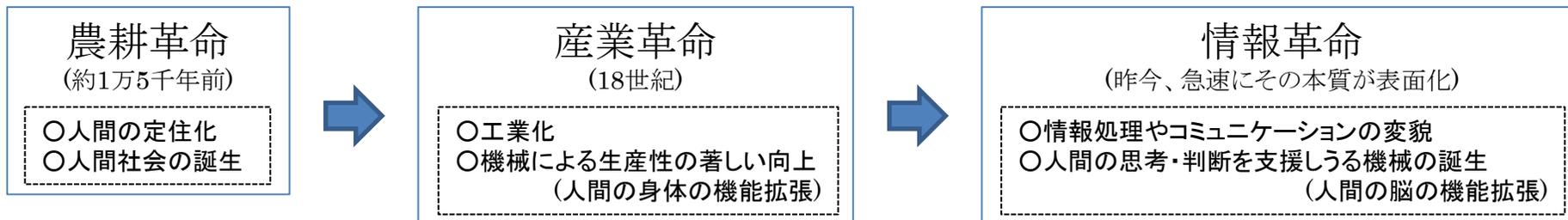

インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会
報告書(2015) 概要版

平成27年6月

総務省 情報通信政策研究所

1. 序論

1. 背景(歴史的流れ)



2. 問題意識

- ①従来、人間だけが行い得た頭脳労働、とりわけ認知、判断、創造について、機械が人間を支援したり、代替したりすることが可能になりつつあり、人間社会に新たな大きな変化が生じると予想される。
- ②新しい技術とどう付き合い、どのように使いこなしていくべきかについて、今から検討を始める必要がある。

3. 変革の主角はインテリジェントICT

- ①情報革命は、コンピュータや通信ネットワーク、それらの上で動く人工知能や活用される多様なデータ、これら技術と人間との間の高度化するインターフェイスの急速な進展からもたらされる。
- ②本研究会では、変革に関連する技術の高度化等によってもたらされる変化を「**ICTインテリジェント化**」、そのような能力を発揮する技術やシステムの総体を「**インテリジェントICT**」と定義する。

4. 本概要版の構成

- ①序論
- ②ICTインテリジェント化とは
- ③到来する未来社会の像
- ④未来社会への移行へ向け、現在取り組むべき課題
- ⑤インテリジェントICTの開発・展開と社会への導入・活用促進

【ICTインテリジェント化とは】

コンピュータや通信に関する様々な技術が同時並行的、かつ、加速度的に進展することでもたらされる、急速かつ巨大な変化

ICTインテリジェント化の6要素

1. 計算、蓄積、ネットワークの能力向上

いずれも、概ね年平均2倍と指数関数的に成長

- ①計算能力 35年間で約1千万倍
CRAY-1[1976年]→京[2011年]
- ②ストレージ 15年間で約3千倍
ハードディスクドライブ、SSD等
- ③ネットワーク 13年間で約3万倍
ADSL[2000年] →光ファイバ[2013年]

2. 人工知能の高度化

- ①推論・探索(1950年代後半～1960年代)
 - ②知識表現(1980年代)
 - ③機械学習(2000年代)
 - ④(特徴)表現学習(2010年代)
ディープラーニング(コンピュータが自ら学習し推論思考、50年来のブレークスルー)
- ※脳の機能を模倣しようとする理学的アプローチ
(Whole Brain Emulation)も別途進展

3. あらゆるものごとのデータ化

- ①「コンテンツ」のデータ化(1990年代半ば～)
ウェブサイト情報、音楽、映像情報等
- ②「行動情報」のデータ化(2000年代～)
鉄道乗車履歴、GPSによる位置情報等
- ③「もの」や「ひと」のデータ化
車、監視カメラ等の機械のデータ
ウェアラブルデバイス等のヒトのデータ

4. インターネットのグローバル化

- ①インターネット利用のグローバル拡大
2015年には32億人が利用
2025年には55億人との予測も

ヒト、モノ、それらが生み出すデータが一つのネットワークで全て繋がり、これらの資源を人類が共有する環境

5. 分散処理の進展

- ①エッジ・コンピューティング
端末側で演算し、データ量増大に対応
- ②センサー・フュージョン
複数のセンサからの信号を有効に組み合わせ全体像を把握

計算能力向上、信号遅延克服等が進展
(自動運転車、ロボット制御等に有効)

6. 人間(の脳)と人工知能等との連携

- ①脳情報の解読
その人が見ていた動画を再構成可能。
- ②脳活動への外部からの介入
刺激により快感、能力向上。人工感覚。
- ③脳と脳間の通信
800m離れた脳波のやりとりに成功
- ④仮想現実(VR)や拡張現実(AR)も

3. 未来社会の像

人間は様々なインテリジェントICTに包まれるようになり、インテリジェントICTの存在を前提として活動するようになる。人間はその周囲とネットワークを介してシームレスにつながり、インテリジェントICTと「共存」することとなる。

①インテリジェントICTが人間を支援

- ・ インテリジェントICTが、単独でその知識量や早い探索速度等を利用し人間の業務を軽減・代替——弁護士事務所の判例探索、医療分野の症例検索、保険の審査、銀行の認証等。
- ・ あらゆるものごとのデータ化やネットワーク活用が進み、従来解析できなかった相関関係を明らかにしたり、高い精度の予測を行うことが可能に——企業の意思決定(経営判断、生産性向上、商品開発)、社会インフラの実現(防災)、高度なコミュニケーションロボット等。

②インテリジェントICTのネットワーク化による協調が進展し、支援の付加価値が向上

- ・ インテリジェントICTが、分散処理を行う結果、処理の効率化・大規模化・体系化が進み人間社会を包み込むような支援が可能に——交通、物流、オフィス業務、生活環境の自動調和等。
- ・ ネットワーク上に多種多様な人工知能が出現するとともに、異なる専門的能力を持った複数の人工知能を融合して取り纏める能力を持つ人工知能も出現し、それらの連携、協調が進む。

③人間の潜在的能力が人工知能によって引き出され、身体的にも頭腦的にも発展

- ・ センサとつながり人間の五感能力が、義手義足ロボット駆動装置等により人間の身体能力が向上
- ・ 人間とロボットがリアルタイムに情報を共有して働くなど、人間と機械が協働して問題解決にあたる。

人間とインテリジェントICTが「共存」する社会へ

- ・ 人間はその周囲ともネットワークを介してシームレスにつながり、自らを取り巻く環境が自動的に制御され秩序だった状態になる。高度な人工的知性が時には有能な執事のように、時には家族のようにその生活に加わることとなる。

経済や雇用への影響

- ①ICTインテリジェント化の進展に伴う技術革新は長く継続し、世界経済と雇用に大きく影響。
- ②雇用の代替が進むが、新規雇用も創出される。雇用代替と創出の前後関係は不明。

シンギュラリティ

(レイ・カーツワイル博士は、人工知能の自己再生産による加速度的能力向上が起こると未知の技術進化が始まるとして、その時点をシンギュラリティ(特異点)と呼び、2045年にシンギュラリティに到達すると予測した。)

- ①本研究会では、2045年を判断の年とした場合、部分的には人間より優れた能力を持つ人工知能はできるが、人間の身体性や社会性を前提とした枠組みにおいて、人間に伍する機能をもつ人工知能は実現されないとの認識が主であった。
- ②ただし、より長期を考えると、人間を超える人工知能が実現し得ると考える。

4. 未来社会への移行へ向け、現在取り組むべき課題

インテリジェントICTは、様々な側面で人間を支援することにより、人間の生活・仕事・価値観を変えていく。高度な思考や判断能力を有するインテリジェントICTを「使いこなす」ための取り組みを、早急に始めるべき。

取り組むべき課題

研究開発の基本原則策定等

- ①インテリジェントICT研究開発の基本原則を策定。
cf. アシモフのロボット3原則
- ②抽象的な原則論を具体化する基本指針を策定。
(例)
 - ・人工的な知性の行動を最後は人間が制御可能とすること
 - ・サイバー攻撃やセンサ攪乱攻撃に対し十分な耐性を確保すること
 - ・プライバシー保護を確実にすること
- ③上記①②を担保する基盤技術を開発。

社会実装に向けた倫理、法律上の課題

- ①インテリジェントICTにどこまで判断権限を委ねて良いか
(例)人間の身体や生命の安全に関係する領域の判断
 - ②事故や重大な不具合があった場合の責任は誰が負うべきか
(例)自動運転車の人身事故、プログラムバグによる故障暴走等
 - ③人間の本質に係る課題も順次検討が必要
(例)意識や心を持つインテリジェントICTを作って良いか、人間の身体機能をどこまでインテリジェントICTで代替して良いか等
- ※倫理等の問題に過剰に慎重である国は、ケーススタディが進まず他国に後れをとってしまう。大局的観点からの取り組みが必要。

プライバシー保護の在り方

- ①パーソナルデータ利用が大幅に増加する社会システムが構築される中、プライバシー保護はどうあるべきか。
(技術革新によるQOL向上とプライバシー保護のバランスを含め、幅広い議論が必要)
- ②パーソナルデータ寡占化傾向への対応

共存を前提とした社会設計

- ①インテリジェントICTが社会に浸透し、人間の行動や思考形態が変化することを踏まえた社会設計

教育
(例)急速に変化する技術や社会に柔軟に対応できるよう、教育はいかにすべきか。

労働
(例)労働者の流動性を前提に安定的な就労環境をいかに確保するか。
- ②長期的には、より大きな課題も検討対象に

労働の代替が進むと、人間が働かなくても十分なサービスが提供される可能性がある一方、富の配分が二極化する可能性もある。

社会に及ぼす影響の研究(インパクトスタディ、リスクスタディ)を早急に開始すべき

諸外国でインテリジェントICTの開発・展開に係る多様なプロジェクトが開始している。
我が国は、インテリジェントICTの開発・展開と、インテリジェントICTを前提とした社会・経済への移行を促進すべき。

我が国におけるインテリジェントICT開発・展開の促進

企業間連携の促進等によるイノベーションの活性化	<ul style="list-style-type: none">①インテリジェントICTは様々な技術の集合体。自前で全領域の技術を用意するのではなく、良い技術スピード感を持って柔軟に取り入れる、グローバルブレインを活用したオープンイノベーションが必要。②開発においてユーザ企業、最終ユーザの巻き込みが必要。ユーザ企業経営者の理解増進が不可欠。③開発、市場シェア獲得、国際標準化の観点から国際アライアンス参画が不可欠。アライアンス内で主導権をとるために、グローバルに影響力を行使できる「人」と企業の強い「立場」の確保が必要。④大学やベンチャー企業の研究開発の活力を活かす取り組みも重要。
イノベーションを活かす制度的対応	<ul style="list-style-type: none">①新ビジネス展開に制度変更が必要な場合に備え、速やかな対応を可能とする仕組みの構築が必要。 ※諸外国において安全が確認されるのを待つようでは、当該分野の国際競争力確保は極めて困難。
データへのアクセス確保	<ul style="list-style-type: none">①データへのアクセスが競争力の源。今後、複数組織間のデータ共有と活用の重要度が増す。②我が国から諸外国のデータに適切にアクセスできるよう、データに係る権利等について、情報の独占、個人情報保護等の様々な観点も含め、諸外国の制度と整合を取りつつ適切な枠組みを構築すべき。
優秀な人材の育成と確保	<ul style="list-style-type: none">①優秀な人材が国内活躍できる場を作るとともに、国内外から人材が集まり、留まるようにすべき。②ソフトウェア技術者、データサイエンティストの他、技術を使いこなすビジネスを構想できる人材が必要。人工知能やエッジコンピューティング人材の育成も急務。産学官がそれぞれの特質を活かして連携。
戦略的研究開発の推進	<ul style="list-style-type: none">①多岐にわたる技術要素が組み合わさるため、研究開発において関係者で方向性を整えることが必要。産学官を貫き、分野横断的なインテリジェントICT研究開発戦略の策定が望ましい。②今後10年間程度に取り組みが重要と考えられる分野を例示。

インテリジェントICTを前提とした社会・経済への移行促進

- ①様々な産業分野において、デバイスから得られたデータをインテリジェントICTで処理し、これまでにはない付加価値を提供することが、今後、世界的潮流となる。我が国はその流れを先取りし、インテリジェントICTを前提とした社会・経済への移行を促進すべき。
- ②今後、民を主体とするインテリジェントICTの導入・活用促進について、早急に国家戦略レベルで推進すべき。

インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会

(座長を除き五十音順、肩書きは平成27年2月時点のもの)

- | | | |
|------|--------|--|
| 【座長】 | 村井 純 | 慶應義塾大学環境情報学部 学部長・教授 |
| | 荒木 英士 | グリー株式会社取締役 執行役員 |
| | 岩田 一政 | 公益社団法人日本経済研究センター理事長 |
| | 岩本 敏男 | 株式会社NTTデータ代表取締役社長 |
| | 江田 麻季子 | インテル株式会社代表取締役社長 |
| | 川上 量生 | 株式会社ドワンゴ代表取締役会長 CTO |
| | 川妻 庸男 | 富士通株式会社 執行役員常務 CTO&CIO |
| | 下條 信輔 | カリフォルニア工科大学ボルティモア冠教授 |
| | 関口 和一 | 日本経済新聞社 論説委員 編集委員 |
| | 西川 徹 | 株式会社Preferred Networks 代表取締役社長 最高経営責任者 |
| | 松尾 豊 | 東京大学工学系研究科 准教授 |
| | 森川 博之 | 東京大学先端科学技術研究センター教授 |