

## 平成24年度研究開発成果概要書

新世代ネットワークを支えるネットワーク仮想化基盤技術の研究開発 (149 ウ 03)

課題ウ 新世代ネットワークアプリケーションの研究開発

副題 関係性メトリックに基づく新世代ネットワークアプリケーション

### (1) 研究開発の目的

これまでのインターネットの基本指針は、(端的に言えば)できるだけ物理的に遠いエンド-エンド間でできるだけ低遅延・高品質な通信を実現することであった。しかし、社会において、人、場所、物(有形、無形)の間には「適切な距離感」が存在する。例えば、人は、親友や自身の通勤路、好きな食べ物・音楽に対して近い距離感をもち、見知らぬ人、土地、食べ物・音楽に対しては距離を保ちたいと感じる。この「距離感」を関係性メトリックと呼ぶ。

関係性メトリックは人同士だけでなく、場所同士や人-場所間など様々な対象間に存在する。本研究課題では、こういった社会における関係性メトリックを定量化し、資源・サービスの制御に用いることを考える。様々な関係性をネットワーク表現し、その特徴を抽出することで、潜在的な要求を発見し、そこに資源やサービスを割り当てることができる。従来は、サービスやその対象をメタデータ(キーワード、属性情報)により整理し、絞り込みを行なうというアプローチがとられていた。検索エンジンなど、ユーザ自身にメタデータを入力させる形態にはユーザビリティの問題があり、またレコメンドサービスでも、精度を上げるためにユーザ側あるいはサービス提供者側でメタデータによる限定が行なわれていた。本研究課題では、あえてこういった整理・限定は行なわず、関係性を最重視したアプローチをとる。これにより、サービス提供者さえも認識しなかったような深層の要求の発掘や新たな領域の開拓を行なう。ライフナビゲーションや、人と資源の最適マッチング、感染症・犯罪・事故・災害予防といった究極のサービスさえ実現できるかもしれない。

インターネットなどの既存技術の性能の限界も、上記が実現できなかった一因になっている。だからこそ、新世代ネットワークという新しい技術基盤上で本課題に挑戦する価値があると言える。具体的には以下の問題の解決に取り組む。

### (2) 研究開発期間

平成23年度から平成24年度(2年間)

### (3) 委託先

国立大学法人 京都大学<幹事者>

国立大学法人 電気通信大学

株式会社 神戸デジタル・ラボ

### (4) 研究開発予算(百万円単位切上げ)

平成23年度 33百万円(契約金額)

平成24年度 27百万円(〃)

(5) 研究開発課題と担当

課題ウ：新世代ネットワークアプリケーションの研究開発

- 課題ウ-6-1 関係性メトリックサービスシステムの研究開発
- 課題ウ-6-1-1 関係性メトリック形成技術 (京都大学)
- 課題ウ-6-1-2 関係性メトリック構造化技術 (神戸デジタル・ラボ)
- 課題ウ-6-1-3 社会的コンテキスト抽出技術 (電気通信大学)
  
- 課題ウ-6-2 関係性メトリック制御プラットフォームの研究開発
- 課題ウ-6-2-1 関係性メトリックに基づく制御メカニズム (京都大学)
- 課題ウ-6-2-2 資源・サービス制御プラットフォーム (神戸デジタル・ラボ)
- 課題ウ-6-2-3 分散型資源・サービス制御技術 (電気通信大学)

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	1	1
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	8	7
	その他研究発表	23	18
	プレスリリース	2	1
	展示会	1	1
	標準化提案	0	0

具体的な成果

- (1) 特許出願した「大規模データ最適配置システムおよびそれを用いた高速な検索プログラム」が国内特許登録された。
- (2) 関係性メトリックに基づいた情報到達範囲制御「アトラクト」をアプリケーションとして実装し、2012年5月30日～6月1日、東京ビッグサイトで開催されたワイヤレスジャパン 2012に出展した。
- (3) 受託三者と欧州連携先の連名で執筆した論文“Trigger Detection Using Geographical Relation Graph for Social Context Awareness”が、ACM/Springer Mobile Networks and Applicationsに採録され、出版された。

(7) 研究開発イメージ図

別添資料：H24年度「関係性メトリックに基づく新世代ネットワークアプリケーションに関する研究開発」の研究目標・成果と今後の研究計画に記載

# 平成24年度「関係性メトリックに基づく新世代のネットワークアプリケーションに関する研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

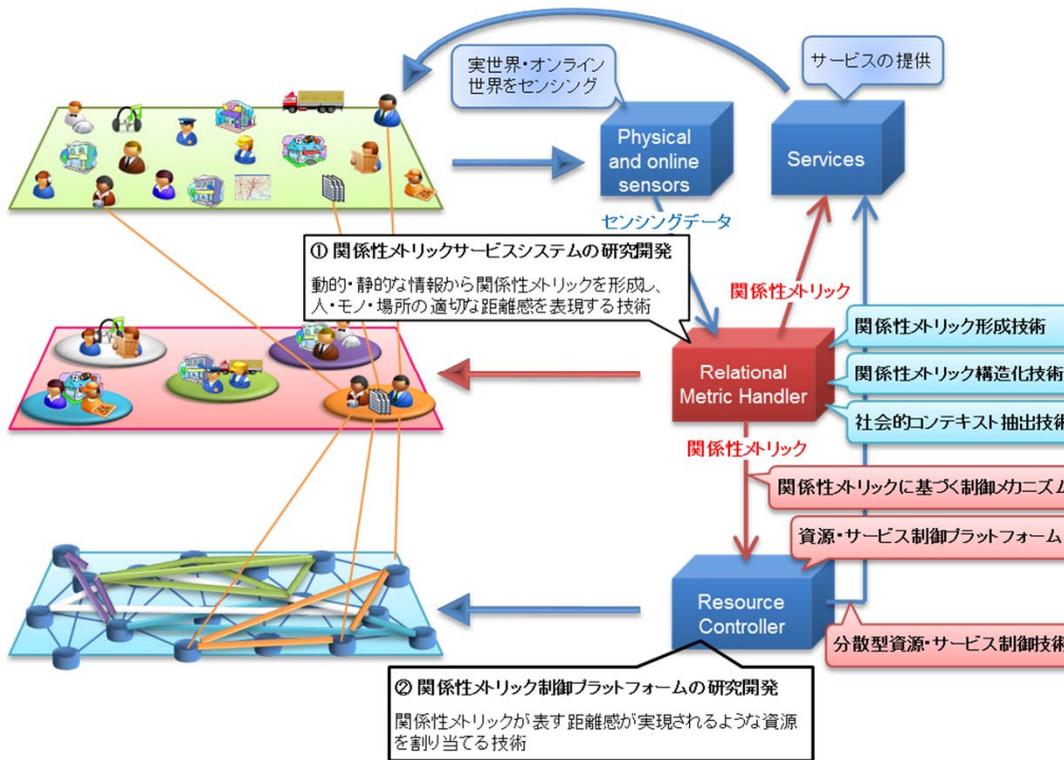
## 1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

実施機関 : 国立大学法人 京都大学(幹事者)、国立大学法人 電気通信大学、株式会社 神戸デジタル・ラボ  
研究開発期間: 平成23年度から平成24年度(2年間) 研究開発費 : 総額 60百万円(平成23年度 33百万円)

## 2. 研究開発の目標

H23年度 静的なセンシング情報により形成される長期的関係性メトリックに関する技術を使用可能にする。  
H24年度 動的なセンシング情報による形成される短期的関係性メトリックに関する技術を使用可能にする。  
長期的・短期的関係性メトリックに関する技術を使用して、JGN-X既存仮想化基盤を想定した実証実験によって初期の結果を得る。

## 3. 研究開発の成果



### 課題ウ-6-1 関係性メトリックサービスシステムの研究開発成果

#### 関係性メトリック形成技術

静的センシング情報を想定した関係性メトリック形成技術を確立し、実証実験により初期の結果を得た。動的なセンシング情報を想定し、100万単位の情報と1万単位の関係性メトリックを扱えるメトリック形成技術を研究開発した。

#### 関係性メトリック構造化技術

静的センシング情報を想定した関係性メトリック構造化技術を確立し、実証実験により初期の結果を得た。動的なセンシング情報を想定し、1万単位の関係性メトリックを扱えるメトリック構造化技術を研究開発した。

#### 社会的コンテキスト抽出技術

静的(あるいは準静的)センシング情報を想定した社会的コンテキスト抽出技術を確立し、実証実験により初期の結果を得た。動的なセンシング情報を想定し、10万単位の情報から社会的メトリックを抽出可能な技術を研究開発した。

### 課題ウ-6-2 関係性メトリック制御プラットフォームの研究開発成果

#### 関係性メトリックに基づく制御メカニズム

長期的関係性メトリックを想定した制御メカニズムならびに提案するアーキテクチャを動作させるプロトコルを確立し、実証実験により初期の結果を得た。短期的関係性メトリックを想定して、実施計画書図1および図2で表されるアーキテクチャの基本動作に必要な制御メカニズムとプロトコルを設計した。

#### 資源・サービス制御プラットフォーム

長期的関係性メトリックを想定した制御プラットフォームを確立し、実証実験により初期の結果を得た。短期的な関係性メトリックを想定して、2種類以上の性質の物理資源が混在する条件でもサービスを構成可能なプラットフォームを研究開発した。

#### 分散的資源・サービス制御技術

部分的かつ間欠的にインフラから情報を得られる状況において、交換バケット量を50%削減、蓄積時間を約6倍延長する改善効果の維持に成功した。(年度末見込)

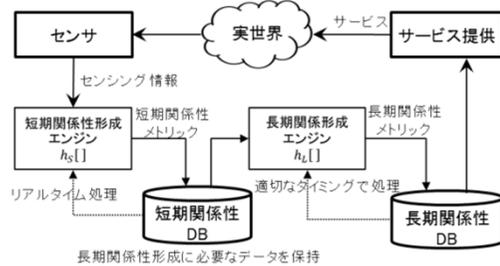
# 課題ウー6-1 関係性メトリックサービスシステムの研究開発成果

## 課題ウ-6-1-1 関係性メトリック形成技術(メトリック形成について)

次々と動的に入力されるセンシング情報から関係性を形成するエンジン

- ・サービス提供時に利用されている最中に長期関係性DBが更新されることのないよう更新間隔を最適化しなければならない
- ・新たなセンシング情報に対する感度は高すぎずかつ真の関係性の変化には追従できなければならない。

⇒ 2段フィルタ構成のシステムを提案(右図)

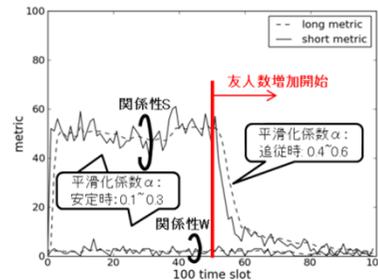


評価シナリオ: ソーシャルネットワーク上のメッセージ送信をセンシングして関係性メトリックを形成

友人数が変わらない時



友人が増える時



成果: 長期関係性メトリックの滑らかな変化と遅延のない追従を両立させた

## 課題ウ-6-1-2 関係性メトリック構造化技術

動的・静的なセンシング情報を対象とし、1万単位の関係性メトリックを扱えるメトリック構造化技術を研究開発する。

関係性メトリック構造化技術の開発

データ間の関係性とデータの実体を独立して管理する。

### ● 関係性の管理方法の考察

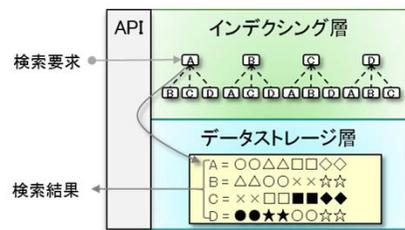
関係性メトリックの性質上、データ間の関係性の変化を許容するために、更新要求に着目した構造とした。

### ● 実データの管理方法の考察

実データ間の関係は管理しないため、実データの肥大化を許容するために、更新要求よりも拡張要求に着目した構造とした。

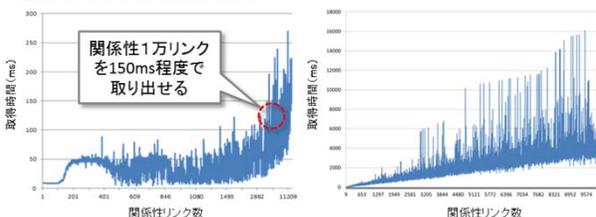
### ● 短期的関係性への適用

動的なセンシング情報からは最小単位で関係性が形成されるために、関係性管理領域を複数の細かい領域に分け、ストリームデータ処理を実現する



関係性メトリック構造化アーキテクチャー

関係性メトリック構造化技術の評価



成果

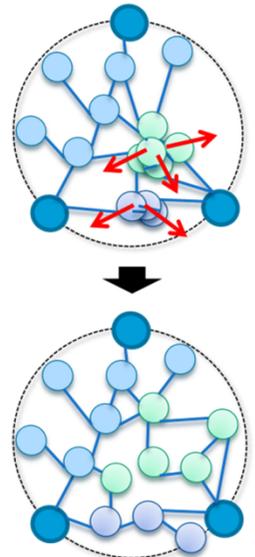
- 構造化技術の実装
- 提案方式の有効性評価

H24年度目標達成に関して

- 静的なセンシング情報を想定し、1万単位の関係性メトリックを扱える構造化技術を開発
- H23年度の成果を動的センシング情報へ展開し、その有効性が確認できた。

## 課題ウ-6-1-1 関係性メトリック形成技術(メトリック可視化について)

- 関係性メトリックのもつ意味(ノード同士の関係性の強さ、ネットワークの中心性など)を反映させた統合システム上の関係性メトリックグラフにおいては、その初期配置(=グラフのもつ意味)を維持しながらも、ノードの重複がなく視認性のよいグラフ描画手法が必要とされる。
- 統合システムに最適なグラフ描画手法を設計し、その性能を従来のグラフ描画手法と比較し、定量的に評価した。



比較方式

- ばね方式 ばねモデルを利用する方式。ノードに引力斥力を働かせ座標調整する。
- 拡大方式 グラフ全体を拡大する方式。

評価項目	提案	ばね	拡大
原点からの最大距離	50.5	22.9	934
原点からの距離の序列の平均変化量	0	5.87	0
ノード間位置関係の平均変化量	1740	3010	0

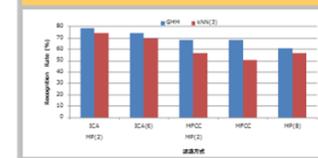
成果: 提案方式は位置関係維持性能に関してばね方式より優れていることを示した。

## 課題ウ-6-1-3 社会的コンテキスト抽出

静的なセンシング情報を想定し、10万単位の情報から社会的メトリックを抽出可能な技術を研究開発する。

ネットワーク流通センシング情報を対象とした信号処理技術・認識技術・モデリング技術に基づくコンテキスト(特に場所やエリア)の抽出技術

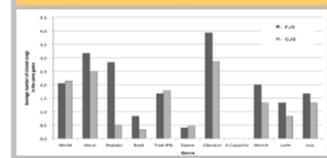
環境音認識による社会コンテキスト抽出  
非負値行列因子分解法(NMF)による背景音・複数イベント音の分離技術



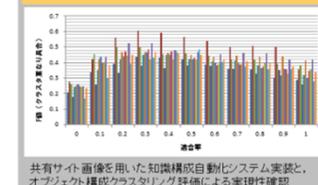
環境音認識による社会コンテキスト抽出  
独立成分分析ICAとMP法に基づいたノイズロバストな音響識別技術



環境音認識による社会コンテキスト抽出  
楽曲の旋律遷移に関するマルコフモデルに基づく環境内楽曲の分類及び可視化技術



環境音認識による社会コンテキスト抽出  
ハイブリッド一統オブジェクト認識を用いた環境内オブジェクト構成知識化技術



オブジェクト(樹木、ビル、家etc.)分布



H24年度目標達成に関して

- 様々なセンシング情報に対する認識技術、モデリング技術等により、高レベルなセマンティクスまで含めた社会コンテキスト抽出技術の要素技術の実現性を示した。

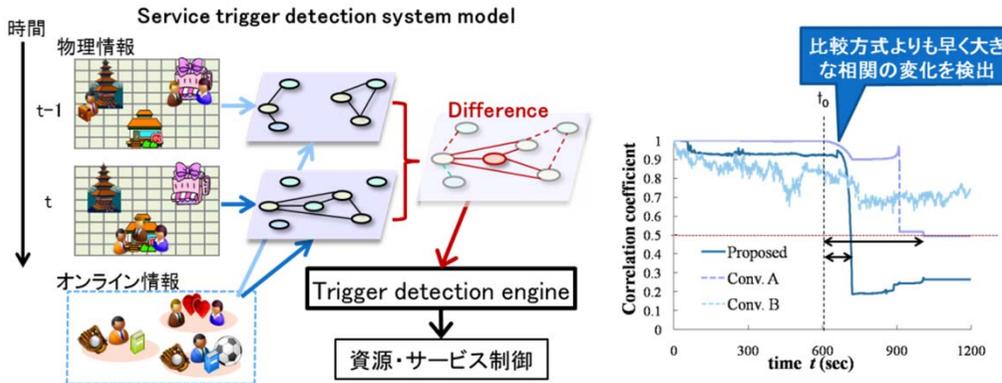
# 課題ウー6-2 関係性メトリック制御プラットフォームの研究開発成果

## 課題ウー6-2-1: 関係性メトリックに基づく制御メカニズム (トリガ検出について)

適切なトリガを用いず資源やサービスの制御を行った場合

1. 実行する必要のない、制御による利得の小さい制御を実行してしまう
2. 資源・サービスの制御を行うべきときに、制御が実行されない

目標: 資源・サービス制御の最適なタイミングを提供するトリガを検出すること



成果: 短期的な関係性メトリックの変化量から、サービスや資源の制御のトリガを検出する手法を提案、有効性を示した。

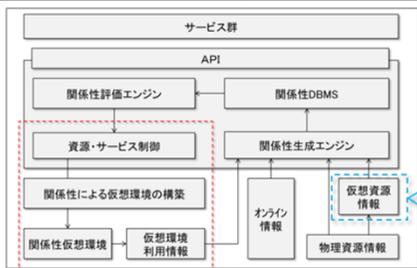
## 課題ウー6-2-2 資源・サービス制御プラットフォーム

長期的な関係性メトリックを対象として、2種類以上の性質の物理資源が混在する条件下でもサービスを構成可能なプラットフォームを研究開発する。

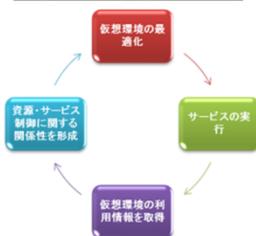
関係性メトリックによる物理資源制御を行うために、物理資源の情報(状態)を課題ウー6-1-2で開発している構造化技術でオンライン情報と統合的に取り扱えるような設計とする。

また、関係性仮想環境の利用情報を関係性生成エンジンにフィードバックする事で、仮想環境の最適化を行う仕組みを検討した。

### 資源・サービス制御プラットフォームアーキテクチャ



### 仮想環境の最適化サイクル



仮想化する事でより繊やかな再配置が可能となる。

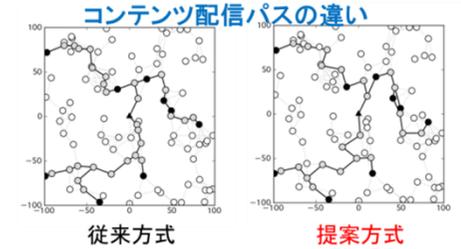
仮想環境におけるサービスの利用ログから仮想環境における関係性を生成する

### 成果

- オンライン情報と物理資源情報を共通基盤上で扱うためのアーキテクチャを設計した
- 複数種類の性質の異なる資源が混在する環境を想定し、それらを関係性メトリックによって管理する事で、サービスやオンライン情報等と同格化し、制御する仕組みを考案した

## 課題ウー6-2-1: 関係性メトリックに基づく制御メカニズム(制御メカニズムについて)

- RMH(Relational Metric Handler) 関係性メトリックに基づいて資源制御を行うことにより、適切な距離感、情報の到達範囲制御を実現する。その際のメカニズムについての研究を目的とする。
- RMHからの情報を元に送信経路とキャッシュを制御する`SocialCast`を提案した。コンテンツの配信性能について、シミュレーションによる性能評価を行った。

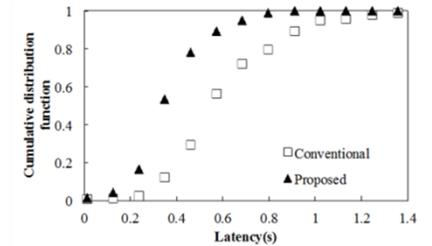


### 従来方式

- ShortestPathベースの配信パス 物理的な最短経路を配信パスとして使用する
- 人気度ベースのキャッシング 共通的な人気度に基づいてキャッシュを制御する

提案手法が負荷分散、遅延(右図)、プライバシーの3点で有効に働くことを示した

### 評価結果



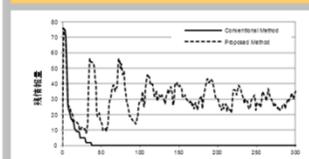
成果: 関係性メトリックを使用した通信制御の効果検証を行い、十分に効果がある事を確認した。提案アーキテクチャの基本動作アルゴリズム設計を行った。

## 課題ウー6-2-3 分散型資源サービス制御技術

インフラ無しのネットワークでも端末数の変動に対してロバストの情報を保持可能な技術を研究開発する。エリアに存在する端末数が変動しても、交換パケット量、蓄積時間を保てることを目標とする。

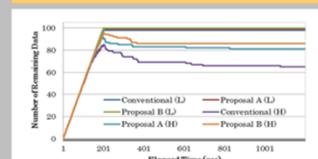
### 分散強調型エリアベースモバイルキャッシュにおける非活性化技術と、ライブラリSDK&アプリ開発

非活性化情報の適応的保存と再流通制御による情報蓄積時間向上方法

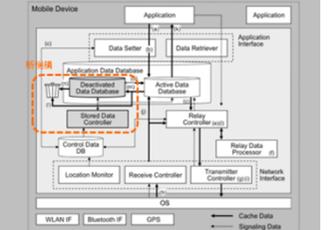


提案者らの過去の方式と比較して情報蓄積時間を向上を達成

蓄積情報の蓄積対象位置を活用したデータの優先送信制御により蓄積効果向上



提案方式が、特に高負荷な環境下において、情報蓄積時間の向上を達成



### 組み込み端末用ライブラリSDKの開発

- 分散強調型エリアベースモバイルキャッシュ用ミドルウェアSDK for iOSの開発
- APIライブラリ提供
- 非活性蓄積機能の実装
- 別アプリケーション アクセス回避のための暗号化共有機能の実装
- 検証アプリ、ソーシャルゲーム
- Web公開(予定)
- (サンプルコード含む)



### 検証用アプリ



### ソーシャルゲームアプリケーション



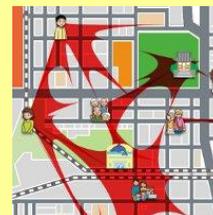
4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と( )内の当該年度件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
関係性メトリックに基づく新世代ネットワークアプリケーションの研究開発	1(1)	0	8(7)	23(18)	2(1)	1(1)	0

5. 研究成果発表会等の開催について

(1)ワイヤレスジャパン2012への出展

関係性メトリックに基づいた情報到達範囲制御「アトラクト」をアプリケーションとして実装し、2012年5月30日～6月1日、東京ビッグサイトで開催されたワイヤレスジャパン2012に出展した。3日間好評を得ることができた。



(2)モバイルソーシャライズシステムフォーラムの設立および運営

2011年9月30日に、人々に関わる様々な事象(広義のモバイル)から人・時間・場所・コンテンツ・サービス・資源などの相互の関係性を構築し(ソーシャライズ)全てを関係性中心に考えるシステムを対象に、産学官が連携した活動を通じて、関連技術の研究開発とそれらを応用したサービスの普及を促進することを目的としたフォーラムを設立した。参加企業約20社およびNICT委託研究チーム(京大、電通大、神戸デジタル・ラボ)にて、研究成果の紹介発表および意見交換を行う場として2011年11月より3ヵ月単位で総会を実施している。

6. 今後の研究開発計画

この成果により、今後、どのような研究を行うのかを例示を上げながら、具体的、かつ簡潔に記載して下さい。

課題ウ-6-1、課題ウ-6-2で研究開発した技術については、情報到達範囲制御「アトラクト」の実験において、結合実験までを行った。しかし、結合した状態での応答速度、スケーラビリティの点での評価までは十分には行えていない。平成25年度以降、それらの評価とシステム全体の改良が必要になる。また、新たな仮想化ネットワーク基盤との結合を想定して、インターフェースのオープン化を進める必要がある。