กราฟการรอด — เส้นการรอดของข้อมูลเอง และการแจกแจงใดอธิบายได้ดีที่สุด

เมนู: ข้อมูลอายุ ▸ กราฟการรอด...

ภาค 1 — ฟังก์ชันนี้ทำอะไร

คำนวณอะไร ก่อนเลือกการแจกแจง ควรดูข้อมูลด้วยตัวของมันเองก่อน ReliaEn วาดเส้นการรอด S(t) - สัดส่วนหน่วยที่ยังไม่ล้มเหลวถึงอายุ t - โดยไม่สมมติการแจกแจงใด: บันไดผลคูณจำกัด Kaplan-Meier พร้อมแถบความเชื่อมั่นสำหรับเวลาความล้มเหลวแน่นอนและเวลาตัดปลาย หรือตัวประมาณ Turnbull สำหรับข้อมูลการตรวจ ซึ่งรู้เพียงว่าความล้มเหลวอยู่ระหว่างการตรวจสองครั้ง จากนั้นฟิตการแจกแจงแปดแบบกับข้อมูลชุดเดียวกัน และจัดอันดับด้วยเกณฑ์สารสนเทศอาไกเกะแบบปรับแก้ (AICc) ตัวที่ดีที่สุดมีเครื่องหมาย ★

สิ่งที่ **ReliaEn** พิมพ์	สิ่งที่บอก
เวลารอดมัธยฐาน และ **เวลาควอร์ไทล์**	เมื่อใดหน่วยหนึ่งในสี่ ครึ่งหนึ่ง และสามในสี่ล้มเหลว อ่านจากบันไดโดยไม่ต่อขยาย
ตารางชีวิต Kaplan-Meier พร้อม SE ของ Greenwood และแถบ	อายุที่ล้มเหลวแต่ละค่า พร้อมหน่วยที่เสี่ยง การรอด และความไม่แน่นอน
การเปรียบเทียบการแจกแจง — จัดอันดับด้วย AICc	พารามิเตอร์ ล็อกภาวะน่าจะเป็น AICc อายุ B10 และอายุมัธยฐานของแต่ละการแจกแจง และสหสัมพันธ์ Q-Q r
บันไดการรอดพร้อมเส้นฟิตที่เลือก ภาพรวมสี่ช่อง กราฟระบุการแจกแจง	เส้นที่ฟิตตามข้อมูลได้หรือไม่

จากข้อมูลใด สำหรับเวลาแน่นอน: คอลัมน์อายุที่ล้มเหลว และคอลัมน์อายุตัดปลาย (หน่วยที่ถูกถอดหรือยังทำงานโดยไม่ล้มเหลว) ถ้ามี สำหรับข้อมูลการตรวจ: ต่อหน่วย อายุสุดท้ายที่เห็นว่าทำงาน และอายุแรกที่เห็นว่าล้มเหลว

วิศวกรใช้เมื่อใด เป็นการดูข้อมูลอายุชุดใดก็ตามครั้งแรก และเมื่อต้องเลือกการแจกแจงก่อนการวิเคราะห์ของการแจกแจงนั้น

ไม่ควรใช้เมื่อ

สถานการณ์	ใช้แทน
เลือกการแจกแจงแล้ว และต้องการการวิเคราะห์เต็มรูปแบบ (ขอบเขตอายุ B อายุการเปลี่ยน)	ข้อมูลอายุ ▸ การขึ้นกับเวลา และการแจกแจงนั้น เช่น การแจกแจงไวบูลล์ (2P)... (บทที่ 2.6)
ระบบที่ซ่อมได้ระบบเดียวล้มเหลวซ้ำแล้วซ้ำอีก	ข้อมูลอายุ ▸ กลุ่มเครื่องจักรที่ซ่อมได้... (บทที่ 3.3)
วัดสัญญาณสภาพ ไม่ใช่ความล้มเหลว	ข้อมูลอายุ ▸ การเสื่อมสภาพ ▸ กระบวนการวีเนอร์... (บทที่ 2.14)

ภาค 2 — ข้อมูลนำเข้าของตัวอย่าง

สถานการณ์. ทีมบำรุงรักษามีอายุเมื่อถอด เป็นเดือน ของวาล์วควบคุม 21 ตัว: 9 ตัวถูกถอดเพราะล้มเหลว 12 ตัวถูกถอดด้วยเหตุอื่นขณะยังทำงาน ทีมต้องการเห็นเส้นการรอด และรู้ว่าควรฟิตการแจกแจงใด

ข้อมูลนำเข้า	ค่า
อายุที่ล้มเหลว (9)	6, 6, 6, 7, 10, 13, 16, 22, 23
อายุตัดปลาย (12)	6, 9, 10, 11, 17, 19, 20, 25, 32, 32, 34, 35
ลักษณะข้อมูล / ความเชื่อมั่น % / เส้นฟิตซ้อนทับ	แน่นอน + ตัดปลายด้านขวา / 95 / ดีที่สุดตามการจัดอันดับ
ไฟล์ในไฟล์ zip ของตัวอย่างพร้อมวิธีทำ	2-Survival-Plots/Example-1.csv — คอลัมน์ Failure (9) และ Censored (12)

	① A	② B	C
1	6	6	
2	6	9	
3	6	10	
4	7	11	
5	10	17	
6	13	19	
7	16	20	
8	22	25	
9	23	32	
10		32	
11		34	
12		35	
13			

ข้อมูลตัวอย่างในแผ่นงาน

- ① คอลัมน์ A: อายุที่ล้มเหลว 9 ค่า
- ② คอลัมน์ B: อายุตัดปลาย 12 ค่า

ภาค 3 — วิธีใช้ ทีละขั้นตอน

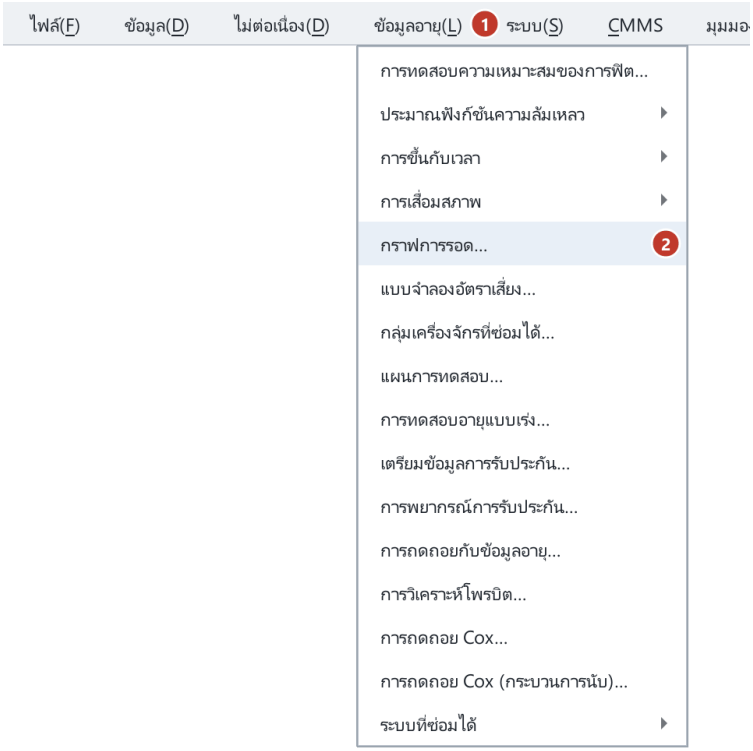
1. **ใส่อายุที่ล้มเหลวในคอลัมน์ A และอายุตัดปลายในคอลัมน์ B** คัดลอกค่าของ Example-1.csv ที่อยู่ใต้หัวคอลัมน์ Failure และ Censored ลงในคอลัมน์ A และ B ของแผ่นงาน เริ่มที่แถว 1

	① A	② B	C
1	6	6	
2	6	9	
3	6	10	
4	7	11	
5	10	17	
6	13	19	
7	16	20	
8	22	25	
9	23	32	
10		32	
11		34	
12		35	
13			

ขั้นตอนที่ 1 — อายุที่ล้มเหลวและอายุตัดปลายในคอลัมน์ A และ B

- ① คอลัมน์ A: อายุที่ล้มเหลว 9 ค่า ตั้งแต่ 6 ถึง 23
- ② คอลัมน์ B: อายุตัดปลาย 12 ค่า ตั้งแต่ 6 ถึง 35

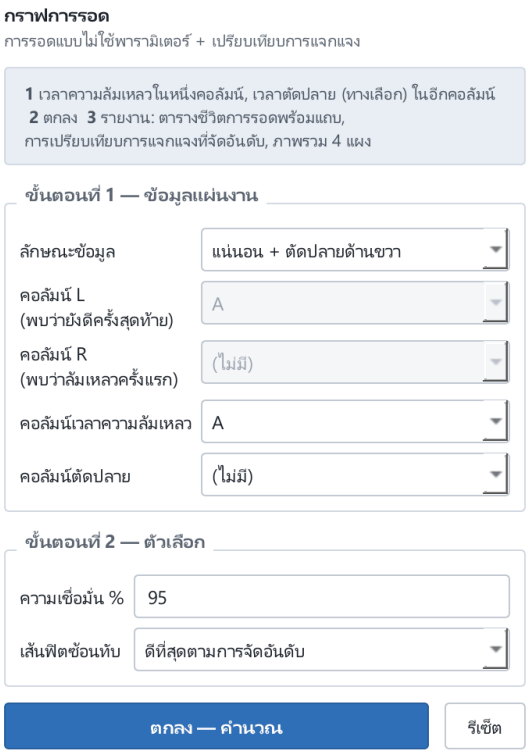
2. **เลือก ข้อมูลอายุ ▸ กราฟการรอด...** ในแถบเมนู แบบฟอร์ม กราฟการรอด เปิดขึ้นในแผงด้านซ้าย



ขั้นตอนที่ 2 — เส้นทางเมนู

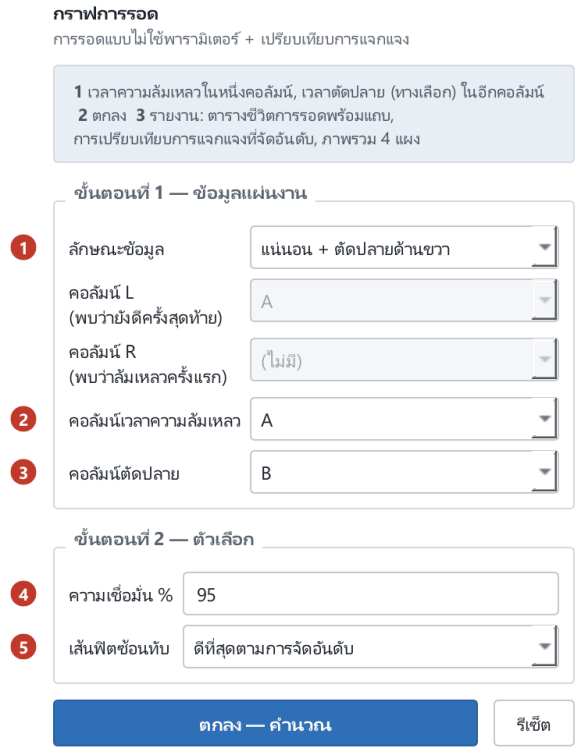
- ① ข้อมูลอายุ: เมนู
- ② กราฟการรอด...: รายการที่ต้องคลิก

แบบฟอร์มเมื่อเปิด ก่อนตั้งค่าช่องใด:



ขั้นตอนที่ 2 — แบบฟอร์มเมื่อเปิด

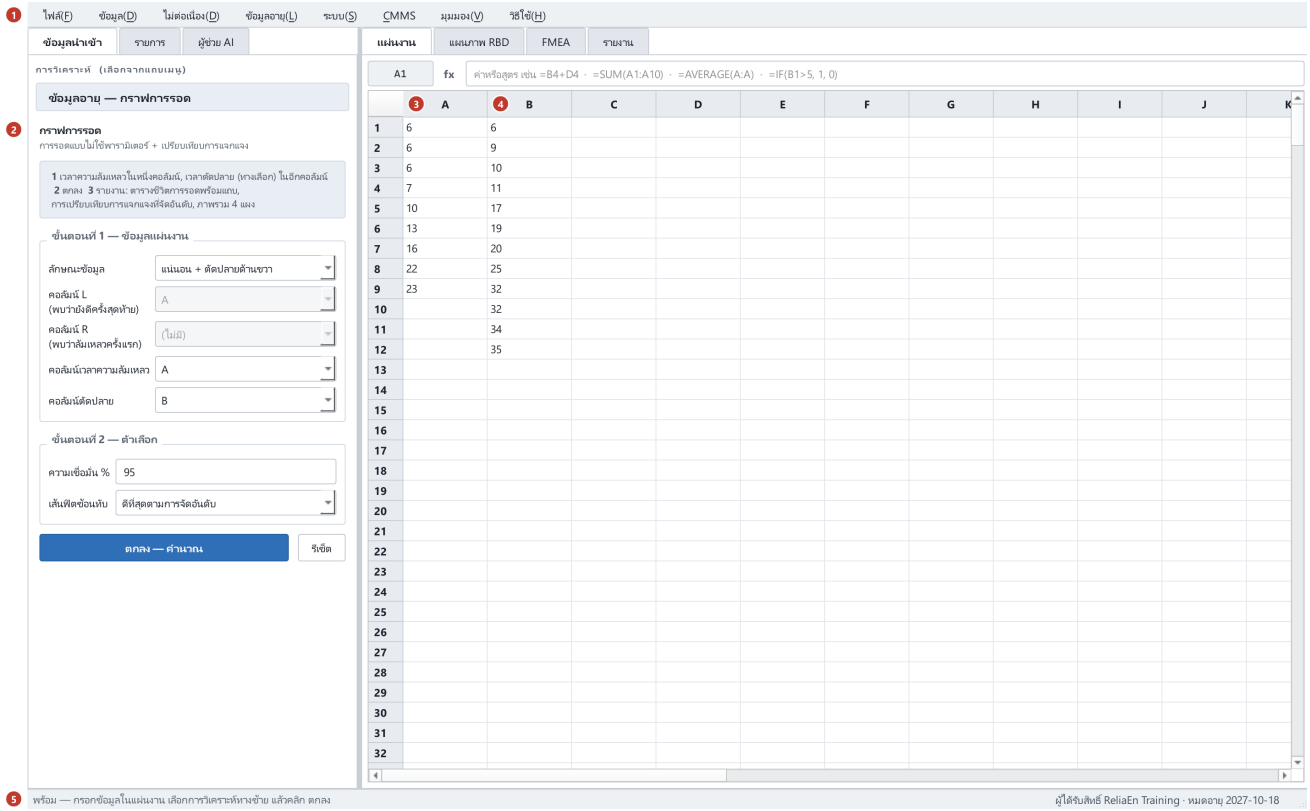
ขั้นตอนที่ 3 ถึง 7 ตั้งหรือตรวจห้าช่องของแบบฟอร์ม ซึ่งมีเครื่องหมาย ① ถึง ⑤ ในภาพ:



ขั้นตอนที่ 3 ถึง 7 — แบบฟอร์มที่ตั้งค่าสำหรับตัวอย่างนี้

3. ① **ตรวจว่า ลักษณะข้อมูล เป็น แน่นอน + ตัดปลายด้านขวา**
4. ② **ตรวจว่า คอลัมน์เวลาความล้มเหลว เป็น A**
5. ③ **ใน คอลัมน์ตัดปลาย เลือก B**
6. ④ **ตรวจว่า ความเชื่อมั่น % เป็น 95**
7. ⑤ **ตรวจว่า เส้นฟิตซ้อนทับ เป็น ดีที่สุดตามการจัดอันดับ** แถวบนสุดของการเปรียบเทียบถูกวาดทับบันได หรือจะระบุชื่อการแจกแจงที่นี่ก็ได้

8. **คลิก ตกลง — คำนวณ** ที่ท้ายแบบฟอร์ม (② ในภาพด้านล่าง) ReliaEn คำนวณและแสดงรายงาน



ขั้นตอนที่ 8 — หน้าต่างก่อนกดตกลง

- ① แถบเมนู: ไฟล์, ข้อมูล, ไม่ต่อเนื่อง, ข้อมูลอายุ, ระบบ, CMMS, มุมมอง, วิธีใช้
- ② แบบฟอร์มที่ตั้งค่าตามขั้นตอนที่ 3 ถึง 7 มี ตกลง — คำนวณ อยู่ที่ท้าย
- ③ คอลัมน์ A: อายุที่ล้มเหลว 9 ค่า
- ④ คอลัมน์ B: อายุตัดปลาย 12 ค่า
- ⑤ แถบสถานะ: พร้อม — กรอกข้อมูลในแผ่นงาน เลือกการวิเคราะห์ทางซ้าย แล้วคลิก ตกลง และ ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · หมดอายุ 2027-10-18

ภาค 4 — รายงาน ทีละการ์ด

ข้อมูลอายุ — กราฟการรอด

2026-11-04 08:12:56

S(t) = Π (1 − d_i/n_i) ; Var = S²·Σ d_i/(n_i(n_i − d_i)) (Greenwood)

ส่วนหัวของรายงาน

- ชื่อเรื่อง ข้อมูลอายุ — กราฟการรอด วันที่และเวลาที่คำนวณ และตัวประมาณในหนึ่งบรรทัด: S(t) = Π (1 − d_i/n_i); Var = S²·Σ d_i/(n_i(n_i − d_i)) (Greenwood)

ข้อมูลนำเข้า

①	หน่วย	**21 (9 ล้มเหลว, 12 ตัดปลาย)**
②	ระดับความเชื่อมั่น	**95%**
③	เส้นฟิตซ้อนทับ	**ล็อกนอร์มอล**

ข้อมูลนำเข้า

- ① หน่วย 21 (9 ล้มเหลว, 12 ตัดปลาย)
- ② ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ③ เส้นฟิตซ้อนทับ ล็อกนอร์มอล: เมื่อเลือก ดีที่สุดตามการจัดอันดับ คือการแจกแจงที่ ReliaEn วาด

ผลลัพธ์

1	เวลารอดมัธยฐาน (S ≤ 0.50)	23
2	เวลาควอร์ไทล์บน (S ≤ 0.75)	13
3	เวลาควอร์ไทล์ล่าง (S ≤ 0.25)	ไม่ถึง (เส้นโค้งอยู่เหนือ – ไม่ต่อขยาย)
4	S(t) สุดท้ายที่เหตุการณ์ล่าสุด	0.4482 ที่ t = 23
5	การแจกแจงที่จัดอันดับดีที่สุด	ล็อกนอร์มอล(μ = 3.203, σ = 0.9787) (AICc ต่ำสุด)

ผลลัพธ์

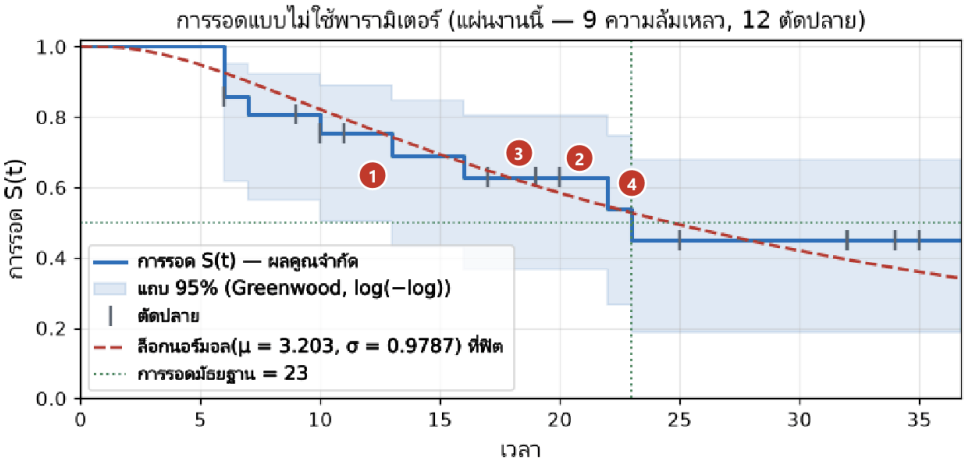
- ① เวลารอดมัธยฐาน (S ≤ 0.50) 23
- ② เวลาควอร์ไทล์บน (S ≤ 0.75) 13
- ③ เวลาควอร์ไทล์ล่าง (S ≤ 0.25) ไม่ถึง (เส้นโค้งอยู่เหนือ — ไม่ต่อขยาย)
- ④ S(t) สุดท้ายที่เหตุการณ์ล่าสุด 0.4482 ที่ t = 23
- ⑤ การแจกแจงที่จัดอันดับดีที่สุด ล็อกนอร์มอล(μ = 3.203, σ = 0.9787) (AICc ต่ำสุด)

การตีความ

1	บันไดคือข้อมูลที่พูดด้วยตัวเอง — ไม่สมมติการแจกแจง แต่ละขั้นคูณด้วยสัดส่วนที่รอดเหตุการณ์นั้นในหมู่หน่วยที่ยังเสี่ยงอยู่; หน่วยตัดปลายออกจากชุดเสี่ยงโดยไม่มีขั้น การเปรียบเทียบการแจกแจงจึงถามว่าตระกูลใดทำซ้ำบันไดนั้นได้ด้วยพารามิเตอร์น้อยที่สุด (AICc ต่ำสุด)

การตีความ

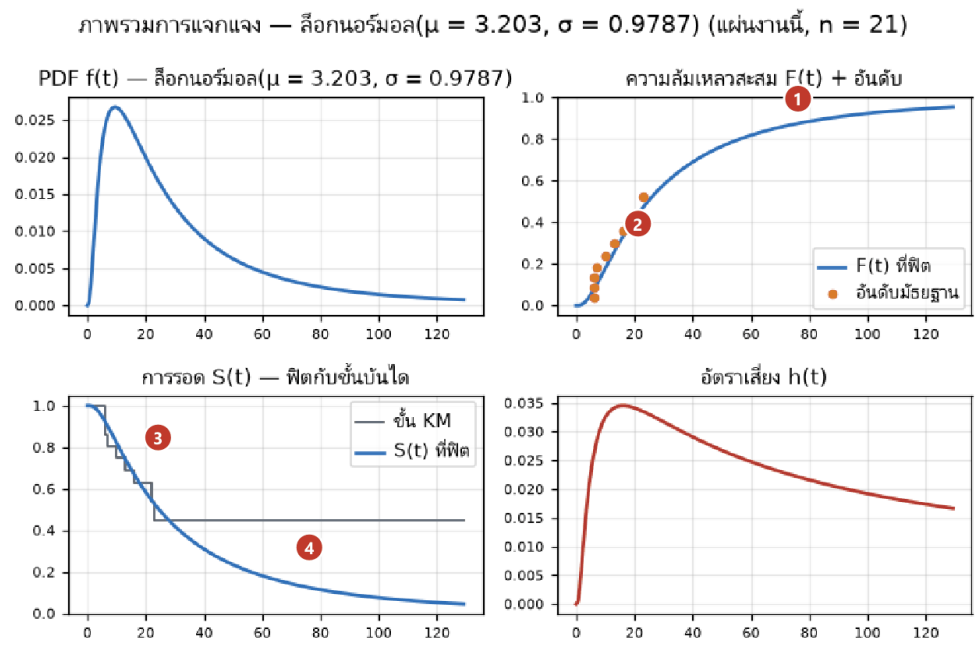
- ① การอ่านของ ReliaEn: บันไดคือข้อมูลที่พูดด้วยตัวเอง — ไม่สมมติการแจกแจง แต่ละขั้นคูณด้วยสัดส่วนที่รอดเหตุการณ์นั้นในหมู่หน่วยที่ยังเสี่ยงอยู่; หน่วยตัดปลายออกจากชุดเสี่ยงโดยไม่มีขั้น การเปรียบเทียบการแจกแจงจึงถามว่าตระกูลใดทำซ้ำบันไดนั้นได้ด้วยพารามิเตอร์น้อยที่สุด (AICc ต่ำสุด)



กราฟแบบโต้ตอบ

การรอดแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (แผ่นงานนี้ — 9 ความล้มเหลว, 12 ตัดปลาย)

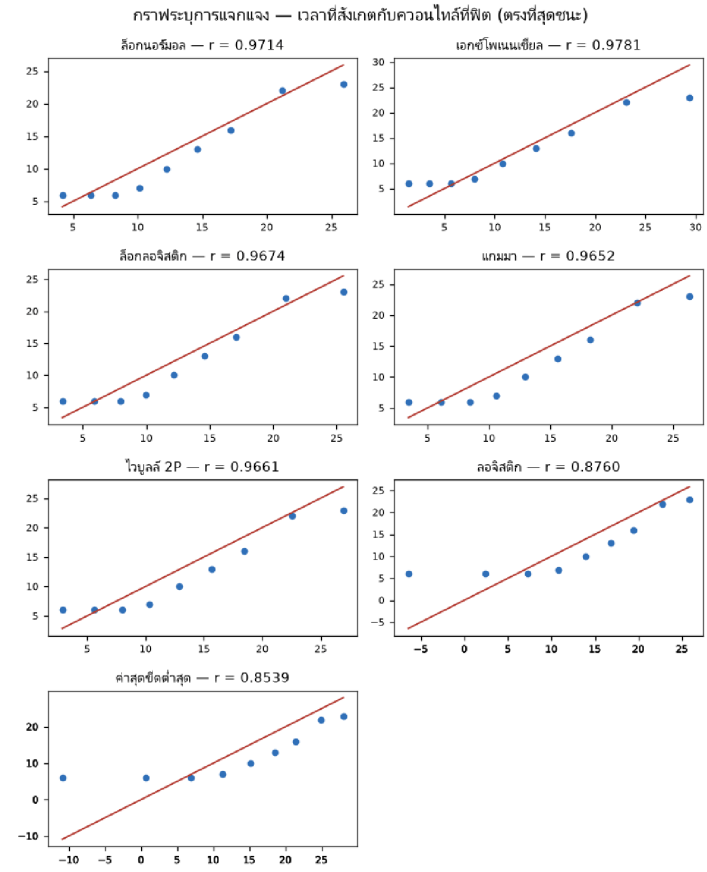
- ① การรอด S(t) — ผลคูณจำกัด: บันได Kaplan-Meier ภายในแถบ 95% ที่แรเงา
- ② ตัดปลาย: ขีดที่วาล์วออกจากชุดเสี่ยง
- ③ ล็อกนอร์มอล(μ = 3.203, σ = 0.9787) ที่ฟิต: เส้นซ้อนทับ ตามขั้นบันได
- ④ การรอดมัธยฐาน = 23: เส้นประที่ S ลดถึง 0.5 หรือต่ำกว่าเป็นครั้งแรก



กราฟแบบโต้ตอบ

ภาพรวมการแจกแจง — ล็อกนอร์มอล(μ = 3.203, σ = 0.9787) (แผ่นงานนี้, n = 21)

- สี่ช่องของเส้นซ้อนทับ: ความหนาแน่น ความล้มเหลวสะสมพร้อมจุดที่พล็อต การรอดเทียบกับขั้นบันได และอัตราเสี่ยง - ของล็อกนอร์มอลเพิ่มขึ้นแล้วลดลง
- ① F(t) ที่ฟิต และ ② อันดับมัธยฐาน: ความล้มเหลวสะสมที่ฟิต และจุดที่พล็อตของความล้มเหลว
- ③ ขั้น KM และ ④ S(t) ที่ฟิต: บันไดเทียบกับการรอดที่ฟิต



🔍 กราฟแบบโต้ตอบ

กราฟระบุการแจกแจง — เวลาที่สังเกตกับควอนไทล์ที่ฟิต (ตรงที่สุดชนะ)

- หนึ่งช่องต่อการแจกแจงที่ฟิตได้ อายุที่ล้มเหลวที่สังเกตเทียบกับควอนไทล์ที่ฟิต พร้อม r: ล็อกนอร์มอล 0.9714 เอกซ์โพเนนเชียล 0.9781 ล็อกลอจิสติก 0.9674 แกมมา 0.9652 ไวบูลล์ 2P 0.9661 ลอจิสติก 0.8760 ค่าสุดขีดต่ำสุด 0.8539 เอกซ์โพเนนเชียล ตรงที่สุด แม้ล็อกนอร์มอลจะอยู่อันดับแรกตาม AICc

ตารางชีวิต KAPLAN-MEIER (แผ่นงานนี้ — 9 ความล้มเหลว, 12 ตัดปลาย)

1 หน่วยที่ตัดปลายที่เวลาเหตุการณ์ยังคงเสี่ยงสำหรับเหตุการณ์นั้น (กฎค่าเสมอตามตำรา) แถบใช้การแปลง log(−log) จึงอยู่ภายใน [0, 1]

2 เวลา	3 ที่เสี่ยง	4 ล้มเหลว	5 ตัดปลายหลังจาก	6 S(t)	7 SE แบบ Greenwood	8 แถบ 95%
6	21	3	1	0.8571	0.0764	[0.6197, 0.9516]
7	17	1	1	0.8067	0.0869	[0.5631, 0.9228]
10	15	1	2	0.7529	0.0963	[0.5032, 0.8894]
13	12	1	0	0.6902	0.1068	[0.4316, 0.8491]
16	11	1	3	0.6275	0.1141	[0.3675, 0.8049]
22	7	1	0	0.5378	0.1282	[0.2678, 0.7468]
23	6	1	5	0.4482	0.1346	[0.1881, 0.6801]

ตารางชีวิต Kaplan-Meier (แผ่นงานนี้ — 9 ความล้มเหลว, 12 ตัดปลาย)

- ① หน่วยที่ตัดปลายที่เวลาเหตุการณ์ยังคงเสี่ยงสำหรับเหตุการณ์นั้น (กฎค่าเสมอตามตำรา) แถบใช้การแปลง log(−log) จึงอยู่ภายใน [0, 1]
- ② ถึง ⑧ คอลัมน์ เวลา, ที่เสี่ยง, ล้มเหลว, ตัดปลายหลังจาก, S(t), SE แบบ Greenwood, แถบ 95%: เจ็ดแถว ตั้งแต่อายุ 6 (เสี่ยง 21 ล้มเหลว 3 S 0.8571 แถบ [0.6197, 0.9516]) ถึงอายุ 23 (S 0.4482 แถบ [0.1881, 0.6801])

การเปรียบเทียบการแจกแจง — จัดอันดับตาม AICC (แผ่นงานนี้ — 9 ความล้มเหลว, 12 ตัดปลาย)

1 ทุกแถวคือตัวฟิตที่ทวนสอบแล้วตัวเดียวกับที่การวิเคราะห์ของตระกูลนั้นใช้ — ตัวเลขเหมือนกันทุกประการ AICc = 2k − 2lnL + 2k(k+1)/(n−k−1): คุณภาพการฟิตพร้อมบทลงโทษพารามิเตอร์สำหรับตัวอย่างเล็กที่ตรงไปตรงมา; □ = ต่ำสุด

2 ตระกูล	3 พารามิเตอร์ที่ฟิต	4 ล็อกภาวะน่าจะเป็น	5 AICc	6 B10	7 มัธยฐาน	8 r (Q-Q)
ล็อกนอร์มอล □	ล็อกนอร์มอล(μ = 3.203, σ = 0.9787)	-40.680	86.027	7.02	24.61	0.9714
เอกซ์โพเนนเชียล	เอกซ์โพเนนเชียล(λ = 0.0250696)	-42.175	86.560	4.203	27.65	0.9781
ล็อกลอจิสติก	ล็อกลอจิสติก(μ = 3.189, s = 0.5938)	-41.144	86.955	6.582	24.27	0.9674
แกมมา	แกมมา(k = 1.677, θ = 18.5414)	-41.439	87.545	6.902	25.18	0.9652
ไวบูลล์ 2P	ไวบูลล์(β = 1.354, η = 33.7652)	-41.659	87.984	6.405	25.76	0.9661
ลอจิสติก	ลอจิสติก(μ = 25.03, s = 9.476)	-44.840	94.347	4.205	25.03	0.8760
ค่าสุดขีดต่ำสุด	ค่าสุดขีดต่ำสุด(μ = 31.91, σ = 12.83)	-45.855	96.377	3.039	27.21	0.8539
ไวบูลล์ 3P	ไม่ได้ฟิต (เกณฑ์เริ่มอยู่ที่ขอบข้อมูล)	–	–	–	–	–

9 AICc ที่สูสีกัน (ต่างกันไม่เกิน ~2) หมายความว่าข้อมูลแยกตระกูลไม่ออก — เลือกตามฟิสิกส์ทางวิศวกรรม ไม่ใช่ตามทศนิยมตำแหน่งที่สาม

การเปรียบเทียบการแจกแจง — จัดอันดับตาม AICc (แผ่นงานนี้ — 9 ความล้มเหลว, 12 ตัดปลาย)

- ① ทุกแถวคือตัวฟิตที่ทวนสอบแล้วตัวเดียวกับที่การวิเคราะห์ของตระกูลนั้นใช้ — ตัวเลขเหมือนกันทุกประการ AICc = 2k − 2lnL + 2k(k+1)/(n−k−1): คุณภาพการฟิตพร้อมบทลงโทษพารามิเตอร์สำหรับตัวอย่างเล็กที่ตรงไปตรงมา; ★ = ต่ำสุด
- ② ถึง ⑧ คอลัมน์ ตระกูล, พารามิเตอร์ที่ฟิต, ล็อกภาวะน่าจะเป็น, AICc, B10, มัธยฐาน, r (Q-Q): ล็อกนอร์มอล ★ 86.027 ตามด้วยเอกซ์โพเนนเชียล 86.560 ล็อกลอจิสติก 86.955 แกมมา 87.545 ไวบูลล์ 2P 87.984 ลอจิสติก 94.347 ค่าสุดขีดต่ำสุด 96.377 แถวไวบูลล์ 3P ไม่ได้ฟิต
- ⑨ AICc ที่สูสีกัน (ต่างกันไม่เกิน ~2) หมายความว่าข้อมูลแยกตระกูลไม่ออก — เลือกตามฟิสิกส์ทางวิศวกรรม ไม่ใช่ตามทศนิยมตำแหน่งที่สาม

การเปรียบเทียบการแจกแจง — ตระกูลที่ไม่ได้ฟิต

1 ไวบูลล์ 3P: ไม่ได้ฟิต (เกณฑ์เริ่มอยู่ที่ขอบข้อมูล)

การเปรียบเทียบการแจกแจง — ตระกูลที่ไม่ได้ฟิต

- ① ไวบูลล์ 3P: ไม่ได้ฟิต (เกณฑ์เริ่มอยู่ที่ขอบข้อมูล)

1 ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · RL-2026-0017

ท้ายรายงาน

- ① บรรทัดสิทธิ์การใช้งาน ผู้ได้รับสิทธิ์ ReliaEn Training · RL-2026-0017: สิทธิ์การใช้งานที่ใช้สร้างรายงานนี้

ภาค 5 — วิธีตีความผลลัพธ์

ข้อมูลด้วยตัวของมันเอง ที่อายุ 6 วาล์วสามจาก 21 ตัวล้มเหลว - ตัวที่ถูกถอดขณะทำงานที่อายุ 6 ยังนับว่าเสี่ยงสำหรับความล้มเหลวเหล่านั้น - S จึงลดเป็น 18/21 = 0.8571 ความล้มเหลวถัดไปแต่ละครั้งคูณ S ด้วยสัดส่วนที่รอดในหมู่หน่วยที่ยังเสี่ยง และวาล์ว 12 ตัวที่ถูกถอดออกจากชุดเสี่ยงโดยไม่มีชั้นบันได วาล์วหนึ่งในสี่ล้มเหลวภายใน 13 เดือน (S 0.6902) และครึ่งหนึ่งภายใน 23 (S 0.4482) เส้นไม่เคยลดถึง 0.25 จึงไม่ระบุควอร์ไทล์ล่าง: ReliaEn ไม่ต่อขยาย

แน่ใจเพียงใด ที่ 23 เดือน แถบ 95 % อยู่ระหว่าง 0.1881 ถึง 0.6801: ด้วยความล้มเหลวเพียง 9 ครั้ง รู้การรอดได้คร่าว ๆ วางแผนจากขอบล่างของแถบเมื่อความล้มเหลวมีต้นทุนสูง

การแจกแจงใด ล็อกนอร์มอลอยู่อันดับแรก μ = 3.203 และ σ = 0.9787 AICc 86.027 อายุ B10 7.02 เดือน มัธยฐาน 24.61 แต่อีกสี่แบบอยู่ห่างไม่เกินประมาณ 2 - เอกซ์โพเนนเชียล (AICc 86.560) ล็อกลอจิสติก (86.955) แกมมา (87.545) และไวบูลล์สองพารามิเตอร์ (87.984, β = 1.354): ข้อมูลแยกการแจกแจงเหล่านี้ไม่ได้ และรายงานบอกไว้ เลือกตามกลไกความล้มเหลว - กลไกการสึกหรอชี้ไปที่ไวบูลล์ - แล้วจึงวิเคราะห์การแจกแจงนั้นเพื่อขอบเขต

ทำไมไม่มีไวบูลล์สามพารามิเตอร์ ค่าขีดเริ่มของมันจะอยู่ที่ขอบของข้อมูล จึงถูกระบุว่าไม่ได้ฟิต พร้อมเหตุผลนั้น