

既存環境に共存できるAI開発&量子コンピューティングとは！？

~解は「SX-Aurora TSUBASA」~

# SX-Aurora TSUBASA

AI/ビッグデータ領域での活用と

量子コンピューティングへの取組

2022年12月9日

NEC プラットフォーム販売部門

SW・サービス販売推進統括部

シニアディレクター 柴田 美千代

# 企業に求められる対応

気候変動・  
災害の増加



都市・地方  
格差の拡大



脱炭素化の  
推進



水・食料  
資源の不足



予測・個別  
医療への期待



労働内容の  
変化



バーチャル  
世界の活用



環境

社会

暮らし

環境・社会・暮らしの中の可能性やリスクを可視化し将来の成長、競争力の強化、豊かで健やかな社会を実現するため、**迅速な意思決定がより重要に**



AI・量子による  
最適化

# AI・量子の連携によるデジタルツインの実現

「AI」が過去データから近い未来を予測。この予測からどのように対処をするか、実行計画を作るところに現れる「**組合せ最適化**」問題を**量子アニーリング**が解く

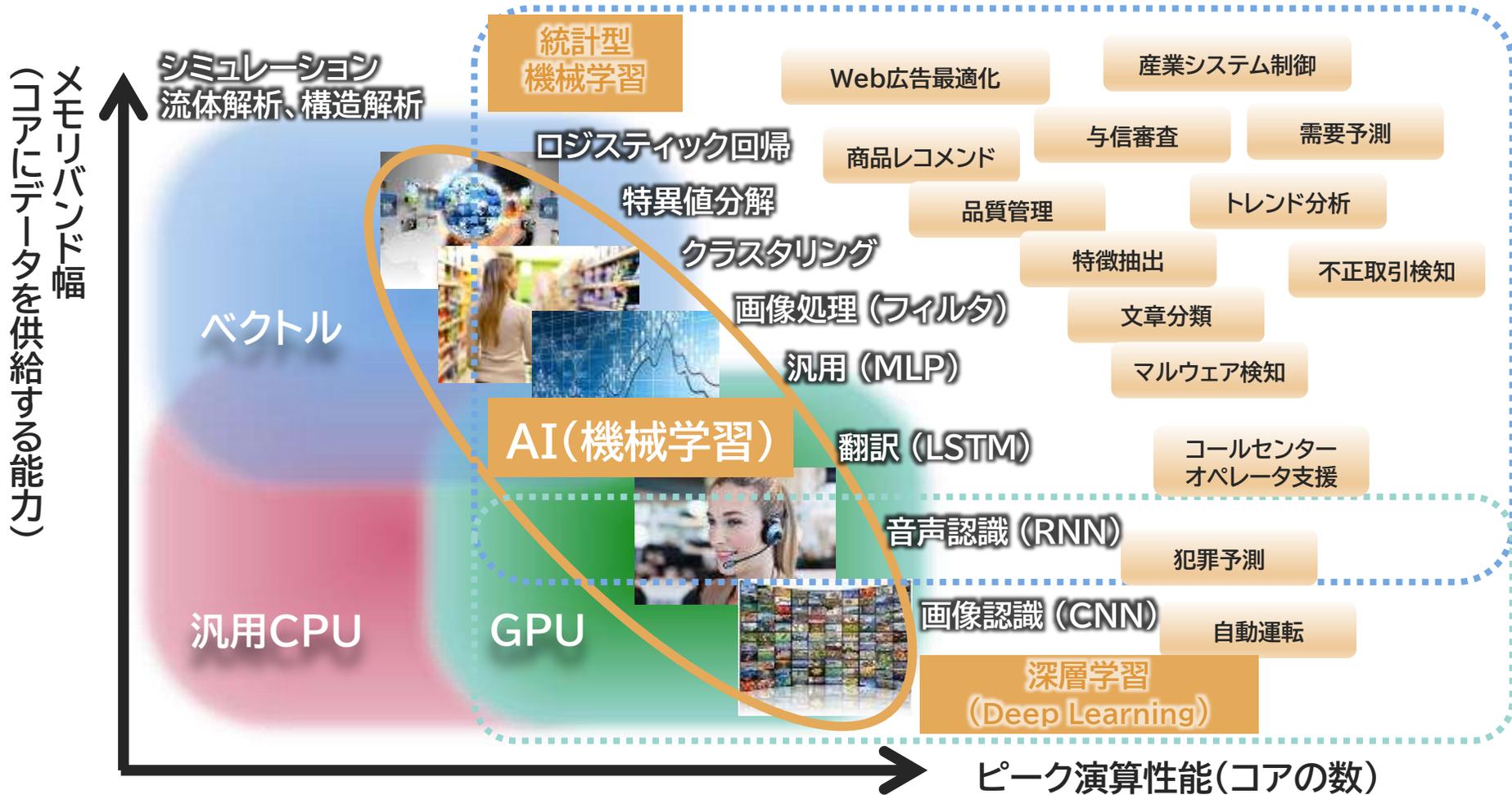


# AI/ビッグデータ領域における SX-Aurora TSUBASAの活用

---

# AI(機械学習)の特性

データ量が爆発的に増大しAI(機械学習、深層学習)が進化。ビジネス活用の要に。並行して計算パワーも増大。適材適所のプラットフォーム選択が不可欠



プラットフォーム(分析基盤)はアプリケーションによって得意不得意がある



適材適所  
ハイブリッド型

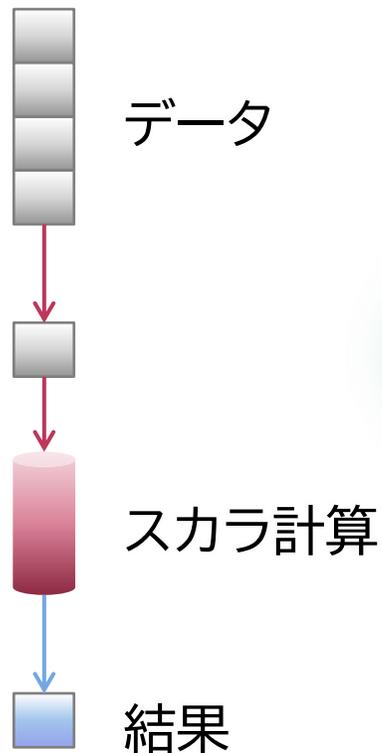
# 汎用プロセッサとベクトルプロセッサ

統計型機械学習では大量データの分析が必要。

⇒ 一度に膨大なデータ処理を実行できるベクトルプロセッサが得意とする分野

## 汎用プロセッサ

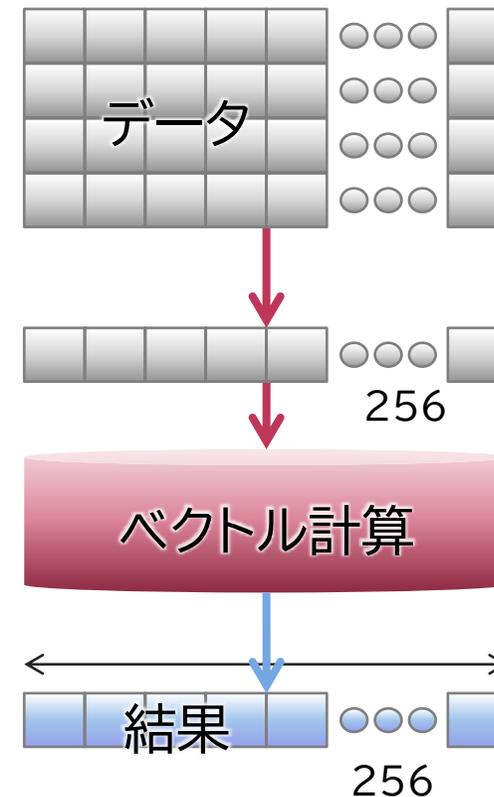
小さい単位でデータ処理を実行



業務処理  
Webサーバ  
など向け

## ベクトルプロセッサ

一度に膨大なデータ処理を実行



シミュレーション  
/AI/ビッグデータ  
など向け

# NECはベクトル型スパコンを世界に提供してきました

SX-2から始まり歴代地球シミュレータへ。NECのベクトル型スパコンは世界を圧倒してきました  
積み重ねたノウハウと既成概念にとらわれない柔軟性、成果への情熱でこれからも進化し続けます



**世界最速**

**SX-2**

世界に技術の日本を知らしめ  
ハイテク競争を起こした



**5期連続  
TOP500首位**

**地球シミュレータ**

100年後の地球を可視化し  
人類の環境意識を変えた



**高い実効性能**

活用分野拡大  
小型化低消費電力化

**SX-Aurora  
TSUBASA**

スパコンのカタチを変え  
活用先のすそ野を広げる

# AI・ビッグデータプラットフォーム SX-Aurora TSUBASA

ベクトル型スーパーコンピュータの技術と知見をPCI Express型の拡張カードに詰め込み、汎用サーバ(LinuxOS搭載)へ搭載。民需領域や自治体での活用が拡大中。

従来のスパコン



PCI Express拡張カード化  
(ベクトルエンジン)



エッジ用途や  
手元利用



多機能  
高性能用途



ベクトルエンジンを  
X86汎用サーバ  
拡張カードスロットに搭載

目的に合わせて自由にチョイス

100以上の団体・企業で採用 出荷累計 20,000枚以上

# SX-Aurora TSUBASAの特長

## POINT 1 超高性能

ベクトル技術で大量データの一括処理により、高性能を実現

## POINT 2 使いやすさ

専門言語不要で、コンパイラによる最適化が可能  
C/C++/Fortranで開発

## POINT 3 様々な用途に向けた ラインアップ

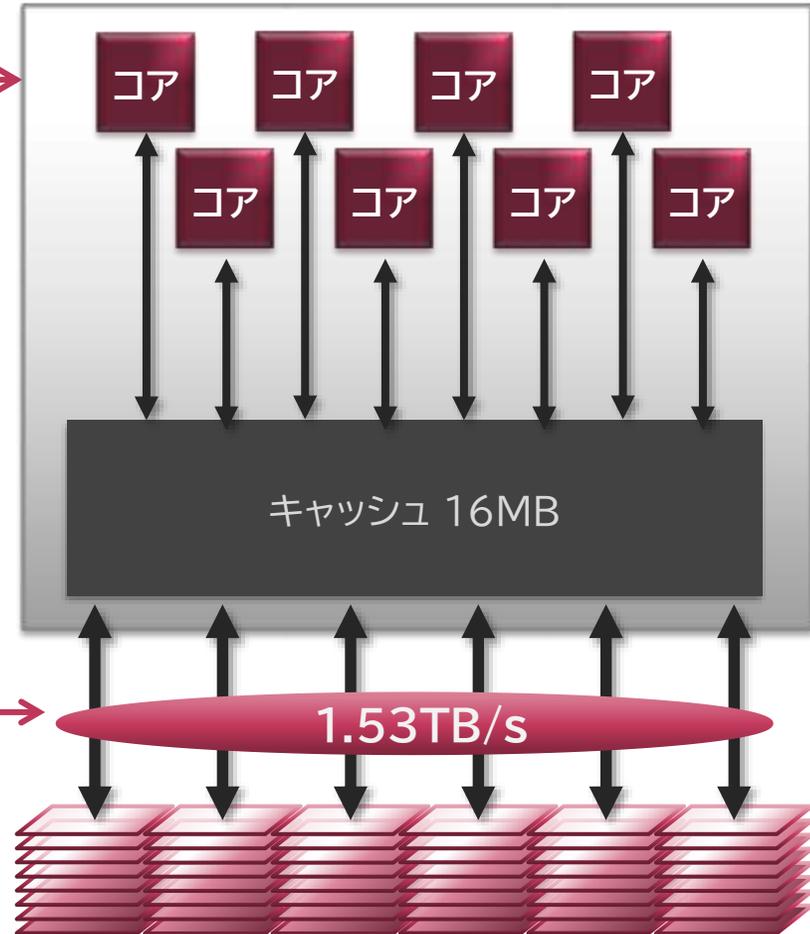
お客様ニーズに従い、サーバ/エンジン  
構成選択可能、適応市場拡大



# 超高性能:ベクトルプロセッサの特長

## ベクトルプロセッサ

- ✓ ビッグコア  
307GFlops(DP)  
614GFlops(SP)
- ✓ 高速データアクセス性能  
1.53TB/s
- ✓ 実装技術  
HBM2 x6実装

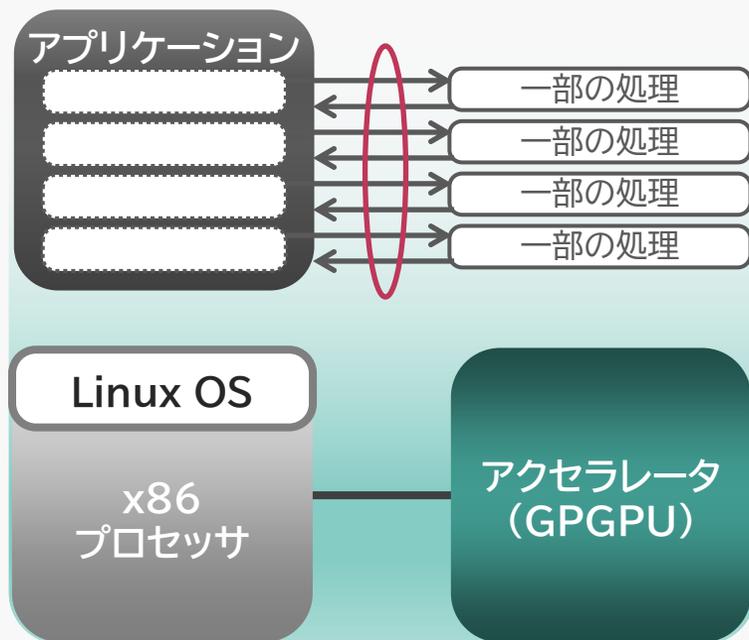


# 超高性能:ベクトルアーキテクチャによる高速化

## GPGPUの持つ性能ボトルネックの解消

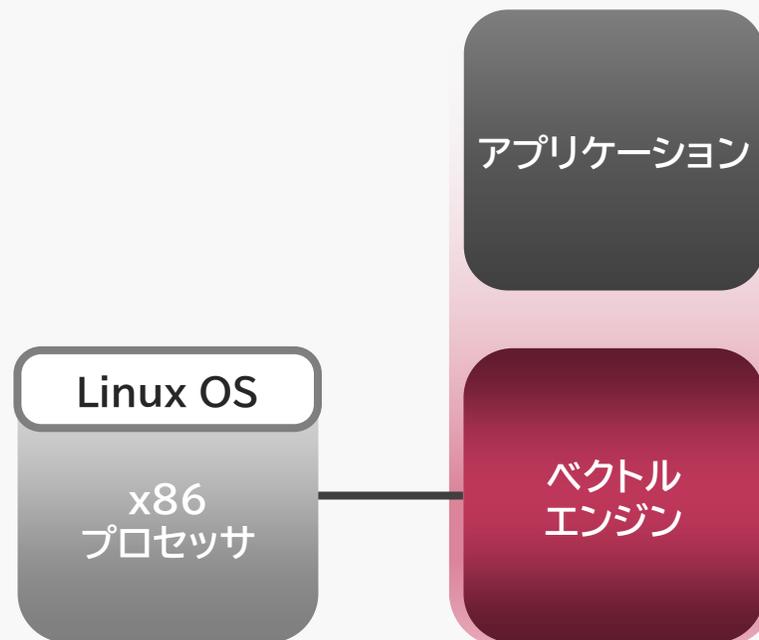
### アクセラレータ型(GPGPU)

データ移送が頻発すると  
性能ボトルネックとなるケース有。



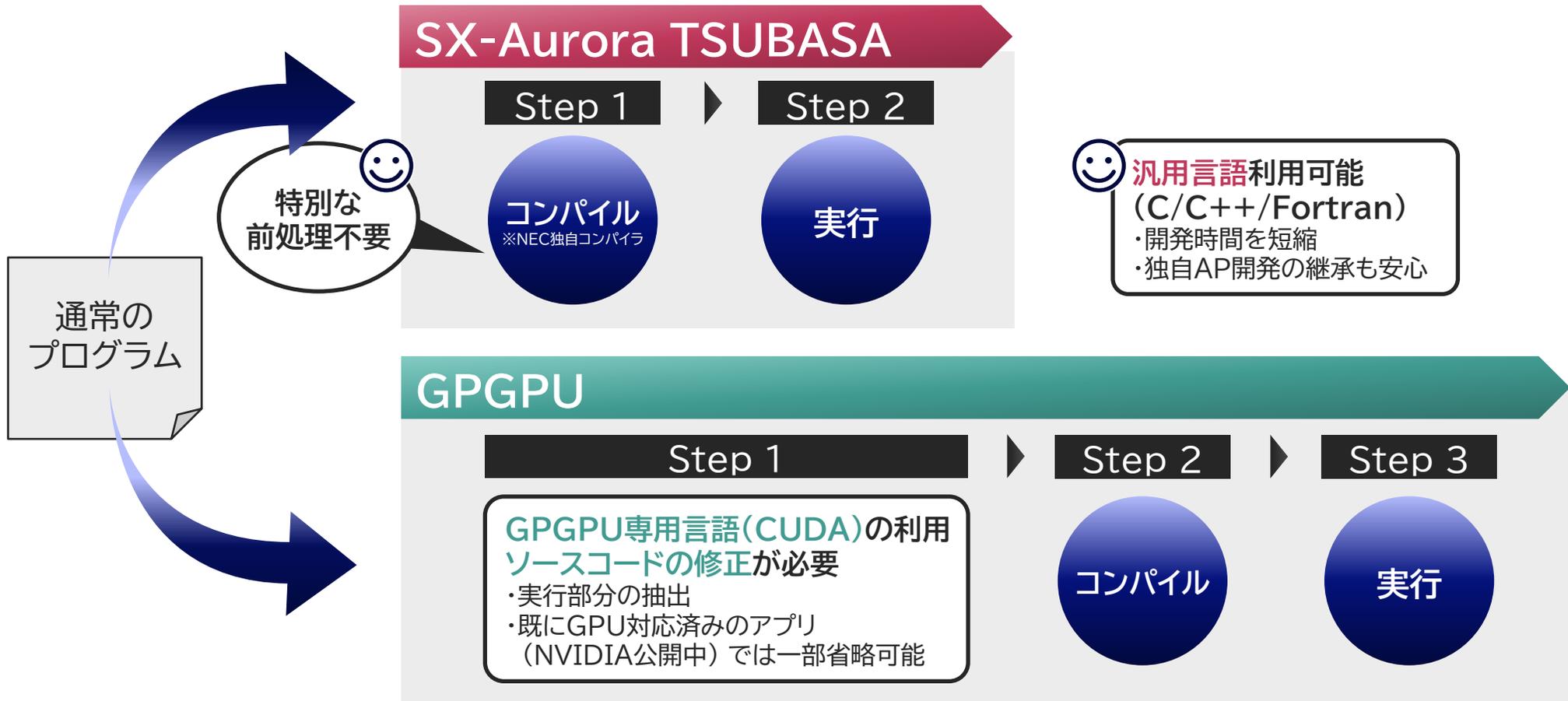
### SX-Aurora TSUBASA

😊 アプリケーションを丸ごと  
ベクトルエンジン上で実行するため  
ボトルネックが発生しない。



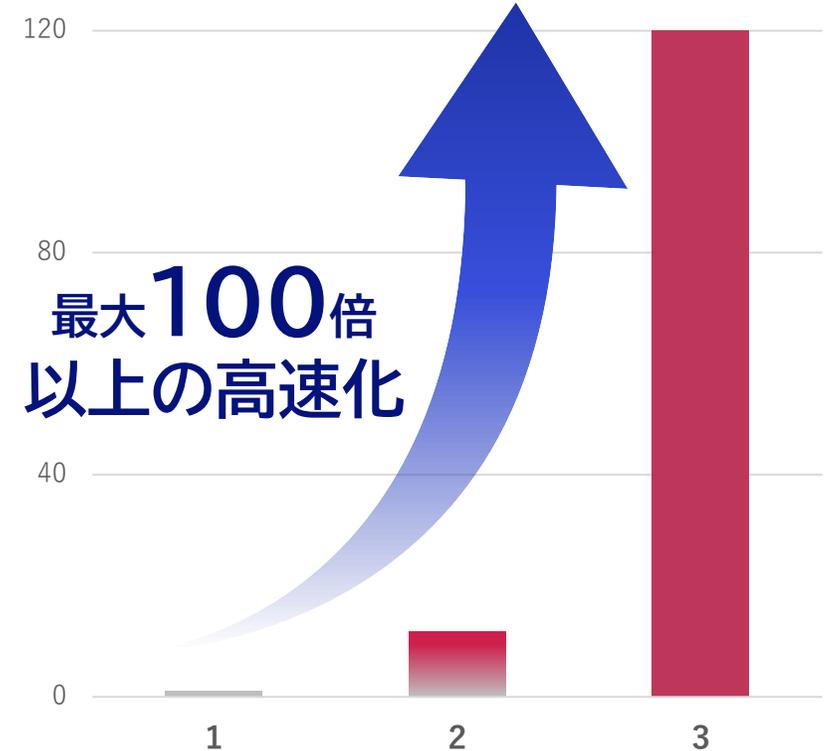
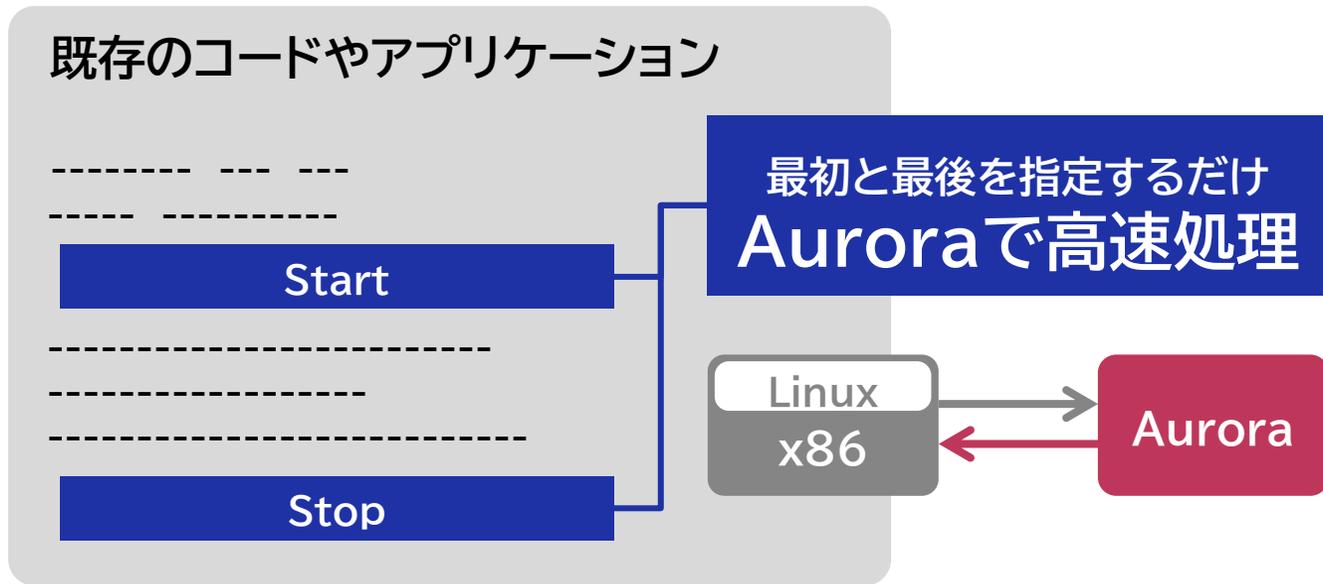
# 使いやすさ:プログラミング

SX-Aurora TSUBASAは、C/C++/Fortranで開発可能  
コンパイラの自動並列化機能で使いやすさと高性能を両立



# Python/Sparkで開発したAIや業務アプリを高速化

AIやビッグデータ分析のプログラムからSX-Auroraを呼び出すミドルウェア「Spark/Python Framework(Frovedis)」を提供



# (ご参考) Spark/Python Framework(Frovedis)でサポートしている処理

- Web広告最適化
- 需要予測
- 与信審査
- 商品レコメンド
- 人材マッチング
- 日報/アンケート分類
- 不正取引検知
- マルウェア検知

## 統計型機械学習

- ロジスティック回帰
- 線形回帰
- Lasso回帰
- Ridge回帰
- 線形SVM
- 特異値分解
- 固有値分解
- 主成分分析
- 協調フィルタリング(ALS)
- ナイーブベイズ
- K-means
- 決定木
- word2vec
- Factorization Machines

## Data Frame

- Filter
- Sort
- Join
- Group by

## 基本行列演算

- Solve
- 逆行列
- Gemv
- SpMV
- LU分解
- Least square
- 行列積

Backed by ScaLAPACK, LAPACK, BLAS

# SX-Aurora TSUBASAラインアップ

デスクサイドにおける「エッジモデル」、高性能を追求する「オンサイトモデル」および「カード単体」など様々な形態でNECのスパコン技術をご提供

※データセンターモデルは個別対応となります

	エッジモデル	オンサイトモデル		カード単体	Expressサーバ搭載モデル
	A111-1	B302-8		Vector Engine Type 2 0 B-P / Type 2 0 B-A	Express5800 R120h-2M
製品イメージ	 LP: ¥1,540,000~	 LP: ¥11,300,000~		 LP: ¥1,530,000~	
搭載ベクトルエンジン数	1	4	8	1	1~3
形状	タワー	4Uラックマウント		(PCIeカード型)	2Uラックマウント
電源	100V (200V)	200V		本体より供給	200V
対応OS	Red Hat Enterprise Linux / Rocky Linux / CentOS				

# SX-Aurora TSUBASA

## 量子コンピューティングへの取組

---

# NEC Vector Annealing

# NECの量子コンピューティングへの取り組み

社会の最適化ニーズに応えるアニーリング方式を主軸に、ゲート方式の実現に向けても研究開発を進めています

## 量子コンピューティング

(量子の振る舞いを取り入れたものを含む広義)

### アニーリング方式 等

イジングモデルを物理法則などを利用して解く  
組合せ最適化問題に特化した手法

量子アニーリング  
超伝導回路

デジタル回路

光パラメトリック  
発振

D-Wave

NEC

産総研

NEC

日立

富士通

東芝

NTT

### 量子ゲート方式

従来コンピュータのビットを  
量子ビットに置き換え計算する手法

NEC

理研  
東大

IBM

Google

Rigetti

Intel

シミュレーテッド  
アニーリング

※NEC調べ(紙面の都合上、必ずしも全ての研究機関を網羅しているわけではありません)

# アニメーリングマシンができること

普通の計算アルゴリズムが苦手としている「組合せ最適化問題」を効率的に解く

「組合せ最適化問題」とは 膨大な選択肢の組合せから、制約条件を満たし  
評価関数を最小/最大化する組合せを見つけること

## ナップサック問題

なるべく甘いお菓子を詰めるには？

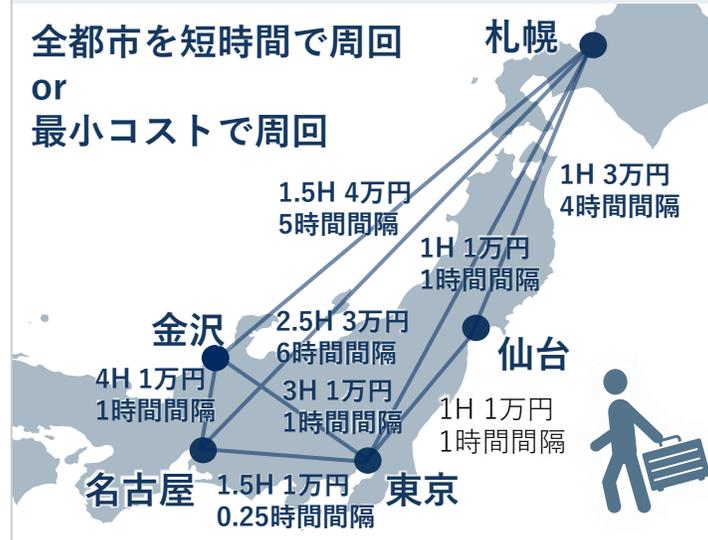
①	②	③	④
甘さ 8	甘さ 10	甘さ 9	甘さ 9
110ml	150ml	120ml	120ml
⑤	⑥	⑦	⑧
甘さ 6	甘さ 7	甘さ 4	甘さ 3
100ml	90ml	40ml	30ml



300mlのバッグ

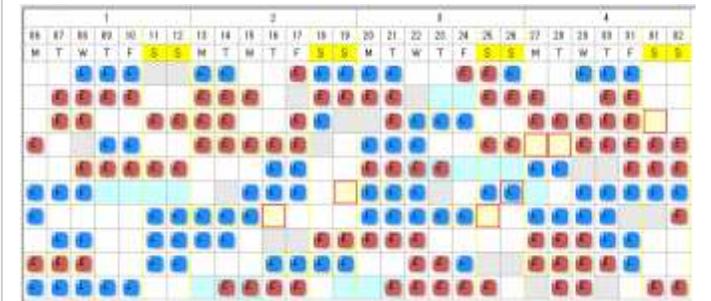
## 巡回セールスマン問題

全都市を短時間で周回  
or  
最小コストで周回



## 勤務シフト問題

労働条件、必要人数、勤務希望、  
相性、バランス等すべての条件を  
満たすパターンを求める



# NECが提供する量子コンピューティング・サービス

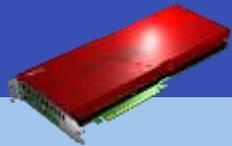
SX-Aurora TSUBASA上で稼働するアニーリング方式(シミュレーテッドアニーリング)の「NEC Vector Annealingサービス」をご提供

オンプレミス

クラウドサービス

## NEC Vector Annealingサービス

NECのベクトルプロセッサ(高速行列計算・高速メモリアクセス)と、  
独自アニーリングアルゴリズムにより  
大規模アニーリング最適化の高速処理を実現



スタンダード

プロフェッショナル

## Leap Quantum Cloud Service

D-Waveの  
Leap Quantum Cloud Serviceを、NECによる  
日本語サポート含めて提供

## 量子コンピューティング 適用サービス

お客様の業務課題に対して  
技術検証などトータルにサポート

業務課題抽出  
テーマ検討

最適化方式検討  
仮説設定

定式化・机上検証  
プロトタイプ開発

現場適用検証  
チューンアップ

## 量子コンピューティング 教育サービス

お客様のDX化や  
AI活用を加速する  
量子コンピューティング  
人材育成を支援

基礎編

量子コンピューティングとは何か、  
どのような課題が解決できるのか、  
短時間で学べるプログラム

実践編

量子アニーリングによる  
課題解決のプログラミングスキルを  
獲得できるサービス

# NEC Vector Annealing サービスとは

オンプレミスとクラウドサービス双方で利用できる SX-Aurora TSUBASAを含むハード、OSとミドルウェア、そしてその上で動くソフトウェア一式をご提供

## ■ 特長

- アニーリング処理に適した独自開発のアルゴリズムと SX-Aurora TSUBASAにより超高速に処理
  - ・ 従来のシミュレーテッド・アニーリングシステム比**300倍以上**※
  - ・ **30万量子ビット相当**の大規模な組合せ最適化問題に対応（複数枚カード搭載時）
- 利用シーンに合わせたサービス提供
  - ・ クラウド型：国内業界最安値クラスの**スタンダードプラン**  
基幹業務での活用を想定した**プロフェッショナルプラン**
  - ・ オンプレミス型：情報持ち出し困難等、自社内で利用したいお客様向け
- 適用に向けた様々なサービスのご提供
  - ・ 教育サービス：基礎編、実践編（プログラミングスキルの獲得）
  - ・ 技術適用サービス：実業務に適用し技術開発と有効性を検証



※ NEC調べ。100都市巡回セールスマン問題において従来アルゴリズム（シミュレーテッドアニーリング）をXeonプロセッサで実行した場合と比較

# AI/ビッグデータ解析 量子コンピューティング 適用事例

---

# 知財情報AI分析導入事例 トヨタテクニカルディベロップメント様

トヨタテクニカルディベロップメント様にてSX-Aurora TSUBASA/GPGPUのハイブリッドシステムを構築。技術情報分析のトピック分類部で約38倍の高速化を実現しAI研究を加速

## 事例概要



課題

技術動向調査として世界中に散らばる膨大な論文や特許などのテキスト情報を集めて、知財情報を2次元マッピングする「**ランドスケープマップ**」には高速なプラットフォームが必要。単一のアーキテクチャでは全体性能性能が伸びない領域が存在。計算時間が長ければ長いほど計算失敗時のロスが大きい



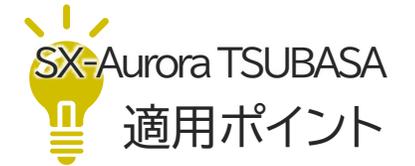
評価  
ポイント

スパコンの性能がオンプレで入手可能。SX-Aurora TSUBASAの高速なメモリ性能にマッチし計算時間を削減。



ユーザ  
メリット

高速な計算に対応できるAIの種類が増加し性能改善とともに、時間的な余裕ができたことでトライ&エラーの幅も広がり、研究開発が加速。



多様なプラットフォームの一つとしてベクトルエンジンに注目。

【キーワード】

- ・内製コード
- ・AI(文章分類)
- ・マルチアーキテクチャ

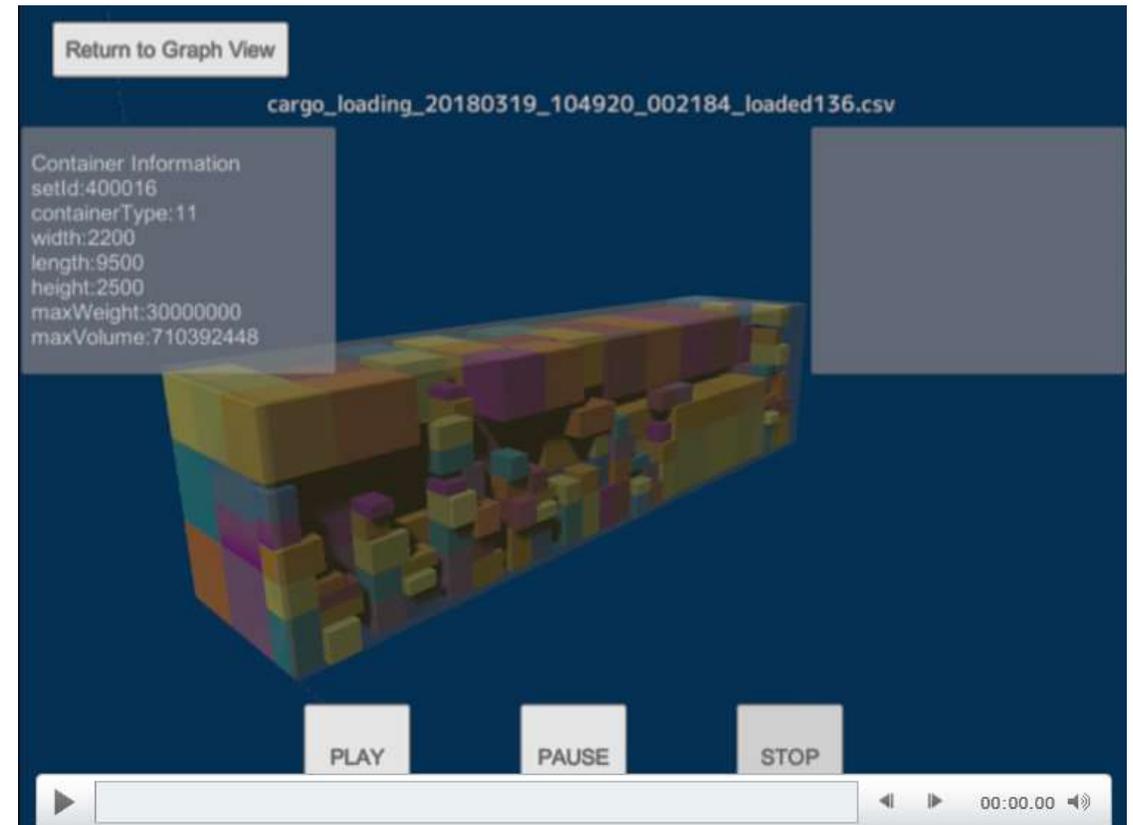
# AI荷積強化学習事例 ウェルヴィル株式会社様

荷台に容積の異なる荷物を積み込む強化学習の速度を検証  
GPGPUのシステムで処理した場合と比較して学習時間を半分に短縮

## AI荷積の提供価値

- ・荷積みの効率アップ
- ・倉庫滞留積み込み時間を短縮
- ・トラック台数を抑えることが可能

利用データ：積荷と荷台の大きさ、重さデータ  
分析ツール：Tensor Flow(オープン)



※出典:ウェルヴィル株式会社様

# 風車配置の最適化(伊藤忠テクノソリューションズ様)

独自の計算モデルを開発して量子コンピュータの実用性を確認

※ <https://www.ctc-g.co.jp/company/release/20220616-01445.html>

## 風力発電の事業性評価

- 風車の発電量は気象、地形等の自然条件により異なる
- また、風車を複数配置した場合、風車間の影響により発電量が変化する

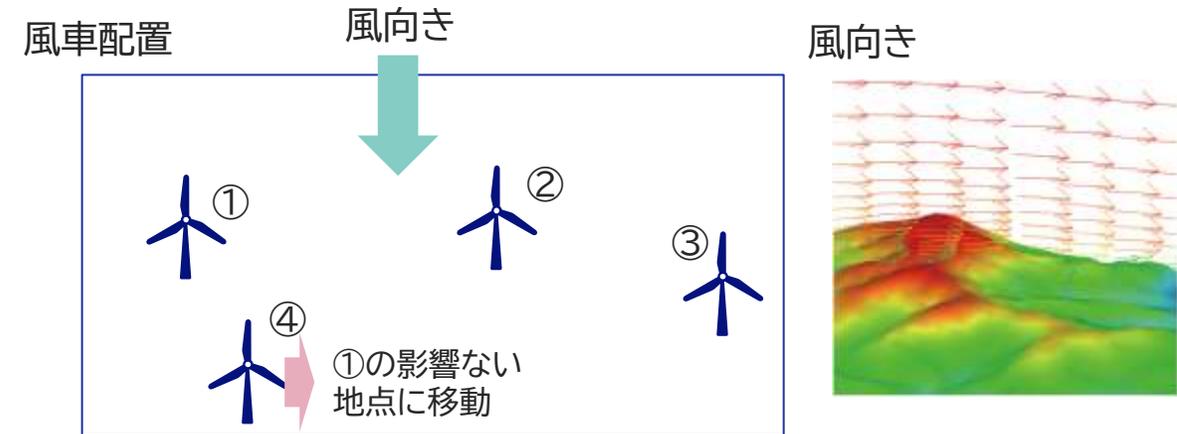
## 計算モデル

- 12km四方エリアにある約10,000箇所の設置ポイント
- この中から20機の風車を建設する際の最適風車配置

## 従来シミュレーション

算出に約10時間かかる

- 設置ポイントや風車の台数の増加に伴い計算量が指数関数的に増加



風車間の影響により発電量  
が変化する

## Vector Annealingによる計算結果

わずか10分で算出可能

- 計算結果についても実績のある従来結果と同等の結果が得られることを確認

# 保守部品配送効率最適化 NECフィールディング

[https://jpn.nec.com/press/202209/20220909\\_03.html](https://jpn.nec.com/press/202209/20220909_03.html)

## 背景・課題

- 保守事業における保守部品配送の物流コストを削減したい
- 個人スキルに依存した配送計画業務の属人性を軽減したい



## 実施内容

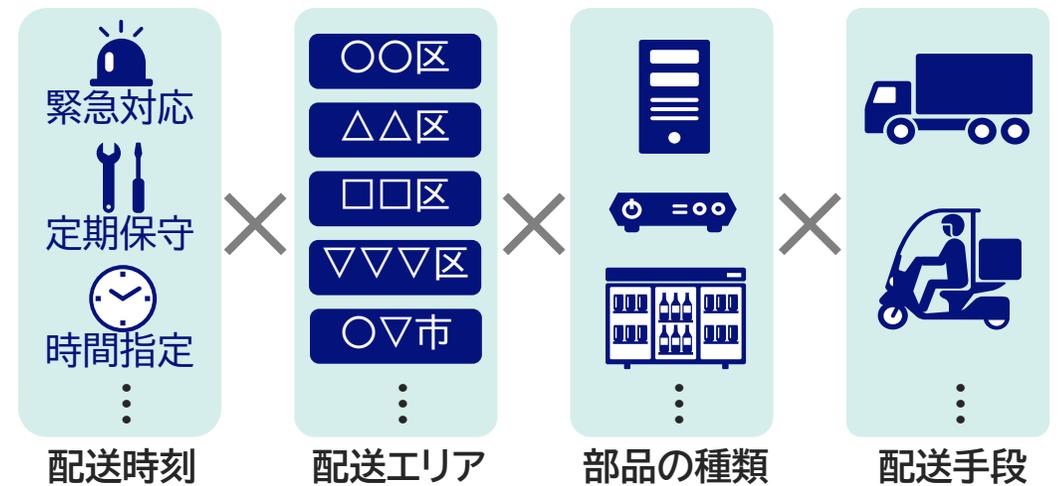
配送時刻やエリア、手段など膨大な組み合わせから  
最適な配送計画を自動で立案



## 効果

- ベテランが2時間かけて行っていた翌日の配送計画と同水準のものを12分で自動生成
- さらに適用する業務範囲や対象エリア拡大により配送車削減や距離短縮化を行い、3割のコスト削減を実現予定

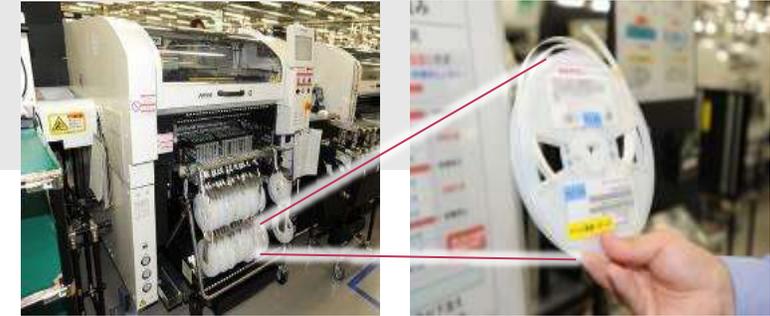
膨大な組み合わせから最適な配送計画を策定



# 生産計画最適化 NECプラットフォームズ

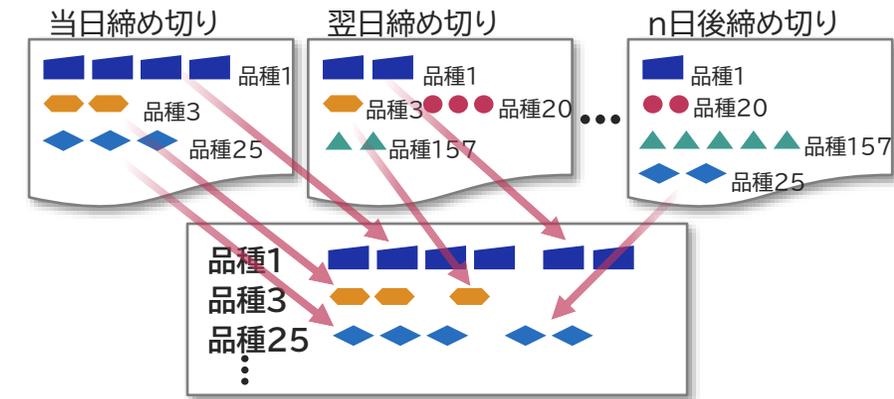
[https://jpn.nec.com/quantum\\_annealing/case/necplatforms/index.html](https://jpn.nec.com/quantum_annealing/case/necplatforms/index.html)

SMT(表面実装)ラインの最適化に適用  
熟練工でも時間のかかる計画立案時間の大幅削減を実現



締め切り日が異なる数百品種のオーダーに対して  
当日の最適な生産計画(製造順)を立案

- 生産品種が切り替わるたびに発生する「段取り替え時間」を最小化
- 同じグループの品種は出来るだけ連続的に生産
- 当日締め切りのオーダーは必ず生産
- 1ラインの最適化に加えて、ライン同士の状態も考慮



## 人による計画立案



- 熟練工でも1時間
  - 熟練工の不足、後継者育成問題
  - システム化・アルゴリズム化が困難

## アニーリングマシンによる計画立案

- 最適化にかかる時間は数秒
  - 熟練工より、数パーセント無駄の少ない計画立案が可能であることを検証

# 本日のまとめ

- ◆ SX-Aurora TSUBASA は NECの約40年にわたるベクトル型スーパーコンピュータの技術と知見を PCI Express型の拡張カードに詰め込んだ製品です。
- ◆ AIや量子コンピューティングのような膨大なデータの解析はベクトルプロセッサが得意とする分野で、既に様々な事例が出ており有効性が実証されています。
- ◆ このようにSX-Aurora TSUBASAは従来の研究開発分野だけでなく、AIや量子コンピューティングでの活用により デジタルツインの価値向上に貢献します

## SX-Aurora TSUBASA 製品WEBサイト

<https://jpn.nec.com/hpc/sxauroratsubasa/index.html>

SX-Aurora TSUBASAの最新事例、スペック、コラムなど、本日紹介しきれなかったコンテンツが豊富に掲載されております。



\Orchestrating a brighter world

**NEC**