

The background of the slide is a vintage-style map with a compass rose in the top left corner. The map is aged and yellowed, with various geographical features and text visible. The compass rose shows cardinal and intercardinal directions (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) and degree markings (80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360).

## 第1回

海図を使いこなして  
“おれは海賊王になる！”

*yokose@sci.kumamoto-u.ac.jp*

# 地球の丸さを実感できる水平線



ところで？ 水平線までの距離は？.....

# 海图

航海图 (缩尺1/500,000)



海岸图 (缩尺1/100,000)



# 緯度・経度のおさらい 1

- 緯度は赤道を0度として南北それぞれを90度  
にわけ、北を北緯、南を南緯として数える。

表記例 北緯35度41分30秒

北緯 $35^{\circ} 41' 30''$

北緯 $35^{\circ} 41.50'$

$35^{\circ} - 41.50' N$

$35\_41.50' N$

## 緯度・経度のおさらい 2

- 経度は、旧王立グリニッジ天文台をとおりる子午線を0度とし、東西にそれぞれ180度に分け、東側を東経、西側を西経として数える。

表記例 東経139度46分30秒

東経139° 46' 30''

東経139° 46.50'

139° - 46.50' E

139\_46.50' E

# 身近な位置情報(お手軽GPS)



「この富士山、どこでどうやって撮影したのだけ？」ということがなくなります。 \*イメージ画像です。実際のマップとは異なります。

# GPSで得られる情報

名称	緯度	経度	標高	日付	時刻(UTC)	測地系	方位
No. 1	32.4745	130.432		32	2007/10/17	1:58:28WGS84	-99999
No. 2	32.47451	130.432		32	2007/10/13	1:58:43WGS84	0
No. 3	32.47451	130.432		32	2007/10/13	1:58:58WGS84	0
No. 4	32.47451	130.432		32	2007/10/13	1:59:13WGS84	0
No. 5	32.47451	130.432		32	2007/10/13	1:59:28WGS84	0
No. 6	32.47451	130.432		32	2007/10/13	1:59:43WGS84	0
No. 7	32.4745	130.432		32	2007/10/13	1:59:58WGS84	0
No. 8	32.4745	130.432		32	2007/10/13	2:00:13WGS84	0
No. 9	32.4745	130.4319		32	2007/10/13	2:00:28WGS84	0
No. 10	32.4745	130.432		32	2007/10/13	2:00:43WGS84	0
No. 11	32.4745	130.432		32	2007/10/13	2:00:58WGS84	0
No. 12	32.47457	130.432		32	2007/10/13	2:01:13WGS84	0
No. 13	32.47474	130.4318		34	2007/10/13	2:01:28WGS84	351
No. 14	32.47496	130.4309		52	2007/10/13	2:01:48WGS84	286.3
No. 15	32.4748	130.4307		52	2007/10/13	2:02:03WGS84	274.2
No. 16	32.47471	130.4306		50	2007/10/13	2:02:18WGS84	337.7
No. 17	32.47465	130.4305		44	2007/10/13	2:02:33WGS84	253.2
No. 18	32.4746	130.4305		48	2007/10/13	2:02:48WGS84	316.6
No. 19	32.47468	130.4305		50	2007/10/13	2:03:03WGS84	238.6
No. 20	32.47461	130.4305		49	2007/10/13	2:03:18WGS84	238.6
No. 21	32.47463	130.4306		47	2007/10/13	2:03:33WGS84	358.5
No. 22	32.47468	130.4304		47	2007/10/13	2:03:48WGS84	162
No. 23	32.47469	130.43		47	2007/10/13	2:04:03WGS84	271.5
No. 24	32.47458	130.4257		47	2007/10/13	2:04:18WGS84	264.3
No. 25	32.474	130.4256		47	2007/10/13	2:04:33WGS84	195.3
No. 26	32.47326	130.4257		47	2007/10/13	2:04:48WGS84	185.3
No. 27	32.47251	130.4256		47	2007/10/13	2:05:03WGS84	179.2
No. 28	32.47237	130.4256		47	2007/10/13	2:05:18WGS84	183
No. 29	32.47233	130.4256		47	2007/10/13	2:05:33WGS84	187.8
No. 30	32.47232	130.4256		47	2007/10/13	2:05:48WGS84	214.5
No. 31	32.47228	130.4255		47	2007/10/13	2:06:03WGS84	214.5
No. 32	32.47217	130.4252		47	2007/10/13	2:06:18WGS84	243.5

# GPSによる測位の原理

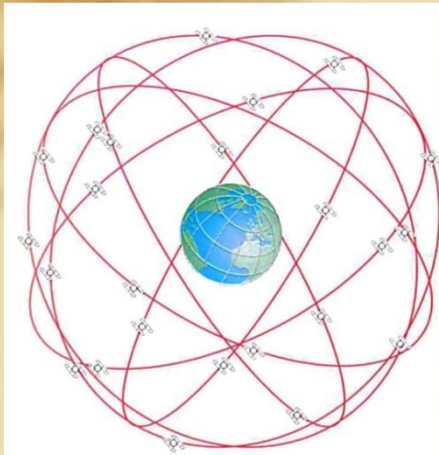
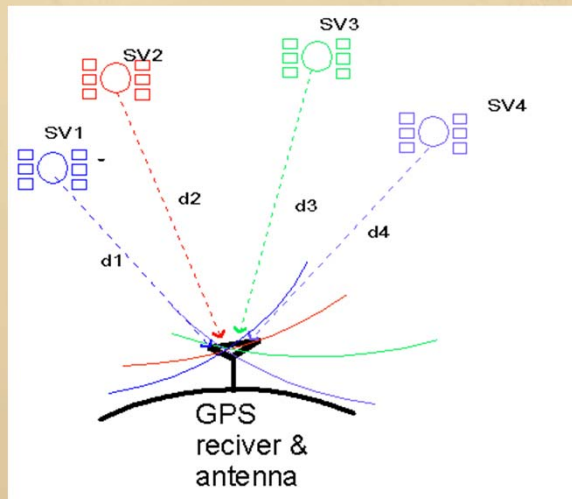


Figure 1.6 The GPS (Global Positioning System) satellite array, consisting of 24 satellites arranged in six orbital planes, each inclined at  $55^\circ$  to the Equator. The satellites are in circular orbits at a height of 20 200 km, with 12-hour orbital periods. At least four satellites are always 'in view' from a receiver anywhere on Earth.



- 衛星の位置(SV1,SV2,SV3,SV4)が既知のとき、各衛星とGPSレシーバとの距離( $d_1, d_2, d_3, d_4$ )が求めれば、球の方程式の解として、GPSレシーバの位置( $X, Y, Z$ )が求まる。
- GPS衛星との距離は、電波の伝搬遅延時間をスペクトラム拡散による測距技術により求める。この測位技術による測定精度は1m以下(時刻差にして10のマイナス8乗程度)である。衛星の時計には、原子時計が使われていて、標準時刻系(UTC)に正確に同期している。GPS測位では、受信点の位置が求まると同時に、伝搬時間差から逆算することで受信機時計と標準時刻との補正量も求まる。



# デファレンシアルGPS

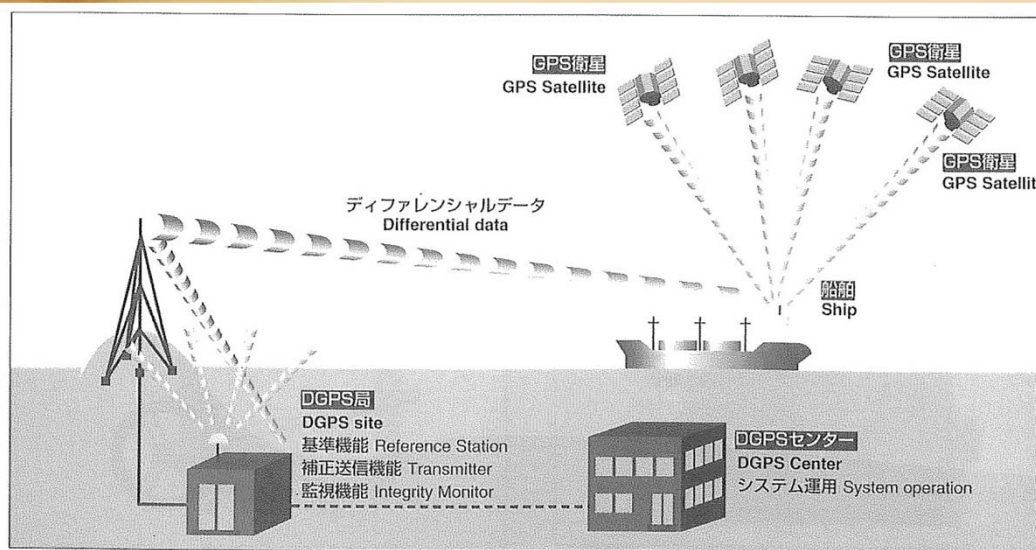


図10.9 ディファレンシャルGPS (DGPS) の特徴  
GPS は、中波標識局 (ラジオビーコン) の電波を使って、GPS の民間利用の精度 (公称100 m) を10 m以下にまで向上し、同時にGPS 衛星の故障など異常発生情報をユーザーに直ちに知らせるシステムである。【海上保安庁 (1999)】

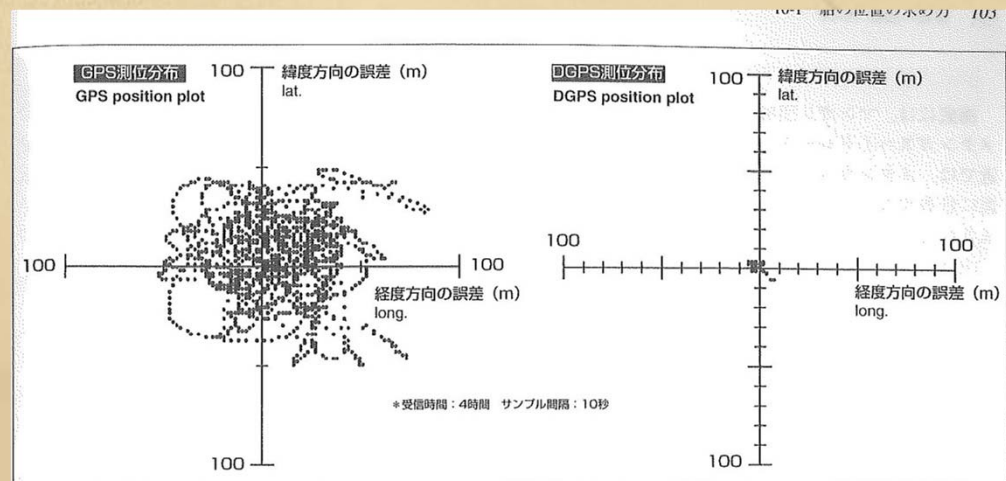


図10.10 DGPSによる精度向上  
DGPS は、1) あらかじめ位置が正確にわかっている基準点に設置した GPS 受信機により位置を測定し、その測定位置と基準点位置とのずれから GPS 電波の距離測定誤差を計算、2) 計算された距離測定誤差は、ディファレンシャルデータに編集され、中波無線局の電波に乗せて送信、3) ユーザー受信機では、ディファレンシャルデータを受信して、位置の補正を行う。【海上保安庁 (1999)】

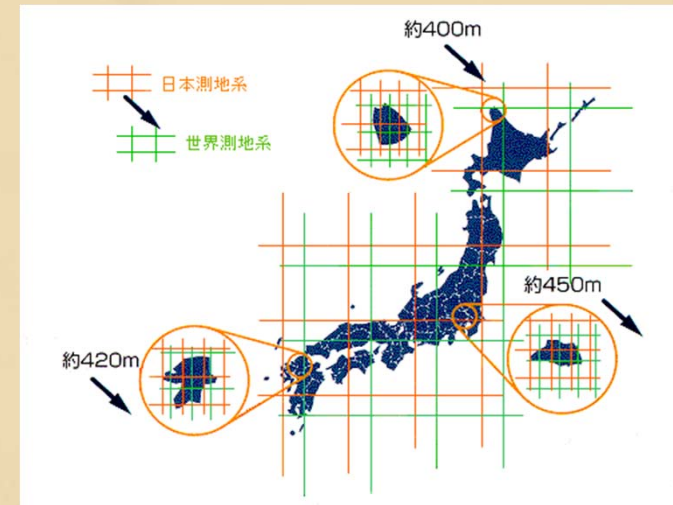
# 日本測地系と世界測地系

## 世界測地系移行の概要

経線・緯線は、地球を測る「ものさし」です。  
日本では「ものさし」のあてかたが、  
世界共通の「ものさし」と違っていました!?

我が国では、改正測量法の施行前は、明治時代に採用したベッセル楕円体を使用していました。明治政府は、近代国家に不可欠な全国の正確な地図である5万分の1地形図を作るために、基準点網を全国に整備しました。この時採用された楕円体が、改正測量法の施行前まで使用されてきたベッセル楕円体です。そして、当時の東京天文台の経度・緯度が、天文観測により決定されました。この位置が現在の日本経緯度原点となっています。この測地基準系を「日本測地系」と呼んでいます。全国に設置された基準点の経度・緯度は、日本経緯度原点を絶対的な位置の基準として求められて行ったのです。

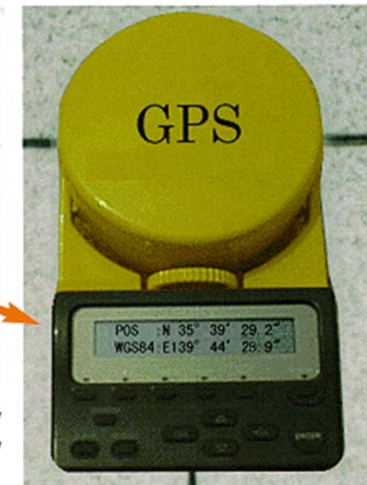
しかし、VLBIや人工衛星により地球規模の観測ができるようになった今日では、日本測地系は、残念ながら、地球全体によく適合した測地基準系であるとは言えなくなってしまいました。



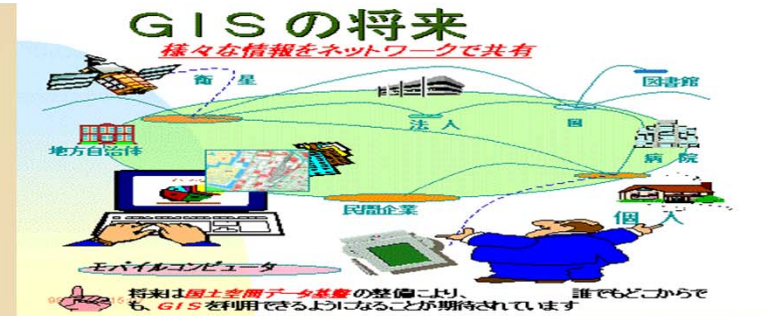
日本経緯度原点



緯度 N 35° 39' 17.5148"  
経度 E 139° 44' 40.5020"



# WGS84



- World Geodetic System(世界測地系) 1984の略語

米国が構築・維持している世界測地系です。GPSの軌道情報で使われているほか、GPSによるナビゲーションの位置表示の基準として使われています。

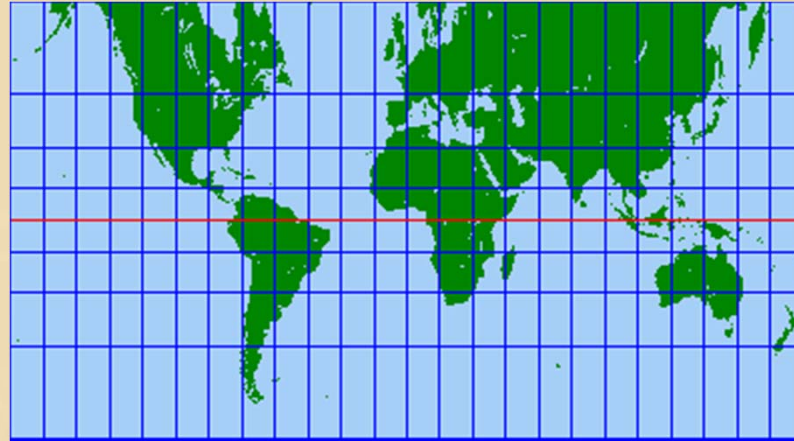
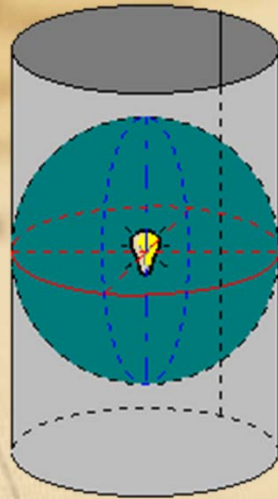
- GPSは、もともと軍事用で開発されたため、WGS系で運用されています。WGS84は、高精度・継続性よりむしろリアルタイム性が重要視される軍事、航法、海図、ナビゲーションの分野に適した世界測地系です。また、WGS84は、これまでに数回の改定を行っていますが、その都度ITRF系に接近し、現在ほとんど同一のものといえます。
- **ITRF94座標系** International Terrestrial Reference Frame (国際地球基準座標系) 1994の略語です。ITRF94座標系は、IERS (International Earth Rotation Service: 国際地球回転観測事業) が構築した3次元直交座標系です。この座標系では、地球の重心に原点を置き、X軸をグリニッジ子午線と赤道との交点方向に、Y軸を東経90度の方向に、Z軸を北極の方向にとって、空間上の位置をX、Y、Zの数字の組で表現します。

# 海図の使い方(距離を測るとき)



**必ず経度線上で測ること！**

# 円筒図法 (メルカトール図法など)

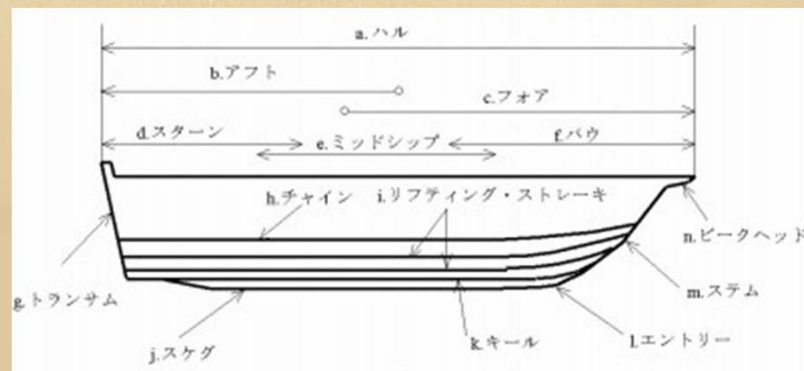


メルカトール図法の地図において、出発地と目的地との間に直線を引いて経線となす角度（「舵角」と言う）を測り、**コンパス**を見ながら常にその角度へ進むようにすれば必ず目的地に到着する。このコースは航程線（**等角航路**）と呼ばれ、多くの場合実際の最短距離（**大圏コース**）から大きく外れるが、舵取りが容易であることから、**羅針盤**の発明された時代から広く利用されてきた。

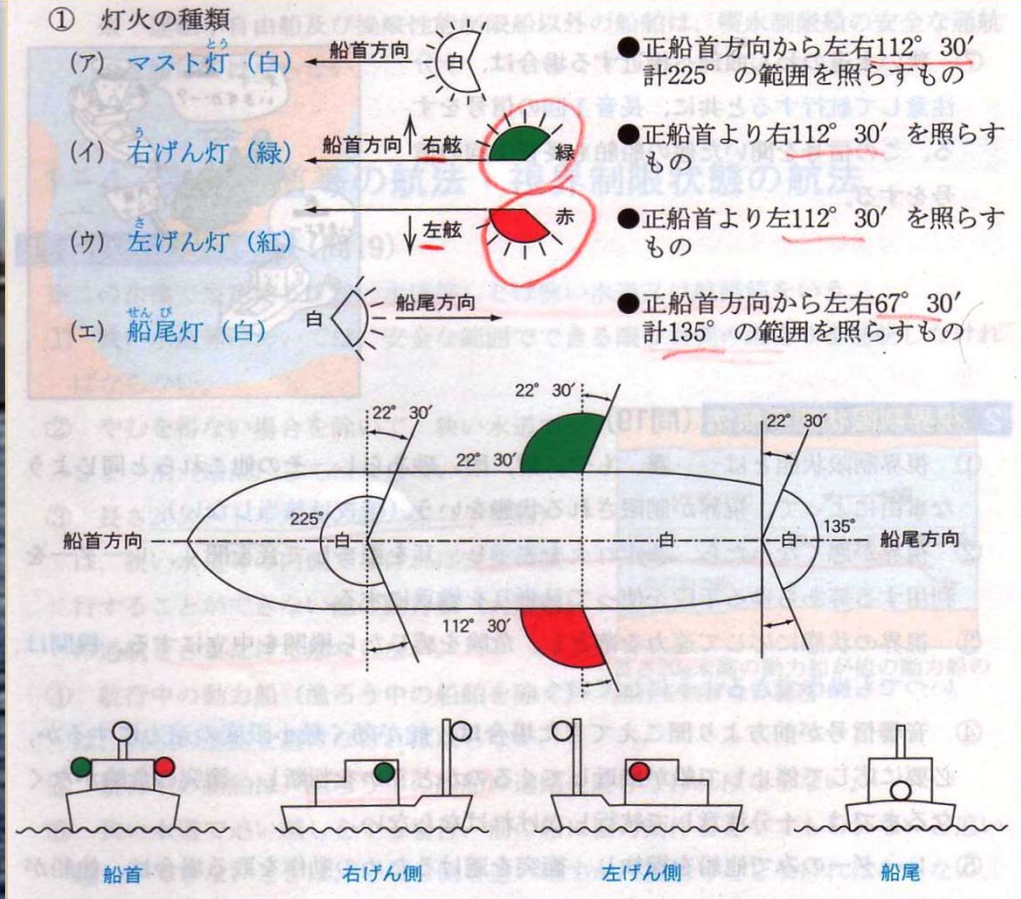


# 基本的な用語

右舷・左舷は船の進行方向に向かって右側・左側のことです。英語では **starboard side**, **port side** と言います。「**starboard**」は **steering board** の変化したものです。左図、昔々のバイキングの舟を見て下さい。この頃の舟は「かじ」板をまだ舟の船尾の中心に据え付ける技術がなかったため船尾の右側の舷側に「舵取り板」を付けていたのです。その「舵取り板」すなわち "steering" board が訛(なま)って "star" board になったというわけです。「**port**」はその昔は **larboard** と呼ばれていました。"lar" とは「**Lares**」すなわちローマ時代の「ラール」という「道路・海路の守護神」の事で、その神様の名前が付いていたのですが、starboard との混同を避けるため舵取り板のじゃまにならない「港に着ける側」すなわち左側を「**port の side**」と呼ぶようになったわけです。この用語は「飛行機」にそのまま取り入れられています。船と同じように左側が港の側ですから左側のドアしか出入りに使わないというわけです。



# イージス艦“あたご”と漁船衝突



# 方位の決定(羅針盤とジャイロコンパス)

## 航海用の機器

1100年代にヨーロッパ人は磁石の羅針盤(magnetic compass)を使い始めたが、それを最初に発明したのは中国人だった。羅針盤を使えば、航海者たちは、陸地が見えなくても舵をとることができた。磁鉄鉱(lodestone または magnetite)で作られた羅針盤の針が常に地球の磁北極(magnetic North Pole)を指すからである。



1400年までには、水平線上の太陽や星の高さを測るためにアストラーベ(astrolabe, 左図)と称する天体観測儀が用いられ始めた。これを使えば、船の位置の大体の緯度(南北方向のどこにいるか)を知ることができた。しかし、船の経度(東西方向の位置)は勘に頼るよりほかなく、海流や船速から見当をつけていた。

## ジャイロコンパス(転輪羅針盤)

何世紀もの間、船乗りたちは、北の方角を知るために磁石の羅針盤を使っていた。しかし、磁針だと、真の地理学上の北極ではなくて、地磁気の北極(magnetic North Pole)の方角を指してしまう。真の北極と地磁気の北極は少し離れているので、航海者たちは、複雑な計算をしなければならなかった。ところが、1911年に、エルマー・スペリー(Elmer Sperry)という米国人電気技師が、地磁気によらない転輪羅針盤(nonmagnetic gyroscopic compass), すなわち常に本当の北を指すジャイロコンパス(gyrocompass)を開発した。多くの船舶は今日でも、最新式の電子システムが故障した場合の予備手段として、ジャイロコンパスを備え付けている。



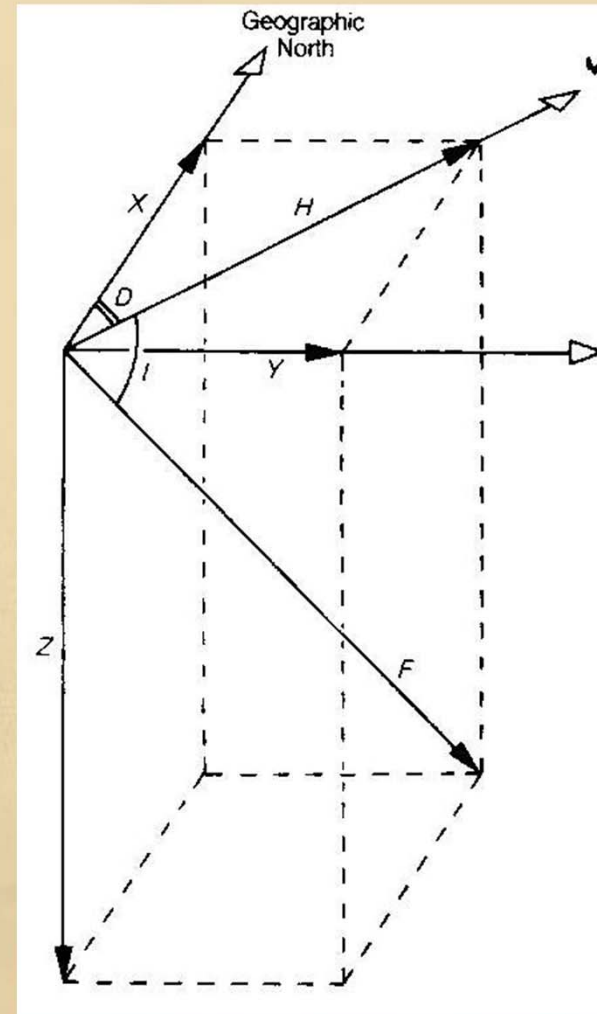


# 針路を測る



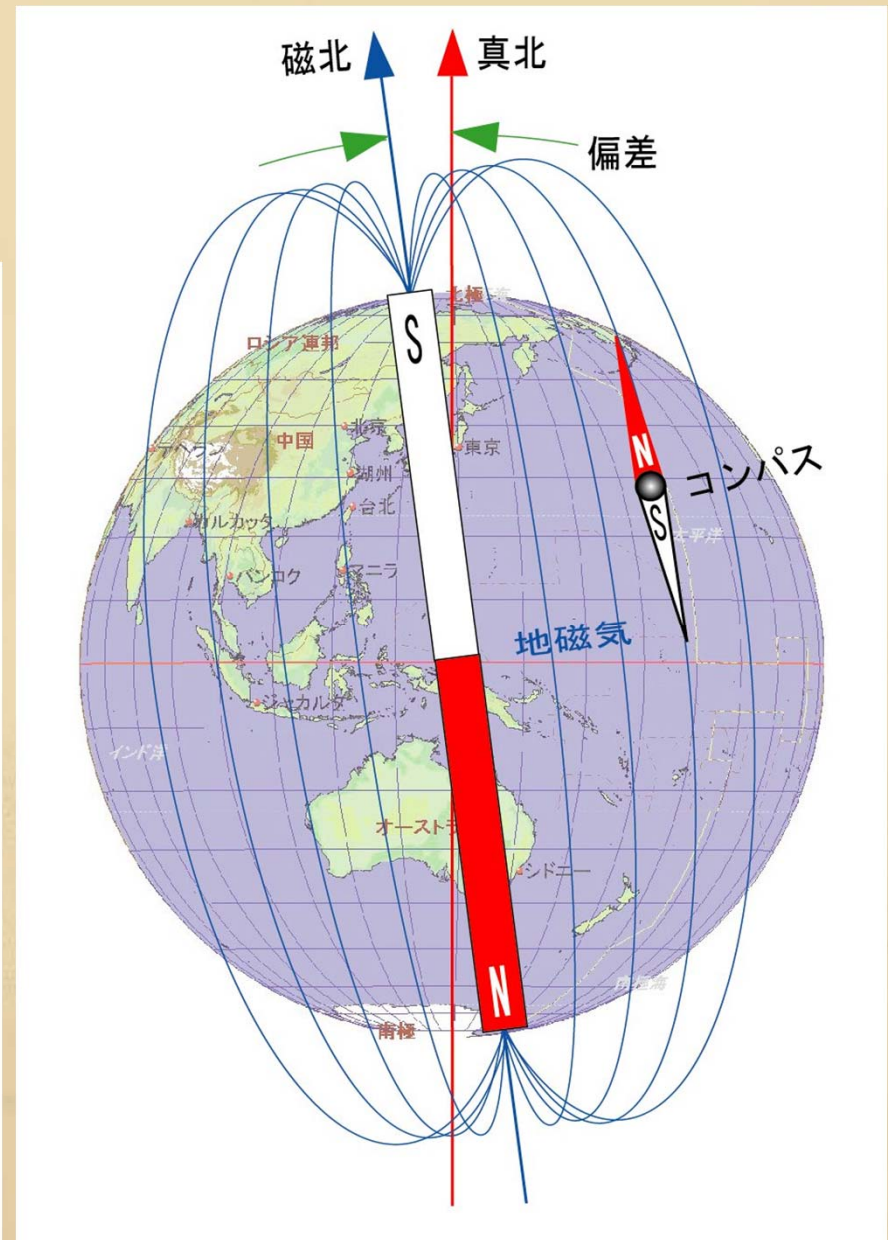
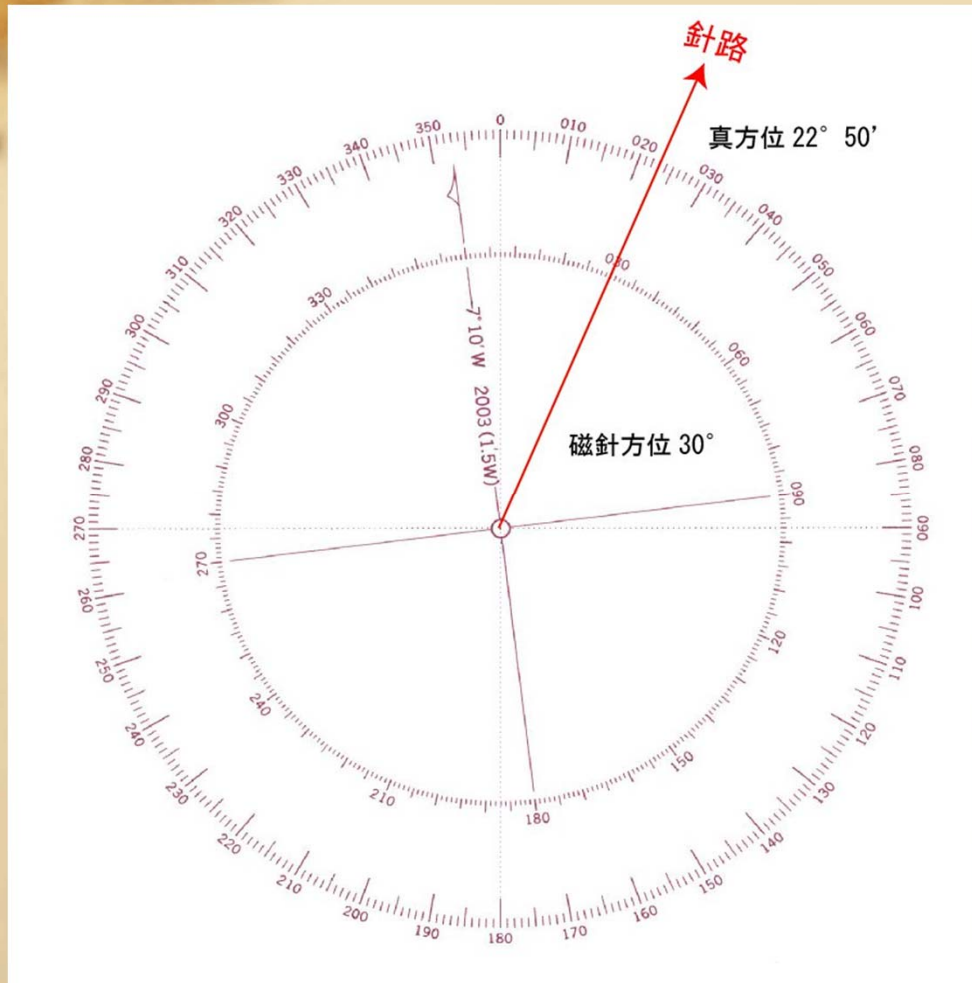
コースラインを平行移動してコンパスローズに合わせて針路を測定する

# 偏角の大きさは地球上の位置で異なる



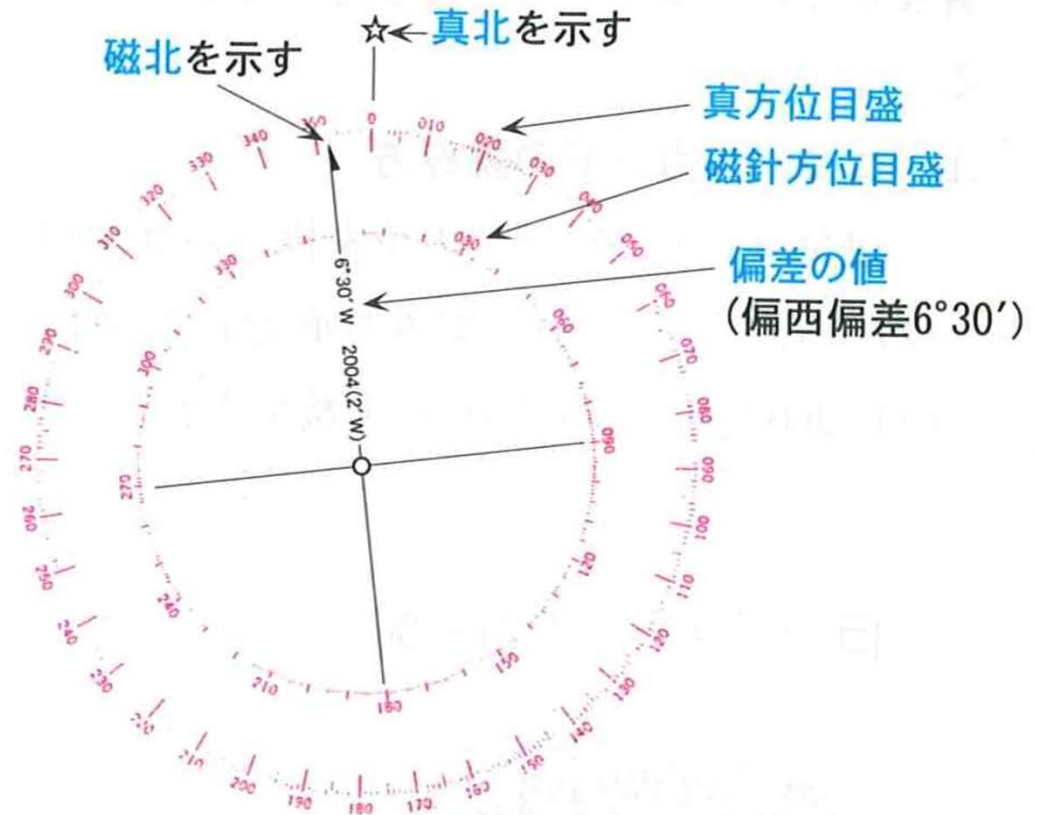
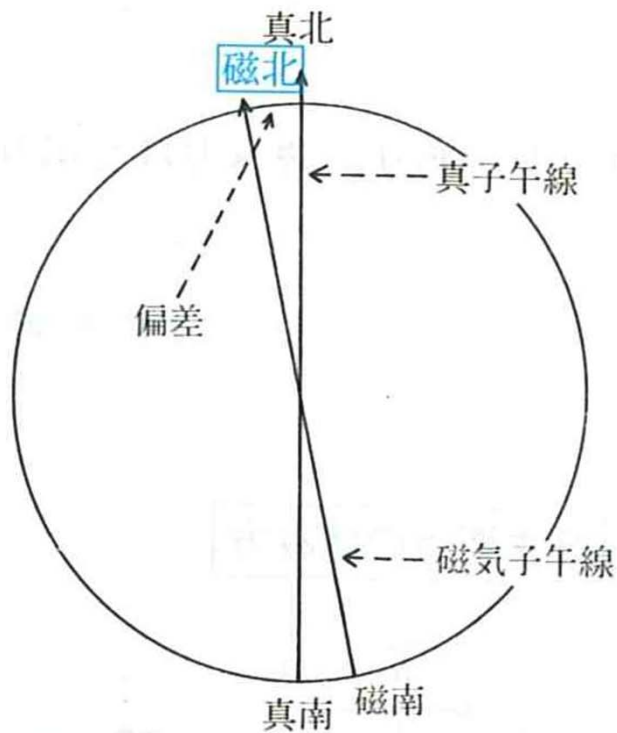
The curved lines are isogons showing the angle between magnetic and true north .

真北: 地軸の延長方向  
磁北: 地球磁場の極方向



# 方位求める

## 【海図のコンパスローズ】



# 船上で方向を図るとは



針路：船首の方向（コンパスの方位）  
進路：実際に船の進んでいる方向

## 〔例題〕

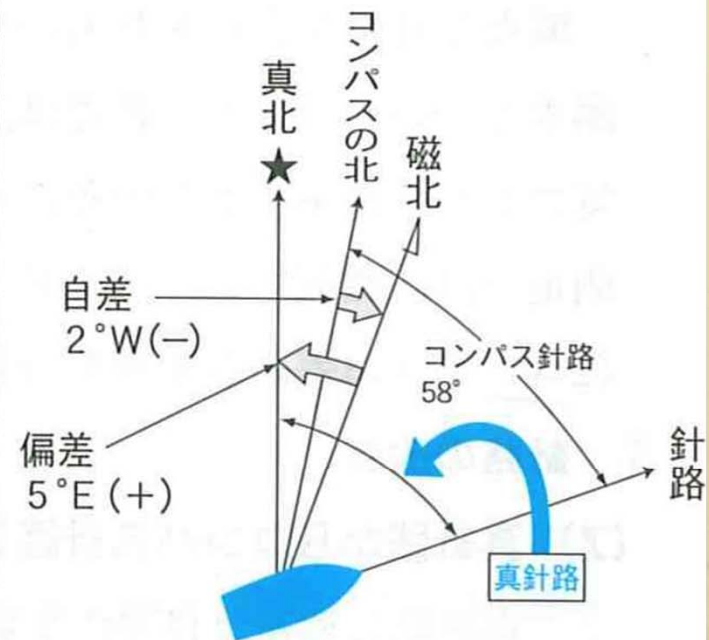
次の (ア) ~ (ウ) の要素から、真針路を求めると何度になるか。

- (ア) コンパス針路  $058^\circ$   
 (イ) (ア) の針路に対する自差  $2^\circ W$   
 (ウ) 偏差  $5^\circ E$

- (1)  $047^\circ$  (2)  $053^\circ$  (3)  $061^\circ$  (4)  $069^\circ$

## 〔答え〕

コンパス針路	自差 W (-)	偏差 E (+)	真針路
<u>58°</u>	<u>-2°</u>	<u>+5°</u>	= <u>61°</u>

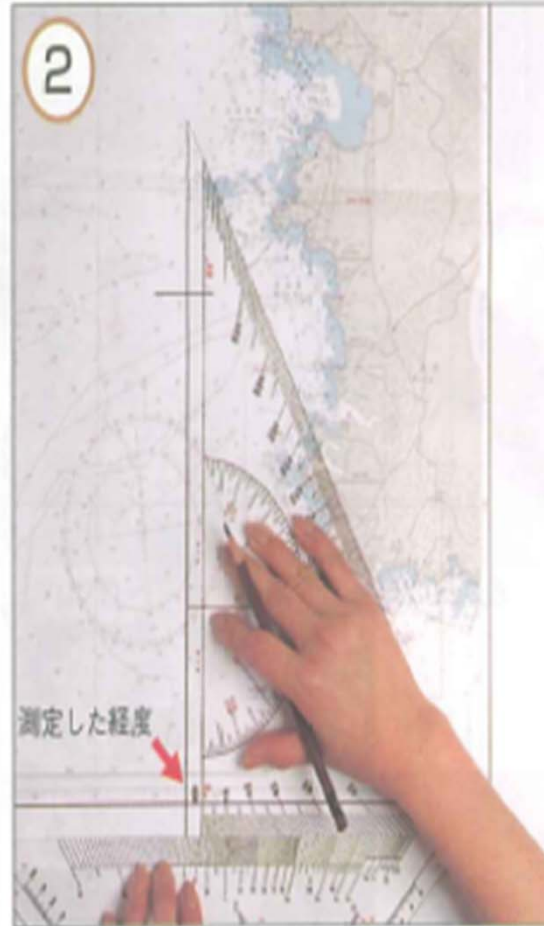


# GPSによる方法：緯度・経度の交点

緯度・経度で表示された位置を海図にプロットする



GPSで測定した緯度（緯度目盛）に直角に三角定規の一边を置き、線を引く



GPSで測定した経度（経度目盛）に直角に三角定規の一边を置き、線を引く



①の線（緯度の線）と②の線（経度の線）が交差したところ（交点）が船位となる

# 測位方法:沿岸域

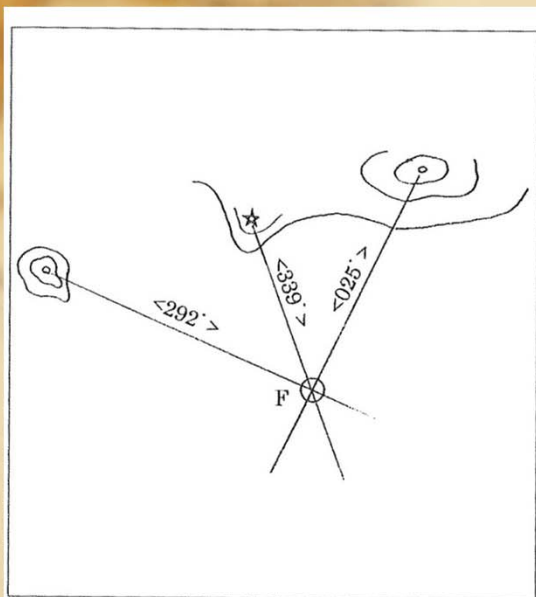


図10.3 クロス方位法  
船のコンパスで2以上の物標の方位を観測し、海図上に記入した方位線の交点により船位Fを決定する。

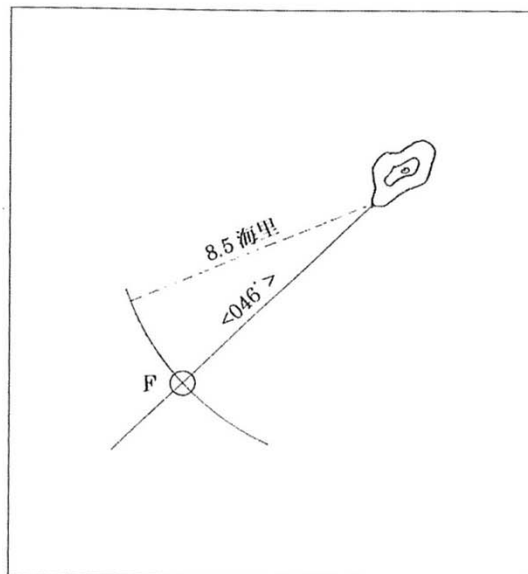


図10.4 レーダによる測位(その1)  
レーダにより単一目標の方位と距離を測定し、海図に記入して船位Fを決定する。

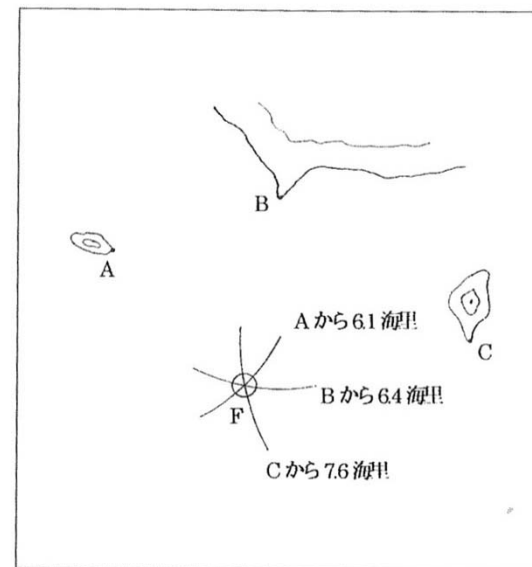


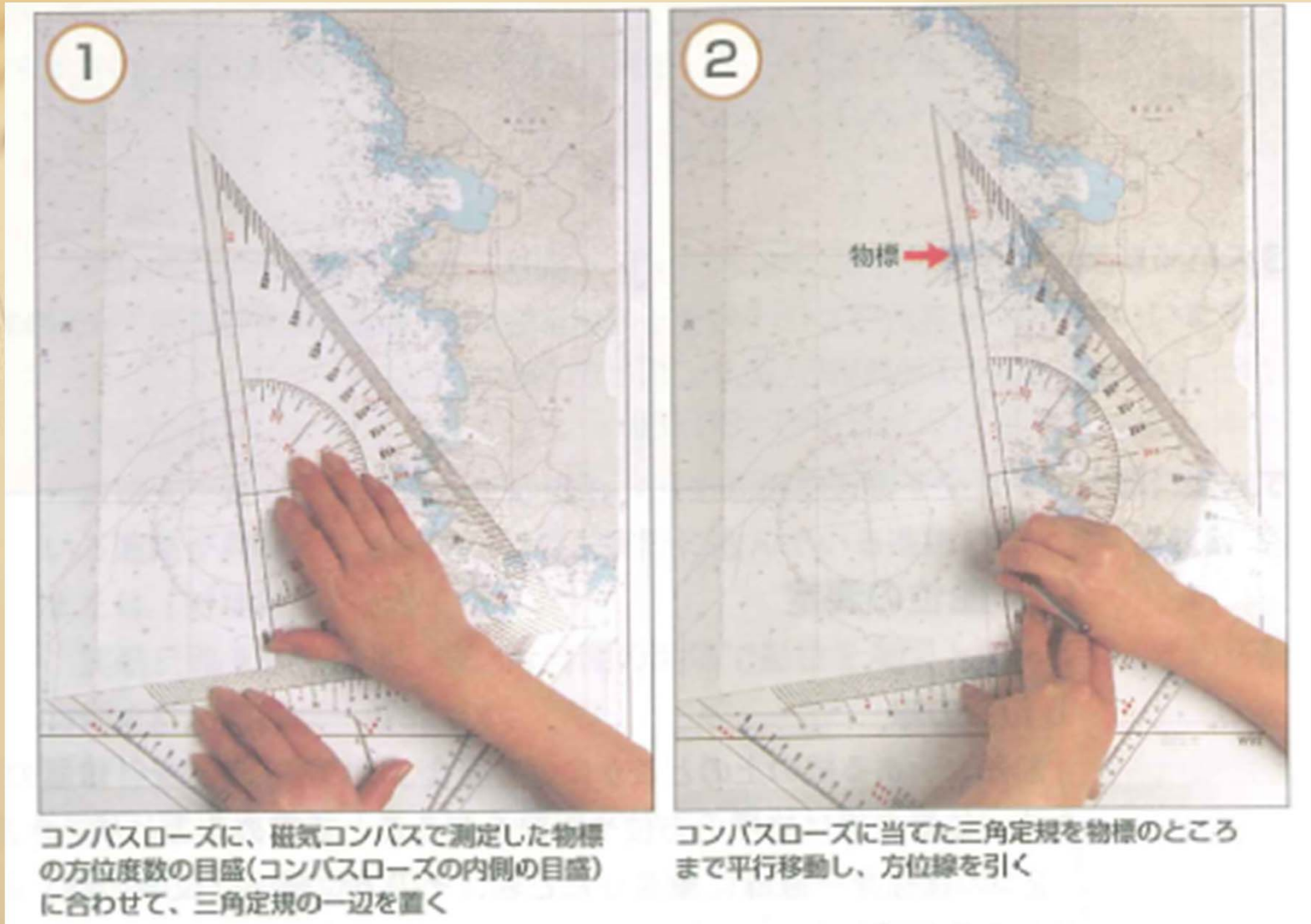
図10.5 レーダによる測位(その2)  
レーダにより複数目標を同時に測定し、海図上に記入して船位Fを決定する。

表示方式には真方位指示と相対方位指示がありますが、真方位指示では真北がスコープの上端に、相対方位指示では船首方位がスコープの上端になります。小型船舶では一般にジャイロ・コンパスを搭載していませんから、真方位指示はできません。

なお、レーダー画面上的他船の動きは、自船に対する相対運動で表示されます。



# クロスベアリング法1





# クロスベアリング法2



2番目、3番目に測定した物標の方位線を①、②と同様な方法で引く



3本の方位線が交差したところ（交点）が船位となる

# 実航針路 (潮流の影響で流される船)

## ① 針路

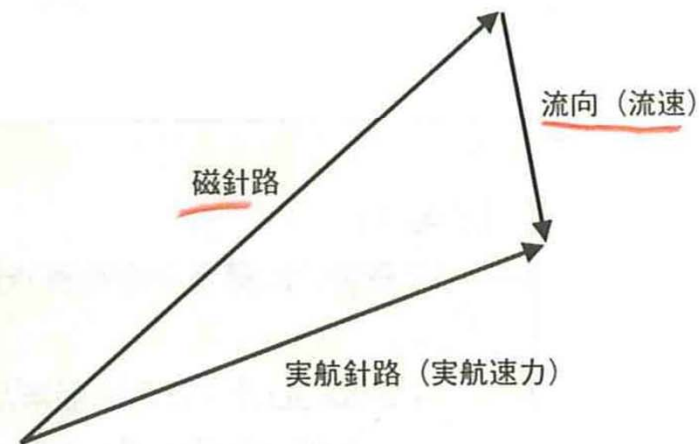
船首の向いている方向を「針路 (コンパスコース)」といい、磁気コンパスを使っている場合は「磁針路 (マグネティック・コンパスコース)」といいます。

## ② 実航針路

針路を一定にして航走していても、風や潮流の影響を受けると実際に進んでいる進路が異なってきます。この、実際に進んでいる進路のことを「実航針路」または「対地針路」といいます。

実航針路を知るには、適当な時間の間隔で船位を海図上に記入し、その移動方向を計る方法が一般的です。

安全な航海のためには、実航針路を常に把握し、風圧、流圧を加味した針路に修正していくことが必要です。

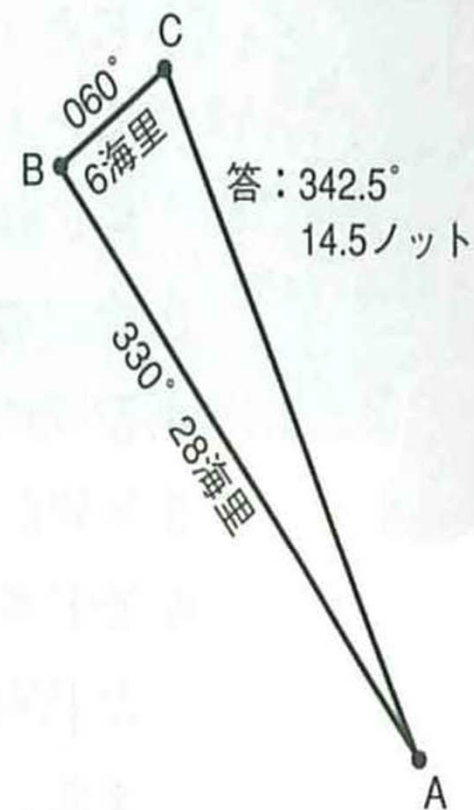


# 実航針路・実航速力の求め方

A地点から真針路330度、速力14ノットで2時間航行した。

この海域には流向060度、流速3ノットの潮流があるとして、この船舶の実航針路と実速力を求めてください。

- 1: A地点を記入し、真針路330度、航程14海里 $\times 2 = 28$ 海里的位置 (B) を記入する。
- 2: B地点から流向060度、流程3海里 $\times 2 = 6$ 海里的位置 (C) を記入する。
- 3: AとCを結び、AからCの方向342.5度が実航針路となる。AからCの長さ (29海里) は2時間の航程になるので、 $29 \div 2 = 14.5$ ノットが実航速力となる。



# 潮流を加味した針路の決定

## 【潮流を加味した針路の決定】

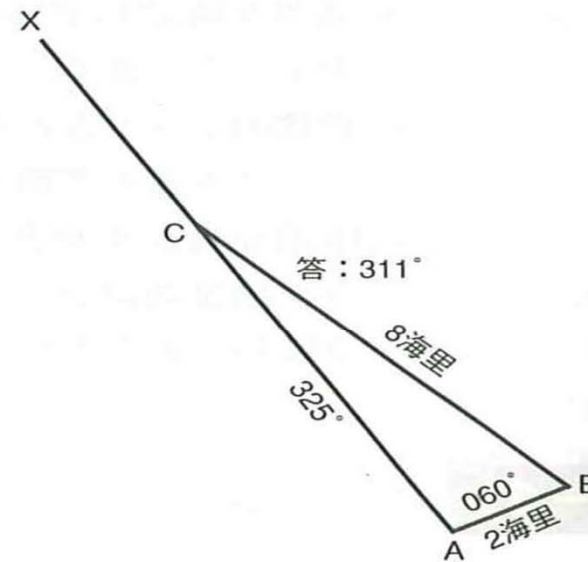
速力8ノットの船舶が、A地点から真方位325度の方向にあるX地点に向けて航行しようとしている。

この海域には流向060度、流速2ノットの潮流がある。

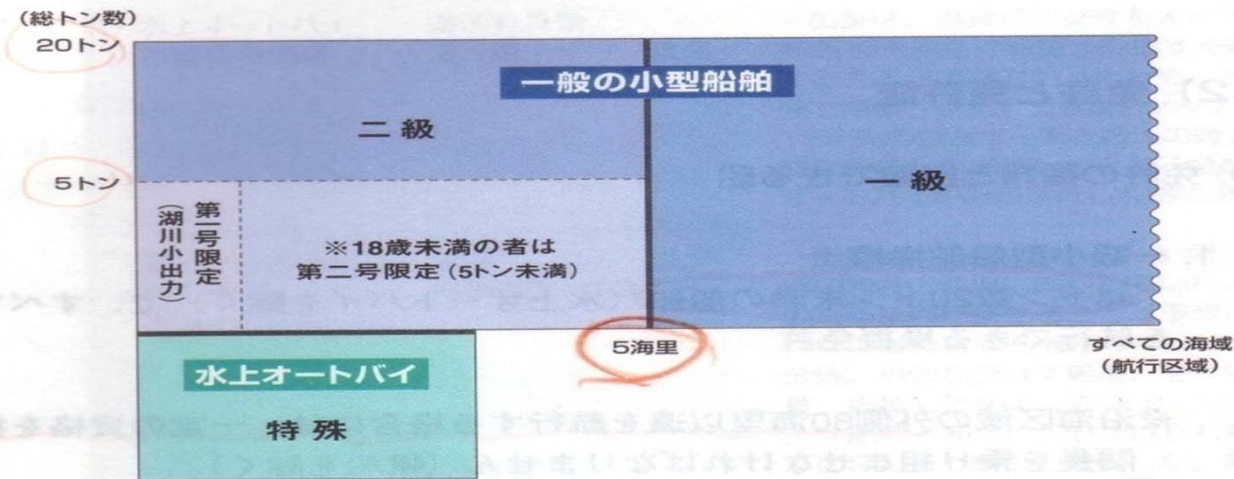
X地点に向かうためにとるべき針路を求めてください。

- 1 : A地点を記入し、そこから真方位325度の線AXを記入する。
- 2 : A地点から流向060度、流速2ノットの位置(B)を記入する。
- 3 : Bを中心として半径8海里の円を描き、AXと交わる点をCとする。
- 4 : BからCの方向311度が、とるべき針路となる。

なお、ACの長さが実航速力となる。



### 小型船舶操縦士免許の資格区分



### 資格別の乗船基準

資格	技能限定	航行区域	船の大きさ等
	無		
一級小型船舶操縦士		すべての海域	特殊小型船舶を除く総トン数20トン未満(※)
二級小型船舶操縦士	第二号限定(大きさ) [18歳未満の者のみ]	湖川・一部海域	特殊小型船舶を除く総トン数5トン未満
	第一号限定 (大きさ・航行区域・出力)	湖川・一部海域	特殊小型船舶を除く総トン数5トン未満 出力15kW未満
特殊小型船舶操縦士		操縦する特殊小型船舶の 船舶検査証書に記載 された航行区域に準ずる	特殊小型船舶(水上オートバイ)

※総トン数20トン以上の船舶であっても、一定の条件を満たすプレジャーボートについては、小型船舶操縦士の免許で操縦できる場合があります。

そんな事がわかって、なんのとくがあるんだ？

# 13万円の試験料を払うと

小型船舶操縦免許証 第0100070082280号  
Permit of Boat's Operator

氏名 横瀬 久芳  
Name Yokose Hisayoshi  
昭和 年 月 日生  
Date of Birth  
本籍  
住所 熊本県熊本市 -204

資格・限定等  
一級

平成25年03月06日まで有効  
免許証交付日 平成20年03月07日  
免許登録日 平成20年03月07日

国土交通大臣  
Minister of Land, Infrastructure  
and Transport Japan



UTO MARINA RENTAL BOAT CLUB

フリガナ ヨコセ ヒサヨシ 会員番号  
お名前 横瀬 久芳 男 入会日 2008/3/8  
ご住所 熊本市 -204

●会員は別途定める会員規約を遵守して下さい。  
●本会員証は、他人に貸与、譲渡することはできません。  
●本会員証を紛失された場合は、速やかにご連絡下さい。



## 船舶免許 が来る

海をよく知っていると  
食料の確保ができる！？

62cm 2.8kgの大真鯛！！！！

