中央研究院
ACADEMIA SINICA

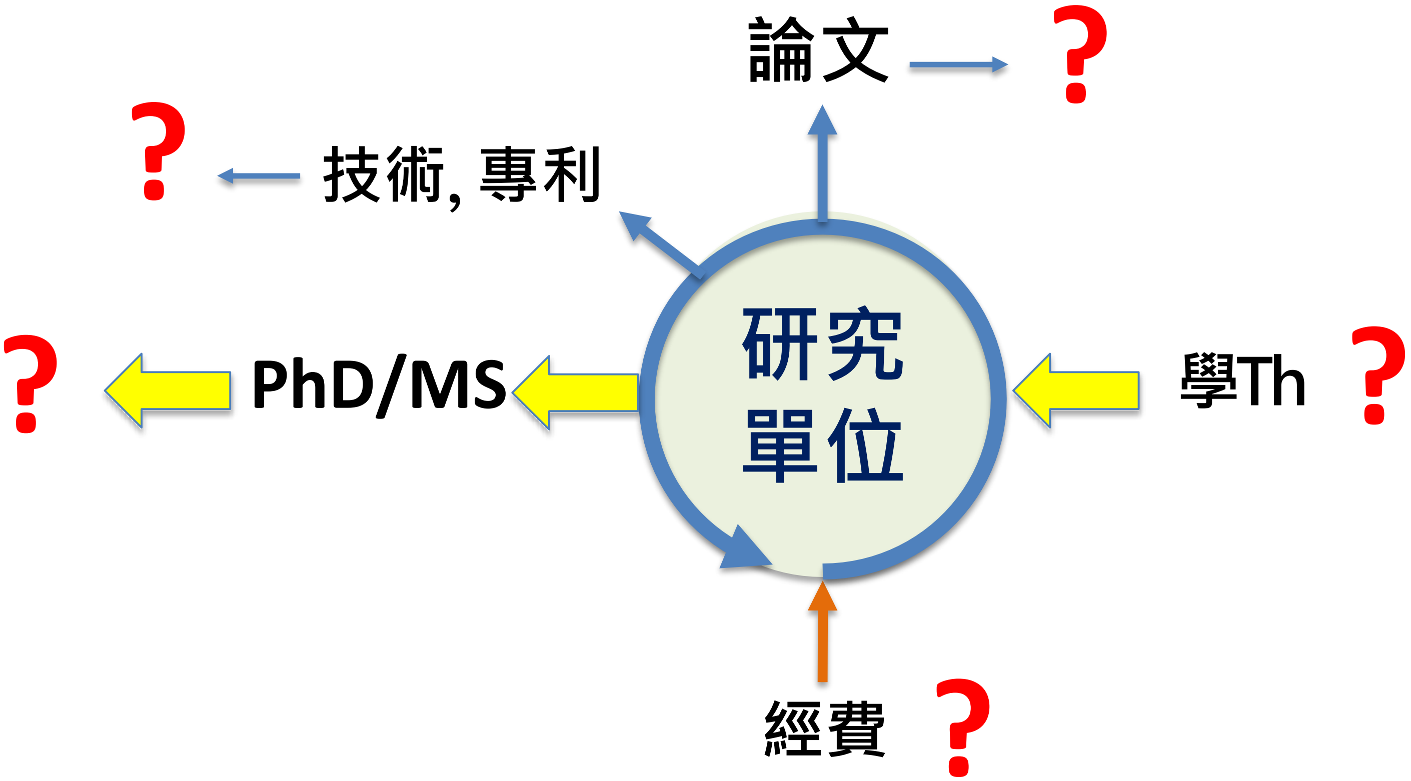
基礎研究與研發人才就業:

發展研發輔助(Research Support)產業

中央研究院
院長 廖俊智

第十次全國科學技術會議, 12/7/2016

- 問題在那裡?
- 基礎研究或應用研究?
- 建議做法



論文 → ?

? ← 技術, 專利

? PhD/MS

研究單位

學Th ?

經費 ?

基礎研究或應用研究？

基礎研究~~或~~及應用研究？

“There is nothing so practical as a good theory.”

(社會心理學家**Kurt Lewin, 1951)**

“Basic research… ends up being one of the most practical things government does.”

(美國總統 **Ronald Reagan, 1988)**

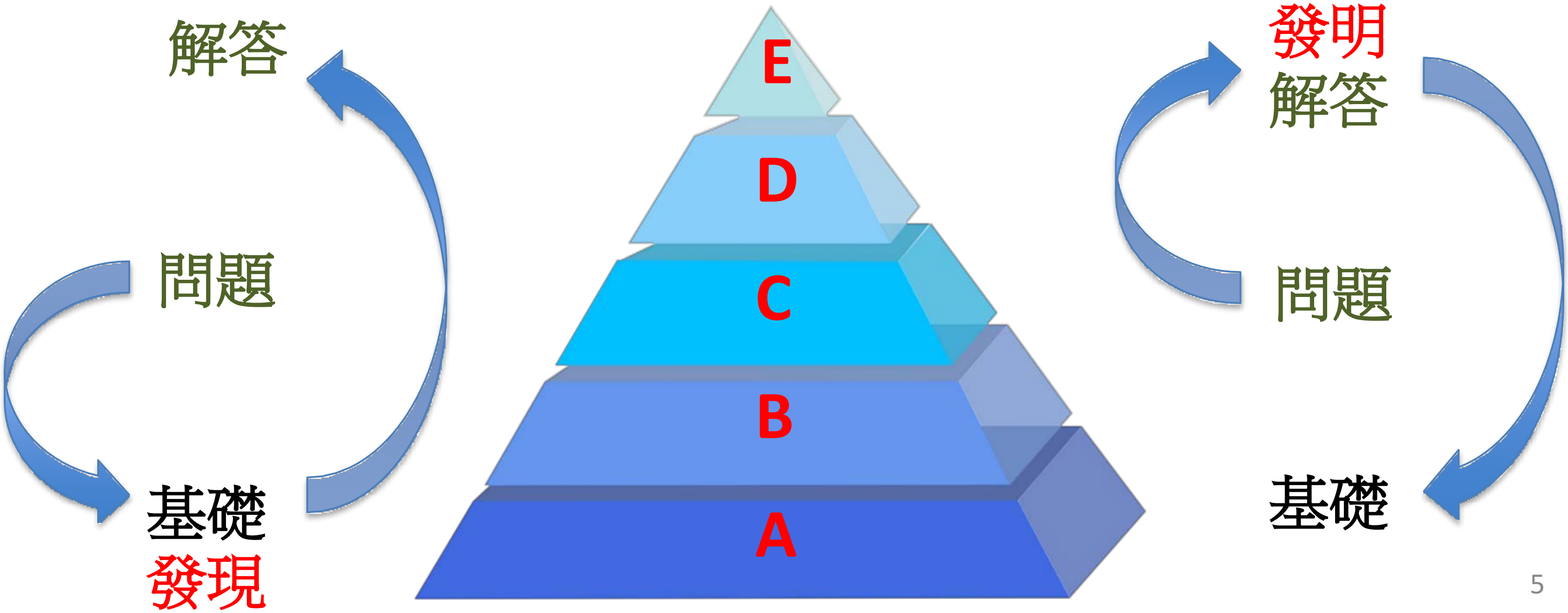
「扎實深入的基礎研究，才能培育勇於接受挑戰以及善於解決問題的創新人才。」

(蔡英文總統於105年全國科技會議)

基礎研究 及 應用研究?

- ~~若不能應用，就是基礎?~~
- 提出(科學)問題
- 分析問題 → 解決問題
- 發現真理(Discovery)

- ~~若不能賺錢，就非應用?~~
- 提出(實際)問題
- 解決問題 → 分析問題
- 發明新事物(Invention)


解答
問題
基礎
發現
E
D
C
B
A
發明
解答
問題
基礎

基礎研究的重要

- 何謂基礎研究?
  - 探索解決問題的新方向,追求新發現
  - 解決未來發展的問題
  - 一般須五至十年才顯現成效，但仍有短期milestone
- 國家長期發展、產界轉型的基石
- 建構整體國家研究能量
- 長期培育人才
- 長期預算規劃

過去的投資

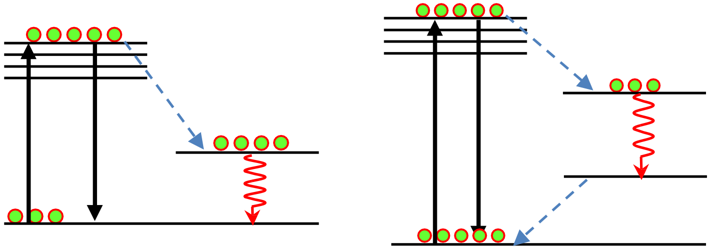
電磁波
全球定位系統 GPS
光纖
材料物理、化學

現在的運用

幾乎人手一具的行動電話
生活不可或缺的網際網路

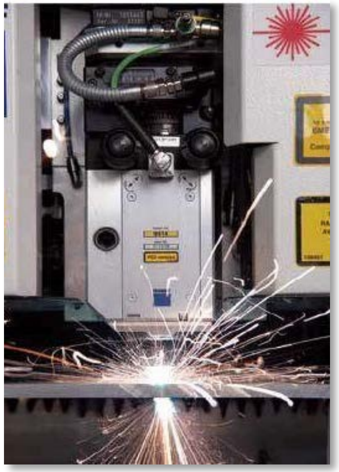
過去的投資　　現在的運用

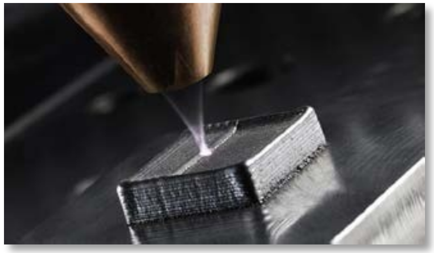
原子分子物理
微波共振放大



Dr. Charles H. Townes and Dr. James P. Gordon, George's friend and fraternity brother, with the MASER that Jim constructed at Columbia University c.1955. He should have won the Nobel prize for this accomplishment. The MASER gave birth to the LASER age.

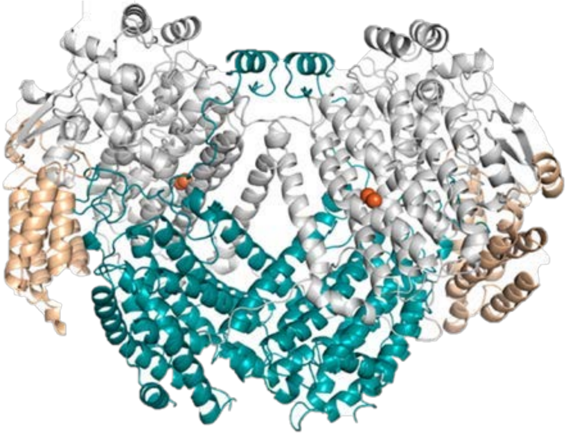
深入各領域的雷射應用

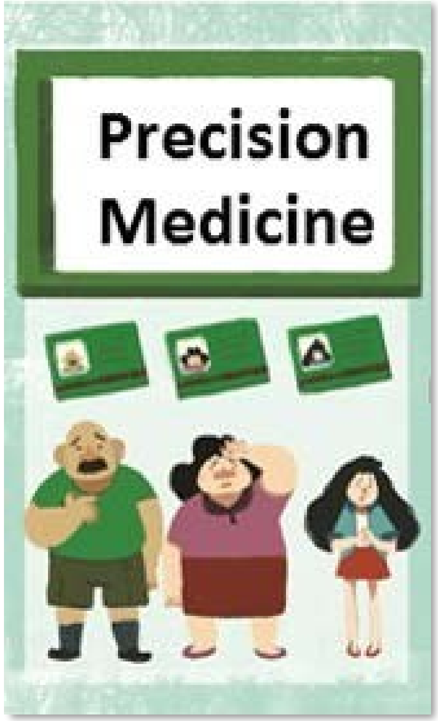




Blu-ray Disc™

過去的投資	現在的運用
DNA、蛋白質結構 生化、生理、遺傳、代謝 基因體、蛋白質體	疾病成因、治療 生技產業蓬勃發展 精準醫療




Precision
Medicine

過去的投資

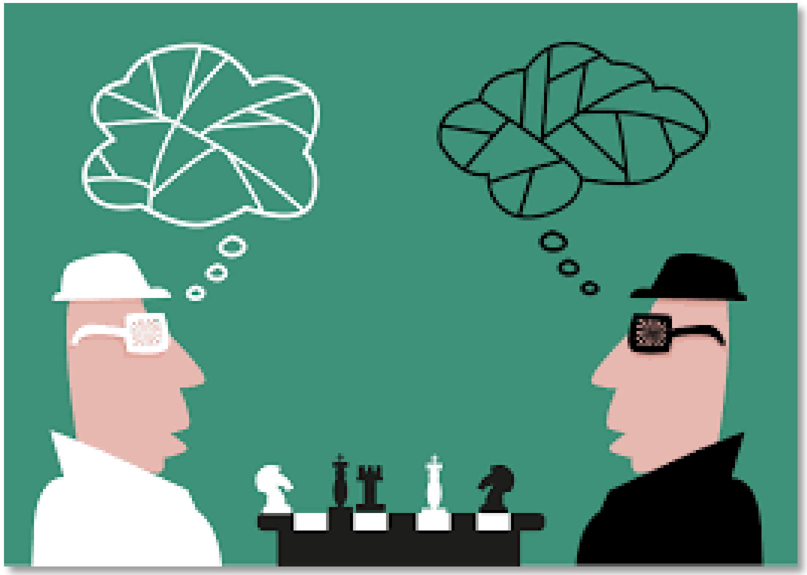
賽局理論 (game theory)

Nash, Harsanyi, Selten
1994 諾貝爾經濟學獎

JOHN NASH:
A BEAUTIFUL GENIUS
AN UNAUTHORIZED TRIBUTE
HE SAW THE WORLD IN A WAY NO ONE COULD HAVE IMAGINED.
RUSSELL CROWE
A BEAUTIFUL MIND
ED HARRIS

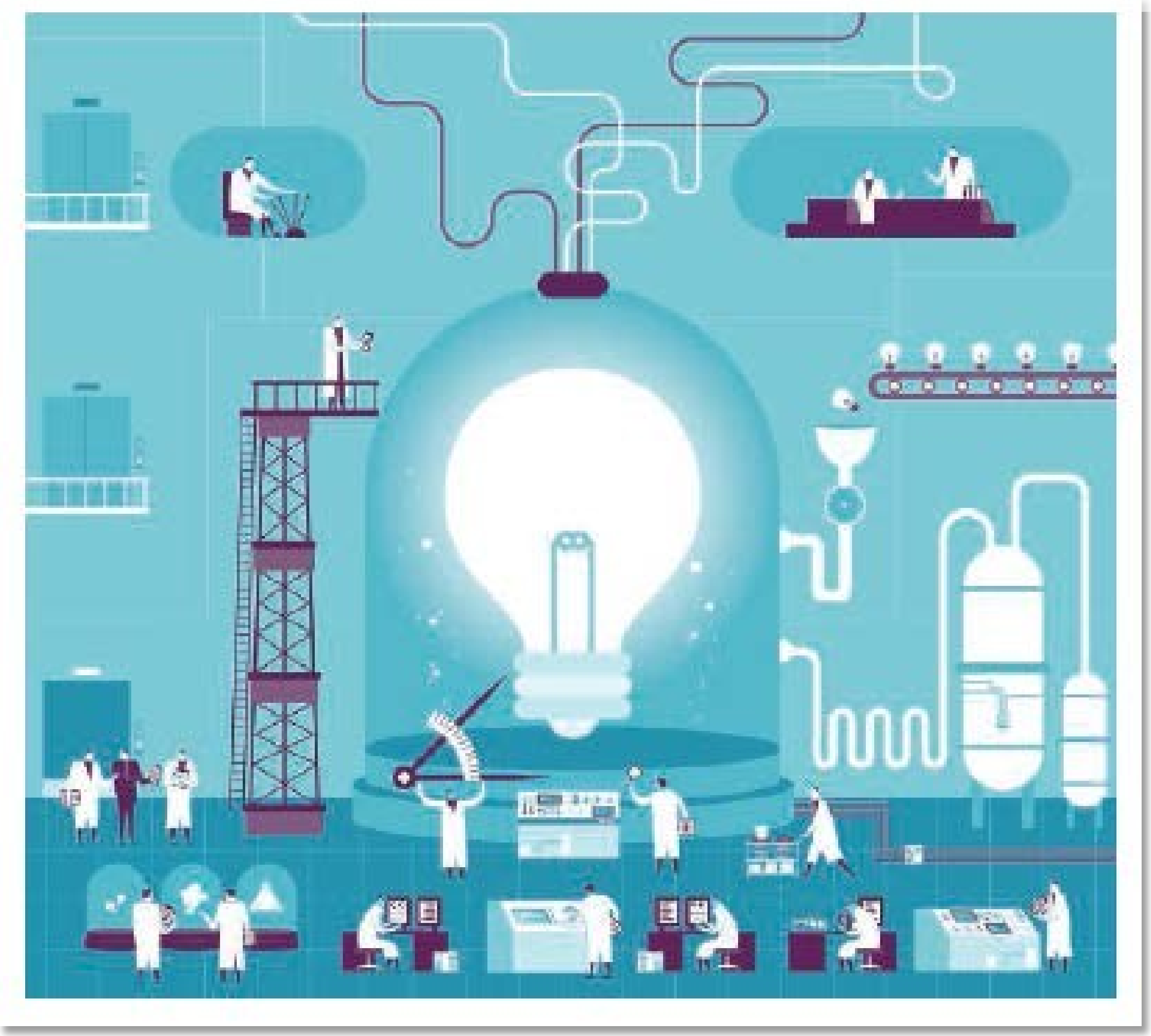
現在的運用

經濟：關稅競賽
政治、國際關係：軍備競賽
生物學：演化、動物行為
…

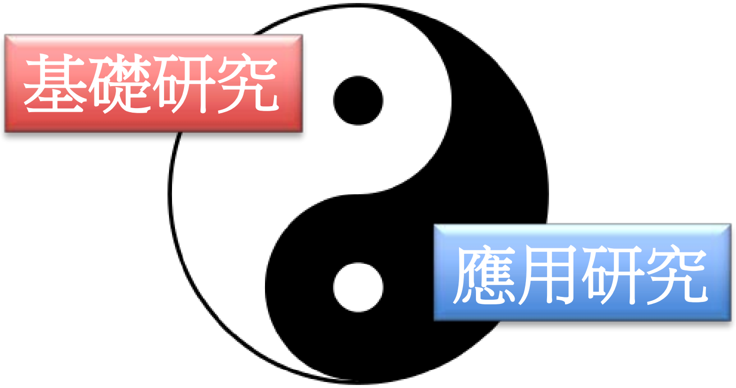


政府長期對基礎科學的投資造就高獲利創新產業

“Long-term basic research, substantially funded by US government, underlies some of industry’s most profitable innovations.”



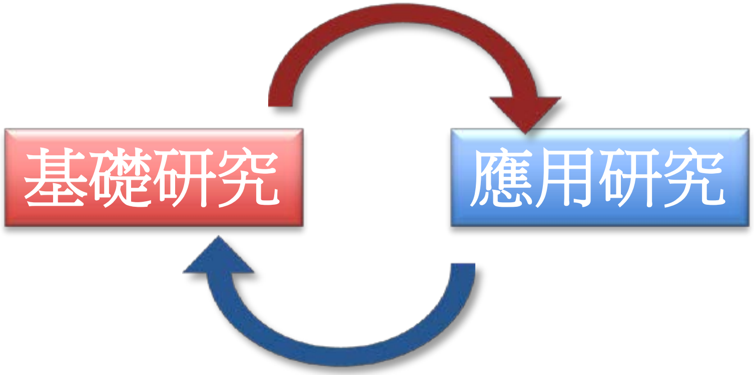
Science (2016) 354, 151



兼併互容的基礎與應用研究

+

正向回饋的基礎與應用科學

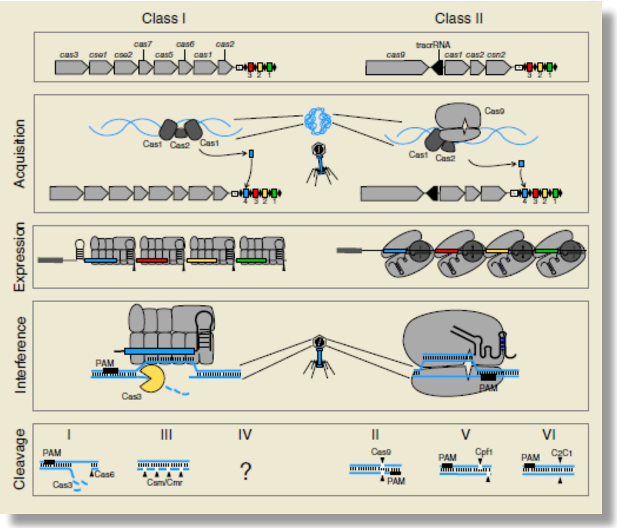


從應用到基礎到應用:CRISPR 範例

乳酪發酵
噬菌體侵襲

從實際應用
發現問題

基礎研究
生物資訊
分子生物學
結構生物學

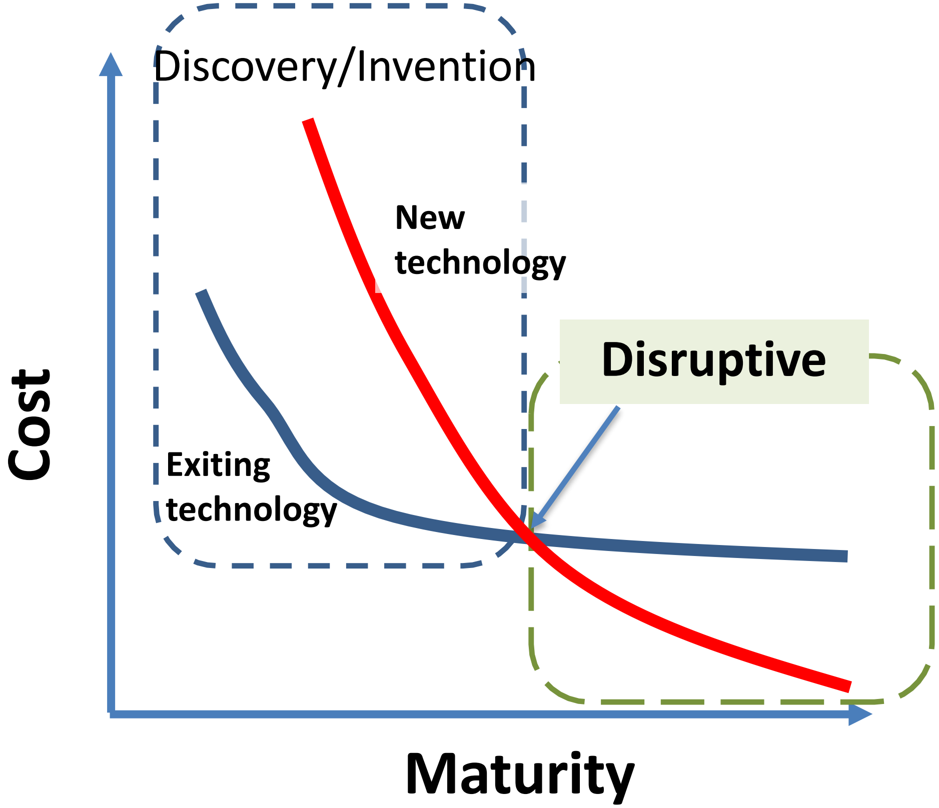

Class I
Class II
cas3
cse1
cse2
cas7
cas5
cas6
cas1
cas2
3 2 1
cas9
tracrRNA
cas1 cas2 csn2
3 2 1
Acquisition
Cas1 Cas2 Cas1
4 3 2 1
Cas9
Cas1 Cas2
4 3 2 1
Expression
Interference
PAM
Cas3
PAM
Cleavage
I
III
IV
II
V
VI
PAM
Cas6
Cas3
Csm/Cmr
?
Cas9
PAM
PAM
Cpf1
PAM
C2C1

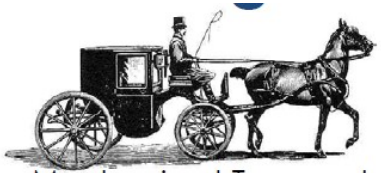
基因體編繹

更廣泛生技研究

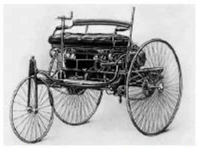
產業應用

Impact: Disruptive innovation (破壞性創新)


Discovery/Invention
New technology
Disruptive
Exiting technology
Cost
Maturity


Pre-Mechanized Transportation

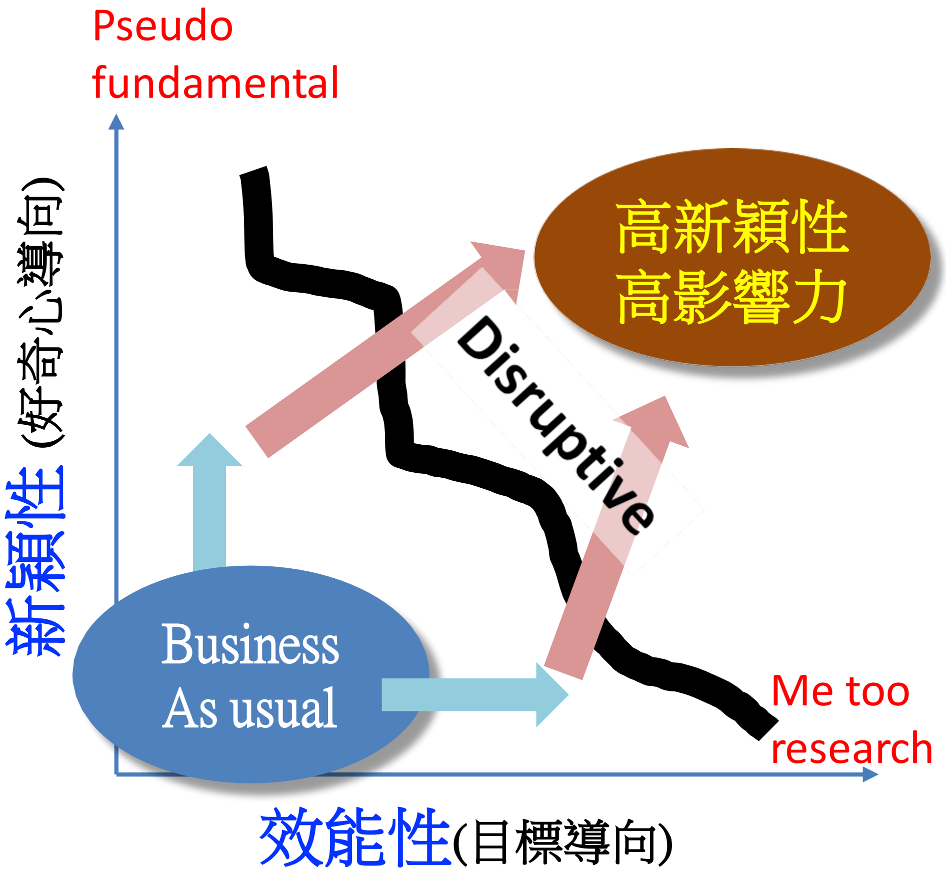
Steam-powered Cugnot (1769)


Benz Motorwagen (1885)

Ford Model T (1914)

基礎研究

好奇心導向研究 (新穎性) vs 目標導向研究 (效能性)


Pseudo fundamental
新穎性 (好奇心導向)
高新穎性
高影響力
Disruptive
Business
As usual
Me too
research
效能性(目標導向)

Who should fund basic research?

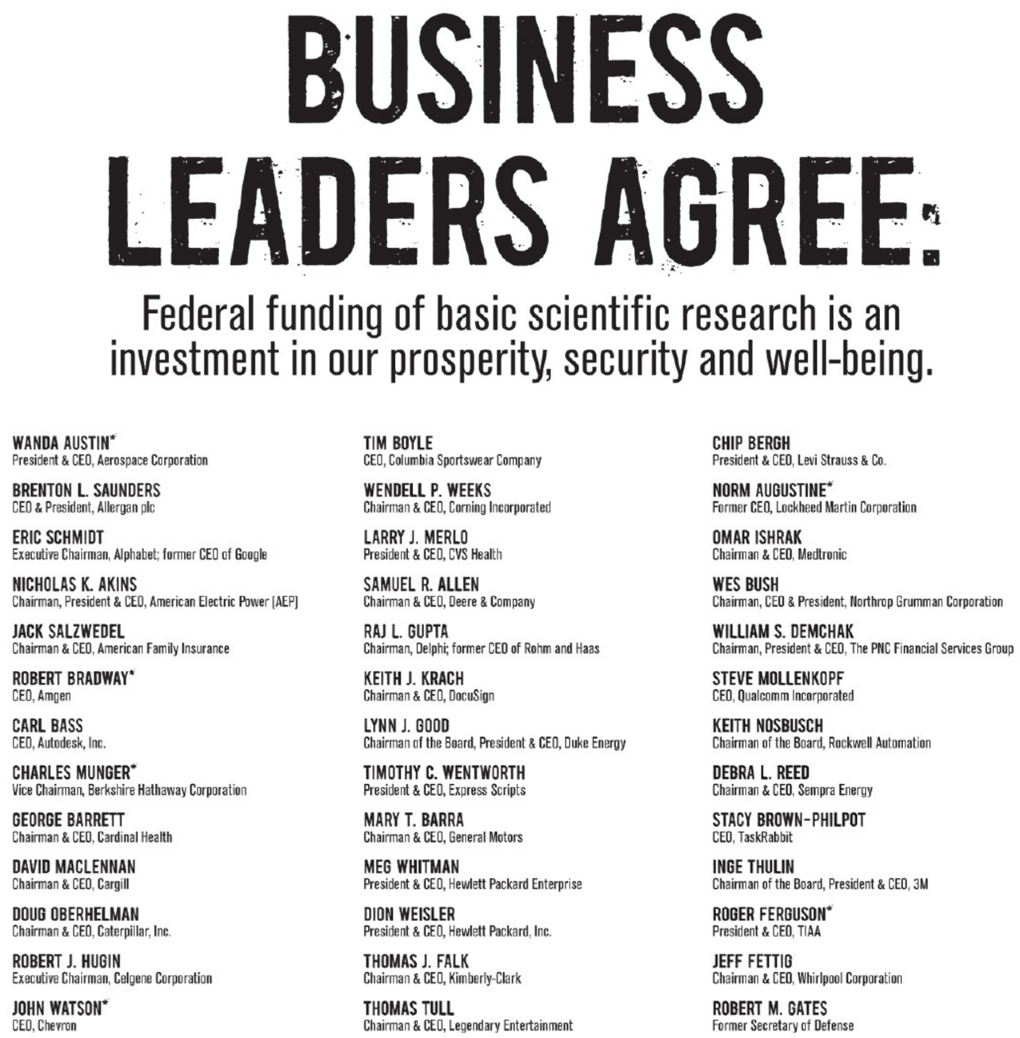
誰來投資基礎研究？

- 短中期難有回報，企業不願投資（R&**D**）
- 唯有政府做長期穩定投資（**R**&D）

William Press (2013) Science 342:817-822
美國科學促進會 會長

39位美國大企業領袖聯合呼籲政府重視基礎研究

華爾街日報 2016.9.30



BUSINESS LEADERS AGREE:

Federal funding of basic scientific research is an investment in our prosperity, security and well-being.

WANDA AUSTIN*
President & CEO, Aerospace Corporation

BRENTON L. SAUNDERS
CEO & President, Allergan plc

ERIC SCHMIDT
Executive Chairman, Alphabet; former CEO of Google

NICHOLAS K. AKINS
Chairman, President & CEO, American Electric Power (AEP)

JACK SALZWEDEL
Chairman & CEO, American Family Insurance

ROBERT BRADWAY*
CEO, Amgen

CARL BASS
CEO, Autodesk, Inc.

CHARLES MUNGER*
Vice Chairman, Berkshire Hathaway Corporation

GEORGE BARRETT
Chairman & CEO, Cardinal Health

DAVID MACLENNAN
Chairman & CEO, Cargill

DOUG OBERHELMAN
Chairman & CEO, Caterpillar, Inc.

ROBERT J. HUGIN
Executive Chairman, Celgene Corporation

JOHN WATSON*
CEO, Chevron

TIM BOYLE
CEO, Columbia Sportswear Company

WENDELL P. WEEKS
Chairman & CEO, Corning Incorporated

LARRY J. MERLO
President & CEO, CVS Health

SAMUEL R. ALLEN
Chairman & CEO, Deere & Company

RAJ L. GUPTA
Chairman, Delphi; former CEO of Rohm and Haas

KEITH J. KRACH
Chairman & CEO, DocuSign

LYNN J. GOOD
Chairman of the Board, President & CEO, Duke Energy

TIMOTHY C. WENTWORTH
President & CEO, Express Scripts

MARY T. BARRA
Chairman & CEO, General Motors

MEG WHITMAN
President & CEO, Hewlett Packard Enterprise

DION WEISLER
President & CEO, Hewlett Packard, Inc.

THOMAS J. FALK
Chairman & CEO, Kimberly-Clark

THOMAS TULL
Chairman & CEO, Legendary Entertainment

CHIP BERGH
President & CEO, Levi Strauss & Co.

NORM AUGUSTINE*
Former CEO, Lockheed Martin Corporation

OMAR ISHRAK
Chairman & CEO, Medtronic

WES BUSH
Chairman, CEO & President, Northrop Grumman Corporation

WILLIAM S. DEMCHAK
Chairman, President & CEO, The PNC Financial Services Group

STEVE MOLLENKOPF
CEO, Qualcomm Incorporated

KEITH NOSBUSCH
Chairman of the Board, Rockwell Automation

DEBRA L. REED
Chairman & CEO, Sempra Energy

STACY BROWN-PHILPOT
CEO, TaskRabbit

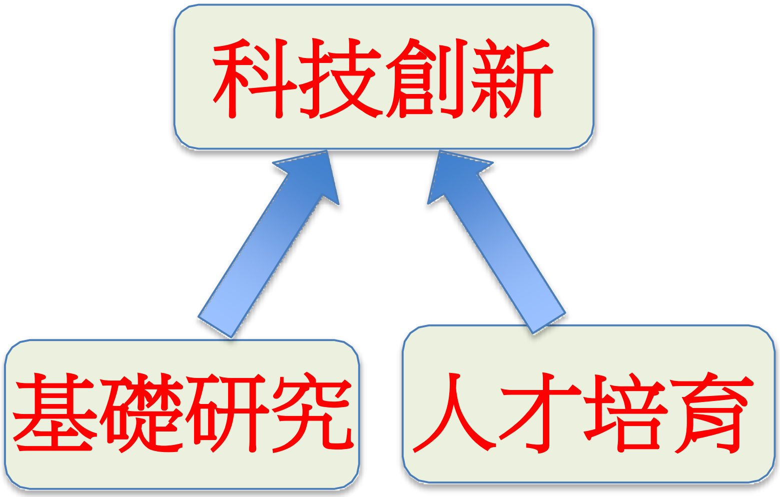
INGE THULIN
Chairman of the Board, President & CEO, 3M

ROGER FERGUSON*
President & CEO, TIAA

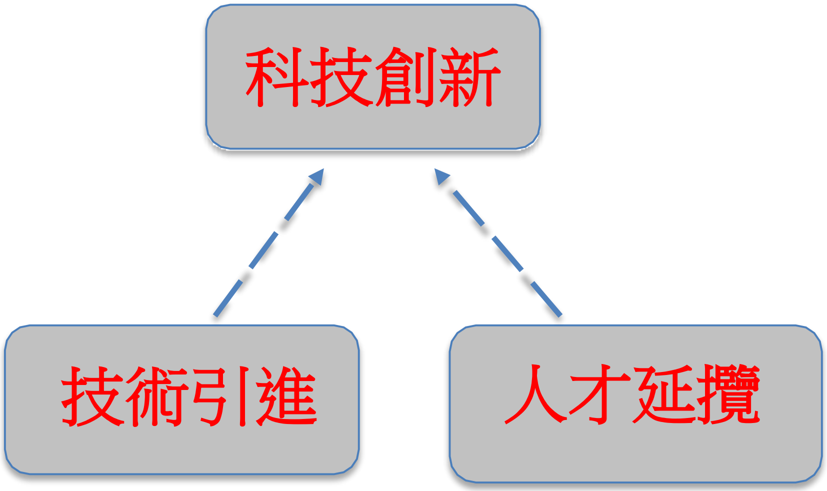
JEFF FETTIG
Chairman & CEO, Whirlpool Corporation

ROBERT M. GATES
Former Secretary of Defense

基礎研究及人才培育為科技創新的基石

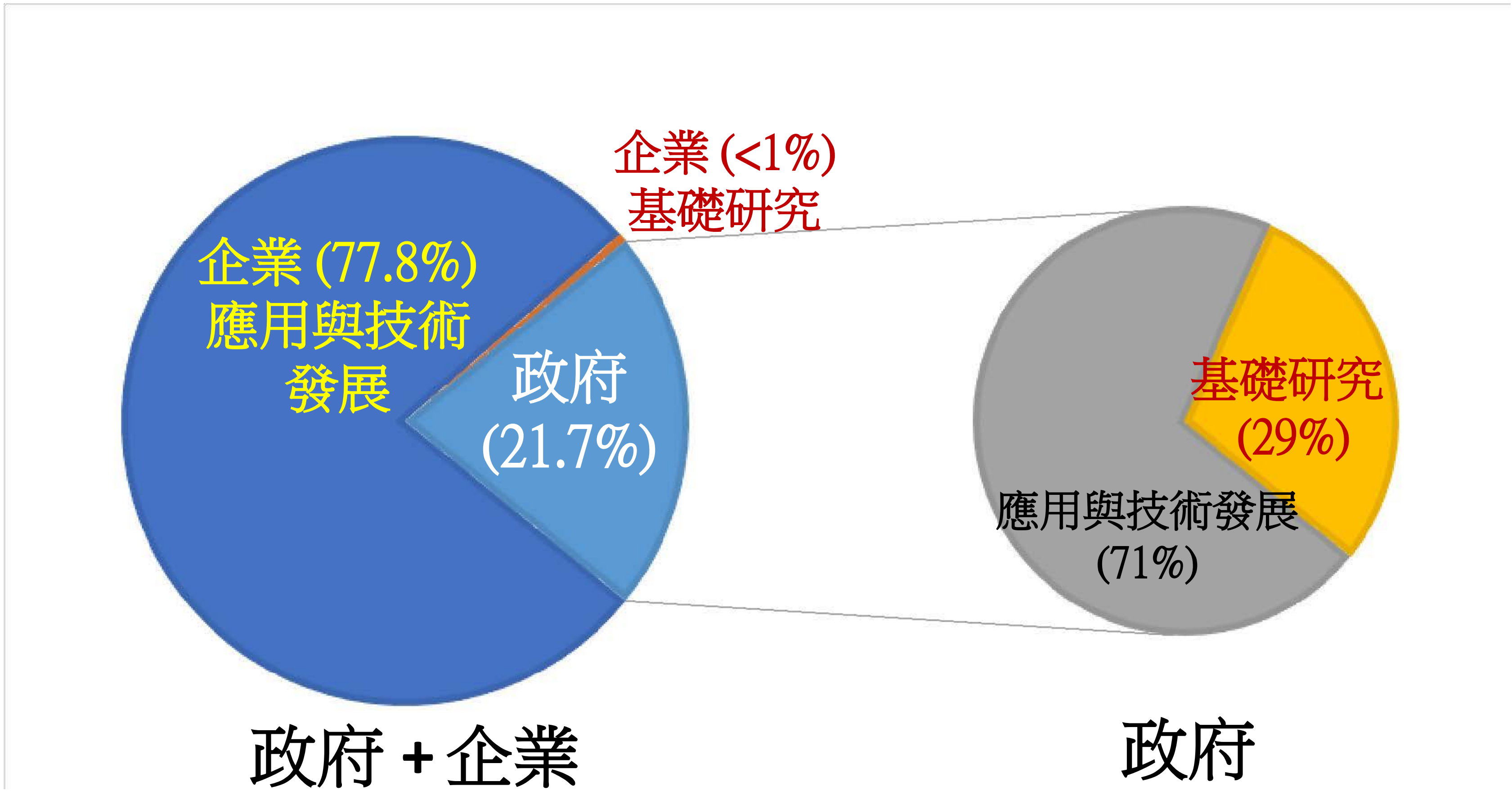

科技創新
基礎研究
人才培育

Sustainable

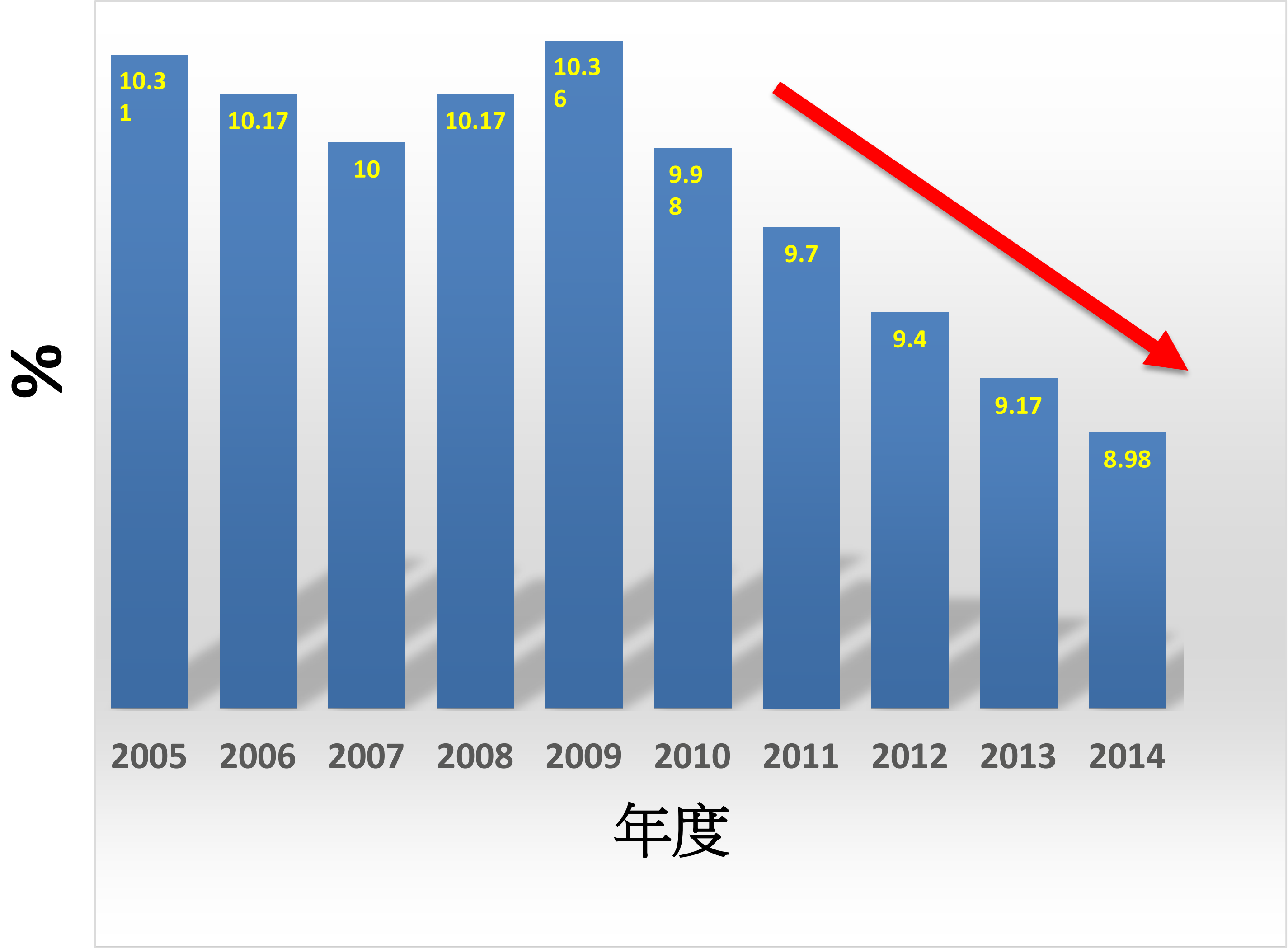

科技創新
技術引進
人才延攬

Not Sustainable

台灣總體科技預算



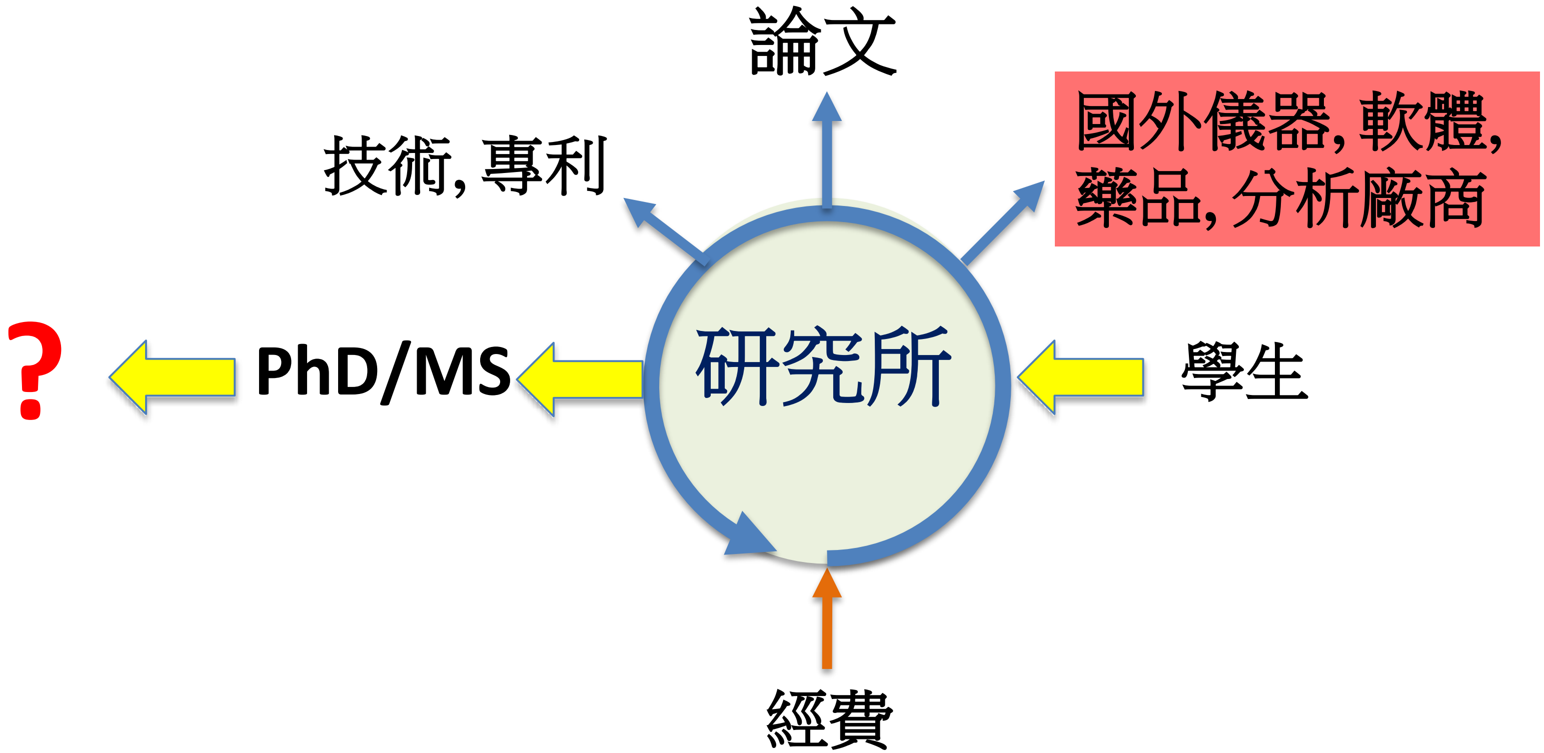
台灣總體科技預算於基礎研究比例



資料來源：科技部科學技術統計要覽2015年版

為何政府不能(無法)增加基礎研究預算?

- 總體預算佔 GDP 的額度限制
- 高階就業問題 (學非所用)



論文

技術, 專利

國外儀器, 軟體, 藥品, 分析廠商

?

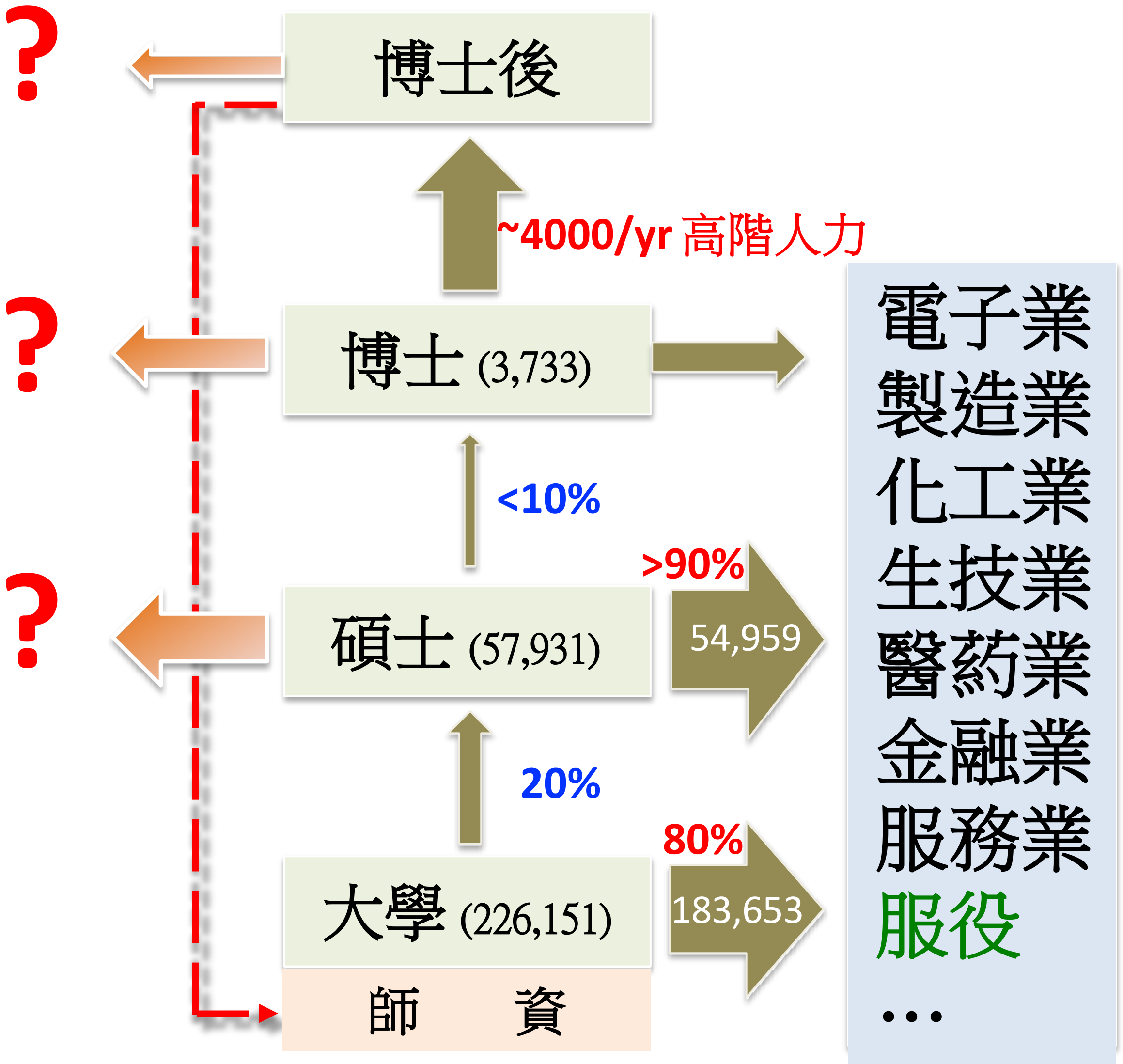
PhD/MS

研究所

學生

經費

人才流的瓶頸與機會



?

博士後

~4000/yr 高階人力

?

博士 (3,733)

<10%

?

碩士 (57,931)

>90%

54,959

20%

80%

大學 (226,151)

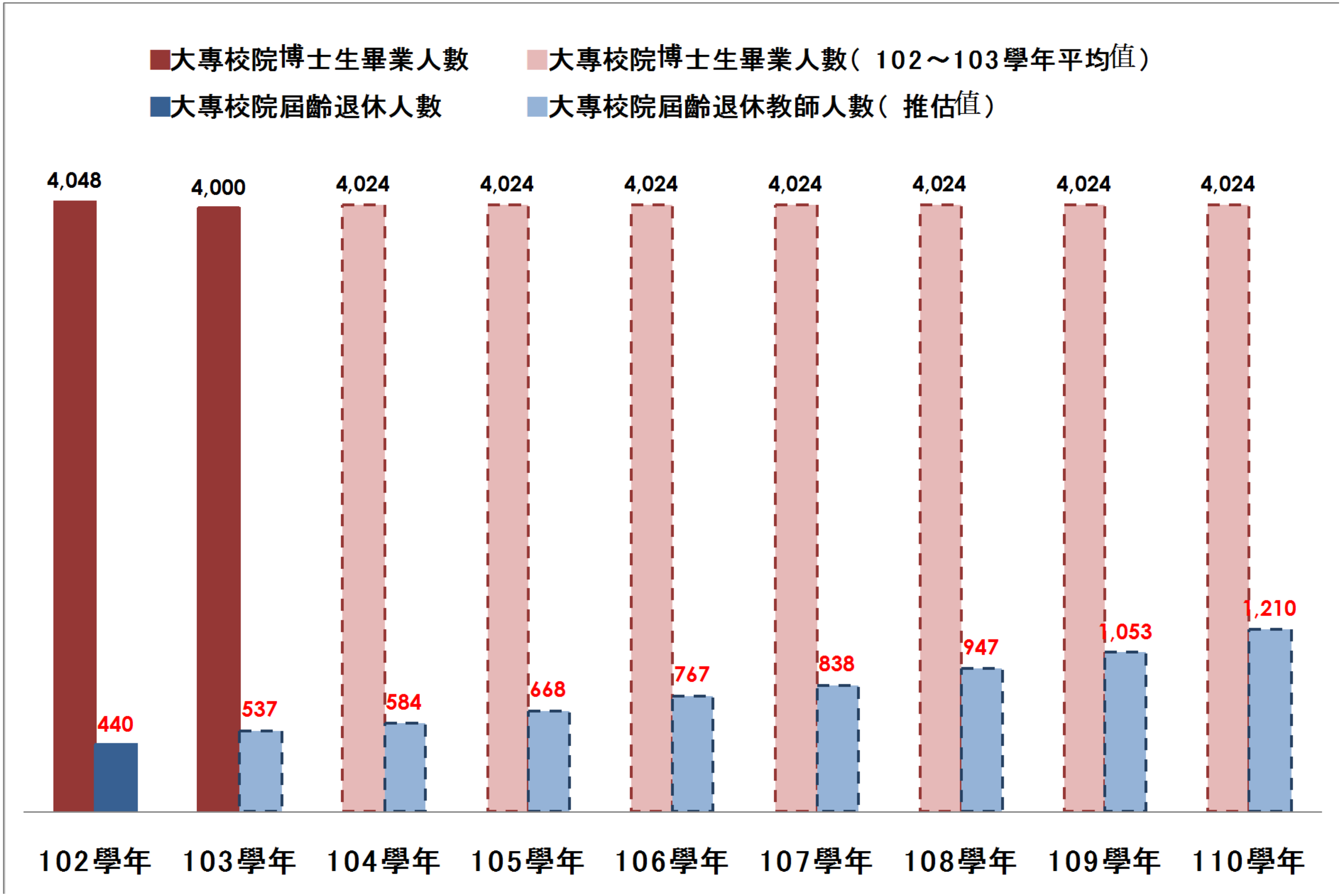
183,653

師　　資

電子業
製造業
化工業
生技業
醫葯業
金融業
服務業
服役
…

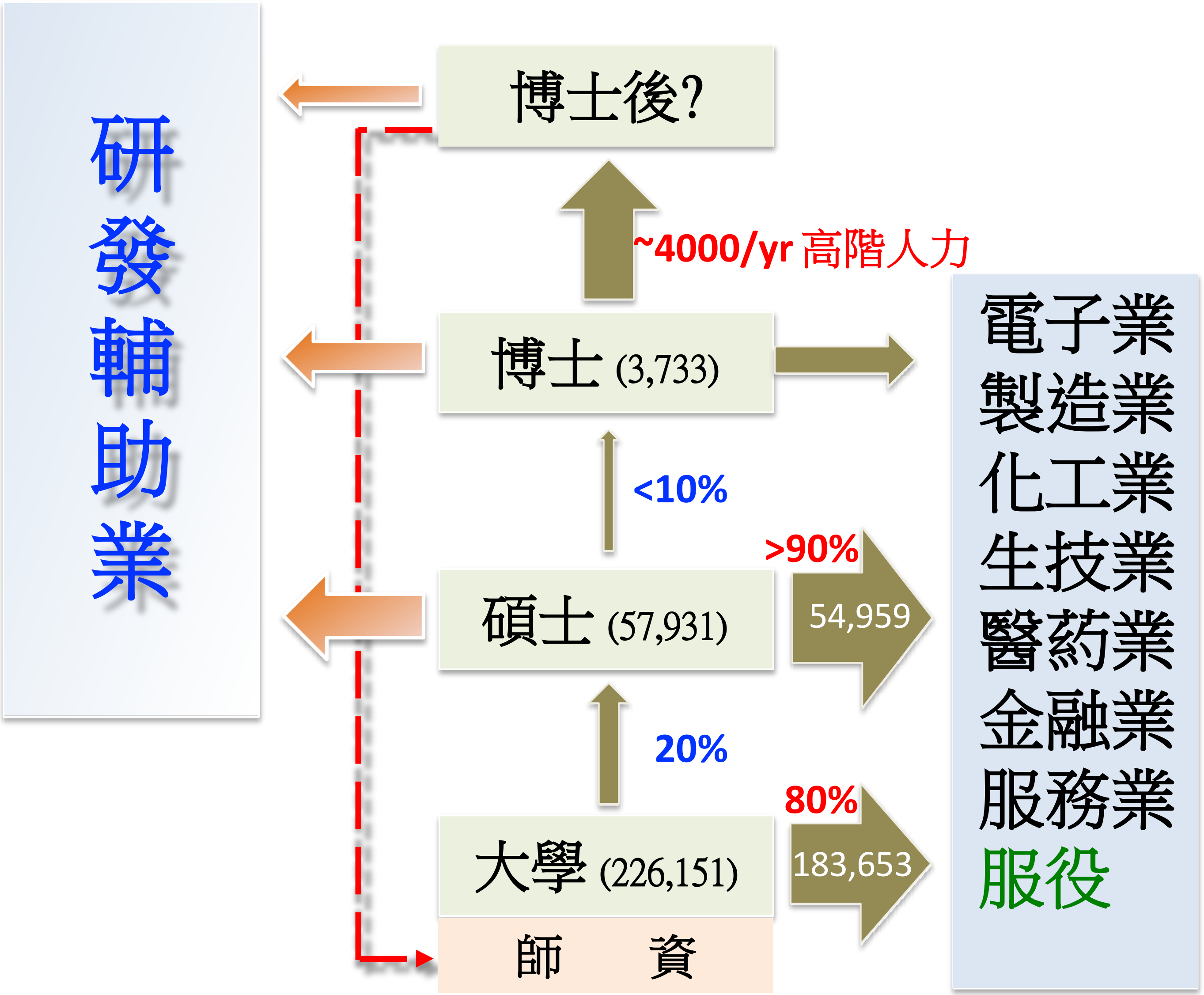
資料來源：教育部統計處99-101學年度大專校院畢業生就業薪資巨量分析 (105年1月發行)

博士班畢業生 vs 大學教師職缺



資料來源：教育部統計處教育統計查詢網、教育部高等教育創新轉型方案等

人才流的瓶頸與機會



研發輔助業

博士後?

~4000/yr 高階人力

博士 (3,733)

<10%

碩士 (57,931)

>90%

54,959

20%

80%

183,653

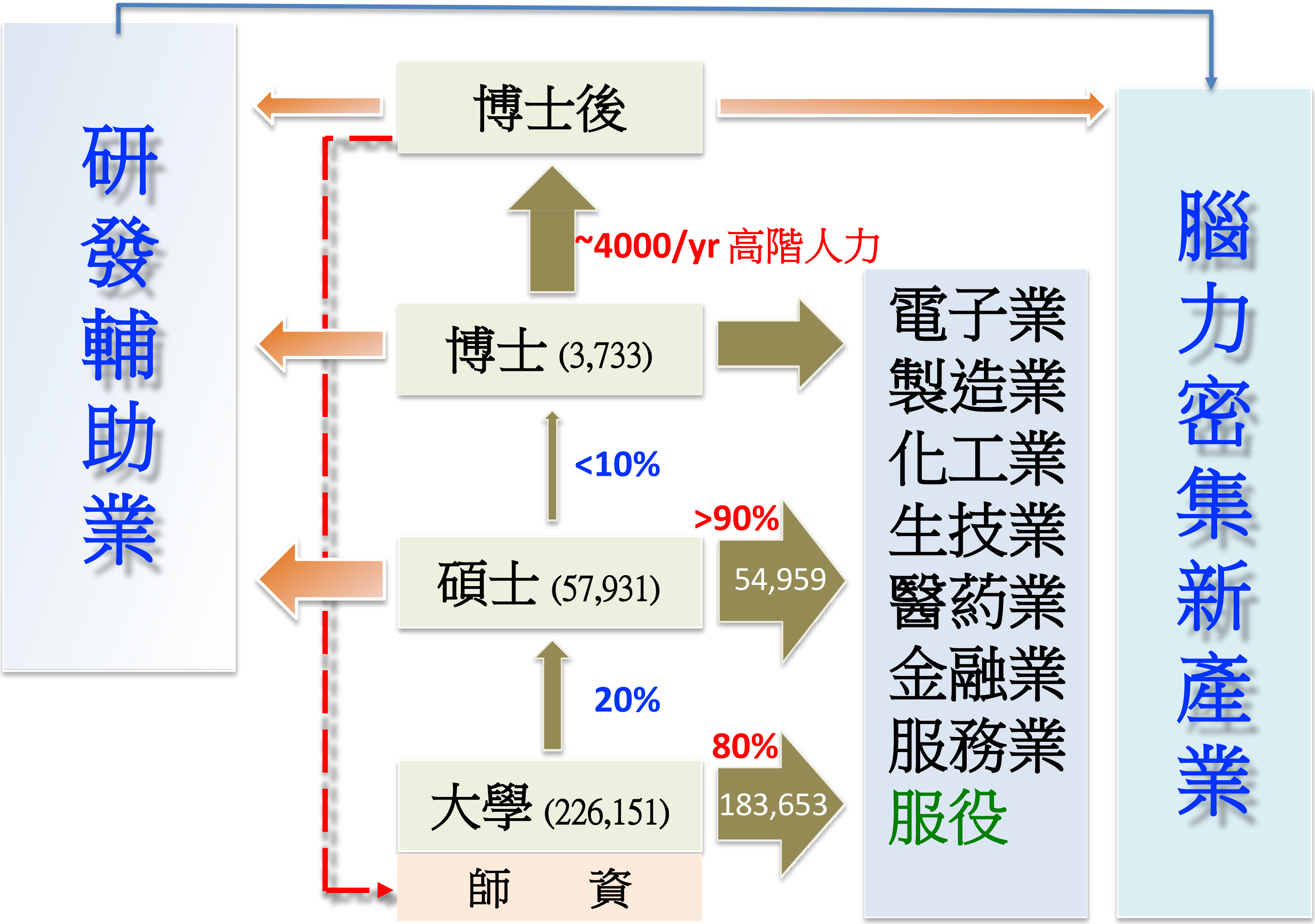
大學 (226,151)

師　　資

電子業
製造業
化工業
生技業
醫葯業
金融業
服務業
服役

資料來源：教育部統計處99-101學年度大專校院畢業生就業薪資巨量分析 (105年1月發行)

人才流的瓶頸與機會



研發輔助業

博士後

~4000/yr 高階人力

博士 (3,733)

<10%

碩士 (57,931)

>90%

54,959

20%

80%

大學 (226,151)

183,653

師　　資

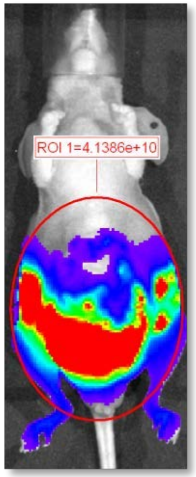
電子業
製造業
化工業
生技業
醫藥業
金融業
服務業
服役

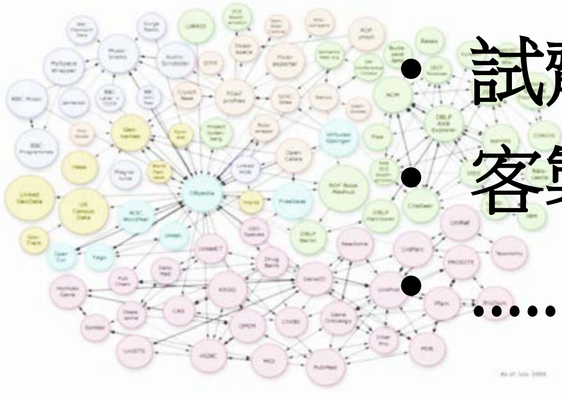
腦力密集新產業

研究輔助產業 Examples

600MHz
500MHz
600MHz

- 實驗用儀器、設備
- 自動化、無線化、遠端監控與操作
- 非侵入式影像擷取儀器
- 數據及影像分析模組
- 標準化研究材料供給
- 試劑開發
- 客製化或系統化代測與服務
- ………


ROI 1=4.1386e+10



研發輔助 (Research support)業: brand names

Thermo Fisher Scientific
(Lab general supplies, equipment)

BIO-RAD
(PCR machines, PCR supplies, protein purification supplies)

EMD millipore
(Filters, enzymes)

NEB BioLab
(restriction enzymes)

Sigma-AldRich
(Analytical, biology, chemistry and material science….)

IDT(Integrated DNA technologies)
(primers, DNA synthesis)

Laragen
(Sanger sequencing)

Genewiz
(Sanger sequencing)

研發輔助業: local examples

專門技術

MA-tek

閎康

BiO 閎康

Ma-TEK

電子顯微鏡在材料研究、Th物應用服務

禾鈶

Jasper Display Corp.

on-silicon

反射矽晶微型顯示器 有機發光二極體微型顯示器

研究服務

核酸合成、檢測定序等基因體服務

Genomics

基龍米克斯

抗體王

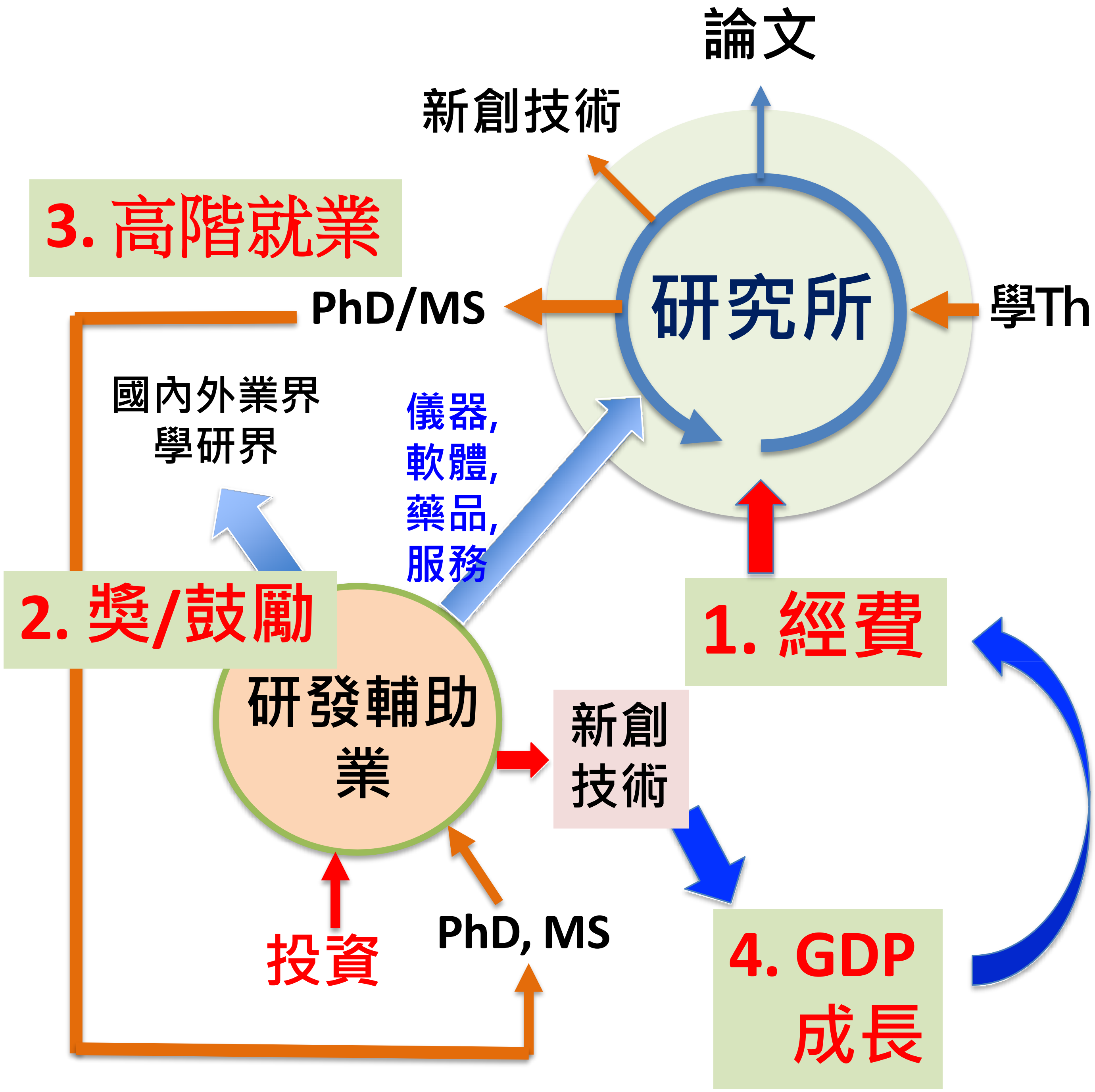
濁水溪

動物疫苗開發代製抗體

Mithra 明生生物科技股份有限公司

Mithra Biotechnology Inc.

應用質譜儀於藥物、檢體的分析



論文

新創技術

3. 高階就業

研究所

PhD/MS

學Th

國內外業界
學研界

儀器,
軟體,
藥品,
服務

2. 獎/鼓勵

研發輔助業

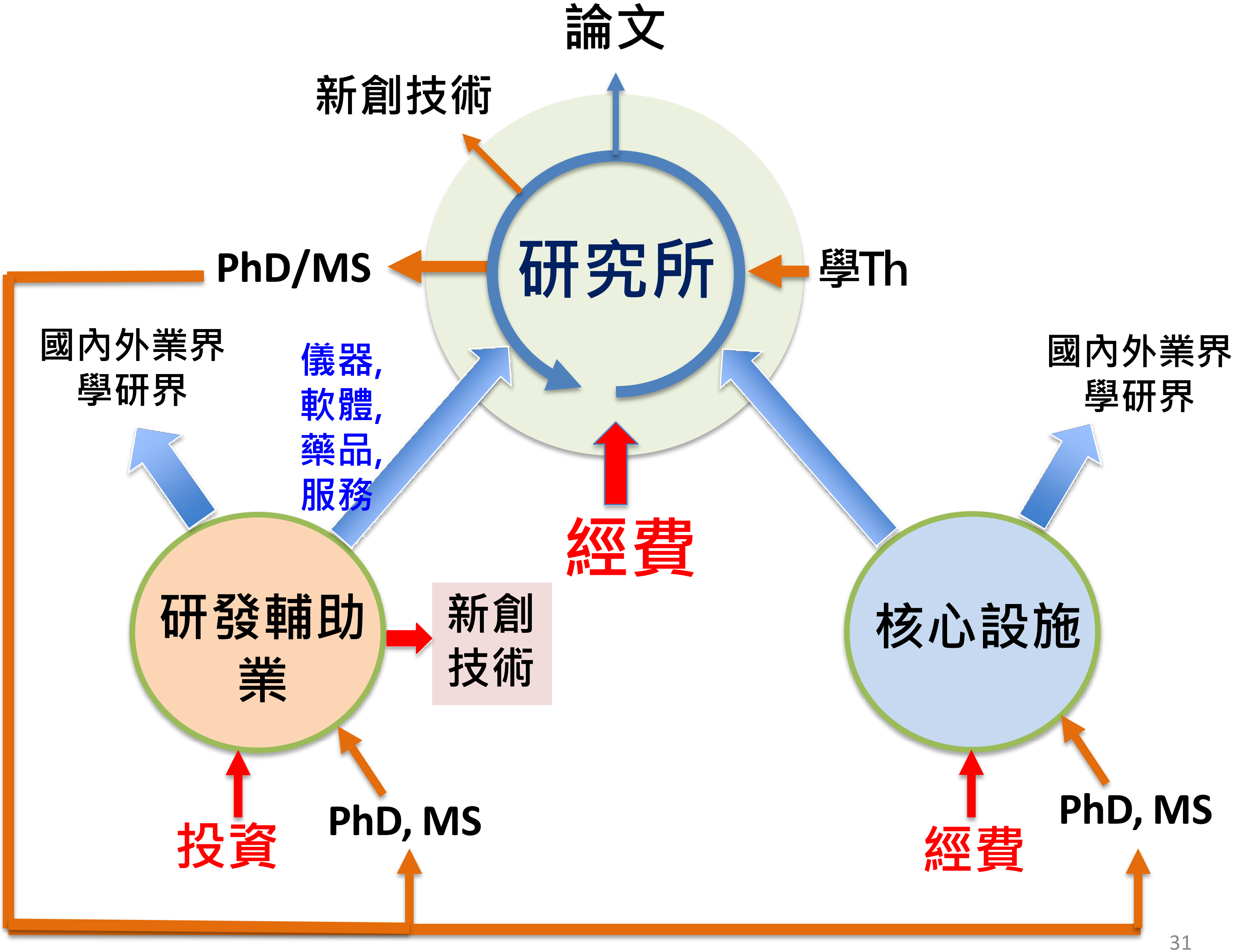
1. 經費

新創技術

投資

PhD, MS

4. GDP 成長



論文

新創技術

研究所

PhD/MS

學Th

國內外業界
學研界

儀器,
軟體,
藥品,
服務

經費

研發輔助業

新創
技術

核心設施

國內外業界
學研界

投資

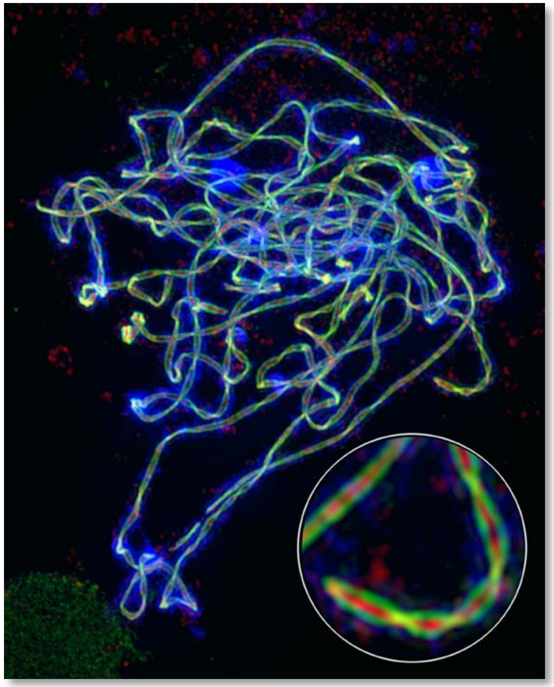
PhD, MS

經費

PhD, MS

核心設施

- 光子源
- 資料儲存,分析,運算
- 高效能體學分析系統
- 高階結構分析設施
- 高階影像設施
- ....



科技投資：研究室 + 研究平台

研究室 (Research Laboratories)

1. 研究機構
2. 大學
3. 政府機構
4. 法人
5. ….

人才培育　創新
知識、科技

Next step: 持續、穩定的投資

厚植研發國力

→ Research Service Industry

研究平台 (Research Infrastructure)

1. 國家實驗室
2. 動物中心
3. 高速網路與計算中心
4. 同步輻射中心
5. ….

Maximize 投資與使用效能
加速科研發展

Next step: 新世代技術平台

科技大建設

Imaging system

Advanced Analytical Instrument

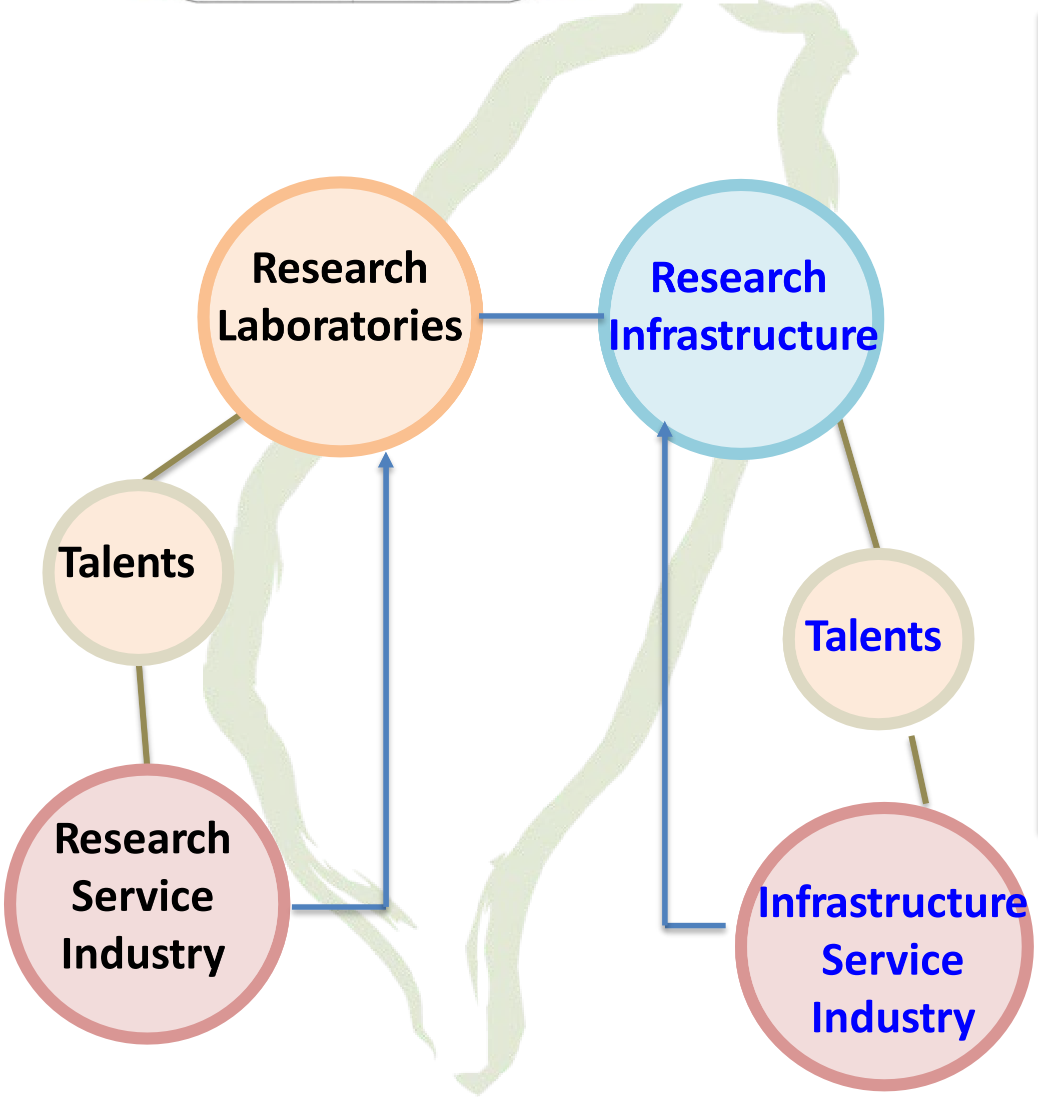
Computing facility

→ Infrastructure Service Industry

蔡英文總統於全國科技會議開幕時宣示：

「政府正在檢視國家下一個世代的建設與發展所需要的基礎建設的時候，未來將**長期投資於基礎研究**，**推動科學基礎建設**，**獎勵研究輔助產業**列為必要的基礎建設，並且籌措足夠的預算來支付。」

建構研發輔助產業

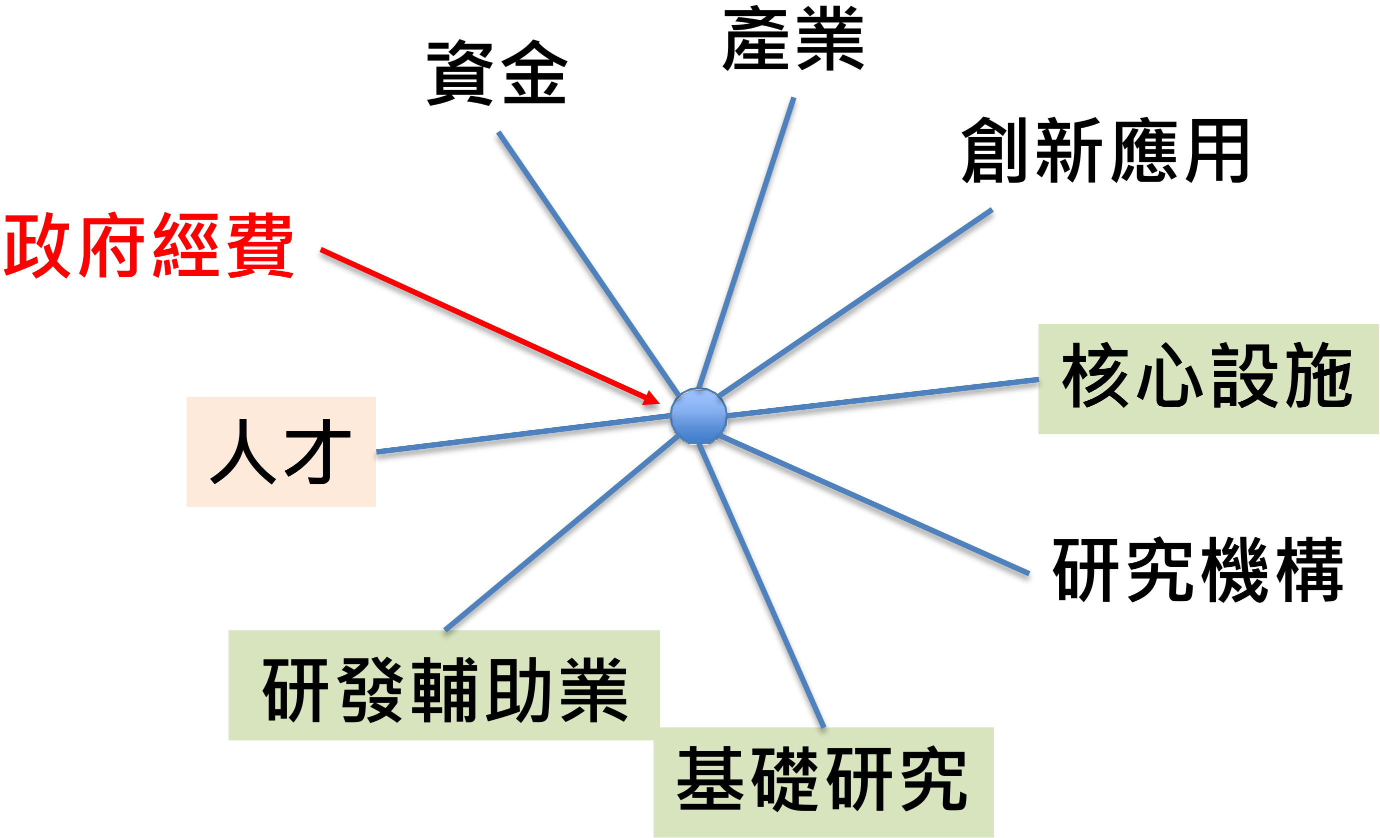

Research Laboratories
Research Infrastructure
Talents
Talents
Research Service Industry
Infrastructure Service Industry

B2L (Business to Labs)

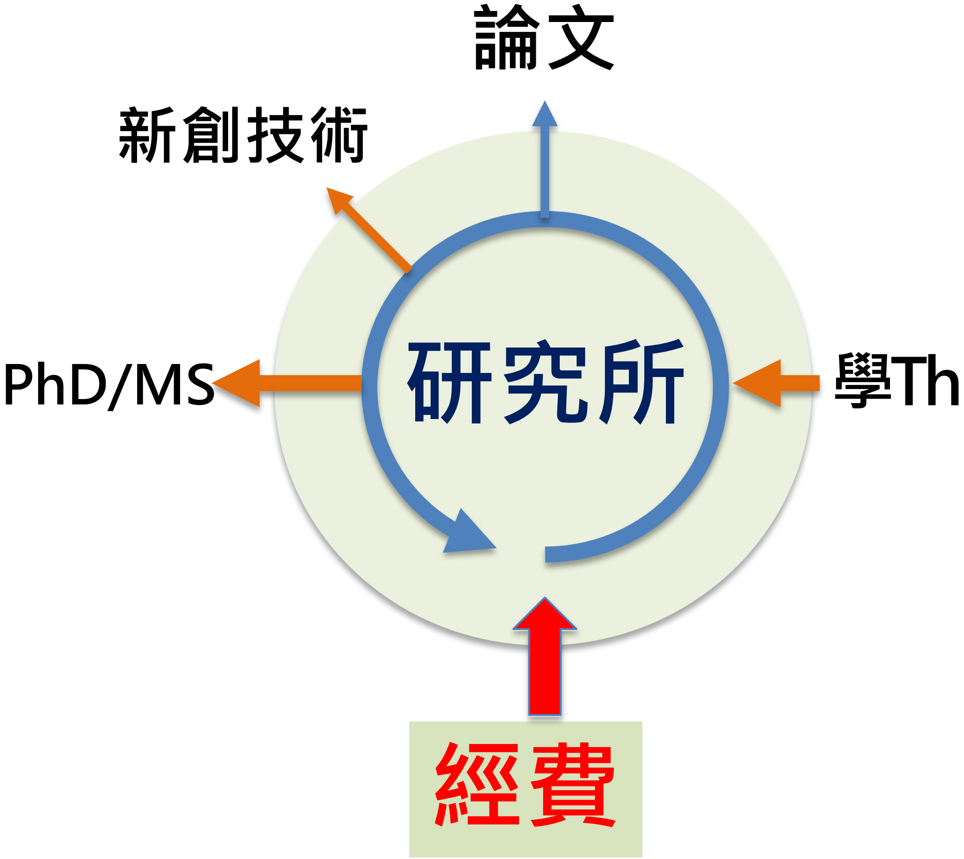
Customized research
Customized tech support
Lab/analytical automation
Imaging systems
Analytical instruments/softwares
Reagents and more…

融入創新產業：
亞洲矽谷、Th技醫療、綠能科技、智慧機械、國防航太、新農業、循環經濟 .....

建構完整的研發Th態系統


產業
資金
創新應用
政府經費
核心設施
人才
研究機構
研發輔助業
基礎研究

增加經費、嚴格審查


論文

新創技術

PhD/MS

研究所

學Th

經費

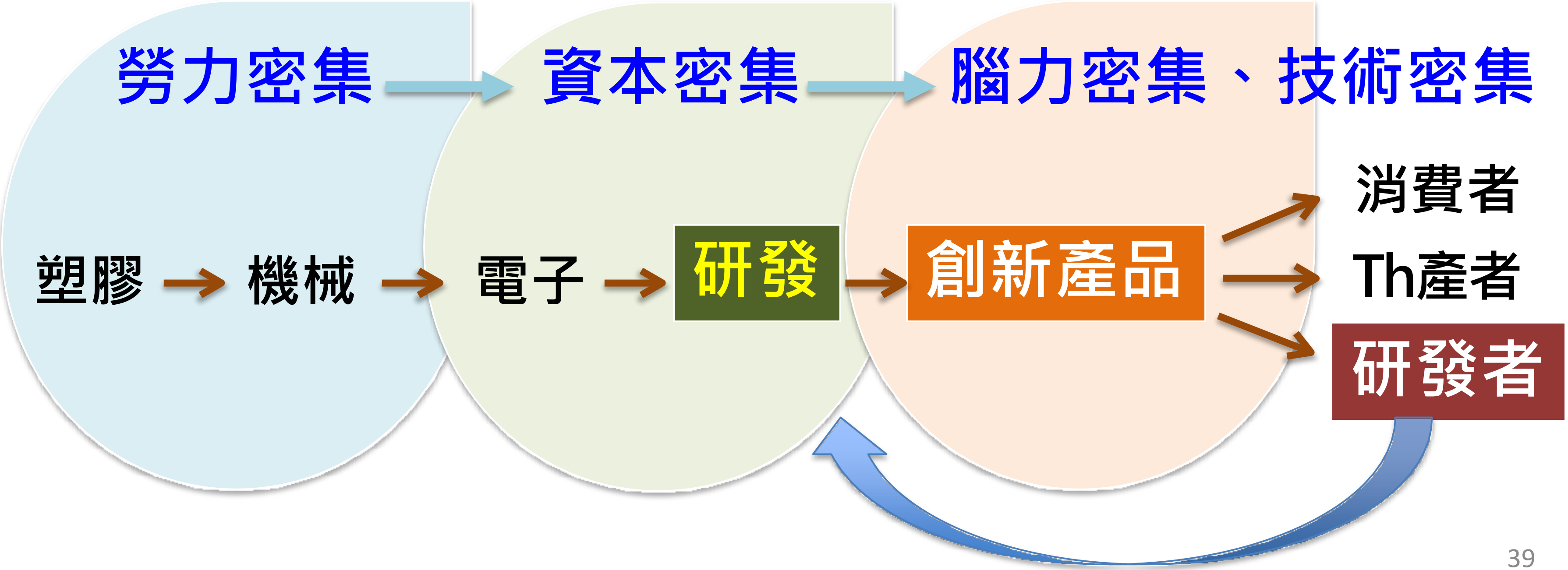
1. 績效考核重質不重量
2. 效法國際高標準
3. 著重中長期規劃
4. 建立研究友善環境

努力 → 成功

科技發展的永續性

台灣/全球未來面臨的挑戰

- ❖糧食安全、食品營養與安全
- ❖永續能源、環境
- ❖醫藥衛Th
- ❖經濟發展
- ❖…



勞力密集 → **資本密集** → **腦力密集、技術密集**

塑膠 → **機械** → **電子** → **研發** → **創新產品**

創新產品 → **消費者**

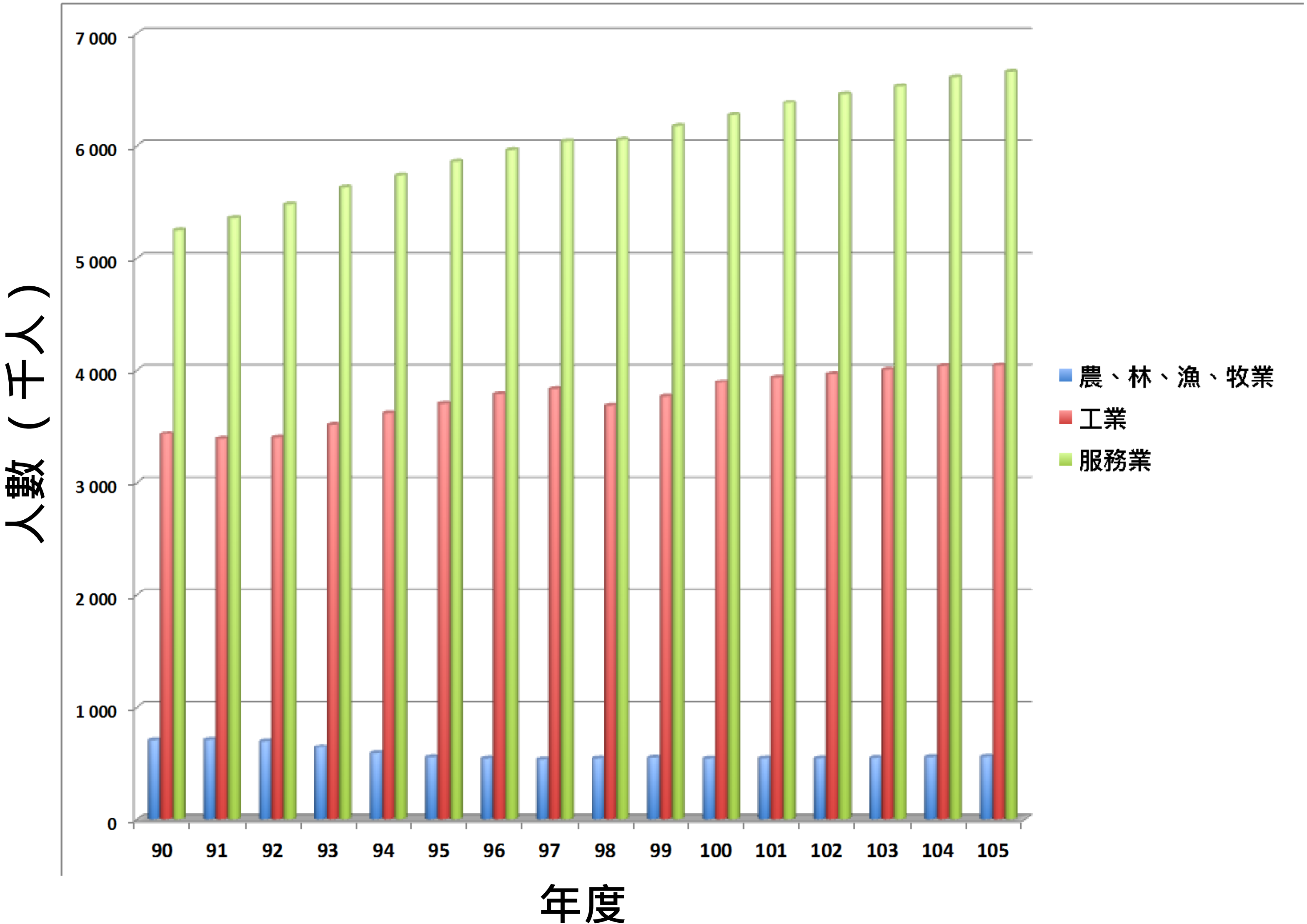
創新產品 → **Th產者**

創新產品 → **研發者**

研發者 → **研發**

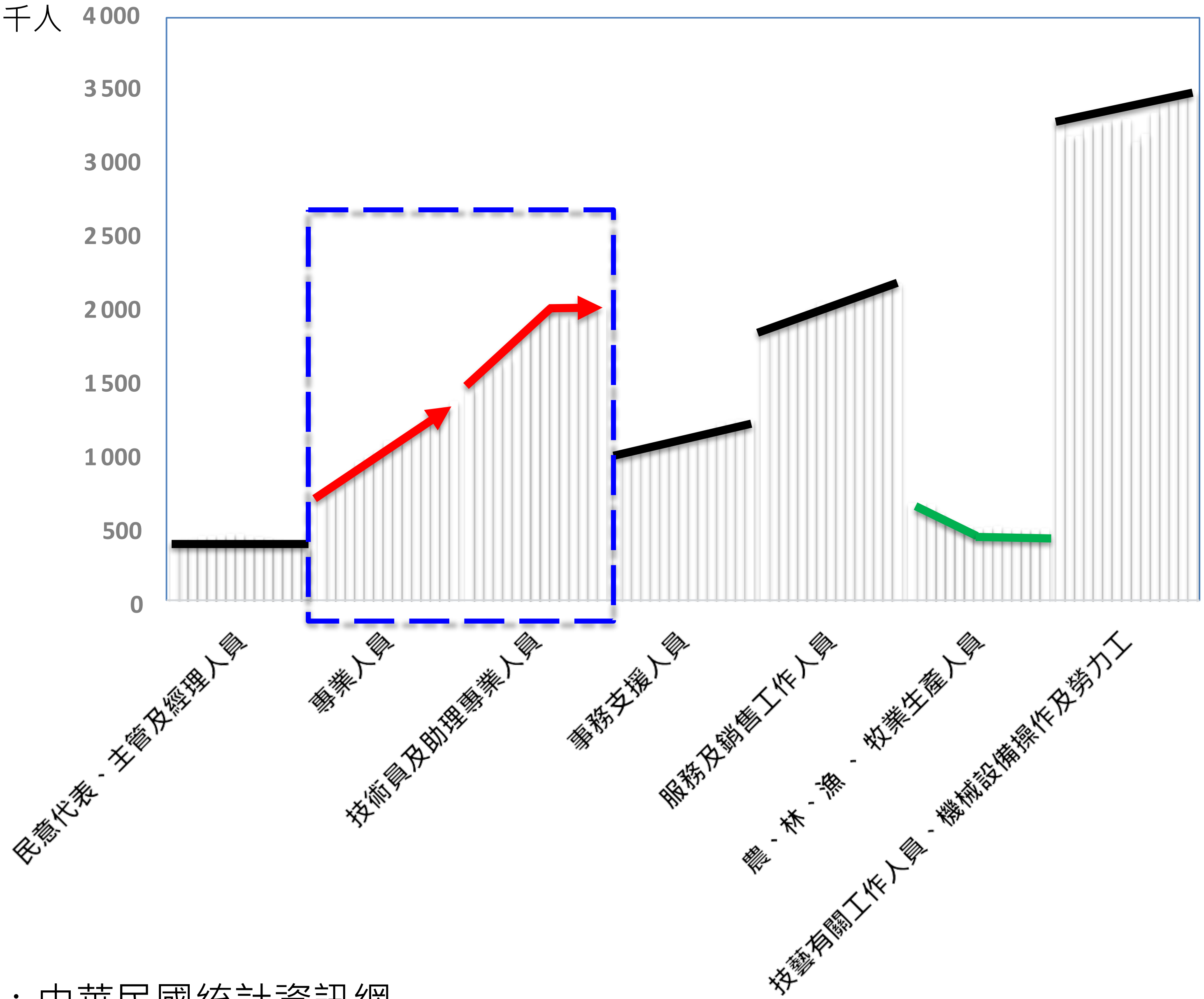
台灣人口、專業、產業結構現況與挑戰？

過去15年台灣產業結構移動
由農林漁牧移向服務業



資料來源：中華民國統計資訊網

專業人員就業者持續增加 (90-104年)



資料來源：中華民國統計資訊網

臺灣社會特色

重視高等
教育文憑

中小企業

如何增加研究人才的就業機會？

高階人才供需失衡的紓解對策

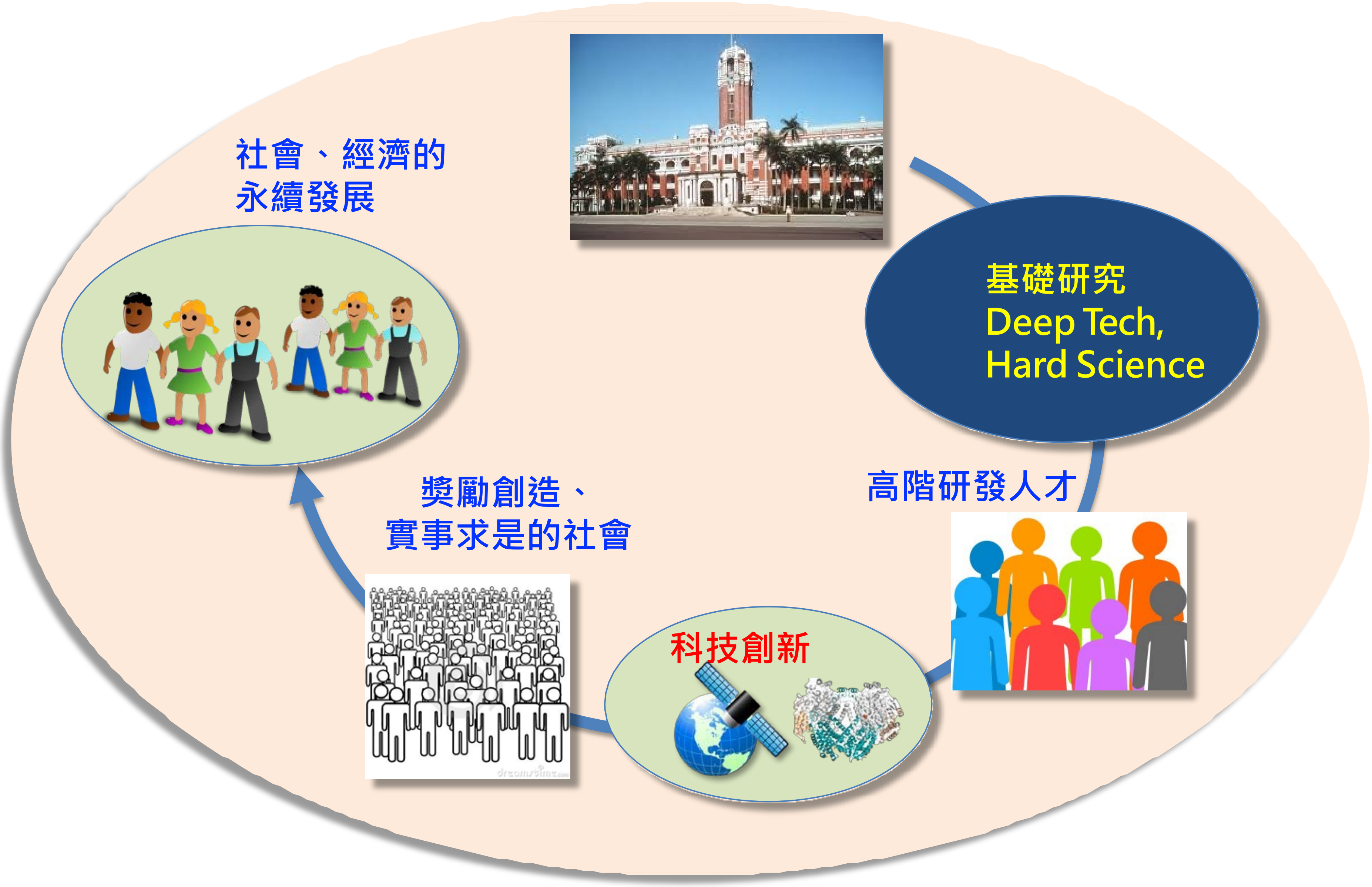
為高階人才找尋出路、與國家發展形成正回饋

- 投資基礎研究、科學建設
- 獎勵研發輔助產業

政策建議

- 科技預算增至3% of GDP
- 加強基礎、中長期性研究
- 獎勵研發輔助產業
- 投資科學基礎建設

政府對基礎研究的資助是 對永續、安全、幸福 的投資



基礎研究
Deep Tech,
Hard Science

高階研發人才

科技創新

獎勵創造、
實事求是的社會

社會、經濟的
永續發展