



**THzテクノロジーと
超ブロードバンド情報通信の展望
2011年6月27日**

**調査報告書のトピック(2)
グリーン分野**

発表者 京都工芸繊維大学 門 勇一



講演概要

1. THz波を用いた情報通信環境
2. 無線通信技術の低エネルギー化
Green of ICT
3. ICTによる低炭素化への貢献
Green by ICT
4. オフィスへの導入効果試算例

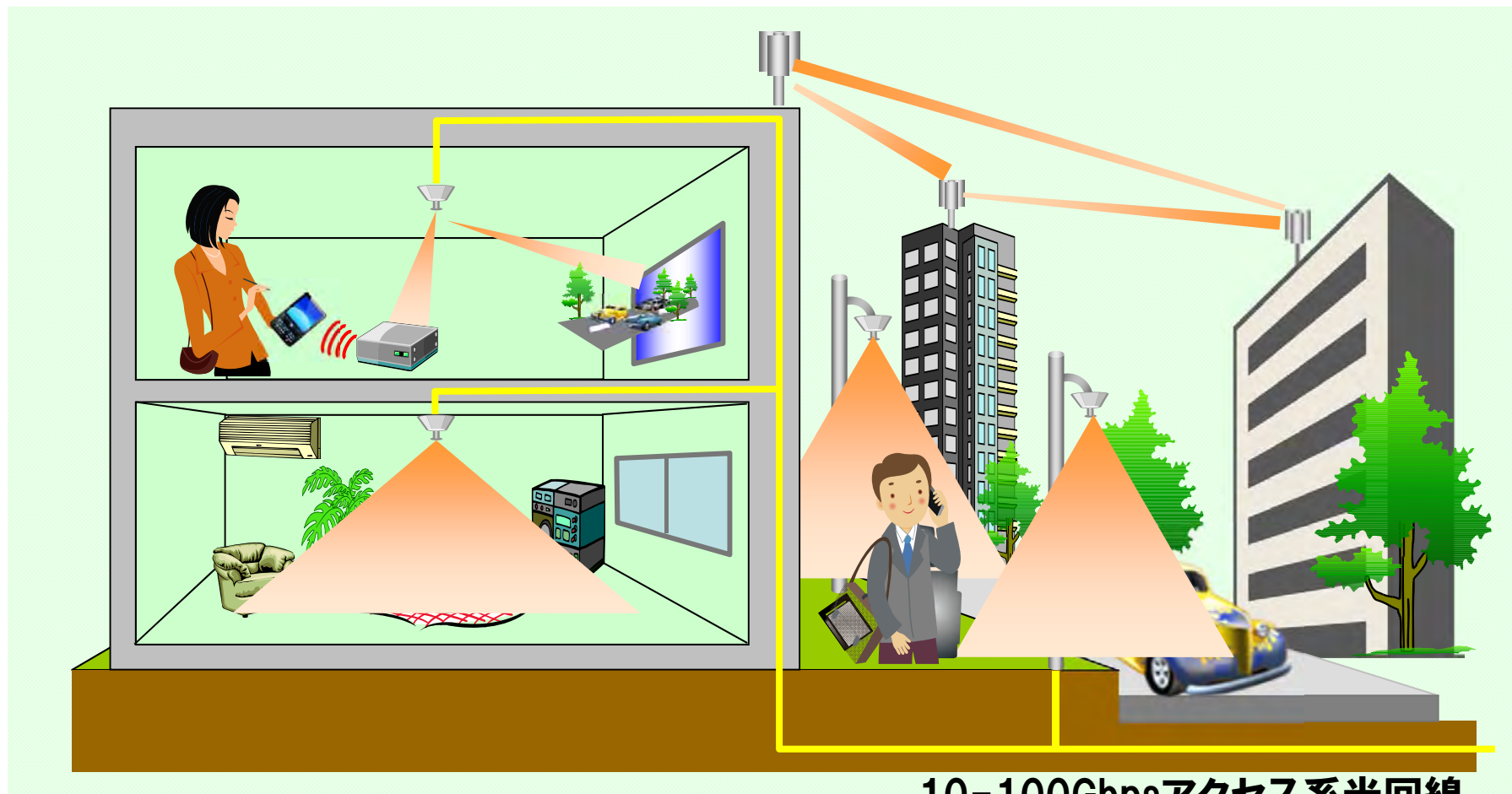


講演概要

1. THz波を用いた情報通信環境
2. 無線通信技術の低エネルギー化
Green of ICT
3. ICTによる低炭素化への貢献
Green by ICT
4. オフィスへの導入効果試算例

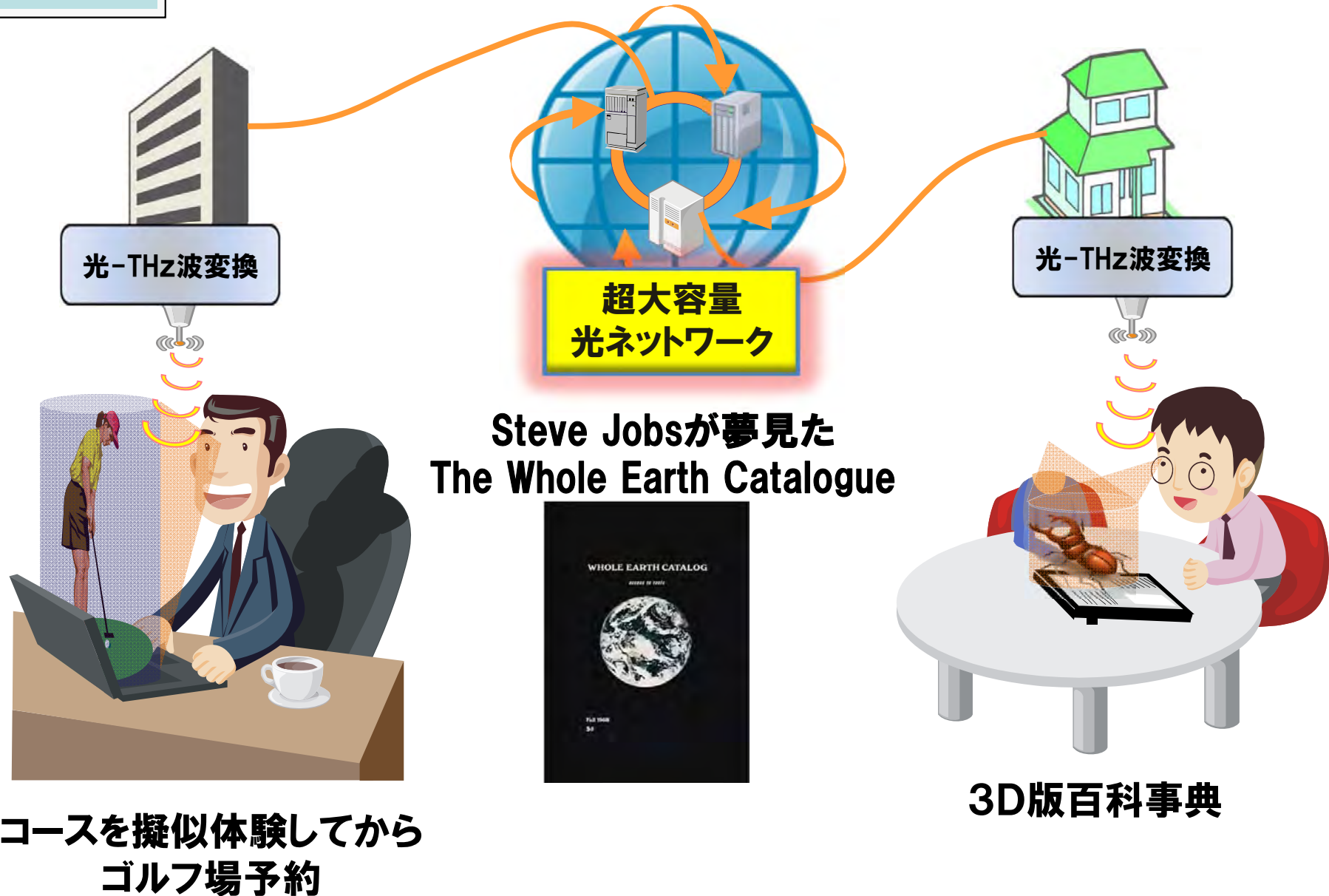
ブロードバンド有線と無線の融合

10-100Gbpsのアクセス系ネットワークとユーザをシームレスに繋ぐ



10-100Gbpsアクセス系光回線

高臨場感高精細映像データの流通



何処でも大容量データの瞬時転送

ホームユース

高精細3D映像データの
ストリーミング



自宅のディスプレイ
でダイナミックに再生

3D動画の
投稿・感動の共有



屋外で3Dカメラ付携帯で撮影

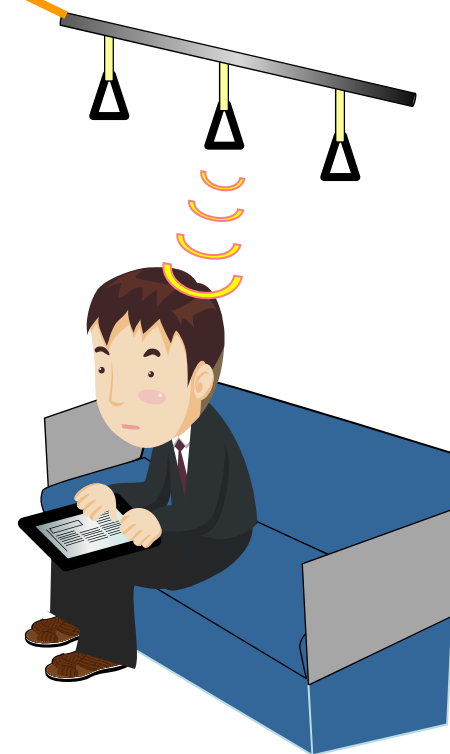
ビジネスユース

ソフトウェアパッケージ
の瞬時転送

超大容量
光ネットワーク

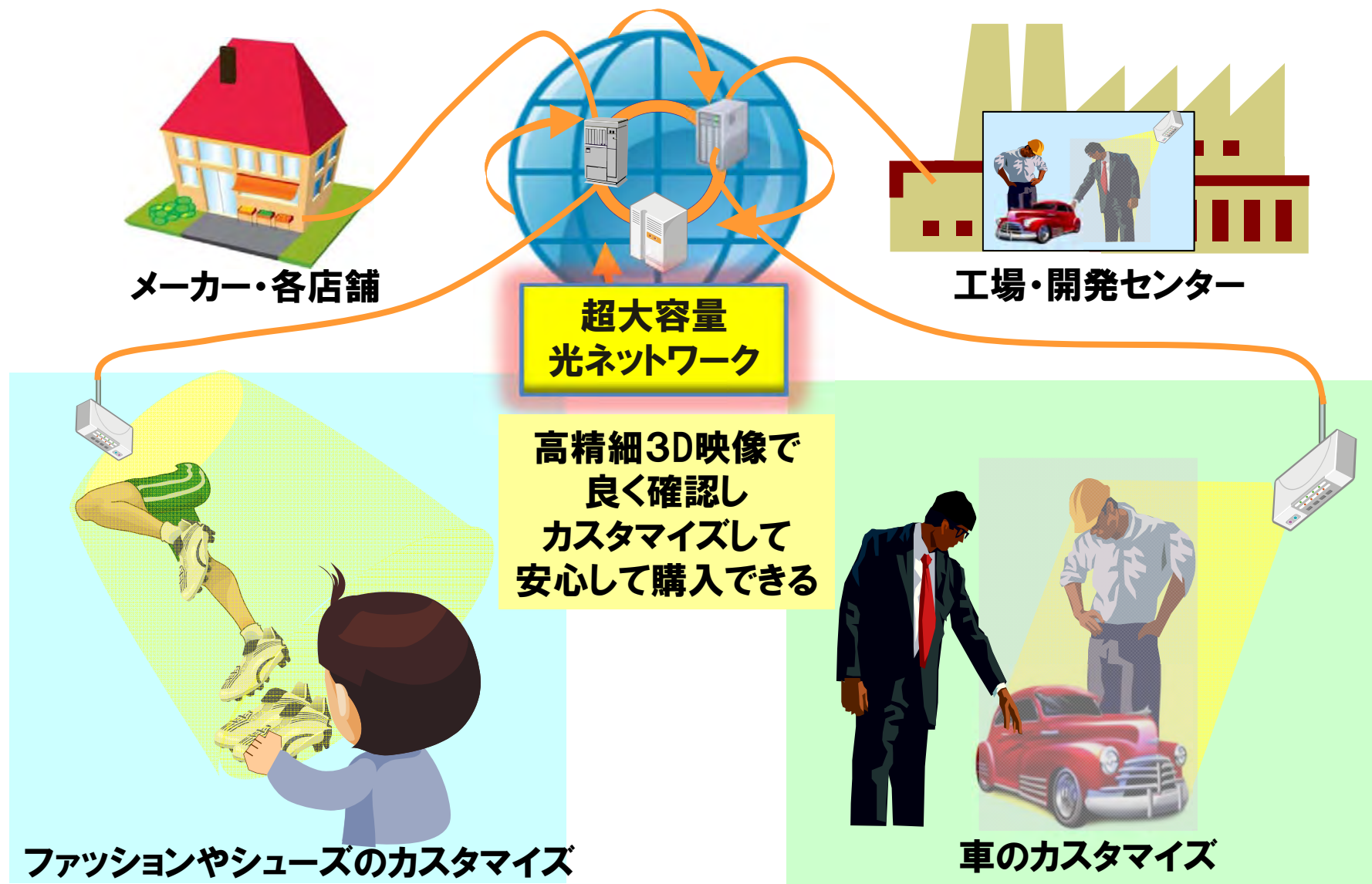


改札ゲートで



オフィスビルのフロアで

3D高精細映像を活用したビジネス オンラインショッピングの革新





講演概要

1. THz波を用いた情報通信環境
2. 無線通信技術の低エネルギー化
Green of ICT
3. ICTによる低炭素化への貢献
Green by ICT
4. オフィスへの導入効果試算例



ヒアリングの実施

Green of ICT

(テーマ) ICT無線端末機器の消費電力に関する一検討

(講師) 独立行政法人 情報通信研究機構
新世代ネットワーク研究センター
先端ICTデバイスグループ 光波プロジェクト
プロジェクトリーダー 川西 哲也 氏

(テーマ) ミリ波ブロードバンド通信・高速移動体通信技術

(講師) 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所
アンテナ技術部長 小西 善彦 氏

Green by ICT

(テーマ) ICTを活用した働き方、テレワークの可能性

(講師) (株)NTTデータ経営研究所
ソーシャルイノベーションコンサルティング部
シニアスペシャリスト 小豆川 裕子 氏

(テーマ) グリーンICTの現状とNTTグループの取り組み

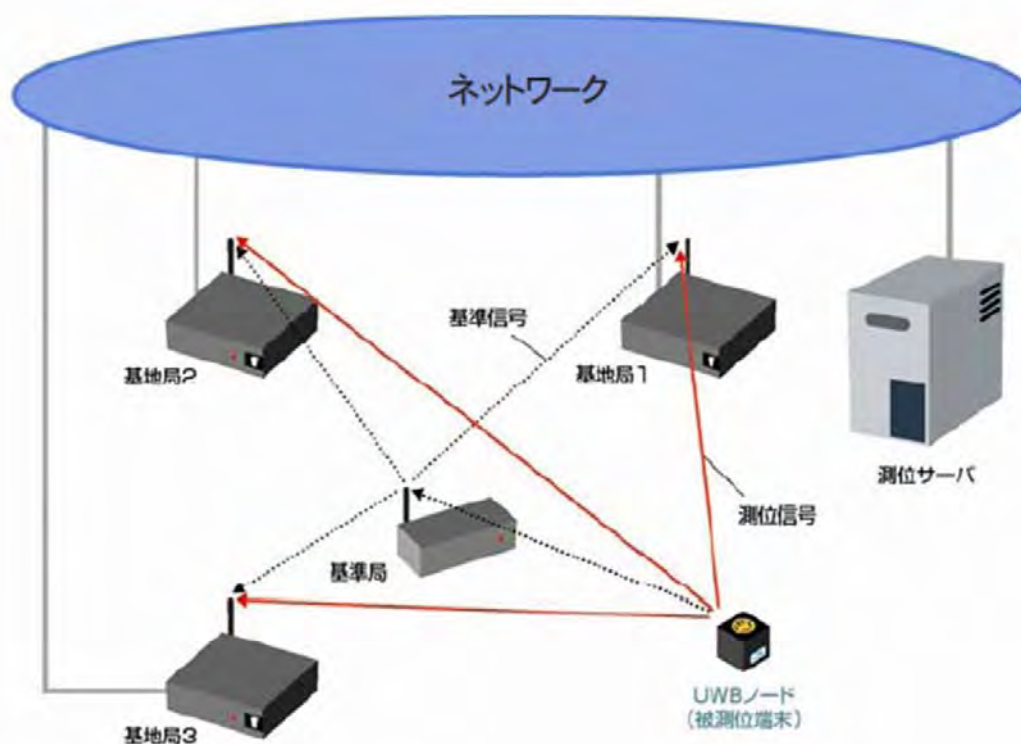
(講師) NTT環境エネルギー研究所
環境推進プロジェクト 主幹研究員 染村 庸 氏

Green of ICT

■ ICT自体のグリーン化

ビット当たりの伝送エネルギーの削減

瞬時転送によるデータ転送に必要な電力削減



Green by ICT

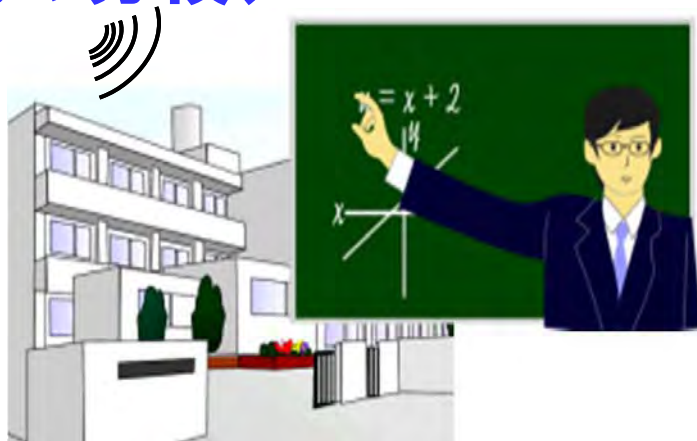
■地域活性化と防災対応も兼ねた省エネ

テレワーク⇒ワークライフバランス、地方における就業機会増加、生産性・効率の向上、機能分散による防災・危機管理能力向上

NTTデータ 小豆川 氏

3D映像コンテンツによる遠隔教育 (過疎地の分校)

3D映像



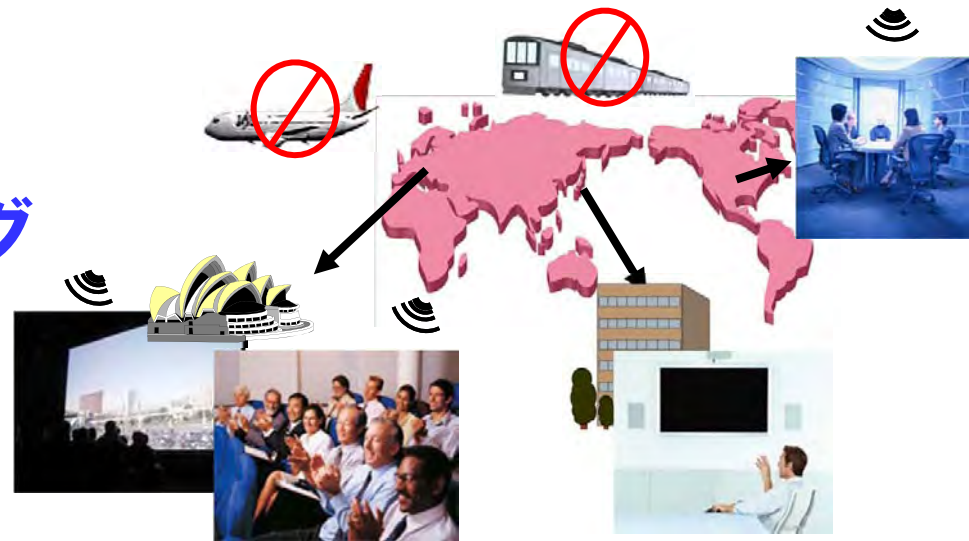
Green by ICT

■人・物の移動の削減

オンラインショッピング

オンライン商取引

TV会議



■物の生産・消費の効率化

音楽、映像、ソフト配信

電子出版、電子配信

ペーパーレス・オフィス





講演概要

1. THz波を用いた情報通信環境
2. 無線通信技術の低エネルギー化
Green of ICT
3. ICTによる低炭素化への貢献
Green by ICT
4. オフィスへの導入効果試算例

光伝送における低消費電力化



▲光トランシーバの流れ

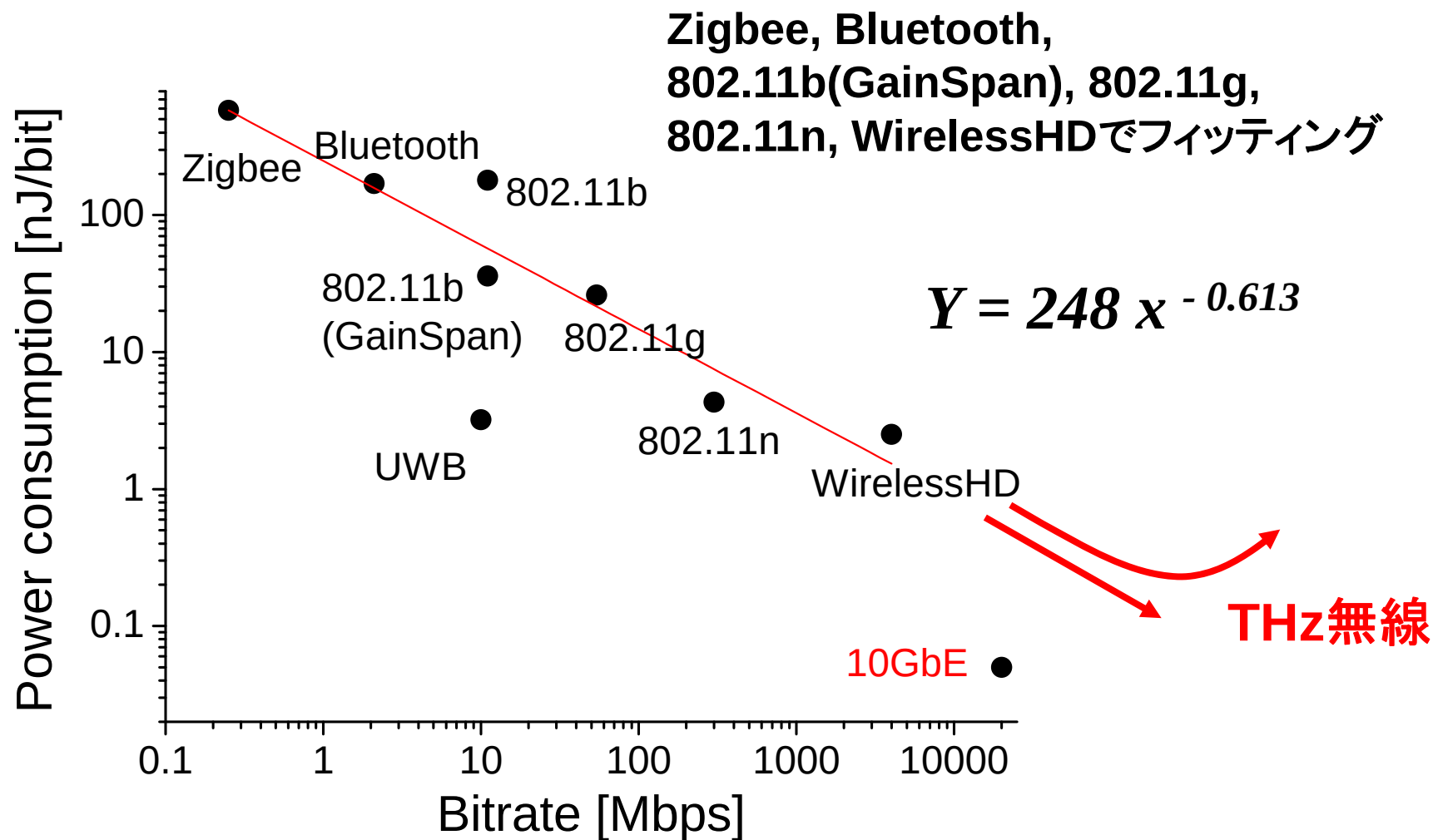
消費電力1ワット以下 $1W/10Gbps \times 2 = 50pJ/bit$

伝送速度とビットあたり消費電力

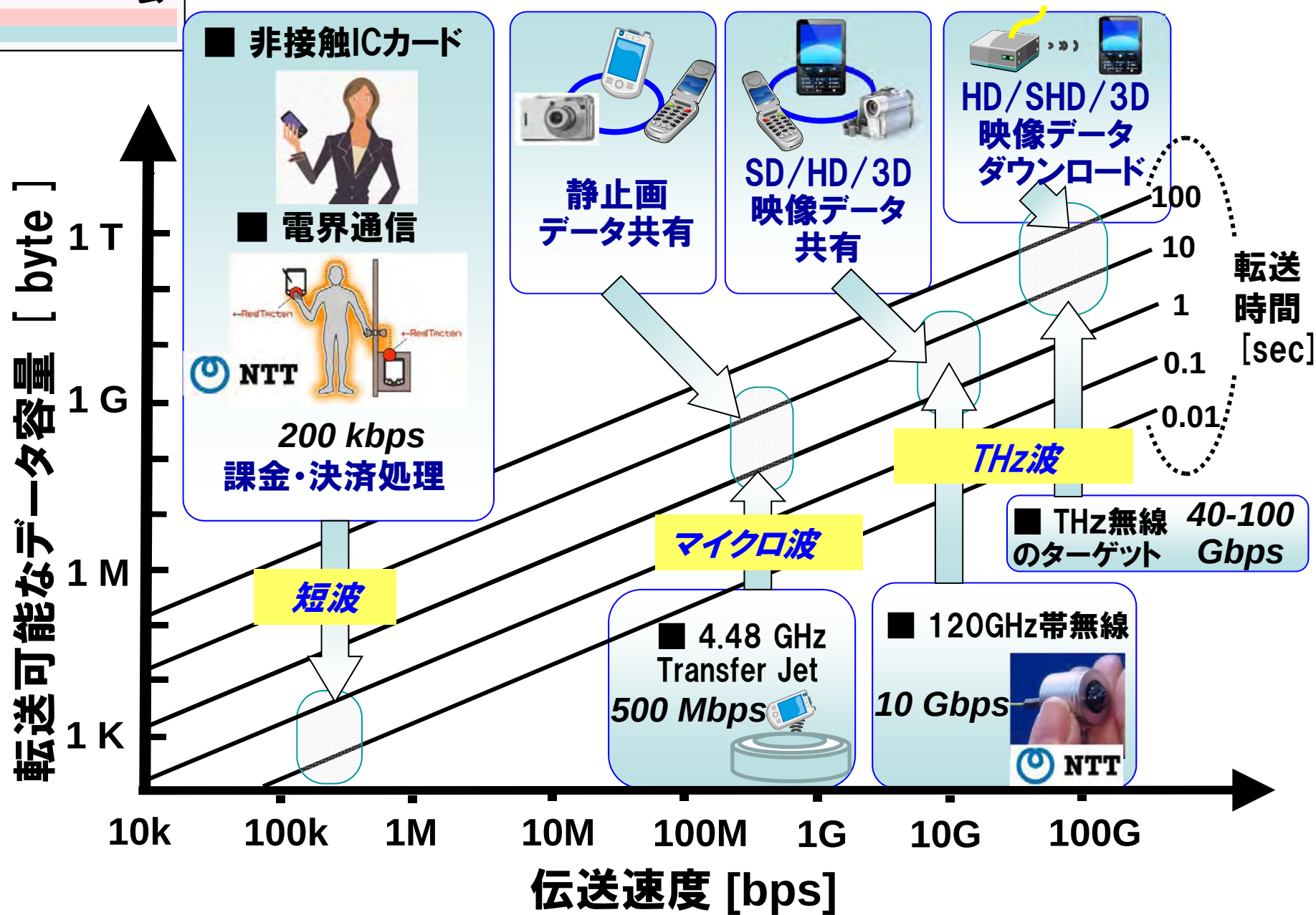
	MBit/s	nJ/Bit		
Zigbee (TYP)	0.25	580		
Bluetooth3.0+EDR (Planex)	2.1	170	製品	BT-Micro3E2X
802.11b (TYP)	11	180		
802.11b/g (iodata)	54	26	製品	WN-G54/CB3L
UWBDice	10	3.2	研究開発	
802.11b/g/n (iodata)	300	4.3	製品	WN-G300U
802.11b GainSpan (Alps)	11	36	評価用キット	UGFZ1
WirelessHD SiBeam (Panasonic)	4000	2.5	製品	TU-WH1
Optical transceiver 10GbE (SEI)	20000	0.05	製品	SPP5000

ミリ波帯通信が伝送速度、情報量あたりの消費電力の両面で
他の無線技術を圧倒している

伝送速度とビットあたり消費電力



大容量データの瞬時転送ニーズ





データダウンロードに必要な電力

- PC動作に必要な電力: P_0
- データサイズ: L
- 伝送速度: B
- 無線通信に必要な電力: $P_{rf} = K * B$
 K : [J/Bit] ビットあたり消費エネルギー
- ダウンロードにかかる時間: $T = L / B$

必要な電力 $P_a = T * (P_0 + P_{rf})$

$$\begin{aligned}\text{総電力 } P_a &= (P_0 + K * B) * L / B = L * (P_0 / B + K) \\ &= P_0 * T + K * L\end{aligned}$$

データあたり電力 $P_a / L = P_0 / B + K \Rightarrow K \quad (B \Rightarrow \text{infinity})$

K:一定と仮定した場合伝送速度が速いほど有利

実際の傾向はKは伝送速度の減少関数なので、さらにメリット大

データダウンロードに必要な電力

- 1GB=**8Gbit**のダウンロードを想定
- PC消費電力(スリープモード消費電力は無視)
 - ThinkPadX200s(性能重視モード)
 - ・ 約**12W**(無線OFF時:実測値)、約19W(無線ON時:実測値)
- 802.11g, 802.11n, WirelessHDで比較

	802.11g	802.11n	WirelessHD
所要時間	146秒	27秒	2秒
所要エネルギー(無線部分)	208J	34J	20J
所要エネルギー	1960J	358J	44J
エネルギー効率(11gを基準に)	1	4.5	45



検討会

ミリ波ブロードバンド通信 高速移動体通信技術

三菱電機株式会社 小西善彦氏

①多ビームアンテナ技術に関する研究開発

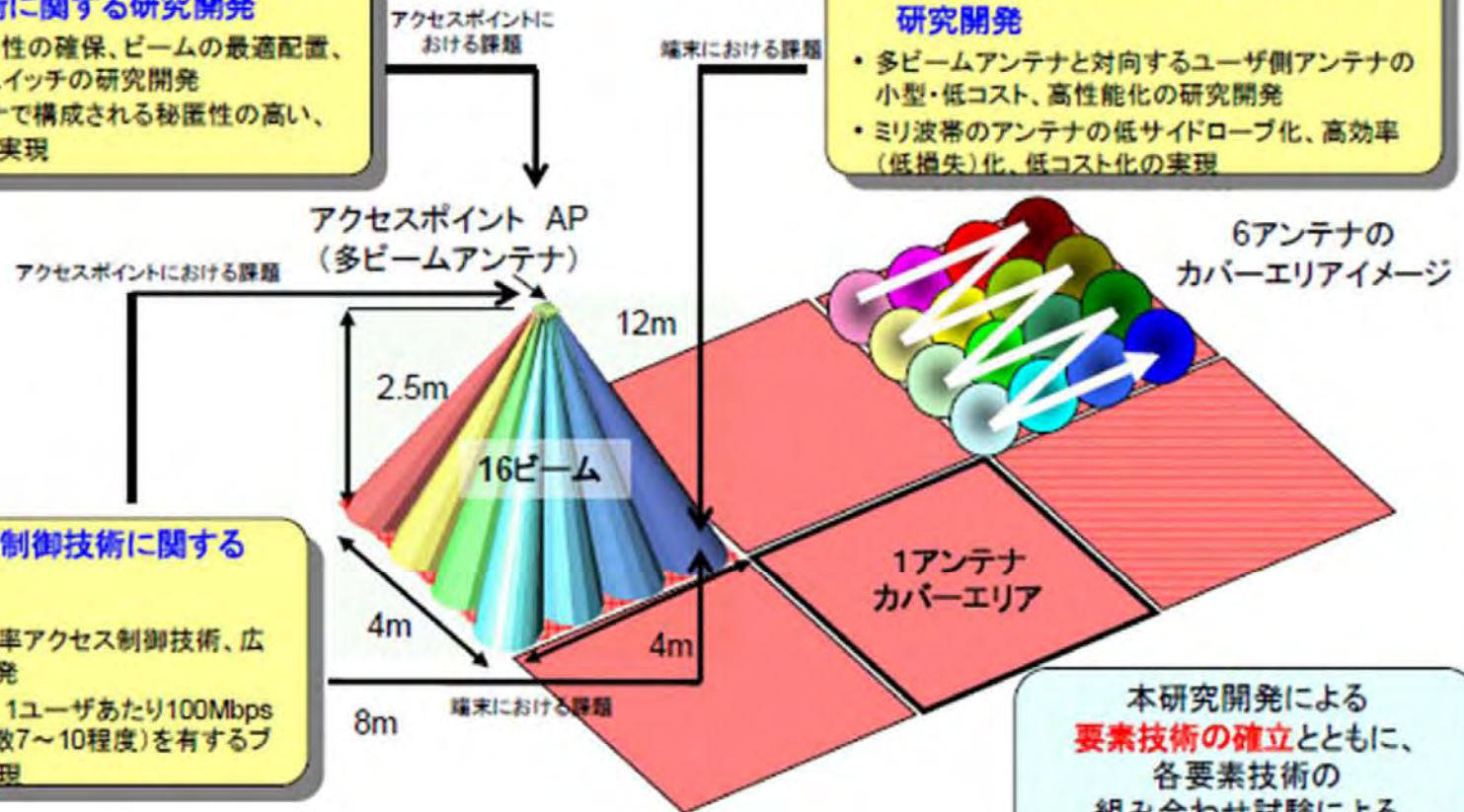
- アンテナ素子のビーム指向性の確保、ビームの最適配置、低損失な多接点切り替えスイッチの研究開発
- 16素子程度の素子アンテナで構成される秘匿性の高い、小型の多ビームアンテナを実現

②小型・低コストアンテナ技術に関する研究開発

- 多ビームアンテナと対向するユーザ側アンテナの小型・低コスト、高性能化の研究開発
- ミリ波帯のアンテナの低サイドロープ化、高効率（低損失）化、低コスト化の実現

③広帯域通信・アクセス制御技術に関する研究開発

- 位置検知技術、高速・高効率アクセス制御技術、広帯域変復調技術の研究開発
- トータル実効レート1Gbps、1ユーザあたり100Mbps程度の実効レート（ユーザ数7～10程度）を有するブロードバンド通信技術の実現



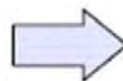
AP : Access Point

本研究開発による
要素技術の確立とともに、
各要素技術の
組み合わせ試験による
システムとしての動作検証・評価

ミリ波ブロードバンド通信 高速移動体通信技術

◇研究成果(システム実証)

以下の様々なシステム系統にて、
通信システムとしての動作を検証・評価



APの数量・配置や端末(MT)の数量・配置に
依存しない柔軟な通信システムの確立を実証

●1AP-1端末(MT)の系



●1AP-2端末(MT)の系



●2AP-4端末(MT)の系



1アクセスポイント・1端末の環境で**最高スループット:739Mbps**を達成

複数アクセスポイント・複数端末による同時通信環境で
583Mbps(1端末あたり145.75Mbps相当)を達成



講演概要

1. THz波を用いた情報通信環境
2. 無線通信技術の低エネルギー化
3. ICTによる低炭素化への貢献
Green by ICT
4. オフィスへの導入効果試算例



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。

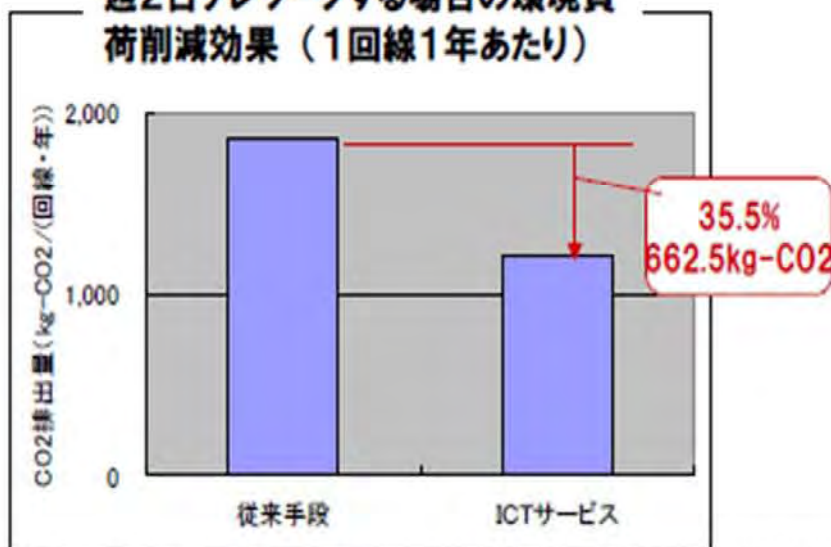
↑
この条件を単位として「テレワーク」と「通勤」の場合の環境負荷を比較

■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%

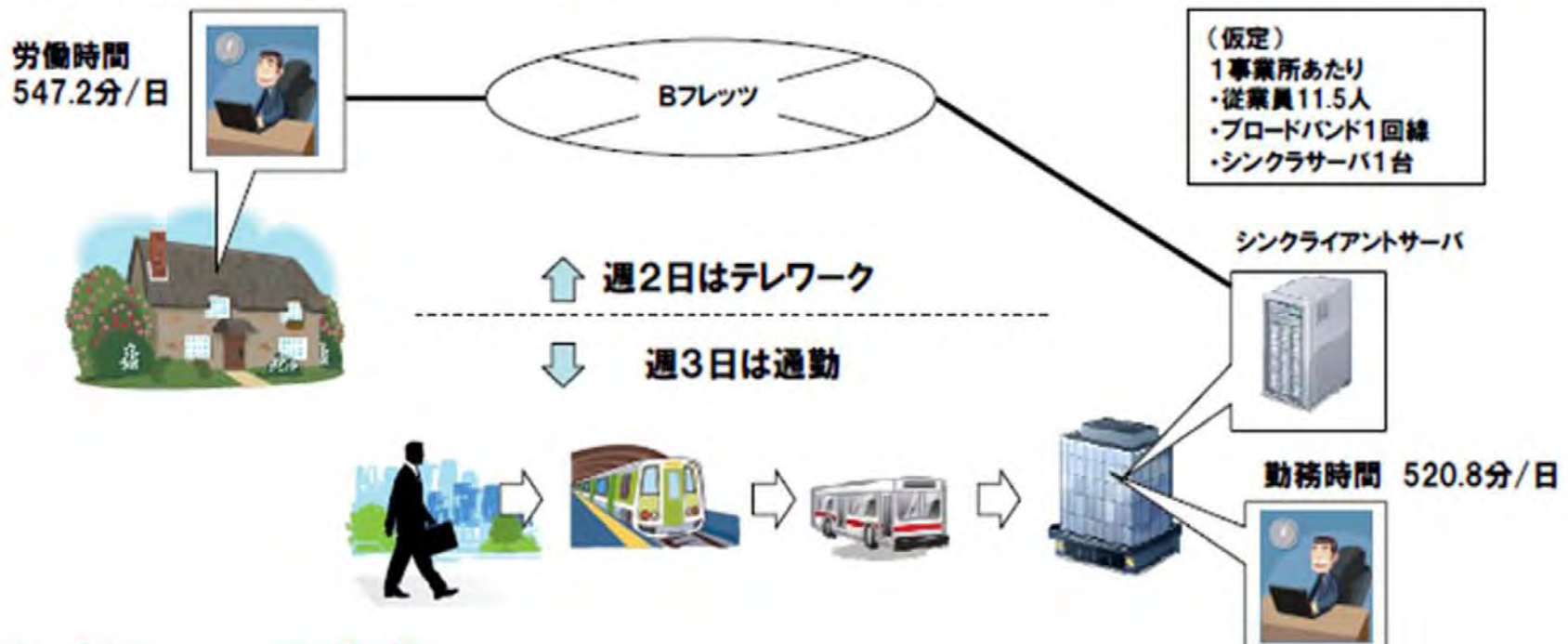
週2日テレワークする場合の環境負荷削減効果（1回線1年あたり）



評価モデル(テレワーク) NTT 染村氏

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。

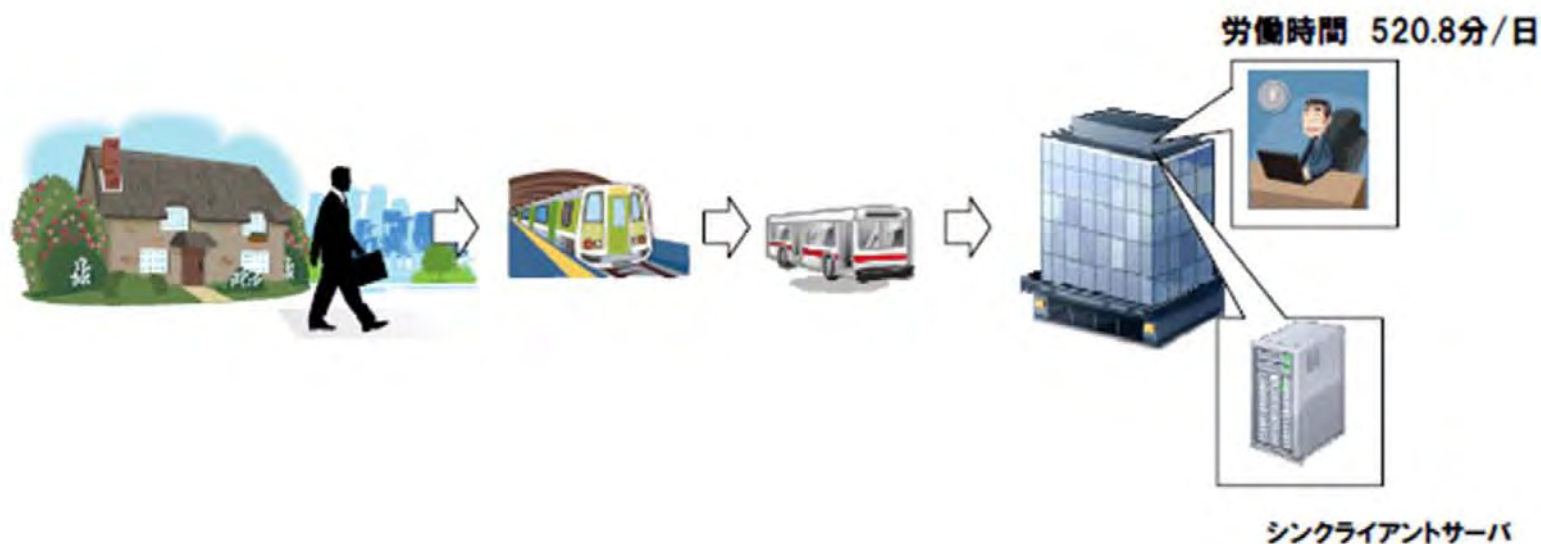
- ・自宅および職場で同じノートPC(シンククライアントPC:消費電力5W)を使用し業務を行う。
- ・ノートPCは業務のみに使用し、自宅のNWはプライベートでも使用する。
- ・1日あたりのテレワークの労働時間は547.2分、職場での勤務時間は520.8分/日とした。(テレワーク白書2007より)
- ・通勤手段および距離は、首都圏主要3圏(東京千葉神奈川)在住者の平均的な値を用いる。(平成11年全国都市パーソントリップ調査:国土交通省)
- ・自宅とのNWはBフレッツファミリーで評価。
- ・オフィスでは、ブロードバンド1回線あたりを11.5人の従業員で使用していると仮定。(東京千葉神奈川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



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)





16 November 2010 NTT 

NTT 染村氏

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。

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。

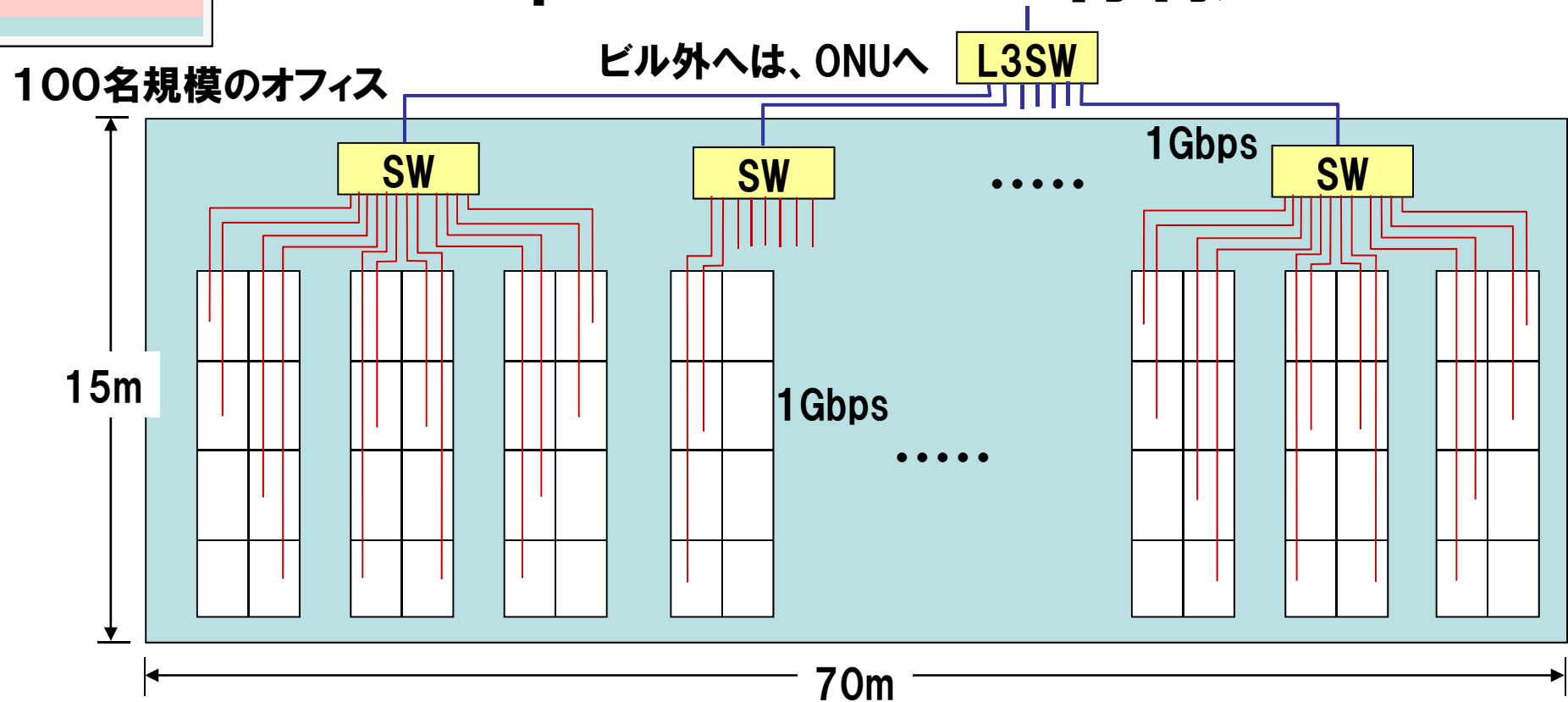


講演概要

1. THz波を用いた情報通信環境
2. 無線通信技術の低エネルギー化
3. ICTによる低炭素化への貢献
4. オフィスへの導入効果試算例

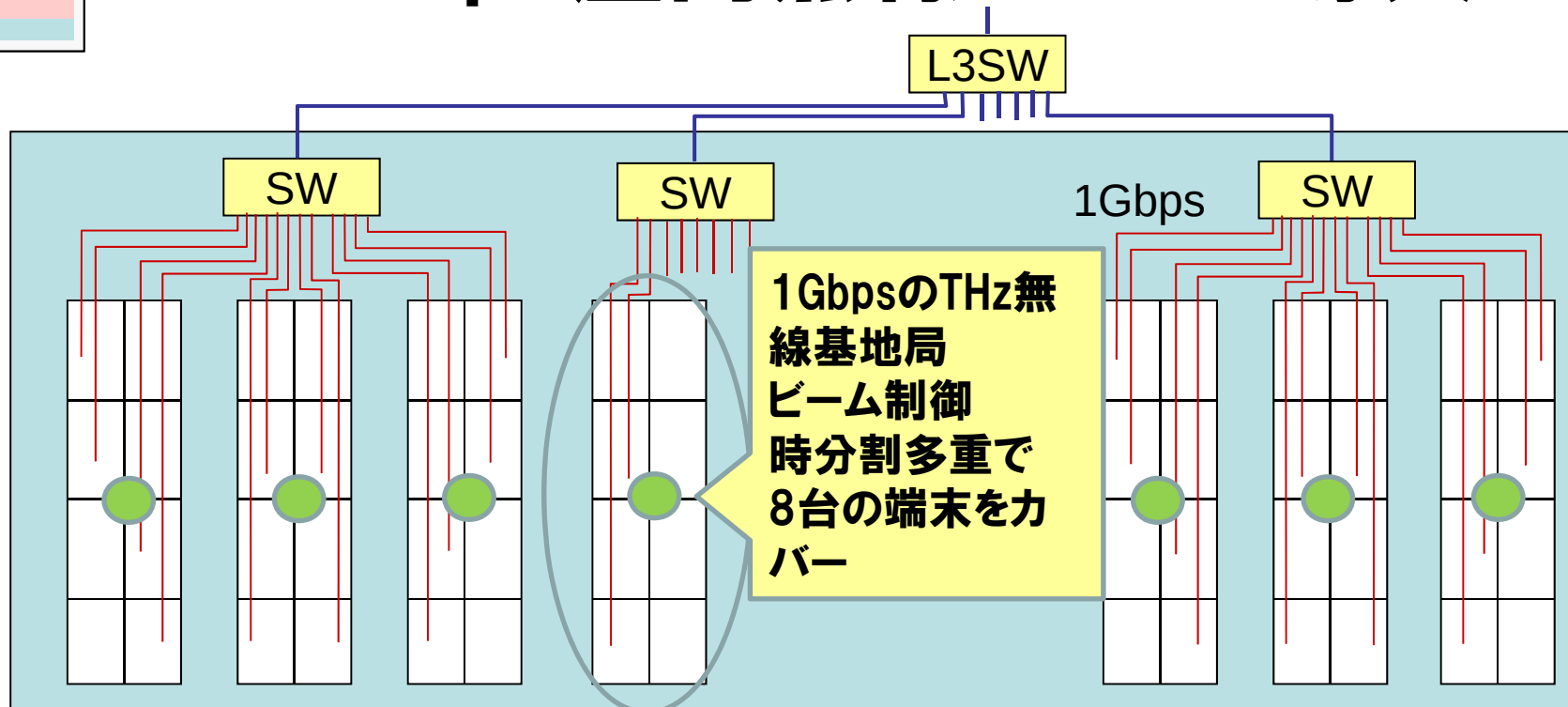


1 Gbpsイーサネット有線LAN

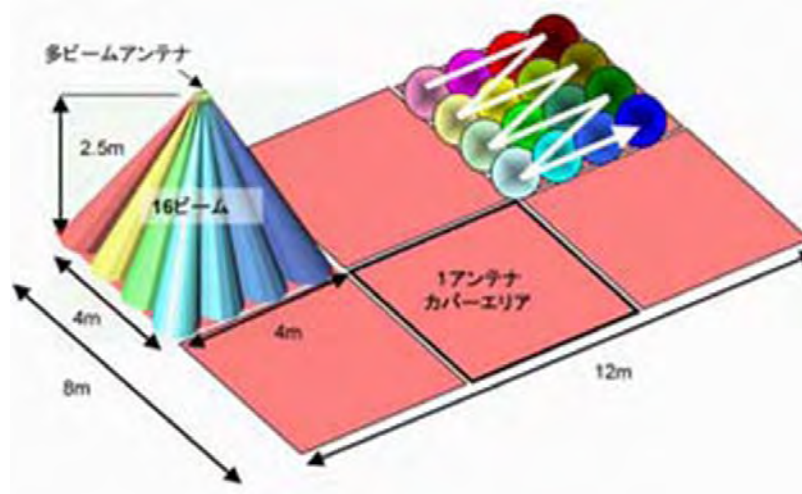


機 種	平均消費電力	台数	年間消費電力量
ONU	8W以下	1	70kWh
レイヤ3・ギガビットイーサネットスイッチ	81W	1	710kWh
ギガビット・インテリジェント・スイッチ (24port)	25W	5	1100kWh
合 計	—	—	1880kWh

1 Gbps屋内無線LANの導入



THz無線基地局
端末当たり1Gbps
消費電力
RFモジュール: 1W
BBモジュール: 1W
トータル2W





CO₂削減量は約2万t／年

594kWh（有線LAN）－114kWh（THz無線）＝480kWh／年

全国の3000m²を超える大規模ビルは全国で約36000棟

100人規模のオフィスフロア数に換算すると

36,000棟×3,000m²÷1000m²＝108,000フロア

オフィスの1日を①始業前時間帯（7時～10時）、②操業時間帯（10時～19時）、③残業時間帯（19時から24時）、④非使用時間帯（24時から7時）に分け、算定すると0.54の動作率

480kWh × 108,000 × 0.54 × 0.41kg-CO₂/kWh
＝ 21,300トン



導入のインセンティブ

CO₂削減量約2万tはインパクトある数字ではないが

■ICTセクタの低炭素化の流れの中で
無線分野の省エネルギー化は重要

■オフィスレイアウト変更への柔軟性

■設備の設置・運用コスト低減



まとめ

■近距離THz無線が超ブロードバンドアクセス系ネットワークとユーザ端末をシームレスに繋ぐ

■この新しい通信環境が臨場感溢れるTV会議システム、3D映像システム、大容量ビジネスデータへの瞬時アクセス・転送などを可能にする

■テレワーク、電子書籍、映像・音声コンテンツの電子配信は低炭素化に大きく貢献する

■無線技術のトレンドは伝送速度向上、情報量当たりの消費電力が低減する方向にある。この特性を生かして大容量データの瞬時転送で省エネルギー効果を期待できる