A Newton's cradle with five silver spheres hanging from black strings against a dark, textured background. The spheres are arranged in a horizontal line, and the text is overlaid on them.

# 5Gへの期待 Internet Engineerの戸惑い

慶應義塾大学環境情報学部

中村修

# 5GのKey Word

高速大容量  
(eMBB)

高信頼低遅延  
(URLLC)

多数同時接続  
(mMTC)

- 社会・利用者にとって
  - 大きな期待
  - 新しい情報インフラの登場
  - 自動運転や遠隔医療、Smart Cityなど、可能性無限大 (5G活用への研究予算)
- インターネットエンジニアの僕にとって
  - **戸惑い**



# 戸惑いの考察

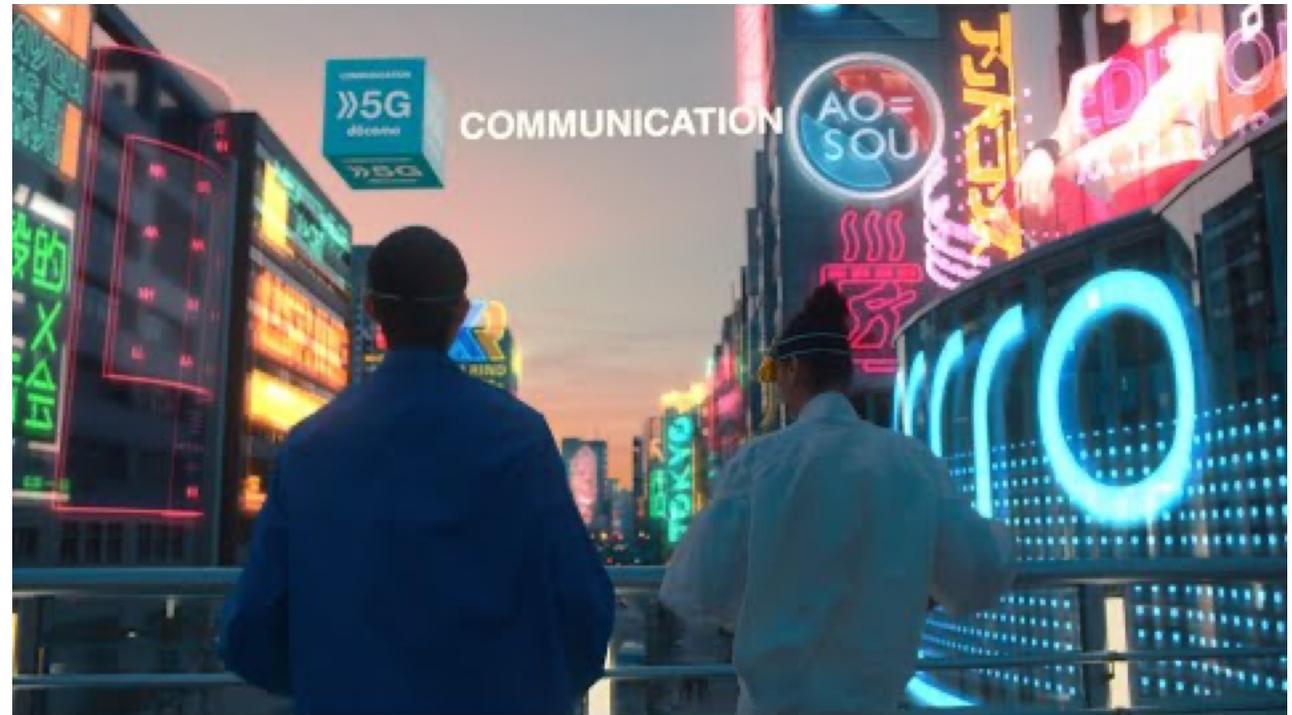
- 超大容量
  - 良かったね！
- 多数同時接続
  - 無線区間の制御、大変そうだね
- 高信頼低遅延
  - QoS ?
  - 網内なら何とかなるかも？
- スライス
  - サービス毎にスライスを提供するのは難しそうだな。。。
  - あ、ToS? サービス毎のスライスじゃないのね？
- モバイルキャリアが次世代の社会インフラになる？
  - 有限資源である周波数を割り当てられた大手モバイルキャリアが、次世代の情報インフラの主役？



# モバイルキャリアならできる！？

- 自動運転の為のインフラを5Gで、実現できる！？
- DoCoMoのネットワーク内であれば、僕も想像できます！
- DoCoMoからSoftBankにハンドオーバーできるんですか？
- 全国キャリアだから問題無い？
- EUはどうすれば良いんですか？
- 他のISPは蚊帳の外？

- 5G Concept Movie「新しい物語のはじまり」 DoCoMo YouTube



[総務省トップ](#) > [広報・報道](#) > [報道資料一覧](#) > 「ネットワーク中立性に関するワーキンググループ」の開催

## 報道資料

令和2年6月9日

### 「ネットワーク中立性に関するワーキンググループ」の開催

総務省は、電気通信事業者による帯域制御の実施やゼロレーティングサービスの提供等による電気通信市場・利用者への影響などの把握・分析等を行うため、「ネットワーク中立性に関するワーキンググループ」を開催します。

#### 1 概要

本会合は、「電気通信市場検証会議」の下に開催されるワーキンググループとして、電気通信事業者による帯域制御の実施、ゼロレーティングサービスの提供等について、各ガイドライン（「帯域制御の運用基準に関するガイドライン」及び「ゼロレーティングサービスの提供に係る電気通信事業法の適用に関するガイドライン」）との整合性や対応状況に関する情報の収集・確認、帯域制御の実施やゼロレーティングサービスの提供等による電気通信市場（コンテンツ市場）・利用者への影響などの把握・分析、その他ネットワーク中立性に関する課題等について評価・検証を行います。

#### 2 検討事項

- (1) 電気通信事業者による帯域制御の実施、ゼロレーティングサービスの提供等に関する各ガイドラインとの整合性や対応状況について
- (2) 事業者の対応による電気通信市場（コンテンツ市場）への影響や、利用者への影響について
- (3) その他

# インターネットエンジニアとQoS

- 最初のデザインからIPヘッダにToSフィールドを用意
  - 通信の特性に合ったパケット処理ができる仕組み
    - RouterやSwitchでToSを用いたパケット処理： Fair Qing, RED, etc
  - ToS Routing
- 誰がToSフィールドを設定するの？
  - アプリケーション？
  - 網のエッジ・ルータ？
  - ASの外から着たパケットのToSを信じられる？
- 回線太くすれば、パケットに色付けなくても公平に処理できる！
- → あまり積極敵に考えたり、運用してこなかった (^o^:
  - とは言え、IPv6ヘッダにも、Traffic Classフィールドはある

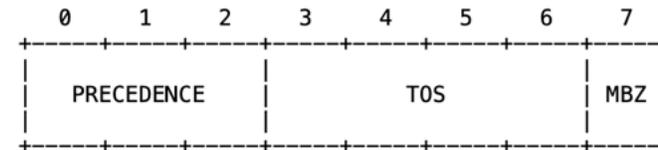


# TOS: Type of Service

- RFC 1349: Type of Service in the Internet Protocol Suite
- 本質的に、TOSの利用に関しては多くの利用経験はない
- TOS Routing(IS-IS, OSPF)という技術もあるが、The Internetとしての運用はされていない
  - AS内での処理

## 3. Specification of the Type of Service Octet

The TOS facility is one of the features of the Type of Service octet in the IP datagram header. The Type of Service octet consists of three fields:

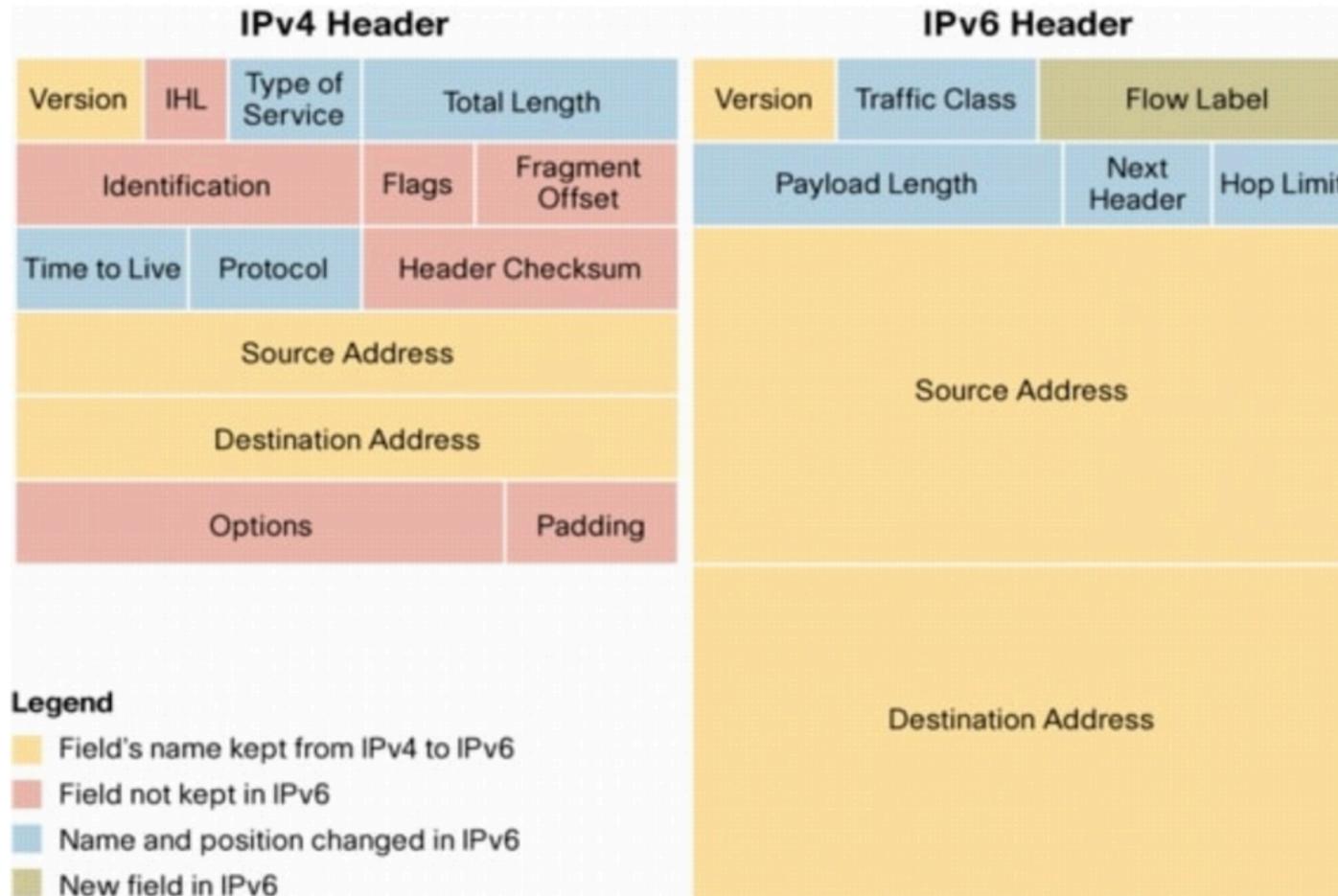


1000	--	minimize delay
0100	--	maximize throughput
0010	--	maximize reliability
0001	--	minimize monetary cost
0000	--	normal service



# IPv4 ToS Field, IPv6 Traffic Class

Figure 1. IPv4 and IPv6 Headers



# Diffserv

- ToSフィールドの再定義
- ルータでのパケット処理をする時のパケットクラスの定義
- サービスドメインの入り口でマーキング
- 具体的な処理などの解説は、
  - Diffservの仕組みと動向 長健二郎  
InternetWeek2000チュートリアル
  - <https://www.nic.ad.jp/ja/materials/iw/2000/proceedings/T1.PDF>

RFC 4594

Guidelines for DiffServ Service Classes

August 2006

Service Class Name	DSCP Name	DSCP Value	Application Examples
Network Control	CS6	110000	Network routing
Telephony	EF	101110	IP Telephony bearer
Signaling	CS5	101000	IP Telephony signaling
Multimedia Conferencing	AF41,AF42,AF43	100010,100100,100110	H.323/V2 video conferencing (adaptive)
Real-Time Interactive	CS4	100000	Video conferencing and Interactive gaming
Multimedia Streaming	AF31,AF32,AF33	011010,011100,011110	Streaming video and audio on demand
Broadcast Video	CS3	011000	Broadcast TV & live events
Low-Latency Data	AF21,AF22,AF23	010010,010100,010110	Client/server transactions Web-based ordering
OAM	CS2	010000	OAM&P
High-Throughput Data	AF11,AF12,AF13	001010,001100,001110	Store and forward applications
Standard	DF (CS0)	000000	Undifferentiated applications
Low-Priority Data	CS1	001000	Any flow that has no BW assurance

Figure 3. DSCP to Service Class Mapping



# OpenFlow

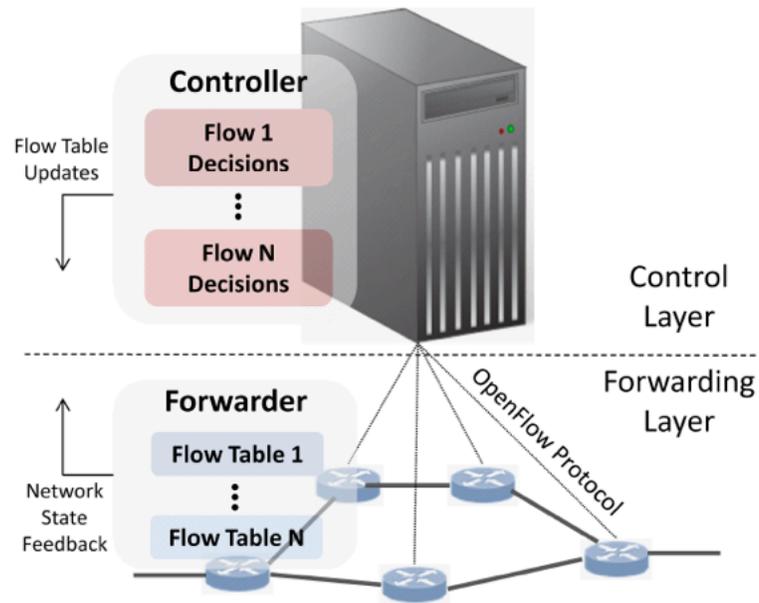


Fig. 1. OpenFlow Architecture

- Control Layerで、通信の特性に合ったパケット転送制御をおこない
- Forwarding Layerでflow Tableにしたがったパケット転送
- Control PlainとData Plainの分離



# MPLS(Multi-Protocol Label Switching)

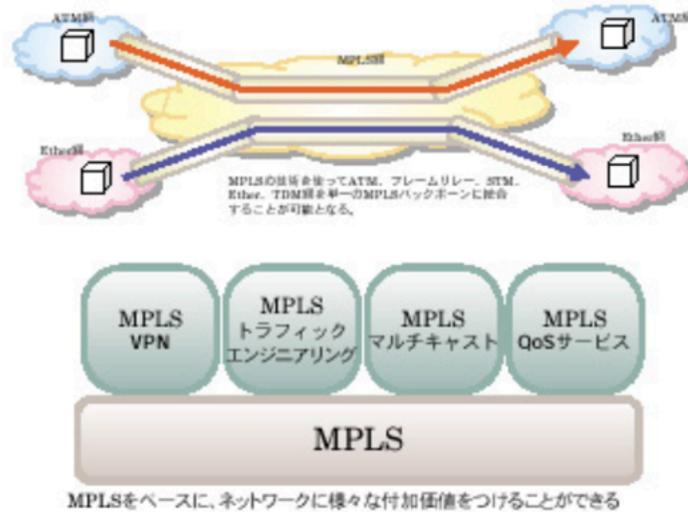


図3 さまざまなネットワークのMPLSバックボーンへの統合（上）と  
MPLSがもたらすネットワークへの付加価値（下）

<https://www.bcm.co.jp/site/2003/2003Jan/MPLS/souron/souron.htm>

- IPパケットにラベルを付けて、網内は、ラベルで配送
- 東芝時代の江崎先生が、当時CSR (Cell Switching Router: ATMでIPパケットを転送するために考案した技術)を開発、その後ATM以外でも使える様に使用を拡大し、MPLSへと標準化された
- 網内 (AS内) での高速転送や目的別トラフィックパスの制御技術



# QoS: キャリアネットワークでは、 多くの経験と実績

- 電話サービスをIP技術を用いてサービス展開
- IMS (3GPPが規格化) し、高速広帯域アクセス網に適応したのがNGN(ITU-Tが規格化)
  - 電話サービス
  - IPTVサービス
- インターネットエンジニア的には、“SIP”だよね
- **キャリアネットワーク内**での電話等のサービスで、セッション毎の課金やQoSの要求があるのは、良く理解できる
  - SIPベースの技術と、DiffservなどのQoS制御



# Control PlainとData Plainの分離

---

Control Plain = 制御範囲が限定される

The Internet Architectureとして考えると、Control Plain間の相互制御が必要



# IMSでの電話サービス

- IMS: IPマルチメディアサブシステム(IP Multimedia Subsystem)
- 無線・有線の端末からマルチメディアアプリケーションにアクセスする手段を提供する
- キャリア間の相互接続に関する規格もちゃんと定義している
- NGN相互接続
  - サービス指向相互接続(Solx)
    - NGNドメインでの物理/論理リンクであり、通信事業者やサービスプロバイダがNGNプラットフォーム (IMSやPES) 上で制御や信号を保ちつつサービスを提供でき、事前定義されたレベルの相互運用性を提供する。例えば、IP接続でのいわゆる「キャリアグレード」の音声やマルチメディアサービスを提供する。「事前定義されたレベル」はQoSやセキュリティなどによって異なる。
  - 接続性指向相互接続 (CoIx)
    - 単純なIP接続での物理/論理リンクであり、相互運用性のレベルとは無関係である。このようなIP接続はエンド・ツー・エンドのサービスを気にすることはなく、サービス指向の場合と比較するとQoSやセキュリティはそれほど厳密に保証できない。しかしCoIxであっても相互運用性のレベルを事前定義することはできる。ただしNGNの相互運用性の要求仕様を完全に満たすのはSolxだけである。
  - NGN相互接続モードは直接と間接がある。直接相互接続は、2つのネットワークドメインの間に中間のネットワークドメインがない場合を指す。間接相互接続は、1つの層で見たとき、2つのネットワークドメインの間に中間のドメインが1つ以上存在し、トラフィックがそこを経由する場合を指す。



# VoLTEの相互接続

- VoLTEの基盤は、IMS
- IMSは、SIP(Session Initiation Protocol)を利用して実現されるIPベース
- キャリアは、サービス品質を維持したまま、ネットワークの相互接続を実現したい
  - 特に電話のサービスでは、キャリア間の相互接続を確保したい
- IPX: IP packet eXchange network
- Guidelines for IPX Provider networks (Previously Inter- Service Provider IP Backbone Guidelines) GSMA Version 14.0 01 August 2018
  - <https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads//IR.34-v14.0.pdf>



# IPX Provider Networks

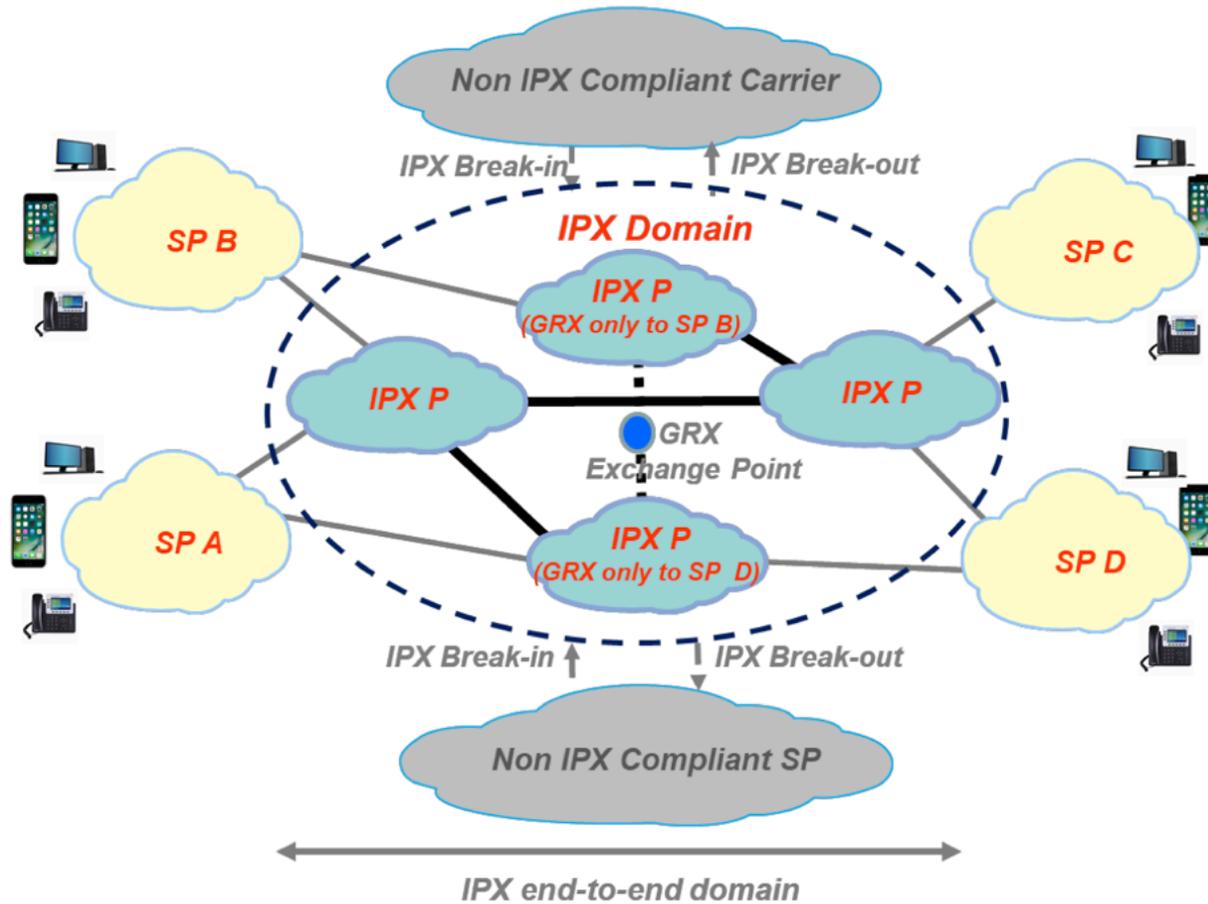


Figure 2: IPX Model

- Guidelines for IPX Provider networks (Previously Inter-Service Provider IP Backbone Guidelines)
- Version 14.0 01 August 2018
- GSM Association Official Document IR.34
- 信頼できるキャリア間での相互接続



# キャリアネットワーク

- キャリアネットワークでは、IP技術を用いて、QoSを用いたパケット処理の経験は十分にある
- IMS (SIPベース) の技術を用いている
- キャリアネットワーク内でDiffServ等の技術を用いて、QoSを確保
- 最近では、キャリアネットワーク間での相互接続に関しても経験を積み始めている
- キャリアは、**信頼できるキャリア同士**の相互接続を前提にネットワークを構成



# 戸惑い

- 次世代の情報インフラは、5Gにお任せで良いのか？
- キャリア（モバイルキャリアや電話サービスをおきたキャリア）に任せておけば良いのか？
- インターネットは、蚊帳の外なのか？
- インターネットの基本的な技術を応用しているだけのキャリアにお任せで良いのか？
- 落ち着いて確り考えろ！



何故、蚊帳  
の外と感  
じるのか？

確り考えろ！

---

通信サービスは、通信事業者が開発し提供する。

---

技術の研究開発は、(某) xxT研究所か通信総合研究所で実施され、“専門家“だけが知っていれば良い。

---

国際標準はUN(国連) の下部組織であるCCITT(国際電信電話諮問委員会) (現在のITU-T)でおこなわれる

---

郵政省が通信全般を管轄し、強力な既得権益を行使

国内の通信  
事業者が1社  
だった時代





## この四半世紀

- 情報通信の自由化
  - 電電公社の一極集中、中央管理・運用の電話網から
  - 真の自律分散協調であるインターネットへ
  - ダークファイバーの開放
  - 端末の開放と自由化
  - 電気通信事業法の改正
  - Internet Service Providerの繁栄
  - 国際標準からグローバル標準
  - ギャランティサービスからベストエフォート
- 誰でも、みんなです晴らしい未来を創造できる社会

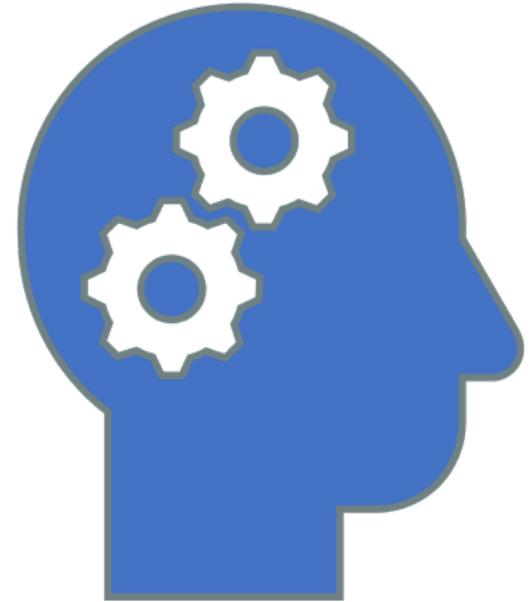
# QoSへの対応

- 新しい情報インフラは、よりクリティカルなサービスへの展開が期待されている
- インターネットエンジニアは、回線を太くして、高速に処理できるルータがあれば、パケットを公平に処理し、すべての利用者に対してBest Effortながら最高の通信をグローバルに提供してきた。出来てきたという自負がある
- 一方キャリアは、元々電話サービスのIP化がメインミッションであったので、SIPやDiffservなどのインターネット技術を利用し、QoSに対応可能なインフラを整備してきた



# グローバルなインターネットで QoSを確保した通信の提供はできないのか？

- ONICの皆さん
- JANOGの皆さん
- インターネットエンジニア・オペレータの皆さん
  
- すべての知性を結集して、グローバルなインターネットで次世代の情報インフラを考えませんか？



# 信頼出来るネットワークの相互接続？！

- 自律分散協調的な考え方による、QoSableなネットワークの相互接続って出来ないの？
- ネットワーク同士がバイラテラル・マルチラテラルみたいな感じでの相互接続じゃなく、オープンで、みんながコンセンサスを持って、The InternetをQoSableなインフラにするための方法！



コントロール  
Plainの相互協  
調はほぼ不可能

経路制御

- Intra AS と Inter AS

グローバルな制  
御システム

- DNS空間

ネットワークの  
協調作業

- SPF/DKIM/DMARC  
(スパムメール対策)

**Internet: 自  
律分散協調  
制御**



# 情報公開と 信頼の確保

僕の結論