บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง

ข้อมูลที่ได้ จะแสดงในรูปของกราฟระหว่างจำนวน (counts) กับช่วงเวลา (time interval) จากกราฟผลการทดลองดังกล่าวเราสามารถวิเคราะห์หาค่า N_0 และ a เพื่อทดสอบสมการ (2.7) ซึ่งเป็นรูปแบบของการกระจายแบบปัวซอง

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่า N_0 และ a ในสมการ (2.7) จะได้จากการ fit ข้อมูลที่ได้โดยการเลือกใช้วิธี weighting least square fit (Jaffey,1960) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

จากสมการเส้นตรง

$$y = b + cx$$

ถ้าสมมุติว่าค่า x วัดได้โดยไม่มีความคลาดเคลื่อน (error) ค่า y มีการกระจายรอบๆ ค่าเฉลี่ย (mean) แต่ละค่าของ x_i ก็จะมีค่าอุดมคติ y_i และค่า y_i ซึ่งได้จากการวัดในการทดลองก็จะมีค่า y_i ค่าหนึ่ง ถ้าผลการทดลองมี x_i, y_i อยู่ k คู่ ค่า b และ c ของเส้นตรงที่ดีที่สุดจะหาได้จาก

$$c = \frac{\Sigma w_i x_i y_i - X_{avg} Y_{avg} \Sigma W_i}{\Sigma w_i x_i^2 - X_{avg}^2 \Sigma w_i} \qquad (4.1)$$

$$b = Y_{avg} - cX_{avg} \qquad (4.2)$$

$$X_{avg} = \frac{\Sigma w_i x_i}{\Sigma w_i} \qquad (4.3)$$

$$Y_{avg} = \frac{\Sigma w_i y_i}{\Sigma w_i} \qquad (4.4)$$

$$w_i = \frac{1}{\sigma^2(y_i)} \qquad (4.5)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละครั้งนั้น จะต้องพิจารณาว่าอะไรคือ weight ของข้อมูลชุดนั้น ในการกระจายของช่วงเวลาซึ่งถือว่าเป็นแบบปัวซอง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน counts จะมีค่า (Evans ,1967)

$$\sigma(n_i) = \sqrt{n_i} \qquad (4.6)$$

สมการ (2.7) เขียนเป็นสมการเส้นตรงจะได้

$$\ln n = \ln N_o - at$$

ดังนั้นต้องมีการเปลี่ยน (error propagation) $\sigma(n_i)$ เป็น $\sigma(y_i)$ ซึ่งจะได้ (Jaffey ,1960)

$$\sigma^2(y_i) = \frac{\sigma^2(n_i)}{n_i^2}$$

จากสมการ (4.6) แทนค่า n_i จะได้

$$\sigma^2(y_i) = \frac{1}{n_i}$$

จากสมการ (4.5) และสมการ (4.7) จะได้

$$w_i = n_i$$

จากข้อมูลทดลองเมื่อ weighting least square fit แล้วก็จะได้ค่า N_o และ a ทำให้ได้ค่า n(t) ต่างๆ จากสมการ (2.7) จำนวน total counts นั้นหาได้จากการ integrate สมการ (2.7) ดังนี้

$$N = \int_{t_1}^{t_2} n(t)\, dt$$

$$N = \frac{N_o}{a}(e^{-at_1} - e^{-at_2}) \qquad (4.8)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ผลการทดลอง

ค่า N_o และ a ที่ได้จากการ fit ข้อมูลผลการทดลองที่ total counts และ time interval ต่างๆ แสดงไว้ต่อไปนี้

Total Counts	Interval (sec)	threshold (mV)	N_o	a
953	1/2	250	231	0.217
1096	1	250	558	0.503
19,619	1	250	7449	0.371
8,966	1	500	1346	0.136

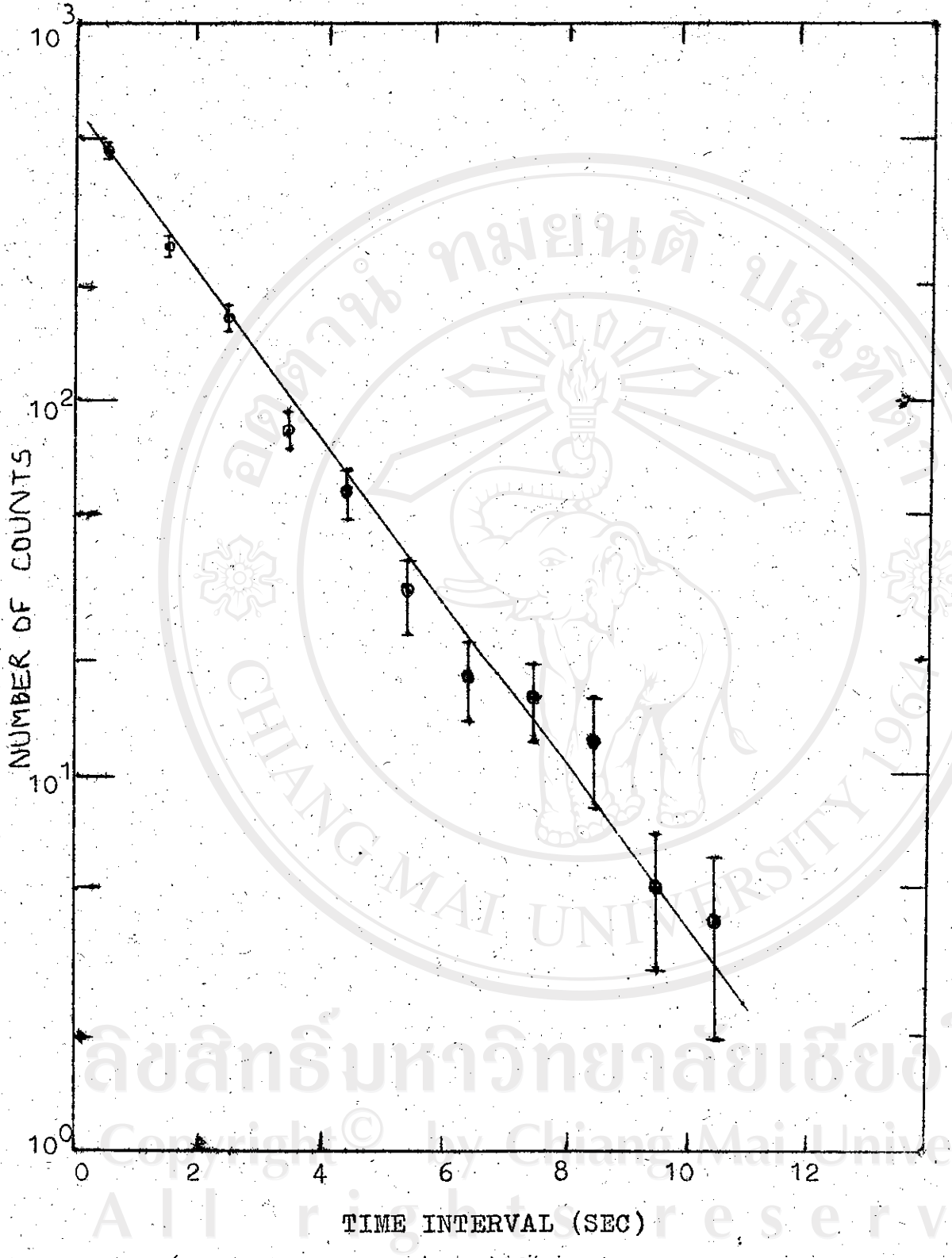
จากสมการ (4.8) เราสามารถคำนวณหา total counts ได้โดยการใช้ค่า N_o และ a ที่คำนวนได้จากตารางที่ 4.1 และนำมาเปรียบเทียบกับค่า total counts ที่ได้จากผลการทดลองดังนี้

TOTAL COUNTS	
การทดลอง	การคำนวณ
953	805
1096	1104
8966	8917
19619	19729

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

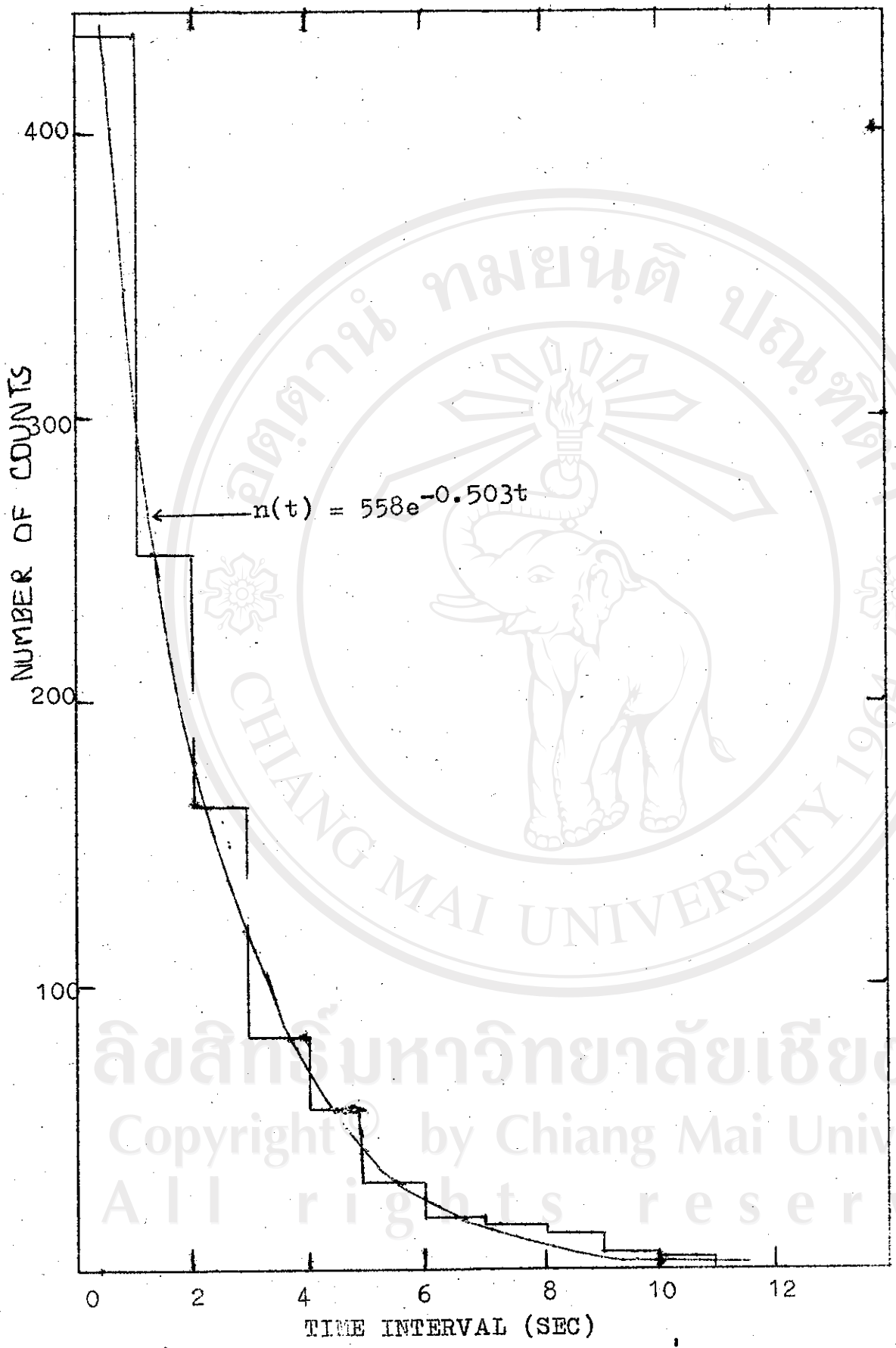
จากตารางที่ 4.2 พบว่าข้อมูลการทดลองจำนวนมากๆ จะให้ผลการทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีมากกว่าข้อมูลจำนวนน้อย (หัวข้อ 2.2) ดังแสดงกราฟผลการทดลองในรูปที่ 4.3 รูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 ส่วนข้อมูลการทดลองจำนวนต่ำๆ ความสอดคล้องจะเห็นไม่ชัดเจน มีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.1 แสดงการกระจายของจำนวน countsกับช่วงเวลา
Total counts 1,000. Discriminator 250 mV.
Interval 1 sec.

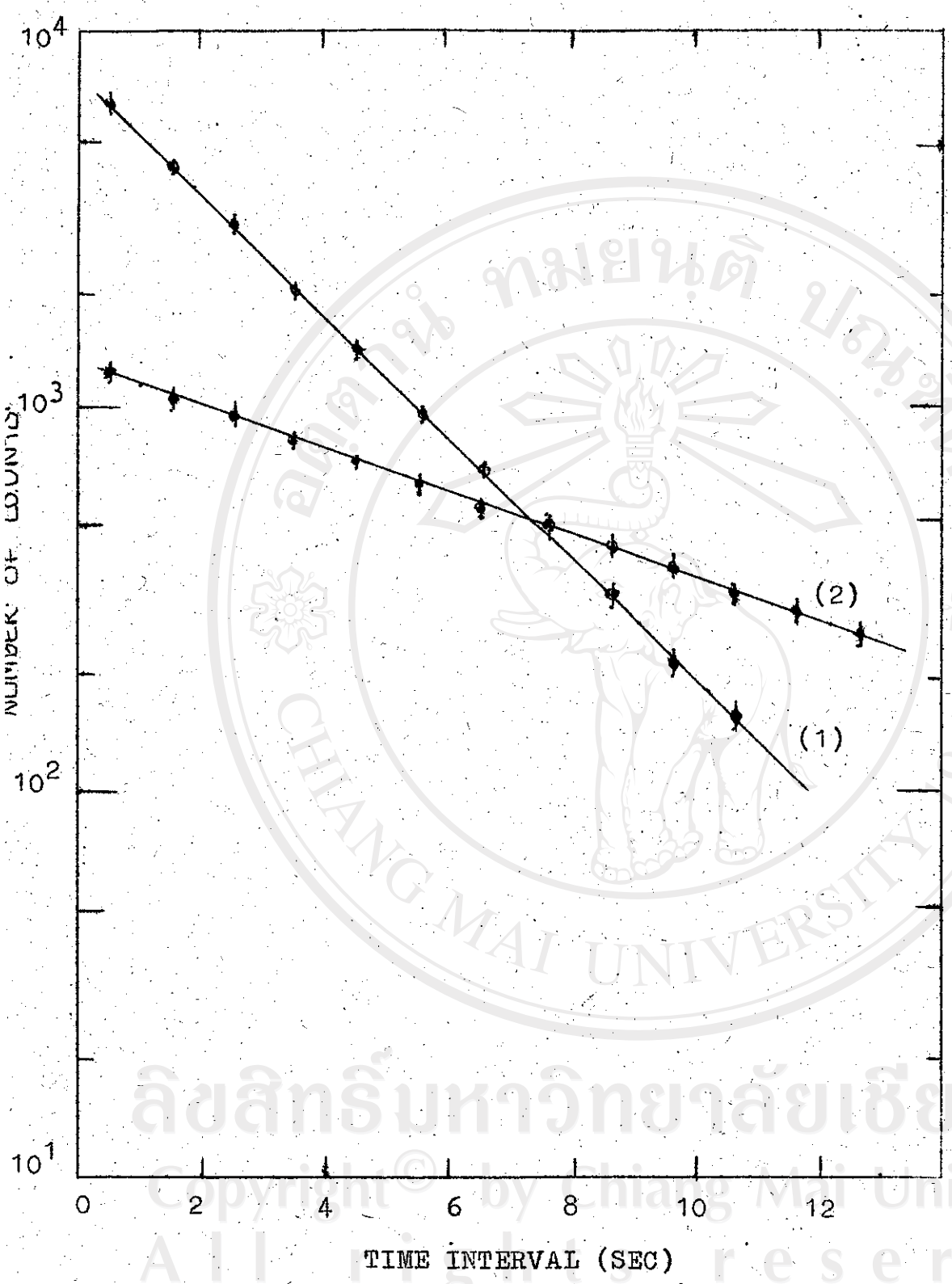
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.2 แสดงการกระจายของจำนวน countsกับช่วงเวลา

Total counts 1,000. Discriminator 250 mV.Interval1sec

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

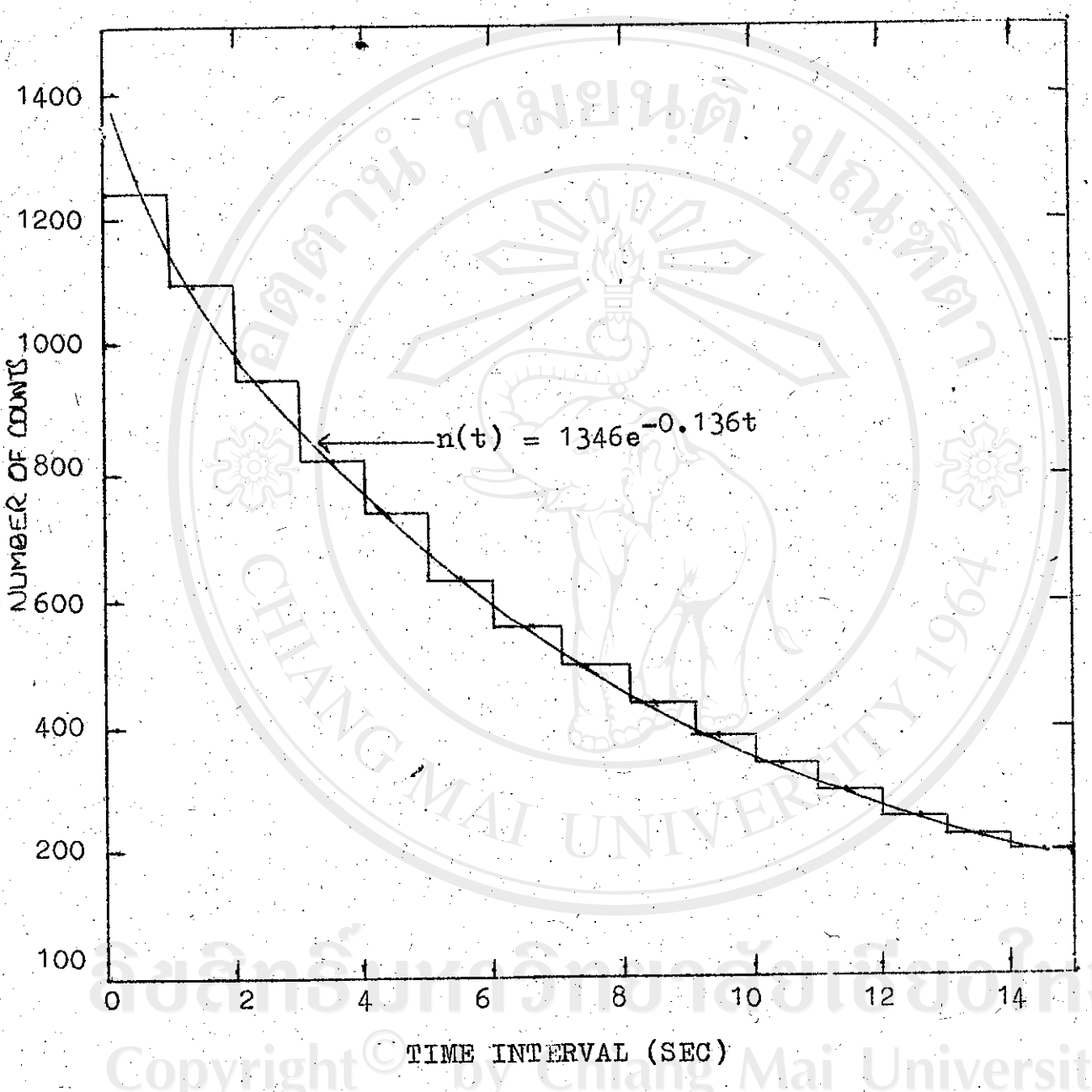


รูปที่ 4.3 แสดงการกระจายของจำนวนcounts กับช่วงเวลา

(1) Total counts 20,000. Discri. 250 mV. Interval 1 sec.

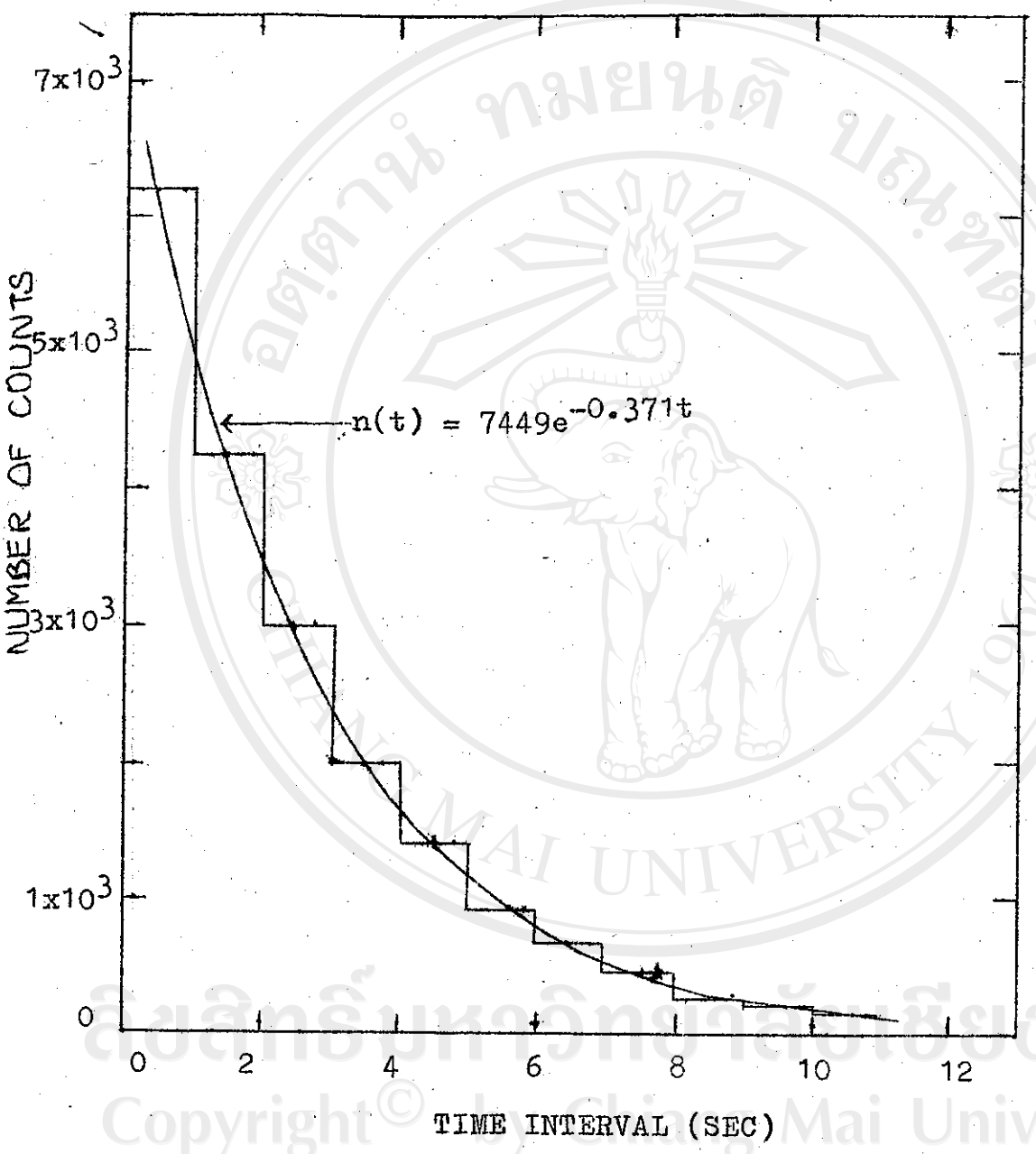
(2) Total counts 10,000. Discri. 500 mV. Interval 1 sec.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



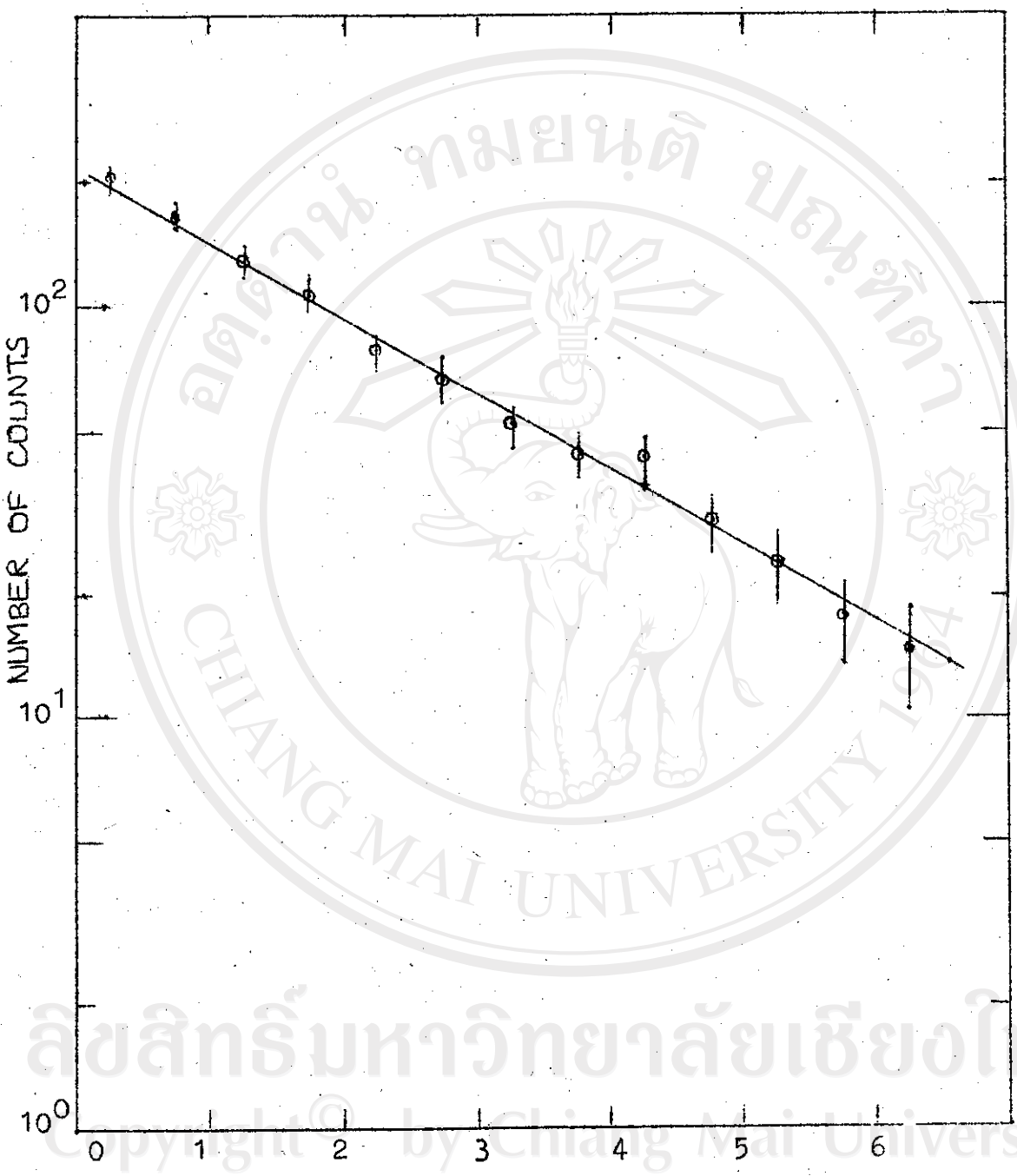
รูปที่ 4.4 แสดงการกระจายของจำนวน counts กับช่วงเวลา
Total counts 10,000. Discri. 500 mV.
Interval 1 sec.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



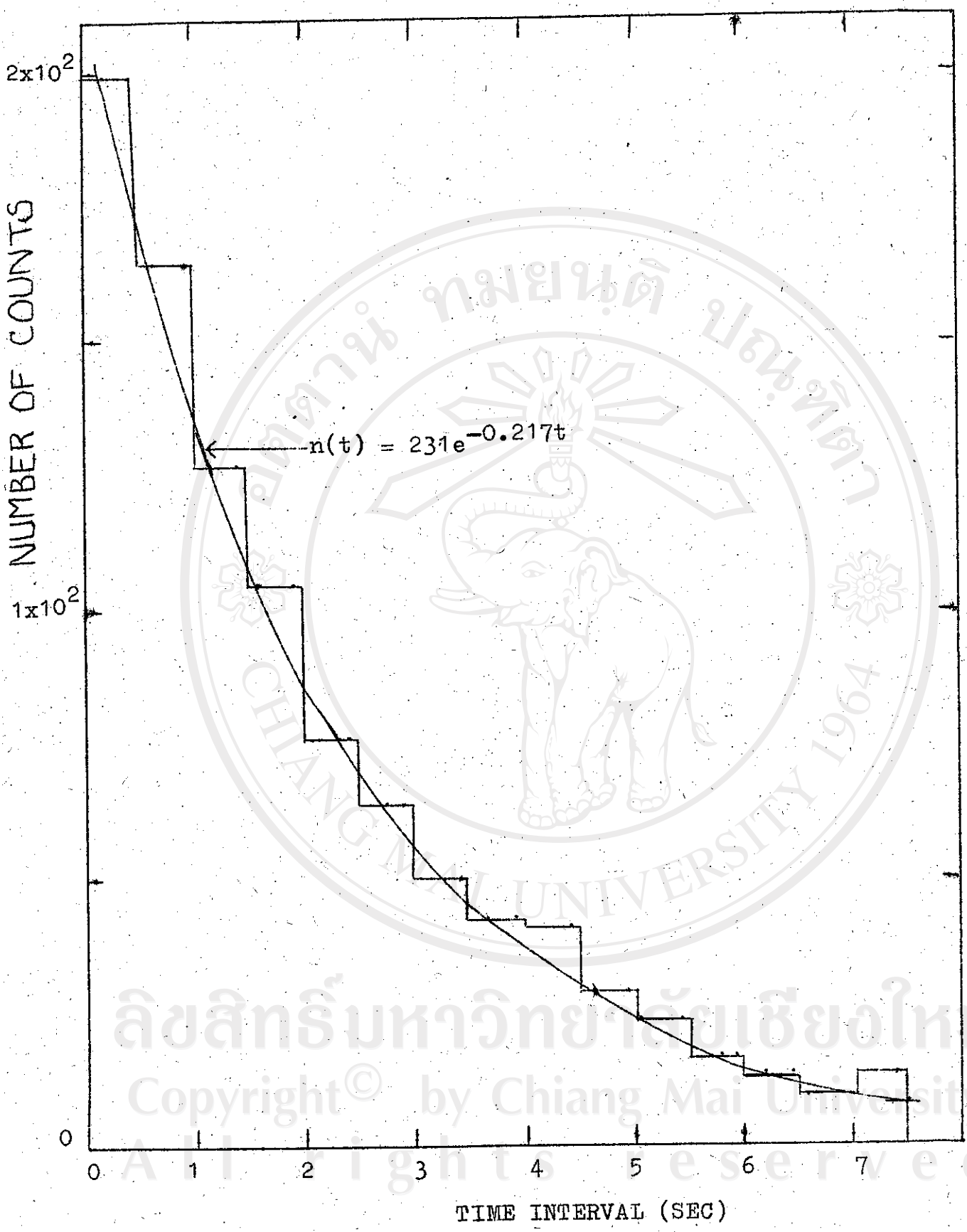
รูปที่ 4.5 แสดงการกระจายของจำนวน counts กับช่วงเวลา
Total counts 20,000. Discri. 250 mV.
Interval 1 sec.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



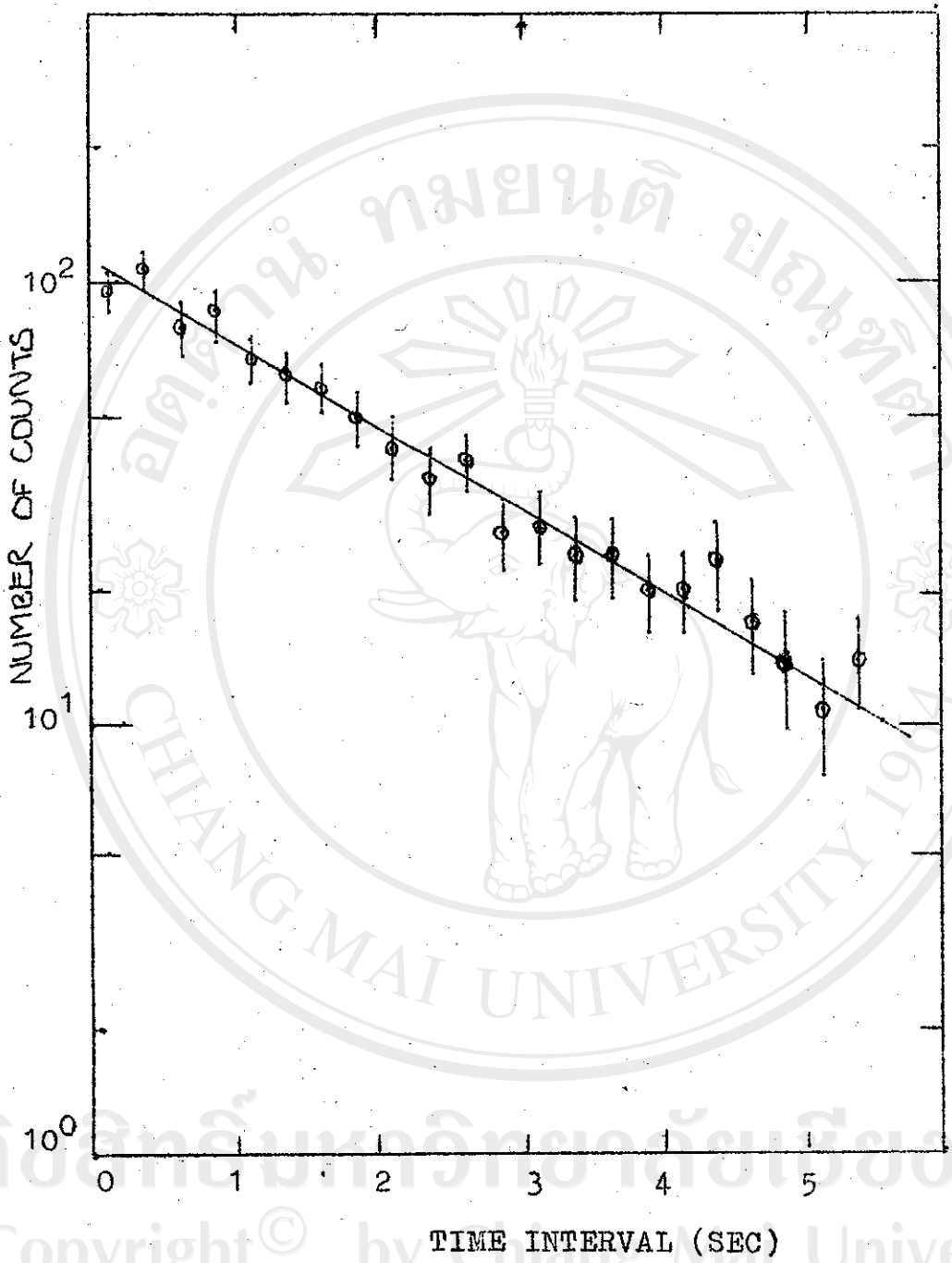
รูปที่ 4.6 แสดงการกระจายของจำนวน counts กับช่วงเวลา
Total counts 1,000. Discri. 250 mV.
Interval 1/2 sec.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



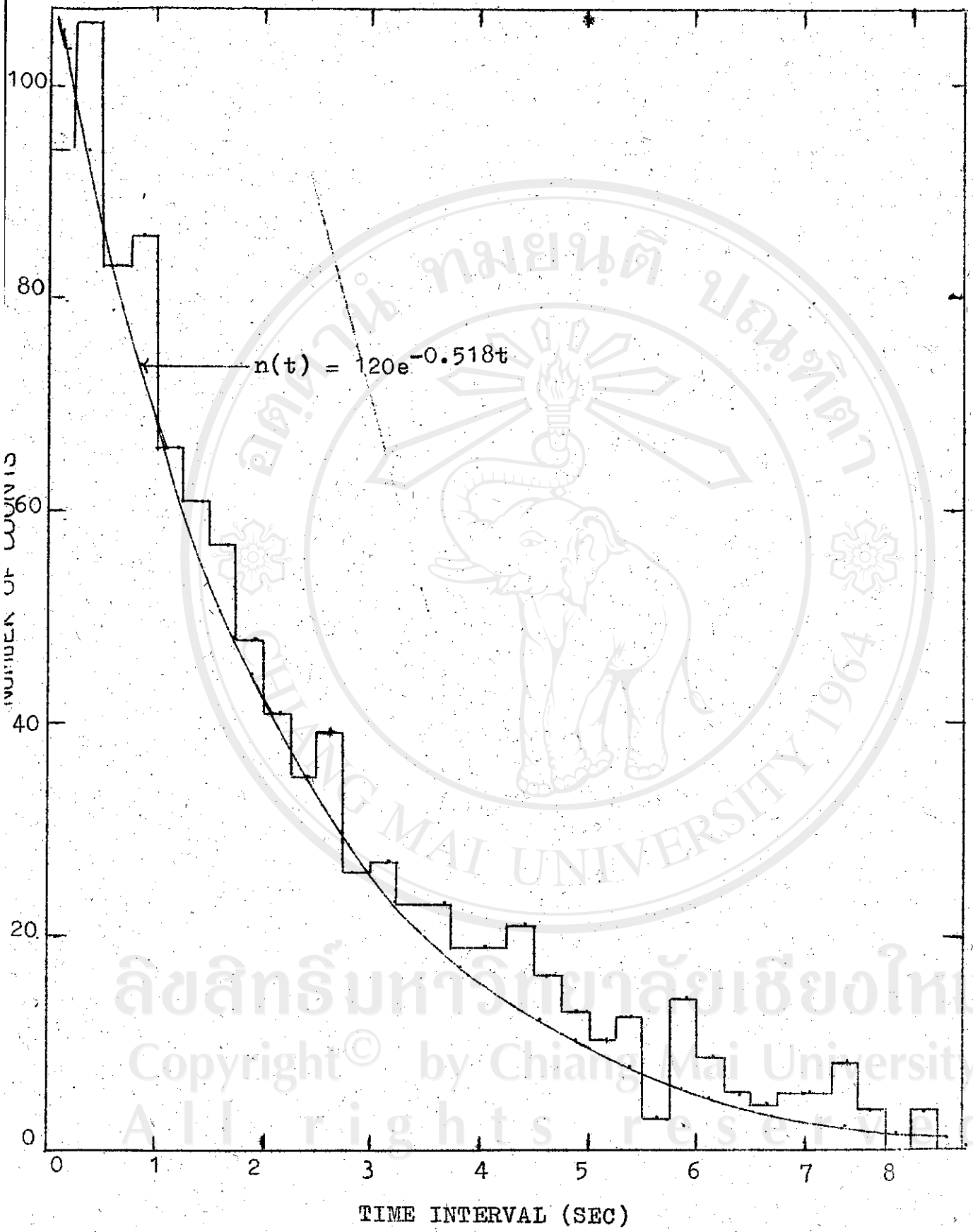
รูปที่ 4.7 แสดงการกระจายของจำนวน counts กับช่วงเวลา
Total counts 1,000. Discri. 250 mV.
Interval 1/2 sec.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.8 แสดงการกระจายของจำนวน counts กับช่วงเวลา
Total counts 1,000. Discri. 250 mV.
Interval 1/4 sec.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.9 แสดงการกระจายของจำนวน counts กับช่วงเวลา

Total counts 1,000.Discri 250 mV.Interval 1/4 sec.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved