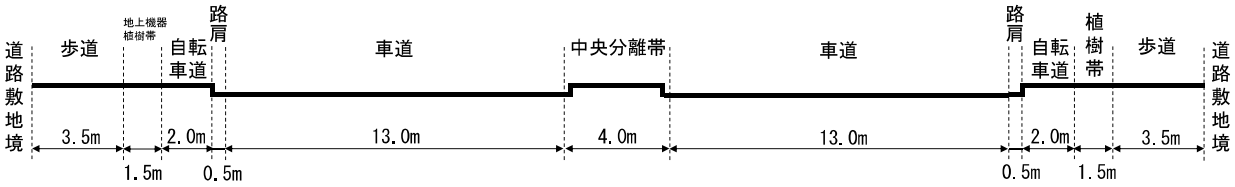
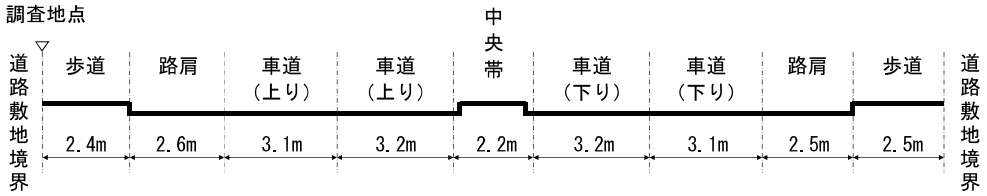


図 3-3-3 (1)　道路断面図

【St.5】



【St.6】



【St.7】

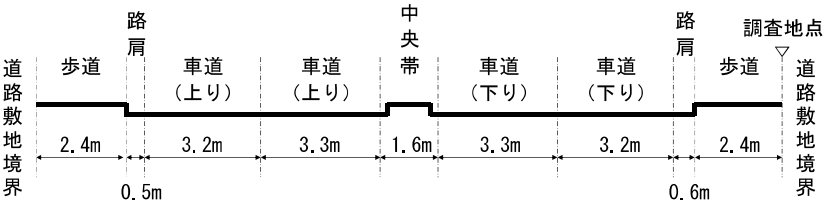
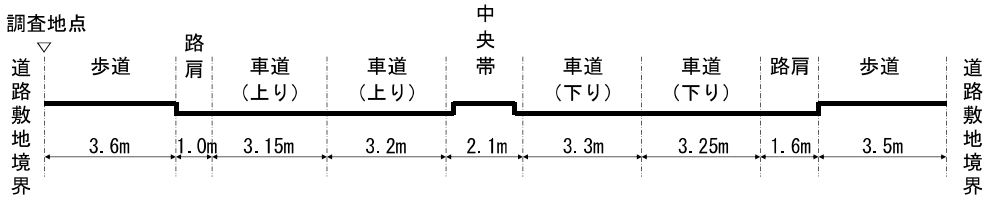
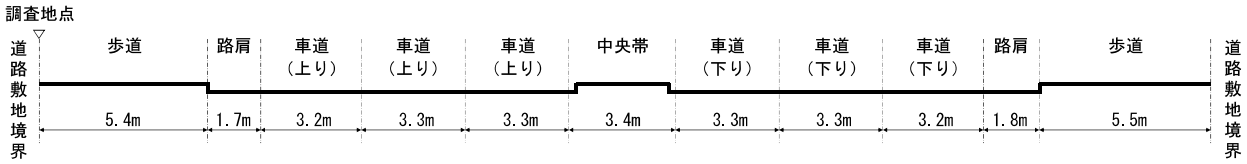


図 3-3-3 (2)　道路断面図

【St.8】



【St.9】



【St.10】

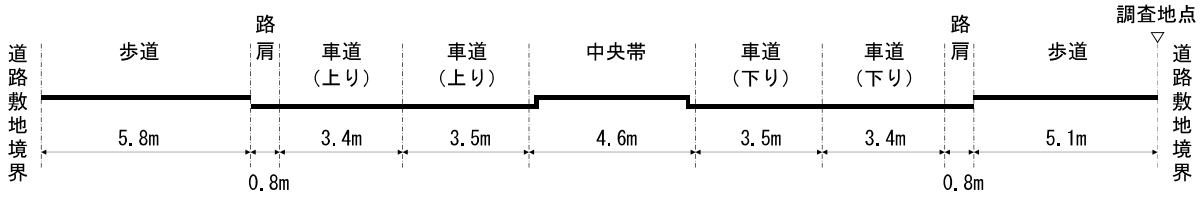


図 3-3-3（3）　道路断面図

3-3-4 予測結果と評価

将来における道路交通騒音の予測結果（計画変更あり）は、表 3-3-2 に示すとおりであり、St.2、St.3、St.4、St.5、St.7、St.8、St.9、St.10 の地点で環境基準を満足している。St.1、St.6 では、環境基準を上回っているものの、計画の変更に伴う道路交通騒音レベルの増加は少なく、影響は軽微であると考えられる。

以上のことから、今回計画に伴う道路交通騒音が周辺環境に及ぼす影響は軽微であると考えられる。

表 3-3-2　道路交通騒音予測結果

単位：dB

地点	道路名	用途地域［類型指定］	車線数	時間の区分	将来交通量(台／時)［大型車］				将来騒音レベル(L_{Aeq})		環境基準(L_{Aeq})
					計画変更あり		計画変更なし		計画変更あり	計画変更なし	
					港湾関連	一般	港湾関連	一般			
St.1	国道 58 号（宜野湾市真志喜）	近隣商業地域［C 類型］	4	昼間	237［103］	2386［383］	249［97］	2023［296］	71（0）	71	70 以下
				夜間	41［17］	425［62］	43［16］	361［48］	64（1）	63	65 以下
St.2	国道 58 号（宜野湾市大謝名）	近隣商業地域［C 類型］	6	昼間	213［81］	3321［225］	224［63］	3233［243］	69（0）	69	70 以下
				夜間	37［13］	598［36］	39［10］	581［39］	61（0）	61	65 以下
St.3	県道浦添西原線（浦添市港川）	第 1 種住居地域［B 類型］	4	昼間	283［87］	623［76］	457［54］	1080［186］	69（−2）	71	70 以下
				夜間	50［14］	111［12］	82［9］	192［30］	61（−1）	62	65 以下
St.4	国道 58 号（浦添市牧港）	商業地域［C 類型］	6	昼間	343［116］	2537［182］	386［90］	2514［216］	70（0）	70	70 以下
				夜間	60［19］	456［29］	68［14］	451［35］	62（0）	62	65 以下
St.5	国道 58 号（浦添市宮城）	近隣商業地域［C 類型］	8	昼間	327［103］	2783［210］	395［113］	3033［221］	67（0）	67	70 以下
				夜間	57［17］	500［34］	69［18］	545［36］	59（0）	59	65 以下
St.6	臨港道路浦添線（浦添市西洲）	準工業地域［C 類型］	4	昼間	312［159］	1570［230］	659［302］	1127［267］	73（−1）	74	70 以下
				夜間	53［26］	280［37］	113［49］	199［43］	65（−1）	66	65 以下
St.7	那覇港臨港道路（那覇市曙）	商業地域［C 類型］	4	昼間	435［147］	579［72］	403［79］	198［25］	67（3）	64	70 以下
				夜間	76［24］	104［12］	72［13］	35［4］	59（2）	57	65 以下
St.8	県道 82 号（那覇市銘苅）	準住居地域［B 類型］	4	昼間	666［117］	1264［48］	726［104］	1213［69］	67（0）	67	70 以下
				夜間	118［19］	228［8］	130［17］	219［11］	60（0）	60	65 以下
St.9	国道 58 号（那覇市久茂地）	商業地域［C 類型］	6	昼間	346［80］	2510［141］	387［43］	2481［132］	67（1）	66	70 以下
				夜間	61［13］	452［23］	69［7］	447［21］	61（1）	60	65 以下
St.10	国道 332 号（那覇市鏡水）	準工業地域［C 類型］	6	昼間	11［9］	199［20］	13［9］	191［17］	62（0）	62	70 以下
				夜間	2［1］	36［3］	2［1］	34［3］	56（0）	56	65 以下

注 1：将来騒音レベルの（ ）は今回計画による寄与分である。
　2：昼間は午前 6 時から午後 10 時まで、夜間は午後 10 時から翌日の午前 6 時までの時間帯をいう。
　3：将来交通量は、令和 12 年 OD 表を基に港湾関連交通量等を加味した時間区分毎の平均交通量である。

3-4 振動による影響の予測と評価

3-4-1 概要

今回計画に伴い港湾計画関連車両の交通量が変化すると予想される道路について、道路交通振動の予測を行った。

道路交通振動による影響の予測と評価の手順は、図 3-4-1 に示すとおりである。

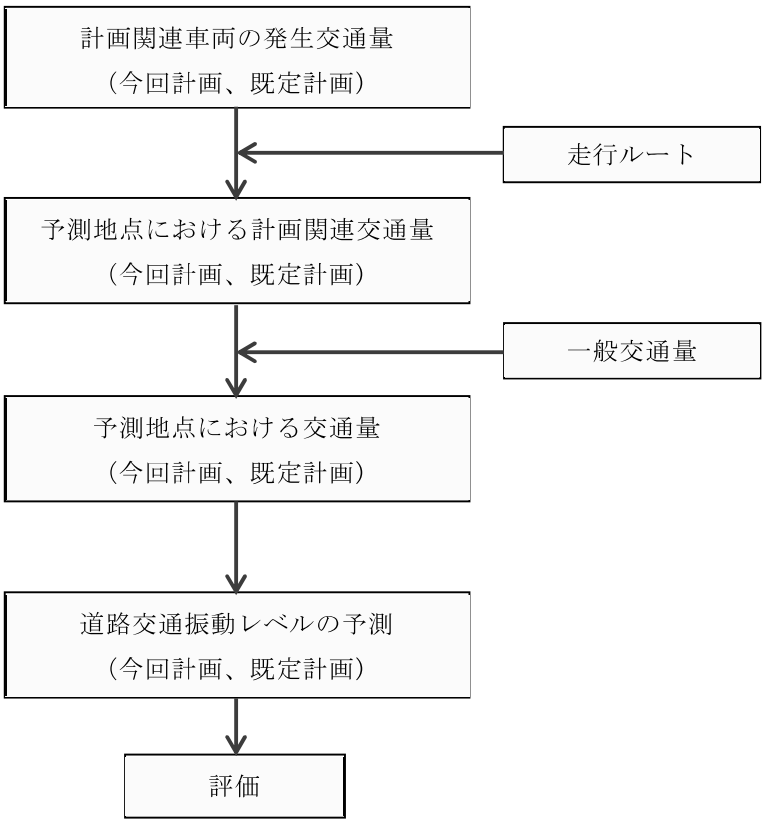


図 3-4-1　道路交通振動による影響の予測と評価の手順

3-4-2 予測地点

予測地点は、「道路交通騒音」の予測地点と同様の 10 地点とした。

3-4-3 予測方法

(1) 予測式

道路交通振動の予測式は、「道路環境影響評価の技術手法（平成 24 年度版）」（国土技術政策総合研究所（財）土木研究所、平成 25 年 3 月）に基づき土木研究所の提案式を用いた。なお、予測基準点は、最外側車線の中心から 5m の地点とした。

$$L_{10} = L_{10}^{*} - \alpha_1$$

$$L_{10}^{*} = a\log_{10}\left(\log_{10} Q^{*}\right) + b\log_{10} V + c\log_{10} M + d + \alpha_\sigma + \alpha_f + \alpha_s$$

ここで、

L_{10} ：振動レベルの 80%レンジの上端値の予測値（dB）

L_{10}^{*} ：基準点における振動レベルの 80%レンジの上端値の予測値(dB)

Q^{*} ：500 秒間の 1 車線当たり等価交通量（台/500 秒/車線）

$$= \frac{500}{3{,}600} \times \frac{1}{M} \times \left(Q_1 + KQ_2\right)$$

Q_1 ：小型車時間交通量（台/時）

Q_2 ：大型車時間交通量（台/時）

K ：大型車の小型車への換算係数（K＝13）

V ：平均走行速度（km/時）

M ：上下車線合計の車線数

α_σ ：路面の平坦性等による補正値（dB）

α_f ：地盤卓越振動数による補正値（dB）

α_s ：道路構造による補正値（dB）

α_1 ：予測基準点からの距離減衰値（dB）

a,b,c,d ：定数（a=47, b=12, c=3.5, d=27.3）

(2) 予測条件

道路交通振動予測式の補正値等は、表 3-4-1 に示すとおりとした。

交通条件及び道路断面は、「道路交通騒音」と同様とした。

表 3-4-1　道路交通振動の予測式の補正値

項　目		設定値	備考
路面の平坦性等による補正値(dB)	α_σ	$8.2\log_{10}\sigma$	σ ：3m ﾌﾟﾛﾌｧｲﾙﾒｰﾀによる路面凹凸の標準偏差(mm)。(5mm 注1 とした。)
地盤卓越振動数による補正値(dB)	α_f	$-17.3\log_{10} f$	f ：地盤卓越振動数（Hz）注2 St.1 34.5、St.2 15.6、St.3 32.7、St.4 46.3、St.5 23.5、St.6 27.1、St.7 32.1、St.8 24.0、St.9 15.1、St.10 16.5
道路構造による補正値(dB)	α_s	0	
距離減衰値(dB)	α_1	$\beta\log(r/5+1)/\log 2$ $\beta = 0.068L_{10}^{*} - 2$	r ：基準点から予測地点までの距離(m) （基準点：最外側車線の中心から 5m の地点）

注 1：（社）日本道路協会が提案した路面平坦性の目標値（交通量の多い一般道路の値）を用いた。
　2：現況調査結果の値を用いた。

3-4-4 予測結果と評価

将来における道路交通振動の予測結果は、表 3-4-2 に示すとおりであり、全ての地点で要請限度を満足している。また、計画の変更に伴う道路交通振動レベルの増加は少なく、影響は軽微であると考えられる。

以上のことから、今回計画に伴う道路交通振動が周辺環境に及ぼす影響は軽微であると考えられる。

表 3-4-2　道路交通振動予測結果

単位：dB

地点	道路名	用途地域［規制区域］	車線数	時間の区分	将来交通量(台／時)［大型車］				将来騒音レベル(L_{10})		要請限度
					計画変更あり		計画変更なし		計画変更あり	計画変更なし	
					港湾関連	一般	港湾関連	一般			
St.1	国道 58 号 (宜野湾市真志喜)	近隣商業地域 ［C 類型］	4	昼間	276 [129]	2671 [481]	288 [122]	2260 [372]	44 (0)	44	70 以下
				夜間	83 [27]	938 [102]	89 [26]	800 [79]	39 (1)	38	65 以下
St.2	国道 58 号 (宜野湾市大謝名)	近隣商業地域 ［C 類型］	6	昼間	246 [101]	3666 [283]	255 [79]	3573 [305]	51 (0)	51	70 以下
				夜間	77 [22]	1352 [60]	84 [17]	1313 [65]	44 (0)	44	65 以下
St.3	県道浦添西原線 (浦添市港川)	第 1 種住居地域 ［B 類型］	4	昼間	324 [110]	694 [96]	508 [68]	1211 [234]	43 (−2)	45	70 以下
				夜間	105 [23]	249 [20]	183 [14]	423 [50]	35 (−2)	37	65 以下
St.4	国道 58 号 (浦添市牧港)	商業地域 ［C 類型］	6	昼間	394 [145]	2803 [228]	437 [113]	2783 [272]	43 (−1)	44	70 以下
				夜間	126 [31]	1032 [48]	148 [24]	1017 [58]	36 (0)	36	65 以下
St.5	国道 58 号 (浦添市宮城)	近隣商業地域 ［C 類型］	8	昼間	374 [129]	3076 [264]	450 [142]	3352 [278]	47 (0)	47	70 以下
				夜間	121 [27]	1130 [56]	148 [30]	1233 [59]	40 (0)	40	65 以下
St.6	臨港道路浦添線 (浦添市西洲)	準工業地域 ［C 類型］	4	昼間	367 [200]	1754 [289]	769 [380]	1276 [335]	48 (−1)	49	70 以下
				夜間	106 [42]	621 [61]	229 [81]	430 [71]	41 (−1)	42	65 以下
St.7	那覇港臨港道路 (那覇市曙)	商業地域 ［C 類型］	4	昼間	500 [185]	645 [91]	454 [100]	220 [32]	45 (3)	42	70 以下
				夜間	160 [39]	231 [19]	156 [21]	79 [7]	37 (4)	33	65 以下
St.8	県道 82 号 (那覇市銘苅)	準住居地域 ［B 類型］	4	昼間	747 [146]	1389 [61]	811 [131]	1337 [86]	48 (0)	48	70 以下
				夜間	261 [31]	520 [13]	287 [28]	496 [18]	40 (−1)	41	65 以下
St.9	国道 58 号 (那覇市久茂地)	商業地域 ［C 類型］	6	昼間	392 [100]	2767 [177]	430 [54]	2733 [165]	49 (0)	49	70 以下
				夜間	133 [21]	1027 [38]	155 [11]	1016 [35]	44 (0)	44	65 以下
St.10	国道 332 号 (那覇市鏡水)	準工業地域 ［C 類型］	6	昼間	14 [12]	221 [25]	16 [12]	212 [22]	38 (0)	38	70 以下
				夜間	3 [2]	80 [5]	4 [2]	77 [5]	28 (1)	27	65 以下

注 1：将来振動レベルの（ ）は今回計画による寄与分である。
2：昼間は午前 8 時から午後 7 時まで、夜間は午後 7 時から翌日の午前 8 時までの時間帯をいう。
3：将来交通量は、令和 12 年 OD 表を基に港湾関連交通量等を加味した時間区分毎の平均交通量である。

3-5 潮流への影響の予測

3-5-1 予測手法の概要

(1) 検討の方法

港湾計画の改訂に伴う防波堤や埋立地の造成による地形変化が周辺海域の潮流に及ぼす影響について、数値計算手法により予測し検討を行った。潮流予測の手順は図 3-5-1 に示すとおりである。

潮流変化予測は、那覇港港湾区域及び周辺海域を対象に、現況地形の流動モデルを作成し、現況の潮流再現計算を行った。潮流の再現性が良好な流動モデルを用いて、今回の改訂計画に対応する「計画変更あり」及び既定計画に対応する「計画変更なし」の 2 ケースについて予測を行った。

計画変更に伴う潮流への影響は、将来の「計画変更あり」と「計画変更なし」の計算結果を比較することにより検討した。

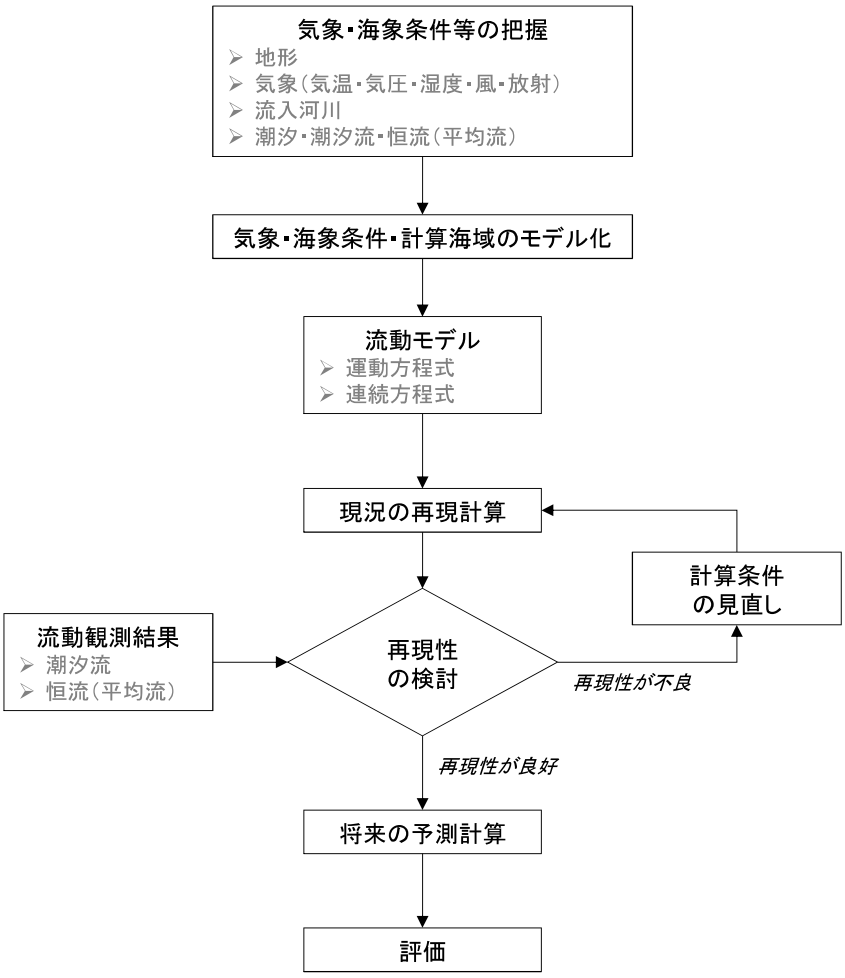


図 3-5-1　潮流変化予測の手順

(2) 予測項目

当該海域の流れの支配的成分である潮汐流と風等による恒流成分（吹送流）を考慮し、潮汐流については当該海域での卓越分潮である M_2 分潮を対象とした。

(3) 予測年次

将来予測年次（将来の計画変更あり・計画変更なし）は令和 17 年とし、現況は令和 3 年とした。検討ケースは表 3-5-1 に示すとおりである。

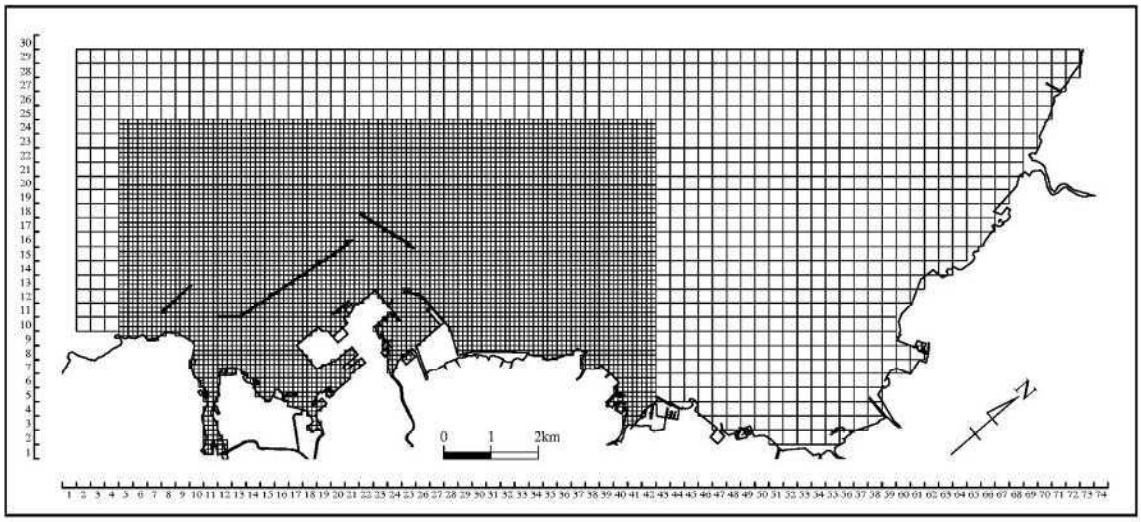
表 3-5-1　潮流変化予測の検討ケース

ケース／条件	現　況	将来	
		計画変更なし	計画変更あり
地　形	現　況 （令和 3 年）	現況＋既定計画 （令和 17 年）	現況＋今回計画 （令和 17 年）
排水流入量	現　況 （令和 3 年）	将　来 （令和 17 年）	将　来 （令和 17 年）

(4) 予測対象海域

予測対象海域は、図 3-5-2 に示すとおり、那覇港港湾区域及びその周辺海域とした。

緩衝領域（現況、300m 格子）



小領域（現況、100m 格子）

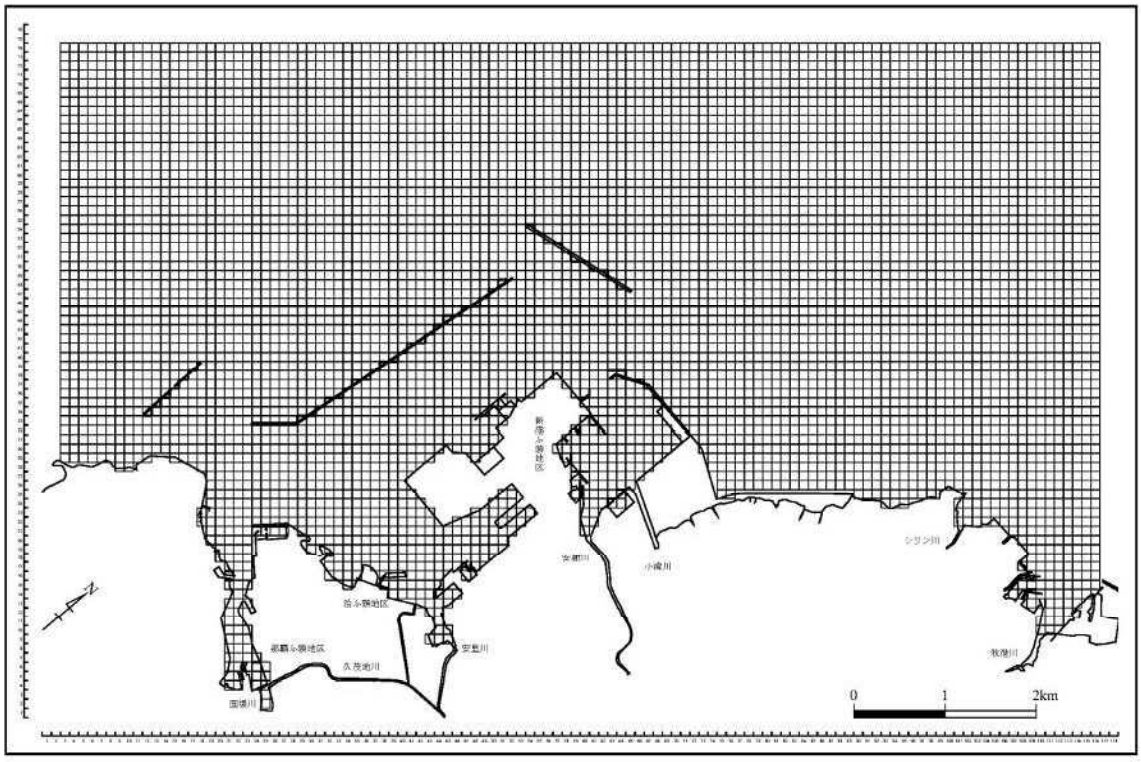
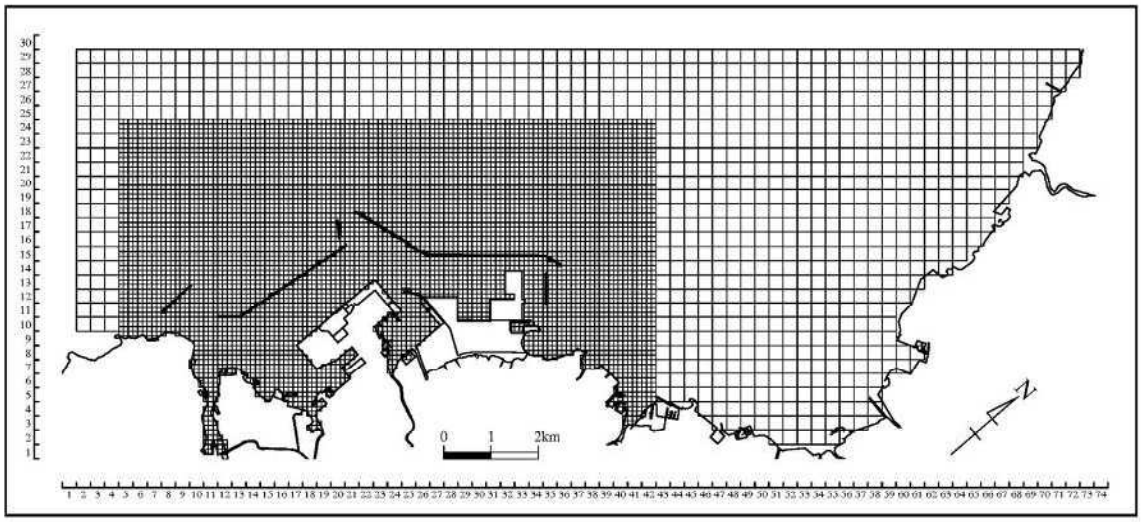


図 3-5-2(1)　予測対象海域（緩衝領域及び小領域、現況）

緩衝領域（将来：計画変更なし、300m 格子）



小領域（将来：計画変更なし、100m 格子）

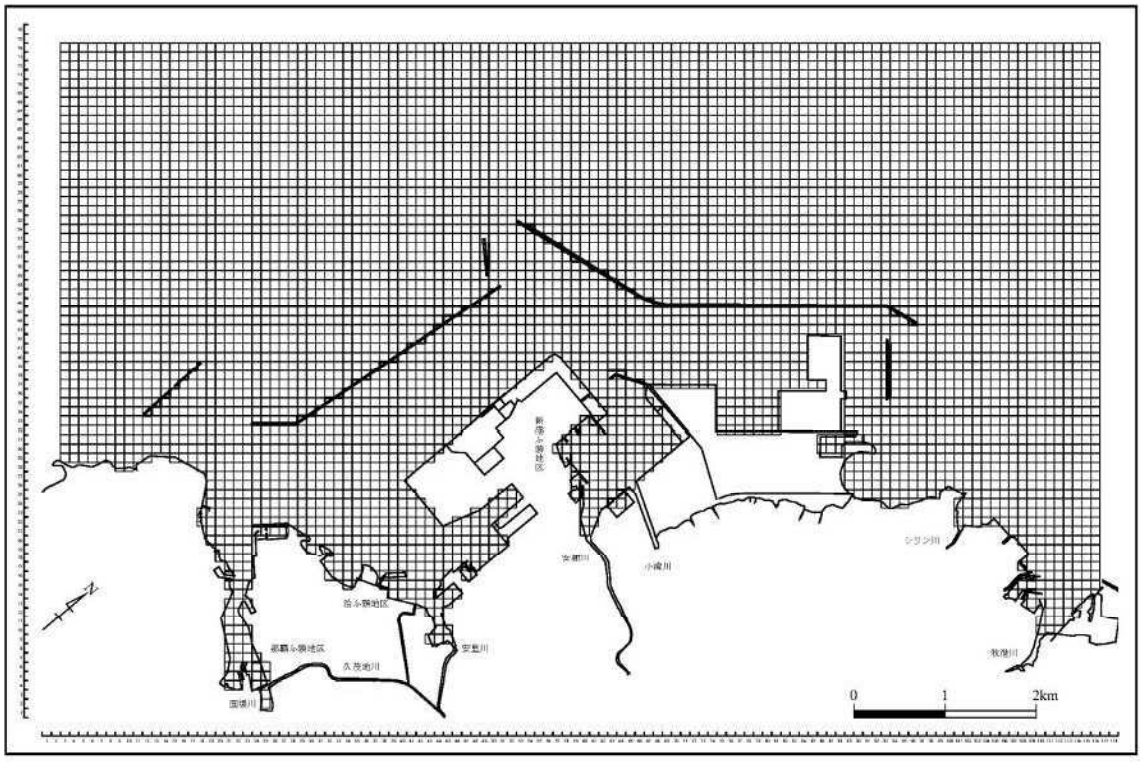
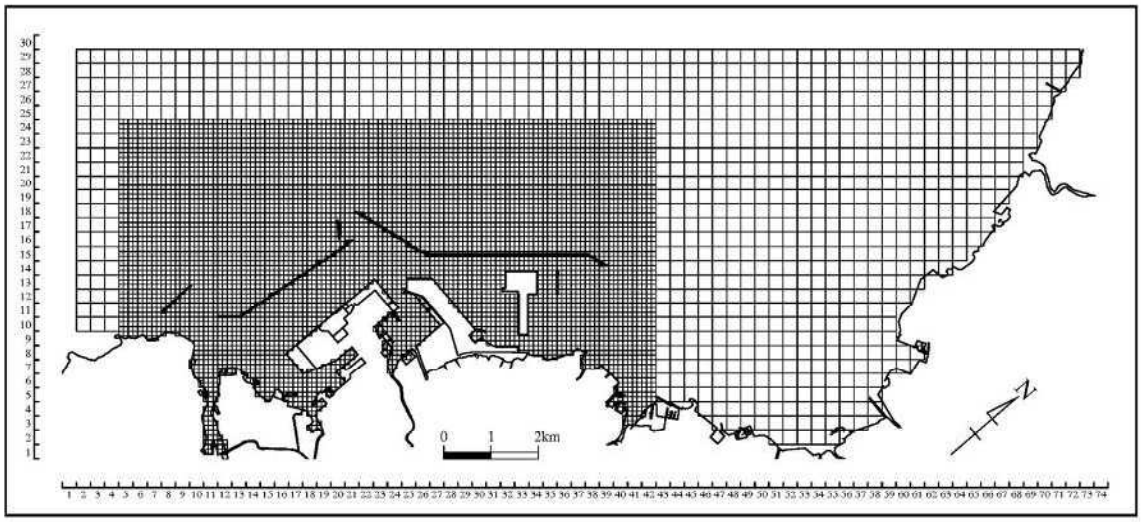


図 3-5-2(2)　予測対象海域（緩衝領域及び小領域、将来：計画変更なし）

緩衝領域（将来：計画変更あり、300m 格子）



小領域（将来：計画変更あり、100m 格子）

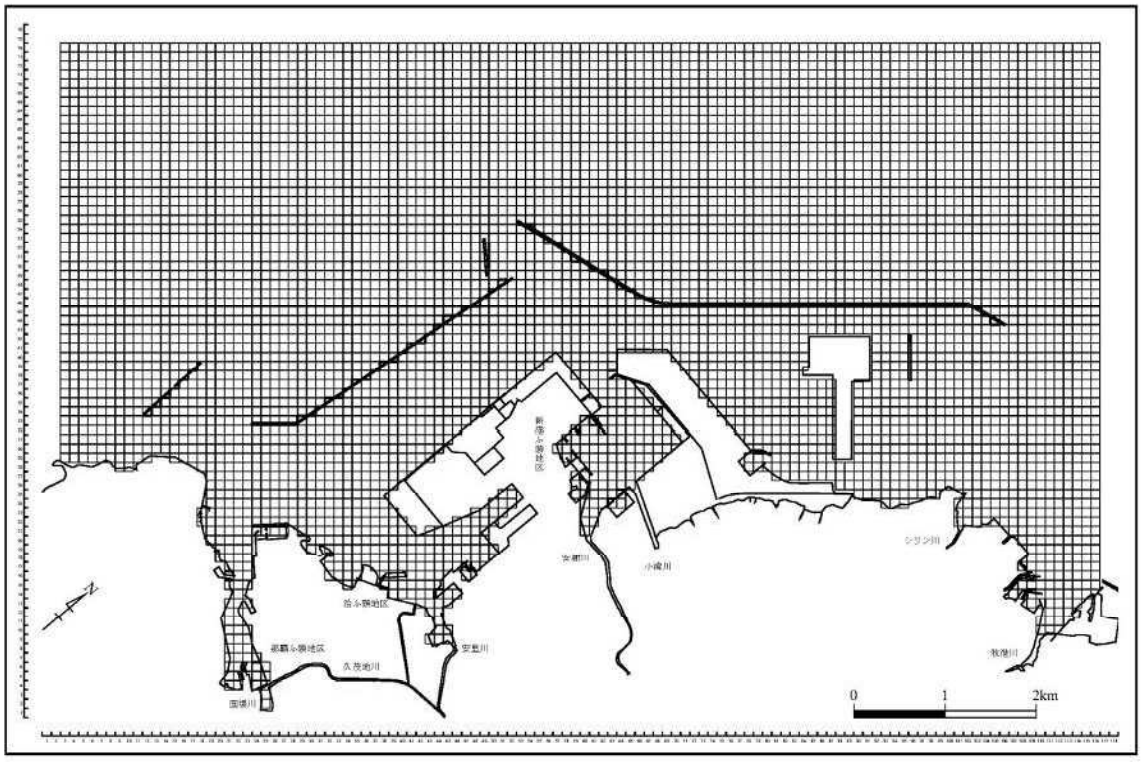


図 3-5-2(3)　予測対象海域（緩衝領域及び小領域、将来：計画変更あり）

(5) 基本方程式

流動モデルは、以下に示す連続方程式、運動方程式、状態方程式、水温・塩分の移流拡散方程式を基本式とし、多層モデルにより計算を行った。

【連続方程式】

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0$$

【運動方程式】

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+w\frac{\partial u}{\partial z}-fv=-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial z}\left(A_Z\frac{\partial u}{\partial z}\right)+F_x$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial v}{\partial z}+fu=-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial z}\left(A_Z\frac{\partial v}{\partial z}\right)+F_y$$

$$\frac{\partial p}{\partial z}=-\rho g$$

【状態方程式】

$$\rho(T,S)=\rho_w+(b_0+b_1T+b_2T^2+b_3T^3+b_4T^4)S+(c_0+c_1T+c_2T^2)S^{3/2}+d_0S^2$$

海水の状態方程式は、UNESCO(1981)を用い、各定数は以下のとおりである。

$$\rho_w=a_0+a_1T+a_2T^2+a_3T^3+a_4T^4+a_5T^5$$

a_0	:999.842594	a_1	:6.793952×10^{-2}
a_2	:-9.095290×10^{-3}	a_3	:1.001685×10^{-4}
a_4	:-1.120083×10^{-6}	a_5	:6.536332×10^{-9}
b_0	:8.24493×10^{-1}	b_1	:-4.0899×10^{-3}
b_2	:7.6438×10^{-5}	b_3	:-8.2467×10^{-7}
b_4	:5.3875×10^{-9}	c_0	:-5.72466×10^{-3}
c_1	:1.0227×10^{-4}	c_2	:-1.6546×10^{-6}
d_0	:4.8314×10^{-4}		

【水温・塩分の移流拡散方程式】

$$\frac{\partial T}{\partial t}+u\frac{\partial uT}{\partial x}+v\frac{\partial vT}{\partial y}+w\frac{\partial wT}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial z}\left(K_Z\frac{\partial T}{\partial z}\right)+F_T$$

$$\frac{\partial S}{\partial t}+u\frac{\partial uS}{\partial x}+v\frac{\partial vS}{\partial y}+w\frac{\partial wS}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial z}\left(K_Z\frac{\partial S}{\partial z}\right)+F_S$$

なお、運動方程式及び水温・塩分の移流拡散方程式中に現れる F_x、F_y、F_T、F_Sは、乱れによる流れの強弱や方向の変化によって海水が混合され、流れや水温、塩分が一様化さ

れる効果であり、以下の式で表される。

$$F_x = \frac{\partial}{\partial x}\left(A_H \frac{\partial u}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(A_H \frac{\partial u}{\partial y}\right)$$

$$F_y = \frac{\partial}{\partial y}\left(A_H \frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(A_H \frac{\partial v}{\partial x}\right)$$

$$F_{T,S} = \frac{\partial}{\partial x}\left(K_H \frac{\partial (T, S)}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_H \frac{\partial (T, S)}{\partial y}\right)$$

ここで、

x,y,z	： 右手系の直交座標系、上向き正
t	： 時間（s）
u,v,w	： x, y, z 方向の流速(cm/s)
p	： 圧力（N/cm^2）
T	： 水温（℃）
S	： 塩分（-）
f	： コリオリ係数（f=2ωsinφ、φ=26.2°）
g	： 重力加速度
ρ_0	： 代表密度
ρ	： 密度
K_z	： 鉛直渦拡散係数(cm^2/s)
K_H	： 水平渦拡散係数(cm^2/s)
A_z	： 鉛直渦動粘性係数(cm^2/s)
A_H	： 水平渦動粘性係数(cm^2/s)

である。

海面における大気との間の熱のやりとりは、水温の拡散方程式で、海面と大気の間の熱フラックスとして表現されている。この熱フラックスは、海水を暖める向きを正としたとき以下のように定義される。

$$Q_{suf} = Q_s - (Q_b + Q_c + Q_e) \quad \text{(cal/cm}^2\text{/s)}$$

Q_S ：太陽からの短波放射

Q_b ：海洋からの長波放射

Q_c ：海水と大気の接触面における対流や伝導による顕熱輸送

Q_e ：海水の蒸発による潜熱輸送

(6) 計算条件

潮流予測に用いた計算条件は、表 3-5-2 に示すとおりである。

表 3-5-2　計算条件の概要

計算条件	内容
格子間隔	300m,100m（図 3-5-2 参照）
層分割	４層 第 1 層：0～2m、 第 2 層：2～5m 第 3 層：5～10m、第 4 層：10m 以深
対象時期	夏季及び冬季
地形・水深	海図（W243）及び海底地形データ（M7020）、現地測量結果に基づき設定した（図 3-5-3 参照）。
潮汐境界条件	開境界に M_2 分潮による潮位変動及び平均水位を与えた。
水温・塩分境界条件	観測結果に基づき季節別、層別に設定した。
気象条件	那覇（気象官署）の観測値に基づき設定した。
淡水流入量・位置	淡水流入量は表 3-5-6 及び図 3-5-5 に示すとおり設定した。
初期条件	流速は 0cm/s、潮位変動は 0cm とし、水温、塩分は開境界条件と同じとした。
水平渦動粘性係数 水平渦拡散係数	Smagolinsky（1963）[1]による経験式を使用した。 $A_{M,H} = C_{M,H}(\Delta x \times \Delta y)\left[\frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2\right]^{1/2}$ この経験式の中で用いられる比例係数 C_M, C_H は、0.1 とした。
鉛直渦動粘性係数 鉛直渦拡散係数	Munk and Anderson(1948)[2]によるリチャードソン数（Ri）に依存する成層化関数を使用した。 $K_M = \psi_M l^2\left\lvert\frac{\partial U}{\partial z}\right\rvert$ ，$K_H = \psi_H l^2\left\lvert\frac{\partial U}{\partial z}\right\rvert$ $\Psi_m = 0.06(1+10R_i)^{-1/2}$ ，$\Psi_h = 0.06(1+3.33R_i)^{-3/2}$ $l = \kappa H\left(1-\frac{\lvert z\rvert}{H}\right)\left(\frac{\lvert z\rvert}{H}\right)^{1/2}$ ，$R_i = \frac{-\frac{g}{\rho}\left(\frac{\partial \rho}{\partial z}\right)}{\left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)^2}$ κ ：カルマン定数（＝0.4），l ：混合距離，H：水深 z ：基準面からの鉛直座標値
海底摩擦係数	0.0026
コリオリ係数	$f=2\omega\sin\varphi$（φ＝26.25°）
海面での熱フラックスに係るパラメータ	海面のアルベード(反射率)＝0.09 黒体放射と太陽放射の比＝0.95 ステファンボルツマンの定数＝0.8128×10^{-10} cal/cm^2/min･℃ 顕熱フラックス係数＝1.7×10^{-3} 潜熱フラックス係数＝1.7×10^{-3} 注：各パラメータは一般的な値を基に設定した。

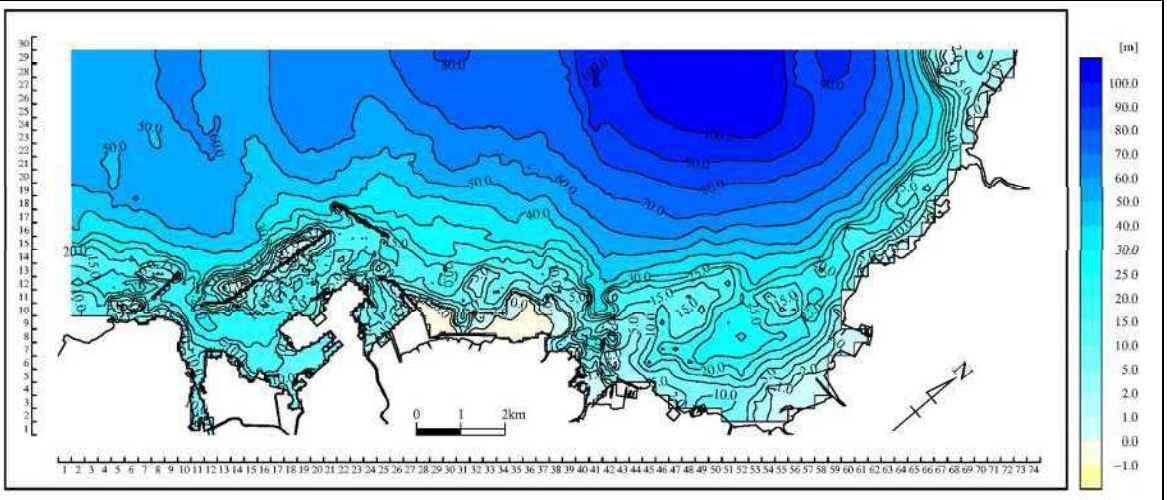
[1] Smagolinsky,J.(1963)：General circulation experiments with the primitive equations I. The basic experiment, Monthly Weather Review, 91, 99-164.

[2] W.Munk and E.R.Anderson: Notes on a theory of the thermocline, Journal of Marine Research, Vol.7, pp.276-295.

1）地形・水深

地形及び水深分布は、図 3-5-3 に示すとおりである。現況の地形・水深は、海図(W243)及び海底地形データ(M7020)、現地測量結果に基づき設定した。また、将来の地形・水深は、現況の地形・水深をもとに将来計画に基づき設定した。

緩衝領域（現況、300m 格子）



小領域（現況、100m 格子）

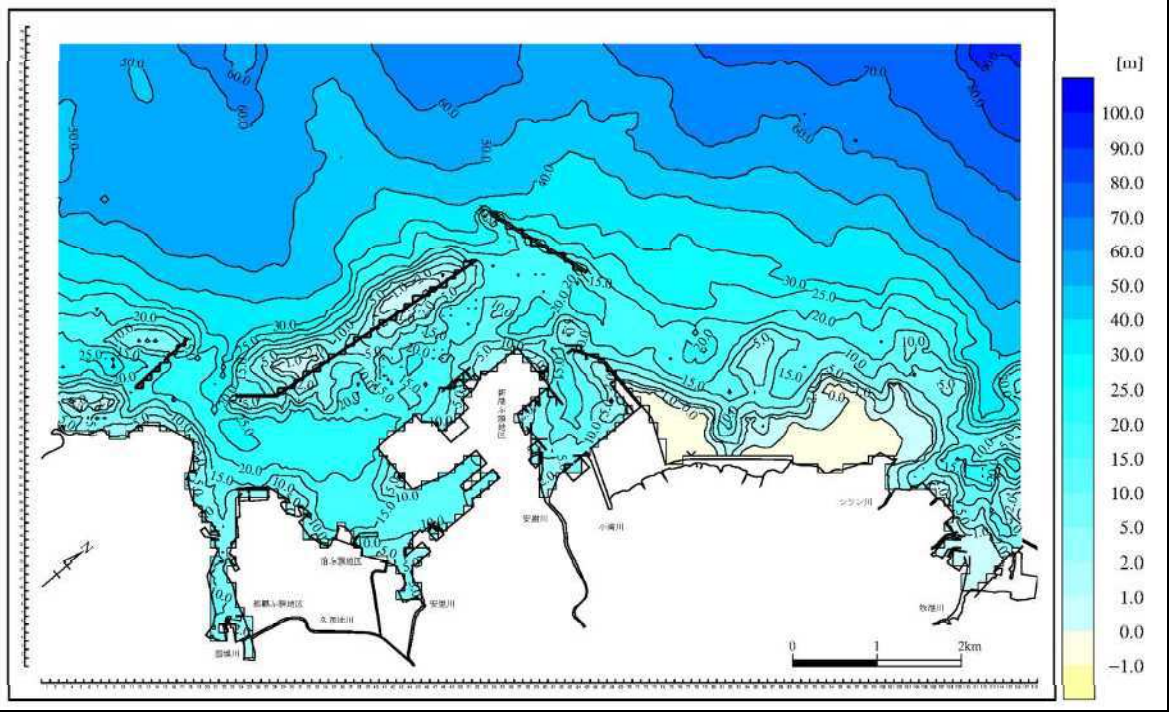
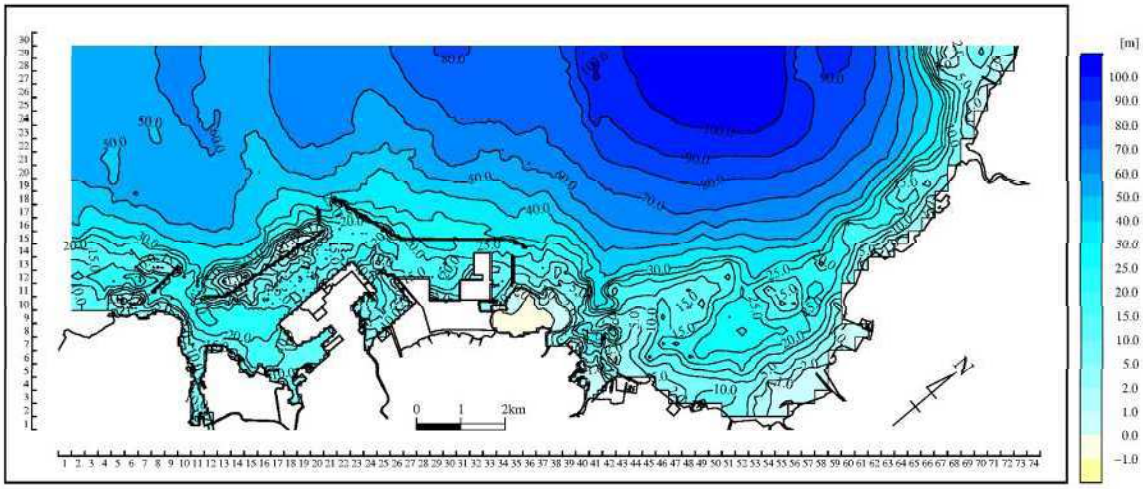


図 3-5-3(1)　地形・水深分布（現況）

緩衝領域（将来：計画変更なし、300m 格子）



小領域（将来：計画変更なし、100m 格子）

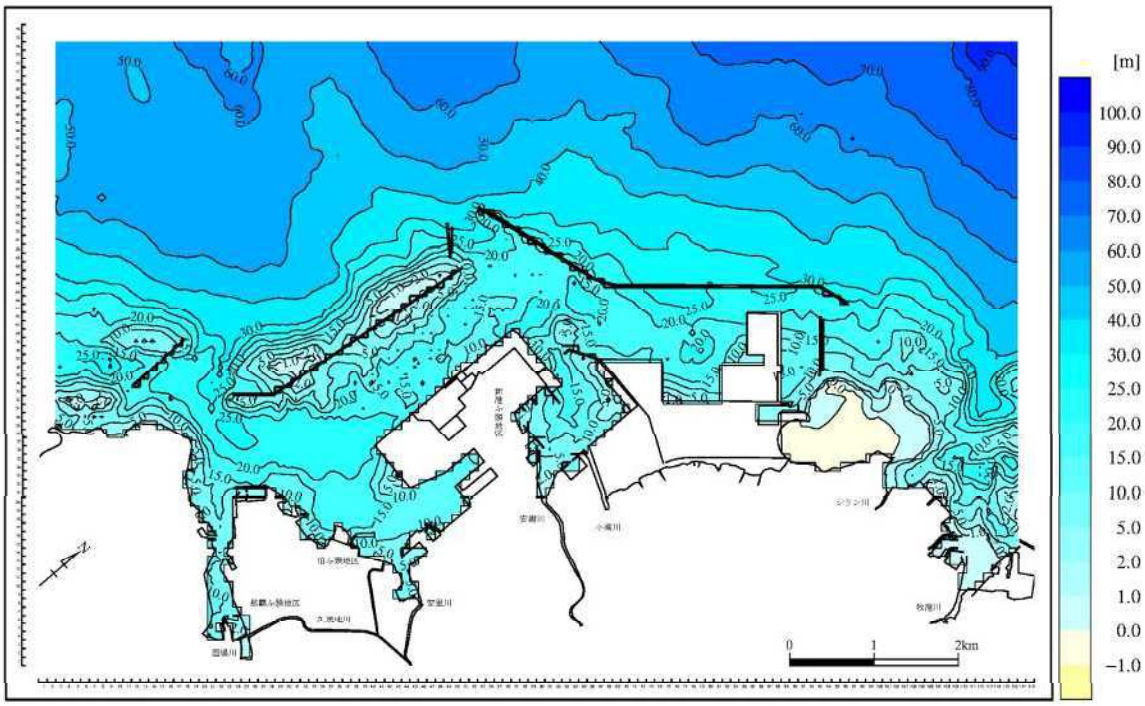
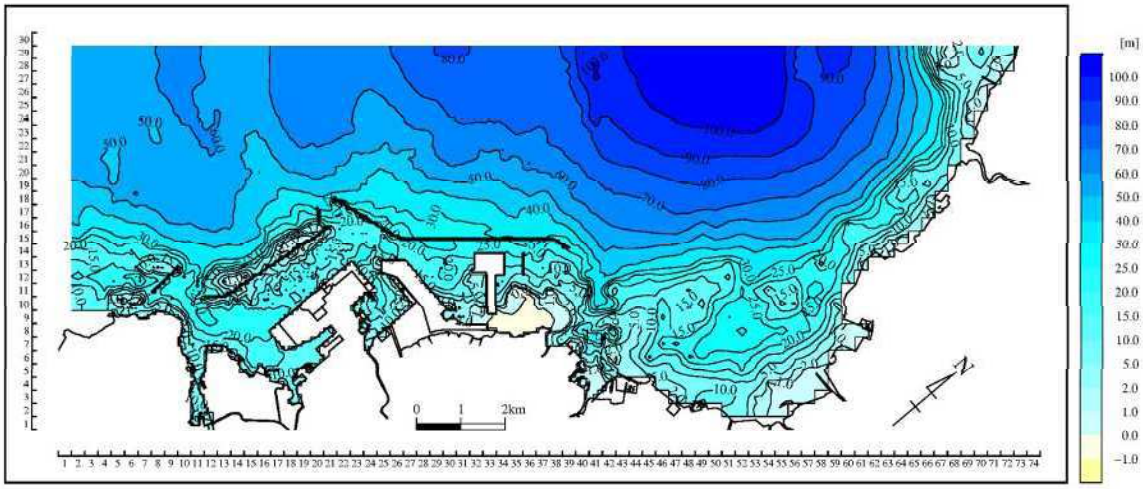


図 3-5-3(2)　地形・水深分布（将来：計画変更なし）

緩衝領域（将来：計画変更あり、300m 格子）



小領域（将来：計画変更あり、100m 格子）

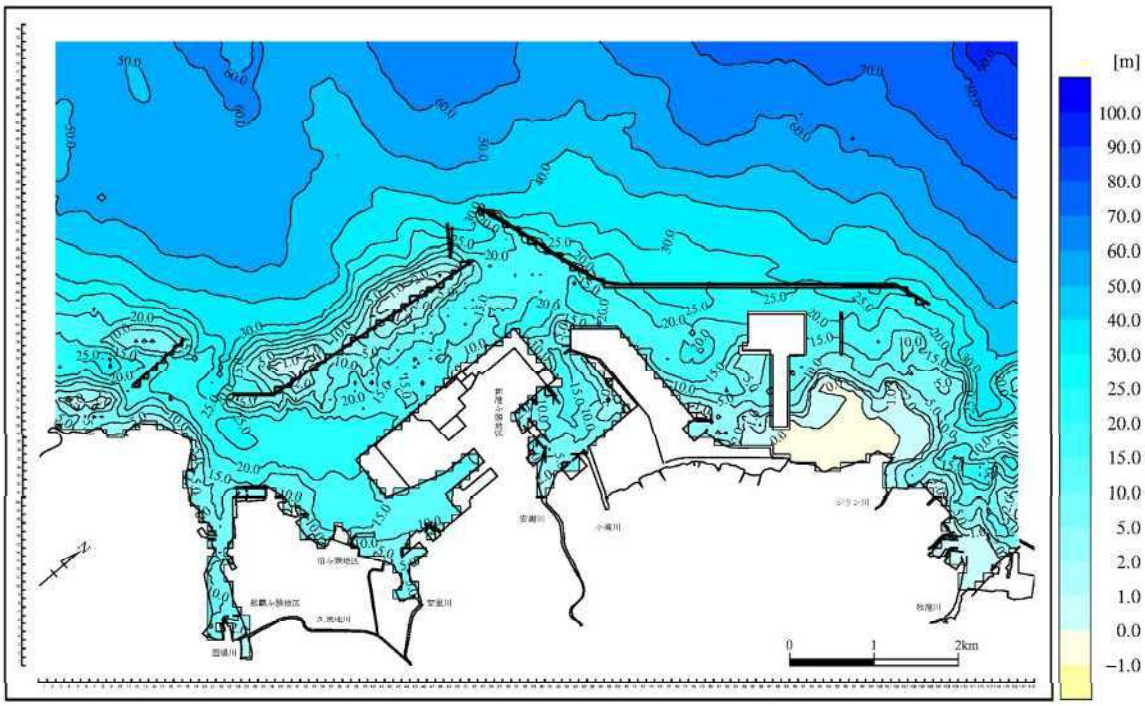


図 3-5-3(3)　地形・水深分布（将来：計画変更あり）

2）潮汐境界条件

開境界では、M_2分調による潮位変動及び平均水位を設定した。開境界に設定した潮汐境界条件（潮位振幅、位相差、平均水位）は、表 3-5-3 に示すとおりである。

M_2分潮の振幅、遅角は、国立天文台の潮汐モデル（Matsumoto et al., 2000）[3]及び那覇港における調和定数（気象庁）を参考に潮流楕円の再現状況を踏まえて設定した。また、平均水位は平均流の再現状況を踏まえて設定した。

表 3-5-3　開境界条件（潮位）

開境界位置	振幅(cm)	位相差（°）	平均水位(cm) ※平均水面からの変化量
A	57.4	0.0	0.0（夏季）、0.0（冬季）
B	57.4	1.0	0.0（夏季）、0.1（冬季）
C	57.4	7.0	0.0（夏季）、0.1（冬季）

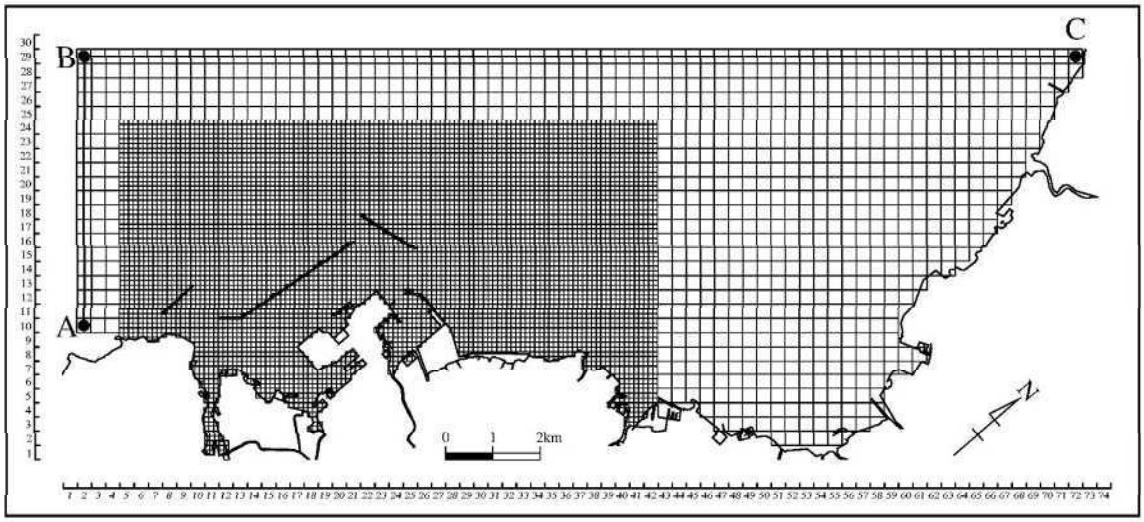


図 3-5-4　開境界条件設定位置

[3] Matsumoto, K, T.Takanezawa and M. Ooe: Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan. Journal of Oceanography, 56, 567-581 (2000).

3）水温・塩分境界条件

開境界における水温、塩分の設定値は、表 3-5-4 に示すとおりである。

表 3-5-4　開境界条件（水温、塩分）

計算ケース	水温（℃）	塩分
現況再現計算（夏季）	第 1 層：　28.30 第 2 層：　28.20 第 3 層：　28.20 第 4 層：　27.20	第 1 層：　34.30 第 2 層：　34.30 第 3 層：　34.30 第 4 層：　34.40
現況再現計算（冬季）	第 1 層：　21.90 第 2 層：　21.90 第 3 層：　21.90 第 4 層：　21.90	第 1 層：　34.60 第 2 層：　34.60 第 3 層：　34.60 第 4 層：　34.60

※現地観測結果（夏季：令和 3 年 9 月 23 日、冬季：令和 4 年 1 月 21 日）の St.8 の観測値を基に設定

4）気象条件

気象条件の設定値は、表 3-5-5 に示すとおりである。

表 3-5-5　気象条件

項目	夏季	冬季	単位
雲量	5.45	8.25	(1-10)
日射量	1.36	0.60	(MJ/m^2/h)
湿度	80.10	69.00	(%)
気温	28.60	16.70	(℃)
スカラー平均風速	4.60	4.36	(m/s)
ベクトル平均風速	1.30	3.60	(m/s)
平均風向※	340.30	270.40	(°)
那覇（気象官署）の観測値を基に設定 潮流調査期間の平均値を設定した。 【夏季】2021 年 09 月 11 日～26 日 【冬季】2022 年 01 月 08 日～23 日			

※平均風向は風が吹き去る向きを表しており、北を 0°、時計回りを正とした角度で示している。

5）淡水流入量

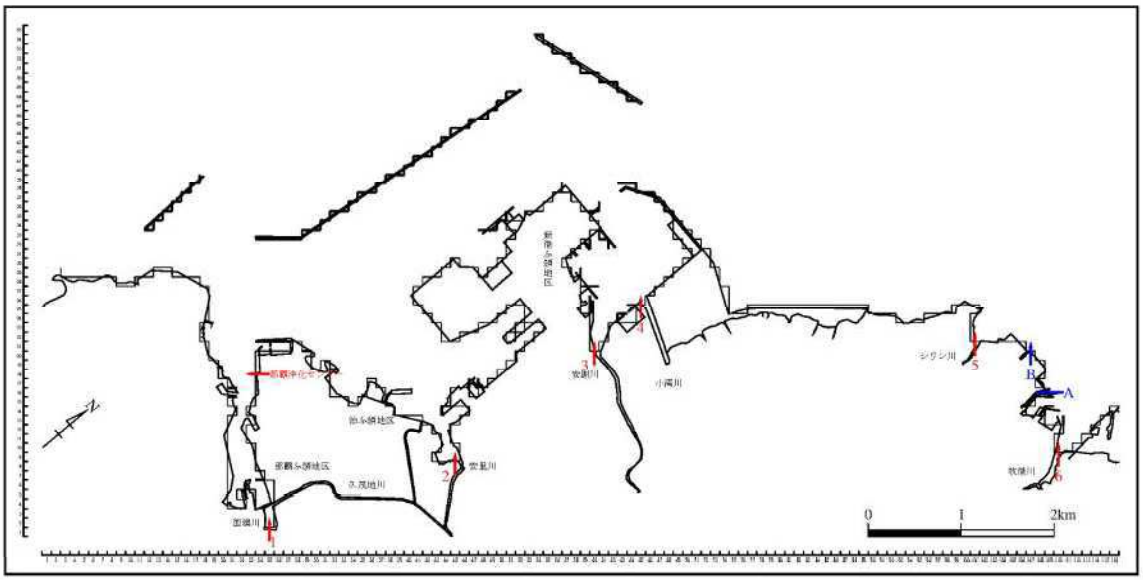
淡水流入量は、那覇港海域背後の地形条件等に着目して、図 3-5-6 に示す流域ユニットごとに家庭、畜舎、工場・事業場からの排水量の合計値を算定し、その値を各淡水流入点（図 3-5-5）に振り分けて設定した。

淡水流入量は表 3-5-6 に、淡水の流入位置は図 3-5-5 に示すとおりである。

表 3-5-6　淡水流入量の設定結果

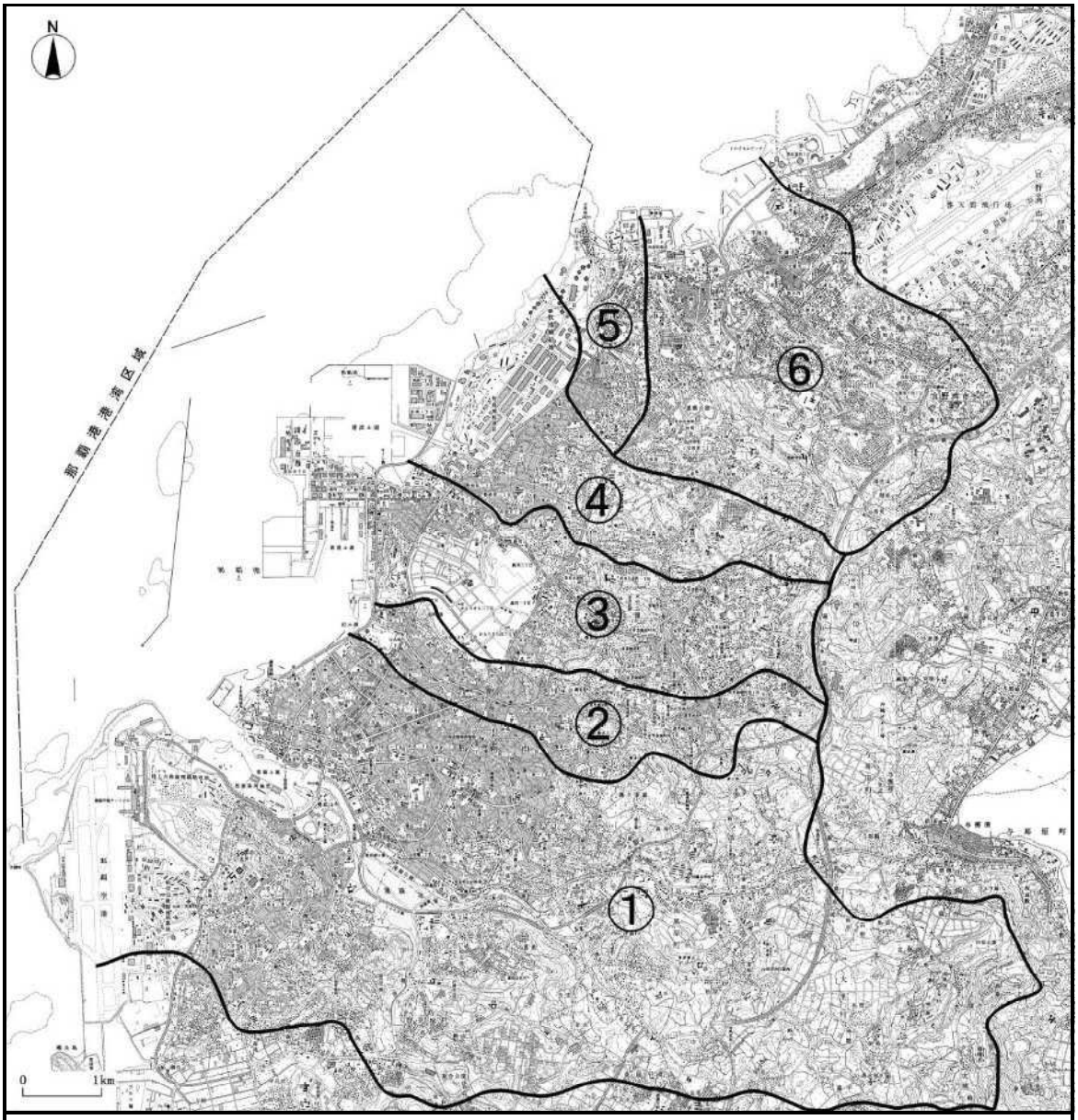
（単位：m^3/日）

ケース ユニット等	現　況 （令和 3 年）	将　来 （令和 17 年）	備　考 （流域区分）
①	231,520	228,923	国 場 川 久茂地川
那覇浄化センター	134,000	211,000	
②	36,047	35,158	安 里 川
③	10,216	8,718	安 謝 川
④	5,233	4,242	小 湾 川
⑤	4,013	3,476	シリン川
⑥	11,486	9,260	牧 港 川
合　計	432,514	500,778	―



注：A と B は電力施設の冷却水の取水・排水である。

図 3-5-5　淡水流入位置



＜ 凡 例 ＞

━━━ ： ユニットの境界線

注：図中の①～⑥はユニット番号（表 3-5-6 に対応）を示す。

出典：地図は国土地理院数値地図（国土基本情報）電子国土基本図（地図情報）

図 3-5-6　流域ユニット番号

3-5-2 予測結果

(1) 現況計算結果

1) 現況再現性の検討

（ア）潮汐流及び平均流

潮流計算結果の再現性の検討は、潮汐流については潮流楕円により、平均流については、流向流速ベクトルにより、それぞれ観測値と計算値を比較することにより行った。再現性の検討に用いた潮流調査点は図 3-5-7 に、潮流楕円及び平均流の比較結果は、図 3-5-8 及び図 3-5-9～図 3-5-10 に示すとおりである。

観測値の潮汐流は、夏季、冬季ともに M_2 分潮の潮流楕円の長軸の大きさが、約 10～50cm/s 程度の範囲であり、概ね海岸線や近傍の地形に沿う方向に長軸を持つ往復流がみられている。計算値の潮汐流は、夏季、冬季ともに各地点の潮流楕円の大きさや方向が良く表現されており、観測値にみられた潮汐流の傾向を概ね表現していると考えられる。

観測値の平均流は、約 1～10cm/s 程度の範囲であり、いずれの観測点においても平均流が潮汐流にくらべて弱いことから、潮汐流が支配的な海域であると考えられる。計算値の平均流は、観測時の気象・海象条件に影響により一部の地点で差異がみられるものの、観測値の傾向を概ね表現していると考えられる。また、計算値も観測値と同様に、平均流が潮汐流にくらべて弱いことから、対象海域の特徴である潮汐流が支配的な海況を表現されていると考えられる。

以上のことから、現況計算結果は現況の潮流を概ね再現していると考えられる。

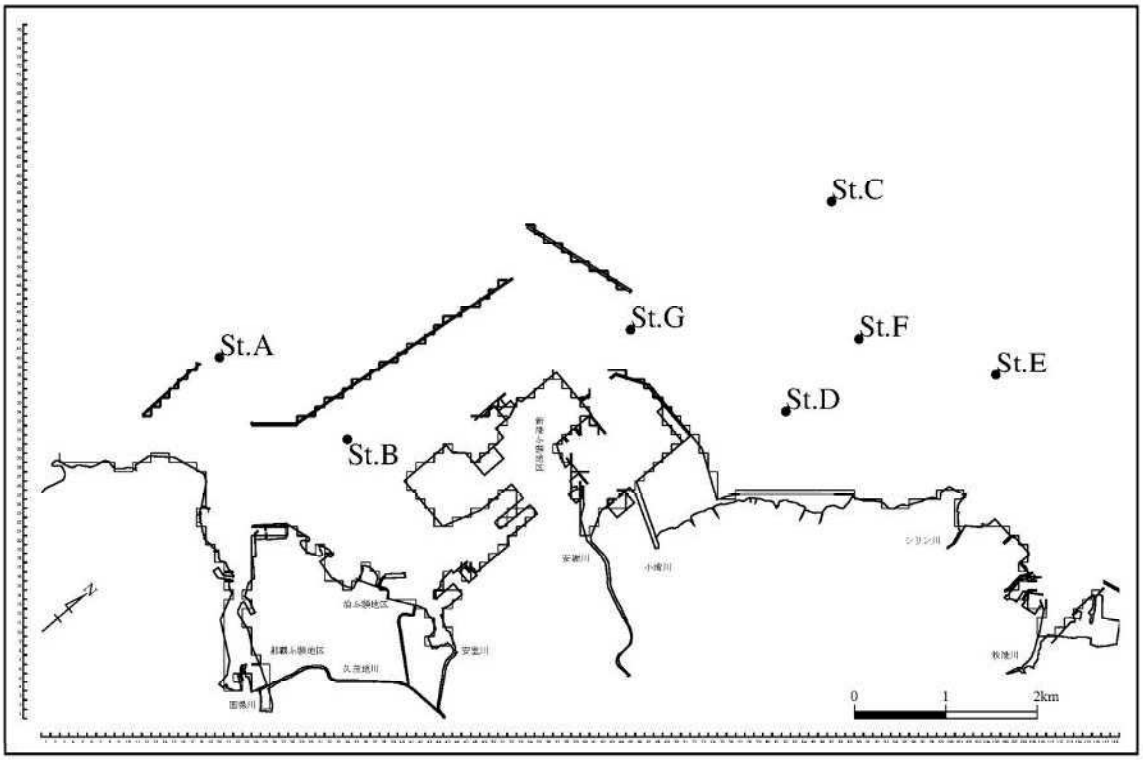
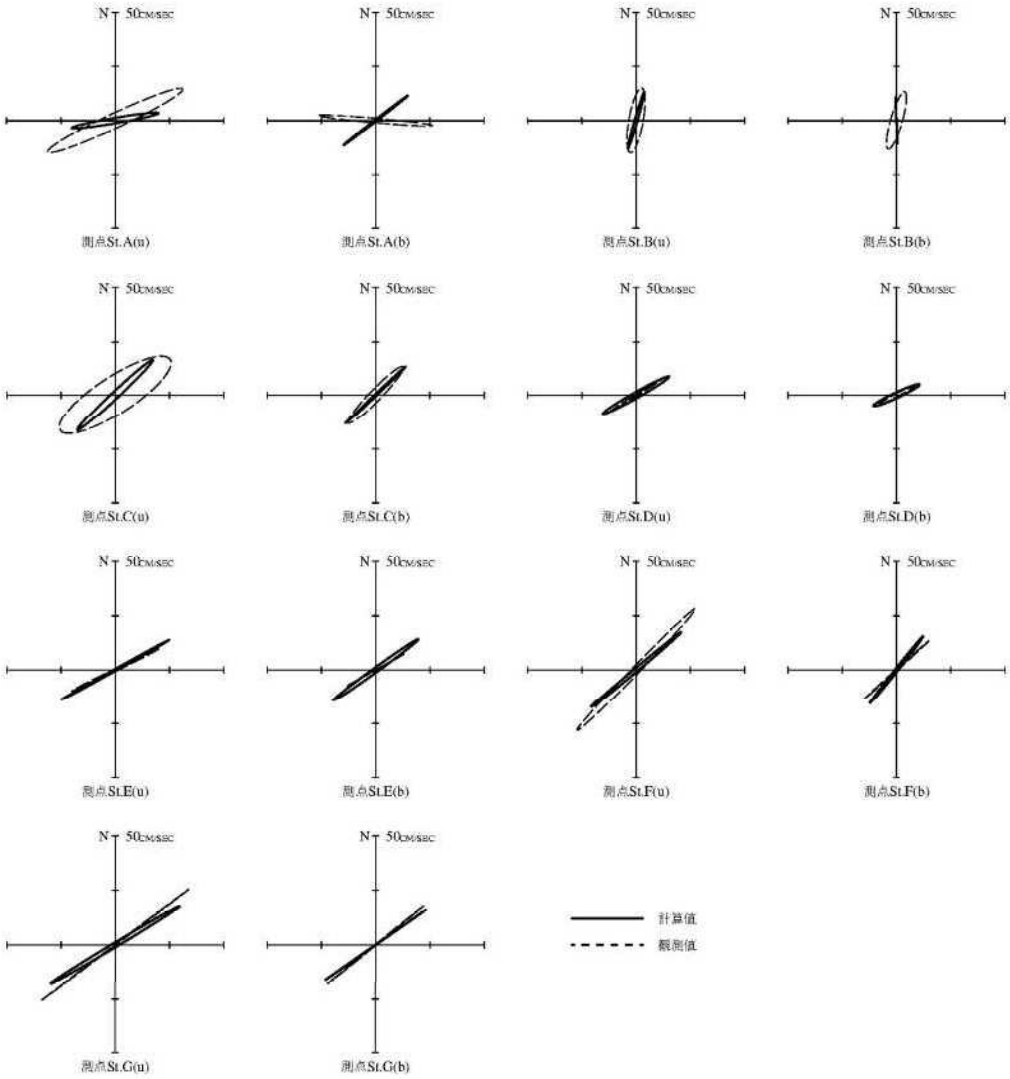
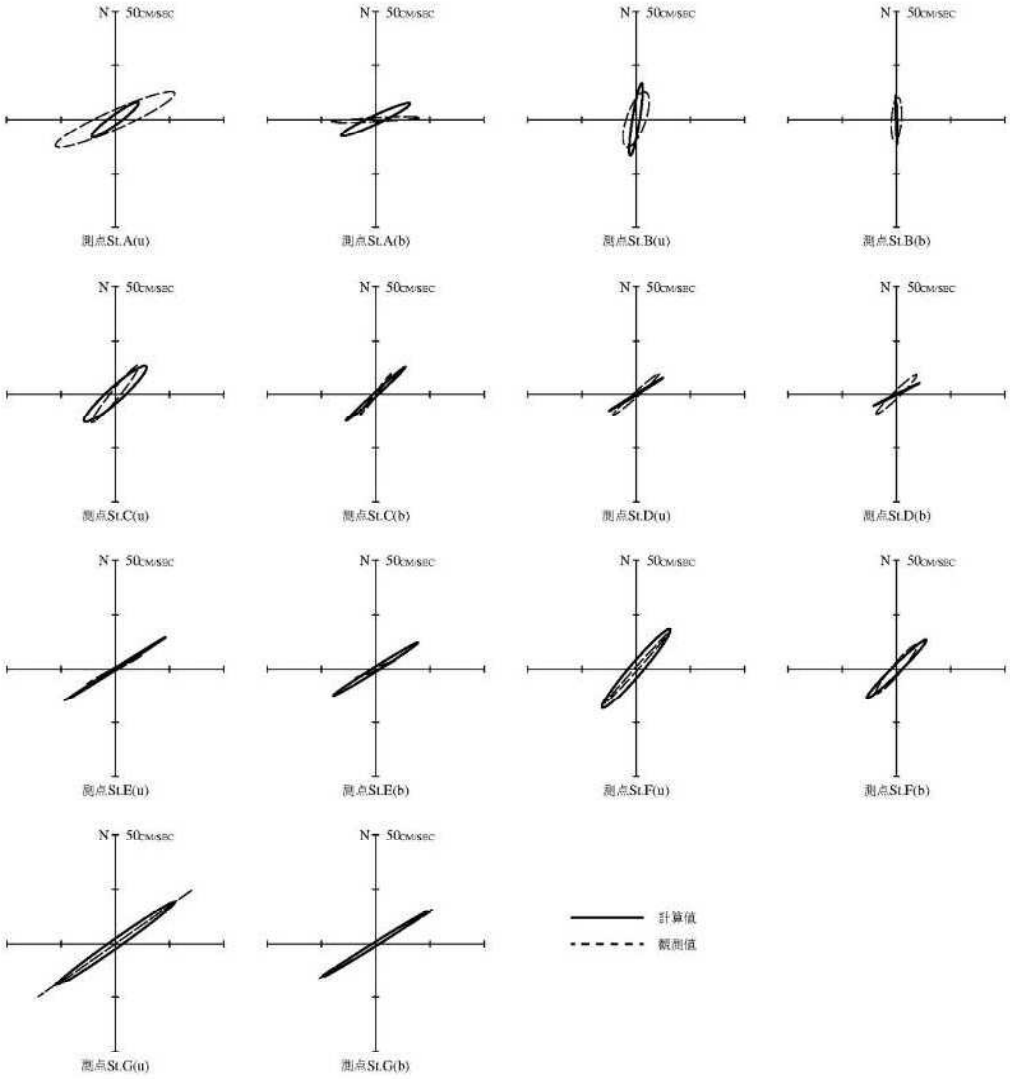


図 3-5-7　潮流調査点



※夏季観測結果（2021 年 09 月 11 日～26 日の 15 昼夜連続観測結果）

図 3-5-8(1)　潮流楕円の比較（夏季、(u)：上層、(b)：下層）



※冬季観測結果（2022 年 01 月 08 日～23 日の 15 昼夜連続観測結果）

図 3-5-8(2)　潮流楕円の比較（冬季、(u)：上層、(b)：下層）

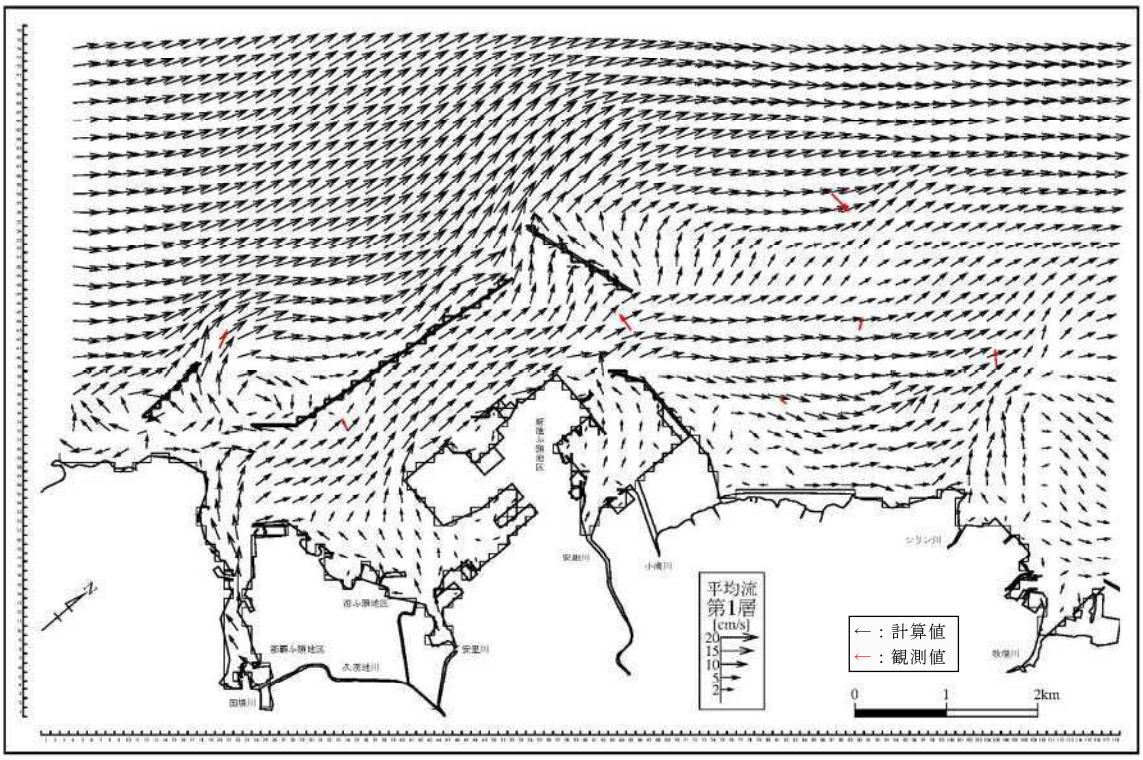


図 3-5-9(1)　平均流の比較（夏季、計算値【第 1 層】、観測値【上層】）

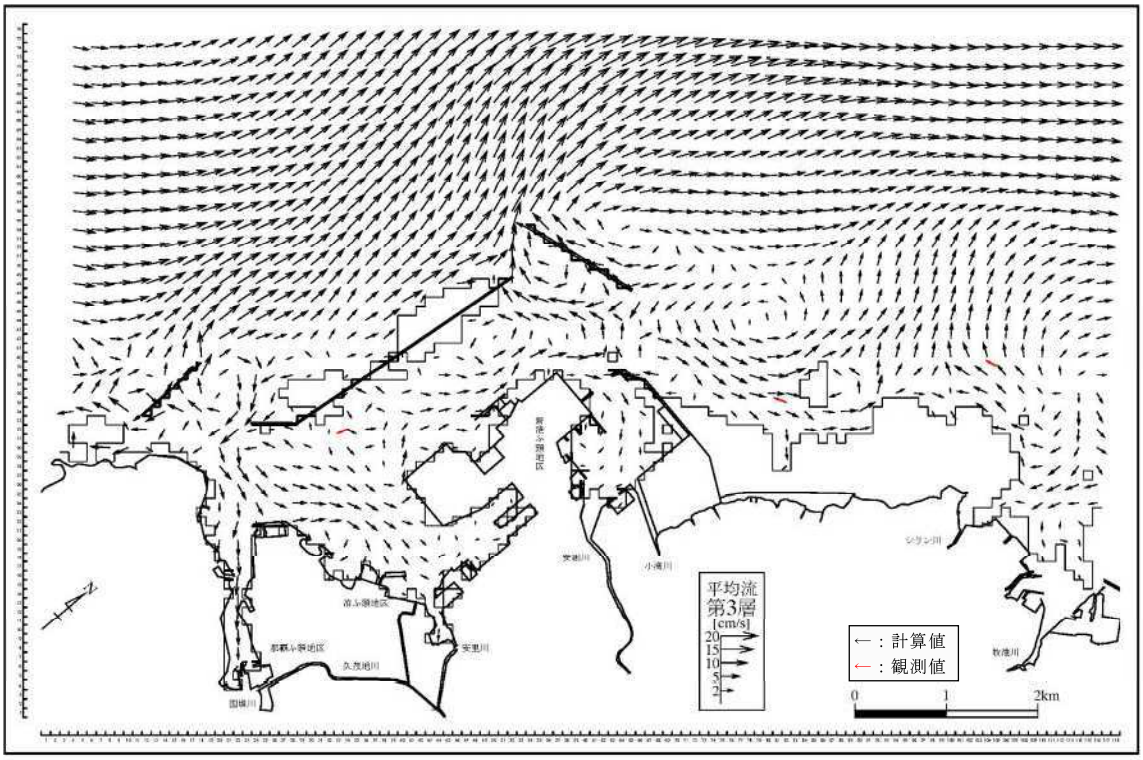


図 3-5-9(2)　平均流の比較（夏季、計算値【第 3 層】、観測値【下層：St.B、D、E】）

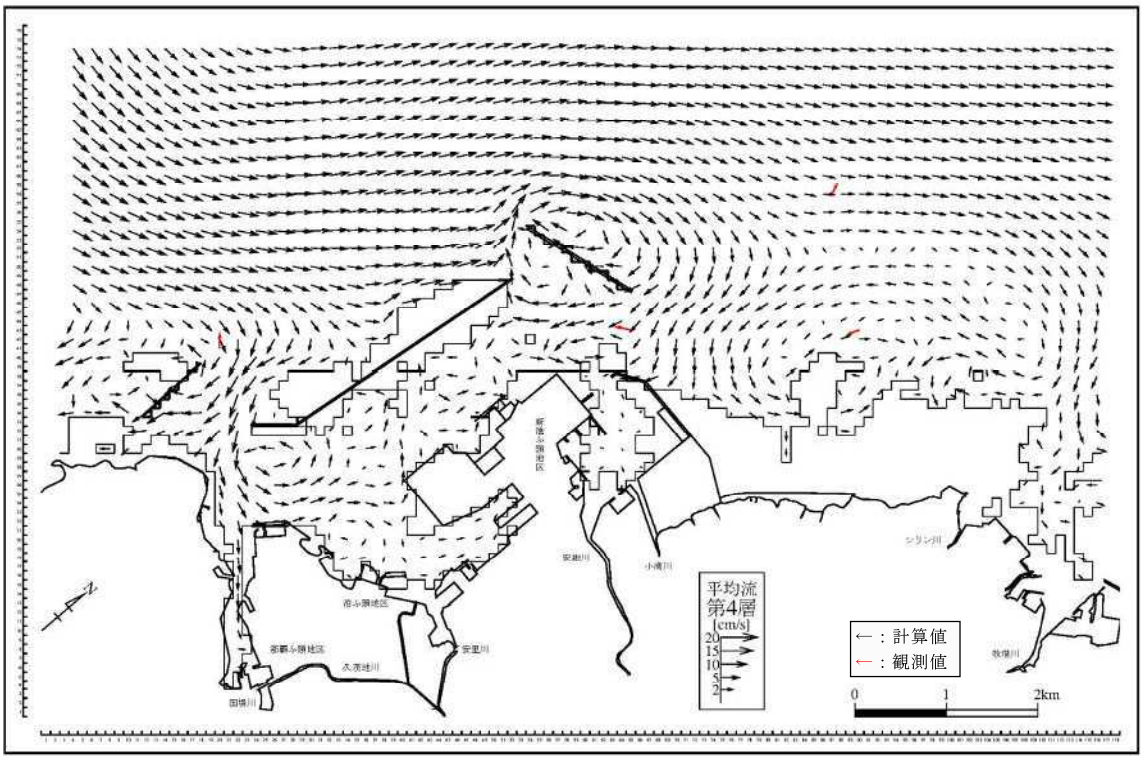


図 3-5-9(3)　平均流の比較（夏季、計算値【第４層】、観測値【下層：St.A、C、F、G】）

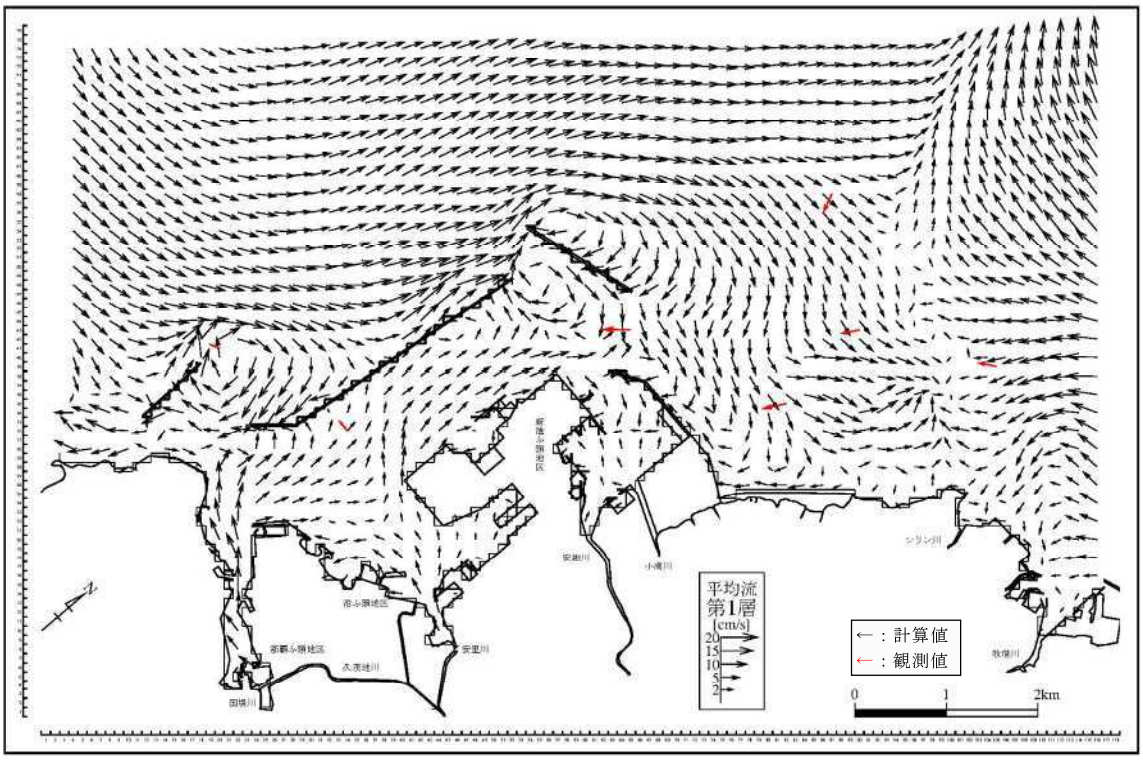


図 3-5-10(1)　平均流の比較（冬季、計算値【第 1 層】、観測値【上層】）

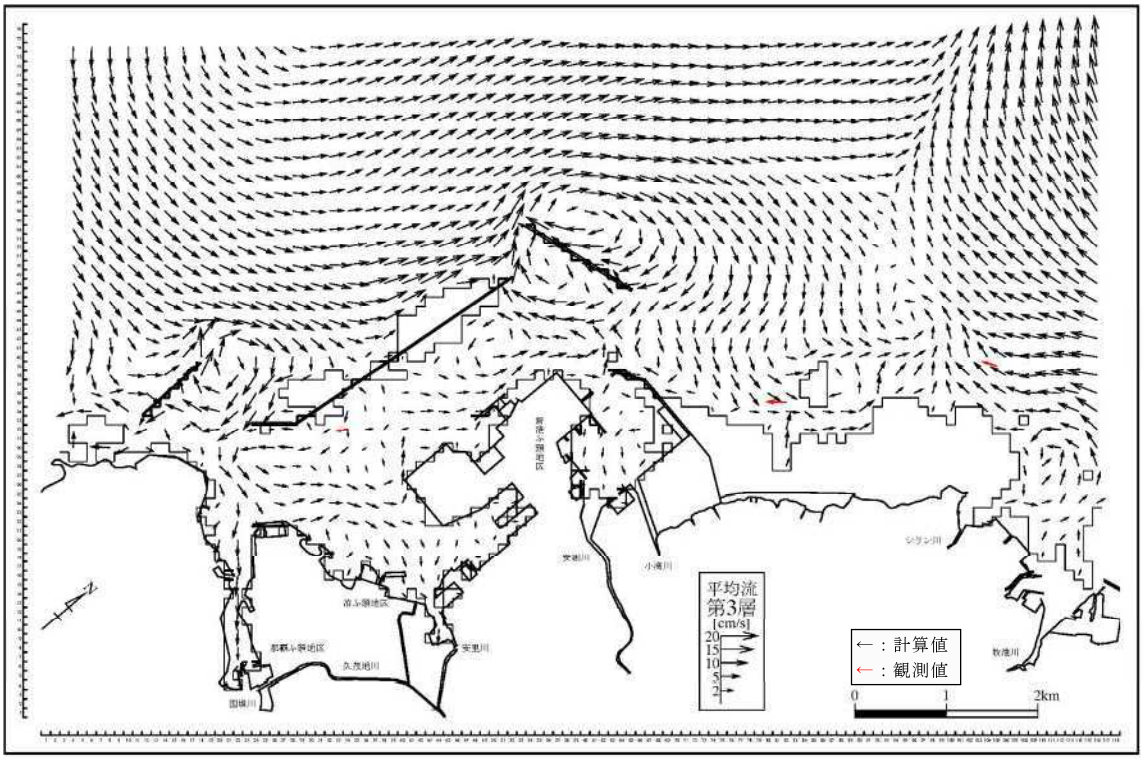


図 3-5-10(2)　平均流の比較（冬季、計算値【第 3 層】、観測値【下層：St.B、D、E】）

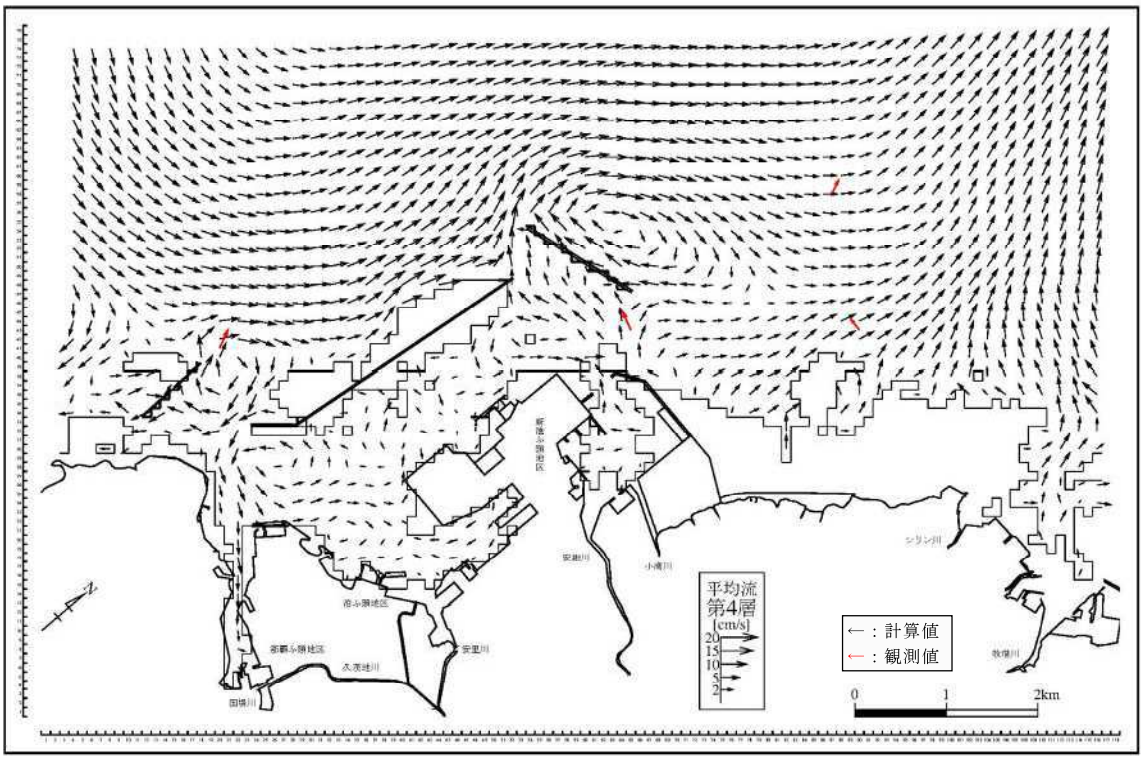


図 3-5-10(3)　平均流の比較（冬季、計算値【第４層】、観測値【下層：St.A、C、F、G】）

（イ）水温・塩分

水温及び塩分の再現性の検討は、それぞれ観測値と計算値を比較することにより行った。再現性の検討に用いた水温・塩分調査点は図 3-5-11 に、比較結果は図 3-5-12 に示すとおりである。観測値と計算値の水温をくらべると、水深の浅い St.2 及び St.6、St.13 の第 1 層の計算値では、夏季（冬季）に観測値にくらべて水温がやや高い（低い）傾向がみられるものの、計算値と観測値は概ね同程度となっている。また、塩分は河口部の St.11 において、観測値にくらべて計算値がやや低い傾向がみられるものの、計算値と観測値は概ね同程度である。以上の結果から現況計算結果は、現況の水温・塩分を概ね再現していると考えられる。

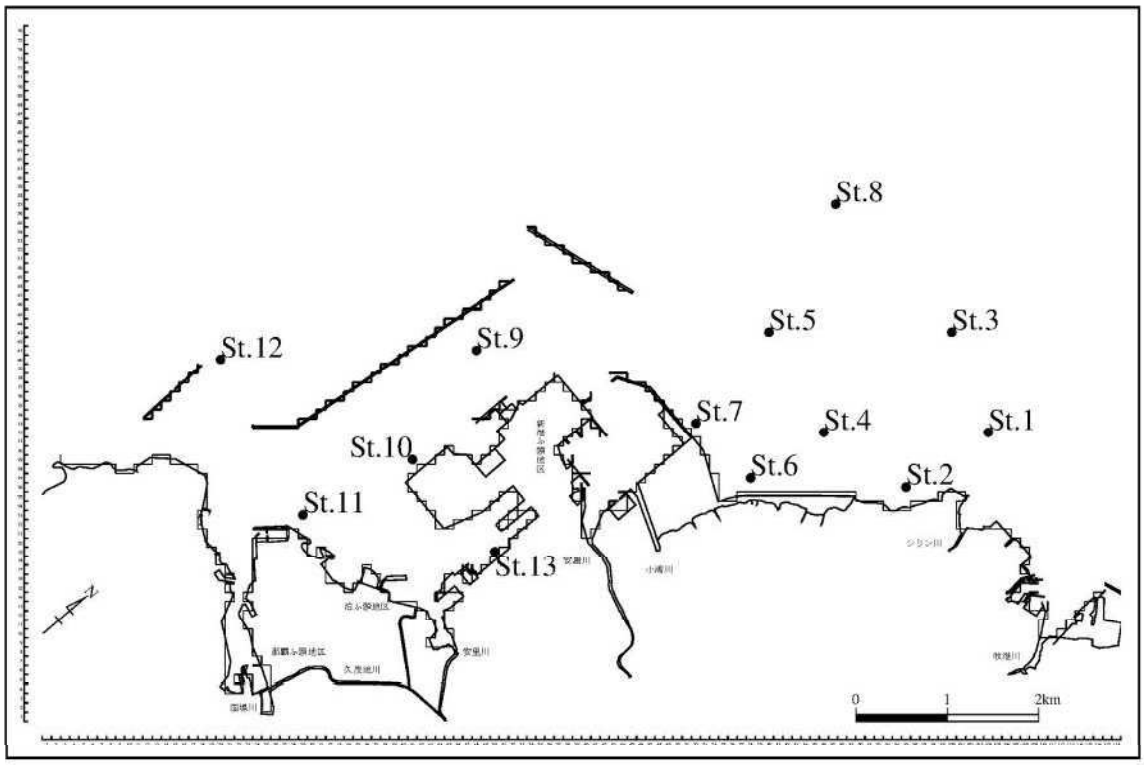


図 3-5-11　水温・塩分調査点

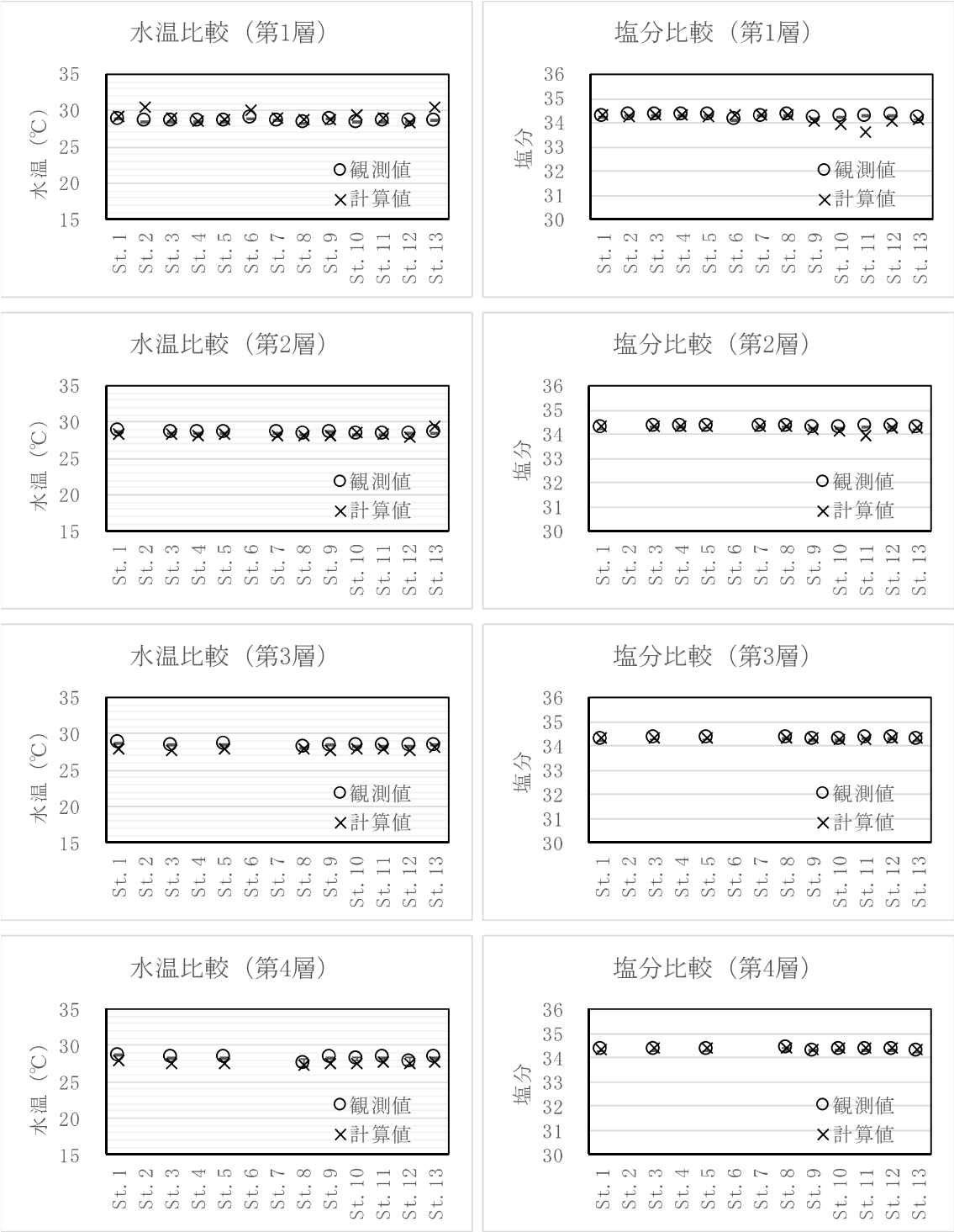


図 3-5-12(1)　水温・塩分の比較（夏季）

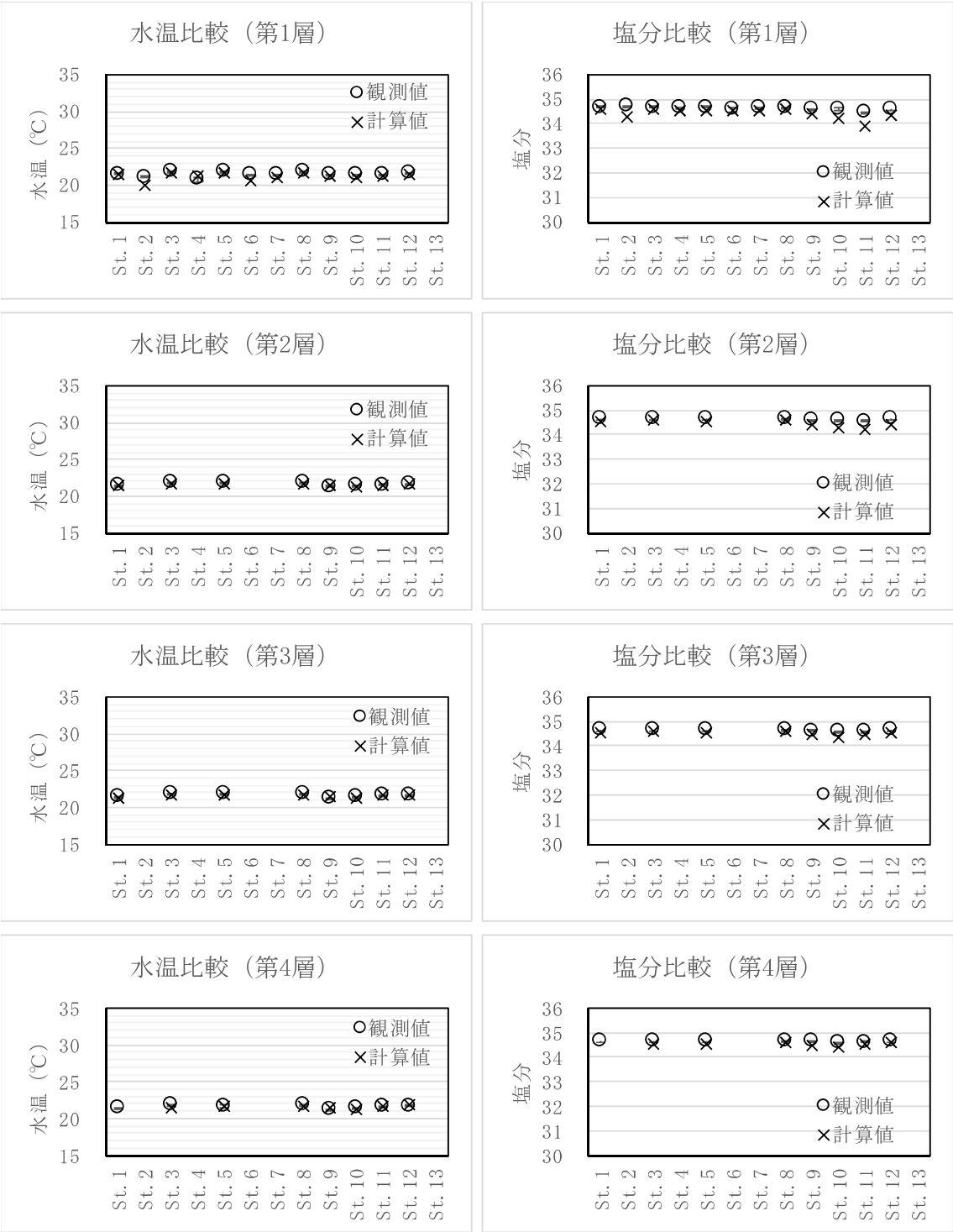


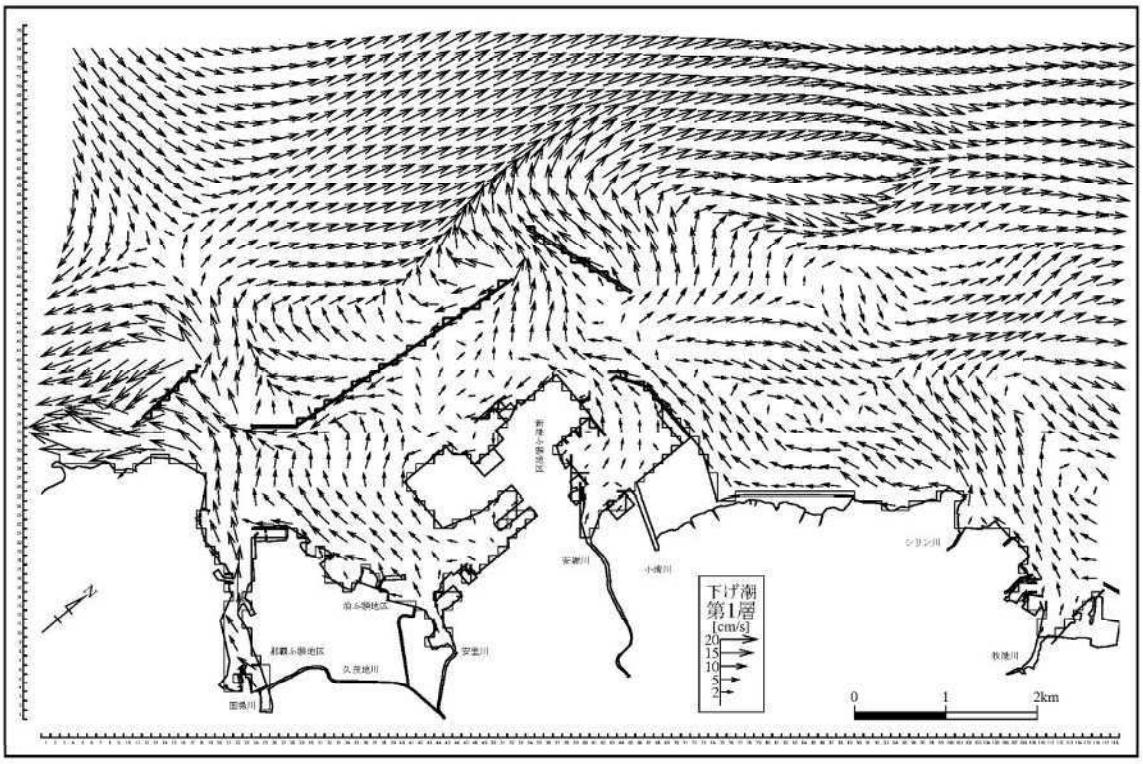
図 3-5-12(2)　水温・塩分の比較（冬季）

2）流速ベクトル分布

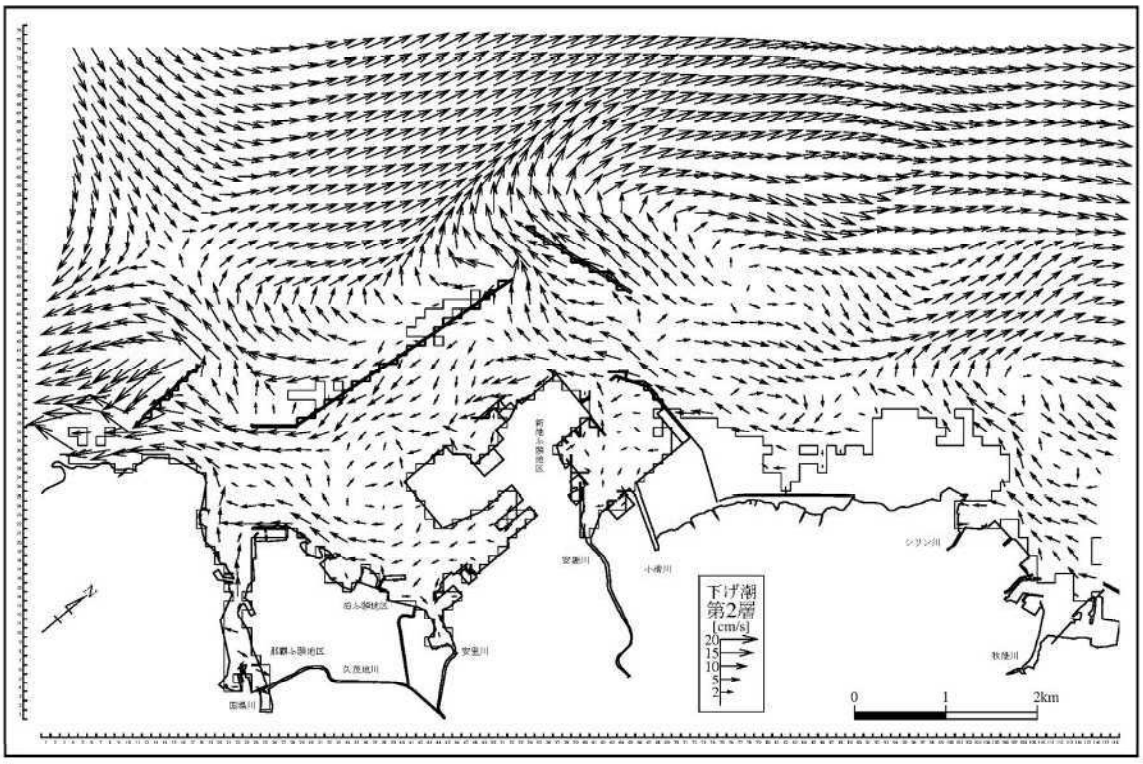
夏季及び冬季の現況計算結果における、下げ潮時、上げ潮時及び平均流の流速ベクトルは、図 3-5-13～図 3-5-18 に示すとおりである。

夏季及び冬季ともに下げ潮時は、北側から海岸線に沿って南側へ向かう流れ、上げ潮時は、南側から海岸線に沿って北側へ向かう流れがみられている。平均流は、新港第 1 防波堤の北側と南側から、港外へ流出する傾向がみられた。

第 1 層（下げ潮時）



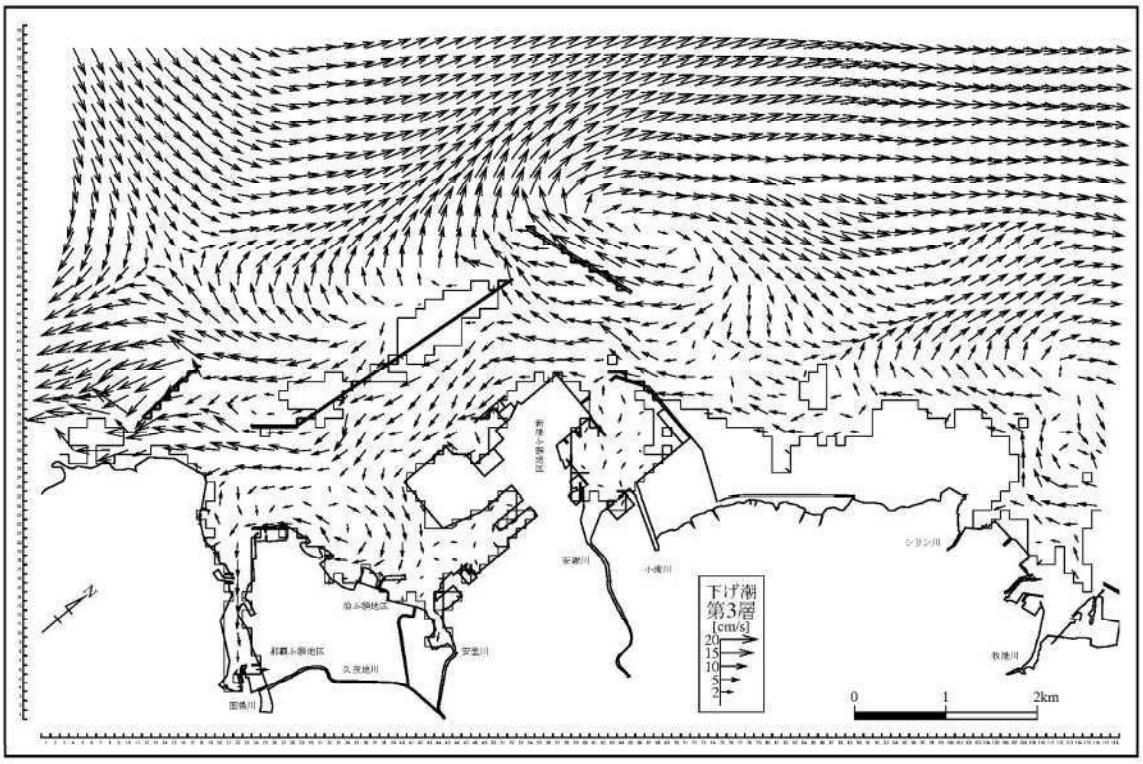
第 2 層（下げ潮時）



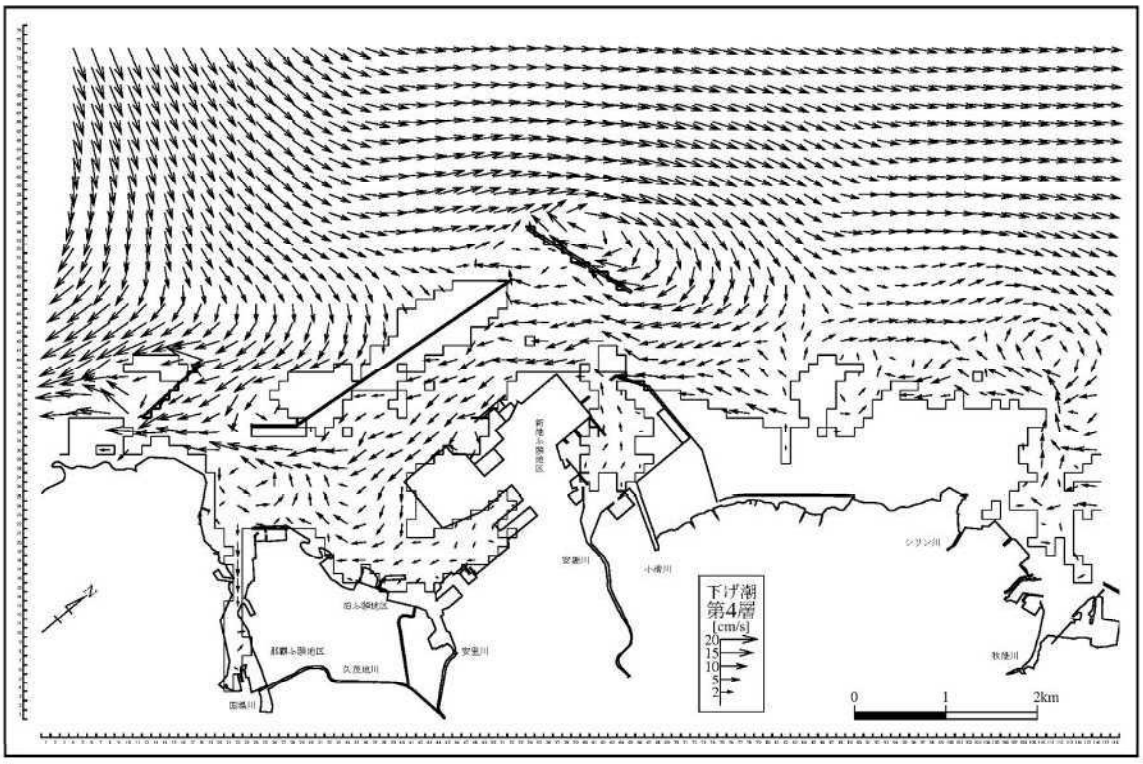
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-13(1)　流速ベクトル分布（現況、夏季、下げ潮時）

第 3 層（下げ潮時）



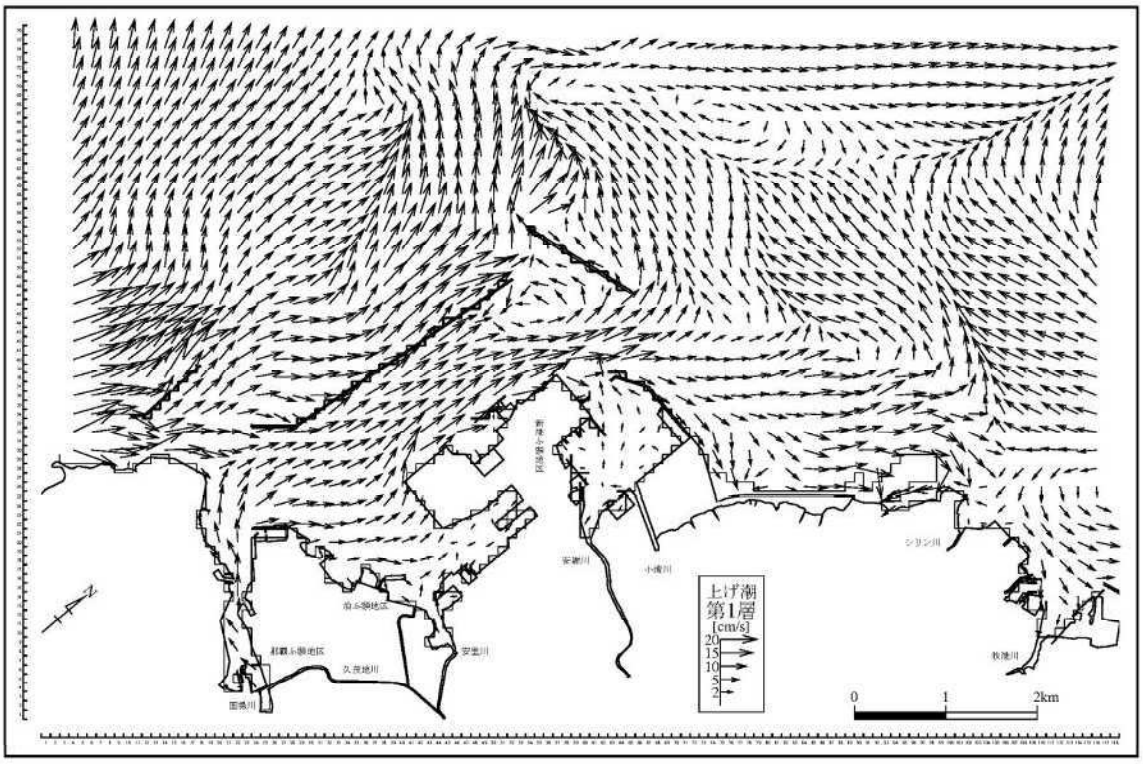
第 4 層（下げ潮時）



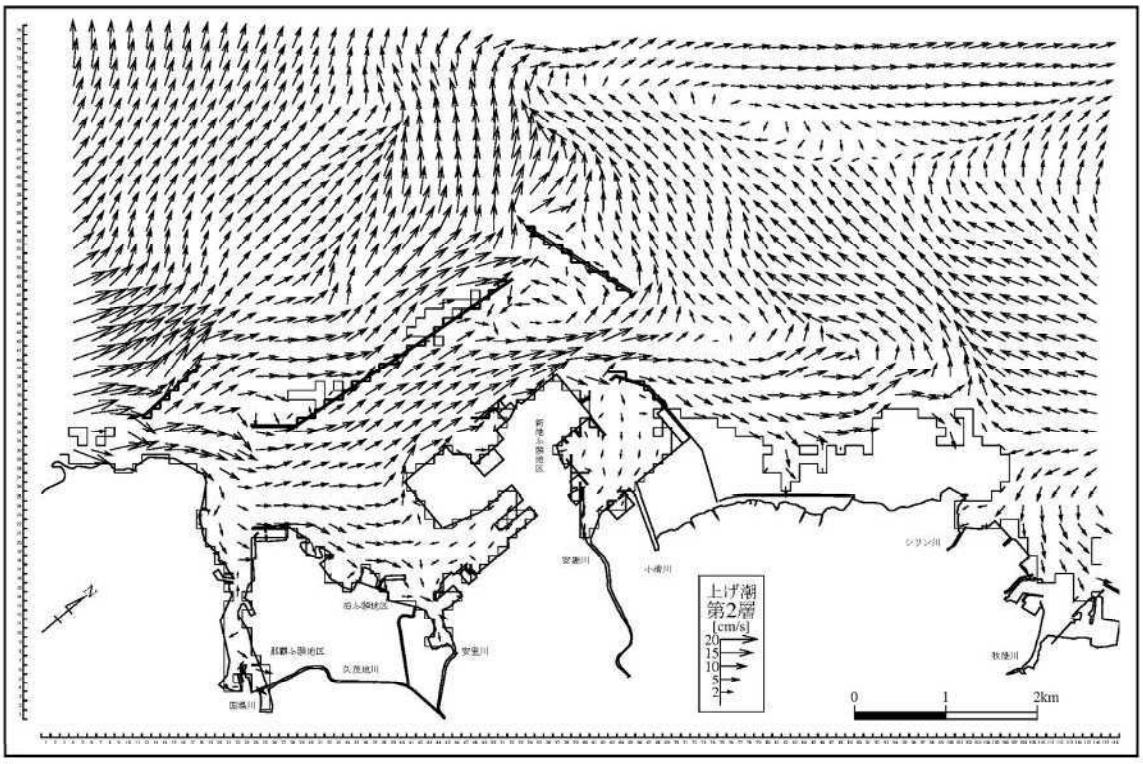
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-13(2)　流速ベクトル分布（現況、夏季、下げ潮時）

第 1 層（上げ潮時）



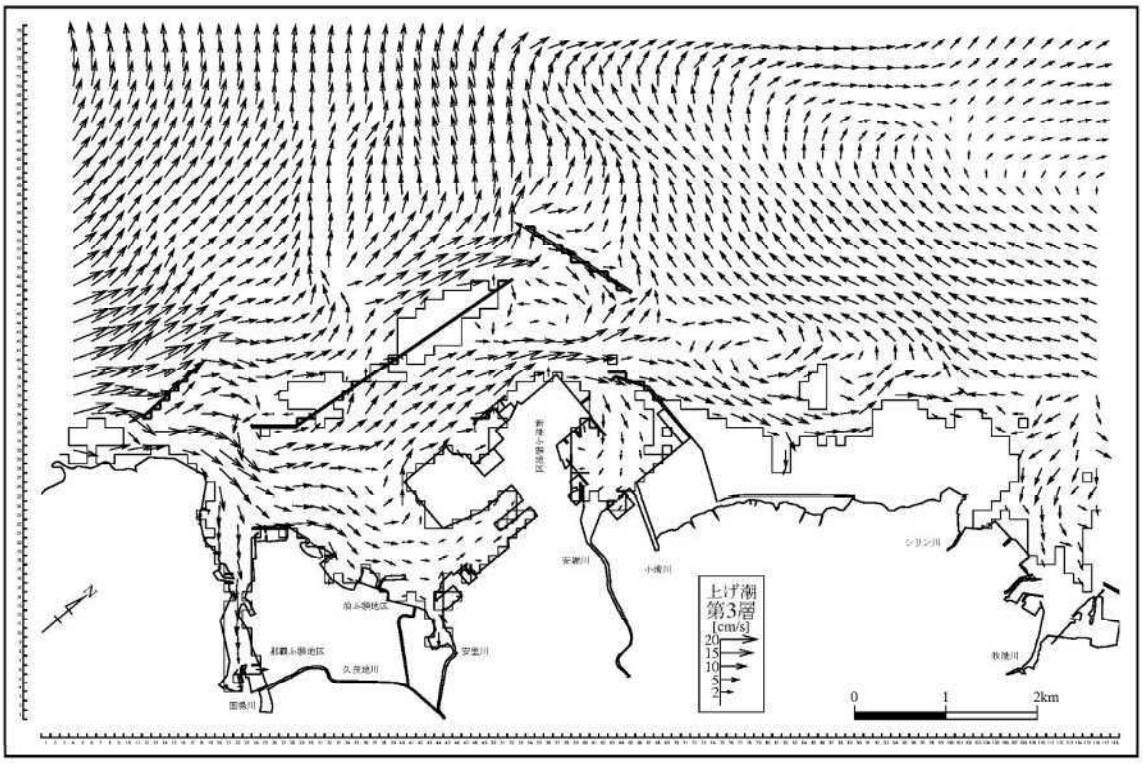
第 2 層（上げ潮時）



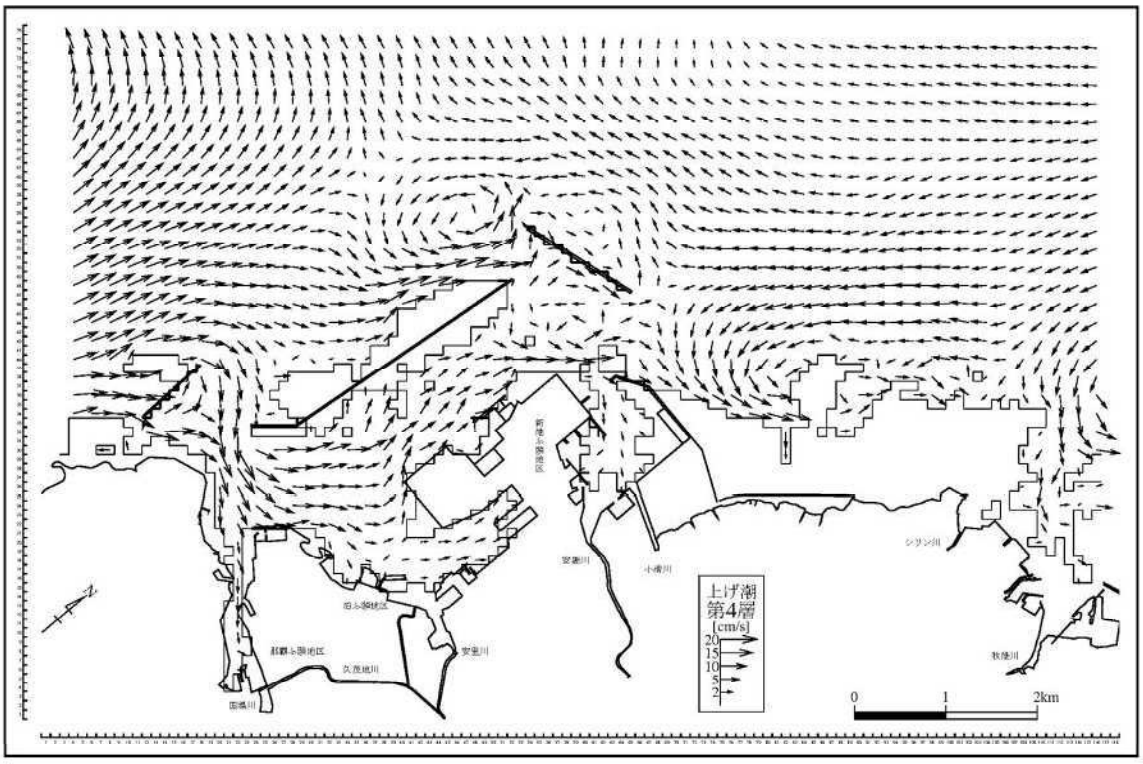
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-14(1)　流速ベクトル分布（現況、夏季、上げ潮時）

第 3 層（上げ潮時）



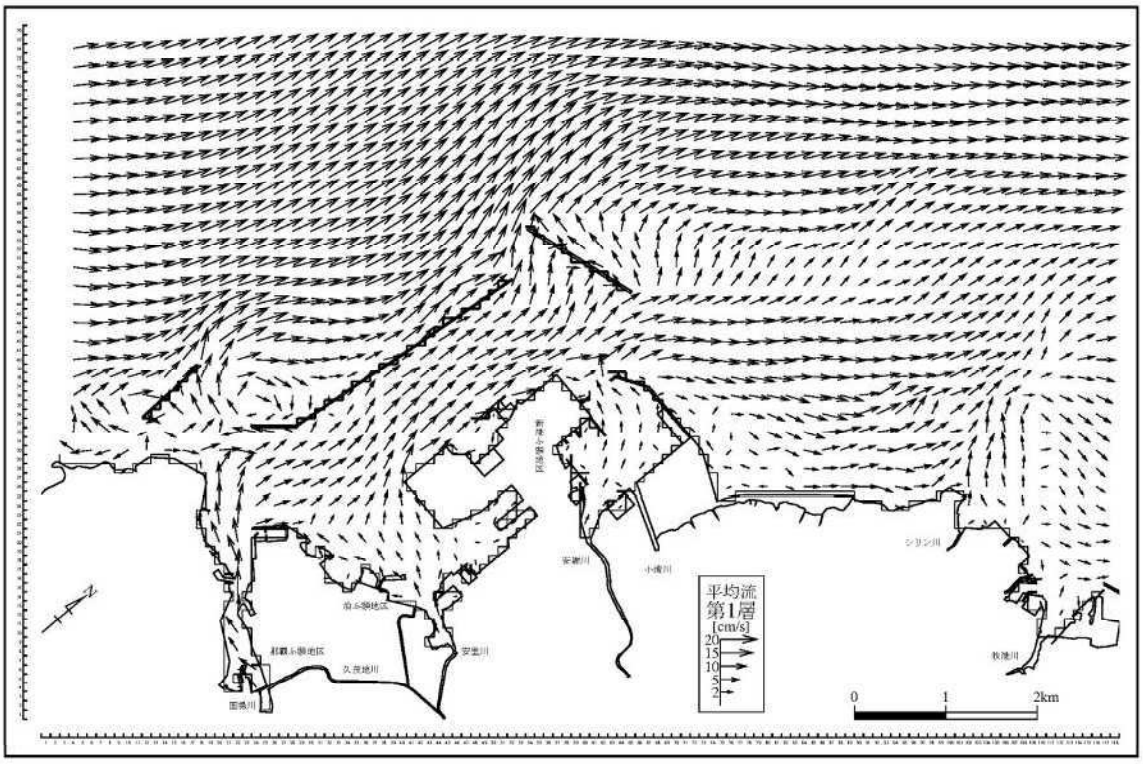
第 4 層（上げ潮時）



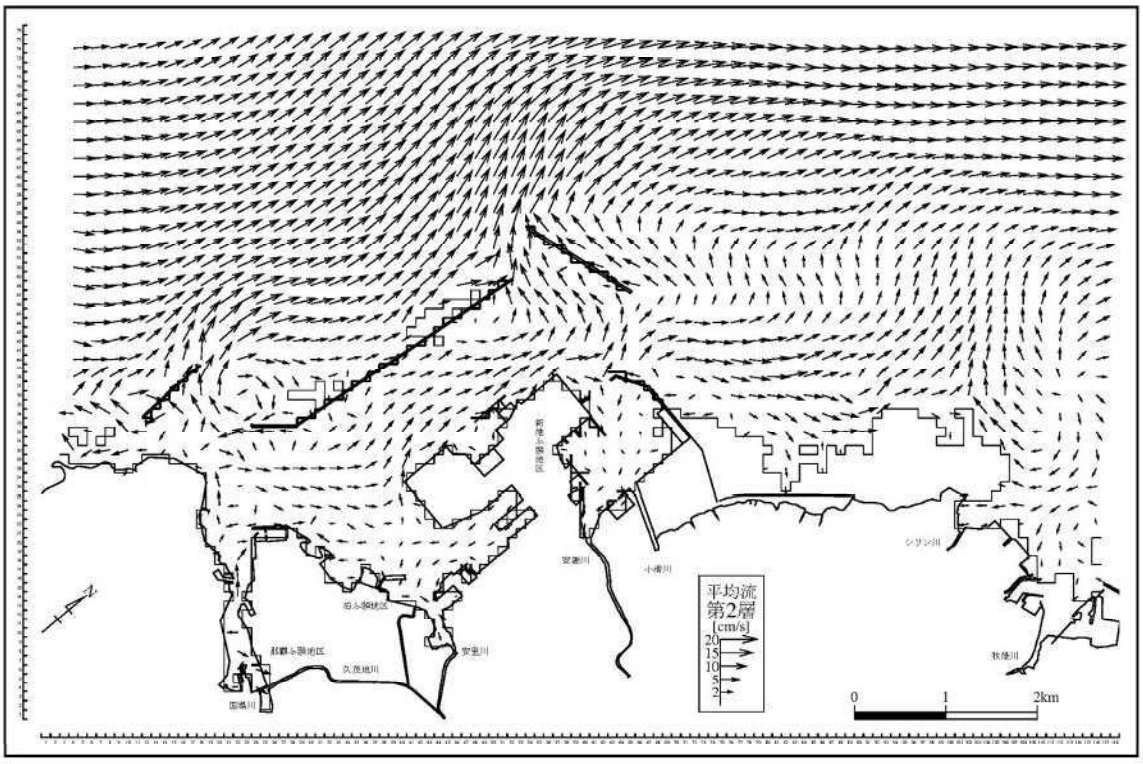
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-14(2)　流速ベクトル分布（現況、夏季、上げ潮時）

第 1 層（平均流）



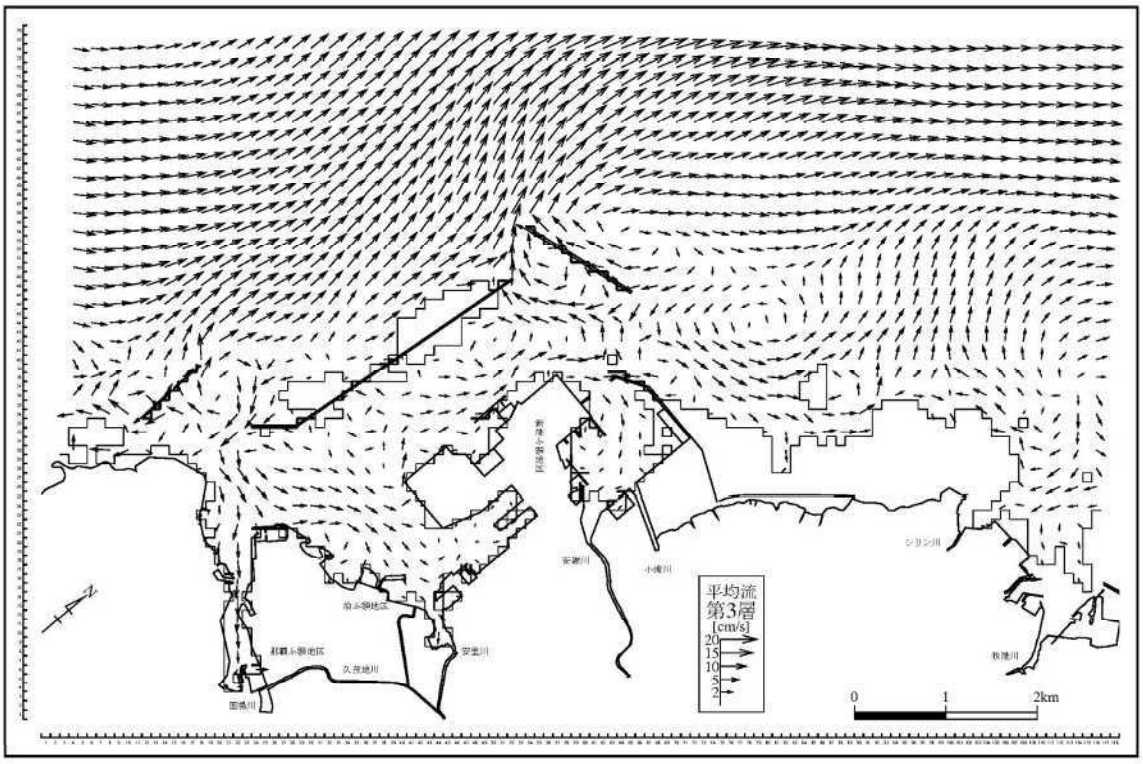
第 2 層（平均流）



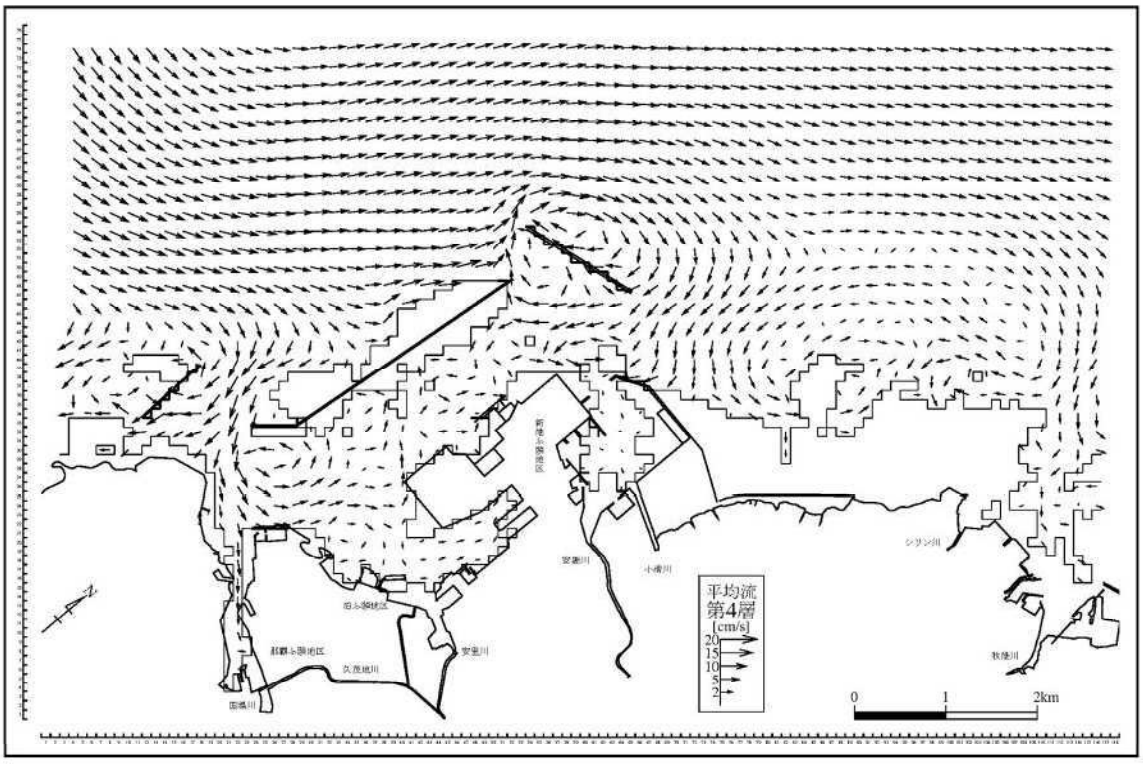
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-15(1)　流速ベクトル分布（現況、夏季、平均流）

第 3 層（平均流）



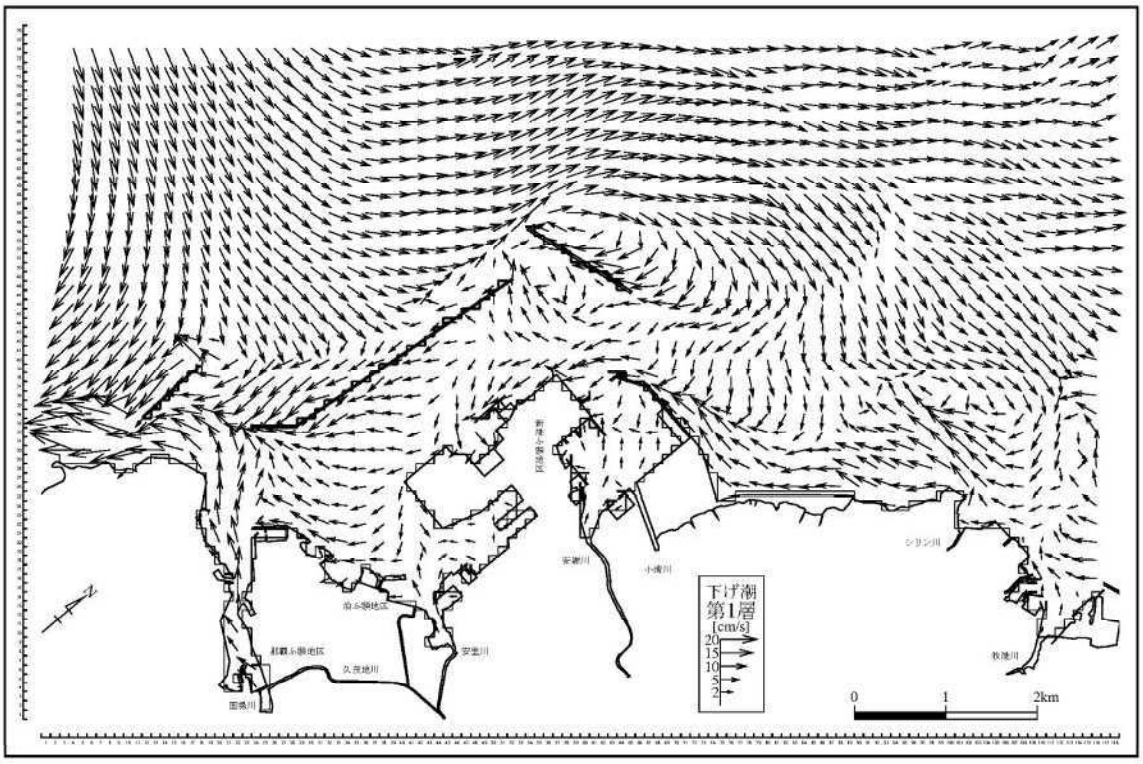
第 4 層（平均流）



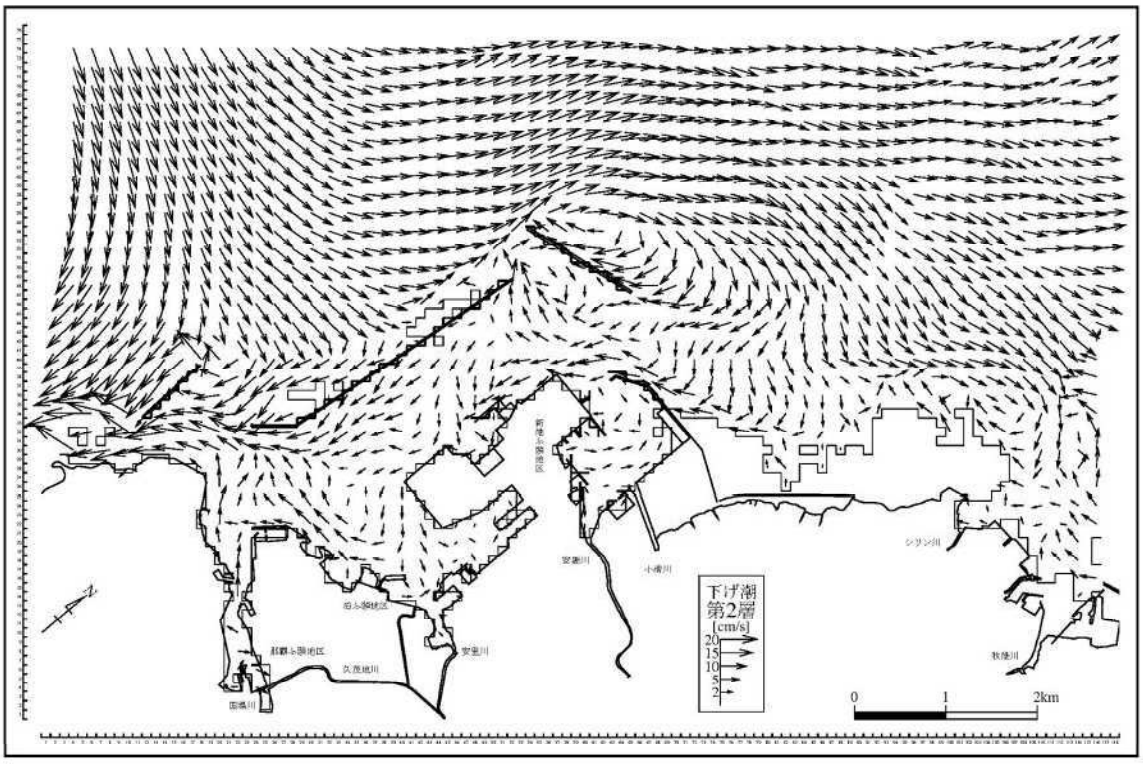
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-15(2)　流速ベクトル分布（現況、夏季、平均流）

第 1 層（下げ潮時）



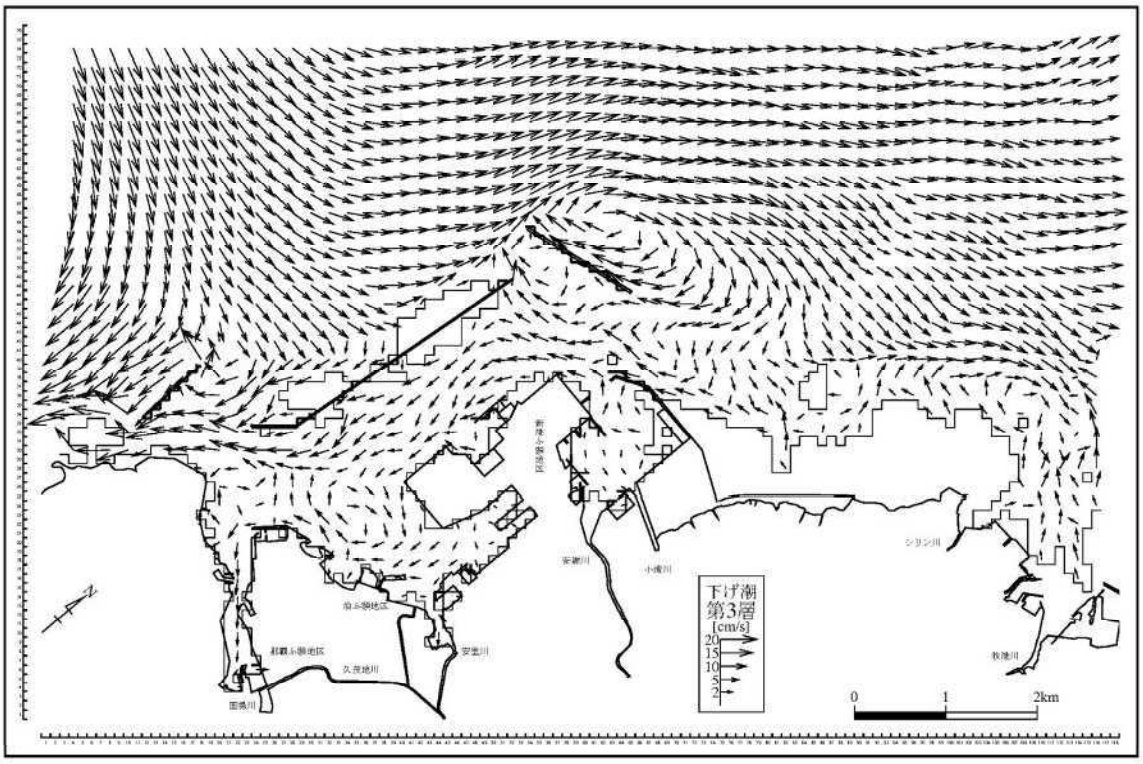
第 2 層（下げ潮時）



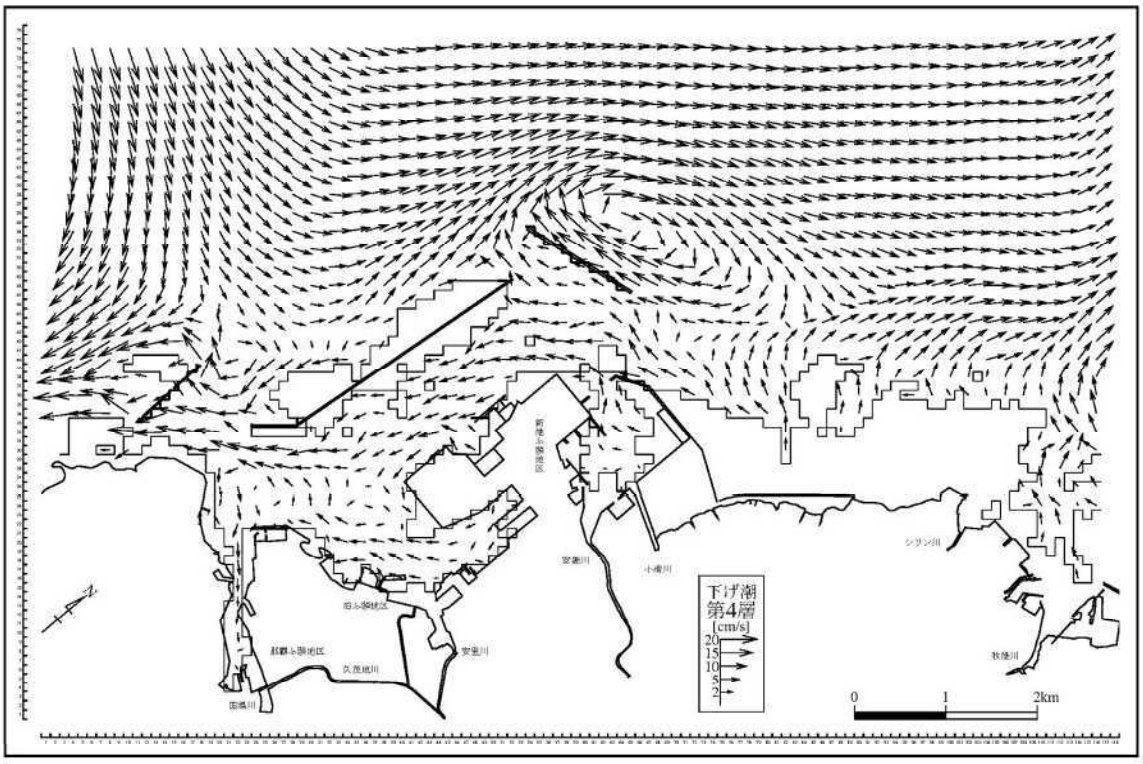
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-16(1)　流速ベクトル分布（現況、冬季、下げ潮時）

第 3 層（下げ潮時）



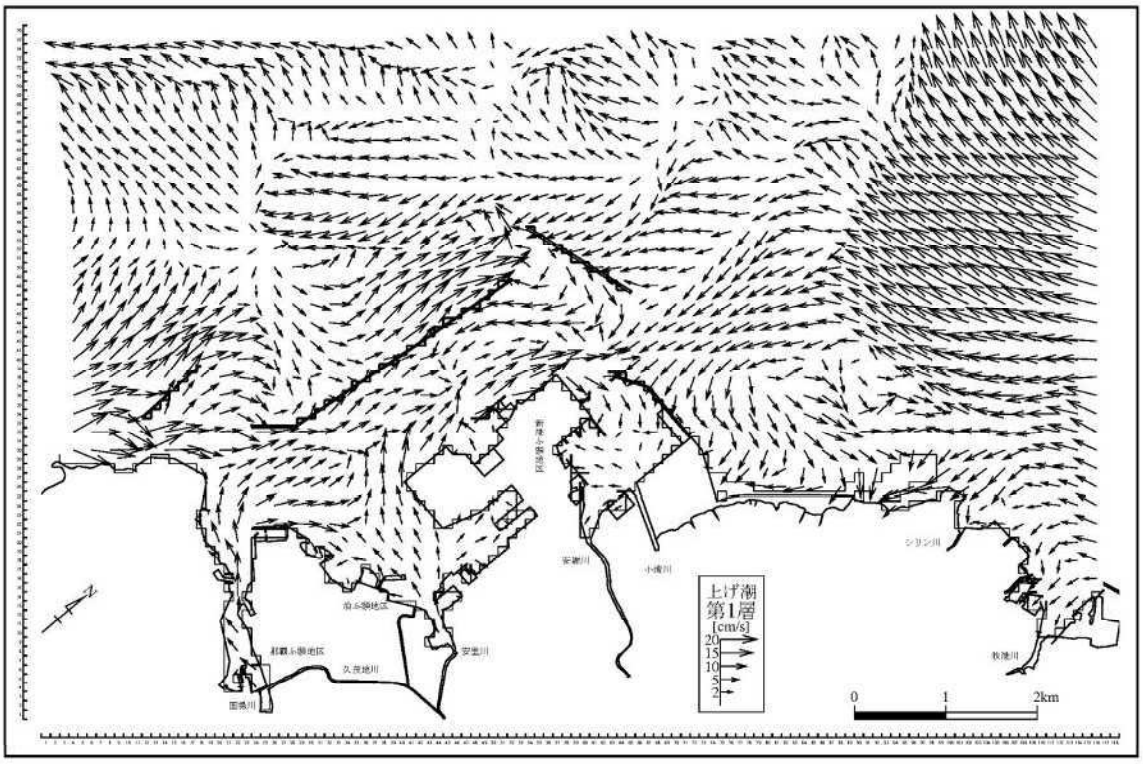
第 4 層（下げ潮時）



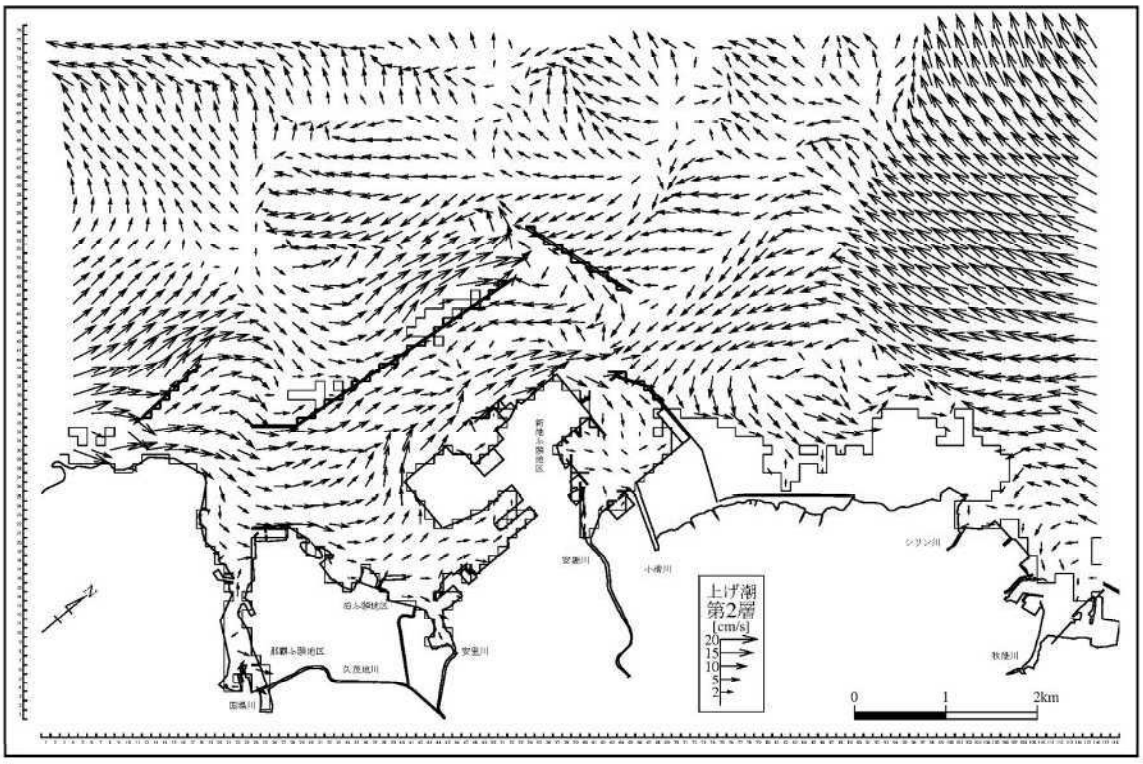
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-16(2)　流速ベクトル分布（現況、冬季、下げ潮時）

第 1 層（上げ潮時）



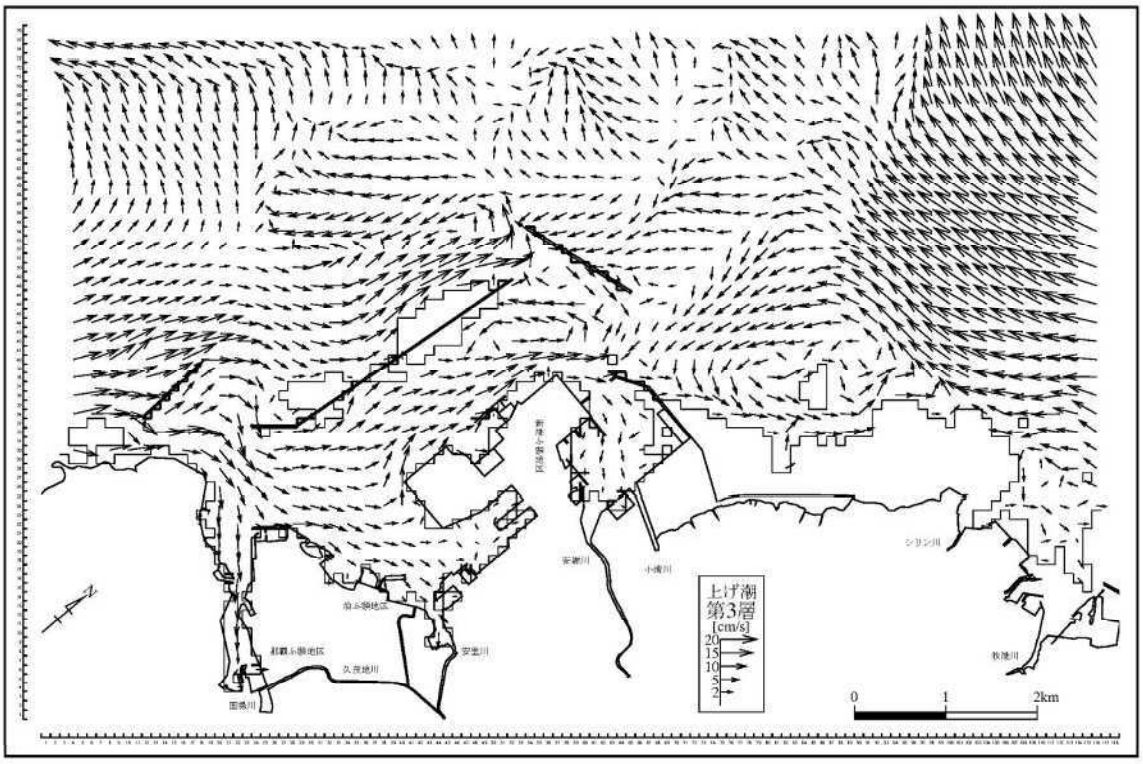
第 2 層（上げ潮時）



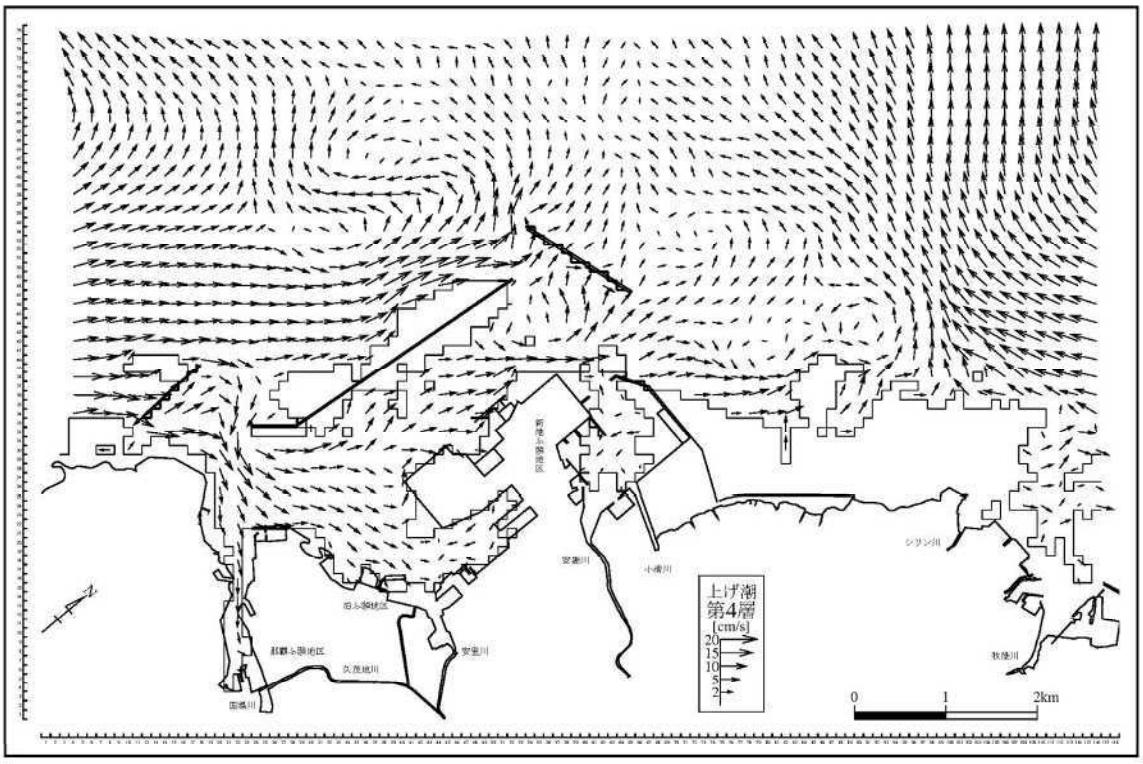
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-17(1)　流速ベクトル分布（現況、冬季、上げ潮時）

第 3 層（上げ潮時）



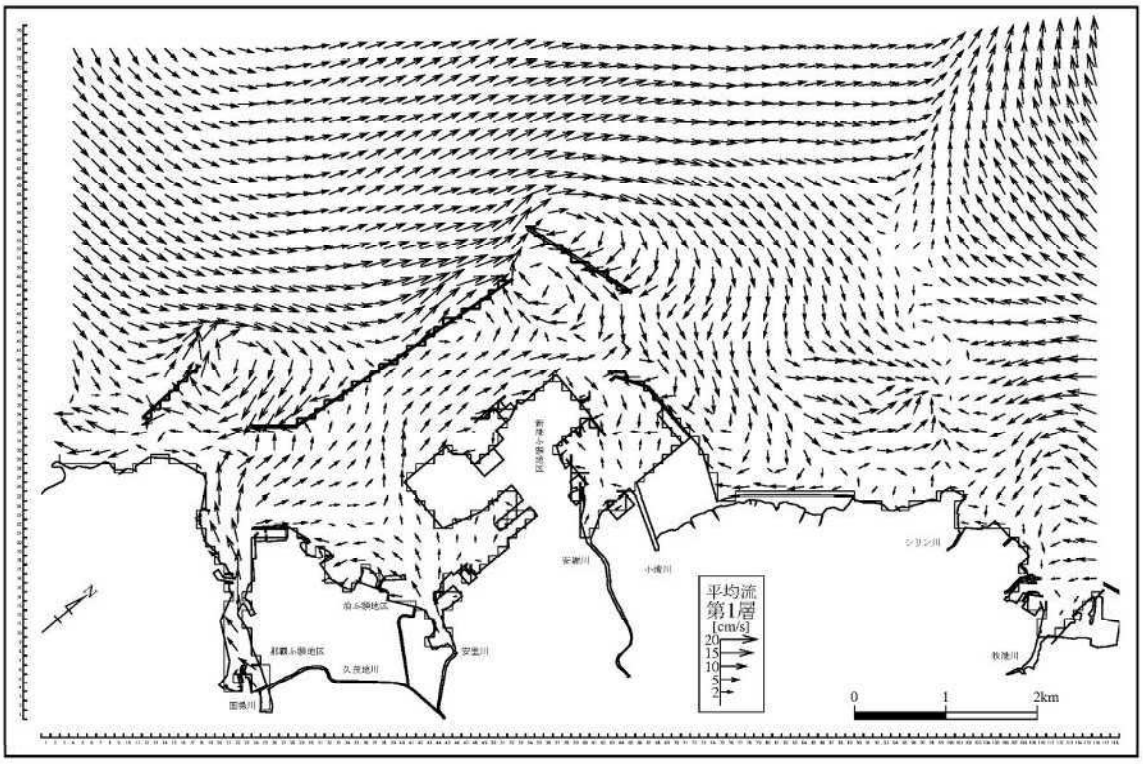
第 4 層（上げ潮時）



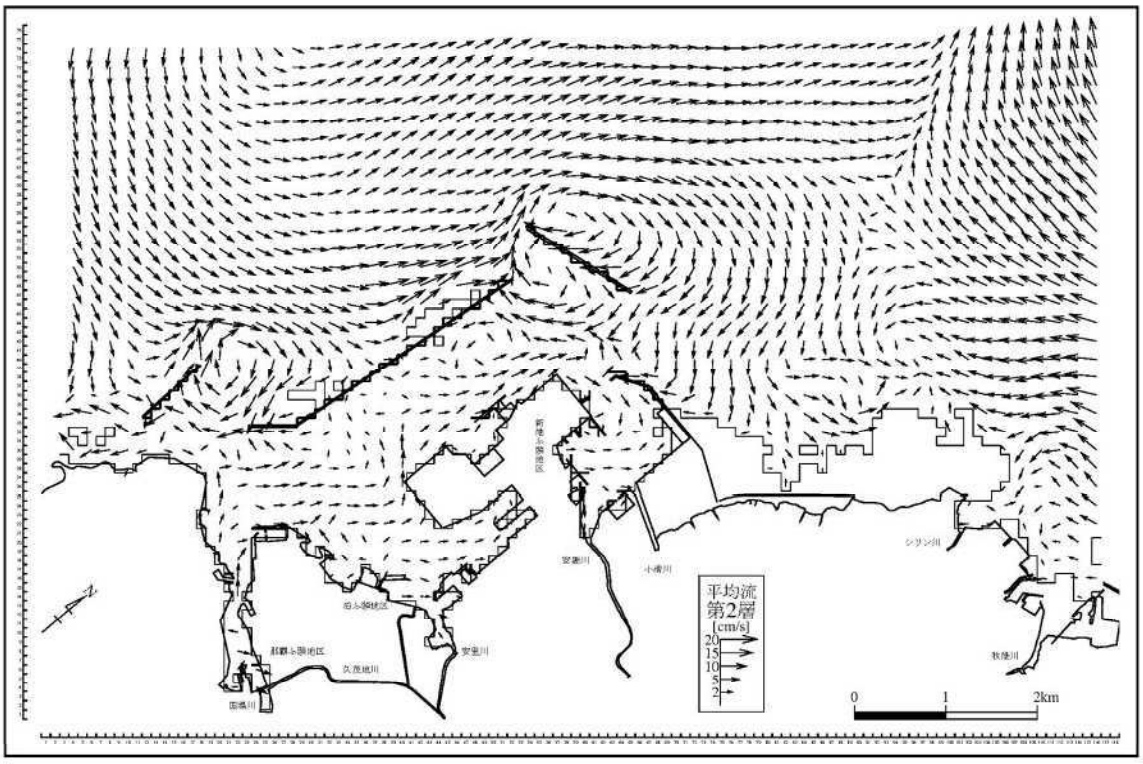
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-17(2)　流速ベクトル分布（現況、冬季、上げ潮時）

第 1 層（平均流）



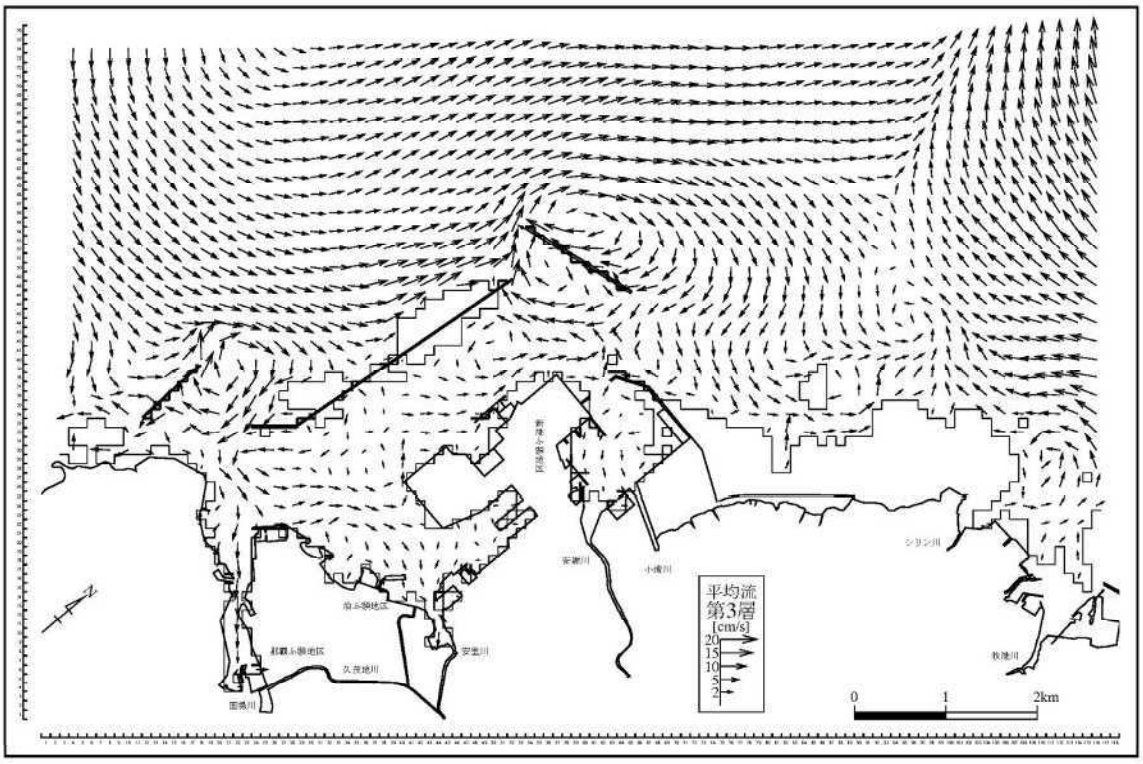
第 2 層（平均流）



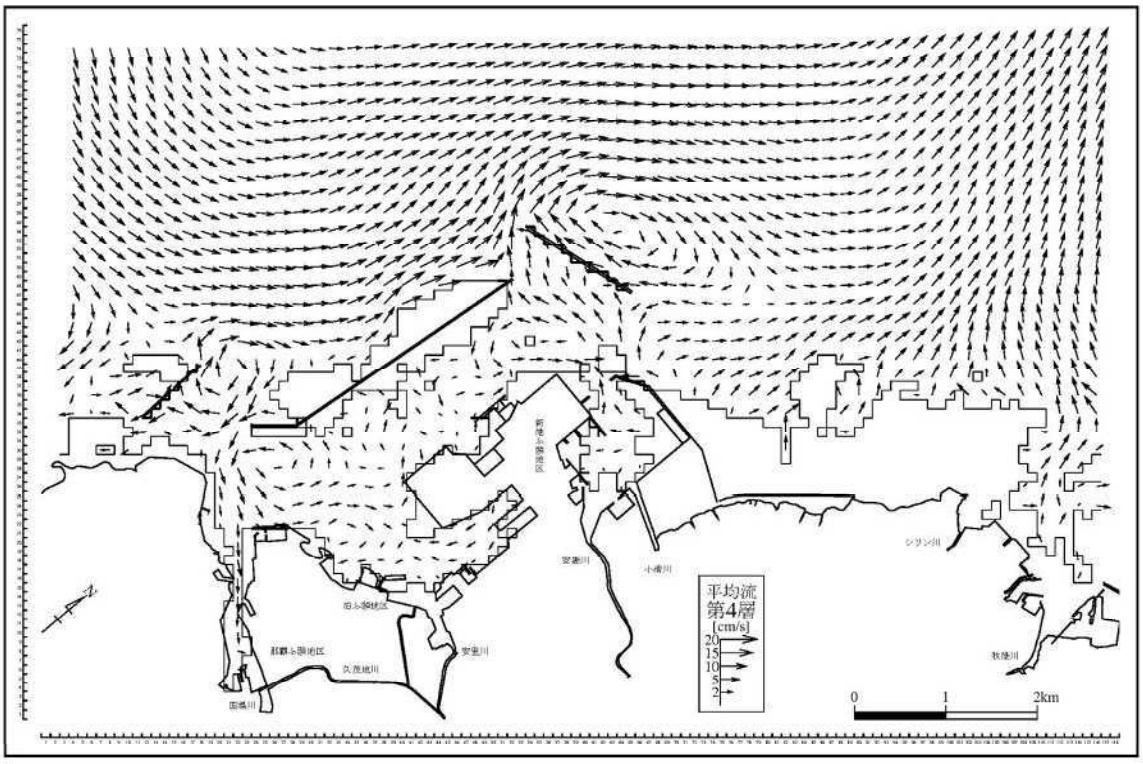
※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-18(1)　流速ベクトル分布（現況、冬季、平均流）

第 3 層（平均流）



第 4 層（平均流）



※流速ベクトルは、2 格子毎に表示

図 3-5-18(2)　流速ベクトル分布（現況、冬季、平均流）