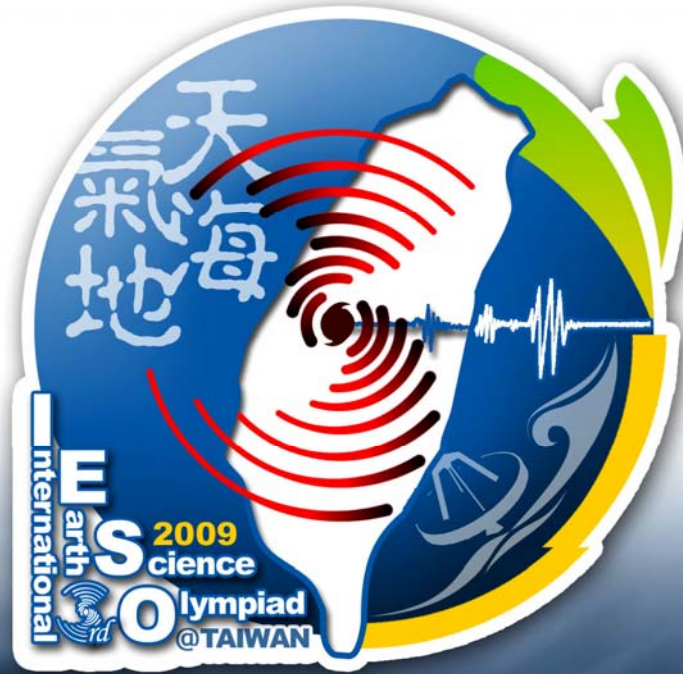


# The 3<sup>rd</sup> International Earth Science Olympiad



# Practical Test-Atmosphere (Part I)

18 September 2009

Taipei, Taiwan

氏名 (英語) :

国籍 (英語) :

Mentor's Signature: \_\_\_\_\_



希言自然，故飄風不終朝，驟雨不終日。孰爲此者？天地。

To seldom speak is the essence of nature. Why the winds and storm do not last whole day? Because the earth that manifests the winds and storm is constantly changing.

《老子道德經》第廿三章

Laozi Tao Te Chin 4<sup>th</sup> Century BC

南方有倚人焉曰黃繚，問天地所以不墜不陷，風雨雷霆之故。惠施不辭而應，不慮而對，遍爲萬物說。

In the south, there was a man of extraordinary views, named Huang Liao, who asked Shi how it was that the sky did not fall nor the earth sink, and what was the cause of wind, rain, and the thunder's roll and crash. Shi made no attempt to evade the questions, and answered him without any exercise of thought, talking about all things.

《莊子雜篇》天下第三十三

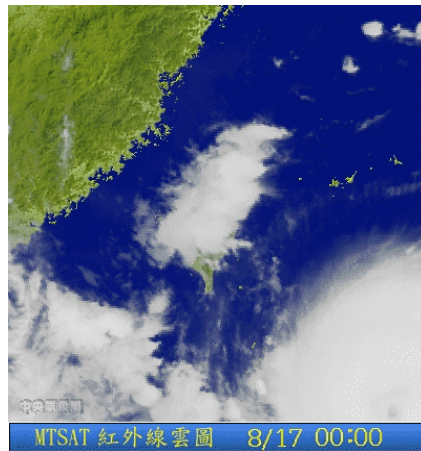
Zhuangzi Tian Xia 4<sup>th</sup> Century BC.



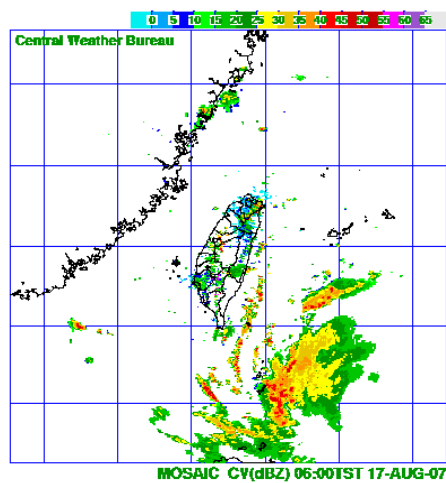
受験上の注意（大気部門 パート I）：

1. 氏名と国籍を表紙に英語で書きなさい。
2. 試験時間は40分です。
3. 答えはわかりやすく書きなさい。判読しにくい解答は不正解と  
なることがあります。
4. 問題冊子は英語または日本語を参照すること。解答は日本語の  
冊子に書くこと。
5. 解答をする前に設問全体を注意深く読みなさい。それぞれの設  
問ごとに（1点）のように配点が記述されています。
6. 設問5では計算過程も書きなさい。
7. **IESO** 試験中の不正行為は認めません。

衛星画像とレーダー画像の動画  
衛星画像の動画の例



レーダー画像の動画の例



上のレーダー画像は北東台湾の五分山レーダー観測所による

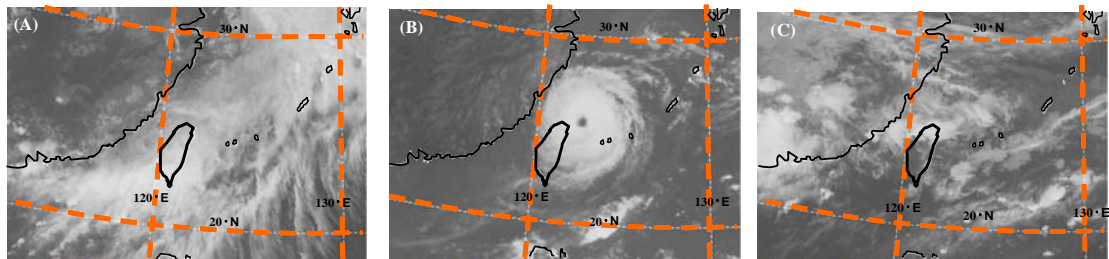


[ここ](#) をクリックして実技試験を始めなさい。

## 実技試験 (パート I)

目的: 衛星画像とレーダー画像を用いて、異なる気象状況の降水と風についての理解度を判断する。

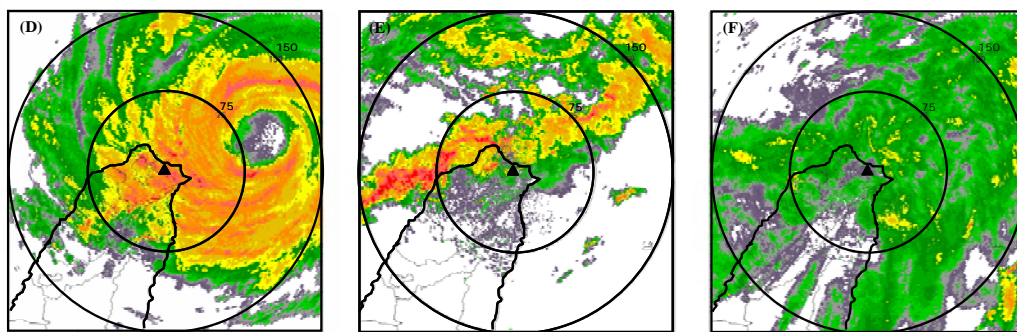
次の3つの赤外衛星画像は3つの気象状況（寒冷前線、台風、南よりの季節風）のいずれかを示している。



気象レーダーが出した電波が雨滴で反射されると、レーダーエコーが得られる。強いレーダーエコーや高い反射率は大きな雨滴に対応する。

下の3つのレーダー強度の図は、寒冷前線、台風、南よりの季節風の3つの気象状況のいずれかである。下の図中ではレーダー反射強度やエコー (Z; 単位は dBZ) はカラースケールを用いて示しており、レーダーからの距離が 75km と 150km の円が示してある。レーダーの位置は三角形印で示してある。

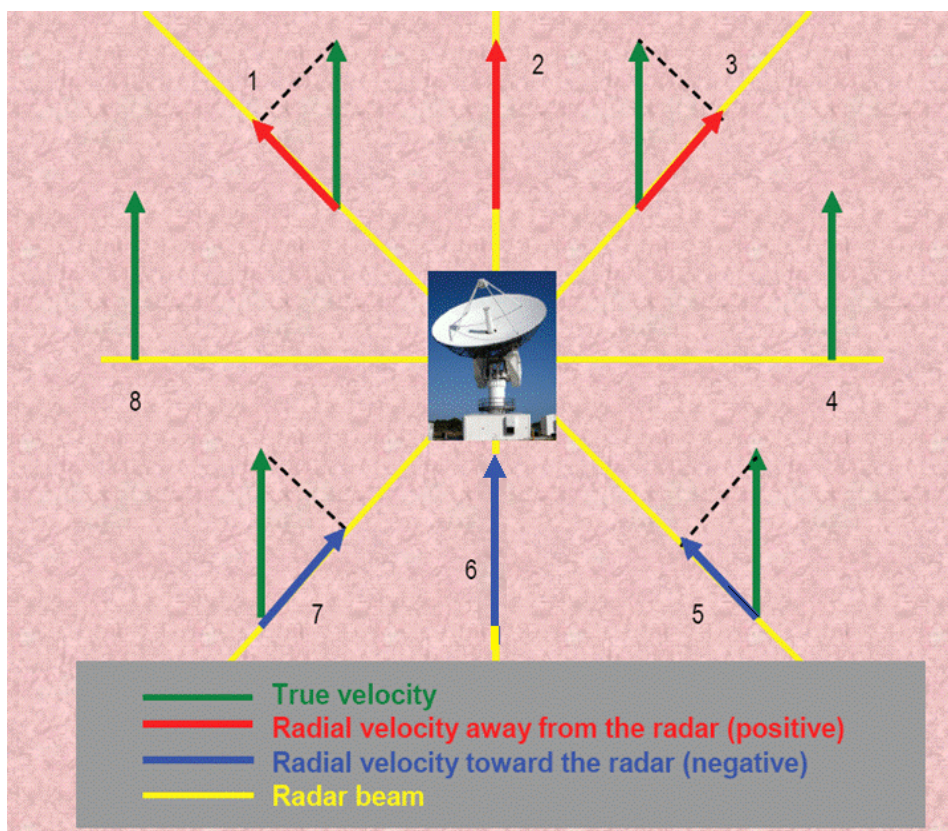
10 5 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 Z PPI 0.5° (dBZ)



ドップラーレーダーを用いると、ドップラー効果を利用して、レーダービーム方向（あるいは半径方向）の雨滴の動きを検出することが出来る。具体的には、雨滴がレーダーに向かって動いたとき、ドップラーレーダーで検出された半径方向の速度は負の値となる。また、雨滴がレーダーから離れたとき、正の値となる。真の速度と検出した半径方向の速度の関係は、次の図に示されている。図中の黄色

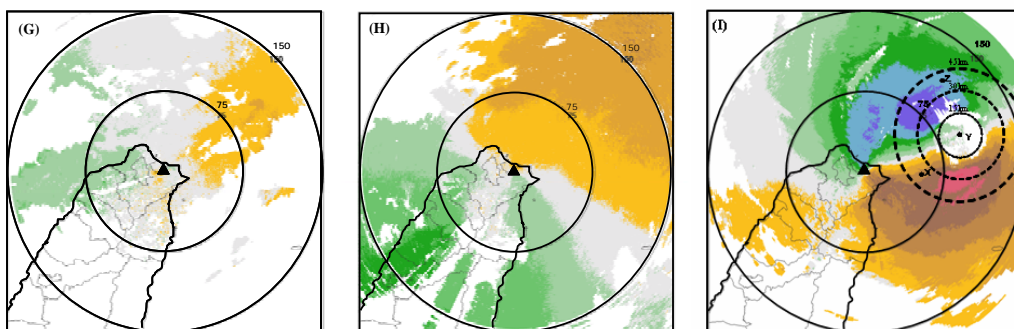
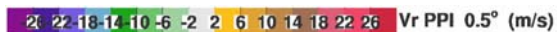


い線はレーダービームの方向で、真の速度は緑の矢印であり、レーダーで検出した正（負）の半径方向の速度は赤い（青い）矢印である。



下の3つのレーダー観測による半径方向の速度分布図は、前に述べた3つの気象状況（寒冷前線、台風、南よりの季節風）のいずれかである。レーダーで検出した半径方向の速度の値（ $V_r$ ; [  $\text{m s}^{-1}$  ]）はカラーバーで示されている。

なお、それぞれの画像を大きく見たいときはクリックしなさい。



Click [here](#) for the bigger Fig.(G)



Click [here](#) for the bigger Fig.(H)



Click [here](#) for the bigger Fig.(I)

次の設問に答えなさい。

- 下の表中の気象状況に当てはまる図（5ページおよび7ページ）を（A）～（I）から選び、記号を記入して表を完成させなさい。（18点）

	台風	寒冷前線	南よりの季節風
衛星画像			
レーダー反射画像			
レーダーの半径方向の速度画像			

- 図（I）中の地点 X、Y、Z のうち、風の回転中心として最も適切な位置はどこか？ この質問に答えるために図（I）の拡大版を用いなさい。（6点）

Answer:

3. 図 (I) を用いて、地点X および Z におけるレーダー観測による速度の半径方向成分 ( $V_r$ ) を求めよ。この質問に答えるために図 (I) の拡大版を用いなさい。  
(10 点)

*Answer:*

4. 図 (I) を用いて、最大風速帯までの台風中心からの距離を推定しなさい。この質問に答えるために図 (I) の拡大版を用いなさい。 (6 点)

*Answer:*

5. 台風の水平方向の風は、接線方向成分 ( $V_T$ ) と半径方向成分 ( $V_R$ ) とに分解することが出来る (ベクトル分析)。下の模式図は、北半球における台風の接線方向成分と半径方向成分に分解したものである。

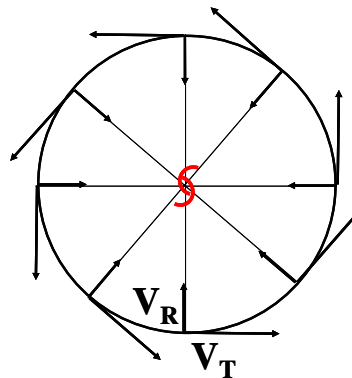
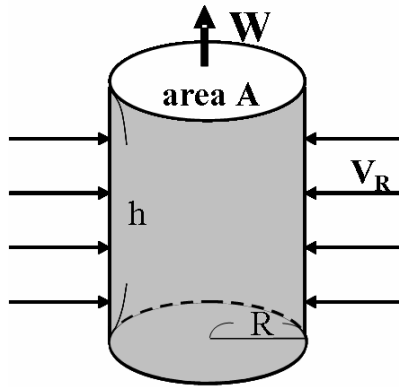


図 (I) において、破線の円に沿って平均した台風中心に向かう流入速度 ( $V_R$ ) は、地点Zでのレーダー観測の半径方向速度 ( $V_r$ ) の 30% であると仮定しなさい。簡単にするために、台風の回転運動の形状は、半径  $R$ 、高さ  $h$  の円筒形とみなすことが出来る。また、円筒形内部の空気の密度 ( $\rho$ ) は一定で  $0.6 \text{ kg m}^{-3}$  とする。





円筒形の側面（模式図中の灰色の部分）から内部へ吹き込む大気の流入量( $M_{in}$ )は、次の式で表される。

$$M_{in} = \rho V_R (2\pi R) h$$

ただし、 $\rho$ は密度、 $V_R$ は半径方向の流入速度、 $R$ は半径、 $h$ は高さである。図(I)中の破線は台風の大気の水平方向の回転を示している。半径方向の吹き込みによって、円筒形の側面から内部に入る大気の流入量  $M_{in}$  [ $\text{kg s}^{-1}$ ] を計算しなさい。ただし、 $\pi = 3.14$ 、円筒形の半径は 30 km、高さは 8 km としなさい。(10 点)

*Answer:*