

## 第4章 CO<sub>2</sub>排出削減に資するICTの研究開発

前章までは、現在あるいは近い将来のICTがいかにCO<sub>2</sub>排出削減に資することができるかを中心にとりまとめてきた。本章では、CO<sub>2</sub>排出削減を図る観点より今後取り組むべきICTの研究開発課題についてとりまとめる。

### 4.1 研究開発の現状

平成17年7月29日に情報通信審議会より発表された「ユビキタスネット社会に向けた研究開発の在り方について ～UNS戦略プログラム～」(以下、「平成17年UNS戦略プログラム」とする。)では、今後、我が国が取り組むべきICT研究開発の方向性として、「国際競争力の維持・強化」、「安心・安全な社会の確立」及び「知的活力の発現」の「3つの方向」が示されている(図4.1参照)。そして、この3つの方向に基づいて、今後我が国が重点的に取り組むべき研究開発領域として、「新世代ネットワーク技術」、「ICT安心・安全技術」及び「ユニバーサル・コミュニケーション技術」の「3つの重点領域」が設定されている。

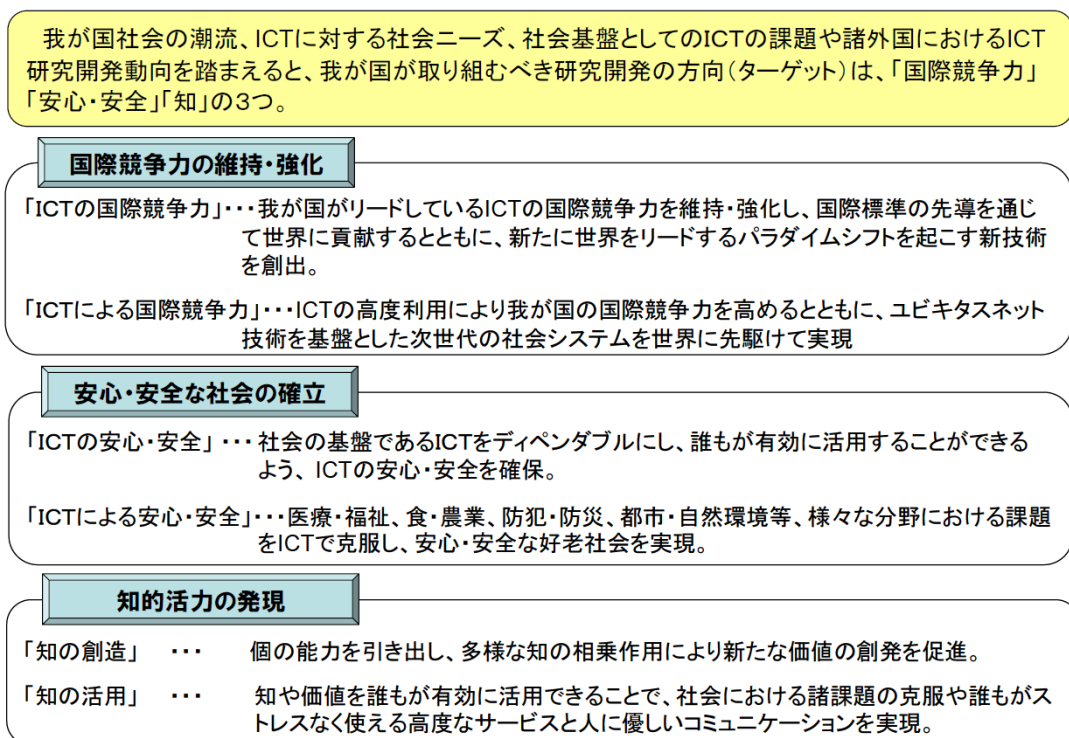


図4.1 UNS戦略プログラムに示された研究開発の方向性

その上で、平成17年UNS戦略プログラムでは、3つの重点領域（「新世代ネットワーク技術」、  
「ICT安心・安全技術」及び「ユニバーサル・コミュニケーション技術」）における研究  
開発を戦略的に推進するため、次のとおり、3つの戦略プログラムと10の研究開発プロジ  
ェクトが提言されている（図4. 2参照）。

#### ① 国際先導プログラム

世界有数のブロードバンド環境を実現した我が国の持つ技術的優位性を今後も維持・  
強化させるため、「新世代ネットワーク（New Generation Networks）技術」の重点的な  
研究開発を推進することにより、フロントランナーとして国際社会の中でアイデンティ  
ティを発揮し、今後も国際社会を先導していく。このプログラムの下、「新世代ネット  
ワークアーキテクチャ」、「ユビキタスマビリティ」、「新世代ICTパラダイム創出」  
及び「ユビキタスプラットフォーム」の研究開発プロジェクトが推進されている。

#### ② 安心・安全プログラム

ユビキタスネット社会に潜む影から生活を守り、確固たる社会基盤としてICTを根  
付かせるとともに、犯罪や災害、医療・福祉、環境などに対する国民の不安を軽減させ、  
少子高齢化でも明るい未来を切り拓く活力のある好老社会を構築するため、「ICT安  
心・安全（Security and Safety）技術」の重点的な研究開発を推進し、安全で安心な社  
会を構築する。本プログラムの下、「セキュアネットワーク」、「センシング・ユビキ  
タス時空基盤」及び「ユビキタス&ユニバーサルタウン」の研究開発プロジェクトが推  
進されている。

#### ③ 知的創発プログラム

人に優しいICTにより、すべての人と人とが、時間や場所など置かれた条件を問わ  
ずに交流でき、新たな「知」や「価値」を生み出すことで夢に向かってフレキシブルに  
対応できる社会の実現を目指すため、「ユニバーサル・コミュニケーション（Universal  
Communications）技術」の重点的な研究開発を推進し、知の創造と活用を促す。本プロ  
グラムの下、「高度コンテンツ創造流通」、「スーパーコミュニケーション」及び「超  
臨場感コミュニケーション」の研究開発プロジェクトが推進されている。

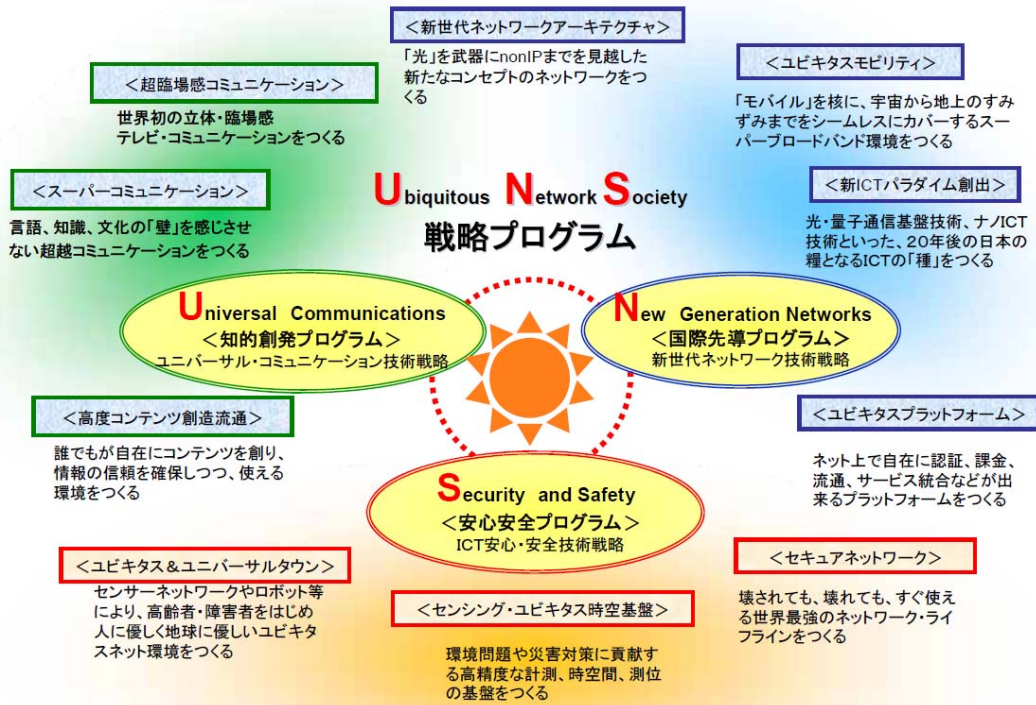


図4. 2 UNS 戦略プログラム

以上のとおり、これまでの研究開発では、国際競争力の強化、知的活力の発現等を主たる目的として実施されてきており、CO<sub>2</sub>排出削減や環境への配慮については、災害・環境変動等に関するセンサ技術やそれから得られたデータのリアルタイムシミュレーション技術を開発している安心安全プログラム、省待機電力・高効率光通信のフォトニックノード技術を開発している国際先導プログラム等の一部として取り上げられているものの、必ずしも研究開発の主要なテーマではなかった。一方で、ICTの利活用は生産・物流・消費の経済活動の効率を飛躍的に進展させるといった効果をもたらし、経済成長と利便性の向上を果たしながら、環境負荷の低減の実現にも資するものとして注目を集めている。事実、これまでの研究開発により、既にCO<sub>2</sub>排出削減に向けてICTは重要な役割を果たしつつある。

## 4. 2 研究開発課題抽出の進め方

前節に示したとおり、もともとサービスの向上や業務の効率化、あるいは、コストの削減を目指して行ってきたICTの研究開発によっても、結果的にCO<sub>2</sub>排出削減に貢献できる効果が生み出されている。ただし、これまでのICTによる温暖化抑制効果はどちらかといえれば副次的に生まれたものであり、必ずしも温暖化問題への対応を真正面から捉えた結果ではなかったことも事実である。

今般、地球温暖化問題への対応を正面から捉え、温暖化抑制に貢献できる研究開発課題を抽出するに当たり、どのような方法で課題抽出を行うべきかを検討した。研究開発の目標時期は、2007年9月にシドニーで開催されたアジア太平洋経済協力（APEC）首脳会議において、深刻化する地球温暖化問題への対応策として、域内でエネルギー利用効率を2030年までに05年比で25%以上改善する等の目標が掲げられたこと、また、2007年にゴア前米国副大統領とともにノーベル平和賞を受賞したIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第4次報告書において今後、20～30年間の対応が温暖化抑制の鍵を握るとされていること等を踏まえ、現在から20年以上の時間を経過した2030年に設定する。技術開発のスピードが速い昨今、10年以上先の将来像を現在の延長線上で描くことは難しい。すなわち、現在の研究開発の延長線上にある研究開発課題を抽出整理していく方法では、2030年に向けての課題を抽出することは容易ではない。そこで、CO<sub>2</sub>排出削減が進んだ2030年の社会イメージを検討し、同社会を実現するために必要な研究開発課題の方向性や内容等を検討するバックキャスト的な手法により、研究開発課題の抽出を行うこととした。

具体的な研究開発課題抽出のステップは次のとおりである。

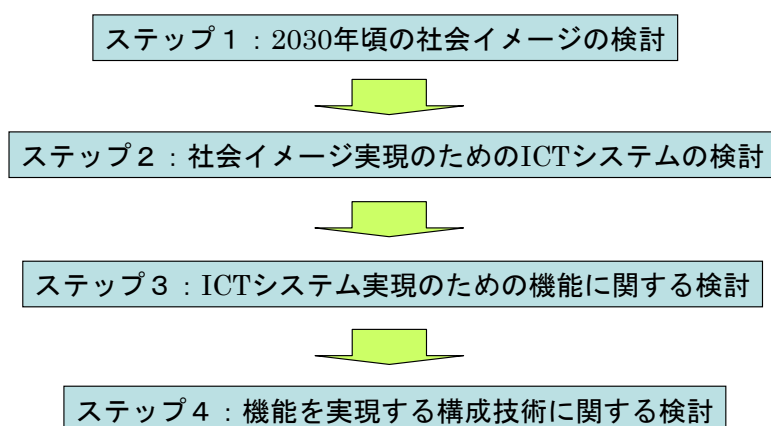


図4. 3 研究開発課題の抽出ステップ

#### 4. 3 CO<sub>2</sub>排出削減が実現された2030年の社会イメージ

前節に示した考え方にのっとり、CO<sub>2</sub>排出削減が実現された2030年の社会イメージを検討した。検討を具体化するために、人々の生活シーンを次の4つに分類して、それぞれのシーン毎にイメージの検討を行った。

- (1) 生産・流通・輸送シーン
- (2) 事務所・店舗シーン
- (3) 一般家庭シーン
- (4) 共通的なICT利活用等

「生産・流通・輸送シーン」、「事務所・店舗シーン」及び「一般家庭シーン」は、それぞれ、平成17年3月に公表された「ユビキタスネット社会の進展と環境に関する調査研究会報告書（ユビキタスネット社会の進展と環境に関する調査研究会）」においても取り上げられたシーンであり、ICTと人々とのかかわりを表現し易いシーンとして取り上げた。また、「共通的なICT利活用等」とは、主として各シーンに共通して利用するICTを取り上げている。

シーン毎に検討したCO<sub>2</sub>排出削減が実現された2030年の社会イメージは以下のとおりである。

##### (1) 生産・流通・輸送シーン

2030年、人々が衣料品や雑貨等の購入に際してもわざわざ店舗に行く必要はなくなり、試着・肌触りの確認まで含めてすべて遠隔のままショッピングが可能である。事前に試着・肌触りの確認まで行えることから、返品はほとんど生じない。

購入情報はすぐに生産工場に連絡され、無駄のない製品生産が行われる。最終製品の製造を行う工場からは、素材工場、部品工場等に消費者からの購入情報が連絡され、各工場においても無駄のない生産が行われる。もちろん、リサイクル材料やリユース品が徹底利用され、工場における生産工程では、生産品目が単品管理され、消費者から問い合わせがあった場合には、迅速に生産履歴・生産に用いた材料情報等が検索できる。

生産された製品の輸送は、行き先・輸送の際の荷姿・輸送先への到着時間等により最適化され、他の製品と共同で輸送される。輸送に利用される交通手段も、電気で動くトラック、電車、船舶、飛行機等の組み合わせの中で最適なものが選択され、可能な限りCO<sub>2</sub>の排出が抑制される。

実際の輸送が始まると、例えばトラックの場合、交通渋滞情報や事故情報をリアルタイムにキャッチし、渋滞を避けた運転が可能となる。さらに、トラックとトラックの間、トラックと人との間でリアルタイムの迅速な情報交換が行われ、事故を起こさない安全を確保した上で、複数のトラックが隊列を組んで自動走行することも行われる。隊列走行することにより、空気抵抗によるエネルギーロスが最小化され、電力消費量も大幅に削減される。トラックの電力が不足した場合には、駐車場の充電器で充電したり、駐車場が近くにない場合には、離れた場所から非接触型の充電も行われる。輸送途上で時々刻々と変化する周囲の情報はす



べて把握され、必要な情報がトラックの運転手に届けられる。運転手が疲れた時には、疲れを癒す休憩所がどこにあるのか、また、空腹の場合には好みのレストランがどの辺にあるのかななどの情報を簡単に入手でき、快適性も十分確保される。また、自分が発送した荷物が今、どの辺にあるのかを知りたい荷主は、簡単にその位置を把握することができる（図4.4参照）。

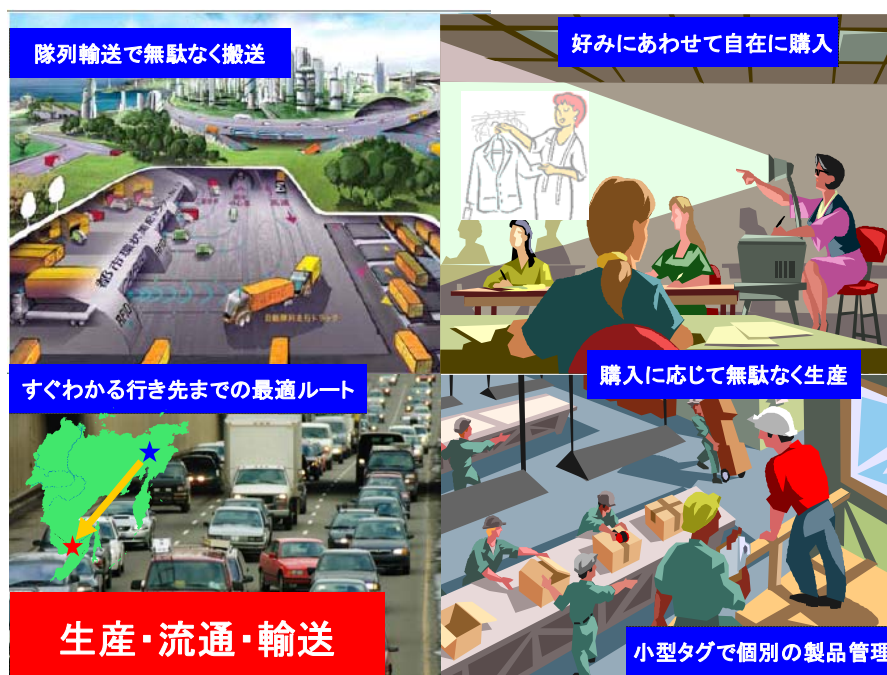


図4.4 CO<sub>2</sub>排出削減が実現された2030年の社会イメージ  
(生産・流通・輸送シーン)

## (2) 事務所・店舗シーン

2030年、冷暖房はオフィス全体を暖めたり冷やしたりするのではなく、個々人の周囲だけ、その人の快適性に応じて冷暖房できる。例えば、机や椅子がそこで活動する人の体温や心理状態を把握・予想し、適宜、温度調節を行うことができる。湿度や照明も同様に、働いている人の状況に応じた無駄のない設定を行うことができる。オフィスは、小規模な発電施設と蓄電施設を保有し、消費状況に応じて制御が行われ、オフィスのエネルギー需要は一定量内に最適に管理されている。

オフィス周辺には、公園に設置された太陽光発電装置をはじめとする発電施設や発生した電力を蓄電する蓄電施設が整備されている。オフィス周辺の地域の消費電力はリアルタイムにモニタリングされており、消費状況に応じて、発電施設や蓄電施設の制御が行われ、可能な限り地域の電力負荷の平準化が実現されている。

一方、オフィスに通う人々は少なくなっており、たくさんの方が自宅で仕事をしている。必要な資料はパソコンや携帯で簡単に取り寄せ、作業結果も簡単に必要な人に送信すること

ができる。また、遠隔会議が普通に行われ、以前のようにオフィスに出かけたり、海外出張して顔を付き合わせる必要はなくなり、自宅とオフィスの会議や東京とニューヨークの会議は、離れたままで顔を合わせているような感覚で会議ができる。物を指し示したり、白版に文字を書き込みながらのディスカッションも離れていることを意識しないのでできる。匂いや手触りも離れたままで相手に伝えることができ、離れていることのデメリットはほとんどない。

さらに、オフィスでは会議に使われる紙はすべて電子ペーパーになっている。必要な時に必要な情報が即座に送られ、紙を見ているのと同じ感覚で扱える。もちろん、必要な情報は記録保存され、必要な時に簡単に取り出すこともできる。紙の資料の保管に必要なスペースは不要になり、オフィスは広く利用できる。紙の使用量は大幅に低減している（図4.5参照）。



図4.5 CO<sub>2</sub>排出削減が実現された2030年の社会イメージ(事務所・店舗シーン)

### (3) 一般家庭シーン

2030年、冷暖房は部屋全体を暖めたり冷やしたりするのではなく、個々人の周囲だけ、その人の快適性に応じて冷暖房できる。例えば、ソファで寝転ぶ子供には、その子の体温や心理状態に応じて、その子供の周辺空間のみの温度調節が行われている。湿度や照明も同様に、無駄のない設定を行うことができる。現在の電力消費量は常に知ることができ、日頃から家庭で省エネを意識できる。電気自動車を保有する家庭では、電気自動車を利用されていない間は蓄電器として活用されるなど、家庭内の小規模な発電施設と蓄電施設は消費状況に



応じて制御が行われ、各家庭のエネルギー需要は一定量内に最適に管理されている。

住宅周辺には、公園に設置された太陽光発電装置をはじめとする発電施設や発生した電力を蓄電する蓄電施設が整備されている。周辺地域の消費電力はリアルタイムにモニタリングされており、消費状況に応じて、発電施設や蓄電施設の制御が行われ、可能な限り地域の電力負荷の平準化が実現されている。

一方、オフィスに通うことの少なくなった人々は、ショッピングも自宅ですべて終わらせることができる。食品や台所用品等の日用品も家具や家電等の耐久品も、見た目だけでなく、触った感触や匂い等も遠隔で把握でき、遠隔から希望に沿ったものを最初から購入することが可能となり、購入品の返品する必要もほとんどない。もちろん、ショッピングの支払いは現金を用いずに電子的に終了できる。また、自宅に居ながら図書館の本を借りて読み、必要であれば友達と議論しながら勉強することもでき、学習も効率的に進められる。個人の健康管理サービスや医療関係サービスは自宅で受けられる。

さらに、新聞は、すべて電子ペーパー化されており、毎朝、朝刊を昔と同じように読むことができる。以前の記事を読みたいときは、その電子ペーパーに記事を簡単に取り寄せることができる。その他、冷蔵庫の中の食品の賞味期限を冷蔵庫が教えてくれるようになり、無駄に食品を廃棄することもない（図4.6参照）。



図4.6 CO<sub>2</sub>排出削減が実現された2030年の社会イメージ(一般家庭シーン)



#### (4) 共通的なICT利活用等

2030年、基幹系やアクセス系等の有線ネットワークを構成する機器を流れる情報はすべて光信号で流通している。そもそも、ネットワークのすべてを光信号で処理することは、流通する情報の速度が超高速化することへの対応が発端であった。しかし、電気信号を用いていた旧方式のネットワークを使った場合、通信速度の高速化によりネットワーク機器が消費する電力が莫大となり、結果として大量のCO<sub>2</sub>を排出することへつながることから、ネットワークがすべて光信号での処理に置き換わったことは、実は、地球温暖化問題を解決する社会的要請に沿ったものであった。現在、CO<sub>2</sub>排出の極めて少なく、かつ超高速のネットワークを使って快適な生活を送っている。

一方、国別や地域別のCO<sub>2</sub>排出量の概況や予報は、かつての天気予報のように、普段の生活においてよく耳にする。また、その結果は社会へもフィードバックされ、様々な活動の地球温暖化への影響が評価されている。これらは、地球全体規模から都市規模までのあらゆる規模で実施されているCO<sub>2</sub>計測の結果が基となっている。衛星に搭載されたCO<sub>2</sub>計測センサにより、地球全体のCO<sub>2</sub>が常に計測されている一方、地域毎に配置されたCO<sub>2</sub>計測センサにより、昼夜を問わず大気中のCO<sub>2</sub>が計測されている。これらの計測が実施されているおかげで、CO<sub>2</sub>排出削減のためのマネジメントが効果的に実施され、従来にも増して快適な生活を送っている。

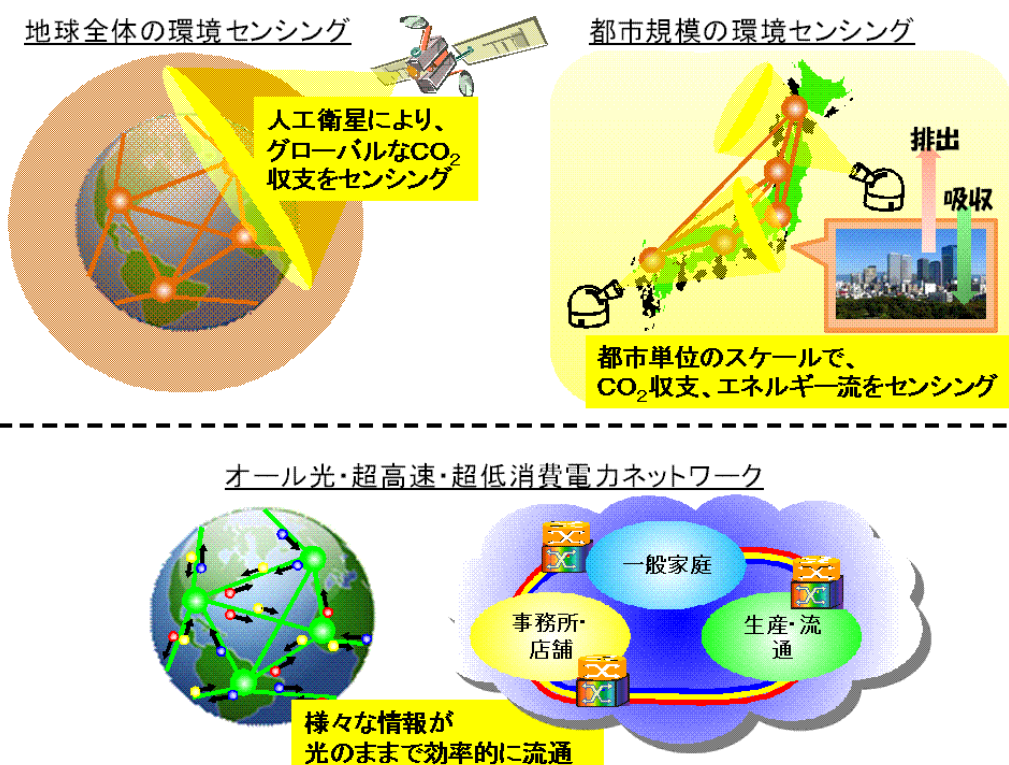


図4. 7 CO<sub>2</sub>排出削減が実現された2030年の社会イメージ  
(共通的なICT利活用等)

## 4. 4 2030年の社会イメージを実現するために求められるICTシステム

CO<sub>2</sub>排出削減が実現した2030年の社会イメージを踏まえ、本節では、同社会を実現するために必要なICTシステムについて検討を行った。検討結果を図4. 8に示す。以下、各システムの詳細を述べる。なお、各システムを構成する技術要素の詳細については、参考資料9に示す。

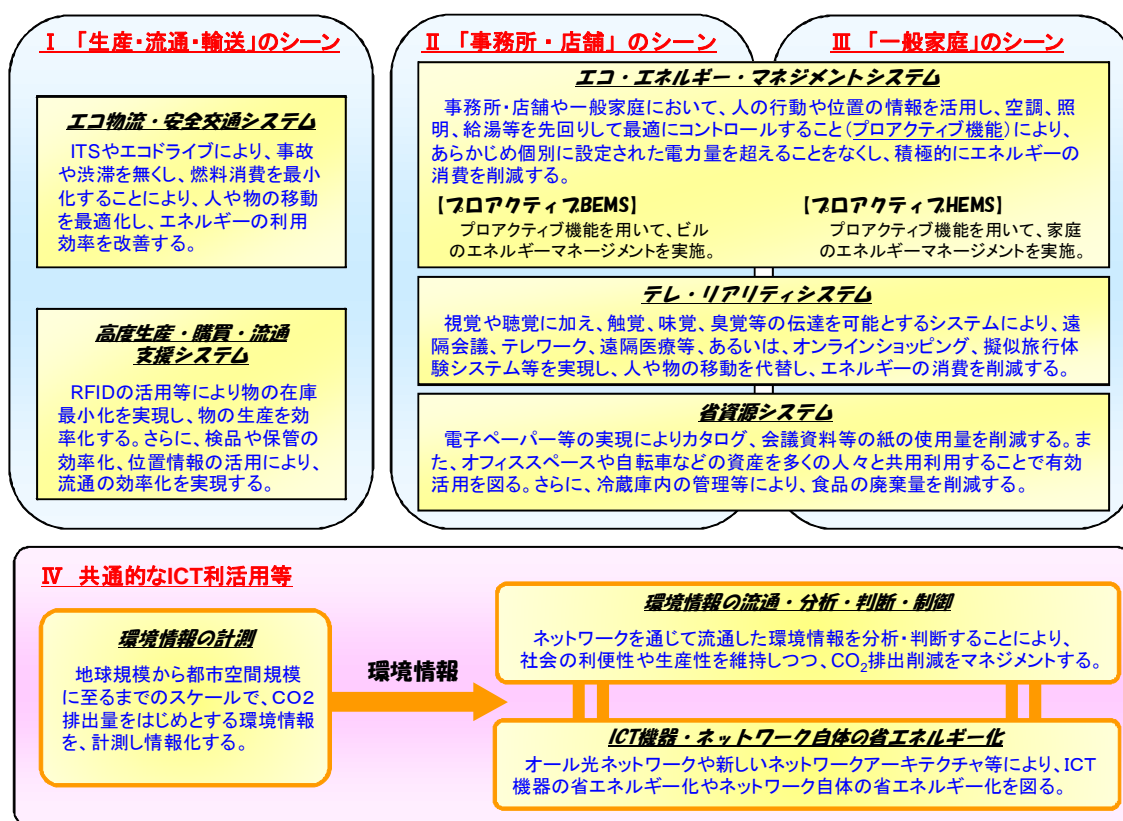


図4. 8 2030年の社会システムを実現するために求められるICTシステム

### 4. 4. 1 生産・流通・輸送シーン

2030年の生産・流通・輸送シーンを実現するために求められるICTシステムは、「エコ物流・安全交通システム」及び「高度生産・購買・流通支援システム」である。

#### (1) エコ物流・安全交通システム

本システムは、ITS (Intelligent Transport Systems) とエコドライブを一体化することにより、事故や渋滞を無くし、燃料消費を最小化することにより、人や物の移動を最適化し、エネルギーの利用効率を改善するものである。トラック等による物品の輸送において、交通渋滞情報や事故情報をリアルタイムにキャッチし、渋滞を避けることが必要となる。そのためには、信号等の交通インフラや他車両からの交通渋滞情報や各種道路交通データをリアルタイムに通信する「路車間・車車間通信機能」により、必要な情報をリアルタイムにトラッ

ク等に届けることが必要になる。また、燃費向上に大きな効果の期待される複数のトラックの隊列自動走行のためには、車両の走行データを車内でリアルタイムに処理する「車両状況認識機能」や、いかなる状況下でも環境・安全に配慮して個々又は群として最適に車両走行を制御する「エコドライブ機能」も必要となる。その際に求められる路車間・車車間の通信は安定かつ高品質なものでなくてはならないため、あらゆる通信方式を利用して、いかなる状況の車両等に対してもリアルタイムかつ高品質・高信頼な通信伝達を実現する「高品質高信頼通信機能」が求められる。また、トラック等の運転者や運転補助者に対して、リアルタイムな状況認知、適切な判断及び正確な操作を安全かつ分かり易く確実にを行うための高度な処理機能である「HMI (Human Machine Interface) 機能」も必要となる。さらに、輸送途上で時々刻々と変化する周囲の情報をすべて把握してエコドライブへ反映するためには、リアルタイムに他車両や各種交通インフラ等から情報を取得して分析を行い、自分の車両状況に最適な情報を高速、高精度かつセキュアに配信する「次世代VICS (Vehicle Information and Communication System) 機能」や、走行する車両の位置をセンチメートル単位でリアルタイムに計測し、分析、配信する「位置管理アルゴリズム／移動体管理／追跡機能」、映像を含む車両の大量の走行環境データを高度に蓄積処理する「高度ドライブレコーダー機能」、取得した動画をリアルタイムで分析して車両制御したり車両状況を遠隔から確認できる「リアルタイム動画像解析／リモートカメラ制御機能」も必要となる。一方、運転の疲れを癒す等のために、利用者の場所や目的、年齢、性別、趣味等に応じて高度なコンシェルジェ機能を提供する「嗜好型情報選択配信機能」や、決済システム等も有する「次世代ETC (Electronic Toll Collection System) 機能」も必要となる。

## (2) 高度生産・購買・流通支援システム

本システムは、高度化されたRFID (Radio Frequency Identification) を用いた個別商品管理により在庫を最小化するなどの最適生産を実現し、検品や保管業務の効率化を図るとともに、従来GPS (Global Positioning System) が届かなかったエリアも含めて位置情報を提供して流通の効率化を実現するものである。このシステムの実現には、生産された製品の流通や保管に際して、行き先や配達到着時間等の情報を踏まえた検品や保管を実施する等、位置情報等の活用により流通の効率化を図る「流通支援機能」や、サプライチェーンを構成する企業間の高度な情報共有化を実現して物の生産を最大限に効率化する「高度SCM (Supply Chain Management) 機能」、「リユース支援機能」が必要である。また、サプライチェーンを構成する企業間で消費関連情報を共有化するためには、消費者の商品購買情報の把握と共有化が重要である。その際、生産側と消費側が空間を超越し、外見のみならず、製品素材の触感や製品の香り等を含む五感を生かした仮想的な購買を実現する「超臨場感情報取得・提示機能」も必要である。

生産・流通・輸送シーンの実現に求められるICTシステム及びそれらを構成する機能を表4. 1に示す。

表 4. 1 生産・流通・輸送シーンの実現に求められる ICT システム  
及びそれらを構築する機能

(1) エコ物流・安全交通システム	
ITS とエコドライブを一体化することにより、アクシデントフリー（無事故）で、渋滞もなく、効率の高い隊列輸送等を実現	
①路車間・車車間通信機能	<p>信号等の交通インフラや他車両からの交通渋滞情報や各種道路交通データを車両等にリアルタイムに通信伝達する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電波資源開発技術</li> <li>・ITS(高度道路交通システム)技術</li> <li>・次世代移動通信システム技術</li> <li>・異種ネットワークシームレス接続技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ネットワーク網管理技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・災害対策・危機管理情報通信基盤</li> </ul>
②車両状況認識機能	<p>様々な状況の車両走行データを車内でリアルタイムに処理する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> </ul>
③エコドライブ機能（自動運転を含む機能）	<p>環境・安全に配慮して、いかなる状況下でも個々又は群として最適に車両走行を制御する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・エコドライブ技術</li> </ul>
④高品質高信頼通信機能	<p>高速移動中/停止中、都市/山間部等いかなる状況や場所の車両等に対して、リアルタイムかつ高品質・高信頼な通信伝達を実現するため、3G, 4G, WiMAX, WiFi 等のあらゆる通信方式を利用可能とする機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電波資源開発技術</li> <li>・ITS(高度道路交通システム)技術</li> <li>・次世代移動通信システム技術</li> <li>・異種ネットワークシームレス接続技術</li> </ul>
⑤HMI (Human Machine Interface) 機能	<p>車両等を運転/操作する運転者や同乗者に対して、リアルタイムな状況認知・適切な判断・正確な操作を、安全かつ分かりやすく、より確実に行うための高度な人間-機械系の処理機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> <li>・音声言語処理技術</li> </ul>
⑥物流最適化機能	<p>車両運行状況や乗客/荷データ(位置や数など)に基づき、最適な輸配送をリアルタイムに決定する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・ナレッジクラスタ技術</li> <li>・コンテンツ収集/利活用技術</li> <li>・情報信頼性分析技術</li> <li>・映像情報分析合成技術</li> </ul>



<p>⑦次世代 VICS (Vehicle Information and Communication System) 機能 (高速車両認識、リアルタイムプローブ情報処理技術を含む)</p>	<p>時々刻々と変化する交通情報をリアルタイムに車両や各種交通インフラ等から取得し、分析を行い、受信車両の状況にマッチした的確な情報を高速・高精度かつセキュアに配信する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ITS(高度道路交通システム) 技術</li> <li>・ 次世代移動通信システム技術</li> <li>・ 異種ネットワークシームレス接続技術</li> <li>・ ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ ユビキタス端末技術</li> <li>・ ネットワーク構築技術</li> <li>・ ネットワーク網管理技術</li> <li>・ 悪意ある通信の遮断技術</li> <li>・ 認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・ 災害対策・危機管理情報通信基盤</li> <li>・ ナレッジクラスタ形成技術</li> <li>・ 情報信頼性分析技術</li> <li>・ 映像情報分析合成技術</li> </ul>
<p>⑧ 次 世 代 ETC (Electronic Toll Collection System) 機能</p>	<p>車両運行管理や決済システムを有する ETC 機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次世代移動通信システム技術</li> <li>・ ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・ ユビキタス端末技術</li> <li>・ 悪意ある通信の遮断技術</li> </ul>
<p>⑨位置管理アルゴリズム／移動体管理／追跡機能</p>	<p>走行する車両の位置をより高精度 (cm 単位)、リアルタイムに計測、分析、配信する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ITS(高度道路交通システム) 技術</li> <li>・ ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ 計測・センサ・宇宙システム技術</li> </ul>
<p>⑩嗜好型情報選択配信機能</p>	<p>交通システムや車両等の利用者の要求情報 (場所や目的等) に対して、その利用者の属性 (年齢、性別、趣味等) により、高度な情報処理、配信を行うコンシェルジェ機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ネットワークロボット技術</li> <li>・ ナレッジクラスタ形成技術</li> <li>・ コンテンツ収集/利活用技術</li> <li>・ コミュニケーションエンハンスメント技術</li> </ul>
<p>⑪高度ドライブレコーダ機能</p>	<p>車両の大量の走行環境データ (映像を含む) を高度に蓄積処理する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高度ドライブレコーダ技術</li> </ul>
<p>⑫リアルタイム動画像解析／リモートカメラ制御機能</p>	<p>車両制御をリアルタイムに補完する動画処理/分析機能。また、リモートでカメラを制御し、車両状況を遠隔で確認できる機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計測・センサ・宇宙システム技術</li> <li>・ ホームネットワーク技術</li> <li>・ 超高精細映像技術</li> </ul>

(2) 高度生産・購買・流通支援システム	
高度化された RFID による個別商品管理による最適生産（在庫最小化）の実現、検品・保管業務の効率化に加え、従来 GPS が届かなかったエリアも含めた位置情報確認による流通の効率化を実現	
①流通支援機能	生産された製品の流通・保管に際し、行き先や配達到着時間等の情報を踏まえ、検品・保管の効率化、位置情報活用等による最適効率輸送のシミュレーションを行い極限まで流通の効率化を図る機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・新世代ネットワークアーキテクチャ</li> <li>・情報合成技術</li> </ul>
②超臨場感情情報取得・提示機能	超高精細映像、立体映像・音響に加え、五感情報を伝達する機能であり、以下の技術要素により構成（事務所・店舗シーン及び一般家庭シーンと同じ機能）。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・超高精細映像技術</li> <li>・立体映像技術</li> <li>・立体音響技術</li> <li>・五感情報伝達技術</li> <li>・感性情報認知・伝達技術</li> </ul>
③高度 SCM (Supply Chain Management) 機能	物品の管理・在庫最小化・サプライチェーンを構成する企業間の高度な情報共有化を実現し物の生産を最大限に効率化する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスアライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> </ul>
④リユース支援機能	生産された製品の流通・保管に際し、行き先や配達到着時間等の情報を踏まえ、検品・保管の効率化、位置情報活用等による最適効率輸送のシミュレーションを行い極限まで流通の効率化を図る機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・新世代ネットワークアーキテクチャ</li> <li>・情報合成技術</li> </ul>

#### 4. 4. 2 事務所・店舗シーン及び一般家庭シーン

2030年の事務所・店舗シーン及び一般家庭シーンを実現するために求められるICTシステムは、両システムともに「エコ・エネルギー・マネジメントシステム」、「テレ・リアリティシステム」及び「省資源システム」である。

##### (1) エコ・エネルギー・マネジメントシステム

本システムは、人の行動や位置の情報を活用し、空調、照明、給湯等で使用される電力量のコントロールを最適にマネジメントすることにより、消費される電力を削減するものである。

現在、特に一般家庭においては、環境負荷の提示や省エネ意識の喚起がなされていないため、消費される電力量は増加の一途をたどっており、このまま放置しておくことは世界的な問題に発展しかねない。一方で、現在主に実施している省エネの方法では、こまめに照明を消すことを強いられて生活の利便性が損なわれるものであったり、あるいは、人の不在を検知して自動的に照明を消灯するといった結果的に電力量の削減がなされる（あるいは、なされるであろう）という消極的なアプローチにとどまっている。積極的に電力削減を実施するには、トータルの電力消費量が設定されていることが重要である。

本システムで提案するエネルギーマネジメントにおいては、トータルの電力消費量があらかじめ設定されている。その結果、電力消費量の削減が必ず保証される。設定されているトータルの電力消費量を超えないように、電力量のコントロールを最適にマネジメントする。消費電力が供給量より多くなった場合、ビル内に設置した小型蓄電装置、あるいは、家庭においては、所有する電気自動車（又はハイブリッド車）のバッテリーから自動的に供給される。これらの蓄電装置への充電は、消費電力が供給量に満たない時に自動的に行われる。また、本システムでは、人の位置や行動、心理状態や健康状態等感知・予測したり、環境にかかる負荷を具体的に提示して省エネ意識を喚起させる等を行う。ここでは、これらの機能を「プロアクティブ機能」と呼ぶこととする。以下、事務所・店舗及び一般家庭におけるプロアクティブなエネルギーマネジメントシステムを提案する。

事務所・店舗では、人の行動や位置情報を感知するセンサ技術の高度化や、感知したセンサ情報に基づく機器等の高度な制御、各種情報を柔軟にやり取りできるネットワークにより局所的な空調・多量多種情報の共有等を行うなど、極めて高度なマネジメントを行う「プロアクティブBEMS」の実現が求められる。そのためには、ビル内の様々な機器やセンサ等が極めて省電力かつ高度に大量のデータを通信する「省電力・高度通信機能」や、ビル内の人の位置や行動、心理状態や健康状態等感知・予測する「人間状態把握・予測機能」、環境にかかる負荷を具体的かつ分かりやすく提示することにより、職員等に省エネ意識を喚起させる「環境負荷・省エネ意識喚起機能」、行政区域等の広域エリア毎の電力制御を最適化する「広域制御通信機能」が必要である。

一方、一般家庭では、人の行動や心理などの各種情報を感知・予測する技術の高度化や、各種情報を柔軟にやり取りできるネットワークの高度化、集約された情報に基づく柔軟な制御を実現する家電等によって局所的な空調・省エネ意識の喚起等を行うなど、極めて高度な

マネジメントを行う「プロアクティブHEMS」の実現が求められる。さらに、家庭向けの電力のパワーコントロールの実現も求められる。そのためには、家庭内の様々な機器やセンサ等が極めて省電力かつ高度に大量のデータを通信する「省電力・高度通信機能」や、家庭内の人の位置や行動、心理状態や健康状態等を感知・予測する「人間状態把握・予測機能」、環境にかかる負荷を具体的かつ分かりやすく提示ことにより、生活者に省エネ意識を喚起させる「環境負荷・省エネ意識喚起機能」、生活者に関する各種情報やエネルギー消費状況をセンサネットワークにより検知する「家庭内状況センシング機能」、各生活者が示した快適・不快等の記録や利用状況ログなど、個人に関係する情報を管理する「パーソナル情報管理機能」、家庭内のエネルギー需給の効率化のためにネットワークを用いて機器を制御する「機器制御機能」、地域内のエネルギー需給の効率のためにネットワークを用いて機器を制御する「広域制御通信機能」が必要である。

### (2) テレ・リアリティシステム

本システムは、超高精細映像や立体映像・音響の伝送、さらには触覚、味覚、臭覚等の伝送により、遠隔会議やテレワーク、遠隔医療、オンラインショッピング、疑似旅行が実現し、人や物の移動が減ってエネルギーの消費を削減するものである。本システムの実現のためには、超高精細映像や立体映像・音響に加え、五感情報を伝達できる「超臨場感情報取得・提示機能」、超臨場感情報を高品質で伝送する「大容量情報伝達・共有機能」、伝送するコンテンツのリアリティや信頼性を高める「高度コンテンツ分析機能」、世界中のあらゆるコンテンツを快適に利用するために言語の障壁を取り除き、個人の多様な要求を理解する「高度言語処理機能」、安全・容易かつ柔軟な高度インタフェースを提供する「高度マンマシン・インタフェース機能」、個人情報やコンテンツの著作権等を守り、間違いのない商取引を支援する「ユビキタス個人認証・課金機能」が必要である。

### (3) 省資源システム

本システムは、現在の紙を代替する電子ペーパー等の実現によりカタログ、会議資料等の紙の使用量を削減し、電子出版の促進により雑誌、新聞等の紙の製造、印刷、輸送、廃棄を軽減するものである。オフィススペースやパソコン、自家用車や自転車など資産を多くの人々と共用することで資源の有効活用を促進したり、冷蔵庫内の食品を自動的に細かく管理して食品の廃棄量を削減するものである。

事務所・店舗においては、文書や会議資料等のコンテンツをネットワークを通じて電子ペーパーに配信する技術や、サーバーに蓄積された文書等を必要に応じて関係者間で共有し、場所に依存しないオフィス環境が実現する技術が求められる。そのためには、コンテンツの情報量や取得形態に応じて、的確・最適・確実に情報を伝送する「コンテンツ流通機能」や、発信元から発信先到着までコンテンツを確実に守る「コンテンツ等保護・管理機能」、いつでもどこでも情報をやり取りできる「コンテンツ取得機能」が必要である。

一方、一般家庭においては、新聞・雑誌等を定期的（毎朝・毎週等）に電子ペーパーに配信する技術や、食品等の賞味期限情報等を自動的に管理する技術が求められる。そのために



は、新聞・雑誌等の情報を電子的に配信する「個人適応同報配信機能」や、いつでもどこからでもどんな端末からでも必要な情報を取得できる「ユニバーサル情報アクセス機能」、いつでもどこからでもどんな端末からでも必要なコンピュータリソースを利用できる「ユーティリティコンピューティング機能」、食品や生活製品の情報を管理して無駄な廃棄を削減する「食品・生活製品情報管理機能」、自動車や自転車等、社会的なリソースを共有できる「リソースシェアリング機能」が必要である。

事務所・店舗シーンに求められるICTシステム及びそれらを構成する機能を表4.2に、また一般家庭シーンに求められるICTシステム及びそれらを構成する機能を表4.3に示す。

表4.2 事務所・店舗シーンにおけるICTシステム  
及びそれらを構築する機能

(1) エコ・エネルギー・マネジメントシステム（プロアクティブBEMS） 人の行動や位置情報を感知するセンサ技術の高度化、感知したセンサ情報に基づく機器等の高度な制御、各種情報を柔軟にやり取りできるネットワークの高度化等により、局所的な空調・多量多種情報の共有など、最適にコントロールするBEMSを実現	
①省電力・高度通信機能	建物内の高度な省エネを行うために、様々な大量のデータを確実、高速にかつ省電力で通信する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・異種ネットワークシームレス接続技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・可視光通信技術</li> <li>・省電力近距離無線通信高度化技術</li> <li>・直流電源融合高速通信技術</li> </ul>
②人間状態把握・予測機能	建物内の人々の行動や心理状態を感知・予測する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・脳情報通信技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・悪意ある通信の遮断技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・情報信頼性分析技術</li> <li>・映像情報分析合成技術</li> </ul>
③環境負荷・省エネ意識喚起機能	環境にかかる負荷を示すことにより人々に省エネ意識を喚起させる機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> <li>・情報信頼性分析技術</li> <li>・映像情報分析合成技術</li> <li>・音声言語処理技術</li> </ul>
④広域制御通信機能	単一の建物単位ではなく、行政区毎等の広域エリア内での電力制御を最適化するための機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・新世代ネットワークアーキテクチャ</li> <li>・最先端のフォトニックノード</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・次世代 IP ネットワーク技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ネットワーク網管理技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・暗号基盤技術</li> <li>・地域内電力制御技術</li> </ul>
--	--

<p>(2) テレ・リアリティシステム（事務所・店舗向け）</p> <p>超高精細映像技術、立体映像・音響技術、触覚・味覚・嗅覚を含んだ五感情報伝達技術等の進展により、超臨場感システムが実用化され、オンラインショッピング、擬似体感システム、テレワーク・ネット会議システム、遠隔医療、eラーニングなどの高度コミュニケーションシステムが普及し、人や物の移動の軽減を実現</p>	
①超臨場感情報取得・提示機能	<p>超高精細映像、立体映像・音響に加え、五感情報を伝達する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・超高精細映像技術</li> <li>・立体映像技術</li> <li>・立体音響技術</li> <li>・五感情報伝達技術</li> <li>・感性情報認知・伝達技術</li> </ul>
②大容量情報伝達・共有機能	<p>超臨場感情報を高品質で伝送する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最先端のフォトニックノード</li> <li>・次世代 IP ネットワーク技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> </ul>
③高度コンテンツ分析機能	<p>伝達するコンテンツのリアリティや信頼性を高める機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンテンツ収集／利活用技術</li> <li>・情報信頼性分析技術</li> <li>・映像情報分析合成技術</li> </ul>
④高度言語処理機能	<p>世界中のコンテンツを利用するために言語の障壁を取り除き、個人の多様な要求を理解する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・テキスト言語処理技術</li> <li>・音声言語処理技術</li> <li>・コミュニケーションエンハンスメント技術</li> </ul>
⑤高度マンマシン・インタフェース機能	<p>人とシステムの間で安全・容易かつ柔軟な高度インタフェースを提供する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> </ul>
⑥ユビキタス個人認証・課金機能	<p>個人情報やコンテンツの著作権等を守り、間違いのない商取引を支援する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・デジタルコンテンツの著作権管理（DRM）基盤技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・悪意ある通信の遮断技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・暗号基盤技術</li> <li>・高度情報流通管理技術</li> </ul>

<p>(3) 省資源システム（事務所・店舗向け）</p> <p>現在の紙を代替する電子ペーパー等の実現により、業務で用いる紙の大部分は電子ペーパーに置き換わる。業務上の作業等で用いる文書や会議資料等のコンテンツはネットワークを通じて電子ペーパーに配信され、またサーバーに蓄積された文書等を必要に応じて関係者間で共有することでパペシブなオフィス環境が実現し、事務所・店舗の紙は不要となり CO2 排出削減に大きく貢献</p>	
①コンテンツ流通機能	<p>国内外問わず、また、コンテンツの情報量に左右されず、更には、PC、テレビ、携帯情報端末等の取得形態に応じて、的確・最適・確実に情報を伝送する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・次世代 IP ネットワーク技術</li> <li>・次世代移動通信システム技術</li> <li>・異種ネットワークシームレス接続技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ネットワーク網管理技術</li> </ul>
②コンテンツ等保護・管理機能	<p>発信元から発信先到着まで、他の人やシステムからの改竄や視聴等からコンテンツを確実に守るための機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスコンプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・デジタルコンテンツの著作権管理（DRM）基盤技術</li> <li>・悪意ある通信の遮断技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・暗号基盤技術</li> <li>・コンテンツ管理基盤技術</li> <li>・高度情報流通管理技術</li> </ul>
③コンテンツ取得機能	<p>いつでも、どこでも、情報をやり取りできる機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタス端末技術</li> </ul>

表 4. 3 一般家庭シーンにおける ICT システム  
及びそれらを構築する機能

(1) エコ・エネルギー・マネジメントシステム (プロアクティブ HEMS)	
<p>行動や心理など人に関する各種情報を感知・予測するセンサ技術・予測技術の高度化、各種情報を柔軟にやり取りできるネットワークの高度化、集約された情報に基づく柔軟な制御を実現する家電等により、局所的な空調・省エネ意識の喚起など、最適にコントロールする HEMS を実現。あわせて、家庭向けの電力のパワーコントロールを実現</p>	
①省電力・高度通信機能	<p>家庭内の様々な機器やセンサ等を接続し、極めて省電力かつ高度に大量のデータを通信する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・異種ネットワークシームレス接続技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> <li>・可視光通信技術</li> <li>・省電力近距離無線通信高度化技術</li> <li>・直流電源融合高速通信技術</li> </ul>
②人間状態把握・予測機能	<p>人の位置・行動や心理・健康状態等を感知・予測する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・脳情報通信技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・悪意ある通信の遮断技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・情報信頼性分析技術</li> <li>・映像情報分析合成技術</li> </ul>
③環境負荷・省エネ意識喚起機能	<p>環境にかかる負荷や必要な省エネ行動等を示すことにより人に省エネ意識を喚起させる機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> <li>・情報信頼性分析技術</li> <li>・映像情報分析合成技術</li> <li>・音声言語処理技術</li> </ul>
④家庭内状況センシング機能	<p>家庭における人に関する各種情報やエネルギー消費状況をセンサネットワークにより検知する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> <li>・パワーセンシング・分析技術</li> </ul>
⑤パーソナル情報管理機能	<p>快適性や過去の利用ログなどの個人に関する情報を管理する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・悪意ある通信の遮断技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> </ul>



⑥機器制御機能	<p>家庭内のエネルギー需給の効率化を行うためにネットワークを用いて機器を制御する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> <li>・パワーセンシング・分析技術</li> </ul>
⑦広域制御通信機能	<p>地域内のエネルギー需給の効率化を行うためにネットワークを用いて機器を制御する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新世代ネットワークアーキテクチャ</li> <li>・次世代 IP ネットワーク技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ネットワーク構築技術</li> <li>・ネットワーク網管理技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・暗号基盤技術</li> <li>・地域内電力制御技術</li> </ul>

<p>(2) テレ・リアリティシステム (一般家庭向け)</p> <p>超高精細映像技術、立体映像・音響技術、触覚・味覚・嗅覚を含んだ五感情報伝達技術等の進展により、超臨場感システムが実用化され、オンラインショッピング、擬似体感システム、遠隔医療、eラーニングなどの高度コミュニケーションシステムが普及し、人や物の移動の軽減を実現</p>	
①超臨場感情報取得・提示機能	<p>超高精細映像、立体映像・音響に加え、五感情報を伝達する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・超高精細映像技術</li> <li>・立体映像技術</li> <li>・立体音響技術</li> <li>・五感情報伝達技術</li> <li>・感性情報認知・伝達技術</li> </ul>
②大容量情報伝達・共有機能	<p>超臨場感情報を高品質で伝送する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最先端のフォトリックノード</li> <li>・次世代 IP ネットワーク技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> </ul>
③高度コンテンツ分析機能	<p>伝達するコンテンツのリアリティや信頼性を高める機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンテンツ収集/利活用技術</li> <li>・情報信頼性分析技術</li> <li>・映像情報分析合成技術</li> </ul>
④高度言語処理機能	<p>世界中のコンテンツを利用するために言語の障壁を取り除き、個人の多様な要求を理解する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・テキスト言語処理技術</li> <li>・音声言語処理技術</li> <li>・コミュニケーションエンハンスメント技術</li> </ul>
⑤高度マンマシン・インタフェース機能	<p>人とシステムの間で安全・容易かつ柔軟な高度インタフェースを提供する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ネットワークロボット技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> </ul>

⑥ユビキタス個人認証・課金機能	<p>個人情報やコンテンツの著作権等を守り、間違いのない商取引を支援する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・デジタルコンテンツの著作権管理（DRM）基盤技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・悪意ある通信の遮断技術</li> <li>・認証成りすまし等の防止技術</li> <li>・暗号基盤技術</li> <li>・高度情報流通管理技術</li> </ul>
-----------------	---

<p>(3) 省資源化システム（一般家庭向け）</p> <p>現在の紙を代替する電子ペーパー等の実現により、新聞・雑誌等は定期的（毎朝・毎週等）に電子ペーパーに配信され、生活者は従来と同様に新聞・雑誌等に目を通す。また、食品等の賞味期限情報等も管理され、廃棄量は劇的に低減される。新聞・雑誌等のコンテンツが電子ペーパーに配信されるようになることで、新聞・雑誌等の配達は不要となり CO2 排出削減に大きく貢献</p>	
①食品・生活製品情報管理機能	<p>食品や生活製品の情報を管理し、無駄な廃棄を削減する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・異種ネットワークシームレス接続技術</li> <li>・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> </ul>
②個人適応同報配信機能	<p>新聞・雑誌等の情報を電子的に配信する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> </ul>
③ユニバーサル情報アクセス機能	<p>いつでも、どこからでも、どんな端末からでも、必要な情報を取得する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・異種ネットワークシームレス接続技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> </ul>
④ユーティリティコンピューティング機能	<p>いつでも、どこからでも、どんな端末からでも、必要なコンピュータリソースを利用する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・異種ネットワークシームレス接続技術</li> <li>・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> </ul>
⑤リソースシェアリング機能	<p>社会的な共有リソースとして自動車等を共有する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術</li> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・ホームネットワーク技術</li> </ul>

#### 4. 4. 3 共通的なICT利活用等

2030年におけるCO<sub>2</sub>排出削減が実現された社会を支えるために要求されるICTは、「ICT機器・ネットワーク自体の省エネルギー化」、「環境情報の流通・分析・判断・制御」、「環境情報の計測」である。

##### (1) ICT機器・ネットワーク自体の省エネルギー化

現状の光ネットワークにおけるルータでは、光信号を一旦電気信号に変換し、宛先を検索し経路を切り替え再び光信号に変換して送り出す方式が用いられている。しかし、電気信号を高速に処理することに伴う消費電力が著しく、今後さらに増大するトラフィックにより、地球温暖化問題への影響が懸念される。このためには、「低消費電力・超高速オール光ネットワーク」、「新機能ICTネットワーク」、「省電力通信機能」及び「コンピューティングリソース最適化機能」の実現が求められる。

「低消費電力・超高速オール光ネットワーク」は、大容量・高効率光伝送・交換技術、高効率ネットワークアーキテクチャ技術によってネットワーク自身の高速化、低消費電力化を目指すものである。大容量・高効率光伝送・交換技術ではオール光ネットワークノード技術を導入することにより、無駄な光-電気変換及び電気-光変換を減らすことで、トラフィック増大に伴う処理遅延時間の圧縮を図ると共に消費電力の増大を抑制することが期待できる。またノード間を結ぶ光伝送においても光パルスにより多くの情報信号を効率的に伝送することが可能な多値光伝送技術を導入することで、新たな光ファイバ線路の敷設をせずに既存の光伝送路を有効に活用することが可能となり、電力、資源の節約が期待できる。さらに現状の無駄が多いインターネットの仕組みを抜本的に変える新世代の高効率ネットワークアーキテクチャ技術では、冗長なレイヤ構成を単純化することでネットワークノード内の無駄な処理の低減が可能となり電力効率の改善が期待できる。この低消費電力・超高速オール光ネットワークにより、2030年代に到来が予想されるペタビット級の光ネットワークにおいて、既存の技術のみで対処した場合に比べて電力消費量の増大を抑圧することが期待できる。

「新機能ICTネットワーク」は、量子技術、ナノ技術、分子技術による新しいICTパラダイムを創出し、未来の低消費電力で超大容量の通信を実現するためのブレークスルーを達成するための技術である。

「省電力通信機能」は、個々のデバイス、ハードウェアが利用するエネルギー消費を削減し、なおかつエネルギー生成機能を多様化することでネットワークの省エネ化・自給化を図るシステムで、これを実現することで、低消費電力の可視光通信や通信機器・利用者端末や、多様化した自然エネルギー活用も進め、交流電源や充電の必要がなくなり、人が生活する環境では、電源の心配なしにいつでもどこでも情報通信が使える社会を実現する。

「コンピューティングリソース最適化機能」は、ネットワークによりICT機器が結合された環境下で、サーバー・利用者端末によらずシステム全体としてのリソースの最適化が動的に行われることで、環境負荷軽減を実現するもので、利用環境の高度化・平易化も同時に進むことにより、利用者のアクセシビリティ・セキュリティも向上する。

## (2) 環境情報の流通・分析・判断・制御

社会活動を脱温暖化型に制御するためには、時間・空間スケールに応じたモニタリングデータをマネジメントのための情報ネットワーク上に流通させ、最適解を得るための分析・判断を行い、それらを制御に活用するためのICTが必要である。このためには、「意味情報ネットワーク機能」、「エネルギー予測制御機能」及び「電力・通信統合ネットワーク機能」の実現が求められる。

「意味情報ネットワーク機能」は、多様なスケール・粒度・機能・目的を持つ生産・流通・輸送・事務所・店舗・一般家庭などのあらゆるシステム群、更には人同士もがネットワークで相互に接続された環境下で、省エネ・省資源を実現するための様々な情報が、機械も人も相互にその意味を理解可能な形で横断的に流通させることにより、多様かつ総合的な観点に基づく評価・意思決定・資源配分を個人や人間社会もシステムに関わりつつ実現する情報ネットワークシステムである。これにより、多分野にわたる多様な情報と観点に基づく分析と人間も含めたその相互理解に基づく判断が必要とされるCO<sub>2</sub>排出削減問題について、その課題と改善による効果を明らかにし、対策や制御を行うことができる。

「エネルギー予測制御機能」は、再生可能エネルギーを最大限に活用するためのエネルギーマネジメント機能で、太陽光や風力などのような再生可能エネルギー利用と従来型の火力や原子力のようなエネルギー利用をうまくマネジメントすることで、社会の電力利用に伴うCO<sub>2</sub>排出を抑制するための技術である。再生可能エネルギーは、間欠性(天候依存、昼夜依存)、希薄性(エネルギー密度が低い)など安定に電力を供給するためには多くの問題を抱えている。再生エネルギーの比率を高め、さらなる低CO<sub>2</sub>排出削減を図るためには、その設置規模(台数)の増加が必要であるとともに、従来エネルギーとのベストミックスを実現しなければならない。このため、再生可能エネルギーによる発電サイトにおける発電ポテンシャルを、大規模、精密かつリアルタイムに把握し、需要家及び従来発電サイトへフィードバックすることが必要不可欠となる。このため、2次元的に大きな広がりを持つ再生可能エネルギーによる個々の発電サイト近傍の気象データ等をリアルタイムで収集し、数時間～数日先の発電ポテンシャルを予測し、需要家及び従来型発電サイトにフィードバックする計測・通信・制御システム系を構築するために環境センシング技術との連携が必要である。また、発電した電力を損失なく機器に届けるための高効率な給電システム技術の開発の必要性も高い。さらに、エネルギー伝送効率の高い直流により電力を供給するとともに、直流の電力線を用いて通信する「電力・通信統合ネットワーク機能」も必要である。

## (3) 環境情報の計測

IPCCの第4次報告でも指摘されているように、地球温暖化の主要因が人為的排出によるCO<sub>2</sub>の温室効果であることが間違いない事実として認識されている。また、大気汚染による微粒子分布の多様化により地球規模の雲の場や性質が変調されていることも指摘されており、IPCCの報告の中でも最も温暖化への効果の見積もりが困難な要素として残されている微粒子・雲の大気粒子系による温室効果の評価技術の確立が重要視されている。環境情報の計

測では、「地球環境センシング機能」及び「環境センサネットワーク機能」の実現が求められる。

「地球環境センシング機能」は、CO<sub>2</sub>や雲・微粒子等を地球規模から都市規模までの様々なスケールで精密に計測するための技術である。これらにより、温室効果要因を実測し、温暖化の正確な評価を行うことが可能になる。また、これらの技術がもたらす評価結果を社会のマネジメントに的確にフィードバックさせることができれば、社会をより確実に脱温暖化型に設計することが可能になる。そのためには前述の環境情報の流通・分析・判断・制御システムとの連携が必要である。

「環境センサネットワーク機能」はエネルギー予測制御に利用するための気象データや、社会の各階層の様々なシーンで流通するエネルギーの流れ等、より高度な温暖化抑制型社会のマネジメントを実現するためのデータを収集する技術である。これらはユビキタスセンサネットワーク技術を基盤とするもので、ユビキタスプラットフォーム統合化技術やパワーセンシング・分析技術等によって構成される。これらによる情報は、前述の意味情報ネットワーク上で、環境センシングによる情報や社会の諸要素の情報等と統合的に利用されることで、マネジメント最適化への効果を発揮する。また、これらを構成するユビキタスネットワーク技術は、前述の低消費電力・超高速オール光ネットワークや省電力通信機能、コンピューティングリソース最適化機能等の基盤の上に成り立つものである。

共通的なICT利活用等に求められるICTシステム及びそれらを構成する機能を表4.4に示す。

なお、すべてのICTシステムにおける各機能の実現には、リアルタイム性を有する組み込みソフトウェアを中心とした高度なソフトウェアが必須であり、これらソフトウェア技術の開発も重要である。

表4.4 共通的なICT利活用等における機能

(1) ICT 機器・ネットワーク自体の省エネルギー化	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 低消費電力・超高速オール光ネットワークシステムの導入によりネットワーク自体の省エネルギー化を図る技術。</li> <li>○ 量子技術、ナノ技術、分子情報通信技術による高機能・低消費電力ネットワーク素子の実現を図る技術。</li> </ul>	
①低消費電力・超高速オール光ネットワーク	<p>現状のネットワークアーキテクチャの無駄を省く新世代ネットワークアーキテクチャ、及びノード内の処理速度を高速化、処理に伴う電力効率、ノード間の情報転送効率を改善する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新世代ネットワークアーキテクチャ</li> <li>・最先端のフォトニックノード</li> </ul>
②新機能ICTネットワーク	<p>量子技術、ナノ技術、分子技術を用いた超大容量通信を実現するための機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光・量子情報通信技術</li> <li>・ナノ・分子・バイオICTネットワーク技術</li> </ul>

③省電力通信機能	ネットワークノードの電力を動作環境から得られるエネルギーで自給化する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・省電力近距離無線通信高度化技術</li> <li>・電波資源開発技術</li> <li>・可視光通信技術</li> </ul>
④コンピューティングリソース最適化機能	サーバとクライアントの機能分担を動的に調節し情報システムの全体としての電力消費を最適化する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーセンシング・分析技術</li> </ul>

<p>(2) 環境情報の流通・分析・判断・制御</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 省エネ・省資源を実現するための様々な情報が、機械も人も相互にその意味を理解可能な形で横断的に流通することにより、多様かつ総合的な観点に基づく評価・意思決定・資源配分が実現される情報ネットワークを実現。</li> <li>○ センサネットワークによる環境情報をリアルタイムに活用したきめ細かな給電制御を実現するための総合的なICTを開発。</li> <li>○ 電力線に情報を重畳するICTを開発し、インフラレベルにおける情報通信とエネルギーの融合を図る。</li> </ul>	
①意味情報ネットワーク機能	多様な情報システムや人の間で流通する情報の相互理解を可能とし、CO2削減のための分析・制御を横断的に実現する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報信頼性分析技術</li> <li>・映像情報分析合成技術</li> <li>・ナレッジクラスタ形成技術</li> <li>・コンテンツ収集/利活用技術</li> </ul>
②エネルギー予測制御機能	再生可能エネルギーを最大限に活用するためのエネルギーマネジメント機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーセンシング・分析技術</li> </ul>
③電力・通信統合ネットワーク機能	エネルギー伝送効率の高い直流により電力を供給するとともに、電力関連制御情報を通信する機能であり、以下の要素技術により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーセンシング・分析技術</li> <li>・直流電源融合高速通信技術</li> </ul>

<p>(3) 環境情報の計測</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CO2、雲、大気化学成分等、温室効果のキーパラメータのグローバル空間分布を精密にセンシング（モニタリング）する技術、及びそれらのデータを地球規模から都市空間規模までの様々なシーンにおける温暖化制御に利用するためのデータシステムを構築する技術。</li> </ul>	
①地球環境センシング機能	地球全体から都市規模までの大気中温暖化物質の量を空間的に精密計測し解析する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・計測・センサ・宇宙システム技術</li> </ul>
②環境センサネットワーク機能	大気やエネルギー利用等の環境情報をユビキタスセンサネットワークによって計測し解析する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユビキタスプラットフォーム統合化技術</li> <li>・ユビキタス端末技術</li> <li>・パワーセンシング・分析技術</li> </ul>



## 4. 5 研究開発の方向性

(実世界とネットワーク世界)

本節では、前節のICTシステムの実現に向けての、今後の研究開発の方向性を検討する。ICTの進展により情報化が進展し、人々が物理的な活動を行う実世界と、実世界における各種活動が情報化されたネットワーク世界の2つの世界が生まれている。この2つの世界は相互に影響を与え合いながら相互に進化を遂げていく関係にある。実世界とネットワーク世界が相互進化を遂げた社会は、ICTの利活用による環境への配慮が行き届き、快適で人にも地球にも優しい社会であると考えたい。ここで検討するICTの研究開発の方向性は、正に、そのような地球にも人にも優しい社会を実現するためのものである。

(「金の流れ」の情報化)

4. 1節に記載したとおり、これまでのICTの研究開発は、国際競争力の強化・知的活力の発現等を主たる目的として進められてきた。ところが、ICTの利活用は生産や物流、消費等の経済活動の効率を飛躍的に進展させてきたが、経済成長と利便性の向上に寄与するだけでなく、結果として環境負荷の低減にも貢献してきた。例えば、実世界における貨幣・証券が情報化されることにより電子経済が発展してきた。紙をベースにした貨幣取引や証券取引は情報通信ネットワーク上の電子取引で代替されるようになり、電子マネーも広く利用されるようになってきている。これらは「金(かね)の流れ」を情報化し、情報の流れで代替したものである。これらにより紙資源の消費量は低減され、紙をベースとする貨幣や証券の取引にかかわる人的負荷等も大幅に軽減されてきた。これらはCO<sub>2</sub>排出量の削減にも大きく貢献している。

(「人の流れ」「物の流れ」の情報化)

電子経済に象徴される「金の流れ」の情報化だけでなく、現在では、ITSの進展やテレワーク・TV会議システムの発達等により「人の流れ」や「物の流れ」の情報化も進展している。テレワークにより通勤のための移動が不要となり、TV会議により出張の必要を無くすることができる。音楽や文字も情報化され情報通信ネットワークで情報が配信されるようになり、コンパクトディスクや書籍の移動は不要となる。また、情報通信ネットワークを活用し「物の流れ」を管理することにより、過剰生産や過剰在庫を削減することも可能となる。道路交通情報システム(VICS)により、渋滞を減らすことができる。このように、人や物の移動を情報の移動で代替することにより、人や物の移動、物の生産や保管に必要なエネルギー等を削減し、CO<sub>2</sub>の排出量を削減することができる。

(ICT機器によるエネルギーの消費)

一方、「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」を情報化し情報の流れに置き換えていくことは、それを支える情報通信ネットワークや情報通信システムによる電力消費の増大をもたらしている。しかしながら、この地球温暖化に対するマイナスの影響以上に、「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」を情報の流れに置き換えることによるプラスの効果は大きく、全体と

してICTの発展は、地球温暖化の防止に貢献しているといえる。

(「エネルギーの流れ」の情報化)

これまで、「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」の情報化を進め、エネルギー消費量の削減が図られてきているが、今後、さらなるエネルギー消費量の削減のためは、「エネルギーの流れ」そのものを情報化することが考えられる。

前節で示された「エコ・エネルギー・マネジメントシステム」では、事務所・店舗や一般家庭における空調や照明、給湯等の電気機器の消費電力のモニタリングを行うことにより電力の流れの情報化を行っている。この電力の流れの情報と、人の位置や行動等の情報とを併せて活用することにより、電気機器を最適に制御し消費電力の低減を図ろうとするものである。この電力の流れの情報化は、事務所・店舗や一般家庭といった需要側の電力の制御にとどまらず、需要側の情報を電力発電施設等の供給側において活用することにより、電力系全体の総合的な管理を行える可能性を持っている。

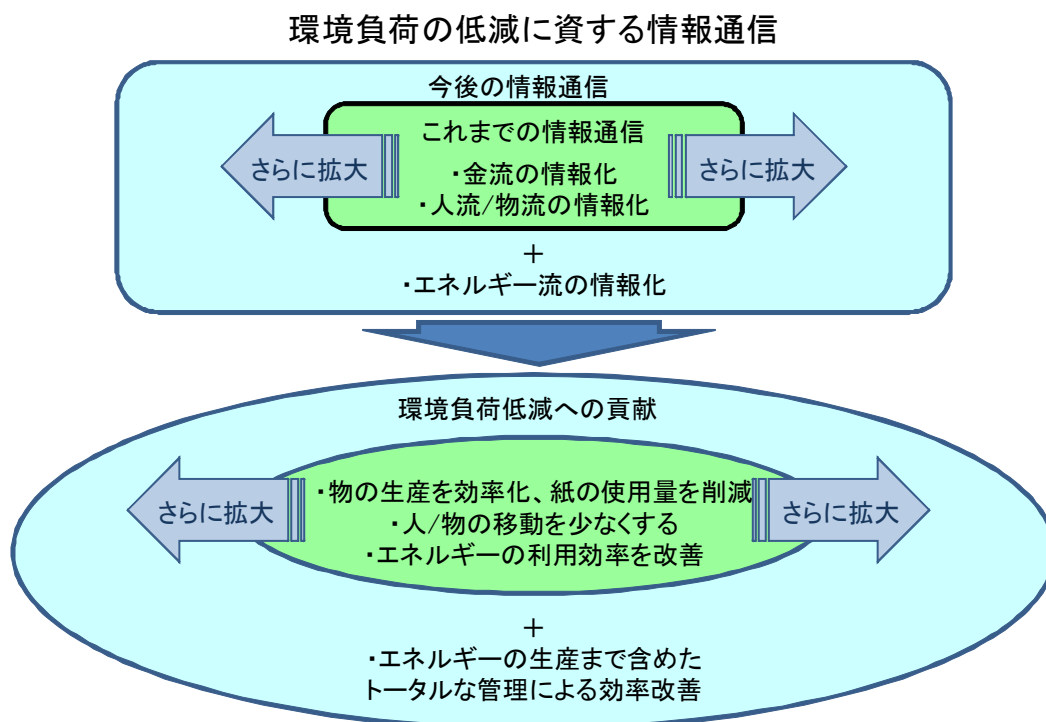


図4. 9 CO<sub>2</sub>排出削減に資する研究開発の方向性

コンピュータの発展が、集中型から分散型に転換してきたように、今後のエネルギー供給の仕組みも、集中型から分散型への転換が進んでいくものと考えられる。「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」の情報化の特徴は、情報化することにより情報がメモリーに記憶されるバッファ機能（入出力と処理との間に時間的な差がある場合に、それを吸収する機能）にあると言える。「エネルギー流」の情報化を進めるにあたって、このバッファ機能を作り出すことが重要であり、その一つが蓄電機能である。今後、分散型のエネルギー供給機能と共に、分散型の蓄電機能が普及すれば、エネルギー流に関する情報の処理を行うことが可能となる。これにより、エネルギーの需要側の情報と供給側の情報をリアルタイムに把握し、バッファ機能を活用することによるトータルな管理により、電力負荷の平準化やCO<sub>2</sub>排出の少ない発電施設の最大化、さらなる消費電力の最小化に大きく貢献することができるものと考えられる。

#### （研究開発の方向性）

「エネルギーの流れ」の情報化は、エネルギーを直接管理することにより省エネルギーの効果を発揮するものであり、これまで以上のエネルギー消費量の削減、特に消費電力の削減に大きく貢献する可能性を持っている。これまでの「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」の情報化に、「エネルギーの流れ」の情報化という新たな視点を加え、CO<sub>2</sub>排出削減に資するICTシステムの実現に向けての研究開発に取り組むことが求められる。

#### 4. 6 ICTシステムにより期待されるCO<sub>2</sub>排出削減効果

本節では、ネットワーク上で流通する情報化の対象に着目して、省エネ効果を試算すると共に、ICT機器・ネットワークの消費電力を検討する。

##### 4. 6. 1 CO<sub>2</sub>排出量削減効果試算

CO<sub>2</sub>排出削減が実現した2030年の社会イメージは4. 3節に記したが、エネルギーの流れを情報化し、制御するシステムとしては、エコ・エネルギー・マネジメントシステムを挙げることが出来る。エネルギー以外の人・物・金の流れを情報化し、エネルギーを削減するシステムとして、エコ・物流・安全交通システム等、4つのシステムを挙げることができる。

表4. 5 情報化対象とICTシステムとの関係

情報化対象	2030年の社会システムを実現するICTシステム
エネルギーの流れ	エコ・エネルギー・マネジメントシステム
エネルギー以外の流れ (人・物・金の流れ)	エコ・物流・安全交通システム
	高度生産・購買・流通支援システム
	テレ・リアリティシステム
	省資源システム

そこで、エネルギーの流れを情報化し、制御するシステムの試算例として、従来のHEMS、BEMS以上に大きな省エネ効果が期待できるプロアクティブHEMS、プロアクティブBEMSを取り上げた。エネルギー以外の人・物・金の流れを情報化し、エネルギーを削減するシステムの試算例として、家庭向けに配達されている新聞が電子ペーパーに置き換わる事例と、テレビ会議システムが進展した超臨場感コミュニケーションシステムによってビジネスとしての出張が遠隔会議に代替されている2つの事例を取り上げた。

表4. 6 CO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルの試算例

情報化対象	2030年の特徴的な想定シーン	CO <sub>2</sub> 削減ポテンシャル
エネルギーの流れ	エコ・エネルギー・マネジメントシステム	3,150万t-CO <sub>2</sub> /年
	プロアクティブHEMS	850万t-CO <sub>2</sub> /年
	プロアクティブBEMS	2,300万t-CO <sub>2</sub> /年
エネルギー以外の流れ (人・物・金の流れ)	新聞の電子ペーパー化	500万t-CO <sub>2</sub> /年
	超臨場感システムによる海外出張の軽減	170万t-CO <sub>2</sub> /年

これらの算出根拠は参考資料8に記すが、新聞の電子ペーパー化の例では、用紙の削減効果のみを算出している。超臨場感コミュニケーションシステムによるビジネス出張の場合では、飛行機を利用したビジネス海外出張が半減したケースを試算した。

これらケースでは、ICT機器の運用等に係るCO<sub>2</sub>排出量の増加分を算定することが必要であるが、そのCO<sub>2</sub>排出量は利活用によるCO<sub>2</sub>排出量に比して少なくなると見込まれるこ

とから、ここでは試算に含めなかった。

#### 4. 6. 2 ICT機器・ネットワークの消費電力

ここでは、ICT機器・ネットワークの消費電力として、電気ルータが光ルータに置き換わった場合の消費電力を比較検討した。

ネットワークの最近のトラフィックが前年比数十%ペースで爆発的に増加する状況から、ICT機器の電力消費量も急増すると指摘されている。その指摘を基にすると、2030年には、ルータを中心とするネットワーク機器の消費電力は1,300億kWhになると推定される。通信事業者用大型ルータの消費電力は430億kWhであり、事業所や家庭で使用される小型ルータの消費電力は870億kWhである。

今後の研究開発により、オール光ネットワークノード技術が確立すれば、事業用大型ルータについては光化され、消費電力は現在の50分の1程度まで低減することが期待される。一般家庭用ルータについても、消費電力を2分の1程度まで低減することが期待される。これらが実現することにより、2030年のネットワーク機器の消費電力は、450億kWh程度まで抑えることが可能と考えられる。

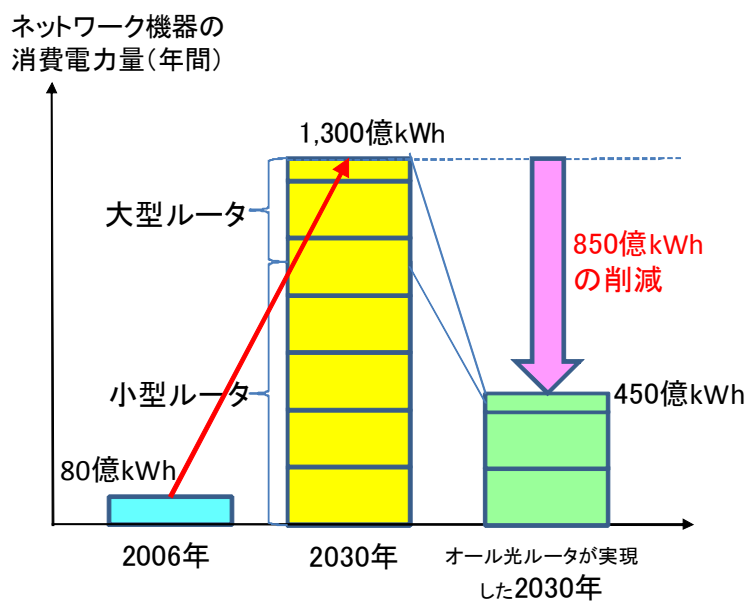


図4. 10 ネットワーク機器の消費電力量

#### 4. 7 研究開発ロードマップ

4. 4節で抽出したICTシステム及び同システムを実現するための機能の構成技術について、各技術に関する諸外国の研究開発の状況、研究開発の難易度、推進主体や推進方策等を構成技術毎にまとめた「CO<sub>2</sub>排出削減に資するICT研究開発課題」を、参考資料9に示す。

同資料を参考に、各ICTシステムを実現するための機能等に関するロードマップを図4. 11から図4. 14に示す。表中の太い矢印は、各システムが完成するまでの期間を示している。また、細い矢印は、各機能について開発から実用化までの期間を表している。

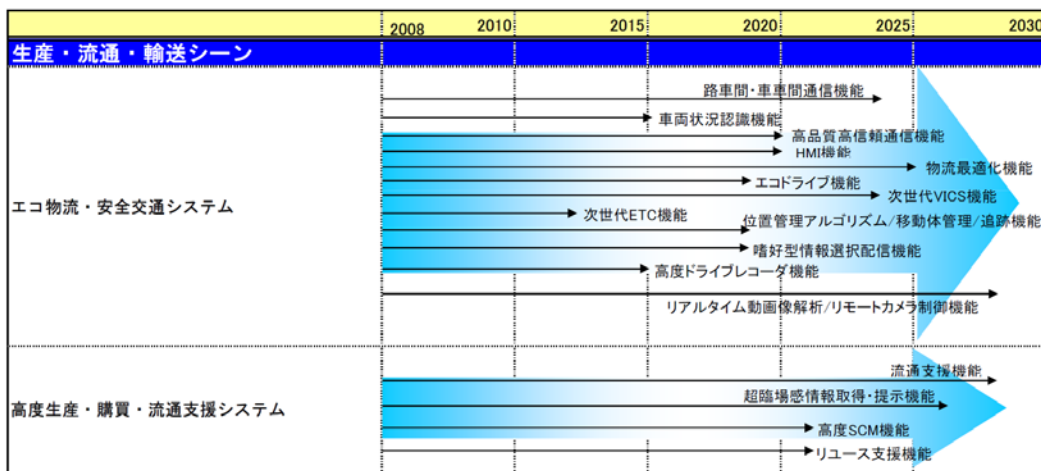


図4. 11 「生産・流通・輸送」における研究開発ロードマップ

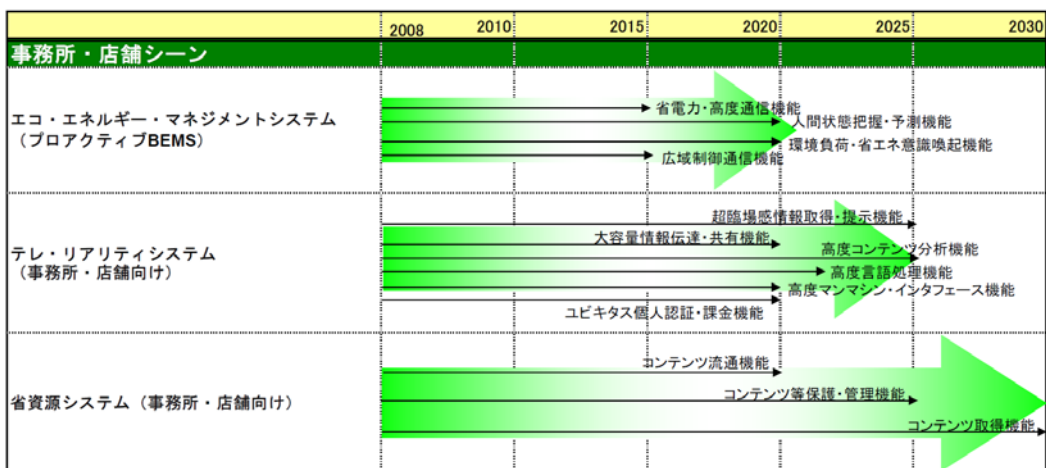


図4. 12 「事務所・店舗」における研究開発ロードマップ



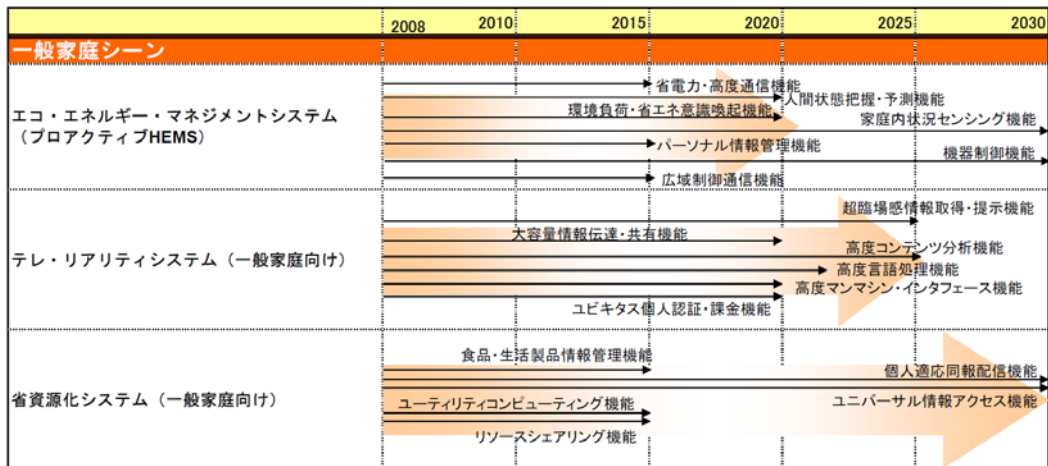


図4. 13 「一般家庭」における研究開発ロードマップ



図4. 14 「共通的なICT利活用等」における研究開発ロードマップ

## 4. 8 研究開発の実施にあたって

### 4. 8. 1 重点化すべき研究開発

4. 4 節において、CO<sub>2</sub>排出削減のために必要な以下の5つのICTシステムを提案した。

- エコ物流・安全交通システム
- 高度生産・購買・流通・支援システム
- エコ・エネルギー・マネジメントシステム
- テレ・リアリティシステム
- 省資源システム

CO<sub>2</sub>排出削減がなされた社会を実現するためには、上記5つのシステムの実現が必要である。したがって、今後は、これら5つのシステムの実現に向けて研究開発を推進していく必要がある。

特に「エコ・エネルギー・マネジメントシステム」は、エネルギーの流れの情報化により電力の消費と供給をマネジメントするシステムであり、4. 5 節で述べた考え方を実現するシステムである。エコ・エネルギー・マネジメントシステムは、事務所・店舗においては「プロアクティブBEMS」、一般家庭においては「プロアクティブHEMS」として実現される。これらは、4. 6 節において「プロアクティブHEMS」及び「プロアクティブBEMS」としてCO<sub>2</sub>を削減できるポテンシャルを試算しており、その結果、大きなCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる。

さらに、ネットワークのオール光化やICT機器の省エネルギー化等の「ICT機器・ネットワーク自体の省エネルギー化」や、CO<sub>2</sub>排出量等の計測を可能とする「環境情報の計測」の研究開発についても推進していく必要がある。

### 4. 8. 2 個別技術要素の研究開発

#### (1) 共通性の高い技術要素

4. 4 節で提案した「共通的なICT利活用等」に含まれる個別の技術要素は、3つの利用シーン（「生産・流通・輸送」、「事務所・店舗」及び「一般家庭」）に共通して活用する技術要素であることから、CO<sub>2</sub>排出削減に特に有効な技術要素である。また、同節で提案した5つのICTシステムを構築する個別の技術要素のうち、3つの利用シーンのすべてで用いられる技術要素についても、すべてのシーンで活用する技術要素であることから、CO<sub>2</sub>排出削減に特に有効な技術要素である。具体的な技術要素及びその概要、地球温暖化問題に対する効果について、表4. 7に示す。これらの技術要素については、共通性が高い技術であることから、今後の施策においては積極的に推進すべきである。

表 4. 7 共通性の高い技術要素

技術要素	当該技術の概要	CO2 排出削減に対する効果
(a) 新世代ネットワークアーキテクチャ	現状のネットワークにおける品質やセキュリティ等の諸問題を、既存技術の延長ではない新たなアプローチで解決するためのネットワークの基本設計を行う技術。	○新たなアプローチによるネットワークの基本設計を構築し、現状のアーキテクチャにおける無駄な処理をなくすことにより、処理に伴う電力を削減できる。
(b) 最先端のフォトニックノード	相手先との通信条件(速度・品質等)をユーザが主体的に選択しながら高速大容量通信できる、新世代の超高速フォトニックネットワークを実現するためのノード技術、伝送技術及びアクセス網に関する技術。	○すべてが光化されたネットワークの構築により、ネットワーク全体の低消費電力化が図られる。 ○周波数利用効率の高い多値光通信等の構築により、伝送系における中継増幅器の低消費電力化が図られる。
(c) 異種ネットワークシームレス接続技術	固定 IP ネットワークと多様なワイヤレス／モバイルネットワークを統合し、シームレスでスケラブルな接続環境を実現するための技術。	○路車間・車車間通信等を構築し、無事故で渋滞のない効率的な輸送等を実現できる。 ○建物内や家庭内のデータ通信を構築し、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。 ○電子ペーパー等への最適な情報伝送を構築し、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。
(d) ユビキタスアブライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術	IC カード、電子タグ、情報家電など様々なユビキタスアブライアンス(端末)間の相互接続性・相互運用性の確保、決済インフラ間における相互運用性の確立、個人認証技術、デジタルコンテンツの DRM 基盤技術など、セキュアな国際間決済サービス等の課金システムを構築するために必要不可欠な基盤技術。	○最適な輸配送管理システムや決済システムの構築により、効率的な輸送等を実現できる。 ○サプライチェーンを構成する企業間の高度な情報共有化を実現し、在庫最小化等、物の生産を最大限に効率化できる。 ○個人認証や個人情報の管理が図られ、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。 ○食品や生活製品の情報管理が図られ、無駄な廃棄が劇的に低減される。 ○情報の電子ペーパー等への配信における個人認証や個人情報の管理が図られ、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。
(e) ユビキタスプラットフォーム統合化技術	センサやネットワーク機器、端末などからの情報を収集・統合し、いつでもどこでも誰でも、その場の状況に応じた必要な情報通信サービスを簡単に利用可能とするための端末技術及びネットワーク技術。	○必要な交通状況データが車両等においてリアルタイムに利用できることにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等を実現。 ○個別商品管理による最適生産(在庫最小化)を実現し、在庫最小化等、物の生産を最大限に効率化できる。 ○建物内や家庭内の各種センサや端末などからの情報を収集・統合することで、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。 ○その場の状況に応じた必要な情報を電子ペーパー等へ配信し、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。

(f) ユビキタス端末技術	タグやセンサ等の広範囲な情報を収集したり、ネットワークが提供する様々なサービスと連携することのできる端末技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>○時々刻々と変化する交通情報をリアルタイムに取得して車両運行管理や輸配送へ反映することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等を実現できる。</li> <li>○個別商品管理による最適生産（在庫最小化）を実現し、在庫最小化等、物の生産を最大限に効率化できる。</li> <li>○建物内や家庭内におけるセンサ情報に基づいた機器等の高度な制御や環境にかかる負荷の提示等により、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</li> <li>○その場の状況に応じた必要な情報を電子ペーパー等へ配信し、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。</li> <li>○電子タグ等の活用により食品や生活製品の情報管理が図られ、無駄な廃棄が劇的に低減される。</li> </ul>
(g) ネットワーク網管理技術	ネットワークの安定的かつ信頼性の高い利用を実現するため、ネットワーク管理技術としての悪意のある通信を検知・防衛・回復・予防する技術及びネットワークを構成する機能・機器の安全性を高める技術。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○時々刻々と変化する交通情報をセキュアに取得して車両運行管理や輸配送へ反映することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</li> <li>○広域エリア内や地域内のエネルギー需給の効率化をセキュアに実施することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</li> <li>○電子ペーパー等への情報配信における安全性の管理が図られ、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。</li> </ul>
(h) 悪意ある通信の遮断技術	悪意をもった通信による被害を最小化するために、悪意を持った通信を実行しているボットプログラムを感染したコンピュータから駆除する技術、ならびにネットワークを介して流出してしまった情報を検知・削除する技術。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○車両運行管理や決済システムにおける通信をセキュアに保ち、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</li> <li>○建物内や家庭内における人々の行動や心理状態の感知、個人ログ等の管理をセキュアに行うことにより、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</li> <li>○個人情報やコンテンツの管理をセキュアに行うことにより、超臨場感コミュニケーションを用いた間違いのない商取引が成立し、人や物の移動の軽減が実現する。</li> </ul>
(i) 認証成りすまし等の防止技術	情報が発信元から正しく送信され改ざん等されていないことや、個人が正しくその本人であること等を確認・証明するための高度暗号化や生体認証などの技術。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○車両等に提供される交通情報が発信元から正しく送信され改ざん等されていないことを確定し、情報を車両運行管理や輸配送へ反映することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</li> <li>○建物内や家庭内における人々の行動や心理状態の情報が発信元から正しく送信され改ざん等されていないことを確定することにより、局所的な空調や多量多種情</li> </ul>

		<p>報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○コンテンツの発信元から到着まで改ざん等からコンテンツを確実に守ることにより、電子ペーパー等への情報配信におけるコンテンツ管理が図られ、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。</p> <p>○コンテンツの著作権等が確実に守られることにより、超臨場感コミュニケーションを用いた商取引が成立し、人や物の移動の軽減が実現する。</p>
(j) 計測・センサ・宇宙システム技術	原子・分子レベルから宇宙空間までの環境情報をトータルにカバーする世界最高精度の計測・センサ技術、宇宙システム技術。	○CO2 をはじめとする温室効果パラメータにおける地球規模の分布を精密に計測する技術を確立することにより、それらのデータを社会へフィードバックすることが実現する。
(k) ネットワークロボット技術	ユビキタスネットワーク技術とロボット技術を融合し、様々なタイプのロボットをネットワークを通じて協調・連携させることにより、単体のロボットではできなかったサービスを実現するための技術。	<p>○車両等の運転者に対して状況認知や判断を確実にを行う機能や、運転者等の属性に応じたコンシェルジェ機能等により、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内において、人の行動や心理・健康状態等を感知・予測したり、環境にかかる負荷を示すことにより省エネ意識を喚起させることにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内において、人とシステムの間で安全・容易かつ柔軟な高度インタフェースを提供することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p>
(l) 情報信頼性分析技術	情報の発信者や評判情報などを分析することで、その情報の信頼性や有用性を判断するための技術。	<p>○提供される交通情報の信頼性や有用性を確定することにより最適な輸送が決定でき、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内における人の行動や心理・健康状態等を感知等において、情報の信頼性や有用性を確定することにより局所的な空調・省エネ意識の喚起などが確実となり、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○コンテンツの信頼性が確定することにより、超臨場感コミュニケーションを用いた商取引が成立し、人や物の移動の軽減が実現する。</p>
(m) 音声言語処理技術	異なる言語によるリアルタイムで自然な対話を可能にするための技術。	<p>○車両等の運転者に対する判断や正確な操作を確実に行うために、システムとの自然な対話をリアルタイムで可能とすることにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内において、省エネ意識を喚起させるためにシステムとの自然な対話をリアルタイムで可能とすることにより、</p>

		より、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。 ○言語の障壁を取り除いて個人の多様な要求を理解できる ICT を用いた会議等が積極的に行われることにより、海外出張等による人の移動の軽減が実現する。
--	--	--

(2) 新たに研究開発すべき技術要素

4. 4節で提案した5つの ICT システムを構築する個別の技術要素において、CO<sub>2</sub> 排出削減の観点から、ICT 分野として今後新たに研究開発すべき技術要素について、具体的な技術要素及びその概要、CO<sub>2</sub> 排出削減に対する効果を表 4. 8 に示す。

表 4. 8 新たに研究開発に取り組むべき技術要素

技術要素	当該技術の概要	CO2 排出削減に対する効果
(a) エコドライブ技術	自動運転等により、目的地を入力すると最少のエネルギーで目的地に到達できる技術。	○いかなる状況下でも個々又は群として最適に車両走行を制御することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。
(b) 高度ドライブレコーダー技術	車両等の運転における高精度・広範囲な映像データを収集する技術。	○車両の大量の走行環境データを高度に蓄積し処理することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。
(c) 可視光通信技術	低消費電力な LED/有機 EL 照明を活用して低消費電力ワイヤレスアクセスを提供する技術。	○建物内や家庭内において確実、高速かつ省電力で通信することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。
(d) 直流電源融合高速通信技術	直流電力線を利用して高速大容量通信を可能とする通信技術	○建物内や家庭内における様々な機器やセンサ等の結線を削減し、高速に大量のデータを通信することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。
(e) 省電力近距離無線通信高度化技術	近距離にあるセンサ及び家庭内機器情報等を極めて低消費電力で通信するための通信技術	○建物内や家庭内における様々な機器やセンサ等の結線を削減し、極めて省電力にデータを通信することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。
(f) パワーセンシング・分析技術	ホームやオフィスの生活環境において、様々な機器の電力消費をネットワーク経由で計測・収集し、生活者の行動分析を行う技術。	○建物内や家庭内におけるエネルギー消費状況をセンサネットワークにより検知することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。
(g) 地域内電力制御技術	地域内の複数のビル間や家庭間で電力の生成・蓄積・消費の情報をやり取りし、高効率な電力管理を実現する技術。	○広域エリア内や地域内のエネルギー需給の効率化を行うためにネットワークを用いて機器を制御することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。