

## エグゼクティブサマリー

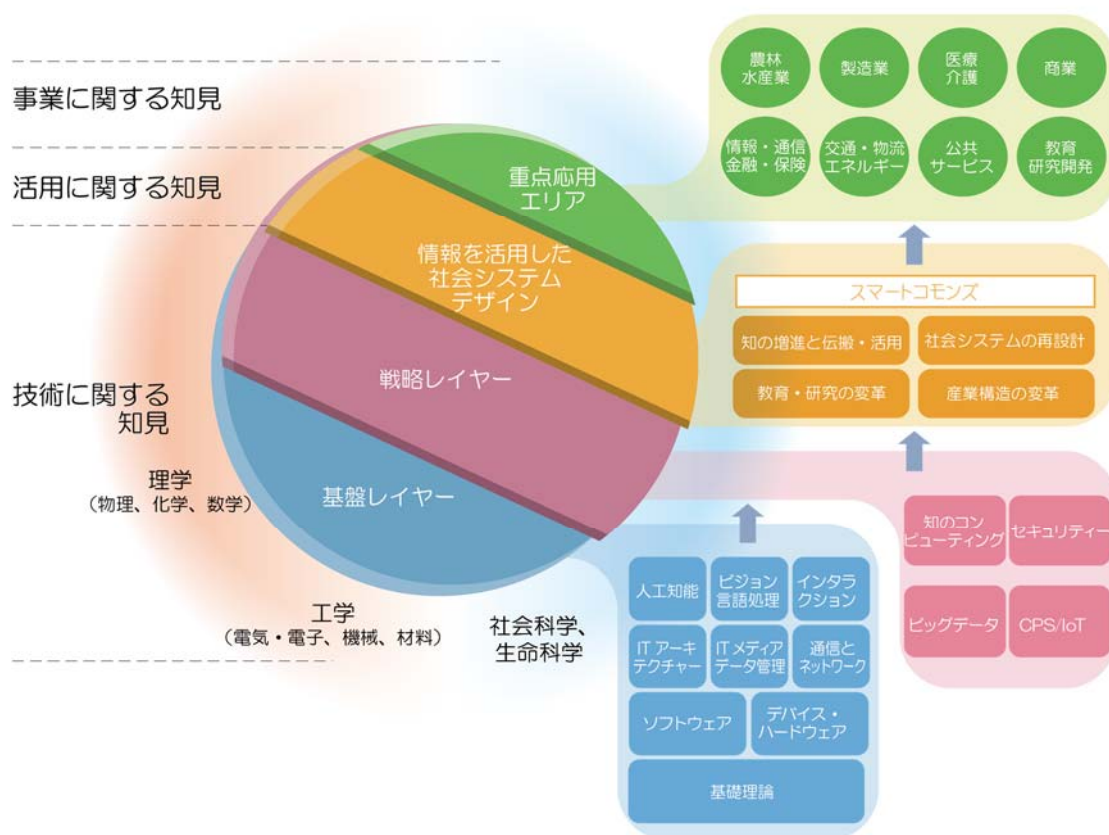
情報科学技術分野は、科学としてよって立つ基礎理論から、その実装としての電子部品・デバイスから情報通信機器や組込み機械、さらには情報システム・情報サービスまでの広範な産業を支える技術分野である。同時に、その汎用ツールの性質から第二次、第三次産業はいうに及ばず、従来は直接関係ないと思われていた第一次産業や社会インフラ、社会システムの実装にまで深くかかわっている。本書では情報科学技術分野の技術を、社会と IT (Information Technology) の観点から、特に、社会システムをデザインするという観点で戦略的に取り組むべき戦略レイヤーと、それを下支えする基盤レイヤーに整理し、それぞれのレイヤーで今後わが国として注目すべき研究開発領域を特定した。情報科学技術分野の範囲と構造を下図に示す。情報科学技術分野の知見は、要素技術としての技術に関する知見、それを社会システムデザインとして活用するための知見、および重点応用エリアとしての事業に関する知見に大別できる。

技術に関する知見は、学問的に体系化された研究開発領域からなる「基盤レイヤー」と個別の要素技術だけではとらえられない時代の変化に対応するための研究開発領域からなる「戦略レイヤー」の二つに分けた。

活用に関する知見は、当分野の将来展望において、情報科学技術が社会基盤として広く浸透し、その発展が社会に及ぼす影響が非常に大きいことから、情報通信技術そのものだけでなく、社会システムデザインという文脈での研究開発領域からなる「情報を活用した社会システムデザイン」とした。

事業に関する知見は、情報科学技術を重点的に応用すべき事業ドメインでの事業化に関する研究開発領域からなる「重点応用エリア」に整理した。

## 情報科学技術分野の俯瞰図



情報科学技術は、半導体、回路実装、通信、ソフトウェア等多方面の技術革新により、コスト・性能面で格段の進歩をとげてきた。今日、コンピュータや情報通信ネットワークとして広く社会に浸透し、その技術進歩はあらゆるものを劇的に進歩させ続けている。システムの形態は、メインフレームから、クライアントサーバ型システム、そしてクラウドコンピューティングへと、集中と分散を繰り返し発展してきた。また、SNS (Social Network Service) や Wikipedia では、従来、システムの利用者であったユーザーの役割がプロシューマー (生産消費者)へと大きく変化した。情報サービスは、クラウドコンピューティングの登場によって、計算機環境やアプリケーションを所有することから、インターネット上のものを使用する形態へと移っている。カーナビや携帯電話による位置情報サービスは、ユーザーの所有する端末や、その場所での状況を判断した新しいサービスを普及させた。

20世紀後半に生まれた情報ネットワーク社会 (サイバー社会) は、21世紀に入り、実世界と有機的に連携、統合化する動きが出てきた。米国では、サイバーフィジカルシステムのプロジェクトが進められ、すべてのモノがインターネットに接続される IoT (Internet of Things) という言葉も生まれた。これらによりもたらされる大量のデジタルデータはビッグデータという新たな潮流を生み出しビジネスや社会に大きな影響を与え始めた。一方で、人間の知的活動に関する研究の成果は、将棋やクイズ番組でトップクラスの人間を打ち負かすレベルにまで向上してきた。そして、その研究のフロンティアが、

脳そのものや知の獲得・発見・伝播の仕組みや集合知の構造などの解明に向かっている。これらの研究が、人類知の質的向上を促し、革新的な進歩を遂げる科学的成果を有効に速く社会に還元することにより、社会的インパクトを適正にもたらしことが期待される。このように、電子情報通信分野の技術開発や研究の対象は、半導体、ソフトウェア、通信ネットワークから人間の行動様式やビジネス活動、社会活動そのもののデザインにまで広がりつつある。

以下に、当該分野における俯瞰調査による日本、米国、欧州、中国、韓国の主な特長について記す。

### <日本>

2014年6月に改定された世界最先端IT国家創造宣言において、ブロードバンドなどのインフラ整備において世界最高水準となったものの、利用者ニーズを十分把握せず、組織を超えた業務改革（BPR）を行わなかったことで、ITの利便性や効率性が発揮できていないという反省を踏まえて、2020年までに世界最高水準のIT利活用社会の実現とその成果を国際展開すること、震災からの復興の加速化にも資することを目標に掲げている。そして、革新的な新産業・新サービスの創出及び全産業の成長を促進する社会、健康で安心して快適に生活できる世界一安全で災害に強い社会、公共サービスがワンストップで誰でもいつでも受けられる社会を目指すべき社会の姿として、成功モデルを実証するプロジェクトの推進や取り組みの進捗状況を定量的に評価するためのKPI設定など見える化を重視して取り組むことを掲げている。

### <米国>

インターネットハイパージャイアントや伝統的IT企業が市場と技術開発を世界的にリードしている。政府としても米国イノベーション戦略において、次世代の教育と労働力創出、科学研究のリーダーシップ強化、先進的な社会インフラ構築、先端情報技術のエコシステム構築をイノベーションの基盤と位置づけて積極的に投資を行っている。エコシステムを構築すべき先端情報技術として、高速インターネットへのアクセス拡大、電力グリッドの近代化、高付加価値利用のための無線スペクトルの可用性拡大、セキュアなサイバー空間を挙げている。このような政策のもとで情報科学技術を活用した社会的課題に解決に加えて、基礎研究や人材育成についても国立科学財団（NSF）を中心に継続的に投資を行っている。

### <欧州>

中長期の成長戦略 Europe 2020 の重要なイニシアチブの一つが情報通信戦略の欧州デジタルアジェンダである。このアジェンダでは高速インターネットと相互運用可能なアプリケーションに支えられた欧州域内のデジタル単一市場により持続可能な経済的・社会的便益を提供することを目的に掲げている。このような戦略を背景としてFP7の後継となる研究開発・イノベーション枠組みプログラム Horizon 2020 において、産官学連携での情報科学技術の発展、社会的課題へ対応するための情報科学技術の活用の2つの側面から研究開発への投資を行っている。また、欧州各国においても英国におけるオ

ープンデータ活用、ドイツにおける生産拠点としても競争力確保に向けた情報科学技術の活用（Industrie 4.0）など特色を持った取り組みがなされている。

### <中国>

中国国内のインターネット上のコンテンツは国内固有のものとなっている場合が多く、グローバルな接続はファイヤーウォールで規制されているものの、百度、アリババ、テンセンなどのインターネット巨大企業が誕生している。2006年～2020年の科学技術政策の方針を示す国家中長期科学技術発展計画概要では、2020年までに世界トップレベルの科学技術力を持つイノベーション型国家とすることを目標に掲げ、情報産業及び近代的なサービス業を重要分野の一つに特定し、優先的に研究開発に取り組むべきテーマとして、近代的なサービス業の情報支援技術及び大型応用ソフト、次世代のネットワークコア技術及びサービス、高効率で信頼性の高いコンピューター、センサー及びインテリジェント情報処理、デジタルメディア・プラットフォーム、高解像度の大型スクリーン薄型ディスプレイ、重要システム向けの情報安全を挙げている。また、2006-2020 国家情報化発展戦略において 2020 年までの戦略目標として、総合情報インフラの基本的普及を目指すこと、情報技術の独自開発能力を大きく向上させること、情報産業の構造を全体的に改善すること、情報セキュリティ保護のレベルを大幅に向上させること、国民の経済や社会の情報化で顕著な成果を目指すこと、新しい形の工業発展モデルの基本的確立を目指すこと、情報化の推進に向けた国の制度・環境・政策の基本的整備を目指すこと、国民の情報技術の応用能力を大きく引き上げること、情報社会への移行の基礎づくりをすることが掲げられている。こうした産業的・政策的な背景と海外で経験を積んだ研究者の帰国・招聘により、研究開発の国際化と研究水準の向上が図られている。

### <韓国>

サムスンを中心とする幾つかのグローバル企業が韓国の経済を牽引している。政府の取り組みとして、国民の創造的なアイデアが科学技術・ICTと結びつき、創業、新産業、新市場開拓につながり、質の高い雇用を生み出す「創造経済システム」の醸成に向けて「創造経済実現計画」を策定している。この計画において、起業しやすい環境づくり、ベンチャー・中小企業支援、成長動力の創出、グローバル創意人材養成、科学技術とICTのイノベーション革新力強化、創造経済文化の醸成の6つの戦略が掲げられている。また、「創造経済ビタミンプロジェクト」において、科学・ICTと既存産業を融合させ、対象産業の高度化と問題解決を支援することが掲げられており、既存産業においても情報科学技術との融合（Convergence）による競争力の強化を目指している。科学技術・イノベーション戦略の主軸となる第3次科学技術基本計画において、国家戦略技術として、IT融合新産業の創出、未来成長動力の拡充、クリーンで便利な生活環境の構築、健康長寿時代の実現、安全安心な社会の構築を掲げ、これらに貢献する重点国家戦略技術として、知識情報セキュリティ技術、知識基盤ビッグデータ活用技術、次世代有無線ネットワーク技術（5Gなど）、融合サービスプラットフォーム技術、知能型インタラクティブ技術、スマートグリッド技術、健康管理サービス技術、自然災害モニタリング・予測・対応技術などが挙げている。

## Executive Summary

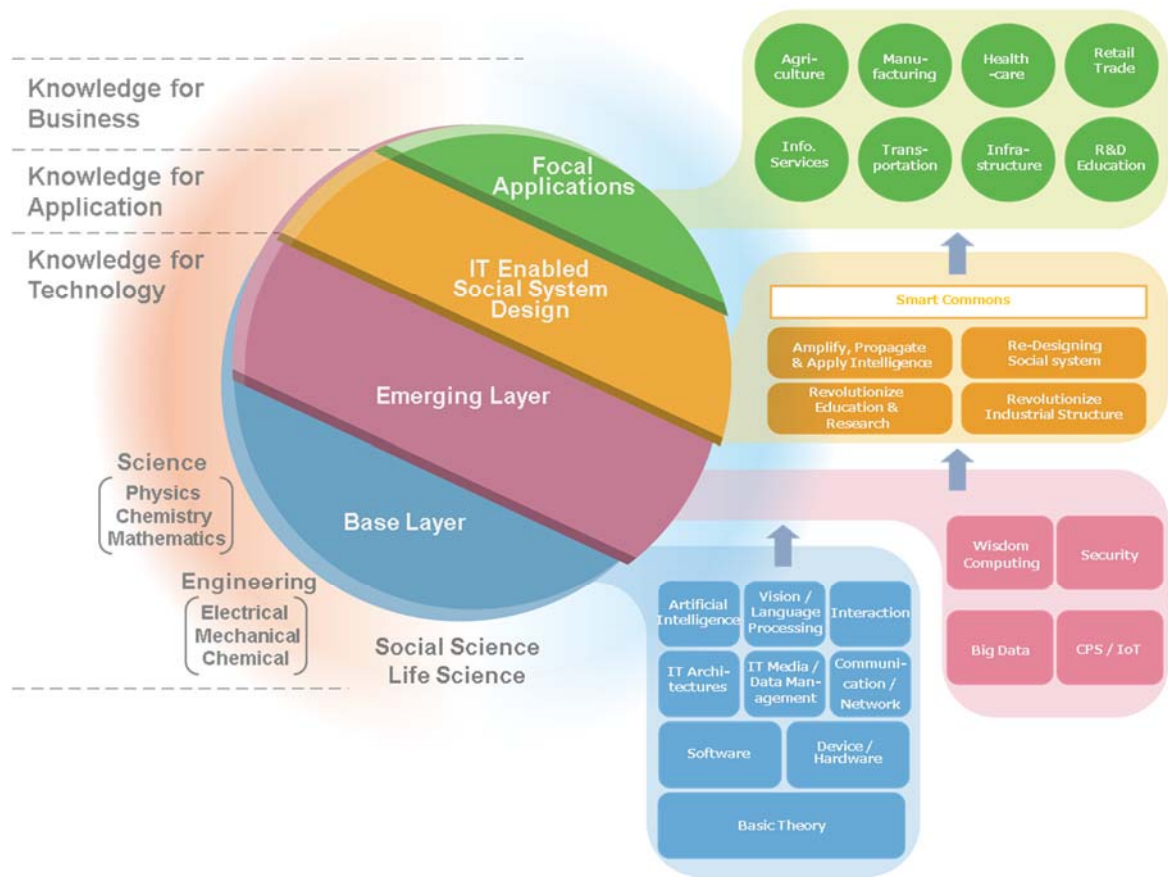
Information Science and Technology (IST) spans from basic theories as scientific bases to their implementations which supports extensive industry areas of electronics, telecommunications, embedded devices, and information systems & services. Not to mention the secondary and tertiary industry, as generic tools, IST is now deeply involved in the systems implementations for the primary industry and society, which are not considered to be directly related to IST so far. This report describes the research areas of IST in two aspects or layers: the emerging layer which consists of strategically important areas in terms of the IST's relationship with society system design, and the base layer which supports the emerging layer as the computer science foundation.

The perspective view of IST and its focal research areas are shown in a figure below. IST body of knowledge is organized of knowledge for element technology, knowledge for application to social system design and knowledge for focal business applications.

Knowledge for element technology is organized of two layers; one is base layer which is consisted of academically organized disciplines, another is emerging layer which is consisted of R&D areas to adapt changing circumstances.

Knowledge for application is organized of R&D areas which include not only IST itself but also some aspects of social system design, because of growing importance of IST as social infrastructure. We defined this knowledge as "IT enabled social system design."

Knowledge for business is organized of R&D areas on implementations in industry domains IST should be intensively applied. We defined this knowledge as "Focal application area."



Owing to the various technological innovations from the semiconductor, circuit mounting, communication, software, to the systems integration, IST accomplished remarkable progress in respect of cost, performance and benefit. Today computers and networks have widely permeated human society. Technical progress is continuously supporting all things' dramatic progress. Systems architecture has been swinging between concentration and distribution, from a mainframe centric system to a client-server distributed system, and now cloud (centric) computing. Social Networking Services or Wikipedia have changed the user role from a consumer to a prosumer who both produces and consumes information. By the emergence of cloud computing the ownership policy of information system is shifting to utilizing computing power and applications on the internet, from possessing them. Location-based services using car navigations or mobile phones spread new types of location and context aware services.

The information and network society, so called "Cyber Society", born in the late 20th century is moving toward the real world in the 21st century; the US initiated "Cyber physical systems" projects, the word "IoT" (Internet of Things) in which all the things are connected to the Internet was also came out. Deluging large scale digital data brought about a new trend called "Big Data", which began to have a big influence on business and society. On the other hand, the research on human intellectual activity has been improved to the level which beats a top-class humans in Shogi, the Japanese chess, or in the quiz show "Jeopardy!". The frontier of the research is going to the elucidation of the brain itself, the mechanism of acquisition, discovery, propagation of intelligence, and the structure of collective intelligence. The achievement of these researches is expected to lead us to the world where human intellectual quality is more improved and the innovative scientific results returns social impact quickly and properly. The research and development area of IST is spreading not only on the traditional disciplines of electronics, software, and network but also to the new areas of human behavior, business activity design and overall social activity.

Major characteristics of Japan, USA, Europe, China and Korea in the IST field are as follows:

#### <Japan>

The Declaration to be the World's Most Advanced IT Nation updated June 2014 noticed that Japan has achieved the world's highest levels in on broadband infrastructure development, but could not allow for IT to exhibit its full benefits and efficiency without an adequate understanding of user needs and adequate undertaking business process reforms that go beyond organizational boundaries. Based on this reflection, the declaration aims that Japan strives to become an IT society at the

world's highest levels in terms of IT use and a developed problem-solving country that can distribute solutions to various problems around the world by 2020. And it also will accelerate the recovery from the earthquake disaster. The declaration adopts carrying out projects to verify successful models and or visualization like KPIs as indices for quantitative measurement of target achievement.

#### <USA>

Internet hyper giants and traditional IT powers are leading the world in R&D and market share. According to "Strategy for American Innovation", federal government is investing in education of next generation, creation of workforce, enhancement of nation's leadership in science and technology, advanced social infrastructure, and construction of advanced information technology ecosystem, which have great importance as foundations for innovation. Expanding access to broadband, modernizing the electric grid, securing cyberspace, and expanding availability of wireless spectrum are those advanced information technologies of which ecosystem should be constructed. Under these measures, federal government is investing in not only R&D on IT enabled solution of social issues, but basic research and capacity building continuously mostly through the National Science Foundation.

#### <Europe>

One of important flagship measure in European Union's midterm strategy for growth Europe 2020 is "Digital Agenda for Europe". The agenda aims to deliver sustainable economic and social benefits from digital single market based on fast and ultra-fast internet and interoperable applications. Under R&D and Innovation framework program Horizon 2020 following FP7, European Union invests in information science and technology R&D from two perspectives, one is advancing information science and technology by industrial - academic - government cooperation and another is IT enabled solution of social issues. Individual countries in Europe are taking original measures such as promotion of open data utilization in UK and application of information science and technology to maintain competitiveness as a manufacturing in Germany (Industrie 4.0).

#### <China>

Although domestic internet contents are not allowed to be accessed from abroad and internet accesses are restricted by great firewall, internet giants such as Baidu, Alibaba and Tencent are founded in China. The guidelines on national medium- and long-term program for science and technology development, which indicate the directions of the nation's science and technology policy from 2006 to 2020, picked up



information industry and advanced service industry as one of important industry areas to achieve world's top level innovative country by 2020. The guideline noticed high priority R&D themes, which include information technology supporting for advanced service industry, large scale application software, next generation network core technologies and services, highly efficient and dependable computer, sensors and intelligent information processing, digital media platform, high resolution large area thin panel display, and information safety for important systems. And the national information development strategy 2006-2020 noticed strategic targets by 2020, which include spreading comprehensive information infrastructures, improving information technology self-development ability, holistic reform of information industry, upgrading information security protection, taking obvious outcome in economy and society by applying IT, establishing new type of industrial development model, preparing national institutions, environment and policies for advancing IT application, improving people's information technology skill, establishing foundations for information society. As outcomes of those measures and invitation or return of researchers abroad, international cooperation and level-up in R&D are being enhanced in China.

#### <Korea>

Some global companies such as Samsung are towing Korean economy. As a national initiative, "Creative Economy Action Plan" was confirmed in order to foster "Creative Economy Ecosystem", in which high quality jobs are created through new industry and markets creation by converging people's creative ideas, science, technology and ICT. In the action plan, environment that promotes the creation of startups, support of ventures and small and medium-sized enterprises (SMEs), creation of growth engines to pioneer new markets and new industries, fostering global creative talent, strong innovation capacity of science, technology and ICT, and promotion of a creative economic culture are pursued. And "Creative Economy Vitamin Project" is pursuing to advance existing industry and support solution of issues with it by converging science, technology, ICT and the industry. And the Third Science and Technology Basic Plan noticed five national strategic area of technologies (IT convergence new industry, future growth engine, clean and comfortable environment, healthy long-living era, and security of society) and 30 major national strategic technologies, which include information security, big data application, next generation wired and wireless network, converging service platform, intelligent interaction, smart grid, health management, natural disaster monitoring, prediction and response technologies.