デジタルトランスフォーメーション時代における自律型ネットワークプロビジョニング

2021/5/28

株式会社 日立製作所 サービスプラットフォーム事業本部
ＩｏＴ・クラウドサービス事業部 エンジニアリングサービス第１本部

発表者名　小河　太郎

謝辞：　本研究開発は、総務省の「革新的AIネットワーク統合基盤技術の研究開発（JPMI00316）」によって
実施した成果を含みます。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

Contents

１．プロジェクトについて
２．研究の背景
３．想定される課題
４．解決手段
　４．１　サービス要件分析技術
　４．２　ネットワーク要件設計技術
　４．３　AI評価
５．成果

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

Contents

1．プロジェクトについて
2．研究の背景
3．想定される課題
4．解決手段
　4．１　サービス要件分析技術
　4．２　ネットワーク要件設計技術
　4．３　AI評価
5．成果

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

1. プロジェクトについて(1)

～革新的AIネットワーク統合基盤技術の研究開発～

HITACHI
Inspire the Next

<目的>

少子高齢化時代において高スキル運用者が減となる中、安定した通信インフラ提供のため運用ライフサイクルを維持するべくAIアルゴリズム・商用適用技術の確立をめざす

課題Ⅲ

データ連携基盤

KDDI，沖

IoTサービス　CDNサービス

総務省別PJ:
「データ連携によるネットワーク機能動的制御技術」

複雑に広がり続けるネットワークを支える運用ライフサイクル

NW要件定義 → NW設計・構築 → 監視 → 復旧

監視
・障害検知
・原因特定

復旧
・手順実施
・資源調停

今後の課題 日立
ユーザー要求多様化への対応

今後の課題 NEC
設計・構築複雑化への対応

今後の課題 KDDI
・高度な運用スキル
・障害切分け複雑化への対応

今後の課題 NICT
・復旧手順特定の煩雑化
・複雑な資源調停の対応

AI支援　より最適化された運用へ　AI支援

課題II.「AIによるﾈｯﾄﾜｰｸｻｰﾋﾞｽ自動最適運用制御技術」

課題Ⅱ

AI支援　より効率化された運用へ　AI支援

課題I.「AIによるネットワーク運用技術」

課題Ⅰ

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

1. プロジェクト概要（２）　～課題の概要～

HITACHI
Inspire the Next

◆従来、人手によるネットワーク要件の策定、ネットワーク設計業務をＡＩ技術を用いて自動化し、人手作業を支援

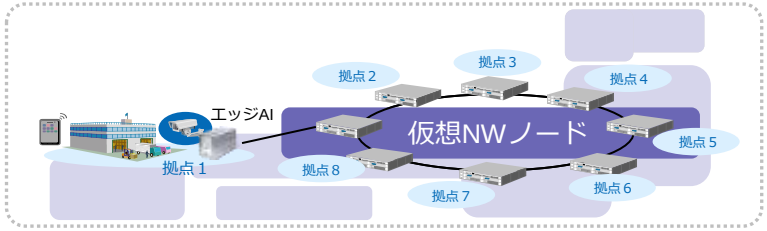
従来手法

運用システム

① 要件設計
ルールに基づき、装置構成、帯域、セキュリティ要件を設計
ルール

② NW設計
設計ロジックに基づき、インフラ状況に合わせたNW設計
設計ロジック

ネットワーク構築



今　後

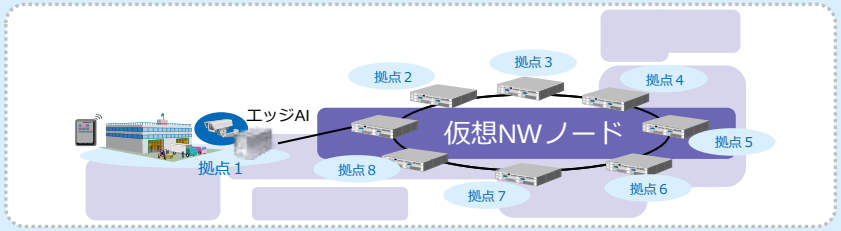
今回発表

運用システム

① 要件設計
NW要件設計業務の一部を自動化
確認
学習データ
日立

② NW設計
NW設計・最適化業務の一部を自動化
確認
学習データ
NEC

ネットワーク構築



© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

Contents

１.プロジェクトについて
２．研究の背景
３．想定される課題
４．解決手段
　４．１　サービス要件分析技術
　４．２　ネットワーク要件設計技術
　４．３　AI評価
５．成果

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2. 研究の背景 ～ネットワークサービスに対する要求の多様化～

HITACHI
Inspire the Next

背景

- デジタル化進展により、社会インフラシステムはさまざまに変革
- 広域ネットワークに対する要件も多種多様

産業分野

交通分野

ものづくりスマート化

・ロボット遠隔制御、サプライチェーン最適化
⇒リアルタイム性、低遅延、可用性

情報のオープン化など

・オープンデータ、ビックデータ活用
⇒情報の秘匿性、認証、セキュリティ

広域ネットワーク

自動車分野
クローズNW

医療分野
クローズNW

コネクテッドカー

・自動運転、ダイナミックマップ配信
⇒低遅延、リアルタイム、Edgeコンピューティング

遠隔病理診断

・専門医による遠隔診断
⇒高精細データ、低遅延

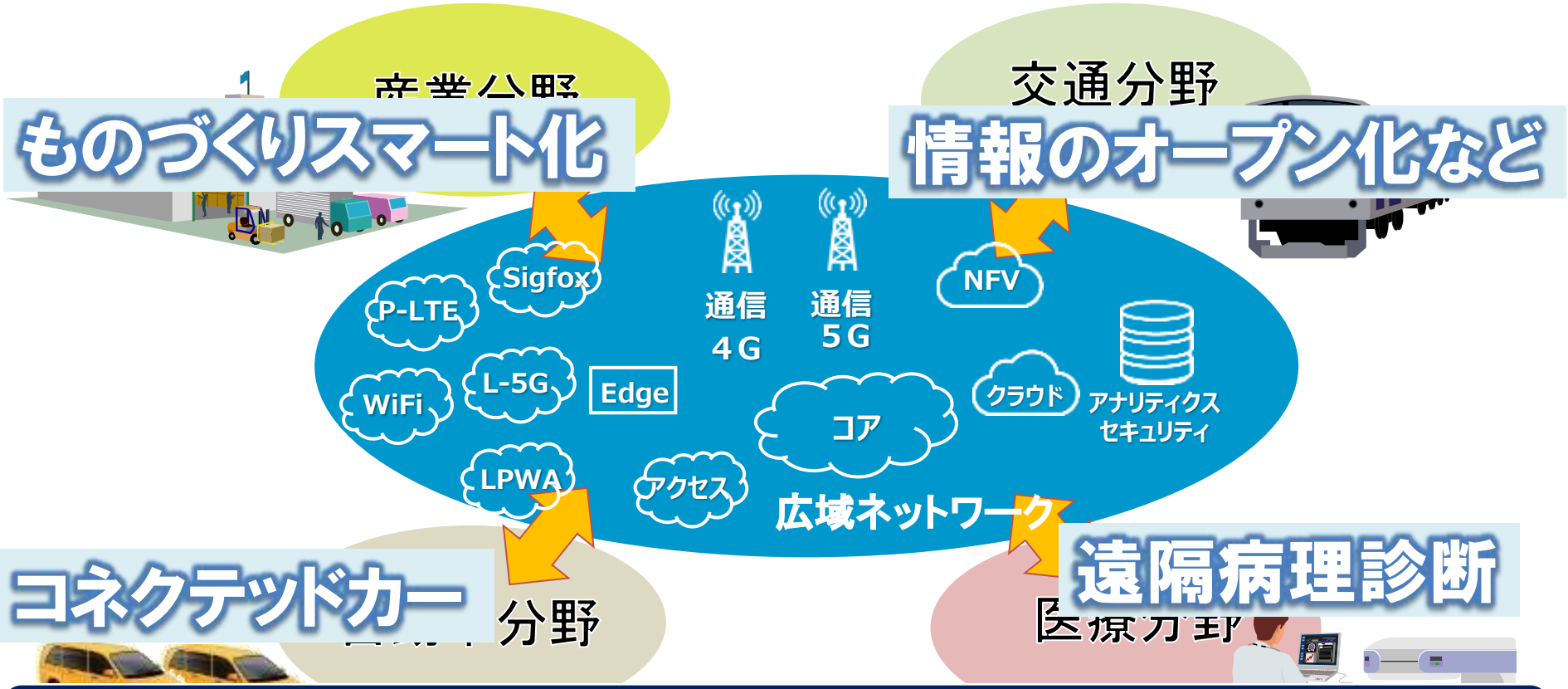
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2. 研究の背景 ～ネットワーク要件の多様化～

HITACHI
Inspire the Next

背景

・広域ネットワークに対する要件を実現するためのインフラ環境も多様化（ネットワーク、ＩＴ）



複雑化するネットワーク要件設計への対応力が求められる

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

Contents

１.プロジェクトについて
２. 研究の背景
３. 想定される課題
４. 解決手段
　４．１　サービス要件分析技術
　４．２　ネットワーク要件設計技術
　４．３　ネットワーク要件の自動設計システムの提案
５. 成果

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

３．想定される課題
３．１ ネットワーク要件設計の課題（１）

HITACHI
Inspire the Next

課題

・多様化するサービス要件を実現するネットワークを検討する上で、今後さまざまな課題が生じると想定

＜ニーズ観点＞

- サービス多様化
- サービス複雑化
- サービスの迅速提供
- ネットワーク意識しない

＜ネットワーク設計観点＞

- ネットワーク複雑化
- 幅広い技術が必要
- 人口減
技術者確保

最適ネットワークの迅速な要件設計が困難

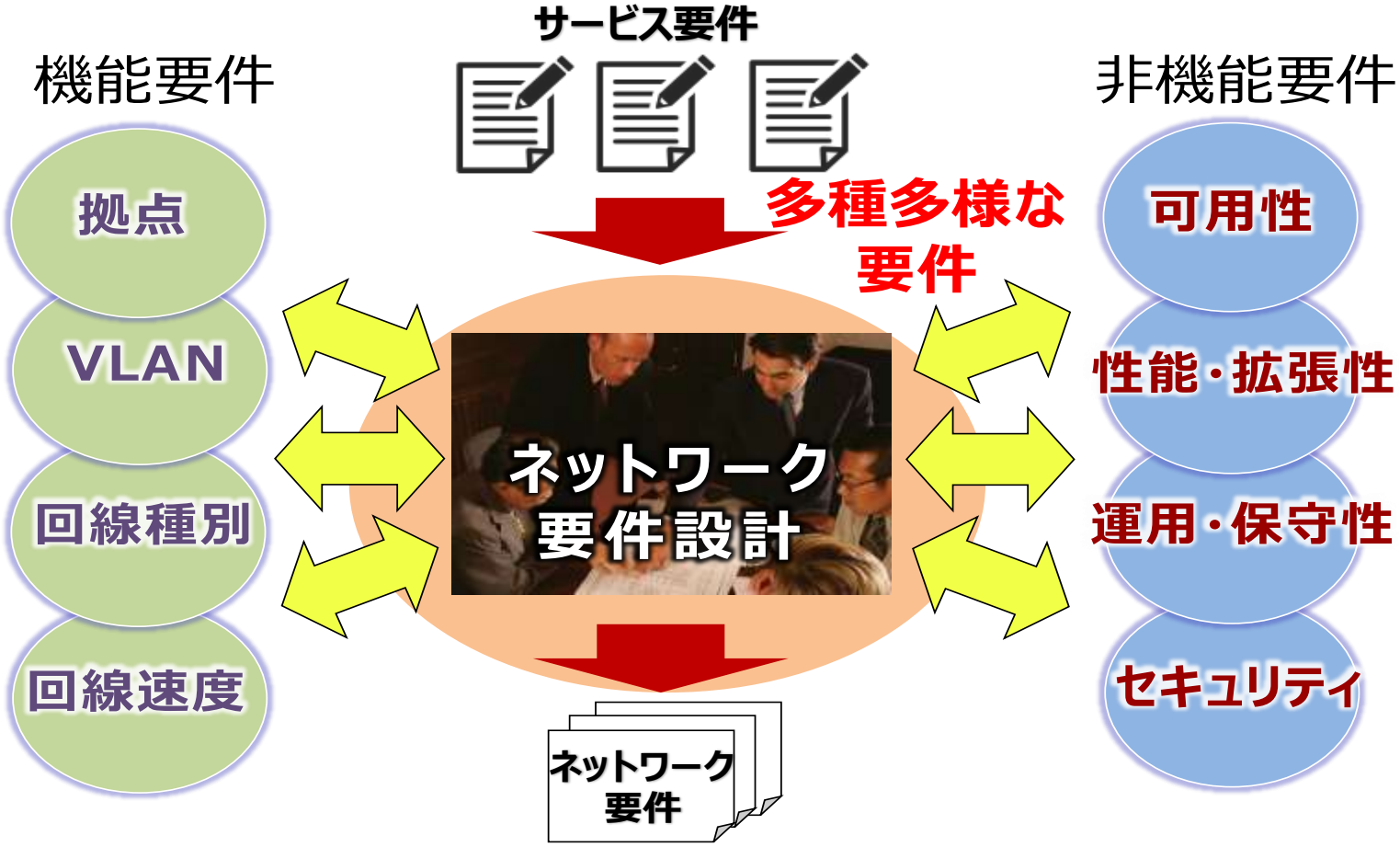
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

3. 1　ネットワーク要件設計の課題（2）

HITACHI
Inspire the Next

課題

・ネットワーク要件設計では、さまざまな機能要件、非機能要件を考慮したノウハウ・専門知識必要



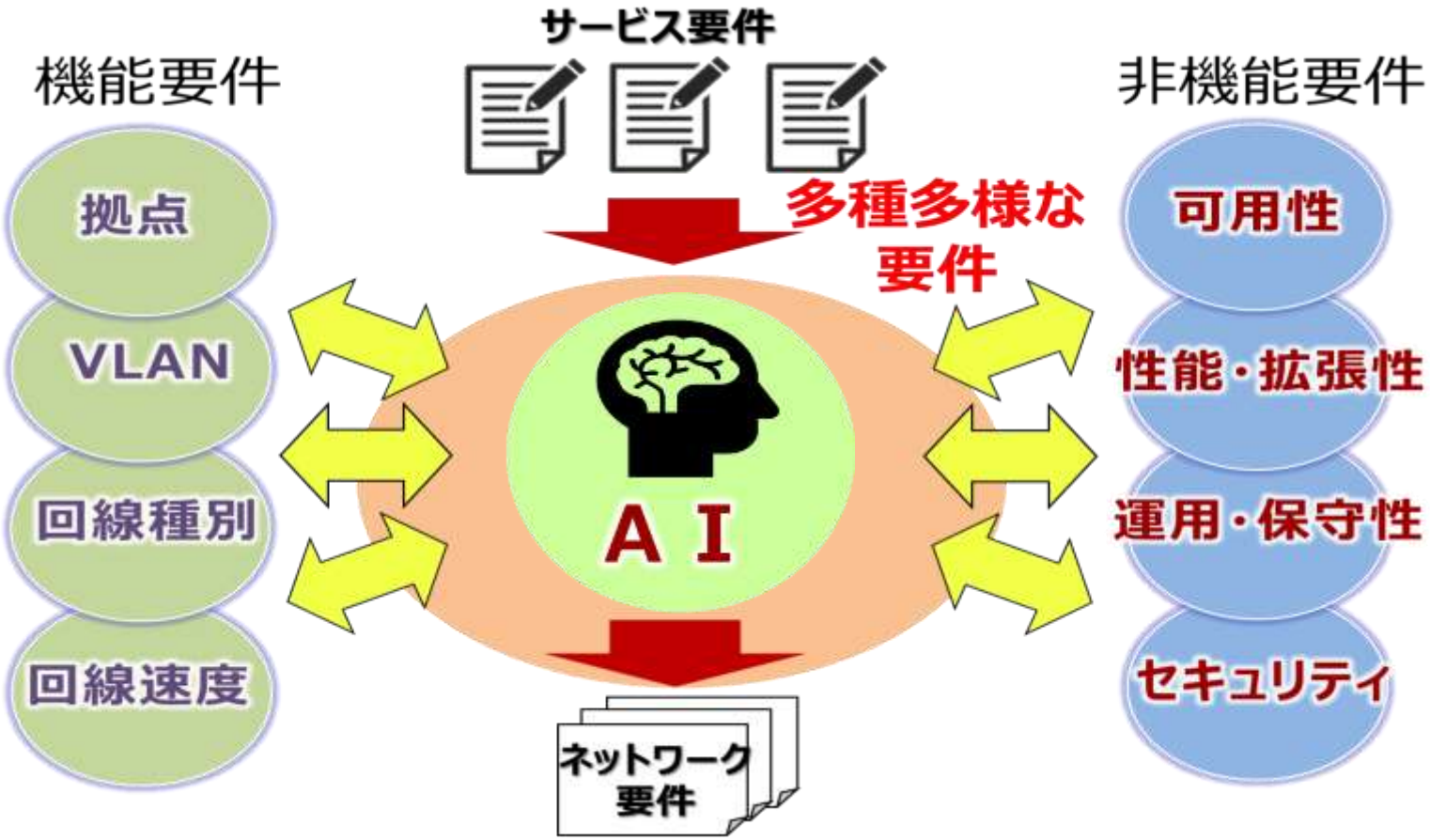
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

3. 1　ネットワーク要件設計の課題（3）

HITACHI
Inspire the Next

課題

・ネットワーク要件設計では、さまざまな機能要件、非機能要件を考慮したノウハウ・専門知識必要



ネットワーク要件設計へのAI技術の適用を検討

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

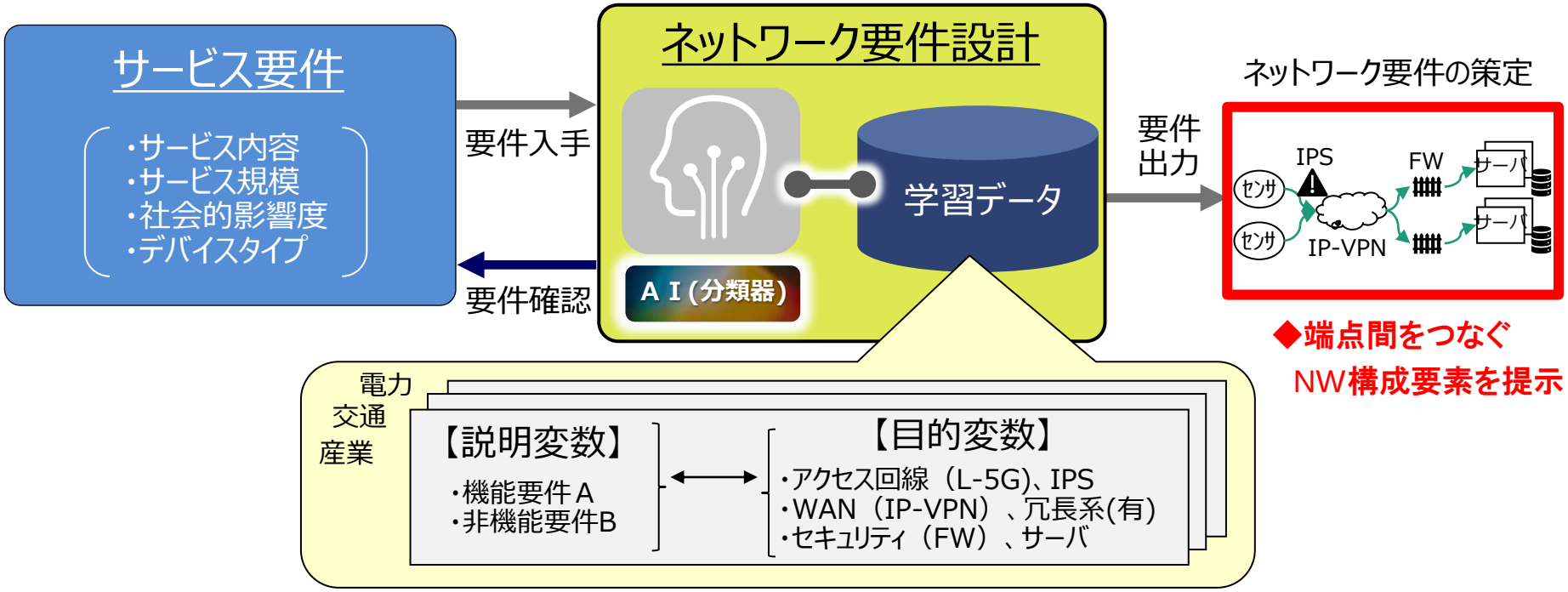
Contents

１.プロジェクトについて
２. 研究の背景
３. 想定される課題
４. 解決手段
　４．１　サービス要件分析技術
　４．２　ネットワーク要件設計技術
　４．３　AI評価
５. 成果

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

4．解決手段
サービス要件分析技術 概要

HITACHI
Inspire the Next



＜対応技術＞

１）サービス要件から、ネットワーク機能・非機能要件（説明変数）を補完・策定

２）ネットワーク機能・非機能要件を満足するサービステンプレートをAIを用いて自動選択（※）

（※）過去の実績データもしくはナレッジによる各産業分野毎の機能・非機能要件、それに対するネットワーク構成要素の情報を学習データとして蓄積

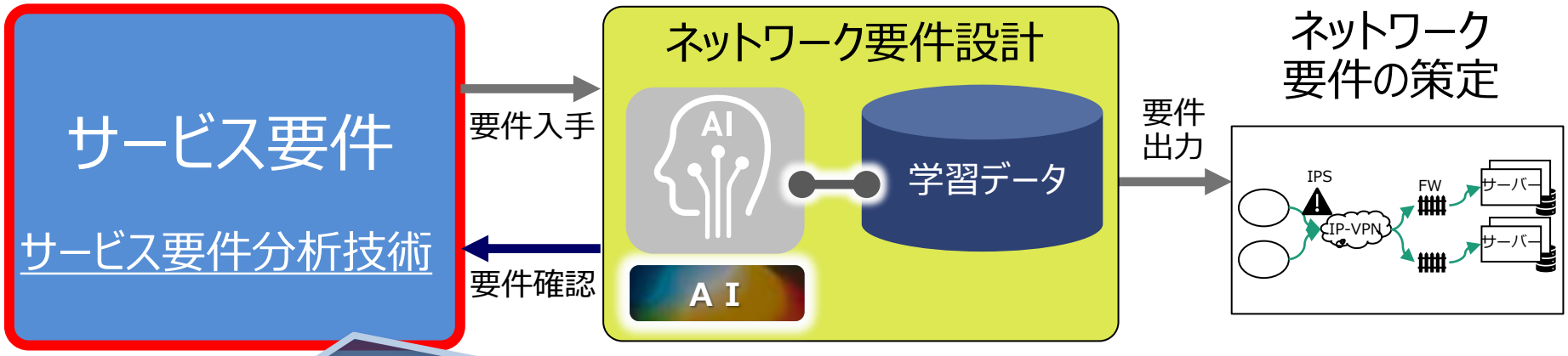
⇒入力説明変数に対し、最も近しい目的変数（ネットワーク構成要素）を選択し出力

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

４．解決手段
４．１ サービス要件分析技術

HITACHI
Inspire the Next

検討 ・サービス要件の取得方法、要件情報のモデル化



＜検討のポイント＞

１）サービス要件の取得方法

・自由記述、音声など、手段は多岐 ⇒ **直感で入力できるGUI**

２）ネットワーク要件確定の為の必要情報

・サービス要件からネットワーク要件への変換 ⇒ **要件情報のモデル化**

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

４．１ サービス要件分析技術
サービス要件入力ＧＵＩの規定（１）

HITACHI
Inspire the Next

解決手段

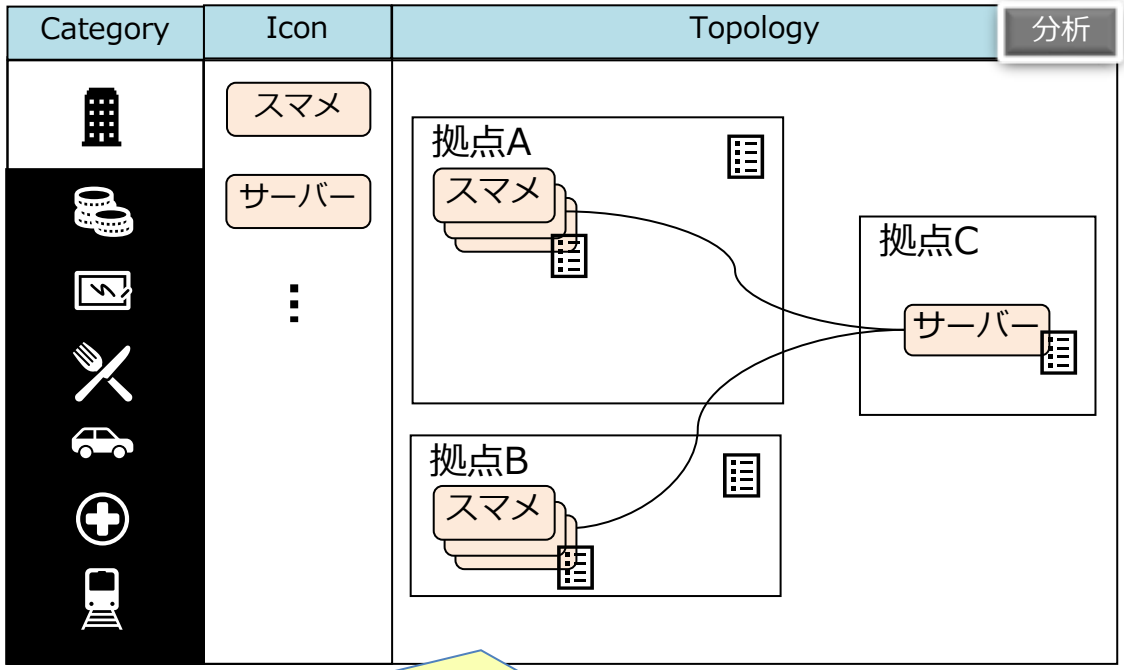
・ユーザーからのサービス要件を入力するインタフェース（GUI）
・各業種に対応したサービス要件入力をサポート

（例）スマートメーターを1000台つなげて、電力点検を効率化したい

①モデル入力画面

サービス名称
スマートセンサーデータ収集サービス
システムモデル
サービス影響度(人的損失) ☐あり ✓なし サービス規模(経済損失額or影響者数) ☐1億未満 or 10万人未満 ✓1億～10億 or 10~100万人 ☐10億以上 or 100万人以上

②トポロジー入力画面(アプリケーションレベル)



・サービス名称
・システムのクリティカルレベル

・カテゴリ、アイテム、アプリレベルの接続

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

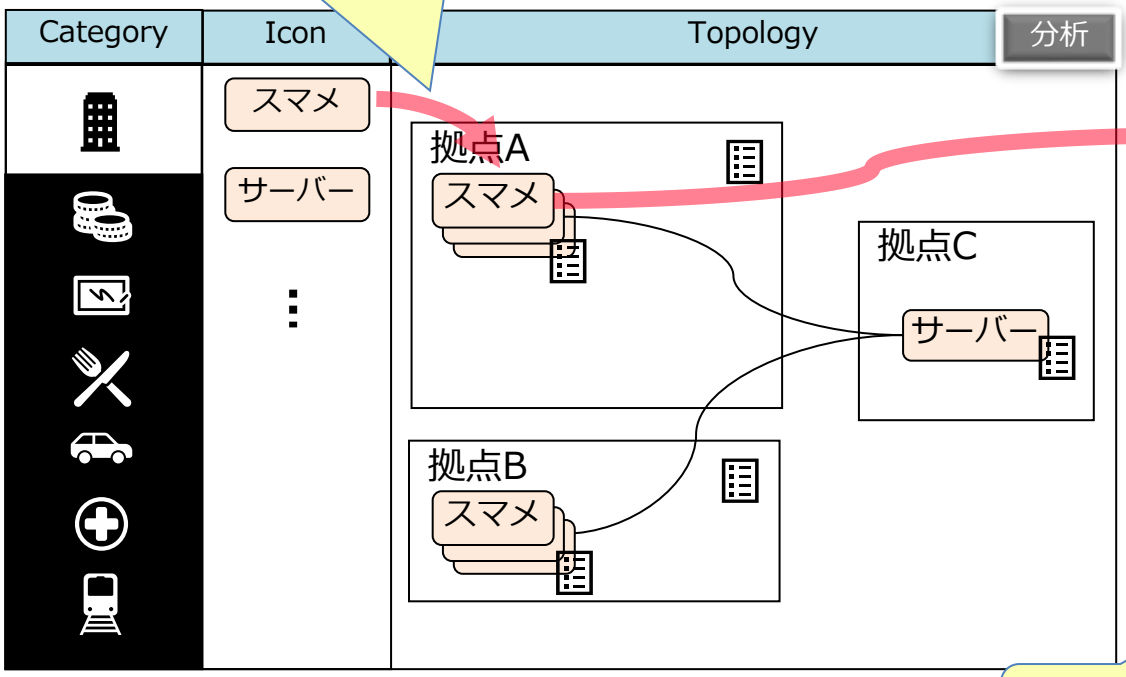
４．１ サービス要件分析技術
サービス要件入力ＧＵＩの規定（２）

HITACHI
Inspire the Next

解決手段

・ユーザー要件入力はドラッグ＆ドロップによる容易な操作
・拠点、端末情報は、個別に詳細設定可能

ドラッグによる容易な操作



サービス要件入力時
Config設定例

情報	選択例
端末情報	
端末名称	リモート端末
端末住所	東京都千代田区
使用台数	100台
拠点情報	
拠点名称	千代田区エリア
拠点住所	東京都千代田区

コンフィグ画面による詳細設定

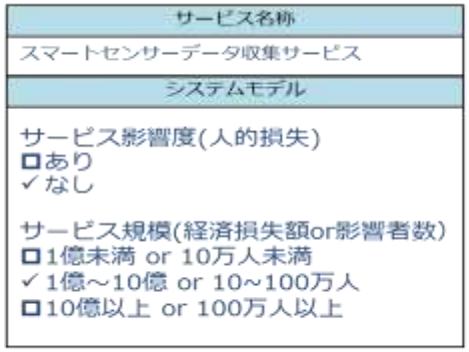
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

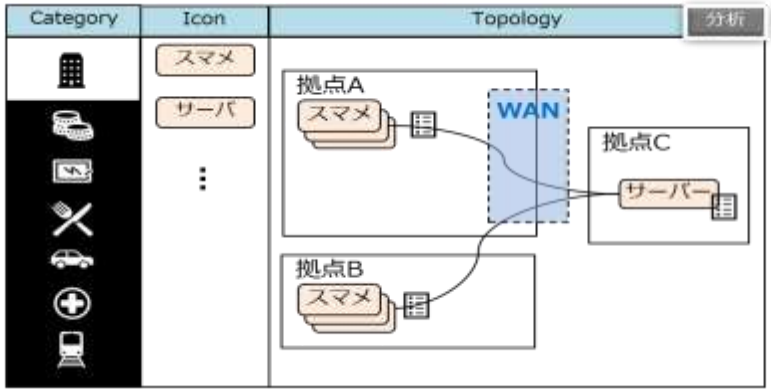
4．１ サービス要件分析技術
要件情報のモデル化（１）

HITACHI
Inspire the Next

解決手段

・入力サービス要件を分析し機能要件、非機能要件を抽出
・ユーザーの意識しない非機能要件をシステムでサポート





サービス要件入力時
Config設定例

情報	選択例
端末情報	
端末名称	リモート端末
端末住所	東京都千代田区
使用台数	100台
拠点情報	
拠点名称	千代田区エリア
拠点住所	東京都千代田区

分析/抽出

#	要件	詳細	
1	機能要件	接続形態	クライアント-サーバー型
2		拠点	クライアント：大阪:500/東京:500 サーバ ー　　：東京1
3		回線種別	WAN：IP-VPN
4		帯域	拠点A/B：～128Kbps/拠点C：～1Gbps/WAN：～100Mbps
6	非機能要件	帯域保証 遅延	アプリケーションA 帯域保証:BestEffort/遅延:300ms アプリケーションB ｘｘｘｘ
7		ｾｷｭﾘﾃｨ	Firewallあり
8		信頼性	冗長：経路 バックアップ：データベースのみ

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

機能要件・非機能要件抽出

＜入力パラメータ＞

サービス要件	参照元
拠点名称	Config
使用台数	Config
アイコン(Icon)	Topology
システムモデル	GUI

＜機能・非機能要件＞

拠点	パラメータ１	パラメータ２	設定値
機能	拠点名称		東京/大阪
	使用台数		500/拠点
	帯域	LAN_A LAN_B LAN_C	~128Kbps ~128Kbps ~1Gbps
		WAN	~100Mbps
	回線種別	WAN	IP-VPN
非機能	アプリA	アプリ種別	ERP
		帯域保証	BE
		許容遅延時間	300ms
	アプリB	・・・	xxx
	セキュリティ		Firewall
	冗長構成		経路冗長

算出

非機能テンプレート

：システムによる変換（機能）
：システムによる変換（非機能）

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

４．１ サービス要件分析技術
ネットワーク要件のテンプレート化

HITACHI
Inspire the Next

解決手段

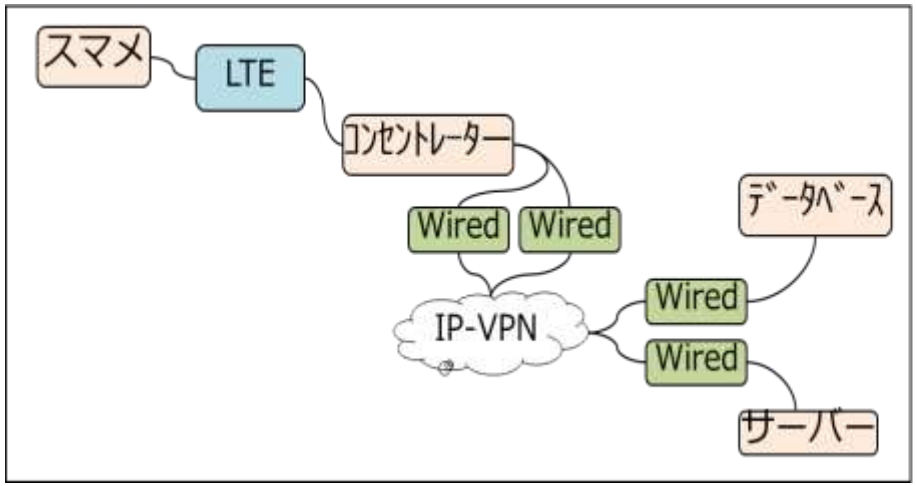
・業種や接続形態ごとのネットワーク構成を予め
サービステンプレートとしてデータベース化

(例)スマートメーターのシステムならば・・・

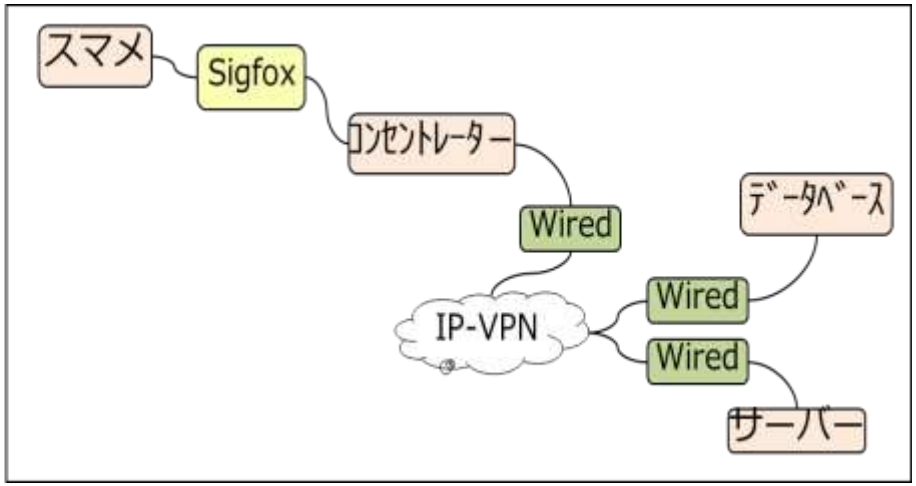
・コンセントレーターが必要

・AccessNWはLTE or Sigfox など

テンプレート1 (LTE+経路冗長)



テンプレート２ (Sigfox)



© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

４．１ サービス要件分析技術
ネットワーク要件の策定結果（レコメンド）

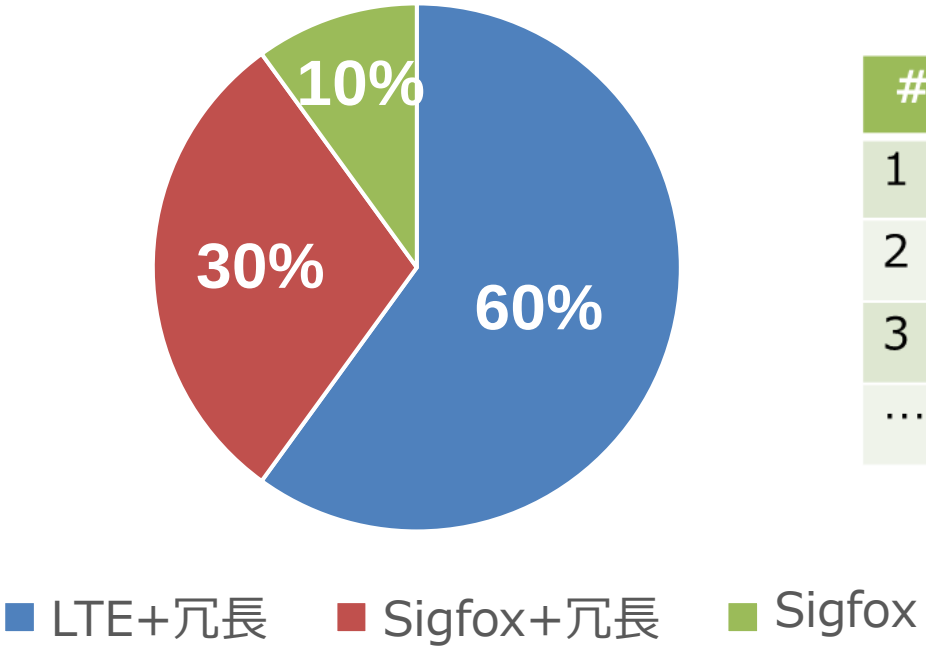
HITACHI
Inspire the Next

解決手段

・分析結果を出力（複数案をレコメンド）
・レコメンド案ごとにコスト見える化

Recommendation

ネットワーク構成



候補案レコメンド

#	テンプレート名	コスト
1	LTE＋冗長	¥150,000
2	Sigfox＋冗長	¥100,000
3	Sigfox	¥75,000
…		

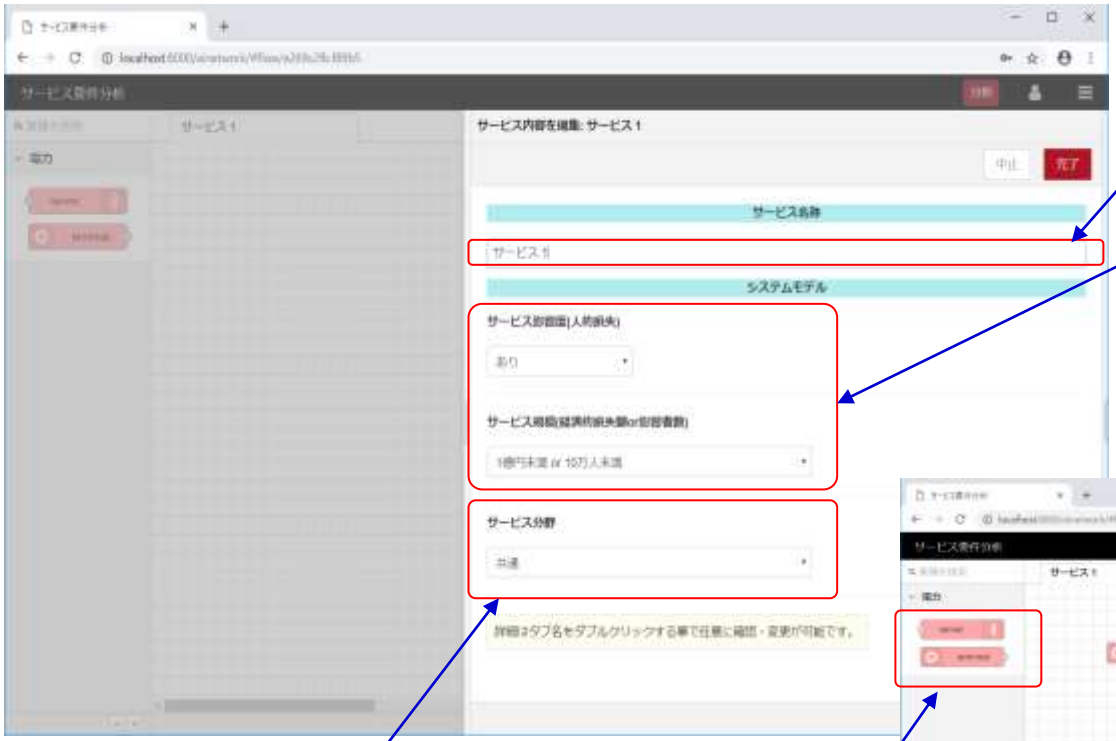
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

ご参考：サービス要件分析システム　概要

HITACHI
Inspire the Next

◆本研究で取り組んだ、「要件分析システム（プロトタイプ）」についてご紹介致します。

1．サービスを定義

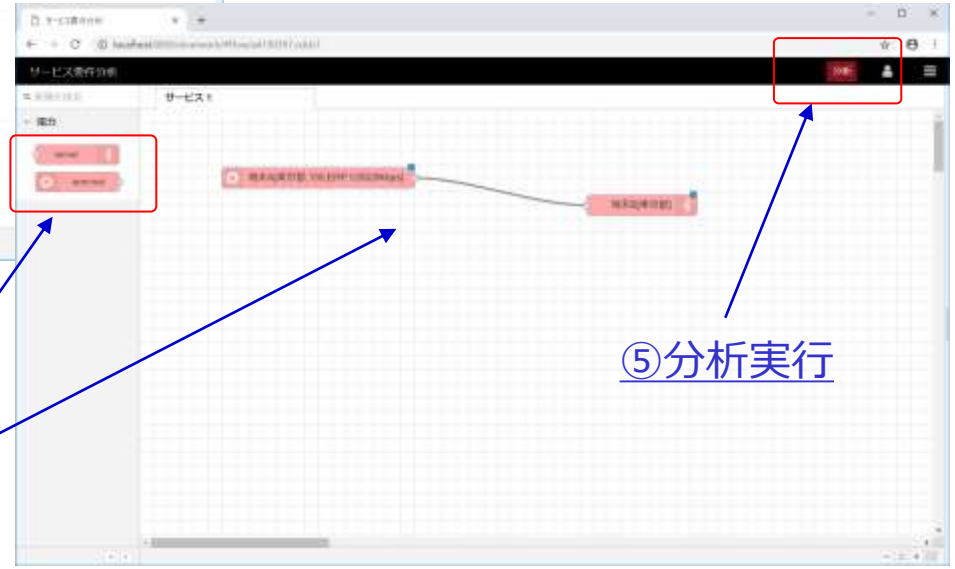


①サービス名称入力

②サービスの影響度を入力

③サービス分野

2．接続形式を描画



⑤分析実行

④表示アイコン（サーバー、ターミナル）にて接続形式を描画

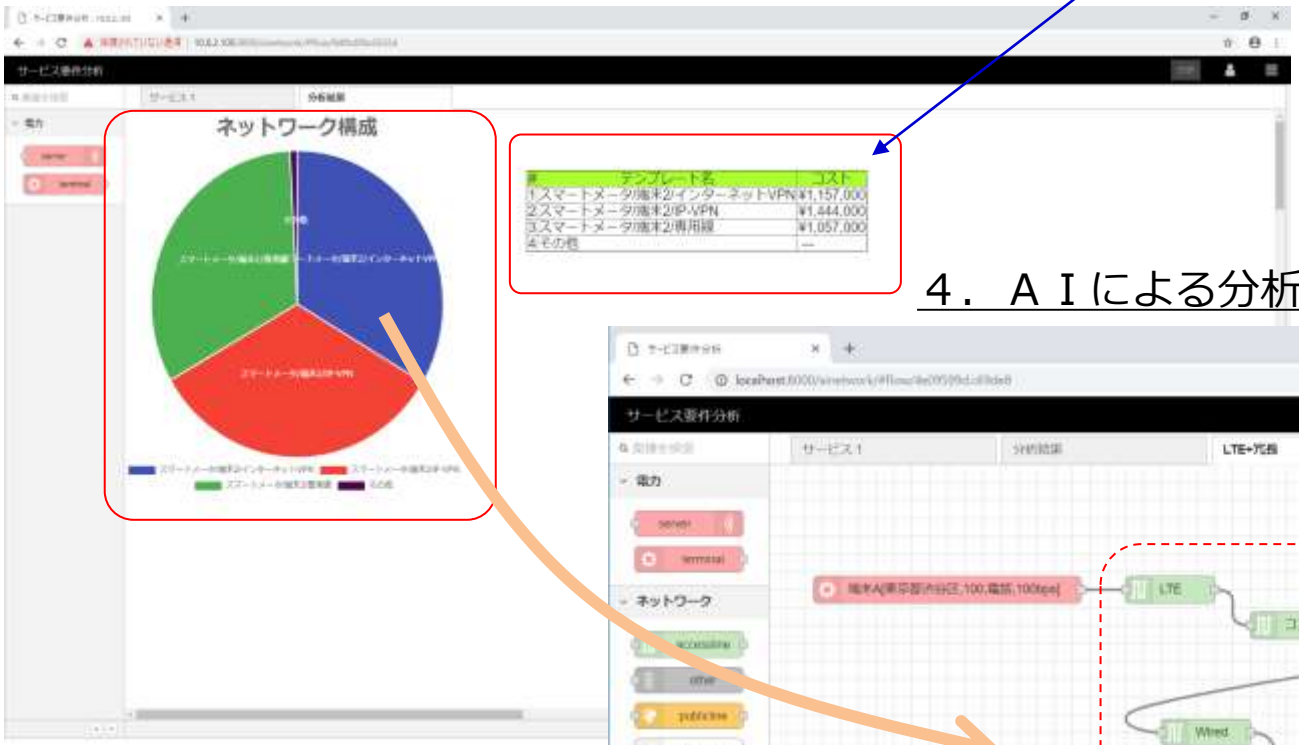
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

ご参考：サービス要件分析システム　概要

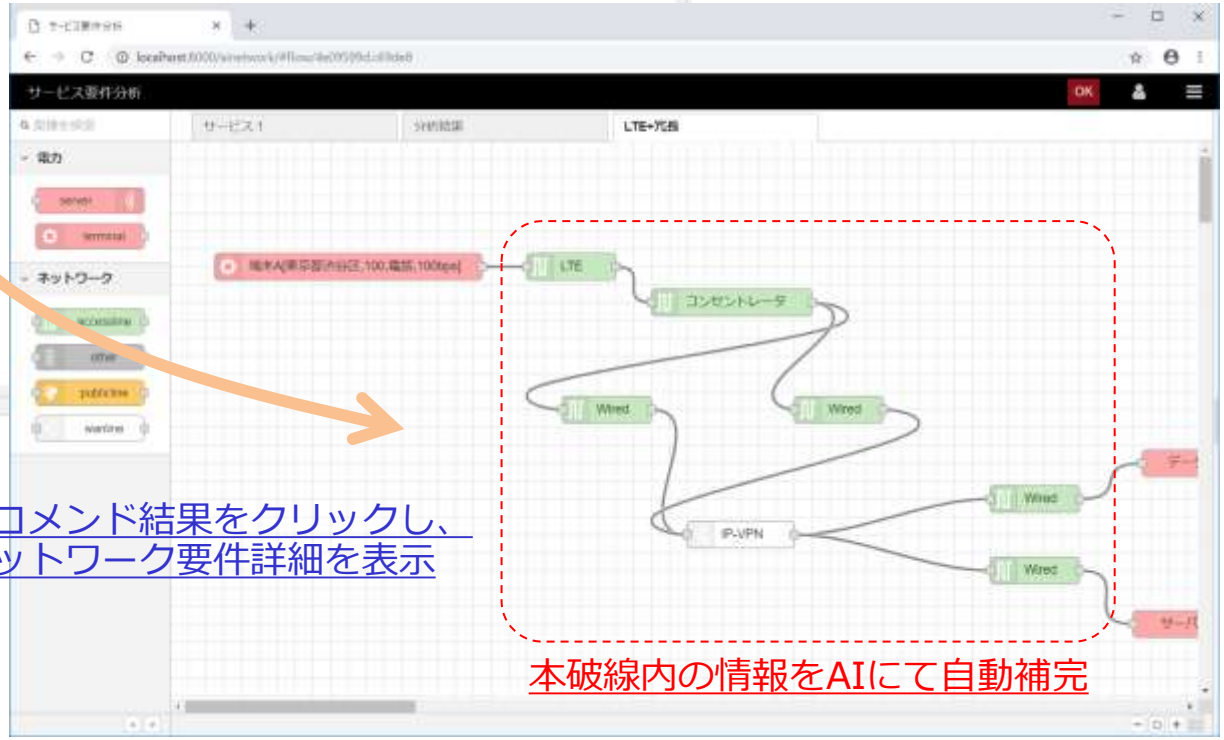
HITACHI
Inspire the Next

３．ＡＩによる分析結果（レコメンド情報）

①確信度上位３種をレコメンド
（コスト情報付加）



４．ＡＩによる分析結果（ネットワーク要件）



②レコメンド結果をクリックし、
ネットワーク要件詳細を表示

本破線内の情報をAIにて自動補完

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

Contents

１.プロジェクトについて
２. 研究の背景
３. 想定される課題
４. 解決手段
　４．１　サービス要件分析技術
　４．２　ネットワーク要件設計技術
　４．３　AI評価
５. 成果

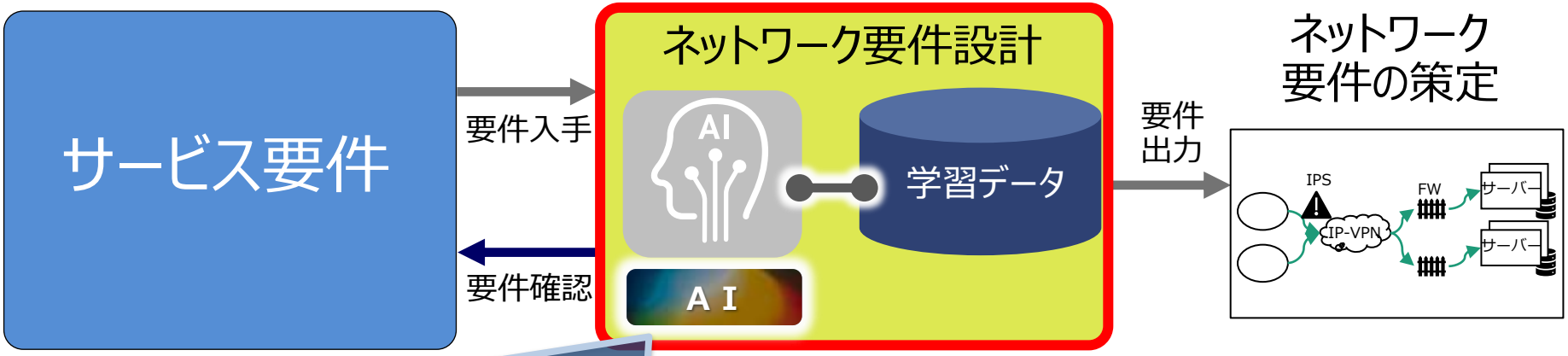
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

４．２ ネットワーク要件設計技術
４．２．１ 検討のポイント

HITACHI
Inspire the Next

検討

・ネットワーク要件設計の自動化にAI技術適用
⇒目的：設計コスト低減、専門的知識（ノウハウ）の共有



＜検討のポイント＞

１）既存サービス／新規サービスへの対応

・新旧サービスそれぞれの教師データの持ち方　⇒**人とAIの協調**

２）適用するAI方式

・今回課題に適したAI方式、および分析精度向上策　⇒**適用AI方式**

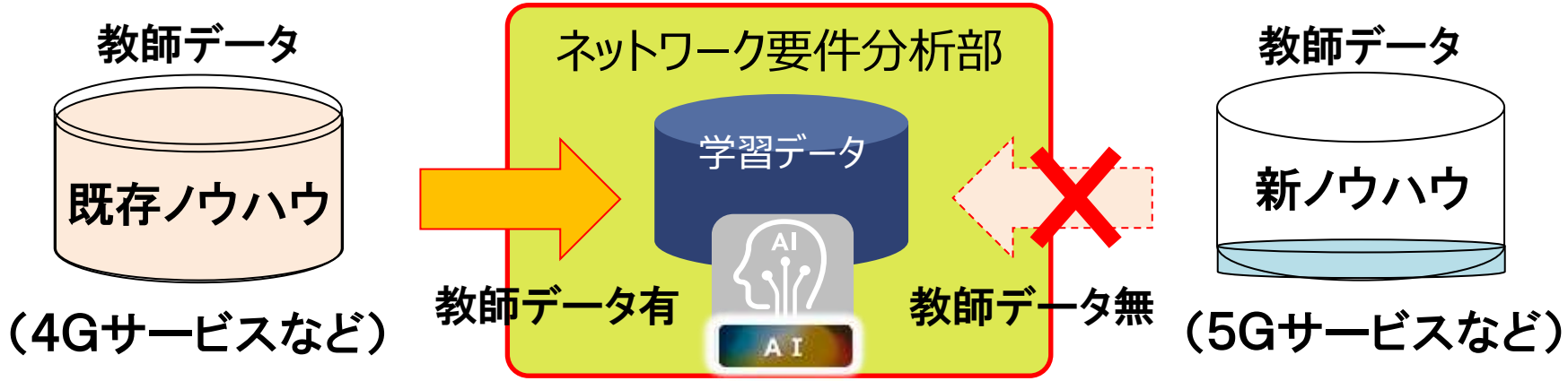
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

4．2．2 未知のサービスへの適用

HITACHI
Inspire the Next

解決手段

・ネットワーク要件分析部にAI技術を適用
・学習データの有無を考慮し、AI方式を検討



- 既存サービスのノウハウは蓄積・活用可能 ⇒ 教師データ「有り」
- 新サービスのノウハウは蓄積少量 ⇒ 教師データ「無し」

◆学習データを有効に活用、かつ新サービス対応し、新たな学習データを蓄積するAIが必要

人の知見とAIを融合した成長型AI方式を検討

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

４．２．３ 適用ＡＩ方式

HITACHI
Inspire the Next

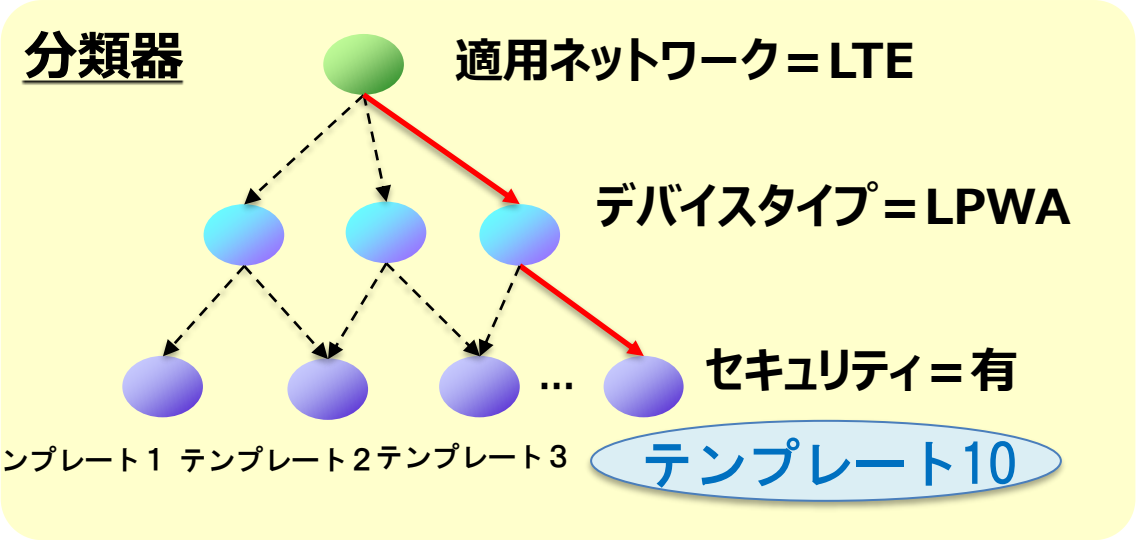
解決手段

・AI方式と適用アルゴリズムを検討

＜今回の解決すべき問題＞

レ **新たな要件に近しいネットワーク要件を選択する判別問題**

⇒ 学習データを ネットワーク要件(説明変数)、サービステンプレート(目的変数)とした分類器方式採用



AI方式を分類器タイプとし、アルゴリズムを検討

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

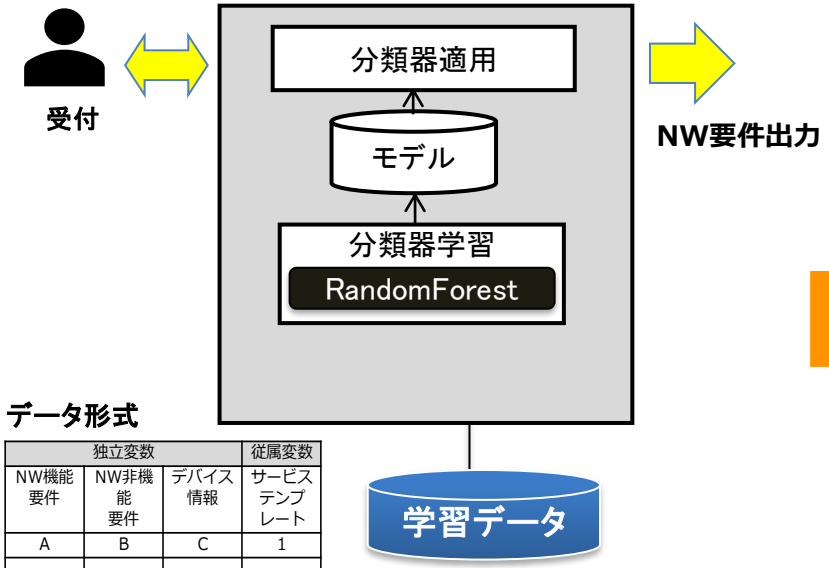
4．2．4 成長型ＡＩ

HITACHI
Inspire the Next

解決手段

① 複数分類器適用によるスタッキング方式を採用
② 「確信度」による判定部を追加
③ 新サービス対応時、人手設計を前提に結果を学習

AI（分類器）適用時



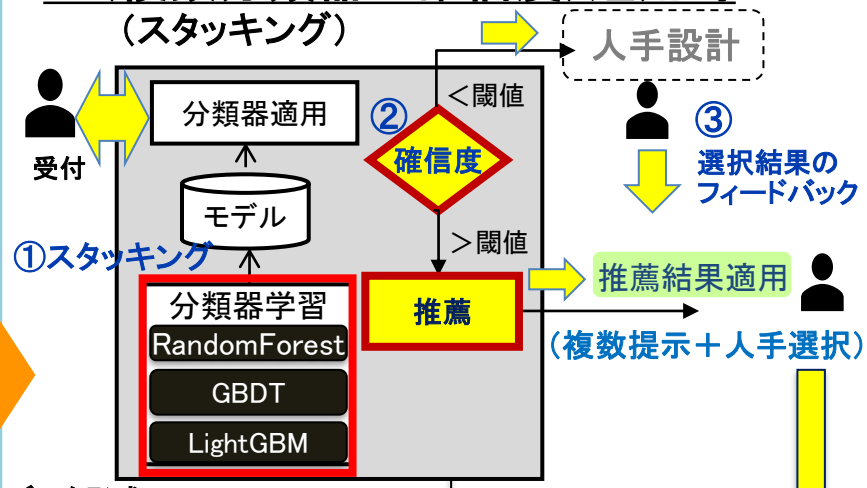
データ形式

独立変数			従属変数
NW機能要件	NW非機能要件	デバイス情報	サービステンプレート
A	B	C	1
…	…	…	…
X	Y	Z	100

- 分類器（単体）の分析傾向によるため要件に適さないネットワーク要件も推奨
  ⇒不要な情報がわずらわしい。

AI（複数分類器＋確信度）適用時

（スタッキング）



データ形式

独立変数			従属変数
NW機能要件	NW非機能要件	デバイス情報	サービステンプレート
A	B	C	1
…	…	…	…
X	Y	Z	100

- 複数分類器による高精度化
- 確信度分析による要件選択判断支援
- 学習量少時から設計者連携でAI成長

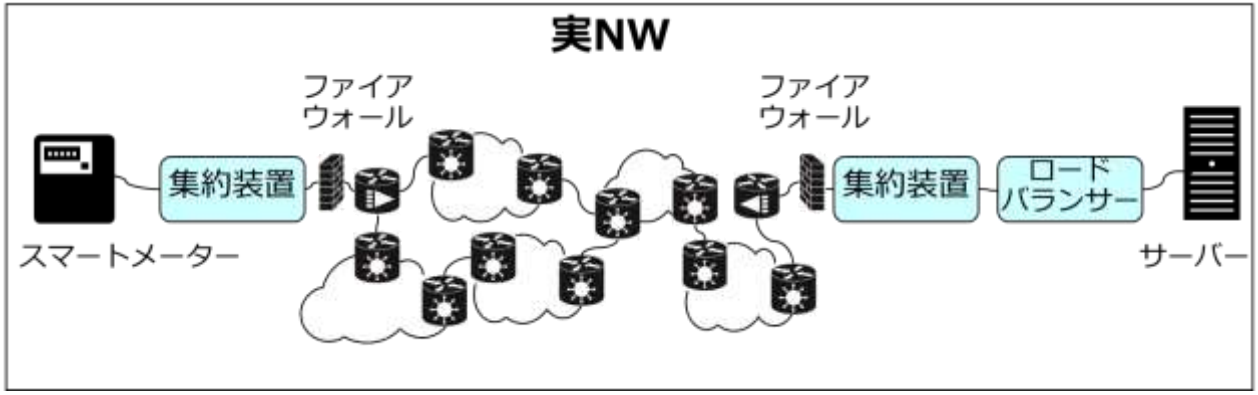
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

4．2．5 NWモデル化（1）

HITACHI
Inspire the Next

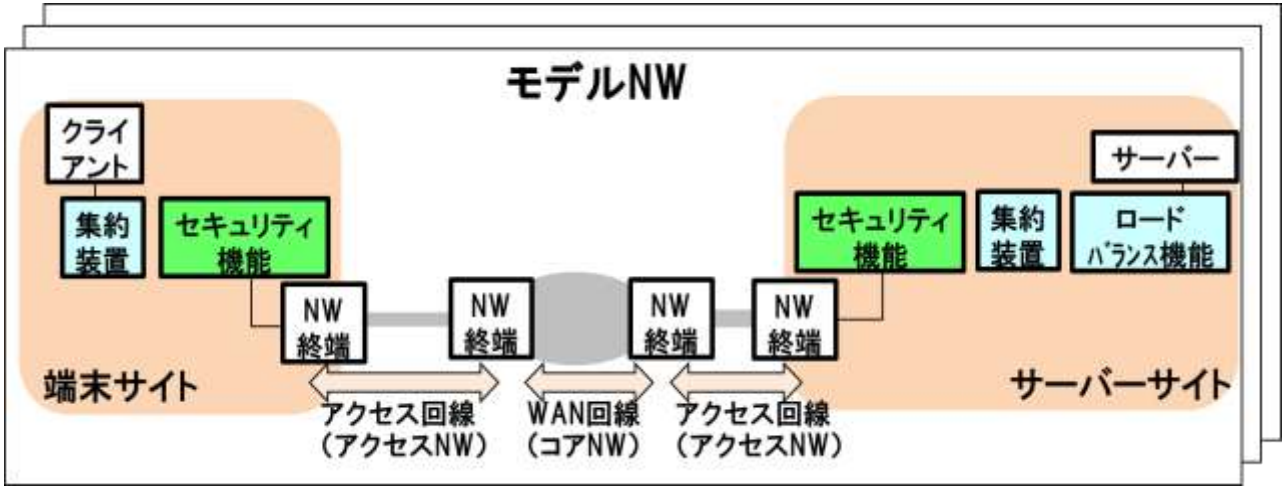
検討

各産業分野のNW形態を分析し、ネットワーク構成要素をモデル化
⇒本研究では、1つのモデルとしてクライアント・サーバー型ネットワークを規定
対象ネットワーク構成は、アクセス網-コア網-アクセス網



・各産業分野の調査
・キャリアNWの知見

モデル化



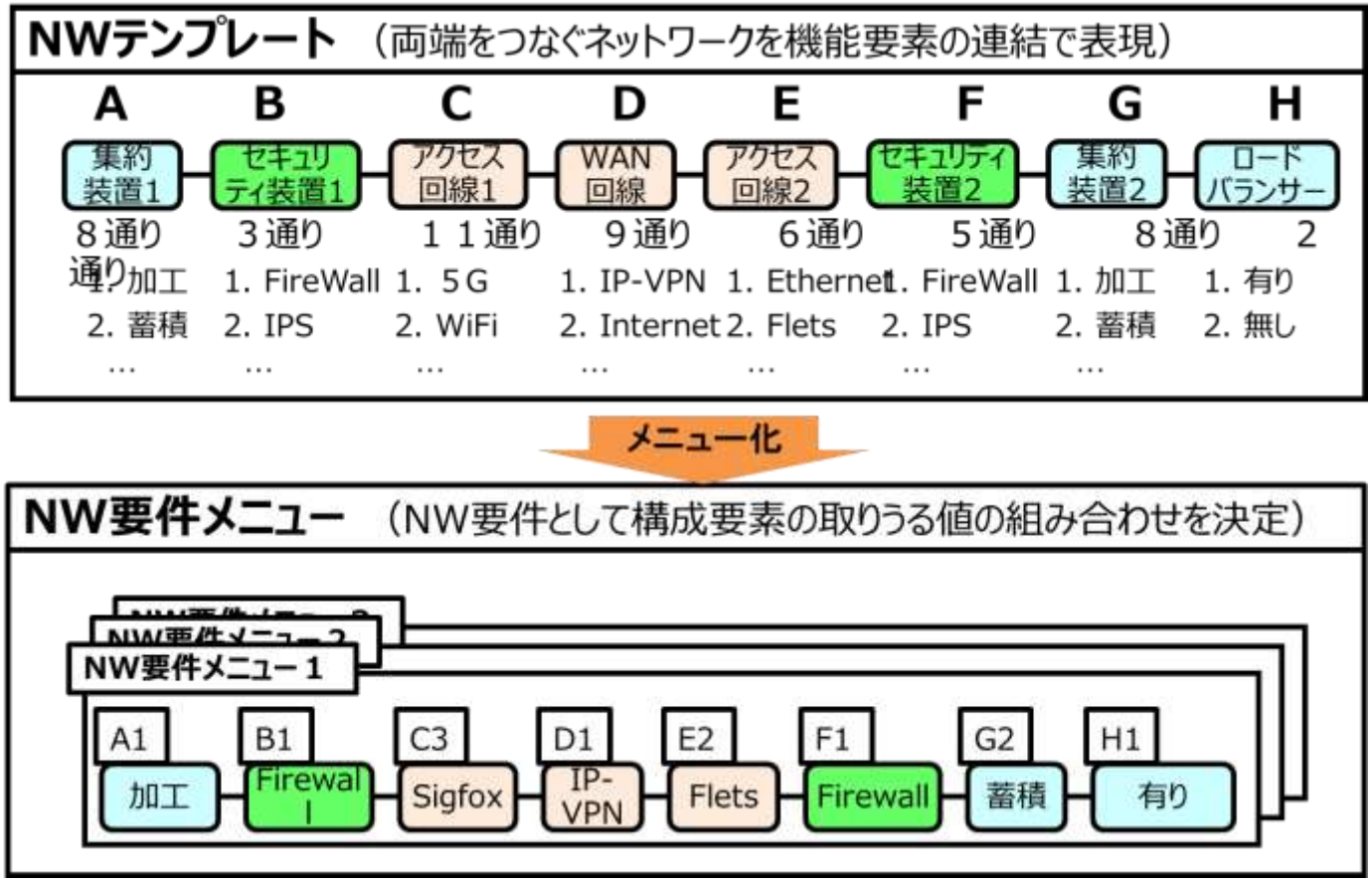
・AIが出力できる形式として、NW構成要素をモデル化（テンプレート化）
・NWテンプレートを元に、各分野のNW構成要素を学習データとして策定

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

4．2．5 NWモデル化（2）

HITACHI
Inspire the Next

検討　モデルNWに沿って、AIが出力する形式(NW要件の型)を決定



・AIの出力形式
・NW構成要素(離散値)を定義

・AI出力の具体例

結果　AIはNW要件の選択結果を、定型で出力

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

Contents

１.プロジェクトについて
２. 研究の背景
３. 想定される課題
４. 解決手段
　４．１　サービス要件分析技術
　４．２　ネットワーク要件設計技術
　４．３　AI評価
５. 成果

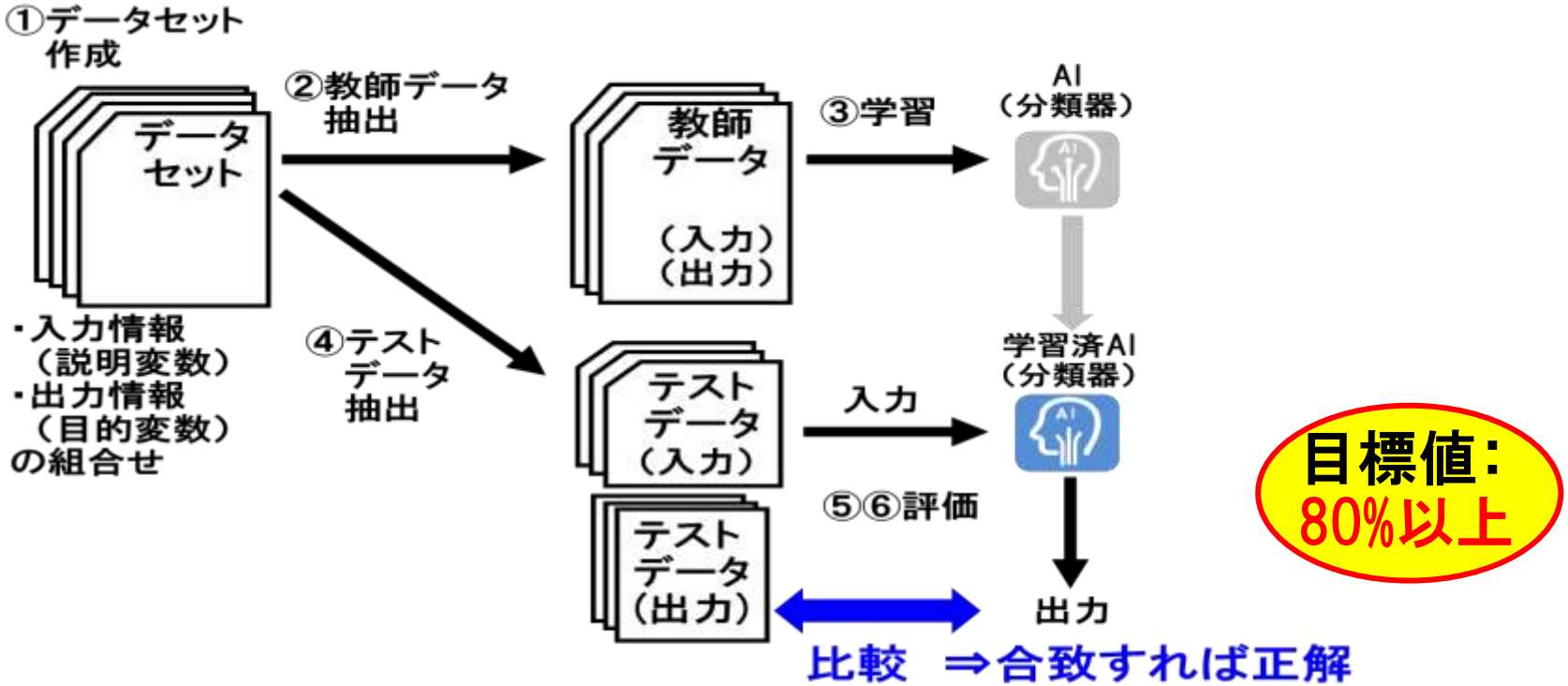
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

4．3 AI評価

HITACHI
Inspire the Next

検討 データセットを、教師データとテストデータに分割して正答率を測定

＜AI(分類器)の評価方法＞



結果

各種AIアルゴリズム(Random Forest、GBDT、LightGBM)において、80%以上の正答率を得ることができた。

→入力情報(機能/非機能)と出力情報(ネットワーク構成要素)の相関の強化を図り、正答率向上を達成

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

Contents

１.プロジェクトについて
２. 研究の背景
３. 想定される課題
４. 解決手段
　４．１　サービス要件分析技術
　４．２　ネットワーク要件設計技術
　４．３　AI評価
５. 成果

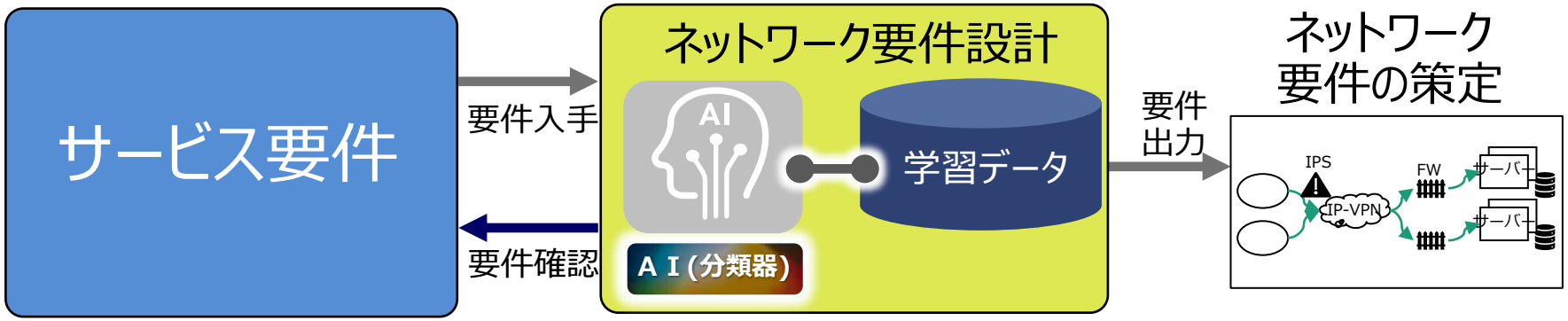
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

5. 成果

HITACHI
Inspire the Next

成果

・サービス要件からネットワーク要件へ自動で変換する技術を確立



１）サービス要件からネットワーク要件へ自動で変換する基礎技術確立

⇒AIアルゴリズム(RandomForest、GBDT、RightGBM)を適用したNW要件導出システムの開発完了

２）ＡＩを用いた正答率評価完了

⇒３種のAIアルゴリズムを用いて、サービス要件から適切なネットワーク要件策定のためのAI正答率８０%以上を達成

３）課題間連携検証を完了（2021年2月）。今後、実用化に向け活動推進。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI

Inspire the Next