

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์

4.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง AD CMi

จากผลการสังเกตการณ์ทางแสงที่ได้ในบทที่ 3 สามารถนำกราฟแสงที่ได้มาวิเคราะห์หา Time of Maximum Light ได้ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 แสดง Time of Minimum Light ที่หาได้จากกราฟแสงของดาวแปรแสง AD CMi ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินและสีเหลือง

ช่วงความยาวคลื่น	Time of Maximum (HJD)	ชนิดของ Maximum
สีน้ำเงิน	2453427.0616	Primary
สีเหลือง	2453427.0628	Primary

จาก Linear Ephemeris ที่ Fu et al. คำนวณไว้ในปี ค.ศ. 1998

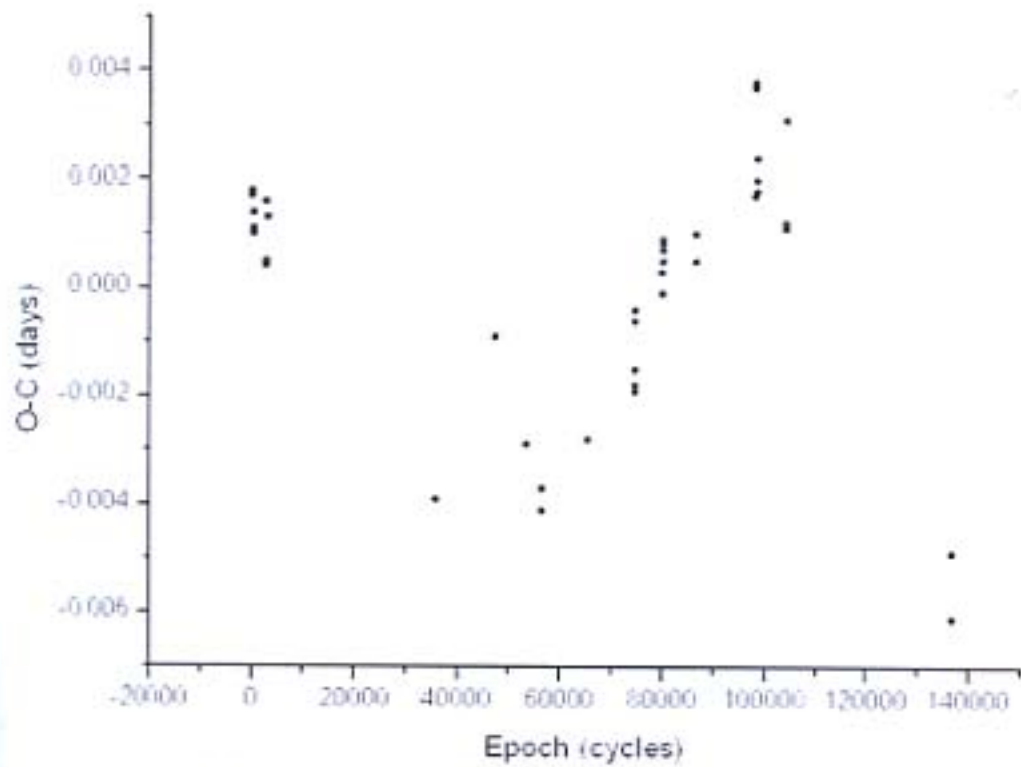
$$HJD,MaxI = 2436601.8210 + 0.12297449E \quad 4.1$$

แทนค่า Time of Maximum light (O) จากตาราง 4.1 เพื่อหาค่า Epoch และคำนวณค่า Time of Maximum Light (C) จากสมการ 4.1 นี้ จะได้ค่า $O - C$ ดังแสดงในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 แสดงค่าที่คำนวณได้จาก Linear Ephemeris และค่า $O - C$:

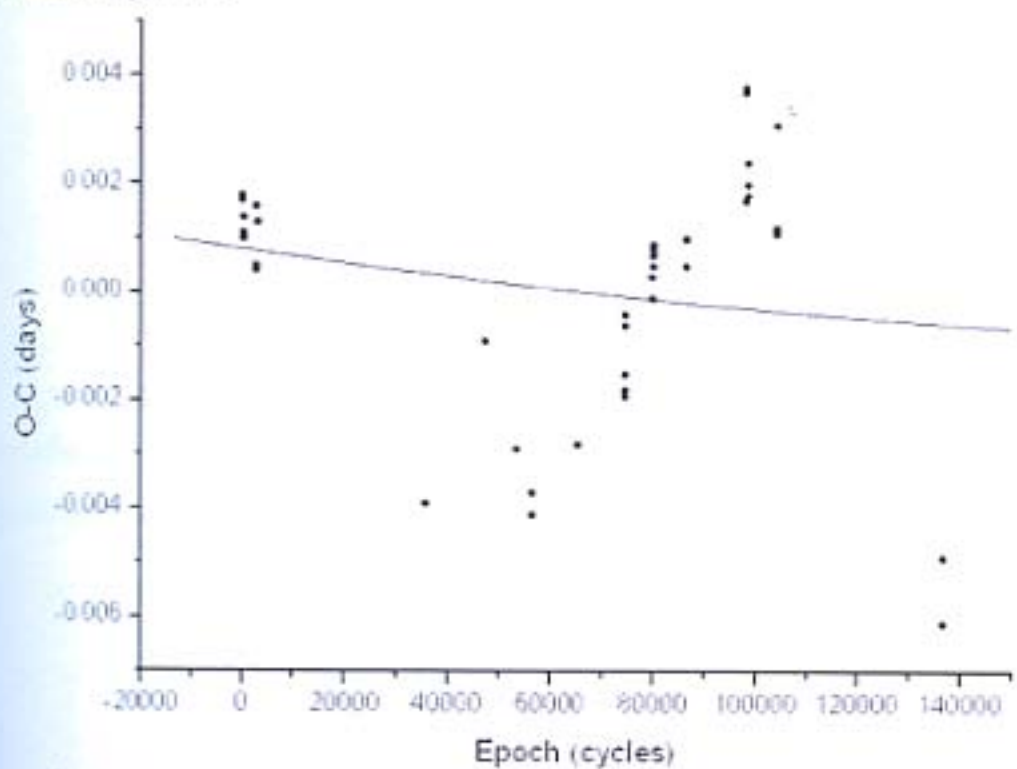
ความยาวคลื่น	HJD (O)	Epoch	C	$O - C$
สีน้ำเงิน	2453427.0616	136819	2453427.0677	-0.0061
สีเหลือง	2453427.0628	136819	2453427.0677	-0.0049

ค่า $O - C$ ที่ได้จากการสังเกตการณ์นี้จะประกอบด้วยค่า $O - C$ ที่นักดาราศาสตร์ท่านอื่นๆ เคยทำได้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค) นำมาสร้างแผนภาพ $O - C$ ซึ่งจะได้ดังรูป 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงแผนภาพ $O-C$ ของดาวแปรแสง AD CMi

จากรูปที่ 4.1 สามารถหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงได้จากการหา Quadratic Ephemeris ดังรูปที่ 4.2

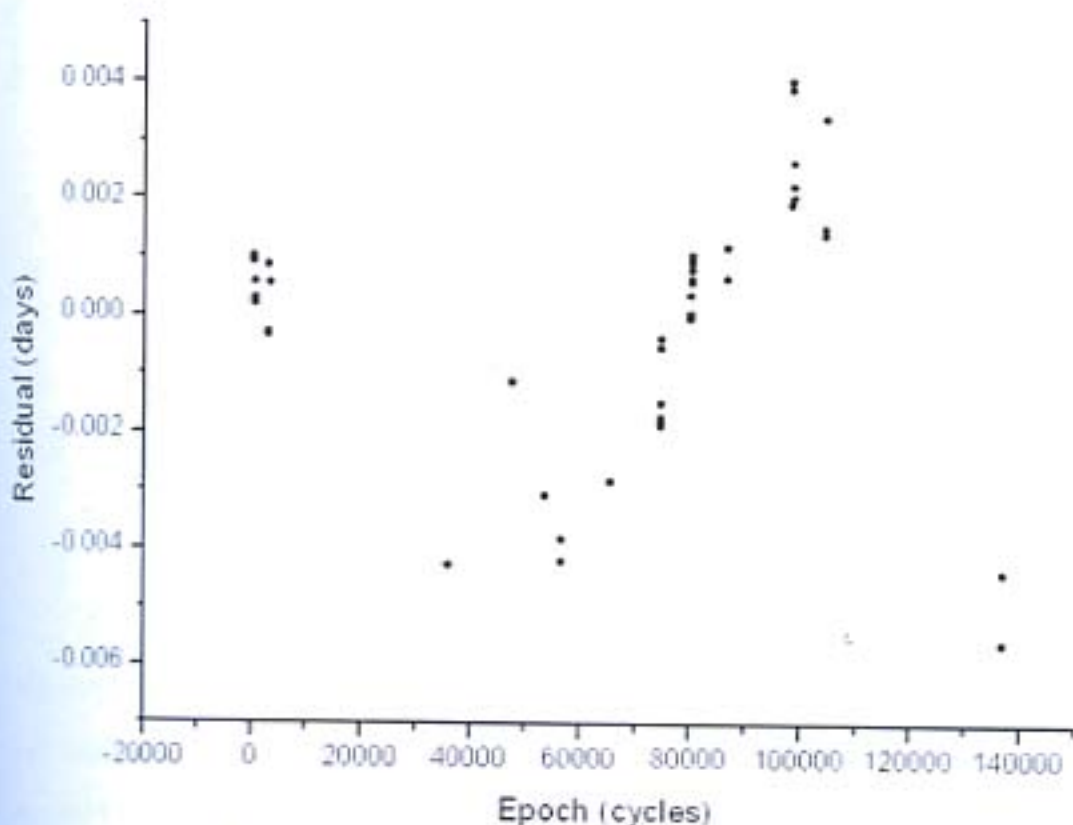


รูปที่ 4.2 แสดงแผนภาพ $O-C$ ของดาวแปรแสง AD CMi เมื่อ fit curve แบบ Quadratic

จากรูปที่ 4.2 Quadratic Ephemeris ที่ดีที่สุดสำหรับค่า $O-C$ คือ

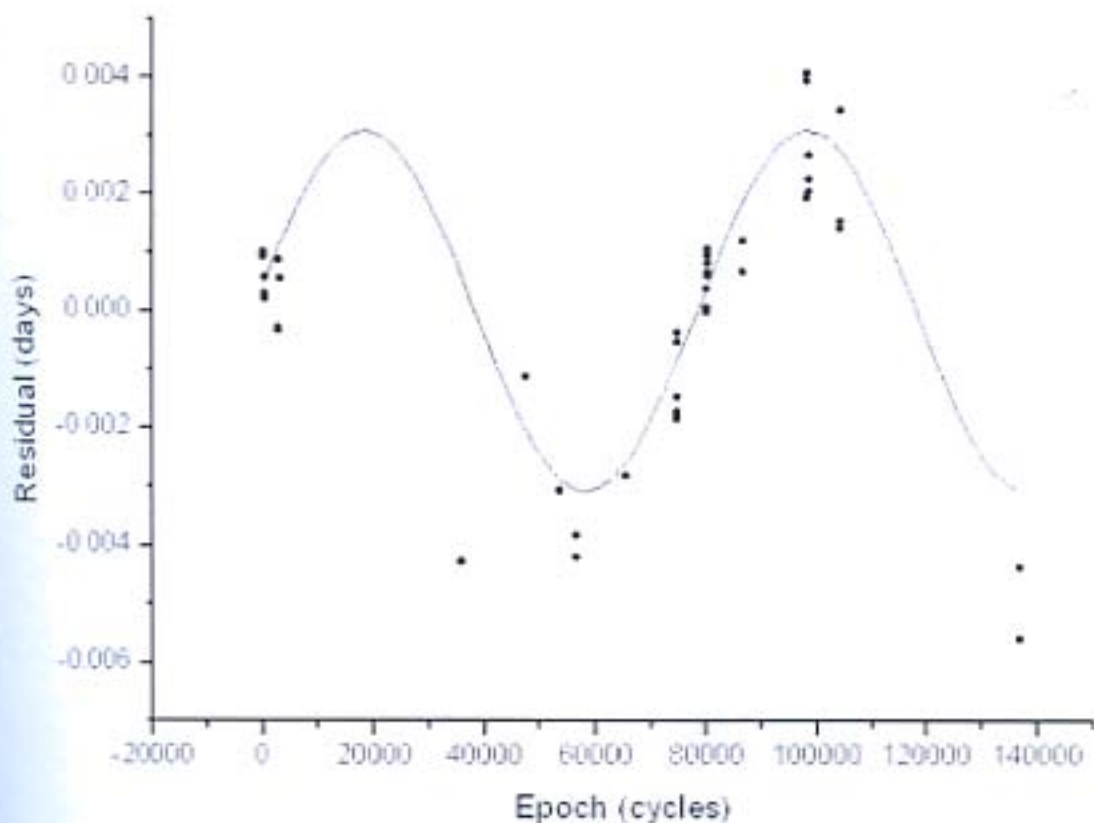
$$O-C = (8.1251 \times 10^{-4}) - (1.36484 \times 10^{-8})E + (2.60651 \times 10^{-14})E^2 \quad (4.2)$$

นั่นคือ ค่า $O-C$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายความว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา $2(2.60651 \times 10^{-14})$ days / cycle หรือเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 1.33776×10^{-5} วินาที / ปี และจากรูปที่ 4.2 นี้สามารถหาค่า Residual ได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงแผนภาพ Residual ของดาวแปรแสง AD CMI

จากรูป 4.3 จะเห็นว่าค่า Residual ที่ได้มีค่าเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน แต่มีแนวโน้มในลักษณะที่เป็นคาบ ดังนั้นจึงคาดว่าค่า Residual นี้มีการเปลี่ยนแปลงแบบเป็นคาบ และหา Periodic Ephemeris ที่ดีที่สุดสำหรับค่า Residual ได้ดังรูปที่ 4.4



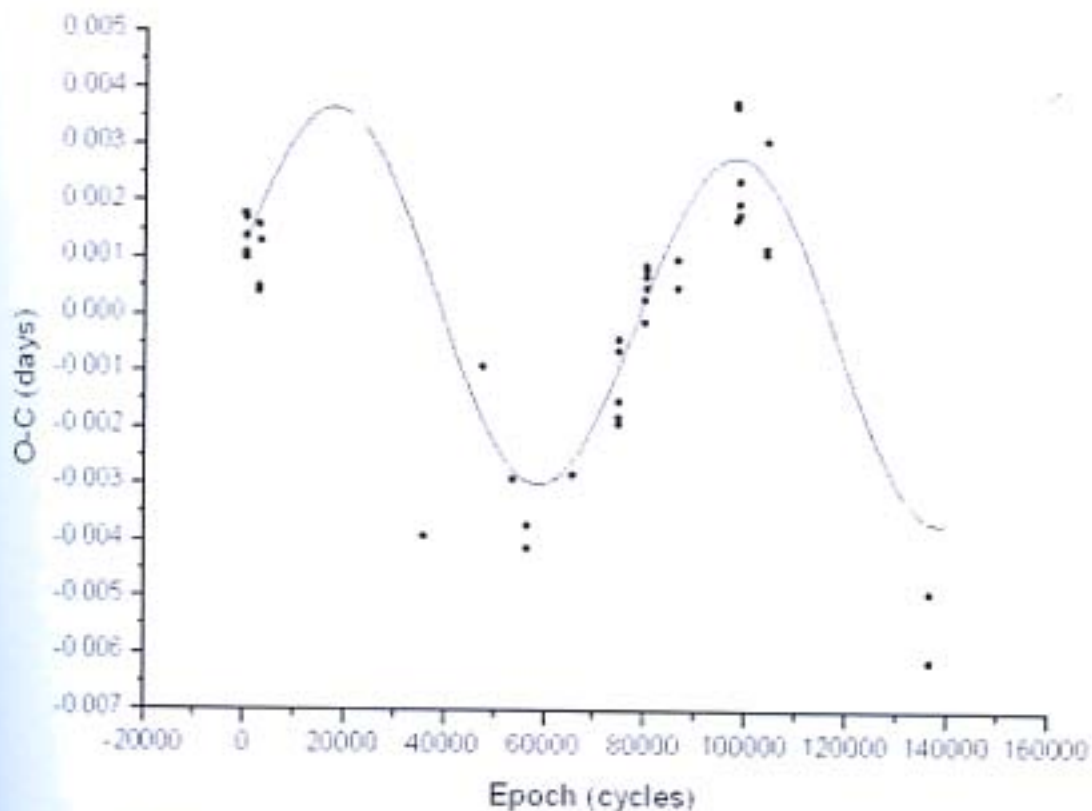
รูปที่ 4.4 แสดงแผนภาพ Residual ของดาวแปรแสง AD CMi เมื่อ fit curve แบบ Sinusoidal จากรูปที่ 4.4 ได้ Periodic Ephemeris ที่ดีที่สุดสำหรับค่า Residual คือ

$$\text{Residual} = 0.00297 \times \sin\left[\left(7.518499427 \times 10^{-5}\right)E - (5.872155349)\right] \quad (4.3)$$

นั่นคือ ค่า $O-C$ มีการเปลี่ยนแปลงเป็นคาบ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากดาวแปรแสงนี้มีการโคจรรอบจุดศูนย์กลางมวลของระบบดาวคู่ จากสมการที่ 4.3 พบว่ามี Amplitude เท่ากับ 0.00297 days และมีความถี่ $f = (7.51849927 \times 10^{-5}) / 2\pi$ สามารถหาค่า light time ได้จาก Amplitude โดยแปลงจากหน่วยวันให้เป็นวินาทีแล้วคูณด้วยความเร็วแสงจะได้เป็นระยะทางซึ่งมีค่าประมาณ 0.532 AU และสำหรับความถี่สามารถนำไปคำนวณหาคาบได้ โดยที่ $P = 1 / f$ แต่ค่า P ที่ได้นี้จะมิหน่วยเป็นรอบ ต้องนำ P มาคูณด้วยคาบการแปรแสง ซึ่งคำนวณคาบ P ได้ประมาณ 26.94 ปี

เมื่อรวมสมการ Quadratic Ephemeris และ Periodic Ephemeris เข้าด้วยกัน จะได้แผนภาพ $O-C$ ดังรูปที่ 4.5 และมีสมการคือ

$$\begin{aligned} O-C = & (8.1251 \times 10^{-4}) - (1.36484 \times 10^{-8})E + (2.60651 \times 10^{-14})E^2 \\ & + 0.00297 \sin\left[\left(7.518499427 \times 10^{-5}\right)E - (5.872155349)\right] \end{aligned} \quad (4.4)$$



รูปที่ 4.5 แสดงแผนภาพ $O - C$ ของดาวแปรแสง AD CMi เมื่อ fit curve แบบ Quadratic และ Sinusoidal

4.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง VZ Cnc

จากผลการสังเกตการณ์ทางแสงที่ได้ในบทที่ 3 สามารถนำกราฟแสงที่ได้มาวิเคราะห์หา Time of Maximum Light ได้ดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 แสดง Time of Minimum Light ที่หาได้จากกราฟแสงของดาวแปรแสง VZ Cnc ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินและสีเหลือง

ช่วงความยาวคลื่น	Time of Minimum (HJD)	ชนิดของ Maximum
สีน้ำเงิน	2453421.3134	Primary
สีเหลือง	2453421.3189	Primary

จาก Linear Ephemeris ที่ Fu et al. ค้นพบไว้ในปี ค.ศ. 1987

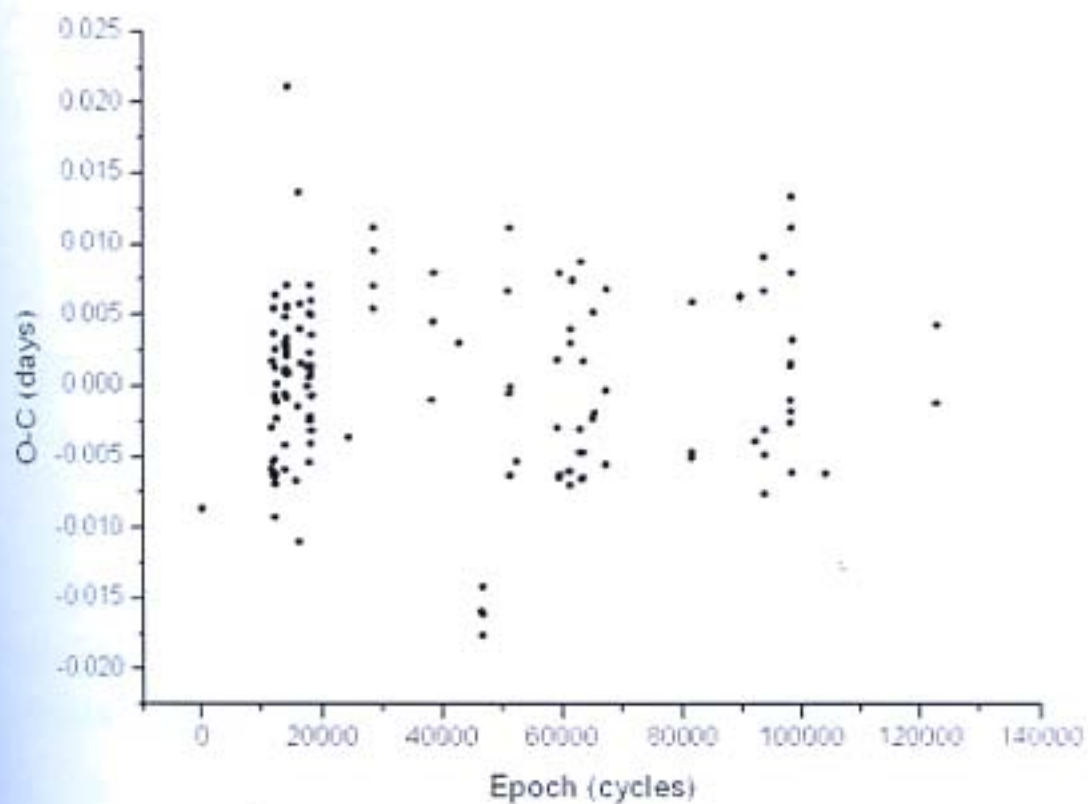
$$HJD.Max1 = 2431550.7187 + 0.178363665E \quad (4.5)$$

แทนค่า Time of Minimum light (O) จากตาราง 4.3 เพื่อหาค่า Epoch และคำนวณค่า Time of minimum light (C) จากสมการ 4.5 นี้ จะได้ค่า $O - C$ ดังแสดงในตาราง 4.4

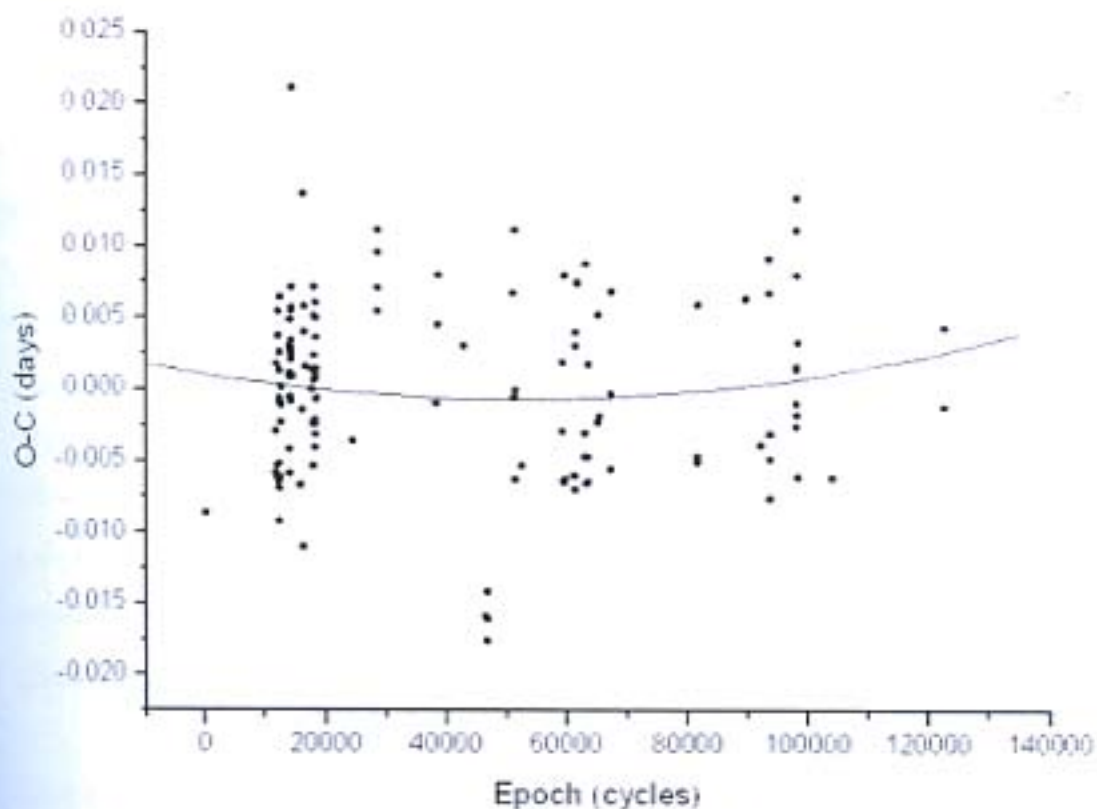
ตาราง 4.4 แสดงค่าที่คำนวณได้จาก Linear Ephemeris และค่า $O-C$

ความยาวคลื่น	HJD (O)	Epoch	C	$O-C$
สีน้ำเงิน	2453421.3134	122618	2453421.3146	-0.0012
สีเหลือง	2453421.3189	122618	2453421.3146	0.0043

ค่า $O-C$ ที่ได้จากการสังเกตการณ์นี้จะประกอบกับค่า $O-C$ ที่นักดาราศาสตร์ท่านอื่นๆ เคยทำได้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค) นำมาสร้างแผนภาพ $O-C$ ซึ่งจะได้ดังรูป 4.6

รูปที่ 4.6 แสดงแผนภาพ $O-C$ ของดาวแปรแสง VZ Cnc

จากรูป 4.6 จะเห็นว่าค่า $O-C$ ที่ได้มีค่าเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะกระจายแบบไม่แน่นอน แต่สามารถหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงได้จากการหา Quadratic Ephemeris ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงแผนภาพ $O-C$ ของดาวแปรแสง VZ Cnc เมื่อ fit curve แบบ Quadratic

จากรูปที่ 4.7 Quadratic Ephemeris ที่ดีที่สุดสำหรับค่า $O-C$ คือ

$$O-C = 0.00106 - (6.81577 \times 10^{-8})E + (6.59874 \times 10^{-13})E^2 \quad (4.6)$$

นั่นคือ ค่า $O-C$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายความว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา $2(6.59874 \times 10^{-13})$ days / cycle หรือเพิ่มขึ้นด้วยอัตราประมาณ 2.335×10^{-4} วินาที / ปี