

# 平成23年度「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 課題ア:統合管理型ネットワーク仮想化基盤技術の研究開発」 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 日本電信電話株式会社(幹事者)、国立大学法人東京大学、株式会社日立製作所、日本電気株式会社、富士通株式会社
- ◆研究開発期間 平成23年度から平成26年度(4年間)
- ◆研究開発費 総額 2299.7百万円(平成23年度 649.7百万円)

## 2. 研究開発の目標

進化型ネットワーク仮想化技術を実現する要件である「(1) 資源の抽象化 (2) 資源の独立分離性 (3) 資源の柔軟性 (4) プログラム可能性 (5) 認証性」という観点から、9つの技術課題(課題T1~T9)を抽出し、研究開発を遂行する。最終目標は、課題T1~T9を解決することにより、進化型ネットワーク仮想化技術の基本的要件を満たすこととする。

最終成果として、ネットワーク仮想化基盤の装置が提供可能な資源量の範囲において、同時に100のスライスを構築、利用可能とする。平成25年度末までに検証のための装置として仮想化ノードを5台、仮想化ゲートウェイを20台、管理制御システムを1システム、製作する。既に情報通信研究機構が保有する「旧仮想化基盤」の仮想化ノードおよび仮想化ゲートウェイと合わせて、平成26年度にJGN-X上でシステム検証を行い、さらに課題イ、課題ウとの連携による統合実験により実証する。

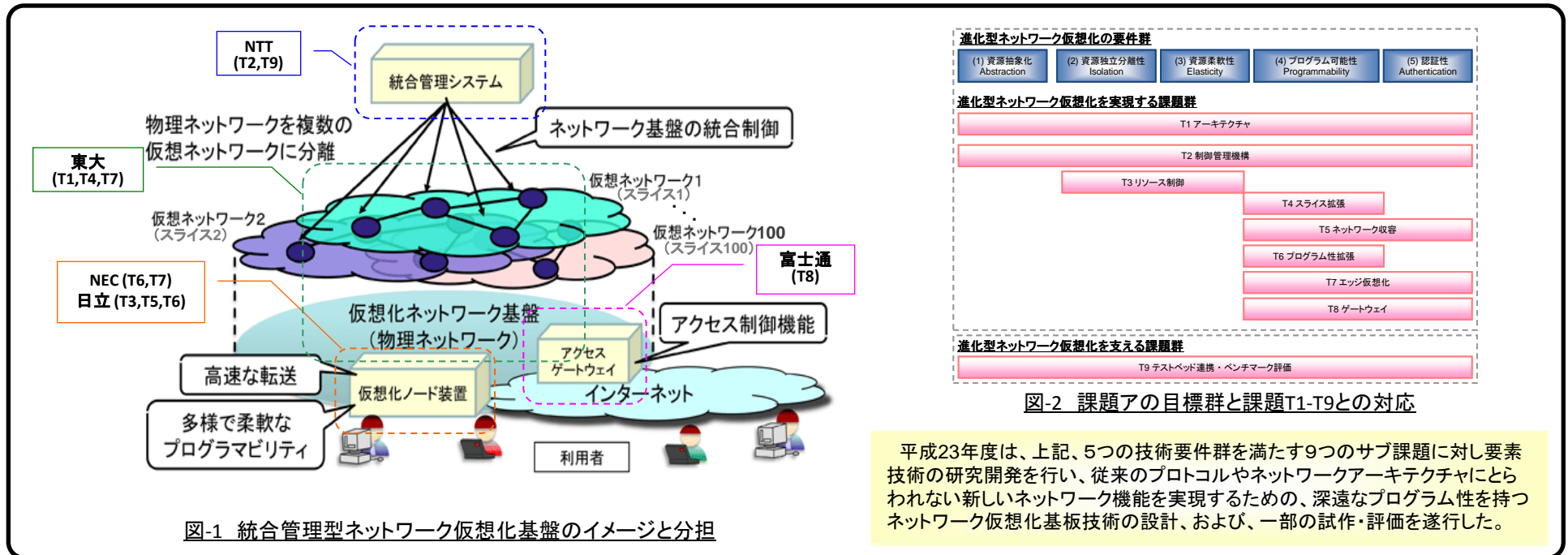


図-1 統合管理型ネットワーク仮想化基盤のイメージと分担

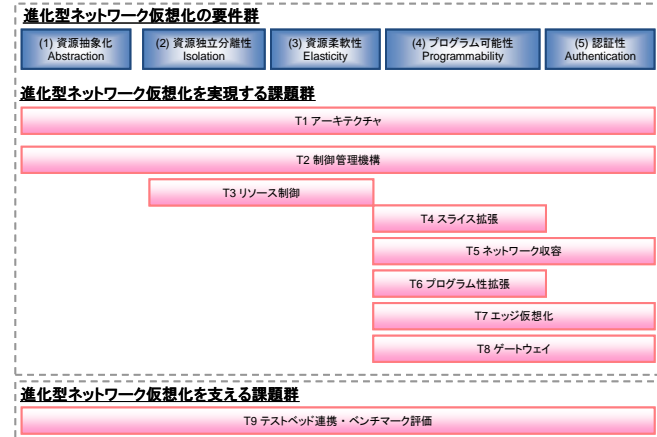


図-2 課題アの目標群と課題T1-T9との対応

平成23年度は、上記、5つの技術要件群を満たす9つのサブ課題に対し要素技術の研究開発を行い、従来のプロトコルやネットワークアーキテクチャにとられない新しいネットワーク機能を実現するための、深遠なプログラム性を持つネットワーク仮想化基盤技術の設計、および、一部の試作・評価を遂行した。

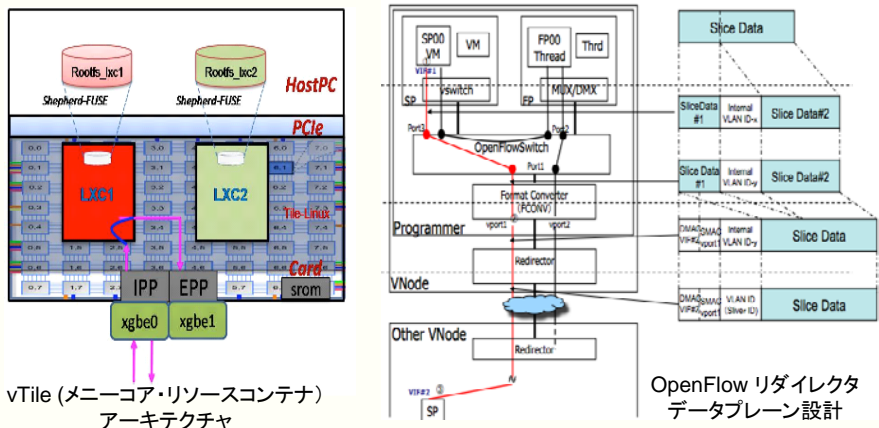
### 3. 研究開発の成果 (1/3)

#### T1 進化可能なネットワーク仮想化基盤アーキテクチャ

東大

##### 【成果】

- 進化可能なネットワーク仮想化ノード技術としてプログラマ・リダイレクタ分離ノードアーキテクチャの整理
- プログラム性とパフォーマンス性を両立するために、プログラマの基本構成要素技術としてメニーコアプロセッサ上にLinuxのリソースコンテナ技術LXCを実装・基本性能の評価完了
- リダイレクタの汎用化・低廉化として、OpenFlow based VLAN Redirector の設計と開発を実施 (VLAN MACアドレス管理方式について検討を実施し要件を明確化) しデータプレーン上の動作確認評価を完了

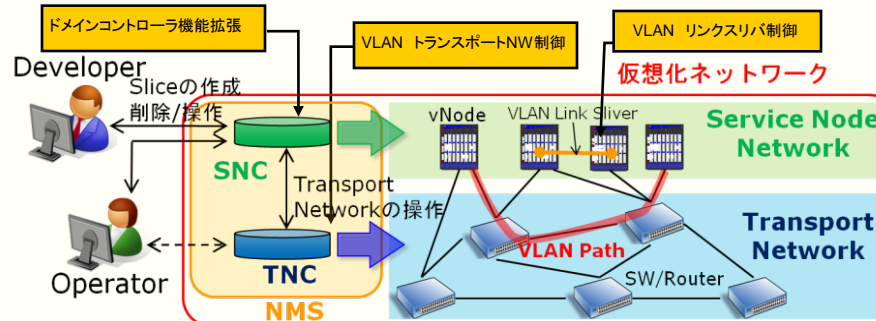


#### T2 制御管理機構

NTT

##### 【成果】

- 仮想化ノードとトランスポートネットワークの管理モデルの検討を行うとともに、トランスポートネットワークを管理制御するトランスポートネットワーク制御管理システムを開発し、仮想化ノード管理システム (ドメインコントローラ) とトランスポートネットワーク制御管理システムを連携させ、VLANを対象としたトランスポートネットワーク制御管理の基本機能動作確認を完了
- 複数の転送方式をもつ仮想化ノードにおける転送手段を実現するため、従来のIP GREリンクスリバに加え、VLANリンクスリバに対する制御管理方式の基本機能設計と開発を実施
- スリバの状態管理を整理することにより異常状態となったスリバの削除を可能とし、利便性向上を実現
- 課題T1、T3、T8の機能と連携したドメインコントローラの機能拡張を実施

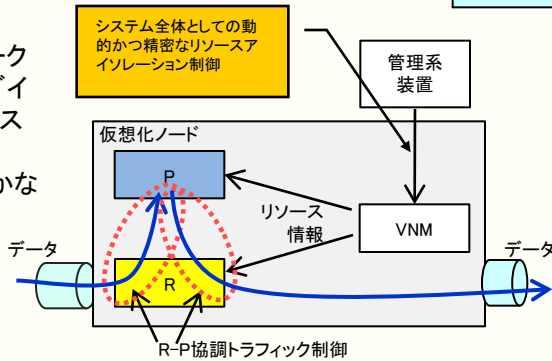


#### T3 リソース制御

日立

##### 【成果】

- 階層化シェパード型ネットワークインタフェースを利用し、リダイレクタにおいて精密なリソースアイソレーション機能を実装 仮想リンク単位でのきめ細かなQoS制御を実現
- システム全体でのリソースアイソレーションのため、リダイレクタ (R) とプログラマ (P) 間の協調トラフィック制御方式の基本検討完了



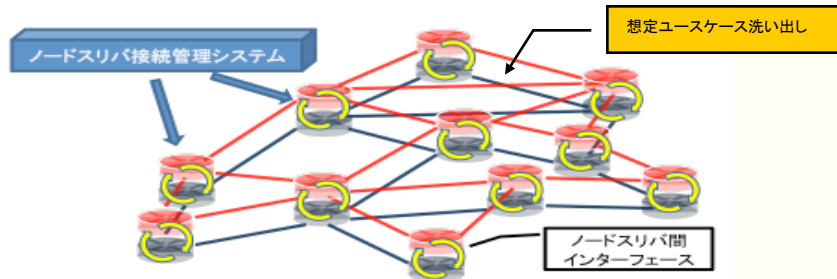
VNM: 仮想化ノード・マネージャ、P: 仮想化ノード・プログラマ、R: 仮想化ノード・リダイレクタ

#### T4 スライス拡張

東大

##### 【成果】

- スライス間連携が必要と想定される様々なユースケースの洗い出しを実行
- スライス間連携の例として課題ウからの要件のヒアリングを実施し最も簡単なスライス間導通の要件を明確化



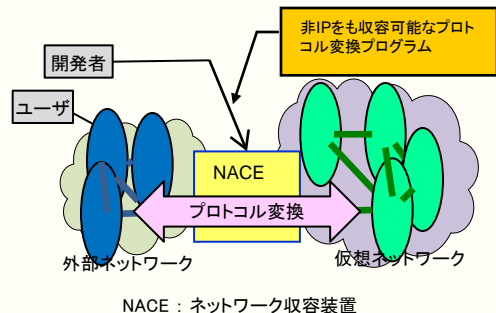
### 3. 研究開発の成果 (2/3)

#### T5 ネットワークのスライス収容

日立

##### 【成果】

- 課題T6-2の技術に基づくプロトコル変換型ネットワーク収容実現方式を検討
- 上記方式の基本機能を実現するfast pathプログラムを実装



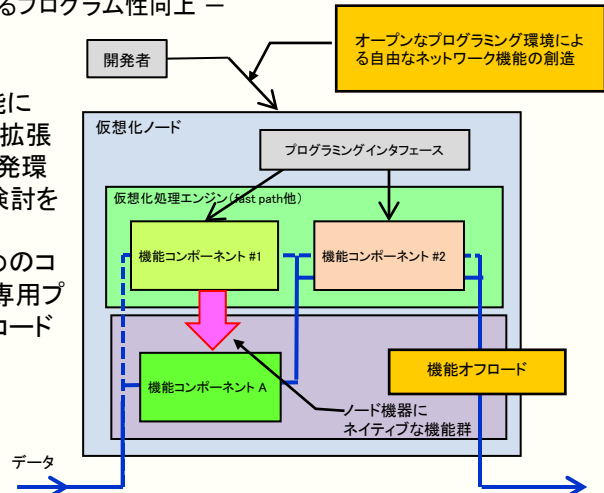
#### T6 プログラム性拡張

日立

— 新しいプログラム技術によるプログラム性向上 —

##### 【成果】

- ノード機能オフロード機能によってリダイレクタ機能を拡張するためのプログラム開発環境および変換法の方式検討を行い、基本技術を確立
- fast path 処理基盤のためのコンパイル技術を確立し、専用プロセッサのオブジェクト・コード形式を検討



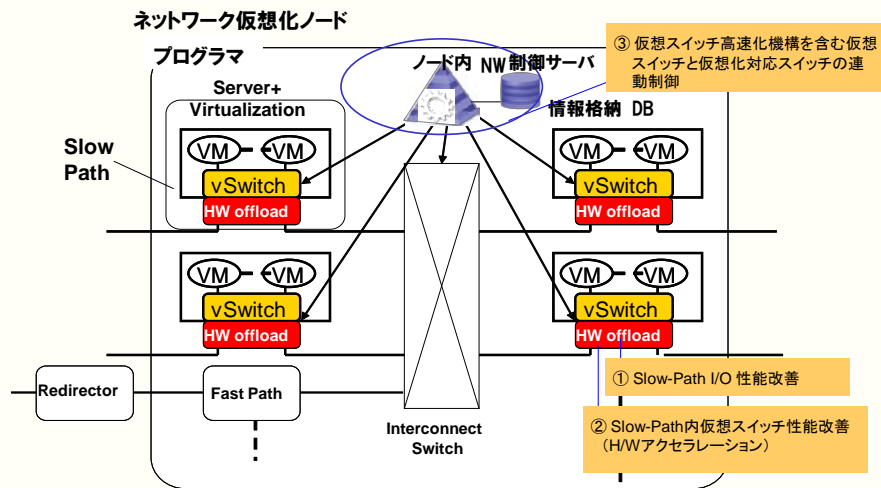
#### T6 プログラム性拡張

NEC

— プログラム性とパフォーマンスの両立 —

##### 【成果】

- KVM環境下で動作するvSwitch Offload方式を、標準I/O仮想化技術SR-IOVとの組み合わせで実現し、プログラマのネットワークI/O性能を向上する方式を開発。併せてXenServerによるプログラマの実現性を調査
- プログラマ内管理システムを改善、ソフトウェアOpenFlowスイッチ(vSwitch)および物理OpenFlowスイッチの管理を統合化し、両スイッチの連動制御を実現する方式を開発
- プログラマ構成品を使用し、ネットワークI/O性能向上およびスイッチの連動制御に関する評価環境を構築、事前機能・性能評価を実施
- VMの資源の公平、あるいは優先順位に応じた分配・管理方法を策定



### 3. 研究開発の成果 (3/3)

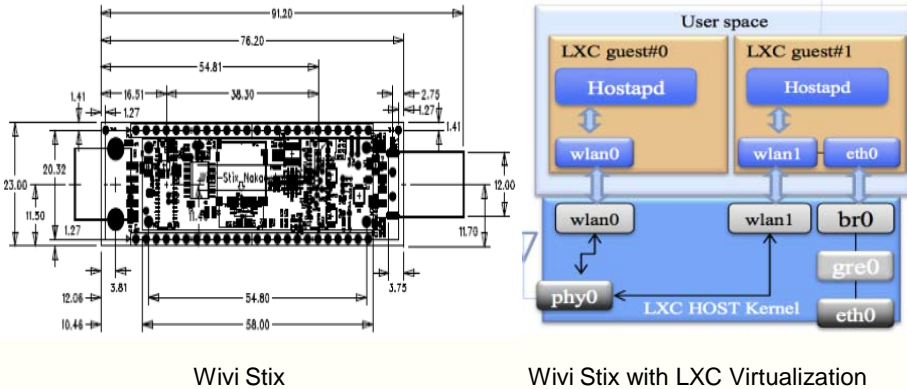
#### T7 エッジ仮想化技術

東大

－ エッジ端末ネットワーク仮想化技術 －

##### 【成果】

- エッジ端末におけるネットワーク仮想化技術の設計と実装
- ARMベース組込プロセッサへの無線ネットワーク仮想化技術の移植
- ネットワーク仮想化可能な超小型APへの応用技術の開発



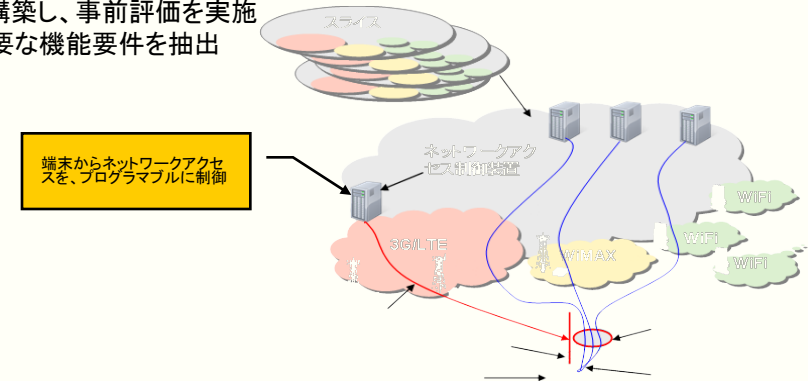
#### T7 エッジ仮想化技術

NEC

－ ネットワークアクセスのプログラム技術 －

##### 【成果】

- OpenFlowを用いることにより、端末からのネットワークアクセスの動的制御に必要な基本機能を開発
- 端末からのネットワークアクセスの動的な経路選択に関する評価環境を構築し、事前評価を実施  
主要な機能要件を抽出

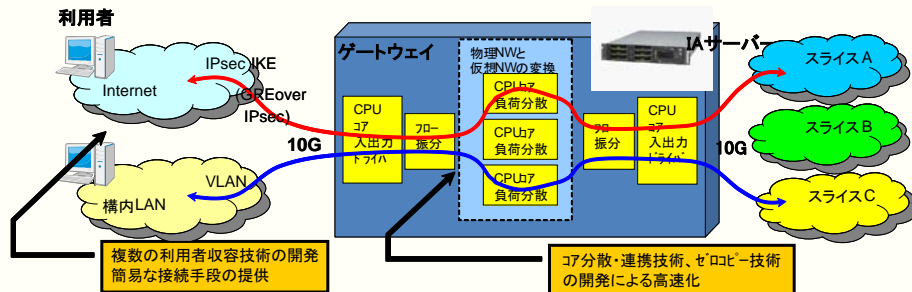


#### T8 ゲートウェイ機能強化

富士通

##### 【成果】

- IKEプロトコルによるIPsecの接続を提供、IPsec固定接続も提供、GRE over IPsecトンネルによりAnyフォーマットのフレームを転送可能
- 複数User(実験室/拠点単位)をそのまま仮想ネットワークで延長
- マルチコアCPUでのフロー分散/連携処理技術の実装による高速化
- ゲートウェイにおけるプログラマビリティ機能の方式検討

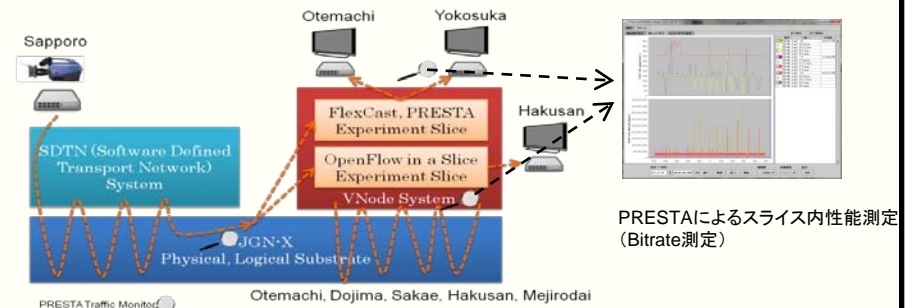


#### T9 テストベッド連携とベンチマーク評価

NTT

##### 【成果】

- JGN-Xテストベッド利用実験
- JGN-Xテストベッドと連携した雪まつり実験の実施





#### 4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	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
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*	7 (7)	0 (0)	7 (7)	16 (16)	2 (2)	4 (4)	1 (1)

\* 課題A: 統合管理型ネットワーク仮想化基盤技術の研究開発

※( )内は平成23年度単年度分の再掲

#### 5. 研究成果発表会等の開催について

##### (1) 国際会議でネットワーク仮想化基盤について発表

- ・US Ignite Workshop: 【1件】
- ・World Telecommunications Congress (WTC 2012) : 【2件】
- ・ON\*VECTOR Workshop : “カリフォルニア大学サンディエゴ校 (UCSD)と日本のVNodeを接続したライブデモ実験に成功”

##### (2) 信学会大会、研究会でネットワーク仮想化について発表

- ・電子情報通信学会総合大会(日本電信電話/東京大学/日本電気):【6件】
- ・NV研究会(日本電信電話/東京大学/日本電気):【4件】
- ・電子情報通信学会ネットワークシステム研究会(日本電気/富士通):【2件】

##### (3) 雪まつり実験についてプレスリリース

- ・プレスリリース:  
“複数の新世代技術を活用した「多層仮想化ネットワーク」による同時放送配信・運用実験に成功”

#### 6. 今後の研究開発計画

今後は、深遠なプログラム性をネットワーク内部に持たせる「Deeply Programmable Network」の概念を全面に打ち出し、国際的に競争力の高い先進的なネットワーク仮想化技術を成熟させるために、引き続き今年度設定した9つのサブ課題を進めると同時に、特に、来年度以降は(1)ジェネリックなネットワーク仮想化アーキテクチャ定義(2)高度スライスデザイン定義(3)リソースアイソレーションの高度化(4)プログラム性とパフォーマンス性向上の両立(5)トランスポートを含めた垂直リソース制御(6)計測技術(7)スライス間連携技術(8)端末仮想化技術(9)テストベッド機能の充実(10)外部情報発信(海外連携・標準化等)という10のテーマに沿った研究開発を進めるとともに、海外との接続環境の整備、他課題間との連携技術の研究開発を進める予定である。