

東京大学 公共政策大学院

ワーキング・ペーパーシリーズ

GraSPP Working Paper Series

The University of Tokyo

GraSPP-P-16-001

インビジブルビジョンに関するテクノロジーアセスメント

石黒未有 白木三沙 田中裕幸

2016年 2月

**GraSPP**  
THE UNIVERSITY OF TOKYO

GraSPP Policy Research Paper 16-001

GRADUATE SCHOOL OF PUBLIC POLICY

THE UNIVERSITY OF TOKYO

HONGO, BUNKYO-KU, JAPAN

**GraSPP**  
THE UNIVERSITY OF TOKYO

GraSPP-P-16-001

# インビジブルビジョンに関するテクノロジーアセスメント

## 東京大学 公共政策大学院 事例研究(テクノロジー・アセスメント)2015年度

東京大学大学院公共政策学教育部公共政策学専攻(法政策コース)専門職学位課程2年 石黒未有  
東京大学大学院公共政策学教育部公共政策学専攻(国際公共政策コース)専門職学位課程2年 白木三沙  
東京大学大学院工学系研究科 原子力国際専攻修士2年 田中裕幸

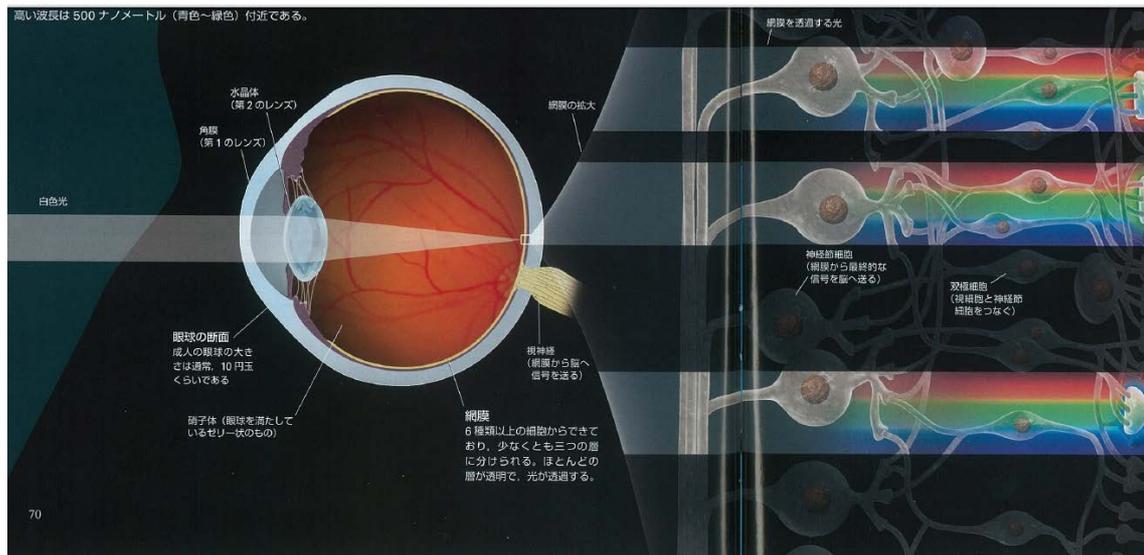
GraSPP ポリシーリサーチ・ペーパーシリーズの多くは  
以下のサイトから無料で入手可能です。

<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/research/wp/index.htm>

このポリシーリサーチ・ペーパーシリーズは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある  
論文草稿である。著者の承諾なしに引用・配布することは差し控えられたい。

東京大学 公共政策大学院 代表 TEL 03-5841-1349

# インビジブルビジョンに関するテクノロジーアセスメント



東京大学公共政策大学院 法政策コース 石黒 未有  
東京大学公共政策大学院 国際公共政策コース 白木 三沙  
東京大学大学院工学系研究科 原子力国際専攻 田中 裕幸

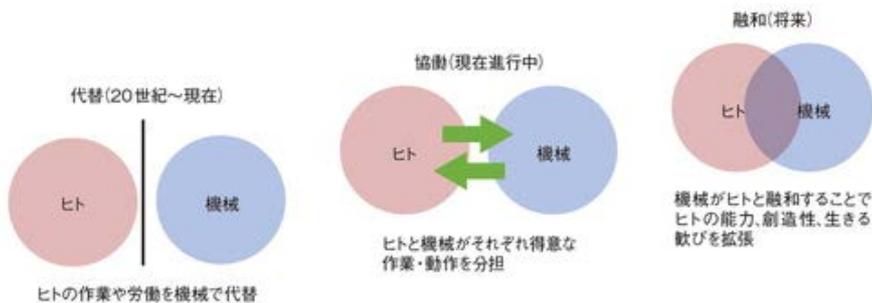
## 目次

1. はじめに
2. アクティブヒューマンインターフェース
  - 2.1. アクティブヒューマンインターフェースとは
  - 2.2. 生体情報の取得（赤外線センサー）
  - 2.3. 情報の分析（ビッグデータとの照合）
  - 2.4. インビジブルビジョンによる人へのサービス
  - 2.5. アクティブヒューマンインターフェースを支える技術（M2M）
  - 2.6. 小括—アクティブヒューマンインターフェースと赤外線カラー暗視カメラ
3. 将来の社会像とインビジブルビジョン
  - 3.1. 将来像を決める要素について
  - 3.2. シナリオの作成
  - 3.3. 4つの社会像と技術受容のあり方
  - 3.4. 小括—個人情報保護とインビジブルビジョン
4. 提言
  - 4.1. 監視から観る・繋ぐ・創るの要素技術へ
  - 4.2. 技術の複合化によるリスク発生源・責任の不可視化
  - 4.3. 技術者の政策への関わり方

## 1. はじめに

センサー技術の発展は、大量の実世界データを取得可能にした。今回、本報告書で焦点を当てた赤外線センサーのカラー化もまた、明度の情報しか存在しなかった世界に、RGB の情報を加えたという意味で、この動きを一層加速したと言える。こうした取得情報の増加は、この社会に一つのパラダイムシフトを引き起こすかもしれない。すなわち、あらゆるモノがセンシングを行い、そこで引き出された大量の情報をヒトではなく機械が処理する社会の到来である。

これまで、ヒトの労働を代替し効率的な大量生産を可能にしてきた機械は、現在ヒトと互いに得意なところを出し合って協働するようになりつつある。モノを通じたセンシングチャンネルの増加と機械による自律的な情報処理は、機械がヒトの反応やそのときの状況を自ら判断し、柔軟な対応とることに寄与する。こうして、ヒトの判断のもと機械が動く「協働」から、ヒトと機械が相互にコミュニケーションをする「融和」への足がかりが築かれつつある。(図1参照)



【図1】機械とヒトは「融和」に向かう<sup>1</sup>

一方で現在の社会の情勢を見てみると、少子高齢化に伴う人口減少により、ヒトの手を介さず勝手に動けるロボットの必要性が高まっていると考えられる。さらに、個々人のモビリティの向上に伴い見知らぬ他者が増える状況の中では「人の目以上の目」が、気候変動やエネルギー問題への対応のための効率的なインフラ運営が求められる状況下では「人の頭脳以上の頭脳」が要請される。このような社会的要請の中で、ヒトと能動的にコミュニケーションしサービスを提供する機械の存在感が高まっていく可能性がある。

機械がヒトと能動的にコミュニケーションを行うには、第一段階としてヒトの感情を理解することが求められる。本来、“心”や“感情”といったものは外形から判断難い、覆い隠された情報であるが、センサーにより誤魔化しのきかない生体情報(ヒトの内部情報)を入手し、機械による解析を通じてこれを可視化することはあながち夢物語ではない。

そこで本報告書では赤外線センサーから得られる内部情報(脳情報)をインビジブルビジョンと設定し、この技術が今後社会に与える影響についてのテクノロジーアセスメントを行う。まず第2章ではインビジブルビジョンを利用し機械とヒトとの間で能動的なコミュニケーションを行うアクティブヒューマンインターフェースの構築過程について、センサー、情報処理、提供されるサービスの方向性の観点から主に技術的な説明を行い、加えてこのアクティブヒューマンインターフェースを支える技術について説明する。次に、第3章ではこの技術が将来の社会に導入された場合の影響について、4つの社会(カテゴライズ化社会・ダイバーシティ社会・インターネット依存社会・ロボットパワー依存社会)を想定し検証する。最後にこれらの検討を踏まえ、技術開発者である産業総合技術研究所に対し、提言を行う。

<sup>1</sup>中道理、久米秀尚(2015)「スマートマシンの目覚め」日経エレクトロニクス

## 2. アクティブ・ヒューマン・インターフェース

### 2.1. アクティブ・ヒューマン・インターフェースとは

アクティブ・ヒューマン・インターフェース(AHI)とは知能機械とヒトとの間で能動的なコミュニケーションを行うことができるインターフェースを指す(図2参照)。二者間で交わされる情報は論理的情報のみでなく、感情や感性といった心理的情報も含まれる。このインターフェースには3つの機能が必要である。

- (1) 機械が人間の感情、強いては「心」を読み取る。
- (2) (1)の情報をもとに、機械が人間に対する最適行動を判断する。
- (3) 機械が(2)の結果をもとに、サービスを行う。

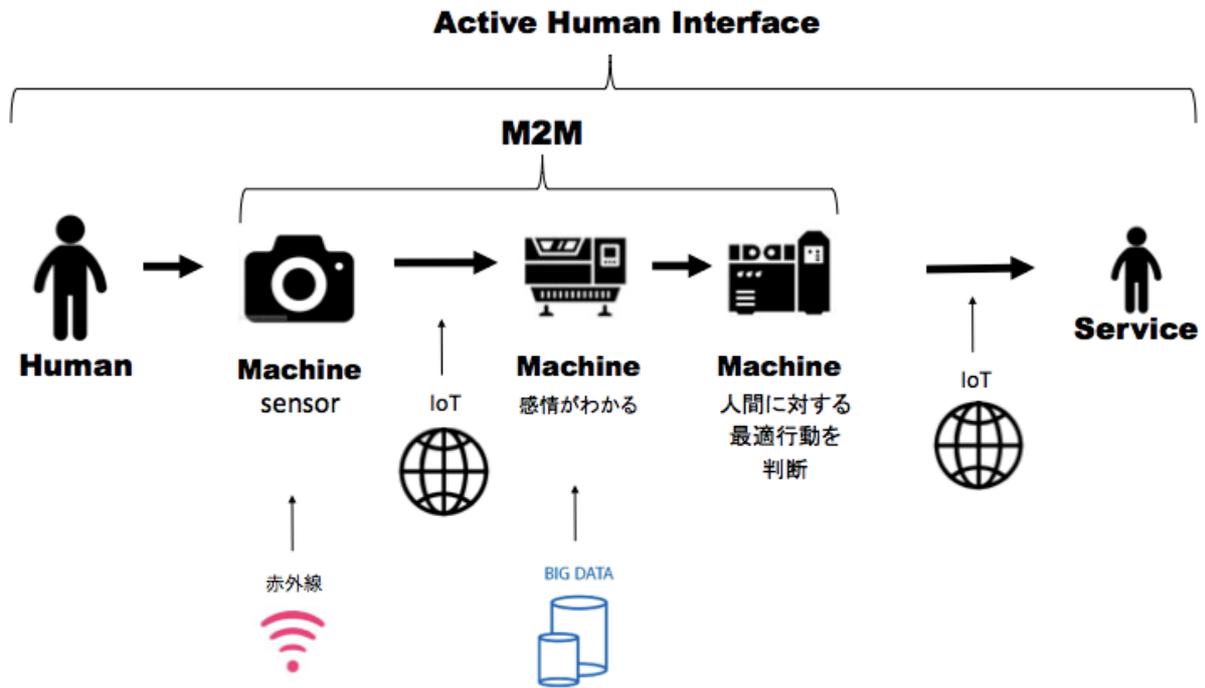
まず、機械はセンサーで人間の生体情報等を計測し、センサーから無線等で計測データを分析装置□に送り、この変化量を分析することで、人間の感情を推測する。

機械が人間の感情を分析し、最適行動を判断する上では、集積された情報(いわゆるビッグデータ)との照合が不可欠である。集積すべき情報には2種類あり、1つ目は大人数のデータの蓄積、2つ目は個人のデータの集積である。前者は大人数の生体情報を収集し、「一般的な人間の感情」と生体情報の変化量の間の方程式と照らし合わせることにより、一個人の感情を推測し、最適行動を判断する。後者は、特定の個人データの蓄積、個人がデータをインプットすることで、「一個人の感情」と生体情報の変化量の間の方程式を導き、照らし合わせることで、一個人の感情を推測し、最適行動を判断する。

この判断結果を基に、2通りの技術利用の方向性が考えられる。1つは感情データバンクの形成、延いては平均的な人間らしいロボットの構築である。これは人間の感情と生体情報の変化量の相関関係を、万人に適用可能な形に定式化することから発展される技術の実用化である。もう一方は、人の心がわかるパーソナルロボットである。これは一個人の感情と生体情報の変化量の相関関係という、個別化された技術として利用される。

このAHIを作動させる上では、センサー-分析装置-サービス提供媒体の間に「人間が介入せず」機械同士が自律的に通信を行い、情報を取得・分析・判断を行う通信システムが不可欠である。この複数の機械が自律的にコミュニケーションを行い、動作するシステムをM2M(Machine to Machine)とよぶ。このM2Mを支える技術として、様々なモノに通信機器を搭載し、インターネットと接続する技術であるIoT(Internet of Things)も不可欠である。従来、モノに付けられたセンサーをインターネットに繋ぎ、リアルタイムで計測、分析を行うことは通信技術が成熟しておらず成し得なかった。しかし、このIoTの技術進展、普及により、人間がパソコン類を使用してデータを入力せずとも、計測データをパソコン等の分析装置に取り込むことが可能となり、M2Mが技術的に可能となった。

本章では、センサー技術を赤外線センサーと設定し、AHIについて議論を行う。



【図2】 アクティブ・ヒューマン・インターフェース (筆者作成)

## 2.2. 生体情報の取得（赤外線センサー）

従来、人間の生体情報の取得は病院等の医療施設に設置されている大型医療機器を用いた計測に限られていた。しかし、近年の技術革新の中で、計測器及び端末を結ぶ無線技術等の周辺技術の小型化により、生体情報の取得、記録、解析をウェアラブルな接触端末で日常的に行うことが可能となり注目を集めている<sup>2</sup>。さらに、カメラ等の非接触型機器から取得可能な生体情報の多様性及び情報の汎用性の高さが近年の研究結果から解明されてきた。以下では、センサー技術の中でも赤外線センサーによって得られる生体情報、そしてそれにより推測しうる人間の感情について述べる。

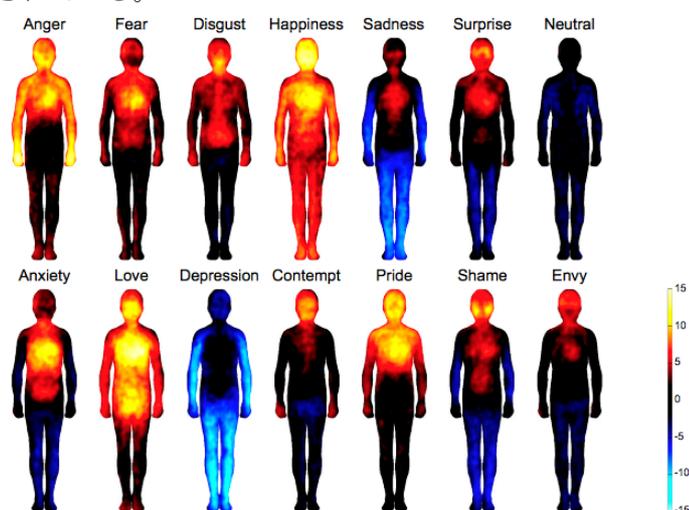
赤外線とは波長が360～830nm程度のもを指す。赤外線によって得られる生体情報としては温度・皮下動脈・血中酸素濃度・脳内血流・身体動作・暗視・表情・脈拍・呼吸数の9つが考えられる。

### 2.2.1. 赤外線センサーと生体情報

#### (1) 温度

赤外線を用いた生体情報の計測で一般的なものは温度を測定するサーモグラフィである。この赤外線サーモグラフィの特徴としては大きく4つある。1つ目は非接触型であることである。体温計のように、対象物に接触している必要はなく、遠隔計測が可能である。2つ目は1点の温度値でなく、広範囲の温度分布を映像化することが可能である点である。3つ目はリアルタイム・高速での計測が可能であり、動いている物体の温度の測定も可能である。4つ目はデジタルデータであることから、パソコンなどでのデータ処理・管理がしやすいことがあげられる<sup>3</sup>。

接触型機器を用いた方法での研究において、体温の感情判定に対する寄与率は低いとされてきた<sup>4</sup>。しかし、近年の研究<sup>5</sup>において、全身の体温を測定すると感情との相関関係がみられることがわかった（図3参照）。正の感情（幸せ、恋愛感情）を得た時は心臓付近の温度が上昇する一方で、悲しみ・落ち込みなどの負の感情では手足が冷えていることがわかる。また、怒りや恐れ、嫉妬などの負の感情の場合は顔付近の温度が上がる一方で、下半身の温度が下がることがわかる。これらは心拍数、呼吸数の増加との関係が指摘されている。



【図3】体温と感情<sup>6</sup>

<sup>2</sup> 川口伸明(2010)「健康の科学センシングが切り拓くヘルスケア・イノベーション」企業と知的財産 446, pp28-36.

<sup>3</sup> 日本伝熱学会 (2010)「赤外線サーモグラフィの原理・応用」  
[[http://heat.mech.kumamoto-u.ac.jp/htsj\\_kyushu/ppt/22\\_1.pdf](http://heat.mech.kumamoto-u.ac.jp/htsj_kyushu/ppt/22_1.pdf)]

<sup>4</sup> 藤永博 (2003)「心拍変動と感情」経済理論 314

<sup>5</sup> Nummenmaa, L. et al (2014) "Bodily maps of emotions" *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111.

<sup>6</sup> Nummenmaa, L. et al (2014) "Bodily maps of emotions" *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111.

## (2)血中酸素濃度・脳内血流

脳血流の増加及び血中酸素濃度の上昇を赤外線で測ることも可能である。血中酸素濃度測定機器（NIRS）は赤外線（700~900nm 付近）を使用し、血中で酸素を運んでいるヘモグロビン、具体的には酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)と脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の変化量を測定することで、脳内血中酸素濃度及び脳血流を計測することができる<sup>7</sup>。

これは接触型の機器であるが、現在小型化が進んでおり<sup>8</sup>、計測が時間・手間・価格・可搬性等の理由で容易である上に、動きのある対象（子ども等）に対しても対応が可能となった。今後さらに技術が進展すると、装着を意識しない形になることが想定される。

現在医学的には NIRS<sup>9</sup>をうつ状態評価に使用する方法が注目を集めている。これは精神疾患患者の前頭葉における血中酸素濃度が健常者と比べると著しく低いこと、変化の度合いが精神疾患別で異なることに着目した方法である。この技術を感情の認識に応用すると、一時的な強い感情の高まり（情動）だけではなく、比較的長い時間にわたる想起に基づく「時間的安定性のある感情」を読み取ることができる<sup>10</sup>。

一方でいくつかの技術的制約もあげられる<sup>11</sup>。NIRS によって血流量を読み取ることも可能であるが、fMRI と比べて空間分解能が悪いことから脳部位を特定することは現状困難である。さらに、NIRS は表面の計測のみとなるため、脳深部や小脳の計測ができない。ただし、皮下動脈で示した技術も踏まえると、今後技術の進展により部位を特定する遠隔計測が可能になるかもしれない

さらに、技術だけでなく脳科学において解明されていないことが多いことも制約となりうる。脳機能は完全に解明されておらず、現在アメリカの BRAIN Initiative、欧州の Human Brain Project といった国家プロジェクトを中心に脳機能の全容解明が進んでいる<sup>12</sup>。日本もまた、「革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト」を進めている<sup>13</sup>。

---

States of America 111.

<sup>7</sup> 島津製作所 「光で捉える脳機能 近赤外光イメージング装置について」  
[<http://www.med.shimadzu.co.jp/products/om/qa01.html>]

<sup>8</sup> 吉井慶人、高橋信(2013) 「超小型 NIRS 測定における頭部運動の影響」 計測自動制御学会東北支部第 285 回研究集会。

<sup>9</sup> 日経メディカル(2009) 「近赤外光でうつ状態を評価」

<sup>10</sup> 佐瀬巧等(2010) 「脳血流と脳波の局所的同時計測による感情状態の判別について」 HAI シンポジウム 2010.

<sup>11</sup> 国立特殊教育総合研究所(2007) 「脳科学と障害のある子どもの教育に関する研究」

<sup>12</sup> 応用脳科学コンソーシアム 「応用脳科学とは」 [<https://www.keieiken.co.jp/can/about/global.html>]

<sup>13</sup> 岡部繁男(2014) 「革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト」の全体計画について」厚生労働省資料[[http://www.lifescience.mext.go.jp/files/pdf/n1409\\_05.pdf](http://www.lifescience.mext.go.jp/files/pdf/n1409_05.pdf)]

### (3) 皮下血管

近赤外光が人体を数cmほど通過する特性を応用し、皮膚から数cm程度の深さの皮下を可視化することができる。(図4参照)これは非接触型手のひら静脈認証<sup>14</sup>として実用化されており金融機関の自動支払機等を中心に導入が進められている。さらに、静脈だけでなく、皮下動脈を可視化する技術も進歩してきており、動脈への穿刺を手助けする医療機器として実用化が進み始めた<sup>15</sup>。さらに、この皮下動脈のセンシングする技術を応用して、血液の流れも可視化できるため、脳内血流を非接触型機器によって計測可能となるかもしれない。



【図4】CIGS イメージセンサを使った手掌部の皮下動脈<sup>16</sup>

### (4)身体動作

現在、赤外線発光装置(大抵12個)と赤外線カメラ<sup>17</sup>を用いて身体動作を把握するモーションキャプチャがゲーム業界を中心に使用されている。

人や物体の動きをデジタル的に記録する技術が身体動作の把握においては主流である。このように赤外線技術によって身体動作を把握することは可能ではあるが、それには発光装置の装着を行う必要がある。現在の技術ではこの発光装置の装着なしには認識できる部位に限界があるが、赤外線カメラを使用すれば今後発光装置なしでも可能となりうる。

例えば、手や指先の認識は画像の明暗の差分から認識することができる<sup>18</sup>。また Time of Flight 方式の近赤外線 LED を使用し距離情報を取得する TOF カメラによって、動作認識を行うことが可能である。胴体、手、足などの身体パーツの動きを把握することが可能である<sup>19</sup>。今後これらの技術がモーションキャプチャに使われることが想定できる<sup>20</sup>

心理学の分野では、人物の内部状態を判断する材料として、表情とともに身体動作が検討されてきた。特に、表情は抑制がしやすい一方で、真の感情状態は無意識的に身体動作に反映されやすい。ただし、これは意識をすれば制御が可能である。

<sup>14</sup>富士通フロンテック「手のひら静脈認証」等が挙げられる

[<http://www.fujitsu.com/jp/group/frontech/solutions/business-technology/security/palmsecure/what/>]

<sup>15</sup>経済産業省(2015)「血管を透視して、愛結や血液透析時の安心・安全な穿刺実現を目指します」「健幸しこく」明日への挑戦

[[http://www.shikoku.meti.go.jp/soshiki/skh\\_b1/5\\_houkoku/150326/150326h.pdf](http://www.shikoku.meti.go.jp/soshiki/skh_b1/5_houkoku/150326/150326h.pdf)]

<sup>16</sup>産業技術総合研究所資料より

<sup>17</sup>神田崇行等(2003)「人—ロボット相互作用における身体動作の数値解析」情報処理学会論文誌 44.

<sup>18</sup>NSW 日本システムウェア株式会社 「ジェスチャー認識」

[<http://www.nsw.co.jp/solution/detail.html?ssid=gesture>]

<sup>19</sup>池村翔(2010)「距離情報に基づく人検出と動作認識に関する研究」

<sup>20</sup>Kinect センサも参考にされたい。

[http://news.mynavi.jp/series/computer\\_vision/061/](http://news.mynavi.jp/series/computer_vision/061/)

## 2.2.2. 赤外線暗視カメラのカラー化

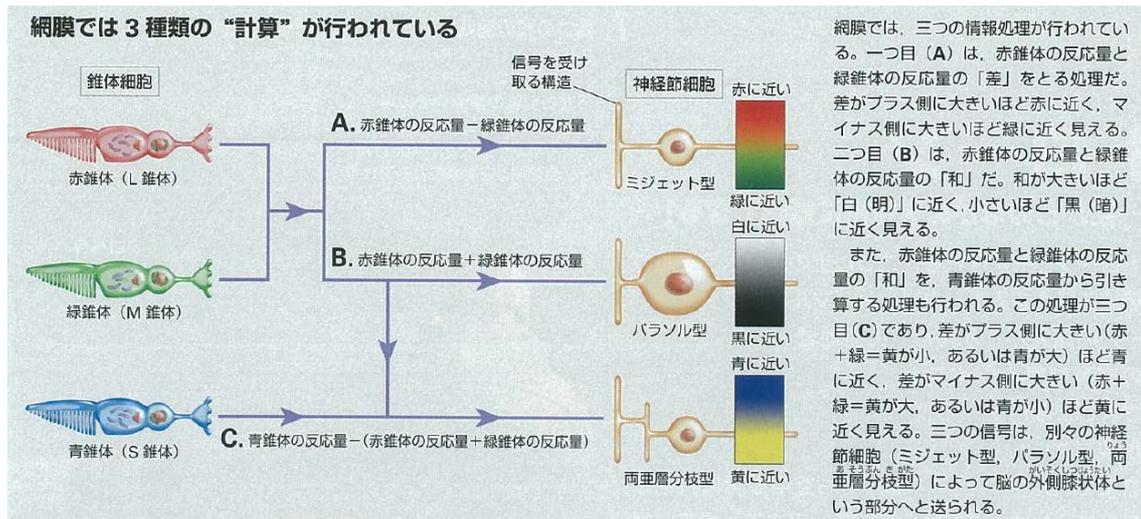
### 2.2.2.1. 赤外線カラー暗視カメラ技術について

#### 暗視

赤外線カメラと可視光線カメラの最も大きな違いは暗闇の中の人・物を認識できるか否かである。ただ太陽光線のない暗闇だけでなく、霧や煙によって視界が不明瞭な場合においても赤外線カメラは映すことが可能である。また今まではモノクロでしか捉えることができないという限界があったが、産業技術総合研究所は赤外線暗視カメラのカラー化及び赤外線カラー暗視カメラの小型化に成功し、現在 SHARP 株式会社と共に 2014 年実用化を達成した。これは今後、普通のデジタルカメラほどの大きさにまで小型化される可能性が想定され、半導体技術の進展が伴えばさらに進むことが予想できる。

#### カラー

カラー化が達成されたことにより、赤外線カメラから得られる情報の量は大きく増加した。人間の網膜は「L 錐体」、「M 錐体」、「S 錐体」という 3 つのセンサーを使って、色を認識している。これは吸収する波長が短いほうから順に、Long、Middle、Short の頭文字をとったもので、その認識される色の違いから一般的には赤錐体、緑錐体、青錐体とよばれる。それぞれの錐体は吸収する光の波長が異なり、この 3 つのセンサーが反応した光量の差や和を計算し、その結果得られた情報を脳に送る<sup>21</sup>。人の眼は紫側の端、赤側の端に近いほど、色の違いに鈍感になることから、大多数の人において、L 錐体が 560nm(黄色)付近、M 錐体が 530nm(緑色)付近、S 錐体が 420nm(紫色)付近までしか吸収することはできない。この制約故、人間が認識できる単色光は 200~250 色程度である。(図 5 参照)



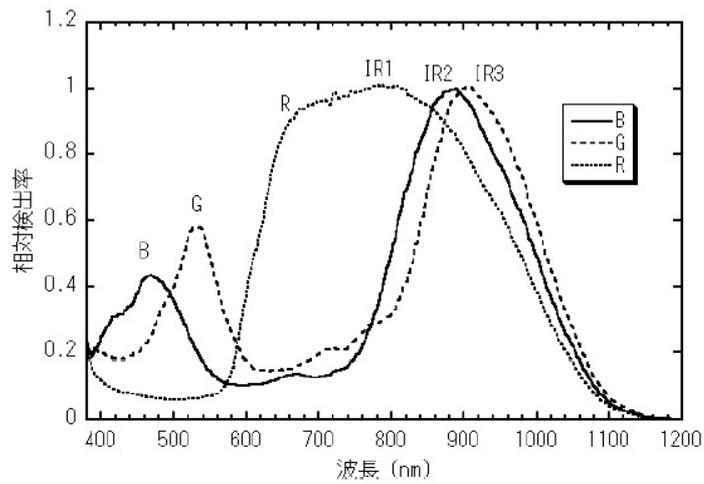
【図 5】網膜の 3 種類の計算<sup>22</sup>

色覚の基礎となる 3 種類の錐体細胞は、感度が低いため光量 (10~10<sup>5</sup> Lux) を必要とする。錐体細胞のほかに視細胞を構成する 1 種類の桿体細胞は感度が高く 0.001~0.1 Lux 照度を視認可能である。しかしながら、桿体細胞は単独の視物質のみを発現するため色の識別は行われない。つまり暗所では錐体細胞はほとんど働かず、桿体細胞が働くことになる。このため暗所では、物の形は判っても色ははっきりとは判らない。この桿体細胞の働きにより、人間の視神経は 6 等星を見つげられるほど高感度であると言える。一方で、物を「見る」にはなんらかの照明が必要で、光が全くないと物は見えない。光源として赤外線を用いた場合、色として認識できる波長がほぼカットされてしまう

<sup>21</sup> Newton (2015) 「色と光の科学」

<sup>22</sup> 同上

ため、モノクロ表示となっていた。産業技術総合研究所は可視光の 3 原色に対応する赤外線領域での「3 原色的な情報」を取り出すことに成功し、赤外線を光源として撮影した物の「カラー化」を達成した<sup>23</sup>。これにより従来ヒトの目では捉えられなかった世界が、可視光線下と変わりなく見えるようになった。(図6 参照)



【図6】可視光線領域と赤外線領域での相関関係<sup>24</sup>

<sup>24</sup>特許 2011-50049 : 画像撮影装置および画像撮影方法 (出願人: 独立行政法人産業技術総合研究所、株式会社ナノルクス研究所)

## 2.2.2.2. 赤外線暗視カラーカメラにより読み取ることのできる人の内面情報

赤外線カメラのカラー化が今後進むことによって進展する人の内面情報に関するカメラからの情報としては表情・脈拍・呼吸数の3つがある。

### (1)表情

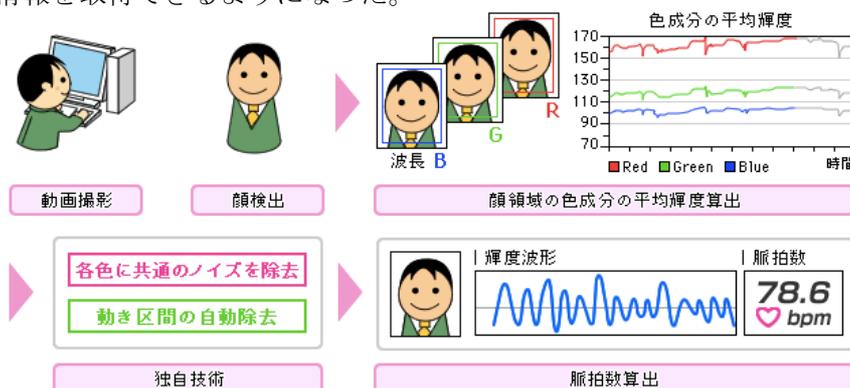
人の感情を読み取る方法として多く研究がされている方法は人の表情をビデオカメラ・RGBカメラで撮影・分析する方法である。人の目の動き、瞳孔の開き具合<sup>25</sup>、口角等を分析し、怒り・悲しみ・嫌悪・恐怖・驚き・喜びといった感情を推定することができる<sup>26</sup>。認知心理学では、感情を推測する上で最も有効な指標が表情であるとされている。人の表情を捉え感情推定のために使うには、顔色情報なども重要であることから、その画像がカラーであることが必要である。昼夜問わず、人の表情をカラーで捉えることができることはこの技術の最も大きな強みである。また従来のRGBカメラでは人の顔に影ができることが解析精度を落とす要因となっていた。赤外線カメラでは顔に影を作らないことが可能となるため、可視光線下での解析よりも適していると考えられる。

ただし、人は感情を取り繕う際には顔の表情を意図的に操作しようとする傾向があり、抑制がしやすいことから<sup>27</sup>、「無意識」の感情がどこまで読み取ることができるかは懐疑的にならざるを得ない。さらに、現在の解析技術では多少の表情の変化を読むことは難しく、大きな表情の変化しか読むことができないことが課題である。

### (2)脈拍

生理学では、情動行動が起こるときには交感神経の活動が活発になることから、循環機能（心拍数の増加、血圧上昇等）、皮膚及び内臓血管収縮、呼吸数の増加、発汗量などが起こると知られている。中でも心拍の変動は感情を読み取る上で有益な指標であることが知られている。従来は自律神経の活動バランスを測る指標であることから、心拍は敏感な感情の起伏を読み取ることはできないとの指摘もされていた。しかし、現在多くの研究では、心拍数は脳波同様最も有効な生理的感情指標であるとされている<sup>28</sup>。脳波よりも測定が容易で実用性が高いことからその実用化も現在進められている<sup>29</sup>。

たとえば、富士通研究所は顔の動画を撮影し、顔表面の色情報を元に、リアルタイムに脈拍を測定する技術の開発を発表した。（図6参照）パソコンのモニターにwebカメラを装着し、必要なソフトウェアをパソコンにインストールしておけば、「オフィスでパソコン作業するだけで、心拍数及び心拍の変化をモニタリングできる」。暗視カメラのカラー化により、表情と同様、昼夜間、もしくは顔にできる影に左右されずに非接触で脈拍情報を取得できるようになった。



【図7】顔動画からの脈拍計測<sup>30</sup>

<sup>25</sup> 高橋正樹 (2011) 「映像解析による人物動作理解に関する研究」

<sup>26</sup> 加藤昇平 「感性コミュニケーションロボットのための感情制御と感情生成」

<sup>27</sup> 神田崇行等 (2003) 「人-ロボット相互作用における身体動作の数値解析」 情報処理学会論文誌 44.

<sup>28</sup> 藤永博 (2003) 「心拍変動と感情」 経済理論 314

<sup>29</sup> ギズモードジャパン (2014) 「MIT 開発：人の感情と生理状態をカメラで測定できる時代がやってくる？」

[http://www.gizmodo.jp/2014/07/post\\_14989.html](http://www.gizmodo.jp/2014/07/post_14989.html)

<sup>30</sup> J-Net21 「顔画像だけで脈拍がばれてしまう技術とは？」 富士通研究所提供資料より引用

### (3)呼吸数<sup>31</sup>

心拍数の増加と同様に、呼吸数も喜怒哀楽の感情に伴って変化する指標であると知られている。これは情動呼吸と呼ばれており、緊張や不安といった感情により呼吸数の増加及び乱れがみられる<sup>32</sup>。

このような呼吸数もまた RGB カメラの解析画像により呼吸数も把握することができる。脈拍が顔色から得られるのに対し、呼吸数は胸の動きから読み取ることができる。暗視カメラのカラー化により、測定の間を問わなくなったことは上記2つと同様である。

#### 2.2.2.3.小括—アクティブヒューマンインターフェースと赤外線暗視カラーカメラ

赤外線センサーを用いると可視光線カメラで得られていた表情や身体動作の解析精度が高まることが期待できる。また、以前の研究では接触型機器を使わなければならなかった脈拍や呼吸数、体温といった生体情報の遠隔計測が可能となる。これらは昼夜間を問わず常に測定可能となる。さらに、現在は接触型機器を必要とする血中酸素濃度や脳内血流の測定についても、現在小型化が進んでいると同時に、カメラのような非接触型機器への発展も考えられる。この技術の融合及び今後期待される技術発展をもってすれば、非接触型での人の内面情報がより推定されやすくなる。また現在、アップル社のウェアラブルデバイスである Apple Watch には赤外線センサーが搭載されており、心拍数などのデータが常時得られることがわかっている<sup>33</sup>。今後、このような、人を緊張状態にしない形でのウェアラブルデバイスやパーソナルロボットに赤外線センサーが搭載されることで、より自然体での感情推定・認識が行われるであろう。

この赤外線によって高い精度で得られる情報は喜怒哀楽といった一時的な感情の高まり、情動である。加えて、技術進展や関連研究が進めば、さらに時間的に安定性のある感情である幸福感等や妬み・誇りといった複雑な感情も把握できると考えられる。しかし、後者の無意識の感情は遠隔センサーでは体温しか指標が存在しないことから、その分析の確実性は確保されない。接触型のデバイスによって脳内情報を取得することができる場合は、この精度がかなり高くなることが考えられる。

センサーから得られた情報を分析し、内面情報（感情・無意識）をコンピューターやサービス側が、その入力の一部として取り込むことをエモーショナル・インタフェースという。これまでは意思をもった人間が入力を行っていたが、“感情”あるいは“無意識”を自動でセンシングすることで新たな商品価値が高まる可能性が期待されている。赤外線カメラで得られた情報を、このエモーショナル・インタフェースに使用する場合、複数の生体情報を同時に取得・分析できることから、より高い精度の分析が可能となろう。さらに、生体情報・感情情報の蓄積もまた、この分析の精度を高める、近年、通信技術及びストレージ技術の向上により、情報の集積（いわゆるビッグデータ）が技術的に可能となった。これは今後新たな価値創造に寄与することが期待されている。次章では、ビッグデータ技術について述べる。

---

[<http://j-net21.smrj.go.jp/develop/digital/entry/001-20130724-01.html>]

<sup>31</sup> Gizmodo ジャパン (2014) 「MIT 開発：人の感情と生理状態をカメラで測定できる時代がやってくる？」

[[http://www.gizmodo.jp/2014/07/post\\_14989.html](http://www.gizmodo.jp/2014/07/post_14989.html)]

<sup>32</sup> Makinen, A. and Hajek, P. (2010) “Psychology of Happiness”, Nova Science Publisher.

<sup>33</sup> Apple 社 「Apple Watch」を参考にされたい

[<https://support.apple.com/ja-jp/HT204666>]

### 2.3. 情報の分析（ビッグデータとの照合）

ビッグデータとは「事業に役立つ知見を導出するためのデータ」とされており、そのデータ内容については量的側面と質的側面の2つにより「ビッグ」であるといわれる。量的側面は「典型的なデータベースソフトウェアが把握し、蓄積し、運用し、分析できる能力を超えたサイズのデータを指す。この定義は、意図的に主観的な定義であり、ビッグデータとされるためにどの程度大きいデータベースである必要があるかについて流動的な定義に立脚している。...中略...ビッグデータは、多くの部門において、数十テラバイトから数ペタバイトの範囲に及ぶ。」といわれるように、量的な多さが考えられる。次に質的側面では第一に、ビッグデータを構成するデータの出所が多様である点、第二にそのデータの質の高解像・高頻度・多様性という多量性、そして多元性・高速度・多種別が求められる<sup>34</sup>。

□ IoT が進んだことによって、ビッグデータとして取得される情報は多様で多元的に取得することが可能となった。従来は、人間が入力媒体を通して直接入力することでしか、データを分析装置に取り込むことはできなかった。しかし、IoT が進み、様々なモノから、人間を介在せずデータを取り込むことが可能となったことで、ビッグデータは量、質共に「ビック」なものとなった。

現在想定されている情報はセンサーデータをはじめとして、ソーシャルメディアデータ、オフィスデータなど様々なものが想定されている<sup>35</sup>。これらのデータを集積し、紐付けることによって、相乗的に情報量が増える。2015年、個人情報保護法の改正が行われ、この紐付けが促進されることとなった。個人の識別をできないよう加工し、かつ個人情報を復元できないようにした情報である「匿名加工情報」においては、本人の同意がなくとも企業間での顧客データの受け渡しが正式に合法化された<sup>36</sup>。このビッグデータは現在ビジネスアナリティクスとしての利活用法が主流となっており、今後マーケティング指標を現在の「属性」（性別など）から「生活スタイル」（インドア派アウトドア派など）に転換することが想定される。これによってますます市場の拡大が見込まれている<sup>37</sup>。

ビッグデータが今後、社会インフラとして整備される上での課題としては、得られる情報量の膨大さの両方を処理するためのコスト高があげられる。現在、監視カメラで取得されたデータはデジタルレコーダーに記録されるが、データの膨大さ、そしてコストが高すぎることから、データセンターであるクラウドコンピューティングにネットワークを介して送られることはない<sup>38</sup>。しかし、今後、情報の価値によってクラウドコンピューティングに送るか否かの取捨選択が自律的に行われる技術が進展することが想定されており、この技術が実用化されればコスト面での課題は大幅に縮小されるであろう<sup>39</sup>。プライバシー及びコストなどの要因により、データを蓄積はするものの、クラウドコンピューティングに送られず、ネットワークの辺縁部（エッジ）に格納される情報は「エッジ・ヘビー・データ」と呼ばれ、この膨大な情報量にかかるコストから、多くのセンサーで取得された情報がクラウドコンピューティングで共有されない、「エッジ・ヘビー・データ時代」が到来するとの意見もある。

今後技術進展に伴い感情のデータ化が進むと、センサーで取得され、分析された感情データが蓄積され、「感情データバンク」のようなカテゴリーがビッグデータに含まれるようになる。総務省は「新たな情報通信戦略の在り方」において、「脳情報ビッグデータ」

<sup>34</sup>総務省(2012)「情報通信白書平成24年版」

<sup>35</sup>日立ソリューションズ「ビッグデータとは」

<http://www.hitachi-solutions.co.jp/belinda/sp/special/landing01/bigdata.html>

<sup>36</sup>2013年JR東日本の電子乗車券Suicaの利用データを匿名化したものを日立製作所が購入し、第三者に提供しようとした際、利用者からプライバシー侵害の可能性を指摘され反発を受けた事件があった。

<sup>37</sup>日本経済新聞(2015)「ビッグデータの国内市場は年率27%で成長、課題も山積み」

<sup>38</sup>丸山宏(2013)エッジ・ヘビー・データとそのアーキテクチャ 情報管理 56: 269-275.

<sup>39</sup>同上

が蓄積・活用されるとのビジョンを示しており、脳情報の蓄積を用いて、新ビジネスが創造されることが期待している<sup>40</sup>。感情推定及びその蓄積は、多岐にわたる応用が図られると想定される。

---

<sup>40</sup>総務省 「諮問第22号 「新たな情報通信技術戦略の在り方」中間報告（案）概要」

## 2.4. インビジブルビジョンによる人へのサービス

人間の内面情報の取得は次の2つの方向に発展する。一つは、感情データバンクの形成とそれによる平均的な人間の感情モデルの構築という万人に適用可能な技術、もう一つは、利用者個人の癖を学習し利用者の感情読み取りに特化した端末を作るという個別適用の技術である。

### 2.4.1. 人間の感情のモデル化

クラウド上に人間の表情や生体情報と紐づけられた感情のデータバンクが形成されると、ある表情・生体反応があった時に、人は一般的にどのような感情であるかを照会できることになる。これによって、不特定多数の人間について、その外観から得られた情報をもとに、データ照会を通じて、高い精度で感情推定を行なうことが出来る。

また、常時感情を観測することで、対象者の性格、価値観まで推定が可能となる。このような人間の感情のモデル化は、不特定多数の人間を、その性格や価値観に応じて分類することにつながる。

### 2.4.2. 人間らしいロボットの構築

人間感情のモデル化により、「平均的な人間像」が形づくられる。この平均的な人間像をプログラム化し、ロボットに組み込むことで、人間の心を持ったロボットの構築が可能となる。

人間感情のモデル化と相まって、人間の心を理解し、それに合わせて人間らしい反応をするロボットが作られる。

### 2.4.3. 人の心が分かるパーソナルロボット

感情データバンクが形成されなくとも、内面情報を取得出来る本技術が利用される可能性がある。それが、利用者一人の感情を読み取ることに特化したパーソナルロボットである。感情の推定においては、万人に適用出来る形の推定よりも、個人適用の形の感情推定の方が容易である。感情推定において表情や生体反応の個人差をどう処理するかが一つネックとなるためである。この点、平均的な人間の感情モデルを作るのではなく、利用者が自らの感情データを逐次パーソナルロボットに入力し、利用者の癖に合わせてロボットが学習をしていく方式であれば、個人差という困難を突破可能である。

上述の不特定多数の人間を相手とするロボットではなく、利用者一人の感情を理解する、良き理解者としてのロボットの構築という方向でこの技術を使うことも考えられる。

感情データバンク及び人間らしいロボットの構築という万人に適用可能な技術利用の方向性はセンシング・ビックデータを使用した感情分析／最適行動判断装置・それを繋ぐ M2M、IoT という下図に示したプロセスを踏む。一方で、個人適用を想定したパーソナルロボットの場合はビックデータと照会する必要はなく、個人が直接インプットすることで、感情分析の制度を高めていく。

## 2.5. アクティブ・ヒューマン・インターフェースを支える技術 (M2M)

M2M (machine to machine) とは、機械同士が通信ネットワークを通して情報をやり取りし、人間の指令を受けず、自律的に高度な制御・動作を行う<sup>41</sup>通信システムである。これによって人に関する情報だけでなく、物に関する膨大な情報の収集・活用が可能になる。LTE などの無線通信技術の成熟や、無線通信部・センサー部の小型化・省電力化、ビッグデータへの注目により、今後情報端末に限らないあらゆる機器がネットに接続されるシステム、いわゆる IoT(Internet of Things)がますます普及することが予想される。これが進むと、新しい収益モデルの検討やコスト削減が必要となることから、M2M への注目がより一層高まることが考えられる。

既に技術は一通り揃ったが、M2M は現状としてコストが高いことが促進の弊害となり、現状としては追加で掛かるコストを吸収しやすい用途でしか M2M の成功例がない。

このコスト高の要因としては2つの要因が考えられる。1つ目は通信会社にとっての通信網の整備にかかる初期コストが高額であるという点である。また2つ目の要因としては、各機器に無線機器を取り付けるコストが高いことがあげられる。これらを踏まえると、初期投資額を回収できるだけのビジネスモデルがないのが現状だ。従って、M2M の利用が進んだ分野は、もともとの機器の初期費用や運用費用が高い物が多く、人件費削減などの効果が分かりやすい分野である。実用レベルにある M2M の応用事例として知られているのは、建設機械の稼働状況監視、エレベーターの監視および通報、自動販売機や POS 端末の販売実績収集、電力やガスなどのメーターの遠隔検針などである。

このコスト削減に有用な技術は数百～数 km の中近距離無線技術である。従来の 3G/LTE とった移動通信技術や無線 LAN と異なり、通信速度(帯域)よりも省電力性を重視した仕様である。産業向け M2M 分野の中距離無線として日本では、情報通信研究機構(NICT)が中心となって規格化した「Wi-SUN」を巡る動きが活発だ。3G/LTE や無線 LAN などを用いる場合、センサモジュールの設置場所に電源ケーブルを引き回すなどの工事が必要だが、Wi-SUN を使えばセンサモジュールを電池駆動に出来るので、配線工事なしで短期間に導入できる。しかし、こうしたコスト削減のみならず、M2M 導入により、固有のベネフィットが生じるようなビジネスモデルを作るべきであるとも見方もある。

さらに、通信に関しては、M2M の主な通信経路になりそうな移動通信について、接続を制御するための制御信号(シグナリング)が台数の増加に比例して増えてしまうという課題がある。

制御信号とは、端末の位置登録、基地局間のハンドオーバー、端末の状態遷移などのためにあり、端末と基地局の間や、基地局とコア・ネットワークの間などで送受信される。3GPP<sup>42</sup>は M2M 通信のサービス要求として、「移動が少ない」「時間の調整余地がある」「データ転送量が少ない」といった項目を定義した。こうした特性は、携帯電話機とは大きく異なる。携帯電話機は頻繁に、かつ長い距離を移動することが前提であり、音声通話のようなリアルタイム通信が要求される。

M2M 端末を携帯電話機と同様に扱ってしまうと、端末数が一気に増えた場合に、制御信号の増大に備えて通信網を過剰に増強しなければならなくなる。その一方で、実質的な通信量が少ないため、回線当たりの料金収入が少ないことが想定される。過度にならない増強で多数の端末を収容可能にするには、M2M 端末に対する制御信号の削減が不可欠となる<sup>43</sup>。

M2M 端末の接続管理に伴う制御信号削減として「切断までの時間を可変に」する技術が提案されている。従来移動通信網では、データ通信が終わって無通信状態に遷移してから一定の時間が経過すると、基地局が端末との接続を切断する方式をとってきた。この切断までの時間の設定を端末の通信特性や移動特性に応じて変更する方法が考案されている。

<sup>41</sup> IT 用語辞典の定義による

<sup>42</sup> 3rd Generation Partnership Project ; 移動通信技術の標準化を進めている

<sup>43</sup> 日経エレクトロニクス(2014)「特集 M2M 再発見」

一つ目の方策としては、接続／切断処理とハンドオーバー処理の制御信号との合計が最小になるように、個々の端末の特性に合わせてタイマを設定することが挙げられる。移動特性に応じたタイマ設定としては、M2M 端末の位置管理の制御信号を削減する技術が開発されている。また二つ目に、位置登録の度に端末の移動特性に基づいて位置登録エリアを動的に設定することも考えられている。具体的には、端末の前回の位置登録エリアと新しい移動登録信号から、端末が滞留中なのか移動中なのか、移動の方向や速度など、移動状況を推定する。この推定に基づいて一定時間後に端末がどの範囲にあるのかを予想し、その予想から一登録エリアを決定する。

## 2.6. 小括

AHI のプロセスはヒトの行動動機づけのメカニズムとも同様であるといえよう。つまり、ヒトには個々に「気持ち」があり、ヒトが五感という「センシング」で得たインプットを「気持ち」により分析、判断して「行動」というアウトプットがなされる。人間と同様の判断を機械に行わせた上で、最後にサービスとして人間にレスポンスを返す。

さらに一時的な感情だけでなく、人が他人の価値観を理解するにはヒトの脳が2種の気持ちに関するデータの集積によって行うことが知られている<sup>44</sup>。1つ目は、他人の心のプロセスをあたかも自分のプロセスとして再現する「他人のココロのシミュレーションによる学習」であり、2つ目は、シミュレーションは不必要で、他人が何にどう反応するのかのパターンのみを学習する「他人の行動観察による行動パターン説」である。これらを統合し、人間は他人の価値観を理解する。

1つ目、「他人の心のシミュレーションによる学習」は人工知能によって達成されうる。AHI が「ヒトとうまくやりとりする」コンピューティングシステムならば、人工知能は「ヒトのように考える」コンピューティングシステムである<sup>45</sup>。人間の脳機能をコンピューターが再現することによって、機械が自分の「心」を持ち、そのデータと照合して人間の感情、価値観を推測する。一方、AHI はビッグデータとして蓄積された他者情報や、1人の行動観察データを元に、後者の「他人の行動観察による行動パターン説」に動機づけされ、ヒトの価値観を踏まえた判断を機械ができるようになる。現在の人間の感情をコンピューターに自動で理解させる技術は、人工知能と AHI という2つのアプローチから実現しようとしている。

---

<sup>44</sup> Shinsuke Suzuki, Norihiro Harasawa, Kenichi Ueno, Justin L Gardner, Noritaka Ichinohe, Masahiko Haruno, Kang Cheng, Hiroyuki Nakahara. "Learning to simulate others' decisions" . Neuron, 2012

<sup>45</sup> テリー・ウィノグラード (2012) 「人工知能から HCI へ」 Telescope Magazine  
[[http://www.tel.co.jp/museum/magazine/human/120810\\_interview02/index.html](http://www.tel.co.jp/museum/magazine/human/120810_interview02/index.html)]

### 3 将来の社会像とインビジブルビジョン

本章では、2章で述べたような可視化技術が社会に与える影響を考察する。そのため、将来、社会がどのような姿を取りうるかについて、4つのシナリオを作成し、そのそれぞれにおいて、本技術が導入された時の人々の反応、利用のされ方を考える。

#### 3.1 将来像を決める要素について

可視化技術について、その利用の幅を決める条件としてクラウド化進展の如何が重要であると考えられる。2章で述べたような感情モデルを作成し、万人にある程度あてはまる精緻さをそのモデルに持たせるためには、多くの人の表情・生体反応と感情に関するデータの集積が必要となる。そこで、万人適用型のサービスの提供にはクラウド化の進展が必須条件となる。また、詳細は後述するが、クラウド化が進展した社会と進展しなかった社会では、人々の個人情報保護に対する意識の高さにも違いがあるものと考えられる。この点は本技術が社会に導入された際の反応の違いに反映される。

さらに、可視化技術の利用形態を左右するもう一つの条件として、人口分布があげられる。人が周密して暮らす社会と分散して暮らす社会では、周囲に暮らす、見知らぬ他人の数や、周囲で得られる労働力の数に違いが生じるそのため、監視に対する需要や、人と接する機械への需要など、人口分布はその社会で求められるサービスのあり様に影響を与える。さらに、本技術は IoT や M2M などあらゆる技術の集合により実現可能であるが、こうした技術インフラの普及の仕方も人口分布の態様により変化する。

#### 3.2 シナリオの作成

人口分布及びクラウド化の2つの観点から将来的なシナリオを4種類考える。各観点から、将来的に各々以下の2つのシナリオ分岐があり得る。

##### 3.2.1 人口分布

###### (1)人口都市集中

現在東京に人口が集まる東京一極集中がはじまっており、今後ますます進むことが政府などによって推定されている。また地方多極化（東京・大阪・名古屋・福岡・仙台）が進むという議論も展開されている。一方、地方都市では過疎化がすすみ、人手不足になることが危惧されている。

###### (2)人口地方分散

インターネットの発展などによりオフィスではなく在宅で勤務を行うテレワーク<sup>46</sup>がすすんでいる。またネットショッピングなど個別化したサービスが普及してくることなどにより、地価・生活費の高い都市圏ではなく、郊外に移住する人たちが増えるという人口分散のシナリオが想定される。車中心の生活やネットショッピング、テレワークなど‘家’が生活活動の中心となる。

##### 3.2.2 クラウド化

###### (1)クラウド化

現在 ICT の発展により大量かつ多様な情報をリアルタイムで収集し、ビッグデータを構築する動きが見られる。第 189 回国会に成立した個人情報保護法の改正より、個人識別が不可能な形に加工されたデータについて個々人の同意なしに第三者に提供出来ることとなり、これは、データバンク形成に資すると見ることが出来る。IoT の進展も相まって、多様な窓口から収集された個人情報が一カ所に集積し、巨大な情報バンクが形成され、このビッグデータの利活用を通じて、新たなサービスの推進、業務運営の効率化が期待されている。<sup>47</sup>

<sup>46</sup> 総務省 「テレワークの推進」

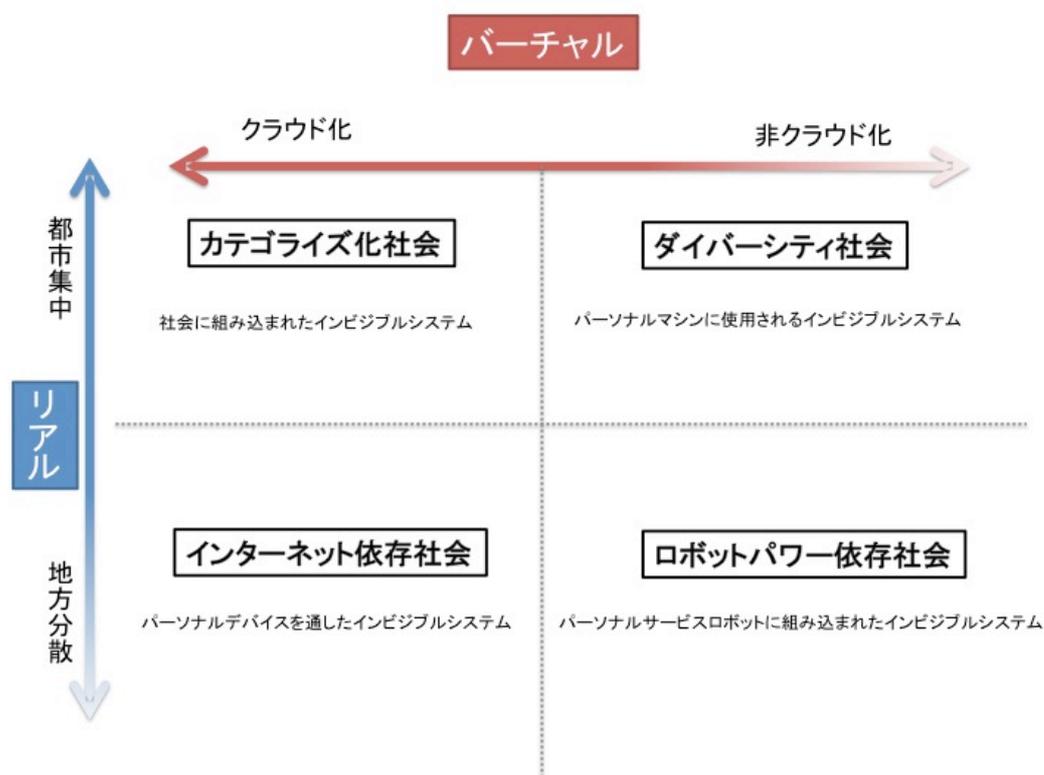
[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/joho\\_tsusin/telework/](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/telework/)

平成 25 年 6 月には、「世界最先端 IT 国家創造宣言」が閣議決定され、同宣言工程表において「テレワーク導入企業数 3 倍（2012 年度比）」「雇用型在宅型テレワーカー数 10%以上」等の政府目標が掲げられた

<sup>47</sup> 平成 24 年版情報通信白書 pp153-15

## (2)非クラウド化

サイバー犯罪や情報漏洩による人々のプライバシー意識の高まりは、自分のセンシティブな情報はインターネット上に繋がらないという形の防衛策として現れる。現在、刑務所等保護の必要性が高い個人情報を扱う法務省では、省内にイントラネットの形で独自の通信網を整備し、それとは独立してインターネット専用端末を利用している<sup>48</sup>。このように、企業や自治体、家庭など様々な単位のコミュニティが外部との通信窓口を制限することでビッグデータが形成されない社会が訪れる。



【図8】 4つの社会像（筆者作成）

<sup>48</sup> 法務省情報ネットワーク現行体系 (<http://www.moj.go.jp/content/000008855.pdf>)

### 3.3 4つの社会像と技術受容のあり方

#### 3.3.1 カテゴリー化社会

カテゴリー化社会では、バーチャルの世界・リアルの世界双方で他者と関わりを持って生活する。このような社会では、リアルの世界において浅く広い人間関係が形成される。

治安維持の観点からは、不審者を見つけるためにそのコミュニティの人間関係を土台にした **face-to-face** の監視が難しく、人間の内面にも迫って、危害の意思がないかを確認する必要が生じる。そのため、赤外線センサーを利用し、個人の内面の意思に迫る監視を行う需要が生じうる。

生産・消費活動に目を向けると、人々が密集する状態では店舗販売の方式が存続する。そのため企業は効率的な生産・販売のためにも需要予測、消費者行動の分析等を進める。現在は、SNS をつかって「発売前の前評判情報」を集約／抽出し、発売後の売り上げ情報と、前評判情報を組み合わせて、発売前の話題と売り上げの関係（ヒットの予兆）を学習し、学習したモデルを用いて新製品の売り上げを予測している。しかし、リアル・バーチャル双方の集約が進む社会では、インターネットは現実の人間関係を補強する役割を持つ。人々の SNS 等インターネット上での意見表出行動については、現在ウェブ上のやり取りを現実世界の補完と捉える人間は意見表出や自分の住所・年齢等に関する情報の開示を行わないのに対し、これを現実の公的空間とは隔離された私的領域だと誤認する若年層は意見表出に抵抗がないことが指摘されている<sup>49</sup>。この考えに基づくならば、カテゴリー化社会では、SNS 等ウェブ上の意見表出が減少し、これを基礎にした行動分析が困難となると予想される。したがって、企業にとっても、個々人の購買時の内面情報を獲得するなど、人の内面に迫って行動分析を行なう必要性が生じる。

このような社会では、得られた脈拍、表情等の分析とそれによる個々人の感情モデルの形成、それに基づく個々人のカテゴリー化が必要となる。形成された種々のカテゴリーのうちどこに分類されるかによって、各々異なるサービスや管理を行なうためである。具体的には、消費行動 A のグループに分類されれば、そのグループ内の成員に与えられるサービスを届けるといった形や、性格分類に基づき犯罪者になりやすい人というグループに分類された人間に重点監視や事前の福祉サービスの提供をするといった形がありうる。

#### プライバシー意識と本技術の受容性

カテゴリー化社会では、リアルとバーチャルにほとんど境界はない。現在 Facebook が実名のやりとりツールとして使われているように、インターネット空間は現実社会の公的な空間とほぼ同じ機能を持つ。このような状況では、リアル世界・バーチャル世界にかかわらず人々は自身の内心に迫る情報を隠す傾向にある。というのも、内面情報を基礎にカテゴリー化される社会では、みだりに自身の内面情報を知られた結果、自分の望まないカテゴリー（例えば犯罪者予備軍）に分類されるリスクも存在するためである。従って、自分の内面情報を無意識に収集される可能性のある本技術はこの社会の人々にとって恐怖の対象になり得る。一方、ポジティブな利用のために自身の生体情報を提供するケースも考えられる。すなわち、人々は、企業内の人員配置や個々人の性格に合わせた教育の享受など、浅い付き合いをしている他者集団の中でうまく生活するために、性格・価値観に基づく自身ないし他者のカテゴリー化を求めることがある。

本技術がカテゴリー化社会にもたらすリスクとして、第一に自分の属するカテゴリーを知られることによる内面情報の流出があげられる。このリスクの回避のために、カテゴリー情報の厳重な管理が求められるのは当然であるが、たとえどのグループに属するかの秘密が守られたとしても、望まないカテゴリー化のリスクがありうる。具体的には、犯罪者予備軍のグループに分類されることで重点監視や矯正を強要される可能性がある。しかし、自分がそこにカテゴリー化されたくないと思っていたとしても、人々は

<sup>49</sup> A privacy paradox: Social networking in the United States by Susan B. Barnes  
*First Monday*, volume 11, number 9 (September 2006)  
URL: [http://firstmonday.org/issues/issue11\\_9/barnes/index.html](http://firstmonday.org/issues/issue11_9/barnes/index.html)

カテゴライズを拒みはしないだろう。ネガティブなカテゴライズはポジティブなカテゴライズと表裏一体であり、犯罪の未然防止の文脈で考えるならば、自分が犯罪者予備軍に分類されるリスクは、自分以外の誰かが犯罪者予備軍に分類され、その人間が適当な処分を受けることで得られる安心とトレードオフの関係に立つからだ。このカテゴライズにはデータに基づく一定の合理性があり、犯罪者予備軍の者にとっても加害者となって将来の刑罰を免れるというメリットがある。

他方で、内心の予測は、何に対してどんな意思を持っているかを、テレパシーのように読み取るものではなく、一定のデータとの照合の結果である。単なる照合の結果、不利益を被ることを人々に強要し、可能性だけにに基づく差別が行われるのも不合理である。問題は全て機械の言う通りに人を振り分け、分類の結果に責任を取る者がいないところにあると考える。そこで、機械による振り分けの後、人間の目でカテゴライズの適切性を吟味し、問題がある場合にはカテゴリー情報の訂正や削除がなされる必要がある。犯罪抑止の文脈から言えば、センシングの結果、先天的な性質に基づく本人に犯罪性向があると判断できるとしても、本人の置かれている環境を含めた判断が求められるため、ここに人の目を介在させる余地がある。機械によるデータ照合の結果判断したという形の無責任監視ではなく、機械がきっかけとなりつつも、続く処分のために責任を取れる人間の決定を介在させる責任ある監視が必要である。さらには、カテゴライズ化される個人がプロバイダーに対し自身のカテゴリー情報の開示・訂正・削除を求める権利と体制を整備する必要がある。

人々が治安目的その他、自分にとってポジティブな用途により受ける便益よりも上述のような排除のリスクを深刻に捉える場合、この社会では本技術が拒まれる可能性がある。というのも、この社会において、人々は決して手放しに喜んで自分の内心に繋がる生体情報のセンシングを許しているのではなく、安全と自由、どちらをとるかの微妙な比較考量の上で本技術の利用を許容しているにすぎないからである。カテゴライズ化社会におけるインビジブルビジョンの利用のためには、カテゴリー情報の濫りな流通を防ぐような高度な管理と、カテゴリー情報に基づく不利益取り扱いに対する責任追及の仕組みの整備、不利益を被る一部の人間への手厚い事前手続き、事後補償が鍵となる。

### 3.3.2 インターネット依存社会

インターネット依存社会においては、リアルな繋がりが分散するかわりに、バーチャルでは大規模な繋がりをを持った社会となる。具体的には、人々は家族といった小さな単位のコミュニティ内で生活し、インターネットその他の通信・運輸技術を利用したネットショッピングやテレワークがこれを支える。リアル世界での移動も公共交通機関などよりも車・自転車などの個別化した交通手段を使う傾向にある。

このような社会では、リアル社会は濃密な人間関係が構築される。町内はみんな顔見知りであり、見知らぬ人間がコミュニティに入ってきた場合にはすぐに判別可能である。したがって、治安維持の観点からは、他者の内心を見なくても、単に外観だけで不審人物の排除が可能となる。一方で、将来的に生じる犯罪者を検知し、監視・矯正をするという超未然防犯へのニーズは、リアルな人間関係が濃密であっても、カテゴライズ社会同様に存在すると考えられる。人が集住しており労働力にまだ余力のあるカテゴライズ社会と異なり、本社会では社会不適合と判断された人がいたとしてもその全てを社会から排除する余力がない。また、誰もが顔見知りの中では、人様に迷惑をかけられないといった意識も働きやすく、超未然防犯は早期教育による人々の矯正とセットでなされる必然性がカテゴライズ社会に比して高くなると考えられる。

生産・消費活動を見ると、人々はインターネットに依存して購買行動をとる。対面で消費者の反応を見ることが出来ない企業は、購買時の消費者の感情をセンシングし、消費者の潜在的ニーズを発掘することを望む可能性がある。また、買い手の実体が分からないことが企業にとってのリスクともなる。例えば、現実には認知症等で意思能力に乏しい者が同居人のアカウントを利用し高額商品を購入した場合に、企業は適切な支払いを受けられないリスクがある。こういったリスク回避のために、個人の認証が必要となる。これは、生体情報などなるべくごまかしのきかないものを利用してなされる必要がある。具体的には、動脈や瞳孔といったものをパソコンに搭載された赤外線カメラを利用して撮影するといった方法である。ここで取得された個人の生体情報を元に感情を読み取り、企業による消費者の潜在的ニーズの発掘にも利用される可能性がある。

また、リアル社会の生活に目を向けると、リアル社会を支える労働力が不足している。人々は、リアル社会にロボットを持ち込み、不足する労働力の代替とする。具体的には介護ロボットや自動運転の自動車といったものである。本技術は、こうした文脈において人の感情に合わせて適切に反応するロボットを生み出すために利用される。ロボットが人の感情を理解するために、各ロボットが読み取った人間の脈拍、血中酸素濃度などの生体情報と各人の感情の情報は常にクラウド上で共有され、そこで形成された人間の感情モデルに基づいて、ロボットは各人にサービスを提供する。介護ロボットであれば、人の快・不快を認識し、気温調整やトイレの介助等を自律的に行ない、必要があれば病院や家族に連絡をするといったことがありえる。また、自動車であれば運転者の集中力を読み取って自動制御を行なうといったことが考えられる。ここで獲得された個人の感情情報は、犯罪者予備軍の発見とその矯正にも利用可能である。

しかし、人口が分散している本社会では、カメラ等により得られた情報の価値密度は低くなりがちであり、結果としてすべてのデータをクラウド上に送ることはコスト／ベネフィットの側面からは高負担ということになる。さらに、自動車等の個別化された移動システムが主となる本社会では、中央サーバに情報を集め、それを処理した結果を再び各自に送信する間に生じるタイムラグの問題もある。こうしたコスト面・利便性の問題から、人々がクラウド上に送る情報を取捨選択する状況が考えられ、これらが本技術の制約条件ともなる。

#### プライバシー意識と本技術の必要性

インターネット依存社会では、リアル社会とバーチャル社会は別世界であると認識される。人々は、リアル世界では家庭の父親、母親、若しくは子どもといった顔を持って生活し、インターネット上では一定の傾向のある消費者、ウェブで仕事付き合いをする事業者といった顔を持つ。リアルな狭い人間関係から抜け出して、インターネット上に「全く別の自分」を作って交流を行なうこともある。

このような社会では、ウェブ上の自分とリアルな自分が繋がることに対する反発が強くなる。つまり、インターネット上の別人格だから内心を表出し自由に振る舞っていたのに、それがリアル社会の自分と繋がり、家という私的空間にネット上で繋がった他者が上がり込んでくるといった事態がプライバシーの侵害であると捉えられる。そのため、内心に関する情報以上に、自分のリアル情報への保護意識、もしくは、リアルとバーチャルを繋ぐ情報への保護意識が高まる可能性がある。具体的には、ウェブ上で無防備に書いた暴言がリアル社会の友人に知られ評判を落したり、企業や学校に知られることで採用や成績について不利に扱われたりすることを危機と感じる。これに対して、本社会では企業による個人認証（リアル情報）と蓄積された購買履歴によるリアルとバーチャルのリンケージがあり得る。これを防ぐことができるか否かが、インターネット依存社会における本技術の受容性を大きく作用すると考えられる。

また、パーソナルロボットを利用した、超未然防犯のための監視と見守りのための内面情報の取得に目を移すと、前者についてはカテゴライズ化社会における監視と同様の問題に加え、その先に続く矯正・早期教育が人間の多様性を失わせるという問題もありうる。そのため、監視の在り方のみならず、それに基づく人々への対応の仕方が重要となる。社会的安全だけでなく矯正をされる本人の支援にも焦点を当てたアフターケアの体制を築くことが求められる。また、後者については見守りロボットによる感情と個人認証のデータが、ウェブ上の個々人の自由な意見表出と結びつかない限りにおいて許容される。両者のリンケージを明らかにする情報に関しては、その他の情報と異なる取り扱いが求められる。

### 3.3.3 ダイバーシティ社会

ダイバーシティ社会では、リアル社会での **face-to-face** のコミュニケーションが重視され、バーチャルな世界でのやり取りは限定的となる。人々はいくつかの社会的グループに属する（学校、会社、趣味等）こととなり、そのグループの中で価値観・趣向が形成される。通信技術はそのグループ内で閉じているため、自身が所属するグループ外と交流するためには、学校に通いながら地域の趣味の集まりにも参加すると言った、グループへの多重的な帰属が必要となる。また、インターネットは完全に死滅した訳ではなく、グループ毎に必要な情報を流す、広報のための場所として機能する。

治安維持の観点からは、カテゴリ化社会と同様、見知らぬ他者が数多く存在する中で不審者を識別する必要がある。いくつかの社会的グループもその構成は流動的であり、必ずしも **face-to-face** の監視は成り立たない。そのため、監視のための内面情報の重要性は高い。

生産・消費の側面からはカテゴリ化社会同様、消費行動の予測の必要性が高いものの、非クラウド化が進む本社会では、カテゴリの基礎となるデータバンクの形成が困難である。また、インターネット上に個人が自分の趣向に関する情報を、リアル社会の情報と紐づけて載せる可能性も限定的である。そのため、従来通り 4 大メディア（テレビ・雑誌・新聞・ラジオ）やインターネット（ブログ・SNS 等）によるサービス紹介が主流となり、個人にカスタマイズされたようなサービス紹介、提供は限定的になると考えられる。

一方で、多様な価値観を持つ人員が周密するこの社会では、カテゴリ化社会と同様に自己分析を行い自分の属性を把握し、進路の決定や会社での人員配置など自分やグループ内の人員の身の振り方を分析してもらう需要も高まることが想定される。この文脈において「理解者」としてのパーソナルロボットが必要とされ、内面情報を利用者個人の個性に合わせて読み取り、サービス提供も個人適用する形で行なっていくというような、サービスロボットのために本技術を利用する道がある。しかし、これについても、他者集団の中で自己の位置付けを見出すための利用には万人適用が他のサービス提供が必要となる。そのため、個人が自己分析をロボットに依頼出来る程確度の高い分析のためには、多くの人間の進路や性格についてのデータが求められることから、非クラウド化された本社会では本領が発揮されないとと言える。結局のところ人々は他者との交流の中で自らの立ち位置、振る舞い方を決定することとなり、また、それで構わないと考えるだろう。

#### プライバシー意識と本技術の受容性

本社会は、サイバー攻撃による個人情報保護要請の高まりを基礎に築かれた社会であるため、プライバシーに対する保護要請は高い。そのため、この社会におけるプライバシーとは、内心の情報、個人の容貌、氏名その他、現在個人情報と言われているもの全てを指す。

このような高度な保護意識は本技術を使う上で大きな障害となる。ダイバーシティ社会では、監視や消費者行動の分析、個人の自己分析などあらゆる場面で内面情報に迫るニーズが潜在的には存在するものの、いずれのニーズに応えるためにも、人間の感情モデルの構築が必要であり、非クラウド化された社会ではそれが困難だからである。ある意味では、こうした不便があってもなお、個人情報の保護に高い価値を見出している社会であり、このような社会構造における本技術のインパクトは限定的であると言える。

従来の防犯カメラは「見られている」という意識を人々に与えることで防犯の機能を果たしており<sup>50</sup>、赤外線暗視カラーカメラは、「暗闇でもよく見える」という従来のもくろみ通りの機能を発揮することになる。

<sup>50</sup> 阿部潔ら(2006)「空間管理社会」新曜社 pp31-35

### 3.3.4 ロボットパワー依存社会

ロボットパワー依存社会において、人間は他人に頼らない個人主義的な生活を好むようになる。リアル社会では、小さなコミュニティの中でテレワークやネットショッピングによる個別サービスを通じて生活する一方で、バーチャル社会での交流にはそれほど重きを置かない。この社会では個人情報保護の要請が、コミュニケーションや最適なサービスを楽しむという要請よりも高まっていると考えられる。

治安維持の観点からは、コミュニティ内は皆顔見知りであり、内面情報を取得する必要性がないことはインターネット依存社会と同様である。一方で超未然防犯へのニーズはこの社会でも存在する。

生産・消費行動については、消費者行動の予測の難しさ、店舗販売の非効率性を鑑みるに、完全受注販売が主流となると考えられる。農作物など、それが困難な業種は需給調整に頭を抱えることになる。この際、個人認証が求められることはインターネット依存社会と変わらないが、人々が個人識別情報をインターネット上に残すことを忌避する本社会では、顔認証等の個人識別による安全な取引ではなく、そのサイトを利用した限りでの過去の支払い実績等による個人の信用評価に基づく取引がなされるものと考えられる。

本社会ではインターネット依存社会と同様、リアル社会で不足する労働力の代替としてロボット利用が増加する。具体的には製造業の全自動化やサービス業の一部のロボット委託（介護ロボット、ドローンによる宅配サービス等）がすすむことが想定される。特にサービス業におけるロボットはパーソナルロボットとして普及することが想定され、インビジブルビジョンはこのパーソナルロボットに組み込まれ、使用される。しかし非クラウド化が進行する本社会では感情データバンクとの照合によるサービス対応は困難であり、複数人を相手にするサービスにおいては、快・不快など大まかな感情に基づくサービス提供が主となる。一方、一人一台型の個人適用型ロボットの場合には、使い始めにおいて各人に微妙な読み取りのズレを修正してもらいながら学習するロボットが、比較的きめ細やかに感情を理解しサービスを提供することが可能になる。

この際、パーソナルロボットに蓄積できるデータには限界がある。毎日個々人の行動や感情のデータを蓄積するという意味で入力が多い一方で、学習の必要からこれを日々様に消去することが困難でありさらには、クラウド等につないで外部に保存するといったことも難しいからである。そこで、各パーソナルロボットの記憶容量の拡大と、サービス提供のために必要な価値密度の高い情報（利用者の感情と生体情報の関係モデルのようなもの）とその他、価値密度の低い生データをロボットが自律的に分類・判断し後者を消去していく技術が求められる。

#### プライバシー意識と本技術の受容性

本社会でも内心情報に限らず、個人に関わるあらゆる情報がプライバシーの範囲内であると人々は捉えることとなる。そのため、個人情報の流出に対する反発が強い。ダイバーシティ社会と異なり、安全、防犯のための内面情報取得という理由も立ちにくい。早期教育とセットとなった超未然防犯への需要はインターネット依存社会同様に存在するが、これへのニーズよりもプライバシー保護に重きをおく社会となっていると考えられ、本技術が利用される場面はかなり限定的である。具体的には、ロボットパワー依存社会では個人適用型パーソナルロボットに限り、本技術が利用される。

この社会の人々には、社会全体が個人情報保護のために高度なセキュリティを設けていることへの安心感が存在する。人々は、インターネットに繋がった端末には自分の内心に関する情報や、住所・氏名といった個人を識別するための情報を載せることを避ける一方で、同じく個人情報保護意識の高いダイバーシティ社会に比べロボットへ依存する必要性が高いことも相まって、スタンドアローンの端末には無防備に個人情報を残す行動に出る。したがって、パーソナルロボットはスタンドアローンであるがために情報流出のリスクは低いものの、端末それ自体の盗難や、端末のアップデート時の情報の不正取得等により一度情報が流れ出ると、その際の被害は大きくなると予想される。ロボットを通じた個人情報流出が起きた場合には、人々はパーソナルロボットへの不信感が

ら、本技術の利用を止めて、完全に機械労働のみを任せる手段としてロボットを利用することも考えられる。

#### 3.4 小括—個人情報保護とインビジブルビジョン

人の内面に迫り、監視や商品開発、教育等に利用するためのインビジブルビジョンに対する需要は、各社会において少なくとも潜在的には存在しているものと考えられる。一方で本技術への過剰な依存は、万人適用型であれば人の多様性を失わせる方向に進むかもしれないし、個人利用型であっても価値の高い情報が集まったデバイスを生み出すこととなり、これが社会的ウィークポイントになるかもしれない。

そうした諸問題の中でも特にインビジブルビジョンが社会に広まるか否かを左右するのが、インビジブルビジョンにより可視化された、「隠されていた情報」の扱い方、簡単に言えば個人情報管理の問題である。これは、大まかに分けるとクラウド化社会と非クラウド化社会のそれぞれにおいて異なった様相を見せる。

まずクラウド化社会においては、クラウド上の個人情報をどこまで流通させるかの問題がある。現在個人情報の保護枠組みとしては、本人の同意に基づく情報の取得、その際の利用目的の提示と目的外利用の制限によって、情報を提供した本人の与り知らぬところで情報が流通することがないという形での保護が図られている。ただし、個人情報を特定の個人を識別することができないように加工し、さらには復元出来ない状態にした場合、本人の同意なしに第三者に情報の提供をすることが出来る。すなわち①同意による情報取得規制 ②利用目的の特定による情報流通の規制 ③匿名化による情報流通時の個人特定の規制が行なわれている。しかし、人々がインターネットによる繋がりに依存して生活する社会では、個人認証等を利用せざるを得ない状況があり、そこで個人情報の提供を拒みサービスを楽しむことが出来ないということは、すなわち生活が送れないということの意味する。また、リアルでのやりとりが存在する場合においても、安全のための監視にインビジブルビジョンを使わざるを得ない状況が存在する。このような社会における同意は、語義矛盾にはなるが「強制された同意」と評価でき、現在の個人行法保護体制のうちの①の方法が必ずしも健全に機能しない可能性がある。また、②による情報の流通規制も匿名化を免罪符に情報流通が認められると捉えることも可能であり、③の方法による保護にもクラウド化社会においては複数の情報の照合によって個人の特定がなされるリスクがある。個人情報の取得後、匿名加工がなされても、特殊な疾患等で該当者が少ない情報が他の情報と組み合わせると、それは個人を特定するのとはほとんど変わらないためである。

一方非クラウド化社会においては、人々が非クラウドであることへの安心感から、インビジブルの搭載された個人デバイスに無防備に個人情報を残すことで、このデバイスが情報の宝の山となり、物理的にこのデバイスが盗難にあった暁には社会的な被害も大きなものとなる。そこで、社会的なリスクの軽減という意味からも、また、本技術の活用の意味からも、個人用端末を通じた情報の不正流出への対応が非クラウド化社会では最も重要となる。一つ目に考えるべきは、不正な持ち出しに対する罰則等であるが、それだけに留まらずいざロボット本体が盗難にあった時でも情報が取り出せないようにすることがもとめられる。具体的には、パーソナルロボットに蓄積された個人情報の暗号化が有力な方策である。暗号化技術については、暗号化された情報を解読するためのパスワード(=鍵)の管理がポイントとなるが、この際、暗号化した情報と「鍵」を同じ場所に置いたのでは意味がない。「鍵」管理については、データ漏洩の多くが誤操作や管理ミス、紛失・置き忘れなど情報を収集・保有する組織内部の人間に起因するものであることから<sup>51</sup>、暗号を解くための「鍵」の管理に情報収集者だけでなく情報提供者も参与することで、情報提供者本人の意に反する情報流出は一定程度防ぐことができるだろう。そこで、非クラウド化社会では、ロボットに蓄積される情報を暗号化しつつ、これを解読するための「鍵」の管理をパーソナルロボットの利用者自らの責任で行なうこ

<sup>51</sup> 日本ネットワークセキュリティ協会「2013 年情報セキュリティインシデントに関する調査報告書～個人情報漏えい編～」によると、情報漏えい原因は、誤操作が全体の 34.9%、管理ミスが 32.3%、紛失・置き忘れが 14.3%を占める。

とが重要となる。それにより、「鍵」の在処と情報の在処が分断され、情報流出の危険が下がるだけでなく、情報流出の責任の一端を利用者自身が負うことで、パーソナルロボットへの不信感の軽減に繋がるためである。

## 4 提言

### 4.1 監視から、観る・繋ぐ・創るの要素技術へ

現在の社会はコンピューターによる情報システム技術(ICT)の活用が広く市民生活や企業活動に浸透した「情報化社会」である。その社会を支える ICT は従来の電気通信同様、「人と人を繋ぐ」手段であると捉えられてきた。これがブロードバンドの発展により、「人と情報を繋ぐ」手段へと発展してきた。さらに、今後ビッグデータ・人工知能・IoT・ロボット等の技術開発が進展することによって、「人・モノ・コト・知性を繋ぐ」手段となり、新たな価値の創造へと繋がることが期待されている<sup>52</sup>。ICT 化の推進は「観る」「繋ぐ」「創る」の3つの段階から構成される。

このうち、「観る」は センシング技術の進展及び普及によって、センシング社会となることを指す。経済産業省が現在社会課題となっているインフラの老朽化や高齢化に対応する手段としてセンシングを推進し、一方、総務省では新たなビジネスモデルを創造する手段としてのセンシングを推進している。その内の1つとして挙げているものが 脳情報ビッグデータを使用したビジネスモデルである。(図9参照)

このような社会的要請の中で、赤外線暗視カメラのカラー化はビッグデータ、M2M、IoT との結合により、監視カメラとしてだけでなく、人間の感情に基づく新しいサービスを提供するための要素技術にもなりうる。赤外線センサーの利用領域を拡大するためには、こうした情報と人を繋ぐ技術との結合を考える必要がある。

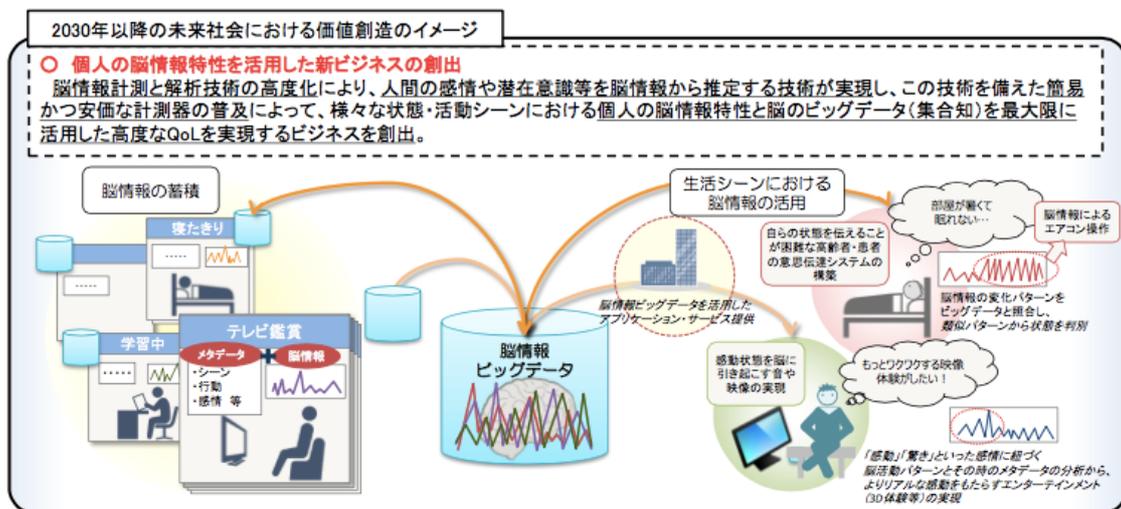


図9 総務省「新たな情報通信技術戦略の在り方」中間報告(案)概要

<sup>52</sup> 総務省 「諮問第22号 「新たな情報通信技術戦略の在り方」中間報告(案)概要」

さらに、眼を配るべき分野は上記のような ICT 技術に限らない。例えば「観る」という 1 段階を切り取っても、それを支える技術は赤外線センサー以外にも考えられる。赤外線は非接触・非侵襲という意味で有力な「観る」技術であるが、その他にも脳波を利用した BMI、X 線や MRI など人の内部を見る手段となる。また、人と機械の融和という側面からは、AHI のみならず人工知能の観点からのアプローチもある。「人間のように考える機械を作る<sup>53</sup>」がコンセプトとなる人工知能では、AHI に欠落している「他人の心のプロセスを自分の心のプロセスとして再現する」というルートでの感情理解が可能となり、人工知能と AHI が相互に連携することで感情理解のさらなる精緻化の道が開ける。

こうした「繋ぐ」技術、「観る」技術、そして心を理解する技術との連関により、可視化領域は一層拡大するだろう。

#### 4.2 技術の複合化によるリスク発生源・責任の不可視化

3 章で指摘したように、本技術は社会像ごとに異なるリスクや課題を抱えている。望まぬカテゴリズのリスク、クラウド化のためのインフラ整備の課題、個人識別情報と各人の内面情報のリンケージを断つような情報管理、スタンドアローンロボットの情報管理などである。こうした諸課題は、人を対象に「観る」ことから、得た情報を「繋ぐ」ことから、新たなサービスを「創る」ことから生じるが、これらのプロセスのどの部分、どの要素技術がより決定的であるかは定かではない。さらには、リスク対応を考えてみても、赤外線の特長という観点からの対応だけでなく、情報工学、脳科学、さらには心理学や教育学といった人文科学的知見が求められ、誰もリスク対応において決定的な能力を持ってない状況が生じる。

こうした状況下では、各技術の専門家は、自分が専門とする技術は、インビジブルビジョンの“one of them”であると考え、社会にもたらした負のインパクトに対する自分の関与に無自覚となる危険がある。各技術の連携・複合化はリスクの発生源とリスク対応能力の両者を分散させ、問題の所在を見えなくすることに一役買っている。

そこで、赤外線センサーの利用領域拡大という文脈のみならず、いざ本技術が社会に組み込まれた際に、責任の所在、技術的助言をする者を捉えやすくするという意味でも、「観る」「繋ぐ」「創る」それぞれの専門家が一体となったコンソーシアムを形成することが望まれる。

#### 4.3 技術者の政策への関わり方

最後に、こうしたインビジブルビジョンを形成する要素技術の専門家が、個々にではなくコンソーシアムとして政策形成過程に参画する必要性に触れたい。

各技術の専門家としてバラバラに活動し、バラバラに規制を受けていたこれまでは、政策決定者にとってはだれと協働することが専門家の意見を取り入れることになるのか不明である反面、専門家にとっても個人で政策決定者（組織）に対峙しなくてはいけないという意味でパワーバランスの不均衡が存在した。こうした状況が、一方的に規制されているという不満感、不公平感につながると同時に、必ずしも効果的ではない規制を生んでいると考えることもできる。個々の技術の専門家がコンソーシアムを形成し、団体として政策形成過程に参入することで、こうしたパワーバランスの是正に一步近き、技術者にとっては納得感のある規制、政策決定者にとっては履行の期待できる規制の形成の一助となると考える（図 10 参照）。

<sup>53</sup>テリー・ウィノグラード (2012) 「人工知能から HCI へ」 Telescope Magazine

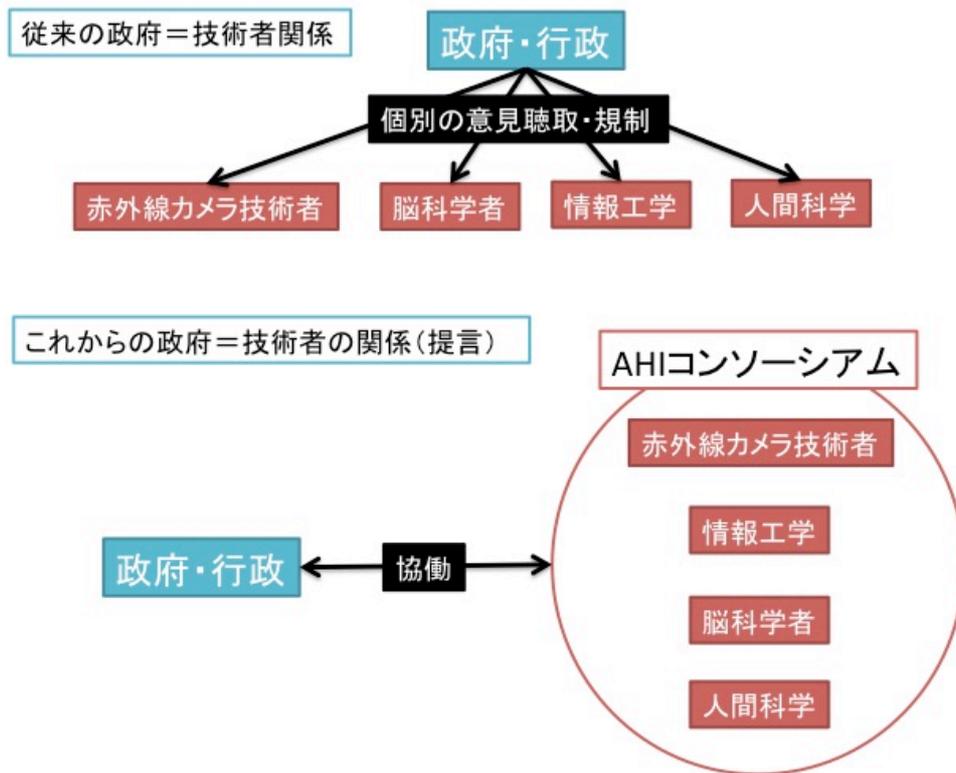


図 1 0 AHI コンソーシアムの形成 (筆者作成)

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、様々なご指導をいただいた谷口武俊先生、吉澤剛先生に深謝いたします。また、赤外線センサーのカラー化に関して産業技術総合研究所の永宗靖氏、M2Mに関して東京大学の森川博之教授、人間の感情測定に関して東京大学の佐藤洋一教授、SNS等を利用した感情推定並びに暗号化技術に関して株式会社富士通研究所の津田宏氏、渡部勇氏にヒアリングを行いました。お忙しい中、快くインタビューにご協力いただきましたことを、御礼申し上げます。