แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

หัวข้อเนื้อหา

1. สถิติในชีวิตประจำวัน
2. ความหมายของสถิติ
3. ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. ประเภทของข้อมูล
6. การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายและความสำคัญของสถิติ ประเภทข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และความถูกต้องของข้อมูลได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างเหมาะสมได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน

1.1 บรรยาย

1.2 ฝึกปฏิบัติในใบกิจกรรม และกรณีศึกษา

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 ร่วมอภิปรายความเหมาะสมของการเลือกตัวอย่างแบบต่าง ๆ

2.2 ฝึกการเลือกตัวอย่างแบบต่าง ๆ โดยใช้ใบกิจกรรมเลือกตัวอย่าง

2.3 กำหนดหัวข้อกรณีศึกษา ประชากร ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง วิธีการเลือกตัวอย่าง และเก็บรวบรวมข้อมูล

สื่อการเรียนการสอน

1. โปรแกรมนำเสนอเรื่องบทนำ
2. หลอดกาแฟ
3. ใบกิจกรรมการเลือกตัวอย่าง
4. กรณีศึกษาตัวอย่าง

การวัดผลและการประเมินผล

1. ความตรงต่อเวลา และความตั้งใจในระหว่างเรียน
2. ความตรงต่อเวลาในการส่งงานหรือแบบฝึกหัด
3. สอบย่อยก่อน หรือหลังเรียน

บทที่ 1
บทนำ

ในโลกปัจจุบันนี้ทุกคนคงไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าสถิติเป็นเครื่องมือที่เข้ามามีบทบาทต่อการตัดสินใจ และการวางแผนในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น ด้านเศรษฐกิจ การเกษตร อุตสาหกรรม การพัฒนาประเทศชาติ ธุรกิจ หรือแม้แต่ในชีวิตประจำวัน ดังจะเห็นได้จากข้อมูลข่าวสารทางสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร โทรทัศน์ บทความวิชาการ งานวิจัยต่าง ๆ จะมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขแสดงข้อเท็จจริง หรือผลจากการสำรวจมากมาย เช่น สถิติปริมาณน้ำฝนสูงสุด สถิติการเคลื่อนไหวของราคาหุ้น ร้อยละของนักเรียนหญิงที่มีเพศสัมพันธ์ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษา เป็นต้น จากตัวอย่างที่กล่าวมานั้นจะเห็นว่าเมื่อเรานึกถึงสถิติโดยทั่วไปมักนึกถึงตัวเลขในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งที่จริงแล้วคำว่าสถิติมีความหมายที่กว้างกว่าตัวเลขในรูปแบบต่าง ๆ หากเรานึกย้อนกลับไปถึงสถิติที่ใช้ในชีวิตประจำวันเราจะเข้าใจความหมายของสถิติได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สถิติในชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวันของเรานั้นเกี่ยวข้องกับสถิติในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ลักษณะแรก สถิติเป็นตัวเลขที่แสดงข้อเท็จจริงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ร้อยละ ค่าเฉลี่ย หรือตารางตัวเลขที่ปรากฏอยู่ตามวารสาร หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ โรงเรียน โรงพยาบาล หรือหน่วยงานต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าเราสนใจและให้ความสำคัญกับตัวเลขทางสถิติเหล่านี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการตัดสินใจและวางแผนในเรื่องต่าง ๆ เช่นรายงานเกี่ยวกับอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวันของประเทศต่าง ๆ เป็นประโยชน์ต่อการเตรียมเครื่องแต่งกายให้เหมาะสมกับอุณหภูมิในการเดินทางไปต่างประเทศ รายการโฆษณาขายสินค้ามีประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า รายงานผู้กระทำผิดประเภทต่าง ๆ มีประโยชน์ในการเพิ่มความระมัดระวังตัวในการเดินทาง หรือรายงานการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้มีประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการทำธุรกิจ เป็นต้น

ลักษณะที่สอง สถิติเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย ซึ่งจะทำให้การดำเนินงานวิจัยและผลของงานวิจัยนั้นน่าเชื่อถือมากขึ้น ในที่นี้จะเน้นสถิติในชีวิตประจำวันลักษณะที่สอง

ด้วยเหตุนี้เราจะทำความเข้าใจกับคำว่างานวิจัย และสถิติเกี่ยวข้องกับงานวิจัยอย่างไร

งานวิจัย (research) เป็นวิธีการค้นหาความจริง พัฒนาความรู้ หรือทบทวนทฤษฎีที่สนใจ โดยมีวิธีการที่เป็นระบบ และเชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งอาจได้

ข้อสรุปและข้อเท็จจริงที่แตกต่างกันเมื่อสภาพการณ์แตกต่างกัน ดังนั้นวิธีการวิจัยจึงประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. กำหนดปัญหาการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2. กำหนดวัตถุประสงค์ และสมมติฐานการวิจัย

ขั้นตอนที่ 3. เก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4. วิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5. สรุปผลการวิจัย

เพื่อให้เข้าใจและเห็นว่าสถิติเป็นส่วนใดของงานวิจัย ให้พิจารณาจากตัวอย่างงานวิจัยในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

ตัวอย่าง 1.1 การวิจัยทางการศึกษา เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

ปัญหา เนื่องจากในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์บางเรื่องนั้นสามารถอธิบายให้เข้าใจได้ยาก เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชานามธรรม โดยเฉพาะเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน เมื่อเป็นเช่นนี้นักเรียนที่เรียนเรื่องนี้โดยส่วนใหญ่จะได้คะแนนค่อนข้างน้อย อาจารย์ผู้สอนจึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาว่าหากสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน และนำมาใช้ในการเรียนการสอนจะสามารถทำให้นักเรียนได้คะแนนเรื่องนี้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ

สมมติฐาน คะแนนการสอบเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการทดลองโดยแบ่งนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนกันออกเป็น 2 กลุ่ม และทดลองสอนเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มที่ 1 และสอนด้วยวิธีปกติกับกลุ่มที่ 2 โดยใช้อาจารย์ผู้สอนคนเดียวกัน จากนั้นทำการสอบ ข้อมูลที่ได้คือ คะแนนสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล นำคะแนนสอบที่ได้หาค่าสถิติเบื้องต้น เช่น คะแนนสอบเฉลี่ย ความแปรปรวนของคะแนนสอบ และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สรุปผลการวิจัย คะแนนการสอบเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตัวอย่าง 1.2 การวิจัยทางธุรกิจ เรื่องความพึงพอใจและความต้องการในการใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญของร้านปฐมทองซักรีด

ปัญหา เนื่องจากในปัจจุบันมีเครื่องซักผ้าหยดเหรียญให้บริการเป็นจำนวนมาก ทำให้รายได้ของร้านปฐมทองซักรีดลดลงไม่เพียงพอต่อรายจ่าย และทางร้านไม่สามารถลดรายจ่ายลงได้อีกแล้ว ทางร้านจึงต้องการแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงการให้บริการของร้านโดยเริ่มจากการหาแนวทางในการปรับปรุงการให้บริการของร้านให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

วัตถุประสงค์ ศึกษาความพึงพอใจและความต้องการในการให้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญของร้านปฐมทองซักรีดเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการให้บริการ

สมมติฐาน -

การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการสำรวจโดยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจและความต้องการในการให้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญของร้านปฐมทองซักรีด เพื่อสอบถามลูกค้าที่เคยใช้บริการของร้านปฐมทองซักรีด

การวิเคราะห์ข้อมูล นำระดับความพึงพอใจในการให้บริการที่ได้หาค่าสถิติเบื้องต้น เช่น ร้อยละของความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ระดับความพึงพอใจเฉลี่ย ความแปรปรวนของระดับความพึงพอใจ และนำความต้องการในการให้บริการที่ได้หาค่าสัดส่วนความต้องการในการให้บริการด้านต่าง ๆ และประมาณค่าสัดส่วนความต้องการในการให้บริการด้านต่าง ๆ

สรุปผลการวิจัย ลูกค้ามีความพึงพอใจในการบริการของร้านปฐมทองซักรีดในระดับปานกลาง และต้องการให้ทางร้านล้างเครื่องซักผ้าให้สะอาดอยู่เสมอถึงร้อยละ 80 - 90

ตัวอย่าง 1.3 การวิจัยทางการเกษตร เรื่องการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของปุ๋ยฟอสฟอรัสระดับต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นเบญจมาศ

ปัญหา เนื่องจากต้องการศึกษาว่าการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้นเท่าใดจึงจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นเบญจมาศได้ดีที่สุด

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นเบญจมาศ

สมมติฐาน ความเข้มข้นของปุ๋ยฟอสฟอรัสระดับต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเบญจมาศ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการทดลองโดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับ แก่ต้นเบญจมาศที่มีขนาดเท่า ๆกัน ระดับละ 10 ต้น ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้ววัดการเจริญเติบโต ในที่นี้ข้อมูลคือ ความสูงของต้นเบญจมาศ

การวิเคราะห์ข้อมูล นำความสูงของต้นเบญจมาศที่ได้หาค่าสถิติเบื้องต้น เช่น ความสูงเฉลี่ย ความแปรปรวนของความสูง และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สรุปผลการวิจัย ต้นเบญจมาศที่ปลูกด้วยปุ๋ยฟอสฟอรัสความเข้มข้นของระดับต่าง ๆ มีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวอย่าง 1.4 การวิจัยทางด้านสาธารณสุข เรื่องการศึกษารูปแบบพฤติกรรมการบริโภคอาหารและภาวะโภชนาการของประชาชนในช่วงอายุ 25 – 45 ปี ในจังหวัดนครปฐม

ปัญหา เนื่องจากในปัจจุบันประชาชนในวัยต่าง ๆ มักประสบปัญหาโรคอ้วนซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาสุขภาพในโรคต่าง ๆ สาธารณสุขจังหวัดนครปฐมจึงต้องการศึกษารูปแบบพฤติกรรมในการบริโภคอาหารและภาวะโภชนาการของประชาชนในจังหวัดนครปฐมเพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันไม่ให้เกิดโรคอ้วนนี้

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษารูปแบบพฤติกรรมการบริโภคอาหารและภาวะโภชนาการของประชาชนในช่วงอายุ 25–45 ปี ในจังหวัดนครปฐม

สมมติฐาน รูปแบบพฤติกรรมการบริโภคอาหารมีผลต่อภาวะโภชนาการของประชาชนในช่วงอายุ 25–45 ปีในจังหวัดนครปฐม

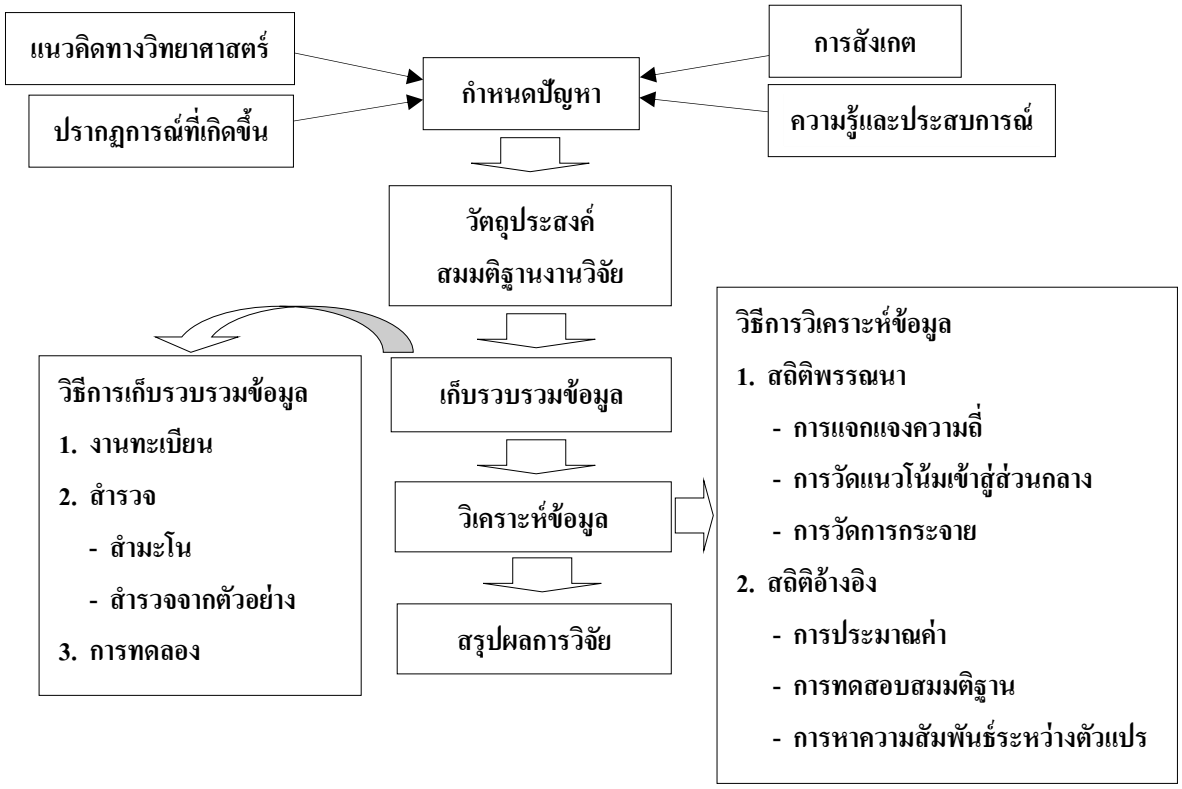
การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการสำรวจโดยสร้างแบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคอาหาร และน้ำหนัก แล้วสอบถามประชาชนในจังหวัดนครปฐมที่มีอายุในช่วง 25–45 ปี ข้อมูลที่ได้คือ พฤติกรรมการบริโภค และน้ำหนัก

การวิเคราะห์ข้อมูล นำพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ที่ได้หาค่าสถิติเบื้องต้น เช่น ร้อยละ เพื่อหารูปแบบพฤติกรรมการบริโภค น้ำหนักมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งภาวะโภชนาการเป็นกลุ่มผอม ปกติ และอ้วน และหาค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สรุปผลการวิจัย รูปแบบพฤติกรรมการบริโภคอาหารมีผลต่อภาวะโภชนาการของประชาชนในช่วงอายุ 25 – 45 ปีในจังหวัดนครปฐม

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าผลของงานวิจัยนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจ หรือวางแผน หรือเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

จากตัวอย่างข้างต้นสามารถสรุปเป็นแผนภาพขั้นตอนของการวิจัย ดังรูป 1.1



รูป 1.1 ขั้นตอนของการวิจัย

จะเห็นว่าสถิติในชีวิตประจำวันทั้งสองลักษณะนี้ค่อนข้างแตกต่างกัน ลักษณะแรกเป็นเพียงตัวเลขที่เราจะนำมาใช้ แต่ในลักษณะที่สองเป็นกระบวนการให้ได้มาซึ่งข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยเหตุนี้เราสามารถให้ความหมายของคำว่าสถิติได้ ดังนี้

ความหมายของสถิติ

สถิติ (statistics) มีความหมายสองประการ ดังนี้

ประการแรก หมายถึงข้อมูลหรือข้อเท็จจริงในเรื่องต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมมาซึ่งอาจเป็นตัวเลขหรือไม่ใช่ก็ได้ โดยทั่วไปมักเรียกว่าข้อมูลดิบ (raw data) เช่น ราคาขายส่งสินค้าเกษตร ปริมาณการผลิตสินค้า ยอดขายสินค้าแต่ละชนิด รายได้ของลูกค้า ความพึงพอใจของลูกค้าแต่ละคน ประเภทสินค้าที่ลูกค้าชื่นชอบ เป็นต้น

ประการที่สอง หมายถึงวิชาที่ประกอบด้วยกระบวนการในการจัดการข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล เรียกกระบวนการดังกล่าวว่าระเบียบวิธีทางสถิติ (method of statistics) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (gathering data)

ขั้นตอนที่ 2 การนำเสนอข้อมูล (presentation data)

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล (analyzing data)

ขั้นตอนที่ 4 สรุปและแปลความหมาย (interpretation data)

ในที่นี้จะเน้นความหมายของสถิติประการที่สอง เราจะศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนอย่างคร่าว ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลคือข้อเท็จจริงที่ต้องการศึกษา ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการรวบรวมข้อเท็จจริงที่สนใจศึกษาจากหน่วยที่ให้ข้อมูล หรือหน่วยแจงนับ (enumeration unit) ซึ่งอาจจะเป็นคน สัตว์ หรือสิ่งของ ก็ได้ โดยทั่วไปเรียกหน่วยแจงนับทั้งหมดว่าประชากร (population) หรือกลุ่มเป้าหมาย (target group) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลมีหลายวิธีเช่น เก็บรวบรวมข้อมูลจากทะเบียน การสำรวจ และการทดลองเป็นต้น ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นถ้าประเมินสถานการณ์ในประชากรพบความเป็นไปได้ในเรื่องดังนี้

1.ขอบเขตของประชากรมีขนาดเล็ก

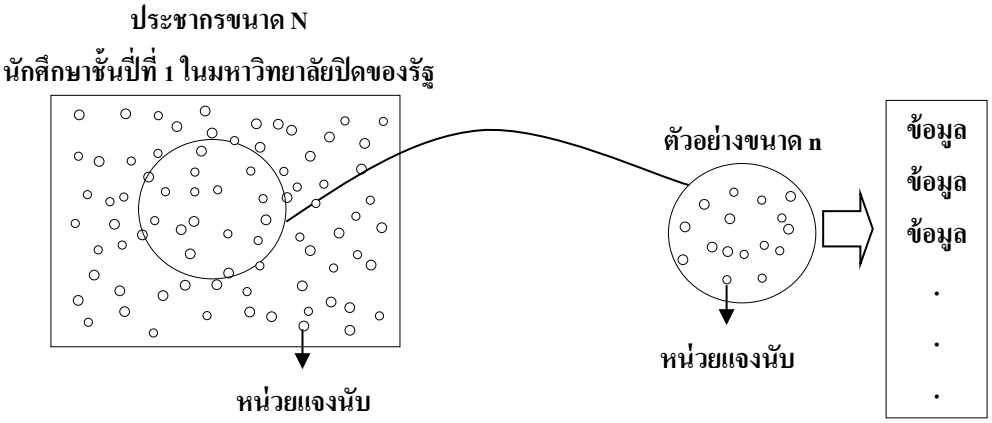
2. สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ภายในระยะเวลาที่จำกัด

3. มีงบประมาณเพียงพอ

เราสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุก ๆ หน่วยแจงนับในประชากรได้ และข้อมูลที่ได้นั้นสามารถอธิบายและตอบคำถามสิ่งที่เราสนใจศึกษาได้ทันที แต่ในความเป็นจริงการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุก ๆ หน่วยแจงนับในประชากรเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก ไม่รู้ว่าจะต้องใช้เวลา ใช้งบประมาณ มากเพียงใดจึงจะอธิบายและตอบคำถามสิ่งที่สนใจศึกษาได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกเฉพาะบางหน่วยแจงนับในประชากร หรือที่เรียกว่าตัวอย่าง (sample) เพื่อให้การเก็บรวบรวมข้อมูลสะดวกขึ้น ด้วยเหตุนี้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากหน่วยแจงนับในตัวอย่างจะต้องสามารถใช้เป็นตัวแทนข้อมูลทั้งประชากรได้ นั่นคือข้อมูลในตัวอย่างจะต้องมีข้อมูลครบทุกลักษณะที่ประชากรมีในสัดส่วนที่สอดคล้องกับความเป็นจริง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง 1.5 ถ้าข้อมูลที่สนใจคืออายุของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในมหาวิทยาลัยปิดของรัฐ

ประชากรคือนักศึกษาชั้นปี่ที่ 1 ในมหาวิทยาลัยปิดของรัฐ จะเห็นว่าอายุของประชากรกลุ่มนี้ใกล้เคียงกัน การเลือกตัวอย่างสามารถเลือกใครก็ได้ในประชากรไม่จำเป็นต้องแบ่งเป็นเพศหรือคณะ เพราะสุดท้ายตัวอย่างที่เลือกมาก็จะให้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรดังรูป 1.2

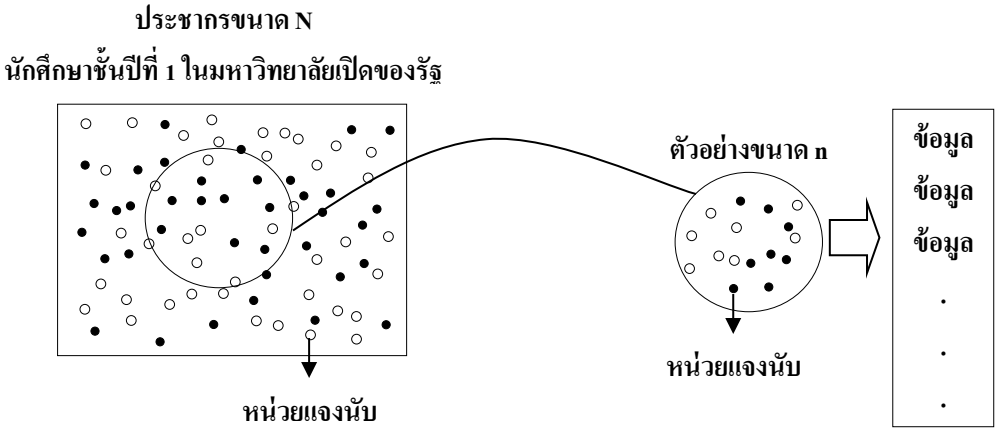


รูป 1.2 กลุ่มตัวอย่างเมื่อประชากรมีลักษณะคล้ายกัน

ตัวอย่าง 1.6 ถ้าข้อมูลที่สนใจคืออายุของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในมหาวิทยาลัยเปิดของรัฐ

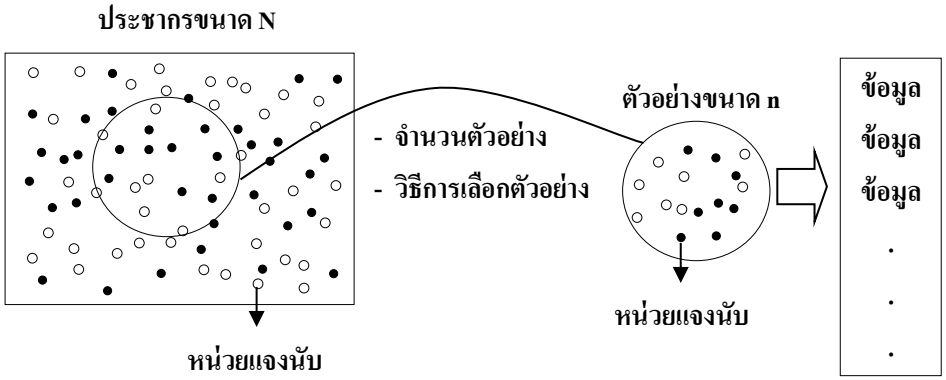
ประชากรคือนักศึกษาชั้นปี่ที่ 1 ในมหาวิทยาลัยเปิดของรัฐ จะเห็นว่าอายุของประชากรกลุ่มนี้แตกต่างกัน เช่นมีกลุ่มคนที่อายุไม่เกิน 30 ปี ซึ่งมีจำนวนมากกว่ากลุ่มคนที่มีอายุมากกว่า 30 ปี

การเลือกตัวอย่างจะต้องเลือกตัวอย่างที่มีทั้งนักศึกษาอายุไม่เกิน 30 ปี กับมากกว่า 30 ปี และต้องเลือกนักศึกษาที่มีอายุไม่เกิน 30 ปี จำนวนมากกว่านักศึกษาที่อายุมากกว่า 30 ปีจึงจะให้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรดังรูป 1.3



รูป 1.3 กลุ่มตัวอย่างเมื่อประชากรมีลักษณะแตกต่างกัน

จากตัวอย่าง 1.5 และ 1.6 ข้างต้นจะเห็นว่าการเลือกตัวอย่างเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรนั้นขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลในประชากรมีลักษณะคล้ายกัน หรือแตกต่างกัน มีจำนวนมากหรือน้อย ดังนั้นการเลือกตัวอย่างเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรจึงขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่าง และวิธีการเลือกตัวอย่างที่เหมาะสม ดังรูป 1.4



รูป 1.4 กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร

ตัวอย่าง 1.7 ข้อมูลที่สนใจศึกษา ประชากร ตัวอย่าง และข้อมูลดิบ

ข้อมูลที่สนใจศึกษา	ประชากร	ตัวอย่าง	ข้อมูลดิบ
1. ราคาน้ำมันเบนซินในจังหวัดนครปฐม	ปั๊มน้ำมันทุกปั๊มในจังหวัดนครปฐม	ปั๊มน้ำมันบางปั๊มในจังหวัดนครปฐม	ราคาน้ำมันเบนซิน (บาท) เช่น 27.90, 27.75, 28.00, ...
2. ปริมาณน้ำเสียจากโรงงานที่ปล่อยลงแม่น้ำท่าจีนในเขตนครปฐม	โรงงานในเขตนครปฐมที่ปล่อยน้ำลงแม่น้ำท่าจีน	โรงงานในเขตนครปฐมบางโรงงานที่ปล่อยน้ำลงแม่น้ำท่าจีน	ปริมาณน้ำเสีย(cm^3) เช่น 1050, 1000, 982, ...
3. ความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการที่ธนาคารกรุงไทย	ผู้มาใช้บริการที่ธนาคารกรุงไทยทุกคน	ผู้มาใช้บริการที่ธนาคารกรุงไทยบางคน	คะแนนความพึงพอใจ เช่น 5, 4, 3, ...
4. ช่องทางการรับข่าวสารของผู้บริโภคกาแฟ	ผู้บริโภคกาแฟทุกคน	ผู้บริโภคกาแฟบางคน	ช่องทางการรับข่าวสาร เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ ...
5. ลักษณะการใช้เวลาว่างของนักศึกษามหาวิทยาลัย	นักศึกษามหาวิทยาลัย	นักศึกษามหาวิทยาลัยบางคน	ลักษณะการใช้เวลาว่าง เช่น อ่านหนังสือ เล่นเกม ...

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่าเมื่อก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูลต้องสามารถบอกได้ว่า ข้อมูลที่สนใจศึกษา ประชากร และตัวอย่างคืออะไร นอกจากนี้จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลดิบที่รวบรวมมา มีลักษณะของข้อมูลที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงสามารถแบ่งข้อมูลเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อประเภทของข้อมูลต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การนำเสนอข้อมูล (presentation data) เป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจัดให้เป็นระเบียบเพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายลักษณะของข้อมูลในภาพรวมด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแจกแจงความถี่ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจาย สัดส่วนของสิ่งที่สนใจ เป็นต้น ซึ่งวิธีในการนำเสนอข้อมูลแต่ละวิธีนั้นมีจุดประสงค์ที่แตกต่างกันไป เราควรเลือกใช้เฉพาะวิธีที่สามารถอธิบายลักษณะภาพรวมของข้อมูลที่เราต้องการทราบเท่านั้น

ข้อควรระวังในการนำเสนอข้อมูลคือ ถ้าเราเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากร ผลของการนำเสนอข้อมูลจะสามารถอธิบายลักษณะของข้อมูลในประชากรได้ แต่ถ้าเราเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่าง ผลของการนำเสนอข้อมูลจะสามารถอธิบายลักษณะของข้อมูลในตัวอย่างได้เท่านั้น เช่น จากการเก็บรวบรวมข้อมูลราคาน้ำมันเบนซินในจังหวัดนครปฐม ถ้าเราสามารถสำรวจราคาน้ำมันเบนซินจากทุกปั๊มในจังหวัดนครปฐม (เก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากร) ข้อมูลชุดนี้จะสามารถอธิบายลักษณะของข้อมูลในประชากรที่ว่าราคาเฉลี่ยของน้ำมันเบนซินในจังหวัดนครปฐมนั้นเป็นอย่างไรได้ทันที โดยการนำเสนอข้อมูลชุดนี้ด้วยค่าเฉลี่ย เช่นถ้าค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้เท่ากับ 25.25 บาท นั่นหมายความว่าราคาเฉลี่ยของน้ำมันเบนซินในจังหวัดนครปฐมนั้นเท่ากับ 25.25 บาทนั่นเอง แต่ถ้าเราไม่สามารถสำรวจราคาน้ำมันจากทุก ๆ ปั๊มในจังหวัดนครปฐมได้ จึงเลือกเฉพาะบางปั๊ม ได้ 20 ปั๊ม (เก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่าง) ข้อมูลชุดนี้เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจะสามารถอธิบายได้เฉพาะราคาเฉลี่ยของน้ำมันเบนซินเพียง 20 ปั๊มที่เก็บข้อมูลมาได้เท่านั้น เช่นถ้าค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้เท่ากับ 25.75 บาท นั่นหมายความว่าราคาเฉลี่ยของน้ำมันเบนซินในจังหวัดนครปฐมจาก 20 ปั๊มเท่ากับ 25.75 บาท

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล (analyzing data) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวอย่างเพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลในประชากรทั้งหมด โดยอาศัยทฤษฎีทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น จากการเก็บรวบรวมข้อมูลราคาน้ำมันจากปั๊ม 20 ปั๊มในจังหวัดนครปฐม พบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.75 บาท แต่สิ่งที่เราต้องการอธิบายในประชากร คือราคาเฉลี่ยของน้ำมันเบนซินในจังหวัดนครปฐมเป็นอย่างไร จึงต้องนำข้อมูลที่เก็บจากตัวอย่างมาวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยใช้วิธีการประมาณค่าเฉลี่ยจะสามารถอธิบายสิ่งที่ต้องการได้ ดังรูป 1.5

- ทฤษฎีความน่าจะเป็น
- **ทฤษฎีการประมาณค่า**
- ทฤษฎีการทดสอบสมมติฐาน

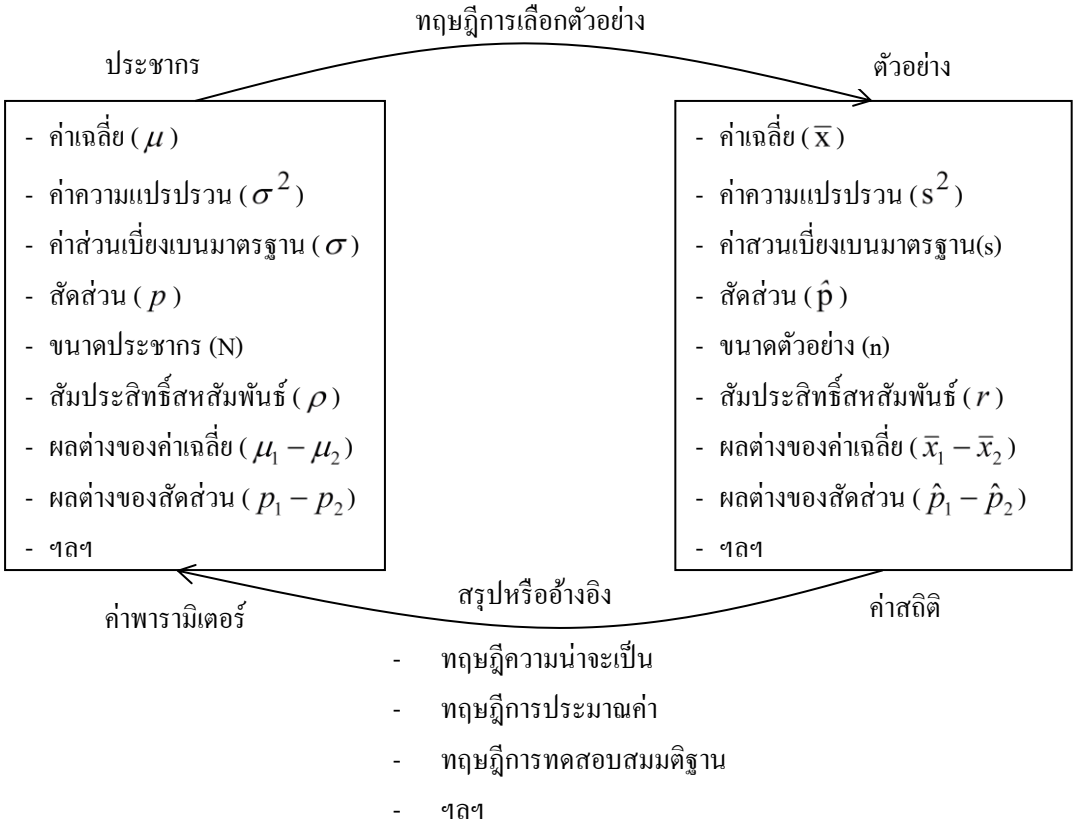
รูป 1.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ในทางปฏิบัติเรามิได้ต้องการอธิบายเพียงค่าเฉลี่ยของข้อมูลเพียงอย่างเดียว เราอาจสนใจการกระจายของข้อมูล สัดส่วน หรือ ค่าอื่น ๆ เราเรียกค่าที่คำนวณจากข้อมูลในประชากรซึ่งเป็นค่าที่อธิบายลักษณะของข้อมูลในประชากรว่าพารามิเตอร์ (parameter) เป็นค่าที่มีอยู่จริงในประชากรและมีเพียงค่าเดียว แต่มักไม่ทราบว่ามีค่าเท่ากับเท่าไร เราจึงต้องเลือกตัวอย่างแล้วใช้ข้อมูลจากตัวอย่างอธิบายลักษณะข้อมูลแทน เราเรียกค่าต่าง ๆ ที่คำนวณจากข้อมูลในตัวอย่าง ว่าค่าสถิติ (statistics) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าพารามิเตอร์มักใช้ตัวอักษรกรีกหรือตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ ดังตัวอย่าง 1.8

ตัวอย่าง 1.8 ค่าพารามิเตอร์ ค่าสถิติ และสัญลักษณ์

ค่าพารามิเตอร์(สัญลักษณ์)	ค่าสถิติ(สัญลักษณ์)
ค่าเฉลี่ย (μ)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)
ความแปรปรวน (σ^2)	ค่าความแปรปรวน (s^2)
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)
สัดส่วนสิ่งที่สนใจ (p)	สัดส่วนสิ่งที่สนใจ ($\hat{p}$)
ขนาดของประชากร (N)	ขนาดของตัวอย่าง (n)
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ)	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
ผลต่างของค่าเฉลี่ย ($\mu_1 - \mu_2$)	ผลต่างของค่าเฉลี่ย ($\bar{x}_1 - \bar{x}_2$)
ผลต่างของสัดส่วน ($p_1 - p_2$)	ผลต่างของสัดส่วน ($\hat{p}_1 - \hat{p}_2$)
ฯลฯ	ฯลฯ

จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีทางสถิติเพื่อนำไปค่าสถิติกลับไปสรุปหรืออ้างอิงค่าพารามิเตอร์ต่อไป ดังรูป 1.6



รูป 1.6 การนำค่าสถิติไปสรุปหรืออ้างอิงค่าพารามิเตอร์

ขั้นตอนที่ 4 การแปลความหมายข้อมูล (interpretation data) เป็นการแปลความหมายของผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นที่ 3 ซึ่งเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นภาษาที่ให้คนทั่วไปเข้าใจความหมาย และนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น จากตัวอย่างข้างต้นเราเก็บรวบรวมข้อมูลจากปั๊มน้ำมันเพียง 20 ปั๊ม แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 25.75$ บาท จากทฤษฎีการประมาณค่าจะได้ว่า $\bar{x} - 3.50 \le \mu \le \bar{x} + 3.50$ หรือ $22.25 \le \mu \le 29.25$ ที่ $\alpha = 0.95$ หมายความว่าราคาเฉลี่ยของน้ำมันเบนซินในจังหวัดนครปฐมอยู่ในช่วง 22.25 บาท ถึง 29.25 บาท ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากความหมายทางสถิติประการที่สอง สามารถแบ่งประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สถิติพรรณนา (descriptive statistics)

สถิติพรรณนา คือการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ประกอบด้วยวิธีการสรุป และนำเสนอข้อมูลชุดนั้นในภาพกว้าง ๆ เพื่ออธิบายว่าลักษณะข้อมูลโดยรวมเป็นอย่างไรด้วยตัวเลขสถิติชุดหนึ่ง เช่น ค่าวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ค่าการกระจาย ได้แก่ ความแปรปรวน หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การแจงแจงความถี่ เช่นตารางแจกแจงความถี่ ฮิสโตแกรม ร้อยละหรือสัดส่วน เป็นต้น ดังนั้นหากข้อมูลที่รวบรวมมาจากตัวอย่าง ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ประเภทนี้จะอธิบายลักษณะของข้อมูลในตัวอย่างเท่านั้น ซึ่งในบางครั้งผู้วิเคราะห์อาจใช้เพียงผลลัพธ์นี้ในการบริหารจัดการงานของตนเองก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน (รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้อยู่ในบทที่ 2)

2. สถิติอ้างอิง (inferential statistics)

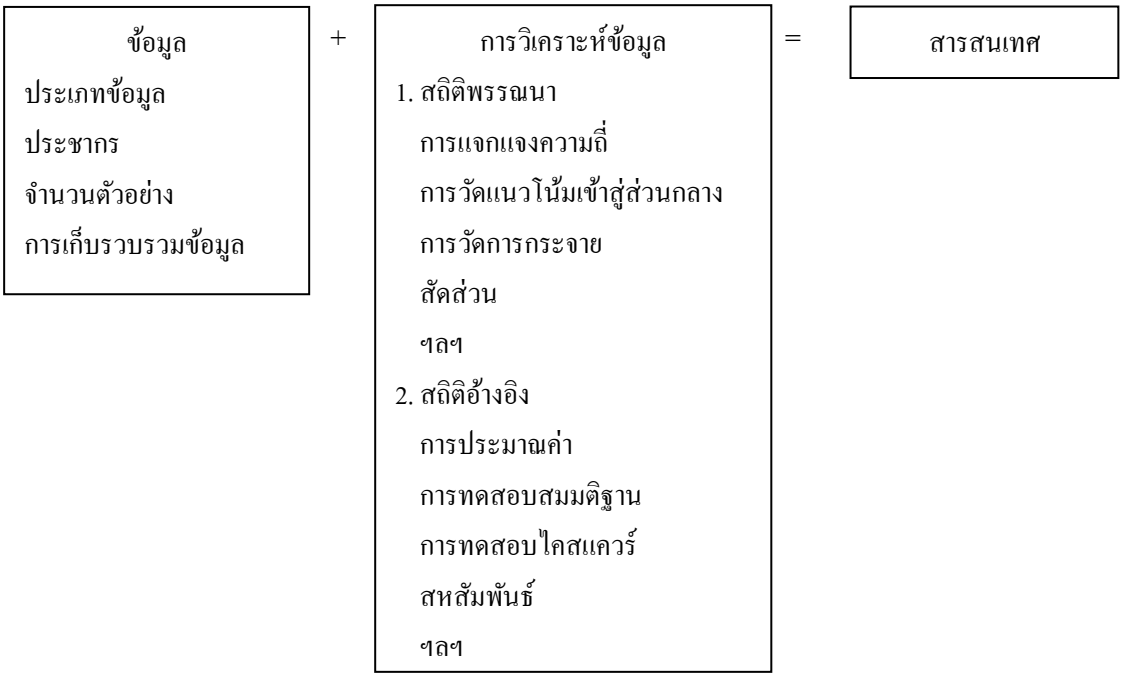
สถิติอ้างอิงหรือสถิติอนุมาน คือการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ประกอบด้วยวิธีการในการนำค่าสถิติมาสรุปหรืออ้างอิงค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ โดยอาศัยความรู้ทางด้านทฤษฎีความน่าจะเป็น และทฤษฎีอื่น ๆ ในทางสถิติ เช่น การประมาณค่า การทดสอบสมมติฐาน การทดสอบไคสแควร์ สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอย การวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นต้น

ตัวอย่าง 1.9 พิจารณาความแตกต่างระหว่างสถิติพรรณนา และสถิติอ้างอิงจากตัวอย่าง ต่อไปนี้

ในการศึกษาปริมาณการส่งออกดอกกล้วยไม้ของประเทศไทยในปี 2555 จากบริษัทที่เป็นตัวแทนส่งออกดอกกล้วยไม้ไทยที่เลือกมา 50 บริษัทจากทั้งหมด 150 บริษัทนั้น พบว่ามีปริมาณส่งออกของดอกกล้วยไม้เฉลี่ยบริษัทละ 2 ล้านตัน ในส่วนนี้จะเรียกว่า สถิติพรรณนา

ในการศึกษาปริมาณการส่งออกของดอกกล้วยไม้ของประเทศไทยในปี 2555 จากบริษัทที่เป็นตัวแทนส่งออกดอกกล้วยไม้ไทยที่เลือกมา 50 บริษัทจากทั้งหมด 150 บริษัทนั้น พบว่ามีปริมาณส่งออกของดอกกล้วยไม้เฉลี่ยบริษัทละ 2 ล้านตัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยทฤษฎีการประมาณค่า พบว่าปริมาณการส่งออกโดยเฉลี่ยของดอกกล้วยไม้ของประเทศไทยทั้งหมดมีค่าระหว่าง 1.5 ถึง 2.5 ล้านตัน ในส่วนนี้ก็คือ สถิติอ้างอิง

เมื่อเราทราบความหมายของคำว่าสถิติประการที่สองแล้วจะเห็นว่าโดยสรุปแล้วหลักการทางสถิติต้องประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือข้อมูลที่สนใจศึกษาแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่นำมาใช้ประกอบในการตัดสินใจ ดังรูป 1.7



รูป 1.7 ภาพรวมของหลักการทางสถิติ

นั่นหมายความว่าสารสนเทศที่ได้นั้นจะมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีที่เหมาะสม และถูกต้อง และข้อมูลที่เก็บรวบรวมมามีความน่าเชื่อถือเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรหรือไม่ ดังนั้นจะเห็นว่าสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับสารสนเทศที่น่าเชื่อถือคือข้อมูลที่ดีที่มาจากจำนวนตัวอย่าง และการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม

การเก็บรวบรวมข้อมูล (data collection)

โดยทั่วไปเราสามารถดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลได้หลายวิธี ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากทะเบียน (registration)

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากรายงานต่าง ๆ ของหน่วยงานราชการ องค์การ บริษัท ห้างร้าน เช่น ราคาข้าวจากสำนักงานเศรษฐกิจ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ราคาหุ้นจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย รายงานภาวะเศรษฐกิจและการเงินประจำเดือนของธนาคารแห่ง

ประเทศไทย ข้อมูลจากทะเบียนราษฎร ทะเบียนคนไข้จากโรงพยาบาล รายงานประจำปีของหอการค้าไทย หรือข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เป็นต้น การเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีนี้จะทำได้สะดวก รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และเวลา แต่ต้องระมัดระวังในเรื่องความทันสมัยและความถูกต้องของข้อมูล เช่นถ้าหน่วยงานไม่มีการปรับปรุงข้อมูลอยู่เสมอข้อมูลนั้นจะล่าสมัย ข้อมูลบางอย่างถูกเก็บรวบรวมไว้หลาย ๆ แห่ง และอาจมีค่าไม่เหมือนกัน เป็นต้น ดังนั้นความน่าเชื่อถือของข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และความทันสมัยของข้อมูล

2 การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสำรวจ (survey)

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสำรวจเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยแจงนับที่ต้องการศึกษาโดยตรง เช่น สนใจความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อรัฐบาลชุดปัจจุบัน ประชากรที่สนใจศึกษาคือ ประชาชนไทยทุกคน การสำรวจในเรื่องนี้คือ การไปสอบถามความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อรัฐบาลชุดปัจจุบัน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจ คือสัมภาษณ์ โทรศัพท์ สังเกตการณ์ แบบสอบถาม เป็นต้น ดังนั้นความน่าเชื่อถือของข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับหน่วยแจงนับที่ให้ข้อมูล และเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสำรวจแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสำมะโน (census) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสำรวจจากทุก ๆ หน่วยแจงนับในประชากร เช่นถ้าต้องการทราบรายได้เฉลี่ยของประชาชนในประเทศไทย ประชากรคือประชาชนทุกคนในประเทศไทย ผู้ศึกษาจะต้องเก็บข้อมูลจากประชาชนที่อยู่ในประเทศไทยทุก ๆ คนเป็นต้น การทำสำมะโนนี้ส่วนใหญ่รัฐบาลเป็นผู้จัดทำ เช่นสำมะโนประชากรและเคหะ สำมะโนเกษตร สำมะโนอุตสาหกรรม สำมะโนครูและโรงเรียน ซึ่งหากประชากรที่ศึกษามีขนาดไม่ใหญ่มากนัก เรามักเลือกเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีนี้มากกว่าการก็บข้อมูลจากตัวอย่าง การสำมะโนมีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ได้ข้อมูลครบถ้วนจากทุกหน่วยในประชากร	1. เสียเวลา และค่าใช้จ่ายมาก 2. ได้ผลช้าไม่ทันต่อความต้องการ 3. ปริมาณงานมาก การควบคุมทำได้ยาก มีผลทำให้คุณภาพหรือความถูกต้องของข้อมูลน้อยลง

2.2 การสำรวจจากตัวอย่าง (sample survey) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการจากตัวอย่าง แล้วจึงนำผลที่ได้นั้นไปสรุปผลเกี่ยวกับข้อมูลในประชากร ดังนั้นการเลือกหน่วยแจงนับมาเป็นตัวอย่างจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งต้องคำนึงถึงวิธีการเลือกตัวอย่าง (sampling method) และการกำหนดจำนวนตัวอย่าง (sample size) ที่เหมาะสมด้วย การสำรวจจากตัวอย่างมีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย 2. ได้ผลการสำรวจเร็ว 3. ปริมาณงานน้อยลง สามารถควบคุมงานการควบคุมทำได้ง่ายขึ้น ความผิดพลาดเนื่องมาจากการทำงานน้อยลง ข้อมูลจะมีคุณภาพดีขึ้น	1. เกิดความคลาดเคลื่อนในการเลือกตัวอย่าง 2. ถ้าขนาดตัวอย่างน้อยเกินไปจะทำให้ข้อมูลตัวอย่างไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร

2.2.1 การกำหนดจำนวนตัวอย่างมีหลายวิธี เช่นการกำหนดเกณฑ์ร้อยละ การใช้ตารางสำเร็จรูป การใช้สูตร และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในเอกสารฉบับนี้ขอเสนอรายละเอียดแต่ละวิธีอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้นักศึกษาได้เห็นแนวคิดของการกำหนดจำนวนตัวอย่างดังนี้

1) การกำหนดเกณฑ์ ในกรณีนี้ต้องทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนก่อนแล้วใช้เกณฑ์โดยกำหนดเป็นร้อยละของประชากรในการพิจารณา

2) การใช้ตารางสำเร็จรูป การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยตารางสำเร็จรูปมีอยู่หลายประเภท ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ ตารางสำเร็จรูปที่นิยมใชhกันในงานวิจัยเชิงสำรวจ ได้แก่ ตารางสำเร็จของทาโร ยามาเน่ และตารางสำเร็จรูปของเครจซี่และเมอร์แกน เป็นต้น

3) การใช้สูตรคำนวณ ซึ่งสูตรคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีหลากหลายวิธี ในเอกสารฉบับนี้จะกล่าวเฉพาะสูตรที่จำเป็นต้องทราบขนาดของประชากร ได้แก่ สูตรของทาโร ยามาเน่ (Yamane) และสูตรของเครซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan) ดังนี้

- สูตรของ Taro Yamane

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

n แทนจำนวนตัวอย่าง

N แทนจำนวนประชากร

e แทนความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการเลือกตัวอย่าง

ตัวอย่าง 1.10 จากจำนวนผู้ใช้แรงงาน 1000 คน ควรเลือกตัวอย่างจำนวนเท่าไร เมื่อกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการเลือกตัวอย่าง 5%

$$\begin{aligned} n &= \frac{N}{1+N(e)^2} \\ &= \frac{1000}{1+1000(0.05)^2} \\ &= 285.7 \\ &\approx 286 \end{aligned}$$

จากผู้ใช้แรงงาน 1000 คน เมื่อกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการเลือกตัวอย่าง 5 % ควรเลือกผู้ใช้แรงงานอย่างน้อยจำนวน 286 คน

- สูตรของ Krejcie and Morgan

$$n = \frac{\chi^2 Np(1-p)}{e^2(N-1)+\chi^2 p(1-p)}$$

n แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทนขนาดของประชากร

e แทนแทนความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการเลือกตัวอย่าง

χ^2 แทนค่าไคสแควร์ที่ df = 1 และระดับความเชื่อมั่น 95% (χ^2 3.841)

p แทนสัดส่วนของสิ่งที่สนใจในประชากร (ถ้าไม่ทราบกำหนด p = 0.5)

วิธีการคำนวณต้องทราบขนาดประชากรและสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร และกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนและระดับความเชื่อมั่นด้วย เช่น ถ้าประชากรที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวน 1,000 หน่วย ยอมรับให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการเลือกตัวอย่างได้ 5% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรเท่ากับ 0.5 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเท่ากับ

$$\begin{aligned} n &= \frac{\chi^2 Np(1-p)}{e^2(N-1)+\chi^2 p(1-p)} \\ &= \frac{3.841\times 1000\times 0.5\times 0.5}{(0.05)^2(1000-1)+(3.841\times 0.5\times 0.5)} \\ &= 276.13 \\ &\approx 277 \end{aligned}$$

จากผู้ใช้แรงงาน 1000 คน เมื่อกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการเลือกตัวอย่าง 5 % ควรเลือกผู้ใช้แรงงานจำนวนอย่างน้อย 277 คน

2.2.2 การเลือกตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือการเลือกตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (non-probability sampling) และการเลือกตัวอย่างแบบใช้ความน่าจะเป็น (probability sampling) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) การเลือกตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น หมายถึงกระบวนการเลือกตัวอย่างจากประชากร โดยไม่จำเป็นต้องทราบว่าตัวอย่างที่เป็นไปได้ทั้งหมดของประชากรนั้นเป็นอย่างไร และมีโอกาสที่จะถูกเลือกให้เป็นตัวอย่างของประชากรมากหรือน้อยเพียงใด หรือกล่าวได้ว่าเป็นการเลือกตัวอย่างตามการตัดสินใจของผู้เก็บรวบรวมข้อมูลเอง หน่วยแจงนับในประชากรหน่วยใดให้ความสะดวกก็เลือกหน่วยนั้นมาเป็นตัวอย่าง ทุกหน่วยของประชากรจะมีโอกาสได้รับเลือกมาเป็นตัวอย่างไม่เท่ากัน กลุ่มตัวอย่างที่เลือกมามีความลำเอียงไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ดังนั้นข้อมูลจากตัวอย่างนี้จึงอธิบายได้เฉพาะกลุ่มไม่สามารถอ้างอิงถึงสิ่งที่สนใจในประชากรนั้นได้ แต่ก็มีประโยชน์ไม่น้อย และยังมีผู้นิยมใช้อยู่ เพราะประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ วิธีการเลือกตัวอย่างประเภทนี้ ได้แก่

- การเลือกตัวอย่างแบบบังเอิญ (convenience sampling) การเลือกตัวอย่างประเภทนี้ ผู้เก็บรวบรวมข้อมูลจะเก็บข้อมูลจากตัวอย่างไปเรื่อย ๆ จนจำนวนตัวอย่างครบจำนวนที่ต้องการ โดยทั่วไปการเลือกตัวอย่างประเภทนี้จะใช้เมื่อต้องการข้อมูลจำนวนมาก โดยมีเงื่อนไขว่าต้องเสร็จภายในระยะเวลาที่จำกัด และใช้งบประมาณน้อย อย่างไรก็ตามผลของการเก็บรวบรวมข้อมูลย่อมมีความเอนเอียงจากหน่วยตัวอย่าง ซึ่งไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ จึงไม่สามารถอ้างอิงถึงสิ่งที่สนใจในประชากรได้

- การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) การเลือกตัวอย่างประเภทนี้จะมีข้อตกลง หรือข้อกำหนดล่วงหน้าเกี่ยวกับเงื่อนไขของการเลือกตัวอย่างไว้แล้วโดยผู้เลือกตัวอย่างคิดว่าตัวอย่างที่เลือกมาจะเป็นตัวแทนของประชากรได้ เช่นเลือกครัวเรือนตัวอย่างเฉพาะที่อยู่มุมตะวันออกเฉียงเหนือของแต่ละบล็อคถนนในแผนที่ หรือเลือกเฉพาะครัวเรือนที่มีที่อยู่อาศัยใหญ่ที่สุดในแต่ละบล็อคถนน เลือกเฉพาะเกษตรกรในจังหวัดใดจังหวัดหนึ่งเป็นต้น วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงนี้ใช้ประสบการณ์ของผู้เก็บข้อมูล มีความเอนเอียงที่เกิดจากคน และไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ จึงไม่สามารถอ้างอิงถึงสิ่งที่สนใจในประชากรได้เช่นกัน

- การเลือกตัวอย่างแบบโควต้า (quota sampling) การเลือกตัวอย่างประเภทนี้เป็นการแยกประชากรเป็นกลุ่มย่อยตามสัดส่วนที่ผู้เก็บข้อมูลคาดการณ์ว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่สนใจโดยอาศัยประสบการณ์ หรือหลักวิชาการ แล้วเลือกตัวอย่างตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น ในการสำรวจการอยู่รอดของธุรกิจขายปลีกของไทย ผู้เก็บข้อมูลเชื่อว่าผู้ที่เกี่ยวข้อง

กับธุรกิจขายปลีกประกอบด้วยเจ้าของธุรกิจขนาดเล็ก 30% ผู้ประกอบการมืออาชีพ 25% และพนักงานระดับผู้จัดการ 15% ผู้กำกับสายงาน 10% พนักงานทั่วไป 20% จึงเลือกตัวอย่างนักธุรกิจกลุ่มต่าง ๆ ตามสัดส่วนที่กำหนด ซึ่งในความเป็นจริงสัดส่วนของนักธุรกิจกลุ่มต่าง ๆ อาจไม่เป็นดังที่คาดการณ์ไว้ เป็นต้น

- การเลือกตัวอย่างแบบสโนว์บอล (snowball sampling) หรือการเลือกตัวอย่างแบบบอกต่อเป็นการเลือกตัวอย่างที่เริ่มจากตัวอย่างกลุ่มเล็ก ๆ ที่ได้จากการเลือกตัวอย่างแบบใช้ความน่าจะเป็น และหน่วยตัวอย่างต่อไปจะได้จากข้อแนะนำ หรือสารสนเทศที่ได้จากตัวอย่างกลุ่มแรก เทคนิคนี้ใช้ในกรณีที่ตัวอย่างหายาก และขาดรายละเอียดของประชากรต้องอาศัยตัวอย่างกลุ่มแรกนำไปสู่ตัวอย่างต่อ ๆ ไปซึ่งจะขยายกลุ่มตัวอย่างให้มีขนาดใหญ่ขึ้น วิธีการเลือกตัวอย่างแบบนี้มีความเอนเอียงที่เกิดจากคน และไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ จึงไม่สามารถอ้างอิงถึงสิ่งที่สนใจในประชากรได้เช่นกัน

2) การเลือกตัวอย่างแบบใช้ความน่าจะเป็น หมายถึงกระบวนการเลือกหน่วยตัวอย่างจากประชากรโดยมีเงื่อนไขที่สำคัญ คือต้องทราบตัวอย่างที่เป็นไปได้ทั้งหมดของประชากร และทุกหน่วยในประชากรมีโอกาสที่จะถูกเลือกเป็นตัวอย่างเท่า ๆ กัน กล่าวได้ว่าเป็นการเลือกตัวอย่างที่มีกระบวนการเป็นระบบระเบียบ ตัวอย่างที่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรสามารถอ้างอิงถึงสิ่งที่สนใจในประชากรนั้นได้ วิธีการเลือกตัวอย่างประเภทนี้ที่สำคัญมี 4 วิธี ได้แก่

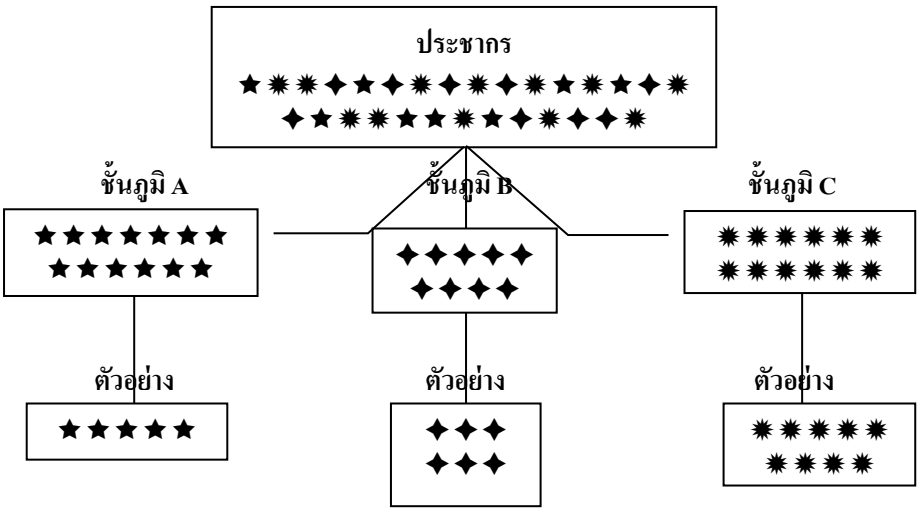
- การเลือกตัวอย่างอย่างสุ่ม (simple random sampling: SRS) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการเลือกตัวอย่างแบบใช้ความน่าจะเป็น คือให้หน่วยแจงนับทุกหน่วยในประชากรมีโอกาสถูกเลือกมาเป็นตัวอย่างเท่า ๆ กัน จนได้ครบจำนวนตัวอย่างที่ต้องการ และจะสะดวกมากถ้าทราบจำนวนที่แน่นอนของประชากร วิธีการทำคือกำหนดหมายเลขให้แก่หน่วยแจงนับแต่ละหน่วยในประชากรแล้วเขียนหมายเลขลงในฉลาก หยิบฉลากมา 1 ใบโดยไม่เจาะจง เมื่อทราบหมายเลขก็จะใช้หน่วยแจงนับหมายเลขนั้นเป็นตัวอย่าง ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้จำนวนเท่ากับจำนวนตัวอย่างที่ต้องการ การเลือกตัวอย่างอย่างสุ่มนี้แบ่งได้เป็นสองลักษณะ คือลักษณะแรก ถ้าใส่หมายเลขหน่วยแจงนับที่จับได้คืนก่อนการจับหมายเลขครั้งต่อไป เรียกว่าการเลือกตัวอย่างอย่างสุ่มแบบแทนที่ (simple random sampling with replacement) ส่วนลักษณะที่สองถ้าไม่ใส่หมายเลขหน่วยแจงนับที่จับได้คืนก่อนการจับหมายเลขครั้งต่อไป เรียกว่า การเลือกตัวอย่างอย่างสุ่มแบบไม่แทนที่ (simple random sampling without replacement) การเลือกตัวอย่างวิธีนี้จะทำได้ยากถ้าประชากรมีจำนวนมาก แต่ถ้าประชากรมีจำนวนจำกัด และสามารถกำหนดหมายเลขให้แต่ละหน่วยแจกนับได้ วิธีการนี้ก็เป็นวิธีการที่สะดวก การเลือกหมายเลขหน่วยแจงนับมาเป็นตัวอย่างสามารถใช้ตารางเลขสุ่มเป็นเครื่องมือ โดยในตารางเลขสุ่มจะประกอบด้วยตัวเลขเรียงกันไว้อย่างไม่เจาะจง

ซึ่งจัดเป็นแถว และเป็นคอลัมน์ต่าง ๆ จะใช้ตารางเลขสุ่มเป็นตัวบอกหมายเลขของหน่วยแจงนับในประชากรที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่าง เช่น ต้องการเลือกตัวอย่างอย่างสุ่มจำนวน 20 จากประชากรซึ่งมีหน่วยแจงนับจำนวน 1,500 หน่วย จะต้องให้หมายเลข 1–1,500 แก่หน่วยแจงนับในประชากร จากตารางเลขสุ่มจะเริ่มที่แถวใดหรือคอลัมน์ใดก็ได้อ่านตัวเลขไปเป็นลำดับในที่นี้จะต้องใช้เลข 4 หลัก และใช้เฉพาะที่ไม่เกิน 1,500 เช่น หมายเลขดังนี้ 0405 0364 0172 0872 0579 0449 1218 0090 0304 … จนครบ 20 จำนวน แล้วใช้หน่วยแจงนับของประชากรที่มีหมายเลขดังกล่าวเป็นตัวอย่าง

- การเลือกตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic sampling) เป็นวิธีการเลือกตัวอย่างขนาด n จากประชากรขนาด N ที่เป็นระบบมากขึ้นโดยวิธีนี้จะให้หมายเลขแก่หน่วยแจงนับในประชากรแต่ละหน่วยจนครบ จากนั้นคำนวณหาช่วงในการเลือกตัวอย่าง (interval : I) จาก $I = \frac{N}{n}$ แล้วทำการสุ่มเลือกหมายเลขตัวอย่างเริ่มต้น (r) โดยที่หมายเลขนี้จะต้องอยู่ระหว่าง 1 ถึง I ($1 \le r \le I$) เป็นการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบแบบเส้นตรง แต่ถ้าสุ่มเลือกหมายเลขตัวอย่างเริ่มต้นโดยที่หมายเลขนี้จะต้องอยู่ระหว่าง 1 ถึง N ($1 \le r \le N$) เป็นการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบแบบวงกลม ตัวอย่างตัวต่อไปที่เลือกได้คือหมายเลข $r+I, r+2I, r+3I, ..., r+jk$ โดยที่ $r+jk \le N, j = 1,2,3,...$ เช่น ถ้าต้องการตัวอย่างขนาด 3 จากประชากรขนาด 12 จะได้ว่า $I = \frac{N}{n} = \frac{12}{3} = 4$ ดังนั้นตัวอย่างที่ได้อาจจะเป็น ประชากรหน่วยที่ 1, 5 และ 7 หรือ 2, 6 และ 10 เป็นต้น

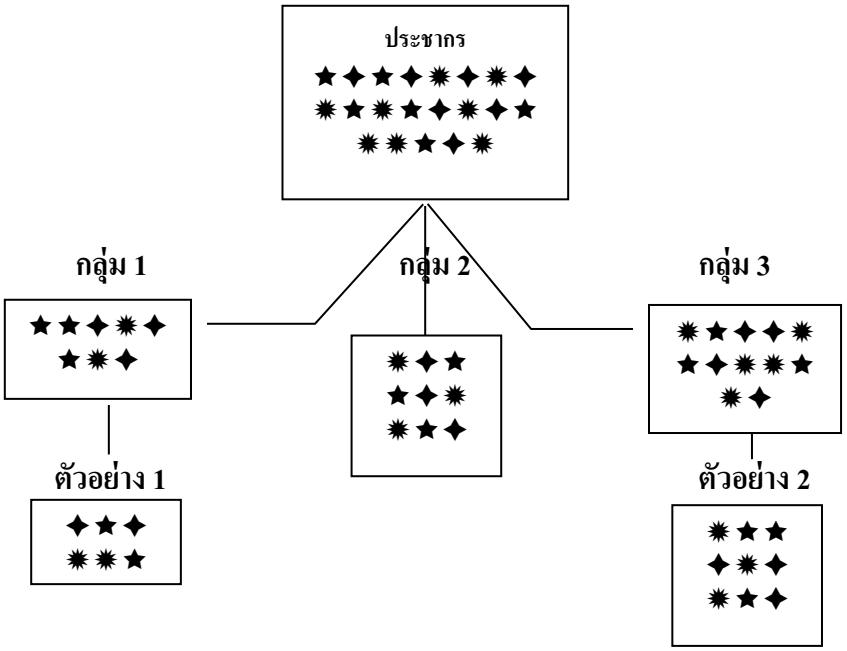
- การเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างจากประชากรที่สามารถแบ่งเป็นชั้น ๆ ซึ่งเรียกว่าชั้นภูมิ (stratum) โดยที่ประชากรในชั้นภูมิเดียวกันมีลักษณะคล้ายคลึงกันมากที่สุด (homogeneous) ภายใต้คุณลักษณะที่ต้องการศึกษา และประชากรในระหว่างชั้นภูมิมีลักษณะแตกต่างกันมากที่สุด (heterogeneous) การเลือกตัวอย่างวิธีนี้จะได้ตัวอย่างที่ถูกต้องแน่นอนกว่าการเลือกตัวอย่างอย่างสุ่ม เช่น ในการเลือกตัวอย่างเพื่อประมาณรายได้เฉลี่ยของร้านค้าในเขตเมือง ๆ หนึ่ง เราทราบกันโดยทั่วไปว่าร้านค้าจะมีรายได้ที่แตกต่างกันคือ รายได้สูง รายได้ปานกลาง และรายได้ต่ำ ถ้าเราใช้การเลือกตัวอย่างอย่างสุ่มในการเลือกร้านค้าเพื่อสอบถามรายได้เราอาจจะได้ข้อมูลที่มีแต่รายได้สูงมากเกินไป หรือรายได้ต่ำมากเกินไป ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร จึงต้องแบ่งร้านค้าเป็นชั้นภูมิที่มีรายได้สูง ปานกลาง ต่ำ แล้วเลือกตัวอย่างจากแต่ละชั้นภูมิ แต่ในทางปฏิบัตินั้นเราไม่สามารถจัดร้านค้าเป็นชั้นภูมิที่มีรายได้สูง ปานกลาง ต่ำได้ เพราะต้องทราบข้อมูลทั้งหมดในประชากร ดังนั้นจึงต้องใช้สิ่งที่คิดว่าทำให้รายได้ของร้านค้าแตกต่างกันมาช่วยในการจัดชั้นภูมิ เช่นถ้าขนาดของร้านค้าคือขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีผลทำให้รายได้ของร้านค้าสูง ปานกลาง และต่ำ การจัดชั้นภูมิจะ

จัดร้านค้าออกเป็น 3 ชั้นภูมิตามขนาด แล้วเลือกตัวอย่างจากแต่ละชั้นภูมิ จะทำให้ได้ร้านค้าที่มีขนาดต่าง ๆ เท่ากับจะได้ข้อมูลที่เป็นรายได้สูง ปานกลาง และต่ำด้วย การเลือกตัวอย่างลักษณะนี้เรียกว่าการเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ ดังภาพต่อไปนี้



รูป 1.8 การเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ

- การเลือกตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling) ในบางครั้งอาจพบว่าการจัดลำดับหมายเลขของหน่วยแจงนับในประชากรเป็นไปได้ยาก หรือไม่สามารถจัดประชากรที่มีลักษณะคล้ายกันไว้ด้วยกันเป็นชั้นภูมิด้วยเหตุผลบางประการ เช่น สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ใช้เวลามาก หรือทำไม่ได้ เมื่อเป็นเช่นนี้จะแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ เรียกว่าคลัสเตอร์ (cluster) โดยให้ประชากรภายในกลุ่มมีลักษณะที่แตกต่างกันมากที่สุด (heterogeneous) และให้ประชากรระหว่างกลุ่มมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด (homogeneous) แล้วใช้การเลือกตัวอย่างอย่างสุ่ม หรือแบบมีระบบก็ได้ เลือกบางคลัสเตอร์มาเป็นตัวแทนของประชากร หน่วยแจงนับในคลัสเตอร์นั้นคือกลุ่มตัวอย่าง เช่นการสำรวจเกี่ยวกับผู้บริโภคสินค้าในเมืองหนึ่ง กลุ่มตัวอย่างจะต้องประกอบด้วยผู้บริโภคซึ่งมาจากครอบครัวต่าง ๆ ในเมืองนี้ แต่ปรากฏว่าไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับครอบครัวทั้งหมดที่จัดว่าถูกต้องและทันสมัย จึงจัดชั้นภูมิไก้ลำบาก ดังนั้นจึงแบ่งพื้นที่ของเมืองนี้ตามหลักภูมิศาสตร์เป็นพื้นที่เล็ก ๆ ตามลักษณะที่ตั้งเป็นคลัสเตอร์ แล้วเลือกพื้นที่เหล่านี้มาเป็นตัวแทนของประชากร อาจเลือกเพียง 1 หรือ 2 พื้นที่ แล้วเก็บข้อมูลทุกหน่วยแจงนับในพื้นที่นั้น การเลือกตัวอย่างแบบนี้เรียกว่า การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม ดังภาพต่อไปนี้



รูป 1.9 การเลือกตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม

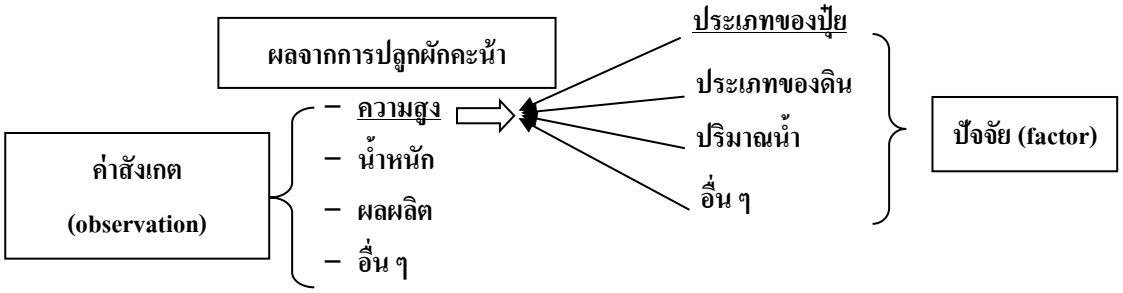
แต่ถ้าคลัสเตอร์ที่ถูกเลือกยังมีขนาดใหญ่อาจต้องแบ่งคลัสเตอร์นั้นเป็นกลุ่มย่อย ๆ อีก แล้วจึงเลือกคลัสเตอร์ย่อยอีกครั้ง ลักษณะเช่นนี้ถือว่าเป็นการเลือกตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-state sampling) เช่นการสำรวจเกี่ยวกับผู้บริโภคสินค้าในเมืองหนึ่ง เมื่อแบ่งพื้นที่ของเมืองนี้ตามหลักภูมิศาสตร์เป็นพื้นที่เล็ก ๆ ตามลักษณะที่ตั้งเป็นคลัสเตอร์ แล้วเลือกพื้นที่ 1 แห่งมาเป็นตัวแทนของประชากร แต่ยังมีขนาดใหญ่จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดในพื้นที่นี้ จึงแบ่งพื้นที่ของคลัสเตอร์ที่เลือกเป็นพื้นที่ย่อย ๆ อีกครั้งแล้วใช้การเลือกตัวอย่างอย่างสุ่ม หรือแบบมีระบบก็ได้ เลือกบางคลัสเตอร์มาเป็นตัวแทนของประชากร

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง (experiment)

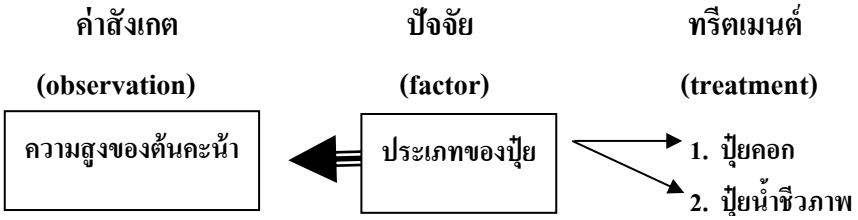
เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีการออกแบบการทดลอง (experimental design) โดยอาจจะกระทำในห้องทดลอง หรือนอกห้องทดลองก็ได้ การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีนี้ผู้ทดลองจะต้องมีความระมัดระวังในการวางแผนแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด ไม่เช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองหรือคำตอบที่ได้ผิดพลาดไปจากความเป็นจริง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีนี้และเปรียบเทียบกับการเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีที่กล่าวไปแล้วจึงควรทำความเข้าใจกับแนวคิดการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

3.1 แนวคิดการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าในทางวิทยาศาสตร์นั้นมักต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำการทดลอง ซึ่งมีแนวคิดดังตัวอย่างต่อไปนี้

ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการปลูกต้นคะน้า นักวิจัยต้องการศึกษาว่าผลจากการปลูกผักคะน้านั้นจะได้รับอิทธิพลจากสิ่งใด ดังนี้



เรียกผลจากการปลูกผักคะน้า เช่น ความสูง น้ำหนัก ผลผลิต ว่าค่าสังเกต (observation) และเรียกสิ่งที่เราคิดว่ามีอิทธิพลต่อค่าสังเกต เช่น ประเภทปุ๋ย ประเภทดิน ปริมาณน้ำ ว่าปัจจัย (factor) หากเราสนใจ และให้ความสำคัญกับค่าสังเกตเพียงอย่างเดียว คือ ความสูงของต้นคะน้า และสนใจว่าความสูงของต้นคะน้าได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวคือ ประเภทของปุ๋ย ดังนี้



เราเรียกประเภทของปุ๋ยที่เราคิดว่ามีอิทธิพลต่อความสูงของผักคะน้า เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ว่าทรีตเมนต์ (treatment) ขั้นต่อมาคือการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยส่วนใหญ่การเก็บรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำการทดลอง ซึ่งความน่าเชื่อถือของข้อมูลอยู่ที่วิธีทำการทดลอง ดังนั้นออกแบบการทดลองให้เหมาะสม โดยทั่วไปเรียกว่า แผนแบบการทดลอง (Experimental Design) ดังนี้

3.2 ประเภทของแผนแบบการทดลอง แผนแบบการทดลอง มี 2 ประเภท ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ศึกษา ดังนี้

3.2.1. อิทธิพลของปัจจัยเดียว แผนแบบการทดลองที่ใช้ ได้แก่

1) แผนแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD)

2) แผนแบบการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD)

3) แผนแบบการทดลองแบบละตินสแควร์ (Latin Square Design : LS)

3.2.2. อิทธิพลของปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป แผนแบบการทดลองที่ใช้ ได้แก่

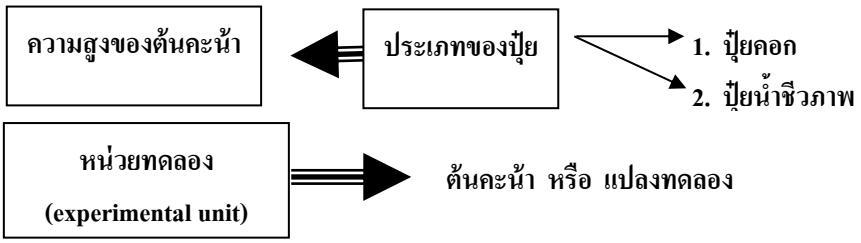
1) แผนแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Design)

2) แผนแบบการทดลองแบบสปริตพลอต (Split Plot Design)

ในที่นี้จะกล่าวถึงแผนแบบการทดลองในกรณีที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียว

ในกรณีที่ศึกษาว่าค่าสังเกตได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวนั้นสามารถเลือกแผนแบบการทดลองได้ 3 แบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะของหน่วยทดลอง

หน่วยทดลอง (experimental unit) คือ หน่วยที่เล็กที่สุดที่สามารถให้ทรีตเมนต์ที่แตกต่างกันได้ เช่นจากตัวอย่างข้างต้น หน่วยทดลองคือต้นคะน้า หรือแปลงทดลอง



ถ้าหน่วยทดลองมีลักษณะที่เหมือนกัน จะใช้แผนแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แต่ถ้าหน่วยทดลองมีลักษณะบางอย่างที่คล้ายกันจนสามารถแยกเป็นกลุ่มได้จะใช้แผนแบบการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ เป็นต้น

ในการทำการทดลองก็ต้องมีการกำหนดจำนวนตัวอย่างเช่นเดียวกับเลือกตัวอย่าง แต่จะเรียกว่าจำนวนซ้ำ (number of replication)

จำนวนซ้ำ หมายถึงจำนวนครั้งที่ทรีตเมนต์ปรากฏในการทดลอง ซึ่งหมายถึงจะต้องใช้หน่วยทดลองจำนวนเท่าใดเพื่อให้ความคลาดเคลื่อนในการทดลองลดลง

การกำหนดจำนวนซ้ำ มีปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดจำนวนซ้ำหลายประการ ประการหนึ่งคือ จำนวนทรีตเมนต์ โดยคำนวณได้จากองศาแห่งความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนของแผนแบบการทดลองแต่ละแผนแบบ โดยทั่วไปองศาแห่งความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน ไม่ควรน้อยกว่า 9 เช่น ในแผนแบบการทดลองแบบ CRD มีองศาแห่งความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ t (r-1) เมื่อ t = จำนวนทรีตเมนต์ และ r = จำนวนซ้ำ

จากตัวอย่างหากคัดเลือกต้นคะน้าที่เหมือน ๆ กัน เป็นหน่วยทดลอง จำนวนซ้ำในแผนแบบการทดลองแบบ CRD เมื่อมี 2 ทรีตเมนต์ เป็นดังนี้

$$t(r-1) \geq 9$$

$$2(r-1) \geq 9$$

$$r \geq 6$$

ดังนั้น ในแผนแบบการทดลองแบบ CRD เมื่อมี 2 ทรีตเมนต์ จะมีจำนวนซ้ำอย่างน้อย 6 นั่นคือ ใช้ต้นคะน้าอย่างน้อย 12 ต้น

การสุ่ม (randomization) คือ วิธีการจัดทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลอง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการทดลอง เช่น จากตัวอย่างข้างต้น ที่มี 2 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 7 ซ้ำ ใช้ต้นคะน้า 14 ต้น มีวิธีการสุ่มดังนี้

1. ใช้ตารางเลขสุ่ม สุ่มตัวเลข 2 หลักมา จำนวน 14 ตัวได้ผลดังนี้

เลขสุ่ม	52	10	89	35	14	12	38	80	72	61	99	19	87	24

2. เรียงลำดับเลขสุ่มในขั้นที่ 1 ได้ผลดังนี้

เลขสุ่ม	52	10	89	35	14	12	38	80	72	61	99	19	87	24
ลำดับ	8	1	13	6	3	2	7	11	10	9	14	4	12	5

3. ให้ทรีตเมนต์แก่หน่วยทดลอง

เลขสุ่ม	52	10	89	35	14	12	38	80	72	61	99	19	87	24
ต้นคะน้า	8	1	13	6	3	2	7	11	10	9	14	4	12	5
ทรีตเมนต์	ปุ๋ยคอก T_1							ปุ๋ยน้ำชีวภาพ T_2						

ผังการทดลอง

1	2	3	4	5
T_1	T_1	T_1	T_2	T_2
6	7	8	9	10
T_1	T_1	T_1	T_2	T_2
11	12	13	14	
T_2	T_2	T_1	T_2	

หรือ

T_1		T_2	
1	2	4	5
3	6	9	10
7	8	11	12
13		14	

ข้อมูลดิบ

	Treatment	
ต้นที่	ปุ๋ยคอก	ปุ๋ยน้ำชีวภาพ
1	x_{11}	x_{21}
2	x_{12}	x_{22}
3	x_{13}	x_{23}
4	x_{14}	x_{24}
5	x_{15}	x_{25}
6	x_{16}	x_{26}
7	x_{17}	x_{27}

เมื่อ x_{ij} แทน ความสูงของต้นคะน้าที่ได้รับทรีตเมนต์ที่ i ต้นที่ j

ประเภทของข้อมูล

ข้อมูล (data) หมายถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องราวที่สนใจศึกษา ซึ่งจะเป็นตัวเลขหรือไม่เป็นตัวเลขก็ได้ โดยทั่วไปประเภทของข้อมูลสามารถแบ่งได้หลายประเภทตามเกณฑ์ในการแบ่ง ดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะของข้อมูล

แบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) คือข้อมูลที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ หรือตัวเลขนั้นไม่สามารถบอกปริมาณได้ เช่น เพศ สีผิว ระดับการศึกษา อาชีพ ประเภทลูกหนี้ หมายเลขบัตรเครดิต ประเภทอสังหาริมทรัพย์ เป็นต้น ข้อมูลประเภทนี้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้เพียงหาความถี่ และร้อยละ เท่านั้น

1.2. ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) คือข้อมูลที่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ และตัวเลขนั้นสามารถบอกปริมาณได้ เช่น น้ำหนัก อายุ ส่วนสูง ระยะทาง เวลา คะแนน รายได้ ยอดขาย อัตราดอกเบี้ย ราคาประเมินที่ดินเป็นต้น ข้อมูลประเภทนี้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความถี่ ร้อยละ แล้ว ยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติวิธีอื่น ๆ ได้อีกมากมาย

2. แบ่งตามระดับของการวัด (levels of measurement)

การวัดเป็นการกำหนดค่า หรือรหัสให้กับข้อมูลเพื่อแทนคุณสมบัติใดคุณสมบัติหนึ่งของตัวอย่างนั้น ระดับของการวัดขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของการเรียงอันดับ (order) และระยะทาง (distance) เราต้องรู้ว่าข้อมูลวัดมาในระดับใดเพื่อเลือกใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสมกับข้อมูลนั้น

ระดับของการวัดนิยมแบ่งเป็นสี่ระดับ ตามที่ S.S Stevens (1946) กำหนดไว้คือ

2.1 ระดับแบ่งกลุ่ม (nominal scale) เป็นการวัดระดับต่ำสุด เป็นการใช้ตัวเลขเป็นรหัสแทนกลุ่มต่าง ๆ ของข้อมูล เช่น เพศ กำหนดให้ 1 แทนเพศชาย 2 แทนเพศหญิง อาชีพ กำหนดให้ 1 แทน อาชีพรับราชการ 2 แทนอาชีพรับจ้าง หรือเบอร์โทรศัพท์ หมายเลขประจำตัวผู้เสียภาษี เป็นต้น ตัวเลขนี้เป็นเพียงสัญลักษณ์บอกว่าเป็นกลุ่มใดเท่านั้น ไม่มีความหมายในเชิงตัวเลขในการเปรียบเทียบขนาด การบวก การคูณ หรือกล่าวได้ว่าการวัดในระดับนี้ทั้งเรียงอันดับไม่ได้และบอกระยะห่างไม่ได้ ข้อมูลระดับนี้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้เพียงหาความถี่ และร้อยละเท่านั้น

2.2 ระดับเรียงอันดับ (ordinal scale) เป็นการวัดในระดับที่ละเอียดขึ้น นอกจากจะแบ่งกลุ่มข้อมูลแล้วยังสามารถจัดอันดับของกลุ่มตามเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งได้ เช่นจัดกลุ่มคนตามระดับการศึกษา โดยกำหนดให้ 1 แทนจบชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 2 แทนจบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 3 แทนจบมหาวิทยาลัย ตัวเลขนี้สามารถบอกได้เพียงว่าคนในกลุ่มที่ 3 มีระดับการศึกษาสูงกว่าคนในกลุ่มที่ 2 และ 1 จัดกลุ่มสินค้าตามคุณภาพสินค้า โดยกำหนดให้ 1 แทนคุณภาพสินค้าต่ำ 2 แทนคุณภาพสินค้าพอใช้ และ 3 แทนคุณภาพสินค้าดี เป็นต้น ตัวเลขนี้สามารถบอกได้เพียงว่าสินค้าในกลุ่มที่ 3 มีคุณภาพดีกว่าสินค้าในกลุ่มที่ 2 และ 1 แต่ตัวเลขในระดับนี้ไม่สามารถบอกได้ว่ามากกว่าหรือน้อยกว่าเท่าไรเพราะระยะห่างไม่เท่ากัน ข้อมูลระดับนี้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้เพียงหาความถี่ และร้อยละเท่านั้น

2.3 ระดับอันตรภาค (interval scale) เป็นการวัดในระดับที่ละเอียดขึ้น นอกจากจะแบ่งกลุ่มและเรียงอันดับข้อมูลแล้วยังสามารถบอกความแตกต่างได้ว่ามากน้อยเพียงใด นั่นคือช่วงห่างของค่าวัดมีความหมาย เช่น อุณหภูมิ การวัดองศาจะมีขนาดเท่ากันทุก ๆ จุดบนสเกล ความแตกต่างระหว่าง 20 $^{\circ}$C กับ 21 $^{\circ}$C เหมือนกับความแตกต่างระหว่าง 5 $^{\circ}$C กับ 6 $^{\circ}$C อย่างไรก็ตามจุดศูนย์ไม่ได้มีความหมายเป็นศูนย์อย่างแท้จริง อุณหภูมิ 0 $^{\circ}$C ไม่ได้มีความหมายว่าไม่มีความร้อนเลย ดังนั้นการวัดในระดับนี้บอกได้เพียงระยะห่างระหว่างสิ่งหนึ่ง ๆ แต่ไม่สามารถบอกอัตราส่วนของขนาดได้ เช่นบอกไม่ได้ว่า 80 $^{\circ}$C มีความร้อนเป็น 2 เท่าของ 40 $^{\circ}$C ดังนั้นข้อมูลระดับนี้หาความถี่และร้อยละได้ และสามารถนำมาบวก ลบ ได้ แต่ไม่สามารถนำมาคูณ หารได้

2.4 ระดับอัตราส่วน (ratio scale) เป็นการวัดในระดับที่ละเอียดที่สุด นอกจากจะแบ่งกลุ่ม เรียงอันดับข้อมูล บอกความแตกต่างได้ว่ามากน้อยเพียงใด ยังเพิ่มคุณสมบัติการมีศูนย์ที่แท้จริง เช่น การวัดส่วนสูงเป็นฟุต ความสูง 0 ฟุต คือไม่มีความสูงเลย คนที่สูง 6 ฟุตมีความสูงเป็น 2 เท่าของคนที่สูง 3 ฟุต เนื่องจากการวัดในระดับนี้มีคุณสมบัติของระบบจำนวนจริง ดังนั้นข้อมูลในระดับนี้จึงสามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์วิธีใด ๆ ก็ได้

3. แบ่งตามแหล่งที่มาของข้อมูลแหล่งข้อมูล (source of data)

แหล่งที่มาของข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 แหล่ง คือ

3.1 แหล่งปฐมภูมิ (primary source) หมายถึงแหล่งที่ให้ข้อมูลโดยตรง หรือแหล่งที่เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นครั้งแรก ซึ่งอาจจะได้จากการสัมภาษณ์ การกรอกแบบสอบถาม เป็นต้น ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นี้จะเรียกว่าข้อมูลปฐมภูมิ (primary data)

3.2 แหล่งทุติยภูมิ (secondary source) หมายถึงแหล่งที่ให้ข้อมูลโดยที่มีผู้เก็บรวบรวมข้อมูลนั้นไว้แล้ว เช่น สถิติของหน่วยงานต่าง ๆ ในส่วนภูมิภาคที่ถูกเก็บรวบรวมโดยหน่วยงานกลาง เป็นต้น ข้อมูลประเภทนี้เรียกว่าข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data)

4. แบ่งตามระยะเวลาการเก็บข้อมูล

สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทดังนี้

4.1 ข้อมูลแบบตัดขวาง (cross–sectional data) เป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น ปริมาณสารตะกั่วในแม่น้ำท่าจีนจำนวน 20 จุด ความคิดเห็นของผู้ปกครองเกี่ยวกับการรับน้องใหม่ เป็นต้น

4.2 ข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (time series data) เป็นข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เก็บรวบรวบจากหลายช่วงเวลาที่มีระยะห่างเท่า ๆ กัน เช่น ปริมาณการส่งออกของข้าวหอมมะลิของประเทศไทยเป็นรายเดือนในปี 2552–2553 จำนวนนักศึกษาที่เข้าใหม่ในปีการศึกษา 2540–2549 ยอดขายของบริษัทเป็นรายไตรมาสในปี 2550–2553 เป็นต้น

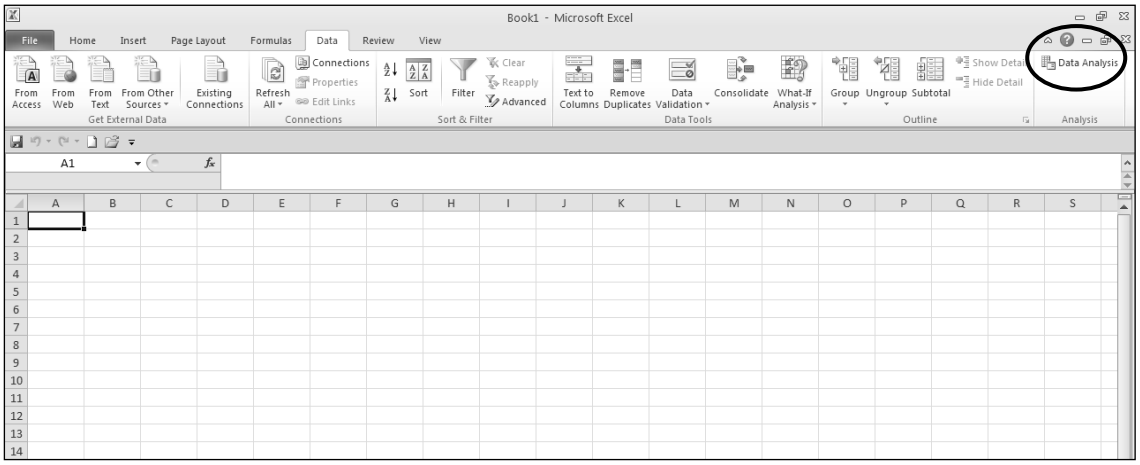
การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ปัจจุบันการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินั้นไม่ใช่เรื่องที่ยุ่งยากอีกต่อไปเพราะมีโปรแกรมสำเร็จรูปเป็นเครื่องมือในการคำนวณมากมาย เช่น SPSS, Minitab, SAS, Instat, Microsoft Excel

เป็นต้น ในเอกสารฉบับนี้เลือกโปรแกรมสำเร็จรูปไมโครซอฟต์เอ็กเซล เวอร์ชัน 2010 ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี จะกล่าวรายละเอียดเฉพาะกรณีวิเคราะห์ด้วยชุดคำสั่งใน Data Analysis เท่านั้น

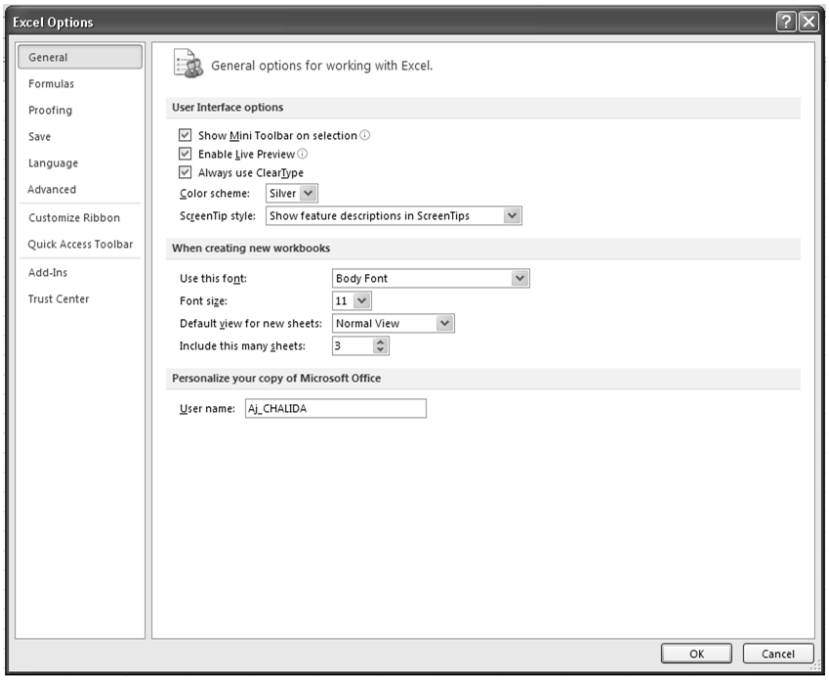
1. การติดตั้ง Data Analysis

ก่อนการใช้ไมโครซอฟต์เอ็กเซลในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ควรตรวจสอบก่อนว่าในเมนู Data มีคำสั่งย่อย Data Analysis หรือไม่ ดังนี้

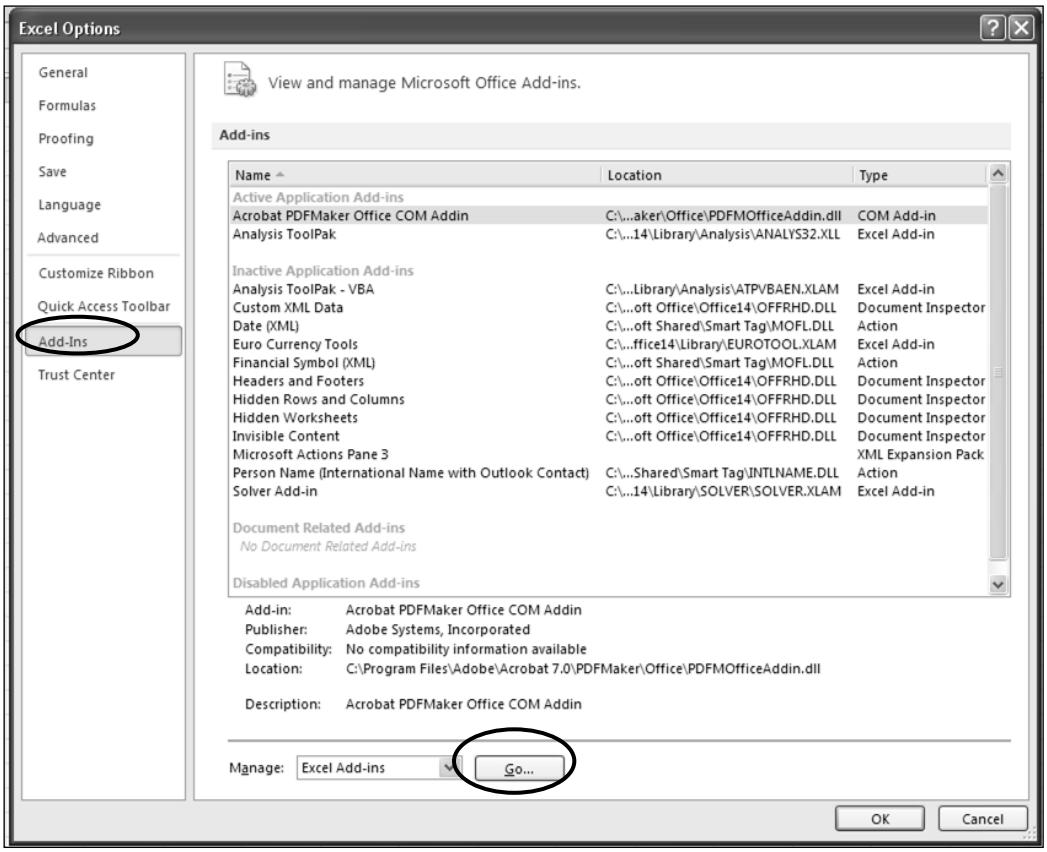


ถ้าไม่มีจะต้องติดตั้งโปรแกรมย่อยก่อนดังขั้นตอน ต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกเมนู File เลือก Options จะได้หน้าต่าง Excel Options ดังนี้



ขั้นตอนที่ 2 เลือก Add-Ins แล้วเลือก Go ดังนี้

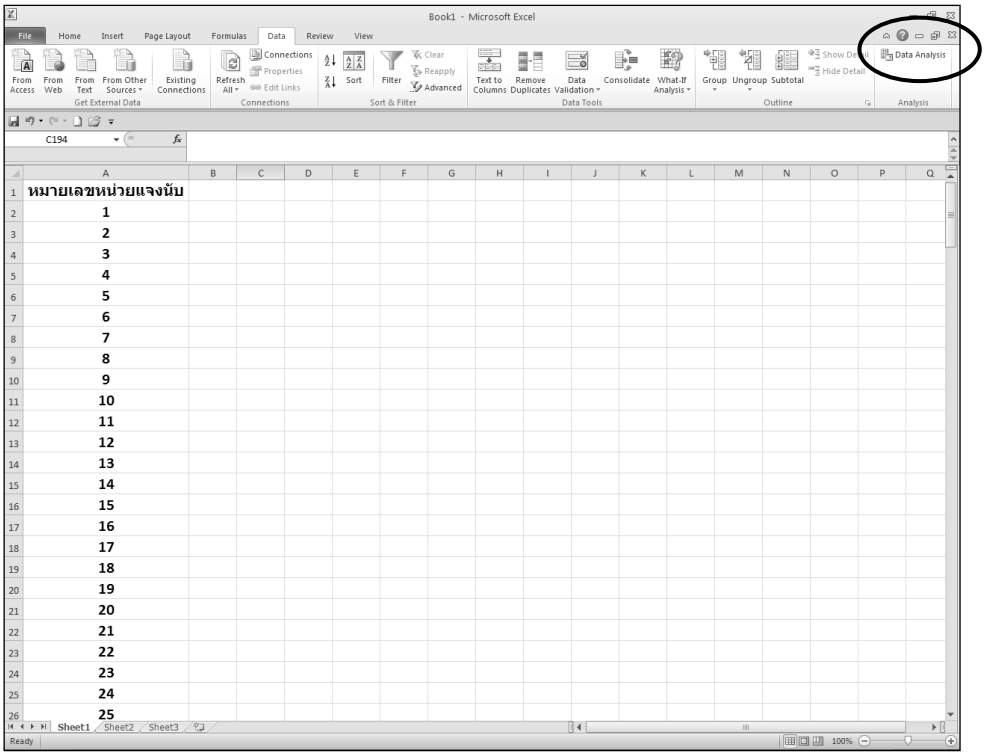


ขั้นตอนที่ 3 ในหน้าต่าง Add-Ins เลือก Analysis ToolPak เลือก OK ดังนี้

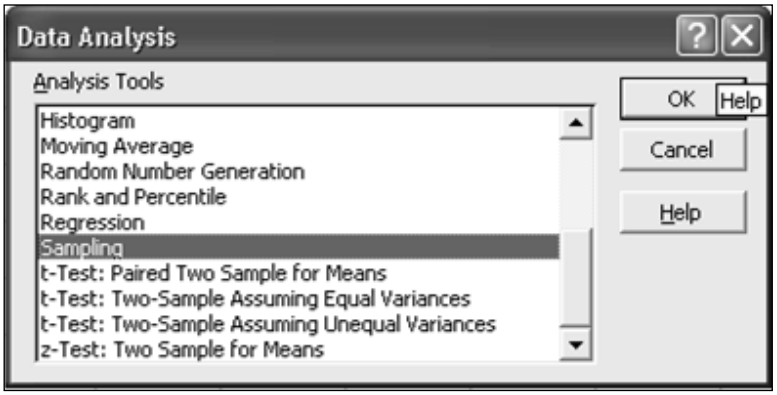
2. การเลือกตัวอย่าง

ในเอกสารฉบับนี้เป็นการเลือกหมายเลขหน่วยแจงนับ 20 หมายเลขจากทั้งหมด 200 หมายเลข ด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างอย่างสุ่ม และการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบ

ขั้นตอนที่ 1 ใส่หมายเลขหน่วยแจงนับ 200 หมายเลข เลือกเมนู Data เลือก Data Analysis ดังนี้



ขั้นตอนที่ 2 ในหน้าต่าง Data Analysis เลือก Sampling เลือก OK ดังนี้



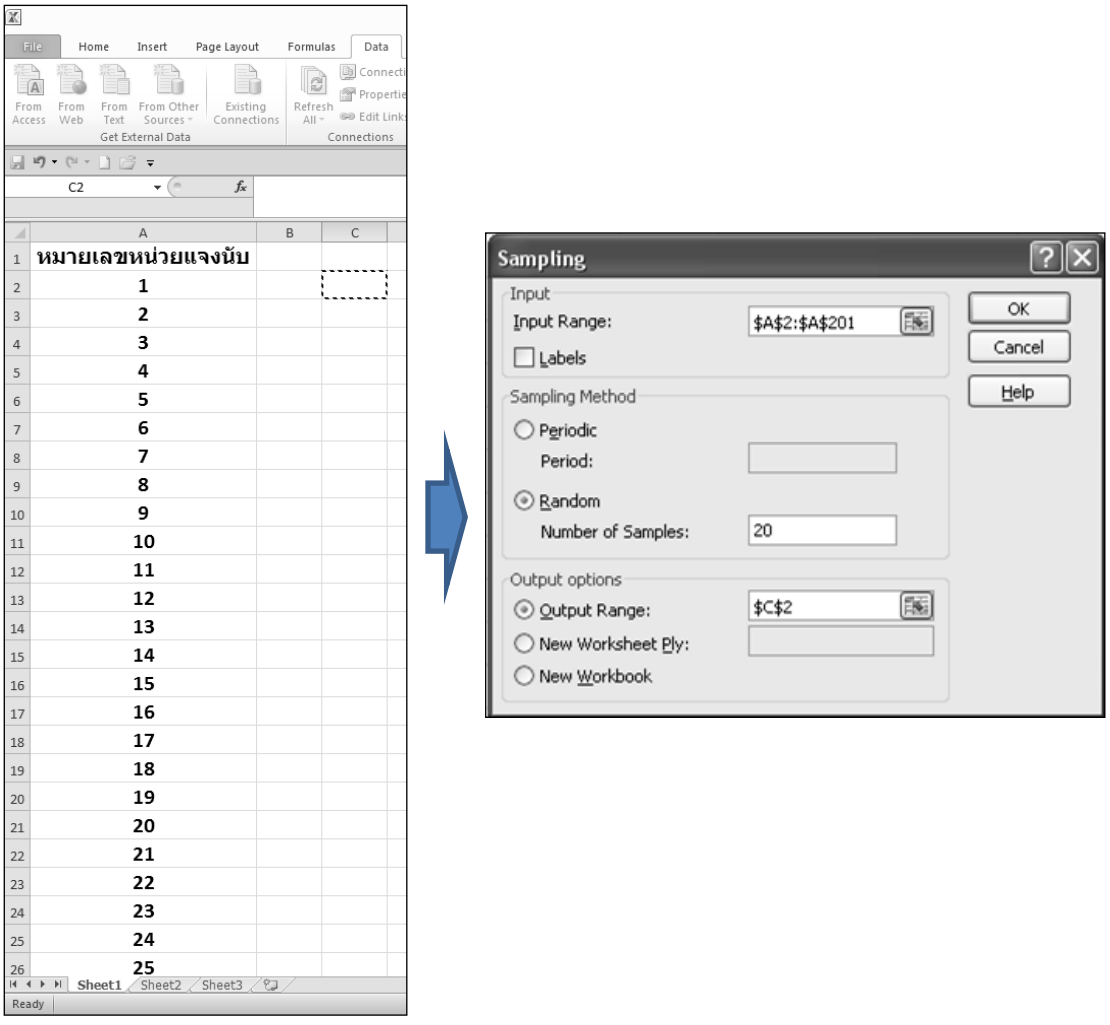
ขั้นตอนที่ 3 ในหน้าต่าง Sampling ในส่วนของ Input Range ให้ใส่ตำแหน่ง cell ของข้อมูล

ในส่วนของ Sampling Method ให้เลือกวิธีการเลือกตัวอย่าง

- Periodic (การเลือกตัวอย่างแบบมีระบบ) และใส่ค่า I ในช่อง Period
- Random (การเลือกตัวอย่างอย่างสุ่ม) และค่า n ในช่อง Number of Samples

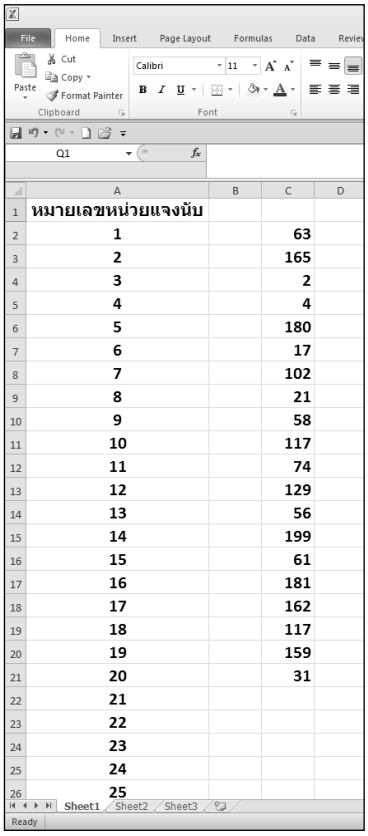
ในส่วนของ Output Option ให้เลือกตำแหน่งที่จะวางผลลัพธ์

- Output Range (ผลลัพธ์จะอยู่ใน worksheet เดิม ในตำแหน่ง cell ที่ระบุ)
- New Worksheet Ply (ผลลัพธ์จะอยู่ใน worksheet ใหม่ ตามที่ระบุ)
- New Workbook (ผลลัพธ์จะอยู่ใน workbook ใหม่)



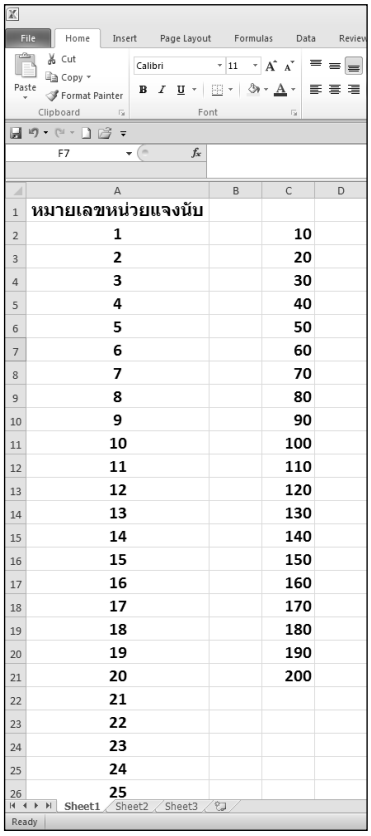
ขั้นตอนที่ 4 ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

กรณีเลือก Random



หมายเลขหน่วยแจงนับ	
1	63
2	165
3	2
4	4
5	180
6	17
7	102
8	21
9	58
10	117
11	74
12	129
13	56
14	199
15	61
16	181
17	162
18	117
19	159
20	31
21	
22	
23	
24	
25	

กรณีเลือก Periodic และ I=10



หมายเลขหน่วยแจงนับ	
1	10
2	20
3	30
4	40
5	50
6	60
7	70
8	80
9	90
10	100
11	110
12	120
13	130
14	140
15	150
16	160
17	170
18	180
19	190
20	200
21	
22	
23	
24	
25	

สรุปท้ายบท

สถิติมีความหมายมากกว่าตัวเลขที่แสดงข้อเท็จจริงในเรื่องต่าง ๆ แต่สถิตินั้นหมายถึงความรู้แขนงหนึ่งที่มีทั้งศาสตร์และศิลป์ในการจัดการข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อนำผลลัพธ์ไปประกอบการตัดสินใจอย่างเหตุผล โดยเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งจะต้องกำหนดประชากร ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง วิธีการเลือกตัวอย่าง ให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดี และสามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ ผลลัพธ์ที่เกิดจากการพิจารณาข้อมูลชุดนี้จึงสามารถใช้แทนผลลัพธ์ในประชากรได้ และเมื่อนำผลลัพธ์นี้ไปประกอบการตัดสินใจก็จะลดความผิดพลาดที่เกิดจากการตัดสินใจ หากการเก็บรวบรวมข้อมูลไม่เหมาะสม ข้อมูลที่ได้มาจะไม่มีคุณภาพ และไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ ผลลัพธ์ที่เกิดจากการพิจารณาข้อมูลชุดนี้จึงไม่สามารถใช้แทนผลลัพธ์ในประชากรได้ และเมื่อนำผลลัพธ์นี้ไปประกอบการตัดสินใจก็จะไม่ได้ลดความผิดพลาดที่เกิดจากการตัดสินใจ ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลจึงถือเป็นขั้นตอนแรกที่ต้องให้ความสำคัญมากที่สุดเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเช่นกัน

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงอธิบายความหมายของคำว่า “สถิติ” มาตามที่ท่านเข้าใจ
2. จงยกตัวอย่างงานสถิติที่เคยพบเห็นในที่ชีวิตประจำวันของท่านมา 2 - 3 อย่าง
3. จงยกตัวอย่างข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ ในที่ทำงานของท่านมาอย่างละ 2-3 ตัวอย่าง
4. จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ ข้อใดเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ หรือข้อมูลเชิงปริมาณ
   4.1. ชื่อของบัตรเครดิต
   4.2. ดอกเบี้ยเงินฝากที่ได้รับต่อเดือน
   4.3. จำนวนของจดหมายที่ถูกส่งออกไปของบริษัทแห่งหนึ่ง
   4.4. เบอร์โทรศัพท์ ของผู้ที่อาศัยอยู่บนถนนสายพิษณุโลก
   4.5. เปอร์เซ็นต์ที่เที่ยวบินจะมาถึงช้ากว่าที่กำหนดในแต่ละเดือน
   4.6. การจำแนกนักศึกษาตามคณะวิชา
5. สำหรับสถานการณ์ต่อไปนี้ จงชี้ให้เห็นว่าการอธิบายตัวเลขในส่วนที่ขีดเส้นใต้ ค่าใดที่เป็นค่าพารามิเตอร์ และค่าใดเป็นค่าสถิติ
   5.1. สุ่มนักศึกษามา 5 คนจาก 52 คนในชั้นเรียนเพื่อสอบถามคะแนนสอบวิชาสถิติ และคำนวณหาค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชาสถิติของนักศึกษาทั้ง 5 คนนั้น
   5.2. สุ่มสอบถามราคานมสดที่มีไขมันต่ำ ในขนาดบรรจุ 1 ลิตร จากร้านซุปเปอร์มาเก็ตที่อยู่ในเมือง ๆ หนึ่ง แล้วคำนวณหาราคาเฉลี่ยของนมสดเหล่านั้น
   5.3. โรงงานแห่งหนึ่งผลิตยางรถยนต์ 1,000 เส้น ถ้าต้องการตรวจสอบว่ายางรถยนต์ของโรงงานนี้สามารถทนความร้อนได้ดีภาพเพียงใด จึงนำยางทุกเส้นมาผ่านความร้อนแล้วบันทึกเวลาไว้ จากนั้นจึงคำนวณหาเวลาเฉลี่ยที่ยางจะทนความร้อนได้ และความแปรปรวนของเวลาที่ยางจะทนความร้อนได้
6. วิธีการเลือกตัวอย่างที่ครอบคลุมประชากรทั้งหมด และควบคุมคุณลักษณะบางประการของตัวอย่างที่เลือกมา คือวิธีการเลือกตัวอย่างแบบใด
7. ถ้าประชากรมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มน้อยควรใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบใด
8. เลือกหมายเลขโทรศัพท์ 1 หมายเลข แล้วโทรศัพท์ติดต่อดูว่าเป็นหญิงหรือชายที่มารับสาย แล้วทำกับหมายเลขอื่น ๆ แต่ให้มีหมายเลขตัวท้ายเหมือนกันประมาณ 100 หมายเลข เป็นวิธีการเลือกตัวอย่างแบบใด

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2552). ***การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Excel***. กรุงเทพ ฯ: สามลดา.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2547). ***ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์***. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพ ฯ: จามจุรีโปรดักท์.

ปราณี นิลกรณ์ และวีรานันท์ พงศาภักดี. (2544). ***สถิติสำหรับการวิจัยทางการศึกษา.*** นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์. (2552). ***สถิติเบื้องต้นเพื่อธุรกิจ***. กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมเจตน์ ไวยาการณ์. (2544). ***หลักการวิจัย.*** นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สรชัย พิศาลบุตร. (2547). ***สถิติพอเพียง***. กรุงเทพ ฯ: จูนพับลิชชิ่ง.

____. (2551). ***สถิติธุรกิจ***. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ ฯ: วิทยพัฒน์.

____. (2551). ***การวิจัยทางธุรกิจ***. กรุงเทพ ฯ: วิทยพัฒน์.

MARILYN K. PELOSI & THERESA M. SANDIFER. (2002). ***Doing Statistics for Business with Excel***. 2 nd Edition. New York:John WILEY&SONS INC.