# 2. 第5期科学技術基本計画の目標値等の現状と課題

# 第5期期間中の科学技術・イノベーション関連トピック(世界)

## Science: "Breakthrough of the Year"

- ✓ Science誌では、毎年12月に1年間の科学界の10大成果をBreakthrough of the Yearとして発表。
  - ✓ Breakthrough of the Yearはその年の最も「ブレイクスルー(飛躍的)」な研究成果、RUNNERS-UPはブレイクスルーに及ばずとも注目すべき研究成果に対して贈与。日本の研究者が関わる研究成果も。
    - ✓ 日米欧などの国際研究チームによる世界初のブラックホールの撮影(2019年①)
    - ✓ JAMSTECによる真核生物に最も近い微生物の培養に成功(プレプリントサーバに公開した論文が対象に)(2019年②)
    - ✓ 千葉大学が参加する国際研究チームによる南極での素粒子ニュートリノ観測実験の成果(2018年③)
    - ✓ 多能性幹細胞からの卵子再生技術の開発に成功(2016年④)

ough 'ear	2016	2017	2018	2019			
Breakthrough of the Year	Ripples in spacetime (重力波の初観測)	Cosmic convergence (中性子星の合体)	Tracking development cell by cell (細胞単位での遺伝子の働きを解析)	Darkness made visible (ブラックホール撮影に成功)			
RUNNERS-UP	The exoplanet next door	A new great ape species	Messengers from a far-off galaxy (南極での素粒子ニュートリノ観測実験の成 果)	Face to face with the Denisovans			
	Artificial Intelligence ups its game	Life at the atomic level	Molecular structures made simple	Quantum supremacy attained			
	Killing old cells to stay young	Biology preprints take off	Ice age impact	Microbes combat malnourishment			
	Humans aren't the only great apes that can 'read minds'	Pinpoint gene editing	#MeToo makes a difference	A killer impact and its aftermath			
	Proteins by design	A cancer drug's broad swipe	An archaic human 'hybrid'	A close-up of a far-out object			
	Mouse eggs made in the lab (マウス卵子の体外作製)	Earth's atmosphere 2.7 million years ago	Forensic genealogy comes of age	A 'missing link' microbe emerges (真核生物に最も近いアーキアという微生物の培養に成功)			
	A single wave of migration from Africa peopled the globe	Deeper roots for homo sapiens	Gene-silencing drug approved	In a first, drug treats most cases of cystic fibrosis			
	Genome sequencing in the hand and bush	Gene therapy triumph	Molecular windows into primeval worlds	Hope for Ebola patients, at last			
	Metalenses, megapromise  A tiny detector for the shiparticles		How cells marshal their contents	Artificial intelligence masters multiplayer poker			
出典:https://www.sciencemag.org/							

出典:https://www.sciencemag.org/

# 第5期期間中の科学技術・イノベーション関連トピック(日本)

ノーベル賞受賞者

大隅 良典 (生理学·医学賞)

※受賞無し

本庶 佑 (生理学·医学賞) 吉野 彰 (化学賞)

2016年

2017年

2018年

2019年

● 読売テクノ・フォーラム ゴールド・メダル賞

岡田 随象 遺伝統計学によるゲノム 創薬の研究

菅 裕明 特殊ペプチドを基軸とし た創薬基盤技術の開発

中村 正人 探査機あかつきの金星 軌道投入成功(プロ ジェクトチームに表彰 代 表中村教授) 伊丹 健一郎 迅速合成触媒の開発と 機能性分子の創製

井出 哲 巨大地震の発生機構の 研究

齊藤 博英 RNAによる細胞運命 制御システムの開発 井上 将行 天然有機化合物の新し い化学合成戦略の開発

林 克彦 多能性幹細胞からの卵 子再生技術の開発

三好 建正 ビッグデータ同化によるゲ リラ豪雨予測の研究 石原 安野 高エネルギー宇宙ニュー トリノを南極で初観測

合田 圭介 人工知能による細胞選 抜装置の開発と展開

正岡 重行 植物の葉緑体に学ぶ金 属錯体の開発

松林 嘉克 植物の成長を支えるペプ チドホルモン群の発見

【読売テクノ・フォーラム ゴールド・メダル賞】

- 読売テクノ・フォーラムは、1995(平成7)年から2019年第25回 (最終回)まで、優れた業績を挙げた日本人研究者を毎年3名ほ ど選んで「ゴールド・メダル賞」を贈呈。
- 受賞者は、読売テクノ・フォーラム代表と4名の顧問で構成する選考 委員会で審査し、決定。贈賞式は毎年、4月に行われ、受賞者の 業績は読売新聞紙上で紹介。

サイエンスの10大成果にも関連

出典:

2016年-2018年: 読売テクノフォーラム、各年受賞者リストより作成 https://info.yomiuri.co.jp/group/yri/techno-forum/medalist\_list.html 2019年: http://www.optronics-media.com/news/20190320/56252/

## 第5期期間中のノーベル賞受賞者

## 日本人のノーベル賞の受賞状況

- ✓ 1949年の湯川秀樹氏のノーベル物理学賞受賞以来、2019年まで、日本人のノーベル賞受賞者は27人 (外国国籍取得者含む)。
- ✓ これまでの受賞の内訳は、生理学・医学賞5人、物理学賞11人、化学賞8人、文学賞2人、平和賞1人。
- √ 第5期基本計画期間中のノーベル賞受賞者は3人。2017年を除く毎年受賞。

#### 2016年 大隅 良典(生理学·医学賞)東京工業大学 栄誉教授

- ✓ 細胞が細胞自身のタンパク質を分解・再生するオートファジー(自食作用)メカニズムを解明。日本人の自然科学系単独受賞は 1987年(昭和62年)の利根川進教授以来、29年ぶりの受賞。
- ▼ 2016年から約半世紀も前にその存在が知られていながら、長らく研究が進まなかった、「オートファジー」という細胞に備えられた分解機構の中心の一つを分子レベルで解明。この功績について、ノーベル生理学・医学賞の授賞機関であるカロリンスカ研究所は、「大隅氏の諸発見は、細胞がどのように中身をリサイクルするのか、我々が理解する際の新たなパラダイム(枠組み)をもたらした。」と称えている。

(出典)平成29年度科学技術白書<a href="http://www.mext.go.jp/component/b">http://www.mext.go.jp/component/b</a> menu/other/\_icsFiles/afieldfile/2017/06/02/1386489 001.pdf>

#### 2018年 本庶 佑(生理学·医学賞)京都大学高等研究院 副院長/特別教授

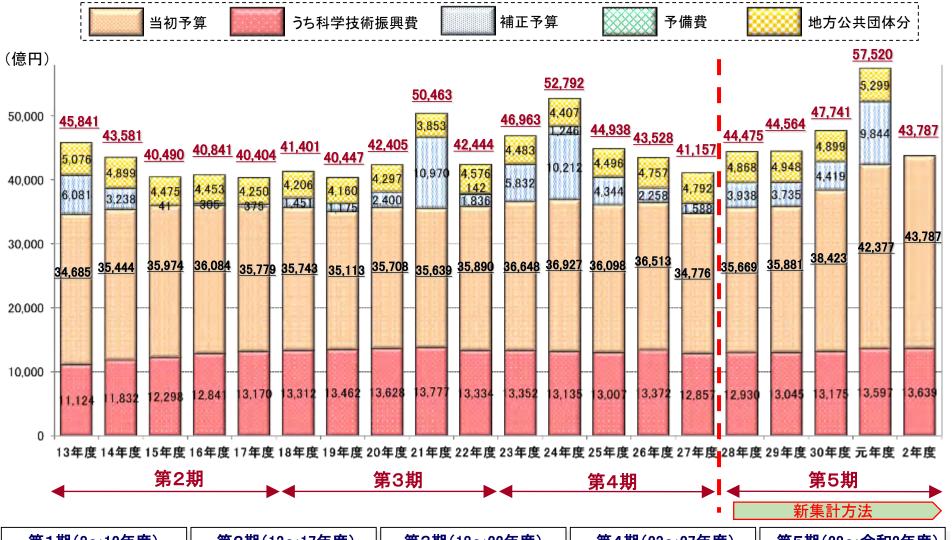
「免疫抑制の阻害によるがん治療法の発見」の成果。1992年、免疫細胞が正常細胞を誤って攻撃しないようにブレーキをかける分子 PD-1を発見。2002年には湊長博教授との共同研究で、がん細胞に対する免疫反応の多くに、このブレーキが強く働いており、これを解除することで効果的ながん免疫反応を誘導できることを証明した。免疫療法は免疫機能の攻撃力を高める方法が中心だったが、ブレーキを解除して、免疫細胞の働きを活発にすることでがん細胞を攻撃する新たな治療法につながった。

(出典)京都大学ウェブサイト<a href="http://www.kvoto-u.ac.ip/kurenai/201903/teidan/index.html">http://www.kvoto-u.ac.ip/kurenai/201903/teidan/index.html</a>

### 2019年 吉野 彰 (化学賞) 旭化成 (株) 名誉フェロー

- / リチウムイオン電池(Lithium Ion Battery、以下「LIB」)に関する研究開発の功績。
- 負極にカーボン、正極にLiCoO2(コバルト酸リチウム)を使用することにより、現在のLIBの原型となる二次電池を世界で初めて考案し、 製作。さらに、正極の集電体にアルミニウム(Al)を使用するというLIBの基本技術開発、及び実用化のために必要な電極化技術、電 池化技術、周辺技術開発を行い、LIBという小型・軽量の新型二次電池を実用化。
- ✓ LIBは、現在の携帯電話やノート型パソコン等のIT機器の世界的な普及に大きく貢献したとともに、今後、電気自動車等の新規市場への更なる広がりが期待される。 (出典)旭化成ウェブサイト<a href="https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2019/ze191009.html">https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2019/ze191009.html</a>

# (1)科学技術関係予算の推移



#### 第1期(8~12年度)

基本計画での投資規模:17兆円 実際の予算額:17.6兆円

#### 第2期(13~17年度)

基本計画での投資規模:24兆円 実際の予算額:21.1兆円

#### 第3期(18~22年度)

基本計画での投資規模:25兆円 実際の予算額:21.7兆円

#### 第4期(23~27年度)

基本計画での投資規模:25兆円 実際の予算額:22.9兆円

#### 第5期(28~令和2年度)

基本計画での投資規模:26兆円 現時点での予算額:23.8兆円

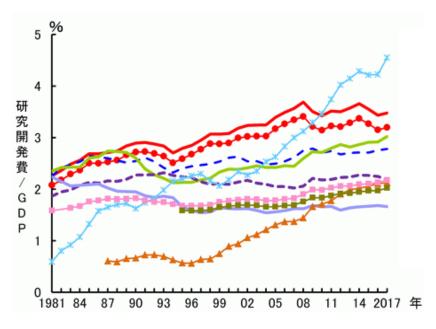
- (※1)科学技術関係予算のうち、決算後に確定する外務省の(独)国際協力機構運営費交付金、国土交通省の公共事業費の一部について、令和元年度以降は直近(前々年度)の決算実績 額等を参考値として計上。
- (※2)大学関係予算の学部教育相当部分については、今後、Society 5.0の実現に向けた科学技術イノベーション政策の範囲等について検討することとしており、本集計においては計上して いない。
- (※3)令和2年度については予算案(令和2年3月26日現在)。金額は、今後の精査により変動する場合がある。

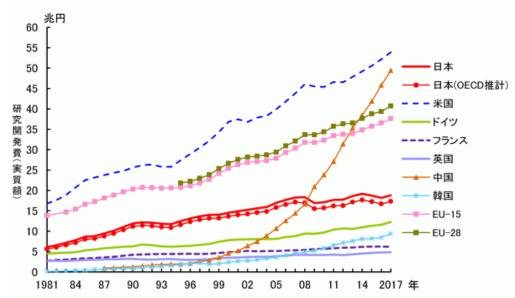
## 主要国の研究開発費総額(対GDP比・(参考)実質額)

- 研究開発費総額の対GDP比については、我が国は増減を繰り返しつつも主要国の中でも高い水準を保っている。
- 2018年度は3.56% (総務省科学技術研究調査結果) であり、第5期科学技術基本計画の目標値 (対GDP比4%) は達成できていない。

対GDP比率の推移

<参考>実質額(2010年基準;OECD購買力平価換算)





出典:文部科学省科学技术・学術政策研究所「科学技術指標2019」

#### 資料:

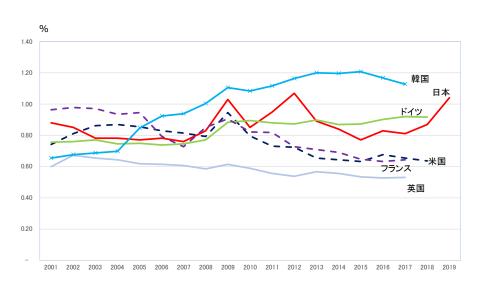
- <日本>総務省、「科学技術研究調査報告」
- <米国>NSF, "National Patterns of R&D Resources: 2016-17 Data Update"
- <日本(OECD推計)、ドイツ、フランス、英国、EU>OECD, "Main Science and Technology Indicators 2018/2"
- <中国>1990年まで中華人民共和国科学技術部、中国科技統計数値2013(webサイト)、1991年以降はOECD, "Main Science and Technology In-dicators 2018/2"
- <韓国>科学技術情報通信部、KISTEP、「研究開発活動調査報告書」

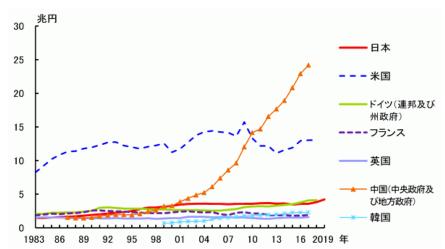
## 主要国政府の科学技術予算の推移(対GDP比・(参考)実質額)

- 政府の科学技術予算という観点では、OECD諸国の多くの国の最新のデータがそろう2017年における 数字を見ると、科学技術予算のGDP比は、イギリスが0.53%、フランスが0.64%、アメリカが0.65%、 ドイツが0.92%、韓国が1.13%となっている。
- こうした中、我が国は0.81%となっているが、その後、科学技術関係予算の増額に努めてきた結果、 2019年には1.04%となる見込み。

#### 対GDP比率の推移

<参考>科学技術予算総額(OECD購買力平価換算)の推移





#### 資料:

<米国、ドイツ、フランス、英国、韓国>OECD, "Main Science and Technology Indicators 2018/2"

<日本>科学技術関係予算(内閣府)

日本の2001年から2018年のGDPは内閣府「2017年度国民経済計算(2011年基準・2008SNA)」を採用、2019年の日本の名目GDPは「中長期の経済財政に関する試算(令和2年1月17日 経済財政諮問会議提出)」の成長実現ケースの推計値を使用。

出典:文部科学省 科学技術·学術政策研究所「科学技術指標2019」 資料:

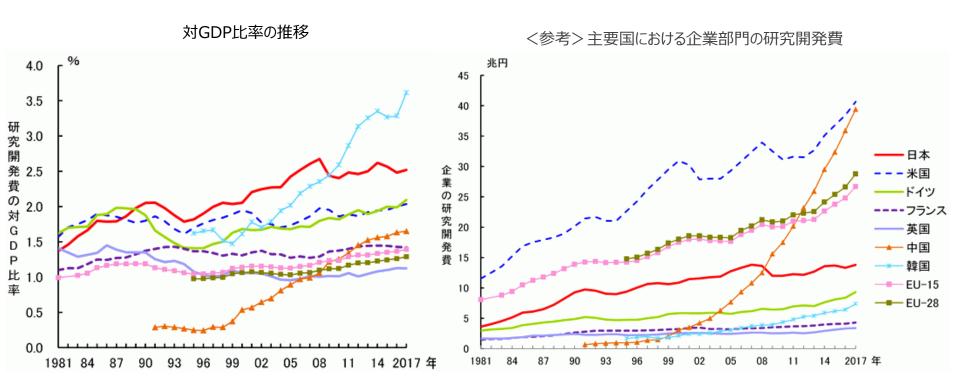
<日本>2013年までは文部科学省調べ及び文部科学省「科学技術要覧(各年版)」。2014年からは内閣府調べ(2016~2019年の値は2019年4月時点の数値である)。

<米国、ドイツ、フランス、英国、韓国>OECD, "Main Science and Technology Indicators 2018/2"

< 中国> 科学技術統計センター、中国科学技術統計(webサイト)、2015年以降は中華人民共和国国家統計局、「全国科技経費投入統計広報」の各年版

## 主要国における企業部門の研究開発費の推移(対GDP比・(参考)実質額)

- 企業部門の研究開発費は、我が国は2009年に落ち込んだ後は漸増傾向にある。米国は長期的に 世界トップの規模を保っている。中国は2000年代に入り大きく伸び、米国に迫る勢いで増加している。
- 対GDP比率は韓国に抜かされたものの相対的に高い水準を維持。



出典:文部科学省 科学技術·学術政策研究所「科学技術指標2019」 資料:

... <日本>総務省、「科学技術研究調査報告」

<米国>NSF, "National Patterns of R&D Resources: 2016-17 Data Update"

<ドイツ、フランス、英国、中国、韓国、EU>OECD, "Main Science and Technology Indicators 2018/2"

## 第5期科学技術基本計画の章別の取組状況

### ■ 第5期基本計画の章別の関連事業の予算額(試行的な集計)

- 各章に記載されている各事項について、総合的に取組が進められている 〈留意事項〉
- ✓ 基本計画の項目と各事業との対象関係は明確となっていない
- ✓ 試行的に各省庁が公表する「行政事業レビューシート」の事業概要を基に集計(類似性判定の後、個々の事業趣旨を勘案した再判定を行い、類似度が最も高い章に紐づけた)

基本計画の項目		当初予算額(億円)		)	該当事業例('18FY)
		'16FY	'17FY	'18FY	
2章 未来の産業創造と社会変革に 向けた新たな価値創出の取組		2,103	2,538	3,563	<ul><li>● 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)</li><li>● 新技術導入促進に関する経費</li></ul>
3章 経済・社会的課題への対応		7,757	7,892	8,734	<ul><li>● 省エネルギー投資促進に向けた支援補助金</li><li>● 医療分野の研究開発の推進</li></ul>
4章科学 技術イノ ベーション の基盤 的な力の 強化	(1)人材力の強化	333	298	297	<ul><li>● 博士課程教育リーディングプログラム</li><li>● 卓越大学院プログラム</li></ul>
	(2)知の基盤の強化	2,017	1,940	1,956	● 大型研究設備の整備・共用
	(3)資金改革の強化	13,046	12,996	13,103	<ul><li>■ 国立大学法人の運営に必要な経費</li><li>● 科学研究費助成事業</li><li>● 私立大学等経常費補助</li></ul>
5章 イノベーション創出に向けた人材、 知、資金の好循環システムの構築		1,332	1,296	1,475	<ul><li>● 地方大学·地域産業創生交付金</li><li>● 医工連携事業化推進事業</li></ul>
運営費交付金(大学除く)、その他、 分類不能		9,080	8,921	9,272	
合計		35,669	35,880	38,401	

注)①基本計画の小項目のテキストと、行政事業レビューにおける事業の説明文テキストの類似度を判定し、類似度が最大の項目に紐づけた (2-5章に該当するものを抽出)。②さらに、個々の事業趣旨を個別に判定した。③運営費交付金(大学除く)は分類対象外とした。 ④行政事業レビュー作成対象外の事業は、「分類不能」として記載した。

# (2) 政府の主な取組

#### ■司令塔機能の強化

● 主な経緯

平成13年1月 「総合科学技術会議 (CSTP)」設置

平成13年1月の中央省庁再編に伴い、「重要政策に関する会議」の1つとして内閣府に設置。

平成26年5月 「総合科学技術・イノベーション会議 (CSTI)」設置

内閣総理大臣のリーダーシップの下、科学技術・イノベーション政策の推進のための司令塔として、わが国全体の科学技術を俯瞰し、総合的かつ基本的な政策の企画立案及び総合調整を実施。

平成30年7月 「統合イノベーション戦略推進会議 | 設置

CSTI、高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部、知的財産戦略本部、健康・医療戦略推進本部、宇宙開発戦略本部、総合海洋政策本部等の司令塔会議について、横断的かつ実質的な調整を実施。

#### ● 現在の取組

イノベーションに関連が深い司令塔会議の事務局※について、イノベーションとの関係を丁寧に整理し、関係法律に基づく司令塔会議の業務及び法定計画、並びに当該会議の事務局の業務等の特性を十分に考慮しつつ、これらを統合する新たな事務局の設置について検討【統合イノベーション戦略2019】

※内閣府(科技)、内閣官房情報通信技術(IT)総合戦略室、内閣府知的財産戦略推進事務局、内閣官房健康・医療戦略室及び 内閣府日本医療研究開発機構・医療情報基盤担当室、内閣府宇宙開発戦略推進事務局、内閣府総合海洋政策推進事務局

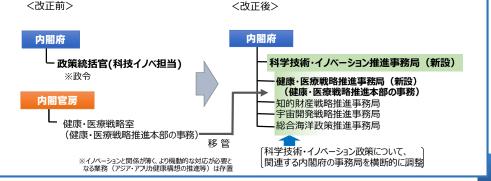
#### 科学技術基本法等の一部を改正する法律案における司令塔機能の強化(概要)

#### 現行制度の課題

- ・科学技術・イノベーション政策に関係する**司令塔会議事務局を横断的に調整する司令塔機能**が必要。
- ・内閣府が担う科学技術・イノベーション政策について、各省に対する総合調整を含め、強力かつ一体的に推進するための**体制強化**が必要。
- 内閣官房・内閣府の業務の見直しが必要。

#### 新たな制度概要

- 1. 科学技術・イノベーション推進事務局の設置
- ○内閣府に科学技術・イノベーション推進事務局を設置。
- 2. 健康・医療戦略推進本部の事務を内閣府に移管
- ○内閣官房から内閣府に**健康・医療戦略推進本部の事務を移管**。
- ○内閣府に健康・医療戦略推進事務局を設置。



## 国家戦略の策定

## ■ 各年度における重点施策

- ・科学技術イノベーション総合戦略2016 (平成28年5月24日 閣議決定)
- 科学技術イノベーション総合戦略2017(平成29年6月2日 閣議決定)
- ・統合イノベーション戦略(平成30年6月15日 閣議決定)
- ·統合イノベーション戦略2019 (令和元年6月21日 閣議決定)

## ■ 最先端分野の重点的戦略

- ・AI戦略2019 (令和元年6月11日 統合イノベーション戦略推進会議決定)
- ・バイオ戦略2019 (令和元年6月11日 統合イノベーション戦略推進会議決定)
- ・量子技術イノベーション戦略(令和2年1月21日 統合イノベーション戦略推進会議決定)
- ・革新的環境イノベーション戦略(令和2年1月21日 統合イノベーション戦略推進会議決定)

## ■ 人材、資金、知の好循環システムの構築に向けた重点的戦略等

- ・Beyond Limits. Unlock Our Potential. 〜世界に伍するスタートアップ・エコシステム拠点形成戦略〜 (令和元年6月19日 内閣府 文部科学省 経済産業省)
- ・公共調達のイノベーション化及び中小・ベンチャー企業の活用の促進に係るガイドライン (平成31年4月1日 内閣府)

#### ■ 数理・データサイエンス・AIに関する教育改革

AI戦略2019(令和元年6月11日 統合イノベーション戦略推進会議決定)に基づき、以下の検討を推進。

- ・「数理・データサイエンス・AI」の基礎などの必要な力を全ての国民が育み、あらゆる分野で人材が活躍することを 目指した教育改革として、大学等の優れた教育プログラムを政府が認定する制度構築に関する検討 「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議」報告書(案)(令和2年3月17日)
- ・「数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム」における"数理・データサイエンス・AI(リテラシーレベル) モデルカリキュラム"の検討

デジタル社会の「読み・書き・そろばん」である「数理・データサイエンス・AI」の基礎などの必要な力を 全ての国民が育み、あらゆる分野で人材が活躍

#### 主意取得 育成目標[2025年] 先鋭的な人材を発掘・伸ばす環境整備 トップクラス育成 若手の自由な研究と海外挑戦の機会を拡充 100人程度/年 > 実課題をAIで発見・解決する学習中心の課題解決型AI人 2.000人/年 材育成 AI応用力の習得 > AI×専門分野のダブルメジャーの促進 25万人/年 AIで地域課題等の解決ができる人材育成(産学連携) (高校の一部、高専・大学の50%) 認定制度・資格の活用 大学等の優れた教育プログラムを政府が認定する制度構築 国家試験(ITパスボート)の見直し、高校等での活用促進 50万人/年 学習内容の強化 (人学)高声卒業者全員) > 大学の標準カリキュラムの開発と展開(MOOC\*活用等) 高校におけるAIの基礎となる実習授業の充実 100万人/年 (高校卒業者全員) 小中高校における教育環境の整備 (小中学生全員) 多様なICT人材の登用(高校は1校に1人以上、小中校は 4校に1人以上) > 生徒一人一人が端末を持つICT環境整備 ※Massive Open Online Course: 大規模公開オンライン清率

# 重点プログラムの推進

### ■ 破壊的イノベーションを目指した挑戦的研究

- (・最先端研究開発支援プログラム (FIRST<sup>※1</sup>) 【平成21~25年度】)
  世界トップ水準の成果の創出を目指した先端的研究開発 (世界トップレベルの研究者を活用)
  ※1 Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology
- 革新的研究開発支援プログラム(ImPACT<sup>※2</sup>) [平成25~30年度] 破壊的イノベーションを目指した挑戦的研究開発(目利き力のある研究者(PM)を活用) ※2 Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program
- ・ムーンショット型研究開発制度 我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発(ムーンショット)を 司令塔たる総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)の下、関係省庁が一体となって推進

### ■ 戦略的研究開発

- ・戦略的イノベーション創造プログラム(SIP<sup>※3</sup>)【第1期:平成26~30年度<sup>※4</sup>、第2期:平成29末~令和4年度】 総合科学技術・イノベーション会議が府省・分野の枠を超えて予算配分して、基礎研究から出口(実用化・事業化)までを見据えた取り組み ※3 Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
  - ※4 サイバーセキュリティは平成27~平成31年度
- ・官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM<sup>※5</sup>) [平成30年度~] 高い民間研究開発投資誘発効果が見込まれる領域に各府省庁の研究開発施策を誘導し、官民の研究開発投資の拡大、財政支出の効率化等を 目指す
  - %5 Public/Private R&D Investment Strategic Expansion PrograM

## 革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)終了時評価報告書(令和2年1月23日)

## 革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)終了時評価報告書概要



- ・ImPACTとは、<u>破壊的イノベーションを目指した挑戦的な研究開発制度</u>。
- ・目利き力のある研究者を P M に任命し、予算配分などの権限を付与。
- ・550億円の基金を造成、5年間(H26~H30年度)の事業を完遂。

### 【評価結果】

- ・16名のPMを採択、プログラムを推進。
- ・参加者の自己評価及び外部専門家の評価のいずれも、斬新で革新性のある研究開発が実現したと評価。
- ・ベンチャー起業(15件)など、事業終 了後も継続して発展。

<PM: Program Manager>

## 【今後の改善点】

- 研究者のみならず幅広い人々の意見を取り入れて、野心的な目標を設定。
- ・海外研究者の取込みと国際連携を強化。
- ・課題に対しポートフォリオを構築、ス モールスタートで成果に応じ資金配分す るステージゲート方式を採用。

⇒ ムーンショット型研究開発制度に反映

## 【主な研究成果】

### 自動車のEV化を先取りする 軽量・強靭化ポリマー素材

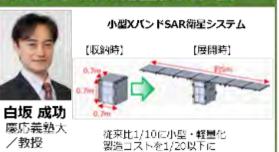


伊藤 耕三 東京大学 大学院/教授

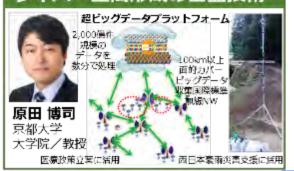
しなやかタフボリマー

・車体構造用樹脂の剛性を維持したまま 大幅に軽量化

## 商用利用可能な小型高性能の XバンドSAR衛星システム



## Society 5.0の実現に向けた サイバー空間形成の基盤技術



出典:内閣府報道発表(https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200123impact.html)