

学則の変更の趣旨等を記載した書類

目次

1. 学則変更（収容定員変更）の内容	1
2. 学則変更（収容定員変更）の必要性	1
3. 学則変更（収容定員変更）に伴う教育課程等の変更内容	3
3-1. 教育課程の変更内容	3
3-1-1. データサイエンス学科の教育課程の変更内容	
3-1-2. 電子情報工学科の教育課程の変更内容	
3-1-3. 機械システム工学科の教育課程の変更内容	
3-1-4. ソフトウェア工学科の教育課程の変更内容	
3-2. 教育方法及び履修指導方法の変更内容	9
3-2-1. データサイエンス学科の教育方法及び履修指導方法の変更内容	
3-2-2. 電子情報工学科の教育方法及び履修指導方法の変更内容	
3-2-3. 機械システム工学科の教育方法及び履修指導方法の変更内容	
3-2-4. ソフトウェア工学科の教育方法及び履修指導方法の変更内容	
3-3. 教員組織の変更内容	19
3-4. 大学全体の施設・設備の変更内容	20
3-4-1. 校地、運動場の変更内容	
3-4-2. 校舎等施設の整備計画	
3-4-3. 図書等の資料及び図書館の変更内容	

学則の変更の趣旨等を記載した書類

1. 学則変更（収容定員変更）の内容

2021年4月から、以下の通り収容定員を変更し、南山大学学則第20条の記載を改める。

<変更内容>

- (1) 理工学部データサイエンス学科を収容定員 280 人（入学定員 70 人）として設置する。
- (2) 理工学部電子情報工学科を収容定員 260 人（入学定員 65 人）として設置する。
- (3) 理工学部機械システム工学科を収容定員 260 人（入学定員 65 人）として設置する。
- (4) 理工学部システム数理学科（収容定員 300 人 [入学定員 75 人]）の学生募集を停止する。
- (5) 理工学部機械電子制御工学科（収容定員 320 人 [入学定員 80 人]）の学生募集を停止する。
- (6) 理工学部ソフトウェア工学科の収容定員を 280 人（入学定員 70 人）に変更（収容定員 40 人 [入学定員 10 人] の減員）する。

以上の変更内容を次表にまとめる。

変更後（2021年度）				変更前（2020年度）			
学部・ 学科名	入学 定員	編入学 定員	収容 定員	←	入学 定員	編入学 定員	収容 定員
理工学部	270	—	1,080	←	235	—	940
システム数理学科	—	—	—	←	75	—	300
ソフトウェア工学科	70	—	280	←	80	—	320
機械電子制御工学科	—	—	—	←	80	—	320
データサイエンス学科	70	—	280	←	—	—	—
電子情報工学科	65	—	260	←	—	—	—
機械システム工学科	65	—	260	←	—	—	—

2. 学則変更（収容定員変更）の必要性

■理工学部の沿革

南山大学がある中部地区における主要産業は工業であり、歴史的に技術者の需要が高い。文科系の総合大学であった南山大学は、この需要に応えるために、2000年4月に、情報技術者と情報アナリストを養成する数理情報学部を設置した。その後、2009年4月の情報理工学部への改組、2014年4月の理工学部への改組を通じ、一貫して情報化社会の発展に寄与できる人材の育成を目的に教育研究を行ってきた。数理情報学部が2004年に初めての卒業生を送り出して以降、現在の理工学部に至るまで、<資料1>に示す通り、100%に近い就職率を達成していることは、本学の理工系教育が産業界の需要に継続的に応えてきたこと

を示している。

■改組の必要性

理工学部は技術者に対する時代の要請に応えることを使命とし、その変遷に合わせて組織を改変してきたが、ここにさらなる改組の旨を示す理由は、工業製品開発が、世界規模で、さらに変容を遂げていることにある。現在工業製品開発は、比類のない速さで進む技術革新の中にある。多様な技術を統合し開発が行われるようになった結果、工業製品は単に利便性を求めて使われる存在としてだけでなく、人を能動的に支援することを求められる存在となってきた。

人を能動的に支援するための知的技術には、機械学習などの人工知能技術を含み、データ分析とそれに基づく最適解の提案などを可能とする様々な数理技術が応用されている。加えて、これらの技術は工業製品としての実装を念頭におかなければならないものなので、製品に使用される機械部品の物理制御技術や、電子デバイスをネットワーク接続により連携させる電子通信技術、さらに組み込みソフトウェアに代表されるソフトウェア技術が必須となる。IoTの実用化に伴い、スマートデバイスとクラウドの積極的な連携が可能となるにつれて、これらの技術を統合し応用する領域は枚挙にいとまがないものとなってきた。

以上、現代の知的工業製品の構成を考えると、その開発において、

- A) ソフトウェア技術や
- B) 数理技術の開発工程支援技術、ならびに、
- C) 電子通信技術や
- D) 機械制御技術の特定製品開発技術

は、不可欠な要素技術と位置付けられる。これらの技術は、政府による「第5期科学技術基本計画」<資料2>で謳われた超スマート社会(Society 5.0)においても、それを実現するために必要な基盤技術として挙げられている。また、「未来投資戦略2018—『Society 5.0』『データ駆動型社会』への変革—」<資料3>や、中央教育審議会による「2040年に向けた高等教育のグランドデザイン(答申)」<資料4>、経済産業省による「第4次産業革命への対応の方向性(領域横断型の検討課題:人材・教育)」<資料5>においても、これらの技術を具備した人材を育成することが求められている。

理工学部ではこれまで、上記のうち、開発工程支援技術にあたるA)をソフトウェア工学科において、B)をシステム数理学科においてそれぞれ教育してきた。このうちB)については、知的工業製品の要素技術としての人工知能技術やビッグデータ解析技術を備えたデータサイエンス人材についての期待とともに、理学と数理技術を背景にこれらの技術を体系的に教える教育課程に対する必要性が高まっていると言える。

一方、特定製品開発技術にあたるC)、D)については、これまで機械電子制御工学科において教育してきた。しかしながら、上述の通り、知的工業製品に対する社会的要求が増大し、電子通信技術及び機械制御技術がともにその応用先を拡大している現状から、それぞれの技術に特化した教育課程の必要性が高まっていると言える。

■改組の概要

以上の状況の下、理工学部システム数理学科、ソフトウェア工学科、機械電子制御工学科という3学科構成を改組再編する。学科構成は、上記A)を教授するソフトウェア工学科、B)を教授するデータサイエンス学科、C)を教授する電子情報工学科、D)を教授する機械システム工学科に変更するとともに収容定員を変更する。すなわち、システム数理学科（収容定員300人[入学定員75人]）と機械電子制御工学科（収容定員320人[入学定員80人]）の募集を停止し、データサイエンス学科（収容定員280人[入学定員70人]）、電子情報工学科（収容定員260人[入学定員65人]）、機械システム工学科（収容定員260人[入学定員65人]）の3学科を新たに設置する。既設のソフトウェア工学科では、収容定員を280人（入学定員70人）（収容定員40人[入学定員10人]の減員）に変更するとともに、新設学科との連携のために教育課程の見直しを図る。結果として、理工学部合計の収容定員を1,080人（合計入学定員270人）（合計収容定員140人[合計入学定員35人]の増員）とする。この変更により、4学科が協調的に連携した教育環境を構築し、超スマート社会の実現に必要な基盤技術を具備した人材の養成に対する社会的要請に応える。

3. 学則変更（収容定員変更）に伴う教育課程等の変更内容

3-1. 教育課程の変更内容

■新しい学科構成の下での教育の特色

理工学部では新しい学科構成の下で上記A)ソフトウェア技術、B)数理技術、C)電子通信技術、D)機械制御技術の4技術を相乗的に組み合わせることで、より高い付加価値・機能を持った知的工業製品を開発できる能力を持った人材を養成する。この人材は、専門の要素技術を備えるだけでなく、それら要素技術を統合するためのメタな能力を持たねばならない。すなわち、幅広い教養の上に、次の5つの能力、

- ① 専門領域の技術者に求められる行動規範を理解し実践する能力
 - ② 多様な技術背景を持つ人々と円滑に対話できる技術コミュニケーション能力
 - ③ 変容する要素技術を柔軟に修得し、実問題に適用する能力（技術適用能力）
 - ④ 機能等の実現に必要な複数の要素技術を統合する能力（技術統合能力）
 - ⑤ 多様な技術を創造的に組み合わせ新たな価値を持つ技術とする能力（技術創造能力）
- を持たなければならない。

4学科に改組し有機的に組織することで、これら5つの能力を涵養するためのカリキュラムを提供する。

■涵養する能力と教育課程の概要

理工学部ではこれまで、その基礎として理学的素養の涵養を重視してきた。これは、科学・工学技術を理学の応用と捉え、その原理を理解することで、専門要素技術の本質を理解することとなり、技術の変容に柔軟に対処できる基礎としての技術適用能力を涵養するためであった。このような理学的素養を重視した教育は、技術の高度化や技術適用能力の必要性に

照らして、改組後の理工学部でも教育方針の幹とすべきであり、それを継続する。この観点から、理工学部の教育課程を次のように編成する。すなわち、

1. 専門領域の技術者に求められる行動規範を理解し実践する能力と技術コミュニケーション能力の基礎となる教養や語学力については、引き続き主に大学の共通教育の枠組みの中で涵養する
2. 各学科の専門領域における技術適用能力の基盤となる理学的素養については、主に理工学部に共通する教育の枠組みの中で涵養する
3. 専門領域における技術適用能力、技術統合能力、技術創造能力については、主に各学科においてその専門性に特化した教育課程を設けて涵養する

という方針で教育課程を編成する。

（共通教育科目による基礎的教養及び倫理、技術コミュニケーション能力の涵養）

1については、既存の共通教育科目の枠組みを変更することなく、改組及び収容定員変更後においても同等の教育が可能である。すなわち、宗教科目、体育科目、「人間の尊厳」科目、基盤科目、学際科目等を通じて幅広い教養を、情報倫理科目により技術者に求められる行動規範を、外国語科目により語学力を、それぞれ涵養することができる。

（学部共通科目による理学的素養の涵養）

2については、上述の通り、理学的素養を重視する従来方針に基づく学部共通科目の編成により、改組及び収容定員変更後においても同等の教育内容を担保する。

（学科科目による技術適用能力の涵養）

3のうち、技術適用能力については、各学科の専門領域における学科科目によって涵養する。各学科において、その専門領域における基礎的かつ共通の内容を修得させる科目を必修科目に、応用、発展的な内容の科目を選択科目として配置する。これにより、各学科において養成する人材が具備すべき技術適用能力を涵養する。

（副専攻科目による技術統合能力の涵養）

3のうち、技術統合能力を養うためには、理学的素養の上に、専門技術を学ぶだけでなく、俯瞰的に他分野技術を学際的に学ぶことが重要である。「大学・大学院におけるデザイン思考 (Design Thinking) 教育」<資料 6>でも「多様性」、「チームワーク」と並び、複数の専門領域をまたがって活動できる人材の育成の必要性が強調されている。理工学部ではこれまでも、3学科間で相互補完する科目を設けることで、技術統合能力を涵養してきた。このような学科間の連携を改組後には発展させ、副専攻制を導入する。

副専攻制においては、所属学科の主専門領域に加え、ほかの1学科の副専門領域における要素技術を教える副専攻科目の履修を義務付ける。これにより専門とする技術がいかにか他の技術と関わるかを学ぶことを可能とし、技術統合能力のさらなる涵養を目指す。副専攻の3年次に配置する PBL 実践演習では、それぞれの副専門領域における製品開発や問題解決を課題としたプロジェクトを実施し、実施内容に関する成果報告書の作成を義務付ける。成果報告書の作成を通じて、科学技術論文の作成に必要な論理的思考及び表現のための基礎力

を養うとともに、関連研究の調査方法等に関する指導を行う。

（副専攻科目及び卒業研究科目による技術創造能力の涵養）

3のうち技術創造能力について、理工学部ではこれまで、主に卒業研究指導を通して涵養してきた。上述のように、昨今の工業製品の開発には、学際領域において技術創造能力を十分に発揮する必要がある。改組後の理工学部では、副専攻で養う技術統合能力の上に技術創造能力のさらなる涵養を目指す。すべての学生は副専攻科目のPBL実践演習を通じ、卒業研究の遂行に必要な基礎的な論理的思考能力及び表現能力の指導を受ける。その上で主専攻の学科において卒業研究指導を受けることで、主専攻と副専攻の要素技術を組み合わせ、学際領域の問題を解決するための手法を定義する能力を養う。すなわち、より広範囲にわたる問題に対する技術創造能力を涵養する。

（グローバル化への対応）

一方、グローバル化の時代において、国内に留まり工業製品を開発する技術者ではなく、国際的な視野を持った人材が求められている。理工学部では、留学を推奨すると共に、国際共通語である英語の積極的な使用を推進する。

■涵養する能力と教育課程の特色（まとめ）

以上、まとめると、理工学部では、文部科学省「平成14年度 科学技術の振興に関する年次報告」＜資料7＞や、日本学術会議総合工学委員会工学基盤における知の統合分科会による報告『「知の統合」の人材育成と推進」＜資料8＞、内閣府による「科学技術イノベーション総合戦略2017」＜資料9＞、総務省による「平成30年版 情報通信白書」＜資料10＞をはじめ、様々な報告書等において言及され、現在新学部を設置等において力点が置かれている、

- II型人材の育成、
- ICT、IoT技術の教育、及び
- グローバル化への対応

を実践する。II型人材の育成は上記の3つの能力（技術適用能力、技術統合能力、技術創造能力）の育成と同義である。ICTと数理技術、すなわち、ソフトウェア工学とデータサイエンスを基盤として技術適用能力を涵養し、IoT技術の二本の柱である電子情報工学と機械システム工学にかかる問題を具体的な教育題材にすることも通じて技術統合能力と技術創造能力を培う。さらに、技術教育において英語を積極的に使用するとともに海外留学を推奨することでグローバルなII型人材を育成する。

上述した教育課程の編成方針（1, 2, 3）に従い、既存の教育課程の枠組みを基礎とした副専攻制を導入することにより、改組及び収容定員変更後においても同等以上の教育内容を担保することができる。

理工学部において育成する人材、涵養する能力、主専攻・副専攻の対応関係をまとめた図を＜資料11＞に示す。

3-1-1. データサイエンス学科の教育課程の変更内容

■育成する人材像

データサイエンス学科では、幅広い教養を学び、理学（特に数学と情報科学）の基礎の上に、主専門領域である種々の数理技術からなるデータサイエンスを修め、

- 経営・環境・交通等に関するビッグデータ等の実データの分析や、
- コンピュータによる数理モデルの構築である機械学習なども活用して、

多様な組織体において問題の発見から解決までの過程を支援できる人材を育成する。副専門領域を中心に、データサイエンスが適用される多様な分野の特徴を理解した上でデータサイエンスの応用に携わることのできる人材を育成する。

データサイエンスは多様な数理技術から構成される開発工程支援型工学としても位置付けられる。実社会の問題に対して、データを分析し、その結果に基づいて数理モデルを構築し、最適化技術等を用いて問題を解決する能力はこれまでも様々な産業分野で必要とされてきた。それに応えるため、これまでシステム数理学科では統計学やオペレーションズ・リサーチの知識・技術を涵養するカリキュラムにより学部教育を行ってきた。昨今では、コンピュータのダウンサイジングや分散環境の充実により、データの流通量が飛躍的に増加した（資料 12）。また、ビッグデータ解析技術や人工知能技術が実用化され、データに新たな価値を創造する技術、また、知的工業製品の知を実現する技術として期待されている。

■教育課程の特色

（技術適用能力の涵養）

このような数理技術に対する社会の要求の変化を踏まえ、データサイエンス学科では、システム数理学科が実践してきた教育・研究を継続・発展させる。数理技術の基礎である数学の方法論とともに統計学やオペレーションズ・リサーチといった応用数学の数理技術やその実践方法を修得させる。加えて、ビッグデータ解析技術や、機械学習に代表される人工知能技術を修得させることで、知的工業製品の開発に資する技術適用能力を持った人材を育成する。

（技術統合能力及び技術創造能力の涵養）

II型人材の育成に関しては、データサイエンスの技術適用能力を基礎に、副専攻として、以下に説明するソフトウェア工学、電子情報工学、機械システム工学のうち、いずれかの専門領域における基礎的な知識・技術とその実践方法を併せて教育する。これにより、副専門領域における問題に対して数理技術を活用する技術統合能力を涵養する。

副専門領域の技術統合能力に加え、特定の教員の指導の下に卒業研究を行うことで、データサイエンスと副専門領域の学際領域の問題を解決するための手法を定義する技術創造能力を涵養する。

<資料 13>教育課程等の概要（理工学部データサイエンス学科）

3-1-2. 電子情報工学科の教育課程の変更内容

■育成する人材像

電子情報工学科では、幅広い教養を学び、理学（数学、物理学、情報科学）の基礎の上に、主専門領域である電子通信機器や情報ネットワークの設計、管理、運用のための技術と方法論を修め、安全で利便性の高い電子通信機器や情報ネットワークの開発を実践することのできる人材を育成する。加えて、副専門領域を中心に、電子デバイスや情報ネットワークが利用される多様な分野の特徴を理解した上で電子通信機器や情報ネットワークの開発に携わることのできる人材を育成する。

中部地方の主要産業である、自動車、自動車部品、工作機械などの機械製造業にあっても、電子部品同士がネットワークを介して通信する製品の開発が主流となってきている。そのために様々な電子デバイスを利用し通信ネットワークシステムを構築できるだけでなく、サイバーセキュリティの確保やシステムの安定性が重要視される中で、それらを安全・安定に運用管理するための知識・技術を身に付けた人材が、多様な製造業の分野において必要とされている（資料 14）。

■教育課程の特色

（技術適用能力の涵養）

電子情報工学科では、電子通信デバイス設計技術や通信プロトコル、情報セキュリティ管理技術などの電子工学や通信工学に関する知識・技術に加えて、デジタルメディア処理やクラウド・仮想化技術などのソフトウェア技術を修得させる。これにより、IoTに代表される大規模かつ複雑なネットワークアーキテクチャの設計や、拡張性を備えたネットワークの設計・運用など、高度情報化社会で求められる機能・性能を有した情報通信システムを実現するのに必要な知識・技術を修得させることができる。このような教育を通じて、社会が求める人材を育成する。

（技術統合能力及び技術創造能力の涵養）

II型人材の育成に関しては、電子情報工学の技術適用能力を基礎に、副専攻として、以下に説明するソフトウェア工学、データサイエンス、機械システム工学のうち、いずれかの専門領域における基礎的な知識・技術とその実践方法を併せて教育する。これにより、電子情報工学領域の問題に対して、副専門領域の技術を導入する技術統合能力を涵養する。

副専門領域の技術統合能力に加え、特定の教員の指導の下に卒業研究を行うことで、電子情報工学と副専門領域の学際領域の問題を解決するための手法を定義する技術創造能力を涵養する。

<資料 15> 教育課程等の概要（理工学部電子情報工学科）

3-1-3. 機械システム工学科の教育課程の変更内容

■育成する人材像

機械システム工学科では、幅広い教養を学び、理学（特に数学と物理学）の基礎の上に、

主専門領域である制御工学と機械工学の技術と方法論を修め、自動車、航空機、ロボットなどの機械システムに対して、その動作を記述する数理モデルの構築や、適切な制御方式の選択、設計、評価を行うことによって、それらの機械システムの設計や開発ができる人材を育成する。副専門領域を中心に機械システムが利用される多様な分野の特徴を理解した上で機械や産業ロボットなどの開発に携わることのできる人材を育成する。

中部地方の主要産業である、自動車、自動車部品、工作機械などの機械製造業の基盤は機械工学、制御工学である。機械工学は、外部から与えられたエネルギーや情報などを有用な機能に変換する働きを有する機械に関わる自然科学とその設計に関わる科学から構成される学問であるとされる（資料16）。現在の機械ではソフトウェア制御が前提となっているので、機械を単体でとらえるのではなく、コンピュータを含むシステム全体として、数理モデル化、制御方式の設計ならびに実現を行うための知識・技術を身に付けた人材が、これら製造業の分野で必要とされている。

■教育課程の特色

（技術適用能力の涵養）

機械システム工学科では、機械工学、制御工学の基礎の上に、現代制御理論、システム制御、計測工学、ロボット工学など発展的な知識・技術の適用方法、ならびに、コンピュータを統合したシステムの設計・構築技術を修得させることで、社会が求める人材を育成し、この必要性に応える。

（技術統合能力及び技術創造能力の涵養）

Ⅱ型人材の育成に関しては、機械システム工学の技術適用能力を基礎に、副専攻として、以下に説明するソフトウェア工学、データサイエンス、電子情報工学のうち、いずれかの専門領域における基礎的な知識・技術とその実践方法を併せて教育する。これにより、機械システム工学領域の問題に対して、副専門領域の技術を導入する技術統合能力を涵養する。

副専門領域の技術統合能力に加え、特定の教員の指導の下に卒業研究を行うことで、機械システム工学と副専門領域の学際領域の問題を解決するための手法を定義する技術創造能力を涵養する。

<資料17>教育課程等の概要（理工学部機械システム工学科）

3-1-4. ソフトウェア工学科の教育課程の変更内容

■育成する人材像

ソフトウェア工学科では、幅広い教養を学び、理学（特に数学と情報科学）の基礎の上に、主専門領域であるソフトウェア開発技術と方法論を修め、工学的手法に基づくソフトウェア開発を実践し、またソフトウェア開発工程の改善を行うことのできる人材を育成する。副専門領域を中心に、ソフトウェア技術が適用される多様な分野の特徴を理解した上で、応用領域におけるソフトウェア開発を主導し、開発工程の改善に携わることのできる人材を育成する。

ソフトウェアは多様な工業製品に組み込まれ、インターネットを介した多様なサービスの実現に用いられ、製品やサービスの柔軟性や高付加価値を実現している。ソフトウェア工学は典型的な開発工程支援型工学である。すなわち、ソフトウェアの設計・実現、ソフトウェア開発工程の管理・改善のための知識・技術は、特定の産業分野に閉じることなく、広く必要とされている。

■教育課程の特色

(技術適用能力の涵養)

ソフトウェア工学科では、これまで実践してきた教育・研究を継続することで計算機科学及びソフトウェア工学の基礎の上に、ソフトウェア開発・管理技術やその実践方法を習得させることで、種々のソフトウェア製品の開発に関する技術適用能力を涵養する。

(技術統合能力及び技術創造能力の涵養)

II型人材の育成に関連しては、ソフトウェア工学の技術適用能力を基礎に、副専攻として、データサイエンス、電子情報工学、機械システム工学のうち、いずれかの専門領域における基礎的な知識・技術とその実践方法を併せて教育する。これにより、副専門領域における問題をコンピュータシステムで解決する際にソフトウェア工学の技術を活用する技術統合能力を涵養する。

副専門領域の技術統合能力に加え、特定の教員の指導の下に卒業研究を行うことで、ソフトウェア工学と副専門領域の学際領域の問題を解決するための手法を定義する技術創造能力を涵養する。

<資料 18>教育課程等の概要 (理工学部ソフトウェア工学科)

3-2. 教育方法及び履修指導方法の変更内容

■教育方法

(1年次)

学部の教育課程編成方針に基づき、1年次では理工学を支える理学である数学及び物理学、加えてプログラミングと通信工学を重点的に教授する。さらに、幅広い教養と語学力を身に付けるために共通教育科目を履修させる。

1年次の数学の科目では講義形式に加え演習形式での授業を行う。プログラミングの科目では、講義形式に加え実習形式での授業を行う。いずれも、学生が自ら考え、問題を解くことで、技術適用能力の基礎を養う。これらの演習、実習においては、学生の進度に合わせた指導を行うために、大学院生等のティーチング・アシスタントを活用し、担当教員の補助にあたらせる。

(2、3年次)

2、3年次には、技術適用能力をさらに充実させることを目的として、各学科の専門性に特化した知識と技術を教授する。

2年次から3年次にかけて、技術統合能力を涵養するために、他学科の要素技術を教授す

る副専攻科目を履修させる。

3年次第1クォータから、学生は希望する研究分野に合わせて指導教員を1名選択し、その教員の研究室に配属される。指導教員の指導の下で演習を行い、技術適用能力、技術統合能力、技術創造能力を充実させる。

(4年次)

4年次では、主に、技術創造能力を目的に、卒業研究を行わせる。研究課題としては、主専攻の主要課題を3年次までに履修した副専攻の観点から総括する。これにより、技術統合能力と技術創造能力の充実を目指す。

■履修指導方法

全ての学生には指導教員が割り当てられ、指導教員及び学科長、学部長により履修指導を行う体制が整っている。3年次の第1クォータ以降は各学科の演習科目及び卒業研究科目を担当する教員が指導教員となり、研究内容に即した履修指導を行う。

修得単位数が南山大学授業科目履修規程<資料 19>第27条②に示された条件に該当する学生については、指導教員及び学科長が定期的に面談を行うことで学業への専念を促す。また、各クォータにおいて履修登録単位数が0単位の学生についても指導教員及び学科長による事情聴取を行うなどの対応を行う。

(科目名について)

なお、学生が履修する科目の中には、科目名に「I」、「II」、「III」、「A」、「B」、「C」等の記号が付記されるものがある。これらの記号については、全学共通の取り決めに従い、内容の累積性を示す場合には「I」、「II」、「III」等を、単なる異質性を示す場合には「A」、「B」、「C」等を用いる。

(GPAの活用)

学生の成績は、全学共通の算定方法によるGPAを用いて数値化する。GPAは、学修指導、履修指導、教育方法の改善に活用するほか、各学科の副専攻登録(2年次第1クォータ)や研究室配属(3年次第1クォータ)での成績情報として利用する。副専攻登録においては、前提条件を満たす者について、1年次までの通算GPA及び修得単位数によって順位をつけ、各副専攻の定員の範囲内で上位者の希望を優先して登録を決定する。研究室配属においては、前提条件を満たす者について、2年次までの通算GPA及び修得単位数によって順位をつけ、各研究室の定員の範囲内で上位者の希望を優先して配属先研究室を決定する。

■理工学海外研修について

学部共通科目「理工学海外研修」では、学生が約2週間にわたり海外の大学に滞在し、科学技術英語及び英語による理工学関連の授業等を受講する。夏季もしくは春季の休暇を利用した集中講義として開講することから、ほかの科目履修への影響は少ない。留学の前にはオリエンテーション及び成果報告の機会を設ける。科目担当の専任教員はオリエンテーション及び成果報告会の授業を担当するほか、現地に帯同し、学生の指導にあたる。本科目は前述の通り集中講義として開講するので、当該教員の担当するほかの科目の実施

に対する影響はない。学生の成績は、留学前のオリエンテーション、留学中の授業、留学後の成果報告への参加と取り組み状況を担当教員が総合的に評価して付与する。

受け入れ先の大学とは、研修に関する協定書（Memorandum of Agreement）＜資料 20＞を取り交わしている。開講に際しては、担当教員が窓口となり連絡調整を行うことで、授業の実施期間や内容の詳細を定める。

留学中の危機管理体制は、受け入れ先大学との十分な連絡調整の下に構築されている。＜資料 21＞に留学中の緊急連絡体制を示す。

■外国人留学生に対する指導について

外国人留学生については、日本語で行われる授業科目を履修するのに十分な日本語運用能力を入学審査において確認する。その際、入学審査の出願書類として留学費支弁能力に関する証明書を提出させ、経費支弁能力の確認も行う。

入学後は国際センター事務室にて、在籍する外国人留学生全員を毎月国際交流ミーティングに出席させ、所在確認を行う。また、学部・大学院に所属するすべての正規生及び研修生に在留カードのコピー、パスポートのコピー、健康保険証のコピーを年 2 回提出させ、在留資格の確認を実施する。在留期間更新の際は、申請書の範囲で経費支弁能力の確認を行う。

■教育方法及び履修指導方法に対する変更点

以上、理工学部の各学科に共通する教育方法及び履修指導方法に対する主な変更点は、2、3 年次における副専攻科目の履修についてである。共通教育科目を含み、変更のない部分については、改組及び収容定員変更後においても同等の内容を担保する。

3-2-1. データサイエンス学科の教育方法及び履修指導方法の変更内容

■教育方法及び履修指導方法の概要

データサイエンス学科では、学科の教育課程の編成の考え方に従い、学部共通科目及び学科科目の数学科目により、理学の方法論とデータサイエンスに関する専門知識と技術を学ぶための基礎を教育する。

学科科目の必修科目及び選択科目では、学科の専門的な内容を教育する。データサイエンス学科共通の知識として、オペレーションズ・リサーチ、ビッグデータと統計、機械学習の基礎を位置づけ、対応する 3 科目（6 単位）を必修科目とする。また、実問題を通じてこれらの知識を適用する「数理技術実習」と専門領域に特化したプログラミング技術を修得する「数理技術プログラミング」の 2 科目（3 単位）も必修科目とする。

■卒業要件及び年間登録上限単位数

卒業要件は、共通教育科目を 30 単位以上、学部共通科目の必修科目を 20 単位、学科科目を 65 単位以上、自由選択科目を 10 単位以上、合計 125 単位以上とする。ただし、学科科目については、数学科目を 12 単位、必修科目を 16 単位、卒業研究科目を 8 単位修得し、ソフトウェア工学副専攻科目、電子情報工学副専攻科目、機械システム工学副専攻科目のうち選択したいずれか一つについて、その必修科目を 10 単位、選択必修科目を 4 単位以上修得し

なければならない。なお、自由選択科目に算入されるのは、共通教育科目で所定の単位数を超過して修得した科目、学部共通科目の選択科目として修得した科目、学科科目で所定の単位数を超過して修得した科目、履修可能な他学部・他学科科目、本学の単位認定制度により自由選択科目として認められたものである。

また、年間登録上限単位数は、各クォータ 16 単位（4 年次の各クォータは 12 単位）とする。ただし、各年次の第 1 クォータと第 2 クォータの合計が 24 単位、第 3 クォータと第 4 クォータの合計 24 単位を超えてはならず、各年次の年間登録単位数が 44 単位を超えてはならないものとする。これは学生が十分な学修時間を確保できるようにすると同時に、特定のクォータにおける海外留学や企業インターンシップの実施など、自由な学びに対する希望にも柔軟に対応できるよう配慮したものである。

■副専攻登録の方法及び前提条件

学生は 2 年次の第 1 クォータから、ソフトウェア工学、電子情報工学、機械システム工学のうちいずれか一つの副専攻に登録し、それぞれの領域の基礎となる要素技術を学ぶ。副専攻科目の履修には、専門知識と技術を学ぶための基礎知識を有していることを担保する必要があることから、副専攻登録にあたり前提条件を課す。副専攻登録の前提条件、申請時期、申請方法、副専攻の定員及び選抜方法は次の通りである。

- 前提条件：
学部共通科目の必修科目及び学科科目の数学科目から合計で 10 単位以上修得していること
- 申請時期：
2 年次第 1 クォータの履修登録と同時
- 申請方法：
ソフトウェア工学副専攻、電子情報工学副専攻、機械システム工学副専攻の三つの副専攻について、学生が希望順位（1 位、2 位、3 位）をもれなく指定
- 定員：
ソフトウェア工学副専攻（27 人）
電子情報工学副専攻（22 人または 21 人）※
機械システム工学副専攻（22 人または 21 人）※
※ 希望者数がより多い副専攻の定員を 22 人とし、残りを 21 人とする。
- 選抜方法：
1 年次までの成績（通算 GPA）と修得単位数により順位をつけ、上位者から希望順位に応じて登録する副専攻を決定

このように、改組及び定員変更後に導入する副専攻制においては、1 年次を終えた直後の 2 年次第 1 クォータに全ての学生が副専攻登録を行う。また、副専攻登録にあたり学生が基礎知識を有していることを担保するための前提条件を課す。この指導方法により、早期から理工学に関する複数の専門領域の知識修得に対する動機付けを行うことができる。

■研究室配属及び卒業研究履修の前提条件

学生は、3年次から4年次にかけて、「データサイエンス演習Ⅰ」～「同Ⅷ」及び「卒業研究Ⅰ」～「同Ⅳ」を通じ、研究室に配属され、特定の指導教員の下で研究指導を受ける。研究指導を受けるにあたり、十分な基礎知識を有していることを担保する必要があることから、3年次の「データサイエンス演習」と4年次の「卒業研究」の履修にあたってそれぞれ前提条件を課す。すなわち、学生が3年次第1クォータの「データサイエンス演習Ⅰ」を履修するためには、卒業に必要な単位を64単位以上修得していなければならない、4年次第1クォータの「卒業研究Ⅰ」を履修するためには、卒業に必要な単位を84単位以上修得していなければならない。

■改組及び収容定員変更の教育指導及び履修指導への影響の評価

これら科目履修の前提条件、卒業要件、年間登録上限単位数、学修指導体制によって、改組及び収容定員変更後においても変更前と同等以上の教育及び履修指導の内容を担保する。このうち、卒業に必要な単位数については、改組及び定員変更後において条件を緩和（合計128単位以上→125単位以上）している。一方で、副専攻制の導入により、主専攻及び副専攻の二つの専門領域を学ぶことで、技術適用能力だけでなく、技術統合能力と技術創造能力をより効率的に涵養することのできる教育課程が編成されることから、新しい卒業要件の下でも、改組及び定員変更前と同等以上の教育内容を担保することができる。

3-2-2. 電子情報工学科の教育方法及び履修指導方法の変更内容

■教育方法及び履修指導方法の概要

電子情報工学科では、学科の教育課程の編成の考え方に従い、学部共通科目及び学科科目の数学科目により、理学の方法論と電子情報工学に関する専門知識と技術を学ぶための基礎を教育する。

学科科目の必修科目及び選択科目では、学科の専門的な内容を教育する。電子情報工学科共通の知識として、電子工学、通信理論、情報通信システム、情報セキュリティの基礎を位置づけ、対応する4科目（8単位）を必修科目とする。また、実問題を通じてこれらの知識を適用する「電子情報工学実習」と専門領域に特化したプログラミング技術を修得する「ネットワークプログラミング」の2科目（3単位）も必修科目とする。

■卒業要件及び年間登録上限単位数

卒業要件は、共通教育科目を30単位以上、学部共通科目の必修科目を20単位、学科科目を65単位以上、自由選択科目を10単位以上、合計125単位以上とする。ただし、学科科目については、数学科目を12単位、必修科目を18単位、卒業研究科目を8単位修得し、ソフトウェア工学副専攻科目、データサイエンス副専攻科目、機械システム工学副専攻科目のうち選択したいずれか一つについて、その必修科目を10単位、選択必修科目を4単位以上修得しなければならない。なお、自由選択科目に算入されるのは、共通教育科目で所定の単位数を超過して修得した科目、学部共通科目の選択科目として修得した科目、

学科科目で所定の単位数を超過して修得した科目、履修可能な他学部・他学科科目、大学の単位認定制度により自由選択科目として認められたものである。

また、年間登録上限単位数は、各クォータ 16 単位（4 年次の各クォータは 12 単位）とする。ただし、各年次の第 1 クォータと第 2 クォータの合計が 24 単位、第 3 クォータと第 4 クォータの合計 24 単位を超えてはならず、各年次の年間登録単位数が 44 単位を超えてはならないものとする。これは学生が十分な学修時間を確保できるようにすると同時に、特定のクォータにおける海外留学や企業インターンシップの実施など、自由な学びに対する希望にも柔軟に対応できるよう配慮したものである。

■副専攻登録の方法及び前提条件

2 年次の第 1 クォータから、学生はソフトウェア工学、データサイエンス、機械システム工学のうちいずれか一つの副専攻に登録し、それぞれの領域の基礎となる要素技術を学ぶ。副専攻科目の履修には、専門知識と技術を学ぶための基礎知識を有していることを担保する必要があることから、副専攻登録にあたり前提条件を課す。副専攻登録の前提条件、申請時期、申請方法、副専攻の定員及び選抜方法は次の通りである。

- 前提条件：
学部共通科目の必修科目及び学科科目の数学科目から合計で 10 単位以上修得していること
- 申請時期：
2 年次第 1 クォータの履修登録と同時
- 申請方法：
ソフトウェア工学副専攻、データサイエンス副専攻、機械システム工学副専攻の三つの副専攻について、学生が希望順位（1 位、2 位、3 位）をもれなく指定
- 定員：
ソフトウェア工学副専攻（22 人または 21 人）※
データサイエンス副専攻（22 人または 21 人）※
機械システム工学副専攻（22 人または 21 人）※
※ 希望者数が多い二つの副専攻の定員を 22 人とし、残りを 21 人とする。
- 選抜方法：
1 年次までの成績（通算 GPA）と修得単位数により順位をつけ、上位者から希望順位に応じて登録する副専攻を決定

このように、改組及び定員変更後に導入する副専攻制においては、1 年次を終えた直後の 2 年次第 1 クォータに全ての学生が副専攻登録を行う。また、副専攻登録にあたり学生が基礎知識を有していることを担保するための前提条件を課す。この指導方法により、早期から理工学に関する複数の専門領域の知識修得に対する動機付けを行うことができる。

■研究室配属及び卒業研究履修の前提条件

3 年次から 4 年次にかけて、学生は、「電子情報工学演習 I」～「同 VIII」及び「卒業

研究Ⅰ～「同Ⅳ」を通じ、特定の指導教員の下で研究指導を受ける。研究指導を受けるにあたり、十分な基礎知識を有していることを担保する必要があることから、3年次の「電子情報工学演習」と4年次の「卒業研究」の履修にあたってそれぞれ前提条件を課す。すなわち、学生が3年次第1クォータの「電子情報工学演習Ⅰ」を履修するためには、卒業に必要な単位を64単位以上修得していなければならない、4年次第1クォータの「卒業研究Ⅰ」を履修するためには、卒業に必要な単位を84単位以上修得していなければならない。

■改組及び収容定員変更の教育指導及び履修指導への影響の評価

これら科目履修の前提条件、卒業要件、年間登録上限単位数、学修指導体制によって、改組及び収容定員変更後においても変更前と同等以上の教育及び履修指導の内容を担保する。このうち、卒業に必要な単位数については、改組及び定員変更後において条件を緩和（合計128単位以上→125単位以上）している。一方で、副専攻制の導入により、技術適用能力だけでなく、技術統合能力と技術創造能力をより効率的に涵養することのできる教育課程が編成されることから、新しい卒業要件の下でも、改組及び定員変更前と同等以上の教育内容を担保することができる。

3-2-3. 機械システム工学科の教育方法及び履修指導方法の変更内容

■教育方法及び履修指導方法の概要

機械システム工学科では、学科の教育課程の編成の考え方に従い、学部共通科目及び学科科目の数学科目により、理学の方法論と機械システム工学に関する専門知識と技術を学ぶための基礎を教育する。

学科科目の必修科目及び選択科目では、学科の専門的な内容を教育する。機械システム工学科共通の知識として、機械工学と制御工学の基礎を位置づけ、対応する3科目（6単位）を必修科目とする。また、実問題を通じてこれらの知識を適用する「機械システム工学実習」と専門領域に特化したプログラミング技術を修得する「機械制御プログラミング」の2科目（3単位）も必修科目とする。

■卒業要件及び年間登録上限単位数

卒業要件は、共通教育科目を30単位以上、学部共通科目の必修科目を20単位、学科科目を65単位以上、自由選択科目を10単位以上、合計125単位以上とする。ただし、学科科目については、数学科目を12単位、必修科目を16単位、卒業研究科目を8単位修得し、ソフトウェア工学副専攻科目、データサイエンス副専攻科目、電子情報工学副専攻科目のうち選択したいずれか一つについて、その必修科目を10単位、選択必修科目を4単位以上修得しなければならない。なお、自由選択科目に算入されるのは、共通教育科目で所定の単位数を超過して修得した科目、学部共通科目の選択科目として修得した科目、学科科目で所定の単位数を超過して修得した科目、履修可能な他学部・他学科科目、本学の単位認定制度により自由選択科目として認められたものである。

また、年間登録上限単位数は、各クォータ 16 単位（4 年次の各クォータは 12 単位）とする。ただし、各年次の第 1 クォータと第 2 クォータの合計が 24 単位、第 3 クォータと第 4 クォータの合計 24 単位を超えてはならず、各年次の年間登録単位数が 44 単位を超えてはならないものとする。これは学生が十分な学修時間を確保できるようにすると同時に、特定のクォータにおける海外留学や企業インターンシップの実施など、自由な学びに対する希望にも柔軟に対応できるよう配慮したものである。

■副専攻登録の方法及び前提条件

2 年次の第 1 クォータから、学生はソフトウェア工学、データサイエンス、電子情報工学のうちいずれか一つの副専攻に登録し、それぞれの領域の基礎となる要素技術を学ぶ。副専攻科目の履修には、専門知識と技術を学ぶための基礎知識を有していることを担保する必要があることから、副専攻登録にあたり前提条件を課す。副専攻登録の前提条件、申請時期、申請方法、副専攻の定員及び選抜方法は次の通りである。

- 前提条件：
学部共通科目の必修科目及び学科科目の数学科目から合計で 10 単位以上修得していること
- 申請時期：
2 年次第 1 クォータの履修登録と同時
- 申請方法：
ソフトウェア工学副専攻、データサイエンス副専攻、電子情報工学副専攻の三つの副専攻について、学生が希望順位（1 位、2 位、3 位）をもれなく指定
- 定員：
ソフトウェア工学副専攻（22 人または 21 人）※
データサイエンス副専攻（22 人または 21 人）※
電子情報工学副専攻（22 人または 21 人）※
※ 希望者数が多い二つの副専攻の定員を 22 人とし、残りを 21 人とする。
- 選抜方法：
1 年次までの成績（通算 GPA）と修得単位数により順位をつけ、上位者から希望順位に応じて登録する副専攻を決定

このように、改組及び定員変更後に導入する副専攻制においては、1 年次を終えた直後の 2 年次第 1 クォータに全ての学生が副専攻登録を行う。また、副専攻登録にあたり学生が基礎知識を有していることを担保するための前提条件を課す。この指導方法により、早期から理工学に関する複数の専門領域の知識修得に対する動機付けを行うことができる。

■研究室配属及び卒業研究履修の前提条件

3 年次から 4 年次にかけて、学生は、「機械システム工学演習 I」～「同 VIII」及び「卒業研究 I」～「同 IV」を通じ、特定の指導教員の下で研究指導を受ける。研究指導を受けるにあたり、十分な基礎知識を有していることを担保する必要があることから、3 年

次の「機械システム工学演習」と4年次の「卒業研究」の履修にあたってそれぞれ前提条件を課す。すなわち、学生が3年次第1クォータの「機械システム工学演習 I」を履修するためには、卒業に必要な単位を64単位以上修得していなければならない、4年次第1クォータの「卒業研究 I」を履修するためには、卒業に必要な単位を84単位以上修得していなければならない。

■改組及び収容定員変更の教育指導及び履修指導への影響の評価

これら科目履修の前提条件、卒業要件、年間登録上限単位数、学修指導体制によって、改組及び収容定員変更後においても変更前と同等以上の教育及び履修指導の内容を担保する。このうち、卒業に必要な単位数については、改組及び定員変更後において条件を緩和（合計128単位以上→125単位以上）している。一方で、副専攻制の導入により、技術適用能力だけでなく、技術統合能力と技術創造能力をより効率的に涵養することのできる教育課程が編成されることから、新しい卒業要件の下でも、改組及び定員変更前と同等以上の教育内容を担保することができる。

3-2-4. ソフトウェア工学科の教育方法及び履修指導方法の変更内容

■教育方法及び履修指導方法の概要

ソフトウェア工学科では、学科の教育課程の編成の考え方に従い、学部共通科目及び学科科目の数学科目により、理学の方法論とソフトウェア工学に関する専門知識と技術を学ぶための基礎を教育する。

学科科目の必修科目及び選択科目では、学科の専門的な内容を教育する。ソフトウェア工学科共通の知識として、アルゴリズムとデータ構造、ソフトウェア工学及びソフトウェア開発技術の基礎を位置づけ、対応する3科目（6単位）を必修科目とする。また、実問題を通じてこれらの知識を適用する「情報システム開発実習」と専門領域に特化したプログラミング技術を修得する「システムプログラミング」の2科目（3単位）も必修科目とする。

■卒業要件及び年間登録上限単位数

卒業要件は、共通教育科目を30単位以上、学部共通科目の必修科目を20単位、学科科目を65単位以上、自由選択科目を10単位以上、合計125単位以上とする。ただし、学科科目については、数学科目を12単位、必修科目を16単位、卒業研究科目を8単位修得し、データサイエンス副専攻科目、電子情報工学副専攻科目、機械システム工学副専攻科目のうち選択したいずれか一つについて、その必修科目を10単位、選択必修科目を4単位以上修得しなければならない。なお、自由選択科目に算入されるのは、共通教育科目で所定の単位数を超過して修得した科目、学部共通科目の選択科目として修得した科目、学科科目で所定の単位数を超過して修得した科目、履修可能な他学部・他学科科目、本学の単位認定制度により自由選択科目として認められたものである。

また、年間登録上限単位数は、各クォータ16単位（4年次の各クォータは12単位）と

する。ただし、各年次の第1クォータと第2クォータの合計が24単位、第3クォータと第4クォータの合計24単位を超えてはならず、各年次の年間登録単位数が44単位を超えてはならないものとする。これは学生が十分な学修時間を確保できるようにすると同時に、特定のクォータにおける海外留学や企業インターンシップの実施など、自由な学びに対する希望にも柔軟に対応できるよう配慮したものである。

■副専攻登録の方法及び前提条件

2年次の第1クォータから、学生はデータサイエンス、電子情報工学、機械システム工学のうちいずれか一つの副専攻に登録し、それぞれの領域の基礎となる要素技術を学ぶ。副専攻科目の履修には、専門知識と技術を学ぶための基礎知識を有していることを担保する必要があることから、副専攻登録にあたり前提条件を課す。副専攻登録の前提条件、申請時期、申請方法、副専攻の定員及び選抜方法は次の通りである。

- 前提条件：
学部共通科目の必修科目及び学科科目の数学科目から合計で10単位以上修得していること
- 申請時期：
2年次第1クォータの履修登録と同時
- 申請方法：
データサイエンス副専攻、電子情報工学副専攻、機械システム工学副専攻の三つの副専攻について、学生が希望順位（1位、2位、3位）をもれなく指定
- 定員：
データサイエンス副専攻（27人）
電子情報工学副専攻（22人または21人）※
機械システム工学副専攻（22人または21人）※
※ 希望者数がより多い副専攻の定員を22人とし、残りを21人とする。
- 選抜方法：
1年次までの成績（通算GPA）と修得単位数により順位をつけ、上位者から希望順位に応じて登録する副専攻を決定

このように、改組及び定員変更後に導入する副専攻制においては、1年次を終えた直後の2年次第1クォータに全ての学生が副専攻登録を行う。また、副専攻登録にあたり学生が基礎知識を有していることを担保するための前提条件を課す。この指導方法により、早期から理工学に関する複数の専門領域の知識修得に対する動機付けを行うことができる。

■研究室配属及び卒業研究履修の前提条件

3年次から4年次にかけて、学生は、「ソフトウェア工学演習Ⅰ」～「同Ⅷ」及び「卒業研究Ⅰ」～「同Ⅳ」を通じ、研究室に配属され、特定の指導教員の下で研究指導を受ける。研究指導を受けるにあたり、十分な基礎知識を有していることを担保する必要があることから、3年次の「ソフトウェア工学演習」と4年次の「卒業研究」の履修にあたり

ってそれぞれ前提条件を課す。すなわち、学生が3年次第1クォータの「ソフトウェア工学演習Ⅰ」を履修するためには、卒業に必要な単位を64単位以上修得していなければならない。4年次第1クォータの「卒業研究Ⅰ」を履修するためには、卒業に必要な単位を84単位以上修得していなければならない。

■改組及び収容定員変更の教育指導及び履修指導への影響の評価

これら科目履修の前提条件、卒業要件、年間登録上限単位数、学修指導体制によって、改組及び収容定員変更後においても変更前と同等以上の教育及び履修指導の内容を担保する。このうち、卒業に必要な単位数については、改組及び定員変更後において条件を緩和（卒業要件：合計128単位以上→125単位以上）している。副専攻制の導入により、主専攻及び副専攻で学ぶ専門知識や技術の範囲を拡大した結果、新しい卒業要件の下でも、改組及び定員変更前と同等以上の教育内容を担保することができる。

3-3. 教員組織の変更内容

■教員組織編成の考え方

改組及び収容定員の変更とそれに伴う教育課程、教育方法の変更に十分対応できるよう、理工学部の教員数は36名、うち25名を教授とする。変更前の教員数から5名の増員である。教員あたりの学生数(収容定員/教員数)は、変更前30.3(940/31)から変更後30(1,080/36)となり、同等の水準を保つ。すべての教員は、学部教育に関連する分野において博士の学位を持つ。

4学科の教員配置は次表の通りである。

学科	教授	准教授	講師	合計
ソフトウェア工学科	6名	2名	1名	9名
データサイエンス学科	7名	2名	0名	9名
電子情報工学科	5名	4名	0名	9名
機械システム工学科	7名	1名	1名	9名
合計	25名	9名	2名	36名

■教員組織の特色

教員組織の特色は、各学科に、各学科の専門知識や技術を教育する教員をその主な専門分野によって配置し、それらの教員が数学、情報科学、物理学の教育も行うことで、学部の教育課程の編成、各学科の教育課程の編成を実現していることである。

学部共通科目の必修科目及び学科科目の数学科目は、すべての科目を4学科の専任教員が担当する。特に、数学、物理学、情報科学、プログラミングの科目は、関連分野の学位を持つ教員が担当する。

■教員への担当科目割当ての考え方

各学科の学科科目については、原則として当該学科の教員で、関連分野において博士の学位を持つ教員が担当する。中でも重要と考えられる科目については、原則として教授が担当

する。

副専攻科目については、ソフトウェア工学副専攻科目をソフトウェア工学科の教員が担当、データサイエンス副専攻科目をデータサイエンス学科の教員が担当、電子情報工学副専攻科目を電子情報工学科の教員が担当、機械システム工学副専攻科目を機械システム工学科の教員が担当する。副専攻科目のPBL実践演習については、卒業研究の基礎となる論理的思考や表現の能力を、当該専門領域のPBLを通じて涵養することから、それぞれ教員を2,3名配置し、共同で指導に当たらせる。副専攻科目の担当者は、関連分野において博士の学位を持つ教員である。

■教育水準への影響の評価

改組及び収容定員の変更に伴って行う教員数の増員により、教員あたりの学生数が同等に保たれることから、学部共通科目、副専攻科目以外の学科科目については、変更後においても同等の教育水準を担保することができる。一方で、副専攻制の導入により、教員は学科科目だけでなく副専攻科目も担当することになる。これについては、変更前までは卒業研究の担当教員が各研究室に配属された少人数の学生を対象に個別に行ってきた研究の基礎能力の育成を、副専攻におけるPBL実践演習において多人数の学生を対象に共通化できることから、卒業研究に関連する科目における研究指導を効率化し、より高度な研究指導を行うことができる。

共通教育科目及び他学部が提供する科目を通じた他学部教員組織への影響として、改組及び収容定員の変更により増加した学生数分の授業担当増加が考えられる。一方で、教育課程の変更に伴い、理工学部では卒業に必要な総単位数を減らし(128単位→125単位)、その中でも特に自由選択科目の単位数を減らしている(14単位→10単位)。自由選択科目は共通教育科目、他学部・他学科科目を含むことから、担当数の減少が見込まれる。これらのことを総合すると、共通教育科目、他学部・他学科科目の担当については、改組及び収容定員の変更後においても同等の水準である。

以上の教員配置の考え方に基づいて、改組及び収容定員の変更後においても変更前と同等以上の教育水準を担保する。

3-4. 大学全体の施設・設備の変更内容

3-4-1. 校地、運動場の変更内容

キャンパスの校地面積は129,822㎡(借用地である漕艇部艇庫196㎡を含む)であり、自然の起伏を活かす形で校舎が配置されている。体育施設は全体で12,703㎡整備しており、学生が授業および課外活動等で主に使用する施設としては、人工芝グラウンド(9,646㎡)、体育館(アリーナ1,135㎡)、テニスコート5面、体育センター(メインアリーナ1,862.19㎡、多目的ホール313.70㎡、ラケットボールコート95.43㎡、卓球場531.33㎡、剣道場378.16㎡、柔道場433.20㎡、室内温水プール917.5㎡、トレーニングルーム315.07㎡)を整備している。その他にも芝生の広場であるグリーンエリア(4,039㎡)や屋上緑化スベ

ースなどを設け、学生は休息等のため自由に利用できる。また、学生向けの厚生施設としては、食堂、書店、コンビニエンスストアなどがある。

3-4-2. 校舎等施設の整備計画

キャンパス統合の一環として2015年4月に理工学部が瀬戸キャンパスから名古屋キャンパスに移転した際にS棟を建設し、学生及び教員が情報機器端末を学習や研究に活用できるよう無線LANを導入したインターネット環境を整備した。

また、2017年度からは既存建物の改修工事を中心としたキャンパス施設整備を行っており、既存教室等の改修や学生のための学生セミナー室・学生ロッカー整備に加え、安全性・利便性向上のための人工芝グラウンド整備やキャンパス内動線の整備、セキュリティ強化やユニバーサル化に取り組んでいる。多目的な学習スペースとして、学内に4ヶ所のラーニング・コモンズを整備し、全ての学生がグループ学習やプレゼンテーション準備、論文・レポート作成など様々な学習用途に利用できる。理工学部生が主に使用するS棟のラーニング・コモンズには約70席を備え、学生が主体的に学習できる環境を整えている。

■教室

講義や演習を行う教室については、次表の通り整備している。理工学部生は入学時にノートPCを貸与され授業や研究等で使用するが、これらの教室には情報コンセントや無線LANを整備した教室を含んでおり、理工学部の教育方法と履修指導方法に見合った施設となっている。

2021年4月 キャンパス全体の教室数

合計：223室

教室定員	教室数	教室定員	教室数	教室定員	教室数	教室定員	教室数
1～10人	2	11～20人	5	21～30人	29	31～40人	33
41～50人	29	51～60人	25	61～70人	12	71～80人	14
81～90人	10	91～100人	2	101～200人	22	201～300人	7
301～500人	4	500人以上	2	実験実習室等	27		

以下の表では完成年度の2024年度における1週間の教室の使用状況（稼働率）の予測を示している。完成年度には収容定員が140人増員するが、教室稼働率の平均は55%程度と予測できる。この数値は、学生の予習復習や課外活動等を含めて、教室設備が十分なものであることを示しており、学生数の増加、教育課程の変更によるクラス数の増加に耐えられる教室数が用意されていることがわかる。

キャンパス全体の教室稼働率予測 2024 年度 (Q1)

	月		火		水		木		金	
1 限	116	52.0%	117	52.5%	92	41.3%	116	52.0%	102	45.7%
2 限	143	64.1%	137	61.4%	125	56.1%	136	61.0%	130	58.3%
3 限	116	52.0%	144	64.6%	/		149	66.8%	103	46.2%
4 限	119	53.4%	119	53.4%	/		158	70.9%	85	38.1%

(左側：使用教室数 右側：稼働率 教室数総数 223 室) 平均 55.0%

■実験室

理工学部特有の施設・設備として、電子情報工学科及び機械システム工学科における演習や実習などで利用する実験室が必要である。また、副専攻科目における PBL 実践演習などの科目においても実験室が必要となる。理工学部の授業で主に使用する S 棟は実験室を 2 室 (S13、S15) 備えており、2019 年度におけるそれらの稼働率は、次表に示す通り、平均して 34%程度である。この数値から、改組及び収容定員変更後の需要増に十分対応できることがわかる。

実験室稼働率 2019 年度 (Q1～Q4) 実験室：2 室

実験室名	稼働率 (2019 年度)				
	Q1	Q2	Q3	Q4	年間
S13	27.8%	44.4%	33.3%	33.3%	34.7%
S15	33.3%	22.2%	33.3%	44.4%	33.3%
2 室平均	30.5%	33.3%	33.3%	38.9%	34.0%

■セミナー室

各学科における卒業研究の指導内容により、机・椅子を動かすことのできるセミナー室が必要である。S 棟はセミナー室を 4 室 (S26、S27、S28、S29) 備えており、2019 年度におけるそれらの稼働率は、次表に示す通り、平均して 40%程度である。この数値から、収容定員の増加に十分対応できることがわかる。

セミナー室稼働率 2019 年度 (Q1～Q4) セミナー室：4 室

セミナー室名	稼働率 (2019 年度)				
	Q1	Q2	Q3	Q4	年間
S26	66.7%	50.0%	38.9%	44.4%	50.0%
S27	44.4%	44.4%	33.3%	44.4%	41.7%
S28	38.9%	33.3%	44.4%	11.1%	31.9%
S29	44.4%	44.4%	27.8%	27.8%	36.1%
4 室平均	48.6%	43.0%	36.1%	31.9%	39.9%

■学生研究室及び教員研究室

理工学部 3、4 年次の学生のため専有のスペースとして、共同研究室が用意されており、研究室単位あるいは研究室間で共同利用されている。学生研究室には、個人用の机が配置されており、卒業研究などに活用されている。S 棟は主に理工学部及び理工学研究科の学生(学部生、大学院生等) が利用する学生研究室を合計で 41 室備えており、合計で収容できる学生数は次表に示す通り 907 人である。これに対し、2019 年度における利用人数は 588 人となっている。この数値から理工学部の収容定員の増加に十分対応できることがわかる。

S 棟学生研究室の室数と収容人数、利用人数 (2019 年度)

研究室種別	室数	収容人数	利用人数 (2019 年度)
学生研究室 (定員 40 人)	5	200 人	149 人
学生研究室 (定員 30 人)	1	30 人	21 人
学生研究室 (定員 20 人)	30	600 人	390 人
学生研究室 (定員 16 人)	4	64 人	21 人
学生研究室 (定員 13 人)	1	13 人	7 人
合計	41	907 人	588 人

また、理工学部の教員(教授、准教授、講師)には個人研究室が用意される。主に理工学部の教育研究活動で利用する S 棟は教員研究室を合計で 40 室備えており、36 人の教員全員を収容可能である。教室以外の施設・設備については新たに整備する予定はないが、現有の施設・設備を共用することにより、新学科における教育研究環境を十分確保することが可能である。

<資料 22> 時間割モデル

3-4-3. 図書等の資料及び図書館の変更内容

教育研究に必要な図書等資料は、主に図書館に所蔵されている。人文・社会科学系をはじめ一般教養としても活用できる資料を多数所蔵し、大学全体としては図書約 724,058 冊、学術雑誌約 89,244 タイトル(うち、電子ジャーナル約 76,025 タイトル)を完成年度までに整備する予定である。理工学部の分野に関係するものとしては図書約 25,362 冊、数理科学、Applied stochastic models in business and industry、Computers & Operations Research など学術雑誌約 2,700 タイトル(うち、電子ジャーナル約 2,239 タイトル)を完成年度までに整備する予定である。また、電子書籍やデータベースの利用も可能である。

館内には、閲覧席として 813 席を備えるほか、レファレンスカウンター、複写機器、情報検索のための端末、マルチメディア資料を閲覧できる機器を配置しており、授業終了後も利用できるよう、平日は午前 9 時から午後 10 時、土曜日は午前 9 時から午後 8 時まで開館している。また授業・試験期間中の日曜日については、午前 10 時から午後 5 時まで開館し、学生の勉学の便宜を図っている。図書館間協力も積極的に行っており、近隣大学図書館等と

の相互利用、NACSIS-CAT/ILL 及び OCLC を通した国内外の大学や研究機関との相互貸借・文献複写サービスの利用が可能である。

学部の学びの特性上、最新の情報を扱うことが不可欠であることから、紙媒体資料の収集に努めつつ、電子ジャーナル、電子書籍、データベースの導入・利用を推進している。さらに現在では、図書館を含むキャンパス内の Wi-Fi 環境の整備と改善が進み、学生や教員がこれらの情報によりスムーズにアクセスできるようになった。以上のように、理工学部の教育研究にとって十分な資料及び設備・環境を整えている。

学則変更の趣旨等を記載した書類
資料目次

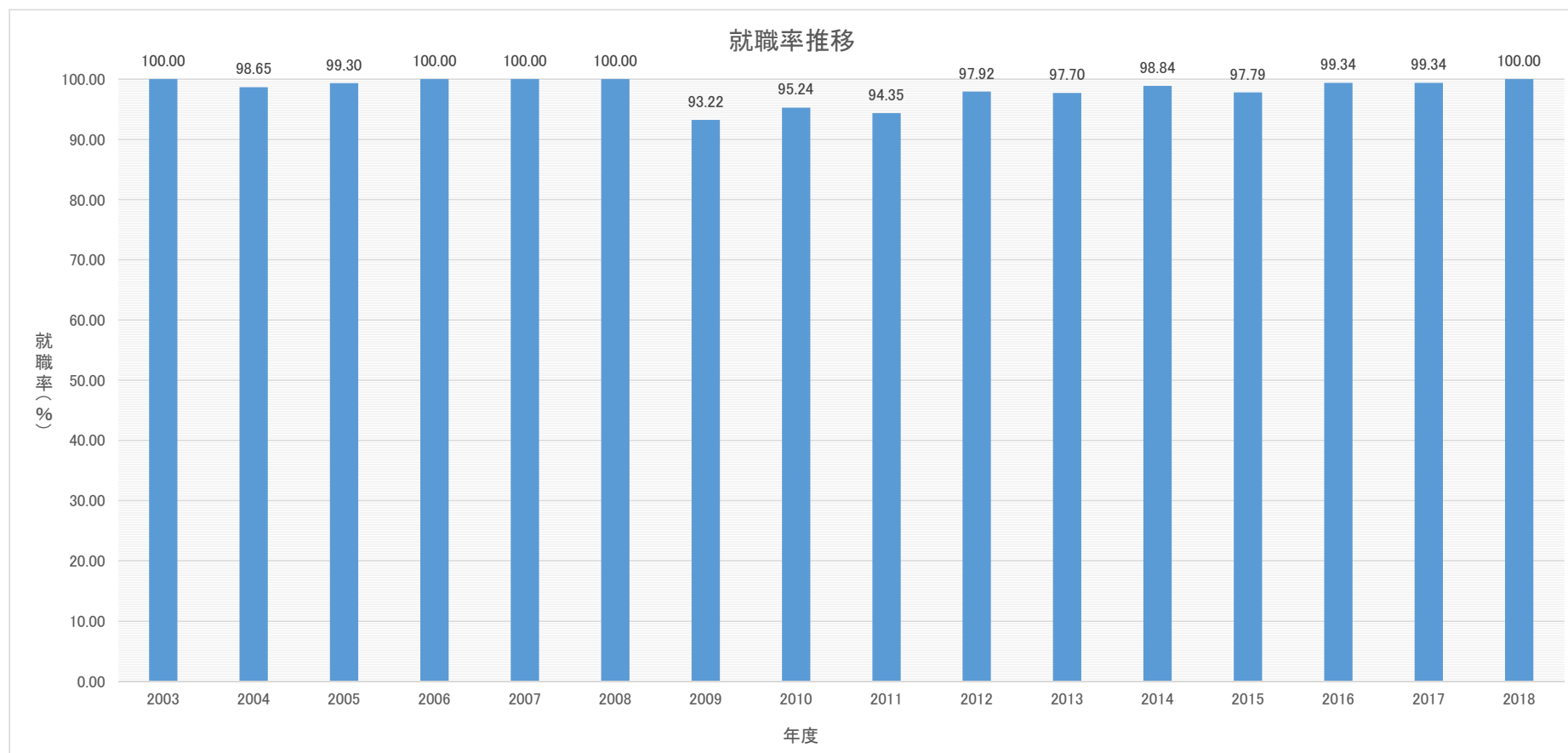
資料No.	資料名
資料1	数理情報学部／情報理工学部／理工学部 就職率の推移（2003年度～2018年度）
資料2	第5期科学技術基本計画の概要（平成28年1月22日 閣議決定） （抜粋箇所：第2章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組）
資料3	未来投資戦略2018—「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革—（平成30年6月15日） （抜粋箇所：第1 基本的視座と重点施策、第2 具体的施策 II. 経済構造革新への基盤づくり [1]データ駆動型社会の共通インフラの整備）
資料4	2040年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申）（平成30年11月26日中央教育審議会） （抜粋箇所：I. 2040年の展望と高等教育が目指すべき姿—学修者本位の教育への転換—）
資料5	第4次産業革命への対応の方向性（領域横断型の検討課題：人材・教育）（平成28年1月 経済産業省経済産業政策局） （抜粋箇所：5. 政策の方向性・教育領域）
資料6	黒川 利明 著「大学・大学院におけるデザイン思考（Design Thinking）教育」（科学技術動向 2012年9・10月号、pp. 10-23）
資料7	平成14年度 科学技術の振興に関する年次報告
資料8	報告 「知の統合」の人材育成と推進（平成29年9月20日 日本学術会議 総合工学委員会 工学基盤における知の統合分科会） （抜粋箇所：2 状況認識、3 現状の問題点、4 知の統合人材の育成への試み）
資料9	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） （抜粋箇所：第1章 重点事項、第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）
資料10	平成30年版情報通信白書（総務省）「はじめに」
資料11	理工学部の育成する人材、涵養する能力、「主専攻と副専攻」の関係図
資料12	ビッグデータの流通量の推計及びビッグデータの活用実態に関する調査研究 報告書（2015年3月 株式会社情報通信総合研究所） （抜粋箇所：第1章 調査の背景・目的、第2章 ビッグデータ流通量の推計手法及び推計結果）
資料13	教育課程等の概要（理工学部データサイエンス学科）
資料14	Society 5.0実現による日本再興 ～未来社会創造に向けた行動計画～（2017年2月14日 一般社団法人日本経済団体連合会） （抜粋箇所：III. 必要な施策）
資料15	教育課程等の概要（理工学部電子情報工学科）
資料16	報告 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準：機械工学分野（平成25年8月19日 日本学術会議 機械工学委員会 機械工学分野の参照基準検討分科会）
資料17	教育課程等の概要（理工学部機械システム工学科工学科）
資料18	教育課程等の概要（理工学部ソフトウェア工学科）
資料19	南山大学授業科目履修規程（抜粋）

資料No.	資料名
資料20	南山大学とノースカロライナ大学シャーロット校との協定書
資料21	理工学海外研修 緊急連絡体制
資料22	時間割モデル

数理情報学部／情報理工学部／理工学部 就職率の推移(2003年度～2018年度)

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
就職率(%)	100.00	98.65	99.30	100.00	100.00	100.00	93.22	95.24	94.35	97.92	97.70	98.84	97.79	99.34	99.34	100.00

※2003年度～2011年度は数理情報学部、2012年度～2016年度は情報理工学部、2017年度～2018年度は理工学部の就職率。



科学技術基本計画

平成28年1月22日

閣議決定

第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

知識や価値の創出プロセスが大きく変貌し、経済や社会の在り方、産業構造が急速に変化する大変革時代が到来している。このような時代においては、次々に生み出される新しい知識やアイデアが、組織や国の競争力を大きく左右し、いわゆるゲームチェンジが頻繁に起こることが想定される。

また、ICTの進化に伴うネットワーク化やサイバー空間利用の飛躍的發展は、こうした潮流の牽引役を担っており、我が国、そして世界の経済・社会が向かう大きな方向性を示している。インターネットを媒介して様々な情報が「もの」とつながるIoT、全てとつながるInternet of Everything (IoE) が飛躍的な広がりを見せる中、莫大なデータから新たな知識が創出され、また、過去には全く想定されていなかった異なる事象の結び付きや融合から、消費者のニーズに合わせた新たな製品やサービスが生まれ、一気に市場が広がるなど、様々な形でイノベーションが生み出される状況を迎えている。

こうした中、過去の延長線上からは想定できないような価値やサービスを創出し、経済や社会に変革を起こしていくためには、これまでの基本計画で進めてきた取組に加え、更なる挑戦を促すような新機軸のアプローチを打ち出すことが必須となっている。

先行きの見通しを立てることが難しい大変革時代においては、ゲームチェンジにつながる新たな知識やアイデアを生み出し、時代を先取りしていくことが不可欠である。このため、新しい試みに果敢に挑戦し、非連続なイノベーションを積極的に生み出す取組を強化する。

また、ネットワーク化やサイバー空間利用の飛躍的發展といった潮流を踏まえ、サイバー空間の積極的な利活用を中心とした取組を通して、新しい価値やサービスが次々と創出され、社会の主体たる人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を未来社会の姿として共有する。その上で、こうした社会を世界に先駆けて実現するための取組を強化する。

(1) 未来に果敢に挑戦する研究開発と人材の強化

日々新しい知識や技術が生み出され、地球規模の経済・社会活動として展開され、競争力の中核が移り変わる中、我が国の国際競争力を強化し持続的發展を実現していくためには、新たな価値を積極的に生み出し、この変革を先導していくことが重要である。

そのためには、特に、失敗を恐れず高いハードルに果敢に挑戦し、他の追随を許さないイノベーションを生み出していく営みが重要である。既存の慣習やパラダイムにとらわれることなく、社会変革の源泉となる知識や技術のフロンティアに挑戦し、社会実装を試行し続けていくことで、新たな知識や技術を生み出し、そこから画期的な価値を創出することが求められる。そして、そうした価値は、既存の競争ルールを一変させ、競争力に大きな影響を与え得るものである。

このため、従来型の研究開発に加えて、アイデアの斬新さと経済・社会的インパクトを重視した研究開発に挑戦することを促す仕掛けを取り入れ、非連続なイノベーションの創出を加速する。また、様々な異なるアイデアの苗床なくしてこれらの政策は成り立たない。したがって、より創造的なアイデアと、それを実装する行動力を持つ人材に研

究開発プロジェクトの形でアイデアの試行機会を提供する。さらに、これらの特性を意識して効果的なプロジェクトの運営管理を実施できる人材の育成・確保を図る。

以上を踏まえ、国は、各府省の研究開発プロジェクトにおいて、挑戦的（チャレンジング）な研究開発の推進に適した手法を普及拡大する。

具体的には、研究開発マネジメントにおけるプログラママネージャーの導入と権限強化による新しいアイデアを持つ研究者への機会の付与、必ずしも確度は高くない（リスクが高い）ものの成功時に大きなインパクトが期待できるような研究を奨励する評価の実施、画期的だがリスクが高い研究について進捗の段階ごとに成果を確認しつつ発展させるステージゲート制、新しいアイデアに基づく研究を奨励するアワード方式の導入等が考えられる。こうした手法の普及拡大を通じて、従来の主要な研究開発プロジェクトでは実施されなかったような研究開発と、チャレンジングな人材の活躍等を促進する。

その際、「リスクが高い研究開発において失敗は付き物であり、挑戦すること自体にも価値がある」という考えの下、その失敗を次のステップや別の課題の解決に生かしていく仕組みも重要である。

また、チャレンジングな性格を有する研究開発プロジェクトである革新的研究開発推進プログラム（IMPACT）について、更なる発展・展開を図るとともに、これをモデルケースとして、関係府省が所管する研究開発プロジェクトへも、このような仕組みの普及拡大を図っていく。

なお、チャレンジングな研究開発から生まれた知識からゲームチェンジを起こすには、知識から価値への転換を、スピード感を持って実現する必要がある。この転換においては、特にベンチャー企業の役割が極めて重要であり、そうした企業が継続的に創出され、活躍できる環境の整備が不可欠である。

（２）世界に先駆けた「超スマート社会」の実現（Society 5.0）

ICTが発展し、ネットワーク化やIoTの利活用が進む中、世界では、ドイツの「インダストリー4.0」、米国の「先進製造パートナーシップ」、中国の「中国製造2025」等、ものづくり分野でICTを最大限に活用し、第4次産業革命とも言うべき変化を先導していく取組が、官民協力の下で打ち出され始めている。

今後、ICTは更に発展していくことが見込まれており、従来は個別に機能していた「もの」がサイバー空間を利活用して「システム化」され、さらには、分野の異なる個別のシステム同士が連携協調することにより、自律化・自動化の範囲が広がり、社会の至るところで新たな価値が生み出されていく。これにより、生産・流通・販売、交通、健康・医療、金融、公共サービス等の幅広い産業構造の変革、人々の働き方やライフスタイルの変化、国民にとって豊かで質の高い生活の実現の原動力になることが想定される。

特に、少子高齢化の影響が顕在化しつつある我が国において、個人が生き活きと暮らせる豊かな社会を実現するためには、システム化やその連携協調の取組を、ものづくり分野の産業だけでなく、様々な分野に広げ、経済成長や健康長寿社会の形成、さらには社会変革につなげていくことが極めて重要である。また、このような取組は、ICTをはじめとする科学技術の成果の普及がこれまで十分でなかった分野や領域に対して、そ

の浸透を促し、ビジネス力の強化やサービスの質の向上につながるものとして期待される。

こうしたことから、ICTを最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を未来社会の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を更に深化させつつ「Society 5.0」²として強力に推進し、世界に先駆けて超スマート社会を実現していく。

① 超スマート社会の姿

超スマート社会とは、

「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かに対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き活きと快適に暮らすことのできる社会」

である。

このような社会では、例えば、生活の質の向上をもたらす人とロボット・AIとの共生、ユーザーの多様なニーズにきめ細かに応えるカスタマイズされたサービスの提供、潜在的ニーズを先取りして人の活動を支援するサービスの提供、地域や年齢等によるサービス格差の解消、誰もがサービス提供者となれる環境の整備等の実現が期待される。

また、超スマート社会に向けた取組の進展に伴い、エネルギー、交通、製造、サービスなど、個々のシステムが組み合わせられるだけにとどまらず、将来的には、人事、経理、法務のような組織のマネジメント機能や、労働力の提供及びアイデアの創出など人が実施する作業の価値までもが組み合わせられ、更なる価値の創出が期待できる。

一方、超スマート社会では、サイバー空間と現実世界とが高度に融合した社会となり、サイバー攻撃を通じて、現実世界にもたらされる被害が深刻化し、国民生活や経済・社会活動に重大な被害を生じさせる可能性がある。このため、より高いレベルのセキュリティ品質³を実現していくことが求められ、こうした取組が企業価値や国際競争力の源泉となる。

② 実現に必要な取組

超スマート社会の実現には、様々な「もの」がネットワークを介してつながり、それらが高度にシステム化されるとともに、複数の異なるシステムを連携協調させることが必要である。それにより、多種多様なデータ⁴を収集・解析し、連携協調したシステム間で横断的に活用できるようになることで、新しい価値やサービスが次々と生まれてくる。

しかし、あらゆるシステムの連携協調を可能とするような仕組みを一気に構築することは現実的ではない。このため、国として取り組むべき経済・社会的課題を踏まえて総

2 狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続くような新たな社会を生み出す変革を科学技術イノベーションが先導していく、という意味を込めている。

3 個人・企業が当該サービスに期待する品質の要素としての安全やセキュリティ

4 ウェブデータ、人間の行動データ、三次元の地理データ、交通データ、環境観測データ、ものづくりや農作物等の生産・流通データ等

合戦略 2015 で定めた 11 のシステム⁵の開発を先行的に進め、それらの個別システムの高度化を通じて、段階的に連携協調を進めていく。

まずは、個別システムのそれぞれに対して設定されている達成すべき課題を踏まえ、産学官・関係府省連携の下、それら 11 システムの高度化の取組を着実に進めるとともに、各取組の間で好事例や問題点等を共有し、相互活用を図る。

また、それら 11 システム個別の取組と並行して、複数のシステム間の連携協調を可能とし、現在では想定されないような新しいサービスも含め、様々なサービスに活用できる共通のプラットフォームを段階的に構築していく。特に、複数のシステムとの連携促進や産業競争力向上の観点から、「高度道路交通システム」、「エネルギーバリューチェーンの最適化」及び「新たなものづくりシステム」をコアシステムとして開発し、「地域包括ケアシステムの推進」、「スマート・フードチェーンシステム」及び「スマート生産システム」などの他のシステムとの連携協調を早急に図り、経済・社会に新たな価値を創出していく。

その際、システム全体の企画・設計段階からセキュリティの確保を盛り込むセキュリティ・バイ・デザインの考え方にに基づき推進することが必要である。

以上を踏まえ、国は、産学官・関係府省連携の下で、超スマート社会の実現に向けて I o T を有効活用した共通のプラットフォーム（以下「超スマート社会サービスプラットフォーム」という。）の構築に必要な取組を推進する。

具体的には、複数システム間のデータ利活用を促進するインターフェースやデータフォーマット等の標準化、全システムに共通するセキュリティ技術の高度化及び社会実装の推進、リスクマネジメントを適切に行う機能の構築を進める。

また、三次元地図・測位データや気象データのような「準天頂衛星システム」、「データ統合・解析システム（D I A S : Data Integration and Analysis System）」及び「公的認証基盤」等の我が国の共通基盤システムから提供される情報を、システム間で広く活用できるようにする仕組みの整備及び関連技術開発を進める。

さらに、システムの大規模化や複雑化に対応するための情報通信基盤技術の開発強化、経済・社会に対するインパクトや社会コストを明らかにする社会計測機能の強化を図る。

加えて、個人情報保護、製造者及びサービス提供者の責任等に係る課題への対応、社会実装に向けた文理融合による倫理的・法制度的・社会的取組の強化、新しいサービスの提供や事業を可能とする規制緩和・制度改革等の検討、適切な規制や制度作りに資する科学の推進を図る。

また、これらの取組と並行して、超スマート社会サービスプラットフォームの構築に資する研究開発人材や、これを活用して新しい価値やサービスを創出する人材を育成する。

なお、これらの取組は、我が国の重要な課題である健康長寿社会の形成にも資するものであることから、総合科学技術・イノベーション会議は、健康・医療戦略推進本部と

5 エネルギーバリューチェーンの最適化、地球環境情報プラットフォームの構築、効率的かつ効果的なインフラ維持管理・更新の実現、自然災害に対する強靱な社会の実現、高度道路交通システム、新たなものづくりシステム、統合型材料開発システム、地域包括ケアシステムの推進、おもてなしシステム、スマート・フードチェーンシステム、スマート生産システム

の連携・協力を進めるとともに、ICT関連の司令塔である高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部及びサイバーセキュリティ戦略本部との連携を進める。その上で、総合科学技術・イノベーション会議は、超スマート社会サービスプラットフォームの構築に向けた産学官・関係府省の連携体制を整備するとともに、毎年度策定する総合戦略において取組の重点化や詳細な目標設定等を実施する。

(3) 「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の強化

① 競争力向上に必要となる取組

超スマート社会において、我が国が競争力を維持・強化していくためには、世界に先駆けてこうした取組を進め、ノウハウや知識を蓄積することにより、先行的に知的財産化や国際標準化を進めていく必要がある。また、構築されるプラットフォームを常に高度化し、多様なニーズに的確に応える新しい事業の創出を促進するとともに、このプラットフォームや個別システムに我が国ならではの特長を持たせ優位性を確保していくことが重要である。

このため、国は、産学官・関係府省連携の下で、超スマート社会サービスプラットフォームの技術やインターフェース等に係る知的財産戦略と国際標準化戦略を推進する。

また、超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術の強化や、個別システムで新たな価値創出のコアとなる我が国が強みを有する技術を更に強化していくことが必要であり、具体的な技術領域と推進方策については次項に示す。

さらに、課題達成の実証を完了したシステムのパッケージ輸出の促進を通じ、我が国発の新しいグローバルビジネスの創出を図り、少子高齢化、エネルギー等の制約、自然災害のリスク等の課題を有する課題先進国であることを強みに変える。

あわせて、超スマート社会サービスプラットフォームを活用し、新しい価値やサービスを生み出す事業の創出や、新しい事業モデルを構築できる人材、データ解析やプログラミング等の基本的知識を持ちつつビッグデータやAI等の基盤技術を新しい課題の発見・解決に活用できる人材などの強化を図る。

② 基盤技術の戦略的強化

ⅰ) 超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術

超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術、すなわちサイバー空間における情報の流通・処理・蓄積に関する技術は、我が国が世界に先駆けて超スマート社会を形成し、ビッグデータ等から付加価値を生み出していく上で不可欠な技術である。

このため、国は、特に以下の基盤技術について速やかな強化を図る。

- ・設計から廃棄までのライフサイクルが長いといったIoTの特徴も踏まえた、安全な情報通信を支える「サイバーセキュリティ技術」
- ・ハードウェアとソフトウェアのコンポーネント化や大規模システムの構築・運用等を実現する「IoTシステム構築技術」
- ・非構造データを含む多種多様で大規模なデータから知識・価値を導出する「ビッグデータ解析技術」

- ・ I o Tやビッグデータ解析、高度なコミュニケーションを支える「A I 技術」
 - ・ 大規模データの高速・リアルタイム処理を低消費電力で実現するための「デバイス技術」
 - ・ 大規模化するデータを大容量・高速で流通するための「ネットワーク技術」
 - ・ I o Tの高度化に必要となる現場システムでのリアルタイム処理の高速化や多様化を実現する「エッジコンピューティング」
- また、これらの基盤技術を支える横断的な科学技術として数理科学が挙げられ、各技術の研究開発との連携強化や人材育成の強化に留意しつつ、その振興を図る。

ii) 新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術

我が国が強みを有する技術を生かしたコンポーネントを各システムの要素に組み込むことで、我が国の優位性を確保し、国内外の経済・社会の多様なニーズに対応する新たな価値を生み出すシステムとすることが可能となる。

このように、個別システムにおいて新たな価値創出のコアとなり現実世界で機能する技術として、国は、特に以下の基盤技術について強化を図る。

- ・ コミュニケーション、福祉・作業支援、ものづくり等様々な分野での活用が期待できる「ロボット技術」
- ・ 人やあらゆる「もの」から情報を収集する「センサ技術」
- ・ サイバー空間における情報処理・分析の結果を現実世界に作用させるための機構・駆動・制御に関する「アクチュエータ技術」
- ・ センサ技術やアクチュエータ技術に変革をもたらす「バイオテクノロジー」
- ・ 拡張現実や感性工学、脳科学等を活用した「ヒューマンインターフェース技術」
- ・ 革新的な構造材料や新機能材料など、様々なコンポーネントの高度化によりシステムの差別化につながる「素材・ナノテクノロジー」
- ・ 革新的な計測技術、情報・エネルギー伝達技術、加工技術など、様々なコンポーネントの高度化によりシステムの差別化につながる「光・量子技術」

なお、i) 及び ii) に掲げた基盤技術については、例えば、A I とロボットとの連携がA I による認識とロボットの運動能力の向上をもたらすように、複数の技術が有機的に結び付くことで、相互の技術の進展を促すことも予想されるため、技術間の連携と統合にも十分留意する。

iii) 基盤技術の強化の在り方

i) 及び ii) に掲げた基盤技術の強化に当たっては、超スマート社会への展開を考慮しつつ 10 年程度先を見据えた中長期的視野から、各技術において高い達成目標を設定し、その目標の実現に向けて取り組むべきである。

その中で、技術の社会実装が円滑に進むよう、産学官が協働して研究開発を進めていく仕組みを構築することが重要である。特に、基礎研究から社会実装に向けた開発まで、研究開発をリニアモデルで進めるのではなく、社会実装に向けた開発と基礎研究とが相互に刺激し合いスパイラル的に研究開発することにより、新たな科学の創出、革新的技術の実現、実用化及び事業化を同時並行的に進めることのできる環境を整備することが

重要である。

加えて、世界中から優れた人材、知識、資金を取り入れて研究開発及び人材育成を進めるとともに、AI技術やセキュリティ技術の領域などでは、人文社会科学及び自然科学の研究者が積極的に連携・融合した研究開発を行い、技術の進展がもたらす社会への影響や人間及び社会の在り方に対する洞察を深めることも重要である。また、こうした研究開発環境の実現に向けて、優れたリーダーの下、国内外から優れた人材を結集し、研究開発プロジェクトを柔軟に運営できる体制の構築も重要である。

総合科学技術・イノベーション会議は、重要な基盤技術について、上述の内容を踏まえた上で、各府省を俯瞰した戦略を策定し、効果的・効率的な研究開発の推進を先導する。その際、各重要技術領域における研究開発の進捗状況を評価し、メリハリを付けながら進めるとともに、技術動向や経済・社会の変化に対し、技術領域や目標の適切な見直しも含めて、弾力的に研究開発を推進する。

未来投資戦略 2018

— 「Society 5.0」 「データ駆動型社会」 への変革 —

平成 30 年 6 月 15 日

第1 基本的視座と重点施策

1. 基本的考え方

(1) はじめに

昨年末の「新しい経済政策パッケージ」（平成29年12月8日閣議決定）では、2020年までの3年間を生産性革命・集中投資期間とし、大胆な税制、予算、規制改革などあらゆる施策を総動員することとした。「Society 5.0」の実現に向けて、最先端の取組を伸ばし、日本経済全体の生産性の底上げを図るため、様々な施策を講じることとした。

「未来投資戦略2018」では、この半年間の検討を踏まえて各種の施策の着実な実施を図りつつ、成長戦略のスコープとタイムフレームを広げて、第4次産業革命の技術革新を存分に取り込み、「Society 5.0」を本格的に実現するため、これまでの取組の再構築、新たな仕組みの導入を図る。

(2) 「新しい経済政策パッケージ」の実施状況

「新しい経済政策パッケージ」に盛り込まれた諸施策については、

- － 「生産性向上特別措置法」（規制の「サンドボックス」、産業データの活用促進等）の成立・施行、
- － 中小企業の設備投資に対する固定資産税の負担減免、設備やIT投資等に積極的に取り組む企業に対する法人税の負担軽減などの税制措置の成立・施行、
- － 「ものづくり・商業・サービス補助金」など予算措置の執行、
- － 「自動運転に係る制度整備大綱」の取りまとめ等規制改革の推進

など、一つ一つの施策が着実に進展している。

一方、需給ギャップがプラスに転じている現在、潜在成長率の大幅な引上げに向け、こうした「経済政策パッケージ」の着実な実行とともに、「Society 5.0」を実現するため、次のステップへの新たな政策立案が必要不可欠である。

(3) 世界の動向と日本の立ち位置

世界では、ICT機器の爆発的な普及や、AI、ビッグデータ、IoT等の社会実装が進む中、社会のあらゆる場面でデジタル革命が進み、米国や中国等の有力企業を中心に、革新的なデジタル製品・サービス・システムが新たな市場を開拓、占有し続けており、そこに世界的に資金が次々と流れ込んでいる。

また、デジタル新時代の価値の源泉である「データ」や、データと新しいアイデアを駆使して新たな付加価値を創出する「人材」を巡る国際的な争奪戦が繰り広げられている。一方、一部の企業や国がデータの囲い込みや独占を図る「データ覇権主義」、寡占化により、経済社会システムの健全な発展が阻害される懸念も指摘されている。

こうした中、日本は、企業の優れた「技術力」や大学等の「研究開発力」、高い教育水準の下でのポテンシャルの高い「人材」層、ものづくりや医療等の「現場」から得られる豊富な「リアルデータ」、企業や家計が保有する潤沢な「資金」に恵まれながら、そうした資源を経済社会システムの革新や新ビジネスの創出に戦略的かつスピード感を持って活用できているとは言い難い。手をこまねいて後手に回ると、日本は新たな国際競争の大きな潮流の中で埋没しかねない。

他方、日本は、人口減少、少子高齢化、エネルギー・環境制約など、様々な社会課題に直面する「課題先進国」。現場からの豊富なリアルデータによって、課題を精緻に「見える化」し、データと革新的技術の活用によって課題の解決を図り、新たな価値創造をもたらす大きなチャンスを迎えている。日本は、世界に先駆けて人口減少に直面することから、他国に比べ、失業問題といった社会的摩擦を引き起こすことなく AI やロボットなどの新技術を社会の中に取り込むことができるという点で優位な立ち位置にさえある。

そのチャンスを現実のものにするためには、民間も行政も、過去の成功体験にとらわれた内向き志向や自前主義から 180 度転換し、既存の組織や産業の枠を越えて、技術と人材、データと現場の新たなマッチング等を通じたオープンイノベーション、社会変革を飛躍的に進めることが不可欠である。

(4) 「Society 5.0」の実現に向けた戦略的取組

第 4 次産業革命の社会実装によって、現場のデジタル化と生産性向上を徹底的に進め、日本の強みとリソースを最大活用して、誰もが活躍でき、人口減少・高齢化、エネルギー・環境制約など様々な社会課題を解決できる、日本ならではの持続可能でインクルーシブな経済社会システムである「Society 5.0」を実現するとともに、これにより SDGs¹の達成に寄与する。

それは、データを独占する一部の者が社会を支配するという「デジタル専制主義」への懸念が指摘される中、様々なデータを共有財産として社会課題の解決を担うビジネスに活用し、イノベーションを牽引する多様なプレーヤーを創出するという意味で、短期の利益第一主義では対応できない新たなモデルを世界に提示するもの。

¹ Sustainable Development Goals の略。

その推進に当たっては、「Society 5.0」で実現できる新たな国民生活や経済社会の姿を、できるだけ具体的に示し、国民の間で共有するとともに、これまでの成功体験から決別した「非連続」な形で、従来型の制度・慣行や社会構造の改革を一気に進めていくことが重要である。

そして、これらの取組が日本経済の潜在成長力を大幅に引き上げ、名目 GDP を 600 兆円（2020 年頃）から更に押し上げ、国民所得や生活の質、日本の国際競争力やプレゼンスを大きく向上させていく。

今後、諸外国においても、我が国と同様の社会課題に直面していくこととなり、社会課題解決への技術革新、ソリューション提供競争が想像を超えるスピードで激化していくことに鑑みれば、まさにこの数年が我が国にとって不可逆的岐路であり、新たな決意とスピード感をもって進めていく。

2. 第4次産業革命技術がもたらす変化／新たな展開：「Society 5.0」

第4次産業革命の新たな技術革新は、人間の能力を飛躍的に拡張する技術（頭脳としてのAI、筋肉としてのロボット、神経としてのIoT）。豊富なりアルデータを活用して、従来の大量生産・大量消費型のモノ・サービスの提供ではない、個別化された製品やサービスの提供により、様々な社会課題を解決でき、大きな付加価値を生むもの。

これにより、これまでは実現困難で遠い将来の夢と思われていたことが視野に入り、手に届きそうなところまで来ており、経済社会のあらゆる場面で、大きな可能性とチャンスを生む新たな展開、「Society 5.0」の実現が期待される。

(1) 「生活」「産業」が変わる

① 自動化：移動・物流革命による人手不足・移動弱者の解消

AI やロボットによって、様々な分野で自動化が進む。例えば、これが自動車の運転、物流の局面で成し遂げられれば、交通事故の削減や地域における移動弱者の激減、安全・安心な自動運転社会につながられるほか、人手不足に直面する物流現場の効率化につながり、過度な業務負担も大幅に軽減される。

自動翻訳によるコミュニケーションの進化（「言語間の移動」）は、国際的な知見を獲得したり、我が国の知見を海外に発信したりするに当たり、これまで大きなハードルであった言葉の壁をバイパスすることができる可能性を秘めている。

このように AI やロボットがもたらす自動化・効率化、代替力によって、人間の活動の重点は、五感をフルに活用した頭脳労働や、チームワークの下で互いに知恵を出し合うコミュニケーションなどにシフトしていくこととなる。

② 遠隔・リアルタイム化：地理的・時間的制約の克服による新サービス創出

画質や音質が飛躍的に進歩した IoT 技術により、これまで地理的な制約で提供することができなかった新しいサービスの提供が可能になる。例えば、交通の便が悪い地方の住民や子育てに忙しい都市部の住民が、大きなコストを払うことなく必要な医療や教育のサービスの提供を受けることができる。

わざわざ商店やコンビニエンスストアに買い物に行かなくてもスマホのアプリで商品を注文し、これをタイムリーに受け取ることが可能となる。

また、「条件不利地」とされていた地域で生活する人達も、地域外の企業に就職しなくても世界中の人々を顧客にすることが可能になり、例えば、自然溢れる島に住みながら個性豊かな「商品」や「サービス」を提供するビジネスが可能になるなど、全ての者に対して活躍のチャンスを生み出すことが可能になる。

(2) 経済活動の「糧」が変わる

20世紀までの経済活動の代表的な基盤は、安定的な「エネルギー」と「ファイナンス」の供給。天然資源の乏しい日本にとって、エネルギー供給は日本経済の潜在的な「弱み」であった。また、金融面でも、日本は世界的な競争から遅れを取っているのが現状である。

こうした「弱み」を、ブロックチェーン技術等を活用した集中から分散型によるセキュリティの確保や、新しい決済手法、スマートエネルギーマネジメントなど、最新の技術革新を取り入れることにより、国際競争で互角に戦える「強み」に変えることが可能となる。

さらに、21世紀のデータ駆動型社会では、経済活動の最も重要な「糧」は、良質、最新で豊富な「リアルデータ」。データ自体が極めて重要な価値を有することとなり、データ領域を制することが事業の優劣を決すると言っても過言ではない状況が生まれつつある。

これまで世の中に分散し眠っていたデータを一気に収集・分析・活用する（ビッグデータ化）ことにより、生産・サービスの現場やマーケティングの劇的な精緻化・効率化が図られ、画一的ではない、個別のニーズにきめ細かく、かつリアルタイムで対応できる商品やサービス提供が可能になる。

例えば、個人の健康状態に応じた健康・医療・介護サービスや、時間や季節の変化に応じた消費者のニーズの変化を的確に捉えた商品、農産品の提供などが可能となる。ものづくり、医療、輸送など、現場にあるリアルデータの豊富さは、日本の最大の強みであり、サイバーセキュリティ対策に万全を期しながらそのデータ利活用基盤を世界に先駆けて整備することにより、新デジタル革命時代のフロントランナーとなることを目指す。

(3) 「行政」「インフラ」が変わる

国民生活やビジネスを取り巻くデジタル環境が大幅に変化する中、旧態依然としたアナログ行政から決別し、行政のあらゆるサービスを最初から最後までデジタルで完結させる原則（「紙」から「データ」へ）の下、公的個人認証システムの普及と利便性向上により、様々なライフイベントや事業活動を巡る行政手続等において、国民や企業が直面する時間・手間やコストを大幅に軽減する。

また、行政が保有する膨大なデータのオープン化（誰もが利活用できるインフラ化）により、データを活用したイノベーションや新ビジネス創出、次世代ヘルスケア・システムの構築などを促進していく。

さらに、港湾、空港、道路、上下水道などのインフラ管理でも、民間活力（PPP/PFI 等）や技術革新の徹底活用を図ることにより、設置及びメンテナンスのコストの劇的な改善がなされるのみならず、インフラの質の抜本的な向上が実現する。

(4) 「地域」「コミュニティ」「中小企業」が変わる

自動走行を含めた便利な移動・物流サービス、オンライン医療や IoT を活用した見守りサービスなどにより、人口減少下の地域でも、高齢者も含め利便性の高い生活を実現し、地域コミュニティの活力を高める。

豊富なデータと、5G 等の高速大容量の通信回線などの活用により、地域でも日本中・世界中の知識集約型の企業や大学・研究機関とコラボレーションが可能となり、町工場も世界とつながり、地域発のイノベーションと付加価値の高い雇用の場が拡大する。

日本の豊かな観光資源に加え、豊富なリアルデータや多言語音声翻訳技術等を活用した外国人観光客に対する多様なサービスの提供により、地域での交流人口の拡大と消費拡大が実現する。

データ連携や IoT、3D プリンター等を活用して、顧客の多様なニーズに対応する多品種少量生産等が可能となり、高い現場力を有し、小回りの利く中小企業ならではの新たな市場獲得のチャンスが生まれる。また、AI、IoT、ロボットの活用によるバリューチェーン全体の高付加価値化により、「稼げる」農林水産業が、若者にとって魅力ある雇用の場を提供する。

(5) 「人材」が変わる

第4次産業革命の技術革新により、人間がこれまで行ってきた単純作業や反復継続的な作業はAI、ロボット等が肩代わりし、3K現場は激減する。そうした中、「人生100年時代」にふさわしい多様なリカレント教育と、デジタル技術を活用した個別化学習、遠隔教育などを通じ、AI時代に対応できる能力を身につけることにより、老若男女を問わず、あらゆる人々に、やりがいや、よりキャリアアップした仕事を選択するチャンスが与えられる。

女性、高齢者、障害者、外国人材等が活躍できる場を飛躍的に広げ、個々の人材がライフスタイルやライフステージに応じて最も生産性を発揮できる働き方を選択できるようにするとともに、ICTの普及・進化により、テレワーク、クラウドソーシング、副業・兼業など、従来の「正社員」とは異なる柔軟で多様なワークスタイルを拡大させる。

これらを通じた労働生産性の向上は、日本経済の成長だけではなく、個々人にとっても自由な時間を提供することとなり、余暇の活用など生活の質の向上、望ましいワーク・ライフ・バランスの選択、さらに学び直しの時間も含めた「人生の再設計」を可能としていく。

3. 「Society 5.0」の実現に向けて今後取り組む重点分野と、変革の牽引力となる「フラッグシップ・プロジェクト」

「Society 5.0」の実現に向けた改革において、この数年が我が国にとって勝負どころであり、「物事が目に見えて変わり始めること」が実感できるスピード感が重要である。

このため、これからの成長戦略においては、幅広い取組について総花的に施策を展開し、リソースを投入するのではなく、第4次産業革命の社会実装によって大きな可能性とチャンスを生む新たな展開が期待される重点分野について、

- ・新たなイノベーションの社会実装やデータ活用によって国民生活が変わる姿を、実際に「現場」を変える具体的かつ先導的なプロジェクトとして推進する、
- ・プロジェクトの推進に当たっては、様々なプレイヤーの参画を得つつ、産学官の壁、既存の組織や業界間、省庁間の壁を越えてルールを共有し、人材・資金面での資源を重点投入する、
- ・現状を打破する「尖った」取組を推進する際に直面する制度的な課題については、「サンドボックス」制度の活用など新たな仕組みによって直ちに解決の道筋をつけ、「Society 5.0」にふさわしい新たなルール整備につなげる、これらの視点から、日本の成長戦略を牽引する新たな「フラッグシップ(旗艦)・プロジェクト」(FP)を推進する。

(1)① 「自動化」：次世代モビリティ・システムの構築プロジェクト

世界では自動運転の開発・社会実装競争のみならず、移動に関する様々なサービスに横串を刺しての競争も開始されており、日本において世界に先駆け、自動運転及び公共交通全体のスマート化を含む「次世代モビリティ・システム」を実現する。

<自動運転の実用化>

- ・無人自動運転による移動サービスの2020年実現や、高速道路でのトラックの隊列走行についての早ければ2022年の商業化等を目指す。地域の交通事情に知見がある運行事業者と連携した実証や、後続車無人システムの公道実証を本年度中に開始する。
- ・2020年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会を見据え、羽田空港や臨海地域等において、遠隔運行や完全自動運転に向けた最先端の実証をできる限り広範囲で可能とするよう、来年度までに信号情報を車両と通信するインフラや路車間通信などの環境整備を行う。

- ・ 以上に関連して、2020 年の無人走行サービス等を制度上可能とするべく政府の方針を取りまとめた「自動運転に係る制度整備大綱」に基づき、国際的な議論においてリーダーシップを発揮しつつ、各分野での必要な法制度の整備を早急に進める。

<公共交通全体のスマート化>

- ・ 2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会での円滑な輸送に寄与する観点から、公共交通機関における運行情報等を手軽に利活用できるよう、本年度は首都圏を先行して、オープンデータを活用したスマートフォンアプリによる情報提供の実証実験を実施する。
- ・ まちづくりと公共交通の連携を推進しつつ、自動走行など新技術の活用、まちづくりと連携した効率的な輸送手段、買い物支援・見守りサービス、MaaS(Mobility as a Service)などの施策連携により、利用者ニーズに即した新しいモビリティサービスのモデル都市、地域をつくる。

(1)② 次世代ヘルスケア・システムの構築プロジェクト

データや技術革新を積極導入・フル活用し、個人・患者本位の新しい「健康・医療・介護システム」を 2020 年度からの本格稼働を目指して構築し、医療機関や介護事業所による個人に最適なサービス提供や、保険者や個人による予防・健康づくりを進め、次世代ヘルスケア・システムの構築と健康寿命の延伸を目指す。

<個人に最適な健康・医療・介護サービス>

- ・ 個人の健診・診療・投薬情報が医療機関等の中で共有できる全国的な保健医療情報ネットワークについて、本年夏を目途に具体的な工程表を策定し、必要な実証を行いつつ、2020 年度からの本格稼働を目指す。
- ・ 個人の健康状態や服薬履歴等を本人や家族が随時確認でき、日常生活改善や健康増進につなげるための仕組みである PHR(Personal Health Record)について、2020 年度より、マイナポータル（個人向け行政ポータルサイト）を通じて本人等へのデータの本格的な提供を目指す。
- ・ 認知症の超早期予防から発症後の生活支援・社会受容のための環境整備も含め、自治体、研究者、企業等が連携し、「認知症の人にやさしい」新たな製品やサービスを生み出す実証フィールドを整備すべく、官民連携プラットフォームを本年度構築する。

<医療・介護現場の生産性向上>

- ・介護現場の生産性を飛躍的に高めるため、ICT化を徹底推進し、2020年度までに介護分野での必要なデータ連携が可能となることを目指すとともに、現場ニーズを踏まえたロボット・センサー、AI等の開発・導入を推進し、事業者による効果検証から得られたエビデンスを活用して、次期以降の介護報酬改定等で評価する。
- ・健康増進や予防に資する公的保険外のサービスの活用を促進するため、業界の自主的な品質評価の仕組み構築を通じたサービスの客観的な品質の「見える化」や、自治体やケアマネジャー等から利用者に対する良質なサービスに関する積極的な情報提供を促すとともに、行政コストを抑えつつ、民間ノウハウを活用して社会課題解決と行政効率化を実現する成果連動型民間委託契約方式の活用と普及を促進する。

<遠隔・リアルタイムの医療とケア>

- ・医師や薬剤師など多職種連携の下、住み慣れた地域・我が家において安心して在宅で医療やケアを受けられるよう、服薬指導を含めた「オンラインでの医療」全体の充実に向けて、次期以降の診療報酬改定における有効性・安全性を踏まえた評価、「医薬品医療機器等法」の改正の検討など所要の制度的対応も含めて、ユーザー目線で、現状を更に前進させる取組を進める。

(2) 「経済活動の糧」関連プロジェクト

▶エネルギー転換・脱炭素化に向けたイノベーションの推進

- ・2050年を見据え、デジタル技術を活用したエネルギー制御、蓄電、水素利用などのエネルギー転換・脱炭素化に向けた技術開発を進め、日本企業の能動的な提案・情報開示や金融機関・投資家との対話・理解を促し、ESG投資²を促進する。また、電気自動車、燃料電池自動車等次世代自動車の普及を推進する。さらに、脱炭素化に貢献する我が国の技術・製品を国際展開し、世界全体のエネルギー転換・脱炭素化を牽引していく。
- ・蓄電池や電気自動車、ネガワットなどの分散型エネルギーリソースを活用した次世代の調整力であるバーチャルパワープラントの2021年度からの事業化に向け、利用可能なエネルギーリソースの拡大、制御技術の高度化等に向けた実証、制度整備等を進める。

² 環境（Environment）、社会（Social）、ガバナンス（Governance）に関する要素を考慮した投資。

- ・これらのプロジェクトを進めるのと同時に、世界のマーケットのグリーン化が進展する中、環境と経済成長の好循環を実現し、脱炭素化を牽引する成長戦略として、パリ協定に基づく温室効果ガス低排出型の経済・社会の発展のための長期戦略を策定する。

▶FinTech／キャッシュレス化推進

- ・現在の業態ごとの金融・商取引関連法制を、同一の機能・リスクには同一のルールを適用する機能別・横断的な法制に見直すことについて、関係省庁において連携しつつ検討を行い、法整備に向けた基本的な考え方について、本年度中に中間整理の取りまとめを目指す。
- ・ブロックチェーン技術、タイムスタンプ等を用いて簡易かつ高セキュリティな本人確認手続を可能とする仕組みの構築や、市場監視業務への AI 導入に向けた検討を進める。
- ・産官学の関係者による「キャッシュレス推進協議会（仮称）」を本年中に設立し、事業者・消費者双方が受け入れやすいインセンティブ措置を含め、キャッシュレス社会の実現に向けた取組について検討を行うとともに、簡易かつ高セキュリティな決済の仕組みを確保しつつ、二次元コード（QR コード等）のフォーマットに係るルール整備について本年度中に対応策を取りまとめる。

(3) 「行政」「インフラ」関連プロジェクト

▶デジタル・ガバメントの推進

デジタル・トランスフォーメーションが世界的に拡大する一方で、我が国の旧態依然としたアナログ型行政を転換し、民間のデジタル化の流れに遅れることなくデジタル時代に即した組織・サービスとしていくことで、世界最先端のデジタル社会の基盤を整備する。

- ・「デジタルファースト法案（仮称）」の本年中の国会提出により、バックオフィス連携による添付書類撤廃、押印や対面手続などの本人確認手法の見直し、手数料支払のオンライン化、API 整備等を実現する。
- ・「フラッグシップ・プロジェクト」として、
 - －「介護」に関する手続は本年度から、住所変更という同じ内容について複数の異なる窓口での手続を強いられている「引越し」や、近親者の死後間もなく遠隔地の役所での手続を強いられる「死亡・相続」に関する手続はそれぞれ来年度から、個人向け行政手続のワンストップ化・ワンズオンリー化を実現する。

- 「法人設立手続」のオンライン・ワンストップ化により法人設立登記が24時間以内に完了する仕組みを来年度から実現し、「企業が行う従業員の社会保険・税手続」に関するワンストップサービスを2020年度から順次開始する。
- ・公的個人認証を活用したオンライン手続をスマートフォンで可能とするための法制度整備（来年目途）を行う。
- ・行政データ等のオープン化について、民間要望を踏まえて重点的に進め、運行情報など公共交通関連データ、訪日外国人の消費関連などインバウンド関連データ、ハザードマップなど防災関連データ等の早期オープン化を実現する。
- ・これらの実現に当たり、投資対効果を最大化し一元的なプロジェクト管理を可能とするため、情報システム関係予算について、要求から執行の各段階において府省横断的な視点を反映させる仕組み、調達・契約方法の柔軟化、外部の優れた人材の活用について検討を進め、推進体制の強化を図る。

▶次世代インフラ・メンテナンス・システムの構築

急速に進展しているインフラの老朽化と中長期的な人手不足に対応し、安全・安心と生産性向上を支えるインフラを適切に管理して良好な資産として次世代に引き継ぐため、徹底したデータ活用とロボット・センサーなどの新技術の開発・導入により、インフラメンテナンスの生産性向上とコスト効率化を大幅に進める。

- ・インフラ関係の諸データを集約・共有できるインフラ・データプラットフォームを構築するとともに、建設から更新・維持管理のプロセス全体を3次元データでつないでクラウド化し、測量・設計・施工・維持管理の各現場業務や受発注者双方の監督・検査業務の省力化・効率化を支援する。
- ・現場ニーズに即した要求水準（性能、コスト等）を国が明示し、民間事業者が実現手法をオープンイノベーションで開発していく手法を積極活用しつつ、要求水準充足が確認できた新技術については速やかに所要の技術基準類の整備を進めるとともに、新技術開発・導入やデータ活用に向けた今後5年間のロードマップを本年中に作成し、「インフラ長寿命化計画」等について本年度中に中間的な評価・点検を行う。

▶PPP/PFI手法の導入加速

- ・国有林について、公益的機能を維持しつつ、民間事業者の長期・大ロットでの使用収益を可能とする仕組みを整備するとともに、空港、上下水道、道路、文教施設、港湾などの重点分野のコンセッションの取組を強化する。

- ・ 公共施設等運営事業など PPP/PFI の更なる活用拡大に向けて、司令塔である内閣府や事業実施省庁において専門的知識と豊富な経験を有する専任の民間人材を登用するなど、推進体制を抜本的に強化する。
- ・ 行政コストを抑えつつ、民間ノウハウを活用して社会課題解決と行政効率化を実現する成果連動型民間委託契約方式の活用と普及を促進する。

(4) 「地域」「コミュニティ」「中小企業」関連プロジェクト

▶農林水産業のスマート化

- ・ 農業のあらゆる現場で、センサーデータとビッグデータ解析による栽培管理の最適化、AI による熟練者のノウハウの伝承可能化、ロボット、ドローンによる無人化・省力化や規模拡大・生産性向上を進めるとともに、バリューチェーン全体をデータでつなぎ、マーケティング情報に基づく生産と出荷の最適化やコストの最小化に向けた取組を推進する。このような取組を林業・水産業へと拡大する。

▶まちづくりと公共交通・ICT 活用等の連携によるスマートシティ

- ・ まちづくりと公共交通の連携を推進し、次世代モビリティサービスや ICT 等の新技術・官民データを活用した「コンパクト・プラス・ネットワーク」の取組を加速するとともに、これらの先進的技術をまちづくりに取り入れたモデル都市の構築に向けた検討を進める。自動走行技術も活用した効率的な移動サービスや、買い物支援・見守りサービスなど、少子高齢化社会でのまちづくりの課題に対するソリューションの提供を地域の産業の柱としていく。

▶中小企業・小規模事業者の生産性革命の更なる強化

- ・ 中小企業・小規模事業者による IT、ロボット導入を強力に推進するため、生産性向上特別措置法に基づく固定資産税の負担減免措置と「ものづくり・商業・サービス補助金」、IT 導入補助金などの支援施策との相乗効果が発揮されるよう、中小企業の経営改善と連携した IT 支援体制を強化する。
- ・ 担保・保証に過度に依存しない事業性評価融資により中小企業等への成長資金の供給を加速するため、事業承継時も含めた「経営者保証に関するガイドライン」の活用状況をはじめとする各金融機関の金融仲介の取組状況を客観的に評価できる指標群 (KPI) を設けること等を通じ、同ガイドラインを一層浸透・定着させ、改善を目指す。

なお、上記(3)「行政」「インフラ」の分野、(4)「地域」「コミュニティ」「中小企業」分野を中心に、地域が連携して取り組む施策・仕組み、広域レベルでの取組により、実態の広域経済圏に対応できる仕組み、さらに東京一極集中に対して地方がその潜在力を最大限に発揮できるような、新たな構想を早急に検討し、具体化していく。

4. 経済構造革新への基盤づくり

「Society 5.0」を構築する原動力は、新しい技術やアイデアをビジネスに活かす「民間」のダイナミズム。産業界は、様々なつながりにより付加価値を創出する Connected Industries に自らを変革し、イノベーションを牽引することが期待される。日本の強みを活かすイノベーションを実現する上での「官」の役割は、イノベーションが起こりやすい環境や制度を徹底的に整えるべく、その隘路^{あいろ}となり得る分野横断的な課題を徹底的に克服すること。

このため、データ利活用基盤や人材・イノベーション基盤など、データ駆動型社会の共通インフラを整備するとともに、大胆な規制・制度改革や「Society 5.0」に適合した新たなルールの構築を進める。

(1) データ駆動型社会の共通インフラの整備

① 基盤システム・技術への投資促進

- ・我が国の強みである現場データをリアルタイムに処理する AI チップなどのエッジ処理技術、量子などの次世代コンピューティング技術の開発を促進する。
- ・大容量・高速通信を支える 5G について、本年度末に周波数割当を行い、民間事業者による基盤整備を促進し、2020 年からのサービス開始につなげる。また、セキュアで高速の学術情報ネットワークを企業にも開放し、「Society 5.0」に係る産学共同研究を加速度的に進めていく。
- ・様々なデータの流通が国内外で本格化する中、セキュリティを確保するため、サプライチェーンを通じた機器・サービスの信頼性の証明、政府調達に係るクラウドの安全性評価、重要なインフラ分野等におけるデータの適切な保護・流通の仕組みの検討など、サイバーセキュリティ対策を推進する。

② AI 時代に対応した人材育成と最適活用

AI 時代には、高い理数能力で AI・データを理解し、使いこなす力に加えて、課題設定・解決力や異質なものを組み合わせる力などの AI で代替しにくい能力で価値創造を行う人材が求められることに鑑み、教育改革と産業界等の人材活用の面での改革を進めるとともに、「人生 100 年時代」に対応したリカレント教育を大幅に拡充する。

- ・2020年度からの小学校でのプログラミング教育を効果的に実施するため、教材開発や教員研修の質の向上を実現するとともに、無線LANや学習者用コンピュータなどの必要なICT環境を2020年度までに整備すべく、地方自治体における整備加速を支援していく。
- ・義務教育終了段階での高い理数能力を、文系・理系を問わず、大学入学以降も伸ばしていけるよう、大学入学共通テストにおいて、国語、数学、英語のような基礎的な科目として必修科目「情報Ⅰ」（コンピュータの仕組み、プログラミング等）を追加するとともに、文系も含めて全ての大学生が一般教養として数理・データサイエンスを履修できるよう、標準的なカリキュラムや教材の作成・普及を進める。
- ・先端的なAI人材の育成のため、工学分野における学科・専攻の縦割りや、工学（情報等）と理学（数学、物理等）など学部等の縦割りを越えて分野横断的で実践的な人材育成を行う「学位プログラム」を実現すべく、大学設置基準等の改正を行う。
- ・民間企業の老朽化したITシステム（レガシーシステム）を刷新し、デジタル・トランスフォーメーションを推進しつつ、現在、ITシステムの保守・運用に割かれているIT人材へのリカレント教育を促進し、AI・データ分野での最適な活用を実現する。また、企業、大学等の組織改革や人事・給与制度改革を促進し、内外の高度AI人材へのグローバルに遜色ない高待遇を実現する。
- ・副業・兼業を通じたキャリア形成を促進するため、実効性のある労働時間管理等の在り方について、労働者の健康確保等にも配慮しつつ、労働政策審議会等において検討を進め、速やかに結論を得る。

③ イノベーションを生み出す大学改革と産学官連携

第4次産業革命が進展する中、知と人材の集積拠点である大学・国立研究開発法人のイノベーション創造への役割が重さを増しつつある中、イノベーションの果実が次の研究開発に投資されるイノベーションエコシステムを産学官が協力して構築する。

- ・研究大学における学長（経営責任者）とプロボスト（教学責任者）の機能分担、経営協議会の審議活性化、経営人材キャリアパスの形成等を含む大学ガバナンスコードを来年度中に策定する。

- ・ 研究大学を中心とした国立大学を対象に、民間資金の獲得等に応じ運営費交付金の配分等を行う仕組みを本年度中に検討し、試行的な導入を早急に行う。
- ・ 若手研究者の活躍の機会を増大させるため、国立大学の教員について年俸制を段階的に拡大するとともに、適切かつ実効性のある業績評価に基づく給与水準の決定を徹底する。また、若手研究者が自立的に研究に挑戦できるよう、科学研究費助成事業等について若手向け研究種目への重点化を図る。

(2) 大胆な規制・制度改革

① サンドボックス制度の活用と、縦割り規制からの転換

- ・ 生産性向上特別措置法において創設された新技術等実証制度（いわゆる「規制のサンドボックス制度」）を政府横断的・一元的な体制の下で推進することにより、革新的な技術やビジネスモデルを用いた事業活動を促進する。
- ・ 従来の産業分類にとらわれない革新的なビジネスが次々と登場してくる中で、規制の「サンドボックス」制度の運用から導かれる制度見直しニーズへの対応も含め、いわゆる業法のような既存の縦割りの業規制から、サービスや機能に着目した発想で捉え直した横断的な制度への改革を推進する。

② プラットフォーマー型ビジネスの台頭に対応したルール整備

- ・ プラットフォームの寡占化が進む中で、新たなプラットフォーム型ビジネスが次々と創出され、活発な競争が行われる環境を整備するため、特定のプラットフォームからいつでもユーザーが移籍できるデータポータビリティやオープンに接続されることが可能な API 開放等を含め、中小企業やベンチャーを含めた公正かつ自由で透明な競争環境の整備、イノベーション促進のための規制緩和（参入要件の緩和等）、デジタルプラットフォーマーの社会的責任、利用者への公正性の確保など、本年中に基本原則を定め、これに沿った具体的措置を早急に進める。

③ 経済社会構造の変化に対応した競争政策の在り方の検討

- ・ 地域における人口減少等による需要減少や、グローバル競争の激化等、経済・社会構造そのものが大きく変化する中、地域にとって不可欠な基盤的サービスの確保、地域等での企業の経営力の強化、公正かつ自由な競争環境の確保、一般利用者の利益の向上等を図る観点から、競争の在り方について、政府全体として検討を進め、本年度中に結論を得る。

5. 今後の成長戦略推進の枠組み

第4次産業革命のイノベーションが世界中でドッグイヤーの名に相応しい予測困難なスピードで進化する中、試行錯誤をしながら「まずやってみる」という姿勢とそれを後押しするプロセスが極めて有効となる。

そして、「Society 5.0」を目指して、イノベーションの成果を取り込んだ社会システムの変革を実現するためには、様々なプレイヤーの参画を促しつつ、既存の組織や産業の枠を越えて、変革を阻む様々な「壁」を突破する動きを具体的な形、プロセスにしていくことが重要となる。

(1) 「産官協議会」の設置

今後の成長戦略の推進においては、従前のような審議会スタイルの検討の方法のみならず、よりマーケットや実際の「現場」に近いプレイヤーの参加を得つつ、官民の叡智^{えいち}を結集して、目指すべき経済社会の絵姿（グランドデザイン）を共有しながら、「現場」を変えていくための具体的なプロジェクト（フラッグシップ・プロジェクト）を推進するとともに、プロジェクトの成果から学ぶ形で「実証による政策形成」を進めるべく、上記2及び3章に掲げた重点分野について「産官協議会」を設置する。

「産官協議会」では、2025年までに目指すビジョンを共有し、その実現に必要な施策等を来年夏までに取りまとめる。また、重点分野での新たな展開の先陣を切るフラッグシップ・プロジェクト（FP）として、

- ・2020年頃までのアーリー・ハーベストを実現する「FP2020」
 - ・本格的な社会システムの変革を伴う「FP2025」
- を選定・推進し、官民で人材・資金面での資源を重点配分して、「現場」を変える好事例を強力に後押しすることとする。

これらのプロジェクトのうち直ちに前に進め、「現場」を変え始めるべきものについて、来年度予算、税制改正、規制改革に反映させ、必要な制度面、組織面、人材面の基盤づくりを、スピード感をもって進める。

(2) 未来投資会議と各府省の今後の取組

未来投資会議は、成長戦略の司令塔として、産官協議会を速やかに設置し、産官協議会の取組状況について報告を受けつつ、新たな課題を抽出し、産官協議会に検討を指示するなど、相互に密接に連携を図っていく。

各府省は、省庁縦割りの弊に陥ることなく、産官協議会において、産業界や大学・研究所等による新たなイノベーションへの挑戦を最大限後押ししつつ、必要となる規制改革や支援措置等を速やかに実施していく。

Ⅱ. 経済構造革新への基盤づくり

[1] データ駆動型社会の共通インフラの整備

1. 基盤システム・技術への投資促進

(1) KPI の主な進捗状況

《KPI》2020 年までに、情報処理安全確保支援士登録数 3 万人超を目指す。

⇒2018 年 4 月 1 日：9,181 人

《KPI》(新) 業種・事業者を横断するデータ共有を行う事例を 2020 年度までに 30 事例創出する。

(2) 政策課題と施策の目標

目に見えるモノを中心としたリアル経済圏から、データやアイデアといった目には見えないものが行き交うサイバー経済圏へと、社会経済の在り方が大きく変わりつつある。このことは既存の企業のビジネス基盤を大きく変えるとともに、安全・安心の概念も変え、必要となる技術・インフラも大きく変化していく。

このため、新たな資源となったデータの高度活用・流通を促進し、民間企業の大胆なデジタル・トランスフォーメーションのための環境整備を図っていく。

また、これらを支えるデジタル・インフラとして、深刻化するサイバーセキュリティの強化、ブロックチェーンなどの新たな技術の積極導入、膨大なデータを支える 5G などのインフラの整備を加速する。

(3) 新たに講ずべき具体的施策

i) データ連携活用基盤の構築

① 産業データの連携・活用

- ・本年 5 月に成立した生産性向上特別措置法に基づく産業データ活用事業認定制度に係る制度整備を行い、「自動走行・モビリティサービス」「ものづくり・ロボティクス」「バイオ・素材」などの Connected Industries の重点分野を中心に、地図データ、素材データ、保安データ等について、協調領域における産業データの共有・連携事例の拡大を図るとともに、実装支援を強化する。
- ・行政機関や企業などの民間機関の間で散在するデータを全て連携することを目指し、データ標準や共通語彙基盤 (IMI) 等を用いた横断的なデータ活用基盤を 3 年以内に整備する。

- ・行政データ標準の確立に向け、政府の文字情報基盤を整備するため、内閣官房において漢字、代替文字、フリガナ及びローマ字等を含む文字情報の現状や導入方法に関するガイドラインについて整備するとともに、その運用について民間サービスとの連携の在り方も含めた検討を行う。
- ・不正競争防止法におけるデータの不正取得等に対する差止めの創設等の整備を踏まえ、必要なガイドラインの策定・普及に取り組む。
- ・「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」(平成30年6月15日経済産業省策定)の普及を海外連携を含めて進め、具体的な活用ケースを補助事業等を通じて、拡大する。

② パーソナルデータの利活用

- ・個人の指示又はあらかじめ指定した条件に基づき、当該個人に代わり妥当性を判断した上で第三者へのパーソナルデータの提供を行う情報信託機能について、本年度中の民間団体等による任意の認定スキームの運用開始を目指すとともに、実証事業等を通じ必要なガイドラインを取りまとめる。
- ・認定個人情報保護団体が設立されていない業界を主な対象として新規設立のための相談対応を強化する。また、パーソナルデータに関するサービスを安心して提供・利用できるよう、事業者からの相談対応等を踏まえた適正な利活用事例等の情報発信を強化する。
- ・円滑な国際データ流通のための環境整備のため、日EU間の相互の円滑な個人データ移転を図る枠組みについての戦略的な取組や、APEC越境プライバシールール(CBPR)システムの加盟国・地域・利用企業の拡大に引き続き推進する。

③ 民間企業分野のデジタル・トランスフォーメーションの促進

- ・民間企業の老朽化したITシステムを刷新し、デジタル・トランスフォーメーションを推進するため、ITシステムの「見える化」等、それぞれの業種ごとの実態を踏まえた実効的な制度設計を検討する。
- ・我が国の強みである現場データをリアルタイムに処理するAIチップなどのエッジ処理技術、量子等の次世代コンピューティング技術、秘密計算技術を含む高度な暗号技術の開発を促進する。
- ・日本の消費者向けの越境でのデジタルサービス提供に関し、利用者保護等の観点から外国事業者への実効的な域外適用や執行の在り方等について検討を進める。

ii) サイバーセキュリティの確保

- 本年夏に策定する「次期サイバーセキュリティ戦略」において、「任務保証」、「リスクマネジメント」及び「参加・連携・協働」の3つの観点からの取組を推進するという「持続的な発展のためのサイバーセキュリティ」を基本的な在り方として盛り込み、サイバーセキュリティに関する施策の基本的な方針や推進体制等の明確化を図る。
- その上で、「次期サイバーセキュリティ戦略」に基づき、情報共有体制の構築、人材育成・確保、国民に対する情報発信、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けた態勢整備等に政府一丸となって取り組む。
- 本年5月に成立した電気通信事業法及び国立研究開発法人情報通信研究機構法の一部を改正する法律に基づき、官民連携の枠組みの下でのIoT機器のセキュリティ対策の強化、事業者間の情報共有によるボットの撲滅を推進するための取組を本年度中に開始する。
- 様々なシステムや機器等がつながることによるセキュリティ上のリスクの明確化、実施すべき対策等を整理した基本的なフレームワークを策定し、産業分野ごとに展開する。
- サプライチェーン（バリューチェーンプロセス）全体でのセキュリティ対策の強化のため、個別の機器・サービス等がセキュリティ要件を満たしていることを確認することで信頼を創出する仕組み、信頼が証明された機器・サービス等のリストの作成、トレーサビリティの確保について、所要の研究開発を進めるとともに、その在り方について検討する。
- 政府機関や重要インフラ事業者等が提供するサービス全体の基盤となる信頼できる情報インフラの整備を促進する。このため、信頼性を評価するための検証や政府調達における運用改善等について検討を行う。
- クラウドサービスの多様化・高度化に伴い、官民双方が一層安全・安心にクラウドサービスを採用し、継続的に利用していくため、情報資産の重要性に応じ、信頼性の確保の観点から、クラウドサービスの安全性評価について、諸外国の例も参考にしつつ、本年度から検討を開始する。
- 重要インフラ事業者等が保有する重要データがクラウドサービス等に

において適切に保護される仕組みの在り方について、本年度中に国内外の実態調査を踏まえ技術面・法制度面から検討を開始する。

- ・サイバーセキュリティに対する経営者の意識喚起や投資の推進を行うとともに、中小企業をはじめとする民間企業のサイバーセキュリティ対策を強化するため、サイバーセキュリティ保険や各種サービスの普及促進を図るための方策を検討する。また、セキュリティが確保されたクラウドサービスの利用促進など IT 導入と一体となったセキュリティ強化策を検討する。
- ・IoT システムの制御等で重要となる様々なセキュリティ技術を明確化しつつ、企業間のマッチングや製品・サービスの評価ができる仕組みの構築、海外展開支援等、セキュリティビジネス支援を本年度から強化する。
- ・地方公共団体等の情報システム担当者を対象とした実践的サイバー防御演習等を通じ、サイバー攻撃によるインシデント検知から対応、報告、回復までの一連の対処ができる人材や情報系・制御系に精通した重要インフラ・産業基盤等の中核人材の育成に取り組む。

iii) 新たな技術・ビジネスへの対応

①ブロックチェーン技術の活用

- ・ブロックチェーン技術を活用した新たなビジネス等を創出するため、環境分野における取引やコンテンツ取引等の民間分野での活用について実証等を進める。
- ・ブロックチェーン技術の行政や公共性の高い分野での先行的な導入に向けた実証を実施し、本年度中にアクションプランを策定する。

②IoT 技術・サービスの普及促進

- ・膨大な数の IoT 機器を迅速かつ効率的に接続する技術、異なる無線規格の IoT 機器や異なるサービスを効率的かつ安全にネットワークに接続・収容する技術などの IoT 共通基盤技術を確立するとともに、本年度中に国際標準化提案を行い、多様な産業分野における普及展開に向けた取組を推進する。
- ・訪日外国人等の増加への対応や新たなビジネス創出のため、ディープラーニング技術の活用や社会ニーズを踏まえた実証を行い、多言語音声翻訳技術の高精度化や民間企業のサービス等を通じた社会実装に向けた府省連携の取組を加速させる。

③シェアリングエコノミーの促進

- ・シェアリングエコノミーについて、消費者等の安全を守りつつ、イノベーションと新ビジネス創出を促進する観点から、その普及促進を図る。
- ・内閣官房シェアリングエコノミー促進室において、新事業特例制度・グレーゾーン解消制度を活用しようとする事業者に対して、関係府省庁と連携してハンズオンで必要な支援を行うなど、民間事業者・地方公共団体等からの相談への対応や情報提供を一層充実させる。
- ・C2C サービスが適切に消費者に評価され、シェアリングエコノミーに対する不安感を払拭するため、消費者行政新未来創造オフィスにおける実証とも連動しながら、来年度早々にユーザーガイドラインを策定するなどモデルガイドラインの充実を図る。
- ・官民連動による国際的なルールづくり等の場に引き続き参画し、我が国の取組事例の発信等を通じて国際的な合意形成に貢献する。
- ・地域における社会課題解決や経済の活性化を図るため、自治体等によるモデル的取組への支援を行い、低未利用スペースの活用や働き場の創出などシェアリングエコノミーの活用を促進する。
- ・本年3月に「シェア・ニッポン 100」として発表した活用事例を本年度末までに倍増させる。

④テレワークの普及

- ・企業の生産性向上等に資するテレワークを全国規模で推進するため、関係府省庁が連携して「テレワーク・デイズ」を実施するとともに、市町村や商工会議所等による「まち」ごとのテレワーク導入に向けた計画策定支援や未導入企業向け「導入モデル（ノウハウ・プラクティス）」の策定に取り組む。
- ・IoT や AI を活用し課題解決のため共創する地域を認定し、地域の魅力を活かした地方発のビジネス創出等に対する支援を強化し、都市と地方等の垣根を越えたテレワークのモデル創出等を推進する。

⑤「Society 5.0」を支える通信環境の整備

- ・「Society 5.0」の社会実装を地域においても加速させるため、その基盤となる5Gや光ファイバ網等の地域展開、Wi-Fi環境整備、ケーブルテレビネットワークの光化などの通信環境の高度化を推進するとともに、Beyond 5G等の次世代ワイヤレスシステムの実現のための技術開発や環境整備、人材育成、優れたワイヤレスシステムの海外展開等

に取り組む。

- このため、本年夏頃までに必要な技術基準を策定した上で来年3月末頃までに周波数割当てを行って5Gの地方への速やかな普及展開を推進するとともに、5GやIoTなどの高度無線環境を支える光ファイバ網等の整備の在り方について検討を行い、本年夏頃までに結論を得る。
- IoTの進展に伴うトラフィックの爆発的な増大に対応するため、AIを活用してネットワークリソースを自動最適制御する革新的AIネットワーク統合基盤技術を平成32年度までに、大容量通信等を可能とする革新的光ネットワーク技術を平成33年度までに確立する。
- スマートワイヤレス工場等の生産現場における無線通信の円滑な導入を進めるため、工場内の無線通信を最適制御する技術の研究開発を実施し、平成32年までに技術確立と国際標準化を実現する。
- IoT機器の急増によるIPアドレスの不足に対応するため、通信デバイスや通信インフラに比べて対応が顕著に遅れているシステム・アプリケーションのIPv6対応を加速させるため、IPv6の導入に必要な標準仕様書や運用手順書の策定等を行う。

⑥4K・8Kの推進

- 4K・8K放送や高度映像配信サービスの提供を推進するとともに、4K・8KとAI・IoTを組み合わせた医療分野等での活用拡大に取り組む。
- 通信と放送の更なる融合が進む中で、あまねくブロードバンドを整備するとともに、放送分野において、視聴履歴等の放送データを活用した新たなサービスの創出を支援するため、視聴履歴のデータセットの標準化等に向けた検討を行う。

⑦放送・コンテンツビジネスの未来像を見据えた取組の推進

- 技術革新及び通信と放送の更なる融合の中で、従来の通信・放送・コンテンツといった枠を超えた国際競争が始まっている現状を踏まえ、放送事業者がより多様で良質なコンテンツを提供するとともに、社会的機能を十全に果たしていく未来像を見据え、放送コンテンツのネット配信の推進など通信と放送の枠を超えたビジネスモデルの構築、放送コンテンツのグローバル展開・有効活用、また制作関連の取引や働き方などの制作現場の更なる環境改善、コンテンツ流通の推進等を進める。

2. AI時代に対応した人材育成と最適活用

2-1. AI時代に求められる人材の育成・活用

(1) KPIの主な進捗状況

《KPI》(新) AI分野等に係る職業実践力育成プログラム(BP)認定数を2023年度までに倍増する。

⇒2017年度：7課程

《KPI》無線LANの普通教室への整備を2020年度までに100%とする。

⇒2016年：33.2%

《KPI》(新) 学習者用コンピュータを2020年度までに3クラスに1クラス分程度整備する。

⇒2017年：児童生徒5.9人に1台

《KPI》(新) 新たなITパスポート試験の受験者数を2023年度までに50万人とする。

⇒新たに試験を整備(本年度中)

《KPI》(新) 第四次産業革命スキル習得講座認定を受けた講座数を2020年度までに100講座とする。

⇒2017年：23講座

《KPI》大学・専門学校等での社会人受講者数を2022年度までに100万人とする。

⇒2015年：約49万人

(2) 政策課題と施策の目標

「Society 5.0」ではAIの実装により、同質の大量生産から、AIとデータ利用による個別生産へとビジネスが変化する。このAI時代には、高い理数能力でAI・データを理解し、使いこなす力に加えて、課題設定・解決力や異質なものを組み合わせる力などのAIで代替されない能力で価値創造を行う人材が求められ、その質と量が我が国の将来を決定づける。

一方で、我が国の状況は、義務教育終了段階での理数の能力は国際的にもトップクラスだが、その能力をその後に必ずしも十分に伸ばせていない。また、世界中で争奪戦が起きる中、日本企業の人材活用は、そのポスト・処遇等でAI時代に対応できていない。

こうした状況を打破するため、教育改革と産業界の育成・活用改革に向けてあらゆる施策を動員する。大学入試改革や小学校から大学までの統計・情報教育等の強化により学生等の理数の能力を更に高めるとともに、学部・学科等の縦割りを越えて大学等における分野横断的かつ実践的な教育課程の構築等を実現する。また、リカレント教育や

優秀な人材の処遇の改善を促し、産業界等の人材活用を質・量の両面で拡大する。

(3) 新たに講ずべき具体的施策

i) 大学等における AI 人材供給の拡大

- ・大学入学共通テストにおいて、平成 36 年度から必履修科目「情報 I」などの新学習指導要領に対応した出題科目とすることについて本年度中に検討を開始し、早期に方向性を示すとともに、コンピュータ上で実施する試験 (CBT) などの試験の実施方法等について検討を進める。
- ・AI を含む工学分野における学科・専攻の縦割りの見直しや工学以外の複数の専攻分野を組み合わせた教育課程 (メジャー・マイナー制) に関する大学設置基準の改正を行い、来年度から実現するとともに、工学系基礎教育において情報教育等を行うモデル・コア・カリキュラムの策定など、工学系教育改革を実現する。
- ・工学 (情報等) と理学 (数学、物理等) の融合など、従来の組織の枠組みにとらわれない学部横断的な人材育成を行う「学位プログラム」を制度上位置付ける大学設置基準等の改正を、来年度当初を目途に行い、平成 32 年度から各大学において実施できるようにする。
- ・専門職大学等における AI・IT 専門人材の育成を行う学部・学科等については、教育課程連携協議会の構成員や実務家教員の確保等に際して、AI・IT の専門性の高い人材を確保し、実践的な教育が実施できる教育課程等が構築されるよう、産業界の協力を得て取り組む。
- ・産学連携による AI 専門人材の育成や各分野の専門人材に対するデータサイエンス教育などの AI 分野の専門人材育成拠点における取組の展開・普及により、大学等における AI 専門人材の育成機能を強化する。
- ・大学等における文理問わない全学的な数理・データサイエンス教育等を全国的に広げるため、拠点大学におけるカリキュラムや教材の作成を加速化し、来年度から順次各大学のカリキュラム等の普及を行う。
- ・中長期の実践的なインターンシップを質・量ともに充実させていくため、官民コンソーシアム等における検討を踏まえつつ、優れた取組を広く全国に普及させるための届出・表彰制度の導入や教育的効果の高いプログラムを構築・運営する専門人材の育成・配置など各大学等や地域における取組を支援する。
- ・特に、AI 分野等において国際的な人材争奪戦が生じている現状やインターンシップの国際的な動向を踏まえ、長期の実践的なインターンシップを通じて、企業から学生に職業や職場に関する情報が適確に提供

され、学生が専門性等に相応した適職を選択することに資するという効果が一層引き出されるよう、適切な環境整備を進める。

- ・「トビタテ！留学 JAPAN 日本代表プログラム」の未来テクノロジー人材枠により日本の大学生等が海外のトップクラスの AI 研究・教育を経験する機会を確保する。帰国後は派遣者ネットワークを構築し、AI 等に関心ある学生や企業を巻き込んだ、課題解決型の人的交流や海外留学への意欲・関心を高める取組を促す。
- ・数学、物理学、情報学等の若手研究者が産業界等における AI トップ人材として活躍できるようにするため、ポスドクなどの若手研究者に対する主に IT・データ分野での複数年の研究支援制度の創設や、インターンシップや研究資金等の重点配分などによる支援等を行う。

ii) 初等中等教育段階における AI 教育の強化

- ・平成 32 年度から全ての小学校でプログラミング教育を効果的に実施するために、来年度から教員が教材や指導方法等に習熟できるよう、未来の学びコンソーシアムの活動等により、全国の教育委員会や学校、企業等と協働して、ポータルサイト等を活用しながら教材開発や教員研修の質の向上を実現する。
- ・教科等や児童生徒の習熟度等に応じた指導、学校経営等の抜本的な改善には、AI やビッグデータ等を学校現場等で活用 (EdTech) することが有効であり、EdTech の具体的な方法等について事例創出や実証研究を行うとともに、EdTech の効果的な活用及び学校現場等のニーズを踏まえた技術・教材開発・普及のためのガイドラインを策定する。
- ・無線 LAN や学習者用コンピュータ等の必要な ICT 環境を平成 32 年度までに整備するため、昨年末に示した ICT 機器の整備方針に基づく ICT 機器の機能等や効率的な調達方法、わかりやすく「見える化」した各市町村等の整備状況等について教育委員会だけでなく首長等に対して周知するなどにより、地方自治体における整備を加速化させる。
- ・学校の ICT 環境のクラウド化を推進し、授業・学習系システムと校務系システムの安全な連携手法を来年度までに確立する。
- ・AI 活用のための基礎的な素養を身に付けさせるため、日常生活や社会との関連を重視した実践的な統計等に関する内容やデータサイエンス等に関する内容の大幅な充実など、学習指導要領の改訂を全国の学校現場で着実に実現する。このため、e ラーニング等による効果的な教員の研修や教材の充実、外部人材の活用等に取り組む。
- ・より高度にプログラミングを学びたい児童・生徒等が「地域 ICT クラブ」や中学・高校のパソコン部などの「部活動」等において、性別や

障害の有無を問わず、継続的・発展的に学ぶことができる環境づくりを進める。

- ・女子生徒等の理系分野への進路選択を促進し、AIを含む先端的な分野等における女性の活躍を推進するため、全国の地方公共団体・学校等における多様なロールモデルの提示、女子生徒を対象とした出前授業などの取組を行う。
- ・グローバルサイエンスキャンパスなどの理数系に優れた素質を持つ子供たちの才能の更なる伸長を図る取組を充実するとともに、情報オリンピックなどの科学オリンピックで優秀な成績を収めた高校生などの特に卓越した資質能力を有する者に対し、AIなどの先端分野について学びを進め、更に資質能力を高める機会の提供などの取組を行う。

iii) 産業界における AI 人材等の育成・活用の拡大

- ・企業の老朽化した IT システムの刷新を推進し、その保守運用等に携わっていた人材に対するリカレント教育及び AI・データ分野等での最適な活用を促進するとともに、企業において AI をビジネスのイノベーションに活用するための組織づくりの実現を促す。
- ・全ての社会人が持つべき「IT リテラシー」についての基準を本年度中に策定するとともに、IT パスポート試験を拡充して「IT リテラシー」を認定するための試験を実施し、企業の採用選考や従業員の処遇において AI・IT 等に関する能力の反映を促す。
- ・「IT リテラシー」の習得等が促進されるよう、キャリアアップ効果の高い講座を対象に、一般教育訓練給付の給付率を引き上げるなど教育訓練給付の拡充による重点的な支援を行う。
- ・学習履歴等がその後の企業等での採用選考や処遇等に適正に反映されるよう、大学等における履修履歴の「見える化」やその活用等について本年度より関係省庁において検討を開始する。
- ・国内外の高度 AI 人材を積極的に確保するため、クロスアポイントメント制度の普及や大学等における適切な業績評価に基づく年俸制の導入等、幅広い企業や大学・研究機関等において海外と同程度の待遇（報酬）を実現するよう、人事・給与制度の効果的な見直しを促す。
- ・特に、特定国立研究開発法人及び指定国立大学においては、世界最高水準の高度の専門的な知識等を活用する業務に従事し、国際的に卓越した能力を有する役職員の報酬・給与等の特例について積極的な活用を促す等により、世界最先端の人材の確保・活用を実現する。
- ・海外から優秀な AI 人材を呼び込むため、アジアのジョブフェアへの出展や海外大学への寄附講座開設など日本企業の取組を支援する。ま

た、アジア等の海外現地において日本の求人情報等を活用したマッチング支援の在り方を具体的に検討する。

- ・「未踏 IT 人材発掘・育成事業」において、AI に関連したテーマの大幅な増加やプロジェクトマネージャーへの国内外の AI 分野のトップ研究者や企業人の起用により AI 分野の卓越した人材発掘・育成を行うとともに、量子アニーリングマシン等を活用した量子コンピュータ時代のソフトウェア市場の創出を担う人材育成を行う。
- ・「異能vation」プログラムにおいて、AI などの分野で破壊的イノベーションを創出する技術課題を公募・発掘し、技術課題への挑戦を支援する。

iv) 官民コンソーシアム等による産学連携教育の具体化

- ・課題解決型学習やインターンシップ等の実践的な産学連携教育のノウハウ等の共有等により、教育界と産業界が連携した実践的な教育を横断的に機能させるため、産業界と大学、高等専門学校、専修学校の代表などを構成員とする官民コンソーシアムにおける取組を夏までに本格的に稼働させる。
- ・官民コンソーシアム等では、産業界における AI・IT 分野の人材ニーズを共有し、大学等における AI 人材の育成に係る取組の充実を図る。また、企業等における処遇等につながるポイントや事例等についても共有し、AI・IT 分野についての学生や従業員の学びを促進する。
- ・産学連携教育に対する企業の協力を引き出し、大学と企業とのマッチングを行うシステムの構築など、産学連携した教育の仕組み等については、官民コンソーシアムの議論を踏まえて、大学協議体や専修学校の人材育成協議会において検討し、具体化する。

v) 大学等におけるリカレント教育等を活用した AI 人材等の裾野拡大

- ・大学や専修学校等における社会人向け短期教育プログラムや放送大学、MOOCs 等を活用したオンライン講座などのリカレント教育を大幅に拡充するとともに、リカレントセンター等の設置や教育能力も含め質の高い実務家教員の確保、専門職大学院と産業界との連携構築など、大学等でリカレント教育を行う体制を整備する。
- ・専門実践教育訓練給付について、専門職大学等の課程を対象とするとともに、大学の「職業実践力育成プログラム」や専修学校の「職業実践専門課程」、AI・IT 分野等の「第四次産業革命スキル習得講座認定制度」等と連携し、AI 時代に求められる能力等を身につけさせるために対象講座の拡大を図る。

- ・サイバーセキュリティ人材について、行政機関等の情報システム担当者を対象とする「実践的サイバー防御演習」や若手の育成、情報系・制御系に精通した重要インフラ・産業基盤等の中核人材の育成に取り組むとともに、IoT時代のソフトウェア・仮想化技術によるネットワーク運用人材に関する育成プログラムを来年度までに完成させる。

2040年に向けた高等教育のグランドデザイン
(答申)

平成30年11月26日

中央教育審議会

I. 2040年の展望と高等教育が目指すべき姿—学修者本位の教育への転換—

1. 2040年に必要とされる人材と高等教育の目指すべき姿

(2040年に必要とされる人材)

2040年という年は、本年（平成30（2018）年）に生まれた子供たちが、現在と同じ教育制度の中では、大学の学部段階を卒業するタイミングとなる年である。

2040年を迎えるとき、どのような人材が、社会を支え、社会を牽引することが望まれるのかについては、後述する社会の変化を前提として考える必要がある。

これからの人材に必要とされる資質や能力については、OECDにおけるキー・コンピテンシー¹の議論をはじめとして、21世紀型スキル、汎用的能力など、これまで多くの提言が国内外でなされてきた。これは、将来においても、陳腐化しない普遍的なコンピテンシーであると考えられている。

その背景には、①テクノロジーが急速かつ継続的に変化しており、これを使いこなすためには、一回修得すれば終わりというものではなく、変化への適応力が必要になること、②社会は個人間の相互依存を深めつつ、より複雑化・個別化していることから、自らとは異なる文化等を持った他者との接触が増大すること、③グローバリズムは新しい形の相互依存を創出しており、人間の行動は、個人の属する地域や国をはるかに越え、例えば経済競争や環境問題に左右されることがあるとされている²。

現在、OECDでは2030年の将来を見据えて、キー・コンピテンシーの改定作業を行っているが、一人一人のエージェンシー³を中核として、新たな価値を創造する力、対立やジレンマを克服する力、責任ある行動をとる力が「変革を起こすコンピテンシー」として提言されている⁴。

加えて、累次の中央教育審議会答申等において示されてきた社会の変化に対応するために獲得すべき能力は、いつの時代にも、基礎的で普遍的な知識・理解、汎用的な技能等が中核とされている。

¹ 「コンピテンシー（能力）」とは、単なる知識や技能だけでなく、技能や態度を含む様々な心理的・社会的なリソースを活用して、特定の文脈の中で複雑な要求（課題）に対応することができる力。

そのうち「キー・コンピテンシー」とは、日常生活のあらゆる場面で必要なコンピテンシーを全て列挙するのではなく、コンピテンシーの中で、特に、①人生の成功や社会にとって有益、②様々な文脈の中でも重要な要求（課題）に対応するために必要、③特定の専門家ではなく全ての個人にとって重要、といった性質を持つとして選択されたもの。

² 平成18年9月15日 初等中等教育分科会教育課程部会教育課程企画特別部会 第15回資料

■http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/039/siryo/attach/1403354.htm

³ 「エージェンシー」とは、自ら考え、主体的に行動して、責任を持って社会変革を実現していく力。

⁴ 2015年からEducation2030プロジェクトが進められてきた。「The Future of Education and Skills Education 2030」(The Organisation for Economic Co-operation and Development(OECD)2018)

<https://www.oecd.org/education/2030/>

(※)「各専攻分野を通じて培う学士力～学士課程共通の学習成果に関する参考指針～」

(平成20年12月24日 中央教育審議会答申「学士課程教育の構築に向けて」)

(1) 知識・理解、(2) 汎用的技能、(3) 態度・志向性、(4) 統合的な学習経験と創造的思考力

こうした能力は、いわゆる一般教育・共通教育と専門教育の双方を通じて、また、学生の自主的活動等も含む教育活動全体を通して育成されていくものである。

なお、今後の情報を基盤とした社会においては、基礎的で普遍的な知識・理解等に加えて、数理・データサイエンス等の基礎的な素養を持ち、正しく大量のデータを扱い、新たな価値を創造する能力が必要となってくる。基礎及び応用科学はもとより、特にその成果を開発に結び付ける学問分野においては、数理・データサイエンス等を基盤的リテラシーと捉え、文理を越えて共通に身に付けていくことが重要である。

予測不可能な時代の到来を見据えた場合、専攻分野についての専門性を有するだけではなく、思考力、判断力、俯瞰力、表現力の基盤の上に、幅広い教養を身に付け、高い公共性・倫理性を保持しつつ、時代の変化に合わせて積極的に社会を支え、論理的思考力を持って社会を改善していく資質を有する人材、すなわち「21世紀型市民」(「我が国の高等教育の将来像(平成17年1月28日 中央教育審議会答申)」以下「将来像答申」という。)が多く誕生し、変化を受容し、ジレンマを克服しつつ、更に新しい価値を創造しながら、様々な分野で多様性を持って活躍していることが必要である⁵。文理横断的にこうした知識、スキル、能力を身に付けることこそが、社会における課題の発見とそれを解決するための学問の成果の社会実装を推進する基盤となる。

特に、人工知能(AI)などの技術革新が進んでいく中においては、新しい技術を使っていく側として、読解力や数学的思考力を含む基礎的で普遍的な知識・理解と汎用的な技能を持ち、その知識や技能を活用でき、技術革新と価値創造の源となる飛躍知の発見・創造など新

⁵ 「これからの時代に求められるのは、個々の能力・適性に合った専門的な知識とともに、幅広い分野や考え方を俯瞰して、自らの判断をまとめ表現する力を備えた人材である。また、求められる人材は一樣ではなく、むしろそれぞれが異なる強みや個性を持った多様な人材によって成り立つ社会を構築することが、社会全体としての各種変化に対する柔軟な強靭さにつながるものである。」(「高等教育における国立大学の将来像(最終まとめ)」平成30年1月26日 一般社団法人国立大学協会)

「大学が育成すべき能力は、第一に、人間としてのあり方を常に問う主体的で洞察力に富んだ思考力であり、第二に、AIによる代替が不可能な分野で新たな職能を深めることのできる柔軟性であり、第三に過去と現在、変わるものと変わらぬものを知った上で、今日と未来の変化を理解し適切かつ主体的に判断する能力である。そして第四に、さらなる流動化に備えて、地域(世界における日本、日本における各地域)を熟知し、日本及び地域が持っている資源を活用し、その独自性を表現する能力である。」(「未来を先導する私立大学の将来像」平成30年4月 日本私立大学連盟)

たな社会を牽引する能力が求められる⁶。一言で言えば、AI には果たせない真に人が果たすべき役割を十分に考え、実行できる人材が必要となるのである。

(我が国の世界における位置付けと高等教育への期待)

2040 年を迎えるとき、我が国が世界の中で、どのような役割を果たすことができるのか、という観点は、我が国の高等教育の将来像を考える上で重要である。これまで我が国は、教育の力で人材と知的な財産を生み出し、世界の中で活躍の機会を得てきた。現在、我が国は、課題先進国として、少子高齢化や環境問題、経済状況の停滞等、世界の国々が今後直面する課題にいち早く対応していく必要に迫られている。成熟社会を迎える中で、直面する課題を解決することができるのは「知識」とそれを集約し、組み合わせることで生み出す新たな価値となる「新しい知」である。その基盤となるのが教育であり、特に高等教育は、我が国の社会や経済を支えることのみならず、世界が直面する課題の解決に貢献するという使命を持っている。

世界の高等教育においては、国内の教育機会の提供の段階から、近隣諸国を含めた域内の教育機会の提供の段階を経て、高等教育がまだ充実していない地域での教育機会の提供の段階、そして、MOOC (Massive Open Online Course:大規模公開オンライン講座)をはじめとするオンラインでの教育機会の提供の段階へと在り方の多様化が進み、広がりを見せている。この変化を踏まえれば、高等教育システムは、国、地域を越えて展開される「オープン」な時代を迎えていると言える。

国境を越えた大学間競争は、世界大学ランキング等の影響もあり激化しており、国家を巻き込んだ競争に発展している。他方、情報通信技術の進歩等とも相まって、かつては相互に独立的に、あるいは孤立的、対立的に発展してきたそれぞれの社会セクターにおいても、他の社会セクター等との間の相互の参加や連携が不可欠となり、これらの動きにより、今日の社会にふさわしい形での自らの存立基盤や独自性の強化につながるということも増えてきている。大学も例外ではなく、大学間の国際的な連携・協力や、高等教育システムの調和を基礎として、高等教育の国際協力も進展している。既に人類が抱える課題は国境を越えたものとなっており、人類の普遍の価値を常に生み出し、提供し続ける高等教育を維持・発展させ

⁶ 「Society5.0を牽引するための鍵は、技術革新や価値創造の源となる飛躍知を発見・創造する人材と、それらの成果と社会課題をつなげ、プラットフォームをはじめとした新たなビジネスを創造する人材であると考えられる。」

「Society5.0において我々が経験する変化は、これまでの延長線上にない劇的な変化であろうが、その中で人間らしく豊かに生きていくために必要な力は、これまで誰も見たことがない特殊な能力では決してない。むしろ、どのような時代の変化を迎えるとしても、知識・技能、思考力・判断力・表現力をベースとして、言葉や文化、時間や場所を超えながらも自己の主体性を軸にした学びに向かう一人一人の能力や人間性が問われることになる。

特に、共通で求められる力として、①文章や情報を正確に読み解き、対話する力、②科学的に思考・吟味し活用する力、③価値を見つけ出す感性と力、好奇心・探究力が必要であると整理した。」(「Society5.0に向けた人材育成」平成30年6月5日 Society5.0に向けた人材育成に係る大臣懇談会)

るためには、質を向上させるための切磋琢磨は必要であるが、国内外で機関ごとにただ「競争」するのではなく、課題解決等に協力して当たるための人的、物的資源の共有化による「共創」「協創」という考え方により比重を置いていく必要がある。特に、我が国のような課題先進国の高等教育機関が世界的課題解決に貢献することは重要であり、この貢献が各国との安定的な関係の構築にも資するという意識を持つことが必要である。

(高等教育が目指すべき姿)

基礎的で普遍的な知識・理解と汎用的な技能を持ち、その知識や技能を活用でき、ジレンマを克服することも含めたコミュニケーション能力を持ち、自律的に責任ある行動をとれる人材を養成していくためには、高等教育が「個々人の可能性を最大限に伸長する教育」に転換し、次のような変化を伴うものとなることが期待される。

- ・ 「何を教えたか」から、「何を学び、身に付けることができたのか」への転換が必要となる。
- ・ 「何を学び、身に付けることができたのか」という点に着目し、教育課程の編成においては、学位を与える課程全体としてのカリキュラム全体の構成や、学修者の知的習熟過程等を考慮し、単に個々の教員が教えたい内容ではなく、学修者自らが学んで身に付けたことを社会に対し説明し納得が得られる体系的な内容となるよう構成することが必要となる。
- ・ 学生や教員の時間と場所の制約を受けにくい教育研究環境へのニーズに対応するとともに、生涯学び続ける力や主体性を涵養するため、大規模教室での授業ではなく、少人数のアクティブ・ラーニングや情報通信技術（ICT）を活用した新たな手法の導入が必要となる。
- ・ 学修の評価についても、学年ごとの期末試験での評価で、学生が一斉に進級・卒業・修了するという学年主義的・形式的なシステムではなく、個々人の学修の達成状況がより可視化されることが必要となる。
- ・ 「何を学び、身に付けることができたのか」という認識が社会的に共有されれば、社会の進展に伴い更に必要となった知識や技能を身に付けるべく生涯学び続ける体系への移行が進み、中等教育に続いて入学する高等教育機関での学びの期間を越えた、リカレント教育の仕組みがより重要となる。

予測不可能な時代にあつて、高等教育は、学修者が自らの可能性を最大限に発揮するとともに、多様な価値観を持つ人材が協働して社会と世界に貢献していくため、学修者にとっての「知の共通基盤」となる。このような視点に立ち、「何を学び、身に付けることができるの

か」を中軸に据えた多様性と柔軟性を持った高等教育への転換を引き続き図っていく必要がある⁷。

また、個々の教員の教育手法や研究を中心にシステムが構築されるのではなく、学修者の「主体的な学び」の質を高めるシステムを構築していくためには、高等教育機関内のガバナンスも組織や教員を中心とするのではなく、学内外の資源を共有化し、連携を進め、学修者にとっての高等教育機関としての在り方に転換していく必要がある。

これらの点については各学校種や課程の段階に応じて、学修者を中心に据えた教育の在り方をそれぞれ検討すべきである。

加えて、一つの機関での固定化された学びではなく、学修者が生涯学び続けられるための多様で柔軟な仕組みと流動性を高める方策が必要である。

2. 2040年頃の社会変化の方向

現在、国連をはじめ、様々な立場から、将来社会の予測や、あるべき社会の実現に向けての議論と努力が始まっている。その幾つかの議論を整理すると、2040年の社会変化の方向の一端は、以下のように示すことができる。

(SDGsが目指す社会)

国連が提唱する持続可能な開発のための目標(SDGs)は、「誰一人として取り残さない(leave no one behind)」という考え方の下、貧困に終止符を打ち、地球を保護し、全ての人が平和と豊かさを享受できる社会を目指している。このような目標に基づく行動により、

- ・ 全ての人の人権が尊重され、平等に、潜在能力を発揮でき豊かで充実した生活を送れるようになること、
- ・ 自然と調和する経済、社会、技術の進展が確保されていること、公正で、恐怖と暴力のない、インクルーシブ(包摂的)な世界を実現し、平和を希求すること、
- ・ 貧困と飢餓を終わらせ、ジェンダー平等を達成し、全ての人に教育、水と衛生、健康的な生活が保障されていること、
- ・ 責任ある消費と生産、天然資源の持続可能な管理、気候変動への緊急な対応などを通して、地球の環境が守られていること、

が実現されることが目標とされている。

⁷ 「学士課程教育の構築に向けて」(中央教育審議会答申 平成20年12月24日)、「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて」(中央教育審議会答申 平成24年8月28日)

■http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1217067.htm

■http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm

また、SDGs で掲げられている課題に関して、自らの問題として捉え、身近な所から取り組む (think globally, act locally) ことにより、それらの課題の解決につながる新たな価値観や行動を生み出し、持続可能な社会を創造していくことを目指す学習や活動である「持続可能な開発のための教育 (ESD)」も行われている。SDGs を達成するための ESD の推進と、SDGs の目標達成と相まって、全ての人が必要な教育を受け、その能力を最大限に発揮する社会の到来が期待される。

(Society5.0、第4次産業革命が目指す社会)

第4次産業革命とも言われる、AI、ビッグデータ、Internet of Things (IoT)、ロボティクス等の先端技術が高度化してあらゆる産業や社会生活に取り入れられることで、日本の強みとリソースを最大限活用して、誰もが活躍でき、様々な社会課題を解決できる、日本ならではの持続可能でインクルーシブな経済社会システムである Society5.0 (超スマート社会) の実現に向けた取組が加速している⁸。また、同時に、資源や物ではなく、知識を共有、集約することで、様々な社会課題を解決し、新たな価値が生み出される社会である知識集約型社会の到来が予想されている。

また、AI が人間の能力をはるかに超えていく (シンギュラリティ (技術特異点)) ののではないかという意見もある⁹。他方、一部の企業や国がデータの囲い込みや独占を図る「データ覇権主義」、寡占化により、経済社会システムの健全な発展が阻害される懸念も指摘されている。既に様々な分野で、AI や IoT、ロボットといった共通基盤技術と、産業コア技術、関連データの多様な組合せ¹⁰により、革新的な製品・サービスが生まれてきており、今後も急速に技術開発が進んでいくと考えられる。これらの技術革新は、AI やロボットによる職業代替可能性を格段に高め、仕事の仕方や身に付けておくべきスキルや能力を現在想定されているものから大きく変化させていくことが予想される。資本集約型・労働集約型経済から、知識集約型経済へと移行する中で、現時点では想像もつかない仕事に従事していくことも予想され、幅広い知識を基に、新しいアイデアや構想を生み出せる力が強みとなる。

(人生100年時代を迎える社会)

健康寿命が世界一の長寿社会を迎え、平成19 (2007) 年に日本で生まれた子供は107歳ま

⁸ 「第4次産業革命の社会実装によって、現場のデジタル化と生産性向上を徹底的に進め、日本の強みとリソースを最大限活用して、誰もが活躍でき、人口減少・高齢化、エネルギー・環境制約など様々な社会課題を解決できる、日本ならではの接続可能でインクルーシブな経済社会システムである「Society5.0」を実現するとともに、これによりSDGsの達成に寄与する。」(未来投資戦略2018 平成30年6月15日閣議決定)

⁹ レイ・カーツワイル博士により提唱された「未来予測の概念」

「The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. Viking」(Ray Kurzweil 2005-1-1)

¹⁰ 共通基盤技術、産業コア技術、関連データの組合せの例：AI × 運転技術 × カメラデータ = 自動運転、AI × ゲノム編集等 × 生物データ = 新規創薬等

で生きる確率が50%あると言われている。こうした人生100年時代においては、人々は、「教育・仕事・老後」という3ステージの単線型の人生ではなく、進路を探索したり、自らビジネスを立ち上げたり、様々な活動を並行して行うなど、教育と仕事の行き来、高等教育機関の間や産業界の間の行き来などのあるマルチステージの人生を送るようになり、高齢者から若者まで、全ての国民に活躍の場がある社会となることが予想される。全ての人が元気に活躍し続けられる社会、安心して暮らすことのできる社会の実現が必要であり、幼児教育から小・中・高等学校教育、高等教育、さらには社会人の学び直しに至るまで、生涯を通じて切れ目なく、質の高い教育を用意し、いつでも有用なスキルや知識、必要な能力を身に付けられる学び直しの場が提供されていることが予想される。

また、我が国の社会では、依然として単線型のキャリアパスであり、定められた期間内で進級したり、就職したりすることが前提となる考え方が強い。しかしながら、マルチステージの人生への変化が予想される中においては、様々なキャリアの可能性を、時間をかけて模索する時間と柔軟性を持つ仕組みづくりが重要である。

（グローバル化が進んだ社会）

社会・経済・科学技術等の在り方が地球規模で連動する、広範で構造的な変容がグローバル化であり、人の国際的な移動が爆発的に拡大し、情報通信技術も劇的に進歩している。他方、グローバル化が進むときに、各国においては独自の社会の在り方、文化の在り方などの価値に着目するローカル化の動きも活発化することも想定される。グローバル化は、社会の標準化に進む動きとも言えるが、標準化のみでは、いずれ、進歩が止まり、停滞が訪れることも危惧される。ローカル化による多様化が加味されることによって、バランスの良い標準化と多様化が進むことが期待される。

我が国の人の移動、流動性は、他国と比べて低い¹¹とはいえ、訪日外国人や就労するために来日する人材の増加なども見られる。今後、留学生の受入れ拡大を含めた海外からの人材の積極的な受入れが更に進めば、社会の様々なシステムが、多様性を踏まえたものとして構築されていくとともに、我が国の文化や社会のこれまでの在り方の良さが調和した社会に発展していくことが期待される。

また、アジアをはじめとするいわゆる新興国が急速に経済成長し、国際社会における存在感が増しており、欧米のみならず、アジアも世界経済の中心的役割を担うこととなり、アジアを中心として、人、物、情報などの資源の流動性はますます拡大すると考えられる。

¹¹ 国連「World Population Prospects: The 2017」によれば、2010年～2015年の社会移動率（人口千人当たり純流入者数）は、カナダ：6.54、スウェーデン：5.30、ドイツ：4.38、英国：3.08、米国：2.86であるのに対し、日本は0.56にとどまっている。

社会のあらゆる分野でのつながりが国境を越えて活性化¹²しており、人材の流動化、人材獲得競争などグローバル競争の激化が予想される。

（地方創生が目指す社会）

我が国の総人口は、平成 20（2008）年の 1 億 2,808 万人をピークに減少し始めており、国立社会保障・人口問題研究所の出生中位・死亡中位推計（平成 29 年推計）によれば、2040 年には 1 億 1,092 万人となる。出生数は、年間 100 万人を下回っており、平成 29（2017）年には 94 万人まで減少し、2040 年には 74 万人程度になると見込まれている。高齢化は、三大都市圏を中心に急速に進行し、平成 27（2015）年に 3,387 万人であった高齢者人口（65 歳以上）は、2042 年に 3,935 万人（高齢化率 36.1%）でピークを迎える見込みである¹³。

他方、AI、IoT 技術、ビッグデータの活用により、産業・社会構造が資本集約型から知識集約型にシフトしつつある。このことは、地方の産業にとっては、その地域の中で生産性の向上、高付加価値化が可能となるということであり、都市ではなく地域が産業の拠点となる可能性も高まるとも言える。農業、医療・ヘルスケア、防災、インフラの維持管理など第 1 次産業分野から第 3 次産業分野まであらゆる産業分野でデータ活用による高付加価値化が進むことにより、全国各地において地方のポテンシャルを引き出すことが期待される。地方創生が実現すべき社会は、「個人の価値観を尊重する生活環境を提供できる社会」である。都市に出なければ教育機関や働く場所がないということではなく、生まれ育った地域で、個人の価値観を尊重して生活し、その地域を豊かなものにしていくための継続的な営みができる社会の実現が期待される。

3. 2040 年を見据えた高等教育と社会の関係

ここまで、2040 年に求められる人材像と高等教育の目指すべき姿、それらのベースとなる社会変化の方向について述べてきたが、ここでは、それらを踏まえた高等教育と社会の関係について整理する。

¹² 「在留外国人統計」（法務省）によると、我が国の在留外国人数は平成 24（2012）年に約 203 万人であったのに対し、平成 29（2017）年には約 256 万人となっている。また、「海外在留邦人数調査統計」（外務省）によると、海外在留邦人数については、平成 24（2012）年に約 125 万人であったのに対し、平成 28（2016）年には約 134 万人となっている。また、「ジェトロ世界貿易投資報告」（平成 29 年版）によると、平成 28（2016）年度の日本企業の海外売上高比率は 56.5% であり、拡大傾向にある。さらに、「平成 28 年外資系企業動向調査」（経済産業省）によると、日本での今後の事業展開について、「事業の拡大を図る」と回答した企業は 55.5% である。

¹³ 「自治体戦略 2040 構想研究会第一次報告～人口減少化において満足度の高い人生と人間を尊重する社会をどう構築するか～」（自治体戦略 2040 構想研究会 平成 30 年 4 月）

■ http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/jichitai2040/index.html

(大学をはじめとした高等教育と社会との関係)

大学は、教育と研究を一体不可分のものとして人材育成と研究活動を行っており、そのための組織が整備され、ガバナンスが機能し、資源配分が行われることで、「知識の共通基盤」として社会を支えている。その活動が、現在の社会を支え、また未来の社会を創出するために貢献していくことは重要であり、そのためには、教育と研究を通じた活動を社会に発信し、透明性確保と説明責任を果たしていくことが必要である。

「学問の自由 (Academic Freedom)」及び「大学の自治」とは、大学における学問の研究とその結果の発表及び教授が自由かつ民主的に行われることを保障するため、教育研究に関する大学の自主性を尊重する制度と慣行であり、国際的にも高等教育の根幹を支える概念となっている。つまり、憲法で保障されている「学問の自由」は大学と教員・研究者に蓄積された知識に基づいた研究と、その結果の発表と教授の自由であり、「大学の自治」は、これらの自由を保障するためのものである。教育研究の自由が保障されていることが、新しい「知」を生み出し、国力の源泉となる根幹を支えていることを再確認しておく必要がある。実際、我が国の研究論文の約7割を大学が占めており、また、例えばノーベル賞等の世界的な研究に関する賞の受賞者は大学の研究者が圧倒的な割合を占めている。これらは、学生と教員を擁している大学が、自由な発想をその源泉とし、教育研究を一体不可分のものとして人材育成と研究活動を行っているという仕組みに負うところが大きい。

その上で、高等教育は、我が国のみならず世界が抱える課題に教育と研究を通じて真摯に向き合い、新たな社会・経済システム等の提案をしていくこと、その成果を社会に還元することを通じて、社会からの評価と支援を得るという好循環を形成することにより、「知識の共通基盤」から更に進んで「知と人材の集積拠点」としての機能を継続的に発展させていくことが重要である。その際、知識集約型社会への転換によって、知や情報が経済的な価値の源泉となることで、知の拠点である大学そのものが産業を支える基盤になることが期待される。

そのためにも、高等教育システムそのもの、そして、高等教育機関の「建学の精神」や「ミッション」は時代の変化の中で、変わるべきものと変わらないものがあることを高等教育機関とその構成員が改めて意識し、高等教育機関自らが、「建学の精神」や「ミッション」、教育研究についての説明責任を果たしていくこと、さらにはその「強み」と「特色」を社会に分かりやすく発信していくことが重要である。

(研究力の強化と社会との関係)

多様で卓越した新しい「知」は、未知のものへ挑戦する全ての学術研究の中で生み出され、第5期科学技術基本計画等で目指しているイノベーションの創出や科学技術の発展に大きく資するものであり、学術研究の成果を社会的・経済的価値の創造に結び付け、社会からのニ

ーズに伝えていくことは高等教育の役割の一つである。他方、新興国が成長し先進諸国間でも国際競争が激しくなる中で、論文数や論文の引用状況から見た日本の地位は相対的に低下傾向にあり、日本の存在感が薄れてきている。大学の研究力を引き上げるとともに、先端的な研究を推進することにより、イノベーションを創出していくことが重要である。

また、高等教育機関における学術研究は、専門化・細分化された分野の中だけで収まらない学際的・学融合的な研究が進められるようになってきている。知識や技術の全てを個人や一つの組織で生み出すことが困難な時代になっており、新たな知識や価値の創出に多様な専門性を持つ人材が結集し、チームとして活動することの重要性がますます高まっている。学術研究の成果もまた、社会に還元することを通じて、社会からの評価と支援を得るという好循環を形成していくことが必要である。

なお、一概に研究といっても、その成果は多方面にわたる。科学技術との関連や、政策形成への貢献といった直接的な関係性の強いものだけではなく、例えば、社会発展や世界平和への貢献の基礎となる知見の集積や、個人の生活や内省につながる知的探求等は、本来、大学が担うべき重要な社会的な機能である。

(産業界との協力・連携)

新卒一括採用や年功序列などのこれまでの雇用慣行を見直す動きが見え始めている中、これらの動きは、高等教育の変化の大きな後押しになる。通年採用導入による、ポテンシャル採用からジョブ型採用への転換や、大学教育の質と学修成果を活用した採用活動の拡大などは、産業界が取り組んでいくべき課題である。労働集約型経済から知識集約型経済への転換を真剣に考えていく際に、高等教育と産業界等との協力関係は欠かせない。経済・社会の発展をもたらす高等教育の在り方について、人材を育成する側と人材を活用する側で議論と理解を深めていく必要がある。

その際、今後更に重要性の増すリカレント教育については、知識の最新化や新たな知識を学ぶことのみならず、多様な学生が相互に学び合うことを実現するために、産業界の雇用の在り方、働き方改革と、高等教育が提供する学びのマッチングが必要不可欠である。また、大学内外の資源を有効活用していくことは重要であり、ガバナンスにおいても、教育研究を充実する際にも、学外の協力を得ていくための産業界等との協力関係、連携関係を充実していく必要がある。

さらに、大学と社会の接続を考える際には、学修者が自らを社会の一員として自覚し、自らの学びの社会的意味を理解し、学修の質を向上させる機会としての「インターンシップ」の充実等が求められる。また、学修者が複数の大学間や企業間、大学と企業の間などを行き来しながら、時間をかけて複線型にキャリアを形成していくことが可能となるためには、大

学と産業界共に今まで以上に流動性を高めていくことが重要である。これらの観点から、海外などで見られる大学での学修と企業での勤務を両立させるような学び方を検討することも必要¹⁴である。

（地域との連携）

「個人の価値観を尊重する生活環境を提供できる社会」とは、各人が望む地域で、自らの価値観を大切に生活していくことができる社会であり、地域に住む人自らがその環境を維持し、その価値を創造していくものである。

人口減少下においてそのような社会を実現するためには、地方の産業における生産性の向上、高付加価値化のみならず、公共交通や教育機関、医療機関の提供、労働力の確保等、地域全体の維持・発展が必要である。そのいずれにおいても、高等教育が果たす役割は重要であり、知的な蓄積のある教員の存在や人材の育成、教育研究成果を活用した産学連携等により、地域の教育・医療・インフラ・防災・産業等を支えている。

また、高等教育機関、特に大学の自発的な研究機能は、教育機能とともに、地方創生にとって極めて重要な役割を担っている。それぞれの地域の社会、経済、文化の活性化のリソースや、特色・誇りの源泉であるとともに、地元産業や新規の企業立地における好条件となり、更には地域における国際交流の推進、国際化への対応への直接的な拠点ともなる。

なお、特にリカレント教育においては、介護福祉や保育等、地域特有のニーズも数多く存在し、地方公共団体と高等教育機関が、十分に連携して進める必要がある。

¹⁴ 英国では、主に18～19歳の若者が企業で働きながら学位を取得できる制度(ディグリー・アプレントイスシップ=Degree Apprenticeships)を60以上の大学が企業と共同で設計し、目的意識を持って主体的に学ぶ学生を育成している。本制度は、2015年より現英国政権の重点施策となっており、学費の3分の2は政府が補助し、残りの3分の1は企業が拠出する。

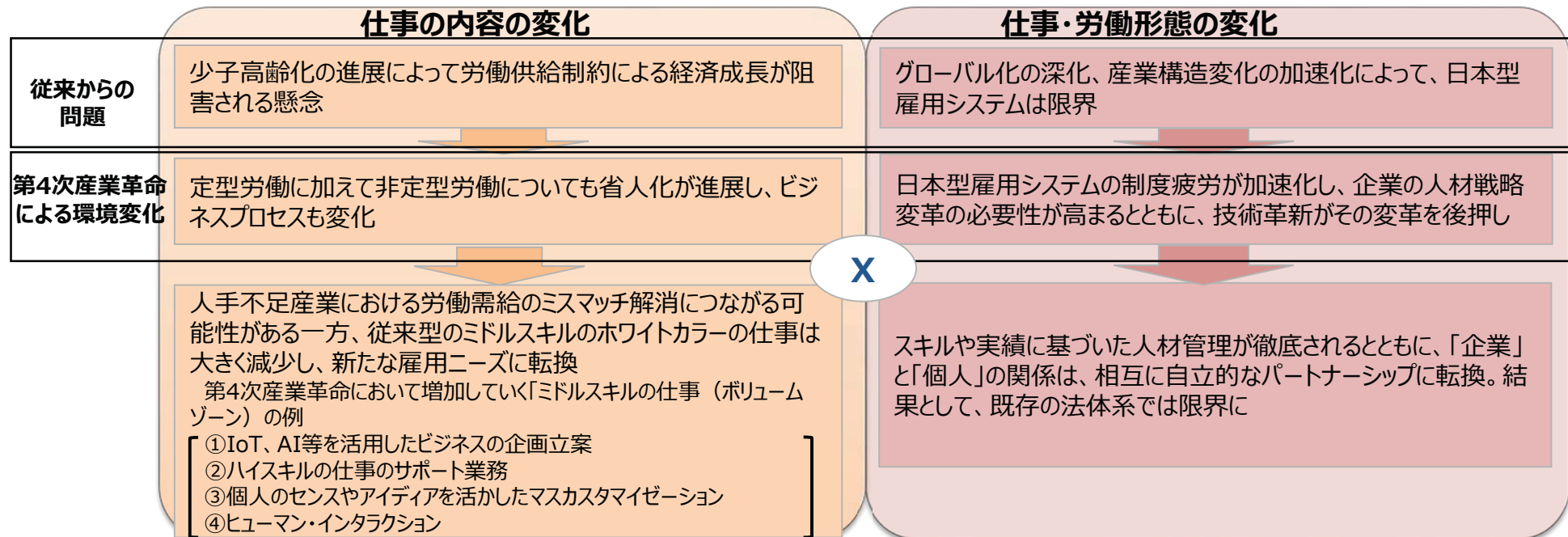
第4次産業革命への対応の方向性

〔
領域横断型の検討課題
：人材・教育
〕

平成28年1月
経済産業政策局

5. 政策の方向性

第4次産業革命を巡る「人材」の全体像（まとめ）

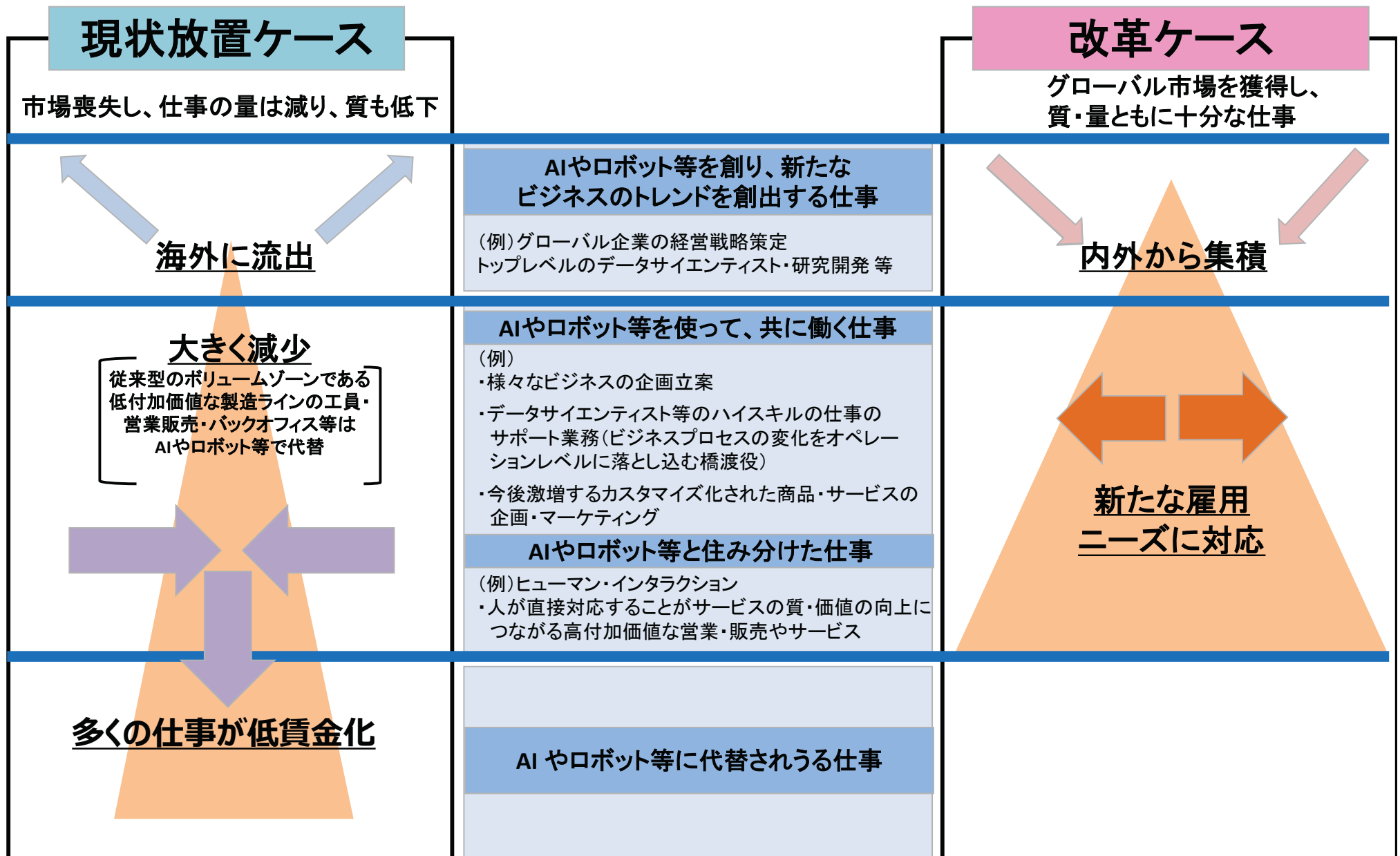


第4次産業革命を勝ち抜く「企業」の姿と課題
 ①ダイバーシティの積極的な取り入れ（女性、高度外国人、中途転職者）、②柔軟な働き方による生産性向上、③職務や成果に応じて多様な働き方を取り入れた人材戦略の構築

変革の中で「個人」が目指すべき姿と課題
 ① 第4次産業革命を見据えた新たな時代に求められるITリテラシーや創造性、チャレンジ精神・異文化理解といったマインド等を、程度の差はあるが全ての国民が身につける必要
 ② 社会人になってからも自立したキャリアを意識し、絶え間なく学び直しが必要（転職は当たり前）
 ③ 新たなビジネスを生み出すトップ人材の育成がより一層重要になるとともに、トップ人材の要件も変化

政策の方向性
 ①**教育・人材育成**：トップ人材の育成、大学・社会人教育を通じたミドルスキル人材の底上げ、第4次産業革命を迎える社会を見据えた資質・能力を育成する初等中等教育
 ②**労働市場・雇用制度**：労働市場の流動性向上、成果ベースでの評価を可能とする雇用制度の構築、新たな「企業」と「個人」の関係に対応した社会制度の構築
 ③**多様な労働参画の促進**：専門的・技術的外国人材の獲得、女性・高齢者など全員参加が可能な雇用環境整備

第4次産業革命を巡る現状放置ケース／改革ケース（議論のためのイメージ）



政策の方向性① 教育・人材育成

- 第4次産業革命によって付加価値の源泉やビジネスの勝ちパターンが急速かつ非連続に変化することに対応し、新たなビジネスを創出する人材を育成するためには、教育や人材育成の在り方を抜本的に変革することが必要ではないか。
- 具体的には、①トップ層の人材育成、②大学・社会人教育を通じたミドルスキル人材の底上げ、③初等中等教育での基礎的な資質・能力の育成を一体的に展開することが必要ではないか。

<政策の方向性>

トップ人材の育成

- 第4次産業革命におけるグローバル競争をリードし、新たなビジネスのトレンドを創出するトップクラスの人材を創出・獲得するためには、大学改革を進め、各大学の強みや資源を活かした教育研究機能の強化を一層加速化させるべきではないか。

大学・社会人教育を通じたミドルスキル人材(※)の底上げ

- 大学・社会人教育の内容を、情報科学関連分野の充実を含め、第4次産業革命に対応したものへと変革していくことが必要ではないか。
- この前提として、学校・教育サービス産業と求人側産業との連携による人材育成を促すため、省庁の壁を越えた産業・雇用・教育政策の連携強化が必要ではないか。

※第4次産業革命において増加していく「ミドルスキルの仕事（ボリュームゾーン）」の例

- ①IoT、AI等を活用したビジネスの企画立案 ②ハイスキルの仕事のサポート業務 ③個人のセンスやアイデアを活かしたマスカスタマイゼーション ④ヒューマン・インタラクション

初等中等教育：第4次産業革命を迎える社会を見据えた資質・能力の育成

企業や民間団体と積極的に協働してICTを効果的に活用しながら、教育の内容と手法を一体的に変革していくことが必要ではないか。

- 教育内容：創造的な問題発見・解決のために情報・データやITを使いこなす力や、多様な人々と協働する力、感性やリーダーシップ、チャレンジする意欲といった資質・能力を育成。アルゴリズムの意義の理解やプログラミング、データに基づく分析等に関する学習を充実。
- 教育手法：社会で生きる知識や能力を育むため、アクティブ・ラーニングの視点に立って授業を改善。子供一人一人の習熟度や学習上の困難さ、得意分野など、個に応じた学習を、授業の場にとらわれず民間におけるアダプティブ・ラーニングの取組とも連携して効果的に実現。

政策の方向性② 労働市場・雇用制度

- 第4次産業革命によって、就業構造や「企業と個人の関係」が劇的に変化していく中で、企業の国際競争力を維持・強化するとともに、個人も自身の能力・適性や意思に沿った形で働くためには、労働市場や雇用制度の変革が不可欠ではないか。

<政策の方向性>

労働市場の流動性向上

- 第4次産業革命によって、就業構造が今以上に急速かつ非連続に変化する状況において、グローバル競争に打ち勝つためには、成長産業・ビジネスへの迅速な労働移動が不可欠であるため、リスクの少ない労働移動の支援等による労働市場の流動性向上が必要ではないか。
- また、個人単位の労働移動のみならず、事業単位・業界単位での再編や新陳代謝の活性化を促進する制度の構築も必要ではないか。

成果ベースでの評価を可能とする雇用制度の構築

- 一企業内でスキルや実績等のデータ分析に基づいた人材管理がなされ、さらにはグローバルも含めた外部の労働市場とも接続していく結果、個人の実績・評価・能力と市場価値の連動が加速化していく状況においては、労働法制も成果ベースでの評価を前提とした変革が必要なのではないか。

新たな「企業」と「個人」の関係に対応した社会制度の構築

- 「企業」と「個人」の関係が「相互に自律的なパートナーシップ」に変化し、「雇用」「請負」「派遣」「人材紹介」等の現行法制上の区分けが融解していくと、企業との関係で競争力を持ちうる「個人」は多様な働き方を実現しやすくなる反面、企業との関係で弱い立場に置かれる「個人」は、既存の労働法制体系では保護しきれなくなるリスクがあるのではないか。このリスクに対応するため、労働面での弱者保護を実現する手段として、雇用法制の抜本的な見直しや契約法制での担保の必要性が高まっていくのではないか。
- また、大部分の者が企業で雇用されることを中心に組み立てられてきた社会保障制度の仕組みも大きな見直しが必要となってきたのではないか。

政策の方向性③ 多様な労働参画の促進

- 第4次産業革命におけるグローバル競争に打ち勝つためには、性別、年齢層、国籍問わず、より多様な母集団からの労働参画を得て、最適な人材調達・配置を図ることが不可欠ではないか。特に、人材育成や成長分野への労働移動の過渡期においては、専門的・技術的 외국인材については、IT分野を中心に、トップ層はもとよりミドルスキル人材についても獲得ニーズが高いのではないか。
- グローバル市場の獲得と新たな雇用ニーズへの対応を通じて経済成長と雇用創出を維持し続けられれば、第4次産業革命においても、マクロとして、足下の人手不足が継続していく可能性があるのではないか。その場合、女性・高齢者など全員参加が可能な雇用環境の整備が必要ではないか。また、財政や社会保障への影響も考えれば、出生率の抜本的な向上による長期的な少子解消が不可欠ではないか。
- 第4次産業革命においてもミスマッチが発生する分野については、非熟練外国人材の活用についても総合的・具体的な検討が必要となるのではないか。

<政策の方向性>

専門的・技術的 외국인材の獲得

- 高度外国人材受入れにあたって在留資格制度上の隘路はないが、日本企業における「職務内容の不明確さ」「長時間労働」「成果と連動しない給与体系」「本社におけるキャリアパスの欠如」「日本語の壁」が課題。
- 日本企業が積極的にグローバルな採用活動を強化するためのルートを拡大するとともに、労働市場や資本市場からのプレッシャーの形成を通じて働き方改革を推進していくことが必要ではないか。

女性・高齢者など全員参加が可能な雇用環境の整備

- 多様な働き方を志向する傾向が高い女性・高齢者など全員参加が可能な雇用環境を創出するためにも、高度外国人材と同様、労働市場や資本市場からのプレッシャーの形成を通じて働き方改革を推進していくことが必要ではないか。

教育領域

教育領域を取り巻く環境

環境変化

- 我が国の初等中等教育は、国民が幅広く基礎的な能力を身に付けられるよう、全国津々浦々で機会均等の教育を提供することを強みとしており、世界トップクラスの基礎学力を有している。
- しかし、第4次産業革命を迎える社会においては、多様な知を結びつけながら新たな付加価値を創造していくことが求められる。このためには、文化的背景の異なる多様な人々と協働しながら、創造的に課題を発見・解決していくために必要な知識や能力、感性やリーダーシップ、チャレンジする意欲などをバランス良く育むことが必要であり、初等中等教育・高等教育ともに見直しの必要性に迫られている。
- 一方、技術革新を活かした新たな民間教育サービスが生まれつつあり、公教育や大学等もそれらと連携するような動きが一部見られる。

直面している課題

<初等中等教育>

求められる人材像が大きく変わっており、それに対応した一体的な変革が必要。

- **教育内容**：これからの社会に求められる資質・能力を確実に育むよう、カリキュラムの構造的改善が必要。教育内容と方法の一体的な見直しが不可欠。
- **教育方法**：ICTの効果的な活用や外部人材、民間など多様な分野の専門的知見を公教育で活用する余地が大きい。
- **教育サポート体制**：教員の業務負担が他国比較でも重く、ICT技術による業務効率化や民間など多様な分野の専門的知見の活用の余地が大きい。

<高等教育>

- **トップ人材を創出する環境整備**：大学を含め世界トップレベルの技術・研究者を国内外から積極的に取り入れて、トップレベルの教育・研究を実施していく環境の整備が進められているが、一層の推進が必要。
- **新たな人材ニーズへの対応**：企業が欲する人材と大学等で育成する人材にミスマッチが生じているとの指摘もある中、各種の大学改革を引き続き推進することが必要。
また、社会人の大学や私教育による学び直しが、諸外国と比較して盛んではない。

新しい内容の仕事に対応するため、必要なマインド・基幹能力・基本リテラシー・専門知識の再定義が必要ではないか。

第4次産業革命で幅広く求められる能力の例

マインド

チャレンジ精神

自己研鑽意識

多様性・異文化理解

基幹能力

創造性

問題発見・解決

マネージメント

ヒューマンタッチ・コミュニケーション

基本リテラシー

これまでも重視

言語力（母語を基盤）・数的能力
（いわゆる「読み書き算盤」）

新たに重視

外国語によるコミュニケーションの基盤となる言語力
情報・データやITに関するリテラシー
（問題発見・解決のために情報・データやITを使いこなす力）

専門知識

業界専門知識

X

機能専門知識
（例：経営戦略、マーケティング）

教育領域で起きつつある変化

初等中等教育

■ 教育内容：

- ✓ 今後の社会に求められる資質・能力を踏まえた**教育課程の見直しの進展**
(例) 日：日本もOECD等と連携して世界の教育課程の見直しをリード
- ✓ 世界での**プログラミング教育義務化の流れ**、日本での**プログラミング教育の抜本的改善に向けた民間との連携**
(例) イスラエル、英国、米国、フィンランド
日：CANVAS、DeNA、CA Tech Kids

■ 教育方法：AI等を活用して習熟度に応じた学習コンテンツを提供する**アダプティブ・ラーニング**が学校教育を補完する私教育分野から充実し、学校教育との連携が進む

- (例) 米：Knewton、Teach to One: Math
日：リクルートマーケティングパートナーズ（受験サプリ等）、すららネット

■ 教育サポート体制：ICT技術の活用による教員間の**指導方法・手段の共有化**

- (例) 米：Ed-Fi Alliance
日：Classi

高等教育

■ **トップ人材を創出する環境整備**：世界における企業、教育機関が連携した**イノベーション・エコシステム構築の動き**

- (例) 英米：人工知能分野でのトップ研究者を巡る競争
世界のイノベーション・エコシステムランキング
日：イノベーション創出をはじめ教育研究機能強化のための大学改革が進行中

■ **新たな人材ニーズへの対応**：**国境を越えたオンラインによる学び直し環境や、幅広い学習ニーズに対応する高等教育機関**の出現

- (例) 米：MOOCs、ペンシルベニア州立大学、MIT
日：JMOOC、サイバー大学、グロービス経営大学院大学

教育領域の変革の方向性

初等中等教育

- 小・中・高等学校は、**企業や民間団体と積極的に協働してICTを効果的に活用しながら**、
 - ① **教育内容**：創造的な問題発見・解決のために**情報・データやITを使いこなす力**や、多様な人々と協働する力、感性やリーダーシップ、チャレンジする意欲といった**資質・能力を育成**。**アルゴリズムの意義の理解やプログラミング、データに基づく分析等に関する学習を充実**。
 - ② **教育手法**：社会で生きる知識や能力を育むため、**アクティブ・ラーニング**の視点に立って授業を改善。子供一人一人の習熟度や学習上の困難さ、得意分野など、個に応じた学習を、授業の場にとらわれず**民間におけるアダプティブ・ラーニングの取組とも連携して効果的に実現**。
 - ③ **教育サポート体制**：教員の業務負担の軽減と指導力の向上を実現していくことが可能。
- 社会の変化に柔軟に対応する「**社会に開かれた教育課程**」を実現するため、**公教育と民間の知見が連携**することで、これからの社会で求められる**資質・能力が育成され**、我が国の競争力の維持・強化に大きく貢献。

高等教育

- 我が国の大学が**世界の有力大学と伍して国際競争力**を持ち、国内のみならず、**国外からも優秀な人材を引きつけることができるよう**、各大学の強みや資源を生かした**教育研究機能の強化を一層加速**。
- 第4次産業革命に対応した人材を養成するため、**情報科学関連分野も含め産業界と連携した教育プログラムを構築**する。
また、教育コンテンツのオープン化とネット授業を活用しつつ、社会人が職業に必要な能力や知識を個別のニーズに応じて容易にアクセスして学べるような取組を推進。

当面の具体的な対応策（案）

第4次産業革命に対応していくためには、特に、①プログラミングなど情報・データやITを使いこなす力をつける学習の充実、②アダプティブ・ラーニングの利活用、③民間企業等の外部人材の活用が鍵。

● 第4次産業革命に必要な教育内容と教育方法の一体的な導入

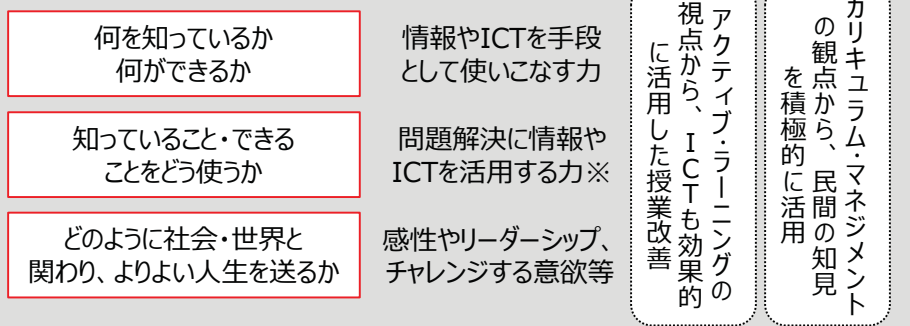
<育成すべき資質・能力を踏まえた日本版カリキュラム・デザイン>
次期学習指導要領は2020年度から小学校、2021年度から中学校で全面实施予定。
高等学校は2022年度から年次進行により実施予定。

【産業界】

社会の変化に柔軟に対応する「社会に開かれた教育課程」を実現するため、公教育と民間の知見を連携

・プログラミングやアダプティブ・ラーニングを含めた学校現場のニーズに応じた教材・システムの積極的な開発・利活用のバックアップ。

（中央教育審議会審議中）



※ アルゴリズムの意義の理解やプログラミング、データに基づく分析等に関する学習も充実

● ICTや外部人材の活用を促進するための基盤整備

- ✓ 各地域や学校ごとに、ICT利活用状況の徹底的な把握を行い、改善に活かしていけるようにすべきではないか。
- ✓ 地域の外部人材情報をプールし、各学校とのマッチングを行う仕組みの整備をしていくべきではないか。

● イノベーション・エコシステムの中核となる世界トップレベルの大学の創出

- ✓ 国立大学の機能強化の方向性に応じた国立大学法人運営費交付金のメリハリある重点配分を実施。
- ✓ 指定国立大学（仮称）の制度化と卓越大学院（仮称）の形成に向けた検討。

● 新たな社会のニーズを人材育成に活かす仕組みの構築

- ✓ 学校・教育サービス産業と求人側産業との連携による人材育成を促すため、省庁の壁を越えた産業・雇用・教育政策の連携強化が必要ではないか。
- ✓ 実践的な職業教育を行う新たな高等教育機関の制度化の検討。

初等中等教育

高等教育

大学・大学院におけるデザイン思考 (Design Thinking)教育

黒川 利明
客員研究官

1 はじめに

科学技術の研究成果のアウトプットである論文・特許・ノウハウといった果実が、そのままでは経済・社会にアウトカムをもたらせないことは、過去のいろいろな例から、よく理解されるようになってきている¹⁾。創造された科学技術の成果をより多くの社会的・経済的な効果に結びつくようにしていくためには、新たな考え方と新たなアプローチが必要となるだろう。

現行の第4期科学技術基本計画²⁾においては、社会におけるイノベーションを創出することを念頭に置き、従来の分野別重点化から、課題解決・課題達成を中心とした科学技術イノベーション政策へと方向性が大きく変えられた。基本計画においては、「科学技術によるイノベーションの実現」という言い方によって、科学技術の成果を実際の社会に結びつけ、社会の課題を解決していくことに対して「イノベーション」という表現を用いている。

イノベーション創出という活動

に関する基本的な認識の第一は、イノベーションをもたらす鍵となるのが人間であるという点である。そのようなイノベーション人材（あるいは、フロンティア人材などとも呼ばれる）を育成し、その人材を有効に活用することが、組織としてあるいは社会としてのイノベーション活動に欠かせないということである^{3,4)}。また、大学・大学院などの高等教育機関に対しては、そのような人材を育成・輩出することが、産業界からも社会全体からも要請されている。

そもそも、人材育成は、科学技術のあらゆる場面で重要である。これまで、科学技術促進のために人材育成が重要なことは誰もが同意してきた。本誌「科学技術動向」においても、各分野の人材育成が、度々採り上げられてきた⁵⁾。ただし、これらは特定分野・特定産業を対象にする人材育成について論じていた。既存分野の枠組みではなく、新分野・新規産業をもたらすイノベーション創出を担う

人材育成の方法については、これまでの分野の議論の枠組みを超えており、これまであまり議論されていない^{注1)}。

これは、イノベーション論一般において認識されるようになったことであるが、複数の視点・複数の分野が関わることによって、従来の特定分野や一産業内での知識創造とは、まったく異なる創造が可能になる。ただし、そのようなアプローチをとるためには、ひとつの専門性のみが高い人材とは異なるタイプの人材あるいはチームが必要になる¹³⁾。しかし、大学の伝統的な学部・学科構成に象徴されるような分野別の専門特化による人材育成のアプローチでは、このような資質をもつ人材の輩出やチームの形成が難しい。

このように、複数分野にまたがった問題に対して課題解決を図ることのできる人材、さらには、新しい問題そのものを発見し、課題設定できるような人材の育成へのアプローチのひとつとして、「デ

注1 既存分野のなかにおいても、どの分野でも、イノベーション創出には分野外の知識や経験が有効であることが知られるようになってきている。特にリーダーシップには欠かせない資質であり、例えば、情報システムが社会・産業の神経としての役割をもち、ITとマネジメントが合流する時代において、本当に高度なICTトップ人材には、イノベーションを起こせるT型やπ型の人材が必要とされている。

デザイン思考 (Design Thinking) による教育というアプローチ^{11,18)}が注目を集めている。世界各国では、近年、多くの大学・大学院でデザイン思考教育が開始されている。

本稿では、「デザイン思考教育」がどのような考えを基にしているか、また、大学・大学院において実際にどのように行われているのかを、海外の先行事例によって見

ていく。合わせて、デザイン思考教育を始めた大学・大学院の例を紹介する。

2 デザイン思考のアプローチ

2-1

デザイン思考とは

デザイン思考というアプローチが注目されているのは、それが全く新しい分野であっても、それなりに妥当な解決策を見つけ、提案し、実現していくことが可能である、という実績があるからである。例えば、新興国における問題の解決や社会起業のような新しいビジネスの考え方などといった分野において、海外の先行事例からはいくつかの解が提供されている⁶⁾。企業における製品開発においても、開発者が机上でいくら考えても社会の潜在ニーズまでを計り知ることは極めて困難である。一方で、世界に目を転ずれば、Facebook、twitter にみられるようなソーシャルネットワークサービスやスマートフォンのアプリケーションなど、社会に潜在的にニーズが存在していたが、それまでには存在しなかった新しい産業が創出されている。このような変化が著しい領域では、後述で説明するようなデザイン思考教育で行われているようなアプローチ、すなわち、プロトタイピングを通じて世の中に素早くサービスある

いはアプリケーションの価値を問い、フィードバックループを回すといったプロセスに基づいた開発スタイルの有効性が認められ、定着しつつある。

デザイン思考とは、図表1に示したような、人間中心^{注2)}、科学技術、ビジネスの3要素を、着想からアイデア化を経て実現へと進める、デザイナー的なアプローチだとまとめることができる。3要素にデザインという言葉が無く、一方、人間中心が入っているのは、これが、狭い意味のデザイン (例えば、工業デザインや設計技

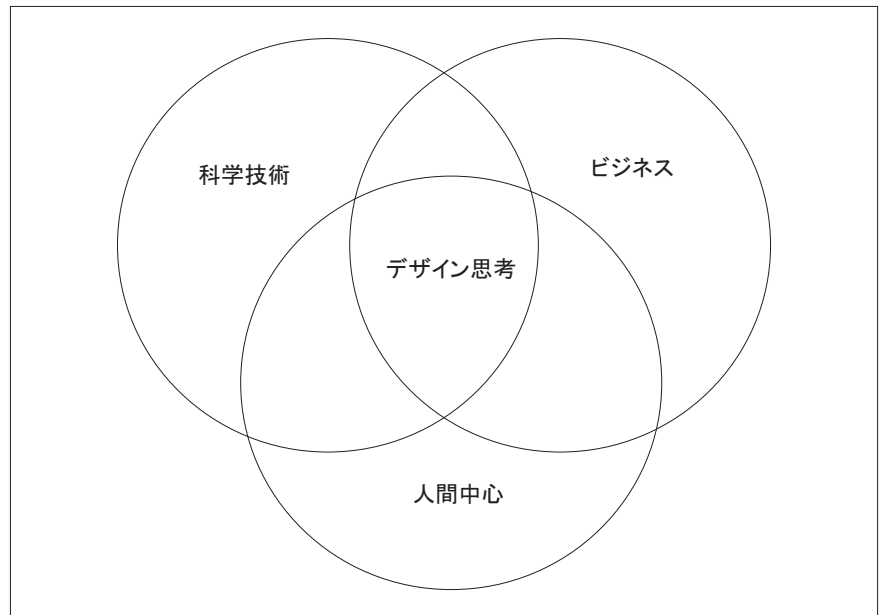
術など) に限られるものではないことを強調しているためである。デザイン思考を行う、という行為は、狭い意味のデザイナーに特有の行為でもなければ、実は最近新たに出てきたものでもない^{注3)}。

2-2

「デザイン思考」という言葉の発祥

イノベーションを推進するアプローチとしてのデザイン思考

図表1 デザイン思考の3要素



科学技術動向研究センターにて作成

注2 「人間中心」とは、英語では「Human Centered」。デザインの基本要素といってもよいが、利用者を含めた関係者の人間としての価値評価を考慮すること一般を指している。人間中心価値という言い方もある。

注3 例えば、野村総合研究所の村田佳生によれば、ソニーのウォークマンという製品は、技術者 (井深大氏)・ビジネスマン (盛田昭夫氏)・芸術家 (大賀典雄氏) の3人の協力によるデザイン思考の成果と言えるそうであり、図表1の3つの要素が満たされていたと考えられている。

は、2004年頃に米国パロアルトにあるIDEOというデザインスタジオで用いられた標語に基づいていると言われている。2005年に、Business Week誌が“design thinking”と題した特集号⁸⁾を発行したことで、世界的に広く知られるようになった。

現在、デザイン思考の説明には種々あるが、「課題解決に取り組むために、デザイナーがアプローチする際のやり方」ということに集約できそうである。ただし、ここで言うデザイナーがどのような人材を指しているのか、また「やり方」とは何を指すかは、解釈によって違いが生じており、当初の意図が十分に理解されているとは言いがたい。実は、上記のIDEO社は過去に東京オフィスを持っていたが、すでに閉じられている。それは、東京オフィス業務が、形のデザインである工業的なデザインに特化しすぎて、IDEO社が意図したデザイン思考による、課題に取り組むスタイルのビジネスにならなかったためと言われている。発祥であるIDEOの「デザイン思考」とは、ビジネスモデルそのものを、単なる工業的デザインから、現在はデザインコンサルティングと呼ばれる、より広範囲で影響力をもつビジネスに変換するためのビジョンであった。しかし、IDEO社にとっても明確な定義が無かったようであり、IDEOの創始者の一人であるDavid Kellyから経営を引き継いだ現在のCEOであるTim Brownは、デザイン思考について2008年の論文⁹⁾と2009年の書籍¹⁰⁾を発行しているが、そこでの表現も微妙に異なっている。したがって、今後多少の意味の変化が生じていく可能性はある。

2-3

デザイン思考のプロセス

IDEO社のホームページ(<http://www.ideo.com/about/>)には、現在、デザイン思考のプロセスに関して、次のような文章が載せられている(原文は英文)。

「デザイン思考のプロセスは、順序立てた手順というよりは、互いに重なりのある要素から成るシステムと考えるのが最良である。覚えておかなければならないのは、着想(inspiration)、アイデア化(ideation)、実現(implementation)の3つである。着想とは、解決法を探す動機づけを与えた問題すなわち機会のことである。アイデア化とは、アイデアを産み出し、展開し、テストするプロセスのことである。実現とは、プロジェクト段階から、人々の生活そのものに到達する経路である。」

このデザイン思考のプロセスは、様々な分解して考えることができる。例えば、後に紹介するドイツのPotsdam大学の例では、① understand(理解)、② observe(観

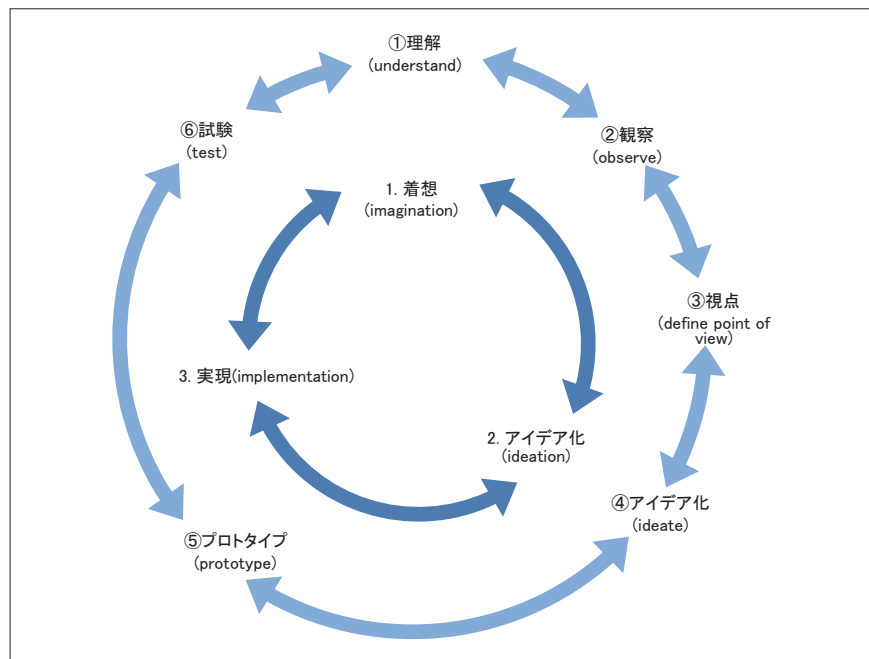
察)、③ define point of view(視点)、④ ideate(アイデア化)、⑤ prototype(プロトタイプ)、⑥ test(試験)という6段階に分けて考えている。最も重要な点は、これらのプロセスが、順序立てて一定方向に移っていくものではなく、行きつ戻りつしながら、あるいは、螺旋を描くように進み、課題がより深く理解され、より効果的な結果に到達することが期待される、というところにある。参考文献⁹⁾などを参考にして、このプロセスを図表2に示す。

2-4

人間中心の考え方とプロトタイプング

人間中心(Human Centered)という言葉は、図表1の3要素のひとつであるが、デザイン思考のアプローチの核心となる考え方として扱われている。実際に教育を行っている関係者は、empathy(感情移入)という言葉も頻繁に使っている。民族学者がよく行うようなエスノグラフィの手法のよう

図表2 デザイン思考のプロセス



科学技術動向研究センターにて作成

に、利用者・関係者のなかに実際に入りこんで、それらの人々が意識していないかもしれない潜在的な、しかし、本質的な課題を理解するということが、デザイン思考の最初のアプローチの柱である。

また、アイデア化の部分では、次のプロトタイピングにつなげることが重要であり¹¹⁾、そのプロトタイプを評価することも必要である¹²⁾。例えば、Apple社の強みは、製造工場も持たず、生産を行っていないにもかかわらず、自社内ですべてのプロトタイプを作る能力を有することだと言われて

いる。

特に、人間中心の考え方とプロトタイピングは、これまでの一般的な研究開発において欠けていた、あるいは不十分であった点であると言える。

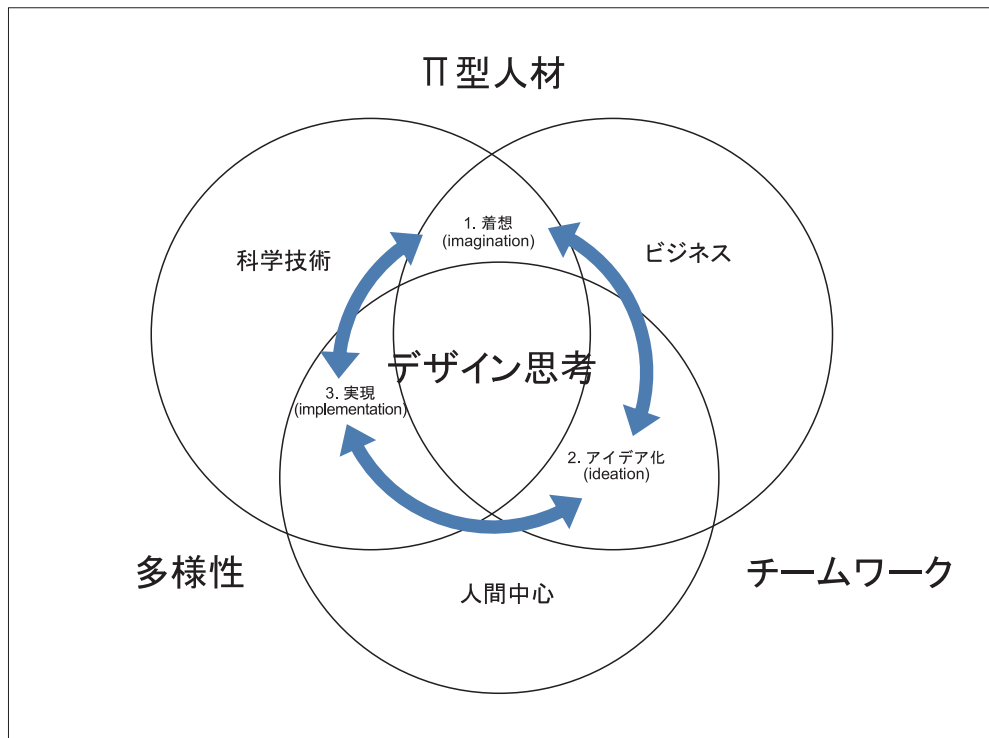
2-5

II型人材と多様性に富んだチームワーク

人材育成という観点から強調されている点は、T型、あるいは一

歩進んでII型と呼ばれる、複数の専門分野をまたがって活動できる人材の育成である¹³⁾。後述の海外事例でのデザイン思考教育での実習では、異なった専攻や経験をもつ学生が参加した多様性に富んだチームで行われている。専門の異なる人とチームワークができることが、デザイン思考の必須要素であり、そのような人材育成が望ましいと考えられている。したがって、デザイン思考教育は、図表1と2を統合し、図表3のようにまとめることができる。

図表3 デザイン思考教育の概要



科学技術動向研究センターにて作成

3 デザイン思考教育の実際

3-1

デザイン思考教育を行っている世界の大学・大学院

BusinessWeek誌は、2009年にデザイン思考の特集号を組んで、

World's Best Design Schoolを32校紹介した⁷⁾。図表4に、それらと重なるものも含めて、筆者が確認できた範囲で、世界の33箇所のデザイン思考に関連した教育を行っている大学・大学院を例示する。

3-2

Stanford大学 d.schoolのデザイン思考教育

このような教育が実際にどのように行われているかを、デザイ

図表4 デザイン思考教育を実施している大学・大学院の例

アジア太平洋地域	
日本	九州大学(芸術工学研究院) 京都工芸繊維大学(デザイン経営工学課程) 慶應義塾大学 (メディアデザイン研究科・システムデザイン・マネジメント研究科) 千葉工業大学(デザイン科学科) 東京工業大学(社会理工学研究科) 東京大学(i.school) 東京都市大学(社会情報学科)†
韓国	KAIST(DESIGN)*
中国	中国信媒大学:Communication University of China†
台湾	Xue Xue Institute
シンガポール	Singapore University of Design and Technology Singapore Polytechnic National University of Singapore
インド	National Institute of Design* Indian Institute of Technology
オーストラリア	University of Technology, Sydney
欧州	
英国	Royal College of Art / Imperial College London*
イタリア	Milan Institute of Technology
オランダ	Delft University of Technology* Technische Universiteit Eindhoven
デンマーク	Technical University of Denmark Design Skolen Kolding
ドイツ	Potsdam University(HPI d.school)
フィンランド	Aalto University(IDBM)*
フランス	The École des Ponts ParisTech(d.thinking)
南米・北米	
チリ	Pontificia Universidad Catolica de Chile
カナダ	University of Toronto(Rotman School of Management)*
米国	Stanford University(HPI d.school)* Northwestern University* Massachusetts Institute of Technology(System Design Management) Illinois Institute of Technology(Institute of Design)*

*は、Business Week 誌(2009年)でも紹介されていた大学・大学院。†は2013年度から開始予定の大学・大学院。各大学・大学院での実施状況のレベルは同じではない。

科学技術動向研究センターにて作成

ン思考教育で先駆的な Stanford 大学 d.school において、“Agile Aging” という課題のプロジェクト¹³⁾ に沿って説明する。

3-2-1 課題の理解から

プロトタイプ作成まで

“Agile Aging” という課題は、内容としては、高齢者が軽快に生活するための方法を考えるというものであった。学生のチームは、まず最初に、この課題を十分に理解することから始める。実際に高齢者の生活を観察したり、意見を聞いたりするために、大学外に出向く。大学の教室に閉じこもっているのではなく、現実を見に行き、そこから自分で得た体験や情報を持ち帰って、チームで共有する。様々な専攻や経験を持った複数のメンバーが、それぞれの見聞きした体験や情報を持ち寄ることで、チームとして課題の本質を理解する。

次に、解決へのアイデアを手さぐりして、いわゆる「アイデア出し」を行っていく。この過程で、もう一度、問題の本質を振り返る作業が必要になることもあるはずで、その場合には、新たな角度からの課題へのアプローチも推奨される。ただし、ここでのアイデア産出の原動力は、個人のインスピレーションにあることを銘記しておきたい。

課題をよく理解するためには、民族学で行われるようなエスノグラフィックな方法も含めて、様々な方法が用いられる。ここでは、Empathy (共感) という言葉がよく用いられる。相手の立場にたって考えられるというようなことだが、日本の製造現場でよく言

われる、現場・現物・現実の「三現主義」とも同じ精神と言えるだろう。

アイデア出しから、チームとしての解決案を形作る ideation の作業に入る。ここで重要なことは、ideation は個人作業ではなく、チームワークとして行われることと、このアイデアをプロトタイプという形で目に見えるものにつなげていく可視化のプロセスである。プロトタイプは、英語では Quick and Dirty と称されることから分かるように、時間をじっくり掛けて完璧なものを作成するのではなく、手早くコンセプトを表すものを作成することが重要視される。また、上記の課題の理解においては、現場や現物にこだわるのが要請されているが、プロトタイプはコンセプトが表せればよいから、現物に近いことも必要とされない^{注4)}。最近では、ビデオでプロトタイプの利用状況を可視化すること、使用環境がどのようになるかを寸劇で示すこと、などがよく行われている。

3-2-2 関係者の関与と

ショートプレゼンテーション

また、この Ideation の過程でも、課題に関係している外部の人たちが関与することが奨励されている。“Agile Aging” という課題の例では、高齢者がプロトタイプの評価に参加していた。通常の教育では、子供が作品を完成させるために他人の手助けを借りることは禁じられていることが多いが、その感覚で、デザイン思考教育を見ると、ずるいことをしているようにも見える。しかし、この教育で目指しているのは、目標である

課題解決のために、あらゆる可能性を探り、あらゆる手段を尽くして、一刻も早く、真の課題を解決する道筋を効果的に示すことである。もしも課題の提出者が解決策を持っているなら、それを聴きだしてしまえばよい。したがって、課題に関係する人をプロセスに巻き込むことは、当然の手段として推奨されている。デザイン思考教育で取り組まれる課題は、これまで誰も解を見出していないと思われる課題が選ばれており、解を知っている関係者など存在しないのである。

チームは最後に、課題提出者や他のチームの人達などを前にして、5分間のプレゼンテーションを行う。それまでの膨大な労力を考えると5分間という制限時間は、あまりに短いように思われる。しかし、現実の多くの重要なプレゼンテーションは、超多忙な有力者に対してなされることが多いため、ここでは短いことが当然と考えられている。そのような凝縮された時間で、解決策の本質をどのように訴えるか、これもまた、デザイン思考教育の一つの重要な要素となっている。

3-3

デザイン思考教育の成果

デザイン思考教育は、上記のプレゼンテーションと協力者へのフィードバックで修了となる。したがって、実際にそのアイデアを形にして、課題を解決して、困っていた人たちを助けるといった Implementation に関しては、通

注4 Stanford 大学で筆者が見学した際に作成されていたのは、高齢者用の収納可能手すりつきのトイレのプロトタイプだった。このチームは、Agile Aging という課題への解決案として、新たなトイレを提案したのである。彼らは、安物の合板の板をガムテープで張り合わせ、鏡のかわりにアルミホイルを張り、トイレの代わりに近くにある椅子の上にクッションをおいた。日本の工学部や企業の開発現場から見ればこれは子供の遊びに類するものであるかもしれないが、コンセプトが明確に表せていればそれでもよいのである。

常は時間的な制約もあって実施されていない。しかし、大学が正規にコミットしているわけではないのだが、実際に優れた解決策が実行に移され、Implementationまで達する例もあると報告されている。

Stanford大学のd.schoolのウェブサイト⁶⁾によれば、ベンチャーや社会起業という形で、また、既存企業でのアイデア採用と言う形で、d.schoolで提案されたデザインが社会に提供された例がある。例えば、従来の石油ランプに代わるD.Light²⁰⁾や、未熟児の安価な保育のためのEmbrace²¹⁾などは、そのためのベンチャー企業が設立され、新興国などで販売されている。既存の大企業で採用された例としては、例えば、Fidelity Investment社のウェブサイト改善例がある¹⁹⁾。

Stanford大学と同じようにd.schoolを有しているPotsdam大学の場合には、文書として発表していないが、課題を提案した企業が、解決策を示した学生のチーム全員を雇用し、そのプロジェクトを遂行したという例、また、大学とその後の数年にわたって共同プロジェクトを運営することで、商用化に成功したという例があるとのことである。また、スーパー

マーケット大手のMetro社は、新たなネットショッピングという課題を出し、これに対して学生たちは、ネットショッピングで購入した利用者が駅または街頭の簡単な収納庫で商品を受け取るシステムを提案した。Metro社は、この提案を元にして、システムを実用化したと報告されている。

既存企業においても、デザイン思考の結果を製品化までもっていくために、企業側の経営陣がコミットして経営戦略の一部として取り組まねば成功する確率は低いと言われている¹⁸⁾。産業界において、このようなデザイン思考を生かそうとするならば、経営的な層による関与が必要となる。

3-4

デザイン思考教育が 目指すもの

しかし、デザイン思考教育が最終的に目指すのは、上記のようなimplementationではなく、デザイン思考者(Design Thinker)と呼ばれるイノベーションを実現する人材(イノベーター、innovator)の育成である。デザ

イン思考のプロセスを実践した経験により、人間性・技術力・経営力を兼ね備えた人材が育成されていくことを目指している。ただし、現実の問題に対して、他分野の人たちとチームを組んで解決案を提示するプロジェクトを実践することを教えているので、特に優れた一人の個人を創出することを目指しているわけではない。

デザイン思考者の基本特性として、当たり前だから強調されていないのだとも思うが、「自分から学ぶ能力」は不可欠である。しかし、チームワークも重要視されている。前述の大学の教育コースでは、学生の成績をつけず、修了証も出していない。それは、チームへの貢献はメンバーによって様々であり、個人の成績を採点するという行為がともすればチームワークを破壊しかねないと認識しているからである。ただし、これは結果を評価しないということではない。課題を出した人たちから、解決策についての評価を受けることは必須であり、解決策が役立つかどうか、意味があるかなどについては厳しく問われる。しかし、それは個々の学生の成績評価とは別のものであり、チームの出した提案に対する評価である。

4 デザイン思考教育の運営

それでは、このようなデザイン思考教育を具体的にはどう運営すれば良いのかを、再びStanford大学とPotsdam大学のd.schoolの例を用いて見ていく。

4-1

d.schoolの運営

Stanford大学d.schoolは、SAP

社の創業者であるHasso Plattnerが個人的に資金提供してStanford大学内に創られたHasso Plattner Institute(HPI)の一部門であり、2005年から始まっている。大学に属してはいるが、大学運営とは一線を画している。運営資金は、HPIの資金、その他の個人や機関からの寄付、さらに外部の企業への教育活動などの売上に拠っており、大学当局からは資金的な支援を一切受けていない。通常の学科

の場合とは異なり、課程を修了してもクレジットはつかず、学位も修了証すらも、また当然ながら成績証も出さない。

Potsdam大学のd.schoolは、上記HPIがドイツにデザイン思考教育の場を2007年から設けたものである。設立時には、先行するStanford大学と同じような設備および運営で開始したが、成功部分を導入しつつ順次改善していくというアプローチがとられている。

(7)

4-2

参加学生の選考
—多様性の確保—

各学期ごとに、Stanford 大学 d.school で年間 350 人、Potsdam 大学 d.school で 120 人ほどの募集が行われている。どちらも人気が高く、応募者は多い。Stanford 大 d.school の場合には、参加学生は Stanford 大学院に在籍する大学院生に限られている。Potsdam 大学の場合には、ドイツの学制に従って、ベルリン・ポツダム地域の大学院生であればこの大学からも応募できる。最近では、海外からの留学生の応募が多くなっているとのことである。

参加学生の選考では、デザイン思考への適性や能力だけでなく、チームとしての多様性が確保できるように考慮されている。つまり、できるだけ多様な専攻や経験をもったメンバーから成るチームを構成できるように配慮されている。強調しておくべきは、個々の学生の専門性や経歴を十分考慮していることである。II 型人材の育成は確固とした専門をベースにしたものであり、個々の学生に対しては、学部教育相当における専門性が前提として要求されている。II 型人材の育成とは専門性の否定ではなく、否定されるべきは「専門性に閉じこもる」ことである。したがって、個々の専門教育のレベルの高さとその多様性は、むしろ前提となっている。

4-3

コースワークの
スケジュール

両大学の d.school の教育は、12 週間のワークショップを主体

とするクラスで行われている。Stanford 大学では、秋・冬・春の 3 回、様々な課題でのクラスが提供されていて、その内容を見て応募ができるようになっている。Potsdam 大学の場合には、冬・夏の半学期ごとに学生を募集している。基本コースは 9 週間のワークショップであり、その後 12 週間までの発展コースを取ることができるようになっている。

各ワークショップは、前章で紹介したプロセスのように、現実の問題として出された課題を検討し、プロトタイプを作って、最終的にその課題を出した顧客などに対して解決策を発表し、評価をもらうという形式をとっている。課題を理解するためには大学外へ出向くが、必要なら海外に遠征して実際の問題にあたる例もあり、例えば、Potsdam 大学 d.school の学生たちが、猫のトイレについて調査するために、充実している日本にきたという例もあった。その一方で、プロトタイプの方は、手近にあるもので間に合わせることが多く、外部に頼むことはほとんど無い。また、ビデオなどを使った仮想的な場面による説明のため、ビデオ画面を制作することがある。

4-4

チーム構成と作業場所

ワークショップのチーム構成単位は、数名から 10 名程度の学生で、これに 2~3 名のファシリテーターが付く。あるテーマについて専任の教授が付いて、複数のチームの指導をすることもある。チームには作業する机とコーナーが割り当てられ、プロジェクトが終わるまで、チームメンバーは、好きなどきに来て作業を継続することができるようになっている (図表 5)。もちろん、クラスの時間にはファシリテーターも含めてチームメンバーが集まって作業を行うことが基本となっているが、普通の講義のように、始業時間に全員が揃い、終業時間で全員が作業を終えるという時間管理をしていくわけではない。講義のための教室も、デザインスタジオの一角という光景であり、ソファ・椅子・机・白板などは移動が可能になっている。Stanford 大学の d.school では、場所が変わるごとにレイアウトや設備が大きく変更されてきた。2010 年からは、IDEO 社などの

図表 5 Potsdam 大学の学生チームのコーナー



出典：Potsdam 大学 HPI d.school

企業が備えている「War Room(作戦室)」という形態をとっており、プロジェクトごとに学生のグループが作業できるようにしている。

4-5

教授陣

教授陣は、常勤のスタッフの他に、様々な分野の専門家が非常勤の形で協力し、学生のグループのプロジェクトを支援する仕組みになっている。Stanford 大学 d.school では約 70 人、Potsdam 大学 d.school では約 40 人のスタッフがいる。講師陣も様々な分野・専門性・様々な経験をもっており、豊富な多様性が特徴である。Stanford 大学では、元経営者も含めた卒業生が数多く協力している。

実際に教授陣と話して特に興味深かった点は、教える側も学ぶことが多く、改善のアイデアは直ちに取り入れるようにしているということであった。例えば、Stanford 大学 d.school では、教授が事務スタッフと同じ机に並んで座るといふ、事務効率を考えた構成をとっている。Potsdam 大学 d.school では、座って議論や作業をするよりは、立ったままのほうが能率的だということになり、そのための机(図表5)をデザインして、それを使うようになっている。現在では、その机のライセンス販売までできるようになっている。

4-6

ファシリテーター

ファシリテーターは、チームの面倒をみるスタッフである。ファシリテーターも、様々な分野・様々な経験・技術を持つ人達で構成される。Stanford 大学 d.school のファシリテーターには、大学内部の人たちだけでなく、卒業生や地域で活躍している学外の人たちも参加している。あるファシリテーターは、「自分たちは、教育しているのではない。学生たちが試行錯誤して、間違えたり袋小路に入ったりすることも含めて見守り、彼ら・彼女らが解決策に到達できるよう手助けするだけである」と語っている。

ファシリテーターの育成は、それ自体が重要な事項である。ファシリテーターが足りないために、デザイン思考の教育の普及は難しいという意見もあるくらいである。ただし、IDEO 副社長の Tom Kelly は、「デザイン思考の教育現場では、ファシリテーターも学習して成長するはずであり、ファシリテーター不足の心配は要らない」と述べていた。

4-7

外部とのつながり

前記のように、Stanford 大学 d.school の運営資金は所属する Hasso Plattner Institute (HPI) から受けているものの、これは数年間の期限を限った財政支援という条件になっており、自立への移

行が進められている。そのために当然ながら外部資金を増強しており、そのことが大学と外部のつながりを深める要素にもなっている。そのような運営方法を採用することが d.school 設立時から、設立者の Plattner 氏との間で取り決められている。

Potsdam 大学 d.school も HPI からの資金援助で運営されているが、ドイツの大学事情に合わせて、こちらには自立期限は設けられていない。ただし、Potsdam 大学 d.school は、HPI にベンチャーインキュベーションセンターが併設されており、最近ではベンチャーキャピタルがデザイン思考教育の発表会などに参加するようになっている。こちらは外部資金の確保とは違うスキームで、良い提案が起業などに結びつきやすい環境を形成していると考えられる。

両校とも、大学・大学院の学生だけでなく、企業あるいは社会人に対するデザイン思考教育も積極的に行なっている。どちらも、個別の企業からの要望に対して応じる窓口がある。それ以外に、Stanford 大学では年5回のエグゼクティブコースを設け、外部者が個人や少人数のチームで参加できるようにしている。内容は3日間の導入コースで、参加費は9500 US \$である。Potsdam 大学でも、オープン・コースという形式で3日間のコースを随時開催しており、参加費は税抜で2750ユーロである。また、Potsdam 大学では、個人の申し込みに限っているようだが、Design Thinking for Professionals といって、社会人が学生に混じって学ぶコースも提供している。

5 その他の海外の大学・大学院の例

上記以外の海外の大学・大学院のデザイン思考教育について紹介する(図表4)。近年、スローガンとしてデザイン思考をかかげて開始した大学・大学院は数多い。また、デザイン思考とは明示していないが、以前から同じような思考を目指した教育活動をしているところもある。いずれも大学・大学院が正規の課程として行っており、元々デザインを専門とする大学やデザイン科を有する大学のなかに設けられている場合もあるが、一方で、ビジネススクールが主体となっている活動も多い。

5-1

欧州の大学・大学院

欧州では、2009年に、フランスのパリ国立土木学校(The Ecole des Ponts ParisTech)に設けられたd.thinkingというコースが、デザイン思考を正面から唱えている。2010年に統合により創設されたフィンランドのAalto大学(ヘルシンキ工科大学・ヘルシンキ経済大学・ヘルシンキ芸術デザイン大学の3大学が2010年に統合)のIDBM(International Design Business Management)は、統合前の1995年以來の伝統を有している。

英国ロンドンの王立芸術大学(Royal College of Arts)のInnovation Design Engineering (IDE)では、1995年からデザイン思考に相当する2年間のコースを提供している。現在、学科長を務めているMiles Penningtonによれば、「出身地域もそれまでの専門学科もできるだけ異なる多様な学生をまとめて、既存のカリキュラムや

シラバスによらず、学生たちが化学反応を起こして、それぞれに問題を見つけて解決を提案する、という教育を目指している」とのこと、これはまさしくデザイン思考の教育と言える。2007年に作られたDesign Londonという組織があり、Royal College of ArtsとImperial College Londonの毎年の卒業制作のなかで優秀賞を取ったものに対して、事業化資金を提供してきた。このDesign Londonは2011年度に解散し、2012年4月からInnovationRCAというにインキュベーター組織に統合されている。

その他にも、欧州にはデザイン思考教育を行う大学・大学院がオランダ・イタリア・デンマークなどにある(図表4)。なお、デンマークにはDesign Skolen Koldingを中核とした地域クラスター構想「D-City構想」がある。

5-2

北米・南米の大学・大学院

北米においては、カナダのトロント大学のRotman School of Managementが2005年から、Business DesignおよびIntegrative Thinkingという題目のもとでデザイン思考のコースを設けている。ここでは、学部長のRoger Martinが、ビジネススクールの観点からデザイン思考の推進を行っており、デザイン思考に関する多くの著作を出している。米国MITでは、工学部とSloan School of Managementの共同によるSystem Design Managementが、デザイン思考を取り入れている。シカゴのイリノイ工科大学の

Institute of Designも同様の試みを行っている。Donald Normanの率いるノースウェスタン大学では、デザイン思考と銘打っているわけではないが、ビジネススクールのコースで、実際の病院の現場を観察したり、自動車をデザインするというような作業を行うコースがあり、これはデザイン思考教育に該当する。

南米チリでも、Pontificia Universidad Catolica de Chileに教育コースが設けられている。

5-3

アジア・太平洋地域の大学・大学院

シンガポールは、アジアのなかで最もデザイン思考教育が盛んな国と言えるだろう。Singapore University of Design and TechnologyがMITと中国浙江大学との共同コースという形式で、2009年にデザイン思考教育を開始した。シンガポールではデザイン全般の強化が行われており、Design Singapore Councilという政府の協議会があり、この協議会が2010年にDesign Thinking and Innovation Academyという大学院相当の教育機関を設立し、知財創出も含めたデザイン思考教育を開始している。Singapore PolytechnicにもSP School of Designでデザイン思考が教育されている。シンガポール国立大学(National University of Singapore, NUS)では、工学部にIntegrative Design Thinkingという大学院課程が設置されている。さらに、NUSビジネススクールが、Design Thinking &

Business Innovation というコースを設置して、デザイン思考の教育を推進している。

韓国・中国などでは、産業界の強い要請を受けて、デザイン思考教育が行われるようになってきている。韓国では産業界がデザイン全般を重視している背景もあり、KAIST の Industrial Design がデザイン思考を含めたデザイン思考教育を強く推進している。KAIST で中心的な役割を果たしていた Kun Pyo Lee 教授が、LG エレクトロニクス社のデザイン担当副社長として転出して話題を呼

んだが、それだけ産業界とのつながりも深く、信頼も厚いと見られる。中国北京にある中国信媒大学 (Communication University of China) は、2012 年からデザイン思考を中心にすえた学科を開設している。開設には Potsdam 大学の d.school の Weinberg 教授が関与している。すでに中国企業からの問い合わせがあり、産業界もこの開設に注目している。台湾産業界もデザインに関心が高く、台北市にある Xue Xue Institute がデザイン思考を取り入れようとしている。

インドの National Institute of Design (NID) は 1961 年創設だが、2007 年にインドとしての National Design Policy²²⁾ が定められた頃から、デザイン思考に力を入れ始めている¹⁴⁾。これを受けて、インド工科大学 (IIT) にデザイン思考のコースが設けられた。マレーシアやインドネシアなどにおいてもデザイン思考への興味が高まっている。

オーストラリアでは、シドニー工科大学 (University of Technology, Sydney) での教育活動がある。

6 デザイン思考教育を行なう日本国内の大学・大学院

日本国内には、「デザイン思考」を具体的に名乗っている教育は少ない。しかし、同じような内容の教育活動は、従来から存在するのではないと思われる。

日本国内の教育活動では、2009 年から始まった東京大学の i.school が、前記の例に挙げた d.school に最も近いのではないと思われる。企業からの寄付を募り、プロジェクト型のワークショップ運営をしているという点が、国内の他大学の教育とは大きく異なっていて、その点が話題になっている¹⁵⁾。基本的には、年度ごとに大学院生 10 名を募集し、ワークショップを 5 回開催しており、そのうちの指定された 3 回のワークショップに参加すると修了証をもらうことができ、この修了証は出しているが、単位は与えていない。専用の建物や部屋は持っていない。韓国 KAIST やインドの IIT などと共同で海外でのワークショップが開催されたこともある。なお、オープンなワークショップには、協力企業の社員や他大学の学生も参加できる。当初は大学院生を主たる対象にしていたが、

2011 年度からは学部の 1,2 年生を主体にしたコースも開かれるようになってきている。学生を主体にしたグループが u.s.school¹⁷⁾ という、自分たちの i.school での体験を中高生など他の人々に対しても広げようという活動が始まっている。受講した人が、今度は、機会を提供する立場になるということは、新たな共有・伝承の形式として評価できる。

2000 年代から始められた教育として、慶應義塾大学のメディアデザイン研究科奥出研究室の活動が、デザイン思考教育の主旨に沿ったものと言える。慶應義塾大学では、2009 年には、日吉キャンパスにシステムデザイン・マネジメント学科が創られており、ここでもデザイン思考を含めた教育が始められている。ただし、慶應義塾大学のいずれの教育活動も、全学から学生を募り、通常の科目とは別立てのワークショップをするような形態は取られていない。なお、慶應義塾大学の湘南藤沢キャンパスの設立趣旨は、既存の学科を解体し目的志向でまとめたことであり、これはデザイン思考

を推し進めることと同意であったと言われている。

九州大学芸術工学院、千葉工業大学デザイン科学科、京都工芸繊維大学デザイン経営工学課程などのデザイン系の学科においても、デザイン思考教育が行われているが、慶應義塾大学の場合と同様、他の学科の学生を積極的に混じえた構成は取っていない。

東京工業大学では、社会理工学研究科の授業科目として「デザイン思考」が梅室博行准教授担当で 2011 年から始められた。これは「デザイン思考」がどのようなものであるかを学ぶことが目的になっており、全学から参加できる半年間のコースとなっている。東京都市大学では、社会情報学科で 1 年生を対象に「デザインシンキング」という半期の授業が 2013 年度から始まる予定である。また、一橋大学の国際企業戦略研究科では Design and Creativity というコースが 2005 年から行われており、これもデザイン思考教育に近いものと考えられる。

常設のコースではないが、京都大学では、2011 年 9 月、2012 年

3月に京都大学デザインスクールというワークショップが開かれた。これはGCOE「知識循環社会のための情報学教育研究拠点」・情報学研究科・経営管理大学院・工学研究科・学術情報メディアセンターなどの共催で、学外からの参加者も募って行われた¹⁶⁾。インターナショナル・スクール・オブ・アジア軽井沢は、サマース

クールという形式で、世界各国の中高生を対象にしたワークショップを行っている。

国内企業も「デザイン思考」の教育を受けた人材に関心をもち、上記のデザイン思考を学んだ学生を採用する動きが始まっている。(株)東芝では、インフラビジネスに必要な人材確保という意味から、東京大学 i.school の修了者や

KAIST など海外の大学の卒業生を採用している。また、(株)野村総合研究所や(株)NTT データ経営研究所は、従来の請負型のソフトウェア受託ビジネスに限界が見えるとして、デザイン思考を専門にする部隊から成るフューチャーセンターを立ち上げている。

7 まとめ

デザイン思考という人材育成へのアプローチは、呼び名や内容についてのバリエーションを含みながら、世界で普及・発展の過程にある。背景にあるのは、従来の人材育成が前提にしてきた、特定分野や特定産業において、その最先端の知識と技術を習得すれば、イノベーションが実現できるというような期待が通用しなくなっている事実である。それは、日本においては、ジャーナリズム的には「技術では勝っているのに、ビジネスで勝てない日本」というようなフレーズで表現されている。

一方、世界の大学・大学院では、これから将来に出現するような未知の分野も含めた広い領域や社会の課題解決において、様々な専攻のメンバーとチームを組み、成果を生み出していく人材育成の方法として、デザイン思考教育が評価され、取り入れられ始めている。

あらゆる人材育成に共通する但し書きだが、デザイン思考教育も「これを行えば、誰もがイノベーション人材になれる」という万能薬ではない。また、デザイン思考を身につける安直な方法というものも存在しない。今のところ、デザイン思考を「習得した」というような証明書も発行できないだろう。したがって、「デザイン思考学科を多くの大学・大学院に設け

る」というような安易な施策は有効ではないと思われる。

デザイン思考教育の普及を推進する手立ては、それこそまさにデザイン思考で考案していくべき課題かもしれないが、幾つか考えられる。

例えば、日本国内では、世界の先行例が備えているような、デザイン思考を教育するような場はまだない。そこで、デザイン思考を推進する教育関係者のグループが、そのような場・設備・ツールなどを共同利用形態でもつことは、日本にとって新たな試みとして有効かもしれない。

日本でも一部の大学・大学院でデザイン思考教育に近いと思われる教育がすでに始められようとしている。標準的な教育プロセスが存在しているわけではないので、各大学・大学院が個性的に推進してよいと思われる。ただし、改善すべき点があるとすれば、これまでの国内の例はいずれも、学生の出した成果を外部へ向けてきちんと示していこうというプログラムにはなっていない点である。したがって、このプログラムの意味が社会のなかでの成果として現れるところまでは行っていない。成果を共有する枠組みも、ビデオ・出版物の作成や共同開催形式以外にも、新たな方法が考えられるだろ

う。そのような点を改善していくことが、人材育成効果の外部からの評価につながるはずである。

もちろん、このようなイノベーション人材育成を行える教員・ファシリテーターのほか、イノベーション人材を正當に評価でき、社会のなかで活かしていく人材というのにも必要である⁴⁾。このような、デザイン思考教育のための革新的なアイデアを国際的に広く募集し、様々な取り組みを海外と共有するのも一つの展開方法だろう。

しかし、まず最初に重要なことは、従来の枠組みにとらわれず、デザイン思考の意図を理解し、このような取り組みを積極的に推進するという精神を支え広めていくことである。また、その精神を具体化して社会に触れることのできるような場を設け、外部との関係性を重視しながら、たとえわずかずつでも人材育成を積み重ねていくことだろう。

謝辞

本稿をまとめるにあたって多くの方々に貴重な意見をいただいた。ご協力頂いた方々、また、本レポートに関連して開催した2012年5月と6月の勉強会に参加された方々に深く感謝する。長大となるため、ここに全員のお名

前を挙げることはできないが、次の方々には特にお世話になった(敬称略)。Toni-Matti Karjalainen, Mikka Lehtonen, Marikku Salimaki (Aalto 大学)、田川欣哉 (takram) 山崎和彦 (千葉工業大学)、狼嘉彰、奥出直人、湊

宣明、安村通晃 (慶應義塾大学)、平井康之 (九州大学)、Don Norman (Nielsen Norman Group), Christoph Meinel, Ulrich Weinberg (Potsdam 大学 HPI)、Edward Feigenbaum, 福田収一、Renate Furuchter, Larry Leifer,

Bernard Roth, Terry Winograd (Stanford 大学)、梅室博行 (東京工業大学)、木戸冬子、田村大、堀井英之 (東京大学)、小内克彦、横内恭人 ((株)東芝)、廣瀬浩三 (経済産業省)、鍋島豊、杉江達也、福島健太郎 (文部科学省)

参考文献

- 1) G. ムーア、半導体産業における研究についての個人的見解、ローゼンブルーム・スペンサー編、中央研究所の時代の終焉、日経BP社、1998、217-231
- 2) 第4期科学技術基本計画、2011：<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/kihon4.html>
- 3) 文部科学省：サービス・イノベーション人材育成計画：http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/service/index.htm、2007、日本経団連：イノベーション創出を担う理工系博士の育成と活用を目指して：<http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2007/020.html>、2007 などがある。
- 4) 経済産業省：産業人材施策について：<http://www.meti.go.jp/policy/economy/jinzai/frontier-jinzai/index.html>、2012
- 5) 「科学技術動向」誌では人材育成に関しては、次のようなレポートがこれまで掲載されている。生命科学の研究人材の育成および教育の在り方 (2002年10月号)、原子力分野における人材育成の必要性・現状・課題 (2003年9月号)、国際標準を担う人材育成について (2005年6月号)、アナログ技術の動向と人材育成の重要性—CMOS高周波LSIにみる新時代のアナログ技術を中心に— (2007年1月号)、今後求められる臨床研究者像と大学院における人材育成の試み (2007年8月号)、ITを基盤としたインドの産業発展と知識型社会を目指した人材育成の動き (2007年9月号)、日本の危機としてのIT人材問題 (2008年7月号)、我が国の国際産業競争力を支える人材の育成—基幹産業としての鉄鋼業を例とする人材育成モデル— (2009年4月号)
- 6) <http://dschool.stanford.edu/social-entrepreneurship/>、成功例として：<http://embraceglobal.org/> などがある
- 7) World's Best Design School, Special Issue "Design Thinking," Business Week 2009/0930：http://images.businessweek.com/ss/09/09/0930_worlds_best_design_schools/index.htm?technology+slideshows
- 8) "design thinking", BusinessWeek 2005/3/8
- 9) Design Thinking, Harvard Business Review, June 2008, pp.85-92
- 10) Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation, HarperBusiness, 2009 (「デザイン思考が世界を変える —イノベーションを導く新しい考え方」ハヤカワ新書 juice) 2010年
- 11) 奥出直人、デザイン思考の道具箱、早川書房、2007
- 12) 田川欣哉、デザインエンジニア：イノベーションの現場からの報告、科学技術政策研究所講演録-267、2010年12月
- 13) 林晋・黒川利明、日本の危機としてのIT人材問題、科学技術動向、2008年7月号
- 14) <http://designthinkingwebredesign.wordpress.com/2010/11/21/singapore-design-thinking-and-innovation-academy-too-late/>
- 15) 東京大学 i.school, 東大式 世界を変えるイノベーションのつくりかた、早川書房、2010年
- 16) <http://www.ai.soc.i.kyoto-u.ac.jp/design/index.html>, <http://www.ai.soc.i.kyoto-u.ac.jp/design2/index.html>
- 17) <https://www.facebook.com/?ref=home#!/pages/uschool/237458062974981>
- 18) 奥出直人、デザイン思考と経営戦略、NTT出版、2012
- 19) F. S. Leichter, How Fidelity Used Design Thinking to Perfect Its Website：http://blogs.hbr.org/cs/2011/05/how_fidelity_used_design_think.html
- 20) <http://business.rediff.com/slide-show/2009/dec/23/slide-show-1-worlds-cheapest-solar-lamp.htm>
- 21) <http://dschool.stanford.edu/blog/2010/01/28/embrace-at-ted/>
- 22) <http://www.designinindia.net/design-now/design-policy/index.html>

執筆者プロフィール



黒川 利明

科学技術動向研究センター 客員研究官

SCSK 株式会社 SCSK フェロー

<http://www.linkedin.com/profile/view?id=16047089>

東芝、IBM、旧 CSK を経て現職。プログラミング言語、オブジェクト指向、メタデータなどの標準化に従事。システム開発方法論、サービス科学、科学技術コミュニティ、クラウド技術にも関心がある。

[前\(節\)へ](#) [次\(節\)へ](#)

第1部 これからの日本に求められる科学技術人材

第1章 科学技術創造立国に向けた科学技術人材の育成・確保

第1節 今後の我が国における科学技術人材の育成・確保の重要性

(世界の先駆者として)

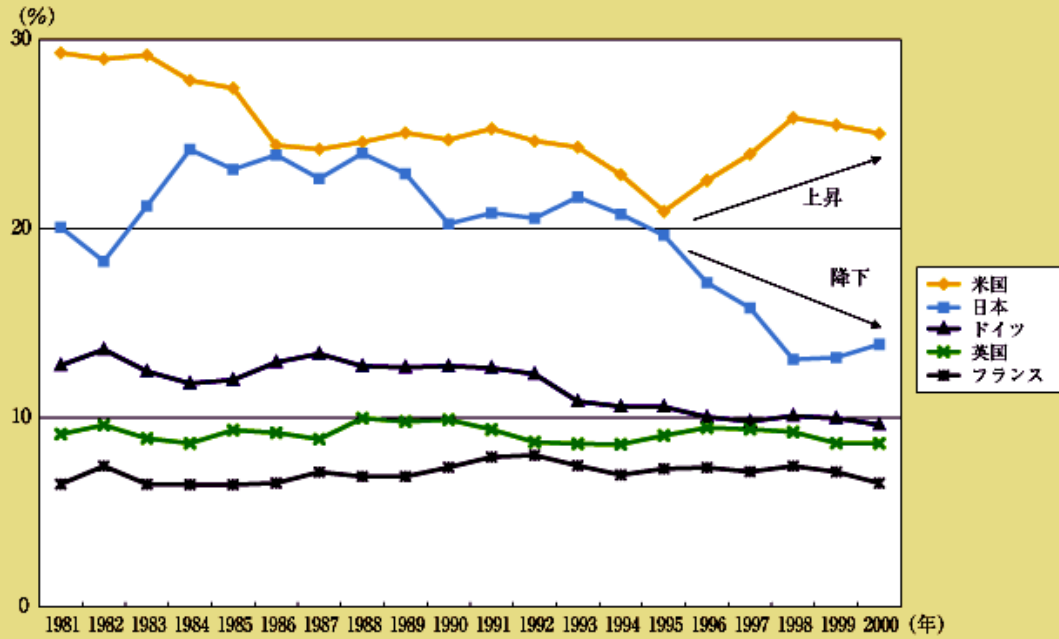
天然資源の乏しい我が国としては、技術力を背景として付加価値の高いものを生産していくことが生存基盤として不可欠である。我が国の高度成長を支えたのは、製造業を中心とするものづくりであり、主に海外から導入した技術を、我が国独自の工夫を加えて更に改良発展させることで、大きな付加価値を生み出した。そのような時代背景の下、理工系の人材の需要が大幅に高まり、60年代には理工系学生的大幅な増募が図られたこともあった。

80年代にもなると、我が国製品は多くの技術的な分野で世界を席巻するまでになった。同じころ、米国はプロパテント政策(特許保護政策)に舵を切った。我が国に対しては、米国をはじめ世界から「基礎研究ただ乗り」との批判が加えられるようになり、技術導入への障壁が高くなっていった。

冷戦体制の崩壊により世界秩序に大きな変革が生じ、また、世界のグローバル化が進行した90年代には、欧米が国際競争力の面で大きく巻き返してきた。また、その一方で、それまで日本が競争力を誇った製造業の分野では、中国をはじめとするアジア各国が主要な競争相手として台頭してきた。アジア各国は、低賃金の労働力を強みとして国際競争力を高めてきたが、近年ではその技術レベルの向上も著しく、高コスト構造の日本企業の立場を脅かすようになってきた。このような世界情勢の下、我が国の国際競争力は大幅に低下していった([第1-1-1図](#) , [第1-1-2図](#))。

第1-1-1図 OECD内におけるハイテク産業輸出占有率の推移

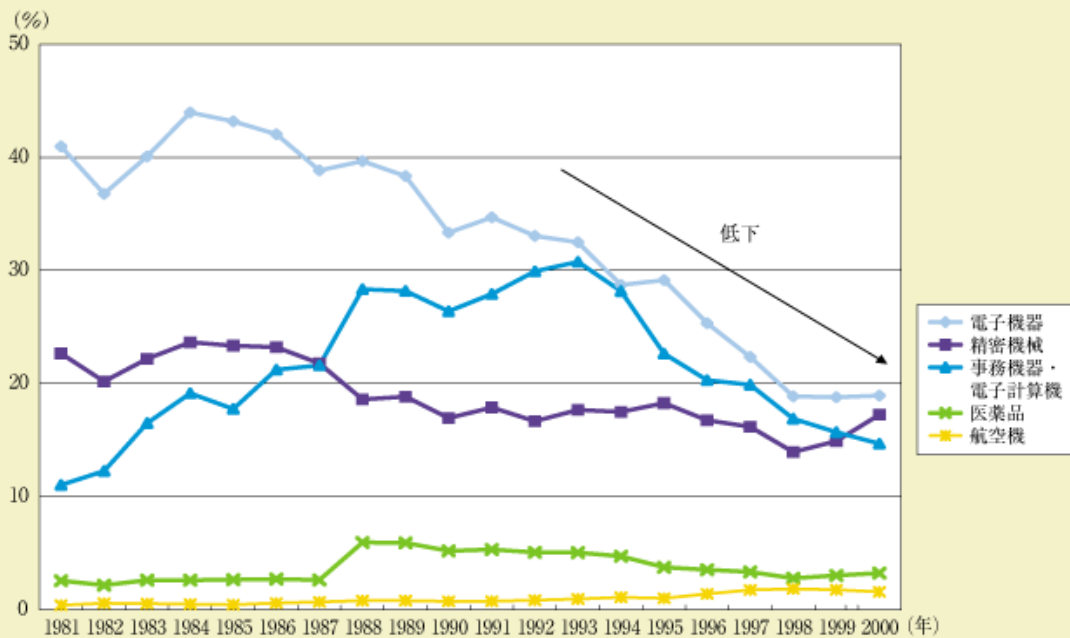
第1-1-1図 OECD内におけるハイテク産業輸出占有率の推移



注) OECDでは製造額に対する研究開発費の割合を産業別に計算し、その値の大きい5産業(航空・宇宙、事務機器・電子計算機、電子機器、医薬品、医用・精密・光学機器)をハイテク産業としている(第1-1-2図において同じ)。
資料: OECD「Main Science and Technology Indicators 2002」

第1-1-2図 日本のOECD内でのハイテク産業輸出占有率(産業別)の推移

第1-1-2図 日本のOECD内でのハイテク産業輸出占有率(産業別)の推移



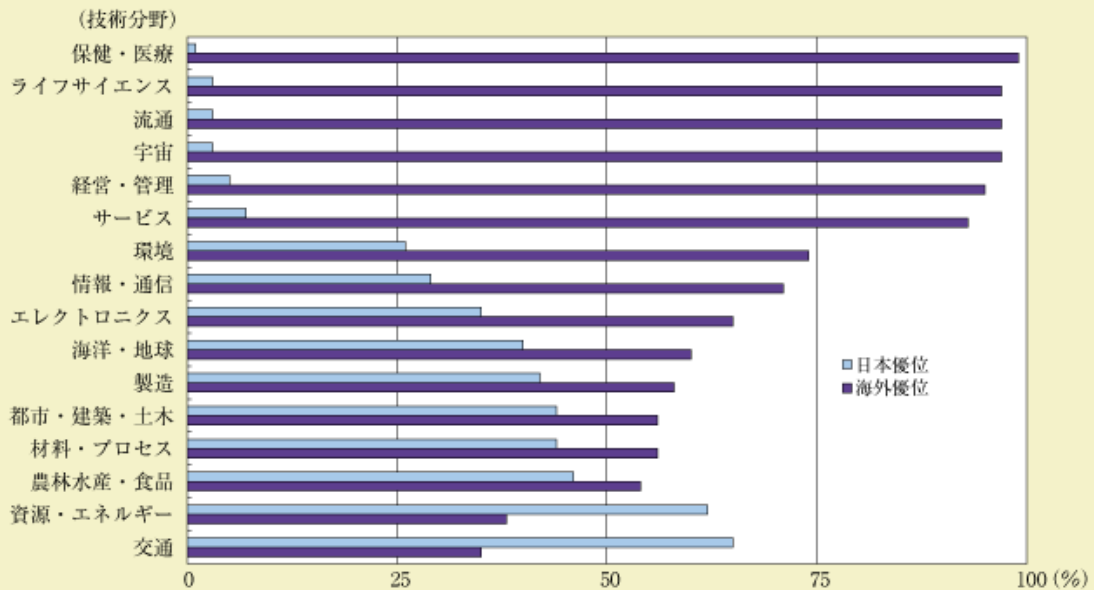
資料: OECD「Main Science and Technology Indicators 2002」

今や我が国は、欧米の追従から脱却し、世界の先駆者として、科学技術の分野を切り開いていかねばならない立場になったと言われてから久しいが、実際には未だ先頭に立っているとは言えないばかりか、IT(情報通信技術)分野やライフサイエンス分野をはじめとして、先端的な技術領域や境界領域では逆に米国等に引き離されつつあるのが現状である(第1-1-3図, 第1-1-4表)。さらに、中国等の追い上げによって、これまでよりも更に高い付加価値を創造し続けていかななくては、日本は生き残っていけなくなっている(第1-1-5図)。しかし、追従者であった時代と比べ、先駆者の一員となった現在では研究開発投資に対

する営業利益の比率は低下傾向にある(第1-1-6図)。

第1-1-3図 第7回技術予測調査(平成13年7月)における日本と他国の優位な技術

第1-1-3図 第7回技術予測調査(平成13年7月)における日本と他国の優位な技術



注) 調査では、取り上げた技術ごとに「第一線にある国」について回答を求めた上で、技術を「日本優位」技術と「海外優位」技術とに分類し、分野ごとにそれぞれの割合を求めた。
資料：科学技術政策研究所「第7回技術予測調査(平成13年7月)」

第1-1-4表 我が国の研究開発水準に関する調査(平成12年3月)での欧米との比較結果

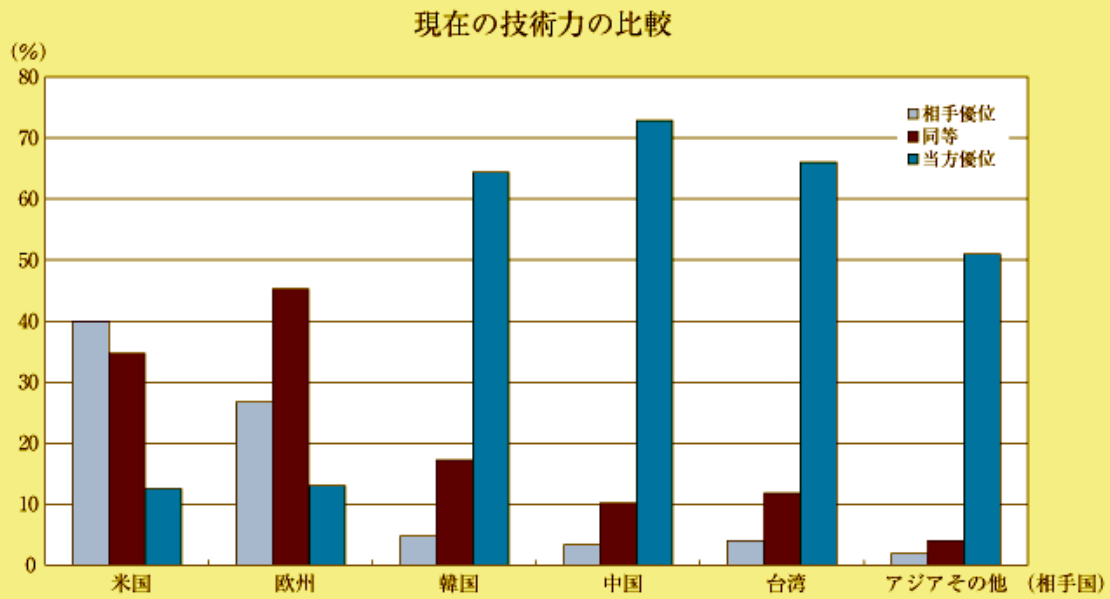
第1-1-4表 我が国の研究開発水準に関する調査(平成12年3月)での欧米との比較結果

日本優勢	省エネ技術/エネ利用技術 電子材料・光学材料 建設・輸送機器用材料 機械加工 原子力(軽水炉) (火力発電) (鉄道) (船舶)	生体材料 (材料テクノインフラ) 地球環境(対策技術)	
同等	食物科学 太陽光発電 土木・建築 地域環境 (BODセンサー)	ヒューマンコミュニケーション システム複合 エネルギー・環境用材料 製造システム技術全般	萌芽的材料 環境リスク 循環型社会システム 燃料電池
日本劣勢	自然エネルギー	医療 コンピュータ ソフトウェア ネットワーク 信頼性 次世代の微細加工技術 アセンブリープロセス 交通システム	ゲノム科学 脳・神経科学 バイオインフォマティクス (DNAチップ) 航空・宇宙 地球環境(地域科学)
	既存技術領域内の課題	先端技術領域の課題	科学技術境界領域の課題

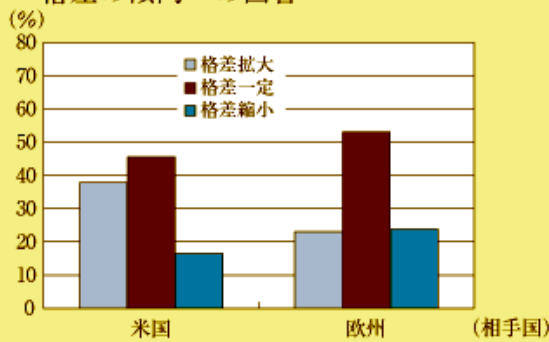
注) 本表では、調査に当たり設定された「技術区分」ごとに比較を行っているが、技術区分では範囲が広すぎて比較が難しいケースについては、個々のキーテクノロジーまで分解して比較を行っている(かっこ書きで記載)。
資料：(株)日本総合研究所、科学技術政策研究所「我が国の研究開発水準に関する調査(平成12年3月)」

第1-1-5図 日本の民間企業から見た技術力の国際比較

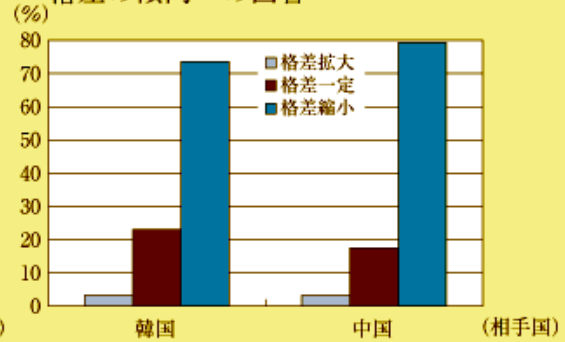
第1-1-5図 日本の民間企業から見た技術力の国際比較



現在欧米優位とする回答のうち、格差の傾向への回答



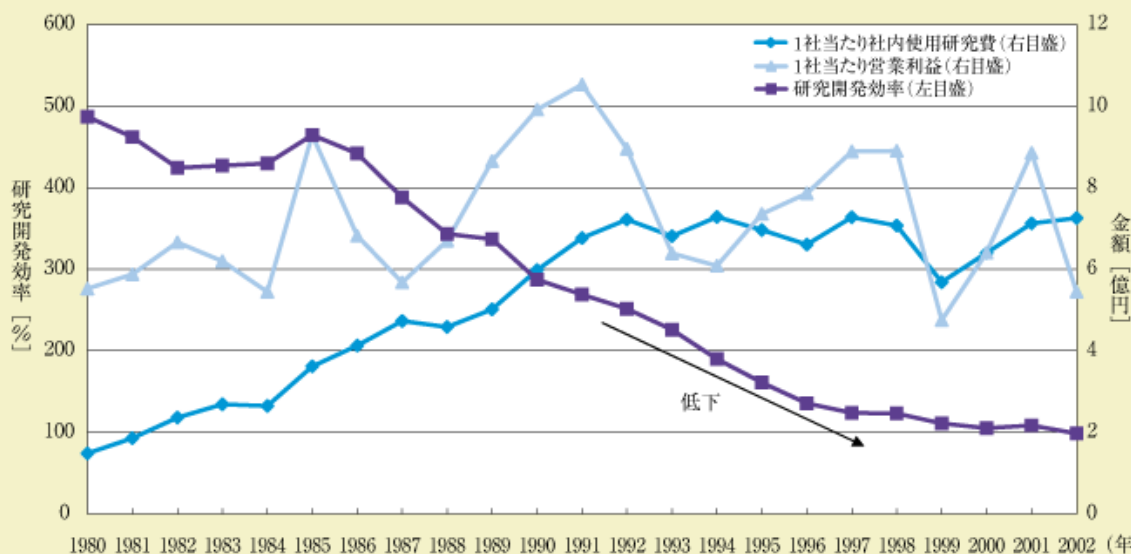
現在日本優位とする回答のうち、格差の傾向への回答



注) 米国、欧州、アジア諸国・地域における関連業種の技術力（製造・生産力、研究開発力を含めた総合的な能力）について比較したもの。現在の技術力と最近の格差の傾向とを併せて質問している。
資料：文部科学省「民間企業の研究活動に関する調査（平成14年度）」

第1-1-6図 製造業における研究開発効率の低下

第1-1-6図 製造業における研究開発効率の低下



注) 製品化に対する研究開発のリードタイムを5年と仮定した上で、投入した研究費に対する営業利益の大きさを研究開発効率と定義。具体的には、以下の計算式で算出。なお、名目値を用いて計算している。

$$\text{当該年の研究開発効率} = \frac{\text{当該年から数えた過去5年間の1社あたりの営業利益}}{\text{当該年の5年前から数えた過去5年間の1社あたりの社内使用研究費}}$$

資料：総務省統計局「科学技術研究調査」

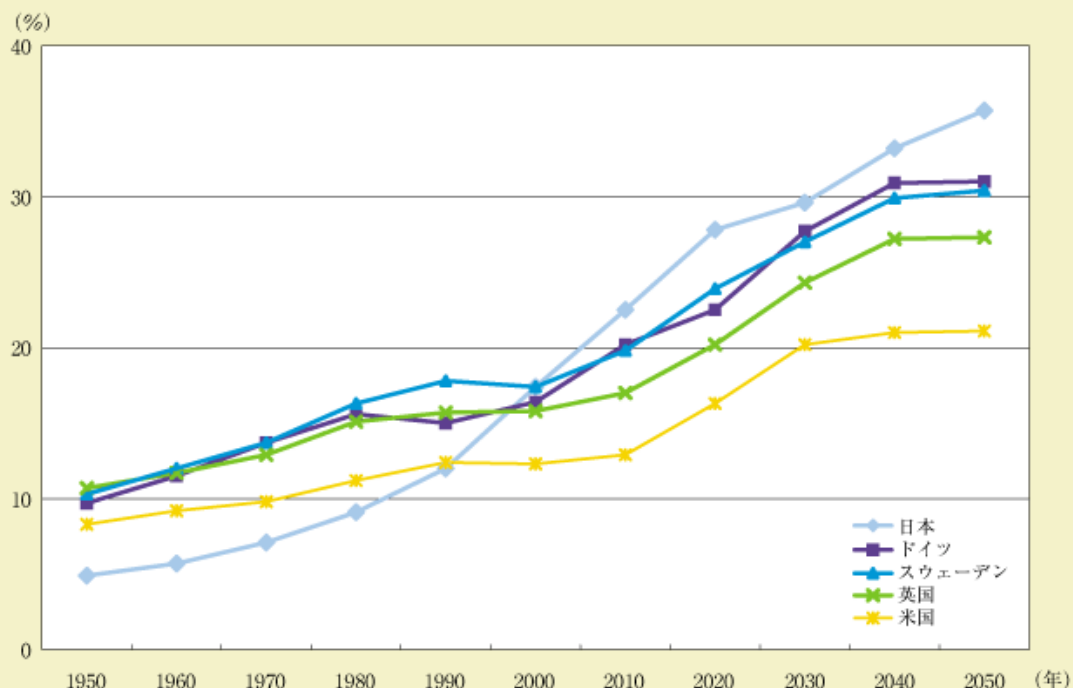
21世紀に入っても、我が国では深刻なデフレ不況が続いており、閉そく感が国全体を覆っている。このような状況を打破するためには、新たな知を生み出し、新たな産業を創出していくことが不可欠とされている。そのためには、知の創造を担う人材や創造された知の成果を社会に活かす役割を担う人材を育成・確保していくことが大きな課題となっている。

(少子高齢化の影響)

我が国では、世界に類を見ない速度で急速に少子化・高齢化が進展しており(第1-1-7図, 第1-1-8図), 生産年齢人口が1995年をピークに以後減少に転ずるなど、社会の活力の減退が憂慮されている。科学技術に係る分野は、創造性が重要な分野であり、特に若年層の活力の低下は、そのまま科学技術分野のポテンシャルの低下につながる可能性がある。また、若年層の減少は、ものづくりにおける技術の後継者確保にも支障を生じさせる可能性がある。

第1-1-7図 各国における総人口に占める老年人口(65歳以上)の比率の推移

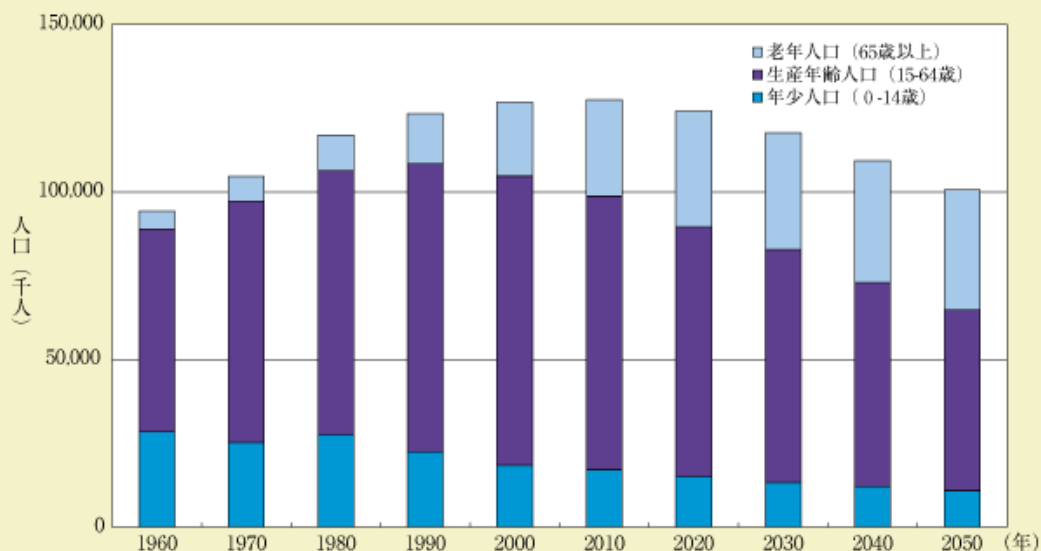
第1-1-7図 各国における総人口に占める老年人口（65歳以上）の比率の推移



注) 国際連合による各掲載年の7月1日現在の推計人口（1950-2000年）、及び将来推計人口（2010-2050年）の中位推計値。
 資料：United Nations 「World Population Prospects, The 2000 Revision, Volume 1: Comprehensive Tables」
 総務省統計局「世界の統計2002」

第1-1-8図 日本の年齢別人口の推移

第1-1-8図 日本の年齢別人口の推移



注) 1990年までは、国勢調査による実績値で、年齢不詳者の数は含まない。2000年以降は、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成14年1月）」中位推計値。
 資料：厚生労働省「厚生統計要覧（平成13年度版）」

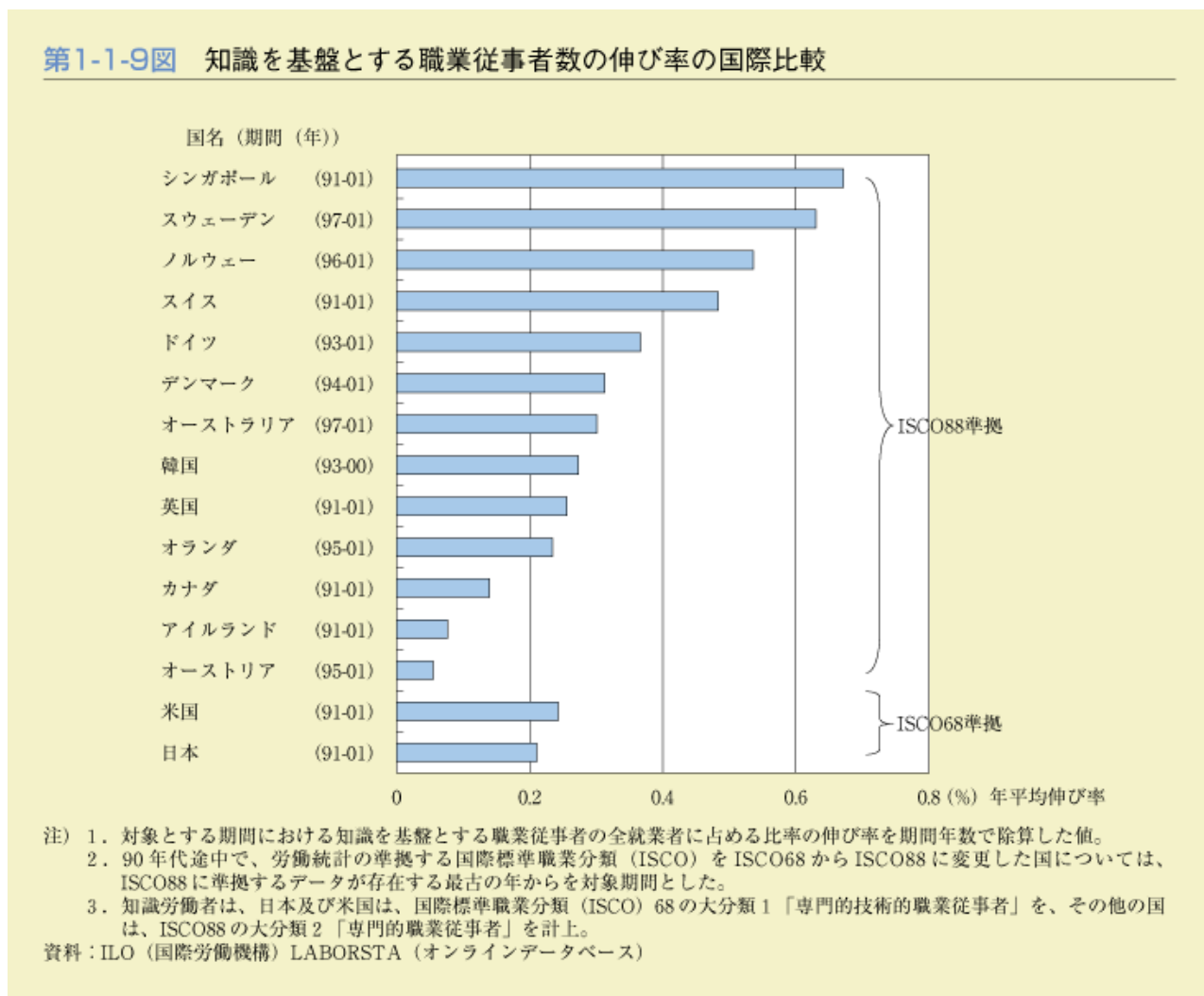
(知識を基盤とする職業の重要性の増加)

以上のような我が国固有の事情のみならず、世界的に見ても、現代社会においては、科学技術面を中心とする新たな知識の創出とその社会への適用が進んでいる。知識を軸とした付加価値の創出が経済発展の

カギであり、その知識や情報をいち早く確保し活用した者が勝者となる激しい競争社会である。国民生活の中にも、あらゆる場面で科学技術の成果がいきわたっている。このように、あらゆる活動が知識を基盤とする社会を「知識基盤社会」と呼ぶ。

知識基盤社会の中で、知の生産をはじめとするあらゆる活動の基礎となるのは、知識を創造し、活用する「人」である。知識を基盤とする職業の重要性が世界的にも高まっており、知的労働に優秀な人材を確保することが各国とも国としての重要課題となっている。統計データから各国の状況を見てみると、国際労働機関(ILO)による国際標準職業分類の中で知識を基盤とする職業従事者が主に属すると考えられる「専門的・技術的職業」の全従事者に占める割合が、各国とも90年代を通じて高まっていることが分かる(第1-1-9図)。近年のグローバル化の拡大に伴い、例えば、インドをはじめとしてアジアの優秀なIT技術者が欧米などで活躍を増すなど、研究者、技術者をはじめとする専門的技術的職業従事者の国境を越えた人材確保も頻繁に行われるようになってきている。

第1-1-9図 知識を基盤とする職業従事者数の伸び率の国際比較



以上述べてきたように、我が国が今後一層豊かな社会を構築していくためには、新たな知を創造し、その成果を社会に活かすことのできる優秀な人材を育成・確保していくことが不可欠である。しかしながら、今後の少子高齢化の進展に鑑みれば、引き続き科学技術にかかる人材を量的に増大させることは簡単なことではない。このため、優秀な人材を科学技術の世界に惹きつけるとともに、その能力を最大限に発揮させる環境を整備することが緊急の課題となっている。そのためにも、科学技術に携わる人たちが、その努力や培ってきた能力によって報われる社会を構築していくことが急務である。

[前\(節\)へ](#) [次\(節\)へ](#)

[ページの先頭へ](#) [文部科学省ホームページのトップへ](#)

[前\(節\)へ](#)
[次\(節\)へ](#)

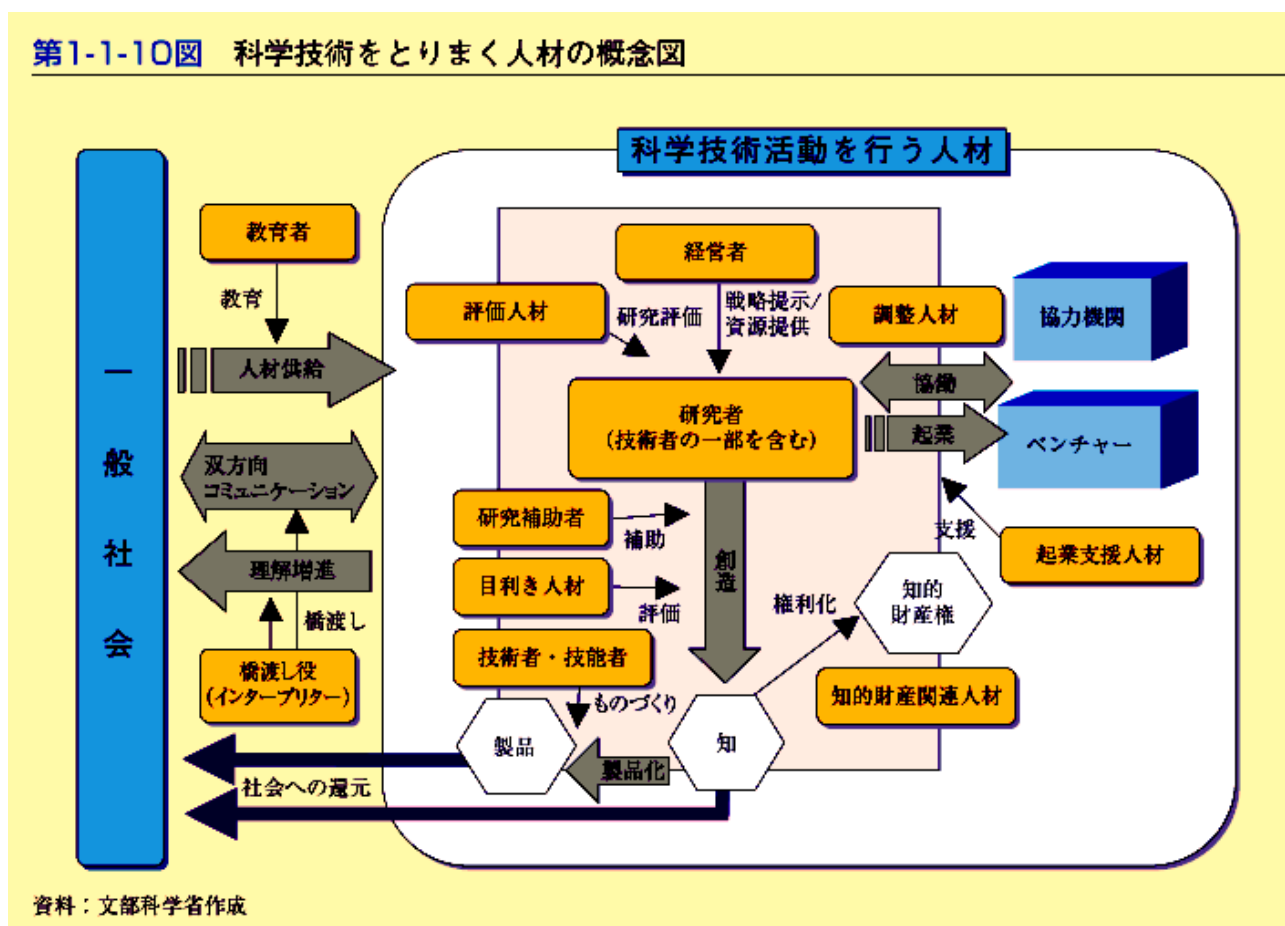
第1部 これからの日本に求められる科学技術人材

第1章 科学技術創造立国に向けた科学技術人材の育成・確保

第2節 期待される科学技術人材

科学技術にかかわる活動は、多くの人々によって担われている。研究者や技術者はもちろんのこと、研究活動を補助する人、研究開発のマネジメントを行う人、研究の成果を経済・社会に活かすための活動をする人、科学技術と一般国民との間の橋渡しをする人など、様々な役割を持った人々が活動している(第1-1-10図)。

第1-1-10図 科学技術を取りまく人材の概念図



そこで本報告では、「科学技術人材」を科学技術を基盤とした仕事を担う人材の総体と定義することとする。これらの科学技術人材の協働による総合力こそが、我が国の科学技術活動の水準、ひいては我が国の国力を支えていくものと考えられる。ただし、上記の定義による科学技術人材の範囲は非常に多岐にわたることから、本報告では、大学や企業において知の創造に中心的な役割を果たしている「研究者」と呼ばれる人材を中心に議論していくこととする。

[前\(節\)へ](#)
[次\(節\)へ](#)

[前\(節\)△](#) [次\(節\)△](#)

第1部 これからの日本に求められる科学技術人材

第1章 科学技術創造立国に向けた科学技術人材の育成・確保

第2節 期待される科学技術人材

[1] 「知の創造者」としての研究者

(知の創造過程と研究者に求められる能力)

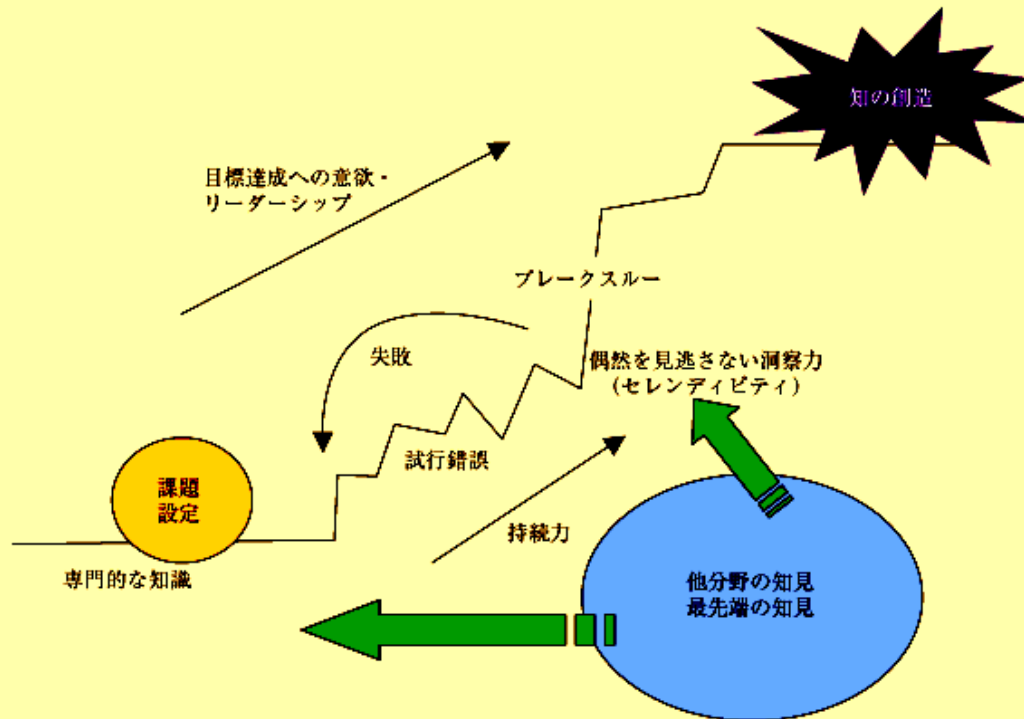
「知」の創造に主な役割を果たすのが「研究者」である。「知」には、学術研究に代表されるような、そのものが価値を有するというような「知」と、企業で行われる研究のように将来の製品化など社会的・経済的価値の付与を目指した「知」とがあるが、どちらにしても「知」は創造されるものである。研究者には、その本分として、創造力を発揮することが求められていると言えよう。

「知」は、どのようにして創造され、その創造者には、どのような能力が必要となるのであろうか。

[第1-1-11図](#) に知の創造過程を単純化した模式図を示す。知の創造のためには、まず、専門的な知見を背景とした課題設定を行うことが基点となる。この時点での確かな仮説や課題の設定ができるか否かが、創造の成否の決め手となることが多いため、研究者には優れた課題設定能力や構想力が求められる。一方で、「知の創造」というゴールは、幾多の困難を乗り越えた先にある。ゴールに至るまでには、様々な試行錯誤が行われるが、一般的に成功の裏には数多くの失敗が伴うものである。失敗から教訓を得て、更なる次のステップに進んでいくためには、目標の達成に向けた意欲とその持続力、さらにチームでの研究開発の場合にはリーダーシップが必要とされる。また、創造の過程においては、漸進的な進展だけでなく、ブレークスルーが生じる場面があり、そこにはセレンディピティ(注)と言われる偶然を見逃さない洞察力が求められることが多い。また、的確な課題設定やブレークスルーを生み出すに当たっては、他の機関や海外で生み出された新たな知見や他分野で蓄積された知見が重要な要素となることも多いため、視野の広さや俯瞰力なども優れた成果を出すために研究者に求められる能力のひとつである。このように、知の創造に携わる研究者に求められる能力は、非常に多様なものである。

第1-1-11図 知の創造過程の模式図

第1-1-11図 知の創造過程の模式図



資料：文部科学省作成

■注 セレンディビティとは、H.ウォルポールという18世紀の英国の著作家が「セレンディップの3人の王子」という物語にちなんで造った言葉であり、偶然に思いがけない幸運な発見をする才能を意味する。セレンディビティは偶然のみに基づくものではなく、それを見逃さない洞察力を必要とする(「平成12年度科学技術の振興に関する年次報告」参照)。

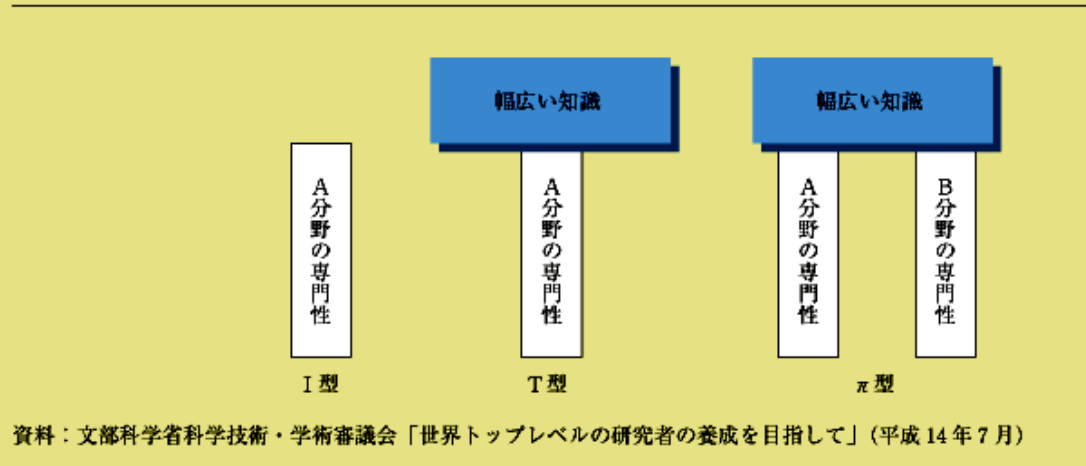
(先駆者としての研究者に求められるもの)

欧米追従型の研究開発が主流であった時代には、日本人の創造力は、既存の技術の改良、製造技術の高度化、生産管理の高度化などといった側面で発揮されてきたと言えよう。しかし、これからの時代は先駆者として、追従型とは異なった創造性の発揮が求められている。

文部科学省科学技術・学術審議会では、科学技術創造立国を実現するために必要な人材に関して、幅広い観点から調査検討を行うため、平成13年10月に人材委員会を設置し検討を進めている。平成14年7月には、第一次提言として、「世界トップレベルの研究者の養成を目指して」が取りまとめられた。同提言においては、これからの研究者にとっては、自らの専門分野にいたずらに閉じ込められるような蝸壺的な専門性ではなく、周辺の専門分野や全く異なる専門分野を含む多様なものに関心を有し、既存の専門の枠にとらわれないものの見方をしながら自らの研究を行っていく能力が重要であり、一般論として、欧米のトップクラスの研究者と比較して、このような能力が日本の研究者に不足していることを指摘している。そこで、同提言では、「幅広い広い知識を基盤とした高い専門性」こそが、これからの時代の研究者に必要とされる「真の専門性」であると指摘している。こうしたことから、一つの分野の専門性にのみ秀でた「I型」の人材だけでなく、「T型」や「n型」と呼ばれるような、専門性の深さと幅広い専門性を兼ね備えた人材を育成していくことが重要であることを指摘している(第1-1-12図)。

第1-1-12図 I型,T型,n型人材のイメージ

第1-1-12図 I型、T型、 π 型人材のイメージ



[前\(節\)へ](#) [次\(節\)へ](#)

[ページの先頭へ](#) [文部科学省ホームページのトップへ](#)

[お知らせ](#) [政策について](#) [白書・統計・出版物](#) [申請・手続き](#) [文部科学省について](#) [教育](#) [科学技術・学術](#) [スポーツ文化](#)

[ご意見・お問い合わせ](#) [プライバシーポリシー](#) [リンク・著作権について](#)

文部科学省 〒100-8959 東京都千代田区霞が関三丁目2番2号 電話番号：03-5253-4111(代表) 050-3772-4111 (IP 電話代表)
[案内図](#)

Copyright (C) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

[前\(節\)へ](#) [次\(節\)へ](#)

第1部 これからの日本に求められる科学技術人材

第1章 科学技術創造立国に向けた科学技術人材の育成・確保

第2節 期待される科学技術人材

[2] 科学技術にかかわる様々な人材

前述のとおり、科学技術にかかわる活動には、研究者と呼ばれる人々以外にも様々な人々がかかわっている。本項では、それらの人材について概観することとする。

(知の創造への科学と技術の協働)

近代の科学技術は、科学上の新たな発見がすぐに新たな技術を創出し、また、新たな技術の開発が新たな科学的発見を招くというように、科学と技術とが連動していくことによって発展してきた。例えば、昨年ノーベル賞を受賞した小柴昌俊博士は、素粒子物理学という基礎科学の最先端分野での受賞であったが、その成功を支えたのは、民間企業による測定素子の技術開発であった。また、生命科学の分野では、例えば、DNA等の分析・解析技術の進歩が、近年の分子生物学の隆盛を支えてきたと言えよう。このように、知の創造には、技術の働きが欠かせない。

本報告で科学技術人材と定義した人々の中で、人数としてその大部分を占めるのは、技術者や技能者と呼ばれる人たちである。知の成果を製品化して社会に出していくためには、様々な生産技術・技能を駆使する必要がある、そのために多くの技術者・技能者が活躍している。技術者や技能者は、創造された知を形にすることや、知の創造の基礎となる技術を確保・発展させる役割を担っていると言える。

なお、自らを「技術者」と称している田中耕一氏がノーベル化学賞を受賞したことからも分かるように、一般的に「研究者」と「技術者」とには連続性があり、特に企業の研究開発においては、研究を行ってきた技術者が、その成果とともに開発現場や生産現場に異動することなどがしばしば行われているため、両者の間を明確に線引きすることは不可能である。このため、本報告において「研究者」と呼ぶ人材には、「技術者」と呼ばれる人材の一部が含まれることに注意する必要がある。

(科学技術活動のマネジメントを行う人材)

現代の知識基盤社会の中で、時代に即した的確な研究開発を行っていくためには、的確なマネジメントが必要である。これまで研究現場では、研究者が職階の上昇に伴ってそのまま管理者となることが多かったが、目標が明確な追従型の研究開発が主であった時代には、マネジメントが大きな制約要因とはなっていない。しかし、先述のとおり、先駆者となった現在では研究開発投資の回収効率が低下傾向にあり、マネジメントの要素の重要性が増している。

研究開発活動のマネジメントは、研究開発そのものとは全く異なるスキルを要するものであるが、一方で科学技術に関する知識や研究開発の特性に関する理解もまた不可欠であることから、科学技術とマネジメントとの両方に通じた人材の確保・育成が課題となっている。そこで近年、経営学の世界において、技術経営(Management of Technology : MOT)と呼ばれる分野が注目されており、米国をはじめとして、MOTに関する教育プログラムを有する教育機関が増加している。

また、研究成果のマネジメントを的確に行っていくためには、適切な研究評価を行うとともに、評価

結果の反映を適切に行うことが不可欠である。我が国においても、平成13年11月に「国の研究開発評価に関する大綱的指針」が内閣総理大臣決定され、また、平成14年4月からは「行政機関が行う政策の評価に関する法律」が施行されるなど、研究評価への取組みが各方面で進みつつある。しかし、我が国では、欧米に比して、これまで評価を行うという風土を有していなかったことから、研究評価を行うことのできる人材が不足しており、当該分野に関する専門知識だけでなく、評価を行っていくためのスキルと経験をそなえた研究評価人材の養成・確保を考えていくことが求められている。

(科学技術の成果を経済・社会に役立てる人材)

科学技術の成果を経済活動や社会に活かしていくための人材も重要である。これまでの技術者や技能者の活躍が日本のものづくりを支えてきたが、今後とも、その技術・技能を維持し、継承していくための取組みは喫緊の課題となっている。平成11年3月には「ものづくり基盤技術振興基本法」が制定され、平成12年9月には「ものづくり基盤技術基本計画」が策定され、ものづくり基盤技術の水準の維持及び向上を図るための様々な施策が進められている。

また近年では、科学技術の成果を活かして連続的にイノベーションを起こしていくことが求められているが、今後のイノベーションを支える人材として、共同研究等の仲介・あっせんを行う人材、科学技術の専門知識を持ち、法務にも精通した人材などにも注目が集まっている。また、田中耕一氏がノーベル化学賞を受賞した成果が、国内ではなく、先に海外において見いだされたことに象徴されるように、科学技術のシーズを見いだし世の中に展開させていく「目利き」を行うことのできる人材(目利き人材)が日本には不足していると言われている。それぞれにおいて当該分野における専門的なスキルや能力を必要としており、その育成を図っていくことが必要である。

(科学技術と一般国民との橋渡し人材)

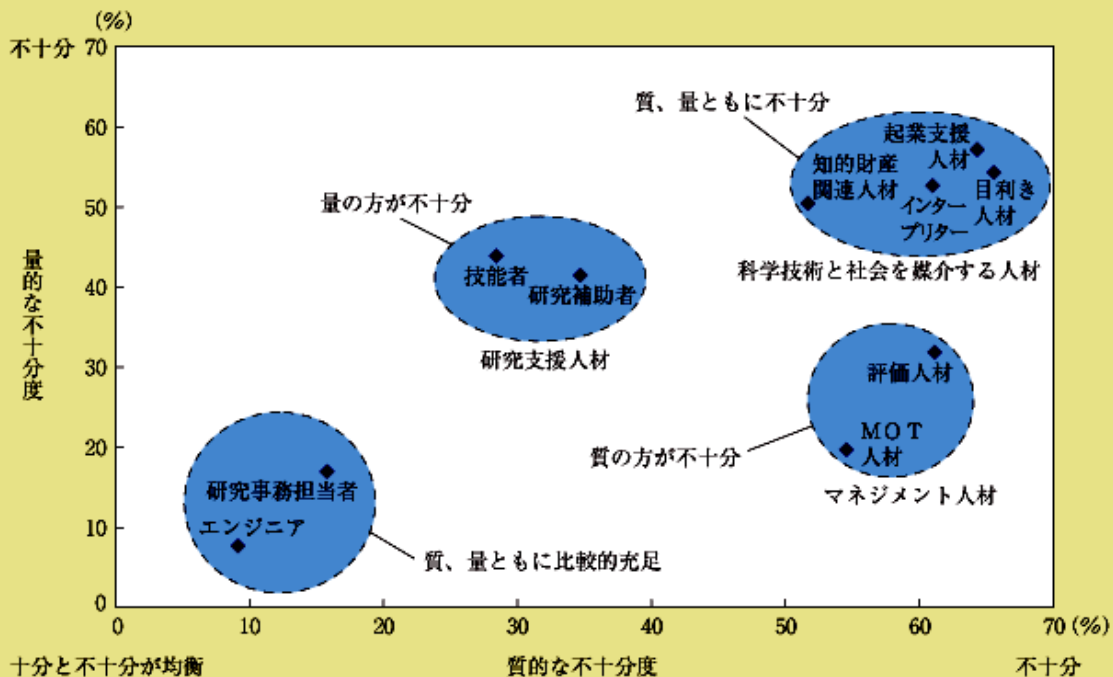
科学技術の発展により人類は様々な恩恵を受けているが、その一方で、科学技術の発展に伴い、科学技術と社会との接点において様々な問題が生じている。また、科学技術のブラックボックス化が進んだことの影響などから、国民の科学技術離れが危ぐされている状況である。このため、科学技術と一般社会との橋渡し役の役割を担う「インタープリター」と呼ばれる人材の重要性も高まっている。また、科学技術に関する基礎的素養の育成のため、科学教育に携わる人材を充実させていくことも重要である。

(様々な科学技術人材への需要)

以上に見てきたように、科学技術活動の発展のため、様々なスキルを有する人材がそれぞれの役割を受け持って活動している。国内の研究者を対象として、このような科学技術を取り巻く様々な人材について、量と質の両面からの不足感について質問したところ、質・量ともに不足とする意見が大勢を占めており、十分であるとする意見が不十分であるとする意見を上回ったものはなかった(第1-1-13図)。その中でも特に、起業支援人材、目利き人材、知的財産関連人材、インタープリターといった、科学技術と社会を媒介していくための人材において、質・量ともに不足感が高いことが分かる。また、MOTや研究評価にかかわる人材については、特に質的な側面の不足感が高く、研究活動を補助してくれる研究補助者や技能者といった人材については、質よりも量の面で不足感を持っていることが分かる。

第1-1-13図 研究者から見た様々な科学技術人材への不足感

第1-1-13図 研究者から見た様々な科学技術人材への不足感



注) 各指数は、不十分であるとする回答から十分であるとする回答を引いた値を有効回答数で割ったもの。
資料：文部科学省「我が国の研究活動の実態に関する調査（平成14年度）」

これらの様々な科学技術人材について、それぞれに求められるスキルの獲得を促し、実務経験を積み重ねることのできる環境を整備していくことにより、人材から見た我が国の総合力を底上げしていくことが求められている。

COLUMN

「創造性の文化」

平成13年(2001年)は、1901年に第1回の授賞が行われたノーベル賞の百周年に当たり、これを記念してストックホルムにおいて「創造性の文化：個人と環境」(Cultures of Creativity: Individuals and Milieus)と題する特別展覧会が開催された。また、同じ展示物による巡回展覧会が昨年3月から6月まで東京の国立科学博物館で開催されたのを皮切りに、韓国、米国と世界各地で開催され、今後ヨーロッパでも順次開催の予定である。

この展覧会では、「創造性とは何か、どうすれば最も創造性を活性化することができるのか」という問題意識の下に、この100年間における700名以上に及ぶ受賞者の中から様々な分野、国籍及び時代の受賞者約30名と、多くの受賞者を輩出した10の環境を選び、その受賞の要因となった「個人の創造性」(Individual Creativity)と「創造性を生む環境」(Creative Milieus)を明らかにしようとしており、訪れた者に対して、「個人の素質か、創造的活動が行われる環境か、創造の過程でより重要なのはどちらか」という問いを投げかけるものとなっている。

ノーベル博物館館長のスヴェンテ・リンドクヴィスト教授によれば、選ばれた受賞者の業績から示される「個人の創造性」には、以下の側面があるとされている。

- 「勇気」
- 「挑戦」
- 「不屈の意志」

これらは、確立された理論などに疑問を投げかけ、まわりになんと思われようと自分のやり方を信じて新しい途を切り開いていくこと

- 「組合せ」異なる領域の知識や洞察を組み合わせる能力があること
- 「新たな視点」古い問題やよく知られた現象を新たな視点から見ることのできる能力があること
- 「遊び心」研究以外の日常生活や遊びにおいても好奇心を持つこと
- 「偶然」予期しない結果を見逃さないこと
- 「努力」根気があること、辛抱強いこと

- 「瞬間的ひらめき」不意に浮かぶ発想を重視すること

一方,そこから多数の受賞者が現れるような「創造性を生む環境」には,以下の特徴があると述べている。

- 「集中(人口密度が高い)」
- 「多様な才能」

以上は,いろいろな分野や専門で多様な才能を持つ人々が一つの場所に集まっていること

- 「コミュニケーション」
- 「ネットワーク」

この二つは,これらの人々が一つ又はいくつかのネットワークに属して,知識やアイデアを交換し,互いにコミュニケーションを取り合えること

- 「インフォーマルな会合の場」 確立された組織とは別に,研究所のカフェテリアなどの会合の場があること
- 「往来がしやすい」 異なる環境(他の研究組織など)との間の往来がたやすいこと
- 「資源」 自分の研究を遂行するための資源が存すること
- 「自由」 自分自身の問題を選択し,自分自身のアイデアに従う完全な自由があること
- 「競争」 業績を上げることに對する強力なプレッシャーがあること

以上の「資源」,「自由」,「競争」の三つの要素については,はじめの二つと最後の要素との間に微妙なバランスが取れていることが重要とのことである。

- 「カオス」(組織の不安定な状態)確立された制度的組織や階層組織が崩壊し,個人の台頭する余地が現れること

また,教授は,ハンガリーでは受賞者をはじめとする著名な科学者の多くが,ブダペストの「ギムナジウム」というエリート高校に通っていたことや,イタリア人受賞者のうち3人がトリノにある同じ高校で同じ教師に学んでいたことなどを例として,早期の学校教育と熱心な教師に恵まれることが重要であると述べている。

[前\(節\)へ](#) [次\(節\)へ](#)

[ページの先頭へ](#) [文部科学省ホームページのトップへ](#)

[お知らせ](#) [政策について](#) [白書・統計・出版物](#) [申請・手続き](#) [文部科学省について](#) [教育](#) [科学技術・学術](#) [スポーツ文化](#)

[ご意見・お問い合わせ](#) [プライバシーポリシー](#) [リンク・著作権について](#)

文部科学省 〒100-8959 東京都千代田区霞が関三丁目2番2号
電話番号：03-5253-4111(代表) 050-3772-4111 (IP 電話代表) [案内図](#)

Copyright (C) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

報告

「知の統合」の人材育成と推進



平成29年（2017年）9月20日

日本学術会議

総合工学委員会

工学基盤における知の統合分科会

2 状況認識

(1) 社会からの期待

科学技術と学術に向けた社会からの期待は、1999年に国際科学会議（ICSU）が発したブダペスト宣言の機軸「社会のための科学、社会における科学」に代表され、21世紀の世界が直面する地球規模の様々な社会的課題を解決する実践的貢献へと変化している。また、世界工学連盟（WFEO）・日本工学会・日本学術会議主催の2015年第5回世界工学会議（WECC2015）の京都宣言でも「社会のための工学、社会における工学」が謳われた。

しかしながら、益々、先端化・細分化する科学技術と学術および教育の現状は、これらの社会からの期待に対して十分応えていない。初等・中等教育で学習内容と社会生活とを関連付ける教育が不足しているために、生徒たちの多くが理科・数学の学習に対する興味と意欲を失っていく傾向がある。また高等教育段階においても、社会的課題の解決能力に関する知識と知恵に関する学習不足が指摘されている[19]。「教育（人材育成）」と「研究（知の創造と科学技術革新）」と「イノベーション（社会的・経済的価値の創造）」の三位一体的推進を謳った日本学術会議の提言[3]の実践が今こそ求められている。

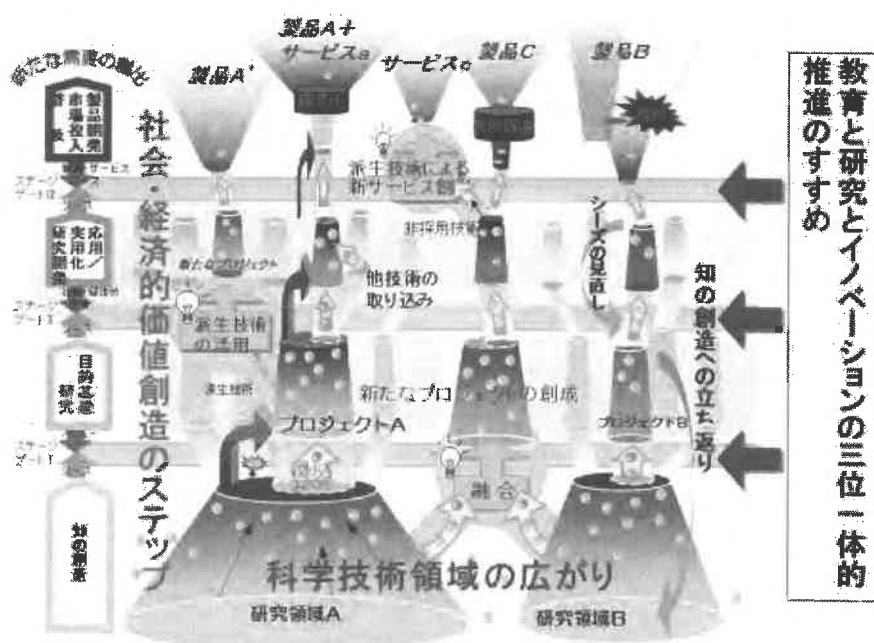


図1 知の創造と社会的・経済的価値創造を結ぶネットワーク（出典[20]）

科学技術の研究成果を社会的・経済的価値創造に結実させる知の統合は、図1に示すように「自由な発想による基礎研究（知の創造）－目的基礎研究－応用・実用化研究開発－製品開発・市場投入・普及・標準化」の4層構造であり、かつ複雑なプロセス（多くは、非線形かつ確率論的特性）と言える[20][21]。このプロセスを成功させる鍵は、①各階層間での双方向の適切なコミュニケーション、②上位階層の社会ニーズを下位の基礎研究に伝える還流、③同一階層内の研究領域間での分野横断的かつ有機的な双方向の知の結合の3つである。科学技術に対する社会からの期待に応えるには、横軸の多様

な科学的・学術的知を相互に結合・統合すると共に、縦軸の基礎研究から製品開発・市場投入・普及・標準化までに様々な知の統合が必要であり、今まさに知の統合が求められている。教育と研究とイノベーションを三位一体的に進めることで、この構造と特性を理解し、このプロセスを適切にマネジメントできる人材を育てることができる。

この視点に立ち、日本学術会議や日本工学会など各学術団体は、ICSU1999 ブタペスト宣言や WECC2015 京都宣言の観点から、それぞれの活動の現状を可視化し、社会からの期待に応える行動計画を立て、それを実践する必要がある。その視座として図1のように、個別の科学的・学術的知の創造活動と社会的・経済的価値創造に向けた知の統合活動の実践に向けた複眼的分析と可視化が求められている。同時に、この科学技術駆動型イノベーション・エコシステムは「教育と研究とイノベーションの三位一体的推進」によって、はじめて持続可能となることも忘れてはならない。なお、ここでの教育には、初等・中等教育から高等教育、さらには生涯学習のあらゆる教育段階での教育効果（アウトカム）と、各教育段階の間の橋渡し、この2つの視点を欠くことができない[22]。

(2) 期待される人材

21世紀の人材育成に関し、学力だけではなく、創造性、コミュニケーション能力、問題解決能力などを含めた総合的な能力が、刻々と変化する世界に対応できる人材として必要不可欠であることが指摘されている[23]。OECD では、「ものづくり産業を基盤とした社会経済に根ざした教育は前世紀のものであり、21世紀の教育は若者が知識社会に対応するためのスキルを習得する手助けをしなければならない」としている[24]。

第5期科学技術基本計画中間取りまとめ[25]は、「我が国は個別の製品や要素技術で強みを持つものの、それらを組み合わせ、統合したシステムとしてデザインする力が十分ではなく、その強みを生かし切れていない」と述べている。「知」の創造プロセスが急速に変化する中、旧来の枠組みに囚われない自由な発想力を有し、異なる背景をもつ専門家や研究者と積極的に交流する人材が期待される。

成案となった第5期科学技術基本計画[26]や日本学術会議イノベーション推進検討委員会報告[27]によれば、失敗を恐れず高い障害に果敢に挑戦し、他の追随を許さないイノベーションを生み出していく営みが重要である。既存の慣習やパラダイムに囚われることなく、社会変革の源泉となる知識や技術のフロンティアに挑戦し、社会実装を試行し続けていくことで、新たな知識や技術を生み出し、そこから画期的な価値を創出することが求められている。そして、そうした価値は、既存の競争ルールを一変させ、競争力に大きな影響を与え得ることが指摘されている[26]。さらに新たな価値を生み出し、社会的に大きな変化を起こすイノベーションのためには、新たな価値を生み出す源泉として学術研究が不可欠であると同時に、単に特定分野における学術研究のみでは困難であること、および学術研究の成果が学術分野に閉ざされてはならないことを指摘している[27]。イノベーションを引き起こすためには、まさにこれらを担う人材が必要であると言える。言い換えれば、知の統合を推進し、統合のプロセスをマネジメントできる人材であり[1]、以下、これを「知の統合人材」と呼ぶことにする。これまでの提言・報告

等を纏めると、知の統合人材には、

- 1) 社会が求めるものをいち早く嗅ぎ取る感性と言葉やイメージとして表現できる力
- 2) 複数の専門分野に関心を持ち、当該専門家とコミュニケーションができる素養
- 3) 異なる分野の知を統合し、社会が求める価値に転換できる知識と技能
- 4) 異なる分野の専門家を統率できるリーダーシップや人間的な魅力

などの素質、能力が必要とされており、その発掘と育成が強く期待されていると言える。

(3) 知の統合人材の評価

知の統合人材を育成しても、それらの人材が活躍しやすい環境を構築しなければ、イノベーションの創出には至らない。そのために特に注意すべきは、知の統合人材の評価の仕組みが大学、公的セクター、産業界で確立していないという現状である。旧来の評価指標は、基礎研究や要素研究を担う人材の評価には適しているかもしれないが、前節で述べた知の統合人材の評価に適しているとは言い難い。知の統合人材には、学术论文の数と掲載誌の質では測れない能力が要求されているのであり、旧来の評価指標の下では正当な評価がなされないのは明らかである。

知の統合研究の研究評価については、[2][8]に指標が提示されている。一方、知の統合人材の評価については、議論が緒に就いたばかりである。何をもって「価値ある業績」とするのか、学术论文のあり方自身も変わっていく必要がある。これまで専門性を重視していた工学分野でも、エンジニアリングの本質は知の統合による価値の創出であると認識を改め、評価基準の見直しを進めるなど、評価する側も変わりつつある、あるいは変わらざるを得ない状況にあり、海外でも評価基準の見直しが進んでいる[15][16]。

伝統的な科学技術分野であっても、新たな知の発見や発明それ自身のみならず、そのような発見・発明に繋がったデータやモデルの構築についても、その価値が見直されつつある。新たな発見・発明を次につなげるには、どのようにデータを集め、どのような仮説の下に、どのようなモデルを構築し、どのように分析した結果なのかという、結論の背後にある構造や道具建てが重要視されるようになってきたと言える。このような動向を受け、近年、データジャーナル（例えば[28]）の発刊により、データがどの分野でどのように使われたか、モデルや分析システムの活用がどのように行われたのかが、第三者にも見えるようになってきた。この点からも評価の指標に変化の兆しが見える。たとえばビッグデータで注目されるデータサイエンス分野[29]では、データサイエンティスト協会がデータサイエンティストに必要なとされる能力として、約400項目にわたる詳細なスキル標準[30]を定めており、学术论文だけを評価の対象としていない。

知の統合研究のそれ自体の評価の仕組みは、当然ながら知の統合を推進する人材の評価と不可分な関係にある。知の統合研究の評価の仕組みをベースに、知の統合人材の育成に資する評価は如何にあるべきか、その目的、評価項目、評価時期、評価方法（相対評価と絶対評価）など、その具体像を固め、大学、公的セクター、産業界において知の統合人材が適切に評価され得る環境を早期に確立すべき段階にあると言えよう。

3 現状の問題点、克服すべき課題

日本学術会議で「知の統合」に関する議論が始まってから10年以上が経過し、人材育成の重要性に対する認識を含め議論が深化してきたが、具体的施策に結び付くまでに至っていないのが現状である。その最も大きな要因は、様々な意味で「縦割り思考」の強い日本の文化にあると考えられる。「知の統合人材」を育成し、社会的課題解決に向けた「知の統合」を実現していくためには、この認識を共有し、既存の学問分野の枠をはるかに超えた「分野横断的枠組み」の導入による具体的施策や組織化の検討が急務と言える。本章では、人材育成・評価システム・学術の体系化等の幾つかの視点で、現状の問題点と克服すべき課題を整理する。

(1) 知の統合人材とその育成

知の統合人材は、科学技術イノベーションによる日本社会の活性化の観点から、今日の企業でもっとも求められる人材であるが[31]、残念ながら現状ではそのような人材は産業界においてすら少なく、大学等で系統的な育成が強く望まれている。

知の統合人材の育成について、報告[27]は、以下の3つの原則を示した。

- 1) 多様な価値観を認める多面的な人材を育てる
- 2) 互いに積極的に異文化との交流を図り、切磋琢磨する人材を育てる
- 3) 生き生きとして新しいことに挑戦する人材を育てる

また、具体的な人材育成システムとして、①世界から人材を集める大学院づくり、②学部教育の強化と開放、③初等中等教育における学問力の向上の3点が必須であると指摘しているが、その実現には至っておらず、これらを実行することが喫緊の課題と言える。

文部科学省および経済産業省の下に組織された理工系人材育成に関する産学官円卓会議[32]では、専門分野の枠を超えた俯瞰的な視点を持ち、修得した知識・技術を社会に応用できる実践的・専門的な能力を育成するため、実践的な内容・方法による授業の提供（産業界から講師の派遣・登用、PBL、企業の実例を用いた演習、インターンシップ等）の促進、産学共同研究を通じた博士人材の育成、研究開発プロジェクト等を通じた人材の育成など、産業界との密な連携の重要性を指摘している。

文部科学省大学間連携共同教育推進事業「KOSEN 発 “イノベティブ・ジャパン” プロジェクト」[33]において、高等専門学校（KOSEN）が目指すべきは、

- 1) 市民や異なる分野の専門家から生まれる「生きている情報」を工学上の言葉や具体的な技術に変換することのできる高度なコミュニケーション力
- 2) 社会の複雑な要求に基づきながら改善や改良に取り組む主体性と創造性

の教育とされている。これらの能力の育成には、現実の問題に正面から向き合い、他者との対話と工学的な知識を駆使し、価値を共に創造する経験が必要で、①課題を把握する、②提供する価値を考案する、③社会に導入する、④評価を得る、の4ステップから構成される教育プログラムが提案されている。

知の統合人材は、大学、特に大学院において伝統的に育成されてきた特定分野の専門家・研究者イメージとは大きく異なる。その育成の方向性は各種の答申や提言等で示さ

れており、教育・研究・イノベーションの三位一体の下で、大学、公的セクター、産業界が連携した知の統合人材の育成体制の早期実現が望まれている。

(2) 知の統合人材の評価方法

研究人材の評価では、学術的な能力を、学術論文数、掲載論文誌の格やインパクトファクタ、論文の被引用数、そして同じ分野の研究者によるピアレビューで評価するのが通例である。しかしながら、学術的な能力の面でも、論文数は必ずしも客観的な質の評価に繋がらないばかりか、このような論文数中心の評価は、必ずしも知の統合人材の能力評価に相応しくないとと言える。

論文は特定の専門分野内での新規性、独創性の評価には有効であっても、その内容が社会的課題を認識・把握・解決し、人類に役立つ価値を生み出すとは限らない。まして学術論文数によって知の統合人材としての能力は測れない。とは言え、現実には、研究者の能力評価は論文数中心で行われており、多様な視点からの包括的な評価はなされていない。仮に知の統合人材として優れた能力を有する者でも、大学や公的研究機関に職を得ようとする旧来の評価システムに晒され、大学や公的研究機関に適切な人材が集まり難い。

これを打破するには、大学、公的セクター、産業界における知の統合人材の評価法を見直し、新たな評価システムを構築する必要がある。

(3) 専門性と細分化

わが国の大学、特に工学系分野においては、学科や専攻の名称が多様化しているにも拘わらず、教育内容は伝統的な電気・情報系、機械系、化学・材料系、建築・土木系、生命系等に分類されるものがほとんどである。分野ごとに必ずマスターすべき科目の学修が徹底され、他分野の内容を含める余地は少ない。これは、教員に対する評価が主に同分野の研究者によるピアレビューであるため、学生に対しても領域が明確な伝統的分野の修得を課すためと考えられる。また、企業経営者の多くが、「俯瞰的なものの見方ができる人材、様々な部門の人間を統率できるリーダーシップを持った人材が必要であり、大学ではそのような人材を育て欲しい」[31]と言う一方で、大企業の人事部門の多くは、評価が容易である従来分野の枠組みで学生を評価し、採用を決めている。実際、既存の枠組みに入らない新設の学科・専攻の学生は就職に苦労することが多い。

確かにこれまでは、大学も、企業も、専門分野に特化し、専門性をどこまでも追及することで他との差別化を図り、生存を担保してきたといえる。その意味で、これまでは専門性の重視も意味を持っていたと言えるが、今日のように科学技術が高度に進展し、どこまでも細分化した状況では、先端性のみで社会的・経済的価値を生み出すのは困難になっている。すでに20世紀の終盤から、付加価値がサービスやソフトウェア技術によって実現されるようになり、ハードウェア技術だけで差別化できる要素は少なくなっている。過度の専門性重視の姿勢は見直しを求められている。

細分化が進んだもう1つの要因は、人文社会系の要素が入った分野が立ち上がったこ

とも影響している。従来は人文社会系と思われていた分野に対しても、工学的なアプローチ、認識科学ではない設計科学的なアプローチが必要になって来たことの現れであろう。このような新しい分野を開拓するには、過度に専門性を重視した人材育成や評価システムでは対応できないのは明らかである。

(4) システム統合としての認識

これまで日本学術会議の中で知の統合について多くの議論があり、さまざまの形でその必要性が強調されてきた[1][2][3][5][6][7][8][9]。これらの議論は学術の現在の発展段階における重要な課題を明らかにし、今後の学術の方向性を示唆する意味で大きな役割を演じてきたが、依然として抽象論のレベルに止まり、建前論の域を脱していない。

一方、知の統合を具体的な研究テーマに設定しようとする、通常の融合プロジェクトと区別が付かない、在り来りのものとなってしまう、どこに知の統合の理念があるのか分からなくなってしまう。知の統合という理念を、どのように現実の研究開発の課題に結びつけるか、そのための橋渡しになる方法論は何か、というきわめて深刻な問題である。

これらの議論の中で浮かび上がって来たのが「知の統合」と「システム統合」との関係性である。知の統合は良いシステムを構築するために不可欠である。なぜなら、システムは多くの異なる機能をもつ要素の集まりであり、要素がもつ機能はそれぞれの分野の知が発現した結果であり、したがってそれらを組み合わせたシステムを構築するには、さまざまな分野の知の統合が必要となるからである。それだけでなく、われわれは様々なシステムに取り巻かれている。たとえば、工業製品を作る生産ラインは、部品と機械・機器、センサー、通信系、ロボットなど、多くの要素からなる複雑なシステムである。設計、製造、出荷、物流、販売、納入、保守を含むサプライチェーンも、時間的な変動が大きな要因となるダイナミックなシステムである。さらに、われわれの生活に不可欠なライフラインや通信、交通といったインフラも、金融、教育、年金、医療、保険などわれわれが日常的に受けているサービスも、巨大な社会システムと考えられる。システム構築はきわめて具体的、普遍的な社会的・経済的価値創造であり、そこに知の統合の理念を盛り込むことは、知の統合の具体化を図る上で、きわめて適切かつ説得力を持つ手法である。

これまで知の統合は、異なる分野の専門家が目的を共有し、研究場所を共有してプロジェクトを行えば、それで実現すると思われてきた感がある。しかしながら、知の統合をシステム統合あるいはシステム構築の課題の下でさまざまな角度から照らしてみると、それだけではないことが分かる。システム構築は要素を集めて並べるだけではなく、必要な機能を実現するために、それらをどのように組み合わせるか、その結果どのようなメリットとリスクが生じるか、など様々な問題を内包するからである。これらの問題は、要素を作り上げる際に用いた各専門分野の知だけでは解くことができない。要素である異分野の知をシステムに統合するためのプラスアルファの知、すなわち知の統合学が必要になるのである。科学技術振興機構 (JST) の研究開発戦略センター (CRDS) では、

この知を「システム科学技術」と呼び、さまざまな調査活動を行っている [34][35][36][37]。

知の統合をシステム統合の視点から推進することは、知の統合に関する日本学術会議における 10 年近い議論を集大成し、具現化する上で有力な推進策になり得る。

(5) 異分野の知を統合する知識・技術の体系化

克服すべき課題の 1 つに「システム思考の強化」がある。システム構築を成功させるには、構築しようとするシステムやそこに含まれる部品や要素、システムが全体として果たすべき目的や機能、システムの置かれた環境などを、総合的に捉え、所与の社会的・経済的価値を実現するシステムとして統合する設計思想(システムアーキテクチャ)、すなわちシステム思考が必要になる。システム思考を端的に表すのが、部分最適化を超える全体最適化である。各要素や部品はそれぞれ自分の機能を果たす上で最適な指標を持っていて、その指標に最も合うようにシステムの活動を担おうとする。しかしその要求通りに設計すると、全体として必ずしも最適とはならず、場合によってはシステムとしての機能を果たさなくなることもある。部分最適化が必ずしも全体の最適化に直結しないところに現代の複雑なシステム構築の難しさがあり、質の高いシステム思考が必要とされる所以である。

これまで日本の科学技術分野のさまざまなマイナス面が指摘されてきたが、それらの多くはシステム思考の弱さ、あるいは異分野の知を統合する知識・技術の弱さ、体系化の未整備として理解することができる。そのいくつかを挙げると、①要素の性能に拘り全体設計の視点が弱い、②ハードウェアには強いがソフトウェアは弱い、③組織が縦割りで横断的な結びつきが弱い、④「ものづくり」には強いが「もの」を使って実現すべき価値創造やサービスへの関心が薄い、⑤成果が目に見える実験研究が重視され理論研究はあまり評価されない、⑥プロジェクト研究でも細分化が進行する傾向が強く成果を統合することへのモチベーションが弱い、などである。これらすべてをシステム思考の弱さに結びつけるには無理があろうが、少なくとも社会実装、そしてシステム構築の重要性を念頭に置くことによって、克服できる可能性は高い。

4 知の統合人材の育成への試み

(1) 大学における人材育成

このような背景のもと、第2期教育振興計画(対象期間:平成25年度~平成29年度)[38]では、高等教育上の方策として「未来への飛躍を実現する人材の養成」が取り上げられ、変化や新たな価値を主導・創造し、社会の各分野を牽引していく人材の重要性が指摘されている。また、笠木は、『学術の動向』[39]において、大学院教育におけるイノベーションの視点の重要性を指摘している。第5期科学技術基本計画[26]では、新たな知識や価値を生み出す高度人材やイノベーション創出を加速する多様な人材の育成・確保が明記されている。具体的には、大学院教育を通じて、高度な専門的知識と倫理観を基盤に、自ら考え行動し、新たな知およびそれに基づく価値を創造し、グローバルに活躍する高度な博士人材について、産学官の連携の下で育成することを謳っている。

文部科学省と日本学術振興会は、平成23年度より「博士課程教育リーディングプログラム」[40]を開始し、俯瞰力と独創力を備えグローバルに活躍するリーダの育成を奨励している。そのため、専門分野の枠を超えて世界に通用する質の保証された学位プログラムを産・学・官の参画によって実現しようとする大学院教育を支援している。具体的には、文系、理系、医学系の13研究科、11海外大学、11企業の連携からなる「超成熟社会発展のサイエンス」(慶応義塾大学)、9研究科、10大学、23機関との繋がりによる「社会構想マネジメントを目指したリーダシッププログラム」(東京大学)、14研究科と9国際機関を含む外部機関との連携による「京都大学大学院思修館協働事業」(京都大学)、14研究科、7企業・機関等との連携からなる「超域イノベーション博士課程プログラム」(大阪大学)など、多様な取り組みが企画実施されている。全部で64のプログラムが展開され、様々な分野で研究する若手人材の異分野間の融合を促進している。

知の統合人材の能力向上には、異なる知と出会う機会を経験することが必須である。人材の流動性を高め、分野、組織、セクターの壁を乗り越えるためにも、大学院において専攻や大学の枠を超えた共同プログラムに社会と連携した活動を取り入れ、大学院教育の質を向上させていくことが望まれる。また、学生や研究者が多様な場で自己研鑽に取り組むことができるように、様々な機会を提供することが必要である。

(2) システム構築プロジェクトによる人材育成

前述したように、知の統合の成果は、多くの場合、最終的にシステムという形で実現されている。様々な学問分野に跨って形づくられる複雑な製品やサービスなどのシステム構築に際して、コンセプト設計の段階から考え始め、その価値を社会に提供するところまで持つていくには、製品やサービスのすべてのライフサイクル[41]を考慮した上で、正しいアーキテクチャの下でシステムを構築する必要がある。この一連の活動は「システム構築プロジェクト」として遂行される。コンセプト設計の段階では、システムから便宜を受ける利用者・顧客のニーズ・要求、企業としての戦略、エコシステムとして持続的に成立する条件の見究めが重要となるため、この段階で行うビジネス分析[42]には、ビッグデータを活用するためのデータサイエンティスト[43]やいわゆるビジネス分析

の素養[44][45]を持つ人材が必要となる。こうしたビジネス分析と合わせてコンセプト設計を行った上で、その成果物を経営層などの意思決定者に示して正しい判断を得ることが、システム構築プロジェクトを成功させ、良いシステムを実現する鍵となる[46]。

様々な学問分野に跨る複雑な製品やサービスをシステムとして構築し、社会に提供するには、コンセプト設計の段階からモデルに基づく一貫性のある設計を行うことが求められる[41]。特に、IoT (Internet of Things) を活用し企業を超えた連携を積極的に行う動き[47]や、同じ目的を持ちながら互いに独立したマネジメントのコントロール下にある複数のシステムを連携させる SoS (System of Systems) の動き[48]に対応するには、コンセプト設計が極めて重要となる。

上述のような活動を行うには、システム思考に加えて、産業ごとのドメインに特化した専門性も必要であるため、ドメイン知を有する専門家との協働作業が必須となる。知の統合を担う人材には、ドメイン専門家とコミュニケーションでき、プロジェクト全体を統括・推進できる能力が要求されるため、講義等による学習に加えて、実際の開発業務に直結するプロジェクトを活用した OJT による人材育成システムが望ましい。このため、製品やサービスを開発する企業や行政から提供された実プロジェクトの中で、人材の育成を図ることがきわめて有効である。

一方で、企業や行政側では、現実の製品やサービスの開発を手がける技術者は居るものの、その開発プロセスには属人的な側面が強く、異なる分野の技術者を協調させ開発業務を進めることに長けた人材は少ない。また、そのような人材の育成システムも整備されていない。開発プロセスを効率的で生産性の高いものに変革していくためには、上に述べたアーキテクチャを設計した上で、開発プロセス全体をマネジメントできる人材がまた必要である。そのような人材育成を担う「学の組織 (大学や研究機関)」が必要である。この学の組織は、解決すべき社会的課題を抱える企業等から、そこで働く技術者の育成を兼ねて、技術者派遣を伴う課題解決プロジェクトを受託し、共同で研究開発を推進し、その成果を企業等に還元すると同時に、課題解決プロジェクトに大学院生・ポスドクらを参加させ、知の統合を実体験させる実践教育を行う。これにより、教育・研究・イノベーションの三位一体の推進組織として機能させることができる。

学の組織が企業等からの協力を得て推進するプロジェクトでは、複数の大学院生やポスドクらがドメイン専門家と綿密なディスカッションができる体制を整える必要がある。そして、国際標準であるシステムズエンジニアリングプロセス[41]に準拠しプロジェクトを実施する。このためには、ファシリテータを置き、プロジェクト全体の進捗状況をモニタリングしながら、適宜アドバイスすることが求められる。その上で、プロジェクトの中で、ドメイン専門家と、プロジェクトを先導するリーダーとそれをサポートする者が協働する体制とするのが良い。このような人材育成の試行的取り組みは、慶応義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科など、すでに日本でもいくつかの大学で始まっており、このような流れを促進するための積極的な支援が必要である。

6章では、国としてこれらを具体的に推進する新しい組織体制を詳述している。

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

はじめに

平成 28 年度から第 5 期科学技術基本計画（以下「第 5 期基本計画」という。）が実施され初年度が経過した。この間、総合科学技術・イノベーション会議は、第 5 期基本計画で新たに掲げられた Society 5.0 の実現に向けた取組など同計画の実施に向けた取組を着実に進めてきた。また、経済財政諮問会議と合同で経済社会・科学技術イノベーション活性化委員会を設置し、我が国を「世界で最もイノベーションに適した国」に変革するために経済社会・科学技術イノベーションの活性化に向けた「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」を平成 28 年 12 月に取りまとめた。また、国立大学法人の第 3 期中期目標期間の開始、特定国立研究開発法人制度の発足などの新たな進展もあったところである。一方、国内外の社会・経済の状況に目を向けると、諸外国における政策動向の変化などの環境変化も生じつつある。

科学技術イノベーション総合戦略（以下「総合戦略」という。）は、第 5 期基本計画に定めた中長期的な方向性の下、同計画策定後の新たな取組や変化にも留意しつつ、各年度に重きを置くべき取組等を示すものである。

科学技術イノベーション総合戦略 2017 では、上述の基本計画初年度における変化を踏まえ、平成 29 年度から平成 30 年度において重きを置くべき取組を示す。特に重要な事項は第 1 章にまとめ、第 5 期基本計画の 4 本柱に対応する事項及び科学技術イノベーションの推進機能の強化について第 2 章から第 6 章に記載した。特に近年指摘されている、我が国の研究力の低下に対して、我が国が講じていくべき科学技術イノベーションの基盤的な力の強化策については第 4 章で詳述している。

第 5 期基本計画と総合戦略の一体的な運用により、政策の P D C A サイクルを確実なものとし、既存の取組の検証等を踏まえ、実効性ある科学技術イノベーション政策を推進する。また、第 5 期基本計画の進捗及び成果の状況を把握していくために設定された指標の状況、目標値の達成状況を把握することにより、恒常的に政策の質の向上を図っていく。

総合科学技術・イノベーション会議は、我が国の科学技術イノベーション政策の司令塔機能を発揮し、政府全体の科学技術関係予算の編成において、関係省庁と政策討議を深めて連携し、第 5 期基本計画及び本総合戦略の実行に向けて、重要な分野や効果の高い施策への重点的な資源配分を図るとともに、官民の研究開発投資の拡充を目指す。

第1章 重点事項

本章では、第5期基本計画で未来社会の姿として提示された Society 5.0 を世界に先駆けて実現することを目指すために特に重要な事項、また、今後具体化を進めていくべきものとして絞り込んだ事項について、その方向性、取組の概要を示す。

なお、科学技術イノベーションの源泉の一つは学術研究、基礎研究であり人材の力である。民間投資の呼び込みや大学改革による科学技術の活性化だけでなく、民間投資が呼び込みにくい基礎研究におけるイノベーションを生み出す基盤となる卓越した研究拠点や多様な学術研究を推進する研究環境を整備することの重要性については留意されるべきである。さらに、科学技術イノベーションを担う主要な担い手である大学及び国立研究開発法人には戦略的な「経営」の視点が求められることも重要である。

(1) Society 5.0 の実現

第5期基本計画で掲げた我々が目指すべき未来社会の姿である Society 5.0 は、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、地域、年齢、性別、言語等による格差なく、多様なニーズ、潜在的なニーズにきめ細かに対応したモノやサービスを提供することで経済的発展と社会的課題の解決を両立し、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる、人間中心の社会である。

戦後、我が国は、基礎科学への投資と先端技術の開発・導入、高度のオートメーション化と高品質化等によって、工業を中心に労働集約型から資本集約型へ産業構造の転換を実現し、世界第2位の経済大国としての地位を獲得した。しかし、現在、アジア諸国の台頭等から、その地位には陰りが見えており、また、人口減少と超高齢化、先の構造転換がもたらした大企業と中小企業、都市と地方の格差の解消が大きな課題となっていること等から、次の社会モデルへの移行が求められている。

Society 5.0 として我々が次に目指すべき社会は、サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合によって一人ひとりの知恵と可能性が最大限に引き出され、知識集約が加速度的に深化した社会であり多様性が尊重され生かされることで持続的に価値を生み出し発展する社会である。そこでは、人口減少はもはや脅威ではなくなり、大企業に対する中小企業及び都市に対する地方の格差も縮小する可能性がある。また、データ活用と人工知能（AI）技術等の進歩により新たなビジネスモデルが誕生し第1次、第2次、第3次産業といった従来の産業区分を越えて、あらゆる領域で高付加価値化が実現して、経済社会システムのパラダイムシフトが起こる。従来の資本集約型の経済社会システムの枠組みの下では解決が難しかった諸課題を、新たな方策を採ることにより一挙に解決できる可能性も生まれる。

Society 5.0 への移行という経済・社会のゲームチェンジを実現するに当たっては、高度なものづくり力、材料科学、基礎科学力等の我が国にストックされている強みを維持して効果的に生かすとともに、データ活用とそこから知恵を生む多様な人材の育成、サイバー空間とフィジカル空間の融合を支える基盤的な科学技術等の知の強化、データ活用のプラットフォームの構築や基礎科学研究施設等のインフラの構築が鍵となる。Society 5.0 の実現に向け、スピード感を持ってこれらの取組を積極的に進めていくこ

とが必要である。

この Society 5.0 の実現に向け、政府、産業界¹及び学术界が互いの活動を真に連携させ、国民参加の下で推進していくとともに、Society 5.0 の概念を世界で共有すべく発信していく。特に、基礎研究から事業化・実用化までを見据えた一貫通貫で研究開発を行う S I P²は Society 5.0 の実現を目指して推進しており、これに関係省庁等の取組の方向性を合わせていくことで相乗効果を上げながら推進することが重要である。さらに、Society 5.0 の実現を支える I o T システム技術、ビッグデータ解析技術、A I 技術等の基盤技術を強化するとともに、コネクテッド・インダストリーズ³の取組を推進する。

また、若手研究者やベンチャー企業などのチャレンジを誘発し、研究開発の成果を社会実装につなげていくとともに、海外において進められている取組をも含めて世界に先駆けて未来社会の実現を目指していくことが不可欠である。

総合科学技術・イノベーション会議は、科学技術イノベーション政策に関する我が国全体の司令塔として、Society 5.0 の実現に向けた国としての方向性、価値観や戦略を関係機関と共有し、関係府省、産業界、学术界が一体となった取組を推進していく。

(2) 「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」の着実な実行

「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」では、GDP 600 兆円経済の実現に向け、成長のエンジンである科学技術イノベーションの活性化等を図るため、総合科学技術・イノベーション会議における司令塔機能の強化を図るとともに、官民の研究開発投資の拡大を目指し、第5期基本計画に掲げた政府研究開発投資の目標とともに2025年までに企業から大学、国立研究開発法人（以下「国研」という。）等への投資を3倍増にする目標を掲げている。その実現に向けて、①予算編成プロセス改革アクション、②研究開発投資拡大に向けた制度改革アクション、③エビデンスに基づく効果的な官民研究開発投資拡大アクションという3つのアクションを掲げており、以下のとおり、その具体化に向けた取組を進める。

① 予算編成プロセス改革アクション

「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」において、平成30年度に創設することとされた「科学技術イノベーション官民投資拡大推進費（仮称）」

（以下「推進費」という。）については、これまでに、総合科学技術・イノベーション会議の下に設置された「科学技術イノベーション官民投資拡大推進費ターゲット領域検討委員会」において、推進費を用いて、各府省の実施する施策を誘導する研究開発投資ターゲット領域（以下「ターゲット領域」という。）の検討を進め、平成

¹ 日本経済団体連合会（経団連）では、第4次産業革命を推進することで Society 5.0 を実現することを我が国の新しい成長モデルと位置付け、行動計画を平成29年2月に公表している。

² （参照）第3章 経済・社会的課題への対応

³ コネクテッド・インダストリーズは、技術革新をきっかけとする第4次産業革命を活用して、目指すべき未来社会である Society 5.0 を構成する産業の在り方。

30年度に設定することを前提に準備を進める3領域⁴及び平成31年度以降に設定することが望ましい10領域⁵を選定したところである。

今後、各府省から当該3領域に関連する施策の提案を受け、総合科学技術・イノベーション会議が産業界と評価した上で推進費の対象施策を決定するとともに、当該対象施策については、予算編成過程において適切な予算措置が講じられるよう経済財政諮問会議、財務省等と連携する。

なお、「Society 5.0の推進と政府研究開発投資目標の達成に向けて」（平成29年4月21日総合科学技術・イノベーション会議）のとおり、SIP事業と二本立ての施策として相乗効果が発揮できるよう、推進費については適切な規模の予算を確保するよう努めることとする（SIP事業を継続・発展させつつ財源を確保することを想定。その際、関連施策の見直しを進めるとともに、社会実装に向けた民間投資の拡大も推進。）。

② 研究開発投資拡大に向けた制度改革アクション

これまで日本再興戦略等において官民投資を拡大するための施策が講じてられてきており、また、平成28年9月に設置された未来投資会議等においても更なる検討が進められていることを踏まえ、政府一体の取組が重要である。

i) 大学と国立研究開発法人の聖域なき改革の断行⁶と産学連携の深化

急速に変化する環境の下、持続的にイノベーションを創出するには、オープンイノベーションの主要な担い手である大学及び国研が、共同研究の費用負担の適正化や成果目標・達成時期の見える化、リスクマネジメントの実施など経営戦略を明確化するとともに、産学連携の取組を考慮する人事評価といった人事システムの見直しや財政基盤の強化など、「運営」から「経営」への脱却を図る聖域なき大胆な改革を断行し、民間との良好な信頼関係とパートナーシップを強固にすることで、「組織」対「組織」の本格的な産学連携を促進していくことが重要である。

ii) 多様な資金の獲得に向けた取組の充実⁷

大学及び国研が社会の負託に応えるための運営基盤の強化には、運営費交付金などの公的資金のみならず、国民の支持の表れである寄附の拡大を図るなど公的資金以外の外部資金の獲得や保有する資産の有効活用に積極的に努めることが重要である。このため、大学等⁸には、同窓会との連携強化や優れたファンドレイザーの処遇

⁴ 革新的サイバー空間基盤技術（AI/IoT/データベース）、革新的フィジカル空間基盤技術（センサ/アクチュエータ/処理デバイス/ロボティクス/光・量子）、革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術

⁵ 革新的データベース構築・利活用技術（System of Systems）、革新的ICTプラットフォーム技術（サイバーセキュリティ/ネットワーク/プロセッシング）、革新的自動車交通技術/革新的三次元地図情報活用技術、革新的ものづくり技術、革新的食料生産流通技術、革新的介護・くらし支援技術、革新的医療・創薬技術、革新的バイオ産業基盤技術、革新的素材/革新的材料開発技術

⁶ （参照）第5章（1）オープンイノベーションを推進する仕組みの強化

⁷ （参照）第4章（3）②外部資金獲得の強化による資金源の多様化

⁸ 国立大学（附置研究所及び附置研究施設を含む）及び大学共同利用機関法人並びに国立高等専門学校、私立大学、公立大学、大学附置研究所及び大学附置研究施設（国立を除く）、私立又は公立の短期大学、高等専門学校（国立を除く）

改善などにより、外部資金獲得の持続性を高めるための自助努力が求められる。

同時に、寄附フォーラム等を活用した寄附文化の醸成、寄附金控除手続の負担軽減などの環境整備を行うことも重要である。さらに国立大学への評価性資産の寄附が拡大しない要因をエビデンスに基づいて分析した上で、寄附をしやすくする関連制度の在り方に関して、経済財政諮問会議や未来投資会議等とも密に連携して検討を進める必要がある。

iii) 研究開発型ベンチャーの創出力強化と新たな市場創出に向けた公共調達の検討⁹

米国では、ベンチャー企業が科学技術イノベーションに果たす役割が大きく、大学発や国研発ベンチャーの意義は大きい。国立大学の出資等によるベンチャー企業支援などを進めるとともに、民間企業の事業化ノウハウの導入による大学発・国研発ベンチャーの創設を促進することは、知・人材・資金の好循環を生み出す有効な手段である。その際、多様なベンチャー企業関係者等による技術シーズと市場ニーズのマッチングの推進や大学や国研におけるサービスやライセンスの対価としての株式・新株予約権等の取得や保有について検討することが求められる。

また、価格競争力が脆弱な革新的技術を新たな市場創出へつなげるには、公共調達による研究開発成果の採用が処方箋となる。そのため、透明性及び公正性の確保を前提とした上で、科学技術イノベーション指向の公共調達の拡大方策を検討することが重要である。

iv) イノベーションによる地方創生の推進¹⁰

科学技術イノベーションを通じた地域活性化を図るため、特区などを含め地方創生に係る各種制度を活用した取組の促進や、地域の大学や公的研究機関¹¹が核となって地方の企業との連携を強化していくこと等が重要である。また、地方創生の一翼を担う大学等が、所在地方自治体との連携を深めることも地域活性化の有効な手段である。その際、科学技術イノベーションの創出について、ふるさと納税等の活用による自治体と地域の大学・国研における取組事例があるため、このような情報を収集するとともに、国の関係機関が一体となって地域の取組を支援できる体制の整備や個々の優れた取組事例の周知を図ることが重要である。

v) 産学官連携による科学技術イノベーションを支える人材の育成促進¹²

科学技術イノベーションを促進するには、それを支える人材への投資が進み、研究人材の流動化が不可欠である。産学共同研究を通じた人材育成効果の実態把握や既存制度の積極的な活用の推進を図りながら、企業が求める人材や企業人材の大学

⁹ (参照) 第5章(2) 新規事業に挑戦する中小・ベンチャー企業の創出強化

¹⁰ (参照) 第5章(4) 「地方創生」に資するイノベーションシステムの構築

¹¹ 大学等、国立研究開発法人、研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律別表第一に規定する研究開発法人、研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律施行令に規定する試験研究機関等、自治体が設置する大学及び試験研究機関、地方独立行政法人のうち大学及び試験研究機関

¹² (参照) 第4章(1) 人材力の強化

等における育成のための仕組みなど教育研究プログラムの充実や産学官の多様な場での研究者の活躍を促進することなどが重要である。あらゆる世代が、適材適所で活躍できるようクロスアポイントメント制度などを活用した人材流動性の加速や人材データベースの充実等による多様なキャリアパスの確立、テニユアトラック制の導入拡大などによる人材の育成・確保の取組が求められる。このような人材への投資の取組を促進する観点も含め、民間から拠出される資金の在り方など研究開発の支援制度も活用する必要がある。

③ 客観的根拠に基づく効果的な官民研究開発投資拡大アクション¹³

実効性ある科学技術イノベーションの推進と司令塔機能の強化のためには、科学技術イノベーション政策の全体像を把握した上で限られた資源を必要な分野・施策に適切に配分することが必要である。また、第5期基本計画及び本総合戦略の実行のためには、研究開発投資を確保することが必要であるが、そのためには、政府研究開発投資だけでなく民間研究開発投資も含めた官民合わせた研究開発投資の拡大を図っていくことが必要である。それを効果的に進めていくためには、政府における資源配分や施策立案が客観的根拠に基づいて行われることが重要である。

そのためには、政府による研究開発投資や政策効果等の「見える化」を図り、政策形成の判断材料を提供するとともに、適切な資源配分や評価の実現、対外的な情報発信・共有を図り、インプットとアウトプット、さらにはアウトカムを明確にした客観的根拠に基づく政策のPDCAサイクルを確立していくことが求められる。

科学技術イノベーションに関するインプットからアウトプット、アウトカムに至る情報を体系的に収集・相互に接続するとともに、重要な政策課題の判断材料を提供するシステムを構築し、政策形成において活用する。

民間研究開発投資を促進する政策の在り方や、若手研究者の活躍やベンチャー企業の育成強化に向けた政策の在り方を分析するとともに、ターゲット領域の設定に資する情報を提供するなど、重要な政策課題に関する政策形成システムを構築する。また、第5期基本計画に基づく指標については、継続的な検討、データの把握・公表を毎年度行い、定性的な情報と併せて、基本計画のフォローアップを実施する。これらの取組により客観的根拠に基づく政策形成を推進する。

(3) 「Society 5.0の推進と政府研究開発投資目標の達成に向けて」の着実な実行

(1) 及び(2)を実現していくための取組として、総合科学技術・イノベーション会議は、平成29年4月に「Society 5.0の推進と政府研究開発投資目標の達成に向けて」を決定した。

同決定を踏まえ、今後、総合科学技術・イノベーション会議として、各府省の概算要求のうち新たに科学技術イノベーション関連事業として登録がなされたもの(既存の事業に科学技術イノベーションの要素を導入することにより、Society 5.0の実現を目指すものも含む。)の中からSociety 5.0実現等に向け科学技術イノベーションに資することが見込まれるものを特定するとともに、それらの施策について予算編成

¹³ (参照) 第6章 ⑦実効性ある科学技術イノベーション政策の推進と司令塔機能の強化

過程において重点が置かれるよう財務省と連携する。

これにより、科学技術基本計画に定められた「政府研究開発投資の目標（対GDP比1%）」¹⁴を目指し、所要の規模¹⁵の予算が確保されるよう努める。

なお、産業界が本取組を受け、民間企業の研究開発投資の対GDP比3%を目指し増額の努力を政府と歩調を合わせて行うことと表明したことは、官民が共に科学技術イノベーションの創出に向けた取組を強化し、官民合わせた研究開発投資を対GDP比4%以上とすることを目標とする姿勢を改めて国内外に示したものであり、政府として、これを歓迎する。

¹⁴ 科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）（抄）

政府研究開発投資について、（中略）「経済・財政再生計画」との整合性を確保しつつ、対GDP比の1%にすることを目指すこととする。

¹⁵ 「Society 5.0の推進と政府研究開発投資目標の達成に向けて」（平成29年4月21日総合科学技術・イノベーション会議）（参考1）

一定の前提を置いた場合の内閣府試算

平成32年度におけるGDP：600兆円

×1% = 6兆円（当初予算、補正予算、地方公共団体分）

うち、当初4.4兆円

補正：1.1兆円（過去10年最大）

地方：0.5兆円（平成29年度同水準）

平成29年度における科学技術関係予算 当初3.5兆円

0.9兆円の差

第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

経済や社会の在り方、産業構造が急速に変化する大変革時代においては、ゲームチェンジにつながる新たな知識やアイデア創出に向けた新しい試みに果敢に挑戦し、非連続なイノベーションを積極的に生み出す取組を強化する。また、サイバー空間とフィジカル空間（現実空間）の融合により経済・社会的課題を解決し、人々が質の高い生活を送ることができる Society 5.0 を世界に先駆けて実現する。

（1）未来に果敢に挑戦する研究開発と人材の強化

〔A〕 基本的認識

産業や社会の在り方を変革するほどの大きなインパクトをもたらすイノベーションを実現するためには、これまでの延長線上にはない発想や取組が必要である。そのような試みは当然ながら失敗に終わるリスクも高いが、損失の側面を過度に警戒し回避に終始しているようでは経験を積み新しい知見を得る機会を逸し、変化に取り残され退場を迫られる事態にすら追い込まれかねない。こうした状況を克服するためには、未来を見据えて、失敗を恐れず、高いハードルに果敢に挑戦する研究開発に取り組むことが重要である。

こうした挑戦的な研究開発を実施するに当たっては、期待どおりに進展しないこと、予想外の出来事に遭遇することが頻発し得る。このような状況に直面した時に、ままた見受けられるように当初の構想を固守し、立てた計画を硬直的に実行しようと努め、専ら達成度のみに着眼して評価し、その差分を埋めるよう方向修正を図る、といった対応ではうまく対処できないことは明らかであり、研究開発を支える制度面からも挑戦的な取組が必要である。

〔B〕 重きを置くべき課題

総合科学技術・イノベーション会議が主導する I m P A C T においては、挑戦的な研究開発の促進を狙い、いくつかの新しい仕組みを取り入れている。

ひとつは、研究開発そのものではなく、研究開発全体のマネジメントと、その成果を革新的なイノベーション創出に結び付けるプロデューサーとしての役割を担うプログラム・マネージャー（PM）の導入である。PMは研究開発の企画・遂行・管理等に関して大胆な権限を持ち、外部から優れた技術や人材を結集させた上で、ステージゲート方式の導入や産学を協同させたチーム編成を行う等、競争的・協調的關係をもった体制を構築し、研究開発の目標達成に向けてプログラムを推進する。

また、研究開発開始前に時間をかけて計画を作り込む期間を設け、外部のアイデアや知見から刺激を受けて新たな構想を追加したり、開始後であっても進捗状況に応じて課題を変更したり、より高い目標を掲げて更に大きなインパクトを狙うことができるようにするなど、研究計画に可塑性を持たせている。こうした進捗管理においては、単に研究開発の成果を第三者的立場から評価するのみならず、研究開発マネジメントにおける取組の観点を重視して時には助言を通じて支援を行っている。このような柔

軟な研究計画の運用に当たっては、想定外の要因への機動的対処や随時にプログラムの加速のための手当てを行うことができるなど、I m P A C Tにおいては、基金方式による資金運用が効果的に活用されている。

今後、こうした従来の制度とは異なる I m P A C T の運営経験を参考に、リスクを恐れず斬新なアイデアで社会の変革を狙う研究開発に挑戦する機会を広く提供し、飛躍的なイノベーションを志向する人材を数多く生み出すことが重要である。

[C] 重きを置くべき取組

- ・新しいアイデアに基づく研究を奨励するアワード方式の導入検討も含め、挑戦的(チャレンジング)な研究開発の推進に適した手法の検討を行うとともに普及を図る。

【関係府省】

- ・ I m P A C T を新しいタイプの研究開発支援制度のパイロットモデルとし、継続的な運用の改善を通じてインパクトの大きな成果の創出に向けて更なる発展を図る。

【内閣府】

- ・ I m P A C T 運営の過程で得られた経験について関係府省等と共有し、挑戦的研究開発を推進するプログラムの展開を促進する。

【内閣府、関係府省】

- ・ 未来社会創造事業により、社会・産業ニーズを踏まえ、経済・社会的にインパクトのあるターゲットを明確に見据えた技術的にチャレンジングな目標を設定し、民間投資を誘発しつつ、戦略的創造研究推進事業や科学研究費助成事業等から創出された多様な研究成果を活用して、実用化が可能かどうか見極められる段階を目指した研究開発を進める。

【文部科学省】

(2) 新たな経済社会としての「Society 5.0」を実現するプラットフォーム

[A] 基本的認識

新たな経済社会である Society 5.0 を実現していくためには、経済・社会的課題を踏まえた 11 のシステム¹⁶の開発を先行的かつ着実に進める必要がある。特に、産業競争力向上の観点から、「高度道路交通システム」「エネルギーバリューチェーンの最適化」及び「新たなものづくりシステム」をコアシステムとして開発し、新たな価値創出を容易とするプラットフォームを構築することが重要となる。プラットフォームは、価値創出の源泉となるデータベースとともに、サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合を実現するための技術的事項に加え、産業競争力向上のための戦略、制度、人材育成も推進する役割を担うべきである。具体的には、1) 新たな価値やサービスの創出の基となるデータベースの構築と利活用、2) プラットフォームを支える基盤技術の強化、3) 知的財産戦略と国際標準化の推進、4) 規制・制度改革の推進と社会的受容の醸成、5) 能力開発・人材育成の推進、の五つの観点で取り組む必要がある。

¹⁶ エネルギーバリューチェーンの最適化、地球環境情報プラットフォームの構築、効率的かつ効果的なインフラ維持管理・更新・マネジメントの実現、自然災害に対する強靱な社会の実現、高度道路交通システム、新たなものづくりシステム、統合型材料開発システム、健康立国のための地域における人とくらしシステム、おもてなしシステム、スマート・フードチェーンシステム、スマート生産システム。

また、Society 5.0の実現に向けては、官民データの活用が鍵であるとの認識の下「官民データ活用推進基本法」（平成28年法律第103号）に基づく「官民データ活用推進基本計画」と相まって本戦略に掲げられた施策を着実かつ効果的に実施することが重要である。

① 新たな価値やサービスの創出の基となるデータベースの構築と利活用

官民データ活用推進基本法により、データの適正かつ効果的な活用に向けた機運が高まっていることから、プラットフォーム構築に際しては、前述の11の個別システムの高度化と段階的な連携協調に向け、共通的に活用することで価値創出を促進できるデータベースの構築を先行的に進め、そのための課題を抽出して着実に対応していくことが必要である。さらに、個人、企業、大学及び研究機関、国や地方自治体などが管理する各データベースの利活用による価値創出により実用化・事業化につなげるべきである。その際、企業や人々が利活用できるデータの質・量・流通速度が、生活の利便性を始め、企業や国の競争力に直結するとの認識の下、個人情報保護やプライバシーに配慮しつつ、多種多様かつ大量のデータの収集・分析・流通等を円滑化する環境整備（個人の関与の下でデータ流通・活用を進める仕組みであるPDS（Personal Data Store）、情報銀行、データ取引市場等）が必要である。

② プラットフォームを支える基盤技術の強化

基盤技術の強化や、個別システムで新たな価値創出のコアとなる我が国が強みを有する技術を更に強化していくことが必要である。特に、AI技術、IoTシステム構築技術、ビッグデータ解析技術等のいわゆるAI関連技術はSociety 5.0を実現する鍵であり、世界の先を見据えた水準に昇華させ、更に社会実装を迅速に推進することが肝要である。

基盤技術の強化に際しては、基礎研究から応用研究に、そして社会実装に向けた開発をスパイラル的に進めるため、特定国立研究開発法人を始めとする国立研究開発法人等を活用して産学官の研究開発体制をより一層強化することが必要である。

第5期基本計画で特定された各基盤技術に関する基本的認識は以下のとおりである。

i) サイバー空間関連技術

○AI関連技術（ビッグデータ解析技術、IoTシステム構築技術を含む。）：内閣総理大臣の指示に基づき産学官の叡智を集めて設立した、未来投資会議の下に位置付けられる「人工知能技術戦略会議」が策定した「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」（以下「産業化ロードマップ」という。）を国家戦略として、省庁の縦割りを排して政府一体となり、強力に構造改革とともに社会実装を推進することが重要である。

○サイバーセキュリティ技術：IoTシステムにおける高いレベルでのセキュリテ

品質（ここでは、市場における個人・企業が当該サービスに期待する品質の要素としての安全やセキュリティを指す）の実現を図ることが重要である。このため、全体の企画・設計段階からセキュリティの確保を盛り込むセキュリティ・バイ・デザインの考え方を推進する。

- デバイス技術：大規模データの高速・リアルタイム処理を超小型・超低消費電力で実現するための技術開発が重要である。
- ネットワーク技術：膨大なIoT機器が接続して多様なデータが伝送されても安定して運用できるネットワーク構築が重要である。
- エッジコンピューティング：リアルタイム処理の高速化に向け、分散処理技術構築の推進や、ゲートウェイ等の終端装置のセキュリティが確保又は確保されないことにも配慮したアーキテクチャの構築が重要となる。

ii) フィジカル空間（現実空間）関連技術

- ロボット技術：コミュニケーション、福祉・作業支援、ものづくり等我が国が強みを有する様々な分野での活用が期待でき、我が国が世界を先導して取り組むことが重要である。
- センサ技術：様々な情報取得に加え、遠隔監視や機能のアップデートを遠隔実施する技術の高度化に取り組むとともに、新規の材料・デバイス・実装技術の研究開発にも取り組むべきである。
- アクチュエータ技術：機構・駆動・制御に関する信頼性評価技術やアクチュエータを智能化するAI技術との連携等も進めるべきである。
- バイオテクノロジー：バイオセンサ、生体適合界面デバイス、バイオアクチュエータ等の開発を推進するとともに、バイオテクノロジー等の基礎研究に取り組むことが重要である。
- ヒューマンインターフェース技術：仮想現実（VR）や拡張現実（AR）、感性工学、脳科学等に加え、個々のデバイスや技術の進展を考慮し、ロボットに代表される知的機械と人間が共生するために、人間と同等なのか道具なのか、といった社会的受容の相違などの研究も重要となる。

上記に掲げたサイバー空間関連技術やフィジカル空間（現実空間）関連技術の開発を横断的に支える技術として、下記の基盤技術についての強化を図る必要がある。

- 素材・ナノテクノロジー：エネルギー、インフラ、健康医療等を支える革新的構造材料、機能材料の開発を推進し、新素材・新材料創生とそれらを適用したコンポーネントの高度化を進めること。
- 光・量子技術：情報通信、医療、環境・エネルギー等の広範な分野を横断的に支え、精度・感度・容量・省エネ・セキュリティ等の様々な点で従来技術の限界を非連続に解決し、社会的要請に応える高次な社会・産業インフラの形成に貢献していくため、高度計測・シミュレーション技術、イメージング・センシング技術、

情報・エネルギー伝達技術、加工・製造技術の一層の高度化に向けた基礎・応用研究を推進すること。

③ 知的財産戦略と国際標準化の推進

I o T等の技術のブレークスルーにより新しい価値やサービスが次々と生まれる中、我が国企業がグローバルな競争優位性を確保するためには、経営・事業戦略に知的財産戦略と国際標準化から成るオープン・アンド・クローズ戦略を位置付けて全社的に取り組んでいくことが極めて重要であり、たとえ優れた技術を開発しても、オープン・アンド・クローズ戦略が適切でない場合や技術や製品が国際標準に合致しない場合には市場獲得は見込めない。さらに、オープンイノベーションの推進のためには、オープン・アンド・クローズ戦略の対象の拡大や深化が必要である。すなわち、新たな競争力の源泉として「データ」が加わったことにより、従前のオープン・アンド・クローズ戦略の柱である知的財産、標準化にデータを加えた、新たな戦略を構築することが必要となっている。我が国も国際的に連携しながら国際標準提案を行うなど、積極的に国際標準化活動のイニシアティブをとっていくことが必要である。

④ 規制・制度改革の推進と社会的受容の醸成

科学技術の進展による新たな製品・サービスの導入に当たっては、既存の法制度がその社会実装を阻害する事態も生じる。我が国ではとりわけ法制的にグレーな活動が委縮・敬遠される傾向にあることから、科学技術イノベーションによる新たなビジネスモデルや産業の姿を描き、現場での課題を踏まえた上で規制の見直しや必要とされるルール の 制定等を先取りしていく姿勢が求められる。

また、Society 5.0の推進に当たっては、そこで目指す社会のビジョンを共有し、社会的なコンセンサスを形成することが不可欠であり、特に、国民一人ひとりにとって、より快適で質の高い生活をもたらすものであるとの認識を共有することが重要である。このためには、技術のもたらす経済社会への多様な影響や課題について多角的に検討を行い、イノベーションと安心が両立する規制・制度や社会的慣習の在り方を追求することが不可欠である。

⑤ 能力開発・人材育成の推進

他国に先駆け Society 5.0を実現していくには、そのために必要な基盤技術を牽引する人材の育成・確保が不可欠である。特に、必要な基盤技術を支える横断的な科学技術である数理科学や計算科学技術、データサイエンスの振興や人材育成が重要である。

また、高度化する脅威に対するサイバーセキュリティの確保に資する人材育成も不可欠である。

I o Tやロボット、A I等の活用により、現在は人が行っている業務が機械等に

置き換わる可能性があることから、人はより付加価値の高い業務や新たに生まれる業務に移行していく必要がある。技術の進展が急速であり、現役の社会人も各自の能力や専門性に応じた学び直しも必要となる。

[B] 重きを置くべき課題

① 新たな価値やサービスの創出の基となるデータベースの構築と利活用

データベースを構築し、11 システムの社会実装を迅速に推進して産業競争力を強化して世界に展開できる市場を創出する必要がある。共通的に活用可能なデータベースとしては、活用事例も意識して、地理系、環境系、サイバーセキュリティ系、材料系、医療系等が想定されるが、特に、以下のようなデータベース構築の取組が喫緊の課題である。課題解決には、S I Pの取組を活用し先行的に取り組むとともに、I m P A C Tの成果活用、関連府省庁の施策との強固な連携等によって実現していくことが必要である。

○地理系データベース：G空間情報（地理空間情報と同義であり、「空間上の特定の地点又は区域の位置を示す情報（当該情報に係る時点に関する情報を含む。）」又は位置情報及び「位置情報に関連付けられた情報」からなる情報）、衛星からの観測データ、自動走行用の地図等を基に構築する。

○環境系データベース：気象データ及び衛星観測、海洋観測等による地球観測データや気候変動予測データ等を基に構築する。

○サイバーセキュリティ系データベース：サイバー攻撃等の情報共有を行う組織が、情報収集を行ったインシデント情報等の有用な情報を、必要に応じて機微な内容を適切な形式に加工し、共有の対象を限定して活用できるようにする。

構築に際しての共通する課題として、論理的に一つのデータベースのように第三者が利活用できるデータベースを設計して、利用者が必要なデータを抽出するためのA P I（Application Programming Interface）を規定するとともに、利活用しやすいデータフォーマットと論理的データベースに連携する様々なデータに関する情報を整理することが必要である。また、データベースを構築する際には、様々なデータの時刻情報と位置情報を含む基礎的なデータ形式をそろえ利活用の促進を図るだけでなく、データ更新の自動化等、運用管理の効率化も意識して整備すべきである。

また、各データベースに関連する画像情報においては、個人情報保護とプライバシーの配慮に対応する技術開発が社会実装を進める上で重要である。

データベース構築に当たっては、高度なレベルでのセキュリティの確保が不可欠であり、脆弱性対処や暗号強度の確保等の全システムに共通するセキュリティ技術の高度化及び社会実装の推進、リスクマネジメントを適切に行う仕組みの構築が必要である。サイバーセキュリティ戦略に則り、製品やサービスを提供する際には、

任務保証の考え方にに基づき取り組むことが重要であり、企画・設計段階からセキュリティ確保を盛り込むセキュリティ・バイ・デザインの考え方にに基づき推進すること等が必要となる。

データ利活用の推進に当たっては、個人情報保護やプライバシーへの配慮とデータ利活用を両立しつつ、国や地方自治体など各所に存在しているデータを第三者が利活用できるように機械可読化して、データベースは原則オープンとし、産業界、特にベンチャーや中小企業による自由な発想による利活用を促し、安全・安心・快適な生活の実現につながること等、未来社会の産業創造につなげていくべきである。そのためには、データを利用する側が安心して利用できることや、データを提供する側のメリットを意識して取り組むこと、グローバルレベルでの利活用を促進するための国際的な制度との調和を図ることが必要である。

② プラットフォームを支える基盤技術の強化

AI 関連技術（ビッグデータ解析技術、IoTシステム構築技術を含む）、サイバーセキュリティ技術への取組は、全ての技術の基盤となり得る重要な研究対象であり、重点的に取り組むべきである。

また、この他にサイバー空間とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させ新たな価値を創出するための基盤技術として、サイバー空間関連技術としては、ネットワーク技術、情報処理技術、また、フィジカル空間（現実空間）関連技術としては、ロボット技術、センサ技術、アクチュエータ技術、バイオテクノロジーの強化を図る必要がある。さらに、これら基盤技術を支える横断的技術として、素材・ナノテクノロジー、光・量子技術についても強化を図る必要がある。

革新的材料や製品は社会に受け入れられて初めて社会実装につながる。そのため、材料や製品の安全性・環境影響を適切に評価する技術及び仕組みの構築にも取り組む必要がある。次世代エレクトロニクスや革新的な構造材料・機能材料等への応用が期待され我が国の強みであるナノ材料の早期実用化・製品化に向けて、安全性評価法の開発・安全基準策定を推進するとともに、安全性データの蓄積、府省連携による国際戦略及び国際連携に取り組む体制の検討が重要である。

また、Society 5.0 の実現に向け、認知科学や脳科学、システム科学など、人間や社会に関する科学研究や技術開発を深めていくことが重要である。

i) サイバー空間関連技術

○AI 関連技術（ビッグデータ解析技術、IoTシステム構築技術を含む）：産業化ロードマップにおいて、①社会課題として喫緊の課題の必要性、②経済波及効果への貢献、③AI 技術による貢献の期待、の観点から重点分野として特定された「生産性」「健康、医療・介護」「空間の移動」の3分野に加え、横断的な分野として特定された「情報セキュリティ」の4分野について、研究開発から社会実装まで取り組むことが重要である。

- サイバーセキュリティ技術：セキュリティ・バイ・デザインの考え方に基づいた上で、脆弱性対処や暗号強度等のシステムに共通するセキュリティ技術の高度化及びリスクマネジメントを適切に行う仕組の構築に重点を置き、I o T機器においても実装可能な軽量暗号技術等の研究開発やトラストの構築が重要である。
- ネットワーク技術：様々な機器からの爆発的なデータ量をリアルタイムに分析・判断するエッジコンピューティング技術等の研究開発が必要である。
- 情報処理技術：高速・大規模情報処理を実現するため、三次元集積チップの開発、量子デバイス・アーキテクチャの開発等の要素技術開発が重要である。

ii) フィジカル空間（現実空間）関連技術

- ロボット技術：福祉・作業支援の観点で、高齢者・障害者の安全・安心な生活、多様な経済活動の生産性確保等に資するロボット基盤技術開発を推進するべきである。
- センサ技術：エネルギー/環境、社会インフラ、健康・医療分野等のサイバー空間とフィジカル空間をつなぐ高感度な新規センサの研究開発が重要である。高性能化に加えて超小型・超低消費電力化を進め、生体情報を収集可能なバイオセンサを含む様々な種類のセンサ開発（高感度磁気センサ、温度センサ等）に取り組む。デバイス技術については、I o T機器のライフサイクルが長く、電源供給が頻繁に行えないことが想定されるため、省電力化の継続的な取組が求められる。超小型・超低消費電力デバイスや、スピントロニクス等を応用した大容量メモリー・ストレージ、大面積かつ低コストなセンサや表示素子等を可能とする有機エレクトロニクス等の研究開発が重要である。さらに、デバイスやセンサ等に供給する電源、電力制御技術、エネルギーハーベスティング技術（太陽電池、熱電素子、振動発電等）等の開発も必要となる。
- アクチュエータ技術：MEMS（Micro-Electro-Mechanical Systems）等の組み込みに取り組む。また、バイオアクチュエータの開発を推進する。
- バイオテクノロジー：生物機能の高度活用による新たな有用物質の生産システムによる、革新的なものづくり体系・バイオ産業を構築するため、技術基盤を構築する。
- 素材・ナノテクノロジー：個別システムの高度化（エネルギーバリューチェーンの最適化等）に資する以下の技術等について引き続き強化を図る必要がある。
 - ・変動型再生可能エネルギーの増大に伴い重要となる電力需給の効率的な制御に資する技術（低コスト・高精度なセンシング技術、蓄電池技術、燃料電池技術等）
 - ・高効率な電力制御につながるパワー半導体技術
 - ・プロセスの革新に資する触媒技術
 - ・新たな機能や特性を有する構造材料、機能材料、バイオマテリアル等の材料技術
 - ・持続可能な省エネ社会の実現と環境問題に資する物質の革新的な分離技術
- 光・量子技術：高度計測・シミュレーション技術、イメージング・センシング技

術、情報・エネルギー伝達技術及び加工・製造技術の高度化に資する光・量子技術の基礎・応用研究を推進する。

これらの基盤技術の強化に当たっては、先端計測技術及び微細加工技術・製造技術（自己組織化技術等を含む。）の高度化並びに統合型材料開発システム¹⁷の早期構築を進める。また、高度な熱マネジメントで重要となるナノ領域の熱（フォノン）制御技術、計測・診断イメージングの高度化、有用物質創生等に資するバイオテクノロジー等の基礎研究を中長期的視点に立って推進することも重要である。

③ 知的財産戦略と国際標準化の推進

標準化の推進に当たっては、基盤機能ごとに競争領域と協調領域の見極めをし、我が国産業界のオープン・アンド・クローズ戦略も適宜考慮に入れつつ、デジュール標準とともにデファクト標準獲得も考慮した戦略策定により、国際的なサービス事業の展開を図るべきである。

特に、Society 5.0のプラットフォームに関する標準化については、競争領域と協調領域の見極めとシステム間の相互接続性などに活用するためのリファレンスモデル等を活用して課題を抽出して社会実装につなげることが重要である。

プラットフォーム構築に当たっては、データベース構築やデータ利活用を促進するインターフェースやデータフォーマット等の標準化を進め、現在では想定されないような新しいサービスも含め、様々なサービスに活用できる共通のプラットフォームを段階的に構築していくことが重要である。

④ 規制・制度改革の推進と社会的受容の醸成

経済・社会に対するインパクトや社会コストを明らかにする社会計測機能の強化や個人情報保護、製造者及びサービス提供者の責任等に係る課題への対応、社会実装に向けた異分野融合による倫理的・法制度的・社会的取組の強化、新しいサービスの提供や事業を可能とする規制緩和・制度改革等の検討、適切な規制や制度作り等に資する科学の推進を図り、関連する取組を進めていく必要がある。

特に、ロボットに関しては、社会実装することにより更なる進化・発展が進む側面があることから、安心して利用できる社会制度の整備について、社会実装を見据えた先取りした検討を行うことが求められる。

⑤ 能力開発・人材育成の推進

高度化する脅威から Society 5.0 プラットフォームを守るためには、サイバーセキュリティの人材育成が重要な課題となる。

また、IoTやAI等の科学技術イノベーションの進展により、産業構造・就業構造や経済社会システムの大きな変化が予想される。このため、コンセプトづくり

¹⁷ (参照) 第3章(1)③ ii) 統合型材料開発システム

や事業プロデュース、クリエイティビティの発揮など、AI等が進展する社会においても人にしかできない業務はどのようなものか認識を深めるとともに、こうした業務に関する能力開発の手法や初等中等教育段階からの人材育成の在り方等について検討を行うことが重要である。

さらに、従来の人材育成に留まらず、IoT等を通じた新ビジネスの創出やプロジェクトマネジメント等を担う人材の育成について、大学・大学院等との連携に関する企業の自発的・積極的対応が期待される。

[C]重きを置くべき取組

① 新たな価値やサービスの創出の基となるデータベースの構築と利活用（SIPを含む。）

【内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、防衛省】

- ・SIPを活用し、地理系、環境系、サイバーセキュリティ系の論理的データベース構築に向け、関連するデータの所在及び特性等を調査し、要求条件の検討及び要件定義を行い、プロトタイプを試作する。【内閣府】
- ・国や地方の公的機関が保有する地理系、環境系、サイバーセキュリティ系、医療系、材料系などを含めた多様なデータを様々な分野での利活用に適した形で機械可読なデータとして公開することを推進する。その際、「個人情報保護に関する法律」に基づき、必要に応じてプライバシー保護と科学技術イノベーションの両立を図る。

【内閣官房、内閣府、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省、環境省】

- ・データ形式の違いやシステムごとの要求仕様の違い、またシステムやセンサがアップデートされることを前提に、機能追加/削除等を容易に実現するソフトウェア技術の高度化及びシステム設計可能なリファレンスモデルやアーキテクチャを策定する。【内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省】
- ・重要インフラ等において、ネットワークを構成する制御・通信機器が、仕様どおりの構成であり改変されていないこと（完全性）が構築時・運用時に確認でき、また運用中に不正な機器にすり替えられていないこと（真正性）が確認できるサイバーセキュリティ技術の研究開発を推進する。また、業種内、業種間でサイバー攻撃等の情報共有の共通化・自動化を実現する仕組みを構築する。（SIPを含む。）【内閣官房、内閣府、総務省、経済産業省、国土交通省、防衛省】
- ・データベースの技術検証やサービス検証を通じて社会実装を促進するIoTテストベッドを整備し、民間企業と連携した研究開発を促進する実証事業を推進する。【総務省、経済産業省】
- ・早期に社会実装可能なケースについては、民間企業の活動を支援していく制度や施策を促進し、テストベッドの利用促進、技術開発・実証や先進的なモデル事業

に対する資金支援等、事業化の支援を実施する。 【総務省、経済産業省】

- ・ P D S、情報銀行、データ取引市場が信頼される社会基盤として機能を果たし、分野横断的なデータの流通・活用が早期に実現するよう、官民が連携した実証実験に取り組むほか、必要な支援策や制度整備について検討する。また、公開ルールの徹底や民間ニーズを反映する仕組みの整備等により、オープンデータを強力に推進する。 【内閣官房、関係府省】

(2020年までの成果目標)

- ・ 地理系データベース、環境系データベース、サイバーセキュリティ系の論理的データベースを構築する。
- ・ G空間情報センターの取組を推進して構築される地理系データベースについて、S I Pを活用して社会実装を推進する。
- ・ 通信・放送、電力、交通の重要インフラについて、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会（以下「大会」という。）時にS I Pで構築したサイバーセキュリティ技術を社会実装するとともに、I o T向けのセキュリティ確認技術を開発する。

② プラットフォームを支える基盤技術の強化

i) サイバー空間関連の基盤技術の強化

【内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、防衛省】

- ・ 自ら特徴を捉え進化するA Iを視野に、革新的な基礎研究から社会実装までの研究開発を推進する。また、脳科学やより革新的なA I研究開発を推進させるとともに、府省連携による研究開発成果を関係省庁にも提供し、政府全体として更なる新産業・イノベーション創出や国際競争力強化を牽引する。

【内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省】

- ・ 従来の人や組織に対する認証だけでなく、今後増大することが予測されるI o T機器そのものを低コストで認証する技術を研究開発してトラストの構築を推進する（S I Pを含む）。

【内閣官房、内閣府、総務省、経済産業省、国土交通省、防衛省】

- ・ 大規模データをリアルタイム処理するためのエッジコンピューティング、仮想化・処理部最適化等のネットワーク技術、及び高速かつ高精度にデータから知識・価値を抽出するビックデータ解析技術の研究開発を推進する。

【総務省、文部科学省、経済産業省】

(2020年までの成果目標)

- ・ プラットフォームのサイバー空間を支える革新的な基盤技術成果を創出する。

ii) フィジカル空間（現実空間）関連の基盤技術の強化

【内閣府、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、環境省】

- ・ ものづくり現場やサービス分野等での生産性向上に資するロボット技術及び高齢

者・障害者の安全・安心な生活に向けた支援ロボット等の研究開発を推進する。

【総務省、経済産業省】

- ・超小型・超低消費電力デバイスの開発（センサ、アクチュエータ、半導体デバイス含む。）【内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、環境省】
- ・個別システムを支えるナノテクノロジー・材料技術の開発・実証【内閣府、文部科学省、経済産業省、環境省】
- ・デバイス開発、ナノテクノロジー・材料開発、ライフサイエンス、環境・省エネルギー関連技術等広範な分野の基盤となる先端計測技術、微細加工及び統合型材料開発システムの開発【内閣府、文部科学省、経済産業省】
- ・新たな産業や技術基盤の創出の核となる先端レーザー等の量子ビーム利用技術の高度化、次世代の材料・デバイス開発等を支える高度計測・シミュレーション技術、従来精度や感度の限界を超えたイメージング・センシング技術、電気信号を光信号に変えることで高速かつ低消費電力で情報処理を行う光エレクトロニクス技術、高速大容量光通信技術の開発など光・量子技術等に係る研究基盤の強化【総務省、文部科学省、経済産業省】
- ・生物情報のデジタル化、AI、ゲノム編集技術等のNBT（New Plant Breeding Techniques）の融合、農業と生物機能の高度活用による新価値創造等バイオテクノロジー等に係る研究開発の強化【文部科学省、農林水産省、経済産業省】
- ・化学品安全性データ等を活用した化学物質の安全性予測手法の開発【経済産業省】
- ・仮想現実（VR）や拡張現実（AR）など、日本が強みを持つ分野の実用化を促進する。

（2020年までの成果目標）

- ・超小型・超低消費電力デバイスの実用化
- ・量子情報処理や量子情報通信関連の要素技術の開発
- ・次世代パワーエレクトロニクスの本格的事業化
- ・統合型材料開発システムの試作システム等の運用開始
- ・生物機能を高度活用した有用物質生産の実用化

（2020年以降の成果目標）

- ・2030年頃までに基幹化学製品を製造する革新的触媒等の実用化
- ・2030年頃までに構造材料の飛躍的な軽量・長寿命化による輸送機器（自動車・航空機等）等のエネルギー利用効率の向上

iii) 社会実装に向けた主な取組

- ・社会実装に向け、材料や製品の安全性・環境影響を適切に評価する技術の開発及び評価基準の策定、国際標準化や国際連携策を戦略的に検討する。

【内閣府、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、環境省】

- ・革新的なバイオ素材等による炭素循環型社会や食による健康増進・未病社会の実現等に向け、我が国のバイオ産業の新たな市場形成を目指した戦略を策定する。

【内閣府、文部科学省、農林水産省、経済産業省、環境省】

③ 知的財産戦略と国際標準化の推進

【内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省】

- ・各所に存在するデータが論理的に一つに見えるデータベースを構築するとともに、高精度な時刻情報や位置情報等を含むデータ形式及びデータ交換の標準化を推進する。推進に際しては、戦略的な事業化と標準化を一体的に実施する。

【内閣官房、内閣府、総務省、経済産業省、国土交通省】

- ・データ形式の違いやシステムごとの要求仕様の違い、またシステムやセンサがアップデートされることを前提に、機能追加/削除等を容易に実現するソフトウェア技術の高度化及びシステム設計可能なリファレンスモデルやアーキテクチャを策定する。

【内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省】

- ・AI創作物や3Dデータ、創作性を認めにくいデータベース等の新しい情報財について、例えば市場に提供されることで生じた価値などに注目しつつ、知的財産保護の必要性や在り方について、具体的な検討を行う。 【内閣府】

④ 規制・制度改革の推進と社会的受容の醸成 【内閣府、文部科学省、関係府省】

- ・AIやロボットの利活用促進をはじめとする新たな製品・サービスやビジネスモデルの社会実装の際における制度的な課題を安全と安心を分けるなどして抽出するとともに、抽出された課題に対し、制度の見直しや必要となるルールの策定等を含め、国内外の産学官の関係者がどのように対応すべきかについて検討を行う。また、科学技術イノベーションの進展による倫理的課題や社会的影響について、ELSI (Ethical, Legal and Social Issues) の視点を含め、産業界、学术界を交えた包括的な研究を行う。こうした研究に研究者の参加を促すとともに、こうした研究に対する資金面、人材面でのリソース配分が適切に確保されるようにする。 【関係府省】

- ・経済・社会に対するインパクトや社会コストを明らかにする社会計測機能の強化や社会実装に向けた異分野融合による倫理的・法制度的・社会的取組の強化、適切な規制や制度作りに資する科学の推進等を図る。 【内閣府、文部科学省】

⑤ 能力開発・人材育成の推進

【内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、防衛省、関係府省】

- ・IoT等を通じた新ビジネスの創出を担う人材等を育成するため、産学連携で人材育成を進める取組を推進する。 【関係府省】
- ・高度化する脅威に対するサイバーセキュリティの確保として、人材育成を実施する(SIPを含む)。また、サイバーセキュリティ、データサイエンス、国際標準化に関する人材の育成・確保について、海外との連携を含めて推進する。

- 【内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、防衛省】
- ・ 先進的で高度な科学技術、理科・数学教育、情報教育等を通じて、児童生徒の意欲と能力・才能の伸長を図ることで、将来社会を牽引する科学技術人材の育成に取り組む。
- 【文部科学省】

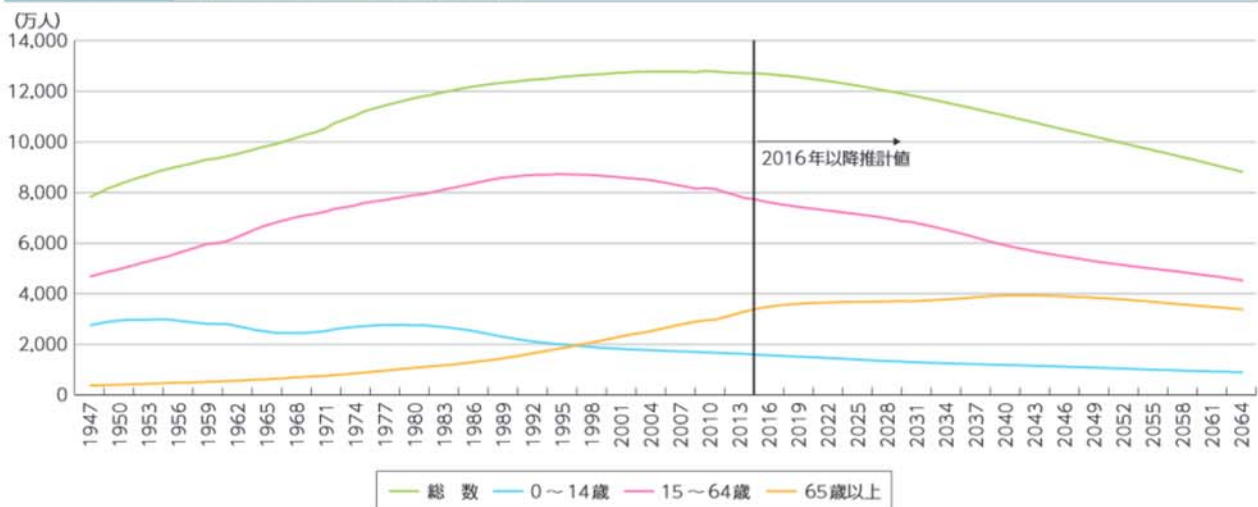
はじめに

1 人口減少時代とその課題

1 人口減少の現状

我が国では、少子高齢化が急速に進展した結果、2008年をピークに総人口が減少に転じており、人口減少時代を迎えている。国立社会保障・人口問題研究所の将来推計によると、2050年には日本の総人口は1億人を下回ることが予測されている。人口構成も変化し、1997年には65歳以上の高齢人口が14歳未満の若年人口の割合を上回るようになり、2017年には3,515万人、全人口に占める割合は27.7%と、増加している。他方、15歳から64歳の生産年齢人口は2017年の7,596万人（総人口に占める割合は60.0%）が2040年には5,978万人（53.9%）と減少することが推計されている。（図表0-1-1-1）。

図表0-1-1-1 我が国の人口及び人口構成の推移



※2018年以降：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成29年4月）」（出生中位・死亡中位推計）

（出典）2017年まで：総務省「国勢調査」、「人口推計（各年10月1日現在）」
（総数には年齢「不詳人口」を含み、割合は年齢「不詳人口」を按分補正した人口による。1971年以前は沖縄県を含まない。）

2 人口減少によって生じる課題

このような少子高齢化の進展、生産年齢人口の減少により、国内需要の減少による経済規模の縮小、労働力不足、我が国の投資先としての魅力低下による国際競争力の低下、医療・介護費の増大など社会保障制度の給付と負担のバランスの崩壊、財政の危機、基礎的自治体の担い手の減少など様々な社会的・経済的な課題が深刻化することとなる。

人口減少時代の課題は国レベルだけではない。個々人も、「人生100年時代」と言われるような長い人生を、いかに有意義に過ごすかを考える必要に迫られている。

また、人口が減少する中で、経済社会水準の維持を図るには、限られた労働力でより多くの付加価値を生み出し、一人あたりの所得水準を高めることが必要となる。

2 データ主導社会へ

1 データの価値

1990年代半ばからのインターネットと携帯電話の急激な普及により、先進国にとどまらず、途上国にも情報化の波が押し寄せた。このように国境を越えた情報通信ネットワークの形成が進み、さらにスマートフォンが世界的に普及した結果、人々の意識や行動の範囲が時間や場所を超えて世界的な広がりを持つことになり、世界中で様々

な変化、成長、進歩の機会が拡大することとなった。我が国で、2000年代にはFTTHなどのブロードバンド通信と第3世代以降の携帯電話との急激な普及により、世界でも有数の情報通信ネットワーク基盤を有する国となった。今後、2020年に向けて、IoT基盤とも期待される、高速・低遅延・大量接続が可能な第5世代移動通信システム(5G)のサービス開始に向けて、情報通信ネットワークは更なる進化を遂げることが期待される。

近年、ICT (Information and Communications Technology: 情報通信技術) はより進化している。インターネット利用の増大とIoT (Internet of Things: モノのインターネット) の普及により、様々な人・モノ・組織がネットワークにつながることに伴い、大量のデジタルデータ (Big Data: ビッグデータ) の生成、収集、蓄積が進みつつある。それらデータのAI (Artificial Intelligence: 人工知能) による分析結果を、業務処理の効率化や予測精度の向上、最適なアドバイスの提供、効率的な機械の制御などに活用することで、現実世界において新たな価値創造につなげることができる。

これは現実世界の変化にとどまらない。IoTによって現実世界からより多くの情報が収集できると、サイバー空間においても、現実世界の状況をより詳細に再現することができるようになり、また、サイバー空間の情報に現実世界の情報が合わさることによって、これまでとは異なる視点や考え方も生まれることで、現実世界のみでは困難だった複雑な原因の解明や将来予測、最適な対策・計画を検討することも可能となる。

このような世界では、データは「21世紀の石油」とも言われるように、その利活用が国のあり方とその発展に大きな影響を与えることとなる。ただし、データを多く集めること自体には必ずしも価値はなく、そこから取り出される様々な意味や知見にこそ価値がある。さらに、AIの分析精度向上や様々な領域での活用により新たな価値を生み出すためには、データの量だけではなく、その種類・質が重要であり、多種類 (多分野、多サービス) の高品質 (高精度、高精細) なデータを大量にもっていることが競争力を左右するだけでなく、イノベーションの源泉にもなる。

そのようになると、市場での優位性の基準が、データへと移転する、つまり、現実世界とサイバー空間の主従関係が逆転することとなることも考えられる。

2 デジタルトランスフォーメーション

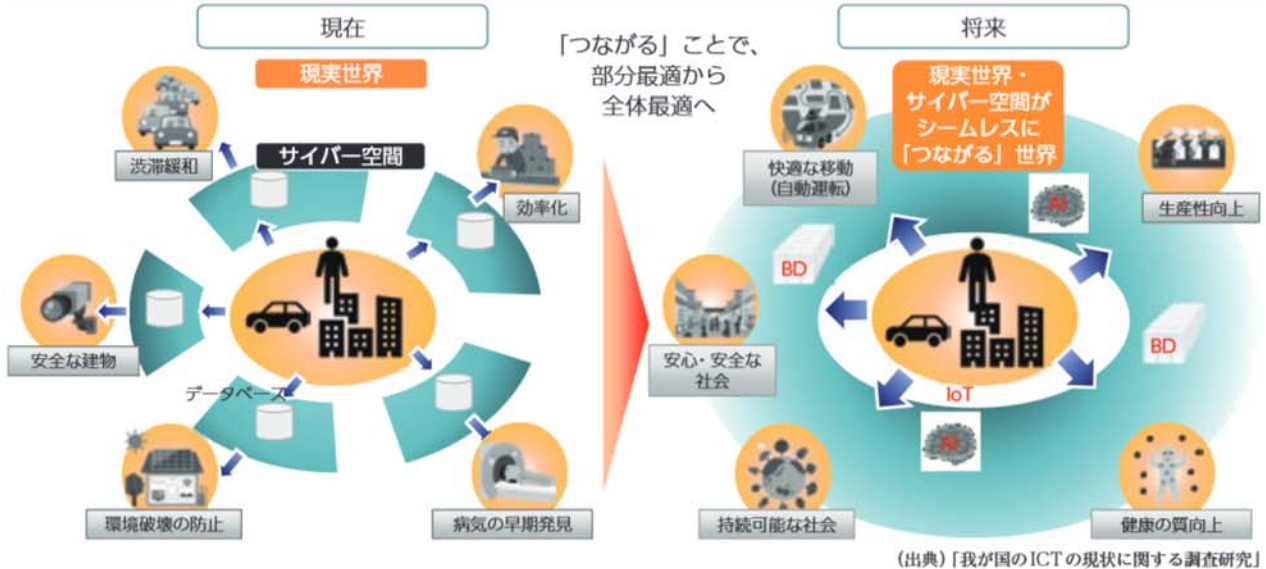
現在は、このような「ICTの浸透が人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させるデジタルトランスフォーメーション (Digital Transformation)」^{*1}が進みつつある時代にあるといえる。この変化は段階を経て社会に浸透し、大きな影響を及ぼすこととなる。まず、インフラ、制度、組織、生産方法など従来の社会・経済システムに、AI、IoTなどのICTが導入される。次に、社会・経済システムはそれらICTを活用できるように変革される。さらに、ICTの能力を最大限に引き出すことのできる新たな社会・経済システムが誕生することになる。

その結果としては、例えば、製造業が製品 (モノ) から収集したデータを活用した新たなサービスを展開したり、自動化技術を活用した異業種との連携や異業種への進出をしたり、シェアリングサービスが普及して、モノを所有する社会から必要な時だけ利用する社会へ移行し、産業構造そのものが大きく変化していくことが予想される。

このようにデジタルトランスフォーメーションが進展することによって、特定の分野、組織内に閉じて部分的に最適化されていたシステムや制度等が社会全体にとって最適なものへと変貌すると予想される (図表0-2-1-1)。

*1 ウメオ大学 (スウェーデン) のエリック・ストルターマン教授が2004年に提唱した概念。

図表0-2-1-1 デジタルトランスフォーメーション



3 Society 5.0

このようなデジタル化が進んだ社会像として Society5.0がある。Society 5.0は、内閣府の第5期科学技術基本計画において、我が国が目指すべき未来社会の姿として提唱されたものである。これまでの狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く、「サイバー空間 (仮想空間) とフィジカル空間 (現実空間) を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会 (Society)」*2とされる。

これまでの情報社会 (Society 4.0) では、社会での情報共有が不十分であったが、Society 5.0で実現する社会では、「IoT (Internet of Things) で全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことで、これらの課題や困難を克服します。また、人工知能 (AI) により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服されます。社会の変革 (イノベーション) を通じて、これまでの閉塞感を打破し、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合あえる社会、一人一人が快適で活躍できる社会となります。」*3とあり、AI、IoT化といったデジタル化の進展による全体最適の結果、社会課題解決や新たな価値創造をもたらす可能性を指摘している。

3 人口減少時代のICTによる持続的成長

先に挙げたとおり、少子高齢化やそれに伴う人口減少は、我が国経済・社会に大きな影響を与える可能性がある。まず、経済では、需要面と供給面の双方にマイナスの影響を与え、中長期的な経済成長を阻害する可能性がある。

需要面では、少子高齢化やそれによる人口減少は、多くの分野で国内需要の縮小をもたらすこととなる。次に、供給面では、少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少は、①労働投入、②資本投入、③TFP (全要素生産性) という経済成長の3要素のうち、①の労働投入の減少につながる。また、今後人口減少により国内市場が縮小するとの懸念を企業が持つと、経済成長への期待が減少し、②の資本投入にも負の影響を与える可能性がある。

また、社会面でも、少子高齢化に伴い社会構造が変化することから多様な課題が生じるが、独居世帯増や地域人口の減少によりコミュニティ維持が困難になるなど、基本となる人と人との結びつきが希薄化することで、社会資本 (ソーシャルキャピタル) の形成が困難となる可能性がある。

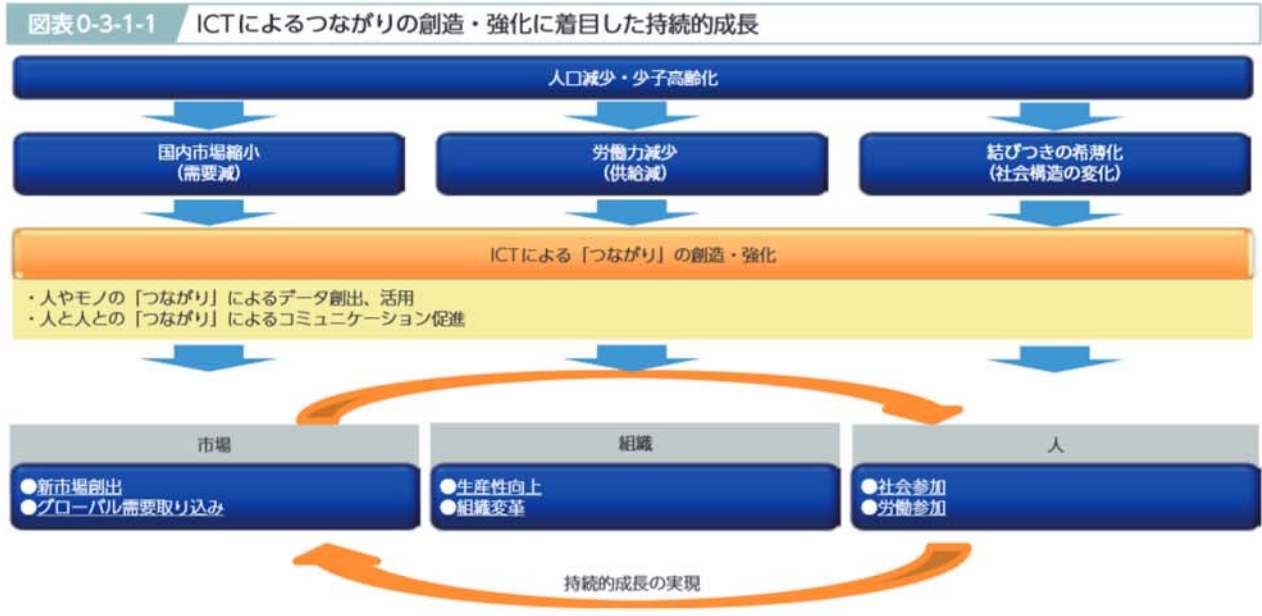
これらの課題に関しては、近年更なる発展を遂げているICTにより人・モノ・組織・地域などを「つなげる」ことで、デジタルトランスフォーメーションが進展し、課題を解決するための新たな価値創造を図り、持続的成長

*2 内閣府 Society5.0 http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

*3 内閣府 Society5.0 http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

を目指すことが考えられる。

需要を拡大させる方向として、「市場」の観点からは、ICTによる新たな商品やサービスの開発を通じて持続的な需要創出を図るとともに、企業の積極的なグローバル展開を通じて海外需要の取り込みを図ることとなる。供給を拡大させる方向として、企業など「組織」の観点からは、労働投入の減少を見据え、ICT投資・利活用により企業の生産性向上を図っていくこととなる。加えて、その前提となるICT利活用を最適化するための組織変革も必要である。社会面では、「人」の観点として、多様な生き方を実現する「複属」*4を図るため、ICTを通じた人と人との結びつきの促進や、女性や高齢者などのICTを活用した就業環境整備による労働参加の拡大、それを可能とするためのICT教育・人材育成による労働の質向上がある。



4 特集部の構成

特集部は4章構成となっている。導入として、第1章では、デジタルデータの増大が進む中で、世界と日本のICT市場や制度整備の動向に触れるとともに、ICTが経済成長に与える影響について日米を比較して考察する。続いて、第2章から第4章までで、ICTによる持続的成長の可能性について述べる。第2章では「市場」の観点からICTによる新市場創出、グローバル需要取り込み、第3章では「組織」の観点からICTによる生産性向上及びその前提となる組織改革、第4章では「人」の観点から、ICTによる社会・労働参加について述べる。

*4 庄司 昌彦 (2015) 「[分人・複属] と電子行政」行政&情報システム (2015)

技術の普遍性と多様性を理解することで、

- 産業構造の変化に伴い変容する技術を柔軟に適用(修得・応用)すること、
- 機能および非機能の実現に必要な複数領域の技術を統合すること、
- 多様な技術を創造的に組み合わせ新たな価値を持つ技術とすること、さらに、
- これらをグローバル化する情報化社会の中で実践していくことができる人材

4年次

技術創造能力

複数の専門領域における多様な技術を創造的に組み合わせ、新たな価値を持つ技術とする能力

技術統合能力を修めた上で、主・副専門領域の要素技術を組み合わせて学際領域の問題を解決するための手法を定義する能力

3年次

技術統合能力

複数の専門領域における知識や技術の必要性を理解し、技術を統合することで必要な機能などを実現できる能力

主専門領域の技術適用能力を基礎に、主専門領域の技術を副専門領域で活用する、または、主専門領域に副専門領域の技術を導入する能力

2年次

主専攻

副専攻

技術適用能力

理学の基礎の上に、理学の応用として科学・工学技術を原理から理解することで、変容する技術を柔軟に修得し、その技術を製品開発や問題解決に応用する能力

1年次

技術者の行動規範を理解し
人間の尊厳を尊重する能力

グローバルな技術コミュニケーション能力

ビッグデータの流通量の推計及び
ビッグデータの活用実態に関する調査研究

報告書

2015年3月

株式会社情報通信総合研究所

第1章 調査の背景・目的

近年、通信基盤や通信端末の高度化、各種センサーの普及等により、ネットワーク上で生成、流通、蓄積されるデジタルデータは飛躍的に増大し、多様化している。同時に、データサイエンスの進歩により、従来は分析が困難であった非構造データを含む多種多様なデータについても分析が可能となっている。

こうした分析可能なデータの質的・量的な拡大（いわゆる「ビッグデータ」現象）は、生産・流通プロセスの効率化や商品・サービス品質の向上、経営判断の正確化や新たなビジネスモデルの創造等を引き起こし、我が国の経済成長に大きく貢献する可能性を秘めている。このため今後、こうしたビッグデータの活用をいかに促進していくかが我が国ICT政策の重要課題となっているが、政策立案の前提として、ビッグデータ現象の実態とインパクトを可能な限り正確に把握しておく必要がある。以上のような問題意識から、総務省では過去2カ年にわたり、ビッグデータの流通量等の試行的計測と、計測された流通量等の増大が我が国マクロ経済の動向とどのような相関関係・因果関係を持つかについての試行的分析を行ってきた。

本調査研究は、これら過去2カ年の調査研究の結果を踏まえ、ビッグデータ現象の実態とインパクトの把握を更に精緻化することを目的として、廣松毅教授（情報セキュリティ大学院大学）、篠崎彰彦教授（九州大学大学院経済学研究院）、飯塚信夫教授（神奈川大学経済学部）の御協力の下、我が国におけるビッグデータ流通量の推計、ならびにデータ量の増大と経済パフォーマンスとの関係に関する定量的な分析を行った。本報告者はその成果を記載するものである。

以下、第2章ではビッグデータ流通量の推計手法及び推計結果について述べ、第3章では第2章で推計した流通量と経済成長との関係性の分析結果を示す。第4章ではアンケート調査に基づいた企業等におけるビッグデータの活用実態の調査結果について述べ、第5章ではビッグデータの活用事例を示す。そして、第6章で本調査全体のまとめとしてビッグデータ活用の実態と将来像について述べる。

第2章 ビッグデータ流通量の推計手法及び推計結果

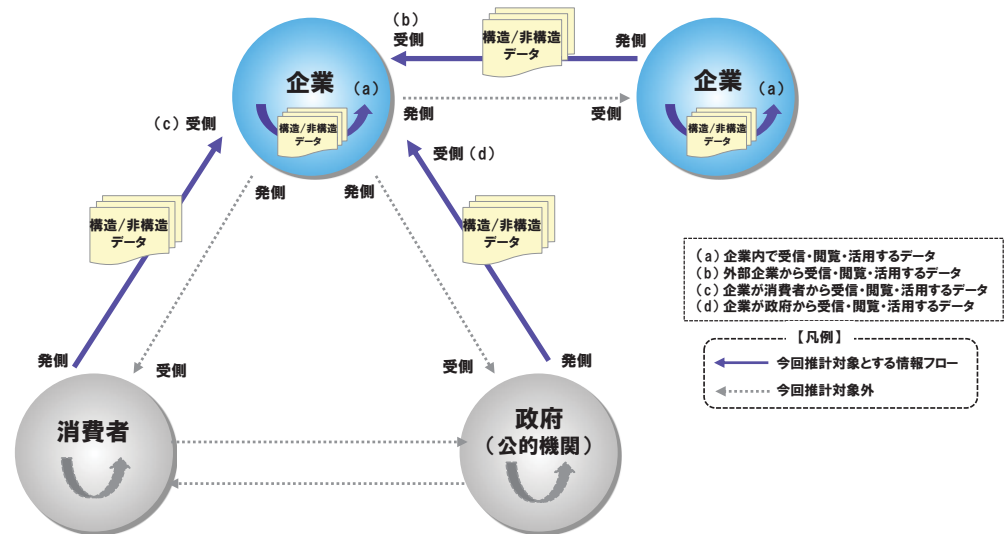
第1節 フレームワーク

ア 対象主体

まず、ビッグデータ流通量の推計対象主体は昨年度までの調査と同様に企業とし、企業が電子的に受信するデータについて計測を行った。これはビッグデータを活用することにより、社会・経済的価値を創出する主要な経済主体は企業であると考えられるためである。なお、ここで言う「企業が電子的に受信するデータ」には、同一企業内で受信するデータ、他の企業、個人または政府から受信するデータの全てを含むものとする。

また、推計対象産業も、昨年度までと同様に、産業連関表にある13部門分類から農林水産業、鉱業、公務及び分類不明を除いた9部門を対象とした（図表2-1）。

図表2-1 データ流通量等計測の対象主体



○ 推計対象産業～産業連関表13部門分類のうち、農林水産業、鉱業、公務、分類不明を除いた9部門を対象～
 対象分野・産業

農林水産業	鉱業	製造業	建設	電力・ガス・水道	商業	金融・保険	不動産	運輸	情報通信	サービス	公務 分類不明 (対象外)
-------	----	-----	----	----------	----	-------	-----	----	------	------	---------------------

イ 計量対象データ

続いて、企業が受信したデータ流通量を推計するにあたっての計量対象データについて説明する。ビッグデータはさまざまな特性を有する複数のデータから構成されていること、またビッグデータを構成するデータ群は時間とともに動的に変化していくことを鑑みれば、ビッグデータの構成データを画一的に画定し、その中のすべてのデータを対象としたデータ流通量を推計することは現実的には困難である。そのため、実際に流通量を推計するにあたっては、計量対象とするデータを限定する必要がある。

本調査では、昨年度までの調査からの継続性を重視し、昨年度と同様の21種のデータを対象とした(図表2-2)。ただし、固定IP電話の範囲を拡大し非IP電話を含む固定電話へ変更した。また、一部で統一のとれていなかったデータの名称を変更し、分類の見直しも合わせて行った。21種のデータは、データ量の違いに着目したテキスト、音声、画像、動画という軸と、データの特性に着目した業務データ、販売記録、顧客等とのコミュニケーション、自動取得という軸で分類した。

図表2-2 ビッグデータ流通量の計量対象データ

	テキスト	音声	画像	動画
業務データ	顧客データ 業務日誌データ 経理データ			
医療	【医療】 電子カルテデータ		【医療】 画像診断データ	
販売記録	POSデータ Eコマースにおける 販売データ			
医療	【医療】 電子レセプトデータ			
顧客等との コミュニケーション	電子メール	CTI音声データ 固定電話 携帯電話		
自動取得	アクセスログ 動画・映像閲覧ロ グ Blog、SNS等記事 データ			
M2M	GPSデータ RFIDデータ センサーデータ	交通量・渋滞情報 データ 気象データ		防犯・遠隔監視カメ ラデータ

第2節 企業のデータ流通量の推計結果

ア 推計アプローチ

ビッグデータ流通量の推計は、昨年度までの調査と同様の方法を採用し、企業数に各メディア利用率と各メディアを利用する企業あたりのデータ量を乗じて行った。データの更新は図表2-3に示した方法で行い、2013年見込値の確定値への更新と2014年見込値の推計を行った。各メディアの推計モデルは図表2-4の通りである。

図表2-3 ビッグデータ流通量の更新方法

	総企業数	各メディア利用率	各メディア1企業あたりデータ量
ベンチ マークの 設定	<ul style="list-style-type: none"> 経済センサス(2009年、2012年)データ(医療施設は「医療施設調査」データを経済センサスの規模別データで案分した値)をベンチマークとして採用。 ベンチマーク前後の年データを「法人企業統計」「医療施設調査」データの伸び率を用いて計算。 	<ul style="list-style-type: none"> 調査初年度(2012年度)時点のアンケート調査における1年前(2011年)の利用率をベンチマークとして採用。 ※ 公的統計を用いるメディア(GPSデータ、RFIDデータ、電子レセプト、電子カルテ)は公的統計の値をベンチマークとして採用。最新年の1年前までのデータが利用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 調査初年度(2012年度)時点のアンケート調査の1企業あたりデータ量をベンチマークとして採用。
最新年 (見込) データの 算出	<ul style="list-style-type: none"> 前年データに「法人企業統計」「医療施設調査」の月次データの伸び率を乗じて計算。 	<ul style="list-style-type: none"> 最新年度のアンケート調査データに、前年データの調査年度の違いによる差(最新年度調査の利用率-前年度調査の利用率)を加算。 	<ul style="list-style-type: none"> 前年データに最新年度のアンケート調査データの伸び率を乗じて計算。
最新年 の1年前 のデータ の算出	<ul style="list-style-type: none"> 「法人企業統計」「医療施設調査」の月次データの伸び率を用いて計算していた値を年次データの伸び率を用いて計算した値に置換。 	<ul style="list-style-type: none"> 最新年データを計算した後で補正值(前年(最新年の2年前)と最新年の間の平均成長率を計算し、前年データに乘じて計算)に置換。 ※ 公的統計からデータが得られるメディア(GPSデータ、RFIDデータ)の公的統計データが得られる年の補正は行わない。公的統計の値をベンチマークとして採用するため。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用率と同じく最新年データを計算した後で補正值(前年データ(最新年の2年前)と最新年データの間の平均成長率を計算し、前年データに乘じて計算)に置換。
ベンチ マークの 見直し	<ul style="list-style-type: none"> 経済センサスデータが公表された時点で新たなベンチマークを設定し、ベンチマーク前後の年データを再推計。 	<ul style="list-style-type: none"> 企業数のベンチマークの見直し(経済センサスデータが公表された時点)に合わせて、「通信利用動向調査」データ、他のアンケート調査データ、定性情報等を元に推計値の妥当性を検討し、必要があれば新たなベンチマークを設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 企業数のベンチマークの見直し(経済センサスデータが公表された時点)に合わせて、「定性情報等を元に推計値の妥当性を検討し、必要があれば新たなベンチマークを設定する。

図表2-4 ビッグデータ流通量の推計モデル

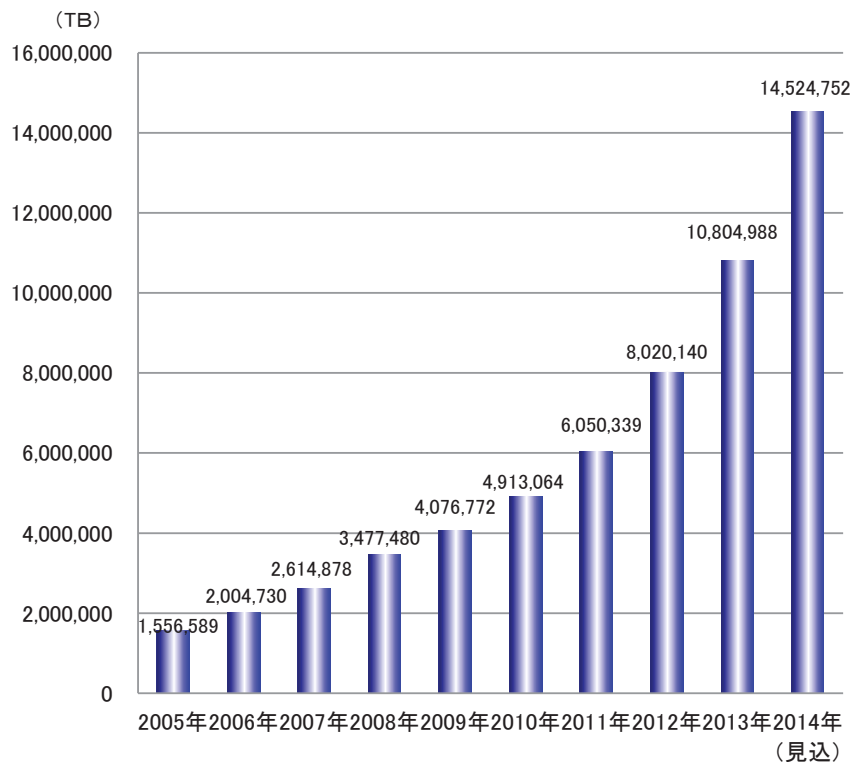
No.	カテゴリ	対象指標	算出式										
1	顧客データ	推計式	総企業数	×	顧客情報電子化率(%)	×	年間営業日数(日)	×	顧客登録数(1社1日平均人)	×	顧客あたりデータ量(MB)		
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査		
2	業務データ	推計式	総企業数	×	企業の総機軸電子化率(%)	×	年間営業日数(日)	×	総機軸データ作成件数(1社1日平均、件)	×	1総機軸データあたりのデータ量(MB)		
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査			
3	業務日誌データ	推計式	総企業数	×	企業の業務日誌作成率(%)	×	企業の業務日誌電子化率(%)	×	年間営業日数(日)	×	業務日誌作成件数(1日平均、件)	×	1業務日誌あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査			
4	販売記録	推計式	総企業数	×	POSシステム利用率(%)	×	POSシステム導入店舗数(1社平均、店)	×	年間営業日数(日)	×	購買顧客数(1店舗1日平均人)	×	購買客1人あたりデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査			
5	ECサイトにおける販売データ	推計式	総企業数	×	企業のECサイト利用率(%)	×	企業の販売ログ利用率(%)	×	年間日数(日)	×	販売件数(1社1日平均、件)	×	1購買ログあたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	365日	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
6	電子メール	推計式	総企業数	×	企業の電子メール利用率(%)	×	従業員数(1社平均、人)	×	年間営業日数(日)	×	メール受信数(1人1日平均、通)	×	1電子メールあたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、内閣府「国民経済計算」を用いて推計(総数を左記総企業数で除して計算)	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	HIT日本ウェブサイトのHTMLメールの推				
7	CTI音声データ	推計式	総企業数	×	CTI音声データ利用率(%)	×	着信回数(1社1日平均、回)	×	年間コールセンター営業日数(日)	×	通話1秒あたりのデータ量(MB)		
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	総務省「我が国の情報通信市場の現状と情報流通の計画に関する調査研究結果(平成21年度)情報流通インフラストラクチャの計画、の固定電話の推				
8	固定電話	推計式	総企業数	×	企業の固定IP電話利用率(%)	×	従業員数(1社平均、人)	×	年間営業日数(日)	×	通話時間(受信のみ)(1人1日平均、秒)	×	通話1秒あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、内閣府「国民経済計算」を用いて推計(総数を左記総企業数で除して計算)	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	総務省「我が国の情報通信市場の現状と情報流通の計画に関する調査研究結果(平成21年度)情報流通インフラストラクチャの計画、の固定電話の推				
9	携帯電話	推計式	総企業数	×	企業の携帯電話利用率(%)	×	従業員数(1社平均、人)	×	年間営業日数(日)	×	通話時間(受信のみ)(1人1日平均、秒)	×	通話1秒あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、内閣府「国民経済計算」を用いて推計(総数を左記総企業数で除して計算)	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	総務省「我が国の情報通信市場の現状と情報流通の計画に関する調査研究結果(平成21年度)情報流通インフラストラクチャの計画、の携帯電話の推				
10	アクセスログ	推計式	総企業数	×	企業のHP、WEBサイトの開設率(%)	×	企業のアクセスログ利用率(%)	×	年間日数(日)	×	アクセスログの件数(1社1日平均、件)	×	アクセスログ1件あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
11	自動取得 動画・映像視聴ログ	推計式	総企業数	×	企業の視聴ログ利用率(%)	×	年間日数(日)	×	視聴ログの件数(1社1日平均、件)	×	視聴ログ1件あたりのデータ量(MB)		
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	365日	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
12	Blog、SNS等記事データ	推計式	総企業数	×	企業のBlog、SNS記事活用率(%)	×	年間営業日数(日)	×	Blog、SNS記事掲載数(1社1日平均、件)	×	1記事あたりのデータ量(MB)		
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
13	GPSデータ	推計式	総企業数	×	企業のGPSデータ利用率(%)	×	GPS受信機未数(1社平均、台)	×	年間営業日数(日)	×	GPSデータ受信回数(1台1日平均、回)	×	1受信機あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	総務省「通信利用動向調査」におけるGPS、携帯電話などの位置情報機能の導入率、最新の通信アンケート調査を用いて推計	アンケート調査	365日	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査			
14	RFIDデータ	推計式	総企業数	×	RFIDリーダー設置率(%)	×	RFIDリーダー設置数(1社平均、台)	×	年間営業日数(日)	×	通信回数(1台1日平均、回)	×	1通信機あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	総務省「通信利用動向調査」における非接触型ICカードの導入率、最新の通信アンケート調査を用いて推計	アンケート調査	365日	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査			
15	センサーデータ	推計式	総企業数	×	センサーを備えたシステムの利用率(%)	×	センサーの設置台数(1社平均、台)	×	年間日数(日)	×	センサーが取得したデータの受信回数(1社1日平均、回)	×	1受信機あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	365日	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
16	交通量・渋滞情報データ	推計式	総企業数	×	企業の交通量・渋滞情報データ利用率(%)	×	交通量・渋滞情報データ受信回数(1社1日平均、回)	×	年間営業日数(日)	×	交通量・渋滞情報データ受信回数(1台1日平均、回)	×	1受信機あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
17	気象データ	推計式	総企業数	×	企業の気象データ利用率(%)	×	年間営業日数(日)	×	気象データ受信回数(1社1日平均、回)	×	1気象データあたりのデータ量(MB)		
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
18	防犯・遠隔監視カメラデータ	推計式	総企業数	×	企業の防犯・遠隔監視カメラ利用率(%)	×	防犯・遠隔監視カメラ設置数(1社平均、台)	×	年間日数(日)	×	防犯・遠隔監視カメラデータの受信回数(1台1日平均、回)	×	1受信機あたりのデータ量(MB)
		データ出所	総務省「経済センサス」(平成21年、24年)、財務省「法人企業統計」、国税庁「会社基本調査」より推計	アンケート調査	アンケート調査	365日	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
19	電子カルテデータ	推計式	総医療機関数	×	電子カルテ利用率(%)	×	年間営業日数(日)	×	電子カルテ作成件数(1機関1日平均、件)	×	1電子カルテあたりのデータ量(MB)		
		データ出所	厚生労働省「医療施設調査」(大企業、中小企業の内訳は総務省「経済センサス」(平成21年、24年)データを用いて推計)	アンケート調査	厚生労働省「医療施設調査」(平成17年、20年、23年)とアンケート調査より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
20	画像診断データ	推計式	総医療機関数	×	画像診断利用率(%)	×	年間営業日数(日)	×	画像診断撮影数(1機関1日平均、枚)	×	1画像診断あたりのデータ量(MB)		
		データ出所	厚生労働省「医療施設調査」(大企業、中小企業の内訳は総務省「経済センサス」(平成21年、24年)データを用いて推計)	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				
21	電子レセプトデータ	推計式	総医療機関数	×	電子レセプト利用率(%)	×	年間営業日数(日)	×	電子レセプト発行件数(1機関1日平均、件)	×	1電子レセプトあたりのデータ量(MB)		
		データ出所	厚生労働省「医療施設調査」(大企業、中小企業の内訳は総務省「経済センサス」(平成21年、24年)データを用いて推計)	アンケート調査	厚生労働省「医療施設調査」(平成17年、20年、23年)とアンケート調査より推計	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査	アンケート調査				

イ 推計の結果

今回のデータ流通量推計で採用した 21 種のデータを対象に、データ流通量の推計を行った結果、2014 年のデータ流通量は、9 産業（サービス業、情報通信業、運輸業、不動産業、金融・保険業、商業、電気・ガス・水道業、建設業、製造業）の合計で、約 14.5 エクサバイトとなる見込みとの結果になった（図表 2-5）。

データ流通量の経年推移をみると、2005 年の約 1.6 エクサバイトから 2014 年には約 14.5 エクサバイト（見込み）となっている。つまり、2005 年から 2014 年の 9 年間でデータ流通量は約 9.3 倍（同期間の年平均伸び率は 27.1%）に拡大する見込みである。

図表 2-5 データ流通量の推移（産業計）



次に、データ流通量をメディア別に分解してみると、2014 年時点では防犯・遠隔監視カメラデータが約 8.5 エクサバイトと最も大きく、次いで、センサーデータ（約 3.5 エクサバイト）、POS データ（約 1.1 エクサバイト）が大きく、1 エクサバイトを上回っている。また、各メディアが時系列でどの程度伸びたのかをみるために、2005 年時点の各メディアの流通量が 100 になるように基準化した上で指数化して経年変化をみると、動画・映像視聴ログ、センサーデータ、画像診断データ、防犯・遠隔監視カメラデータ、気象データの伸びが大きく、2014 年で 2005 年の 10 倍以上となったことが分かる（図表 2-6）。

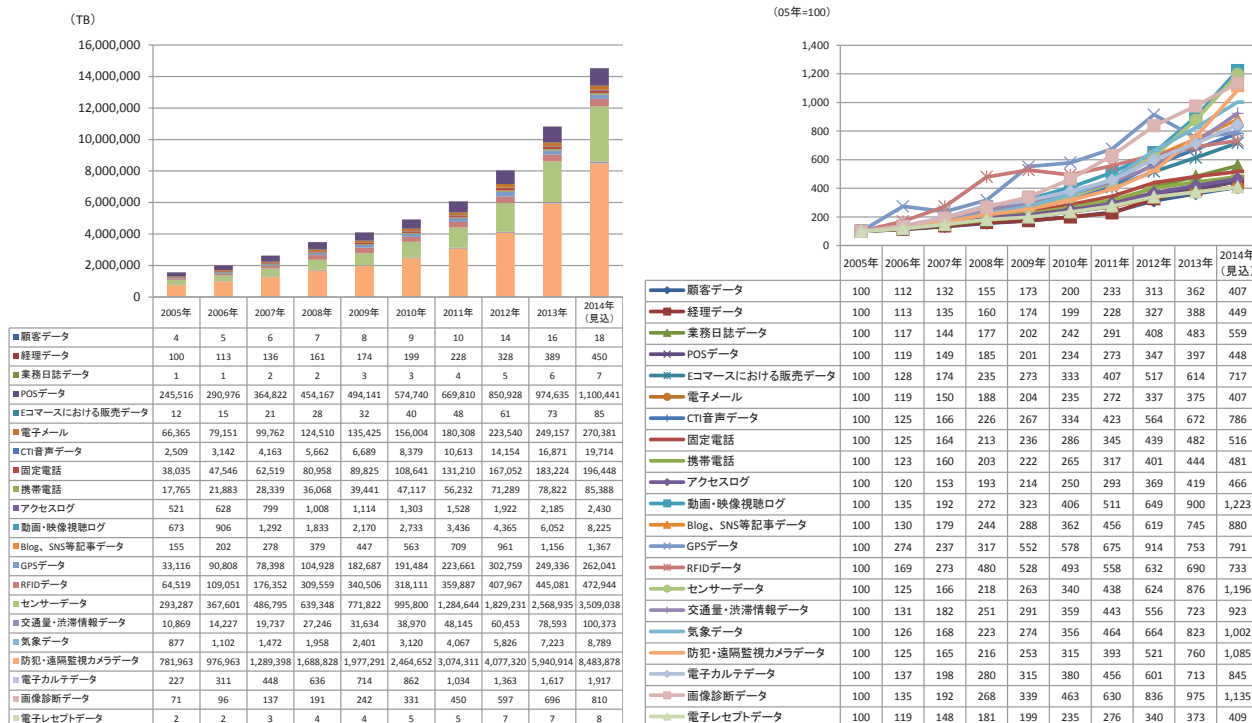
以上のメディア別の時系列変化をみると、ビッグデータが注目される以前から既に長期間に渡って活用されてきた POS データは 2005 年以降であまり伸びていないことが分かるが、データ流通量は依然として大きい。

逆に、画像診断データと気象データは2014年時点でも総量は未だに比較的小さい水準にあるが、近年データ流通量が大きく伸びている。伸びが大きい要因として、画像診断データは高齢化による患者の増加や技術の発展等の影響、気象データはPOSデータとの組み合わせによる需要予測での活用増加等の影響が考えられる。このように、データ流通量からは古いメディアの成熟や新しいメディアの成長を読み取ることができる。また、防犯・遠隔監視カメラデータとセンサーデータはデータ流通量が大きくかつ伸びも大きいいため影響力が大きいメディアだといえる。

防犯・遠隔監視カメラは、2015年に国内市場規模が400億円を突破し、その後も拡大するとの予測があり、防犯・遠隔監視カメラの市場拡大とデータ流通量の増大が並行して進んでいるといえるだろう¹。市場拡大の要因としては、金融店舗や小売店舗での360度全方位カメラの採用増加やカメラメーカーが映像・画像ソリューション提案に注力していることが挙げられる。映像・画像ソリューションの例としては小売店舗での客数カウンター起用、陳列棚の確認、防災遠隔管理システムとの連動等がある。こうしたソリューションの利活用が進展していくことで、増大するデータが新たな価値を生み出すことが期待できる。なお、防犯・遠隔監視カメラデータの流通量が大きい要因の一つとして動画データという特性のためバイト単位で計ったデータ量が大きくなっていることがあるので、テキストデータや静止画データと比較する際に注意が必要である。

センサーデータのデータ流通量拡大の背景には様々な種類のセンサーが多様な目的で使用されるようになってきていることがある。センサーから得られるデータ量は微々たるものだが、センサーの数とセンサーからの通信頻度の拡大が大きいいため、データ流通量が拡大していると考えられる。

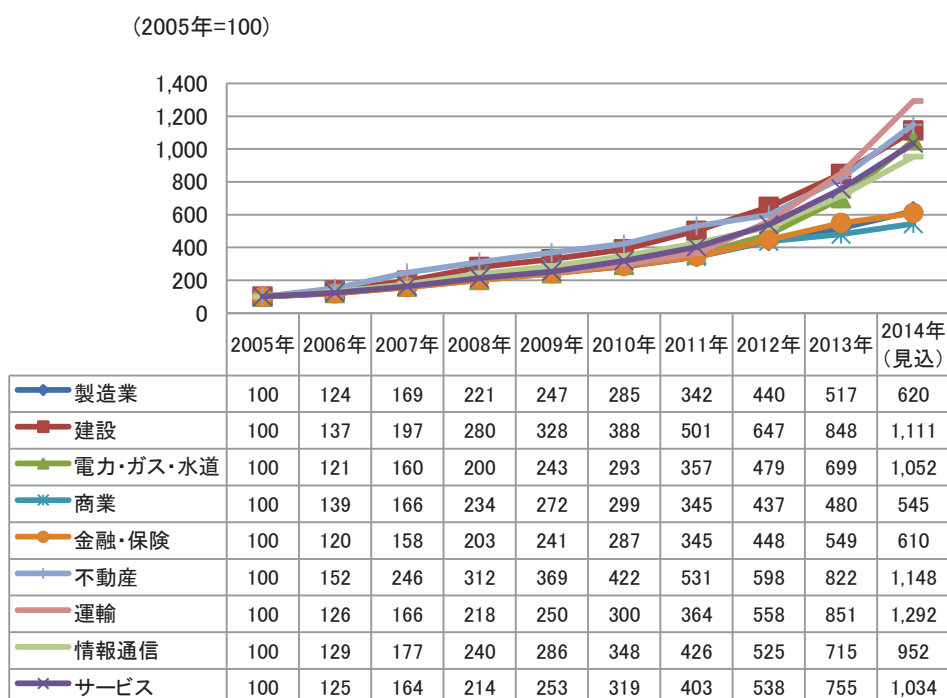
図表 2-6 データ流通量の推移（メディア別）



¹ 富士経済「FK通信」第141号（2014年2月25日）
<http://www.group.fuji-keizai.co.jp/mgz/mg1402/1402m2.html>

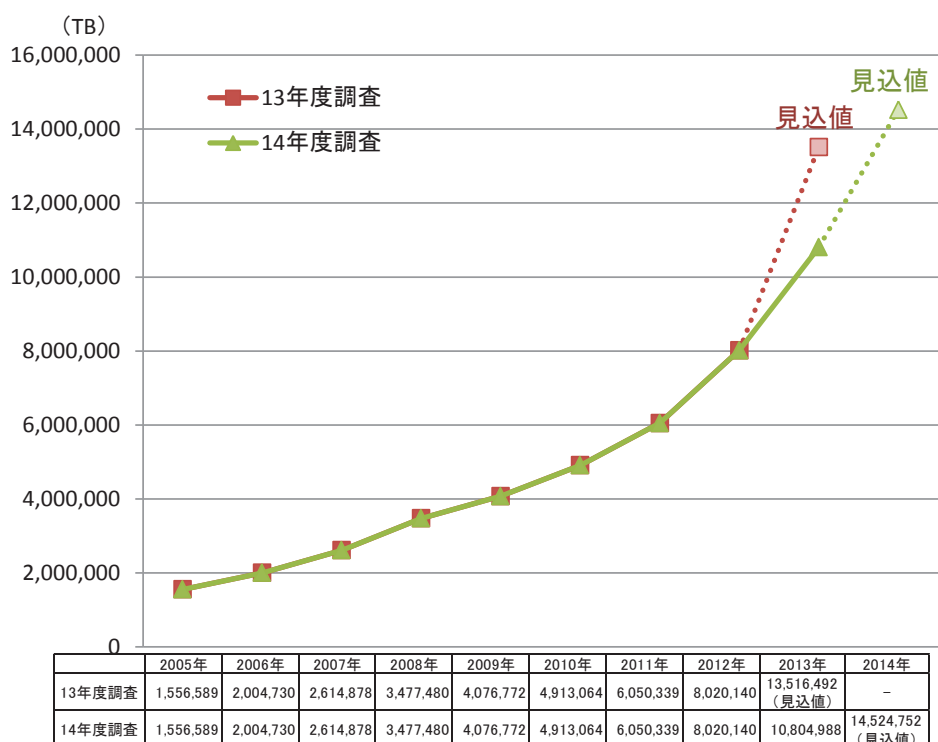
さらに、データ流通量を産業で分けた場合の経年変化をみるために、2005年時点の各産業のデータ流通量が100になるように基準化した上で指数化したデータを観察した(図表2-7)。これより、すべての産業においてデータ流通量が伸びたことが分かるが、特に運輸業や不動産業、建設業での伸びが顕著である。この要因は、これらの産業においてデータ流通量の伸びが大きい防犯・遠隔監視カメラの利用が多いことにある。一方、商業はデータ流通量の伸びが最も小さいが、これは近年あまり伸びていないPOSデータの占めるシェアが大きいためである。ただし、この結果は、商業のデータ流通量が伸びていないと解釈するよりよりは、商業が他産業に先駆けてPOSデータ利用を進めた結果が表れていると解釈するのが適切であろう。

図表 2-7 データ流通量の推移(業種別)



最後に、13年度調査におけるデータ流通量の推計結果と今回(14年度調査)の推計結果の比較検証を行った(図表2-8)。13年度調査では2013年時点で約13.5エクサバイト(21種のメディア合計)という見込であったが、新たに確定値を推計したところ10.8エクサバイトに修正された。

図表2-8 データ流通量の昨年度調査結果との比較



第3章 データ流通量と経済成長との関係性分析

第2章ではデータ流通量が拡大していることをみてきたが、その次の段階としてデータ流通量の拡大が我が国全体の実質 GDP の成長に寄与しているのかどうかについて検証を行った。

検証方法は昨年度調査と同様であり、情報資本のネットワーク外部性を明示的に取り入れた生産関数モデルをベースに分析を行った²。以下にモデルを示す。

$$Y = AK_{all}^{\alpha} L^{\beta} (K_i \cdot Data)^{\gamma}, \alpha + \beta = 1. \dots (1)$$

ここで、Y は実質 GDP、A が全要素生産性、 K_{all} が総資本ストック、L が労働投入量、 K_i が情報資本ストック、Data がデータ流通量を示す。総資本ストック及び労働投入量の生産要素に対しては規模に関して収穫一定であるが、情報資本ストックに対してネットワーク外部性が働き、経済全体として規模に関して収穫逓増となるモデルである。なお、情報資本に対してデータが多く流通することによって、実質 GDP にプラスの影響を与えることを仮定し、ネットワーク外部性を示す情報資本ストックの項にデータ流通量を乗じている。

検証に用いるデータセットは、期間が2005年から2013年までの9年分、産業がデータ流通量を推計した9産業³のパネルデータであり、サンプルサイズは81である。線形回帰モデルを適用できる形に(1)式を変

² 情報資本ストックが外部効果を持つ生産関数モデルについては、日本経済研究センター「日本経済の再出発Ⅱ—IT革新の衝撃とその評価—」を参照のこと。

³ 製造業、建設業、電気・ガス・水道業、卸売・小売業、金融・保険業、不動産業、運輸業、情報通信業、サービス業の9産業である。

(用紙 日本工業規格A4縦型)

教 育 課 程 等 の 概 要																
(理工学部データサイエンス学科)																
科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教 授	講 師	助 教	助 手			
共通 教育 科目	必修 科目	宗教論	1	③	2			○							兼2	
		キリスト教概論	2	①	2			○							兼2	
		小計(2科目)	—		4	0	0	—		0	0	0	0	0	兼4	
	体育 科目	基礎体育A	1	①	1						○				兼6	
		基礎体育B	1	④	1						○				兼6	
		小計(2科目)	—		2	0	0	—		0	0	0	0	0	兼6	
	情報 倫理 科目	情報倫理	1	②	2			○							兼3	
		小計(1科目)	—		2	0	0	—		0	0	0	0	0	兼3	
	選択 必修 科目	「人間の 尊厳」 科目	宗教に見る人間の尊厳	2・3・4	①・②		2		○							兼2
			哲学・倫理学における人間の尊厳	2・3・4	①・③		2		○							兼2
思想史に学ぶ人間の尊厳			2・3・4	③・④		2		○							兼2	
政治・経済と人間の尊厳			2・3・4	①・④		2		○							兼3	
法と人間の尊厳			2・3・4	①・②		2		○							兼4	
性と生命における人間の尊厳			2・3・4	①・③		2		○							兼2	
教育・文化における人間の尊厳			2・3・4	①・③		2		○							兼4	
民族問題と人間の尊厳			2・3・4	①・②		2		○							兼3	
小計(8科目)		—		0	16	0	—		0	0	0	0	0	兼21		
基盤 科目	哲学A	1・2・3・4	②		2		○							兼1		
	哲学B	1・2・3・4	③		2		○							兼2		
	文学A	1・2・3・4	④		2		○							兼1		
	文学B	1・2・3・4	③		2		○							兼1		
	美術A	1・2・3・4	③		2		○							兼1		
	美術B	1・2・3・4	④		2		○							兼1		
	倫理学	1・2・3・4	①・③		2		○							兼1		
	考古学A	1・2・3・4	①・③		2		○							兼1		
	考古学B	1・2・3・4	①		2		○							兼1		
	日本史B	1・2・3・4	②		2		○							兼1		
	世界史	1・2・3・4	④		2		○							兼1		
	文化人類学A	1・2・3・4	①		2		○							兼1		
	法学A	1・2・3・4	①		2		○							兼1		
	法学B	1・2・3・4	①		2		○							兼1		
日本国憲法	1・2・3・4	①・③		2		○							兼2			
政治学A	1・2・3・4	③		2		○							兼1			

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部データサイエンス学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教 授	講 師	助 教	助 手			
共通 教育 科目	基盤 科目	政治学B	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
		社会学B	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
		経済学A	1・2・3・4	①・④		2		○								兼 3
		経済学B	1・2・3・4	②・④		2		○								兼 2
		スポーツ科学論	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
		健康科学論	1・2・3・4	④		2		○								兼 1
		スポーツ科学演習A	1・2・3・4	②		2			○							兼 1
		スポーツ科学演習B	1・2・3・4	④		2			○							兼 1
		数学A	1・2・3・4	①		2		○								兼 1
		数学B	1・2・3・4	③		2		○								兼 1
		心理学A	1・2・3・4	①・④		2		○								兼 2
		心理学B	1・2・3・4	②		2		○								兼 1
		科学技術論A	1・2・3・4	①		2		○								兼 1
		小計 (29科目)		—		0	58	0	—		0	0	0	0	0	
学 際 科 目	文化の比較	1・2・3・4	①		2		○								兼 2	
	異文化との接触	1・2・3・4	①・③		2		○								兼 1	
	生命と倫理問題	1・2・3・4	①		2		○								兼 2	
	文学をめぐって	1・2・3・4	④		2		○								兼 2	
	思想・文化をめぐって	1・2・3・4	③		2		○								兼 2	
	日本との出会い	1・2・3・4	③・④		2		○								兼 3	
	アジアとの出会い	1・2・3・4	②・③		2		○								兼 2	
	イスラムとの出会い	1・2・3・4	①・③		2		○								兼 1	
	ヨーロッパとの出会い	1・2・3・4	①・②・④		2		○								兼 3	
	歴史の諸相	1・2・3・4	④		2		○								兼 1	
	異文化の理解	1・2・3・4	①・③・④		2		○								兼 2	
	プライバシーと倫理	1・2・3・4	④		2		○								兼 1	
	社会の諸相	1・2・3・4	③・④		2		○								兼 4	
	人権をめぐって	1・2・3・4	②・④		2		○								兼 1	
	政治・経済の諸相	1・2・3・4	②・③・④		2		○								兼 7	
	環境と倫理問題	1・2・3・4	①		2		○								兼 1	
	人間と環境	1・2・3・4	②・③		2		○								兼 2	
	社会システムと環境	1・2・3・4	①・②・③・④		2		○								兼 3	
こころとは	1・2・3・4	③・④		2		○								兼 2		
ことばとは	1・2・3・4	①・②・③・④		2		○								兼 5		
知識の探求	1・2・3・4	③・④		2		○								兼 2		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部データサイエンス学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
共通教育科目 選択必修科目	学際科目	人間と機械	1・2・3・4	④		2			○							兼 1
		文化と情報	1・2・3・4	④		2			○			2				兼 1
		情報社会の構造	1・2・3・4	③		2			○							兼 1
		情報を読む	1・2・3・4	①・②		2			○			3				兼 1
		科学の諸相	1・2・3・4	①・④		2			○							兼 2
		小計 (26科目)		—		0	52	0		—		4	0	0	0	0
選択科目	実践知形成科目	インターンシップ研修Ⅰ	2・3・4	②・④		1			○							兼 1
		インターンシップ研修Ⅱ	2・3・4	①・③		1									○	兼 1 集中※演習
		小計 (2科目)		—		0	2	0		—		0	0	0	0	0
スポーツ科目		スポーツ実技(個人スポーツ)	2・3・4	①・②・③		1									○	兼 2
		スポーツ実技(アウトドアスポーツ)	2・3・4	④		1									○	兼 2 集中
		スポーツ実技(集団スポーツ)	2・3・4	①・③		1									○	兼 2
		スポーツ実技(健康スポーツ)	2・3・4	②・③・④		1									○	兼 2
		スポーツ実技(生涯スポーツ)	2・3・4	①・②		1									○	兼 2
		スポーツ実技(フィットネス)	2・3・4	①・③・④		1									○	兼 2
		小計 (6科目)		—		0	6	0		—		0	0	0	0	0
外国語科目	必修外国語科目	英語Iコミュニケーションスキルズ	1	①		1									○	兼 14
		英語IIコミュニケーションスキルズ	1	②		1									○	兼 14
		英語IIIコミュニケーションスキルズ	1	③		1									○	兼 14
		英語IVコミュニケーションスキルズ	1	④		1									○	兼 14
		英語Vコミュニケーションスキルズ	2	①		1									○	兼 11
		英語VIコミュニケーションスキルズ	2	②		1									○	兼 11
		英語VIIコミュニケーションスキルズ	2	③		1									○	兼 11
		英語VIIIコミュニケーションスキルズ	2	④		1									○	兼 11
		小計 (8科目)		—		8	0	0		—		0	0	0	0	0

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部データサイエンス学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考			
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手				
共通教育科目 外国語科目	英語Iライティング	1・2・3・4 ①・②・③・④		1				○								兼 5	
	英語IIライティング	1・2・3・4 ②・④		1				○								兼 4	
	英語Iリーディング	1・2・3・4 ①・③		1				○								兼 4	
	英語IIリーディング	1・2・3・4 ②・④		1				○								兼 4	
	英語Iリスニング	1・2・3・4 ①・②・③・④		1				○								兼 7	
	英語IIリスニング	1・2・3・4 ②・④		1				○								兼 7	
	フランス語I	2・3・4 ①		1				○								兼 1	
	フランス語II	2・3・4 ②		1				○								兼 1	
	スペイン語I	2・3・4 ①		1				○								兼 2	オムニバス
	スペイン語II	2・3・4 ②		1				○								兼 2	オムニバス
	中国語I	2・3・4 ①		1				○								兼 1	
	中国語II	2・3・4 ②		1				○								兼 1	
	韓国朝鮮語I	2・3・4 ①		1				○								兼 1	
	韓国朝鮮語II	2・3・4 ②		1				○								兼 1	
	インドネシア語I	2・3・4 ①		1				○								兼 2	オムニバス
	インドネシア語II	2・3・4 ②		1				○								兼 2	オムニバス
	小計 (16科目)		—	0	16	0	—	—	—	0	0	0	0	0	0	兼 21	
選択必修外国語科目 英語展開科目	英語ワークショップA	2・3・4 ①・②		1				○								兼 1	
	英語ワークショップB	2・3・4 ③・④		1				○								兼 1	
	英語ワークショップC	2・3・4 ③・④		1				○								兼 1	
	英語ワークショップD	2・3・4 ①・②		1				○								兼 1	
	英語 I 翻訳	2・3・4 ①・③		1				○								兼 1	
	英語 II 翻訳	2・3・4 ②・④		1				○								兼 1	
	英語 I 通訳	2・3・4 ①・③		1				○								兼 1	
	英語 II 通訳	2・3・4 ②・④		1				○								兼 1	
	実践英語 I A	2・3・4 ①・③		1				○								兼 1	
	実践英語 I B	2・3・4 ①・③		1				○								兼 1	
	実践英語 I C	2・3・4 ①・③		1				○								兼 1	
	実践英語 II A	2・3・4 ②・④		1				○								兼 1	
	実践英語 II B	2・3・4 ②・④		1				○								兼 1	
	実践英語 II C	2・3・4 ②・④		1				○								兼 1	
	英語 I プレゼンテーション	2・3・4 ①		1				○								兼 1	
	英語 II プレゼンテーション	2・3・4 ②		1				○								兼 1	
	英語イメージョンA	2・3・4 ②		2				○								兼 1	集中
英語イメージョンB	2・3・4 ②		2				○								兼 1	集中	
小計 (18科目)		—	0	20	0	—	—	—	0	0	0	0	0	0	兼 9		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部データサイエンス学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考			
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手				
共通教育科目	実践知形成科目のうち海外研修科目	短期留学プログラム(春季) A	1・2・3	④				○							兼1	集中※実習	
		短期留学プログラム(夏季) A	1・2・3	②				○							兼1	集中※実習	
		短期留学プログラム(夏季) B	1・2・3	②				○							兼1	集中※実習	
		小計 (3科目)		—		0	6	0	—	0	0	0	0	0	兼1		
学部共通科目	必修科目	理工学基礎演習	1	①	2				○						兼4	オムニバス・共同(一部)	
		理工学概論 (データサイエンス)	1	①	2				○		3	1					オムニバス
		論理と集合	1	②	2				○						兼1		
		プログラミング基礎	1	③	4				○						兼2	※実習、オムニバス	
		プログラミング応用	1	④	4				○						兼2	※実習、オムニバス	
		物理学基礎	2	①	2				○						兼1		
		統計学概論	2	②	2				○		1						
		通信ネットワーク基礎	2	②	2				○						兼1		
		小計 (8科目)		—		20	0	0	—	4	1	0	0	0	兼9		
		科目選択	理工学海外研修	1・2・3	②・④		2				○	1					集中
	小計 (1科目)		—		0	2	0	—	1	0	0	0	0				
学科科目	数学科目	微積分学I	1	①	2				○				1				※演習
		微積分学II	1	②	2				○		1						※演習
		線形代数学I	1	③	2				○		1						※演習
		線形代数学II	1	④	2				○			1					※演習
		微積分学III	2	①	2				○			1					
		線形代数学III	2	①	2				○						兼1		
			小計 (6科目)		—		12	0	0	—	2	2	0	0	0	兼1	
	必修科目	OR概論	2	③	2				○		1						
		ビッグデータ概論	2	③	2				○			1					
		数理技術プログラミング	2	③	2				○		1	2					共同
		機械学習の数理	2	④	2				○		1						
		数理技術実習	2	④	1						2						オムニバス
		データサイエンス演習I	3	①	1				○		7	2					
データサイエンス演習III		3	③	1				○		7	2						
データサイエンス演習IV	3	④	1				○		7	2							
データサイエンス演習V	4	①	1				○		7	2							
データサイエンス演習VI	4	②	1				○		7	2							
データサイエンス演習VII	4	③	1				○		7	2							
データサイエンス演習VIII	4	④	1				○		7	2							
	小計 (12科目)		—		16	0	0	—	7	2	0	0	0				

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部データサイエンス学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
学科科目	卒業研究	卒業研究I	4	①	2			○		7	2					
		卒業研究II	4	②	2			○		7	2					
		卒業研究III	4	③	2			○		7	2					
		卒業研究IV	4	④	2			○		7	2					
		小計 (4科目)	—		8	0	0	—		7	2	0	0	0		
	選択科目	応用解析学	2	④		2		○		1						兼1
		数理最適化	2	④		2		○								
		幾何学概論	3	①		2		○			1					
		ビッグデータのための統計	3	①		2		○		1	1					オムニバス
		確率モデルとシミュレーション	3	①		2		○		1						
		データサイエンス演習II	3	②		1			○	7	2					
		数理論理学	3	②		2		○								兼1
		幾何とベクトル	3	②		2		○			1					兼1
		多変量解析	3	②		2		○		1						
		統計データ解析法	3	②		2		○		1						
代数系入門		3	③		2		○		1							
小計 (11科目)	—		0	21	0	—		7	2	0	0	0		兼3		
ソフトウェア工学副専攻科目	必修科目	アルゴリズムとデータ構造	2	②		2		○							兼1	
		システムプログラミング	2	③		2			○						兼2 共同	
		ソフトウェア工学基礎	2	③		2		○							兼1	
		ソフトウェア開発技術I	3	①		2		○							兼1	
		PBL実践演習 (ソフトウェア工学)	3	②		2			○						兼2 共同	
	小計 (5科目)	—		0	10	0	—		0	0	0	0	0	兼6		
選択必修科目	計算機アーキテクチャとOS	2	③		2		○								兼1	
	プログラミング言語	3	①		2		○								兼1	
	情報モデリング	3	②		2		○								兼1	
	ソフトウェア開発技術II	3	③		2		○								兼2 共同	
	小計 (4科目)	—		0	8	0	—		0	0	0	0	0	兼5		
電子情報工学副専攻科目	必修科目	ネットワークプログラミング	2	③		2		○							兼3 共同	
		電子工学基礎	2	③		2		○							兼1	
		情報通信システム	2	③		2		○							兼1	
		通信理論	2	④		2		○							兼1	
		PBL実践演習 (電子情報工学)	3	②		2			○						兼3 共同	
	小計 (5科目)	—		0	10	0	—		0	0	0	0	0	兼5		
選択必修科目	電子通信工学	3	①		2		○								兼1	
	情報セキュリティI	3	①		2		○								兼2 共同	
	マルチメディア情報処理	3	②		2		○								兼1	
	データベース	3	②		2		○								兼1	
	小計 (4科目)	—		0	8	0	—		0	0	0	0	0	兼4		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部データサイエンス学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考			
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手				
学科科目	機械システム工学副専攻科目	必修科目	機械制御プログラミング	2	③	2			○							兼 3	共同
		制御工学基礎	2	③	2			○								兼 1	
		制御理論I	2	④	2			○								兼 1	
		機械工学基礎	2	④	2			○								兼 1	
		PBL実践演習 (機械システム工学)	3	②	2				○							兼 3	共同
		小計 (5科目)		—	0	10	0		—	0	0	0	0	0	0	兼 7	
	選択必修科目	計測工学	2	④	2			○								兼 1	
		制御理論II	3	①	2			○								兼 1	
		機械・材料力学	3	②	2			○								兼 1	
		HW/SW協調設計	3	②	2			○								兼 1	
	小計 (4科目)		—	0	8	0		—	0	0	0	0	0	0	兼 4		
合計 (190科目)				—	72	253	0		—	7	2	0	0	0	0	兼 163	
学位又は称号		学士 (理工学)			学位又は学科の分野			理学関係、工学関係									
卒業要件及び履修方法								授業期間等									
<p>共通教育科目を30単位以上、学部共通科目の必修科目を20単位、学科科目を65単位以上、自由選択科目10単位以上、合計125単位以上を卒業に必要な単位として修得しなければならない。ただし、学科科目については、数学科目を12単位、必修科目を16単位、卒業研究科目を8単位修得し、ソフトウェア工学副専攻科目、電子情報工学副専攻科目、機械システム工学副専攻科目のうち選択したいずれか一つについて、その必修科目を10単位、選択必修科目を4単位以上修得しなければならない。(履修選択の登録の上限：各クォータの登録単位数は16単位まで (4年次の各クォータは12単位まで) とする。ただし、各年次において、第1クォータと第2クォータの登録単位数の合計は24単位まで、第3クォータと第4クォータの登録単位数の合計は24単位まで、第1クォータから第4クォータまでの登録単位数の合計は44単位までとする。) なお、自由選択科目に算入されるのは、共通教育科目で所定の単位数を超過して修得した科目、学部共通科目の選択科目として修得した科目、学科科目で所定の単位数を超過して修得した科目、履修可能な他学部・他学科科目、本学の単位認定制度により自由選択科目として認められたもの。</p>								1 学年の学期区分		4 学期							
								1 学期の授業期間		8 週							
								1 時限の授業時間		1 0 0 分							



Society 5.0 実現による日本再興
～未来社会創造に向けた行動計画～

2017年2月14日

一般社団法人 日本経済団体連合会

Ⅲ. 必要な施策

経団連では、Society 5.0 実現に向けて、省庁の壁、法制度の壁、技術の壁、人材の壁、社会受容の壁という 5 つの壁、さらには産業界自身の壁を突破すべきと 2016 年 4 月に提言した。そうした壁を突破するためには、幅広い国民の参加のもとで社会全体のデザインを描くとともに、官民の有するあらゆる手段を総動員することが求められる。

1. 省庁の壁

政府は、Society 5.0 の実現に向け、府省横断であらゆる政策を総動員すべきである。第一に、内閣官房所管の「未来投資会議」と内閣府所管の「総合科学技術・イノベーション会議 (CSTI)」を Society 5.0 実現に向けた国家戦略策定・予算策定・実行に関する強力な司令塔とすべきである。

未来投資会議は、Society 5.0 を日本再興戦略等の成長戦略に反映させ、各省と連携した効果的な予算配分や構造改革を牽引する機能が必要である。CSTI は、わが国の技術力・産業競争力を踏まえ、エビデンスに基づき Society 5.0 で注力すべき領域を設定し未来投資会議に提案すると共に、実現に不可欠な SIP²⁷・ImPACT²⁸・FIRST²⁹型の研究開発プロジェクトの実行を担うべきである。

なお、両会議を中心として、内閣官房・内閣府等が所管する各本部・会議体が連携することも重要である。例えば IT 総合戦略本部は、データのオープン化を推進する「集中分野」と「Society 5.0 実現官民プロジェクト」の領域を整合させ、必要な施策を断行することが不可欠である。

²⁷ SIP (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program) : 戦略的イノベーション創造プログラム

²⁸ ImPACT (Impulsing PARadigm Change through disruptive Technologies) : 革新的研究開発推進プログラム

²⁹ FIRST (Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology) : 最先端研究開発支援プログラム

2. 法制度の壁

(1) データ利活用の推進

Society 5.0 を実現する鍵は、データを利活用し、価値を生み出すことにある。今般施行された「官民データ活用推進基本法」の下で、社会課題の解決、新たな事業の創出と国際競争力の強化、国と地方を通じた効果的かつ効率的な電子政府の構築等を目指し、紙から電子への原則転換、官民データの活用を進めて行くことが求められる。とりわけ公共データのオープンデータ化にあたっては、データの収集と加工等、公共側の格段の努力が必要となる。加えて、マイナンバーカードの普及と利活用の推進、データの円滑な流通を可能とする仕組み³⁰の構築が重要である。

(2) 知的財産に関する実務慣行の尊重

Society 5.0 の実現の鍵を握る最先端技術は、今後も極めて速いスピードで進歩し続けると考えられる。当該技術によって創出ないし活用されるデータ等について、知的財産制度上の位置付けを現時点で細部にわたり明確にしようとすることは望ましくない。よって、少なくとも当面は当事者間の契約等で対応しながら、民間ベースでの実務慣行が作られることが望ましい。その上で、データの流通・利活用が進展し、産業の発展に資する環境を整備することが必要である。

3. 技術の壁

AI、バイオテクノロジー、ナノテクノロジー、IoT といった先進領域における国際的な研究開発競争が激化している。こうした個別技術の壁を越えた分野融合によつてのイノベーション創出が実現する。わが国においては、「政府研究開発投資の対 GDP 比 1%の確保³¹」を実現した上で、Society 5.0 の実現に寄与

³⁰ 情報利用信用銀行制度構想（いわゆる情報銀行）。

³¹ 「第5期科学技術基本計画」において閣議決定。加えて、経済社会・科学技術イノベーション活性化委員会が2016年12月に取りまとめた「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」においても示されている。

する研究開発領域において、CSTI の司令塔のもと選択と集中を行い、産学官の英知を結集したオープンイノベーションによって、国際競争力強化に資する研究成果を世界に先駆けて創出することが求められる。

併せて、2016年11月の提言「Society 5.0 実現に向けた政府研究開発投資の拡充を求める」で示した通り、政府は平成30年度予算より、社会実装までを見通したSIP・ImPACT・FIRST型のプロジェクトに、新たに総額2,500億円の政府研究開発予算を投じ、実行すべきである。その際、必要な人材等の研究資源について、国内外から幅広く取り込む「ジャパニニシアチブ」が求められる。

4. 人材の壁

Society 5.0 の実現を見据えた長期的な人材戦略の実施が求められる。とりわけ、わが国において不足しているサイバーセキュリティ、データサイエンス等に係る人材については、各省で開始や検討が行われている様々な取り組み³²についての横断的な連携が必要である。

併せて、イノベーションの創出、競争力の強化に資する高度人材の受け入れ促進を引き続き進めるべきである³³。

また、わが国における人材流動性の低さは依然として課題であり、大型の共同研究等を通じ、大学と産業界、ベンチャー企業との間において、優れた人材の活用と育成を進めることが重要である。

5. 社会受容の壁

(1) 多様な主体のコンセンサス形成

革新技術が社会に受け入れられるための素地づくりが求められる。Society 5.0 の世界でもたらされる個人への多様な影響や課題についての検討を深める

³² 第4次産業革命 人材育成推進会議（日本経済再生本部）、人工知能技術戦略会議 産業連携会議 人材育成TF（総務省、文部科学省、経済産業省）、産業横断サイバーセキュリティ人材育成検討会（産業界）等

³³ 「外国人材受入促進に向けた基本的考え方」（2016年11月21日）

ため、技術開発と同時に、ELSI (Ethical, Legal and Social Implications : 倫理、法、社会的影響) の視点からの議論が不可欠である。その際、研究者や開発者に加え、社会実装に携わる産業界が積極的に参画³⁴することも重要である。

併せて、国家戦略特区、企業実証特例制度等の活用や、テストベッド等における実証実験等を進め、評価や課題解決に関わる KPI のシミュレーションを行うことによって、Society 5.0 に係る多様な主体のコンセンサス形成を促進することが必要である。

(2) 国民理解の促進とコンセプトの海外展開

国内の政府、産業界、国民はもとより、海外も含めた全てのステークホルダーの間で、Society 5.0 のコンセプトやそのメリットについての理解獲得が必要である。その際、魅力を伝えるブランディング戦略の実施、ドイツ「Industrie 4.0」、シンガポール「Smart Nation」、米国「Industrial Internet」といった世界各国の取り組みとの連携や協調、ならびに差別化することも求められる。

また、ブランディング戦略の一環として、2020 年の東京オリンピック・パラリンピックの開催や、2025 年の大阪万博の誘致等にあたって、わが国を Society 5.0 のショーケースとすることも重要である。

世界各地の文化や地域性にあわせ、Society 5.0 の技術、運用のノウハウ等を含めたパッケージ輸出による世界の課題解決への貢献も求められる。

6. 産業界自身の壁

Society 5.0 の実現に向けた産業界の役割も大きい。従来の競合関係や、業種・業界を超えた協調、産学官の幅広いプレイヤーとの共創の推進、新産業の創造に向け、研究開発投資の拡大、ベンチャー企業に対する投資等を通じ、企業、ひいては産業界の国際競争力を高めつつ、Society 5.0 の実現を先導する。

³⁴ 米系の IT 企業や投資家を中心に AI の研究開発とともに、社会への普及に向けた議論を行う体制が複数立ち上がっている。

①企業間の協調

Society 5.0 実現官民プロジェクトの実行において、多様な経営資源の投資を通じた協調を推進する。特に、データや研究開発における協調領域の明確化と拡大によって、企業間の連携を推進する。その際、データを核として、従来にはない業種・業界間での協調による新製品や新サービスの創出を追及する。とりわけ公共的な意義が大きい領域においては、業界内はもとより、業種・業界を超えた連携が望まれる。

②大学・研究開発法人との共創

2025 年度までに 2015 年度比で 3 倍まで大学・研究開発法人との共同研究等の投資額を拡大することを目指す。また、政府による研究開発投資と産業界の社会実装段階の投資をシームレスに連携させた官民連携型の投資スキームに関し、政府等と連携し検討を開始する。

③ベンチャー企業との協調・共創

Society 5.0 の実現に資する革新技术の開発や、データ流通・活用サービス等による新たなサービス開発等について、ベンチャー企業への期待は大きい。ベンチャー企業に対する投資(コーポレートベンチャーキャピタルによる投資、事業会社間で連携した投資)や、投資に関連する各種連携、調達・人材交流等の拡大を目指した活動を加速する。また経団連も、2016 年 11 月に発足した「東大・経団連ベンチャー協創会議」を通じ、大学等の技術シーズを基に、AI・IoT・ロボット等のプラットフォームとなるベンチャー企業の創出・育成を検討する。

(用紙 日本工業規格 A 4 縦型)

教 育 課 程 等 の 概 要																
(理工学部電子情報工学科)																
科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教授	講 師	助 教	助 手			
共通 教育 科目	宗教 科目	宗教論	1	③	2		○								兼 2	
		キリスト教概論	2	①	2		○								兼 2	
		小計 (2科目)	—		4	0	0	—		0	0	0	0	0	兼 4	
	体育 科目	基礎体育A	1	①	1				○						兼 6	
		基礎体育B	1	④	1				○						兼 6	
		小計 (2科目)	—		2	0	0	—		0	0	0	0	0	兼 6	
	科目 情報 倫理	情報倫理	1	②	2			○			1				兼 2	メディア ※演習
		小計 (1科目)	—		2	0	0	—		0	1	0	0	0	兼 2	
	選 択 必 修 科 目	「人間の 尊厳」 科目	宗教に見る人間の尊厳	2・3・4	①・②		2		○							兼 2
			哲学・倫理学における人間の尊厳	2・3・4	①・③		2		○							兼 2
思想史に学ぶ人間の尊厳			2・3・4	③・④		2		○							兼 2	
政治・経済と人間の尊厳			2・3・4	①・④		2		○							兼 3	
法と人間の尊厳			2・3・4	①・②		2		○							兼 4	
性と生命における人間の尊厳			2・3・4	①・③		2		○							兼 2	
教育・文化における人間の尊厳			2・3・4	①・③		2		○							兼 4	
民族問題と人間の尊厳			2・3・4	①・②		2		○							兼 3	
小計 (8科目)		—		0	16	0	—		0	0	0	0	0	兼 21		
基 盤 科 目		哲学A	1・2・3・4	②		2		○							兼 1	
	哲学B	1・2・3・4	③		2		○							兼 2		
	文学A	1・2・3・4	④		2		○							兼 1		
	文学B	1・2・3・4	③		2		○							兼 1		
	美術A	1・2・3・4	③		2		○							兼 1		
	美術B	1・2・3・4	④		2		○							兼 1		
	倫理学	1・2・3・4	①・③		2		○							兼 1		
	考古学A	1・2・3・4	①・③		2		○							兼 1		
	考古学B	1・2・3・4	①		2		○							兼 1		
	日本史B	1・2・3・4	②		2		○							兼 1		
	世界史	1・2・3・4	④		2		○							兼 1		
	文化人類学A	1・2・3・4	①		2		○							兼 1		
	法学A	1・2・3・4	①		2		○							兼 1		
	法学B	1・2・3・4	①		2		○							兼 1		
日本国憲法	1・2・3・4	①・③		2		○							兼 2			
政治学A	1・2・3・4	③		2		○							兼 1			

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部電子情報工学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教授	講 師	助 教	助 手			
共通 教育 科目	基盤科目	政治学B	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
	社会学B	1・2・3・4	①		2		○									兼 2
	経済学A	1・2・3・4	①・④		2		○									兼 3
	経済学B	1・2・3・4	②・④		2		○									兼 2
	スポーツ科学論	1・2・3・4	①		2		○									兼 2
	健康科学論	1・2・3・4	④		2		○									兼 1
	スポーツ科学演習A	1・2・3・4	②		2			○								兼 1
	スポーツ科学演習B	1・2・3・4	④		2			○								兼 1
	数学A	1・2・3・4	①		2		○									兼 1
	数学B	1・2・3・4	③		2		○									兼 1
	心理学A	1・2・3・4	①・④		2		○									兼 2
	心理学B	1・2・3・4	②		2		○									兼 1
	科学技術論A	1・2・3・4	①		2		○									兼 1
		小計 (29科目)		—	0	58	0	—			0	0	0	0	0	0
学 際 科 目	文化の比較	1・2・3・4	①		2		○									兼 2
	異文化との接触	1・2・3・4	①・③		2		○									兼 1
	生命と倫理問題	1・2・3・4	①		2		○									兼 2
	文学をめぐって	1・2・3・4	④		2		○									兼 2
	思想・文化をめぐって	1・2・3・4	③		2		○									兼 2
	日本との出会い	1・2・3・4	③・④		2		○									兼 3
	アジアとの出会い	1・2・3・4	②・③		2		○									兼 2
	イスラムとの出会い	1・2・3・4	①・③		2		○									兼 1
	ヨーロッパとの出会い	1・2・3・4	①・②・④		2		○									兼 3
	歴史の諸相	1・2・3・4	④		2		○									兼 1
	異文化の理解	1・2・3・4	①・③・④		2		○									兼 2
	プライバシーと倫理	1・2・3・4	④		2		○									兼 1
	社会の諸相	1・2・3・4	③・④		2		○									兼 4
	人権をめぐって	1・2・3・4	②・④		2		○									兼 1
	政治・経済の諸相	1・2・3・4	②・③・④		2		○									兼 7
	環境と倫理問題	1・2・3・4	①		2		○									兼 1
	人間と環境	1・2・3・4	②・③		2		○									兼 2
	社会システムと環境	1・2・3・4	①・②・③・④		2		○									兼 3
	こころとは	1・2・3・4	③・④		2		○									兼 2
ことばとは	1・2・3・4	①・②・③・④		2		○									兼 5	
知識の探求	1・2・3・4	③・④		2		○									兼 2	

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部電子情報工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
共通教育科目 選択必修科目	学際科目	人間と機械	1・2・3・4	④		2		○							兼1	
		文化と情報	1・2・3・4	④		2		○							兼3	
		情報社会の構造	1・2・3・4	③		2		○			1					
		情報を読む	1・2・3・4	①・②		2		○							兼4	
		科学の諸相	1・2・3・4	①・④		2		○							兼2	
		小計 (26科目)	—	0	52	0	—			0	0	1	0	0	兼54	
選択科目 実践知形成科目	キャリア教育科目	インターンシップ研修Ⅰ	2・3・4	②・④		1		○						兼1		
		インターンシップ研修Ⅱ	2・3・4	①・③		1			○					兼1	集中※演習	
		小計 (2科目)	—	0	2	0	—			0	0	0	0	0	兼1	
スポーツ科目	スポーツ実技(個人スポーツ)	2・3・4	①・②・③		1				○					兼2		
	スポーツ実技(アウトドアスポーツ)	2・3・4	④		1				○					兼2	集中	
	スポーツ実技(集団スポーツ)	2・3・4	①・③		1				○					兼2		
	スポーツ実技(健康スポーツ)	2・3・4	②・③・④		1				○					兼2		
	スポーツ実技(生涯スポーツ)	2・3・4	①・②		1				○					兼2		
	スポーツ実技(フィットネス)	2・3・4	①・③・④		1				○					兼2		
		小計 (6科目)	—	0	6	0	—			0	0	0	0	0	兼6	
外国語科目 必修外国語科目	英語Iコミュニケーションスキルズ	1	①		1			○						兼14		
	英語IIコミュニケーションスキルズ	1	②		1			○						兼14		
	英語IIIコミュニケーションスキルズ	1	③		1			○						兼14		
	英語IVコミュニケーションスキルズ	1	④		1			○						兼14		
	英語Vコミュニケーションスキルズ	2	①		1			○						兼11		
	英語VIコミュニケーションスキルズ	2	②		1			○						兼11		
	英語VIIコミュニケーションスキルズ	2	③		1			○						兼11		
	英語VIIIコミュニケーションスキルズ	2	④		1			○						兼11		
	小計 (8科目)	—	8	0	0	—			0	0	0	0	0	兼20		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部電子情報工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態		専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習・実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
共通教育科目 外国語科目	英語Iライティング	1・2・3・4 ①・②・③・④		1			○							兼 5	
	英語IIライティング	1・2・3・4 ②・④		1			○							兼 4	
	英語Iリーディング	1・2・3・4 ①・③		1			○							兼 4	
	英語IIリーディング	1・2・3・4 ②・④		1			○							兼 4	
	英語Iリスニング	1・2・3・4 ①・②・③・④		1			○							兼 7	
	英語IIリスニング	1・2・3・4 ②・④		1			○							兼 7	
	フランス語I	2・3・4 ①		1			○							兼 1	
	フランス語II	2・3・4 ②		1			○							兼 1	
	スペイン語I	2・3・4 ①		1			○							兼 2	オムニバス
	スペイン語II	2・3・4 ②		1			○							兼 2	オムニバス
	中国語I	2・3・4 ①		1			○							兼 1	
	中国語II	2・3・4 ②		1			○							兼 1	
	韓国朝鮮語I	2・3・4 ①		1			○							兼 1	
	韓国朝鮮語II	2・3・4 ②		1			○							兼 1	
	インドネシア語I	2・3・4 ①		1			○							兼 2	オムニバス
	インドネシア語II	2・3・4 ②		1			○							兼 2	オムニバス
	小計 (16科目)		—	0	16	0	—			0	0	0	0	0	兼 21
選択必修外国語科目 英語展開科目	英語ワークショップA	2・3・4 ①・②		1			○							兼 1	
	英語ワークショップB	2・3・4 ③・④		1			○							兼 1	
	英語ワークショップC	2・3・4 ③・④		1			○							兼 1	
	英語ワークショップD	2・3・4 ①・②		1			○							兼 1	
	英語 I 翻訳	2・3・4 ①・③		1			○							兼 1	
	英語 II 翻訳	2・3・4 ②・④		1			○							兼 1	
	英語 I 通訳	2・3・4 ①・③		1			○							兼 1	
	英語 II 通訳	2・3・4 ②・④		1			○							兼 1	
	実践英語 I A	2・3・4 ①・③		1			○							兼 1	
	実践英語 I B	2・3・4 ①・③		1			○							兼 1	
	実践英語 I C	2・3・4 ①・③		1			○							兼 1	
	実践英語 II A	2・3・4 ②・④		1			○							兼 1	
	実践英語 II B	2・3・4 ②・④		1			○							兼 1	
	実践英語 II C	2・3・4 ②・④		1			○							兼 1	
	英語 I プレゼンテーション	2・3・4 ①		1			○							兼 1	
	英語 II プレゼンテーション	2・3・4 ②		1			○							兼 1	
	英語イマージョンA	2・3・4 ②		2			○							兼 1	集中
英語イマージョンB	2・3・4 ②		2			○							兼 1	集中	
小計 (18科目)		—	0	20	0	—			0	0	0	0	0	兼 9	

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部電子情報工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考	
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手		
共通教育科目	実践知形成科目 A 短期留学プログラム(春季)	1・2・3 ④		2		○								兼1	集中※実習
	短期留学プログラム(夏季) A	1・2・3 ②		2		○								兼1	集中※実習
	短期留学プログラム(夏季) B	1・2・3 ②		2		○								兼1	集中※実習
	小計 (3科目)	—	0	6	0	—			0	0	0	0	0	兼1	
学部共通科目	必修科目 理工学基礎演習	1 ①	2			○				3				兼1	オムニバス・共同(一部)
	理工学概論 (電子情報工学)	1 ①	2			○			5	4					オムニバス
	論理と集合	1 ②	2			○			1						
	プログラミング基礎	1 ③	4			○			1						※実習
	プログラミング応用	1 ④	4			○								兼1	※実習
	物理学基礎	2 ①	2			○								兼1	
	統計学概論	2 ②	2			○								兼1	
	通信ネットワーク基礎	2 ②	2			○			1						
	小計 (8科目)	—	20	0	0	—			5	4	0	0	0	兼4	
	選択科目	理工学海外研修	1・2・3 ②・④		2				○						兼1
小計 (1科目)	—	0	2	0	—			0	0	0	0	0	兼1		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部電子情報工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考			
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手				
学 科 科 目	数学科目	微積分学I	1	①	2			○			1					兼1	※演習、オムニバス
		微積分学II	1	②	2			○								兼2	※演習、オムニバス
		線形代数学I	1	③	2			○			1						※演習
		線形代数学II	1	④	2			○			1					兼1	※演習、オムニバス
		微積分学III	2	①	2			○								兼1	
		線形代数学III	2	①	2			○								兼1	
		小計(6科目)	—	12	0	0			—		3	0	0	0	0	兼6	
必 修 科 目	電子工学基礎	2	③	2			○				1					共同	
	ネットワークプログラミング	2	③	2				○		1	2						
	情報通信システム	2	③	2				○		1							
	通信理論	2	④	2				○		1						オムニバス	
	電子情報工学実習	2	④	1					○		1						
	情報セキュリティI	3	①	2				○		1	1						
	電子情報工学演習I	3	①	1					○	5	4						
	電子情報工学演習III	3	③	1					○	5	4						
	電子情報工学演習IV	3	④	1					○	5	4						
	電子情報工学演習V	4	①	1					○	5	4						
	電子情報工学演習VI	4	②	1					○	5	4						
	電子情報工学演習VII	4	③	1					○	5	4						
	電子情報工学演習VIII	4	④	1					○	5	4						
	小計(13科目)	—	18	0	0			—	5	4	0	0	0				
科 卒 業 研 究	卒業研究I	4	①	2				○		5	4						
	卒業研究II	4	②	2				○		5	4						
	卒業研究III	4	③	2				○		5	4						
	卒業研究IV	4	④	2				○		5	4						
		小計(4科目)	—	8	0	0			—	5	4	0	0	0			
選 択 科 目	ワイヤレスシステム工学	3	①		2			○			1						
	電子通信工学	3	①		2			○			1						
	マルチメディア情報処理	3	②		2			○		1							
	データベース	3	②		2			○		1							
	電子情報工学演習II	3	②		1				○	5	4						
	幾何とベクトル	3	②		2			○			1				兼1	オムニバス	
	クラウド基盤と仮想化技術	3	③		2			○			1						
	情報セキュリティII	3	④		2			○		1	1					オムニバス	
	小計(8科目)	—	0	15	0			—	5	4	0	0	0	兼1			

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部電子情報工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考			
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手				
学科科目	ソフトウェア工学副専攻科目	必修	アルゴリズムとデータ構造	2	②		2		○							兼1	共同
		必修	システムプログラミング	2	③		2			○						兼2	
		必修	ソフトウェア工学基礎	2	③		2		○							兼1	
		必修	ソフトウェア開発技術I	3	①		2		○							兼1	
		必修	PBL実践演習 (ソフトウェア工学)	3	②		2			○						兼2	
		小計 (5科目)		—		0	10	0	—		0	0	0	0	0	0	
	選択必修科目	計算機アーキテクチャとOS	2	③		2		○								兼1	オムニバス
		プログラミング言語	3	①		2		○								兼1	
		情報モデリング	3	②		2		○								兼1	
		ソフトウェア開発技術II	3	③		2		○								兼2	
		小計 (4科目)		—		0	8	0	—		0	0	0	0	0	0	
	データサイエンス副専攻科目	必修	数理技術プログラミング	2	③		2		○							兼3	共同
		必修	OR概論	2	③		2		○							兼1	
		必修	ビッグデータ概論	2	③		2		○							兼1	
		必修	機械学習の数理	2	④		2		○							兼1	
必修		PBL実践演習 (データサイエンス)	3	②		2			○						兼3		
小計 (5科目)			—		0	10	0	—		0	0	0	0	0	0	兼4	
選択必修科目	数理最適化	2	④		2		○								兼1		
	幾何学概論	3	①		2		○								兼1		
	多変量解析	3	②		2		○								兼1		
	統計データ解析法	3	②		2		○								兼1		
	小計 (4科目)		—		0	8	0	—		0	0	0	0	0	0		兼4
機械システム工学副専攻科目	必修	機械制御プログラミング	2	③		2			○						兼3	共同	
	必修	制御工学基礎	2	③		2		○							兼1		
	必修	制御理論I	2	④		2		○							兼1		
	必修	機械工学基礎	2	④		2		○							兼1		
	必修	PBL実践演習 (機械システム工学)	3	②		2			○						兼3		
	小計 (5科目)		—		0	10	0	—		0	0	0	0	0	0		兼7

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部電子情報工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手	
学科科目 機械システム工学副専攻科目	計測工学	2 ④		2		○								兼 1
	制御理論II	3 ①		2		○								兼 1
	機械・材料力学	3 ②		2		○								兼 1
	HW/SW協調設計	3 ②		2		○								兼 1
	小計 (4科目)	—	0	8	0	—			0	0	0	0	0	兼 4
合計 (188科目)		—	74	247	0	—			5	4	0	0	0	兼 163
学位又は称号		学士 (理工学)		学位又は学科の分野			理学関係、工学関係							
卒業要件及び履修方法							授業期間等							
共通教育科目を30単位以上、学部共通科目の必修科目を20単位、学科科目を65単位以上、自由選択科目10単位以上、合計125単位以上を卒業に必要な単位として修得しなければならない。ただし、学科科目については、数学科目を12単位、必修科目を18単位、卒業研究科目を8単位修得し、ソフトウェア工学副専攻科目、データサイエンス副専攻科目、機械システム工学副専攻科目のうち選択したいずれか一つについて、その必修科目を10単位、選択必修科目を4単位以上修得しなければならない。(履修選択の登録の上限：各クォータの登録単位数は16単位まで(4年次の各クォータは12単位まで)とする。ただし、各年次において、第1クォータと第2クォータの登録単位数の合計は24単位まで、第3クォータと第4クォータの登録単位数の合計は24単位まで、第1クォータから第4クォータまでの登録単位数の合計は44単位までとする。)なお、自由選択科目に算入されるのは、共通教育科目で所定の単位数を超過して修得した科目、学部共通科目の選択科目として修得した科目、学科科目で所定の単位数を超過して修得した科目、履修可能な他学部・他学科科目、本学の単位認定制度により自由選択科目として認められたもの。							1 学年の学期区分		4 学期					
							1 学期の授業期間		8 週					
							1 時限の授業時間		1 0 0 分					

報告

大学教育の分野別質保証のための
教育課程編成上の参照基準
機械工学分野



平成25年（2013年）8月19日

日本学術会議

機械工学委員会

機械工学分野の参照基準検討分科会

この報告は、日本学術会議 機械工学委員会機械工学分野の参照基準検討分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議 機械工学委員会
機械工学分野の参照基準検討分科会

委員長	北村 隆行	(第三部会員)	京都大学大学院工学研究科機械理工学専攻教授
副委員長	土屋 和雄	(特任連携会員)	同志社大学理工学部教授
幹事	田中 由浩	(特任連携会員)	名古屋工業大学大学院工学研究科助教
	有信 睦弘	(第三部会員)	東京大学監事
	岸本喜久雄	(第三部会員)	東京工業大学大学院理工学研究科教授
	岩渕 明	(連携会員)	岩手大学理事・副学長
	笠木 伸英	(連携会員)	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
	但野 茂	(連携会員)	北海道大学大学院工学研究院教授
	谷下 一夫	(連携会員)	早稲田大学ナノ理工学研究機構研究院教授
	柘植 綾夫	(連携会員)	公益社団法人日本工学会会長
	福山満由美	(連携会員)	日立GEニュークリア・エナジー株式会社原子力品質保証本部原子力設計品質統括部部長
	小林 信一*	(特任連携会員)	筑波大学大学院ビジネス科学研究科教授
	濱中 淳子*	(特任連携会員)	独立行政法人大学入試センター試験 基盤設計研究部門助教

*平成 25 年 3 月まで委員

本件の作成に当たっては、以下の職員が事務を担当した。

事務	石原 祐志	参事官(審議第二担当)
	齋田 豊	参事官(審議第二担当)付参事官補佐
	冲山 清観	参事官(審議第二担当)付審議専門職
調査	崎山 直樹	上席学術調査員

要 旨

1 作成の背景

2008年(平成20年)5月、日本学術会議は、文部科学省高等教育局長から学術会議会長宛に、「大学教育の分野別質保証の在り方に関する審議について」と題する依頼を受けた。このため日本学術会議は、同年6月に課題別委員会「大学教育の分野別質保証の在り方検討委員会」を設置して審議を重ね、2010年(平成22年)7月に回答「大学教育の分野別質保証の在り方について」を取りまとめ、同年8月に文部科学省に手交した。

同回答においては、分野別質保証のための方法として、分野別の教育課程編成上の参照基準を策定することを提案している。日本学術会議では、回答の手交後、引き続きいくつかの分野に関して参照基準の策定を進めてきたが、今般、機械工学分野の参照基準が取りまとめられたことから、同分野に関連する教育課程を開設している大学をはじめとして各方面で利用していただけるよう、ここに公表するものである。

2 報告の概要

(1) 機械工学の定義

機械工学は、外部から与えられたエネルギーや情報などを有用な機能(運動、力、情報など)に変換する働きを有する機械に関わる自然科学とその設計に関わる科学から構成される学問である。その認識科学としての基盤学術は「力学」であり、設計科学は個々の要素を統合して全体として調和のとれた機能を引き出すために必要である。また、機械工学は、多様な機能を対象とすることから他の多くの自然科学分野との密接な関連を有するとともに、人間生活や社会において基礎知識・知恵となる学問であるため人文・社会科学を含むあらゆる分野との協働が大切である。

(2) 機械工学に固有の役割と特性

機械工学の役割は、自然を構成する基本的な法則の一部である力学の体系的な知識を獲得することと、その知識を使って環境的・資源的制約や経済性などを考慮しつつ、安全安心で人間の夢や希望に応えられる機械技術の具体的方策を提示することである。現時点の知識から設計・製作に関する実現性や安全性に関する知恵を技術者に供給することも、機械工学の役割である。

機械工学が認識科学において基盤とする「力学」は多様なスケールや現象に及ぶ。伝統的に質点や固体の運動、固体の強度、流体の力学、熱に関する力学(熱学)といった基本ディシプリンがある。また、認識科学を具体的な設計に組み込む方法論として、系の制御、効果の最適化、生産計画などの設計科学が重要な基盤として機械工学に含まれる。機械工学の学びとしては、認識科学を中心に設計科学の理解に進むアプローチ、設計科学を中心に認識科学の理解に進むアプローチ、実践的技術を中心に機械工学の学術基盤全体の理解に進むアプローチがある。

(3) 機械工学を学ぶすべての学生が身に付けることを目指すべき基本的な素養

① 機械工学の学びを通じて獲得すべき基本的な知識と理解

機械工学を学ぶ者は、機械に関連する自然科学の基盤(物理学や数学に関する

基礎知識)に加えて、機械工学の目的に沿って体系化された力学、設計・制御に関する基礎的な知識と理解が求められる。また、関連する基礎科学および学際分野に興味を持ち、それらの核となる知恵を総合的かつ俯瞰的な視点から理解しておくことが望まれる。ここで、主体的な視点を持って積極的にその学術を学び取る勉学の意欲が重要である。なお、機械は現代社会の在り方や個人の生活に深く関わっているがゆえに、機械に関する学術を学ぶ者は、機械技術が社会や個人生活の持続性や発展性に重大な責任を担っていることを認識しなければならない。

② 機械工学の学びを通じて獲得すべき基本的な能力

機械工学の対象である機械の機能は多彩であり、その勉学内容や勉学方法も多様であるが、機械工学の勉学を通じて獲得される具体的能力には基本的な共通性がある。それは、機械工学の体系的知識を踏まえた論理的な問題設定能力、機械工学の体系的知識に基づく分析的な問題解決能力、機械工学の体系的知識に基づいた類推による他分野の理解能力、個々の知識を応用・総合し、制約条件の下で所定の機能を実現する能力、機械工学の体系的知識を踏まえた論理的でごまかしのない明快な説明能力、と整理することができる。また、機械工学の勉学の過程を経て科学的なものの考え方を身に付けることができる。

(4) 勉学方法および勉学成果の評価方法に関する基本的な考え方

機械工学を学ぶための勉学方法は、主に、講義、実験、演習、実習、課題研究がある。内容が多様であることから、目的に応じて選択や重み付けをするなど、有機的に組み合わせることが有益である。評価対象については、演繹的能力、帰納的能力、基礎知識に関するリテラシー、問題発見・分析・解決能力、コミュニケーション能力などがあるが、それぞれの教育内容・教育方法および個々の勉学者の状況に即して、多様で柔軟な評価方法がとられる必要がある。

(5) 専門性と市民性を兼備するための教養教育

機械は、単なる生活の利便性をもたらすものではなく、社会や人間の価値観にまで深い繋がりを持つものである。また、大規模・複雑化する技術のリスクとベネフィットを分析・認識することも大切である。専門知識と同時に広い教養を身に付けることが、技術的・社会的課題に対する的確な洞察力と解決への実行力を与える。

目次

1	はじめに	1
2	機械工学の定義	2
3	機械工学固有の特性	3
	(1) 機械工学に固有な視点	3
	(2) 多様なアプローチ	3
	(3) 機械工学の役割	4
	(4) 他の諸科学との協働	4
4	機械工学を学ぶすべての学生が身に付けることを目指すべき基本的な素養	6
	(1) 機械工学の学びを通じて獲得すべき基本的な知識と理解	6
	① 獲得すべき基本的な知識と理解	6
	ア 力学に関する基本的事項	6
	イ 設計・制御に関する基本的事項	6
	② 機械工学を学ぶことの社会的意義	6
	(2) 機械工学の学びを通じて獲得すべき基本的な能力	7
	① 機械工学に固有な能力	7
	ア 職業上の意義	7
	イ 市民生活上の意義	7
	ウ 学問・社会の変化と機械工学の勉学	8
	エ 獲得されるであろう具体的な能力	8
	② ジェネリックスキル	9
5	勉学方法および勉学成果の評価方法に関する基本的な考え方	10
	(1) 勉学方法	10
	(2) 評価方法	10
6	専門性と市民性を兼備するための教養教育	12
	<参考資料1> 機械工学分野の参照基準検討分科会審議経過	13
	<参考資料2> 公開シンポジウム	14

1 はじめに

日本学術会議は、2008年（平成20年）5月に文部科学省高等教育局長から大学教育の分野別質保証の在り方に関する審議依頼を受け、同年6月に課題別委員会を設置して審議を重ねた。その結果、2010年（平成22年）8月に、分野別質保証のための方法として分野別の教育課程編成上の参照基準策定を提案した。

参照基準は、各分野の教育課程の具体的な学びの目標を同定する際に参考となるものであり、各大学（学部・学科など）における各々の理念と現実に即した自主的・自立的な当該分野の教育課程の具体化に資する抽象性と包括性を備えた考え方を提示するものである。

本報告は機械工学分野の参照基準であり、同分野に関連する教育課程を開設している大学をはじめとして各方面で利用していただくために、ここに公表するものである。

2 機械工学の定義

機械工学は、機械に関わる自然科学とその設計に関わる科学から構成される学問である。

機械は、(1)「外力に抵抗しうる物体の結合からなり」、(2)「一定の相對運動を行うことによって」、(3)「外部から与えられたエネルギーや情報などを有用な機能(運動、力、情報など)に変換するもの」、と定義できる¹。(1)と(2)は機械の基礎をなす自然法則との関連性を示すものであり、機械工学の認識科学²としての基盤学術が「力学」であることを示している。一方、(3)は機械の働きを指し、「力学」を基に個々の要素を統合して全体として調和のとれた機能を引き出すための設計科学²が必要であることを示している。また、機械の機能の基礎知識には、工学を中心とする他分野における中核学術が少なからず包含されている。すなわち、広義の機械は、機械工学の多様性を示すと同時に、機械工学分野が他の多くの自然科学分野と密接に関連していることを表す。

技術は人間生活や社会において機能を実際に発現する実践であり、工学はその基盤となる体系的な知識・知恵(学問)である。これは、機械工学分野においては人文・社会科学を含むあらゆる分野との協働が大切であることを指し示している。なお、現代社会においては、技術者の倫理的側面や社会の持続性に関する課題が提起されており、機械工学には機械の機能に関する多面的観点からの知識が必要とされている。

工学は人間生活や社会の福祉に寄与することを目的とした学問であり、そこには人間の価値観が内包されている。人間や社会が希求する「機能」が多様であれば、機械の範疇や定義も拡大されてゆくのが自然である。ただし、多様な機能を有する機械に定義を無制限に拡張すると、その基盤となる学術は際限なく広がってゆく。そこで、ここでは機械工学の中核である本来の機械に対する学術に限定する。

¹ 機械工学便覧(日本機械学会)、ハンドブック 機械(オーム社)、広辞苑(岩波書店)などに類似の定義が示されている。

² 日本学術会議 運営審議会附置新しい学術体系委員会 「新しい学術の体系 ―社会のための学術と文理の融合―」 平成15年6月

3 機械工学固有の特性

(1) 機械工学に固有な視点

工学は、認識科学と設計科学の両方の視点を有している。そこには、

- ・認識科学から設計科学への流れとして、自然の法則を知り、それを人類にとって有効に利用する方向性、
- ・設計科学から認識科学への流れとして、機能への要求が自然法則の探求を必要とする方向性、

が存在する。また、これらには双方向性がある。機械工学の教育においては、前述した機械を構成する3つの要素から、力学を中心とした分析に関する学術と設計科学を中心とした統合に関する体系化された知識の理解が要請される。

機械工学が認識科学において基盤とする「力学」は多様なスケールや現象に及び、伝統的に質点や固体の運動、固体の強度、流体の力学、熱に関する力学（熱学）といった基本ディシプリンがある。また、人類が機械の機能に求める時空間スケールは、人間の身近なもの（1 mm ~ 10 m、1 秒から 10 年程度）から生活や社会の発展に伴って大きく広がってきている。例えば、微小な機械要素の機能はそれを構成する個々の原子・電子の特性に深く関連するようになってきており、この場合には力学は量子力学の概念を含むことになる。一方、多くの要素が非線形な相互作用を行い、複雑な振る舞いを示す大規模なシステムも機械工学の対象となってきた。その代表的なものが生体であり、生体の力学的な側面に注目するとき、生体も機械工学の対象となる。これを機械工学の立場から考える場合には、化学や生物学に基づく知識が必要となる。すなわち、機械工学の基盤ディシプリンは社会の変遷とともに拡大している。

認識科学を具体的な設計に組み込む方法論として、設計科学が重要な基盤として機械工学に含まれる。また、機械工学が持つ設計科学は、単なる機能設計に留まらず、製品に関わるすべてのプロセス（企画・構想、開発、設計、生産計画、製造、販売、輸送・流通、使用、評価、修繕、廃棄、回収、再利用など）を含んでいる。さらに、機械工学の知に基づいて産み出された機械や機械システムは、現在の人間生活や公共の福祉に寄与しているのみならず、未来へ向かってイノベーションをもたらす原動力となり得る。機械工学は、実践活動（技術）として単に「もの」を創り出すだけでなく、その機能に対する考察を通して人間のコミュニケーションや感性をも含む人間生活や社会の全般に関係し、人間社会の在り方にまで深く関わっている。

(2) 多様なアプローチ

機械工学の学びには多様なアプローチがある。その主な考え方を以下に挙げる。

まず、認識科学を中心としたアプローチがある。力、変形、運動、熱などに関する力学を基盤とする自然法則の理解から始める学習である。個々の法則を十分に把握した後に、それらを統合したシステムとして機能を発現する設計科学の理解に進むアプローチである。

また、設計科学を中心としたアプローチがある。機能発現を目的としたシステム設計・制御の理解から始める学習である。多彩な機能のメカニズムやそれらの製造

(ものづくり)・利用に関する過程を俯瞰しつつ、その基盤となる自然法則に関する認識科学の理解に進むアプローチである。

さらに、技術を中心としたアプローチもある。特定システム(例えば、自動車や航空機などの輸送機械)を対象とした学びから機械工学の学術基盤全体の理解に進むアプローチである。機械工学は、その実践として人間社会に直接関わる具体的技術を提供する。社会への影響が大きな特定目的の複雑な機械システムがいくつも存在し、それに関する専門的知識の涵養も機械工学の使命のひとつである。その理解の過程で、認識科学および設計科学に関する理解を進めるアプローチである。

(3) 機械工学の役割

機械工学の役割は、自然を構成する基本的な法則の一部である力学の体系的な知識を獲得することと、その知識を使って環境的・資源的制約や経済性などを考慮しつつ、安全安心で人間の夢や希望に応えられる機械技術の具体的方策を提示することである。現時点の知識から設計・製作に関する実現性や安全性に関する知恵を技術者に供給することも、機械工学の役割である。すなわち、機械工学は、機械の機能発現の具体的な知恵を提示することとともにその限界をも示すことが主要な役割である。

機械工学は、これまで、輸送機械、エネルギー機械、生産機械などの個別の機械や、それらを複合した機械システムの機能に関する知識基盤を提供し、さらにその中核領域から伸展して、情報、生命、材料の科学などを取り込みつつ電子機械、情報機械、知能機械、生体機械、福祉医療機械などの多様な機械や新たな機械システムを生み出して、社会の期待に応じてきた。

機械工学は多彩な学術領域からなる特徴を有し、その考察の内容は基礎的・基盤的で極めて広範な事象を対象とし、あらゆる学術と相互作用を持つ。機械工学は、これらの複合的な構造を基にして、今後も人・社会に求められる技術や価値を創造するための知の体系に貢献する役割を担っていくであろう。

(4) 他の諸科学との協働

人工物による機能発現は生活のあらゆる場面にあり、その面では機械工学はほぼすべての学術と多様な接点を有している。

機械工学から他の諸科学への知の流れを考えると、機械工学には、探求対象(自然法則)の共有、機能発現のシステム形成のための協働、他学術の進展に必要な手段(機械機能)の供給の側面がある。とくに、自然科学に関して理学・農学・医学・薬学などの理系学術については、数多くの点において繋がりが強い。また、その協働では、得られた知識を再組織化して利用・応用することから、機械工学分野自身の学術的深化と同時に、基礎科学および学際分野と連携した新学術領域開拓あるいは革新的技術創出を牽引する働きも有する。

他の諸科学から機械工学への知の流れを考えると、現代の機械の機能は、古典力学や統計力学だけではなく量子力学に基づくものを含み、他工学や物理学や化学などの広範な知識を総合して形成されてきた。また、数理や情報、生体や医療との関わりも深くなっている。さらに、人や社会との接続からは、機械工学には人間の感情・感性や社会環境・地球環境をも視野に入れた環境に対する適応や調和機能に対

する考察も求められている。経済学、経営学、心理学などの人文・社会科学も含めた広範な学術と交流を持ち、具体的な解決策や技術に繋がる知を創出すべきである。

機械工学は、これらの協働によって人類の幸福な生活を支えるための学術である工学の特徴ある核のひとつとなり、人類共通の普遍的な知の資産の一部を形成する。

4 機械工学を学ぶすべての学生が身に付けることを目指すべき基本的な素養

(1) 機械工学の学びを通じて獲得すべき基本的な知識と理解

① 獲得すべき基本的な知識と理解

機械工学を学ぶ者は、機械に関連する自然科学の基盤（力学や数学に関する基礎知識）に加えて、機械工学の目的に沿って体系化された次の事項について基本的な知識と理解が求められる。

ア 力学に関する基本的事項

機械の機能の源泉となる自然法則に関する基盤学術は「熱学」を含む「力学」であり、下記のような基本ディシプリンがある。

- ・ 質点や固体の運動を対象とした学術
- ・ 固体の変形と破壊に関わる強度現象を取り扱う学術
- ・ 流れの本質を理解し、その挙動を予測し、制御するための学術
- ・ 熱伝導・輻射などの熱輸送現象や化学反応、流体の熱物性、熱と仕事との変換過程を体系化した学術

ただし、上記を統合した概念や他の諸科学の知識と複合した概念もあり、基本ディシプリンの分類はここに示したものに限らない。

イ 設計・制御に関する基本的事項

機械の機能を発現させる統合の基盤学術は設計科学であり、下記の基本ディシプリンにまとめることができる。

- ・ 人・物質・エネルギー・情報の相互関係を理解し、機能の発現を取り扱う（設計する）学術
- ・ 設計された系の挙動を予測し、制御する、あるいは、系の効果を最適にする学術
- ・ 経済性・社会性を含む様々な制約条件の下での生産活動において、要求される機能や価値を実現する学術

なお、上では分析（アナリシス）と統合（シンセシス）に分けて基本的事項を示したが、目的・目標の置き方によって多様な「機械工学」体系を作ることができ、その選択や強調の仕方は多様であり、一意的なものではない。また、機械は人間生活に関する多様な価値観を体現するシステムであるため、機械工学の学びにおいて上述の基本的分野に属さない幅広い知識の協力も大切である。したがって、機械工学を学ぶ学生は関連する基礎科学および学際分野に関して興味を持ち、それらの核となる知恵を総合的かつ俯瞰的な視点から理解しておくことが望まれる。

② 機械工学を学ぶことの社会的意義

機械工学を学ぶことの社会的意義は、機械を利用することで人間にとってよりよい社会や個人の生活をどのようにして作り出すことができるのかを知ることにある。機械工学の知識・知恵を獲得することによって、その根幹となる機械の機能やそのメカニズムを理解できるようになる。

機械の導入・普及によって生活の質の向上が図られ、産業の振興、物資の供給、健康の促進、災害や事故の防止などを実現してきたように、機械工学は人類の発

展の基幹を担ってきた。したがって、機械工学を学ぶ者は、人間生活の質やその維持・向上について主体的な視点を持って積極的にその学術を学び取る勉学の意欲が重要である。一方、利便性を求めて導入された機械が事故や環境破壊などによる悲惨な結果をもたらす危険性があることを認識しなければならない。広い視野と謙虚さを持って、これらを予防・回避する知恵を学び取ることも大切である。機械は現代社会の在り方や個人の生活に深く関わっているがゆえに、機械を取り扱う者は、機械との関係の中で、社会や個人生活の持続性や発展性に重大な責任を担っていることを認識しなければならない。

(2) 機械工学の学びを通じて獲得すべき基本的能力

① 機械工学に固有な能力

ア 職業上の意義

機械技術は機械を通じた利便性が高く安全安心な人類社会の形成への実践手段であり、機械工学はその裏づけとなる知識・知恵を体系化した学問分野である。機械工学を学ぶことによって、その基盤を得ることができる。

また、必ずしも解がひとつに定まらない問題に対しても、知識を動員して実行可能な解を見出す設計的なものの見方とともに、分析と統合の両輪にバランスよく軸足を置きながら中庸を尊び必要な場合には妥協を厭わない実践的方法論と粘り強い精神性を獲得できる。さらに、技術倫理的側面や社会的側面への配慮の大切さを理解することができる。

機械産業は極めて多様であり、求められる機能を創出するためには広大な領域の知識・知恵を総合する必要がある。すなわち、技術（実践）には機械工学のみならず広く他分野も含めた協働が不可欠である。機械工学の学術を勉学する中で、学生は、広い視野の重要性を理解し、他分野への興味・勉学姿勢や協働への勉学方法を獲得できる。

イ 市民生活上の意義

市民生活上の意義には、機械工学の専門家の活動を通じた側面と、機械工学を学んだ一市民としての側面がある。前者は、前項の専門的職業人として社会に貢献できることの他、機械技術に関する事柄について一般社会の中のリーダーとなるための礎を得ることができることである。後者は、市民として社会に関わる際に、生活必需品となっている機械に対する知識基盤を与え、機械の原理の理解を促進して適切な使用を図ることができることである。さらに、生活の利便性をさらに高めるアイデアや工夫を考える合理的姿勢、および、その基盤知識を獲得することができる。また、機械に関する技術革新は、社会や個人の生活における新しい価値を創り出す。このとき、機械工学を学んだ者は、新たな機械の機能やそのメカニズム・原理などの概略を理解することが容易である。これによって、新たな機能を有する機械を適切に利用し、より快適で安全安心な社会や生活を実現するための礎を得ることができる。すなわち、新しい価値を認識し、それを適切に使用することができるようになり、生活や社会の質の向上を導くことができる。

一方、機械は使われ方によって凶器ともなる。機械の誤使用や事故による危

険を避けるためにも機械に関する基礎的な知識は重要である。これは、専門家および一市民の両方の立場において大切なことである。

機械は、身近な日常生活を通じてのみならず、エネルギー機器などの大規模技術として社会全体に深く関わっている。社会の在り方やその将来を考えると、機械の基本的な知識は重要な位置を占める。機械技術に関する社会的状況を的確に理解・判断できることが、困難な課題に対する社会的意思決定を含む諸問題に対して合理的な行動をとるための基盤知識（技術教養）のひとつである。

ウ 学問・社会の変化と機械工学の勉学

機械が対象とする時空間スケールは人間にとって身近なものから始まり、現代では高度な機能の追求によって大きく広がり、複雑・大規模なシステムも開発・利用されている。機械工学は、個々の要素の機能に関する重要性のみならず、システム全体像の把握の観点からも重要な位置を占めている。機械の高集積化・高機能化に伴い、機械工学の学術自体が社会とともに変化している。

科学技術の急速な発展により、実践経験と学術の関係にも変化の兆しが見られる。過去においては技術的実践の繰り返しが知識・知恵の体系化をもたらす傾向があったが、現代では自然法則に関する知識開拓が新たな技術を作り出すことが増えている。機械工学には実践応用を重視する立場と知識基盤形成を重視する立場があるが、上記は近年の自然法則に関する知識開拓の重要性の高まりを指している。また、情報科学に関する知識を取り入れることによって新しい機械技術が生まれつつあることも大切な視点である。

科学技術の発展は、多様な分野の融合や新規の分野開拓を求めている。環境問題などの地球規模の問題にも見られるように、現代社会が抱える課題は、益々多様化・複雑化している。これらには、研究分野を超えて様々な分野の知を結集して統合し、課題解決に当たらなければならない。そのためには、各分野の知識の深化とともに分野間の知の体系・構造を理解することが重要である。機械工学は社会の発展をもたらすリード役であり、力学と設計科学を基礎学術としつつも、その内容は常に諸科学を巻き込み変化している。また、人間生活との連携が深い分野であるがゆえに、社会の変化に伴って学術内容にも進展が求められる。

エ 獲得されるであろう具体的能力

機械工学の対象である機械の機能は多彩であり、その勉学内容や勉学方法も多様である。教員がどのような方向性を強調するか、および、学生がどのようなアプローチを選択するかによって、専門的な知識・理解が異なってくる。

しかし、人間生活や社会の質の向上や安全安心に資する機械に関する諸問題の認識と諸問題の解決を共通に志向することから、機械工学の勉学を通じて獲得される具体的能力には基本的な共通性がある。ここまで述べてきたことを踏まえるならば、その能力は以下のようにまとめられる。

○機械工学および機械技術の現状および今後について、十分な裏づけを持った意見を持つことができる。

- 機械工学および機械技術に関する他者の意見を理解し、適切に評価し、位置づけることができる。
- 新たに開発された機械技術に関して適切な解釈を与え、自らの意見を表明したり、実践に関与したりできる。
- 使用環境や条件についての十分な理解の下で、適切な機械を設計・使用することができる。
- 機械工学および機械技術に関する特定の課題や諸問題について、文献やデータを収集して吟味し、解決できる。
- 機械とは何かについて、それを専門としない者に説明できる。

機械工学の学びを通じて獲得すべき基本的な能力は、次のように整理することができる。

1. 帰納的能力：機械工学の体系的知識を踏まえた論理的な問題設定能力
2. 解析的能力：機械工学の体系的知識に基づく分析的な問題解決能力
3. 理解能力：機械工学の体系的知識に基づいた類推による他分野の理解能力
4. 設計能力：個々の知識を応用・総合し、制約条件の下で所定の機能を実現する能力
5. 説明能力：機械工学の体系的知識を踏まえた論理的でごまかしのない明快な説明能力

② ジェネリックスキル

機械工学の勉学の過程を経て、次のような汎用可能な能力、すなわち、科学的なものの考え方を身に付けることになる。

- 合理的・論理的思考力
- 因果関係を意識した不確かさをもつ事柄に関する判断能力
- 数量的スキル
- 自然科学に対する理解能力
- 一般技術に対する理解能力
- チームで仕事をするための能力
- 生活に関連する機器を合理的に使用・運用する能力
- 市民生活の中で機械に関する問題を発見し、それを合理的に分析し、解決策を考案する能力

5 勉学方法および勉学成果の評価方法に関する基本的な考え方

(1) 勉学方法

機械工学を学ぶための勉学方法は、主に下記の形態と機能がある。しかし、内容が多様であることから、目的に応じて選択や重み付けをするなど、有機的に組み合わせることが有益である。

① 講義

認識科学と設計科学に関する基礎、その応用目的と手法、実践例、最先端の動向、などの機械工学に関する多様な知識・知恵を体系的にバランスよく学ぶ機会を与える。また、それが他の教育方法による勉学の基盤となる。なお、上記を丁寧に説明することも大切であるが、学ぶ側に考えさせることも大切である。

② 実験

自然法則に従う事柄を再現することによって認識科学の理解を深める。また、想定条件において予想された統合効果を再現してみることによって設計科学の理解を促進する。さらに、ある理論や仮説が正しいかどうかなどを実際に試してみることによって、基礎理論や応用方法に関する確証を得ることができる。

③ 演習

一般化された知識を深く理解するためには、様々な想定条件の下でそれらがどのような因果関係をもたらすかを試してみることが有用である。認識科学的視点のみならず、設計科学的視点からの試行経験も大切である。具体的問題に対する演習を通じて、学ぶ側が自らの理解度を知ることができる。また、理論と実際との比較から、現実の多様性・複雑性を認識することも大切である。

④ 実習

実際のものづくりなどを通じた経験は、基礎知識の理解を深めるとともに、その知識を実践としての技術に取り込んでゆく設計科学の知識と方法論を経験することができる。さらに、その経験を通じて機械技術が社会へ貢献する意義を体感し、チームとして行動する価値を知り、コミュニケーションの重要性を理解できるであろう。なお、教育目的や方法を明確にした学外における実践の場や海外における技術動向（その背後にある文化やコミュニケーションの重要性を含む）を知る教育も含まれる。

⑤ 課題研究

与えられた課題又は自ら設定した課題について、調査・実験・設計・解析を行う。その過程における必要な情報や知識の探索や獲得を通じて問題発見・分析・解決能力を総合的に養う。また、科学文献の精読やレポート作成を通じてリテラシーを身に付ける。

(2) 評価方法

教育結果の評価方法は、教育目標や教育方法などによって異なっている。一律の評価尺度はない。機械工学を学ぶ者の評価は、多様な評価の組合せであり、主要なものを下記に挙げるが、別な評価尺度もあり得る。それぞれの教育内容・教育方法および個々の勉学者の状況に即して、多様で柔軟な評価方法がとられる必要がある。

- ・基礎知識の理解度（演繹的能力）を評価する（主に、講義、演習）。
- ・基礎知識を応用できる能力（帰納的能力）の獲得度を評価する（主に、講義、演習、実験）。
- ・基礎知識に関するリテラシーを評価する（主に、実験、課題研究）。
- ・問題発見・分析・解決能力を総合的に評価する（主に、課題研究）。
- ・コミュニケーション能力を評価する（主に、実習、課題研究）。

6 専門性と市民性を兼備するための教養教育

工学のもつ本質的意義から発して、機械工学は社会・人間との関連性が深い。機械に関する知は、自然法則に対する認識や活用についての素養を与えるだけでなく、モノ・エネルギー・情報と社会・人間との関わり合いについての洞察を与える。とくに、市民性の観点からは、機械と社会・人間との関連において人文・社会科学に関する理解が大切となる。これは、機械技術を共有する社会におけるその公共性を理解することにも繋がっている。

機械技術には多様な知識の連携が求められることから、機械工学を学ぶ者には工学の他分野のみならず理学・農学・医学・薬学などの他分野の初歩やその分野の発展に関する一般動向を知ろうとする意欲と理解力が求められる。機械工学の勉学は、それを学ぶ者に専門的技術内容を専門外の人に一般的な言葉で説明するなどの説明能力とともに、機械工学分野および他分野の専門家からの説明を理解するための基本的素養を身に付けることを要請する。すなわち、実社会では他分野との有機的な協働が不可欠であり、自らの専門分野を相対的に捉え、その限界を認識するとともに、コミュニケーション能力を備えて専門分野を異にする人々との間で知の基盤を共有して対話を成立させることが肝要である。このような知識や能力は、機械に囲まれて生活する現代における市民に必須の技術教養のひとつである。

機械技術は、人類社会に共通する基盤を有している。したがって、専門性を兼ね備えた市民として世界的視野を涵養することが重要である。グローバル化は、特徴ある多くのローカルな文化群の有機的な連携の下に人類社会としての共通価値を形成することにその本質があることを理解し、国や分野を越えたダイナミックな活動の基盤となる教養が求められている。語学能力の向上のみを目指す皮相的な勉学は、真の国際化ではないことを認識しなければならない。

複雑・大規模化した技術によって、社会や人間生活におけるそのリスクとベネフィットも複雑・大規模となってきている。自らが存在する社会や世界の将来にわたる在り方を考えるとき、機械技術の知識なしでは合理的な判断はなし得ない。社会的合意形成に際して、技術のもたらすリスクとベネフィットおよびその原因や理由を適切に分析・認識し、他者とのコミュニケーションをもって、社会的課題に対する意思決定へ関与することが市民に求められる。機械工学を学ぶ者の教養として、その自覚を持つことが必要である。

以上のように、機械は、単なる生活の利便性をもたらすものではなく、社会や人間の価値観にまで深い繋がりをもつものである。専門知識と広い教養を身に付けることが、技術的・社会的課題に対する的確な洞察力と解決への実行力を与えるであろう。

<参考資料1> 機械工学分野の参照基準検討分科会審議経過

大学教育の分野別質保証推進委員会 機械工学分野の参照基準検討分科会

平成24年（2012年）

- 3月16日 日本学術会議幹事会（第148回）
大学教育の分野別質保証推進委員会機械工学分野の参照基準検討分科会設置、委員の決定
- 4月17日 分科会（第1回）
役員の選出
機械工学の定義について
今後の進め方について
- 6月26日 分科会（第2回）
JABEE認定制度に関する情報提供
参照基準の方向性について
- 8月27日 分科会（第3回）
中教審答申に関する情報提供
機械工学に固有の特性について
- 10月15日 分科会（第4回）
職業上の意義および市民生活上の意義について
- 12月 3日 分科会（第5回）
機械工学の学びを通じて獲得される基本的能力について

機械工学委員会 機械工学分野の参照基準検討分科会

平成24年（2012年）

- 11月30日 日本学術会議幹事会（第166回）
機械工学委員会機械工学分野の参照基準検討分科会設置、委員の決定（12月21日施行）

平成25年（2013年）

- 1月21日 分科会（第1回）
機械工学の勉学方法および評価方法について
専門性と市民性について
- 3月22日 日本学術会議幹事会（第170回）
設置期間の延長の決定
- 6月15日 分科会（第2回）
公開シンポジウム「学士課程教育における機械工学分野の参照基準」
- 7月26日 大学教育の分野別質保証委員会（第4回）
機械工学委員会機械工学分野の参照基準検討分科会報告
「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 機械工学分野」について承認

<参考資料2> 公開シンポジウム

日本学術会議 公開シンポジウム
「学士課程教育における機械工学分野の参照基準」

日 時：平成25年6月15日（土）13:00～16:00

場 所：東京工業大学 大岡山キャンパス 西9号館コラボレーションルーム

開催要旨：

日本学術会議では、大学教育の質保証のために各専門分野での参照基準の作成作業を進めているが、機械工学分野における参照基準の原案のできた現段階で、大学において機械工学教育に携わっている教員、産業界、学部教育に関心のある方々から多様な意見を聴取し、議論を深めて参照基準に反映させていく事を目的として、公開シンポジウムを開催する。

次 第：

開会の挨拶 13:00-13:05

北村隆行（機械工学分野の参照基準検討分科会委員長、日本学術会議会員、京都大学教授）

1. 「大学教育の分野別質保証と参照基準」 13:05-13:45

北原和夫（日本学術会議大学教育の分野別質保証推進委員会委員長、日本学術会議特任連携会員、東京理科大学大学院教授、東京工業大学・国際基督教大学名誉教授）

2. 「機械工学分野の参照基準」 13:45-14:30

北村隆行（機械工学分野の参照基準検討分科会委員長、日本学術会議会員、京都大学教授）

3. 「技術者教育プログラムの認定制度」 14:30-15:10

岸本喜久雄（日本学術会議会員、東京工業大学教授）

4. 「大学における人材育成への期待」 15:20-16:00

有信睦弘（日本学術会議会員、東京大学監事）

5. 総合討論 16:00-16:45

閉会の挨拶 16:45-17:00

土屋和雄（機械工学分野の参照基準検討分科会副委員長、日本学術会議特任連携会員、京都大学名誉教授）

(用紙 日本工業規格A4縦型)

教育課程等の概要																
(理工学部機械システム工学科)																
科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
共通教育科目	宗教科目	宗教論	1	③	2			○							兼2	
		キリスト教概論	2	①	2			○							兼2	
		小計(2科目)	—		4	0	0	—		0	0	0	0	0	兼4	
	体育科目	基礎体育A	1	①	1					○					兼6	
		基礎体育B	1	④	1					○					兼6	
		小計(2科目)	—		2	0	0	—		0	0	0	0	0	兼6	
	情報倫理科目	情報倫理	1	②	2			○			1				兼2	
		小計(1科目)	—		2	0	0	—		0	1	0	0	0	兼2	
	選択必修科目	「人間の尊厳」科目	宗教に見る人間の尊厳	2・3・4	①・②	2			○							兼2
			哲学・倫理学における人間の尊厳	2・3・4	①・③	2			○							兼2
思想史に学ぶ人間の尊厳			2・3・4	③・④	2			○							兼2	
政治・経済と人間の尊厳			2・3・4	①・④	2			○							兼3	
法と人間の尊厳			2・3・4	①・②	2			○							兼4	
性と生命における人間の尊厳			2・3・4	①・③	2			○							兼2	
教育・文化における人間の尊厳			2・3・4	①・③	2			○							兼4	
民族問題と人間の尊厳			2・3・4	①・②	2			○							兼3	
小計(8科目)			—		0	16	0	—		0	0	0	0	0	兼21	
基盤科目	哲学A	1・2・3・4	②	2			○							兼1		
	哲学B	1・2・3・4	③	2			○							兼2		
	文学A	1・2・3・4	④	2			○							兼1		
	文学B	1・2・3・4	③	2			○							兼1		
	美術A	1・2・3・4	③	2			○							兼1		
	美術B	1・2・3・4	④	2			○							兼1		
	倫理学	1・2・3・4	①・③	2			○							兼1		
	考古学A	1・2・3・4	①・③	2			○							兼1		
	考古学B	1・2・3・4	①	2			○							兼1		
	日本史B	1・2・3・4	②	2			○							兼1		
	世界史	1・2・3・4	④	2			○							兼1		
	文化人類学A	1・2・3・4	①	2			○							兼1		
	法学A	1・2・3・4	①	2			○							兼1		
	法学B	1・2・3・4	①	2			○							兼1		
	日本国憲法	1・2・3・4	①・③	2			○							兼2		
政治学A	1・2・3・4	③	2			○							兼1			

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部機械システム工学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教 授	講 師	助 教	助 手			
共通 教育 科目	基盤科目	政治学B	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
	社会学B	1・2・3・4	①		2		○									兼 2
	経済学A	1・2・3・4	①・④		2		○									兼 3
	経済学B	1・2・3・4	②・④		2		○									兼 2
	スポーツ科学論	1・2・3・4	①		2		○									兼 2
	健康科学論	1・2・3・4	④		2		○									兼 1
	スポーツ科学演習A	1・2・3・4	②		2			○								兼 1
	スポーツ科学演習B	1・2・3・4	④		2			○								兼 1
	数学A	1・2・3・4	①		2		○									兼 1
	数学B	1・2・3・4	③		2		○									兼 1
	心理学A	1・2・3・4	①・④		2		○									兼 2
	心理学B	1・2・3・4	②		2		○									兼 1
	科学技術論A	1・2・3・4	①		2		○									兼 1
		小計 (29科目)	—	0	58	0	—			0	0	0	0	0		兼 32
学 際 科 目	文化の比較	1・2・3・4	①		2		○									兼 2
	異文化との接触	1・2・3・4	①・③		2		○									兼 1
	生命と倫理問題	1・2・3・4	①		2		○									兼 2
	文学をめぐって	1・2・3・4	④		2		○									兼 2
	思想・文化をめぐって	1・2・3・4	③		2		○									兼 2
	日本との出会い	1・2・3・4	③・④		2		○									兼 3
	アジアとの出会い	1・2・3・4	②・③		2		○									兼 2
	イスラムとの出会い	1・2・3・4	①・③		2		○									兼 1
	ヨーロッパとの出会い	1・2・3・4	①・②・④		2		○									兼 3
	歴史の諸相	1・2・3・4	④		2		○									兼 1
	異文化の理解	1・2・3・4	①・③・④		2		○									兼 2
	プライバシーと倫理	1・2・3・4	④		2		○									兼 1
	社会の諸相	1・2・3・4	③・④		2		○									兼 4
	人権をめぐって	1・2・3・4	②・④		2		○									兼 1
	政治・経済の諸相	1・2・3・4	②・③・④		2		○									兼 7
	環境と倫理問題	1・2・3・4	①		2		○									兼 1
	人間と環境	1・2・3・4	②・③		2		○									兼 2
	社会システムと環境	1・2・3・4	①・②・③・④		2		○									兼 3
	こころとは	1・2・3・4	③・④		2		○									兼 2
	ことばとは	1・2・3・4	①・②・③・④		2		○									兼 5
知識の探求	1・2・3・4	③・④		2		○									兼 2	

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部機械システム工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考				
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手					
共通教育科目	学際科目	人間と機械	1・2・3・4	④		2			○			1						
		文化と情報	1・2・3・4	④		2			○									兼 3
		情報社会の構造	1・2・3・4	③		2			○									兼 1
		情報を読む	1・2・3・4	①・②		2			○									兼 4
		科学の諸相	1・2・3・4	①・④		2			○									兼 2
		小計 (26科目)		—		0	52	0		—			1	0	0	0	0	兼 54
選択科目	実践知形成科目	インターンシップ研修Ⅰ	2・3・4	②・④		1			○									兼 1
	キャリア教育科目	インターンシップ研修Ⅱ	2・3・4	①・③		1				○								兼 1 集中※演習
		小計 (2科目)		—		0	2	0		—			0	0	0	0	0	兼 1
スポーツ科目		スポーツ実技(個人スポーツ)	2・3・4	①・②・③		1				○								兼 2
		スポーツ実技(アウトドアスポーツ)	2・3・4	④		1				○								兼 2 集中
		スポーツ実技(集団スポーツ)	2・3・4	①・③		1				○								兼 2
		スポーツ実技(健康スポーツ)	2・3・4	②・③・④		1				○								兼 2
		スポーツ実技(生涯スポーツ)	2・3・4	①・②		1				○								兼 2
		スポーツ実技(フィットネス)	2・3・4	①・③・④		1				○								兼 2
		小計 (6科目)		—		0	6	0		—			0	0	0	0	0	兼 6
外国語科目	必修外国語科目	英語Iコミュニケーションスキルズ	1	①		1				○								兼 14
		英語IIコミュニケーションスキルズ	1	②		1				○								兼 14
		英語IIIコミュニケーションスキルズ	1	③		1				○								兼 14
		英語IVコミュニケーションスキルズ	1	④		1				○								兼 14
		英語Vコミュニケーションスキルズ	2	①		1				○								兼 11
		英語VIコミュニケーションスキルズ	2	②		1				○								兼 11
		英語VIIコミュニケーションスキルズ	2	③		1				○								兼 11
		英語VIIIコミュニケーションスキルズ	2	④		1				○								兼 11
		小計 (8科目)		—		8	0	0		—			0	0	0	0	0	兼 20

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部機械システム工学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考				
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教 授	講 師	助 教	助 手					
共通 教育 科目	外国 語 科 目 選 択 必 修 外 国 語 科 目	英語Iライティング	1・2・3・4	①・②・③・④		1			○							兼 5		
		英語IIライティング	1・2・3・4	②・④		1			○								兼 4	
		英語Iリーディング	1・2・3・4	①・③		1			○								兼 4	
		英語IIリーディング	1・2・3・4	②・④		1			○								兼 4	
		英語Iリスニング	1・2・3・4	①・②・③・④		1			○								兼 7	
		英語IIリスニング	1・2・3・4	②・④		1			○								兼 7	
		フランス語I	2・3・4	①		1			○								兼 1	
		フランス語II	2・3・4	②		1			○								兼 1	
		スペイン語I	2・3・4	①		1			○								兼 2	オムニバス
		スペイン語II	2・3・4	②		1			○								兼 2	オムニバス
		中国語I	2・3・4	①		1			○								兼 1	
		中国語II	2・3・4	②		1			○								兼 1	
		韓国朝鮮語I	2・3・4	①		1			○								兼 1	
		韓国朝鮮語II	2・3・4	②		1			○								兼 1	
		インドネシア語I	2・3・4	①		1			○								兼 2	オムニバス
		インドネシア語II	2・3・4	②		1			○								兼 2	オムニバス
		小計 (16科目)		—	0	16	0	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	兼 21
選 択 必 修 外 国 語 科 目	英語 展 開 科 目	英語ワークショップA	2・3・4	①・②		1			○							兼 1		
		英語ワークショップB	2・3・4	③・④		1			○								兼 1	
		英語ワークショップC	2・3・4	③・④		1			○								兼 1	
		英語ワークショップD	2・3・4	①・②		1			○								兼 1	
		英語 I 翻訳	2・3・4	①・③		1			○								兼 1	
		英語 II 翻訳	2・3・4	②・④		1			○								兼 1	
		英語 I 通訳	2・3・4	①・③		1			○								兼 1	
		英語 II 通訳	2・3・4	②・④		1			○								兼 1	
		実践英語 I A	2・3・4	①・③		1			○								兼 1	
		実践英語 I B	2・3・4	①・③		1			○								兼 1	
		実践英語 I C	2・3・4	①・③		1			○								兼 1	
		実践英語 II A	2・3・4	②・④		1			○								兼 1	
		実践英語 II B	2・3・4	②・④		1			○								兼 1	
		実践英語 II C	2・3・4	②・④		1			○								兼 1	
		英語 I プレゼンテーション	2・3・4	①		1			○								兼 1	
		英語 II プレゼンテーション	2・3・4	②		1			○								兼 1	
		英語イメージョンA	2・3・4	②		2			○								兼 1	集中
英語イメージョンB	2・3・4	②		2			○								兼 1	集中		
小計 (18科目)		—	0	20	0	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	兼 9		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部機械システム工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
共通教育科目	実践知形成科目のうち海外研修科目	短期留学プログラム(春季) A	1・2・3	④		2			○						兼1	集中※実習
		短期留学プログラム(夏季) A	1・2・3	②		2			○						兼1	集中※実習
		短期留学プログラム(夏季) B	1・2・3	②		2			○						兼1	集中※実習
		小計(3科目)	—		0	6	0		—	0	0	0	0	0	兼1	
学部共通科目	必修科目	理工学基礎演習	1	①		2			○						兼2	オムニバス・共同(一部)
		理工学概論(機械システム工学)	1	①		2			○						兼1	オムニバス
		論理と集合	1	②		2			○						兼1	
		プログラミング基礎	1	③		4			○			1	1		兼1	※実習、オムニバス
		プログラミング応用	1	④		4			○				1		兼1	※実習、オムニバス
		物理学基礎	2	①		2			○			1			兼1	
		統計学概論	2	②		2			○						兼1	
		通信ネットワーク基礎	2	②		2			○						兼1	
	小計(8科目)	—		20	0	0		—	6	1	1	0	0	兼6		
	科選択	理工学海外研修	1・2・3	②・④		2				○					兼1	集中
小計(1科目)			—		0	2	0		—	0	0	0	0	兼1		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部機械システム工学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考	
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教授	講 師	助 教	助 手		
学 科 科 目	数学科目 微積分学I	1 ①	2			○			1					兼 1	※演習、オムニバス
	微積分学II	1 ②	2			○			1					兼 1	※演習、オムニバス
	線形代数学I	1 ③	2			○				1				兼 1	※演習、オムニバス
	線形代数学II	1 ④	2			○			1					兼 1	※演習、オムニバス
	微積分学III	2 ①	2			○								兼 1	
	線形代数学III	2 ①	2			○			1						
	小計 (6科目)	—	12	0	0	—			3	1	0	0	0	兼 4	
必 修 科 目	機械制御プログラミング	2 ③	2				○		1	1	1				共同
	制御工学基礎	2 ③	2				○		1						
	制御理論I	2 ④	2				○		1						
	機械工学基礎	2 ④	2				○		1						
	機械システム工学実習	2 ④	1					○	2						オムニバス
	機械システム工学演習I	3 ①	1					○	7	1					
	機械システム工学演習III	3 ③	1					○	7	1					
	機械システム工学演習IV	3 ④	1					○	7	1					
	機械システム工学演習V	4 ①	1					○	7	1					
	機械システム工学演習VI	4 ②	1					○	7	1					
	機械システム工学演習VII	4 ③	1					○	7	1					
	機械システム工学演習VIII	4 ④	1					○	7	1					
小計 (12科目)	—	16	0	0	—			7	1	1	0	0			
科 目 卒 業 研 究	卒業研究I	4 ①	2				○		7	1					
	卒業研究II	4 ②	2				○		7	1					
	卒業研究III	4 ③	2				○		7	1					
	卒業研究IV	4 ④	2				○		7	1					
	小計 (4科目)	—	8	0	0	—			7	1	0	0	0		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部機械システム工学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考			
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手				
学科 科目	選択 科目	計測工学	2	④		2		○			1						
		応用解析学	2	④		2		○			1						
		制御理論II	3	①		2		○			1						
		機械・材料力学	3	②		2		○			1						
		機械システム工学演習II	3	②		1			○		7	1					
		幾何とベクトル	3	②		2		○								兼 2	オムニバス
		現代システム制御	3	③		2		○			3						オムニバス
		HW/SW協調設計	3	③		2		○			1						
		ロボット工学	3	④		2		○			2						オムニバス
	小計 (9科目)		—	0	17	0	—	—	—	—	7	1	0	0	0	兼 2	
ソフト ウェア 工学 副専 攻科 目	必修 科目	アルゴリズムとデータ構造	2	②		2		○								兼 1	
		システムプログラミング	2	③		2			○							兼 2	共同
		ソフトウェア工学基礎	2	③		2		○								兼 1	
		ソフトウェア開発技術I	3	①		2		○								兼 1	
		PBL実践演習 (ソフトウェア工学)	3	②		2			○							兼 2	共同
	小計 (5科目)		—	0	10	0	—	—	—	—	0	0	0	0	0	兼 6	
選択 必修 科目	必修 科目	計算機アーキテクチャとOS	2	③		2		○								兼 1	
		プログラミング言語	3	①		2		○								兼 1	
		情報モデリング	3	②		2		○								兼 1	
		ソフトウェア開発技術II	3	③		2		○								兼 2	オムニバス
	小計 (4科目)		—	0	8	0	—	—	—	—	0	0	0	0	0	兼 5	
デー タサイ エンス 副専 攻科 目	必修 科目	数理技術プログラミング	2	③		2			○							兼 3	共同
		OR概論	2	③		2		○								兼 1	
		ビッグデータ概論	2	③		2		○								兼 1	
		機械学習の数理	2	④		2		○								兼 1	
		PBL実践演習 (データサイエンス)	3	②		2			○							兼 3	共同
	小計 (5科目)		—	0	10	0	—	—	—	—	0	0	0	0	0	兼 4	
選択 必修 科目	必修 科目	数理最適化	2	④		2		○								兼 1	
		幾何学概論	3	①		2		○								兼 1	
		多変量解析	3	②		2		○								兼 1	
		統計データ解析法	3	②		2		○								兼 1	
	小計 (4科目)		—	0	8	0	—	—	—	—	0	0	0	0	0	兼 4	

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部機械システム工学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教 授	講 師	助 教	助 手			
学科 科目	電子情報工学副専攻科目 必修科目	ネットワークプログラミング	2	③				○							兼 3 共同	
		電子工学基礎	2	③				○							兼 1	
		情報通信システム	2	③				○							兼 1	
		通信理論	2	④				○							兼 1	
		PBL実践演習 (電子情報工学)	3	②					○						兼 3 共同	
	小計 (5科目)		—			0	10	0	—		0	0	0	0	0	兼 5
	選択必修科目	電子通信工学	3	①				○								兼 1
		情報セキュリティI	3	①				○								兼 2 オムニバス
		マルチメディア情報処理	3	②				○								兼 1
		データベース	3	②				○								兼 1
小計 (4科目)		—			0	8	0	—		0	0	0	0	0	兼 4	
合計 (188科目)		—			72	249	0	—		7	1	1	0	0	兼 163	
学位又は称号		学士 (理工学)			学位又は学科の分野			理学関係、工学関係								
卒業要件及び履修方法								授業期間等								
共通教育科目を30単位以上、学部共通科目の必修科目を20単位、学科科目を65単位以上、自由選択科目10単位以上、合計125単位以上を卒業に必要な単位として修得しなければならない。ただし、学科科目については、数学科目を12単位、必修科目を16単位、卒業研究科目を8単位修得し、ソフトウェア工学副専攻科目、データサイエンス副専攻科目、電子情報工学副専攻科目のうち選択したいずれか一つについて、その必修科目を10単位、選択必修科目を4単位以上修得しなければならない。(履修選択の登録の上限：各クォータの登録単位数は16単位まで(4年次の各クォータは12単位まで)とする。ただし、各年次において、第1クォータと第2クォータの登録単位数の合計は24単位まで、第3クォータと第4クォータの登録単位数の合計は44単位までとする。)なお、自由選択科目に算入されるのは、共通教育科目で所定の単位数を超過して修得した科目、学部共通科目の選択科目として修得した科目、学科科目で所定の単位数を超過して修得した科目、履修可能な他学部・他学科科目、本学の単位認定制度により自由選択科目として認められたもの。								1 学年の学期区分			4 学期					
								1 学期の授業期間			8 週					
								1 時限の授業時間			100分					

(用紙 日本工業規格 A 4 縦型)

教育課程等の概要																
(理工学部ソフトウェア工学科)																
科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
共通教育科目	宗教科目	宗教論	1	③	2			○						兼 2		
		キリスト教概論	2	①	2			○						兼 2		
		小計 (2科目)	—		4	0	0	—		0	0	0	0	0	兼 4	
	体育科目	基礎体育A	1	①	1					○					兼 6	
		基礎体育B	1	④	1					○					兼 6	
		小計 (2科目)	—		2	0	0	—		0	0	0	0	0	兼 6	
	情報倫理科目	情報倫理	1	②	2			○				1			兼 2	メディア ※演習
		小計 (1科目)	—		2	0	0	—		0	0	1	0	0	兼 2	
	選択必修科目	「人間の尊厳」科目	宗教に見る人間の尊厳	2・3・4	①・②		2		○						兼 2	
			哲学・倫理学における人間の尊厳	2・3・4	①・③		2		○						兼 2	
思想史に学ぶ人間の尊厳			2・3・4	③・④		2		○						兼 2		
政治・経済と人間の尊厳			2・3・4	①・④		2		○						兼 3		
法と人間の尊厳			2・3・4	①・②		2		○						兼 4		
性と生命における人間の尊厳			2・3・4	①・③		2		○						兼 2		
教育・文化における人間の尊厳			2・3・4	①・③		2		○						兼 4		
民族問題と人間の尊厳			2・3・4	①・②		2		○						兼 3		
小計 (8科目)		—		0	16	0	—		0	0	0	0	0	兼 21		
基盤科目	哲学A	1・2・3・4	②		2		○							兼 1		
	哲学B	1・2・3・4	③		2		○							兼 2		
	文学A	1・2・3・4	④		2		○							兼 1		
	文学B	1・2・3・4	③		2		○							兼 1		
	美術A	1・2・3・4	③		2		○							兼 1		
	美術B	1・2・3・4	④		2		○							兼 1		
	倫理学	1・2・3・4	①・③		2		○							兼 1		
	考古学A	1・2・3・4	①・③		2		○							兼 1		
	考古学B	1・2・3・4	①		2		○							兼 1		
	日本史B	1・2・3・4	②		2		○							兼 1		
	世界史	1・2・3・4	④		2		○							兼 1		
	文化人類学A	1・2・3・4	①		2		○							兼 1		
	法学A	1・2・3・4	①		2		○							兼 1		
	法学B	1・2・3・4	①		2		○							兼 1		
日本国憲法	1・2・3・4	①・③		2		○							兼 2			
政治学A	1・2・3・4	③		2		○							兼 1			

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部ソフトウェア工学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教 授	講 師	助 教	助 手			
共通 教育 科目	基 盤 科 目	政治学B	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
		社会学B	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
		経済学A	1・2・3・4	①・④		2		○								兼 3
		経済学B	1・2・3・4	②・④		2		○								兼 2
		スポーツ科学論	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
		健康科学論	1・2・3・4	④		2		○								兼 1
		スポーツ科学演習A	1・2・3・4	②		2			○							兼 1
		スポーツ科学演習B	1・2・3・4	④		2			○							兼 1
		数学A	1・2・3・4	①		2		○								兼 1
		数学B	1・2・3・4	③		2		○								兼 1
		心理学A	1・2・3・4	①・④		2		○								兼 2
		心理学B	1・2・3・4	②		2		○								兼 1
		科学技術論A	1・2・3・4	①		2		○								兼 1
小計 (29科目)			—		0	58	0	—		0	0	0	0	0	兼 32	
	学 際 科 目	文化の比較	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
		異文化との接触	1・2・3・4	①・③		2		○								兼 1
		生命と倫理問題	1・2・3・4	①		2		○								兼 2
		文学をめぐって	1・2・3・4	④		2		○								兼 2
		思想・文化をめぐって	1・2・3・4	③		2		○								兼 2
		日本との出会い	1・2・3・4	③・④		2		○								兼 3
		アジアとの出会い	1・2・3・4	②・③		2		○								兼 2
		イスラムとの出会い	1・2・3・4	①・③		2		○								兼 1
		ヨーロッパとの出会い	1・2・3・4	①・②・④		2		○								兼 3
		歴史の諸相	1・2・3・4	④		2		○								兼 1
		異文化の理解	1・2・3・4	①・③・④		2		○								兼 2
		プライバシーと倫理	1・2・3・4	④		2		○								兼 1
		社会の諸相	1・2・3・4	③・④		2		○								兼 4
		人権をめぐって	1・2・3・4	②・④		2		○								兼 1
		政治・経済の諸相	1・2・3・4	②・③・④		2		○								兼 7
		環境と倫理問題	1・2・3・4	①		2		○								兼 1
		人間と環境	1・2・3・4	②・③		2		○								兼 2
		社会システムと環境	1・2・3・4	①・②・③・④		2		○								兼 3
こころとは	1・2・3・4	③・④		2		○								兼 2		
ことばとは	1・2・3・4	①・②・③・④		2		○								兼 5		
知識の探求	1・2・3・4	③・④		2		○								兼 2		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部ソフトウェア工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
共通教育科目	学際科目	人間と機械	1・2・3・4	④		2		○								兼 1
	選択必修科目	文化と情報	1・2・3・4	④		2		○								兼 3
		情報社会の構造	1・2・3・4	③		2		○								兼 1
		情報を読む	1・2・3・4	①・②		2		○								兼 4
		科学の諸相	1・2・3・4	①・④		2		○								兼 2
		小計 (26科目)	—			0	52	0	—		0	0	0	0	0	0
選択科目	実践知形成科目	インターンシップ研修 I	2・3・4	②・④		1		○								兼 1
	キャリア教育科目	インターンシップ研修 II	2・3・4	①・③		1				○						兼 1 集中※演習
		小計 (2科目)	—			0	2	0	—		0	0	0	0	0	0
スポーツ科目	スポーツ実技(個人スポーツ)	2・3・4	①・②・③		1					○						兼 2
	スポーツ実技(アウトドアスポーツ)	2・3・4	④		1					○						兼 2 集中
	スポーツ実技(集団スポーツ)	2・3・4	①・③		1					○						兼 2
	スポーツ実技(健康スポーツ)	2・3・4	②・③・④		1					○						兼 2
	スポーツ実技(生涯スポーツ)	2・3・4	①・②		1					○						兼 2
	スポーツ実技(フィットネス)	2・3・4	①・③・④		1					○						兼 2
	小計 (6科目)	—			0	6	0	—		0	0	0	0	0	0	兼 6
外国語科目	必修外国語科目	英語Iコミュニケーションスキルズ	1	①	1					○						兼 14
		英語IIコミュニケーションスキルズ	1	②	1					○						兼 14
		英語IIIコミュニケーションスキルズ	1	③	1					○						兼 14
		英語IVコミュニケーションスキルズ	1	④	1					○						兼 14
		英語Vコミュニケーションスキルズ	2	①	1					○						兼 11
		英語VIコミュニケーションスキルズ	2	②	1					○						兼 11
		英語VIIコミュニケーションスキルズ	2	③	1					○						兼 11
		英語VIIIコミュニケーションスキルズ	2	④	1					○						兼 11
		小計 (8科目)	—			8	0	0	—		0	0	0	0	0	0

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部ソフトウェア工学科)

科目 区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必 修	選 択	自 由	講 義	演 習	実 験・ 実習	教 授	准 教 授	講 師	助 教	助 手			
共通教育科目 外国語科目	選択必修外国語科目 英語Iライティング	1・2・3・4 ①・②・③・④		1				○							兼 5	
	英語IIライティング	1・2・3・4 ②・④		1				○							兼 4	
	英語Iリーディング	1・2・3・4 ①・③		1				○							兼 4	
	英語IIリーディング	1・2・3・4 ②・④		1				○							兼 4	
	英語Iリスニング	1・2・3・4 ①・②・③・④		1				○							兼 7	
	英語IIリスニング	1・2・3・4 ②・④		1				○							兼 7	
	フランス語I	2・3・4 ①		1				○							兼 1	
	フランス語II	2・3・4 ②		1				○							兼 1	
	スペイン語I	2・3・4 ①		1				○							兼 2	オムニバス
	スペイン語II	2・3・4 ②		1				○							兼 2	オムニバス
	中国語I	2・3・4 ①		1				○							兼 1	
	中国語II	2・3・4 ②		1				○							兼 1	
	韓国朝鮮語I	2・3・4 ①		1				○							兼 1	
	韓国朝鮮語II	2・3・4 ②		1				○							兼 1	
	インドネシア語I	2・3・4 ①		1				○							兼 2	オムニバス
	インドネシア語II	2・3・4 ②		1				○							兼 2	オムニバス
	小計 (16科目)	—	0	16	0		—		0	0	0	0	0	0	兼 21	
選択必修外国語科目 英語展開科目	英語ワークショップA	2・3・4 ①・②		1				○							兼 1	
	英語ワークショップB	2・3・4 ③・④		1				○							兼 1	
	英語ワークショップC	2・3・4 ③・④		1				○							兼 1	
	英語ワークショップD	2・3・4 ①・②		1				○							兼 1	
	英語 I 翻訳	2・3・4 ①・③		1				○							兼 1	
	英語 II 翻訳	2・3・4 ②・④		1				○							兼 1	
	英語 I 通訳	2・3・4 ①・③		1				○							兼 1	
	英語 II 通訳	2・3・4 ②・④		1				○							兼 1	
	実践英語 IA	2・3・4 ①・③		1				○							兼 1	
	実践英語 IB	2・3・4 ①・③		1				○							兼 1	
	実践英語 IC	2・3・4 ①・③		1				○							兼 1	
	実践英語 IIA	2・3・4 ②・④		1				○							兼 1	
	実践英語 IIB	2・3・4 ②・④		1				○							兼 1	
	実践英語 IIC	2・3・4 ②・④		1				○							兼 1	
	英語 I プレゼンテーション	2・3・4 ①		1				○							兼 1	
	英語 II プレゼンテーション	2・3・4 ②		1				○							兼 1	
英語イマージョンA	2・3・4 ②		2				○							兼 1	集中	
英語イマージョンB	2・3・4 ②		2				○							兼 1	集中	
	小計 (18科目)	—	0	20	0		—		0	0	0	0	0	0	兼 9	

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部ソフトウェア工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
共通教育科目	実践知形成科目のうち海外研修科目	短期留学プログラム(春季) A	1・2・3	④		2		○							兼1	集中※実習
		短期留学プログラム(夏季) A	1・2・3	②		2		○							兼1	集中※実習
		短期留学プログラム(夏季) B	1・2・3	②		2		○							兼1	集中※実習
		小計 (3科目)	—		0	6	0	—		0	0	0	0	0	兼1	
学部共通科目	必修科目	理工学基礎演習	1	①		2			○						兼4	オムニバス・共同(一部)
		理工学概論 (ソフトウェア工学)	1	①		2			○		5	2				※演習、オムニバス・共同(一部)
		論理と集合	1	②		2			○						兼1	
		プログラミング基礎	1	③		4			○		1	1				※実習、オムニバス
		プログラミング応用	1	④		4			○			1			兼1	※実習、オムニバス
		物理学基礎	2	①		2			○						兼1	
		統計学概論	2	②		2			○						兼1	
		通信ネットワーク基礎	2	②		2			○						兼1	
	小計 (8科目)	—		20	0	0	—		5	2	0	0	0	兼9		
	選択科目	理工学海外研修	1・2・3	②・④		2				○					兼1	集中
小計 (1科目)		—		0	2	0	—		0	0	0	0	0	兼1		

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部ソフトウェア工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
学 科 科 目	数学科目	微積分学I	1	①	2			○							兼 1	※演習
		微積分学II	1	②	2			○							兼 1	※演習
		線形代数学I	1	③	2			○							兼 2	※演習、 オムニバス
		線形代数学II	1	④	2			○							兼 1	※演習
		微積分学III	2	①	2			○							兼 1	
		線形代数学III	2	①	2			○							兼 1	
		小計 (6科目)	—		12	0	0	—		0	0	0	0	0	兼 6	
必 修 科 目	アルゴリズムとデータ構造	2	②	2			○			1						
	ソフトウェア工学基礎	2	③	2			○		1							
	システムプログラミング	2	③	2				○	1	1						共同
	情報システム開発実習	2	④	1				○	1	1						共同
	ソフトウェア開発技術I	3	①	2			○		1							
	ソフトウェア工学演習I	3	①	1				○	6	2						
	ソフトウェア工学演習III	3	③	1				○	6	2						
	ソフトウェア工学演習IV	3	④	1				○	6	2						
	ソフトウェア工学演習V	4	①	1				○	6	2						
	ソフトウェア工学演習VI	4	②	1				○	6	2						
	ソフトウェア工学演習VII	4	③	1				○	6	2						
	ソフトウェア工学演習VIII	4	④	1				○	6	2						
	小計 (12科目)	—		16	0	0	—		6	2	1	0	0			
科 目 卒 業 研 究	卒業研究I	4	①	2				○	6	2						
	卒業研究II	4	②	2				○	6	2						
	卒業研究III	4	③	2				○	6	2						
	卒業研究IV	4	④	2				○	6	2						
	小計 (4科目)	—		8	0	0	—		6	2	0	0	0			

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部ソフトウェア工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考			
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手				
学 科 目	選択科目	計算機アーキテクチャとOS	2	③		2		○				1					兼 1 オムニバス オムニバス オムニバス 共同 オムニバス 共同
		プログラミング言語	3	①		2		○				1					
		情報モデリング	3	②		2		○				1					
		数理論理学	3	②		2		○									
		ソフトウェア工学演習II	3	②		1			○			6	2				
		ソフトウェア工学応用	3	③		2		○				2					
		ソフトウェア開発技術II	3	③		2		○				1		1			
		人工知能とソフトコンピューティング	3	④		2		○				2	1				
		Webアプリケーション開発実習	3	④		1						2					
		ソフトウェア工学国際講義	3	④		2		○				6	2				
		ソフトウェア工学特別講義	3	④		2		○				2					
	小計 (11科目)	—		0	20	0		—			6	2	1	0	0	兼 1	
データサイエンス副専攻科目	必修科目	数理技術プログラミング	2	③		2		○								兼 3 共同	
		OR概論	2	③		2		○								兼 1	
		ビッグデータ概論	2	③		2		○								兼 1	
		機械学習の数理	2	④		2		○								兼 1	
		PBL実践演習 (データサイエンス)	3	②		2			○							兼 3 共同	
	小計 (5科目)	—		0	10	0		—			0	0	0	0	0	兼 4	
選択必修科目		数理最適化	2	④		2		○								兼 1	
		幾何学概論	3	①		2		○								兼 1	
		多変量解析	3	②		2		○								兼 1	
		統計データ解析法	3	②		2		○								兼 1	
		小計 (4科目)	—		0	8	0		—			0	0	0	0	0	兼 4
電子情報工学副専攻科目	必修科目	ネットワークプログラミング	2	③		2		○								兼 3 共同	
		電子工学基礎	2	③		2		○								兼 1	
		情報通信システム	2	③		2		○								兼 1	
		通信理論	2	④		2		○								兼 1	
		PBL実践演習 (電子情報工学)	3	②		2			○							兼 3 共同	
	小計 (5科目)	—		0	10	0		—			0	0	0	0	0	兼 6	
選択必修科目		電子通信工学	3	①		2		○								兼 1	
		情報セキュリティI	3	①		2		○								兼 2 共同	
		マルチメディア情報処理	3	②		2		○								兼 1	
		データベース	3	②		2		○								兼 1	
		小計 (4科目)	—		0	8	0		—			0	0	0	0	0	兼 4

教 育 課 程 等 の 概 要

(理工学部ソフトウェア工学科)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考			
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手				
学科科目 機械システム工学副専攻科目	必修科目 機械制御プログラミング	2 ③		2				○							兼 3	共同 兼 1 兼 1 兼 1 兼 3 兼 7 兼 1 兼 1 兼 1 兼 1 兼 4 兼 165	
	制御工学基礎	2 ③		2				○							兼 1		
	制御理論I	2 ④		2				○							兼 1		
	機械工学基礎	2 ④		2				○							兼 1		
	PBL実践演習 (機械システム工学)	3 ②		2				○							兼 3		
	小計 (5科目)	—	0	10	0			—	0	0	0	0	0		兼 7		
	選択必修科目 計測工学	2 ④		2				○									兼 1
	制御理論II	3 ①		2				○									兼 1
	機械・材料力学	3 ②		2				○									兼 1
	HW/SW協調設計	3 ②		2				○									兼 1
小計 (4科目)	—	0	8	0			—	0	0	0	0	0		兼 4			
合計 (190科目)		—	72	252	0			—	6	2	1	0	0		兼 165		
学位又は称号		学士 (理工学)		学位又は学科の分野		理学関係、工学関係											
卒業要件及び履修方法								授業期間等									
共通教育科目を30単位以上、学部共通科目の必修科目を20単位、学科科目を65単位以上、自由選択科目10単位以上、合計125単位以上を卒業に必要な単位として修得しなければならない。ただし、学科科目については、数学科目を12単位、必修科目を16単位、卒業研究科目を8単位修得し、データサイエンス副専攻科目、電子情報工学副専攻科目、機械システム工学副専攻科目のうち選択したいずれか一つについて、その必修科目を10単位、選択必修科目を4単位以上修得しなければならない。(履修選択の登録の上限：各クォータの登録単位数は16単位まで(4年次の各クォータは12単位まで)とする。ただし、各年次において、第1クォータと第2クォータの登録単位数の合計は24単位まで、第3クォータと第4クォータの登録単位数の合計は24単位まで、第1クォータから第4クォータまでの登録単位数の合計は44単位までとする。)なお、自由選択科目に算入されるのは、共通教育科目で所定の単位数を超過して修得した科目、学部共通科目の選択科目として修得した科目、学科科目で所定の単位数を超過して修得した科目、履修可能な他学部・他学科科目、大学の単位認定制度により自由選択科目として認められたもの。								1 学年の学期区分				4 学期					
								1 学期の授業期間				8 週					
								1 時限の授業時間				1 0 0 分					

南山大学授業科目履修規程（抜粋）

（省略）

第8章 退 学

（修得単位不足等による退学）

第27条 短期大学部以外の学部にあつては在学8か年、短期大学部にあつては在学4か年（いずれも休学期間は算入しない。）に及び、なお卒業に必要な単位を修得しない者その他成業の見込みのない者には、学長が退学を命ずる。

② 入学後1年を経過してもなお修得単位数が16単位未満、2年を経過しても32単位未満、3年を経過しても48単位未満等の場合には、学長が退学を命ずることがある。ただし、病気その他重大な事由による場合は、この限りではない。

③ 正当の理由がなくて引き続き長期欠席した者には、学長が退学を命ずることがある。

（省略）

MEMORANDUM OF AGREEMENT

between

Nanzan University, Japan

and

The University of North Carolina at Charlotte, U.S.A**I. STATEMENT OF PURPOSE**

This Memorandum of Agreement (MOA) authorizes and confirms the intent of Nanzan University (hereafter referred to as NU) to send students of NU for participation in programs offered by the University of North Carolina at Charlotte (hereafter referred to as UNC Charlotte), and sets forth policies and procedures relating to the enrolment of the NU students in programs offered by UNC Charlotte through a separate joint agreement among Nanzan University, the Council on International Educational Exchange (CIEE) and the University of North Carolina at Charlotte for operation of the Nanzan University English for Scientific Purposes Program (hereinafter, "Joint Agreement").

II. RESPONSIBILITIES

1. NU may recruit students to participate in courses offered through the Office of Intercultural and Educational Experiences (OIEE) at UNC Charlotte.
2. NU will represent UNC Charlotte by providing complete and current information to prospective program participants as set forth by UNC Charlotte.
3. UNC Charlotte will provide necessary program information and application materials to NU upon request.
4. For custom-designed programs, UNC Charlotte will work with NU to plan and provide requested programs that are in the scope of the program's mission and capabilities. Arrangements are subject to mutual consultation prior to the commencement of the program.
5. NU will require NU students to submit program fees according to established deadlines. These fees will be collected and paid to UNC Charlotte pursuant to the Joint Agreement.
6. NU will require NU students to submit all required application documents according to established deadlines in order to allow time for processing of applications for adequate program planning.
7. NU will select NU students to participate in programs offered through OIEE at

UNC Charlotte per any criteria established by UNC Charlotte. UNC Charlotte will provide accommodation suitable for the group of NU students as part of the students' Tuition and Fees.

8. UNC Charlotte agrees to grant NU students all rights, privileges, and services available to all OIEE program participants as more fully set forth in the Joint Agreement.
9. UNC Charlotte will award certificates to students who meet the program requirements of attendance and performance, and issue progress reports and end of course reports upon the completion of their programs as more fully set forth in the Joint Agreement.

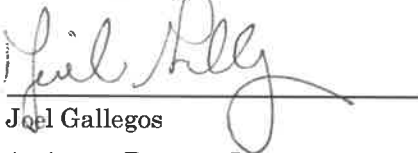
III. DATES AND TERMS OF AGREEMENT

This MOA becomes effective upon signing by both parties. It may be terminated by mutual consent or with six months' notice in writing by either party. Any proposal to change the terms of this MOA should be negotiated and officially approved in writing by both parties. Termination of this MOA shall not relieve either party of any obligations set forth in the Joint Agreement.

IV. SIGNATURES

Executed for

UNC Charlotte



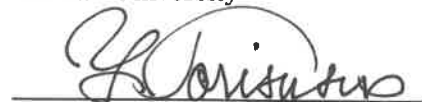
Joel Gallegos

Assistant Provost, International Programs

Dated: Jan 29, 2019

Executed for

Nanzan University

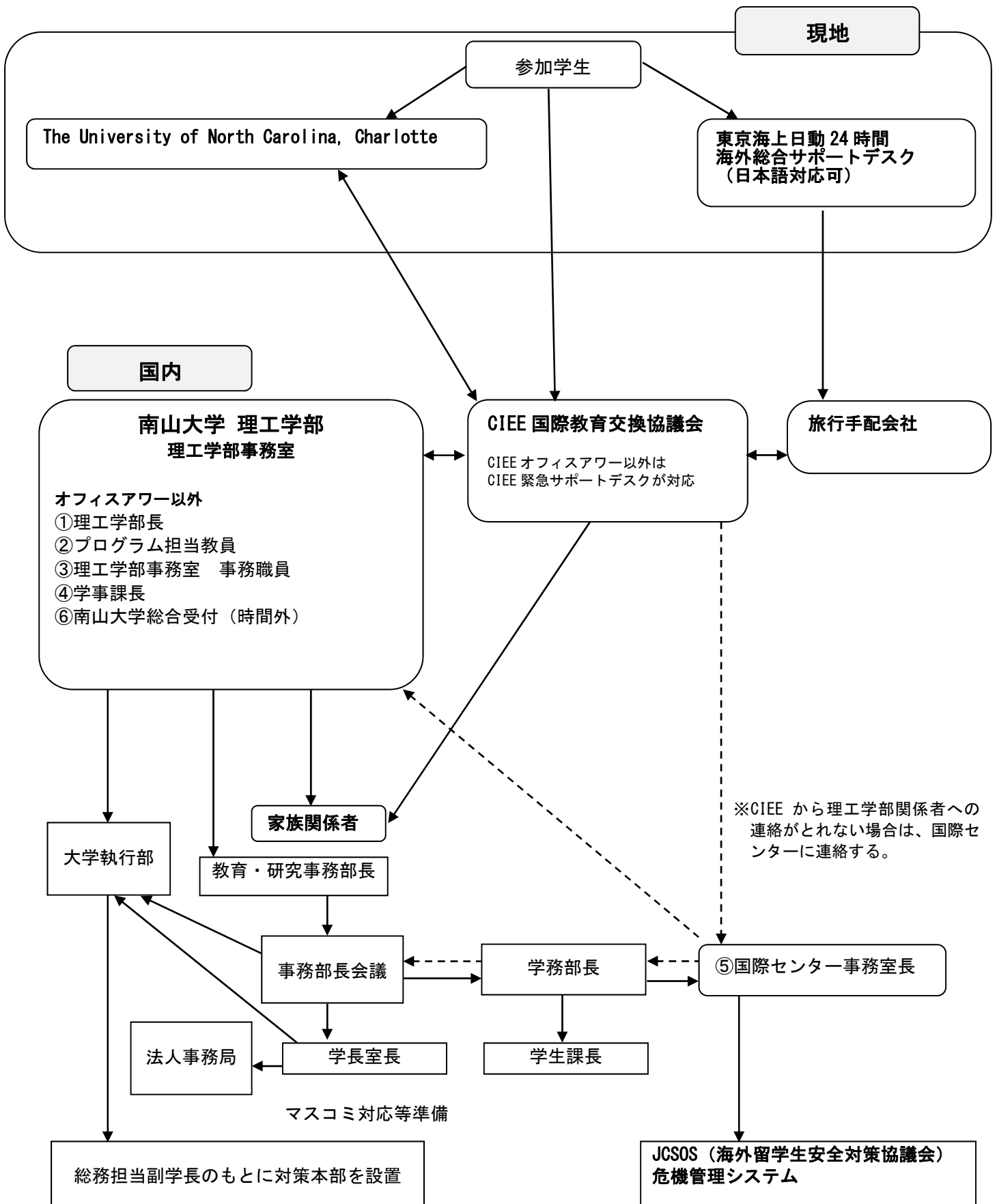


Dr. Yoshifumi Torisu, S.V.D.

President

Dated: Feb. 5, 2019

理工学海外研修 緊急連絡体制



【資料22】

理工学部データサイエンス学科1年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	基礎体育A		理工学概論(データサイエンス)・鈴木3, 小藤(5), 三浦(3), 阿部(4)	S48			理工学基礎演習(DS+MS)・実験室(DS70人1回分)・金山(7), 陳(7), 藤井, 野田(1)	S15, S47		
	2			基盤・学際科目1	M1	基盤・学際科目2	G26				
	3	宗教論(DS+MS)	S47			選択必修外国語科目II	Q415	線形代数学I(講義:DS+MS)・三浦	S47		
	4			基礎体育B		プログラミング応用(講義)・吉田	S58	プログラミング応用(講義)・吉田	S58		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1	微積分学I(講義:DS+MS)・阿部	S47	選択必修外国語科目I	Q415	英語Iコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34				
	2	論理と集合(DS+MS)・佐々木克	S22	微積分学II(講義:DS+MS)・小藤	S56	英語IIコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34	情報倫理	S65, S66, S57		
	3	プログラミング基礎(講義)・横森	S58	プログラミング基礎(講義)・横森	S58	英語IIIコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34				
	4			線形代数学II(講義:DS+MS)・小市	S47	英語IVコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34				
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1	基盤・学際科目3	Q101	基盤・学際科目3	Q101						
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	基礎体育A		理工学概論(データサイエンス)・鈴木3, 小藤(5), 三浦(3), 阿部(4)	S48			理工学基礎演習(DS+MS)・実験室(DS70人1回分)・金山(7), 陳(7), 藤井, 野田(1)	S15, S47		
	2			基盤・学際科目1	M1	基盤・学際科目2	G26				
	3	宗教論(DS+MS)	S47			選択必修外国語科目II	Q415	線形代数学I(演習)・三浦	S49		
	4			基礎体育B		プログラミング応用(実習)・金山	S58	プログラミング応用(実習)・金山	S58		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1	微積分学I(演習)・阿部	S49	選択必修外国語科目I	Q415	英語Iコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34				
	2	論理と集合(DS+MS)・佐々木克	S22	微積分学II(演習)・小藤	S56	英語IIコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34	情報倫理	S65, S66, S56		
	3	プログラミング基礎(実習)・金山	S58	プログラミング基礎(実習)・金山	S58	英語IIIコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34	プログラミング基礎(講義)・金山	S58		
	4			線形代数学II(演習)・小市	S47	英語IVコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34	プログラミング応用(講義)・金山	S58		

理工学部データサイエンス学科2年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	微積分学III(DS+MS)・阿部	S56	物理学基礎(DS+MS)・大石	S47	英語Vコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34				
	2	統計学概論(DS+MS)・白石	S47	通信ネットワーク基礎(DS+MS)・奥村	S56	英語VIコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34				
	3	OR概論・鈴木 英語VIIコミュニケーションスキルズ1	S23 H32, H33, H34	ソフトウェア工学基礎・吉田 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	ビッグデータ概論・阿部	S56	制御工学基礎・大石 英語VIIコミュニケーションスキルズ3	S56 H32, H33, H34		
	4	機械学習の数理・河野 英語VIIIコミュニケーションスキルズ1	S22 H32, H33, H34	機械工学基礎・中島 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S47 H32, H33, H34	通信理論・梅比良 英語VIIIコミュニケーションスキルズ3	S47 H32, H33, H34	計測工学・陳 英語VIIIコミュニケーションスキルズ4	S47 H32, H33, H34		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1	線形代数学III(DS+MS)・坂本	S56	人間の尊厳科目1	B22			キリスト教概論(DS+MS)	S47		
	2			アルゴリズムとデータ構造・横森	S47			基盤・学際科目4	E11		
	3	電子工学基礎・野田 英語VIIコミュニケーションスキルズ4	S23 H32, H33, H34	情報通信システム・梅比良	S23	数理技術プログラミング・河野, 小市, 阿部	S58	システムプログラミング・野呂, 名倉 機械制御プログラミング・本田, 張, 大月 ネットワークプログラミング・宮澤, 横山, 栗原	S74 S73 S67		
	4	数理技術実習・佐々木美, 松田	S58	制御理論I・杉本	S56	数理最適化・佐々木美 人間の尊厳科目4	S22 G27	応用解析学・杉本	S47		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2	人間の尊厳科目2	J55	人間の尊厳科目2	J55						
	3	計算機アーキテクチャとOS・吉田 人間の尊厳科目3	S23 DB1	計算機アーキテクチャとOS・吉田 人間の尊厳科目3	S23 DB1						
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	微積分学III(DS+MS)・阿部	S56	物理学基礎(DS+MS)・大石	S47	英語Vコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34				
	2	統計学概論(DS+MS)・白石	S47	通信ネットワーク基礎(DS+MS)・奥村	S56	英語VIコミュニケーションスキルズ	H32, H33, H34				
	3	OR概論・鈴木 英語VIIコミュニケーションスキルズ1	S23 H32, H33, H34	ソフトウェア工学基礎・吉田 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	ビッグデータ概論・阿部	S56	制御工学基礎・大石 英語VIIコミュニケーションスキルズ3	S56 H32, H33, H34		
	4	機械学習の数理・河野 英語VIIIコミュニケーションスキルズ1	S22 H32, H33, H34	機械工学基礎・中島 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	通信理論・梅比良 英語VIIIコミュニケーションスキルズ3	S47 H32, H33, H34	計測工学・陳 英語VIIIコミュニケーションスキルズ4	S47 H32, H33, H34		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1	線形代数学III(DS+MS)・坂本	S56	人間の尊厳科目1	B22			キリスト教概論(DS+MS)	S47		
	2			アルゴリズムとデータ構造・横森	S47			基盤・学際科目4	E11		
	3	電子工学基礎・野田 英語VIIコミュニケーションスキルズ4	S23 H32, H33, H34	情報通信システム・梅比良	S23	数理技術プログラミング・河野, 小市, 阿部	S58	システムプログラミング・野呂, 名倉 機械制御プログラミング・本田, 張, 大月 ネットワークプログラミング・宮澤, 横山, 栗原	S74 S73 S67		
	4	数理技術実習・佐々木美, 松田	S58	制御理論I・杉本	S56	数理最適化・佐々木美 人間の尊厳科目4	S22 G27	応用解析学・杉本	S47		

理工学部データサイエンス学科3年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	ソフトウェア開発技術I・沢田	S23	幾何学概論・小市	S22	ビッグデータのための統計・松田, 阿部	S57	確率モデルとシミュレーション・三浦	S57		
	2	数理論理学・佐々木克	S23	統計データ解析法・松田 HW/SW協調設計・本田	S23 S57	マルチメディア情報処理・奥村	S23	マルチメディア情報処理・奥村	S23		
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1	プログラミング言語・野呂	S23	電子通信工学・野田	S23	制御理論II・坂本	S23	情報セキュリティ・石原, 柴原	S23		
	2	多変量解析・白石	S23	情報モデリング・蜂巣	S23	機械・材料力学・稲垣	S23	データベース・石原	S23		
	3	代数系入門・小藤	S68	ソフトウェア開発技術II・沢田, 金山	S22						
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2	幾何とベクトル・小市, 藤井	S21	幾何とベクトル・小市, 藤井	S21						
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	ソフトウェア開発技術I・沢田	S23	幾何学概論・小市	S22	ビッグデータのための統計・松田, 阿部	S57	確率モデルとシミュレーション・三浦	S57	データサイエンス演習I・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	2	数理論理学・佐々木克	S23	統計データ解析法・松田 HW/SW協調設計・本田	S23 S57	PBL実践演習(ソフトウェア工学)・沢田, 金山 PBL実践演習(電子情報工学)・実験室・宮澤, 野田, 横山 PBL実践演習(機械システム工学)・実験室・陳, 中島, 張	S57 S15 S13	PBL実践演習(ソフトウェア工学)・沢田, 金山 PBL実践演習(電子情報工学)・実験室・宮澤, 野田, 横山 PBL実践演習(機械システム工学)・実験室・陳, 中島, 張	S57 S15 S13	データサイエンス演習II・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	3									データサイエンス演習III・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	4									データサイエンス演習IV・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1	プログラミング言語・野呂	S23	電子通信工学・野田	S23	制御理論II・坂本	S23	情報セキュリティ・石原, 柴原	S23		
	2	多変量解析・白石	S23	情報モデリング・蜂巣	S23	機械・材料力学・稲垣	S23	データベース・石原	S23		
	3	代数系入門・小藤	S68	ソフトウェア開発技術II・沢田, 金山	S22						
	4										

理工学部データサイエンス学科4年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1										
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1									データサイエンス演習V・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	2									データサイエンス演習VI・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	3									データサイエンス演習VII・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	4									データサイエンス演習VIII・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1									卒業研究II・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	2									卒業研究III・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	3									卒業研究III・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	4									卒業研究IV・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1									卒業研究II・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	2									卒業研究III・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	3									卒業研究III・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室
	4									卒業研究IV・鈴木, 松田, 小藤, 白石, 三浦, 佐々木美, 河野, 小市, 阿部	学生研究室

理工学部電子情報工学科1年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	基礎体育A		理工学基礎演習(SE+EC)・実験室(EC65人1回分)・栗原(7), 陳(7), 藤井・野田(1)	S15, S23			理工学概論(電子情報工学)・実験室(野田7回分)・奥村(1), 石原(1), 佐々木克(1), 横山(1), 宮澤(1), 梅比良(1), 野田(7), 藤井(1), 栗原(1)	S15, S48		
	2			基盤・学際科目1	M1	基盤・学際科目2	G26				
	3	宗教論(SE+EC)	S56	選択必修外国語科目II	Q415	線形代数学I(講義:SE+EC)・石原	S47				
	4	線形代数学II(講義:SE+EC)・阿部	S47	基礎体育B		プログラミング応用(講義)・名倉	S48	プログラミング応用(講義)・名倉	S48		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1			微積分学I(講義:SE+EC)・小藤	S47	英語Iコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12	選択必修外国語科目I	Q415		
	2	微積分学II(講義:SE+EC)・小市	S47	論理と集合(SE+EC)・佐々木克	S22	英語IIコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12	情報倫理	S65, S66, S58		
	3	プログラミング基礎(講義)・横山	S48	プログラミング基礎(講義)・横山	S48	英語IIIコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12				
	4					英語IVコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12				
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1	基盤・学際科目3	Q101	基盤・学際科目3	Q101						
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	基礎体育A		理工学基礎演習(SE+EC)・実験室(EC65人1回分)・栗原(7), 陳(7), 藤井・野田(1)	S15, S23			理工学概論(電子情報工学)・実験室(野田7回分)・奥村(1), 石原(1), 佐々木克(1), 横山(1), 宮澤(1), 梅比良(1), 野田(7), 藤井(1), 栗原(1)	S15, S48		
	2			基盤・学際科目1	M1	基盤・学際科目2	G26				
	3	宗教論(SE+EC)	S56	選択必修外国語科目II	Q415	線形代数学I(演習)・石原	S57				
	4	線形代数学II(演習)・梅比良	S57	基礎体育B		プログラミング応用(実習)・名倉	S48	プログラミング応用(実習)・名倉	S48		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1			微積分学I(演習)・石原	S48	英語Iコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12	選択必修外国語科目I	Q415		
	2	微積分学II(演習)・本田	S48	論理と集合(SE+EC)・佐々木克	S22	英語IIコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12	情報倫理	S65, S66, S56		
	3	プログラミング基礎(実習)・横山	S48	プログラミング基礎(実習)・横山	S48	英語IIIコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12	プログラミング基礎(講義)・横山	S48		
	4					英語IVコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12	プログラミング応用(講義)・名倉	S48		

理工学部電子情報工学科2年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	物理学基礎(SE+EC)・大石	S47	微積分学Ⅲ(SE+EC)・松田	S56	英語Vコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12				
	2	通信ネットワーク基礎(SE+EC)・奥村	S56	統計学概論(SE+EC)・白石	S47	英語VIコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12				
	3	OR概論・鈴木 英語VIIコミュニケーションスキルズ1	S23 H32, H33, H34	ソフトウェア工学基礎・吉田 英語VIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	ビッグデータ概論・阿部	S56	制御工学基礎・大石 英語VIIコミュニケーションスキルズ3	S56 H32, H33, H34		
	4	機械学習の数理・河野 英語VIIIコミュニケーションスキルズ1	S22 H32, H33, H34	機械工学基礎・中島 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S47 H32, H33, H34	通信理論・梅比良 英語VIIIコミュニケーションスキルズ3	S47 H32, H33, H34	計測工学・陳 英語VIIIコミュニケーションスキルズ4	S47 H32, H33, H34		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1	人間の尊厳科目1	B22	線形代数学Ⅲ(SE+EC)・坂本	S56			キリスト教概論(SE+EC)	S56		
	2			アルゴリズムとデータ構造・横森	S47			基盤・学際科目4	E11		
	3	電子工学基礎・野田 英語VIIコミュニケーションスキルズ4	S23 H32, H33, H34	情報通信システム・梅比良	S23	ネットワークプログラミング・宮澤, 横山, 栗原	S48	システムプログラミング・野呂, 名倉 数理技術プログラミング・河野, 小市, 阿部 機械制御プログラミング・本田, 張, 大月	S74 S68 S73		
	4	電子情報工学実習・野田	S48	制御理論I・杉本	S56	数理最適化・佐々木美 人間の尊厳科目4	S22 G27				
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2	人間の尊厳科目2	J55	人間の尊厳科目2	J55						
	3	計算機アーキテクチャとOS・吉田 人間の尊厳科目3	S23 DB1	計算機アーキテクチャとOS・吉田 人間の尊厳科目3	S23 DB1						
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	物理学基礎(SE+EC)・大石	S47	微積分学Ⅲ(SE+EC)・松田	S56	英語Vコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12				
	2	通信ネットワーク基礎(SE+EC)・奥村	S56	統計学概論(SE+EC)・白石	S47	英語VIコミュニケーションスキルズ	FB1, F11, F12				
	3	OR概論・鈴木 英語VIIコミュニケーションスキルズ1	S23 H32, H33, H34	ソフトウェア工学基礎・吉田 英語VIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	ビッグデータ概論・阿部	S56	制御工学基礎・大石 英語VIIコミュニケーションスキルズ3	S56 H32, H33, H34		
	4	機械学習の数理・河野 英語VIIIコミュニケーションスキルズ1	S22 H32, H33, H34	機械工学基礎・中島 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	通信理論・梅比良 英語VIIIコミュニケーションスキルズ3	S47 H32, H33, H34	計測工学・陳 英語VIIIコミュニケーションスキルズ4	S47 H32, H33, H34		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1	人間の尊厳科目1	B22	線形代数学Ⅲ(SE+EC)・坂本	S56			キリスト教概論(SE+EC)	S56		
	2			アルゴリズムとデータ構造・横森	S47			基盤・学際科目4	E11		
	3	電子工学基礎・野田 英語VIIコミュニケーションスキルズ4	S23 H32, H33, H34	情報通信システム・梅比良	S23	ネットワークプログラミング・宮澤, 横山, 栗原	S48	システムプログラミング・野呂, 名倉 数理技術プログラミング・河野, 小市, 阿部 機械制御プログラミング・本田, 張, 大月	S74 S68 S73		
	4	電子情報工学実習・野田	S48	制御理論I・杉本	S56	数理最適化・佐々木美 人間の尊厳科目4	S22 G27				

理工学部電子情報工学科3年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	ソフトウェア開発技術I・沢田	S23	幾何学概論・小市	S22	ワイヤレスシステム工学・藤井	S67				
	2			統計データ解析法・松田 HW/SW協調設計・本田	S23 S57	マルチメディア情報処理・奥村	S23	マルチメディア情報処理・奥村	S23		
	3					クラウド基盤と仮想化技術・宮澤	S48				
	4	情報セキュリティII・石原, 兼原	S48								
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1	プログラミング言語・野呂	S23	電子通信工学・野田	S23	制御理論II・坂本	S23	情報セキュリティ・石原, 兼原	S23		
	2	多変量解析・白石	S23	情報モデリング・蜂巢	S23	機械・材料力学・稲垣	S23	データベース・石原	S23		
	3			ソフトウェア開発技術II・沢田, 金山	S22						
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2	幾何とベクトル・小市, 藤井	S21	幾何とベクトル・小市, 藤井	S21						
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	ソフトウェア開発技術I・沢田	S23	幾何学概論・小市	S22	ワイヤレスシステム工学・藤井	S67			電子情報工学演習I・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 兼原, 宮澤	学生研究室
	2			統計データ解析法・松田 HW/SW協調設計・本田	S23 S57	PBL実践演習(ソフトウェア工学)・沢田, 金山 PBL実践演習(データサイエンス)・河野, 小市, 阿部 PBL実践演習(機械システム工学)・実験室・陳, 中島, 張	S57 S48 S13	PBL実践演習(ソフトウェア工学)・沢田, 金山 PBL実践演習(データサイエンス)・河野, 小市, 阿部 PBL実践演習(機械システム工学)・実験室・陳, 中島, 張	S57 S48 S13	電子情報工学演習II・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 兼原, 宮澤	学生研究室
	3					クラウド基盤と仮想化技術・宮澤	S48			電子情報工学演習III・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 兼原, 宮澤	学生研究室
	4	情報セキュリティII・石原, 兼原	S48							電子情報工学演習IV・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 兼原, 宮澤	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1	プログラミング言語・野呂	S23	電子通信工学・野田	S23	制御理論II・坂本	S23	情報セキュリティ・石原, 兼原	S23		
	2	多変量解析・白石	S23	情報モデリング・蜂巢	S23	機械・材料力学・稲垣	S23	データベース・石原	S23		
	3			ソフトウェア開発技術II・沢田, 金山	S22						
	4										

理工学部電子情報工学科4年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1										
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1									電子情報工学演習V・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	2									電子情報工学演習VI・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	3									電子情報工学演習VII・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	4									電子情報工学演習VIII・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1									卒業研究I・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	2									卒業研究II・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	3									卒業研究III・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	4									卒業研究IV・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1									卒業研究I・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	2									卒業研究II・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	3									卒業研究III・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室
	4									卒業研究IV・奥村, 石原, 佐々木克, 横山, 梅比良, 藤井, 野田, 柴原, 宮澤	学生研究室

理工学部機械システム工学科1年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	基礎体育A				理工学概論(機械システム工学)・実験室(陳5回分)・大石(2), 坂本(2), 稲垣(2), 中島(2), 本田(2), 陳(5)	S13, S48	理工学基礎演習(DS+MS)・実験室(MS65人1回分)・張(7), 陳(7), 藤井, 野田(1)	S13, S47		
	2			基盤・学際科目1	M1	基盤・学際科目2	G26				
	3	宗教論(DS+MS)	S47			選択必修外国語科目II	Q415	線形代数学I(講義:DS+MS)・三浦	S47		
	4			基礎体育B		プログラミング応用(講義)・蜂巢	S57	プログラミング応用(講義)・蜂巢	S57		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1	微積分学I(講義:DS+MS)・阿部	S47	選択必修外国語科目I	Q415	英語Iコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46				
	2	論理と集合(DS+MS)・佐々木克	S22	微積分学II(講義:DS+MS)・小藤	S56	英語IIコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46	情報倫理	S65, S66, S59		
	3	プログラミング基礎(講義)・張	S57	プログラミング基礎(講義)・張	S57	英語IIIコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46				
	4			線形代数学II(講義:DS+MS)・小市	S47	英語IVコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46				
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1	基盤・学際科目3	Q101	基盤・学際科目3	Q101						
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	基礎体育A				理工学概論(機械システム工学)・実験室(陳5回分)・大石(2), 坂本(2), 稲垣(2), 中島(2), 本田(2), 陳(5)	S13, S48	理工学基礎演習(DS+MS)・実験室(MS65人1回分)・張(7), 陳(7), 藤井, 野田(1)	S13, S47		
	2			基盤・学際科目1	M1	基盤・学際科目2	G26				
	3	宗教論(DS+MS)	S47			選択必修外国語科目II	Q415	線形代数学I(演習)・張	S48		
	4			基礎体育B		プログラミング応用(実習)・大月	S57	プログラミング応用(実習)・大月	S57		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1	微積分学I(演習)・大石	S48	選択必修外国語科目I	Q415	英語Iコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46				
	2	論理と集合(DS+MS)・佐々木克	S22	微積分学II(演習)・稲垣	S49	英語IIコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46	情報倫理	S65, S66, S56		
	3	プログラミング基礎(実習)・大月	S57	プログラミング基礎(実習)・大月	S57	英語IIIコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46	プログラミング基礎(講義)・大月	S57		
	4			線形代数学II(演習)・坂本	S48	英語IVコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46	プログラミング応用(講義)・大月	S57		

理工学部機械システム工学科2年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	微積分学Ⅲ(DS+MS)・阿部	S56	物理学基礎(DS+MS)・大石	S47	英語Vコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46				
	2	統計学概論(DS+MS)・白石	S47	通信ネットワーク基礎(DS+MS)・奥村	S56	英語VIコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46				
	3	OR概論・鈴木 英語VIIコミュニケーションスキルズ1	S23 H32, H33, H34	ソフトウェア工学基礎・吉田 英語VIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	ビッグデータ概論・阿部	S56	制御工学基礎・大石 英語VIIコミュニケーションスキルズ3	S56 H32, H33, H34		
	4	機械学習の数理・河野 英語VIIIコミュニケーションスキルズ1	S22 H32, H33, H34	機械工学基礎・中島 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S47 H32, H33, H34	通信理論・梅比良 英語VIIIコミュニケーションスキルズ3	S47 H32, H33, H34	計測工学・陳 英語VIIIコミュニケーションスキルズ4	S47 H32, H33, H34		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1	線形代数学Ⅲ(DS+MS)・坂本	S56	人間の尊厳科目1	B22			キリスト教概論(DS+MS)	S47		
	2			アルゴリズムとデータ構造・横森	S47			基盤・学際科目4	E11		
	3	電子工学基礎・野田 英語VIIコミュニケーションスキルズ4	S23 H32, H33, H34	情報通信システム・梅比良	S23	機械制御プログラミング・本田, 張, 大月	S57	システムプログラミング・野呂, 名倉 数理技術プログラミング・河野, 小市, 阿部 ネットワークプログラミング・宮澤, 横山, 栗原	S74 S68 S67		
	4	機械システム工学実習・中島, 稲垣	S57	制御理論1・杉本	S56	数理最適化・佐々木美 人間の尊厳科目4	S22 G27	応用解析学・杉本	S56		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2	人間の尊厳科目2	J55	人間の尊厳科目2	J55						
	3	計算機アーキテクチャとOS・吉田 人間の尊厳科目3	S23 DB1	計算機アーキテクチャとOS・吉田 人間の尊厳科目3	S23 DB1						
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	微積分学Ⅲ(DS+MS)・阿部	S56	物理学基礎(DS+MS)・大石	S47	英語Vコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46				
	2	統計学概論(DS+MS)・白石	S47	通信ネットワーク基礎(DS+MS)・奥村	S56	英語VIコミュニケーションスキルズ	B44, B45, B46				
	3	OR概論・鈴木 英語VIIコミュニケーションスキルズ1	S23 H32, H33, H34	ソフトウェア工学基礎・吉田 英語VIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	ビッグデータ概論・阿部	S56	制御工学基礎・大石 英語VIIコミュニケーションスキルズ3	S56 H32, H33, H34		
	4	機械学習の数理・河野 英語VIIIコミュニケーションスキルズ1	S22 H32, H33, H34	機械工学基礎・中島 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	通信理論・梅比良 英語VIIIコミュニケーションスキルズ3	S47 H32, H33, H34	計測工学・陳 英語VIIIコミュニケーションスキルズ4	S47 H32, H33, H34		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1	線形代数学Ⅲ(DS+MS)・坂本	S56	人間の尊厳科目1	B22			キリスト教概論(DS+MS)	S47		
	2			アルゴリズムとデータ構造・横森	S47			基盤・学際科目4	E11		
	3	電子工学基礎・野田 英語VIIコミュニケーションスキルズ4	S23 H32, H33, H34	情報通信システム・梅比良	S23	機械制御プログラミング・本田, 張, 大月	S57	システムプログラミング・野呂, 名倉 数理技術プログラミング・河野, 小市, 阿部 ネットワークプログラミング・宮澤, 横山, 栗原	S74 S68 S67		
	4	機械システム工学実習・中島, 稲垣	S57	制御理論1・杉本	S56	数理最適化・佐々木美 人間の尊厳科目4	S22 G27	応用解析学・杉本	S56		

理工学部機械システム工学科3年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
月	1	ソフトウェア開発技術Ⅰ・沢田	S23	幾何学概論・小市	S22							
	2			統計データ解析法・松田	S23	マルチメディア情報処理・奥村	S23	マルチメディア情報処理・奥村	S23			
	3	HW/SW協調設計・本田	S57	現代システム制御・大石, 坂本, 陳	S48							
	4					ロボット工学・中島, 稲垣	S68					
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
火	1	プログラミング言語・野呂	S23	電子通信工学・野田	S23	制御理論Ⅱ・坂本	S23	情報セキュリティⅠ・石原, 桑原	S23			
	2	多変量解析・白石	S23	情報モデリング・蜂巢	S23	機械・材料力学・稲垣	S23	データベース・石原	S23			
	3			ソフトウェア開発技術Ⅱ・沢田, 金山	S22							
	4											
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
水	1											
	2	幾何とベクトル・小市, 藤井	S21	幾何とベクトル・小市, 藤井	S21							
	3											
	4											
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
木	1	ソフトウェア開発技術Ⅰ・沢田	S23	幾何学概論・小市	S22					機械システム工学演習Ⅰ・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室	
	2			統計データ解析法・松田	S23	PBL実践演習(ソフトウェア工学)・沢田, 金山 PBL実践演習(データサイエンス)・河野, 小市, 阿部 PBL実践演習(電子情報工学)・実験室・宮澤, 野田, 横山	S57 S48 S15	PBL実践演習(ソフトウェア工学)・沢田, 金山 PBL実践演習(データサイエンス)・河野, 小市, 阿部 PBL実践演習(電子情報工学)・実験室・宮澤, 野田, 横山	S57 S48 S15	機械システム工学演習Ⅱ・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室	
	3	HW/SW協調設計・本田	S67	現代システム制御・大石, 坂本, 陳	S48						機械システム工学演習Ⅲ・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	4					ロボット工学・中島, 稲垣	S68				機械システム工学演習Ⅳ・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
金	1	プログラミング言語・野呂	S23	電子通信工学・野田	S23	制御理論Ⅱ・坂本	S23	情報セキュリティⅠ・石原, 桑原	S23			
	2	多変量解析・白石	S23	情報モデリング・蜂巢	S23	機械・材料力学・稲垣	S23	データベース・石原	S23			
	3			ソフトウェア開発技術Ⅱ・沢田, 金山	S22							
	4											

理工学部機械システム工学科4年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1									機械システム工学演習V・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	2									機械システム工学演習VI・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	3									機械システム工学演習VII・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	4									機械システム工学演習VIII・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1										
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1									卒業研究I・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	2									卒業研究II・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	3									卒業研究III・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	4									卒業研究IV・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1									卒業研究I・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	2									卒業研究II・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	3									卒業研究III・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室
	4									卒業研究IV・大石, 坂本, 陳, 中島, 杉本, 稲垣, 本田, 張	学生研究室

理工学部ソフトウェア工学科1年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	基礎体育A		理工学基礎演習(SE+EC)・実験室(SE70人1回分)・栗原(7), 陳(7), 藤井・野田(1)	S13, S23			理工学概論(ソフトウェア工学)・野呂(2), 沢田(2), 吉田(2), 蜂巣(2), 佐伯(2), 横森(3), 名倉(2)	S67		
	2			基盤・学際科目1	M1	基盤・学際科目2	G26				
	3	宗教論(SE+EC)	S56	選択必修外国語科目II	Q415	線形代数学I(講義:SE+EC)・石原	S47				
	4	線形代数学II(講義:SE+EC)・阿部	S47	基礎体育B		プログラミング応用(講義)・横山	S49	プログラミング応用(講義)・横山	S49		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1			微積分学I(講義:SE+EC)・小藤	S47	英語Iコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24	選択必修外国語科目I	Q415		
	2	微積分学II(講義:SE+EC)・小市	S47	論理と集合(SE+EC)・佐々木克	S22	英語IIコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24	情報倫理	S65, S66, S66		
	3	プログラミング基礎(講義)・野呂	S49	プログラミング基礎(講義)・野呂	S49	英語IIIコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24				
	4					英語IVコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24				
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1	基盤・学際科目3	Q101	基盤・学際科目3	Q101						
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	基礎体育A		理工学基礎演習(SE+EC)・実験室(SE70人1回分)・栗原(7), 陳(7), 藤井・野田(1)	S13, S23			理工学概論(ソフトウェア工学)・野呂(2), 沢田(2), 吉田(2), 蜂巣(2), 佐伯(2), 横森(3), 名倉(2)	S67		
	2			基盤・学際科目1	M1	基盤・学際科目2	G26				
	3	宗教論(SE+EC)	S56	選択必修外国語科目II	Q415	線形代数学I(演習)・小市	S58				
	4	線形代数学II(演習)・阿部	S58	基礎体育B		プログラミング応用(実習)・横森	S49	プログラミング応用(実習)・横森	S49		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1			微積分学I(演習)・小藤	S49	英語Iコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24	選択必修外国語科目I	Q415		
	2	微積分学II(演習)・小市	S49	論理と集合(SE+EC)・佐々木克	S22	英語IIコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24	情報倫理	S65, S66, S66		
	3	プログラミング基礎(実習)・名倉	S49	プログラミング基礎(実習)・名倉	S49	英語IIIコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24	プログラミング基礎(講義)・名倉	S49		
	4					英語IVコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24	プログラミング応用(講義)・横森	S49		

理工学部ソフトウェア工学科2年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1	物理学基礎(SE+EC)・大石	S47	微積分学Ⅲ(SE+EC)・松田	S56	英語Vコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24				
	2	通信ネットワーク基礎(SE+EC)・奥村	S56	統計学概論(SE+EC)・白石	S47	英語VIコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24				
	3	OR概論・鈴木 英語VIIコミュニケーションスキルズ1	S23 H32, H33, H34	ソフトウェア工学基礎・吉田 英語VIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	ビッグデータ概論・阿部	S56	制御工学基礎・大石 英語VIIコミュニケーションスキルズ3	S56 H32, H33, H34		
	4	機械学習の数理・河野 英語VIIIコミュニケーションスキルズ1	S22 H32, H33, H34	機械工学基礎・中島 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S47 H32, H33, H34	通信理論・梅比良 英語VIIIコミュニケーションスキルズ3	S47 H32, H33, H34	計測工学・陳 英語VIIIコミュニケーションスキルズ4	S47 H32, H33, H34		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1	人間の尊厳科目1	B22	線形代数学Ⅲ(SE+EC)・坂本	S56			キリスト教概論(SE+EC)	S56		
	2			アルゴリズムとデータ構造・横森	S47			基盤・学際科目4	E11		
	3	電子工学基礎・野田 英語VIIコミュニケーションスキルズ4	S23 H32, H33, H34	情報通信システム・梅比良	S23	システムプログラミング・野呂, 名倉	S49	数理技術プログラミング・河野, 小市, 阿部 ネットワークプログラミング・宮澤, 横山, 栗原 機械制御プログラミング・本田, 張, 大月	S68 S67 S73		
	4	情報システム開発実習・横森, 金山	S49	制御理論・杉本	S56	数理最適化・佐々木美 人間の尊厳科目4	S22 G27				
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2	人間の尊厳科目2	J55	人間の尊厳科目2	J55						
	3	計算機アーキテクチャとOS・吉田 人間の尊厳科目3	S23 DB1	計算機アーキテクチャとOS・吉田 人間の尊厳科目3	S23 DB1						
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1	物理学基礎(SE+EC)・大石	S47	微積分学Ⅲ(SE+EC)・松田	S56	英語Vコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24				
	2	通信ネットワーク基礎(SE+EC)・奥村	S56	統計学概論(SE+EC)・白石	S47	英語VIコミュニケーションスキルズ	H22, H23, H24				
	3	OR概論・鈴木 英語VIIコミュニケーションスキルズ1	S23 H32, H33, H34	ソフトウェア工学基礎・吉田 英語VIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	ビッグデータ概論・阿部	S56	制御工学基礎・大石 英語VIIコミュニケーションスキルズ3	S56 H32, H33, H34		
	4	機械学習の数理・河野 英語VIIIコミュニケーションスキルズ1	S22 H32, H33, H34	機械工学基礎・中島 英語VIIIコミュニケーションスキルズ2	S23 H32, H33, H34	通信理論・梅比良 英語VIIIコミュニケーションスキルズ3	S47 H32, H33, H34	計測工学・陳 英語VIIIコミュニケーションスキルズ4	S47 H32, H33, H34		
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1	人間の尊厳科目1	B22	線形代数学Ⅲ(SE+EC)・坂本	S56			キリスト教概論(SE+EC)	S56		
	2			アルゴリズムとデータ構造・横森	S47			基盤・学際科目4	E11		
	3	電子工学基礎・野田 英語VIIコミュニケーションスキルズ4	S23 H32, H33, H34	情報通信システム・梅比良	S23	システムプログラミング・野呂, 名倉	S49	数理技術プログラミング・河野, 小市, 阿部 ネットワークプログラミング・宮澤, 横山, 栗原 機械制御プログラミング・本田, 張, 大月	S68 S67 S73		
	4	情報システム開発実習・横森, 金山	S49	制御理論・杉本	S56	数理最適化・佐々木美 人間の尊厳科目4	S22 G27				

理工学部ソフトウェア工学科3年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
月	1	ソフトウェア開発技術I・沢田	S23	幾何学概論・小市	S22							
	2	数理論理学・佐々木克	S23	統計データ解析法・松田 HW/SW協調設計・本田	S23 S57	マルチメディア情報処理・奥村	S23	マルチメディア情報処理・奥村	S23			
	3	ソフトウェア工学応用・沢田, 吉田	S48									
	4	Webアプリケーション開発実習・蜂巢, 吉田	S49	ソフトウェア工学国際講義・野呂, 沢 田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名 倉	S49							
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
火	1	プログラミング言語・野呂	S23	電子通信工学・野田	S23	制御理論II・坂本	S23	情報セキュリティI・石原, 栗原	S23			
	2	多変量解析・白石	S23	情報モデリング・蜂巢	S23	機械・材料力学・稲垣	S23	データベース・石原	S23			
	3			ソフトウェア開発技術II・沢田, 金山	S22							
	4	人工知能とソフトコンピューティング・ 野呂, 沢田, 名倉	S65	ソフトウェア工学特別講義・井上, 佐伯	S49							
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
水	1											
	2											
	3											
	4											
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
木	1	ソフトウェア開発技術I・沢田	S23	幾何学概論・小市	S22					ソフトウェア工学演習I・野呂, 沢田, 吉 田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室	
	2	数理論理学・佐々木克	S23	統計データ解析法・松田 HW/SW協調設計・本田	S23 S57	PBL実践演習(データサイエンス)・河 野, 小市, 阿部 PBL実践演習(電子情報工学)・実験 室・宮澤, 野田, 横山 PBL実践演習(機械システム工学)・実 験室・陳, 中島, 張	S48 S15 S13	PBL実践演習(データサイエンス)・河 野, 小市, 阿部 PBL実践演習(電子情報工学)・実験 室・宮澤, 野田, 横山 PBL実践演習(機械システム工学)・実 験室・陳, 中島, 張	S48 S15 S13	ソフトウェア工学演習II・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室	
	3	ソフトウェア工学応用・沢田, 吉田	S48								ソフトウェア工学演習III・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	4	Webアプリケーション開発実習・蜂巢, 吉田	S49	ソフトウェア工学国際講義・野呂, 沢 田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名 倉	S49						ソフトウェア工学演習IV・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室	
金	1	プログラミング言語・野呂	S23	電子通信工学・野田	S23	制御理論II・坂本	S23	情報セキュリティI・石原, 栗原	S23			
	2	多変量解析・白石	S23	情報モデリング・蜂巢	S23	機械・材料力学・稲垣	S23	データベース・石原	S23			
	3			ソフトウェア開発技術II・沢田, 金山	S22							
	4	人工知能とソフトコンピューティング・ 野呂, 沢田, 名倉	S65	ソフトウェア工学特別講義・井上, 佐伯	S49							

理工学部ソフトウェア工学科4年次時間割モデル

曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
月	1										
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
火	1									ソフトウェア工学演習V・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	2									ソフトウェア工学演習VI・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	3									ソフトウェア工学演習VII・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	4									ソフトウェア工学演習VIII・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
水	1										
	2										
	3										
	4										
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
木	1									卒業研究I・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	2									卒業研究II・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	3									卒業研究III・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	4									卒業研究IV・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
曜日	クォータ	1時限(9:10-10:50)	教室	2時限(11:05-12:45)	教室	3時限(13:35-15:15)	教室	4時限(15:30-17:10)	教室	5時限(17:25-19:05)	教室
金	1									卒業研究I・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	2									卒業研究II・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	3									卒業研究III・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室
	4									卒業研究IV・野呂, 沢田, 吉田, 蜂巢, 佐伯, 井上, 横森, 名倉	学生研究室