

「RIHE公開研究会 デュアルユース技術と大学」

安全保障と大学の研究

2021年11月22日

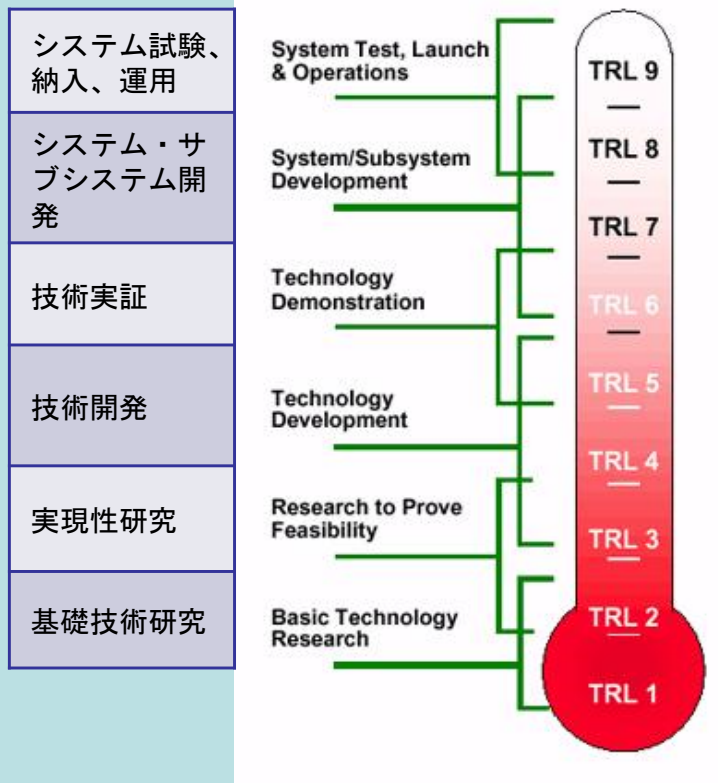
公益財団法人 未来工学研究所
研究参与 西山 淳一

技術成熟度と基礎研究の定義

米国の定義

技術成熟度

(Technology Readiness Level: TRL)



TRLは、NASAによって提案された技術の成熟度を測る指標。

| TRL | DOD RDT&E Budget Activity Codes |
|-----|---------------------------------|
| 1 | 6.1 |
| 2 | 6.1 |
| 3 | 6.2 |
| 4 | 6.2, 6.3 |
| 5 | 6.2, 6.3 |
| 6 | 6.3, 6.4 |
| 7 | 6.4 |
| 8 | 6.5, 6.7 |
| 9 | 6.5, 6.7 |

| 分類コード | 説明 |
|-------|---|
| 6.1 | Basic Research(基礎研究) |
| 6.2 | Applied Research(応用研究) |
| 6.3 | Advanced Technology Development (ATD) (高度な技術開発) |
| 6.4 | Advanced Component Development and Prototypes (ACD&P) (高度な構成品開発及びプロトタイプ) |
| 6.5 | System Development and Demonstration (SDD) (システム開発及び実証) |
| 6.6 | RDT&E Management Support (研究開発・評価試験及び管理支援) |
| 6.7 | Operational System Development (運用システム開発) |

国防省 財務管理規則(第2巻, 第5章)

| | |
|---------------|--|
| 基礎研究 (6.1) | 基礎研究とは、プロセスや製品への特定の適用を考慮せずに、現象の基本的な側面や観察可能な事実についての知識や理解を深めるための体系的な研究 |
| 応用研究 (6.2) | 認識された特定のニーズを満たす手段を理解するための体系的な研究 |
| 高度な技術開発 (6.3) | この予算には、サブシステムとコンポーネントの開発、及びシミュレーション環境でのフィールド実験や試験用のシステムプロトタイプにサブシステムとコンポーネントを統合する取り組みを含む |

米国における基礎研究への考え方

軍事関係部門に対する覚書

2010年5月24日 カーター国防長官

- 米国国防総省 (DoD) は、自由な科学技術の交換と研究成果の普及を可能な限り支援する。
- 国防総省は、基礎研究の成果が、国家安全保障上の理由、連邦法あるいは規則、または大統領命令によって要求されている場合を除き、ここで定義されているような基礎研究の成果の開示を制限しない。
- 「基礎研究」とは、科学と工学の基礎研究と応用研究を意味する。その成果は、独自の研究や産業開発、設計、生産、製品の利用とは異なり、通常、科学界で広く公開され、共有される。ただし、通常、専有的または国家の安全上の理由から制限される。」

米国エネルギー省 (DOE) 戦略計画

2014年～2018年

- 米国エネルギー省 (DOE) はエネルギー技術だけでなく、科学と技術革新に係わる**国家の優位性を支える基礎科学**上の発見や技術的な解決に寄与
- 米国DOE戦略計画2014年～2018年
 - 目的1: 科学とエネルギー
 - 戦略目標3 – 自然に対する我々の理解を一変させ、**基礎科学の進展と技術革新との繋がりを強化する科学的発見のための主要な科学ツールを提供**
 - 自然の力、ダークエネルギーとダークマターの本質と起源の理論的統合化に関する諸疑問を明示し、解決する**高エネルギー物理学**
 - 自然界には既に存在しないものを含め、宇宙に存在する様々な核物質の形態や複雑性を創造し、検出し、説明するための**核物理学**
 - 他、計算科学、材料科学、生物科学、環境科学、プラズマ科学等
 - DOE は**第一級の科学者と施設を有する複数の国立研究所を管理し、さらに研究助成や他の活動を通じて数百の大学へ直接資金提供を行っている**

米国は基礎科学と科学技術の一体的推進の重要性を強く認識



米国DARPAによる破壊的技術

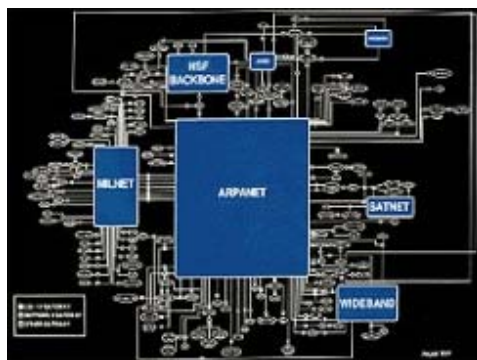


A history of disruption



SATURN

サターン・ロケット



ARPANET

アーパネット
(インターネット)



ステルス戦闘機

STEALTH FIGHTER

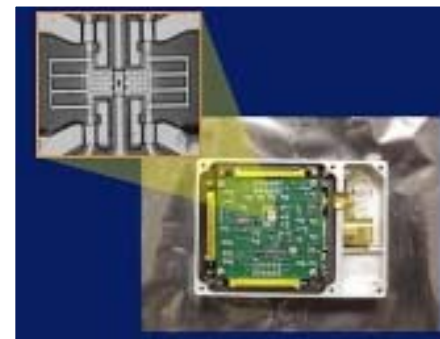


GPS



PREDATOR

無人機



MEMS

DARPAが戦略技術開発を推進

各国のイノベーション政策

● 米国:

- DARPAチャレンジ: スペクトラムコラボレーションチャレンジ(SC2)、2018 地下探査(Sub-T)、2018 ネットワークUP、2018 ローンチ(Launch)チャレンジ他
- 防衛イノベーションユニット(DIU)
- 米国防省JEDI War Cloud



● 欧州:

- 英国カタパルト(UK Catapult)
- 欧州防衛基金(European Defence Fund: EDF)
- 欧州統合破壊的技術政策 (JEDI)



● 中国: 「製造2025」、「軍民融合」、「AI大国」

● 日本: 「統合イノベーション戦略2021」

DIU: Defense Innovation Unit
 JEDI: Joint Enterprise Defense Infrastructure
 JEDI: Joint European Disruptive Initiative
 Network UP: Universal Persistence
 SC2: Spectrum Collaboration Challenge
 Sub-T: Subterranean

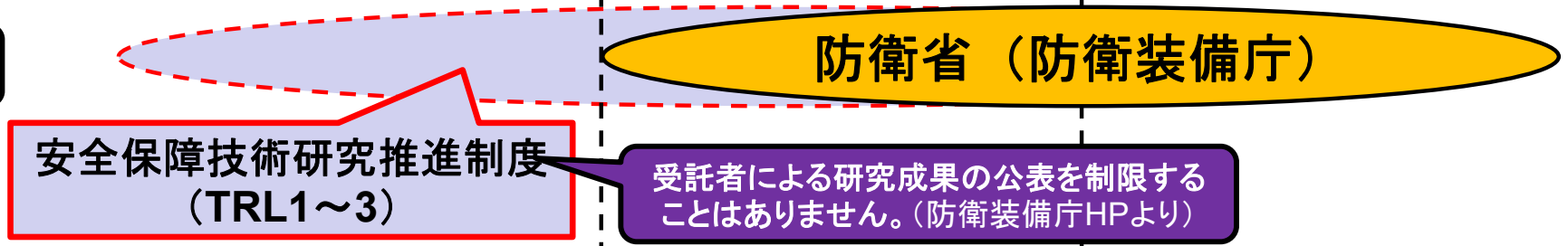
- 各国とも安全保障に資する新興技術に注力
- 日本の安全保障に関する取り組みは？

日本学会会議は「軍事研究反対」

イノベーションの早期取り込み



日本

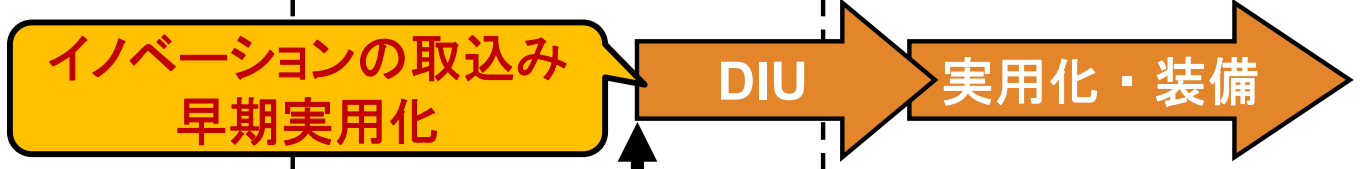


軍事技術



イノベーションの創出

米国



民間技術

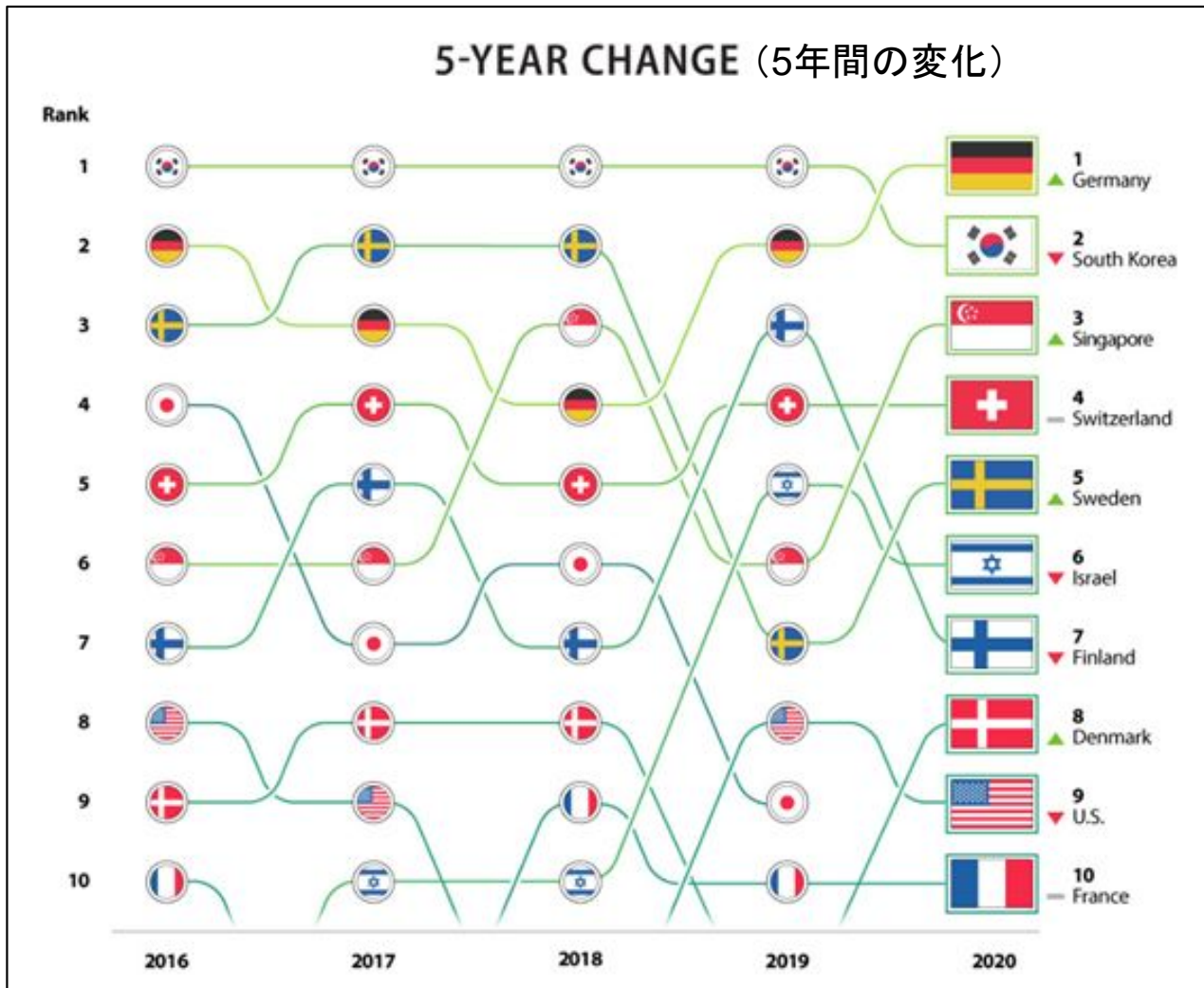


民間イノベーション

DIU: Defense Innovation Unit
SMEs: Small and medium-sized enterprises

中小メーカー (SMEs) 技術の取り込み

日本の技術イノベーションの位置付け



イノベティブな国(2021年)*

| 順位 | 国名 |
|----|--------|
| 1 | 韓国 |
| 2 | シンガポール |
| 3 | スイス |
| 4 | ドイツ |
| 5 | スウェーデン |
| 6 | デンマーク |
| 7 | イスラエル |
| 8 | フィンランド |
| 9 | オランダ |
| 10 | オーストリア |

- 2020年のダボス会議においてイノベーションは最重要課題
- 日本は2016年には4位、今やトップ10に入らない
- 2021年、米国も10位以内から陥落

<https://www.visualcapitalist.com/world-most-innovative-economies/>

* <http://newtechmag.net/2021/03/06/bloomberg-innovation-index-2021-brazil-the-most-innovator-in-latam/>

- 我が国のイノベーション能力の低下
- 研究開発、新興技術に対する取り組みが一層求められる

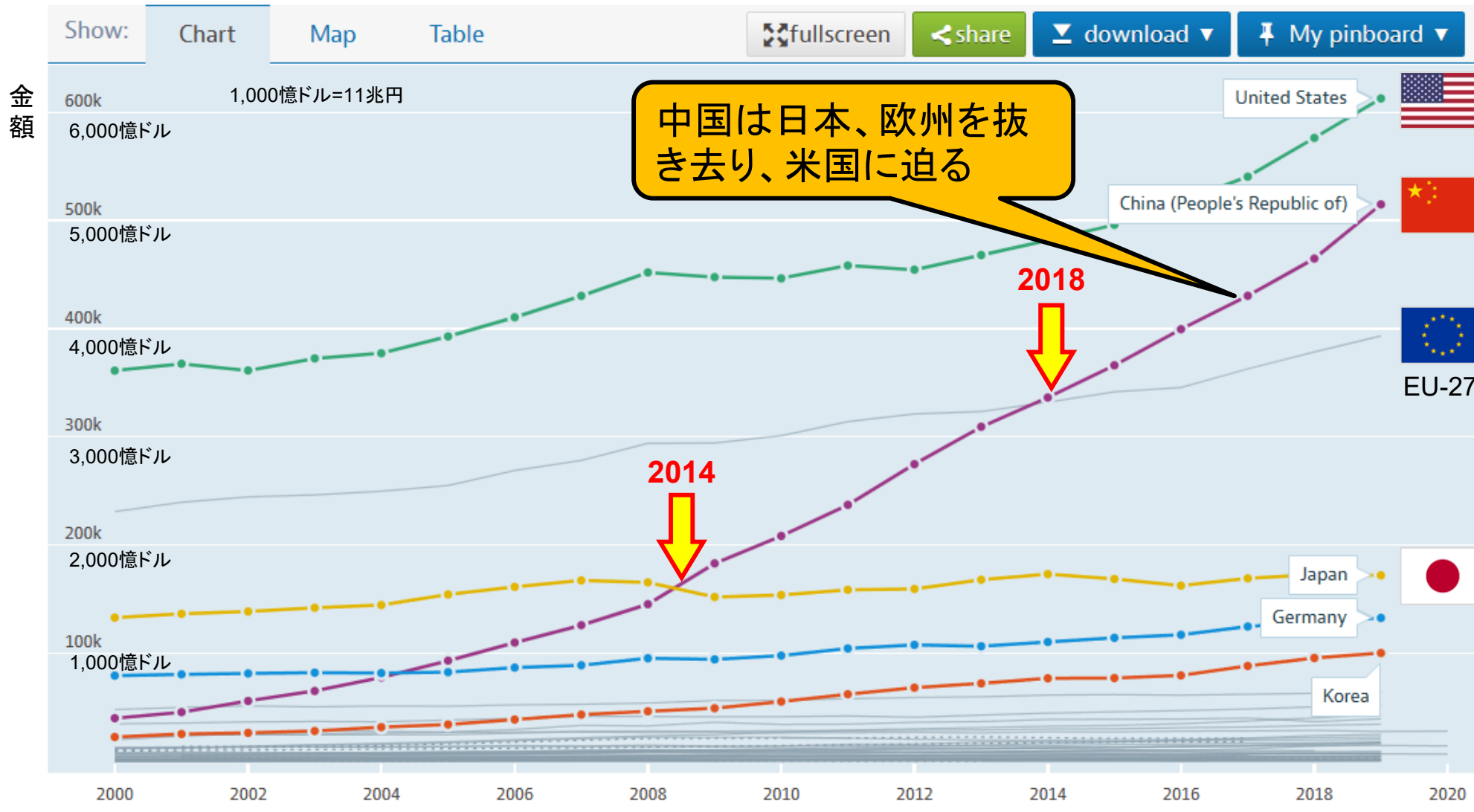
Bloombergによる
7つの評価指標
(1) 研究開発
(2) 特許活動
(3) 三次効率(高等教育)
(4) 製造業の付加価値
(5) 生産性
(6) ハイテク割合
(7) 研究者の割合

科学技術分野における中国の台頭

Gross domestic spending on R&D Total, Million US dollars, 2000 - 2020

Source: Main Science and Technology Indicators

主要国研究開発費



出典 OECD data Website <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>

デュアルユース技術の事例

- **全地球測位システムGPS**: 米国が軍事用に開発、全世界に無償利用を提供、他国も追随(ロシア、欧州、中国、日本、インド)
- **インターネット**: 1960年代ARPANET (アーパネット)を米国防省主導で開発
: 軍事技術と先端技術の融合: 世界的ネットワークとして発展
- 福島第一原発事故で使われたロボット: 放射線環境下作業ロボット
- **ノートパソコン**: 米国防省規格MIL-STD-810G準拠(原子力潜水艦搭載)
- スマートフォン: 米国防省規格MIL-STD-810G準拠
- **3Dプリンタ**: 民生、宇宙、米海兵隊砲弾、艦船修理
- AI: IoT・AI技術の戦場への適用: loBT兵士とAIが共同で作戦あるいは個別戦闘行動に関する意思決定を行い自律性をもって運用
- 合成生物学: 細菌やウイルスの遺伝子改変による未知の生物兵器の開発、遺伝子編集技術を利用した「スーパーソルジャー(サイボーグ兵士)」の創製
- ニューロテクノロジー: 脳からドローン、小型ロボットの直接制御
- 極超音速飛行体: 極超音速ミサイル、極超音速「宇宙飛行機」

AI: Artificial Intelligence

GPS: Global Positioning System

loBT: Internet of Battlefield Things

IoT: Internet of Things

安全保障に関するイノベーション

| | 技術 | 米国商務省 (2019) | ダボス会議 (2017) | RAND Security2040 (2018-2020) | 米国予算委 員会(2019) | 欧州委員会 (2019) |
|---|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | ロボット工学 | ✓ | ✓ | (✓) | (✓) | ✓ |
| 2 | 人工知能(AI) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | (✓) |
| 3 | 新たな計算技術 (量子・ニューロモーフィック) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4 | エネルギー技術 (再エネ・超伝導・核物理) | (✓) | ✓ | | | |
| 5 | 量子技術(通信・暗号・センサ) | ✓ | (✓) | (✓) | ✓ | |
| 6 | 付加製造技術(3Dプリンタ) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 7 | バイオ技術 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| 8 | 極超音速技術 | ✓ | | ✓ | | |
| 9 | 神経工学(脳科学) | ✓ | ✓ | ✓ | (✓) | ✓ |

著者作成

安全保障面での最重要イノベーション

ロボット工学、人工知能(AI)、新たな計算技術、エネルギー技術、量子技術

事例：バイオセキュリティ

数ヶ月を2週間に！迅速・簡便な新型コロナウイルス人工合成技術を開発 新型コロナウイルス関連研究の加速化に貢献

2021-4-13 ● 生命科学・医学系(大阪大学)

- ・ 新型コロナウイルスの人工合成に成功。本方法ではわずか2週間で新型コロナウイルスを作製可能。
- ・ 人工合成技術を、誰もが実施できるように簡単にした、まさにコロンブスの卵のような研究です。
- ・ 新型コロナウイルス感染症克服に向けた研究が飛躍的に進むことが期待されます。

(本研究成果は、英国科学雑誌「Cell Reports」に2021年4月に公開されました。)

https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2021/20210413_1

● 2012年2月15日鳥インフル研究に生物兵器転用の恐れ、WHOが緊急会合(ロイター)

<https://jp.reuters.com/article/tk0732892-birdflu-who-meeting-idJPTYE81K3QW20120215>

● WHO専門家会議で鳥インフルエンザウイルス研究停止期間延長合意

2012.02.20 https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20120220_01/

● リスクの高い研究に関する論文の掲載

原文: Nature 485, 5(2012年5月3日号)|doi:10.1038/485005a|Publishing risky research

- ・ バイオセーフティーに関する国際基準に不備があり、バイオセキュリティ上の懸念から研究者のモチベーションがそがれている。現在のインフルエンザ研究には、こうした重大なリスクがある。
- ・ 大学の研究室に秘密情報を提供した場合に、その秘密が長期間にわたって守られるとも思えない。

<https://www.natureasia.com/ja-jp/nature/specials/contents/H5N1-influenza/id/editorial-050212>

バイオセキュリティの重要性(国立国会図書館 調査及び立法考査局科学技術室・2015年)

開かれた時代におけるバイオセキュリティ(大阪大学大学院医学系研究科准教授 吉澤 剛)

https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_9913625_po_20150303.pdf?contentNo=1

事例：研究者の中国移転

TBS ニュース23(2021.11.3)

http://news.tbs.co.jp/newseye/tbs_newseye4397367.htm?1636031311960

【調査報道 23時】 「売国奴」・・・中国へ拠点移した研究者への批判に当事者たちは
〔中国に〕 拠点移した研究者に聞く 頭脳流出批判に反論

■日本の大学より充実した研究環境：深セン大学 U教授（67） 北海道大学名誉教授、**日本土木学会次期会長**

「決して中国のためにやっているというよりは、中国と一緒にやって日本では持っていない技術、日本ではできないことができる。それは振り返ってみれば私を通して**日本にも還元できる**と思います」

■“売国奴”“スパイ”ネット上の批判

「光触媒」の研究で**ノーベル化学賞候補**：F東京理科大学元学長も上海理工大学へ移籍
ネット上では中国に拠点を移す研究者の動きを「頭脳流出」「軍事研究につながる」などと批判

雲南大学 S助教（34）

「バッシングというか“売国奴”とか“スパイ”だという批判を受けたりしました」
「私みたいな天文学、あるいは**物理学みたいな基礎科学はある程度軍事研究とは距離を置いています**。
論文という形で世界に情報を発信しているので、どこで研究するかということはさして重要ではなくて、**技術流出は基礎科学の分野に限定するとなかなか起きづらいのではないかと**」

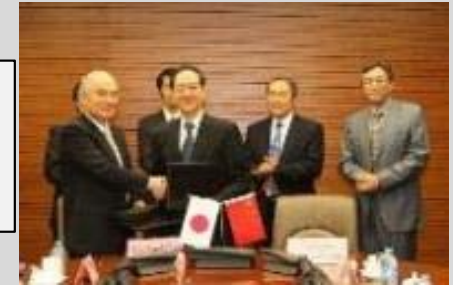
文部科学省も日本の大学の研究資金は乏しい（中略）。岸田総理は「**10兆円の大学ファンド**」を実現し、世界最高水準の研究大学を形成する・・・

日本学術会議

- 2015年9月：**軍民融合を進める中国の大学との提携**

- － 中国科学技術協会との協力覚書署名式

・ 平成27年9月7日、中国科学技術協会（中国・北京）において、大西隆日本学術会議会長と韓啓徳中国科学技術協会会長との間で、両機関における協力の促進を図ることを目的とした覚書が締結されました。



<http://www.scj.go.jp/ja/int/workshop/index.html>

- 2017年3月：**「軍事的安全保障研究に関する声明」**

- － 大学における研究は軍事に関連する研究を行うべきでない

<http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/gunjianzen/index.html>

◆ 我が国の防衛装備庁「安全保障技術研究推進制度」へ協力に反対

◆ 学問・研究の自由を謳いながら、自ら**「研究の自由に対する制限」**を主導

◆ **「軍民融合」**の中国とは協力

➢ 中国大学機関は「国防7子」と呼ばれ、人民解放軍の装備開発に関わる

軍民融合

◆ **「軍民融合」とは「経済建設と国防建設を一体化して国家の繁栄と安全を守っていこう」というもの**

<https://news.yahoo.co.jp/byline/endohomare/20201020-00203832>

－ 習近平の軍民融合戦略と、それを見抜けなかった日本

遠藤 誉（中国問題グローバル研究所所長、筑波大学名誉教授、理学博士）

軍事研究に関するノーベル賞学者の見解

はじめに

「ノーベル賞を授与された研究は、人類にとってのためにも殺人兵器にも使用可能という**諸刃の技術**と書いていいでしょう。（p14）」

第1章 諸刃の科学

「私は、**科学というものは常に中性である**と書いています。いいも悪もない。ただ新しい物質や事象が発見されたり、それを応用する技術が進化していくだけのことです。（中略）それはひとえに人間がどのように科学技術を扱うかにかかっているわけです。（p25）」

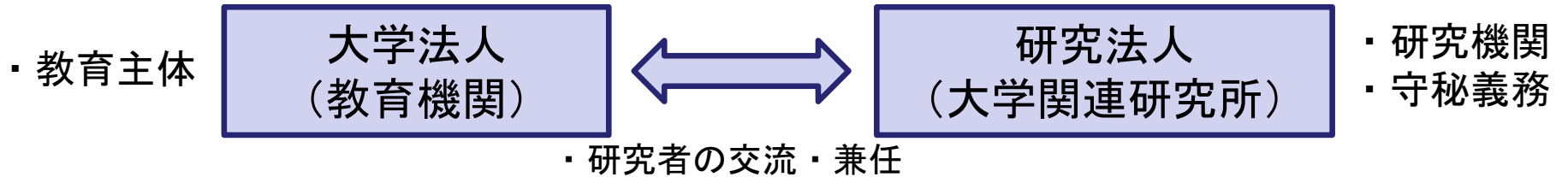
第4章 軍事研究の現在

「と書いて**デュアルユースが可能な研究を全面的に禁止すれば、科学技術のイノベーションにトライする研究者もいなくなってしまう**でしょう。それが今の**科学技術のジレンマ**なのです。（p104）」

第6章 「原子力」はあらゆる問題の縮図

「私は既にある原発の安全性を担保する研究に十分にお金をかけてほしいと思っています。（中略）宇宙開発に真剣に取り組むのなら、（中略）**原子力の研究は継続しなければいけない**（後略）。（p160-161）」

大学関連研究機関(米国)



・米国では教育機関である大学と研究所を法人として分離し、研究者の自由度を高めている。
 ・大学機関とは別にFFRDC (Federally funded research and development center 連邦政府予算による研究開発センター)、RAND、MITRE、JPL、SLACなどがある。

米国 University-Affiliated Research Center Laboratories (UARCs) - 国防省関係

| Primary Sponsor | University | UARC |
|------------------------------|---|---|
| Army | University of California at Santa Barbara | Institute for Collaborative Biotechnologies |
| Army | University of Southern California | Institute for Creative Technologies |
| Army | Georgia Institute of Technology | Georgia Tech Research Institute |
| Army | Massachusetts Institute of Technology | Institute for Soldier Nanotechnologies |
| Navy | Johns Hopkins University | Applied Physics Laboratory |
| Navy | Pennsylvania State University | Applied Research Laboratory |
| Navy | University of Texas at Austin | Applied Research Laboratories |
| Navy | University of Washington | Applied Physics Laboratory |
| Navy | University of Hawaii | Applied Research Laboratory |
| Missile Defense Agency (MDA) | Utah State University | Space Dynamics Laboratory |
| USD(I&S) | University of Maryland | Applied Research Laboratory for Intelligence and Security |
| USD(R&E) | Stevens Institute of Technology | Systems Engineering Research Center |
| STRATCOM | University of Nebraska | National Strategic Research Institute |
| DASD(TRAC) | University of Alaska | Geophysical Detection of Nuclear Proliferation |

Source: Federally Funded Research and Development Centers and University Affiliated Research Centers
<https://defenseinnovationmarketplace.dtic.mil/ffrdcs-uarcs/>