

# 新世代ネットワークに何を求めるか

新世代ネットワーク推進フォーラム

齊藤忠夫  
東京大学名誉教授  
2009.11.11  
於 三田共同会議所

# 通信ネットワークの変革期



電話 - IP - ポストIP

有線 - 光 - 無線

ハードウェア非依存性

## 2010年頃の集中

基本通信	電話	ブロードバンド
TV	アナログ停波	2011.7.24
通信の全IP化	無線も並行	
IPv4	IPv6	2012年頃のアドレス枯渇

# 社会システム化された情報伝達 (宛先の表現)



伝統的通信では宛先が分かっていることが前提になっている。

信書の伝達

駅遞制度

郵便制度

Telegraph (セマフォ - 通信)

電信 (Electrical Telegraph)

信書以外の情報伝達

電話、データ通信

受信者の特定

個人名

Geo Address: 行政的管理を主体とした地域区画 (住所)

検地、所有者の特定

: Street Address: 経路指定の第2階層

個人名あるいはGeo Addressと独立したアドレス

電話番号 IPアドレス

新世代ネットワークと言うときポストIP、あるいはIPアドレスを使わない通信と言うことがある。アドレスは通信の歴史とともに変ってきた通信の一側面であり、通信をポストIPと言うだけでは主張は伝わらない。

# 伝達目的(対話)



## 返信への期待

通信・ブロードキャスト/マルチキャストの差

### アドレスと名前を指定した通信

あて先のID(名前)が分かっていることは通信の大前提であるように見える。これ以外の通信は例外的にしか考えられていない未開拓領域である。

Network of thingsでは宛先のIDが分からなくても通信したい要求はより一般化する。

### Geo Addressのみの通信

### コンテキストに対応した通信

そこにある物あるいは人との通信

“なげメール” : 技術的 / 上品な用語がない(新しいコンセプト)

分かっている相手のそばにいる人との通信(相対Geo Address通信)

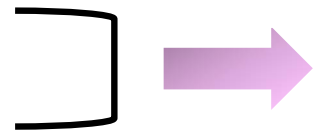
隣を走っている車との通信

# ネットワークは多様な制約の下に発展して来た。



制約を克服する技術構造  
事業構造

コスト構造



制約

光ネットワークの容量

一本当りの容量

100Tb/s

スイッチのコスト

電気スイッチ

光スイッチ

電波活用のスケーラビリティ

過去においてインターネットはそれ以前のインフラの制約を乗り越えて新ネットワークを構築してきた。

ARPANETから数えて30年を要した。

# インターネット



音声通信ネットワーク      データ通信ネットワーク

コンピュータの発展に対応

ムーア則に対応したコスト低下      インフラのユーザが主導建設

ARPANET      一般化(1968 - 1992)

1980年代までは幅広い需要は想定されていなかった。

## 無用      有用

20世紀の終りの四半世紀で多数の変化が生じた。

パーソナルコンピュータの一般化

多くのサービスの参入による有用性の出現

この有用性はネットワークが作ったものではなく、ネットワークのエンドユーザが作ったものである。

オープン性、ユーザ主導性の性善説の限界で、セキュリティに代表される欠点が顕在化した。

欠点を解決するために多様な新世代ネットワークの議論が始まった。

# 新世代ネットワークに関する世界の研究



インターネットの成功を受け、更なるネットワークの発展。

インターネットの優れた点を残し、欠点を解消する。

インターネットが国のプロジェクトを起源としていることから、国プロジェクトへの期待が高い。

アメリカ: NSFのプロジェクトとして

FIND (Future Internet Design)

GENI(Global Environment for Network Innovators)

アメリカのDARPAはTCP/IPとは異なる通信プロトコルでロキードマーチン等に31Mの発注をした。

(2009/10/16) これはsecurity,帯域割り当て,優先制御を持ち、独自プロトコルでハッカーの発生を減らすことを期待したものである。

ヨーロッパ: FP7の下に

Pervasive and Trusted Network Service Infrastructure

# 新世代ネットワークに関する世界の研究の狙い



いずれも

Security

Manageability

Real time性

を配慮し

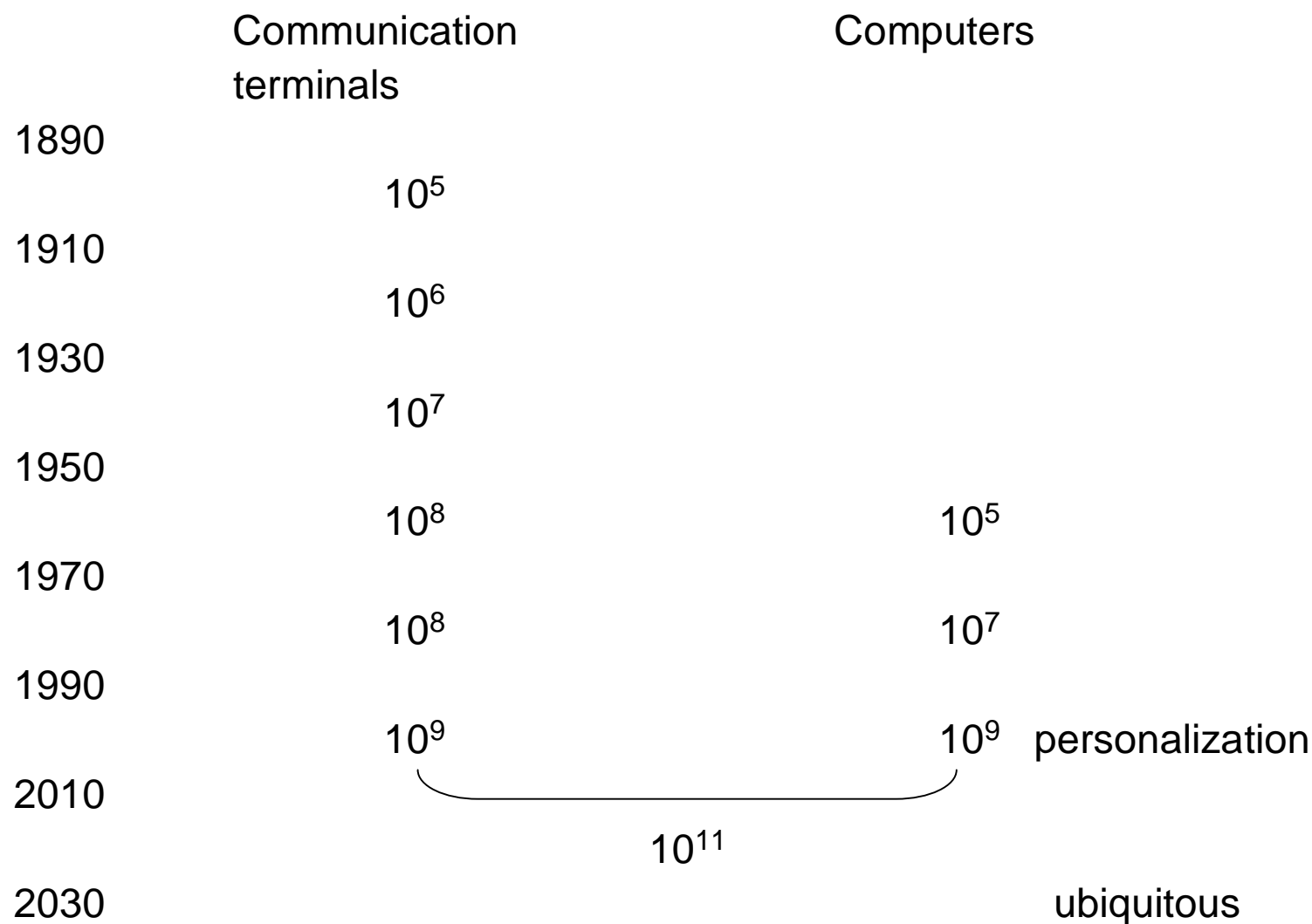
新しいネットワーク機能、サービス、アーキテクチャ  
社会のニーズ、有用性  
の主張が多い。

多くの研究は個別的である。

ここの機能を統合して体系化したものになっていない。  
新世代ネットワークの姿は見えていない。



# ネットワーク利用者の飽和とその克服



# ユビキタスネットワーク



世界の人口60億に対し、通信端末は70%の人口普及率。

高性能コンピュータも10億～20億の普及。

人間のための通信ではこれ以上の需要は発生しない。

ユビキタスネットワークにおいて

1000億台の高性能コンピュータとその相互接続のネットワークのニーズをどのように作り出してゆくか。

当然機械と機械の通信が主となる。

このような通信の需要はあるのか、何が求められるのかを具体的に検討しなければならない。

需要はないと言うのは常識的。常識に従って開拓しなかったところは敗者となった。

需要を見てネットワークを作るといふとき、個別需要に対応したネットワークを考えてはならない。共通の社会基盤を設計することが重要である。

# Network of Things



- 医療、環境、災害対策、交通、物流、工業、農業、生活、娯楽などの点での応用は広く論じられている。
- 個別には大きな市場を生まないかも知れないがまとまれば大きな市場になる可能性がある。
- 個別の活用では個々に性能要求は異なる。ネットワークとしてはすべての要求を全体として満たすことが求められる。
- 現在論じられている活用では人のネットワークで実現されるパラメータのまま実現できそうな活用法に限定して論ぜられる傾向もある。
- Network of Thingsの研究が新しい活用に広く使えるようなネットワークとして進められるようになれば新世代ネットワークを論ずる手がかりになるろう。

# Network of Thingsの性能要件



多くのネットワークで人間と人間の交信を想定したパラメータで性能は満足されており、それを脱却した性能を求めることはほとんどない。  
Network of Things でも人間の通信に使われるネットワークを暗黙の前提にし勝ちである。

Latency for Setup

0.1msec – 10msec – 1sec – 100sec

Distance of Communication

0.01m - 1m – 100m – 10km – 1000km

Data Speed

1b/s – 100b/s – 10kb/s – 1Mb/s – 100Mb/s

Coverage

point, surrounding, linear, plane(operator, national ,global)

Addressing

location, person, vehicle, machine, situation

Error rate

$10^{-9}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-1}$

Technology life

5 years, 10 years, 20years, 100years

# 役に立つことを主張するネットワーク 研究の危険性



研究が社会に役に立つことは当然必要である。

多くの社会的な困難が存在することも現実。

ネットワーク研究は社会の役に立つ研究であることは当然。

個別の研究ごとに役に立つことを主張すると、その目的を満足すればよしということになる。こうして狭い目的で役に立ったシステムはそれ以上に発展しなければ、ほどなく消滅する。初期の効用を超えより広い社会の基盤にならない。

ネットワーク研究では現在の個々社会問題の解決に役に立っても意味はない。

日本の科学技術基本計画、第3期では2006～2010年で5年間25兆円の研究費支出が計画されている。

国の研究計画では現在の社会問題の解決するという説明が求められている。

生涯健康(再生医療、介護ロボット)

安全・安心(防災、救急医療、見守り)

多様な人生(バリアフリー・テレワーク)

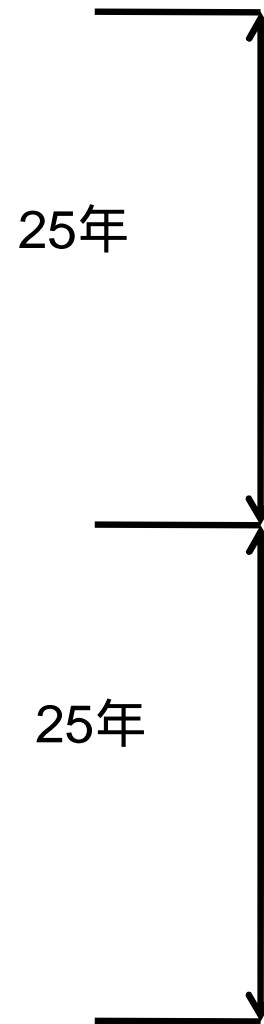
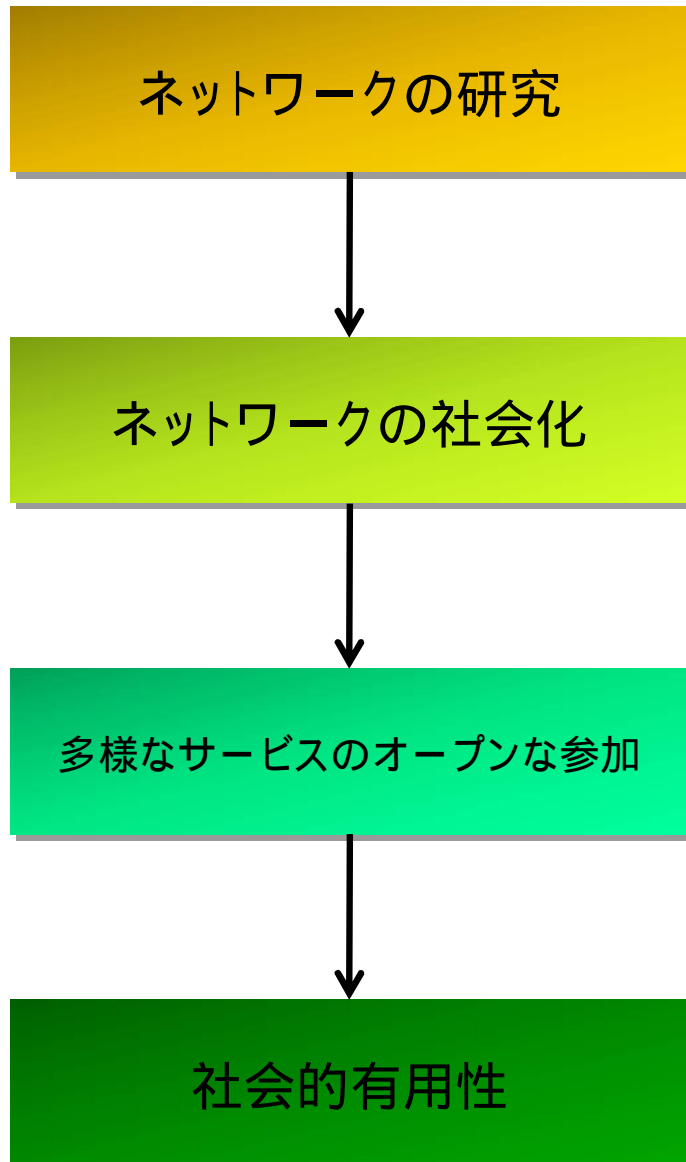
世界的課題の解決(省資源、省エネルギー)

世界に開かれた社会(コミュニケーション、相互理解)

(イノベーション25 2007.6.1)

ネットワーク研究はこれらを含めすべての問題解決の共通の基本になるべきである。個々の問題解決ごとにネットワークを主張すれば、将来のネットワークの基礎となる汎用性の実現の阻害要因になる。

# インターネットの例



ネットワーク研究では初期には需要はないと言われることが多い。この時期をいかに克服してゆくかが重要。

狭い意味の役に立ったネットワークは時期につぶれてゆく。

# 将来のネットワークに向けた課題



ユビキタスの時代のネットワーク

1000億端末時代

それぞれの想定アプリケーションに対応した

通信モード、アドレス

性能レンジ

無線 / 有線

これらの目的に対応したパラメータセットを持つ単一のネットワークが求められる。

基本の条件として

ネットワークキャパシティのスケラビリティと品質保証

無線、スペクトル活用、光ファイバ

ネットワークの消費電力の低減

アーキテクチャの共通化

オープン性とセキュリティの両立