３．高密度観測網

３．１．潮流（ＡＤＣＰ）観測

３．１．１．　　潮流計（ＡＤＣＰ）データ送信システムの概要

漁船による観測体制で用いる潮流計データ送信システムは、海洋電子機器の標準通信プロトコルである NMEA0183 のうち、潮流計が出力するセンテンスである CUR（WaterCurrent Layer）を、潮流計にシリアル接続した潮流計ロガー装置（以下「潮流計ロガー」という。）で受信し、Bluetooth を経由してデータ送信用アプリをインストールした Android タブレット端末へ、潮流計ロガーの衛星測位データとセットで随時送信する。アプリは、漁船が携帯電話基地局との通信圏内にある場合は 10 分間隔のほぼリアルタイムで、圏外の場合は圏内に漁船が戻ってきた時点で、携帯電話通信網を経由してインターネット上のストレージサービスである Dropbox へデータをアップロードする構成を想定した（図 31-1）。

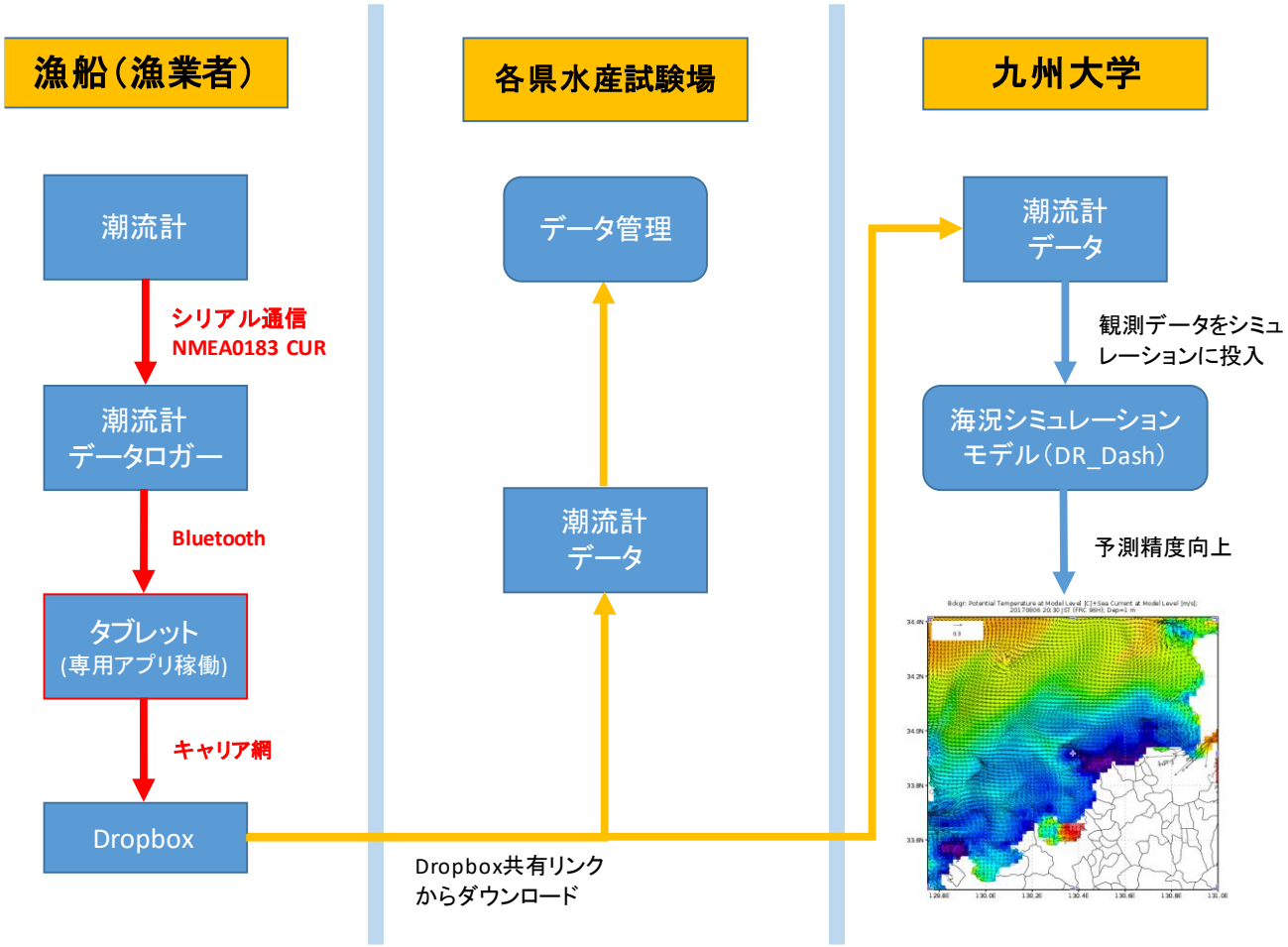


図 31-1　漁船潮流計データ送信システムのデータの流れ

３．１．２．　潮流計ロガーの導入状況

潮流観測協力漁船の概要を表 31-1 に示した。当事業では、平成 29 年度から漁船及び県調査船への潮流計ロガー及びタブレットの設置を開始し、令和 3 年度は石川県で 3 隻、鳥取県で 1 隻、島根県で 4 隻、福岡県で 1 隻、佐賀県で 13 隻、長崎県で 1 隻、熊本県で 1 隻、鹿児島県で 1 隻、計 25 隻の小型漁船及び県調査船に設置した。複数県で漁業種類やトン数が異なる小型漁船に潮流計ロガーのよる情報収集体制を構築することにより、広範囲の ADCP データの収集が可能になる。

表 31-1（1）　潮流観測協力漁船の概要

県	設置年度	主な漁業種類	潮流計型式	トン数
石川県	令和 3 年度	刺網	CI-88	7.3
		刺網	CI-88	9.7
		刺網	CI-88	9.7
鳥取県	令和 2 年度	刺網	CI-88	4.9
		刺網	CI-88	4.9
	令和 3 年度	刺網	CI-88	4.9
島根県	令和 3 年度	はえなわ	CI-88	3.7
		県調査船	CI-68	9.1
		いかつり	CI-88	4.9
		ひきなわ・刺網	CI-88	8.5
福岡県	平成 29 年度	いかつり	CI-88	7.3
		はえなわ	JLN-652	9.7
		いかつり	CI-88	6.6
		中型まき網	CI-60G	14
	平成 30 年度	はえなわ	CI-88	11
		いかつり	CI-88	5.9
	令和 3 年度	いかつり、ひきなわ	CI-88	4.9
佐賀県	平成 29 年度	県調査船	CI-88	44
		いわし網	CI-88	4.8
		はえなわ	CI-90	19
		はえなわ	CI-90	9.1
		ごち網	CI-88	4.3
		いかつり	CI-68	19
	令和 2 年度	いかつり	CI-88	4.9
		いかつり	CI-88	4.9
		いわし網	CI-88	4.9

表 31-1（2）　潮流観測協力漁船の概要

県	設置年度	主な漁業種類	潮流計型式	トン数
佐賀県	令和 3 年度	いかつり	CI-88	4.9
		いかつり	CI-88	4.9
		いかつり	CI-88	4.9
		いかつり	CI-88	4.9
		いかつり	CI-88	4.9
		ごち網	CI-88	4.9
		ごち網	CI-90	4.9
		はえなわ	CI-88	4.7
		はえなわ	CI-88	6.6
		はえなわ	CI-88	6.6
		はえなわ	CI-88	7.3
		はえなわ	CI-88	9.1
		はえなわ	CI-88	12
長崎県	令和元年度	一本釣り	CI-88	5.9
		はえなわ	CI-88	7.9
	令和 3 年度	はえなわ	CI-88	5.9
熊本県	令和元年度	棒受網	CI-88	14
		棒受網	CI-68	13
		底曳網	CI-88	7.8
	令和 2 年度	県調査船	CI-88	49
	令和 3 年度	底曳網	CI-88	7.8
鹿児島県	令和 3 年度	県調査船	CI-38	257

３．１．３．　石川県

石川県では、能登半島北沖を主漁場とする石川県漁協輪島支所所属の刺網漁船 3 隻（表 31-1）に観測協力を求めた。令和 3 年 9 月に潮流計ロガー及びタブレットを設置し、同月より観測を開始した。観測結果の一例を図 31-2 に示す。当該漁場における複雑な海流がうまく捉えられていた。1 月までの延べ観測時間は 2,741 時間であり、全てのデータは順調に九大サーバに送られた。12 月以降は、時化による休漁の回数が増えたため、観測時間が大幅に減少した（図 31-3）。また、タブレットの電源が充電切れのため、データ転送が停止するトラブルが発生した。漁労中（漁場）のタブレットの確認は難しいため、出港時における動作確認の必要性が認識された。

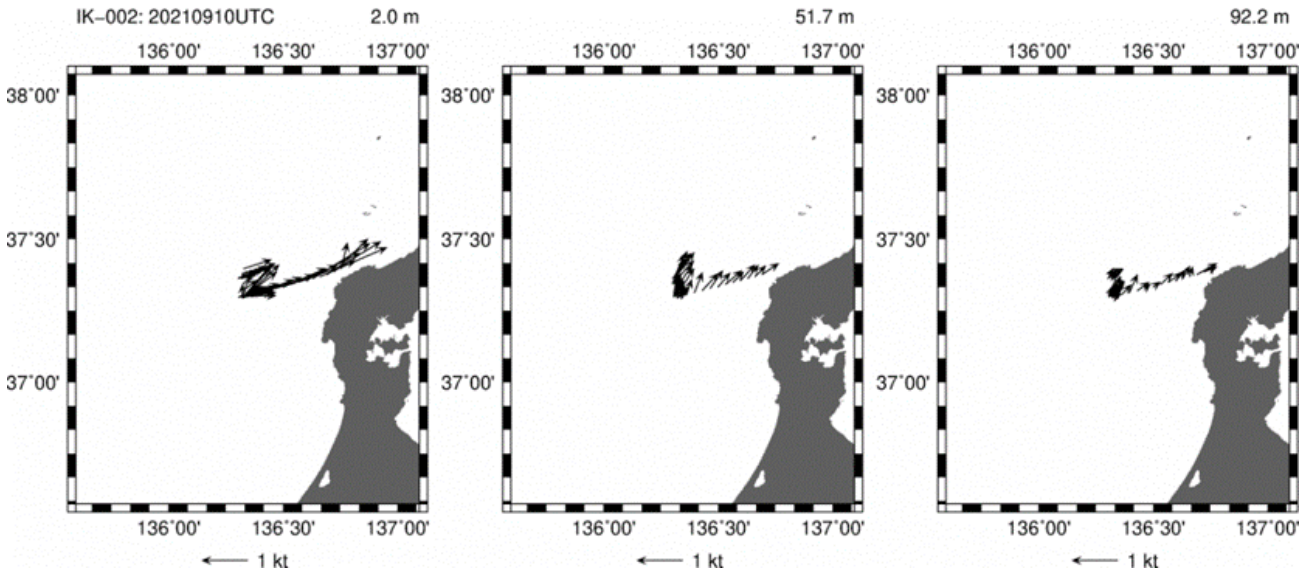


図 31-2　石川県における潮流観測結果例（2020 年 9 月 9 日）。左から観測深度 2.0m、51.7m、92.2m

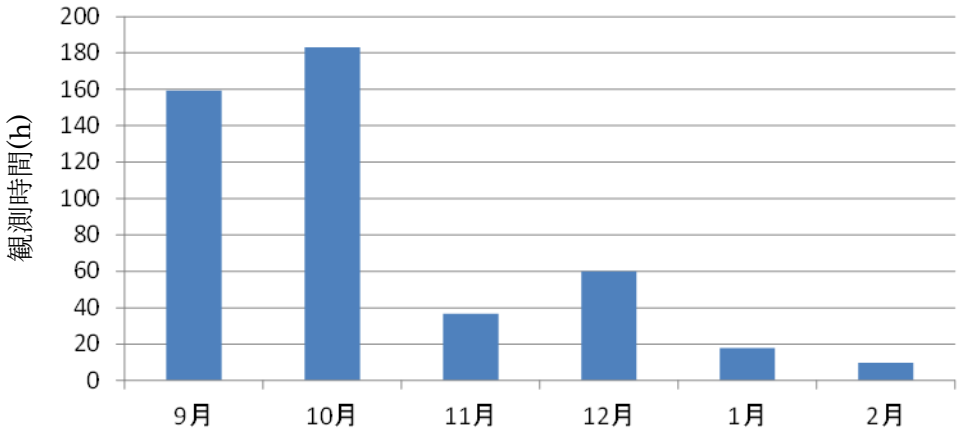


図 31-3　石川県における潮流観測時間

３．１．４．　鳥取県

３．１．４．１．　潮流観測協力漁船と観測方法

鳥取県では、令和 2 年度 7 月から県内の沿岸域で操業する漁船計 2 隻、令和 3 年度 6 月からは計 3 隻による、潮流計ロガー及びタブレット PC を用いた潮流観測を実施している（表 31-1、図 31-4）。観測協力漁船の、主な漁業種は 3 隻共に刺網であり、一本釣りも行う。観測協力者には、毎出航前にタブレットとアプリの起動状況の確認を依頼している。

図 31-4　鳥取県の観測協力漁船に設置された潮流計ロガー

３．１．４．２．　観測状況

鳥取県における観測船の ADCP データは最短 2 秒間隔で潮流計から収集され、タブレットアプリから csv ファイルとしてネットストレージ（Dropbox）に自動送付されている。転送された csv ファイルから、データ数をカウントし、カウント結果に 2 を乗じて合計観測時間を集計した（図 31-5）。また、csv ファイル内のセンテンスヘッダーGPRMC には GPS データが記録されており、観測漁船がデータを送信した位置を特定出来る。各観測船における合計観測時間を、鳥取県の沿岸域 20 km × 20 km 範囲ごとに算出した（図 31-6）。なお、区画 2 と 4 には観測漁船が所属する漁港が含まれており、停泊中に送信されたデータを除くため、漁港内から送信されたデータを除いて集計・カウントした。

鳥取県の潮流計ロガーによる月別合計観測時間、及び漁船 1 隻あたりの観測時間の推移を図 31-5 に示す。令和 2 年度 7 月は観測を 1 隻のみで実施したので、集計期間を通じて最も観測時間が短かった。観測を 2 台体制で実施した令和 2 年度 8 月から翌年 2 月に比べ、3 台体制で実施した令和 3 年度では観測

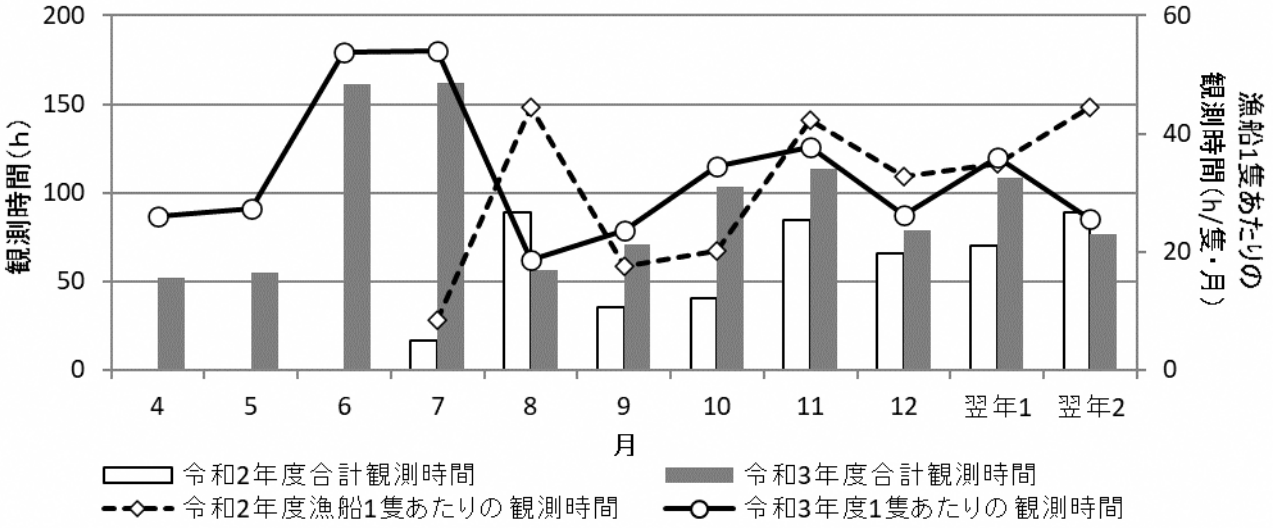


図 31-5　鳥取県の令和 2 年度と令和 3 年度の 4 月から翌年 2 月における月別潮流計ロガー観測時間、及び、漁船 1 隻あたりの観測時間（令和 3 年度 翌年 2 月の結果は 2 月 20 日までの集計値）

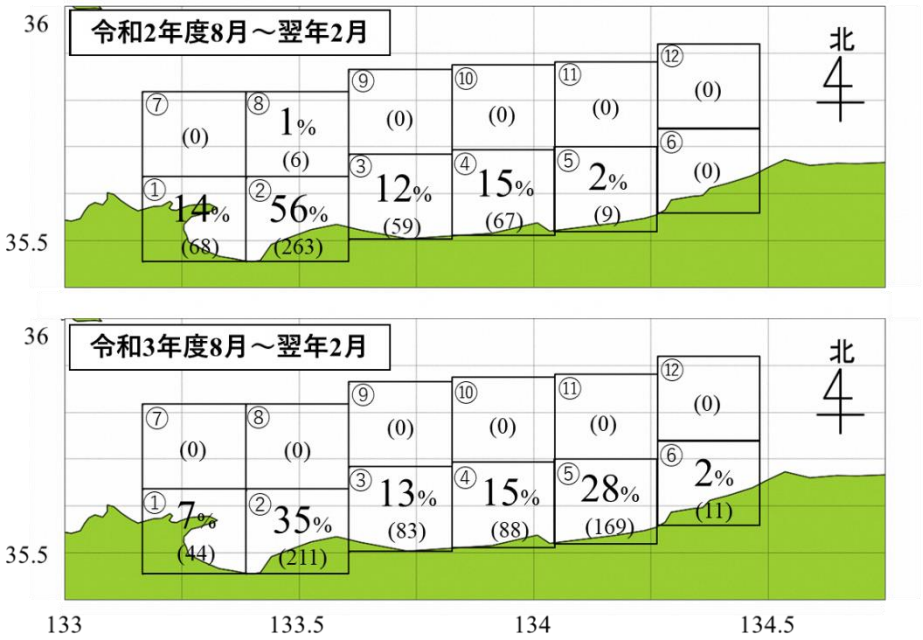


図 31-6 鳥取県における令和 2 年度 （8 月～翌年 2 月）と令和 3 年度 （8 月～翌年 2 月 20 日）の各 20 km× 20 km 区画内で行われた観測時間の割合 (( )内は、各区画の合計観測時間を示す)

時間が概ね増加していた。令和 3 年度 4 月から翌年 2 月における観測時間は 51～ 162 h / 月で推移し、漁船 1 隻あたりの観測時間も含め 6 月と 7 月が最も高かった。

令和 2 年度と令和 3 年度における 8 月から翌年 2 月に集計した、鳥取県沿岸域 20 km × 20 km 範囲ごとの観測時間の割合を図 31-6 に示す。令和 2 年度に計 2 隻で観測を実施した結果、区画の違いによる観測時間の偏りが認められ、全観測の 56%が区画 2 で行われていた。また、県東部で観測時間が減少する傾向があり、区画 5 の観測割合が 2%であり、区画 6 では観測が認められなかった。令和 3 年度に計 3 隻で観測を実施した結果、令和 2 年度と比べ区画の違いによる観測時間の偏りは低減し、また、県東部の観測割合が増加し、区画 5 は 28%、区画 6 で 2%を示した。令和 2 年度と令和 3 年度は共通して、岸から 20 km 以北の区画 7~ 12 は沿岸区画に比べ観測割合が低く、令和 2 年度は 1%を示し、令和 3 年度は沖合区画で観測が認められなかった。

３.１.４.３.　鳥取県における潮流計ロガーによる観測の今後

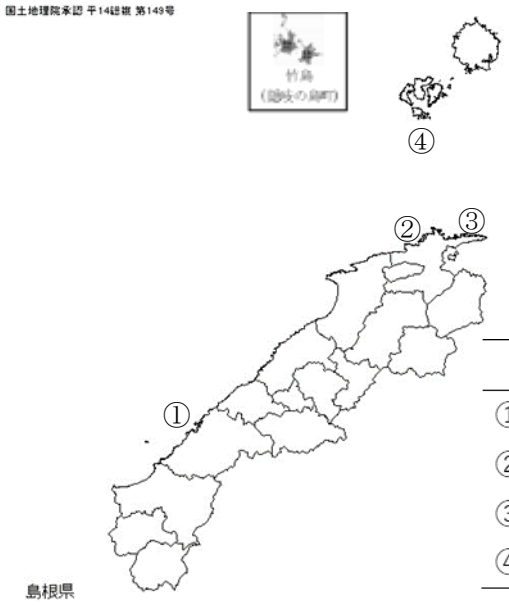
令和 3 年度は潮流計ロガーによる観測船を 1 隻増やした結果、2 隻体制で観測を行った令和 2 年度 8 月～翌年 2 月に比べ観測時間が概ね増加し、海区ごとの観測時間の偏りも低減した。しかし、令和 2 年度に引き続き令和 3 年度でも、沿岸に比べ沖合区画で観測時間が少なく、今後は、沖合域で操業する漁船に観測協力を依頼する必要があると考えられる。

潮流計ロガーによる潮流観測は、後述の S-CTD を用いた水温・塩分観測に比べると、観測やデータ転送作業を手動で行う必要がない分、観測者の作業労力が少ない。しかし、機器に不具合が生じる可能性があり、鳥取県では、令和 2 年度に、タブレット PC の受電切れによりデータ転送が停止するトラブルが認められた。また、データ転送が自動で行われるため、機器に不具合が生じても観測者が気付かず、長期間

データ転送が停止する危険がある。潮流計ロガーによる観測体制の維持と、データの安定的な収集には、不具合対応に加えて、収集状況をモニタリングする研究機関の補助が必要不可欠であると考えられる。

３．１．５．　島根県

島根県では試験船 1 隻、漁船 3 隻に潮流計ロガーを設置し、潮流観測に取り組んでいる（図 31-7、31-8)。試験船では県事業等の調査時に潮流観測した。



地区	観測隻数	漁業種類	観測開始日
①浜田	1	はえ縄	令和 3 年 12 月 22 日
②水技 C	1	県試験船	令和 3 年 4 月 22 日
③美保関	1	いか釣	令和 3 年 6 月 6 日
④知夫	1	ひき縄・刺網	令和 3 年 9 月 29 日

図 31-7 島根県における潮流計ロガーの整備地区

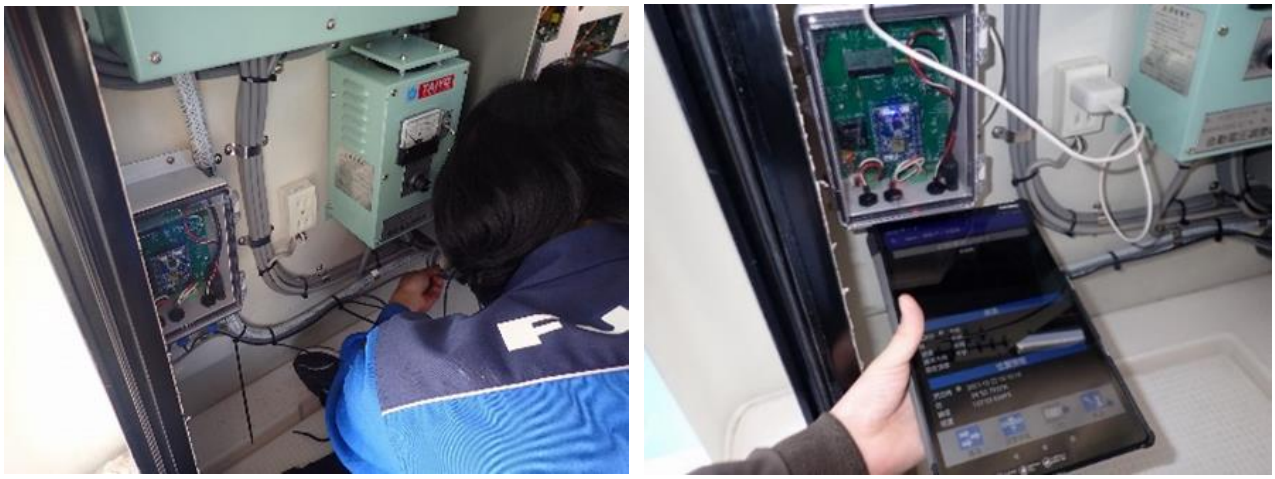


図 31-8　島根県における潮流計ロガーと潮流計の接続作業（左)、通信確認作業（右）

漁船による潮流観測は令和 3 年 6 月から実施しており、合計観測時間は 227 h であった（図 31-9)。浜田地区の漁業者は令和 3 年 12 月から潮流観測を開始した。しかし、令和 4 年 1 月は他漁船で操業していたため観測未実施であった。美保関地区の漁業者は令和 3 年 6 月のイカ釣り操業時のみ潮流計を使用していたため、7 月以降は観測しなかった。知夫地区の漁業者は令和 3 年 9 月に潮流計ロガーを設置以降、

操業時に毎回観測をしている。

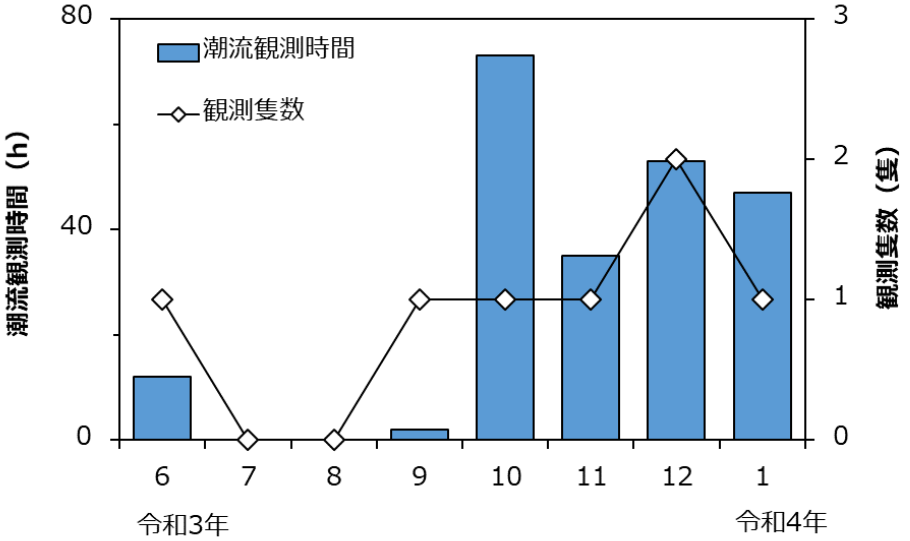


図 31-9　島根県における漁船の潮流観測時間

３．１．６．　福岡県

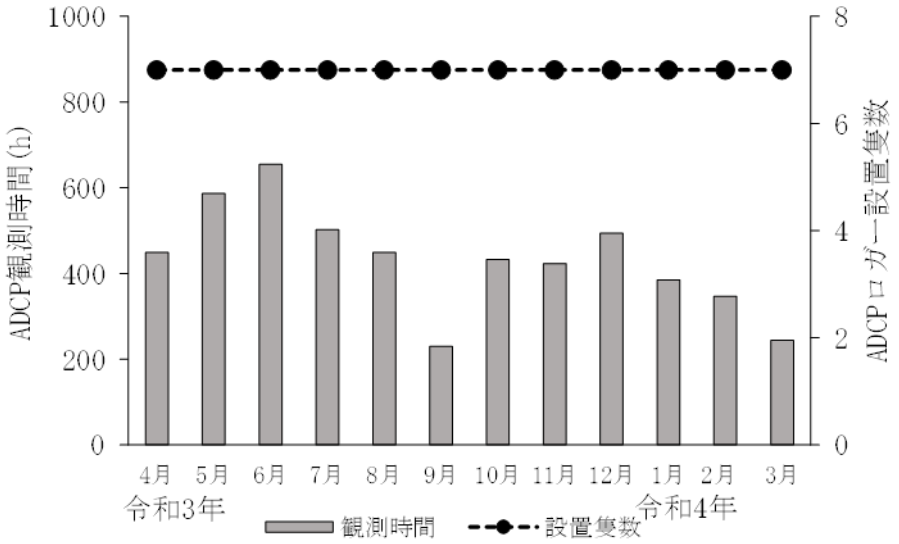


図 31-10　福岡県の協力漁船による潮流観測時間及び潮流計ロガー設置隻数

協力漁船による潮流データ観測時間（異常値含む）及び潮流計ロガー設置隻数を図 31-10 に示す。令和 3 年 4 月から令和 4 年 3 月までの月別観測時間をみると、観測時間は 6 月に最も多く 655 時間、9 月に最も少なく 230 時間であった。漁船別の観測時間をみると、観測時間は 393～848 時間/隻、平均観測時間は 743 時間/隻であった。観測は、様々な規模や漁業種類の漁船で行われており、時期や天候により各漁船の観測状況が異なっていた。また、漁業者の中には出漁時及び帰港時にタブレットの電源を入れたり切ったりしない漁業者がいる。タブレットの電源は漁船から取っており、主に漁船が出漁すると充電される。時化が長く続くと漁船が動かないためタブレットに充電されず、電源が切れる。時化後、出漁する

とタブレットの電源が入っていないため、出漁しても観測データが転送されないトラブルが発生する。漁業者は潮流データが取得されていないことに気づいていないことがあるため、県などが観測データを確認し、データが取得できるよう対応する必要がある。

令和 3 年度は、観測時間が少ない漁業者の要望を踏まえ、11 月に潮流計ロガーを他の漁船に設置し直し、観測漁業者を交代した。新たな観測漁業者の漁船のトン数は 4.9 トン、漁業種類はいかつり漁業やひきなわ漁業で、潮流計ロガーを設置後、安定して観測が行われるようになり、観測時間が増加した。

今後、観測データを継続して取得するためには、定期的に観測データを確認し観測データが転送されない場合はトラブル対応を行うとともに、観測時間が少ない場合は観測漁業者の意向を尊重した上で観測漁業者の変更を検討する必要がある。

３．１．７．　佐賀県

３．１．７．１．　観測体制構築と観測状況

佐賀県では、令和 3 年度に新たに 13 隻の潮流計ロガーによる観測体制を構築し、これまでに合計 23 隻（うち 1 隻は県調査取締船を含む）の観測体制を整えた。図 31-11 に九州北西海域（北緯 32～35 度，東経 128～131 度の範囲）での佐賀県の県調査船および漁船による観測状況を示す。平成 30 年（2018 年）から潮流観測体制を順次構築してきた結果、五島灘から対馬周辺海域にかけての広範囲の海域でデータの取得が可能となった。特に壱岐水道周辺海域において観測頻度が高くなっている。

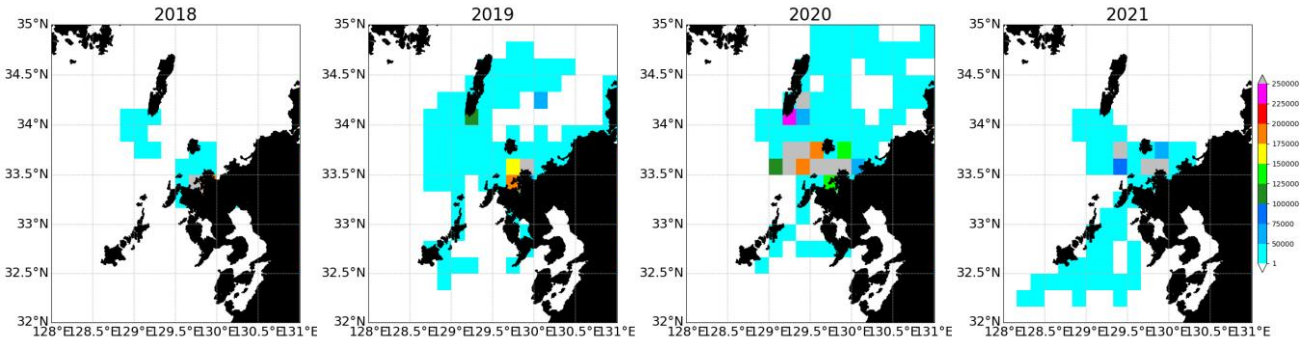


図 31-11　九州北西海域における佐賀県漁船による潮流データの取得状況

３．１．７．２．　漁船から収集した潮流（ADCP）観測データと DREAMS_D との比較

佐賀県のよちょうアプリ利用者から、壱岐の西側海域と五島灘周辺海域において、よちょうアプリの流向流速予測精度が悪いという意見が複数寄せられている。そこで、令和 2 年に壱岐の西側海域（北緯 33 度 30 分～34 度，東経 129～129 度 30 分の範囲）で漁船によって観測された潮流データと DREAMS_D とのデータを比較し、この海域におけるモデルの精度検証を行った。その結果、両者の相関係数は東西成分で 0.83、南北成分で 0.82 となった（図 31-12）。DREAMS モデルへのデータ同化により漁船観測データとモデルの相関係数は 0.90 に上昇しているが（令和元年度事業報告書より）、当該海域に限っては相関係数がやや低くモデル精度が劣っているようである。

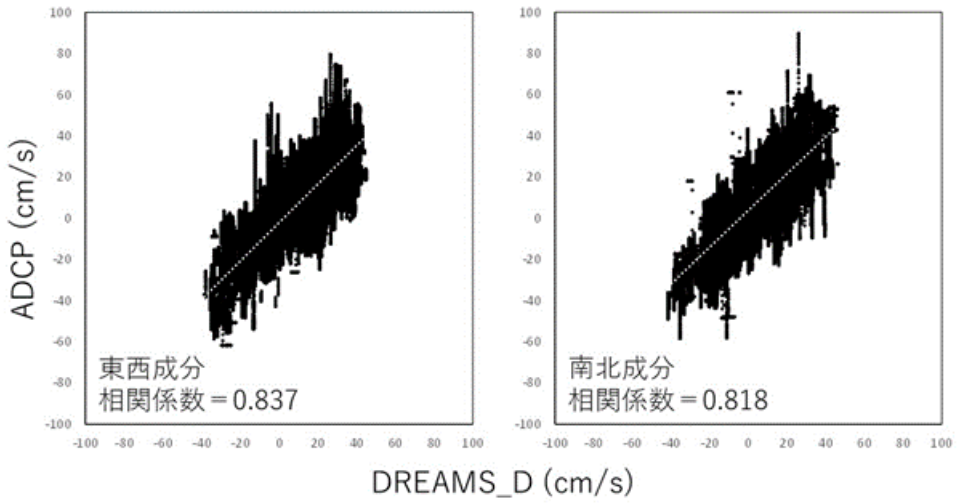


図 31-12　佐賀県の漁船観測 ADCP データと DREAMS_D との比較

３．１．８．　　長崎県

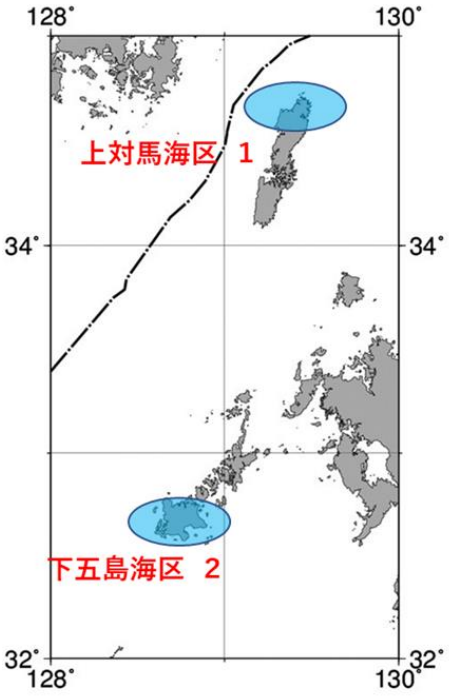


図 31-13　長崎県の観測海域

図 31-14　長崎県で観測された潮流データの例

長崎県では、令和元年度に潮流計ロガー5 台を購入し、うち 2 台を令和 2 年 2 月に下五島地区の漁船 2 隻に設置し、観測を実施している。令和 3 年 12 月に上対馬地区にて、新たに漁船 1 隻に設置し、令和 4 年 3 月現在、計 3 台体制で観測を続けている（図 31-13）。本県では漁業者が観測したデータを確認できるよう観測者登録システムを立ち上げている。潮流観測では観測中のデータが 10 分間隔で、複数回に分けてデータストレージに収録される。10 分間のみの観測結果が収録された 1 つのデータのみでは、観測者の参考データや、データチェックモニターとするには不十分だと考えられる。そこで、観測者登録システムの潮流データでは、複数のデータを結合した図を管理者及び漁業者に公開している（図 31-14）。

今年度当初計画では計 5 台の観測体制構築を予定していたが、協力漁業者の探索が困難であったため、残り 2 台の設置には至っておらず、今後も引き続き協力者の探索を継続していく必要がある。

３．１．９．　熊本県

熊本県では、令和 3 年度に底曳き網 1 隻に潮流計ロガーを設置し、県の試験調査船を含め、合計 5 隻で観測を行っている。本県における潮流計ロガーの導入状況を表 31-2 に示す。令和 4 年 1 月までの観測データ数（観測中 10 分間隔で収集される csv ファイル数）は、1 隻 1 月当たりで、棒受網が 3～436 データ、平均 148.7 データ、底曳網が 139～718 データ、平均 454.4 データ、県の試験調査船は、36～159 データ、平均 82.3 データとなった。試験調査船での観測は、他事業による調査時に併せて観測するとともに本事業による観測を行った。また、棒受網漁船 1 隻に潮流計ロガーの装着を予定していたが、漁船建造の遅れにより装着できなかった。

表 31-2　熊本県における潮流計ロガーの導入状況（九大と県は、九州大学から貸与された、熊本県が購入した、潮流計ロガー台数をそれぞれ示す

海域	漁業種類等	令和元年度		令和２年度		令和３年度		令和元～３年度合計			操業期間（観測期間）
		九大	県	九大	県	九大	県	九大	県	総計	
天草西海	棒受網	2						2		2	6月～12月
天草西海	小型底曳網	1					1	1	1	2	10月～翌5月
八代海	曳釣り										周年
全海域	県試験調査船				1				1	1	周年
	計				1		1	3	2	5	

３．１．１０．　鹿児島県

鹿児島県では、平成 14 年度より、水温・潮流観測装置（古野電気製，CI-60G）をフェリーニューこしきに設置し、航路間の水温・流況情報を取得している。また、フェリーニューこしきで観測したデータは鹿児島県水産技術開発センターに設置しているサーバーに自動で転送され、鹿児島県水産技術開発センターHP に掲載する仕組みも構築している（図 31-15）。当該データは準リアルタイムで取得することが可能であることから、DREAMS にデータ同化することを目的に、フェリーニューこしきの観測データを長崎大学に提供し、精度検証（結果は３．５節「精度検証」参照）を行った。

令和 3 年 12 月，県漁業調査船くろしお（以下，くろしお）に潮流計ロガーを設置し，試運転を経て令和 4 年 1 月から ADCP データ収集を開始した。毎月実施する沖合定線・卵稚仔調査（図 31-16）など，月あたり 4～11 日間データを収集した。調査航海中は 24 時間観測を行った。

潮流観測を実施する他の漁船等と比較し，くろしおは 257 トンと大きく（表 31-1），構造上ブリッジ内にロガーを設置すると，ロガー単体では衛星からの GPS 情報を取得できなかった。そこで，メーカ

ーに依頼してロガーを改造し，船の潮流計の GPS 情報を取得するようにしたところ，問題なくデータを収集できるようになった（図 31-17）。

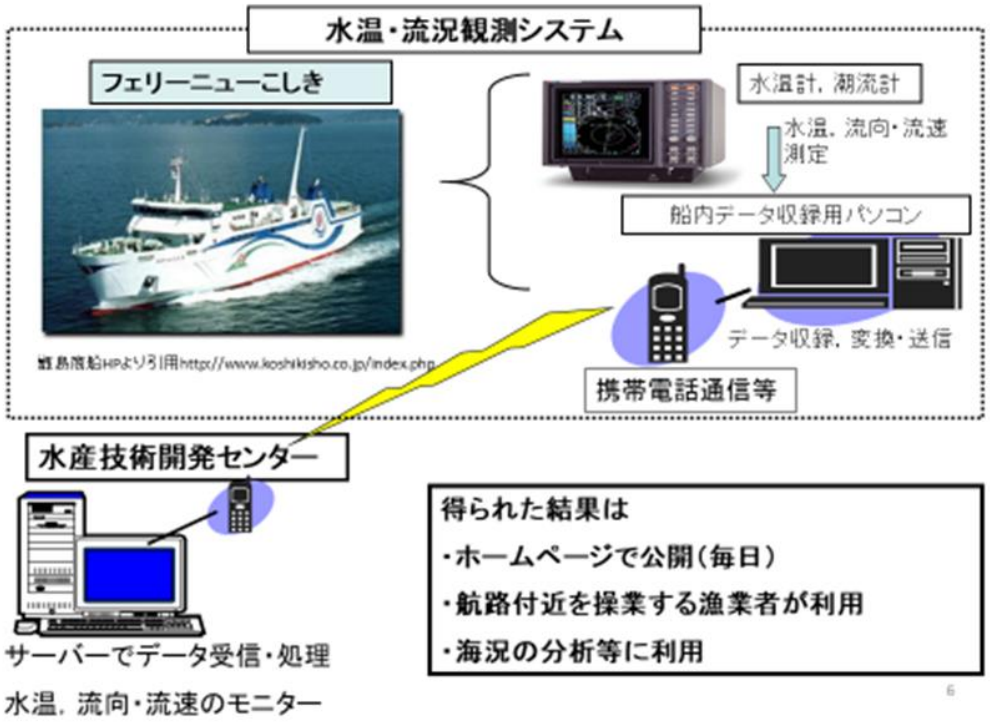


図 31-15　フェリーニューこしきによる水温・流況観測システムの概要

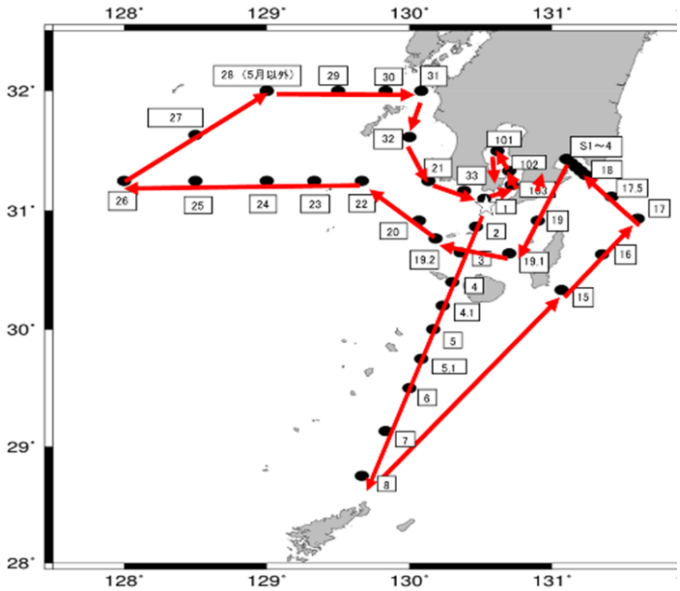


図 31-16　鹿児島県の海洋観測・卵稚仔調査定点

図 31-17　鹿児島県の県調査船くろしおに設置された潮流計ロガー（改造し GPS 情報を設置船の潮流計から取得している）