



# วารสารโรงเรียนนายเรือ

กวรรณ

## บทความ

- \* สงครามแห่งกรีก.....น.อ.ไชยวุฒิ นวีกาญจนะ
- \* การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment).....น.ท.ผศ.กิตติ กิตตคัมภ์
- \* จรวดแห่งชาติ.....น.อ.ภาณุฤทธิ์ ยุกตะหัด
- \* มีความพยายามทำลายเอเซียจริงหรือ?.....น.ท.หญิง ดวงกมล พิษิตชโลธร
- \* แนวคิดพื้นฐานและหลักการทำงานของ Kalman Filter Algorithm.....  
.....น.ต.ดร.กฤษฎา แสงเพชรล่อง
- \* การประมาณค่าทางสถิติ (Statistical Estimation).....น.อ.หญิง ยุวดี เปรมวิชัย
- \* เมื่อยอดนักรบพบยอดนักพรต.....น.อ.รศ.ทองใบ อีรานันทางกูร
- \* รายงานวิจัยในชั้นเรียน.....น.อ.หญิง นงเยาว์ ศิริสนธิ
- \* การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัลเชิดชูเกียรติสามสมอทอง - สามสมอเงิน  
.....น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาต ร.อ.หญิง จุฬาลักษณ์ สุนทรวิภาต ร.ต.หญิง อรรณรส ช่างไม้งาม



# วารสารโรงเรียนนายเรือ

วารสารโรงเรียนนายเรือ

วัตถุประสงค์

วาระที่ออก

โรงเรียนนายเรือเป็นเจ้าของ

เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้และวิทยาการ เป็นแหล่งแลกเปลี่ยนความรู้  
ระหว่างนักวิชาการ และประชาสัมพันธ์โรงเรียนนายเรือ

เป็นวารสารราย ๓ เดือน

## ที่ปรึกษา

พล.ร.ท.ประวิตร ศรีสุขวัฒนา พล.ร.ต.วิฑูรย์ คัมภีระพันธ์ พล.ร.ต.ดำรงศักดิ์ หัวใจเจริญ พล.ร.ต.ประสาน สุขเกษตร

## คณะผู้จัดทำ

พล.ร.ต.ศ.สุรพงษ์	ชระระอำ	บรรณาธิการ
น.อ.หญิง กาญจนา	พุทธนิมิตต์	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.ศ.มนต์ชัย	กาทอง	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.ศราวุธ	วงศ์เงินยวง	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.หญิง กมลศ	อิมโอชา	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.หญิง เกศริน	มาร์ตนะ	ผู้ช่วยบรรณาธิการ
น.อ.หญิง ประอร	สุนทรวิภาต	ผู้ช่วยบรรณาธิการ

## ประจำกองบรรณาธิการ

น.อ.วีระ	แป้นสุขเย็น	น.อ.หญิง ชนิตา	เดชขำ	น.อ.สมมารถ	กูปกระบี
น.อ.รศ.ดร.นเรศ	เพชรนิน	น.อ.โสภณ	รัชดาภิรัช	น.ท.หญิง ผศ.ชนิษนาฏ	รัตนพฤกษ์
น.ต.दनัย	ปฎิยุทธ	พ.จ.อ.หญิง สิริกร	เนียมแจ้ง	จ.อ.คมสันต์	เอียนชาศรี
จ.อ.หญิง ยุวภา	สุขอุดม	จ.อ.ปราโมทย์	เปี่ยมอรุณ		

## ฝ่ายประสานงานการพิมพ์

น.อ.สำเร็จ	มาเกิด	น.อ.เผด็จ	ลิ้มนราภิรมย์	ร.อ.เชิดชาย	ครุฑา
พ.จ.อ.ประวิทย์	เกียรติมีผล	พ.จ.อ.จิรายุ	ปลั่งวงศ์	จ.อ.อมร	คงสีเขี้ยว
จ.อ.มณฑล	อุณหะนันท์	จ.อ.สมสมัย	จันทร์รอด	จ.อ.อำนาจ	ไชยรัตน์
จ.อ.ชัยรัตน์	จงจิตร	จ.อ.อรุณ	พันธุ์เอี่ยม		

## ฝ่ายแจกจ่าย

น.ต.หญิง นวลเพ็ญ	กลีบบัว	จ.อ.อำพล	บุษบกอ่อน	นายถิรวิทย์	คำจวนจันทร์
------------------	---------	----------	-----------	-------------	-------------

ผู้ใดประสงค์จะส่งบทความลงในวารสารฉบับนี้ ส่งได้ที่ผู้จัดทำตามที่อยู่ของสำนักงาน

สำนักงาน

โรงเรียนนายเรือ ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ ๑๐๒๗๐

โทร. ๐๒-๔๗๕-๓๘๘๗, ๐๒-๔๗๕-๓๘๐๖, ๐๒-๔๗๕-๓๘๖๒

ข้อคิดเห็นในบทความที่นำลงในวารสารโรงเรียนนายเรือเป็นของผู้เขียน มิใช่ข้อคิดเห็นหรือนโยบายของหน่วยงานใด และมีได้ผูกพันต่อทางราชการ การกล่าวถึงคำสั่ง กฎ ระเบียบ เป็นเพียงข่าวสารเบื้องต้นเพื่อประโยชน์แก่การค้นคว้าเท่านั้น



# สารบัญ

ISSN 1513-7627 วารสารโรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๔ ฉบับที่ ๔ ตุลาคม - ธันวาคม ๒๕๕๗

- สงครามแห่งกรีก ..... น.อ.ไชยวุฒิ นาวิกัญจนะ ๑
- การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ..... น.ท.ยศ.กิตติ กิตติศัพท์ ๘
- จรวดแห่งชาติ ..... น.อ.ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต ๑๙
- มีความพยายามทำลายเอเชียจริงหรือ? ..... น.ท.หญิง ดวงกมล พิซิตชโลธร ๓๑
- แนวคิดพื้นฐานและหลักการทำงานของ Kalman Filter Algorithm ..... น.ต.ดร. กฤษฎา แสงเพชรส่อง ๓๗
- การประมาณค่าทางสถิติ (Statistical Estimation) ..... น.อ.หญิง ยุวดี เปรมวิชัย ๔๙
- เมื่อยอดนักรบพบยอดนักพรต ..... น.อ.ทองใบ วีรานันท์ทางกูร ๕๙
- รายงานการวิจัยในชั้นเรียน ..... น.อ.หญิง นงเยาว์ ศิริสนธิ ๖๓
- การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัล เชิดชูเกียรติ สามสมอทอง – สามสมอเงิน.....  
..... น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาต ร.อ.หญิง จุฬาลักษณ์ สุนทรวิภาต ร.ต.หญิง ธรรมรส ช่างไม้งาม ๗๑

จัดพิมพ์โดย ... กองเตรียมช่วยการศึกษา ฝ่ายบริการ โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรือ เจ้าของ

พล.ร.ต.ต.สุพงษ์ ษะระจำ

พิพิธณา

บ.อ.สำเร็จ มาเกิด พิพิธพ์

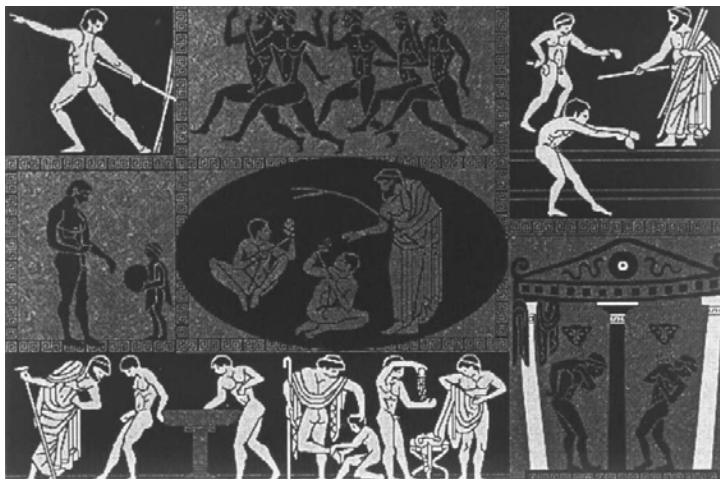
# สงครามแห่งกรีก

น.อ.ไชยวุฒิ นาวิกัญจนะ  
ผู้อำนวยการกองวิชาวิศวกรรมอุทกศาสตร์ ฝายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

## กล่าวนำ

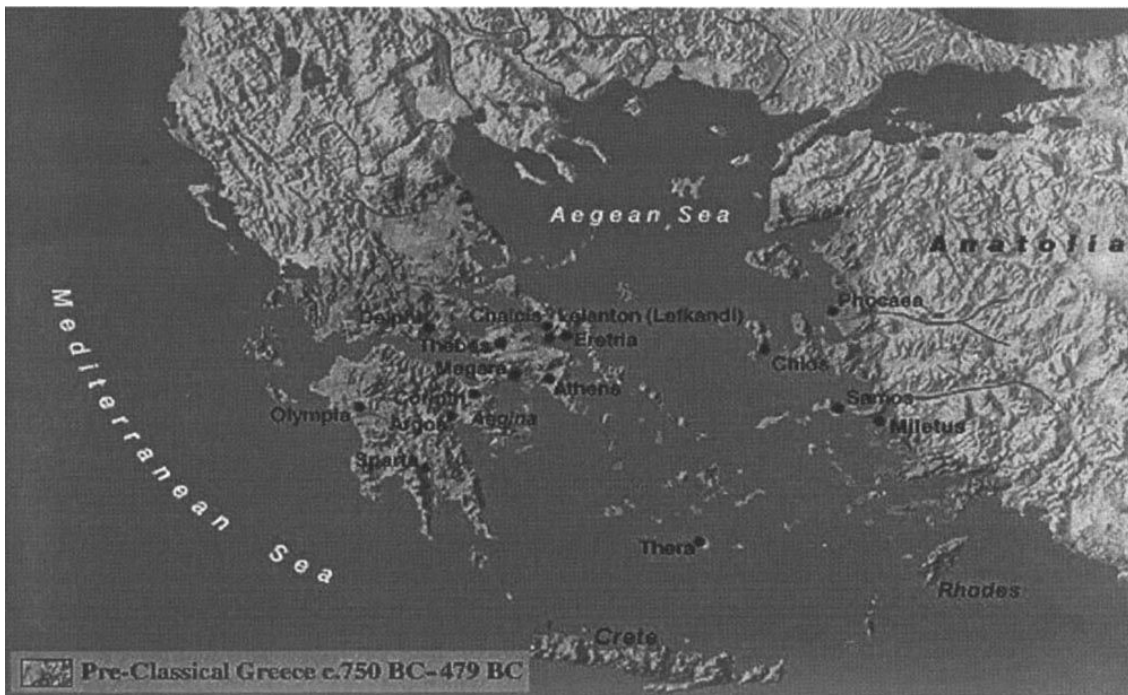
Sir Winston Churchill นายกรัฐมนตรีผู้มีชื่อเสียงของประเทศอังกฤษในช่วงสงครามโลกครั้งที่ ๒ ได้กล่าวไว้ว่า “ชนชาติใดไม่นำพาประวัติศาสตร์ ชนชาตินั้นไม่มีอนาคต” โรงเรียนนายเรือ สถาบันอุดมศึกษาหลักในการผลิตนายทหารสัญญาบัตรให้แก่กองทัพเรือได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ไว้อย่างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประวัติศาสตร์ทางเรือเห็นได้จากหลักสูตรการศึกษาทั้งในอดีตและปัจจุบัน ซึ่งได้บรรจุวิชา สมุทรทานุภาพและประวัติการสงครามทางเรือ (Sea Power and History of Naval War) ไว้โดยตลอด วิชานี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับยุทธศาสตร์ทางทะเล สมุทรทานุภาพ นาวิกานุภาพ หลักการทำสงครามประวัติสงครามทางเรือ และยุทธวิธีในการยุทธ์ที่สำคัญ ตั้งแต่ยุคเรือกรรเชียงถึงปัจจุบัน บทความฉบับนี้ผู้เขียนได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับประวัติการสงคราม ที่เรียกว่า Peloponnesian War เป็นอย่างมากหรืออาจเรียกว่าสงครามกรีกก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการทำสงครามในยุคแรก ๆ ที่มีการใช้เรือกรรเชียงเป็นเครื่องมือในการทำสงคราม บทความฉบับนี้ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนนายเรือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

Peloponnesian War เป็นสงครามที่เกิดจากฝ่ายนครรัฐเอเธนส์ และนครสปาร์ตาได้กระทำต่อกันไปช่วงประมาณ ๔๔๖ - ๔๑๐ ปีก่อนคริสต์ศักราช สงครามนี้มีบทเรียนของการใช้แนวความคิดทางยุทธศาสตร์และการเมืองของแต่ละกลุ่มชนในยุคสมัยนั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพของการรบต้องเปลี่ยนแปลงไปที่สุดในที่สุด และถูกบันทึกเป็นประวัติศาสตร์ของการสงครามไว้ตราบนานเท่านาน



## ความเป็นมา

ภาพของสงครามได้เริ่มขึ้นเมื่อพวก **ดอเรียน** (Dorian) หรือนักประวัติศาสตร์เรียกว่าชาวกรีก (Greeks) บุกเข้ามาทำลายอารยธรรมของชาวมาเซเนียน (Mycenaeans) เมื่อประมาณศตวรรษที่ ๑๒ ก่อนคริสต์ศักราช แล้วรุกรานเข้าไปทางภาคใต้ครอบครองดินแดน สปาร์ตา (Sparta) คอริินท์ (Corinth) เมการา (Megara) และอากอส (Argos) ที่นครสปาร์ตา ชาวดอเรียนผู้ชนะปกครองด้วยการกดขี่ข่มเหงชนพื้นเมืองเดิมและนำมาใช้เป็นทาส ชาวดอเรียนบางกลุ่มข้ามทะเลไปตั้งถิ่นฐานบนเกาะครีต (Crete) และในเอเชียไมเนอร์ (Asia Minor) ขณะเดียวกันมีชนอีกกลุ่มหนึ่งเดินทางมาจากดินแดนทางทิศตะวันตกของทะเลดำ (Black Sea) เข้ามายังบริเวณกรีก นักประวัติศาสตร์เรียกพวกนี้ว่าพวก **ไอโอเนียน** (Ionian) และได้ตั้งถิ่นฐานอยู่บริเวณแอตติกา (Attica) โดยมีกรุงเอเธนส์เป็นเมืองสำคัญ ชาวไอโอเนียนบางกลุ่มตั้งถิ่นฐานในหมู่เกาะในทะเลอีเจียน และชายฝั่งทะเลเอเซียไมเนอร์ ชนทั้งสองกลุ่มคือ ดอเรียน และ ไอโอเนียน ตั้งบ้านเมืองเป็นรัฐเล็ก ๆ จำนวนมาก ตลอดมาทั้งสองกลุ่มต่างขัดแย้งและทำสงครามกันอยู่ตลอดเวลา



อย่างไรก็ตามชนทั้งสองกลุ่มก็ยังมีสำนึกว่าเป็นชนชาติเชื้อสายเดียวกัน เมื่อประชากรในแต่ละเมืองของนครกรีกทวีจำนวนมากขึ้น ประกอบกับดินแดนของกรีกเป็นดินแดนขาดความอุดมสมบูรณ์ การทำเกษตรไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงชีพประชากร ชาวกรีกจึงแสวงหาผืนดินใหม่ ๆ ที่อุดมสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหาร ชาวกรีกนั้นเป็นชนชาติที่มีความรู้ ความสามารถ และความกล้าหาญรู้จักเรียนรู้โลกรอบ ๆ ตัว ดังนั้นจึงเริ่มทำการค้าขายทางทะเล โดยใช้เรือบรรทุกสินค้าไปขายยังเมืองต่าง ๆ ทั่วโลก

ออกไปและจัดตั้งนิคมแห่งใหม่ขึ้น เช่น ตามบริเวณชายฝั่งเอเชียไมเนอร์ และทะเลดำ เป็นต้น ในช่วง ๔๘๐ - ๔๓๐ ก่อนคริสต์ศักราช กรุงเอเธนส์นับเป็นนครรัฐชั้นนำของกรีก มีกองทัพเรือที่เข้มแข็งคอยรักษาความปลอดภัยในทะเลให้กับพ่อค้าชาวเอเธนส์ ช่วงเวลาดังกล่าวเอเธนส์อยู่ภายใต้การนำของรัฐบาลบุรุษผู้ชาญฉลาดชื่อ เปริคลีส (Pericles) ซึ่งได้รับแต่งตั้งให้เป็นหัวหน้ารัฐบาลหลายสมัย ในช่วงที่ เปริคลีส เป็นหัวหน้ารัฐบาลนั้นได้ใช้ความพยายามดำเนินนโยบายและยุทธศาสตร์อย่างมากมายเพื่อต้องการรวมกรีกให้เป็นหนึ่งเดียว

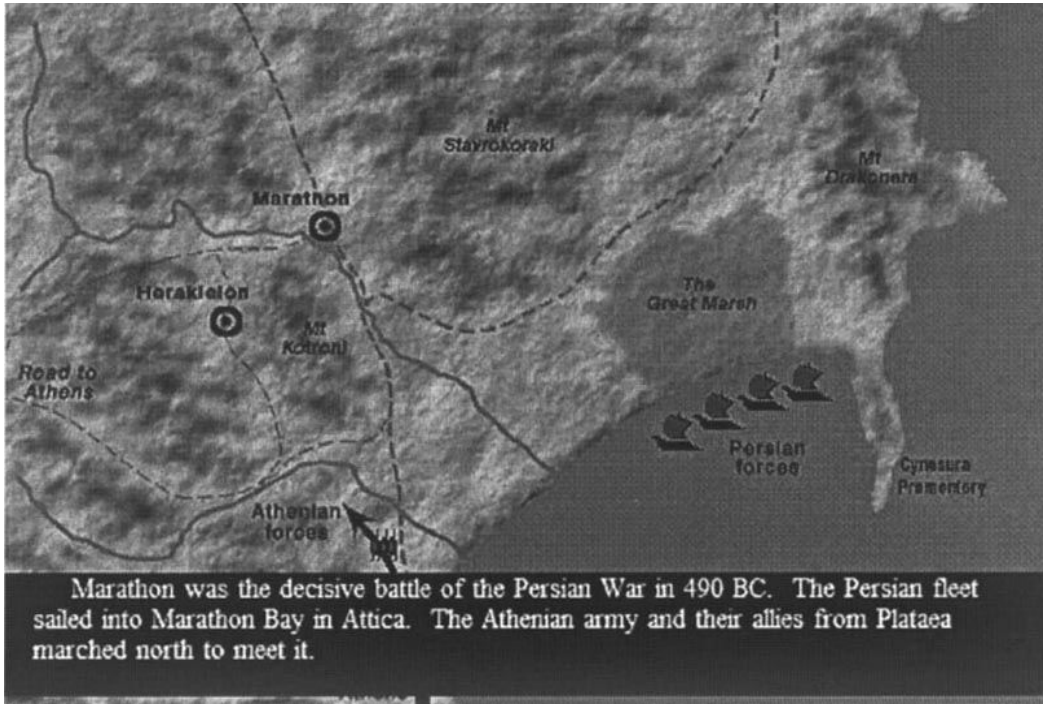


### รูปปั้นของ เปริคลีส (Pericles)

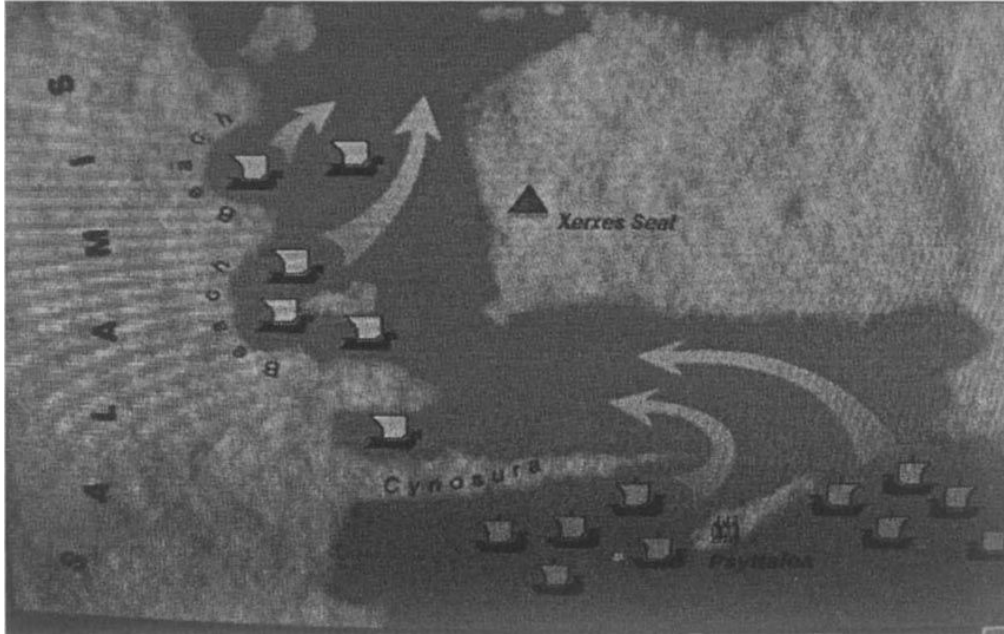
นอกเหนือจากความขัดแย้งปกติที่เกิดขึ้นระหว่างเอเธนส์และสปาร์ตาแล้ว มีสาเหตุหนึ่งที่น่าพาให้ชนทั้งสองกลุ่มเข้าสู่สงครามในเวลาต่อมา คือเดิมนครรัฐของกรีกที่อยู่ใกล้เอเชียไมเนอร์ ตกอยู่ภายใต้อำนาจการปกครองของอาณาจักรเปอร์เซียในสมัยของจักรพรรดิดาริอุส เปอร์เซียนั้นเป็นจักรวรรดิอันกว้างใหญ่ครอบครองดินแดนในเอเชียไมเนอร์และตุรกี ชาวกรีกที่อยู่ภายใต้การปกครองของเปอร์เซียไม่พอใจและก่อการกบฏอยู่ตลอดเวลา แต่ก็ถูกฝ่ายเปอร์เซียปราบปรามมาโดยตลอด ต่อมาเมื่อกรุงเอเธนส์เข้มแข็งชาวกรีกจึงร้องขอความช่วยเหลือไป เอเธนส์ได้ส่งเรือรบพร้อมทหารไปช่วยชาวกรีกต่อสู้กับเปอร์เซีย เป็นผลให้จักรพรรดิดาริอุสไม่พอใจและโกรธแค้นเอเธนส์ และกรีกเป็นอย่างมาก สาบานว่าจะลงโทษพวกกรีก



ในราวปี ๔๙๐ ก่อนคริสต์ศักราช เปอร์เซียได้ส่งกองทัพเรือไปโจมตีเอเธนส์ โดยยกพลขึ้นบกที่หาดมาราธอน เอเธนส์ส่งสารไปขอกำลังจากสปาร์ตามาช่วยทำการรบ แต่สปาร์ตาไม่ช่วย ดังนั้นเอเธนส์จึงตัดสินใจทำการรบแตกหักกับเปอร์เซีย ในที่สุดได้รับชัยชนะสามารถขับไล่เปอร์เซียกลับไปได้



ในราวปี ๔๘๐ ก่อนคริสต์ศักราช กษัตริย์เซอร์ซีส (Xerxes) บุตรของดาร์อุสแห่งเปอร์เซียได้ส่งกองทัพมาโจมตีกรีซอีกครั้ง โดยแบ่งกำลังเป็นสองทาง ทั้งทางบกและทางทะเล การสงครามครั้งนี้เอเธนส์ และสปาร์ตาร่วมมือกันเนื่องจากเป็นสงครามครั้งใหญ่ กษัตริย์เซอร์ซีสแห่งเปอร์เซียคุมทัพมาเอง มีการรบทั้งทางบกและทางเรือที่มีชื่อเสียงเป็นประวัติศาสตร์มาจนถึงปัจจุบัน ได้แก่การรบที่ช่องแคบเทอร์โมไพลา (ช่องแคบภูเขา) ทหารสปาร์ตาจำนวนน้อยสามารถต้านกำลังอันมหาศาลของฝ่ายเปอร์เซียได้ เพราะใช้ยุทธภูมิอันได้เปรียบและความกล้าหาญของทหารสปาร์ตาค่อยมรบจนตัวเองตาย อีกการรบหนึ่งที่สำคัญและเป็นจุดที่ทำให้กองทัพเปอร์เซียต้องพ่ายแพ้ไปในที่สุดคือการรบทางเรือที่ยุทธภูมิจาลามิส ซึ่งเป็นทะเลแคบและจำกัด กองเรือกรีกนั้นมีกำลังน้อยกว่าเปอร์เซียมาก แต่ด้วยความฉลาดและเข้าใจที่จะเลือกภูมิประเทศในการทำการรบ กองเรือกรีกจึงสามารถจมเรือของทัพเรือเปอร์เซียไปเป็นจำนวนมากกว่า ๒๐ ลำ กองทัพเรือเปอร์เซียจึงพ่ายแพ้กลับไปทำการรบทางเรือในครั้งนี้นับได้ว่าเป็นประวัติศาสตร์การยุทธ์ทางเรือที่สำคัญและมีชื่อเสียงสืบต่อมาจนถึงปัจจุบัน



### ภาพการยุทธ์ทางเรือที่ Salamis และที่ประทับของกษัตริย์เซอร์ซีสในการชมการยุทธ์

กษัตริย์เซอร์ซีสพ่ายแพ้เสียพระทัยอย่างมากแต่ก็ยังพยายามรบกับกรีกอีก ๒ ครั้ง ทุกครั้งก็ถูกทัพเรือกรีกต่อตีพ่ายแพ้กลับไป ส่วนกรีกนั้นหลังจากได้ชัยต่อเปอร์เซียแล้ว รัฐกรีกต่าง ๆ ก็ยกให้สปาร์ตาและเอเธนส์เป็นผู้นำในการต่อต้านเปอร์เซีย แต่ผู้นำสปาร์ตาก็ไม่สนใจและไม่ต้องการยุ่งเกี่ยวในเรื่องดังกล่าวด้วยจึงปฏิเสธ คงมีแต่เอเธนส์เท่านั้นที่เห็นว่าเป็นโอกาสของตนที่จะเป็นผู้นำกรีก ซึ่งเอเธนส์นั้นมีความประสงค์จะรวมรัฐต่าง ๆ ของกรีกเข้าด้วยกันอยู่แล้ว บรรดารัฐกรีกต่าง ๆ ตกลงกันจ่ายเงินให้เอเธนส์เพื่อสร้างกองทัพเรือไว้ป้องกันกรีกจากเปอร์เซีย เป็นผลให้เอเธนส์มีกำลังทัพเรือที่ยิ่งใหญ่เกรียงไกร และมีเศรษฐกิจรุ่งเรือง สปาร์ตานั้นเฝ้ามองดูด้วยความริษยา เสียหายโอกาสที่ตนปฏิเสธ สิ่งนี้จึงเป็นชนวนให้เกิดความขัดแย้งระหว่างสปาร์ตา และเอเธนส์ในเวลาต่อมาจนเกิดสงครามสปาร์ตา และเอเธนส์ อันเป็นสงครามที่รู้จักกันในชื่อของ Peloponnesian War ในการสงครามครั้งที่ ๑ นั้นส่วนใหญ่เป็นสงครามที่เกิดระหว่างเอเธนส์กับพันธมิตรของสปาร์ตา เนื่องจากสปาร์ตาก็ไม่ยอมมีส่วนร่วมโดยตรงในการสงครามครั้งนี้ฝ่ายเอเธนส์พ่ายแพ้มาตลอดในที่สุดเอเธนส์เสียเมืองเมการา รวมทั้งเกิดความวุ่นวายในอาณาจักรเอเธนส์เอง สปาร์ตาก็ใช้โอกาสยกกำลังบุกเข้าไปในแอตติกา ส่งผลให้เอเธนส์ระส่ำระสายจนในที่สุดขอเจรจาสงบศึกกับสปาร์ตา เป็นเวลา ๓๐ ปี ยังผลให้สปาร์ตาครองอำนาจเหนือแผ่นดินใหญ่ทางตะวันตกของกรีก ส่วนเอเธนส์ยังเป็นมหาอำนาจในทะเลอีเจียนอยู่เพราะมีกำลังทางเรือที่เข้มแข็งอยู่ การทำสงครามครั้งที่ ๒ เกิดขึ้นในราวปี ๔๒๗ ก่อนคริสต์ศักราช เอเธนส์ส่งกำลังทางเรือเผอิทธิพลเข้าไปในซิซิลี เพื่อวัตถุประสงค์สนับสนุนกลุ่มประเทศพันธมิตร คือ ลิโอนี (Leontini) จากการรุกราน



ของเมืองซีลาครุส (Syracuse) ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากเมืองคอร์ินธ์ อีกประการหนึ่งคือมุ่งทำลายกำลังพันธมิตรของฝ่ายสปาร์ตาด้วย แต่สงครามครั้งนี้ไม่เป็นไปตามความคาดหมายของเอเธนส์ เพราะสปาร์ตาได้วางแผนประสานความร่วมมือทางทหารระหว่างประเทศกลุ่มเพโลโพนนีเซียนและชาวกรีกในซิซิลี โดยมุ่งทำลายกำลังทางเรือของเอเธนส์ให้ราบคาบ ในที่สุดการรบครั้งนี้เอเธนส์ต้องพ่ายแพ้ เพราะความประมาทของแม่ทัพรวมทั้งภายในเอเธนส์เองคณะรัฐบาลแตกความสามัคคี แบ่งเป็นสองฝ่าย คือฝ่าย Nicias กับ Alcibiades และเป็นจุดเปลี่ยนของสงครามเพราะต้องสูญเสียกองกำลังทางเรือที่เข้มแข็งไปจนไม่สามารถกลับมายิ่งใหญ่ในหมู่ชาวกรีกได้ในเวลาต่อมา

## บทสรุป

Peloponnesian War นั้นเป็นเรื่องของผลประโยชน์และความขัดแย้งของกลุ่มประเทศที่มีแนวความคิดในระบอบการปกครองที่แตกต่างกัน จากการศึกษาอย่างละเอียดอาจสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเอเธนส์ ใช้ระบบการปกครองในลักษณะเป็นประชาธิปไตย ส่วนสปาร์ตามีนิสัยเป็นทหาร มีระเบียบวินัย มุมมองทางด้านเศรษฐกิจแคบ ลักษณะการปกครองแบบเผด็จการ ซึ่งในที่สุดของสงครามฝ่ายที่เป็นเผด็จการคือสปาร์ตาสามารถชนะสงครามครองความยิ่งใหญ่ในอาณาจักรกรีกได้ ที่เป็นดังนี้อาจเป็นเพราะในยุคสมัยนั้นการปกครองแบบเผด็จการมีความเหมาะสม ผู้นำสปาร์ตามีวิสัยทัศน์ที่ดีในด้านการศึกษาวางแผนยุทธศาสตร์นำพาประเทศไปสู่วัตถุประสงค์แห่งชาติได้ ในที่สุด ยุทธศาสตร์ที่ใช้คือ มองว่าเอเธนส์นั้นคือภัยคุกคามในอนาคต จำเป็นจะต้องก่อสงครามและดำเนินยุทธศาสตร์ทางรุกทำลายเอเธนส์ ตลอดจนทำลายจุดศูนย์กลาง คือกำลังทางเรือของเอเธนส์ให้ได้ ส่วนรัฐบาลเอเธนส์ดำเนินตามระบบประชาธิปไตยมีระบบพรรคการเมือง การบริหารบ้านเมืองในลักษณะการเมืองนำการทหาร จึงทำให้เกิดการเล่นพรรคเล่นพวก ถึงแม้จะมีผู้นำที่ดี เช่น เฟอร์คิส ในที่สุดก็ถูกระบบการเมืองสกัดกั้นความคิดและการบริหารบ้านเมืองจนต้องถูกออกจากรัฐบาลไป หากจะกล่าวถึง เฟอร์คิสแล้วบุคคลผู้เป็นผู้นำที่มีความสามารถมีวิสัยทัศน์ไกล ต้องการรวมชาติกรีกให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน สร้างความเจริญและความมั่นคงให้กับเอเธนส์ เฟอร์คิสเข้าใจในสภาพของประเทศจึงใช้ยุทธศาสตร์การดำรงสมุทธานุภาพสร้างเมืองอาณานิคมเพื่อส่งผลประโยชน์ให้กับเอเธนส์ ส่งเสริมการค้าขายซึ่งจะทำให้เศรษฐกิจประเทศดีและสามารถควบคุมทะเลและเส้นทางคมนาคม พยายามรักษาเมืองหลวงและเมืองท่าที่สำคัญของตนเองเอาไว้ให้ได้ รักษาความสงบภายในอาณาจักร และตอบโต้การรุกรานของสปาร์ตา

Liddell Hart ซึ่งได้ให้ความหมายของยุทธศาสตร์ทหารไว้สั้น ๆ อย่างเหมาะสมซึ่งอาจสามารถนำไปเปรียบเทียบกับกรการทำสงครามในอดีต ปัจจุบัน และในอนาคตได้ ความว่า **“ศิลปะของการจำแนกและใช้เครื่องมือทางทหารเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย”** ความหมายของยุทธศาสตร์ทหารจึงมิใช่การเคลื่อนย้ายกำลังทหารเพื่อเป้าหมายในการรบเท่านั้น แต่เป็นการใช้เครื่องมือทางทหาร หรือพลังอำนาจของชาติด้านการทหารให้บรรลุจุดมุ่งหมายทางเมืองในยามสงบด้วย จากบทความสงครามแห่งกรีกนี้



อาจวิเคราะห์ให้เห็นว่าการวางแผนและการกำหนดยุทธศาสตร์ทางทหารทั้งของเอเรนส์ และสปาร์ตาก็  
มิได้ผิดเพี้ยนไปจากคำกล่าวของ Liddell Hart แต่ประการใด

---

---

### บรรณานุกรม

ธนู แก้วโอภาส. **ประวัติศาสตร์โลก**. กองวิชายุทธศาสตร์ ฝ่ายวิชาการ สถาบันวิชาการทหารเรือชั้นสูง.  
นนทบุรี กิปลกาญจน์, รศ. **ประวัติศาสตร์อารยธรรมโลก พ.ศ.๒๕๓๓**, กองวิชายุทธศาสตร์  
ฝ่ายวิชาการ สถาบันวิชาการทหารเรือชั้นสูง.  
วิทยาลัยการทัพเรือ. **สงครามกรีก**. สถาบันวิชาการทหารเรือชั้นสูง, ๒๕๕๗.

---

---

# การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

น.ท.ผศ.ดร.กิตติ กิตติศัพท์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฝายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช ๒๕๔๒ ถือเป็นกฎหมายทางการศึกษาฉบับแรกของประเทศไทย มีความสำคัญใน ๓ สถานะ คือ ในสถานะเป็นกฎหมายประกอบรัฐธรรมนูญ กฎหมายแม่บททางการศึกษาของชาติ และกฎหมายปฏิรูปการศึกษา ในฐานะของกฎหมายปฏิรูปการศึกษานั้น พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มีจุดมุ่งหมายหลักอยู่ที่ “การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้” และมีความคาดหวังว่า หากระบบการจัดการศึกษาสามารถบูรณาการให้การเรียนคือชีวิต และชีวิตคือการเรียนได้แล้ว จะทำให้ผู้เรียนเป็นคนเก่ง ดีและมีความสุข สามารถเรียนรู้จากการฝึกทักษะกระบวนการคิด ได้เรียนจากประสบการณ์จริง จากทุกสถานที่ ทุกเวลา และสามารถพัฒนาตนเองได้ตลอดชีวิต เต็มตามศักยภาพที่ตนเองมีอยู่

การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องสร้างความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อ เจตคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับผู้เรียน กระบวนการเรียนรู้ และบทบาทของผู้สอน เรียกได้ว่าเป็น การปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ (Paradigm Shift) เกี่ยวกับบริบทของการเรียนรู้ใหม่ทั้งหมด

## กระบวนทัศน์เก่าของการจัดการเรียนการสอน : ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง (Teacher Center)

กระบวนทัศน์เดิมทางการศึกษาเชื่อว่า ความรู้คือสิ่งที่ส่งสมอยู่ในตัวของผู้สอน ดังนั้น การจัดการเรียนการสอน จึงคือ การถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน ผ่านกระบวนการสอนที่มุ่งเน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลัก ผู้เรียนมีหน้าที่รับฟัง และจดจำในสิ่งที่บอกเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ “ข้อสอบ” จึงเป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล เพื่อวัดว่า ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาที่ครูสอนได้มากน้อยเพียงใด โดยมีคะแนนเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จ และคนที่ได้คะแนนมากกว่า ก็คือ คนที่สามารถจำได้มากกว่า

การจัดการเรียนการสอนในลักษณะดังกล่าวมุ่งเน้นการส่งสมองค์ความรู้ในเชิงความจำและการทดสอบความจำในเนื้อหาที่กำหนด เป็นหลัก จนลืมที่จะพัฒนาศักยภาพและทักษะในด้านอื่น ๆ ของผู้เรียน นอกจากนี้ จะเห็นว่า การใช้ “ข้อสอบ” เป็นเครื่องมือในการวัดผลแต่เพียงอย่างเดียว นั้น ยังทำให้เป้าหมายของการศึกษาห่างไกลและผิดเพี้ยนไปจากเป้าหมายที่แท้จริง รวมทั้ง ยังได้ทำลายคุณค่าที่แท้จริงของการศึกษา ซึ่งเป็นกลไกสำคัญของการพัฒนามนุษย์ไปอย่างน่าเสียดาย



## กระบวนทัศน์ใหม่ของการจัดการเรียนการสอน : ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center)

ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลข่าวสารอย่างรวดเร็วในกระแสโลกาภิวัตน์ บนฐานของความเจริญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้นำพาสังคมโลกให้กลายเป็นสังคมที่ไร้พรมแดน มีวิทยาการใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างมากมาย และองค์ความรู้ต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น ผู้สอนจึงมิใช่แหล่งความรู้สมบูรณ์ (Absolute Source of Knowledge) และการท่องจำความรู้สำเร็จรูปในห้องเรียนแต่เพียงอย่างเดียว ก็ไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้อีกต่อไป

ความจริงดังกล่าวข้างต้น ก่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของการจัดการเรียนการสอนจากผู้สอนบอกความรู้ให้แก่ผู้เรียน มาเป็น การให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้เองภายใต้สถานการณ์ที่ผู้สอนออกแบบไว้ ดังนั้น กระบวนทัศน์ใหม่ของการจัดการเรียนการสอนจึงมุ่งให้ความสำคัญต่อ “กระบวนกรเรียนรู้ของผู้เรียน” และ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หรือ เป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็นวิธีการที่นักการศึกษายอมรับกันว่า มีประสิทธิภาพสูงในการให้การศึกษและพัฒนาผู้เรียน เนื่องจาก การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนี้ มีคุณลักษณะที่สำคัญ ๒ ประการ คือ (๑) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนและกลุ่มผู้เรียน มากกว่าเนื้อหาวิชาและผู้สอน และ (๒) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง (Learning by Doing) นั้นเอง

จึงสามารถกล่าวได้ว่า...

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ การจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ประสบการณ์ ความชำนาญและความสนใจของตนเองมาสร้างเป็นเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ผ่านกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน โดยผู้สอนทำหน้าที่คอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มศักยภาพมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพึ่งตนเองและมีบทบาทในการรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น

ความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้สอนเป็นศูนย์กลางและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถสรุปเปรียบเทียบ ดังรายละเอียดแสดงในตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ ๑** ประเด็นการเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้สอนเป็นศูนย์กลางและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ประเด็น	ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง	ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
ความเชื่อ	ความรู้ของผู้สอน	ความรู้กระจายอยู่ทุกที่
	การเรียนรู้เกิดในห้องเรียน	การเรียนรู้เกิดได้ทุกที่ ทุกเวลา
จุดเน้นของการเรียนการสอน	เนื้อหา (Content)	กระบวนการเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ (Process – how to )
กระบวนการที่เกิดขึ้น	กระบวนการสอนของผู้สอน	กระบวนการแสวงหาและเรียนรู้ของผู้เรียน
ลักษณะของกระบวนการเรียน	เน้นการท่อง มากกว่าการทำ เน้นการจำ มากกว่าการคิด	เน้นการคิด มากกว่าการจำ เน้นการทำ มากกว่าการท่อง
หน่วยการเรียนรู้	คนเดียว (ต่างคน ต่างเรียน)	กลุ่ม / เดี่ยว (เรียนแบบร่วมมือ)
บทบาทผู้เรียน	ฟัง จำ สอบ เจ็บ เจย	มีส่วนร่วม ปฏิสัมพันธ์ กระตือรือร้น
บทบาทผู้สอน	ผู้เชี่ยวชาญ	ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator)
	สอน บรรยาย บอก สั่ง ประเมิน	ชี้แนะ ร่วมวางแผน ให้คำปรึกษา และประเมินแบบมีส่วนร่วม
บรรยากาศ	เป็นทางการ เป็นครูเป็นผู้เรียน ปิดกั้น ความคิดสร้างสรรค์	ไม่เป็นทางการ เป็นกัลยาณมิตร เรียนรู้ ร่วมกัน ผ่อนคลาย สนุก กระตุ้นและปลุก เร้าให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
กระบวนการวัดผล	ใช้ “ข้อสอบ” เป็นเครื่องมือหลัก	หลากหลาย ตามสภาพที่ต้องการวัด
	การวัดผลจะเห็นว่า ผู้เรียนทำอะไรได้ (ความจำ-ข้อมูล) มากกว่าทำอะไรได้ (ทักษะ)	การวัดผลจะเห็นว่า ผู้เรียนทำอะไรได้ (ทักษะ) มากกว่า จำอะไรได้ (ความจำ- ข้อมูล)
	ใช้คะแนนเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จ	ใช้คะแนน ร่วมกับคุณภาพและปริมาณของ ผลงานที่กำหนดเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จ
ผลที่เกิดขึ้น	ผู้เรียนไม่มีทักษะในการประยุกต์ความรู้สู่ การปฏิบัติจริงเท่าที่ควร	ผู้เรียนมีทักษะในการคิด ทำ แก้ปัญหาและ ประยุกต์ความรู้สู่การปฏิบัติจริง

**ตัวบ่งชี้ลักษณะการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**

ศูนย์พัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ยังได้ศึกษา  
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการศึกษาใน ๕ แนวทาง คือ การเรียนรู้อย่างมี  
ความสุข การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด การเรียนรู้เพื่อพัฒนาสุนทรียภาพ

และลักษณะนิสัยด้านศิลปะ ดนตรี กีฬา และการฝึกฝนกาย วาจา ใจ แล้วได้กำหนดตัวบ่งชี้ลักษณะการเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางไว้ ดังต่อไปนี้

## ตารางที่ ๒ ตัวบ่งชี้ลักษณะการเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ที่	ตัวบ่งชี้การเรียนรู้ของผู้เรียน	ตัวบ่งชี้การสอนของผู้สอน
๑	ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ	ผู้สอนเตรียมการสอนทั้งเนื้อหาและวิธีการ
๒	ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจนค้นพบความถนัดและวิธีการของตนเอง	ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่ปลุกเร้า จูงใจ และเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
๓	ผู้เรียนทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกลุ่ม	ผู้สอนเอาใจใส่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล และแสดงความเมตตาต่อผู้เรียนอย่างทั่วถึง
๔	ผู้เรียนฝึกคิดอย่างหลากหลาย และสร้างสรรค์	ผู้สอนจัดกิจกรรมและสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้แสดงออกและคิดอย่างสร้างสรรค์
๕	ผู้เรียนสร้างสรรค์จินตนาการ ตลอดจนแสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล	ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกทำ และฝึกปรับปรุงตนเอง
๖	ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงให้ค้นหาคำตอบ แก้ปัญหาด้วยตนเอง และร่วมด้วยช่วยกัน	ผู้สอนส่งเสริมกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกลุ่ม พร้อมทั้งสังเกตส่วนดีและปรับปรุงส่วนด้อยของผู้เรียน
๗	ผู้เรียนได้ฝึกฝน รวบรวมข้อมูล และสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง	ผู้สอนใช้สื่อการสอนที่ฝึกการคิด การแก้ปัญหาและการค้นพบความรู้
๘	ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจของตนเองอย่างมีความสุข	ผู้สอนใช้แหล่งความรู้ที่หลากหลาย และเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตจริง
๙	ผู้เรียนฝึกให้ตนเองมีวินัยและรับผิดชอบในการทำงาน	ผู้สอนฝึกฝน กิริยามารยาทและวินัยตามวิถีวัฒนธรรมไทย
๑๐	ผู้เรียนฝึกประเมิน ปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น ตลอดจนสนใจใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง	ผู้สอนสังเกตและประเมินพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน นับเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้สอนควรเลือกนำมาใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มของผู้เรียน เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้ครบทั้ง ๓ ด้าน คือ **ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)** **จิตพิสัย (Affective Domain)** และ **ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)** ดังมีตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนดังต่อไปนี้



เกมการศึกษา สถานการณ์จำลอง กรณีตัวอย่าง บทบาทสมมุติ การแก้ปัญหา การแก้ไข สถานการณ์ โปรแกรมสำเร็จรูป ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ชุดการสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Aided Instruction) โครงการ การทดลอง การถาม-ตอบ อภิปรายกลุ่มย่อย สืบสวน สอบสวน กลุ่มสืบค้นความรู้ กระบวนการกลุ่มแบบพลวัต การเรียนรู้แบบร่วมมือ ความคิดรวบยอด การแก้ปัญหา ตามแนวทางอริยสัจ ๔ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทัศนศึกษานอกสถานที่ งานวิเคราะห์ภาคสนาม การนำเสนอโดยวีดีโอ และการเล่าเรื่อง เป็นต้น

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพที่มีด้วยการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย การวัดและประเมินผลการเรียนจึงควรต้องดำเนินการให้ครบทั้ง ๓ ด้าน ดังกล่าวแล้ว คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย แต่ในสภาพส่วนใหญ่ของระบบการศึกษาของไทยนั้น มักใช้ “ข้อสอบ” หรือ “แบบทดสอบ” เป็นเครื่องมือหลักในการวัดผล จึงสามารถวัดผลด้านพุทธิพิสัยได้เพียงด้านเดียว การวัดและประเมินผลดังกล่าวจึงไม่สามารถแสดงผลสัมฤทธิ์และระดับพัฒนาการของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง เพราะเป็นการสะท้อนคุณภาพของผู้เรียนเพียงบางส่วน ไม่ใช่คุณภาพหรือความสามารถที่แท้จริงทั้งหมดของผู้เรียนคนนั้น อีกทั้งยังไม่สอดคล้องกับหลักการวัดผลทางการศึกษาและแนวทางที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มาตรา ๒๖ หมวด ๔ ที่กำหนดแนวทางการวัดและประเมินผลไว้ ดังนี้

“ ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบของการศึกษา....”

คำสำคัญในที่นี่มี ๓ คำ คือ การวัด การประเมินผล และการทดสอบ ซึ่งส่วนใหญ่มักมีความเข้าใจว่าเหมือนกันและใช้แทนกันได้ แต่ความจริงนั้นมีความหมายที่แตกต่างกัน ดังนี้

**การวัด (Measurement)** หมายถึง การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนว่ารู้อะไร และสามารถทำอะไรได้บ้าง ซึ่งอาจทำได้โดยการสังเกต ตรวจผลงาน หรือทดสอบความรู้และทักษะ

**การประเมินผล (Assessment)** หมายถึง กระบวนการในการแปลความหมายและตัดสินข้อมูลที่รวบรวมมาจากการวัดผล

**การทดสอบ (Testing)** หมายถึง เครื่องมืออย่างหนึ่งของการวัดผล โดยเป็นเครื่องมือบันทึก การเรียนรู้ของผู้เรียน

จะเห็นได้ว่า การวัดผลทางการศึกษาด้วยการทดสอบความรู้ได้รับความนิยมน้อยลงมากมาตั้งแต่ หลังสงครามโลกครั้งที่ ๒ ก่อนที่นักการศึกษาจะยอมรับกันว่า การวัดผลโดยการทดสอบแต่เพียงอย่างเดียว นั้นไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง การวัดและประเมินผล ตามสภาพจริงจึงเกิดขึ้น และจัดว่าเป็นแนวทางใหม่ในการประเมินผลการศึกษานอกเหนือไปจากการใช้ แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) และมีชื่อเรียกหลากหลาย เช่น Alternative Assessment, Performance Assessment และกลายมาเป็น Authentic Assessment ในท้ายที่สุด

ในด้านของความหมายนั้น ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลากหลาย ซึ่งพอสรุปรวบ ความได้ ดังนี้

**การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)** ก็คือ การประเมินผลที่ใช้ วิธีการและเกณฑ์ที่หลากหลายในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ความสามารถ และ คุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียนอย่างเต็มเวลาของกิจกรรมในแต่ละโปรแกรม โดยให้ผู้เรียนได้ทำ กิจกรรมหรือสร้างผลงานออกมาเพื่อแสดงตัวอย่างของความรู้และทักษะที่ตนมี ซึ่งกิจกรรมที่ นำมาใช้ในการประเมินนั้น จะมีลักษณะเหมือนและเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่า เป็นการทดสอบ และข้อมูลของการประเมินผลได้มาจากทั้งการเก็บรวบรวมผลงานที่ผู้เรียนได้ ปฏิบัติอย่างสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน การสังเกตพฤติกรรม ควบคู่ไปกับการทดสอบความรู้ ความเข้าใจ

นอกจากนั้น Buke, Forarty และ Belgrad (อ้างถึงใน เฉลิมพล พันทอง, ๒๕๕๒) ยังได้ เสนอ ไว้ว่า การประเมินตามสภาพจริงนั้น ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

๑. งานที่ปฏิบัติเป็นงานที่มีความหมาย คือ สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน
๒. เป็นการประเมินรอบด้านด้วยวิธีการที่หลากหลาย คือ ประเมินความรู้ความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะ ด้วยเครื่องมือที่สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ และกระทำหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตลอด ระยะเวลาที่การเรียนรู้เกิดขึ้น
๓. ผลผลิตมีคุณภาพ งานทุกงานมีเกณฑ์มาตรฐานที่ร่วมกันตั้งไว้โดยครู ผู้เรียนและอาจจะมี ผู้ปกครองร่วมด้วย ผู้เรียนจะประเมินตนเองตลอดเวลาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง จนผลงานมีคุณภาพตาม เกณฑ์ที่กำหนด และมีการแสดงผลงานต่อสาธารณะเพื่อสร้างความภูมิใจแก่ผู้เรียนด้วย

๔. ใช้ความคิดระดับสูง กล่าวคือ ผลงานที่สร้างนั้นต้องเกิดจากการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินทางเลือก ลงมือกระทำ ตลอดจนต้องใช้ทักษะในการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง

๕. มีปฏิสัมพันธ์ทางบวก กล่าวคือ ผู้เรียน ครู และผู้ปกครองจะต้องมีการร่วมมือกันประเมินและผู้เรียนไม่มีความเครียด

๖. มีการกำหนดจำนวนงาน ขอบเขตและมาตรฐานอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

๗. สะท้อนลักษณะเฉพาะตัวของผู้เรียน โดยผู้เรียนมีโอกาสแสดงความรู้สึกรู้สึกนึกคิด เหตุผลในการทำ ไม่ทำ ชอบหรือไม่ชอบในสิ่งต่างๆ เหล่านั้น

๘. เป็นการประเมินอย่างต่อเนื่อง ประเมินได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ และเป็นการประเมินแบบไม่เป็นทางการ เพื่อให้เห็นและทราบถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แท้จริงของผู้เรียน

๙. เป็นการบูรณาการซึ่งองค์ความรู้ กล่าวคือ ผลงานที่ต้องใช้ทักษะที่เกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ในลักษณะสหสาขาวิชา (Interdisciplinary)

ซึ่งหากเปรียบเทียบลักษณะของการวัดและประเมินผลที่ใช้กันมาก่อนหน้านี้ กับการวัดและประเมินตามสภาพจริงแล้ว สามารถสรุปเปรียบเทียบความแตกต่างได้ดังตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ ๓** การเปรียบเทียบลักษณะของการวัดและประเมินผลที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป กับการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

ที่	การวัดและประเมินผลที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป	การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง
๑	เน้นที่พฤติกรรมเดียว	เน้นการใช้ความคิด ยุทธศาสตร์ในการเรียนรู้ที่ซับซ้อนหลายเชิง
๒	หยุดการเรียนการสอนในขณะที่ประเมิน	การเรียนการสอนดำเนินไปตามปกติ
๓	แยกตัวออกจากการสอนหรือวงจรการเรียน	เป็นเหตุการณ์ต่อเนื่อง โดยเป็นส่วนประกอบหนึ่งในการสอน หรือวงจรการเรียนของผู้เรียน
๔	แคบ	กว้าง
๕	ใช้ตัวเลข	ใช้ข้อความ
๖	ขยายการใช้แบบทดสอบต่อไป	ใช้วิธีการประเมินหลายชนิด
๗	ผู้เรียนเป็นผู้รับความรู้ที่ไม่มีปฏิกริยา	ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ที่โดดเด่น
๘	ไม่เป็นสภาพจริงของกระบวนการเรียนรู้	เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้โดยปกติ
๙	ครูอยู่นอกระบบการประเมิน	ครูเป็นส่วนหนึ่งของระบบการประเมิน
๑๐	อาศัยการวัดและประเมินจากบุคคลภายนอก	อาศัยการประเมินผลโดยตนเอง (ผู้เรียน) เป็นสำคัญ



ที่	การวัดและประเมินผลที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป	การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง
๑๑	ใช้เกณฑ์มาตรฐานตายตัว เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ	ใช้เกณฑ์ที่ยืดหยุ่นหลากหลาย เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ
๑๒	อาศัยวิธีคิดที่เหมือนกันกับคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว	อาศัยวิธีคิดและคำตอบที่ต่างกันได้
๑๓	จุดเน้นอยู่ที่การแยกทักษะต่างๆ ออกจากกัน	จุดเน้น คือ การบูรณาการการเรียนรู้ทุกด้านเข้าด้วยกัน
๑๔	การวัดผลอยู่ในขอบเขตของแต่ละวิชา	ใช้กระบวนการของสหวิทยาการ

### ประโยชน์ของการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

สามารถประมวลสรุปได้ดังนี้

๑. ใช้งานที่มีลักษณะปลายเปิดและสะท้อนกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่แท้จริง ซึ่งนับเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนายุทธวิธีการเรียนการสอนที่สำคัญ
๒. เน้นการใช้ทักษะ ความรู้ความเข้าใจระดับสูงที่สามารถประยุกต์ใช้ข้ามวิชาได้
๓. เน้นที่สาระสำคัญของลักษณะที่บ่งบอกถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้มากกว่าเพียงแต่การดูปริมาณของความมกพร่อง
๔. เป็นปฏิบัติการที่เด่นชัดและแสดงให้เห็นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนและยุ่งยากได้เป็นอย่างดี
๕. ส่งเสริมให้มีการใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลาย และบันทึกผลการเรียนรู้ในภาพกว้างที่ได้มาจากสถานการณ์ต่าง ๆ กัน
๖. สามารถใช้ได้กับทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม
๗. ให้ความสำคัญและสนใจในความคิดและความสามารถของปัจเจกบุคคลมากกว่านำมาเปรียบเทียบระหว่างกัน
๘. สนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคลและประเภทของผู้เรียนที่แตกต่างกันได้เป็นอย่างดี
๙. ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือกันในระหว่างกระบวนการเรียนการสอน และกระบวนการวัดและการประเมินผลระหว่างผู้เรียน ผู้สอนและผู้ปกครอง
๑๐. ผู้เรียนและผู้สอน ล้วนมีบทบาทสำคัญในการประเมินผล
๑๑. ไม่เห็นว่าผลการศึกษจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์สมมุติฐานที่ตั้งไว้ก่อนหน้าที่จะมีการเรียนการสอน
๑๒. สามารถนำมาใช้เป็นวิธีการประเมินในระยะยาวได้
๑๓. ให้ความสำคัญกับความก้าวหน้าที่ต้องการให้เกิดขึ้นมากกว่าการบันทึกจุดอ่อนของผู้เรียน

## เครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริง

สำหรับเครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินตามสภาพจริงนั้น สามารถมีได้หลายประเภท ดังต่อไปนี้

### ตารางที่ ๔ วิธีการและเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง

วิธีการ – เครื่องมือ	กิจกรรมที่วัด
<b>การสังเกต</b> ประกอบด้วย - แบบสำรวจรายการ - ระเบียบเหตุการณ์ - แบบมาตราส่วนประมาณค่า	วัดพฤติกรรมที่ลงมือปฏิบัติ แล้วสังเกตความสามารถและร่องรอยของการปฏิบัติ เช่น การปฏิบัติตามคำสั่ง การทำงานร่วมกันอย่างมีขั้นตอน การเข้าร่วมการปฏิบัติหรือกิจกรรมที่กำหนด วัดกิจกรรมที่เป็นลักษณะนิสัยและความรู้สึก
<b>การสัมภาษณ์</b> ได้แก่ - แบบบันทึกการสัมภาษณ์	สอบถามเพื่อให้ทราบถึงความรู้สึก ความคิด ความเชื่อ และการกระทำด้านต่างๆ เช่น ความกล้าในการแสดงความคิดเห็น บอกแนวความคิดที่มี อธิบายสิ่งที่มีความเชื่ออยู่ เป็นต้น
<b>การสอบถาม</b> ได้แก่ - แบบสอบถาม	ใช้วัดความต้องการ ความสนใจ ที่แสดงความรู้สึกได้อย่างอิสระ
<b>การทดสอบ</b> ประกอบด้วย - แบบเขียนตอบ - แบบทดสอบปฏิบัติจริง	ทดสอบทักษะ ความรู้ความสามารถต่างๆ ที่ต้องการทราบ เช่น ความเร็วในการอ่าน รวมทั้งความเข้าใจในการอ่านและการเขียน และการสรุปความ เป็นต้น กิจกรรมที่ไม่อาจสังเกตได้ตลอดเวลาและอย่างทั่วถึง รวมทั้ง พฤติกรรมบางอย่างที่จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยเงื่อนไขและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งเงื่อนไขบางอย่างเกิดขึ้นไม่บ่อยนักทำให้การสังเกตในสถานการณ์จริงเป็นเรื่องยากและเสียเวลานาน ดังนั้น การใช้แบบทดสอบจะมีความเหมาะสมมากกว่า
<b>แฟ้มสะสมงาน (Portfolio)</b>	กิจกรรมที่ผู้เรียนทำเป็นชิ้นงานออกมา อาจเป็นรายงาน แบบบันทึก เทป บันทึกเสียง ฯลฯ และทำการประเมินโดยตัวผู้เรียนเอง ผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้น โดยมีลักษณะที่เน้นให้ผู้เรียนคิดทบทวนและประเมินตนเอง

## สรุป

เป้าประสงค์หลักที่สำคัญที่สุดของกระบวนการเรียนการสอน ก็คือ การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ซึ่งการที่จะทราบได้ว่า ผู้เรียนมีพฤติกรรมเปลี่ยนไปจนเกิดเป็นทักษะ ความรู้ ความสามารถ รวมทั้งคุณธรรมที่ต้องการหรือไม่นั้น จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง

แม้วิธีการวัดและประเมินผลจะเป็นกระบวนการสุดท้ายของกระบวนการเรียนการสอน แต่ก็มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนและพฤติกรรมการสอนของผู้สอนโดยตรง เช่น หากการวัดผลใช้

“แบบทดสอบ” หรือ “ข้อสอบ” (ทั้งอัตนัยและปรนัย) เป็นเครื่องมือ การทดสอบที่เกิดขึ้นก็จะสามารถวัดความรู้ในเชิงความจำ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในระดับต้นได้เท่านั้น ส่งผลย้อนกลับให้ ผู้เรียนที่ต้องการประสบความสำเร็จมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นที่การท่องจำเป็นหลัก หรือเรียนรู้ที่จะฝึกคิดตามแนวทางที่คาดว่าจะพบในข้อสอบ ก่อให้เกิดการกวดวิชาเพื่อป้อนความรู้ในลักษณะสำเร็จรูปและวิธีคิดลัด เทคนิคการคิดต่างๆ เกิดขึ้น แต่ในท้ายที่สุดสิ่งเหล่านั้นก็ล้วนเป็นเพียง “ความจำ” ที่ผู้เรียนจะลืมในที่สุด หากไม่ได้มีการนำมาใช้ปฏิบัติจริง อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในยุคของข่าวสารข้อมูลที่มีข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ทุกขณะ แม้ “ความจำ” จะเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานที่ทุกคนต้องมี แต่ในขณะเดียวกัน การที่บุคคล สังคมและประเทศชาติโดยรวมจะสามารถดำรงเอกลักษณ์แห่งตนไว้ได้ ในท่ามกลางการแข่งขัน ต่อสู้และแย่งชิงในเชิงเศรษฐกิจอย่างออกกฏในยุคโลกาภิวัตน์นั้น บุคคลในฐานะหน่วยย่อยที่มีความสำคัญที่สุดของระบบการแข่งขัน จำเป็นจะต้องมีทักษะอื่น ๆ เกิดขึ้นร่วมด้วย นอกเหนือจาก “ความจำ” และ “การรอให้คนอื่นบอกให้จำ” ทักษะต่าง ๆ เหล่านั้น ได้แก่ ทักษะการแสวงหาและได้มาซึ่งความรู้ (ซึ่งต้องอาศัยทักษะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและภาษาอังกฤษเป็นพื้นฐาน) ทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูง ทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ไปจนถึง การประยุกต์และการสังเคราะห์สร้างสรรค์สิ่งใหม่ ดังนั้น การวัดและประเมินผลที่ใช้ “ข้อสอบ” แต่เพียงอย่างเดียว จึงเป็นเพียงการประเมินผลที่มูมโตมมหนึ่ง หรือด้านใดด้านหนึ่งของผู้เรียนเท่านั้น และหากผู้สอนนำผลการประเมินดังกล่าวแต่เพียงส่วนเดียวนั้นมาใช้เป็นตัวชี้วัดและตัดสินความรู้ความสามารถของผู้เรียนแล้ว ก็นับว่า เป็นการพิจารณาที่ไม่รอบด้าน ไม่เป็น “องค์รวม” และที่สำคัญก็คือ ผลการประเมินจากวิธีการดังกล่าวไม่สามารถสะท้อนถึงความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนมีอยู่ได้อย่างแท้จริง

ดังนั้น การประเมินผลที่หลากหลาย และมีวิธีการที่เหมาะสมกับวิธีการเรียนรู้ เนื้อหา สภาพของผู้เรียน ที่สามารถเรียกรวม ๆ ได้ว่าเป็น “การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)” นี้ จึงกลายเป็นประเด็นสำคัญประเด็นหนึ่งของการเรียนการสอนที่ผู้สอนจำเป็นต้องสนใจและให้ความสำคัญ อีกทั้ง ยังสอดคล้องกับแนวทางการปฏิบัติที่ เห็น การประเมินผู้เรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ พฤติกรรมการเรียน และการร่วมกิจกรรม ตามที่บัญญัติไว้ในมาตรา ๒๖ หมวด ๔ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช ๒๕๔๒ ซึ่งผลที่สำคัญที่สุดที่จะเกิดขึ้นก็จะตกอยู่กับผู้เรียนในฐานะ “ปัจเจกบุคคล” ที่จะสามารถพัฒนาตนเองได้ตามแนวทางที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความต้องการของตน เติบโตตามศักยภาพแห่งตน และสามารถก้าวไปสู่ความเป็น “คนเก่ง ดี และสามารถอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นได้อย่างมีความสุข” ตามเป้าประสงค์หลักของการปฏิรูปการศึกษา ได้ต่อไป

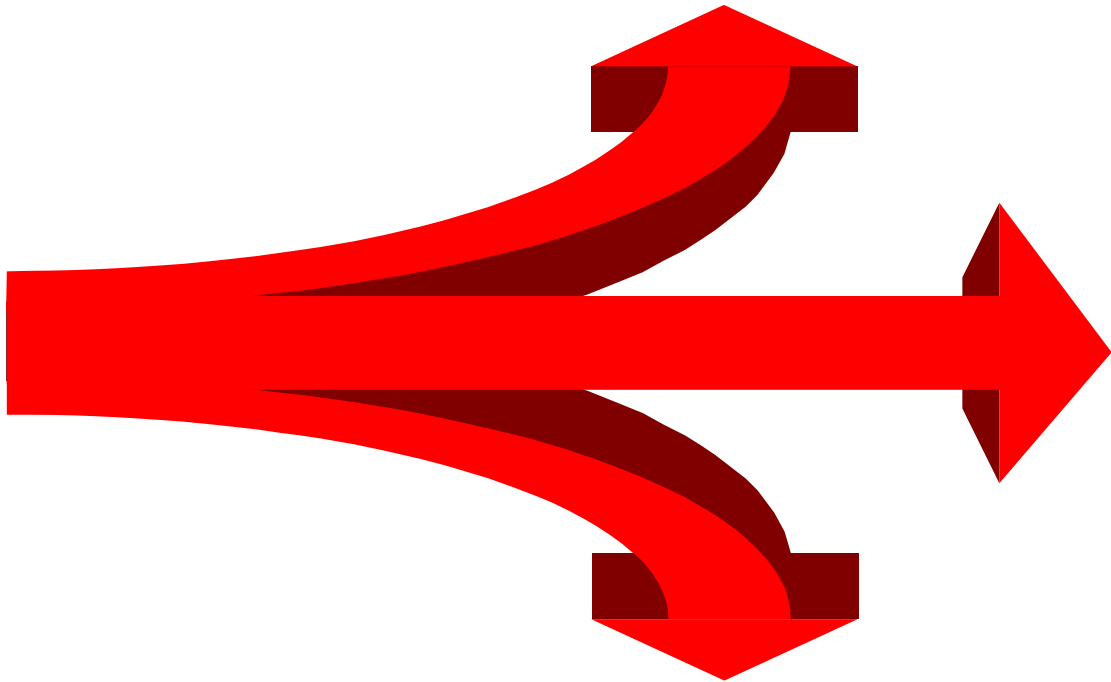


## เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล พันทอง. การศึกษาความพร้อมในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช ๒๕๔๒ ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการ ประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา ๕. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ บริหารการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๕๒.

บุรชัย ศิริมหาสาร. **Portfolio** กับการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ : บুদ্ধ พอยท์, ๒๕๕๕.

---



# จรวดแห่งชาติ

น.อ.ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต

รองผู้อำนวยการ กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

ผมได้มีโอกาสเข้าร่วมการประชุมว่าด้วยวาระจรวดแห่งชาติร่วมกับนักวิชาการและนักวิจัยของกระทรวงกลาโหม ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดหรือใครเป็นผู้เชิญเข้าร่วมประชุมก็ตาม แต่ในฐานะที่ผมเคยได้รับทุนไปศึกษาทางด้านวิศวกรรมระบบอาวุธ (Weapons Systems Engineering) จากสถาบันการศึกษา Naval Postgraduate School, Monterey, CA. ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่นับว่ามีชื่อเสียงพอสมควร และมีเพื่อนระดับดอกเตอร์ที่ทำงานอยู่ในบริษัท Shinawatra Satellite จึงทำให้สามารถคุยภาษาเดียวกันกับผู้อื่นที่ประชุมได้โดยไม่ต้องเตรียมตัวมากนัก เรียกได้ว่าไปร่วมคุยเรื่องที่คุณเคยดื้ออยู่แล้ว ทั้งนี้เนื่องจากในอดีตนอกจากผู้เขียนจะได้ศึกษามาทางด้านนี้แล้ว ยังได้คลุกคลีอยู่กับอาวุธปล่อยนำวิถีนานาชนิดของกองทัพเรือมาเป็นเวลานานกว่า ๑๐ ปี ที่กองอาวุธปล่อยนำวิถี กรมสรรพาวุธทหารเรือ มีโอกาสได้เป็นหัวหน้าแผนก หรือรักษาราชการหัวหน้าแผนก ที่ต้องทำงานกับอาวุธปล่อยนำวิถีแต่ละชนิดโดยตรง ทั้งเช็จรวด ขัดจรวด ตลอดจนบำรุงรักษาและซ่อมทำให้อาวุธปล่อยนำวิถี และจรวดแต่ละลูก สามารถยิงเข้าสู่เป้าหมายได้อย่างแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นจรวดโทว์ ดรากอน จรวด ๒.๗๕ นิ้ว อาวุธปล่อยนำวิถีแบบพื้นสู่อากาศแบบเรียล เอ็กโซเซท ฮาร์พูน และ C-801 อาวุธปล่อยนำวิถีแบบพื้นสู่อากาศแอสปีเต้ และพีแอล-๙ ตอร์ปิโดนำวิถีแบบสตริงก์เรย์ และ MK.44 ดังนั้นจากการเข้าร่วมประชุมว่าด้วยวาระจรวดแห่งชาตินี้ ผู้เขียนจึงมีเรื่องน่าสนใจที่จะมาเล่าสู่กันฟัง

## การประชุมวาระจรวดแห่งชาติ

จากนโยบายในระดับยุทธศาสตร์ของประเทศไทย ทำให้รัฐบาล โดย พันตำรวจโท ทักษิณ ชินวัตร มีการกำหนดยุทธศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับยุทธศาสตร์การป้องกันประเทศ กำหนดเป็นวาระจรวดแห่งชาติ โดยมีวิสัยทัศน์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ ในเบื้องต้นกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงลงนามความร่วมมือกับกระทรวงกลาโหม ในการที่จะสร้างจรวดส่งดาวเทียมขึ้นใช้เองในประเทศ ซึ่งในส่วนของกระทรวงกลาโหมจะทำให้มีดาวเทียมทางทหารตามที่ต้องการมา ๑๐ ปี และเมื่อผนวกกับยุทธศาสตร์การป้องกันประเทศ ยังสามารถเพิ่มศักยภาพในการป้องกันได้ โดยมีการสร้างขีปนาวุธ (Ballistic Missile) ไว้เป็นการป้องปรามการรุกรานจากประเทศมหาอำนาจ

ในอดีตประเทศไทยเริ่มมีการเสนอแผนจัดตั้งสถาบันจรวดเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในปีพุทธศักราช ๒๕๒๖ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นองค์กรกลางในการปฏิบัติงาน วิจัย ค้นคว้า และประสานความร่วมมือกับ

ต่างประเทศในเรื่องของจรวดและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์และความมั่นคงของชาติ แต่สถาบันดังกล่าวยังไม่ได้รับการยอมรับในระบบของราชการ จึงไม่สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมากระทรวงวิทยาศาสตร์และพลังงานจึงจัดตั้งเทคโนโลยี ขึ้นบริเวณรังสิตคลอง ๕ จังหวัดปทุมธานี อย่างไรก็ตามประเทศไทยเป็นได้เพียงผู้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีด้านอวกาศ มาเป็นเวลานาน การสื่อสารแห่งประเทศไทยได้สร้างสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน ที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เพื่อติดต่อกับสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินประเทศอื่นกว่า ๓๐ สถานี โดยเข้าช่องสัญญาณผ่านดาวเทียม Intelsat ซึ่งก็ยังคงเช่าอยู่จนทุกวันนี้ ทุกคนต่างทราบดีว่าประเทศไทยเราใช้ข้อมูลต่าง ๆ จากดาวเทียมเพื่อการวิจัยและพัฒนาเรื่องอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก อาทิ การทำแผนที่ การจัดทำระบบภูมิสารสนเทศ การใช้งานด้านสมุทรศาสตร์ และอื่น ๆ การจะเพิ่มศักยภาพจากผู้เข้ามาเป็นผู้ผลิต หากจะเริ่มนับหนึ่ง การวิจัยและพัฒนา จึงนับว่าเป็นหัวใจสำคัญ แต่หากต้องการความรวดเร็ว คงต้องเลือกการถ่ายทอดเทคโนโลยี

เมื่อการประชุมเริ่มขึ้น ประธานได้แจ้งให้ที่ประชุมทราบวัตถุประสงค์ในการเชิญมาประชุม หลังจากนั้นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในด้านต่าง ๆ ได้ผลัดเวียนกันอภิปรายในเรื่องต่าง ๆ พร้อมทั้งมีการชี้แจงศักยภาพของแต่ละหน่วยในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการผลิตดินขับเชื้อเพลิงแข็ง อากาศพลศาสตร์ วัสดุศาสตร์และอื่น ๆ อีกมากมายหลายเรื่อง สรุปได้ว่าเรา (ประเทศไทย) มีความต้องการที่จะสร้างศักยภาพในการยิงจรวดส่งดาวเทียมเอง เมื่อมีความต้องการ ขั้นตอนต่อมา ก็มาศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในความเป็นจริงแล้วโครงการยิงจรวดส่งดาวเทียมย่อมมีความเป็นไปได้อย่างแน่นอน ไม่ต้องสงสัยเลยว่าในปัจจุบันมีหลายประเทศที่สามารถยิงจรวดส่งดาวเทียมได้ ทำไมประเทศไทยจะทำได้ อย่างไรวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือจัดซื้อพร้อมทั้งการถ่ายทอดเทคโนโลยี ดังนั้นการที่คณะทำงานจะสามารถทำการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยอย่างอื่น เช่น ปัจจัยเวลา ถ้าต้องการให้ทำได้เอง ก็คงต้องเสียเวลามากหน่อย เริ่มจากการส่งคนไปเรียนทางด้านนี้โดยเฉพาะ จากนั้นก็เริ่มสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนแต่ละอย่าง ศึกษา วิจัย และทดลอง จนกระทั่งสามารถสร้างจรวดได้ตามที่ต้องการ นอกจากนั้นปัจจัยด้านงบประมาณก็มีส่วนเกี่ยวข้องอยู่ไม่น้อย เนื่องจากแต่ละเรื่องที่กำลังข้างต้นล้วนจำเป็นต้องใช้เงินทั้งสิ้น ดังนั้นโครงการขนาดใหญ่ในลักษณะนี้การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจึงยังต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอยู่อีกมาก

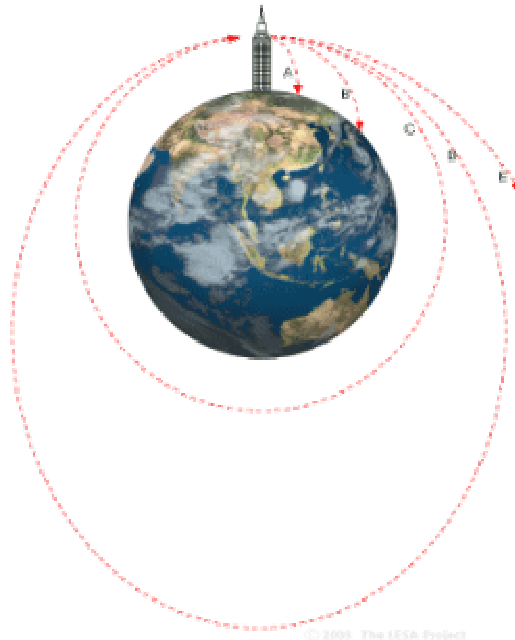
นอกจากนั้นความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นอย่างไร เป็นเรื่องที่คณะทำงานจะต้องร่วมกันพิจารณา ผู้อ่านคงไม่ลืมว่าประเทศอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียต ญี่ปุ่น จีน ออสเตรเลีย อินเดีย และกลุ่มประเทศในยุโรปตะวันตก ล้วนมีการพัฒนาเทคโนโลยีจรวดและอวกาศเป็นของตนเอง และมีการประสานความร่วมมืออย่างใกล้ชิดมาเป็นเวลานาน จนมีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับอวกาศมากมาย และได้รับผลตอบแทน

อย่างเต็มที่จากกิจการนั้น ๆ เป็นต้นว่าดาวเทียมไทยคมเองก็ยังคงไปจ้างฐานยิงจรวดของฝรั่งเศส ให้ส่งดาวเทียม อุตสาหกรรมอวกาศเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ต้องอาศัยองค์ความรู้ในวิชาการสาขาต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามประเทศไทยต่าง ๆ เหล่านี้ได้ผ่านขั้นตอนการเริ่มต้นที่ยากลำบาก และใช้ความพยายามและงบประมาณอย่างสูงมาแล้วทั้งสิ้น ดังนั้นหากประเทศของเรามีเจตนารมณ์ที่จะพัฒนากิจการด้านอวกาศ และพึ่งพาตนเองทางเทคโนโลยี ก็จำเป็นที่จะต้องเริ่มต้นตั้งแต่บัดนี้ เพื่อให้ผู้อ่านมองภาพความฝันของประเทศไทยได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ต่อไปผมจะแนะนำเกร็ดความรู้เบื้องต้น ที่เกี่ยวข้องกับจรวดและยานอวกาศ พอสังเขป

### จรวดและยานอวกาศ

อวกาศอยู่สูงเหนือศีรษะขึ้นไปเพียงหนึ่งร้อยกิโลเมตร แต่การที่จะขึ้นไปถึงมิใช่เรื่องง่าย *เซอร์ไอแซค นิวตัน* นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ผู้คิดค้นทฤษฎีเรื่องแรงโน้มถ่วงของโลกและการเดินทางสู่อวกาศเมื่อสามร้อยปีมาแล้ว ได้อธิบายไว้ว่า หากเราขึ้นไปอยู่บนที่สูง และปล่อยก้อนหินให้หล่นจากมือ ก้อนหินก็จะตกลงสู่พื้นในแนวตั้ง เมื่อออกแรงขว้างก้อนหินออกไปให้ขนานกับพื้น ก้อนหินจะเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง (A) เนื่องจากแรงลัพธ์ซึ่งเกิดจากแรงที่เราขว้างและแรงโน้มถ่วงของโลกรวมกัน หากเราออกแรงมากขึ้น วิธีการเคลื่อนที่ของวัตถุจะโค้งมากขึ้น และก้อนหินจะยิ่งตกไกลขึ้น (B) และหากเราออกแรงมากจนวิถีของวัตถุขนานกับความโค้งของโลก ก้อนหินก็จะไม่ตกสู่พื้นโลกอีก แต่จะโคจรรอบโลกเป็นวงกลม (C) เราเรียกการตกในลักษณะนี้ว่า “การตกอย่างอิสระ” (*free fall*)” และนี่เองคือหลักการส่งยานอวกาศขึ้นสู่วงโคจรรอบโลก

หากเราเพิ่มแรงให้กับวัตถุมากขึ้นไปอีก เราจะได้วงโคจรเป็นรูปวงรี (D) และถ้าเราออกแรงขว้างวัตถุไปด้วยความเร็ว ๑๑.๒ กิโลเมตรต่อวินาที วัตถุจะไม่หวนกลับคืนอีกแล้ว แต่จะเดินทางออกสู่อวกาศ (E) เราเรียกความเร็วนี้ว่า “ความเร็วหลุดพ้น” (*escape speed*) และนี่คือหลักการส่งยานอวกาศไปยังดาวเคราะห์ดวงอื่น



ภาพที่ ๑ หลักการส่งยานอวกาศ

หมายเหตุ : ในทางปฏิบัติเราไม่สามารถยิงจรวดขึ้นสู่อวกาศในแนวราบได้ เพราะโลกมีบรรยากาศห่อหุ้มอยู่ ความหนาแน่นของอากาศจะต้านทานให้จรวดเคลื่อนที่ช้าลงและตกลงเสียก่อน ดังนั้นเราจึงส่งจรวดขึ้นสู่ท้องฟ้าในแนวตั้ง แล้วค่อยปรับวิถีให้โค้งขนานกับผิวโลก เมื่ออยู่เหนือชั้นบรรยากาศในภายหลัง

### จรวด (Rocket)

เมื่อพูดถึงจรวด เราหมายถึงอุปกรณ์สำหรับสร้างแรงขับเคลื่อนเท่านั้น หน้าที่ของจรวดคือ การนำยานอวกาศ ดาวเทียม หรืออุปกรณ์ประเภทอื่นขึ้นสู่อวกาศ แรงโน้มถ่วง (Gravity) ของโลก ณ พื้นผิวโลกมีความเร่งเท่ากับ  $๙.๘$  เมตร/วินาที<sup>๒</sup> ดังนั้นจรวดจะต้องมีแรงขับเคลื่อนสูงมาก เพื่อเอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลก

จรวดทำงานตามกฎของนิวตัน ข้อที่ ๓ “แรงกิริยา = แรงปฏิกิริยา” จรวดปล่อยก๊าซร้อนออกทางท่อท้าย (แรงกิริยา) ทำให้จรวดเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (แรงปฏิกิริยา)

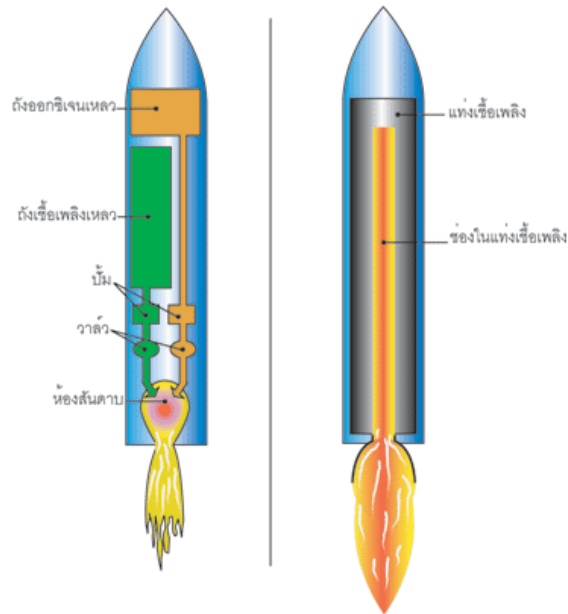


ภาพที่ ๒ จรวดอารีอาน นำดาวเทียมไทยคมขึ้นสู่วงโคจร

เราแบ่งประเภทของจรวดตามชนิดของเชื้อเพลิงออกเป็น ๒ ประเภท คือ

- จรวดเชื้อเพลิงแข็ง มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน แต่เมื่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงเกิดขึ้นแล้ว ไม่สามารถหยุดได้
- จรวดเชื้อเพลิงเหลว มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เพราะต้องมีถังเก็บเชื้อเพลิงเหลว และออกซิเจนเหลว (เพื่อช่วยให้เกิดการสันดาป) ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง และยังมีท่อและปั๊มเพื่อลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเครื่องยนต์เพื่อทำการเผาไหม้ จรวดเชื้อเพลิงเหลวมีข้อดีคือ สามารถควบคุมปริมาณการเผาไหม้ และปรับทิศทางของกระแสก๊าซได้





ภาพที่ ๓ จรวดเชื้อเพลิงเหลว และจรวดเชื้อเพลิงแข็ง

### จรวดหลายตอน

การนำจรวดขึ้นสู่อวกาศนั้นจะต้องทำการเผาไหม้เชื้อเพลิงจำนวนมาก เพื่อให้เกิดความเร่งมากกว่า ๙.๘ เมตร/วินาที<sup>๒</sup> หลายเท่า ดังนั้นจึงมีการออกแบบถังเชื้อเพลิงเป็นตอนๆ เราเรียกจรวดประเภทนี้ว่า “จรวดหลายตอน” (Multistage rocket) เมื่อเชื้อเพลิงตอนใดหมด ก็จะปลดตอนนั้นทิ้ง เพื่อเพิ่มแรงขับดัน (Force) โดยการลดมวล (mass) เพื่อให้จรวดมีความเร่งมากขึ้น (กฎของนิวตัน ข้อที่ ๒: ความเร่ง = แรง / มวล)

### ความแตกต่างระหว่างเครื่องบินไอพ่น และจรวด

เครื่องยนต์ของเครื่องบินไอพ่นดูดอากาศภายนอกเข้ามาอัดแน่น และทำการสันดาป (เผาไหม้) ทำให้เกิดแรงดันไปข้างหน้า จนปีกสามารถสร้างแรงยก (ความดันอากาศบนปีกน้อยกว่าความดันอากาศใต้ปีก) ทำให้เครื่องลอยขึ้นได้ ส่วนจรวดบรรจุเชื้อเพลิงและออกซิเจนไว้ภายใน เมื่อทำการสันดาปจะปล่อยก๊าซร้อนพุ่งออกมา ดันให้จรวดพุ่งไปในทิศทางกันข้าม

จรวดไม่ต้องอาศัยอากาศภายนอก มันจึงเดินทางในอวกาศได้ ส่วนเครื่องบินต้องอาศัยอากาศทั้งในการสร้างแรงยก และการเผาไหม้



ภาพที่ ๔ SR-๗๑, X-๑๕ และ Space Shuttle

อากาศยานบางชนิดมีคุณสมบัติทั้งความเป็นจรวดและเครื่องบินในตัวเอง อย่างเช่น X-๑๕, SR-๗๑ และ กระสวยอวกาศ (Space Shuttle) หากดูอย่างผิวเผินเราแทบจะแยกแยะไม่ออกเลยว่า อากาศยานเหล่านี้คือ จรวดหรือเครื่องบินกันแน่ ยกตัวอย่าง เช่น

- **SR-๗๑** มีรูปร่างคล้ายจรวด แต่เป็นเครื่องบินไอพ่นที่บินได้เร็วที่สุดในโลก มีความเร็วเหนือเสียง ๓ เท่า
- **X-๑๕** เป็นเครื่องบินที่ใช้เครื่องยนต์จรวดที่บินได้เร็วที่สุดในโลก มีความเร็วเหนือเสียง ๖.๗ เท่า
- **กระสวยอวกาศ** มีรูปร่างคล้ายเครื่องบินปีกสามเหลี่ยมโดยทั่วไป ทว่าเป็นยานอวกาศที่ติดตั้งเครื่องยนต์จรวดไว้ภายใน กระสวยอวกาศไม่ใช่ปีกเมื่ออยู่ในอวกาศ แต่ขับเคลื่อนและเปลี่ยนทิศทางด้วยเครื่องยนต์ขนาดเล็ก ซึ่งอยู่รอบตัว (ภาพที่ ๕) ปีกของกระสวยอวกาศทำหน้าที่สร้างแรงต้านและแรงยก ในขณะที่ร้อนกลับสู่พื้นโลก



ภาพที่ ๕ การปรับทิศทางของกระสวยอวกาศ

### อุปกรณ์ที่จรวดนำขึ้นไป (Payload)

ดังที่กล่าวไปแล้ว จรวดเป็นเพียงตัวขับเคลื่อนขึ้นสู่อวกาศ สิ่งที่จรวดนำขึ้นไปมีมากมายหลายชนิด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์หรือภารกิจ ซึ่งอาจจะมีทั้งการทหาร สื่อสาร โทรคมนาคม หรืองานวิจัยทางวิทยาศาสตร์

- **ขีปนาวุธ (Missile)** เป็นคำที่เรียกรวมของจรวดและหัวรบ เนื่องจากจรวดมีราคาสูง และมีพิสัยบรรทุกไม่มาก หัวรบที่บรรทุกขึ้นไปจึงมีขนาดเล็ก แต่มีอำนาจการทำลายสูงมาก เช่น หัวรบนิวเคลียร์
- **ดาวเทียม (Satellite)** หมายถึง อุปกรณ์ที่ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ถ่ายภาพ โทรคมนาคม ตรวจสอบสภาพอากาศ หรืองานวิจัยทางวิทยาศาสตร์
- **ยานอวกาศ (Spacecraft)** หมายถึง ยานพาหนะที่โคจรรอบโลก หรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น อาจจะมีหรือไม่มีมนุษย์เดินทางไปด้วยก็ได้ เช่น ยานอะพอลโล ซึ่งนำมนุษย์เดินทางไปดวงจันทร์

- **สถานีอวกาศ (Space Station)** หมายถึง ห้องปฏิบัติการในอวกาศ ซึ่งมีปัจจัยสนับสนุนให้มนุษย์สามารถอาศัยอยู่ในอวกาศได้นานนับเดือน หรือเป็นปี สถานีอวกาศส่วนมากถูกใช้เป็นที่ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อประโยชน์ในการวิจัย ทดลอง และประดิษฐ์คิดค้นในสภาวะไร้แรงโน้มถ่วง สถานีอวกาศที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ สถานีอวกาศนานาชาติ ISS (International Space Station)



ภาพที่ ๖ สถานีอวกาศนานาชาติ (ISS)

### ขยะอวกาศ (Space debris)

เมื่อเรานึกถึงภาพดาวเสาร์เราจะเห็นภาพดวงดาวที่มีวงแหวนล้อมรอบเป็นลักษณะเด่นซึ่งอีกไม่นานโลกของเราอาจจะมีวงแหวนเช่นนั้นก็ได้ แต่สิ่งที่ต่างกันก็คือวงแหวนของโลกเป็นวงแหวนขยะที่เกิดจากกิจกรรมอวกาศของมนุษย์มีกิจกรรมอวกาศมากขึ้นเพียงใดขยะอวกาศก็มีมากขึ้นเป็นเงาตามตัว เพราะในปัจจุบันยังไม่มีกิจกรรมอวกาศใดที่ไม่ก่อให้เกิดขยะอวกาศเลย การขยายตัวอย่างรวดเร็วในกิจกรรมอวกาศย่อมก่อให้เกิดปัญหาขยะอวกาศตามมาอย่างแน่นอน

ขยะอวกาศกำลังจะกลายเป็นศัตรูตัวจริงของหลักกฎหมายว่าด้วย “เสรีภาพการใช้อวกาศ” โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศกำลังพัฒนาจะพบว่า ในทันทีที่ตนมีศักยภาพเพียงพอที่จะแสวงหาประโยชน์ในอวกาศได้ อาจพบว่าขยะอวกาศซึ่งเป็นผลผลิตมาจากกิจกรรมอวกาศของเหล่าประเทศมหาอำนาจเป็นอุปสรรคต่อการใช้อวกาศของตน หากยังไม่มีการแก้ปัญหาขยะอวกาศอย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอในไม่ช้ามนุษยโลกก็จะได้ประสบผลกระทบกันถ้วนหน้า เนื่องจากมนุษย์จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีอวกาศเป็นอย่างมากในการดำเนินชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นด้านการสื่อสาร พยากรณ์อากาศ การสำรวจทรัพยากร การเดินเรือ การเดินอากาศ จึงไม่น่าแปลกใจว่าเหตุใดนักวิทยาศาสตร์และนักนิติศาสตร์จำนวนมากจึงให้

ความสนใจปัญหานี้กันอย่างกว้างขวาง จากข้อมูลในปี คริสต์ศักราช ๑๙๙๓ พบว่ามีผู้เขียนรายงาน บทความ จุลสาร และหนังสือเกี่ยวกับขยะอวกาศรวมกันได้ประมาณเกือบ ๘๐๐ ฉบับ ปัญหาขยะอวกาศกำลัง คืบคลานเข้าใกล้ตัวมนุษย์มากขึ้นเรื่อย ๆ มนุษย์ควรให้ความห่วงใยเอาใจใส่ ไม่ปล่อยปละละเลยจนอวกาศที่ ซึ่งเป็นมรดกกรรมกันของมนุษยชาติต้องกลายเป็นโรงเก็บขยะไปในที่สุด

ความอันตรายโดยทั่วไปของขยะอวกาศที่อาจจะเกิดขึ้นได้และที่ใดเกิดขึ้นแล้ว โดยทั่วไปแล้ว ขยะอวกาศมีอัตราความเร็วเฉลี่ย ๑๐ กิโลเมตรต่อวินาที ด้วยความเร็วเช่นนี้สามารถทำให้น้ำหนึ่งหยด วิ่งทะลุเหรียญเงินได้ กล่าวอีกนัยหนึ่งขยะอวกาศมวล ๑ กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง ๑ เซนติเมตร ใน อัตราความเร็วดังกล่าว เทียบได้กับรถยนต์หนัก ๑,๕๐๐ กิโลกรัมวิ่งด้วยความเร็ว ๓๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง หากวิ่งเข้าชนดาวเทียมไทยคมก็เกิดความเสียหายถึงขั้นใช้การไม่ได้ จากความเสี่ยงเช่นนี้เองทำให้สถานี อวกาศระหว่างประเทศที่กำลังก่อสร้างอยู่ในขณะนี้ ต้องออกแบบให้สามารถป้องกันการชนของขยะอวกาศ บางประเภทได้ เนื่องจากคาดการณ์กันว่าในระยะเวลาใช้งาน ๑๗ ปี ของสถานีนี้ ความเสี่ยงร้อยละ ๕๐ ที่จะ ถูกขยะอวกาศชน และมีความเป็นไปได้ร้อยละ ๑ ที่จะถูกทำลาย สิ่งที่น่าเป็นห่วงยิ่งกว่านั้นคือกรณีที่ขยะ อวกาศวิ่งเข้าชนดาวเทียมทหารของประเทศที่กำลังมีข้อพิพาทกันอยู่ ซึ่งอาจทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นการโจมตี จากคู่ปรปักษ์และอาจนำไปสู่ข้อพิพาทที่รุนแรงมากขึ้นได้

ปริมาณขยะอวกาศทั้งที่อยู่ในวงโคจรต่ำและวงโคจรค้างฟ้า ที่นับว่าจะมีมากขึ้น ขยะอวกาศ โดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่วงโคจรต่ำระหว่างระดับความสูง ๕๐๐ ถึง ๑,๕๐๐ กิโลเมตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับ ความสูง ๘๕๐ กิโลเมตร ดูเหมือนว่าขยะอวกาศในวงโคจรนี้จะลดจำนวนไปเองตามปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่มีแรงดึงดูดของโลกมาดึงให้ขยะอวกาศตกสู่ชั้นบรรยากาศแล้วเสียดสีกับชั้นบรรยากาศไหม้สลายหมดไป ในที่สุด แต่ถ้าเป็นวัตถุอวกาศขนาดใหญ่ก็อาจจะเผาไหม้ไม่หมดและตกลงสู่พื้นโลกได้ อย่างไรก็ตามก็มีข้อสังเกตว่าเมื่อขยะอวกาศตกสู่ชั้นบรรยากาศแล้ว ขยะอวกาศที่อยู่ในวงโคจรสูงกว่าก็จะลงมาแทนที่ ปรากฏการณ์เช่นนี้ทำให้ขยะอวกาศในวงโคจรต่ำกว่าไม่อาจลดน้อยลงได้เลย นอกจากนี้ ลักษณะเด่นของ การใช้วงโคจรต่ำ คือ ต้องใช้ดาวเทียมจำนวนมาก จึงจะสร้างโครงข่ายให้ครอบคลุมพื้นที่ได้ทั่วโลก เช่น โครงการ IRIDUM ต้องใช้ดาวเทียมทั้งหมด ๖๖ ดวง โครงการ TELEDISIC ใช้ดาวเทียมมากถึง ๘๕๐ ดวง เป็นต้น ที่สำคัญดาวเทียมวงโคจรต่ำจะมีอายุใช้งานที่สั้น จำเป็นต้องมีดาวเทียมทดแทนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะทำให้ขยะอวกาศในวงโคจรนี้มีจำนวนเพิ่มขึ้นอีกมากในอนาคต

## ขยะอวกาศคืออะไร

คำว่า “space debris” เป็นคำที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดจนอาจกลายเป็นคำสามัญไป ซึ่งในความหมายอย่างกว้างที่สุดหัวข้อนี้จะกล่าวถึงความหมายของขยะอวกาศในทางเทคนิค ปัญหาของคำว่าขยะอวกาศและสถานะของขยะอวกาศในบริบทของกฎหมายอวกาศตามลำดับ เมื่อกล่าวถึงขยะอวกาศจะไม่รวมถึงสิ่งที่มีอยู่ในอวกาศโดยธรรมชาติ เช่น อุกกาบาต เทหวัตถุ เทห์ฟากฟ้า แต่จะหมายถึงสิ่งที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เท่านั้น ซึ่งในทางเทคนิคอาจแบ่งขยะอวกาศได้ ๔ ประเภท ดังนี้

๑. Inactive Payloads คือ ยานอวกาศหรือดาวเทียมที่หมดอายุใช้งานแล้วและไม่อาจใช้งานได้อีกต่อไป โดยอาจจะมีสาเหตุมาจากความล้มเหลวในการติดต่อหรือควบคุมยาน หรือพลังงานของดาวเทียมได้หมดลง

๒. Operational Debris คือ ขยะที่เกิดจากปฏิบัติการต่าง ๆ ในอวกาศ ไม่ว่าจะเป็น ซากจรวดที่ใช้ส่งดาวเทียม กล้องถ่ายภาพในการกิจจะพอลโล ดុងมีอ์นักบินอวกาศ ตะปูเกลียวที่สูญหายในระหว่างการซ่อมแซมดาวเทียม ถังขยะบรรจุเศษอาหารและเสื้อผ้าสกปรกที่ถูกทิ้งจากสถานีอวกาศ SALYUT ของโซเวียต

๓. Fragmentation Debris คือ สะเก็ดที่เกิดจากการระเบิดหรือชนกันของวัตถุอวกาศ เช่น การระเบิดของจรวด ARIANE๔ เมื่อเดือนกรกฎาคม ค.ศ. ๑๙๗๙ มีชิ้นส่วนจากการระเบิดพุ่งชนดาวเทียม CERISE ทำให้วิถีโคจรของ CERISE ต้องเปลี่ยนไป กิจกรรมอวกาศทางทหารของอเมริกาและโซเวียตก็เป็นสาเหตุสำคัญของขยะอวกาศประเภทนี้ การทดลองระบบต่อต้านดาวเทียม ไม่ว่าจะเป็นการส่งดาวเทียมขึ้นไประเบิดใกล้กับดาวเทียมเป้าหมาย หรือการยิงเข้าสู่ดาวเทียมเป้าหมายโดยตรง ก็ทำให้เกิดขยะอวกาศจำนวนมากได้ทั้งสิ้น

๔. Microparticulate Matter คือ วัตถุที่มีขนาดเล็กมากระหว่าง ๑ ถึง ๑๐๐ ไมครอน ซึ่งอาจเกิดจากไอเสียของเชื้อเพลิงแข็ง โดยเฉพาะในขั้นตอนเข้าสู่วงโคจรค้างฟ้าหรือเกิดจากพื้นผิวของวัตถุอวกาศที่หลุดออกมา เช่น เกร็ดสี เป็นต้น

## คำถามคือ ประเทศไทยจะทำได้หรือ ?

ผลที่ได้จากการประชุมครั้งนี้ มีหลายสิ่งหลายอย่างที่เรามีศักยภาพอยู่แล้ว ความร่วมมือจึงเป็นสิ่งสำคัญ กองทัพอากาศไทยได้เริ่มมีการวิจัยจรวดเป็นครั้งแรกในปีพุทธศักราช ๒๕๑๓ และในปีพุทธศักราช ๒๕๒๙ กองทัพอากาศก็ได้ประสบความสำเร็จในการสร้างจรวดต้นแบบขนาด ๑๔๐ มม. นอกจากนั้นในปัจจุบันได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจรวดอีกเป็นจำนวนมากที่ กระทรวงกลาโหม ให้ความสำคัญ อาทิ โครงการวิจัยและพัฒนาใจโรสโคปแบบอิเล็กทรอนิกส์ โครงการวิจัยและพัฒนาจรวดนำวิถีแบบบินซ้ำ โครงการวิจัยและพัฒนาจรวดนำวิถีระยะสั้น เป็นต้น ดังนั้นในเมื่อเรื่องนี้เป็นวาระจรวดแห่งชาติ การจะสร้างจรวดยิงดาวเทียม จึงจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทั้งภาครัฐและเอกชน ขอความร่วมมือจากนักวิชาการ



ในสาขาต่าง ๆ จากมหาวิทยาลัยทั่วประเทศ อย่างลี้มวามมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครได้มีการร่วมมือกับต่างประเทศในการสร้างดาวเทียม โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๕ ปีแล้ว แต่เหตุใดจึงยังคงดูเหมือนไม่มีความคืบหน้าเลย หรือศูนย์วิจัยและพัฒนาอาวุธ ที่มีศักยภาพในการผลิตดินขับเชื้อเพลิงแข็งสำหรับจรวดขนาด ๑๔๐ มิลลิเมตร ได้อยู่แล้ว การจะขยายขีดความสามารถจะไม่ใช้เรื่องที่เกิดจากความจริง กองทัพเรือเองก็ตามได้รับการยกย่องว่ามีผู้เชี่ยวชาญด้านอิเล็กทรอนิกส์เป็นจำนวนมาก การพัฒนาระบบควบคุมก็ไม่ใช้เรื่องที่เกิดจากความบังเอิญกัน ปัญหาสำคัญก็คือศูนย์กลางในการรวมความรู้ต่าง ๆ เหล่านี้ ที่เป็นรูปธรรม การที่กระทรวงกลาโหมสั่งการให้ผู้ใดผู้หนึ่งในเหล่าทัพ ไปช่วยราชการในหน่วยงานอื่น เป็นเรื่องที่ไม่ยาก แต่เหล่าทัพเองก็จะมองว่าไม่ได้ช่วยงานอยู่ในกองทัพ ไม่ได้ทำประโยชน์ให้หน่วยข้าราชการในกองทัพเรือเอง หรือในเหล่าทัพอื่น ก็คงไม่มีผู้ใดอยากจะเข้าไปช่วยงานด้านนี้ โดยที่ไม่มีนโยบายระดับชาติอย่างชัดเจน นักวิจัยผู้ทำงานอย่างจริงจังจึงกระจายอยู่ตามหน่วยงานต่าง ๆ การศึกษาค้นคว้า ทดลอง จึงขาดการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงถึงเวลาแล้วที่ทุกฝ่ายจะต้องให้ความร่วมมือกัน และผลักดันให้เกิดการวิจัย ทดลอง ทางด้านอวกาศ เกิดขึ้นในประเทศ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่สำคัญ และมีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศ โดยการจัดตั้ง **สถาบันวิจัยจรวดและอวกาศแห่งชาติ** ขึ้นอย่างเป็นทางการ มีการจัดซื้อ จัดหา เครื่องมือ อุปกรณ์การทดลองอย่างเพียงพอ และรวบรวมนักวิชาการที่มีความรู้ความสามารถแต่ละสาขามาทำงานวิจัยร่วมกัน และมีการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง ผมเชื่อว่าหากนักวิจัยได้ทำงานที่ชอบ มีค่าตอบแทนที่สูง และมีแนวโน้มความก้าวหน้าที่ดีกว่าการรับราชการอยู่ในเหล่าทัพ คงไม่มีผู้ใดปฏิเสธ ที่จะเปลี่ยนงานอย่างแน่นอน ดังนั้นข้อยุติที่ได้จากการประชุมจึงเป็นการรวมกลุ่มคณะทำงานเพื่อทำการเขียนโครงการสถาบันวิจัยจรวดและอวกาศแห่งชาติ เสนอคณะรัฐมนตรี เพื่อขอความเห็นชอบในหลักการ และขออนุมัติงบประมาณในการดำเนินการ

อย่างไรก็ตามจากเรื่องต่าง ๆ ที่ผู้เขียนเล่ามาข้างต้น และเท่าที่ศึกษาพบว่าประเทศไทยมีข้อได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ในเรื่องของที่ตั้ง สำหรับการยิงจรวดส่งดาวเทียม ดังนั้นนอกจากประเทศไทยจะต้องสร้างศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการยิงจรวดส่งดาวเทียมเป็นการด่วนแล้ว ยังมีข้อกฎหมายระหว่างประเทศ อาทิ ข้อตกลงว่าด้วยการสร้างอาวุธที่มีระยะยิงไกลเกินกว่า ๒๐๐ กิโลเมตร หรือสนธิสัญญาอวกาศว่าด้วยขยะอวกาศ ที่ต้องการผู้มีความรู้ทางด้านกฎหมายมาให้ความร่วมมือในการศึกษา และยิ่งไปกว่านั้น อย่างที่ผู้อ่านน่าจะทราบดีอยู่แล้วว่าในปัจจุบันนอกจากจะมีดาวเทียม สถานีอวกาศ และขยะอวกาศ โคจรอยู่รอบโลกอยู่เป็นจำนวนมากแล้ว หากประเทศไทยยังมัวแต่คิดว่าจะทำ มีแต่ นโยบายที่อยู่ในกระดาษ แต่ยังไม่ลงมือทำเสียทีไม่ว่าจะด้วยวิธีการใดก็ตาม และไม่มี การสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง เมื่อถึงเวลานั้น ถึงแม้ว่าเราจะมีศักยภาพในการยิงจรวดส่งดาวเทียมอย่างสมบูรณ์แล้ว ปัญหาใหญ่ก็คือดาวเทียมสัญชาติไทยจะไปอยู่ที่ไหนในวงโคจรของโลก !!!

# มีความพยายาม ทำลายเอเชียจริงหรือ?

น.ท.หญิง ดวงกมล พิษิตชโลธร  
อาจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

เหตุการณ์วิกฤตเศรษฐกิจเมื่อปี ๒๕๔๐ ผ่านมาแล้ว ๗ ปี แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นทำให้ชีวิตหลายคนเปลี่ยนแปลงไป บางคนต้องเริ่มต้นนับหนึ่งใหม่เพราะบริษัทที่ทำงานอยู่ปิดกิจการ

- ▶ เจ้าของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์เคยขายคอนโดมิเนียมห้องละ ๕ ล้านบาทอย่างศิริวัฒน์ วรเวทวุฒิคุณ ต้องเริ่มต้นใหม่ด้วยอาชีพขายแซนด์วิชชิ้นละ ๑๕ บาท
- ▶ เจ้าของเตาหลอมเหล็กที่ใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อย่างสวัสดิ์ หอรุ่งเรือง เมื่อเจอกับภาระหนี้สินเงินตราต่างประเทศถึงกับประกาศว่าไม่มี ไม่นี่ ไม่จ่าย!
- ▶ ประชัย เลี้ยวไพรัตน์ ผู้ก่อตั้งบริษัทอุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน) ปัจจุบันกลายเป็นประธานเจ้าหน้าที่บริหารบริษัท ๙ ในฐานะผู้บริหารลูกหนี้

นี่คือผลกระทบจากการลดค่าเงินบาท บางคนบอกว่าวิกฤตการณ์ครั้งนี้เกิดจากเศรษฐกิจฟองสบู่ (Bubble Economic) บางคนบอกว่าเป็นเพราะการเปิดเสรีทางการเงินของประเทศในขณะที่ประเทศยังไม่มีความพร้อม สำหรับเรื่องนี้นักเศรษฐศาสตร์มีความเห็นแตกต่างกัน กลุ่มแรกมีความเห็นว่าวิกฤตเศรษฐกิจนี้เกิดจากการสมคบคิดกันทำลายเอเชียหรือทฤษฎีสมคบคิด (The Conspiracy Theory) กลุ่มที่สองมีความเห็นว่าวิกฤตครั้งนี้เป็นไปตามวัฏจักรเศรษฐกิจ (Business Cycle) จึงขอให้ท่านผู้อ่านพิจารณาจากเหตุผลและความเป็นไปได้ต่อไปนี้

## ความเป็นมาตั้งแต่ปี พุทธศักราช ๒๕๓๑-๒๕๔๐

ตั้งแต่ปี ๒๕๓๑ เป็นต้นมา นายกรัฐมนตรี พลเอกชาติชาย ชุณหะวัณ มีนโยบายเปลี่ยนแปลงสนามรบเป็นสนามการค้า เชิญต่างชาติเข้ามาลงทุนในประเทศไทยส่งผลให้สาขาอุตสาหกรรมของประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวสูงมากจนประเทศไทยคิดว่าจะเป็นเสือตัวที่ ๕ ของเอเชียต่อจากไต้หวัน เกาหลีใต้ ฮองกง และสิงคโปร์ได้ เมื่อมีชาวต่างชาติเข้ามาลงทุนมาก อุปสงค์ในอสังหาริมทรัพย์จึงเพิ่มขึ้น ที่ดินปรับราคาสูงขึ้นอีกทั้งมีการเปิดเสรีทางการเงินด้วยการจัดตั้งกรุงเทพวิเทศธนกิจ<sup>๑</sup> (Bangkok International Banking Facilities : BIBF) ทำให้ให้สถาบันการเงินสามารถทำธุรกิจวิเทศธนกิจได้ การปล่อยเงินกู้ของสถาบันการเงินต่าง ๆ ทำให้เกิดการเก็งกำไรในอสังหาริมทรัพย์ บ้าน ที่ดิน และหุ้น (ฟองสบู่กำลังเริ่มก่อตัวขึ้น) เหตุการณ์ได้ดำเนินเรื่อยมาจนกระทั่งปีพุทธศักราช ๒๕๓๗ นักเศรษฐศาสตร์ที่ชื่อ Paul Krugman ได้เขียนบทความเรื่อง ความมหัศจรรย์ของ

เอเชีย (The Myth of Asia's Miracle) ลงในนิตยสาร Foreign Affair เนื้อหาในนี้ได้กล่าวถึงประเทศต่าง ๆ ในเอเชียที่เปลี่ยนจากประเทศเกษตรกรรมมาเป็นประเทศอุตสาหกรรม จากบทความนี้เองทำให้นักเก็งกำไรต่างชาติ (ที่เปรียบเสมือนฝูงสุนัขจิ้งจอก) เริ่มสนใจประเทศไทย พอถึงปลายปี ๒๕๓๙ บริษัท **Moody's Investors Service**<sup>๒</sup> ได้ลดอันดับความน่าเชื่อถือทางการเงินของประเทศไทยทำให้ตราสารหนี้ของไทยกลายเป็นตราสารหนี้ที่ไม่พึงลงทุน (Junk Bond) ข้อมูลนี้ได้สร้างความหวุ่นไหวแก่เจ้าหน้าที่ต่างชาติทำให้เงินทุนไหลออกทันที เดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๔๐ สถานการณ์เริ่มรุนแรงขึ้นเมื่อนักค้าเงินต่างชาติพากันเทขายเงินบาทแล้วซื้อเงินเหรียญสหรัฐ ๕ ธนาคารแห่งประเทศไทยต้องแทรกแซงค่าเงินบาทด้วยการขายเงินเหรียญสหรัฐ ๕ แล้วซื้อเงินบาทเพื่อรักษาเสถียรภาพของค่าเงินบาทไว้ เหตุการณ์ได้ดำเนินในลักษณะนี้ทั้งการโจมตีเงินบาทจากนักเก็งกำไรและมีการเข้าแทรกแซงค่าเงินบาทจากธนาคารแห่งประเทศไทยจนถึงวันที่ ๒ กรกฎาคม ๒๕๔๐ ประเทศไทยต้องประกาศลดค่าเงิน (Devalue)

เนื่องจากทุนสำรองเงินตราที่มีอยู่จำนวน ๓๘.๗ พันล้านเหรียญสหรัฐ ๕ ได้หมดไปกับการปกป้องค่าเงินบาท เงินจำนวนนี้มากพอที่จะชำระค่าสินค้านำเข้าเป็นเวลาถึง ๖ เดือน ผลกระทบที่ตามมาภายหลังจากการลดค่าเงินคือมูลค่าของสินทรัพย์ลดลงและมูลค่าของหนี้สินเพิ่มขึ้นกล่าวคือเมื่อสิ้นปี ๒๕๔๐ อัตราแลกเปลี่ยน ๕ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ ๔๗ บาทต่อ ๑ เหรียญสหรัฐ ๕ การลดค่าเงินบาทลดลง ๒๑ บาททำให้ภาคเอกชนมีหนี้สินต่างประเทศเกิดขึ้น ๑,๕๗๕,๐๐๐ ล้านบาท (หนี้สินต่างประเทศก่อนลดค่าเงินประมาณ ๗๕,๖๐๒ ล้านบาทเหรียญสหรัฐ ๕) นี่คือการเสียหายบางส่วนที่เกิดจากการโจมตีค่าเงินของ **กองทุน Hedge Fund**<sup>๓</sup> เรื่องราวการเข้าโจมตีค่าเงินบาทได้ถูกตีพิมพ์ลงในหนังสือพิมพ์ฉบับเดือนพฤศจิกายน ๒๕๔๐ ในบทความเรื่อง How to kill a tiger หลังจากการถูกโจมตีค่าเงินบาทประเทศไทยต้องขอกู้เงินจาก **กองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund : IMF)**<sup>๔</sup> การขอรับความช่วยเหลือในรูปแบบของเงินกู้จาก IMF นั้นนอกจากจะต้องชำระหนี้เงินกู้คืนพร้อมด้วย อัตราดอกเบี้ยแล้วประเทศที่ขอเงินจะต้องยอมรับพันธกรณีที่เรียกว่า แผนฟื้นฟูของ IMF ด้วย เช่น ด้านนโยบายการคลัง รัฐบาลต้องบริหารงบประมาณแบบเกินดุล ร้อยละ ๑ ของ GDP ทางด้านรายรับ รัฐบาลต้องเพิ่มอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มจาก ๗% เป็น ๑๐% ต้อง **แปรรูปรัฐวิสาหกิจ**<sup>๕</sup> โดยเฉพาะรัฐวิสาหกิจด้านพลังงาน สาธารณูปโภค การสื่อสาร และการขนส่ง ต้องปรับราคาค่าบริการ สาธารณูปโภคให้เหมาะสมและสอดคล้องกับต้นทุน ต้องยกเลิก **ปว.๒๕๑**<sup>๖</sup> ประกาศคณะปฏิวัติที่ห้ามคนต่างด้าวประกอบอาชีพบางประเภท เนื่องจากขัดต่อระบบการค้าเสรี

เมื่อประเทศไทยประสบวิกฤตการณ์ทางการเงินจนต้องลอยตัวค่าเงินบาท เมื่อ ๒ กรกฎาคม ๒๕๔๐ หลังจากนั้นได้เกิดปฏิกริยาลูกโซ่ต่อประเทศต่างๆ ในภูมิภาคอาเซียนและเศรษฐกิจโลกอย่างต่อเนื่องซึ่งสรุปได้ดังนี้

- วันที่ ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๕๐ ฟิลิปปินส์ประกาศให้ค่าเงินเปโซลอยตัว
- วันที่ ๕ สิงหาคม ๒๕๕๐ ธนาคารแห่งประเทศไทยประกาศปิดสถาบันการเงิน ๔๒ แห่ง ซึ่งเมื่อรวมกับสถาบันการเงินที่ถูกปิดก่อนหน้านี้จำนวน ๑๖ แห่งทั้งหมดรวมเป็น ๕๘ แห่งที่ถูกสั่งให้ปิดดำเนินการชั่วคราว
- วันที่ ๑๑ สิงหาคม ๒๕๕๐ ค่าเงินริงกิตของมาเลเซียซึ่งมีค่าต่ำสุดในรอบ ๔ ปี
- วันที่ ๑๒ สิงหาคม ๒๕๕๐ IMF เสนอให้เงินกู้ช่วยเหลือด้านเศรษฐกิจแก่ประเทศไทย จำนวน ๑๗,๐๐๐ ล้านดอลลาร์สหรัฐ ฯ
- วันที่ ๑๔ สิงหาคม ๒๕๕๐ รัฐบาลอินโดนีเซียประกาศให้ค่าเงินรูเปียห์ลอยตัว
- วันที่ ๒๖ กันยายน ๒๕๕๐ ค่าเงินรูเปียห์ของอินโดนีเซียลดลงต่ำสุดโดยมีอัตราแลกเปลี่ยน อยู่ที่ ๓,๑๒๕ รูเปียห์ต่อ ๑ ดอลลาร์สหรัฐ ฯ
- วันที่ ๒๑ ตุลาคม ๒๕๕๐ ดัชนีหุ้นนิเคอิของญี่ปุ่นลดลงมากกว่า ๑๐% ในรอบปี (ปิดที่ ๑๗,๓๖๓ จุด)
- วันที่ ๒๓ ตุลาคม ๒๕๕๐ เกิดเหตุการณ์ที่เรียกว่า BLACK THURSDAY ดัชนีหั่งเส็งของฮ่องกงดิ่งลง ๑๐.๔% ซึ่งต่ำสุดในรอบ ๑๐ ปี จนส่งผลกระทบต่อตลาดหุ้นเอเชีย ยุโรปและอเมริกา
- วันที่ ๓๑ ตุลาคม ๒๕๕๐ IMF ประกาศให้เงินกู้แก่อินโดนีเซีย จำนวน ๒๓,๐๐๐ ล้านดอลลาร์สหรัฐ ฯ หลังจากที่อินโดนีเซียเสนอแผนปฏิรูปเศรษฐกิจในช่วง ๓ ปี
- วันที่ ๓-๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๐ ธนาคารชาติญี่ปุ่น สิงคโปร์ และอินโดนีเซียเข้าแทรกแซงระดับค่าเงินรูเปียห์
- วันที่ ๑๗ พฤศจิกายน ๒๕๕๐ ค่าเงินวอนของเกาหลีใต้ลดลงอยู่ที่ ๑,๐๐๘.๖ วอนต่อ ๑ ดอลลาร์สหรัฐ ฯ
- วันที่ ๒๑ พฤศจิกายน ๒๕๕๐ ประเทศเกาหลีใต้ยักษ์ใหญ่ทางเศรษฐกิจของเอเชียกู้เงินจาก IMF จำนวน ๒๐,๐๐๐ ล้านดอลลาร์สหรัฐ ฯ
- วันที่ ๒๔ พฤศจิกายน ๒๕๕๐ บริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ยามาอิชิของประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นบริษัทใหญ่ดำเนินกิจการประมาณ ๑๐๐ ปีประกาศปิดกิจการเนื่องจากไม่อาจแบกรับภาระหนี้จำนวน ๒๖๕,๐๐๐ ล้านเยนต่อไปได้
- วันที่ ๑๐ ธันวาคม ๒๕๕๐ เกาหลีใต้ประกาศปิดธนาคารเพื่อการค้า ๕ แห่ง ค่าเงินวอนลดลงเหลือ ๑,๕๖๕.๙ วอนต่อดอลลาร์สหรัฐ ฯ ลดลง ๑๐% ดัชนีหุ้นหั่งเส็งลดลงเมื่อปิดตลาดถึง ๔๖๘.๒๕ จุด ปิดที่ ๑๑,๐๒๒.๔๑ จุดเท่ากับลดลงต่อเนื่อง ๒ วันถึง ๗๐๐ จุด (เอี่ยมพร วงศาโรจน์. ๒๕๕๑ เศรษฐกิจไทยปี ๒๕๕๐ : บทเรียนที่แสนเจ็บปวด. **จุลเศรษฐศาสตร์** ๑, ๓ (ธันวาคม ๒๕๕๐ – กุมภาพันธ์ ๒๕๕๑) : ๑๒ - ๑๓.

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นวิกฤตการณ์ทางการเงินที่เกิดขึ้นประเทศไทยจนลุกลามถึงประเทศต่าง ๆ ในเอเชียจนได้รับการขนานนามว่า TUMYUMKUNG DISEASE หรือ ASIAN FLU คราวนี้ลองดูเหตุผลสนับสนุนความเชื่อของทั้ง ๒ กลุ่ม

### กลุ่มแรก เชื่อ ทฤษฎีสมคบคิด(The Conspiracy Theory)

นักเศรษฐศาสตร์ที่เชื่อว่าการสมคบคิดกันทำลายเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ ในเอเชียนั้น เนื่องจาก IMF ก่อตั้งขึ้นมาโดยประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแกนนำและเป็นผู้ที่มีสิทธิในการออกเสียงมากที่สุด ดังนั้นการกำหนดนโยบายต่าง ๆ จึงเป็นไปตามที่สหรัฐอเมริกาต้องการ สิ่งที่สหรัฐอเมริกาต้องการคือการเปิดเสรีทางการค้าเนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และกลุ่มอียู มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีจนกระทั่งเกิดภาวะที่เรียกว่า OVER SUPPLY

มีสินค้าล้นตลาดเป็นจำนวนมาก การบีบให้ประเทศต่าง ๆ ในเอเชียยกเลิกการเก็บภาษีสินค้านำเข้า (ทลายกำแพงภาษี) เพื่อระบายสินค้าและเป็นตลาดของสหรัฐอเมริกานั้นเอง

### กลุ่มที่ ๒ เชื่อว่าเกิดจากทฤษฎีวัฏจักรเศรษฐกิจ (Business Cycle) ทฤษฎีนี้

กล่าวว่า ภาวะเศรษฐกิจจะหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงไปเป็นวงรอบ แต่ละวงรอบอาจกินเวลาสั้นบ้างยาวบ้างโดยสามารถแบ่งออกเป็น ๔ ช่วงดังนี้

- ๑.ระยะเศรษฐกิจรุ่งเรือง (Economic Prosperity)
- ๒.ระยะเศรษฐกิจถดถอย (Economic Recession)
- ๓.ระยะเศรษฐกิจตกต่ำ(Economic Depression)
- ๔.ระยะเศรษฐกิจฟื้นตัว (Economic Recovery)

ขออธิบายรายละเอียดของแต่ละช่วงดังนี้

**๑.ระยะเศรษฐกิจรุ่งเรือง (Economic Prosperity)** เศรษฐกิจในช่วงนี้ซื้อง่ายขายคล่องแทบทุกอย่าง อัตราการว่างงานลดลงเรื่อย ๆ มีการลงทุนผลิตสินค้าและบริการเพิ่มขึ้น รายได้ประชาชาติสูงขึ้น อัตราเงินเฟ้ออยู่ในช่วงร้อยละ ๑ ถึงร้อยละ ๕ จัดเป็นเงินอย่างอ่อน (Mild Inflation)

**๒.ระยะเศรษฐกิจถดถอย (Economic Recession)** ภาวะเศรษฐกิจกำลังถดถอยนี้จะเกิดขึ้นหลังจากที่เศรษฐกิจมีการขยายตัวอย่างเต็มที่แล้วการที่เศรษฐกิจเกิดการถดถอยลงเพราะสาเหตุ ๒ ประการคือ

*ประการแรก* ภาวะการลงทุนที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการขาดแคลนปัจจัยการผลิต ราคาปัจจัยการผลิตสูงขึ้นส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย

*ประการที่สอง* ผลของการแข่งขันกันทำให้เกิดภาวะสินค้าล้นตลาด ทำให้ผู้ผลิตต้องลดราคาสินค้าลงเนื่องจากอุปสงค์ไม่ได้เพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกันกับการผลิต ในระยะนี้โรงงานต่าง ๆ จึงลดการผลิตลง ลดการจ้างงาน อัตราการว่างงานเริ่มสูงขึ้น

**๓.ระยะเศรษฐกิจตกต่ำ (Economic Depression)** ระยะอัตราการว่างงานสูงมาก เนื่องจากธุรกิจหลายแห่งต้องปิดกิจการลง ปลดคนงานออก ประชาชนไม่ค่อยจะมีแรงซื้อในระยะนี้ ประชาชนจะระมัดระวังเรื่องการจับจ่ายใช้สอยซื้อแต่สินค้าที่มีความจำเป็นเท่านั้น ถ้าดูตัวเลขรายได้ประชาชาติจะเห็นว่ารายได้ประชาชาติลดลง ปัญหาการว่างงานรุนแรงมากขึ้นตามมาด้วยปัญหาอาชญากรรม

**๔.ระยะเศรษฐกิจฟื้นตัว (Economic Recovery)** ระยะนี้สินค้าในสต็อกเก่าขายหมด และการลงทุนได้เริ่มขยายตัวขึ้นอีก เกิดการจ้างงาน อัตราการว่างงานลดลง ประชาชนมีรายได้มีความสามารถในการจับจ่ายใช้สอยในที่สุดรายได้ประชาชาติเพิ่มขึ้น

นักเศรษฐศาสตร์ได้อธิบายว่าสาเหตุของวิกฤตการณ์ครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของ วัฏจักรเศรษฐกิจซึ่งเกิดจากการขยายเครดิตของสถาบันการเงิน ถ้านำตัวเลขรายได้ประชาชาติที่แท้จริง (Real GDP) มาเขียนลงในรูปกราฟจะเห็นว่ารายได้ประชาชาติมีทั้งสูงขึ้นและต่ำลงเป็นวัฏจักรเรื่อยไป เพราะฉะนั้นวิกฤตการณ์ครั้งนี้จึงเป็นไปตามทฤษฎีวัฏจักรเศรษฐกิจ

วิกฤตการณ์ทางการเงินปี๒๕๕๐ จะเกิดจากการสมคบคิดกัน หรือเกิดจากวัฏจักรเศรษฐกิจก็ตามนับว่าเป็นข้อเตือนใจสำหรับคนไทยทุกคนให้ตระหนักถึงการพึ่งพาตนเอง ในอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยมีเงินออมภายในประเทศในระดับที่ต่ำมากจึงต้องใช้วิธีกู้เงินจากต่างชาติมาพัฒนาประเทศมุ่งหวังจะเปลี่ยนจากประเทศเกษตรมาเป็นประเทศอุตสาหกรรม โดยไม่ได้คำนึงถึงเลยว่าประเทศไทยต้องนำเข้าทั้งเครื่องจักร ปัจจัยการผลิตและเทคโนโลยี

เหตุการณ์เมื่อ ๗ ปีที่แล้วจึงเป็นบทเรียนสำหรับภาครัฐ ภาคธุรกิจและประชาชนคนไทยทุกคนให้ตระหนักถึงการพึ่งพาตนเอง การรู้จักความพอดีตั้งเศรษฐกิจพอเพียงที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานให้กับคนไทยทุกคน

## อธิบายศัพท์

**๑.กรุงเทพวิเทศธนกิจ (Bangkok International Banking Facilities) : BIBF<sub>s</sub>** คือการเปิดให้ธุรกิจสามารถกู้ยืมเงินจากต่างประเทศผ่านทางสถาบันการเงินที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิเทศธนกิจโดยผู้ประกอบการวิเทศธนกิจได้รับการลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลโดยจ่ายเพียงร้อยละ ๑๐ (เดิมต้องจ่ายร้อยละ ๓๐)

**๒.Moody's Investors Services** เป็นสถาบันจัดอันดับความน่าเชื่อถือระดับโลกทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับความเสี่ยงและความสามารถในการชำระหนี้เพื่อประกอบการตัดสินใจแก่ผู้ลงทุน

**๓.กองทุน Hedge Fund** คือ กองทุนรวมที่ระดมเงินทุนจากประชาชนแล้วนำเงินมาเก็งกำไรจากอัตราแลกเปลี่ยน มีผู้จัดการกองทุนชื่อ จอร์จ โซรอส





**๔. กองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund) : IMF** กำเนิดขึ้นจากปัญหาทางเศรษฐกิจและการค้าในช่วง ค.ศ.๑๙๒๐ ตั้งขึ้นเพื่อส่งเสริมความร่วมมือทางการเงินระหว่างประเทศ มีคณะกรรมการที่เรียกว่า Board of Governors เป็นผู้กำหนดนโยบายต่าง ๆ การออกเสียงจะออกเสียงได้มากหรือน้อย เพียงใดขึ้นอยู่กับจำนวนเงินที่ประเทศสมาชิกส่งเข้ากองทุนซึ่งประเทศสหรัฐอเมริกา มีสิทธิในการออกเสียงมากที่สุด

**๕. การแปรรูปรัฐวิสาหกิจ (Privatization)** คือการแปรสภาพรัฐวิสาหกิจซึ่งเดิมมีรัฐบาลเป็นหุ้นส่วนใหญ่ให้อยู่ในรูปของบริษัทมหาชนโดยเสนอขายหุ้นต่อประชาชน

**๖. พ.บ.๒๕๑** คือ ประกาศของคณะปฏิวัติ มาตรา ๒๕๑ ประกาศเมื่อวันที่ ๒๔ พฤศจิกายน ๒๕๑๕ มีสาระสำคัญที่ห้ามคนต่างด้าวประกอบอาชีพบางอย่างโดยสงวนไว้สำหรับคนไทย เช่น การประกอบธุรกิจค้าหลักทรัพย์ เป็นต้น



### หนังสืออ้างอิง

กมล กมลตระกูล. สงครามการเงินเมืองไทยเหลือแต่ชื่อ .กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มิ่งมิตร, ๒๕๔๒.  
 คณะกรรมการศึกษาและเสนอแนะมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการระบบการเงินของประเทศ.  
 รายงาน ศปร. บันทึกประวัติศาสตร์รายงาน ศปร.มูลเหตุเศรษฐกิจไทยเกือบล้มละลาย.  
 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์น้ำฝน, ๒๕๔๑.  
 ศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์. ๒๕๔๐ ปีแห่งความปั่นป่วนตลาดการเงินไทย. กรุงเทพมหานคร :  
 บริษัทมาสเตอร์ จำกัด, ๒๕๔๑.  
 สุนัย ภรณ์วลัย. เศรษฐกิจฟองสบู่ บทเรียนและทางรอด. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เจได, ๒๕๔๑.  
 เอนก เขียรถาวร. เศรษฐศาสตร์มหภาค ๑ กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ๒๕๔๑.



# แนวคิดพื้นฐานและหลักการทำงานของ Kalman Filter Algorithm

น.ต.ดร. กฤษฎา แสงเพชรส่อง  
อาจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

## บทคัดย่อ

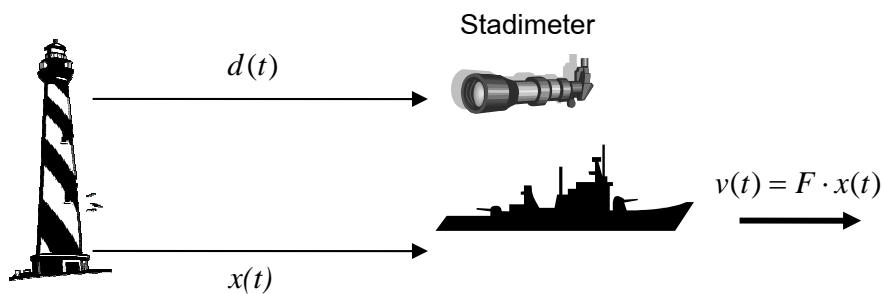
นับตั้งแต่ถูกพัฒนาขึ้นในคริสต์ศักราช ๑๙๖๐ Kalman Filter เป็นวิธีการที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งเพื่อประมาณสถานะของระบบ เป็นที่ยอมรับใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การศึกษาทำความเข้าใจ Kalman Filter Algorithm โดยเฉพาะสำหรับผู้เริ่มต้นยังเป็นเรื่องยาก เพราะจำเป็นต้องนำความรู้จากหลายสาขามาประยุกต์ใช้ร่วมกัน บทความนี้นำเสนอแนวคิดพื้นฐานและหลักการทำงานของ Kalman Filter Algorithm โดยเน้นความง่ายต่อการเข้าใจ ใช้ระบบหาระยะทางของเรือด้วย Stadiometer เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ การพิจารณาเริ่มต้นด้วยการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบการบรรยายหลักการทำงานของ Kalman Filter ข้อสมมุติฐานและเหตุผลสนับสนุน การจำลองการทำงานของ Kalman Filter พร้อมด้วย Matlab Source Code ตลอดจนการวิเคราะห์จุดแข็งของ Kalman Filter ในแง่ที่เป็น Recursive Algorithm และตามความเหมาะสมกับการใช้วิเคราะห์ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Dynamics) เปรียบเทียบกับการประมาณด้วยวิธี Moving Average

## ๑ บทนำ

โดยปกติ สิ่งที่เราต้องการรู้เมื่อวิเคราะห์ระบบก็คือ ณ เวลาหนึ่งๆ ระบบมีสถานะ (States) เป็นอย่างไร และสถานะของระบบเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร ในทางปฏิบัติบ่อยครั้ง การหาสถานะของระบบไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะมีข้อจำกัดหลายปัจจัย เช่น ความไม่สมบูรณ์ของเซนเซอร์ที่ใช้วัดสถานะของระบบและความคลาดเคลื่อนในการวัด เป็นต้น วิธีหนึ่งสำหรับหาสถานะของระบบคือใช้ Kalman Filter ซึ่งเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ (Algorithm) พัฒนาโดย ดร. R. E. Kalman ในปี คริสต์ศักราช ๑๙๖๐ [๑] Kalman Filter ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกเพื่อประมาณสถานะของระบบนำร่องของยาน Apollo ในการโคจรรอบโลก [๒] ปัจจุบัน Kalman Filter ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในศาสตร์ของ Data Fusion เพื่อใช้ประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์หลายประเภท ภายใต้สัญญาณรบกวน (Noise) จากหลายแหล่ง มาใช้ร่วมกันในลักษณะเกื้อกูลกันเพื่อหาค่าประมาณของสถานะของระบบที่ดีที่สุด (Optimal) ตัวอย่างของระบบที่ใช้ Kalman Filter ได้แก่ Integrated INS/GPS System เป็นต้น [๓]

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบรรยายในเบื้องต้นว่า Kalman Filter คืออะไรและใช้งานอย่างไร แม้ว่าคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา Kalman Filter Algorithm จะอยู่ในระดับที่ผู้ศึกษาระดับปริญญาตรีสามารถทำความเข้าใจได้ การทำความเข้าใจ Kalman Filter สำหรับผู้เริ่มต้นยังเป็นเรื่องยาก เพราะการพัฒนา Kalman Filter Algorithm เกี่ยวข้องกับการนำความรู้พื้นฐานจากหลายสาขา เช่น Algebra, Calculus, Statistics และ Dynamics มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ดังนั้นบทความนี้จึงพยายามที่จะบรรยาย Kalman Filter โดยใช้ตัวอย่างที่ง่ายต่อความเข้าใจ โดยหวังว่าจะช่วยให้ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานของ Kalman Filter Algorithm ได้ง่ายขึ้น

## ๒ ตัวอย่างระบบวัดระยะทาง



ภาพที่ ๑ ตัวอย่างระบบหาระยะระหว่างเรือและประภาคาร

กำหนดให้ระบบตามแสดงใน **ภาพที่ ๑** ประกอบด้วยเรือที่กำลังแล่นไปทางขวาของประภาคาร ด้วยความเร็ว  $v(t)$  ซึ่งมีค่าแปรผันตรงกับระยะทาง  $x(t)$  ตามสมการอนุพันธ์ (First Order Linear Differential Equation)

$$v(t) = \dot{x}(t) = \frac{dx(t)}{dt} = F \cdot x(t) \quad (๑)$$

สมมุติว่าสถานะของระบบที่ต้องการรู้คือระยะห่าง  $x(t)$  ระหว่างเรือกับประภาคาร ดังนั้นจากการแก้สมการที่ (๑) สามารถคำนวณหาระยะ  $x(t)$  ณ เวลา  $t$  ใดๆ ได้คือ

$$x(t) = x(t_0) e^{F(t-t_0)} \quad (๒)$$

$x(t_0)$  คือระยะห่างที่เวลา  $t = t_0$  สมการที่ (๑) และ (๒) คือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบเรียกว่า *Plant* หรือ *Process Model* เนื่องจากเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบกับเวลา สมมุติว่านอกจากรู้ความเร็วของเรือแล้ว บนเรือยังมี Stadimeter ซึ่งเป็นกล้องแบบพิเศษสามารถใช้วัดระยะห่างได้ ดังนั้นนอกจากสมการที่ (๑) แล้ว ยังสามารถหาระยะ  $x(t)$  ได้จาก

$$d(t) = x(t) \quad (๓)$$

$d(t)$  คือค่าที่ Stadimeter วัดได้ สมการที่ (๓) คือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบเรียกว่า *Measurement Model* เนื่องจากเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของระบบกับค่าที่ “เซนเซอร์” วัดได้ สมการที่ (๑) และ (๓) ร่วมกันคือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบที่สมบูรณ์ (*System Model*) นอกจากนี้ สมการที่ (๑) และ (๓) เป็น System Model แบบ Deterministic กล่าวคือ ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่า ความรู้ทุกอย่างเกี่ยวกับระบบถูกต้องแน่นอน ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ การใช้สมมุติฐานดังกล่าวมีข้อจำกัดในชีวิตจริง เพราะ

๑. ไม่มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ใดที่สมบูรณ์ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ สมมุติฐานที่ว่าเคลื่อนด้วยความเร็ว  $v(t) = F \cdot x(t)$  ตามสมการที่ (๑) เป็นเพียงการประมาณ ในชีวิตจริงมีตัวแปรเป็นจำนวนมากที่มีผลต่อความเร็วและการเคลื่อนที่ของเรือ ซึ่งไม่สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้อย่างสมบูรณ์ (อายุการใช้งานเครื่องยนต์, อุณหภูมิ, การสึกหรอ, ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง ฯลฯ)

๒. ไม่มีเซนเซอร์ใดที่วัดค่าได้สมบูรณ์ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ ในทางปฏิบัติเซนเซอร์ทุกชนิดมีความคลาดเคลื่อน (Measurement Noise) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย นอกจากนี้ ในชีวิตจริงมีสถานะของระบบหลายประเภทที่เซนเซอร์ไม่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น ถ้าต้องการรู้ตำแหน่งที่บนโลกหลายคนอาจแนะนำให้ใช้ GPS แต่สิ่งที่เครื่องรับ GPS วัดได้จริง ๆ ไม่ใช่ตำแหน่งแต่เป็นคลื่นสัญญาณวิทยุที่ถูกส่งมาจากดาวเทียม การที่เครื่องรับ GPS สามารถบอกตำแหน่งได้ ก็ด้วยการคำนวณเวลาที่คลื่นใช้เดินทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับ และแปลงเวลานี้เป็นระยะห่างระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับ เพื่อใช้คำนวณหาตำแหน่งอีกต่อหนึ่ง ความพยายามที่จะแสดงความสัมพันธ์เหล่านี้ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ย่อมมีความคลาดเคลื่อนมาเกี่ยวข้อง

๓. ปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ จากตัวอย่างข้างต้นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อความเร็วของเรือ เช่น กระแสน้ำ, กระแสลม และคลื่น เป็นต้น

ด้วยข้อจำกัดของการวิเคราะห์แบบ Deterministic ข้างต้น จึงนำไปสู่การวิเคราะห์แบบ Stochastic ซึ่งนำความไม่แน่นอน ข้อมูลทางสถิติ และหลักการของความน่าจะเป็นมาพิจารณาพร้อมด้วยในตัวอย่างนี้สามารถปรับปรุงและเขียนสมการที่ (๑) และ (๓) ได้ใหม่ในรูปของ Continuous-Time Stochastic System Model เป็น

$$\dot{x}(t) = Fx(t) + w(t) \quad (๔)$$

$$d(t) = x(t) + v(t) \quad (๕)$$

$w(t)$  และ  $v(t)$  เป็นตัวแปรสุ่ม (Random Variable) ใช้เป็นแบบจำลองความไม่แน่นอนในระบบ จากสมการที่ (๔) และ (๕) สามารถเขียน Discrete-Time System Model เพื่อหาระยะ  $x(t)$  ณ เวลา  $t = t_k$  ได้คือ

$$x_k = \Phi_{k-1}x_{k-1} + w_k \quad (๖)$$

$$d_k = x_k + v_k \quad (๗)$$

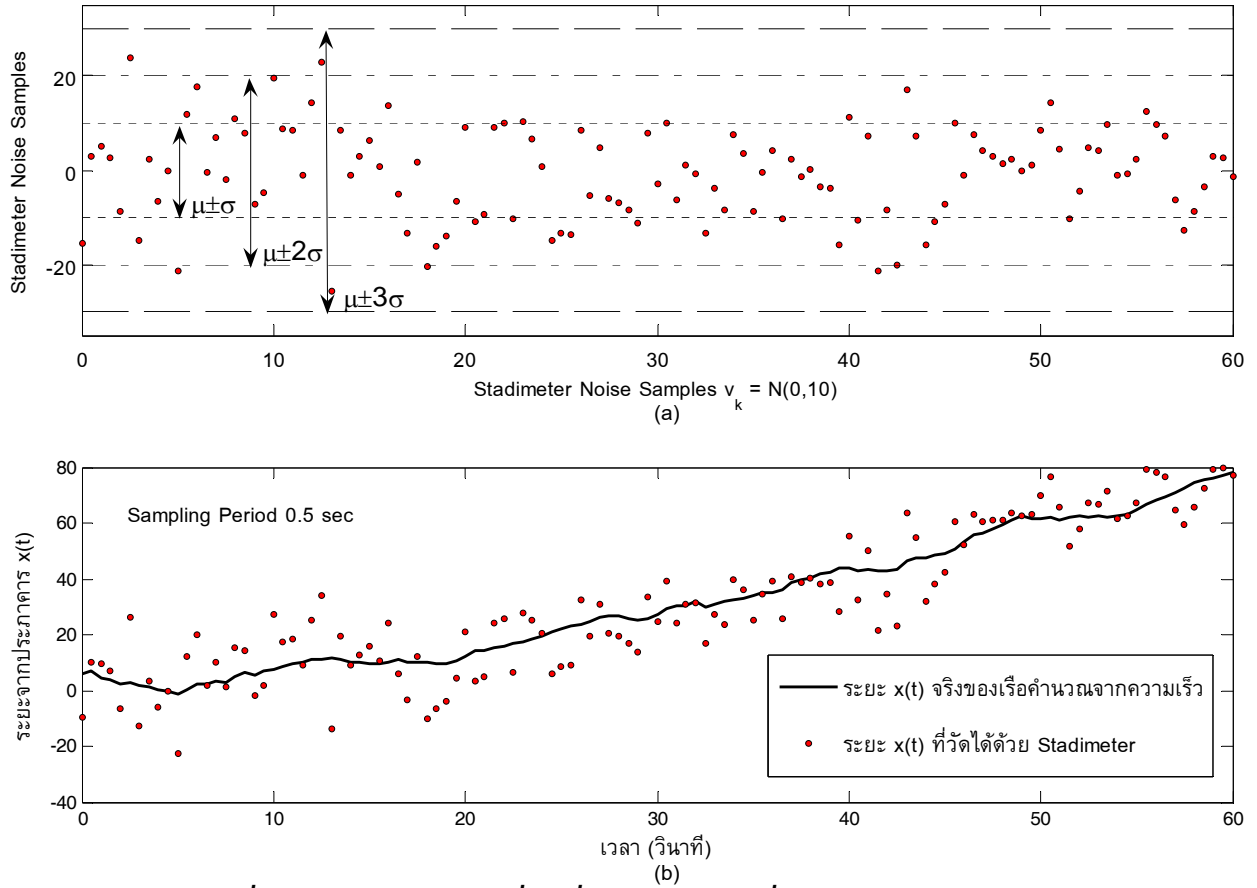
$\Phi_{k-1} = e^{F\Delta t}$ ,  $\Delta t = t_k - t_{k-1}$ ,  $x_k$  และ  $x_{k-1}$  คือระยะห่างระหว่างเรื่อกับประชากรที่เวลา  $t = t_k$  และ  $t = t_{k-1}$  ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสมการที่ (๖) ช่วยให้สามารถหาสถานะของระบบที่เวลา  $t = t_k$  ได้จากข้อมูลก่อนหน้า (สถานะของระบบที่เวลา  $t = t_{k-1}$ ) แต่มีคำถามว่าจะใช้ค่า  $w_k$  และ  $v_k$  คืออะไรเนื่องจากเป็นตัวแปรสุ่ม

ตามที่ได้อธิบายแล้ว การเคลื่อนที่ของเรื่อกมีความไม่แน่นอนในระดับหนึ่งเนื่องจากหลายปัจจัย เช่น กระแสน้ำ กระแสลม เป็นต้น สมมุติว่าเราสามารถจำลองความไม่แน่นอนของการเคลื่อนที่ได้โดยกำหนดให้  $w_k = N(0,1)$ \* และสมมุติให้ความคลาดเคลื่อน (Measurement Noise) ของ Stadiometer คือ  $v_k = N(0,100)$  ภาพที่ 2b แสดงตัวอย่างผลการจำลองการเคลื่อนที่ของเรื่อกและค่าที่ Stadiometer วัดได้เมื่อสุ่มตัวอย่างทุก ๆ ๐.๕ วินาที ( $\Delta t = 0.5 \text{ sec}$ ) เป็นเวลา ๖๐ วินาที และ  $F = 0.03$

จาก ภาพที่ ๒ ทำให้เกิดคำถามว่า ในเมื่อเรารู้ความสัมพันธ์ของสถานะของระบบกับตัวแปรอื่น ๆ รู้คุณลักษณะทางสถิติของระบบและของเซนเซอร์ เราจะสามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้ประกอบกับหลักการของความน่าจะเป็น ในลักษณะเกือกัลกันเพื่อหาค่าประมาณที่ดีที่สุดของสถานะของระบบได้หรือไม่อย่างไร และคำตอบก็คือสามารถทำได้โดยใช้ Kalman Filter

---

\*  $X = N(\mu, \sigma^2)$  หมายความว่า  $X$  เป็นตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian (หรือ Normal) มีค่า Mean เท่ากับ  $\mu$  และ Variance เท่ากับ  $\sigma^2$  คุณสมบัตินี้หนึ่งของตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian คือ สามารถกำหนดกรอบของความมั่นใจได้ว่าประมาณ ๖๘%, ๙๕% และ ๙๙% ของค่าที่ได้จากการสุ่มทั้งหมดจะอยู่ในช่วง  $\mu \pm \sigma$ ,  $\mu \pm 2\sigma$  และ  $\mu \pm 3\sigma$  ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2a กล่าวโดยทั่วไป “Variance เป็นเหมือนเกณฑ์ที่ใช้กำหนดว่าข้อมูลมีความแม่นยำมากน้อยเพียงไร ยิ่ง Variance มีค่าสูง ความแม่นยำจะยิ่งน้อย”



ภาพที่ ๒ การจำลองการเคลื่อนที่ของเรือและค่าที่วัดได้จาก Stadimeter

### ๓ Kalman Filter Algorithm

แม้ว่ารูปแบบมาตรฐานของ Kalman Filter Algorithm จะอยู่ในรูปของเมตริกซ์ เพื่อให้ใช้งานได้กับระบบที่มีสัญญาณเข้า-ออกหลายสัญญาณ (Multiple Input Multiple Output System) และเพื่อใช้ประมาณสถานะของระบบหลายๆ สถานะ ในบทความนี้จะนำเสนอ Kalman Filter Algorithm ในรูปของ Scalar เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานและหลักการทำงานของ Kalman Filter

Kalman Filter คือสูตรทางคณิตศาสตร์ใช้สำหรับหาค่าประมาณที่ดีที่สุดของสถานะของระบบ โดยนำข้อมูลเกี่ยวกับความไม่แน่นอน เช่น ความไม่แน่นอนของกลศาสตร์ของระบบ (System Dynamics), ความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ (Measurement Noise) มาประกอบการพิจารณาบนพื้นฐานของความน่าจะเป็นในลักษณะที่เกอูลกันอย่างดีที่สุด (Optimal) [๔, ๕] การใช้ Kalman Filter เริ่มต้นด้วยสมมุติฐานว่าเราสามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบในรูปของ Discrete-Time System Model ด้วยสมการ

$$x_k = \Phi_{k-1}x_{k-1} + w_k \quad (๘)$$

$$z_k = H_k x_k + v_k \quad (๙)$$

สมการที่ (๘) และ (๙) คือ Discrete-Time Process Model และ Measurement Model ตามลำดับ  $w_k$  และ  $v_k$  คือ Zero-Mean Gaussian White Noise ซึ่งหมายความว่า  $w_k$  และ  $v_k$  เป็นตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และกำหนดให้ Variance ของ  $w_k$  และ  $v_k$  มีค่าเป็น  $Q_k$  และ  $R_k$  ตามลำดับ คำว่า White หมายความว่าค่าของ  $w_k$  และ  $v_k$  ไม่เกี่ยวข้องกัน โดยสิ้นเชิง (Uncorrelated) (หรืออีกนัยหนึ่ง แม้ว่าเราจะรู้ค่าของ  $w$  หรือ  $v$  ณ เวลาหนึ่งๆ ก็ไม่สามารถนำมาใช้ทำนายค่าของ  $w$  หรือ  $v$  ณ เวลาอื่นๆ ได้) ในทางคณิตศาสตร์เราสามารถเขียนบรรยาย  $w$  และ  $v$  ได้ดังนี้

$$\text{Mean ของ } w = E[w] = 0, \text{ Variance ของ } w = E[w_k w_j] = \begin{cases} Q_k, k = j \\ 0, k \neq j \end{cases} \quad (๑๐)$$

$$\text{Mean ของ } v = E[v] = 0, \text{ Variance ของ } v = E[v_k v_j] = \begin{cases} R_k, k = j \\ 0, k \neq j \end{cases} \quad (๑๑)$$

$$\text{Covariance ของ } w \text{ และ } v \text{ คือ } E[w_k v_j] = 0, \text{ for all } k \text{ and } j \quad (๑๒)$$

$E[\bullet]$  หมายถึง Expected Value

การใช้งาน Kalman Filter มีขั้นตอนดังนี้ ในขณะที่เซนเซอร์ยังไม่สามารถวัดค่าอะไรได้ เราสามารถประมาณค่าสถานะของระบบ  $x_k$  ณ เวลา  $t = t_k$  ได้จากสมการ

$$\hat{x}_k^- = \Phi_{k-1} \hat{x}_{k-1} \quad (๑๓)$$

เครื่องหมายลบเป็นการระบุว่า  $\hat{x}_k^-$  เป็นค่าประมาณโดยไม่มีค่าที่เซนเซอร์วัดได้มาประกอบการพิจารณา การคาดการณ์ไปในอนาคตย่อมมีความไม่แน่นอน ให้ความคลาดเคลื่อนในการคาดการณ์คือ  $e_k^- = x_k - \hat{x}_k^-$  (ความแตกต่างระหว่างสถานะจริงของระบบกับค่าที่เราคาดการณ์จากการคำนวณ) เนื่องจากสมมุติฐานที่ว่า  $w_k$  เป็นตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian เราสามารถพิสูจน์ได้ว่า  $\hat{x}_k^-$  และ  $e_k^-$  จึงเป็นตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian ด้วย โดยที่  $e_k^-$  มีค่า Mean เป็นศูนย์ และมี Variance คือ

$$P_k^- = E[(e_k^-)^2] = \Phi_{k-1}^2 P_{k-1} + Q_k \quad (๑๔)$$

เราสามารถใส่สมการที่ (๑๓) และ (๑๔) เพื่อคาดการณ์ค่าของ  $x(t)$  และความน่าเชื่อถือของการคาดการณ์ ( $P_k^-$ ) ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเซนเซอร์สามารถวัดค่าได้ เมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้ Kalman Filter จะนำค่าที่วัดได้มาประกอบการพิจารณาเพื่อหาค่าประมาณสถานะของระบบ ตามสมการ



$$\hat{x}_k^+ = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - H_k \hat{x}_k^-) \quad (๑๕)$$

โดยที่

$$K_k = P_k^- H_k (P_k^- H_k^2 + R_k)^{-1} \quad (๑๖)$$

เครื่องหมายบวกเป็นการระบุว่า  $\hat{x}_k^+$  เป็นค่าประมาณโดยได้นำค่าที่เซนเซอร์วัดได้มาประกอบการพิจารณา สมการที่ (๑๕) คือสมการที่ใช้ Update ค่า  $\hat{x}_k^-$  ที่เราคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า (ก่อนที่เซนเซอร์จะวัดค่าได้) เมื่อพิจารณาจากสมการที่ (๑๕) และ (๙) แล้วจะเห็นว่า  $H_k \hat{x}_k^-$  คือ สมการที่ใช้ประมาณค่าที่เซนเซอร์ควรวัดได้ ( $\hat{z}_k$ ) คำนวนโดยใช้ค่าประมาณ  $\hat{x}_k^-$  Kalman Filter จะทำงานโดยหา “Residual” ( $z_k - H_k \hat{x}_k^-$ ) ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างค่าที่เซนเซอร์ควรวัดได้กับค่าที่วัดได้จริง นำมาให้น้ำหนักโดยการคูณด้วย Kalman Gain  $K_k$  แล้วนำผลที่ได้มาใช้แก้ไขค่า  $\hat{x}_k^-$  ที่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า

ผู้อ่านจะสังเกตได้ว่าค่าที่นำมาใช้แก้ไข  $\hat{x}_k^-$  ขึ้นอยู่กับขนาดของ Residual และ  $K_k$  กล่าวโดยทั่วไป ถ้าผลต่างระหว่างค่าที่คาดการณ์กับค่าที่วัดได้จริงมีมากและข้อมูลมีความน่าเชื่อถือน้อย ค่า Kalman Gain  $K_k$  ที่คำนวณได้จะมีค่าสูง ทำให้ต้องแก้ไข  $\hat{x}_k^-$  มาก ( $K_k (z_k - H_k \hat{x}_k^-)$  มีค่ามาก) ในทางกลับกันถ้าผลต่างระหว่างค่าที่คาดการณ์ไว้กับค่าที่วัดได้จริงมีน้อยและข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ค่า Kalman Gain  $K_k$  ที่คำนวณได้จะมีค่าต่ำ ทำให้แก้ไข  $\hat{x}_k^-$  เพียงเล็กน้อย ( $K_k (z_k - H_k \hat{x}_k^-)$  มีค่าน้อย) โดยอัตโนมัติ การคำนวณค่า Kalman Gain  $K_k$  ตามสมการที่ (๑๖) เป็นการคำนวณที่ได้นำข้อมูลทางสถิติของระบบมาพิจารณาแล้วและเป็นค่า Gain ที่จะทำให้  $P_k^+$  มีค่าต่ำสุด จากมุมมองนี้ทำให้เป็นที่ยอมรับว่า Kalman Filter เป็น “Optimal State Estimator”

ในการหาค่าประมาณโดยใช้สมการที่ (๑๕) เราสามารถพิสูจน์ได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณ  $e_k^+ = x_k - \hat{x}_k^+$  (หรืออีกนัยหนึ่งคือความแม่นยำของค่าที่คำนวณได้) เป็นตัวแปรแบบ Gaussian มี ค่า Mean เป็นศูนย์ และมี Variance คือ

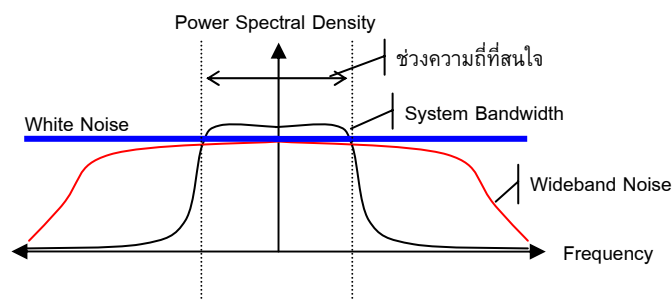
$$P_k^+ = E[(e_k^+)^2] = (1 - K_k H_k)^2 P_k^- + K_k^2 R_k \quad (๑๗)$$

สุดท้ายผู้อ่านจะสังเกตได้ว่า Kalman Filter ทำงานในลักษณะของการ Predict (คาดการณ์ล่วงหน้าว่าสถานะของระบบ  $\hat{x}_k^-$  น่าจะเป็นอย่างไรโดยไม่ใช้ค่าจากเซนเซอร์) และการ Estimate (หาค่าประมาณ  $\hat{x}_k^+$  เมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้) ต่อไปจะเป็นการพิจารณาเกี่ยวกับสมมุติฐานที่ใช้ในการพัฒนา Kalman Filter Algorithm

๑. การตั้งสมมุติฐานว่า  $w_k$  และ  $v_k$  เป็นตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian สมเหตุสมผลเพราะสาเหตุสองประการ ประการแรกตามทฤษฎี Central Limit Theorem ที่กล่าวว่าเมื่อนำตัวแปรสุ่มหลายตัว

มารวมกันผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian เนื่องจากสัญญาณรบกวน (Noise) ที่พบในชีวิตจริงมักมีที่มาจากแหล่งกำเนิดหลายแหล่งรวมกัน จึงสามารถประมาณได้ว่า Noise ที่พบในชีวิตจริงเป็นตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian สอดคล้องกับ Central Limit Theorem [๔] ประการที่สอง โดยทั่วไปวิศวกรจะสามารถหาได้เพียงค่า Mean และ Variance ของตัวแปรสุ่มใดๆ จากการทดลอง ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้บรรยาย Probability Density Function ของตัวแปรสุ่มแบบ Gaussian ได้อย่างสมบูรณ์ (ถ้าเป็นตัวแปรสุ่มแบบอื่นจำเป็นต้องมีข้อมูลมากกว่านี้) การที่สามารถบรรยาย Probability Density Function ได้สมบูรณ์ทำให้สูตรที่ใช้ใน Kalman Filter มีความสมบูรณ์ทางคณิตศาสตร์ (Tractable)

๒. การตั้งสมมุติฐานว่า  $w_k$  และ  $v_k$  เป็น White Noise สมเหตุสมผลแม้ว่า White Noise จะไม่มีในชีวิตจริง (เพราะ Power Spectral Density<sup>†</sup> ของ White Noise ครอบคลุมทุกความถี่ตั้งแต่  $-\infty$  ถึง  $+\infty$ ) เนื่องจากในทางปฏิบัติระบบทุกระบบจะสามารถตอบสนองได้ในช่วงความถี่ที่จำกัด (Limited Bandwidth) ซึ่งต่ำกว่าช่วงความถี่ของสัญญาณรบกวนที่พบในชีวิตจริงโดยทั่วไป ดังนั้นเมื่อมองจากมุมมองของระบบที่มี Bandwidth จำกัด White Noise จึงไม่แตกต่างจาก Wideband Noise ที่พบในชีวิตจริง ดังแสดงใน *ภาพที่ ๓* นอกจากนี้การใช้สมมุติฐาน White Noise ช่วยลดความซับซ้อนของการพัฒนา Kalman Filter Algorithm และถ้าต้องการ เราสามารถเพิ่มเติม Noise ที่มีความเกี่ยวเนื่องกันในเวลา (Correlated) ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์

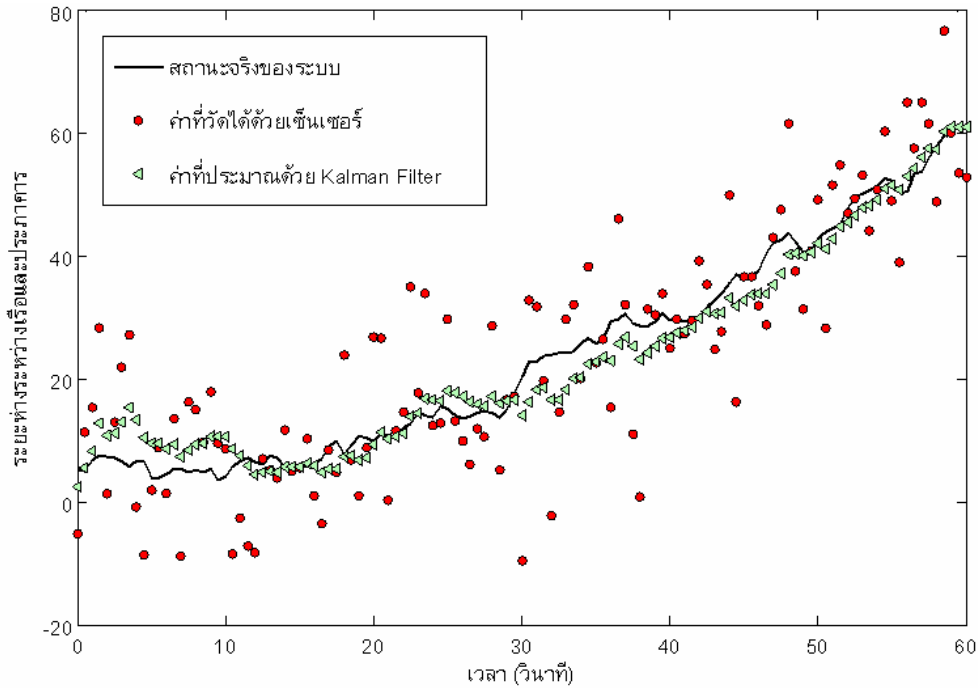


*ภาพที่ ๓ System Frequency Response*

<sup>†</sup> เราสามารถอ้างถึงกระบวนการสุ่ม (Random Process) ได้ ๓ วิธี [๓] คือ ๑. ระบุ Autocorrelation Function -  $R(\tau)$ , ๒. ระบุ Power Spectral Density Function -  $S(j\omega)$  หรือ ๓. ระบุ Mean Squared Value -  $E[X^2]$  วิธีที่ ๑. และ ๒. คือสิ่งเดียวกันเพราะ  $R(\tau)$  กับ  $S(j\omega)$  เป็น Fourier Transform Pair กล่าวโดยทั่วไป Power Spectral Density Function คือการแยกกระบวนการสุ่มออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ในรูปของสัญญาณที่ความถี่ต่างๆ ดังนั้น “ยิ่งกระบวนการสุ่มประกอบด้วยสัญญาณย่อยที่มีความถี่ยิ่งสูงเท่าใด กระบวนการนั้นก็จะเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาเร็วมากขึ้นเท่านั้น”

## ๔ ผลการจำลองการทำงานของ Kalman Filter

ภาพที่ ๔ แสดงผลการจำลองการประมาณระยะห่างระหว่างเรือและประการด้วย Kalman Filter เมื่อใช้ Matlab M-file ดังแสดงใน ภาพที่ ๖

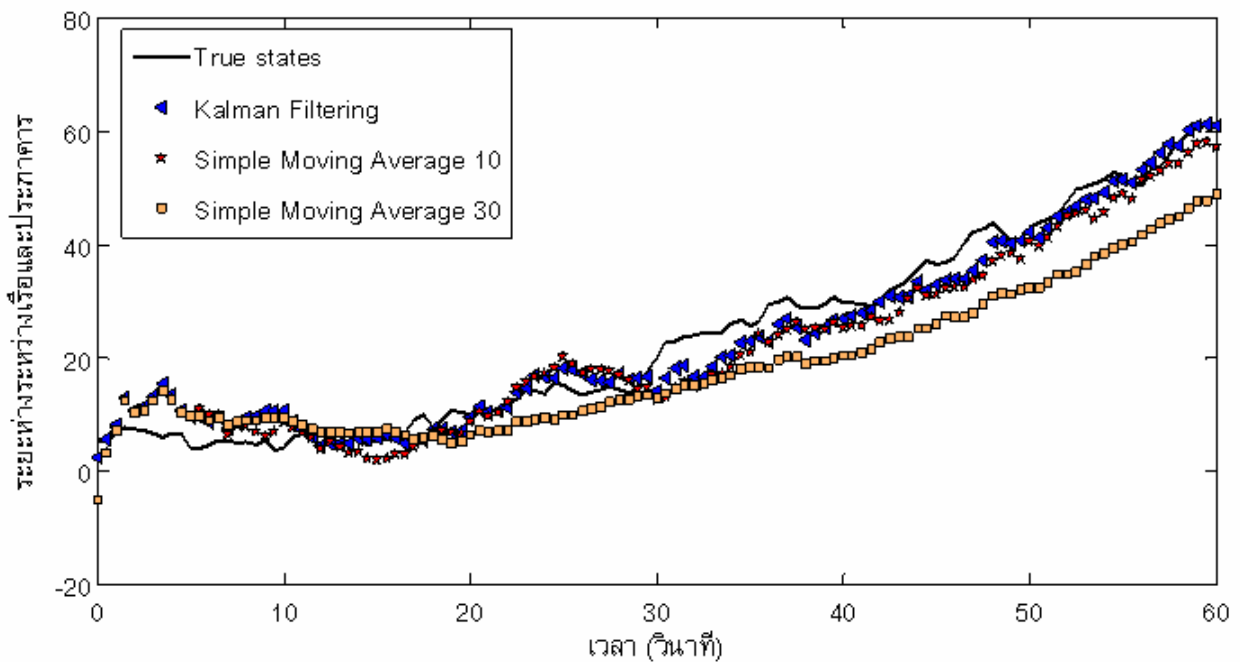


ภาพที่ ๔ ผลการจำลองการประมาณระยะห่างระหว่างประการและเรือด้วย Kalman Filter

จาก ภาพที่ ๔ จะเห็นได้ชัดว่า Kalman Filter สามารถประมาณสถานะของระบบคือ ระยะห่างระหว่างเรือและประการได้อยู่ในเกณฑ์ดี สังเกตจากค่าประมาณมีค่าใกล้เคียงกับสถานะจริง และเรียบกว่าค่าที่วัดได้ด้วยเซนเซอร์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะ Kalman Filter ใช้ความรู้เกี่ยวกับ Dynamics ของระบบ, คุณลักษณะทางสถิติของระบบและเซนเซอร์ และค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์มาประมวลผลประกอบกันบนหลักการของความน่าจะเป็น เพื่อหาค่าประมาณของสถานะของระบบที่ดีที่สุด

จากโปรแกรมใน ภาพที่ ๖ จะสังเกตได้ว่า Kalman Filter มีลักษณะเด่นอย่างหนึ่งคือเป็นการประมวลผลแบบ Recursive หมายความว่า ใช้เฉพาะข้อมูลจากเวลาก่อนหน้า  $t = t_{k-1}$  เพียงค่าเดียวเท่านั้นเพื่อคำนวณสถานะที่เวลาปัจจุบัน  $t = t_k$  ข้อดีของการประมวลผลแบบ Recursive คือไม่ต้องใช้หน่วยความจำมาก ต่างกับการหาค่าประมาณด้วยวิธีอื่น เช่น Simple Moving Average ซึ่งจะต้องกำหนดขนาด Sample Size และเก็บข้อมูลไว้ประมวลผลพร้อมกันทีเดียว ทำให้ต้องใช้หน่วยความจำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้า Sample Size มีขนาดใหญ่

ภาพที่ ๕ เป็นการเปรียบเทียบการประมาณสถานะของระบบด้วย Kalman Filter กับวิธี Simple Moving Average ที่ใช้ขนาด Sample Size เท่ากับ ๑๐ และ ๓๐ ผลที่แสดงใน ภาพที่ ๕ อาจทำให้หลายคนแปลกใจเพราะไม่เป็นไปตามที่ทราบโดยทั่วไปว่ายิ่งใช้ Sample Size ยิ่งมากจะยิ่งให้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับความเป็นจริง ดังจะเห็นได้ชัดว่า Simple Moving Average ขนาด ๓๐ ไม่สามารถประมาณสถานะของระบบได้ดีเท่า Kalman Filter (ที่จริงมีความคลาดเคลื่อน (Divergence) ค่อนข้างสูง) ที่เป็นเช่นนั้นเพราะระบบมีการเปลี่ยนแปลงสถานะตามเวลา (Dynamics) ทำให้ Simple Moving Average ไม่สามารถติดตามสถานะได้อย่างแม่นยำ ผลที่แสดงใน ภาพที่ ๕ เป็นการยืนยันถึงความสามารถและจุดแข็งของ Kalman Filter ซึ่งเหมาะกับการประมาณสถานะของระบบ Dynamics



ภาพที่ ๕ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Kalman Filter กับ Simple Moving Average

```

clc, close all, clear all
% Initial analysis
dt = 0.5, t = 0:dt:60; % Set sampling time
F = .03, phi = exp(F*dt); % State transition Constant
wsigma = 1, vsigma = 10 % Process and measurement noise standard deviation
u = 0; % Mean value
wk = wsigma*randn(1,length(t))+u; % Generate process noise
vk = vsigma*randn(1,length(t))+u; % Generate stadimeter noise
xe = zeros(size(wk)); z=xe;
% Use xe as true states of the system
xe(1) = abs(wsigma*randn)+10*(1856/3600); % Set the initial condition to be 10 nautical mile/hour
z(1) = xe(1)+vk(1);
for k = 2:length(t)
    xe(k) = phi*xe(k-1)+wk(k);
    z(k) = xe(k)+vk(k);
end
% Plot stadimeter noise samples
sigma1 = ones(size(t))*vsigma; sigma2 = 2*sigma1; sigma3 = 3*sigma1;
subplot(2,1,1), plot(t,vk,'ro',t,sigma1,'k:',t,-sigma1,'k:',...
    t,sigma2,'k-',t,-sigma2,'k-',t,sigma3,'k--',t,-sigma3,'k--')
% Plot system state
subplot(2,1,2), plot(t,xe,t,z,'o')
% Perform Kalman Filtering
x_minus = 10; P_minus = 10^2; % Initial conditions
Phik = phi; Qk = wsigma^2; Hk = 1; Rk = vsigma^2;
for k = 1:length(t)
    % Estimate
    Kk = P_minus*Hk*inv(P_minus*(Hk^2)+Rk);
    x_plus(k) = x_minus + Kk*(z(k)-Hk*x_minus);
    P_plus = ((1-Kk*Hk)^2)*P_minus+(Rk*Kk^2);
    % Predict
    x_minus = Phik*x_plus(k);
    P_minus = P_plus*Phik^2+Qk;
end
% Plot results
figure, plot(t,xe,t,z,'ro',t,x_plus,'bs')
xlabel('เวลา (วินาที)'), ylabel('ระยะห่างระหว่างเรือและประการ')
legend('สถานะจริงของระบบ','ค่าที่วัดได้ด้วยเซ็นเซอร์','ค่าที่ประมาณด้วย Kalman Filter')

```

ภาพที่ ๖ *Matlab M-file* สำหรับจำลองการประมาณระยะห่างระหว่างประการและเรือ

## ๕ สรุป

บทความนี้ได้พยายามนำเสนอว่า Kalman Filter คืออะไรและใช้งานอย่างไร โดยเน้นแนวทางและตัวอย่างที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานที่เป็นสาระสำคัญโดยง่ายมากกว่าที่จะดึงให้ผู้อ่านต้องศึกษาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนเกี่ยวกับ Kalman Filter จากตัวอย่างผลการจำลอง การทำงานของ Kalman Filter จะเห็นได้ว่า Kalman Filter คือ สูตรทางคณิตศาสตร์ใช้สำหรับประมาณสถานะของระบบที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Dynamics) โดยนำหลักการทางสถิติและความน่าจะเป็นมาประยุกต์ใช้ประกอบการวิเคราะห์ บทความนี้ได้นำเสนอจุดแข็งของ Kalman Filter ในแง่ที่เป็น Recursive Algorithm ทำให้ประหยัดหน่วยความจำในการประมวลผล และความสามารถในการ

ติดตามประมาณค่าสถานะของระบบ Dynamics เปรียบเทียบกับวิธี Simple Moving Average หวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความนี้จะจุดเริ่มต้นและมีส่วนช่วยให้ผู้สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ด้วยตนเองและสามารถนำ Kalman Filter ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงในระดับสูงต่อไป

---

---

### เอกสารอ้างอิง

๑. Kalman, R.E. A new approach to linear filtering and prediction problems, Transaction of the ASME, Journal of Basic Engineering, March, 1960, p. 35-45.
  ๒. Leonard, A. McGee and Stanley F. Schmidt.. Discovery of the Kalman Filter as a practical tool for aerospace and industry, NASA Technical Memorandum 86847, November, 1985.
  ๓. Brown, Robert Grove and Patrick Y. C. Hwang. Introduction to random signals and applied Kalman filtering. John Wiley & Sons., 1997.
  ๔. Peter, S. Maybeck. Stochastic models, estimation, and control Vol.1, Academic Press Inc., 1979.
  ๕. Gelb, Arthur. Applied optimal estimation, The analytic sciences corporation, 1974.
- 
-

# การประมาณค่าทางสถิติ (Statistical Estimation)

โดย น.อ.หญิง ยุวดี เปรมวิชัย  
ผู้อำนวยการกองวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชา วิทยาลัยนเรศวร

## การประมาณค่าทางสถิติกับชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวันเรามักเกี่ยวข้องกับการประมาณค่าต่าง ๆ อยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นการดำรงชีวิตในครอบครัว ในวงการอุตสาหกรรมการผลิต ในการวิจัยหรือในการปฏิบัติหน้าที่การงาน เช่น ชีวิตในครอบครัวด้านการจัดการค่าใช้จ่ายประจำเดือน มีการแบ่งรายได้แต่ละเดือนเป็น ค่าอาหาร ค่าน้ำมันรถ ค่าใช้จ่ายฉุกเฉิน เงินออม ฯลฯ การประมาณค่าใช้จ่ายเหล่านี้จากข้อมูลการใช้จ่ายที่ผ่าน ๆ มาในครอบครัวนั้น

ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตสินค้า ก็มีการประมาณจำนวนสินค้าที่ผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด หรือการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ให้สินค้ามีส่วนประกอบต่าง ๆ อยู่ในช่วงที่ต้องการโดยประมาณ เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลมชนิดหนึ่งกำหนดไว้ที่ข้างขวดว่าปริมาณน้ำตาล ๒% - ๕%

ในการวิจัยด้านรายได้ของประชาชนก็ต้องมีการประมาณค่ารายได้ เช่น ประมาณรายได้เฉลี่ยของประชาชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่ากับ ๓,๐๐๐ บาทต่อเดือน

หรือแม้แต่ด้านการเรียนการสอน นักเรียนก็ต้องมีการประมาณคะแนนสอบที่ตนทำไปว่าต้องทำ ให้ได้ประมาณกี่คะแนนจึงจะสอบผ่าน เป็นต้น

การประมาณค่าที่ยกตัวอย่างข้างต้น เป็นการประมาณค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งเป็นการประมาณค่าทางสถิติ (Statistical Estimation) นั่นเอง การประมาณค่าที่นิยมใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การประมาณค่าเฉลี่ยเท่านั้นเพราะเข้าใจง่ายกว่าค่าสถิติอื่น ๆ ทั้ง ๆ ที่ในทางสถิติมีการประมาณค่าได้หลายค่า เช่น การประมาณค่าความแปรปรวน (Variance) การประมาณค่าสัดส่วน (Proportion) เป็นต้น โดยการประมาณค่าเฉลี่ยที่นิยมนี้อาจประมาณเป็นค่า ๆ เดียว (Point) หรือประมาณเป็นช่วง (Interval) ก็ได้ ความแตกต่างของการประมาณค่าทั้ง ๒ แบบอยู่ที่ความเสี่ยง (Risk) ที่จะเกิดความผิดพลาด เช่น นักวิจัยประมาณค่ารายได้เฉลี่ยของประชาชน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็น ๓,๐๐๐ บาทต่อเดือน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างประชาชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือมา ๕๐ คน แล้วหาค่าเฉลี่ยของรายได้กลุ่มตัวอย่างนี้ได้  $\bar{x} = 3000$  จึงนำไปรายงานผลการวิจัยทันทีว่า “ประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายได้เฉลี่ย ( $\mu$ ) เป็น ๓,๐๐๐ บาทต่อเดือน” ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อสรุปนี้

มีความเสี่ยงสูงมาก เพราะโอกาสที่จะผิดพลาดมาก หากนักวิจัยนำข้อมูลไปดำเนินการโดยใช้ความรู้ในเรื่องของวิธีการประมาณค่าทางสถิติประกอบด้วย อาจจะรายงานผลการวิจัยในเบื้องต้นได้อีกแบบหนึ่งว่า “ประชาชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายได้เฉลี่ย ( $\mu$ ) อยู่ระหว่าง ๒,๕๐๐ บาท ต่อเดือน ถึง ๓,๕๐๐ บาท ต่อเดือน ” ก็จะเป็นการลดความเสี่ยงให้น้อยลงกว่าเดิมได้ โดยค่า  $\pm$  ๕๐๐ บาท ที่มีมานั้นคือค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า ซึ่งหากเรายอมให้มีค่าความคลาดเคลื่อนมาก ความเสี่ยงหรือโอกาสที่จะผิดพลาดก็จะลดลง หรือหากจำกัดให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โอกาสที่จะผิดพลาดก็มีมาก ปัญหาคือจุดไหนเป็นความเหมาะสมของความคลาดเคลื่อนกับโอกาสที่จะผิดพลาด ดังนั้นทฤษฎีสถิติจึงถูกนำมาใช้เพื่อเป็นเครื่องมือกำหนดให้การประมาณค่าทางสถิติมีความคลาดเคลื่อนและมีโอกาสที่จะผิดพลาดอยู่ในที่ที่เหมาะสม ยอมรับได้ตามหลักวิชาการนั่นเอง

### การประมาณค่าทางสถิติ (Statistical Estimation)

การประมาณค่าทางสถิติที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือการประมาณค่าเฉลี่ย หมายถึงการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร ( $\mu$ ) ด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ( $\bar{x}$ ) เพราะทฤษฎีสถิติจะถือว่า ( $\bar{x}$ ) เป็น unbiased estimator ของ ( $\mu$ )

โดย 
$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ  $x_i =$  ข้อมูลที่  $i$

$N =$  ขนาดของประชากรทั้งหมด

$n =$  ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การพิสูจน์ว่า  $\bar{x}$  เป็น unbiased estimator ของ  $\mu$  ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จาก } E(\bar{x}) &= E\left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}\right) \\ &= \frac{1}{n} E\left(\sum_{i=1}^n x_i\right) \\ &= \frac{1}{n} E(x_1 + x_2 + \dots + x_n) \\ &= \frac{1}{n} (\mu + \mu + \dots + \mu) \\ &= \frac{1}{n} (n\mu) = \mu \end{aligned}$$



การประมาณค่าทางสถิติ ค่าอื่น ๆ เช่น การประมาณค่าความแปรปรวน ( $\sigma^2$ ) ก็จะต้องว่าความแปรปรวนของตัวอย่าง ( $s^2$ ) เป็นตัวประมาณค่าที่ดีของ  $\sigma^2$  เช่นเดียวกัน พิสูจน์ดังนี้ การพิสูจน์ว่า  $s^2$  เป็น unbiased estimator ของ  $\sigma^2$  จาก

$$\begin{aligned}
 E(s^2) &= E\left[\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}\right] \\
 &= \frac{1}{(n-1)} E\left[\sum (x_i - \bar{x})^2\right] \\
 &= \frac{1}{(n-1)} E\left[\sum x_i^2 - 2\bar{x}\sum x_i + \sum \bar{x}^2\right] \\
 &= \frac{1}{(n-1)} E\left[\sum x_i^2 - 2\bar{x}(n\bar{x}) + n\bar{x}^2\right] \\
 &= \frac{1}{n-1} E\left[\sum x_i^2 - n\bar{x}^2\right] \\
 &= \frac{1}{n-1} E\left[\sum x_i^2\right] - nE(\bar{x})^2 \\
 &= \frac{1}{n-1} \left[ n(\mu^2 + \sigma^2) - n\left(\mu^2 + \frac{\sigma^2}{n}\right) \right] \\
 &= \frac{1}{n-1} [n\sigma^2 - \sigma^2] \\
 &= \frac{\sigma^2(n-1)}{n-1} \\
 &= \sigma^2
 \end{aligned}$$

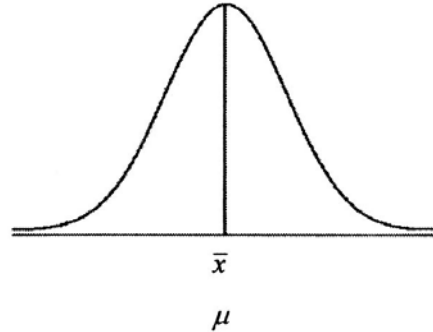
ซึ่งหมายความว่าทฤษฎีทางสถิติยอมให้มีค่าใช้ค่า  $s^2$  แทนค่า  $\sigma^2$  ได้ เช่นเดียวกับใช้  $\bar{x}$  แทนค่าของ

$\mu$

ในที่นี้จะกล่าวถึงการประมาณค่าเฉลี่ย ของประชากรเดี่ยวหรือกลุ่มตัวอย่าง ๑ กลุ่มเท่านั้น การประมาณค่าเฉลี่ย (Estimation for Mean) มี ๒ วิธี

๑) การประมาณค่าเฉลี่ยแบบจุด (Point Estimation for Mean) ได้แก่การประมาณค่า  $\mu$

ด้วยค่า  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$  เป็นค่า ค่าเดียว มีความเสี่ยงมาก มีโอกาสผิดพลาดสูง เพราะไม่มีการกำหนดช่วงเชื่อมั่น ( $1 - \alpha$ ) หรือ เป็นการจำกัดค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าไว้ที่ ค่า ๐



ดังนั้นค่าประมาณของ  $\mu$  ในการประมาณค่าเฉลี่ยแบบจุด คือ

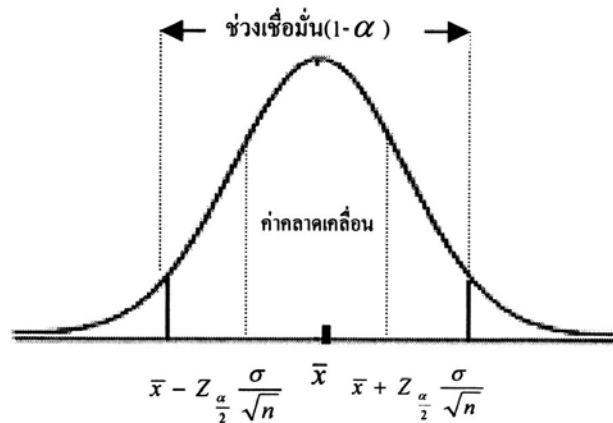
$$\mu = \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

โดยไม่มีค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเลย

๒) การประมาณค่าแบบช่วง (Interval Estimation for Mean) ทฤษฎีสถิติได้สรุปประเด็นของการประมาณค่าว่าข้อมูลที่จะนำมาประมาณค่าจะต้องมีการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) หรือการแจกแจงอื่นที่ใกล้เคียงแบบปกติ โดยมีการกำหนดระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level ;  $1-\alpha$ ) จากระดับนัยสำคัญ (Level of Significant ;  $\alpha$ ) ที่ต้องการ พร้อมทั้งต้องเลือกค่าสถิติ (Statistic) ที่เหมาะสมโดยมีข้อกำหนดดังนี้

\* กรณีทราบความแปรปรวนของประชากร หรือ ตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ( $n \geq 30$ ) ใช้สถิติ Z ที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานดังนี้

รูปที่ ๑



จาก  $Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$  จะได้  $\mu = \bar{x} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

ดังนั้นค่าประมาณของ  $\mu$  ในการประมาณค่าเฉลี่ยแบบช่วงกรณีนี้ คือ

$$\mu = \bar{x} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

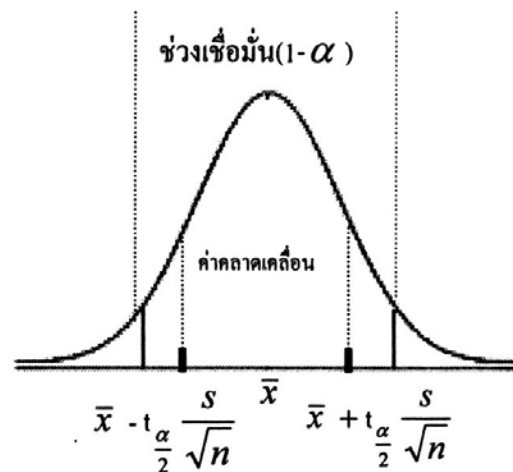
หรือ

$$\bar{x} - Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเท่ากับ  $Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

\* กรณีไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร และ ตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $n < 30$ )  
ใช้ค่าสถิติ t ที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Student - t)

รูปที่ ๒



ดังนั้นค่าประมาณของ  $\mu$  ในการประมาณค่าเฉลี่ยแบบช่วงในกรณีไม่ทราบค่า  $\sigma^2$  และ ตัวอย่างขนาดเล็ก คือ

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

หรือ

$$\bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเท่ากับ  $t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$

ซึ่งทั้ง ๒ กรณีนี้หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบอื่น ๆ ก็สามารถใช้การแจกแจงปกติมาประมาณได้ เมื่อขนาดตัวอย่างมีมากพอ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยต้องเก็บข้อมูลมากขึ้น จึงจะมีทำให้ข้อมูลมีจำนวนมาก จึงจะมีการแจกแจงใกล้เคียงกับแบบปกติ ตามทฤษฎีสถิติ Central Limit Theorem

อธิบายกรณีทั้ง ๒ ได้ว่าสมมุติเราทำการศึกษาประชากรกลุ่มหนึ่ง เราเชื่อว่าค่าเฉลี่ยของประชากร ( $\mu$ ) ต้องอยู่ในช่วงที่เราประมาณไว้นี้ ประมาณ ๙๕ % หมายความว่าการศึกษานี้มีช่วงเชื่อมั่น  $(1 - \alpha)\% = 95\%$  หรือ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$  ดังนั้นสมมุติว่าคำนวณรายได้ประชาชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน ๑๐๐ คน ได้  $\bar{x} = 3,000$  บาทต่อเดือน จากข้อมูลเดิมมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ของรายได้ประชาชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่ากับ ๒,๕๕๑ บาท เมื่อคำนวณค่าคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า  $Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  จึงได้เท่ากับ ๕๐๐ บาท จึงได้ช่วงของการประมาณค่าเป็น ๒,๕๐๐ และ ๓,๕๐๐ ซึ่งหมายความว่า “ กล่าวได้ว่ารายได้เฉลี่ยของประชาชนภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ระหว่าง ๒,๕๐๐ ถึง ๓,๕๐๐ บาทต่อเดือน โดยค่ากล่าวนี้เชื่อมั่นได้ ๙๕% ”

### ความสำคัญของขนาดตัวอย่างกับการประมาณค่า

เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า ที่มีค่าเท่ากับ  $Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  หรือ  $t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$  นี้ มีผลต่อช่วงเชื่อมั่น  $(1 - \alpha)$  ด้วย เพราะยังต้องการให้ค่ากล่าวมีความเชื่อมั่นได้มาก ๆ ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่ายิ่งมากขึ้น ตามรูปที่ (๑) และ (๒) ทางสถิติจึงพยายามกำหนดความคลาดเคลื่อนไว้ก่อน และเมื่อประกอบกับช่วงเชื่อมั่น  $(1 - \alpha)$  ที่ต้องการ จึงทำให้ตัวที่แปร (vary) ไปมาได้คือขนาดตัวอย่าง ( $n$ ) นั่นเอง จนกล่าวกันไว้โดยทั่วไปว่า การประมาณค่าที่ดีต้องมาจาก **ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม** ซึ่งสามารถคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมได้ด้วยตัวอย่างต่อไปนี้

**ตัวอย่าง** ในการวิจัยเกี่ยวกับรายได้ต่อเดือนของประชาชนจังหวัดอุตรดิตถ์โดยให้มีความผิดพลาดไม่เกิน ๕๐๐ บาท ด้วยความเชื่อมั่น (๙๕% โดยทราบอยู่แล้วจากข้อมูลเก่าว่าเดิมมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ของรายได้ประชาชน เป็น ๒,๐๐๐ บาท

ให้ค่าคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า = e

$$e = Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

แทนค่า  $e = ๕๐๐$ ,  $Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{.025} = 1.96$  จากตาราง  $Z$  และ  $\sigma = ๒๐๐๐$  เพื่อหาค่า  $n$

$$\begin{aligned} n &= \left[ \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \sigma}{e} \right]^2 \\ &= \left[ 1.96 \frac{(2000)}{500} \right]^2 \\ &= ๖๑.๕ \end{aligned}$$

แสดงว่าในการวิจัยครั้งนี้หากต้องการประมาณค่ารายได้ให้ผิดพลาดเพียง ๕๐๐ บาท ด้วยความเชื่อมั่น ๙๕% ต้องสุ่มตัวอย่างประชากรจำนวน ๖๒ ตัวอย่าง จึงจะทำให้การประมาณค่าเฉลี่ยของรายได้ประชาชนจังหวัดอุตรดิตถ์ เชื่อถือได้ถึง ๙๕% ตามต้องการ

และถ้าผู้วิจัยต้องการให้ผิดพลาดน้อยที่สุด นั่นคือ  $e$  ลดลงจำนวน  $n$  ก็จะต้องเพิ่มมากขึ้นตามความสัมพันธ์

$$\begin{aligned} n &= \left[ \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \sigma}{e} \right]^2 \\ \text{หรือ} \\ n &= \left[ \frac{t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot s}{e} \right]^2 \end{aligned}$$

**ตัวอย่าง** ในการตรวจสอบร้อยละของสินค้าที่ได้มาตรฐานจะยอมให้ผิดพลาดได้ ๑๐% ที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕% และจากปีที่แล้วพบว่าสินค้ามีมาตรฐานเพียง ๔๐% ของจำนวนทั้งหมด จงหาจำนวนสินค้าที่เหมาะสมในการตรวจครั้งนี้เพื่อให้ผลในการตรวจได้มาตรฐานตามต้องการ

ให้  $\hat{p}$  = ร้อยละของสินค้าที่ได้มาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาตรวจ

$p$  = ร้อยละของสินค้าที่ได้มาตรฐานจากประชากรทั้งหมด

ค่าประมาณของ  $p$  คือ  $\hat{p} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{pq}{n}}$

ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อน  $e = Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{pq}{n}}$

จะได้

$$n = \left[ \frac{Z_{\sigma}}{e} \right]^2 \cdot p \cdot q$$

แทนค่า  $p = 0.40$  ,  $q = 0.60$  ,  $Z_{.025} = 1.96$  ,  $e = 10\% = 0.10$ จะได้  $n = 52.2$ 

แสดงว่า ในการตรวจครั้งนี้เพื่อให้ผลในการตรวจได้มาตรฐานตามต้องการต้องตรวจเป็นจำนวน ๕๓ ชิ้น

### วิธีการหาช่วงของการประมาณค่าเฉลี่ย

#### (๑) โดยวิธีการคำนวณ

ตัวอย่าง ในปี พุทธศักราช ๒๕๕๗ สุ่มนักเรียนเตรียมทหารในส่วนของกองทัพเรือ ที่สอบปีที่ ๑ และ ๒ มา ๖๐ นาย ให้ทุกคนแสดงหลักฐาน GPA ที่สำเร็จชั้น ม.๔ ได้ข้อมูลดังนี้

๓.๒ ๓.๔๕ ๒.๘๙ ๒.๑๑ ๒.๕๖ ๒.๔๑ ๒.๙๔ ๒.๙๖ ๒ ๒.๔๕ ๒.๘๙ ๒.๘๗  
 ๓.๔๖ ๓.๘๗ ๓.๙๕ ๓.๘๗ ๓.๙๖ ๓.๔๕ ๓.๕๗ ๓.๙๒ ๓.๗๕ ๓.๙๘ ๓.๙๖ ๒.๔๕  
 ๒.๔๕ ๓.๙๘ ๓.๙๖ ๓.๗ ๓.๑๒ ๒.๕๘ ๓.๔๕ ๓.๒๕ ๓.๑๗ ๒.๑๕ ๒.๖๕ ๓.๔๕  
 ๓.๕๙ ๓.๐๑ ๓.๘๙ ๓.๔๘ ๓.๒๖ ๓.๑๕ ๒.๑๔ ๒.๐๑ ๒.๑๕ ๒ ๒.๑ ๒.๐๕  
 ๒.๒๖ ๒.๕๖ ๒.๓๔ ๒.๔๕ ๒.๐๗ ๓.๒๕ ๓.๔๕ ๒.๘๕ ๒.๑๔ ๓.๔๗ ๓.๕๖ ๓.๔๕

$$\text{หา } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 3.02$$

$$\text{หา } s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} = 0.226$$

ค่าประมาณของ  $\mu$  ในการประมาณค่าเฉลี่ยแบบช่วงด้วยระดับความเชื่อมั่น ๙๐%

$$\text{คือ } \mu = \bar{x} \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

แทนค่า  $\bar{x} = 3.02$   $s = 0.226$   $t_{.05} = 1.64$   $n = 60$

ได้  $\mu = (๒.๙๒ , ๓.๐๗)$

หมายความว่า ด้วยความเชื่อมั่น ๙๐% กล่าวได้ว่าผู้จะสอบได้เป็น นตท.ค่าเฉลี่ยของ GPA อยู่ระหว่าง ๒.๙๒ และ ๓.๐๗

### (๒) โดยการใช้คำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel

การประมาณค่าเฉลี่ยเป็นวิธีการทางสถิติที่ง่าย สามารถใช้คำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel ได้ ที่ฟังก์ชัน CONFIDENCE โปรแกรมจะทำการคำนวณการประมาณค่าเฉลี่ยแบบ ช่วงให้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เช่น SPSS หรือ Systat ซึ่งมีรูปแบบ คำสั่งที่ซับซ้อน การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel ทำดังนี้

(๒.๑) เตรียมข้อมูล จากข้อมูลตัวอย่างเป็น GPA. นตท.ทร. ๖๐ นาย เตรียมข้อมูลพร้อม ที่จะวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งต้องป้อนข้อมูลให้ตรงลักษณะที่จะทำการวิเคราะห์ คือ

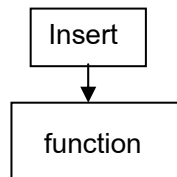
- บรรทัดแรกต้องเป็นชื่อตัวแปร
- เริ่มป้อนข้อมูลในบรรทัดถัดมา คือบรรทัดที่ ๒ เป็นข้อมูลตัวที่ ๑ จนถึงบรรทัดที่ ๖๑ เป็น ข้อมูลตัวที่ ๖๐พอดี
- ห้ามเว้นวรรค หรือเว้นบรรทัดระหว่างข้อมูล ๖๐ ตัว แล้วบันทึกไว้เป็น file ข้อมูลของโปรแกรม Excel ในที่นี้ให้ GPA เป็นชื่อตัวแปร GPA. ของ นตท.(ทร.) จะได้ข้อมูลดังนี้

๑	GPA
๒	๓.๒
๓	๓.๔๕
๔	๒.๘๙
๕	๒.๑๑

ป้อนข้อมูลตามลำดับ  
จนครบ ๖๐ ตัว

๕๖	๓.๔๕
๕๗	๒.๘๕
๕๘	๒.๑๔
๕๙	๓.๔๗
๖๐	๓.๕๖
๖๑	๓.๔๕

(๒.๒) เลือกใช้คำสั่งจากเมนู



- ใช้ฟังก์ชัน AVERAGE โดยพิมพ์ AVERAGE (A2 : A61) หาค่า  $\bar{x}$  ได้ ๓.๐๒
- ใช้ฟังก์ชัน STDEV โดยพิมพ์ STDEV (A2 : A61) หาค่า sd ได้ ๐.๖๕๗
- ใช้ฟังก์ชัน CONFIDENCE (  $\alpha$  , STDEV , n) โดยพิมพ์ CONFIDENCE(๐.๐๕,๐.๖๕๗,๖๐)

**2.3 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Excel** เมื่อใช้ฟังก์ชัน CONFIDENCE ได้ ๐.๑๖๖

**๒.๔ การตีความหมาย** หมายถึงการประมาณค่า  $\mu$  จากข้อมูลชุดนี้ได้

$$\mu = \bar{x} \pm ๐.๑๖๖$$

หรือ  $\mu = 3.02 - ๐.๑๖๖$  และ  $3.02 + ๐.๑๖๖$

หรือ  $\mu = ( ๒.๘๖๔ , ๓.๑๘๖ )$

หรือ คนที่จะสอบได้เข้าเป็น นศท.(ทร.) ต้องมี GPA. ม.๔ อยู่ระหว่างประมาณ ๒.๙ ถึง ๓.๒ ด้วยความเชื่อมั่น ๙๕%

ถึงที่นี่แล้ว คงทำให้รู้ว่า การประมาณค่าที่จะลดลงความผิดพลาดให้มีความเสี่ยงน้อยลงได้ ต้องเป็นการประมาณค่าแบบช่วง เท่านั้น รวมทั้งกรณีหากผู้วิจัยต้องการจำกัดข้อผิดพลาดให้น้อยลงมากๆ ตามที่ผู้วิจัยต้องการ ควรกำหนด **ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง** ที่เหมาะสมเท่าไรจึงจะประมาณค่าได้อย่างถูกต้อง



# เมื่อยอดนักรบพบยอดนักพรต

น.อ.ทองใบ วีรานุรักษ์  
ประจำโรงเรียนนายเรือ

จากบันทึกต่าง ๆ ของนักประวัติศาสตร์กรีกและบุคคลอื่น ๆ ที่ได้ตามเสด็จพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช (๓๕๖-๓๒๓ ก่อนคริสตกาล) จอมทัพหนุ่มแห่งมาซีโดเนีย (กรีซโบราณ) ในคราวที่พระองค์ทรงยกกองทัพเข้ามารุกรานประเทศอินเดีย เช่น บันทึกของอาร์เรียน บันทึกของดิโอดอรัส บันทึกของพลูตาร์ซ และบันทึกของสตราโบ ซึ่งล้วนแต่เป็นนักประวัติศาสตร์และบางคนก็ได้แฝงตัวมากับกองทัพในครั้งนั้นด้วย ซึ่งเอกสารบันทึกเหล่านี้ได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษโดย ดร. เจ. ดับเบิลยู. แม็คครินเดล ได้ช่วยให้ความกระจ่างเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจซึ่งตั้งชื่อว่า “เมื่อยอดนักรบพบยอดนักพรต”

จากข้อมูลในบันทึกต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ทราบได้ว่า พระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช ซึ่งในวงการนักศึกษาศึกษาปรัชญาทราบกันเป็นอย่างดีว่าพระองค์เป็นศิษย์ของอริสโตเติล (Aristotle) และไม่ทรงประสบความสำเร็จในการรุกรานอินเดียเท่าที่ควร ก็เป็นเพราะว่าพระองค์มัวแต่ทรงสนพระทัยในปรัชญาฮินดู และสนพระทัยในพวกโยคีฤษีชีไพรต่าง ๆ ที่พระองค์ได้ทรงพบอยู่ตลอดเวลา และยังได้สมาคมกับโยคีนักบวชนักพรตเหล่านี้แล้วก็ยิ่งทำให้พระองค์ทรงกระตือรือร้นที่จะเสาะแสวงหาและทรงสนทนากับบุคคลเหล่านี้มากยิ่งขึ้น

หลังจากที่พระเจ้าอเล็กซานเดอร์ยึดเมืองตักกสิลา (๓๒๖ ก่อนคริสตกาล) ซึ่งอยู่ในอินเดียทางตอนเหนือ (ปัจจุบันอยู่ทางภาคเหนือของประเทศปากีสถาน) ได้ไม่นาน พระองค์ได้ทรงส่งโอนีสสิริตุส (ศิษย์สำนักเฮเลนิกแห่งดีโอเจเนส) ออกไปค้นหาท่านสันยาสิ (นักพรตประเภทหนึ่งของศาสนาฮินดู) ผู้ยิ่งใหญ่แห่งเมืองตักกสิลาที่มีชื่อว่า ทันทามิส

“ข้าแต่ท่านพรหมณาจารย์ผู้เจริญ” โอนีสสิริตุสกล่าวหลังจากได้ค้นหาจนพบตัวท่านสันยาสิซึ่งจำวัดอยู่ในบรรณศาลาหลังหนึ่งของท่าน “พระโอรสของเทพเจ้าซ็อลผู้ยิ่งใหญ่พระนามว่าอเล็กซานเดอร์ ซึ่งเป็นเจ้าชีวิตแห่งมนุษย์ทั้งปวง ได้มีพระบรมราชโองการรับสั่งให้พระคุณเจ้าไปเข้าเฝ้า หากพระคุณเจ้ายินยอมไปเฝ้าแต่โดยดี พระองค์ก็จะพระราชทานรางวัลอันยิ่งใหญ่ให้แก่พระคุณเจ้า แต่ถ้าหากพระคุณเจ้าขัดขืนไม่ยอมไปเข้าเฝ้า พระองค์ก็จะตัดศีรษะของพระคุณเจ้าเสีย !”

ท่านโยคีทันทามิสรับฟังคำเชื้อเชิญแกมบังคับนี้อย่างสงบ และก็ไม่ได้ให้ความสนใจโดยที่ “ไม่ยอมแม้แต่เพียงแค่มองศีรษะขึ้นมาจากที่นอนที่ปูลาดด้วยใบไม้ของท่าน”

“อาตมาก็เป็นพระโอรสของเทพเจ้าซ็อลเช่นกัน หากว่าพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ทรงเป็นดังว่า” ท่านโยคีทันทามิสกล่าว “อาตมาหาได้มีความต้องการสิ่งหนึ่งสิ่งใดอันเป็นของพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ไม่ เพราะอาตมามีความสันโดษพึงพอใจอยู่กับสิ่งที่อาตมามีอยู่ ในขณะที่เดียวกันอาตมาก็เห็นว่าการที่พระองค์กรีธาทัพเสด็จรอนแรมมาพร้อมด้วยกองทัพของพระองค์ทั้งทางบกและทางทะเลนี้เป็นสิ่งที่ไร้ประโยชน์สิ้นดี และการรอนแรมของพระองค์จะไม่มีวันสิ้นสุดลงได้เลย

ขอท่านจงกลับไปกราบทูลพระเจ้าอเล็กซานเดอร์เถิดว่า พระเป็นเจ้าผู้เป็นจอมกษัตริย์สูงสุดนั้น จะไม่ก่อกรรมทำเข็ญแบบนี้ แต่พระองค์ทรงเป็นพระผู้สร้างแสงสว่าง เป็นพระผู้สร้างสันติภาพ เป็นพระผู้สร้างชีวิต เป็นพระผู้สร้างน้ำ เป็นพระผู้สร้างร่างกายและจิตวิญญาณของมนุษย์ พระองค์ทรงรับมนุษย์ทุกคนที่เมื่อความตายทำการปลดปล่อยพวกเขาให้เป็นอิสระแล้วกลับคืนไปสู่พระองค์ ซึ่งเมื่อถึงตอนนั้นมนุษย์ทุกคนก็ จะไม่มีความชั่วร้ายใด ๆ ติดตัวไป พระเป็นเจ้าตั้งที่อาตมากล่าวมานี้คือพระเป็นเจ้าที่อาตมาให้ความเคารพ พระองค์ทรงประณามการเข่นฆ่าและการก่อสงครามทุกรูปแบบ

พระเจ้าอเล็กซานเดอร์หาได้เป็นเทพเจ้าไม่เพราะพระองค์ยังจะต้องลิ้มรสของความตายอยู่ต่อไป ท่านโยคีทัณฑามิสกล่าวเหยยหยันอยู่ในที่เพื่อฝากความไปถึงพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช “คนอย่างพระองค์จะทรงเป็นเจ้าแห่งโลกได้อย่างไร ในเมื่อพระองค์ยังไม่ทรงสามารถประทับนั่งอยู่บนบัลลังก์แห่งอาณาจักรเจ้าจักรวาลในภายใต้นี้ได้ อีกทั้งพระองค์ยังไม่เคยเสด็จเข้าไปสู่นรก และก็ไม่ทรงทราบเส้นทางโคจรของดวงอาทิตย์เหนือพื้นที่ย่านกว้างใหญ่ไพศาลของโลกนี้ ทั้งประชาชาติส่วนใหญ่ก็ยังไม่เคยได้ยินพระนามของพระองค์เลย”

หลังจากกล่าวคำอบรมสั่งสอนฝากไปกราบทูลพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ผู้ได้ชื่อว่าเป็น “เจ้าโลก” แล้ว ท่านโยคีทัณฑามิสก็ได้กล่าวในทำนองเยาะหยันต่อไปว่า “หากว่าพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ยังไม่ทรงสมพระทัยในสิ่งที่ทรงครอบครองอยู่ในขณะนี้ ก็ขอเชิญพระองค์เสด็จข้ามแม่น้ำคงคาไปเถิด พระองค์ก็จะทรงได้พบกับประเทศหนึ่งที่สามารถเลี้ยงดูกองทัพและไพร่พลทั้งหมดของพระองค์ได้

ขอจงทราบความข้อนี้อีกเถิดว่า สินจ้างรางวัลที่พระเจ้าอเล็กซานเดอร์ทรงสัญญาว่าจะมอบให้แก่อาตมานั้นมันเป็นสิ่งที่ไร้ประโยชน์สำหรับอาตมา เพราะว่าสิ่งที่อาตมาเห็นว่ามีค่าอย่างแท้จริงนั้น ก็คือต้นไม้ต่าง ๆ ที่อาตมาได้อาศัยร่มเงา ไปไม้ต่าง ๆ ที่อาตมาเก็บมารับประทานเป็นอาหารประจำวัน และน้ำในลำธารที่อาตมานำมาดื่มเพื่อบรรเทาความกระหาย ส่วนทรัพย์สมบัติที่สะสมด้วยอำนาจของความทะยานอยากคือตัณหานั้น มีแต่จะมาทำลายบุคคลผู้ทำการสะสม มีแต่จะนำความทุกข์ความเดือดร้อนมาให้แก่คนผู้ที่ยังไม่รู้แจ้งเห็นจริงเท่านั้น

แต่สำหรับอาตมาแล้ว อาตมานอนบนใบไม้ในป่า โดยที่ไม่มีองค์กรรักษาคอยมาปกป้องคุ้มครอง ก็สามารถนอนหลับได้อย่างสนิท ในขณะที่หากอาตมามีทรัพย์สิ่งสิ่งมีค่าในครอบครองแล้วอาตมาก็จะนอนไม่หลับเลย แผ่นดินนี้ได้มอบทุกสิ่งทุกอย่างให้แก่อาตมาแล้ว ประดุจหนึ่งว่ามารดาให้น้ำนมแก่บุตร ฉันทก็ฉันทนั้น อาตมาสามารถไปได้ทุกหนแห่งที่อาตมาต้องการจะไปโดยไม่ต้องมาไว้พะวงในสิ่งหวงแหนทางวัตถุต่าง ๆ

หากว่าพระเจ้าอเล็กซานเดอร์จะทรงตัดศีรษะของอาตมาเสีย พระองค์ก็จะยังไม่สามารถทำลายวิญญาณของอาตมาได้เลย ศีรษะของอาตมาพอถูกบั่นหลุดออกจากบ่า มันก็จะตกลงแน่นิ่งอยู่ที่พื้นแผ่นดิน และร่างกายของอาตมาก็จะไม่ผิติดอะไรกับเสื้อผ้าเก่า ๆ ขาด ๆ ที่เจ้าของทิ้งเอาไว้เท่านั้นเอง ซึ่งอวัยวะทั้งสองอย่างนี้ก็จะนอนนิ่งอยู่บนแผ่นดิน ที่ใคร ๆ จะเอามันไปไว้ที่ไหนก็ได้ แต่ตอนนั้นอาตมาก็จะกลาย

เป็นวิญญานล่องลอยขึ้นไปอยู่กับพระเป็นเจ้าของอาตมา ซึ่งพระเป็นเจ้าของพระองค์ทรงประทานชีวิตและเลือดเนื้อให้พวกเราอยู่บนโลกใบนี้ และเมื่อได้มาอยู่บนโลกนี้แล้วพวกเราจะต้องปฏิบัติตามพระบัญชาของพระองค์ และพระองค์ก็ทรงมีพระประสงค์ว่าเมื่อตายจากโลกนี้ไปแล้วพวกเราจะต้องพยายามกลับคืนไปอยู่กับพระองค์ให้ได้ เพื่อให้พระองค์ทรงตัดสินความดีความชั่วของพวกเรา โดยจะทรงประทานรางวัลแก่ผู้กระทำความดีและจะทรงลงโทษแก่คนที่กระทำความชั่ว

ขอให้พระเจ้าอเล็กซานเดอร์จงไปชมชุกคูกคามบุคคลทั้งหลายที่ต้องการทรัพย์เงินและที่เกรงกลัวความตายคนอื่น ๆ เกิด แต่สำหรับคนที่เป็นพราหมณ์อย่างอาตมาแล้วอาวุธแบบนี้ของพระองค์ไร้อำนาจ เราไม่ต้องการทรัพย์เงินทองใด ๆ และเราก็ไม่เกรงกลัวความตายด้วย ขอท่านจงไปกราบทูลพระเจ้าอเล็กซานเดอร์เถิดว่า โยคีทันทามิสไม่ต้องการทรัพย์เงินสิ่งของใด ๆ ที่เป็นของพระองค์ ดังนั้นจึงจะไม่ไปเข้าเฝ้าพระองค์ และหากพระองค์ต้องการสิ่งหนึ่งสิ่งใดจากโยคีทันทามิส ก็ขอให้พระองค์เสด็จมาหาโยคีทันทามิสเองเถิด”

ท่านโอนีสสิคริตุสได้นำความขึ้นกราบทูลพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช และพระองค์ก็ทรงสดับตรับฟังอย่างสนพระทัยเป็นอย่างยิ่ง ในบันทึกบอกว่าพระองค์ทรง “มีความรู้สึกต้องการทอดพระเนตรเห็นท่านโยคีทันทามิสอย่างแรงกล้า ซึ่งโยคีรูปนี้แม้ว่าจะเป็นเพียงโยคีชราและเปลือยกายแต่ก็เป็นเพียงผู้เดียวเท่านั้นที่สามารถเป็นศัตรู สามารถทำทนายพระองค์ที่ได้ชื่อว่าเป็นผู้พิชิตนานาชาติได้”

พระเจ้าอเล็กซานเดอร์ได้รับสั่งให้เชื้อเชิญนักบวชพราหมณ์จำนวนหนึ่งซึ่งมีความเชี่ยวชาญในการตอบปัญหาทางปรัชญาไปที่เมืองตักกิสลาอยู่เสมอ นักประวัติศาสตร์กรีกชื่อพลูตาร์ชได้กล่าวถึงการสนทนาระหว่างพระเจ้าอเล็กซานเดอร์กับพราหมณ์รูปหนึ่ง โดยพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ทรงตั้งคำถามให้พราหมณ์รูปนี้ตอบดังนี้

“ระหว่างคนเป็นกับคนตาย อย่างไหนมีจำนวนมากกว่ากัน”

“คนเป็นมีจำนวนมากกว่า เพราะคนตายไม่มีให้เห็นในโลกนี้แล้ว”

“ระหว่างสัตว์ทะเลกับสัตว์บก อย่างไหนมีจำนวนมากกว่ากัน”

“สัตว์บกมีมากกว่า เพราะว่าทะเลเป็นเพียงส่วนหนึ่งของบกเท่านั้น”

“ในบรรดาสัตว์ป่าสัตว์อะไรฉลาดที่สุด”

“สัตว์ที่มนุษย์ยังไม่ค้นเคย” (เพราะมนุษย์กลัวสิ่งที่ตัวเองไม่รู้)

“อะไรเกิดก่อนกันระหว่างกลางวันกับกลางคืน”

“กลางวันเกิดก่อนกลางคืนหนึ่งวัน”

คำตอบข้อนี้ทำให้พระเจ้าอเล็กซานเดอร์รู้สึกงันเล แต่พราหมณ์ได้ชี้แจงว่า “เมื่อถามปัญหาประเภทที่เป็นไปไม่ได้ ก็ต้องตอบแบบเป็นไปไม่ได้เช่นเดียวกัน”

“มนุษย์จะทำตัวให้เป็นที่รักได้โดยวิธีใด”

“มนุษย์จะเป็นที่รักได้หากว่ามีอำนาจที่ยิ่งใหญ่แล้วแต่ยังคงไม่ทำตัวให้เป็นที่น่ากลัว”

“มนุษย์อาจเป็นเทพได้อย่างไร”

“เป็นไปได้โดยทำในสิ่งที่เป็นไปได้สำหรับมนุษย์ที่จะทำ”

“ระหว่างความมีชีวิตกับความตาย อย่างไหนมีพลังมากกว่ากัน”

“ความมีชีวิตมีพลังมากกว่า เพราะความมีชีวิตสามารถทนทานความชั่วได้หลายอย่าง”

พระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราชได้ทรงนำโยคีที่ เป็นผู้สำเร็จและมีอิทธิปาฏิหาริย์มากรูปหนึ่ง ออกไปจากอินเดียเพื่อเป็นพระอาจารย์ของพระองค์ ครูท่านนี้มีนามว่ากัลยาณะ (สวามีแก้วไพฑูรย์) ที่คนกรีกเรียกท่านว่า “กาลโนส” ท่านโยคีกาลโนสได้ตามเสด็จพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ไปที่ประเทศเปอร์เซีย ในวันรัฐพิธีวันหนึ่งที่เมืองซูซา ประเทศเปอร์เซีย ท่านโยคีกาลโนสได้ละสังขารที่ชราภาพของท่านโดยเดินเข้าสู่เชิงตะกอนเผาศพในท่ามกลางสายตาของเหล่าทหารในกองทัพของมาซีโดเนีย นักประวัติศาสตร์ทั้งหลายต่างได้บันทึกไว้ว่า บรรดาทหารทั้งหลายต่างตั้งงันขณะที่มองดูท่านโยคีกาลโนสไม่กลัวความเจ็บปวดและความตาย ท่านโยคีไม่ถอยหลังกลับมาจากตำแหน่งที่ท่านเดินเข้าไปขณะที่ถูกเปลวไฟแผดเผาแม้แต่ก้าวเดียว ก่อนที่ท่านโยคีกาลโนสจะออกเดินเข้าไปยังเชิงตะกอนเพื่อเผาตนเองนั้น ท่านได้โอบกอดเพื่อนสนิทมิตรสหายเป็นการล่ำลาหลายต่อหลายคน แต่ท่านไม่ได้ทูลลาพระเจ้าอเล็กซานเดอร์แต่อย่างใด แต่ท่านกลับทูลพระองค์ว่า

“อาตมาภาพจะไปอยู่กับมหาบพิตรในภายหลังที่กรุงบาบิโลน”

ต่อมาพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ได้เสด็จออกจากประเทศเปอร์เซีย และในปีถัดมาพระองค์ก็ได้สิ้นพระชนม์ในกรุงบาบิโลน (ดินแดนอยู่ในประเทศอิรักในปัจจุบัน) แสดงว่าท่านโยคีกาลโนสเป็นยอดนักพรตอีกรูปหนึ่งที่สามารถล่วงรู้ชะตาชีวิตของพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ยอดนักรบแห่งมาซีโดเนียได้เป็นอย่างดี และที่ท่านโยคีกาลโนสกล่าวเป็นนัยว่า “อาตมาภาพจะไปอยู่กับมหาบพิตรในภายหลังที่กรุงบาบิโลน” นั้นหมายถึงว่าท่านจะได้อยู่กับพระเจ้าอเล็กซานเดอร์ทั้งในยามที่มีชีวิตในโลกนี้และเมื่อท่านละสังขารตายจากโลกนี้ไปอยู่ในปรโลกแล้วด้วย

## เอกสารอ้างอิง

๑. <http://www.ananda.org/inspiration/books/ay/48.html>
๒. <http://www.brainyencyclopedia.com/encyclopedia/t/ta/taxila.html>
๓. Paramahansa Yogananda. Autobiography of A Yogi. pp.๓๘๒-๓๘๕



# รายงานการวิจัยในชั้นเรียน

ชื่อเรื่อง

ผลการสอนโดย “เพื่อนติวเพื่อน” ต่อผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนวิชาแนะนำวิจัยปฏิบัติการ  
(Operation Research)

น.อ.หญิง นงเยาว์ ศิริสนธิ

รองผู้อำนวยการกองวิชาบริหารงานวิเคราะห์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

## ความเป็นมาของการวิจัย

จากผลการศึกษาสภาพ วิชาแนะนำวิจัยปฏิบัติการ นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๔ ทุกสาขาวิชา จำนวน ๑๐๓ นาย เมื่อ ๒๑ มิถุนายน ๒๕๕๗ พบว่ามี นักเรียนนายเรือส่วนหนึ่งที่ได้คะแนนต่ำ ๆ (ได้คะแนน ๒๐% - ๕๗%) อยู่จำนวน ๑๙ นาย ซึ่งอาจารย์ผู้สอนทั้ง ๒ ท่าน คือ น.อ.หญิง นงเยาว์ ศิริสนธิ และ น.ต.ปิยะ ลิมสกุล ได้ให้ความสนใจ สอบถามการเรียนในห้องเรียนมากเป็นพิเศษ และให้นักเรียนนายเรือหาเวลามาเรียนเพิ่มเติมกับอาจารย์นอกเวลาเรียน เพื่อเพิ่มพูนความรู้ช่วยให้เรียนเข้าใจได้มากขึ้น แต่เนื่องจากเวลาส่วนใหญ่ของนักเรียนนายเรือต้องใช้ในการเรียน การฝึก และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้ไม่ค่อยมีโอกาสมาเรียนเพิ่มเติมกับอาจารย์ ดังนั้น อาจารย์จึงได้จัดให้มีการติวแบบ “เพื่อนติวเพื่อน” ขึ้น โดยคัดเลือก นักเรียนนายเรือที่เรียนเก่งหรือได้คะแนนสูงในวิชานี้ (ยกเว้น หัวหน้าห้อง เนื่องจาก หัวหน้าห้องซึ่งมีภารกิจมากอยู่แล้ว) ให้ช่วยติวเพื่อนที่เรียนอ่อนหรือได้คะแนนต่ำในวิชานี้ และเป็นนักเรียนนายเรือ ห้องเรียนเดียวกัน โดยผู้รับการติวจะเลือกผู้ติวเอง เมื่อดำเนินการจับคู่ติวเรียบร้อยแล้ว ปรากฏว่ามีผู้ติว ๑๕ นาย และผู้รับการติว ๑๙ นาย (ห้อง บศ. ใช้ผู้ติว ๑ นายต่อผู้รับการติว ๒ นาย) โดยติวให้เพื่อน ในวันและเวลาที่สะดวก ตั้งแต่หลังสอบกลางภาคถึงสอบปลายภาค และให้บันทึก วัน เวลา เนื้อหาที่ติวทุกครั้งลงในแบบบันทึกการติวที่อาจารย์แจกให้

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแนะนำวิจัยปฏิบัติการ ของ นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๔ ที่เรียนอ่อน จำนวน ๑๙ นาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

## วิธีดำเนินการ

**กลุ่มเป้าหมาย** นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๔ ที่เรียนวิชาแนะนำวิจัยปฏิบัติการและได้คะแนนกลางภาคต่ำ จำนวน ๑๙ นาย

### เครื่องมือในการวิจัย

๑. แบบทดสอบกลางภาคและปลายภาควิชาแนะนำวิจัยปฏิบัติการ
๒. สมุดจดคำบรรยายของ นักเรียนนายเรือ แต่ละคน
๓. งานมอบ แบบฝึกหัด และข้อสอบย่อย หรือข้อสอบเก็บคะแนน
๔. แบบบันทึกการติวโดย “เพื่อนติวเพื่อน”

### การรวบรวมข้อมูล

๑. อาจารย์ประกาศรายชื่อผู้ติวและผู้รับการติวในแต่ละห้องเรียนและให้จับคู่ติว ซึ่งส่วนใหญ่มีปัจจัยในการเลือกคือความสนิทสนมส่วนตัว ความไว้วางใจและความสะดวกในการนัดหมายเวลาติว (ห้องนอนใกล้กัน) ปรากฏผลดังนี้

- นักเรียนนายเรือชั้น ๔ ฟอ.๑ ผู้ติว ๓ นาย ผู้รับการติว ๓ นาย  
นักเรียนนายเรือชั้น ๔ ฟอ.๒ ผู้ติว ๔ นาย ผู้รับการติว ๔ นาย  
นักเรียนนายเรือชั้น ๔ ฟอ.๓ ผู้ติว ๓ นาย ผู้รับการติว ๓ นาย  
นักเรียนนายเรือชั้น ๔ วร. ผู้ติว ๑ นาย ผู้รับการติว ๑ นาย  
นักเรียนนายเรือชั้น ๔ บศ. ผู้ติว ๔ นาย ผู้รับการติว ๘ นาย

๒. อาจารย์ติดตามการดำเนินการติว โดยสอบถามในห้องเรียนทุกครั้งและเวลาอื่น ๆ เมื่อพบเจอนักเรียนนายเรือที่เป็นกลุ่มเป้าหมายและสอบถามจาก นักเรียนนายเรือ คนอื่น ๆ ด้วย

๓. ผู้ติวหรือผู้รับการติวนำแบบบันทึกการติวมาส่งอาจารย์ในวันสอบปลายภาค เมื่อวันที่ ๒๕ สิงหาคม ๒๕๔๗

๔. อาจารย์สอบถามหรือสัมภาษณ์ผู้ติวและผู้รับการติว ภายหลังจากที่นักเรียนนายเรือสอบปลายภาค เพื่อสังเกตพฤติกรรมและความพึงพอใจ

๕. อาจารย์ตรวจให้คะแนนการสอบปลายภาค

๖. อาจารย์ให้นักเรียนตอบคนละ ๓ ข้อ ถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้ได้คะแนนเพิ่มขึ้น/ ลดลง และปัญหาข้อขัดข้องหรืออุปสรรคที่พบจากการติว หลังจากที่ได้รับแจ้งคะแนนสอบปลายภาคให้นักเรียนนายเรือแต่ละนายทราบ

### ผลการวิจัย

๑. นำผลที่ได้จากการสอบถามและสังเกตพฤติกรรมของผู้ติวและผู้รับการติว เพื่อศึกษาข้อดี ข้อเสียและปัญหาที่พบ ซึ่งจะได้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนในโอกาสต่อไป

๒. มี นักเรียนนายเรือ ผู้ติวซึ่งอยู่ห้อง บศ.จำนวน ๒ นาย ไม่ส่งแบบบันทึกการติว จากการสอบถามได้รับคำตอบว่ามีการติวแต่ไม่ได้บันทึกและทำแบบบันทึกหาย จึงได้ลงโทษตามกติกาสั่งได้ตกลงกันไว้แล้ว ทำให้ ข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปเป็นผู้ติว ๑๓ นาย และผู้รับการติว ๑๕ นาย

๓. ผลจากแบบบันทึกการติวโดย “เพื่อนติวเพื่อน” ปรากฏว่ามีการติวเกิดขึ้น เป็นจำนวนครั้ง ดังนี้

มีการติว ๑ ครั้ง จำนวน ๑ นาย

มีการติว ๒ ครั้ง จำนวน ๗ นาย

มีการติว ๓ ครั้ง จำนวน ๓ นาย

มีการติว ๔ ครั้ง จำนวน ๒ นาย

มีการติว ๑๐ ครั้ง จำนวน ๑ นาย

มีการติว ๑๒ ครั้ง จำนวน ๑ นาย

๔. ผลการตรวจให้คะแนนข้อสอบปลายภาค พบว่าคะแนนสอบของผู้ติวทั้ง ๑๓ นาย ได้คะแนน อยู่ระหว่าง ๗๘ – ๑๐๐ คะแนน

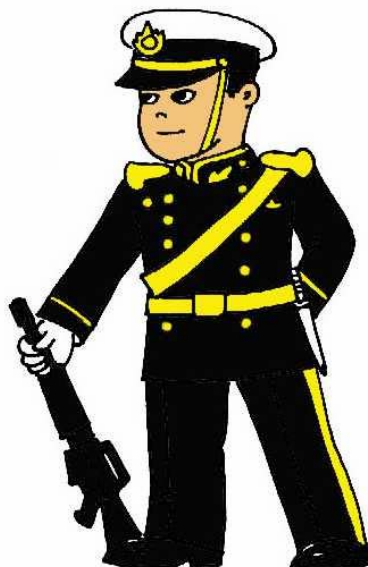
๕. พิจารณาคะแนนจากการสอบปลายภาค เปรียบเทียบกับการสอบกลางภาคของผู้รับการติว จำนวน ๑๕ นาย เป็นไปตามตาราง

#### ตาราง ๑ เปรียบเทียบคะแนนกลางภาคและปลายภาค ของ นักเรียนนายเรือ ผู้รับการติว

นักเรียนนายเรือคนที่ (เรียงตามห้องเรียน)	คะแนนสอบ (ร้อยละ)		
	กลางภาค	ปลายภาค	เปลี่ยนแปลง
๑	๕๑	๙๑	+๔๐
๒	๔๗	๖๙	+๒๒
๓	๕๖	๘๑	+๒๕
๔	๕๑	๘๔	+๓๓
๕	๕๖	๘๒	+๒๖
๖	๕๗	๕๐	-๗
๗	๔๓	๕๐	+๗

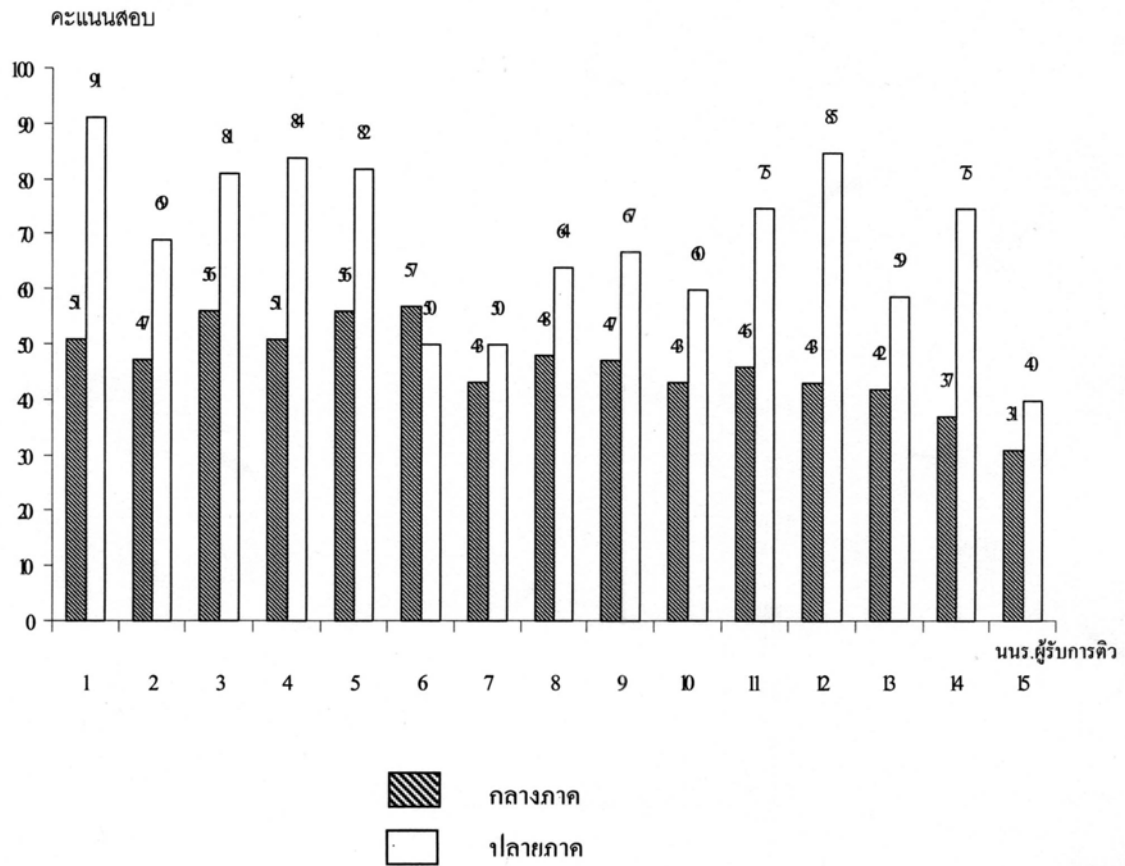
**ตาราง ๑** เปรียบเทียบคะแนนกลางภาคและปลายภาค ของ นักเรียนนายเรือ ผู้รับการติว

นักเรียนนายเรือคนที่ (เรียงตามห้องเรียน)	คะแนนสอบ (ร้อยละ)		
	กลางภาค	ปลายภาค	เปลี่ยนแปลง
๘	๔๘	๖๔	+๑๖
๙	๔๗	๖๗	+๒๐
๑๐	๔๓	๖๐	+๑๗
๑๑	๔๖	๗๕	+๒๙
๑๒	๔๓	๘๕	+๔๒
๑๓	๔๒	๕๙	+๑๗
๑๔	๓๗	๗๕	+๓๘
๑๕	๓๑	๔๐	+๙
ค่าเฉลี่ย	๔๖.๕๓	๖๘.๘๐	+๒๒.๒๗





### กราฟแสดงคะแนนสอบกลางภาคและปลายภาคของ นร.ผู้รับการตีว



๖. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคและปลายภาค โดยการทดสอบสมมุติฐาน และตั้งสมมุติฐานว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๔ ที่เรียนอ่อนดีขึ้น โดยใช้ t - test ในการทดสอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบปลายภาคดีกว่ากลางภาค ด้วยความเชื่อมั่น ๙๙% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### บทวิเคราะห์

๑. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแนะนำวิจัยปฏิบัติการของนักเรียนนายเรือที่เรียนอ่อน หลังจากได้รับการตีวโดย “เพื่อนตีวเพื่อน” พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ ๙๓.๓๓ ของ นักเรียนนายเรือ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ ๔๗.๘๖ ของคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น

๒. การจัดกิจกรรม “เพื่อนติวเพื่อน” ในสภาพการณ์ของโรงเรียนประจำซึ่ง นักเรียนนายเรือ พักด้วยกัน พบว่า มีความสะดวกมากกว่าให้อาจารย์ติวให้ อีกทั้ง การได้รับฟังคำอธิบายเนื้อหาจาก เพื่อนในบางครั้ง อาจจะเข้าใจมากกว่าฟังอาจารย์อธิบายในห้องเรียน เนื่องจากเพื่อนจะมีเทคนิคหรือ วิธีการอธิบายที่แตกต่างไปจากอาจารย์

๓. จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้ นักเรียนนายเรือผู้รับการติวทั้ง ๑๕ นาย ตอบแบบสอบถาม ถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้ได้คะแนนเพิ่มขึ้นหรือลดลง (บอกมาคนละ ๓ ข้อ) สรุปว่าเป็นปัจจัยที่ เกี่ยวกับการติวดังนี้

- เพื่อนติวให้
- เพื่อนช่วยติวให้ช่วงใกล้สอบ
- การสอนจากเพื่อนทำให้เข้าใจบทเรียนง่ายขึ้น
- ความเกรงใจเพื่อนจะน้อย ทำให้ซักถามได้มากและละเอียด
- เพื่อนส้อมแนวข้อสอบมาอธิบาย อาจจะไม่ตรงมากแต่ก็ใกล้เคียงข้อสอบจริง
- ได้จากโครงการ “เพื่อนติวเพื่อน”
- ติวกับเพื่อนมากขึ้น
- มีเพื่อนช่วยอธิบายในบางส่วนที่ไม่เข้าใจ
- เพื่อนช่วยแนะแนวให้
- เพื่อนที่ติวนั่งข้างกันเวลาเรียนในห้องเรียนและอยู่อาคารนอนใกล้กัน

ส่วนปัจจัยอื่น ๆ มีดังนี้

- ขยันเรียนมากขึ้นเนื่องจากคะแนนกลางภาคไม่ดี
- อาจารย์สอนทบทวนทำให้เข้าใจมากขึ้น
- พยายามทำความเข้าใจแบบฝึกหัด
- มีเวลาอ่านหนังสือมากขึ้น
- ไม่หลับในเวลาเรียน
- ไม่อยากสอบตก หรือกลัวติด F
- เป็นการสอบในวันแรก ๆ
- หลังจากสอบครั้งแรกทำให้รู้แนวข้อสอบ
- ข้อสอบตรงตามที่คิดมากขึ้น
- มีแรงกดดันจากที่บ้านให้ตั้งใจมากขึ้น
- จดงานมากขึ้น เพราะต้องส่งสมุดจด ๒ ครั้ง คือ ก่อน-หลังกลางภาค

๔. ปัญหาข้อขัดข้องหรืออุปสรรคที่พบจากการติว “เพื่อนติวเพื่อน” (บอกมาคนละ ๓ ข้อ) สรุปได้ดังนี้

- ไม่ค่อยมีเวลาทิว
- ต้องรอให้ผู้ทิวอ่านทำความเข้าใจก่อน เนื่องจากเรียนห้องเดียวกันทำให้ไม่เข้าใจบทเรียนเช่นกัน
- ไม่สะดวกในการทิว เนื่องจากนอนคนละเตียง
- ไม่มีเวลา หลังจากเลิกเรียนต้องซ้อมกีฬา
- ทิวไม่เข้าใจเท่าที่ควร
- เพื่อนไม่มีอารมณ์จะทิวให้
- กิจกรรมของกรมนักเรียนนายเรือมีมาก ทำให้เวลาทิวน้อย
- เพื่อนที่ทิวไม่ได้เตรียมอ่านมาก่อน
- เพื่อนจะทิวให้ช่วงใกล้สอบ
- ส่วนใหญ่ยังห่วยเล่นกัน เพราะยังไม่ถึงช่วงเวลาสอบ
- น่าจะให้นักเรียนจับคู่ตามใจชอบ
- เพื่อนบางคนไม่สมัครใจในการทิว
- เกิดการผัดวันประกันพรุ่ง เนื่องจากความเป็นกันเอง
- บางที่เรียนอยู่ ก็จะเปลี่ยนไปคุยเรื่องอื่นแทนจนง่วงก็ไม่ได้ทิว
- เรียนคนละสาขาวิชา
- เพื่อนขี้เกียจ
- งานเยอะ แต่ละคนมีงานต้องทำ
- เพื่อนไม่อยู่ห้องเมื่อต้องการทิว (กรณีไม่ได้นัดไว้)
- เพื่อนอ่านวิชาอื่น ๆ อยู่ไม่ยอกรบกวอน
- ตารางเวลาปฏิบัติประจำวันที่เปลี่ยน เช่น งดแถว ทำให้ไม่พบกับเพื่อน

## สรุป

จากผลการวิจัยพบว่า โครงการ “เพื่อนทิวเพื่อน” สามารถทำให้ผลการเรียนของ นักเรียนนายเรือ ดีขึ้นเฉลี่ย ๔๗.๘๖% โดย นักเรียนนายเรือส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า คะแนนสอบที่ดีขึ้นมีผลมาจาก โครงการ “เพื่อนทิวเพื่อน” ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะดังนี้

๑. ในวิชาที่มี นักเรียนนายเรือได้คะแนนต่ำ ๆ โดยเฉพาะในวิชาคำนวณ การจัดให้มีกิจกรรม “เพื่อนทิวเพื่อน” สามารถแก้ปัญหาได้อีกวิธีหนึ่ง

๒. การจัดให้มีกิจกรรม “เพื่อนทิวเพื่อน” จะได้ผลดีต้องมีการจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อลด ปัญหาข้อขัดข้องหรืออุปสรรคที่พบดังกล่าว ตัวอย่างเช่น



- ปัญหาเพื่อนเตรียมตัวไม่พร้อมที่จะติว อาจารย์อาจจะต้องนัดผู้ติวให้มาเรียนพิเศษกับอาจารย์บ่อย ๆ น่าจะช่วยให้ผู้ติวมีความพร้อมมากขึ้น
  - ทั้ง ๒ ฝ่ายคือผู้ติวกับผู้รับการติว ควรจะกำหนดวันติวให้แน่นอนลงไป เช่น วันจันทร์กับพุธ หรือวันอังคารกับพฤหัสบดี จะแก้ปัญหาที่มาหาเพื่อนแล้วไม่พบ หรือพบแต่ว่าเพื่อนอ่านวิชาอื่นอยู่ไม่อยากจะรบกวน
  - อาจารย์ควรเพิ่มความสนใจหรือกระตุ้นผู้ติวให้ความร่วมมือ เต็มใจช่วยเหลือเพื่อน สอนให้รู้จักการเสียสละ ความรักและสามัคคีในหมู่คณะ ทั้งนี้จะช่วยแก้ปัญหาเพื่อนบางคนไม่สนใจในการติว เพื่อนไม่มีอารมณ์จะติวและเพื่อนขี้เกียจ
- 
-



รายงานผลการวิจัย

# การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการ ได้รับรางวัล เชิดชูเกียรติ สามสมอทอง-สามสมอเงิน



น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาต หัวหน้ากองสถิติและวิจัย  
ร.อ.หญิง จุฬาลักษณ์ สุนทรวิภาต ประจำแผนกศึกษาและวิจัย  
ร.ต.หญิง ธรรมรส ช่างไม้งาม ประจำแผนกศึกษาและวิจัย  
กองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ

## สารสังเขป

การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัลเชิดชูเกียรติสามสมอทอง-สามสมอเงิน มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัล ๕ ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้รางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน และเพื่อให้ได้แนวทางในการพิจารณาปรับเกณฑ์การให้รางวัล ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป โดยการสอบถามความคิดเห็นจากนักเรียนนายเรือที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา ๒๕๕๗ ทั้งที่เคยและไม่เคยได้รับรางวัล ผลการวิจัยโดยสังเขป พบว่า

### ๑. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน

ส่วนใหญ่ทราบว่ามีกรมอบรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน (๙๘%) และมีความรู้สึกอยากได้รับรางวัล (๘๗%) โดยส่วนมากดูจากคู่มือนักเรียนนายเรือ (๔๕%) ซึ่งส่วนใหญ่เห็นว่าการมอบรางวัลดังกล่าวเป็นแรงจูงใจ กระตุ้นให้นักเรียนขยัน ตั้งใจใฝ่ศึกษา ประพฤติและปฏิบัติดี (๖๙%) เมื่อได้รับรางวัลแล้วก็ยังอยากได้รับรางวัลอีกในปีต่อ ๆ ไป (๘๘%) และนักเรียนนายเรือทั้งหมดเห็นสมควรให้ยังคงมีการมอบรางวัลอีกต่อไป

### ๒. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้รางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน

ส่วนใหญ่ทราบเกณฑ์การให้รางวัล (๘๑%) และเห็นว่าเกณฑ์มีความเหมาะสมแล้ว (๗๑%) แต่เพื่อให้จำนวนผู้ได้รับรางวัลมีไม่มากเกินไป ส่วนมากก็เห็นว่าควรปรับเกณฑ์ให้สูงขึ้น สำหรับรางวัลสามสมอทองต้องไม่ถูกตัดคะแนนความประพฤติและมีคะแนนฝึกภาครวมกับคะแนนความเหมาะสม

แล้วอยู่ในลำดับที่ ๑ ใน ๔ ของชั้น (๔๘ %) และรางวัลสามสมอเงินต้องถูกตัดคะแนนความประพฤติไม่เกิน ๑๐ คะแนน และมีคะแนนฝึกภาครวมกับคะแนนความเหมาะสมแล้วอยู่ในลำดับที่ ๑ ใน ๔ ของชั้น (๔๘ %)

### **ที่มาและความสำคัญของปัญหา**

โรงเรียนนายเรือ โดยกรมนักเรียนนายเรือรักษาพระองค์ ได้กำหนดให้มีการมอบรางวัลเชิดชูเกียรติ สามสมอทองและสามสมอเงินแก่นักเรียนนายเรือที่เรียนดี ประพฤติและปฏิบัติดีในแต่ละปีการศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๔๓ เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนนายเรือได้มีความขยันตั้งใจใฝ่ศึกษา ประพฤติและปฏิบัติดี ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๔๖ ที่ผ่านมา มีผู้ได้รับรางวัลสามสมอทองและเงินเป็นประจำสูงสุดรวม ๗๗ นาย ประกอบด้วยรางวัลสามสมอทองจำนวน ๕๔ นาย และสามสมอเงิน จำนวน ๒๓ นาย ในการนี้ ผู้บัญชาการทหารเรือ ซึ่งเป็นประธานในการมอบรางวัลสามสมอทองและสามสมอเงินเห็นว่า ผู้ได้รับรางวัลมีจำนวนมากเกินไป (คิดเป็นร้อยละ ๑๖.๔๒ ของจำนวนนักเรียนนายเรือทั้งหมด) จึงมอบหมายให้โรงเรียนนายเรือพิจารณาปรับเกณฑ์การให้รางวัลให้เหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนผู้ได้รับรางวัลมีจำนวน ที่ไม่มากจนเกินไป

จากปัญหาดังกล่าวผู้บัญชาการโรงเรียนนายเรือ จึงมอบหมายให้กองสถิติและวิจัย โดยแผนกศึกษาและวิจัย ทำการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัลสามสมอทองและสามสมอเงิน และความเหมาะสมของเกณฑ์การได้รับรางวัล เพื่อให้ได้แนวทางในการพิจารณาปรับเกณฑ์การให้รางวัลให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

### **วัตถุประสงค์**

๑. เพื่อสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัล และความเหมาะสมของเกณฑ์การได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน
๒. เพื่อให้ได้แนวทางในการพิจารณาปรับเกณฑ์การให้รางวัล ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

### **วิธีดำเนินการวิจัย**

#### **๑. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากร คือ นักเรียนนายเรือในปีการศึกษา ๒๕๔๗ จำนวน ๕๘๒ นาย  
กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยนักเรียนนายเรือในปีการศึกษา ๒๕๔๗ ทั้งที่เคยได้รับรางวัล และไม่เคยได้รับรางวัล รวม ๑๔๕ นาย โดยแยกเป็น นักเรียนที่เคยได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงินระหว่างปีการศึกษา ๒๕๔๓ - ๒๕๔๖ จำนวน ๖๒ นาย และนักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๕ ที่ไม่เคยได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน จำนวน ๘๓ นาย

## ๒. เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

๒.๑ แบบสำรวจความคิดเห็นผู้ได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน ซึ่งถามเกี่ยวกับสถานภาพส่วนตัว ความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัล และความเหมาะสมของเกณฑ์การได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน โดยแบบสำรวจมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และข้อคำถามปลายเปิด (Open-ended Form)

๒.๒ เอกสารข้อมูลผลการศึกษา คะแนนความประพฤติ คะแนนผลศึกษา คะแนนฝึกภาค และความเหมาะสมของนักเรียนนายเรือที่ได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน ในปีการศึกษา ๒๕๔๓-๒๕๔๖

๒.๓ การสัมภาษณ์นักเรียนนายเรือที่เคยได้รับรางวัล ฯ เพื่อประกอบการยืนยันข้อมูล

## การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าความถี่ (Frequency) และ ค่าร้อยละ (Percentage) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (SPSS / PC<sup>+</sup>) รวมทั้งการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

## สรุปผลการวิจัย

ผลการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน สรุปผลได้ดังนี้

รายการสรุป		
๑. สถานภาพของผู้ตอบแบบสำรวจที่ได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน	สถานภาพ	ร้อยละ
๑.๑ ชั้นปีที่กำลังศึกษา	ส่วนมาก ชั้นปีที่ ๕	๔๓.๕๕
๑.๒ พรรค / เหล่า	ส่วนใหญ่ พรรคนาวิน	๗๕.๘๑
๑.๓ สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์	๕๖.๔๕
๑.๔ จำนวนครั้งที่ได้รับรางวัล ฯ	๑ ครั้ง	๖๔.๕๒
๑.๕ จำนวนนักเรียนนายเรือที่ได้รับรางวัล ฯ	ปีการศึกษา ๒๕๔๖ สูงสุด	๑๖.๔๒
๑.๖ ชั้นปีที่ได้รับรางวัล ฯ	ส่วนมาก ชั้นปีที่ ๔	๒๕.๕๓

รายการสรุป		
๒. ความคิดเห็นที่เกี่ยวกับการได้รับรางวัล สามสมอทอง-สามสมอเงิน	ผู้ได้รับรางวัล ฯ (ร้อยละ)	ผู้ไม่ได้รับรางวัล ฯ (ร้อยละ)
๒.๑ การรับรู้เกี่ยวกับการมอบรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน ๒.๒ แหล่งข้อมูลการรับรู้การมอบรางวัล ฯ ๒.๓ ความรู้สึกของ นนร.เมื่อมีการมอบรางวัล ฯ ๒.๔ การมอบรางวัล ฯ เป็นแรงจูงใจ กระตุ้นให้ขยัน ตั้งใจเรียน ประพฤติปฏิบัติดี ๒.๕ ความต้องการได้รับรางวัล ฯ เมื่อเคยได้รับรางวัลแล้ว  ๒.๖ การติดเข็มรางวัล ฯ ๒.๗ ชุดที่ นนร.มักติดเข็มรางวัล ฯ ๒.๘ การมอบรางวัลในปีต่อไป	ทราบ (๙๘.๓๙) คู่มือ นนร. (๔๕.๑๖) อยากได้รับรางวัล ฯ (๘๗.๑๐) ช่วยกระตุ้นให้ตั้งใจเรียน ประพฤติปฏิบัติดี (๖๙.๓๕) ต้องการ/อยากได้รับรางวัลอีก ในปีต่อ ๆ ไป (๘๘.๑๗)  ติดสม่ำเสมอ (๕๙.๖๘) ชุดปล้อย (๙๘.๓๙) ควรมีต่อไป (๑๐๐.๐๐) โดยยึดตามเกณฑ์เดิม (๕๘.๐๖)	ทราบ (๘๖.๗๕) คู่มือ นนร. (๔๖.๙๙) อยากได้รับรางวัล ฯ (๖๑.๔๕) ช่วยกระตุ้นให้ตั้งใจเรียน ประพฤติปฏิบัติดี (๖๓.๘๕) -  - - ควรมีต่อไป (๑๐๐.๐๐) โดยปรับเกณฑ์ให้สูงขึ้น (๖๗.๔๗)
๓. ความเหมาะสมของเกณฑ์การได้รับรางวัล สามสมอทอง-สามสมอเงิน	ผู้ได้รับรางวัล ฯ (ร้อยละ)	ผู้ไม่ได้รับรางวัล ฯ (ร้อยละ)
๓.๑ การรับรู้เกี่ยวกับเกณฑ์การให้รางวัล ฯ ๓.๒ ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้รางวัล ฯ ๓.๓ เกณฑ์ใหม่ที่ดีควรเป็นของรางวัลสามสมอทอง ๓.๔ เกณฑ์ใหม่ที่ดีควรเป็นของรางวัลสามสมอเงิน	ทราบเกณฑ์ (๘๐.๖๕) เหมาะสมแล้ว (๗๐.๙๗) * แบบ ก (๔๘.๓๙) * แบบ ค (๔๘.๓๙)	ทราบเกณฑ์ (๕๔.๒๒) เหมาะสมแล้ว (๖๒.๖๕) แบบ ก (๖๑.๔๕) แบบ ค (๕๗.๘๓)
* แบบ ก : ระดับคะแนนเฉลี่ยประจำปี $\geq 3.50$ , ทุกรายวิชา มีระดับคะแนน $\geq C$ , คะแนนความเหมาะสมและฝึกภาค รวมแล้วอยู่ในลำดับที่ ๑ ใน ๔ ของชั้น, ไม่ถูกตัดคะแนนความประพฤติ, คะแนนพลศึกษา $\geq$ ร้อยละ ๘๐ * แบบ ค : ระดับคะแนนเฉลี่ยประจำปี $\geq 3.25$ , คะแนนความเหมาะสมและฝึกภาค รวมแล้วอยู่ในลำดับที่ ๑ ใน ๔ ของชั้น, ถูกตัดคะแนนความประพฤติไม่เกิน ๑๐ คะแนน, คะแนนพลศึกษา $\geq$ ร้อยละ ๘๐		



### รายการสรุป

#### ๔. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- ๔.๑ ควรลดจำนวนผู้ที่ได้รับรางวัลในแต่ละปีการศึกษา ไม่ให้มีมากเกินไป โดยควรพิจารณาเฉพาะเป็นรายบุคคลมิใช่คำนึงถึงเพียงเกณฑ์เท่านั้น/ต้องมีการคัดเลือกเฉพาะบุคคลที่ดีจริง ๆ ในแต่ละชั้นปี (n = ๗)
- ๔.๒ การปฏิบัติ / เกณฑ์ที่ผ่านมาเหมาะสมแล้ว (n = ๔)
- ๔.๓ ต้องการให้ใช้หลักเกณฑ์เดิม (n = ๔) แต่ผู้ที่ได้รับรางวัลสามสมอต้องเป็นผู้ที่ไม่ถูกตัดคะแนนความประพฤติ และต้องการให้มีการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้ดีขึ้น
- ๔.๔ ไม่ควรตั้งเกณฑ์ที่สูงเกินไป เพราะจะทำให้นักเรียนนายเรือหมดกำลังใจ (n = ๓)
- ๔.๕ ควรเพิ่มรางวัลเล็กๆ น้อยๆ อย่างอื่นโดยมอบให้พร้อมกับเข็มสามสมอ เช่น ทูการศึกษา ใบประกาศนียบัตร เป็นต้น (n = ๓)
- ๔.๖ ควรปรับเกณฑ์การได้รับรางวัลให้สูงขึ้นเพื่อลดจำนวนผู้ได้รับรางวัลลง (n = ๓) เช่น จากเดิม ผู้ที่ได้รับรางวัลต้องเป็นผู้ที่ถูกตัดคะแนนความประพฤติไม่เกิน ๒๐ คะแนน ปรับเป็นต้องไม่เคยถูกตัดคะแนนความประพฤติ นอกจากนี้ อาจต้องเพิ่มความเข้มงวดในการให้เกรดมากขึ้น

#### อภิปรายผลการวิจัย

##### จากผลการวิจัยดังกล่าว อภิปรายผลได้ดังนี้

๑. ผู้ได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน ในปีการศึกษา ๒๕๔๖ มีจำนวนสูงสุดกว่าทุกปีที่ผ่านมา (คิดเป็นร้อยละ ๑๖.๔๒ ของจำนวนนักเรียนนายเรือชั้น ๑ - ๔ ปีการศึกษา ๒๕๔๖) สอดคล้อง/อันเนื่องมาจากผลการศึกษา/ระดับคะแนนเฉลี่ยในภาคทฤษฎีที่สูงขึ้นกว่าทุกปี (ปี ๒๕๔๖ มีนักเรียนนายเรือที่ได้ระดับคะแนนเฉลี่ย ๓.๒๕ ขึ้นไปร้อยละ ๒๘.๘๒ ปี ๒๕๔๕ มีร้อยละ ๒๐.๒๕ และปี ๒๕๔๔ มีร้อยละ ๒๑.๔๓) จึงส่งผลให้มีผู้ได้รับรางวัลสามสมอมากกว่าทุกปี

๒. นักเรียนนายเรือผู้ตอบแบบสำรวจทั้งที่เคยได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงิน และผู้ที่ไม่เคยได้รับรางวัล ส่วนใหญ่เห็นว่า การให้รางวัลดังกล่าวเป็นแรงจูงใจ กระตุ้นให้เกิดความขยันหมั่นเพียร ตั้งใจเรียน ประพฤติและปฏิบัติดี ซึ่งนักเรียนนายเรือกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความเห็นว่า ควรมีการมอบรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงินอีกต่อไป สำหรับคนที่เคยได้รับรางวัลมาแล้วก็ຍอยากที่จะได้รับต่อไป เพราะรู้สึกเป็นเกียรติและภาคภูมิใจในสิ่งที่ได้รับ ดังนั้น โรงเรียนนายเรือจึงยังควรให้มีการมอบรางวัลเชิดชูเกียรติสามสมอทองและสามสมอเงินอีกต่อไป โดยควรพิจารณาปรับเกณฑ์ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

๓. ความเหมาะสมของเกณฑ์การได้รับรางวัลสามสมอทอง-สามสมอเงินนั้น แม้ส่วนใหญ่จะเห็นว่าเกณฑ์เดิมมีความเหมาะสมแล้วก็ตาม แต่เพื่อให้นักเรียนที่ได้รับมีจำนวนไม่มากจนเกินไป นักเรียนนายเรือกลุ่มตัวอย่าง ส่วนมากก็เห็นว่าควรปรับคะแนนความเหมาะสมและฝึกภาคให้รวมแล้วอยู่ในลำดับที่ ๑ ใน ๔ ของชั้นทั้งรางวัลสามสมอทองและเงิน และผู้ที่ได้รับรางวัลสามสมอทองต้องไม่ถูกตัดคะแนนความประพฤติ สำหรับรางวัลสามสมอเงิน อาจถูกตัดคะแนนความประพฤติได้ไม่เกิน ๑๐ คะแนน ตามที่กรมนักเรียนนายเรือรักษาพระองค์ ได้เสนอโรงเรียนนายเรือปรับเกณฑ์

๔. อย่างไรก็ตาม หากต้องการให้รางวัลเชิดชูเกียรติสามสมอทองและสามสมอเงินมีความศักดิ์สิทธิ์ และผู้ได้รับรางวัลเกิดความภาคภูมิใจอย่างแท้จริง การปรับเกณฑ์ดังกล่าวอาจยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ เพราะจากการสำรวจข้อมูลเพิ่มเติม หากมีการปรับคะแนนความเหมาะสมและฝึกภาครวมแล้วอยู่ในลำดับที่ ๑ ใน ๔ ของชั้น และปรับคะแนนความประพฤติดังกล่าวแล้ว จะส่งผลให้ยอดผู้ที่จะได้รับรางวัลเชิดชูเกียรติในปีการศึกษา ๒๕๔๖ ลดลงไป ๑๕ คน จากยอดรวม ๗๗ คน เหลือ ๖๒ คน ซึ่งก็ยังคงมีจำนวนมากเกินไป จึงควรมีแนวทางการพิจารณาเพิ่มเติมอื่น ๆ อีก เช่น การกำหนดยอดจำนวนผู้จะได้รับว่าให้ไม่เกินชั้นปีละ ๑๐ คน (หรือร้อยละ ๑๐) เนื่องจากในปีการศึกษา ๒๕๔๖ ที่ผ่านมามีนักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๔ ได้รับรางวัลมากกว่าทุกชั้นปีเป็นจำนวนสูงสุดถึง ๓๖ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๕.๕๓ ของจำนวนนักเรียนนายเรือชั้นปีที่ ๔ (๑๔๑ คน) ดังนั้นจึงควรใช้เกณฑ์ดังกล่าวในข้อ ๓ เป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณาคัดเลือกก่อนแล้วจึงนำมาพิจารณาให้ลึกลงไปอีกชั้นหนึ่ง เพื่อให้ได้เฉพาะคนที่ดีจริง ๆ มิใช่เพียงแต่ผ่านตามเกณฑ์เท่านั้น

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัลเชิดชูเกียรติสามสมอทอง - สามสมอเงิน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

๑. โรงเรียนนายเรือ ควรให้มีการมอบรางวัลเชิดชูเกียรติสามสมอทองและสามสมอเงินอีกต่อไปเพื่อเป็นแรงจูงใจ กระตุ้นให้นักเรียนนายเรือได้มีความขยัน ตั้งใจใฝ่ศึกษา ประพฤติและปฏิบัติดีอย่างต่อเนื่องตลอดปีการศึกษา

๒. แนวทางในการพิจารณาให้รางวัลเชิดชูเกียรติ ควรประกอบด้วย ๒ ขั้นตอน ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ คือ

๒.๑ ชั้นแรกใช้เกณฑ์การให้รางวัลเชิดชูเกียรติเดิม โดยปรับเฉพาะในส่วนของคะแนนความประพฤติ คะแนนฝึกภาค และคะแนนความเหมาะสม ตามที่กรมนักเรียนนายเรือเสนอเป็นเกณฑ์พิจารณาในเบื้องต้น ซึ่งหากมียอดผู้มีสิทธิได้ทั้งสามสมอทองและสามสมอเงิน รวมกันชั้นปีละไม่เกิน ๑๐ คน (หรือร้อยละ ๑๐) ก็ถือเป็นอันยุติ

๒.๒ หากผู้มีสิทธิได้รับรางวัลมีจำนวนมากเกินชั้นปีละ ๑๐ คน (หรือร้อยละ ๑๐) ก็จะต้องดำเนินการต่อในขั้นที่ ๒ คือ ให้กรมนักเรียนนายเรือรักษาพระองค์ พิจารณาคัดเลือกผู้มีสิทธิตามเกณฑ์อีกครั้งเป็นรายบุคคล เฉพาะคนที่ดีจริง ๆ ให้เหลือเพียงชั้นปีละ ๑๐ คน (หรือร้อยละ ๑๐) เนื่องจากเป็นผู้ที่ควบคุมดูแลใกล้ชิดนักเรียนนายเรืออยู่แล้ว ย่อมมีข้อมูลเบื้องต้นที่ตัดสินได้มากกว่าฝ่ายอื่น

๓. กรมนักเรียนนายเรือรักษาพระองค์ ควรชี้แจง/ปฐมนิเทศนักเรียนนายเรือทุกต้นปีการศึกษา ให้ทราบถึงการให้รางวัลเชิดชูเกียรติ ทั้งวัตถุประสงค์ หลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติของนักเรียนนายเรืออย่างชัดเจนและทั่วถึง อีกทั้งควบคุมและกำกับดูแลการวัดและประเมินผลนักเรียนนายเรือในส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งด้านความประพฤติ ความเหมาะสมและผลศึกษาให้เป็นไปโดยรอบคอบ ถูกต้องตรงตามความเป็นจริง

---

---

### รายการอ้างอิง

โรงเรียนนายเรือ. การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการได้รับรางวัลเชิดชูเกียรติสามสมอทอง-สามสมอเงิน

แผนกศึกษาและวิจัย กองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ , ๒๕๔๗.

