

平面直角座標系とUTM座標系

<試験合格へのポイント>

測量法における平面直角座標系と、UTM 座標系に関する項目である。いわゆる定番問題であり、日本固有の座標系である平面直角座標系については、その特徴をよく理解しておく必要がある。

また、平面直角座標系と UTM 座標系の違いについても、しっかりと覚えておきたい。

(★★★:最重要事項 ★★:重要事項 ★:知っておくと良い)

<平面直角座標系>

● 平面直角座標系の特徴 ★★★

- ① 適用範囲として、全国を 19 の区域に分けている。
- ② 座標は縦座標を X 軸。横座標を Y 軸とする。
- ③ 座標の原点は、 $X=0m$ 、 $Y=0m$ とする。
- ④ 原点から東及び北方向を+(プラス)、西及び南方向を-(マイナス)の値とする。
- ⑤ 座標原点より東西 130km を適用範囲とする。
- ⑥ 中央子午線から東西に離れるにしたがって平面距離が大きくなっていくため、その誤差を $1/10000$ に収めるために、座標原点を通る中央子午線上 の縮尺係数を 0.9999、中央子午線から東西 90km での縮尺係数を 1、原点 から東西 130km の縮尺係数を 1.0001 としている。
- ⑦ ガウス・クリューゲルの等角投影法(正角図法)である。
- ⑧ 座標原点を通る子午線が等長に、図形は等角の相似形に投影される。

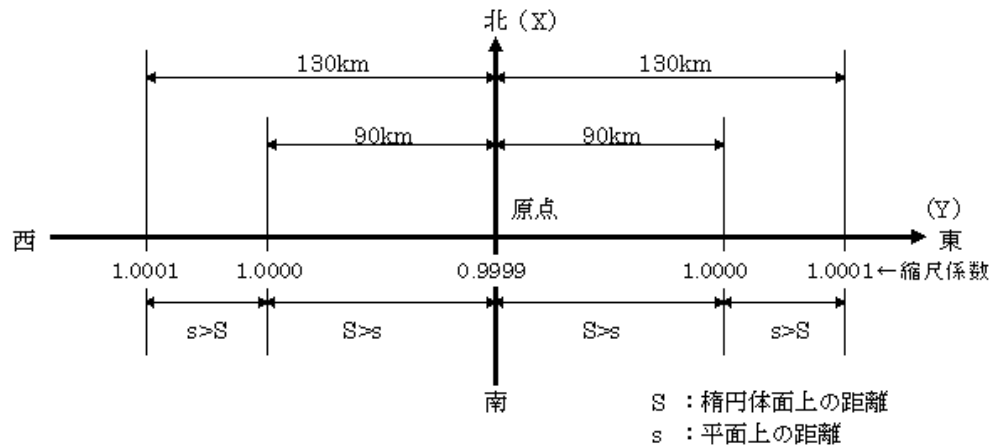
● 平面直角座標系について(詳細) ★

地球上のある点の水平位置は、厳密には準楕円体上の地理学的経緯度によって表されるべきである。しかし球面(曲面)上の座標である経緯度表示では、測量計算や地図作成が複雑になる。

このため、公共測量のような測量範囲が比較的狭い場合には、日本固有の座標系である、平面直角座標系を用い、比較的簡単に測量計算が行われている。

日本で用いられている平面直角座標は、ガウス・クリューゲルの等角投影法によるもので、座標原点を通る子午線は等長に、図形は等角の相似形に投影される。しかし、距離については、原点から東西に離れるに従って平面距離が増大していくため、投影距離の誤差を相対的に $1/10,000$ 以内に収めるよう座標原点に縮尺係数(0.9999)を与え、かつ、座標原点より東西 130km 以内を適用範囲とした座標系を設けている。

◆ 平面直角座標系の図説



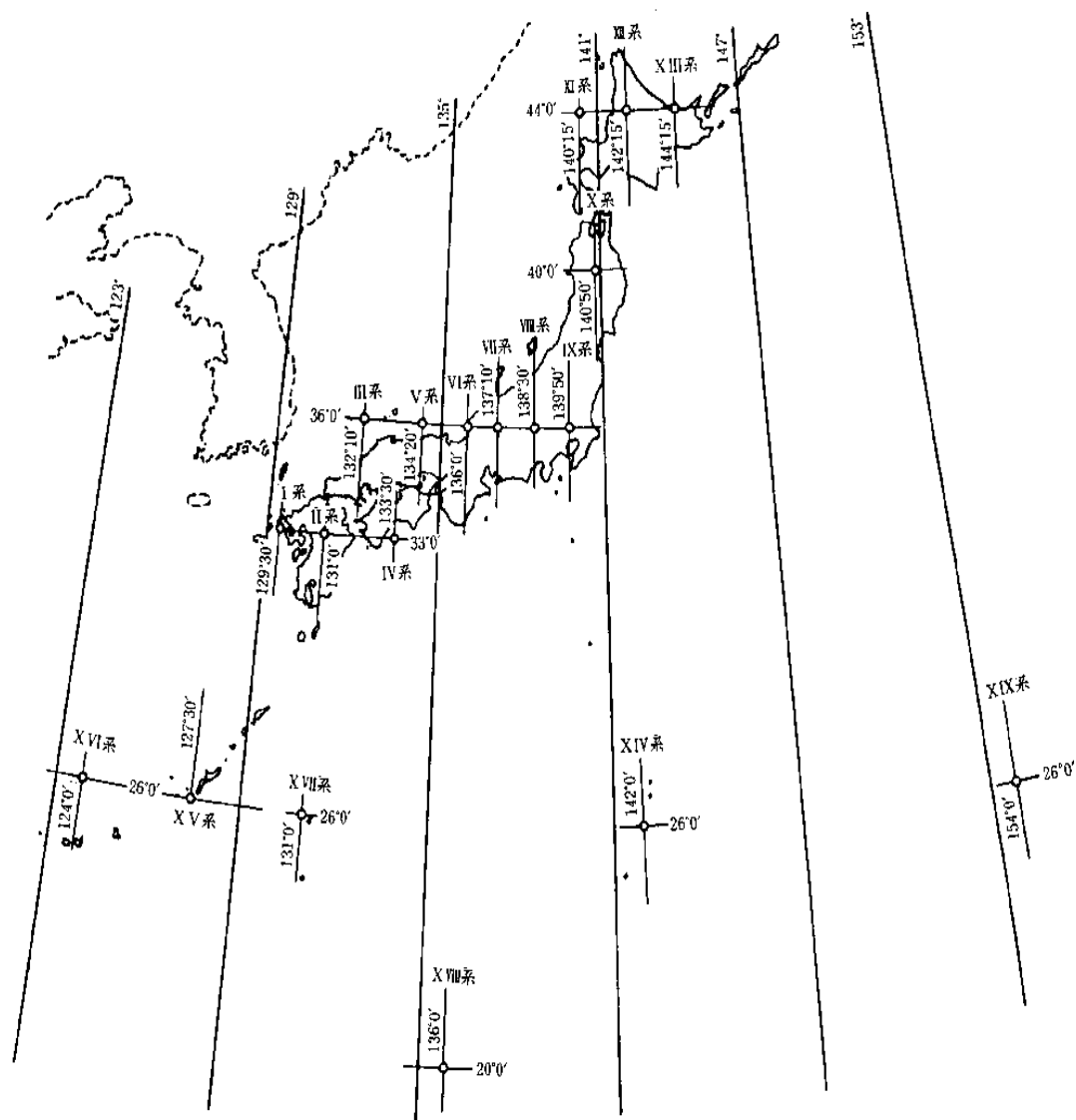
縮尺係数

曲面上の距離とそれを投影した平面距離の比。縮尺係数が1より小さい場合は、平面距離が曲面距離より短く、大きい場合には平面距離が曲面距離より長い。

座 標

平面直角座標では、数学で用いる座標とは異なり、縦座標を X、横座標を Y としている。これにより、地点の位置を (X、Y) の直角座標で表すことができる。

◆ 平面直角座標系(新)の原点図と適用区域



平面直角座標系(世界測地系対応)

系番号	座標系原点の経緯度		適用区域
	経度(東経)	緯度(北緯)	
I	129 度 30 分 0 秒 0000	33 度 0 分 0 秒 0000	長崎県 鹿児島県のうち北方北緯 32 度南方北緯 27 度西方東経 128 度 18 分東方東経 130 度を境界線とする区域内(奄美群島は東経 130 度 13 分までを含む。)にあるすべての島、小島、環礁及び岩礁
II	131 度 0 分 0 秒 0000	33 度 0 分 0 秒 0000	福岡県 佐賀県 熊本県 大分県 宮崎県 鹿児島県(第Ⅰ系に規定する区域を除く。)
III	132 度 10 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	山口県 島根県 広島県
IV	133 度 30 分 0 秒 0000	33 度 0 分 0 秒 0000	香川県 愛媛県 徳島県 高知県
V	134 度 20 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	兵庫県 鳥取県 岡山県
VI	136 度 0 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	京都府 大阪府 福井県 滋賀県 三重県 奈良県 和歌山県
VII	137 度 10 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	石川県 富山県 岐阜県 愛知県
VIII	138 度 30 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	新潟県 長野県 山梨県 静岡県
IX	139 度 50 分 0 秒 0000	36 度 0 分 0 秒 0000	東京都(XIV 系、XVIII 系及び XIX 系に規定する区域を除く。) 福島県 栃木県 茨城県 埼玉県 千葉県 群馬県 神奈川県
X	140 度 50 分 0 秒 0000	40 度 0 分 0 秒 0000	青森県 秋田県 山形県 岩手県 宮城県
XI	140 度 15 分 0 秒 0000	44 度 0 分 0 秒 0000	小樽市 函館市 伊達市 胆振支庁管内のうち有珠郡及び虻田郡 檜山支庁管内 後志支庁管内 渡島支庁管内
XII	142 度 15 分 0 秒 0000	44 度 0 分 0 秒 0000	札幌市 旭川市 稚内市 留萌市 美瑛市 夕張市 岩見沢市 苫小牧市 室蘭市 土別市 名寄市 芦別市 赤平市 三笠市 滝川市 砂川市 江別市 千歳市 歌志内市 深川市 紋別市 富良野市 登別市 恵庭市 北広島市 石狩市 石狩支庁管内 網走支庁管内のうち紋別郡 上川支庁管内 宗谷支庁管内 日高支庁管内 胆振支庁管内(有珠郡及び虻田郡を除く。) 空知支庁管内 留萌支庁管内
XIII	144 度 15 分 0 秒 0000	44 度 0 分 0 秒 0000	北見市 帯広市 釧路市 網走市 根室市 根室支庁管内 釧路支庁管内 網走支庁管内(紋別郡を除く。) 十勝支庁管内
XIV	142 度 0 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	東京都のうち北緯 28 度から南であり、かつ東経 140 度 30 分から東であり東経 143 度から西である区域
XV	127 度 30 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	沖縄県のうち東経 126 度から東であり、かつ東経 130 度から西である区域
XVI	124 度 0 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	沖縄県のうち東経 126 度から西である区域
XVII	131 度 0 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	沖縄県のうち東経 130 度から東である区域
XVIII	136 度 0 分 0 秒 0000	20 度 0 分 0 秒 0000	東京都のうち北緯 28 度から南であり、かつ東経 140 度 30 分から西である区域
XIX	154 度 0 分 0 秒 0000	26 度 0 分 0 秒 0000	東京都のうち北緯 28 度から南であり、かつ東経 143 度から東である区域

<UTM座標系>

● UTM(ユニバーサル横メルカトル)座標系の特徴 ★★★

- ① 地球表面を 6° ごとに 60 の経度帯に分け $1\sim 60$ までの番号を付けて、経度帯ごとに投影した図法。
- ② 適用範囲は、北緯 84° ～ 南緯 80° まで。
- ③ 各経度帯の中央経線と赤道との交点を原点としている。
- ④ 座標の原点は、 $N=0.000\text{km}$, $E=500\text{km}$ (北半球)、 $N=1000\text{km}$, $E=500\text{km}$ (南半球)としている。
- ⑤ 原点の縮尺係数は 0.9996 、約 180km 離れると、 1.0000 、約 270km 離れると最大の 1.0004 となる。
- ⑥ 赤道以外の緯線は曲線、経線は両極で交わるために弧を描く。このため、これら緯経線を図郭とする地図の形は不等辺四辺形となる。

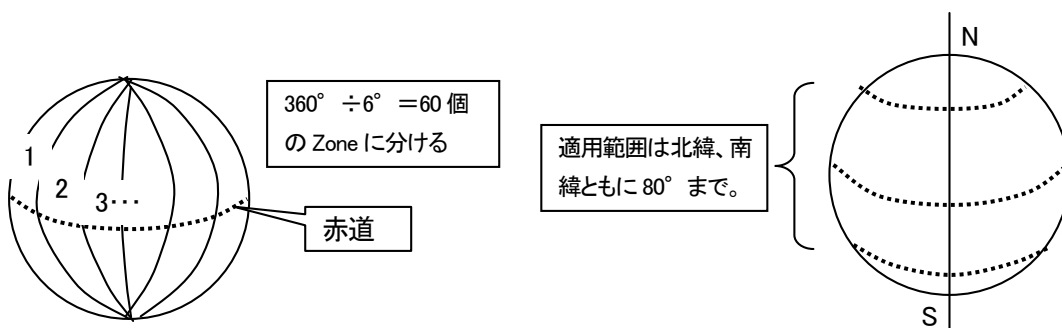
● UTM座標系について(詳細) ★

ガウス・クリューゲル図法による世界共通の座標組織を、ユニバーサル横メルカトル図法(Universal Transverse Mercator's projection)と呼び、日本では昭和 30 年より $1/25,000$ 、 $1/50,000$ の地形図及び、 $1/200,000$ 地勢図の図法に使用されている。

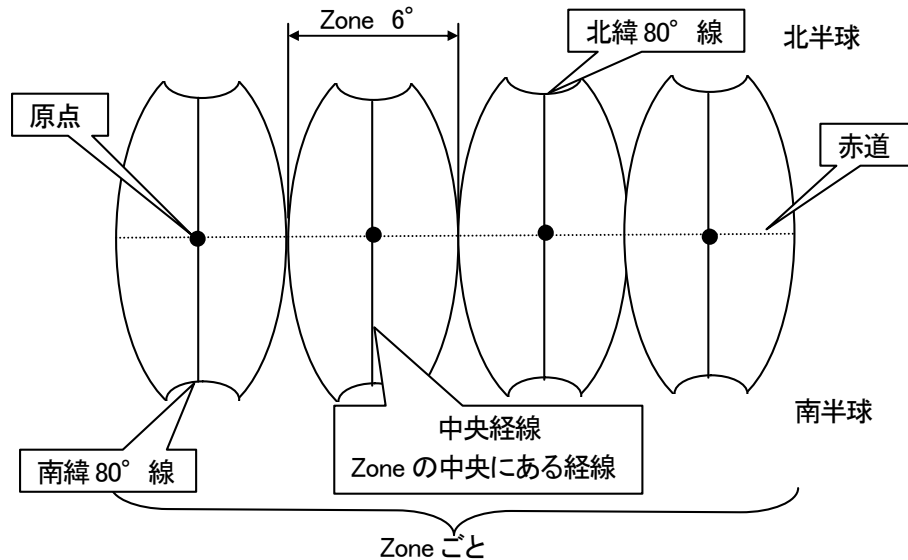
◆ UTM 図法の特徴

- ・ 地球の表面を 6° ごとに 60 の経度帯(座標帯:Zone)に分けて、 $1\sim 60$ までの番号を付け、経度帯ごとにガウス・クリューゲル図法で投影したもの。

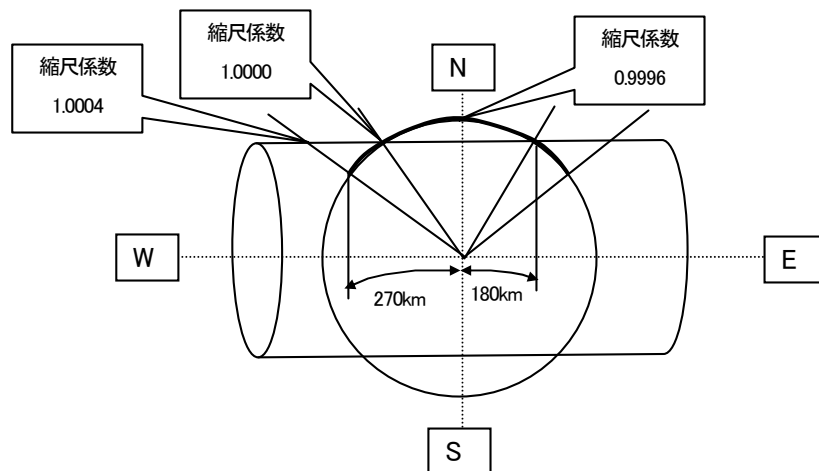
※ Zone: 日本は $51\sim 56$ 帯に位置し、その中央経線は西から(123° 、 129° 、 135° 、 141° 、 147° 、 153°)となっている。



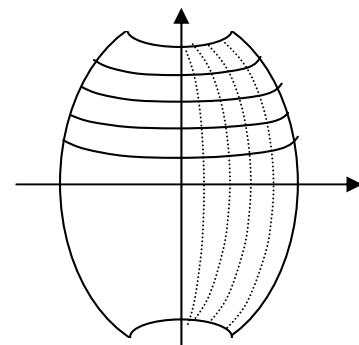
- 各経緯度帯 (Zone) の中央経線 (各 Zone の中央に位置する経線) と赤道の交点を原点とし、原点の座標は北半球で (N=0km, E=500km)、南半球では (N=1000km, E=500km) としている。



- UTM 図法の縮尺係数は、原点で 0.9996、約 180km 離れると 1.0000、約 270km 離れると 1.0004 となる。これは、中央経線から東西に離れるに従い生じる「ひずみ」を少なくし、ひずみの平均化を図り地図の適用範囲を広くするためである。



- 一つの経度帯 (Zone) を図で表すと次のようになる。これにより赤道以外の緯線は曲線。経線は両極において点で交わるため同様に曲線となることが分かる。よって、これらの緯経線を図郭とする地図の形は、「不等辺四辺形」となる。ただし、それぞれの図郭は中央子午線を中心として左右対称となる。また、図郭線は曲線となるのが正解であるが、その曲線が目で認識できるほどのものではないため、直線で表している。



● メルカトル図法について ★★

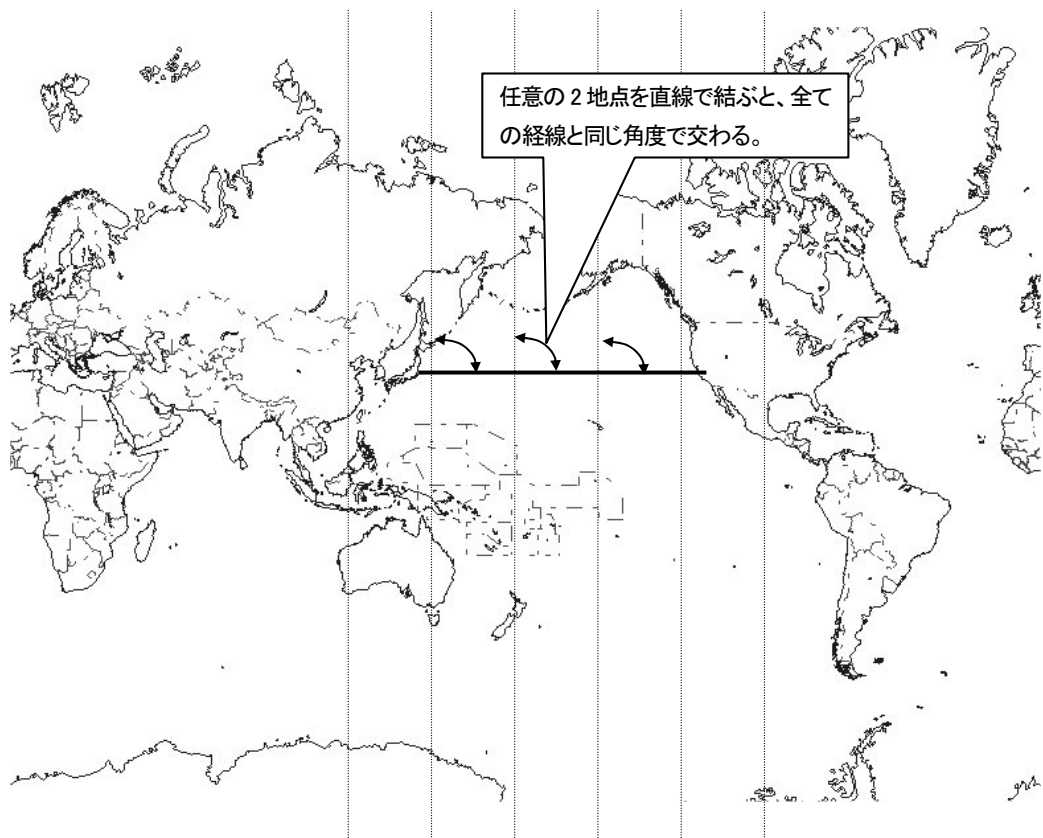
メルカトル図法は正軸円筒図法の一つ正角円筒図法であり、1569 年にオランダの地図学者メルカトルが考案した図法であり、漸長図法とも呼ばれる。

この図法は古くから現在まで海図や航空図、気象図に用いられている。以下にその特徴を述べる。

- ・ 正角図法(地図上の任意の 2 点間を結ぶ線が、北(経線)に対して正しい角度となる)。
- ・ 面積や形は赤道上から遠く離れる事により大きく変形し、両極において無限大となり図で表現する事ができない。
- ・ 地球上の同航線※(航程線、等角航路)は地図上で直線として表される。

※ 同航線:

地球上の全ての経線と同じ角度で交わる線。船は目的地を目指すのに、常に経線と一定の角つまり、舵の向きを一定に保てば良いが、これは最短コース(大圏コース)ではなく、安全を考えたコースと言える。



<メルカトル図法>

◆ 過去問題にチャレンジ！（H18-6-A）

次の a ～ c は、平面直角座標系(平成 14 年 1 月 10 日 国土交通省告示第九号)について述べたものである。正しいものの組合せはどれか。次の中から選べ。

- a. 中央経線からそれと直交する方向に約 180km 離れた点の縮尺係数は 1.0000 である。
- b. 各座標系における原点の座標値は、 $X = 0.000\text{m}$ 、 $Y = 0.000\text{m}$ である。
- c. 座標系の X 軸上における縮尺係数は 0.9999 である。
- d. 地球全体を 6 度幅ごとの経度帯に区分している。
- e. 投影法は、ガウス・クリューゲル図法である。

- 1. a, b, d
- 2. a, b, e
- 3. d, c, d
- 4. b, c, e
- 5. c, d, e

< 解 答 >

問題各文について解説すると、次のようになる。

- a. **間違い。**
平面直角座標系では、座標原点から 90km 離れた地点での縮尺係数が 1.0000、130km 離れた地点での縮尺係数は最大になる。問題文にある、180km 離れた地点で縮尺係数が 1.0000 となるのは、UTM座標系である。
- b. 正しい。
座標原点の座標値は $X = 0.000\text{m}$ 、 $Y = 0.000\text{m}$ である。UTM座標系では、 $N = 0.000\text{m}$ 、 $E = 500\text{km}$ である。
- c. 正しい。
座標原点の縮尺係数は、0.9999 となる。UTM座標系では、0.9996 である。
- d. **間違い。**
平面直角座標系は、全国を行政区域に 1～19 の座標系に分類している。問題文は、UTM座標系の原点の経度間隔である。(日本は、51 帯:東経 123° ～ 55 帯:東経 147°)
- e. 正しい。
平面直角座標系もUTM座標系も、その投影法はガウス・クリューゲル図法である。

よって、正しいものの組合せは、b, c, eとなる。

◆ 過去問題にチャレンジ！（H16-6-A）

次の文は、地図投影について述べたものである。正しいものはどれか。次の中から選べ。

1. ユニバーサル横メルカトル図法(UTM 図法)は、縮尺 1/1,000,000 ～ 縮尺 1/5,000,000 の小縮尺地図に広く適用される。
2. 国土地理院発行の地形図で採用されているユニバーサル横メルカトル座標系(UTM 座標系)の縮尺係数は、中央経線上において 0.9996、中央経線から約 120 km離れたところで 1.0000 である。
3. 我が国の平面直角座標系における座標値は、X 座標では座標系原点より北側を「正(+）」とし、Y 座標では座標系原点より東側を「正(+）」とする。
4. 我が国の平面直角座標系は、日本全国を 19 の区域に分けて定義されているが、その座標系原点はすべて赤道上にある。
5. メルカトル図法は、面積が正しく表現される正積円筒図法である。

< 解 答 >

問題各文について考えると次のようになる。

1. 間違い。
ユニバーサル横メルカトル図法(UTM 図法)は、縮尺 1/1,000,000 ～ 縮尺 1/5,000,000 の小縮尺地図に広く適用される。小縮尺に適した地図はランベルト正角円錐図法である。
2. 間違い。
国土地理院発行の地形図で採用されているユニバーサル横メルカトル座標系(UTM 座標系)の縮尺係数は、中央経線上において 0.9996、中央経線から約 120 km 離れたところで 1.0000 である。縮尺係数が、1.0000 となるのは 180km 離れたところである。
3. 正しい。
我が国の平面直角座標系における座標値は、X 座標では座標系原点より北側を「正(+)」とし、Y 座標では座標系原点より東側を「正(+)」とする。
4. 間違い。
我が国の平面直角座標系は、日本全国を 19 の区域に分けて定義されているが、その座標系原点は座標系ごとに定められている。
5. 間違い。
メルカトル図法は正軸円筒図法の一つ正角円筒図法であり、その特徴は次のようである。
 - ・ 正角図法(地図上の任意の 2 点間を結ぶ線が、北(経線)に対して正しい角度となる)。
 - ・ 面積や形は赤道上から遠く離れる事により大きく変形し、両極において無限大となり図で表現する事ができない。
 - ・ 地球上の同航線(航程線、等角航路)は地図上で直線として表される。

解答 3