

デジタルアニーラご紹介

Fujitsu Quantum-Inspired Computing

Digital Annealer

【概要編】

富士通株式会社

増え続ける データ

世界のデータ量 *IDC

2020
59 ZB

>

2025
175 ZB

複雑化する リスク要因

環境、経済、政治、地理など
あらゆるリスク要因が複雑化

短くなる 意思決定の時間

急激な変化に対応するため
意思決定の時間は益々減少

「意思決定」が難しくなっている



物流

輸送計画作成は長時間必要、
かつ熟練者の勘に頼りがち

拠点/工場の停止で
代替配送先への計画変更・
見直し頻度が上がる

状況変化で常に見直し



製造

そもそも生産計画は時間が
かかり計画変更が煩雑

資材調達の遅延や要員変更
により、急な生産変動への
対応が必要に

短時間で結論



金融

ポートフォリオ生成は計算量が
多く、近似的もしくは条件を
狭めて実施

急激な変化により、高精度
かつ頻繁な組み換えが必要に

複数の判断材料

「組合せ最適化問題」を解くことがビジネスにとって重要

「組合せ最適化問題」とは

■与えられた「組合せ」の中から、指定された条件を満たす「一番良い組合せ」を選び出す問題

例) 巡回セールスマン問題

各都市を**必ず1回だけ通る**という制約のもとで、
距離が最小となる巡回ルート（最短経路）を見つける問題

N個の都市



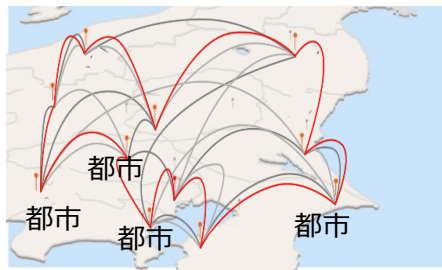
選択枝：都市の数

経路の組合せ



評価項目：都市間の移動距離
制約条件：1都市に1回

一番総距離が短い経路



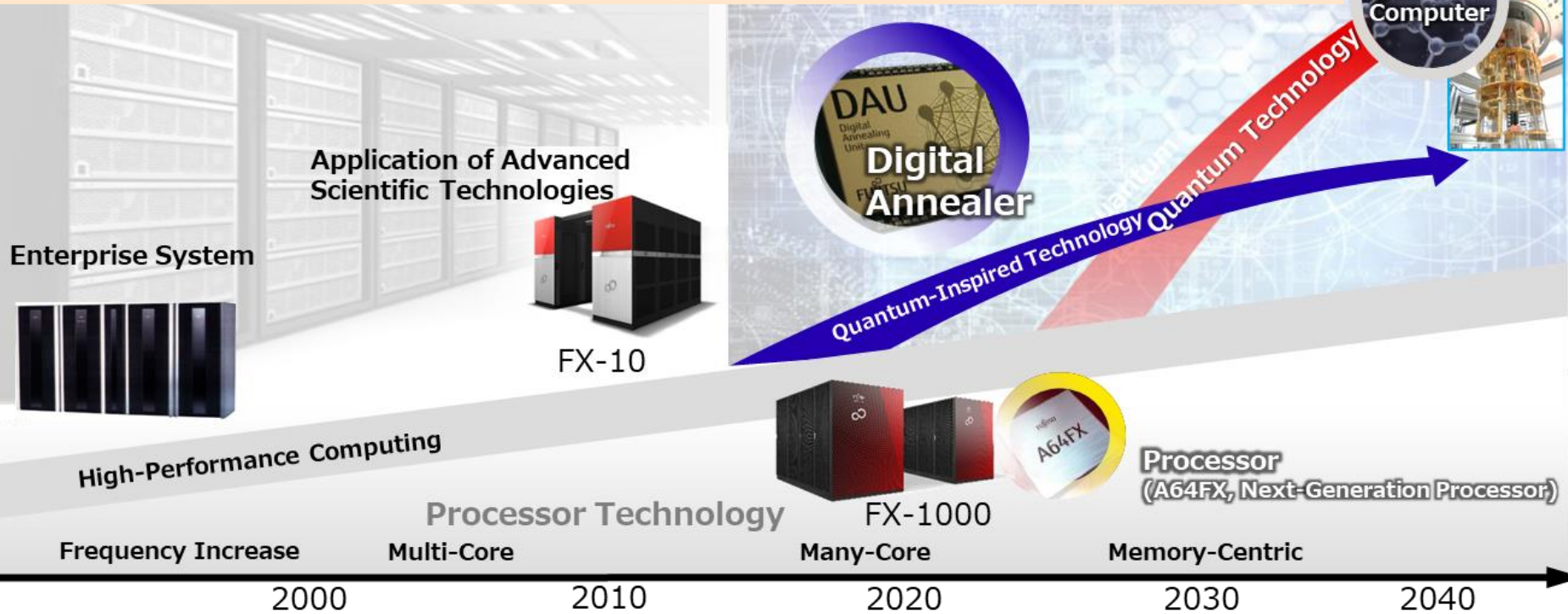
最適解(最適値)：最短経路

5都市なら120通り → 32都市 2630京×1京通り **組合せ数は指数関数的に増加**

富士通の量子インスパイアード技術: デジタルアニーラ FUJITSU

デジタルアニーラは、量子現象に着想を得たコンピューティング技術で、現在の汎用コンピュータでは解くことが難しい組合せ最適化問題を高速に求解します

By courtesy of RIKEN



適用分野



県域配送



全国配送



中分子医薬



金融ポートフォリオ



要員計画

第一世代

・規模 1,024ビット

第二世代

・専用ハードウェア実装
・規模 8,192ビット



第三世代

・ハイブリッド求解アーキ
・大規模対応(10万ビット)
・利便性向上
(コスト項、制約項分離対応)

第四世代

・大規模アニーリングコア
搭載(マルチGPU実装)
・第三世代比で
最大10倍の高速化

次世代



～2018年

2020年

2022年

2023年以降

第三世代の利便性はそのままに、大規模アニーリングコア*₁が最適解を高速に求解

●大規模問題を高速に求解

大規模アニーリングコア搭載(マルチGPU実装)
により、第三世代比で**最大10倍の高速化**

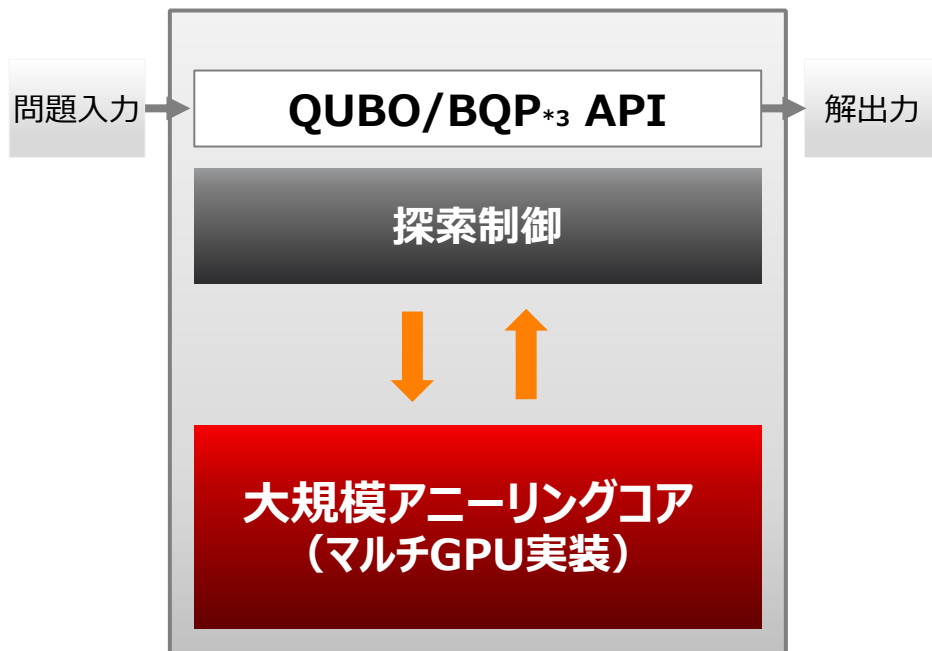
●利便性

第三世代の利便性を継承、
新たに1hot制約*₂のQUBO定式化を
不要とするAPIを追加し、入力データを削減、
入力時の煩雑さを解消

*₁:量子現象や物理現象に着想を得た富士通独自技術

*₂:スケジューリング問題などの実問題で頻出する制約条件のひとつ

*₃:QUBO (Quadratic Unconstrained Binary Optimization : 二次制約なしバイナリー最適化)
BQP (Binary Quadratic Programming : バイナリー二次計画問題)



デジタルアニーラを活用した最適解算出までのイメージ

利用者

1. 現状認識、課題抽出とゴール設定
2. 組合せ最適化問題の具体化
3. 定式化、QUBO/BQP形式に変換、コーディング



4. 式の投入

最適解

デジタルアニーラ

5. 解を探索



* QUBO (Quadratic Unconstrained Binary Optimization : 二次制約なしバイナリー最適化)
BQP (Binary Quadratic Programming : バイナリー二次計画問題)

デジタルアニーラ 3つのサービス

組合せ最適化問題の高速処理を実現する

お客様のデジタルアニーラ
活用を支援する



クラウドサービス



Digital
Annealing Unit



オンプレミスサービス



テクニカルサービス

一般的なご利用向け

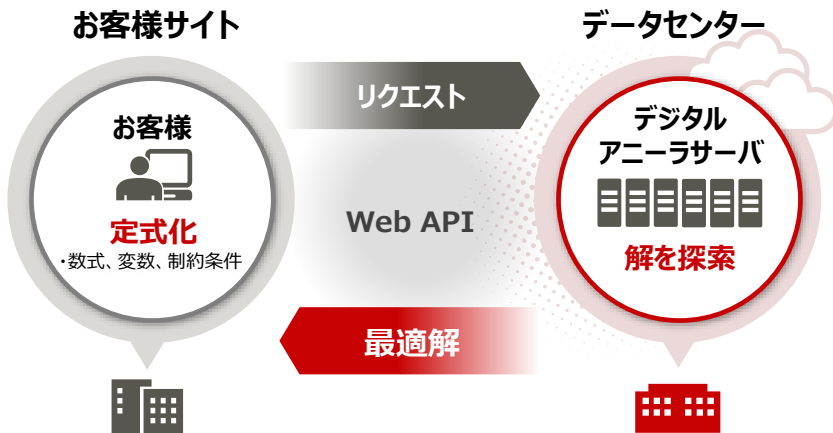
お客様指定センターに設置
(※個別対応)

定式化支援、チューニング支援など
技術サポート

実ビジネスの様々な利用形態にあわせてご提供

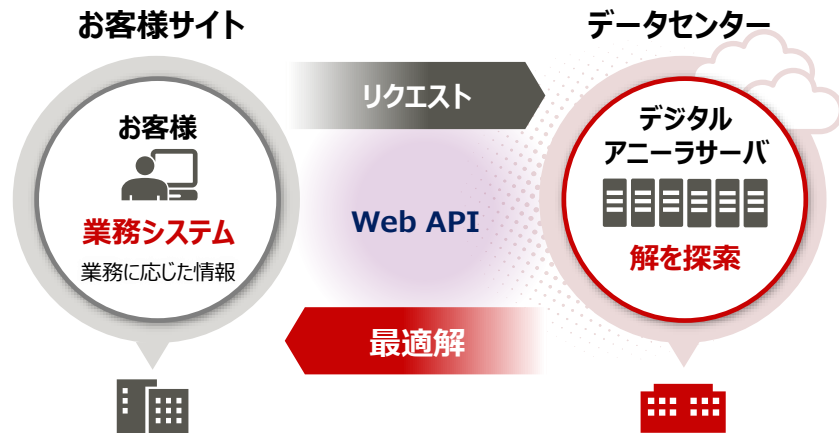
汎用数式型

イジングモデル、数式と制約条件等を
Web APIで入力、探索した解を出力するサービス



ソリューション特化型

ソリューションに特化したAPIを構築し、
解を出力するサービス



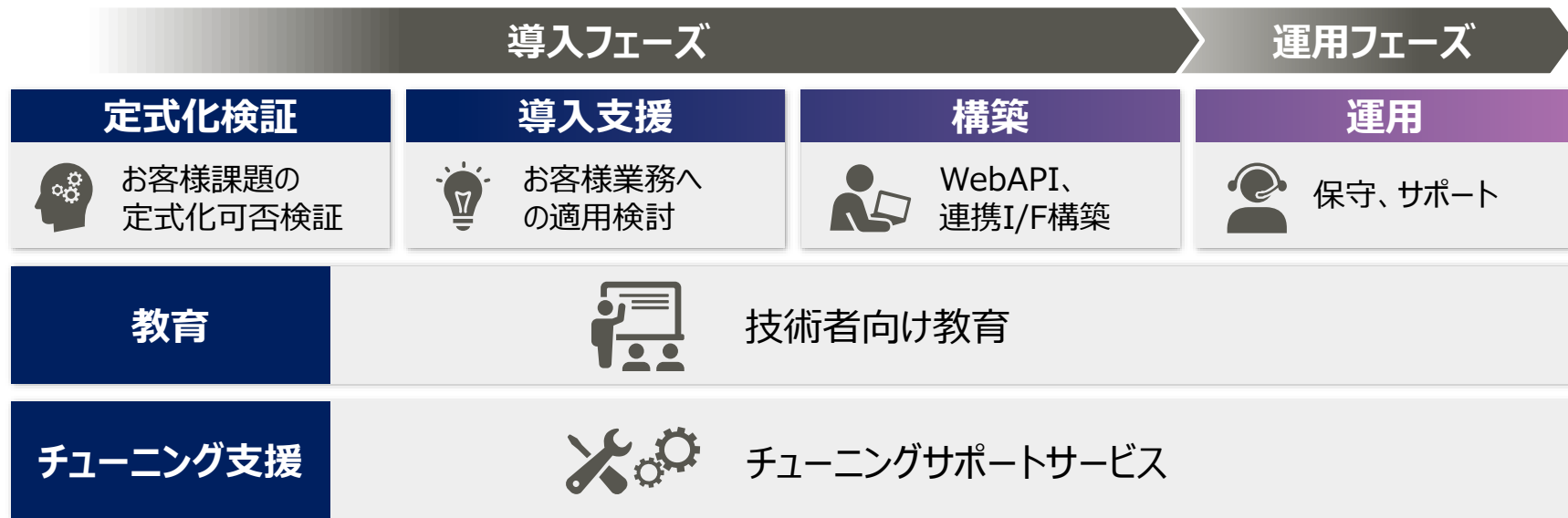
■ お客様の問題規模に応じて選択頂けるラインアップ

サービス名	Developer-4	Professional-4	Standard-3	Academic-3
利用システム	第三世代、第四世代の 両方を利用可能	第四世代	第三世代	第三世代
推奨ユース ケース	検証実験／ PoC・PoV	10万ビットまでの 大規模問題	8,192ビットまでの 中規模問題	8,192ビットまでの 中規模問題
商用利用	不可	可	可	不可 (大学研究用)
課金形態	従量制／月額固定	従量制／月額固定	従量制／月額固定	月額固定

※お客様には、最初に第四世代と第三世代の両方を使用できる Developer-4 をご契約頂き、第四世代と第三世代のどちらを使用すべきか判断頂きます。
商用利用する際には、第四世代のProfessional-4、または第三世代のStandard-3のどちらかを選択して頂きます。

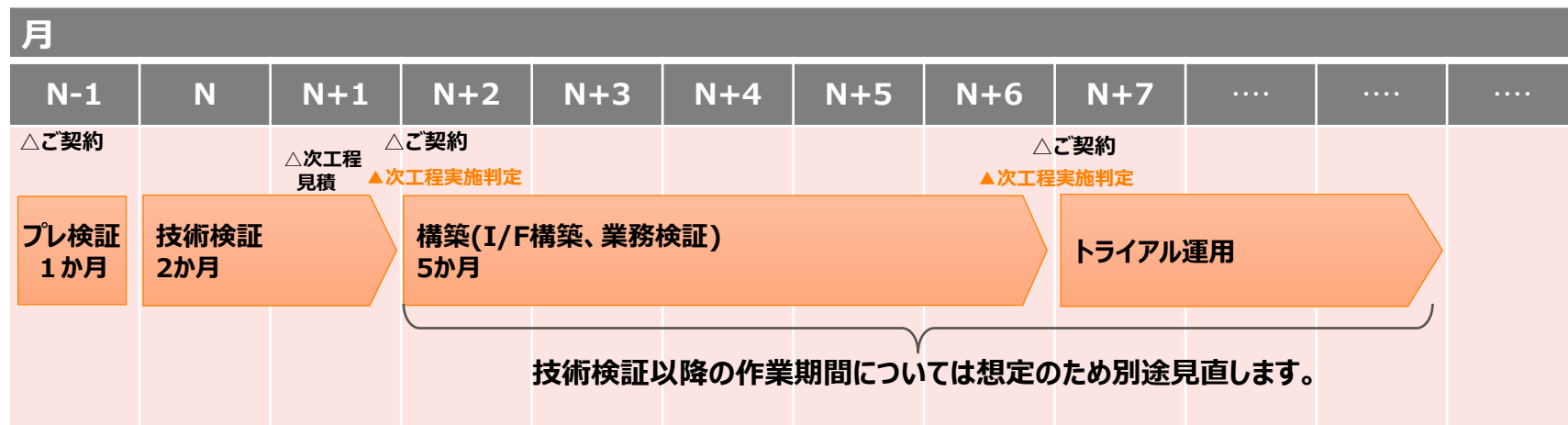
■ 高度な数学知識やデータ分析能力を持つ技術者が課題解決をサポート

Digital Annealer テクニカルサービス



お客様業務へのデジタルアニーラ活用を導入から運用までをサポート

実運用に向けた開発スケジュール例



	プレ検証	技術検証	構築	運用
目的 (ゴール)	簡易的なデータを用いて技術適用の簡易診断を行う	問題の定式化、デジタルアニーラで求解できることを確認する	実務レベルで適用できることを確認、導入・実務利用に向けた構築を行う	実業務で運用
実施概要	・ヒアリング ・簡易診断	・要件定義 ・定式化 ・デジタルアニーラによる検証	・技術検証のフィードバック検証 ・複数の問題でのデジタルアニーラ検証 ・WebAPI／連携I/F構築(開発・検証) ・機能の配置	・WebAPIを用いたサービスの提供 ・運用サポートサービスの提供

社会課題の解決を目指して



ご参考

第四世代性能比較：二次割当問題（QAP※₁）で検証

大規模QAPインスタンスのひとつである
tai150b(※₂) で、第四世代、第三世代
デジタルアニーラのベンチマークを実施
(問題サイズ22,500ビット)

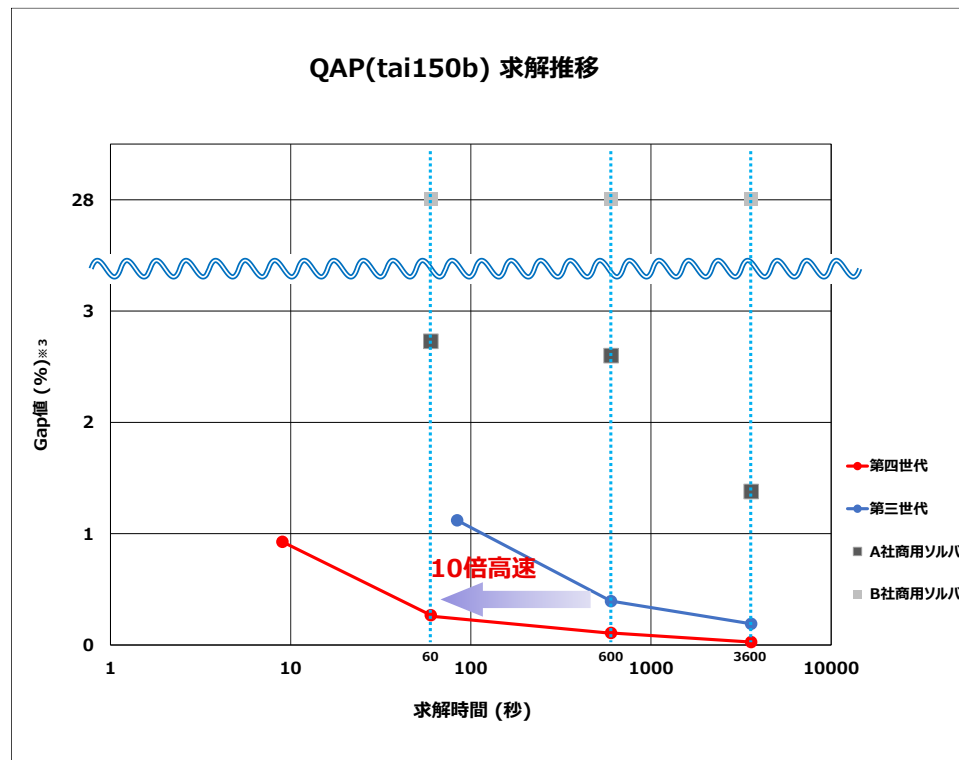
第四世代は第三世代の**10分の1の時間**で
より優れた解を導出
(第四世代60秒、第三世代600秒で導出)

第四世代デジタルアニーラは、他社商用ソルバの
400分の1の時間で優れた解を導出
(第三世代は84秒で導出)

※₁ QAP : Quadratic Assignment Problem

※₂ QAPLIB URL : <https://coral.ise.lehigh.edu/data-sets/qaplib/>

※₃ Gap値が小さいほど優れた解で、Gap値0はこれまで知られている最良解
(BKS : Best Known Solutions:) を示す



第四世代、第三世代は10回試行の平均Gap値をプロット
他社データは公開サイトより当社にて抽出してプロット

富士通テクニカルレビュー「デジタルアニメーションによる配電応需計画の最適化」(※1)で評価されたグラフ彩色問題のひとつであるDSJC250.9 (問題サイズ:18,000ビット※2)を第四世代、第三世代で比較

最適解到達は第四世代が**約10倍高速**

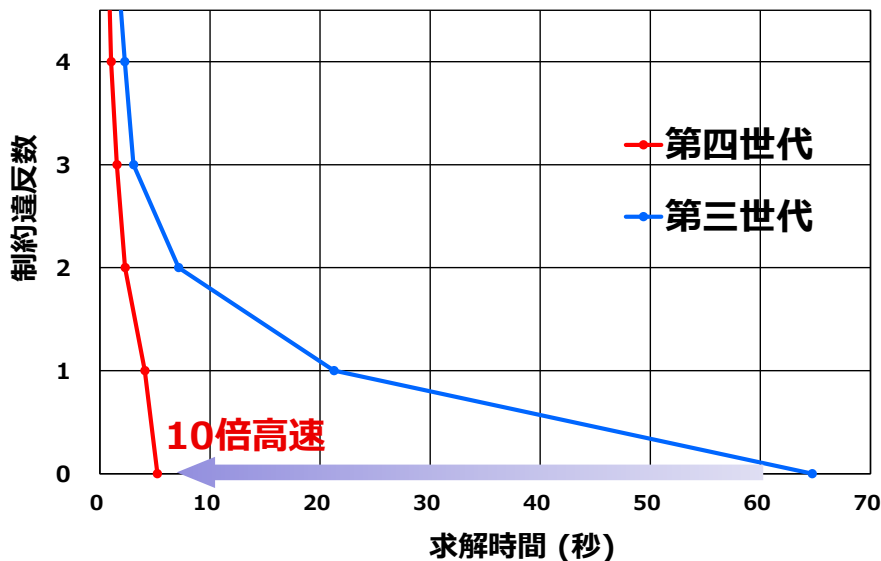
※1デジタルアニメーションによる配電応需計画の最適化

<https://www.fujitsu.com/jp/about/resources/publications/technicalreview/topics/article010.html>

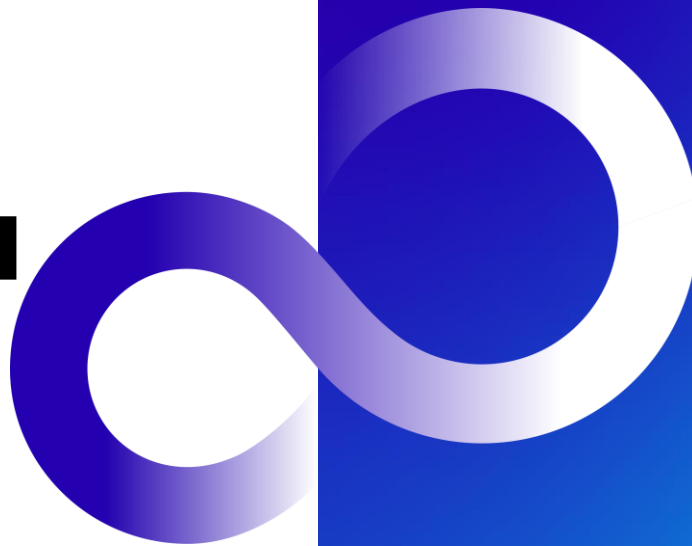
※2 グラフ彩色インスタンス

<https://www.fujitsu.com/jp/about/resources/publications/technicalreview/topics/article010.html>

グラフ彩色問題 (DSJC250.9) 求解推移



Thank you



デジタルアニーラ公開サイト

<https://www.fujitsu.com/jp/digitalannealer/>