

特集 ノーベル賞受賞を生み出した背景

～これからも我が国からノーベル賞受賞者を輩出するために～

1	2015年ノーベル賞受賞、そしてその成功への鍵	1
(1)	2015年ノーベル賞を受賞した研究の概要	1
(2)	2015年ノーベル賞受賞につながった鍵	5
2	これまでの日本人ノーベル賞受賞者を振り返って	13
(1)	ノーベル賞とは	13
(2)	ノーベル賞受賞者の変遷	14
(3)	日本人ノーベル賞受賞者のこれまでの歩み	17

第1部 IoT／ビッグデータ（BD）／人工知能（AI）等が もたらす「超スマート社会」への挑戦 ～我が国が世界のフロントランナーであるために～

はじめに	36
白書を読み進めるに当たって	38

第1章 「超スマート社会」の到来

第1節 我が国の未来社会像	43
1 一品物と快適なサービスを手に入れる	45
2 エネルギーの地産地消で街作り	46
3 自分好みの農作物を注文栽培	47
4 暮らしながら健康管理	48
5 施設での日々の楽しみ	50
6 建築物の企画から維持管理まで	52
7 様々なシステムを防災・減災サービスに共用	53
第2節 超スマート社会の姿	57
1 超スマート社会の実現に向けて	57
(1) 未来社会における共通項	57
(2) 超スマート社会に向けたビジョンの共有	58
2 超スマート社会がもたらす経済・社会等の大きな変化	59
(1) 産業構造の変革	59
(2) 雇用環境の変革	64
3 超スマート社会に関連する諸外国の動向	68
(1) 諸外国の政策動向	68
(2) 欧米企業の動向	71
4 超スマート社会に向けた我が国の状況と課題	73
(1) 政府における検討の状況	73
(2) 我が国企業等の取組	74

(3) 超スマート社会をビジョンとして共有するために ～科学技術イノベーションと社会との関係深化～	78
第2章 超スマート社会の実現に向けた我が国の取組 (Society 5.0) の方向性	81
第1節 超スマート社会を支える研究開発及びシステム化の推進	81
1 超スマート社会に向けてコアとなる技術の歴史と現状	81
(1) コンピュータ技術の発展の歴史	81
(2) ネットワーク技術の発展の歴史	84
(3) ロボット技術の発展の歴史	87
(4) 人工知能技術の発展の歴史	88
2 我が国の強みと弱み	91
3 超スマート社会の実現に向けた取組	101
(1) システム化に向けた取組	101
(2) 「超スマート社会」における基盤技術の戦略的強化	103
第2節 超スマート社会における科学技術イノベーション創出手法の革新	111
1 超スマート社会とオープンイノベーション	111
(1) 超スマート社会の実現に向けた推進体制の強化	111
(2) 超スマート社会を構成する基盤技術の強化・社会実装の在り方等	114
2 超スマート社会実現に向けた制度整備等	115
(1) 超スマート社会の実現に向けて必要な制度整備等	115
(2) 超スマート社会の実現に向けて必要な規制改革等	121
3 科学研究におけるパラダイムシフト	126
(1) 情報通信技術の生み出した新たな研究手法	126
(2) オープンサイエンスに向けて	128
第3節 「超スマート社会」で活躍する人材の育成・確保	132
1 超スマート社会の実現に向けて必要な人材像	133
(1) 最新技術に精通した人工知能技術者	133
(2) データサイエンティスト	135
(3) サイバーセキュリティ人材	136
(4) 起業家マインドのある人材	139
2 超スマート社会を生き抜くために必要な資質・能力の涵養	142
(1) 超スマート社会に向けた教育改革の着実な実施	142
(2) 超スマート社会における学び直し環境の整備	147
(3) 超スマート社会を迎えるに当たって	149
むすび	151

第2部 科学技術の振興に関して講じた施策

第1章 科学技術政策の展開	155
第1節 科学技術基本計画	155
第2節 総合科学技術・イノベーション会議	158
1 平成27年度の総合科学技術・イノベーション会議における主な取組	159
2 科学技術関係予算の戦略的重点化	159
3 国家的に重要な研究開発の評価の実施	161
4 専門調査会等における主な審議事項	162
第3節 科学技術イノベーション総合戦略	164
第4節 科学技術イノベーション行政体制及び予算	167
1 科学技術イノベーション行政体制	167
2 科学技術関係予算	170
第2章 将来にわたる持続的な成長と社会の実現	172
第1節 震災からの復興、再生の実現	172
1 重要課題達成のための施策の推進	172
2 震災からの復興、再生に関わるシステム改革	179
第2節 グリーンイノベーションの推進	179
1 重要課題達成のための施策の推進	180
2 グリーンイノベーション推進のためのシステム改革	192
第3節 ライフイノベーションの推進	194
1 重要課題達成のための施策の推進	195
2 ライフイノベーション推進のためのシステム改革	199
第4節 科学技術イノベーションの推進に向けたシステム改革	202
1 科学技術イノベーションの戦略的な推進体制の強化	202
2 科学技術イノベーションに関する新たなシステムの構築	210
第3章 我が国が直面する重要課題への対応	218
第1節 重要課題達成のための施策の推進	218
1 安全かつ豊かで質の高い国民生活の実現	218
2 我が国の産業競争力の強化	225
3 地球規模の問題解決への貢献	226
4 国家存立の基盤の保持	230
5 科学技術の共通基盤の充実、強化	238
第2節 重要課題の達成に向けたシステム改革	243
1 課題達成型の研究開発推進のためのシステム改革	243
2 国主導で取り組むべき研究開発の推進体制の構築	243
第3節 世界と一体化した国際活動の戦略的展開	244

1	アジア共通の問題解決に向けた研究開発の推進	244
2	科学技術外交の新たな展開	245
第4章 基礎研究及び人材育成の強化		258
第1節	基礎研究の抜本的強化	258
1	独創的で多様な基礎研究の強化	258
2	世界トップレベルの基礎研究の強化	261
第2節	科学技術を担う人材の育成	262
1	多様な場で活躍できる人材の育成	263
2	独創的で優れた研究者の養成	265
3	次代を担う人材の育成	267
第3節	国際水準の研究環境及び基盤の形成	271
1	大学及び公的研究機関における研究開発環境の整備	271
2	知的基盤の整備	275
3	研究情報基盤の整備	277
第5章 社会とともに創り進める政策の展開		279
第1節	社会と科学技術イノベーションとの関係強化	279
1	国民の視点に基づく科学技術イノベーション政策の推進	279
2	科学技術コミュニケーション活動の推進	280
第2節	実行性のある科学技術イノベーション政策の推進	282
1	政策の企画立案及び推進機能の強化	282
2	研究資金制度における審査及び配分機能の強化	283
3	研究開発の実施体制の強化	286
4	科学技術イノベーション政策におけるP D C Aサイクルの確立	288
第3節	研究開発投資の拡充	288
附属資料		292
1	科学技術基本法（平成7年11月15日法律第130号）	293
2	科学技術基本計画（平成23年8月19日閣議決定）	297

図表目次

特集

図1	イベルメクチンの投与人数	3
図2	ニュートリノ混合とニュートリノ振動について	5
表1	国別のノーベル賞（自然科学系）受賞者数	15
表2	我が国のノーベル賞受賞者（自然科学系）	15
図3	ノーベル賞受賞につながる研究をした年齢	16
表3	ノーベル賞につながる研究をした年齢と受賞までの年数及び 平均受賞年齢	17
図4	日本人ノーベル賞受賞者（自然科学3賞）の経歴	18
表4	ノーベル賞受賞者が科学などへ関心を持ったきっかけ（例）	21
図5	修士課程修了者（自然科学系）の博士課程への進学者数及び 進学率の推移	22
表5	ノーベル賞受賞者が自然科学系へ進学、研究者を目指した理由	23
表6	ノーベル賞受賞者が任期なしのポストに就いた年齢等	25
表7	ノーベル賞を受賞するまでの研究活動の経緯	26
表8	ノーベル賞受賞者が留学したきっかけ・成果	27
図6	野依良治氏の研究の流れと研究費の措置状況	30
図7	山中伸弥氏の研究の流れと研究費の措置状況	31
図8	我が国のノーベル賞受賞者の歩みの分析（まとめ）	32

第1部

第1-1-1図	IoT（モノのインターネット）のイメージ	38
第1-1-2図	ビッグデータの特徴	40
第1-1-3図	人工知能のイメージ	41
第1-1-4図	世界のデジタルデータ量の増加予測	59
第1-1-5図	ハードウェアの進化	60
第1-1-6図	グローバルな産業構造の姿	61
第1-1-7図	人工知能、ビッグデータ、IoTがもたらす経済価値見通し	63
第1-1-8図	IoT/ICT関連技術の進展と政策案による 生産プロセスへの影響	64
第1-1-9図	我が国の人口動態と将来推計	65
第1-1-10図	人工知能やロボット等による代替可能性が高い労働人口の割合 （日本、英国、米国の比較）	65
第1-1-11図	人工知能等での代替が難しい傾向がある職業、人工知能等で 代替できる可能性が高い傾向にある職業	65
第1-1-12図	Industrie 4.0による雇用の増減（業種・産業別、2015年から 2025年の変化）	66
第1-1-13図	諸外国の政策動向のまとめ	71

第1-1-14図	第5期基本計画と米国・ドイツの取組との比較	73
第1-2-1図	通信サービス加入契約者数の推移	84
第1-2-2図	人工知能技術の歴史	90
第1-2-3図	ディープラーニングによる画像認識のイメージ	91
第1-2-4図	世界における産業用ロボットの稼働台数とシェア	92
第1-2-5図	世界のセンサ種類別日系企業のシェア（2014年、金額ベース）	92
第1-2-6図	電子マネー普及率と交通系電子マネーの広がり	93
第1-2-7図	主要国の分野ごとの論文シェアとTop10%補正論文シェアの比較	94
第1-2-8図	情報科学技術分野の人材分布の国際比較	95
第1-2-9図	ICT分野の構成比率の国・地域別比較	95
第1-2-10図	ビジネスインテリジェンスとビジネスアナリティクスの 米国特許保有件数シェア	96
第1-2-11図	データ分析技術の国籍別特許保有件数シェア	96
第1-2-12図	電気機器の貿易収支における主要部門別内訳	97
第1-2-13図	科学技術の水準と産業競争力	98
第1-2-14図	世界で進むIoT規格化の状況	99
第1-2-15図	IoT/ビッグデータの活用状況	99
第1-2-16図	情報システム投資の重要性	100
第1-2-17図	IoT/ビッグデータの取組で効果がある/期待される分野	100
第1-2-18図	我が国の強みと弱みのまとめ	101
第1-2-19図	未来投資に向けた官民対話（2015年11月5日）における方針	122
第1-2-20図	特区の種類及び全体像	123
第1-2-21図	千葉市でのドローン宅配の事業化	124
第1-2-22図	完全自動走行に向けた国家戦略特区プロジェクト	125
第1-2-23図	超スマート社会で活躍する人材像	132
第1-2-24図	各国のIT技術者数	133
第1-2-25図	人工知能関係の特許出願件数と論文件数の出願人 （論文発表研究者所属機関）の国籍別割合比較	133
第1-2-26図	人工知能関係の特許出願件数と論文件数の比較 （出願人（研究者所属機関）のタイプ別）	134
第1-2-27図	情報セキュリティに係る人材の不足状況	137
第1-2-28図	今後のセキュリティ人材不足解消に向けた取組意向 （社内向け業務）	137
第1-2-29図	世界のICT企業の上場数の推移（企業国籍別）	140
第1-2-30図	25歳以上の「学士」過程への入学者の割合（国際比較）	148
第2部		
第2-1-1図	第5期科学技術基本計画（平成28～32年度）の概要	157
第2-1-2表	総合科学技術・イノベーション会議議員名簿	158
第2-1-3図	総合科学技術・イノベーション会議の組織図	159
第2-1-4図	総合政策特別委員会最終とりまとめの概要	163

第2-1-5 図	科学技術イノベーション総合戦略2015の概要	166
第2-1-6 表	科学技術・学術審議会の主な報告等（平成27年度）	168
第2-1-7 図	日本学術会議の構成	169
第2-1-8 表	日本学術会議の主な提言等（平成27年度）	169
第2-1-9 表	科学技術関係予算の推移	171
第2-1-10 表	府省別科学技術関係予算	171
第2-2-1 図	日本海溝海底地震津波観測網のイメージ図	174
第2-2-2 図	総合モニタリング計画に沿った各省におけるモニタリングの 実施体制	176
第2-2-3 図	放射性物質等の分布マップ	176
第2-2-4 図	放射線量測定マップ	177
第2-2-5 表	震災からの復興、再生の実現のための主な施策（平成27年度）	179
第2-2-6 表	グリーンイノベーションの推進のための主な施策（平成27年度）	193
第2-2-7 図	子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）について	195
第2-2-8 表	ライフイノベーションの推進のための主な施策（平成27年度）	202
第2-2-9 図	大学等における共同研究等の実績	203
第2-2-10 表	産学官連携功労者表彰受賞者（つなげるイノベーション大賞）	205
第2-2-11 図	COIのビジョン	207
第2-2-12 図	COI採択拠点一覧	208
第2-2-13 図	先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム実施課題一覧	210
第2-2-14 図	地域イノベーション戦略推進地域 平成27年度選定地域一覧	213
第2-3-1 表	安全かつ豊かで質の高い国民生活の実現のための主な施策 （平成27年度）	224
第2-3-2 表	我が国の産業競争力の強化のための主な施策（平成27年度）	226
第2-3-3 表	地球規模の問題解決への貢献のための主な施策（平成27年度）	230
第2-3-4 図	「宇宙基本計画工程表」（概要）	231
第2-3-5 表	国家存立の基盤の保持のための主な施策（平成27年度）	237
第2-3-6 図	先端計測分析技術・機器開発の主な成果例	238
第2-3-7 図	「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」の実施機関	241
第2-3-8 表	科学の共通基盤の充実、強化のための主な施策（平成27年度）	243
第2-3-9 図	海外からの受入れ研究者数（短期／中・長期）の推移	246
第2-3-10 図	海外への派遣研究者数（短期／中・長期）の推移	247
第2-4-1 図	大規模学術フロンティア促進事業において実施する 大型プロジェクト	261
第2-4-2 図	世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）の概要	262
第2-4-3 表	技術士第二次試験の部門別合格者（平成27年度）	264
第2-4-4 図	各国における女性研究者の割合	266
第2-4-5 図	平成27年度国際科学技術コンテスト出場選手	268
第2-4-6 図	第5回科学の甲子園	270
第2-4-7 図	第3回科学の甲子園ジュニア	270
第2-4-8 図	老朽化した施設の整備事例	273

第2-4-9表	社外の先端研究施設・設備を活用したことによる効果 (クロス集計)	274
第2-4-10図	地質図Naviの追加レイヤの表示例	276
第2-4-11表	主な研究情報基盤関連施策(平成27年度)	278
第2-5-1表	競争的資金総括表	284
第2-5-2図	主要国等の政府負担研究費割合の推移	289
第2-5-3表	研究開発税制	290

コラム目次

特-1	科学技術を支える計測分析機器	9
特-2	大村氏へのインタビューを通して	10
特-3	梶田氏へのインタビューを通して	12
特-4	ノーベル経済学賞	14
特-5	113番元素の命名権獲得	33
1-1	「超スマート社会」とは	42
1-2	1964×2020(カラーテレビ×競技空間まるごと伝送技術)	57
1-3	ディープラーニングとは何か	90
1-4	地球環境ビッグデータを用いた先駆的システム： データ統合・解析システム(DIAS)	102
1-5	我が国が国際競争力を有する分野×ディープラーニングで 世界に挑む	105
1-6	人間の心を知る～認知科学とは～	109
1-7	株式会社Liquid(IoT Lab Selectionグランプリ)～指紋による 訪日観光客の個人認証(決済・本人確認)～	114
1-8	自動走行システム～「3次元位置情報基盤」による 新たな価値創造～	125
1-9	科学技術の発展をサポートする画像解析ソフトの開発	131
1-10	分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク (enPiT)	139
1-11	小学1年生からのプログラミング体験 (東京都多摩市愛和小学校)	144
1-12	サイバーセキュリティの秘密(情報処理推進機構)	145
1-13	アダプティブラーニング(適応学習)の実践例 ～立命館守山中学校・高等学校～	147
2-1	火災調査における火災シミュレーションの活用	224
2-2	「こうのとりのり」5号機の打ち上げと油井宇宙飛行士の活躍	236
2-3	新たな国立研究開発法人「量子科学技術研究開発機構」	240
2-4	グローバルリサーチカOUNシル(GRC)年次会合を東京で開催	257
2-5	長寿命かつ大容量のリチウム空気電池用の電極材料を開発	259

2-6	インフルエンザワクチンの大量製造を可能とする基盤技術を開発	260
2-7	受け継がれる「自主自立」の精神 - 梶田氏と埼玉県立川越高等学校	271
2-8	重力波から見える宇宙～ブラックホールの解明と その先にあるものは～	274

本白書に記載した地図は、我が国の領土を網羅的に記したものではない。