

目次

	平成30年度 水路新技術講演会	2
水路新技術講演	最新の海洋調査	白神 庸男 3
自然	プランクトンが語る海の環境と生態系《8》	谷口 旭 11
歴史	中国の地図を作った人々《10》	今村 遼平 19
コラム	健康百話 (66)	加行 尚 27
	海洋情報部コーナー	海洋情報部 30

お知らせ

	平成31年度 調査研究事業	39
	平成30年度 水路技術奨励賞 (第32回)	40
	平成30年度 水路測量技術検定試験問題 沿岸1級1次	42
	海洋情報部人事異動	50
	インターナショナルボートショー2019 出展報告	53
	潮見カレンダー2020 年用写真募集	56
	協会だより	58
	編集後記	59
	海底地形デジタルデータ更新情報のおしらせ	60

表紙：「伊達政宗像」・・・稲葉 幹雄

仙台市青葉城址公園に建立されている「伊達政宗像」をペン画にしました。

作者ブログ <http://blog.goo.ne.jp/mikijii>

イラスト：淵之上 倫子

掲載広告

オーシャンエンジニアリング 株式会社	表2
株式会社 離合社	61
株式会社 武揚堂	63
海洋先端技術研究所	65
一般財団法人 日本水路協会	66・67・68・表3
古野電気 株式会社	62
株式会社 鶴見精機	64
株式会社 東陽テクニカ	表4

平成 30 年度 水路新技術講演会

－講演内容－

平成 30 年 9 月 14 日に開催された、第 1 回水路新技術講演会での講演内容を掲載致します。

第 1 回 水路新技術講演会

広島市：第六管区海上保安本部

最新の海洋調査「来島海峡の潮流観測について」

講演者：第六管区海洋情報部長

白神 庸 男

平成29年度までの講演内容は「水路新技術講演集 第32巻」までをご覧ください。

お問い合わせは、(一財)日本水路協会 技術指導部までお願い致します。

TEL:03-5708-7076 E-mail:gijutsu@jha.jp

最新の海洋調査「来島海峡の潮流観測」

第六管区海上保安本部 海洋情報部長 白神 庸男

潮流観測の簡単な説明・歴史とともに昨年当管区で実施しました潮流観測の概要について説明します。

【海水の流れ】

ご存じでしょうか？海流と潮流の違い、どちらも海水の流れです。

海流は地球規模で起きる海水の流れでほぼ一定方向に流れています。

一方潮流とは何か？潮流は、潮汐現象の結果から生まれます。

潮汐は海面の緩慢な周期的な昇降運動で、この潮汐現象は天体、主に月と太陽の引力で起こります。特に大きな引力が月によるもので、1日におよそ4回の昇降があります。

潮流はこの潮汐の干満により起こる海水の流れです。川の流れは高いところから低いところに向けて流れていきますが、潮流も潮の高いところから低いところに向けて流れていくのです。ですから潮流は1日に4回流れの向きが変わるのです。

【潮流と歴史】

潮流にまつわる歴史的な出来事を3つほど、ご紹介します。

源平合戦、最後の戦いである壇ノ浦の戦い。関門海峡において開戦当初は潮流に乗った平家が優勢だったものの潮流の向きが逆となり源氏が反攻しています。

地元巖島での毛利元就と陶晴賢による島の争奪戦。潮流の変化が雌雄を決したと言われています。

最後、一つ目と同じくこれも関門海峡ですが、宮本武蔵と佐々木小次郎の決闘が巖流島で戦ったのは有名ですが、一説によれば武蔵は巖流島へ渡るため潮待ちをした関係で決闘の時刻に遅刻したそうです。

【船舶の運航に必要な情報】

ところで船舶の運航に必要な情報はなにでしょうか？

船舶が目的地に向かうとき、そのルート上の海の深さを知ること、次に途中海域の潮流を知ることです。特に瀬戸内海では潮流が早く、潮流に乗るか逆らうかで到達時間にかなりの差が出ます。潮流には向きとその速さがあり時間により向きは反転します。よって転流の時刻も必要な情報です。

昔瀬戸内海では村上水軍という一族が栄えていたそうです。彼らは付近の浅瀬の位置や潮流の状況を熟知しており、この付近を通過する船舶の案内をお金を貰って行っていたそうで、昔から水深と潮流がいかに重要であったかが窺い知れます。

【潮流観測の方法】

では今日の本題であります潮流観測の方法の説明です。

明治期以降に実施されたものとして浮標追跡方式があります。これは目印となる浮標を流し、浮標の位置を求め、移動距離と時間で移動速度を求めるものです（図1）。

流れの弱い場所では船で浮標を追いかけて位置を求めていきますが、流れの強い場所

では、追いかけることも瞬時に位置を求めることも難しくなるため、陸上の二点から浮標の位置を求めていきます。

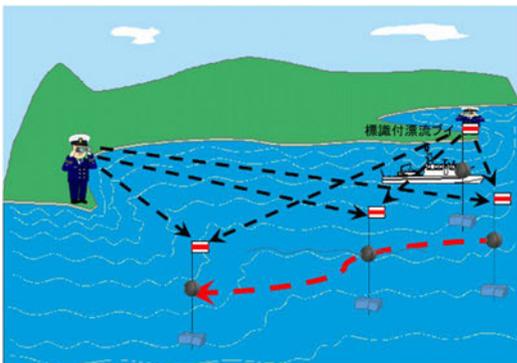


図1 浮標追跡方式

その後、プロペラが回転して流れを観測することができる装置が開発され、観測船からこの観測装置を海中に吊り下げたり、観測用ブイを設置して、そこから観測装置を吊り下げて観測するようになりました(図2)。

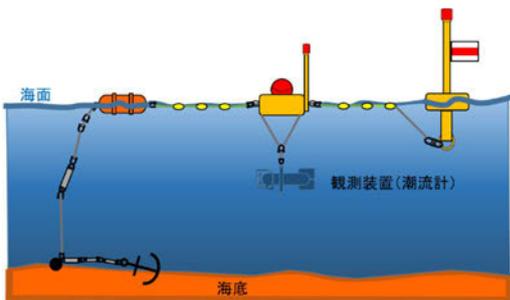


図2 ブイ係留方式

この方式は総称してブイ係留方式と呼んでいます。欠点は流れが強い場所では観測用のブイを設置するのが難しいこと、船舶の通航する場所に設置することから航行船舶に衝突されやすいこと、そして観測装置を設置した深さでしか観測が出来ないことです。

流れが強い場所で何とか観測が出来ないか？ということで、流れに負けないような重りで繋ぎ止められている航路標識に繋いで観測することもあります(図3)。比較的流れが強い場所でも観測が出来ますが、航路標識付近以外では観測が出来ない。それと残念なことです。当時の観測装置はプロペラの回転が流れの強さについて行けず6ノット、時速

約11 kmまでしか測ることができなかったようです。

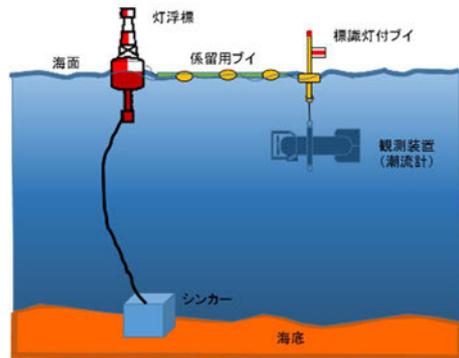


図3 航路標識に繋いで観測する方法

以上の方式のような観測する深さが一箇所だけという欠点を補うには吊り下げる数を増やせば良いのではということで複数装置を吊り下げる方法が考案されました(図4)。それでも航行船舶に衝突されやすいことは克服できません。

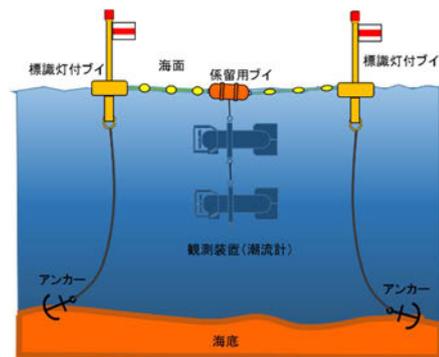


図4 複数装置を吊り下げる方法

そこで考案されたのが、海底から観測装置を立ちあげる方式です。観測装置にブイを取り付けて浮力で海底から立ち上がるようにして、引揚の目印となるブイを固定する目的のアンカーに接続します。これを立ち上げ方式と呼びます(図5)。

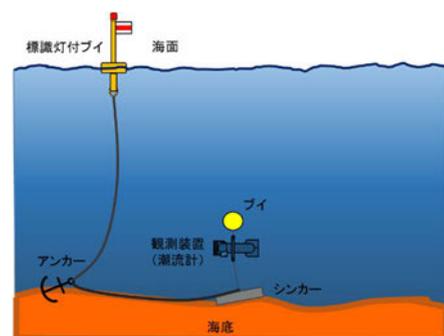


図5 立ち上げ方式

また係留方式と立ち上げ方式を組み合わせることで海面付近と海底付近を同時に観測する方法をとられたこともあります。観測する層はやはり限られており、船舶交通の多い場所では引っかけられる可能性も有り、強い流れには対応できません（図6）。

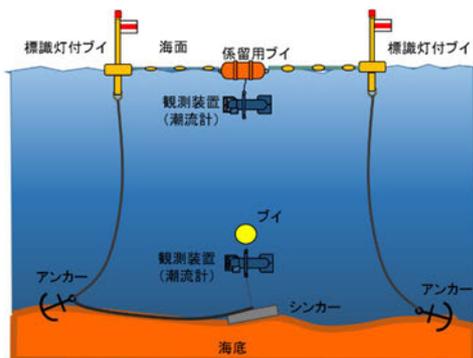


図6 係留方式と立ち上げ方式の組み合わせ

そこで開発されたのが、超音波流速計です。この観測装置はドップラー効果を利用して観測できるため複数の機械を設置することなく、何層もの観測結果を得ることが出来ます。欠点は、水平面に対して15°の角度までの傾きに対しては観測値を補正することが出来るのですが、それ以上の傾きがあると正しい結果を得ることが出来ません。この装置は船に取り付けることが出来、実際に六管本部所属の測量船くるしまにも取り付けられています（図7）。



図7 超音波流速計と測量船くるしま

過去から未来までの潮流を計算することの出来る長期の観測をするためには、昼夜問わず15日以上、同じ場所で観測し続けなければなりません。そのためブイ係留方式で観測用ブイに超音波流速計を取り付けて観測する方法がとられました（図8）。しかしブイ係留方式は船舶往来の激しい場所への設置には問題があります。そこで考えられたのが、この観測装置を海底に設置することです（図9）。

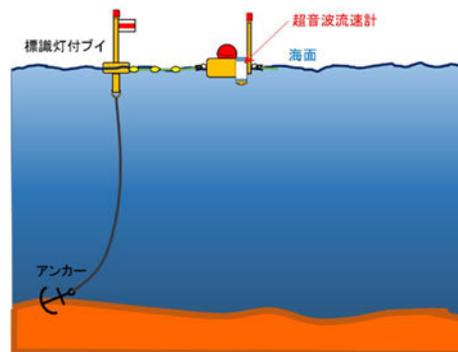


図8 ブイ係留方式で観測用ブイに超音波流速計を取り付けて観測する方式

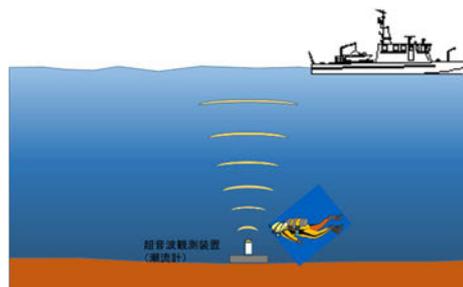


図9 観測装置を海底に設置する方法

設置場所は先ほど説明したとおり傾きの少ない平坦な場所で無ければなりません。あらかじめ海底地形を把握して平坦な場所に自由落下で設置するか、潜水士により条件の良い場所を選んで設置する方法がとられるのですが、潜水作業は案外流れに弱く、例えば港湾の工事の中で海底に石を並べるような工事が行われるのですが、潜水士の施工能力の限界は流速1ノットおよそ時速約1.9kmが基本とされています。また潜水作業は深さについても目安があり、基準は水深10m以内の浅い場所で活動することが各自治体の潜水作業に関する規定に盛り込まれてもいます。

超音波の発射方向を水平方向へ向けたタイプもあります。これは海岸付近に設置するので、航行船舶に衝突される心配が無く、設置場所からある程度の距離までの範囲で観測が可能です。欠点としては超音波であるが故に遠くまで観測が出来ないことです。

【海域の観測】

これまで様々な潮流観測の方式を述べて参りました。次に一般的な潮流観測の方法をお話しします。

観測する海域内の1点あるいは複数の同じ場所、定点において、連続して15日間以上観測装置を設置します。その期間内に複数箇所で数時間程度の短期間の観測を大潮時期、小潮時期にそれぞれ行うことで定点で得たデータとの比較で観測する海域全体の流れを把握するのが一般的な潮流観測の方法です（図10）。

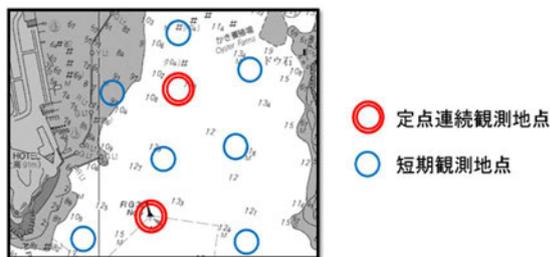


図10 観測地点

【来島海峡について】

ところで、本題の来島海峡はどこにあるのでしょうか？

それは、広島県尾道市から島づたいに愛媛県今治市の四国本土へ橋で続くしまなみ海道が四国本土へ最後に橋で海を超える海域となります。

来島海峡には小島、馬島、中渡島、武志島などの島々が散在し、西から東に来島ノ瀬戸、中水道、西水道、そして東水道の4つの水道に分けられています。

見ていただくとお解りになりますが、紫色の部分、ここは大きな船舶が通航することが義務づけられている航路なのですが、ここでさえ、曲がりくねっているのです（図11）。

来島海峡が他の海域と違うところ、まず日本にある海峡・水道・瀬戸といったもののうち有数のかなり流れが速い海域です。「一に来島、二に鳴門、三とくだって馬関ノ瀬戸」という歌に唄われているように三大潮流と言われる中には必ず入る海域です。

次に流路が複雑なことがあります。4つの水道を通過してきた流れが合わさり、あるいは分かれ、それぞれの流れる向きが変わる時間も違うことから、非常に複雑な流れとなっています。

その次ですが、船舶の航法が条件により普通と逆になることです。車の場合、日本では左側通行ですが、アメリカでは右側通行と国

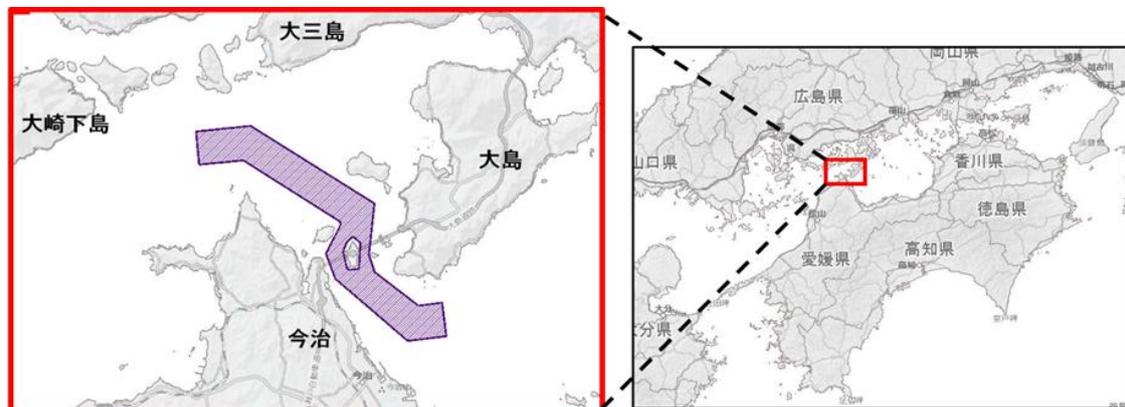


図11 来島海峡

によってばらばらですが、船舶は行き会うとき、右側を通ることが世界的な共通のルールとなっています。しかし来島海峡では世界で唯一潮流の向きによって、このルールとは違う、つまり左側通航になる場合があります。

「順中逆西」という言葉があります。これは潮流の向きと同じ方向に進む場合は、中水道を通り、潮流の向きに逆らう方向に進む場合は、西水道を船舶は通ることを意味しています。

さらにこれは法律による制限なのですが、船の速さが潮流の速さよりも4ノット、およそ時速7kmを上回る速さでないと航路内を通航しては駄目なのです(図12)。

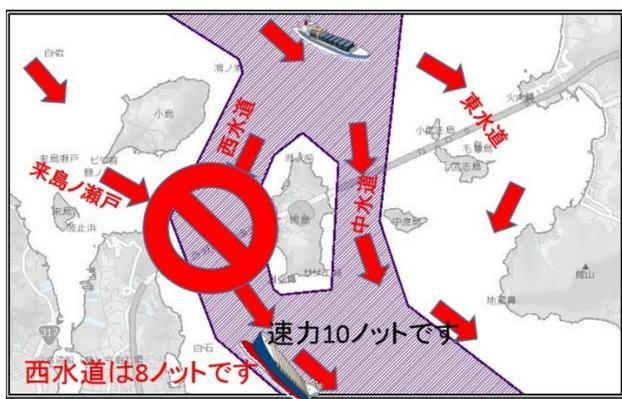


図12 最低速度規制(優速規定)

この制限を守らないで航路内を通航する船があると、他の船にとっては止まっている、あるいは逆走しているように見えて非常に危ないため、このルールが適用されています。航法と速力については、六管本部がこの海域に設置している来島海峡海上交通センターで交通管制を行っています。

【来島海峡潮流情報】

図13は、来島海峡の北西側の安芸灘海域と来島海峡の南東側の燧灘海域における潮位と海底地形から計算してこの海域の面的な流れの強さや方向を示したものです。詳しくお知りになりたい方は、来島海峡潮流情報で検索していただければと思います。

【来島海峡海域の過去の潮流観測】

図14は来島海峡海域におけるこれまでの潮流観測の概要をひとまとめにしたものです。流れの特に強い中水道と西水道などでは浮標追跡方式での観測だけで、長期の予測が可能となる15日間以上のデータを観測できたのは、昭和30年の中水道における浮標追跡方式とこの来島海峡内において比較的流れが弱い航路の東口、北口、東水道などで行った係留方式だけです。

来島海峡では6ノットを超える場所において浮標追跡方式ではない定点での長期観測データが取得できていなかったのです。

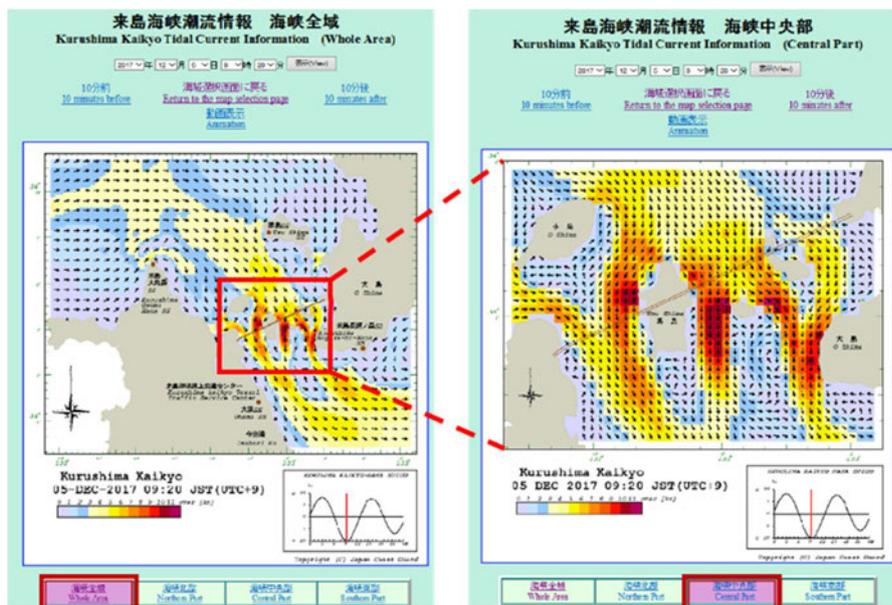


図13 来島海峡海域の面的な流れの強さや方向

来島海峡海域におけるこれまでの潮流観測概要

主な実施状況は次のとおり

- 中水道 大正9年、5日間昼間のみ1～3分間隔の浮標追跡方式で実施
約8kn(16.7km/h)の結果 昭和30年、15日間昼夜連続20分間隔の浮標追跡方式で実施
- 西水道 大正9年、中水道と同じ
約8kn(14.8km/h)の結果
- 航路東口 平成5年、18日間昼夜連続20分間隔の係留系方式で実施
約3kn(5.6km/h)の結果
- 航路北口ほか 昭和56年、15日間昼夜連続20分間隔の2層係留系方式を
約6kn(11.1km/h)の結果 2箇所で実施及び西水道と中水道で浮標追跡方式で実施
- 東水道ほか 平成12年、18日間昼夜連続20分間隔の係留系方式を東水道
約3kn(5.6km/h)の結果 及び航路北口、海峡西口、航路東口の4箇所で実施

図 14 来島海峡海域におけるこれまでの潮流観測の概要

【今回の潮流観測条件】

今回の潮流観測は、通航船舶が多く、流れが非常に強い場所であるため、海面からの水深が20m以上の深い場所に観測装置を設置することにしました。

設置に当たっての条件です。まず海図で来島海峡西水道の水深を確認したところ航路内の大半が40m以上でした。業者さんに確認したところ、約2mのものを指定場所に沈めるためには、先ほどの超音波流速計の条件である傾斜角が15°以内の比較的平坦な場所であることを勘案すると10m四方の場所であればならないとのことでした。作業がし易いようになると浅い場所で、かつ船舶が通航している海域を探さなければなりません。船舶が通航している海域は来島海峡交通センターにお伺いすることにしました。図15は来島海峡の船舶通航実態です。海上保安庁の運営している海洋台帳のホームページから掲載しました。

来島海峡の船舶通航実態

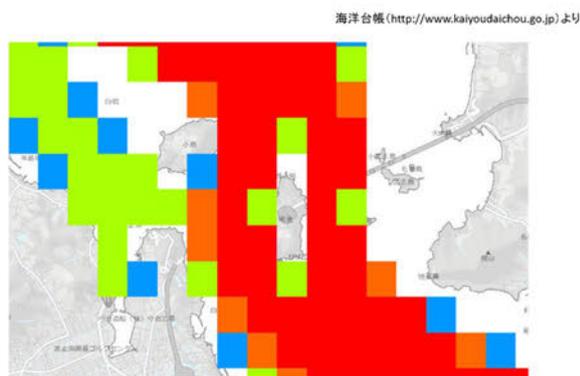


図 15 来島海峡の船舶通航実態

図 16 は傾斜角 15° を考察した図です。15° はかなりの急傾斜になりますが、それは全く平坦な面であってのこと、いざ自然の地形を考えたとき、凸凹があります。そこで海底地形が15mで1mの高低差がある場所で凸凹の差が35cm以内であれば、15°以内に収まることが分かりました。

・観測に当たっての条件

水平からの角度が15°以内に収まる場所(海底)に設置しなければ正確なデータを取得できない。
下図の地形で凹凸差が35cm以内であれば、条件をクリアできる。

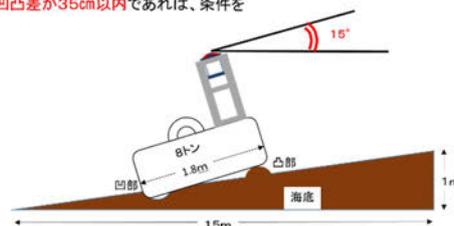


図 16 傾斜角 15° を考察した図

来島海峡海上交通センターからの意見を聞くと図17の細長い赤丸内の海域が航路管制の重点海域とのこと。この海域内の海底地形を把握して、平坦地を発見することにしました。



図 17 航路管制の重点海域

【設置場所の決定】

来島海峡の海底地形調査をまずは実施。測量船くるしまに搭載している測深機は最大で水深の約4.3倍までデータを取得していますが、細かな起伏を解析することが出来なくなります。この測深機は発信する幅を変えることができるので、水深の2.8倍の幅までのデータを取得できるように絞り込みました。そ

うすると解像度が上がります。こうして得られたデータが図 18 の左側となります。水深を色で分けて起伏が目立つようにしており、平坦地を見つけやすくしています。

水深データを1m毎の等深線で表すと・・・

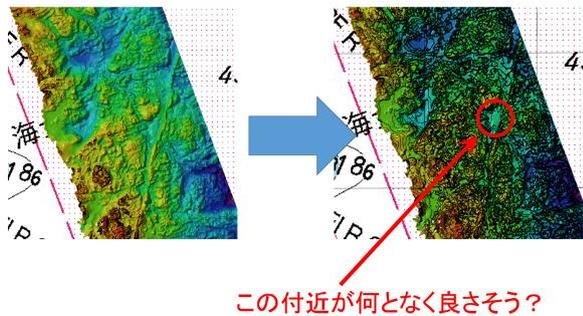


図 18 測深機で得られたデータ

細かく見ていくと色分けだけでは平坦地かどうかよく分かりませんから水深データを1m毎の等深線で表すこととしました(図 18 右側)。すると赤丸付近は等深線が込み入って無く、比較的広い平坦地に見えます。この場所が15mかける20mで1mの高低差がない場所であることが分かりましたが念のため、この付近だけ10cm毎の等深線を引いてみました(図 19)。水深は約50mです。業者さんの条件など十分にクリアできる地形です。こへ投入することに決定しました。

丹念に設置場所の候補を探った結果・・・
見つけました！水深約50m付近

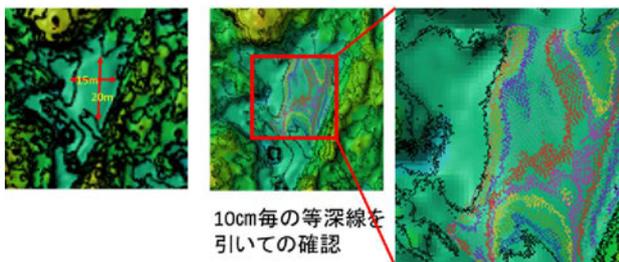


図 19

【投入とその後】

10月27日よいよ投入、まずは観測装置を載せた1.8m四方高さ1.4mのシンカーを投入、続いてこのシンカーとチェーンでつないだ引揚用の小さめのシンカーを四国側の大型の船舶が通らない浅い水域に投入しました(写真1、図20)。

写真1 シンカー投入

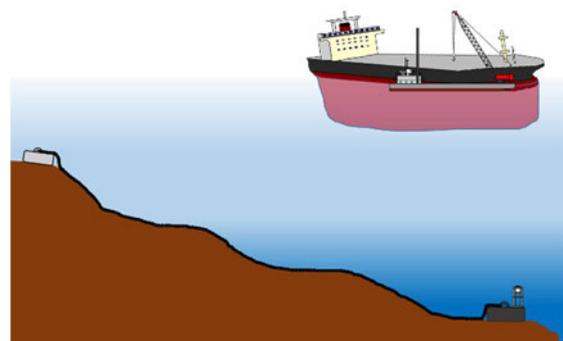


図 20 シンカー投入後の概念図

引揚の日まで待つだけなのですが、発信できるように無事設置できたのか？横倒しになっていないか？無事設置できていても観測の途中で潮流でシンカーが転んでいないか？発信はしているか？心配要素は多々ありますが六管区に発信音を確認する機器がないということで事前に発信音が出ているかどうかの確認方法を考案していました。それは海底地形を測定した測深機を使用することです。超音波流速計と同じ周波数を発信すれば、音波の干渉状態で発信していることが分かります。測深機の周波数は変えることができるので、この方法が使えます。

写真2は事前に基地さん橋で測深機の音波が届く範囲内に超音波流速計を下ろし、測深機と干渉テストを行った結果です。現場でこの状態が確認できれば、発信していることとなります。写真3は設置してすぐに確認作業を行った結果です。

写真2 事前テスト結果

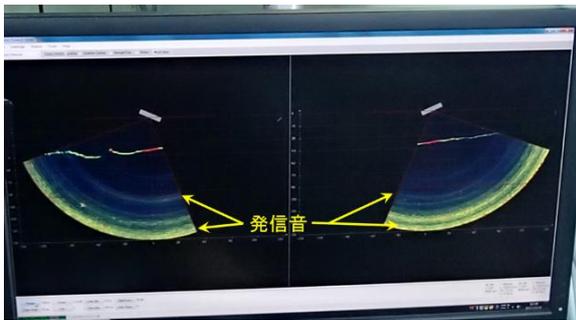
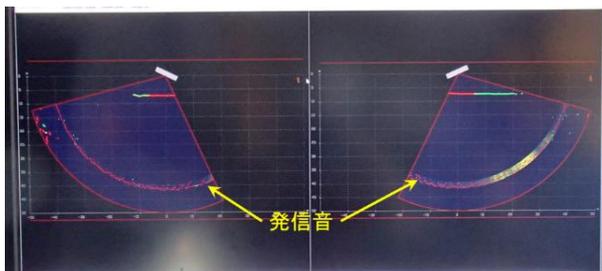


写真3 設置してすぐの確認作業結果



投入後2週間経った11月11日にも確認作業を行いました。先ほどと同様の結果でした。確認に引き続き海底地形調査で装置の位置確認です。

細い線の黒丸が投入位置でそこから少し離れた青色の中に緑色を確認できます(図21)。水深を色分けしているのので周囲と比べて明らかに高い物体があることが分かります。そして12月11日、46日間の設置期間を経て観測装置を無事揚収することができました。

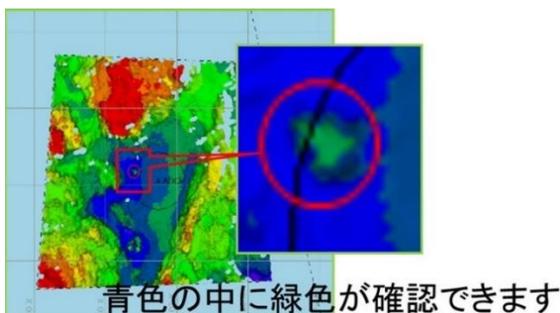


図21 装置の位置確認

【観測結果】

観測の結果ですが、北向きよりも南向きの流れが強く、海面から37mくらいまでは5ノット、時速約9kmを超える速い潮流が存在することが分かりました。しかし海底付近では北向きの流れの方が強いことが分かりました。しかもこの北向きは海底の少し上付近でも2ノット、時速約4km弱であることも分かりました。さらにこれまで言われていた海面から海底に向けて徐々に流れが弱くなるのが今回の結果からは否定され、今回の観測地点において海面下5mよりも9mのところを最も流れが強い結果となりました。

以上が私たち、第六管区海上保安本部が昨年行いました潮流観測についての講演となります。ご清聴いただき有難うございました。

筆者注

本観測結果が反映され2019年3月刊行の「平成32年潮汐表」へ「来島海峡-西水道」が標準地点として新たに加わる予定

プランクトンが語る海の環境と生態系《8》

三洋テクノマリン株式会社生物生態研究所長 谷口 旭

181号	プランクトンが語る海の環境と生態系《1》植物プランクトン篇	その1
182号	プランクトンが語る海の環境と生態系《2》植物プランクトン篇	その2
183号	プランクトンが語る海の環境と生態系《3》植物プランクトン篇	その3
184号	プランクトンが語る海の環境と生態系《4》植物プランクトン篇	その4
186号	プランクトンが語る海の環境と生態系《5》動物プランクトン篇	その1
187号	プランクトンが語る海の環境と生態系《6》動物プランクトン篇	その2
188号	プランクトンが語る海の環境と生態系《7》動物プランクトン篇	その3

1 環境への適応のとらえ方

第3回で、亜寒帯海域では基礎生産の量と季節変動がともに大きいことを示しました。植物プランクトン食性の動物プランクトンからみると、春から秋までは餌が多いけれど、冬季にはほとんど餌がないという環境です。北海道の野山と似ています。そこでは、温暖季にたくさん食べて体脂肪を蓄積し、冬季の飢餓に備えます。小型動物は地中や枯葉の下で冬眠します。卵や蛹（さなぎ）で越冬する昆虫もたくさんいます。移動力に恵まれたものは、温暖な地域へ移動します。いずれも、できるだけ多くの脂質をためることが基本です。亜寒帯海域の植食性動物プランクトンにも似たような適応がみられます。

亜寒帯海域や極海に生息する動物プランクトンは、熱帯や亜熱帯海域に生息する動物プランクトンに比較すると、一般的に大型です。これは、クマやシカなどが、寒冷地では大型、温暖地では小型という現象と似ています。体表からの放熱量（体表面積 S に比例）と体内での発熱量（体重 V に比例）の比（ S/V 比）が、結果的に、寒冷地では小さくて温暖地では大きくなり、体温維持に有利なのです（第2回で説明した、植物プランクトンが小さい理由を思い出してください）。哺乳類のこの現象は「ベルクマンの法則」として知られています。動物プランクトンの体サイズと水温と

の関係はこの法則と相同だという人もいますが、もちろん見当違いです。プランクトンは変温動物ですから、全く別の適応です。

動物プランクトンは、深海でも大型です。この場合は、食物連鎖の上位生物ほど大きいという特性（第6回の図1）を考慮すると、深海の動物は食物連鎖の上位にいることが理由だと考えられなくもありません。しかし、深海では水温が低いこと、餌の供給が間欠的だというのが、より強い理由です。変温動物の代謝は環境温度の関数ですから、高温環境では早く成長して小型のうちに成熟しますが、低温環境ではゆっくり成長して大型化します。



第6回 図1 海洋の食物連鎖

30 μm の植物プランクトンを摂食した0.3 mm のカイアシ類が3 cm の稚魚に捕食され、その稚魚が30 cm のサバに捕食される連鎖の例。餌を丸呑みしなければならない海洋環境では、動物の体が食段階に応じて順次大きくなることを示す。

実際に、最も普遍的な植食性の甲殻類プランクトンどうしを比較すると、熱帯・亜熱帯海域では小型で、極海・亜寒帯海域では大型であり、また深層でも大型です。そこには、動物プランクトンにとって非常に大きな意義があります。体サイズを、単に環境に支配された結果とみるのではなく、動物の積極的な適応の成果であるという見方が必要です。さまざまな環境条件には、さまざまな生物にとってそれぞれに適応する価値があり、その価値が推進力となってそれぞれの種が分化し、進化してきたと考えるわけです。環境条件には、水温、塩分、光、水圧などの物理的条件だけでなく、栄養塩やpHなどの化学的条件、食餌、捕食者、寄生者などの生物的条件など無数にあるので、同じ海域にも多種多様な生物が適応しているわけです。そういう観点から環境と生物とのかかわりを考えるのが生態学の役割です。今回は、水温と体サイズとの関係と、亜寒帯海域での適応について説明しますが、その内容はやや複雑です。推理を働かせながら読んでいただきたいと思います。

2 動物プランクトンの生息環境と体サイズ

変温動物の代謝は温度に強く支配されますが、体重もまた重要な支配要因です。動物の代謝の総量（エネルギー消費量）は体重に比例しますが、体重当たり時間当たりの代謝量（代謝率または代謝速度）は体重に逆比例します。小型動物では、生涯を通じた消費エネルギーの総量は小さいけれど、その量を体重と寿命（時間）とで割算すると大きな値になります。言い換えると、小型動物は速い速度で摂餌、成長、再生産（生殖）して短い寿命を終るので、生涯の消費総量は大きくなりません。基礎生産量が限られている生態系において、多数の個体からなる個体群を急速に形成し、多数の世代を重ねていくには有利な特性です。ただし、飢餓に弱いので、少ない

なりの基礎生産量が安定持続するという条件が必要です。海では、亜熱帯海域がその典型です。

反対に、大型動物はゆっくり代謝して長生きするので、生涯のエネルギー消費総量は大きくなります。したがって、基礎生産量が大きい生態系でないと繁栄できません。海では、亜寒帯海域や沿岸湧昇流域の生態系がその典型です。しかし、亜寒帯海域では冬に、沿岸湧昇流域では非湧昇期に基礎生産がほとんど停止するので、半年間は飢餓にさらされます。それゆえ、飢餓に対する備えが重要です。亜寒帯海域では、動物プランクトンは、温暖季には活発に摂食して大量の脂質を体内に貯め、冬はその脂質を消費することで飢餓に耐えます。後に述べるように、動物プランクトンは水柱中に浮遊しながら越冬するので、浮遊運動のためにも貯蔵脂質が必要です。それゆえ、より多くの脂質を貯蔵できる大きい体は有利なのです。しかも大型個体の代謝率は低いので、貯蔵脂質をゆっくり消費して長持ちさせるという利点も発揮します。基礎生産量が大きい時期とほぼゼロになる時期とを繰り返す生態系で、その極端な変動を克服して個体群を継承していくのに有利な特性です。ただし、その変動には規則性が必要です。動物プランクトンは、亜寒帯海域の夏と冬の交代、沿岸湧昇流域における貿易風の半年ごとの風向転換といった規則的な変動を生活史戦略に組み込んでいるからです。

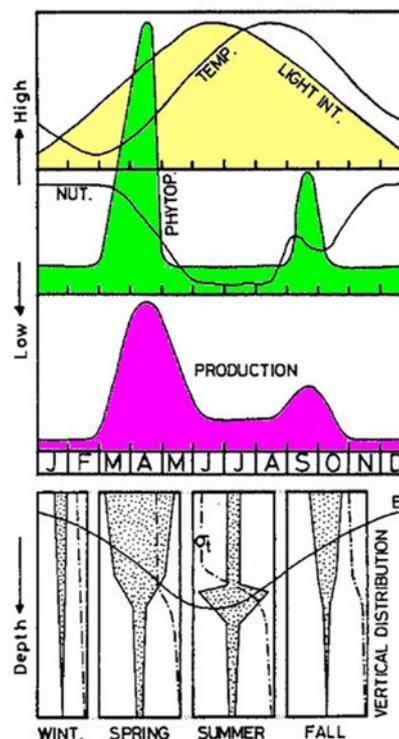
深海の動物プランクトンが大きい理由は、深海では飢餓にさらされることが多いからだと考えられます。深海での餌の供給は必ずしも規則的ではありません。亜寒帯海域や湧昇流域でならば、表層での基礎生産変動の規則性が深海にも及んでいる可能性があります。亜熱帯海域の深海では規則性は期待できません。にもかかわらず、亜熱帯海域の深海でも動物プランクトンは大きいのです。したがって、深海では飢餓に備えて大型化していると

考えられます。この場合も、深海の低温条件が有利に働いているのでしょう。

3 亜寒帯海域の動物プランクトンの生活史戦略

亜寒帯海域は生産性の高い漁場ですが、その基盤はとりもなおさずプランクトンの生産力にあります。第3回の図3に示した通り、亜寒帯海域における基礎生産量、それは動物プランクトンにとっては餌の供給量ですが、その季節変動は次のように要約されます。すなわち、冬に極めて低く、春には爆発的に増大し、夏は中程度の水準で持続し、秋に小規模なブルームを形成して冬の低生産期に戻ります。振幅は非常に大きいのですが、毎年繰り返される規則的な変動です。また、表層水温も規則的に変動することはご存じのとおりです。このような環境で、動物プランクトンは、冬には餓死のリスクを最大限排除し、春-秋には最大限の生産をあげつつ魚類等による捕食リスクを最大限低下させ、より多くの子孫を残しています。その生活史戦略をみてみましょう。以下には、北太平洋亜寒帯海域で最もよく研究されてきたカイアシ類で知られていることを紹介します。カイアシ類は動物プランクトンの中では最も卓越した分類群なので、よく研究されているのです。分布が亜寒帯海域全域に及んでいて、生物量が大変多く、生態系で支配的な役割を果たしています。もちろん魚類資源の主要な餌でもあり、産業的にも重要な分類群です。

図1は、カナダ近海で観察されたカイアシ類の生活史を、海面から海底までの水柱中に、時間軸にそって示したものです。卵から孵化してノープリウス期からコペポダイト期へと脱皮変態を繰り返して成体になり、最終的には自分が産卵するという個体発生が1年間で完結し、その間に生息水深が1サイクル変化するという同調的な鉛直移動が描かれています。この現象は、個体発生に伴う鉛直移動と



第3回 図3 亜寒帯海域における基礎生産の季節変化

上部には、日射量(LIGHT INT.)、表面水温(TEMP.)、栄養塩量(NUT.)、植物プランクトンの現存量(PHYTOP.)と生産量(PRODUCTION)の季節変化を、下部には、海水密度(σ_t)、補償深度(E)および植物プランクトン現存量(点描部)の鉛直分布を季節別に示す概念図。

(上) 日射量と表面水温は位相がずれたサインカーブ、栄養塩は冬の対流期に最大、夏の成層期に最小、秋に中程度となる曲線、植物プランクトンは春と秋にピークを持つ曲線、植物プランクトンの生産量は冬に最小、春に極大、夏は中程度、秋に小規模なピークがある曲線で描かれる。栄養塩と生産量の変化は逆位相。

(下) 冬には有光層が浅く、植物プランクトン群集は対流のため下層まで分散し、増殖できない。春に躍層深度と補償深度が一致すると植物プランクトンは爆発的に増殖し、栄養塩を消費する。成層した夏には表層が貧栄養となり植物プランクトンは減少するが、密度躍層辺に亜表層クロロフィル極大が形成される。秋に表面冷却が始まると表層に栄養塩が供給されて植物プランクトンは増殖するが、間もなく日射量が低下して増殖は終息する。

か季節的鉛直移動といわれます。この図は次のことを示しています。

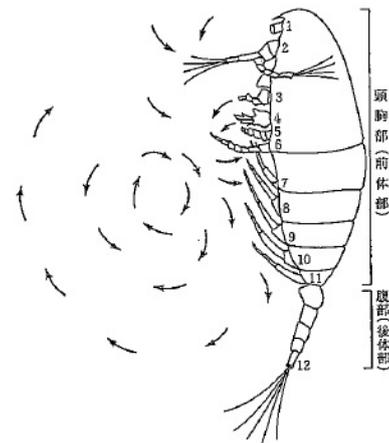
成体は冬に下層で産卵しますが、その時期は表層で植物プランクトンが増殖を開始する前です。この卵は脂質をたっぷり含んでおり、

が、中期のコペポダイト幼生になると、夜間だけ表層で摂食し、昼間は下層へ下降するようになります。たくさん食べてたくさん脂質を貯蔵しなければならないときに、昼間は食べるのを中断するのです。なにか重要な理由があるに違いありません。人間ならば食べすぎによる成人病が気になりますが、動物プランクトンには別の理由があるはずです。

下層と表層間を1日周期で往復する生態は、個体発生に伴う鉛直移動（季節的鉛直移動）と区別して、日周鉛直移動（図2）といいます。ほとんどすべての海洋動物にみられる生態です。カイアシ類の場合、鉛直移動の深度幅は250mほどです。彼らの体長は5mm程度ですから、毎日体長の5万倍の距離を往復します。人間ならば75kmの通勤です。そのエネルギー消費量を想像すると、脂質をためるべきものがとる行動だとは思われなんでしょう。ところが、事実はむしろ逆なのです。第一に、水中ならではの事情をあげなければなりません。海水（ $\rho = 1.02 \text{ g/cm}^3$ ）と彼らの体（ $\rho = 1.20 \text{ g/cm}^3$ ）の密度には、わずかとはいえ 0.18 g/cm^3 の差があります。ゆえに、表層から下層へ下降するときにはエネルギーを必要としません。片道の運賃はタダです。下層から表層へ上昇するときと表層で摂食している間にはエネルギーを消費しますが、海水との密度差が小さく体も小さいので、消費量はわずかです。

第二はもっと深遠です。浮遊や上昇のための運動は、多くの点で摂食及び呼吸の運動と共通です。第5回の図1は、摂食のための濾過水流が体前面に沿って上から下方へ流れることを示していました。この流れは同時に上方への移動力を与え、また、体前面に新しい海水を流して呼吸を助けます。すなわち彼らの運動は、上昇浮遊、摂食、呼吸の3点の利得を同時に得るものなのです。生きている限りはこの運動をやめることはありません。陸上動物では、餌場へ長距離移動するときや獲

物を捕らえるときの運動エネルギーは、休息しているときの基礎代謝と別物とされませんが、動物プランクトンではその区別がないといえます。理論的には別物ではあるのですが、区別ができないのです。区別ができる陸上動物は、休息するときには動きを止め、地面に伏したりします。しかしプランクトンは、休息するときにも重力に逆らって浮遊し続けなければならないので、浮遊運動を止めることはできません。それゆえ、浮遊運動が摂食と呼吸の運動を兼ねるようになったのでしょう。これは、海中に浮遊し続けなければならないという制約のもとで、彼らが獲得した機能的な適応だといえます。このように、日周鉛直移動のコストは、想像されるほど高くはないのです。



第5回 図1 植食性カイアシ類の摂食器官
 (口部付属肢) (抜粋)
 個体の側面観で、体前縁の番号は付属肢の位置を示す。1は触角、2-6は口部付属肢、7-11は遊泳肢、12は尾節。体前方の矢印は濾過水流が上方から下方に流れることを示している。顕微鏡下の水滴内では流れは渦になるが自然海では上から下への一方行流になる。

さて、日周鉛直移動では夜間に表層で摂食しますが、そのときの植物プランクトンは昼間の光合成で最も栄養価が高くなっています。食べ時です。表層の水温は高いので、変温動物である動物プランクトンの生理活性は高く、旺盛な運動力でたくさんの植物プランクトンを摂食します。しかも夜間ですから、視覚で餌を探索する魚類に見つかる可能性は低く、

動物プランクトンの生残率は高まります。実際に、植物プランクトンを飽食した動物プランクトンの体は黒っぽくなり、魚類に発見されやすいといわれています⁶。夜間に表層へ上昇することには、多くの利点があるのです。

昼間下層に下降することにはどんな利点があるのでしょうか。第一点は、下層は暗いので魚類による捕食リスクが小さいことです。第二には、下層の水温が低いために生理活性すなわちエネルギー消費率が低くなり、表層で摂食した有機物の消費を抑制できます。終日表層にいるよりも被捕食は少なく、生産量は大きくなるのです。以上が日周鉛直移動の利点です。こうして動物プランクトンは脂質に富んだ卵を産み、次世代の幼生の生残と生産を高めます。その割合が小さいとしても、何世代にもわたって累積すると有意に大きな利得となります。その結果、日周鉛直移動をする動物プランクトンが今に繁栄していると解釈できます。

5 動物プランクトンの越冬と油球形成

図1をよくみると、このカイアシ類は成熟一步手前の亜成体期（コペポダイト5期）に下層へ潜っています。このときから日周鉛直移動をやめ、下層で絶食生活を始めます。植物プランクトンはまだ生産しているので、食べ続ければ卵黄に富んだ健全卵をより多く産めるはずですが、一見むだにみえるこの行動にも、実は重要な適応価値があるのです。それを推理するには、もしそのまま日周鉛直移動と摂食を続けるとどうなるかを考えてみるのが有効です。当然成長は続いて成体となり、より多くの健全卵を産み出すでしょう。しかし、まもなく冬が来ます。若い幼生は長い冬の飢餓に耐えられず、死滅するでしょう。それを避けるために亜成体は表層を去り、暗黒低温の下層で成長とエネルギー消費を抑制しつつ越冬し、産卵を遅らせるのです。まだ餌がある時期に自ら絶食する行動には、エネル

ギー獲得量は減るとしても、それには換えられない、確実な個体群継承という深遠な適応価値があるのです。

翌春まで長く飢餓に耐えるこの生態は、冬眠と似ています。陸上でならば、種子、卵、蛹、あるいは穴籠りして冬眠しますが、深い海ではそれができません。すでに述べたように、深い海底には冬眠から覚醒させる刺激がないからです。したがって彼らは、亜成体のまま水柱中に浮遊しながら春を待ちます（図1）。活発に摂食したり日周鉛直移動をしているときに比べればコストは低いでしょうが、浮遊のためのエネルギー消費は避けられません。だからこそ脂質を貯蔵するのですが、カイアシ類は液状のワックスを油球として貯蔵します。体内の燃料タンクのようなものです（図3）。その量は大変多く、体重（乾燥重量）の半分以上を超えることもあります。大量の脂質を貯蔵することは、個体群継承には欠かせない生態です。カイアシ類以外にも、オキアミ類やヤムシ類などの動物プランクトン、さらに魚類も、亜寒帯海域では大量の脂質を貯蔵します。

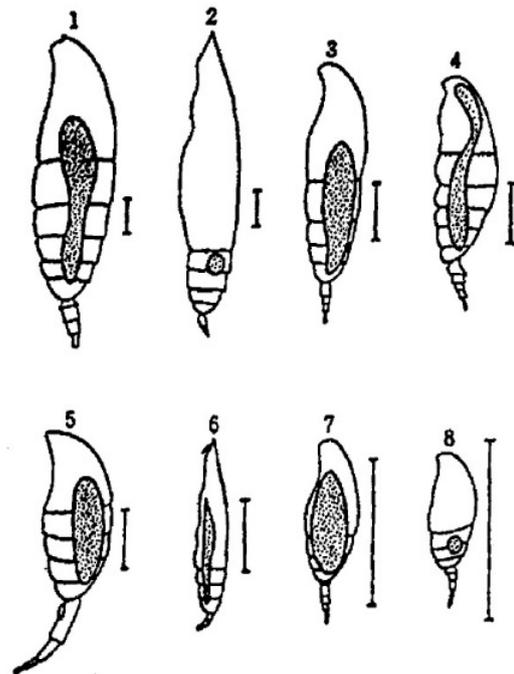


図3 カラス類の体内にみられる脂質貯蔵装置「油球」(Ikeda³より)
複雑さを避けるために附属肢は省略されている。附属肢も描くと、第5回の図1のようになる。

6 基礎生産の季節変動を平準化する機能

冬の亜寒帯海域では、表層の基礎生産量と動物プランクトン量が激減します。それで、サンマやマイワシに代表されるプランクトン食性の多獲性浮魚類は亜熱帯海域へと脱出します。数十万という数で南半球から渡ってくる海鳥類も、冬には南半球へ帰ってしまいます。しかしそれがすべてではありません。南に帰ることもなく、冬眠もせずに、亜寒帯海域で冬を過ごす動物はたくさんいます。サケマス類、タラ類、カレイヒラメ類、エビカニ類、さらにアザラシ類のような海獣もいます。高い回遊能力を備えたサケマス類も、亜寒帯海域から脱出することはありません(図4)。彼らも脂質を貯蔵して飢餓に備えます(脂がのる)が、絶食している様子はありません。何を食べているのでしょうか。答えは、下層で越冬している動物プランクトンです。下層で直接摂食する場合もあり、下層で摂食した動物が表層に上昇したときにそれを捕食する場合もあります。下層には莫大な量のハダカイワシ類やイカ類がいて、その中には夜間表層へ鉛直移動する種類も多く、表層で魚類などに捕食されることはよく知られています。

以上のような仕組みで、基礎生産がほとんど停止した冬にも、下層で動物プランクトンが越冬しているおかげで、多くの動物が活動を続けています。今回の課題である動物プランクトンの第4番目の機能「植物プランクトン生産の季節変動を平準化する機能」とは、このことを指しています。陸圏生態系が冬休み状態にあるときにも海中の生態系が活動し続けている様は、秋までに稔った農作物を冬に備えて保存する人間の営みを思い出させます。人間のこの営みは文明の起源だといわれていますが、亜寒帯海域の動物プランクトンはそれに似た機能を果たしているわけです。プランクトンが海洋生態系の基盤であることの証左のひとつです。

第5回で、海洋生態系の成立と安定持続に寄与する動物プランクトンの機能的役割を4項目紹介すると予告しましたが、今回でそのすべてが終わりました。次回は、プランクトンに一番近い多獲性浮魚類、これがわが国の漁獲の大半を占めているのですが、その魚類が、プランクトンとともに海洋生態系の維持に貢献している姿を紹介します。

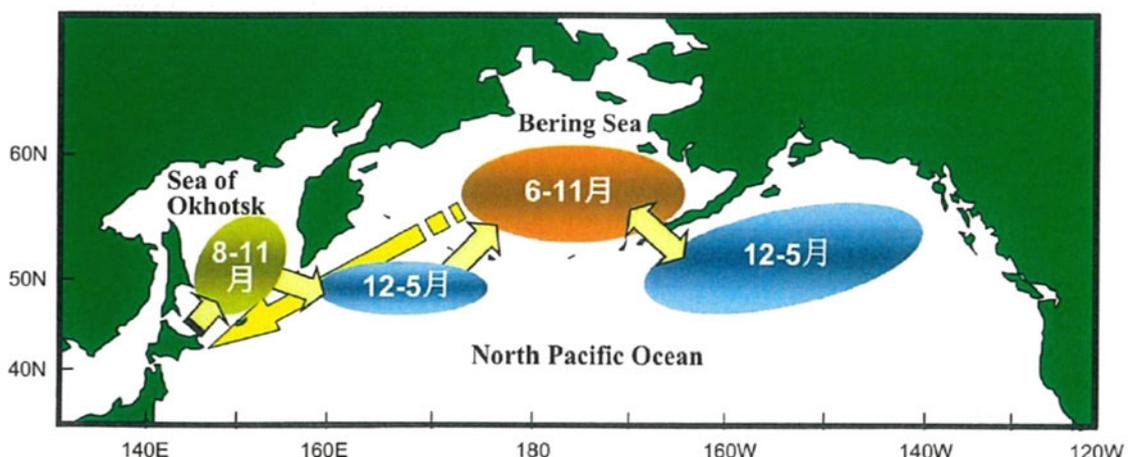


図4 日本から放流されたサケの回遊経路(浦和⁷より)

放流された年はオホーツク海で過ごし、その冬は親潮域へ、翌年の春にはベーリング海へ到達して豊富な動物プランクトンなどを飽食する。ベーリング海での索餌期間は4年前後であるが、その間は、ベーリング海(夏)とアラスカ湾(冬)の間を季節的に回遊する。しかし、亜寒帯海域から脱出することはない。

参考文献

- 1) Fulton, J. (1973) Some aspects of the life history of *Calanus plumchrus* in the Strait of Georgia. J. Fis. Res. Bd Can., 30: 811-815.
- 2) 服部 寛(1989) カイアシ類の日周鉛直移動, pp. 73-94. 西澤 敏(編)「生物海洋学」恒星社厚生閣, 東京.
- 3) Ikeda, T. (1974) Nutritional ecology of marine zooplankton. Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ., 22: 1-97.
- 4) 小針 統・池田 勉(2000) 親潮域における *Neocalanus* 属カイアシ類の生活史. 日本プランクトン学会報, 47: 129-135.
- 5) 中川至純・西野康人・遠藤宜成(2008) オキアミ類の摂餌生態と脱皮, pp. 179-194. 佐々木洋・石川 輝・大田尚志・服部 寛・齊藤宏明・遠藤宜成(共編)「海洋プランクトン生態学」成山堂書店, 東京.
- 6) 斎藤宏明(1996) 親潮域における低次生産の季節的変動特性とカイアシ類の日周摂食リズムに関する研究. 北水研報, No. 60: 1-144.
- 7) 浦和茂彦(2000) 日本系サケの回遊経路と今後の研究課題. さけ・ます資源管理センターニュース, No. 5: 3-9.



中国の地図を作ったひとびと《10》

アジア航測 株式会社 名誉フェロー 今村 遼平

180号 中国の地図を作ったひとびと《1》禹	181号 中国の地図を作ったひとびと《2》張衡
182号 中国の地図を作ったひとびと《3》劉徽	183号 中国の地図を作ったひとびと《4》裴秀
184号 中国の地図を作ったひとびと《5》酈道元	185号 中国の地図を作ったひとびと《6》祖冲之
186号 中国の地図を作ったひとびと《7》僧一行	187号 中国の地図を作ったひとびと《8》竇叔蒙
188号 中国の地図を作ったひとびと《9》賈耽	

10. 李淳風

李淳風（602－670）は、唐代の道士で道号を黄冠士と称し、岐州雍県（今の陝西省宝鶏市岐山県）の人である（図1）。著名な天文学者・数学者であり、易学者でもある。天文学や暦算・陰陽・道家の説などに精通し、道家の説によると、世界的に有名な袁天罡（？－？）と共著の易学書《推背図》¹の作者でもある。

（1）李淳風の生涯の概要

（1. 1）幼年期

隋の仁寿2年（602）、李淳風は岐州雍県に生まれた。幼い頃から聡明で学を好み、群書に親しんで多くを学び、天文や暦法・数学に精通した。彼の父親・李播は隋朝時代には県衛の小役人で、その地位は本人の意に沿わぬものであったようだ。そんな父親を見て、李淳風は道士になろうと猛勉強をした。小さい頃から“神童”の誉れ高く、父親の影響で群書を読んで多くの知識を吸収し、幼くして天文・地理・道家・陰陽学に通じていた。彼は9歳になると遠く南坨山の静雲観に出向いて、道士の元道長に師事した。

¹ノストラダムスの予言書のような予言書。こうした予言書を讖緯書（しんいしょ）という。



図1 李淳風の肖像（百度による）

（1. 2）頭角をあらわした青年時代

唐の高祖武徳2年（619）・17歳のとき郷里に帰り、血気盛んな彼は、李世民（唐の2代皇帝）の朋友・劉文静の推薦で、李世民の謀士（はかりごとをする策士）として、隋を倒し唐を興す起義（正義の兵を挙げること）に参加した。隋の大業14年（618）、李淵が帝となり、その息子・李世民が秦王に封じられると、李淳風は秦王府の記室参軍となった。貞観元年（627）、25歳の李淳風は、道士員外散騎郎・傅仁均の著作である《戊寅元暦》につ

いて、18条の意見書を提出した。太宗はその中の7条の意見を採用し、彼は将仕郎（九品下の文官）を授かって太史局に勤めることになり、天文・地理・制曆・修史などの職を受け持ち、自分の才能を思う存分発揮することができた。

（1. 3）青雲の歩み

李淳風は太史局では、天文学・曆法・算学さらには古来の天象儀器を学習・研究をしていて、北魏時代に製造された鉄の渾儀²があまり精密ではなかったため、太宗に渾天儀の改良・製造を建議したところ、帝は喜んでこれに同意した。貞観7年（633）には新しい渾天儀—銅製の渾天黄道儀（図3）—が完成した。古代には二重（2層）になっていた渾儀を、外・中・内の三重（3層）に改め、最も外側（外層）は六合儀、中間（中層）には三辰儀（赤道環・黄道環・白道環から構成されている）、最も内側には四遊儀（自由軸や赤経双環窺管—望管ともいわれる）を配した。窺管（望遠筒）は地上にあって、自由に双方の環内を転動できた。このため、天空のどのような任意の1点をも指向することができ、黄道経緯・赤道経緯・地平経緯を均しく測定できた。太宗はその功績に対して李淳風を承務郎（従八位下の文官）に昇格させ、この渾儀を凝暉閣に置くよう命じた。彼は渾天儀の発展とその特徴を研究して《法象志》7巻を著し、それまでの渾儀（渾天儀）との違いを評価した。

唐の貞観15年（641）、彼は太常博士（宗廟や礼儀・天文などを担う太常の上から6番目にあたる博士）となり、18年には太史丞（太史局の長官・太史令の補佐役）となった。歴史書《晋書》の編纂では、《天文》・《律曆》・《五行》の三部門を執筆し、その中では前人の研究成果をも総括している。貞観22年

（648）、太史令（記録をつかさどる史官の長官）に任じられた。

唐の高宗の顕慶元年（656）、李淳風は荻封昌楽県（現在の山東省濰坊市に位置する県）に封じられ、また、国子算学博士（国子監に在る数学担当の博士）を務め、太学助教・王真儒らと《算経十書》（《十部算経》ともいう）の注釈書を書いて、国子監（都にあって国立大学を統括して教育行政をつかさどる機関）に頒布した。この《算経十書》は世界で最も早くに作られた数学専門の教材集で、中国だけでなく日本・朝鮮の学校でも多年にわたって使用され、技術関係官吏にとって必読書であった。その中の球体の体積計算である“祖暅定理”（祖冲之の息子・祖暅が確立した公式）の注釈書は、中国以外にまで、広く伝えられている。

唐の高宗麟徳2年（665）、李淳風は傅仁均が定めた《戊寅元曆》上での破綻が百出しているのを知り、40年間にわたる観測・推算の結果にもとづいて、この曆を廃止して新曆を作ることを朝廷に提案して、高宗の支持を得た。彼は隋代の天文学者・劉焯の《皇極曆》にもとづいてその良否を勘案して、劉焯が実施している先進的な計算方法を使って新曆《麟徳曆》を完成させた。

（1. 4）晩年の研究

彼は著書《乙巳占》の中で、長年わたる風の強さによる樹木の損傷の観察から、風の強さ（風力）を8階級に区分して表現した。これは、世界で風力を分級した最初である（詳細は（2.5）で述べる）。李淳風は咸亨15年（641）に亡くなった。

（2）李淳風の主な成果

（2. 1）史学分野

—《晋書》と《五代史》の執筆—

貞観15年（641）、李淳風は正史（朝廷が定めた正式の歴史書）《晋書》と《五代史》（梁・陳・周・斉・隋など五代の歴史）の中の“天

²北魏の晁崇と鮮卑族の天文学者斛蘭が歴史上はじめて鉄で作った渾儀で、その底座には“十字の水準器”を設置して水平を維持し、300年以上唐代まで使われた。

文・律曆・五行志”部分の執筆を担当した。

《晋書》の天文・律曆部分は、中国の古代天文学書の白眉である。この中の“十志（10編の記録）”の部分は、そっくりそのままは《隋書》にも取り入れられている。このため、《五代史志》についての、《隋書》の中の“志”（記録）部分—天文・律曆などの記録—は、魏朝から隋朝に至る間の天文・律曆と数学の重要な成果である。

《隋書・律曆志》の部分は、中国史の書籍の中で、**祖冲之**が求めた円周率についての成果を書いた最初の記述で、現代数学分野に**祖冲之**の成果の重要性を初めて擲り上げた記録である。**祖冲之**の“円周率”の記述は、中国の古代数学研究の最も基本的な数拠であり、中国の数学理論の中の基礎的な算法の源泉となるものだ。**李淳風**が“円周率”を正史の中に取り入れたことによって、世界における**祖冲之**の数学上の輝かしい学術的な位置が確立された。これは、**李淳風**が古代中国の数学理論に深淵な認識があつて初めてできたこと。つまり、円周率 π は、 $3.1415926 < \pi < 3.1415297$ の関係にあり、分数で示すとその“蜜率”・ $355/113$ は、分子・分母が1000以内の表示では円周率の最高の近似分数値である。その1100年後に欧州で得られた結果と全く同じであつた。**祖冲之**の著書《綴術》はすでに亡失しているが、**李淳風**が正史に書き残した注釈書のおかげで、**祖冲之**の輝かしい成果が後代の世界に伝わつたのである。

《晋書・律曆志》の中で**李淳風**は、後漢の**劉洪**（140? - 206）が著した《乾象曆》（223 - 280に使用）の方法についても詳しく記述している。**劉洪**は月の動きの早遅（地球と同様に楕円軌道であることによって生じる）の率を実測し、初めて定朔³・定望に関する一次

³中国曆では、朔の日を毎月1日とする。その朔の決め方には、平朔と定朔がある。平作は平均朔望月ごとに朔になるというかなり簡単なものである。いっぽう、定朔は月および太陽の「運行の変動を考慮した複雑で精密な方法である。

関数の公式を推算・確立して、黄道（太陽の軌道）と白道（月の軌道）の交角が5度であることを見出し、近点（月の軌道運動において、地球に一番近づく位置）は27.55336日であることを示した。これは今日の測定値にきわめて近い。**劉洪**の《乾象曆》は、《四分曆》（85 - 220年間に使用）以降の曆の改革のステップは、《晋書》の前に著された梁朝の**沈約**（441 - 513）が書いた《宋書》の中にあるが、**劉洪**の科学的成果は未記載であつた。**李淳風**は、《晋書・律曆書》の中で、**劉洪**のもともとの原本では科学的成果を詳しく記述していたことを、公正に記している。

北齊の**張子信**（? - ?）は30年あまりの天文観測によって、太陽と五星（五つの惑星）の視運動（見かけの運動）は不均衡な現象であることを発見した。このことを**李淳風**は《隋書・天文志》の中で、その時代としては天文学上きわめて画期的で重要な発見であることを記述している。さらに《隋書・律曆志》の中で、隋朝の**劉焯**の《皇極曆》の方法についても詳しく記載した。その中で**劉焯**が確立した2次関数の内挿公式（補完法）と、**劉焯**が最初に提唱した“黄道歳差”⁴の概念と、かなり正確なその数値的な性格について記述している。《皇極曆》法は隋の**劉焯**が創造した定気法・定朔法・躔衰法（すなわち太陽運行の盈縮—太陽が地球に近づいたり遠ざかったりする現象—の年差）を含んでおり、以前の曆法になつた日・月の食の位置や食の始まりから終わりまで・食分の多少あるいは食不足などの推算をしており、五星の運行推算は、以前の曆法に比べて精密であつたことを示している。《皇極曆》法は優秀な曆法で、後世の曆法に重大な影響を及ぼした。しかし、当時の高官・**張胃玄**などの反対があつたことや、公布前に作者の**劉焯**が亡くなつたことなどにより公布されなかつた。**李淳風**は《皇極曆》の

⁴黄道面に対して様々な傾きをもつ惑星からの引力によって、黄道面が変動する現象。

比較研究で、劉焯のこの暦が隋暦の技術面でのトップにあることを認めて、《隋書・律歴志》にその詳細を記述し、中国暦法上唯一、正史に「未公表暦法」として記載した。

《隋書・天文志》には、両漢・魏から隋朝に至るまでの渾儀や渾象・漏刻の発達状況などを記述し、さらに、^{きよきゆうかん}姜岌閔が大気の吸収と消光作用、^{かしょくてん}何承天 (370－447)・張胄玄の濛気差(大気差)⁵の発見などについても記述している。《晋書》・《隋書》天文志の日月食・流星・隕星・客星(新星)・彗星およびその他の天象記録などの記載はきわめて詳しく、中国古代天文学の知識の宝庫である。これらはすべて、李淳風が残した貴重な記録に負っているのである。

(2. 2) 数学分野での貢献

李淳風は数学の面での重要な貢献は、《算經十書》(《十部算經》とも呼ぶ：図2)の編集とそれらの注釈書の作成である。この《算經十書》は、のちに唐代の国子監・算学館の数学の教科書として使われた。唐代は隋朝の基礎の上に数学教育が展開されたもので、顯慶元年(656)、国子監内に算学館が設けられ、同時に唐朝は数学教科書の選定に着手した。李淳風は《五曹》・《孫子》(これは兵法の《孫子》とは異なり4, 5世紀の孫子:?-?)等著名な算經十書の選定と、それらの注釈の責任を負った。



図2 算經十書の冊子(百度による)

⁵ 恒星は水蒸気を含む大気がないとしたときの角度より、僅かながら上方に見える。晋の方向を基準にした時、上方に見える角度を濛気差(大気差)という。プロレマイオスが最初にこのことを論じたとされる。

《算經十書》(《十部算經》)というものは、(1)《周髀算經》、(2)《九章算術》、(3)《海島算經》(劉徽が《九章算術》に付け加えた第10章を、独立した書にしてこの書名にしたもの)、(4)《孫子算經》、(5)《夏侯陽算術》、(6)《張丘建算經》、(7)《綴術》、(8)《五曹算經》、(9)《五經算術》、(10)《緝古算術》を、数学関係10部の著作集としたことである。伝本《周髀算經》には趙爽や甄鸞などの注釈があり、当時“周髀”と称されていたが、原文も趙爽や甄鸞の注釈も完全ではなかった。このため李淳風の作業は、この原本や注釈書の欠点を正して、完全に近い書物にすることであった。彼は《周髀》の注釈の中で次の3点の重要な間違いを指摘している。

- (1) その一つは、《周髀》に南北方向に千里離れていると、正午に8尺の標尺(ノーマン)で1寸の影の差があると言われてきたのは、算法的な根拠があるわけではなく、実際には明らかに間違っていること。
- (2) その二つは、趙爽が用いた等差級数挿値法で、24気における標尺の影の推算の尺寸は、実際の測量結果と合わないこと。
- (3) その三つは、甄鸞の趙爽に対する“勾股円方図説”は、種々の誤解があること。

李淳風は、以上の間違いに逐次校正を加え、自分の正確な見解を提唱している。

李淳風の《九章算術》の注釈は、劉徽の注釈書が底本となっている。しかし、李淳風と劉徽とでは、注釈を作った背景が異なる。李淳風の目的は国子監・明算科のために適切な教科書を提供することであり、初学者を対象とした注釈なので、題意と算法のやさしい解説に重点を置いたものである。

李淳風などの《九章算術》の注釈では、祖暅が提唱した球体体積の正確な計算公式を引用し、球体体積を求める公式理論の基礎一著

名な“祖暅原理”⁶—を紹介している。《綴術》がなくなった後、祖冲之父子のこの出色の研究成果は、李淳風が正史へ引用したことによって、はじめて今日まで伝わることができた。

《海島算経》は劉徽の数学研究の独創的な成果であるが、劉徽著作の原文は、解題方法と文字による記述は非常に簡略化されていて理解が極めて難しい。李淳風などの詳細な注釈があつて初めて容易に演算ができるようになったもので、初学者でも使えるようにした業績は大きい。

(2. 3) 天文学分野への貢献

唐の高祖の武徳2年(619)、傅仁均の《戊寅元曆》が頒布された。ところがその曆法の計算方法にはかなり問題があつて、頒布1年後の日・月食が不正確であつた。

貞観初年、李淳風は《戊寅元曆》について18条の問題点を上疏した。唐の太宗は大理卿・崔善為を詔して2家の得失を考慮した結果、李淳風が上疏した18条のうち7条の意見が採用された。こうして《戊寅元曆》はたびたび修正を施されたが、どうしても根本的な改曆が必要であつた。貞観14年(640)、李淳風は《戊寅元曆》の“本質的な精度不足”を上奏して改正の建議をしたところ、その意見が採用された。

貞観14年(644)、李淳風はまた《戊寅元曆》の規定月は三大・三小があり、傅仁均の算法によると、貞観19年(645)9月以降、大月が連続して四ヵ月続いて出現することになった。このことは曆法上不適切な現象で、物議をかもした。それに唐の太宗は平朔の回復を願望していた。ところが平朔に改正した後、《戊寅元曆》の問題点はさらに多くなった。こうして曆法を改革した方がいいという考えになったのである。李淳風は彼の天文曆法の多年の研究と長期間の観測にもとづいて、麟

徳2年(665)に、新しい曆を編成した。司曆・南宮子明、太史令・薛頤⁷、国子祭酒・孔穎達参議などの推薦によって、高宗はその新曆の頒布を下詔し、《麟徳曆》と命名した。この曆は、日本でも《儀鳳曆》という名で飛鳥時代から奈良時代にかけて採用されたことがある。その改善点は主に以下の2点である。

第一に、中国曆法上はじめて、古来の章部⁸の紀元法(始まりを1年とする数え方)を廃止し、すべて“総法”1340をもって、各種(回帰年、月の朔望、月の近点などの計算)の周期計算の端数(小数点以下の部分)の共通分母とした。

中国古曆法の“日”は夜半(午前零時)から起算し、“月”は朔日から始め、“歳”は冬至から始まる。古曆では冬至と朔が同じ日になる場合の周期(19年)を“章”と呼んでいる。朔と冬至の交節時刻が合わさった場合は、1日の夜半の周期を“部”と呼ぶ。古曆では十をもって“天干”⁷、十二をもって“地支”⁸を起年し、日がもし冬至と朔が合わさった夜半にあるとすれば、紀日・干支が復元される。すなわち、この1周期は“紀”と呼ばれる。つまり、もし連紀念の干支が復元されたら、この周期は“元”と呼ばれる。古代の制曆はすべてこのような周期計算を要した。このような複雑な周期は、曆法計算上は必ずしも必要ではない。逆に曆法の妨げともなるため、李淳風は毅然としてこれを廃止した。

《麟徳曆》以前の各種曆法ではすべて、各種の周期の整数以下の端数部分の表示には、各々違う分母を用いていた。したがって、これらの周期一期周(回帰年)・月方(朔望月年)・月周方(近点月年)・交周法(交点月年)などの周期—すべてが、曆法計算上測定と推算の重要な数的根拠が必要であつた。ところが、これらの周期は参差不齊⁹(不揃いなものが入

⁶体積をもとめる際、ある2個の高さが同じ立体の体積比は、両者の底面から同じ高さの裁断面積比と同じという原理

⁷十干のことで、甲・乙・丙・丁・戊・己・庚・辛・壬・癸の10要素

⁸十二支のことで、子・丑・寅・卯・辰・巳・午・未・申・酉・戌・亥の12要素

り混じっていること)だし、計算は極めて煩瑣^{ほんさ}で各種の数的根拠の比較は甚だ不便であったため、李淳風は“総法”1340をもって、各種周期の端数部分の共通分母としたのである。こうすると、数字の計算は以前の暦法に比べてかなり簡便になった。後代・清の《畴人伝》^{ちゆうじんてん}⁹はこのことを高く評価している。

第二に、新たに定朔を採用した。《戊寅元曆》も定朔を採用していたが、その計算方法は完全には解決されてはならず、確たる立脚点を得ることができなかつたので、《麟德曆》では定朔の推算方法を改めた。

李淳風は若いころ隋朝の劉焯の《皇極曆》について細かく研究していた。劉焯は北齊の張子信の太陽の盈縮（地球に近づいたり離れたりする現象）の観測の結果に基づいて、日・月・五星（つまり七曜）の運行の“招差術”（方程式の係数の決定法）の推算方法を創造した。これが2次関数の内挿公式（補間法）である。李淳風は劉焯の内挿公式を総括し、それを月の運行の遅速の推算や日行の盈縮の校正に用い、それによって定朔時刻の校正数を推算した。暦法上連続して四つの大月が出現する現象を避けたために、彼はさらに“進朔遷就”の方法¹⁰を創造した。

このように1ヵ月の中での1日未満の分数の進位方法を改変し、暦法上四つの大月あるいは小月が出現するのを避けるようにした。しかし、この種の“進朔之法”¹¹は曆書の上で連続して4大月あるいは4小月が出現する

のを避けるための方法であり、日・月運行規律^{システム}の正確な反映ではなく、必ずしも天文学上の知識の進歩とは言えない。近代の推算方法では、たとえ定朔を採用しても、四つの大月の連続出現はあり得るのである（進入詞条）。

ただ、こうして改正された李淳風の《麟德曆》の最大の欠点は、歳差を考慮しなかつた点だ。晋代の虞喜^{ぐき}（281－356）が歳差を発見したあと、祖冲之がまずこれを暦の作成に取り入れた。そのことによって暦法の精度は著しく高くなったのである。その後、隋朝の張胄玄（？－？）の《大業曆》、劉焯の《皇極曆》、唐代初の傅仁均の《戊寅元曆》などすべてに歳差が考慮・反映された。しかし、李淳風は反対に《堯典》四仲中星（《尚書》にある春夏秋冬の星の分布状況）の内在する矛盾を利用して、根本的な歳差の存在を認めなかつた。このことは彼の最大の過誤といえよう。彼と数学者・王孝通（？－？）の二人は《戊寅元曆》の歳差を責め、“歳差之術”は行わないことにした。玄宗の開元16年（728）、張遂（僧一行のこと：683－727）は《大衍曆》の編纂のときになって、やっと再度歳差を考慮・反映させることができたのである。

（2. 4）新しい渾儀の作成

古代の中国では、渾儀は天体の位置と運動を観測する重要な儀器であった。李淳風は“七曜を推驗し、赤道は今までのやり方を踏襲した。現在、冬至には極南を調べ、夏至には極北を調べる。こうして中間には赤道を定めると、すべての南北間に異はなく、こうして七曜を測ることができるわけである。なんでその真を得ないことがあるのか？”と述べて、暦法計算の中で、黄道度の推算、日・月・五星の運行を、簡便にまた正確に朔の時刻を算出する才能は、回帰年の長さなどの重要な数的根拠になるとしている。このため彼は歴史上の経験と現実問題の基礎の上に、日・月・五星（七曜）や黄道を観測する渾儀の製造を建議した。

⁹ 数学者の李銳等によって嘉慶4年（1799）に完成し、阮元によって刊行された46巻からなる中国の歴代の数学者・天文学者の伝記。

¹⁰ 「進朔」は、太陰太陽暦において、朔の到来がその日の3/4以上過ぎたのち（今日の時刻では午後6時以後）になる場合には、その日を「朔日」としないで先送りして、翌日を新しい月の朔とすること。「遷就」

¹¹ “進朔之法”は《元授時曆》になって廃止されたが、“総括”を共通の分母とすることは、元代の郭守敬の《授時曆》で日の端数をすべて1万を分母としてあらゆる小数記法の先駆といえる。すなわち、歳・月その他の定数を示す日数の端数が《麟德曆》以前にはすべて異なる分母を使って表されていた。そのため章節紀元などの周期が導かれたが、李淳風はこれらすべての共通の1340を分母にしたのである。



図3 浑仪の外貌（百度による）

太宗はこの建議を採用し、李淳風に浑仪の設計・製造を命じた。貞観7年(633)にこの浑仪は完成した。《新唐書》卷31の記載によると、浑仪は銅製で基本的な構造は“表裏三重になっており、基部には基準となる十字があり、四つの表からなる。”浑仪の基部にある十字形の基準は一種の校正儀で、儀器を水平に設置するためのもの。北魏の晁崇と斛蘭が發明したもので、“浑仪の上の十字の水平儀”の構造は、この装置を採用することによって儀器の観測精度を高める役割をなした。

李淳風が作成した浑仪の重大な改革点は、外重層の六合儀と内重層遊儀との間に、新しい一重一三辰儀一を挿入した点である。三辰儀は“円の直径8尺で、璿璣規・黄道規・月游規をもち、天宿距度や七曜の所行、さらにはこれらを備えて、六合の内側で回転する。三辰儀の中には黄道環・内赤道環さらには白道規、すなわち月球の軌道の規環を有する。三辰儀は回転することができ、このことが黄道観測によって“七曜のふるまい”の精度向上を加えることが実現した。

李淳風の浑仪は依然として赤道式の装置であり、それは去極度を測定することができる点だけでなく、入密度（すなわち赤経年差）、昏旦・夜半中の星のほか、さらに、黄経差と月球の経度差等をも測ることができた。このことにより、黄道度の不正確さを測ることができる。

(2. 5) 《乙巳占》の執筆

《乙巳占》10巻は李淳風の占星学についての重要な著作である。中国では古来、多くの著名な天文学者はみな占星学に眼を通してきた。そんな影響を受けて、李淳風は“幼い頃からこういった文献を研究・学習した”。彼は“人が治める政治や教育というものは、天体での吉祥によって変わるものだ”と信じており、このため、天文や星占いに彼独特のものを持っていた。《乙巳占》は、李淳風の“そのことを記した類似事例とその時の星座の状況とを編集した”ものであった。李淳風は全面的に唐の貞観以前の各派の占星学を総括・総合した後、各派を比較して一致した占星学は残し、相互に矛盾する部分は捨て去って一つの非常系統の占星学体系を確立して、唐代やそれ以降の占星学に大きな影響を与えた。

一部では、重要な文化史の典籍とみなされており、《乙巳占》は星占いの方法と予言がよく当たるだけでなく、この考え方は、多くの科学資料や天象の記録や描述、当時の分至点の位置、浑仪の部品と構造、歳差の計算値などにも影響を与えた。

李淳風は気象学にも貢献しており、古来の風向計を改良しただけでなく、風の観測と研究面の表現にも大きな貢献があった。中国では封建社会の初期、すでに早いうちから風に対する観測は詳細に行われていた。風向は時代とともに4方向から8方向表示に発展し、これら8方向から吹く風にはそれぞれに名称があった（これは日本でも最近まで使っていた）¹²。李淳風は自分の観測研究と前人の基礎を総括したうえで、一步進めて、24の風向を明確にした。さらに彼は、樹木が風の影響を受けて変化・損傷する程度を根拠に、8階級の風力標準を設けた。すなわち、(1)木の葉が動く、(2)小枝が鳴る、(3)小枝が揺れる、(4)木の葉が落ちる、(5)小枝が折れ

¹²北風（あなじ）、東風（こち）、南風（はえ）、西風（ならい）など。

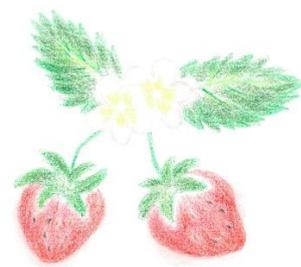
る。(6) 大きな枝が折れる、(7) 木が折れ砂や石が飛ぶ、(8) 大きな樹が根っこから引き抜かれる、の8階級である。つまり**李淳風**は世界で初めて風力を階級区分した人物なのである。それから約1,000年後、英国人**フランシス・ビューフォルト** (Francis Beaufort:1774-1857) が1805年に風力を12階級・13区分した。その後何回か改修され、1946年以降に現在の18階級に増やされている。その邦訳を見ると、**李淳風**が用いた用語がそのまま用いられているのを知ることができる。

(3) 李淳風の主な著作

李淳風は生涯には多くの著作を残している。若い頃には《老子》を注釈し、《方志図》(地方誌) 10巻や《天文大象賦》などを撰した。予言書である《推背図》(袁天罡との共著)のほか、《五代史志》(この内容が《隋史》にも転載されている。)のほか、《乙巳占》・《皇極曆》1巻・《懸鏡》10巻・《文史博陽》・《典章文物志》・《秘閣録》・10幾部さらに《齊明要術》・《本草》等数10部の書籍の進行・校注をしている。

参考文献

- 1) 《中国測繪史》編集委員会編：中国測繪史 測繪出版社 2002 (中国語)
- 2) 中国のインターネット“百度”(中国語)
- 3) 藪内清：中国の天文曆法 平凡社 1969



☆ 健康百話（66） ☆

—症状から病気へ②④ 浮腫（むくみ）—

若葉台診療所 加行 尚

1 はじめに

私は九州の宮崎県日向市という片田舎の出身です。私の学生の頃は飛行機などという便利な乗り物はまだ無く、旧国鉄の急行列車「高千穂号」で24時間かけて、トコトコと上京しておりました。運良く席を確保出来た時は足元に新聞紙を敷き、靴を脱いでリラックスしておりました。トイレへ行こうとして靴を履こうとすると、足が浮腫んでいるために靴がなかなか履けないのです。このような経験をした方は大勢居られるのではないのでしょうか。今回はこの“浮腫（むくみ）”について考えてみたいと思います。

2 浮腫（むくみ）とは

広辞苑によりますと、「身体の組織間隙または体腔内にリンパ液・漿液が多量にたまった状態。皮下組織では体表から浮腫みとして認められる。」とあります。少し詳しく申しますと、毛細血管の水の透過性に変化が起こり、毛細血管から組織の方に出る水分の量が、逆に組織に戻る水分の量より多くなると、組織に水分が異常に貯まる。このように、ある部位の組織に水分が異常に貯まることを“浮腫”と言います。この浮腫は（1）血圧の異常（心臓病）、（2）血漿蛋白の減少による浸透圧の低下（腎臓の疾患）、（3）毛細血管の透過性の亢進（炎症など）が原因で起こります。

3 浮腫の発生機序

間質（組織間隙）の液（組織間液）の量は

毛細血管と間質液の静水圧差（間質へ押し出す力）、膠質浸透圧差（間質から水を引き込む力）、毛細血管壁の透過性、リンパ管からの流出により調節されております。（図1）

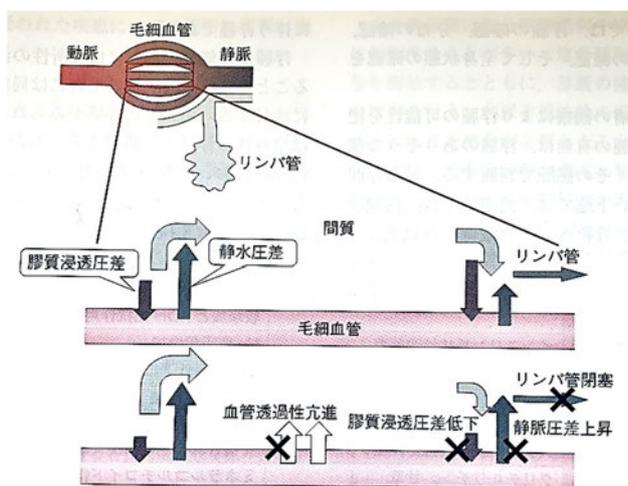


図1 浮腫の発症機序 文献1) 203頁より
定常状態では、毛細血管動脈側では静水圧差が膠質浸透圧差より大きく、血漿成分は間質へ押し出される。一方、静脈側では静水圧差より膠質浸透圧差が大きくなるため、間質の体液は毛細血管へ移行する。戻りきれない分はリンパ管より血漿へ移行する。

これらのいずれに異常が生じても浮腫は起こります。つまり、静脈圧上昇などによる静水圧差の増加、低アルブミン血症などの膠質浸透圧差の減少、炎症などによる毛細血管浸透性の亢進、そして種々の原因によるリンパ管の閉塞のいずれかによります。また全身性の浮腫は、腎臓からのNa排泄低下に伴う体液量増加による毛細血管静水圧の増加が主たる原因となります。（表1）

表 1 浮腫の原因 文献 1) : 202 頁より

局所的な浮腫	静水圧差の減少	うっ滞による毛細血管内静水圧の上昇	深部静脈血栓症, 慢性静脈不全
		細動脈抵抗の減少による毛細血管内静水圧の上昇	カルシウム拮抗薬
	毛細血管透過性亢進	アレルギー, 免疫異常	じんま疹など
		免疫異常	各種血管炎, RS3PE 症候群
		局所の炎症	蜂窩織炎など
リンパ管閉塞		リンパ節郭清, 悪性腫瘍の浸潤, フィラリア症	
全身性の浮腫	静水圧差の減少	ナトリウム貯留による細胞外液量の増加	心不全, 妊娠, 月経前浮腫, 特発性浮腫, 飢餓後栄養開始時腎疾患: 腎不全, 糸球体腎炎, ネフローゼ症候群 薬剤性: 非ステロイド性抗炎症薬, ステロイド薬, 糖代謝改善薬など
		静脈閉塞	肝硬変, 門脈圧亢進症
		細動脈抵抗の減少による毛細血管内静水圧の上昇	特発性浮腫
	膠質浸透圧差の低下	蛋白喪失による血漿膠質浸透圧の低下	ネフローゼ症候群, 蛋白漏出性胃腸症
		アルブミン産生低下による血漿膠質浸透圧の低下	肝疾患, 低栄養 (悪液質)
		間質膠質浸透圧の上昇	甲状腺機能低下症
	毛細血管透過性亢進		特発性浮腫

RS3PE ; remitting seronegative symmetrical with pitting edema

4 局所の浮腫

蜂窩織炎や壊死性筋膜炎では、浮腫の他に発赤、熱感、腫脹（この3つ症状を炎症の3兆候と言います）を伴う暗赤色調を呈します。

深部静脈血栓症や静脈還流不全では、下肢の浮腫とともに患肢の疼痛や表在静脈の拡張が出現します。また蜂窩織炎では反復・長期化すると、うっ滞性皮膚炎となり褐色調の色素沈着や反復性の潰瘍性形成が下腿の下 1/3 に多くみられます。

慢性化したリンパ性浮腫では、痛みの無い硬い浮腫となり、浮腫の日内変動は少ないです。

血管炎による浮腫は多数の紫斑を認めます。

5 全身性浮腫

この全身性浮腫が疑われる場合には、肺水腫、頸静脈怒張、甲状腺腫、蜘蛛状血管腫、腹水、肝腫大などを考えなければなりません。

6 薬剤性の浮腫

2017 年の厚生労働省の資料によりますと、日本人の平均寿命は男性が 81.09 歳、女性が 87.26 歳と世界では女性が第 2 位、男性が世界第 3 位ということです。現在日本では高齢者が非常に多くなっているということです。

高齢になりますと、多くの病気を持っておられる方も多くなります。それだけに多くの薬剤を服用しなければならない方も多くなります。そこで注意しなければならないことは、薬剤による浮腫も存在するという事です。(表 2) もし原因不明の浮腫が出現したら、その浮腫は薬剤性のものかもしれません。そのような場合には主治医の先生と御相談下さい。

7 特に下腿浮腫について

1) “エコノミークラス症候群” という言葉を耳にされた方も多いことと思います。“旅

行者血栓症”の事です。海外旅行などで飛行機に搭乗し、長時間同じ姿勢でいる時など発症する疾患です。この疾患は動作が少なく長時間同じ姿勢でいると、下肢(下腿)が圧迫されて血流が悪くなり、血栓(血の塊)ができやすくなり、出来た血栓が肺の静脈を詰まらせてしまうことで発症します。放置していますと死に至る病気です。外国旅行の時には特に注意が必要です。

2)下腿の浮腫みはよく見られる現象です。朝は何ともないのに午後から夜にかけて浮腫んでくるような場合は、足の運動不足によるものですので、心配はありませんが、午後から夜にかけての下腿の浮腫みが翌日の朝になっても消失しない場合は深部静脈血栓症が疑われますので、直ぐに主治医の先生に相談して下さい。

参考文献

- 1) 跡見裕、磯部光章他(監)：症状からアプローチするプライマリケア：日本医師会雑誌第140巻・特別号(2)、2011
- 2) 山本敏行、他：新しい解剖生理学：南江堂1991
- 3) 小澤澗司、福田康一郎(総編集)：標準生理学：医学書院2010
- 4) 大地陸男：生理学テキスト 第2版：文光堂、1995
- 5) 岡田隆夫(編)：集中講義 生理学 :メジカルビュー社、2009

表2 薬剤性の浮腫 文献1)；204頁より

腎からのNaおよび水排泄低下	非ステロイド性抗炎症薬	プロスタグランジン産生抑制によるNa再吸収増加とADH拮抗作用
	インスリン抵抗性改善薬	Na再吸収増加
	β遮断薬	心拍出量低下に伴うNa再吸収増加
	α遮断薬	Na再吸収増加
	ステロイド薬：皮質ステロイド、鉱質ステロイド、女性ホルモン	ミネラルコルチコイド作用
	グリチルリチン、甘草	ミネラルコルチコイド作用
	炭酸リチウム	アルドステロン増加作用
	インスリン	Na再吸収増加
	クロルプロバミド	ADH作用増加
	カルバマゼピン	ADH分泌増加
Na・水の過剰負荷	過剰輸液	
	Na含有抗生物質投与(ペニシリン系、セフェム系、ホスホマイシンなど)	
毛細血管静水圧の上昇	Ca拮抗薬	
血管透過性亢進	インスリン、IL-2製剤、ACE-I	

ADH；抗利尿ホルモン、IL-2；インターロイキン2、ACE-1；アンジオテンシン変換酵素阻害薬

海洋情報部コーナー

1. トピックスコーナー

(1) 平成30年度海洋情報部研究成果発表会

(本庁 海洋情報部)

海上保安庁海洋情報部は、平成31年1月17日(木)に中央合同庁舎第4号館において「平成30年度海洋情報部研究成果発表会」を開催しました。

海洋情報部では、我が国の産業や国民生活を支える海上交通の安全確保、海洋に起因する災害への対応、海洋環境の保全、海洋権益の確保、さらには海洋情報の円滑な流通を図るため、最先端の調査・研究・開発を行っており、その成果をどなたにも分かりやすく無料で紹介する「研究成果発表会」を毎年開催しています。

今年度は「南海トラフ研究の最前線」をメインテーマとして、東京海洋大学の木村 学 特任教授(東京大学名誉教授)による「南海トラフ掘削が切り拓いた沈み込み帯の新しい描像」と題した基調講演に続き、京都大学防災研究所の西村 卓也 准教授による「海底地殻変動データを用いた南海トラフ沿いのプレート間カップリング分布」と題した発表の後、海洋情報部における調査研究のうちメインテーマに関連する発表として、「南海トラフ海底下で発生するゆっくりすべりの検知を目指して～」ほか2件、その他の発表として、口頭発表3件、ポスター発表12件を行いました。

今年度は約140名の参加者があり、次の大地震の発生が懸念される南海トラフへの関心が高まっていることが窺え、盛況の内に終了することができました。

なお、木村 学 特任教授の基調講演をはじめ

めとする各口頭発表とポスター発表の予稿は、海上保安庁海洋情報部ホームページ(<https://ww1.kaiho.mlit.go.jp>)でご覧いただけます。



木村特任教授による基調講演



満席の発表会場

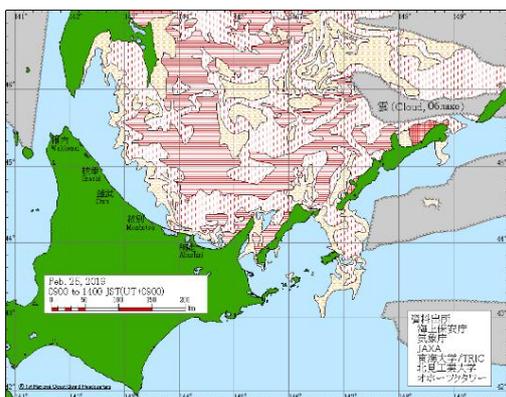
(2) 海水情報センターについて

(第一管区海洋情報部)

北海道のオホーツク沿岸では1月ごろから海水氷※が見られ、冬の風物詩となっています。海水氷は、船舶にとっては航行安全上危険な障害物となるため、海水氷分布や密度の情報が欠かせません。第一管区海上保安本部では、毎年12月20日から翌年4月末頃までの期間「海水情報センター」を開設して、オホーツク海の海水氷観測や情報収集を行い、海水氷に関する情報(海水氷速報)を毎日17時頃提供しています。

海水氷観測は、オホーツク海沿岸の海上保安部署(陸上)職員による海水氷分布の定時観測、海上保安庁所属の航空機や巡視船艇による海水氷分布の目視観測、さらには毎年2月頃に砕氷型巡視船(ヘリコプター搭載)をオホーツク海に派遣して、水温、塩分、流況及び海水氷分布の観測を実施しています。

海水氷データの情報源としては、近年大きな役割を果たしているのが人工衛星による画像です。地球観測衛星や気象衛星などによる可視光や近赤外線画像は、頻度も多く判別し易いため海水氷分布の把握に役立っています。しかし、雲があると海水氷を確認することができません。そこで、威力を発揮するのが「だいち2号(ALOS-2、JAXA)」に搭載されている「合成開口レーダ」の画像となります。合成開口レーダは天候によらず観測できるのが



海水氷速報(平成31年2月25日)

特徴です。しかし、観測は毎日ではありません。それぞれの衛星の特徴を把握し、毎日の海水氷速報作成に活用しています。

海水情報センターでは、このように観測や情報収集を行い、オホーツク海の海水氷に関する情報を統合して、海水氷速報としてインターネットやFAXで期間中毎日公表しています。日本海側や太平洋側に流氷が流出した場合には航行警報での注意喚起も行っています。近年はシーズン中約140万件ものアクセスがあり船舶運行だけでなく流氷観光にも利用されているようです。ご興味のある方はぜひアクセスしてみてください。

※海水氷とは、海水が凍結してできた氷、海上にある氷の総称。

■インターネットアドレス

<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN1/1center.html>



■ファクシミリサービス

(ポーリング機能)

0134-32-9301

※ファックスにポーリング機能が無い場合には、ご利用になれません。



巡視船そうや 搭載ヘリコプターから撮影した海水氷

(3) 海上保安学校の紹介

(海上保安学校)

海上保安学校は、風光明媚な京都府舞鶴市に設置された海上保安官を養成する教育機関で、1～2年の修養期間で業務に必要な知識技能の習得のほか、心身の練成を行っています。

当校は、船舶運航システム課程（航海コース、機関コース、主計コース：各1年）、航空課程（1年）、情報システム課程（2年）、管制課程（2年）及び海洋科学課程（1年）が設けられており、全寮制の下、実践的な授業で各分野のエキスパートを育成しています。

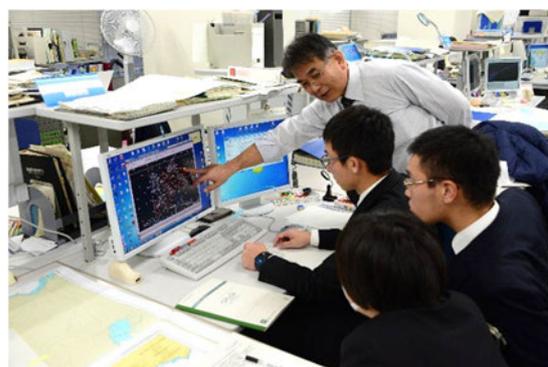
海洋科学課程は、海洋の科学的調査と情報の提供を行う海洋情報部に配置する職員を養成するため、座学による海洋調査、海図編集等の知識技能の習得のほか、舞鶴港内の港湾測量実習、日本海での乗船実習などのフィールドワークを行っています。



港湾測量実習

また、海洋科学課程は、我が国唯一の「国際水路測量技術者資格B級」養成機関として、国際基準レベルの水路測量技術者を養成することで、我が国の航海の安全を支えています。

当校は、入学金や授業料は不要で、入学と同時に国家公務員（海上保安庁職員）として採用され、行政職（一）1級5号俸の給与やボーナスが支給されるほか、共済組合の保険給付などが受けられます。



海図編集実習

また、近年、海上保安庁は女性職員の採用と登用の拡大を図っております。特に、海洋科学課程の女子学生の割合は約3割で、他の課程と比べてもその割合が高いです。

海洋科学課程卒業後、現場の最前線で海洋調査に携わるなど幅広いフィールドで活躍しています。海上保安庁では職員が活躍できるよう、仕事と家庭の両立支援制度の利用を促進するなど、ワークライフバランスの実現を積極的にサポートしています。

海上保安学校海洋科学課程では、日本の海に対する旺盛な好奇心を持った学生の入学をお待ちしています。

※詳細は、以下の URL をご確認ください。

海上保安学校に関する詳細

<https://www.kaiho.mlit.go.jp/school>



採用情報に関する詳細

<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/saiyo.html>



※海上保安学校試験

受付期間：2019年7月16日（火）
～7月25日（木）

（高卒程度試験：高卒見込みの者及び高卒後5年を経過していない者）

2. 国際水路コーナー

(1) 第10回世界航行警報サービス小委員会

モナコ公国
海上保安庁 海洋情報部
平成30年8月27日～31日

平成30年8月27日から31日まで、モナコ公国のIHO本部において第10回世界航行警報サービス小委員会(WWNWS: World Wide Navigational Warning Service)が開催され、海上保安庁海洋情報部から木下航海情報課長ほか1名が、一般財団法人日本水路協会から春日常務理事が出席しました。

本会議は、世界航行警報業務に関するの助言や、航海者への航海安全情報の提供を強化する方策の検討等のために、主にNAVAREA調整国が集まり毎年開催される国際水路機関地域間調整委員会(IRCC)傘下の会議であ

り、今回はWWMIWS(World Wide Met-Ocean Information and Warning Service)との合同開催(2回目)となりました。

会議では前回会議からの進捗、各調整国による域内評価、S-124(電子海図に重畳表示させる航行警報の規格)のレポート、インマルサット社とイリジウム社によるサービス進捗の報告等が行われました。

我が国からは、NAVAREA XIの域内状況報告の他、S-124に関連し、わが国が世界に先駆けて運用を開始した航行警報・水路通報ビジュアルページの紹介を行いました。



会議出席者 集合写真

(2) 第35回 GEBCO 指導委員会ほか

オーストラリア キャンベラ
平成30年11月12日～16日

11月12日から16日にかけて、GEBCO (General Bathymetric Chart of Oceans; 大洋水深総図) サイエンスデー、地域海底地形図作製小委員会 (SCRUM)、海洋地形図作製技術小委員会 (TSCOM) 及び GEBCO 指導委員会 (GGC) がオーストラリアのキャンベラにて開催されました。今回の会合には、各委員会の委員及び日本財団/GEBCO 研修プログラムの同窓生 (GEBCO Scholar) が参加しました。日本からは、谷 GEBCO 指導委員長及び小原技術・国際課海洋研究室長他が参加しました。

GEBCO サイエンスデーでは、現地の大学や企業等の参加もあり、マルチビームによる海底地形調査や最新技術を用いた水路測量の紹介等が行われました。

また、SCRUM と TSCOM では、世界の海洋を2030年までに100%マッピングすることを目指す Seabed2030 プロジェクトをはじめとした海底地形図作成の進捗状況の報告や、海底地形データの収集方法、海底地形図作製技術についての意見交換が行われました。その後、GEBCO 指導委員会においては、GEBCO 傘下の各委員会の現状等について報告されるとともに今後の GEBCO の啓発活動のあり方などが議論されました。

次回の GEBCO 指導委員会は、2019年11月に米国ニューハンプシャーで開催される予定です。



GEBCO 指導委員会出席者

(3) 東アジア水路委員会 第7回水路業務専門委員会および 第1回海洋空間データ基盤作業部会

タイ チェンマイ
海上保安庁 海洋情報部
平成30年11月28日～30日

東アジア水路委員会（EAHC）の第7回水路業務専門委員会（CHC）および第1回海洋空間データ基盤作業部会が、タイ チェンマイにおいて、平成30年11月28日から30日の期間で開催されました。両会議ともEAHCのもとにおかれた下部組織です。CHCでは、ENCや水路技術に関する情報交換・調整に関する議論が行われます。海洋空間データ基盤作業部会は、EAHCにおける海洋データの管理について議論を行う作業部会であり、今回が初めての会合となりました。

両会合ともわが国からは、海上保安庁海洋情報部航海情報課木下課長と、技術・国際課片桐補佐、（一財）日本水路協会伊藤技術アドバイザーが出席しました。

今回のCHCでは、EAHC議長国であるわが国から、IHOの各種作業部会における重要事項等についてプレゼンを行いました。

EAHCにおいては現在、新たな水路データ基準であるS-100への対応が課題となっており、今次会合でも本件に関し複数の議題が設けら

れ、韓国等から技術的情報の提供がありました。

また、CHC議長（シンガポール水路部長）から、S-100テストベッドをマ・シ海峡に設け、EAHC内で知見を共有してはどうかとの提案があり、今後引き続き議論されることとなりました。

CHCに続き開催された海洋空間データ基盤作業部会では、国別報告として、我が国から海洋情報の一元化に向けた取り組みを紹介しました。わが国の取り組みは先進的であるとして、今後も引き続き情報提供が求められました。

また、EAHCにおいて海洋空間データに係る地域データセンターを作成することについて議論が行われ、複数の国から時期尚早との意見が出されたことから、今後引き続き議論されることとなりました。

次回会合は、両会議ともシンガポールにおいて2019年6月又は7月に開催される予定です。



EAHC 第7回水路業務専門委員会 会議参加者

(4) 第6回東アジア水路委員会 (EAHC) 運営委員会

インドネシア バリ
海上保安庁 海洋情報部
平成31年2月20日～22日

平成31年2月20日から22日にかけて、インドネシアのバリ島において、東アジア水路委員会 (EAHC) 第6回運営委員会が開催されました。本会議は東アジア水路委員会の下に設置されている会議であり、これまで年1回のペースで開催されています。

本会合には、EAHCの加盟国であるインドネシア、シンガポール、ブルネイ、日本、中国、タイ、韓国、フィリピン、マレーシアのほか、オブザーバーとして英国、米国、カンボジア、ベトナムが出席し、また国際水路機関事務局からはマティアス・ヨナス事務局長が出席しました。

わが国は、昨年9月の第13回EAHC総会においてEAHCの議長国に就任しており、本会合では加藤海洋情報部長が議長を務めるとともに、海洋情報部から木下航海情報課長、中林国際業務室長、齋藤調査技術運用調整官、福島専門官、森岡研究官、(一財)日本水路協会から春日理事及び伊藤技術アドバイザーが出席しました。

今回の会合では、IHOの各会議の動向やS-100製品の検討の進捗の報告、EAHCの下に設置されている各委員会からの活動について報告が行われたほか、2021年のEAHC50周年の記念イベントの開催をはじめとするさまざまな議題で活発な議論が交わされました。

議長国を務めたわが国は、会議の着実な進行のため、議場の内外を問わず各国と積極的にコミュニケーションをとり、会議を成功裏に終えることができました。次回会合は2020年2月に東京で開催する予定です。



議長を務める加藤海洋情報部長 (写真中央)



会議参加者

3. 水路図誌コーナー

平成31年1月から3月までの水路図誌等の新刊、改版、廃版等は次のとおりです。
詳しくは海上保安庁海洋情報部のHP (<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOKAI/ZUSHI3/default.htm>) をご覧ください。

海図

刊種	番号	図名	縮尺 1 :	図積	発行日等
改版	W 2 4 3	那覇港	12,000	全	2019/1/25
改版	W 5 5	館山湾付近	23,000	全	2019/2/8
		(分図) 館山港	12,000		
改版	W 1 0 6 2	東京湾中部	50,000	全	
改版	J P 1 0 6 2	MIDDLE PART OF TOKYO WAN	50,000	全	
改版	W 1 0 8 1	浦賀水道	25,000	全	
改版	J P 1 0 8 1	URAGA SUIDO	25,000	全	
改版	W 9 0	東京湾	100,000	全	2019/2/22
改版	J P 9 0	TOKYO WAN	100,000	全	
改版	W 1 3 5	関門海峡	25,000	全	
改版	J P 1 3 5	KANMON KAIKYO	25,000	全	
改版	W 1 0 6 5	京浜港東京	15,000	全	2019/3/15
改版	J P 1 0 6 5	KEIHIN KO TOKYO	15,000	全	
改版	W 1 4 7	秋田船川港船川	10,000	全	2019/3/29

上記海図改版に伴い、これまで刊行していた同じ番号の海図は廃版となりました。
廃版海図は航海に使用できません。

電子海図

刊種	航海目的	セル番号	対象海図等	セルサイズ	発行日等
データ追加	5 入港	JP54KKBN	W1260 「甌島列島諸分図： 平良漁港、藺牟田漁港」	15分	2019/2/8
新刊	5 入港	JP54PGKF	W1296 「越前漁港，鷹巣港：越前漁港」	15分	2019/2/22
		JP54RUP4	W1089 「相馬港」		
データ追加	4 アプローチ	JP44M56G	W156 「八幡浜港及付近」	30分	
		JP540T3T	W1430 「大磯港，小田原漁港：大磯港」	15分	
	5 入港	JP540JBC	W1430 「大磯港，小田原漁港：小田原漁港」		
		JP540JBE	W92 「三崎港至湘南港：(分図) 小田和湾」 W1068 「三崎港」		

※データ追加とは、既刊セルの中に新たな海域のデータが追加されることを言います。

特殊図

刊種	番 号	図 名	縮尺 1 :	図積	発行日等
改版	J P 5 5 1 0	MARINERS' ROUTEING GUIDE TOKYO WAN	100,000	全	2019/2/22

航空図

刊種	番 号	図 名	縮尺 1 :	図積	発行日等
改版	2 2 8 1	国際航空図 稚内	1,000,000	1/2	2019/1/25

水路誌

刊種	番 号	書 誌 名	発行日等
改版	1 0 1 追	本州南・東岸水路誌 追補第5	2019/2/22
改版	1 0 2 追	本州北西岸水路誌 追補第2	
新刊	1 0 3 追	瀬戸内海水路誌 追補第1	
改版	1 0 5 追	九州沿岸水路誌 追補第3	
改版	3 0 3	Sailing Directions for Seto Naikai	
改版	3 0 1 Sup.	Sailing Directions for South and East Coasts of Honshu - Suppliment No. 4	
新刊	3 0 2 Sup.	Sailing Directions for Northwest Coast of Honshu - Suppliment No. 1	
改版	3 0 4 Sup.	Sailing Directions for Coast of Hokkaido - Suppliment No. 3	
改版	3 0 5 Sup.	Sailing Directions for Coast of Kyushu - Suppliment No. 2	2019/3/15
改版	1 0 4	北海道沿岸水路誌	

特殊書誌

刊種	番 号	書 誌 名	発行日等
廃版	6 8 1	平成30年 天測暦	2019/1/11
廃版	6 8 3	平成30年 天測略暦	
廃版	7 8 1	平成30年 潮汐表 第1巻	
廃版	7 8 2	平成30年 潮汐表 第2巻	
新刊	7 8 1	平成32年 潮汐表	2019/3/1

日本水路協会の平成31年度調査研究事業

一般財団法人 日本水路協会 調査研究部

1. 日本財団助成事業

(1) 「水路分野の国際的動向に関する調査研究」(継続)

国際水路機関 (IHO)、東アジア水路委員会 (EAHC)、ユネスコ政府間海洋学委員会 (IOC) など水路分野に係わる国際会議に当協会職員を委員または委員代理として派遣し、電子海図の新基準の検討状況など水路分野の国際的な情報を収集するとともに、海底地形名称の登録など我が国の海洋権益の確保に寄与する。

(2) 「パラオの EEZ・大陸棚管理に係る技術力向上支援プログラム」(第三期)

パラオが自国の EEZ・大陸棚を管理するために、日本から技術・知見の伝達による人材の育成、技術インフラの整備等を行い、パラオにおける水路技術や地質学分野の技術能力の向上を図るとともに、この分野での同国との協力関係を強固なものとする。

2. 機関誌「水路」の発行

従来どおり年4回発行予定です。

4月25日 (原稿締切 3月上旬)
7月25日 (原稿締切 6月上旬)
10月25日 (原稿締切 9月上旬)
1月10日 (原稿締切 11月中旬)

3. 水路技術奨励賞

水路関係少壮技術者の研究意欲を振興するための奨励賞事業を継続実施します。

スケジュールは以下のとおりです。

・募集開始 : 7月下旬
・募集締切 : 10月下旬
・選考委員会 : 1月下旬
・表彰 : 3月中旬

平成 30 年度 水路技術奨励賞（第 33 回）

少壮の水路技術者の研究開発意欲を振興し、我が国の水路技術の進歩・発展に寄与することを目的として、昭和 61 年に「水路技術奨励賞」の基金を設け、毎年優れた業績を残した方にこの賞を贈っています。

今年度は平成30年12月20日に水路技術奨励賞選考委員会幹事会、平成31年2月8日に水路技術奨励賞選考委員会において受賞者を選考し、平成31年3月18日、水路技術奨励賞表彰式（東海大学交友会館）において4件7名の方に水路技術奨励賞をお贈りいたしました。

受賞者は以下のとおりで、業績は次号でご紹介いたします。（敬称略）

1. 「電子海図表示を用いた船舶運航支援装置の開発」

受賞者：日本無線株式会社	情報ビジネス技術部	榎戸 達也
同		西山 尚材
同	マリンシステム営業部	矢島 亮

内 容：航海士の意見を全面的に取り入れ、手書きの航海情報を容易に電子化する等、紙海図に慣れ親しんだ航海士の負荷を大幅に軽減し、電子海図の操作性を高めて安全且つ高効率な運航を支援する装置を開発した。

2. 「電動式スルースゲート津波造波装置（段波装置）の開発」

受賞者：東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター 水圏技術グループリーダー 武田 将英

内 容：津波実験において、スルースゲートを電動化してコンピュータで開閉制御を行い、電動ポンプを組み合わせ複雑な任意津波を発生させることを可能にした。

3. 「水路測量計画支援装置 OHTI-YS-SUPPORTの開発」

受賞者：株式会社海洋先端技術研究所 情報開発課 課長 余野 央行

内 容：マルチビーム測深機から得られた膨大な水深データから、海図に採用するための水深値を縮尺に応じて的確且つ迅速に選択する手法を新たなアルゴリズムを用いて完成し、作業時間の飛躍的な短縮を実現した。

4. 「マルチビームソナー「DFF-3D」の開発」

受賞者：古野電気株式会社 技術研究所研究部市場開発推進室 主任研究員 山口 武治
同 船用機器事業部開発部 音響機器開発課主任 道上 法正

内 容：少ないアレイ数で送受波器を増大させることなく等価的に狭い探査ビームを実現し、小型且つ低価格化により、これまで調査船や大型漁船等にのみに装備されていたマルチビームソナーを小型船にも容易に装備できるようにした。



受賞者の皆さん

(後列) 榎戸さん、山口さん、道上さん

(前列) 西山さん、武田さん、一人おいて、余野さん

(矢島さんは、ご欠席)

平成30年度 水路測量技術検定試験問題

沿岸1級1次試験（平成30年7月7日）

－試験時間 110分－

法規

問 次の文は水路業務法及び港則法の条文の一部である。（ ）の中に当てはまる語句を下から選びその記号を解答欄に記入しなさい。

(1) 水路業務法第2条

この法律において「水路測量」とは、(①)の測量及びこれに伴う土地の測量並びにその成果を航海に利用させるための(②)の測量をいう。(以下略)

(2) 水路業務法第6条

海上保安庁以外の者が、その費用の全部又は一部を国又は(③)が負担し、又は補助する水路測量を実施しようとするときは、(④)の許可を受けなければならない。(以下略)

(3) 港則法第31条

特定港内又は特定港の境界附近で工事又は作業をしようとする者は、(⑤)の許可を受けなければならない。(以下略)

イ. 都道府県知事

ロ. 地方公共団体

ハ. 海洋

ニ. 民間企業

ホ. 港長

ヘ. 水域

ト. 潮汐

チ. 海上保安庁長官

リ. 市区町村長

ヌ. 国土交通大臣

ル. 地磁気

ヲ. 水深

基準点測量

問1 次の文は、基準GNSS測量について述べたものである。

() の中に入る語句を下記の語群から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 基準GNSS測量で実施する測点の次数について、(①) に基づいて決定する測点は一次点とする。
- (2) 使用するGNSS衛星の高度角は、(②) の影響による誤差や多重反射の影響を軽減するため、(③) 度以上としている。
- (3) 観測途中で、GNSS衛星からの電波が瞬間的に切断されることによって起きる(④) は、解析処理で検出することができる。
- (4) 基準GNSS測量における測点の位置の計算は、2点以上の既設基準点を含む(⑤) 計算による。

(語群)

イ	マルチパス	ロ	海上保安庁基準点	ハ	対流圏	ニ	25
ホ	図形平均	ヘ	15	ト	国土地理院基準点	チ	成層圏
リ	網平均	ヌ	サイクルスリップ				

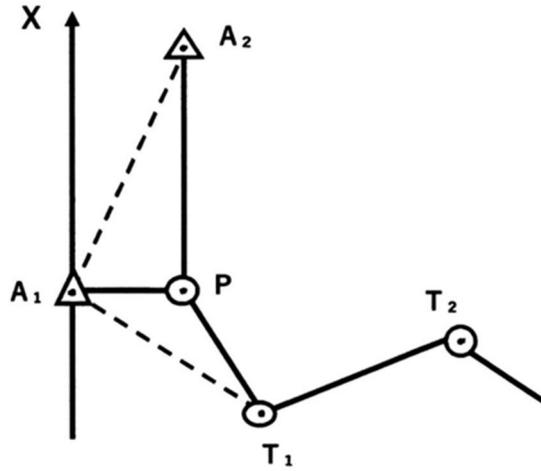
問2 次の文は、基準点測量について述べたものである。

() の中に入る適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) (①) は、地球上のある地点の重力に直交する面のうち、平均水面と一致する面である。
- (2) 地球楕円体は、長半径と(②) の値によって表わす。
- (3) 水路測量における世界測地系は、(③) を採用している。
- (4) 水路測量において測点の座標値は、(④) 図法により表示する。
- (5) (⑤) は、平面直角座標系において任意の原点が座標原点を通る子午線上にない場合に方位角と方向角に生ずる差のことをいう。

問3 下図のような三角点 A_1 を始点とする多角測量において、障害物があり A_1 から基準目標点の三角点 A_2 が視認できないことから、P点に離心し隣接する多角点 T_1 および A_1 、 A_2 の方向を、また T_1 において A_1 および T_2 の方向を観測して下表の観測値を得た。

A_1 から T_1 の方向角及び T_1 から T_2 の方向角をそれぞれ算出下さい。
 ただし、 A_1 から A_2 の方向角を53度05分30秒、 A_1 から A_2 の距離を1500.00メートル、 P から A_1 の距離を3.00メートル、 P から T_1 の距離を750.00メートルとする。また、1ラジアンは、 $2'' \times 10^5$ とする。



観測値

測点 P	測点 T_1
$A_2 = 0^\circ 00' 05''$	$A_1 = 0^\circ 00' 15''$
$T_1 = 100^\circ 48' 35''$	$T_2 = 90^\circ 51' 45''$
$A_1 = 270^\circ 00' 05''$	

水深測量

問1 次の文は、人工衛星を利用した測位システム等について述べたものである。

() の中に適切な字句を下記から選んでその記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 人工衛星を用いた測位システムには、米国が運用するGPS、ロシアのGLONASS、EUのGalileo、中国のBeiDou、日本の準天頂衛星システム等があるが、これらの衛星測位システムを総称して(①) と呼称されている。
- (2) 準天頂衛星システムは、(②) の衛星が主体となって構成され、GPSと同一周波数・同一時刻の測位信号を送信することにより、GPSと一体となって使用が可能となり、利用衛星が増えることでマルチパスや(③) による誤差の改善が期待される。
- (3) 相対測位方式には、(④) を利用した相対測位や(⑤) を利用した相対測位がある。(⑤) を利用した相対測位は、干渉測位とも呼ばれ、静止測量のスタティック法、動的測位のキネマティック法、RTK法、ネットワーク型RTK法がある。

イ 低軌道	ロ 擬似距離	ハ PPP	ニ 対地同期軌道
ホ SBAS	へ 準同期軌道	ト 衛星配置	チ 広域DGPS
リ 搬送波位相	ヌ GNSS	ル WAAS	ヲ 準天頂軌道

問2 次の文は、水深測量について述べたものである。正しいものには○を、間違っているものには× を付けなさい。

- (1) スワス音響測深機は、マルチビーム音響測深機及び受信素子数が4個以上のインターフェロメトリ音響測深機で、船体に固定して使用するものをいう。
- (2) 水深の測定結果を検証するため、照査線を設定し、測深線と照査線の交点における測定値の差を評価する場合、その照査線の間隔は測深線の間隔の20倍を標準とする。
- (3) サイドスキャンソナーによる海底探査を併用する場合の水深の事項に係る未測深幅の上限は、当該探査範囲に隙間がなく、かつその探査結果により水底の障害物等が存在しないことが確認される範囲に限り、当該の規定による未測深幅の上限の値の2倍の値とする。
- (4) 波浪の影響により海底の音響測深記録が凹凸を呈した場合、砂泥質の自

然海底に限って、海底記録の相隣れる凸（浅）部と凹（深）部との水深差が2メートル以内のときは、その1/3を凸部の水深に加えた値を海底の水深とすることができる。

- (5) 錘測等は、係留船舶が密集している水深4メートル以下の泊地等で音響測深機を装備した測量船が水深の測定を実施することが特に困難な場合に限り行うことができる。

問3 音響測深の異状記録に対する処置について、次の問いに答えなさい。

- (1) 再測をする必要がある場合について記述しなさい。
- (2) 海底からの突起した異状記録のうち、再測、判別を行う場合の処置を記述しなさい。
ただし異状記録のうち再測、判別等の処置を省略できるものを除く。

問4 スワス音響測機による測深について次の各問に答えなさい。

- (1) 送受波器のロールバイアスはどのようにして測定すればよいか、その方法を記しなさい。
- (2) マルチビーム音響測深機で平坦な海底を測量したところ、海底記録の水深断面が直線的ではなく、図に示すようなスマイルカーブになっていた。
海底が平坦に記録されない原因は何か記しなさい。



図 スマイルカーブの例

- (3) 現地作業において、測深精度の検証はどのように行えばよいか、その方法を記しなさい。

潮汐観測

問1 次の文は、潮汐について述べたものである。正しいものには○を、間違っているものには×を付けなさい。

- (1) 日本近海における月平均水面は、一般に冬春に高く、夏秋に低い。
- (2) 潮時は、毎日前日に比べ50分程度遅くなる。
- (3) 潮差は、朔望の1ないし3日後に最大となる。
朔望から潮差が最大となるまでの時間を潮時差という。
- (4) 約半年後の月齢の等しい日の潮汐変動はほぼ等しいが、午前と午後とを逆にした変動となる。
- (5) 潮汐の主要4分潮は、 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 分潮である。

問2 次の文は、日潮不等について述べたものである。()の中に適当な語句を記入しなさい。

1日2回の潮の干満の高さは必ずしも一様でなく、かなりの差があることがある。また相次ぐ高潮または低潮間の(①)についても同様である。

はなはだしいときには、1日1回しか干満のないときもある。

このような高潮、低潮の不等を日潮不等という。

この場合、一日中の高い方の高潮を(②)、低い方の高潮を(③)という。

日潮不等は月が赤道から最も隔たった頃に最も大きくなり、赤道付近にあるときに最も小さくなる。

日潮不等の最も大きい頃の潮汐を(④)、最も小さい頃の潮汐を(⑤)という。

問3 某港において某日某時刻に音響測深機により水深を測ったところ、16.3メートル(潮高以外は補正済み)であった。某港には常設験潮所がなく、その時刻の臨時験潮所の観測基準面上の潮位は3.25メートルであった。

下に示す資料の条件から

観測基準面上の

- ①測量地の平均水面(A'_0)の算出式を記載しなさい。
- ②最低水面(DL)の算出式を記載しなさい。
- ③最低水面(DL)を算出しなさい。

- ④海図記載水深をメートル以下第1位まで算出なさい。
ただし、某港の Z_0 は、0.95メートルである。

- 資料
- 1) 常設験潮所（基準となる験潮所）の平均水面の高さ (A_0) 2.43 m
 - 2) 常設験潮所（基準となる験潮所）の短期平均水面の高さ
平成30年6月1日～6月30日の平均水面の高さ (A_1) 2.55 m
 - 3) 測量地験潮所（臨時験潮所）の短期平均水面の高さ
平成30年6月1日～6月30日の平均水面 (A'_1) 1.96 m

海底地質調査

問1 現在、各種採泥方法が利用できるが、次の採泥目的に最適と考えられる方法を下記の選択肢から選びその記号を（ ）に記入しなさい。

- (1) 広域の海底の底質分布を明らかにする ()
- (2) 海底下深部までの地質試料の採取可能 ()
- (3) 化学分析用試料の均質試料の採取可能 ()
- (4) サンプルング地点明確化 ()

選択肢

a : コアリング (柱状採泥)、 b : ドレッジ、 c : ボーリング、 d : グラブ採泥

問2 音波探査の調査結果を解析して海底活断層図を作成したい。次の問いに答えなさい。

ただし、調査海域は水深50メートル以浅で比較的海岸からの距離が近い海域とする。

- (1) どのような音波探査機器を選ぶべきか。
具体的な機器名 (または商品名) を一つ挙げて下さい。
- (2) (1) で選んだ機器の特徴を記述して下さい。
- (3) 記録の取得にあたって注意すべきことを述べて下さい。

問3 海底地形を形成する要因として考えられるものを二つ挙げなさい。

海洋情報部人事異動

新官職	氏名	旧官職
平成31年4月1日付		
海洋部海洋調査課海洋防災調査室長	奥村 雅之	十一海洋情報企画調整官
海洋部海洋調査課大陸棚調査室大陸棚調査室長	岡本 博行	十海洋情報部長
海洋部海洋汚染調査室長	鮫島 真吾	海洋部海洋調査課海洋防災調査室長
海洋部海洋情報課海洋空間情報室長	吉田 剛	九海洋情報部長
海洋部航海情報課水路通報室長	藤田 義行	警救部警備課
一海洋情報部長	小西 直樹	八海洋情報部長
四海洋情報部長	古田 明	一海洋情報部長
五海洋情報部長	杉山 栄彦	四海洋情報部長
八海洋情報部長	増田 貴仁	海洋部企画課課長補佐
九海洋情報部長	松本 良浩	海洋部技術・国際課海洋研究室上席研究官
十海洋情報部長	長岡 継	海洋部技術・国際課地震調査官
大分海上保安部長	小野 有司	海洋部航海情報課水路通報室長
下田しきね	笹原 昇	五海洋情報部長
海洋部企画課課長補佐	大戸 貴之	海洋部企画課海洋情報調整官
海洋部企画課課長補佐	山崎 哲也	海洋部環境調査課主任環境調査官
海洋部企画課課長補佐	松村 治寿	十一海洋情報監理課長
海洋部企画課海洋情報調整官	勢田 明大	海洋部海洋情報課課長補佐
海洋部企画課専門官	横銭 満弘	海上保安学校事務部会計課長
海洋部企画課庶務係長	手登根 功	海洋部航海情報課計画係長
海洋部企画課企画係長	平山 将史	総務部人事課
海洋部企画課調整係長	尾崎 英樹	八警救部救難課
海洋部企画課測量船室管理係長	片桐 学	海洋部環境調査課管理係長
海洋部予備員	高橋 和正	二海洋部海洋調査課主任海洋調査官
装技部管理課	金澤 宏行	海洋部企画課専門官
警救部管理課	渋谷 悠太	海洋部企画課調整係長
内閣官房東京オリパラ事務局	西村 一星	海洋部企画課企画係長
海洋部技術・国際課管理係長	根本 由紀子	装技部管理課庶務係長
海洋部技術・国際課地震調査官	新村 拓郎	海洋部海洋調査課海洋防災調査室主任海洋防災調査官
海洋部技術・国際課技術・国際官	川村 嘉江	採用
海洋部技術・国際課海洋研究室主任研究官	橋本 崇史	十海洋部監理課長
海洋部技術・国際課海洋研究室主任研究官	三枝 隼	海洋部環境調査課環境調査官
海洋部技術・国際課海洋研究室研究官	服部 友則	海洋部航海情報課海図審査室品質管理係長
海洋部技術・国際課海洋研究室研究官	長澤 亮佑	海洋部海洋調査課大陸棚調査室大陸棚調査官
伏木のりくら	風岡 慎一郎	海洋部技術・国際課管理係長
国交省総合政策局海洋政策課	森岡 裕詞	海洋部技術・国際課海洋研究室研究官
海洋部海洋調査課計画一係長	渡邊 健志	海洋部海洋調査課計画二係長
海洋部海洋調査課計画二係長	栗田 洋和	四海洋部海洋調査課海洋調査官
海洋部海洋調査課上席海洋調査官	瀬田 英憲	拓洋観測長
海洋部海洋調査課海洋防災調査室上席海洋防災調査官	藤原 琢磨	海洋部海洋情報課海洋空間情報室主任海洋空間情報官
海洋部海洋調査課海洋防災調査室海洋防災調査官	吉田 茂	九海洋部海洋調査課主任海洋調査官
海洋部海洋調査課海洋防災調査室海洋防災調査官	渡邊 俊一	国交省総合政策局来洋政策課
海洋部海洋調査課海洋防災調査室海洋防災調査官	中村 優斗	採用
海洋部海洋調査課大陸棚調査室上席大陸棚調査官	渡邊 義和	海洋部企画課課長補佐
海洋部海洋調査課大陸棚調査室大陸棚調査官	難波 徹	六海洋部海洋調査課海洋調査官
海洋部海洋調査課大陸棚調査室大陸棚調査官	堀之内 龍一	採用
海洋部環境調査課管理係長	内村 忍	海洋部企画課測量船室管理係長
海洋部環境調査課主任環境調査官	杉山 伸二	三海洋部海洋調査課長
海洋部環境調査課環境調査官	金 敬洋	海洋部海洋情報課管轄海域情報官
海洋部環境調査課環境調査官	中村 寛	気象庁
気象庁	和田 孝一	海洋部環境調査課環境調査官
海洋部海洋情報課課長補佐	狭間 徹	水産庁
海洋部海洋情報課大陸棚情報管理官	福島 秀生	海洋部航海情報課海図審査室課長補佐

海洋情報部人事異動

新官職	氏 名	旧官職
海洋部海洋情報課上席海洋情報官	馬場 典夫	海洋部海洋情報課海洋情報指導官
海洋部海洋情報課海洋情報指導官	浅原 悠里	内閣官房東京オリパラ事務局
海洋部海洋情報課海洋情報官	大津 優子	採用
海洋部海洋情報課海洋情報官(再任用)	柴田 宣昭	
海洋部海洋情報課管轄海域情報官	佐々田 昂平	九海洋部海洋調査課海洋調査官
海洋部海洋情報課管轄海域情報官	塩沢 舞香	採用
海洋部海洋情報課管轄海域情報官(再任用)	鈴木 孝志	
海洋部海洋情報課管轄海域情報官(再任用)	山内 明彦	
海洋部海洋情報課海洋空間情報室主任海洋空間情報官	足立 静治	八海洋部監理課長
水産庁	藤岡 ゆかり	海洋部海洋情報課海洋情報官
茨城管理課	大坂 曜司	海洋部海洋情報課管轄海域情報官
海洋部航海情報課計画係長	和志武 尚哉	国土地理院
海洋部航海情報課図誌監理係長	佐伯 充敏	十海洋部監理課情報係長
海洋部航海情報課海図編集官	小牟田 道子	海洋部航海情報課海図審査室海図審査官
海洋部航海情報課海図編集官	南波 淳一	海洋部航海情報課図誌監理係長
海洋部航海情報課海図編集官	石井 友香子	六海洋部監理課情報係長
海洋部航海情報課海図編集官	山本 明夫	二海洋部監理課情報係長
海洋部航海情報課海図編集官	奥屋 和浩	総務部海上保安試験センター
海洋部航海情報課海図編集官	阪本 亮太	国土地理院
海洋部航海情報課海図地名情報官	大堀 範子	採用
海洋部航海情報課水路通報室主任水路通報官(再任用)	須田 雅美	
海洋部航海情報課水路通報室主任水路通報官(再任用)	原 徹	
海洋部航海情報課水路通報室水路通報官	牛島 雅博	海洋部航海情報課海図地名情報官
海洋部航海情報課水路通報室水路通報官	赤木 英富美	神戸予備員
海洋部航海情報課水路通報室水路通報官	熱海 吉次	海洋部技術・国際課海洋研究室研究官
海洋部航海情報課水路通報室水路通報官(再任用)	荒木田 義幸	
海洋部航海情報課水路通報室水路通報官(再任用)	中尾 順	
海洋部航海情報課水路通報室水路通報官(再任用)	菅野 裕	
海洋部航海情報課海図審査室課長補佐	山本 正	海洋部航海情報課水路通報室主任水路通報官
海洋部航海情報課海図審査室品質管理係長	内藤 健志	海洋部航海情報課水路通報室水路通報官
海洋部航海情報課海図審査室主任海図審査官	川井 孝之	海洋部航海情報課主任海図編集官
海洋部航海情報課海図審査室海図審査官	木下 英樹	海洋部航海情報課水路通報室水路通報官
海洋部航海情報課海図審査室海図審査官(再任用)	川井 仁一	
石垣たらま	檜崎 高弘	海洋部航海情報課主任海図編集官
総務部秘書課	石倉 彩	海洋部航海情報課海図編集官
国土地理院	茶谷 隆行	海洋部航海情報課海図編集官
拓洋首席航海士	安原 幹晴	海洋部航海情報課水路通報室水路通報官
拓洋観測長	今木 滋	海洋部海洋調査課大陸棚調査室主任大陸棚調査官
拓洋首席観測士	山崎 誠一	海洋部海洋調査課大陸棚調査室大陸棚調査官
明洋観測長	小林 伸乃介	海洋部海洋調査課計画一係長
海上保安学校教官	宮尾 大樹	七海洋部監理課監理係長
一海洋部海洋調査課主任海洋調査官	飯塚 正城	六海洋部海洋調査課主任海洋調査官
一海洋部海洋調査課海洋調査官(再任用)	増山 昭博	
二海洋部監理課情報係長	栗原 恵美	海洋部航海情報課海図編集官
二海洋部海洋調査課海洋調査官	大友 裕之	八海洋部海洋調査課海洋調査官
三海洋部監理課監理係長	吉田 泰	二海洋部海洋調査課海洋調査官
三海洋部監理課情報係長	阿部 周平	三海洋部海洋調査課海洋調査官
三海洋部海洋調査課長	新崎 泰弘	三海洋部海洋調査課主任海洋調査官
三海洋部海洋調査課主任海洋調査官	野坂 琢磨	三海洋部監理課情報係長
三海洋部海洋調査課海洋調査官	高橋 信介	三海洋部監理課情報係長
四海洋部海洋調査課海洋調査官	本間 章禎	十一海洋部海洋調査課海洋調査官
下里観測所長	瀬尾 徳常	明洋観測長
六海洋部海洋調査課主任海洋調査官	小野 智三	海上保安学校教官
七海洋部監理課専門官	土橋 一夫	海洋部海洋調査課海洋防災調査室海洋防災調査官
七海洋部監理課監理係長	倉持 幸志	七海洋部海洋調査課海洋調査官

海洋情報部人事異動

新官職	氏名	旧官職
七海洋部監理課情報係長	堀辺 哲男	長崎交通課
七交通部安全対策課	横山 素	七海洋部監理課情報係長
八海洋部監理課長	浅野 晋一	海洋部航海情報課海図編集官
八海洋部監理課専門官	福良 博子	下里観測所長
九海洋部監理課長	向仲 英司	海洋部海洋情報課管轄海域情報官
九海洋部監理課監理係長	岡田 武男	三海洋部監理課監理係長
九海洋部海洋調査課主任海洋調査官(再任用)	吉 宣好	
九海洋部海洋調査課海洋調査官	小笠原 祥平	十一海洋部監理課情報係長
九海洋部海洋調査課海洋調査官	松永 智也	海洋部環境調査課環境調査官
国土地理院	社 泰裕	九海洋部監理課監理係長
十海洋部監理課長	大田 毅徳	九海洋部監理課監理課長
十海洋部監理課監理係長	川上 勝久	十海洋部海洋調査課海洋調査官
十海洋部監理課情報係長	坂口 澄雄	七海洋部海洋調査課海洋調査官
十海洋部海洋調査課主任海洋調査官	中山 浩一郎	海洋部企画課庶務係長
十海洋部海洋調査課海洋調査官	湯前 洋輝	十海洋部監理課監理係長
十一海洋情報企画調整官	山尾 理	海洋部企画課課長補佐
十一海洋情報監理課長	野田 秀樹	十一海洋情報調査課長
十一海洋情報監理課監理係長	久間 裕一	十一海洋情報調査課海洋調査官
十一海洋情報監理課情報係長	内田 昌治	十一海洋情報監理課監理係長
十一海洋情報調査課長	下村 広樹	一海洋部海洋調査課主任海洋調査官
十一海洋情報調査課海洋調査官	村上 大樹	九海洋部海洋調査課海洋調査官

退職者

平成31年3月31日付	
海洋部海洋調査課大陸棚調査室長	吉 宣好
海洋部環境調査課海洋汚染調査室長	小嶋 哲哉
海洋部海洋情報課海洋空間情報室長	古川 博康
海洋部海洋情報課大陸棚情報管理官	山内 明彦
海洋部海洋情報課上席海洋情報官	百崎 誠
海洋部航海情報課水路通報室水路通報官	菅野 裕

「インターナショナルボートショー2019」で 今年も展示を行いました

一般財団法人 日本水路協会

「ジャパンインターナショナルボートショー2019」が、本年は3月7日（木）から10日（日）の間、パシフィコ横浜と横浜ベイサイドマリーナで開催されました。初日以外は天候に恵まれ、両会場で前年比103%、約55,200名の来場者がありました。58回目となる今回のボートショーは『海・心満たされる時間・・・』をテーマに、230社・団体が出展しました。そのなかで水路協会は、今年も協会史上最大規模の6コマ（1コマは3m×3m）に及ぶブースの面積をフルに活用し、航海用電子参考図 new pec を市場において「new pec ブランド」として一層の浸透を図るため、new pec のライセンス供与先である「new pec ファミリー」を新たなメンバーとなった YAMAHA グループとともに前面に押し出しつつ、協会のPC版 new pec のアピールも一体化して行う「new pec プロモーション」と共に、協会の伝統的な雰囲気も反映させたブース作りで水路図誌や協会のオリジナル製品の物販と説明も充実させ、それらの相乗効果から、より多くの皆様の来訪をめざすという出展方針で臨みました。



ブース全景（オープン前）

「new pec プロモーション」では、プレジャーボートから内航船まで幅広い航海で支持されている new pec について、当協会のPC版を始め、ライセンス供与先の主要メーカー各社のうち、希望する5社6ブランドが自慢の new pec 製品（GPSプロッター機器類等）を持ち寄って共同展示を行い、原則としてそれぞれ説明員を1名ずつ配置していただきました。ブースデザインもホワイトとブルーを基盤にした明るいイメージとし、来場者が立ち入りやすい動線を意識したブース内の配置にもこだわりました。これらの効果もあり、メインストリートに面した好立地を十分に活かせることから展示物の魅力をよりご理解いただくことができ、来場者のブース内における滞在時間へ反映され、「滞在時間の長い賑わいのあるブース」という目標は、new pec コーナーを中心に概ね達成されたと思います。

また、new pec の良き理解者であり、外国人として単独のヨットで初めて日本一周を達成し、ただいま二週目に挑戦中であるカナダ人セーラーのカーク・R・パタソンさんには、今年も「ニューペックアンバサダー」としてホストをお願いし、流暢な日本語でブース内でののご案内をしていただきました。

さらに、会期中には主催者側の企画として、ボートショーでしか聞けない18講座をそろえた「海ゼミ」が会場内で開催され、水路協会がスポンサーとなって昨年に引続いてカークさんが講演し、立見の方もたくさん出る大盛況のなかで、クルージングのあれこれを流暢な日本語でお話するとともに、new pec の使い勝手を、モバイルアプリで解説しました。



カークさんの講演会「海ゼミ」
new pec の使い勝手をモバイルアプリで解説

今回の注目は、まず YAMAHA グループの YAMAHA とガーミンの2ブランドです。共に競争力のあるブランドとして知られており、展示したカタログも多くの方に注目され、お持ち帰りになりました。次に、マップル・オン社が開発したスマートフォン (iPhone) ・タブレット版 (iPad) 向けアプリである「new pec smart」です。この配信を利用したアプリは、今年も多くのエンドユーザーの皆様のご注目を集め、人波がほとんど絶えませんでした。また、幅広い業界の皆様も繰り返し訪れ、その軽快に動く使用感を確かめて写真撮影を行うなど、大変盛況な展示となりました。



new pec プロモーション

一方、協会のオリジナル製品である Yチャート、Sガイド、潮見カレンダー等と海上保安庁が刊行する水路図誌を PR するに当たっては、既存の海図棚を用いたカウンターと併せて昨年好評でしたサロン風のスペースを設け、カウンター越しではない対面サービスも可能とし、より親近感が増すような工夫をしました。また、

大型ディスプレイなどを活用し「お気軽に声をおかけ下さい」などと呼びかけました。さらに、その場で皆様からいただきましたご意見などは、貴重な声といたしまして今後の製品作りや販売サービスなどの改善につなげていくことにしております。そして、このような地道な取り組みを通じて、協会関連製品の認知度向上と売上増につなげていきたいと考えております。



販売(手前)・説明(奥)コーナー

今回のボートショーでは、昨年にも引き続いて協会のビジネスパートナーである「new pec ファミリー」各社との共同展示などを通じ、新たな購入を見込めそうなお客様層を共に獲得し、相互協力と信頼関係の深化を一層図ることができました。また、new pec の開発当時から皆様の強い要望をいただきながら実現できず、協会の悲願でもあったスマートフォン・タブレットへの対応についても、協会の全面的な支援の下で連携した道路地図の大手である昭文社の100%子会社であるマップル・オン社を通じ、非常に高いレベルの品質で昨年3月にリリースされた「new pec smart」は、その後、AISとSガイドの表示が可能となり、本年2月には日本小型船舶検査機構から、沿岸小型船舶用法定備品として認可されるに至りました事は喜ばしい限りです。

協会では、航海の安全を支えるという使命の基に先輩諸氏が積上げてきた輝かしい実績を基に、市場のトレンドを意識した先端的な製品・サービスをパートナーシップなどの手法を活用して実現させることができました。これからは皆様に喜んでいただけますような製品・サ

ービスを目指して参りたいと考えております
ので、ご支援を引続き賜りますようよろしくお
願い申し上げます。

来場者数 55,243名（2会場・4日間合計）

	2019年			過去4年間の来場者数			
	2会場 合計	内 訳		開催日1日目から4日目		2会場	
		パシフィコ横浜	横浜ベイホール・アリーナ	2018年	2017年	2016年	2015年
7日（木）雨	7,479名	5,996名	1,483名	7,209	6,712	7,324	7,258
8日（金）晴	11,186名	8,004名	3,182名	11,297	11,233	9,605	8,540
9日（土）晴	19,583名	14,273名	5,310名	16,646	16,406	15,568	12,769
10日（日）曇	16,995名	12,272名	4,723名	18,268	17,901	17,018	14,532
4日間 2会場 累計	55,243名	41,045名	14,198名	53,420	52,252	49,515	43,100



大通りに面した水路協会ブース

2020 年潮見カレンダー掲載写真募集

(一財)日本水路協会では「2020 年潮見カレンダー」に掲載する写真を次の要領で募集いたします。

潮見カレンダーは、年間毎日時々刻々の潮汐を曲線で描画し、海浜・磯辺で楽しめる時間帯の表示、日の出・日の入り時刻、六曜等暦情報を記載した海洋レジャー用カレンダーです。



(2018 年採用写真の掲載例)

■ 応募条件

日本国内の海浜・磯辺での風景及びヨット等での海上活動風景(人物を含む)などで、季節感があり、海へのお出かけを誘うような魅力あるもの。

■ 募集期間

2019 年 5 月 7 日(火)～7 月 24 日(水) 締め切り日必着

■ 募集枚数

1 月から 12 月まで計 12 枚を募集いたします。

採用された方にはデータ使用料 10,000 円/枚および 2020 年潮見カレンダー (2 部) を進呈いたします。

■ 写真の規格・応募方法・採用作品について

- 規格 2.0MB 以上のデジタル写真(JPEG 形式、横長)とします。
- 応募数 おひとり様につき 4 枚までご応募できます。
- 応募方法 A4 用紙 (横長) に選考用のプリントサンプルを印刷して、応募者氏名・

撮影年月日・撮影場所・応募番号（1/4, 2/4, 3/4, 4/4）を裏面に記載してください。封筒に「カレンダー写真応募」と朱書きし、氏名、住所、電話番号、メールアドレスを明記の上、プリントサンプルを下記送付先までお送りください。電子メールでは受け付けておりません。なお、プリントサンプルには、画像処理、トリミング、色補正等は一切行わないで下さい。

■ 採用通知 採用された方には2019年8月下旬までにご連絡いたします。採用写真のデジタルデータをCD-R等の電子磁気媒体に収録してご提出ください。ただし選考過程でデジタルデータの提出をお願いする場合があります。

■ 作品の返却について

プリントサンプルは原則として採用・不採用に関わらず返却致しませんので予めご了承下さい。もし返却を希望される場合には、応募の際の封筒裏面に返却希望と朱書き明記して下さい。返却方法は宅配便を利用しますが、着払いとさせていただきます。

■ 応募規定

応募いただいた写真及びデジタルデータは、全て下記事項に同意いただいたものとします。

- ① 応募作品は未発表、または発表予定のない作品に限ります。
- ② 採用作品については、デジタルデータを無償で提供していただきます。
- ③ 採用された場合、作品に関するすべての権利は協会等に帰属させていただきます。
- ④ 採用作品は、トリミング等行って使用させていただくことがありますので、ご了承下さい。
- ⑤ 人物等の被写体に関する肖像権は、応募者の責任において了解がとられたものとさせていただきます。
- ⑥ 潮見カレンダーは、当協会から一般向けに販売することについて、ご了承いただいているものとさせていただきます。

※ 個人情報について

応募時にお知らせいただく個人情報は、応募作品についてのお問い合わせ、作品の返却時及び当協会事業等のご案内にのみ用い、それ以外での使用は致しません。

■ 送付・お問い合わせ先

〒144-0041 東京都大田区羽田空港 1-6-6 第一綜合ビル 6階

(一財) 日本水路協会 情報事業部

2020年潮見カレンダー写真募集係 宛

Tel: 03-5708-7071 E-mail: info@jha.jp

協会だより

日本水路協会活動日誌（平成31年1月～3月）

1月

日	曜	事 項
4	金	◇ newpec（航海用電子参考図） 1月更新版提供
10	木	◇ 機関誌「水路」第188号発行
17	木	◇ 水路新技術講演会
27	日	◇ チャートワーク教室 横浜ベイサイドマリーナ

2月

日	曜	事 項
1	金	◇ 機関誌「水路」編集委員会
8	金	◇ 水路技術奨励賞選考委員会
24	日	◇ チャートワーク教室 広島観音マリーナ

3月

日	曜	事 項
2	土	◇ チャートワーク教室 与那原マリーナ
7 ～ 10	木 ～ 日	◇ ジャパンインターナショナル ボートショー2019に出展
18	月	◇ 第24回理事会 ◇ 第33回水路技術奨励賞表彰式 (東海大学校友会館)
27	水	◇ 水路測量技術検定試験小委員会
29	金	◇ Yチャート H-177 (城ヶ島一熱海) 発行



第24回 理事会開催

平成31年3月18日（月）、東海大学校友会館において、第24回理事会が開催されました。

○理事会（11時～12時）

- 1) 平成31年度事業計画及び収支予算について
- 2) 第10回評議員会の招集について
- 3) 報告事項

(代表理事及び業務執行理事の職務執行状況について)

(マラッカ・シンガポール海峡の水路測量及び海図整備プロジェクトへの参画について)

編集後記

- ★ 白神庸男さんの「最新の海洋調査「来島海峡の潮流観測」」は、潮流観測について図を多用しながら素人にも解りやすい簡単な説明とその歴史とともに、昨年、第六管区で実施された潮流観測の概要について紹介されております。
- ★ 谷口 旭さんの「プランクトンが語る海の環境と生態系《8》」は、186号から始まった動物プランクトン編ですが、同号で海洋生態系の成立と安定持続に寄与する動物プランクトンの機能的役割について4項目紹介するとの予告をされておりましたが今回がその4回目で、「植物プランクトン生産の季節変動を標準化する機能」について詳しく紹介されております。
- ★ 今村 遼平さんの「中国の地図を作ったひとびと《10》」は、唐代の道士で著名な天文学者・数学者であり易学者でもある李淳風^{りじゆんぽう}について、その生い立ちから頭角を現わした青年時代、また、史学分野・数学分野・天文学分野等での貢献や晩年の研究であった「乙巳占」10巻の執筆について紹介されております。

- ★ 加行 尚さんの「健康百話(66)」は、「浮腫(むくみ)」についてのお話です。「浮腫」とは「身体のお組織間隙または体腔内にリンパ液・漿液が多量にたまった状態。皮下組織では体表から浮腫みとして認められる。」とのこと。いろいろな浮腫みがありますが、よく耳にするものは「エコノミー症候群」ですね。長時間同じ姿勢でいると血栓が出来やすくなり、出来た血栓が肺の静脈を詰まらせてしまうことで発症するという事です。一日のうち、朝は何ともないのに午後から夜にかけて浮腫んでくるような場合は足の運動不足によるものなので心配はないようですが、午後から夜にかけての下腿の浮腫みが翌日朝になっても消失しない場合は深部静脈血栓症が疑われるようなので、直ぐに医療機関を受診するようにしてください。

(伊藤 正巳)

編集委員

藤田 雅之	海上保安庁海洋情報部 技術・国際課長
西崎 ちひろ	東京海洋大学学術研究院 海事システム工学部門助教
今村 遼平	アジア航測株式会社 名誉フェロー
勝山 一朗	日本エヌ・ユー・エス株式会社 新ビジネス開発本部 営業担当部長
細川滝馬ダニエル	日本郵船株式会社 海務グループ 航海チーム
伊藤 正巳	一般財団法人日本水路協会 専務理事

水路第189号

発行：平成31年4月25日

発行先：一般財団法人 日本水路協会
〒144-0041 東京都大田区羽田空港1-6-6
第一総合ビル 6階
TEL 03-5708-7074 (代表)
FAX 03-5708-7075

印刷：株式会社 ハップ
TEL 03-5661-3621

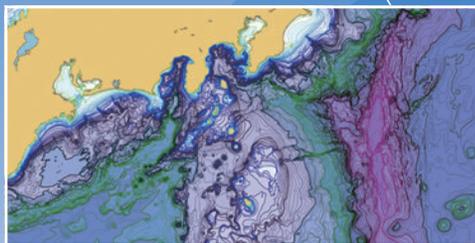
税抜価格：400円 (送料別)

*本誌掲載記事は執筆者の個人的見解であり、
いかなる組織の見解を示すものではありません。

海底地形デジタルデータ あなたのM7000は 最新ですか？

シリーズ

海底地形デジタルデータ M7000 シリーズは、日本沿岸全域をカバー。
全国を 27 エリアに分けて、海岸線、等深線、低潮線の情報を収録。
データ形式は、アスキーファイルとシェープファイルの 2 種類。
目的によってデータも自在に加工可。
海洋調査、漁業、工事など、さまざまなシーンで活躍。
データの内容は随時更新。
最新のデータがさまざまな場面であなたをサポート。
更新情報は、海図ネットショップにて御確認いただけます。



M7000シリーズの 更新情報

- 2018年 更新
- 2017年 更新
- 2016年 更新
- 2015年 更新
- 2014年 更新
- 2013年 更新

(2019年4月現在)



海図ネットショップ

JHA (一財)日本水路協会
<https://www.jha.or.jp/shop/>