

# วิกฤตติการผลิตภัณฑ์และการวิจัย: มหาวิทยาลัยคือความหวัง

กรณีศึกษา: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุพจน์ หารหนองบัว

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ทางแก้: มุ่งการศึกษารูปแบบ 4.0

นิสิตและอาจารย์วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ ร่วมมือกัน เดินสู่การศึกษาแบบ 4.0  
(Towards Education 4.0)



## ◆ การศึกษา

- ◆ เมื่อวิทยาศาสตร์จุฬาฯ 100 ปี ในปี 2560
- ◆ วิกฤตการศึกษาไทย
- ◆ STEM คืออะไร? ช่วยแก้วิกฤตการศึกษาได้จริงหรือ?

## ◆ วิจัย

- ◆ วิจัยร่วมรัฐ-เอกชนรายใหญ่...ยุคทองของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
- ◆ วิจัยร่วมรัฐ-เอกชนรายย่อย (SME): CU Food Innovation Park
- ◆ Spn-Off: ที่สุดของการวิจัย
- ◆ รู้เขา-รู้เรา: กรณีตัวอย่างจากเยอรมันนี่
- ◆ แนวโน้มและการคาดการณ์วิกฤติของโลก
- ◆ แก่นของวิทยาศาสตร์



แผนยุทธศาสตร์ 14+1(1+6+6)  
คณะวิทยาศาสตร์ เมื่อจุพฯ 100 ปี ในปี 2560

# ภาพในจินตนาการ (scenario) คณะวิทยาศาสตร์ เมื่อจุฬาฯ 100 ปี ใน 2560



มีนิสิตต่างชาติมากพอ ที่ทำให้  
นิสิตไทยกล้า/สามารถสื่อสาร  
ภาษาอังกฤษได้

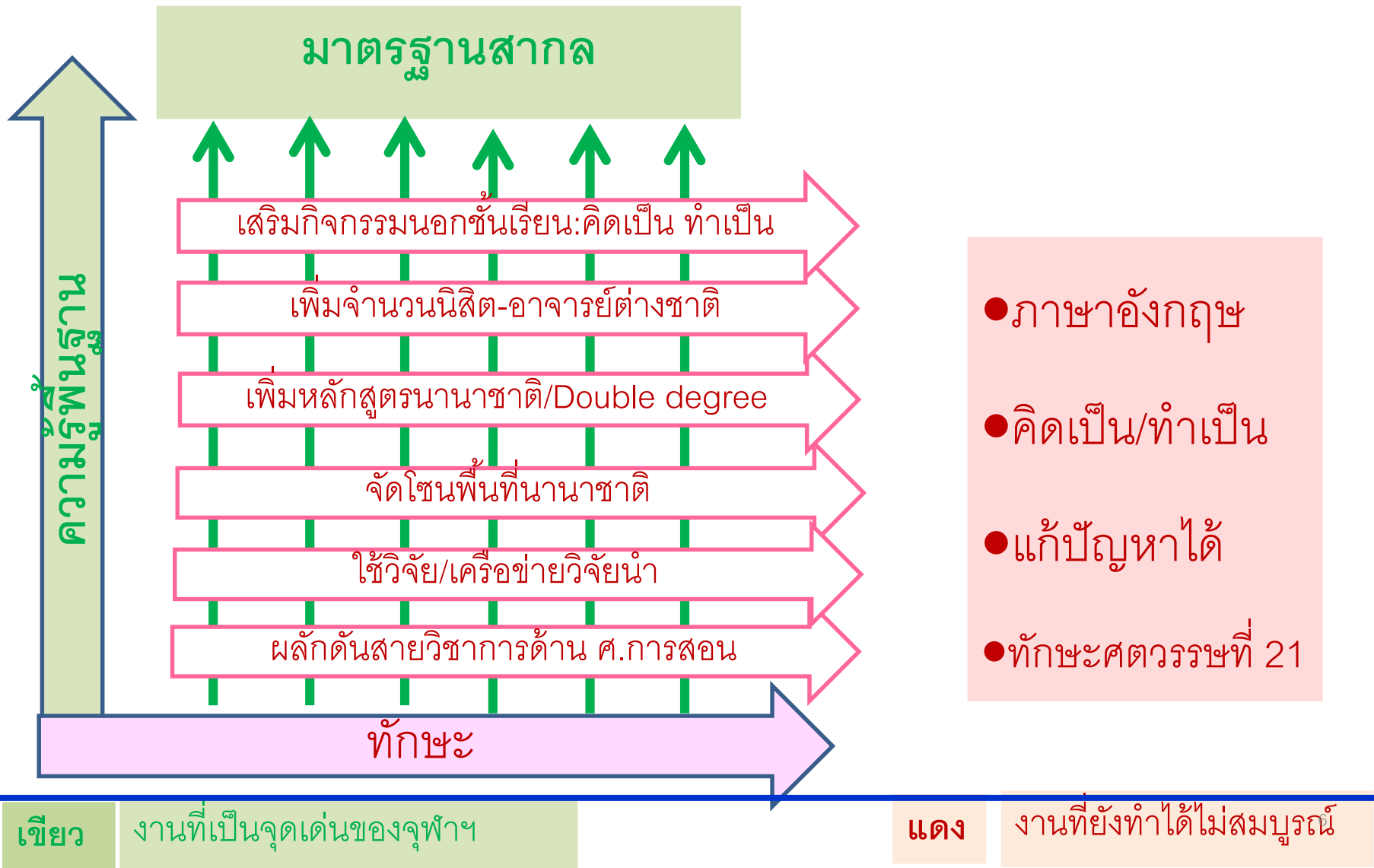
ทำงาน/วิจัย คู่กับภาคเอกชน/  
อุตสาหกรรม/สมาคมวิชาชีพ



แผนยุทธศาสตร์ 14+1(1+6+6) คณะวิทยาศาสตร์ (2555-2558) เมื่อจุฬาฯ 100 ปี ... ใน 2560

# การผลิตบัณฑิต

เป็นศูนย์กลางในภูมิภาค บัณฑิตทำงานเป็น ได้มาตรฐานสากล



# วิจัยได้มาตรฐานสากลที่ตอบโจทย์ชุมชน

## High Impact Factor (HIF) vs High Social Impact (HSI)

### ผลผลิต

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับ  
ในระดับสากลของแต่ละศาสตร์

ศ./นักวิจัยมืออาชีพ



ศ. และนักวิจัยประสบการณ์สูง

นักอุตสาหกรรม

อจ.ใหม่/กลาง  
อ.เริ่มวิจัย

RU/  
CE

เครือข่าย

วิจัยตอบโจทย์สังคม: HSI

นำเครือข่ายขายตรงกับกระทรวง/  
จังหวัด/อุตสาหกรรม มุ่ง

- ทุนขนาดใหญ่
- เครื่องมือ/โครงสร้างพื้นฐาน/อาคาร

### ผลผลิต

ใช้ประโยชน์/แก้ปัญหา  
ชุมชน/สังคม:

- เพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ
- ชีงนโยบาย

กำลังคน

- ศ.วิจัยพื้นฐาน
- ศ.มนุษย์-สังคม/ศ.วิจัยประยุกต์

เขียว

งานที่เป็นจุดเด่นของจุฬาฯ

แดง

งานที่ยังทำได้ไม่สมบูรณ์

# วิกฤติการศึกษาไทย

# การเรียนรู้การสอน (วิทย์/คณิต) อยู่ในวิกิพีเดียจริงหรือ?

Google

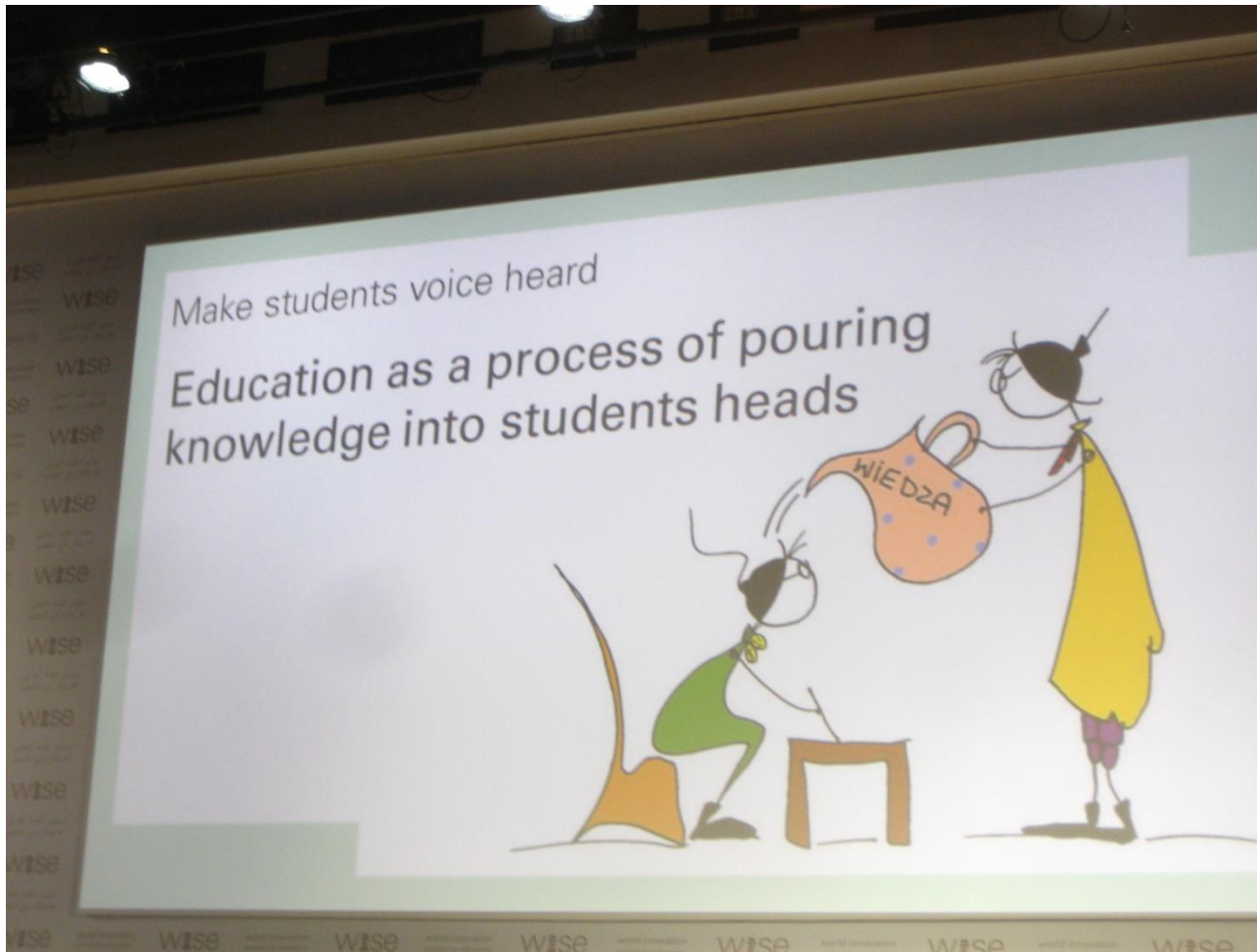
การศึกษาไทยอยู่ในอันดับใดในอาเซียน

พบ 604,000 รายการ

- 1) [ตะลึง! World Economic Forum \(WEF\) จัดอันดับการศึกษาอาเซียน ไทยรั้งบ๊วย](#)
- 2) [คุณภาพการศึกษาไทย รั้งอันดับ 8 ในอาเซียน - uAsean.com](#)
- 3) [อันดับด้านการศึกษาไทยในเวทีโลกและอาเซียน ปี 2556 - สำนักงานส่งเสริม ...](#)
- 4) [เหตุใดเราจึงไม่ควรใส่ใจการจัดอันดับด้านการศึกษาของ World Economic ...](#)
- 5) [ตะลึง! World Economic Forum \(WEF\) จัดอันดับการศึกษาอาเซียน ไทยรั้งบ๊วย ...](#)
- 6) [รูตอีก! WEFจัดอันดับการศึกษา 2014-2015 "ไทย"คุณภาพต่ำ ตามกัน "ลาว ...](#)
- 7) [การจัดอันดับการศึกษาไทยในเวทีโลก - ศูนย์ปฏิบัติการกระทรวงศึกษาธิการ ...](#)
- 8) [อึ้ง!การศึกษาไทยรั้งท้ายอาเซียน - คมชัดลึก](#)
- 9) [สรุปว่าข่าว "การศึกษาไทยรั้งท้ายอาเซียน" เป็นความเข้าใจผิดสินะ? - Pantip](#)
- 10) [ศธ.ช็อก! WEF จัดอันดับการศึกษา "ไทย" คุณภาพต่ำ ตามกัน "เขมร-เวียดนาม ...](#)

# ข้อเท็จจริง: สาเหตุของวิกฤติ

## 1. รูปแบบ: การสอนแบบถ่ายโอนความรู้จากหัวสู่หัว



**WISE:** World Innovation Summit for Education; Doha, Qatar, November 13-15, 2012

## ข้อเท็จจริง: สาเหตุของวิกฤติ (2)

1. รูปแบบ: การสอนแบบถ่ายโอนความรู้จากหัวสู่อวัยวะ
  2. เนื้อหา: การสอนแบบอัดแน่น
  3. ระบบการวัดผล: การสอบและการคัดเลือกวัดที่ความจำ
  4. การเรียนในชั้นเรียนแยกจากชีวิตจริงโดยสิ้นเชิง
- + local vs Global knowledge



◇ คิดนอกกรอบ  
◇ คิดสร้างสรรค์  
◇ สร้างนวัตกรรม

# ทางแก้: มุ่งการศึกษารูปแบบ 4.0

"นิสิตและอาจารย์ ร่วมใจกันเปลี่ยนผ่านรูปแบบการเรียนรู้ ... สู่ฐานปรัมาติดกันเถอะ"

พระราชกรณียกิจของในหลวง เก่งกับการปฏิรูปการศึกษา vs ปรัมาติดการเรียนรู้ (Learning Pyramid)

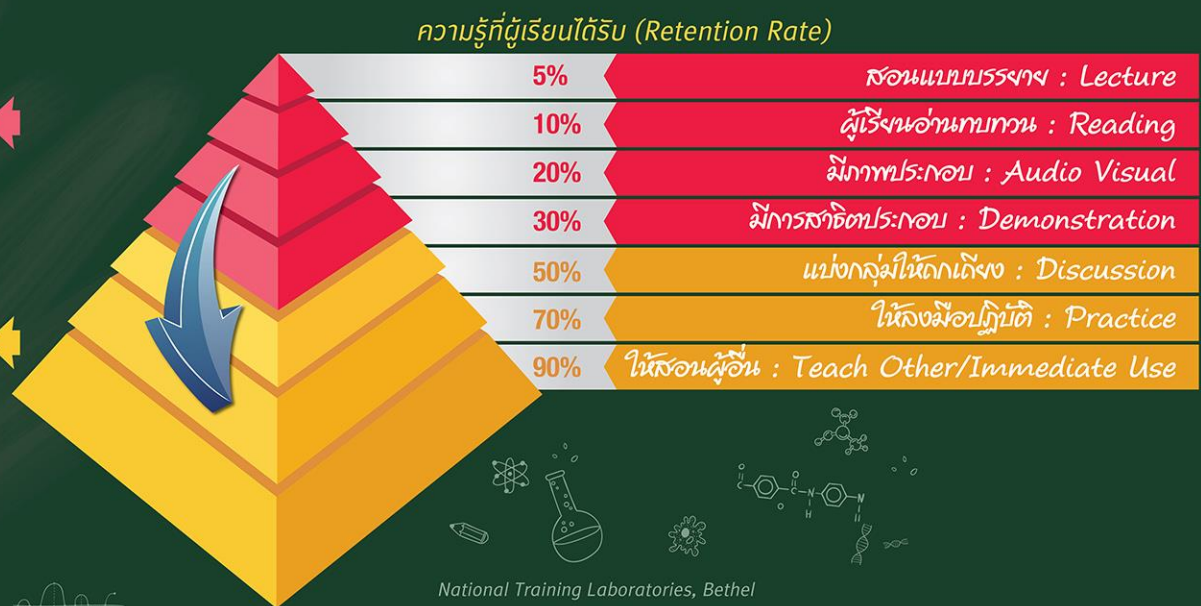
"ให้ครูสอนให้เด็กมีน้ำใจต่อเพื่อน ไม่ให้แข่งกันแต่ให้แข่งกับตัวเอง ให้เด็กที่เรียนเก่งสอนเพื่อนที่เรียนช้ากว่า"

• นอกกรอบ  
• สร้างสรรค์  
• นวัตกรรม




Outside-in Learning  
ผู้เรียนทำหน้าที่  
**เสพ** ความรู้

Inside-out Learning,  
ผู้เรียนทำหน้าที่  
**สร้าง** ความรู้



จัดทำโดย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (กรกฎาคม 2558)

National Training Laboratories, Bethel  
Dale, Edgar, Audio-Visual Methods in Teaching, 3rd Edition, Holt Rinehart, Winston, 1969

# ทางแก้: มุ่งการศึกษารูปแบบ 4.0

## พบผู้ประกอบการ

...ให้เอกชนเข้ามาตั้งสำนักงานและ  
ห้องปฏิบัติการวิจัยร่วมในคณะฯ (+เพิ่ม  
รายวิชาด้านบริหาร จัดการ) ...และสร้าง  
โรงงานต้นแบบด้านอาหารและพลังงาน

ผลิตบัณฑิต  
เพิ่มทักษะการคิด-การปฏิบัติ  
และเข้าใจธุรกิจนวัตกรรม

เปิดเส้นทางอาชีพใหม่สำหรับบัณฑิตวิทยาศาสตร์  
จากนักวิจัยสู่นักนวัตกรรม (Innovator) และเจ้าของธุรกิจ (Entrepreneur)

เป็นหนทางที่จะสร้างวิทยาศาสตร์เป็น  
**คณะฯ เกรด A**  
ในการสอบเข้ามหาวิทยาลัย

ท่านตกยุค  
หรือเปล่า?



บัณฑิตจุฬาฯ ต้อง  
คิดสร้างสรรค์ คิดนอกกรอบ  
มุ่งสร้างนวัตกรรม

ท่านยังสอนแบบนี้หรือไม่?

- ◇ รูปแบบ: ถ่ายโอนข้อมูลจากหัวผู้สอน สู่หัวผู้เรียน
- ◇ เนื้อหา: อัดแน่น (ยัดเยียด) อยากให้รู้ทุกอย่าง
- ◇ การสอบ/การวัดผล: วัดความจำ วัดการหาคำตอบ  
**ไม่ได้วัดความรู้**

สอนหนูแบบนี้  
สร้างสรรค์ นอกกรอบ  
จะเกิดขึ้นได้ยังไงเนี่ย?



♠ ยิ่งสอนน้อย นิสิตยิ่งรู้มาก

♠ การเรียนรู้แนวใหม่:

- ◇ ให้เจฟัวะ **หลักการ (Concept)**
- ◇ รายละเอียด เรียนผ่านสื่อ **IT**
- ◇ ใช้เวลาที่เหลือ **ถก (Debate !!)**



หาคำตอบและแลกเปลี่ยนความเห็นกับ

**ศ. นพ. วิจารณ์ พานิช**

ในหัวข้อ **“อวสานของผู้สอน (แบบถ่ายทอดความรู้)”**

ห้อง 309 อาคารมหามกุฏ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ  
พุธที่ 26 กุมภาพันธ์ 2557 เวลา 13.00-16.00 น.

**\*\*ดาวโหลด PPT และ วีดีโอการบรรยายที่เว็บไซต์  
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ**

STEM คืออะไร? ช่วยแก้วิกฤติการศึกษาได้จริงหรือ?

# STEM คืออะไร?

◇ **บูรณาการ S-T-E-M เพื่อแก้ปัญหา/ให้เกิดประโยชน์**

.....บูรณาการวิทยาศาสตร์และทักษะด้านวิศวกรรมศาสตร์(+เทคโนโลยี)  
เข้ากับชีวิตประจำวัน (ใกล้ตัว) เพื่อให้ใช้ประโยชน์.....

◇ **ดังนั้น: ตัวอย่าง STEM**

- ใครงานวิทยาศาสตร์
- งานซ่อม: ซ่อมรถ ซ่อมบ้าน ซ่อมท่อ
- สินค้า OTOP
- .....
- สิ่งประดิษฐ์
- การทำการเกษตร

# STEM คืออะไร?

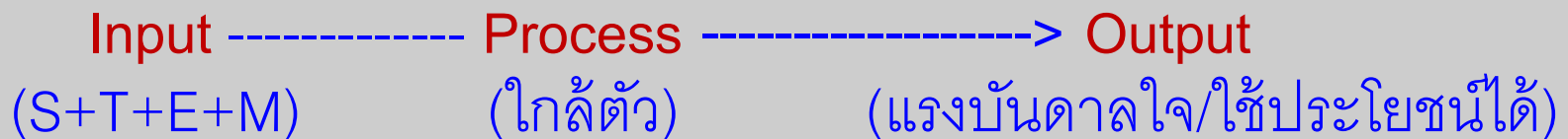
## คำสำคัญ 3 คำ

◇บูรณาการ

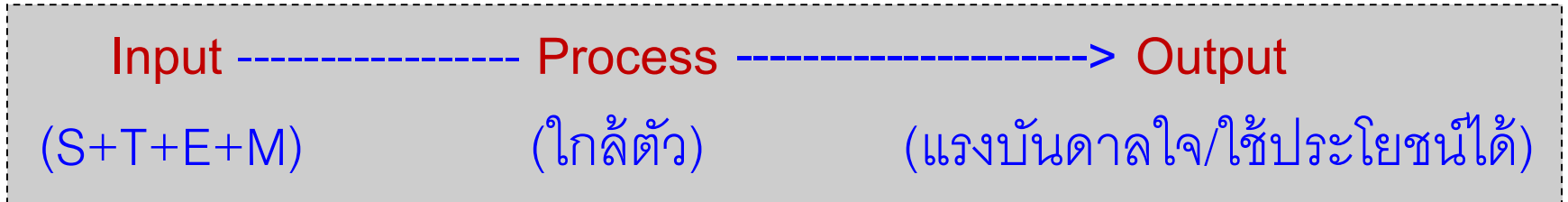
◇ใกล้ตัว

◇แรงบันดาลใจ และ/หรือ ใช้ประโยชน์ได้

## นั่นคือ



# STEM คืออะไร?



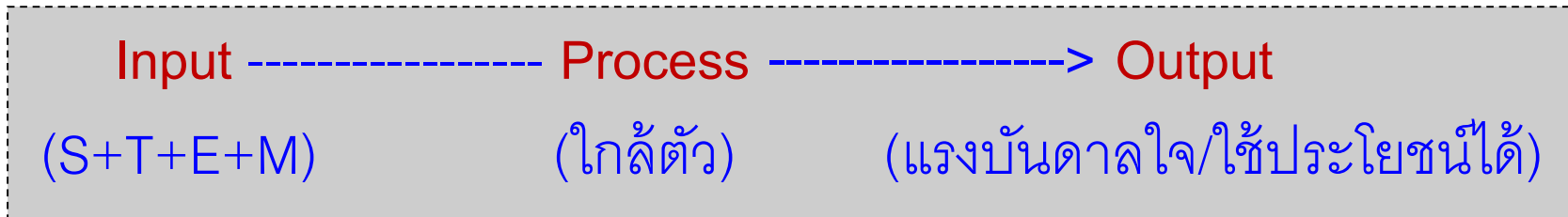
บูรณาการ  
(S+T+E+M)



นั่นคือ: Output ด้านการศึกษา ของ STEM คือ

- ระดับล่าง: มุ่งสร้างการจุดประกายและแรงบันดาลใจ
- ระดับสูง: มุ่งสร้างนวัตกรรม การใช้ประโยชน์

# STEM กับการศึกษา การประกอบอาชีพและการวิจัย



## การศึกษา: Edutainment



## การประกอบอาชีพ



## การวิจัย



# ทักษะ สร้างอย่างไร? ต่างจากที่เรียน/สอนอยู่เดิมอย่างไร?

ทางออก!!

....แบ่งเวลาในชั้นเรียนเป็น 2 ช่วง....STEM จะเกิดในช่วงที่ 2 .....

## ช่วงที่ 1) สร้างความรู้พื้นฐาน

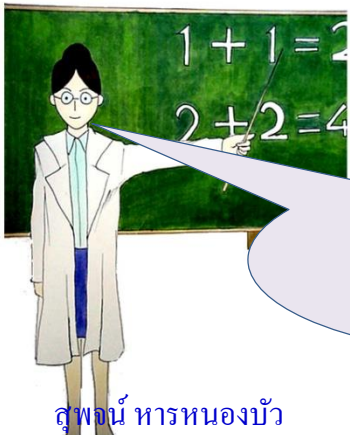
...เรียนเหมือนปรกติ โดยผู้สอนให้เฉพาะ **Concept\***

\*หลักการหรือเนื้อหาที่เพียงพอที่ผู้เรียนสามารถนำไปศึกษา/ค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเองได้

## ช่วงที่ 2) สร้างทักษะ: สร้างแรงบันดาลใจ ใช้จินตนาการ สู่งานนวัตกรรม

- ◆ หาตัวอย่างที่บูรณาการหลายวิชา --->มีเวลาให้ผู้เรียน **ถก (Debate)\*\***
- ◆ ฝึกปฏิบัติจริง (การทดลอง/การทำโครงงานฯ)
- ◆ ข้อสอบ/การวัดผล/การสอนคัดเลือกต้องบูรณาการหลายวิชา

\*\*การถกระหว่างผู้เรียนด้วยกันและถกกับอาจารย์ จะทำให้เกิด **ปัญญา** เกิดความคิดสร้างสรรค์ **คิดนอกกรอบ** (แต่ การนอกกรอบ หากความรู้พื้นฐานในช่วงที่ 1 ไม่แน่น จะกลายเป็นคิด **เพ้อฝัน**)



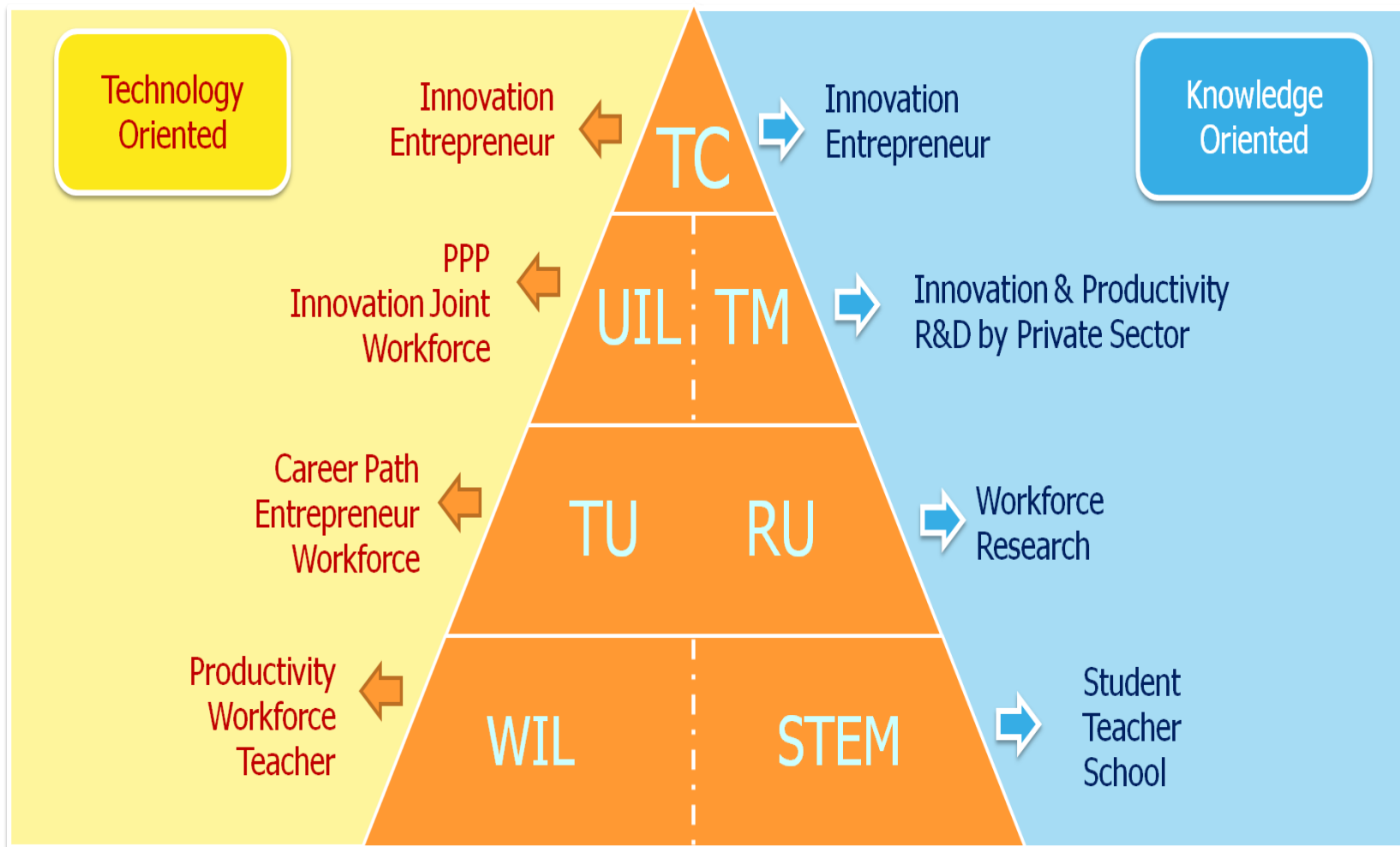
สุพจน์ หารหนองบัว

ไม่รู้จะทำทำไม  
ไม่ได้ทั้ง **กล่อง** ทั้งเงิน



ไม่รู้จะทำทำไม ไม่ได้  
ช่วยให้ได้ที่เรียนต่อที่ดี

# แนวทางการพัฒนากำลังคน...โดย สวทช.



TC: Technology Commercialization

UIL: University Industrial Linkage

TU: Technology University

WIL: Work-integrated Learning

TM: Talent Mobility

RU: Research University

STEM: Science, Tech., Engineering and Math.

วิจัยในศตวรรษหน้า

# ร่วมมือกับเอกชนรายใหญ่: ยุคทองของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

...นิสิต (และอาจารย์) ได้พบและทำงานร่วมกับภาคอุตสาหกรรม ผ่านการปฏิบัติงานจริงในโรงงานต้นแบบ....



## 1) วิทย-จุฬาฯ@สามย่าน: วิจัยเชิงลึกกับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

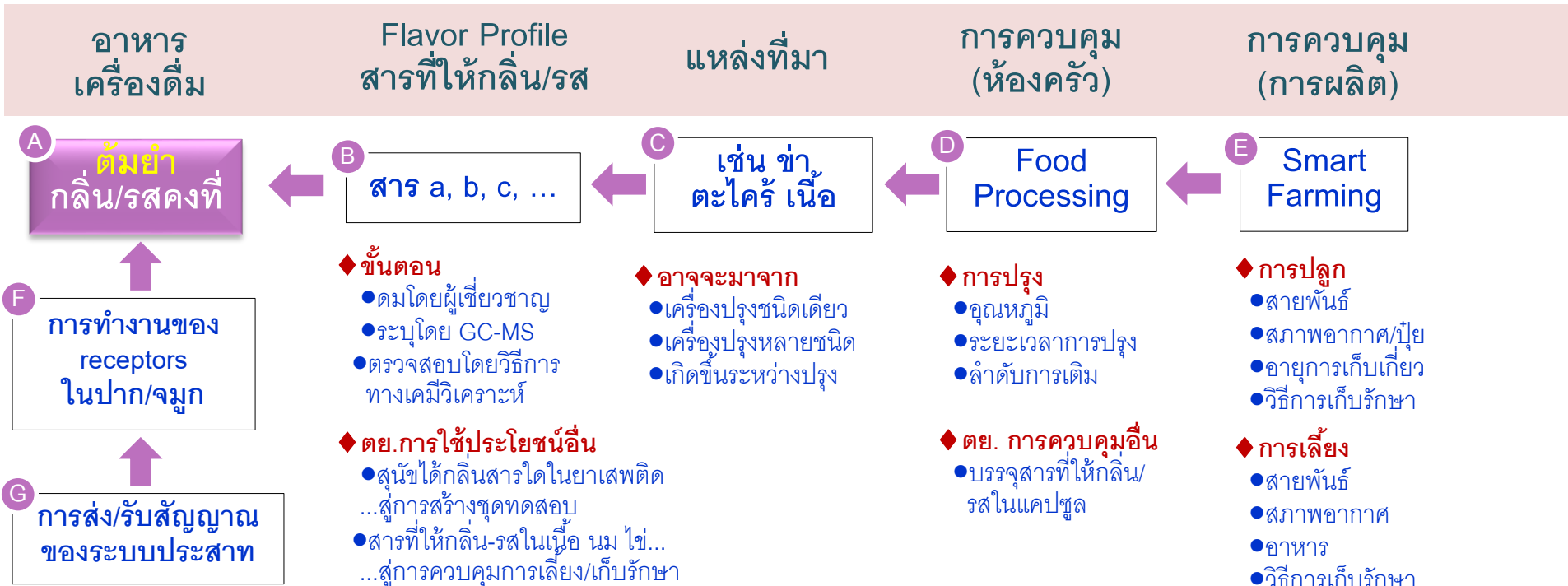
- ◆ **Betagro-Connect@CU:** บนพื้นที่ 300 ตรม. ชั้น 11 อาคารมหาชิรคุณทิศ
- ◆ **CP@CU:** บนพื้นที่ 200 ตรม. ชั้น 12 อาคารมหาชิรคุณทิศ
- ◆ **TrueLab@CU:** บนพื้นที่ 500 ตรม. ชั้น 1 อาคารแถบ (ใต้ห้องสมุด)
- ◆ **ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหาร:** ชั้น 16 อาคารหมากกู่ (TSO 17025)
- ◆ **ศูนย์ประสานงานวิจัยร่วมกับอุตสาหกรรมญี่ปุ่นในประเทศไทย**  
ชั้น 11 อาคารมหาชิรคุณทิศ (โดย Nagaoka University of Technology)

# CU-TUM Molecular Sensory Science

ศูนย์วิทยาศาสตร์ประสาทสัมผัสเชิงโมเลกุล

.....คัดกรองและสร้าง Flavor Profile ของสารที่ทำให้เกิดกลิ่น-รสในอาหารไทย(เช่นต้มยำ)และเครื่องดื่ม (เช่นไวน์ ชา กาแฟ นม น้ำผลไม้)....ติดตามหาแหล่งที่มา.... กำหนดวิธีการควบคุม(ในห้องครัว/ในฟาร์ม)...เพื่อผลิตอาหาร/เครื่องดื่มให้แตกต่างและมีสารอาหาร มีกลิ่น/รสคงที่ (Product Differentiation & Product Consistency)...

CU: Chulalongkorn Univ.  
TUM: Technical Univ. of Munich



อะไรต่อไป ....

...กำหนด **อัตลักษณ์ Flavor Profile** (เช่น สารใดบ้างที่ทำให้เกิดกลิ่น-รสใน ต้มยำกุ้ง) ของอาหารไทย เพื่อ **รับรอง** ร้านอาหารไทย(ทั้งในและต่างประเทศ) โดยกำหนดให้ต้องใช้เครื่องปรุง (เช่น ขิง ข่า ตะไคร้) จากประเทศไทยเท่านั้น...

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

A ภาคอุตสาหกรรม B/C เคมี D อาหาร/เคมี  
E ชีวะ/พฤกษ/จุลชีวะ/วท.ทะเล F ชีวเคมี G แพทย์

สุพจน์ หารหนองบัว

วิกฤติการผลิตบัณฑิตและการวิจัย: มหาวิทยาลัยคือความหวัง

# THE HUMAN

# MICROBIOME

Bacteria, fungi, and viruses outnumber human cells in the body by a factor of 10 to one. The microbes synthesize key nutrients, fend off pathogens and impact everything from weight gain to perhaps even brain development. The Human Microbiome Project is doing a census of the microbes and sequencing the genomes of many. The total body count is not in but it's believed over 1,000 different species live in and on the body.

**25 SPECIES**

in the **stomach** include:

- *Helicobacter pylori*
- *Streptococcus thermophilus*

**500-1,000 SPECIES**

in the **intestines** include:

- *Lactobacillus casei*
- *Lactobacillus reuteri*
- *Lactobacillus gasseri*
- *Escherichia coli*
- *Bacteroides fragilis*
- *Bacteroides thetaiotaomicron*
- *Lactobacillus rhamnosus*
- *Clostridium difficile*

**600+ SPECIES**

in the **mouth, pharynx and respiratory system** include:

- *Streptococcus viridans*
- *Neisseria sicca*
- *Candida albicans*
- *Streptococcus salivarius*

**1,000 SPECIES**

in the **skin** include:

- *Pityrosporum ovale*
- *Staphylococcus epidermidis*
- *Corynebacterium jeikeium*
- *Trichosporon*
- *Staphylococcus haemolyticus*

**60 SPECIES**

in the **urogenital tract** include:

- *Ureaplasma parvum*
- *Corynebacterium aurimucosum*

SOURCES: NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, SCIENTIFIC AMERICAN; HUMAN MICROBIOME PROJECT

Dean Tweed • POSTMEDIA NEWS / IMAGE: Fotolia

## OMICS Center

## II) วิจัย

จากวิจัยพื้นฐานมาตรฐานสากล เพิ่มวิจัยสู่ชุมชน/อุตสาหกรรม ไม่แยกจากการสอน

.....นิสิต (และอาจารย์) ได้พบและทำงานร่วมกับภาคอุตสาหกรรม ผ่านการปฏิบัติงานจริงในโรงงาน  
ต้นแบบ.....

2) วิจัย-จุฬาฯ@สระบุรี: ทำงานกับ SME และชุมชน สนับสนุนโดยธนาคารกรุงเทพ

### ◆ อุทยานนวัตกรรมอาหารรักษ์โลก (CU Green Food Innovation Park)

- โรงปฏิบัติการแปรรูปอาหาร
- หน่วยออกแบบและผลิตบรรจุภัณฑ์
- หน่วยพอลิเมอร์เชิงชีวภาพ
- หน่วยพลังงานชีวภาพชีวมวล

### ◆ บริการ

- พัฒนาผลิตภัณฑ์
- วิเคราะห์ทดสอบสารตกค้าง, จูรินทรีย์, GMO
- ทดลองผลิตสินค้า
- พัฒนามาตรฐาน (เช่น GMP, HACCP)
- ออกแบบ/พัฒนาบรรจุภัณฑ์
- ฝึกอบรม



รง. ต้นแบบอาหาร



รง. ต้นแบบพลังงานจากชีวมวล

## ศูนย์นวัตกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์สุขภาพและเกษตรครบวงจร

- หน่วยบรรจุกระป๋อง
- หน่วยบรรจุกล่อง/ขวด
- หน่วยบรรจุซอง
- หน่วยเกษตรกรรมและผลิตภัณฑ์สุขภาพ (คณะเกษตรฯ)
- หน่วยผลิตพอลิเมอร์ชีวภาพ
- หน่วยออกแบบและผลิตบรรจุภัณฑ์
- ศูนย์วิจัยไพโรเมทแห่งชาติ

## ศูนย์ส่งเสริมศักยภาพการใช้ชีวภาพและชีวมวลในการผลิตเชื้อเพลิงและเคมีภัณฑ์เพื่อการส่งออกเทคโนโลยี

- หน่วยวิจัยและพัฒนา
- หน่วยอบแห้ง
- หน่วยผลิตเชื้อเพลิงเหลว
- หน่วยกลั่นเชื้อเพลิงเหลว
- หน่วยพัฒนาต้นกำลังและทดสอบการใช้เชื้อเพลิงสังเคราะห์
- หน่วยหมักก๊าซชีวมวล
- หน่วยผลิตเอทานอล
- หน่วยผลิตเมทานอล/น้ำมันดีเซล

# ร่วมมือกับเอกชนรายย่อย: CU Food Innovation Park

## การใช้ประโยชน์พื้นที่

- ① เขตพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติ
- ② เขตศูนย์วิจัยเฉพาะทาง
- ③ เขตโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ④ เขตบริการวิชาการ
- ⑤ เขตบริหารจัดการ

## ส่วนประกอบที่ดินชั้นที่

- 1 ส่วนพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติ
- 2 พื้นที่วิจัยด้านพืช (แปลงปลูกพืช, ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ, ศูนย์บริการทดสอบ, ศูนย์บริการการเกษตร, ไร่นาสวนผสม, ไร่สาธิตการเกษตร)
  - สวนปลูกพืช
  - สวนปลูกข้าวสาร
  - ไร่ผลไม้
  - ไร่ข้าว
  - ไร่
- 3 ส่วนการวิจัยด้านสัตว์ (แปลงปลูกพืช, ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ, ไร่นาสวนผสม, ไร่สาธิตการเกษตร)
  - พื้นที่เลี้ยงสัตว์
  - ไร่ปลูกพืชไร่
  - ไร่ปลูกพืช
- 4 พื้นที่วิจัยด้านเทคโนโลยี (แปลงปลูกพืช, ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ, ศูนย์บริการทดสอบ, ไร่นาสวนผสม, ไร่สาธิตการเกษตร)
  - ไร่ปลูกพืช
  - ศูนย์บริการทดสอบ
  - ไร่สาธิตการเกษตร
- 5 อาคารปลูก
- 6 สวนน้ำ
- 7 อ่างเก็บน้ำ



- ค) ส่วนประกอบที่ดินชั้นที่ 1 และอาคาร
  - ส่วนการศึกษา, ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ, ศูนย์บริการทดสอบ, ศูนย์บริการการเกษตร, ไร่นาสวนผสม, ไร่สาธิตการเกษตร
  - สำนักงานบริหาร - ส่วนปลูกพืช
  - ส่วนการวิจัยการเกษตร
- จ) ส่วนการวิจัย
  - แปลงปลูกพืช, ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ, ศูนย์บริการทดสอบ, ศูนย์บริการการเกษตร, ไร่นาสวนผสม, ไร่สาธิตการเกษตร
  - สำนักงานวิจัย - ศูนย์ปลูกพืช
  - สวนปลูกพืช
- ช) ส่วนการศึกษา
  - ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ข) ส่วนปลูกพืช
  - ไร่ปลูกพืช - ไร่ปลูกพืช
- ด) ส่วนปลูกข้าวและพื้นที่ไร่
  - ไร่ปลูกพืช - ไร่ปลูกพืช
- ก) สวนปลูกพืช
- ข) ส่วนบริการเทคโนโลยี

**ศูนย์ชีวมวล**  
**ศูนย์นวัตกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์สุขภาพ และอาหารเกษตรครบวงจร**

โครงการ การจัดทำผังแม่บทเบื้องต้น โครงการพัฒนาที่ดินของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ย่านเอกมัย กรุงเทพมหานคร จังหวัดสระบุรี



# วิทย์-จุฬาฯ@สระบุรี: ทำงานกับ SME และชุมชน



**Center of Excellence in  
Food Processing Pilot Plant**



**National Primate  
Research Center**



**Packaging  
Research and  
Design Unit**

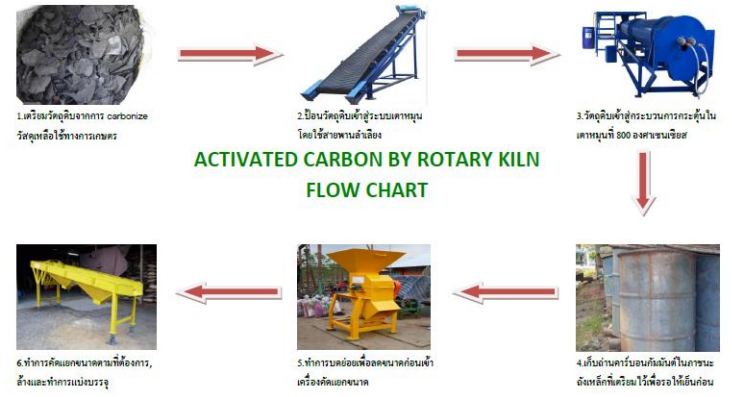


**Center of Pilot  
Scale Biopolymer  
Production**



**Center of Fuels and  
Energy from Biomass**

# วิทย์-จุฬาฯ@สระบุรี: ทำงานกับ SME และชุมชน

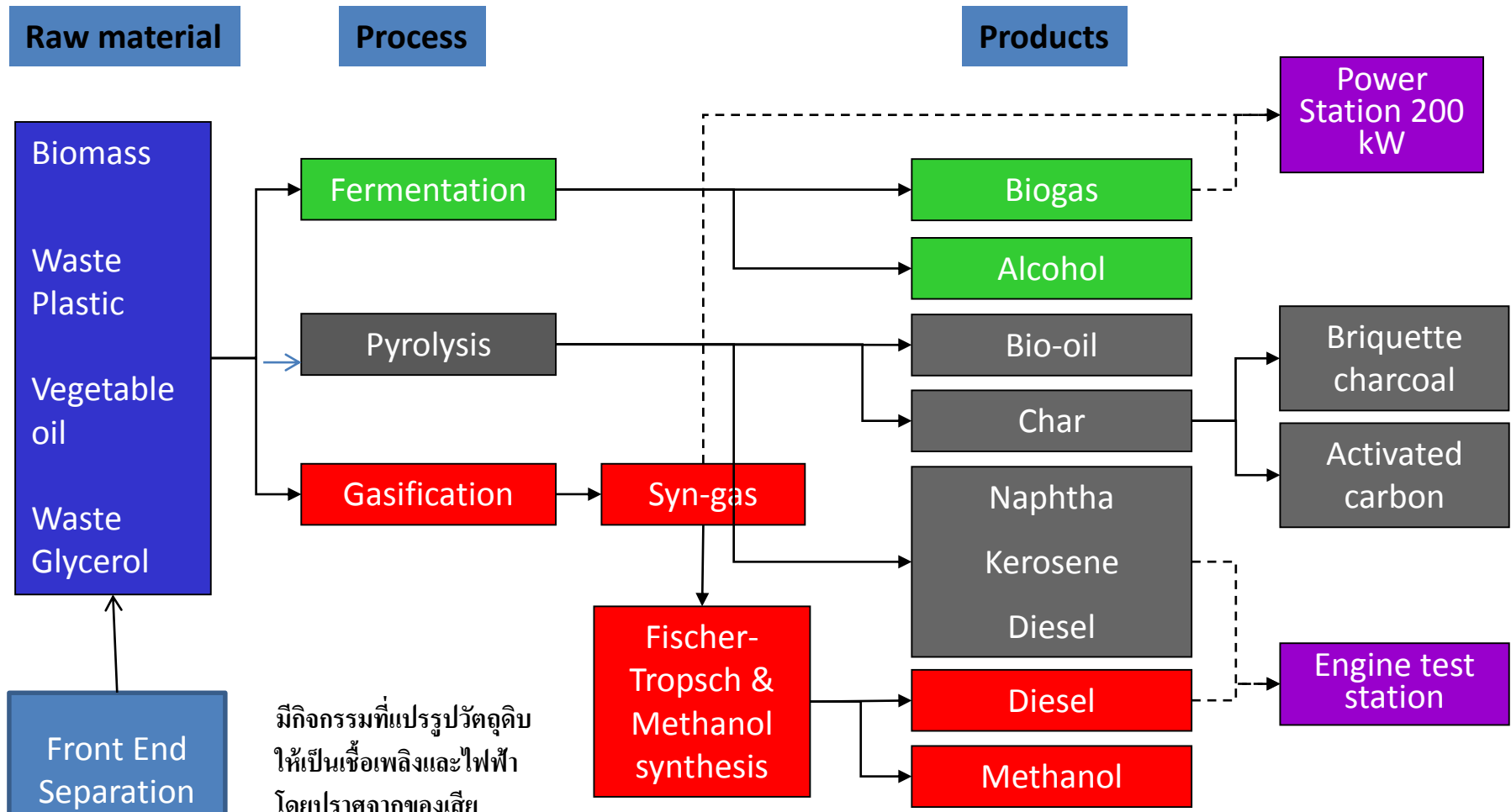


สุพจน์ หารหนองบัว

วิถุคติการผลิตบัณฑิตและการวิจัย: มหาวิทยาลัยคือความหวัง

# โครงการส่งเสริมศักยภาพการใช้ชีวภาพและชีวมวลเพื่อผลิตเชื้อเพลิงและเคมีภัณฑ์ เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมและเพื่อการส่งออก

## เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้งบประมาณเข้มแข็ง



มีกิจกรรมที่แปรรูปวัตถุดิบให้เป็นเชื้อเพลิงและไฟฟ้าโดยปราศจากของเสีย

**Equipments costs 350 million baht.**

**Area inside building 3,500 sq.m.**

**Area outside building 2,000 sq.m**

**Equipments list:**

- Plastics pyrolysis (1,00 liters oil/day)
- Biomass pyrolysis (500 liter bio-oil/day )
- FT and Methanol Synthesis ( 100 liter diesel/day and 40 liter MeoH /day)
- Gasification and power station ( 2.5 tons eucalyptus loading/day)
- Front end for separation municipal waste or preparation raw material
- Biogas fermentation (10 tons loading/day)
- Ethanol fermentation (40 liter EtOH /day)
- Fractionating tower ( 2,000 liter/day)
- Fluidized bed dryer ( 50 tons/day)
- Activated carbon & charcoal briquette production plant (1 tons each/day)
- Engine test station

**Working group**

10 Prof. 12 Researchers, 15 Workers

40 MS. and 6 Ph.D. students

# **Research project supported by**

## **On waste plastic pyrolysis**

**Akasit Automation Technology Company Ltd**

**NYOB Company Ltd**

**JICA**

**Eastern Consulting 1992 Company**

## **On Activated carbon production**

**Saha Pathanapibul Company Ltd.**

**Shai-yo AA**

## **On FT and Methanol synthesis**

**.Northern Energy Company Limited**

**Saha Pathanapibul Company Ltd.**

**Shai-yo AA**

## **On Gasification for Power plant**

**EGAT, PTT, Eastern Consulting 1992 Company Ltd.**

**Shai-yo AA**

# Spin-Off: ที่สุดของการวิจัย



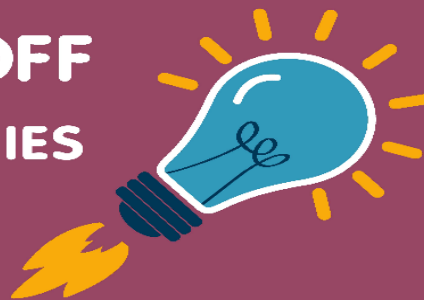
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Chalalongkorn University  
Pillar of the Kingdom

หนึ่งร้อยปี  
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สุพจน์ หารหนองบัว

FACULTY of SCIENCE  
SPIN-OFF  
COMPANIES



**Olizac Technologies Co.,Ltd.**

Products: Orchid-80, Hi-Crop 80 (Chitosan Oligosaccharides)

**Prime Nanotechnology Co.,Ltd.**

Products: NanoSilver, Nano-product R&D



**RediGen Co.,Ltd.**

Products: RediKa™ (Composite material)

Inspiration **Imagination** Innovation

วิถีดิจิทัลผลิตบัณฑิตและการวิจัย: มหาวิทยาลัยคือความหวัง

ศูนย์วิจัยและนวัตกรรม  
ศูนย์วิจัยและนวัตกรรม  
ศูนย์วิจัยและนวัตกรรม



Spin-off:

ที่สุดของการวิจัย

หน้าแรก เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ติดต่อเรา

**Snail secretion filtrate by Siam Snail**

**Miracle of Beauty Skin**  
Snail Secretion Filtrate by Siam Snail is extracted from Thai snails enriched in proteins, peptides, glycosaminoglycans, antioxidants and antimicrobial substances.

**Benefits and Applications**

- 1. Reduce wrinkles, scars and any imperfections of the skin
- 2. Stimulate collagen synthesis and improve skin firmness
- 3. Reduce skin inflammation and protect skin from UV radiation
- 4. Applications to skin care cosmetics: facial moisturizing cream, BB cream, facial serum, facial moisture mask, facial moisture spray

Siam Snail Co., Ltd. 82117 Jitujak Road, Bangkok 10000 Tel: 099 542 3965

สยามสเนล...ถูกใจเสนอเปิดบริษัทจาก หอยทาก ซึ่งถูกหอยทากไทยที่มีผิวพรรณงดงาม มีคุณสมบัติพิเศษที่หอยทากชนิดอื่นไม่มี และได้ทดลองใช้จนเป็นที่ยอมรับ ตลอดจนการควบคุมมาตรฐานโดยนักวิชาการสายตรงครบวงจร จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สยามสเนลจึงงอกำพิสูจน ให้สุขภาพสตรีทั้งหลาย ได้สัมผัส "พลวัตอมตะแห่งผิวพรรณ"

ช่วยลดริ้วรอย ผิวแดงกระชับ นุ่มชุ่มชื้น ผิวสดใสและขาวเนียน



คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ สภาอุตสาหกรรม นำโดย ศ.นพ. ภิรมย์ กมลรัตนกุล อธิการบดี, ศ.ดร.สุพจน์ หาญทองบัว คณบดีคณะวิทยาศาสตร์, ศ.ดร.สมศักดิ์ ปัญหา อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านหอยทาก, เกสิทธิ์ ดร.พิศาล จันทฤทธิศิริศรี รองประธานกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และนายนาคาญ ธิราชวัฒน์ รองเลขาธิการสภาอุตสาหกรรม และ เลขาธิการคลังเครื่องสำอางความงาม สภาอุตสาหกรรม แถลงข่าวเปิดตัว "หอยทากแห่งสยาม และเมื่อกจากแมนเทิล ชุมทรัพย์อมตะแห่งความงาม จากธรรมชาติ" ครั้งแรกในประเทศไทย เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2558 ณ ห้อง 111 อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ อำนวยการละเยี่ยคเพิ่มเติม :

<http://www.cuila.ac.th/th/archive/19117>

\* พลวัตอมตะแห่งผิวพรรณ\*  
บริษัท สยามสเนล จำกัด

82/167 ซอยชินนทโรย แขวงจันทราขาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 1  
Tel :: +6699-542-3965 E-mail :: siamsnail@gmail.com

สุพจน์ หารหนองบัว

วิกฤติการผลิตบัณฑิตและการวิจัย: มหาวิทยาลัยคือความหวัง

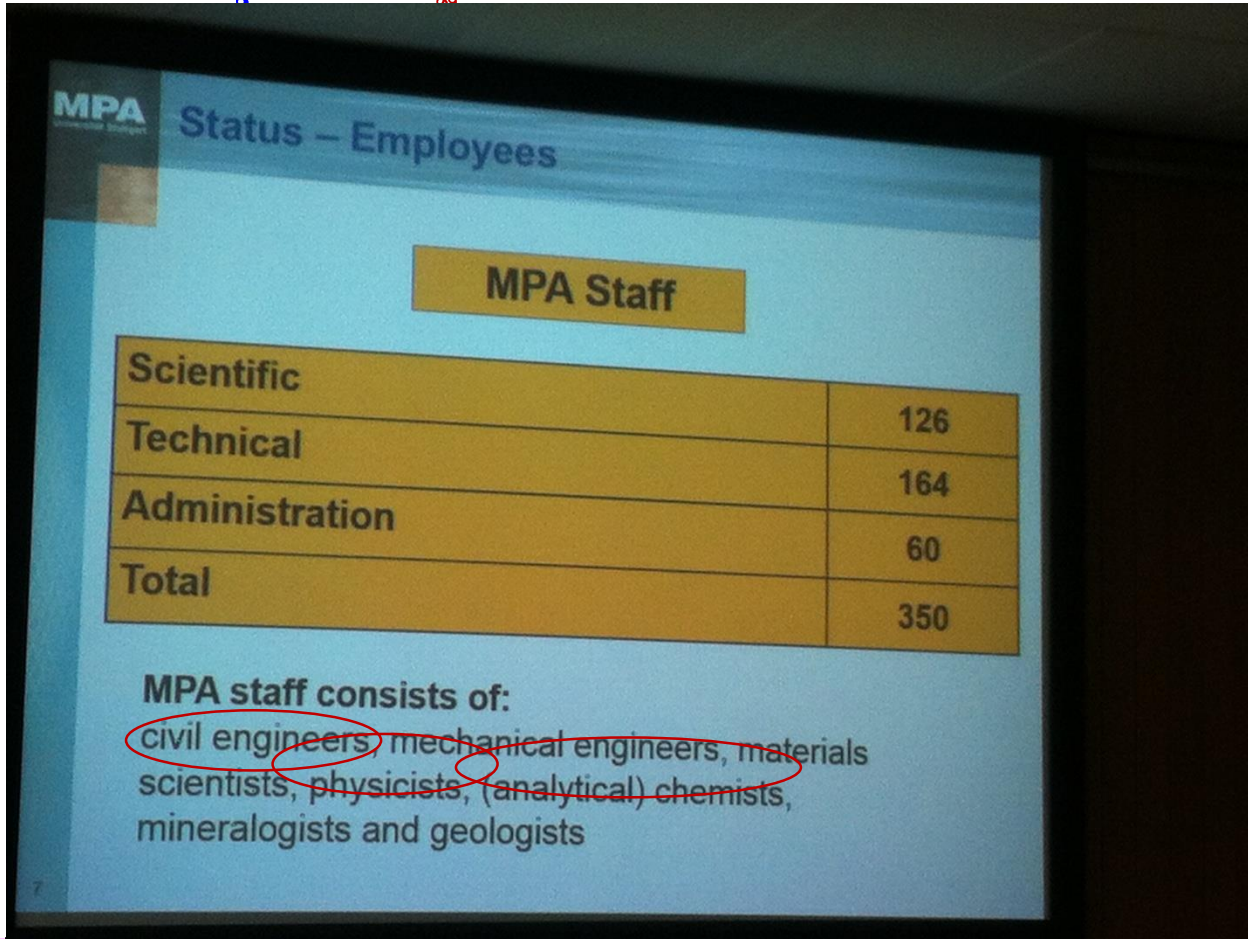


# รูปแบบความร่วมมือรัฐ-เอกชนที่จุฬาฯ ควรทำ

Best Practice จากการเดินทางเยอรมันนี้

สุพจน์ หารหนองบัว

## 1. กำลังคน: ครอบคลุมจากพื้นฐาน...วิศวกรรม



The slide displays a table of MPA Staff counts. The categories and their respective numbers are: Scientific (126), Technical (164), Administration (60), and Total (350). Below the table, it lists the professions included in the MPA staff: civil engineers, mechanical engineers, materials scientists, physicists, (analytical) chemists, mineralogists, and geologists. The words 'civil engineers' and 'mechanical engineers' are circled in red.

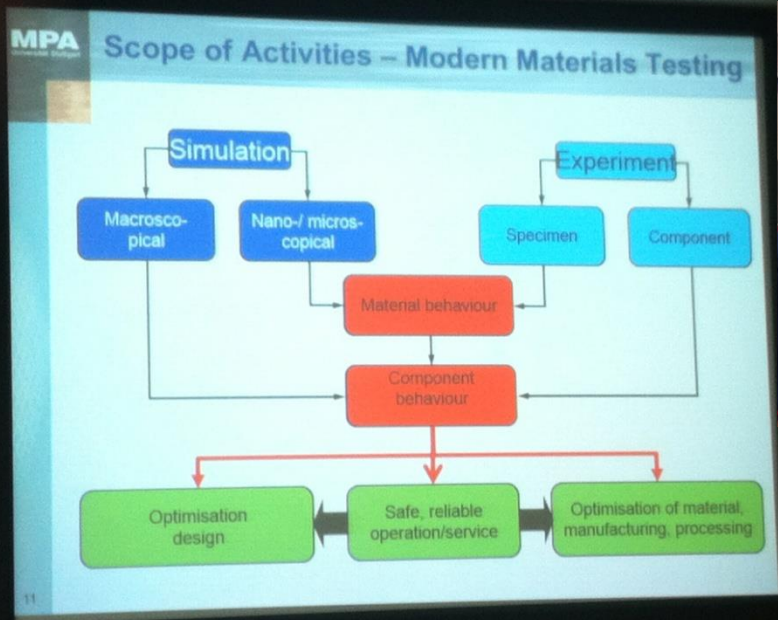
Category	Count
Scientific	126
Technical	164
Administration	60
Total	350

MPA staff consists of:  
civil engineers, mechanical engineers, materials scientists, physicists, (analytical) chemists, mineralogists and geologists

ประเด็นน่าคิด:

จุฬาฯ มีคนคุณภาพมากมายแต่รวมกลุ่ม/ทำงานเป็นทีมไม่ได้ (บอลเยอรมันชนะเพราะ team work?)

## 1. โจทย์วิจัย: 6 divisions ตอบโจทย์เดียวกันจากทฤษฎี (ตีพิมพ์) ถึง Pilot Plant



- เงินวิจัย (+เครื่องมือ) 74% จากอุตสาหกรรม (ทั้งหมดปีละ 23 ล้านยูโร)
- แหล่งเงิน โบราณสถาน อุตสาหกรรมชั้นนำ (มากกว่า 1000 บริษัท) เช่น heavyweight concrete; Lightweight concrete;
- Director เคยอยู่อุตสาหกรรมกว่า 20 ปี??

### Pilot plants: MPA Stuttgart

ประเด็นน่าคิด:  
คล้ายกับแนวคิด cluster จุฬาฯ  
แต่ของเราเป็นชนิดรวมห่อ

# Pilot Plants



- โจทย์จากอุตสาหกรรมทั้งหมด
- เงิน 90%?? หากจากโครงการวิจัย!!!!
- Director เคยอยู่อุตสาหกรรมกว่า 20 ปี??

Light weight materials; Chemnitz

- โจทย์ส่วนหนึ่งจาก Volkswagen

# สิ่งที่จุฬาฯควรดำเนินการ

1. หากกลไกผูกใจทย์วิจัยให้เป็น Cluster ที่แท้จริง: ครอบคลุมทฤษฎี (ตีพิมพ์) ถึง Pilot Plant จาก cluster **รวมท่อ** ที่มีอยู่ หรือ อาจจะเป็น cluster ใหม่ก็ได้ เช่น

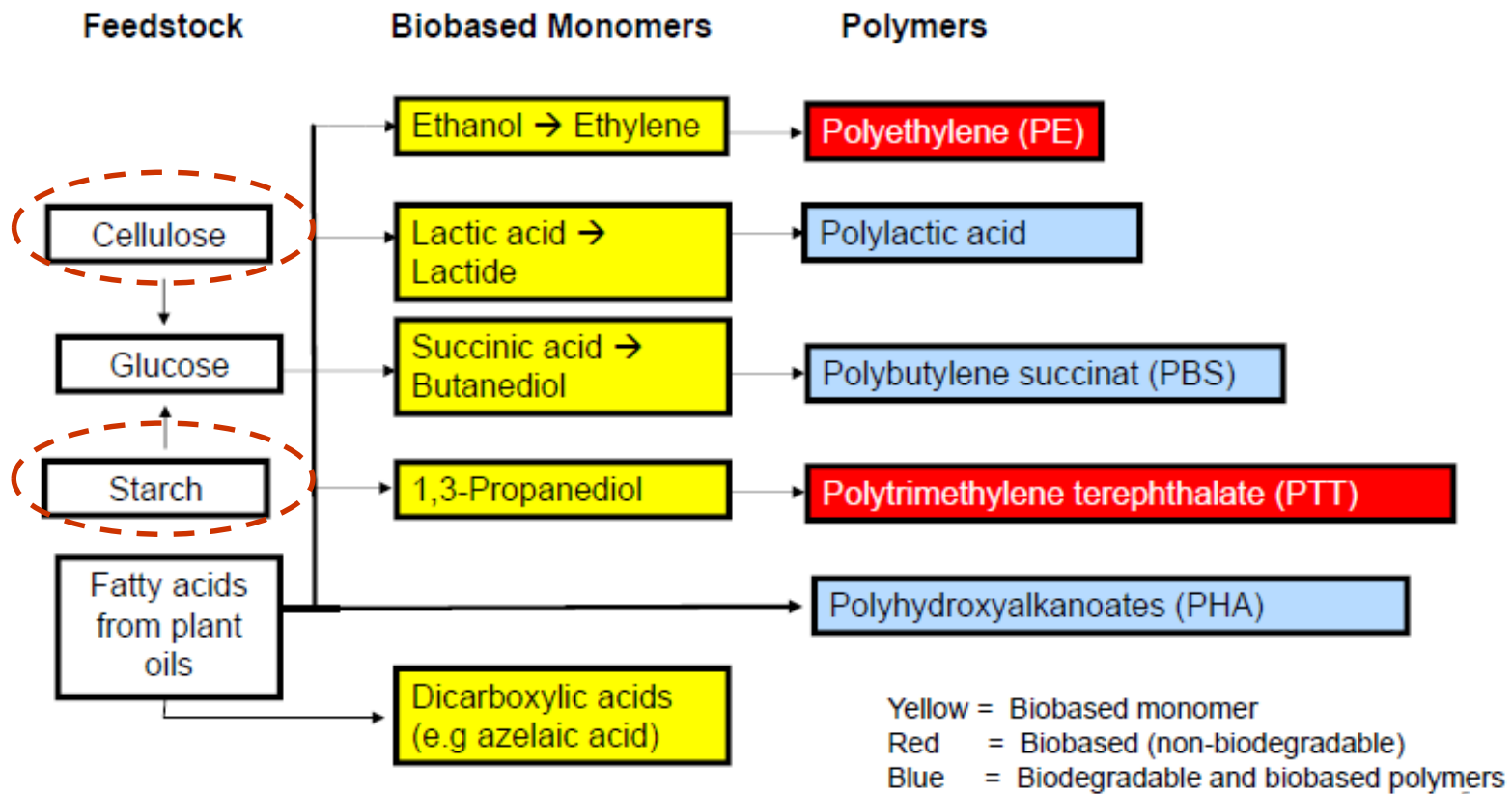
- ส่วนกลางจัดการ
- สนับสนุนให้นักวิจัยรวมกลุ่มกันเอง  
(ดูเหมือนจะเป็นแนวของ MBK-II แต่ไม่ได้เขียนออกมาให้ชัดเจน)

โดย ต้องมีเอกชนร่วมผูกใจทย์ตั้งแต่ต้น และเป็นใจทย์ที่มี Road Map 3-5 ปี ไม่ใช่เพียงการแก้ปัญหาระยะสั้นให้เอกชน

2. หากกลไกให้นักวิจัยที่มีศักยภาพ(ซึ่งมีอยู่มากมายและเกินพอ)ให้ทำงานข้ามส่วนงาน

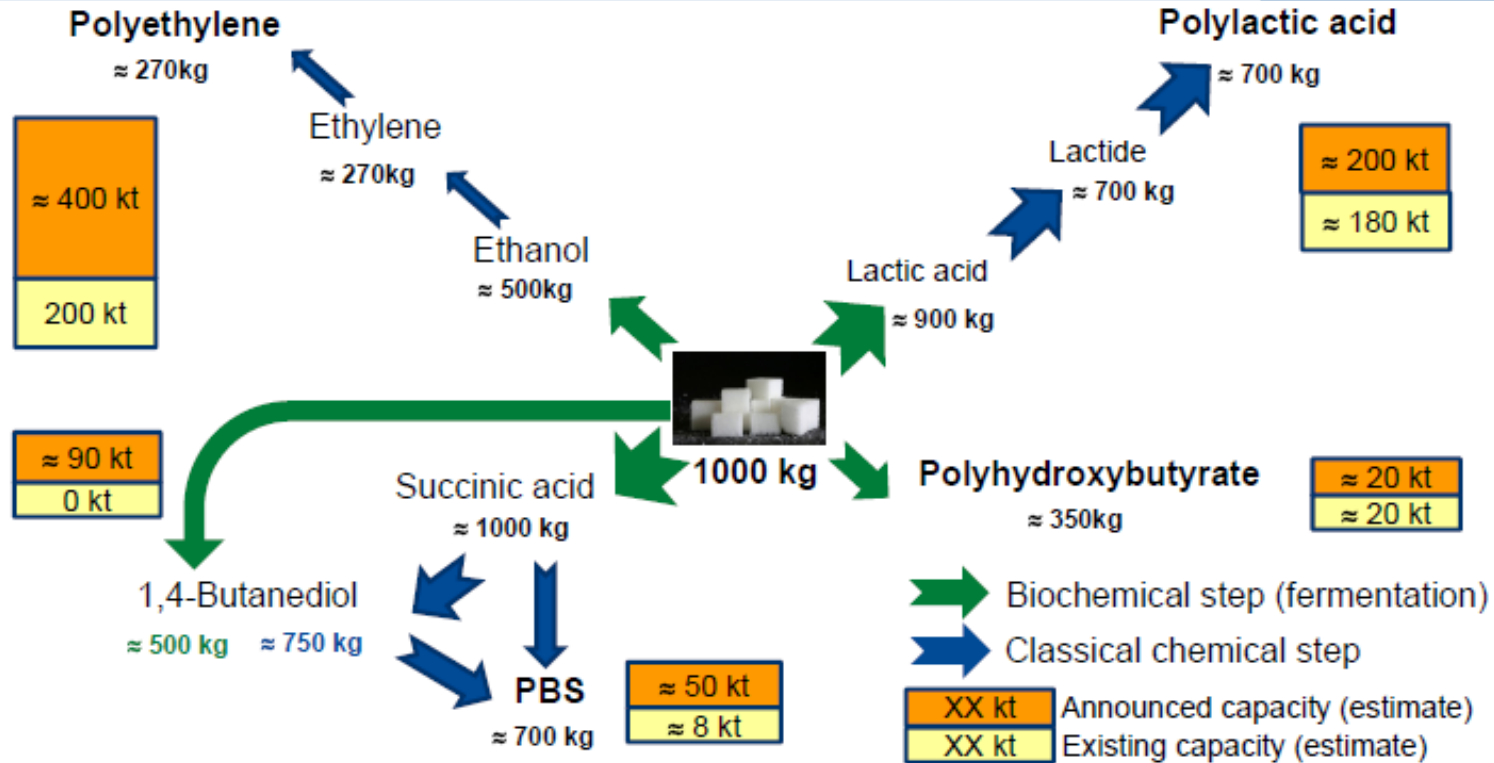
# Bio-Based: ตัวอย่างจาก BASF ที่เหมาะกับประเทศไทย

## Biobased monomers and polymers from renewable resources (selected)



# Bio-Based: ตัวอย่างจาก BASF ที่เหมาะกับประเทศไทย (2)

## Examples for 4 important biopolymers



→ Tendency towards combination of classical chemistry and biotechnology as drop-in solutions

# แนวโน้มและการคาดการณ์วิกฤติของโลก!!

◇คนเพิ่ม

◇ทรัพยากรลด

วิกฤติ

อาหาร พลังงาน สภาวะแวดล้อม

ทางออก

ฐานชีวภาพ (Bio-Based)

ความหวัง

เทคโนโลยีชีวภาพ (Bio-Technology)

# สรุป

## การผลิตบัณฑิตและการวิจัยในศตวรรษที่ 21

### ◆ บัณฑิต

....จากนักท่อง-จำ

....เป็นนักคิด-นักปฏิบัติ เข้าใจธุรกิจนวัตกรรม

### ◆ วิจัย

และมุ่ง Start-up/Spin-Off

....จากวิจัยพื้นฐานที่ได้มาตรฐานสากล จบที่หลอดแก้ว

.....เป็นวิจัยร่วมเอกชน จบที่ Pilot Plant

และไม่แยกจากการเรียนการสอน

### ◆ ทิศทาง

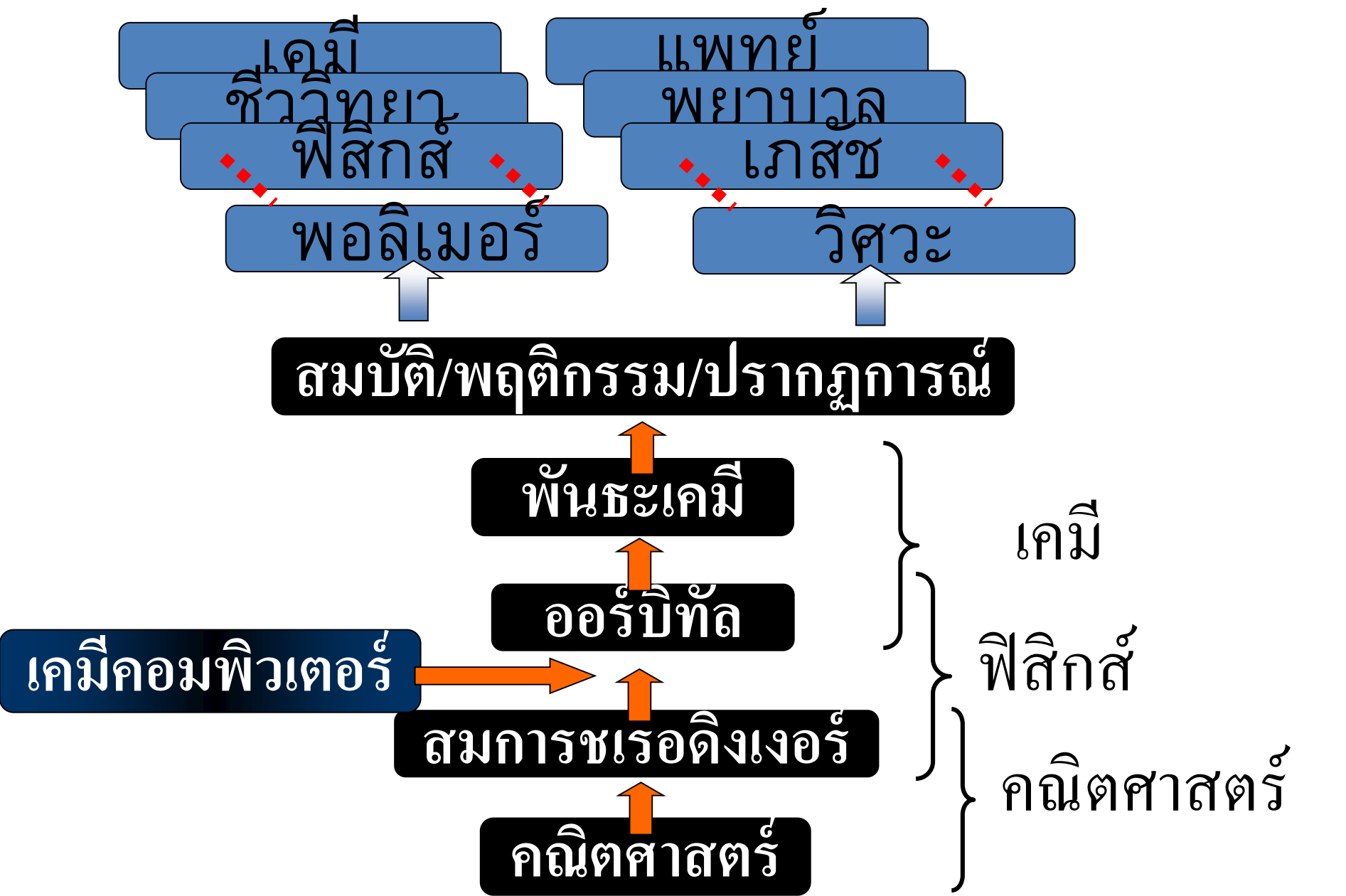
ฐานชีวภาพ (Bio-Based)

### ◆ เครื่องมือ

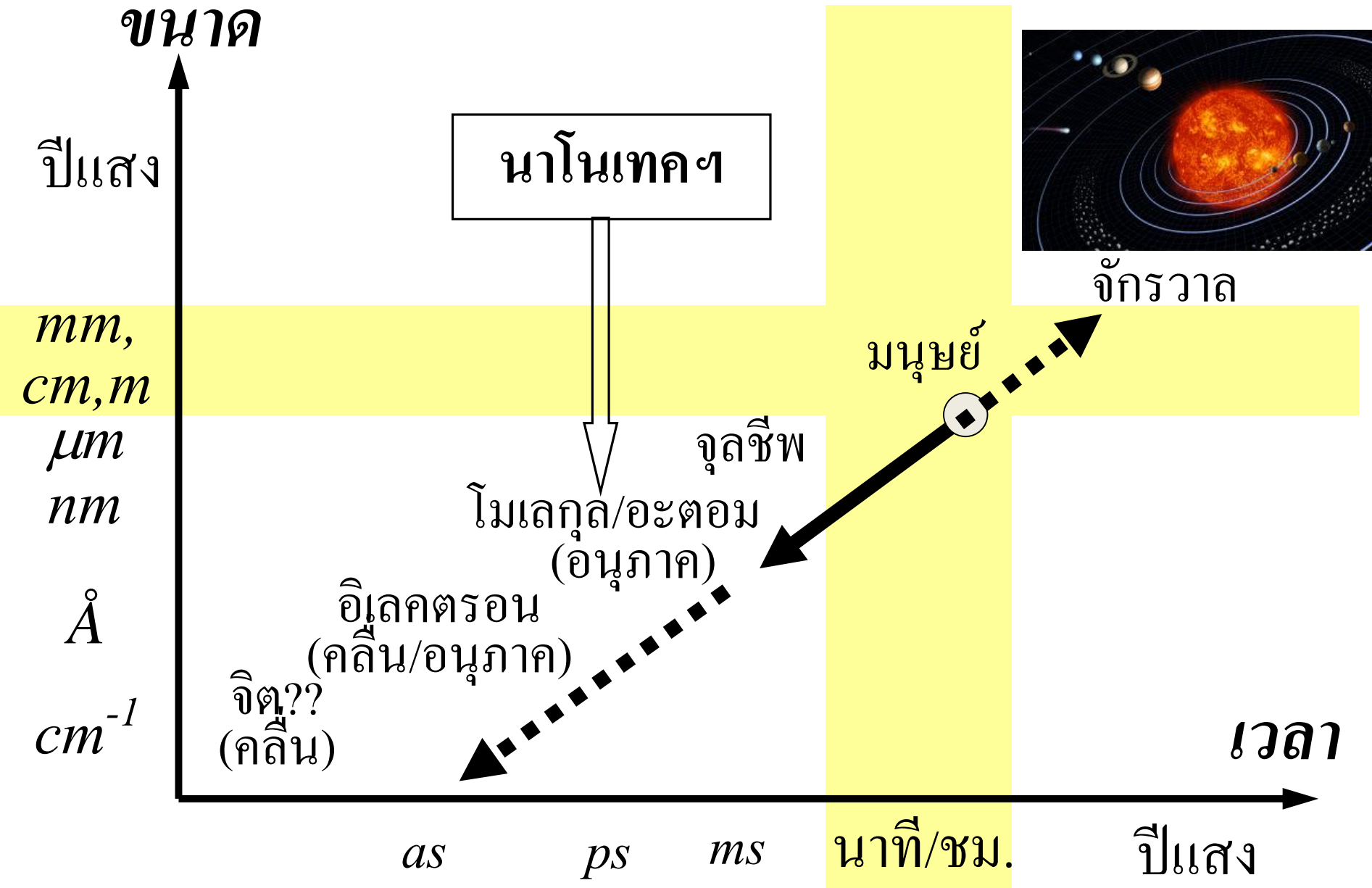
Molecular ... Biotectnology

แก่นของวิทยาศาสตร์

# !เข้าใจแก่นของวิทยาศาสตร์: ความเป็นหนึ่งเดียวของทุกศาสตร์

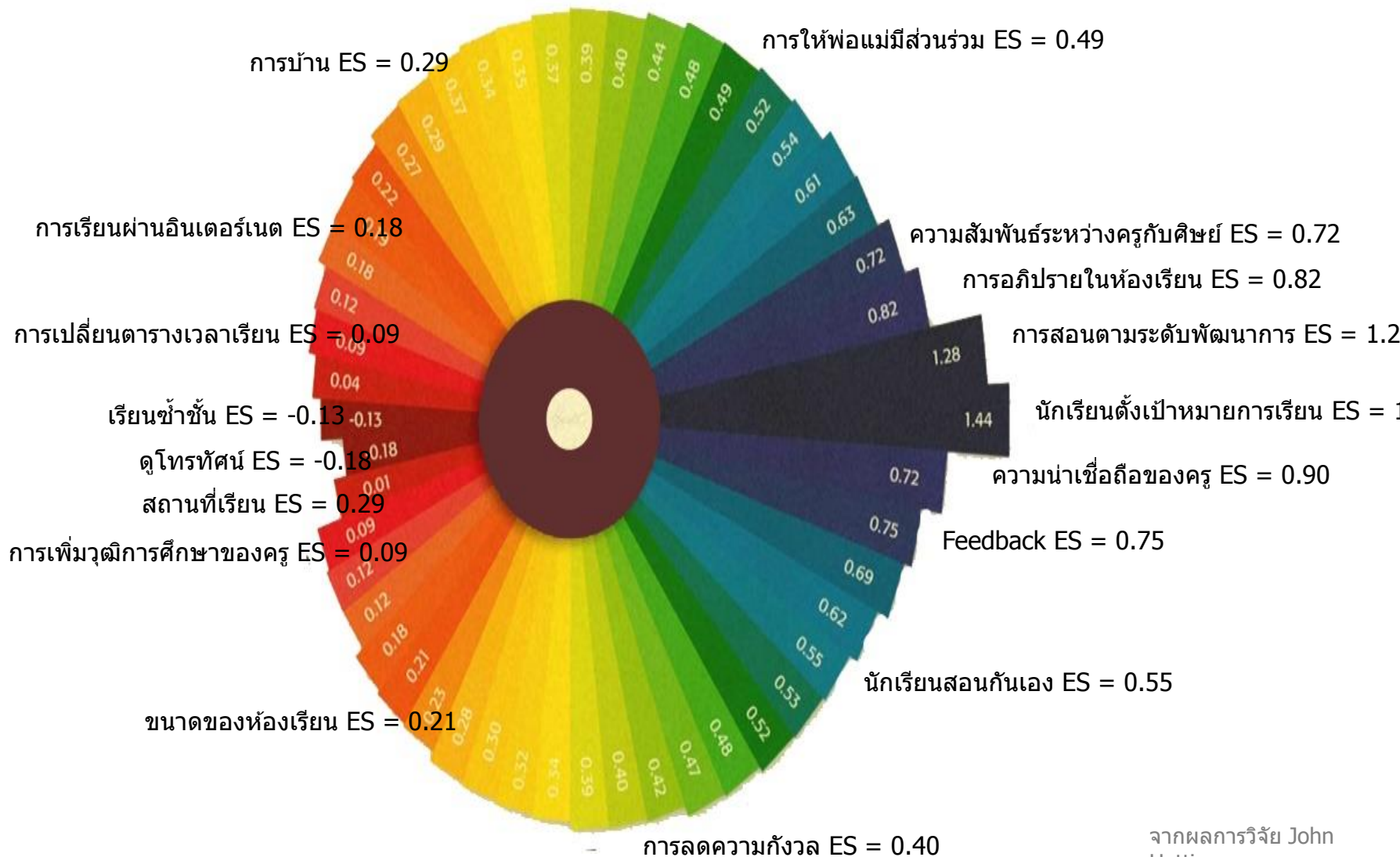


# มิติที่แตกต่าง: ขนาด/เวลา



เอกสารประกอบ

# เปรียบเทียบประสิทธิภาพของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของเด็ก



		ES	
138	การหมุนเวียนของบุคลากร (Mobility)	-0.34	↓
137	โทรทัศน์ (Television)	-0.18	
136	การซ้ำชั้นเรียน (Retention)	-0.16	↓
135	นโยบายการจัดการสวัสดิการ (Welfare Policies)	-0.12	
134	วันหยุดภาคฤดูร้อน (Summer Vacation)	-0.09	↓
133	การเรียนการสอนตามความสามารถของนักเรียน เทียบกับ การเรียนการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลาง (Open vs Traditional)	0.01	
132	การให้เด็กควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง (Student control over learning)	0.04	
131	ห้องเรียนคละระดับชั้น/อายุผู้เรียน (Multi-grade/age classes)	0.04	
130	ที่พักของนักศึกษาในมหาวิทยาลัย (College halls of residence)	0.05	

		ES
129	การสอนภาษาโดยเน้นความหมายของคำและวิธีการนำไปใช้ (Whole Language)	0.06
128	โปรแกรมพัฒนาการเรียนรู้ผ่านการรับรู้การเคลื่อนไหวของร่างกาย (Perceptual-Motor Programs)	0.08
127	ประสบการณ์ในหลักสูตรนอกโรงเรียน (Out of School curricula experience)	0.09
126	การศึกษาทางไกล (Distance Education)	0.09
125	ความรู้ของครูในเนื้อหาสาระที่สอน (Teacher subject matter knowledge)	0.09
124	โภชนาการ (Diet)	0.12
123	เพศ (Gender)	0.12
122	การจัดกลุ่มตามความสามารถทางการศึกษา (Ability Grouping)	0.12
121	การศึกษาของครู (Teacher education)	0.12
120	การให้คำปรึกษาโดยเน้นการให้กำลังใจ (Mentoring)	0.15



		ES
119	โปรแกรมการสอนการเชื่อมประโยค (Sentence Combining program)	0.15
118	การใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem based learning)	0.15
117	โปรแกรมการเรียนการสอนที่บ้าน (Home-school programs)	0.16
116	การจัดกลุ่มในชั้นเรียน (Within class grouping)	0.16
115	ความใกล้ชิดของครู (Teacher immediacy)	0.16
114	โปรแกรมเสริมหลักสูตร (Extra-curricula programs)	0.17
113	โครงสร้างของครอบครัว (Family structure)	0.17
112	การเรียนผ่านอินเทอร์เน็ต (Web based learning)	0.18
111	การสอนเป็นทีม - เป็นรูปแบบที่มีครูมากกว่า 1 คนเพื่อช่วยกันสอน (Co-Team teaching)	0.19
110	การเรียนรู้แบบลำดับขั้น (Learning hierarchies)	0.19



		ES
109	บุคลิกภาพ (Personality)	0.19
108	การเรียนรู้การสอนตามความถนัดของผู้เรียน (Aptitude/treatment interactions)	0.19
107	โรงเรียนของรัฐที่มีการบริหารนโยบายอย่างอิสระ (Charter Schools)	0.20
106	ขนาดของชั้นเรียน (Class size)	0.21
105	การปฏิรูปการสอนโดยรวม (Comprehensive Teaching Reform)	0.22
104	การสอนโดยใช้สื่อทัศนูปกรณ์ (Visual/Audio-visual methods)	0.22
103	การเรียนรู้การสอนรายบุคคล (Individualized instruction)	0.22
102	โรงเรียนศาสนา (Religious Schools)	0.23
101	ความเจ็บป่วย (การขาดแคลน) (Illness (Lack of))	0.23
100	การเงิน (Finances)	0.23



99	โรงเรียนภาคฤดูร้อน (Summer school)	0.23
98	วิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed instruction)	0.23
97	โปรแกรมพิเศษของวิทยาลัย (Special College Programs)	0.24
96	การเรียนแบบแข่งขัน เทียบกับ การเรียนตามเป้าหมายของตนเอง (Competitive vs. individualistic learning)	0.24
95	โปรแกรมการศึกษาเกี่ยวกับคุณธรรมจริยธรรม (Values/Moral Education Programs)	0.24
94	การใช้เครื่องคิดเลข (Use of calculators)	0.27
93	การให้คำชี้แนะเกี่ยวกับการทดสอบ (Teaching test taking & coaching)	0.27
92	การจัดการเรียนการสอนแบบเรียนร่วม (ระหว่างเด็กพิเศษและเด็กปกติ) (Mainstreaming)	0.28
91	การจัดการแบ่งแยกผิวหรือเผ่าพันธุ์ (Desegregation)	0.28
90	โปรแกรมการออกกำลังกาย การผ่อนคลายอารมณ์ (Exercise/Relaxation programs)	0.28

		ES
89	การไปเยี่ยมบ้าน (Home visiting)	0.29
88	การบ้าน (Homework)	0.29
87	การจัดกลุ่มตามความสามารถของเด็กที่มีพรสวรรค์ (Ability grouping for gifted students)	0.30
86	การสอนแบบโครงงาน (Inquiry based teaching)	0.31
85	ประสิทธิภาพของครู (Teacher effects)	0.32
84	เชื้อชาติ (Ethnicity)	0.32
83	รูปแบบการสอนแบบอุปนัย (Inductive teaching)	0.33
82	วิธีสอนโดยการใช้สถานการณ์จำลอง (Simulations)	0.33
81	ยาเสพติด (Drugs)	0.33
80	การลดพฤติกรรมก่อกวน (Decreasing disruptive behavior)	0.34



		ES	
79	ความถี่และผลของการทดสอบ (Frequent/Effects of testing)	0.34	↑
78	ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)	0.35	
77	หลักสูตรศิลปศาสตร์ (Drama/Arts Programs)	0.35	
76	การได้สัมผัสกับการอ่าน (Exposure to Reading)	0.36	
75	ทัศนคติที่มีต่อคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (Attitude to Mathematics/Science)	0.36	
74	ผู้อำนวยการโรงเรียน (Principals/School leaders)	0.36	↑
73	หลักสูตรสองภาษา (Bilingual Programs)	0.37	
72	อุปกรณ์เสริมในการเรียนการสอน (Adjunct aids)	0.37	
71	การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer assisted instruction)	0.37	
70	เวลาที่ใช้ในการเรียน (Time on Task)	0.38	

ES

69	การพัฒนาศักยภาพของบุคคลในองค์กร (Career Interventions)	0.38	
68	การเพิ่มคุณค่า (Enrichment)	0.39	
67	หลักสูตรแบบบูรณาการ (Integrated Curricula Programs)	0.39	
66	การลดความวิตกกังวล (Reducing anxiety)	0.40	↑
65	หลักสูตรการเรียนรู้ทักษะทางสังคม (Social Skills programs)	0.40	↑
64	วิชาวิทยาศาสตร์ (Science)	0.40	
63	การจัดการเรียนรู้แบบช่วยกันเรียน (Cooperative learning)	0.41	↑
61	Behavioural organisers/Adjunct questions	0.41	
60	โปรแกรมคณิตศาสตร์ (Mathematics programs)	0.43	

ES

59	มโนภาพแห่งตน ซึ่งหมายถึง ตัวตนที่บุคคลคิดว่าตนเองเป็น (Self-concept)	0.43
58	ขนาดของโรงเรียน (School size)	0.43
57	ความคาดหวัง (Expectations)	0.43
56	การเขียนหลักสูตร (Writing Programs)	0.44
55	คุณภาพของการสอน (Quality of Teaching)	0.44
54	หลักสูตรการเตรียมความพร้อมสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน (Pre-school programs)	0.45
53	การตั้งคำถาม (Questioning)	0.46
52	การดูแลปัญหาตั้งแต่ระยะเริ่มต้น (Early Intervention)	0.47
51	แรงจูงใจ (Motivation)	0.48



		ES	
50	การสอนโดยวางระบบการเรียนรู้รายบุคคลแบบเคลเลอร์ (Keller's PIS)	0.53	
49	สมาธิ/การมีความเพียรพยายาม/การมีส่วนร่วม (Concentration/Persistence/Engagement)	0.48	↑
48	การเรียนรู้กลุ่มเล็ก (Small group learning)	0.49	
47	โปรแกรมการให้โอกาสครั้งที่ 2/ครั้งที่ 3 (Second/Third chance programs)	0.50	
46	โปรแกรมการเรียนรู้ผ่านการเล่น (Play Programs)	0.50	
45	การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง (Parental Involvement)	0.51	↑
44	การใช้วิดีโอทัศน์เชิงโต้ตอบ (Interactive video methods)	0.52	
43	กิจกรรมกลางแจ้ง (Outdoor/Adventure Programs)	0.52	
42	การบริหารจัดการในห้องเรียน (Classroom management)	0.52	
41	อิทธิพลของกลุ่มเพื่อน (Peer influences)	0.53	↑

		ES
39	การทำงานร่วมกันในห้องเรียน (Classroom Cohesion)	0.53
38	น้ำหนักแรกคลอดในเด็กคลอดก่อนกำหนด (Pre-term birth weight)	0.54
37	การเรียนรู้แบบช่วยเหลือซึ่งกันและกัน vs การเรียนรู้แบบการแข่งขัน (Cooperative vs Competitive learning)	0.54
36	การให้นักเรียนสอนกันเอง (Peer Tutoring)	0.55
35	การเรียนรู้ด้วยการรับรู้ทางสายตา (Visual Perception programs)	0.55
34	เป้าหมายที่ท้าทาย (Challenging Goals)	0.56
33	การทำแผนผังความคิด (Concept mapping)	0.57
32	สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomics status)	0.57
31	สภาพแวดล้อมที่บ้าน (Home environment)	0.57
30	ตัวอย่างเฉลยข้อสอบ (Worked examples)	0.57



ES

29	การเรียนรู้แบบรอบรู้ (Mastery learning)	0.58
28	หลักสูตรการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ (Comprehension programs)	0.58
27	วิธีการอ่านออกเสียงและการสะกดคำศัพท์ (Phonics instruction)	0.58
26	โปรแกรมการกระตุ้นผ่านการสัมผัสทางกาย (Tactile stimulation programs)	0.58
25	การสอนโดยตรง (Direct Instruction)	0.59
24	ทักษะในการเรียนรู้ (Study skills)	0.59
23	การเรียนรู้แบบช่วยกันเรียน เทียบกับ การเรียนตามเป้าหมายของ ตนเอง (Cooperative vs Individualistic learning)	0.59
22	กลยุทธ์ในการสอนนักเรียน (Teaching strategies)	0.60
21	การไม่ตีตราเด็กนักเรียน (Not labeling students)	0.61
20	การสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหา (Problem solving teaching)	0.61



		ES
19	การพัฒนาวิชาชีพ (Professional development)	0.62
18	การพูดกับตนเอง และการตั้งคำถามกับตนเอง (Self-Verbalization vs Self-Questioning)	0.64
17	หลักสูตรความคิดสร้างสรรค์ (Creativity programs)	0.65
16	หลักสูตรการอ่านออกเสียงซ้ำ (Repeated Reading programs)	0.67
15	หลักสูตรคำศัพท์ (Vocabulary programs)	0.67
14	ผลการเรียนที่ดีในอดีต (Prior achievement)	0.67
13	กลยุทธ์การจัดการดูแลการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Meta-cognitive strategies)	0.69
12	การฝึกเป็นระยะ เทียบกับ การฝึกเต็มที่ในครั้งเดียว (Spaced vs Mass Practice)	0.71
11	ความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน (Teacher-Student Relationship)	0.72



		ES	
10	ข้อเสนอแนะ (Feedback)	0.73	↑
9	การเรียนรู้การสอนโดยใช้รูปแบบการสนทนาระหว่างครูและนักเรียน (Reciprocal Teaching)	0.74	↑
8	ความชัดเจนในการสอนของคุณครู (Teacher Clarity)	0.75	
7	การช่วยเหลืออย่างครอบคลุมทางการเรียนสำหรับเด็กพิการ (Comprehensive intervention for learning disabled students)	0.77	
6	พฤติกรรมหรือกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน (Classroom Behavioural)	0.80	
5	การสอบเทียบ/ เรียนเนื้อหาที่สูงกว่าระดับชั้น (Acceleration)	0.88	
4	การสอนแบบจุลภาค (Micro Teaching)	0.88	
3	การจัดให้มีการประเมินความก้าวหน้าระหว่างการเรียน (Providing formative evaluation)	0.90	↑
2	โปรแกรมการสอนตามระดับพัฒนาการในการเรียนรู้ของเด็ก (Pragetian programmas)	1.28	
1	การให้นักเรียนตั้งเป้าหมายในการเรียน (Self-reported grades)	1.44	↑