

ICTイノベーションフォーラム2011
セッションC3: 光通信

新世代光ネットワークに向けた 自律的サービス制御プラットフォーム の研究

平成23年10月4日

村上孝三[†] 戸出英樹[‡] 正城敏博[†] 木下和彦[†] 廣田悠介[†]
[†]大阪大学 [‡]大阪府立大学

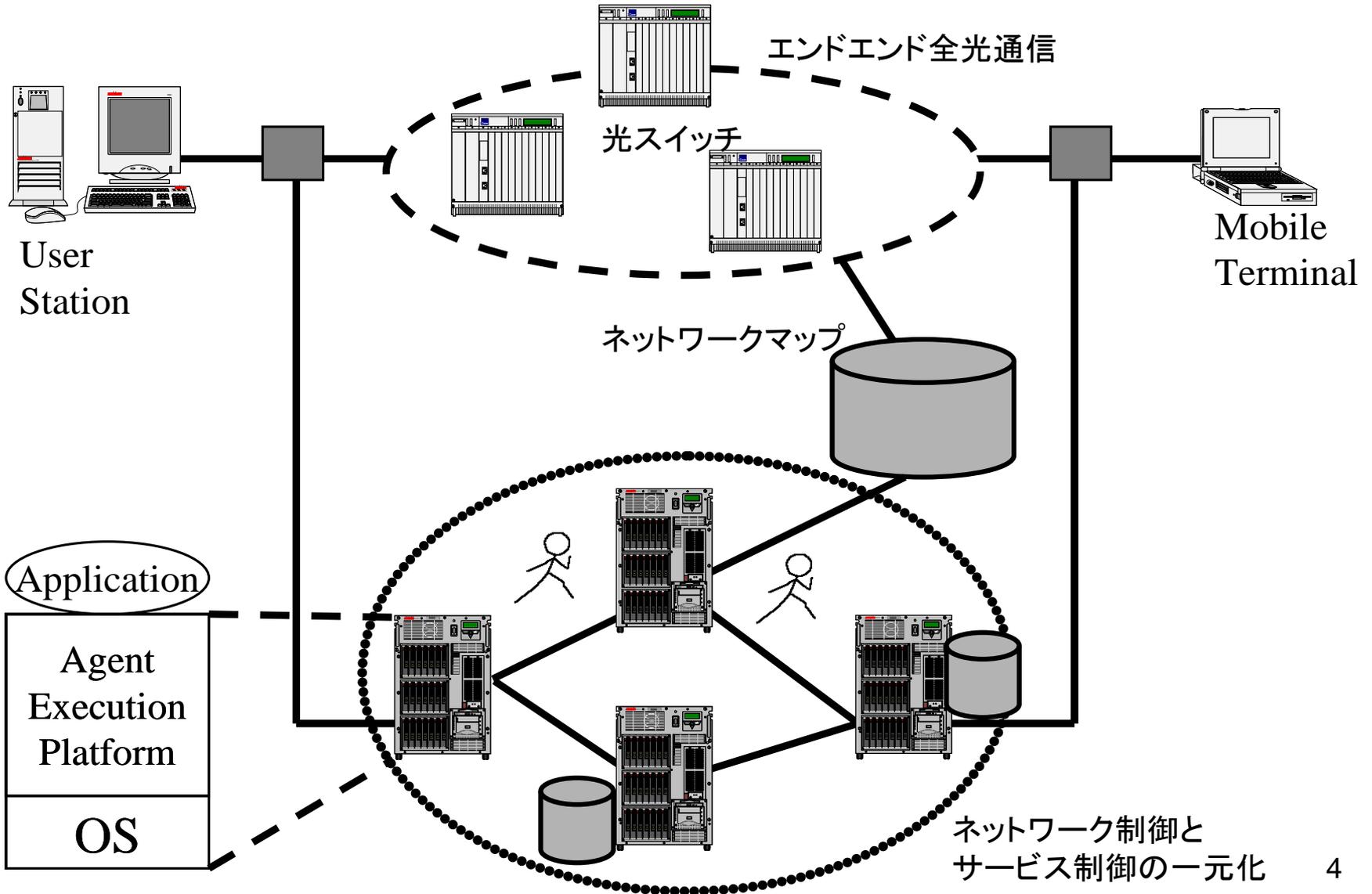
研究開発プロジェクト名

- 総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPEプログラム)
- ICTイノベーション創出型研究開発
- 研究課題領域： 新世代ネットワーク技術
- 研究期間： 平成20～22年度(3年間)
- 研究費： 合計 18,096千円
 - H20 3,718千円
 - H21 6,824千円
 - H22 7,554千円

研究のねらい

1. 臨場感映像通信時代の到来に向けたエクサビットネットワークのための全光ネットワークの実現 注: Giga(10^9)、Tera(10^{12})、Peta(10^{15})、Exa(10^{18})
2. 多様なマルチメディアアプリケーション時代の到来に向けた信頼性の高いサービス開発プラットフォームの構築
3. ネットワーク制御とサービス制御の一元化

提案アーキテクチャ



提案アーキテクチャの特徴

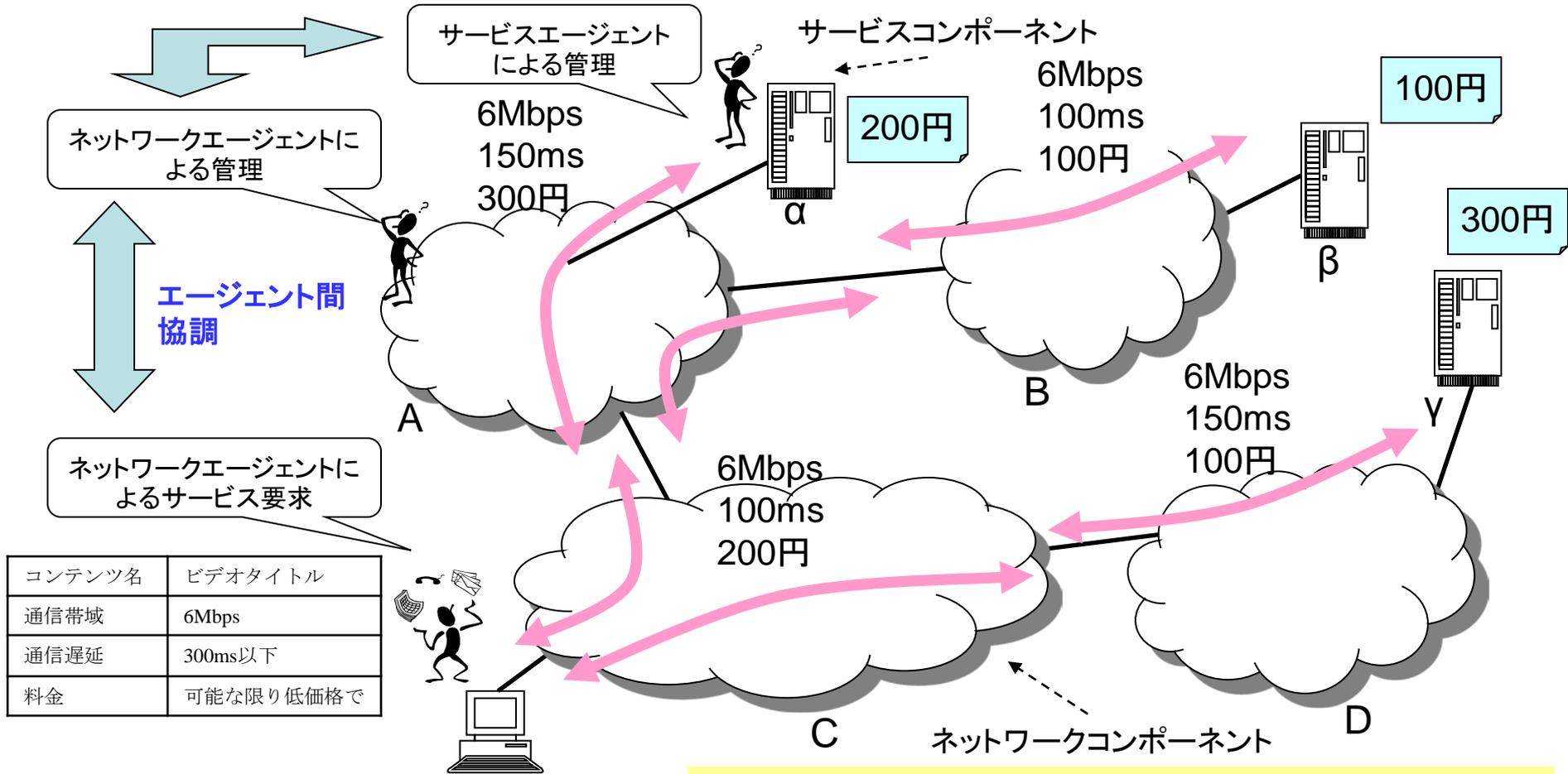
サービス機能とネットワーク機能の一元化

- 制御網と伝送網の分離
- サービス／ネットワーク機能のコンポーネント化
- コンポーネント連結によるサービス提供

本研究課題

- (A) ネットワーク／サービスコンポーネントを管理するネットワークマップ
- (B) コネクション指向型ソースルーティング方式と階層化経路制御アルゴリズム
- (C) エージェント通信技術による高性能自律分散協調制御

コンポーネント連結によるサービス提供



多様な要求を満足するサービスの提供

$\beta + B + A + C \rightarrow$ 遅延要求を満たせない

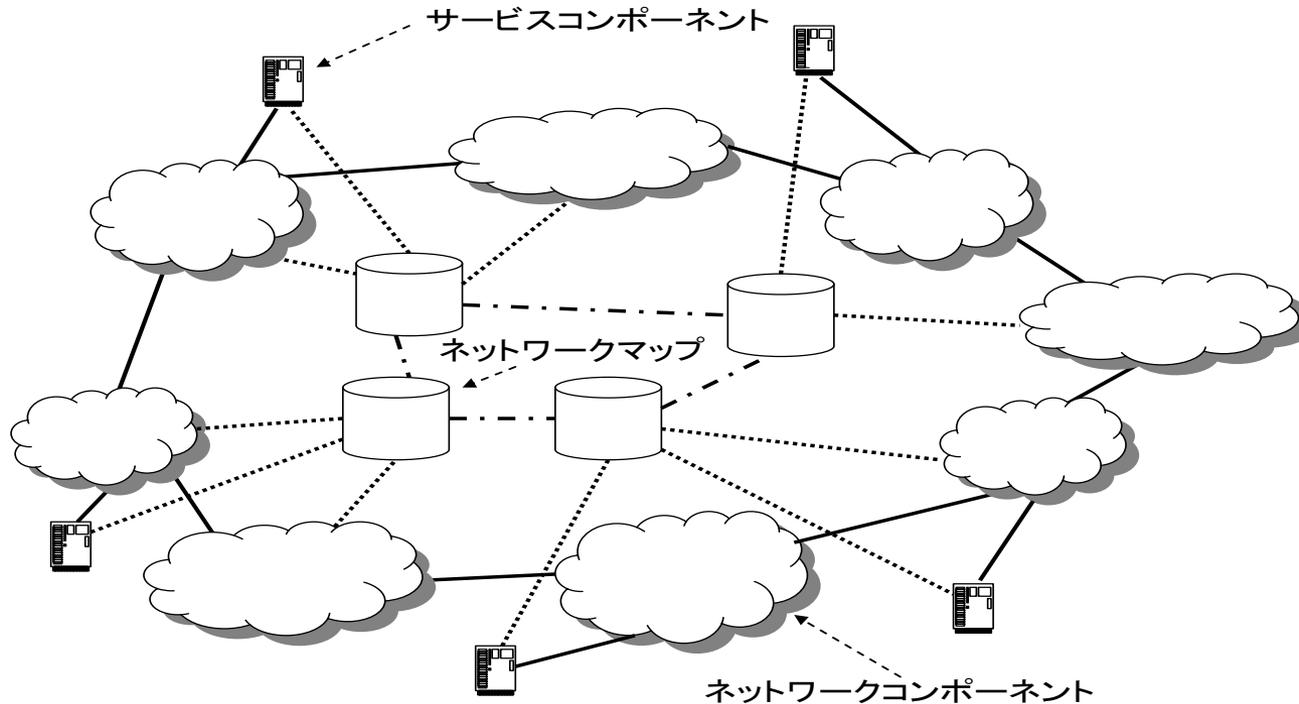
$\alpha + A + C \rightarrow$ 全ての要求を満たす

$\gamma + D + C \rightarrow$ 全ての要求を満たし、かつ低価格

課題(A)

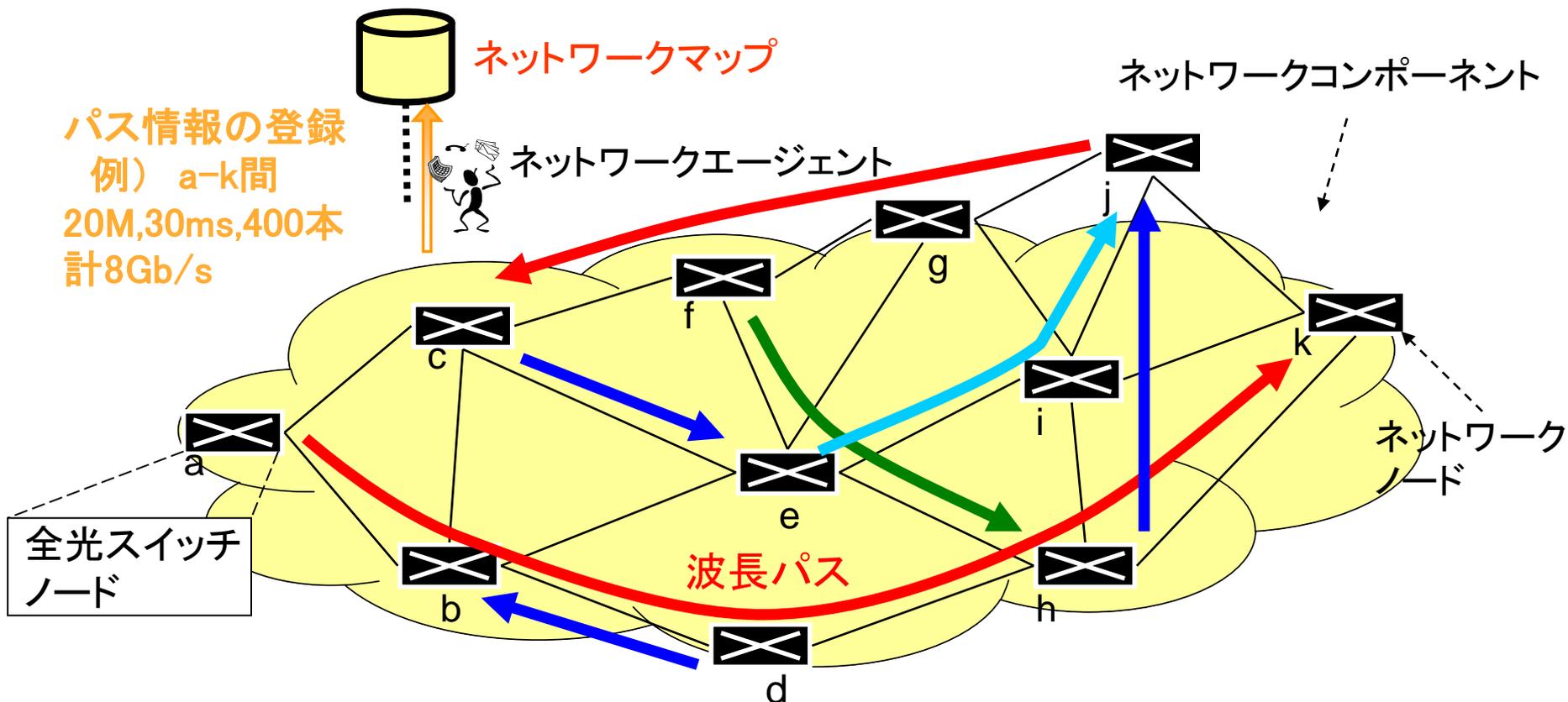
ネットワーク・サービス機能の
コンポーネント化と
ネットワークマップ

ネットワークマップの構成法



- サービスコンポーネントとネットワークコンポーネントとを統一的に扱うルーティングを通して最適な経路解を取得する
- 提供可能なコネクション情報をネットワークマップに登録する
- 10秒に1回程度の情報交換(インターネットOSPFと同等のオーバーヘッド)

ネットワークコンポーネントの機能



- 要求される多様な通信品質を満たすパスを高速に算出しマップ内に登録
- ネットワークエージェントはマップ内の情報を利用して呼設定要求に応答
- マップ内情報は10秒に1回以下の情報交換を通して緩やかに更新
- 多数の波長パスを收容するためのルーティング制御方式を開発
- 全光のエンド間通信を提供するためのスイッチ構成を提案

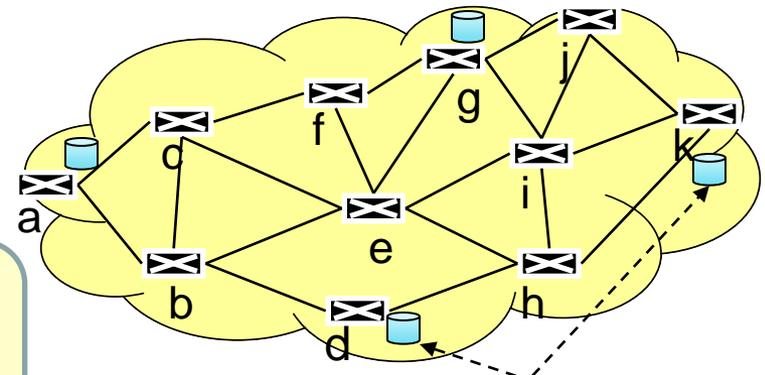
トラフィックエンジニアリング用DB

NWマップ内パス情報の取得に必要な基本資源情報DB

- 各ノード・リンクの情報
 - 動的な情報(波長の空き情報など)
 - 収集・利用に多大なコスト

格納

- 準静的な情報(トラフィック量など)
 - 緩やかな負荷変動に対応させる
- 静的な情報(トポロジなど)



Traffic Engineering Data Base

- 非同期、定期的に各ノードが情報交換、算出パスはマップ内に管理

ネットワークコンポーネント内のルーティング制御

- シグナリングを通して各ノードのローカル情報を用いた波長割当
- ローカル情報とTEDB情報を用いた経路選択

課題(B)

コネクション指向型ソースルーティング
方式と階層化経路制御アルゴリズム

コネクション指向型ソースルーティング

- 階層化経路制御アルゴリズム
 - コンポーネント間通信
 - エージェント協調
 - コンポーネント内通信
 - パレート最適な解を複数用意
- ソースノードで経路を確定してヘッダを付与
 - 中継ノードでの電子的な制御不要

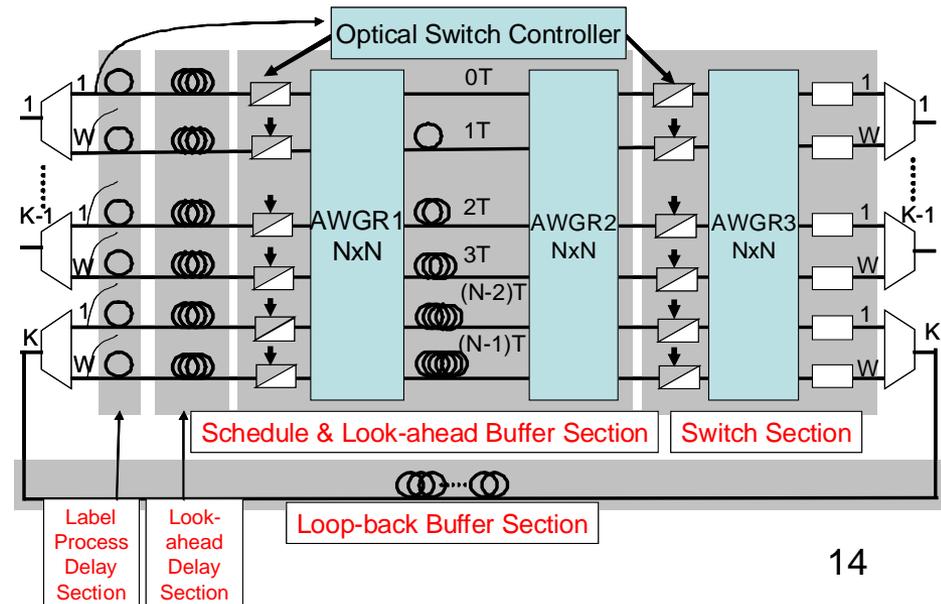
障害に対する耐性

- 短期的障害回避

- ネットワークコンポーネント内で事前準備された代替経路による瞬時回復
- ファイバ遅延線の援用による衝突回避
- リフレクションルーティングによる迂回

- 長期的経路復旧

- 経路再計算とネットワークコンポーネントの再連結による再構築



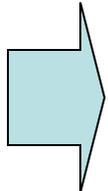
課題(C)

エージェント通信技術による
高性能自律分散協調制御

高速自律分散協調制御を実現する エージェントシステム

・サービスの生成

- サービスコンポーネントの発見
- ネットワークコンポーネントの結合
- 最適解の模索



高速な自律分散協調制御

リアルタイム性を考慮した
エージェントシステム

エージェント実行制御技術

- 制約時間の考慮
- 生成されるサービスの質を数値(スコア)化
- スコア向上の期待値(E_i)を最大化する制御

$$E_i(S_{Max_i}) = \int_{S_{Max_i}}^{\infty} (x - S_{Max_i}) \cdot F(x)^{D_i} \cdot f(x) dx$$

D_i :制限時間内での期待検索数	x :スコア
$f(x)$:スコアの確率密度関数	$F(x)$:スコアの分布関数

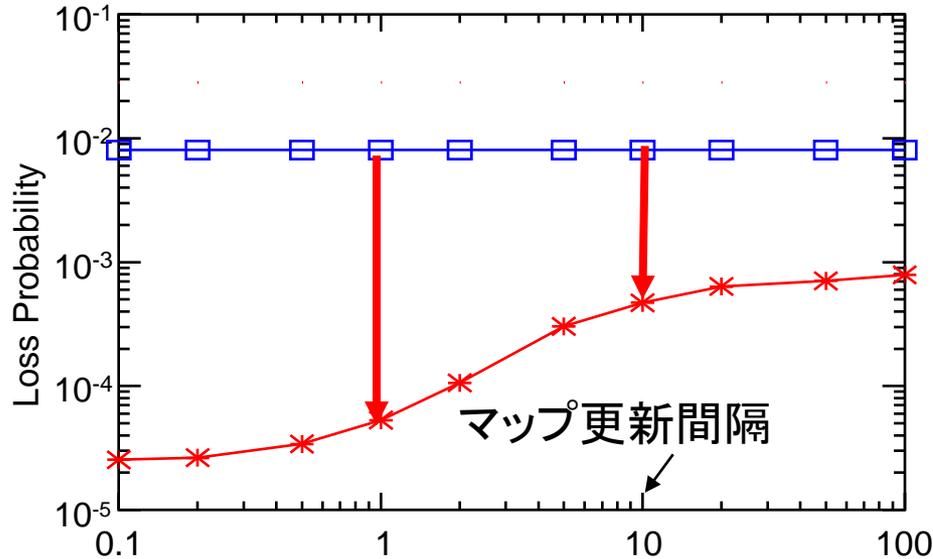
- 既に高スコアの結果を得たエージェント → リソース減
- スコアの伸びしろが大きいエージェント → リソース増

スコアの平均値の向上と分散の低減

サービスの質とユーザ間の公平性を向上

性能評価

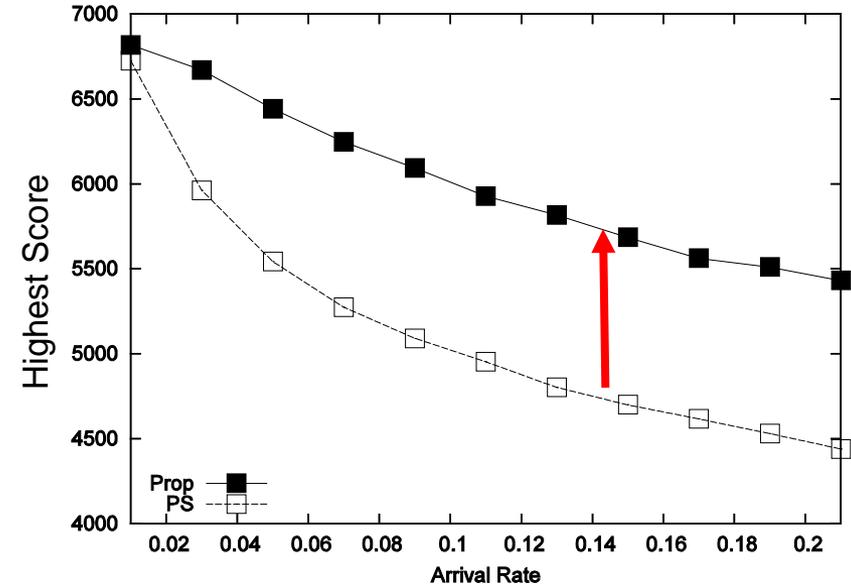
NWコンポーネント内RWA技術



(従来) —■— Interval of updating Network Map

(提案) —*— 呼損率を2ケタ程度低減！

エージェント実行制御技術



スコアを約30%向上！

各要素技術を統合し、

帯域・遅延・コスト要求を満たすサービスについて

○ 平常時1秒／最頻時8秒以内に生成

○ 障害時に0.1秒以内での回復

○ 10秒に1回以下のNWマップの更新頻度で良好なパス選択

を達成

まとめと期待される波及効果

サービス機能とネットワーク機能を一元化する 柔軟なサービス制御プラットフォーム構築技術

- 全光ネットワーク構築に向けた研究の加速化
- サービス品質の安定したネットワークサービスの
実現
- 高度なアプリケーション・システム開発の活性化
- ICT社会基盤の信頼性を確立