



Citizen Sky

### 城市科學-變星

AAVSO 與國家科學基金會帶給你:你的宇宙!

### 幫幫天文學者吧!

變星(Variable Stars)亮度隨時間改變

變星多到天文學者無法單獨觀測，因此需要你協助監測這些星星幾天、幾個禮拜、甚至幾年都可。

此指南會幫助你找到一些亮的變星，接著計算他們的亮度(Brightness)並提交給專業的天文學者。

歡迎參與歷史上最古老的市民科學計畫!成千上萬的人們正在努力提供協助。天文學者需要很多人幫忙取得精確的數據做研究。



市民天空(CitizenSky)由美國變星觀測者協會(AAVSO), the Adler Planetarium, the Johns Hopkins University and the California Academies of Science 在國家科學基金會贊助下的合作計畫。

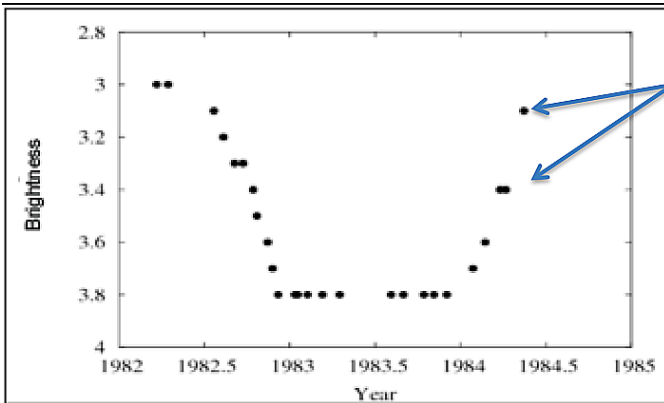
### 你就是關鍵!

原稿: [www.aavso.org/10-star-training](http://www.aavso.org/10-star-training)  
翻譯: HSNU Astronomy Club 國立台灣師大附中 天文社  
標題轉載的圖稿經由 Sky & Telescope magazine 許可授權([www.skyandtelescope.com](http://www.skyandtelescope.com))



## 光變曲線(Light Curve)

對於變星研究而言，光變曲線是最基本的工具。光變曲線說明星星亮度如何隨著時間而改變。亮度(Y 軸)vs.時間(X 軸)的關係很簡單也容易理解。若亮度提升則向上(Y 軸)繪圖，時間推進則向右(X 軸)繪圖



每個資料點都經由業餘天文學者手中，估計星星亮度後得到的紀錄結果。

此圖顯示 1982 年初，星星亮度為 3 等。年中時星等迅速減少，至年底 3.8 等。接著便維持在 3.8 等直到 1984 年才慢慢爬回原有的亮度。在 1984 年中，幾乎回到原本應有的亮度。

光變曲線是天文學家利用觀測變星的行為隨時間改變的基本工具。

# 使用星圖

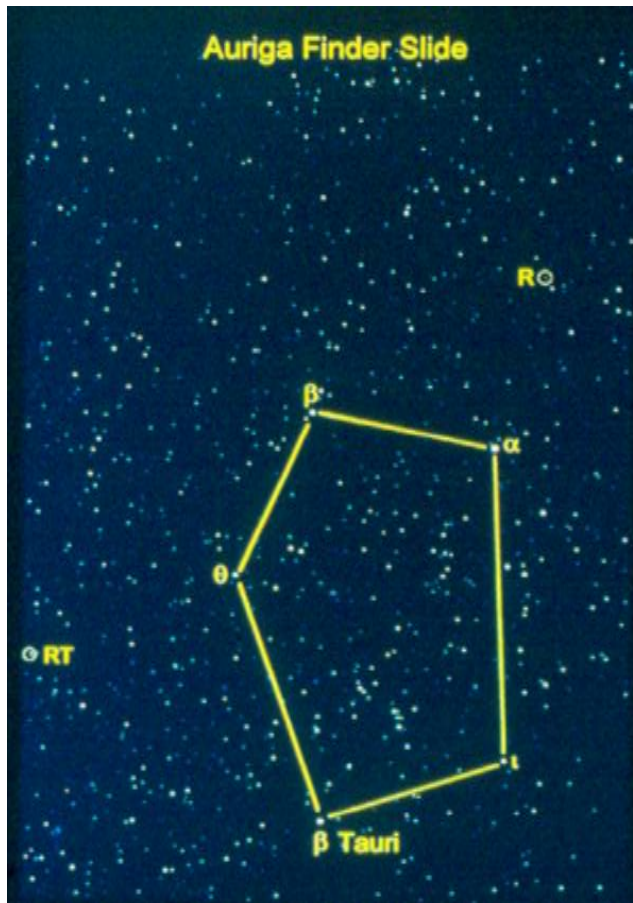
比想像中簡單!

星圖不過是天空的地圖。可以利用星星的連成的形狀來對照天空與星圖，如同在地圖上找尋街道。

1. 先找到變星所在的星座中
2. 利用下一頁北方天空的星座星圖
3. 面朝北方並旋轉星圖使目前季節的星空位於底部
4. 舉起星圖向上對著天空並找尋星座
5. 以御夫座(Aurigae)  $\epsilon$  為例：建議先尋找仙后座(Cassiopeia)的W，因為在天空中很容易被找尋到。
6. 找到仙后座便可找尋五車二(Capella)。五車二非常亮，在天空的底部。
7. 至第五頁查詢如何觀測變星

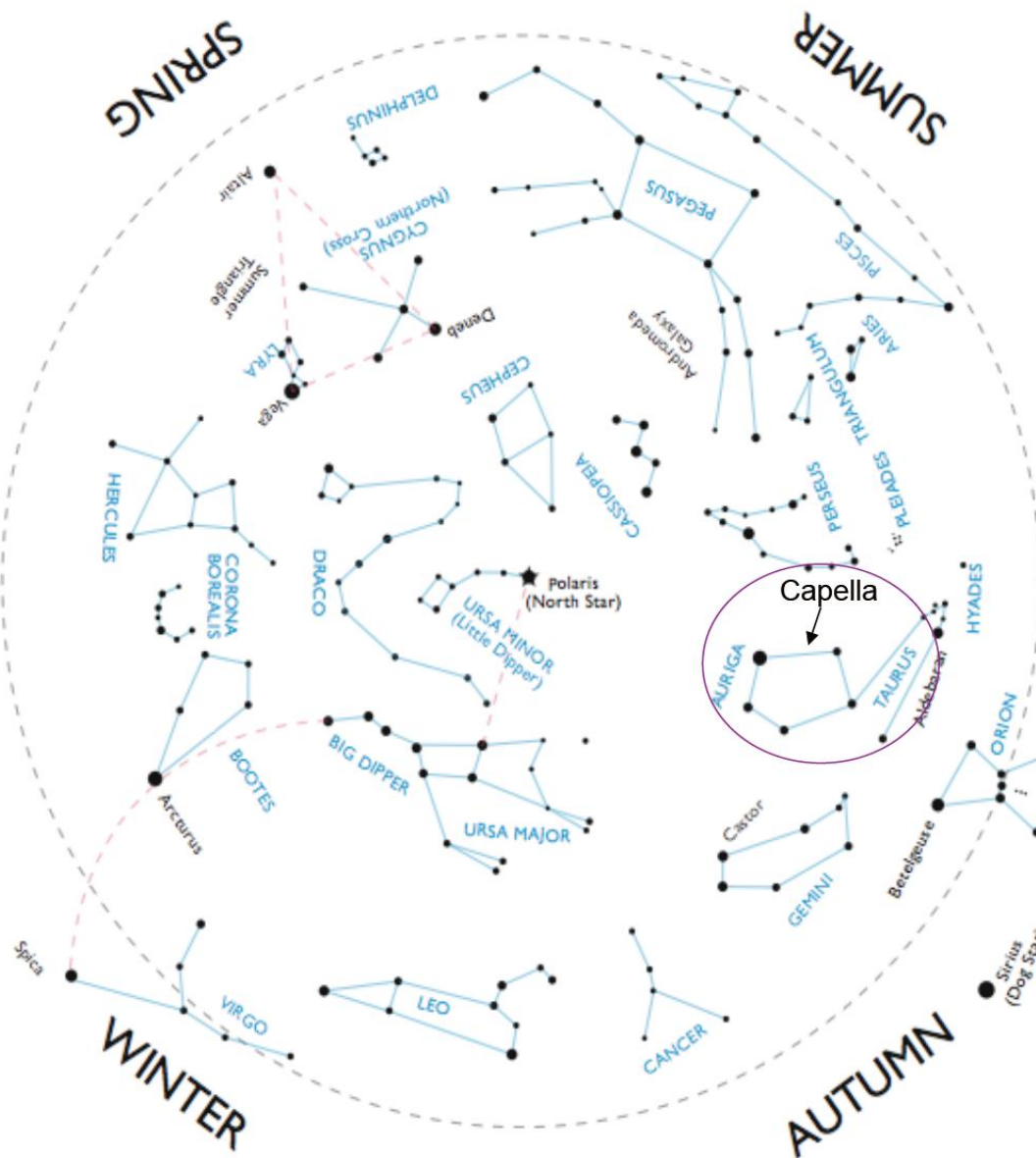


這是御夫座附近的星空照片



與左圖相同，用線將御夫座圈起

# Star Chart for the Northern Horizon



為了定出自己與星星的位置，面向北方，旋轉星圖並將當季星空轉至底部。星圖底部的星座會出現在北方星空，頂部的星座則出現在南方星空。此星圖時間是基於午夜12點鐘(譯註:四個季節的天空應該是指3, 6, 9, 12的15日午夜12點鐘)。隨著時間流逝，星星會因為地球自轉而以逆時針旋轉。

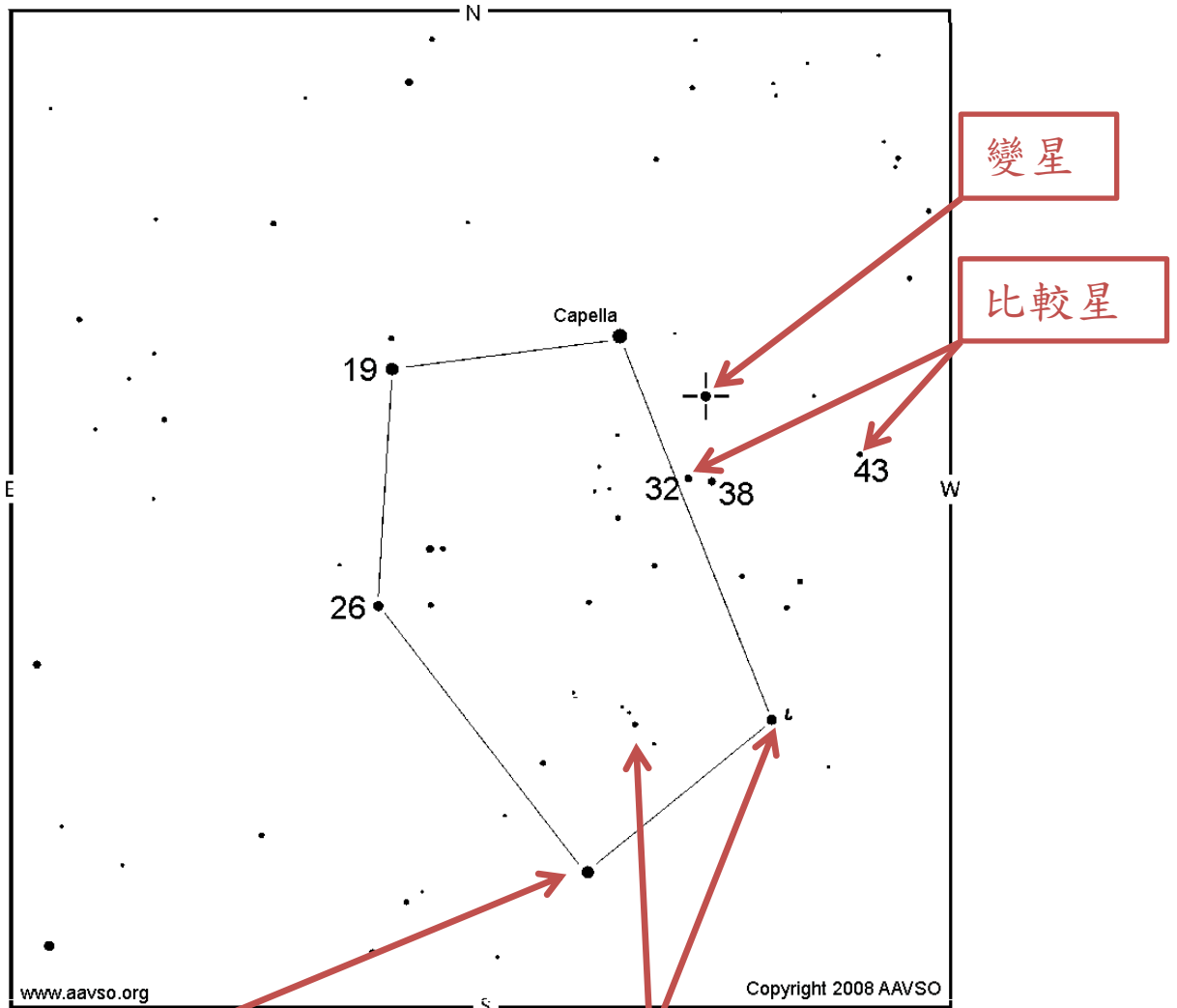
CitizenSky.org 得到 Todd Salat 許可重製此圖

# 變星星圖

“跳躍的星星”

找到星座以後，便開始找變星。以下的星圖和之前的不太相同，此圖放大御夫座附近的星空，同時也給了足夠的資訊估計變星。

1. 最初，在星圖找尋星座中的星星，看起來與其他星星沒有什麼兩樣。第一次找尋要有耐心，也許會花一些時間，以後就比較容易了。在四、五次觀測後，幾乎不需用到星圖了。
2. 找尋在星圖中被十字記號標記起來的變星
3. 接著，找尋在旁有數字的比較星(comparison stars)。
4. 就這樣，接下來會說明如何估計變星的亮度。



變星

比較星

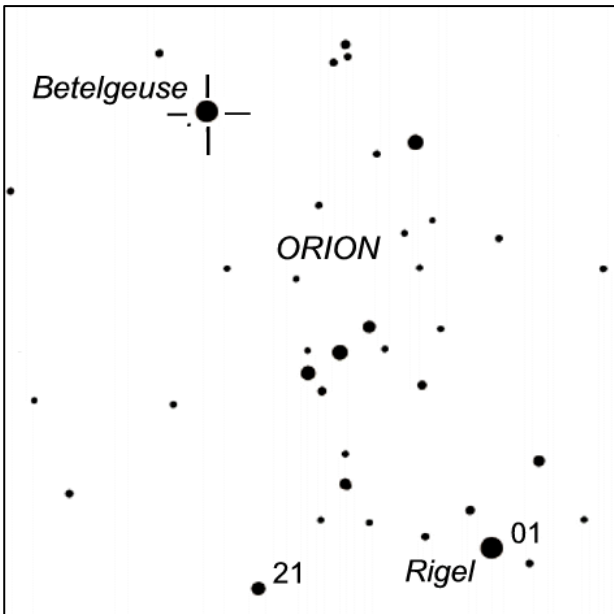
天上越亮的星在星圖中以越大的點表示

其他的星星

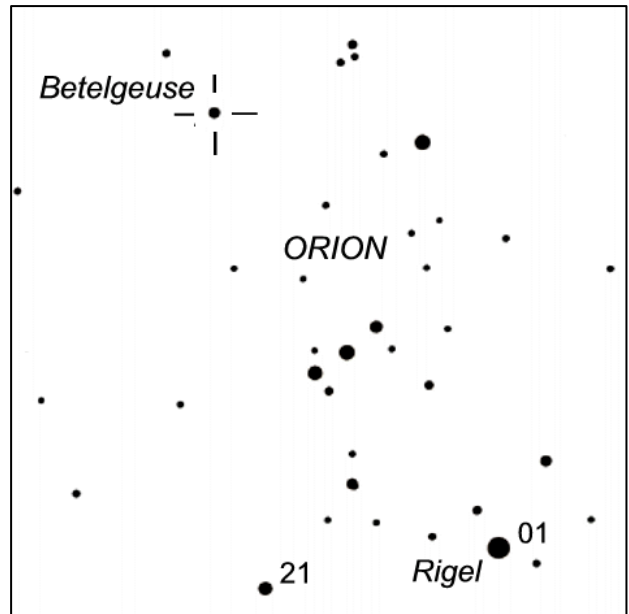
# 測量星星亮度

## 觀測

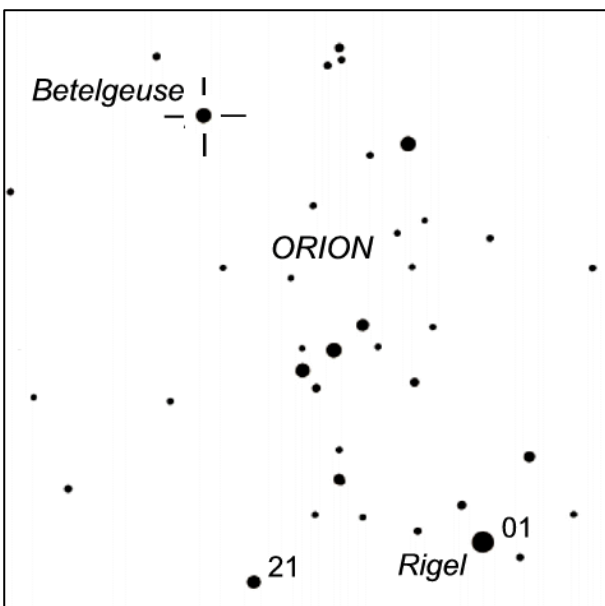
為了測量星星亮度，單純地只需比較其他在天上的星星。這些星稱為「比較星」，因為我們利用他們來做比較。天文學家小心並詳細的紀錄這些比較星的亮度，並依據其亮度以數字標示出來。數字越小，星星越亮（譯註：星圖中 01 的 0 代表個位數，1 代表小數點後一位，因此 01 的星等為 0.1 星等）



此例中，參宿四(Betelgeuse)亮度約與參宿七(Rigel)相等。所以估計約為 0.1 等



此例中，參宿四的亮度與 21 的亮度約略相同，所以可以估計參宿四的亮度為 2.1 等



此例中，參宿四(Betelgeuse)亮度在 01 與 21 兩顆比較星之間，所以我們估計參宿四的亮度在此之間，約為 1.1 等

## 回報觀測結果

每當做完觀測估計之後，請用紙筆記錄下來。紀錄日期、時間、還有星等的亮度。別嘗試把資料記憶在腦海裡過一陣子才記錄下來。這是科學上所用的數據，紀錄需要越精確越好。

有兩種方式可以回報資料給專業的天文學者，經由郵寄或者是網路。

◎**網路**:我們強烈建議經由網路傳送你的觀測結果。由此，天文學者可以很快地收到你的觀測資料。此外提交觀測資料至網路後也可立即從網路上比較其他觀測者的資料

至 <http://www.citizensky.org/submitdata>

第一次上傳資料約花 10 分鐘。當上傳完成之後，網頁會將你的資料標記起來，並顯示其他觀測者的資料。這方式可以比較你先前輸入的觀測資料與其他人輸入的觀測資料。之後的資料傳送大致上不會超過五分鐘。

◎**郵寄**:

如果你希望郵寄你的觀測資料，請填寫以下的表格並寄至 AAVSO。如果你需要更多表格，請告知我們，我們會再寄新的表格給你。

<b>Your Full Name:</b> _____	
<b>Your Address (if you want confirmation):</b> _____	
<b>E-Mail Address (optional):</b> _____	
<b>Sample Observation</b>	
Name of Star: <u>Alpha Ori</u>	Date & Time of Observation: <u>January 1, 2009 9:15pm</u>
Estimated Brightness: <u>22</u>	Comparison Stars Used: <u>20, 25</u>
<b>Observation #1</b>	
Name of Star: _____	Date & Time of Observation: _____
Estimated Brightness: _____	Comparison Stars Used: _____
<b>Observation #2</b>	
Name of Star: _____	Date & Time of Observation: _____
Estimated Brightness: _____	Comparison Stars Used: _____
<b>Observation #3</b>	
Name of Star: _____	Date & Time of Observation: _____
Estimated Brightness: _____	Comparison Stars Used: _____
<b>Observation #4</b>	
Name of Star: _____	Date & Time of Observation: _____
Estimated Brightness: _____	Comparison Stars Used: _____
<b>Observation #5</b>	
Name of Star: _____	Date & Time of Observation: _____
Estimated Brightness: _____	Comparison Stars Used: _____

You can mail this report at any time. All five observations do not need to be filled out. Please mail this report to: [AAVSO 49 Bay State Road Cambridge MA 02138](mailto:AAVSO).

## 十顆變星訓練計畫

觀測變星是需要練習的。因此我們設計了簡單的訓練計畫，這些變星都是容易找尋且觀測的，隨著這份清單，觀測變星會越來越具有挑戰性。當可以觀測表格最底層的御夫座  $\epsilon$  時，你就是專業的變星觀測者，可以提供真正的資料給科學家了！

從表格頂端的星星開始觀測起，接著依照自己的步調換新的目標。星圖可以在小手冊後面幾頁中找到。

有些星星只會在一一年內特定的季節中出現。如果季節時間不對，可以先跳過，等時間對了再觀測。

	變星名稱	中文名	季節	備註
1	獵戶座 $\alpha$ (Orionis)	參宿四	秋、冬	獵戶右肩的紅巨星「參宿四」
2	雙子座 $\eta$ (Geminorum)	鉞	秋、冬	
3	仙后座 $\gamma$ (Cassiopeia)	策	整年	容易找尋的星座，像「W」
4	英仙座 $\beta$ (Persei)	大陵五	冬	一晚就能完成整週週期！
5	天琴座 $\beta$ (Lyrae)	漸台二	夏	在夏天容易找尋，在織女星旁
6	天琴座 R (Lyrae)	輦道一	夏	
7	仙王座 $\mu$ (Cephei)	造父四	整年	
8	仙王座 $\delta$ (Cephei)	造父一	整年	
9	天鷹座 $\eta$ (Aquilae)	天桴四	夏	
10	御夫座 $\epsilon$ (Aurigae)	柱一	冬、春	VIP!!!

**註解：**以上列出的季節是以北半球晚上天空容易看見的星座為主。如果時間等久一點，或起的很早，就可看到下一季的星座。舉例來說，過午夜十二點的春天可以看到夏季星空。



## 最後一步

持續觀測！

每月請至少觀測這些星星一次，並盡快傳送資料越好。這個計劃將會執行到2012年為止，請繼續傳送觀測結果直到那時為止。

## 取得證書

當你成功的提交十個觀測結果至 AAVSO 後，證書將會寄證明給你對於科學的貢獻。

## 更多挑戰

AAVSO 中有許多從基本的到進階不等的市民科學計畫。參與更進階的計畫，名子可能被一同放到專業期刊上發表。我們的計畫並不完全是涉及觀測的。有些包含程式設計、教育與大眾宣傳、數據探查、數據分析…等等。如果你想要更多相關的資訊請聯絡我們。

## 更多資訊

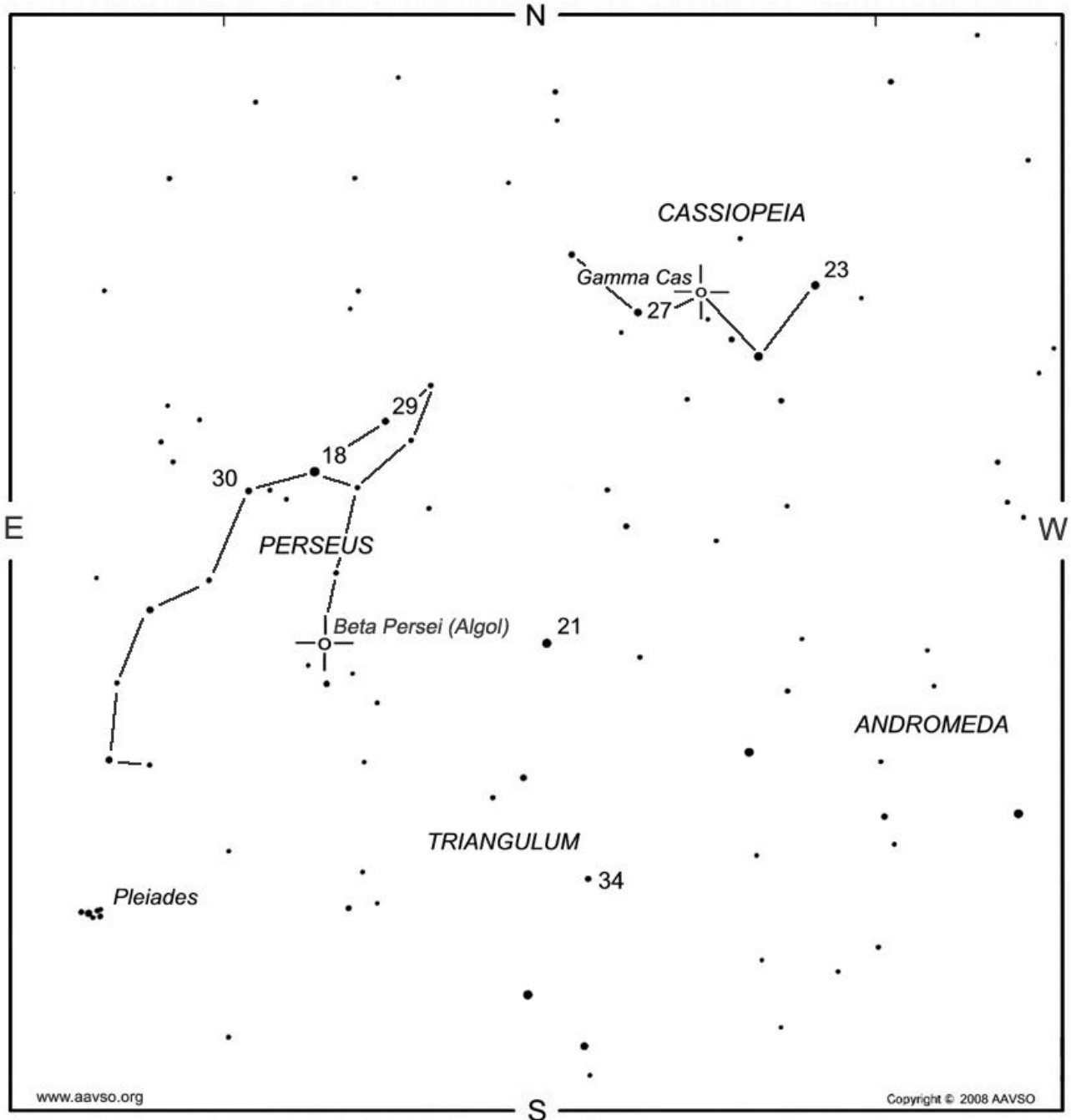
請造訪 [www.citizensky.org](http://www.citizensky.org) 取得更多變星資訊或者更多有關市民科學計畫。我們也有完整關於變星的課程與手冊 (Variable Star Astronomy, VSA)。請造訪：<http://www.aavso.org/education/vsa>



此圖由 Citizen Sky 參與者 Brian Thieme 繪製



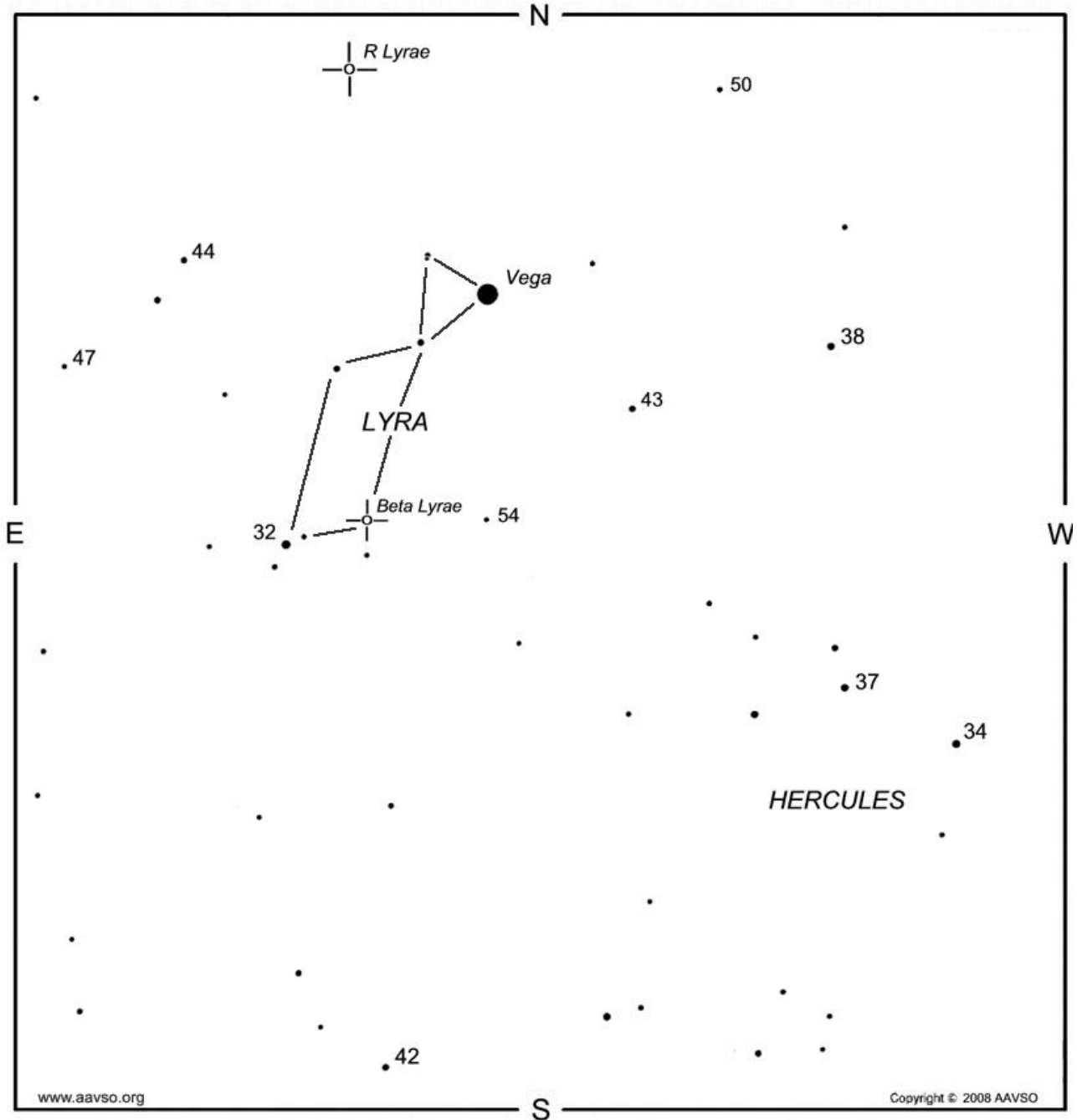
## 星圖：仙后座 $\gamma$ 、英仙座 $\beta$



**註解：**英仙座  $\beta$  (大陵五, Algol) 是顆有趣的變星。大約每三天會進入持續八小時的食。這表示在同一夜晚你有機會看到大陵五黯淡又恢復明亮! 因為發生的如此迅速，所以我們建議每 30 分鐘觀測一次。只要觀測幾次後，你會注意到它明顯比剛開始時黯淡許多。更多的預報資料請至：

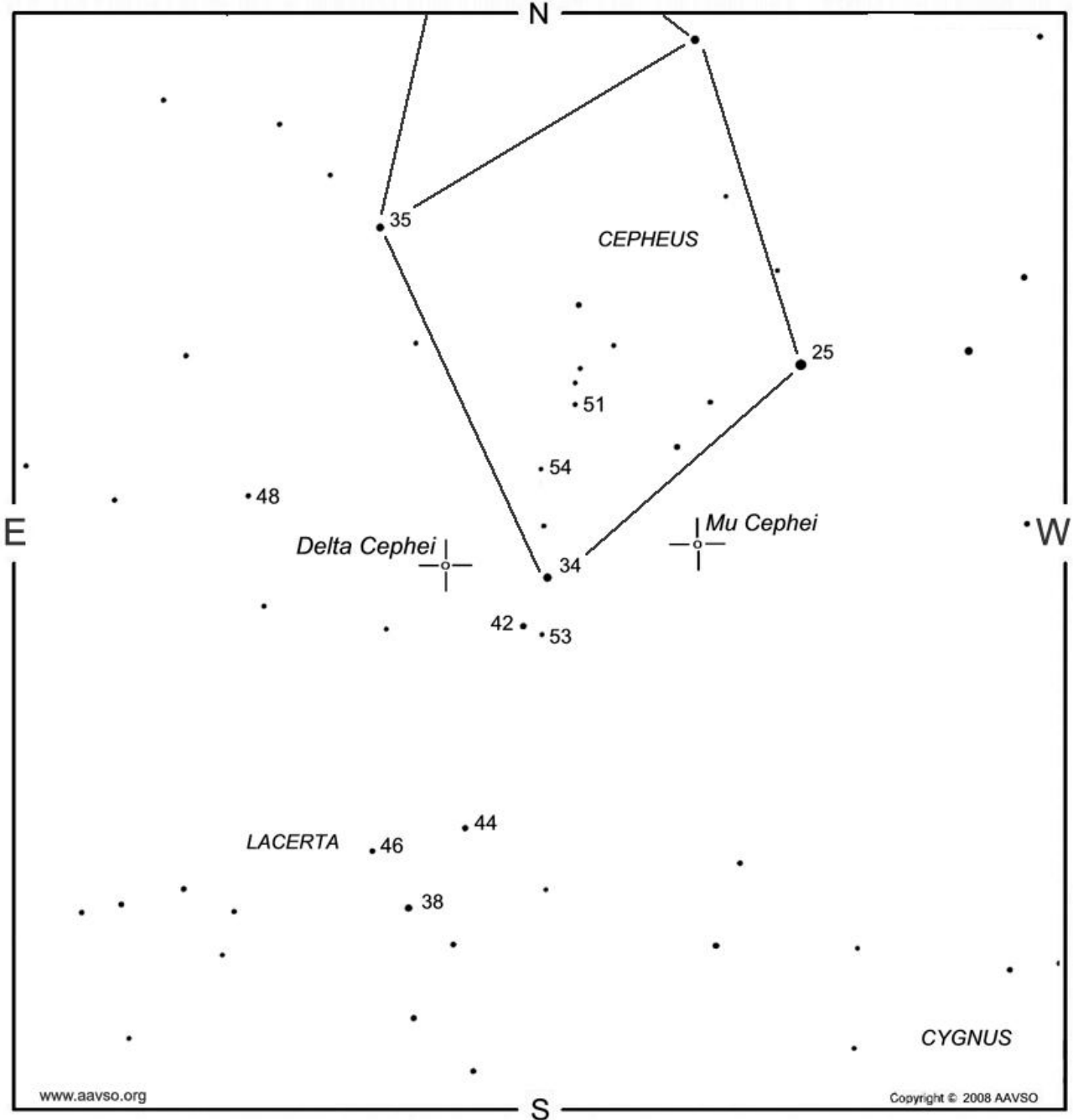
<http://www.aavso.org/observing/programs/eclipser/ebephem.shtml>

## 星圖：天琴座 $\beta$ 、天琴座 R



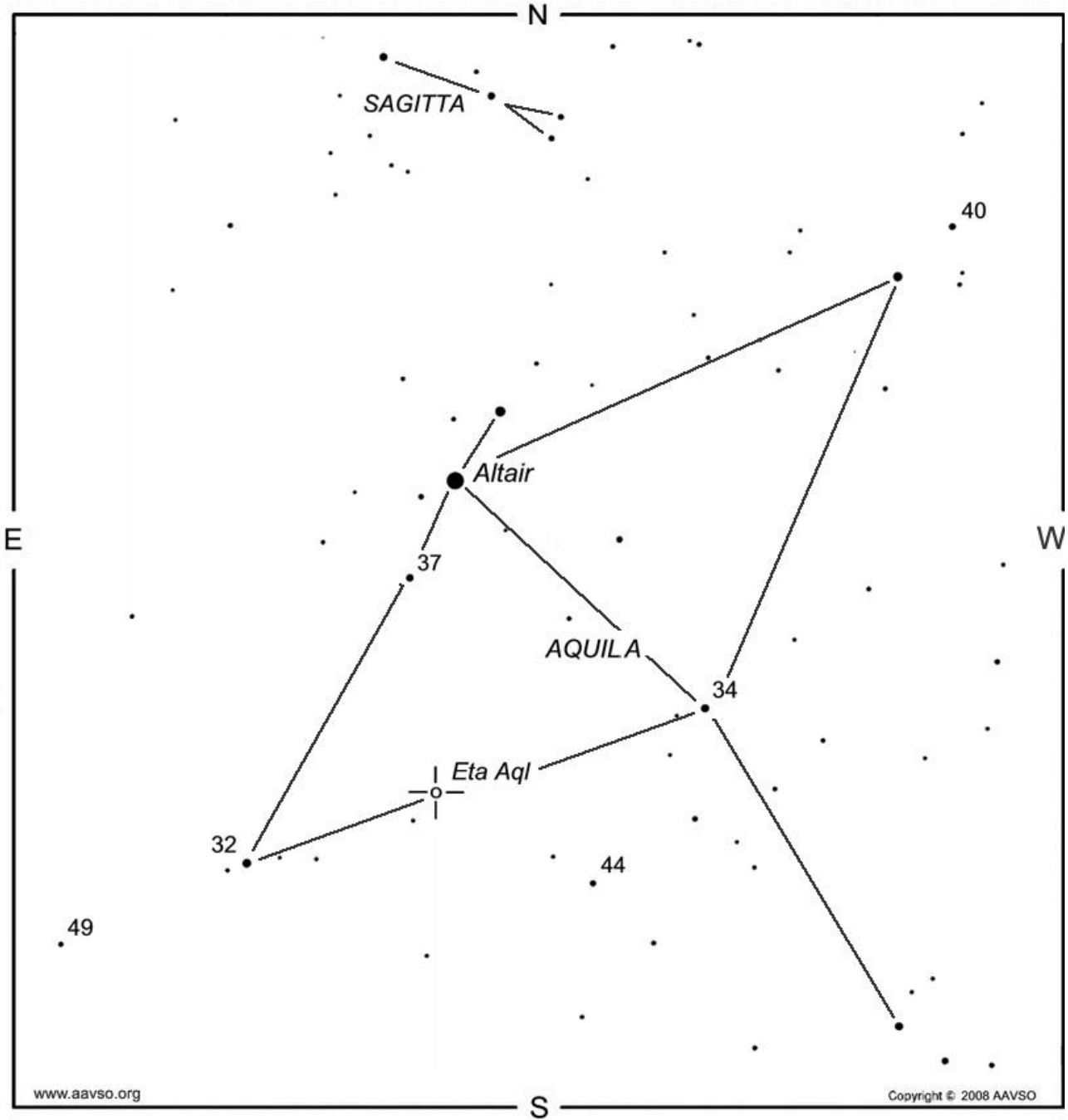
**註解：**天琴座(Lyra)是很容易認出的夏季星座。夏季星空最亮的織女星(Vega)通常在傍晚過後幾小時幾乎會在頭頂上方。天琴座像個沙漏掛在空中，並且相較於星圖中其他星座來說，天琴座是較小的。漸台二(天琴座 $\beta$ )亮度變化通常以13天為一周期，在3.4至4.4等之間變化著。

## 星圖：仙王座 $\mu$ 、仙王座 $\delta$



**註解：**造父一(仙王座  $\delta$ , Delta Cephei)亮度變化以略多於五天為一個週期，在 3.3 與 4.5 等之間變化。一週內每晚觀察這顆星星，你可以觀測到一個完整的週期。在多數城市中，3.3 等星的亮度仍然可以被觀測到。但 4.5 等星在光害的洗禮下，觀測它可能是個挑戰了。因此，如果你生活在夜晚天空明亮的地區，降至 4.5 等的造父一就像消失一樣。當亮度回升到 3.3 等時，它又出現了！

# 星圖：天鷹座 $\eta$



註解：天桴四(天鷹座  $\eta$ , Eta Aquilae) 與造父一(仙王座  $\delta$ , Delta Cephei) 類似。它亮度變化約以一週為一週期，在 3.5 至 4.4 等之間變化。

# 星圖：御夫座 $\epsilon$

