



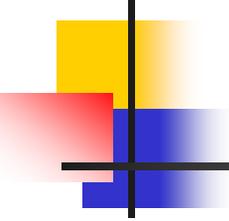
劣通信環境を克服するDTN

～遅ればせながら2006年新春のよろこびを 申し上げるネットワーク～

2006年12月21日

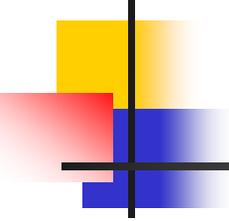
NICT九州リサーチセンター

高橋 正生 ・ 森山 敦文



Agenda

- DTNの概要
- 事例
- DTNの技術
 - 標準技術
 - 要素技術
- 今後の展望



Agenda (高橋)

- DTNの概要
- 事例
- DTNの技術
 - 標準技術
 - 要素技術
- 今後の展望

インターネットに不満はありませんか？

例えば、

- E-mail送受信中に、切断したり....

その後

- E-mailが届きにくくなったり....

例えば、

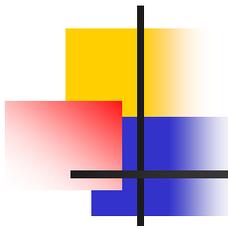
- Skypeの通話中に急に音声が遅れたり....

そして

- 通話が切れたり....

「えっ！何？」って
思いませんか？

インターネットは高速になっていますが、こんな問題もあります。



インターネットは....

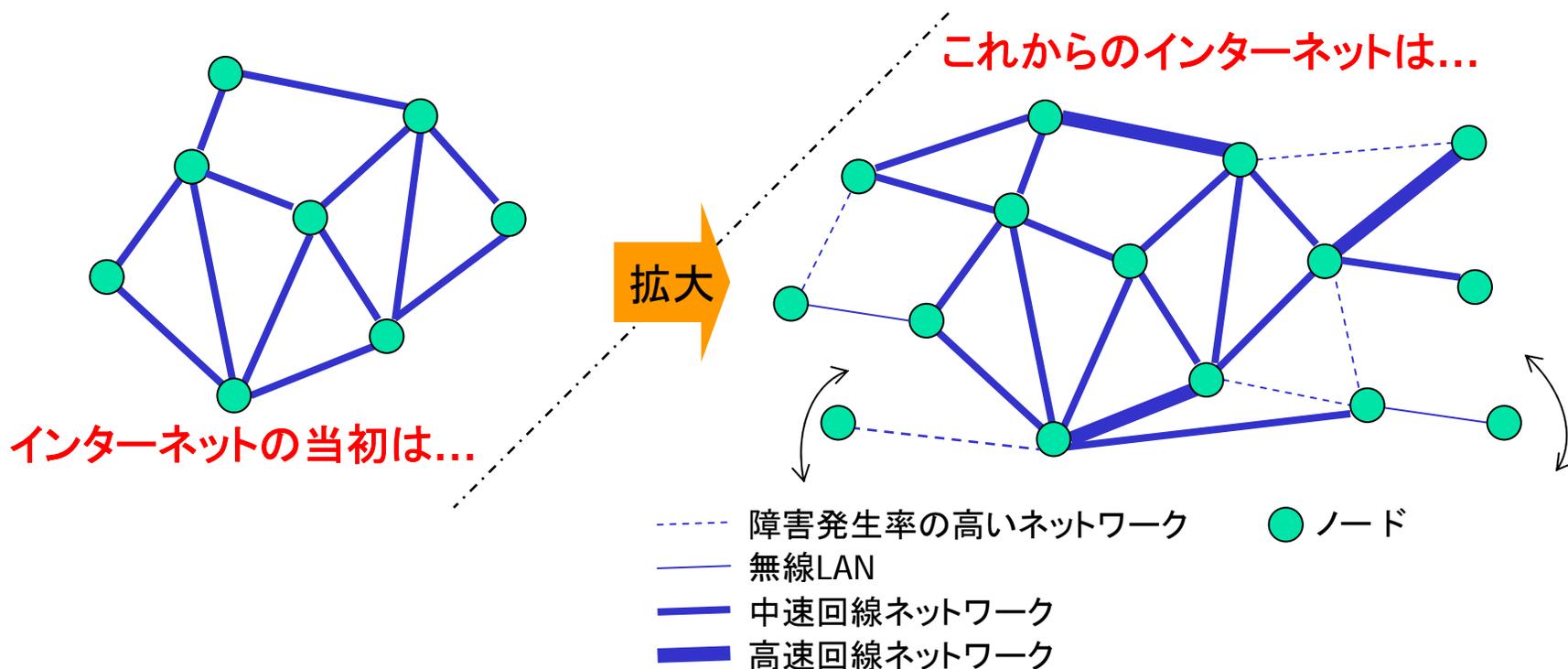
インターネットの暗黙の仮定として、

- (1) End to End間の通信が継続出来るように何時でも繋がっている。
- (2) TCPではパケットが届いたことを確認し、End to End間を保証している。
- (3) パケットロス(エラー発生)が比較的に小さくなるようにネットワーク構築されている。

であった。

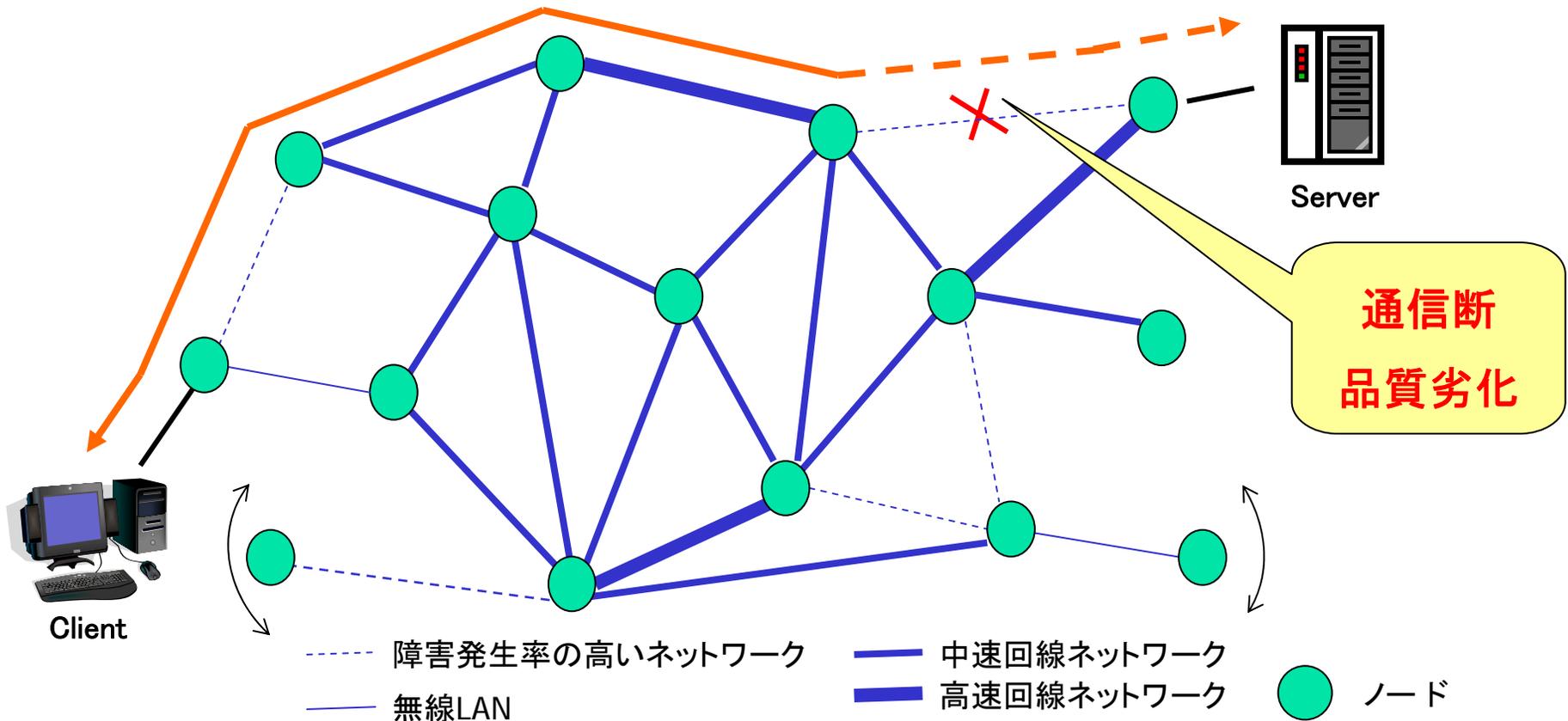
ところがネットワークが拡大し...

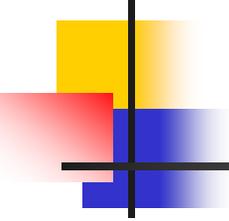
ネットワークの拡大により、**不安定要素**（障害発生頻度の高いノードやネットワーク、低速回線（無線LAN）等）を持つネットワークとの接続が増え、インターネットに極端な多様性が生まれた。



通信の問題

極端な多様性によって、通信断・品質劣化が多発し、**劣通信環境**が生まれた。





劣通信環境とは

劣通信環境とは、

- (1) 隣接ノードの不確定性・不連続性
- (2) End to End遅延の巨大化、変動

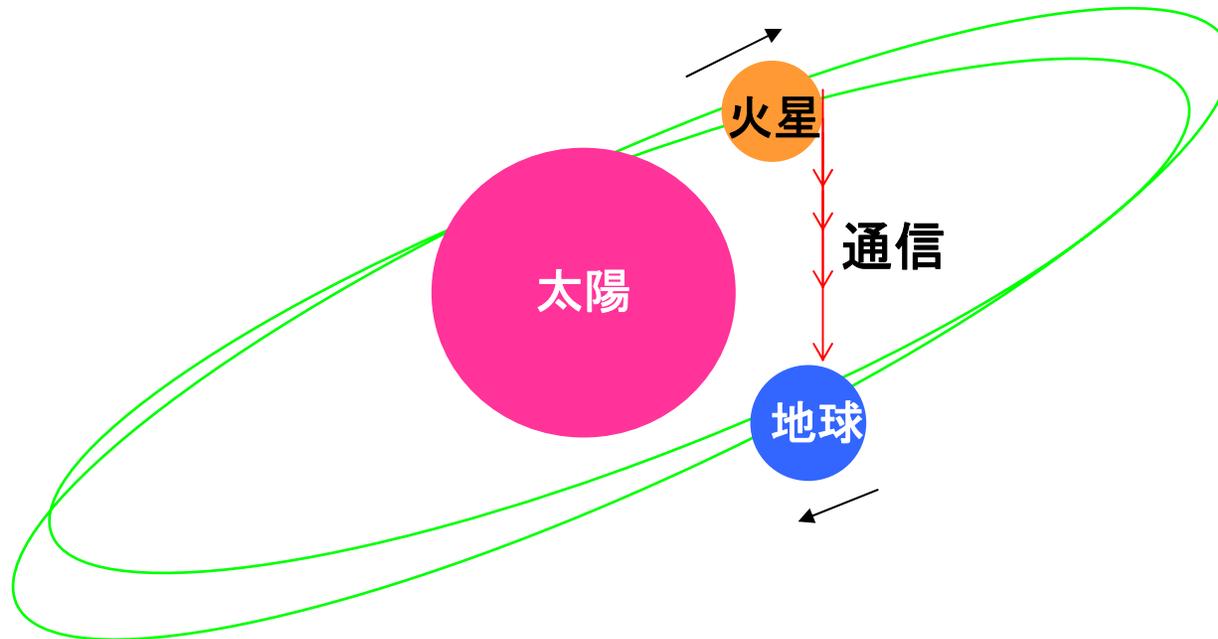
などが発生している環境をいう

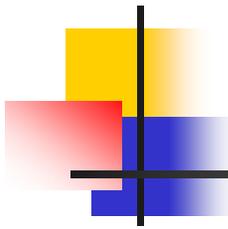


克服する新たなネットワーク技術が必要になった
Delay/Disruption/Disconnect Tolerant Network (DTN)

IPN: Interplanetary Network

惑星間インターネット(IPN)は、惑星は周期的に軌道を描く為に、火星にいたっては、太陽の陰から現れる時間を想定(予測出来接触型ネットワーク)して、地球と通信を行うことが可能。





DTN技術

DTNの技術的なキーワードとして、下記のもものが挙げられる。

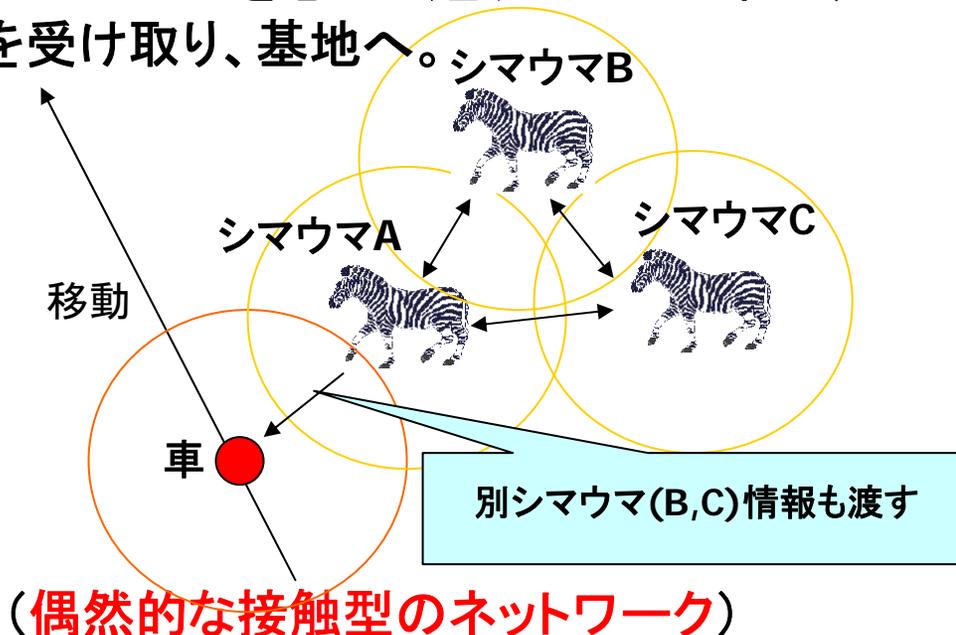
- 蓄積転送 (Store Carry Forward)
- **経路選択**
- **データ符号化**
- フロー制御、再送制御
- **名前付け、アドレス解決**
- セキュリティ
- アプリケーションインターフェース

事例(1) ZebraNet

35000頭のシマウマの生態情報を収集するプロジェクト

ケニア高原で35000頭のシマウマの首輪にセンサーをつけて、シマウマAは、シマウマBやCに擦れ違うことでBとCから個々の生態情報を受け取る。

そこへ、シマウマAのセンサーを感知し通りかかった車に、シマウマAから3頭分の生態情報を受け取り、基地へ。



仮想事例(1)メール駅留ネット

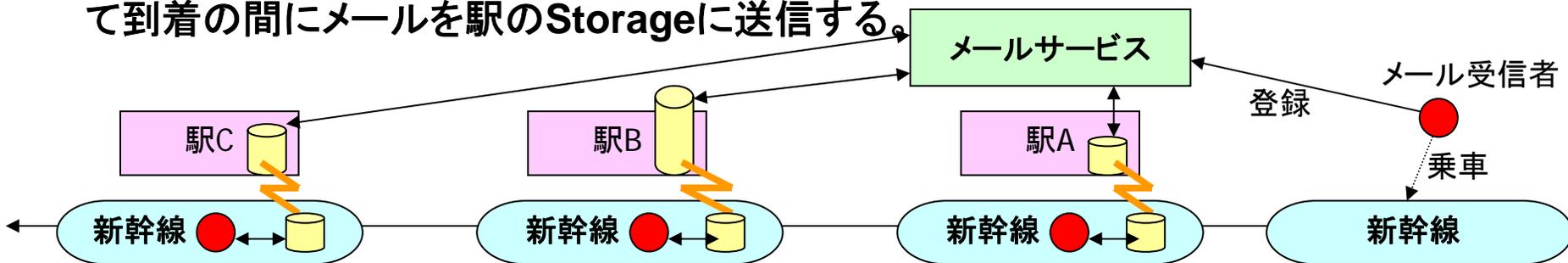
新幹線内部で快適にメール受送信が出来るネット

メール受信者は予め新幹線に乗車する前に、行き先と車両番号などをメールサービスに登録。

メールは、新幹線が到着前に(大容量な)メールを各停車駅のStorageに貯めて新幹線の到着を待つ。

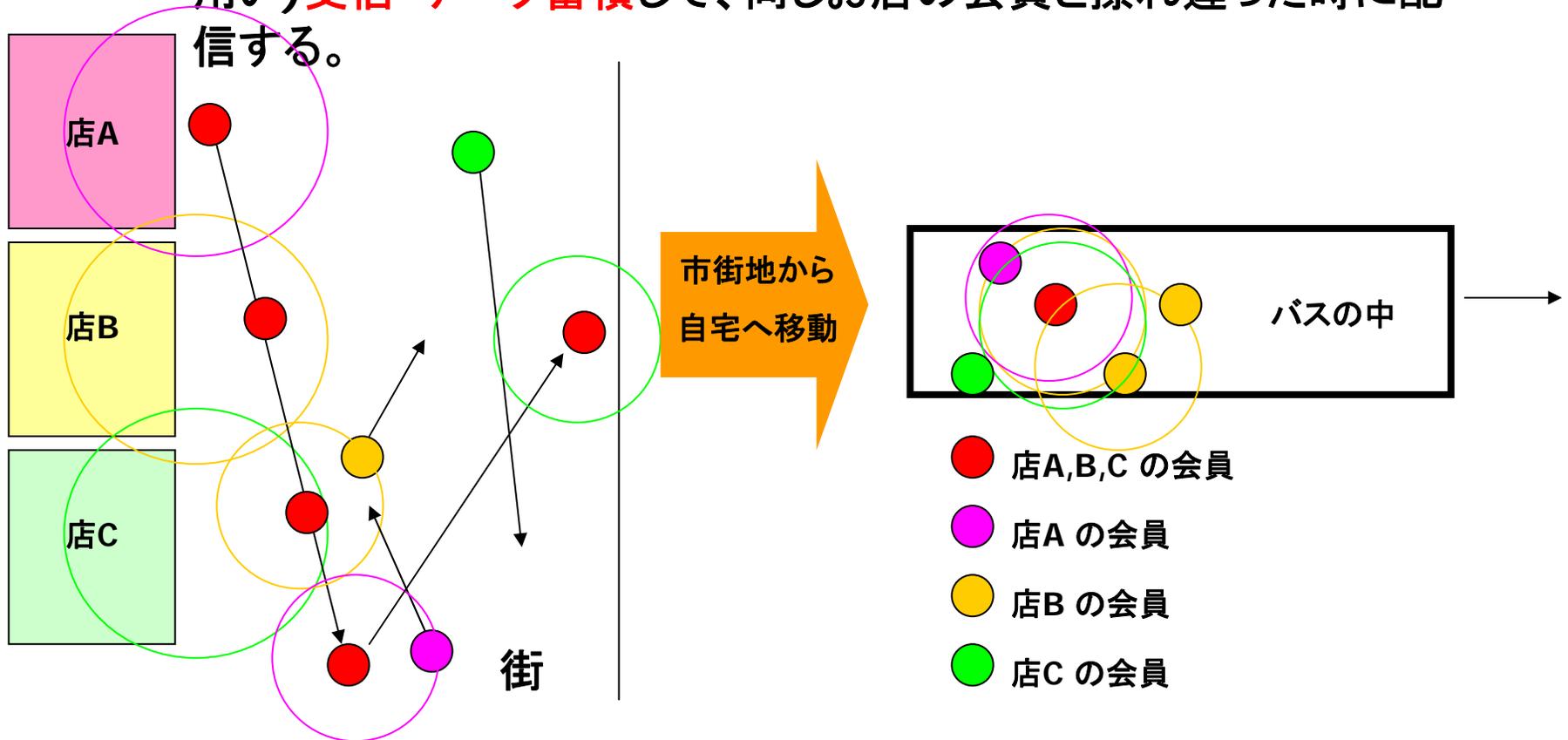
到着した新幹線は、駅のStorageから新幹線内のStorageにメール貯める。

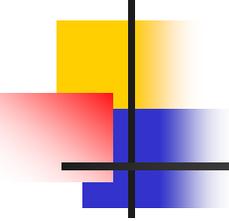
同時に、出発から新幹線内で送信されたメールは、新幹線内のStorageに貯められていて到着の間にメールを駅のStorageに送信する。



仮想事例(2)PDAくちこみネット

お店のCMや街で配布している号外等の動画・画像データを Access Point に近づいた時点で、PDA (Mobile PC / iPod 等を用い)受信・データ蓄積して、同じお店の会員と擦れ違った時に配信する。





Agenda (森山)

- DTNの概要
- 事例
- DTNの技術
 - 標準技術
 - 要素技術
- 今後の展望

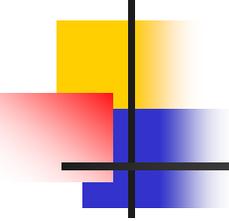
DTNの標準化体制

- ISOC (Internet Society) :
インターネットの情報提供
- IETF (Internet Engineering Task Force) :
インターネット技術の標準化
 - 標準 : RFCなど
 - 草案 : インターネット・ドラフト
- IRTF (Internet Research Task Force) :
インターネット技術の研究
 - DTNRG : DTN研究グループ

IPNSIG

IPNRG

バンドル層

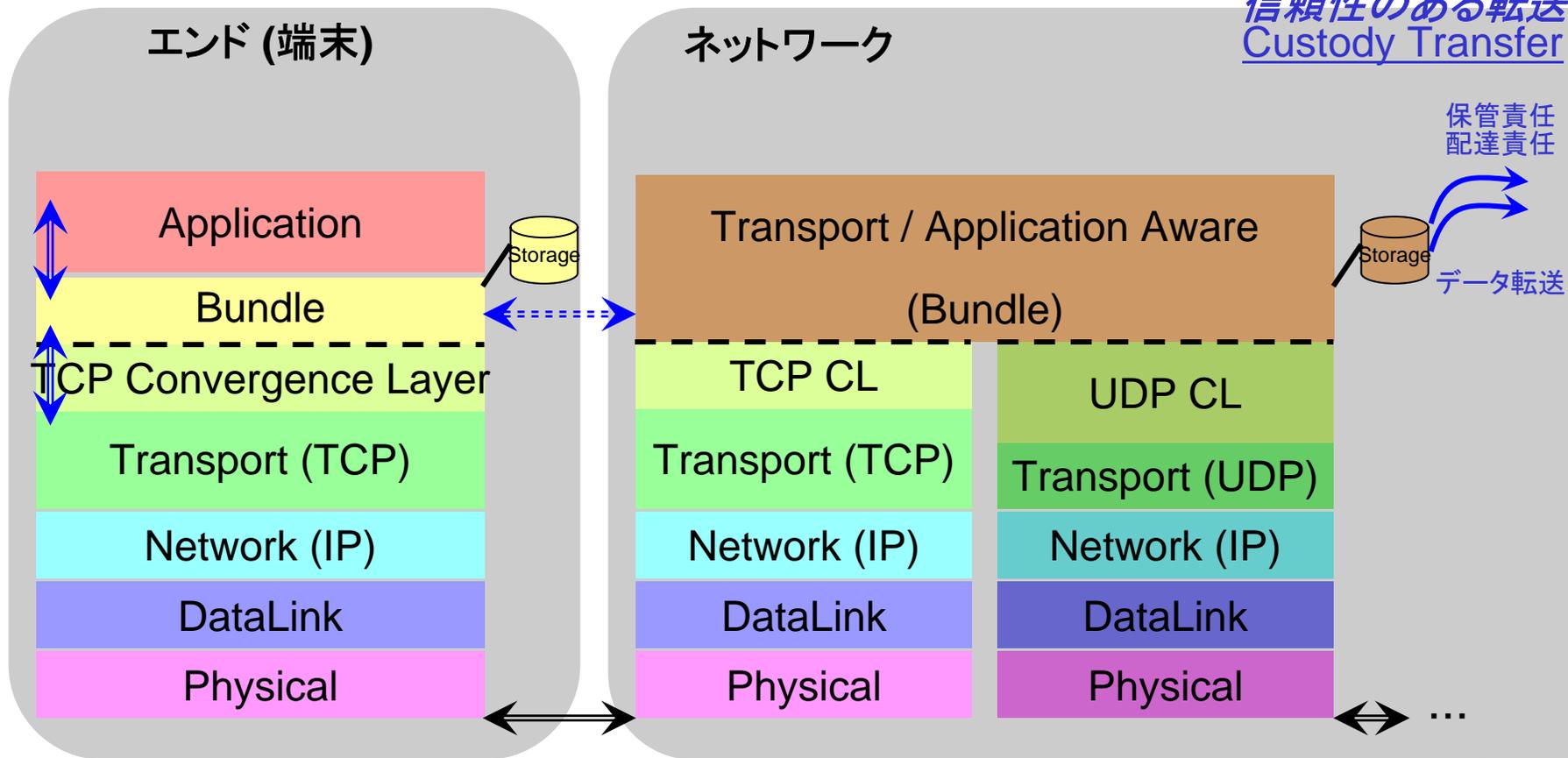


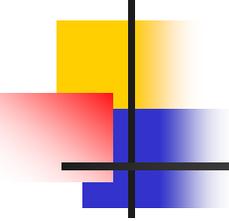
DTNの標準化動向

- DTNREG提案中のインターネット・ドラフト
 - DTNのアーキテクチャの提案 ← **バンドル層**
 - バンドルプロトコル
 - バンドルプロトコルの拡張
 - バンドルの入れ子構造
 - ワンホップ情報の埋め込み
 - リックライダー転送プロトコル(LTP)

...など

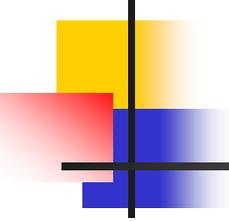
標準技術(バンドル層)





バンドル層の名前づけ

- バンドルのヘッダで送受信者の識別 ⇒ Naming
 - DNSのようなEarly Bindingが使えない。
 - 遅延が大きいためBindingに時間がかかってしまう。
 - 異種ネットワークの相互接続を考えているので相手側のアドレス形式が解釈できない。
- ↓
- Late Bindingを使って最後の最後に名前解決。



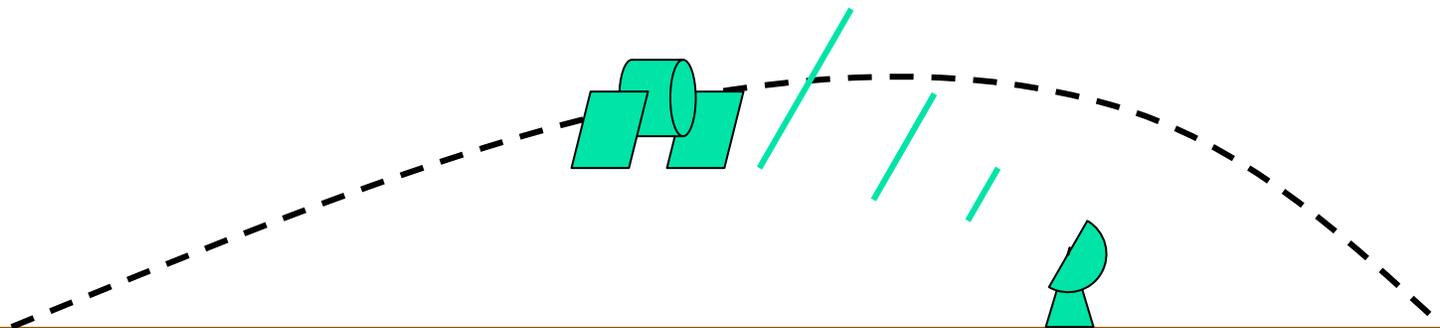
要素技術(RoutingとCoding)

- ネットワークの影響を最小にとどめたい。
「どこを通るか？」
→ Routing (経路選択)
 - メトリックの選択: 遅延を減らす、配達率を高める、...
- そのようなネットワークでも効率よく配達したい。
「どうやって通すか？」
→ Coding (データ中身の工夫)
 - + 多く詰めるための圧縮
 - + セキュリティのための暗号化

...なども。

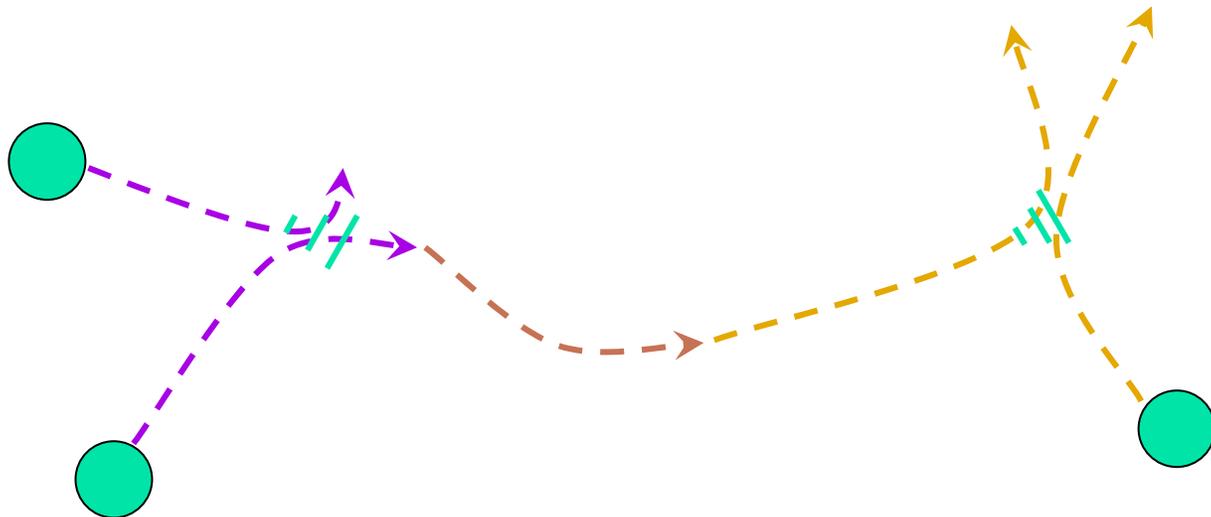
Deterministic (決定論的) Routing

- ネットワークトポロジー変化が
周期的／スケジュール／予想可能の場合
- 例: IPN, 新幹線上での通信, ...など。



Stochastic (確率論的) Routing

- ネットワークトポロジー変化が断続的／状態のよい時だけ／予想不可能の場合
- 例: ZebraNet, iPodを使ったアドホック通信, ...など。



Erasure Coding (例)

データを分割して送る場合

- 単純に複製を作る代わりに

メッセージを



分割して



単純に複製を作って



送って



復元しようとする



元のメッセージが復元できない!!



Erasure Coding (例)

- コーディングによって冗長性を生み出す。

メッセージを



分割して



コーディングによって冗長性を生み出して



送って



復元しようとする

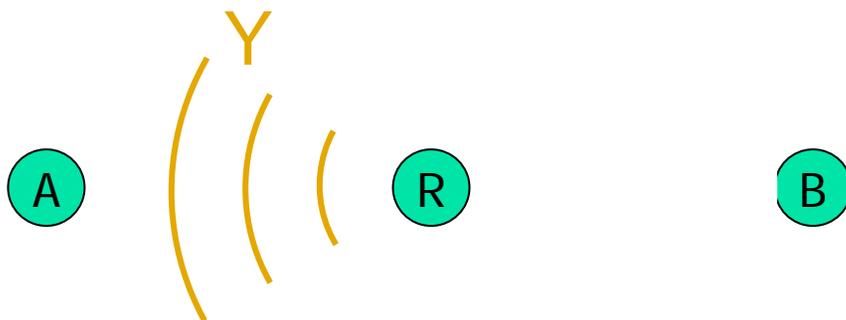


元のメッセージが復元できる!!



Network Coding (例)

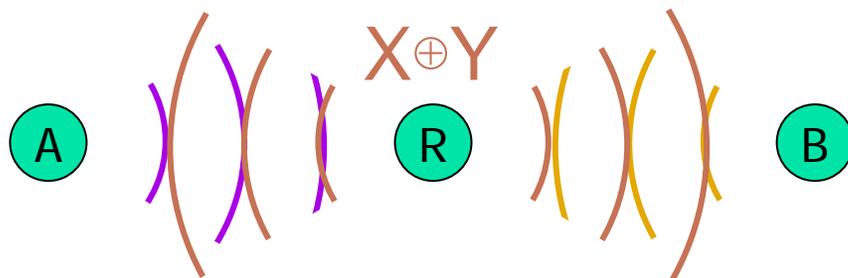
- $A \xrightarrow{X} B$ と $A \xleftarrow{Y} B$ をほぼ同時に送る場合
- Rで2回に分けて BにXを AにYを 別々に送る代わりに



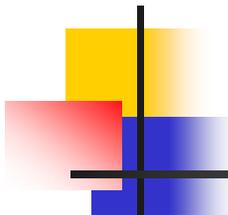
4回のやりとりが必要!!

Network Coding (例)

- Rで1回でまとめて AとBに $X \oplus Y$ をブロードキャストする。

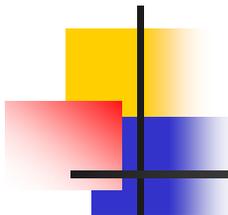


3回のやりとりで済む!!



まとめ

- インターネットの拡大、通信環境の多様化、情報アプリケーションの多様化
 - 従来のTCP/IPやそれを前提にしたアプリケーションでは対応できない「劣通信環境」(物理的制約、経済的制約)においても、情報交換・情報流通が必要
 - 宇宙やサバンナから被災地や都会の死角まで
 - それを克服するためのネットワーク技術: Challenged Network あるいは Delay/Disruption/Disconnect Tolerant Network (DTN)技術
 - バンドル層アーキテクチャ
 - 名前付け・アドレッシング
 - 経路制御とデータコーディング
 - アプリケーションとのインターフェース



今後の展望

◆(広義の)DTN技術の目標

- 従来型の情報サービスを、様々な「劣」通信環境(離島、山間部、港湾、鉄道、地下街、災害時空間等々)においても現実的なコストと少ないストレスで提供
- DTN技術によるモデルの拡大が新しい情報サービス(アプリケーション)を創出

◆「ユニバーサルアクセスのための**仮想アクセス環境技術の研究開発**」

- 仮想ネットワーキング技術:劣通信環境を含む不均一なネットワーク同士を仮想的に接続・統合する情報伝達・中継機構
- 分散情報流通アプリケーション技術:上記を利用した、極めて不均一な環境に分散した多様な情報を効率よく流通・管理するアプリケーション
- 上2つの間の効果的・効率的な連携のためのインターフェース
- 国際的なDTN技術研究・標準化を把握し、さらにそれらへの寄与を目指す