

# 情報通信審議会 第三次中間答申 概要

---

平成29年1月27日

情報通信審議会

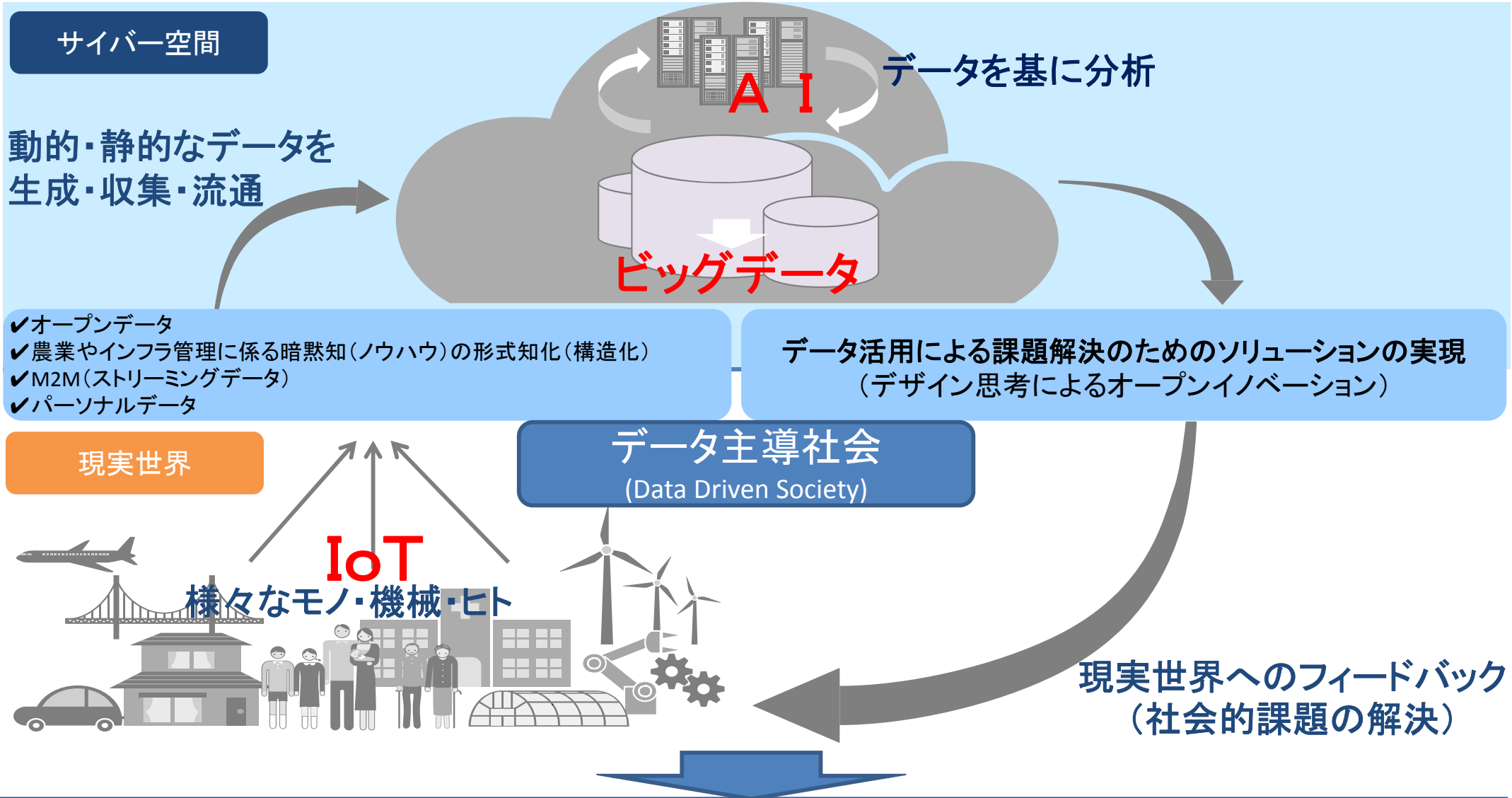
# 1. IoT総合戦略

---

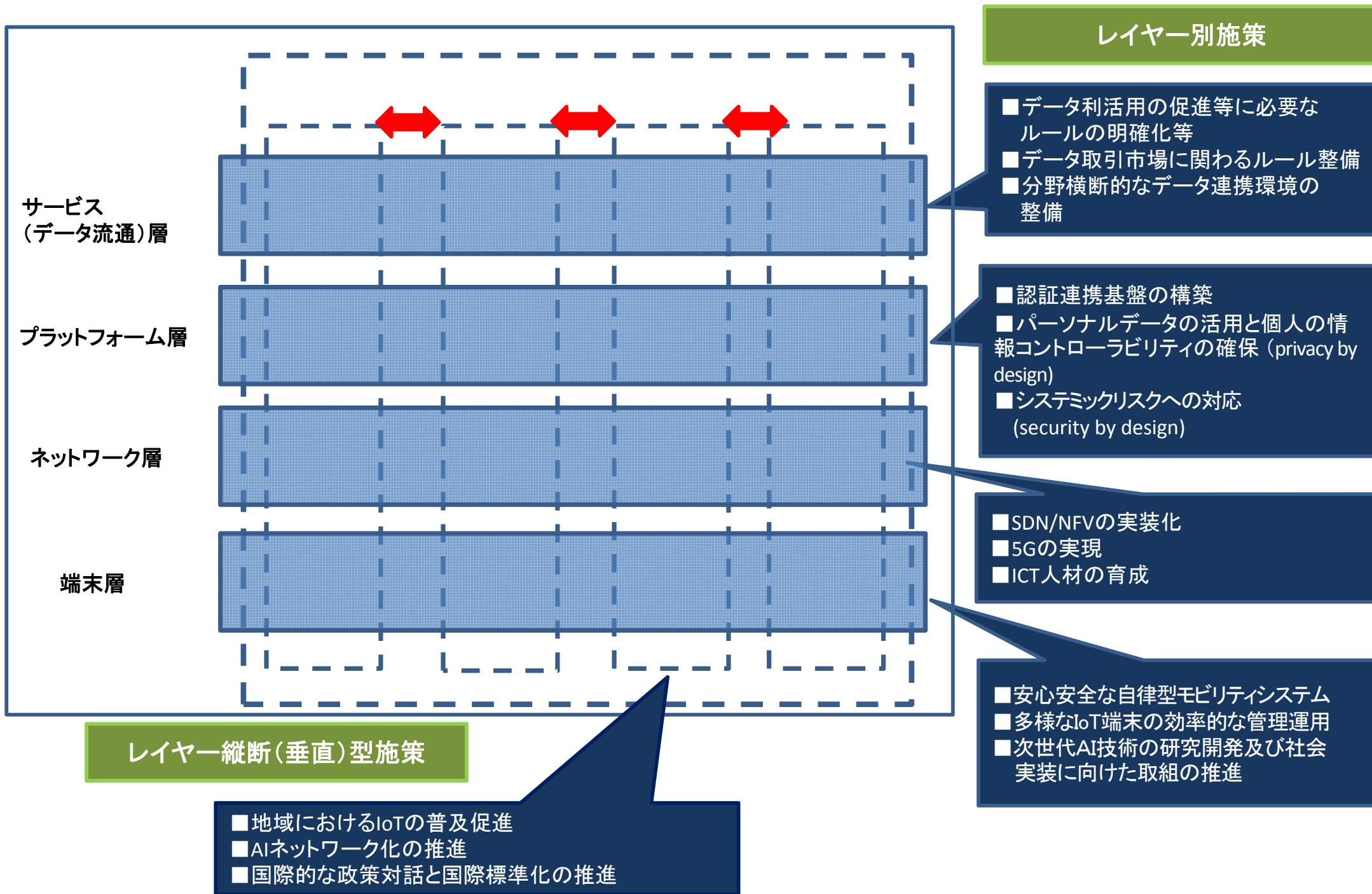
第四次産業革命の実現による30兆円の付加価値の創出

(2016年6月閣議決定「日本再興戦略改訂2016」)

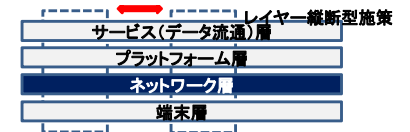
→あらゆる社会経済活動を再設計し、社会の抱える課題解決を図るSociety 5.0を目指す



総務省として推進する“IoT総合戦略”を策定(政府全体の施策と連携)



# 具体的施策：ネットワーク層



- IoTの普及により幾何級数的に増加するデータ流通量に耐えられるネットワークが必要。
- クラウドサービスによるデータ処理を原則としつつ、エッジコンピューティングを含む柔軟なリソース配分が必要。

## SDN/NFVの実装化

IoT時代におけるデータ流通環境に鑑み商用ネットワークへのSDN/NFVの実装を急ぐ必要

- スキルセットの明確化
- スキルを身につけるための実習訓練環境の整備
- スキルの認定制度の在り方と推進体制の検討

「IoT政策委員会人材育成WG」において2017年夏までに結論。2017年中に実習訓練開始。IoT/4K8K/5G時代のネットワークの設計、開発、実装を促進。

## 5Gの実現

IoTシステムが社会インフラとして実装される中モバイル通信をはじめ通信基盤の構築が必要

5G用周波数確保に向けた基本戦略を検討

「情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会」において2017年夏頃までに取りまとめ

## ICT人材の育成

求められる人材の類型ごとにスキルセットの設定、研修体制整備、スキル認定の仕組み等が必要

- ユーザー企業等の人材に必要なスキルセットや講習会の在り方の検討
- 実践的なセキュリティ人材育成の実施  
産学官連携した人材育成の在り方検討
- プログラミング教育実証モデルを確立

「情報通信審議会技術分科会技術戦略委員会」において2017年夏までに結論

・「ナショナルサイバートレーニングセンター」(仮称)を2017年春に組織  
・「サイバーセキュリティタスクフォース」の開催による必要施策の検討・実施

3省連携の官民コンソーシアムによる指導者育成・教材開発等を推進

# 具体的施策：プラットフォーム層

- IoTシステムが普及し、データ連携のためのプラットフォーム層が重要な役割。
- プラットフォームの強化は国際競争力に直結する重要な政策課題。

## 認証連携基盤の構築

相互運用性のある多様な認証基盤の実現による利便性・安全性の確保が必要

マイナンバーカードの利用者証明機能のスマートフォンに格納するための技術実証やルール整備等の推進

公的個人認証サービスを用いた医療サービス等の実証実験の推進

公的個人認証と民間認証を連携させる官民ID連携のあり方等の検討

「個人番号カード・公的個人認証サービス等の利活用推進の在り方に関する懇談会」において2017年夏までに一定の結論

ブロックチェーン技術活用のあり方等について、基本戦略WGの下に新たな検討の場を設けて検討を行い、2017年夏を目処に第一次取りまとめ

## パーソナルデータの活用と個人の情報コントロール性の確保

パーソナルデータの活用促進と個人の情報コントロール性を両立させるためのルール整備が必要

「IoTおもてなしクラウド事業」の検証結果をとりまとめ、いわゆる情報銀行の制度の在り方に関する検討(内閣官房)への貢献

医療など他分野への展開を検討

「2020年に向けた社会全体のICT化推進に関する懇談会」において2017年夏までに取りまとめ

## システムリスクへの対応

IoTによるシステムリスクを回避する仕組みを設けることが必要

IoTセキュリティ対策の検討、実施

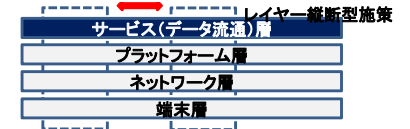
・セキュアなゲートウェイを設置したセキュリティ対策の実証を2017年夏までに開始  
・「サイバーセキュリティタスクフォース」の開催による必要施策の検討・実施

スマートハウスに係るリスクシナリオの具体化とこれに基づくリスク評価が必要

リスクシナリオ策定、技術的対策とリスクをカバーする保険制度の在り方を検討

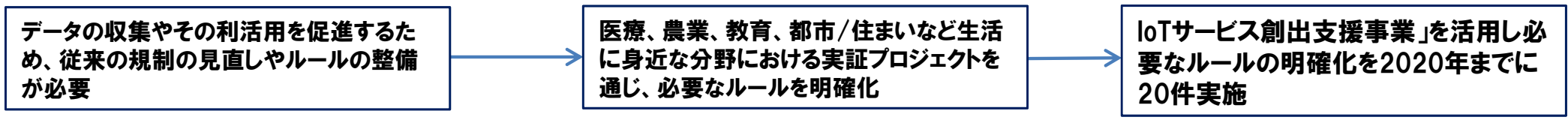
「スマートハウスのリスクマネジメントに関する検討会」において2017年4月を目処に一定の結論

# 具体的施策：サービス(データ流通)層

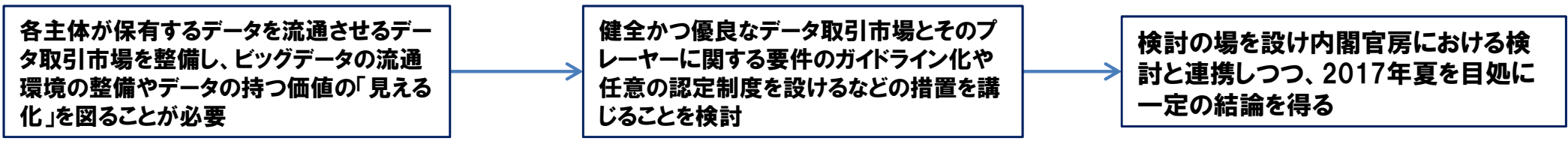


- IoTの活用で収集されたデータを様々な実世界のサービスの利便向上に活かす必要。
- ルールや制度面の課題を明らかにするとともに、これらの課題を積極的に解決していく必要。

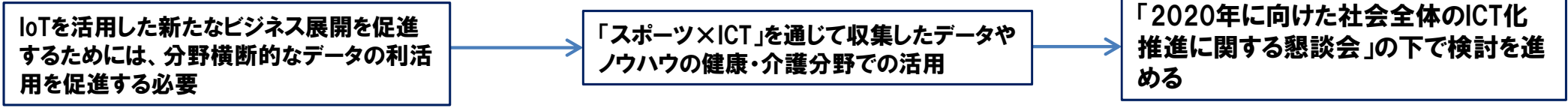
## データ利活用の促進等に必要なルールの明確化等



## データ取引市場に関わるルール整備

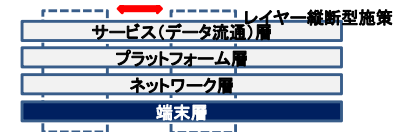


## 分野横断的なデータ連携環境の整備





# 具体的施策：端末層



- IoTシステムの普及に伴い、端末層においても従来と異なる機能要件が求められる。
- 具体的には、端末の小型化・長寿命化、ソフトウェアの更新による機能追加、端末のAIによる制御等を推進することが必要。

## 安心安全な自律型モビリティシステム

高度地図データベース等の情報を、遅延なく、リアルタイムに収集・把握する通信ネットワーク技術の確立が必要

自律型モビリティシステムを支える通信ネットワーク技術を開発

2018年度までに開発

## 多様なIoT端末の効率的な管理運用

特定サービスに依存しないデータ収集・利用、多様なIoT端末の管理等を可能とする仕組みが必要

IoT共通基盤技術の確立に向けた研究開発

2018年度までにIoT共通基盤技術を開発

## 次世代AI技術の研究開発及び社会実装に向けた取組の推進

多様な経済分野の発展基盤としてのAIの社会実装の加速が必要

自然言語処理技術などの最先端のAI基盤技術の社会実装を加速化するための先進的利活用モデルの開発及び脳科学の知見をAIに適用した次世代AI技術の開発

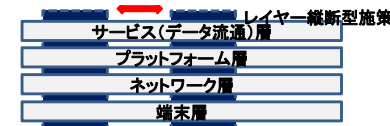
2019年度までに先進的利活用モデル及び次世代AI技術の開発

脳情報通信技術や自然言語処理技術の社会実装に関する推進方策等を検討

「情報通信技術分科会技術戦略委員会」において「次世代AI社会実装戦略」を2017年夏を目処に取りまとめ



# 具体的施策：レイヤー縦断型施策



■ リアル空間とサイバー空間の一体化が進む中、リアル空間におけるルールをサイバー空間への適用可能性や新たなルールの策定が必要。

## 地域におけるIoTの普及促進

ICT/IoTの利活用に関する実証等の成果の地域への横展開の強力・迅速な推進が必要

総合的な推進体制の確立に向けて早急に実行に移すとともに、地域における自律的実装、ICT人材の確保、地域資源の活用の在り方の検討を加速

「地域IoT実装推進タスクフォース」において2016年度末を目途に結論を得て、地域実装を着実に推進

地域の課題解決のためのソリューションをクラウド型の共通基盤で活用することで維持負担の軽減を図り、ソリューションの持続可能性を高めることが必要。

データ利活用型スマートシティの在り方、先行的取組の進め方を検討

「ICT街づくり推進会議スマートシティ検討WG」において2017年3月までに具体化を図る

## AIネットワーク化の推進

産学官の連携によるAI研究開発を推進するとともに、AIネットワーク化をめぐる社会的・経済的・倫理的・法的な課題の検討が必要

「AI開発原則」を具体化した「AI開発ガイドライン」(仮称)の策定に向けた検討及びAIネットワーク化が社会・経済の各分野にもたらす影響やリスクに関する分析

「AIネットワーク社会推進会議」において2017年夏を目途に取りまとめ

## 国際的な政策対話と国際標準化の推進

信頼性のあるサイバー空間におけるデータの越境流通を促進する環境整備が必要

- ・二国間・多国間対話の実施
- ・APECにおける越境プライバシー規則の推進、EU等とのパーソナルデータの越境流通に関する対話の推進
- ・サイバー空間における国際法の適用に関する議論に貢献

通信機器やネットワークの相互接続性や製品の適切な品質確保を図るとともに、世界的な市場創出や国際競争力強化につなげることが必要

- ・戦略的な国際標準化を行うための体制整備
- ・海外IoT関係団体と国内団体等との連携強化
- ・若手国際標準化人材の育成や国際的な会合の我が国への招聘等
- ・貢献者への表彰をはじめ、企業経営者等に標準化の重要性を認識してもらうための取組

## 2. 人材育成

---

## 検討の背景

- IoTや4K8K映像配信など今後進化を続けるデジタル・ネットワークにおいて、数ビットから8K映像までの多様なデータの流通やダイナミックに変化するトラフィックを処理するために、ソフトウェアを活用した新たな運用・管理が不可欠。
- そのため、通信事業者・ユーザー企業双方において、ソフトウェアによるネットワーク運用・管理スキルを持つ人材へのニーズが高まることが予想される。

### ■骨太方針（経済財政運営と改革の基本方針2016）

- － 世界最高水準のITインフラ環境、その運用を行う人材の確保及び生活に密着した分野における利活用推進、サイバーセキュリティ対策、知的財産戦略の推進、先端技術の国際標準化に、官民挙げて取り組む。

### ■日本再興戦略2016(28.6.2)

- －（IoT機器等を迅速・効率的にネットワークに接続するための）技術等を活用したネットワークの運用・管理に求められるスキルの明確化やその認定の在り方について検討を行う。

## 検討事項

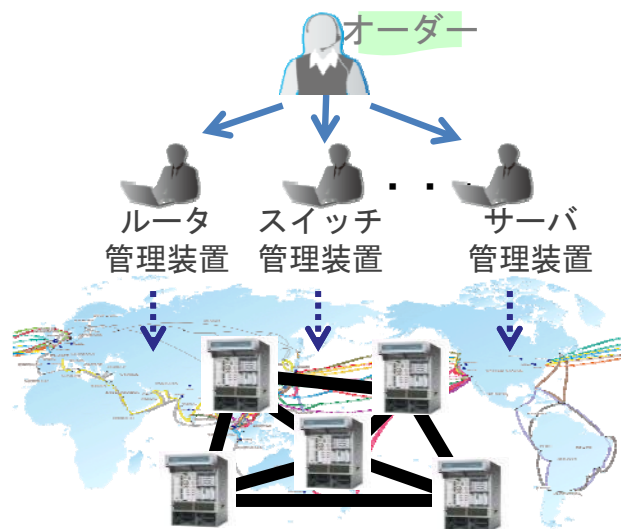
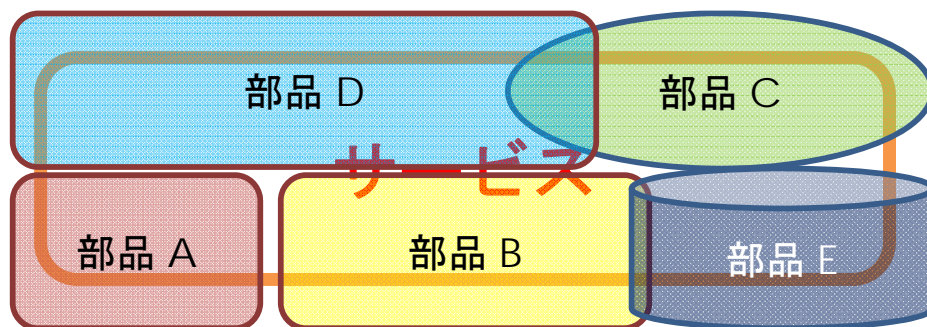
- IoTや4K8K映像配信などのニーズに応えるSDN/NFVネットワークの運用・管理スキルや、認定を行う仕組みの構築プロセスについて、以下の項目をスケジュールを含めて検討する。
  - ①今後求められるネットワークと、従来のネットワークからの変化
  - ②今後のネットワークを担う人材に求められるスキルや知識の在り方
  - ③上記のスキルや知識を涵養するための環境整備（カリキュラム、教育・訓練の場、運営体制等）
  - ④雇用の確保策を含めた、環境整備を推進するための具体策・産学官の役割分担

# 今後のネットワークインフラの在り方

- 個別のネットワーク機器から、制御に関わる部分をソフトウェア化して分離し、簡易なGUIとコントローラによる集中制御を可能とするネットワーク（個別機器の設定や配線作業の軽減）
- 従来ハードウェアで実現されてきた機能をソフトウェアによって実現するネットワーク
- 上記ソフトウェアによる制御・運用の比重増加や、ネットワーク制御・運用のためのAPIのオープン化によるユーザーニーズへ対応し柔軟に構成を変更可能なネットワーク

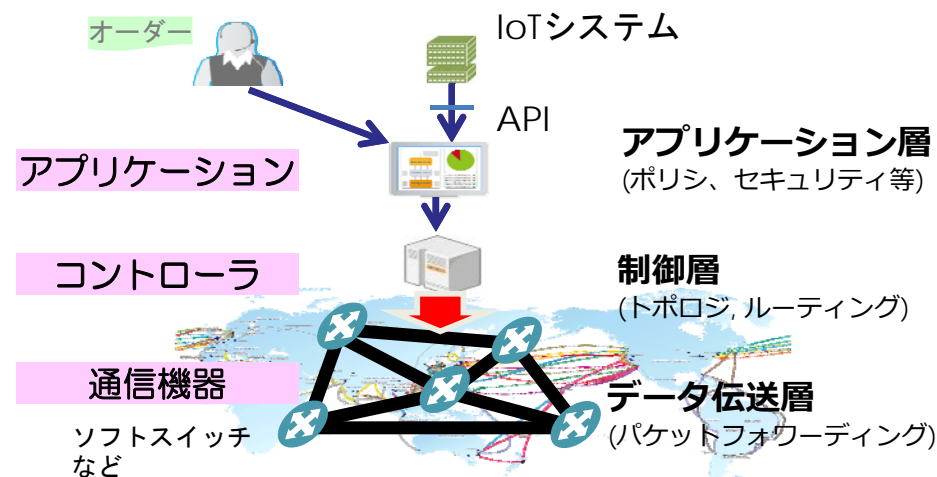
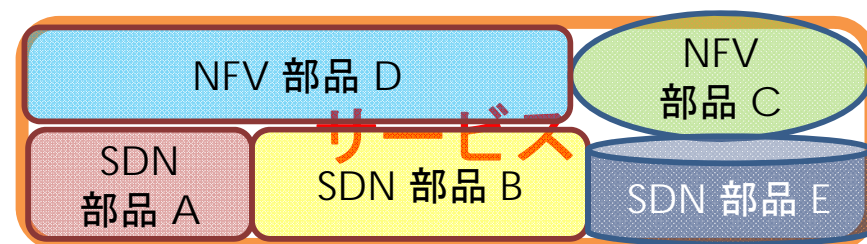
## 従来

組み合わせる (Integration)



## 今後

創造する (Creation)



考え方

NW概要

# 従来のネットワーク運用・管理に求められるスキル

- ネットワークインフラを支える人材に求められるスキルは、ネットワークの容量や品質、構成等に対する要求事項を整理し、設計・構築ができるスキル。
- 従来のネットワークインフラでは、ハードウェアに関わるスキルが多く求められており、近年ソフトウェアに関するスキルの必要性が高まっている。

(※ハードウェアに関わるスキル：設備や回線のハード設計、設置や接続のための工事や開通試験、保守)

## ■ 現行制度

### 〔例〕 電気通信主任技術者（必置資格）

#### 電気通信事業法

第四十五条 **電気通信事業者は、事業用電気通信設備の工事、維持及び運用に関し総務省令で定める事項を監督させるため、総務省令で定めるところにより、電気通信主任技術者資格者証の交付を受けている者のうちから、電気通信主任技術者を選任しなければならない。**ただし、その事業用電気通信設備が小規模である場合その他の総務省令で定める場合は、この限りでない。

2～3 （略）

第四十八条 電気通信主任技術者試験は、**電気通信設備の工事、維持及び運用に関して必要な専門的知識及び能力について行う。**

2 電気通信主任技術者試験は、電気通信主任技術者資格者証の種類ごとに、**総務大臣が行う。**

※試験事務は法第74条が規定する指定試験機関である日本データ通信協会が実施。

### 〔例〕 工事担任者（必置資格）

#### 電気通信事業法

第七十一条 **利用者は、端末設備又は自営電気通信設備を接続するときは、工事担任者資格者証の交付を受けている者（以下「工事担任者」という。）に、当該工事担任者資格者証の種類に応じ、これに係る工事を行わせ、又は実地に監督させなければならない。**ただし、総務省令で定める場合は、この限りでない。

#### 工事担任者規則

#### 第三十八条

2 前項の規定により資格者証の交付を受けた者は、**端末設備等の接続に関する知識及び技術の向上を図るように努めなければならない。**

### 〔例〕 情報通信エンジニア資格者（任意資格）

工事担任者のうち、日本データ通信協会による最新技術に関する講習等を受けた者を、努力義務を満たす上位資格者として認定。



- 昨今、ネットワーク機器の操作・制御の自動化を進め、オペレーションの効率化を進める観点から、幅広い範囲のネットワーク機器を、ソフトウェアによって集中的に制御する、いわゆるSDNに対応した製品の導入が進められており、また、ネットワーク資源の制約にとらわれず、ユーザーニーズに対応したサービスを創出することが可能となった。
- SDNのような機能の定まった個々の機器の制御にとどまらず、ソフトウェアによる「ネットワークの機能の仮想化」(NFV)により、機能分担を自由に決定、変更することも可能となっており、ネットワークの構築に携わる者自身が、汎用的なハードウェアの上に、ネットワークの構成要素を自由に設計・制作することにより、ネットワーク上の様々なリソースの最適化を効率的に実現することが可能となる。
- 上記の変化に対して、ネットワークインフラを担う電気通信事業者の技術者は対応が必要となるが、APIの開示により、ユーザ企業においても柔軟なネットワーク構成が可能となる。従って、今後のネットワークを支える知識・スキルは、電気通信事業者のみならず、ユーザ企業にとっても習得が不可欠なものとなる。

## 既存インフラ

電気/電子/通信工学/  
伝送/交換/線路/無線/  
設備管理・工事

## SDN/NFV

ネットワーク/  
システム開発/  
プログラミング/  
サーバ、OS/  
セキュリティ

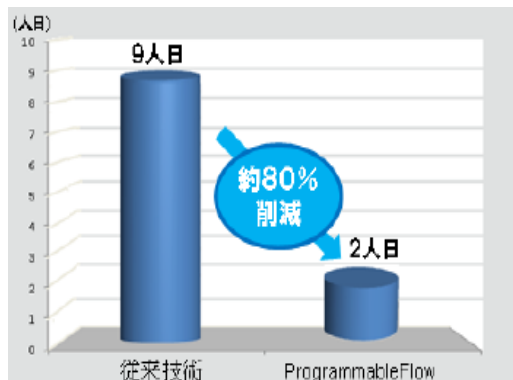
## モデルケースの実践

- ・コネクティッドカー（超低遅延）
  - ・4K監視カメラ（クラウド処理）
  - ・放送基幹網（リアルタイム・自動制御）
  - ・ウェアラブルセンサ/スマートメータ  
（効率的な端末制御）
- ...

# 【参考】 SDNの導入効果例

## コスト削減

### 医療機関 A



ネットワーク設定の人的コストを80%削減

### 運輸会社 B

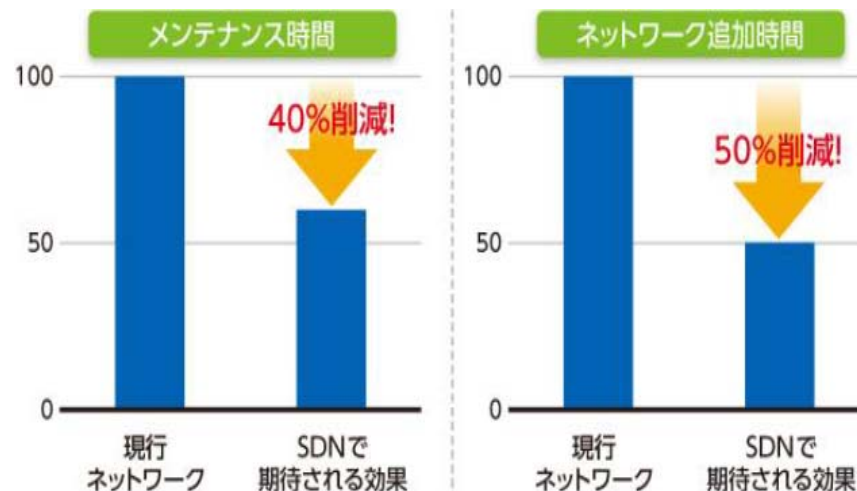


導入前に年間600万円、導入後には1,000万円もの運用コスト削減

## 設定時間の削減

### データセンター事業者 C

他のユーザーに影響を与えずにネットワークの拡張が可能となり、設定時間を50%削減





# 人材育成に必要な環境

- 実際にインターネットを構成しているIX(インターネット・エクスチェンジ：異なる技術基盤や運用ポリシー上に構築された、様々なネットワークを接続する結節点)、データセンター・クラウド等が構成要素となっており、企業の協力を得て、実際の通信トラフィックを扱える環境が構築されていること。
- センサーレベルの小規模データから4K8Kの大容量映像まで、多様なトラフィックが用意されていること。

## ■環境イメージ

- ・ 受講者は教室内の機材とデータセンター機材を用いて遠隔実習



インターネット  
エクスチェンジ (SDN-IX)



データセンターA



データセンターB



教室・演習室

- ・ データセンター A と B にまたがったサービスをソフトウェア技術 (SDN/NFV) を用いて構築
- ・ SDN-IX を利用して連携するネットワークを形成
- ・ テストユーザが流す本物の通信を用いた実証実験の場を提供

インターネット事業者A(キャリア)    インターネット事業者 B(キャリア)

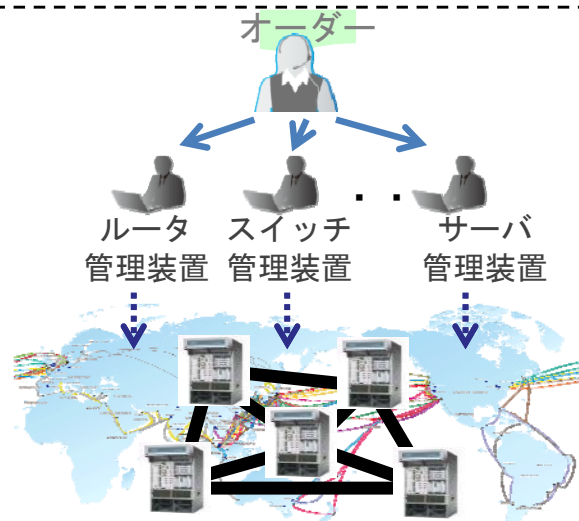
# 【参考】IoTネットワーク運用人材育成事業

膨大なIoT機器等が迅速・効率的にネットワークに接続するために必要な技術を運用する人材を育成する環境基盤を整備し、基盤の構築・運用を通して人材育成を図り、求められるスキルの明確化やその認定の在り方を検討する。

【H29予定額：2.1億円】

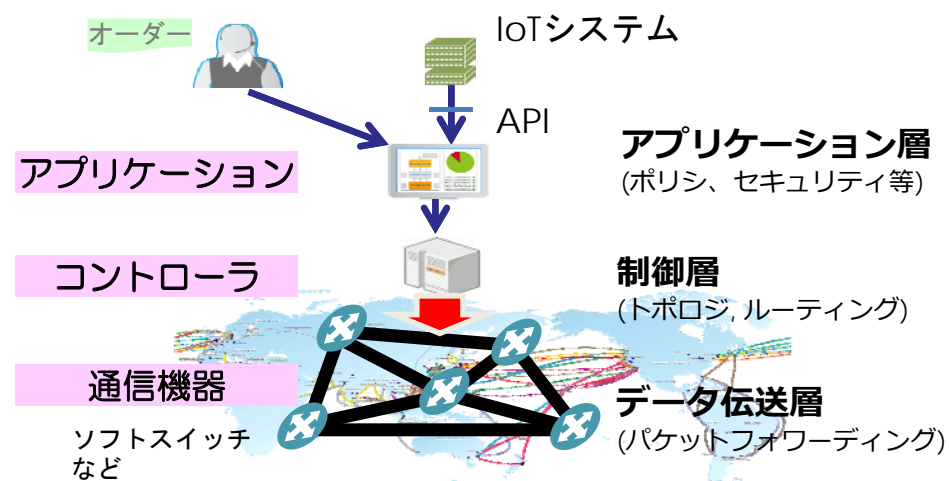
## 【これまでの取組・現状】

- 日本再興戦略2016において、「ソフトウェア・仮想化技術等の活用によって膨大なIoT機器等を迅速・効率的にネットワークに接続するための最適制御技術の実用化に向けた開発・実証実験を来年度実施するとともに、これらの技術等を活用したネットワークの運用・管理に求められるスキルの明確化やその認定の在り方について検討を行う。」とされている。
- これまでは、求められる技術を運用する人材を育成するための環境基盤が整備されておらず、必要とされるスキルの明確化もされていない。



## 【目標・成果イメージ】

- ① 最適制御技術を開発・実装した人材育成環境を、インターネットの結節点であって、様々な事業者が多様な機器で相互接続するIX(インターネットエクスチェンジ)に整備する。
- ② 通信事業者、ユーザー企業や研究機関等が同環境を用いて技術者の人材育成を図る。
- ③ ネットワーク管理・運用に必要なスキル明確化やその認定の在り方の検討を行う。



# 今後の具体的施策と推進体制の在り方

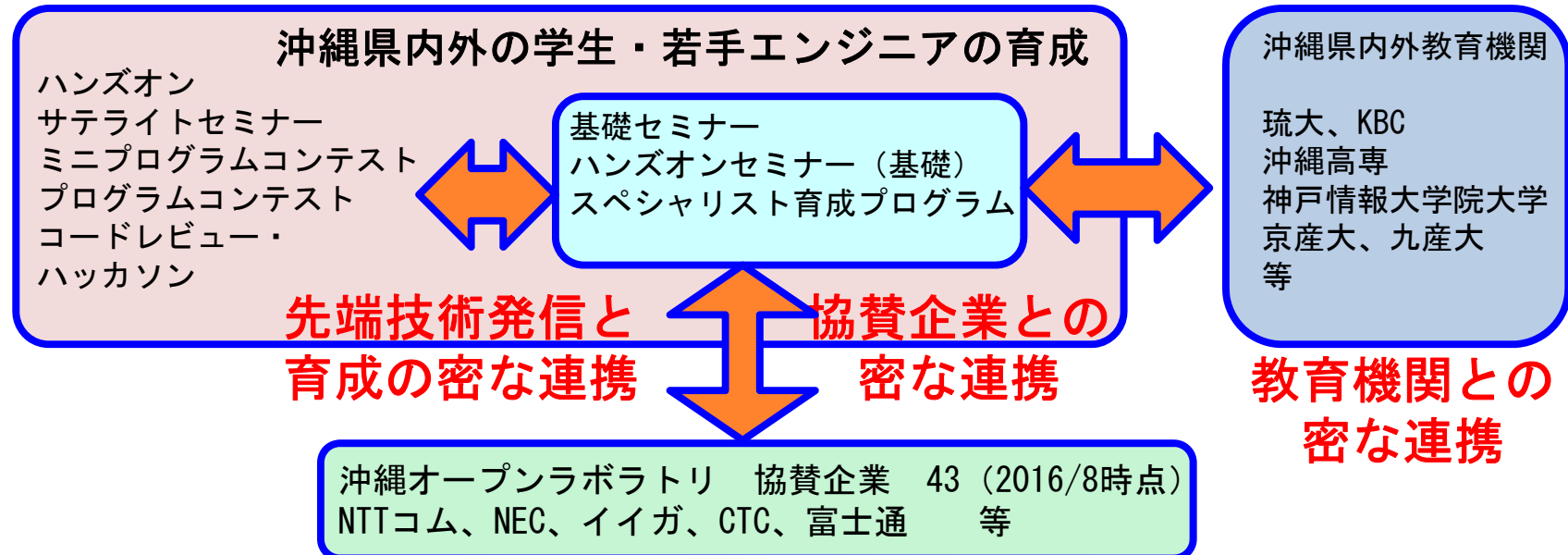
## ●産学官が講ずべき具体的施策

- (1) カリキュラムの策定と、バージョンアップのための研究開発
- (2) カリキュラムに基づく講義・実技の場の整備と、指導者の確保
- (3) 実務能力の認定制度と、認定を受けた者に関するインターンシップを含めた企業側の受入体制整備
- (4) 以上に要する資金の継続的な確保

## ●今後の審議における留意事項

- ① IoT分野で求められる全てのスキルを対象とするものではなく、IoTを支えるネットワークインフラ技術のうちSDN/NFVに関する人材育成の育成策のとりまとめを目的とすること。
- ② サービス・ネットワークの基本設計を行う者、設計において定められた個々の構成要素の開発者など役割に応じて、カリキュラムが構成、検討されること。
- ③ 既に沖縄等特定の地域において、SDN/NFVの人材育成の枠組みが発足・運営されている例もあり、今後人材育成体制の新たな立ち上げを検討する際は、これまでの取組みを通じて形成された経験と資産の活用に留意すること。

## ■人材育成の枠組み例 (沖縄オープンラボ)

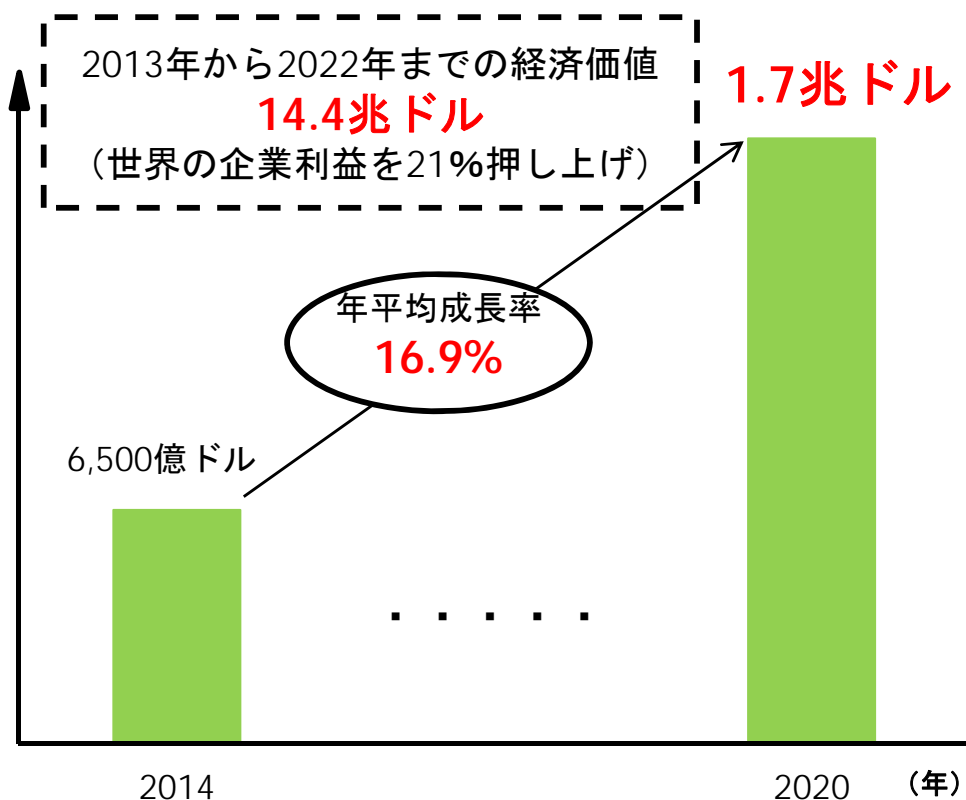


# 參考資料

# IoT市場規模およびIoTデバイス数の推移

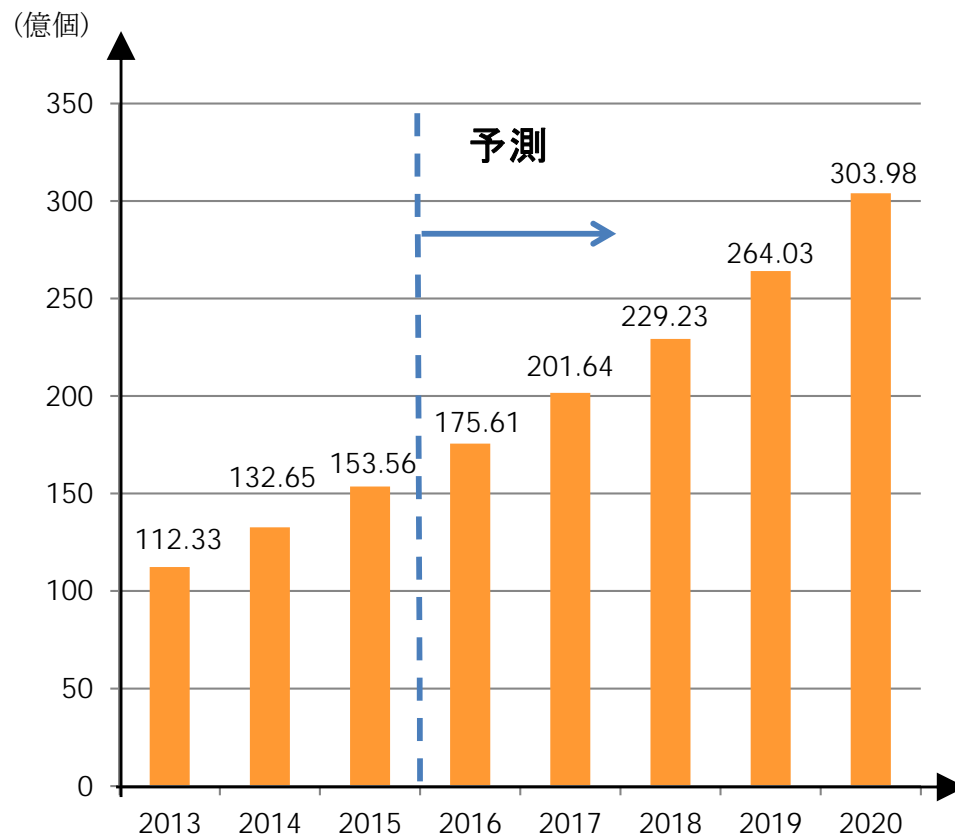
- IoT時代の到来により、世界のIoTの市場規模は2020年までに1.7兆ドルまで拡大する見込み。
- 多様な分野・業種において膨大な数のIoT機器の利活用が見込まれ、2020年には世界で300億個ものIoTデバイスがネットワークに接続される。

## IoT市場規模の予測



出典：平成27年度情報通信白書  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h27.html>

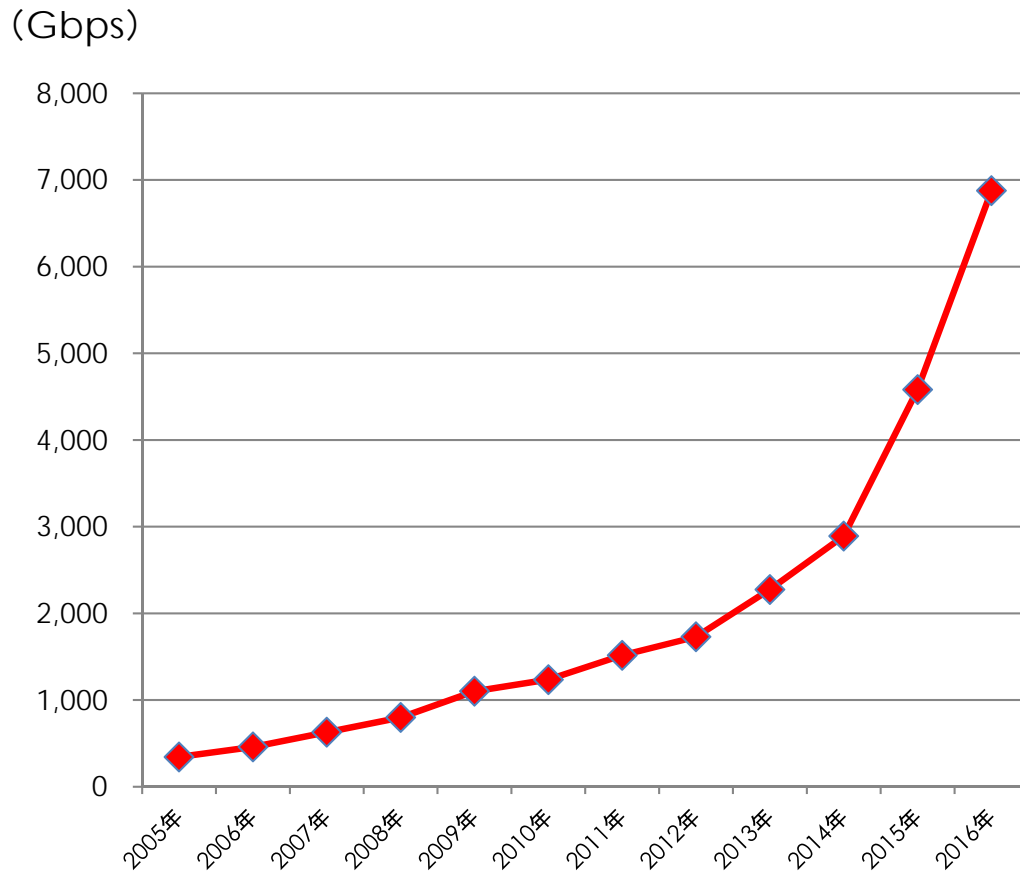
## 世界のIoTデバイス数の推移及び予測



出典：平成28年度情報通信白書  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h28.html>

- 音楽や映像配信の爆発的普及に伴い、ネットワークを流れるトラフィックおよびデータ流通量は年々急増しているが、IoTの普及により、今後さらなる増加が見込まれる。

## 日本のブロードバンドサービス総トラフィック



出典：総務省「我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計結果（2016年5月分）」

## 日本の企業におけるデータ流通量の推移



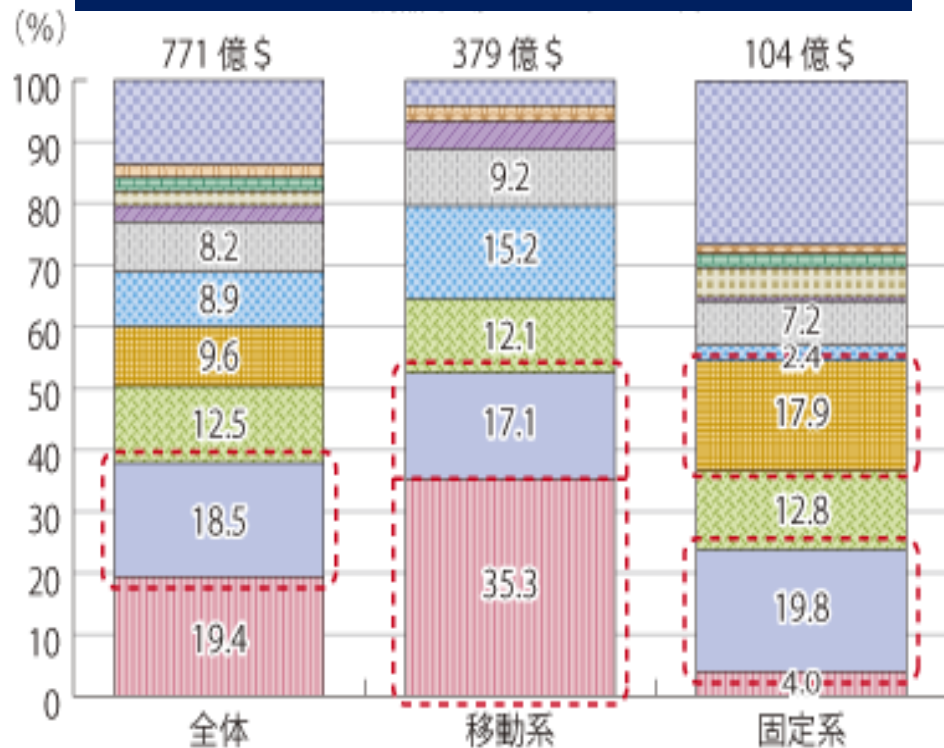
出典：総務省「ビッグデータの流通量の推計及びビッグデータの活用実態に関する調査研究（平成27年）」



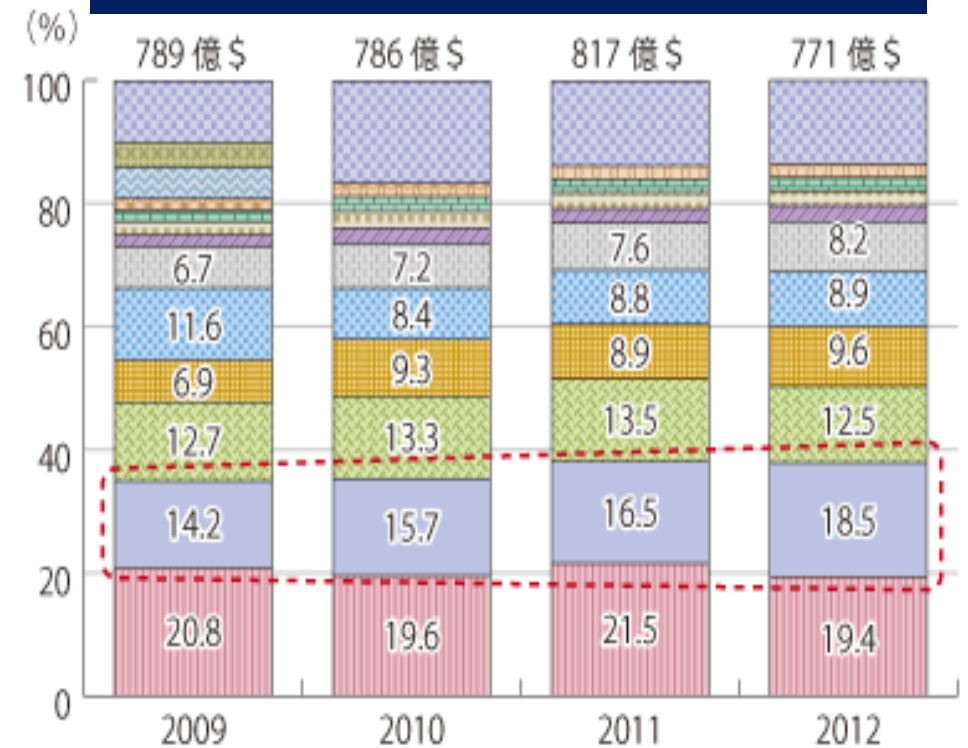
# 通信インフラ機器の市場シェア

- 世界における通信インフラ機器のシェアは、欧米・中国企業が大部分を占めており、特に中国企業であるHuaweiが年々シェアを拡大しているが、日本企業のシェアは小さい。

## 世界のインフラ機器のシェア



## 世界のインフラ機器シェアの推移



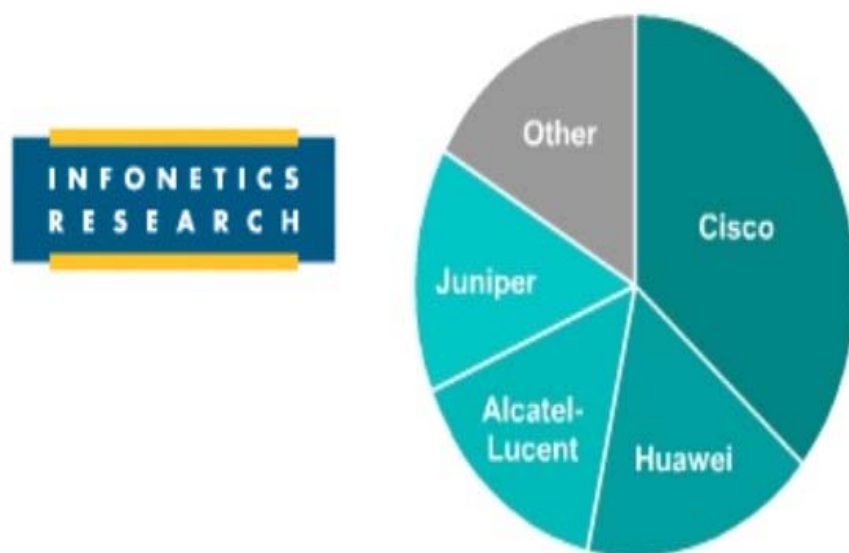


# ネットワーク機器市場シェア

- 世界におけるルーター/スイッチのシェアは、上位4ベンダー（Cisco、Huawei、Alcatel-Lucent、Juniper）にて7割程度を占めており、日本企業のシェアは小さい。

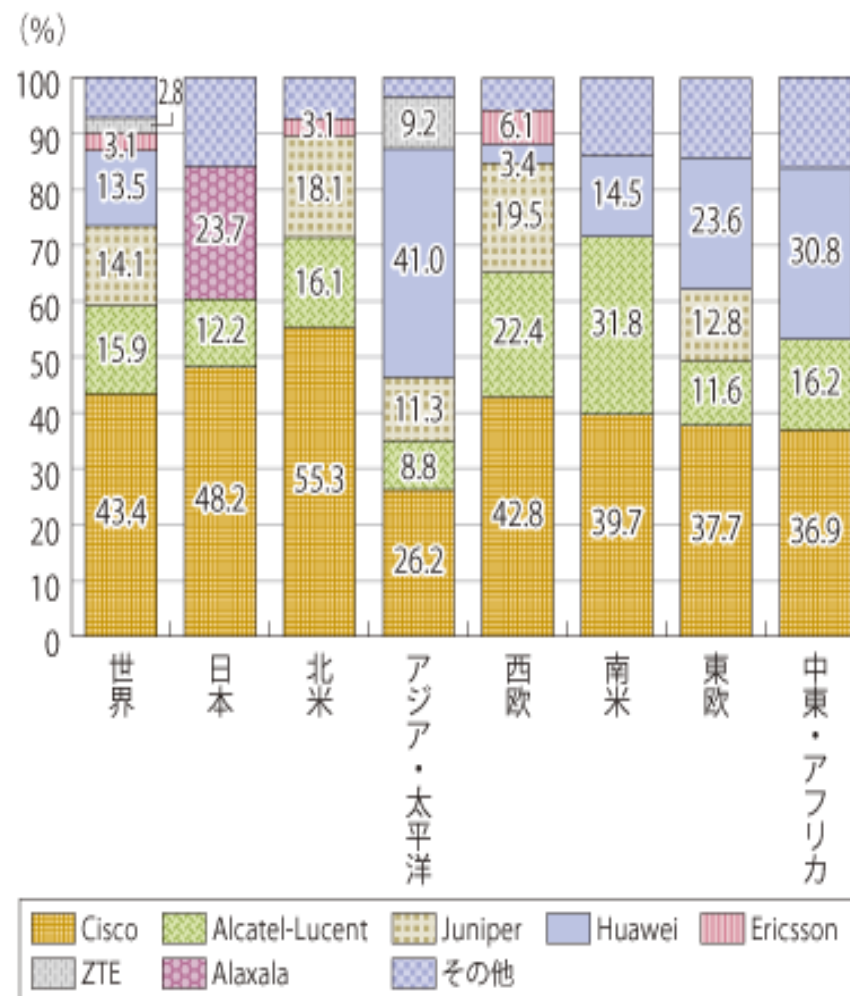
## 世界のルーター/スイッチのシェア

Top 4 Service Provider Router and Switch Vendors by 2013 Revenue



© Infonetics Research, Service Provider Routers and Switches  
Quarterly Market Share, Size and Forecasts, Feb. 2014

## ルーター/スイッチのシェア（地域別）

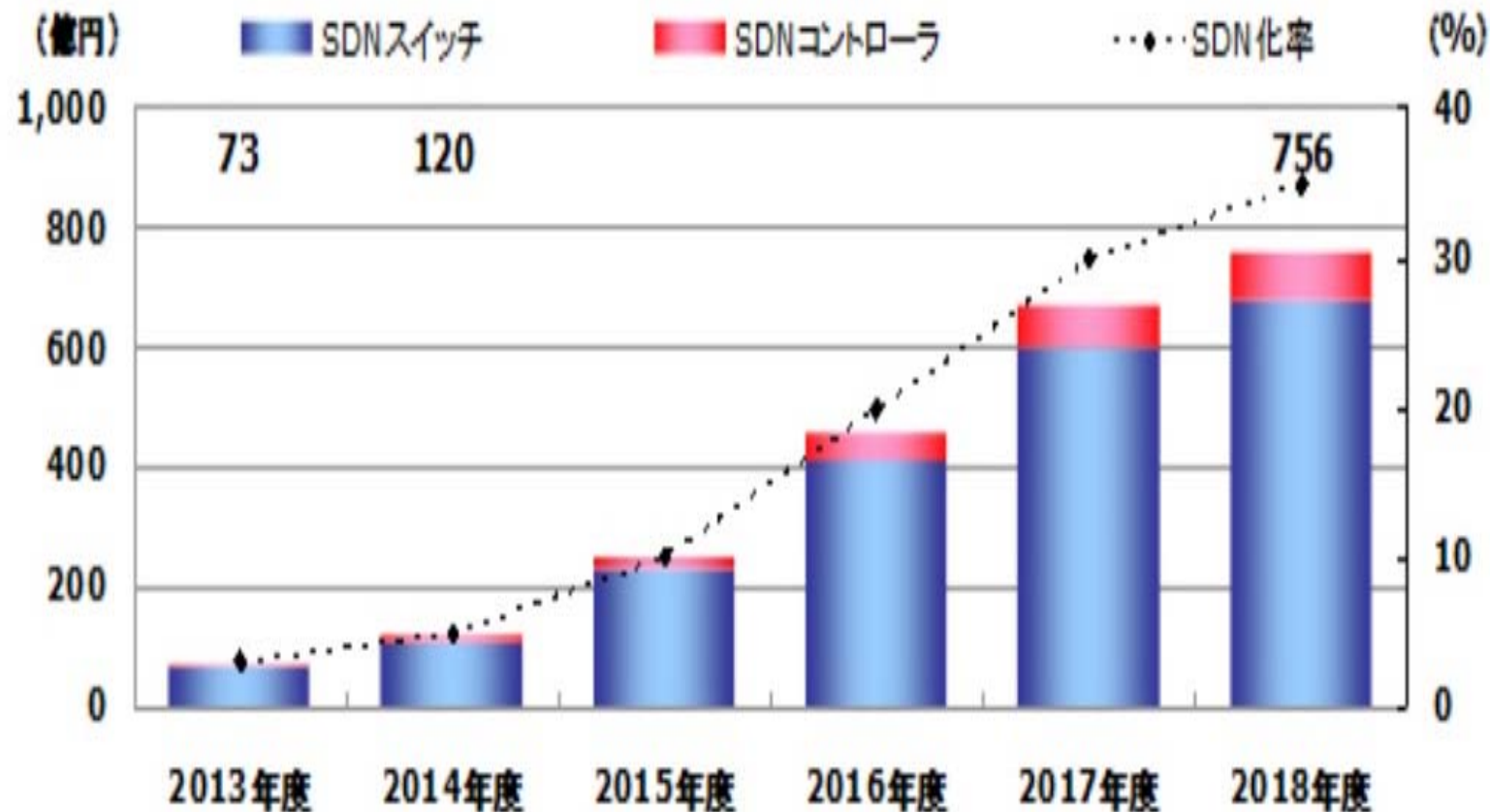


出典：Gartner資料より総務省作成

出展：<http://www.convergedigest.com/2014/03/infonetics-sdn-creating-hesitancy-in.html>

- SDN関連機器（スイッチ・コントローラ）の市場規模は、2013年が73億円であったが、2018年には756億円規模まで拡大すると推定。2018年には、ネットワーク機器のSDN化率は45%程度となる見込み。

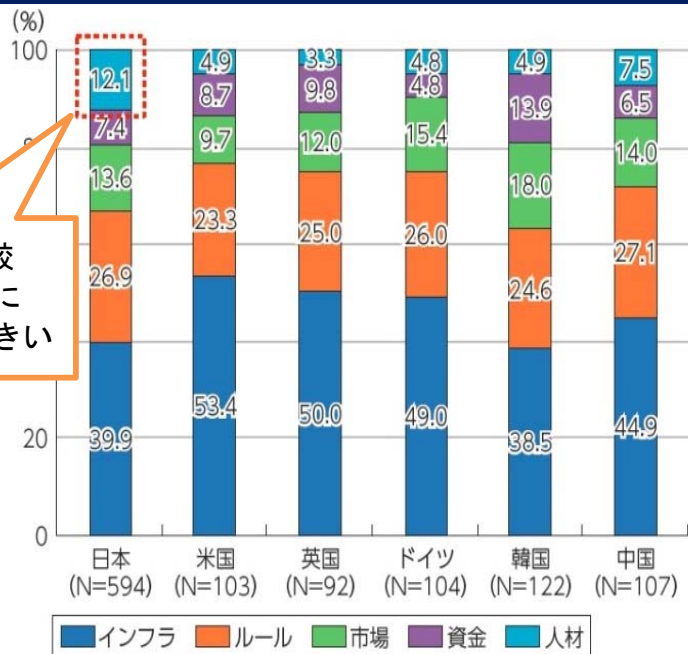
## 日本のSDN関連機器の市場規模推移と予測



# 日本のICT人材の現状

- 日本は他国と比較して、IoT進展の課題を人材と考える比率が高い。
- 日本のICT人材は米国等と比較して量・質ともに不足しており、ユーザ企業よりもITサービス企業に多く偏在。
- グローバルに競争するIoT時代を迎え、今後10年間(～2025年)で、ICT企業中心の「日本型」からユーザ企業中心の「米国型」への転換を図り、最大200万人規模のICT人材の創出と、最大60万人規模の産業間移動を実現することが必要。

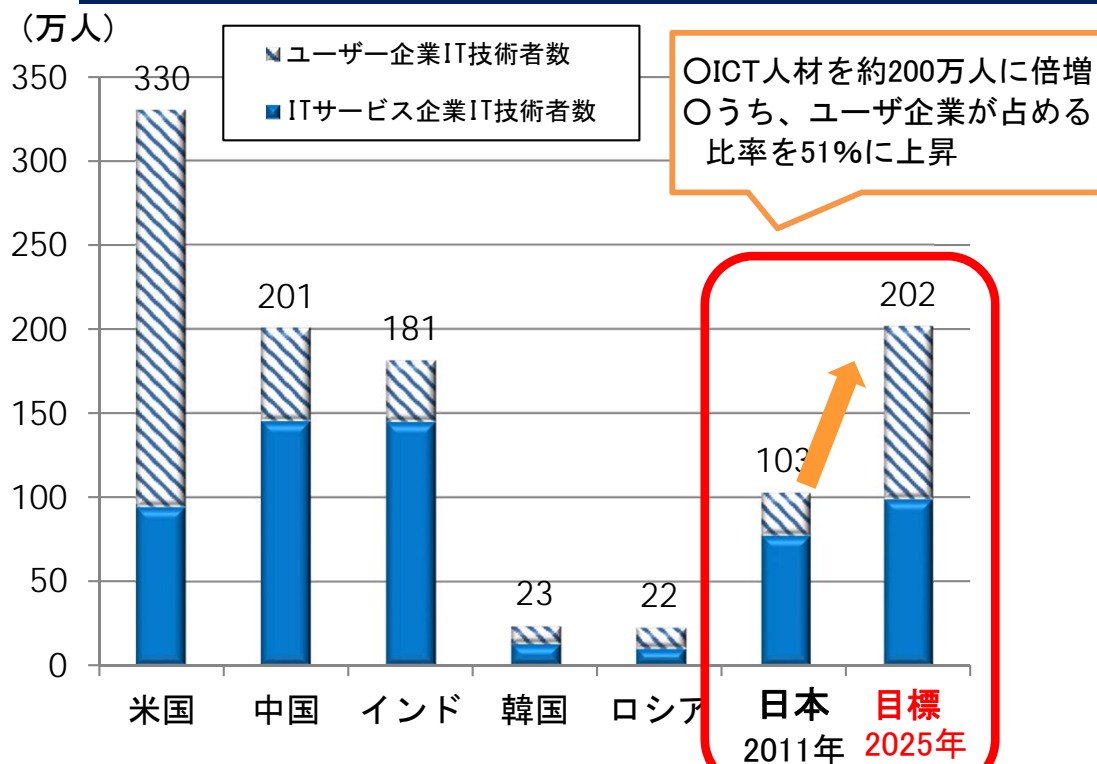
## 各国IoTの進展に係る課題



○日本は他国と比較しても人材育成に関する割合が大きい

図の凡例については、図表2-3-3-7の凡例を下記のようにグループ化した。  
 ●インフラ：「ネットワークの高度化・仮想化」「ネットワークインフラ整備」「端末・センサーの普及」  
 ●ルール：「データ流通に係るルールの整備」「標準化」  
 ●市場：「新規市場の創出」「既存市場でのビジネスモデル確立」  
 ●資金：「普及促進に係る政策・支援」「資金調達」  
 ●人材：「人材育成」

## ICT人材数の国際比較（推計）



○ICT人材を約200万人に倍増  
 ○うち、ユーザ企業が占める比率を51%に上昇

(注) 日本国内のICT人材について一定の仮定をもとに推計。オフショア等による日本国外のICT人材の活用については考慮していない。  
 出典：IPA「グローバル化を支えるIT人材確保・育成施策に関する調査」(平成23年3月) 目標は、IPA「IT人材白書2015」、総務省等「情報通信業基本調査報告書(平成28年3月)」等より推計

# 日本のIT人材の年収 (1/2)

- 米国におけるIT人材の年収は、我が国のIT人材の年収と比較して高い傾向にある。

## IT人材年収の日米比較

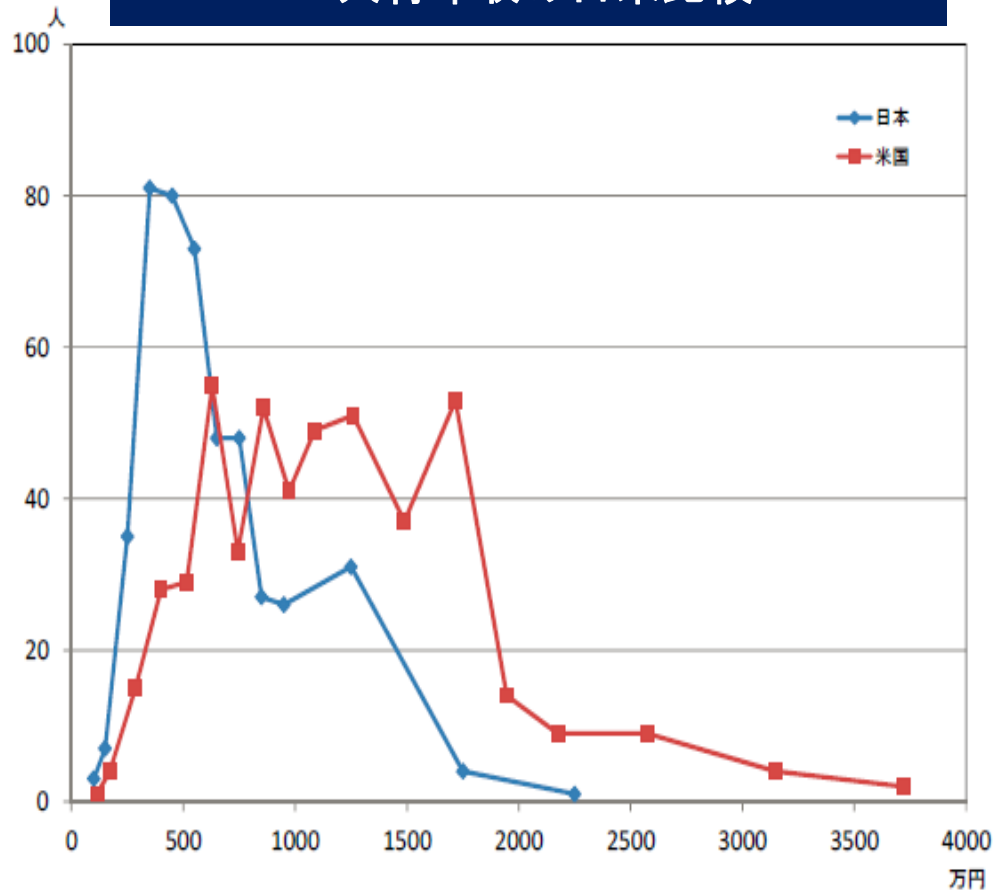
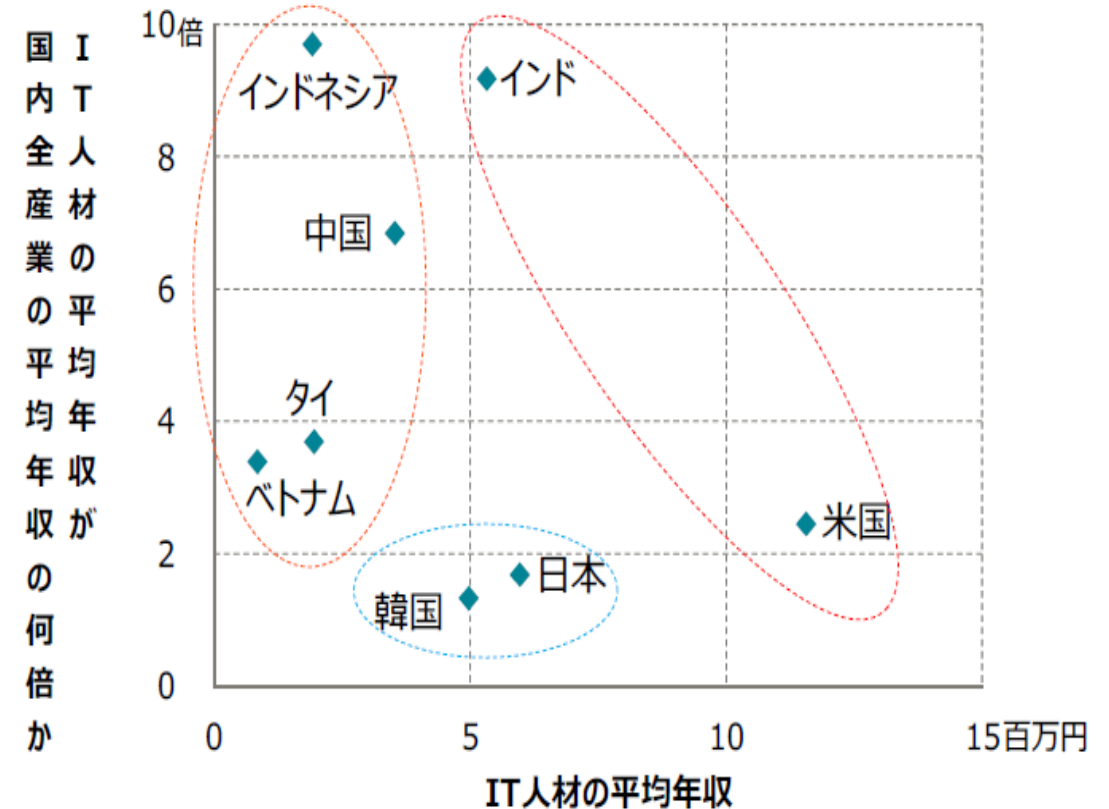


図 5-6 IT人材の給与 (年収) 比較

## IT人材の年収 (他国との比較)

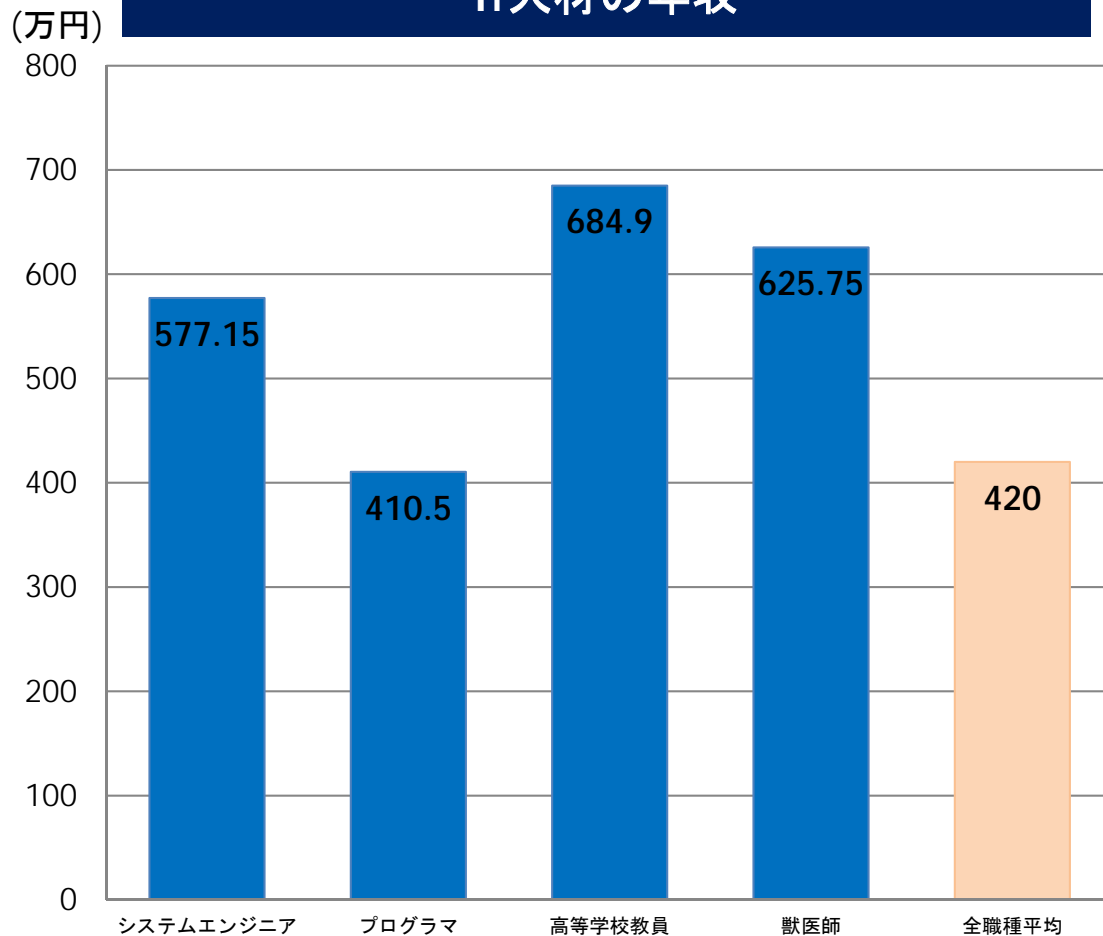


出典：Gartner資料より総務省作成

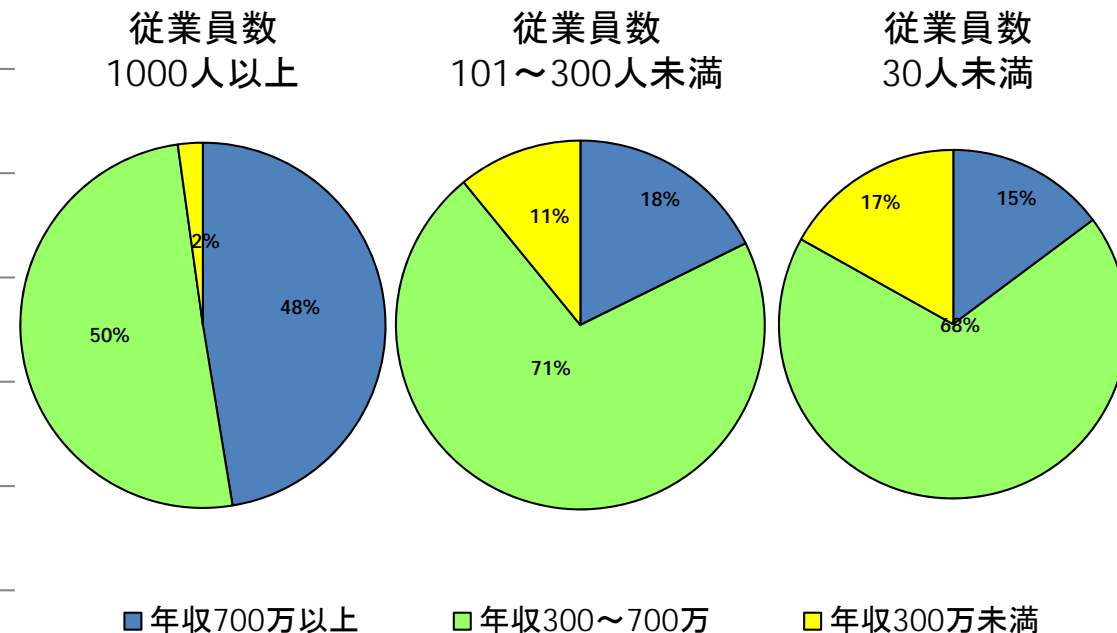
# 日本のIT人材の年収 (2/2)

- 日本のシステムエンジニアの年収は全職種平均よりも多いが、プログラマについては全職種平均以下。
- IT企業の規模別に見ると、中小企業(1000人未満)におけるIT人材の年収は大企業と比較して少ない。

## IT人材の年収



## IT企業に勤めるIT技術者の年収の割合(業員規模別)



# ネットワーク技術者に求められるスキルの変遷

～2000年

～2010年

電話・専用線

電気通信主任技術者（線路・伝送交換）  
工事担任者（アナログ・デジタル）  
陸上無線技術士  
陸上特殊無線技術士  
電気主任技術者  
電気工事士  
技術士

インターネット

システムアーキテクト  
システムアドミニストレータ  
テクニカルエンジニア  
ITストラテジスト

●インフラネットワーク  
電気通信主任技術者（線路・伝送交換）  
工事担任者（AI・DD総合種）  
陸上無線技術士  
陸上特殊無線技術士  
技術士

●IPネットワーク  
ネットワークスペシャリスト  
CCIE/CCNA/CCNP  
JNCIE  
.com Master

●サーバ&ストレージ  
データベーススペシャリスト  
Oracle Master  
LPIC  
MCP

●セキュリティ  
セキュリティアドミニストレーター  
CISSP

SDN/NFV

●アーキテクト  
システムアーキテクト  
ITIL  
リーンIT  
CompTIA cloud+/Network+/Security+

●ソフトウェア開発  
DevOps  
・ Docker  
・ Ansible  
・ REDMINE 等  
Lpic  
Powershell  
Python

●PFエンジニア  
OpenFlow  
OpenStac  
CCNA/CCNP  
VMWare  
MCP  
AWS