

## 第2章 ユビキタスシステムによる CO<sub>2</sub>削減

### 第1節 2010年のユビキタスネット社会

総務省では2004年3月から12月まで「ユビキタスネット社会の実現に向けた政策懇談会」を開催し、2010年のユビキタスネット社会のビジョン等を報告書に取りまとめた。同報告書によると、我が国で先駆的に実現される「ユビキタスネット社会」を「ユビキタスジャパン (u-Japan)」と呼び、この構想である「u-Japan 構想」を具体化したものが「2010年には世界最先端の ICT 国家として先導する」ことを大目標に掲げた「u-Japan 政策」であると記している。

#### 1 ユビキタスネット社会の国民生活・産業への影響

u-Japan の基本理念<sup>13</sup>である、1つの「U」と3つの「U」に基づき u-Japan という社会現象が与える影響を、国民生活、産業について整理すると以下ようになる。

##### (1) 国民生活への影響

ユビキタスネット社会では、「あらゆる人やモノが『結』びつく」ことによって、ICTが日常生活の隅々にまで普及し、「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」ネットワークに簡単につながる社会が実現される。「ユビキタス」が実現することによって、シームレスなネットワーク環境が整い、利用者は従来のネットワークが抱えていた以下のような様々な制約から解放されることとなる。

##### ① 「ネットワーク」の制約からの解放

従来のネットワーク環境では、家庭内では ADSL、外出してホットスポットに行けば無線 LAN、移動中は携帯電話といったように、それぞれのエリアに応じてサービスを選択する必要がある。また、地理的なデジタル・ディバイドの存在により、そもそもサービスを利用することが困難な地域も存在する。「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」のユビキタスネット社会が実現すれば、このような地理的・空間的な束縛は解消され、個別のネットワークが延伸・稠密化して、互いにシームレスに接続されることによって、利用者がどこにいても有線・無線の区別を意識することなく必要なネットワークを利用できる環境となる。

<sup>13</sup> u-Japan の基本理念は、一つの「U」と三つの「U」から構成される。第一の「U」は、「ユビキタス (Ubiquitous)」を意味し、インフラとしての「基盤性」に着目した理念。残り三つの「U」は、「ユニバーサル(Universal)」、「ユーザ・オリエンテッド(User-oriented)」、「ユニーク(Unique)」を意味し、生活者ニーズから抽出された将来課題の三分類を踏まえ、ユビキタスネット社会が実現した際の「成果」に着目した理念。

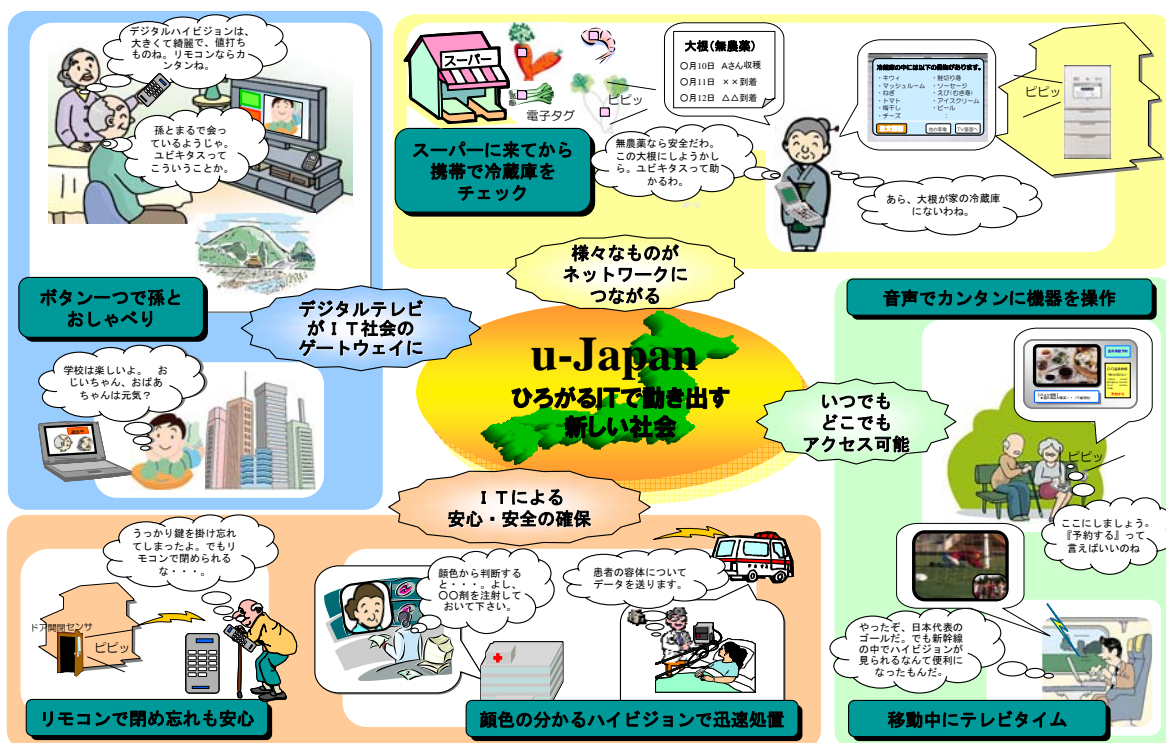


図5 2010年ユビキタスネット社会(u-Japan)

(出典) 総務省

## ② 「端末」の制約からの解放

従来の端末では、情報通信サービスに利用できるのは通信や放送の機能を有したものに限られ、ネットワークごとに利用できる端末の種類も限られている。ユビキタスネット社会では、通信機能の搭載が容易となり、ネットワークに接続して情報をやりとりできる端末の範囲は飛躍的に拡大する。すなわち、これまでのPCやPDA、携帯電話等に限らず、デジタルテレビや情報家電等の家電製品、衣服やめがね等の日用品、自動車やロボット、さらには電子タグの活用により食品、書類、廃棄物等に至るまで、身の回りのあらゆるものがネットワークに接続し、情報をやりとりすることが可能となる。

## ③ 「サービス」や「コンテンツ」の制約からの解放

従来のサービスやコンテンツは、供給者側が決める仕様や条件によって、利用できる種類や形態が限定されているのが通常である。ユビキタスネット社会では、オープンな仕様のもとでシームレスな接続が前提となることから、利用者側の好みや置かれている状況等に応じて、多様なサービスやコンテンツの利用が可能となる。また、ネットワークを通じて利用者自身が供給者となることも可能となり、サービスやコンテンツの多様性は飛躍的

に拡大する。

## (2) 企業・産業への影響

ユビキタスネット社会が実現すると、我々個人の生活のみならず、企業や産業に対しても大きなインパクトを与えることになるだろう。まず、企業レベルでは、電子タグやセンサーネットワーク技術が普及浸透することによって、受発注や在庫・配送等の生産管理プロセスにバーコードが登場したとき以上の大きな変化が生じるであろう。個々の部品や商品に電子タグ等が付与されることにより、すべての工程を厳密に常時把握することができ、品質改善や安全管理、在庫の効率化等を通じ、無駄なエネルギー消費を削減させるとともに、生産性を大幅に向上させることが可能となる。その結果、SCM（Supply Chain Management）等の経営管理手法が大幅に高度化する。

次に、産業レベルでは、企業間の電子商取引（B2B）がますます普及拡大し、課金・認証・決済や与信管理等の基盤となるプラットフォームの高度化等を通じて、企業間のネットワーク上での柔軟なコラボレーション（協働）が異業種間も含めてより行いやすくなり、調達や流通等の企業間関係にも大きな変革が生じることとなる。

## 2 ユビキタスネット社会の CO<sub>2</sub> 排出量への影響

### (1) 電力消費量の増加

ユビキタスネット社会では、ICT 機器の設置台数の増加や、バックボーンにおけるトラヒックの増大が予測され、ICT 機器・インフラの運用に伴う電力消費量が増加する可能性がある。電力消費量と CO<sub>2</sub> 排出量との関係は、原子力発電の推進等の供給側の対策にも依存するが、今後の電力消費量の増加が CO<sub>2</sub> 排出原単位の改善のペースを上回って推移すれば、CO<sub>2</sub> 排出量は増加する。

### (2) 産業構造の転換の影響

ユビキタスネット社会では、コンテンツや情報サービスなどユビキタスネット産業が拡大し、我が国経済の産業構造のソフト化・サービス化が進展する。ユビキタスネット産業は、従来型の産業と比較すると生産高あたりの CO<sub>2</sub> 排出量が少ないので、このような産業構造の転換によって、GDP あたりの CO<sub>2</sub> 排出量は減少する<sup>14</sup>。

### (3) ユビキタスシステムの CO<sub>2</sub> 削減効果

ユビキタスネット社会では、生産・物流・消費の経済活動の効率化、交通代替や渋滞緩和、住宅機器や空調のきめ細かい管理等を行うシステムが普及し、CO<sub>2</sub> 削減に寄与する。この効果について次節で詳述する。

<sup>14</sup> ロム他著、若林訳「インターネット経済・エネルギー・環境」，流通経済大学出版社(2000)

## 第2節 CO<sub>2</sub>削減に寄与するユビキタスシステム

### 1 ユビキタスシステムのCO<sub>2</sub>削減効果の概要

ユビキタスシステムはCO<sub>2</sub>削減に寄与すると考えられる。これは、システムの活用によって以下のような効果が生じるためである。

- ・ ICT 機器のエネルギー利用効率を改善する
- ・ ICT 機器以外（輸送機器、建物等）のエネルギー利用効率を改善する
- ・ 物の過剰な生産や消費を解消する
- ・ 人や物の移動が少なくても済むようにする

#### (1) ICT 機器のエネルギー利用効率の改善

ユビキタスネットの要素技術は、例えば、サーバの稼動状況の最適化、関連設備のサーバ同期運転など、システム全体の消費電力を削減する技術に活用される。

こうしたICT機器自体の省エネ技術は、「参考資料2 ICT機器・インフラの電力消費量の予測」で示したような電力消費量の予測値に織り込まれている。

#### (2) ICT 機器以外（輸送機器、建物等）のエネルギー利用効率の改善

ビルエネルギー管理システム（Building Energy Management System, BEMS）や家庭用エネルギー管理システム（Home Energy Management System, HEMS）は、住宅やビルの照明や空調をきめ細かく制御して、必要な快適性を維持しつつ省エネを達成するシステムであるが、これらのインフラとしてユビキタスネットが活用される。また、気温・湿度など環境情報の収集にセンサーネットワークの活用が想定される。

運輸部門においては、例えばITSは、車内にいながらリアルタイムに渋滞情報や規制情報といった道路交通情報を知ることができ、カーナビが渋滞を避けた迂回路を再検索したりすることで自動車の平均速度が向上し、その結果燃費が向上する。

#### (3) 過剰な消費や移動の解消

ユビキタスシステムには、物の過剰な生産を解消したり、人や物の移動が少なくても済むようにしたりするために導入されるものがある。こうしたシステムは必ずしもCO<sub>2</sub>の削減を意図して導入されるものではないが、結果として、物や人の移動が少なく済むことで運輸部門のCO<sub>2</sub>が削減され、また、過剰に物を製造したり流通させたりしていたことで排出されていたCO<sub>2</sub>を排出せずに済むことになる。

例えばオンラインショッピングでは、消費者がインターネットで商品の購入を申し込み、

倉庫から宅配便で商品が届けられる。中間流通が効率化され、店頭でも商品を陳列する必要がないので、在庫を圧縮でき、不良在庫が捨てられることも少なくなる。また、消費者も買い物のために交通機関を利用する必要がなくなる。しかし一方で、商品が宅配便で届けられると、小口配送に伴いトラックの運行が増加する。このように、CO<sub>2</sub> 排出量を増加させる効果と減少させる効果とが生じるが、それぞれの効果を足し合わせると、CO<sub>2</sub> は減少する可能性が高いと推計される。

テレワークや TV 会議は人の移動を減らす。テレワークにより自宅等で勤務する形態になると通勤のための交通機関の利用が減る。同様に、TV 会議により、遠隔地への出張移動が減る。これにより、交通機関の燃料消費などが少なくなり、運輸部門の CO<sub>2</sub> が削減されると考えられる。

## 2 CO<sub>2</sub> 削減に寄与するユビキタスシステム

「(ICT 機器以外の) エネルギーの利用効率を改善する」「物の過剰な生産や消費を解消する」「人や物の移動が少なくても済むようにする」という分類のもとに、CO<sub>2</sub> 削減効果を有するシステムをあげると、表 1 のシステムがあげられる。これらのシステムの概要と期待される CO<sub>2</sub> 削減効果は表 2 の通りである。

システムの利用主体	CO <sub>2</sub> 削減効果		
	エネルギーの利用効率を改善する	物の過剰な生産や消費を解消する	人や物の移動が少なくても済むようにする
生産・流通・輸送	エコドライブシステム ITS (VICS の普及による渋滞緩和効果)	SCM (サプライチェーンマネジメント) リユース支援システム (リサイクル・トレーサビリティを含む)	物流・配送管理支援システム
事務所・店舗	BEMS (ビルエネルギー管理システム)	ペーパーレス化 (電子行政システム、電子カルテ等を含む)	テレワーク/TV 会議 (遠隔医療、e ラーニング等を含む)
一般家庭	HEMS (家庭用エネルギー管理システム)	電子出版 (音楽・画像配信等、ユビキタスコンテンツ流通を含む)	オンラインショッピング

表 1 CO<sub>2</sub> 削減効果を有するユビキタスシステムの分類

システム名	システムの概要	効果
ITS (VICS の普及による渋滞緩和効果)	VICS (道路交通情報通信システム) 搭載のカーナビが渋滞情報を考慮した最適経路を選択することで、自動車交通の時間短縮や平均速度向上等の効果が得られる。	平均速度向上による自動車燃費の改善。
エコドライブシステム	車載機を設置して、急発進、急加速、急ブレーキ、アイドリングなどの運転情報を収集し、この情報をドライバーへ提示して、省エネ運転を促す。	自動車燃費の改善。
物流・配送管理支援システム	物流 EDI 標準の普及浸透により物流における情報流通が円滑化することで、積載率の向上や共同配送等が進展し、物流管理が高度化・効率化する。	物流の効率向上。
SCM (サプライチェーンマネジメント)	原材料や部品の調達から最終顧客までの、複数企業にまたがる製造・流通の業務プロセス全体を一つの供給の連鎖として統合管理する。需要量についての情報が生産者側にも共有されることで、需要量に合わせた生産・流通が進展する。	返品率の低下。
リユース支援システム (リサイクル・トレーサビリティを含む)	製品や部品の使用履歴情報を、電子タグ等を活用して管理することで、製品・部品のリユースを促進する。	機械製品の生産の一部をリユース製品利用で代替。
テレワーク/TV 会議 (遠隔医療、eラーニング等を含む)	ICT の高度化により、必要なデータへのアクセスや TV 会議の利便性が高まることで、通勤や業務のための移動に代わって、テレワーク/TV 会議の利用が拡大する。	通勤移動と業務移動の削減。
ペーパーレス化 (電子行政システム、電子カルテ等を含む)	行政機関や企業のバックオフィスにおいて、グループウェアなどの導入や業務のネットワーク化が進展し、情報用紙が ICT へ代替される。	情報用紙の削減。
BEMS (ビルエネルギー管理システム)	事務所ビルや工場等における照明、冷暖房、給湯等のためのエネルギー消費を制御して、必要な快適性を維持しつつ省エネを達成する。	事務所ビル・工場における省エネ。
HEMS (家庭用エネルギー管理システム)	家電製品がネットワークを介して連携し、家庭における照明、冷暖房等のエネルギー消費を制御する。	エアコンその他家電製品の省エネ。
電子出版 (音楽・画像配信等、ユビキタスコンテンツ流通を含む)	紙を媒体とした出版物が ICT に代替される。特に一度しか読まれないものについては代替可能性が高いとされる。	印刷用紙の使用量削減。
オンラインショッピング	消費者がインターネットを利用して物品を購入することで、買物へ出かける手間を省く。	買物交通が減少する一方、配送交通と包装用紙は増加する。

表 2 主なユビキタスシステムに期待される CO<sub>2</sub> 削減効果

## ① ITS（VICSの普及による渋滞緩和効果）

ITSとは、人と道路と車両とを情報でネットワーク化することにより、交通事故、渋滞などといった道路交通問題の解決を目的に構築されるシステムである。ITSは、VICS（Vehicle Information and Communication System、道路交通情報通信システム）によるナビゲーションの高度化のほか、ETC（Electronic Toll Collection System、ノンストップ自動料金支払いシステム）による料金所での渋滞解消、路上駐車対策、信号制御の高度化などの施策から構成される複合的な施策である。なかでもユビキタスネットとの関連が深いのはVICSである。

VICSとは、カーナビに搭載される、車内にいながらリアルタイムに渋滞情報や規制情報といった道路交通情報を知ることができる機能である。目的地への経路検索機能を有するカーナビの場合、自動的に渋滞を考慮した目的地到達予想時刻を再計算したり渋滞を避けた迂回路を再検索したりすることができる。これにより時間短縮が図れるほか、道路網全体でも平均速度が向上し、燃費が改善される。

VICS対応車載機には「1メディア対応」のものと「3メディア対応」のものが市販されている。「1メディア対応」とはFM多重放送のみにより情報を受信するもので、これによって幹線道路の交通情報はほぼ把握できるが、FM多重放送に加えて電波ビーコンと光ビーコンにも対応した「3メディア対応」機種は、さらに精度の高い交通情報を受信することができる。

今後の展開としては、地上デジタル放送、狭域通信、電子タグ（Radio Frequency Identification, RFID）などの通信手段を使い、道路管理側と自動車（路車間）、自動車同士（車車間）などの情報流通を実現するユビキタスITSなどの技術も検討されている<sup>15</sup>。

2002年に見直された地球温暖化対策推進大綱（平成14年3月19日地球温暖化対策推進本部決定）では、ITSの推進により370万t-CO<sub>2</sub>のCO<sub>2</sub>削減効果を見込んでいる。うちVICSの推進の効果は220万t-CO<sub>2</sub>とされている。VICSは2003年2月末までに全都道府県でサービス開始しており、2002年度のVICS普及率は10%と推定され、その効果は約95万t-CO<sub>2</sub>と算出される<sup>16</sup>。

## ② エコドライブシステム（運行管理システム）

エコドライブシステムは、車載機を搭載して、急発進、急加速、急ブレーキ、アイドリング等の運転情報を収集し、この情報をドライバーへ提示して省エネ運転を促すものであ

<sup>15</sup> 総務省東海総合通信局, ITSにおけるデジタル放送を含めた携帯電話、DSRC等無線システム活用策に関する調査研究会「ITSにおけるデジタル放送を含めた携帯電話、DSRC等無線システム活用策に関する調査研究報告書」（平成16年3月）

<sup>16</sup> 社会資本整備審議会環境部会中間とりまとめ（平成16年6月）

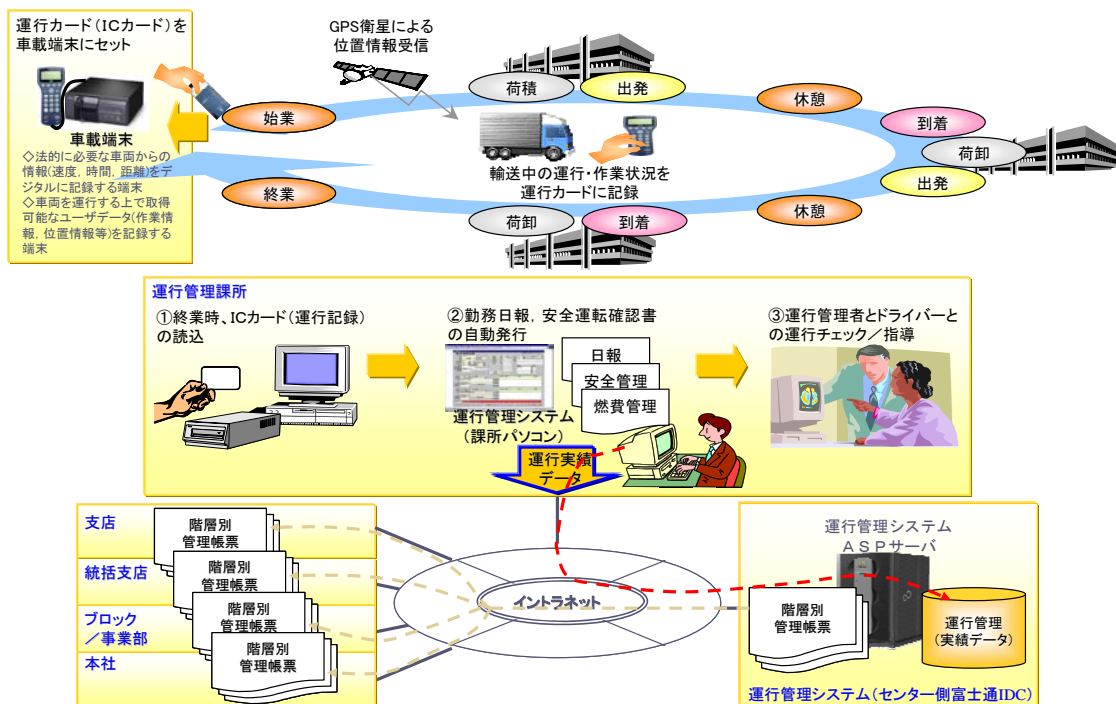


図6 運行管理システム

(出典) 日本通運

る。

・デジタルタコグラフ（運行記録計）

大型トラック、一部のバスおよびタクシー等にはタコグラフ（運行記録計）の装着が義務付けられている。従来一般的であったアナログ式タコグラフは、円形のチャート紙に時間・速度・距離の法定3要素を折れ線グラフで記録するものであるが、情報量に限界があり、管理にも手間を要していた。

近年、デジタル式タコグラフの普及が本格化している。デジタル式は、時間・速度・距離はもちろん、アイドリング時間、エンジン回転数、急発進や急ブレーキの回数、GPS信号の受信による位置情報など、運行データを細かく記録できる。また、運行状況に応じて車載端末から「急発進」「急加速」「急ブレーキ」「速度違反」の警告が音声で流れる機能を持っている機種もある。運行データはわかりやすく分析され、運行管理者やドライバーにとって、なにを改善すればいいかが把握しやすい。アイドリングや急発進が減らせることで、事例によれば約10%の燃料費削減が見込まれている。

地球温暖化対策推進大綱において、エコドライブについては、ICTを活用したシステムとしての効果は盛り込まれていない。ただし、「急発進、急加速をしない運転を心掛ける」等、



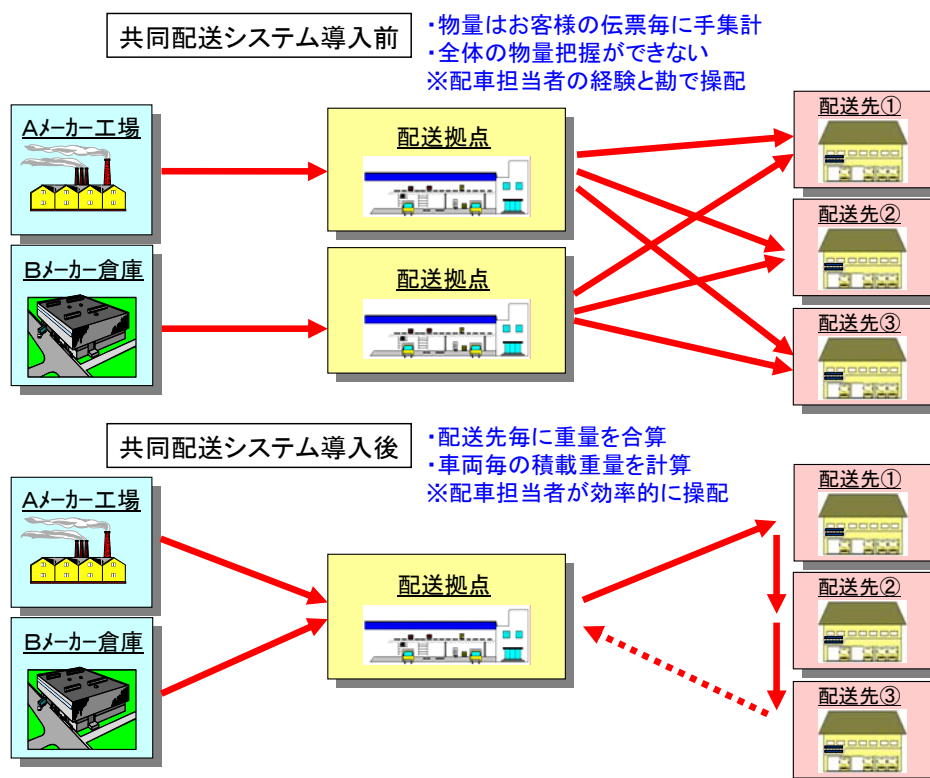


図7 共同配送システムによる運用改善

(出典) 日本通運

ライフスタイル・ワークスタイルに関する課題として記載されている。また、関連する施策として、アイドリングストップ装置搭載車両の普及によるCO<sub>2</sub>削減効果 110万t-CO<sub>2</sub>、大型トラックの走行速度の抑制による効果 80万t-CO<sub>2</sub>が盛り込まれている。

・自家用車両への普及は課題

このように業務用車両でのエコドライブシステムの普及は今後期待ができる一方で、自家用車両での普及は難しいのが実情である。自家用車両はサイズが小さく走行距離も短いため装置のコストを上回るような燃費向上は実感しにくく、また業務用車両で実施されるような運行管理や報奨制度などによる徹底も期待できない。しかし、自家用車両は台数が多く、エコドライブシステムが普及すればCO<sub>2</sub>削減効果は大きなものとなる。普及推進のためには、エコドライブシステムの自家用車への自主的な搭載や、普及啓発活動を通じた国民への後押しが重要である。

### ③ 物流・配送管理支援システム

物流・配送の分野では、共同配送システムなど ICT による物流管理の高度化と、電子タグなどユビキタスネットの要素技術の活用が期待される。

ICTは物流EDI標準の普及浸透を基盤として物流管理の多くの場面で活用されているが、例として共同配送システムについて説明する（図7）。共同配送システム導入前は、伝票を方面別に分け、手作業で重量を集計し、車両を決定していた。このため積載効率に限界があり、また突発的な需要変動に対応できず臨時便が増加するなどの問題もあった。共同配送システムの導入後は、配送先ごとのオーダーの名寄せ、配送先別、車両別の積載重量の自動計算等により積載効率が改善され、またオーダーの事前入手等により需要変動にもより柔軟に対応できるようになった。本調査研究会において報告された事例によれば、10台から25台の4t配送車両を保有する全国25箇所の配送拠点において、共同配送システムの導入により、拠点あたり平均1.5台の配送車両が削減された。

ユビキタスネットの要素技術としては電子タグの活用が見込まれる。物流センターにおける検品の際、これまでのようなバーコード読み取りでは作業の効率性や正確性に限界があったが、電子タグを活用した読み取りでは、開梱せずに品目確認や数量検品が可能となり、また同時に多量の電子タグを読み取るなど、作業時間の短縮と作業精度の改善が期待される。さらに、物流・配送業務における履歴情報を効率的に収集して ICT で活用することが可能となり、長距離輸送用のトレーラーと都市内輸送用のトラックとの使い分けといった、物流管理の高度化がより一層進展する。

地球温暖化対策推進大綱では、トラック輸送の効率化による CO<sub>2</sub> 削減効果を 290 万 t-CO<sub>2</sub> としている。これは主に長距離輸送におけるトレーラー及び 25 t 車の導入による効果であり、ICT を活用した共同配送等の配送効率化の効果は明示的には想定されていない。

### ④ SCM

SCM（サプライチェーンマネジメント）とは、原材料や部品の調達から最終顧客までの、複数企業にまたがる製造・流通の業務プロセス全体を一つの供給の連鎖として統合管理し、在庫削減と品切れの防止という、相反する課題を同時に解決することを目指すものである。SCMにおいては、全体の計画立案にサプライチェーン計画（SCP）ソフトが使用され、また需要動向の把握、在庫状況の把握等においても ICT の活用は不可欠である。

SCMにより、需要量についての情報が生産者側にも共有されることで、需要量に合わせた生産・流通が進展し、返品率の低下や在庫の圧縮につながると期待される。生産量が少なくて済むため、その分製造時の CO<sub>2</sub> が削減される。

## ⑤ リユース支援システム

リユース支援システムは、製品や部品の使用履歴情報を、電子タグ等を活用して管理することで、製品・部品のリユースを促進するものである。

リユースは、循環型社会形成推進基本法において、リサイクル（再生利用）より優先されるべき取り組みとして位置付けられているが、現実には取り組みが進んでいない。この要因として、リユース品の残存価値を適正に把握する方法が確立されていないため、リユース市場が形成されにくいという点がある。リユースの促進のためには、リユース品の残存価値を把握するため、電子タグ等のユビキタスネット技術・システムを活用して、使用頻度や劣化状態などの情報を管理し、二次利用者に適切に提供することが必要である。

## ⑥ テレワーク／TV 会議

テレワークとは、「情報通信手段を週 8 時間以上活用して時間や場所に制約されない働き方」と定義されている。つまり勤労者が、通常のオフィスだけではなく、自宅、サテライトオフィス、モバイル環境など、ICT を活用して同僚や顧客と連絡を取り合いながら仕事を進めていくような働き方などのことである。これにより、育児、介護、体力的な問題などでフルタイムやパートタイムで働くことが困難な勤労者にとって適した働き方であるとともに、さらには、勤務形態の枠を広げることにより、緊急時の対応能力や、勤務者の能力発揮、集中力向上を促すものである。

従来から、電話と FAX で連絡を取り合うようなテレワーカーは存在していたが、PC の普及などオフィスのデジタル化、ブロードバンドアクセス、モバイルアクセスの拡充による他、e ミーティング、e ラーニングなどユビキタス技術・システムの普及拡大によって、必要なデータへのアクセスや TV 会議の利便性が高まり、テレワークの有効活用が可能となる勤労者の層が今後ますます拡大していくと考えられる（図 8）。

テレワークはオフィス機能の最適配置を可能とすることで、都市内だけにオフィスを集中的に立地する場合と比較して、オフィススペース、通勤・移動等を相対的に削減することが可能となる。これにより通勤や業務のための移動が減少し、交通機関のエネルギー消費が削減される。本調査研究会において報告された事例によれば、1,000 人の社員が 1 年間、企業ポータルを活用したテレワークスタイルを導入することによって、年間約 2 億円のコスト削減効果と年間約 80 t-CO<sub>2</sub> の CO<sub>2</sub> 削減効果が得られたと試算されている。地球温暖化対策推進大綱では、テレワーク等の ICT を活用した交通機関の代替による CO<sub>2</sub> 削減効果を 340 万 t-CO<sub>2</sub> としている。

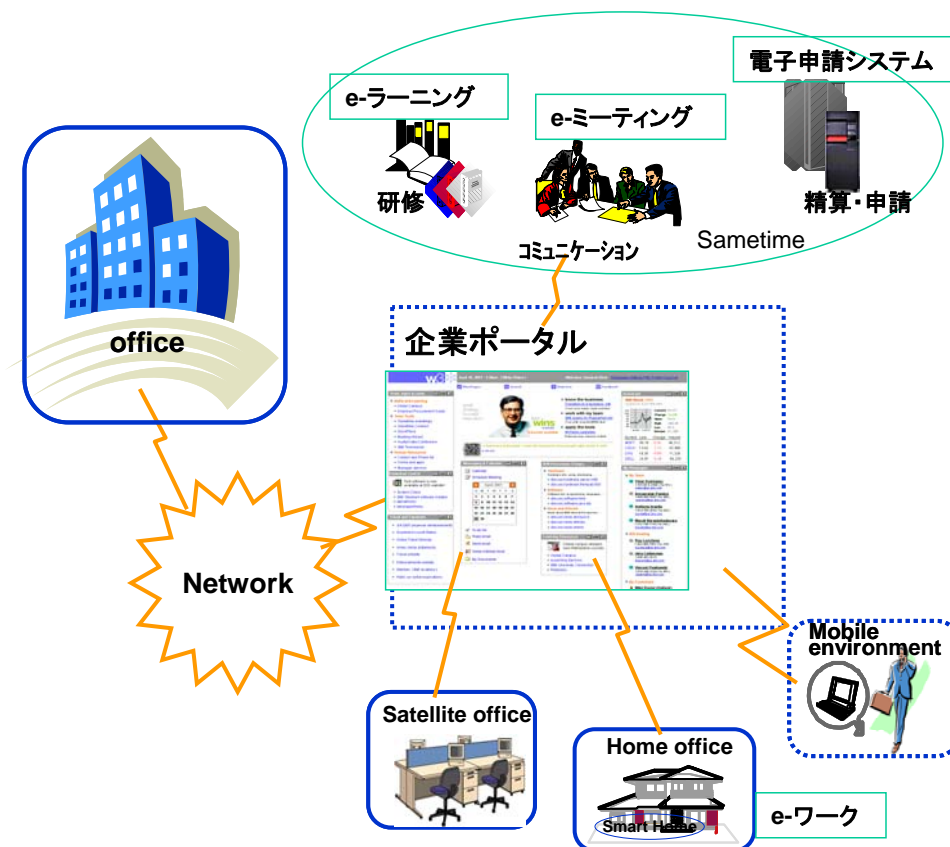


図8 テレワークシステム

(出典) 日本アイ・ビー・エム

## ⑦ ペーパーレス化

PC・企業内 LAN の普及に伴い、電子メールによる連絡、各種書類の電子化、データ・ファイルの共有等、オフィスにおけるペーパーレス化は着実に進んでいる。

ペーパーレス化の代表例としては、企業間の受発注・決済業務の電子化に活用されている CALS/EDI (Commerce At Light Speed/Electronic Data Interchange, 電子データ交換) が挙げられる。CALS/EDI は、設計—購買—製造—物流—運用の各部門間で、情報の電子化と標準化および共有化を行うことにより、迅速に部門間や企業間での効率的な商取引の実現を通じ、企業の経営コストの削減のために導入が進められてきたが、物(紙)の消費や物(伝票等)の移動(物流)量の減少によるエネルギー使用の削減から、CO<sub>2</sub>の削減にも貢献できるものとして期待されている。

### ア ペーパーレス化による CO<sub>2</sub> 削減効果

CALS/EDI 等、ペーパーレス化による CO<sub>2</sub> 削減効果には 3 つの側面がある。第一は紙(伝

票等)の使用量の削減(狭義のペーパーレス化)、第二は紙の削減に伴う輸送量や保管スペースの削減、第三は業務効率化による工数削減である。第二、第三の効果は個別のケースによって大きく異なり、また間接的な効果であることから明確な評価が難しい。このため、以下に示す個別事例では第二、第三の効果も考慮してCO<sub>2</sub>削減効果を評価しているが、「第3章 ユビキタスシステムによるCO<sub>2</sub>削減効果の試算」でのマクロ的な評価では、第一の効果のみを考慮した。

- ・ペーパーレス化による増減要因

ペーパーレス化によって、物の消費量、人の移動量、物の移動量、オフィススペース、倉庫スペース、ICT・ネットワーク機器電力消費量、ネットワークデータ通信量の7要因が増減すると考える。CO<sub>2</sub>削減量への換算は、システム導入前後において、要因毎に調査項目のデータを積み上げ、各項目に応じた原単位を乗じることで算出できる。調査項目は物の消費量の場合、システム導入に伴う紙、書籍、CD媒体などの増減であり、人や物の移動量では自動車、鉄道など利用による人や物の移動総量、オフィススペースはワークスペース面積、書類保管、サーバ設置面積の合計、倉庫スペースは物流在庫面積、ICTネットワーク電力消費量はICT機器の電力、ネットワークデータ通信量はネットワークを介したデータ量が対象となる。

#### 業務の効率化によるCO<sub>2</sub>削減量

ペーパーレス化により、業務効率の向上が図られ、オフィス業務の工数削減(業務の効率化)が期待される。この、効率化によるCO<sub>2</sub>削減量への換算は、関連する業務の占有面積(オフィススペース)が削減されると考えられ、以下のようにして算出する。

- (1) オフィスビルで消費されるエネルギーに由来するCO<sub>2</sub>排出量 87.7 kg-CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>・年)
- (2) 1人当たりのワークスペース 13.1 m<sup>2</sup>/人

(1)×(2)=1,149 kg-CO<sub>2</sub>/(人・年)となる。つまり業務の効率化により1人・年の工数が削減されると仮定すると、1,149 kg-CO<sub>2</sub>のCO<sub>2</sub>削減に相当する。なお、「第3章 ユビキタスシステムによるCO<sub>2</sub>削減効果の試算」では、ペーパーレス化のCO<sub>2</sub>削減効果として業務の効率化を算入していない。

#### イ ペーパーレス化による具体的事例

本調査研究会では委員より以下の2システムについて紹介があった。

- ・事例1 電子調達(資材調達ネットワークサービス)

資材調達ネットワークサービス(図9)は、発注企業(バイヤー)と受注企業(サプライヤー)間の見積、注文から検収までの製品部材の取引を支援するネット調達ASPサービスである。導入前は資材購買部門における注文書の事務処理、取引企業への伝票の郵送作

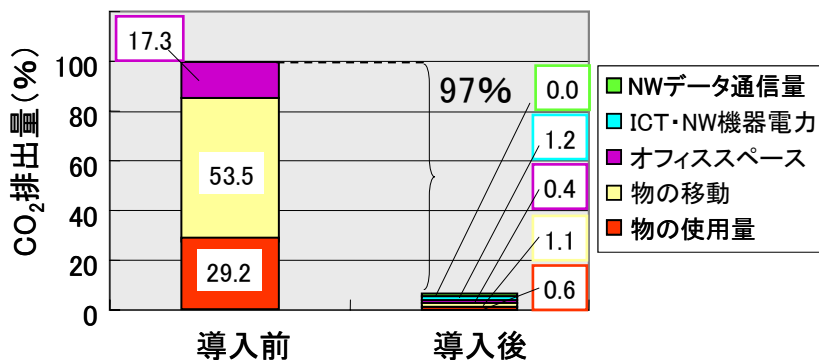
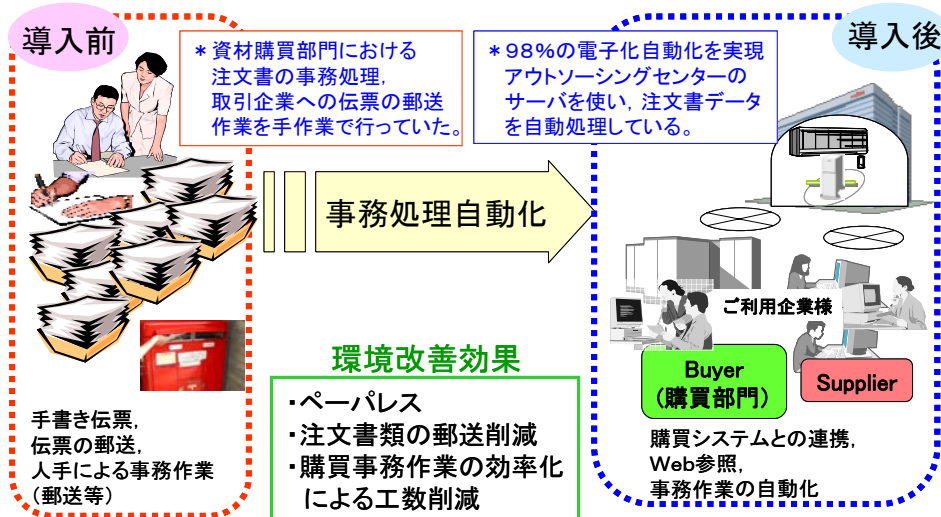


図9 資材調達ネットワークサービスのCO<sub>2</sub>削減効果

(出典) 富士通研究所

業を手作業で行っていたものが、導入後は事務処理の自動化を図り、注文書を電子化し、アウトソーシングセンターのサーバを利用し、注文書データを自動処理することが可能になる。導入により、主にペーパーレス、注文書類の郵送削減、購買事務作業の効率化による工数削減を図ることができ、CO<sub>2</sub>排出量を97%削減することが可能と試算されている。

・事例2 電子行政（内部共通事務支援システム）

内部共通事務支援システム（図10）は、自治体の財務会計、人事給与、庶務事務などにおいて、文書や伝票の電子決済を実現するサービスで、電子自治体の中核となるシステムである。導入前はすべての伝票処理を紙で決済していたものが、導入後は電子決済による省力化を図り、法定文書など一部を除き、電子データによる決済で処理することが可能になる。導入により、主にペーパーレス、文書作成および回送業務の効率化による工数削減を図ることができ、CO<sub>2</sub>排出量を44%削減することが可能と試算されている。

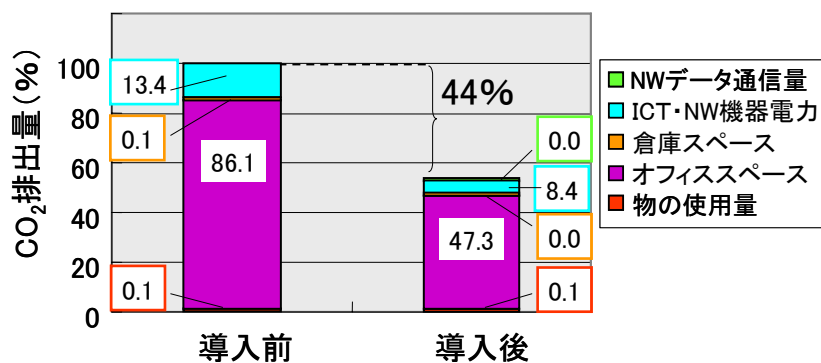
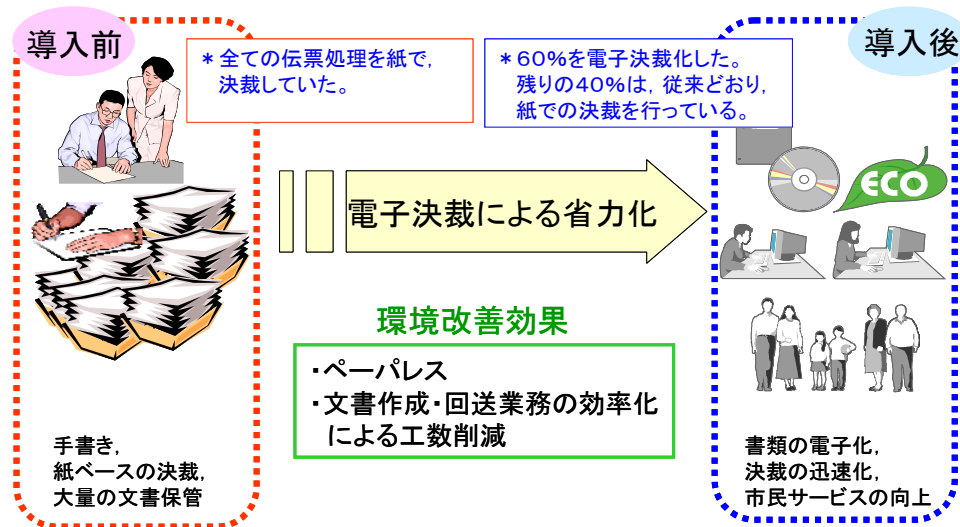


図 10 内部共通事務支援システムの CO<sub>2</sub> 削減効果

(出典) 富士通研究所

## ⑧ BEMS

BEMS とは、事務所ビルや工場等における照明、冷暖房、給湯等のためのエネルギー消費を制御して、必要な快適性を維持しつつ省エネを達成するシステムである (図 11)。現在導入されている一般的な BEMS は、LONWORKS<sup>17</sup>などの専用プロトコルによる空調、照明、防災・防犯などの統合管理インフラと、スケジュール制御、ゾーン単位の運転制御、中央監視などの制御機能からなる。

BEMS による省エネ効果は条件によっても異なるが、一般的には 10 %程度と考えられる<sup>18</sup>。地球温暖化対策推進大綱では、「業務用需要におけるエネルギーマネジメントの推進」

<sup>17</sup> 米国 Echelon 社が開発した監視・制御のためのネットワーク技術体系。

<sup>18</sup> 岡垣晃「改正省エネ法と BEMS 導入支援事業の概要」建築設備総合協会「BE 建築設備」2003 年 10 月号

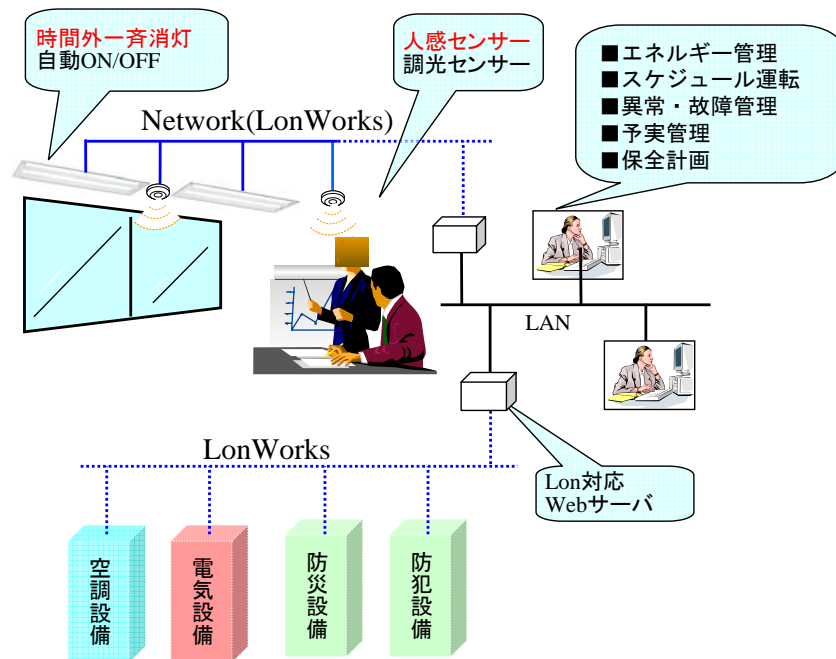


図 11 BEMS

(出典) 日本アイ・ビー・エム

として、BEMSのほか、省エネ法の改正やESCO（Energy Service Company）の活用など制度的な改正の効果を含めたCO<sub>2</sub>削減効果を770万t-CO<sub>2</sub>としている。

・ユビキタスネット技術の活用による機能の向上

これまでのような専用プロトコルによるBEMSでは、きめ細かな調整は専門のオペレーターが操作し、また、設備・機器ひとつひとつの制御にはそれぞれ煩雑な設定が必要となっていた。また、専用プロトコルのインフラとLANや電話のインフラとは別々に配線・構築することが必要であった。

IPv6を利用したBEMSでは、ビル館内の設備や機器にIPアドレスを割り当てることで、インターネット経由の管理、制御が可能となる。IPv6の高いセキュリティー性能を生かし、専用端末だけでなくPCやPDAからも制御が可能となるほか、ビル外部からの制御も可能となる。インフラでもLANやVoIP（Voice over Internet Protocol：IP電話）との共有が可能となり、資材が削減されるだけでなく、設備間の有機的連携を図ることができる。

電子タグ等を利用した位置情報把握も有効である。ビル内の在館者が電子タグ等を所持し、ゾーン単位に設置したアンテナにより在室状況、人数等を把握する。これにより、在館状況に応じた外気取り入れ、不在箇所の消灯、空調停止等を行うことができるようになる。一方、病院、大規模店舗等、不特定多数の人々の出入りがある建物等では、電子タグ



に代え、センサーネットワークの活用も必要である。

## ⑨ HEMS (ECHONET)

HEMS とは、家電製品がネットワークを介して連携し、家庭における照明、冷暖房等のエネルギー消費を制御するものである。このためのネットワーク技術としてエコーネット・コンソーシアムが提唱している ECHONET は、主に白物家電等の監視・制御を行うための設備系ホームネットワークの規格である。

ホームネットワークの分野では、映像や音声のコンテンツ配信のために用いられる AVCC<sup>19</sup>系ホームネットワークも存在する。設備系では、一般的な用途においては 10 kbps 以下の通信速度で十分である。AVCC 系は設備系に比べ、技術の進歩が急速であり、製品のライフサイクルも短いため、設備系とは切り離して標準化が進んでいる。ただし、AVCC 系は人にやさしいマンマシンインターフェースとしての活用が期待できるため、ECHONET ではゲートウェイを介して AVCC 系と接続して連携することにより、より高度な連携アプリケーションが提供できるよう配慮している。

ECHONET の開発の方針としては、まず、マルチベンダーでシステム構築可能なことである。これは、ECHONET のネットワーク関連機器・システムが共存する環境の構築とともに ECHONET 上で運用されるサービスの提供業者についても、たくさんの事業者が共存出来る環境の構築を目指すものである。また、ECHONET 対応機器の開発を容易にするための開発支援ツールの提供等の開発環境の整備にも力を入れている。

加えて、物理層に依存しない通信ミドルウェアの開発により、さまざまな通信媒体の使用を可能とし、また 8 ビットのマイコンクラスからワークステーション等まで用途にあったプラットフォームの選択を可能とするマルチプラットフォームを前提としている。他のネットワークとの共存や関係によるより高度なアプリケーション提供を実現するための仕掛けも設けていく。

図 12 は ECHONET による省エネ制御システムと住環境管理制御システムの構成例である。外部ネットワークとの接続のためのゲートウェイ、換気扇、CO<sub>2</sub> センサー、異種伝送媒体を接続するルータ、コントローラー、照明、エアコン、機器アダプター、ファンヒーターから構成されている。これにより、例えばエアコンの起動操作があったとき、まず室温を計測し、室温が 30℃を超えていたら換気扇を起動、10 分後に換気扇を停止しエアコンを起動、といった運転を機器が協調して行うことにより、自動的に省エネを図ることができる。

ECHONET を使用した HEMS フィールド実験の例としては、2002 年 2 月から 2004 年 3 月の期間で阪神地区 300 軒を対象とした新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

<sup>19</sup> AVCC : オーディオ、ビジュアル、コンピュータ、通信

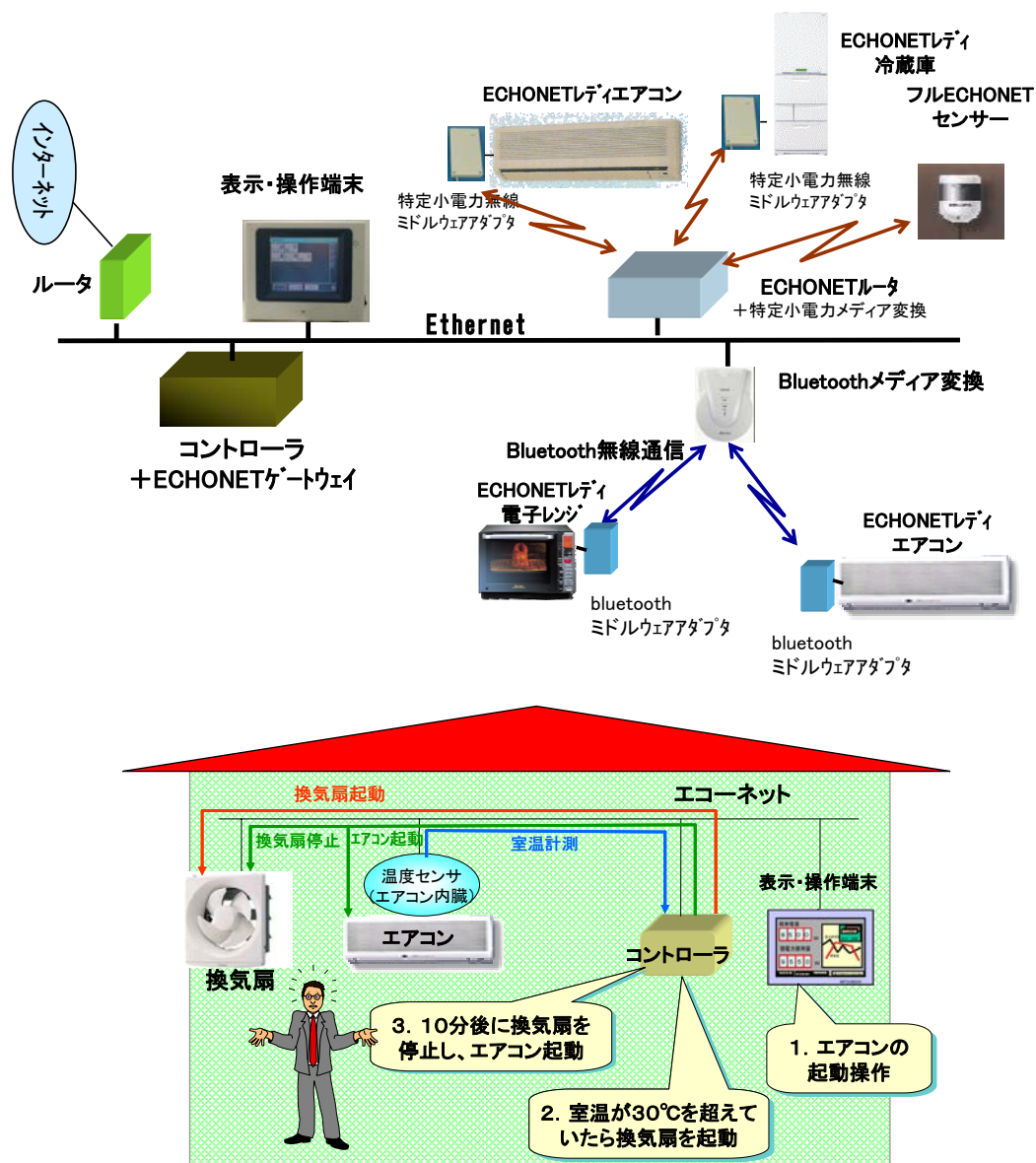


図 12 ECHONET

(出典) 東芝、エコネット・コンソーシアム

の補助事業が実施されている。実験結果によれば、年平均 8% の CO<sub>2</sub> 削減効果があり、特に暖房、給湯の抑制の効果が大きかった。ただし、省エネ効果はユーザーの生活形態に強く依存し、必ずしも CO<sub>2</sub> が減少しない場合もある。

地球温暖化対策推進大綱では、HEMS の普及率を全世帯の 30% と見込み、CO<sub>2</sub> 削減効果を 290 万 t-CO<sub>2</sub> としていた。しかし総合エネ調<sup>20</sup> 及び中環審<sup>21</sup> による最新の普及見通しでは、

<sup>20</sup> 総合資源エネルギー調査会需給部会第 11 回会合資料「2030 年のエネルギー需給展望（最終取りま

これまでの普及実績からみてより実現性の高い普及率として全世帯の 17%を見込み、CO<sub>2</sub>削減効果も下方修正している。

## ⑩ 電子出版

電子出版とは、従来紙媒体で出版されていた出版物を電子媒体によって出版したり、ネットワークを通じて直接消費者へ配信したりするシステムをいう。これにより紙の使用量や流通時のエネルギーが削減される。さらに現在、新聞、雑誌、書籍等だけでなく、カタログやパンフレット等の印刷物についても電子出版化が進んでいる。また、需要に応じて必要な部数だけを印刷するオンデマンド出版のような事業形態についても、完全な電子出版化ではないが、在庫を削減できるため紙の使用量削減等の効果がある。しかし、地球温暖化対策推進大綱には電子出版の効果は盛り込まれていない。

## ⑪ オンラインショッピング

オンラインショッピングは、消費者がインターネットを利用して物品を購入するものである。狭義のオンラインショッピングのほか、オンライン航空券発行、コンビニでの受け渡しなども広義のオンラインショッピングに含まれる。

オンラインショッピングの効果について書籍を例にとり説明する。書籍のオンラインショッピングの多くは、消費者がインターネットのサイト上で欲しい書籍を申し込み、在庫がある場合には 2~3 日で自宅に宅配便で書籍が送付されてくる。これにより、従来のように需要がわからない状態で印刷することが減り、需要量に合った印刷や、在庫の圧縮を可能とする。書籍は返品率が高く、約 40%の書籍が返本・廃棄されているのが現状であるが、これらの一部を減らすことにより、出版印刷にかかるエネルギー消費、あるいは返本のための輸送にかかわるエネルギー消費量の削減につながる。

さらに、消費者も書店に行く必要がなくなる。例えば自動車で買い物に行くことによるエネルギー消費量を減らすことが可能となる。一方で、書籍が宅配便で家庭まで届けられるようになると、小口の輸送に伴うトラックのエネルギー消費が増加する。さらに、包装用紙も丈夫なものが必要となる。これらプラス・マイナスの効果を合算すると、全体としては CO<sub>2</sub>削減の効果を有すると考えられる。

なお、地球温暖化対策推進大綱にはオンラインショッピングの効果は盛り込まれていない。

---

とめ(案))」(平成 17 年 2 月)

<sup>21</sup> 中央環境審議会地球環境部会第 27 回会合資料「対策の裏付けとなる施策についての技術的検討<中間段階の報告>」(平成 17 年 2 月)