

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ อัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น การปรับแก้ของเยทส์ และ Fisher's exact test ที่ใช้ในการทดสอบความเป็นอิสระสำหรับตารางการถัวขนาด 2×2 และ 3×4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

แผนการดำเนินงานและวิธีการดำเนินงาน

หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ อัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น การปรับแก้ของเยทส์ และ Fisher's exact test ที่ใช้ในการทดสอบความเป็นอิสระ เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมดในแต่ละสถานการณ์ดังต่อไปนี้

1. ตารางการถัวขนาด 2×2 ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 25 50 และ 100 กำหนดค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวบนเป็น 50 : 50, 60 : 40, 70 : 30, 80 : 20 และ 90 : 10 กำหนดค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวตั้งเป็น 50 : 50, 60 : 40, 70 : 30, 80 : 20 และ 90 : 10

2. ตารางการถัวขนาด 3×4 ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 80 150 และ 300 กำหนดค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวบนเป็น 45 : 45 : 10, 30 : 30 : 40 และ 15 : 15 : 70 กำหนดค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10, 25 : 25 : 25 : 25, 10 : 30 : 30 : 30, 10 : 10 : 40 : 40 และ 10 : 10 : 10 : 70

วิธีการดำเนินงานในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคมอนติคาร์โล โดยสร้างชุดเลขสุ่มซ้ำ ๆ กันเป็นจำนวน 10,000 ครั้ง ในแต่ละครั้งที่ชุดเลขสุ่มชุดนั้นๆ เป็นไปตามสถานการณ์ที่กำหนด จะคำนวณหาค่าสถิติทดสอบเพื่อนำไปหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 การดำเนินงานแบ่งเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับตารางการถัวขนาด 2×2 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 25 50 และ 100

ตอนที่ 2 หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับตารางการถัวขนาด 2×2 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 25 50 และ 100

ตอนที่ 3 หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระ สำหรับตารางการณ์จรขนาด 3×4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 80 150 และ 300

ตอนที่ 4 หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระ สำหรับตารางการณ์จรขนาด 3×4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 80 150 และ 300

ตอนที่ 5 เสนอตัวอย่างข้อมูลเชิงประจักษ์สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมดสำหรับตารางการณ์จรขนาด 2×2 และ 3×4

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการเกิดสถานการณ์ที่กำหนดของการทดสอบความเป็นอิสระ เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด จำแนกตามขนาดตารางการณ์จร และกลุ่มตัวอย่าง

สถานการณ์ที่กำหนด	ขนาด ตาราง	ขนาด กลุ่มตัวอย่าง	เกิด	ไม่เกิด
			สถานการณ์ ที่กำหนด (กรณี)	สถานการณ์ ที่กำหนด (กรณี)
1. $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด	2×2	25	25	-
		50	25	-
		100	17	8
	3×4	80	13	2
		150	14	1
		300	14	1
2. $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด	2×2	25	25	-
		50	24	1
		100	16	9
	3×4	80	15	-
		150	13	2
		300	5	10

จากผลการจำลองข้อมูลพบว่า เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด ทั้งในตารางการณ์จรขนาด 2×2 และ 3×4 กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กสามารถเกิดสถานการณ์ดังกล่าวได้มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับตารางการถัวขนาด 2×2 ตามสถานการณ์ที่กำหนด ณ ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05

สถานการณ์ที่กำหนด	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	เพียร์สันไคสแควร์ (กรณี)		อัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (กรณี)		การปรับแก้ของเยทส์ (กรณี)		Fisher's exact test (กรณี)	
		.01	.05	.01	.05	.01	.05	.01	.05
		1. $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด	25	3	7	10	6	-	7
	50	8	5	12	6	2	5	2	5
	100	9	7	3	7	-	6	-	-
2. $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด	25	2	-	-	3	-	-	-	-
	50	2	1	3	1	-	1	-	-
	100	-	2	-	3	-	2	-	2

การเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับตารางการถัวขนาด 2×2 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

ณ ระดับนัยสำคัญ .01 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 25 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 25 กรณี พบว่า สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 10 กรณี รองลงมาได้แก่สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ (3 กรณี) และ Fisher's exact test (2 กรณี) ตามลำดับ ส่วนสถิติทดสอบการปรับแก้ของเยทส์ไม่มีกรณีใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 50 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 25 กรณี พบว่า สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 12 กรณี รองลงมาได้แก่สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ (8 กรณี) สถิติทดสอบการปรับแก้ของเยทส์ และ Fisher's exact test (2 กรณี) ตามลำดับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 100 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 17 กรณี พบว่า สถิติทดสอบเพียร์สัน

ไคสแควร์สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 9 กรณี รองลงมาคือสถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (3 กรณี) ส่วนสถิติทดสอบการปรับแก้ของเยทส์ และ Fisher's exact test ไม่มีกรณีใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

ณ ระดับนัยสำคัญ .05 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 25 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 25 กรณี พบว่า สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์และการปรับแก้ของเยทส์สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 7 กรณี รองลงมาคือสถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (6 กรณี) ส่วน Fisher's exact test ไม่มีกรณีใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 50 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 25 กรณี พบว่า สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 6 กรณี รองลงมาได้แก่สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ การปรับแก้ของเยทส์ และ Fisher's exact test (5 กรณี) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 100 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 17 กรณี พบว่า สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์และอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 7 กรณี รองลงมาคือ การปรับแก้ของเยทส์ (6 กรณี) ส่วน Fisher's exact test ไม่มีกรณีใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

การเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับตารางการณ์จรขนาด 2×2 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

ณ ระดับนัยสำคัญ .01 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 25 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 25 กรณี พบว่า สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 2 กรณี นอกนั้นไม่มีสถิติทดสอบตัวใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 50 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 24 กรณี พบว่า สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 3 กรณี รองลงมาคือสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ (2 กรณี) นอกนั้นไม่มีสถิติทดสอบตัวใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 100 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 16 กรณี พบว่า ไม่มีสถิติ

ทดสอบตัวใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

ณ ระดับนัยสำคัญ .05 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 25 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 25 กรณี พบว่า สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 3 กรณี นอกนั้นไม่มีสถิติทดสอบตัวใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 50 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 24 กรณี พบว่า สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ อัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น และการปรับแก้ของเยทส์สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ จำนวน 1 กรณี ส่วน Fisher's exact test ไม่มีกรณีใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ เมื่อกลุ่มตัวอย่างขนาดเท่ากับ 100 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 16 กรณี พบว่า สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ จำนวน 3 กรณี รองลงมาได้แก่สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ การปรับแก้ของเยทส์ และ Fisher's exact test (2 กรณี)

ตารางที่ 5.3 สรุปผลการเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับตารางการันจนวน 3×4 ตามสถานการณ์ที่กำหนด ณ ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05

สถานการณ์ที่กำหนด	ขนาด กลุ่มตัวอย่าง	เพียร์สัน ไคสแควร์ (กรณี)		อัตราส่วน ภาวะน่าจะเป็น (กรณี)	
		.01	.05	.01	.05
1. $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวน เซลล์ทั้งหมด	80	-	-	2	-
	150	4	2	5	4
	300	10	5	9	6
2. $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวน เซลล์ทั้งหมด	80	-	-	1	1
	150	2	-	1	1
	300	2	1	1	1

ระบุจำนวน 2 กรณี รองลงมาคือสถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (1 กรณี) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 300 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 5 กรณี พบว่า สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 2 กรณี รองลงมาคือสถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (1 กรณี)

ณ ระดับนัยสำคัญ .05 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 80 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 15 กรณี พบว่า สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 1 กรณี ส่วนสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ไม่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 1 กรณี ส่วนสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ไม่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 1 กรณี เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 150 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 13 กรณี พบว่า สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 1 กรณี ส่วนสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ไม่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 1 กรณี เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 300 เกิดสถานการณ์ที่กำหนด 5 กรณี พบว่า สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์และอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุจำนวน 1 กรณี

อภิปรายผล

1. จากการจำลองข้อมูลการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อกำหนดสถานการณ์ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด พบว่าบางกรณีของการจำลองไม่เกิดค่าความถี่ที่คาดหวังที่เป็นไปตามสถานการณ์ที่กำหนด (บทที่ 4 ตารางที่ 4.11 เมื่อค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 50 : 50 และค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวตั้งเป็น 50 : 50) หรือบางกรณีของการจำลองเกิดค่าความถี่ที่คาดหวังที่เป็นไปตามสถานการณ์ที่กำหนดไม่มากนัก (บทที่ 4 ตารางที่ 4.1 เมื่อค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 50 : 50 และค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวตั้งเป็น 90 : 10) ทั้งนี้เนื่องมาจากขนาดของค่าความถี่ที่คาดหวังจะขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างและค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนและแถวตั้ง ดังนั้นจึงทำให้ในการจำลองข้อมูลบางกรณีไม่เกิดค่าความถี่ที่คาดหวังเป็นไปตามสถานการณ์ที่กำหนด

2. จากการจำลองข้อมูลการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด พบว่าในบางกรณีที่ค่าความถี่ที่คาดหวังเป็นไปตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น แต่เมื่อหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 พบว่ามีค่าเป็นศูนย์ (บทที่ 4 ตารางที่ 4.1 เมื่อค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 50 : 50 และค่าสัดส่วน

ส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10) แสดงว่า ทุกครั้งของการสุ่มชุดข้อมูลที่ให้ค่าความถี่ที่คาดหวังเป็นไปตามสถานการณ์ที่กำหนด ในแต่ละครั้งของการทดสอบนัยสำคัญจะยอมรับสมมติฐานหลัก อาจเนื่องมาจากจำนวนครั้งที่เกิดสถานการณ์เป็นไปตามที่กำหนดมีไม่มากนัก ดังนั้นโอกาสที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลักจึงมีน้อย

3. จากการจำลองข้อมูลพบว่าไม่มีสถิติทดสอบตัวใดที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี แต่ในสถานการณ์ที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด สถิติทดสอบทุกตัวสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 และ .01 ได้ดีกว่าในสถานการณ์ที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด ทุก ๆ กลุ่มตัวอย่างทั้งในตารางการณัจจรขนาด 2×2 และ 3×4 ซึ่งการที่สถิติทดสอบทุกตัวในสถานการณ์ที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมดสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่านั้นเนื่องมาจาก จำนวนเซลล์ของตารางการณัจจรที่มี $E_{ij} < 5$ จะมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือเมื่อมีจำนวนเซลล์ที่มี $E_{ij} < 5$ เพิ่มขึ้น จะทำให้ความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ลดลง ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิศิษฐ์ เสรีอุไร (2531) ที่ว่าสถิติทดสอบไคสแควร์สำหรับทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนประชากร 2 กลุ่ม ถ้าความถี่ที่คาดหวังมีค่าระหว่าง 1 ถึง 5 จำนวน 1 เซลล์สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ระดับนัยสำคัญ .05 สำหรับทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนประชากร 3 กลุ่ม สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ระดับนัยสำคัญ .05 เมื่อความถี่ที่คาดหวังมีค่าระหว่าง 1 ถึง 5 จำนวน 2 เซลล์ ซึ่งในกรณีความถี่ที่คาดหวังมีขนาดเล็กเกินกว่า 1 เซลล์และ 2 เซลล์ สำหรับการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนประชากร 2 กลุ่ม และ 3 กลุ่มนั้น ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์มีลักษณะ conservative โดยสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้น้อยกว่าอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

4. ในสถานการณ์ที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด สำหรับตารางการณัจจรขนาด 2×2 สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์และอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 และ .01 ในทุก ๆ กลุ่มตัวอย่าง แต่สำหรับสถิติทดสอบการปรับแก้ของเยทส์ และ Fisher's exact test นั้นจะสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้บางกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น เพราะอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ได้จากการใช้การปรับแก้ของเยทส์ในการทดสอบนั้น จะให้ค่าที่มีลักษณะที่เป็น conservative ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Camilli และ Hopkins (1978) ที่ว่าในการทดสอบความเป็นอิสระ สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าสถิติทดสอบการปรับแก้ของเยทส์ในกรณีที่ความถี่ที่คาดหวังมีขนาดเล็ก เพราะการปรับแก้ของเยทส์จะให้ค่าที่มี

ลักษณะเป็น conservative ส่วน Fisher's exact test ที่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้บางกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น อาจเนื่องมาจาก Fisher's exact test มีรูปแบบการแจกแจงแบบไฮเปอร์จีโอเมตริก ซึ่งแตกต่างจากสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์และอัตราส่วนภาวะนำจะเป็นซึ่งมีรูปแบบการแจกแจงแบบไคสแควร์ นอกจากนี้แล้วในการทดสอบสมมติฐานของความเป็นอิสระโดยใช้ Fisher's exact test นั้นจะนำ P value ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด ซึ่งจะแตกต่างกับการทดสอบไคสแควร์ที่ทดสอบสมมติฐานของความเป็นอิสระโดยนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับตารางการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ $(r - 1)(c - 1)$ ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณจะเป็น true probability value แต่ Fisher's exact test จะให้ค่าที่เป็น exact probability value ถึงแม้ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณค่าสถิติได้ง่ายขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณสถิติทดสอบการปรับแก้ของเยทส์และ Fisher's exact test ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ได้ แต่จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมดความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ Fisher's exact test จะลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ก. ข้อเสนอแนะเพื่อการเลือกใช้สถิติทดสอบความเป็นอิสระ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการเลือกใช้สถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางการณ์จรขนาด 2×2 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 25 50 และ 100

กลุ่มตัวอย่างขนาด 25

สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ และการปรับแก้ของเยทส์สามารถใช้ในการทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวอนเป็น 50 : 50 และแถวตั้งเป็น 60 : 40
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวอนเป็น 50 : 50 และแถวตั้งเป็น 70 : 30
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวอนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 50 : 50
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวอนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 60 : 40
5. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวอนเป็น 70 : 30 และแถวตั้งเป็น 50 : 50
6. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวอนเป็น 70 : 30 และแถวตั้งเป็น 80 : 20
7. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวอนเป็น 80 : 20 และแถวตั้งเป็น 70 : 30

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 50 : 50 และแถวตั้งเป็น 80 : 20
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 60 : 40
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 70 : 30 และแถวตั้งเป็น 70 : 30
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 70 : 30 และแถวตั้งเป็น 80 : 20
5. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 80 : 20 และแถวตั้งเป็น 70 : 30

กลุ่มตัวอย่างขนาด 50

สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ และการปรับแก้ของเยทส์สามารถใช้ในการทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 70 : 30
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 70 : 30 และแถวตั้งเป็น 60 : 40
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 90 : 10 และแถวตั้งเป็น 80 : 20
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 90 : 10 และแถวตั้งเป็น 90 : 10

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 50 : 50 และแถวตั้งเป็น 70 : 30
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 50 : 50 และแถวตั้งเป็น 80 : 20
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 80 : 20
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 70 : 30 และแถวตั้งเป็น 50 : 50
5. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 80 : 20 และแถวตั้งเป็น 50 : 50
6. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 80 : 20 และแถวตั้งเป็น 60 : 40

Fisher's exact test สามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 50 : 50 และแถวตั้งเป็น 90 : 10
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 60 : 40
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 70 : 30
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวบนเป็น 70 : 30 และแถวตั้งเป็น 60 : 40

5. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 90 : 10 และแฉวตั้งเป็น 50 : 50

กลุ่มตัวอย่างขนาด 100

สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ และ การปรับแก้ของเยทส์สามารถใช้ในการทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 60 : 40 และแฉวตั้งเป็น 80 : 20
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 60 : 40 และแฉวตั้งเป็น 90 : 10
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 70 : 30 และแฉวตั้งเป็น 70 : 30
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 70 : 30 และแฉวตั้งเป็น 80 : 20
5. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 80 : 20 และแฉวตั้งเป็น 60 : 40
6. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 80 : 20 และแฉวตั้งเป็น 70 : 30
7. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 90 : 10 และแฉวตั้งเป็น 60 : 40

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 50 : 50 และแฉวตั้งเป็น 90 : 10
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 60 : 40 และแฉวตั้งเป็น 80 : 20
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 60 : 40 และแฉวตั้งเป็น 90 : 10
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 70 : 30 และแฉวตั้งเป็น 70 : 30
5. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 80 : 20 และแฉวตั้งเป็น 60 : 40
6. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 90 : 10 และแฉวตั้งเป็น 50 : 50
7. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 90 : 10 และแฉวตั้งเป็น 60 : 40

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการเลือกใช้สถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางการณัรขนาด 2×2 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 25 50 และ 100

กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 25

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแฉวนอนเป็น 50 : 50 และแฉวตั้งเป็น 60 : 40

2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 50 : 50
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 60 : 40 และแถวตั้งเป็น 60 : 40

กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 50

สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ และการปรับแก้ของเยทส์สามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ในกรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 80 : 20 และแถวตั้งเป็น 80 : 20

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ในกรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 90 : 10 และแถวตั้งเป็น 90 : 10

กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 100

สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ การปรับแก้ของเยทส์ อัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น และ Fisher's exact test สามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 50 : 50 และแถวตั้งเป็น 80 : 20
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 80 : 20 และแถวตั้งเป็น 50 : 50

3. ข้อเสนอแนะเพื่อการเลือกใช้สถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางการณัจรขนาด 3×4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 80 150 และ 300

กลุ่มตัวอย่างขนาด 150

สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์สามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 30 : 30 : 40 และแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 15 : 15 : 70 และแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 30 : 30 : 40 และแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 30 : 30 : 40 และแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 30 : 30 : 40 และแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 15 : 15 : 70 และแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กลุ่มตัวอย่างขนาด 300

สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์สามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 45 : 45 : 10 และแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 45 : 45 : 10 และแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 30 : 30 : 40 และแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 15 : 15 : 70 และแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10
5. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 15 : 15 : 70 และแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ดังกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 45 : 45 : 10 และแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10
2. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 45 : 45 : 10 และแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30
3. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 15 : 15 : 70 และแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10
4. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 15 : 15 : 70 และแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30
5. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 15 : 15 : 70 และแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40
6. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 15 : 15 : 70 และแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

4. ข้อเสนอแนะเพื่อการเลือกใช้สถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางการแจกแจงขนาด 3×4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 80 150 และ 300

กลุ่มตัวอย่างขนาด 80

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ในกรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 30 : 30 : 40 และแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กลุ่มตัวอย่างขนาด 150

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ในกรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 30 : 30 : 40 และแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กลุ่มตัวอย่างขนาด 300

สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์และอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถใช้ทดสอบความเป็นอิสระ
ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ในกรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนรวมของแถวอนเป็น 45 : 45 : 10 และแถวตั้งเป็น
25 : 25 : 25 : 25

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูป
ตารางการณ์จรขนาด 2×2 และ 3×4 เมื่อค่าความถี่ที่คาดหวังน้อยกว่า 5 ไม่เกิน 25% และ
50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด
2. ควรศึกษาความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจ
การทดสอบของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางการณ์จรขนาด 2×3
และ 3×3 เมื่อค่าความถี่ที่คาดหวังน้อยกว่า 5 ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด
3. ควรศึกษาความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจ
การทดสอบของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางการณ์จร เมื่อค่าความถี่
ที่คาดหวังน้อยกว่า 1 หรือเท่ากับ 0 ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด
4. การศึกษาความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และ อำนาจ
การทดสอบของสถิติทดสอบความเป็นอิสระสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางการณ์จรขนาด 2×2
เมื่อค่าความถี่ที่คาดหวังน้อยกว่า 5 ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด ควรกำหนดให้เซลล์แรก
มีค่าความถี่ที่คาดหวังน้อยกว่า 5 และในเซลล์อื่นๆ สุ่มให้มีค่าความถี่ที่คาดหวังมากกว่า 5 ตาม
ค่าสัดส่วนส่วนรวมและขนาดกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย