参考13－2－3

資料5－6

ICT分野における技術開発ロードマップ作成のための国内外の技術動向調査

平成25年4月19日

公益財団法人　未来工学研究所

目次

- 調査方法
- イノベーション過程とロードマップ
- 調査対象とするICT技術とそれらのニーズ
- 技術開発ロードマップ： 大容量化/ルーティング
- 技術開発ロードマップ： 量子通信
- 技術開発ロードマップ： セキュリティ
- 技術開発ロードマップ： 安全・安心/非常災害時の支援
- 技術開発ロードマップ：アクター間の関係の変革
- イノベーション過程別の技術動向
- まとめ

調査方法

1. 調査対象となる要素技術の選定

   ICT技術(シーズ)を俯瞰的に選定するとともに、イノベーションの進展に伴って「 ICT技術はアクター[注]間の関係の変革を興し、社会的インパクトを創り出す」と認識して、選定する。

   注:システムをモデル化する時、特定の役割を果たすモデル化の対象者(例えば利用者)を示す。

2. 選定した調査対象技術の文献等による動向調査

   調査対象技術の現在、2020年、及び2030年の技術的実現と社会的実現の動向調査を行う。

3. 動向調査結果の有識者による確認・修正

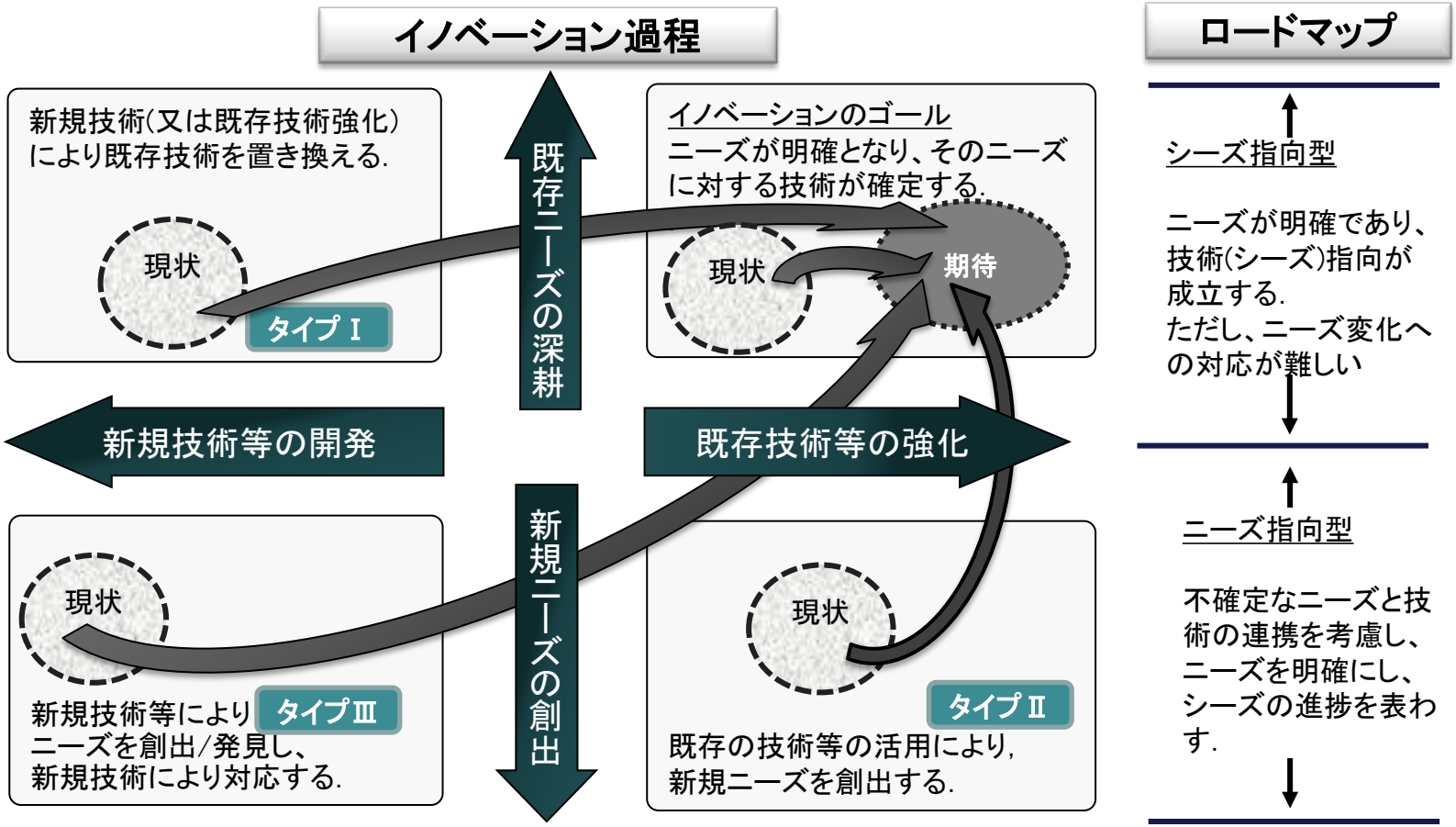
   文献調査による動向調査結果について、有識者へのアンケート調査により確認・修正を行う。

4. 技術開発ロードマップの作成

   文献調査による動向調査結果及び有識者アンケートの調査結果を基に技術開発ロードマップを作成する。

5. まとめ

イノベーション過程とロードマップ



- 技術開発はそれ自身で進展する側面を持つが、ニーズがイノベーションの大きな原動力となる。
- ロードマップは「現状」から「期待」地点までのイノベーション過程を示したものであり、ニーズが明確か否かにより、ニーズ指向型またはシーズ指向型に分類することになる。
- イノベーションの進展により、「アクター間の関係変革が社会的に大きなインパクトを創り出す」と認識する。

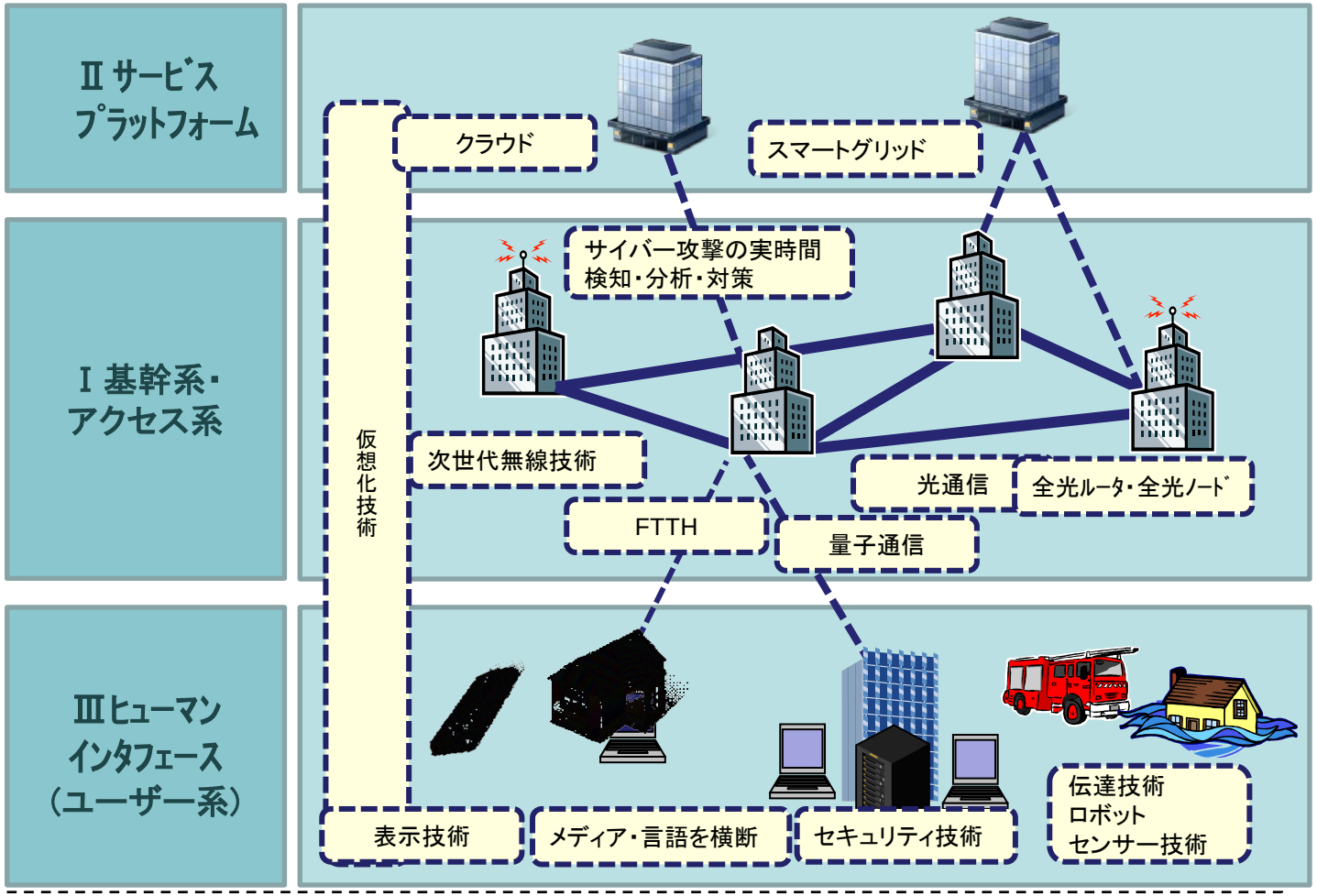
調査対象とするICT技術とそれらのニーズ

安全・安心
非常災害時支援

環境
省エネ/省電力

大容量化
高信頼性
スケーラビリィティ
高セキュア

ユーザーが何時でも何処でも、快適で簡易に利用できるコミュニーション

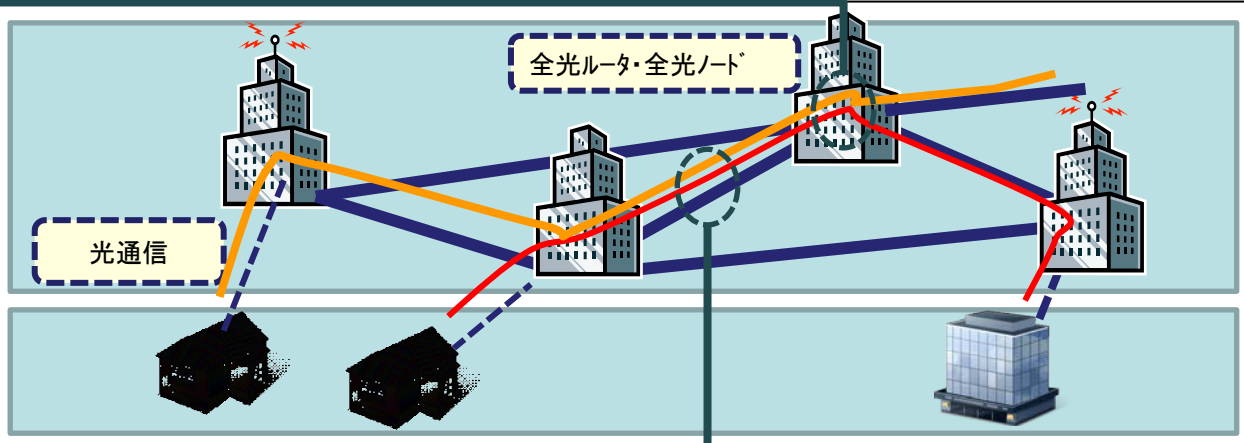


- 対象とするICT技術を三層で整理する。また、各ICT技術とそのニーズの視点を示す。
- ICT技術を細分化し、60の要素技術を調査対象として抽出した。

技術開発ロードマップ: 大容量化/ルーティング

●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
○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基幹系・アクセス系



Ⅲヒューマンインタフェース（ユーザー系）

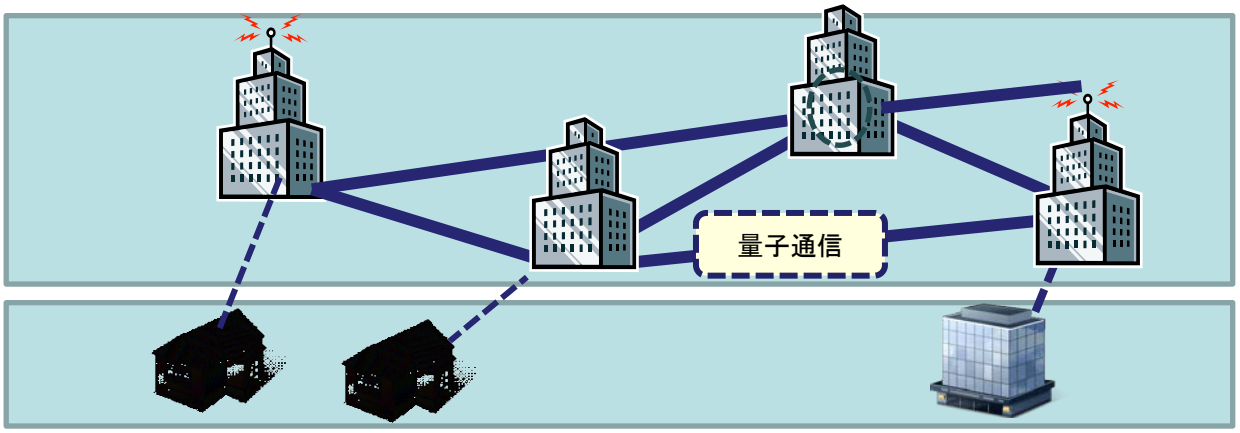
●大容量化技術	一本の光ファイバに以下の技術を使用して、可能な限り多くのデータを同時に送る技術です。	現状	2020年	2030年
○高密度波長多重技術（車線を増やす）	一本の光ファイバに多数の波長(周波数)の光を通すことにより伝送できるデータ量を増やす技術です。 例えば、1つの波長で10Gbpsのデータを伝送すれば、全体では10Gbps×波長数のデータが伝送できます。	波長数10程度が実用化されています	最大で波長数100の技術が開発されます	最大で波長数1000の技術が開発されます
○直交振幅変復調技術（N段のキャリーカーに乗せる）	光通信の基本は、光の有無にデータを対応させます。例えば、光が有る=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

- 光通信での大容量化/ルーティングはニーズが明確であり、シーズ指向型のロードマップが適用できる。

技術開発ロードマップ: 量子通信

Ⅰ 基幹系・アクセス系

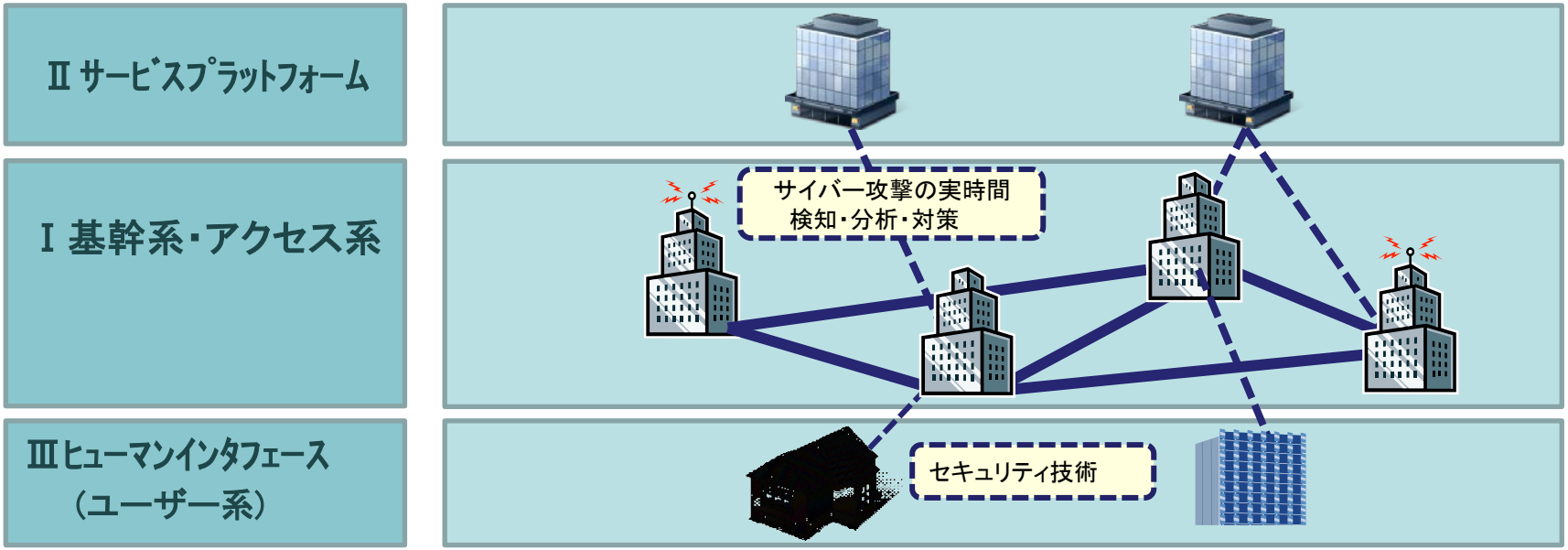
Ⅲヒューマンインタフェース
（ユーザー系）



○量子相関の 生成・制御・保存技術	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
○光子検出技術	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
○鍵生成技術	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
○量子通信路符号化技術	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

- 量子通信はセキュリティ性の高い通信技術として技術開発は進むが、ニーズ(特に市場経済的ニーズ)が明確ではない。従って、例えば、政策・施策の新設・変更でニーズを明確にすることも考えられる。

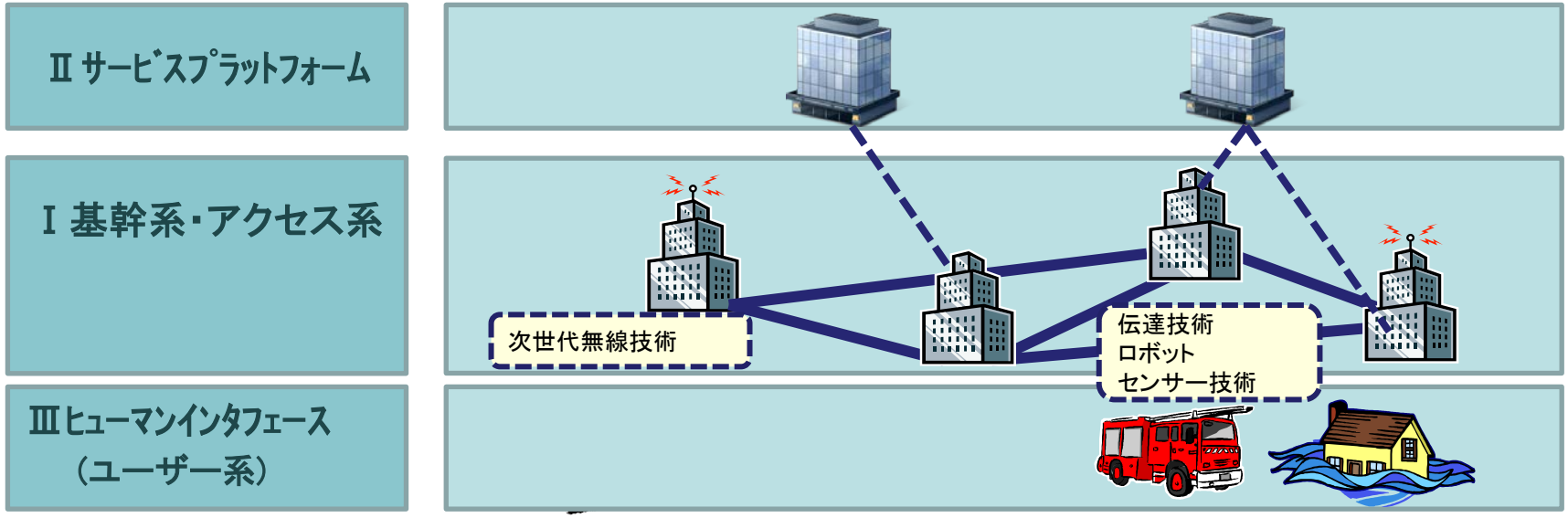
技術開発ロードマップ: セキュリティ



●APT攻撃や標的型サイバー攻撃への実時間処理/予知技術		現状	2020年	2030年
○パケットデータの実時間での検知・分析技術	膨大なデータに対して実時間で攻撃を検知・分析する。	100Gバイト級のデータを検知・分析する技術が開発されています	Tバイト級のパケットデータを検知・分析する技術が開発されます	10Tバイト級のパケットデータを検知・分析する技術が開発されます
○攻撃情報と攻撃実体(マルウェア)の相関分析技術	現在攻撃を受けている攻撃実体が過去の攻撃情報の中にあるかを瞬時に突き合わせる。 ※指紋の照合と同じ	30秒以内に精度80%で照合する技術が実用化されています	10秒以内に精度90%程度で照合する技術が開発されます	10秒以内に精度98%程度で照合する技術が開発されます
○予知技術	ネットワークの状況を監視し、高精度でサイバー攻撃を予知する。	10秒以内に攻撃の80%を予知する技術が実用化されています	10秒以内に攻撃の90%を予知する技術が開発されます	1秒以内に攻撃の98%を予知する技術が開発されます

- セキュリティはサイバー攻撃等の攻撃方法が絶えず変化しており、それに対応するための「ニーズ」を明確にしたニーズ指向型のロードマップを作成する必要がある。

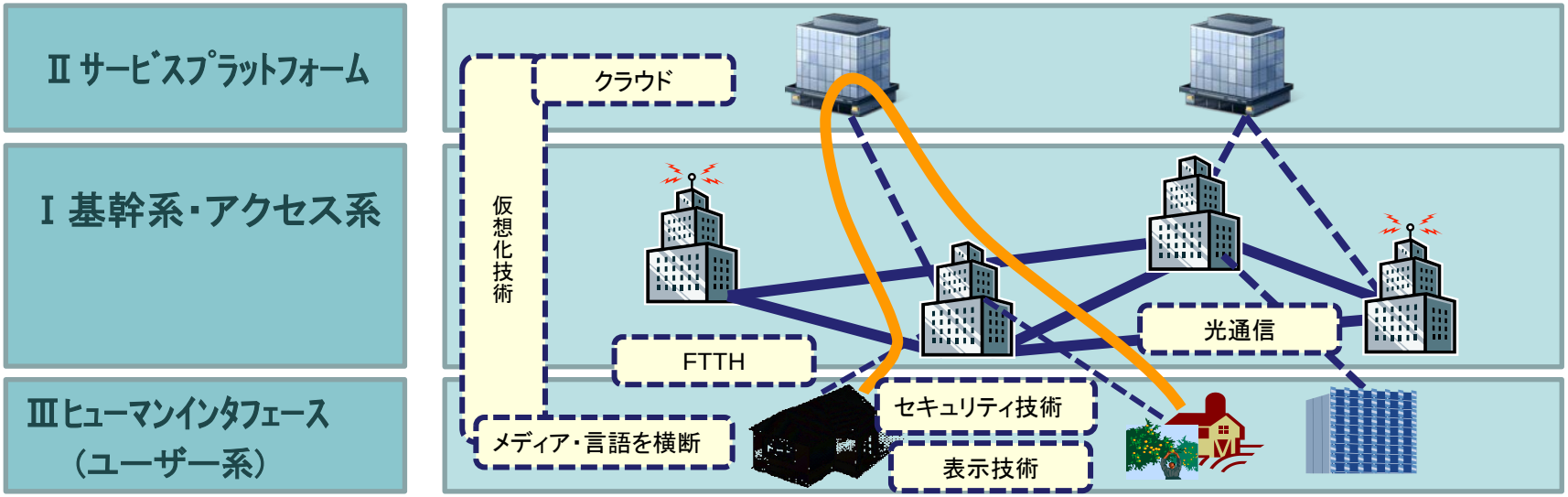
技術開発ロードマップ:安全・安心/非常災害時の支援



●現場での生存者の識別・救出支援技術		現状	2020年	2030年
○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	
●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	

- 安全・安心/非常災害時の支援の領域の定性的なニーズは一般的には明確であるが、技術開発に結び付けるには想定が困難な領域である。
- この場合、「機能」（たとえば「安全性」とか「汎用性」とか）の進化過程としてロードマップを捉えることもできることを指摘しておきたい。

技術開発ロードマップ:アクター間の関係の変革

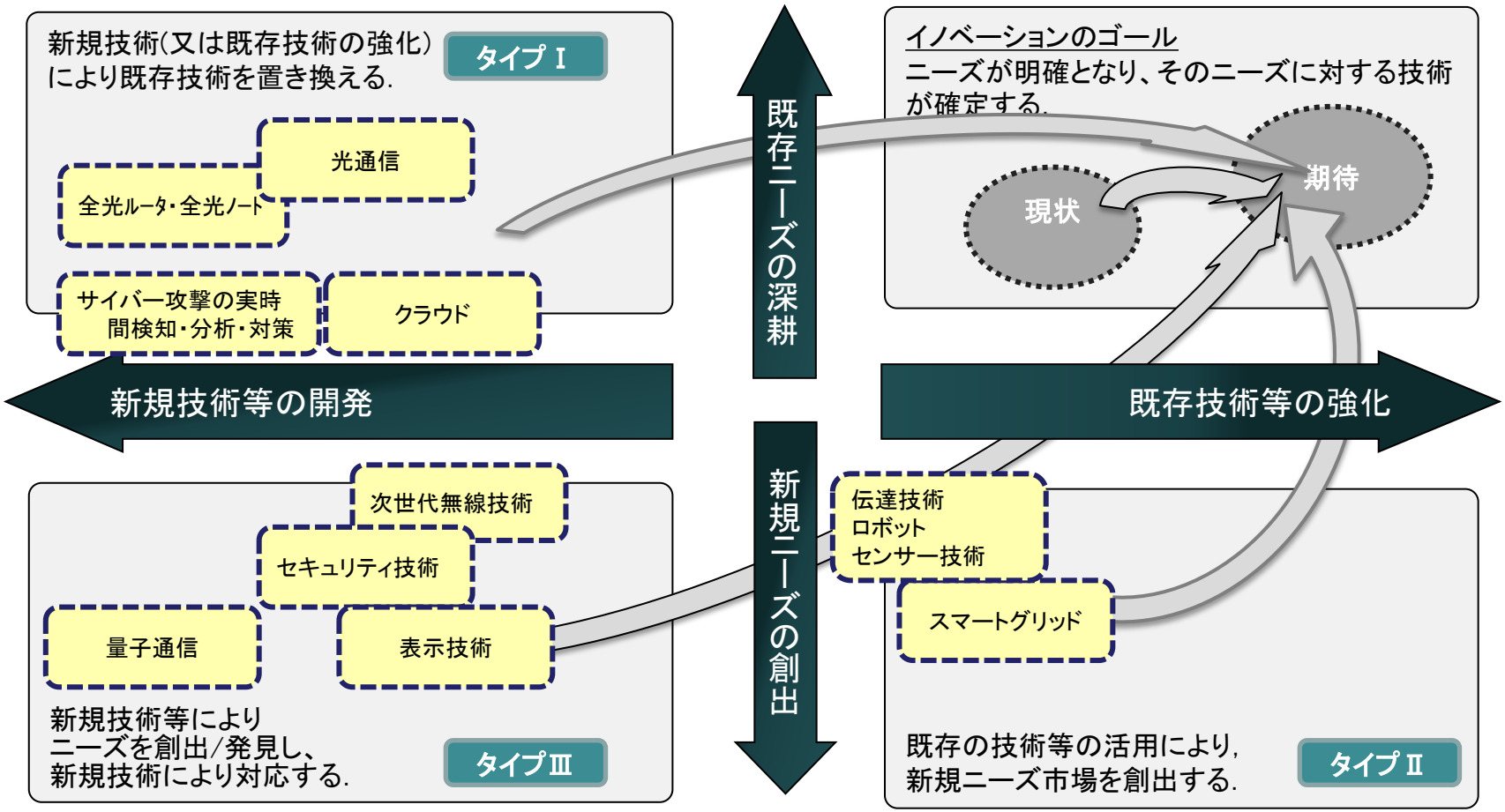


●SDN(Software-Defined Network)技術		現状	2020年	2030年
○ネットワークの仮想化技術	異なるネットワーク毎に接続方法を 異ならせるのではなく、それらのネットワークの 差異を吸収するシステム(仮想化されたネットワーク)により、単一の方法でネットワークに接続できる。	仮想化対象となるネットワークの5%程度が仮想化されています	仮想化対象となるネットワークの30%程度について仮想化が実施されます	仮想化対象となるネットワークの50%程度について仮想化が実施されます

●メディア・言語を横断する検索技術		現状	2020年	2030年
○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。	検索語が日本語であっても、他の1言語も検索できる技術が実用化されています	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

- あるニーズとそれを実現するシーズのロードマップ(イノベーション過程)を個々に捉えるとともに、それらが連携し、全体として「ICT技術はアクター間の関係の変革を興し、社会的インパクトを創り出す」と捉えることが重要である。
- 例えば、生産者が販売サイトを設け、消費者が直接生産物を購入する等が初期的な例であり、今後は多様な領域でこのような変革が進む。

イノベーション過程別の技術動向



- タイプⅠとして、「光通信」や「全光ルータ・全光ノード」が典型的であり、ゴールに向けた技術開発が進んでいる。
- タイプⅡとして、変化するニーズを探りながら、「次世代無線技術」や「セキュリティ技術」の開発が行われている。

まとめ

- ロードマップはニーズとシーズ(技術)の組み合わせの現状と期待する目標を結ぶ経路(イノベーション過程)を示したものである。
- 技術開発はそれ自身で進展する側面を持つが、ニーズがイノベーションの大きな原動力となる。
- ロードマップは、ニーズが明確であるか否かにより、「ニーズ指向型」と「シーズ指向型」に大別できる。光通信での大容量化/ルーティングはニーズが明確であり、シーズ指向型のロードマップの典型である。
- 調査対象とした60要素技術の技術開発の動向は、一般的にはニーズを実現する方向にあると言えるが、技術開発の原動力となるニーズが明確でない要素技術もある。その場合、「機能」の進化として把握することも有効である。
- 要素技術の内、現在15要素技術が実用化されており、2020年には更に25要素技術が実用化されると期待されている。
- あるニーズとそれを実現するシーズのロードマップ(イノベーション過程)を個々に捉えるとともに、それらが連携して、全体として「ICT技術はアクター間の関係の変革を興し、社会的インパクトを創り出す」と捉えることが重要である。