

「ライフサイエンス/臨床医学」分野における
科学技術力の現状と課題
ー復興を見据えた科学技術政策への提言ー

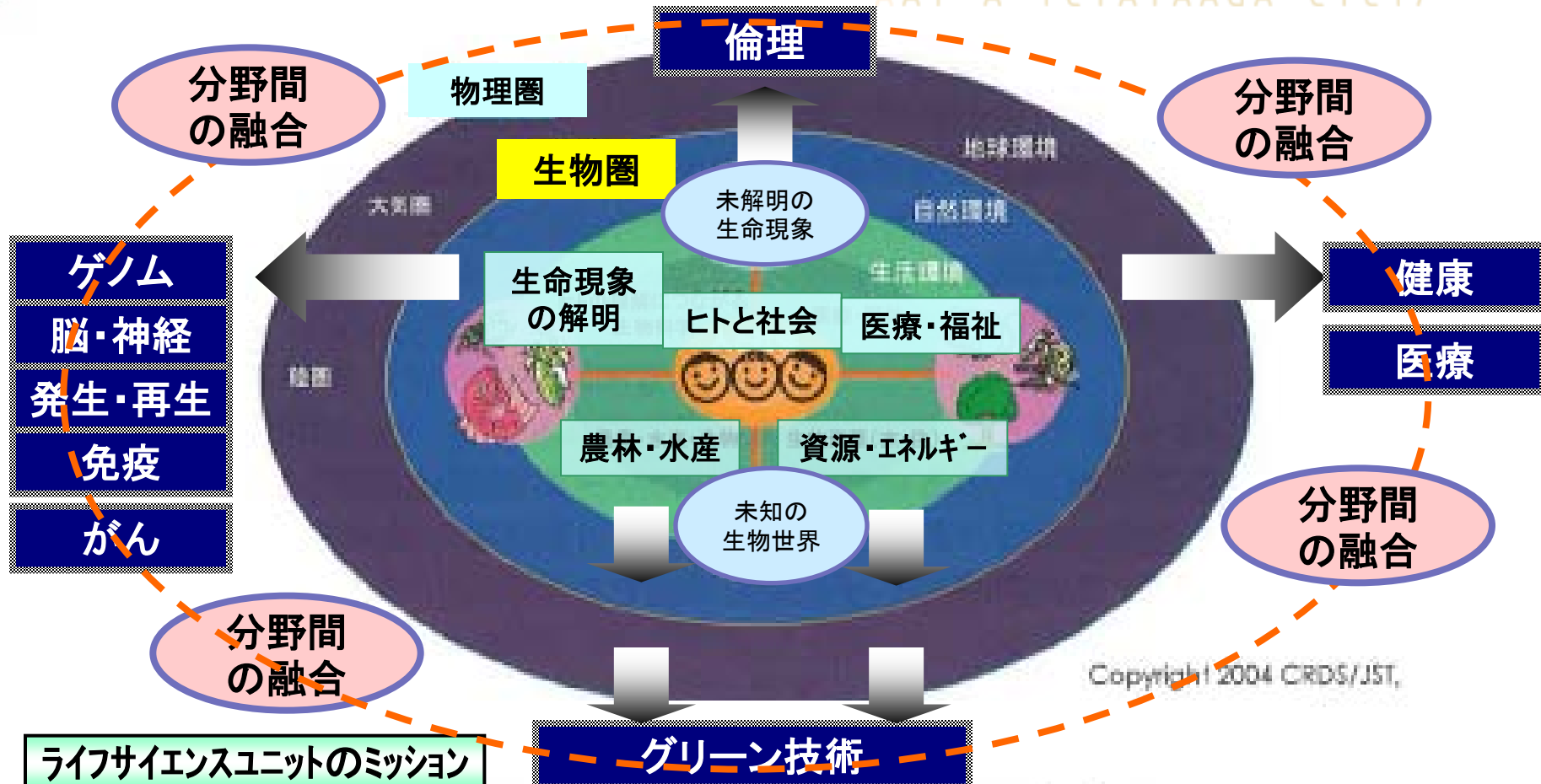
独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
上席フェロー 浅島誠

本日の発表内容

1. CRDSにおけるライフサイエンス/臨床医学研究の考え方
2. 国際科学技術力比較の概要
3. ライフサイエンス/臨床医学分野の課題と今後の方向

1. CRDSにおけるライフサイエンス研究の考え方

生物圏におけるヒトを含む生物の生命現象の解明と自然・生物多様性を通じた地球全体の健康に寄与する科学技術(**ジオヘルスイノベーション**)をライフサイエンス研究と称する。



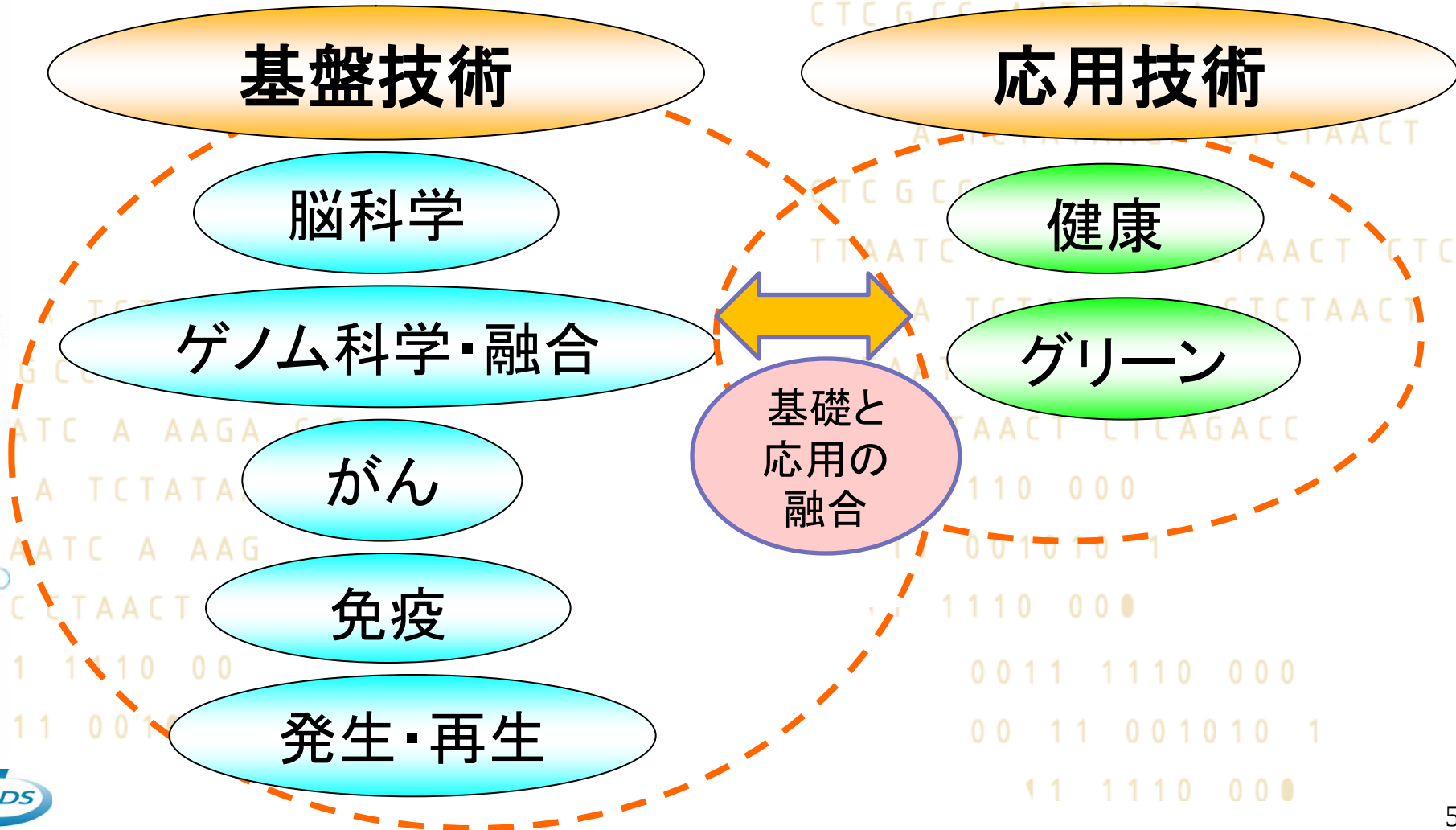
ジオヘルスイノベーションに資する9つの研究分野の「科学技術力の調査」や「国として推進すべき重要領域」を提言

2. 国際科学技術力比較の概要

- 日本の研究水準は、米国に次ぎ、欧州先進諸国と比肩する
と考えられる。一方近年は、**技術開発水準、産業技術力は**
応用面に向かうほど競争力が低くなる傾向が強い。
- 日本の研究開発が以前よりも個別的・要素的なものから**統**
合的・総合的なものへと展開している傾向は強まっている。
- 日本の科学技術が、将来にわたりイニシアチブを発揮してい
くためには、欧米との差別化を図りながらも、**長期的視野に**
立った科学技術外交戦略が肝要であろう。

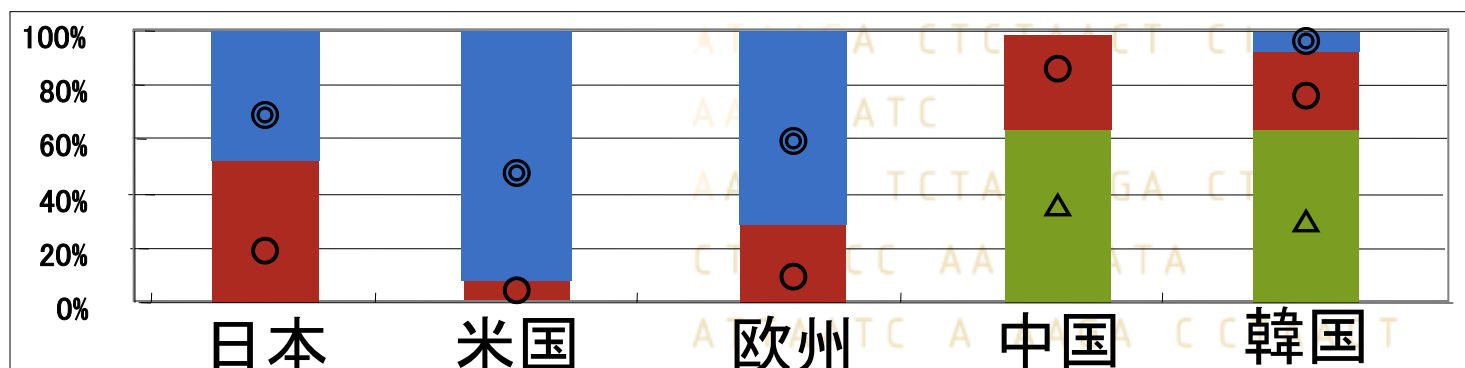
2. 国際科学技術力比較の概要 (分野別詳細)

下記7分野に関する調査結果の報告

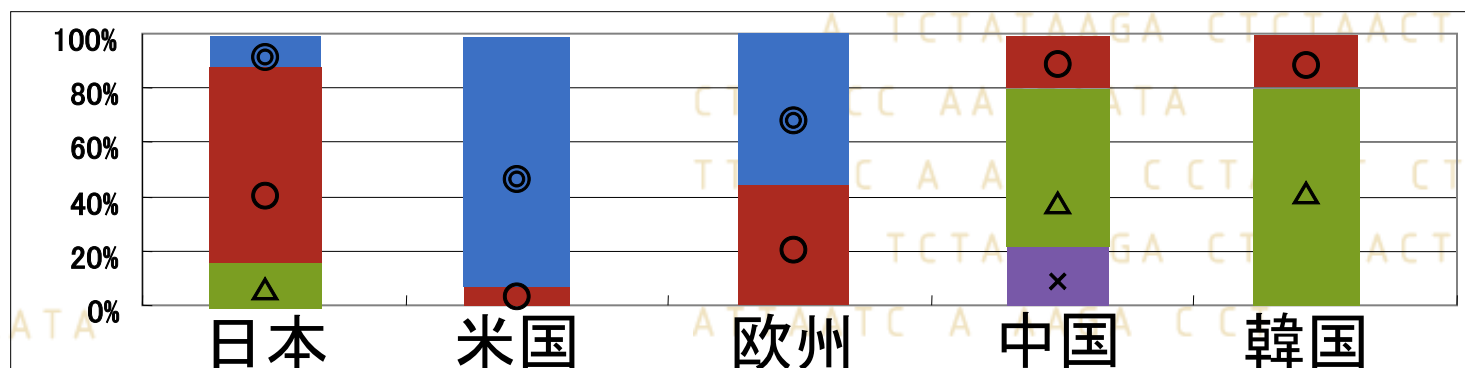


免疫、がん、発生・再生、ゲノム科学、脳科学分野の国際技術力比較

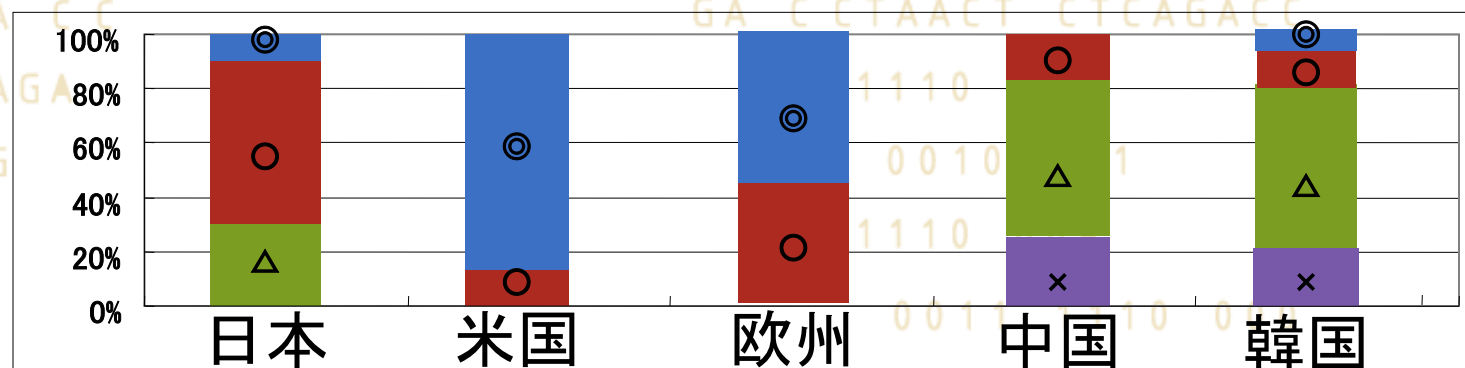
研究水準



技術開発水準



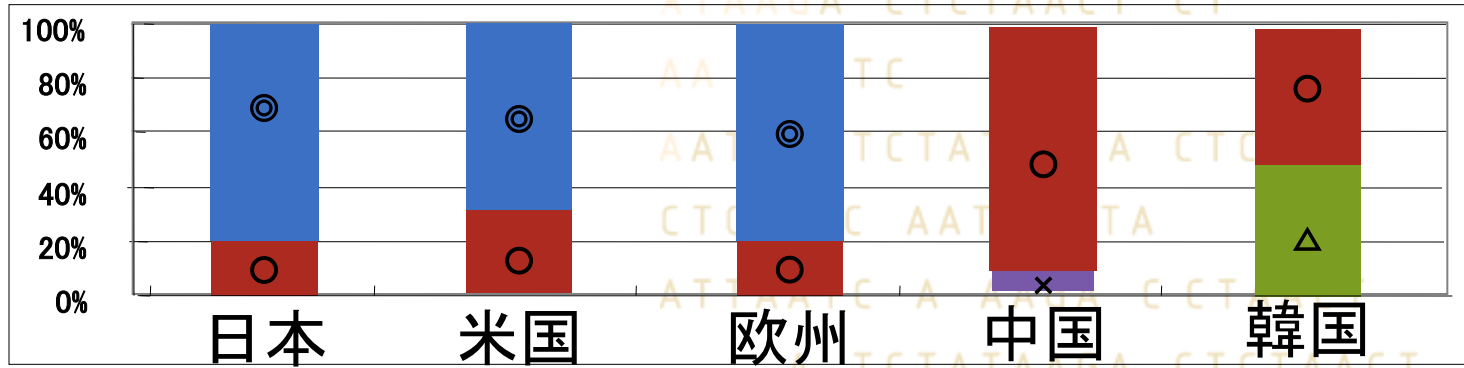
産業技術力



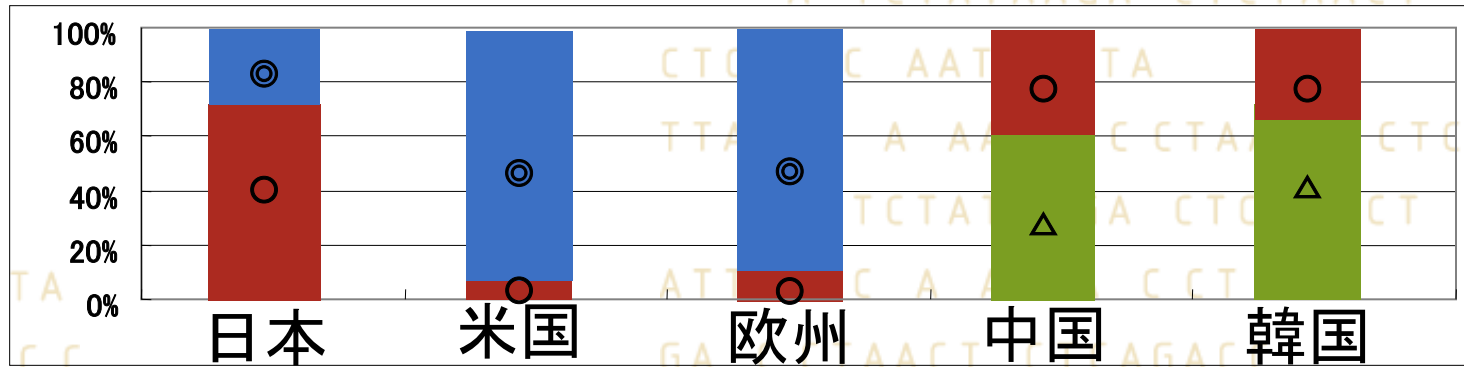
出典) 科学技術・研究開発の国際比較2011年版から引用

グリーン分野の国際技術力比較

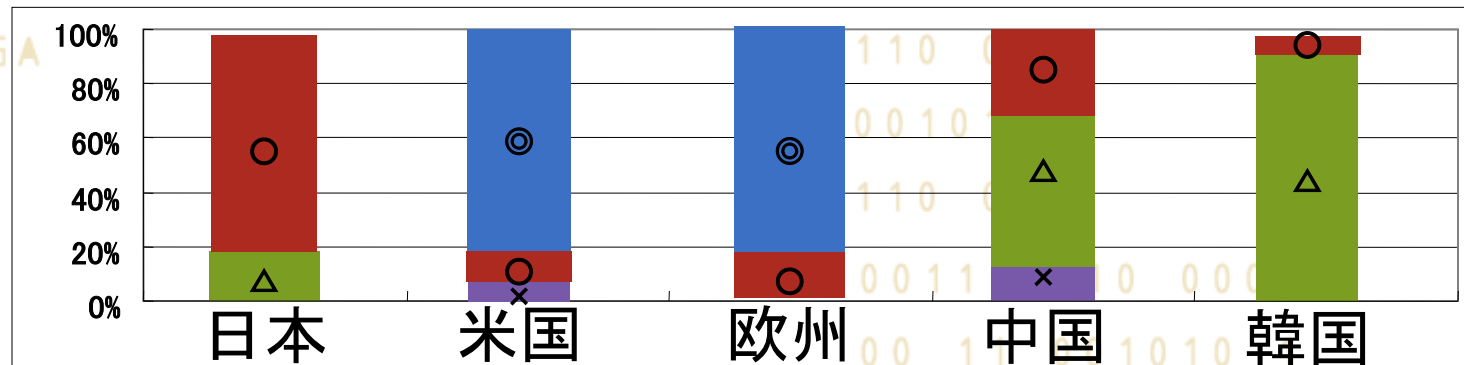
研究水準



技術開発水準



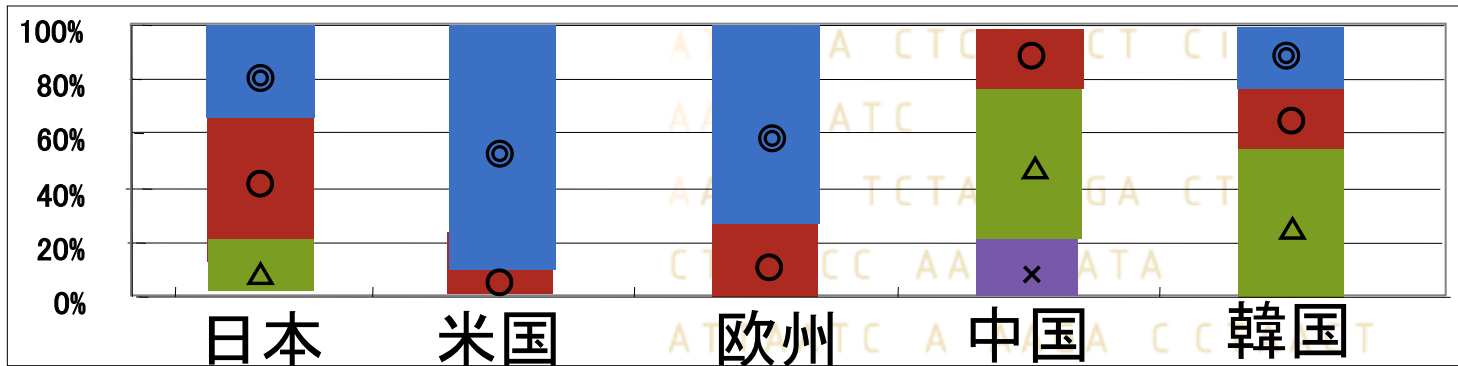
産業技術力



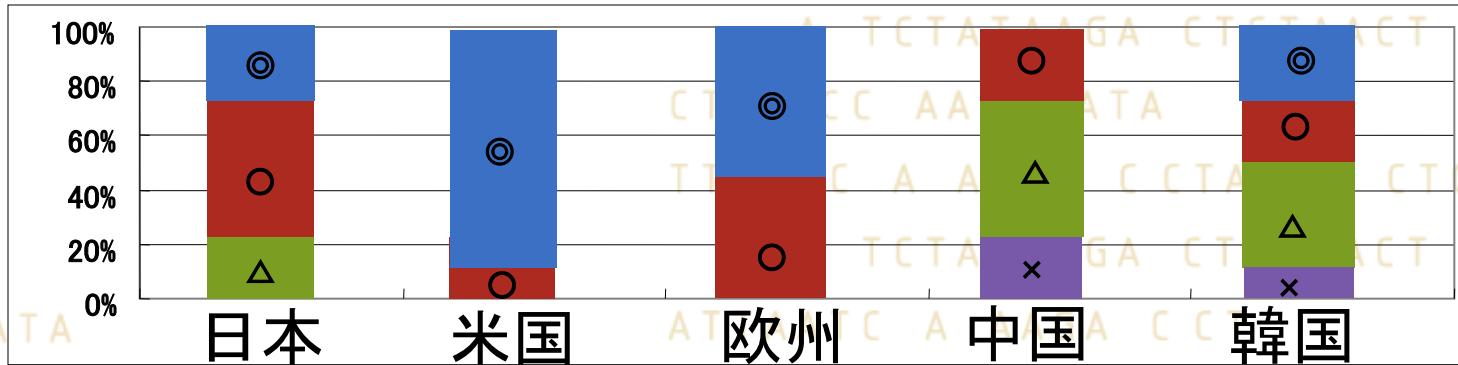
出典) 科学技術・研究開発の国際比較2011年版から引用

臨床医学分野の国際技術力比較

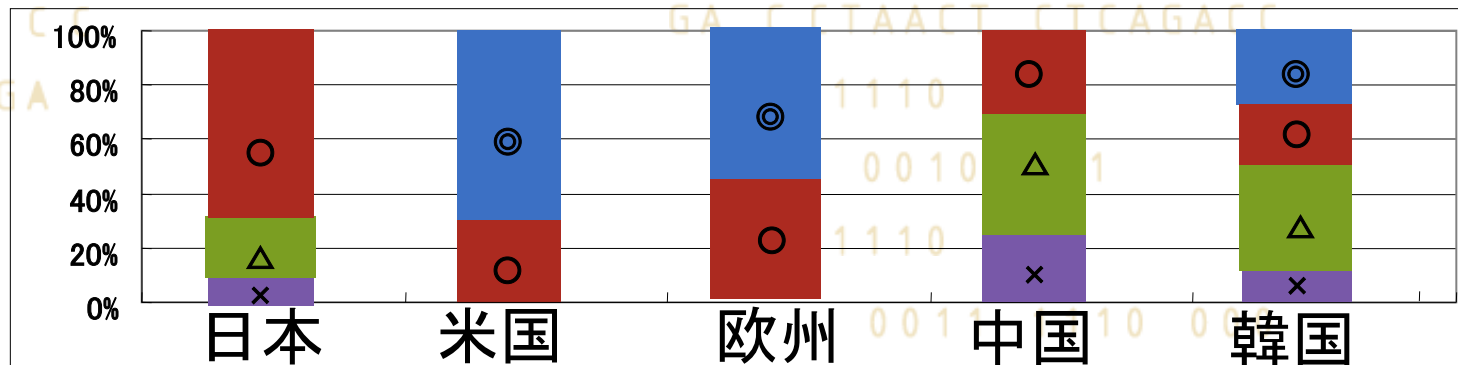
研究水準



技術開発水準



産業技術力



出典) 科学技術・研究開発の国際比較2011年版から引用

ゲノム科学・融合分野の国際動向

ゲノム・タンパク質、代謝等の基礎的研究に加え、オミクスや計算生物学のような統合システム研究、さらには治療・予防技術の開発に資する疫学及び疾患ゲノムなどの研究開発を対象に調査を実施した。

ゲノム・タンパク質科学

DNA解析技術 構造生物学

比較ゲノム

統合システム

プロテオミクス

メタボロミクス

システム生物学

計算生物学

医療・予防

生体イメージング ケミカルバイオロジー

疾患ゲノム

ゲノム疫学

- ・**米国**は、予算規模の大きさや研究・教育体制の充実度により他を圧倒している。
- ・**日本**はゲノム解析等の次世代シーケンサー導入の立ち後れにより、多くの分野で米国に引き離され、中国等に追い抜かされつつある傾向が一層顕著になってきている。
- ・**欧州**は、米国に比べると総体としては劣るものの個々の水準は高い。EMBL、マックスプランク研究所などでゲノム科学分野の総合研究が進んでいる。
- ・**中国**は限られた研究費を集中してセンターを維持発展させ、深圳市にあるBeijing Genome Instituteは、世界の5大センターの一角を占めるようになった。

ゲノム科学・融合分野の研究の流れ

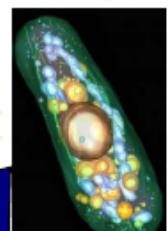
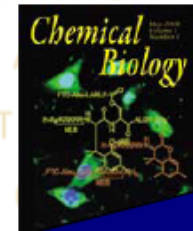
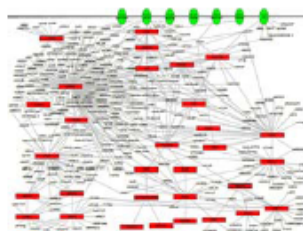
2003

2005

2007

2010

ゲノム解析 → 分子構造、機能解析 → ネットワーク、代謝解析 → システムバイオロジー → ケミカルバイオロジー → 合成生物学



「解析」から「合成」、「理解」から「製造」へとゲノム研究はパラダイムフトに直面

脳神経分野の国際動向

「脳・神経分野」は、脳機能の分子レベルでの解明を目的とした基礎研究、脳関連疾患の解明を指向した臨床系研究、さらにはそれらを支えるインフォマティクスやバイオリソース研究などを対象に調査を実施した。

基礎系

分子神経科学

細胞神経科学

神経回路の機能と構造

感覚・運動系

発生・再生と可塑性

自律機能、内分泌の調節

臨床系

アルツハイマー病とその他の認知症

神経変性疾患

精神疾患

広汎性発達障害

基盤技術開発

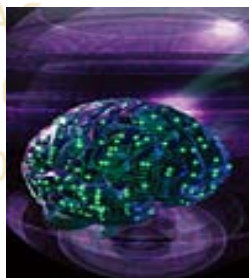
計算論・ニューロインフォマティクス

ブレインバンク・ヒト脳組織リソース

- ・米国の優位はゆらがない。欧州、日本がこれを追って特色を活かした基礎研究を展開。
- ・日本は、基礎研究レベルは平均して高い。臨床研究の環境整備の遅れやインフォマティクス人材の不足が長年指摘されている。また、基礎研究の成果を応用に展開する力は弱い。
- ・中国、韓国、ブラジルなどの新興国で研究開発が進展。

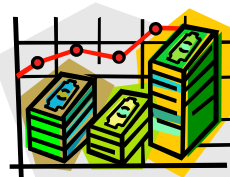
注目すべき動向

光学的手法を用いた可視化技術の進展



光によって活性化されるタンパク質を神経で発現

神経経済学の勃興



消費行動



神経伝達作用

「行動経済学」と「神経科学」の融合

高磁場MR画像装置による診断技術の開発



http://www.innervision.co.jp/041/products/2008/p0809_16mri.html

高磁場MRを用いた脳活動の可視化技術の開発

発生・再生分野の国際動向

発生・再生分野は、生物の発生における系譜の幹となる幹細胞と再生医療などの医療応用を目的とした人工的な幹細胞、さらにそれらを活用した組織や臓器の形成技術に関する5つの研究領域(中綱目)を対象に調査を実施した。

体性幹細胞

生殖幹細胞

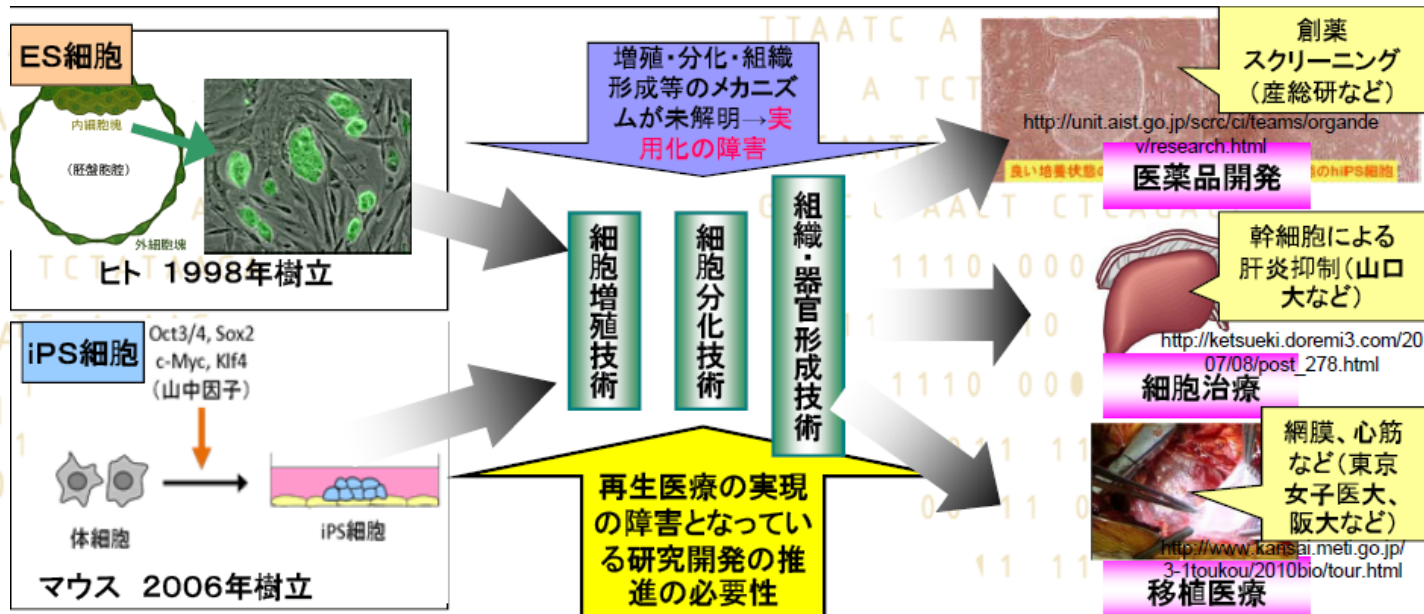
iPS/ES細胞

発生プログラム

組織・器官の形成

- ・米国、カナダなど北米地域は、包括的な幹細胞研究を展開。欧米とアジアの一部では橋渡し研究、臨床治験が盛ん。
- ・日本の発生生物学研究や生殖系列の基礎研究は、高い評価を得ている。次世代型シーケンサーを用いたゲノム、エピゲノム幹細胞研究は大きく遅れをとっている。
- ・中国、シンガポールなどが中核研究機関を設立し、基礎から応用への展開を進めている。

幹細胞を用いた医療技術の現状と課題



免疫分野の国際動向

免疫分野が対象とする8つの研究領域(中綱目)で網羅的に

基礎分野(「受容体とリガンド」、「シグナル伝達」、「細胞分化と器官構築」、「自己寛容と免疫制御」)

炎症

アレルギー



感染免疫

腫瘍免疫



自己免疫疾患

移植免疫



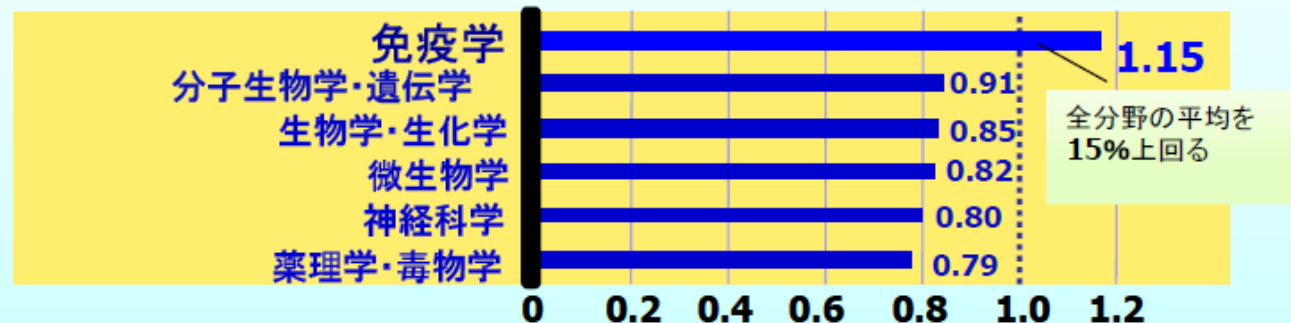
神経・免疫統合

- ①日本の自然科学のなかで、免疫分野は世界的に評価が高い(下図参照)。
- ②米国、欧州は、ヒトの免疫学の研究のレベルが高い。それに対して日本はかなり遅れを取っている。今後日本は研究水準の高いヒトの免疫学を強力に推進することが求められる。
- ③欧米が国際的共同研究組織、Immune Tolerance Network、Cancer Immunotherapy Consortiumなどを立ち上げて免疫学の研究を推進しているが日本は取り残されている。

日本の免疫学に対する世界の評価

Life Science in Japan(by Thomson Scientific Corporation)

Relative Citation Index (RCI)



国際協同組織



移植免疫、自己免疫



癌免疫

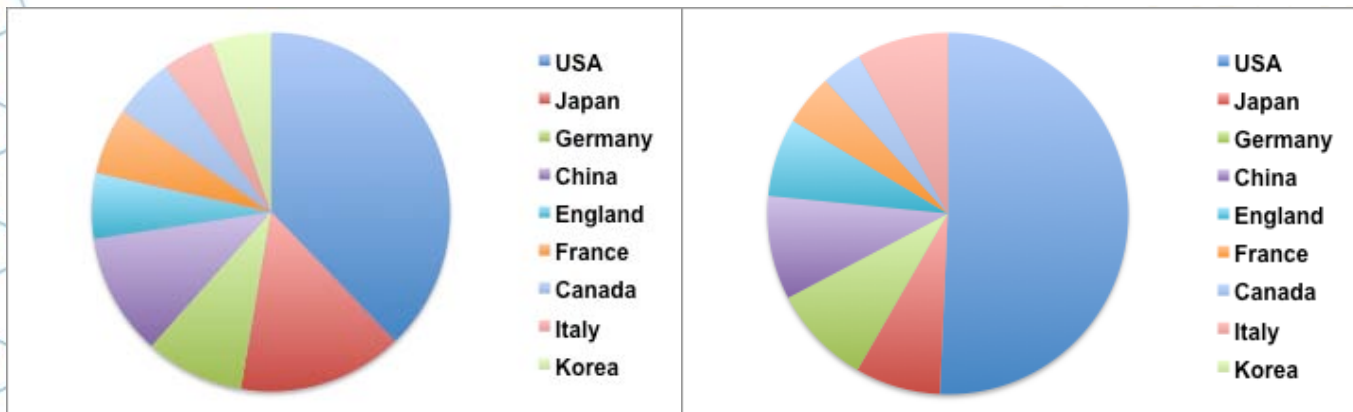
がん分野の国際動向

基礎研究、診断および治療に関する5つの研究領域(中綱目)で網羅的な調査を



- ①日本のがん研究は、文部科学省特定領域研究などで重点的に支援され**基礎研究水準は高く、転移・浸潤は世界2位、分子標的分野は世界5位**につけている(下図①参照参照)。
- ②一方で、ここ2年で**基礎研究も中国の台頭に押されている**。また**実用化につながった研究が少なく、最近、日本における欧米の製薬企業の研究拠点の閉鎖が相次いでいる**。

①論文数でみる世界比較 (2005-2011)



転移・浸潤分野 日本=世界2位 (13%) 分子標的薬分野 日本=世界5位 (6.9%)

・ISI web of scienceからCRDSがデータを作成。

②国際エピゲノム コンソーシアム (IHEC)



⇒2010年12月に設立準備
会合がワシントンで開催。
日本はJSTがfunding
memberとして参加する。

臨床医学分野の国際動向

対象とする6つの研究領域(中綱目)

医薬品開発

医療機器開発

再生医療

遺伝子治療

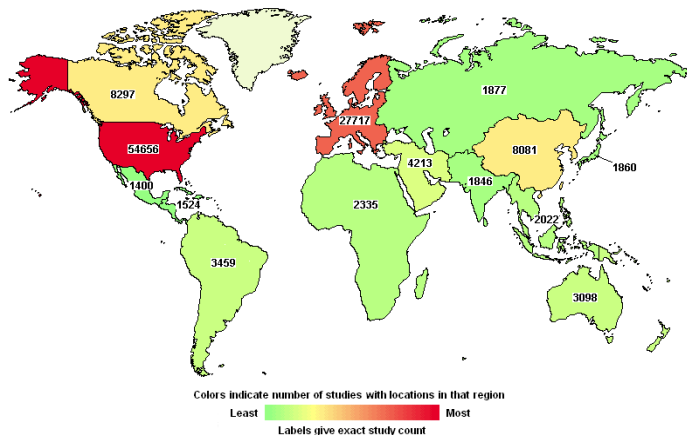
イメージング

規制

- ①日本は、臨床開発の基盤(国際共同治験など)が不十分で、中国、韓国は医薬品・医療機器開発等に注力しており、着実に研究開発水準は向上(下図①参照)。
- ②日本は、先端医療技術分野では、内視鏡、イメージングなどの領域で技術力は優れているものの、産業化という点では米欧に比較し劣勢に立たされている(下図②参照)。
- ③医療データベースに関しては、米国では、主に行政が医療政策上の判断をするために用いたり、研究者が研究を行う材料として用いられている。しかし、日本においては、官民を含めて大規模医療データベースの構築がほとんどなされていない(下図③参照)。

①世界の治験実施数

(2011年6月13日時点、NIHのClinical Trials.gov
(<http://clinicaltrials.gov/ct2/home>)の登録件数)
→欧米で活発(赤)、中国・韓国等(黄)がそれに続く
→日本(緑)の治験数は少ない



②内視鏡などの技術で世界を先導



高いシェアを誇る内視鏡技術(図はオリンパス社のカプセル内視鏡)



人工心臓など一部の植え込み型デバイスの研究も日本では進んでいる(サンメディカル技術研究所のウェブサイトより)

③医療データベースの整備や活用は米国に比べ遅れが目立つ



・延べ数千万人規模の大規模医療データベースが構築されている。



・公的・私的なもののいずれも大規模医療データベースの構築はされていない。

グリーン技術分野の国際動向

光合成生物を用いた「環境」、「エネルギー」、「食料」分野における新技術の創出に関する9つの研究領域(中綱目)について国際比較調査を実施

環境修復・多様性利用



バイオマス生産

環境修復

多様性利用

有用物質・エネルギー生産



バイオ燃料

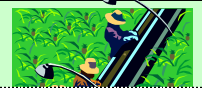


化成品原料



医薬品・酵素

食料生産



作物増産技術

機能性作物

持続農業技術

①研究、技術、産業の全ての面で米国の優位性は圧倒的である。ついで欧州がこれを追いかけるという状況である(下図①参照)。

②日本は、植物生理の分野で重要な論文発表があり、基礎研究レベルは平均して高い。しかし、これを応用に展開する産業面での遅れは否めない(下図②参照)。

③中国は、経済力を背景に研究を協力を推進しており、植物の研究に於いてもその発展ぶりは顕著である(下図③参照)。

①米国はバイオ燃料の開発やゲノム育種の分野で圧倒的な強さを誇る。



藻類を活用したグリーンオイルの生産



収量を高めた新しい作物の開発

②日本は植物の基礎研究のフェーズで高い競争力を有する。

植物の環境応答機構の解明



植物ホルモンの機能解明

③中国は組換え作物の開発を推進している。ゲノム育種研究にも意欲的である。



組換え作物開発の積極的な展開



イネのゲノム情報に基づいた育種研究の推進

3. ライフサイエンス/臨床医学分野の課題と今後の方向

国際比較を踏まえた俯瞰ワークショップから抽出された重要課題

基礎・基盤

(2008年俯瞰より) 恒常性イニシアティブ提案報告書

組織リモデリング・
器官ネットワーク

脳-臓器間
ネットワーク

ゲノムELSI

脳疾患リソース

グリア

ケミカルバイオ

ゲノム
データベース

脳モデル動物

幹細胞統合

トランスオミックス

ゲノム解析拠点

革新脳科学技術

細胞安定増殖

オミックス
統合解析

エピゲノム

社会的脳科学

医療・健康

(2008年俯瞰より) 健康イニシアティブ提案報告書

細胞外環境

個人GWAS

(脳疾患含)missing
heritability

「心」生成

ヒト免疫

情報マネジメント

ゲノム重篤副作用

「心」問題対処

境界医療

社会合意

パーソナル
ゲノム医療

神経・精神
疾患治療

臓器障害

脳前向きコホート

がん複合個体差

適合・低侵襲

環境・生態

グリーン・バイオ・イノベーション (グリーン分野報告書)

高度光利用

環境適応

多様性利用

次世代育種

バイオマス生産

持続農業

バイオリファイ
ナリー・環境修復

バイオ燃料

高付加価値植物

11の重要課題の整理と3つの復興関連課題の抽出



ライフサイエンス分野の課題と今後の方向(分野別)

7分野の中から特に以下の課題と今後の方向を挙げる。

- **日本**では情報生物学分野をはじめライフサイエンス研究の多くの側面で異分野との融合が求められているにもかかわらず、人材育成が進んでおらず、一層の努力が求められる。
- 国際的に精神疾患研究は関心が高く、社会的課題解決型の研究開発の支援が必要な領域であるが、**日本**においては、特に長期的な研究基盤の早期確立が重要である。
- **日本**は、予防医学や医療データベース整備等、ライフサイエンス研究の成果を国民の健康長寿達成に活用、還元するための仕組みづくりを他国の取り組みから見習う必要がある。

今後の震災対応における ライフサイエンス/臨床医学の課題等

■ 大震災による長期避難生活におけるストレスとケアシステムの在り方。

→医療関係者の相互の理解と災害時におけるネットワークの構築

→地域と国とボランティア・医療関係者との信頼関係の構築
(例: 対口支援、カルテの電子化、薬品搬入等の柔軟な対応)

■ 震災によってもたらされた生物多様性の減少と今後の復興への多様性の確保。

→固有生物種の保護・保全と災害防護対策との関係

■ 放射線による人・生物への影響と長期的対応。