

西尾委員提出資料

急速に進化を続けるサイバー社会を
見据えた新たなICT戦略について

0. 「超サイバー社会」という用語について

- 「サイバー社会」とは、「実空間」を「サイバー空間」で補完することにより拡張された空間で、多様な活動が展開している社会を言う。つまり、「サイバー社会」は、「現実社会」を包含するより広い概念である。「超サイバー社会」とは、この「サイバー社会」の究極的な姿を言う。

① 「サイバー社会」を以下のように捉える。

サイバー社会： 情報通信の高度な利用により、距離・時間の制約を取り払い、現実社会の活動を補完、さらには代替し、全体として新しい社会経済活動が実現している社会

出典：「情報通信の多面的展開とサイバー社会ー通信・放送の融合を超えてー」（平成10年5月郵政省）

- ② 劇的な高度化・高性能化を遂げてきた情報通信技術 (ICT) により、ネットワーク内に構築される空間を「サイバー空間」という。それに対して、距離・時間の制約のもとで構築されている現実社会の空間を「実空間」という。①の捉え方のもとで言い換えると、「サイバー社会」とは、「実空間」を「サイバー空間」で補完することにより拡張された空間において、多様な活動（産業、経済、教育、科学技術、学術、文化活動等）が展開している社会を言う。つまり、「サイバー社会」は「現実社会」と対峙するものでなく、「現実社会」を包含するより広い概念である。

- ③ 「超サイバー社会」とは、この「サイバー社会」の究極的な姿を言う（「超」を「程度が甚だしいこと」と捉える）。そこでは、「サイバー空間」に流通・蓄積される「ビッグデータ」を基盤として有用な情報や知識が生成され、それらの連携により、例えば、実空間への自立的な働きかけやアンビエントサービスが可能となる。このような「サイバー空間」の拡大および「実空間」との一体化・融合と相まって、「サイバー社会」は急速に進化を続けており、その究極である「超サイバー社会」においては、高度ICTによりあらゆる分野のイノベーション創出の可能性が高まる。

※ アンビエントサービス： 人の状態や希望をサイバー空間が自動で察知し、「今だから、此処だから、貴方だから」有用な情報・知識等を先回りして「さりげなく」提供するサービス。インターネットサービス、ユビキタスサービスに継ぐ、ICTによる究極のサービス形態であり、欧州のEUによるFP7プロジェクトでも、Ambient Intelligenceの標語のもとで、このサービス形態を実現する多くのプロジェクトが推進されてきた。

1. 基本的考え方

○急速なサイバー空間の展開を見据え、新たなICT戦略を打つことが必要ではないか。

- デジタル情報機器、センサー技術の著しい発展、ネットワーク技術の広帯域化等の急速な発展と普及により、サイバー空間に多様なデジタルデータが生み出され（所謂ビッグデータ）、ネットワークを通じて大量に発信・流通されるようになっている。それと同時に、データ工学およびクラウド技術等の発展により、そうした大量データの蓄積・共有が一層進み、多様なイノバティブなICTサービスがネットワークを通じて実空間において利用可能となっている。
- ビッグデータは、科学も、産業も、そして社会をも根源的に変革し、イノベーションを創出しつつある。医療、サイバーセキュリティ、環境、防災、ものづくり、教育、エネルギー、交通、都市を始め各分野で革新的サービスが生まれつつある。さらにはその変革のスピードが加速している点に注目しなくてはならない。
- また、携帯電話・スマートフォンの爆発的な普及とSNS利用者の拡大により世界中のヒトが常にネットワークで繋がる状況となりつつある。さらに、IoT(Internet of Things)といわれるセンサーネットワークの進化により、人同士のみならず「人」と「モノ」、モノ同士が、時間や距離を超えて常時ネットワークで繋がるなど、サイバー空間が急速に拡大している。
- こうした中で、国際的に流通する多種多様なデジタルデータ量は飛躍的に増大し、**「21世紀はビッグデータの世紀」と言っても過言でない。**これらの多種多様で超大量のデータに誰もが接し、有用な情報として活用できるサイバー社会が構築されるに至り、「情報のコントロール」から「情報の活用」に重点が移るなど、サービスの提供や価値の創出の在り方が変化している。
また、新しいサービスや価値の創出（イノベーション）のために、サイバー空間の果たす役割が拡大している。

※ 産業界では、米GEの「Industrial Internet」やドイツの「Industrie 4.0」のように、工場内外のモノやサービスをインターネットで繋ぎ、生産効率の向上などを目指すプロジェクトが進んでいる。

- 今や、サイバー空間は、国際連携などによる多種多様な研究活動、MOOCに代表される教育活動のほか、人々の日常生活、社会経済活動、行政活動等のあらゆる活動に必要な情報源・知識源となっており、サイバー空間と実空間の「一体化」が進展している。さらに、IoTの進展に加え、ウェアラブルセンサやヘッドマウントディスプレイなどの進化により、身体的体験なども含め、サイバー空間と実空間の融合が加速している。

※ MOOC (Massively Open On-Line Courses) : 大規模オンライン公開講座

- このようにビッグデータを基盤として、データ工学、機械学習、言語理解、解析・推論技術等の高度な発展が結びつくことにより、サイバー空間における知的な情報処理が実行され、ネットワークを通じて実空間に有用な知識を提供したり、さらには人の状態や希望を自動で察知し、先回りして有用な情報・知識等を提供するアンビエントサービスが発展しつつある。
- 一方で、サイバー空間と実空間はさまざまな形で結びついていることから、個人情報漏洩など、サイバー空間での様々な活動が、実空間である現実の社会経済に大きな問題をもたらす危険性もある。また、サイバー空間における知的情報処理が進むことにより、その判断の法的な責任や人間活動との両立など新たな社会問題が起こることも予想される。（「サイバー・フィジカル・ギャップ」など）
- このように、ICTの急速な発展等により、サイバー空間の急速な拡大、実空間との一体化・融合、さらにはサイバー空間の知的情報処理が進んでおり、実空間の社会経済に大きな変化をもたらし、サイバー社会は劇的な進化を続け、超サイバー社会の構築へと向かっている。しかしながら、我が国のICTに関連する人材の量、研究開発投資はいずれも低い水準にあり、ICT国際競争力ランキングは近年低下傾向にあるなど、超サイバー社会時代への対応が立ち遅れていることを新たな課題と見据え、新たなICT戦略を打つことが必要ではないか。

2. 「超サイバー社会」への対応に向けた具体的取組

○科学技術イノベーション政策として、世界に先駆けて「超サイバー社会」を構築していくに当たり、以下の4つの方向性が重要ではないか。

- ① ビッグデータの高次処理を基盤としてサイバー空間での活動と実空間での活動が密接に結びつくことにより、新しいサービスや価値の創出が加速しつつある。したがって、このサイバー空間をより高機能な空間とする技術、およびサイバー空間を活用して新たなサービスや価値を創出するために必要な技術の研究開発を推進する。
- ② サイバー空間における多種多様な活動が実空間に及ぼす影響に関する研究を推進し、そうした影響に適切に対応するための技術開発や社会制度の構築を行う。
- ③ さらに、サイバー空間の活用はデータサイエンスやシミュレーション技術の発展、さらにはe-サイエンスの進展に見られるサイエンスのオープン化など、科学的手法に変革を起こし、科学技術イノベーションの進め方にも大きな変化をもたらしつつある。こうした変化を先取りしつつ適切に対応し、我が国の科学技術イノベーションの進め方の革新を図る。
- ④ サイバー空間の活用による科学技術イノベーションの進展に向けて、ビッグデータ流通に不可欠な学術情報ネットワーク(SINET)、およびビッグデータの高次処理のためのHPC等のインフラ強化を行い、また、データサイエンティスト、セキュリティー専門家、システムデザイナーなど超サイバー社会の発展を支える人材を育成・確保する。その際、ICTを活用し課題解決やサービスの創出を図ることのできる人材の育成・確保にも留意する。

○ 今後5年間の具体的な取組として、例えば、以下のような取組が考えられるのではないか。

①サイバー空間をより活動しやすい空間とする技術及びサイバー空間を活用して新たなサービスや価値を創出するために必要な技術の研究開発を推進する。

【具体的取組(例)】

＜サイバー空間の利活用を支えるインフラストラクチャの観点＞

A) 超サイバー空間構築の基盤となるビッグデータ処理プラットフォーム技術

- ・センサデバイスやモバイル端末が生成・所持する大量のデータを効率的に管理・再利用するためのデータベース技術の研究開発
- ・超大量に蓄積されたデータあるいは時々刻々と生成される大量なデータ群を組み合わせる技術に関する研究開発
- ・学術情報ネットワーク(SINET)の強化と連動した大規模クラウド環境におけるビッグデータ処理プラットフォーム技術の研究開発
- ・演算処理性能のみならず、ビッグデータ対応のデータ入力・出力性能を十分に考慮したHPCの研究開発

B) 爆発的に増大する情報流通・情報分析等に対応するためのICTシステムの超低消費電力化

- ・光コンピュータや量子コンピュータなどの革新的なアーキテクチャ技術及びそれらを活用するためのアルゴリズムの研究開発
- ・スピントロニクス不揮発メモリの開発及びこれを活用し待機電力を大幅に削減するシステムのアーキテクチャに係る研究開発
- ・システムの実効性能や電力性能の向上に資するシステムソフトウェアの研究開発
- ・データ転送量を激減するためのソフトウェアとハードウェアの協調設計
- ・ナノフォトニック技術等により転送データ量あたりの消費電力を現在の1/1000に低減するネットワーク技術の研究開発
- ・シリコンデバイスを凌駕する、新概念、新構造、新材料を用いた革新的ナノデバイスの研究開発 等

C) 災害に強いレジリエントな情報システムを構築するための基盤技術の研究開発

- ・太陽電池で動作可能な超低消費電力メニーコアプロセッサの研究開発
- ・災害時にシステムとしての最低限の機能を維持し、自己調整・自己修復等のできる情報システムの研究開発
- ・災害時においても必要な時に必要な情報が適時に得られるよう、データの保管場所の分散の自動化など、情報の完全性を確保するための技術の研究開発
- ・多様で膨大なデータに対して、集中処理と分散処理との最適な組み合わせを自律的に行い、効率的かつ柔軟な処理を実現するインテリジェントなコンピューティング技術の研究開発 等

D) 人とコンテンツの対話を促すヒューマンインターフェース技術の研究開発

- ・自然言語処理技術、自動要約技術、関連情報の自動抽出技術の活用により、人とコンテンツの対話を補完する技術の研究開発
- ・高い臨場感を有する立体・超高精細映像等を活用し、人がコンテンツとより直感的に対話できる技術の研究開発
- ・脳を介した新たなコミュニケーションを可能とするブレイン・マシン・インターフェース(BMI) 等

＜サイバー空間を活用したサービス創出の観点＞

A) ビッグデータ利活用のための技術開発の推進

- ・質的・量的に膨大なデータから意味のある情報をリアルタイムかつ自動的に抽出・処理する統合解析技術の開発
- ・データインテンシブアプリケーションに対応するための新アーキテクチャ、仮想化技術等のクラウドの高度化に向けた研究開発
- ・ビッグデータ利活用に必要となる個人情報保護のための技術及び蓄積した情報をサイバー空間において安全に保管する技術の研究開発 等

B) サイバー空間の知能情報処理を先導する人工知能技術やセンサー活用技術の研究開発

- ・機械学習(特に深層学習(ディープラーニング)、自然言語処理、解析・推論技術の理論から応用までの研究開発
- ・脳型コンピュータ等の革新的計算・記憶原理に基づくコンピュータシステムの研究開発
- ・実社会から情報を集約し、最適な解や方向性を導き、社会にフィードバックできるIT統合システム構築のための技術、及び様々な課題解決への活用を促進するためのプラットフォーム的なオープンソース・ソフトウェアの研究開発 等

C) 様々な社会課題に対する解決策(ソリューション)を提供する研究開発の推進

- ・災害時及び災害後の広範囲かつ多岐にわたる情報をリアルタイムで集約整理、統合化し、最適な避難活動、救難活動等に貢献できる防災統合システムの研究開発
- ・効率的で最適な医療・健康サービスの提供に向け、医療・健康問題に関する膨大な個人単位の情報を収集・集約・管理・分析する技術の研究開発
- ・幅広く多くの人に教育を提供するための、MOOC、OCWなどICTを活用した教育コンテンツのオープン化・相互利用の促進(地方大学を含めた高度人材育成のための我が国の大学全体の基盤強化) 等

※ OCW(OpenCourseWare): 大学の講義等を無償で公開する活動

②サイバー空間における多種多様な活動が現実の社会に及ぼす影響に関する研究を推進し、そうした影響に適切に対応するための技術開発や社会制度の構築を行う。

【具体的取組(例)】

A) パーソナルデータの利活用を促進するための制度、研究開発の推進

- ・本人の同意がなくてもデータの利活用を可能とする枠組みの導入※平成27年1月以降、可能な限り早期に関係法案を国会に提出予定
- ・第三者機関の体制整備等による実効性ある制度執行の確保 ※平成27年1月以降、可能な限り早期に関係法案を国会に提出予定
- ・匿名性を担保したパーソナルビッグデータ利活用の技術(秘匿計算、量子暗号等)
- ・ビッグデータで得られた分析結果の正当性の担保(データの由来・系譜の信頼性証明等)
- ・ビッグデータ(特に、安全や個人情報に関わるデータ)の利活用(コホート研究を含む)について、技術的、社会的、制度的ギャップを調整できる社会実験・実証のための特区 等

B) 増加するサイバー攻撃に適切に対応できる、革新的な情報セキュリティ技術の推進

- ・暗号技術等の情報セキュリティ研究における理論的アプローチの導入
- ・近未来のサイバー攻撃に対する先端技術の開発
- ・セキュリティを支える半導体素子等の開発
- ・ICチップの誤作動の抑制等に関する情報セキュリティー対策技術の確立に向けた先端技術の開発
- ・ビッグデータを構成する個々のデータやそれを処理するためのソフトウェア等を含んだネットワークシステム全体の信頼性を確保するための技術の研究開発 等

C) ICTの急速な発展により新たに生じる倫理的・法的・社会的課題に関し、人文・社会科学分野の専門家も参画した研究・検討の推進

- ・人工知能の判断に関する法的な責任や人工知能と人間活動の両立など、人工知能技術・ロボット技術の発展により生じる諸問題
- ・サイバー空間での権利や価値の移動や流通(電子マネー、金融商品の信用取引など)が経済に与える影響
- ・サイバー空間における著作権等の知的財産権の問題 等

③我が国の科学技術イノベーションの進め方の革新を図る。

【具体的取組(例)】

A) データドリブンイノベーション創出のためのデータサイエンスの推進

- ・バイオ、マテリアルなどのインフォマティクスに関する研究開発の推進
- ・主要分野ごとの充実したデータキュレーション機能を持つデータの収集・利活用拠点(データセンター)の整備・運用
- ・フォーマットの異なるデータのデータベース化(音声、映像等の非構造データの構造化、リンクドオープンデータの推進) 等

B) 科学的分析・解明・予測の高度化に資するシミュレーション技術の活用

- ・HPCI(革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)の着実な運用・利用促進
- ・エクサスケールコンピューティングの実現を目指した革新的なシステム及びアプリケーションの研究開発 等

C) 研究データの利活用を促進するためのデータシェアリングの推進(オープンサイエンス)

- ・研究データの保存・共有に関わるデータマネジメントの定着・義務化
- ・成果の検証や業績評価につながるデータパブリケーション、データサイテーションへの対応や新たな評価手法の開発 等

D) 科学技術手法の革新を支える環境整備

- ・エビデンスベースの科学技術政策立案、研究開発戦略立案を行うためにも、オールジャパンとしてファンディングエージェンシーの研究開発成果情報(論文、特許、データ等)を登録・蓄積を促進する体制の構築
- ・学術情報ネットワークの国内・国際回線の強化、クラウド基盤の構築、セキュリティ機能の強化
- ・学術情報の流通促進を図る取組強化(機関リポジトリの連携・クラウド化によるオープンアクセス促進、国際識別子(DOI、ORCID等)の付与によるコンテンツの流通強化) 等

E) 科学技術情報の受発信力の強化のためのオープンアクセスの推進

- ・研究成果(論文、データ)のオープン化に対するポリシーの策定
- ・信頼できる査読付オープンアクセスジャーナルへの支援
- ・電子ジャーナルプラットフォームの国際化等による日本の国際情報発信力強化 等

④「超サイバー社会」に必要なインフラと発展を支える人材を育成・確保する。その際、ICTを活用し課題解決やサービスの創出を図ることのできる人材の育成・確保にも留意する。

【具体的取組(例)】

- A) 急増するニーズに対応するための既存の研究者・技術者の活用
 - ・他分野の中堅研究者・技術に対する再教育の促進
 - ・ポストクに対する大規模データ解析やHPCプログラミングに関する講習
 - ・ICTの特性(自宅勤務可能)を利用した多様な人材(女性、高齢者等)の活用の促進 等
- B) 最先端のICT利活用を先導する高度専門人材の育成
 - ・情報科学、数理科学、計算機科学、統計学等の高度専門人材の育成強化
 - ・大規模データ解析、HPC等が必要となる研究者に対する専門教育の充実 等
- C) 「超サイバー社会」に必要なインフラと発展を支える人材等の育成・確保
 - ・ビッグデータに対応するデータサイエンティスト等を育成する体制・プログラムづくり
 - ・複雑・高度化するサイバー攻撃に対応するための情報セキュリティ人材の育成
 - ・情報科学及び他の分野のダブルメジャー人材の育成
 - ・情報科学、数理科学、統計学等を専攻する人材に対するインターンシップの充実
 - ・大学と産業界のネットワークの形成等を通じた課題解決型等の実践的な教育の推進
 - ・人文・社会科学分野におけるICT教育の充実 等
- D) 多様な分野の人材がICTの利活用を可能とする基礎知識の習得機会の確保
 - ・初等中等教育におけるICTリテラシー教育
 - ・大学学部等におけるコンピュータサイエンス教育、データ解析、プログラミング演習等の強化
 - ・産業界人材に対するデータ解析、プログラミング講習の機会の提供 等
- E) データサイエンス、計算科学等の専門人材の魅力向上
 - ・データサイエンス、計算科学等に係る人材のキャリアパスの明確化と適切な処遇
 - ・必要なスキルを共通尺度で明確化するスキル標準の整備・活用
 - ・プログラミング技術を競うコンテスト等の実施
 - ・経営者のICT利活用に対する意識向上の機会の充実 等