

物理網構成を考慮したハイブリッド型 P2P 動画像ストリーミング配信機構の提案と評価

大阪大学 大学院情報科学研究科

* 末次 信介

若宮 直紀 村田 正幸

NEC インターネットシステム研究所

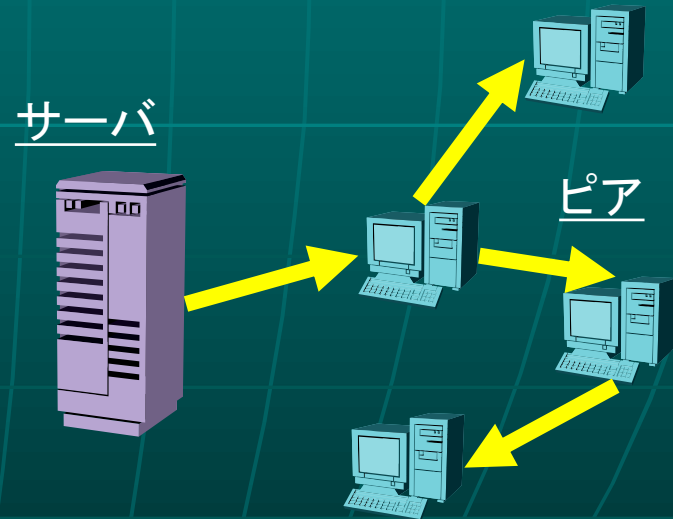
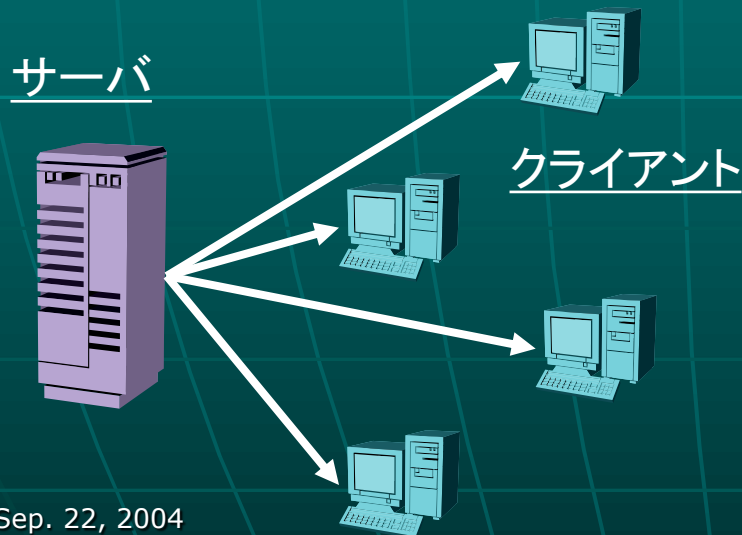
小西 弘一 谷口 邦弘

はじめに

- 研究の背景
- 研究の目的
- 提案機構の紹介
- シミュレーションによる評価
- まとめと今後の課題

研究の背景

- 動画像ストリーミング配信の普及
 - 動画像データを受信しながら再生
 - 映画の予告編、ニュース映像などの配信
- P2P 技術の発展
 - P2P マルチキャストによる動画像配信
 - サーバの負荷を軽減



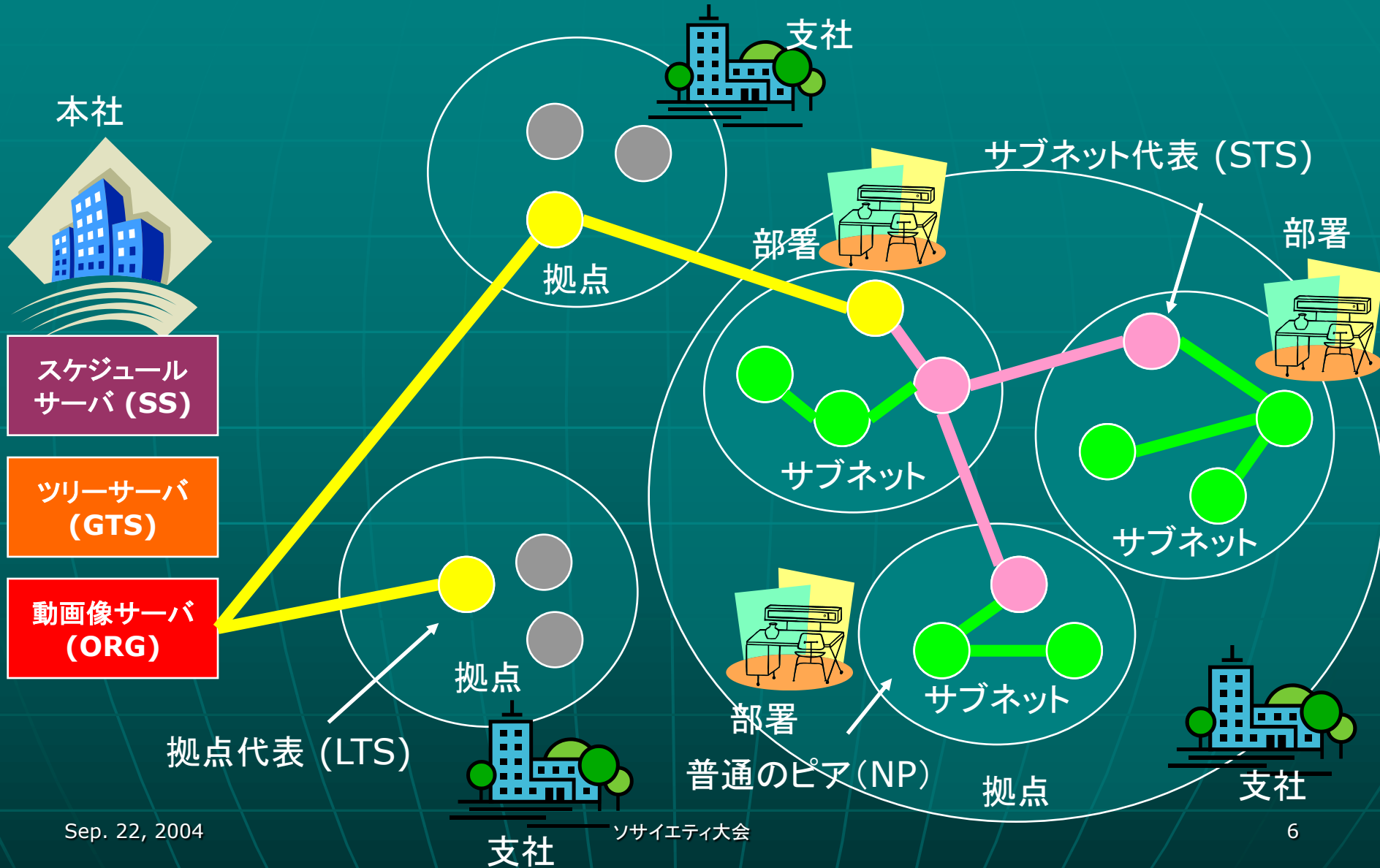
研究の背景

- 適切な配信ツリーを構築するには？
 - 遅延や帯域など、物理網特性を計測
 - 長時間の観測が必要
 - 観測のために新たにネットワークに負荷をかける
- 企業や大学などのネットワークでは.....
 - 組織構成にもとづいた物理網が構成されている
 - 支社や部署、学部や学科など
 - 物理網特性の計測が不要
 - 簡単に、かつ迅速に配信ツリーを構築

研究の目的

- 組織構成にもとづいて階層化されたネットワークを対象とした動画像ストリーミング配信機構を提案
 - 数千、数万のユーザを有する
 - 実用的な配信機構を提案
- 提案機構の目標
 - サーバやサーバ近傍の負荷集中の軽減
 - ネットワークの負荷の軽減
 - 物理網上で遠く離れたピアが繋がるのを避ける
 - 同じデータが同じリンクを往復するのを避ける
 - 再生開始までの待ち時間を短縮
 - 障害による、再生の途切れ時間を短縮

動画像ストリーミング配信機構の概観



動画像ストリーミング配信機構の概要

1. セグメント受信スケジュール決定アルゴリズム

- ピラミッドブロードキャストを用いる
 - 再生開始までの待ち時間を短縮

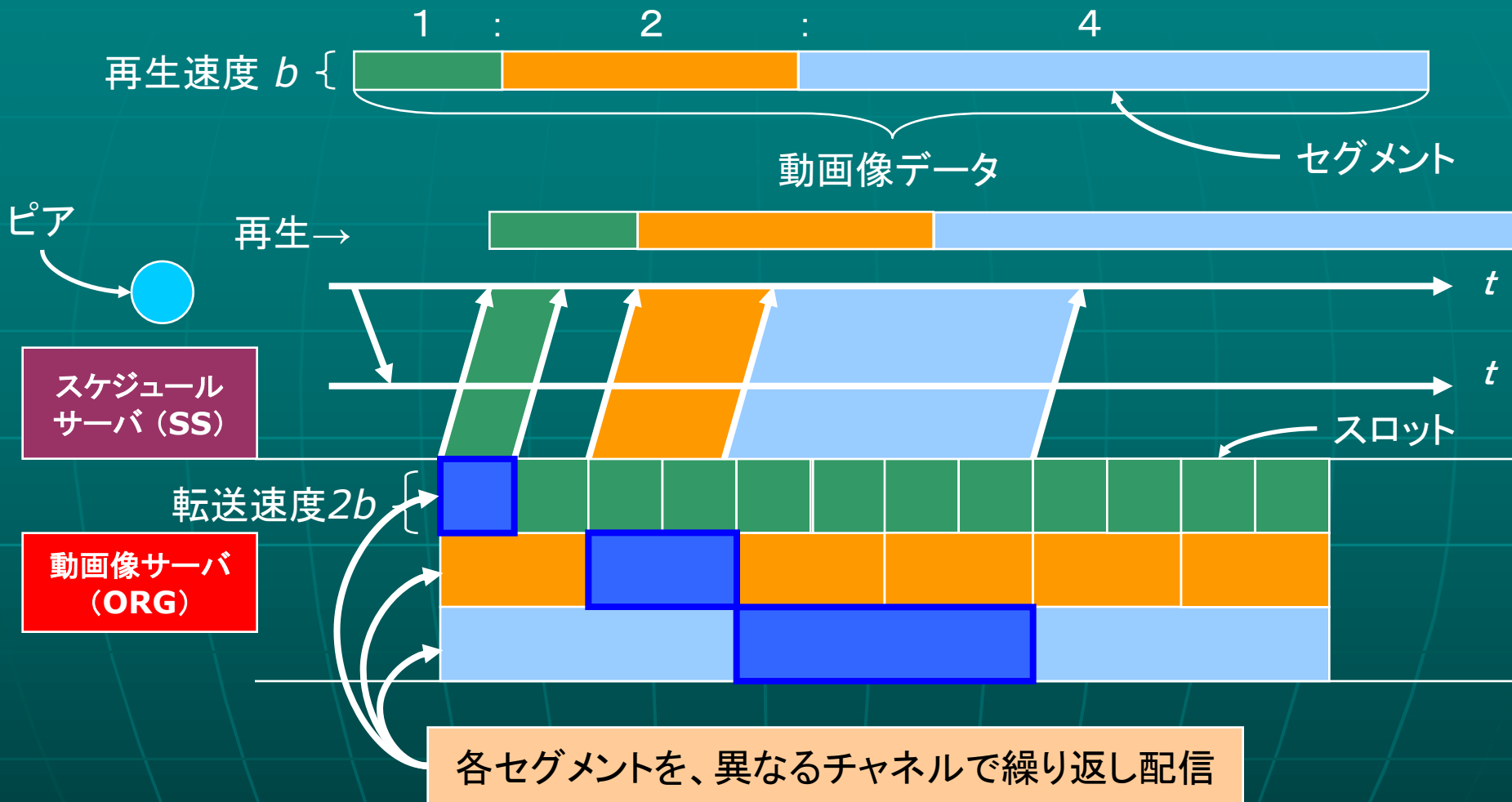
2. 配信ツリー構築機構

- P2P マルチキャストを用いた動画像配信ツリー構築
 - サーバの負荷を軽減
- 物理網構成にもとづく階層化
 - ネットワークやピアの負荷を軽減

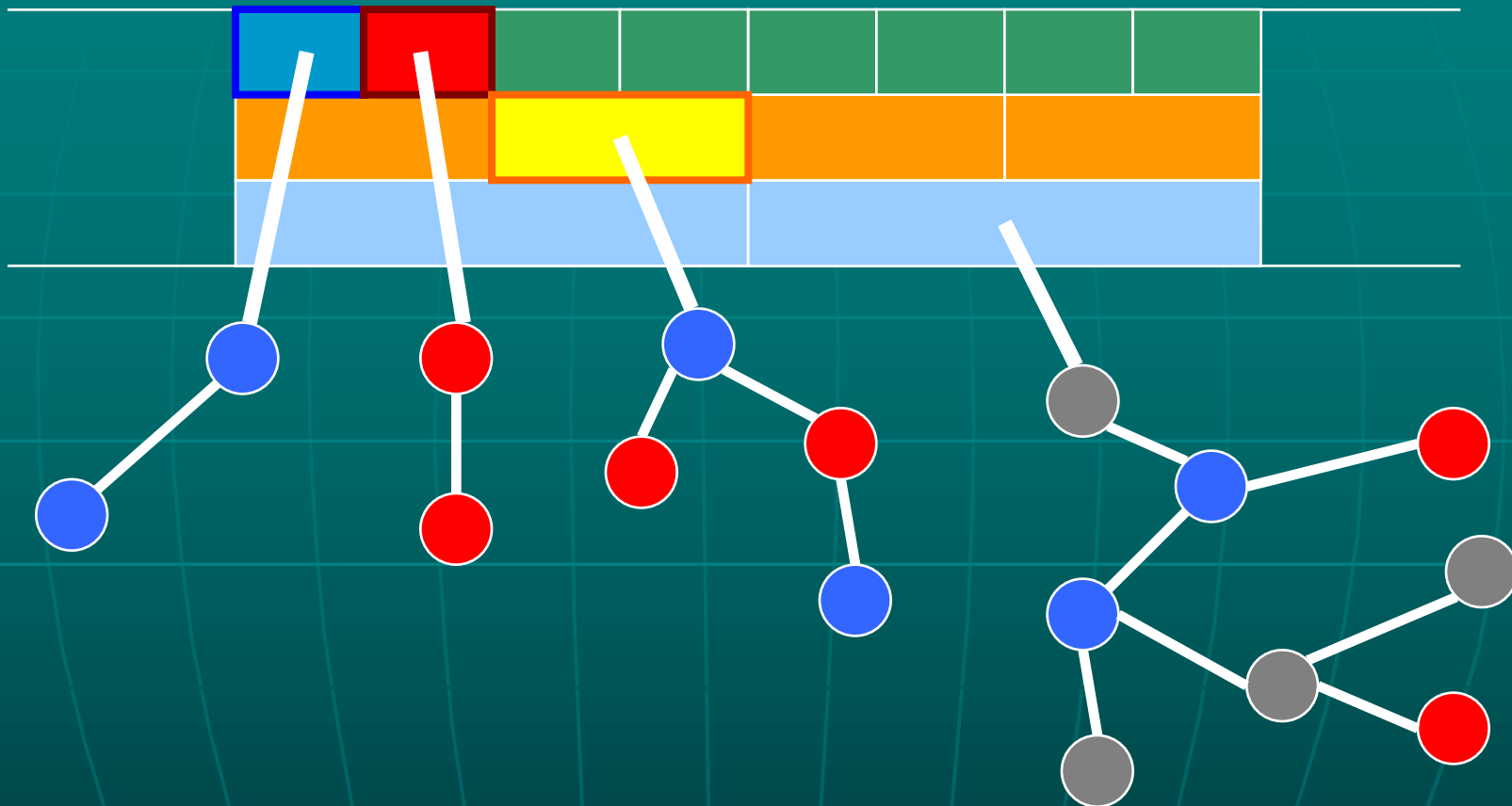
3. 障害回復機構

- 分散自律制御により短時間で障害回復
 - 障害時の動画像の再生の途切れを削減

1. セグメント受信スケジュール決定アルゴリズム ピラミッドブロードキャスト



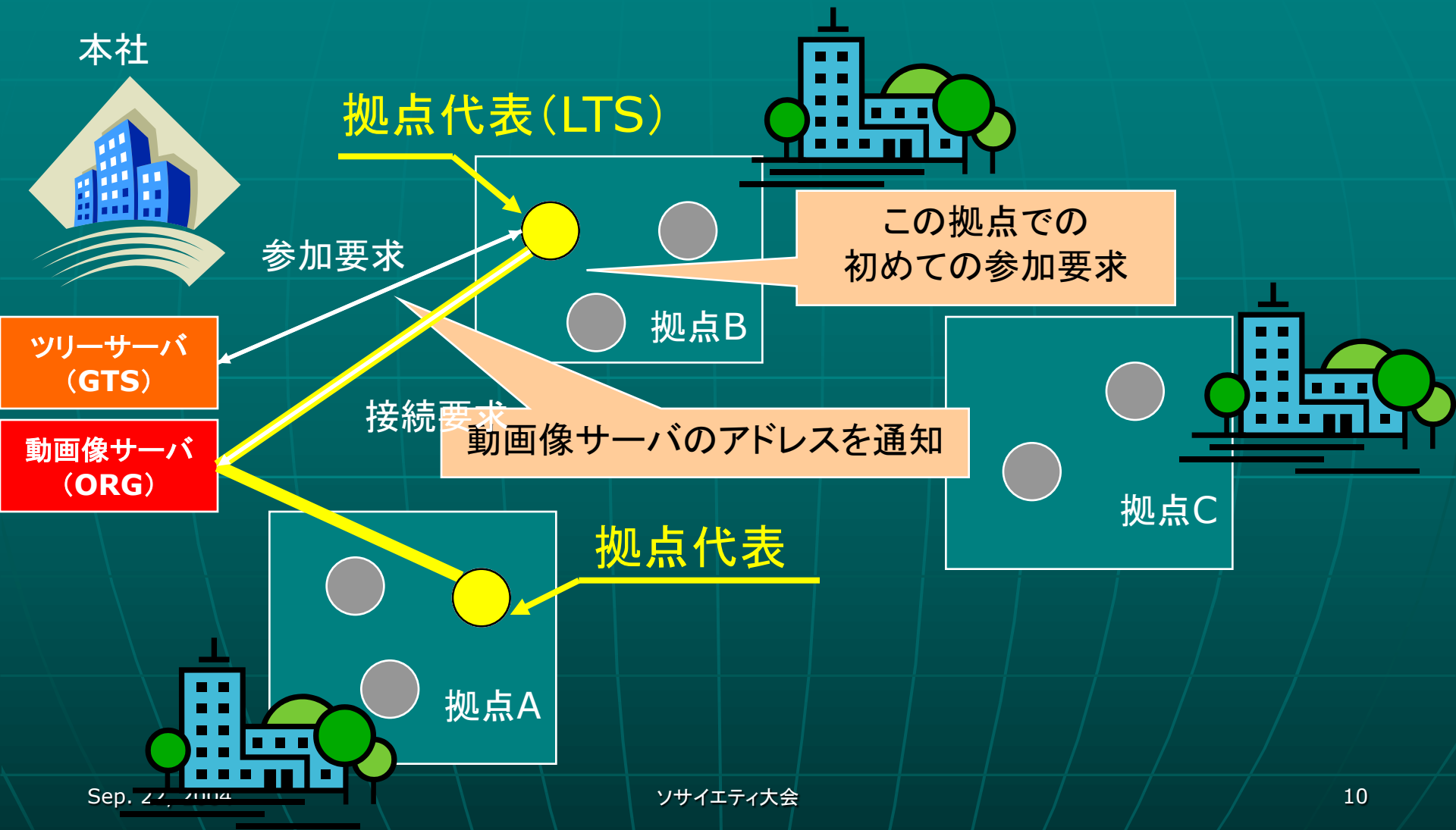
2. 配信ツリー構築機構



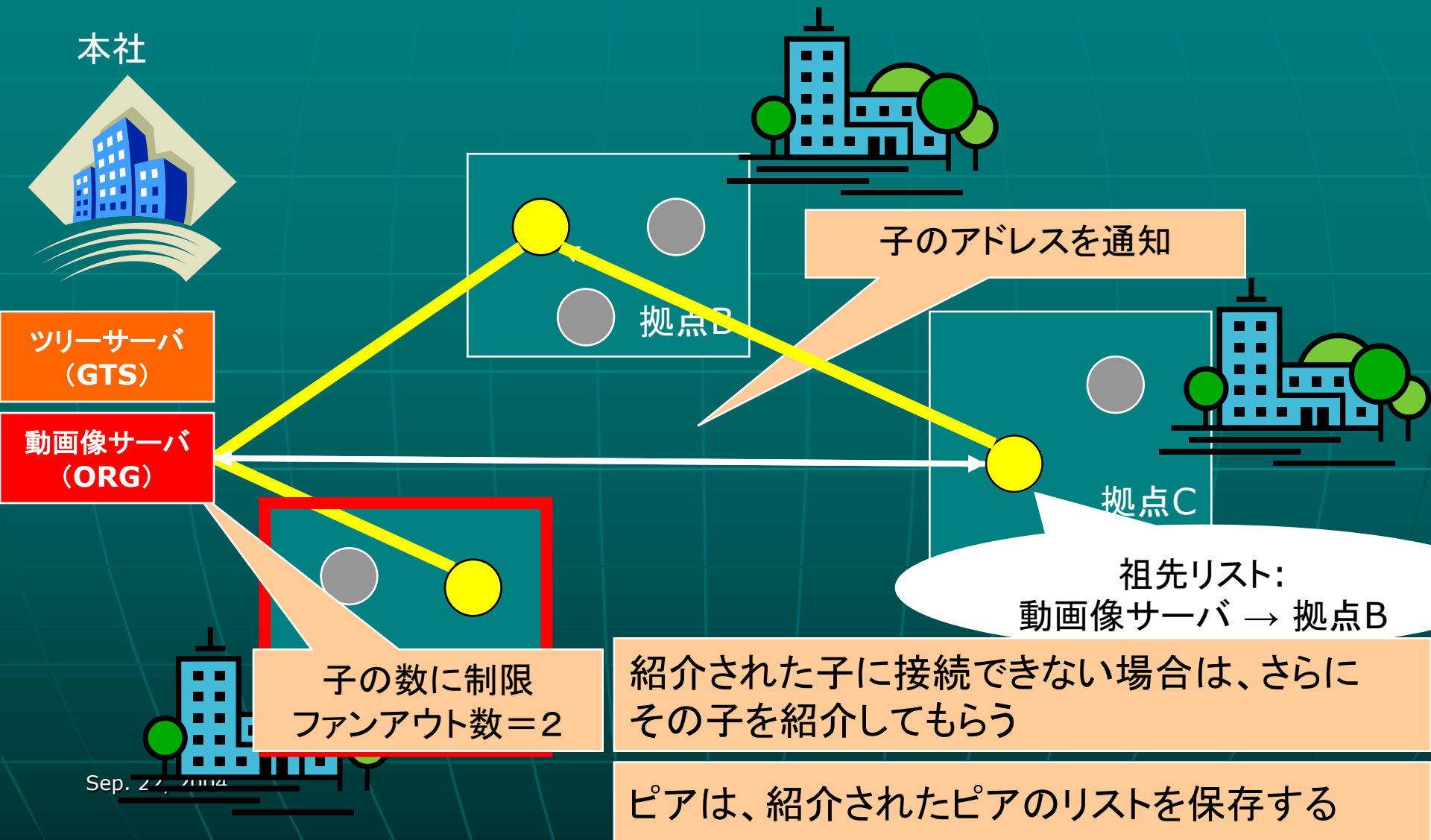
セグメント、スロットごとに配信ツリーを構築

2. 配信ツリー構築機構

拠点間ツリーの構築



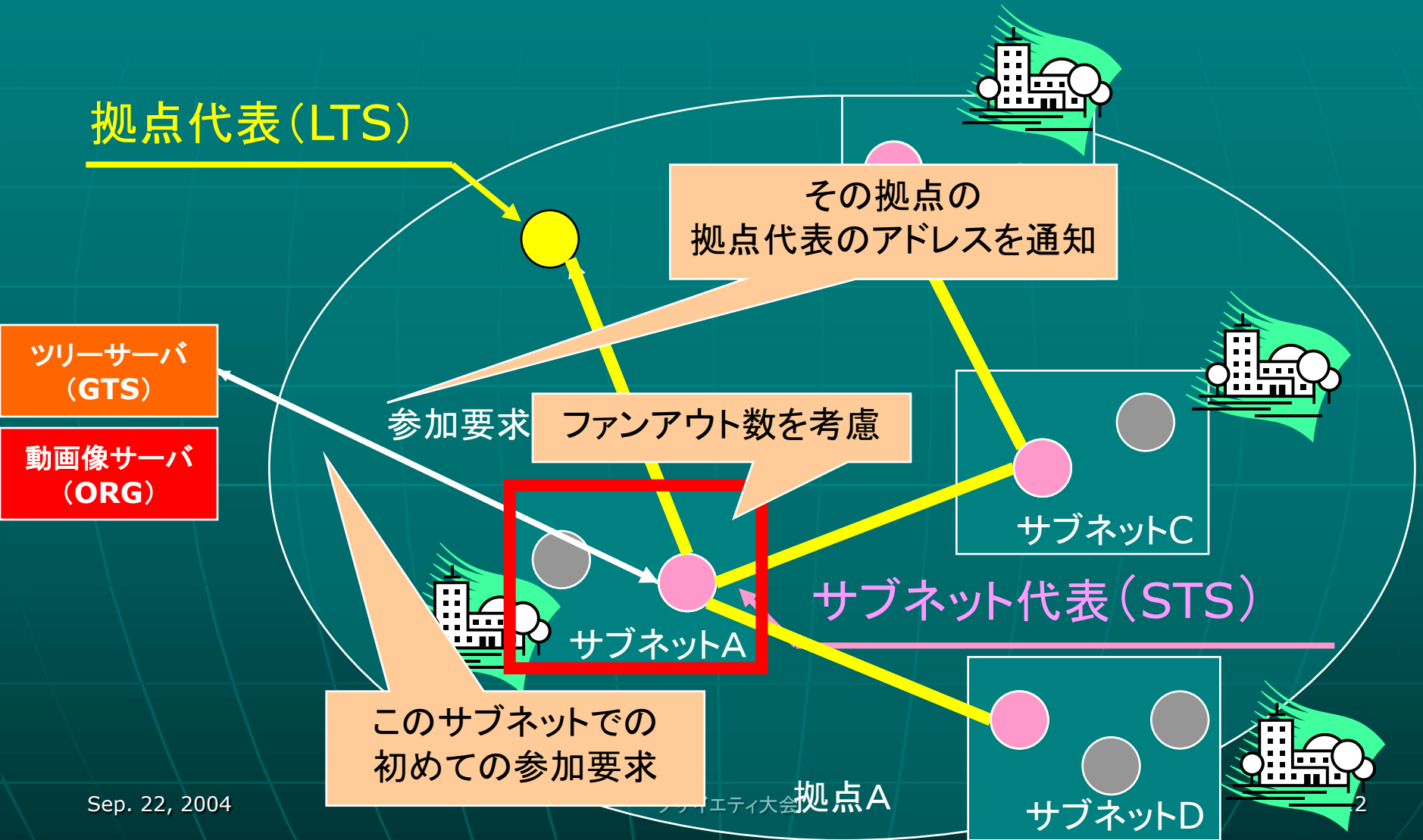
2. 配信ツリー構築機構 拠点間ツリーの構築



2. 配信ツリー構築機構

サブネット間ツリーの構築

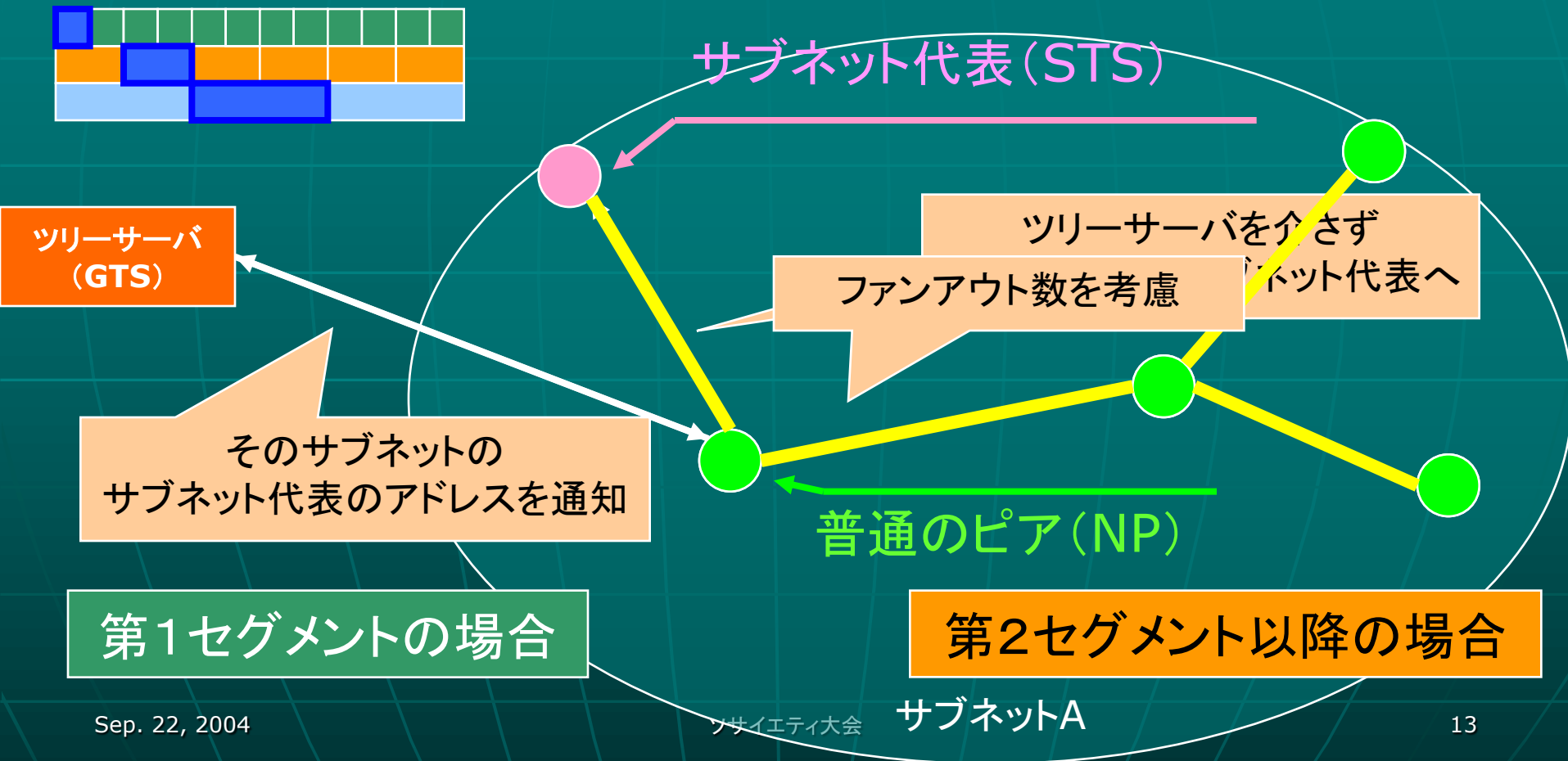
拠点代表 (LTS)



2. 配信ツリー構築機構

サブネット内ツリーの構築

- 第1セグメントと第2セグメント以降で異なる



3. 障害回復機構

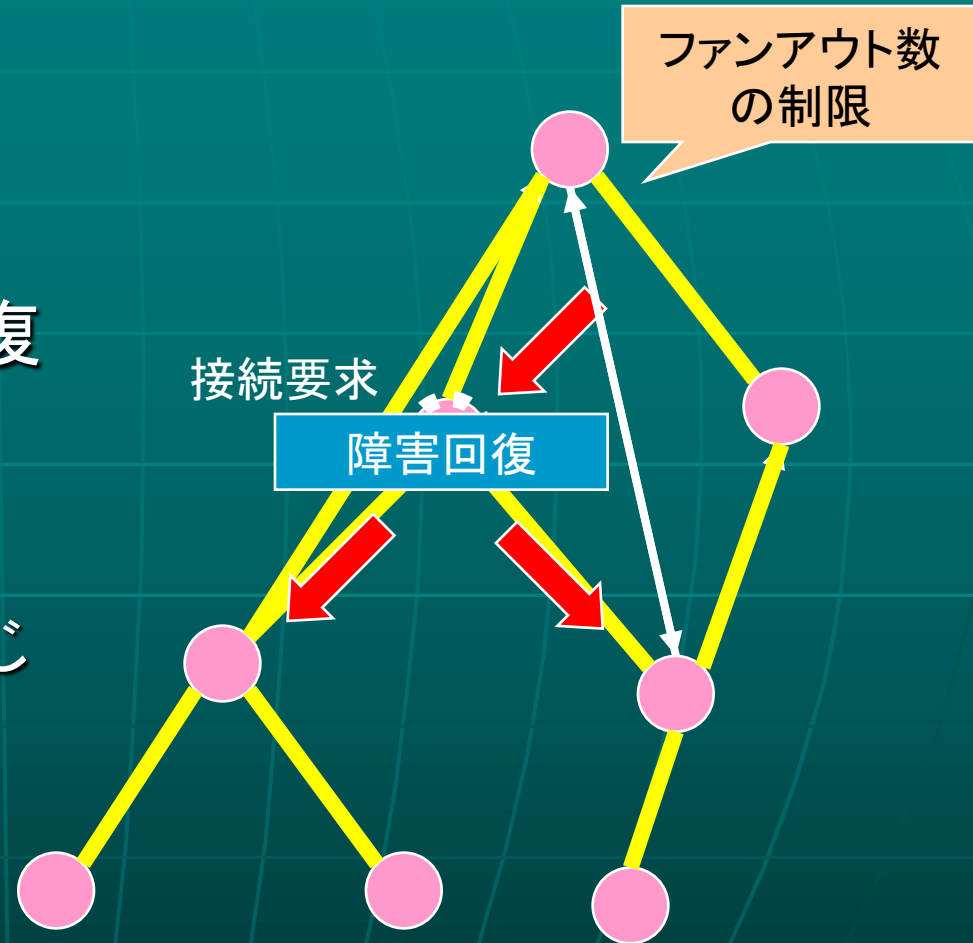
同じ階層内での障害回復

■ 障害

- ピアの離脱
 - 様々な原因
 - 様々なタイミング

■ 同じ階層内での障害回復

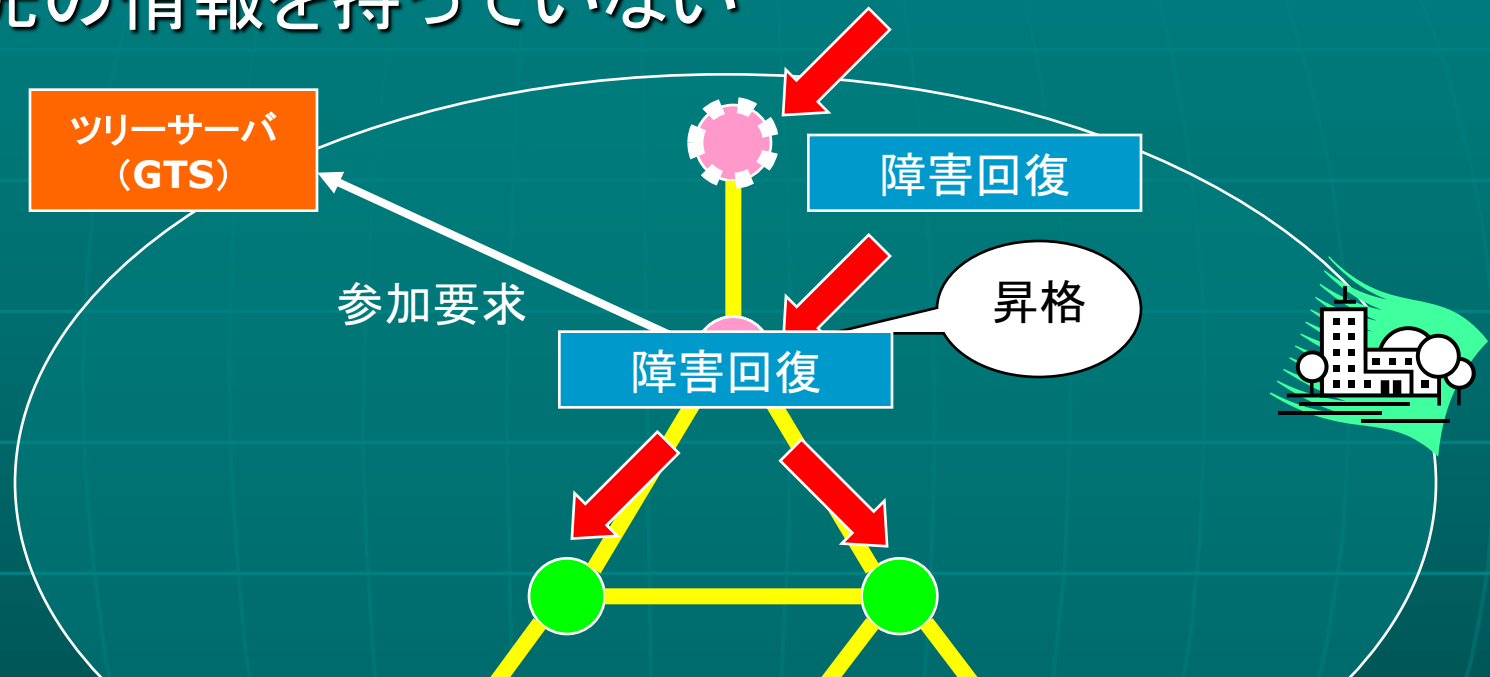
- 各ピアは、その階層のツリーの根までの情報を持っている
- どの階層のツリーでも同じ
 - 拠点間ツリー
 - サブネット間ツリー
 - サブネット内ツリー



3. 障害回復機構

異なる階層間での障害回復

- 祖先の情報を持っていない



障害回復:
祖先の情報があるときは祖先に接続要求
祖先の情報がないときはツリーサーバに参加要求

シミュレーション

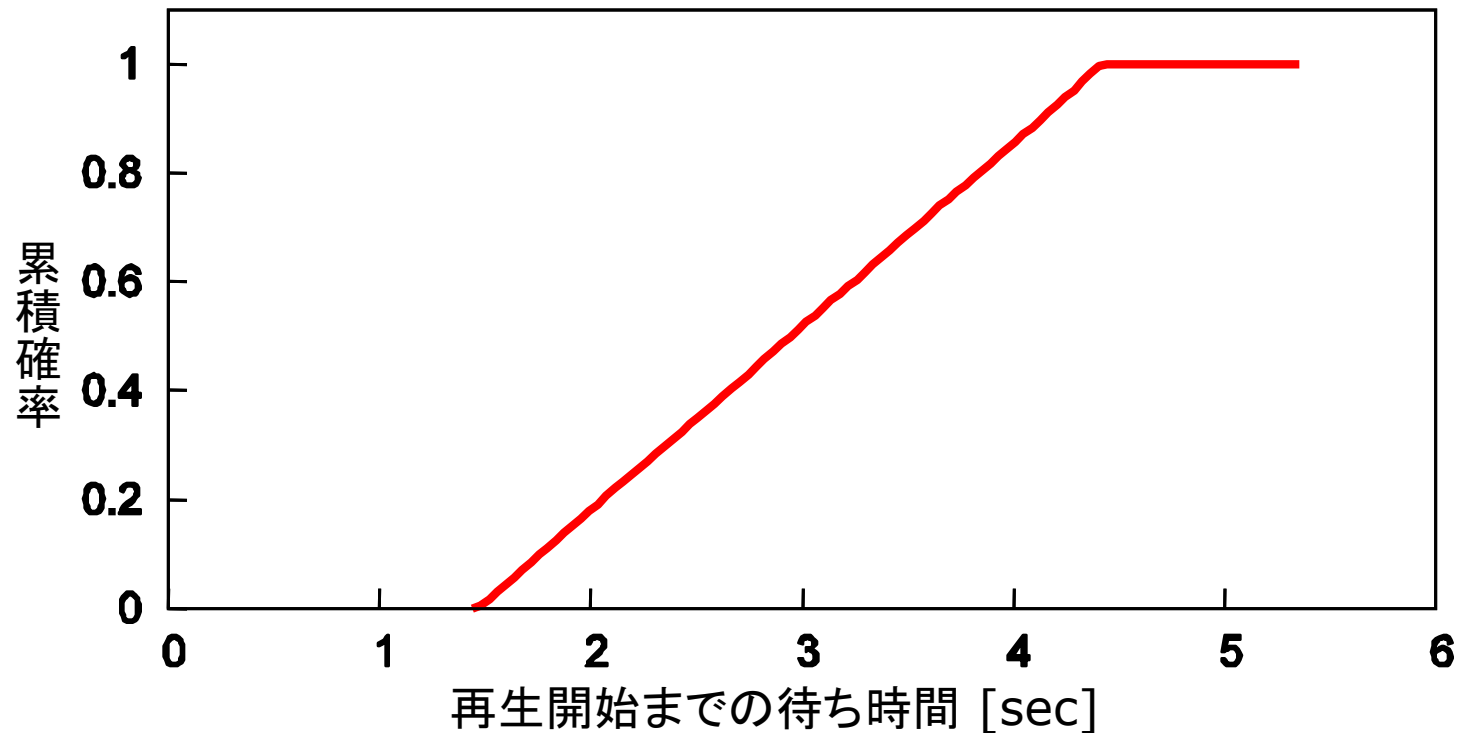
■ 評価項目

- サーバやピアの負荷
- 再生開始までの待ち時間
- 障害回復時間
- 再生の途切れ時間

■ シミュレーション条件

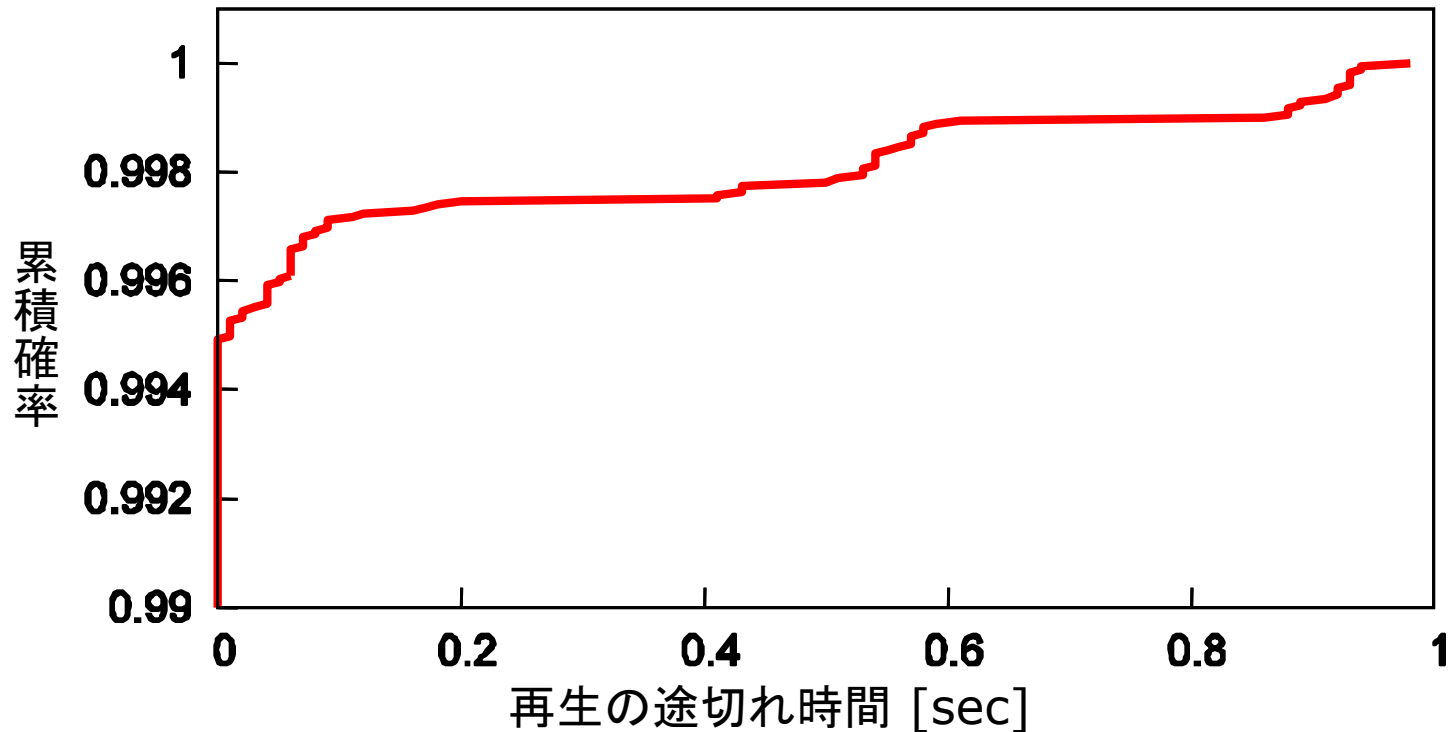
- 拠点数、拠点内サブネット数: 5
- 1 秒間に平均 30 のピアが一様分布で到着
 - ある時刻に配信ツリーに参加しているピア数: 平均 2,790
- ピア間の転送遅延: 20 (ミリ秒)
- サーバ・ピア間の転送遅延: 200 (ミリ秒)
- ファンアウト数: 3
- いずれのピアも毎秒 0.004 の確率で離脱
 - およそ 47% のピアが最後まで動画像を受信
- 動画像の長さ: 186 (秒)
- 5つのセグメント (6秒、12秒、24秒、48秒、96秒)

再生開始までの待ち時間の分布



平均 2.94 秒
最大でも 6 秒未満

再生の途切れ時間の分布



およそ 0.5 % のピアだけが途切れを経験
最大でも途切れ時間は 1 秒以下

まとめと今後の課題

- 動画像ストリーミング配信機構の提案
 - セグメント受信スケジュール決定アルゴリズム
 - 配信ツリー構築機構
 - 障害回復機構
- 提案機構により、再生開始までの待ち時間、再生の途切れ時間が十分小さい動画像ストリーミング配信が提供できることを示した
- 問題点と今後の課題
 - ツリーサーバに負荷が集中している
 - 冗長な拠点間ツリーが構築されている
 - 物理網上で遠く離れたピアが繋がっている

- ご静聴ありがとうございました。