

異種仮想化基盤間フェデレーション に向けた共通API

垂井 俊明、金田 泰(日立製作所)、
林 通秋(KDDI研究所)、
山本 周、中尾 彰宏(東京大学)

2014年04月11日

Agenda

1. フェデレーションの目的
 2. フェデレーション実行モデル
 3. 共通API／スライス定義概要
 4. 共通API／スライス定義詳細
 5. SEP core
 6. まとめ
- 付録 フェデレーション実行例

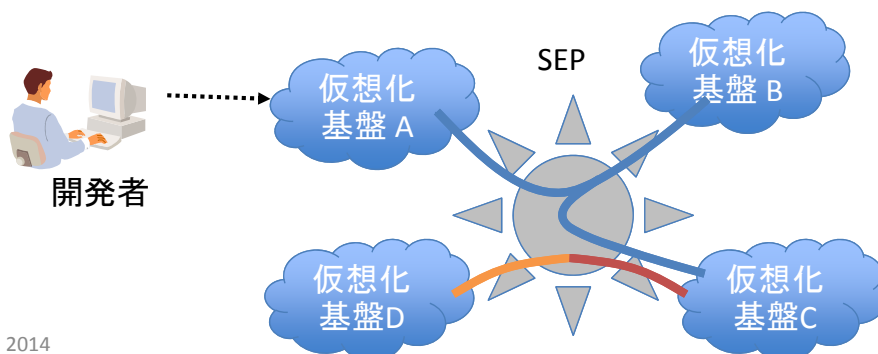
1. フェデレーションの目的

Apr. 11, 2014

3

異種仮想化基盤間フェデレーション

- 仮想化基盤間をまたがる仮想ネットワーク(スライス)を作成 (例: VNode \leftrightarrow ProtoGENI間)
 - 異なる仮想化モデル、制御コマンド、仮想ネットワーク 定義
 - 各仮想化基盤の機能をフルに活用可能
 - 開発者の操作する仮想化基盤から全体をオペレーション
- SEP (Slice Exchange Point) の導入
 - 共通API / Slice定義による制御プレーン接続
 - 仮想化基盤間のデータプレーン変換



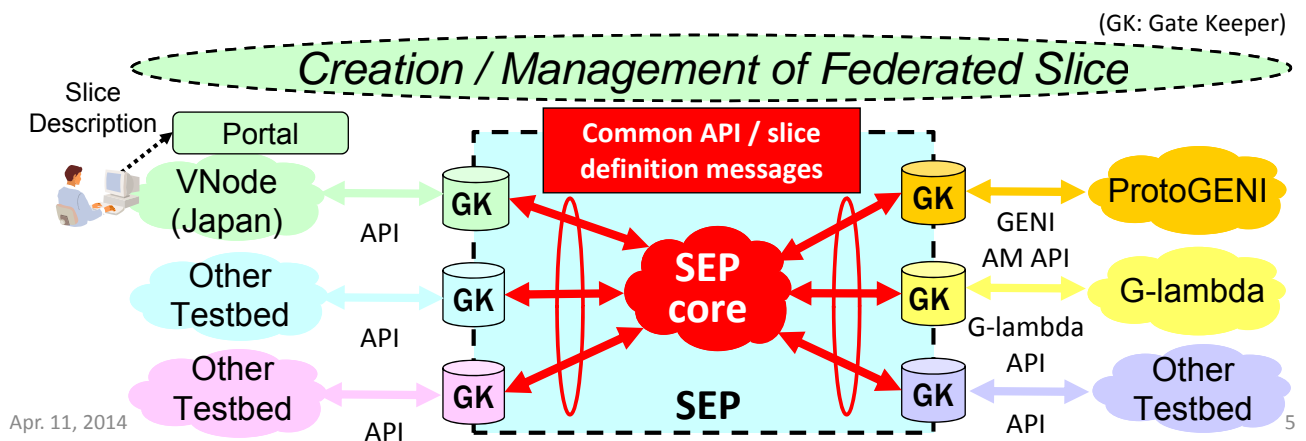
Apr. 11, 2014

4

SEPの目的

■ 共通API／スライス定義による仮想化基盤間の接続

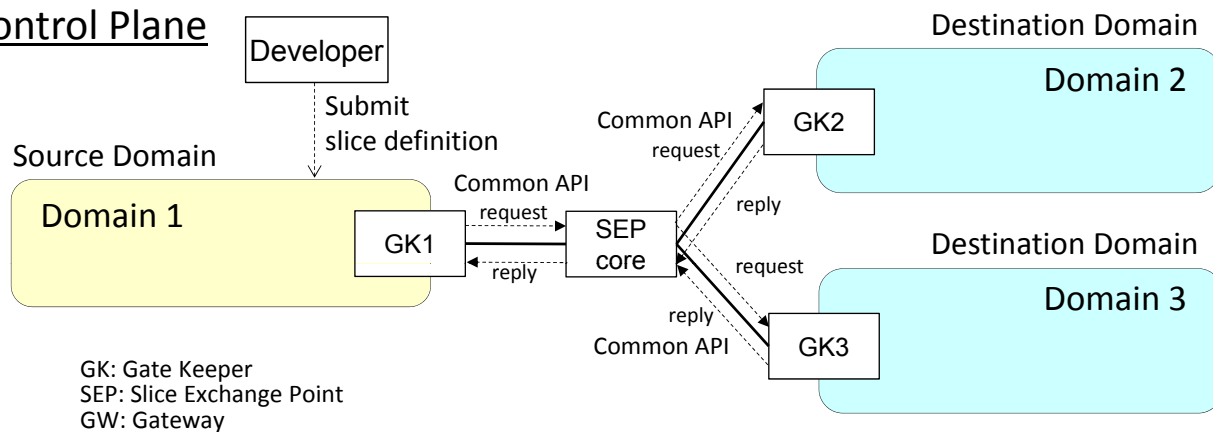
- 仮想化基盤に対する中立性
特定の仮想化基盤のモデルに依存しない変換機能
- (一対一と比較して) 効率的なコマンド変換
- 制御API、スライス定義、モデル、ポリシー等の変換／調停
(ポリシー例) スライス有効期限、etc.
- 仮想化基盤間接続ネットワークリソースの管理



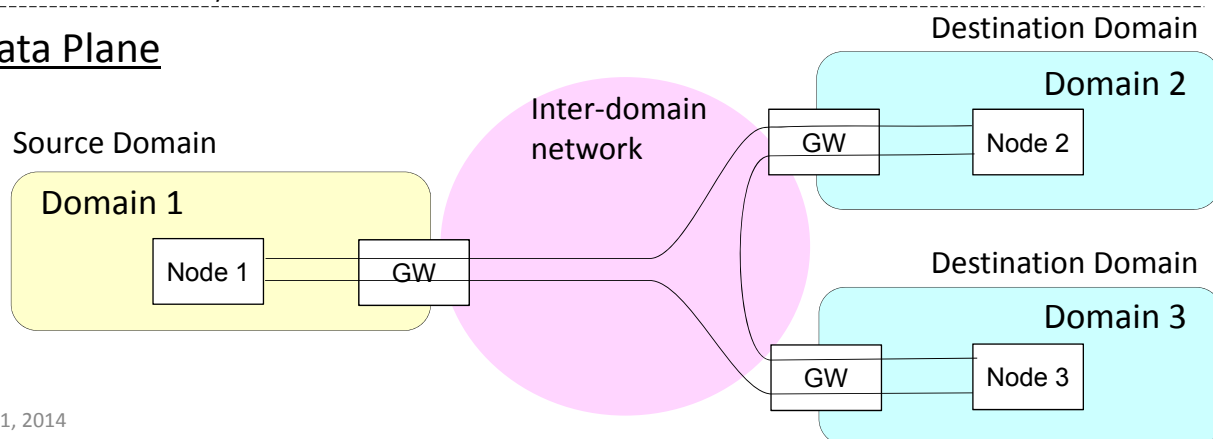
2. フェデレーションアーキテクチャ

SEPによるフェデレーションアーキテクチャ

Control Plane



Data Plane



Apr. 11, 2014

SEPアーキテクチャを構成する機能要素

■ GK (Gate Keeper)

各仮想化基盤(ドメイン)に置かれるフェデレーションを管理するサーバ

- ・各ドメイン固有の制御コマンド、スライス定義を共通API/スライス定義に変換
- ・仮想化基盤毎のポリシーの違いを吸収

■ SEP (Slice Exchange Point) core

各仮想化基盤のGK間を接続する管理サーバ

- ・共通APIの伝達
- ・ドメイン間ネットワークの管理

■ GW (Gateway)

各仮想化基盤のデータプレーン接続を担当

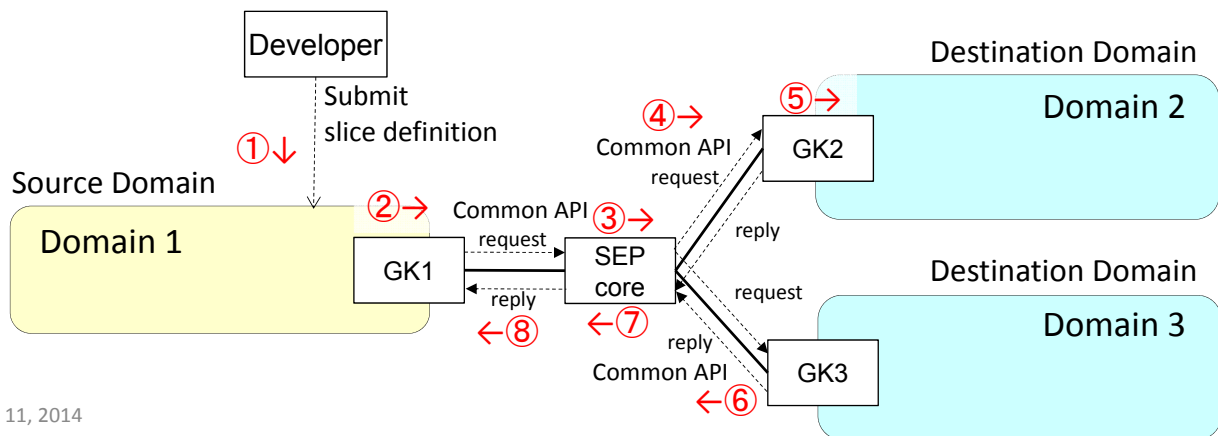
- ・ドメイン間データプレーンネットワークに接続
- ・データ形式変換

Apr. 11, 2014

8

実行シーケンス

- ① スライス定義投入
- ② 共通API／スライス定義に変換
- ③ 仮想化基盤間リソース情報補完
- ④ 宛先仮想化基盤(Domain)に送信
- ⑤ 共通API受信
→各宛先仮想化基盤上のスライス作成
- ⑥ スライス作成結果返答
- ⑦ スライス作成結果を待ち合わせマージ
- ⑧ 要求元GKに返信



Apr. 11, 2014

9

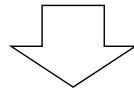
3. 共通API／スライス定義概要

Apr. 11, 2014

10

共通API／スライス定義の必要性

- 各仮想化基盤は独自の仮想ネットワークモデル、仮想ネットワーク制御コマンド／スライス定義形式を持つ
 - 仮想化基盤毎にサポート機能に差異(独自の機能)を持つ
 - 一対一のコマンド／スライス定義変換では、仮想化基盤数が増えた場合の対応困難



- 各仮想化基盤から独立したAPI／スライス定義を介在させ、変換する
 - 各仮想化基盤の機能を包含するAPIを定義
 - 任意機能の拡張を可能にするextension機能

共通API特長

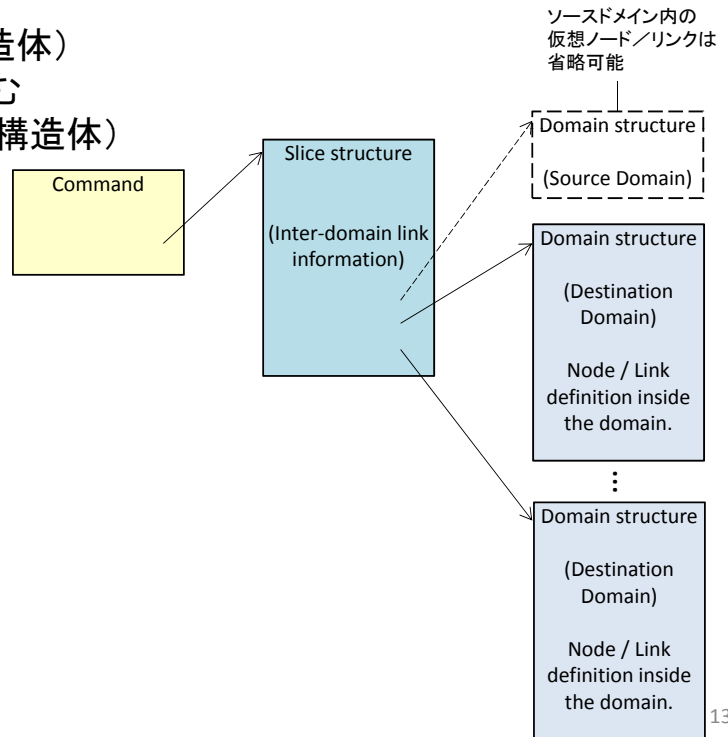
- 汎用性・対称性のあるコマンドフォーマット
 - 3ドメイン以上のフェデレーションサポート
(要求元、要求先ドメインを同一の形式で記述可能)
- 各コマンドに共通の3階層のコマンド構造(ResourceInfo除く)
 - コマンド本体、スライス構造体、ドメイン構造体
- 仮想ネットワーク定義と物理ネットワークとの分離
- ドメイン内部構造の暗号化が可能(オプション)
 - SEP、他ドメインの管理系にドメイン内部の詳細構成を隠蔽可能
 - SEPがアクセスする情報(ドメイン間リンク情報、ドメインstatus等)は暗号化しない部分で伝送
- ノードの階層関係の表現
- ドメイン間リンクパラメータのネゴシエーション
- エクステンション
 - (共通APIがサポートしていない)各仮想化基盤独自機能を自由に記述可能
 - SEPはエクステンション部分の内容はチェックせず、そのまま転送する

共通APIコマンドフォーマット概要

■コマンドフォーマット (ResourceInfoは除く)

共通API/スライス定義XML-RPCは論理的に3階層で構成

- ・コマンド本体
- ・スライス全体構成(スライス構造体)
ドメイン間仮想リンク定義を含む
- ・各ドメイン内部の構成(ドメイン構造体)
ドメイン内仮想ノード/リンク



Apr. 11, 2014

13

共通APIコマンド一覧

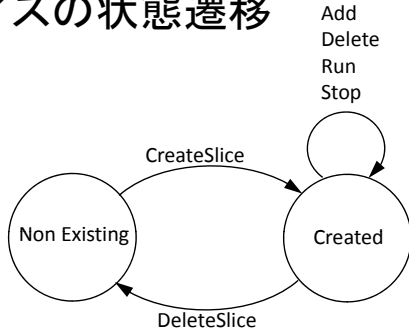
#	コマンド名	機能	備考
1	CreateSlice	Create a new slice (and virtual nodes / links inside the slice).	
2	Add	Add virtual node(s) / link(s) to the existing slice.	スライス構成の変更 ・ソース側GKが新旧のスライス構成を比較し、必要なコマンド(Add/Delete)を発行する ・仮想ノードの空きポートがある範囲内で変更可能 ・仮想ノード/仮想リンクのスペックの変更は現在は未サポート
3	Delete	Delete virtual node(s) / link(s) from the existing slice.	
4	Run	Start execution of the entire slice or specific virtual node(s) / link(s) in the slice	
5	Stop	Stop execution of the entire slice or specific virtual node(s) / link(s) in the slice	
6	DeleteSlice	Delete the entire slice (and virtual nodes / links inside the slice).	
7	ResourceInfo	Obtain information of entire resources in the destination domain(s).	本コマンドのみ物理情報を扱うため、「共通スライス定義」を使用しない
8	Status	Obtain the status of designated virtual node(s) / link(s) or the entire slice	
9	Statistics	Obtain performance information of designated (virtual node(s) / link(s) or the entire slice	

Apr. 11, 2014

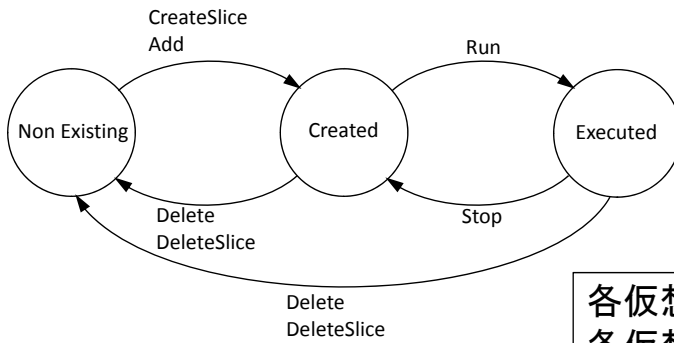
14

共通API状態遷移

■ スライスの状態遷移



■ 仮想ノード・仮想リンク(スリバ)の状態遷移



各仮想化基盤のGKが
各仮想化基盤固有の状態遷移と
共通API状態遷移の変換を実施 15

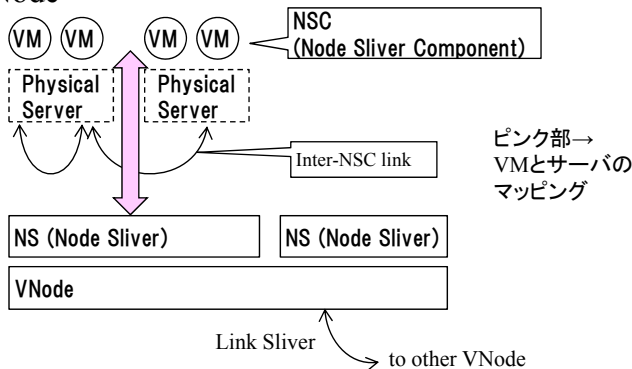
Apr. 11, 2014

仮想ノードの階層表現

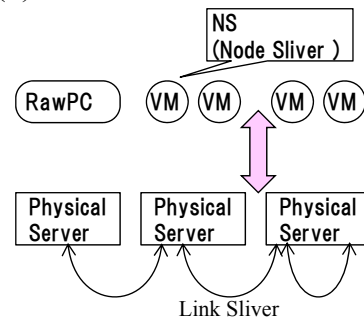
■ 仮想ノードと物理ノードとの階層関係の定義方法

- 例) - VNodeのNode Sliver Component (VM) とNode Sliver (物理ノード)
- GENIのVM(コンテナ)と物理PC

(1) VNode



(2) ProtoGENI



● 方式1

- mapping定義 → VMと物理ノードの関係を直接定義

● 方式2

- parent_component_id定義 → 親となる仮想ノードを定義 (特定の物理ノードを指定せずにVMのグルーピングを定義可)

Apr. 11, 2014

16

4. 共通API・スライス定義詳細

Apr. 11, 2014

17

共通APIコマンド形式 (ResourceInfoは除く)

■ XML-RPC概要

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<methodCall>
  xmlns:ex="http://ws.apache.org/xmlrpc/namespaces/extensions"
  <methodName>CreateSlice</methodName>
  <params>
    <param>
      <value>
        <struct>
          <member>
            <name>command_version</name>
            <value>
              <string>2.0</string>
            </value>
          </member>
          <member>
            <name>src_infra_name</name>
            <value>
              <string>VNode-hakusan</string>
            </value>
          </member>
          <member>
            <name>src_slice_id</name>
            <value>
              <string>federation-h1</string>
            </value>
          </member>
        </struct>
      </value>
    </param>
    <param>
      <value>
        <struct>
          <member>
            <name>developer</name>
            <value>
              <struct>
                <member>
                  <name>developer_name</name>
                  <value>
                    <string>hitachi01</string>
                  </value>
                </member>
              </struct>
            </value>
          </member>
          <member>
            <name>slice_structure</name>
            <value>
              <struct>
                .....
                「共通スライス定義」
                .....
              </struct>
            </value>
          </member>
        </struct>
      </value>
    </param>
  </params>
</methodCall>
```

→ 右上に続く

■ コマンドパラメータ

パラメータ	説明	備考
command_version	Common API version	
src_infra_name	Source domain name	
src_slice_id	Slice ID in the source domain	
Developer構造体	Developer ID and related information (authentication, etc.) Only developer_name is supported in	common API 2.0では developer_nameのみサポート
developer_name	Developer ID to create / operate the slice	
return_code	Overall execution result of the command	
slice_structure	A common slice definition structure	別途定義

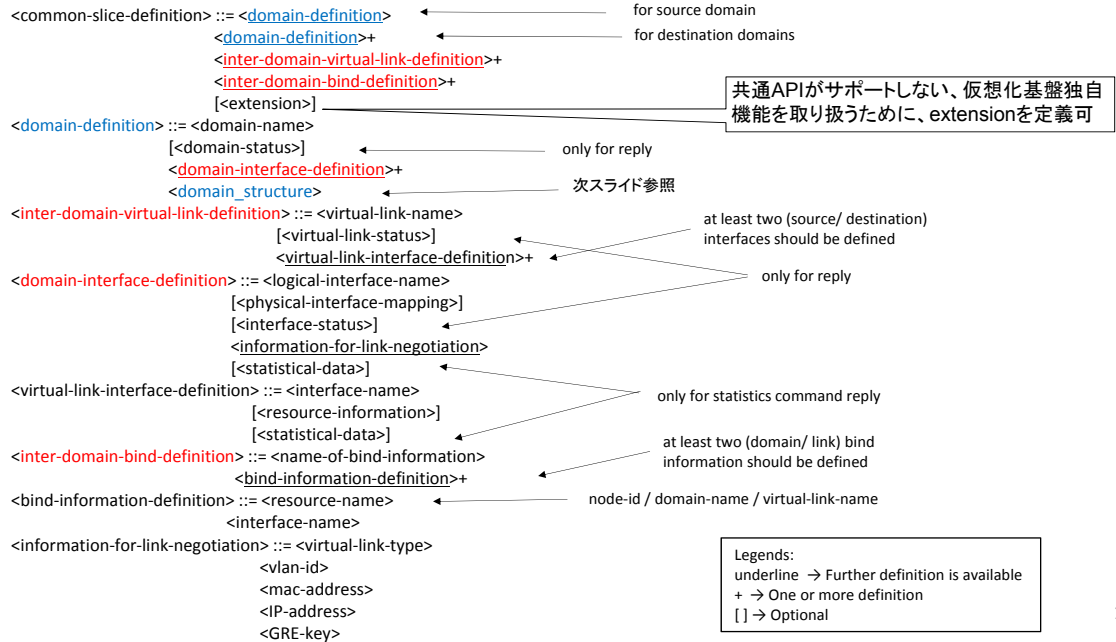
Apr. 11, 2014

18

共通スライス定義詳細(1)

■ スライス構造体の構成 (BNF-likeな記法を用いて定義)

- ドメイン構造体(複数)へのリンクを含む(青字)
- ドメイン間リンク定義(リンク本体、ドメインタフェース、バインド情報)(赤字)
- ResourceInfoコマンド(物理情報を扱う)以外の全コマンドで使用される



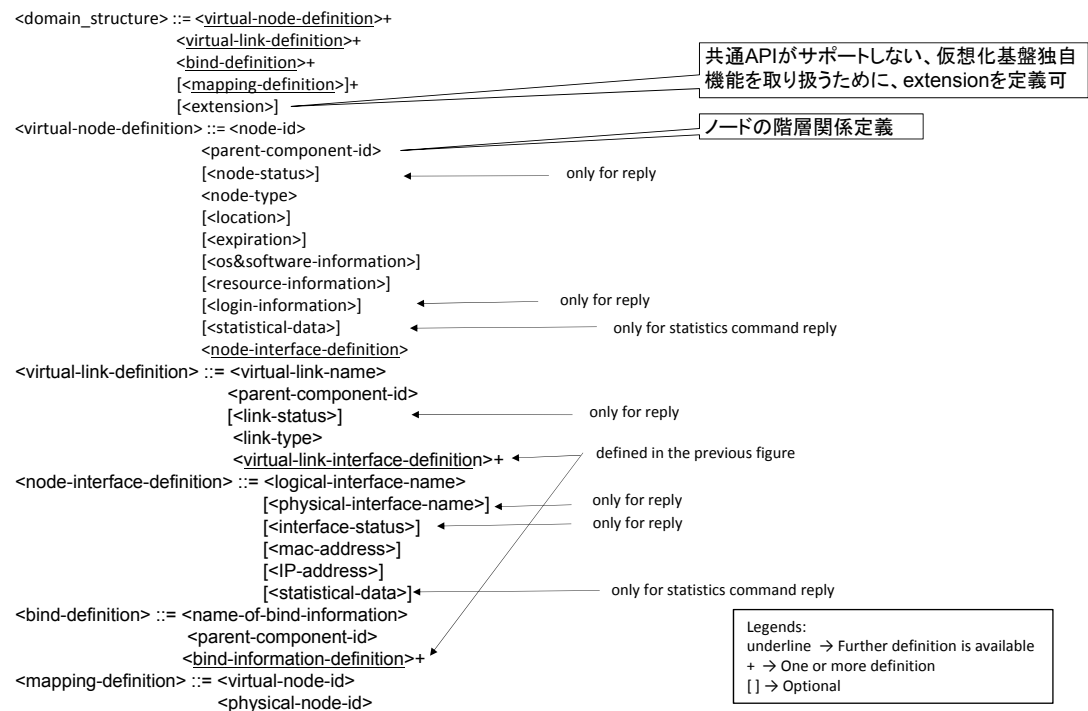
Apr. 11, 2014

19

共通スライス定義詳細(2)

■ ドメイン構造体の構成 (BNF-likeな記法を用いて定義)

- ドメイン内仮想ノード、仮想リンク定義
- ドメイン構造体内部は暗号化可能(他ドメインの内部構造を隠蔽)

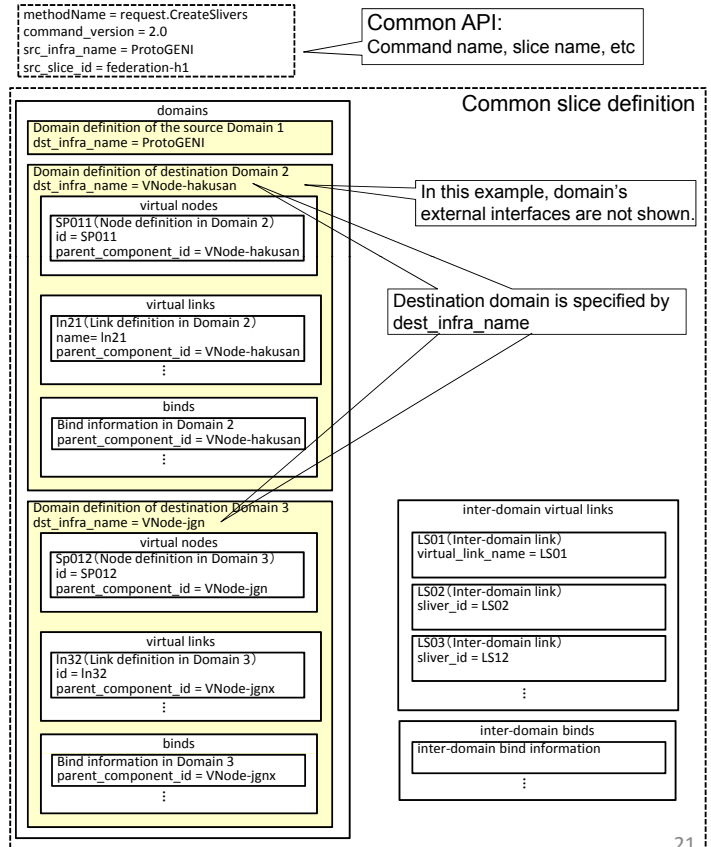
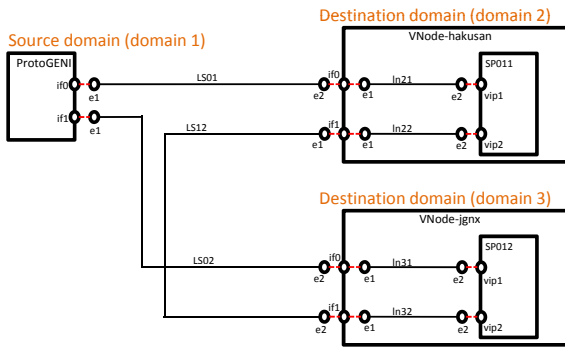


Apr. 11, 2014

20

共通API例

■ スライス構成例(下図)と 共通API構造図(右図)



Apr. 11, 2014

21

5. SEP core

Apr. 11, 2014

22

SEP coreの機能

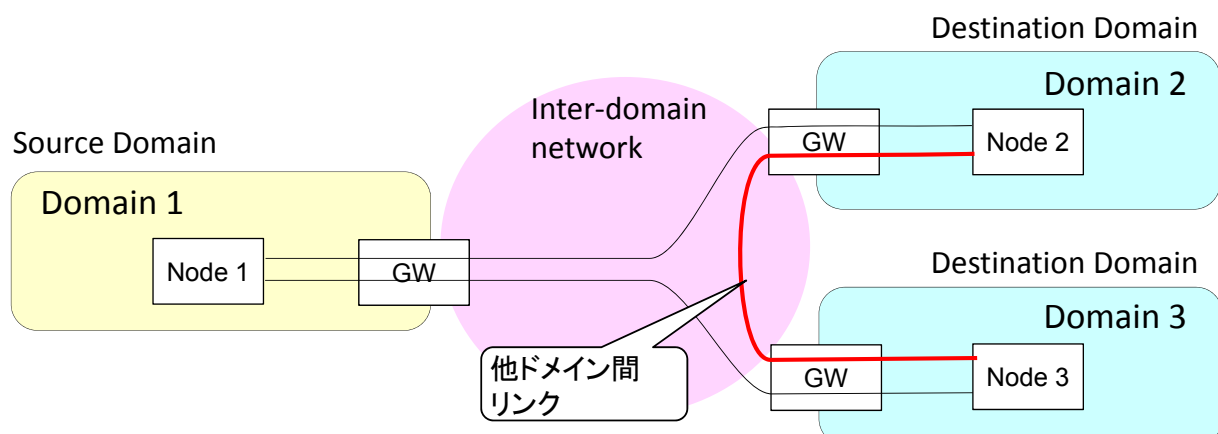
1. ドメインの名前解決
スライス定義に記述されたドメイン名から、GKのアドレス等への変換
2. 共通APIのコマンド伝達
必要なドメインのGKに共通APIコマンドを伝達
3. 共通API実行結果のマージ
各ドメインの共通API実行結果を待ち合わせ
→マージして依頼元GKに伝達
4. ドメイン間ネットワークの管理
ドメイン間ネットワークのリソースを管理し、必要な場合、共通APIコマンドに情報を追加(次スライド)

Apr. 11, 2014

23

ドメイン間ネットワーク管理

- 依頼元ドメイン以外の間を結ぶドメイン間ネットワーク作成
 - 要求元ドメインのGKは、他ドメイン間を結ぶリンク(下図)のパラメータを決定することができない
 - 要求元GKは、共通APIを出す際に、SEPに対し、該当するリンクのパラメータを決めるように依頼
 - SEPは、自身の管理しているドメイン間ネットワーク実装情報に基づきパラメータを補完して、宛先ドメインのGKに送付



Apr. 11, 2014

24

6. まとめ

Apr. 11, 2014

25

まとめ

- 異種仮想化基盤間フェデレーションをサポートするSEP (Slice Exchange Point) アーキテクチャ
- 共通API / スライス定義
 - 各ドメイン独自コマンド / スライス定義を変換
 - 複数ドメイン間フェデレーションのサポート
- SEP coreの機能
 - 共通API転送
 - ドメイン間ネットワーク管理
- VNode ↔ ProtoGENI間のフェデレーションを実現
- 今後の課題
 - 3ドメイン間フェデレーションによるSEP core機能の実証

本研究の一部は、(独)情報通信研究機構(NICT)の委託研究「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(課題イ)」に基づき実施しました。

Apr. 11, 2014

26

Common API V2.0仕様書

Federation Architecture and
Common API / Common Slice Definition
(Draft V2.0)

以下のサイトで公開中:

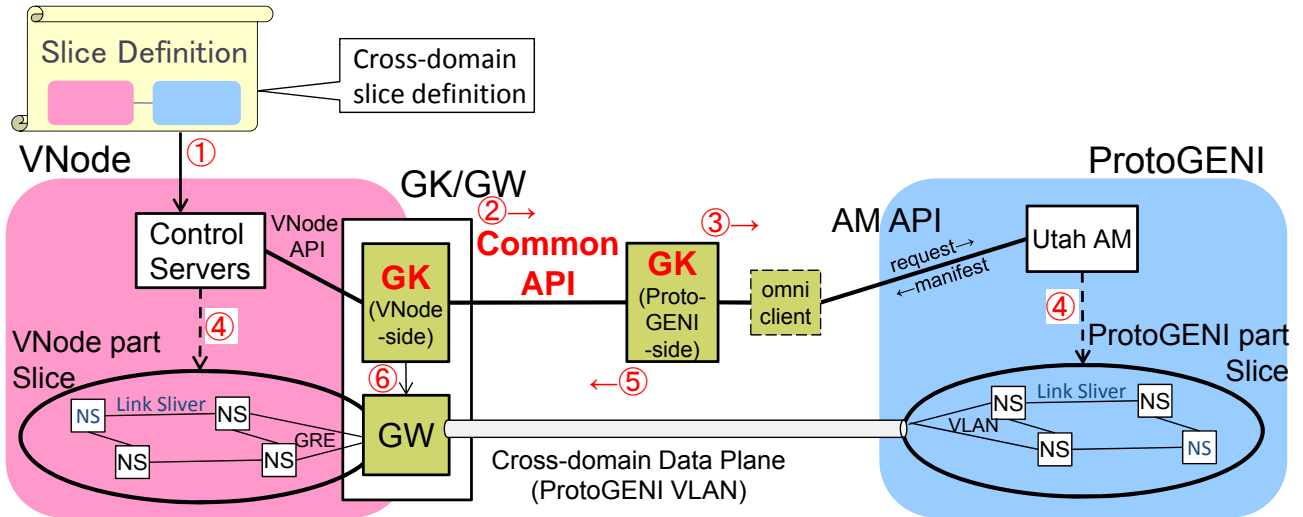
http://nvlab.nakao-lab.org/Common_API_V2.0.pdf

付録

フェデレーション実行例

GEC17 (2013/07) デモ

- VNode側からスライス定義を投入し、ProtoGENI側にまたがったスライスを作成
- 共通API V1.0に準拠
 - 一対一フェデレーション、SEP coreは使用せず (GK間を直接接続)



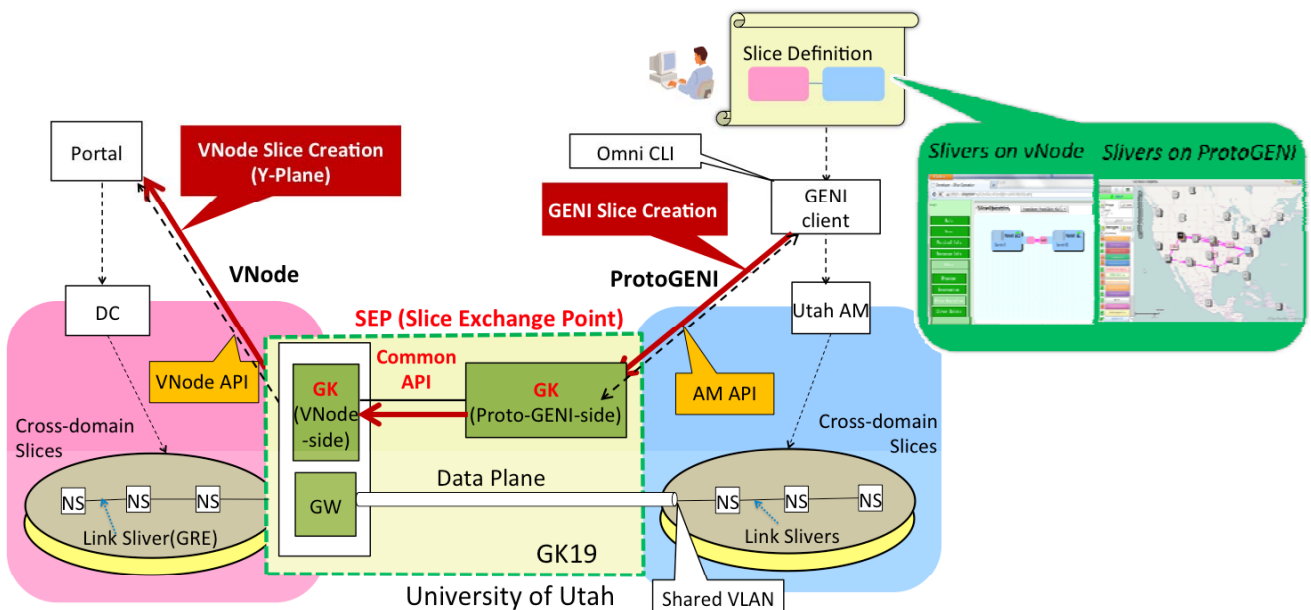
Apr. 11, 2014

GEC: GENI Engineering Conference
GK: Gate Keeper, GW: Gateway, NS: Node Sliver, DC: Domain Controller, AM: Aggregate Manager

29

GEC18 (2013/10) デモ

- VNode側からスライス定義を投入し、ProtoGENI側にまたがったスライスを作成
- 異種仮想化基盤間の双方向フェデレーションを実現



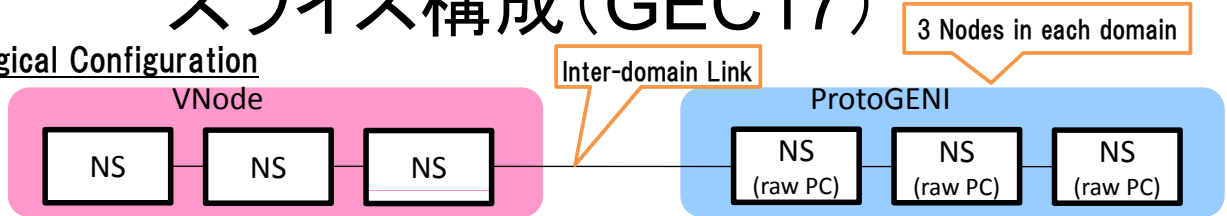
Apr. 11, 2014

GEC: GENI Engineering Conference
GK: Gate Keeper, GW: Gateway, NS: Node Sliver, DC: Domain Controller, AM: Aggregate Manager

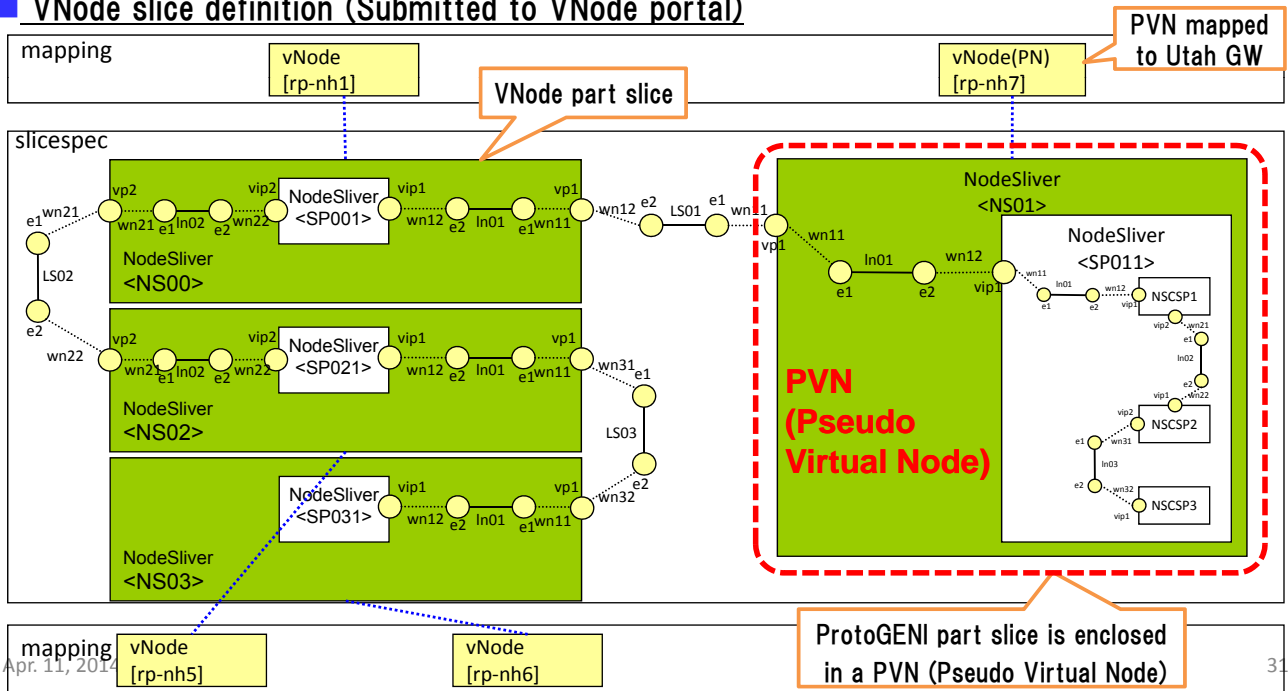
30

スライス構成 (GEC17)

Logical Configuration

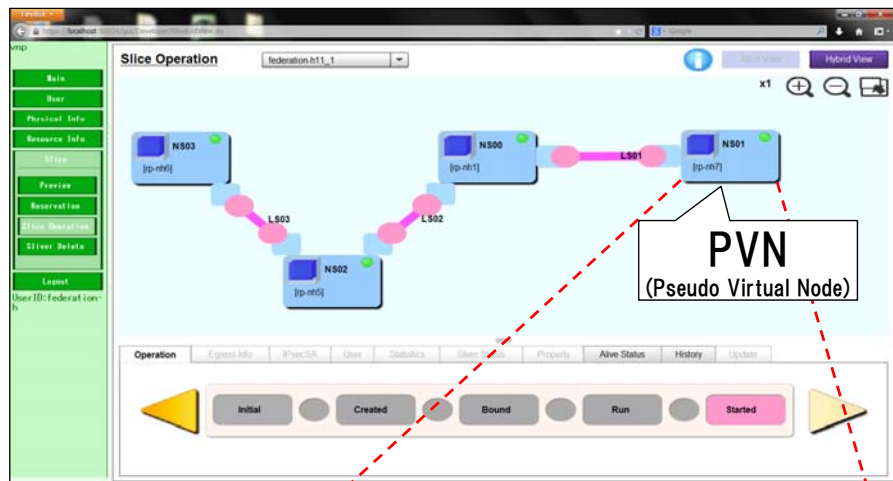


VNode slice definition (Submitted to VNode portal)

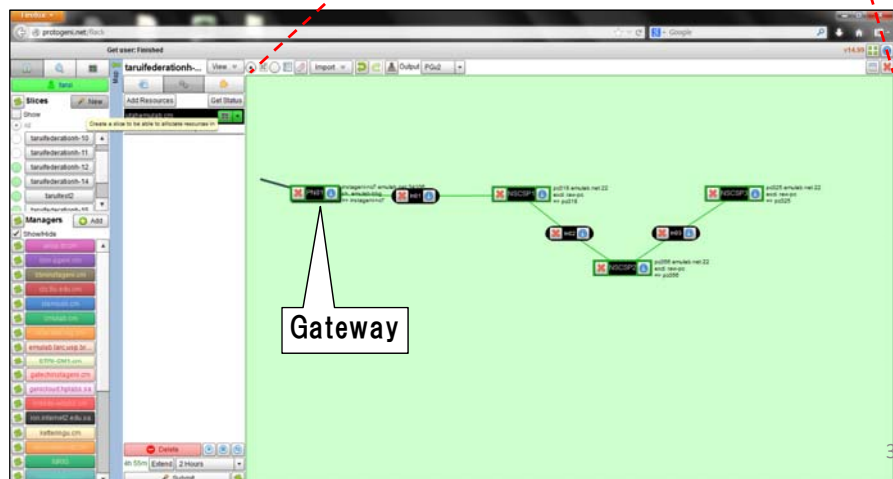


管理サーバ画面

VNode Portal Screen

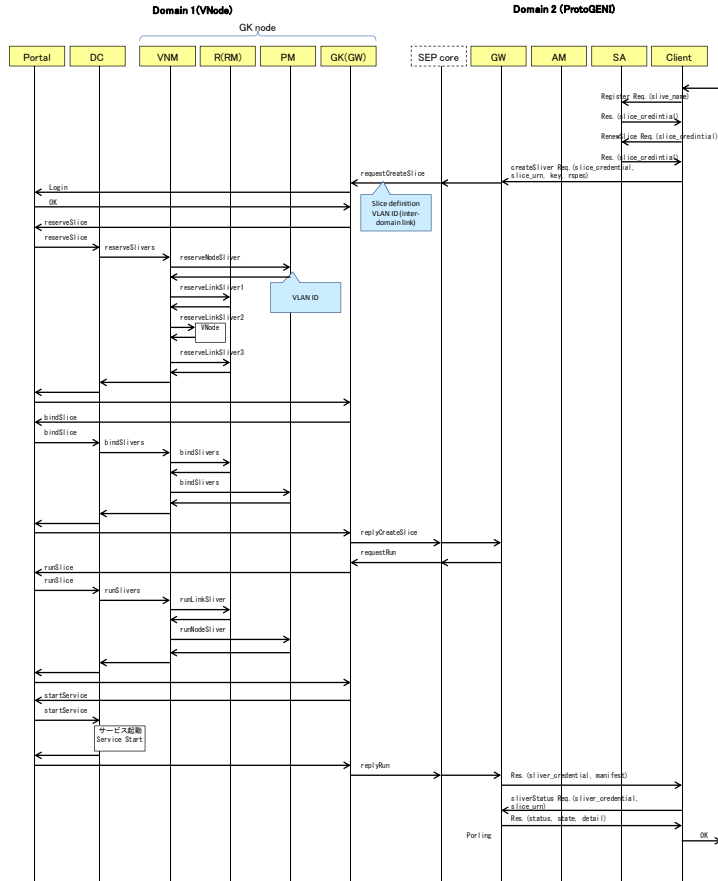


ProtoGENI part slice created



共通API実行シーケンス例(2)

○ CreateSliceコマンド
ProtoGENI→VNode



Apr. 11, 2014