

UNDERSTANDING AND USING ADVANCED STATISTICS

ความเข้าใจและการใช้
สถิติขั้นสูงเพื่อการวิจัย

เรียบเรียงโดย

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา

ค.บ., ค.ม. (การบริหารการศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ph.D. (Ed. Ad.), University of Oregon, U.S.A.

ความเข้าใจและการใช้
สถิติขั้นสูง
เพื่อการวิจัย

Understanding and Using
Advanced Statistics

เรียบเรียงโดย

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา

ค.บ., ค.ม. (การบริหารการศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ph.D. (Ed. Ad.), U of Oregon, U.S.A.

ความเข้าใจและการใช้สถิติขั้นสูงเพื่อการวิจัย

เรียบเรียงโดย รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา

ราคา 225 บาท

เรียบเรียงโดย รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา
ความเข้าใจและการใช้สถิติขั้นสูงเพื่อการวิจัย
จำนวน 212 หน้า
ราคา 225 บาท
ISBN 978-616-210-513-5
พิมพ์ที่ บริษัท ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด
สำนักพิมพ์ ปัญญาชน – กรุงเทพฯ : 2565

พิมพ์ที่ บริษัท ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด โทร. 02-732-3101-6 แฟกซ์ 02-375-1654

จัดพิมพ์โดย



สำนักพิมพ์ปัญญาชน
INTELLECTUALS

747 ซอยโลดส์เอ็กซ์เพรสแยกวงแหวน
ถนน ลาดพร้าว-วังหิน แขวง / เขต ลาดพร้าว กทม. 10230
โทร. 02-570-3929 แฟกซ์ 02-570-3928
Email: contact@payachon.com

จัดจำหน่ายโดย



บริษัท ปัญญาชน ดิสทริบิวเตอร์ จำกัด
PANYACHON DISTRIBUTOR CO.,LTD

747 ซอยโลดส์เอ็กซ์เพรสแยกวงแหวน
ถนน ลาดพร้าว-วังหิน แขวง / เขต ลาดพร้าว กทม. 10230
โทร. 02-570-3929 แฟกซ์ 02-570-3928 มือถือ 08-1357-8378
www.panyachon.com,  www.facebook.com/panyachondist
E-mail: panyachondist@yahoo.com, panyachon2012@hotmail.com

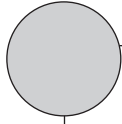
บรรณาธิการบริหาร : ปัทมฉัตร ไชยบุญเรือง, สมจินตนา พูลนาค, ดวงพรรณ เอี่ยมจ้อย
เกียรียงศักดิ์ พูลนาค

ศิลปกรรม : เอกอนันต์ ศิริเลิศฤทัย

ฝ่ายจัดจำหน่าย : ศุภกร อุ่นเรือน, อินผล ไชยบุญเรือง, เอกราช สิทธิไทย

คณะที่ปรึกษา : ศ.ดร.บุญทัน ดอกไธสง, รศ.ดร.สุนทร โคตรบรรเทา
ดร.สำราญ สัมฤทธิ์สุวรรณ, ดร.ชาญชัย อาจีนสมาจาร,
ดร.อบรม สันภิบาล, ดร.ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี
ดร.ประเวศน์ มหารัตน์สกุล, ดร.พีเชษฐ วังศ์เกียรติ์ขจร

สงวนลิขสิทธิ์ในประเทศไทยตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ โดยบริษัท ปัญญาชน ดิสทริบิวเตอร์ จำกัด
ห้ามการลอกเลียนไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาต



คำนำของผู้เรียบเรียง

หนังสือ **ความเข้าใจและการใช้สถิติขั้นสูงเพื่อการวิจัย** เล่มนี้ เป็นผลงานแปลและเรียบเรียงจากหนังสือภาษาอังกฤษชื่อ *Understanding and Using Advanced Statistics* ซึ่งแต่งโดย ฟอสเตอร์ มาร์คัส และยาฟออร์สกี (Foster, Barkus and Yavorsky) ซึ่งใช้ทั่วไปในโลก ตีพิมพ์ใน 3 ประเทศ คือ อังกฤษ สหรัฐอเมริกา และอินเดีย เมื่อปี ค.ศ. 2006 โดยสำนักพิมพ์ SAGE แม้จะตีพิมพ์มานานถึง 10 ปี เนื้อหาสาระยังทันสมัย เพราะเป็นหลักการ แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการวิจัยที่ผู้ทำวิจัยทั้งหลายต้องเข้าใจและใช้ให้เป็นงานวิจัยของตนเองในปัจจุบัน ทั้งเป็นการวิจัยในวิทยานิพนธ์ หรือปริญญาโท ตรี ดุษฎีนิพนธ์ในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก และการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ และการบริหารการศึกษา การบริหารธุรกิจ การแพทย์ การสาธารณสุข รัฐศาสตร์ นิติศาสตร์ และศาสตร์สาขาอื่นๆ เป็นต้น

ผู้เขียนจัดเนื้อหาในแต่ละบทเป็นลำดับขั้นตอนตามความยากง่าย การจัดหัวข้อ การใช้ภาษาเขียน เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายสำหรับผู้อ่านและนำไปใช้ได้แม้ไม่เคยใช้คำสถิตินั้นๆ มาก่อน แต่ละบทมีการกล่าวนำ อธิบายความหมาย และขั้นตอนในการทำการวิจัย มีสรุป อภิธานศัพท์ คำถาม คำตอบ และมีบรรณานุกรม และแนะนำเอกสารอ่านเพิ่มเติมทุกบท ทั้ง 12 บท ของตำราเล่มนี้

ข้าพเจ้าในฐานะผู้เรียบเรียงเห็นว่า ตำราภาษาอังกฤษเล่มนี้ ใช้ภาษาเรียบง่าย สามารถอ่านเข้าใจและศึกษาด้วยตนเองได้ง่าย แต่คงไม่แพร่หลายในผู้อ่านและผู้ใช้ในประเทศ จึงตัดสินใจแปลเป็นภาษาไทยฉบับสมบูรณ์ทั้งเล่มครบทั้ง 12 บท เพื่อให้ผู้อ่านได้ใช้อย่างกว้างขวาง ใย่ไรก็ดี ในการแปลข้าพเจ้าพยายามคงเนื้อหาและรูปประโยคไว้ตามเดิมเกือบทั้งหมด ยกเว้นบางรูปประโยคและบางคำที่ไม่เหมาะสมกับวัฒนธรรมภาษาของไทย จึงมีการเรียบเรียงรูปประโยคใหม่ หรือใช้คำใหม่แทน เช่น คำสรรพนามในบางประโยค อาจหาคำนามมาแทนที่มีความหมายเดียวกันในประโยคก่อนๆ เป็นต้น

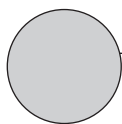
ดังนั้น ข้าพเจ้าในฐานะผู้เรียบเรียงจึงหวังว่า หนังสือ **ความเข้าใจและการใช้สถิติขั้นสูงเพื่อการวิจัย** เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างแท้จริงสำหรับนิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก ผู้วิจัย และคณาจารย์ ในสาขาสังคมศาสตร์ และศาสตร์สาขาอื่นๆ ในการเลือกใช้ค่าสถิติที่ใช้ในการทำวิจัยและวิทยานิพนธ์ โดยเฉพาะวิทยานิพนธ์ปริญญาเอกหรือดุษฎีนิพนธ์ และในสาขาวิชาการบริหารการศึกษา การบริหารธุรกิจ การอนามัย การสาธารณสุข สิ่งแวดล้อมศึกษา นิติศาสตร์ รัฐศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และอื่นๆ ให้รู้จัก รู้จริง รู้แจ้ง รู้ลึก และรู้รอบ และใช้อย่างมีความชำนาญในสถิติขั้นสูงเพื่อการวิจัยดังกล่าวไว้ในตำราเล่มนี้

ผู้แปลเรียบเรียง

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โคตรบรรเทา

ค.บ., ค.ม. (การบริหารการศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ph.D. (Ed. Admin.), University of Oregon, U.S.A.



สารบัญ

บทที่ 1

ลักษณะพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางสถิติ

และรูปแบบเชิงเส้นทั่วไป

- | | |
|--|----|
| | 11 |
| • คำนำ | 11 |
| • ลักษณะพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางสถิติ | 12 |
| • การวิเคราะห์ตัวแปรวัดไม่ได้และตัวแปรวัดได้ | 15 |
| • การทบทวนการวิเคราะห์ความแปรปรวน | 18 |
| • อิทธิพลหลัก อิทธิพลธรรมดา ปฏิสัมพันธ์ | 19 |
| • รูปแบบเชิงเส้นทั่วไป | 22 |
| • การใช้รูปแบบเชิงเส้นทั่วไป | 23 |
| • สรุป | 26 |
| • อภิธานศัพท์ | 26 |

บทที่ 2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุตัวแปร

- | | |
|--|----|
| | 28 |
| • ความหมาย | 28 |
| • การนำการวิเคราะห์พหุตัวแปรไปใช้ | 28 |
| • ประเภทของข้อมูลที่ต้องการใช้ | 28 |
| • ปริมาณข้อมูลที่ต้องการใช้ | 29 |
| • ตัวอย่างการใช้การวิเคราะห์พหุตัวแปร | 30 |
| • วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุตัวแปร | 31 |
| • ตัวอย่างของผลผลิตของ SPSS | 36 |
| • ตัวอย่างการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุตัวแปร | 41 |
| • คำถามและคำตอบ | 42 |
| • สรุป | 43 |
| • อภิธานศัพท์ | 43 |

บทที่ 3

การถอดถอยพหุคูณ	44
• ความหมาย	44
• การนำการถอดถอยพหุคูณไปใช้	44
• ข้อควรระวัง	45
• ข้อสรุปของสหสัมพัทธ์และการถอดถอย	46
• การทบทวนสหสัมพัทธ์บางส่วน	47
• สมการถอดถอยในการถอดถอยพหุคูณ	48
• ประเภทข้อมูลที่ต้องการในการวิเคราะห์การถอดถอยพหุคูณ	49
• ปริมาณข้อมูล (จำนวนผู้ตอบสำหรับตัวแปรอิสระ)	50
• ตัวแปรอิสระที่ต้องนำมารวม	51
• ข้อพิจารณาทางวิชาการและการคัดกรองข้อมูล	51
• ค่าคะแนนสุดโต่ง	51
• ความเป็นเส้นตรงร่วม	53
• การแจกแจงโค้งปกติ เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น และมีความแปรปรวนรวมของตัวแปรตามไม่ต่างกัน	53
• วิธีการทำการถอดถอยพหุคูณ	55
• ความเที่ยงตรงตามขวาง	57
• ปฏิสัมพันธ์	57
• ตัวอย่างการใช้การถอดถอยพหุคูณและปฏิสัมพันธ์	58
• คำถามคำตอบ	60
• สรุป	61
• อภิธานศัพท์	61

บทที่ 4

การวิเคราะห์ล็อกเชิงเส้น	63
• ความหมายการวิเคราะห์ล็อกเชิงเส้น	63
• ทบทวนสรุปตารางการเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์	63
• การใช้การวิเคราะห์ล็อกเชิงเส้น	66
• ประเภทข้อมูลที่ต้องการ	66
• ปริมาณข้อมูลที่ต้องการ	66
• วิธีการวิเคราะห์ล็อกเชิงเส้น	66
• ตัวอย่างการวิเคราะห์จากด้านจิตวิทยา ด้านสุขภาพ และด้านธุรกิจ	71
• อภิธานศัพท์	72

บทที่ 5

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก	75
• ความหมายของการถดถอยโลจิสติก	75
• การใช้การถดถอยโลจิสติก	75
• แบบของการถดถอยโลจิสติก	78
• ชนิดของข้อมูลที่ต้องการ	80
• จำนวนข้อมูล (จำนวนผู้ตอบและตัวแปร)	80
• ตัวแปรอิสระที่นำมารวมไว้ใน การวิเคราะห์	81
• ข้อพิจารณาทางวิชาการและการกลั่นกรองข้อมูล	81
• วิธีทำการถดถอยโลจิสติก	81
• ข้อจำกัดของการถดถอยโลจิสติก	82
• ตัวอย่างการถดถอยโลจิสติกและการแปลความหมาย	82
• การถดถอยโลจิสติก	84
• ตัวอย่างของการใช้การถดถอยโลจิสติก	87
• คำถามและคำตอบสำคัญ	88
• สรุป	89
• อภิธานศัพท์	89

บทที่ 6

การวิเคราะห์ปัจจัย	91
• ความหมายของการวิเคราะห์ปัจจัย	91
• ความต้องการใช้การวิเคราะห์ปัจจัย	91
• การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและการวิเคราะห์ปัจจัย	92
• ข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์	94
• จำนวนข้อมูลที่ต้องการ	95
• จำนวนตัวแปรที่ต้องการรวมไว้ใน การวิเคราะห์	96
• ตัวแปรที่รวมไว้ใน การวิเคราะห์	96
• ข้อพิจารณาทางวิชาการและการกลั่นกรองข้อมูล	96
• วิธีทำการวิเคราะห์ปัจจัย	97
• การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน	107
• ตัวอย่างของการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน	108
• คำถามคำตอบ	111
• สรุป	111
• อภิธานศัพท์	112

บทที่ 7

การวิเคราะห์เส้นทาง	113
• ความหมาย	113
• การวิเคราะห์เส้นทางเบื้องต้น	113
• การนำการวิเคราะห์เส้นทางไปใช้	114
• ข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์เส้นทาง	115
• วิธีทำการวิเคราะห์เส้นทาง	115
• อิทธิพลทางตรงและทางอ้อม	116
• ข้อตกลงเรื่องเครื่องหมาย	118
• สมมติฐาน	119
• อิทธิพลรวม	119
• การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน	121
• ตัวอย่างจากด้านจิตวิทยา อนามัย และธุรกิจ	124
• คำถามคำตอบเกี่ยวกับการวิเคราะห์เส้นทาง	126
• สรุป	126
• อภิธานศัพท์	127

บทที่ 8

การทำรูปแบบสมการเชิงโครงสร้าง	130
• ความหมายการทำรูปแบบสมการเชิงโครงสร้าง	130
• การทำรูปแบบสมการโครงสร้างพื้นฐาน	130
• การนำรูปแบบสมการเชิงโครงสร้างไปใช้	132
• ประเภทข้อมูลที่ต้องการ	133
• วิธีการทำรูปแบบสมการเชิงโครงสร้าง	133
• โปรแกรมคอมพิวเตอร์บางประการ	139
• ตัวอย่างการใช้รูปแบบสมการเชิงโครงสร้าง	140
• คำถามคำตอบ	141
• สรุป	142
• อภิธานศัพท์	142

บทที่ 9

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา	144
• ความหมาย	144

• การใช้การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	144
• ประเภทของการออกแบบวิจัยการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	145
• ประเภทของการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	146
• ชนิดข้อมูลที่ต้องการ	149
• วิธีการทำการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	149
• การประเมินอิทธิพลของการแทรกแซง	154
• การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาพหุตัวแปร	155
• ตัวอย่างของการวิจัยการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	156
• คำถามคำตอบ	156
• สรุป	157
• อภิธานศัพท์	157

บทที่ 10

ทฤษฎีจุดมุ่งและการวิเคราะห์ที่ว่างเล็กสุด	160
• ความหมาย	160
• ทฤษฎีจุดมุ่งและการวิเคราะห์ที่ว่างเล็กสุดเบื้องต้น	160
• ทฤษฎีจุดมุ่งและการวิเคราะห์ที่ว่างเล็กสุดตอบคำถามอะไร	161
• ปัญหาวิจัยที่ใช้ทฤษฎีจุดมุ่งและการวิเคราะห์ที่ว่างเล็กสุด	162
• ชนิดของข้อมูลที่ต้องการ	162
• วิธีที่ผู้วิจัยใช้ทฤษฎีจุดมุ่งและทำการวิเคราะห์ที่ว่างเล็กสุด	162
• การวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ที่ว่างเล็กสุด	167
• ตัวอย่างจากด้านจิตวิทยา ด้านอนามัย และด้านธุรกิจ	172
• คำถามคำตอบ	174
• สรุป	174
• อภิธานศัพท์	175

บทที่ 11

การวิเคราะห์ความอยู่รอดหรือความล้มเหลว	177
• ความหมาย	177
• ความต้องการใช้การวิเคราะห์ความอยู่รอด	177
• ประเด็นในการออกแบบวิจัยสำหรับการวิเคราะห์ความอยู่รอด	178
• ชนิดของข้อมูลที่ต้องการ	179
• โครงร่างพื้นฐานและชนิดของการวิเคราะห์ความอยู่รอด	179

• เส้นโค้งความอยู่รอด	180
• ฟังก์ชันความเสี่ยงอันตราย	182
• รูปแบบสัดส่วนของคอกซ์	183
• ตัวอย่างของการวิเคราะห์ความอยู่รอด	184
• คำถามคำตอบที่เกี่ยวข้อง	185
• สรุป	186
• อภิธานศัพท์	186

บทที่ 12

ตาข่ายความคิด	189
• ความหมาย	189
• แนวคิดเบื้องต้นของตาข่ายความคิด	189
• การนำการวิเคราะห์ตาข่ายความคิดไปใช้	193
• วิธีการวิเคราะห์ตาข่ายความคิด	194
• การวิเคราะห์ตาข่ายรายบุคคล	194
• การวิเคราะห์ชุดตาข่าย	199
• วิธีการวิเคราะห์ตาข่ายความคิด	200
• ตัวอย่างการวิเคราะห์ตาข่ายความคิด	200
• คำถามคำตอบที่เกี่ยวข้อง	203
• สรุป	204
• อภิธานศัพท์	204

ประวัติย่อผู้เรียบเรียง	206
--------------------------------	------------

ลักษณะพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางสถิติ และรูปแบบเชิงเส้นทั่วไป

คำนำ

จุดมุ่งหมายของตำราเล่มนี้คือ เพื่ออธิบายกลวิธีทางสถิติบางอย่าง ซึ่งกำลังเป็นสิ่งที่ธรรมดามากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในสาขาสังคมศาสตร์ การแพร่หลายของชุดวิเคราะห์ทางคอมพิวเตอร์ที่ก้าวหน้าไปไกลและซับซ้อนมาก และเครื่องมือที่คำนวณค่าสถิติออกมา จึงมีความหมายแล้วว่าวิธีดำเนินการซึ่งแต่ก่อนเคยมีไว้ให้เฉพาะนักวิจัยที่ชำนาญแล้วเข้าถึงเครื่องมือราคาแพงและเฉพาะนักศึกษาสาขาวิชาวิจัยเท่านั้น เดียวนี้ทำได้ภายในไม่กี่วินาทีโดยนักศึกษาระดับปริญญาตรีเกือบทุกคน แนวโน้มของชุดวิเคราะห์ที่จะผลิตชิ้นงานผลผลิตออกมาซึ่งไม่เป็นที่คุ้นเคยของผู้ใช้ส่วนใหญ่ ได้นำไปสู่การปรับเนื้อหาของรายวิชาการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณในมหาวิทยาลัย แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่านักศึกษามีความเข้าใจว่ากระบวนการวิเคราะห์ทำอะไรควรจะไปใช้เมื่อไร และสิ่งทีผลลัพท์ให้มามีความหมายอะไรกันแน่

เป้าประสงค์ของตำราเล่มนี้คือ การให้พื้นฐานความเข้าใจเช่นนั้น มีตำราและแหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ตจำนวนมากครอบคลุมเนื้อหาที่ผู้วิจัยทำ แต่ประสบการณ์ของผู้เขียนคือว่า เนื้อหาหลายอย่างมีความก้าวหน้าเกินไป เริ่มต้นที่ระดับสูงเกินไป และมีหัวข้อเรื่องต่างๆ เช่น พีชคณิตแม่แบบ (Matrix Algebra) ซึ่งปล่อยให้ให้นักศึกษาจำนวนมากมีงง สิ่งที่คุณเขียนพยายามจัดหาให้คือ ผู้ช่วยซึ่งจะช่วยผู้วิจัยทำการเปลี่ยนผ่านจากค่าสถิติที่ง่ายกว่า เช่น การทดสอบค่าที (t-test) หรือการทดสอบค่าเอฟ (F-test) หรือการวิเคราะห์ความแปรปรวนสู่วิธีดำเนินการที่ซับซ้อนกว่า ผู้เขียนกำลังหวังว่าตนกำลังแปลงตำราที่เป็นวิชาการมาเป็นแบบฟอร์มที่เข้ากับการเข้าใจของผู้วิจัยแล้วแต่ละบทให้สรุปย่อของกลวิธีทางสถิติ ชนิดของคำถาม กลวิธีตอบ ผลลัพท์ออกมานั้นบอกผู้วิจัยอะไรบ้าง และให้ตัวอย่างจากรรณกรรมที่พิมพ์แล้วเกี่ยวกับ กลวิธีนั้นมีการนำไปใช้อย่างไร



เมื่อไม่กี่ปีมานี้ มีความเจริญงอกงามค่อนข้างมากในการใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพในหลายสาขาของสังคมศาสตร์ รวมทั้งจิตวิทยาและการพยาบาล และความเจริญก้าวหน้านี้ ตามมาด้วยความเสื่อมถอยในความสำคัญของการวิจัยเชิงปริมาณที่มีมาก่อน การเคลื่อนไหวลักษณะประการหนึ่งในการวิจัยเชิงปริมาณ คือการเปิดประเด็นจริยธรรมในการดำเนินการวิจัยที่เกี่ยวกับ ความต้องการที่จะยอมรับว่าผู้มีส่วนร่วมเป็นเจ้าของข้อมูล และยังยอมรับว่าบุคคลเหล่านี้ควรมีตัวป้อน หรือแม้แต่ข้อคัดค้านในบางครั้ง ในการแปลความหมายของข้อมูลและการใช้สิ่งที่ข้อมูลใส่เข้าไป

ความห่วงใยนี้ทำให้การโต้แย้งทางจริยธรรมภายในการวิจัยเชิงปริมาณเป็นหนุ่มขึ้นมาใหม่ และนำความตระหนักในความต้องการกลับคืนมา เพื่อประกันว่าผู้มีส่วนร่วมใช้ความยินยอม บอกกล่าวในการมีส่วนร่วม ว่าการศึกษาโดยไม่รู้จักหรือไม่เปิดเผยว่าผู้มีส่วนร่วมมีสิทธิ์ต่อการปกปิดเป็นความลับ และไม่ประสงค์จะออกนาม ที่ไม่ใช่สถานที่ซึ่งจะอธิบายจริยธรรมของกระบวนการวิจัย แต่มีความเหมาะสมที่จะกระตุ้นเตือนผู้ที่พิจารณาการวิจัยเชิงปริมาณให้ตระหนักถึงแนวทางจริยธรรมที่ใช้ในสาขาของตน และประกันว่าตนปฏิบัติตามนั้น การเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะใช้กับการวิเคราะห์เชิงปริมาณไม่ได้อยู่ที่เปลี่ยนแปลงค่า แม้ว่า “การทำกับตัวเลขจำนวนมาก” อาจทำให้คิดได้ในทำนองนั้นก็ตาม

ก่อนการอธิบายกลวิธีทางสถิติที่ซับซ้อนมากขึ้น ผู้เขียนจะเริ่มต้นโดยทบทวนพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งเป็นการเตือนความจำผู้วิจัยถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวนและการสรุปย่อ หลักการของรูปแบบเชิงเส้นทั่วไป ซึ่งรองรับกลวิธีทั้งหลายที่จะอธิบายต่อไป

ลักษณะพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองหรือการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์

ในการทดลองซึ่งใช้การออกแบบระหว่างกลุ่ม (Between-subjects design) ผู้มีส่วนร่วมได้รับการสุ่มจัดสรรให้อยู่ในหลายระดับของตัวแปรอิสระและตัวแปรอื่นทั้งหมด มีการควบคุมโดยการทำให้คงที่หรือโดยการออกแบบการทดลอง หลังจากนั้น จึงถือว่าความแตกต่างใดๆ ในการวัดตัวแปรตามเกิดขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระ (นี่เป็นความเรียบง่ายที่เห็นชัดของวิธีการในการออกแบบการทดลอง) แต่ในหลายสาขา หรือแม้แต่สาขาการศึกษาส่วนใหญ่เป็นไปไม่ได้ที่จะทำการวิจัยจริงๆ เพราะว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะครอบคลุมเงื่อนไขทั้งหลาย เป็นไปไม่ได้ที่จะจัดสรรสุ่มผู้มีส่วนร่วมให้เข้ากับเงื่อนไขหรือไม่เป็นการยอมรับทางจริยธรรมที่จะทำเช่นนั้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องถูกบังคับให้พิจารณาทางเลือกของการศึกษา เช่น การวิจัยกึ่งทดลอง หรือการศึกษาสหสัมพันธ์ ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีการเก็บรวบรวม (ไปพร้อมกันบ่อยๆ) และมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามนั้น



การทดลองซึ่งโดยทั่วไปแล้วเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับความแตกต่าง คือ กลุ่ม ก. (Group A) มีคะแนนแตกต่างจาก กลุ่ม ข. (Group B) ในตัวแปรตามหรือไม่ การศึกษา สหสัมพันธ์ (Correlation studies) ตามปกติเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสหสัมพันธ์ หรือความสัมพันธ์ คือ ผู้ได้คะแนนสูงในการวัด ก. (Measure X) ได้รับคะแนนสูงในการวัด ข. (Measure Y) หรือไม่

ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ตัวแปรอิสระ (Independent variables) คือ ด้านต่างๆ ของผู้ตอบ หรือกรณีซึ่งผู้วิจัย คาดหวังจะกระทบต่อการวัดผลลัพธ์ออกมา (Output measure) ซึ่งคือตัวแปรตาม (Dependent variable) มักเป็นตัวแปร “การจัดกลุ่ม” (“Grouping” variable) ในการแบ่งคน ซึ่งได้แก่ ผู้ตอบ หรือกรณีออกเป็นกลุ่มแยกกัน (Separate group) การแบ่งนี้อาจมีการอาศัยเงื่อนไขการทดลอง หรืออาจเป็นคุณลักษณะบางอย่างของผู้มีส่วนร่วม เช่น กลุ่มอายุ เพศ และสถานะทางเศรษฐกิจ เป็นต้น เมื่อตัวแปรอิสระเกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม ตัวแปรนั้นถูกเรียกว่า เป็นตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Between-subject variable) อีกทางเลือกหนึ่ง ตัวแปรอิสระอาจเป็น จำนวนเงื่อนไขการทดลอง ซึ่งผู้มีส่วนร่วมทั้งหมดมีส่วนร่วมในทุกเงื่อนไข ถ้าเป็นกรณีนี้ ตัวแปรจึง เรียกว่าเป็นปัจจัยภายในกลุ่ม (Within-subject factor) และการออกแบบการวัดซ้ำกำลังถูกนำมาใช้ การออกแบบผสมคือเมื่ออย่างน้อยที่สุดสองตัวแปรอิสระ และหนึ่งตัวเป็นตัวแปรระหว่างกลุ่ม ส่วนอีกตัวเป็นตัวแปรภายในกลุ่ม

ตัวแปรตามนั้นตามปกติเป็นตัวแปรต่อเนื่อง เช่น การวัดการปฏิบัติงานเกี่ยวกับ การกิจ การทดลอง หรือคะแนนในแบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยเสนอ มีผลกระทบโดยตัวแปรอิสระ ในการวิจัย บางชนิด ตัวแปรตามเป็นแบบประเภท (Categorical) ซึ่งหมายความว่า ผู้มีส่วนร่วมถูกแบ่งออกเป็นประเภท เช่น อยู่รอดและไม่อยู่รอด หรือดื่มและไม่ดื่ม การวิจัยอาจเกี่ยวข้องกับการหาตัว ใดทำนายการเป็นสมาชิกประเภทนั้น และต่อจากนั้นการวิเคราะห์โลจิสติกอาจมีการนำมาใช้ วิเคราะห์ข้อมูล

ในที่นี้ต้องไม่สับสนตัวแปรกับระดับของตัวแปร ตัวแปรอิสระเป็นการจัดกระทำทดลอง หรือมิติซึ่งผู้มีส่วนร่วมถูกจัดประเภท ตัวอย่างเช่น สมมติว่าผู้วิจัยกำลังทดสอบความสามารถ ของเด็กชายและเด็กหญิงในการทำเลขคิดในใจ เมื่อมีการรบกวนโดยจากเสียง ซึ่งอาจเป็นดัง (Loud) ค่อย (Quiet) และเงียบ (Absent) ผู้วิจัยคงจะออกแบบการทดลอง เพื่อว่าผู้มีส่วนร่วมของผู้วิจัยทำการคิดเลขคิดในใจกับเสียงดัง กับเสียงค่อย หรือกับเสียงเงียบ คงจะมีตัวแปรอิสระอยู่ สองตัว คือ เพศของผู้มีส่วนร่วม (ชายหรือหญิง) และเงื่อนไขเสียง (ดัง ค่อย เงียบ) ตัวแปรอิสระ แรกมีสองระดับ (ชายหรือหญิง) และตัวแปรอิสระที่สองมีสามระดับ ดังนั้น จึงเป็นการทดลอง

แบบ 2×3 (หรือ 3×2 เนื่องจากไม่เป็นไรในลำดับ ซึ่งตัวเลขในที่นี้จะถูกนำเสนอ) พจน์ 2×3 มีสองตัวเลข ซึ่งแสดงว่ามีสองตัวแปรอิสระ ตัวเลขจริง 2 และ 3 แสดงว่าตัวหนึ่งของตัวแปรมีสองระดับ และอีกตัวหนึ่งมีสามระดับ

ชนิดของข้อมูล

โดยสาระสำคัญมีสองชนิดของข้อมูล คือ ความถี่ และตัวเลข ขึ้นอยู่กับมาตราส่วนการวัดที่ใช้ ชนิดหนึ่งของมาตราส่วนการวัดคือ แบบประเภท (Categorical) หรือนามบัญญัติ (Nominal) ซึ่งกรณีถูกจัดสรรให้แก่ประเภททั้งหลาย เช่น “ชาย” และ “หญิง” หรือ “ฟื้นไข้ภายใน 2 เดือน” “ฟื้นไข้ภายใน 6 เดือน” และ “ไม่ฟื้นไข้” วิธีนี้ จะให้ข้อมูลความถี่ (Frequency data) ซึ่งจะได้รับเมื่อผู้วิจัยนับจำนวนกรณีหรือคนในแต่ละประเภท อีกแบบหนึ่งของมาตราส่วนการวัดคือ เชิงปริมาณ (Quantitative) หรือตัวเลข (Numerical) คือ ที่นี้ผู้วิจัยไม่วัดว่ามีกี่คนหรือกี่กรณี ตกอยู่ในแต่ละประเภท แต่จะวัดว่าผู้มีส่วนร่วมปฏิบัติมากหรือดีมาน้อยเพียงใด โดยการกำหนดค่าตัวเลขแก่การปฏิบัติของผู้มีส่วนร่วม ตัวอย่างเช่น โดยการบันทึกเวลาที่ใช้ในการทำภารกิจ หรือจำนวนคำถามที่ตอบ

ในมาตราส่วนนามบัญญัติ (Nominal) ตัวเลขทำหน้าที่เป็นเพียงเรียกชื่อ และขนาดของตัวเลขไม่ได้สะท้อนขนาดหรือลำดับของสิ่งของนั้น หมายเลขโทรศัพท์เป็นมาตราส่วนนามบัญญัติ เนื่องจากขนาดของตัวเลขไม่ได้สะท้อนอะไรเกี่ยวกับขนาด หรือลำดับของคนซึ่งมีตัวเลขเหล่านั้น ในทำนองเดียวกัน ในตัวอย่างของการปฏิบัติงานภายใต้เงื่อนไขของฉากเสียงที่ได้อธิบายก่อนหน้านี้ ผู้วิจัยอาจจะกำหนดให้เงื่อนไขเสียงดังเป็นเงื่อนไข 1 เงื่อนไขเสียงค่อยเป็นเงื่อนไข 2 และเงื่อนไขเสียงเงียบเป็นเงื่อนไข 3 ที่นี้ตัวเลขกำลังทำหน้าที่เป็นเพียงการเรียกชื่อสะดวกสำหรับแต่ละเงื่อนไขหรือประเภทเท่านั้น และขนาดของตัวเลขไม่มีความหมายอะไร เมื่อผู้วิจัยนับตัวเลขของกรณีแต่ละประเภท ผู้วิจัยจะได้ข้อมูลความถี่ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้วิธีการ เช่น “ไคสแควร์” การวิเคราะห์ล็อกเชิงเส้น หรือการถดถอยโลจิสติก เป็นต้น

ข้อมูลตัวเลข (Numerical data) สามารถวัดเป็นมาตราส่วนสัดส่วน (Ratio scale) มาตราส่วนช่วง (Interval scale) หรือมาตราส่วนลำดับ (Ordinal scale) ในมาตราส่วนสัดส่วน (Rating scale) มีค่าศูนย์จริง และตัวเลขซึ่งมีขนาดใหญ่เป็นสองเท่าของอีกตัวหนึ่ง สะท้อนให้เห็นข้อเท็จจริงว่า คุณลักษณะที่กำลังวัดใหญ่เป็นสองเท่า มาตราส่วนสัดส่วนหาไม่ค่อยพบในสาขาสังคมศาสตร์ ถ้าผู้วิจัยไม่ใช้การวัดของคุณลักษณะทางกายภาพบางอย่าง เช่น ความสูงหรือเวลา คือ คนที่สูงสองเมตร สูงเป็นสองเท่าของคนสูงหนึ่งเมตร คนที่ใช้เวลาทำภารกิจ 30 วินาที ใช้เวลาเป็นสองเท่าของคนทำภารกิจ 15 วินาที ในมาตราส่วนช่วง (Interval scale) ความแตกต่างระหว่างสองค่าที่จุดหนึ่งในมาตราส่วนเหมือนกันกับความแตกต่างระหว่างสองค่าที่มีระยะทาง

เท่ากันที่อีกจุดหนึ่ง ในมาตราส่วน คือ ตัวอย่างที่อ้างถึงทั่วไปคือ มาตราส่วนพาร์เรนไฮต์ซึ่งความแตกต่างระหว่าง 15 องศา กับ 10 องศา มีไม่กีกรณีของมาตราส่วนช่วงในสาขาสังคมศาสตร์ (เช่น ไอคิวไม่ใช่มาตราส่วนช่วง เพราะความแตกต่างระหว่างไอคิว 100 กับ 105 ไม่เหมือนกันกับความแตกต่างระหว่างไอคิว 70 กับ 75) แม้ว่าหลายตัวอย่างของข้อมูล ซึ่งมีการกระทำเหมือนกับว่าเป็นมาตราส่วนช่วง ในมาตราส่วนลำดับ (Ordinal scale) หรือมาตราส่วนลำดับที่ ขนาดของตัวเลขสะท้อนลำดับของสิ่งของ เช่น ในการแข่งขันกีฬาที่ซึ่งที่หนึ่งมาก่อนที่สอง และที่สองมาก่อนที่สาม แต่สารสนเทศนี้ไม่ได้บอกอะไรแก่ผู้วิจัยทราบเกี่ยวกับช่วงระหว่างจุดมาตราส่วน คือ ที่หนึ่งอาจอยู่หน้าที่สองนิดเดียว ซึ่งมีที่สามกำลังย้ายตามหลังอยู่ไกลลิบ ในทางปฏิบัติข้อแตกต่างระหว่างมาตราส่วนสัดส่วนกับมาตราส่วนช่วง ถูกมองข้ามอย่างกว้างขวาง แต่ข้อมูลลำดับ หรือลำดับที่มีการจัดกระทำแตกต่างกันโดยใช้กระบวนการตัวแปรวัดไม่ได้

การวิเคราะห์ตัวแปรวัดไม่ได้และตัวแปรวัดได้

มีสองกลุ่มของกลวิธีทางสถิติ คือ วัดได้กับวัดไม่ได้ (Parametric and non-parametric) กลวิธีตัวแปรวัดไม่ได้ (Non-parametric techniques) มีการพิจารณาว่า ปราศจากการแจกแจงซึ่งหมายความว่าไม่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานใดๆ เกี่ยวกับการแจกแจงประชากร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการวัดตัวแปรตามได้มา (ตัวอย่างเช่น ไม่ต้องมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ) กลวิธีตัวแปรวัดไม่ได้มีการนำมาใช้กับข้อมูลความถี่ และเมื่อตัวแปรตามมีการวัดเป็นมาตราส่วนลำดับ หรือลำดับที่ (Rank) ถ้าตัวแปรตามมีการวัดในมาตราส่วนช่วง แต่ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่อธิบายไว้ข้างล่างนี้ สามารถแปลเป็นข้อมูลลำดับ (Ordinal data) และต่อจากนั้นสามารถใช้กลวิธีตัวแปรวัดไม่ได้

การทดสอบตัวแปรวัดได้ มีการพิจารณาโดยทั่วไปว่ามีอิทธิพลมากกว่า ให้ความยืดหยุ่นมากกว่าในการวิเคราะห์ และตอบคำถามวิจัยได้มากกว่า กลวิธีทางสถิติส่วนใหญ่ที่สรุปไว้ในหนังสือเล่มนี้ ต้องการให้การวัดตัวแปรตามสอดคล้องกับคุณสมบัติสำหรับเป็นข้อมูลตัวแปรวัดได้ดังนี้

1. ตัวแปรตามมีการวัดเป็นมาตราส่วนช่วงหรือมาตราส่วนสัดส่วน
2. คะแนนในตัวแปรตามเกือบจะเป็นการแจกแจงโค้งปกติ หรือได้มาจากประชากรที่ซึ่งตัวแปรตามสามารถถือได้ว่าเป็นการแจกแจงโค้งปกติ
3. คะแนนในตัวแปรตามแสดงความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของผู้มีส่วนร่วม

ตามข้อ 1 เมื่อพูดให้ชัดลงไปอีก การวิเคราะห์ตัวแปรวัดได้ควรกระทำกับข้อมูลช่วงต่อเนื่อง หรือข้อมูลสัดส่วนเท่านั้น แต่ในทางปฏิบัติหลายชนิดของข้อมูลถือได้ว่าเป็นช่วง แม้แต่ถ้าไคร

สักคนโต้แย้งอย่างมีเหตุผลว่ามันไม่ใช่ ตัวอย่างหนึ่งคือ มาตราส่วนลิเคิร์ท เคยนำไปใช้วัดเจตคติ นี่เป็นที่ซึ่งผู้มีส่วนร่วมมีการนำมาเสนอให้อ่านข้อความ เช่น “การลงทะเบียนอาหารชีวจิตยอมรับได้ ทางศีลธรรม” และให้แสดงคำตอบโดยชี้ให้เห็นว่าตนเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยกับมัน โดยใช้ มาตราส่วน 5-7 จุด ซึ่งปลายหนึ่งของมาตราส่วน แสดงว่า “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และอีกปลาย หนึ่งแสดงว่า “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ข้อมูลเป็นลำดับ (ลำดับที่) จำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์แบบ ตัวแปรวัดไม่ได้

ตามข้อ 2 การวิเคราะห์สถิติแบบตัวแปรวัดได้ อาศัยสมมติฐานว่า คะแนนมาจากการ แจกแจงโค้งปกติ ซึ่งหมายความว่า ถ้าผู้วิจัยได้คะแนนจากประชากรแล้วย่อมถือว่าเป็นการ แจกแจงโค้งปกติ จริงๆ แล้วผู้วิจัยไม่ทราบการแจกแจงของประชากร เพียงแต่เป็นการแจกแจง ในกลุ่มตัวอย่างที่ตนมี ดังนั้น จึงจำเป็นต้องตรวจสอบดูว่า คะแนนเหล่านี้ประเมินเป็นการแจกแจง ปกติได้หรือไม่ วิธีนี้ทำได้โดยการเขียนจุดเส้นกราฟการแจกแจงและตรวจสอบว่าเป็นโค้งปกติ มากน้อยเพียงใด รูปทรงของการแจกแจงสามารถประเมินในแง่ของความเบ้และความโด่ง ซึ่ง สะท้อนให้เห็นตำแหน่งของยอดโค้งว่าอยู่ตรงกลางหรือไม่ ส่วนความโด่งสะท้อนให้เห็นหางของ ส่วนโค้ง (ส่วนโค้งแบนเกินไปหรือไม่) ชุดสถิติอาจให้ดัชนีของความเบ้และความโด่ง ค่าควรจะ ออกมาเป็นศูนย์

ตามข้อ 3 ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนคือ สมมติฐานว่าปริมาณของความ แปรปรวนเหมือนกัน ในชุดต่างๆ ของคะแนนของผู้มีส่วนร่วม ซึ่งอาจประเมิน ได้โดยใช้การทดสอบ ของเลฟวิน สำหรับความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน ซึ่งจะให้การทดสอบค่าที (t-test) ออกมา ถ้าค่าที่มีนัยสำคัญ กลุ่มมีความแตกต่างกันในความแปรปรวน นั่นคือ มีความเป็นเอกพันธ์ของ ความแปรปรวน ถ้าผู้วิจัยกำลังเปรียบเทียบกลุ่มที่มีขนาดเท่ากัน ความเป็นเอกพันธ์ของความ แปรปรวนไม่สำคัญ แต่สำหรับกลุ่มที่มีขนาดไม่เท่ากัน จำเป็นต้องทดสอบหาค่านี้ การหาค่านี้ ทำได้หลายวิธี รวมทั้งการแปลค่าคะแนนโดยใช้ระดับความมีนัยสำคัญที่แม่นยำมากขึ้น (อาจเป็น ที่ระดับ .01 แทนที่จะเป็น .05) ใช้วิธีการแบบตัวแปรวัดไม่ได้ (Non-parametric procedures)

ความมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบความน่าจะเป็นอยู่ที่ศูนย์กลางของการวิเคราะห์ทางสถิติ และโดยสภาวะ สำคัญให้ความสนใจเกี่ยวกับการตัดสินใจว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด ว่าผลลัพธ์สังเกต คงเป็นไปได้เนื่องมาจากโอกาส หรือการแปรปรวนความคลาดเคลื่อนในคะแนน เพื่อให้การ อธิบายเป็นเรื่องง่าย จึงจะใช้กรณีการทดสอบเพื่อดูว่ามีความแตกต่างระหว่างผู้ตอบสอง กลุ่มหรือไม่ สมมติผู้วิจัยวัดปริมาณความสนใจที่คนมีต่อภาพพจน์ทางกายภาพของตน โดยใช้ แบบสอบถาม ซึ่งถ้าได้คะแนนสูง แสดงว่า มีความสนใจระดับสูง และใช้ทดสอบนี้กับกลุ่มผู้หญิง

และกลุ่มผู้ชาย สมมติฐานศูนย์ กล่าวว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนสองกลุ่ม สมมติฐานการวิจัย (ทางเลือก) กล่าวว่า มีความแตกต่างกันระหว่างคะแนนของสองกลุ่ม สมมติฐานการวิจัยอาจทำนายทิศทางของผลลัพธ์ออกมา (เช่น ผู้หญิงอาจมีคะแนนสูงกว่าผู้ชาย) ในกรณีใดก็ตาม นั่นเป็นสมมติฐานที่มีทิศทางหรือทางเดียว หรือสมมติฐานเพียงแต่ทำนายความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มเท่านั้น โดยไม่กำหนดทิศทางซึ่งความแตกต่างจะใช้ (เช่น ผู้หญิงและผู้ชาย จะให้คะแนนแตกต่างกัน) ไม่ว่าจะเป็นอย่างใดก็ตาม ย่อมหมายถึงว่าเป็นสมมติฐานไม่มีทิศทางหรือเป็นสมมติฐานสองทาง

ในตัวอย่างนี้ ผู้วิจัยต้องการทราบว่า จะเป็นไปได้หรือไม่ว่าความแตกต่างในคะแนนเฉลี่ยของผู้ชายกับผู้หญิงเป็นผลลัพธ์ของการแปรปรวนโอกาสในคะแนนหรือไม่ ผู้วิจัยอาจจำเรื่องนี้ได้ว่าเป็นสถานการณ์ที่ต้องหันไปพิจารณาทดสอบค่าที่ และอาจจำได้ว่าในการทดสอบค่าที่ ผู้วิจัยคำนวณความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองกลุ่ม และแสดงความแตกต่างนี้เป็นสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ซึ่งคำนวณได้จากความแปรปรวนในคะแนน ถ้าสัดส่วนนี้ใหญ่กว่าปริมาณที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้วิจัยหาได้จากตารางค่าที่ ผู้วิจัยย่อมสรุปได้ว่า ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยไม่น่าจะเกิดขึ้นได้จากความแปรปรวนโอกาสในข้อมูล และว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ย

เป็นที่ตกลงในการยอมรับกันว่า คำว่า “ไม่น่าจะ” (“Unlikely”) หมายความว่า ความน่าจะเป็น 5% (.05) หรือน้อยกว่านั้น ดังนั้น ถ้าความเป็นไปได้ของความแตกต่างเกิดขึ้นโดยโอกาสเป็น .05 หรือน้อยกว่า ผู้วิจัยสรุปว่าย่อมไม่เกิดขึ้นโดยโอกาส มีโอกาสซึ่งผู้วิจัยใช้ความเป็นไปได้ หรือระดับความมีนัยสำคัญแม่นยำกว่านั้น และจะยอมรับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ถ้าความเป็นไปได้ของความมีนัยสำคัญเกิดขึ้นโดยบังเอิญเป็น 1% (.01) หรือน้อยกว่า เป็นการหายากมากขึ้นอย่างมากที่ผู้วิจัยจะยอมรับระดับความเป็นไปได้ที่แม่นยำน้อยลง เช่น 10% (.10)

ในการพิจารณาระดับความมีนัยสำคัญที่ผู้วิจัยกำลังจะใช้ มีความคลาดเคลื่อนอยู่สองประเภทที่จำเป็นต้องจดจำไว้ในใจ ความคลาดเคลื่อนชนิด 1 (Type I error) เกิดขึ้นเมื่อผู้วิจัยยอมรับสมมติฐานการวิจัยและปฏิเสธสมมติฐานศูนย์อย่างไม่ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนชนิดสอง (Type II error) เกิดขึ้นเมื่อผู้วิจัยยอมรับสมมติฐานศูนย์ และปฏิเสธสมมติฐานการวิจัยอย่างไม่ถูกต้อง เมื่อผู้วิจัยใช้ระดับความมีนัยสำคัญ 5% (.05) ผู้วิจัยมีโอกาส 5% ของการทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนชนิดหนึ่ง (Type I error) ผู้วิจัยลดค่านีกลงได้โดยใช้ระดับที่แม่นยำกว่านั้น เช่น เป็น 1% (.01) แต่วิธีนี้เพิ่มความเป็นไปได้ของการทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนชนิดสอง

เมื่อจำนวนการทดสอบความมีนัยสำคัญมีการนำมาใช้กับชุดของข้อมูล โดยทั่วไปแล้ว จำเป็นต้องใช้วิธีการปรับแก้ (Correcting) สำหรับการทดสอบหลายครั้ง (ถ้าผู้วิจัยทำการทดสอบค่าที่ร้อยละ 5% ของการทดสอบ มีการคาดหวังว่าจะออกมา “มีนัยสำคัญ” โดยโอกาสเท่านั้น

ดังนั้น การทดสอบความมีนัยสำคัญหลายครั้ง สามารถนำไปสู่การยอมรับผลออกมาว่ามีนัยสำคัญ เมื่อไม่มีความมีนัยสำคัญ (ความคลาดเคลื่อนชนิดหนึ่ง) ในการป้องกันการเกิดของความคลาดเคลื่อนชนิดหนึ่ง ผู้วิจัยบางคนเพียงแต่ตั้งระดับความมีนัยสำคัญที่ต้องการไปถึงที่ระดับ 1% แต่วิธีนี้ดูค่อนข้างขาดเหตุผล การปรับแก้ที่แม่นยำมากขึ้นสำหรับการทดสอบหลายครั้ง คือ การปรับแก้บนเฟอร์โรนี (Bonferroni Correction) ซึ่งระดับความเป็นไปได้ที่ .05 มีการหารด้วยจำนวนครั้งของการทดสอบเดิมที่กำลังใช้ในชุดข้อมูล ตัวอย่างเช่น ถ้าการทดสอบค่าที่สี่ครั้งกำลังมีการคำนวณในชุดข้อมูลเดียวกันแล้วละก็ ค่า .05 คงมีการหารด้วยตัว 4 ซึ่งคงได้ระดับความน่าจะเป็นที่ .0125 ซึ่งคงจะทำให้ได้ความมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทบทวนการวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ซึ่งเหมือนการทดสอบค่าที (t-test) หลายครั้งนั่นเอง ทดสอบค่าเฉลี่ยต่างๆ ของกลุ่ม อย่างไรก็ตาม การทดสอบความแปรปรวนนี้มีความยืดหยุ่นกว่าการทดสอบค่าที เนื่องจากผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์มากกว่าสองกลุ่มในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายครั้งยังสามารถพิจารณาอิทธิพลของมากกว่าหนึ่งตัวแปรอิสระ และเปิดเผยว่าอิทธิพลของหนึ่งในนั้นได้รับอิทธิพลโดยตัวอื่นหรือไม่ คือ มีปฏิสัมพันธ์ กันหรือไม่

ความแปรปรวนสรุประดับคะแนนแต่ละตัวซึ่งแตกต่างจากค่าเฉลี่ย และเป็นความหมายตามชื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวน พิจารณาปริมาณความแปรปรวนในชุดข้อมูล ความแปรปรวนโดยศักยภาพเกิดขึ้นจากสามแหล่ง คือ ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความคลาดเคลื่อน และอิทธิพลของตัวแปรอิสระ แหล่งของความแปรปรวนในชุดข้อมูลมีการแสดงออกในรูปค่าผลรวมกำลังสองในการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มของความแปรปรวน ค่าผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม แสดงปริมาณความแปรปรวนซึ่งเกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ โดยมีการตัดค่าคาดคะเนความคลาดเคลื่อนออกไป ส่วนผลรวมกำลังสองมีการหารด้วยชั้นความเป็นอิสระที่สอดคล้องกัน ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยกำลังสองระหว่างกลุ่ม และค่าเฉลี่ยกำลังสองภายในกลุ่ม สัดส่วนระหว่างสองตัวเลขเหล่านี้ ทำให้ได้ค่าเอฟ (F) ซึ่งค่าเอฟ นี้ยิ่งห่างจากหนึ่งไปไกลเท่าใด ความเป็นไปได้ที่ความแตกต่างระหว่างกลุ่มเกิดขึ้นโดยโอกาสยิ่งต่ำลงเท่านั้น และระดับความมีนัยสำคัญของอิทธิพลของตัวแปรอิสระยิ่งสูงขึ้นมากเท่านั้น

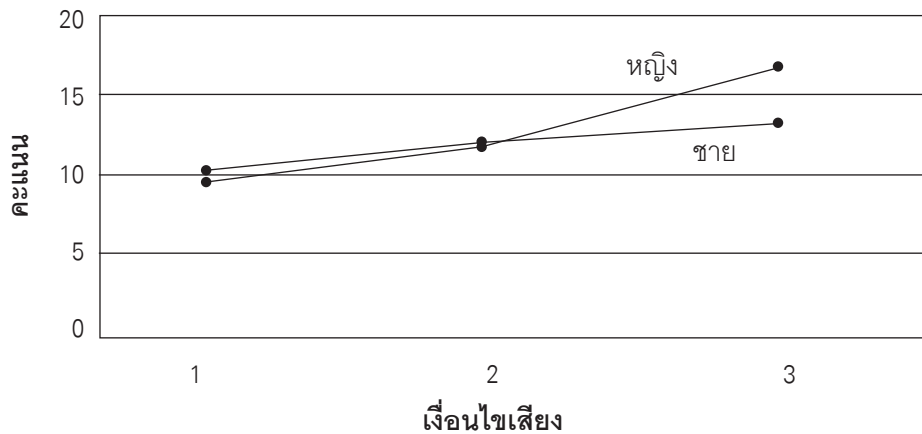
ตาราง 1.1 ข้อมูลเชิงสมมติจากการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเสียงรบกวนในการทำเลขวัดในใจของชายและหญิง

เสียง	เพศของผู้มีส่วนร่วม	
	ชาย	หญิง
ดัง	9.46	10.34
ค่อย	12.32	12.11
เงียบ	12.82	17.23

การวัดการวิเคราะห์ความแปรปรวนซ้ำเกิดขึ้นเมื่อผู้มีส่วนร่วมทำชุดภารกิจเดิมภายใต้เงื่อนไขต่างกัน หรือในการศึกษาระยะยาวที่ซึ่งภารกิจเดิมมีการทำโดยผู้มีส่วนร่วมเดิมในมากกว่าหนึ่งโอกาส มีคุณสมบัติเพิ่มเติมที่ต้องได้พบเพื่อที่จะประกันว่าผลลัพธ์จากการวัดความแปรปรวนซ้ำมีความเชื่อมั่น หนึ่งในคุณสมบัติเหล่านี้คือ ความเป็นวงกลม (Sphericity) และการทดสอบสำหรับความเป็นวงกลมให้ได้ผลลัพธ์ออกมาจากชุดสถิติจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ถ้าการทดสอบมีนัยสำคัญ ความเป็นวงกลมเป็นปัญหาภายในข้อมูล ความเป็นวงกลมเกี่ยวข้องกัน ความเหมือนกันของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระในการออกแบบการวัดซ้ำ ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองเปลี่ยนแปลงจากการทำการวัดซ้ำของตัวแปรตาม สมมติฐานของความเป็นทรงกลมมีการละเมิด และถ้าเป็นเช่นนี้จะทำให้เพิ่มโอกาสความคลาดเคลื่อนชนิดหนึ่งเกิดขึ้น เมื่อแก้ไขการละเมิดของสมมติฐานนี้ สามารถตั้งค่าความมีนัยสำคัญให้เข้มงวดมากขึ้น หรือผู้วิจัยสามารถทำการปรับแก้ เช่น สูตรกรีนเฮาส์-กีสเซอร์ เวียนท์-เฟลด์ท์ และเอพซิลอน ซีดจำกัดล่างซึ่งปรับระดับความเป็นอิสระ (ชุดสถิติจะพิมพ์ค่าระดับความเป็นอิสระปรับแก้เหล่านี้)

อิทธิพลหลักปฏิสัมพันธ์อิทธิพลธรรมชาติ

การทดลองเชิงสมมติฐานเกี่ยวกับเด็กชายและเด็กหญิงทำเลขคิดในใจมีฉากเสียงดัง ค่อย และเงียบ จะให้ค่าเฉลี่ย 6 ตัว ดังแสดงให้เห็นภาพในตาราง 1.1 ซึ่งตัวเลขแทนจำนวน โจทย์เลขคิดในใจและเพื่อทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ช่วยให้ผู้วิจัยอธิบายบางแนวคิด ผู้วิจัยคงหวังที่จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเช่นนี้



ภาพประกอบ 1.1 กราฟของข้อมูล (เชิงสมมติฐาน) จากตาราง 1.1 แสดงปฏิสัมพันธ์

เมื่อใช้รูปแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวน คำศัพท์ที่ใช้ เช่น อิทธิพลหลัก ปฏิสัมพันธ์ และอิทธิพลธรรมชาติจะต้องพบเห็น ดังนั้นจึงควรเตือนความจำของผู้วิจัยว่า คำศัพท์เหล่านี้หมายถึงอะไร (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แนวคิดของปฏิสัมพันธ์ดูเหมือนจะทำให้ให้นักศึกษาจำนวนมากมีงง)

อิทธิพลหลัก มีนัยสำคัญแสดงว่าหนึ่งตัวแปรอิสระ มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ในตัวอย่างนี้อิทธิพลหลักมีนัยสำคัญของเสียงคงให้มั่นใจได้ว่ามีความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยรวมสำหรับเงื่อนไขเสียงทั้งสาม คือ ดัง ค่อย และเงียบ อย่างไรก็ตาม ย่อมไม่ได้ทำให้มั่นใจได้ว่า กลุ่มตัวแปร อิสระใดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เงื่อนไขเสียงดังแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากเงื่อนไขเสียงค่อยหรือไม่ มันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากเสียงเงียบหรือไม่ เงื่อนไขเสียงค่อยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากเงื่อนไขเสียงเงียบหรือไม่ คำถามเหล่านี้ได้รับคำตอบโดยการทดสอบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉพาะของค่าเฉลี่ยของกลุ่มโดยใช้การทดสอบก่อน หรือการทดสอบหลัง (Priori or post hoc tests)

การใช้การทดสอบก่อนหลังหรือ ขึ้นอยู่กับว่าผู้วิจัยตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบไว้แล้วหรือยัง ถ้าผู้วิจัยกล่าวไว้อย่างชัดแจ้งแล้วล่วงหน้า ของการเปรียบเทียบระหว่างแต่ละคู่ของค่าเฉลี่ย ซึ่งตนตั้งใจทำ ถ้าเป็นเช่นนั้นผู้วิจัยมีสิทธิใช้การทดสอบก่อน เช่น การทดสอบค่าที แต่ถ้าผู้วิจัยดูที่ข้อมูลแล้ว และต่อมาจึงตัดสินใจว่าดูน่าจะเป็นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวหนึ่งกับตัวอื่น ผู้วิจัยต้องใช้การทดสอบภายหลัง (Post hoc test) เช่น วิธีการของนิวแมน-คูลส์ ตูกี๋ หรือเซฟเฟ เป็นต้น