

テラヘルツ波帯の情報通信利用に関する調査検討会

第3回会合

2010年11月16日

グリーンICTの現状とNTTグループの取り組み

日本電信電話株式会社
NTT環境エネルギー研究所 環境推進プロジェクト

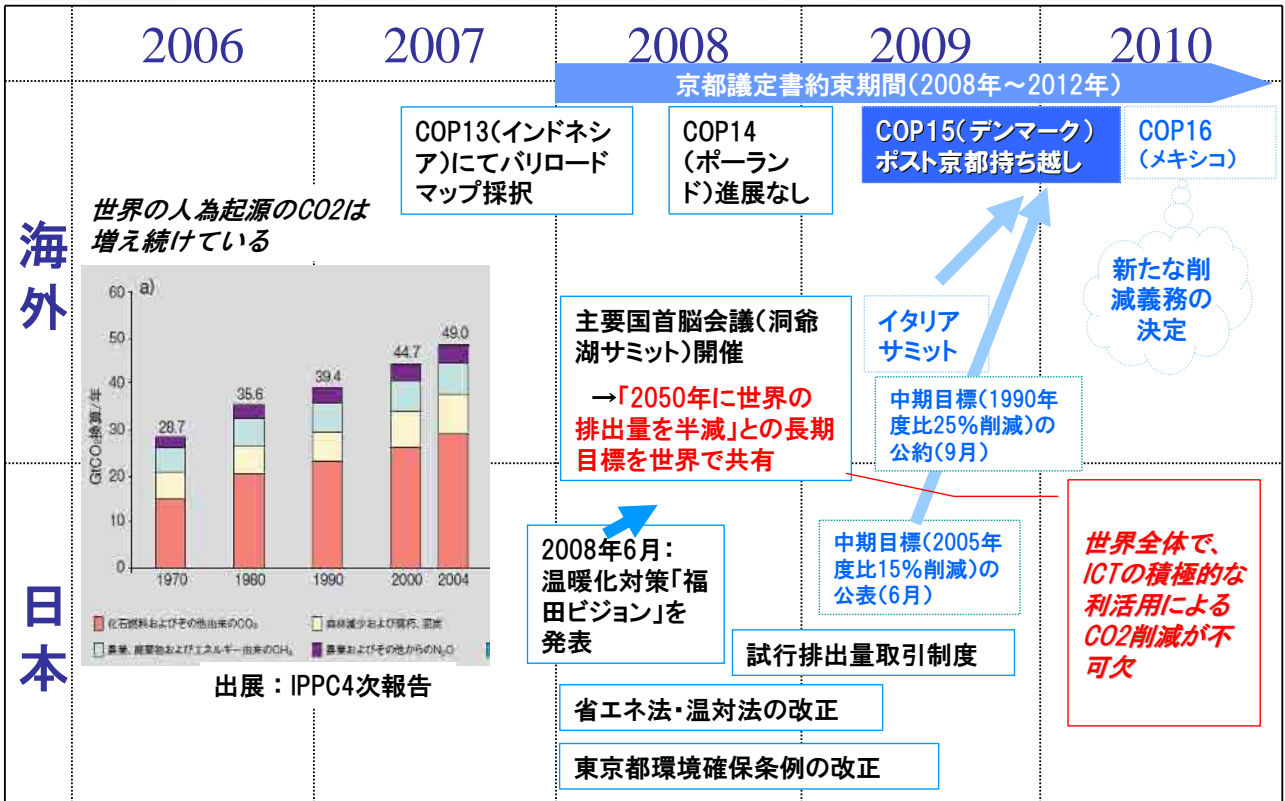
染村 庸



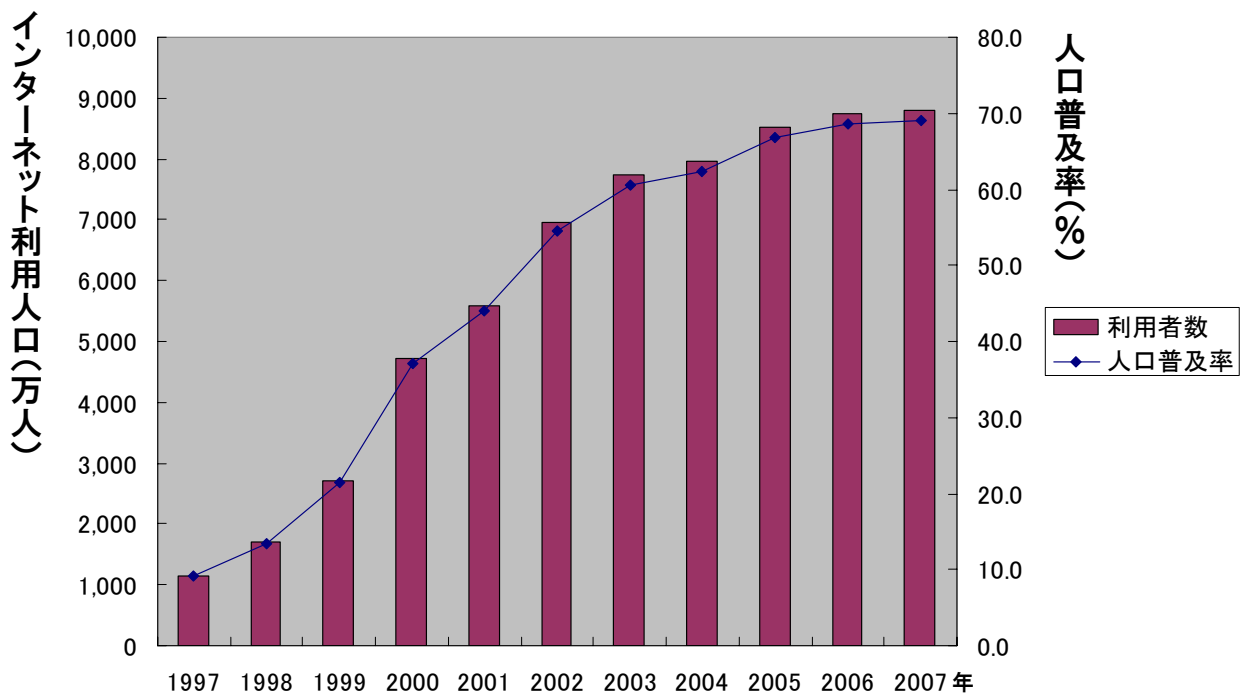
講演内容

1. ICTと環境に関わる国内外の状況
2. ICTインフラの環境影響 (CO₂排出量) 評価方法
3. ICTの省エネに関する取り組み (Green of ICT)
4. ICTの利活用による環境負荷低減効果 (Green by ICT)
5. ICTの環境影響評価手法に関する国際標準化について
6. まとめ

地球温暖化問題に関する世の中の動き



インターネット利用者の普及

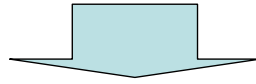


出典：情報通信白書2008

ICTの普及と環境問題

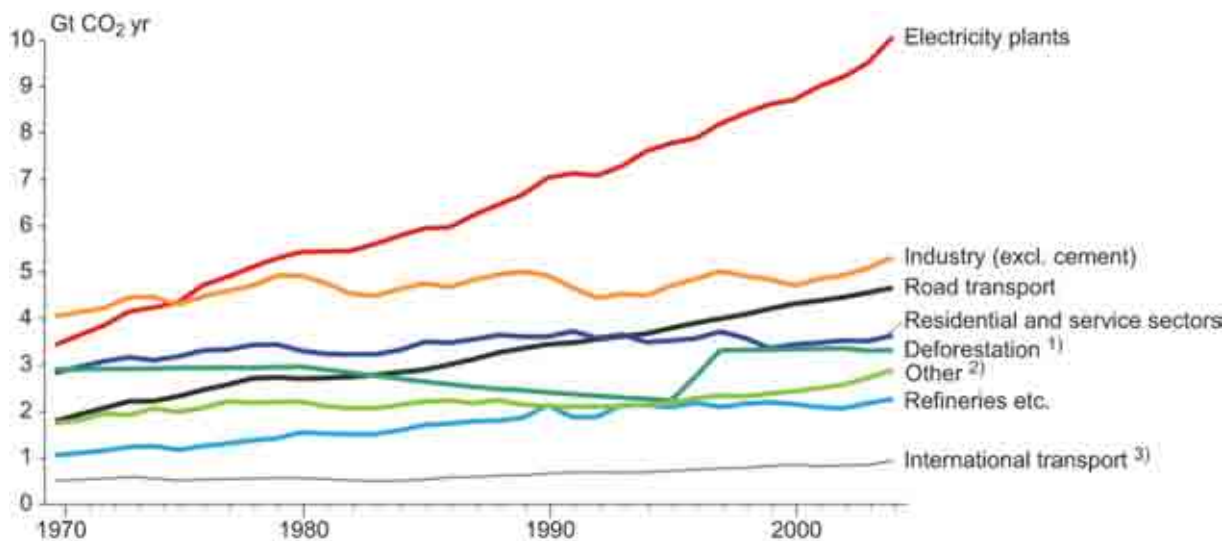
ICTは急速に普及し、その環境負荷も増大している。

- 製造段階でのエネルギー消費が大きく、長寿命化や、リユース・リサイクルの推進が課題
- 使用段階での消費電力の削減が課題
- e廃棄物の越境問題(発展途上国での廃棄)
- 貴重資源の採掘(タンタルなど)
- 鉛など有害物質の除去
- 再生可能資源の採用



気候変動という観点では、地球温暖化問題が人類が直面する喫緊の課題。

CO₂ 排出量推移(1970~2004年)



出展: IPCC AR4 WG3 Fig-1-2

CO₂を削減するには

- エネルギー消費量の削減（省エネ）
- エネルギー源の低炭素化（原子力、水力・・・）
- 炭素固定（光合成）
- 炭素貯蔵（地中、深海・・・）

ICTが環境に与える影響

Green of ICT

ICT自身の
環境負荷

ICTサービスによる
環境負荷の削減

Green by ICT

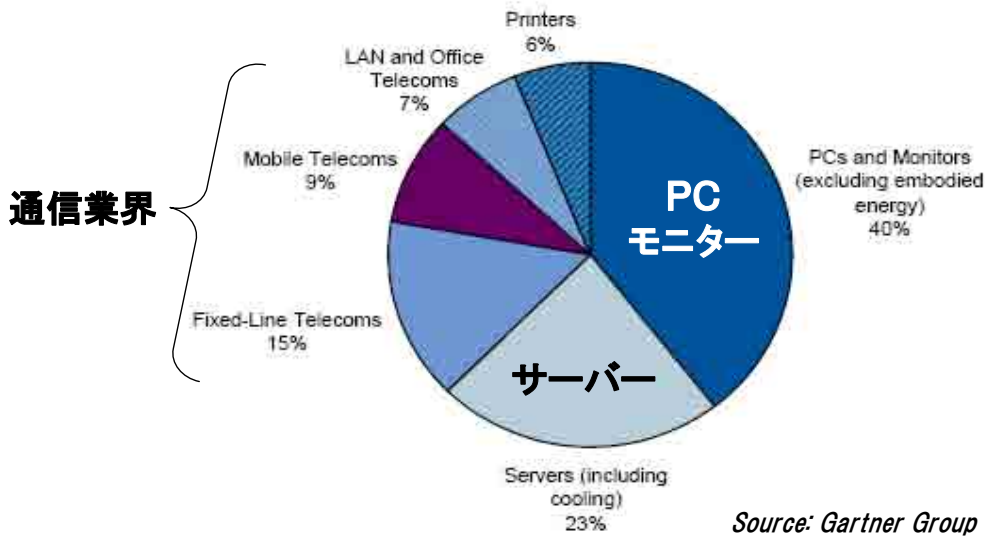
地球環境に対するマイナスの要因

- エネルギーの使用（ICT機器やNWの増加に伴う電力消費など）
- ICT機器の生産や設備構築による資源利用
- ICT機器の廃棄や設備撤去に伴う廃棄物の発生

地球環境に対するプラスの要因

- 脱物質化（情報の電子化）
- 移動の削減（人流や物流の効率化など）
- 産業・生活の効率化
- 環境啓発・環境教育へのICTの活用
- 環境センサや環境モニタリング

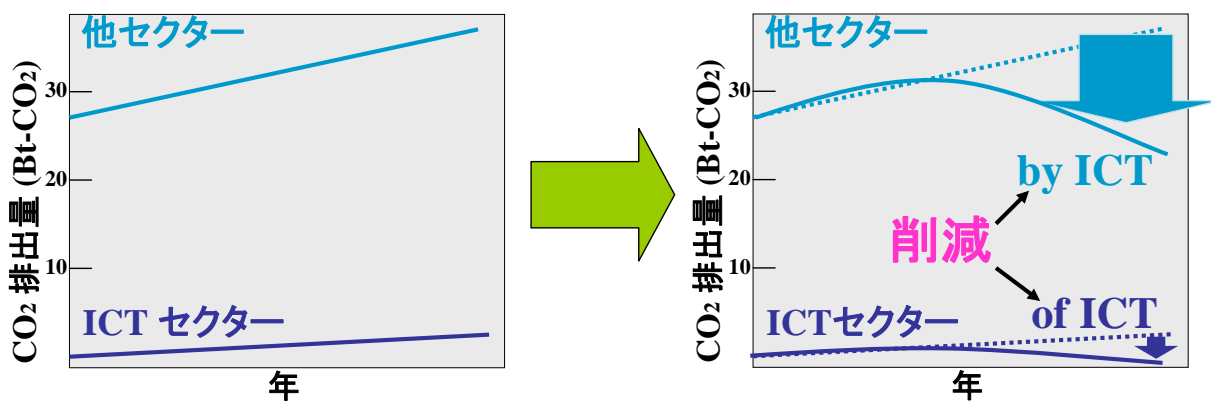
ICTセクターにおけるCO₂排出比率



* Rakesh Kumar and Lars Mieritz, "Conceptualising 'Green IT' and Datacentre Powering and Cooling Issues", Gartner Research paper ID number G00150322, 7 Sept. 2007.

- ・ちなみに、ICTセクター(放送分野を除く)のCO₂排出比率は全セクタの約2%。2007年度で約0.9Gt-CO₂。(通信業界はICTセクターの24%、全セクターの0.5%)
- ・しかし、ICTセクターは他セクター(CO₂排出比率98%)から排出されるCO₂量を抑制可能(Green by ICT)。

ICTが社会全体に及ぼす影響

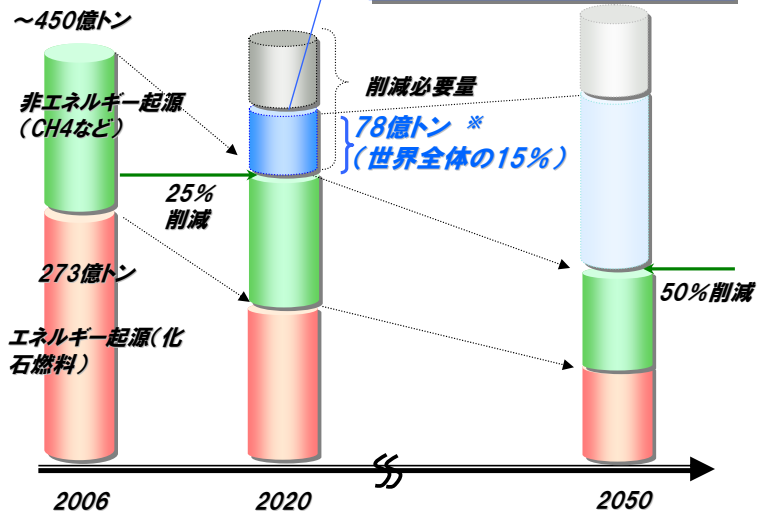
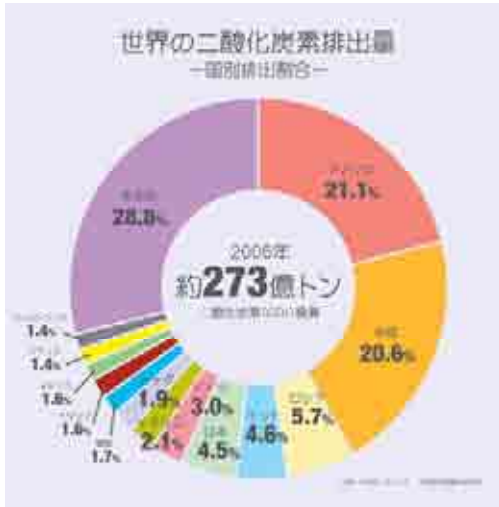


ICTによる他セクターのCO₂排出削減量

・ICTセクターは、他のセクターに対し、CO₂排出量の削減に貢献できる

・ICTセクター自らの省エネ(Green of ICT)とともに、ICTの活用による社会全体のCO₂削減効果(Green by ICT)が注目

CO₂削減に貢献するICT (世界全体)



全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト(<http://www.jccca.org/>)より

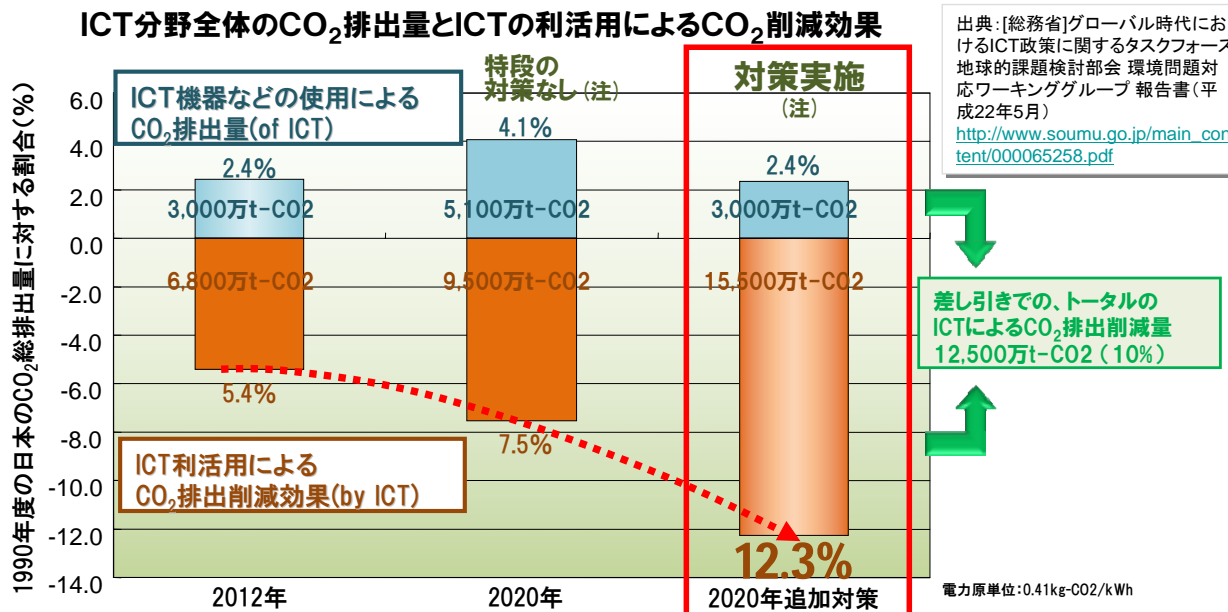
*GeSI: SMART2020より。このうち、テレワーク、テレビ会議、電子ペーパー、電子商取引関連の脱物質化、移動削減などの効果は30億トン程度(6%)

GeSI SMART2020, IPCC資料などから作成

CO₂削減に貢献するICT (日本全体)

○ICTによるCO₂削減効果(by ICT)は、2020年には、最大約1.5億トンになる可能性。これは、1990年の総排出量と比較した場合には約12.3%の削減効果に相当し、25%削減の中期目標達成に大きく貢献。

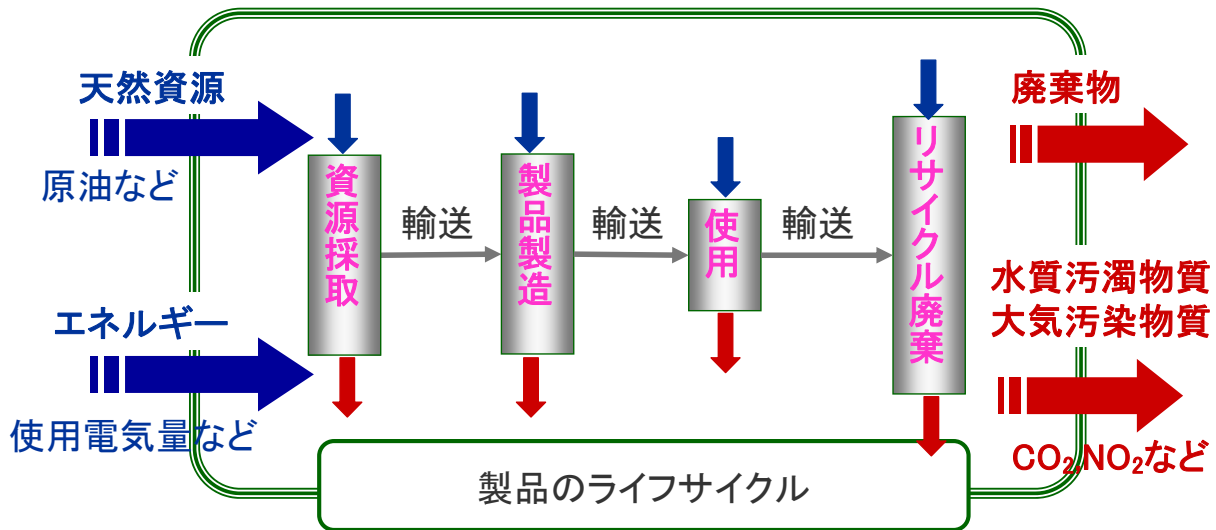
○一方、ICT機器などの使用によるCO₂排出量は、光通信技術等の開発やクラウドの推進等の対策(of ICT)により、約3000万トンまで排出を抑えることが可能。これは、2012年の排出量とほぼ同水準。



注: 特段の対策なし: ICT機器のCO₂排出削減(of ICT)に新たな対策を講じない場合。/現在のICT利活用(by ICT)を継続して推進する場合。
対策実施: ICT機器のCO₂排出削減(of ICT)に有効と考えられる新たな対策を講じる場合。/現在のICT利活用分野を拡大するとともに、可能な範囲で利用促進を加速化する場合。

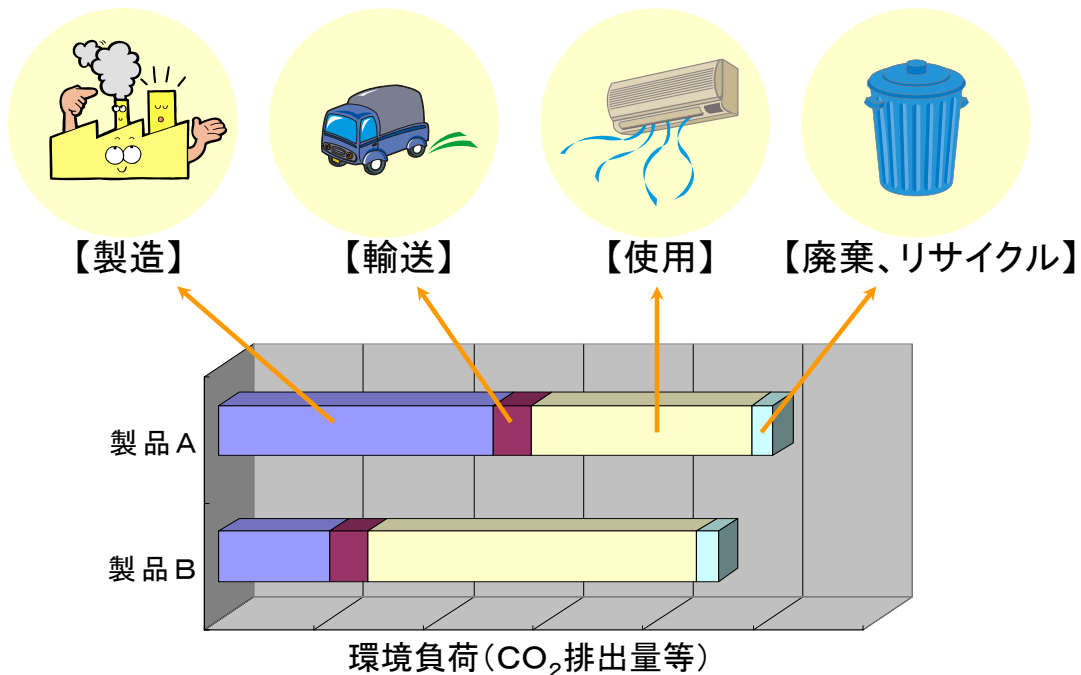
LCAによる環境影響評価技術

LCA:ライフサイクルアセスメント(Life cycle assessment)



原材料の採取(鉄鉱石の採掘等)から、製造、使用及び廃棄に至るすべての過程(即ち、人間に例えるならばゆりかごから墓場までの全生涯)を通して、製品が環境に与える負荷の大きさを定量的に整理、評価する手法。

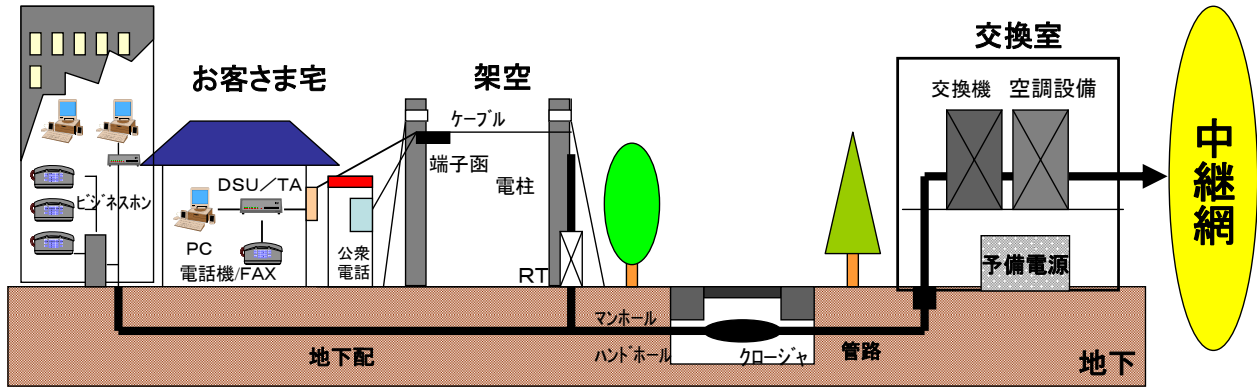
何がわかる？



製品Aのように、使用時の環境負荷が製品Bより小さくても、ライフサイクル全体では製品Bより環境負荷が大きくなることもある。

固定電話網の評価モデル

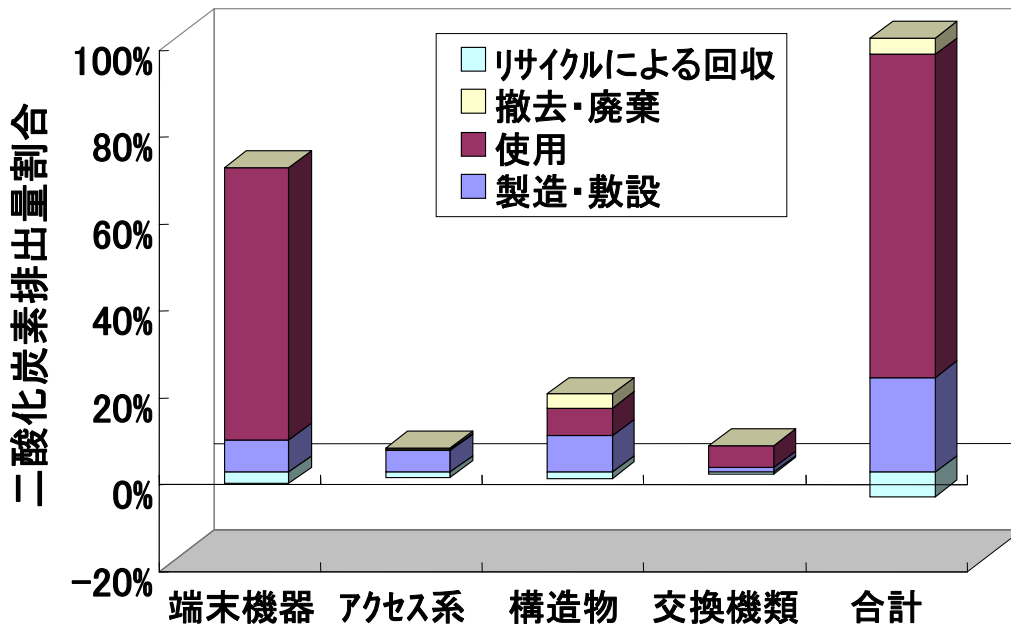
【市内電話サービスモデル】



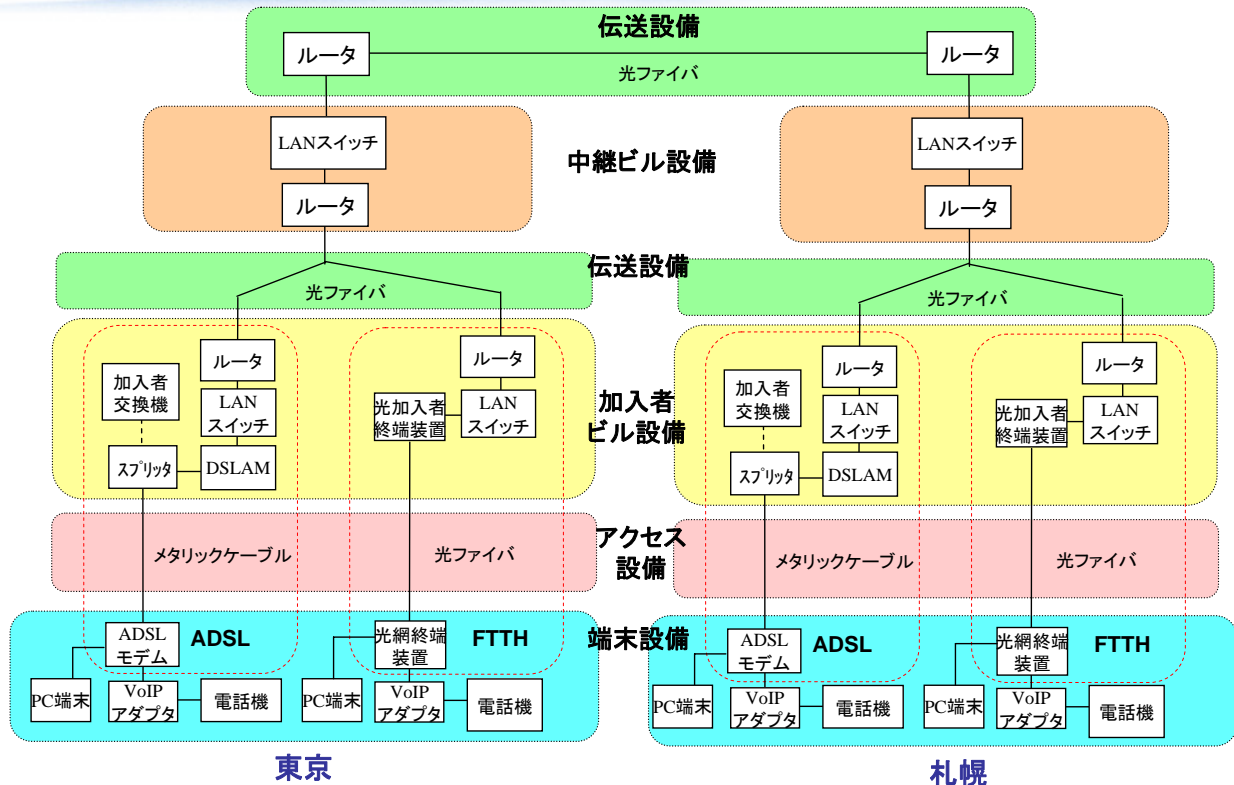
- モデル条件: ①首都圏1万回線規模の加入者系設備(端末～アクセス系設備～交換機)を想定した。
 ②H10現在の設備を標準とする。
 ③代表的な装置、構造物を対象とする。
 ④人の稼働、保守用の装置類は対象外とする。
 ⑤環境負荷は二酸化炭素(CO₂)排出量で換算する。

固定電話網の評価結果

全体の70%が使用段階であり、さらにその70%(全体の半分)が端末機器の電力消費に起因、中でも待機時間の消費電力が支配的



IP電話の評価モデル



東京

札幌

*FTTHは1ファイバで8加入使用

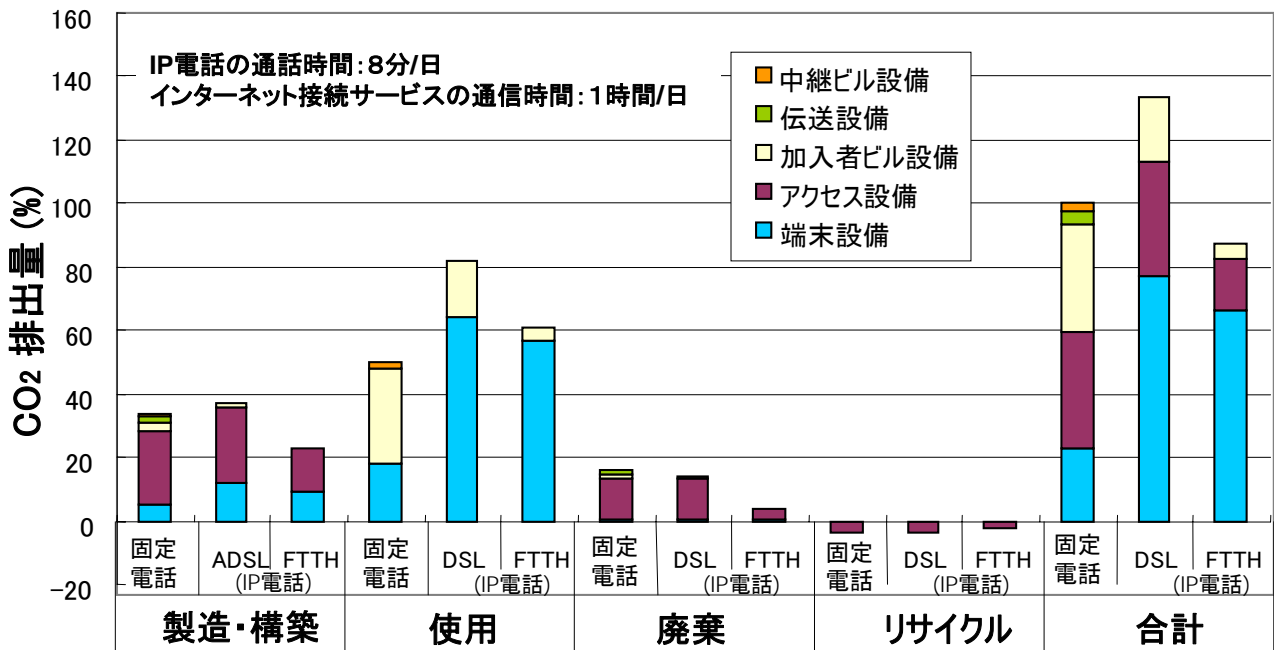
前田他、SETAC/ISIE/Swiss Discussion Forum (2003年スイス)

つながく。それは、ECO

Copyright(c) 2010 日本電信電話株式会社 16

IP電話の評価結果

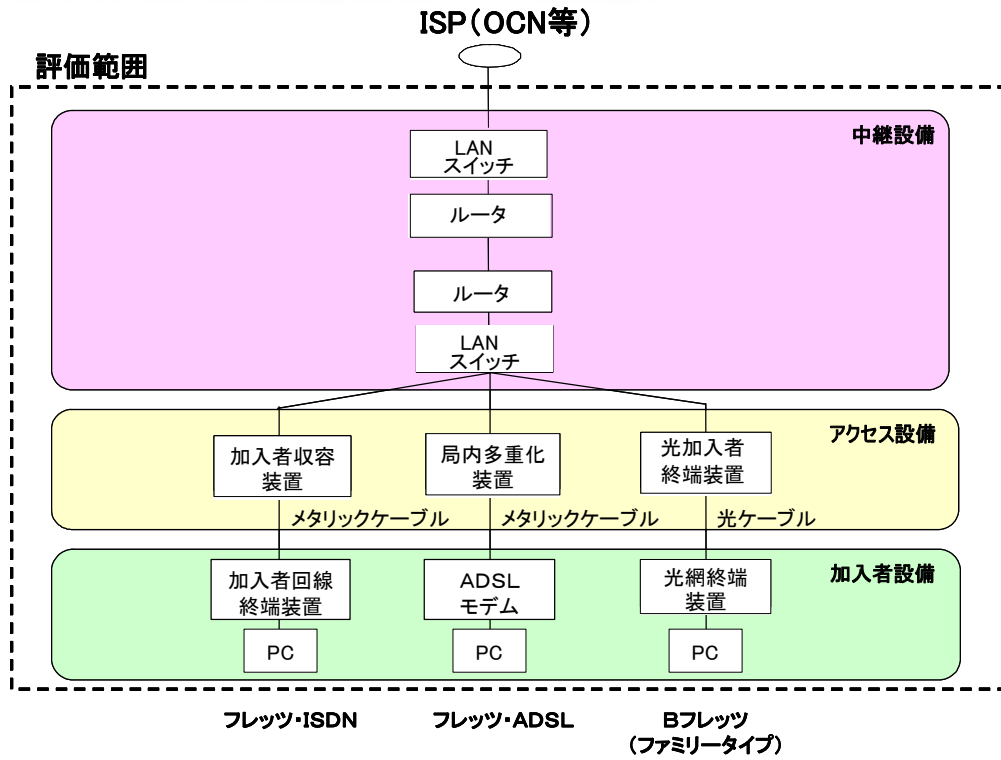
FTTHアクセスサービスのアクセス設備と加入者ビル設備による環境負荷は、他のアクセスサービス（固定電話、ADSL）に較べて小さい。
 伝送設備と中継ビル設備からのCO2排出量は、固定電話（7%）、IP電話（0.1%以下）ともに小さい。
 IP電話における端末設備の待機時消費電力が非常に大きい。



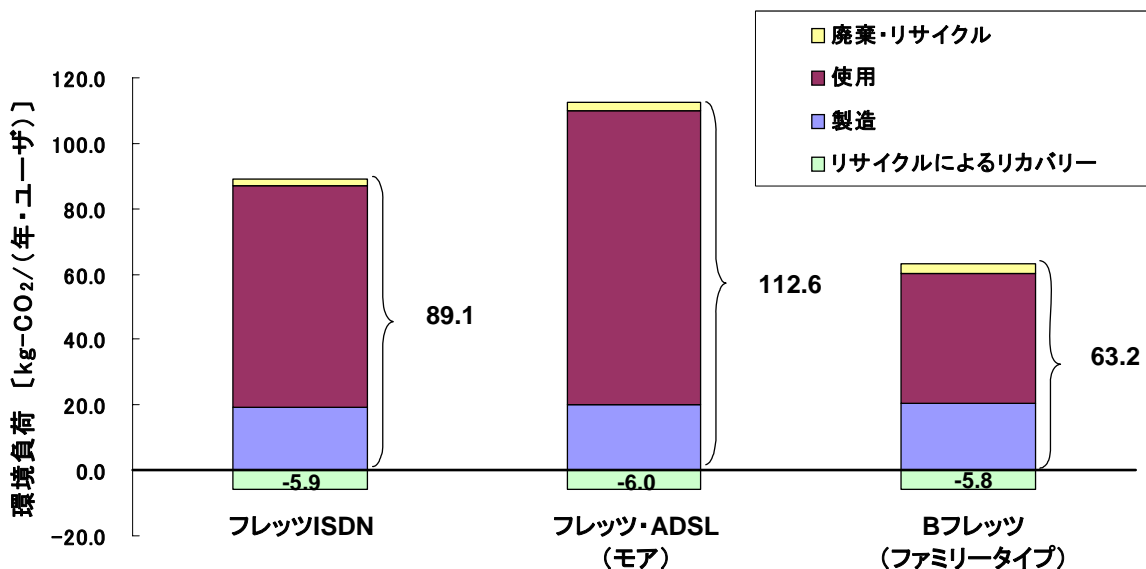
つながく。それは、ECO

Copyright(c) 2010 日本電信電話株式会社 17

インターネット接続の評価モデル



インターネット接続の評価結果



IP 接続サービスのエネルギー消費の効率化

- ・IP系設備の設置にあたっては、直流給電の推進、高効率空調設備の導入等、エネルギー消費削減に努めているものの、IP接続サービス、携帯電話等の加入者数の増大に伴い、消費エネルギーは増大
- ・一方、IP接続サービスの高速化が進んだが、アクセス網を光化することにより、ISDN、ADSLと比較して、お客様一人あたりの環境負荷は最大1/2程度に削減されるとともに、情報伝送の環境効率は約2000倍に向上

2005年度NTTグループCSR報告書より抜粋

IP接続サービスの環境効率とファクター

指標	単位	IP接続サービス		
		フレッツISDN	フレッツADSL (モア)	Bフレッツ (ファミリータイプ)
価値 (最大伝送速度)	kbps	64	6,500 ^{※3}	100,000
環境負荷 (CO ₂ 排出量)	kg-CO ₂	78.2	101.7	52.3 (PON方式)
環境効率 ^{※1}	kbps/kg-CO ₂	0.81	63.9	1,912.0
ファクター ^{※2}	-	1	79	2,360

※1 環境効率＝
(最大伝送速度)
÷(環境負荷(CO₂排出量))

※2 ファクター＝
(ADSL、Bフレッツの環境効率)
÷(フレッツISDNの環境効率)

※3
上り速度(1Mbps)と下り
速度(12Mbps)の平均値

(注)
環境負荷には、お客様設置
設備を含む(DSU、ADSLモ
デム、ONU等)

つながり。それは、ECO

NTTグループの低炭素社会へ向けた取り組み

NTTグループ全体で、(1)Green of ICT、(2)Green by ICT、(3)Green with Team NTT、に積極的に取り組む

1 Green of ICT

NTTグループの事業活動に伴うCO₂排出量の削減

環境・エネルギー関連
新技術のR&Dの推進

- ▶ 通信設備等の省電力化
(データセンタ、電力・空調装置等)
- ▶ 「グリーンNTT」(自然エネルギー発電の導入)
- ▶ 「チーム・マイナス6%」への参加



2 Green by ICT

お客様のCO₂削減に貢献するソリューション等の提供

- ▶ テレワークを支えるICTソリューションや、デジタルコンテンツ流通等の提供



3 Green with Team NTT

NTTグループ社員の家庭や地域におけるCO₂削減

- ▶ エコドライブの実践、森林保護活動、地域清掃活動への参加、ビルの屋上緑化、等



つながり。それは、ECO

環境に配慮したデータセンタへの取り組み

太陽光発電システム



グリーンエネルギー導入による
データセンタの負荷低減

最新の省エネ技術を
集結したデータセンタビジネス

環境に配慮した データセンタ

高効率空調技術



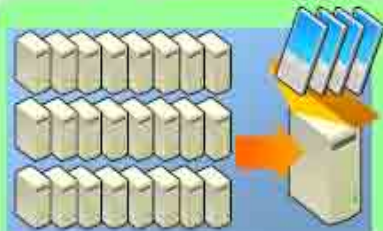
空調解析による最適な高効率
空調システムの導入

高電圧直流給電技術



電力変換ロスの少ない高電圧
直流給電システムの開発・導入

仮想化技術



仮想化技術を活用しIT機器リソースを
シェアすることでIT機器を削減

ICT装置と空調の連係制御技術



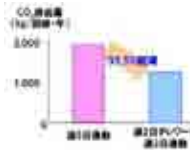
ICT装置のワークロードの平準化と
空調機設定温度の連係制御

つながり。それは、ECO

環境負荷削減に向けたNTTの研究開発

環境影響評価

LCA(Life
Cycle
Assessment)



クラウドコンピューティング CBoC

PF,
アプリケーション

4Dデジタルシネマ
など

アクセス、端末
ONU、OLT、HGW
省資源・リサイクル
光配線



省エネ調達

標準評価法の策定、
ガイドライン化

ネットワーク NGN、将来ネットワークアーキテクチャ

スマートグリッド HEMS, EV,...

装置

光電子融合型
光パケットルー
タ など



デバイス

低消費エネルギー
光デバイス、ナノデバイス

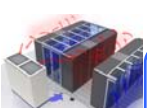


発電・蓄電

高効率燃料電池(SOFC)、Ni
蓄電池、歩行発電



空調 アイルキャッピング



給電 高電圧直流給電技術

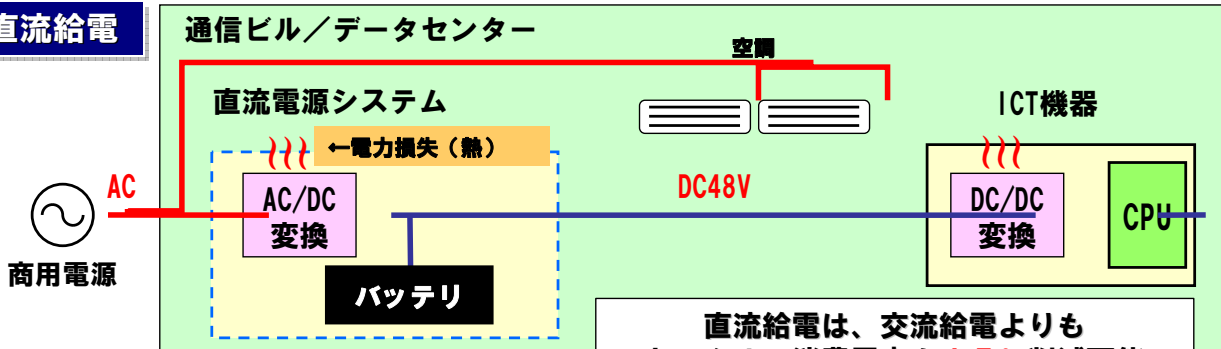


つながり。それは、ECO

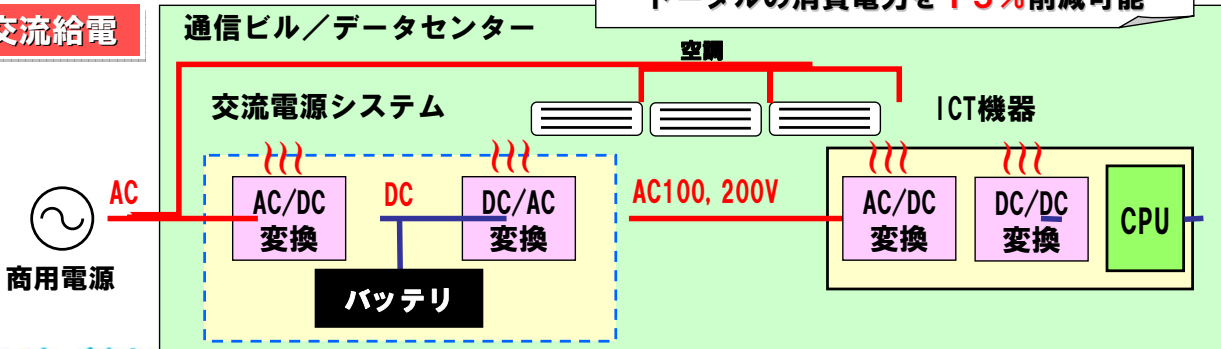
直流給電による消費電力低減への取り組み

通信システムや情報システムなど停電バックアップを必要とするシステムでは、バッテリーに充電するために必ず交流（AC）を直流（DC）に変換する必要があり、AC/DCなどの電力変換を行う毎に電力損失が発生する。直流給電は交流給電よりも変換回数が少ないため電力損失が少なく、省エネルギーとなり、さらに電力損失による熱を冷やすための空調電力も削減できる。

直流給電



交流給電

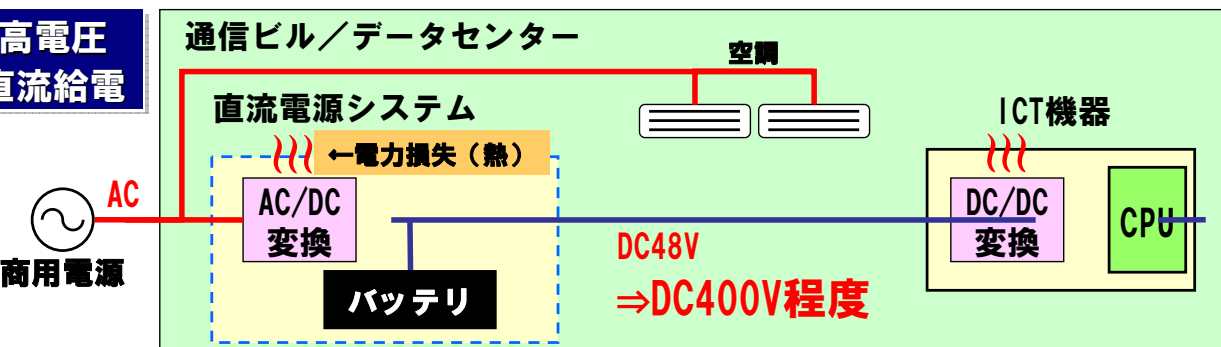


つながり。それは、ECO

高電圧直流給電方式の開発

給電電圧をDC48VからDC400V程度に高電圧化

高電圧直流給電



■ 今後検討が必要な事項

- 直流電源システムや高電圧直流対応ICT機器の開発
- 直流電源システムとICT機器との各種インターフェース条件の標準化
- コネクタやヒューズなど部品類の開発と標準化

つながり。それは、ECO

省エネ性能に加えた高電圧直流給電方式のメリット

整流装置 ~ 電流分配装置



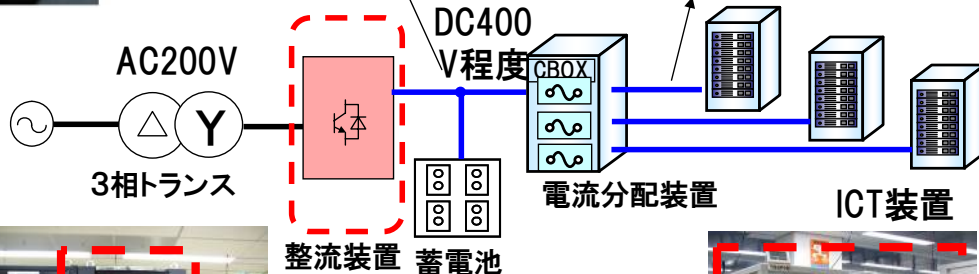
DC48V給電(左)
HVDC給電(右)

高電圧化することで配線ケーブルを細くすることができ、作業性を上げられる

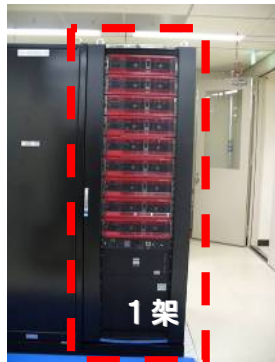
電流分配装置 ~ ICT装置



DC48V給電(左)
HVDC給電(右)



HVDC用整流装置



DC48V用整流装置



高電圧化することで、スペースが効率的に使える

つなく。それは、ECO

エネルギーネットワークの取り組み

愛・地球博でのクリーンエネルギー実証実験 (NEDO)

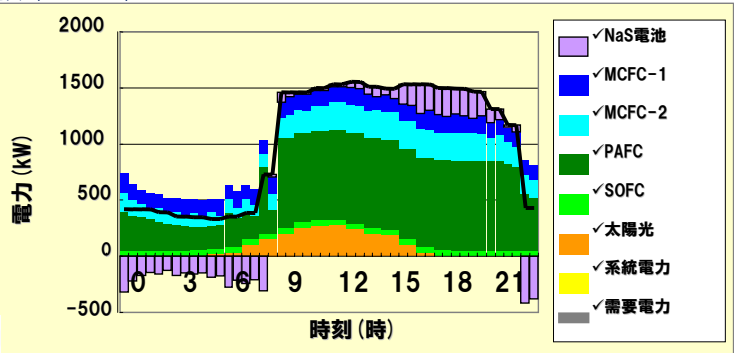
パビリオンへの供給



電力・熱



エネルギー制御システム (NTTファシリティーズ・NTTR&D)



系統電力



クリーンエネルギー源

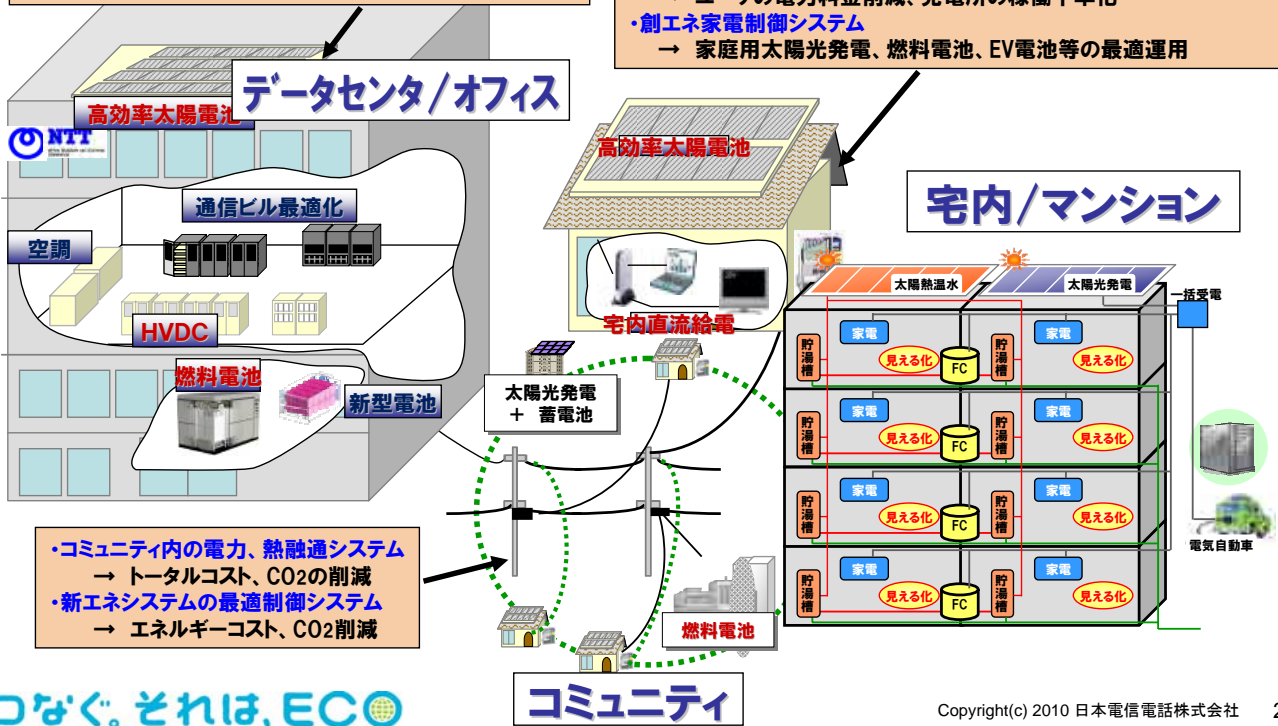
・商用電力に頼らず、クリーンエネルギーでパビリオンへ給電
・CO2排出を最小化するため、各クリーンエネルギー源の最適制御

つなく。それは、ECO

スマートコミュニティ

- 消費電力の見える化、空調・電力の協調最適制御
 - PUEの改善、エネルギーコスト、CO2削減
- ICT装置の動作状態と空調・電力の連携最適制御
 - エネルギーコスト、CO2削減

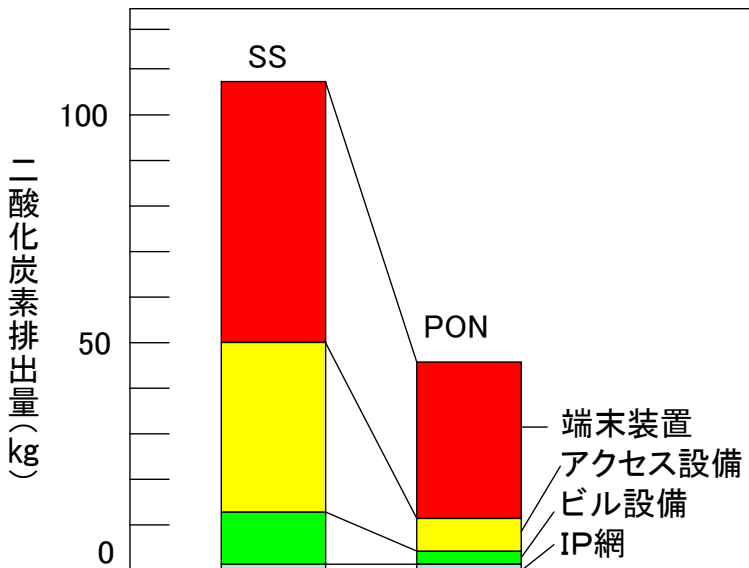
- 宅内直流給電技術
 - 光化の推進、宅内端末のカーボンフリー化
- デマンドレスポンスプログラムシステム(時間帯別電力料金システム)
 - ユーザの電力料金削減、発電所の稼働準平化
- 創エネ家電制御システム
 - 家庭用太陽光発電、燃料電池、EV電池等の最適運用



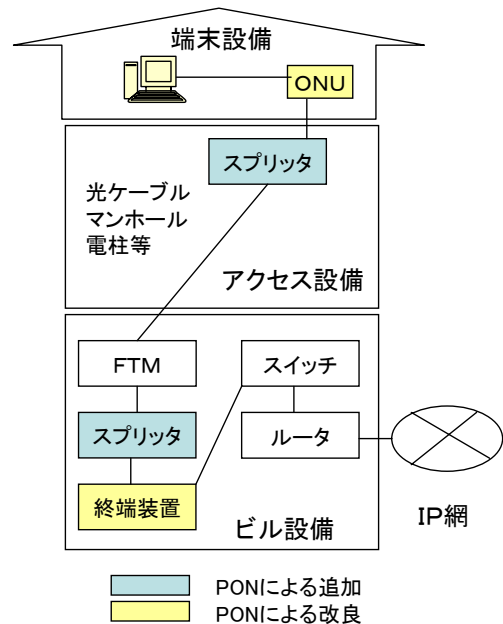
PON※による光接続サービスの環境負荷削減

※Passive Optical Network

光ケーブルの共有、信号の多重化によりCO₂排出量を57%削減



パソコンの使用時間は1時間、ONUは24時間ON
首都圏における1加入者1年間あたりのCO₂排出量



LCAによるICTサービスの環境影響評価

LCA評価

製品・サービスの製造～廃棄までのライフサイクル全体に渡る環境負荷を定量化

① 製品・サービスなど
評価範囲を決める



② モデル化

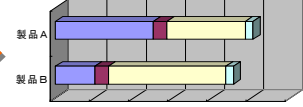
・評価範囲
・利用状態
・定式化

③ インベントリ分析

製品毎の情報収集・解析

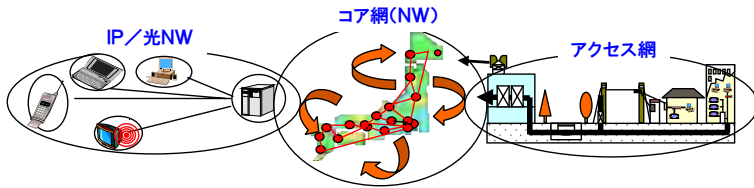
製造 → 建設 → 運用 → 撤去 → 廃棄

④ 評価



評価方法

① END-to-ENDでつながる多様なITサービスのNW利用形態・規模(情報トラヒック量)の実態をモデル化



③ NW設備の構成要素毎のライフサイクル(製造～運用～廃棄)の各段階毎に環境負荷量を計算

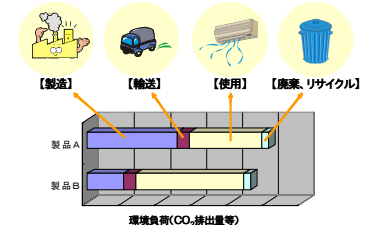
交換機A(エネルギー量)	交換機B	交換機C	交換機D
製造	製造	製造	製造
運用	運用	運用	運用
廃棄	廃棄	廃棄	廃棄

情報調査・収集

② NW設備の構成を解析

	端末機器	アクセス設備	構築物	交換設備	
設備量	単体電話/ホーム	5000	光ケーブル 地下 - 20km 地下配 - 3km 架空 - 10km 引込込み - 20m	管路 - 5km	[DTC系]: 3000端子 通話路(加入者)系 - 2線 通話路(中継)系 - 5線 中央処理系 - 2線 信号処理系 - 2線
	FAX	1000	光ケーブル 地下 - 10km 地下配 - 2km 架空 - 20km 装置(RT): 4eye (32M)	電柱 - 300本 パンチ - 300×30個	MDF: 6000端子 (HV) 局舎ケーブル(10×100F)
	ビジネスホン	1000			
	公衆電話	800			
	PC	600			

④ NWサービスの環境負荷量(エネルギー、資源、CO2)を計算



つなく。それは、ECO

テレワークの評価について

■評価概要

首都圏(東京千葉神奈川)に勤務するサラリーマンが、1週間のうち2日自宅でテレワークを行い、残り3日は会社に通勤して仕事をする場合のCO2排出量削減効果を評価。端末は、シンクライアントのノートPCの使用を想定。

■機能単位

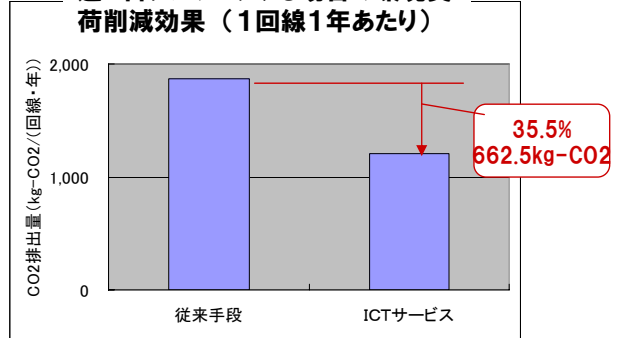
首都圏在住のサラリーマンが1年間に240日勤務する。
↑
この条件を単位として「テレワーク」と「通勤」の場合の環境負荷を比較

■評価結果

テレワークの日数が週1でも、17.0%の削減率となり、また日数が増えれば、削減量も増し、週5日で削減率91.2%となった。

	CO2排出量 kg-CO2/(回線・年)
従来手段	1,865.902
ICTサービス	1,203.363
CO2削減量	662.539
CO2削減率	35.5%

週2日テレワークする場合の環境負荷削減効果(1回線1年あたり)



■テレワーク形態の想定

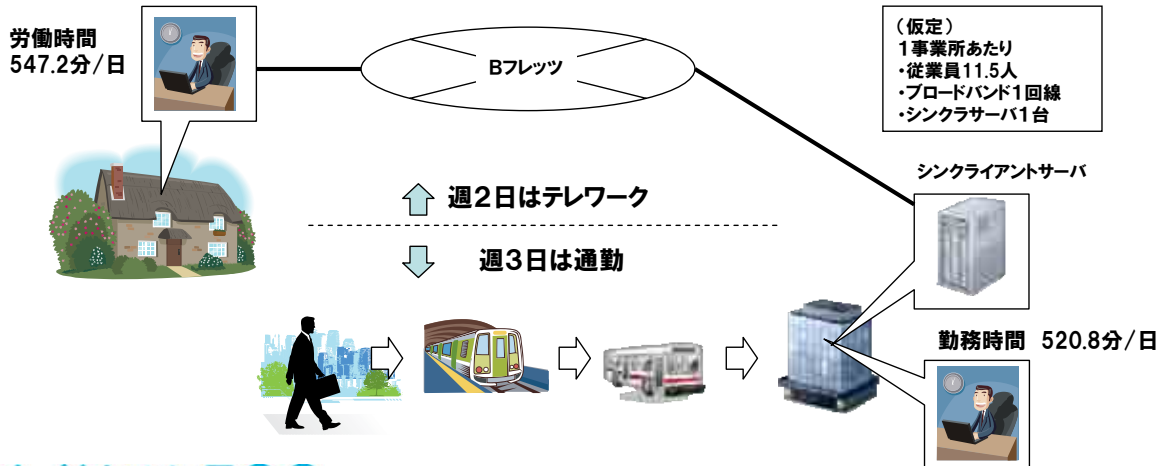
- ・本評価では『雇用型(自宅):定まった勤務先事業所をもつ被雇用者がICTを活用して場所や時間にとらわれない柔軟な働き方をしているケース』を想定した。[テレワークの形態(テレワーク白書):①雇用型(自宅/出張先)②通勤困難型③自営型(SOHOや遠隔での業務受注)④内職副業型]
- ・週何日テレワークをしているかのデータはないが、各社のアンケート:「週には何日か出勤して打合せを行う(オムロン)」、「週1、2日の在宅勤務で業務に支障は無い(NTTデータ)」などのキーワードから、週2日程度を想定(テレワーク経験者内訳 週8時間以上:39% 週8時間未満60% というデータはある)
- ・昨今のセキュリティのトレンドからシンクライアント端末によるテレワークを想定。

つなく。それは、ECO

評価モデル(テレワークの場合)

首都圏(東京千葉神奈川)に勤務するサラリーマンが、1週間のうち2日自宅でテレワークを行い、残り3日は会社に通勤して仕事をする。

- ・自宅および職場で同じノートPC(シンクライアントPC:消費電力5W)を使用し業務を行う。
- ・ノートPCは業務のみに使用し、自宅のNWはプライベートでも使用する。
- ・1日あたりのテレワークの労働時間は547.2分、職場での勤務時間は520.8分/日とした。(テレワーク白書2007より)
- ・通勤手段および距離は、首都圏主要3圏(東京千葉神奈川) 在住者の平均的な値を用いる。(平成11年全国都市パーソントリップ調査 :国土交通省)
- ・自宅とのNWはBフレッツファミリーで評価。
- ・オフィスでは、ブロードバンド1回線あたりを11.5人の従業員で使用していると仮定。(東京千葉神奈川の1事業所あたりの平均従業員数を11.5人と推計、1事業所にブロードバンドが1回線、シンクライアントサーバが1台あると仮定した。)

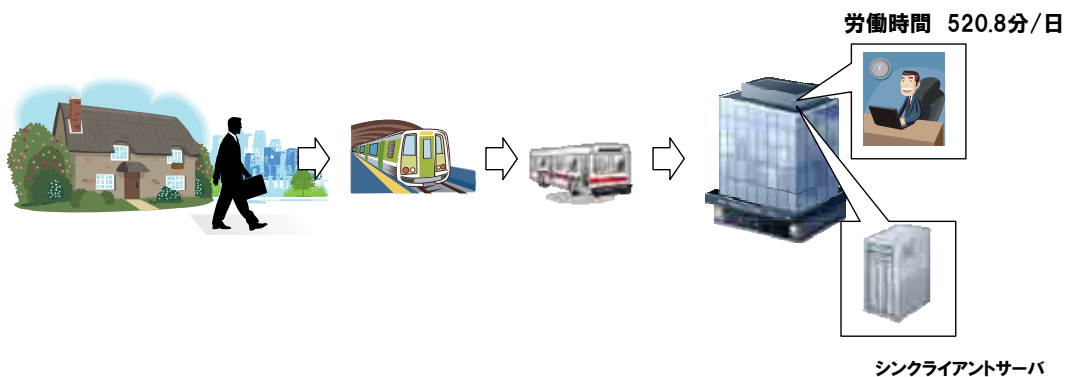


つながり。それは、ECO

評価モデル(通勤の場合)

首都圏(東京千葉神奈川)に勤務するサラリーマンが、会社に通勤して仕事をする。

- ・職場でノートPC(シンクライアントPC:消費電力5W)を使用し業務を行う
- ・職場での労働時間は520.8分/日とした (テレワーク白書2007より)
- ・通勤手段および距離は、首都圏主要3圏(東京千葉神奈川) 在住者の平均的な値を用いる (平成11年全国都市パーソントリップ調査 :国土交通省)



つながり。それは、ECO

音楽配信サービスによるCO₂排出削減可能量のマクロ試算

- ・音楽CDを全て、その他の音楽配信により代替した場合を想定。それにより削減されるものは、CDとその販売店である。
- ・日本での音楽CDの生産枚数は、(社)日本レコード協会のデータにより、237,116千枚(2005年、12cmCDアルバム生産数量)である。また音楽CD販売店の数は、日本コンパクトディスク・ビデオレンタル商業組合の会員数(2004.3現在)より3,869店舗とした。また店舗の面積については、(社)日本レコード協会CDレンタル店調査2004年度より、390.1m²/店舗とした。
- ・原単位にはCDの製造から配送までの負荷は松野らの文献を利用し、0.33kg-CO₂/枚とした。また、店舗は113kg-CO₂/m²・年を利用した。これらの原単位に上記の変数を掛け合わせて環境負荷を求めた。

⇒ この結果、CD製造の削減量は8万t-CO₂/年、音楽CD販売店削減による効果は17万t-CO₂/年となり、あわせて一年あたり25万t-CO₂の削減効果が最大値として期待できる。

折口ら エコデザイン2008 ジャパンシンポジウム(2008年12月)

つなく。それは、ECO 

Copyright(c) 2010 日本電信電話株式会社 34

電子図書によるCO₂排出削減可能量のマクロ試算

- ・電子図書により、購入する書籍、書店、図書館(図書館の蔵書、図書館の運営)が全て削減できると仮定。
- ・現在日本で販売されている書籍は、(社)日本印刷技術協会印刷界OUTLOOK2006により、36.1億冊と推定。(推定販売金額は22千億円)
- ・書店は日書連加盟書店数(2005.4.1.現在)と同等すると約7千店である。次に全国出版協会、「出版指標年表」(2001)より求めた総店舗面積が475万m²であることから一店舗あたり675m²とした。
- ・図書館は日本図書館協会の「日本の図書館統計」によれば、2005年には2,953箇所あり、蔵書冊数は345百万冊、年間の購入蔵書数は17百万冊、面積は1606m²。エネルギー消費量は、福岡市総合図書館をモデルとし、1,262MJ/m²とした。

⇒ この結果、書籍(製造)削減により約2,200万t-CO₂、書店店舗削減により約54万t-CO₂、図書館の削減により約500万t-CO₂となり、合計で最大約2,800万t-CO₂の削減効果と試算。

折口ら エコデザイン2008 ジャパンシンポジウム(2008年12月)

つなく。それは、ECO 

Copyright(c) 2010 日本電信電話株式会社 35

環境影響評価手法の標準化

- 「Green of ICT」及び「Green by ICT」を定量的に算出する国際標準の環境影響評価手法がなかった。
- 手法の課題として、
 - 妥当性、公平性、透明性
 - 国際標準（他国間での比較可能性）
 - 他セクターからの納得性



- 環境影響評価手法の国際標準化が必要

つながり。それは、ECO

ITU-T での標準化の取り組み

ICTと気候変動に関するフォーカスグループ
(Focus Group on ICTs and Climate Change) 2008.9～2009.3

Webサイト(<http://www.itu.int/ITU-T/focusgroups/climate/>)

⇒ ICTが気候変動を抑制する効果を客観的に評価する手法等を国際標準化の観点から検討

SG5「環境と気候変動」 2009.5～

WP1「過電圧保護と安全」

WP2「エミッション、イミュニティと人体暴露」

WP3「ICTと気候変動」

課題 17/5 「ICTと気候変動」の標準化に関するコーディネイトと計画

課題 18/5 – ICT環境影響評価手法

課題 19/5 – 給電システム

課題 20/5 – ICTのライフサイクル全体にわたるエネルギー効率に関するデータ収集

課題 21/5 – ICT機器や設備の環境保護とリサイクル

(SG15課題19「屋外設備の環境保護と安全」から移管)

つながり。それは、ECO

まとめ

- ・ICTは急速に普及し、その環境負荷も増大しており、情報通信システムやデータセンタの省エネが急務になっている。
- ・その一方、ICTを活用することにより他のセクタの環境負荷を削減することが期待され、ICTは環境負荷を低減可能な技術としての認識が広がっている。
- ・ICTに関わる環境負荷を定量的に算出する評価手法が国内でガイドライン化されており、国際標準化を目指している。
- ・国際標準化の暁には、環境経営の視点からグリーンICTの取り組みを定量的に評価することが可能になり、環境ソリューション・ビジネスの普及やICTによるCO₂排出削減効果の“見える化”にも弾みがつく。また、異なる企業の製品やサービスによるCO₂排出削減効果を定量的に比較できるようになるため、企業が製品やサービスを導入する時に、性能や価格だけでなく、CO₂排出量の削減効果という新たな評価軸での検討が可能となる。

グリーンICT関連ガイドライン情報

ITの環境効率ガイドラインおよびフレットの公開について

社団法人 産業環境管理協会 ホームページ
(<http://www.jemai.or.jp/japanese/eco-efficiency/ict.cfm>)



IT社会を環境で測る グリーンIT

松野泰也、近藤康之 編著

産業環境管理協会(2007年)



本ガイドラインをベースに総務省が調査報告書およびガイドブックを出版した。

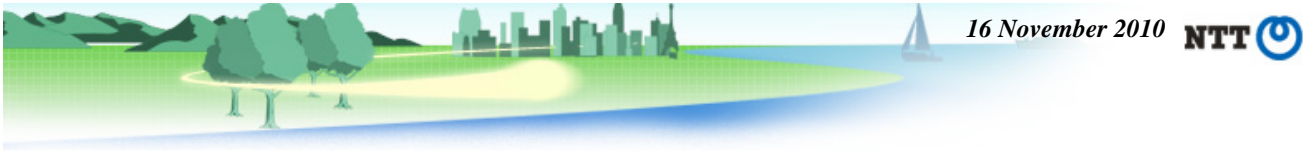
- ・環境負荷低減に資するICTシステム及びネットワークの調査研究会報告書(2007年3月)
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/data/gt070406.pdf>
- ・ガイドブック「ICTを環境にやさしく活用するために」
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2007/pdf/070406_1_1.pdf

「Green of ICT」及び「Green by ICT」を定量的に算出する国際標準の環境影響評価手法がなかったため、ITU-Tで標準化活動が始まっている。

ICTと気候変動に関するFG
(2008年9月～2009年3月)

FGでの検討を踏まえ、SG5での評価手法等の勧告化に向けた検討中。

SG5
(2009年5月～)



ご清聴ありがとうございました