

新世代ネットワーク構築への道

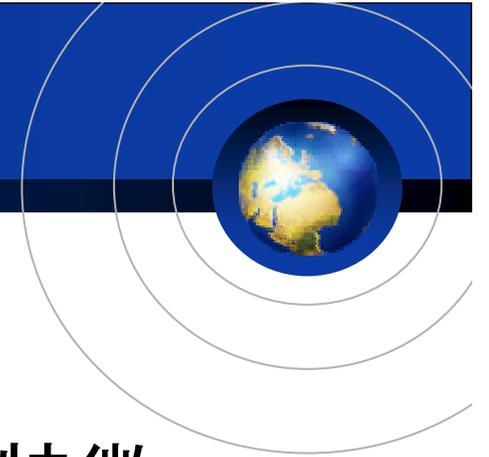


NICT

独立行政法人 情報通信研究機構

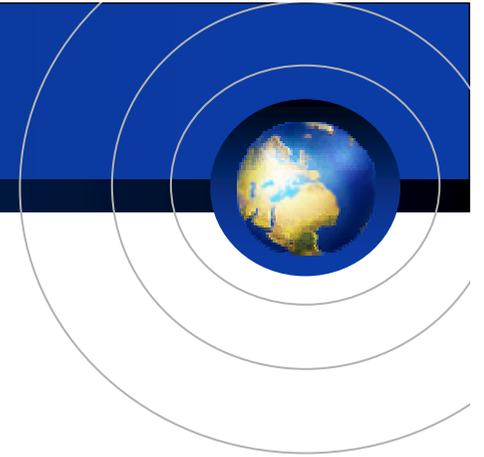
理事長 宮原 秀夫



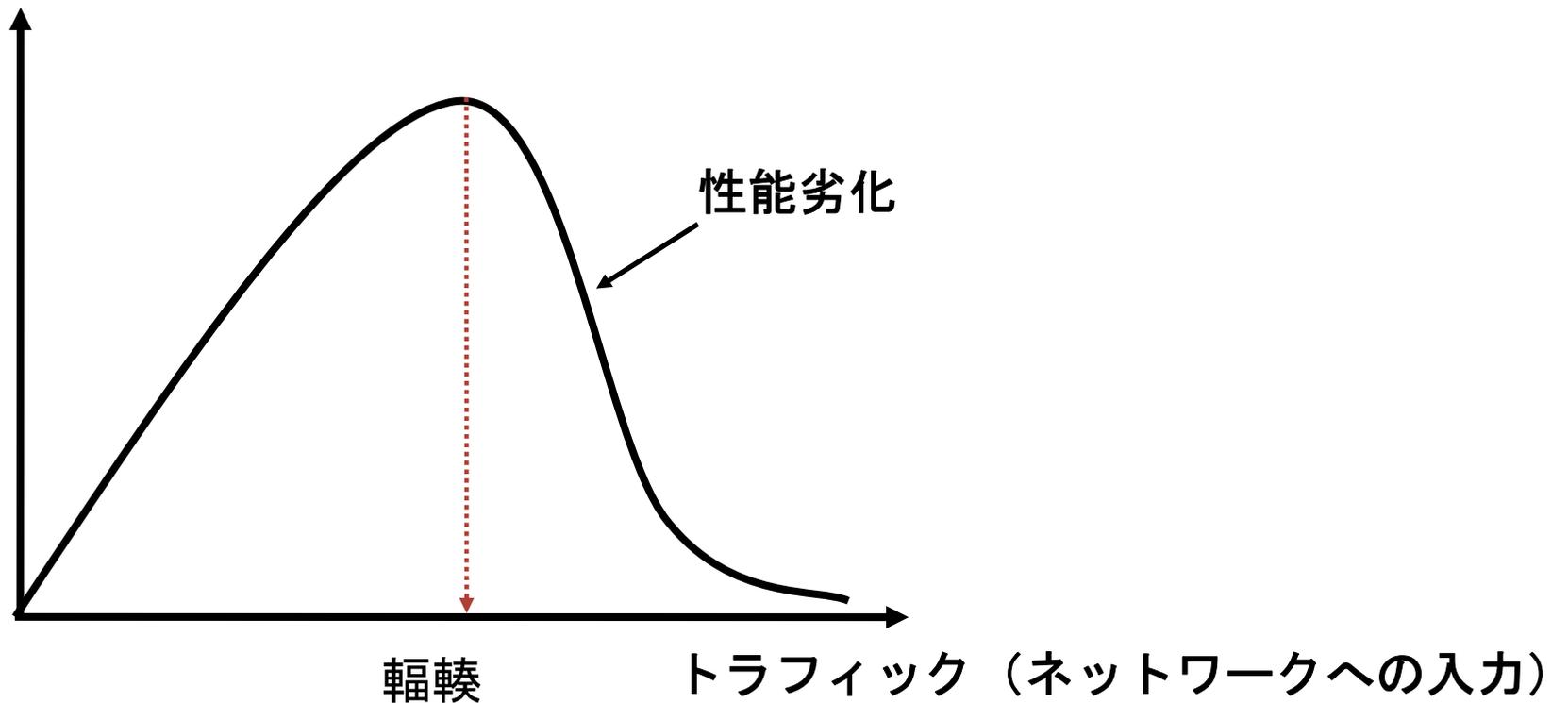


- パケット交換（インターネット、IP-net)の特徴
 - ベストエフォートによって、大きな多重化効果を得られる
 - 情報がバースト的に発生する**データ通信**に適している
 - 一定品質が得られない（帯域変動型）
 - 性能が急に劣化する

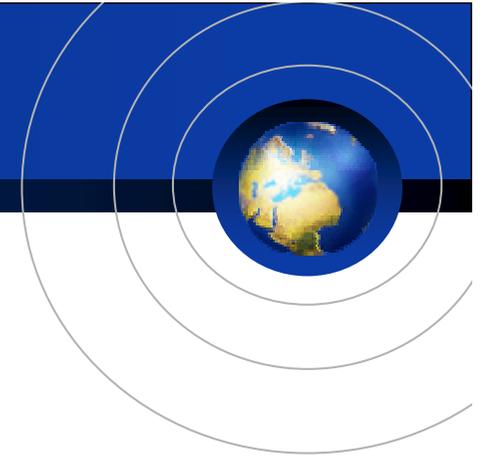
帯域変動型



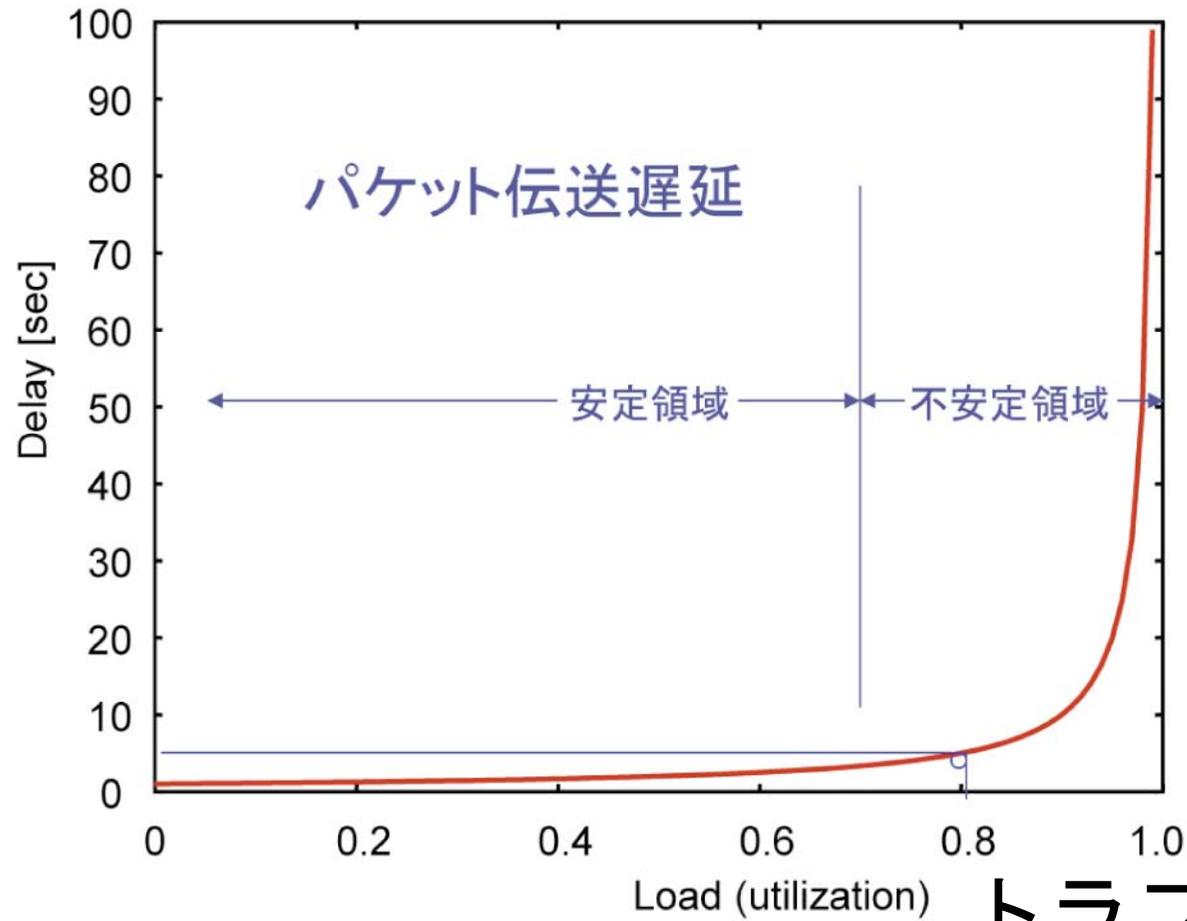
性能（ネットワークからの出力）



性能曲線

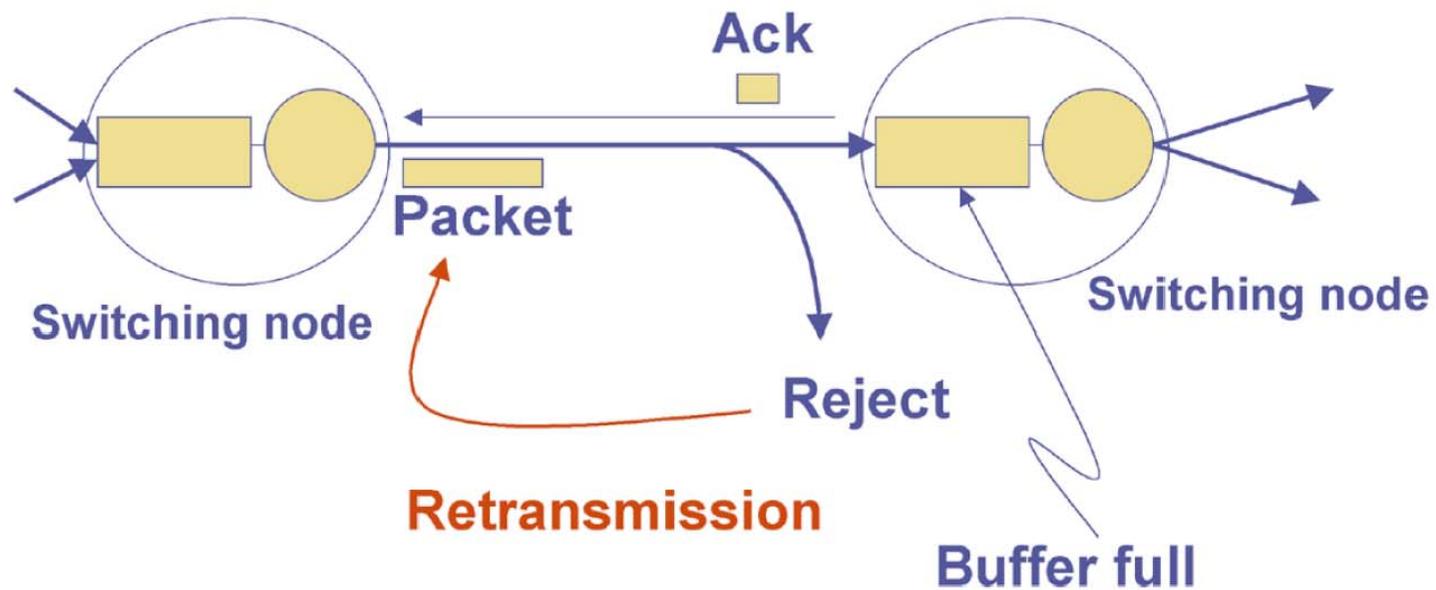
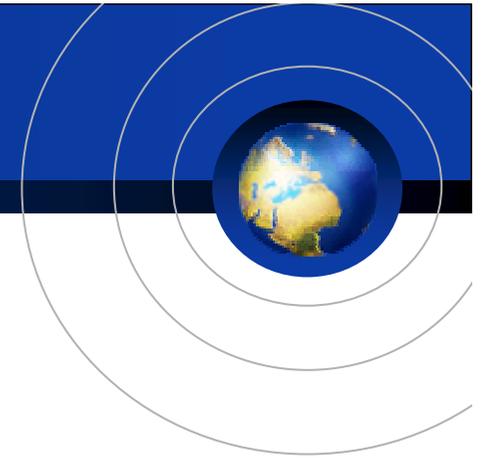


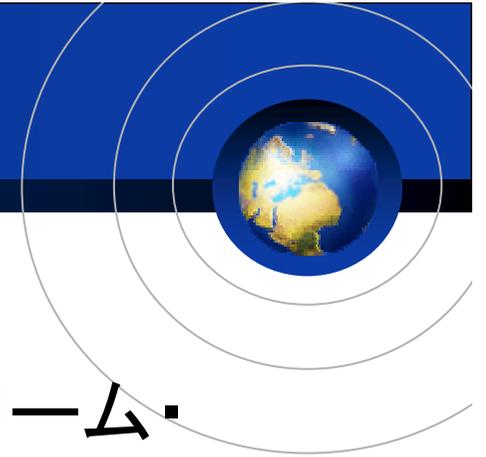
伝送遅延



トラフィック

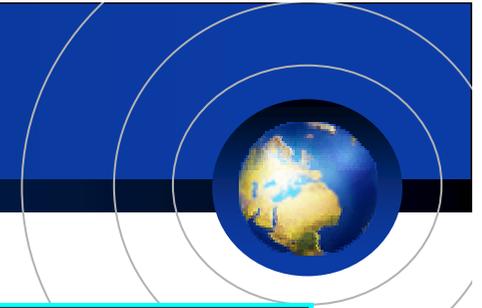
輻輳(congestion)の原因





- IPネットワーク(帯域変動型)は、ストリーミングメディアの伝送には向いていない
- なぜ向いてないのか
- データとストリーミングメディア(音声、映像など)では、それぞれのメディアが要求する通信品質が大きく異なり、両トラフィックの要求を同時に満たすのは難しい

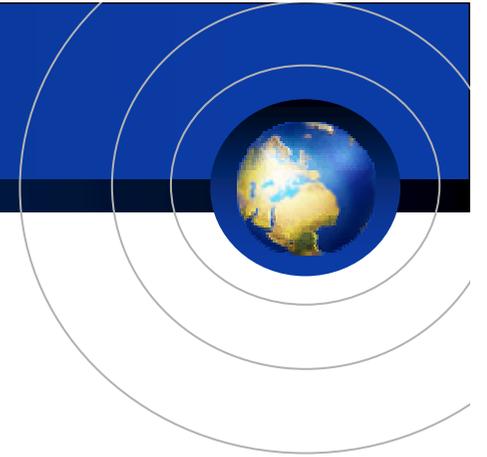
メディアの要求する通信品質



| | メディア | 転送遅延 | 遅延変動 | 廃棄率 |
|-----|-----------|---------|--------|-------------------------|
| データ | 計算機間通信 | 400 ms | 500 ms | $10^{-9} \sim 10^{-12}$ |
| | ファイル転送 | 数秒 | 数秒 | |
| 画像 | 差分圧縮 | 数 10 ms | 数 ms | $< 10^{-2}$ |
| | 符号圧縮 | | | |
| 音声 | PCM、ADPCM | | | |

- ・特に、ストリームメディアにおいては、遅延そのものより遅延変動に対して厳しい条件が課せられる(大きな遅延変動を受けたパケットは、たとえ正しく受信されたとしてもロスパケットとなる)。
- ・IPでは、帯域変動があるため、遅延変動(分散)を小さく押さえることは難しい、従って、**ストリームメディアの伝送には向いていない**

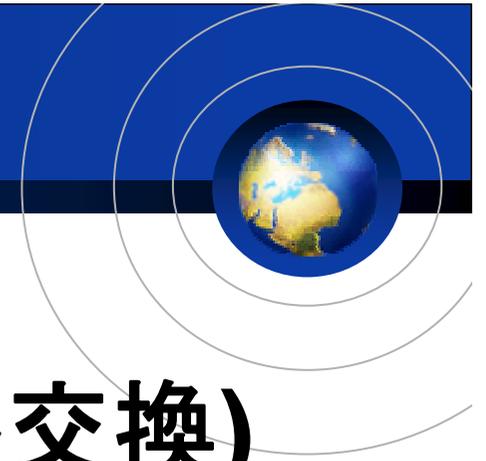
なぜIP?



にも拘らず、なぜIPなのか

- 世界的をカバーするインフラとなっている
- IPに代わるものがない
- ネットワークの構築、運用コストが回線交換方式と比較してはるかに安価である

回線交換とパケット交換とのコスト比較



$\$(\text{回線交換}) \gg \(パケット交換)

$\$()$: 伝送・交換コストを含むネットワーク運用コスト

given by I. Gitman in 1978 IEEE Proceedings

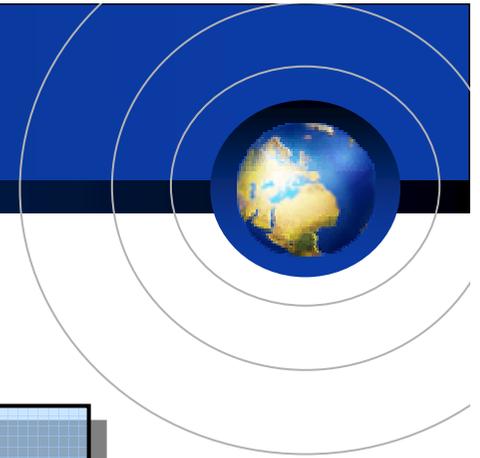
(この不等式は20年後でも変わらない)

日本がIP技術において何故遅れをとったのか？

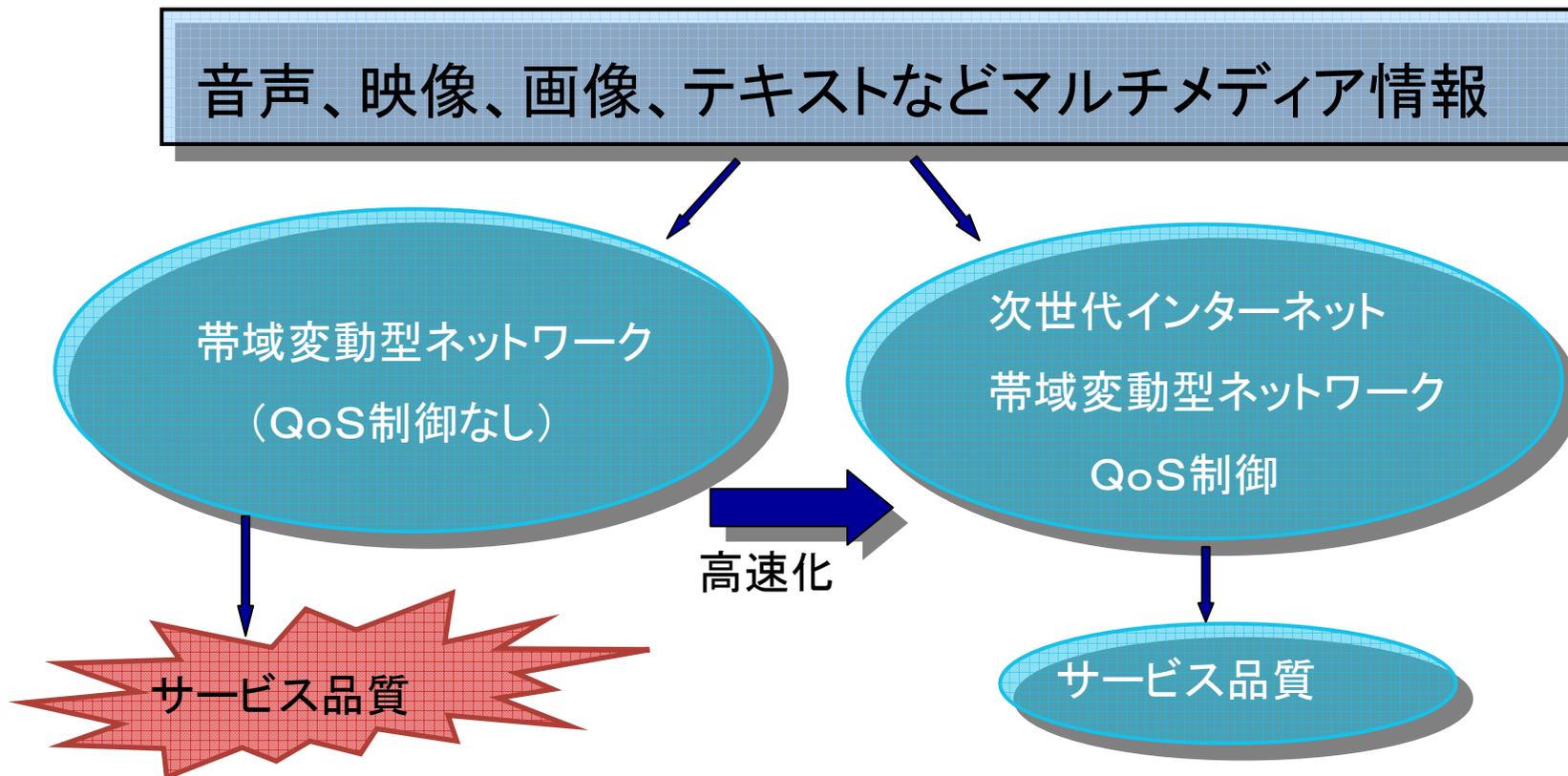


- 技術レベルが低かった訳ではなく、日本の伝統工芸技術などに生かされている完璧性を求める感性に依るところが大きい
- その感性が故に、世界初の信頼性の高い、品質の良い全国即時電話網が回線交換によって実現された。
- インターネットのような、すぐに輻輳が起こるような脆弱なものは、ネットワークではないという大方の見方があった。

現状のスタンス

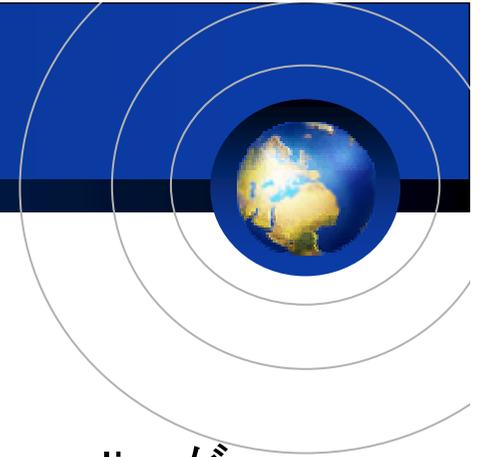


高速化とQoS (Quality of Service) 制御で逃げる



QoS 制御: 優先伝送などにより、各メディア情報が要求する伝送品質を満たすようにする伝送制御

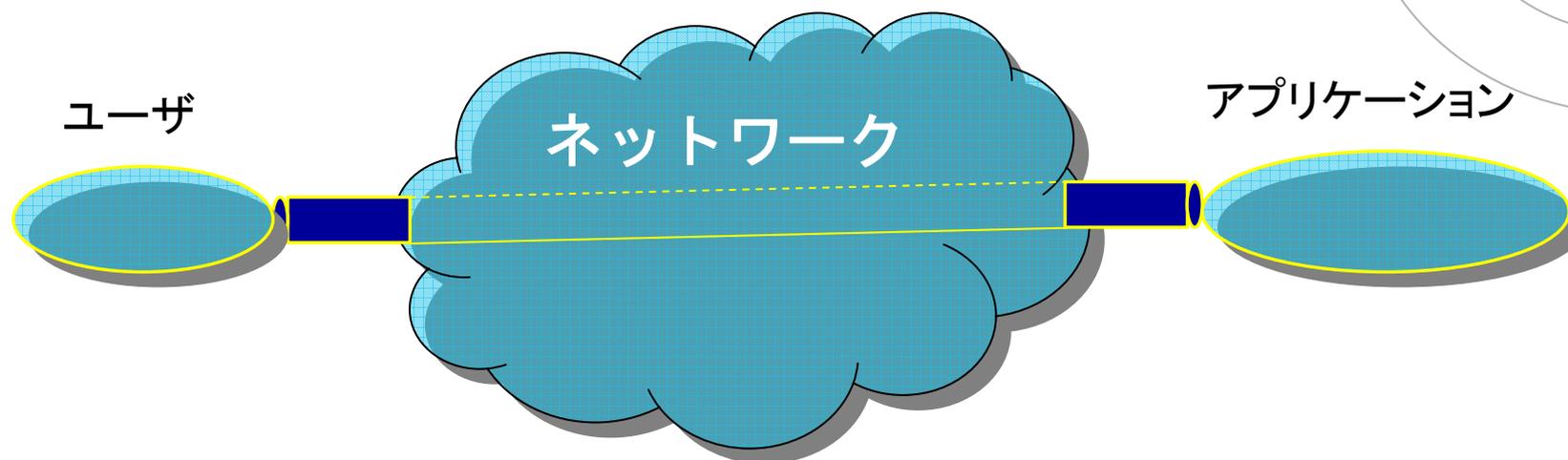
現状のスタンスの限界



- IPネットワークにおいて、厳密なQoSは確保できない
- 厳密なネットワーク制御は不可能と考えるべき
 - 特に複数のISP(それぞれのネットワークにおいて、Admission policyが異なる)にまたがる場合にはさらに難しい
 - 一つの大きなキャリアがネットワークを占有しているのではないという現実を認識する必要がある
 - さらに、IPネットワーク自体が制御不可能(un-controllable)なもの
- 緊急通信、高度なセキュリティ通信は、本当にIP上でいいのか
 - オールIP化で、全て解決するのか

新世代ネットワーク

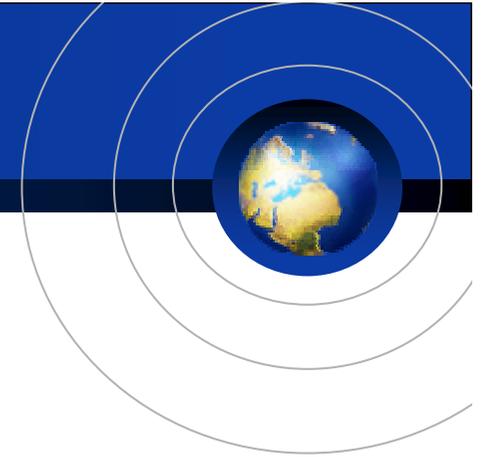
新世代ネットワークのイメージ



新たなアーキテクチャにより、ユーザ、アプリケーション間に、そのメディアが要求する一定（にみえる）の通信品質を持った伝送路を、即座にかつ必要な時間提供することができるネットワークを構築すること

（にみえる：ユーザがアプリケーションを不満なく使用できる範囲）

新世代ネットワークの構築に向けた考え方



Incremental Solution

個別問題に対する対処：
システムが複雑になる
管理が大変になる
故障が発生しやすくなる
新しい要求に対処できない

Incremental Innovation

最終ゴールの設定をどうするか？
Incremental Solutionに終わらないか？

Disruptive Innovation

魅力的だが社会インフラにそれが許されるか？
マイグレーションパスの確保？

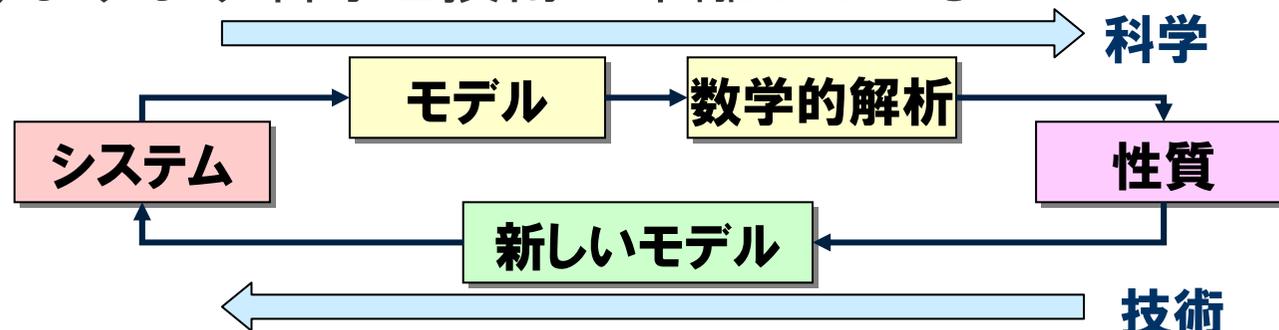
アーキテクチャ＝科学＋技術



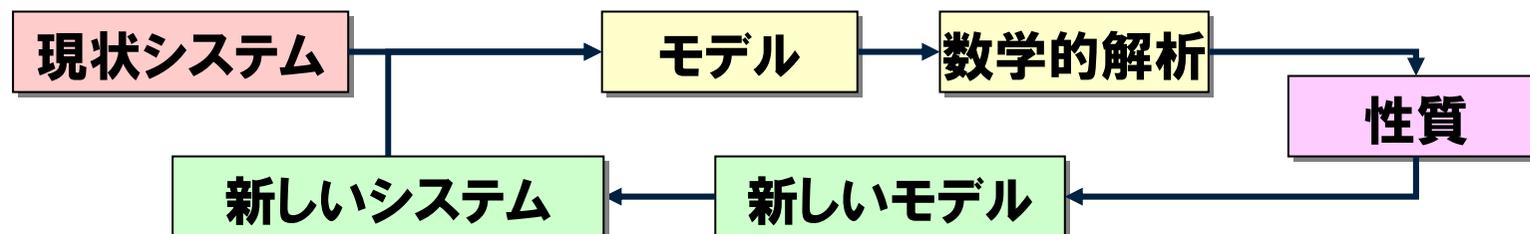
● 科学と技術の違い

- 科学(解析):すでに存在しているものにある普遍的な法則を探求すること
- 技術(設計):新しい機能を実現する具体的な方法を案出し、作り上げ、利用すること

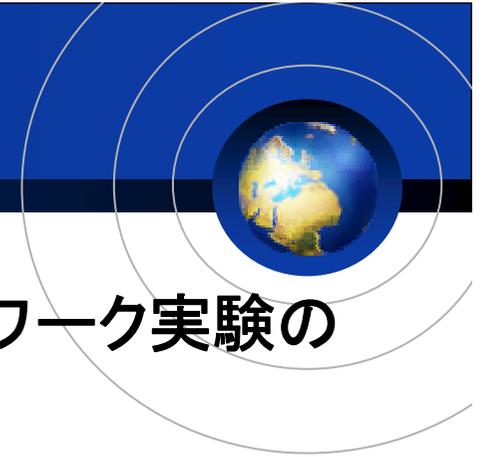
● 最近、ますます科学と技術が乖離している



● 今後は、科学と技術のサイクルを確立する必要がある

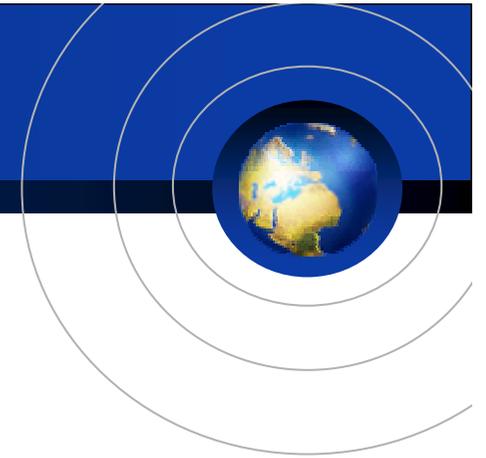


実験ネットワークの必要性



- アプリケーション実験のためのネットワークからネットワーク実験のためのネットワークへ
- そのための要件
 - 新しいアイデアが検証できること
 - ルーティング・ルーターアーキテクチャなどを含む理論の検証
 - 検証実験が共存できること
 - オペレーショナルネットワークであること
 - トラフィックがないところでうまく動作するのは当然
 - 新しいネットワーク研究者・技術者コミュニティが創生できること
 - 既成枠組みからイノベーションが生まれるか？
 - 他のネットワークと相互接続されていること
 - 緊急時、災害時には使えること

科学的見地からはおもしろくなってきた

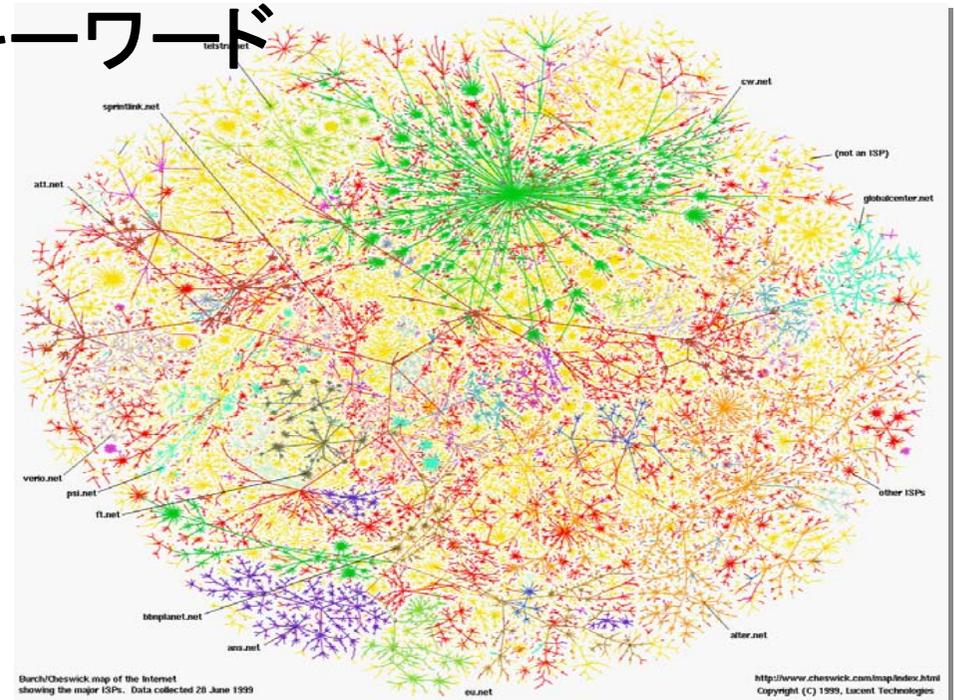


■ 大規模ネットワーク

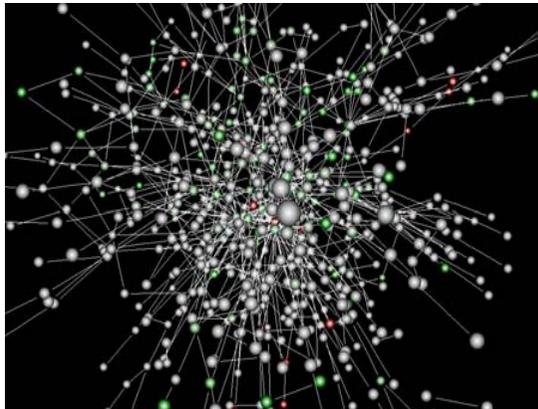
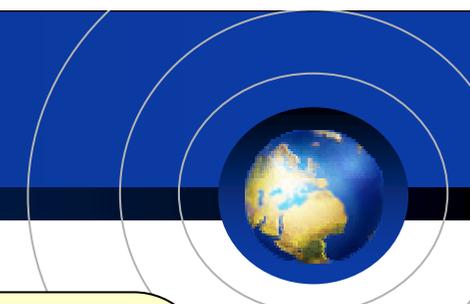
- グローバルネットワーク自体が研究対象
- 人が設計可能な、制御可能な範囲を超えている

■ 新しい「ネットワーク科学」のキーワード

- パワー則(スケールフリー性)
- 自己組織化
- 自己成長
- 複雑適応系
- 創発性
- 非平衡系



生物と情報ネットワークに見る共通の性質

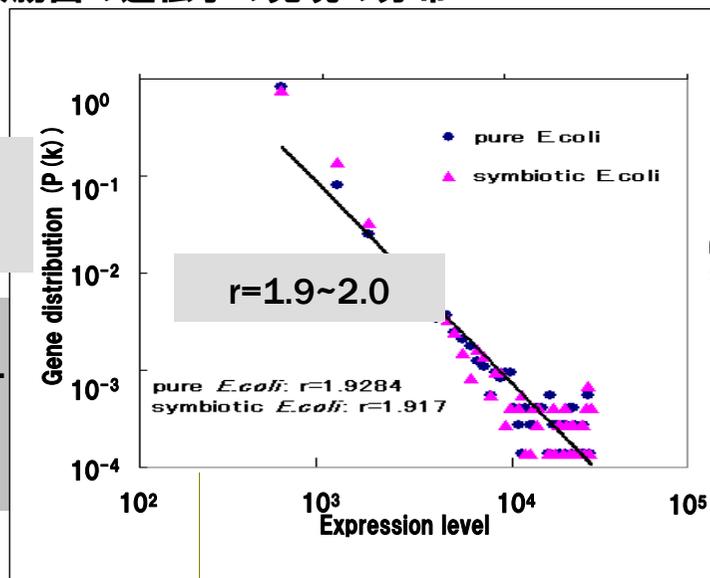


▶ 大腸菌の遺伝子の発現の分布

$$P(k) \propto k^{-r}$$

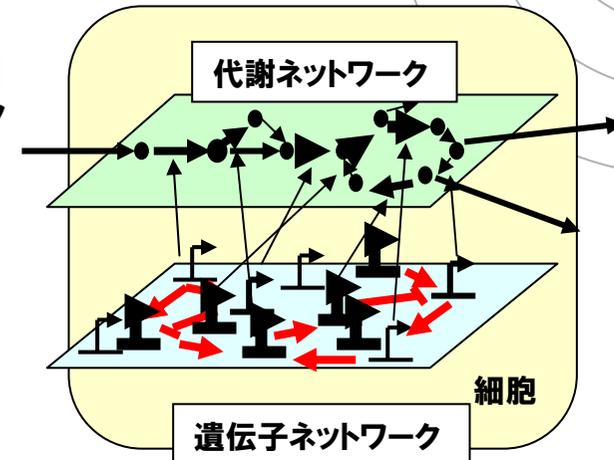
(スケールフリー：
べき乗則)

四方ら、Proc. Natl. Acad. Sci., USA, Vol. 100, No. 24, pp. 14086-14090 (Nov. 2003).

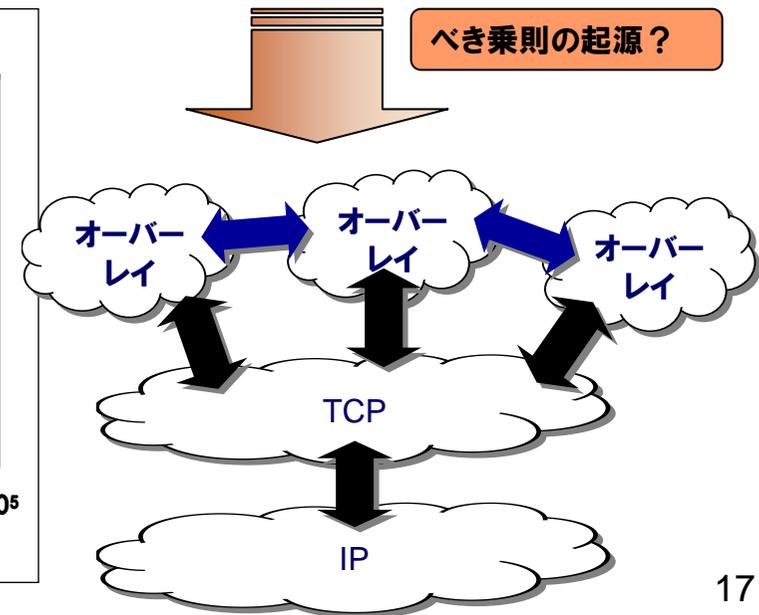


横軸：代謝反応の流れの大きさ[分子数/時間]

多階層をなす細胞のネットワーク



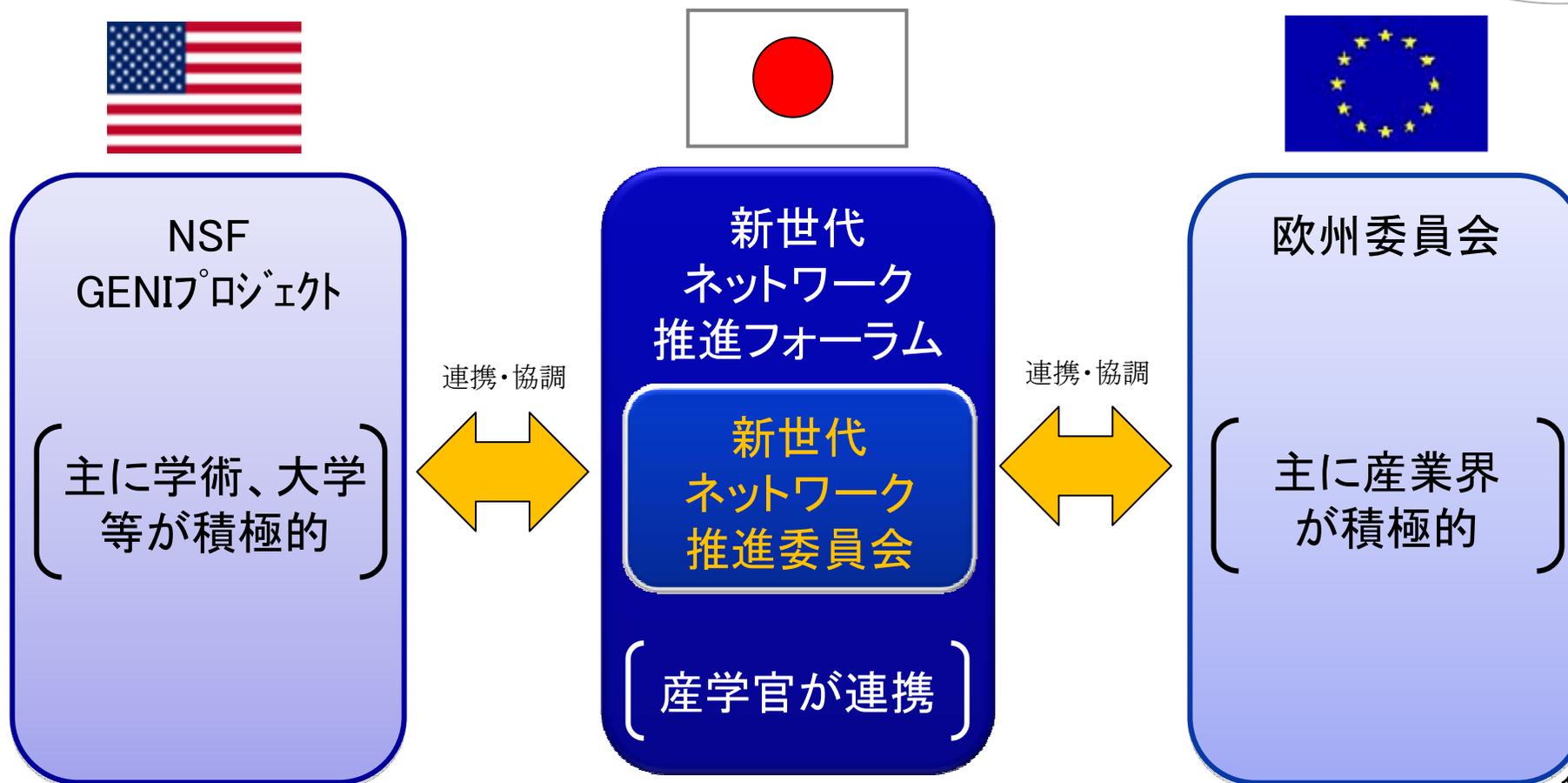
べき乗則の起源？



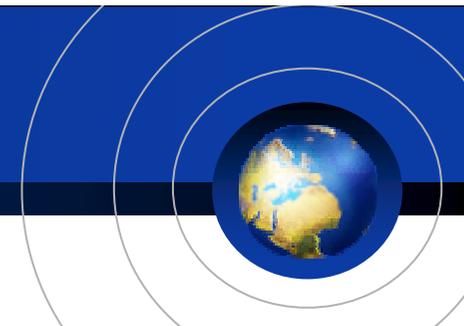
諸外国との協調・連携



- 新世代ネットワーク推進委員会を中心に、諸外国との連携を加速
- 国際共同シンポジウム、学術交流、人材交流等を積極的に推進



新世代ネットワークの推進に向けた3本柱



NICT自らの施策

I 新世代ネットワーク研究開発戦略本部の設置 (10/1)

ALL JAPANとしての施策

II 新世代ネットワーク推進フォーラムへの積極的貢献

実証実験の推進

**III ネットワーク実験のためのネットワークの構築
(JGN2⇒JGN2plus(仮称)へ)**

NiCT

Universal Communications

