

## 情報通信技術が生み出す自立生活支援サービス

高齢者ができる限り自立して生活できるように、情報通信技術を基盤とする自立生活支援技術の研究開発が進展している。ネットワークを介し多様な形態のロボットが連携してサービスするユビキタスネットワークロボットの研究が進められ、家全体を生活支援ロボット化したスマートハウスの実験が実施されている。在宅患者の遠隔医療への取り組みが始まり、情報通信を活用した見守りサービスなどの初期ビジネス化が進んでいる。

米国では、ロボットが誤動作した際の謝罪に関する心理学的研究が進められる一方、IT企業は遠隔モニタリングなどに参入している。欧州は、この技術を Ambient Assisted Living (AAL) と総称し、フレームワークプログラム資金を投入している。その過程で、安価で実用的な AAL システムの実現のため、標準化の必要性が認識された。国際電気標準会議 (IEC) では自立生活支援サービスに向けて、サービスの品質やプライバシー / データ保護を含め、国際的基準の策定を検討している。

情報通信技術を基盤とする自立生活支援技術は、日本再生戦略に対応する研究開発である。介護負担の軽減という観点からも合理的だが、普及を阻む最初の壁はコストである。コスト低減のためには相互運用性が重要であり、政府が支援する研究開発プロジェクト間での相互運用実験等を義務として課すのが適切である。取得した個人情報の目的外使用が法的に制限されていることは、自立生活支援サービスに求められる柔軟性を損なう恐れがある。個人情報保護法の改正や医療と介護の情報連携、マイナンバーなどの制度改革を進め、推進エンジンとして責任を持つ組織の明確化などの施策を展開するべきである。

図表 三形態のロボットが連携する自立生活支援サービス



出典：参考資料<sup>7)</sup>

# 情報通信技術が生み出す 自立生活支援サービス

山田 肇  
客員研究官

## 1 はじめに

平成22年(2010)国勢調査の確定数公表を受けて、国立社会保障・人口問題研究所は、『全国将来人口推計の結果』を公表した<sup>1)</sup>。生産年齢人口(15-64歳人口)は、2010年の8,173万人から2060年には4,418万人まで減少するが、老年人口(65歳以上人口)は、2,948万人から3,464万人に増加するという。生産年齢人口と老年人口の比は、2060年には0.78となる計算である。人々が働き始めるのは実際には20歳過ぎからなので、比率は実質的には1に近い。推計には外国人居住者の増加トレンドも加味されているので、移民政策を大幅に緩和しない限り、生産年齢の一人が一人の高齢者を支える時代は確実に到来する。

厚生労働省の『介護給付費実態調査』によれば、2010年には、老年人口の六分の一が介護保険制度に基づく介護サービスを受給していた<sup>2)</sup>。この比率が維持されるならば、2060年には600万人に近い高齢者が介護サービスを受給するようになる。一方、介護労働安定化センター『平成22年度介護労働実態調査』によれば、介護サービスを提供する事業所の50.3%が従業員の不足を感じていた<sup>3)</sup>。

生産年齢人口が減少していく中、介護労働者の確保と介護労働者が確保できない場合の代替施策の検討が必要になっている。生産年齢の一人が一人の高齢者を支える時代にも、経済的に合理的な形で介護サービスを維持していくために、想起される戦略は次の二つである。

- 戦略① 高齢者が介護を必要とする時期を、できる限り先に延ばす。
- 戦略② 高齢者に提供する介護サービスを、徹底的に効率化する。

人々が老いていく様子を明らかにした研究成果が、『全国高齢者パネル調査』として発表されている<sup>4)</sup>。東京都老人総合研究所と東京大学などによる1986年から続く調査で、2006年調査では2,459人からデータが収集された。その結果によると、男性の場合には社会活動への参加の有無が急速な老化と緩慢な老化を分け、女性では配偶者からの自立の程度が老化の速度を分けた。このように、社会との関わりが男女双方にとって重要である。

ただし、全国高齢者パネル調査だけでは「老化の進みが遅いから、社会に関わっていられたのではないか」という疑問がわく。この疑問に答える調査が、東京都老人総合研究所によって3年間にわたり実施された『世田谷区における認知症予防プログラムの評価研究』である<sup>5)</sup>。

世田谷区における研究では、認知症予防プログラムを継続して提供し、認知症予防プログラムに参加した高齢者(参加群)と、調査には協力したが認知症予防プログラムには参加しなかった高齢者(協力群)を対象に、認知機能の度合いに相違がないかが調査された。認知症予防プログラムには、旅行に関する情報を収集し発表し合うといった知的活動も含まれた。その結果、参加群のほうが協力群に比較して認知能力の低下が少ないという結果が出た。高齢者の社会参加を促進する政策は、介護を必要とする時期をできる限り先に延ばす戦略①に役立つ。

本稿では、情報通信技術が生み出す自立生活支援サービスを紹介する。このサービスは、介護保険制度に基づく介護サービスをまだ提供する必要がない人々の

生活を支え、介護サービスを必要とする時期を遅らせることができる。老化が進み介護サービスが必要になっても、一人で自宅暮らしができる段階なら、人件費のかかるサービスの一部は自立生活支援サービスで置き換えることができる。さらに老化が進み、老人保健施設などで有人でのサポートを提供しなければ生活が維持できない段階になっても、提供するサービスの一部は依然として自立生活支援サービスで代替できる。つまり、自立生活支援サービスは、一部は戦略①にかかわるものの、主に介護サービスを徹底的に効率化する戦略②に関係する。もちろん、自立生活支援サービスは高齢者だけ

ではなく、障害者を含む多くの人々が利用できる。

“OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012”において、OECDは、日本の課題は、①東日本大震災で破壊された社会的・経済的基盤の回復、②研究開発成果を社会のニーズに応えるように還元する方法の改善、③政府内部組織間の調整であるとしている<sup>6)</sup>。自立生活支援技術は、法律・規制・慣習といった制度上の壁やコストの壁に阻まれ、本格的なサービスには至っていない。自立生活支援サービスが直面しているのは、まさに②と③の課題であり、本稿では、これらの解決について最終章で提言する。

本稿では、「介護サービス」と「介護労働者」という表現は、介護保険制度に基づく介護サービスと、それに従事する労働者を指すものとする。一方、情報通信技術が生み出す自立生活支援サービスは、上述のとおり、介護サービスを必要としない人々の生活を支えるのにも利用されるため、サービスと従事者を表す際には、「自立生活支援サービス」と「自立支援者」という表現を用いることにする。また、「自立生活支援技術」という表現は、情報通信技術を基盤とする自立生活支援技術を指すものとする。

## 2 我が国の動向

自立生活支援技術に関する研究開発は、国際電気通信基礎技術研究所や産業技術総合研究所などで取り組まれている。そのほか、いくつかの企業が高齢者の見守りサービスをビジネス化している。

### 2-1

#### ユビキタスネットワーク ロボット

国際電気通信基礎技術研究所では、ユビキタスネットワークロボットの研究が進められている<sup>7)</sup>。家庭でスマートフォン（バーチャル型ロボット）に買い物リストを入力した高齢者が、スーパーマーケットでジグザグ型ロボットに迎えられ、会話を楽しみながら環境中のセンサ（アンコンシャス型ロボット）によるサポートを得て買い物するといったサービスが提供される。ロボットには高齢者の万歩計データや日常生活の話題が

ネットワークから提供され、高齢者からの応答に応じて、想定していたシナリオから選択して会話を進めていくようになっている。これによって高齢者は「友人」と買物しているような気分になり、外出が楽しくなる。

ロボット一種類をすべての生活シーンで効率よく動作させるのではなく、図表1のように、ネットワークを介してさまざまな形態のロボットが連携してサービスを提供するというソフトウェアの柔軟性に、ユビキタスネットワークロボットの特徴がある。

ユビキタスネットワークロボットでは、ハードウェアとソフトウェアは分離され、ハードウェアはプラグアンドプレイが可能である。研究チームはOpen Geospatial ConsortiumやITU-T・SG16といった多様な標準化活動に積極的に参加している。ロボットハードウェアの相互接続についてはWillow Garageなどがオープンソースライブラリを公

開しているが、ユビキタスネットワークロボットは物理的接続よりもサービスに注目している。

### 2-2

#### スマートハウス

工場は産業ロボットが動きやすいようにレイアウトできる。一方、生活支援ロボットは個々人のニーズに応じるため、産業ロボットよりも複雑で、柔軟な組み換えや高度な相互連携などが求められる。産業技術総合研究所では、「センサ（入力装置）とアクチュエータ（出力装置）をインテリジェンスが協調動作させるものは、すべてロボットである」という考え方の下で、家全体を生活支援ロボット化したスマートハウスの実験が実施された<sup>8-10)</sup>。

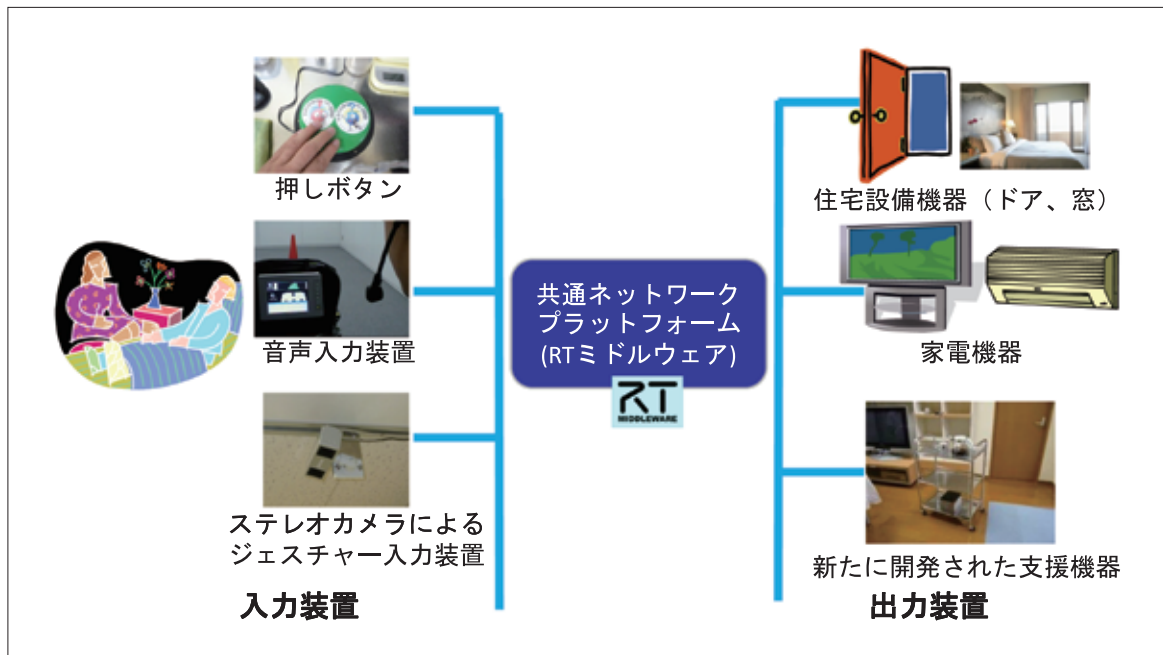
スマートハウスでは、図表2に示すように、入力装置、出力装置とインテリジェンスな制御をお

図表1 三形態のロボットが連携する自立生活支援サービス



出典：参考資料<sup>7)</sup>

図表2 RT ミドルウェアで接続されるスマートハウスの入出力装置



出典：参考資料<sup>8)</sup>

こなうホームサーバーは、Robot Technology (RT) ミドルウェアで接続されている。入出力装置ごとの接続プロトコルをホームサーバーが判断して、個別にコマンドを出すようにするのは大変に面倒である。そこで通訳としてRT ミドルウェアという共通ネットワー

クプラットフォームを間に入れることで、ホームサーバーは装置個別の接続プロトコルを意識しなくてコマンドを送出できるようになった。これにより、装置毎の組み替えがソフトウェアレベルで可能になり開発効率が上がることで、利用者のニーズに応じた

チューニングも容易になった。

スマートハウスの延長線上でコンパクトシティが構想されている。コンパクトシティでは、エネルギー、交通、物流、介護、生活支援などの課題に個別に対応できるように入出力装置を配置するわけではない。入出力装置の一例として電

気自動車を取り上げれば、この装置は交通弱者の移動を支え、物流で利用され、緊急時には避難所で蓄電池として利用できる。スマートハウス全体をロボットと見なす文脈では、コンパクトシティ自体がロボットと見なされる。人々はロボットの中で生活することになり、エネルギー、交通、物流、介護、生活支援などを総合した生活サービスが提供される。社会システム全体を繋いでいくために、RTミドルウェアのような共通ネットワークプラットフォームの重要性が増している。

## 2-3

### 在宅医療の取り組み

医療は、高齢者の自立支援においても重要な分野である。NTTグループでは千葉県・亀田総合病院と協力し、遠隔医療共同実証トライアルを2012年にスタートした<sup>11)</sup>。在宅患者宅で血中酸素飽和度、血糖値等といった医療バイタル情報を自動収集して、ネットワークを介して医療健康共通基盤

にアップロードすると、医療従事者が閲覧し、在宅患者に対して遠隔医療を実施する。

このトライアルの延長線上で、NTTグループは、医療従事者や訪問薬剤師、訪問看護師、ケアマネージャ、ホームヘルパー等の医療・介護関係者が情報通信を通じて情報連携し、在宅患者に高品質なケアを提供する、在宅医療・訪問介護連携によるトータルケアバリューチェーンの実現を目指している。

クアルコムジャパンと札幌医科大学などは、家庭で収集した血圧計、万歩計、体重計などの情報を移動通信回線で医療施設に送信し、それを元に医療従事者が指導をおこなう遠隔医療の実験に成功している<sup>12)</sup>。

## 2-4

### 見守りサービスの提供

情報通信を活用した見守りサービスが、多くの企業でビジネス化されている。

ペンダント形の緊急通報装置を

持つ高齢者が、異常時にボタンを押すと詰所から職員が派遣される、あるいは、携帯電話ネットワークを利用して位置を特定することで徘徊する高齢者や子供の連れ去り対策に役立てるといったサービスがある。セコムの場合には、位置情報検索回数は1日当たり約14万件で、徘徊高齢者の発見といった実際に効果の上がった事例は延べ4,900件に達しているとのことである。

このほか、フラッシュライト、ホームコントローラ、ワイヤレスマグネットセンサ、ガラスセンサ、空間センサ、非常ボタン、煙・熱・ガスセンサなどを家庭内に配置し、防犯や自立生活支援に役立てるサービスもある。トータルパッケージとして防犯・火災監視・非常通報・ガス漏れ監視・緊急通報・生活監視を提供すれば、高齢者もそれを見守る家族も安心できる。こうしたサービスの対象は今のところ富裕層中心のものが多く、自治体向け等に拡大していくためには、システムの低廉化が求められる。

## 3 米国の動向

米国では、ジョージア工科大学をはじめ多くの大学で自立生活支援技術の研究が進められている。IT企業もこの分野への進出を図っており、高齢化が先に進行する欧州を研究拠点としている例もある。

### 3-1

#### 大学における研究

ジョージア工科大学には Aware

Home Research Initiative (AHRI) という研究プロジェクトがある。AHRIは1998年のスタートで、家庭の中に新技術・新サービスを導入する可能性について研究を進めている。研究分野は「家庭における健康」「エネルギーや廃棄物の管理」「デジタルメディアとエンタテインメント」「未来の家庭におけるツール」の四つで、このうち「家庭における健康」が自立生活支援技術に関係する。

その技術の一例が Sympathetic Devices である<sup>13)</sup>。研究開発の背

景には、うつ病が米国の高齢者の間で大きな健康問題となっていることがあった。うつ病は早期死亡の主な要因の一つであるが、社会的孤立がうつ病を引き起こす。高齢者が社会的孤立を経験するきっかけは、配偶者との別れ、移動性の欠如や障害にともなう社会とのつながりの途切れ、家族や友人の転居などが挙げられる。自立した生活を送っている高齢者のコミュニケーションニーズを特定し、個人的・社会的つながりを維持することを助ける目的で Sympathetic

Devices は開発された。

研究プロジェクトでは、既存技術をクリエイティブに活用する、包括的なデザインアプローチを取る、インタフェースをシンプルにする、といったデザイン原則を立て、合計8つのデバイスが試作された。Altruistはその一例で、友人の存在を高齢者に知らせることに焦点を当てている。装置はキーホルダーなどとしても使えるガラスの物体である。装置を保有した知人がジムやスパなどの公共エリアに入ると、高齢者宅のベースステーションは、ジムやスパそれぞれに固有の音楽を流す。こうして、高齢者がジムやスパなどへ出かけ、社交活動するのを手助けする。

カーネギーメロン大学は、ピッツバーグ大学と共同運営する Quality of Life Technology Center (QoLT) で関連研究を進めている。日常生活におけるニーズと活動に的を絞って、パーソナルな支援ロボット、認知と行動のコーチング、人間の注意力などに関するプロトタイプを構築している。

ロボットの謝罪に関する研究は興味深い。人々にサービスを提供するロボットも時にはミスを犯す。例えば、病院の配達ロボットは緊急対応中の看護師の邪魔になるかもしれない。ミスは人々の信頼と満足度を下げ、再びそのサービスを利用することへの抵抗感を高める。カーネギーメロン大学はロボットのミスがどのように緩和されるかを研究した<sup>14)</sup>。

期待値設定戦略では、簡単に見えるタスクがロボットにとっては困難であることを人々に事前通知し、彼らのロボットに対する期待値を設定し直すようにした。ミスする可能性がある、または、ロボットにとっては困難なタスクである旨を事前に知らされた人々は、怒りやストレスなしにロボットが犯したミスを受け入れた。謝罪戦略はロボットを有能に見せ、

ロボットをより好きになってもらう上で効果的であった。これに対して、犯したミスを補償する戦略では、サービスに対する満足度の向上には効果的だったが、ユーザが再びそのサービスを利用することについてはあまり効果がなかった。

人々がロボットに依頼する用事(タスク)は、掃除、食器洗浄、洗濯、アイロンがけ、重い荷物の移動といったものであるが、タスクのすべてを達成できるロボットは存在しない。これは、そうしたタスクがロボットにとって容易ではないためである。家庭やオフィス内で、信頼できるレベルで繰り返しタスクを実行できる、また、ユーザがストレスを感じないように十分に早くタスクを実行できるロボットシステムを作ることを目標に、執事ロボット HERB が開発された<sup>15)</sup>。HERB は屋内環境で効率的に地図を作製し、経路を検索して進行し、家庭内の物体を認識して位置づけ、複雑なタスクを実行することができる。

## 3-2

### 企業の動き

自立生活支援は大きなビジネスに成長する可能性があり、IT企業は動向を注目している。

IBM は、米国内ではなく、イタリアで自立生活支援技術にかかわる研究開発に取り組んだ。それが Bolzano プロジェクトである。Bolzano は北部チロルの小都市で、2009年当時、Bolzano の高齢化率は22.6%で、財政は逼迫しており介護にかかわる経費をこれ以上増やす余裕はなかった。IBMからの協力依頼に基づいて、日常生活の遠隔モニタリングプロジェクトが開始された<sup>16)</sup>。

遠隔モニタリングに着目した理由は、対象者の状況変化に短時間

で対応でき、今まで実施していた通常介護よりも経費を節減できる可能性があったからである。対象者は家族や自立支援者に頻りにチェックされることなく、自らの尊厳を保ち自立した生活を営むことができる。

環境センサとスマートフォンの警報・情報伝達アプリによって、対象者家庭の状況が把握できるようになっている。6か月のプロジェクトで、環境センサからは、CO<sub>2</sub>について69,272件、温度について40,621件などに加え、湿度・照明・水の使用・CO(一酸化炭素)・煙・メタンの各情報が送信された。警戒レベルに達していたのは541件で、このうち深刻な警報は0件、最終的に誤報と判断された警報が413件であった。残り128件の中には、室内に他人が入ったためCO<sub>2</sub>濃度が高まっているが継続してモニタすれば十分、と判断されたようなものもあった。環境センサの情報を総合すれば、参加者がいつ眠り、いつ行動しているかなどが判断することもわかった。

対象者の3分の2は生活の質が向上したと報告し、80%は継続して利用したいと回答した。Bolzanoにとって、経費の節減効果は31%に達した。

Intel もヘルスケアビジネスに参入した。対象者個人とその家族、医療従事者がいつでも適切な情報に瞬時にアクセスできるようにすることで、よりの確な情報に基づいた判断を下せるようにすることが、実現目標である<sup>17)</sup>。生活が豊かになり高齢化が進む中、生活習慣病の予防、慢性疾患の管理、高齢者の自立した生活の実現という課題が顕在化してきたが、課題解決には情報通信の有効利用がますます重要な役割を果たすとIntelは考えている。

Intel は、2006年6月にハイテ

ク企業、ヘルスケア企業、フィットネス企業とともに Continua Health Alliance を結成し、ネットワーク技術を利用したホームヘルスケアの普及促進を目指した。Continua は、さまざまな健康・医療システムやサービスをシームレスに扱うことを目標としている。たとえば、家庭にある血圧計や体重計、体温計などの健康機器や医療機関にある医療機器と、健

康機器や医療機器を活用したシステムやサービスがシームレスに連携することで、パーソナル・ヘルスケアの質はより向上する。

2010年には、Continua 対応の消費者向けインターネット・ヘルスケア・サービスやアプリケーション約20種類の実用化が順次開始された。また、2008年にはパナソニックと組んで、医療現場での業務効率の向上を支援するへ

ルスケア向けモバイルパソコンの事業化に乗り出した。

Qualcomm では、糖尿病患者が毎日家庭で測定した血糖値データを遠隔の健康管理センターに自動的に送信するシステムの実験を2012年に開始した<sup>18)</sup>。「2-3 在宅医療の取り組み」で紹介した事例と同様の研究である。

## 4 ドイツの動向

ドイツでは長寿者の比率が増加し、2050年には1,000万人が80歳以上となると予測されている。雇用の流動化が同時に進行しているため、家族は高齢者から離れた場所で居住し、高齢者の多くは独居となると考えられる。同時進行する形で社会インフラの劣化が起きている。食料の供給・郵便サービス・公共交通といったインフラが、高齢化が進行している地域で需要の低下とともに切り捨てられるようになり、そのような地域では医師の不足も生じている。

上述の状況を改善・解決するために技術の果たす役割に期待が高まってきた。このうち、情報通信分野の技術が Ambient Assisted Living (AAL) である。Ambient は「空気のように漂う」という意味で、我が国で使用されているユビキタスに対応する欧州流の表現である。AAL 全体では「空気のように囲まれた情報通信システムによって支えられる生活」という意味になる。

欧州は AAL の社会的重要性を認識し、フレームワークプログラム資金が投入され、各国で研究開発が始まっている。また、「7-3 国家的推進体制の確立」で紹介する大規模実証プロジェクトも動き出している。

### 4-1

#### 初期の研究

高齢者の中には自立生活支援サービスなしには日常生活を送れない人々がいる。付き添いがいない時に医療的な緊急事態が発生すると、これらの人々は大きなリスクに直面する。家庭内にモニターカメラを設置する方法が10年来試みられてきたが、プライバシーを確保できないという問題がある。そこでロボットによって高齢者を支援しようというアイデアが生まれた。しかし、家庭内という、狭い廊下や家具があり、荷物が置かれる複雑な環境下では、ナビゲーションが上手にできないと、ロボットが対象者を発見するのに長時間を要してしまう。カイザースラウテルン工科大学ではロボット ARTOS を開発した<sup>19)</sup>。ARTOS には、レーザ測距儀、超音波センサ、RFID 読取機、凹凸センサ、遠隔から焦点やズームが調整できるカメラ (Pan-tilt-zoom Camera) が装備されている。家庭内は方眼に区分されて廊下や家具の場所が記録され、その様子は時々刻々更新される。対象者の状況を解析し、緊急事態を自動的に

検知し、それに基づいてただちに連絡が取られる。

フラウンホーファ研究所が開発した OxiSENS は、フォトダイオードからの信号を処理し、動脈血の SpO<sub>2</sub> 値 (動脈血酸素飽和度)、心拍数およびパルス波曲線 (脈波) を測定する<sup>20)</sup>。T シャツや乳児服に呼吸モニタリングシステムを組み込んだ RespiSHIRT も開発された<sup>21)</sup>。データはスマートフォンに無線で送信され、分析される。ジョギングなどの身体活動によって偽アラームが引き起こされることがない、信頼性の高い測定をおこなう安定したシステムとなっている。

### 4-2

#### 相互運用性への気付き

ARTOS、OxiSENS、RespiSHIRT といった個別の研究開発を進めるうちに、相互運用性の確保について関心が高まっていった。

家庭内に数多くのセンサを配置し、電気、水道、ガス、そのほかの利用状況や対象者の身体動作 (睡眠状態かどうか) などを検出する。これらの情報を総合して、料理をしている、電気・ガス・水

道・トイレなどが使用されている、夜はよく眠っている、となったら「青信号」である。キッチン利用がないとか、玄関ドアの開け閉めがない、行動している様子が見られないなどの場合には、総合判断は「黄信号」になる。さらに悪化すれば「赤信号」が出る。システムの要点は、対象者が身につけるものを含めて多数配置されたセンサ類の情報をすべて収集し、総合的に健康状態を判断することである。個々の対象者のニーズに応じるように個別にシステムを設計するのでは、複雑で高価になってしまう。それを避けるため、標準化と相互運用性が重要である。

Roadmap AAL Interoperability (RAALI) は、Institut für Informatik Oldenburg (OFFIS) が責任者となって、フラウンホーファ研究所、国内標準化団体 Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (DKE) 等と共同で推進しているプロジェクトである<sup>22)</sup>。多くの AAL システムが開発されているが、アプリケーションの領域と利用者からの複雑なニーズがそれぞれに異なるため、これらのシステムは非常に特殊化されている。このことは、柔軟性のない、個々に孤立したアプリケーションの開発につながる恐れがある。AAL システムの「共通化」は、加齢にともなう多疾病罹患 (multimorbidity) によって日々変化していく利用者のニーズに対処するためにも必要である。RAALI は、相互運用可能

な AAL システムの開発および要素部品の実装のために取り組むべき、最も重要な未解決問題に対処することを目指している。

相互運用性の課題を解決するために必要なイノベーション、製品開発、標準や規制の枠組みが分析され、ロードマップ文書として発表される予定である。これに加えて、「ユースケースに基礎をおく統合プロファイル」が、最も重要な AAL アプリケーションのために定義され、公開されることになっている。

欧州横断的な研究開発プログラムである第 7 次フレームワークプログラムの一環として univers-AAL が推進されている。革新的な AAL ソリューションを開発し普及するのに立ちはだかる障壁を減らすのが目的である<sup>23)</sup>。これにより、購入可能で、構成が簡単で、パーソナライズでき、利用可能な解が提供され、AAL の利用者 (高齢者・障害者・家族・自立支援者) に利益をもたらす。ソリューションの提供側にとっても、新しく革新的な AAL サービスの創出が容易になり安価になる、あるいは既存サービスの要素部品やサービスまたは外部システムを適用してさらに新しいサービスを生み出せる、といった利益をもたらす。

今利用されている OS ではアプリケーションのインストールは簡単だが、それと同様に、univers-AAL は AAL サービスのセットアップを容易にしようとしている。すべての標準を自ら作成するわけではなく、Continua Health

Alliance、Healthcare Service Specification Project ; HL7、OMF、IEEE11073、ISO TC215 (CEN TC251)、Task Force 352 等の成果を上手に利用することで、成果を出そうと考えている。

## 4-3

### ドイツ国内における標準化活動

DKE は、AAL に関連する標準をいくつか作成している。センサ / アクチュエータとホームバス、ユーザインタフェース、ミドルウェア / サービス、オペレータのモデル、アプリケーションを中心に据えた統合プロファイルの各レイヤーで標準を作成する方針である。標準化の中で考慮されなければならないのは、国際性、アプリケーションを中心に据えた統合プロファイル、AAL 要素部品間の相互運用性、品質保証、自立生活支援システムのエペレーション、システムとしての認証とマーク付与、といったことであるとしている。

Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) では、既存の国際・国内標準をサーベイする大規模な調査を実施した。調査結果は『Interoperabilität von AAL-Systemkomponenten Teil 1 : Stand der Technik』として書籍化された。図表 3 は、書籍で取り上げられた標準化領域を示す。

## 5 IEC の動き

2010 年、ドイツは、International Electrotechnical Commission (IEC、国際電気標準会議) 内の

Standardization Management Board (SMB、標準管理評議会) に対して、AAL の標準化戦略に

ついて検討するように提案を行った。既存委員会での AAL にかかわる標準化の動向を把握し、不足



図表3 標準化のテーマと技術の概要

ソフトウェアプラットフォーム	用語 ランタイム環境 AAL インフラ 電子健康カードおよびテレマティックスインフラ インターネットを利用した医療記録 統合プロファイル
データ形式	情報技術における 医療技術における ビルオートメーションにおける 文字セット
通信プロトコル	情報技術における 医療技術における 家電製品における スマート計測のためのインタフェース
ネットワークとバスシステム	ケーブル プラグイン機器 イーサネット 電力線 フィールドバスおよびビルオートメーション 無線ネットワーク
機器とセンサ	

出典：VDE 発行の書籍 “Interoperabilität von AAL-Systemkomponenten Teil1”

する標準化項目を特定し、標準化の計画を作成し、また、IEC 内での AAL に関する業務を調整する機能の実現方法などについて検討すべきである、という提案内容であった。

これを受けて、SMB は、アドホックグループ 29 を設立することに同意した。アドホックグループ 29 では、検討の結果、AAL として標準化すべき範囲として図表 4 を描いた。

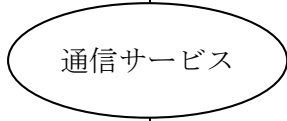
AAL として標準化すべき範囲から外れるものに、モノのインターネット、ホームエンタテインメント、ケーブル接続体系などがある。これに対して、医療サービスや社会サービスは AAL の範囲の中である。なお、範囲外については AAL として新たに標準を作成することはないが、通信サービスについては今後、一部標準が求められる可能性もあるため、中間に位置づけられている。

アドホックグループ 29 からの提案は承認され、SMB の下部組織として SG5 (AAL)<sup>注)</sup> を設立することが決定された。我が国は欧州に先行して高齢化が進展しており、また、将来、自立生活支援サービス市場には大きな成長の可能性があり、我が国企業はこの機会を利用すべきであるとして、我が国として SG5 (AAL) に参加することになった。

注) SG5 (AAL) の活動範囲：自立生活支援 (AAL) にかかわる、多くの IEC TC での標準化作業をマネージし、調整し、AAL システムの相互運用性と相互接続性を確立し、ユーザインタフェースについてアクセシブルなデザインを実現する。AAL は、肉体的・精神的な状態によって、自立し、安全で、豊かで、自主的な生活を送れない人々を支援する、製品・サービス・環境・設備として定義される。なお、アクセシブルなデザインの定義は ISO/IEC ガイド 71 を参照する。

図表4 AALとして標準化すべき範囲

AALの外	AALの中
モノのインターネット ホームエンタテインメント ホームオートメーション スマートグリッド ケーブル接続体系	サービス品質 ・耐用性 ・信頼性 プライバシー／データ保護 サービスレベル構造 用語 センサ アクチュエータ 設置／保守サービス 医療サービス 社会サービス モビリティ



出典：IEC SMB アドホックグループ 29 報告

## 6 自立生活支援技術のサービス化

IECでは、AALとして標準化すべき範囲として、図表4をたたき台に議論を開始している。ここで医療サービスや社会サービスが範囲内とされているのはなぜだろうか。

それは、単に技術を用意するだけでなく、社会がどのように利用するかが重要だからである。たとえば、家庭内で心電図や呼吸機能を測定し平時と緊急時が区別できるようにするのは、技術を用意することである。社会で利用するというのは、緊急の場合に自立支援者が装着者の元に駆け付けるサービスを提供することである。在宅医療でも同様である。血中酸素飽和度、血糖値等といった医療バイタル情報が自動収集できるようになっても、医療従事者が閲覧し遠方の在宅患者に対して遠隔医療を実施しなければ、社会的な価値は生まれない。自立生活支援技術の研究開発は、自立支援者・医療従事者あるいは自治体職員や家族が関与する形で提供される自立生活

支援サービスとして、実際に利用されて初めて役に立つ。そこで、IECは、センサやアクチュエータといった純技術課題に加え、医療サービスや社会サービスについても、サービス品質などを中心に国際的に合意できる基準を策定するための戦略を検討している。

自立生活支援技術で測定・取得される情報の多くは、利用者個人の機微情報である。起床から就寝までの日常行動の様子や医療バイタル情報を、みだりに第三者に見える状態に放置するのは適切ではない。また、機微情報が外部に流出するのを利用者が許すはずもない。自立生活支援サービスの提供者は、このような機微情報の流出の可能性を最小限に抑えた上で、万が一流出した場合の被害をできる限り少なくするため、リスクマネジメントの考え方でサービスを設計することが必要である。自立生活支援技術によって取得される情報を、どのように保護するかについて、社会的に共通の理解

を生みだしていかなければならない。IECではプライバシー／データ保護についても、国際的な基準策定を目指して戦略を検討している。

自立生活支援技術の中核は、多数のセンサとアクチュエータをインテリジェンスによって統合制御する、広義の意味でのロボット技術である。しかし、研究開発をロボット研究者だけに委ねるのは適切ではない。ロボットからの謝罪についての研究に象徴されるように、自立生活支援技術の研究開発には人文科学・社会科学の研究者も加わり、学際的に展開することが求められる。これは、サービス品質・プライバシー／データ保護などの国際標準化活動に貢献するためにも必要である。

我が国では、「2-4 見守りサービスの提供」で紹介したように、自立生活支援サービスの初期実用化が進んでいる。初期事例に最新の研究開発成果が組み込まれていくというのが、想定される普及シナリオである。

我が国では世界に先駆けて高齢化が進展している。高齢化には社会の活性度を奪う否定的なイメージがあるが、高齢者を対象とするビジネスが拡大していくのは間違いない。自立生活支援サービスは、介護負担を軽減するという社会的観点から見ても合理的な側面がある。自立生活支援サービスを展開することはビジネスチャンスでもある。我が国市場で成功しブランドネームを確立すれば、引き続いて高齢化が進展していく国々でのビジネスに役立つだろう。

人間の存在を検出する人感センサは防犯に利用されている。人感によって照明を点滅したり、エアコンを制御させたりする技術もすでに存在する。人感センサは、また、高齢者の日常的な生活行動をモニタするのにも利用できる。それでは、これらの用途個々のために、多数の人感センサを家庭内に設置すべきなのか。それは間違いである。人感センサの数は限定

し、出力を防犯・照明点滅・室温制御・生活行動モニタに同時に提供するほうが効率的である。「2-2 スマートハウス」でコンパクトシティについて説明したが、それと同じ考え方である。

我が国の主導で国際標準 ISO/IEC 12905 12905 : Integrated circuit cards - Enhanced terminal accessibility using cardholder preference interface - が2011年に発行された<sup>24)</sup>。これは、言語・音量・周波数、表示するテキストのサイズ・色・コントラスト、操作速度などについて、利用者の好みをICカードにあらかじめ収容しておくこと、ICカードをかざすことで自宅に設置された自立生活支援サービスの入出力装置、ATM、券売機、住民票交付機などでの情報のやり取りが容易になる、という技術に関する標準である。この場合も、個別の機器・サービスごとに別のICカードを発行するよりも、一つのICカードで

多数の端末設定に利用できるほうが都合がよい。

自立生活支援サービスを企画するにあたっては、防犯や高齢者緊急通報システムといった個別のサービスを想定するよりも、総合的なサービスとして立案するのが適切である。総合的なサービスは必ずしも一社では実現できないかもしれない。たとえば、通信事業者が主体となれば通信システムの運用までは容易に実施できるが、防犯ビジネスにかかわる知識や経験は乏しい。また、業界横断的な協力が必要になるかもしれない。たとえば、前述のICカードがいつでも利用できるためには、自立生活支援サービスの提供者・金融機関・交通機関・自治体等の協力が求められる。

総合的なサービスのビジネス化は、適切なパートナー企業と手を組むことが前提である。

## 7 提言

2012年に閣議決定した『日本再生戦略』では「高齢者の生活の質の向上、介護・福祉現場等における負担軽減、効率化、介護サービスの進化のため、我が国が有するロボット技術等を活用し、多様な医療機器、福祉機器を開発し、我が国の新しいものづくり産業の創出に貢献する。」とされている<sup>25)</sup>。本稿で説明してきた情報通信技術を基盤とする自立生活支援技術は、まさに日本再生戦略に対応する研究開発である。

しかし、一部小規模な先行事例を除けば、自立生活支援サービスは、容易には社会に普及しそうにない。それは技術と制度の両面に壁が存在するからである。最後に、これらの壁と改革の方向性につい

て提言する。

### 7-1

#### 相互運用性の実証義務

自立生活支援サービスの社会への普及を阻む最初の壁はコストである。自立生活支援サービスは介護保険制度に基づく介護サービスの費用を節減できるが、節約できる以上にコストがかかるのでは、代替策として社会が受け入れるはずはない。「7-3 国家的推進体制の確立」で後述するように、自立生活支援サービスは医療・介護費用を節減できるとの英国での調査結果も出ているが、導入を決断す

る際には低価格化が求められる事情は変わらない。

コスト低減には、たとえば構成要素の量産が求められる。しかし量産や汎用化を考慮するような成熟度には研究開発は達していない。インターネットが社会に急速に普及した要因の一つは、最初から相互運用性が意識され、研究開発プロジェクトには相互運用性の確認が義務付けられ、標準化活動が推進され、標準化の成果が短期間で量産品（インターネットを構成する多様なハードウェア/ソフトウェア全体）に実装されたからである。これに対して、「2 我が国の動向」で紹介した成果の多くは、相互に接続したり運用したりできない。まだ相互運用性は視野

の隅なのである。

自立生活支援サービスは、センサ・アクチュエータ・インテリジェンスのインタフェースが標準化され、サービス・システムから構成要素であるセンサ・アクチュエータ・インテリジェンスまで、さまざまなレベルで相互運用性が確保されて初めて現実化する。このため、インタフェースの国際・国内標準化は不可欠である。利用者は旅行するし、引っ越す場合もある。そのような際にも、自立生活支援サービスの提供者間で情報連携すれば、継続して同一レベルの自立生活支援サービスが受けられるようになる。この情報連携は、セキュリティや信頼性を確保しつつ行われる必要があるが、自治体毎に個人情報保護条例が存在し、ばらつきがある現状では実現がむずかしい。サービスにおける相互運用性には、「7-2 個人情報保護等の制度改革」が深く関わってくる。

ドイツで実施された調査結果にもあるように、標準化の分野は多岐にわたる。関連する企業の数も極めて多く、関連する技術分野も広い。個々の分野にはすでに標準化された技術が存在する場合もあり、既存標準を無視して一から標準化をやり直すことは適切ではない。したがって、多くの分野においては既存標準を流用し、限られた分野で新たな標準を作成するといった戦略思考が必要である。IECで戦略検討が開始されたように、プライバシー、データ保護やサービスの質といった従来あまり意識されなかった分野についても、国際・国内レベルでの基準策定が求められる。

政府は『日本再生戦略』に基づいて研究開発支援を続けているが、対象とした研究開発／実証プロジェクトに対して、多様なレベルでの相互運用性にかかわる標準化活動への参加や、複数の研究開発／実証プロジェクトが協調して

実施する相互運用実験を義務として課するのが適切である。

## 7-2

### 個人情報保護等の制度改革

『日本再生戦略』に先立ち2010年に発表された『新成長戦略』には、「医療・介護・健康関連サービス提供者のネットワーク化による連携と、情報通信技術の活用による在宅での生活支援ツールの整備などを進め、そこに暮らす高齢者が自らの希望するサービスを受けられることができる社会を構築する」との記述がある<sup>26)</sup>。自立生活支援サービスは医療・介護・健康関連サービスに直接関係し、これらサービスで得られる情報を連携することで、利用者に役立つサービスとなる。例を取り上げよう。

- 頭部に激痛を感じて救急車で緊急病院に向かう。脳内出血と判明し緊急手術を受ける。その後、総合病院に転院し、ある程度快復したところで自宅療養に移る。リハビリテーションセンタに頻繁に通うとともに、自宅には定期的にヘルパーが訪問するようになる。

この例では緊急病院に入院した時点から、退院後の介護計画を立案しておくことが、患者にとって理想的である。このためには、緊急病院・総合病院・町の掛かり付け医といった医療関係者、リハビリテーションセンタやヘルパーといった介護関係者、さらには医療・介護保険で関係する自治体などの間での情報連携が求められる。遠隔に居住しているかもしれない、家族との連携も不可欠である。

情報連携は、上に示したような例だけではなく、自立生活支援サービス全般について必要である。ビジネス化に際しては、い

かに情報連携体制を組めるかが成否を分けるポイントとなる。しかし、上述の二つの例は、個人情報保護法に制限されるために我が国では簡単には実現できない。

個人情報保護法には、個人情報を取り扱う際には利用目的をできる限り特定し、利用目的を個人情報の提供者に通知または公表し、特定された利用目的の達成に必要な範囲を超えた個人情報の取扱いを原則禁止する、などの規定がある。自立生活支援サービスでは、利用者の状態が年月とともに変化するため、最初に想定した利用目的を越えて情報を利用しなければならない状況が発生する場合がある。利用者が急病となったなどの緊急時に今までの自立生活支援サービスの提供状況を医療関係者に伝達する、というケースを考えてみればよい。その度に利用者から情報提供の同意を得るのを義務付けては、自立生活支援サービスに求められる柔軟性が損なわれる恐れがある。そもそも利用者は意識を失っているかもしれないし、認知症が進行するなどして自ら同意するのがむずかしくなる場合もあるだろう。利用者の生活を支えるという合理的な目的があれば、同意を求めなくても情報連携を認めるといった方向に、個人情報保護法を改正するのが適切である。このため、情報連携の目的と同意のあり方（包括同意、事前同意、事後追認など）について、わかりやすいルールづくりが求められる。

医療と介護の連携も必要だが、政府の検討では「2025年までに相互連携」と長期的な目標に留まっている<sup>27)</sup>。医療と介護の相互連携を進めることは、質を下げずに社会保障費用を削減することにもつながるため促進すべきである。この連携のためにマイナンバー（社会保障・税番号）の導入が必要なことはいうまでもない。

自立生活支援技術は利用する高齢者の生命・安全にかかわる場合もあることから、従来の延長線上で規制を考えるのではなく、ビジネス化には柔軟にかつ迅速に取り組む必要がある。

制度改革を進めることが、自立生活支援サービスが社会に役立つための前提ともいえよう。

## 7-3

### 国家的推進体制の確立

どのようにしたら、個人情報保護法の改正や医療と介護の情報連携、マイナンバーといった制度改革が進められるだろうか。

英国ではキャメロン首相の主導で、「3millionlives」という自立生活支援技術を採用した遠隔医療・遠隔介護実証プロジェクトが動き出した<sup>28)</sup>。英国では1,500万人が長期介護保険サービスのいずれか

を受給しており、今後、一層の増加が予測されるが、このままでは費用をまかなうことができない。そこで300万人を対象に5年間の実証プロジェクトを実施することにした。まず6,000人を対象に、Whole Systems Demonstrator (WSD) というプログラムを先行して実施し、慢性疾患や肺疾患を持っている患者宅のセンサにより医療バイタル情報などをモニタリングすることにより、死亡率45%減、緊急入院数20%減、寝込む日数14%減などの効果を実証した。また、この間、医療・介護に関わる経費は一人当たり180ポンド節減された。このWSDの成果を元に、大規模に展開するのが3millionlivesである<sup>29)</sup>。

シンガポールでは、医療と介護を統合して管理するAgency for Integrated Care (AIC) が2011年に設置された<sup>30)</sup>。AICは情報通信技術の最大限の活用を展望しており、生涯健康医療電子記録

(Electronic Health Record) に介護情報も統合されることになっている。

英国・シンガポールに比較して、我が国にはこの問題に対する国家としての戦略と、それを実行に移す強い意思が不足しており、これにより医療と介護の相互連携が遅々として進まないといった結果を招いている。『日本再生戦略』の迅速な遂行を図るため、自立生活支援サービスについても推進エンジンとして責任を持つ組織を明確化するなどの施策を展開していくべきである。

我が国では実証プロジェクトといっても高々百人程度の規模に留まることが多いが、特区制度を適用して都道府県単位で大規模な実証プロジェクトを実施し、実績を定量的に評価するというような施策も進めるべきである。東日本大震災の被災県で大規模実証プロジェクトを実施するのも一案であろう。

## 参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所、『全国将来人口推計』（2012年1月30日）：  
<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401top.html>
- 2) 厚生労働省、『介護給付費実態調査』：<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/45-1.html>
- 3) 介護労働安定化センター『平成22年度介護労働実態調査』：[http://www.kaigo-center.or.jp/report/h22\\_chousa\\_01.html](http://www.kaigo-center.or.jp/report/h22_chousa_01.html)
- 4) Akiyama H, Sugawara I, Takeuchi M, & Kobayashi E, “Men and women’s resilience in health trajectories over 20 years in Japan.” The 61st Annual Scientific Meeting of the Gerontological Society of America, National Harbor, MD, 2008.11.21-25
- 5) 世田谷区、東京都老人総合研究所、『世田谷区における認知症予防プログラムの評価研究に関する最終報告書』（2008）：  
[http://www.city.setagaya.tokyo.jp/030/pdf/9572\\_2.pdf](http://www.city.setagaya.tokyo.jp/030/pdf/9572_2.pdf)
- 6) OECD, “OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012”：  
<http://www.oecd.org/sti/innovationinsciencetechnologyandindustry/oecdsciencetechnologyandindustryoutlook2010.htm>
- 7) 宮下敬宏、『ユビキタスネットワークロボット技術による高齢者・障がい者のライフサポート』、ICT利活用普及セミナー（2012）：<http://www.soumu.go.jp/soutsu/hokkaido/C/u-Land/2012/img/0313a.pdf>
- 8) 産業技術総合研究所、『障害者が自立して住みやすい住環境モデルを提示—障害者が自ら構築できる住みやすい住環境をめざして—』（2010年）：[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2010/pr20100526/pr20100526.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2010/pr20100526/pr20100526.html)
- 9) 厚生労働省障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト『障害者が自立して住みやすい住環境モデルの構築 平成21年度総括研究報告書』：  
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/shougaihoken/cyousajigyou/jiritsushien\\_project/seika/S01Report/Report\\_Mokuji01.htm](http://www.mhlw.go.jp/bunya/shougaihoken/cyousajigyou/jiritsushien_project/seika/S01Report/Report_Mokuji01.htm)
- 10) NEDO『基盤ロボット技術活用型オープンイノベーション促進プロジェクト 平成20年度～平成22年度成果報告書』

- 11) 佐竹倫和、石樽康雄ほか、『遠隔医療共同実証トライアルと在宅医療・介護分野への貢献に向けた新たな取り組み』NTT 技術ジャーナル (2012年7月号)
- 12) 札幌医科大学、『携帯通信で血圧の管理を行う取り組み開始』(2010) :  
<http://web.sapmed.ac.jp/jp/news/press/2010/03bqho0000002et3.html>
- 13) Claudia Winegarden and Brian Jones, "Sympathetic Devices: Communication Technologies for Inclusion Across Housing Options," Universal Access in HCI, Part II, HCII (2009)
- 14) M. Lee, S. Kiesler, J. Forlizzi, S. Srinivasa and P. Rybski, "Gracefully Mitigating Breakdowns in Robotic Services," :  
<http://www.cs.cmu.edu/~mkleee/materials/Publication/mitigating%20breakdown.pdf>
- 15) S. Srinivasa, D. Ferguson, C. Helfrich, D. Berenson, A. Collet, R. Diankov, G. Gallagher, G. Hollinger, J. Kuffner and M. Vande Weghe, "HERB: a home exploring robotic butler," Auton Robot, No.28, p. 5 (2010)
- 16) "IBM, City of Bolzano, Italy, and TIS Innovation Park to Develop Smarter City; The city of Bolzano chooses IBM to enable new solutions for citizens," : <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/28465.wss>
- 17) 『Intel のヘルスケア事業 (デジタルヘルス)』 : <http://www.intel.com/jp/healthcare/hc/index.htm>
- 18) "Qualcomm's Health Center Launches its First Wireless Diabetes Management Program," :  
<http://www.qualcomm.com/media/blog/2012/08/14/qualcomm-s-health-center-launches-its-first-wireless-diabetes-management-progr>
- 19) University of Kaiserslautern Robotics Research Lab "Artos" : <http://agrosy.informatik.uni-kl.de/en/robots/artos/>
- 20) Fraunhofer Institute for Integrated Circuits, "OxiSENS: Pulse Oximeter Module" :  
[http://www.iis.fraunhofer.de/Images/PB\\_OxiSENS\\_08low\\_tcm182-28431.pdf](http://www.iis.fraunhofer.de/Images/PB_OxiSENS_08low_tcm182-28431.pdf)
- 21) Fraunhofer Institute for Integrated Circuits, "RespiSHIRT: Measurement of respiratory frequency and effort" :  
[http://www.iis.fraunhofer.de/en/Images/RespiSHIRT\\_low\\_tcm183-21003.pdf](http://www.iis.fraunhofer.de/en/Images/RespiSHIRT_low_tcm183-21003.pdf)
- 22) RALLI Project, "Roadmap AAL Interoperability" : <http://www.raali.de/en>
- 23) UniversAAL : <http://universaal.org/>
- 24) 経済産業省、『日本提案による高齢者や障がい者に配慮したカードの国際標準が発行される』(2011年) :  
[http://www.jisc.go.jp/newsttopics/2011/201109ETA\\_.pdf](http://www.jisc.go.jp/newsttopics/2011/201109ETA_.pdf)
- 25) 国家戦略室、『日本再生戦略』(2012年) : <http://www.npu.go.jp/policy/pdf/20120731/20120731.pdf>
- 26) 首相官邸、『新成長戦略』(2010年) : <http://www.kantei.go.jp/jp/sinseichousenryaku/sinseichou01.pdf>
- 27) 内閣官房、第10回社会保障改革に関する集中検討会議提出資料『医療・介護に関わる長期推計(主にサービス提供体制改革に関わる改革について)』(2011年6月) :  
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/syakaihosyou/syutyukento/dai10/siryoul-2.pdf>
- 28) "3millionlives Campaign: Enabling three million people to benefit from TH & TC services over the next five years" :  
<http://cdn.medilinkwm.net/tmp/3-million-lives.pdf>
- 29) 3millionlives : <http://www.3millionlives.co.uk/>
- 30) Agency for Integrated Care : <http://www.aic.sg/>

---

## 執筆者プロフィール

---



### 山田 肇

科学技術動向研究センター 客員研究官

東洋大学経済学部教授。総務省グローバル時代におけるICT政策に関するタスクフォース、知的財産戦略本部国際標準化戦略タスクフォースなどに参加。情報社会に関わる制度のあり方について活発に発言を続けている。