

国際的大競争の嵐を越える科学技術の在り方（概要） （平成 20 年版科学技術白書第 1 部）

今後、我が国が向かう先には、これまでとは全く異なる激しい国際的な競争が、恐るべき嵐となって立ち塞がっている。この嵐を越えなければ、今日の豊かで安定した国民生活を失う恐れがある。

人口減少・少子高齢化により労働力人口の急速な回復が見込めないなどの今日の我が国がおかれた状況下で、国際競争力を強化するためには、科学技術によるイノベーションの創出が不可欠である。

米国競争力法の制定に象徴されるように、諸外国は、イノベーションの創出を目指す新たな仕組みの構築と投資の拡大に取り組んでいる。

第 1 部は、このような大競争時代に我が国がいかにして対応していくべきかを主題として取りまとめた。

【目 次】

第 1 章 国際競争の激化とイノベーションの必要性

第 2 章 諸外国における研究開発システム改革の進展等

第 1 節 諸外国における研究開発システム改革の進展

第 2 節 我が国の科学技術を巡る課題

第 3 章 大競争時代における科学技術の在り方

第 1 節 政府研究開発投資の充実

第 2 節 国際競争力強化に資する資源投入分野等

第 3 節 研究開発能力強化に資する資源の使い方の改善

第 4 節 科学技術の成果の着実な社会還元

第1章 国際競争の激化とイノベーションの必要性

1. IT化、グローバル化の進展

- 「今や、アイルランド、フィンランド、中国、インド、あるいは経済が成長中の何十という国の、マウスをクリックするだけで届くところに住む競争者と向き合わねばならない。」（全米アカデミーズ 「強まる嵐を越える」より）
- 米国では、研究開発や医療など、多くの知的労働について外国からきた人材が活躍し、イノベーション創出に貢献。

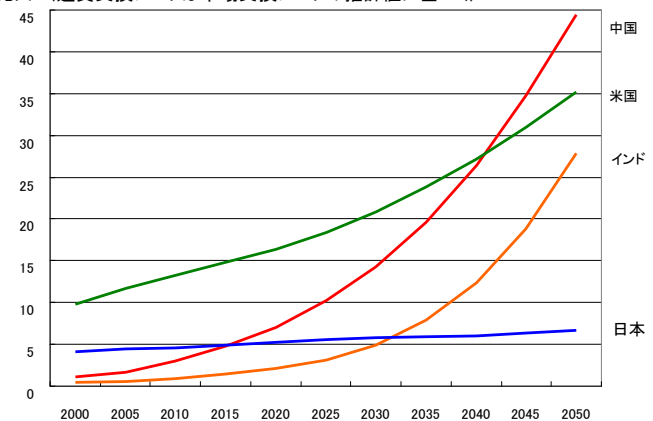
2. 中国、インドをはじめとするBRICs諸国の台頭

【主な国のGDPの将来推計】

中国、ロシア、インド、ブラジルは、大きな経済成長を遂げ、財・サービスの市場及び天然資源や財・サービス等の大きな供給主体として世界経済に台頭。

様々な予測の中には、ゴールドマン・サックス社のレポートのように、**2050年の世界GDPランキングでは、BRICs諸国が台頭するものもある。**

兆ドル(通貨交換レートは市場交換レートの推計値に基づく)



資料：ゴールドマン・サックス

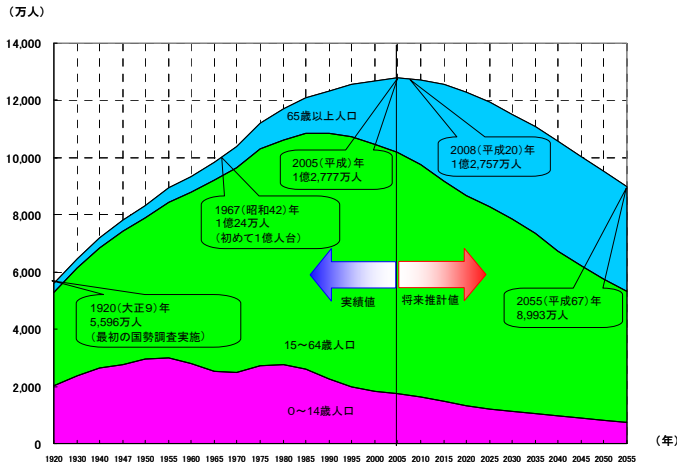
3. 原材料の高騰と技術のコモディティ化

- 原油価格や世界の穀物価格が高騰は、原材料の多くを輸入に頼る我が国経済に大きな影響。
- 従来我が国が得意としていた情報機器、家電等において、製品の低価格化・陳腐化（コモディティ化）が進行し、我が国企業の収益等に大きな影響を与えることが想定。

⇒ **我が国が従来から維持してきた国際競争力の前提を揺るがす可能性。**

4. 少子高齢化の進展

【我が国の人口構造の推移】

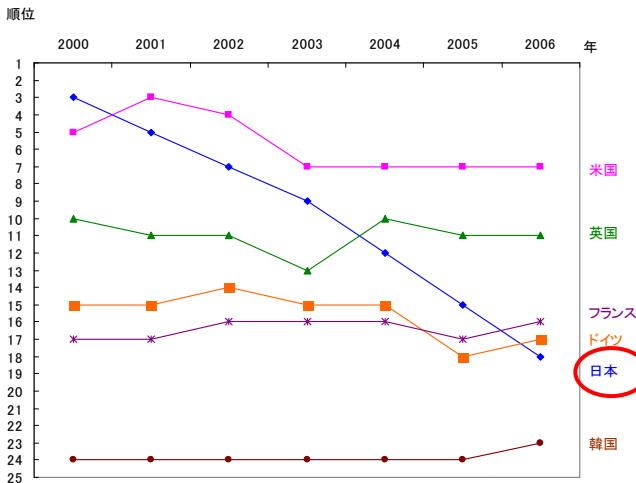


先進国でも類を見ない
我が国の少子高齢化と
人口減少は、国際競争
力の維持の観点で大き
な問題。

資料：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来人口推計（平成18年12月推計）を基に文部科学省作成

5. 科学技術によるイノベーションの必要性

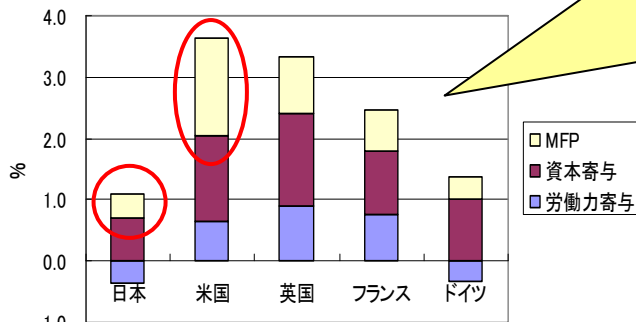
【OECD諸国の一人当たり国内総生産（名目GDP）の順位】



主要国の相対順位は大きく変化して
いないにも関わらず、我が国は6年
連続で順位を下げ、世界第18位まで
落ち込んでいる。

資料：内閣府経済社会総合研究所「国民経済計算平成18年度確報」

【主要国の経済成長率（1995-2004）】



資料：EU, KLEMS

経済成長率の寄与について、我が国は、諸
外国に比べMFPの占める割合が少ない。
対照的に、米国では、MFPが最大の寄与
を示しており、経済成長にイノベーション
が大きく寄与している。

※MFP：全要素生産性（生産に寄与する要素のうち、労働投入量及び資本ストック以外の全てを考慮した生産性。科学技術によるイノベーションの進展を示す指標として使われることが多い。）

競争力強化には科学技術によるイノベーションの創出が不可欠

【コラム（増補版）】

未来世界の俯瞰 (Mapping the Global Future)

— 米国国家情報評議会レポート —

米国の情報機関の統合的な機能を果たしている国家情報評議会 (National Intelligence Council: NIC) では、2020年の世界情勢をマクロ的に分析した「未来世界の俯瞰 (Mapping the Global Future)」という報告書 (以下、「2020 プロジェクト」、という) を2004年12月に公表した。

この報告書は、米国にとっての有利と不利を明らかにしつつ、世界中長期的な動向を米国の政策立案者に提供するものである。NICでは、過去に「2010年のグローバル・トレンド (Global Trends 2010)」と「2015年のグローバル・トレンド (Global Trends 2015)」を公表している。

1. 新しいグローバル・プレーヤーの登場

2020年までに中国の国民総生産 (GNP) は米国を除く先進国を上回る。中国とインドの台頭が大きな地政学的な変化をひきおこす。「20世紀は米国の世紀」といわれたように、中国とインドに先導されて「21世紀はアジアの世紀」となる。持続的な高度経済成長、軍事力の増大と人口の増加で、中国とインドは政治的経済的な大国になり、2020年には国際関係に激変が起こる。

2. グローバル化の影響

- 2020年の世界全体の経済規模は、2000年よりも約8割増加、一人当たりの収入は2000年よりも約5割増加する。アジアにおける消費者市場の急成長、世界的な多国籍企業の成長、科学技術力の高さが、西欧諸国の再編につながる。
- グローバル化の利益はグローバル化しない。中国とインドでは、世界市場で急成長する部門が育つので、他の途上国との格差は広がる。
- 新技術にアクセス可能で適用できる国が、グローバル化の利益を享受する。自国の基礎研究に基づくか、先進国から技術を導入するかのいずれでも、新規で世界的に利用できる技術の統合と応用に対する投資が国の技術達成水準を決める。新技術を活用可能とするガバナンス、教育、市場改革の政策がないと、「持てる国」と「持たざる国」の格差はいっそう拡大する。
- 中国とインドは技術的なリーダーとなりうるポジションにある。ナノテク、バイオ、IT、材料技術などのハイテク分野での急速な進展が、中国とインドの将来性を高める。両国は、すでにこれらの基礎研究に投資しており、すでに主要な領域のいくつかではリーダー的な地位にある。欧州は遅れをとる可能性がある。米国は依然として優位を保つが守りの立場にあり、これらの国との競争は必至で、場合によってはいくつかのセクターで優位を失う。
- 拡大するグローバル化は、多くの原材料、特に原油の需要を急増させる。今後の20年でエネルギーの総消費量は50パーセント増加する。ロシア、ベネズエラ、アフリカでの原油増産は政治的な解決策だがリスクも高い。中東もますます不安定化が予想される。原油を中心とする原材料の需要急増は世界的な不安定要素で、中国とインドを初め発展途上国のエネルギー需要は外交政策と密接に関連する。

3. 統治に向けた挑戦

- (民族的あるいは政治的統合体としての) 国家 (Nation-State) は、世界秩序における主流の単位となるであろうが、経済のグローバル化と、とりわけ IT のような技術の拡散は、政府に多大な緊張を与えることになるであろう。
- 政治的なイスラムは、2020 年を視野に入れると、異なる人種や国のグループの再編と、そしておそらくは国境を越えて新たな権威を創り上げることで、非常に重要な世界的インパクトを有するであろう。
- 一般に「第3の波」とよばれる民主化は、2020 年までには後退するかもしれない。特に、旧ソ連に属していた国々や東南アジアの国では、実際には民主化がおこっていない。
- 国際情勢自体が著しく流動化しており、国際問題の管理を委ねられているいくつかの制度 (例えば、国連) は、それらの問題により窮地に追い込まれているかもしれない。

4. 拡大する不安定性

- 世界の多くの国が豊かになっているものの、グローバル化は、巨大な経済、文化、そしてその結果として政治的な激変をひきおこすような状況を著しく揺さぶることになるだろう。
- 徐々に拡大をみせる教育を受けた労働力は魅力的であり、競争の源泉である低賃金の労働力は、技術イノベーションが世界的に拡散すると同時に、世界規模での流動的な職業を拡大するであろう。
- 過渡的な過程は痛みを伴うであろうし、特に先進国では中流階層を直撃するであろう。
- 経済規模が小さく、宗教的過激主義で、若年層が突出しているある地域における弱い国は、提携して内部矛盾の完璧な嵐を作り出すであろう。
- 向こう 15 年間に、世界大戦にエスカレートするような強力な武力の摩擦の可能性は、地域的な緊張が世界大戦に拡大した過去の世紀と比べても低下する。
- 中東や北東アジアの核兵器を保有しない国は、隣国や地域的な競合相手による核兵器開発が明らかとなったときに、自らも核兵器の開発を行うかもしれない。

5. 巧妙化する国際テロ

- 国際テロの原因となる主要な要素は、向う 15 年間も収拾の兆しは見られない。

6. 予見可能な将来

- ダボス的世界：向う 15 年間に、中国とインドが牽引する巨大な経済成長がグローバル化のプロセスを再編し、非西欧的で政治的状況の変化を伴うグローバル化が起こる。
- パックス・アメリカーナ：米国の優位性が、世界的な政治情勢の急激な変化にも生き残り、新しく包括的な世界秩序に貢献する。
- 新しいカリフ (イスラムの王)：過激な宗教的アイデンティティに基づく政治により加速される世界動向が、西欧的な規範と価値観に対する抵抗力となる。
- 恐怖の循環：破壊的活動が更なる破壊的活動を呼ぶ

上記の 4 つのシナリオは背反的なものでなく、2 つないしは 3 つが組み合わさる可能性もある。

第2章 諸外国における研究開発システム改革の進展等

第1節 諸外国における研究開発システム改革の進展

1. 国際競争力、イノベーション重視の科学技術政策への転換

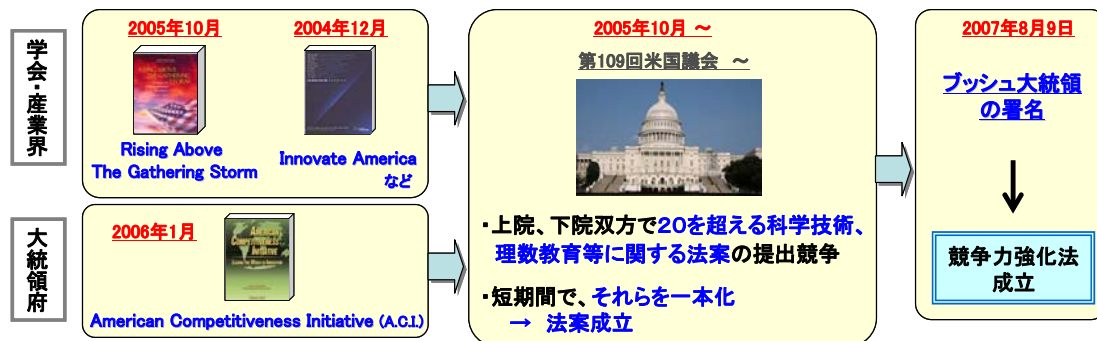
○諸外国は、競争力の維持・強化を目指して、科学技術の成果を基盤として新しい社会的・経済的価値を創造するイノベーション創出を重視し、研究開発システムの改革と研究開発費等の研究資源の増強等に国を挙げて取り組んでいる。

2. 米国競争力法の制定、中国科学技術進歩法の改正等

米 国 - 競争力強化法(America COMPETES Act)の成立 -

内 容:米国の競争力優位を確かなものとするため、研究開発の推進、および理数教育の強化を図る包括的なイノベーション推進法

経 緯



資料: 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

a) 国家科学技術サミットの召集

b) 研究関係機関の予算の大幅増

- ・国立科学財団（NSF）、エネルギー省科学局（DOE）、国立標準技術研究所（NIST）の予算の大幅な増額。

c) ハイリスク研究の促進

- ・エネルギー技術に関する長期的かつハイリスクな技術課題に取り組むため、エネルギー省内に高等研究計画局（ARPA-E）を新設等。

d) イノベーションの阻害要因の調査、サービス・サイエンスの振興

- ・「サービス・サイエンス」に戦略的に対応することとし、連邦政府が実施すべきサービス・サイエンスに関する研究・教育・トレーニング支援を実施等。

e) 理数系教育、科学技術への理解増進

- ・教師の質の向上、研究成果に基づいた効果的な科学・技術・工学・数学分野の教育を支援。

- f) 若手研究者・女性等の活用
 - ・若手研究者に対する初期キャリアグラント、フェローシップ等を支援。
- g) 製造技術の支援
 - ・地域における産学連携事業の推進、製造技術に関する共同研究の支援。

中国 - 改正 科学技術進歩法 -

改正 科学技術進歩法のポイント (2007年12月29日成立)

科学技術を「第一の生産力」として位置付け、国家建設（社会主義の近代建設）を行う上で、科学技術を優先的に発展させ、経済発展に寄与させることを推進する内容

- a) 財政、金融、税収等の施策を通じた科学技術強化
 - ・政府系金融機関におけるハイテク産業等への優遇的な金融サービスの提供等。
- b) ハイリスク研究への配慮と研究不正への対応

ハイリスク研究に携わった研究者が勤勉に責務を全うすれば、その研究が完了しなかった場合においても、研究者に寛容に扱われなければならないとしている。
- c) 海外にいる優れた中国人研究者の帰国優遇措置
- d) 国費に基づく知的財産権の見直しと迅速な実施

国家の安全、国家利益または重大な社会公共利益に影響するものは国家に所属。
- e) 企業主体のイノベーションシステムの構築

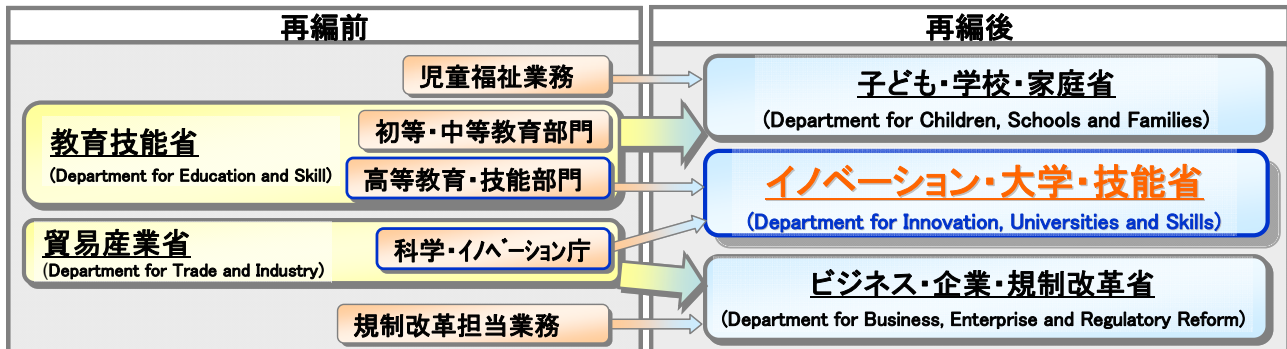
企業の研究開発税制に関する優遇措置や自主的な研究開発テーマの選定を奨励。
- f) 科学技術資源の共有化の促進

希少な生物種資源・遺伝資源など科学技術に関連する資源に関する出国管理制度の実施。
- g) 大型設備導入規定

大型の科学機器や設備の購入・建設計画。

英国 - イノベーション・大学・技能省の設立 (2007年6月)-

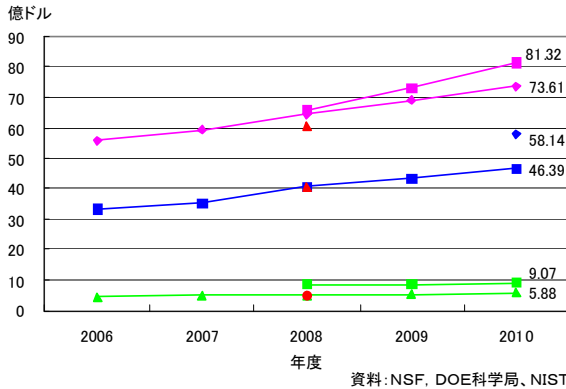
人材育成、科学技術、イノベーションを一貫して担う強力なイノベーション推進体制の整備



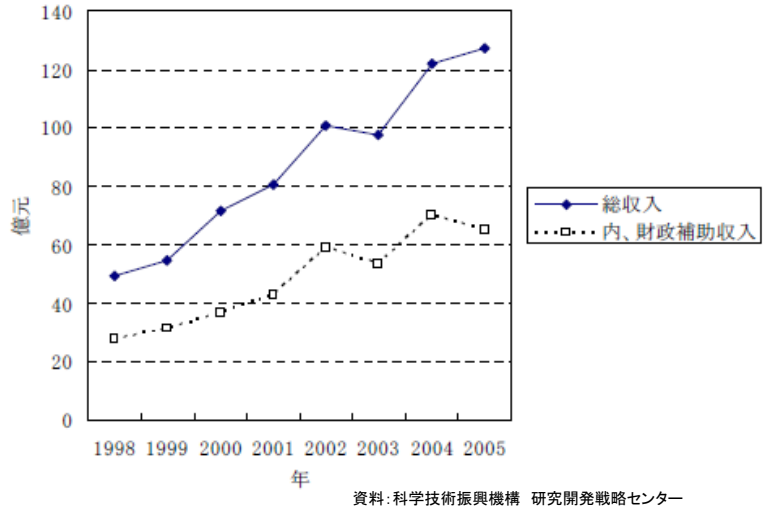
資料：内閣府作成

3. 諸外国における研究開発費の増加計画

○米国



○中国（中国科学院）



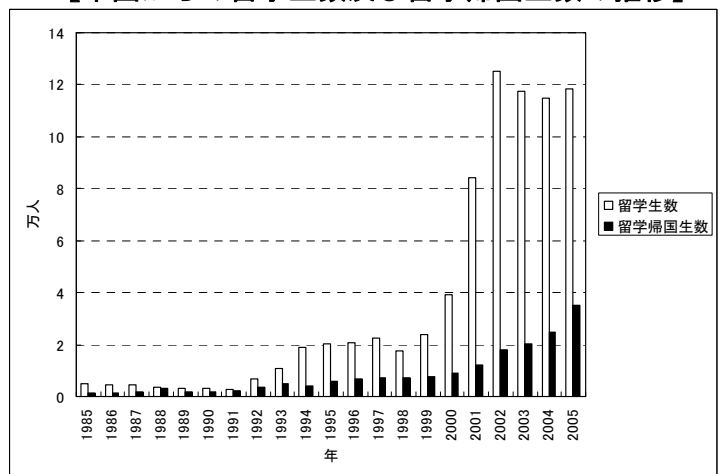
○英・仏・独・EU・露・印・韓の各国も科学技術予算、研究開発予算の拡大等を計画

4. 世界的な人材獲得競争

各国においては、イノベーション創出の源泉となる人材を確保する動きが活発化

- 米国：入国管理制度の改革による人材獲得政策
- 中国：国外人材呼び戻し政策等

【中国からの留学生数及び留学帰国生数の推移】



中国では、科学技術レベルの向上、先進国へのキャッチアップのために、海外で活躍する自国の優秀な研究人材を帰国させるための国外人材呼び戻し政策を積極的に展開している。

5. 柔軟かつ効率的な研究開発システムの実現

諸外国においては、研究資金の使用方法等について柔軟性及び機動性に富む研究開発システムが実現され、イノベーション創出の大きな推進力となっている。

- 諸外国における柔軟な研究資金制度
- 諸外国における外部資金による研究開発の推進等

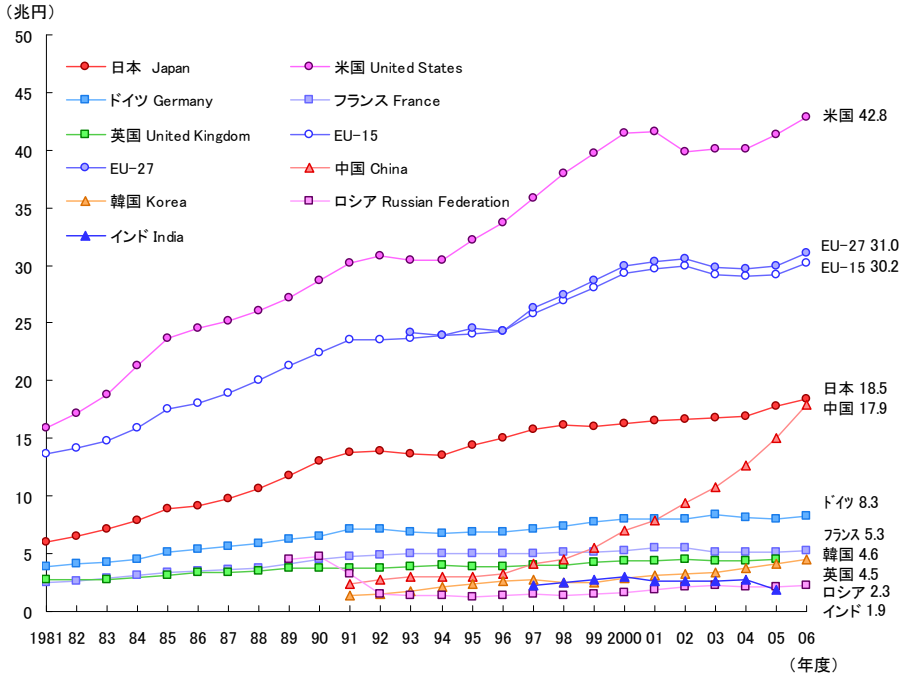
6. 知的財産権の保護と国際標準化に関する取組の強化

- 諸外国における知的財産権の保護に関する取組の強化
- 諸外国における国際標準化に関する取組の強化

第2節 我が国の科学技術を巡る課題

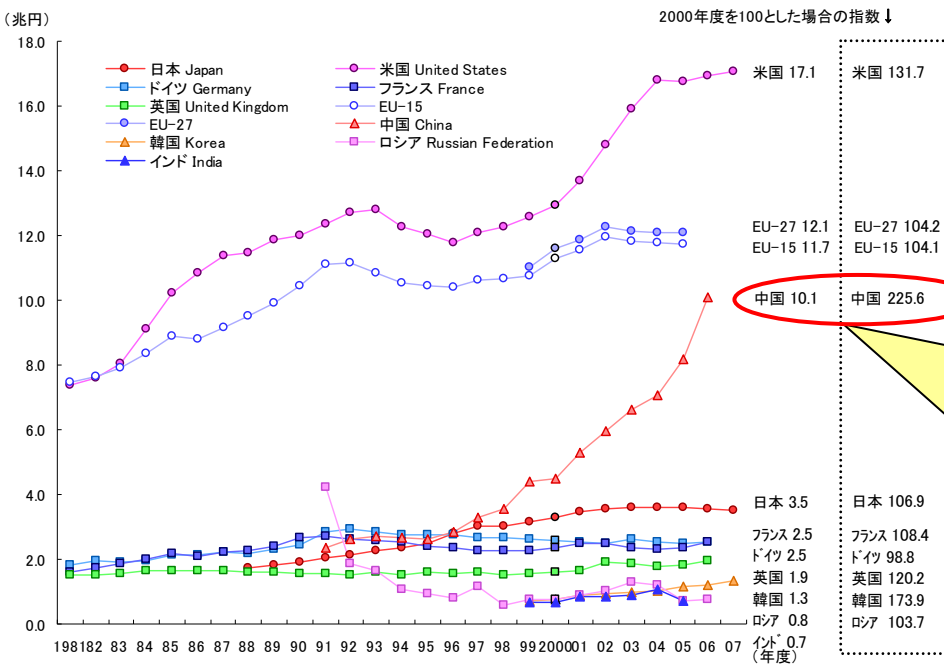
1. 指標で見るアジア諸国の急速な追い上げ

【主要国等の研究費の推移（購買力平価換算）】



資料: 日本:総務省統計局「科学技術研究調査報告」
 米国、ドイツ、イギリス、韓国、中国、ロシア:OECD「Main Science and Technology Indicators」
 EU:Eurostat(欧州委員会統計局、以下略)ウェブサイトのデータベース
 インド:UNESCO Institute for Statistics S&T database,世界銀行「World Development Indicators CD-ROM 2007」

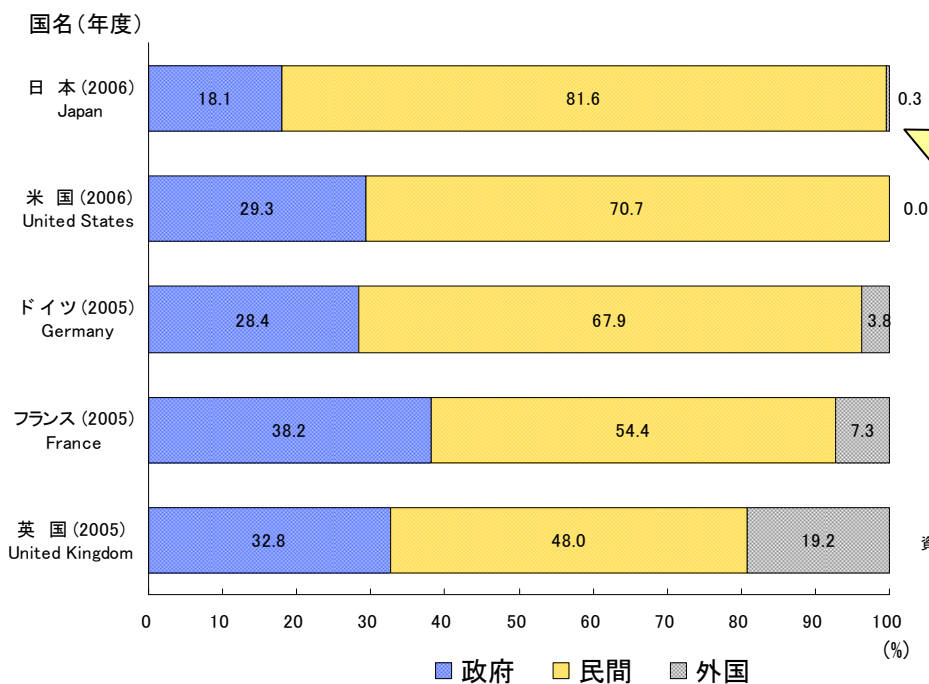
【主要国における政府研究開発予算額の推移（購買力平価換算）】



資料: 日本:総務省統計局「科学技術研究調査報告」
 米国、ドイツ、イギリス、韓国、中国、ロシア:OECD「Main Science and Technology Indicators」
 EU:Eurostat(欧州委員会統計局、以下略)ウェブサイトのデータベース
 インド:UNESCO Institute for Statistics S&T database,世界銀行「World Development Indicators CD-ROM 2007」

我が国の予算額がほぼ横ばい傾向で推移しているのに対し、中国や韓国、米国が大幅に予算額を伸ばしており、特に中国の伸びが著しい。

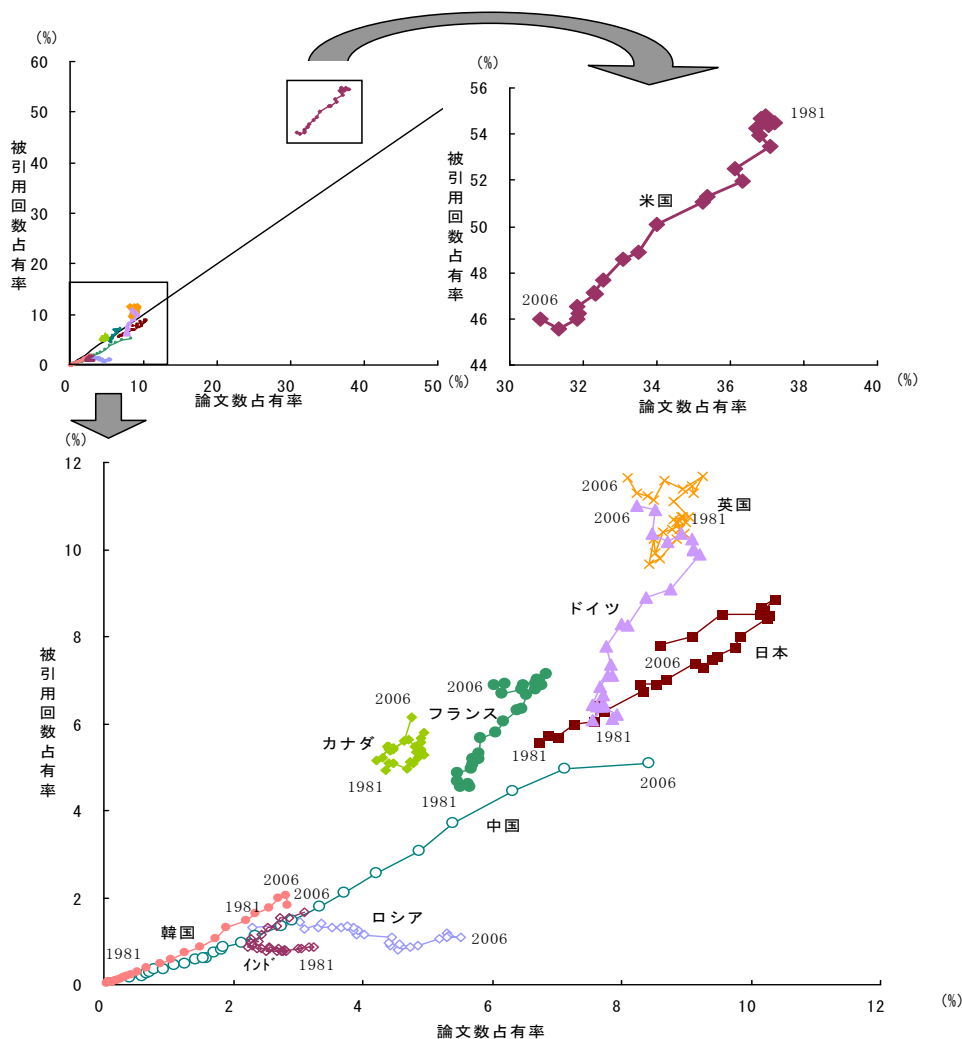
【主要国等における研究費の組織別負担割合】



我が国の研究費は、約8割を産業部門が負担しており、諸外国より政府負担の割合が低い。

資料：日本：総務省統計局「科学技術研究調査報告」
 米国、ドイツ、イギリス、韓国、中国、ロシア：OECD「Main Science and Technology Indicators」
 EU：Eurostat（欧州委員会統計局、以下略）ウェブサイトのデータベース
 インド：UNESCO Institute for Statistics S&T database, 世界銀行「World Development Indicators CD-ROM 2007」

【主要国の論文数占有率と被引用回数占有率の推移】



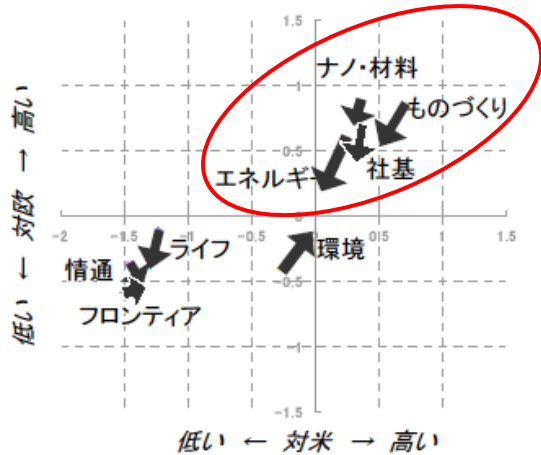
資料：The Thomson corporation, "National Science Indicators, 1981-2006 (Standard version)" を基に文部科学省で集計

2. 分野別の科学技術力の動向等

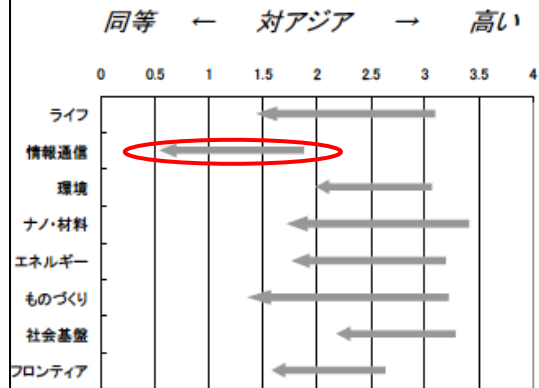
○米国、欧州、アジアと我が国の比較

【科学】

<対米-対欧> (スケール: -5 ~ +5)

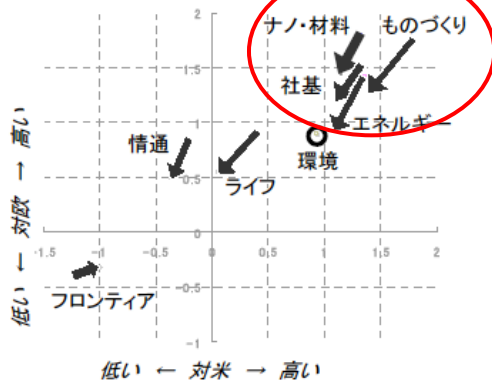


<対アジア> (スケール: -5 ~ +5)

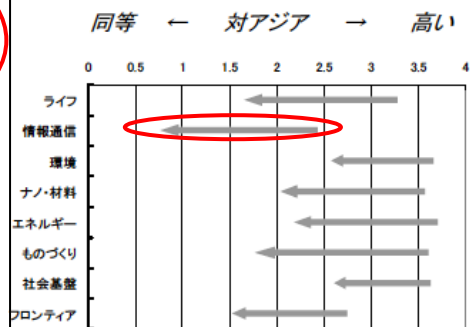


【技術】

<対米-対欧> (スケール: -5 ~ +5)

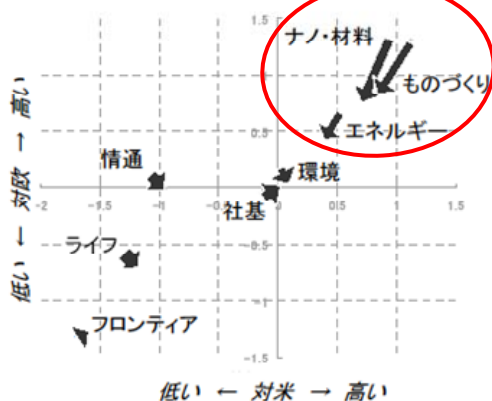


<対アジア> (スケール: -5 ~ +5)



【産業競争力】

<対米-対欧> (スケール: -5 ~ +5)



<対アジア> (スケール: -5 ~ +5)



注) 1. 図表中の矢印の起点が「現在」、終点が「5年後」を示す。

2. 数字が大きい方が「水準が高い」ことを示す(0は同等)。

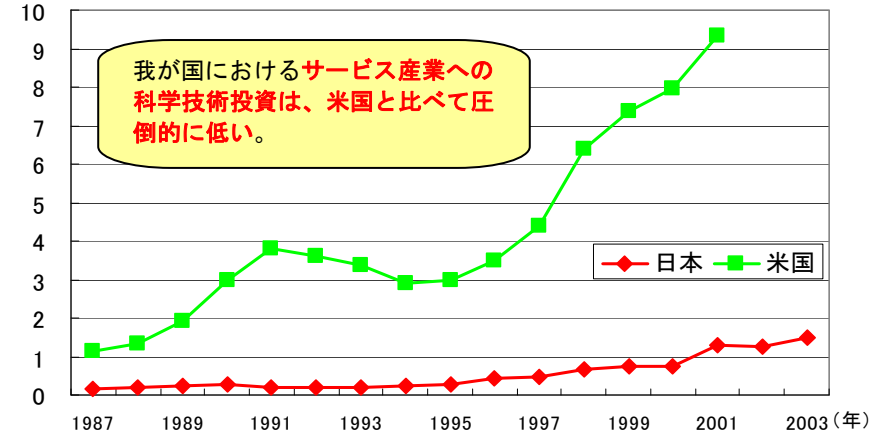
資料: 科学技術政策研究所「科学技術分野の課題に関する第一線級研究者の意識定点調査(分野別定点調査2006)報告書(2007年10月)」

3. 第3次産業、サイエンス型産業の国際競争力を巡る課題

○第3次産業は我が国のGDPの約7割、雇用の約3分の2を占め、製造業においても製品のサポートなど事業におけるサービス部分が大きくなっている。このため、サービスを担う第3次産業が製造業とともに経済を支える「双発のエンジン」としていく必要がある。

○サイエンス型産業(医薬品産業、IT産業、半導体産業など)については、生産現場における生産性向上だけではなく、基礎的な科学に遡って課題を解決するアプローチが必要。

(兆円) 【日米のサービス・セクターにおける研究開発費の推移】



資料: OECD「Research and Development Statistics」

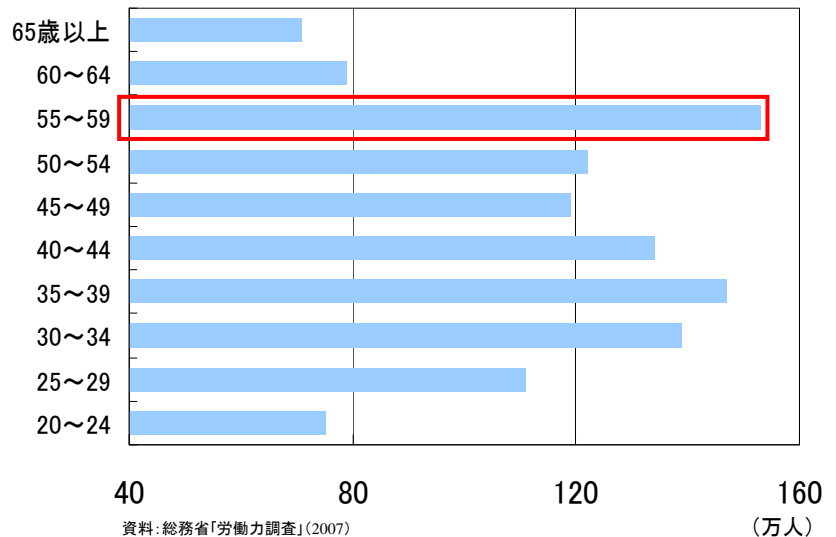
4. 人材基盤の脆弱化等

○高校生の理科・数学に関する理解・興味関心の低下など次世代の科学技術を担う人材に係る様々な問題が指摘。

○我が国としても産業界の研究人材の教育・育成を行う大学・大学院の国際競争力の強化が極めて重要。

○我が国の強みである「ものづくり」の水準を今後も維持していくため、ものづくり人材の技能を次の世代へ継承することが大きな課題。

【年齢階級別就業者人口（製造業）】



資料: 総務省「労働力調査」(2007)

○若手研究者、女性研究者、外国人研究者の積極的な活用

○研究支援者の充実が不可欠。

第3章 大競争時代における科学技術の在り方

第1節 政府研究開発投資の充実

- 世界的な大競争の中、社会経済に大きなインパクトを起し、日本の経済を加速させる技術は、短期間に実用化が困難である。
- 競争の激化により、投資サイクルが短縮するため、民間企業で中長期にわたる技術の研究開発が困難になっていくことなどから、未来への先行投資のため、国の資金による研究開発を充実していくことが今まで以上に重要。
- 第3期科学技術基本計画は、対GDP比率で欧米主要国の水準を確保することを求めており、この場合、期間中の総額の規模を約25兆円とすることが必要であるとしている。

第2節 国際競争力強化に資する資源投入分野等

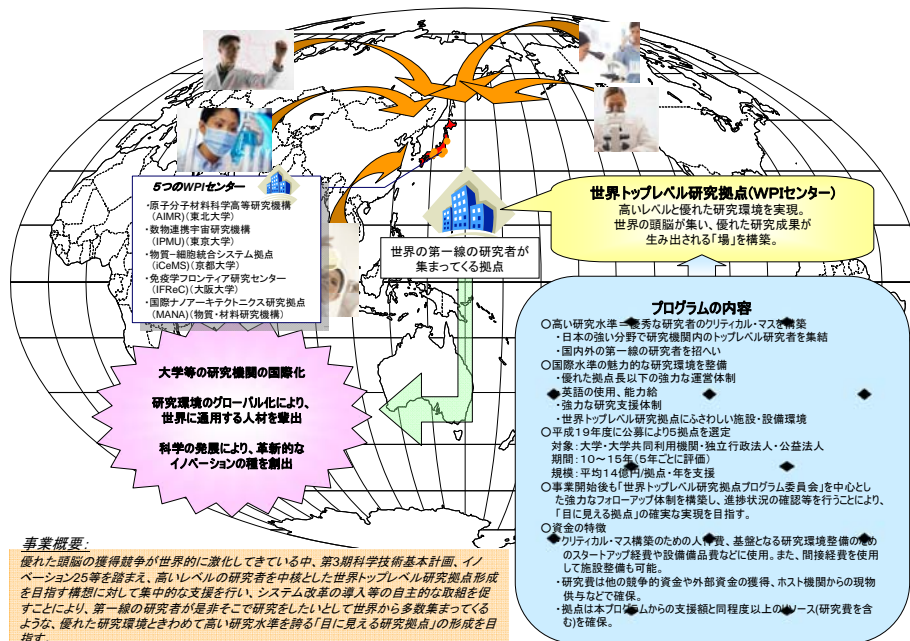
1. 新たな分野に関する研究開発の振興

- 環境問題等の国際協調・協力を要する分野をリード
- サービス・サイエンスの振興
- サイエンス型産業に関する科学技術の振興
 - ・ i P S細胞の発見などの国民の健康等に貢献するような成果あり。
 - ・ 大学等における研究開発及び産学連携等の推進。
- 新興領域・融合領域への対応
 - ・ 数学と諸分野の協働、光・量子ビームを中心とした新興・融合分野研究の開発 等

2. 国際的に通用する人材の育成・確保

(1) 優秀な外国人研究者を我が国に惹きつける制度の実現

- 世界の頭脳が集まる拠点づくり
- 研究者が研究に専念できる環境（研究支援の強化）
【世界トップレベル研究拠点プログラム（WPIプログラム）】



(2) 大学・大学院の国際競争力の強化

- 国際的に活躍する人材を我が国の大学・大学院から輩出するとともに、留学生・外国人研究者を惹き付けられる魅力ある研究環境を構築することが不可欠。
- 企業の研究開発をリードする人材を養成するためには、自分の専門外も含む様々なテーマに柔軟な発想で立ち向かえることなどの能力の育成も重要。
- 米、欧と並ぶ研究人材の国際的循環の一つの極となるためには、我が国の研究人材の海外での活躍、研究成果の海外への発信の強化も大きな課題であり、博士課程在籍者等の海外派遣の拡充など、若手研究者の海外経験の機会の提供の拡充に取り組むことが必要である。

(3) 次世代の科学技術を担う人材の裾野の拡大

- 次世代を担う科学技術系人材の育成、及び科学技術の成果が社会の隅々にまで活用されている今日、国民一人一人の科学に関する基礎的素養の向上が極めて重要。
- 学習指導要領について、
 - ①観察・実験やレポートの作成、論述、自然体験などに必要な時間を十分確保するため、理科等の授業時数を増やすこと
 - ②国際的な通用性や小中高の学習の円滑な接続等を図る観点から、必要な指導内容の充実を図ること
 - ③教育内容の充実に加え、それを支える教育条件の整備を図ることとし、実施できるものについては、平成 21 年度から実施。
- 理数に興味・関心の高い児童・生徒・学生の個性・能力の伸長

第3節 研究開発能力強化に資する資源の使い方の改善

1. 公的研究開発機関の改革

- ①優れた研究者の採用や計画的な人材育成・確保のため、重要な研究開発を担う研究者等の人件費を確保するほか、若手研究者、女性研究者、外国人等の能力の積極的な活用。
- ②国のニーズに沿って、国として重点的に取り組むべき研究開発を重点的かつスピード感を持って実施できるようにするための弾力的かつ機動的な予算、人材の投入。
- ③社会への貢献、他機関との連携等を促進するための外部資金導入の促進。

2. 研究資金の効果的活用を図るために講ずべき措置

- ①独立行政法人を通じた複数年契約の実施や、明許繰越の活用を促進するための要件の明確化・周知徹底等の取組。
- ②資金配分主体において、よくある質問への回答集の作成や、手続きのモデル等を示すなどにより、資金制度の運用に係る手続きを改善。
- ③競争的資金等の制度間で、資金を使用できる対象等のルールの共通化や、異なる競争的資金等を統一的に取り扱い、より有効かつ効率的な資金の使用を可能とする。
- ④研究費の過度の集中等の防止、適正な執行のチェックの強化、研究機関によるつなぎ資金の交付促進等。

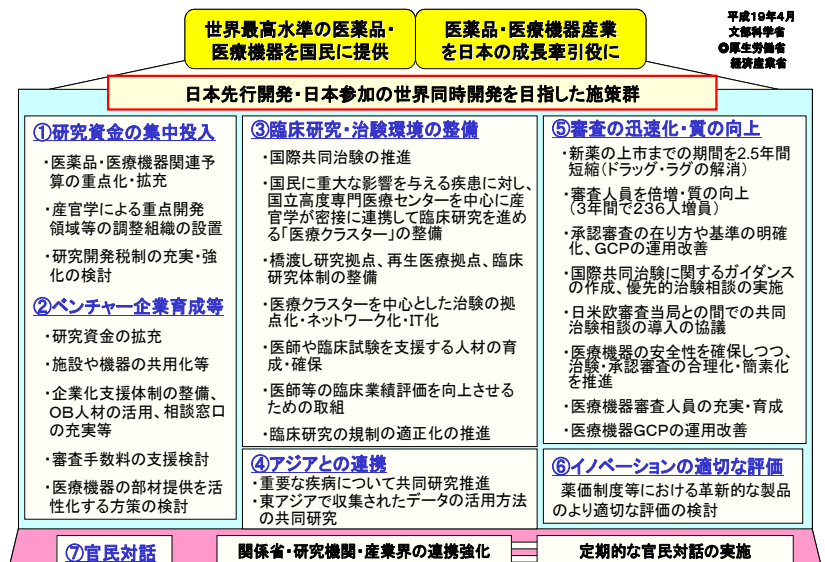
3. ハイリスク研究の推進

諸外国における審査やマネジメントの在り方も参考に、従来の競争的資金とは異なる審査基準やマネジメントの仕組みの導入等も視野に入れて、大きなイノベーションにつながる研究の芽を適切に拾い上げる助成を行っていくことが必要。

第4節 科学技術の成果の着実な社会還元

- ①科学技術の成果還元の障害となる制度的隘路の解消
- ②大学等の研究成果の社会還元の促進（多様な産学官連携の促進）
- ③グローバル化に対応する知的財戦略
- ④技術経営力強化の取組
- ⑤国際標準化への取組の強化

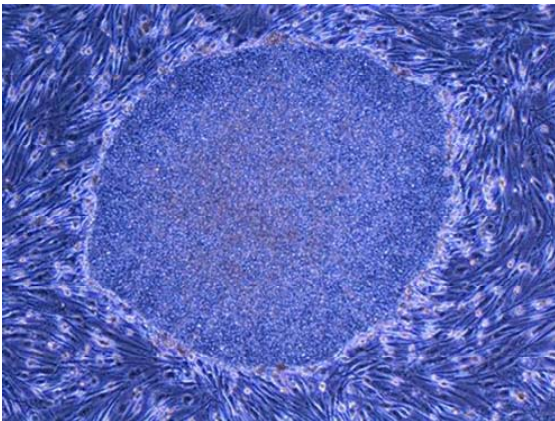
【革新的医薬品・医療機器創出のための5か年戦略の概要】



【コラム】

ヒトの皮膚細胞から i P S 細胞（人工多能性幹細胞）作製に成功

- 平成 19 年 11 月、京都大学の山中伸弥教授は、ヒトの皮膚細胞から神経・骨・内臓など、生体内に存在する細胞・組織に分化する能力を持つ「i P S 細胞（人工多能性幹細胞）」の作製に成功したと発表。
- 今回の研究が更に進むと、神経や筋肉など様々な組織の細胞を作製することが可能となる。得られた組織は皮膚損傷・脊髄損傷・若年型糖尿病・心筋梗塞・白血病・骨粗鬆症等の疾病を治療する再生医療（細胞移植療法）に用いることが期待されている。
- また、分化した細胞を用いて、医薬品の有効性等の判定や疾病の原因解明の研究に活用されることも考えられている。
- 山中教授がマウスの i P S 細胞の作製に成功して以来、i P S 細胞研究においては激しい国際競争が行われている。国際競争が進む中で、我が国の研究を加速させ、i P S 細胞研究を日本全体で戦略的に進めていくことが重要。国内の研究拠点を核として、全国の関連研究者が一体的に研究を推進することが期待。厚生労働省では、i P S 細胞の臨床研究に向けて、研究の進展・進捗に合わせ、迅速に指針、基準等の整備を実施することとしている。



ヒトの皮膚から i P S 細胞作製に成功
写真提供：京都大学 山中教授



i P S 細胞の樹立について話す山中教授
写真提供：科学新聞社