

科学技術が実現を目指すイノベーションと重点推進分野との関連例

理念	大政策目標	中政策目標	個別の政策目標
<理念1> 人類の英知を生む <small>(第2期基本計画))</small> <small>知の創造</small>	<目標1> 飛躍知の発見・発明 <small>～未来を切り拓く多様な知識の蓄積・創造</small> <目標2> 科学技術の限界突破 <small>～夢への挑戦と実現</small>	(1) 新しい原理・現象の発見・解明 (2) 非連続な技術革新の源泉となる知識の創造 (3) 世界最高水準のプロジェクトによる科学技術の牽引 (4) 地球温暖化・エネルギー問題の克服	世界的な競争の中で以下のような研究成果を創出 ①研究者の発意に基づく基礎研究による多様な知識の創造 ②異分野融合による新たな知識の創出 ③知識の統合による新たな知識体系の確立 ④人類の課題解決のための知識の創造 ①先端研究施設・設備を活用する限界の突破 ②宇宙・海洋・地球科学の限界領域の探求 ③超高温環境の克服により未来のエネルギー源となる安定な核融合反応の実現
環境	<目標3> 環境と経済の両立 <small>～環境と経済を両立し持続可能な発展を実現</small>	(5) 環境と調和する循環型社会の実現 (6) 世界を魅了する「ユニバーサル社会」の実現	①世界で取組む地球観測と正確な気候変動予測と影響評価の実現 ②温暖化ガスを効果的に排出削減する技術の実用化 ③世界を先導する省エネルギー社会の実現 ④世界で利用される新たな環境調和型のエネルギー供給の実現 ⑤水素利用社会に向けた燃料電池の本格導入 ⑥世代を超えた安全な原子力の利用
<理念2> 情報通信 <small>(第2期基本計画))</small> <small>国際競争力があり持続的発展ができる国の実現</small>	<目標4> イノベーター日本 <small>～革新を続ける強靱な経済・産業を実現</small>	(7) ものづくりナンバーワン国家の実現 (8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化	①我が国発のバイオマス利用技術による生物資源の有効利用 ②3R(発生抑制・再利用・リサイクル)による資源の有効利用と廃棄物の削減 ③持続可能な生態系の保全と利用 ④健全な水循環と持続可能な水利用 ⑤環境と調和する化学物質のリスク管理 ①光・モバイル・情報家電の強みを活かし世界を先導する次世代ネットワークの実現 ②モノとモノを情報でつなぎ便利に利用する電子タグの実用化 ③ライフスタイルに革命をもたらす次世代ロボットの実現 ④誰でもストレスなく簡単に使えるやさしいコミュニケーション技術の実用化 ⑤現在の半導体の動作限界を打ち破る革新的デバイスの実現 ⑥世界を惹き付けるデジタルコンテンツの制作・流通の加速化
ナノテク・材料	<目標5> 生涯はつらつ生活 <small>～子供から高齢者まで健康な日本を実現</small>	(9) 国民を悩ます病の克服 (10) 誰もが元気に暮らせる社会の実現	①ナノテクノロジーを駆使するものづくり革命 ②革新部材、バイオテクノロジーやITを駆使する先端ものづくりの実現 ③材料から製品・サービスまでの産業集積の強みを活かすものづくりの進化 ①国際競争力ある航空・宇宙利用・海洋利用技術の実現 ②日本と世界の食卓に提供される食料・食品づくり ○最小の資源・エネルギーと環境負荷で最大の付加価値を生む製品・サービスの実現 ○バイオテクノロジーを駆使する医薬と医療機器・サービスの実現 ○印は、大政策目標4以外の政策目標の成果が国際競争力を確立するもの)
<理念3> 健康と安全 <small>(第2期基本計画))</small> <small>安心・安全で質の高い生活のできる国の実現</small>	<目標6> 安全が誇りとなる国 <small>～世界一安全な国・日本を実現</small>	(11) 国土と社会の安全確保 (12) 暮らしの安全確保	①ゲノム情報を活用した生体機能の解明により生活習慣病や難病を克服 ②免疫メカニズムの解明による免疫・アレルギー疾患の克服 ③バイオテクノロジーとITやナノテクノロジーを融合した新たな医療の実現 ①予防医学と食の機能性を駆使する生涯健康な生活を実現 ②脳科学の進歩によりこころとからだの健康を保ち、自立はつらつとした生活を実現 ③失われた人体機能を補助・代替・再生する医療の実現 ④年齢や障害に関係なく楽しめるユニバーサル生活空間・社会環境の実現 ①災害に強い新たな減災・防災技術の実用化 ②既存のインフラや建物を活かした安全で調和のとれた国土・都市の実現 ③安全で快適な新しい交通・輸送システムを構築 ④各種テロを予防・抑止するための新たな対応技術の実用化 ⑤様々な海外からの脅威の侵入を事前かつ的確に監視・捕捉する技術の実用化 ⑥資源・燃料の安定供給 ●新興・再興感染症の克服 ●食の安全と信頼の確保 ●深刻化する犯罪から国民を守る新たな技術の実用化 ●堅固な情報セキュリティシステムの実現

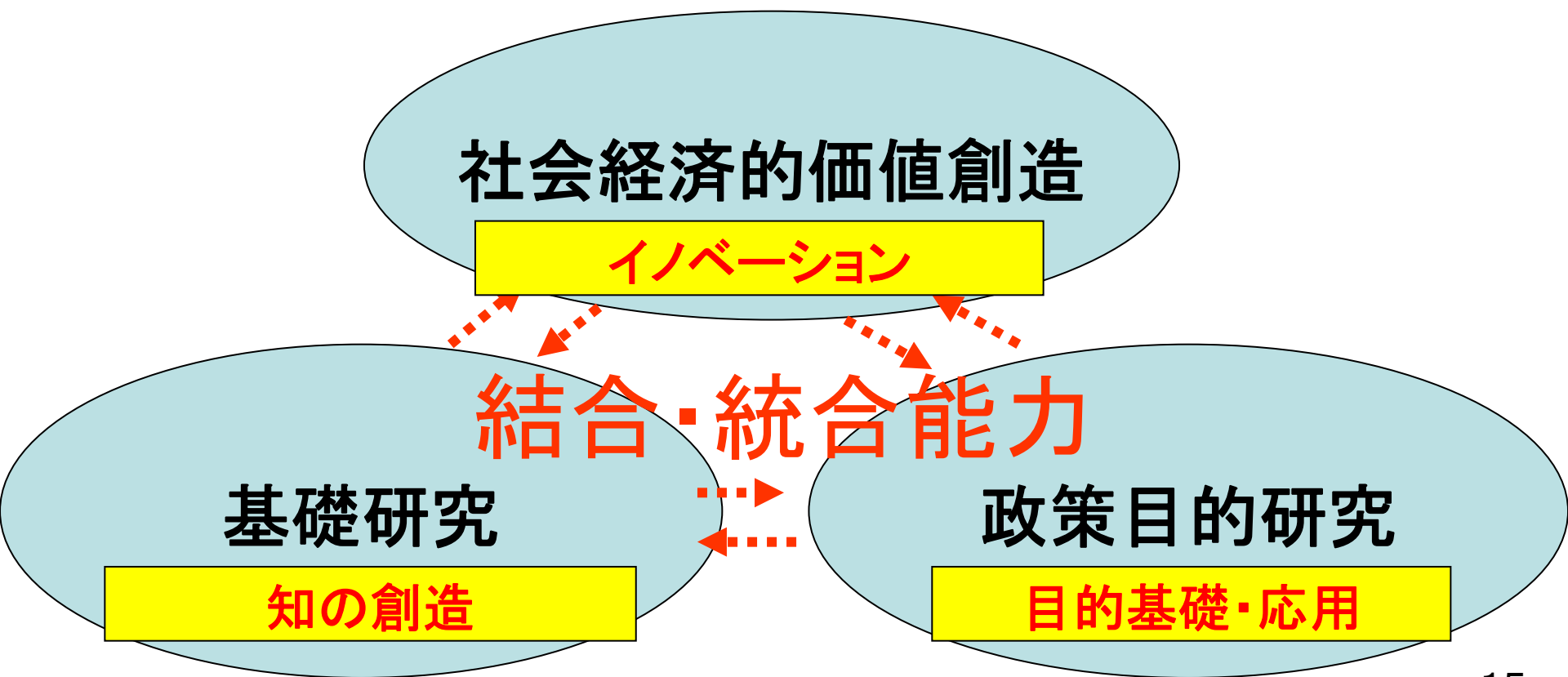
*ユニバーサル社会：あらゆるヒトやモノが、いつでも、どこでも情報通信技術で思い通りにつながることで、便利に安全・快適に暮らせる社会

科学技術が実現を目指すイノベーションと推進4分野との関係例

基礎研究

理念	大政策目標	中政策目標	研究開発
<理念1> 人類の英知を生む <small>(第2期基本計画))</small> <small>知の創造</small>	<目標1> 飛躍知の発見・発明 <small>～未来を切り拓く多様な知識の蓄積・創造</small>	(1) 新しい原理・現象の発見・解明 (2) 非連続な技術革新の源泉となる知識の創造	世界的な競争の中で以下のような研究成果を創出する ①研究者の発意に基づく基礎研究による多様な知識の創出 ②異分野融合による新たな知識の創出 ③知識の統合による新たな知識体系の確立 ④人類的課題解決のための知識の創造
エネルギー	<目標2> 科学技術の限界突破 <small>～科学技術の発展の夢への挑戦と実現</small>	(3) 世界最高水準のプロジェクトによる科学技術の牽引	①先端研究施設・設備を活用する限界の突破 ②宇宙・海洋・地球科学の限界領域の探求 ③超高温環境の克服により未来のエネルギー源となる安定な核融合反応の実現
<理念2> 国力の向上 <small>(第2期基本計画))</small> <small>国際競争力があり持続的発展ができる国の実現</small>	<目標3> 環境と経済の両立 <small>～環境と経済を両立し持続可能な発展を実現</small>	(4) 地球温暖化・エネルギー問題の克服 (5) 環境と調和する循環型社会の実現	①世界で取組む地球観測と正確な気候変動予測と影響評価の実現 ②温暖化ガスを効果的に排出削減する技術の実用化 ③世界を先導する省エネルギー社会の実現 ④世界で利用される新たな環境調和型のエネルギー供給の実現 ⑤水素利用社会に向けた燃料電池の本格導入 ⑥世代を超えた安全な原子力の利用
ものづくり	<目標4> イノベーター日本 <small>～革新を続ける強靱な経済・産業を実現</small>	(6) 世界を魅了するユビキタスネットワーク社会の実現 (7) ものづくりナンバーワン国家の実現	①我が国発のバイオマス利用技術による生物資源の有効利用 ②3R(発生抑制・再利用・リサイクル)による資源の有効利用と廃棄物の削減 ③持続可能な生態系の保全と利用 ④健全な水循環と持続可能な水利用 ⑤環境と調和する化学物質のリスク管理 ⑥光・モバイル・情報家電の強みを活かし世界を先導する次世代ネットワークの実現 ⑦モノ/モノを情報でつなぎ便利に利用する電子タグの実用化 ⑧ライフスタイルに革命をもたらす次世代ロボットの実現 ⑨誰でもストレスなく簡単に使えるやさしいコミュニケーション技術の実用化 ⑩現在の半導体の動作限界を打ち破る革新的デバイスの実現 ⑪世界を惹き付けるデジタルコンテンツの制作・流通の加速化
フロンティア	<目標5> 生涯はつらつ生活 <small>～子供から高齢者まで健康な日本を実現</small>	(8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化 (9) 国民を悩ます病の克服 (10) 誰もが元気に暮らせる社会の実現	①ナノテクノロジーを駆使するものづくり革命 ②革新部材、バイオテクノロジーやITを駆使する先端ものづくりの実現 ③材料から製品・サービスまでの産業価値の強みを活かすものづくりの進化 ④国際競争力ある航空・宇宙利用・海洋利用技術の実現 ⑤日本と世界の食卓に提供される食料・食品づくり ○最小の資源・エネルギーと環境負荷で最大の付加価値を生む製品・サービスの実現 ○バイオテクノロジーを駆使する医薬と医療機器・サービスの実現 ○(印は、大政策目標4以外の政策目標の成果が国際競争力を確立するもの) ⑥ゲノム情報を活用した生体機能の解明により生活習慣病や難病を克服 ⑦免疫メカニズムの解明による免疫・アレルギー疾患の克服 ⑧バイオテクノロジーとITやナノテクノロジーを融合した新たな医療の実現 ⑨予防医学と食の機能性を駆使する生涯健康な生活を実現 ⑩脳科学の進歩によりこころからの健康を保ち、自立はつらつとした生活を実現 ⑪失われた人体機能を補助・代替・再生する医療の実現 ⑫年齢や障害に関係なく楽しめるユニバーサル生活空間・社会環境の実現
社会基盤	<目標6> 誰もが安心して暮らせる国 <small>～安全な国・日本を実現</small>	(11) 国土と社会の安全確保 (12) 暮らしの安全確保	①災害に強い新たな防災・防災技術の実用化 ②既存のインフラや建物を活かした安全で調和のとれた国土・都市の実現 ③安全で快適な新しい交通・輸送システムを構築 ④各種テロを予防・抑止するための新たな対応技術の実用化 ⑤様々な海外からの脅威の侵入を事前かつ的確に監視・捕捉する技術の実用化 ⑥資源・燃料の安定供給 ⑦新興・再興感染症の克服 ⑧食の安全と信頼の確保 ⑨深刻化する犯罪から国民を守る新たな技術の実用化 ⑩堅固な情報セキュリティシステムの実現

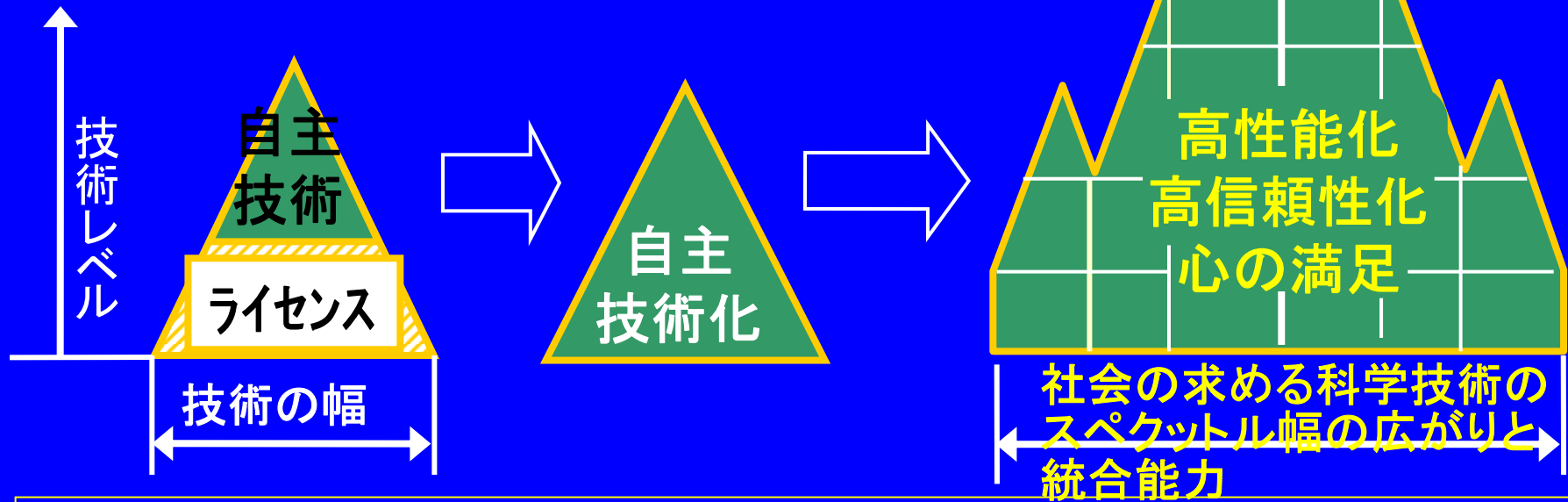
科学技術駆動型イノベーション創出能力の要



21世紀の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「個別先端科学技術創造：認識科学」と、その「統合能力：設計科学」の両方の能力が不可欠

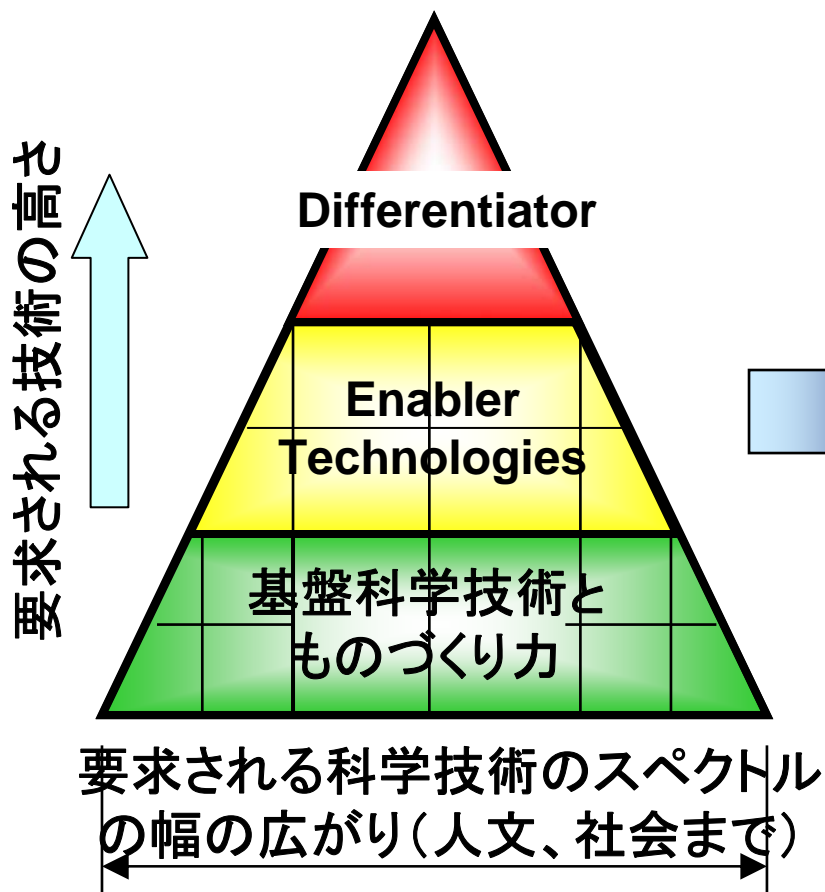
イノベーション・パイプライン・ネットワーク構築の重要性！

イノベーション・パイプライン・ネットワーク構築の重要性



知の創造と価値創造の結合・統合に必要な能力と人材像

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 : Differentiator 科学技術
創造人材: 「認識科学指向」

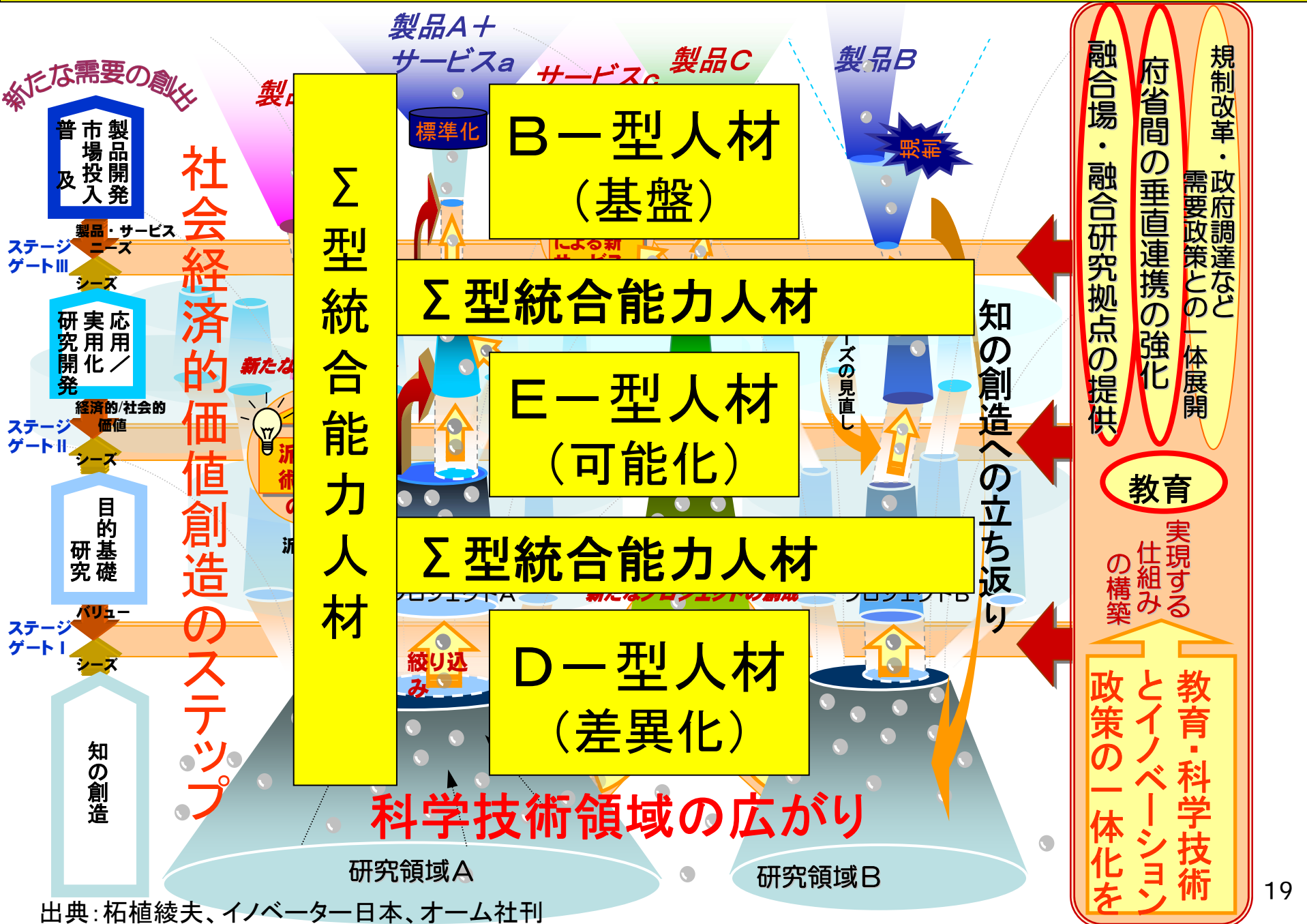
Type-E : Enabler 技術創造人材: 「認識科学と設計科学の融合指向」

Type-B : 幅広い基礎技術と
基盤技術・技能を有する人材
「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縦・横統合能力): 「認識科学に立脚した設計科学指向」

工学教育の実質化の視座はType-BとType- Σ 教育

イノベーションパイプラインネットワークを支える人材像



真の科学技術創造立国の実現への課題

命題：8つの推進分野毎の個別の知の創造が、
第三期基本計画が目指す日本の姿：政策目標
にまで結びつくか？ →

日本の科学技術行政の最弱点

1. 知の創造（基礎研究）と社会的・経済的価値創造（社会システム化・産業化）との結合・統合能力＝「**科学技術駆動型イノベーション能力**」強化の重要性にもっと拘るべき
2. 「社会のための科学」の実践に向けて、学術コミュニティー、特に工学教育・研究界はこの命題を避けては不可！
3. 工学教育の現状は、この視座からの教育が欠けていないか？・・・工学教育と工学研究とイノベーションへの参画の三位一体的推進が必要・・・**工学教育の実質化と実践型技術者・研究者育成への視座！**

21世紀に工学が遭遇する三つの拡散

1. ターゲット(目標)の拡散

- ・産業革命時代に比べて、工学が目標とする社会・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、快適、心の満足
- ・知の創造活動の細分化に対する総合・統合役の広がり

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

工学が遭遇する三つの拡散によって生じた 工学教育の問題

1. 認識科学としての工学教育の細分化
2. 設計科学としての工学教育の停滞・・・学術の認識科学への傾斜が原因
3. 工学教育における「設計科学としての教育」と、「認識科学としての教育」との「相互連関教育の弱体化」・・・例：PBLと工学基礎との連関教育の不十分さ

工学教育問題から生じている社会的問題の 負のスパイラル構造

1. 初等・中等教育における理数教育と技術教育・社会学習との乖離
 - ・教育指導要領の欠陥・・・科学と技術と社会の連関教育
 - ・理数教員の資質不足・・・工学士の教員免許取得問題
2. 生徒の工学への進学意欲の低下
3. 工学の学部教育における教育効果の低下
4. 工学の大学院における教育研究の質低下・・・
博士課程進学低下、ポスドク問題の顕在化等
5. 社会人の工学リテラシーの低下・・・子ども達への負のスパイラル構造

科学技術創造立国創りが砂上の楼閣！

工学教育の実質化に向けた 工学リベラルアーツ教育のすすめ

- ・伝統的な「リベラルアーツ」: 自由市民として自らの意思で思考し、判断・発言・行動出来るために具備すべき素養
- ・「工学リベラルアーツ」: 科学技術が深く社会と生活に浸透した21世紀の今、最早「伝統的なリベラルアーツ」素養のみでは、自由市民として自らの意思で思考し、判断・発言・行動することは困難になっている。
- ・21世紀の自由市民が、自らの意思で思考し、判断・発言・行動するために具備すべき科学技術理解力を「科学技術リベラルアーツ」と定義し、その支柱となる社会と科学技術との連関体系に対する理解力を、「工学リベラルアーツ」と定義する。

工学リベラルアーツの定義の要約

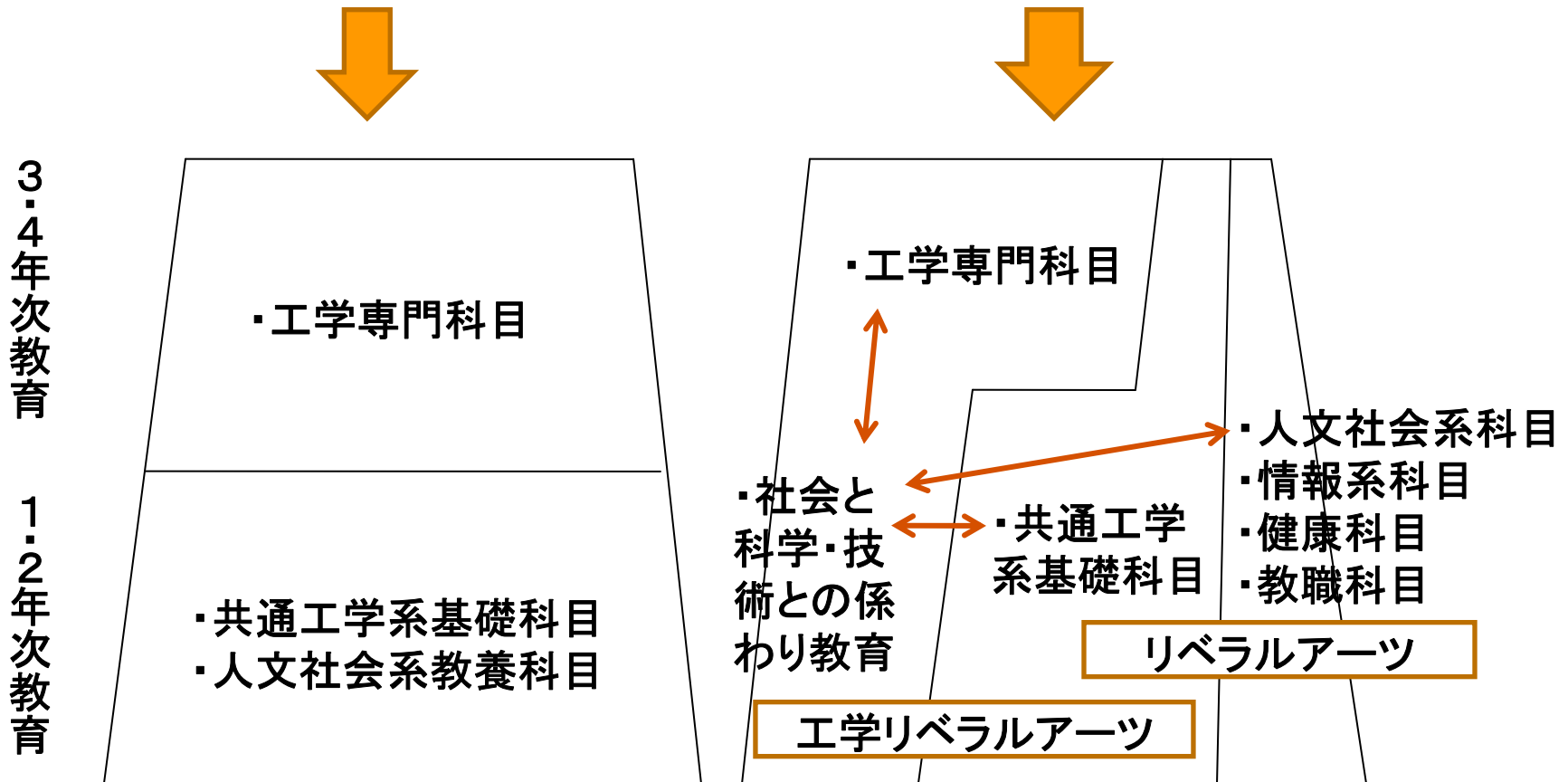
「**工学リベラルアーツ**」は、科学に裏打ちされた技術が社会経済イノベーションとして質量共に深く浸透した21世紀の社会において、市民が自らの意思で理解と判断をし、行動を可能にするために身につけるべき素養

“The Liberal Arts of Engineering” shall be defined as the arts that the liberal citizens in the 21st century are needed to master in order to think and act by their own will in the society and in the world in which the science based engineering has deeply penetrated as the form of the social innovation.

提言1:学部教育における工学リベラルアーツ教育の強化

従来の工学教育

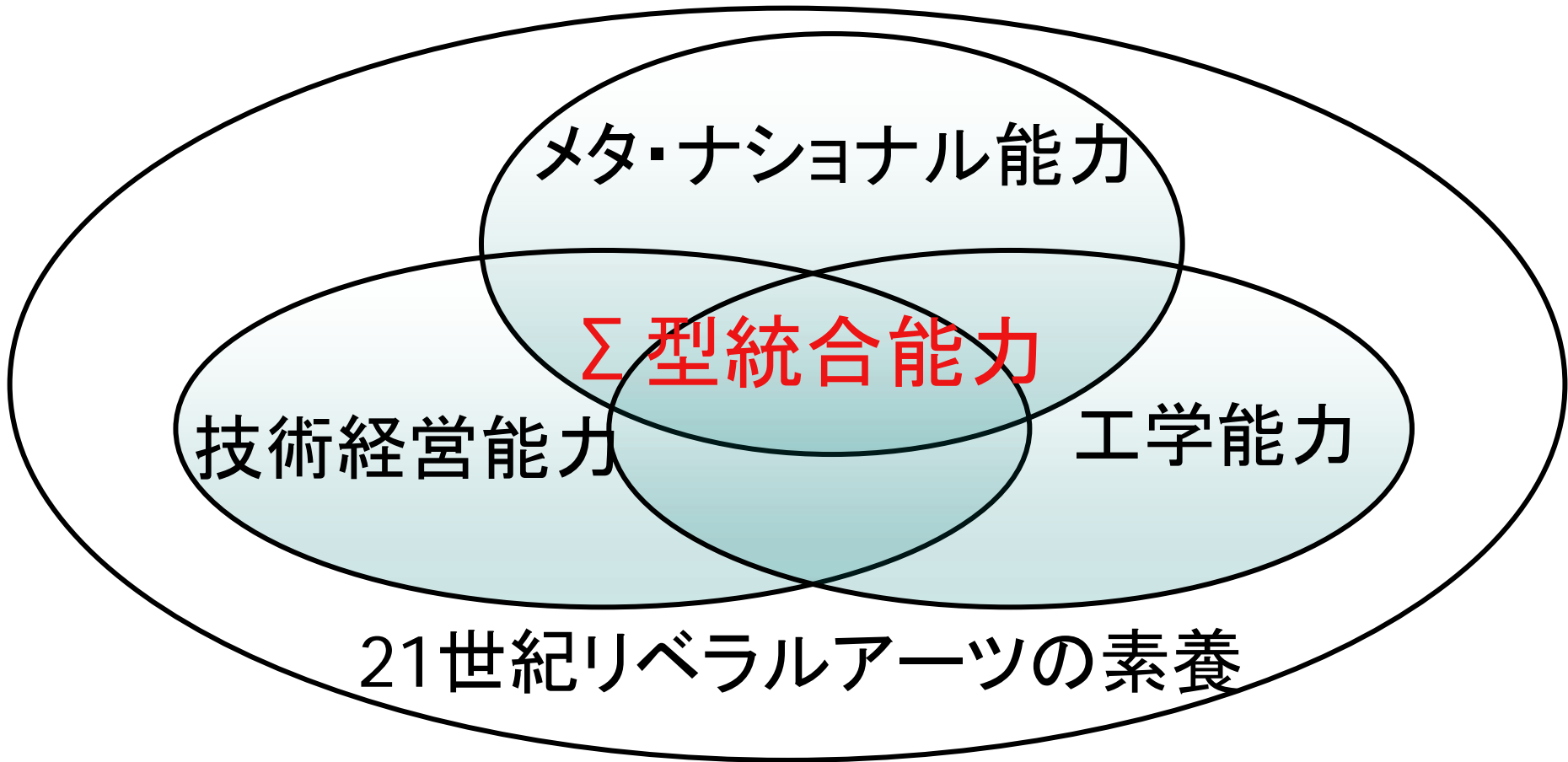
工学教育の実質化に向けた方向



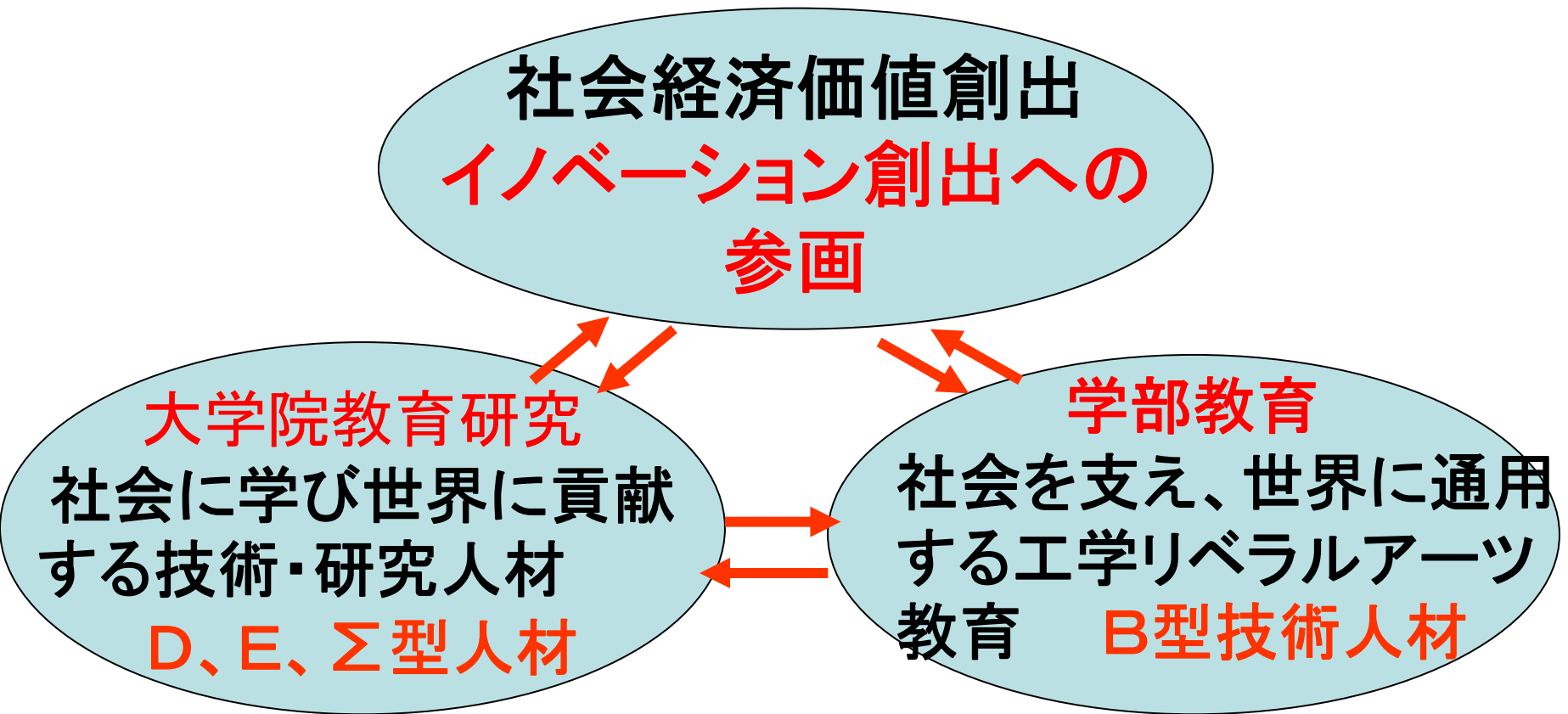
注:高度知識基盤社会の求める科学技術駆動型イノベーションを支える、工学専門教育の質の確保は、大学院の教育研究に委ねることになる。その意味で、大学院も含めた一貫工学教育の在り方も課題である。

提言2. 大学院工学教育にて強化すべき

Σ型統合能力人材育成



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！

結論と提言

1. 科学技術創造立国の21世紀自由市民育成には、文系・理系ともに「科学技術リベラルアーツ教育」の強化が急務。社会との連関は「工学リベラルアーツ教育」を。
2. 工学の学部教育の実質化には、専門教育との橋渡し「工学リベラルアーツ教育」の充実を。
3. 工学の大学院教育の実質化には「科学技術的知の創造人材育成」と並行して、「知の創造と社会経済価値創造との統合能力人材」=「イノベーション創出能力人材」の育成の強化が必要。
4. イノベーション・リーダー育成のため、大学院工学教育に「 Σ 型統合能力人材育成プログラム」を充実すべき。

5. その実践の要は、「**教育**（人材育成）」と「**研究**（技術革新）」と「**イノベーション**（社会経済的価値の創造）」の三位一体的推進にある。

6. 三位一体推進の要は、学生・教職員の「**チームとしての教育研究**」と、「**産業との日常的連携・協働**」による「**社会学び社会に貢献する**」多様な実践型技術人材育成にある。

7. この実践型技術人材を産業・行政・大学のみならず**初等中等教育の現場教員**とすることで、科学技術創造立国創りへの**負のスパイラル**を**正のスパイラル**に転換する！

結び

1. 工学教育の現場においては、教育理念の実践に向けて独自の創意工夫を！
2. 行政は教育・科学技術・イノベーションの三位一体的な振興政策の推進を・私学助成の充実！

日本工学教育連合に、以上の工学教育の実質化と
持続可能なイノベーションを牽引する
実践型技術者育成へのイニシアチブを期待！

勝負はこの10年 改革は今！

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. 前田正史他、「Beyond Innovation:イノベーションの議論を超えて」、丸善プラネット
3. 柘植綾夫、「イノベーションを牽引するΣ型統合能力人材の育成に向けて」、日本感性工学会講演会、09. 9. 8

日本の子どもたちの理科・数学・科学的理解度の低下！

学力（国際比較）の現状

(1) PISA調査(経済協力開発機構(OECD)実施)

平均得点の国際比較

	2003年	2006年
数学的リテラシー	6位 / 41カ国・地域	10位 / 57カ国・地域
科学的リテラシー	2位 / 41カ国・地域	6位 / 57カ国・地域

※PISA・Programme for International Student Assessment の略

※調査対象：高校1年生

※調査内容：知識や技能等を実生活の様々な場面で直面する課題にどの程度活用できるかを評価(記述式が中心)

(2) TIMSS調査(国際教育到達度評価学会(IEA)実施)

算数・数学、理科の成績

	2003年	2007年
小学校算数	3位 / 25カ国	4位 / 36カ国
中学校数学	5位 / 46カ国	5位 / 48カ国

※TIMSS・Trends in International Mathematics and Science Study の略

※IEA・The International Association for the Evaluation of Educational Achievement の略

※調査対象：小学校4年生、中学校2年生

※調査内容：学校のカリキュラムで学んだ知識や技能等がどの程度習得されているかを評価(選択肢が中心)

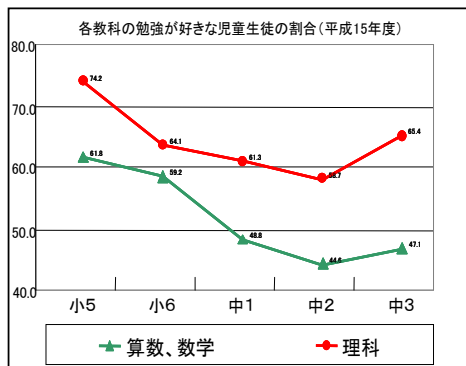
	2003年	2007年
小学校理科	3位 / 25カ国	4位 / 36カ国
中学校理科	6位 / 46カ国	3位 / 48カ国

理数教育の充実が必要

理科・数学好きの先生をもっと増やさねば！

～理数学習に関する子どもの意識～

勉強が好きという割合(教科比較)



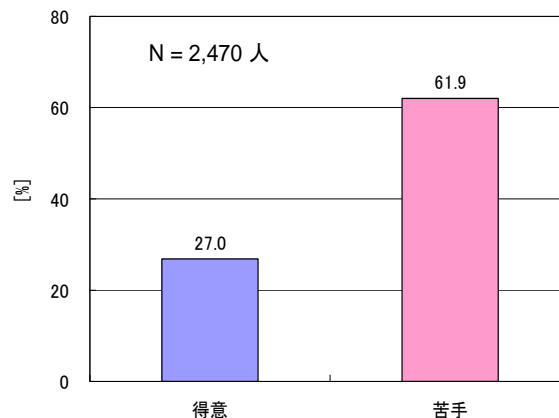
※出典 平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査(国立教育政策研究所)

※上記の表中の数値は、「好きである」「どちらかと言えば好きである」を合わせた割合(%)

学年が高くなるにつれ算数・数学・理科ともに好きでなくなる傾向が顕著！

～小学校教員の理科授業に対する意識～

理科の授業が得意という割合

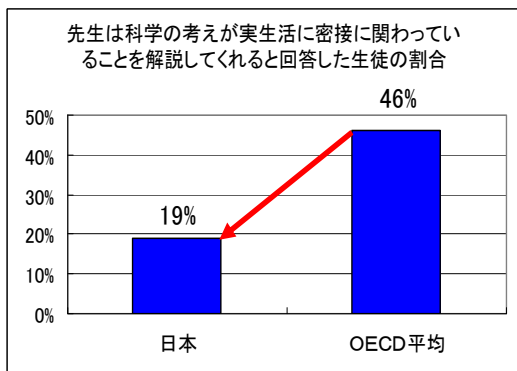


※出典 「理数大好きモデル地域事業事前アンケート」(科学技術振興機構)(平成17年)

小学校の教師の6割以上が理科が苦手！

理科・数学と科学が技術の基盤であり社会を支えていることへの教育の弱さ！

国際比較:PISA調査(2006年)



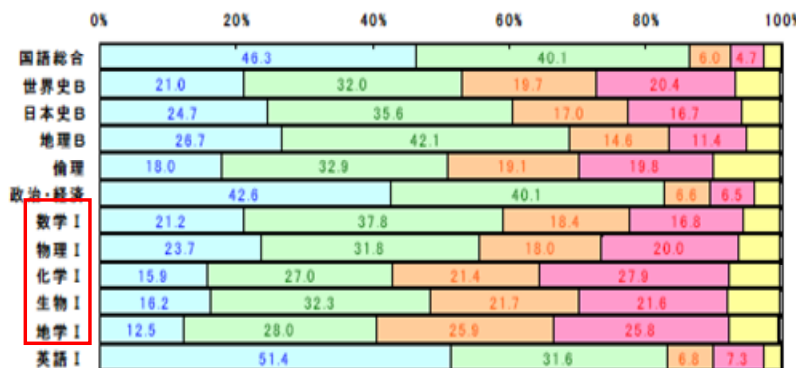
先生が「科学と実生活との関わりを教えてくれる」と考える生徒の割合が日本は極めて低い！

※上記の表中の数値は、「そうだと思う」または「まったくそうだと思う」と回答した割合

教科比較 (高等学校)

(「当該科目の勉強は大切」の割合)

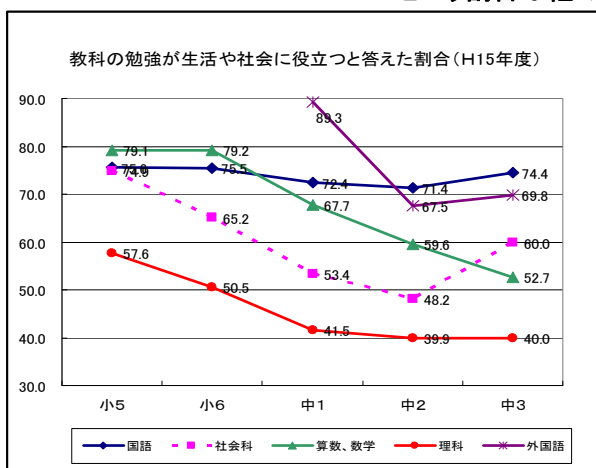
当該科目の勉強は大切だ



□ そう思う □ そう思わない □ 無回答
 □ どちらかといえばそう思う □ どちらかといえばそう思わない □ その他

教科比較 (小中学校)

「理科、算数・数学の勉強が生活や社会に役立つ」という割合は他の教科と比べると低い。



他の教科と比較して「理科や算数・数学が生活や社会に役に立つ」と思っている児童・生徒が極めて少ない！
 また、この傾向は学年の進行に伴って一層顕著！

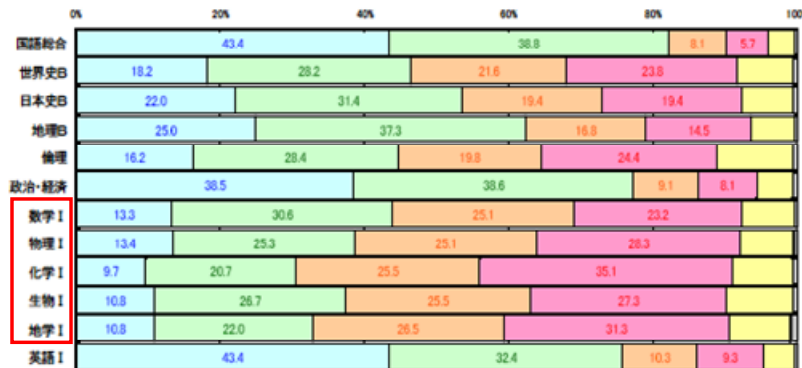
※出典 平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査(国立教育政策研究所)

※上記の表中の数値は、「そう思う」「どちらかと言えばそう思う」を合わせた割合(%)

高等学校においても、理数系科目の大切さを認識している生徒の割合は、他の教科と比べて低い！

(「当該科目の勉強は入試等に関係なくても大切」の割合)

当該科目の勉強は、入学試験や就職試験に関係なくても大切だ



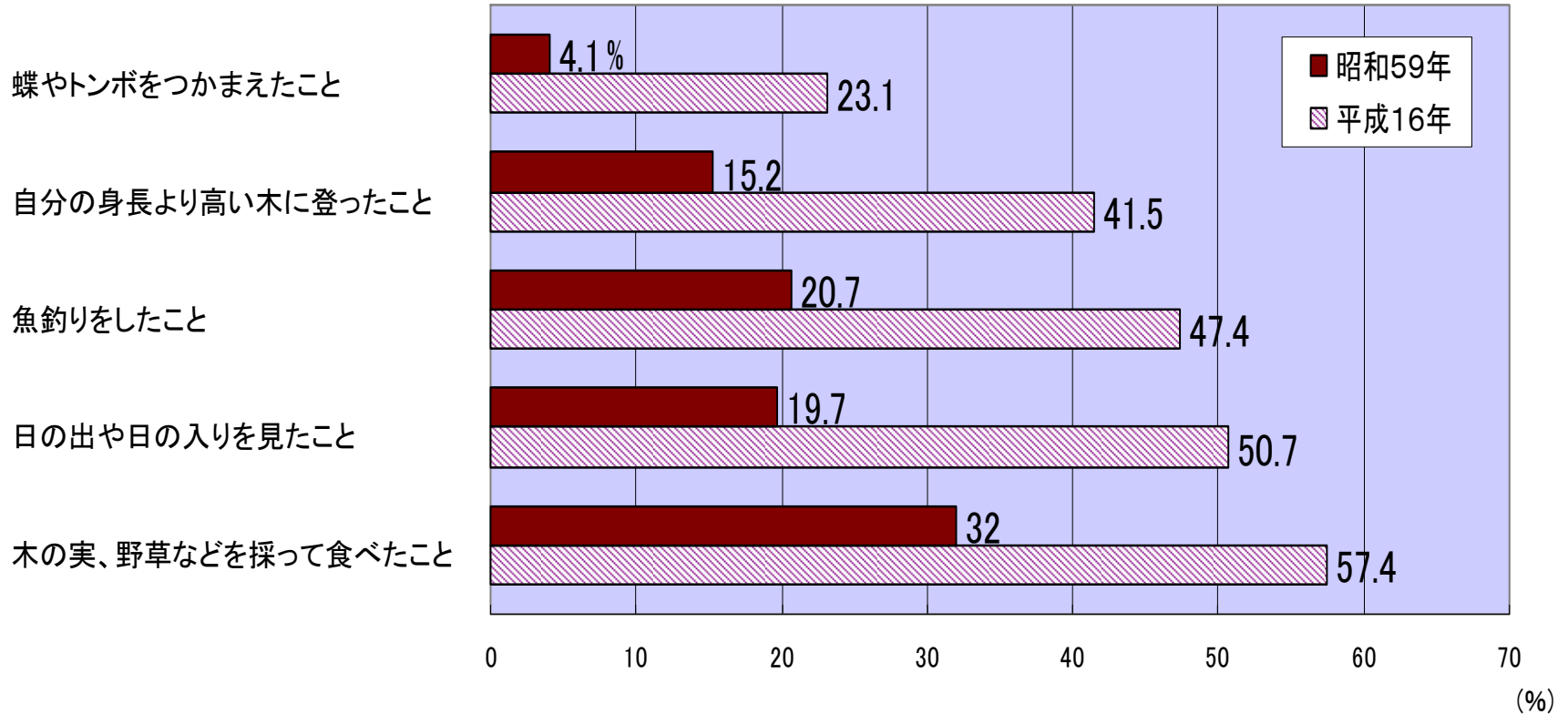
□ そう思う □ どちらかといえばそう思う □ どちらかといえばそう思わない □ そう思わない □ 分からない □ その他 □ 無回答

※出典 平成17年度高等学校教育課程実施状況調査(国立教育政策研究所)

科学と技術に対する体感的理解度を高めるには自然体験の充実が必要！

昭和50年代と比較して、自然体験を「1回もしたことがない」子どもの割合は確実に増加している。

子どもたちの自然体験 1回もしたことがない



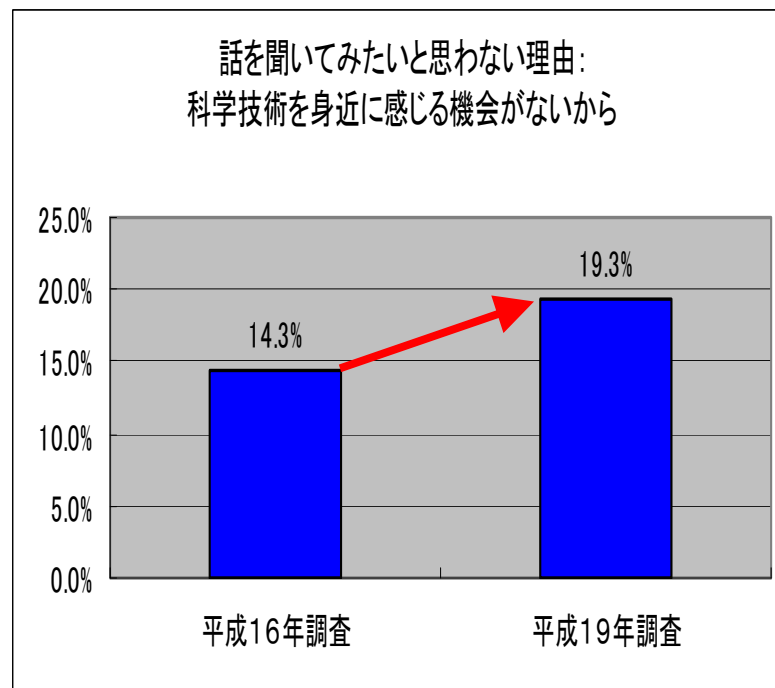
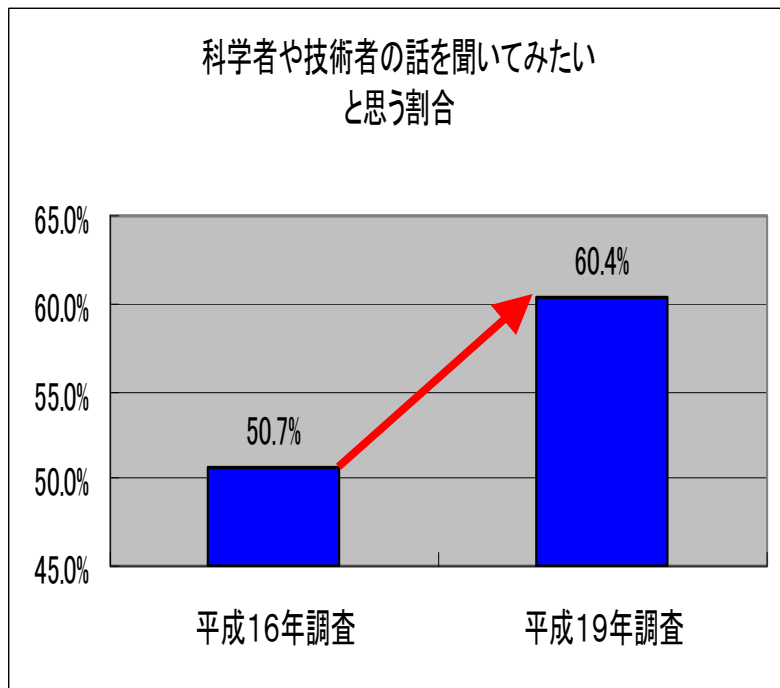
※出典 「子供たちの自然体験・生活体験等に関する調査研究」(青少年教育活動研究会)(昭和59年)

「子どもたちの体験活動等に関する調査研究」(川村学園女子大学子ども調査研究チーム)(平成16年)

※いずれの調査も、青少年施設の利用を予定している学校の小中学生を対象に調査したもの(都市部、市町村などの偏りがでないよう調査対象の学校を抽出)

国民の科学技術への意識

平成19年に実施された世論調査では、前回(平成16年実施)調査に比べて科学者や技術者の話を聞いてみたいと思う割合が増加している一方、話を聞いてみたいと思わない理由として科学技術を身近に感じる機会がないからとする割合が上昇。

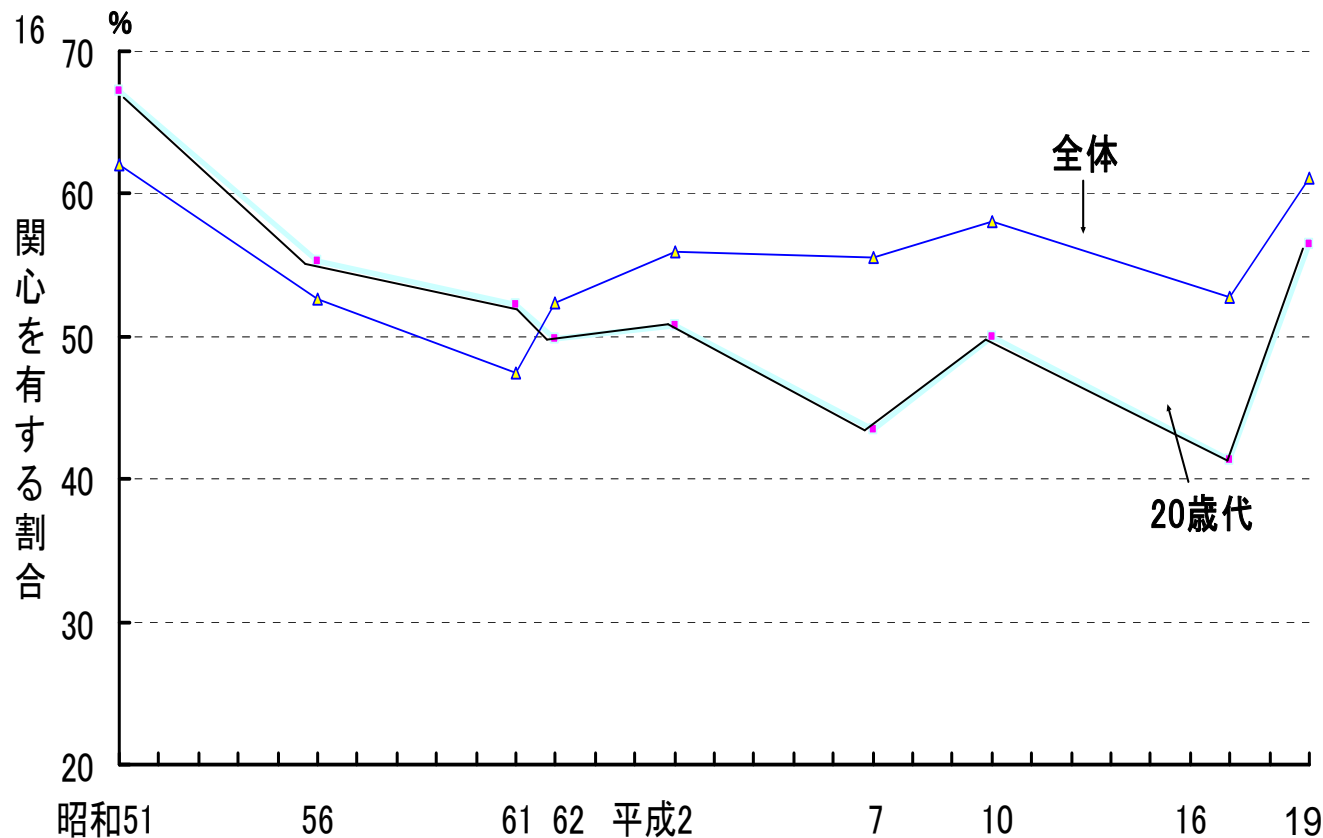


国民の科学技術に対する関心は高まっているものの、科学技術を身近に感じる機会が少ないことが問題 → 国民の科学技術リテラシーの低下！

若い層の科学技術に対する関心度の低下は、子供たちにも影響が！

平成19年に実施された世論調査では、前回(平成16年実施)調査に比べて国民の科学技術に対する関心が向上。

科学技術に対する関心度の推移



(出典)科学技術と社会に関する世論調査(内閣府)