

2011年6月9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、三菱重工業特別顧問
科学技術・学術審議会人材委員会委員長
日本学術会議会員(理学・工学部門)

背景認識と危機感の共有を！

2

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**が低い！
4. 21世紀自由市民全てが具備すべき「**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創出人材育成教育の強化**」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

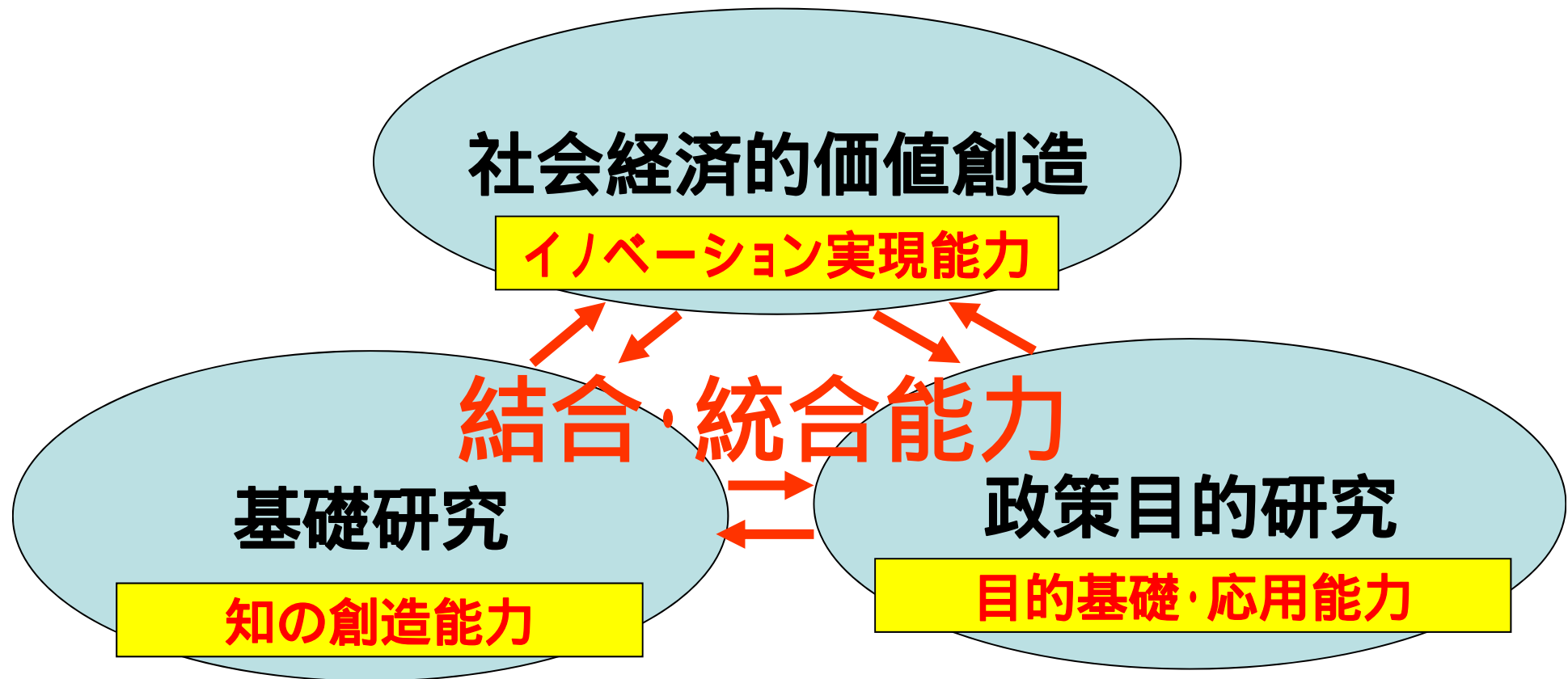
結果：学术界は21世紀の自由市民育成を目指した「教育」と「社会のための科学技術」のミッション観が希薄！

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関連教育の欠落
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. 全入時代の大学における文系・理工系ともに、学部における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 ～

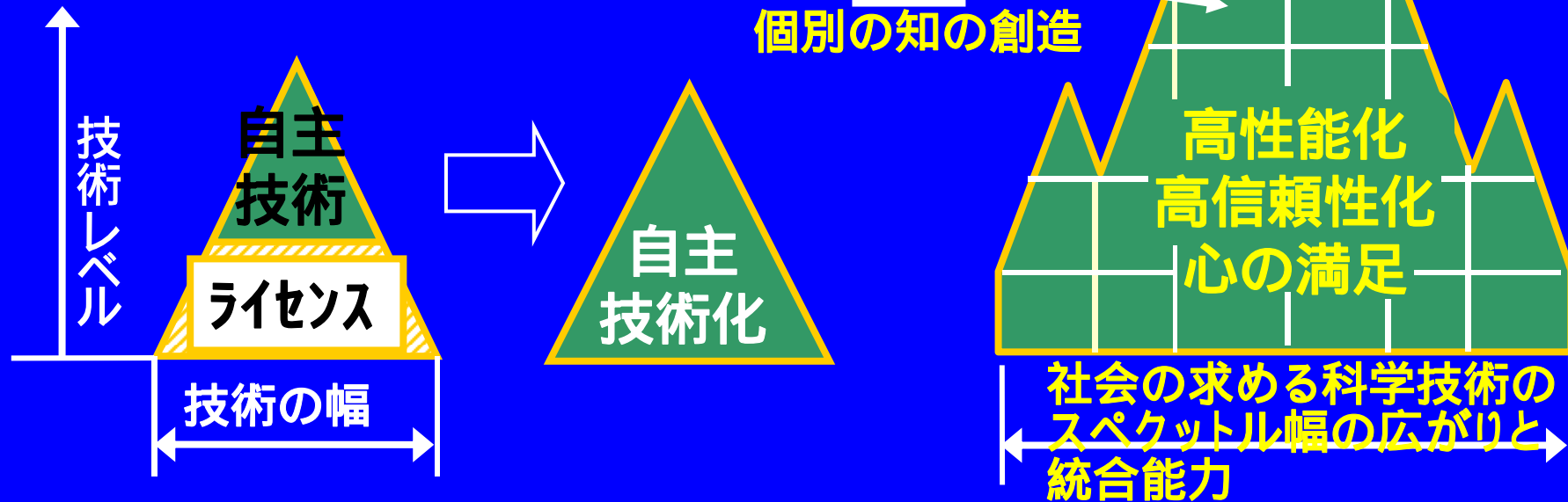


科学・技術的知の創造人材と、それをイノベーション実現にまで結合・統合する人材育成の両輪が重要

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

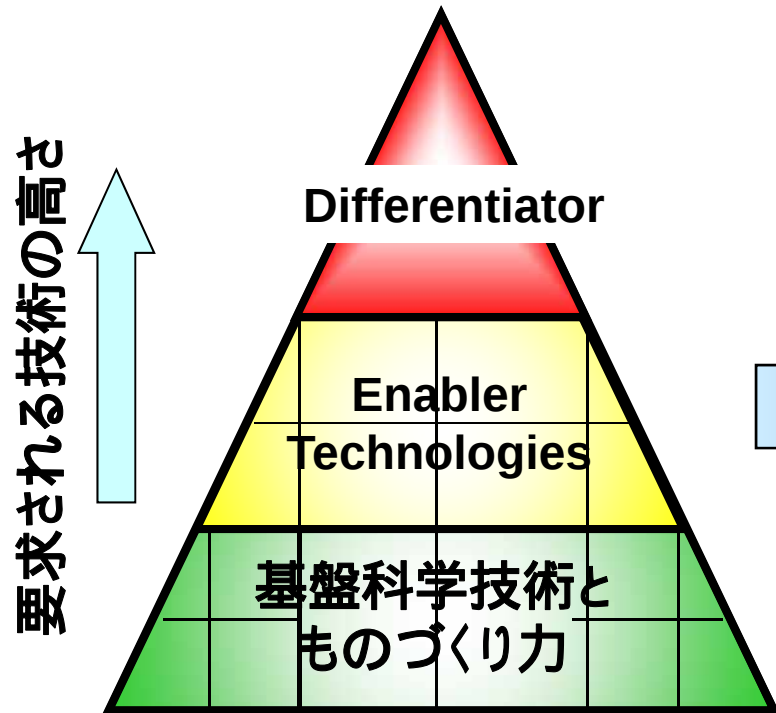


フロントランナー型イノベーション創出 = 巨大複雑系の
社会経済システムの「個別科学技術創造」と
その「統合化能力」の両方の能力が不可欠

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- Σ : 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、 Σ 型人材の育成・教育が崩壊している！

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)

添付参考資料1を参照

< 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**

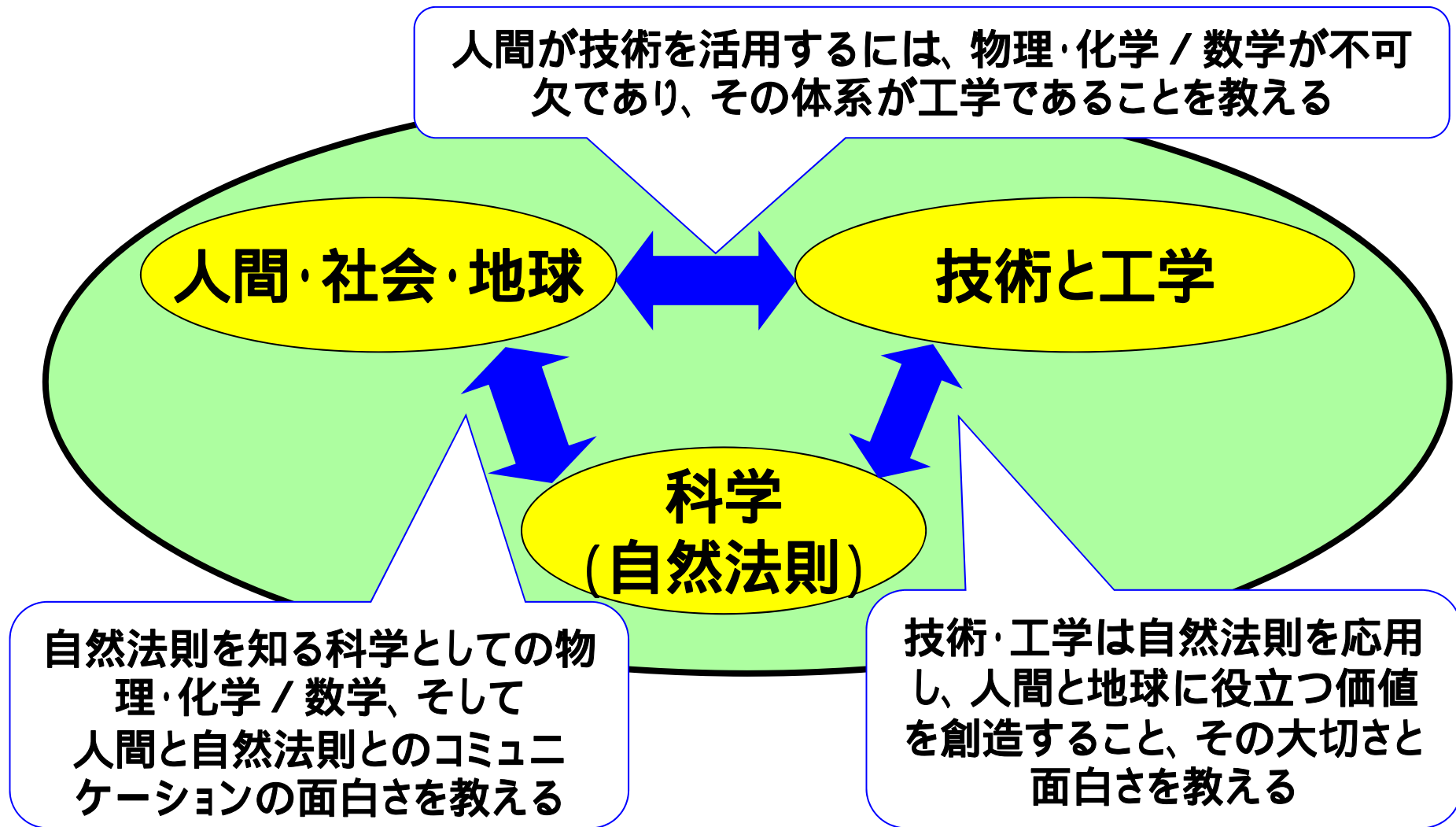
本提言は、科学技術・学術審議会の基本計画特別委員会に報告され、第4期科学技術基本計画へ反映される

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

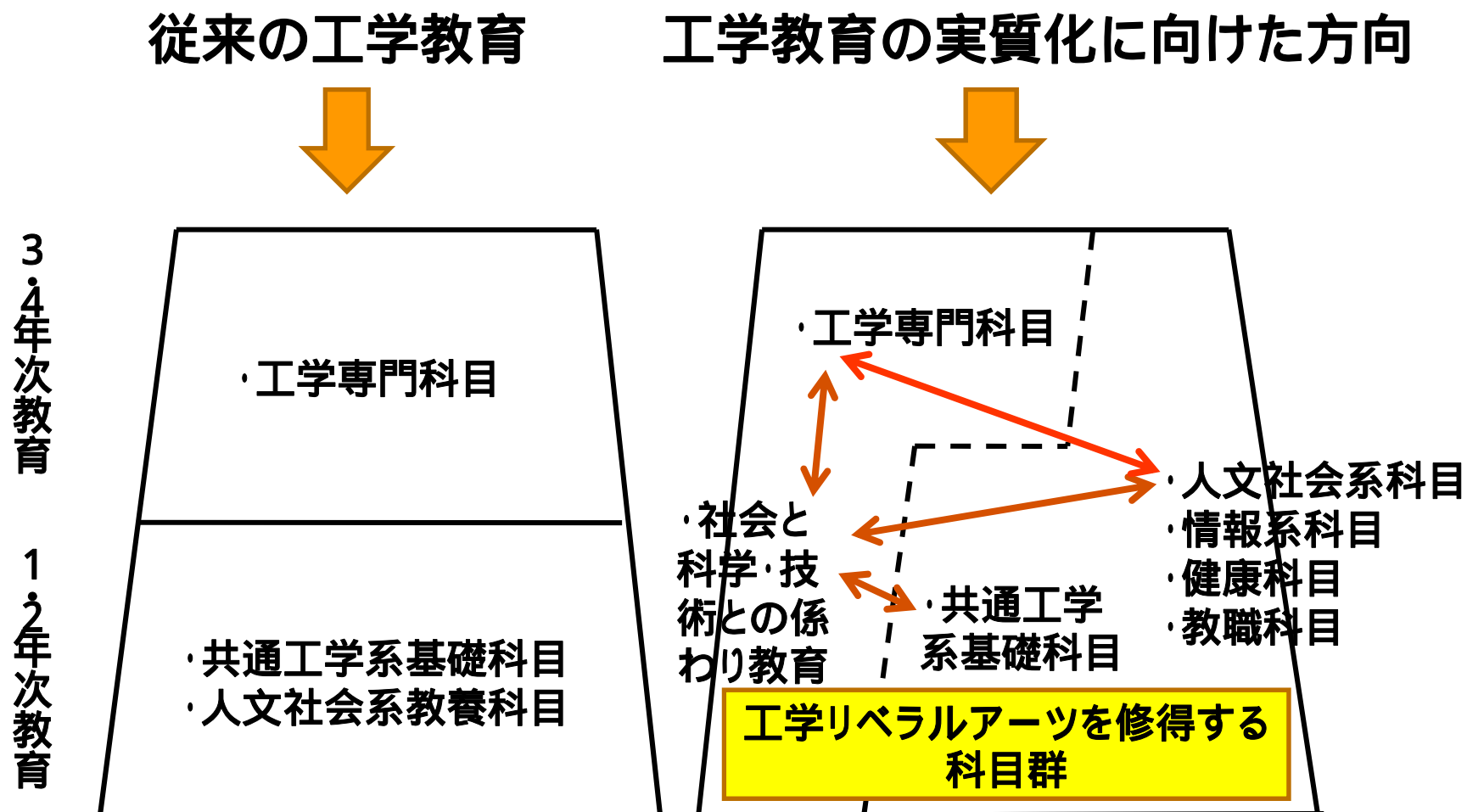
A.TSUGE



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

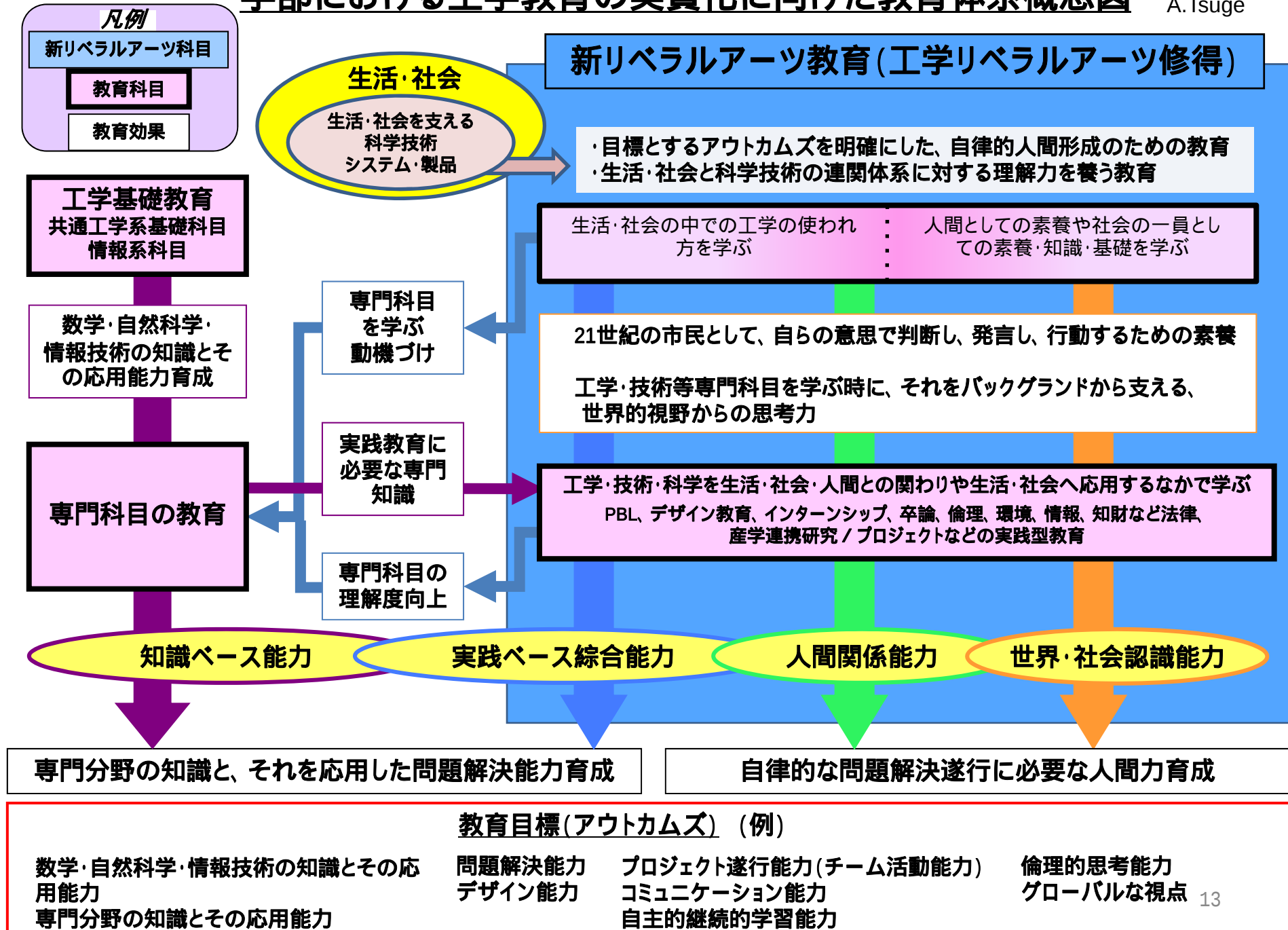
A.Tsuge



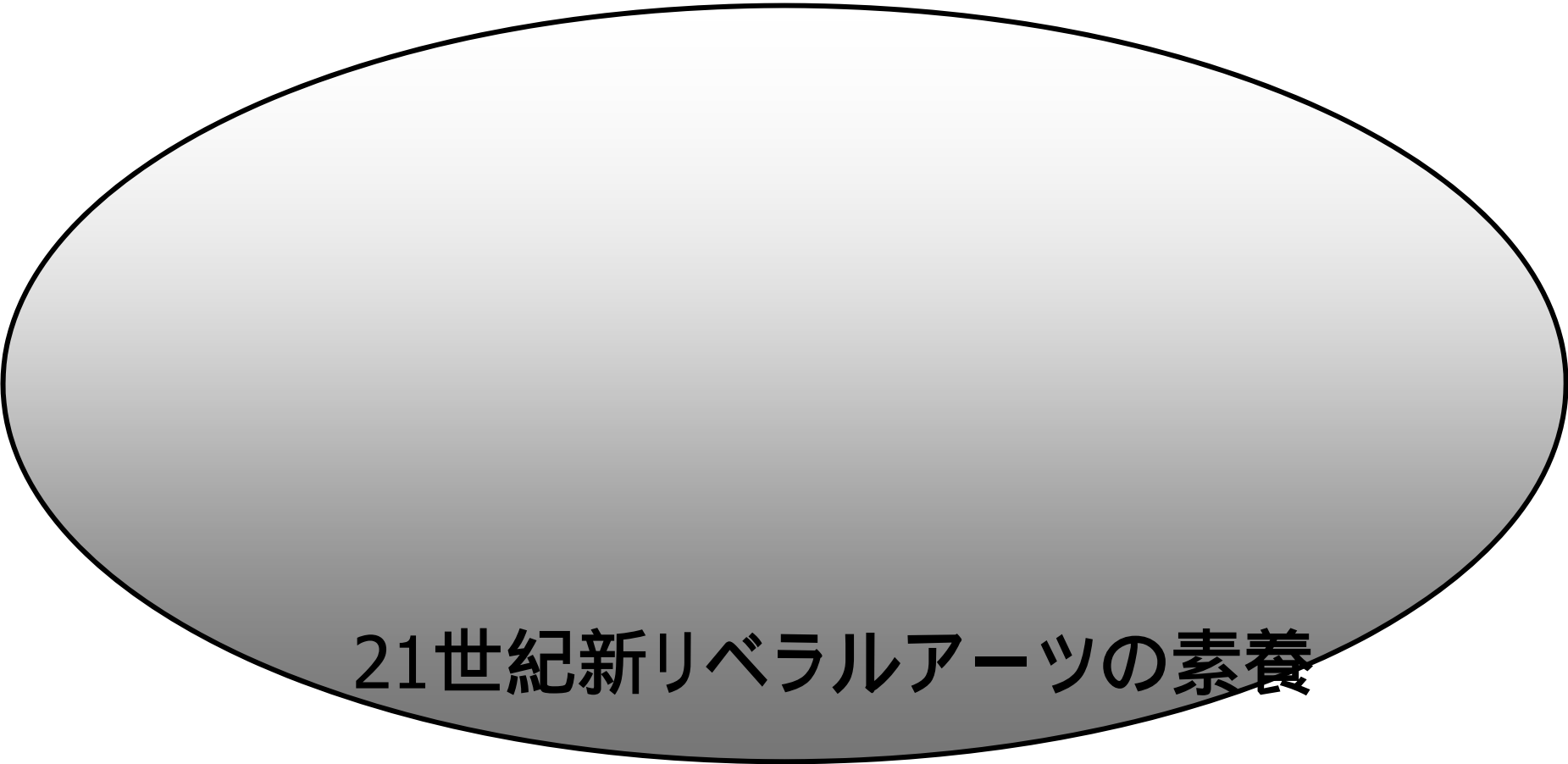
注：高度知識基盤社会の求める科学技術駆動型イノベーションを支える、工学専門教育の質の確保は、大学院の教育研究に委ねることになる。その意味で、大学院も含めた一貫工学教育の在り方も課題である。

学部における工学教育の実質化に向けた教育体系概念図

2010.1/14
A.Tsuge



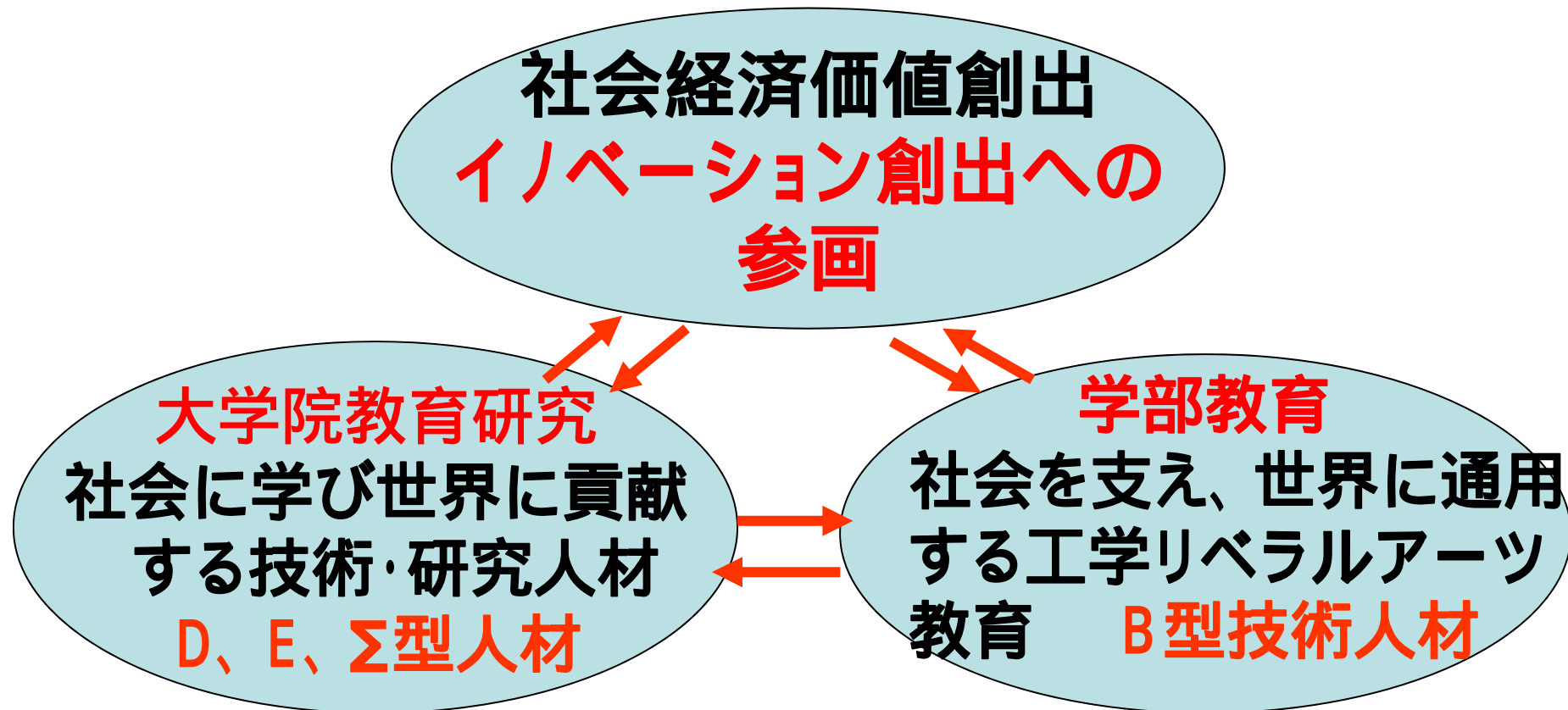
提言3 工学大学院教育にて強化すべき Σ型統合能力人材育成



21世紀新リベラルアーツの素養

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！

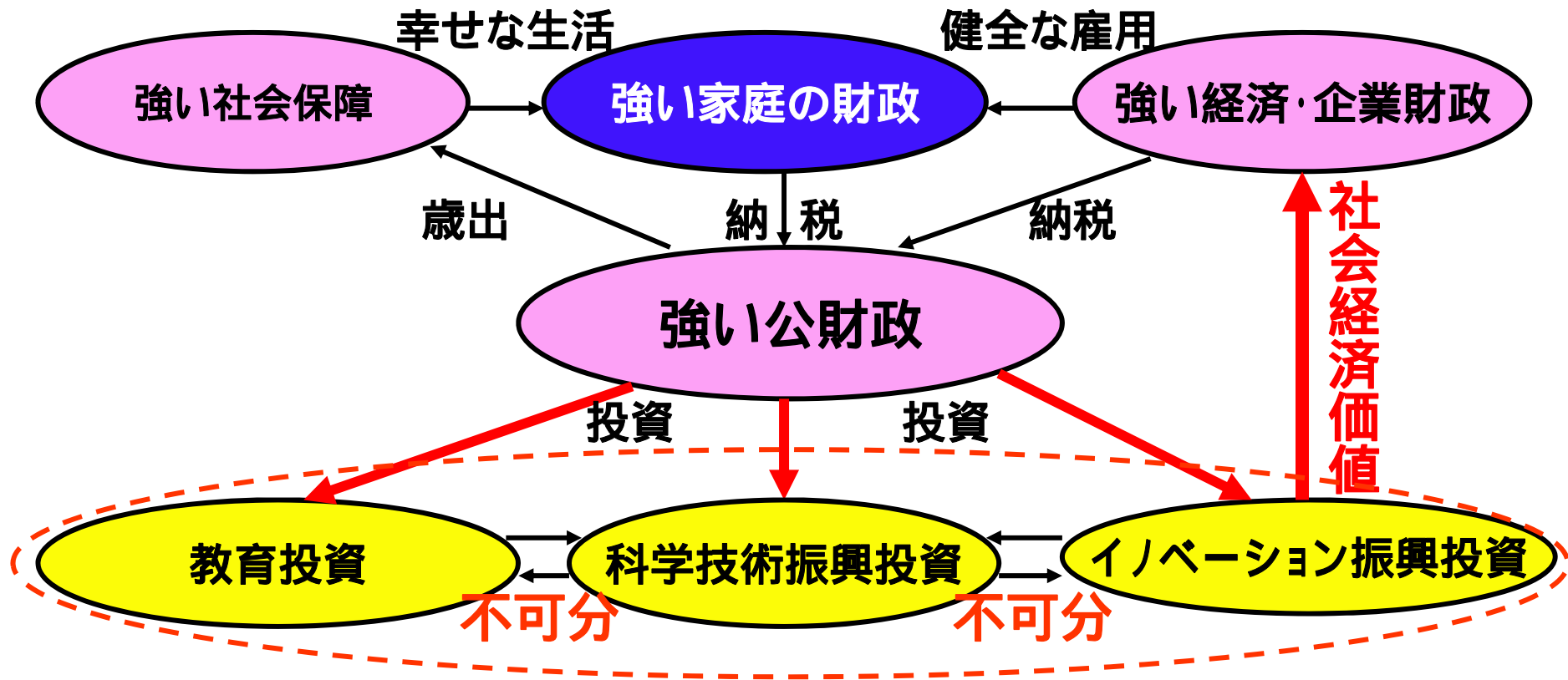
提言5：「強い経済・財政・社会保障」実現に向けた 「科学技術・イノベーション・教育推進会議」の設立を

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」

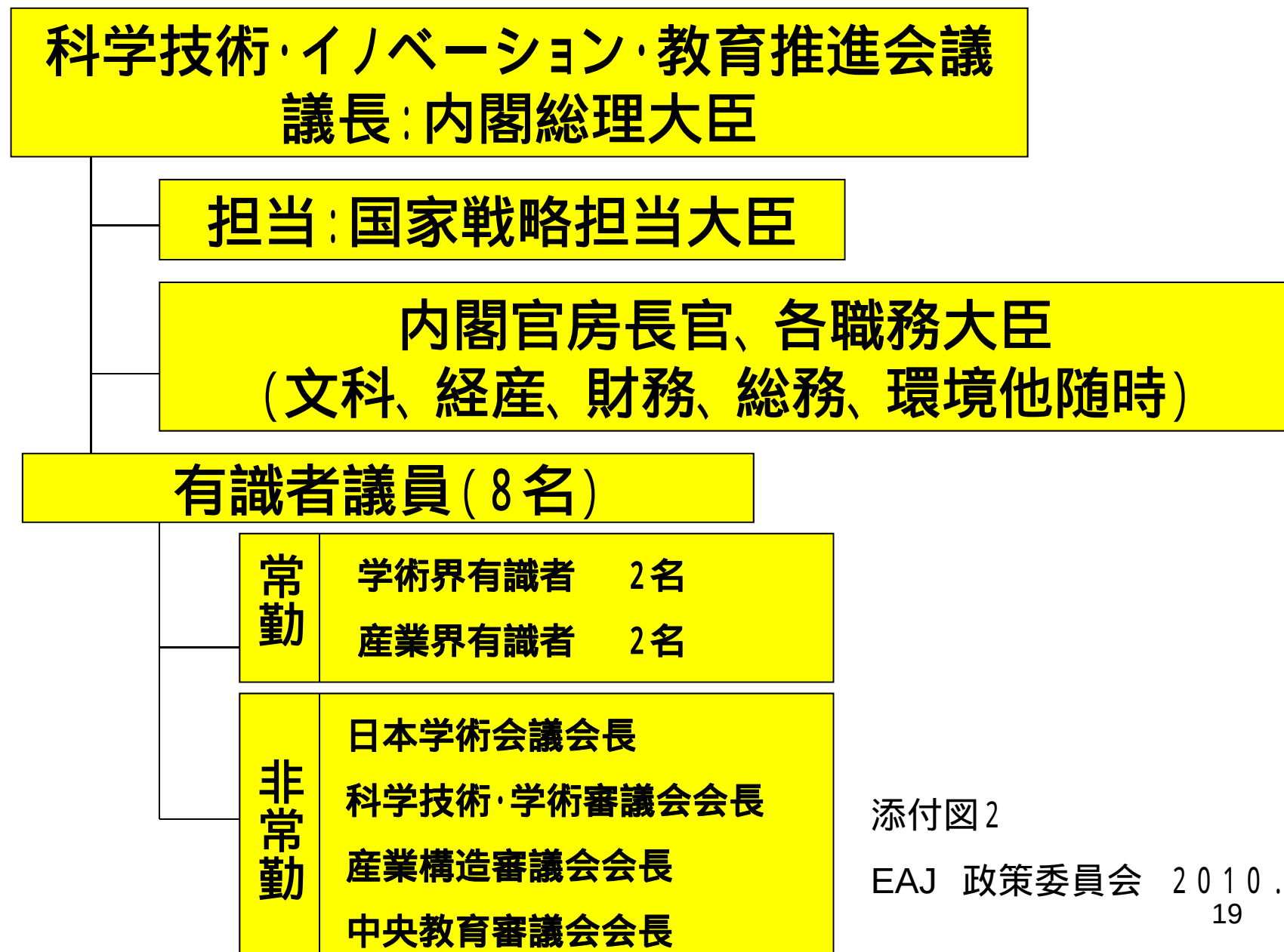
A.Tsuge, 2010.7



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



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

参考資料1

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(案) - 科学技術・学術審議会 人材委員会 - 平成21年8月31日

<検討の視点>

- 知識基盤社会に必要な科学技術関係人材の素養・能力
- 社会の多様な場で活躍する科学技術関係人材の育成
- 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
- 次代の科学技術の担い手を育成



<施策の方向性>

- 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
- 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
- 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
- 子どもの才能を見出し、伸ばす取組を強化

第1章 知識基盤社会が求める科学技術関係の人材像

○「知」を巡る国際競争の激化や知識基盤社会の進展等により科学技術と社会の関わりが深化・複雑化している現代、科学技術関係人材の素養・能力として、多様な個人が集い個性を活かして力を発揮できる「チーム力」が必要である

1. イノベーションの創造に不可欠なチーム力の向上

- ・チームで力を発揮する人材を育成するには、大学院における人材育成機能の充実が不可欠

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、他機関での研究経験者など多様な人材の活躍を促進

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資質・能力を伸ばす産学連携の取組(チームワークを必要とする実践的な課題解決型の演習など)を支援

第2章 社会の多様な場で活躍する科学技術関係人材の育成

- 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

- ・大学院において、アカデミア向けと産業界向けの教育研究が複線化し柔軟に学べるカリキュラム設定や、社会人に対するリカレント教育を充実
- ・経済的な不安を抱かず博士課程に進学できるよう、**フェローシップ、TA、RA等を拡充**し、生活費相当額を受給できる博士課程学生の割合について**早期に2割を達成**
- ・博士号取得者が高度な専門知識を必要とする大学職員等として活躍できるよう、国は、大学等のリサーチアドミニストレータ等の育成等を支援
- ・国は、大学が教育委員会と連携して意欲ある優秀な博士号取得者を理科教育人材として発掘・活用する仕組みの構築を支援
- ・いわゆる「ポストク問題」の解消は、大学等のポスト不足の緩和や研究職以外への進路支援について、産学官が一体的に対応
- ・博士号取得者が社会の多様な場で活躍できるよう**大学院教育を充実**することが最重要、これが「ポストク問題」の根本解決にも不可欠

2. 大学教員等の人材育成に係る意識改革

- ・上記1.を推進するには、大学教員の学外との接触機会(若手教員の企業派遣・出向・兼務、企業からの教員の登用等)を増やすことが必要
- ・教育、研究及び社会貢献等の総合的な評価を通じた人材育成に関する教員の意識改革が重要、教育面をより重視した人事評価にも期待

3. グローバル化に対応した人材の育成・確保

- ・「内向き志向」を払拭するため、国は**若手研究者の海外での研鑽機会を拡充**するとともに、大学等は国際公募を促進
- ・優秀な外国人研究者等を惹きつける魅力的な研究環境を整備するとともに、事務局の国際対応能力の向上や研究支援面の国際化、外国人が暮らしやすい生活環境の整備が重要であり、宿舍等の受入れ環境の整備、外国人研究者の子弟に対する教育の充実が必要

4. 女性研究者の活躍の加速

- ・国は、大学等における出産・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等を支援
- ・女性研究者の採用割合の目標(自然科学系全体で25%(理学系20%、工学系15%、農学系30%、保健系30%))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させることは、科学技術の振興にとりわけ重要である
- デニュア・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
- 大学等は団体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. デニュア・トラック制*の普及・定着

*公正で透明性の高い選抜により採用された若手研究者が、厳格な審査を経てより安定的な職を得る前に、任期付きの雇用形態で自立した研究者としての経験を積むことができる仕組み

- ・我が国のデニュア・トラック制は、優秀な若手研究者が自立して研究できる環境を整備することを主な目的に、導入が進められ、これまでの取組状況から以下の効果が認められる
 - 大学の人事の見直し、透明性の高い公募、外国人や海外の日本人研究者の採用の進展
 - 優秀な若手研究者が充実した研究環境で優れた成果を創出
 - 大学が採用分野や雇用条件など教育研究戦略を検討する契機
 - 公正で透明性の高い採用手続きで安定的な職を得る制度として、ポストドクターにとって魅力的

- ・本制度は、世界的な研究教育拠点を目指す34大学の自然科学系分野で導入が進められているが、今後とも、大学等がその特色や分野の事情等に応じて、適切な導入・定着を図っていくことを期待

- ・本制度をアカデミック・キャリアパス「博士課程からポストドクター、その後デニュア・トラック教員を経てデニュア教員」として確立するには、**デニュア・トラック教員採用数の大幅増**が必要、国全体としての数値目標を設定(例えば、自然科学系の新規採用教員の**2割を早期に実現**)し、普及・定着に向けた施策を展開

2. 若手研究者ポストの拡充

- ・大学等は、例えば、教授の退職者数以上に准教授・助教等の若手研究者の採用、高齢研究者の人事の在り方の見直し、教育課程等の点検を通じた教員配置、組織改編が必要

- ・**若手向け研究資金の拡充、基盤的経費及び総人件費等の確実な措置**が不可欠

第4章 次代を担う人材の育成

- 次代の科学技術を担う人材を育成するため、理科や数学が好きな児童生徒等の裾野を広げつつ、その才能を見出し、伸ばす取組につなげていく必要がある

1. 才能を見出し、伸ばす取組の充実

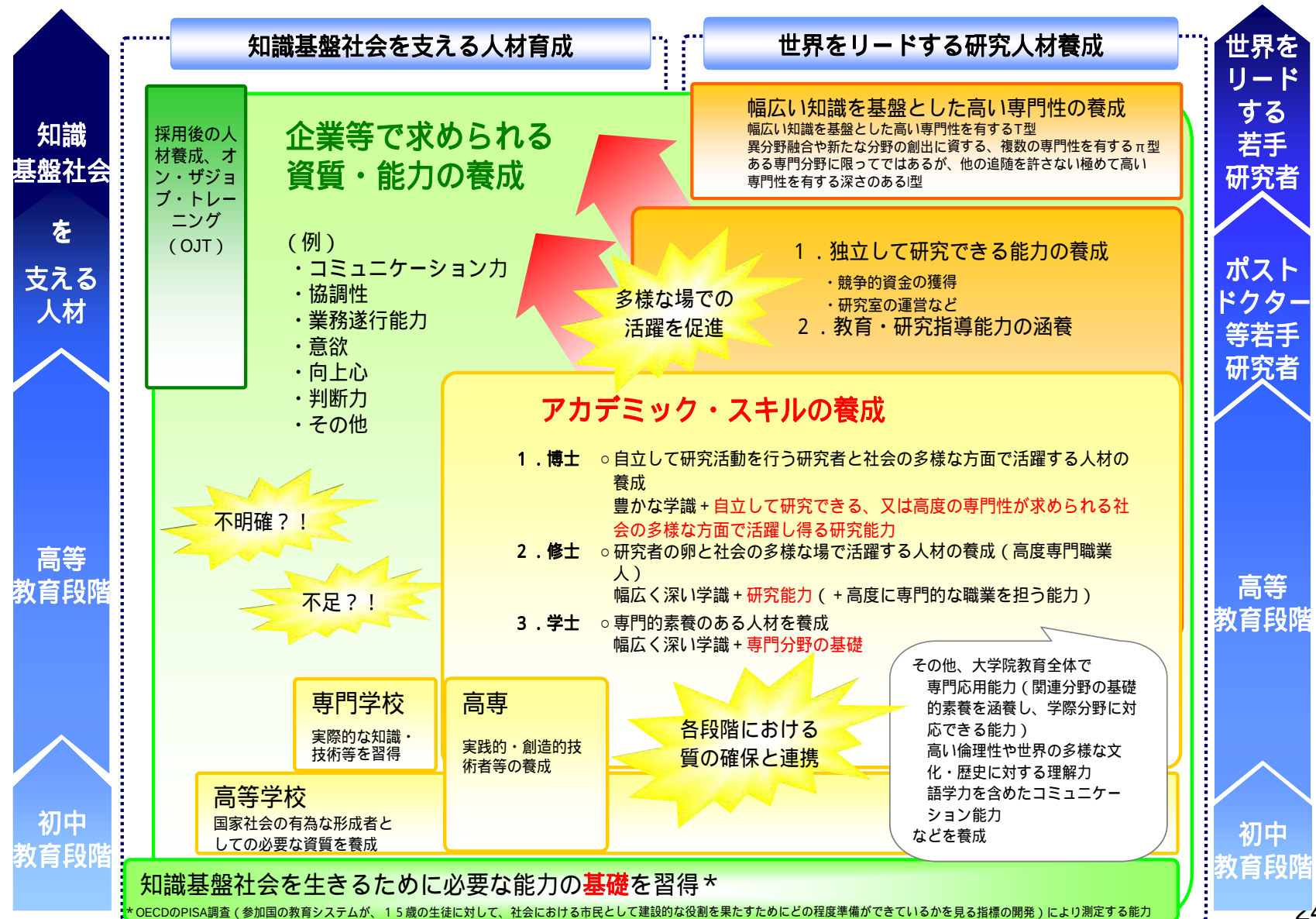
- ・理数好きの子どもの裾野を拡大するため、理数教育を強化
 - 特に、理工系出身者の理科専科教員への活用促進や小中学校の**教育力ある理数教員の養成**を支援
- ・才能を見出し、伸ばすため、スーパーサイエンスハイスクール、科学技術コンテスト、科学技術系部活動等を支援

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組の推進

- ・児童生徒等が継続的に科学技術への関心を向上させ、発達段階に応じ、**切れ目なく才能を伸ばせる体系的な人材育成**を推進
- ・実験室や体験活動、優れた研究者等に子どもから大人まで接する場・機会を充実、各地の科学館等の支援を強化
- ・現役の科学者・技術者との交流を通じたキャリア教育等を、大学や産業界が連携して初等中等教育段階から充実
- ・高校から大学まで継続して研究活動に取り組めるよう高大接続を推進

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として、
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

科学技術関係人材に求められる能力



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
- ・ 説明的仮説を思い付き、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

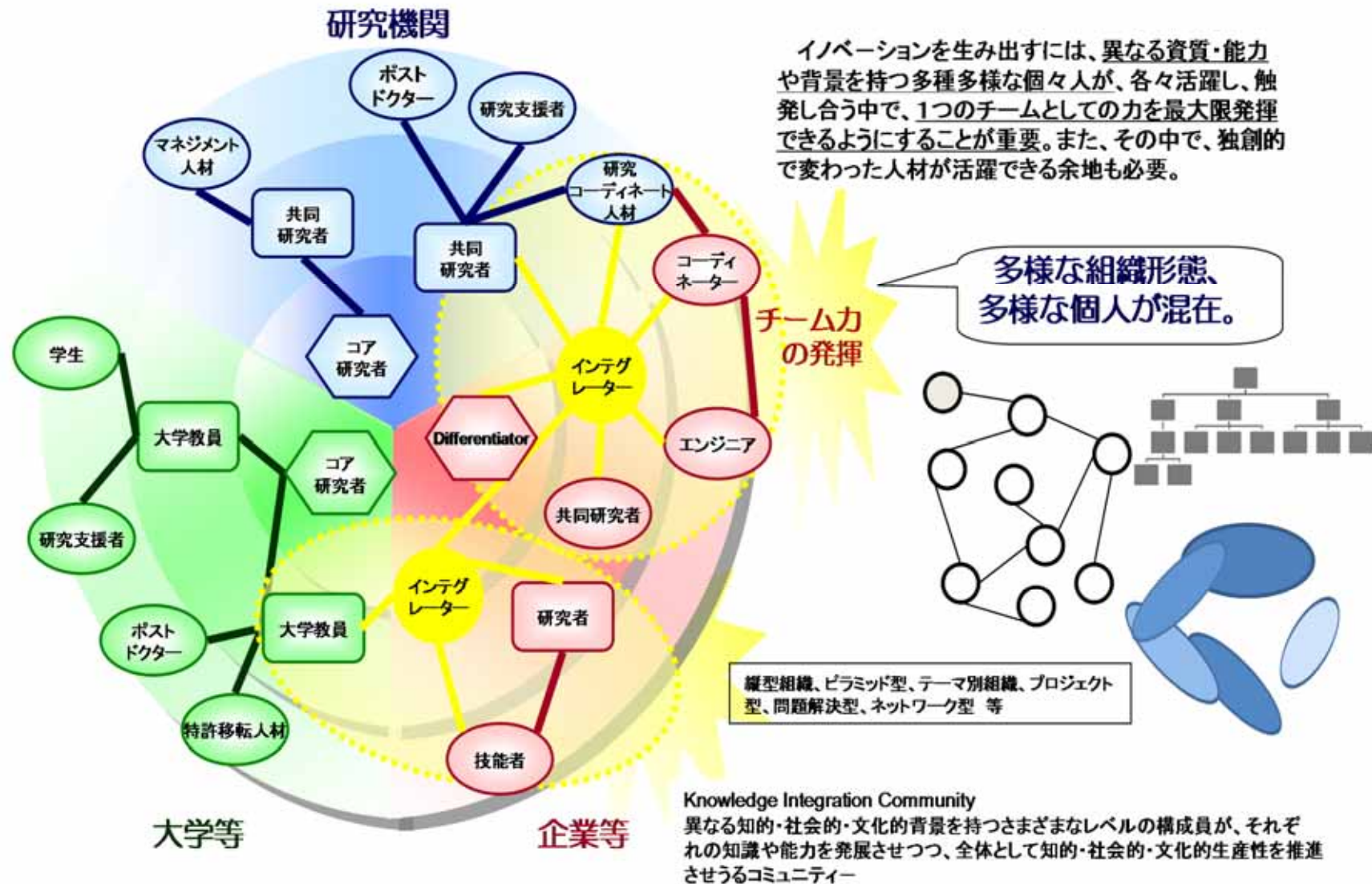
○ 仕事への習性

- ・ 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

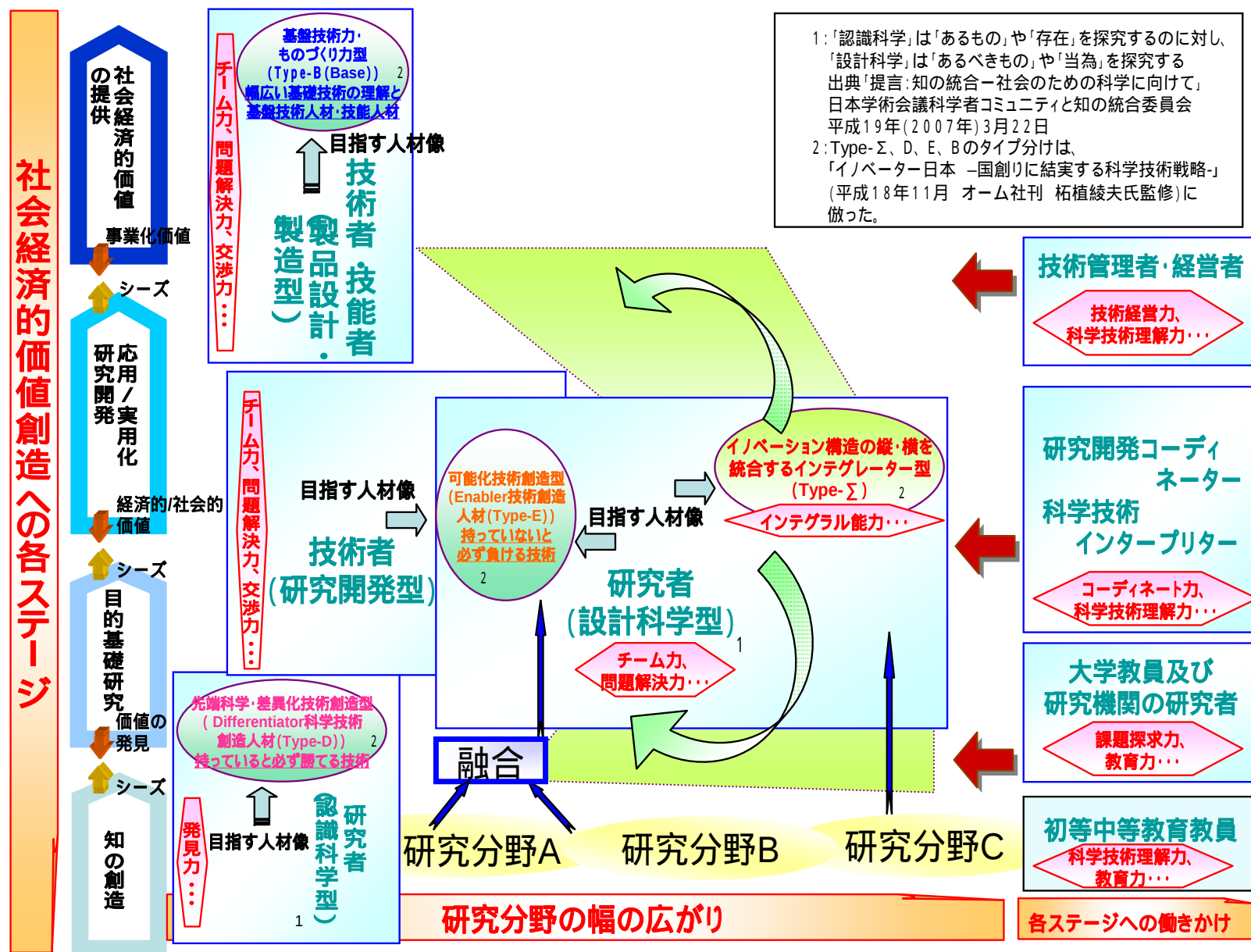
○ 機能的技能

- ・ 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

多様な人材により発揮されるチーム力



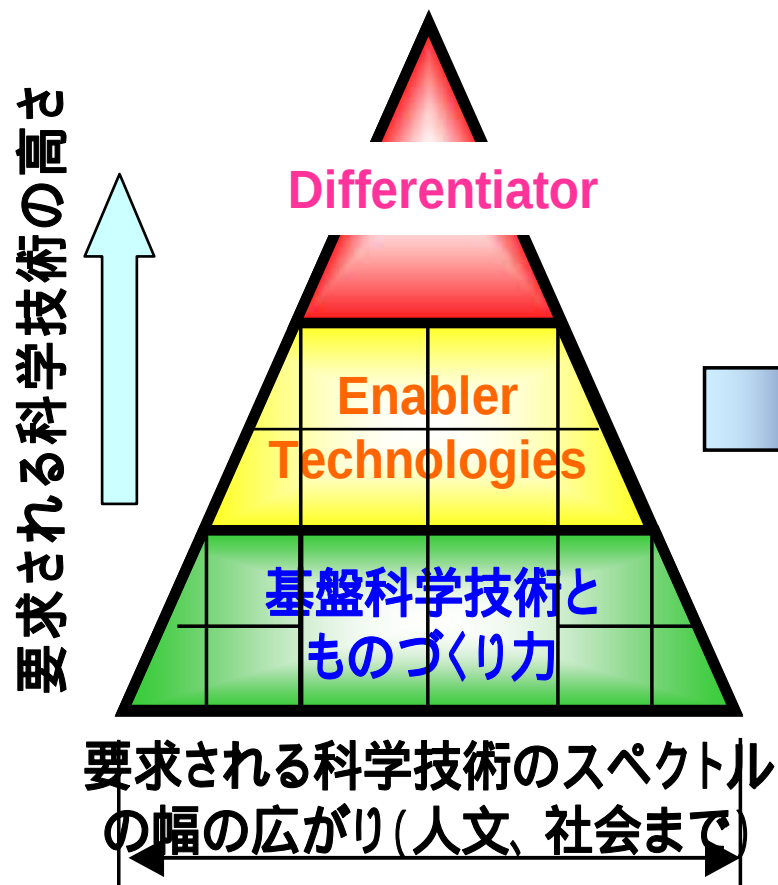
多様な人材が担うイノベーションの創造



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-Σ : 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