

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาเทคนิคการตอบสนองการสุ่มครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ และได้พัฒนาเทคนิคการตอบสนองการสุ่มขึ้นแล้วนำวิธีการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เก็บข้อมูลจริง เพื่อศึกษาสภาพปัญหาหาสาเหตุ พฤติกรรมทางเพศ และการเล่นพนันฟุตบอล ของนักศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาสองสถาบันในอำเภอเมือง จังหวัด เชียงใหม่ ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2543 - กรกฎาคม 2544 ผลการศึกษาสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงทฤษฎี คือ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ หรือประสิทธิภาพของเครื่องมือจากแต่ละวิธี

4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงสำรวจ คือ ผลการศึกษาสภาพปัญหาหาสาเหตุ พฤติกรรม ทางเพศ และการเล่นพนันฟุตบอล ของนักศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาสองสถาบันในอำเภอเมือง จังหวัด เชียงใหม่ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2543 - กรกฎาคม 2544

4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงทฤษฎี

จากการศึกษาเทคนิคการตอบสนอง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือเทคนิคการตอบสนองการสุ่มสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ และเทคนิคการตอบสนองการสุ่มสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ การประมาณค่าสัดส่วนของประชากรที่มีลักษณะปกปิด (π) ทั้ง 4 วิธีใช้ตัวอย่างขนาด n และเครื่องมือสุ่มเลือกเหมือนกัน เมื่อผู้ถูกสัมภาษณ์ไว้วางใจในวิธีทั้ง 3 วิธีและตอบตามความจริงแล้วตัวประมาณแต่ละวิธีที่ได้เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง ซึ่งมีความแปรปรวนดังนี้ ความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีวอร์เนอร์ คือ

$$\text{Var}(\hat{\pi}_w) = \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{p(1-p)}{(2p-1)^2 n}; p \neq \frac{1}{2}$$

ความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีสรชัย คือ

$$\text{Var}(\hat{\pi}_s) = \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{(1-\pi)(1-p)}{np}$$

ความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีคลชาติ คือ

$$\text{Var}(\hat{\pi}_m) = \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{p_{br} - p_{br}^2 + \pi p - \pi p^2 - 2\pi p p_{br}}{p^2 n}$$

ความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีกรีนเบิร์กและคณะ คือ

1) เมื่อไม่ทราบค่า π_Y

$$\text{Var}(\hat{\pi}_i)_u = \frac{1}{(p_1 - p_2)^2} \left\{ \frac{\lambda_1(1-\lambda_1)(1-p_2)^2}{n_1} + \frac{\lambda_2(1-\lambda_2)(1-p_1)^2}{n_2} \right\}$$

2) เมื่อทราบค่า π_Y

$$\text{Var}(\hat{\pi}_2 | \pi_Y)_u = \frac{1}{np^2} \{ p\pi + (1-p)\pi_Y \} \{ 1 - p\pi - (1-p)\pi_Y \}$$

เนื่องจากความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ ขึ้นอยู่กับค่า n, p และ π เหมือนกัน ในที่นี้จึงสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าสัดส่วนแต่ละวิธีได้โดยการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมภาษาเทอร์โบปาสคาลหาค่าความแปรปรวนของแต่ละวิธี เมื่อกำหนด $\pi \in [0,1]$ และ $p \in [0,1]$ ให้ p และ π เพิ่มขึ้นครั้งละ 0.1 ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.1 ค่าความแปรปรวนของวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรัย และวิธีดลชาติ เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0,1]$

π	0			0.1			0.2			0.3			0.4			0.5		
p	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)
0	0	*	*	0.009	*	*	0.016	*	*	0.021	*	*	0.024	*	*	0.025	*	*
0.1	0.0141	0.9	0.819	0.023	0.819	0.9	0.301	0.736	0.981	0.035	0.651	1.062	0.038	0.564	1.143	0.039	0.475	1.224
0.2	0.044	0.4	0.336	0.053	0.369	0.368	0.06	0.336	0.4	0.065	0.301	0.432	0.068	0.264	0.464	0.069	0.225	0.496
0.3	0.131	0.233	0.184	0.14	0.219	0.2	0.147	0.202	0.217	0.152	0.184	0.233	0.155	0.164	0.249	0.156	0.141	0.266
0.4	0.6	0.15	0.114	0.609	0.144	0.123	0.616	0.136	0.132	0.621	0.126	0.141	0.624	0.114	0.15	0.625	0.1	0.159
0.5	*	0.1	0.075	*	0.099	0.08	*	0.096	0.085	*	0.091	0.09	*	0.084	0.095	*	0.075	0.1
0.6	0.6	0.066	0.0507	0.609	0.069	0.053	0.616	0.069	0.056	0.621	0.067	0.058	0.624	0.064	0.061	0.625	0.058	0.064
0.7	0.131	0.049	0.033	0.14	0.047	0.035	0.147	0.05	0.036	0.152	0.051	0.037	0.155	0.049	0.039	0.156	0.046	0.04
0.8	0.044	0.025	0.021	0.053	0.032	0.021	0.06	0.036	0.022	0.065	0.038	0.022	0.068	0.039	0.023	0.069	0.037	0.0235
0.9	0.014	0.011	0.0101	0.023	0.019	0.0102	0.03	0.025	0.0103	0.035	0.028	0.0104	0.038	0.031	0.0106	0.039	0.0306	0.0107
1	0	0	0	0.009	0.009	0	0.016	0.016	0	0.021	0.021	0	0.024	0.024	0	0.025	0.025	0

*หมายถึง ไม่สามารถหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณได้

ตาราง 4.1 (ต่อ) ค่าความแปรปรวนของ วิธีวอร์เนอร์ วิธีสรัชย์ และวิธีคลชาติ เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0,1]$

π	0.6			0.7			0.8			0.9			1		
p	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$
0	0.024	*	*	0.021	*	*	0.016	*	*	0.009	*	*	0	*	*
0.1	0.038	0.384	1.305	0.0351	0.291	1.386	0.03	0.196	1.467	0.0231	0.099	1.548	0.0141	0	1.629
0.2	0.0684	0.184	0.528	0.065	0.141	0.56	0.06	0.096	0.592	0.053	0.049	0.624	0.044	0	0.656
0.3	0.155	0.117	0.282	0.152	0.091	0.298	0.147	0.0627	0.315	0.14	0.0323	0.331	0.131	0	0.347
0.4	0.624	0.084	0.168	0.621	0.066	0.177	0.616	0.046	0.186	0.609	0.024	0.195	0.6	0	0.204
0.5	*	0.064	0.105	*	0.051	0.11	*	0.051	0.115	*	0.019	0.12	*	0	0.125
0.6	0.624	0.05	0.0667	0.621	0.041	0.069	0.616	0.029	0.072	0.609	0.015	0.074	0.6	0	0.077
0.7	0.155	0.041	0.042	0.152	0.034	0.043	0.147	0.025	0.044	0.14	0.013	0.045	0.131	0	0.046
0.8	0.068	0.034	0.024	0.065	0.028	0.024	0.06	0.021	0.025	0.053	0.011	0.0255	0.044	0	0.026
0.9	0.0381	0.028	0.0108	0.0351	0.024	0.0109	0.0301	0.0182	0.011	0.0231	0.0101	0.0111	0.0141	0	0.0112
1	0.024	0.024	0	0.021	0.021	0	0.016	0.016	0	0.009	0.009	0	0	0	0

ตาราง 4.2 ค่าความแปรปรวนของวิธีออร์เนออร์ วิธีสรัย และวิธีคหาคี เมื่อ $n = 100$ และ $p \in [0,1]$

π	0			0.1			0.2			0.3			0.4			0.5		
p	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)
0	0	*	*	0.0009	*	*	0.0016	*	*	0.0021	*	*	0.0024	*	*	0.0025	*	*
0.1	0.0014	0.09	0.0819	0.0023	0.0819	0.09	0.003	0.0736	0.0981	0.0035	0.0651	0.1062	0.0038	0.0564	0.1143	0.0039	0.0475	0.1224
0.2	0.0044	0.04	0.0336	0.0053	0.0369	0.0368	0.006	0.0336	0.04	0.0065	0.0301	0.0432	0.0068	0.0264	0.0464	0.0069	0.0225	0.0496
0.3	0.0131	0.0233	0.0184	0.014	0.0219	0.0201	0.0147	0.0203	0.0217	0.0152	0.0184	0.0233	0.0155	0.0164	0.025	0.0156	0.0142	0.0266
0.4	0.06	0.015	0.0144	0.0609	0.0144	0.0123	0.0616	0.0136	0.0132	0.0621	0.0126	0.0141	0.0624	0.0114	0.015	0.0625	0.01	0.0159
0.5	*	0.01	0.0075	*	0.0099	0.008	*	0.0096	0.0085	*	0.0091	0.009	*	0.0084	0.0095	*	0.0075	0.1
0.6	0.06	0.0067	0.0051	0.0609	0.0069	0.0053	0.0616	0.0069	0.0056	0.0621	0.0068	0.0059	0.0624	0.0064	0.0061	0.0625	0.0058	0.0064
0.7	0.0131	0.0043	0.0034	0.014	0.0048	0.0035	0.0147	0.005	0.0036	0.0152	0.0051	0.0038	0.0155	0.005	0.0039	0.0156	0.0046	0.004
0.8	0.0044	0.0025	0.0021	0.0053	0.0031	0.0021	0.006	0.0036	0.0022	0.0065	0.0038	0.0022	0.0068	0.0039	0.0023	0.0069	0.0037	0.0023
0.9	0.0014	0.0011	0.0010	0.0023	0.0019	0.001	0.003	0.0025	0.001	0.0035	0.0029	0.001	0.0038	0.0031	0.0011	0.0039	0.0031	0.0011
1	0	0	0	0.0009	0.0009	0	0.0016	0.0016	0	0.0021	0.0021	0	0.0024	0.0024	0	0.0025	0.0025	0

ตาราง 4.2 (ต่อ) ค่าความแปรปรวนของวิธีวอร์เนอร์วิธีสรัช และวิธีดลชาติ เมื่อ $n = 100$ และ $p \in [0,1]$

π	0.6			0.7			0.8			0.9			1		
p	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$	$Var(\pi_w)$	$Var(\pi_s)$	$Var(\pi_m)$
0	0.0024	*	*	0.0021	*	*	0.0016	*	*	0.0009	*	*	0	*	*
0.1	0.0038	0.0384	0.1305	0.0035	0.0291	0.1386	0.003	0.0196	0.1467	0.023	0.0099	0.1548	0.0014	0	0.1629
0.2	0.0068	0.0184	0.0528	0.0065	0.0141	0.056	0.006	0.0096	0.0592	0.0053	0.0049	0.0624	0.0044	0	0.0656
0.3	0.0155	0.0117	0.0282	0.0152	0.0091	0.0299	0.0147	0.0063	0.0315	0.014	0.0032	0.0331	0.0131	0	0.0348
0.4	0.0624	0.0084	0.0168	0.0621	0.0066	0.0177	0.0616	0.0046	0.0186	0.0609	0.0024	0.0195	0.06	0	0.0204
0.5	*	0.0064	0.0105	*	0.0051	0.011	*	0.0051	0.0115	*	0.0019	0.012	*	0	0.0125
0.6	0.0624	0.0051	0.0067	0.0621	0.0041	0.0069	0.0616	0.0029	0.0072	0.0609	0.0016	0.0075	0.06	0	0.0077
0.7	0.0155	0.0041	0.0042	0.0152	0.0034	0.0043	0.0147	0.0052	0.0044	0.014	0.0013	0.0045	0.0131	0	0.0047
0.8	0.0068	0.0034	0.0024	0.0065	0.0028	0.0024	0.006	0.0021	0.0025	0.0053	0.0011	0.0025	0.0044	0	0.0026
0.9	0.0038	0.0028	0.0011	0.0035	0.0024	0.0011	0.003	0.0018	0.0011	0.0023	0.001	0.0011	0.0014	0	0.0011
1	0.0024	0.0024	0	0.0021	0.0021	0	0.0016	0.0016	0	0.0009	0.0009	0	0	0	0

ตาราง 4.3 ค่าความแปรปรวนของ วิธวอร์เนอร์ วิธีสร้อย และวิธีดลชาติ เมื่อ $n = 1,000$ และ $p \in [0,1]$

π	0			0.1			0.2			0.3			0.4			0.5		
P	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_m)
0	0	*	*	0.0001	*	*	0.0002	*	*	0.0002	*	*	0.002	*	*	0.0003	*	*
0.1	0.0001	0.009	0.0082	0.0002	0.0082	0.009	0.0003	0.0074	0.0098	0.0004	0.0065	0.0106	0.0004	0.0056	0.0114	0.0004	0.0048	0.0122
0.2	0.0004	0.004	0.0034	0.0005	0.0037	0.0037	0.0006	0.0034	0.004	0.0007	0.003	0.0043	0.0007	0.0026	0.0046	0.0007	0.0023	0.005
0.3	0.0013	0.0023	0.0018	0.0014	0.0022	0.002	0.0015	0.002	0.0022	0.0015	0.0018	0.0023	0.0016	0.0016	0.0025	0.0016	0.0014	0.0024
0.4	0.006	0.0015	0.0011	0.0061	0.0014	0.0012	0.0062	0.0014	0.0013	0.0062	0.0013	0.0014	0.0062	0.0011	0.0015	0.0063	0.001	0.0016
0.5	*	0.0010	0.0008	*	0.0009	0.0008	*	0.0010	0.0009	*	0.0009	0.0009	*	0.0010	0.0010	*	0.0008	0.001
0.6	0.006	0.0007	0.0005	0.0061	0.0007	0.0005	0.0062	0.0007	0.0006	0.0062	0.0007	0.0006	0.0062	0.0006	0.0006	0.0062	0.0006	0.0006
0.7	0.0013	0.004	0.003	0.0014	0.0005	0.0004	0.0015	0.0005	0.0004	0.0015	0.0005	0.0004	0.0016	0.0005	0.0004	0.0016	0.0005	0.0004
0.8	0.0004	0.0002	0.0002	0.0005	0.0003	0.0002	0.0006	0.0004	0.0002	0.0007	0.0004	0.0002	0.0007	0.0004	0.0002	0.0007	0.0004	0.0002
0.9	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0003	0.0001	0.0004	0.0003	0.0001	0.0004	0.0003	0.0001
1	0	0	0	0.0001	0.0001	0	0.0002	0.0002	0	0.0002	0.0002	0	0.0002	0.0002	0	0.0002	0.0002	0

ตาราง 4.3 (ต่อ) ค่าความแปรปรวนของ วิธีวอร์เนอร์ วิธีสรัย และวิธีดลชาติ เมื่อ $n = 1,000$ และ $p \in [0,1]$

π	0.6			0.7			0.8			0.9			1		
p	$\text{Var}(\pi_w)$	$\text{Var}(\pi_s)$	$\text{Var}(\pi_m)$	$\text{Var}(\pi_w)$	$\text{Var}(\pi_s)$	$\text{Var}(\pi_m)$	$\text{Var}(\pi_w)$	$\text{Var}(\pi_s)$	$\text{Var}(\pi_m)$	$\text{Var}(\pi_w)$	$\text{Var}(\pi_s)$	$\text{Var}(\pi_m)$	$\text{Var}(\pi_w)$	$\text{Var}(\pi_s)$	$\text{Var}(\pi_m)$
0	0.0003	*	*	0.0003	*	*	0.0002	*	*	0.0001	*	*	0	*	*
0.1	0.0004	0.0038	0.013	0.0004	0.0029	0.0139	0.0003	0.002	0.0147	0.0002	0.001	0.0155	0.0001	0	0.0163
0.2	0.0007	0.0018	0.0053	0.0007	0.0014	0.0056	0.0006	0.001	0.0059	0.0005	0.0005	0.0062	0.0004	0	0.0066
0.3	0.0016	0.0012	0.0028	0.0015	0.0009	0.003	0.0015	0.0006	0.0032	0.0014	0.0003	0.0033	0.0013	0	0.0035
0.4	0.0062	0.0008	0.0017	0.0062	0.0007	0.0018	0.0062	0.0005	0.0019	0.0061	0.0002	0.0002	0.0006	0	0.0007
0.5	*	0.0006	0.0011	*	0.0005	0.0011	*	0.0005	0.0012	*	0.0002	0.0012	*	0	0.0013
0.6	0.0062	0.0005	0.0007	0.0062	0.0004	0.0007	0.0062	0.0003	0.0007	0.0061	0.0002	0.0007	0.006	0	0.0008
0.7	0.0016	0.0004	0.0004	0.0015	0.0003	0.0004	0.0015	0.0002	0.0004	0.0014	0.0001	0.0005	0.0013	0	0.0005
0.8	0.0007	0.0003	0.0002	0.0007	0.0003	0.0002	0.0006	0.0002	0.0002	0.0005	0.0001	0.0003	0.0004	0	0.0003
0.9	0.0004	0.00003	0.0001	0.0004	0.0002	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0	0.0001
1	0.0002	0.0002	0	0.0002	0.0002	0	0.0002	0.0002	0	0.0001	0.0001	0	0	0	0

ตาราง 4.4 ค่าความแปรปรวนของวีรอร์เมออร์ กับวิธิตลหติ เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0,1]$

π	0		0.05		0.1		0.15		0.2		0.25		0.3		0.35		0.4		0.45		0.5	
P	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)
0.3	0.131	0.184	0.136	0.193	0.14	0.201	0.144	0.209	0.147	0.217	0.15	0.225	0.152	0.233	0.154	0.242	0.155	0.25	0.156	0.258	0.156	0.266
0.31	0.142	0.175	0.153	0.183	0.157	0.19	0.161	0.198	0.164	0.206	0.167	0.213	0.169	0.221	0.171	0.229	0.172	0.236	0.173	0.244	0.173	0.252
0.32	0.168	0.166	0.173	0.174	0.177	0.181	0.181	0.188	0.184	0.195	0.187	0.202	0.189	0.21	0.191	0.217	0.192	0.224	0.193	0.231	0.193	0.239
0.33	0.191	0.158	0.196	0.165	0.2	0.172	0.204	0.179	0.207	0.185	0.21	0.192	0.212	0.199	0.214	0.206	0.215	0.213	0.216	0.219	0.216	0.226
0.34	0.219	0.151	0.224	0.157	0.228	0.163	0.232	0.17	0.235	0.176	0.238	0.183	0.24	0.189	0.242	0.195	0.243	0.202	0.244	0.208	0.244	0.215
0.35	0.253	0.144	0.258	0.15	0.262	0.156	0.266	0.162	0.269	0.168	0.272	0.174	0.274	0.18	0.276	0.186	0.277	0.192	0.278	0.198	0.278	0.204
0.36	0.294	0.137	0.299	0.143	0.303	0.148	0.307	0.154	0.31	0.16	0.313	0.165	0.305	0.171	0.317	0.177	0.308	0.182	0.319	0.188	0.319	0.194
0.37	0.345	0.131	0.35	0.136	0.354	0.141	0.358	0.147	0.361	0.152	0.364	0.157	0.366	0.163	0.368	0.168	0.369	0.174	0.37	0.179	0.37	0.184
0.38	0.409	0.125	0.414	0.13	0.418	0.135	0.422	0.14	0.425	0.145	0.428	0.15	0.43	0.155	0.432	0.16	0.433	0.165	0.434	0.17	0.434	0.175
0.39	0.492	0.119	0.496	0.124	0.501	0.129	0.504	0.134	0.508	0.138	0.51	0.143	0.513	0.148	0.514	0.153	0.516	0.157	0.516	0.162	0.517	0.167
0.4	0.6	0.114	0.605	0.119	0.609	0.123	0.613	0.128	0.616	0.132	0.619	0.137	0.621	0.141	0.623	0.146	0.624	0.15	0.625	0.155	0.625	0.159

ตาราง 4.4 (ต่อ) ค่าความแปรปรวนของวิธอร์เนอร์ กับวิธิตลชาติ เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0.3, 0.4]$

π	0.55		0.6		0.65		0.7		0.75		0.8		0.85		0.9		0.95		1	
p	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)	(π_w)	(π_m)
0.30	0.156	0.274	0.155	0.282	0.154	0.291	0.152	0.299	0.15	0.307	0.147	0.315	0.144	0.323	0.14	0.331	0.136	0.34	0.131	0.348
0.31	0.173	0.259	0.172	0.267	0.171	0.275	0.169	0.283	0.167	0.29	0.164	0.298	0.161	0.306	0.157	0.313	0.153	0.321	0.148	0.329
0.32	0.193	0.246	0.119	0.253	0.191	0.26	0.189	0.267	0.187	0.275	0.184	0.282	0.181	0.289	0.177	0.296	0.173	0.304	0.168	0.311
0.33	0.216	0.233	0.205	0.24	0.214	0.247	0.212	0.253	0.21	0.26	0.207	0.267	0.204	0.274	0.2	0.281	0.196	0.287	0.191	0.294
0.34	0.244	0.221	0.243	0.227	0.242	0.234	0.240	0.241	0.238	0.247	0.235	0.253	0.232	0.26	0.228	0.266	0.224	0.272	0.219	0.279
0.35	0.228	0.21	0.277	0.216	0.276	0.222	0.274	0.228	0.272	0.234	0.269	0.24	0.266	0.246	0.262	0.252	0.257	0.258	0.253	0.264
0.36	0.319	0.199	0.318	0.205	0.317	0.211	0.315	0.217	0.313	0.222	0.31	0.228	0.307	0.234	0.303	0.239	0.299	0.245	0.294	0.251
0.37	0.37	0.19	0.369	0.195	0.368	0.2	0.366	0.206	0.364	0.211	0.365	0.226	0.358	0.222	0.355	0.227	0.35	0.233	0.335	0.238
0.38	0.434	0.18	0.433	0.185	0.432	0.191	0.43	0.196	0.428	0.201	0.425	0.206	0.422	0.211	0.418	0.216	0.414	0.221	0.409	0.226
0.39	0.156	0.172	0.516	0.176	0.514	0.181	0.513	0.186	0.51	0.191	0.508	0.196	0.504	0.2	0.501	0.205	0.496	0.21	0.492	0.215
0.40	0.625	0.164	0.624	0.168	0.623	0.173	0.621	0.177	0.619	0.182	0.616	0.186	0.613	0.191	0.609	0.195	0.605	0.2	0.6	0.204

ตาราง 4.5 ค่าความแปรปรวนของ วิธี วอร์เนอร์ และวิธีสรัชัย เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0.3, 0.4]$

π	0		0.05		0.1		0.15		0.2		0.25		0.3		0.35		0.4		0.45		0.5	
p	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
0.3	0.131	0.233	0.136	0.226	0.14	0.14	0.144	0.211	0.147	0.203	0.15	0.194	0.152	0.184	0.154	0.174	0.155	0.164	0.156	0.153	0.156	0.142
0.31	0.142	0.226	0.153	0.183	0.157	0.157	0.161	0.202	0.164	0.194	0.167	0.186	0.169	0.177	0.171	0.167	0.172	0.158	0.173	0.147	0.173	0.136
0.32	0.168	0.213	0.173	0.181	0.177	0.2	0.181	0.193	0.184	0.186	0.187	0.178	0.189	0.17	0.191	0.161	0.192	0.152	0.193	0.142	0.193	0.131
0.33	0.191	0.203	0.196	0.198	0.2	0.192	0.204	0.185	0.207	0.178	0.21	0.171	0.212	0.163	0.214	0.155	0.215	0.146	0.216	0.136	0.216	0.127
0.34	0.219	0.191	0.224	0.189	0.228	0.184	0.232	0.178	0.235	0.171	0.238	0.164	0.24	0.157	0.242	0.149	0.243	0.141	0.244	0.132	0.244	0.122
0.35	0.253	0.186	0.258	0.181	0.262	0.176	0.266	0.171	0.269	0.165	0.272	0.158	0.274	0.151	0.276	0.144	0.277	0.135	0.278	0.127	0.278	0.118
0.36	0.294	0.178	0.299	0.174	0.303	0.169	0.307	0.164	0.31	0.158	0.313	0.152	0.305	0.145	0.317	0.138	0.308	0.131	0.319	0.123	0.319	0.114
0.37	0.345	0.17	0.35	0.167	0.354	0.162	0.358	0.158	0.361	0.152	0.364	0.147	0.366	0.14	0.368	0.133	0.369	0.126	0.37	0.118	0.37	0.11
0.38	0.409	0.163	0.414	0.16	0.418	0.156	0.422	0.151	0.425	0.147	0.428	0.141	0.43	0.135	0.432	0.129	0.433	0.122	0.434	0.115	0.434	0.107
0.39	0.492	0.156	0.496	0.153	0.501	0.15	0.504	0.146	0.508	0.141	0.51	0.136	0.513	0.131	0.514	0.124	0.516	0.118	0.516	0.111	0.517	0.103
0.4	0.6	0.15	0.605	0.147	0.609	0.144	0.613	0.14	0.616	0.136	0.619	0.131	0.621	0.126	0.623	0.12	0.624	0.114	0.625	0.107	0.625	0.1

ตาราง 4.5 (ต่อ) ค่าความแปรปรวนของวิธอร์เนอร์ และวิธีสรัย เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0.3, 0.4]$

π	0.55		0.6		0.65		0.7		0.75		0.8		0.85		0.9		0.95		1	
p	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)	Var (π_w)	Var (π_s)
0.30	0.156	0.142	0.155	0.117	0.154	0.104	0.152	0.091	0.15	0.077	0.147	0.063	0.144	0.048	0.14	0.032	0.136	0.032	0.131	0
0.31	0.173	0.125	0.172	0.113	0.171	0.101	0.169	0.088	0.167	0.074	0.164	0.065	0.161	0.046	0.157	0.033	0.153	0.016	0.148	0
0.32	0.193	0.12	0.119	0.109	0.191	0.097	0.189	0.085	0.187	0.072	0.184	0.059	0.181	0.045	0.177	0.03	0.173	0.03	0.168	0
0.33	0.216	0.116	0.205	0.105	0.214	0.094	0.212	0.082	0.21	0.07	0.207	0.057	0.204	0.043	0.2	0.029	0.196	0.015	0.191	0
0.34	0.244	0.112	0.243	0.102	0.242	0.091	0.24	0.079	0.238	0.067	0.235	0.055	0.232	0.042	0.228	0.028	0.224	0.015	0.219	0
0.35	0.228	0.108	0.277	0.098	0.276	0.088	0.274	0.077	0.272	0.065	0.269	0.053	0.266	0.041	0.262	0.028	0.258	0.014	0.253	0
0.36	0.319	0.105	0.318	0.095	0.317	0.085	0.315	0.074	0.313	0.063	0.31	0.052	0.307	0.039	0.303	0.027	0.299	0.014	0.294	0
0.37	0.37	0.101	0.369	0.092	0.368	0.082	0.366	0.072	0.364	0.061	0.365	0.062	0.358	0.038	0.355	0.025	0.35	0.013	0.335	0
0.38	0.434	0.098	0.433	0.089	0.432	0.08	0.43	0.07	0.428	0.06	0.425	0.049	0.422	0.037	0.418	0.025	0.414	0.013	0.409	0
0.39	0.156	0.095	0.516	0.087	0.514	0.078	0.513	0.068	0.51	0.058	0.508	0.047	0.504	0.036	0.501	0.025	0.496	0.013	0.492	0
0.40	0.625	0.092	0.624	0.084	0.623	0.075	0.621	0.066	0.619	0.056	0.616	0.046	0.613	0.035	0.609	0.024	0.605	0.012	0.6	0

ตาราง 4.6 ค่าความแปรปรวนของวิธีสำรวจ และวิธีคัดขาดิ เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0,1]$

π	0		0.05		0.1		0.15		0.2		0.25		0.3		0.35		0.4		0.45		0.5	
p	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)
0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
0.1	0.9	0.819	0.8598	0.8595	0.819	0.9	0.777	0.940	0.736	0.981	0.694	1.022	0.651	1.06	0.608	1.103	0.564	1.143	0.52	1.183	0.475	1.224
0.2	0.4	0.336	0.3848	0.352	0.369	0.368	0.352	0.384	0.336	0.4	0.319	0.416	0.301	0.43	0.283	0.448	0.264	0.464	0.245	0.48	0.225	0.496
0.3	0.334	0.184	0.2264	0.1925	0.219	0.208	0.211	0.208	0.203	0.217	0.194	0.225	0.184	0.23	0.174	0.239	0.164	0.253	0.142	0.266	0.142	0.266
0.4	0.5	0.114	0.1473	0.1185	0.144	0.123	0.140	0.127	0.136	0.132	0.131	0.137	0.126	0.14	0.12	0.146	0.114	0.15	0.107	0.154	0.1	0.159
0.5	0.1	0.075	0.0998	0.0775	0.009	0.08	0.097	0.082	0.096	0.085	0.094	0.088	0.090	0.091	0.088	0.093	0.084	0.095	0.08	0.097	0.075	0.1
0.6	0.066	0.050	0.0681	0.052	0.069	0.053	0.069	0.054	0.069	0.056	0.069	0.057	0.067	0.058	0.066	0.060	0.064	0.061	0.061	0.062	0.058	0.064
0.7	0.043	0.033	0.0455	0.0345	0.048	0.035	0.049	0.035	0.05	0.036	0.051	0.037	0.051	0.04	0.051	0.038	0.049	0.039	0.048	0.039	0.046	0.040
0.8	0.025	0.021	0.0285	0.0212	0.032	0.022	0.034	0.021	0.036	0.022	0.038	0.022	0.038	0.02	0.039	0.023	0.039	0.023	0.039	0.023	0.038	0.024
0.9	0.011	0.010	0.0153	0.0102	0.019	0.01	0.022	0.010	0.025	0.014	0.027	0.015	0.028	0.016	0.03	0.011	0.031	0.011	0.03	0.011	0.03	0.011
1	0	0	0.0047	0	0.009	0.009	0.017	0	0.016	0	0.019	0	0.021	0	0.023	0	0.024	0	0.025	0	0.025	0

ตาราง 4.6 (ต่อ) ค่าความแปรปรวนของ วิธีสร้อย และวิธีทดสอบดี เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0,1]$

π	0.55		0.6		0.65		0.7		0.75		0.8		0.85		0.9		0.95		1	
P	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)	Var (π_s)	Var (π_m)
0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
0.1	0.4297	1.2645	0.384	1.305	0.3377	1.3455	0.291	1.386	0.244	1.427	0.196	1.47	0.148	1.508	0.099	1.548	0.05	1.588	0	1.629
0.2	0.247	0.512	0.184	0.528	0.1627	0.544	0.141	0.56	0.119	0.576	0.096	0.59	0.073	0.608	0.049	0.624	0.247	0.64	0	0.656
0.3	0.1297	0.2742	0.117	0.282	0.1044	0.2905	0.091	0.099	0.077	0.307	0.627	0.32	0.477	0.323	0.032	0.331	0.164	0.340	0	0.348
0.4	0.0922	0.1635	0.084	0.168	0.0752	0.1725	0.066	0.177	0.562	0.182	0.046	0.19	0.035	0.191	0.024	0.195	0.012	0.199	0	0.204
0.5	0.0697	0.1025	0.064	0.105	0.0577	0.1075	0.051	0.11	0.044	0.113	0.036	0.120	0.028	0.118	0.019	0.120	0.01	0.122	0	0.125
0.6	0.0547	0.0653	0.051	0.067	0.0461	0.068	0.041	0.069	0.035	0.071	0.029	0.070	0.023	0.073	0.016	0.075	0.008	0.076	0	0.077
0.7	0.044	0.0409	0.041	0.042	0.0377	0.0422	0.034	0.043	0.03	0.044	0.024	0.040	0.019	0.045	0.013	0.045	0.007	0.046	0	0.047
0.8	0.036	0.0237	0.034	0.024	0.0315	0.0242	0.029	0.025	0.025	0.0247	0.021	0.025	0.165	0.025	0.012	0.026	0.006	0.025	0	0.026
0.9	0.0287	0.0108	0.027	0.011	0.0243	0.0109	0.022	0.011	0.022	0.011	0.018	0.011	0.014	0.011	0.010	0.011	0.005	0.011	0	0.011
1	0.0247	0	0.024	0	0.0227	0	0.021	0	0.019	0	0.016	0	0.013	0	0.009	0	0.005	0	0	0

ตาราง 4.1-4.6 สรุปได้ดังนี้

1.1 จากตาราง 4.1 เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณด้วยวิธีสรัชกับวิธีวอร์เนอร์ ($\text{Var}(\hat{\pi}_s), \text{Var}(\hat{\pi}_w)$) เมื่อ $p \in [0,1]$ และ $n = 10$ พบว่า $\text{Var}(\hat{\pi}_s) < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$ ก็ต่อเมื่อ

- $\pi \in [0.9,1]$ และ $p \in [0.2,1)$
- $\pi \in [0.5,1]$ และ $p \in [0.3,1)$
- $\pi \in [0,1]$ และ $p \in [0.4,1)$

และจากตาราง 4.5 พิจารณาความแปรปรวนของตัวประมาณด้วยวิธีสรัชกับวิธีวอร์เนอร์ เมื่อ $n = 10$ และ $p \in [0.3,0.4]$ ซึ่งเป็นช่วงที่น่าสนใจ พบว่า $\text{Var}(\hat{\pi}_s) < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$ ก็ต่อเมื่อ

- $\pi \in [0.45,1]$ และ $p \in [0.30,0.40]$
- $\pi \in [0.35,1]$ และ $p \in [0.31,0.40]$
- $\pi \in [0.25,1]$ และ $p \in [0.32,0.40]$
- $\pi \in [0.1,1]$ และ $p \in [0.33,0.40]$
- $\pi \in [0,1]$ และ $p \in [0.34,0.40]$

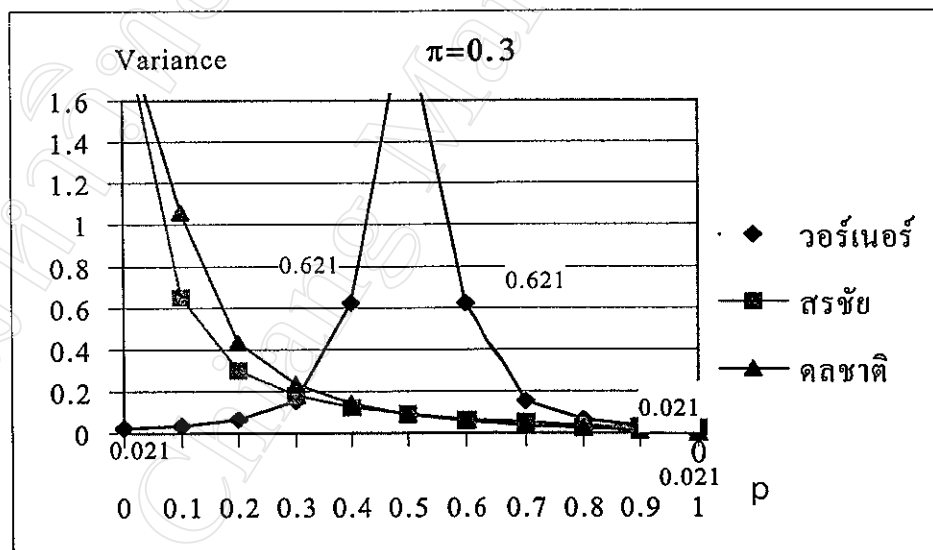
1.2 จากตาราง 4.1 เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณด้วยวิธีคลชาติกับวิธีวอร์เนอร์ ($\text{Var}(\hat{\pi}_m), \text{Var}(\hat{\pi}_w)$) เมื่อ $n = 10$ พบว่า $\text{Var}(\hat{\pi}_m) < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$ ถ้า $\pi \in [0,1]$ และ $p \in [0.4,1]$ และจากตาราง 4.4 พิจารณาความแปรปรวนของตัวประมาณด้วยวิธีคลชาติกับวิธีวอร์เนอร์ที่ $n = 10$ และ $p \in [0.3,0.4]$ ซึ่งเป็นช่วงที่น่าสนใจ พบว่า $\text{Var}(\hat{\pi}_m) < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$ ก็ต่อเมื่อ

- $\pi \in [0,0.05]$ และ $p \in [0.32,1)$
- $\pi \in [0,0.4]$ และ $p \in [0.33,1)$
- $\pi \in [0,0.65]$ และ $p \in [0.34,1)$
- $\pi \in [0,0.95]$ และ $p \in [0.35,1)$
- $\pi \in [0,1]$ และ $p \in [0.36,1)$

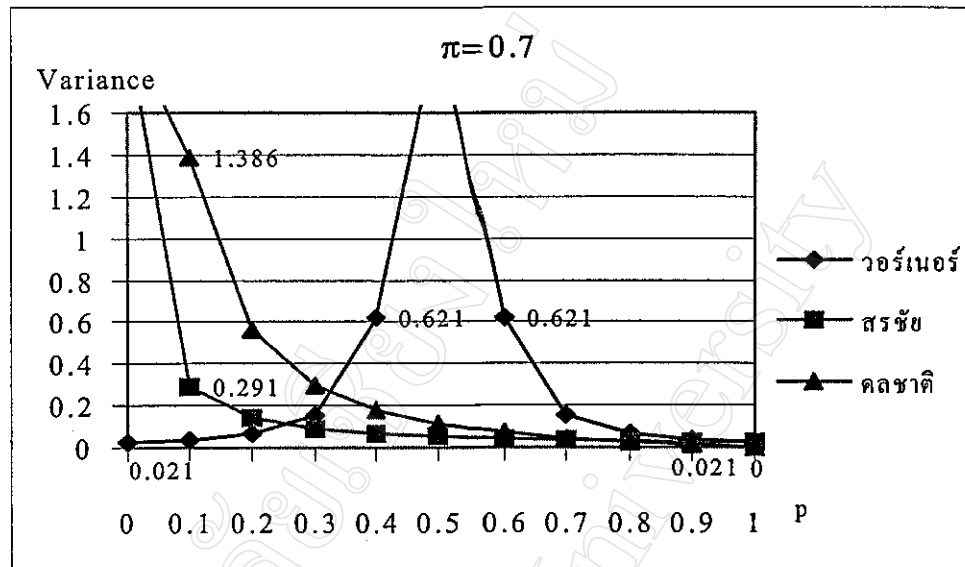
1.3 จากตาราง 4.6 เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณด้วยวิธีสรัชกับวิธีคลชาติ ($\text{Var}(\hat{\pi}_s), \text{Var}(\hat{\pi}_m)$) ที่ $p \in (0,1]$ และ $n = 10$ พบว่า $\text{Var}(\hat{\pi}_s) < \text{Var}(\hat{\pi}_m)$ ก็ต่อเมื่อ

- $\pi \in [0, 0.05]$ และ $p \in [0.1, 1)$
- $\pi = 0.1$ และ $p \in (0, 0.1]$
- $\pi = 0.15$ และ $p \in (0, 0.2]$
- $\pi \in [0.20, 0.25]$ และ $p \in (0, 0.3]$
- $\pi \in [0.30, 0.40]$ และ $p \in (0, 0.5]$
- $\pi \in [0.45, 0.55]$ และ $p \in (0, 0.6]$
- $\pi \in [0.60, 0.75]$ และ $p \in (0, 0.7]$
- $\pi \in [0.80, 0.85]$ และ $p \in (0, 0.8]$
- $\pi \in [0.90, 0.95]$ และ $p \in (0, 1]$

จากตาราง 4.2 และ 4.3 ให้ผลเช่นเดียวกันกับตาราง 4.1 นั่นคือเมื่อ n มากขึ้นเป็น $n=100$, $n=1,000$ จะทำให้ความแปรปรวนลดลง และลดลงในลักษณะเดียวกัน



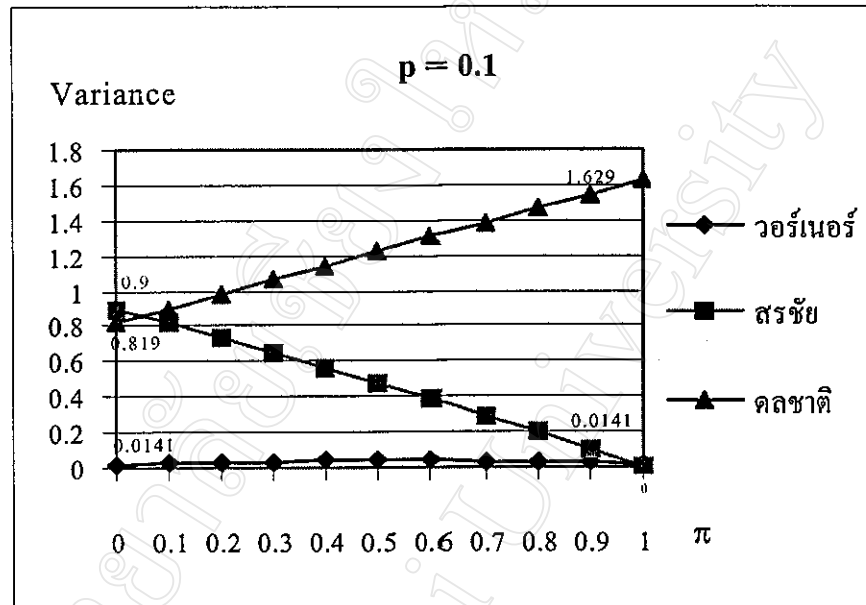
รูป 4.1 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วนด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสตรซ์ซ์ และวิธีคลชาติ เมื่อ $\pi=0.3, p \in [0, 1]$ และ $n=10$



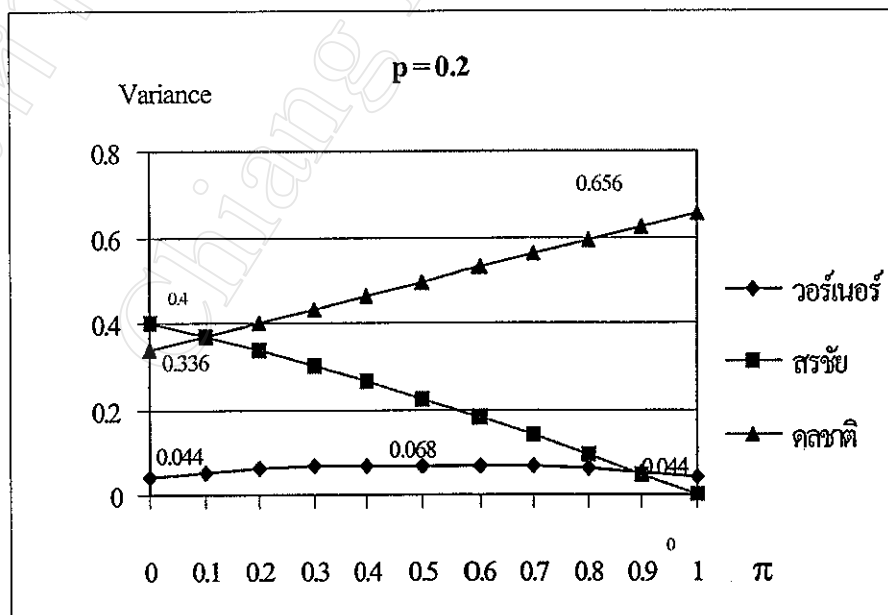
รูป 4.2 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสัดส่วนด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลซาดิ เมื่อ $\pi=0.7, p \in [0,1]$ และ $n=10$

หากพิจารณาเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสัดส่วนของวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัยและวิธีคลซาดิเมื่อกำหนด π คงที่พบว่าที่ $\pi=0$, $\pi=0.1$, $\pi=0.2, \dots, \pi=1$ เส้นกราฟจะมีในลักษณะเดียวกัน จากรูป 4.1 และ 4.2 เมื่อกำหนด $\pi=0.3$ และ $\pi=0.7$ และ $p \in (0,1]$ พบว่าค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสัดส่วนของวิธีวอร์เนอร์ จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อ p เพิ่มขึ้น และที่ $p=0.5$ จะหาค่าไม่ได้ (ความแปรปรวนเป็น ∞) และเมื่อ $p=0.6$ กราฟจะค่อยลดลงด้วยความชันเท่ากัน เมื่อ $p=1$ ความแปรปรวนจะเข้าใกล้ 0 ส่วนกราฟความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีคลซาดิ พบว่าเมื่อ p เพิ่มขึ้นจาก 0 กราฟจะค่อยๆ ลดลงจาก ∞ จนเข้าใกล้ 0 เมื่อ $p=1$ และกราฟความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีคลซาดิก็เป็นไปในลักษณะคล้ายกัน แต่ค่าความแปรปรวน วิธีคลซาดิจะสูงกว่าในช่วง p เท่ากับ 0 ถึง 0.6 หลังจากนั้นค่าความแปรปรวนจะใกล้เคียงกันคือ เข้าใกล้ 0 ถ้าเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธีพบว่า วิธีประมาณของวอร์เนอร์ กราฟความแปรปรวนจะต่ำที่สุด เมื่อ p เท่ากับ 0 ถึงประมาณ 0.3 สำหรับทุก ๆ π นั่นคือวิธีประมาณของวอร์เนอร์ จะมีประสิทธิภาพมากกว่าสองวิธีในช่วงดังกล่าว ซึ่งวิธีสรชัยและวิธีคลซาดิจะมีประสิทธิภาพกว่าวิธีวอร์เนอร์ เมื่อ p อยู่ในช่วง 0.3 ถึง 0.7 และทั้งสามวิธีจะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันเมื่อ p มากกว่า 0.7

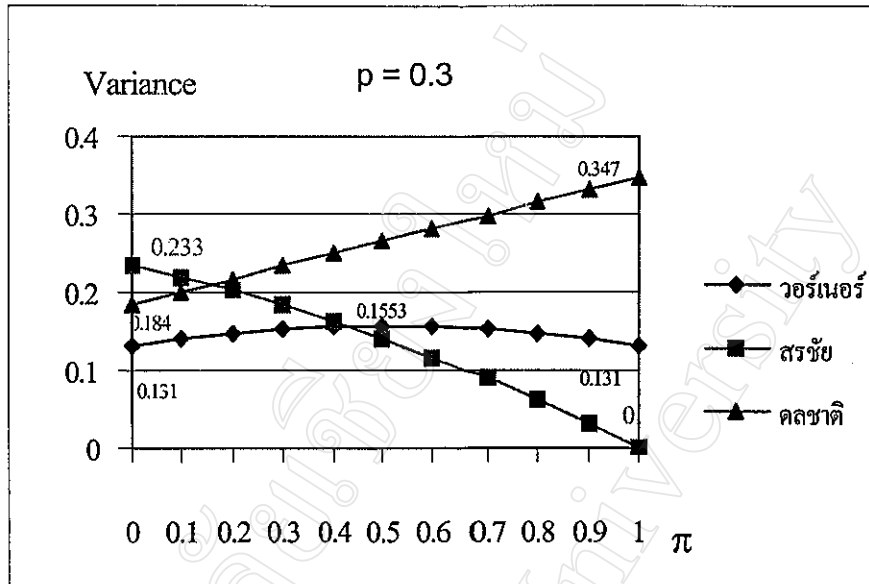
นอกจากนี้หากเราพิจารณาเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสัดส่วนของวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัยและวิธีคลชาติเมื่อกำหนด p คงที่แล้วเพิ่มค่า π ที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 แล้วพิจารณาความแปรปรวนของตัวประมาณ ให้ผลดังรูป 4.3-4.12 ดังนี้



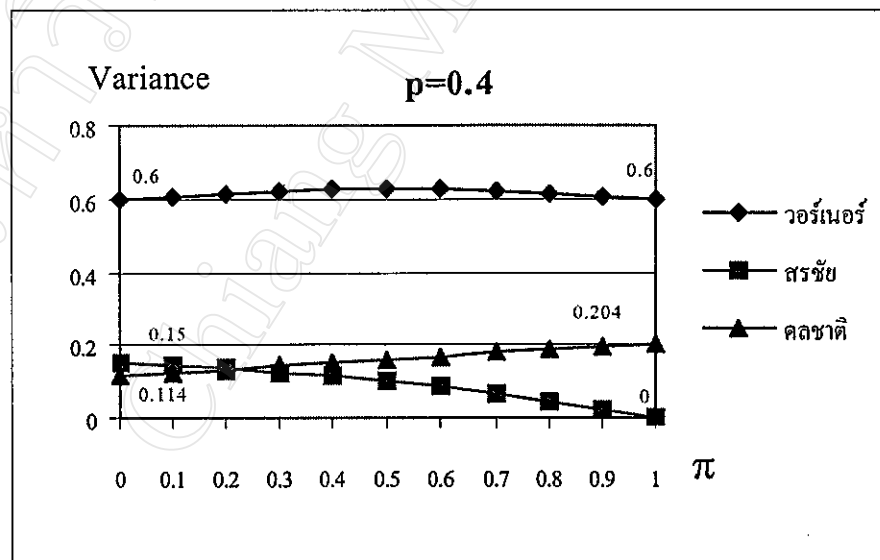
รูป 4.3 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วน ด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ เมื่อ $p = 0.1, \pi \in [0,1]$ และ $n = 10$



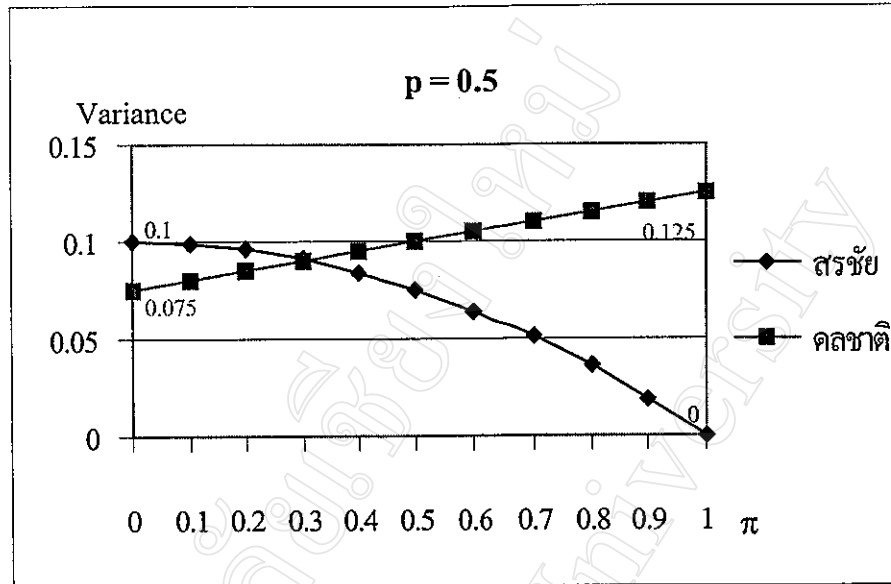
รูป 4.4 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วนด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ เมื่อ $p = 0.2, \pi \in [0,1]$ และ $n = 10$



รูป 4.5 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วนด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ เมื่อ $p = 0.3, \pi \in [0,1]$ และ $n = 10$

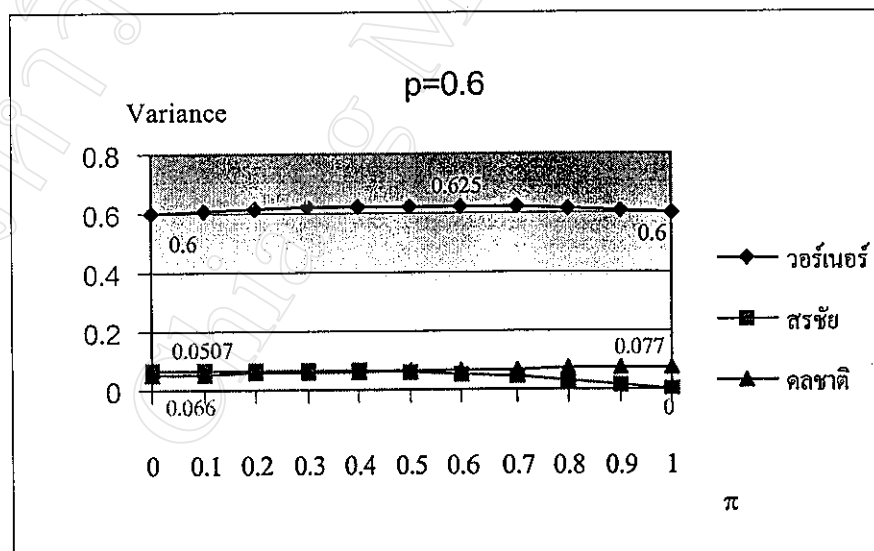


รูป 4.6 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วน ด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ เมื่อ $p = 0.4, \pi \in [0,1]$ และ $n = 10$

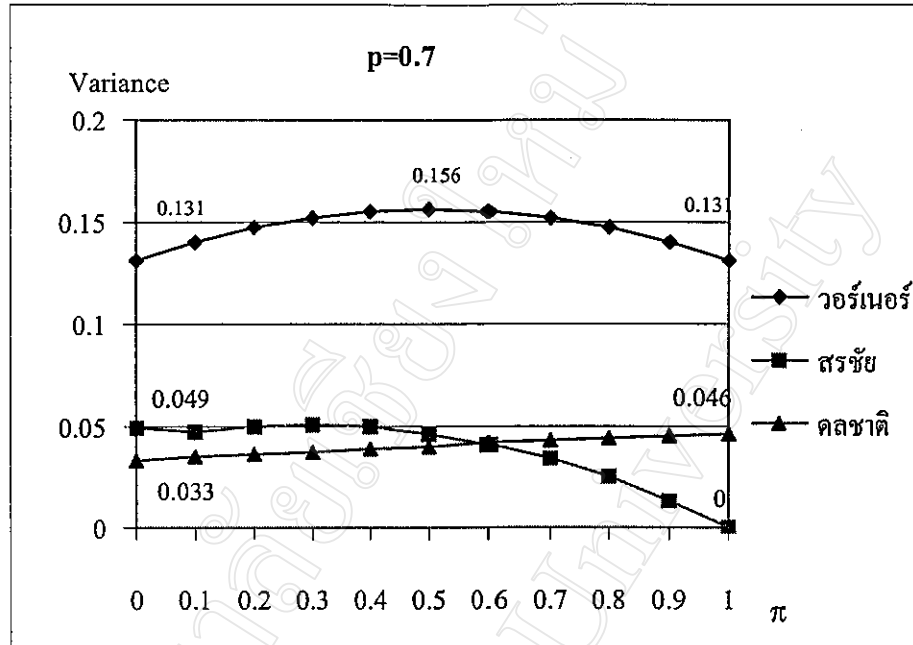


หมายเหตุที่ $p=0.5$ หาค่าความแปรปรวนของวิธี Warner ไม่ได้

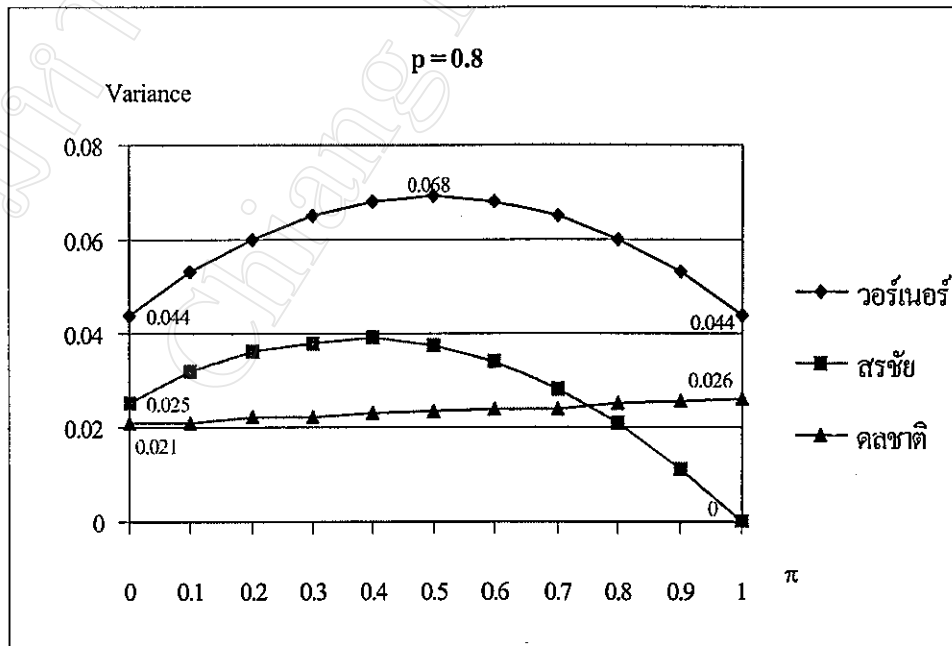
รูป 4.7 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วน วิธีสรชัย และวิธีคณาติ
เมื่อ $p=0.5, \pi \in [0,1]$ และ $n=10$



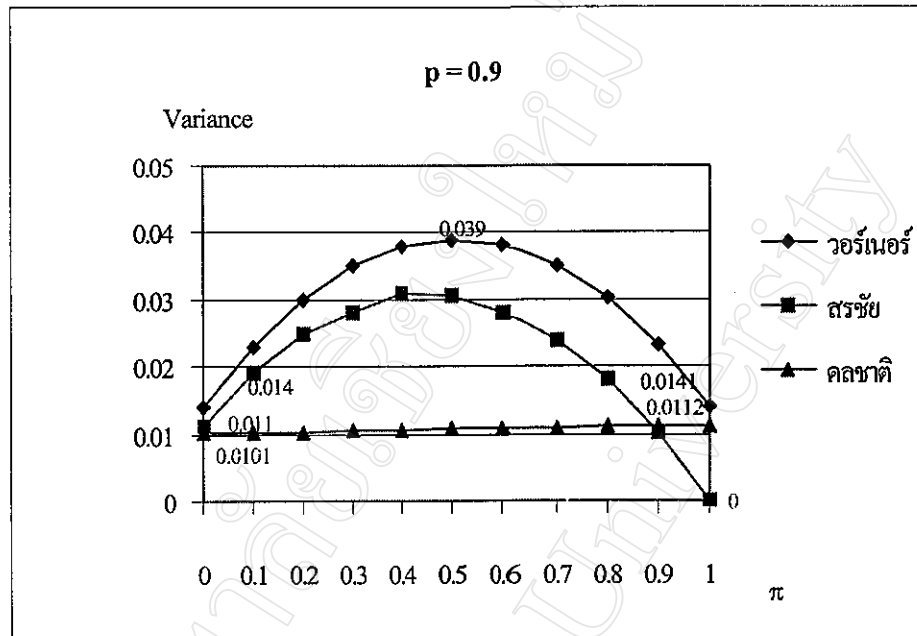
รูป 4.8 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วน ด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคณาติ เมื่อ $p=0.6, \pi \in [0,1]$ และ $n=10$



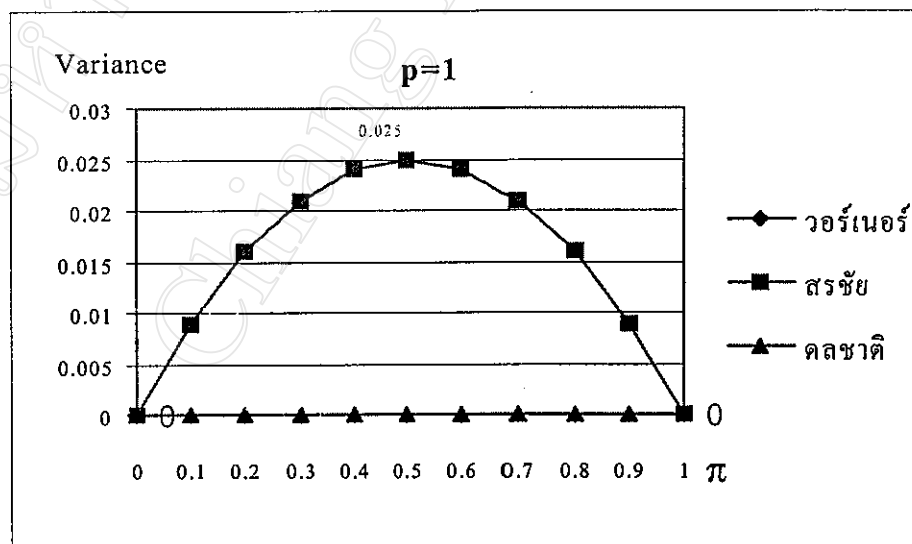
รูป 4.9 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วน ด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ เมื่อ $p = 0.7, \pi \in [0,1]$ และ $n = 10$



รูป 4.10 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วน ด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ เมื่อ $p = 0.8, \pi \in [0,1]$ และ $n = 10$



รูป 4.11 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วน ด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ เมื่อ $p=0.9, \pi \in [0,1]$ และ $n=10$



หมายเหตุ กราฟของสรชัยซ้อนทับกับของวอร์เนอร์

รูป 4.12 กราฟเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วน ด้วยวิธีวอร์เนอร์ วิธีสรชัย และวิธีคลชาติ เมื่อ $p=1, \pi \in [0,1]$ และ $n=10$

จากรูป 4.3-4.12 อธิบายได้ดังนี้

จากรูป 4.3 เมื่อให้ $p=0.1$ พบว่าค่าความแปรปรวนของตัวประมาณด้วยวิธีวอร์เนอร์เกือบจะคงที่ซึ่งมีค่าเกือบจะเท่ากับ 0 (0.0141) และมีค่าน้อยกว่าทุกวิธี ส่วนความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีสรชัยจะค่อยๆลดลงในแนวเส้นตรง จาก 0.9 จนถึง 0 เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1 ในขณะที่ความแปรปรวนวิธีคลซาดิจะค่อยๆเพิ่มขึ้นในแนวเป็นเส้นตรงจาก 0.819 จนถึง 1.629 เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1

จากรูป 4.4 เมื่อให้ $p=0.2$ พบว่าความแปรปรวนของตัวประมาณด้วยวิธีวอร์เนอร์เกือบจะคงที่ ส่วนกราฟความแปรปรวนของสรชัยจะลดลงในลักษณะเดิมจาก 0.4 จนถึง 0 เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1 ในขณะที่ความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีคลซาดิจะค่อยๆเพิ่มขึ้นในแนวเส้นตรง จาก 0.336 จนถึง 0.656 เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1 เมื่อ เทียบกับรูป 4.3 เมื่อ p ค่าเพิ่มขึ้นความแปรปรวนของตัวประมาณด้วยวิธีวอร์เนอร์ จะเพิ่มขึ้น อีกสองวิธีความแปรปรวนจะลดลง

จากรูป 4.5 เมื่อให้ $p=0.3$ พบว่า ที่ $\pi = 0.4$ ความแปรปรวนวิธีวอร์เนอร์เริ่มมากกว่าวิธีสรชัย แต่ยังมีน้อยกว่าวิธีคลซาดิและที่ $\pi = 1.5$ ความแปรปรวนวิธีคลซาดิเริ่มมากกว่าวิธีสรชัยและมากกว่าทุก ๆ วิธี

จากรูป 4.6 เมื่อให้ $p=0.4$ พบว่าความแปรปรวนวิธีวอร์เนอร์มากกว่าทุก ๆ วิธี โดยเส้นกราฟมีลักษณะคล้ายพาราโบลาที่มีค่าความแปรปรวนสูงสุดเท่ากับ 0.625 ส่วนกราฟความแปรปรวนของสรชัยจะลดลงในลักษณะเดิมจาก 0.15 จนถึง 0 เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1 ในขณะที่ความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีคลซาดิจะค่อยๆเพิ่มขึ้นในแนวเส้นตรงจาก 0.144 จนถึง 0.204 เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1 นอกจากนี้ยังพบว่าที่ $\pi = 0.2$ ความแปรปรวนวิธีคลซาดิเริ่มมากกว่าวิธีสรชัย

จากรูป 4.7 เมื่อให้ $p=0.5$ พบว่าความแปรปรวนวิธีวอร์เนอร์จะหาไม่ได้ ส่วนกราฟความแปรปรวนของสรชัยจะลดลงในลักษณะเดิมจาก 0.1 จนถึง 0 เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1 ในขณะที่ความแปรปรวนของตัวประมาณวิธีคลซาดิจะค่อยๆเพิ่มขึ้นในแนวเส้นตรงจาก 0.15 จนถึง 0.125 เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1 เมื่อ นอกจากนี้ยังพบว่าที่ $\pi = 0.3$ ความแปรปรวนวิธีคลซาดิเริ่มมากกว่าวิธีสรชัย

จากรูป 4.8 เมื่อให้ $p=0.6$ พบว่าความแปรปรวนวิธีวอร์เนอร์ยังคงมากกว่าทุก ๆ วิธี อย่างเห็นได้ชัด และลักษณะกราฟเหมือนกับรูป 4.6 ที่ $p=0.4$ ทุกประการ ส่วนความแปรปรวนของวิธีสรชัยเพิ่มขึ้นทีละน้อยมาก (จาก 0.066 ถึง 0.077) และวิธีคลซาดิลดลงทีละน้อยเช่นกัน (จาก 0.0507 ถึง 0) เมื่อ π เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 1 และยังพบว่าที่ $\pi = 0.4$ ความแปรปรวนวิธีคลซาดิเริ่มมากกว่าวิธีสรชัย

จากรูป 4.9 เมื่อให้ $p = 0.7$ กราฟความแปรปรวนวิธีวอร์เนอร์ ยังคงมากกว่าทุก ๆ วิธี ในทุก ๆ π และลักษณะกราฟเหมือนกับที่ $p = 0.3$ ทุกประการ ถ้าเปรียบเทียบกับรูป 4.7 ความแปรปรวนเริ่มลดลงมาที่ π เท่ากัน ส่วนความแปรปรวนของสรชัยและคลชาติพบว่าที่ $\pi = 0.55$ ความแปรปรวนวิธีคลชาติเริ่มมากกว่าวิธีสรชัย

จากรูป 4.10 เมื่อให้ $p = 0.8$ กราฟความแปรปรวนวิธียังวอร์เนอร์ ยังคงมากกว่าทุก ๆ วิธี และลักษณะกราฟเหมือนกับที่ $p = 0.2$ ทุกประการ ส่วนความแปรปรวนของสรชัยและคลชาติพบว่าที่ $\pi = 0.75$ ความแปรปรวนวิธีคลชาติเริ่มมากกว่าวิธี สรชัย

จากรูป 4.11 เมื่อให้ $p = 0.9$ กราฟความแปรปรวนวิธีวอร์เนอร์ยังคงมากกว่าทุก ๆ วิธี และลักษณะกราฟเหมือนกับที่ $p = 0.1$ ทุกประการ ส่วนความแปรปรวนวิธีสรชัยและวิธีคลชาติพบว่าที่ $\pi = 0.85$ ความแปรปรวนวิธีคลชาติเริ่มมากกว่าวิธีสรชัย

จากรูป 4.12 เมื่อให้ $p = 1$ กราฟความแปรปรวนวิธีวอร์เนอร์และวิธีคลชาติจะเป็นเส้นตรงที่มีความแปรปรวนเท่ากับ 0 ส่วนวิธีสรชัยกราฟที่ได้เป็นรูปพาราโบลาคว่ำที่มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.025

สรุป จากตารางและกราฟทั้งหมดที่นำเสนอมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่าการที่จะเลือกใช้วิธีใดในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีลักษณะปกปิดโดยใช้วิธีการตอบสนองการสุ่มแล้วให้ได้ตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับค่า p ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ล่วงหน้าและขึ้นอยู่กับค่า π ที่ทราบจากข้อสนเทศเบื้องต้นที่ผู้วิจัยอาจได้จากการทำ Pre-Test หรือจากแหล่งอื่น ๆ ก็ได้ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่างที่เป็นไปตามทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างที่ว่าจำนวนตัวอย่างยิ่งมาก จะทำให้ความแปรปรวนยิ่งน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดอื่น ๆ อีกด้วย

ในกรณีความแปรปรวนของตัวประมาณของตัวประมาณของวิธีกรีนเบิร์กและคณะนั้น จะขึ้นอยู่กับ p_1, p_2, n_1, n_2, π และ π_y จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆได้ ในที่นี้จึงเปรียบเทียบกับวิธีวอร์เนอร์โดยใช้ทฤษฎีของดาวลิงและซัทซ์แมน ดังต่อไปนี้

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าสัดส่วนของประชากรที่มีลักษณะปกปิด
วิธีวอร์เนอร์ กับ วิธีกรีนเบิร์กและคณะ

แบ่งเป็น 2 กรณีดังนี้

ก เมื่อไม่ทราบค่า π_Y

กำหนดให้ $\pi_Y = \mu$, $n = n_1 + n_2$ และ ให้ $p_1 > p_2$ ดังนั้น $p = \max(p_1, p_2) = p_1$
 X_i แทนจำนวนผู้ที่ตอบว่า “ใช่” จากตัวอย่าง i เมื่อ $i = 1, 2$ X_i มีการแจกแจงแบบทวินามด้วย
พารามิเตอร์ (n_i, λ_i) เมื่อ $\lambda_i = p_i \pi + (1 - p_i) \mu$ เมื่อ $i = 1, 2$
จะได้

$$\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U = \frac{1}{(p_1 - p_2)^2} \left\{ \frac{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2}{n_1} + \frac{\lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2}{n_2} \right\} \quad (4.1)$$

จาก [29] พบว่าสัดส่วนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ

$$\frac{n_1}{n_2} = \left(\frac{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2}{\lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2} \right)^{1/2} \quad (4.2)$$

จากสมการ (4.2) ถ้าให้ $n_1 = [\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2]^{1/2}$ แล้ว $n_2 = [\lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2]^{1/2}$

$$\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U = \frac{1}{(p_1 - p_2)^2} \left\{ \frac{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2 n_2 + \lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2 n_1}{n_1 n_2} \right\} \quad (4.3)$$

แทนค่า n_1, n_2 ในสมการ (4.3) จะได้

$$\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U = \frac{1}{(p_1 - p_2)^2 \sqrt{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2} \sqrt{\lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2}} \left\{ \frac{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2 \sqrt{\lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2} + \lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2 \sqrt{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2}}{\sqrt{\lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2} \sqrt{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2}} \right\} \quad (4.4)$$

$$\text{พิจารณา } \frac{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2 \sqrt{\lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2}}{\sqrt{\lambda_1(1 - \lambda_1)(1 - p_2)^2} \sqrt{\lambda_2(1 - \lambda_2)(1 - p_1)^2}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\lambda_1(1-\lambda_1)(1-p_2)^2(1-p_1)\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}}{(1-p_2)(1-p_1)\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)}\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}} \\
&= (1-p_2)\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)}
\end{aligned} \tag{4.5}$$

พิจารณา

$$\begin{aligned}
&\frac{\lambda_2(1-\lambda_2)(1-p_1)^2\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)}(1-p_2)^2}{\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)}(1-p_2)^2\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}(1-p_1)^2} \\
&= \frac{\lambda_2(1-\lambda_2)(1-p_1)^2(1-p_2)\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)}}{(1-p_2)(1-p_1)\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)}\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}} \\
&= (1-p_1)\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}
\end{aligned} \tag{4.6}$$

แทน (4.5) และ (4.6) ในสมการ (4.4) จะได้

$$\begin{aligned}
\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U &= \frac{1}{(p_1 - p_2)^2} [(1-p_2)\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)} + (1-p_1)\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}] \\
&= \frac{1}{n(p_1 - p_2)^2} [(1-p_2)\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)} + (1-p_1)\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}](n_1 + n_2) \\
&= \frac{1}{n(p_1 - p_2)^2} [(1-p_2)\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)} + (1-p_1)\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}]^2 \\
\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U &= \frac{[(1-p_2)\sqrt{\lambda_1(1-\lambda_1)} + (1-p_1)\sqrt{\lambda_2(1-\lambda_2)}]^2}{n(p_1 - p_2)^2}
\end{aligned} \tag{4.7}$$

จากสมการ (4.8) จะเห็นว่าความแปรปรวนของตัวประมาณขึ้นอยู่กับ ค่า μ และ π จึงจำเป็นต้องใช้ตัวอย่าง 2 กลุ่ม ขนาด n_1, n_2 และในตัวอย่าง 1 เราต้องให้ $p = p_1$ มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

เพื่อให้ตัวประมาณ π มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด ขณะที่ในตัวอย่าง 2 ที่ต้องการประมาณค่า μ ต้องให้ p_2 น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อให้ตัวประมาณ μ ที่ได้มีความแปรปรวนน้อยที่สุด ในทางทฤษฎีถ้า $p_2 = 0$ จะได้ตัวประมาณที่เหมาะสมที่สุด [28] นั่นคือในการถามคำถาม Q_Y เป็นการถามโดยตรงนั่นเอง

ดังนั้นได้ $p = p_1$ และ $\lambda = \lambda_1 = p\pi + (1-p)\mu$

$$\text{จะได้ } \text{Var}(\hat{\pi}_1)_U = \frac{[(1-p)\sqrt{\mu(1-\mu)} + \sqrt{\lambda(1-\lambda)}]^2}{np^2} \quad (4.8)$$

นำ $\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U$ ในสมการ (4.8) ไปเปรียบเทียบกับ $\text{Var}(\hat{\pi}_w)$ ต่อไป

ทฤษฎีบทนำ

ให้ f เป็นฟังก์ชันที่สามารถหาอนุพันธ์อันดับสองได้ซึ่ง f เป็นฟังก์ชันของจำนวนจริงใดๆบนเส้นจำนวน $f(x) = f(c-x)$ และ $f''(x) < 0$ สำหรับทุกๆ x เมื่อ c เป็นค่าคงตัว ให้ $g(x) = bf(x) + f(a+bx)$; $a, b > 0$ เป็นค่าที่กำหนดไว้

$$\text{แล้ว } \max_x g(x) = g\left(\frac{c-a}{b+1}\right)$$

พิสูจน์

$$\begin{aligned} \text{จาก } g(x) &= bf(x) + f(a+bx) \\ g'(x) &= bf'(x) + \frac{\partial}{\partial x} f(c-a-bx) \\ &= bf'(x) - bf'(c-a-bx) \\ &= b[f'(x) - f'(c-a-bx)] \end{aligned}$$

$$\text{และ } g''(x) = bf''(x) + b^2 f''(c-a-bx) < 0$$

ดังนั้นมีคำตอบเพียงคำตอบเพียงค่าเดียวค่าเดียวที่ทำให้ฟังก์ชัน g มีค่าสูงสุดโดยพิจารณาจุดวิกฤติ x ที่ $g'(x) = 0$ หรือ จุด x ที่ $f'(x) = f'(c-a-bx)$

จากที่กำหนดให้ว่า $f''(x) < 0$ จะเห็นว่า $f'(x)$ เป็นฟังก์ชัน 1-1

$$\text{ดังนั้น } f'(x) = f'(c-a-bx) \text{ ก็ต่อเมื่อ } x = c-a-bx \text{ หรือ } x = \frac{c-a}{b+1}$$

ทฤษฎี 1 ให้ $p \in (p_0, 1)$ เมื่อ $p_0 = \frac{3-\sqrt{5}}{2} = 0.381966\dots$ ดังนั้น $\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$
 $, \forall (q, \pi) \in [0, 1]^2$

พิสูจน์

$$\text{จาก } (\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U)^{1/2} = \frac{(1-p)[\mu(1-\mu)]^{1/2} + [(\lambda)(1-\lambda)]^{1/2}}{p\sqrt{n}}$$

$$\text{ให้ } p(n\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U)^{1/2} = L_p(\mu, \pi) = (1-p)[\mu(1-\mu)]^{1/2} + [(\lambda)(1-\lambda)]^{1/2} \quad (4.9)$$

$$\text{กำหนดให้ } f(x) = \begin{cases} \sqrt{x(1-x)} & \text{สำหรับ } x \in (0, 1) \\ -\sqrt{|x(1-x)|} & \text{สำหรับ } x \leq 0 \text{ หรือ } x \geq 1 \end{cases}$$

ให้ $x = \mu, a = p\pi, b = 1-p > 0$ และ $c = 1$

$$\text{ดังนั้น } f(c-x) = f(x), \quad a + bx = p\pi + (1-p)\mu = \lambda \in (0, 1) \text{ และ } \frac{c-a}{b+1} \in (0, 1)$$

$$\text{และ จาก } f(x) = (x(1-x))^{\frac{1}{2}}$$

$$f'(x) = \frac{1-2x}{2(x(1-x))^{\frac{1}{2}}}$$

$$f''(x) = \frac{-1}{x(1-x)} \left[(x(1-x))^{\frac{1}{2}} + \frac{x^2}{(x(1-x))^{\frac{1}{2}}} \right] < 0; \forall x = \mu \in (0, 1)$$

จะเห็นว่า f สอดคล้องกับทฤษฎีบทสำหรับ a, b และ c ที่กำหนดข้างต้น

ดังนั้นโดยทฤษฎีบทและ (4.9) จะได้ว่า ถ้า $g(x) = bf(x) + f(a + bx)$ แล้ว

$$\begin{aligned} L_p(\mu, \pi) &= g(\mu) \\ &= (1-p) [\mu(1-\mu)]^{1/2} + f(1-p\pi - (1-p)\mu) \\ &= (1-p) [\mu(1-\mu)]^{1/2} + [(1-p\pi - (1-p)\mu)(p\pi + (1-p)\mu)]^{1/2} \end{aligned}$$

$$\text{และ } \max_{\mu} g(x) = g\left(\frac{c-a}{b+1}\right) = g\left(\frac{1-p\pi}{1-p+1}\right)$$

ดังนั้นสำหรับ $\mu^* = \frac{1-p\pi}{2-p}$ จะทำให้ $\max_{\mu \in [0,1]} L_p(\mu, \pi) = L_p(\mu^*, \pi)$

$$\begin{aligned}
 (\text{Var}(\hat{\pi}_1))^{1/2}_U &= \frac{(1-p)[\mu^*(1-\mu^*)]^{1/2} + [(\lambda)(1-\lambda)]^{1/2}}{n(p)^2} \\
 &= \frac{(1-p)[\mu^*(1-\mu^*)]^{1/2} + [p\pi + (1-p)\mu^*](1-p\pi + (1-p)\mu^*)^{1/2}}{n(p)^2} \\
 &= \frac{(1-p)\left[\left(\frac{1-p\pi}{2-p}\right)\left(1-\left(\frac{1-p\pi}{2-p}\right)\right)\right]^{1/2} + \left[p\pi + (1-p)\left(\frac{1-p\pi}{2-p}\right)\right]\left[1-p\pi - (1-p)\left(\frac{1-p\pi}{2-p}\right)\right]^{1/2}}{n(p)^2} \\
 &= \frac{[1-p + p^2\pi(1-\pi)]\left(\frac{2-p}{2-p}\right)^2}{np^2} \\
 &= \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{1-p}{np^2}
 \end{aligned} \tag{4.10}$$

ซึ่งเปรียบเทียบกับสมการ (4.10) กับ $\text{Var}(\hat{\pi}_w)$ จะได้ $\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$ ก็ต่อเมื่อ

$$\begin{aligned}
 \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{(1-p)}{np^2} &< \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{p(1-p)}{(2p-1)^2 n} \\
 \frac{(1-p)}{p^2} &< \frac{p(1-p)}{(2p-1)^2}
 \end{aligned}$$

$$0 < p^3 - (2p-1)^2$$

$$0 < p^3 - 4p^2 + 4p - 1$$

$$0 < (p-1)(p^2 - 3p + 1) \quad (4.11)$$

คำตอบของอสมการคือ $p \in \left(\frac{3-\sqrt{5}}{2}, 1 \right)$ หรือ $\left(\frac{3+\sqrt{5}}{2}, \infty \right)$

เนื่องจาก $\frac{3+\sqrt{5}}{2} > 1$ และ (4.11) จะเป็นจริงเมื่อ $p \in (0, 1)$ ดังนั้น (4.11) เป็นจริงสำหรับ $p \in (p_0, 1)$

เมื่อ $p_0 = \frac{3-\sqrt{5}}{2} = 0.381966\dots$

ดังนั้น $\text{Var}(\hat{\pi}_1)_U < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$ ถ้า $p \in (p_0, 1)$ สำหรับ $(q, \pi) \in [0, 1]^2$

ข. เมื่อทราบค่า π_Y

$$\text{จาก } \text{Var}(\hat{\pi}_2 | \pi_Y)_U = \frac{1}{np^2} \{ p\pi_A + (1-p)\pi_Y \} \{ 1 - p\pi_A - (1-p)\pi_Y \}$$

กำหนดให้ $\hat{\pi}_Y = q, \hat{\pi}_A = \hat{\pi}$

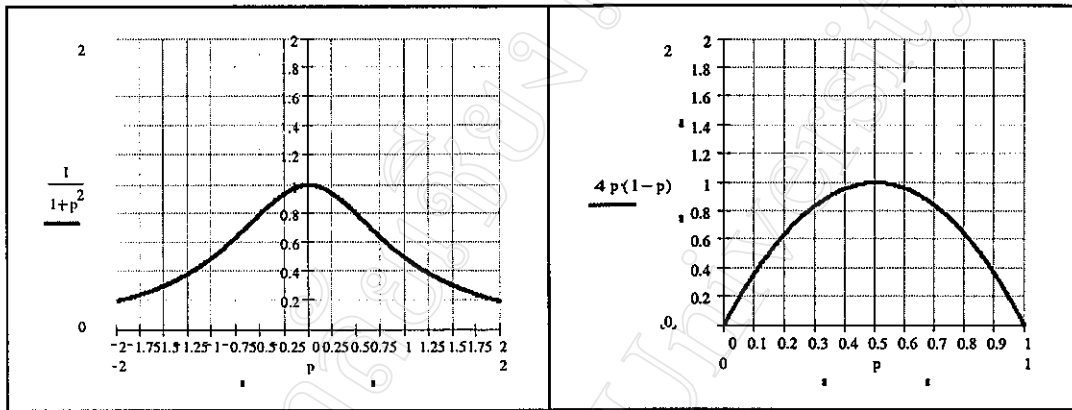
$$\text{จะได้ } \text{Var}(\hat{\pi}_2 | \pi_Y)_U = \text{Var}(\hat{\pi}_2)_U = \frac{1}{np^2} \{ p\pi + (1-p)q \} \{ 1 - p\pi - (1-p)q \}$$

กรณีนี้ต้องการศึกษาว่าความแปรปรวนของตัวประมาณของวิธีกรีนเบิร์กและคณะ
จะต่ำกว่า ความแปรปรวนจากวิธีวอร์เนอร์ เมื่อใด สำหรับ $\forall (q, \pi) \in [0, 1]^2$

ทฤษฎี 2 ให้ $p \in (p_{00}, 1)$ เมื่อ $p_{00} = 0.339333\dots$ ที่เป็นคำตอบเพียงค่าเดียวของสมการ

$$\frac{1}{1+p^2} = 4p(1-p) \text{ เมื่อ } p \in [0, 1/2] \text{ แล้ว } \text{Var}(\hat{\pi}_2)_U < \text{Var}(\hat{\pi}_w), \forall (q, \pi) \in [0, 1]^2$$

พิสูจน์



รูป 4.12 กราฟ $f(p) = \frac{1}{1+p^2}$ และ $f(p) = 4p(1-p)$

จากรูป 4.12 จะเห็นว่า $\frac{1}{1+p^2}$ จะมีค่าลดลง จาก 1 ถึง $4/5$ เมื่อ $p \in [0, 1/2]$

และ $4p(1-p)$ จะมีค่าเพิ่มขึ้น จาก 0 ถึง 1 เมื่อ $p \in [0, 1/2]$

ดังนั้น จะมีคำตอบเพียงค่าเดียวที่ทำให้สมการ $\frac{1}{1-p^2} = 4p(1-p)$ เป็นจริง

คือ $p_{00} = 0.339333\dots$ โดยที่ $p_{00} \in [0, 1/2]$

$$\text{จาก } \text{Var}(\hat{\pi}_2)_U = \frac{1}{np^2} [p\pi + (1-p)q] [1-p\pi - (1-p)q]$$

$$= \frac{1}{np^2} \{p\pi[1-p\pi - (1-p)q] + (1-p)q[1-p\pi - (1-p)q]\}$$

$$= \frac{1}{np^2} [p\pi - p^2\pi^2 - 2pq\pi + 2p^2q\pi + q - pq - q^2(1-2p+p^2)]$$

$$= \frac{1}{np^2} (p\pi - p^2\pi^2 - 2pq\pi + 2p^2q\pi + q - pq - q^2 + 2pq^2 - q^2p^2) \quad (4.12)$$

บวก และ ลบด้วย $p^2\pi$ ในสมการ (4.12)

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{np^2} (p^2\pi + p\pi - p^2\pi^2 - 2pq\pi - p^2\pi + 2p^2q\pi + q - pq - q^2 + 2pq^2 - q^2p^2) \\
&= \frac{1}{np^2} [p^2\pi - p^2\pi^2 + p\pi(1-2q) - p(p\pi(1-2q)) + q(1-q+pq) - p(q(1-q+pq))] \\
&= \frac{1}{np^2} \{p^2\pi(1-\pi) + (1-p)p\pi(1-2q) + (1-p)[q(1-q+pq)]\} \\
&= \frac{1}{np^2} \{p^2\pi(1-\pi) + (1-p)[p(1-2q)\pi + q[1-(1-p)q]]\}
\end{aligned}$$

$$\text{จะได้ } \text{Var}(\hat{\pi}_2)_U = \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{(1-p) K_p(q, \pi)}{p^2 n}$$

$$\text{เมื่อ } K_p(q, \pi) = p(1-2q)\pi + q[1-(1-p)q]$$

$$\text{ดังนั้น } \text{Var}(\hat{\pi}_2)_U < \text{Var}(\hat{\pi}_w) \quad \text{ก็ต่อเมื่อ}$$

$$\frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{(1-p) K_p(q, \pi)}{p^2 n} < \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{p(1-p)}{(2p-1)^2 n}$$

$$\text{ก็ต่อเมื่อ } \frac{K_p(q, \pi)}{p^2 n} < \frac{p}{(2p-1)^2 n}$$

$$\text{ก็ต่อเมื่อ } K_p(q, \pi) < \frac{p^3}{(2p-1)^2} \quad (4.13)$$

นั่นคือจะแสดงว่า (4.13) เป็นจริงสำหรับ $\forall (q, \pi) \in [0, 1]^2$ จากนิยามของ K_p จะเห็นว่ามีความ

ต่อเนื่องบน compact set $[0, 1]^2$ จึงทำให้ K_p หาค่าสูงสุดได้บน $[0, 1]^2$

เนื่องจาก $K_p(q, \pi) = K_p(1-q, 1-\pi)$ ดังนั้นอาจพิจารณาเฉพาะ $(q, \pi) \in [0, 1/2] \times [0, 1]$

ให้ $q \in [0, 1/2]$ จะเห็นได้ชัดว่า

$$\max_{\pi \in [0,1]} K_p(q, \pi) = K_p(q, 1)$$

$$K_p(q, 1) = p(1-2q) + q[1 - (1-p)q]$$

$$= p - 2pq + q + pq^2$$

$$= -(1-p)q^2 + (1-2p)q + p$$

ซึ่งฟังก์ชันข้างต้นเป็นฟังก์ชันเว้า (Concave) ของตัวแปร q และมีค่าสูงสุดที่ q^*

เมื่อ q^* เป็นรากของสมการ

$$\frac{\partial}{\partial q} K_p(q, 1) = 0 \quad ; \quad 0 = -2q(1-p) + (1-2p)$$

$$q^* = \frac{1-2p}{2(1-p)}$$

เราทราบว่า $p \neq 1/2$ เนื่องจาก π_w ไม่นิยามที่ $p = 1/2$ ดังนั้น ถ้า $p \in (0, 1/2)$ แล้ว $q^* \in (0, 1/2)$

ในขณะที่ถ้า $p \in (1/2, 1)$ แล้ว $q^* \in (1/2, 1)$ และ $q^* < 0$

$$\text{ดังนั้น} \quad \max_{(q, \pi) \in [0,1]^2} K_p(q, \pi) = \max_{q \in [0, 1/2]} K_p(q, 1)$$

$$\text{เนื่องจาก} \quad \max_{q \in [0, 1/2]} K_p(q, 1) = K_p(q^*, 1)$$

$$\begin{aligned} &= -(1-p) \left(\frac{1-2p}{2(1-p)} \right)^2 + (1-2p) \left(\frac{1-2p}{2(1-p)} \right) + p \\ &= \frac{-(1-2p)^2 + 2(1-2p)^2 + 4p(1-p)}{4(1-p)} \\ &= \frac{1-4p+4p^2+4p-4p^2}{4(1-p)} = \frac{1}{4(1-p)}, \quad p \in (1/2, 1) \end{aligned}$$

ในกรณีที่ $p \in (1/2, 1)$ จะเห็นว่า $\max_{q \in [0, \frac{1}{2}]} K_p(q, 1) = K_p(0, 1) = p$

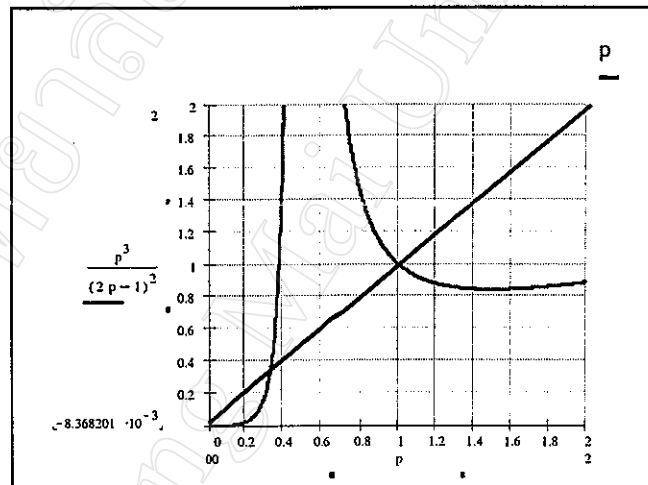
$$\text{นั่นคือ } \max_{q \in [0, 1/2]} K_p(q, 1) = \begin{cases} K_p(q^*, 1) = \frac{1}{4(1-p)}, & p \in (0, 1/2) \\ K_p(0, 1) = p, & p \in (1/2, 1) \end{cases} \quad (4.14)$$

แทน (4.13) ใน (4.14) จะได้ว่า $\text{Var}(\hat{\pi}_u) < \text{Var}(\hat{\pi}_w) \forall (q, \pi) \in [0, 1]^2$ ถ้า

$$(a) \quad p \in (0, 1/2) \text{ และ } \frac{1}{4(1-p)} < \frac{p^3}{(2p-1)^2}$$

หรือ

$$(b) \quad p \in (1/2, 1) \text{ และ } p < \frac{p^3}{(2p-1)^2}$$



รูป 4.14 กราฟ $f(p) = p$ และ $f(p) = \frac{p^3}{(2p-1)^2}$

พิจารณาอสมการ (b) จะเห็นว่าจากรูป 4.14 อสมการ (b) เป็นจริงสำหรับทุกๆ $p \in (1/2, 1)$ สมมติว่าอสมการ (b) เป็นเท็จ ดังนั้น $p \notin (1/2, 1)$ นั่นคือ $p \in (0, 1/2)$

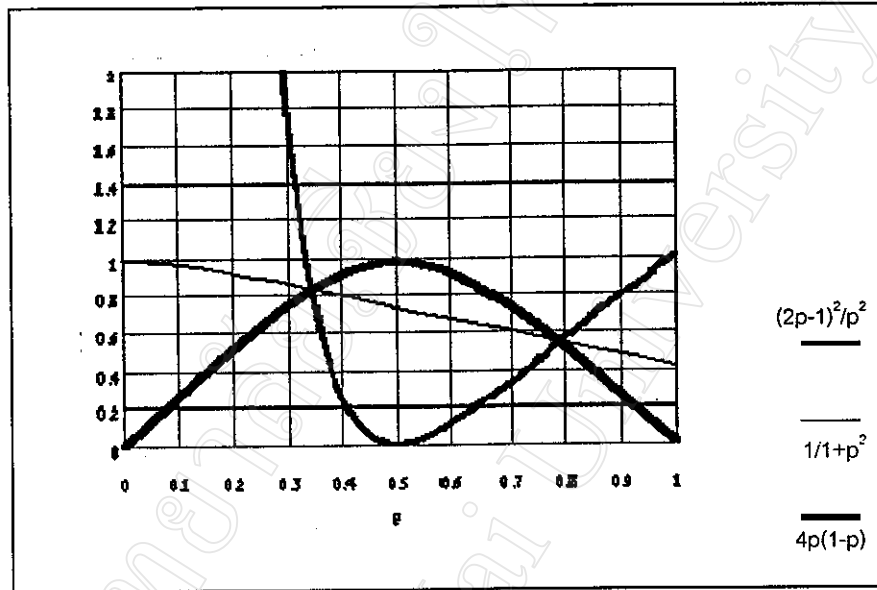
$$\text{จะแสดงว่า } \frac{1}{4(1-p)} < \frac{p^3}{(2p-1)^2} \Leftrightarrow \frac{1}{1+p^2} < 4p(1-p) \quad (4.15)$$

$$\text{จาก } \frac{1}{4(1-p)} < \frac{p^3}{(2p-1)^2} \Leftrightarrow \frac{(2p-1)^2}{p^2} < 4p(1-p)$$

$$\text{จึงแสดง } \frac{(2p-1)^2}{p^2} < 4p(1-p) \Leftrightarrow \frac{1}{1+p^2} < 4p(1-p) \quad (4.16)$$

เนื่องจาก $\frac{1}{1+p^2} < 4p(1-p)$ ถ้า $p \in (p_{00}, 1/2)$ ดังนั้นจึงเพียงพอที่จะแสดงว่า

$$4p(1-p) = \frac{1}{1+p^2} \Leftrightarrow 4p(1-p) = \frac{(2p-1)^2}{p^2} \quad (4.17)$$



รูป 4.15 กราฟ $f(p) = \frac{(2p-1)^2}{p^2}$, $f(p) = \frac{1}{1+p^2}$ และ $f(p) = 4p(1-p)$

พิจารณา $4p(1-p) = \frac{1}{1+p^2}$

$$1 = 4p - 4p^2 + 4p^3 - 4p^4 \quad (4.18)$$

พิจารณา $4p(1-p) = \frac{(2p-1)^2}{p^2}$

$$1 = 4p - 4p^2 + 4p^3 - 4p^4 \quad (4.19)$$

จาก (4.18) และ (4.19) จะได้ (4.17) จริงและเพียงพอที่จะสรุปว่า (4.16) จริงดังนั้น (4.15) เป็นจริง

เมื่อพิจารณารูป 4.15 ประกอบจะได้ว่า อสมการ $\frac{1}{1+p^2} < 4p(1-p)$ เป็นจริง ถ้า $p \in (p_{00}, 1/2)$

เมื่อ $p_{00} = 0.339333...$ เป็นรากเดียวของสมการ $\frac{1}{1+p^2} = 4p(1-p)$

โดยสรุป $\text{Var}(\hat{\pi}_2)_U < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$ ถ้า $p \in (p_{00}, 1)$ หรือ $p \in (1/2, 1)$

นั่นคือ $\text{Var}(\hat{\pi}_2)_U < \text{Var}(\hat{\pi}_w)$ สำหรับทุกๆ $(q, \pi) \in [0, 1]^2$

4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงสำรวจ

จากการเก็บข้อมูลจริงเพื่อศึกษาสภาพปัญหาพฤติกรรมของเยาวชนไทยเกี่ยวกับยาเสพติด พฤติกรรมทางเพศ และการเล่นพนันฟุตบอล ที่แก่นักศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2543 - กรกฎาคม 2544 การวิจัยในครั้งนี้เลือกศึกษา นักศึกษาสถาบัน A และ B ซึ่งได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละสถาบันเป็นจำนวน 344 และ 414 คน ตามลำดับ ผลการสำรวจสามารถสรุปเป็นตารางนำเสนอข้อมูล และอธิบายประกอบ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลจากการสำรวจคำถามที่มีลักษณะปิด

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือการตอบสนองการสุ่ม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตาราง 4.7 ร้อยละและจำนวนของนักศึกษาจำแนกตามเพศ และระดับชั้นในแต่ละสถาบันและ โดยรวม

สถาบันการศึกษา ตัวแปร	สถาบัน A ร้อยละ(จำนวน)	สถาบัน B ร้อยละ(จำนวน)	รวม ร้อยละ(จำนวน)
1.เพศ			
หญิง	81.4 (280)	5.3 (22)	39.6 (302)
ชาย	18.6 (64)	94.7 (392)	60.2 (456)
$\chi^2 = 453.746^*$	100 (344)	100 (414)	100 (758)
2.ระดับชั้น			
ปวช. 1	14.0 (48)	19.1 (79)	16.8 (127)
ปวช. 2	13.1 (45)	20.0 (83)	16.9 (128)
ปวช. 3	8.1 (28)	15.5 (64)	12.1 (92)
ปวส. 1,ปวส. ปรับพื้น	32.0 (110)	20.8 (68)	25.9 (196)
ปวส. 2	32.8 (113)	24.6 (102)	28.4 (215)
$\chi^2 = 30.23^*$	100 (344)	100 (414)	100 (758)

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$)

จากตาราง 4.7 สามารถอธิบายตารางได้ดังนี้

ขนาดตัวอย่างที่เก็บได้จริง จากสถาบัน A เป็น 344 คน และจากสถาบัน B 414 คน ในขณะที่ขนาดตัวอย่างที่คำนวณไว้ในแต่ละสถาบันเป็น 327 คน และ 350 คนตามลำดับ จะเห็นว่าขนาดตัวอย่างที่เก็บได้จริงในแต่ละสถาบันมากกว่าขนาดตัวอย่างที่คำนวณไว้ตามหลักทฤษฎีที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากในทางปฏิบัติได้เก็บข้อมูลเป็นรายห้อง จึงทำให้ได้ตัวอย่างมากกว่าแต่อย่างไรก็ตามในการสุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างยิ่งมากก็จะทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาปัจจัยเพศพบว่าจากสถาบัน A เป็นนักศึกษาหญิงถึงร้อยละ 81.4 ในขณะที่จากสถาบัน B เป็นนักศึกษาชายเกือบทั้งหมด คือร้อยละ 94.7 โดยรวมจากทั้งสองสถาบัน พบว่านักศึกษาเป็นเพศชายมากกว่า (ร้อยละ 60.2) เพศหญิง และเมื่อพิจารณาตัวแปรเพศและระดับชั้นกับสถาบันการศึกษาด้วยการวิเคราะห์ไคสแควร์ (χ^2) พบว่ามีความสัมพันธ์กัน นั่นคือในแต่ละสถาบันมีจำนวนนักศึกษาชายและหญิงในสัดส่วนที่แตกต่างกัน และแต่ละสถาบันมีนักศึกษาแตกต่างกันในแต่ละระดับชั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในแต่ละสถาบันมีนโยบายการรับนักศึกษาในแต่ละวิชาชีพและในแต่ละปีแตกต่างกัน ซึ่งความสนใจในแต่ละวิชาชีพของหญิงและชายก็แตกต่างกันด้วย เช่น สาขาช่างยนต์ ก่อสร้าง ช่างเชื่อม ผู้ชายย่อมสนใจและถนัดมากกว่าผู้หญิง เช่นเดียวกันถ้าเป็นสายบัญชี บริหาร คอมพิวเตอร์ ผู้หญิงย่อมมีความสนใจมากกว่าผู้ชาย เป็นต้น

ตาราง 4.8 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของตัวแปรอายุและเกรดเฉลี่ยของนักศึกษาแต่ละสถาบัน

ตัวแปร	$\bar{X}$	S.D.	Min	Max	n	ค่าสถิติ Z	Sig.
1. อายุ							
สถาบัน A	18.25	1.89	12	25	341	1.383	0.167 ^{ns}
สถาบัน B	18.04	2.21	15	28	388		
รวม	18.14	2.05	12	28	729		
2. เกรดเฉลี่ย							
สถาบัน A	2.73	0.623	1.00	4.00	320	2.767	0.006*
สถาบัน B	2.61	0.566	0.53	4.00	370		
รวม	2.66	0.596	0.53	4.00	360		

ns หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p > 0.05$)

จากตาราง 4.8 อธิบายผลได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาตัวแปรอายุ พบว่านักศึกษาสถาบัน A สถาบัน B มีอายุเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือประมาณ 18 ปี และโดยรวมมีอายุน้อยที่สุด 12 ปี และอายุมากที่สุด 28 ปี ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างน้อย เมื่อทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มโดยใช้สถิติทดสอบ Z พบว่าอายุเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งสองสถาบันไม่แตกต่างด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในการศึกษา เลือกศึกษาเฉพาะนักศึกษาที่เรียนอยู่ในระดับปวช.และปวส.เท่านั้นเหมือนกันทั้งสองสถาบัน

ในด้านผลการเรียน นักศึกษาโดยรวมมีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างดี คือเกรดเฉลี่ยเท่ากับ 2.66 โดยพิจารณาจากเกรดเฉลี่ยสะสมหรือผลการเรียนเฉลี่ยในระดับการศึกษาสูงสุดที่ผ่านมา (ในกรณีผู้ที่อยู่ปวช. หรือ ปวส.ปรับพื้น) และนักศึกษาจากสถาบัน A และ B มีเกรดเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 และ 2.61 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยสองสถาบันโดยใช้สถิติทดสอบ Z ผลการทดสอบพบว่าผลการเรียนโดยเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งสองสถาบันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในการเรียนแต่ละสถาบันย่อมมีเกณฑ์ในการให้เกรดในแต่ละสาขา แต่ละสถาบันแตกต่างกันด้วย

ตาราง 4.9 ร้อยละและจำนวนของนักศึกษาตามตัวแปร ภูมิลำเนาโดยแยกตามสถาบันที่ศึกษา และโดยรวม

สถาบันการศึกษา \ ภูมิลำเนา	สถาบัน A ร้อยละ (จำนวน)	สถาบัน B จำนวน ร้อยละ (จำนวน)	รวม ร้อยละ (จำนวน)
อำเภอเมือง จ.เชียงใหม่	18.3 (63)	18.6 (77)	18.5 (140)
ต่างอำเภอ จ.เชียงใหม่	61.1 (210)	68.1(282)	64.9 (492)
ต่างจังหวัด	20.6 (71)	55.0 (13.3)	16.6 (126)
$\chi^2 = 7.568^{ns}$	100 (344)	100 (414)	100 (758)

จากตาราง 4.9 เมื่อพิจารณาด้านภูมิลำเนา พบว่านักศึกษา สถาบัน A สถาบัน B และโดยรวมมากกว่าครึ่งมีภูมิลำเนาเดิมอยู่ต่างอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ ในขณะที่นักศึกษามีภูมิลำเนาเดิมอยู่ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ และอยู่ต่างจังหวัดเกือบเท่าๆกันคือร้อยละ 18.5 และร้อยละ 16.6 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรภูมิลำเนา กับสถาบันการศึกษา ด้วยการวิเคราะห์ไคสแควร์ (χ^2) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตาราง 4.10 ร้อยละและจำนวนของนักศึกษาตามตัวแปรผู้ที่นักศึกษาอาศัยอยู่ด้วย
โดยแยกตามสถาบันที่ศึกษาและโดยรวม

สถาบันการศึกษา ผู้ที่อาศัยอยู่ด้วย	สถาบัน A ร้อยละ (จำนวน)	สถาบัน B จำนวน ร้อยละ (จำนวน)	รวม ร้อยละ (จำนวน)
พ่อแม่และแม่	46.1 (158)	52.3 (216)	49.5 (374)
พ่อ	2.6 (9)	4.4 (18)	3.6 (27)
แม่	8.2 (28)	8.0 (33)	8.1 (61)
ญาติ	9.6 (33)	11.9 (49)	10.8 (82)
เพื่อน	29.2 (100)	19.6 (81)	23.9 (181)
คนเดียว	1.7 (6)	2.4 (11)	2.1 (16)
แฟน	2.6 (9)	1.0 (4)	1.7 (13)
อยู่กับพระที่วัด	0 (0)	2 (0.5)	0.3(2)
$\chi^2 = 16.33^*$	100 (343)	100 (413)	100 (756)

จากตาราง 4.10 เมื่อพิจารณาถึงบุคคลหรือแหล่งที่นักศึกษาอาศัยอยู่ด้วย พบว่า ส่วนใหญ่นักศึกษาอาศัยอยู่กับพ่อแม่ของตนเองซึ่งคิดเป็นร้อยละ 49.5 และอยู่กับเพื่อนคิดเป็นร้อยละ 23.9 เป็นลำดับรองลงมา ส่วนที่เหลือนักศึกษพักอยู่กับญาติ พ่อ แม่ แฟน และอยู่กับพระที่วัด และเมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างตัวแปรดังกล่าวกับสถาบันด้วยการวิเคราะห์ไคสแควร์ (χ^2) พบว่าบุคคลที่นักศึกษาอาศัยอยู่ด้วยมีความแตกต่างกันในแต่ละสถาบันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตอนที่2 ข้อมูลจากการสำรวจคำถามที่มีลักษณะปกปิด โดยใช้เครื่องมือการตอบสนองการสุ่ม ผลจากการสำรวจ สามารถสรุปข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหา สัดส่วนของผู้มีพฤติกรรมที่มีลักษณะปกปิดแต่ละเรื่องในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา (กรกฎาคม 2543 - กรกฎาคม 2544) ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.11 จำนวนผู้ที่ตอบแบบสอบถามแต่ละชุด จำแนกตามสถาบันที่ผู้ตอบศึกษาอยู่

สถาบันที่ผู้ตอบ ศึกษาอยู่	จำนวนผู้ที่ตอบแบบสอบถาม แต่ละชุด		รวม (n)
	ชุดที่1 (n ₁)	ชุดที่2 (n ₂)	
สถาบัน A	172	172	344
สถาบัน B	207	207	414
รวม	379	379	758

ตาราง 4.12 จำนวนผู้ที่ตอบว่า “ใช่” จากตัวอย่าง จากการสำรวจด้วยคำถามที่มีลักษณะปกปิด โดยใช้เครื่องมือการตอบสนองการสุ่มจำแนกตามสถาบันในแต่ละชุดแบบสอบถาม

คำถามที่มีลักษณะปกปิดที่สนใจศึกษา	จำนวนผู้ที่ตอบว่า “ใช่” จากตัวอย่าง (X _i)					
	สถาบัน A		สถาบัน B		รวม	
	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่1	ชุดที่2
1. Q ₁ : เคยเสพยาเสพติด จำพวกสาร ระบุ Q ₂ : ไม่เคยเสพยาบ้า	89	81	114	86	203	167
2. Q ₁ : เคยเสพยาอี Q ₂ : ไม่เคยเสพยาฝิ่น	91	71	117	82	208	153
3. Q ₁ : เคยเสพยาเฮโรอีน Q ₂ : ไม่เคยเสพยากัญชา	89	62	119	88	208	162
4. Q ₁ : เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม Q ₂ : ไม่เคยทำแท้งหรือไม่เคยให้แฟนทำแท้ง	115	108	129	126	244	234
5. Q ₁ : เคยดูสื่อลามก Q ₂ : ไม่เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกัน	111	90	163	172	274	126
6. Q ₁ : เคยขายบริการทางเพศ Q ₂ : ไม่เคยเล่นพนันฟุตบอล	100	55	104	66	204	121

จากตาราง 4.11 และ 4.12 นำผลจากการสำรวจที่ได้จากคำถามที่มีลักษณะปกปิดมาคำนวณหาค่าประมาณสัดส่วน ความแปรปรวน ในแต่ละเรื่องจาก สูตรที่หาไว้แล้วในส่วนที่ 3.1 คือ

$$\hat{\pi}_1 = \frac{\hat{\lambda}_1(1-p_2) - \hat{\lambda}_2(1-p_1)}{p_1 - p_2} \quad \text{และ} \quad \hat{\pi}_2 = 1 - \frac{\hat{\lambda}_1 p_2 - \hat{\lambda}_2 p_1}{p_2 - p_1}$$

และหาค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณ จาก

$$\hat{\text{Var}}(\hat{\pi}_1) = \frac{1}{(p_1 - p_2)^2} \left\{ \frac{\frac{X_1}{n_1} \left(1 - \frac{X_1}{n_1}\right) (1 - p_2)^2}{n_1} + \frac{\frac{X_2}{n_2} \left(1 - \frac{X_2}{n_2}\right) (1 - p_1)^2}{n_2} \right\}$$

$$\hat{\text{Var}}(\hat{\pi}_2) = \frac{1}{(p_2 - p_1)^2} \left\{ \frac{\frac{X_1}{n_1} \left(1 - \frac{X_1}{n_1}\right) (p_2)^2}{n_1} + \frac{\frac{X_2}{n_2} \left(1 - \frac{X_2}{n_2}\right) (p_1)^2}{n_2} \right\}$$

เมื่อ ให้ n แทน ขนาดตัวอย่างทั้งหมด

n_1, n_2 แทน ขนาดตัวอย่าง ที่ตอบคำถามชุดที่ 1, 2 ตามลำดับ

p_1, p_2 แทน ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ ■ จากแบบสอบถามชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่ง $p_1 = 0.4, p_2 = 0.6$

$\hat{\pi}_1, \hat{\pi}_2$ แทน สัดส่วนของตัวอย่างที่มีลักษณะปกปิด 1 และ 2 ตามลำดับเมื่อผู้ถูกสัมภาษณ์ทุกคนตอบความจริง

$\hat{\lambda}_1, \hat{\lambda}_2$ แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบว่า “ใช่” จากแบบสอบถามชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$$\hat{\lambda}_1 = \frac{X_1}{n_1}, \hat{\lambda}_2 = \frac{X_2}{n_2}$$

เนื่องจากในการคำนวณมีความยุ่งยาก จึงแสดงตัวอย่างการหาค่าตัวประมาณสัดส่วน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวประมาณของผู้ที่เคยเสพยาเสพติดจำพวกสารระเหย และผู้ที่เคยเสพยาบ้าของนักศึกษา สถาบัน A ดังต่อไปนี้

จากสูตร
$$\hat{\pi}_1 = \frac{\hat{\lambda}_1(1 - p_2) - \hat{\lambda}_2(1 - p_1)}{p_1 - p_2} \quad \text{หรือ} \quad \hat{\pi}_1 = \frac{\frac{X_1}{n_1}(1 - p_2) - \frac{X_2}{n_2}(1 - p_1)}{p_1 - p_2}$$

แทนค่าสูตร
$$\hat{\pi}_1 = \frac{\frac{89}{172}(1 - 0.6) - \frac{81}{172}(1 - 0.4)}{0.4 - 0.6}$$

$$\hat{\pi}_1 = 0.3779$$

จากสูตร
$$\hat{\pi}_2 = 1 - \frac{\hat{\lambda}_1 p_2 - \hat{\lambda}_2 p_1}{p_2 - p_1} \quad \text{หรือ} \quad \hat{\pi}_2 = 1 - \frac{\frac{X_1}{n_1} p_2 - \frac{X_2}{n_2} p_1}{p_2 - p_1}$$

แทนค่าสูตร
$$\hat{\pi}_2 = 1 - \frac{\frac{89}{172}(0.6) - \frac{81}{172}(0.4)}{0.6 - 0.4}$$

$$\hat{\pi}_2 = 1 - 0.6104$$

$$\hat{\pi}_2 = 0.3895$$

และหาค่าประมาณความแปรปรวนของตัวประมาณสัดส่วนจากสูตร

$$\begin{aligned}\hat{\text{Var}}(\hat{\pi}_1) &= \frac{1}{(p_1 - p_2)^2} \left\{ \frac{\frac{X_1}{n_1} \left(1 - \frac{X_1}{n_1}\right) (1 - p_2)^2}{n_1} + \frac{\frac{X_2}{n_2} \left(1 - \frac{X_2}{n_2}\right) (1 - p_1)^2}{n_2} \right\} \\ &= \frac{1}{(0.4 - 0.6)^2} \left\{ \frac{\frac{89}{172} \left(1 - \frac{89}{172}\right) (1 - 0.6)^2}{172} + \frac{\frac{81}{172} \left(1 - \frac{81}{172}\right) (1 - 0.4)^2}{172} \right\} \\ &= 0.01885\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{S.D.}_1 &= \sqrt{\hat{\text{Var}}(\hat{\pi}_1)} \\ &= 0.137\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{\text{Var}}(\hat{\pi}_2) &= \frac{1}{(p_2 - p_1)^2} \left\{ \frac{\frac{X_1}{n_1} \left(1 - \frac{X_1}{n_1}\right) (p_2)^2}{n_1} + \frac{\frac{X_2}{n_2} \left(1 - \frac{X_2}{n_2}\right) (p_1)^2}{n_2} \right\} \\ &= \frac{1}{(0.6 - 0.4)^2} \left\{ \frac{\frac{89}{172} \left(1 - \frac{89}{172}\right) (0.6)^2}{(172)} + \frac{\frac{81}{172} \left(1 - \frac{81}{172}\right) (0.4)^2}{(172)} \right\} \\ &= 0.01887\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{S.D.}_2 &= \sqrt{\hat{\text{Var}}(\hat{\pi}_2)} \\ &= 0.137\end{aligned}$$

นั่นคือสัดส่วนของผู้ที่เคยเสพยาเสพติดจำพวกสารระเหยของนักศึกษาสถาบัน A เท่ากับ 0.3779 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.137 และสัดส่วนของผู้ที่เคยเสพยาบ้าของนักศึกษาสถาบัน A เท่ากับ 0.3895 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.137

ในลักษณะปกปิดอื่นๆสามารถหาได้ในทำนองเดียวกันผลสรุปดังตารางต่อไปนี้
ตาราง 4.13 ผลการวิเคราะห์หาสัดส่วนของตัวอย่างที่มีลักษณะปกปิดลักษณะต่างๆ ที่นักศึกษาได้
ประพจน์ในช่วงกรกฎาคม 2543 - กรกฎาคม 2544 จำแนกตามสถาบัน และโดยรวม

ลักษณะปกปิดที่สนใจศึกษา	สถาบัน A		สถาบัน B		รวม	
	π	S.D.	π	S.D.	π	S.D.
1. เคยเสพยาเสพติดจำพวกสาร ระเหย	0.3779	0.1373	0.1449	0.1239	0.2507	0.0921
2. เคยเสพยาบ้า	0.3895	0.1373	0.1787	0.1243	0.2744	0.0922
3. เคยเสพยาอี	0.1802	0.1359	0.058	0.1231	0.1135	0.0913
4. เคยเสพยาฝิ่น	0.2384	0.1367	0.0966	0.1237	0.1609	0.0918
5. เคยเสพยาเฮโรอีน	0.0465	0.1337	0.2850	0.1248	0.1847	0.0918
6. เคยเสพยากัญชา	0.1686	0.1357	0.2319	0.1243	0.2084	0.0920
7. เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม	0.5465	0.1318	0.5703	0.122	0.5602	0.0903
8. เคยทำแท้งหรือให้แฟนทำแท้ง	0.2500	0.1305	0.3476	0.1217	0.3034	0.0907
9. เคยดูสื่อลามก	0.2791	0.1356	0.9179	0.0967	0.6280	0.0847
10. เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกัน	0.1105	0.1333	0.2295	0.1000	0.2137	0.0837
11. เคยขายบริการทางเพศ	-0.2035*	0.1305	-0.0483*	0.1195	-0.1187*	0.0882
12. เคยเล่นพนันฟุตบอล	-0.1*	0.1334	0.1314	0.1227	0.0237	0.0905

*สัดส่วนเป็นลบหมายถึงสัดส่วนของตัวประมาณมีค่าน้อยมากจนเข้าใกล้ 0

จากการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการเสพยาเสพติด ปัญหาที่เกี่ยวกับพฤติกรรมทางเพศและการเล่นพนันฟุตบอล จากตัวอย่างนักศึกษาสถาบันอาชีวศึกษา A และ B ในอำเภอเมืองเชียงใหม่ที่เคยทำพฤติกรรมดังกล่าวในช่วง กรกฎาคม 2543 - กรกฎาคม 2544 โดยใช้เครื่องมือการตอบสนองการสุ่มในการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างสามารถอนุมานถึงพฤติกรรมที่มีลักษณะปกปิดของนักศึกษาทั้งสถาบัน และโดยภาพรวมได้ จากตาราง 4.13 อธิบายผลเป็นดังนี้

จากการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการเสพยาเสพติดประเภทต่าง ๆ ซึ่งเป็นยาเสพติดประเภทที่ผิดกฎหมาย จะเป็นยาเสพติดที่เสพแล้วให้โทษแก่ผู้เสพ แบ่งเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้อีกคือยาเสพติดกลุ่มสารระเหย เช่น ทินเนอร์ กาว แล็กเกอร์ กลุ่มวัตถุออกฤทธิ์ เช่น ยาบ้า ยาอี และกลุ่มยาเสพติด

ให้โทษ เช่น เฮโรอีน กัญชา ผิ่น พบว่านักศึกษาสถาบัน A มีสัดส่วนของผู้ที่เคยเสพยาเสพติด จำพวกสารระเหย ถึง 0.3779 หรือคิดเป็นร้อยละ 37.79 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.13 ในขณะที่นักศึกษาจากสถาบัน B เคยเสพยาเสพติดประเภทเดียวกันคิดเป็นร้อยละ 14.49 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 ถ้าพิจารณาโดยภาพรวมพบว่านักศึกษาทั้งสองสถาบันเคยเสพยาเสพติดชนิดนี้ร้อยละ 25.01 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09

ยาเสพติดกลุ่มวัตถุออกฤทธิ์ เช่น ยาบ้า ยาอี พบว่านักศึกษาสถาบัน A เคยเสพยาบ้าและ ยาอี ถึงร้อยละ 37.79 และ 18.02 ตามลำดับ ในขณะที่นักศึกษาสถาบัน B มีผู้เคยเสพยาเสพติด ประเภทเดียวกันร้อยละ 5.8 และ 9.66 ตามลำดับ และโดยภาพรวมมีนักศึกษาทั้งสองสถาบันเคยเสพยาเสพติดประเภทนี้คิดเป็นร้อยละ 11.35 และ 16.09 ตามลำดับ ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09

กลุ่มยาเสพติดให้โทษ เช่น ผิ่น เฮโรอีน และกัญชา พบว่านักศึกษาสถาบัน A เคยเสพยา ผิ่น เฮโรอีน และกัญชา คิดเป็นร้อยละ 23.84, 4.65 และ 16.86 ตามลำดับ ในขณะที่นักศึกษาสถาบัน B มีผู้เคยเสพยาเสพติดประเภทเดียวกันร้อยละ 9.66, 28.50 และ 23.19 ตามลำดับ และโดยภาพรวม มีนักศึกษาทั้งสองสถาบันเคยเสพยาเสพติดประเภทนี้คิดเป็นร้อยละ 16.09, 18.47 และ 20.8 ตามลำดับ ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09

เกี่ยวกับปัญหาพฤติกรรมทางเพศในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาถึงการคู่อภิเษก การมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงกันข้าม การมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกัน การทำแท้งหรือให้แฟนไปทำแท้ง และการขายบริการทางเพศ พบว่าในรอบปีที่ผ่านมา นักศึกษาสถาบัน A เคยคู่อภิเษกคิดเป็นร้อยละ 27.91 ในขณะที่สถาบัน B เคยมีนักศึกษาคู่อภิเษกถึงร้อยละ 91.79 และโดยรวมทั้งสองสถาบันเคยคู่อภิเษกร้อยละ 62.9 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.08

ปัญหาการมีเพศสัมพันธ์ พบว่านักศึกษาสถาบัน A และ สถาบัน B เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม คิดเป็นร้อยละ 54.65 และ 56.02 ตามลำดับ และเคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกันร้อยละ 11.05 และ 22.95 ตามลำดับ ซึ่งโดยภาพรวมนักศึกษาจากทั้งสองสถาบัน เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงข้ามคิดเป็นร้อยละ 56.02 และเคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกันร้อยละ 21.37 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09 และ 0.08 ตามลำดับ

ปัญหาการทำแท้งหรือการให้แฟนทำแท้ง พบว่านักศึกษาสถาบัน A และสถาบัน B เคยทำแท้งคิดเป็นร้อยละ 25.00 และ 34.76 ตามลำดับ และโดยภาพรวมจากนักศึกษาทั้งสองสถาบัน เคยทำแท้งของถึงร้อยละ 30.34 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09

ปัญหาการขายบริการทางเพศ พบว่าค่าสัดส่วนที่ได้คิดลบ นั้นหมายถึงสัดส่วนของตัวประมาณมีค่าน้อยมากจนเข้าใกล้ 0 นั่นคือมีนักศึกษาเคยขายบริการทางเพศในสัดส่วนที่น้อยมากหรือไม่

ปัญหาสุดท้ายที่ศึกษาปัญหาการเล่นพนันฟุตบอล พบว่านักศึกษาสถาบัน A มีการเล่นพนันฟุตบอลในสัดส่วนที่น้อยมากหรือไม่มี ส่วนสถาบัน B พบว่ามีการเล่นพนันฟุตบอลร้อยละ 13.14 และโดยภาพรวมเคยมีการเล่นพนันฟุตบอลของนักศึกษา นักศึกษาทั้งสองสถาบันร้อยละ 2.37 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09

นอกจากนี้ หากจำแนกตามบุคคลที่นักศึกษาอาศัยอยู่ด้วยโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มนักศึกษาที่อาศัยอยู่กับพ่อแม่ และกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ได้อาศัยอยู่กับพ่อแม่ ว่าจะมีพฤติกรรมที่มีลักษณะปกปิดเป็นอย่างไรได้ดังนี้

ตารางที่ 4.14 จำนวนผู้ที่ตอบแบบสอบถามแต่ละชุดจำแนกตามบุคคลที่อยู่ด้วยจากแต่ละสถาบัน

บุคคลที่นักเรียน นักศึกษาอาศัยอยู่ด้วย	จำนวนผู้ที่ตอบแบบสอบถาม แต่ละชุด		รวม (n)
	ชุดที่ 1 (n_1)	ชุดที่ 2 (n_2)	
อยู่กับพ่อแม่และแม่	198	176	363
ไม่ได้อยู่กับพ่อแม่และแม่	165	186	362
รวม	379	351	725

ตาราง 4.15 จำนวนผู้ที่ตอบว่า “ใช่” จากตัวอย่างจากการถามคำถามที่มีลักษณะปกปิด จำแนกตามบุคคลที่นักศึกษาอาศัยอยู่ด้วย

คำถามที่มีลักษณะปกปิดที่สนใจศึกษา	จำนวนผู้ที่ตอบว่า “ใช่” จากตัวอย่าง (X_i)			
	อยู่กับพ่อแม่และแม่		ไม่ได้อยู่กับพ่อแม่และแม่	
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2
1. Q_1 : เคยเสพยาเสพติด จำพวกสาร ระเหย Q_2 : ไม่เคยเสพยาบ้า	113	72	81	85
2. Q_1 : เคยเสพยาอี Q_2 : ไม่เคยเสพยาฝิ่น	116	66	83	76
3. Q_1 : เคยเสพยาเฮโรอีน Q_2 : ไม่เคยเสพยากัญชา	110	70	91	78

ตาราง 4.15 (ต่อ) จำนวนผู้ที่ตอบว่า “ใช่” จากตัวอย่างการถามคำถามที่มีลักษณะปกปิด จำแนกตามบุคคลที่นักศึกษาอาศัยอยู่ด้วย

คำถามที่มีลักษณะปกปิดที่สนใจศึกษา	จำนวนผู้ที่ตอบว่า “ใช่” จากตัวอย่าง (X_i)			
	อยู่กับพ่อและแม่		ไม่ได้อยู่กับพ่อและแม่	
	ชุด1	ชุด2	ชุด1	ชุด2
4. Q_1 : เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม Q_2 : ไม่เคยทำแท้งหรือ ไม่เคยให้แฟนทำแท้ง	112	72	110	119
5. Q_1 : เคยดูสื่อลามก Q_2 : ไม่เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกัน	140	112	121	134
6. Q_1 : เคยขายบริการทางเพศ Q_2 : ไม่เคยเล่นพนันฟุตบอล	117	50	80	66

จากตาราง 4.14 และ 4.15 นำผลจากการสำรวจที่ได้จากคำถามที่มีลักษณะปกปิดมาคำนวณหาค่าประมาณสัดส่วน ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในทำนองเดียวกันกับการคำนวณข้างต้นและได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของตัวอย่างที่มีลักษณะปกปิดลักษณะต่าง ๆ ที่นักศึกษาได้ประพฤตินในช่วง กรกฎาคม 2543 – กรกฎาคม 2544 จำแนกตามบุคคลที่นักศึกษาอาศัยอยู่ด้วย

ลักษณะปกปิดที่สนใจศึกษา	ผู้ตอบอยู่กับพ่อและแม่		ผู้ตอบไม่อยู่กับพ่อและแม่	
	ท	S.D.	ท	S.D.
1. เคยเสพยาเสพติดจำพวกสาร ระบุ	0.0859	0.1316	0.3891	0.1344
2. เคยเสพยาบ้า	0.1061	0.1300	0.4413	0.1377
3. เคยเสพยาอี	-0.0467	0.1299	0.2197	0.1332
4. เคยเสพฝิ่น	-0.0076	0.1279	0.3081	0.1372
5. เคยเสพเฮโรอีน	0.0821	0.1333	0.1550	0.1333
6. เคยเสพกัญชา	0.1288	0.1300	0.1842	0.1369
7. เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม	0.0960	0.1316	0.5860	0.1286
8. เคยทำแท้งหรือให้แฟนทำแท้ง	0.1212	0.1291	0.2796	0.1307
9. เคยดูสื่อลามก	0.4949	0.1266	0.6946	0.1204
10. เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกัน	0.1515	0.1211	0.2409	0.1225
11. เคยขายบริการทางเพศ	-0.3295	0.1236	0.0948	0.1309
12. เคยเล่นพนันฟุตบอล	-0.2045	0.1249	0.2551	0.1362

จากตาราง 4.16 อธิบายผลได้ดังนี้

ยาเสพติดจำพวกสารระเหย พบว่านักศึกษาที่อาศัยอยู่กับพ่อและแม่เคยเสพร้อยละ 8.59 ส่วนผู้ที่ไม่อยู่กับพ่อและแม่เคยเสพร้อยละ 38.91 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.13 ทั้งสองกรณี

ยาเสพติดกลุ่มวัตถุออกฤทธิ์ เช่น ยาบ้า ยาไอ พบว่า พบว่านักศึกษาที่อาศัยอยู่กับพ่อและแม่เคยเสพยาบ้าร้อยละ 10 ส่วนยาไอพบว่ามีสัดส่วนของผู้ที่เคยเสพน้อยมากในขณะที่ผู้ที่ไม่อยู่กับพ่อและแม่เคยเสพยาบ้าและยาไอถึงร้อยละ 44.13 และ 21.97 ตามลำดับ ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.13 ทั้งสองกรณี

กลุ่มยาเสพติดให้โทษ เช่น ฝิ่น เฮโรอีน และกัญชา พบว่าผู้ที่อาศัยอยู่กับพ่อและแม่เคยเสฝิ่นน้อยมากและเคยเสฟ เฮโรอีน และ กัญชา คิดเป็นร้อยละ 8.21 และ 13.88 ตามลำดับ ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.13ทุกกรณี ในขณะที่นักศึกษาที่ไม่ได้อาศัยอยู่กับพ่อและแม่ เคยเสฟสารเสพติดประเภทเดียวกันถึงร้อยละ 30.81, 15.5 และ 18.42 ตามลำดับ ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.14, 0.14 และ 0.13 ตามลำดับ

เกี่ยวกับปัญหาพฤติกรรมทางเพศ พบว่าในรอบปีที่ผ่านมา นักศึกษาที่อาศัยอยู่กับพ่อและแม่เคยคู่อีกลามกคิดเป็นร้อยละ 49.49 และที่ไม่ได้อาศัยอยู่กับพ่อและแม่เคยคู่อีกลามกร้อยละ 69.49 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 ทั้งสองกรณี

ปัญหาการมีเพศสัมพันธ์ พบว่านักศึกษาที่อยู่กับพ่อแม่เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม คิดเป็นร้อยละ 9.60 และเคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกันร้อยละ 15.15 ในขณะที่ผู้ไม่อยู่กับพ่อแม่เคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศตรงข้ามร้อยละ 58.60 และเคยมีเพศสัมพันธ์กับเพศเดียวกันร้อยละ 24.10 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 ทั้งสองกรณี

ปัญหาการทำแท้งหรือการให้แฟนไปทำแท้ง พบว่านักศึกษาศาสน์ A ที่อยู่กับพ่อแม่ เคยมีการทำแท้งร้อยละ 12.12 ส่วนผู้ที่ไม่อยู่กับพ่อแม่พบว่าเคยทำแท้ง ร้อยละ 27.96 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.13 ทั้งสองกรณี

ปัญหาการขายบริการทางเพศ พบว่านักศึกษาที่อยู่กับพ่อแม่ขายบริการทางเพศในสัดส่วนที่น้อยมาก ส่วนผู้ที่ไม่อยู่กับพ่อแม่เคยขายบริการทางเพศเกือบร้อยละ 10 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 และ 0.13 ตามลำดับ

ปัญหาสุดท้ายที่ศึกษา คือ ปัญหาการเล่นพนันฟุตบอล พบว่านักศึกษาที่อยู่กับพ่อแม่เคยมีการเล่นพนันฟุตบอลในสัดส่วนที่น้อยมาก ในขณะที่ผู้ที่ไม่อยู่กับพ่อแม่เคยเล่นพนันฟุตบอลถึงร้อยละ 26 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 และ 0.14 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือการตอบสนองการสุ่มในแบบสอบถาม
ตาราง 4.17 จำนวนและร้อยละของความคิดเห็นจากผู้ตอบแบบสอบถามที่จะตอบข้อถามตามความ
จริง ถ้าใช้วิธีการสำรวจข้อมูลชนิดที่มีการปกปิด โดยเครื่องมือการตอบสนองการสุ่ม

ความคิดเห็น	จำนวน	ร้อยละ
ตอบตามความจริง	700	92.3
ไม่ตอบตามความจริง	52	6.9
ไม่แน่ใจ	6	0.8
รวม	758	100

จากตาราง 4.17 จะเห็นว่านักศึกษาทั้งสองสถาบัน กล้าเปิดเผยความจริง ถ้ามีการเก็บข้อมูลที่มีลักษณะปกปิดโดยใช้เครื่องมือการตอบสนองการสุ่มนี้ถึงร้อยละ 92.30 ยังไม่กล้า ตอบความจริง ร้อยละ 6.5 และยังมีบางส่วนที่ไม่แน่ใจ

สาเหตุสำคัญที่ผู้ตอบทั่วไปไม่ยอมตอบตามความจริงมี 2 สาเหตุ คือ

- 1) ผู้ตอบไม่เชื่อว่าการสำรวจโดยวิธีนี้จะช่วยปกปิด ไม่ให้ผู้เก็บข้อมูลทราบความจริงเกี่ยวกับข้อมูลที่จะปกปิด ของผู้ตอบได้
- 2) จากสาเหตุอื่น ๆ เช่น เพื่อความปลอดภัยของผู้ตอบเองจึงตอบในเชิงปฏิเสธไว้ก่อนเสมอ

ตาราง 4.18 ร้อยละของความคิดเห็นจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดที่ไม่ยอมตอบตามความจริง
จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ

สาเหตุ	จำนวน	ร้อยละ
1	40	76.9
2	12	23.1
รวม	52	100

จากตาราง 4.18 แสดงว่าผู้ตอบมากกว่าครึ่งของผู้ตอบโดยทั่วไปที่ไม่ยอมตอบความจริง ไม่เชื่อว่าเทคนิคนี้ จะช่วยปกปิดไม่ให้ให้ผู้เก็บข้อมูลทราบความจริงเกี่ยวกับข้อมูลที่จะปกปิดของผู้ตอบได้

นอกจากนี้ในส่วนข้อเสนอแนะความคิดเห็นอื่นๆ ในการตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดพบว่าในส่วนที่ 2 ที่เป็นคำถามที่มีลักษณะปกปิดโดยใช้

เทคนิคการตอบสนองการสุ่ม นักศึกษาไม่เคยเห็นเทคนิคนี้มาก่อนและรู้สึกว่าการถามตรงๆ สั้นๆ กระชับ ทำให้ไม่เสียเวลาในการตอบจึงรู้สึกสนุกไม่โอ้อวดที่จะตอบความจริงและอยากให้เพิ่มจำนวนคำถามอีก และบางคนก็ใจที่ได้เปิดเผยความลับของตนเองโดยที่ไม่มีใครรู้ แต่มีนักศึกษาบางคนเห็นว่าเรื่องที่ถามเป็นเรื่องธรรมดาไม่จำเป็นต้องปกปิดอยู่แล้ว ปัญหาในการเก็บข้อมูลครั้งนี้คือยังมีบางคนที่สงสัยและสับสนกับการตอบแต่เมื่ออธิบายเพิ่มเติม ผู้ตอบเหล่านั้นก็เข้าใจ และสามารถตอบคำถามได้ตามเงื่อนไขของเทคนิคการตอบสนองการสุ่ม