

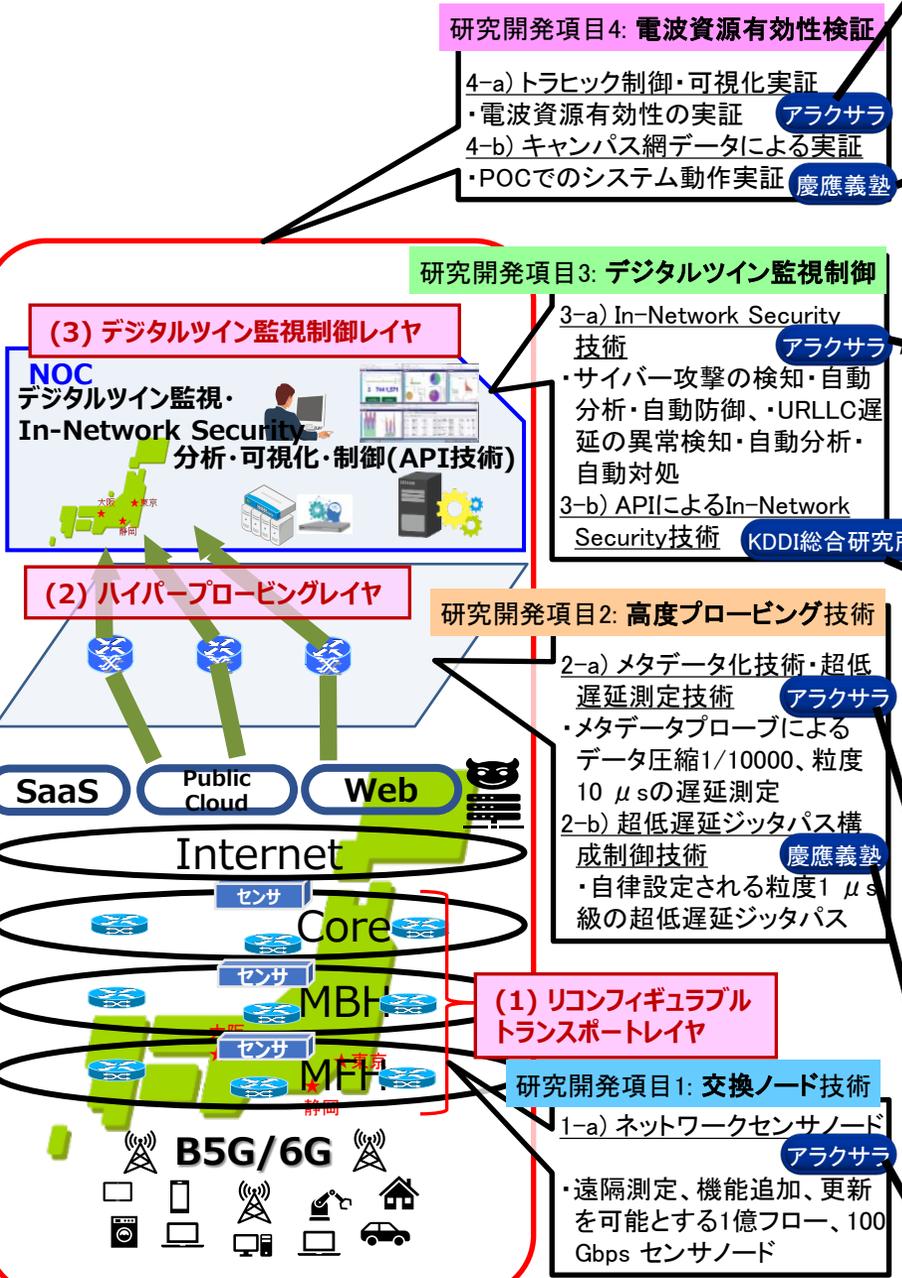
## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 エマージング技術に対応したダイナミックセキュアネットワーク技術の研究開発
- ◆受託者 アラクサラネットワークス(株)、(学)慶應義塾、(株)KDDI総合研究所
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和4年度(2年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和3年度から令和4年度までの総額420百万円(令和4年度218百万円)

## 2. 研究開発の目標

中間目標として2022年度末までに、各研究開発項目において、方式検討及び一次試作を進め、要素技術のフィジビリティを確認する。最終目標として2024年度末までに、ダイナミックセキュアネットワークの要素技術として、ノード単体で1億フロー、100 Gbpsの遠隔測定、機能追加、更新を実現するプログラマブル交換ノード技術、広域(40 km以上の距離)での高信頼低遅延プロービング(URLLP)を実現するための、データ圧縮1/10,000、遅延測定粒度10  $\mu$ sのメタデータプローブ及び、APIを介したURLLPパス設定・制御・センサ再構成によるプローブ配置を実現する高度プロービング技術、デジタルツイン監視制御による100 Gbps監視時に、セキュリティ異常自動分析時間30分、セキュリティ監視性能10,000項目/5分、遅延異常の測定粒度10  $\mu$ s粒度、遅延測定の監視性能10,000項目/5分を確認し、In-Network Securityを実現するためのネットワークセンサAPI及びURLLPトランスポートAPI技術、を確立する。ダイナミックセキュアネットワークPOCを構築して、In-Network Securityとしての有効性を実証するとともに、電波資源の有効性を検証する。

### 3. 研究開発の成果



**研究開発項目4: 電波資源有効性検証**

4-a) トラフィック制御・可視化実証  
 ・電波資源有効性の実証 **アラクサ**

4-b) キャンパス網データによる実証  
 ・POCでのシステム動作実証 **慶應義塾**

**研究開発項目3: デジタルツイン監視制御**

3-a) In-Network Security 技術 **アラクサ**  
 ・サイバー攻撃の検知・自動分析・自動防御・URLLC遅延の異常検知・自動分析・自動対処

3-b) APIによるIn-Network Security技術 **KDDI総合研究所**

**研究開発項目2: 高度プロービング技術**

2-a) メタデータ化技術・超低遅延測定技術 **アラクサ**  
 ・メタデータプローブによるデータ圧縮1/10000、粒度10 μsの遅延測定

2-b) 超低遅延ジッタパス構成制御技術 **慶應義塾**  
 ・自律設定される粒度1 μs級の超低遅延ジッタパス

**(1) リンク構成可能なトランスポートレイヤ**

**研究開発項目1: 交換ノード技術**

1-a) ネットワークセンサノード **アラクサ**  
 ・遠隔測定、機能追加、更新を可能とする1億フロー、100 Gbps センサノード

**研究開発成果4-a**  
 ・電波資源有効活用の為にNICT-JGN-B5G高信頼仮想化環境を使って、全国規模の広範囲な実証実験(大手町、堂島、北陸、札幌、福岡データセンタ間で通信試験)を実施中  
 ・テストを使用した100万ユーザ帯域制御試験  
 ・TCP通信におけるヘビータラフィック対策及び公平制御技術の確認試験  
 ・QoEの可視化監視技術の試験

**研究開発成果: 4-b**  
 ・慶應大学キャンパス内に攻撃トラフィック収集用ネットワークを構築。  
 ・攻撃トラフィック収集・蓄積のためのユーザペイロード削除機器の設計・試作を行い①10Gbps版動作確認、②100Gbps版動作確認、③攻撃トラフィック蓄積システム動作確認、を完了。  
 ・POCでの項目1と連携した実証実験を2022年6月(国内)、11月(海外)で実施。

**研究開発成果: 3-a**  
 ・本技術成果を急増しているランサムウェア攻撃対策手段として活用検討中  
 ・センサ・コレクタを使って侵入・横展開に使われるVPN通信、RDP通信の異常を可視化・検知  
 ・慶應POCで培ったパスワードクラッキング攻撃検知技術をランサムウェア対策に応用  
 ・自動車製造業や自治体・病院ネットワークでフィールド試験実施。見える化が非常に好評  
 ・中間目標を達成し、最終目標に対しては  
 ・100 Gbps、10,000 項目/5分監視、自動分析30分 → 検討開始 ・研究開発項目間連動 → 着手

**研究開発成果: 3-b**  
 ・3GPPにおいて、通信状況収集・解析機能の拡張を、協調する会員らとともに提案し、合意された。また、ドメイン間の連携について、対象とするネットワーク標準化団体を選定し調査し、他ドメインとの連携や、ドメイン内のファンクションと連携するための汎用的なAPIを本案件でも利用できる可能性があることを定性的に確認し、本案件で得られた成果を提案する団体として3GPPを選定した。  
 ・セキュリティ脅威を探索・同定する機構を実現するネットワーク・システム構成を明確にした。また、3GPPで定義されている機能、およびE2Eオーケストレータを利用し、モバイルネットワーク経路で生じるセキュリティ脅威への対処の実現するために、モバイルコアネットワークとIPネットワークの連携緩和とシステムの評価環境を構築し、実現可能性を確認した。

**研究開発成果: 2-a**  
 ・中間目標を達成し、最終目標に対しては  
 ・多段階粒度サンプリングFlow化技術、選択的パケットキャプチャ技術(\*) → 検討試行開始  
 (\*)選択的パケットキャプチャ技術はランサムウェアの詳細分析に有効  
 ・ダイナミックプロービング技術 → 動作検証完了 ・URLLC遅延測定技術 → 10 μs粒度評価中  
 ・本研究成果を反映したフレキシブルセンサがSINET6の内部通信用セキュリティセンサとして採用

**研究開発成果: 2-b**  
 ・広域URLLP (Ultra Reliable and Low Latency Probing)パスを実現する手法の方式検討を実施。  
 ・ソフトウェアスイッチでの基本動作を確認。  
 ・NICT P4テストベッドで実証実験に向けた準備を実施。  
 ・URLLPパス制御のための経路割当システムの48ノードでの目標達成を確認。

**研究開発成果: 1-a**  
 ・NICT-JGN-B5G高信頼仮想化環境にネットワークセキュリティセンサを導入し、全国規模の広範囲な環境での種々の遅延条件にて帯域制御機能の評価を実施中。  
 ・中間目標を達成し、最終目標に対しては ・100 Gbps、1 億フロー技術 → 検討試行開始

#### 4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
1 (1)	0 (0)	0 (0)	18 (16)	1 (0)	0 (0)	8 (7)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

- (1) 研究開発運営委員会を開催(2022年7月8日ハイブリッド): 運営委員、連携オフィサー、リエゾンアシスタントに研究開発進捗状況の共有、**POCの見学**・実施内容の共有を行い、方向性を議論、(2022年11月25日オンライン): 運営委員、連携オフィサー、リエゾンアシスタント、受託者により、研究開発の途中経過・成果を共有し、方向性を議論
- (2) 主要成果の国内外の論文・学会における発表を実施  
電子情報通信学会PN研究会: 2022年8月、2023年3月、電子情報通信学会ソサイエティ大会: 2022年9月、スマートIoT推進フォーラム 技術戦略検討部会 第13回テストベッド分科会: 2022年9月、国際会議SC22: 2022年11月、2022年電子情報通信学会総合大会: 2023年3月、国際会議AINA2023: 2023年3月
- (3) 展示会にて成果を発信・**動態デモンストレーションを実施**  
**[動態デモ]** 国際会議iPOP2022: 2022年6月3日(横浜市)、Interop Tokyo 2022: 2022年6月15日(東京都)、国際会議OECC/PSC2022: 2022年7月4日(富山市)、**[動態デモ]** 国際会議SC22: 2022年11月14日-17日(米国)
- (4) 慶應義塾内に、本研究開発プロジェクト及び2022年度開始のBeyond 5G機能実現型プログラム「エラーフリーPOFによる革新的通信システムの開発」、総務省の2022年度開始プログラム「グリーン社会に資する先端光伝送技術の研究開発」向けの既設研究センターである“未来光ネットワークオープン研究センター”、更には新規の量子コンピューティングプロジェクトを統括する研究センターとなる“**慶應グローバル未来C&C創発研究センター(仮称)**”の**設立に向けた議論**を開始

#### 5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

研究で得られた成果の一部を切り出し、下記に活用。

- **電波資源有効活用の為にNICT-JGN-B5G高信頼仮想化環境を使って、全国規模の広範囲な実証実験(大手町、堂島、北陸、札幌、福岡データセンタ間で通信試験)を実施中**
- **本技術成果を急増しているランサムウェア攻撃対策手段として活用検討中**
  - ✓ **センサ・コレクタを使って侵入・横展開に使われるVPN通信、RDP通信の異常を可視化・検知**
  - ✓ **慶應POCで培ったパスワードクラッキング攻撃検知技術をランサムウェア対策に応用**
  - ✓ **自動車製造業や自治体・病院ネットワークでフィールド試験実施。見える化が非常に好評。**
- **本研究成果を反映したフレキシブルセンサがSINET6の内部通信用セキュリティセンサとして採用**

上記で得られた知見を研究開発にもフィードバック、製品化を行い、**国内主要キャリア、海外キャリアへの導入を目指す。**