

# デジタルアニーラご紹介

## Computing as a Service

## 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

**解決すべき課題が複雑化し、  
「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



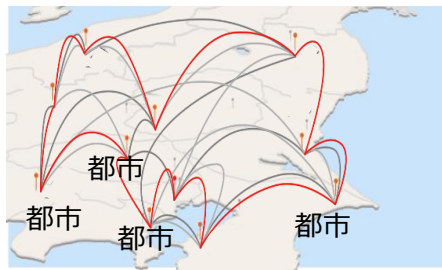
選択枝：都市の数

### 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



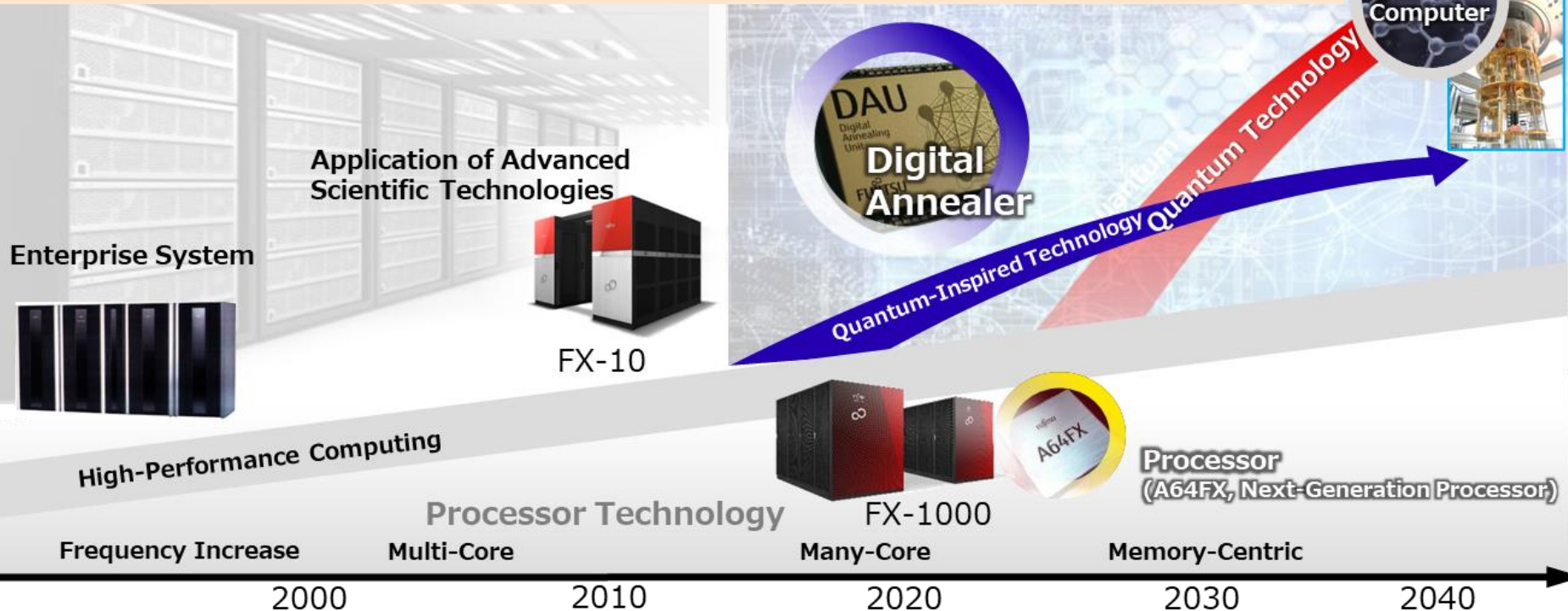
最適解(最適値)：最短経路

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



## 第四世代デジタルアニーラサービスをリリース



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\*<sub>1</sub>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**

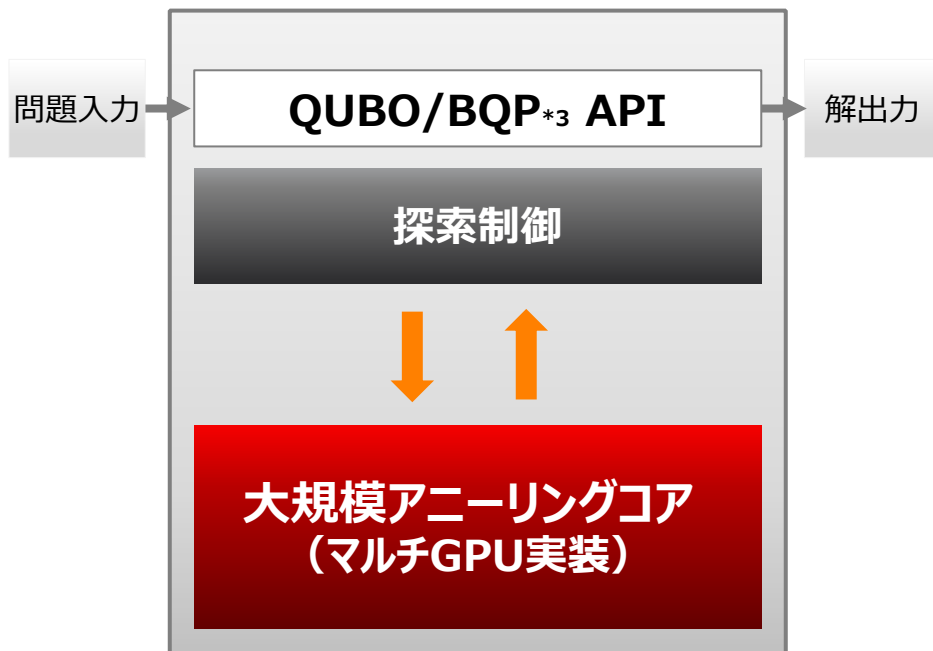
## ●利便性

第三世代の利便性を継承、  
新たに1hot制約\*<sub>2</sub>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

\*<sub>1</sub>:量子現象や物理現象に着想を得た富士通独自技術

\*<sub>2</sub>: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

\*<sub>3</sub>: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 2つのサービス

組合せ最適化問題の高速処理を実現する



クラウドサービス

お客様のデジタルアニーラ活用を支援する



CaaS コンサルティングサービス

一般的なご利用向け

定式化支援などの技術サポート

実ビジネスの様々な利用形態にあわせてご提供

## ■ 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-4c                              | Developer-3c     | Premium-4c         | Premium-3c        |
|----------------|-------------------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| QUBO API バージョン | QUBO API V4、<br>QUBO API V3cの<br>両方を利用可能* | QUBO API V3c     | QUBO API V4        | QUBO API V3c      |
| 推奨ユースケース       | 検証実験／<br>PoC・PoV                          | 検証実験／<br>PoC・PoV | 10万ビットまでの<br>大規模問題 | 5万ビットまでの<br>中規模問題 |
| 利用形態           | 共有型                                       | 共有型              | 専有型 **             | 専有型 **            |
| 課金形態           | 月額固定                                      | 月額固定             | 月額固定               | 月額固定              |

\* Developer-4c は、QUBO API V4 と V3c の両方をご使用いただけます。PoC・PoV の中で実際のサービス利用などを想定し、QUBO API V4 と V3c のどちらを使用すべきか判断頂く際に利用することを想定しています。

\*\* 専有環境を利用する際には、QUBO API V4 の Premium-4c、または QUBO API V3c の Premium-3c のどちらかを選択して頂きます。  
カスタマイズせずにご利用いただく場合は、構築費として「スタートアップサービス」の契約が必要です。  
カスタマイズをご希望する場合は、「アプリケーション カスタマイズサービス」および「アドバンスドサポートサービス」の契約が必要です。

## 社会課題の解決を目指して



# パッケージ版

- お客様のプライベートクラウド環境でもご利用いただけるメニュー

## 技術サポート

お客様のデジタルアニーラ活用を支援



### スタートアップサービス

利用開始に向けたインストール代行

## 計算基盤

用途に合わせて、組合せ最適化問題の高速処理を実現



### 進化的量子最適化ツール

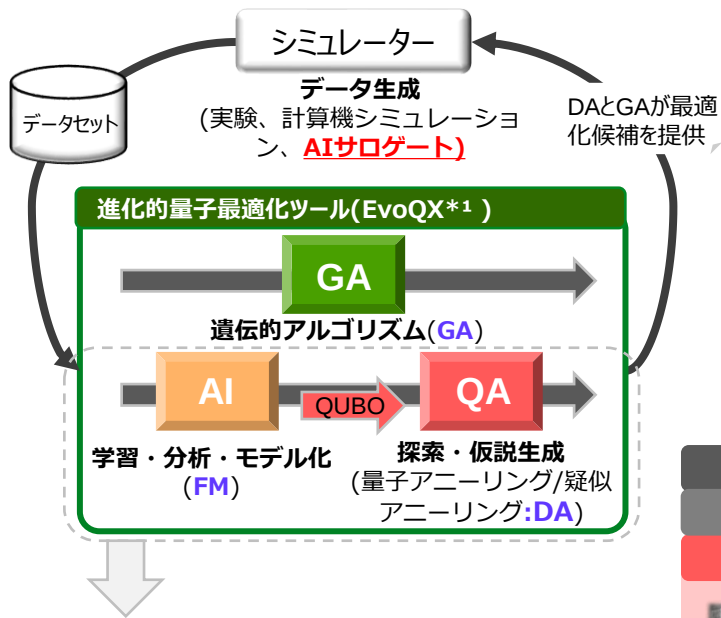
ソルバと連携し、AI/遺伝的アルゴリズムを活用。設定した目的関数とデータから自動で最適化を行いシミュレーションを効率化。

実ビジネスの様々な利用形態にあわせてご提供

# 進化的量子最適化ツール(EvoQX\*<sup>1</sup>) の特徴

\* 1 商標申請中

FUJITSU



少ない学習データで最適化が可能

量子アニーリングに必要な条件設定 (QUBO) が不要

多様なソルバの活用で様々な最適化問題に適用可能

注)自動実行や組み合わせデータの変更が可能なもの

## 3つの異なる技術を組み合わせた (自動) 最適化

### ポイント

- ✓ 独自の**GA (遺伝的アルゴリズム)** 併用技術により、従来、GAが適用された分野でも量子探索効果を加えた高度な最適化が可能
- ✓ FMQAをベースとした技術で、**AIがQUBOを自動生成**し、従来より簡単にDAが利用可能
- ✓ DAは定式化のため法則が明確である必要があるが、EvoQX\*<sup>1</sup>ではデータを機械学習するため、**法則が曖昧な分野でも適用可能**。



\*<sup>2</sup>CAE: 開発・設計支援システム/ソフトウェア

© 2024 Fujitsu Limited

## ■ お客様環境にて問題規模・利用用途に応じて選択頂けるラインアップ

| パッケージ名   | 進化的量子最適化ツール                   |
|----------|-------------------------------|
| インタフェース  | コマンド形式<br>(入力: 目的関数および組合せリスト) |
| 推奨ユースケース | 4万ビットまでの<br>大規模問題             |
| 利用形態     | 専有型 *                         |
| 課金形態     | 月額固定                          |

\* お客様環境へのインストールはインストーラーによる実施が可能です。  
インストールをご希望する場合は構築費として「スタートアップサービス」の契約が必要です。

\* 必要な環境例：

CPU：2コア以上、メモリ：32GB 以上、サポートOS：RedHat8、python 3.9

ご参考

# 第四世代性能比較：二次割当問題（QAP※<sub>1</sub>）で検証

大規模QAPインスタンスのひとつである  
tai150b(※<sub>2</sub>)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)

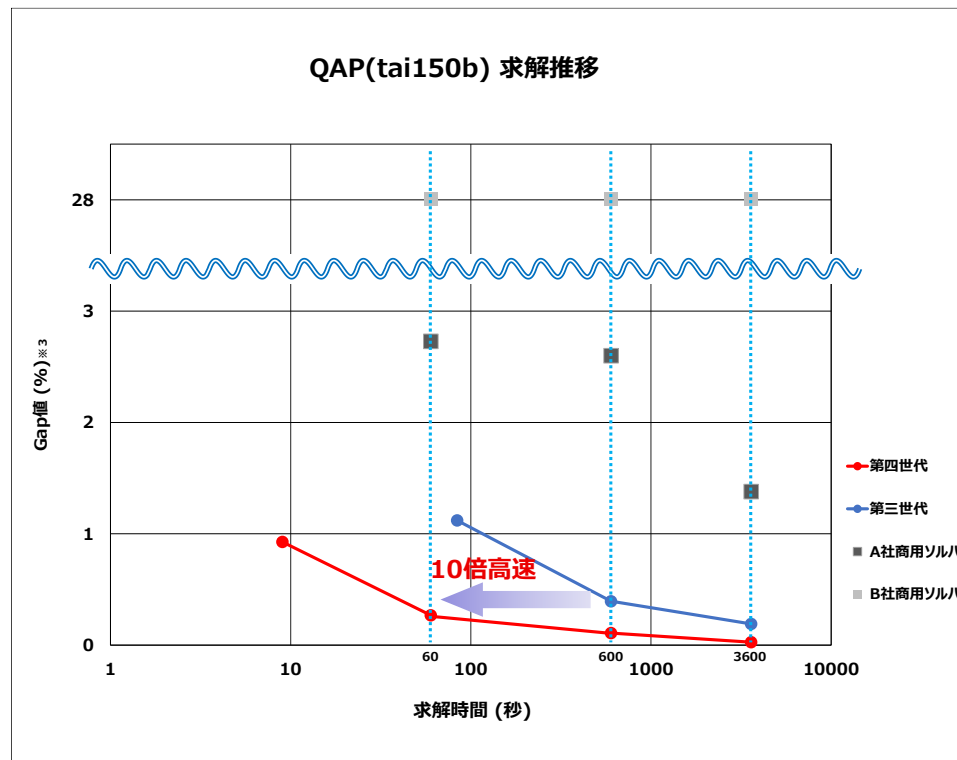
第四世代は第三世代の**10分の1の時間**で  
より優れた解を導出  
(第四世代60秒、第三世代600秒で導出)

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)

※<sub>1</sub> QAP : Quadratic Assignment Problem

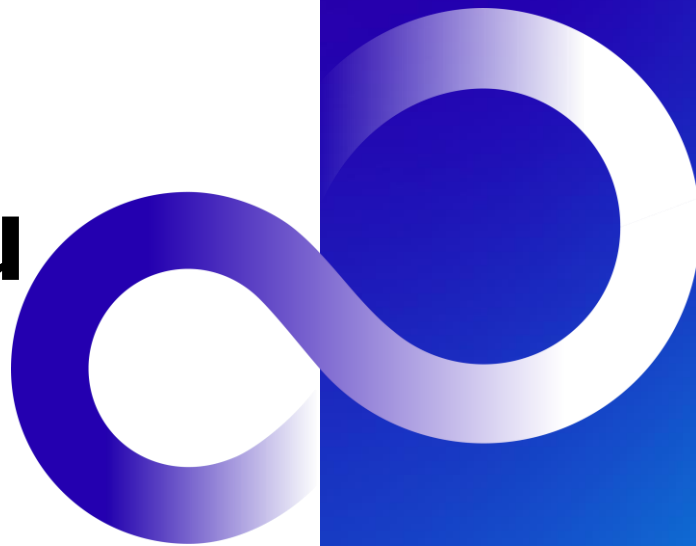
※<sub>2</sub> QAPLIB URL : <https://coral.ise.lehigh.edu/data-sets/qaplib/>

※<sub>3</sub> 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

# Thank you



デジタルアニーラ公開サイト

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