

JEITA

人間中心のスマート社会実現に向けた IT・エレクトロニクス分野からの提言

～産業と暮らしを元気にするサイバーフィジカルシステム～

平成27年3月30日

一般社団法人 電子情報技術産業協会
技術戦略委員会

目 次

1. 提言の背景と目的	1
2. 第5期科学技術基本計画への提言	2
提言 1. 基盤研究強化	2
提言 2. 人材育成	3
提言 3. 社会実装	4
提言 4. 制度整備	6
3. おわりに	7
参考資料	8
CPSに係る技術開発実績の例（詳細）	
委員構成一覧	10

人間中心のスマート社会実現に向けた
IT・エレクトロニクス分野からの提言
～産業と暮らしを元気にするサイバーフィジカルシステム

2015年3月30日
一般社団法人電子情報技術産業協会
技術戦略委員会

1. 提言の背景と目的

5年毎に策定される科学技術基本計画は現在第5期の検討が進みつつある。総合科学技術会議から、総合科学技術・イノベーション会議と変化する中、産業界においても従来の技術開発から脱却し、イノベーションによるパラダイムシフトを強く意識した技術開発が急務となっている。

本提言で取り上げるサイバーフィジカルシステム(CPS)¹技術は、実世界（フィジカル空間）にある多様なデータをセンサーネットワーク等で収集し、サイバー空間で大規模データ処理技術等を駆使して分析/知識化を行い、そこで創出した情報/価値によって、産業の活性化や社会問題の解決を図っていく一連のシステムを指すもので、大きなパラダイムシフトを起こしうる基盤技術である。CPS技術についてはJEITAでも第4期に向けた提言のなかで取り上げてきており、これまで、産業競争力の強いIT・エレクトロニクス部品・製造設備企業などを核に、他産業との有機的連携を強化し更なる成長を可能とすべく、ハードウェア単品の売り切りビジネスに留まらず、ソフトウェア、コンテンツ、サービス・運用との組み合わせ世界一の（コトづくり）で社会課題解決に対応し、新たな市場を創生すべく議論を進めてきた。

CPS技術については最近各国で様々な取組が行われている。日本においてはFIRST²等で研究開発が進んでおり、米国においては、NSF³で集中的に研究、産業コンソーシアムに日本企業も含めた多くの企業が参加している。また欧州においては、強い危機感のもとEUレベルでARTEMIS⁴等の研究開発プロジェクトが進んでおり、ドイツはインダストリー4.0⁵の等の動きを牽引している状況である。

以上の潮流から今後10年を俯瞰すると、CPS技術を基盤とした大きな社会構造改革がおきると考えられる。そこで社会改革を強く意識してCPS技術を深化することが第5期では重要になると考えられる。特に日本は他国に比べ、少子高齢化、エネルギー価格高騰、イ

¹ 類似の概念として、IoT (Internet of Things) や、狭義には機械同士の通信を指す M2M (Machine to Machine) がある。現在はセンシングやビッグデータ分析を含めて IoT として捉える考え方が増えてきているものの、より実世界とサイバー空間との連携、実空間へのアクチュエーションよりを強く意識するものとして、JEITA ではサイバーフィジカルシステムとして議論している。

² FIRST (Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology)

³ NSF (National Science Foundation) : アメリカ国立科学財団

⁴ ARTEMIS (Advanced Research & Technology for EMbedded Intelligence and Systems : FP7 のプログラム)

⁵ インダストリー4.0 : ドイツが官民一体が進める第4次産業革命と位置づけられる。自動化された工業が業種を超えてネットワーク化していくこと等を目指している。

インフラ老朽化などの課題が先行する課題先進国となりつつある。我が国の産業競争力を再構築するのみならず、これらの社会課題を解決し、持続可能社会を実現すべく、オリンピック・パラリンピック東京大会が開催される 2020 年を中間目標とし、革新的な第 2 世代 CPS 技術を核とした科学技術政策の立案が望まれる。

本提言においては、第 5 期科学技術基本計画の中で、CPS 研究の再加速を実現する施策と、2025 年以降の本格的な CPS 社会の実現に向けて、中間目標として、2020 年の東京を一つの社会実装のショーケースとすることを提案することを目的とする。

2. 第 5 期科学技術基本計画への提言

IT・エレクトロニクス業界として、図 1 に示すサイバーフィジカルシステム(CPS)技術の早期社会実装、及び持続的な産業競争力強化を可能とする基礎・基盤研究のさらなる強化が重要である。その実現に向けた制度整備、人材育成を含め、民間だけでは対応が困難な、産官学として継続して進めるべき中長期的取組策を、IT・エレクトロニクス業界として下記のとおり 4 つの取り組みを提言する。

また本提言を、産学官一体となって実行に移すためには、CPS 技術、およびその活用を関係者が協議・協調する場が必須であり、併せてその設立を提言する。

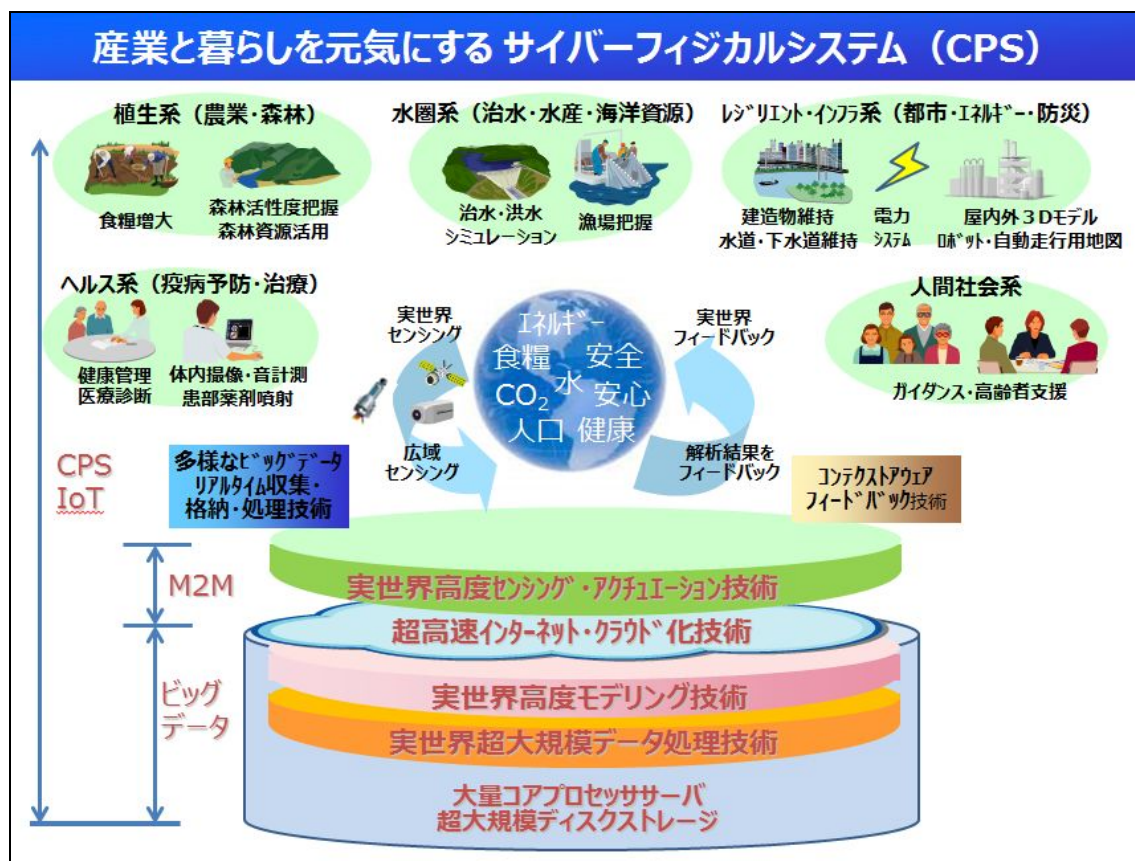


図 1：サイバーフィジカルシステムの概念図

提言 1. 基盤研究強化

国の研究開発の取り組みとして、民間だけでは難しい中長期的な研究開発に重点的に投資すべきである。特に重点すべき技術について、提言する。

①情報通信環境

現在の情報通信環境を見ると、IoT やビッグデータといったキーワードに代表されるように、全てのモノや人がネットワークに繋がる方向に進みつつある。現在でもインターネットを流れるデータ量は爆発的に増大しており、既存技術の延長線上では、これらのデータ量に対応できなくなりつつある。またサイバーフィジカルシステムにおいては、実世界と密接にかかわることから、状況を把握（センシング）してから、動作（アクチュエーション）するまでの速度が非常に重要になってくる。ブロードバンド技術については、引き続き国による取組を期待すると共に、ブロードバンドとリアルタイムを両立する統合化技術も合わせて中長期的に取り組まなければいけないテーマである。また個人に係る情報は、様々なサービスを提供するために必要なものではあるが、悪用されることへの心理的な障壁は高い。それ自体では個人情報にはあたらなくても、様々なセンシングされた情報と組み合わせることで、個人が特定されてしまう可能性もある。プライバシーを秘匿化しながら、分析するデータ収集・加工する技術も制度面と合わせ進めていかなければいけないテーマである。

②人と機械のインターフェース

サイバーフィジカルシステムは、様々な実世界の現場（工場等の産業現場、都市インフラ、健康・医療、教育等）に導入することが考えられるが、安全快適に、実世界とサイバー空間が繋がるために、人と機械のインターフェースの更なる向上が期待される。脳波や、表情の読み取り、声の変化、言葉の裏に隠された意味を読み取る等、コミュニケーションにおけるハイコンテクストな部分に隠された、人の意図や状況を認識し、支援する技術は、人間工学、社会工学的な要素を含み、中長期的な観点で進めていかなければいけない技術である。

③エネルギー

実世界のセンシングは、サイバーフィジカルシステムの重要な要素であり、トリリオンセンサーといわれるような膨大な量のセンサーの設置されるようになると、一つ一つの消費電力が少なくとも、トータルでは桁違いの消費電力が予想される。また電力の通っていない、電池の交換さえ難しい場所へ設置する場合、省電力化だけでなく、自立的に給電する仕組みが必要になる。今までの技術の延長ではなく、桁違いのブレイクスルーを実現するために、ナノエレクトロニクス分野も中長期的に取り組んでいく技術の一つとなる。

提言 2. 人材育成

JEITA 会員企業の声として、様々な形でのサイバーフィジカルシステムを実現する上で課題の一つとなるのが、サイバーフィジカルシステムを構築・運用する人材の不足である。IT 人材の不足が指摘される場所であるが、特にビッグデータを利活用するデータサイエンティスト、システムをサイバー攻撃や、ハッキングより守るセキュリティエンジニア、社会課題を理解し、それを解決するためのシステム全体の構成をデザインする IT アーキテクトを養成する専門教育はすぐに強化しなければいけない分野である。これに加え、[1]産官学で人材が流動し経験を積むことができる制度を整備すること、[2]理工系人材が減少している現状から、自然の深遠さに気づく理科体験や、プログラミングの早期教育等により、初等、中等教育において論理的思考を学ぶ教育カリキュラムを強化すること、[3]高等教育（大学、大学院等）において、異分野の融合から新しい価値が生まれることを意識し、

一つの専門を深めながらも、優秀な学生は他分野の専攻からも学ぶことのできるフレキシブルな専攻制度の導入を提言する。

提言 3. 社会実装

CPS への取り組み自体は既に様々な企業が様々な方法で進めているところである。(取組の例) 各企業がバラバラに構築してしまえば、それぞれが個別のシステムとして留まってしまうことになる。社会インフラとして普及するためには、官民共同での全体の仕組みの構想、将来への拡張性、グローバルな相互接続性の検討が必要となる。JEITA としては、この課題の解決に向け、下記三点を提言する。

① 「社会実装」のプロジェクト立ち上げと活用側の評価の導入

従来为国プロとしては、技術的なパフォーマンスの向上、特許の取得等、技術的な部分が評価指標とされていた。社会課題解決を大きな評価指標とするために、具体的な地域において、官民(政府、自治体、住民、企業、研究機関)が課題を共有し、必要とされるサービスを提供する CPS の設計・構築・運用と、上記官民の利用者/提供者やシステム運用管理者が、研究開発へフィードバックする仕組みの導入が必要となる。

② CPS の共通基盤の検証

社会インフラとして普及するためには共通基盤となる部分について検証が必要である。共通基盤となる部分に関しては、重複投資を避けて、様々な社会課題を解決し、関連するサービスを提供するイノベーション(新たなビジネスの創出)に注力できるようにしたい。そのために、様々な CPS に共通利用したり、アプリケーションの相互連携や、将来の拡張を可能にするセンサーネットワーク(高解像度な映像情報を含む)は重要であり、国際標準化を促進しつつ、整備・検証することを提言する。

③ オープンイノベーションの導入

図 1 に示すように、CPS の適用領域は多岐にわたり、それらのシステムやサービスは、単一企業や限定された地域で運用する規模から、業界や地域をこえてグローバルに展開する規模までスケラブルである。社会課題や顧客ニーズの変化に応じて、それらのシステムが新陳代謝や融合を繰り返し進化するダイナミズム、変化を前提とするエコシステムこそが重要である。特定の国プロへの参加者がシステム全体を構築し、その成果を利用するのではなく、オープンイノベーションの下、上記の共通基盤を、新たなサービスやビジネスに挑戦する中小企業や個人、大学発ベンチャー等、様々な業種・業界が活用し、社会実装を進めていくことを提言する。

具体的な取組事例の一つとして、図 2 に示すようなサイバーフィジカルシステム“リアル・サイバー東京”を社会実装のショーケースとして提案する。

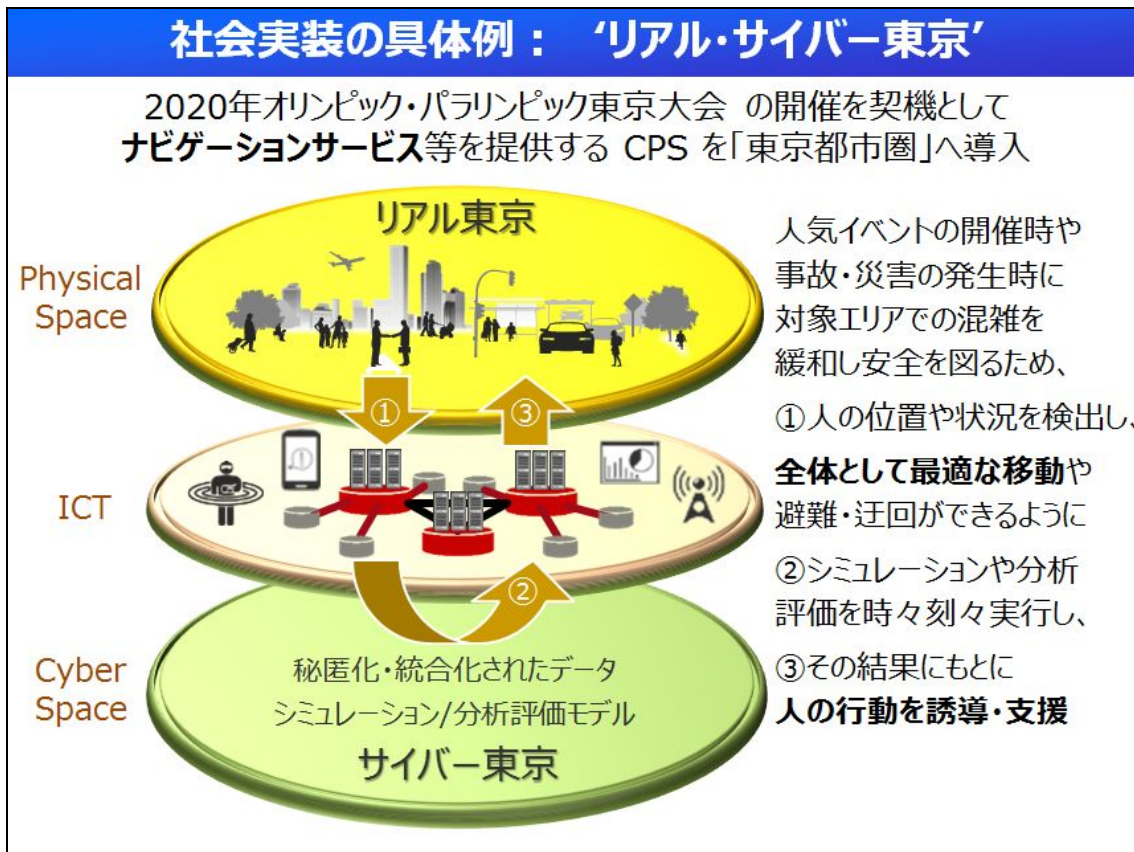


図 2：社会実装の具体例

“リアル・サイバー東京”は、2020年のオリンピック・パラリンピック東京大会の開催を契機として、都市圏内を安全・快適に移動するためのナビゲーションサービス等を提供するものである。

2020年に社会実装されるシステムは、2016年に実証実験を開始し、2018年に実運用リハーサルを行うことが計画されており（参考資料[11]）、現時点で実用化（に近い）レベルの技術が前提となる。例えば、スマートフォンのGPS機能や、駅・商業施設・道路等に設置されたカメラやセンサーから取得したデータをもとに、プライバシー保護に留意しつつ、“価値のある情報をタイムリーに、わかりやすく届ける”ICTの開発が鍵になる。また、“対象エリア全体にとって最適な移動”と“各個人の属性や置かれた状況に応じて必要とされる誘導や支援”の両立を図っていくことは、「人間中心のスマート社会実現」という目標にとって大事な視点であり、難しい課題でもある。

2020年はひとつの通過点であり、2025年以降の本格的な社会実装（東京都市圏から地方都市圏への拡がりやグローバル化を含む）に向けての試金石となる。レガシーとして活用を継続できる計画と同時に、次の段階へ進むためのフィードバックが得られる仕掛けを官民で創意工夫したい。

図 3 で示すように、サイバーフィジカルシステムに繋がる技術開発は各社が次世代の産業を作る技術として、様々な取組を行っている。その応用範囲は多岐にわたるが、特に社会インフラと連携する分野に関しては、企業だけでは完結することができない。社会実装に向けた産官学の協力が必要である。

デバイス技術

就寝時などの微細な呼吸レベルの動きも検知する**電波型人感センサー**（沖電気）
 闇夜でも高画質なカラー映像の撮影を可能とする**イメージセンサー**（ソニー）
 暗闇でのカラー撮影を実現、**赤外線カラー暗視撮影用撮像素子**（シャープ）
 時系列の画像情報から静止物の三次元情報の推定する**プロセッサ**（東芝）
 視界不良な環境下でも歩行者や自転車を0.1秒で検知する**ミリ波レーダー**（パナソニック）
振動、熱、光を電気に変換し、長期間メンテナンスフリーで使えるデバイスや無線技術（村田製作所）

システム技術

人の行動を最適にアシストする環境の整備	安心・安全の強化、見守り
<p>行動をスムーズに ～センサによる予測で、人の流れをアシスト～ ・名刺型センサーノードによる行動の可視化（日立）</p> <p>空間を快適に ・人の動きに応じて、空調・照明を最適制御、快適性と省エネを両立（東芝） ・キッチン、浴室等の環境変化に応じた風量制御（三菱電機）</p> <p>通行人の状況や、TPOに合った情報提供 ～通行人の属性から必要とされる情報をディスプレイや、携帯端末等で提供～ ・人工知能の技術により、モバイル端末が生活シーンに合わせて話しかけてくれる機能（シャープ） ・自由な対話が可能で人間共生ロボット（日立）</p>	<p>・監視カメラの映像から集団の行動を理解し、異常性を検知する技術（NEC） ・映像/音声に加え、SNS等からのテキストデータ、センサーデータを総合分析（NEC） ・低解像度映像から人の流れを認識する技術（富士通） ・多地点危険物検知技術（日立） ・ドライバーの顔画像から運転状態を検出（デンソー） ・1kmレベルでのデジタルフルハイビジョン映像伝送を可能とする光技術（富士ゼロックス）</p> <p>減災・防災</p> <p>河川・トンネル・道路等公共物の監視 ・構造物内部の劣化状態を映像から推定する技術（NEC） ・920MHz帯マルチホップ無線ネットワークを利用した監視システム（沖電気） ・多数の無線センサーにより広域かつ網羅的に環境データを取得する、防災・減災システム（富士通）</p>

図 3：CPS につながる技術開発実績の例（JEITA 加盟企業）

提言 4. 制度整備

CPS を社会実装するに際し課題になるのは、個人情報を含む様々なデータについて、法的整理、社会的コンセンサス、標準化が進んでおらず、利活用が滞っている現状である。パーソナルデータの扱いについては、政府において検討が進んでいるところではあるが、社会実装することを念頭におき、より具体的な検討を進めるべきである。パーソナルデータ等の利用ルールの明確化、番号制度の民間活用への展開、政府・地方自治体保有データの民間利活用の推進とルール整備が直近の課題となる。法的整理と並行して、社会的コンセンサスを得ていくことも進めていかなければいけない。センサー等から収集されたデータ方式を標準化し、プラットフォームとして共同利用する枠組みが法的に問題ない状況になったとしても、消費者がメリットを感じられなければ普及は進まずむしろ反発を招く可能性がある。（大阪ステーションシティにおける ICT 技術利用実験⁶）提言 3 で示したように、社会実装を通じ具体的にどのようなメリットがあるか、消費者に体験してもらい、社会的コンセンサスを得ていく必要がある。

⁶ 大阪ステーションシティにおける ICT 技術利用実験：施設内における映像データを利用し、人の流れなどの検証の実験を行おうとしていたところ、特定の個人を識別できないように処理するとしたにもかかわらず、プライバシーの面から懸念する声上がり、実験が延期となった。

3. おわりに

サイバーフィジカルシステムには、極力人間が介在する部分を減らし、効率化をはかる工場のオートメーションや、インフラ監視もあれば、ヘルスケアや、ナビゲーション等、人間に働きかけることを目的としたものもある。本提言では、タイトルに、人間中心のスマート社会の実現をうたっており、後者を強く意識したものとなっている。

JEITA の技術戦略委員会および技術政策委員会では、IT・エレクトロニクス業界の国際競争力の復活を期し、新たな産業領域として、サイバーフィジカルシステムを定義し、議論を進めてきた。副題にはサイバーフィジカルシステムが産業振興のみならず、社会課題の解決策となる技術であり、これにより、人がより元気で、よりよい暮らしを手に入れるという思いが込められている。

2020 年に向けた第 5 期科学技術基本計画は、2020 年以降の日本の科学技術による発展の礎となる重要な計画である。本提言書において、JEITA 技術戦略委員会の参加企業から提案された技術政策を、CPS という一つの分野にフォーカスし、その実現に資する政策として、4 つの提言をまとめた。一人でも多くの科学技術政策に携わる政府関係府省や、関連行政機関の政策立案者にご覧いただければ幸甚である。

本提言書をまとめるにあたり、参加各社の技術戦略委員各位、および技術政策委員各位、並びに JEITA 知的基盤部の事務局に多大なご協力を頂いた。この場を借りて御礼申上げたい。

技術戦略委員会 委員長
島田啓一郎

参考資料 CPSに係る技術開発実績の例（詳細）

【デバイス技術】

- ・ 就寝時などの微細な呼吸レベルの動きも検知する「見守りシステム」を発売（沖電気）
2014年2月27日
<http://www.oki.com/jp/press/2014/02/z13123.html>
 - ・ 闇夜相当の環境でも高画質なカラー映像の撮影を実現する車載カメラ向けイメージセンサー（ソニー）2014年10月16日
<http://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/201410/14-106/index.html>
 - ・ 業界初 暗闇(0ルクス)でのカラー撮影を実現、監視用赤外線カラー暗視カメラを開発・発売（シャープ）2014年11月4日
<http://www.sharp.co.jp/corporate/news/141104-a.html>
 - ・ 車載向け画像認識用プロセッサ「Visconti™4」の発売について（東芝）2014年11月13日
http://www.toshiba.co.jp/about/press/2014_11/pr_j1303.htm
 - ・ 夜間や濃霧など視界不良な環境下でも歩行者や自転車を0.1秒で検知
ミリ波レーダーの高精度・広視野角化技術を開発（パナソニック）2013年10月15日
<http://news.panasonic.com/press/news/official.data/data.dir/2013/10/jn131015-3/jn131015-3.html>
 - ・ エネルギーハーベスティングのアプリケーション開発（村田製作所）2011年9月22日
http://www.murata.co.jp/new/news_release/2011/0922/index.html
 - ・ Wi-SUN 認証 920MHz 帯無線通信モジュールを商品化（村田製作所）2015年2月17日
<http://www.murata.com/ja-jp/about/newsroom/news/product/wireless/2015/0217>
 - ・ 村田製作所と横河電機がプラントにおけるフィールド無線通信分野で提携（村田製作所）
2014年10月22日
<http://www.murata.com/ja-jp/about/newsroom/news/product/wireless/2014/1022>
- ### 【人の行動を最適にアシストする環境の整備】
- ・ 名札型センサーノードによる行動の可視化（日立）
<http://www.hitachi.co.jp/products/it/unified/it-pf/report/hpsw2014/pdf/a-1.pdf>
 - ・ ホームソリューションの体験型展示・実証施設「Toshiba Smart Home」をオープン（東芝）
2014年10月2日
http://www.toshiba.co.jp/about/press/2014_10/pr_j0201.htm
 - ・ キッチン、浴室等の環境変化に応じた風量制御（三菱電機）2014年8月19日
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2014/0819-b.html>

・人工知能“ココロエンジン”の技術をもとに、モバイル端末向けに新開発。生活シーンに合わせて話しかけてくれる新機能「emopa(エモパー)」を開発（シャープ）2014年10月1日
<http://www.sharp.co.jp/corporate/news/141001-a.html>

・人との自然なコミュニケーションに向けた
人間共生ロボット「EMIEW2」の対話技術を開発（日立）2014年5月20日
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2014/05/0520.html>

【安心・安全の強化、見守り】

・NEC、既設のカメラを活用し、人の動きを高精度に把握できる「人物動線抽出技術」を開発（NEC）2014年11月19日
http://jpn.nec.com/press/201411/20141119_03.html

・NEC、豊島区で、世界初の「群衆行動解析技術」を用いた総合防災システムを構築
～ 混雑環境での異変を検知し、安全・安心なまちづくりに貢献～（NEC）2015年3月10日
http://jpn.nec.com/press/201503/20150310_01.html

・業界初、低解像度映像から人の流れを認識する技術を開発。プライバシーに配慮し、顔が判別できない映像から人の動きを高精度に検出（富士通）2015年3月6日
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/03/6-1.html>

・大規模重要施設におけるセキュリティサービスの強化に向けた
本人認証・危険物検知・不審者追跡技術を開発（日立）2014年3月11日
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2014/03/0311.html>

・デンソー、商用車向けにドライバーの運転状態を検出する（デンソー）2014年4月3日
<http://www.denso.co.jp/ja/news/newsreleases/2014/140403-01.html>

・1km レベルでのデジタルフルハイビジョン映像伝送を可能とする光技術（富士ゼロックス）
<http://www.dvi-mc.com/>

【減災・防災】

・NEC、世界初、構造物内部の劣化状態を映像から推定する技術を開発（NEC）2014年12月9日
http://jpn.nec.com/press/201412/20141209_01.html

・920MHz 帯無線マルチホップネットワークシステムを利用した住民への災害情報伝達手段の
多様化実証実験に成功（沖電気）2013年5月29日
<http://www.oki.com/jp/press/2013/05/z13011.html>

・ビジネス創出とグローバルエコシステム形成に向けた IoT プラットフォームを提供（富士通）
2014年11月13日
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2014/11/13-1.html>

技術戦略委員会 委員構成一覧

委員長	島田 啓一郎	ソニー株式会社	
副委員長	西田 直人	株式会社 東芝	
監事	江村 克己	日本電気株式会社	
委員	安田 浩	東京電機大学	
	荒川 泰彦	東京大学	
	関口 智嗣	独立行政法人 産業技術総合研究所	
	上條 健	沖電気工業株式会社	
	種谷 元隆	シャープ株式会社	
	崔 京九	TDK 株式会社	
	岩田 悟志	株式会社 デンソー	
	吉田 守	パナソニック株式会社	
	小島 啓二	株式会社 日立製作所	
	大西 康昭	富士ゼロックス株式会社	
	佐々木 繁	株式会社 富士通研究所	
	堤 和彦	三菱電機株式会社	
	濱地 幸生	株式会社 村田製作所	
	長谷川 英一	一般社団法人 電子情報技術産業協会	
	特別委員	本多 敏	慶應義塾大学
	特別委員	原 直紀	株式会社 富士通研究所
客員	宮崎 貴哉	経済産業省	
	岡田 武	独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構	
事務局	長岡 勉	一般社団法人 電子情報技術産業協会	
	中尾 浩治	一般社団法人 電子情報技術産業協会	
	高橋 玲子	一般社団法人 電子情報技術産業協会	
	松尾 旬子	一般社団法人 電子情報技術産業協会	

技術政策委員会 委員構成一覽

委員長	荒川泰彦	東京大学
副委員長	川名規之	ソニー株式会社
委員	松井俊浩	独立行政法人 産業技術総合研究所
	久野裕次	沖電気工業株式会社
	前田強	シャープ株式会社
	藤沢明彦	TDK株式会社
	飯田眞喜男	株式会社 デンソー
	向井稔	株式会社 東芝
	中田登志之	日本電気株式会社
	山本義之	パナソニック株式会社
	城石芳博	株式会社 日立製作所
	白附好之	富士ゼロックス株式会社
	加藤雅之	株式会社 富士通研究所
	横谷哲也	三菱電機株式会社
	マルホトラカルン	株式会社 村田製作所
	長谷川英一	一般社団法人 電子情報技術産業協会
特別委員	本多敏	慶應義塾大学
特別委員	原直紀	株式会社 富士通研究所
客員	小泉真認	経済産業省
客員	岡田武	独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
事務局	長岡勉	一般社団法人 電子情報技術産業協会
	中尾浩治	一般社団法人 電子情報技術産業協会
	高橋玲子	一般社団法人 電子情報技術産業協会
	松尾旬子	一般社団法人 電子情報技術産業協会

JEITA

一般社団法人 電子情報技術産業協会

技術戦略委員会 事務局

〒100-0004 東京都千代田区大手町1-1-3 大手センタービル

TEL 03-5218-1059 / FAX 03-5218-1078

<http://home.jeita.or.jp/tech>