

理科教育ルネッサンス懇話会2010年11月30日

科学技術駆動型イノベーション創出人材育成と  
国を挙げた教育の質向上への挑戦  
～ 教育と科学技術とイノベーション政策の  
一体的推進を～

柘植綾夫

芝浦工業大学学長

三菱重工業(株)特別顧問

科学技術・学術審議会人材委員会委員長

# 背景認識と危機感の共有を！

1. 21世紀の今、第三の国創りの重大変革期にある日本の活路を切り拓くには、**持続可能なイノベーション創出能力強化と、それを支える人材育成が不可欠**
2. 個別の**科学的知の創造(認識科学)人材**と**科学的知の創造を統合し、社会経済的価値の創造(設計科学)人材の育成を並行して実現すべし**
3. 科学技術立国を標榜する日本の「**科学技術政策**」は、この視座からの「**教育(人材育成)政策**」と「**イノベーション政策**」との一体性が脆弱！・・国を挙げた**投資の効果が高い！**
4. 21世紀自由市民が具備すべき「**科学技術リベラルアーツ教育の強化**」と「**科学技術駆動型イノベーション人材育成強化**」を！**勝負はこの10年！改革は今！**

# 21世紀に科学技術が遭遇する三つの拡散

## 1. ターゲット(目標)の拡散

- ・科学と技術が目標とする社会・経済的価値の拡散・人間・社会・地球・宇宙・生命

## 2. スコープ(守備範囲)の拡散

- ・より早く、安く、安全、高効率に加えて、心の満足まで
- ・知の創造活動の細分化に対する総合・統合役の役割の拡大化

## 3. ディシプリン(学問分野)の拡散

- ・自然科学、人文社会科学における知の創造の細分化

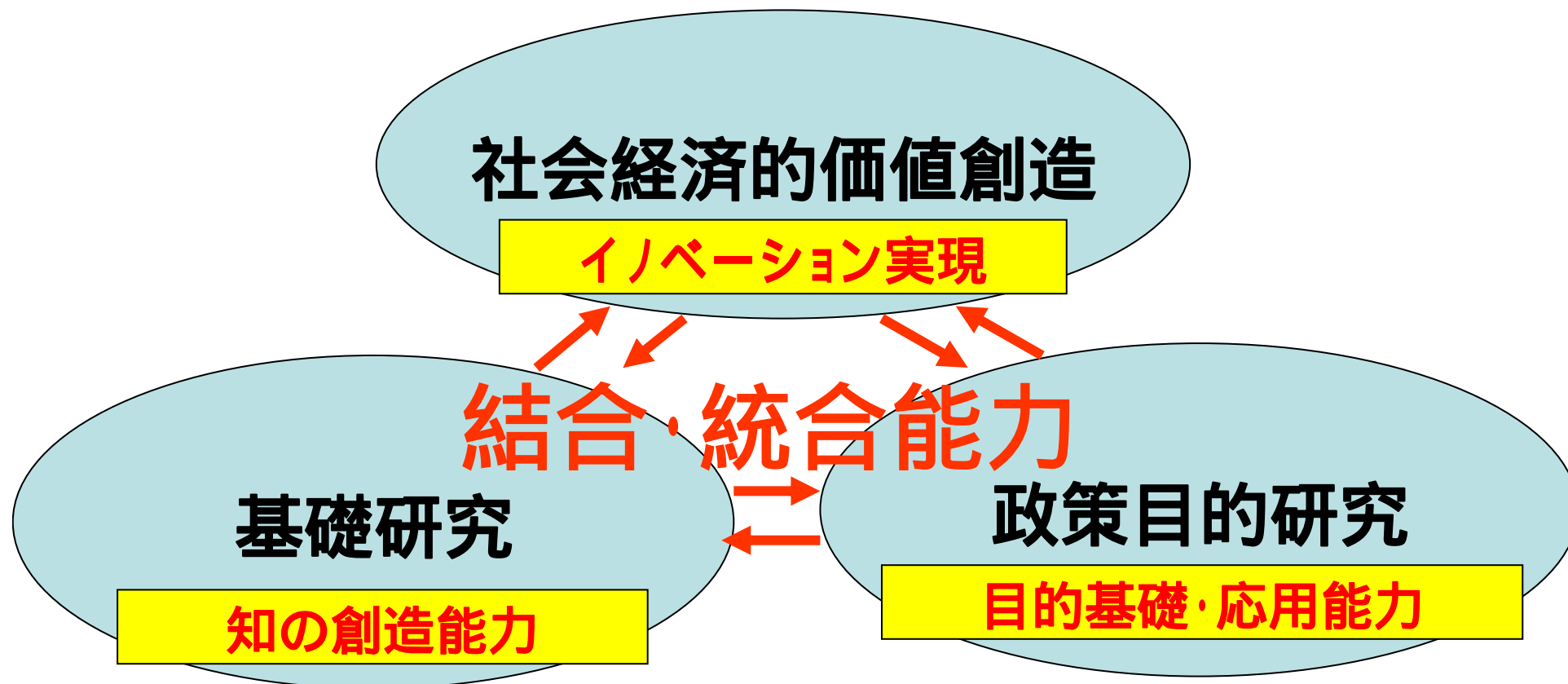
**結果：学術界の21世紀の自由市民育成を目指した「教育」と「社会のための科学技術」のミッション観が希薄！**

# 科学技術の拡散から生じている知識基盤社会 の負のスパイラル構造と教育の重大危機

1. 初等・中等教育における理科・数学教育と技術教育・社会学習との乖離・・・科学と技術と社会との連関教育の欠落
2. 中学生徒の理工学への進学意欲の低下・・・3年生が勝負
3. 文系・理工系ともに科学技術リベラルアーツ教育効果の低下
4. 理工学系の大学院における教育の質低下・・・産業の要求とのミスマッチ、ポスドク問題の顕在化、博士課程進学低下等
5. 社会人の自由市民として豊かに生きるリベラルアーツ素養の低下・・・子ども達への負のスパイラル構造の連鎖

**科学技術立国創りが砂上の楼閣の恐れ！**

# 真の科学技術立国づくりの要 ～ 持続可能なイノベーション能力構築～

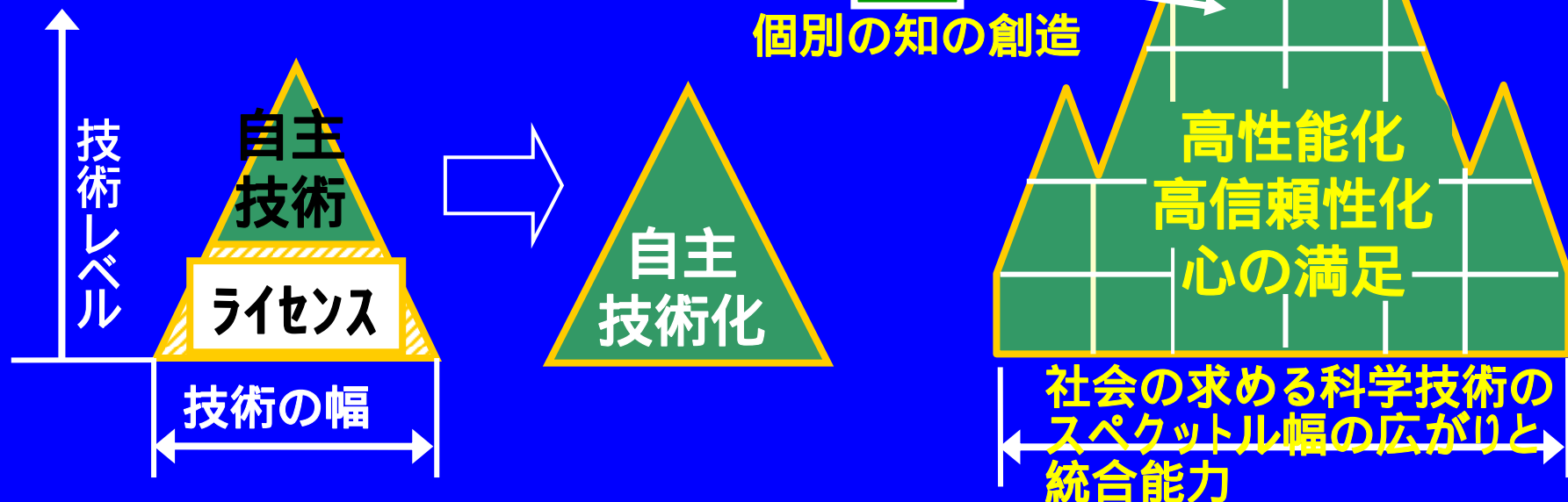


科学・技術的知の創造人材と、それをイノベーション実現にまで結合・統合する人材育成の両輪が重要

# フロントランナー型イノベーション創出の難しさ

21世紀:フロントランナー型

20世紀:キャッチアップ型

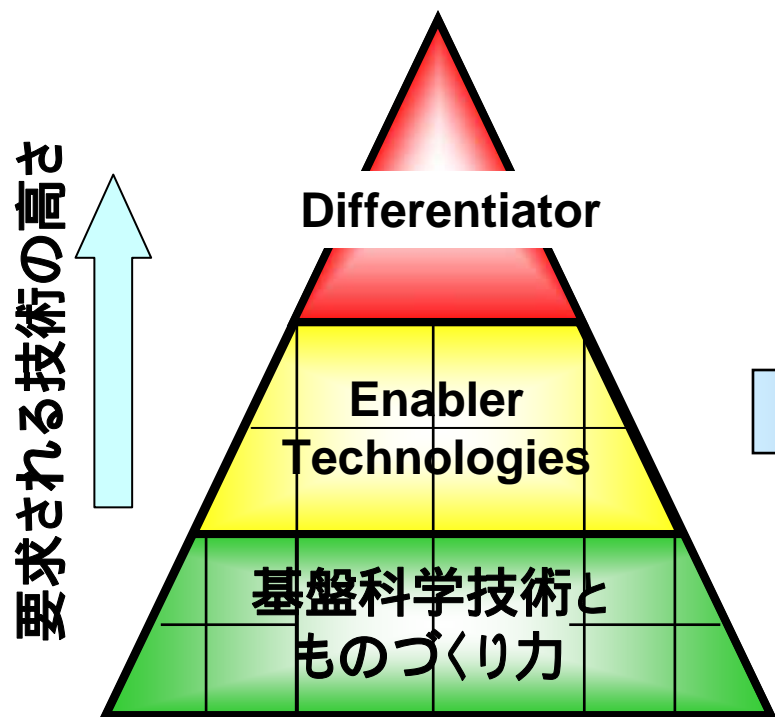


フロントランナー型イノベーション創出 = 巨大複雑系の  
社会経済システムの「個別科学技術創造」と  
その「統合化能力」の両方の能力が不可欠

教育と学術は「統合化能力」を忘れていないか？

# フロントランナー型イノベーションを実現する人材像

## 世界をリードするイノベーション構造



要求される科学技術のスペクトルの幅の広がり(人文、社会まで)

## 育成すべきイノベーション人材像

Type-D : Differentiator科学技術  
創造人材: 「認識科学指向」

Type-E : Enabler技術創造人材: 「認識科学と設計科学の両輪」

Type-B : 幅広い基礎・基盤技術・技能を有する人材: 21世紀リベラルアーツの素養に基づく「設計科学指向」

Type- $\Sigma$  : 知の結合による社会的経済的価値創造人材 = (イノベーション構造の統合能力): 「認識科学に立脚した設計科学指向」

B型人材、型人材の育成が崩壊している！

**科学技術・学術審議会人材委員会提言  
知識基盤社会を牽引する人材の育成と活躍の促進に  
向けて(平成21年8月31日文科省)**

**< 検討の視点 >**

- 1. 知識基盤社会に必要とされる科学技術関係人材の素養・能力**
- 2. 社会の多様な場で活躍する科学技術関係人材の育成**
- 3. 世界と伍して競える優れた若手研究者の養成と活躍促進**
- 4. 次代の科学技術の担い手を育成**

**< 施策の方向性 >**

- 1. チームにおいて力を発揮できる人材や、リーダーの育成を推進**
- 2. 知識基盤社会の多様な場におけるリーダーとして、博士号取得者の活躍を促進**
- 3. 優秀な若手研究者が自立して研究できる環境・ポスト・研究資金を一体的に拡充**
- 4. 子どもの才能を見出し、伸ばす取組を強化**



**科学技術・学術審議会人材委員会提言  
知識基盤社会を牽引する人材の育成と活躍の促進に  
向けての「まとめ」**

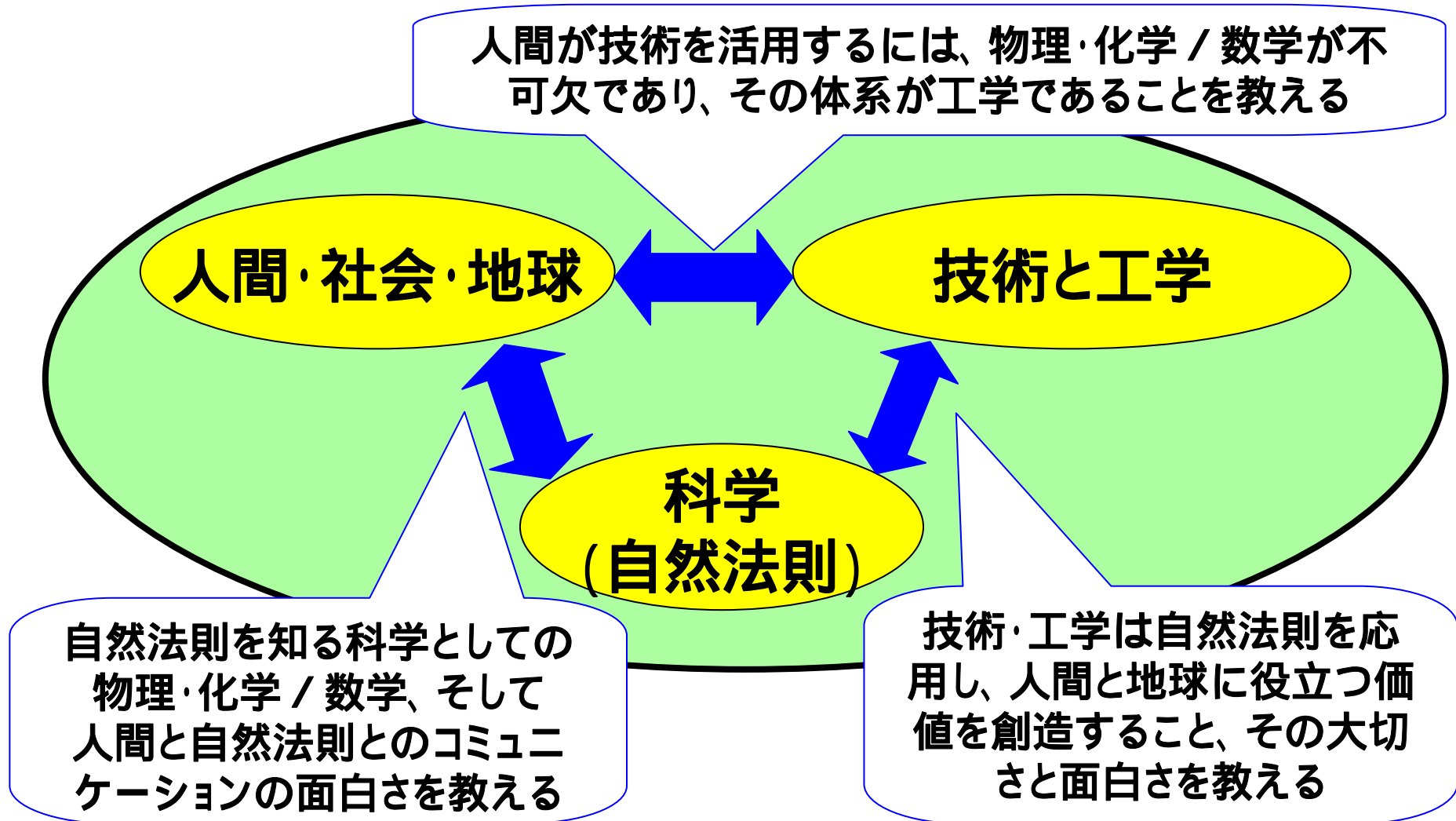
- **教育(人材育成)と研究(知的価値の創造)とイノベーション(社会経済的価値の具現化)の一体的推進を視座**
- **教育界、産業界、国等が一体となり、科学技術を通じて健全で活力ある社会を実現する高度人材を育成し、未来に向けて明るく強い日本をつくる**

**本提言は、科学技術・学術審議会の基本計画特別委員会に報告され、第4期科学技術基本計画へ反映される**

**大学等の教育機関は、本人材委員会の提言をそれぞれの特色を活かして実践していただきたい。**

産・学・官を経験した立場からの国を  
挙げての**初中等教育改革**および  
**高等工学教育改革**への提言

# 提言1 初・中等の理科・数学教育を技術と家庭、国語、英語他の教育とも合わせて同じ全体像で学びを教えたい



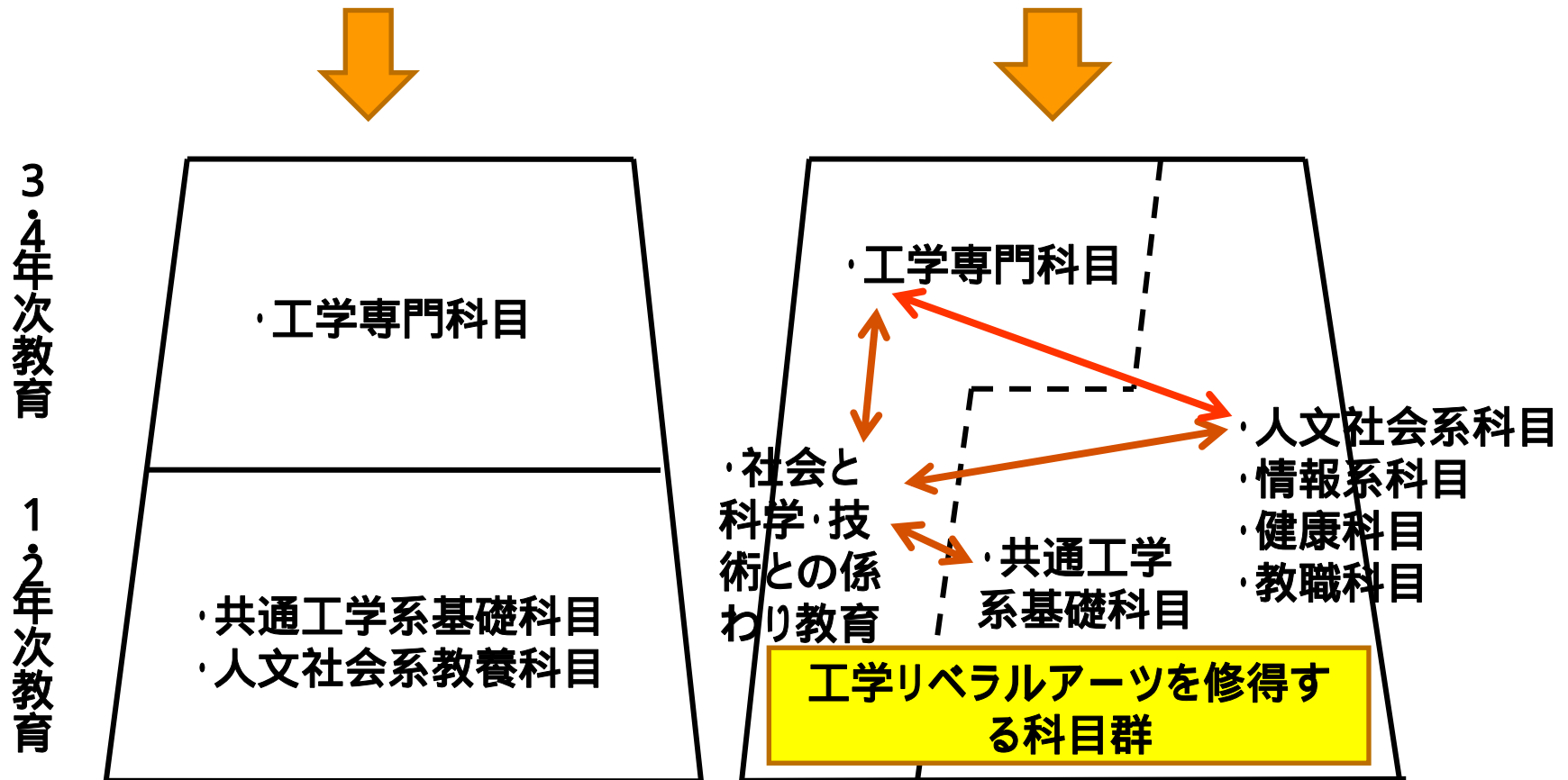
## 科学技術リベラルアーツ教育のすすめ

# 提言2 工学教育における工学リベラルアーツ教育の強化

A.Tsuge

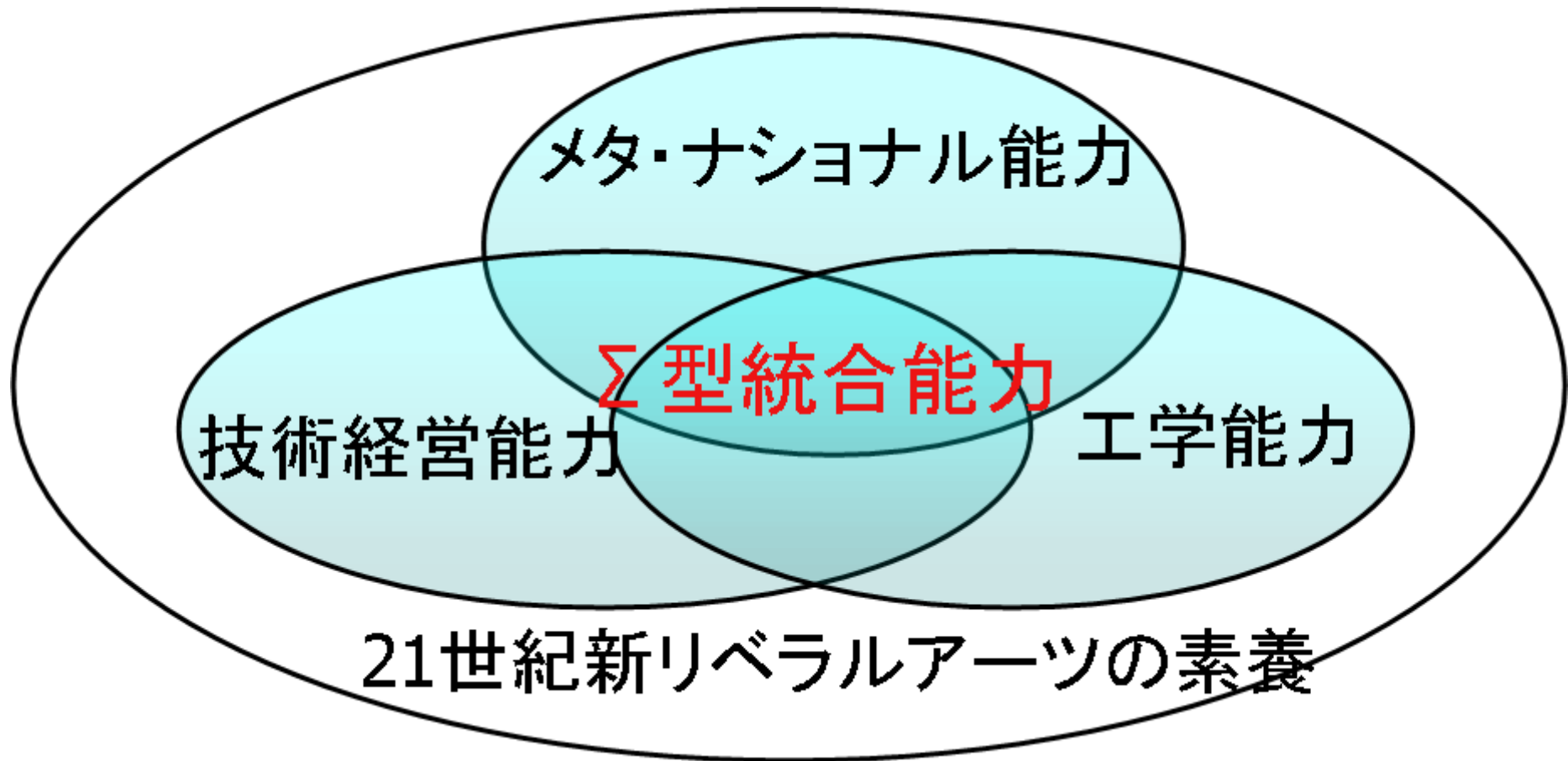
従来の工学教育

工学教育の実質化に向けた方向



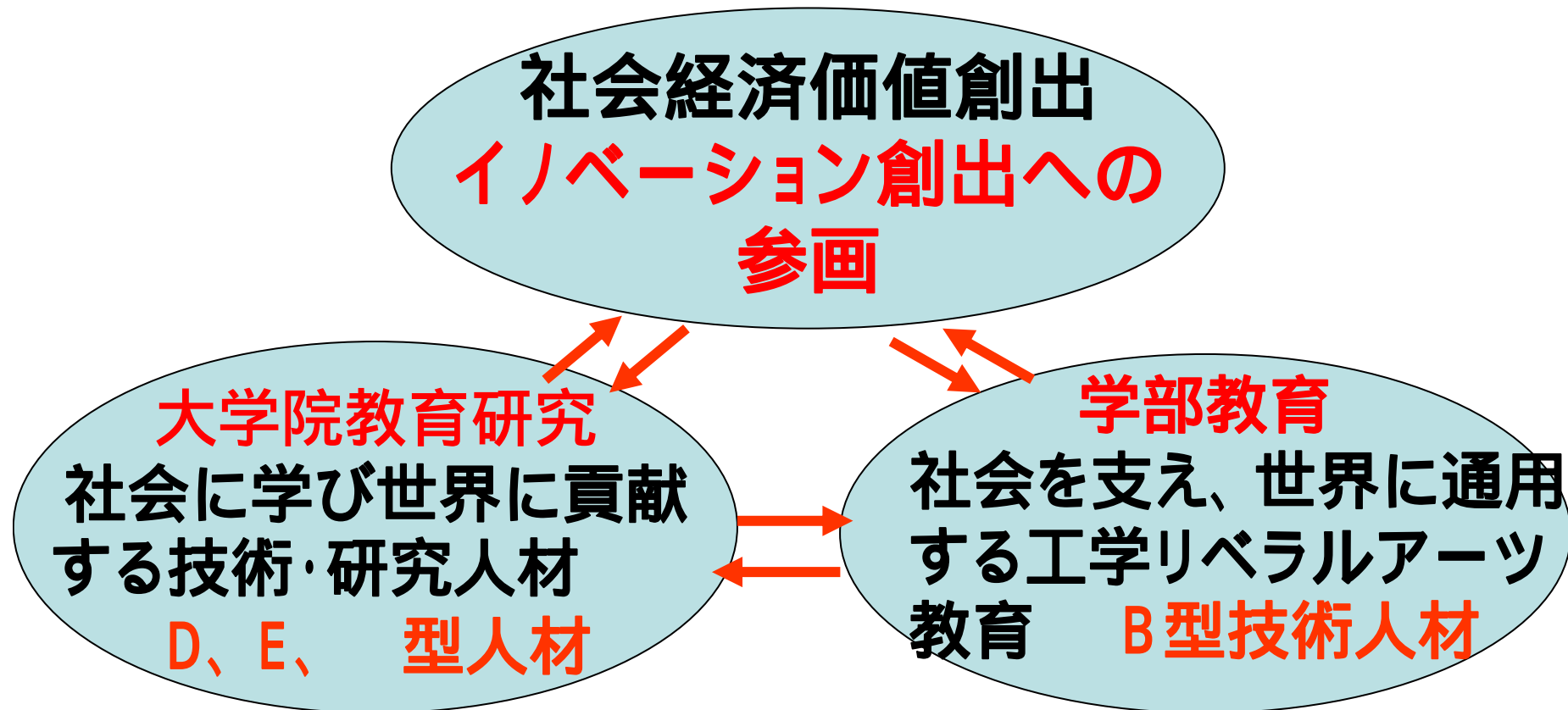
注：高度知識基盤社会の求める科学技術駆動型イノベーションを支える、工学専門教育の質の確保は、大学院の教育研究に委ねることになる。その意味で、大学院も含めた一貫工学教育の在り方も課題である。

# 提言3 工学大学院教育にて強化すべき 型統合能力人材育成



注：メタ・ナショナル能力：自国を基盤に置きつつ、地球的視点で発想し、行動できる能力

# 提言4 工学教育の実質化に向けた、**教育と研究** **とイノベーション**の三要素の三位一体推進を！



提言：学生の資質に対応した工学教育プログラムの整備と選択の自由度の向上を！

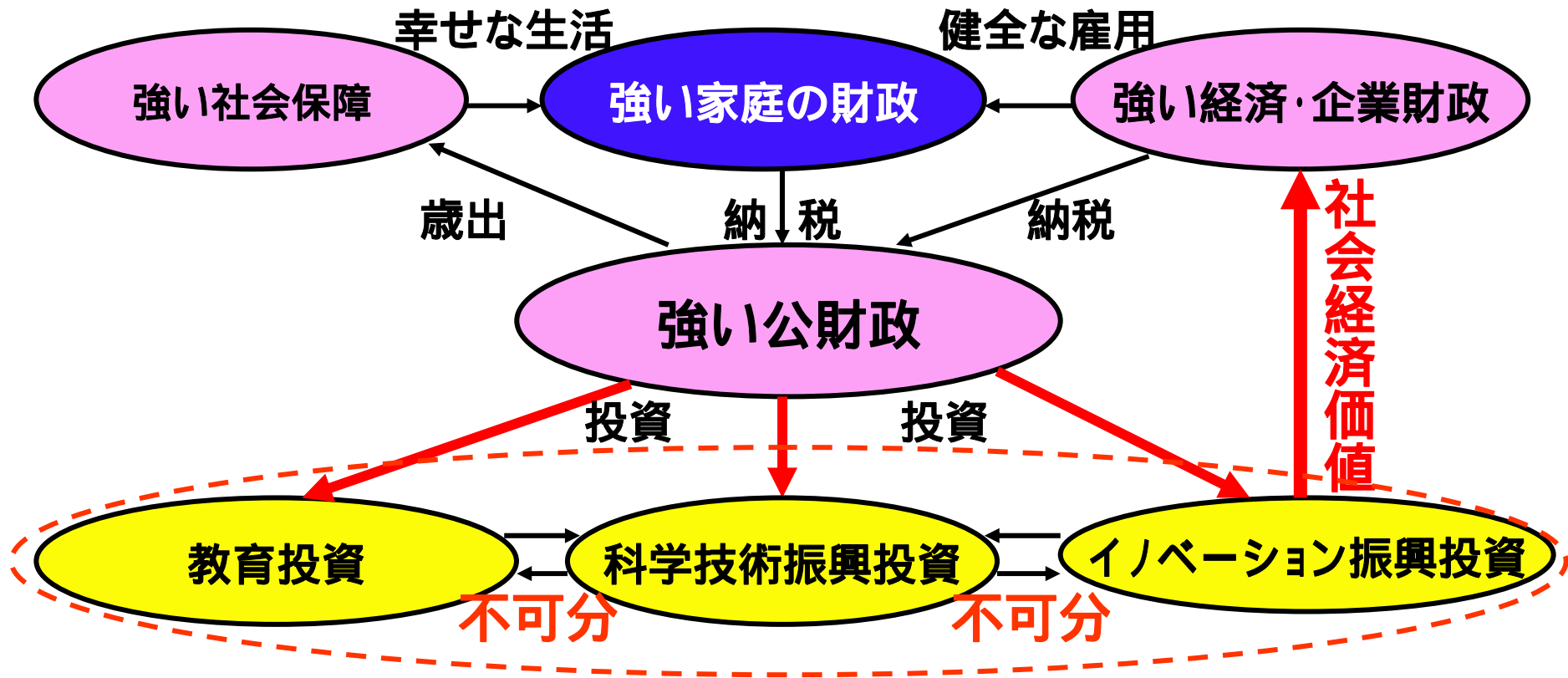
## **提言5：「強い経済・財政・社会保障」実現に向けた 「科学技術・イノベーション・教育推進会議」の設立を**

平成22年7月27日 社団法人日本工学アカデミー政策委員会

- **現在、総理が進められている「強い経済・強い財政および強い社会保障」の三位一体的強化の実現には、「持続可能なイノベーション創出能力強化」の推進を担う司令塔の構築がきわめて重要。**
- **その要は、従来の政府内で縦割りの体制で行われている国創りの三大要素である「教育(人材育成)」と「科学技術(技術革新)」と「イノベーション(社会・経済的価値創造)」の総合政策立案と推進に関する指令塔機能を一体的に統合することにある。**

「強い経済」、「強い財政」、「強い社会保障」の実現の要 =  
**「持続可能なイノベーション創出能力強化」**

A.Tsuge, 2010.7



持続可能なイノベーション創出能力強化には、「教育」と「科学技術」と「イノベーション」の三位一体振興が不可欠！

「教育・科学技術投資の削減」は持続可能な成長戦略を破壊する



- **その実現の為、従来の「総合科学技術会議」を発展改組し、「科学技術・イノベーション・教育推進会議」を内閣総理大臣の直轄組織として創設することを提言する。**
- **「科学技術・イノベーション・教育推進会議」は内閣総理大臣を議長とし、関係閣僚に加えて産業界と教育・研究界の実力と見識のあるリーダーの常勤・非常勤参加のもとで、国家的に統合的かつ実戦的な司令塔機能を持つべき。**

# 科学技術・イノベーション・教育推進会議の構成員案

科学技術・イノベーション・教育推進会議  
議長：内閣総理大臣

担当：国家戦略担当大臣

内閣官房長官、各職務大臣  
(文科、経産、財務、総務、環境他随時)

有識者議員(8名)

常勤	学术界有識者	2名
	産業界有識者	2名

非常勤	日本学会議会議長
	科学技術・学術審議会会長
	産業構造審議会会長
	中央教育審議会会長

添付図2

EAJ 政策委員会 2010.7

- さらに「科学技術・イノベーション・教育推進会議」は、イノベーション文化の国民への浸透に向けた活動も、初等・中等教育、高等教育と市民の全方位の視点を持って推進する指令塔としても機能を発揮することが求められる。
- その際、「教育はイノベーションのためにだけ有るのではない！」との伝統的な教育界の反論に対しても正面から議論の場を作り、学校と家庭における会話にまで及ぶ国民的な合意形成に向けた司令塔機能も具備すべき。
- また、持続的イノベーション創出にとって必須である産学官協働の“場”創りの強化を、国内だけでなくアジア圏の視野に立って推進すべく、「アジア教育・科学技術・イノベーション研究圏(仮称)」構想も、「科学技術・イノベーション・教育推進会議」は重要課題として取り上げるべき。

以上

# 結び

1. 21世紀の日本が物心ともに豊かに生きていくためには、初等・中等教育から高等教育、さらには市民が生涯学ぶ、国を挙げた教育の改革が必要である。
2. その実現には、教育界と科学技術界と産業界がそれぞれの立場を堅持しながらも、垣根を越えて、三位一体的な教育・科学技術・イノベーション振興の実現が不可欠である。
3. キーワードは「新リベラルアーツ/科学技術リベラルアーツ教育」と「持続可能なイノベーション創出人材育成」
4. 国を挙げた改革の継続のために、「科学技術・イノベーション・教育推進会議」の創設を。      以上

# 参考資料

1. 文部科学省科学技術・学術審議会、「知識基盤社会を牽引する人材の育成と活用の促進に向けて」、平成21年8月31日
2. 柘植綾夫、「持続的イノベーション創出能力強化による日本新生へ向けて」、前田正史編著、「Beyond Innovation:イノベーションの議論を超えて」pp29 - 82、丸善プラネット
3. 柘植綾夫、工学教育の実質化と実践型技術者育成能力強化に向けて、工学教育連合講演会基調講演、2009.11.28
4. 日本工学アカデミー政策委員会提言、科学技術・イノベーション・教育推進会議の創設を、平成22年7月

参考文献1. 文部科学省科学技術・学術審議会提言、「知識基盤社会を牽引する人材の育成と活用の促進に向けて」、平成21年8月31日の要約

## 第1章 知識基盤社会が求める人材像

1. イノベーションの創造に不可欠なチーム力の向上
  - ・大学院における人材育成の充実が不可欠
2. チーム力を強化する多様性の確保
  - ・研究者の流動性の確保
  - ・女性や外国人、海外経験者、他機関での経験者などの多様な人材の活躍の促進
3. リーダーとしての資質を備える高度人材の育成
  - ・国は産業界等で必要なリーダーとしての素養・能力を伸ばす産学連携の取り組みを支援

## 第2章 社会の多様な場で活躍する人材の育成

- 科学技術と社会の関わりが深化・複雑化している現在、博士号取得者は、リーダーとして社会の多様な場で活躍することが期待されている
- 知識基盤社会のリーダーとして博士号取得者を育成するには、大学院における教育研究の充実が不可欠である
  1. 博士号取得者の社会の多様な場における活躍の促進
  2. 大学教員等の人材育成に係る意識改革
  3. グローバル化に対応した人材の育成・確保
  4. 女性研究者・技術者の活躍の促進
    - ・ 出産・育児等と研究を両立できる環境の整備、研究中断からの復帰支援
    - ・ 女性研究者の採用割合の目標・・・自然科学系全体で25%を早期に達成
    - ・ 指導的地位にある女性研究者の採用に関する数値目標の検討

## 第3章若手研究者が自立して研究できる体制の整備

- 世界的に優れた成果をあげた研究者の多くが若い時期にその基礎となる研究を行っており、優秀な若手研究者に 自立と活躍の機会を与え、将来につながる研究の基礎を築かせることは、科学技術の振興にとりわけ重要である
  - テニユア・トラック制を普及・定着させるには、若手研究者が自立して研究できる環境の整備のみならず、透明性の高い手続きで採用される若手ポストや、切磋琢磨できる若手向け競争的資金も同時に必要である
  - 大学等は団塊の世代の大量退職を控え、助教等の若手研究者ポストを増やす好機を迎えつつある
1. テニユア・トラック制の普及・定着
  2. 若手研究ポストの拡充
    - ・退職者以上に准教授・助教等の若手研究者の採用
    - ・若手向け研究資金の拡充、基盤的経費及び総人件費の確実な措置が不可欠



## 第4章 次代を担う人材の育成

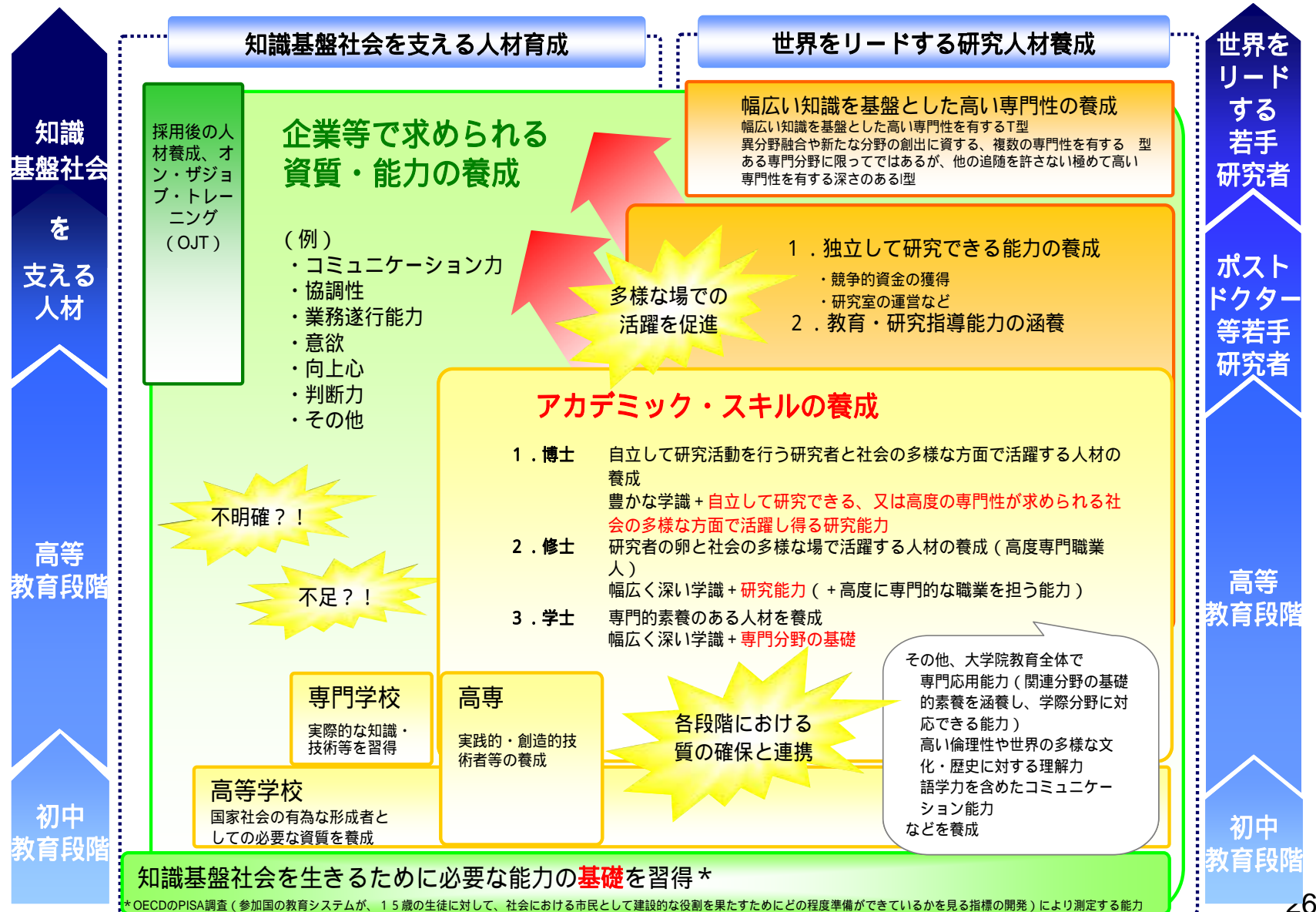
### 1. 才能を見出し、伸ばす取り組みの充実

- ・理数好きの子どもの裾野を拡大するための理数教育の強化・・・理工系出身者の理科専科教員への登用促進や、小中学校の教育力ある理数教員の養成支援
- ・スーパーサイエンスハイスクール、科学技術系部活動支援

### 2. 初等中等教育段階から研究者・技術者養成まで一貫した取り組みの推進

- ・継続的に科学技術への関心を向上させ、発達段階に応じ、切れ目無く才能を伸ばせる体系的な人材育成を推進
- ・実験教室や体験活動、優れた科学者・技術者に子どもから大人まで接する場・機会を充実し、キャリア教育を産学連携で充実
- ・高校から大学まで継続して取り組む高大接続の推進

# 科学技術関係人材に求められる能力



出典: 科学技術・学術審議会人材委員会「知識基盤社会を牽引する人材の育成と活躍の促進に向けて(09.8.31)」

# 理工系の専門的な職業で成功につながるスキルと属性

理工系で成功するためのスキルと属性について、米国の研究者と学生が作成したリストでは、以下の多様な能力、スキル、属性が挙げられている。

## 知的スキル

- ・正直さ
- ・識別力
- ・創造力
- ・客観性
- ・体系的な問題解決力
- ・抽象的・理論的推察力を含む論理的推察力
- ・観察・実験データから予測する力
- ・説明的仮説を思いつき、それを評価するための試験を考案できる能力
- ・自然現象・技術的現象・社会現象に対する観察力
- ・好奇心
- ・想像力
- ・一般常識
- ・直観
- ・記憶力

## 個性的な特性

- ・成熟性
- ・自信
- ・独立心
- ・率先性と責任感
- ・リーダーシップスキル
- ・上司・同僚・部下と効率よく仕事をする能力
- ・動機と意欲
- ・依存性
- ・共感
- ・客観的な自己批判力
- ・マネジメントスキル

## コミュニケーションスキル

- ・公表された情報源から情報を引き出す力
- ・インタビューを通して学ぶ力
- ・文章で意思の疎通をはかる能力
- ・会話で意思の疎通をはかる能力
- ・コンピュータや情報処理機器を使う能力
- ・情報や概念を図説する能力

## 仕事への習性

- ・時間を効率的に使う能力
- ・物事を最後まで見通す能力（持続力）
- ・知的労働・肉体労働を継続して行える能力
- ・整理整頓、締め切りを守る能力

## 機能的技能

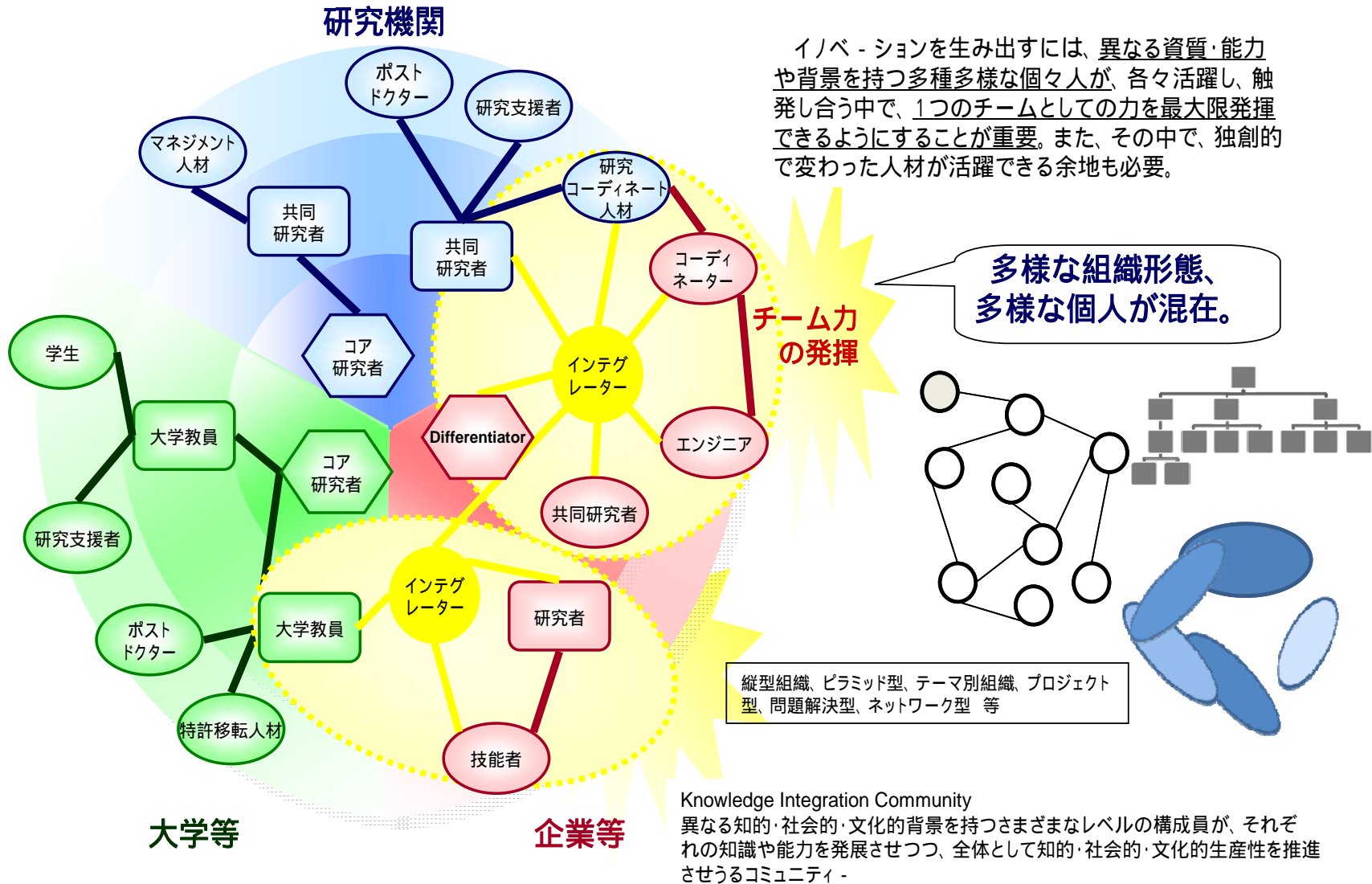
- ・手先の器用さ
- ・科学的・工学的・芸術的な装置・機械・モデルを適切に利用・開発・選択する能力

出典 「理工系学生のためのキャリアガイド」(平成14年3月、米国科学アカデミーほか編、小川正賢訳)の付録B

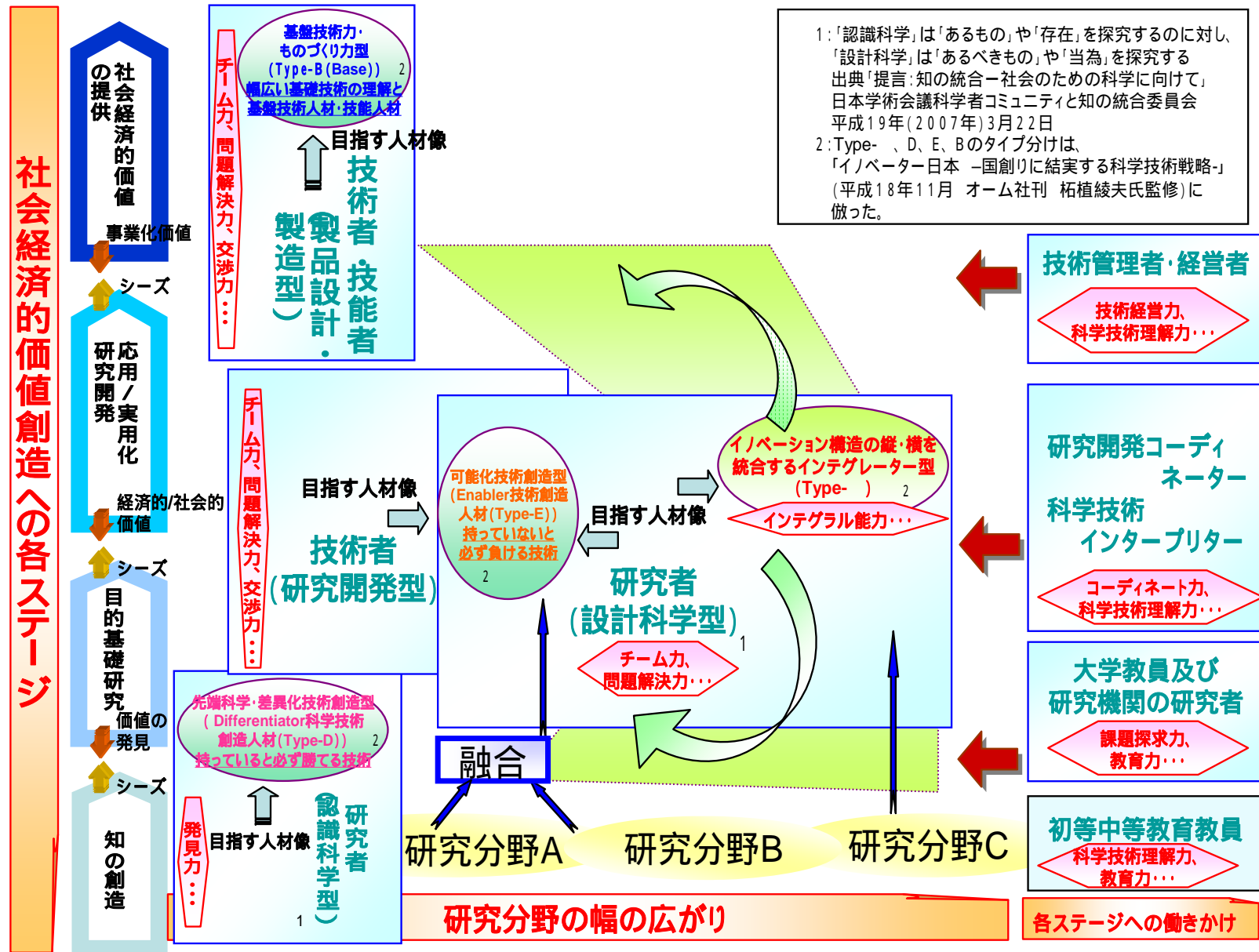
27

出典:科学技術・学術審議会人材委員会「知識基盤社会を牽引する人材の育成と活躍の促進に向けて(09.8.31)

# 多様な人材により発揮されるチーム力



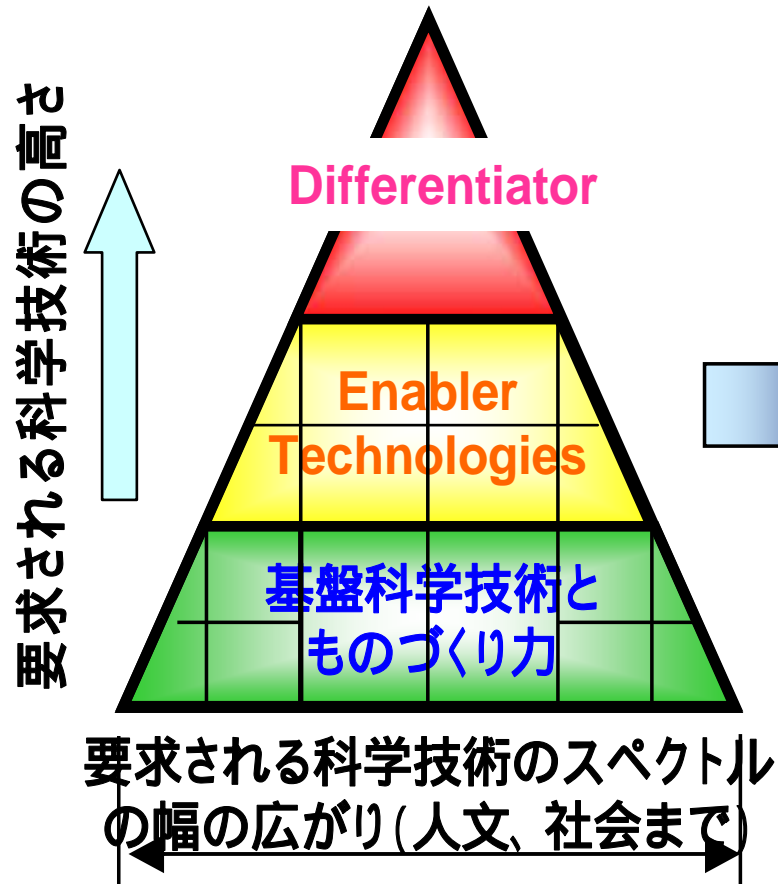
# 多様な人材が担うイノベーションの創造



# 科学技術駆動型イノベーション構造と育成すべき人材像

世界をリードするイノベーション

育成すべきイノベーション人材像



Type-D : 先端科学・差異化技術 (Differentiator)創造人材

Type-E : 可能化技術(Enabler)創造型人材

Type-B : 幅広い基礎技術と基盤技術・技能 (Base)を有する人材  
一般教養・徳育教養も併せ持つ

Type- $\Sigma$  : イノベーション構造の縦・横を統合するインテグレーター型人材

# 参考資料2

芝浦工大の 型統合能力人材育成に向けた  
副専攻教育プログラムの概要

# 芝浦工大の 型人材育成副専攻教育プログラムの概要

大学院工学研究科 博士課程 (修士課程にも拡大展開中)

(主専攻: 博士課程論文研究) 専門性深耕

(副専攻: ビジネス開発専攻) 「知」の統合能力育成



イノベーション創出能力を備え、国際社会で活躍できる

**シグマ型統合能力人材の育成**

工学研究能力 + (複眼的工学能力 + 技術経営能力 + メタナショナル能力)



社会に学び、社会に貢献する技術者を養成し、  
もって社会に貢献する。 芝浦工業大学建学の理念実践



# 芝浦工大の 型統合能力人材育成プログラムの体系

国際社会で活躍できる 型統合能力人材の形成  
 工学研究能力 + (複眼的工学能力 + 技術経営能力 + メタナショナル能力)

**本学の研究教育資源を活用**

**技術経営クラスター**  
 MOT専門職大学院での  
 技術経営教育の水平展開

**イノベーション推進クラスター**  
 産学連携センターを中心にした  
 企業との連携の拡大

**国際交流クラスター**  
 海外大学との研究・教育交流拡大  
 【連携大学群】 ハノイ工科大、バンドン工科大、  
 マレーシア工科大、キングモンクット工科大など

大学院の副専攻  
 プログラムに参加

**地域環境システム専攻**  
 環境問題に幅広い視野を持ち、  
 高い専門性を活かし、自らの  
 考え方を実現できる人材の育成

**機能制御システム専攻**  
 グローバルな価値観を持ち、  
 科学の真理を把握できる  
 技術者の育成

**工学研究科 博士課程 (修士課程へも拡大)**  
**専門性深耕 + ('知'の創造 ~ 統合)の時代**

電気電子  
情報工学  
専攻

材料工学  
専攻

応用化学  
専攻

機械工学  
専攻

建設工学  
専攻

**工学研究科修士課程**  
**'知'の活用の時代**

電気電子  
情報工学  
分野

材料工学  
分野

応用化学  
分野

機械工学  
分野

建設工学  
分野

**学部4年間**  
**'知'の蓄積の時代**

**高度研究教育拠点**  
 MOT専門職大学院  
 国際交流センター  
 先端工学研究機構

# 芝浦工大の 型人材育成副専攻教育プログラムの概要

## 副専攻 〈ビジネス開発専攻〉

国際技術経営工学  
Global Engineering Management

先端工学・技術経営融合型ワークショップ  
Intensive Workshop

国際インターンシップ  
Global Internship

ビジネスモデル作成演習  
Business Model of Your Research

イノベーション・マネジメント論  
Management of Innovation

知的財産経営論  
Management of Intellectual Property

## 主専攻 〈博士・修士論文研究〉

