

ICT分野における技術開発ロードマップ

目 次

技術開発ロードマップ	4
作成方法	4
技術開発ロードマップ 形式Ⅰ	5
技術開発ロードマップ 形式Ⅱ	15
参考:アンケート回答者の専門性	24
ヒアリング記録	26

技術開発ロードマップ

作成方法

作成は以下の3ステップにより作成した。

①文献調査・ヒアリング等による技術開発ロードマップ(素案)の作成

要素技術毎に現在、2020年、2030年の期待(予測)を記入した技術開発マップを作成する。

●大容量化技術					現在	2020年	2030年
I-1	○DWDM(Dense WDM高密度波長多重)技術	波長数を増やすことにより伝送路を大容量とする。	技術的実現			200波長	1000波長
			社会的実現		10波長		

②有識者アンケートによる技術開発ロードマップのチェック

①で作成した技術開発マップの期待(予測)を修正していただく形式でアンケートを行い、チェックを行う。

●大容量化技術			課題に対する専門性		現状	2020	2030
	○DWDM(Dense WDM高密度波長多重)技術	波長数を増やすことにより伝送路を大容量とする。	0 0 0 0	技術的実現		250波長	1000波長
				社会的実現:	10波長		

③アンケートチェック結果による技術開発ロードマップ

専門性が「高」及び「中」の有識者による②の期待(予測)のチェック結果を基に、ロードマップの修正を行う。

●大容量化技術				現在	2020年	2030年
	○DWDM(Dense WDM高密度波長多重)技術	波長数を増やすことにより伝送路を大容量とする。	技術的実現		250波長	1000波長
			社会的実現	10波長		

修正

技術開発ロードマップ 形式 I

※アンケートに用いた設問を元に作成した技術開発ロードマップ

I. 基幹系・アクセス系-(1) 有線

要素技術			期待(予測)		
			現在	2020年	2030年
I 基幹系・アクセス系					
(1) 有線					
<伝送系>					
① 光通信					
● 大容量化技術					
I-1	ODWDM(Dense WDM:高密度波長多重)技術	波長数を増やすことにより伝送路を大容量とする。	技術的实现	200波長	1000波長
			社会的实现	10波長	
I-2	QAM(Quadrature Amplitude Modulation)技術	狭線幅光源を用い、多値度 $N \times N = XX$ の多値QAMにより、コヒーレント変復調する。	技術的实现	4×4=16QAM	8×8=64QAM
			社会的实现		
I-3	OCODM(Optical CDM:光符号拡散多重)技術	コヒーレントOCODMを用いたアクセスネットワーク(例えばPON)を多重化する。	技術的实现	8多重度 10Gbps	16多重度 16Gbps
			社会的实现		16多重度 32Gbps
② 量子通信					
● 要素技術					
I-4	量子相関の生成・制御・保存技術	量子(光子)数がNの量子相関の生成・制御・保存を行う。	技術的实现	10	300
			社会的实现		1000光子
I-5	光子検出技術	ビットあたりN個の光子により、ビットを検出する。	技術的实现	100光子/1ビット	10光子/1ビット
			社会的实现		単一光子/1ビット
● 暗号鍵配布技術					
I-6	鍵生成技術	α Mbpsの速度で鍵を生成する。	技術的实现		10Mbps
			社会的实现		100Mbps
● 量子情報源符号化・復号化技術					
I-7	量子通信路符号化技術	データサイズNビットのデータを用いて、圧縮効率と復元精度を向上させる。	技術的实现	4ビット	50ビット
			社会的实现		100ビット

＜ルーティング＞							
③全光ルーター・全光ノード技術							
●スイッチング技術							
I-8	○波長スイッチング技術	チャンネル速度 α bpsで波長数Nに対して、スイッチングを行う。	技術的実現	100Gbps × 128波長	500Gbps × 128波長		
			社会的実現	100Gbps × 64波長			
I-9	○ROADM (reconfigurable optical add/drop multiplexer) 技術	平面光導波路を用いて、入出力数(N × M)を増大させる。	技術的実現	10 × 10	100 × 100		
			社会的実現	2 × 2			
I-10	○光パーストスイッチング技術	波長数Nを増加させることにより、大容量スイッチを実現する。	技術的実現	64	128		
			社会的実現				
I-11	○光パケットスイッチング技術	スイッチング速度 β 秒で入出力数Nのスイッチを動作させる。	技術的実現	ナノ秒64入出力	ナノ秒128入出力	ナノ秒256入出力	
			社会的実現				
●光ネットワーク制御・管理技術							
I-12	○GMPLS (generalized multiprotocol label switching) 技術	光通信で多様なプロトコルを統合・経路制御する。	技術的実現	✓(実現)			
			社会的実現	✓(実現)			
＜アクセス＞							
④FTTH							
●GE(Gbps Ethernet)-PON技術							
I-13	○TDM(Time Division Multiplexing)-PON技術	TDM-PONを用いて、通信速度を α Gbpsとする。	技術的実現	20Gbps	100Gbps		
			社会的実現	10Gbps			
●光多重化技術(メトロ/バックボーン トランスポート)							
I-14	○光TDMと光DWDM(Dense WDM)のハイブリッド技術	TDMの大容量化と多重波長数N増大により、通信路を多重化する。	技術的実現	5Gbps × 4波長	5Gbps × 16波長	10Gbps × 100波長	
			社会的実現				

<デバイス>								
⑤光通信デバイス技術								
I-15	○光メモリ技術	速度 α bps で b ビットの光メモリをモジュール構造で実現する。	技術的実現	40Gbps×6ビット	40Gbps×16ビット	100Gbps×64ビット		
			社会的実現					
I-16	○広帯域光増幅器技術	WDMの波長数Nの増加に伴う、基幹回線用の広帯域光増幅器	技術的実現		100Gbps×128波長	500Gbps×128波長		
			社会的実現	100Gbps×64波長				
<ネットワーク制御>								
⑥ダイナミックネットワーク制御								
●大規模資産の管理・制御に関する技術								
I-17	○資源・機能を判別し、自動的に割り当てる制御技術	N構成要素の資源・機能を自動的に割り当てる。	技術的実現	10構成要素	50構成要素	100構成要素		
			社会的実現					
●オーバーレイネットワーク切替技術								
I-18	○リンク障害時のオーバーレイネットワーク到達度向上技術	F%のリンクが同時に障害を起こした時でも、到達度D%を実現する。	技術的実現	25%-95%	30%-98%	30%-99%		
			社会的実現					
<ネットワークセキュリティ>								
⑦サイバー攻撃の実時間検知・分析・対策								
●APT攻撃や標的型サイバー攻撃への実時間処理/予知技術								
I-19	○パケットデータの実時間での検知・分析技術	α バイト級のパケットデータに対して実時間で攻撃を検知・分析する。	技術的実現	100Gバイト級	Tバイト級	10Tバイト級		
			社会的実現					
I-20	○攻撃情報と攻撃実体(マルウェア)の相関分析技術	α 秒以内に突合分析精度P%で攻撃情報と攻撃実体の相関分析をP%の確度で行う。	技術的実現		10秒-90%	10秒-98%		
			社会的実現	30秒-80%				
I-21	○予知技術	α 秒以内に予知率をP%で攻撃を予知する。	技術的実現	10秒-80%	10秒-90%	1秒-98%		
			社会的実現					

I. 基幹系・アクセス系-(2) 無線

(2) 無線						
<ネットワーク応用>						
①放送-通信連携						
●放送-通信の連携技術						
I-22	○Webブラウザの共通プラットフォーム技術	N種のWebブラウザが共通プラットフォームで利用できる。	技術的实现	10	30	
			社会的实现	1		
<ブロードバンド-高機能化>						
②UWB/無線LAN						
●家庭内超高速技術						
I-23	○ミリ波帯無線送受信機技術	ミリ波帯で送受信MMICやアンテナ等をモジュール化する。	技術的实现	✓(实现)		
			社会的实现		✓(实现)	
●セキュリティ技術						
I-24	○FMS(Fluhrer Mantin and Shamir attack)攻撃対応技術	WEP(Wired Equivalent Privacy)の高度化等により、FMS攻撃に対応する。	技術的实现	✓(实现)		
			社会的实现			
I-25	○認証技術	脆弱性の回避のため、N種の認証技術(WEP,WPA,WAP2等)を組み合わせる。	技術的实现	3	10	
			社会的实现	1		
③次世代無線技術						
●コグニティブ無線技術						
I-26	○ヘテロジニアス型技術	周囲の電波環境に応じてN種類の既存無線システム周波数を動的に変更、組合せて無線通信を行う。	技術的实现	1	10	20
			社会的实现			
I-27	○周波数共有型技術	使用されていない周波数帯を無線端末が探し出し、必要な通信帯域幅を確保し、無線通信を行う。	技術的实现		✓(实现)	
			社会的实现			

		●アドホックネットワーク無線技術					
	I-28	○自律分散制御技術	災害時に基地局の機能が停止しても、端末が自律的にネットワークを構築する。	技術的实现	✓(実現)		
				社会的实现	✓(実現)		
	I-29	○高効率リソース制御技術	周波数帯、タイムスロット等の無線リソースを効率的に管理・制御する。	技術的实现	✓(実現)		
				社会的实现	✓(実現)		
		●ソフトウェア無線技術					
	I-30	○複数モード対応技術	N種類の無線通信モードを同時に運用可能とする。	技術的实现	1	10	20
				社会的实现	✓(実現)		
		●広帯域・長距離通信技術					
	I-31	○広帯域・長距離通信技術	通信速度 α Mbps で β km 距離の範囲にサービスする。	技術的实现		100Mbps × 10km	100Mbps × 30km
				社会的实现	50Mbps × 1km(WiMAX)		
		●多元接続技術					
	I-32	○空間分割多元接続技術	入出力数 $N \times M$ で無線通信を行う。	技術的实现		3 × 5	5 × 10
				社会的实现	1 × 1		
		●モビリティ技術					
	I-33	○異種ネットワーク間のハンドオーバー技術	N種ネットワーク間でハンドオーバーを行う。	技術的实现		5	10
				社会的实现	1		
		④超高周波デバイス技術					
		●ミリ波帯MMIC(Monolithic Microwave IC)技術					
		○CMOSによるMMIC	MMICをCMOSにより実現する。	技術的实现	✓(実現)		
				社会的实现			

II. サービスプラットフォーム

II. サービスプラットフォーム								
＜高機能ネットワーク＞								
①スマートグリッドに関する通信								
●アグリゲータ技術								
II-1	OHEMS/BEMSのアグリゲータ技術	個別HEMS/BEMSを連携させるで運用するアグリゲーション及び社会的にはアグリケーターが出現する。	技術的実現	✓(実現)				
			社会的実現	✓(実現)				
●スマートメータリング技術								
II-1	O無線によるスマートメータリング技術	有線系に替わる無線系により、P%システムのスマートメータリングを行う。	技術的実現					
			社会的実現					
②クラウド								
●クラウド間連携技術								
II-3	Oクラウド間連携技術	N以上クラウドが連携してのデータ管理や処理を行う。	技術的実現					
			社会的実現					
●大規模分散処理技術								
II-4	O超高速インターネットにより接続されたプロセス処理技術	N以上プロセッサが接続され、データを管理、処理する。	技術的実現					
			社会的実現					
●セキュリティ技術								
II-5	O統一・連携したアイデンティティ管理技術	N以上クラウドが連携して、統一されたアイデンティティにより管理する。	技術的実現					
			社会的実現					
II-6	O情報トレーサビリティ技術	クラウドのデータ入出力を把握し、データ内容をチェックする。	技術的実現	✓(実現)				
			社会的実現	✓(実現)				
③仮想化								
●SDN(Software-Defined Network)技術								
II-7	Oネットワークの仮想化技術	その時点でのネットワーク機能のP%を単数のソフトにより仮想化する。	技術的実現					
			社会的実現					
●仮想環境でのセキュリティ技術								
II-8	O識別子と認証技術	識別子で定義されるエンティティ間で、認証対象の粒度の精細化や多様化に対応してエンティティを認証する。	技術的実現	✓(実現)				
			社会的実現	✓(実現)				

Ⅲ. ヒューマンインタフェース

ヒューマンインタフェース							
＜ユーザインタフェース＞							
①メディア・言語を横断する技術							
●メディア・言語を横断する検索技術							
Ⅲ-1	○言語を横断する検索技術	検索語が日本語であっても、英語情報等、N言語を横断して検索する。	技術的実現	20 → 30			
			社会的実現	1 →			
Ⅲ-2	○多様なメディアでの検索技術	例えばスケッチ等のメディアを提示する事により検索が可能となる。	技術的実現	✓(実現) →			
			社会的実現	✓(実現) →			
●ソーシャルインタフェース技術							
Ⅲ-3	○インタラクティブ技術	自分がいる場所の状況を把握し、その状況に積極的に行動を起せる。社会とのインタラクティブを行う	技術的実現	✓(実現) →			
			社会的実現	✓(実現) →			
＜端末＞							
②セキュリティ技術							
●認証・プライバシー保護技術							
Ⅲ-4	○個人情報秘匿技術	秘匿照合(暗号化した2つのデータを復号なしで照合)がα%のクラウドに導入される。	技術的実現				
			社会的実現	0% → 50% → 90%			
③表示技術							
●立体表示技術							
Ⅲ-5	○小型端末用裸眼立体表示	携帯端末等における裸眼立体表示を行う。	技術的実現	✓(実現) →			
			社会的実現	✓(実現) →			

＜高齢者や障害者の支援＞							
④伝達技術							
●マルチモーダル伝達技術							
Ⅲ-6	○マルチモーダル伝達技術	立体映像、音声・音響情報により、視覚障害者・聴覚障害者に情報を伝達する。	技術的実現	✓(実現)			
			社会的実現	✓(実現)			
●人と人の仲介技術							
Ⅲ-7	○バーチャル・セラピスト技術	人と人の間に位置して、相談者のプライバシーを守りながら、相談を行う。	技術的実現	✓(実現)			
			社会的実現	✓(実現)			
⑤ロボット							
●遠隔操作ロボット							
Ⅲ-8	○遠隔操作ロボット	遠隔操作された知能ロボットにより、遠隔地にいる方の生活援助を行う。	技術的実現	✓(実現)			
			社会的実現	✓(実現)			
＜センサー＞							
⑥センサー技術							
●タグ技術							
Ⅲ-9	○超小型ICタグ技術	M角サイズで厚さtで、通信距離がdのICタグが実用化される。	技術的実現				
			社会的実現	10×10×1(mm)-5m	5×5×0.5(mm)-10m	5×5×0.5(mm)-20m	

IV. 技術の ICT 社会への実装における技術開発の動機と技術開発への期待

IV. 技術のICT社会への実装における技術開発の動機と技術開発への期待							
①高信頼性・スケーラビリティ・高セキュリティ							
●MTBF(Mean Time Between Failures)の向上							
IV-1	○医療の遠隔・高度化技術	遠隔医療に使用できる程度の通信路のMTBFを実現する。	技術的実現	✓(実現)			
			社会的実現	✓(実現)			
●MTTR(Mean Time To Repair)の短縮							
IV-2	○非常災害時の接続性堅持化技術	通信の瞬断程度は起こるが、経路切り替え等により、接続性は堅持される。	技術的実現	✓(実現)			
			社会的実現	✓(実現)			
I-28 (再掲)	○自律分散制御技術	災害時に基地局の機能が停止しても、端末が自律的にネットワークが構築される技術の開発及び実用化がなされる。	技術的実現	✓(実現)			
			社会的実現	✓(実現)			
●ソフトウェア無線技術							
I-30 (再掲)	○複数モード対応技術	災害時に基地局の機能が停止しても、端末が自律的にネットワークを構築する。	技術的実現	1	10	20	
			社会的実現	✓(実現)			
●大規模分散処理技術							
II-4 (再掲)	○超高速インターネットにより接続されたプロセッサ処理技術	N以上プロセッサが接続され、データを管理、処理する。	技術的実現	100 1000			
			社会的実現	10			
●セキュリティ技術							
II-6 (再掲)	○情報トレーサビリティ技術	クラウドのデータ入出力を把握し、データ内容をチェックする。	技術的実現	✓(実現)			
			社会的実現	✓(実現)			
●SDN(Software-Defined Network)技術							
II-7 (再掲)	○ネットワークの仮想化技術	その時点でのネットワーク機能のP%を単数のソフトにより仮想化する。	技術的実現				
			社会的実現	5%	30%	50%	
●認証・プライバシー保護技術							
III-4 (再掲)	○個人情報秘匿技術	秘匿照合(暗号化した2つのデータを復号なしで照合)がα%のクラウドに導入される。	技術的実現				
			社会的実現	0%	50%	90%	

②安全・安心/非常災害時の支援						
●現場での生存者の識別・救出支援技術						
IV-3	○動的環境での状況認識技術	災害現場等で、生存者の発見や救出支援を行う。	技術的実現	✓(実現)		
			社会的実現	✓(実現)		
●動的環境での状況認識と確認技術/機器の標準化・高装着性						
IV-4	○動的環境での状況認識結果をその場で確認可能とする技術	携帯端末に刻々と変化する周辺状況が表示さ、状況確認が行える。	技術的実現	✓(実現)		
			社会的実現	✓(実現)		
IV-5	○フレキシブルな機器技術	センサーや表示装置を含め、フレキシブルな構造により腕等に装着することができる。	技術的実現	✓(実現)		
			社会的実現	✓(実現)		
③人と社会にやさしいコミュニケーション						
●コンテキストウェアネス技術						
IV-6	○コンテキストウェアネス技術	利用者の要求があいまいでも、要求に対応できる。	技術的実現	✓(実現)		
			社会的実現	✓(実現)		
●ソーシャルインタフェース						
III-3 (再掲)	○インタラクティブ技術(再掲)	自分がいる場所の状況を把握し、その状況に積極的に行動を起せる。社会とのインタラクティブ技術	技術的実現	✓(実現)		
			社会的実現	✓(実現)		
●人と人の仲介技術						
III-7 (再掲)	○バーチャル・セラピスト技術(再掲)	人と人の間に位置して、相談者のプライバシーを守りながら、相談を行う。	技術的実現	✓(実現)		
			社会的実現	✓(実現)		
●遠隔通信技術						
IV-7	○遠隔診断技術	専門医と患者が対面していると同様な遠隔診療が実現される。	技術的実現	✓(実現)		
			社会的実現	✓(実現)		
④環境・省エネ・省電力						
●省エネルギー社会の実現						
IV-8	○スマートグリッド技術(再掲)	導入しない場合に比較し、消費エネルギーが0%減少する。	技術的実現			
			社会的実現	0% 50% 80%		
IV-9	○クラウド関連連携技術(再掲)	連携クラウド数の増加により、使用しない場合に比較し消費エネルギーが0%減少する。	技術的実現			
			社会的実現	0% 50% 90%		
IV-10	○光通信(再掲)	構成機器の省エネ及び制御・管理により、消費エネルギーが性能比で0%減少する。	技術的実現			
			社会的実現	0% 30% 80%		

技術開発ロードマップ 形式Ⅱ

※アンケートに用いた設問を一般的に説明し、2020年及び2030年の期待も技術開発、及び実用化の状況を説明した開発ロードマップ

I. 基幹系・アクセス系-(1) 有線

技術開発課題		現状と2020年/2030年での期待		
技術開発課題(要素技術)の分類と課題(要素技術)名称	技術開発課題(要素技術)の概要	現状	2020年	2030年
I. 基幹系・アクセス系	基幹系は通信センター(例えば「電話局」間を接続する最も基盤となるネットワークです。また、アクセス系は通信センターと利用者とを接続するネットワークです。			
(1) 有線	ネットワークが光ファイバ等により作られており、この中をデータが伝送されている。			
<伝送系>	データが伝送されているネットワークを構成する光ファイバに關係する技術です。			
① 光通信	波としての光の特徴を使用して、データを伝送する。			
● 大容量化技術	一本の光ファイバに以下の技術を使用して、可能な限り多くのデータを同時に送る技術です。			
I-1	一本の光ファイバに多数の波長(周波数)の光を通すことにより伝送できるデータ量を増やす技術です。 例えば、1つの波長で10Gbpsのデータを伝送すれば、全体では10Gbps×波長の数のデータが伝送できます。	波長数10程度が実用化されています	最大で波長数100の技術が開発されます	最大で波長数1000の技術が開発されます
I-2	光通信の基本は、光の有無にデータを対応させます。例えば、光がある=データは"1"、光が無い=データは"0"とします。これに対し、光の強さ等も使用し、光の強さ"1"=データは"11"、光の強さ"0.5"=データは"10"とし、データ量を4倍に増加させます。	データ量を4倍にする技術が開発されています	データ量を64倍にする技術が開発されます	データ量を128倍にする技術が開発されます
I-3	データ毎(例えば1ビット毎)に識別子を入れて送信します。受信者は識別子を解読し、自分宛のデータのみを取り出します。例えば、4個の識別子を使えば4人が同時に(多重数4と称します)データの伝送が可能となります。ただし、識別子を増やすと識別子が長くなり、伝送の効率が落ちます。	伝送速度10Gbpsで多重数8の技術が開発されています	伝送速度10Gbpsで多重数16の技術が開発されます	伝送速度40Gbpsで多重数4の技術が開発されます
② 量子通信	光の粒子としての性質(量子または光子と称する)を利用し、光子の塊により、データを伝送する。			
● 基礎技術				
I-4	量子(光子)の塊のある状態(状態によりデータが送られる)を作り出し、保存する技術です。塊の量(光子数)を大きくすることが技術開発の方向です。	量子(光子)数10個程度の技術が開発されています	量子(光子)数300個程度の技術が開発されます	量子(光子)数1000個程度の技術が開発されます
I-5	上記とは反対に、出来るだけ小さい光子の塊で、信号を検出する。	100個程度の光子で1ビットを検出する技術が開発されています	10個程度の光子により1ビットを検出する技術が開発されます	単一光子で1ビットを検出する技術が開発されます
● 暗号鍵配布技術				
I-6	暗号鍵と呼ばれる暗号化する際に必要な情報を高速に生成する。		10Mbpsの速度で鍵を生成する技術が開発されます	100Mbpsの速度で鍵を生成する技術が開発されます
● 量子情報源符号化・復号化技術				
I-7	データサイズKビットのデータを用いて、効率よく暗号化すること及び間違いを少なく元のデータに戻す。	4ビットのデータで、暗号化する技術が開発されています	50ビット程度のデータで、暗号化する技術が開発されます	100ビット程度のデータで、暗号化する技術が開発されます

<ルーティング>	データを送り先に届けるため、伝送する経路を切り替える。				
③全光ルータ・全光ノード技術	光のまま、伝送する経路を切り替える。				
●スイッチング技術	実際に伝送路を切り替える装置	現状	2020年	2030年	
I-8	○波長スイッチング技術	経路の切り替えを波長を元に行う。例えば、東京の通信センターで、波長Aの届先は仙台、波長Bの届先は大阪であれば、波長Aのデータは仙台に向かう光ファイバへ送信する等を行う。	速度100Mbps、波長数64での技術が実用化されています	速度100Mbps、波長数128での技術が開発されます	速度500Mbps、波長数128での技術が開発されます
I-9	○ROADM (reconfigurable optical add/drop multiplexer) 技術	上記の波長スイッチングを効率よく行う。また、制御信号により、届け先を自由に変えることができる。	入力数2、出力数2の技術が実用化されています	入力数10、出力数10の技術が開発されます	入力数100、出力数100の技術が開発されます
I-10	○光バーストスイッチング技術	データを一定の長さに切断し(切断されたデータをバーストと称する)、届先毎に振り分ける。振り分ける制御は一種の電子計算機が行う。	64ビット毎に振り分ける技術が開発されています	128ビット毎に振り分ける技術が開発されます	
I-11	○光パケットスイッチング技術	データの塊(パケットと称する)毎についている届先情報を元に、データの振り分けを行う。振り分け制御は届先情報を光のままで行う。現在のインターネットの仕組みを全て光で行うため、一種の光計算機が必要である。	ナノ秒当たり64本入出力する技術が開発されています	ナノ秒当たり128本入出力する技術が開発されます	ナノ秒当たり256本入出力する技術が開発されます
	●光ネットワーク制御・管理技術				
I-12	○GMPLS (generalized multiprotocol label switching) 技術	ネットワーク上には、異なるデータ形式や送り方をしているデータが存在している。これらの差異を吸収して、データが所定の届先へ送られるように制御をする。	多様な通信方式を統合・経路制御する技術が実用化されます		
<アクセス>					
④FTTH					
●GE(Gbps Ethernet)-PON技術					
I-13	○TDM(Time Division Multiplexing)-PON技術	届先毎にデータを時間を決めて送信します(例えば、時間は百万分の1毎等)。届先では、決められた時間に届いたデータのみを取り出し、データを取得する。	通信速度が10Gbpsの技術が実用化されています	通信速度が20Gbps程度の技術が開発されます	通信速度が100Gbpsの技術が開発されます
	●光多重化技術(メロ/バックボーン トランスポート)				
I-14	○光TDMと光DWDM (Dense WDM)のハイブリッド技術	上記のTDMと「●大容量化技術○DWDM(Dense WDM:高密度波長多重技術)」を組み合わせて、更なる大容量化を実現します。	速度5Gbpsで4波長の技術が開発されています	速度5Gbpsで16波長の技術が開発されます	速度10Gbpsで100波長の技術が開発されます

I. 基幹系・アクセス系-(2) 無線

<デバイス>					
(2) 無線					
<ネットワーク応用>					
①放送・通信連携					
●放送・通信の連携技術			現状	2020年	2030年
I-22	○Webブラウザの共通プラットフォーム技術	N種類のWebを1つのブラウザ(共通プラットフォーム)で閲覧できるようにする。	1種類のWebを1つのブラウザで閲覧できる技術が実用化されています	10種類のWebを1つのブラウザで閲覧できる技術が開発されます	30種類のWebを1つのブラウザで閲覧できる技術が開発されます
<ブロードバンド・高機能化>					
②UWB/無線LAN					
●家庭内超高速技術					
I-23	○ミリ波帯無線送受信機技術	家庭内で、超高周波帯(ミリ波帯)で使用してパソコンをインターネットに接続等を行うための、コンパクトな送受信機。	コンパクトな送受信機が開発されます		
●セキュリティ技術					
I-24	○FMS(Fluhrer Mantin and Shamir attack)攻撃対応技術	無線を使用する際に特有な攻撃(FMS攻撃)から、有線と同等なレベルで防御する。	有線と同等なレベルで防御する技術が開発されます		
I-25	○認証技術	脆弱性の回避のため、N種類の認証技術(WEP,WPA,WAP2等)を組み合わせる技術の開発が完了する。	1種類の認証技術の使用にとどまっています	3種類の認証技術を組み合わせる技術が開発されます	10種類の認証技術を組み合わせる技術が開発されます
③次世代無線技術					
●コグニティブ無線技術					
I-26	○ヘテロジニアス型技術	使用できる周囲の電波が少なくなってきたら、既存無線システム周波数を動的に変更、組合せて、使用できる電波を多くし、無線通信を行う。	規定された周波数のみ使用しています	10種類程度のシステム周波数に対応した技術が開発されます	
I-27	○周波数共有型技術	既存の無線システムの電波域が、使用されていない電波を無線端末が探し出し、必要な通信帯域幅を確保し、無線通信を行う。	使われていない電波を探し出し、必要な通信帯域幅を確保し、通信を行う技術が開発されます		

		現状	2020年	2030年
●アドホックネットワーク無線技術				
I-28	○自律分散制御技術	災害時に基地局の機能が停止しても、端末が自律的にネットワークを構築して、通信を継続させる。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 端末が自律的にネットワークを構築して、通信を継続させる技術が実用化されます 端末が自律的にネットワークを構築して、通信を継続させる技術が開発されます </div>	
I-29	○高効率リソース制御技術	無線通信を行うためのリソース周波数帯、タイムスロット等を効率的に管理・制御する。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> リソース周波数帯等を管理・制御する技術が実用化されます リソース周波数帯等を管理・制御する技術が開発されます </div>	
●ソフトウェア無線技術				
I-30	○複数モード対応技術	通信を行う多様な無線通信モードに対応して、無線機のモードをソフトウェアで変更し、通信を行う。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 10程度の無線通信モードに対応し、通信を行う技術が実用化されます 10程度の無線通信モードに対応し、20程度の無線通信モードに対応し、通信を行う技術が開発されます 20程度の無線通信モードに対応し、通信を行う技術が開発されます </div>	
●広帯域・長距離通信技術				
I-31	○広帯域・長距離通信技術	通信速度を高速化し、かつ通信範囲を拡大して、通信を行う。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 通信速度50Mbps、通信範囲1kmの技術が実用化されています 通信速度100Mbps、通信範囲10kmの技術が実用化されています 通信速度100Mbps、通信範囲30kmの技術が実用化されています </div>	
●多元接続技術				
I-32	○空間分割多元接続技術	電波の送受信する方向が限定されたアンテナを使用し、混信することなく、同時にいくつかの方向と通信を行う。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 空間分割数3、接続数5の多元接続を行う技術が開発されます 空間分割数5、接続数10の多元接続を行う技術が開発されます </div>	
●モビリティ技術				
I-33	○異種ネットワーク間のハンドオーバー技術	通信方式が異なる無線ネットワーク間を移動しながら通信を行う。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 5種類程度の無線間を移動しながら通信を行う技術が開発されます 10種類程度の無線間を移動しながら通信を行う技術が開発されます </div>	
④超高周波デバイス技術				
●ミリ波帯MMIC(Monolithic Microwave IC)技術				
I-34	○CMOSによるMMIC	最も使用されている材料(CMOS)により、超高周波帯の部品を作製する。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> CMOSにより、超高周波帯の部品を作製する技術が実用化されます </div>	

II. サービスプラットフォーム

II. サービスプラットフォーム		ICTを使用し、社会インフラとしてサービスを提供する。			
＜高機能ネットワーク＞					
①スマートグリッドに関する通信		電力系統をICTにより制御する。			
●アグリゲーション技術			現状	2020年	2030年
II-1	○HEMS/BEMSの アグリゲーション技術	個別の家庭用電力制御システムHEMSやビル用電力制御システムBEMSを連携させて運用する。	HEMSやBEMSを連携させて運用する技術が実用化されます HEMSやBEMSを連携させて運用する技術が開発されます		
●スマートメータリング技術					
II-2	○無線によるスマート メータリング技術	有線系に替わる無線系により制御対象の機器からのデータの取得と制御信号の送信を行う。	制御対象の機器の10%程度が無線系によることが実用化されます 制御対象の機器の50%程度が無線系によることが実用化されます		
②クラウド		自家所有のシステムで行っていた各種データ処理等を事業者がデータセンターにあるシステムでサービス提供する。			
●クラウド間連携技術					
II-3	○クラウド間連携技術	複数のクラウドが連携してのデータ管理や処理を行う。これにより、システム使用効率を向上させたり、省エネルギーを実現する。	100程度のクラウドが連携する技術が実用化されます 100程度のクラウドが連携する技術が開発されます		
●大規模分散処理技術					
II-4	○超高速インターネットにより 接続されたプロセッサ 処理技術	複数のクラウド内のプロセッサが接続され、データを管理、処理する。	100程度のプロセッサが接続された技術が実用化しています 100程度のプロセッサが接続された技術が開発されます 100程度のプロセッサが接続された技術が開発されます		
●セキュリティ技術					
II-5	○統一・連携したアイデン ティティ管理技術	複数のクラウド間で、統一されたアイデンティティにより管理する。	100程度のクラウド間で、管理する技術が開発されます 100程度のクラウド間で、管理する技術が開発されます		
II-6	○情報トレーサビリティ技術	クラウドへのデータ入出力を把握し、データ内容をチェックし、データの素性を把握する。	データの素性把握など、情報トレーサビリティ技術が実用化されます データの素性把握など、情報トレーサビリティ技術が開発されます		
③仮想化					
●SDN(Software-Defined Network)技術					
II-7	○ネットワークの仮想化技術	異なるネットワーク毎に接続方法を異ならせるのではなく、それらのネットワークの差異を吸収するシステム(仮想化されたネットワーク)により、単一の方法でネットワークに接続できる。	仮想化対象となるネットワークの5%程度が仮想化されています 仮想化対象となるネットワークの30%程度について仮想化が実施されます 仮想化対象となるネットワークの50%程度について仮想化が実施されます		
●仮想環境でのセキュリティ技術					
II-8	○識別子と認証技術	識別子で定義されるエンティティ間で、認証対象の粒度の精細化や多様化に対応してエンティティを認証する。	エンティティ間で、エンティティ認証が実用化されます エンティティ間で、エンティティ認証が技術が開発されます		

Ⅲ. ヒューマンインタフェース

Ⅲ. ヒューマンインタフェース		現状	2020年	2030年
<ユーザインタフェース>				
①メディア・言語を横断する技術				
●メディア・言語を横断する検索技術				
Ⅲ-1	○言語を横断する検索技術	検索語が日本語であっても、英語情報等、N言語を横断して検索できる。	検索語が日本語で、他の10言語も検索できる技術が開発されます	検索語が日本語で、他の30言語も検索できる技術が開発されます
Ⅲ-2	○多様なメディアでの検索技術	例えばスケッチ等のメディアを提示する事により検索が可能となる。	多様なメディアでの検索技術が開発されます	多様なメディアでの検索技術が開発されます
●ソーシャルインタフェース技術				
Ⅲ-3	○インタラクティブ技術	自分がいる場所の状況を把握し、その状況に積極的に行動を起こす等、社会とインタラクティブに関わる。	場所の状況を把握し、社会とインタラクティブに関わる技術が開発されます	場所の状況を把握し、社会とインタラクティブに関わる技術が開発されます
<端末>				
②セキュリティ技術				
●認証・プライバシー保護技術				
Ⅲ-4	○個人情報秘匿技術	秘匿照合(暗号化した2つのデータを復号なしで照合)を行う。クラウド等への導入される。	秘匿照合技術の50%程度が実用化され、クラウド等に導入されます	秘匿照合技術の90%程度が実用化され、クラウド等に導入されます
③表示技術				
●立体表示技術				
Ⅲ-5	○小型端末用裸眼立体表示	携帯端末等で、専用メガネ等が無くても立体表示を見ることができる。	小型端末で裸眼で立体表示を見ることができる技術が開発されます	小型端末で裸眼で立体表示を見ることが実用化されます

＜高齢者や障害者の支援＞		現状	2020年	2030年
④伝達技術				
●マルチモーダル伝達技術				
III-6	○マルチモーダル伝達技術 立体映像、音声・音響情報等多様な方法(マルチモーダル)により、視覚障害者・聴覚障害者に情報を伝達する。		障害者にマルチモーダルな方法で情報伝達する技術が開発されます	障害者に対しマルチモーダルな方法による情報伝達の実用化されます
●人と人の仲介技術				
III-7	○バーチャル・セラピスト技術 相談者と被相談者の間に位置して、相談者のプライバシーを守りながら、相談を行う。		相談者のプライバシーを守りうる相談技術が開発されます	相談者のプライバシーを守りうる相談技術が実用化されます
⑤ロボット				
●遠隔操作ロボット				
III-8	○生活援助型遠隔操作ロボット 遠隔操作された知能ロボットにより、遠隔地にいる方の生活援助を行う。		遠隔操作で生活者を援助する知能ロボットの技術が開発されます	遠隔地にいる方の生活援助を行う遠隔操作された知能ロボットが実用化されます
＜センサー＞				
⑥センサー技術				
●タグ技術				
III-9	○超小型ICタグ技術 超小型で通信距離も大きい、ICタグ。		大きさが10×10×1(mm)で通信距離が5mのICタグが実用化されています	大きさが5×5×0.5(mm)で通信距離が10mのICタグが実用化されます 大きさが5×5×0.5(mm)で通信距離が20mのICタグが実用化されます

IV. 技術の ICT 社会への実装における技術開発の動機と技術開発への期待

IV. 技術の ICT 社会への実装における技術開発の動機と技術開発への期待		現状	2020年	2030年
①高信頼性・スケーラビリティ・高セキュリティ				
●MTBF(Mean Time Between Failures)の向上				
IV-1	○医療の遠隔・高度化技術 遠隔医療に使用できる程度の高信頼性のICTシステム。		遠隔医療に使用できる程度の高信頼性なICTシステムが実用化されます	遠隔医療に使用できる程度の高信頼性なICTシステムが開発されます
●MTTR(Mean Time To Repair)の短縮				
IV-2	○非常災害時の接続性 堅持化技術 通信の断断程度は起こるが、経路切り替え等により、接続性は堅持堅持される。		非常災害時において、途切れることなく通信できる技術が実用化されます	非常災害時において、途切れることなく通信できる技術が開発されます
●大規模資源の管理・制御に関する技術				
I-18 (再掲)	○リンク障害時のオーバーレイネットワーク到達速度向上技術 障害を起こした時でも、故障していないリンクへデータ迂回させて、データを優先に届くようにネットワークを制御する。	25%のリンクが障害をおこしても、95%データが到達する技術が開発されています	30%のリンクが障害をおこしても、98%データが到達する技術が開発されます	30%のリンクが障害をおこしても、99%データが到達する技術が開発されます
●アドホックネットワーク無線技術				
I-28 (再掲)	○自律分散制御技術 災害時に基地局の機能が停止しても、端末が自律的にネットワークを構築して、通信を継続させる。		端末が自律的にネットワークを構築して、通信を継続させる技術が実用化されます	端末が自律的にネットワークを構築して、通信を継続させる技術が開発されます
●ソフトウェア無線技術				
I-30 (再掲)	○複数モード対応技術 通信を行う多様な無線通信モードに対応して、無線機のモードをソフトウェアで変更し、通信を行う。		10程度の無線通信モードに対応し、通信を行う技術が実用化されます	10程度の無線通信モードに対応し、20程度の無線通信モードに対応し、通信を行う技術が開発されます
●大規模分散処理技術				
II-4 (再掲)	○超高速インターネットにより接続されたプロセッサ処理技術 複数のクラウド内のプロセッサが接続され、データを管理、処理する。	10個程度のプロセッサが接続された技術が実用化しています	10個程度のプロセッサが接続された技術が開発されます	100個程度のプロセッサが接続された技術が開発されます
●セキュリティ技術				
II-6 (再掲)	○情報トレーサビリティ技術 クラウドへのデータ入出力を把握し、データ内容をチェックし、データの素性を把握する。		データの素性把握など、情報トレーサビリティ技術が実用化されます	データの素性把握など、情報トレーサビリティ技術が開発されます
●SDN(Software-Defined Network)技術				
II-7 (再掲)	○ネットワークの仮想化技術 ネットワークの差異を吸収するシステム(仮想化されたネットワーク)により、単一の方法でネットワークに接続できる。	仮想化対象となるネットワークの5%程度が仮想化されています	仮想化対象となるネットワークの30%程度について仮想化が実施されます	仮想化対象となるネットワークの50%程度について仮想化が実施されます
●認証・プライバシー保護技術				
III-4 (再掲)	○個人情報秘匿技術 秘匿照合(暗号化した2つのデータを復号なしで照合)を行う。クラウド等への導入される。		秘匿照合技術の50%程度が実用化され、クラウド等へ導入されます	秘匿照合技術の90%程度が実用化され、クラウド等へ導入されます

②安全・安心/非常災害時の支援				
	●現場での生存者の識別・救出支援技術			
IV-3	○動的環境での状況認識技術	災害現場等で、生存者の発見や救出支援を行う。	災害現場において、その場で周辺状況を認識し救出支援ができる技術が実用化されます 災害現場において、その場で周辺状況を認識し救出支援ができる技術が開発されます	
IV-4	●動的環境での状況認識と確認技術/機器の携帯化・高装着性			
	○動的環境での状況認識結果をその場で確認可能とする技術	携帯端末に刻々と変化する周辺状況が表示さ、状況確認が行える。	その場の刻々と変化する周辺状況が、その場で確認できる技術が実用化されます その場の刻々と変化する周辺状況が、その場で確認できる技術が開発されます	
IV-5	○フレキシブルな機器技術	センサーや表示装置を含め、フレキシブルな構造により腕等に装着できる。	フレキシブルな構造により腕等に装着できる装置が実用化されます フレキシブルな構造により腕等に装着できる装置が開発されます	
③ユーザーが何時でも何処でも、快速で簡易に利用できるコミュニケーション				
	●コンテキストウェアネス技術			
IV-6	○コンテキストウェアネス技術	利用者の要求があいまいでも、要求に対応できる。	あいまいな要求に対応できる技術が実用化されます あいまいな要求に対応できる技術が開発されます	
	●ソーシャルインタフェース技術			
III-3 (再掲)	○インタラクティブ技術	自分がいる場所の状況を把握し、その状況に積極的に行動を起こす等の社会とのインタラクティブに関わる。	場所の状況を把握し、社会とインタラクティブに関わる技術が実用化されます 場所の状況を把握し、社会とインタラクティブに関わる技術が開発されます	
	●人と人の仲介技術			
III-7 (再掲)	○バーチャル・セラピスト技術	相談者と被相談者の間に位置して、相談者のプライバシーを守りながら、相談を行う。	相談者のプライバシーを守りうる相談技術が実用化されます 相談者のプライバシーを守りうる相談技術が開発されます	
	●遠隔通信技術			
IV-6	○遠隔診断技術	専門医と患者が対面していると同様な遠隔診療が行える。	専門医と患者が対面しているような遠隔診療が実用化されます 専門医と患者が対面しているような遠隔診療の技術が開発されます	
④環境・省エネ・省電力				
	●省エネルギー社会の実現			
IV-7	○スマートグリッド技術	導入しない場合に比較し、消費エネルギーが減少する。	スマートグリッド技術の導入で消費エネルギー50%程度減少が実現されます	スマートグリッド技術の導入で消費エネルギー80%程度減少が実現されます
IV-8	○クラウド間連携技術	連携クラウド数の増加により、使用しない場合に比較し消費エネルギーが減少する。	消費エネルギーは連携クラウド数の増加により60%程度減少します	消費エネルギーは連携クラウド数の増加により90%程度減少します
IV-9	○光通信(再掲)	構成機器の省エネ及び制御・管理により、消費エネルギーが性能比で減少する。	消費エネルギーが性能比で30%程度減少する構成機器が開発されます	消費エネルギーが性能比で80%程度減少する構成機器が開発されます

参考:アンケート回答者の専門性

アンケート回答者の専門性を設問毎に示す(数値は回答者の人数)

I-1 DWDM(Dense WDM:高密度波長多重)技術	I-2 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)技術	I-3 OCDM(Optical CDM; 光符号拡散多重)技術	I-4 量子相関の生成・制御・保存技術	I-5 光子検出技術
課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性
高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低
3 8 12	1 6 8	1 5 11	2 2 3	1 3 3

I-6 鍵生成技術	I-7 量子通信路符号化技術	I-8 波長スイッチング技術	I-9 ROADM(reconfigurable optical add/drop multiplexer)技術	I-10 光バーストスイッチング技術
課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性
高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低
1 1 9	0 2 5	2 5 10	3 2 10	0 9 9

I-16 広帯域光増幅器技術	I-17 広帯域光増幅器技術	I-18 リンク障害時のオーバーレイネットワーク到達度向上技術	I-19 パケットデータの実時間での検知・分析技術	I-20 攻撃情報と攻撃実体(マルウェア)の相関分析技術
課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性
高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低
2 5 7	5 5 7	3 4 8	1 7 8	1 6 7

I-11 光パケットスイッチング技術	I-12 GMPLS(generalized multiprotocol label switching)技術	I-13 TDM(Time Division Multiplexing)-PON技術	I-14 光TDMと光DWDM(Dense WDM)のハイブリッド技術	I-15 光メモリ技術
課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性
高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低
3 6 8	3 5 12	3 4 14	3 6 9	1 4 8

Ⅲ-4 個人情報秘匿技術	Ⅲ-5 小型端末用裸眼立体表示	Ⅲ-6 マルチモーダル伝達技術	Ⅲ-7 バーチャル・セラピスト技術	Ⅲ-8 遠隔操作ロボット
課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性
高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低
1 3 11	5 3 16	3 4 13	4 3 9	3 6 15

Ⅲ-9 超小型ICタグ技術	Ⅳ-1 医療の遠隔・高度化技術	Ⅳ-2 非常災害時の接続性 堅持化技術	Ⅳ-3 動的環境での状況認識技術	Ⅳ-4 動的環境での状況認識結果 をその場で確認可能とする技術
課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性
高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低
1 7 14	2 5 12	2 7 13	3 1 16	2 3 18

Ⅳ-5 フレキシブルな機器技術	Ⅳ-6 コンテキストウェアネス技術	Ⅳ-7 遠隔診断技術	Ⅳ-8 スマートグリッド技術(再掲)	Ⅳ-9 クラウド間連携技術(再掲)
課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性	課題に対する専門性
高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低	高 中 低
3 7 14	5 6 13	3 5 15	4 6 21	2 8 14

Ⅳ-10光通信(再掲)
課題に対する専門性
高 中 低
1 5 15

ヒアリング記録

面談記録 1

被面接者：

【面接記録】

お聞きする範囲

「I. 基幹系・アクセス系」とともに「IV. 技術の ICT 社会への実装における技術開発の動機と技術開発への期待」を中心に、情報通信分野を包括的に聞き取る。

①情報通信分野の包括的概観

◇次世代インターネット：データセンター・セントリック

- ・インターネットに関して、Internet of Things や Physical-Cyber Integration というキーワードが、近年出てきているが、方向として「データセンター・セントリック」なシステムが主流となる。
- ・また、最近では、エネルギーシステムを含む、すべての社会インフラ・システムをインターネットアーキテクチャフレームワークで再設計するという方向になると考えている。
- ・電話とコンピュータは、インターネット(TCP/IP)で再構築された。そして、コンテンツと放送が変革されつつある。

◇サービス・システム：ユーザの資源が協調する

- ・今までは、インフラ・サービスを提供するプロバイダが、主役でサービスを押し付ける・提供してあげるといったスタンスでシステム設計・構築・運用が行われてきた。
- ・今後は、ユーザの資源が協調することでサービス・システムが構築されるという形になる。初期は既存インフラを利用するものと、LAN のような Native なインフラを小規模に展開するものの 2 つから成長して、既存のインフラを入れ替えてきた等が具体例である。
- ・また、エネルギー関連で、今後、このようなことがおこるか、自律(自立)分散協調型にできるか、がポイントである。

◇具体的な課題の修正・加筆

- 研究開発の方向は、TCP/IP 技術を否定し、新しい技術の研究開発を目指す「Clean Slate Internet」と、現在の相互接続性を維持し、継続的な技術革新を目指す「Dirty Slate Internet」の2つの考え方がある。
- 具体的な要素技術は以下がある。
 - ①P2P 技術:既に、Web Service を含む大規模サーバシステムを構築するための要素技術として、多くのシステムに導入されている。初期は、トランスポート基盤(=インターネット)の構造を無視した Naïve なオーバーレイシステムであったが、トランスポート基盤との融合化・統合化に関する技術が重要となってきた。
 - ②識別子:クラウドコンピューティング等、「仮想化」が導入される際は、これまでの、低レイヤにおける識別子管理、単体の物理的に空間的制約を持った計算機資源における識別子管理ではなく、グローバル規模での多様度の高い識別子管理技術の開発が必要となる。
 - ③ディレクトリーサービス: 識別子の多様化に伴い、一つのエンティティが、複数の異なるディレクトリ空間に同時に帰属する形態で動作し、検索要求に統一的なインターフェースを実現しなければならない。
 - ④認証技術: 識別子で定義されるエンティティ間での Trust の確立には、少なくとも、認証対象の粒度の精細化や多様化に対応した認証技術が必須ある。

②要素技術

- 要素技術の「期待」が数値化されている箇所の数値の妥当性は(いろいろな意見が出されているが)特に大きな問題は無い。
- ただし、期待が数値化できる要素技術は競争も激しく、過去の DRAM のような経過をたどることに危惧はある。

面談記録 2

被面接者：

【面接記録】

お聞きする範囲

「Ⅰ. 基幹系・アクセス系」の①光通信、「Ⅱ. サービスプラットフォーム」を中心にお聞きする。

①情報通信分野の包括的概観

◇情報通信の動向

- ・「データセンター・セントリック」なシステムが主流となる。
- ・具体的には、今後はトラフィックの60%がデータセンター向けとなり、ネットワークの領域が広がって、何でも処理せずに光に乗せて（オン・ファイバー）データセンターに送ることとなる。NTTの電話回線ネットワークからスター型の「データセンター・セントリック」へ、ネットワークのトポロジーが変わる。
今までと異なる光ファイバー技術を発展させてほしいが、ロードマップ作成用の数字では予測できない。
- ・ネットワークには「多様性の許容」と「連携・融合」が求められるようになり、多様な組み合わせが可能なネットワーク＝オーバーレイさせるネットワークが必要となる。そのために、すべてICTオリエンテッドにして、インネットワークプロセッシングで最適なインフラストラクチャーを作ればよい。
- ・また、すべてのものを制御することがICTの重要な役割となる。例えばスマートグリッドでは、従来の電話のネットワークではなく、データセンターへのアクセスを行うネットワークが必要となる。

◇具体的な課題の修正・加筆

I. 基幹系・アクセス系

・①光通信

- ー現在はビットを上げることが追求しているが、2030年には1000λの波長を送ることが技術的に可能になっても、ファイバー自身がエネルギー的に耐えられなくなる。2030年には、ビットレートを上げるだけでなく、ヘテロなネットワークの開発技術が欲しい。
- ー伝送する帯域を広げるブレイクスルーは沢山あるが、2030年まで予測するのであれば、エネルギーの原理的な研究まで戻らなければならない。
- ー長距離の回線の伝送技術が注視されているが、今後はデータセンター内、ビル内、家庭内等短距離での伝送技術は開発の余地があり、これらのネットワークに関する要素技術が抜けている。

②要素技術

- ・調査項目案「IV 技術の ICT 社会への実装における技術開発の同期と技術開発への期待」では、超成熟社会に関する要素技術が必要になると思われる。この技術は、現状の物差しでの予測は苦しいので、定性的な予測をせざるを得ない。
- ・データセンター・セントリックに関する要素技術が抜けている。同時に、サービスセントリックなところに価値をシフトさせ、マイルストーンを変える必要がある。
- ・ネットワークをマルチサービスのプラットフォームとして位置づけ、サービスの価値を創造する要素技術を増やして欲しい。

面談記録 3

被面接者：

【面接記録】

お聞きする範囲

「I. 基幹系・アクセス系 (2) 無線」を中心にお聞きする。

①情報通信分野の包括的概観

◇無線システムのレイヤ構造

- ・今後、センサーネットワーク、スマートメータリング、ピコネットワーク等の無線ネットワークが導入されるが、無線ネットワークの上位レイヤに位置するのはコグニティブ無線である。
- ・コグニティブ無線により、多様な無線システムを統一的に運用・管理していく方法が基本的な概念として、今後の技術開発の基本となる。

◇具体的な課題の修正・加筆

(2) 無線

・④超高周波デバイス技術

●ミリ波帯 MMIC (Monolithic Microwave IC) 技術 (Monolithic Microwave IC) 技術

CMOS 技術が記載されているが、CMOS によるミリ波帯 MMIC への期待は大きいですが、他の材料によるミリ波帯 MMIC を加筆する必要はある。

IV. 技術の ICT 社会への実装おける技術開発の動機と技術開発への期待

・④非常災害時の機能の確保と活用

ここでは、

●アドフォックネットワーク

○自律分散制御技術

○高効率リソース制御技術

が重要となる。

②要素技術

- ・次世代無線の要素技術としては、上述のアドホックネットワークを加えること網羅されていると考える。
- ・期待の値は標準化も進んでおり、比較的把握できる。記載の値は概ね妥当である。

面談記録 4

被面接者：

【面接記録】

お聞きする範囲

「Ⅱ. サービスプラットフォーム」の②クラウド、③仮想化を中心にお聞きする。

①情報通信分野の包括的概観

◇情報通信の動向

① クラウド

- ・クラウドは、ICT 分野におけるパラダイムシフトであり、今後、社会基盤を支える中核技術として発展する。
- ・クラウドの動向は
 - －Google や Amazon によるパブリック・クラウド
 - －仮想化技術を活用した企業向けプライベート・クラウドが指摘できる。
- ・現在のクラウドはインターネット上でしか使えないが、将来は閉域網に対応したクラウドが重要となる。

②仮想化

- ・物理的ネットワークの上に仮想化ネットワークをオーバーレイさせて、クラウドと組み合わせることによって仮想化ネットワークを実用化させる。したがって、ネットワークの仮想化は、クラウドを同じ文脈で捉えることができる。
- ・現在の物理ネットワークをすべて仮想化するのは 2020 年でも無理がある。

③各社の展開とその状況

- ・Amazon の AWS (Amazon Web Service) は、現在、パブリック・クラウドのトップサービスであり、スケールが大きく、料金が廉価である。一方、セキュリティ、柔軟性、カスタマイズ性の点で劣っている。
- ・日本の企業ユーザ向けには、富士通、IBM、NTT データ、NTT コミュニケーションズ等がホステッド・プライベート・クラウドサービスを提供している。これらに対抗すべく、Amazon はセキュリティ、柔軟性、カスタマイズ性を改善し、日本の大企業も使えるようなパブリック・

クラウドサービスを展開しようとしている。

- ・現在は Amazon が市場的には強いが、その勢いは止められないが、1 つの均一なサービスがすべてを駆逐することはない。このような中で、日本がどうすべきか、考える必要がある。

◇具体的な課題の修正・加筆

② クラウド

●クラウド間連携技術

○クラウド OS: 分散環境に対応した OS。PC ではできないことが 2020～2030 年にサービスされる。

●セキュリティ技術

○情報トレーサビリティ: クラウドのデータ入出力把握、内容のチェック

○秘密分散技術

○巻き添え防止技術:

⊗ ホームネットワークのクラウド化

2020 年には、スマートフォンと組み合わせたサービスが期待される。

「IV 技術の ICT 社会への実装における技術開発の同期と技術開発への期待」

ー防災: ネットワークを活用してビッグデータを処理することで、防災、減災になると思われる。

ー地域密着型クラウド: 地域で利用するクラウドを提供することにより、地域で起きている課題の解決にも貢献できるようになると思われる。

面談記録 5

被面接者：

【面接記録】

お聞きする範囲

「<ネットワークセキュリティ>」、「<高機能ネットネットワーク>でのセキュリティ」を中心にお聞きする。

①情報通信分野の包括的概観

◇セキュリティの空白時期と対処

- ・インターネットでは、IPV4 と IPV6 の共存環境が今後 10 年程度続くこと、また、IPV6 は現在まで脅威にあまり晒されていない（脅威へ脆弱性が不明）こと、逆に、攻撃する側の「能力」が上がり、IPsec の信頼性に危惧が生ずること、今後 10 年程度はセキュリティの空白時期に突入する。
- ・これに対応するには、既存の単独の学問領域からだけのアプローチでは不十分であり、これらを統括的に学際的なアプローチが不可欠である。すなわち、従来の「情報セキュリティ（学）」、「安全性工学・信頼性工学」、「ソフトウェア工学」等を統合する「IT リスク学」が必要である。
- ・IT リスク学は、ITC システムそのもののリスクだけでなく、ITC システムを利用する上でのリスク（セキュリティリスク、プライバシーリスク等）も含む。また、「手段に関する学問」のみではなく、手段を考える上での前提となる周辺の学問も含む。

◇セキュリティ技術の特徴

- ・リスクの完全な制御は不可能である。技術の機能は「制御する」ではなく「対処していく」ことである。
- ・従って、基本的には受け身の技術である。

◇具体的な課題の修正・加筆

<ネットワークセキュリティ>

- ・⑦サイバー攻撃の実時間検知・分析・対策

加筆項目としては以下が上げられる。

○追跡技術

○セキュアプロトコルの安全性評価(方法論)

②要素技術

- ・セキュリティ技術は実際に使用されて評価されるものであり、定量的な期待値を設定することは困難である。
- ・どの時期にどの程度導入されるか等の期待値となる。

面談記録 6

被面接者：

【面接記録】

お聞きする範囲

「Ⅲ. ユーザインタフェース(ユーザビリティ)」を中心にお聞きする。

①情報通信分野の包括的概観

◇領域の構造

学会等で一般に使用されている領域の構造は次のようである。

「Ⅲ. ヒューマンインタフェース」

＜ユーザインタフェース＞

◇ヒューマンインターフェースの技術開発

- ・インタフェースは多様で、万人向けのインタフェースは無い。
- ・開発が目指している方向は以下のようなものである（具体例は別途示す）。
 - －フレキシブル=表示/センサー/処理面でのフレキシブル性
 - －柔らかさ=着装性などのハード面
 - －インタラクティブ=相互作用の質の向上

◇具体的な課題の修正・加筆

Ⅲ. ヒューマンインタフェース

- ・●メディア・言語を横断する検索技術
 - 利用者が提供する多様なメディアでの検索(サイバーフィジカル)
 - ※例えば「スケッチ」による検索

- ・②表示技術

- 透過型の表示装置

- ※Google Glass のよう表示装置

IV. 技術の ICT 社会への実装における技術開発の動機と技術開発への期待

- ・③機器の携帯化

- 携帯化は四角い機器を持ち歩くようなイメージがある。より重要なのは着装性の向上である。従って③は

- ③機器の携帯化⇒③機器の着装性向上

- することにより、腕に装着出るフレキシブルな機器等を含めることができる。

- ・⑤プライバシーの保護の項目として

- バーチャル・セラピスト

- も加筆できる。

- 自殺者、心的外傷後ストレス障害 (PTSD) 者、ひきこもり者等を対象に人と人の中に入って、相談者のプライバシーを守りながら、また、相談者のヘジテイトを低下させて、相談を行う技術。

- 米国では、人と人の中に入る『SIM Sensei (先生)』の開発が行われている。

- ・⑥人と社会にやさしいコミュニケーション

- コミュニケーションを超えてより積極的に人が社会とインタラクティブに関われる「ソーシャルインタフェース」の領域も加筆することができる。

②要素技術

- 定量化

- ・インタフェースの領域は、課題を定量化する(課題の持つパラメータで定量化する)ことは難しい。現在の課題表のように「実現する時期」を定性的に明示することが良い方法と考える。

面談記録 7

被面接者：

【面接記録】

お聞きする範囲

「IV. 技術の ICT 社会への実装における技術開発の動機と技術開発への期待」を中心に、情報通信分野を包括的に聞きする。

①情報通信分野の包括的概観

◇情報通信の動向

- ・クラウドは(90年代に我が国が失敗した Web サービスの実現であり)近年の大きなパラダイムの変革である。今後10年程度は主流となるパラダイムである。
- ・パブリッククラウドは海外勢に抑えられたが、今後はプライベートクラウドやパーソナルクラウドに主戦場が移る。パーソナルは多様なアプリケーションどのように取り込んでいくかがポイントである。
- ・技術とビジネスのトレードオフを検討することが重要。90年代に我が国が失敗した Web サービスはビジネスを軽視した面があった。

◇クラウドの構造

- ・パブリッククラウドは企業向が主であり、プラットフォームと応用が一体化し、汎用的な応用も多く、大規模・廉価なクラウドの構造を有することが条件となる。
- ・これに対し、プライベートクラウドやパーソナルクラウドは多様なアプリケーションどのように取り込んでいくかがポイントであり、我が国が得意とする領域であり、我が国の活躍が期待できる。

◇トレードオフ

- ・技術開発においては以下のトレードオフを考慮することが重要である。
 - 利便性⇔リスク

②要素技術

「IV 技術の ICT 社会への実装における技術開発の同期と技術開発への期待」

◇具体的な課題の修正・加筆

- ・ ①...⑥レベルで整理する必要がある。例えば
 - ①高信頼・スケーラビリティ・セキュア
 - ②安心・安全
 - ③ヘルスケア
 - ④災害支援
 - ⑤環境・省エネ・省電力
- ・ これにより以下のような要素技術を付け加えられる。
 - M2M 技術
 - センサーネットワーク
 - 自律分散 P2P ネットワーク
 - スマート家電ネットワーク
 - スマートメータリング用マルチホップセンサーネットワーク