

# 令和3年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局 電気通信技術システム課

評価年月：令和3年8月

## 1 政策（研究開発名称）

革新的AIネットワーク統合基盤技術の研究開発

## 2 研究開発の概要等

### （1）研究開発の概要

#### ・実施期間

平成30年度～令和2年度（3か年）

#### ・実施主体

民間企業、国立研究開発法人

#### ・総事業費

1,895百万円

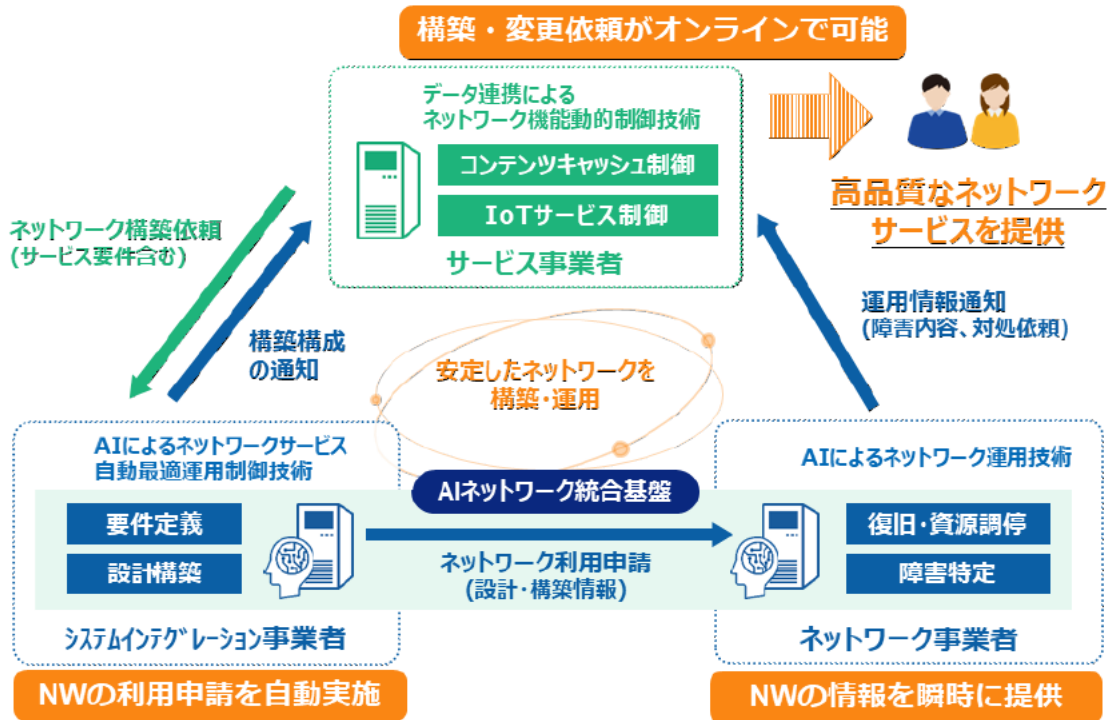
平成30年度	令和元年度	令和2年度	総額
509百万円	692百万円	694百万円	1,895百万円

#### ・概要

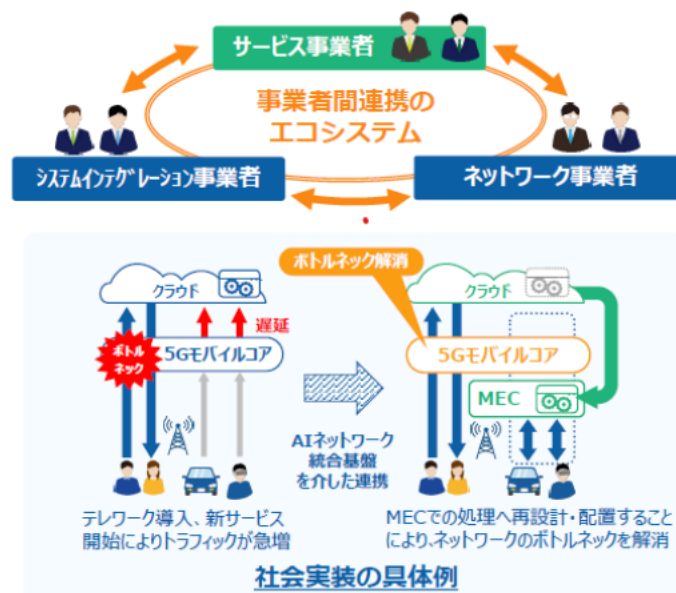
今後、5G（第5世代移動通信システム）の導入やIoT（Internet of Things）機器の急速な普及に伴い、通信量が爆発的に増加するとともに、様々な分野で通信を介した新たなサービスが創出され、それぞれのサービス毎に伝送速度、伝送遅延、同時接続数等の多種多様な要件がネットワークに求められることが見込まれる。また、ネットワークのソフトウェア制御・仮想化技術の進展により、運用面では品質を担保することが困難になると予想される。

本研究開発は、平成30年度から「AIによるネットワーク運用技術」、「AIによるネットワークサービス自動最適運用制御技術」を開発し、令和元年度よりこれらの技術で構築されたAIネットワーク統合基盤とサービス事業者のネットワークシステムがダイナミックに協調・連携する「データ連携によるネットワーク機能的制御技術」の開発を実施し、安定したネットワーク環境を提供し、デジタルトランスフォーメーションの進展、我が国における世界に先駆けたSociety5.0<sup>1</sup>の実現に寄与するものとする。

<sup>1</sup> サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、地域、年齢、性別、言語等による格差なく、多様なニーズ、潜在的なニーズにきめ細かく対応したモノやサービスを提供することで経済的発展と社会的課題の解決を両立し、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることができる、人間中心の社会（この言葉には、こうした社会の実現に向けた取組を推進していく意味が込められている）。



また、3つの技術間の連携 API<sup>2</sup>仕様を実装することにより、サービス事業者・システムインテグレーション事業者・ネットワーク事業者が連携するエコシステムのユースケースを実証し、将来の事業者間連携のモデルケースの有効性を示すことができるとともに、社会情勢の変化や新たなサービスの提供が短期間で大きく変移する NewNormal 時代においても、エコシステムが機能することにより動的に構成を変更し、安定したネットワーク環境の提供が可能となる。



技術の種類	技術の概要
AI によるネットワーク運用技術	ネットワーク仮想化技術はネットワークアーキテクチャ <sup>3</sup> の柔軟性を向上させる一方、運用面において、ハードウェアとソフトウェアの分離による複合的な障害の増加や、原因特定の複雑化、ネットワークサービスを提供するサーバ資源の枯渇を招き、結果として、障害の検知や根本原因の特定に時間を要する事態に陥る恐れがある。

<sup>2</sup> Application Programming Interface の略。ソフトウェアコンポーネント同士が互いに情報をやりとりするのに使用するインターフェースを指す。

<sup>3</sup> ネットワークを構成する機器の論理的な構造。

	本研究開発では、ネットワーク運用業務（障害検知→原因特定→復旧手順作成→復旧対処）に AI 技術を活用し、100 台程度の通信機器で構成される大規模ネットワーク環境下において、電気通信サービスの重大事故が発生した場合においても、障害検知から復旧対処までに要する時間を 1 時間未満とするネットワーク運用自動化技術を実現する。
AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術	5G の導入や IoT 機器の普及に伴い、多種多様なサービスの創出が予想されており、そのサービスを支えるネットワークインフラにおいては、異なるサービス要件への柔軟な対応を目的として、SDN <sup>4</sup> /NFV <sup>5</sup> 等のネットワーク仮想化技術の進展が見込まれる。これに伴い、ユーザ側から求められるサービス要件も多様化、複雑化するため、ネットワーク設計における工数の増大やサービス開始時期の長期化を招く恐れがある。 本研究開発では、ネットワーク設計業務（ネットワーク要件設計→ネットワーク設計→ネットワーク最適化）に AI 技術を活用し、サービス要件提示からネットワーク要件定義までにかかる時間を従来の 1/5 以下、ネットワーク要件からネットワーク設計完了までを 10 分で完了させるネットワークサービス自動最適運用制御技術を実現する。
データ連携によるネットワーク機能動的制御技術	5G の導入、IoT 機器の急速な普及や、4K8K 等の高精細映像コンテンツの増大に伴い、通信量が爆発的に増加するとともに、交通、医療・介護、農業等の様々な分野で新たなサービスが創出され、ネットワーク側にはサービス/時刻によって変化する多種多様な要求条件（伝送速度、遅延、同時接続数など）への対応が求められることになる。従来技術のみでは、最大需要の瞬間に合わせたネットワーク機器の増設やサーバ機器等の拡張が必要になる。 本研究開発では、「AI によるネットワーク運用技術」、「AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術」とサービス事業者のネットワークシステムがダイナミックに協調・連携するための AI-システム間データ連携基盤技術を確立することで、ネットワーク/サービス状態に応じたネットワーク機能動的制御技術を実現する。

#### ・スケジュール

技術の種類	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度
AI によるネットワーク運用技術			→
AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術			→
データ連携によるネットワーク機能動的制御技術			→

## (2) 達成目標

高信頼で効率的なネットワーク基盤の構築・運用及び我が国としての国際競争力の強化を図るため、ネットワーク制御やトラフィック状態等のネットワーク状態分析への AI の活用を行うための「AI によるネットワーク運用技術」及び AI によるサービス要件分析やネットワークリソースの最適配分を行うための「AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術」から成る革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の確立に加えて、革新的 AI ネットワーク統合基盤技術とサービス事業者のネットワークシステムがダイナミックに協調・連携するための「データ連携によるネットワーク機能動的制御技術」を確立する。

なお、諸外国における研究開発動向や国際標準化動向等を踏まえつつ、AI 等の最先端の技術をより広く公募可能とするため、事前事業評価書における「ネットワークスライスの設計・運用・管理の自動最適化技術」を含む「AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術」及び「トラフィック変化の高精度予測技術」を含む「AI によるネットワーク運用技術」の確立に変更した。また、「秘匿化データの高速度分析処理技術」については、予算編成過程で実施しないこととしていると

<sup>4</sup> Software Defined Networking の略。ソフトウェアによって仮想的なネットワークを作り上げ、動的に制御する技術を指す。

<sup>5</sup> Network Functions Virtualization の略。ネットワークノード機能を仮想化し、接続または連携させて通信サービスを作成するネットワークアーキテクチャの概念を指す。



もに、令和元年度に「データ連携によるネットワーク機能動的制御技術」の確立を追加している。

○関連する主要な政策

V. 情報通信（ICT 政策） 政策9「情報通信技術の研究開発・標準化の推進」

○政府の基本方針（閣議決定等）、上位計画・全体計画等

名称（年月日）	記載内容（抜粋）
第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）	<p>第2章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組</p> <p>(3)「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の強化</p> <p>② 基盤技術の戦略的強化</p> <p>i) 超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要なとなる基盤技術</p> <p>超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要なとなる基盤技術、すなわちサイバー空間における情報の流通・処理・蓄積に関する技術は、我が国が世界に先駆けて超スマート社会を形成し、ビッグデータ等から付加価値を生み出していく上で不可欠な技術である。</p> <p>このため、国は、特に以下の基盤技術について速やかな強化を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・IoT やビッグデータ解析、高度なコミュニケーションを支える「AI 技術」</li> <li>・IoT の高度化に必要なとなる現場システムでのリアルタイム処理の高速化や多様化を実現する「エッジコンピューティング」</li> </ul>
科学技術イノベーション総合戦略2017(平成29年6月2日閣議決定)	<p>第2章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組</p> <p>(2) 新たな経済社会としての「Society 5.0」を実現するプラットフォーム</p> <p>[C]重きを置くべき取組</p> <p>② プラットフォームを支える基盤技術の強化</p> <p>i) サイバー空間関連の基盤技術の強化</p> <p>大規模データをリアルタイム処理するためのエッジコンピューティング、仮想化・処理部最適化等のネットワーク技術、及び高速かつ高精度にデータから知識・価値を抽出するビックデータ解析技術の研究開発を推進する。</p>
新たな情報通信技術戦略の在り方 第三次中間答申（平成29年7月20日情報通信審議会答申）	<p>II. ICT データビリティ（ICT データ利活用環境整備）の推進方策</p> <p>4. Society 5.0 時代の新たなプラットフォーム戦略の推進</p> <p>(1) AI×革新的ネットワーク（5G、エッジ処理等）による Society 5.0 時代の新たなプラットフォーム戦略</p> <p>④AI×革新的ネットワークによる新たなプラットフォームの構築</p> <p>このように、従来のクラウド処理型プラットフォームから、超広帯域・超低遅延の革新的なネットワークによるエッジ処理プラットフォームを実現することにより、新たに創造される AI サービスの要件に合わせたプラットフォームを提供することが可能となる。これにより、ネットワーク事業者、ベンダは、クラウドまでの通信回線を単に提供するだけでなく、提供される AI サービスに最適な通信アーキテクチャを提案することにより、AI サービス提供者とネットワーク事業者、ベンダの協業によるプラットフォームの提供という新たな形態が可能となる。さらに、他の異業種のサービス提供者と連携することによりユーザ企業等に多様なサービスを提供することができる（B2B2X モデル）。</p> <p>今後、2020年代までには、5G や IoT 機器の急速な普及に伴い、通信量が莫大に増加することが見込まれるとともに、AI の技術革新を背景に交通、医療・介護、農業等の様々な分野で新たなサービスが創出され、</p>

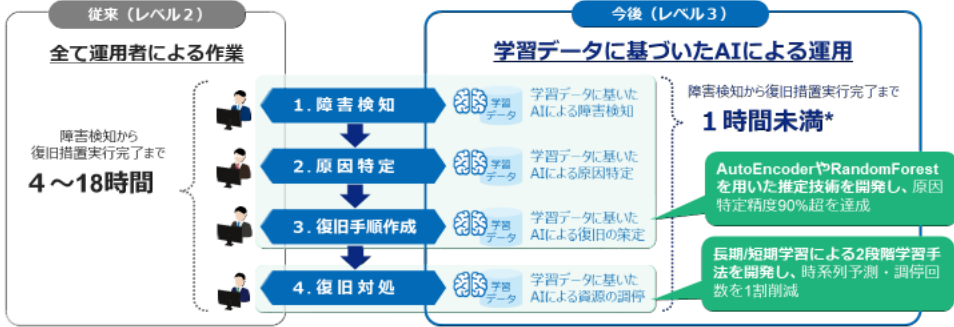
	<p>それぞれのサービス毎に多種多様でハイレベルなサービス要件（リアルタイム、ダイナミック、リモート、セキュア等）が求められることとなる。</p> <p>上述の AI と革新的ネットワークの掛け合わせによるプラットフォームを構築するためには、通信ネットワークの大容量化に対応するための光通信技術の高度化に加え、「AI によるエッジの最適自動化技術」、「スライスの設計・運用・管理自動化技術」、「暗号化したままでの高速データ分析技術」の研究開発を実施し、革新的 IoT/BD/AI ネットワーク基盤の確立を図るとともに、多様な分野で AI サービス提供者、ユーザ企業等との協業を図っていくことが必要である。これにより、日本のネットワーク事業者、ベンダの Society5.0 時代の新たなプラットフォームとしての国際競争力の強化に寄与することが重要である。</p> <p><b>【具体的な取組、今後の方向性】</b></p> <p>◎革新的 IoT/BD/AI ネットワーク基盤の確立を図るため、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ AI によるエッジ制御・ルーティングの自動最適化技術</li> <li>・ スライスの設計・運用・管理自動化技術</li> <li>・ 暗号化したままでの高速データ分析技術</li> </ul> <p>の研究開発を推進</p> <p>◎ 革新的 IoT/BD/AI ネットワーク基盤をもとに、多様な分野で、AI サービス提供者、ユーザ企業等と協業することで社会実装を推進し、新たなプラットフォーム機能の提供を目指す</p>
<p>成長戦略フォローアップ 2019 (令和元年 6 月 21 日閣議決定)</p>	<p>8. Society 5.0 実現に向けたイノベーション・エコシステムの構築</p> <p>(2) 新たに講ずべき具体的施策</p> <p>i) 自律的なイノベーション・エコシステムの構築</p> <p>② 高等教育・研究改革</p> <p>ウ) 戦略的な研究開発の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「AI 戦略 2019」(令和元年 6 月 11 日統合イノベーション戦略推進会議決定)に基づき、人材育成や研究開発、社会実装に向けた取組等を推進する。</li> </ul>
<p>統合イノベーション戦略 2019 (令和元年 6 月 21 日閣議決定)</p>	<p>第Ⅱ部</p> <p>第 5 章 特に取組を強化すべき主要分野</p> <p>(1) AI 技術</p> <p>②目標達成に向けた施策・対応策</p> <p>&lt;研究開発&gt;</p> <p>○ AI に関する中核研究プログラムを立ち上げ、AI の基盤的・融合的な研究開発を推進する。</p>
<p>AI 戦略 2019 (令和元年 6 月 11 日統合イノベーション戦略推進会議決定)</p>	<p>Ⅲ. 産業・社会の基盤作り</p> <p>Ⅲ-2 データ関連基盤整備</p> <p>(3) ネットワーク</p> <p>&lt;具体目標 2 &gt;</p> <p>日本全国で AI の活用が可能となるためのネットワーク基盤の高度化と安全・信頼性の確保</p> <p>(取組)</p> <p>革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発 (障害対応の自動化技術、ネットワーク設計の自動化技術) (2020 年度)</p>

(3) 目標の達成状況

ネットワークの設計・運用業務へのAI適用によるAIネットワーク統合基盤技術の確立を目的とした各要素技術について、当初の目標どおり達成することができた。

具体的には、AIによるネットワーク運用技術はAIネットワーク基盤運用制御技術及びネットワーク状態分析技術を実現、AIによるネットワークサービス自動最適運用制御技術はAIネットワークリソース最適化技術及びネットワークサービス設計制御・更新技術を実現、データ連携によるネットワーク機能的制御技術は2つのユースケースをもとにデータ連携基盤技術及びデータ連携処理技術を実現した。

ネットワークサービスやネットワークの構築・運用業務の自動化に対してAIを最大限に活用するために、ユースケース、業務フロー、AIをシステムに実装し自動化を実現するための運用システムアーキテクチャ、システム間でデータを送受するデータフォーマット、インターフェース仕様、学習用データセットの生成方法を確立し、ITU-T<sup>6</sup>、TM Forum<sup>7</sup>、ETSI<sup>8</sup>において標準化活動を行った。ITU-Tでは、策定したアーキテクチャに関する寄書を2件提案し、2021年3月と5月に勧告化が合意された。また、通信事業者とサービス事業者間におけるデータ連携を自律ネットワークの標準化課題検討グループに提言し、自律ネットワークの利用シーンの拡大の検討に貢献した。TM Forumでは、AI管理用のAPIの規約化に関する寄書を提案し、全体規約に反映されるとともに、標準化団体間の連携のために働き掛けを行い、ITU-TからTM Forumへリエゾン<sup>9</sup>を送付した。ETSIでは、データ連携に連動するアプリケーション制御機構の標準化に向け、MEC (Mobile Edge Computing) システムと外部システム間のアプリケーション協調制御に関する調査を行うグループの発足に貢献するとともに、ユースケースや機能要件等の議論を主導した。研究開発成果を広く活用するための標準化の提案と推進といった標準的なアウトプットだけでなく、それを超える日本発の標準化検討の方向の提示という、将来の日本初の技術の展開に寄与できる可能性のあるアウトプットを各標準化団体に提案することができた。具体的な主要結果は以下のとおり。

技術の種類	目標の達成状況
AIによるネットワーク運用技術	<p>100台程度の通信機器で構成される大規模ネットワーク環境をNICT<sup>10</sup>テストベッド上に構築し、本環境上で電気通信サービスの重大事故を模擬した検証を行い、障害検知から復旧対処までに要する時間を1時間未満とするネットワーク運用自動化技術を実現した。</p>  <p>開発したネットワーク運用自動化技術は、AIネットワーク基盤運用制御技術及びネットワーク状態分析技術で構成される。AIネットワーク基盤運用制御技術は、運用システムの要求及びネットワーク制御ポリシーに基づき、ネットワークサービスが動作するSFC<sup>11</sup>基盤に</p>

<sup>6</sup> International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector の略。世界規模で電気通信を標準化することを目的として勧告を作成する国連機関。

<sup>7</sup> TeleManagement Forum の略。相互運用のできる「情報通信システムネットワーク管理」を達成するため、オペレーション分野の国際標準、業界標準を検討する情報通信事業者向けの団体。

<sup>8</sup> European Telecommunications Standards Institute (欧州電気通信標準化機構) の略。ヨーロッパにおける通信機器ベンダーやネットワーク事業者など電気通信産業に関する独立非営利の標準化機関。

<sup>9</sup> 別の標準化組織間、または、1つの標準化組織の別グループ間で、相互に連携して整合のとれた仕様を策定するために情報を交換すること。

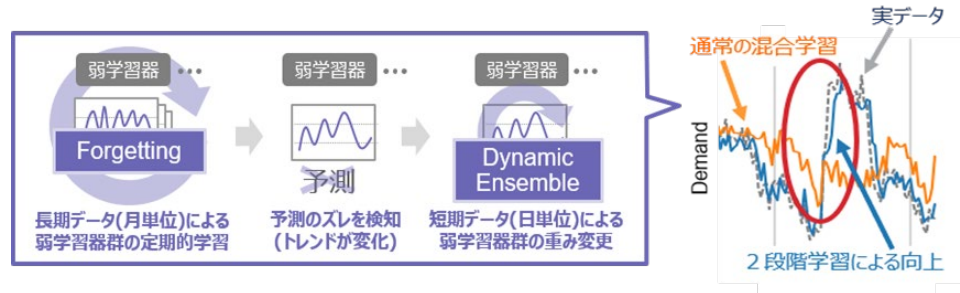
<sup>10</sup> 国立研究開発法人情報通信研究機構 (National Institute of Information and Communications Technology)。総務省所管の国立研究開発法人。

<sup>11</sup> Service Function Chaining の略。仮想ネットワークにおいて、複数の仮想化されたネットワーク機能を分散配置し、特定の経路に沿って転送されるパケットに対して適切な順番でネットワーク機能処理を施すための仮想的なサービ

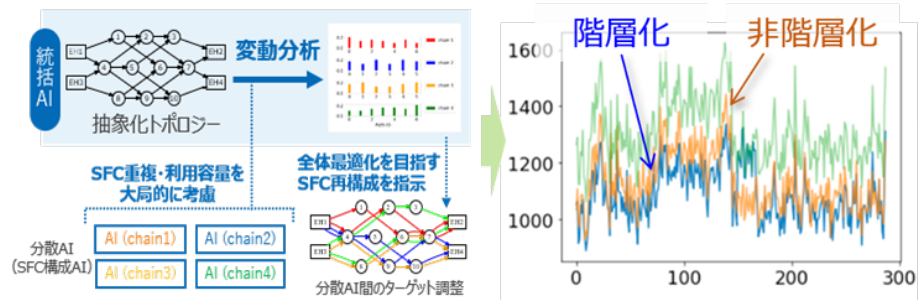


において計算資源の調停・SFC再構成案を自動的に算出する学習モデルを確立した。計算資源の自動調停では、長期・短期学習を連携した2段階学習を開発し、資源需要の過少予測を既存の学習より約10%軽減して調停回数を1割削減した。また、事前のデータ重要度解析により学習データを削減することで、学習時間を57%短縮させた。SFCの自動再構成では、注意機構(Attention)を備えた機械学習モデルでその解を学習することにより、既存手法に比べて、学習時間を1/3に短縮することができた。また、大規模SFC基盤では学習データの作成に時間を要するため、学習データを分割して複数のAIが分担学習することで学習時間の短縮を図るとともに、各AI間を調整する統括AIを導入した移行/再構成技術を確立し、広域レベルにおける20%の負荷分散を達成した。

### 2段階学習：秒単位の再学習で計算資源の調停数を1割削減

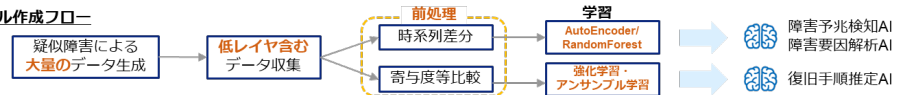


### AI分散化：統括AI+SFC構成AIで階層化(計算資源の組合せ $O(k^n)$ )



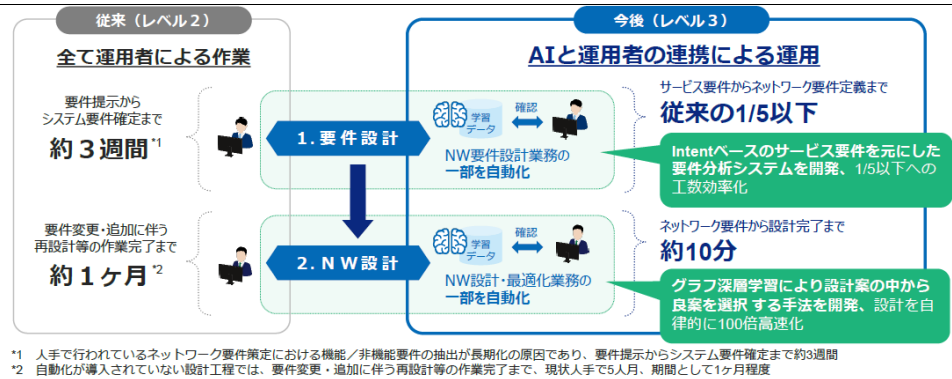
ネットワーク状態分析技術は、ネットワーク障害要因解析と障害予兆検出を実現する AI によるネットワーク品質分析技術並びにネットワーク障害要因解析と障害予兆検出を実現する AI による運用業務抽出・実行技術から成り、ネットワーク品質分析技術は、障害予兆検知 AI 及び障害要因解析 AI を開発し、大量のデータ生成、低レイヤ含むデータ収集、時系列差分によるデータ前処理を経て得られたデータセットを用いて分析エンジンに適用し、90%超の障害要因特定精度を確認した。運用業務抽出・実行技術は、復旧手順推定 AI を開発し、商用ネットワークへの適用時に再学習を発生させないために、AI モデルを復旧手順毎に作成する学習を適用し、さらに、学習データ前処理を加えることで正当率を向上させ、90%超の復旧手順正解率を確認した。

#### AIモデル作成フロー



AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術

全国 8 拠点を含む企業ネットワークを模擬した SD-WAN (Software-defined Wide Area Network) 環境を NICT テストベッドに構築して検証を行い、サービス要件提示からネットワーク要件定義までにかかる時間を従来の 1/5 以下、ネットワーク要件からネットワーク設計完了までを 10 分で完了させるネットワークサービス自動最適運用制御技術を実現した。



開発したネットワークサービス自動最適運用制御技術は、AI ネットワークリソース最適化技術及びネットワークサービス設計制御・更新技術で構成される。AI ネットワークリソース最適化技術は、ユーザが求めるサービス要件に対する要件定義を行うとともに、サービス品質の指標化を行い、変動する必要リソースとネットワークリソースとのギャップを分析し、柔軟にリソース配分を行う最適な協調制御モデルを確立することを目的としている。そのために従来技術にはないサービス要件をもとに、ナレッジベースで作られたネットワーク要件モデルから最も適したモデルを自動選定するサービス要件分析システムを開発し、複数 AI スタッキング方式を適用することで、80%以上のモデル選定率を達成することにより、従来の人手によって 3 週間に要したネットワーク要件策定を 1/5 以下の時間で完了させることを実現した。

① サービス要件入力

① AI による分析結果



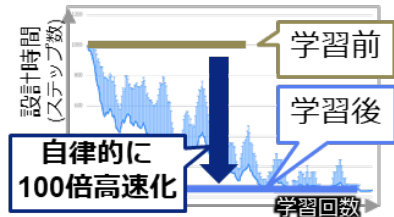
ネットワークサービス設計制御・更新技術は、最適なリソース設計を自動的に行うことを可能とする設計制御モデルを構築するとともに、運用状況に応じた学習モデルとネットワーク設定の更新技術を実現すべく、ネットワーク要件の実現方法に関するパターンを組合せて数万種以上の設計案を生成し、多様な要件に対して柔軟に設計を導出する基盤技術並びに設計案の構造的な特徴を捉えて設計案の良さを推定して探索範囲を絞込み、ネットワーク設計を自律的に 100 倍高速化する AI 技術を確立した。また、設計結果全体だけでなく、各部分個別に評価を行いフィードバックする独自手法を開発し、学習時間を 1/10 に短縮させ、新規部品導入時の再学習を容易化するとともに、長期的なトラフィック変動の傾向分析結果に基づく再設計により、長期的なコスト対効果を改善させるオートヒーリングを実現した。これらの確立した技術により従来人手で 1 カ月を要していた SD-WAN の設計を 10 分程度で完了させることを実現した。



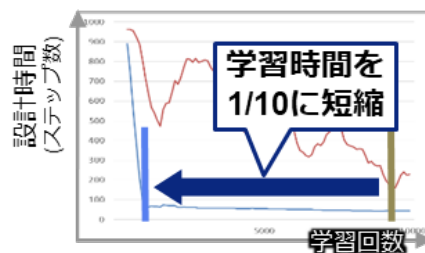
## 膨大な設計案の生成と選択に基づく柔軟な自動設計



### GNNによる設計高速化

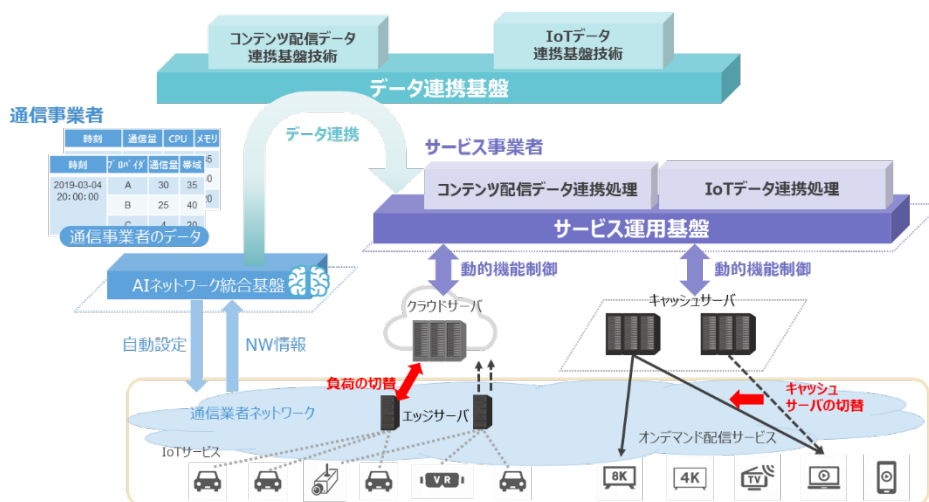


### 部分評価による高速学習

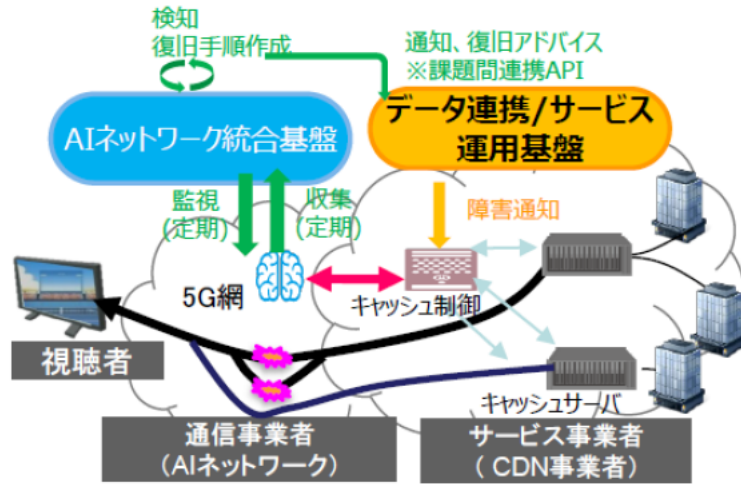


今後のトラフィック増加の主要因と想定されるオンデマンド配信サービスと IoT サービスのユースケースを設定し、それぞれのユースケースにおいて NICT テストベッド上にデータ連携基盤技術及びデータ連携処理技術の環境を構築し、AI によるネットワーク運用技術及び AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術と連携した検証を行い、データ連携によるネットワーク機能動的制御技術を実現した。

データ連携によるネットワーク機能動的制御技術



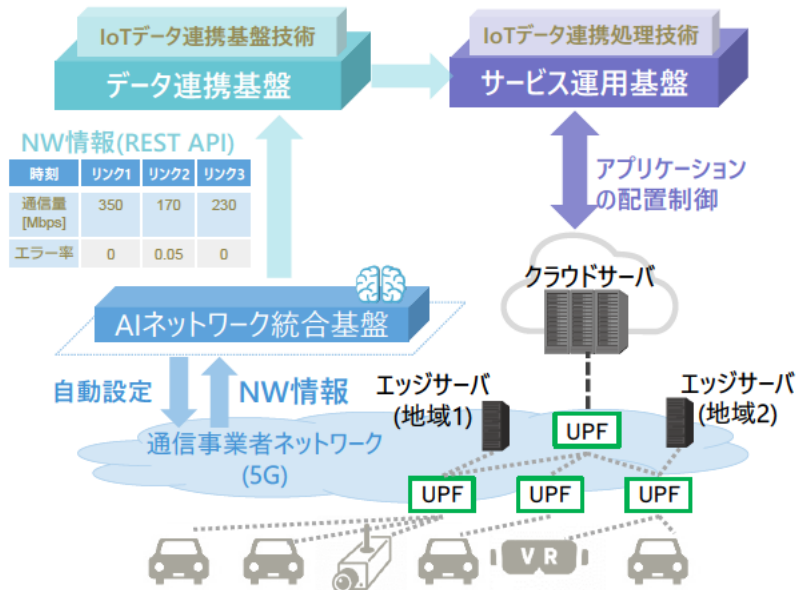
オンデマンド配信サービスのユースケースでは、ネットワークの逼迫やサーバ処理能力の低下が起因してネットワーク上で通信遅延や損失が発生し、映像視聴が乱れる事象が発生する課題に対して、キャッシュサーバ切り替えに必要な連携 API を設計することにより、AI ネットワーク基盤とデータ連携するキャッシュ制御システムを確立した。本技術を用い、全国規模を模擬した検証環境を NICT・民間連携テストベッドに構築し、データ連携の実証を行った。その結果、新規視聴数のうち映像の乱れが発生する 93%に対し、映像の乱れの無い状態に改善できることを確認し、有効性を示した。



AIネットワーク内の障害



IoT サービスでは、サービス品質を考慮した資源効率の高いアプリケーション配置を可能とするデータ連携インターフェースを策定し、サービス特性やネットワークの変動等に応じた柔軟性の高い動的アプリケーション配置最適化技術を確立した。本技術を NICT テストベッド上でデータ連携の実証を行い、クラウドサーバ及びエッジサーバを含む設備に対する処理負荷のピーク値の削減率を当初目標の 30% に対し、最大 75%、平均で 48% の削減を確認し、有効性を示した。



### 3 政策効果の把握の手法

研究開発の評価については、論文数や特許出願件数などの間接的な指標を用い、これらを基に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。この観点に基づき、「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和3年6月）において、目標の達成状況等に関して外部評価を実施し、政策効果の把握に活用した。

また、外部発表や特許出願件数、国際標準提案件数等も調査し、必要性・有効性等を分析した。

### 4 政策評価の観点・分析等

#### ○研究開発による特許・論文・研究発表・国際標準の実績からの分析

研究開発による特許・論文・研究発表の実績から、各開発技術に関する特許を出願するなど、成果展開に必要な技術を確実に確立しており、本研究開発の必要性、有効性等が認められた。

なお、出願した特許に関してはすべて審査中であり、審査終了後に取得となる。また、国際標準については、令和3年度に提案に対する勧告化がされる見込みである。

主な指標	平成30年度	令和元年度	令和2年度	合計
査読付き誌上发表論文数	0件（0件）	0件（0件）	2件（0件）	2件（0件）
査読付き口頭発表論文数 （印刷物を含む）	1件（1件）	6件（6件）	6件（5件）	13件（12件）
その他の誌上发表数	0件（0件）	0件（0件）	1件（0件）	1件（0件）
口頭発表数	16件（0件）	18件（3件）	25件（0件）	59件（3件）
特許出願数	5件（0件）	10件（1件）	13件（0件）	28件（1件）
特許取得数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
国際標準提案数	1件（1件）	6件（6件）	22件（22件）	29件（29件）
国際標準獲得数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
受賞数	0件（0件）	0件（0件）	1件（0件）	1件（0件）
報道発表数	1件（0件）	1件（0件）	1件（0件）	3件（0件）
報道掲載数	10件（0件）	2件（0件）	13件（0件）	25件（0件）

注1：各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。（括弧）内は、その内海外分のみを再掲。

注2：「査読付き誌上发表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読（peer-review（論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの）のある出版物に掲載された論文等（Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む）を計上する。

注3：「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集（電子媒体含む）に掲載された論文等（ICC、ECOC、OFCなど、Conference、Workshop、Symposium等でのproceedingsに掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。）を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された論文等（電子情報通信学会技術研究報告など）は、「口頭発表数」に分類する。

注4：「その他の誌上发表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等（査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む）を計上する。

注5：PCT（特許協力条約）国際出願については出願を行った時点で、海外分1件として記入。（何カ国への出願でも1件として計上）。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しない。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しない。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。



○各観点からの分析

観点	分析
必要性	<p>5G や IoT 機器の急速な普及に伴い、通信量が莫大に増加することが見込まれるとともに、AI の技術革新を背景に様々な分野で新たなサービスが創出され、多種多様でハイレベルなサービス要件が求められることとなる。このような超スマート社会を我が国が世界に先駆けて実現し、これに対応していくために、IoT やビッグデータ解析、高度なコミュニケーションを支える AI 技術の基盤技術の強化及びリアルタイム処理の高速化や多様化を実現するエッジコンピューティングに係る基盤技術の強化が必要である。</p> <p>また、エッジコンピューティングやビッグデータ解析技術にとどまらず、仮想化・処理部最適化等のネットワーク技術の基盤技術の強化に加え、多様な分野で AI サービス提供者、ユーザ企業等との協業を図り、日本のネットワーク事業者、ベンダの Society 5.0 時代の新たなプラットフォームとしての国際競争力の強化が必要である。</p> <p>さらに、第 5 期科学技術基本計画（平成 28 年 1 月 22 日閣議決定）や科学技術イノベーション総合戦略 2017（平成 29 年 6 月 2 日閣議決定）においても、本研究開発の技術課題の重要性が明記されている。</p> <p>本研究開発においては、通信ネットワークの運用におけるビッグデータ解析等を実現する基盤技術として「AI によるネットワーク運用技術」及び「AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術」の確立を行うとともに、多様な分野での協業を実現する基盤技術として「データ連携によるネットワーク機能動的制御技術」の確立を行っている。</p> <p>よって、本研究開発には必要性があったと認められる。</p>
効率性	<p>本研究開発の実施に当たっては、各受託者が有する技術として、キャリアのネットワーク運用技術、民間企業のネットワーク設計技術、国立研究開発法人の基盤運用制御技術を結集することで効率的に研究開発を推進された。実証検証の面においても NICT のテストベッドに通信事業者の商用網を模擬した環境を構築することで、より効果的な検証を行っている。</p> <p>また、早期に研究開発成果の社会展開を図るため、研究開発実施期間中から関係機関等と密接に連携し、実用化を見据えた社会実証の実施に向けた研究開発を推進するとともに、実施期間中も各受託者が参加する定期的会合において各者の進捗状況や課題が調整・共有され、さらに外部の有識者と受託者から構成されるアドバイザリ委員会や、外部有識者による継続評価において、研究進捗や進め方等について助言を受けるなど、効率的な実施のため情報交換が積極的に行われた。</p> <p>委託経費の執行に当たっては、事前に予算計画書を確認するとともに、年度途中及び年度末に経費の執行に関する経理書類を提出させ、総務省担当職員が詳細な経理検査を行い、予算の効率的な執行に努めた。加えて、専門的知見を有した監査法人に経理検査の補助を依頼し、経費執行の適正性・効率性を確保している。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があったと認められる。</p>
有効性	<p>本研究開発において、通信ネットワークの設計・運用・管理の自動最適化技術やトラフィック変化の高精度予測技術を確立することにより、サービスが求める要件に合わせてリアルタイムかつ柔軟なネットワーク制御が可能となるとともに、計算機資源及びネットワーク資源の高速最適化制御を可能とする AI 学習技術を確立することにより、高速なネットワーク設計をすることが可能となる。これらの技術により、従来のクラウド処理型プラットフォームから、多様な分野における多種多様なサービスの創出に資する AI プラットフォームへ変革を実現することが可能となる。</p> <p>また、ネットワークサービスにおけるサービス運用基盤の制御技術とデータ連携させることで、サービス事業者、システムインテグレーション事業者、通信事業者にまたがる、AI を利用した革新的なネットワークが実現することとなり、Society 5.0 時代の新たなプラットフォームとしての国際競争力の強化に寄与した。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があったと認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発により、5G や IoT 機器の急速な普及やサービス毎に異なる伝送速度、伝送遅延、同時接続数等の要求条件に適応した革新的な AI ネットワーク統合基盤を構築し、様々な分野において多様なサービスの提供が可能となることから、利便性の向上に繋がるなど、本研究開発の成果は、広く国民の利益になることが見込まれる。</p> <p>また、研究開発委託先の選定に当たっては、公募を広く行い、応募者の提案について外部専門家・有識者から構成される評価会において最も優れた提案を採択する企画競争方式により、競争性を確保された。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があったと認められる。</p>

<b>優先性</b>	<p>経済・社会が大きく変化する中で、我が国が将来にわたり国際競争力を維持・強化していくとともに、社会的課題を解決していくため、我が国では Society5.0 を世界に先駆けて実現することとしており、Society5.0 の実現に向けて必要不可欠な基盤技術となる IoT やビッグデータ解析、高度なコミュニケーションを支える「AI 技術」や IoT の高度化に必要な現場システムでのリアルタイム処理の高速化や多様化を実現する「エッジコンピューティング」を早急に確立することが求められている。そのため、本研究開発に早期に着手し、海外の大規模な事業者を利用者のデータを大量に取得され、データの独占による利用者の囲い込みがなされる前に日本のネットワーク事業者、ベンダの Society 5.0 時代の新たなプラットフォームとしての国際競争力の強化を図る必要があり、第 5 期科学技術基本計画等においても国が取り組むべき研究開発として記載されている。</p> <p>よって、本研究開発には、優先性があったと認められる。</p>
------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 5 政策評価の結果（総合評価）

各受託者が有する技術を結集することで、AI ネットワーク基盤運用制御技術、AI ネットワーク状態分析技術、AI ネットワークリソース最適化技術、ネットワークサービス設計制御・更新技術、ネットワークサービス間データ連携基盤技術及びネットワークサービス間データ連携処理技術が確立した。各技術の連携実証により政策目標である AI 技術の基盤技術及びエッジコンピューティングに係る基盤技術の実現に向けた研究成果が確認されている。これら技術により我が国における Society5.0 の実現に向けた基盤整備に資することとなり、目標を達成することができたと認められる。

＜今後の課題及び取組の方向性＞

「革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発」の波及効果について、以下のような継続した活動が想定されており、その実現に向けて今後も取り組む。

- ・国際標準化されたアーキテクチャの勧告の更なる推進とデジュール標準だけでなくフォーラム等の幅広い国際標準化活動の継続
- ・本格的な 5G 時代に創出される様々なユースケースや他の業務への本研究開発の適用に向けた継続的な検討と実用化に向けた製品化検討
- ・通信ネットワークの仮想化の進展を見込んだ後継の研究開発を通じた、研究成果であるフレームワークやアーキテクチャの発展

## 6 学識経験を有する者の知見の活用

「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和 3 年 6 月）において、目標の達成状況や得られた成果等について、研究開発の目的・政策的位置付け及び目標、研究開発マネジメント、研究開発成果の目標達成状況、研究開発成果の社会展開のための活動実績並びに研究開発成果の社会展開のための計画などの観点から、外部評価を実施し、以下の御意見等を頂いたため、本研究開発の評価に活用した。

- ・AI を定量的に利用するという目標を達成していることに加え、ネットワークの運用自動化に関する論文投稿や国際標準化に留まらず ITU AI/ML in 5G Challenge における活動を通じて運用自動化に関する国際的な発展に寄与していること、NICT テストベッドの有効活用策を示したこと及び今後商用網への成果展開も計画されていることは評価できる。なお、今後の継続的な研究開発や国際標準化活動に向けて課題間連携の国内外への見える化や 5G SA 導入後の様々なユースケースへの対応に向けた検討等の本研究開発の継続的な発展に期待する。
- ・課題 I、II と連携して研究開発を進めることにより、当初の目標を上回る定量的な成果が上げられていることに加え、論文投稿や国際標準化等が積極的に行われている点は評価できる。なお、国際標準化に関する継続的な活動やそれらを通じた研究内容の更なる検討が必要であり、本研究開発の継続的な発展に期待する。

## 7 評価に使用した資料等

○第 5 期科学技術基本計画（平成 28 年 1 月 22 日閣議決定）

<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>

- 科学技術イノベーション総合戦略 2017（平成 29 年 6 月閣議決定）

<https://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/2017.html>

- 新たな情報通信技術戦略の在り方 第三次中間答申（平成 29 年 7 月情報通信審議会答申）

[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01tsushin03\\_02000216.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin03_02000216.html)

- 成長戦略フォローアップ 2019（令和元年 6 月 5 日閣議決定）

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/fu2019.pdf>

- 統合イノベーション戦略 2019（令和元年 6 月 21 日閣議決定）

<https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/index.html>

- A I 戦略 2019（令和元 6 月 11 日統合イノベーション戦略推進会議決定）

[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ai\\_senryaku/pdf/aistratagy2019.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ai_senryaku/pdf/aistratagy2019.pdf)

- 情報通信技術の研究開発の評価について

[https://www.soumu.go.jp/menu\\_seisaku/ictseisaku/ictR-D/091027\\_1.html](https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictR-D/091027_1.html)