

# 量子コンピューティングへの取り組みと実践

株式会社フィックスターズ



# 会社紹介

# フィックスターズの基本情報

会社名	株式会社フィックスターズ
本社所在地	東京都港区芝浦3-1-1 msb Tamachi 田町ステーションタワーN 28階
設立	2002年8月
上場区分	東証プライム（証券コード：3687）
代表取締役社長	三木 聡

資本金	5億5,446万円
社員数（連結）	263名（2022年9月現在）
主なお客様	キオクシア株式会社 ルネサスエレクトロニクス株式会社 トヨタグループ（トヨタ自動車株式会社・ 豊田通商株式会社・株式会社デンソー） みずほ証券株式会社 キヤノン株式会社

## グループ会社

### Fixstars Solutions, Inc.

完全子会社  
米国での営業及び開発を担当

### (株)Fixstars Autonomous Technologies

株式会社ネクスティ エレクトロニクスとのJV  
自動運転向けソフトウェアを開発

### (株)Fixstars Amplify

完全子会社  
量子コンピューティングのクラウド事業を運営

2021/10/1 設立

### (株)Sider

完全子会社  
開発支援SaaS「Sider」を運営

### (株)Smart Opinion

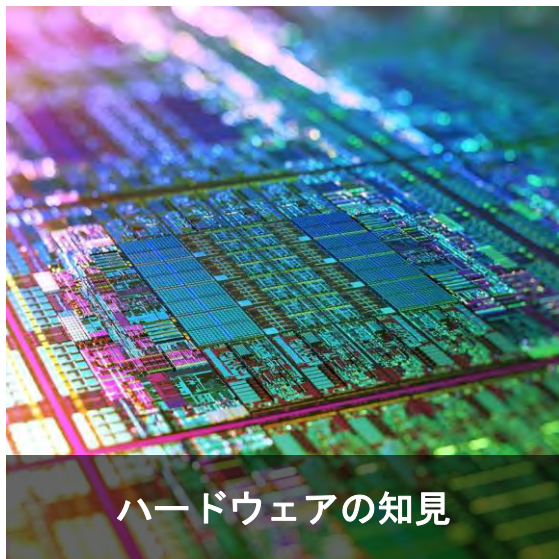
連結子会社  
乳がんAI画像診断支援事業を運営

### オスカーテクノロジー(株)

連結子会社  
ソフトウェア自動並列化サービスを提供

# フィックスターズの強み

コンピュータの性能を最大限に引き出す、**ソフトウェア高速化**のエキスパート集団



目的の製品に最適なハードウェアを見抜き、その性能をフル活用するソフトウェアを開発します。



ハードウェアの特徴と製品要求仕様に合わせて、アルゴリズムを改良して高速化を実現します。



開発したい製品に使える技術を見抜き、実際に動作する実装までトータルにサポートします。

# 量子技術への取り組み

# フィックスターズの量子技術への取り組み

次世代技術を先取りし  
今ある課題の解決を目指す

2017年

日本で初めて  
D-Wave Systems  
社と提携

2018年

NEDOのプロジェクト  
に採択「イジングマシン  
共通ソフトウェア基  
盤の研究開発」

2019年

SIPの研究開発に参画  
「光・量子を活用した  
Society 5.0実現化技  
術：光電子情報処理」

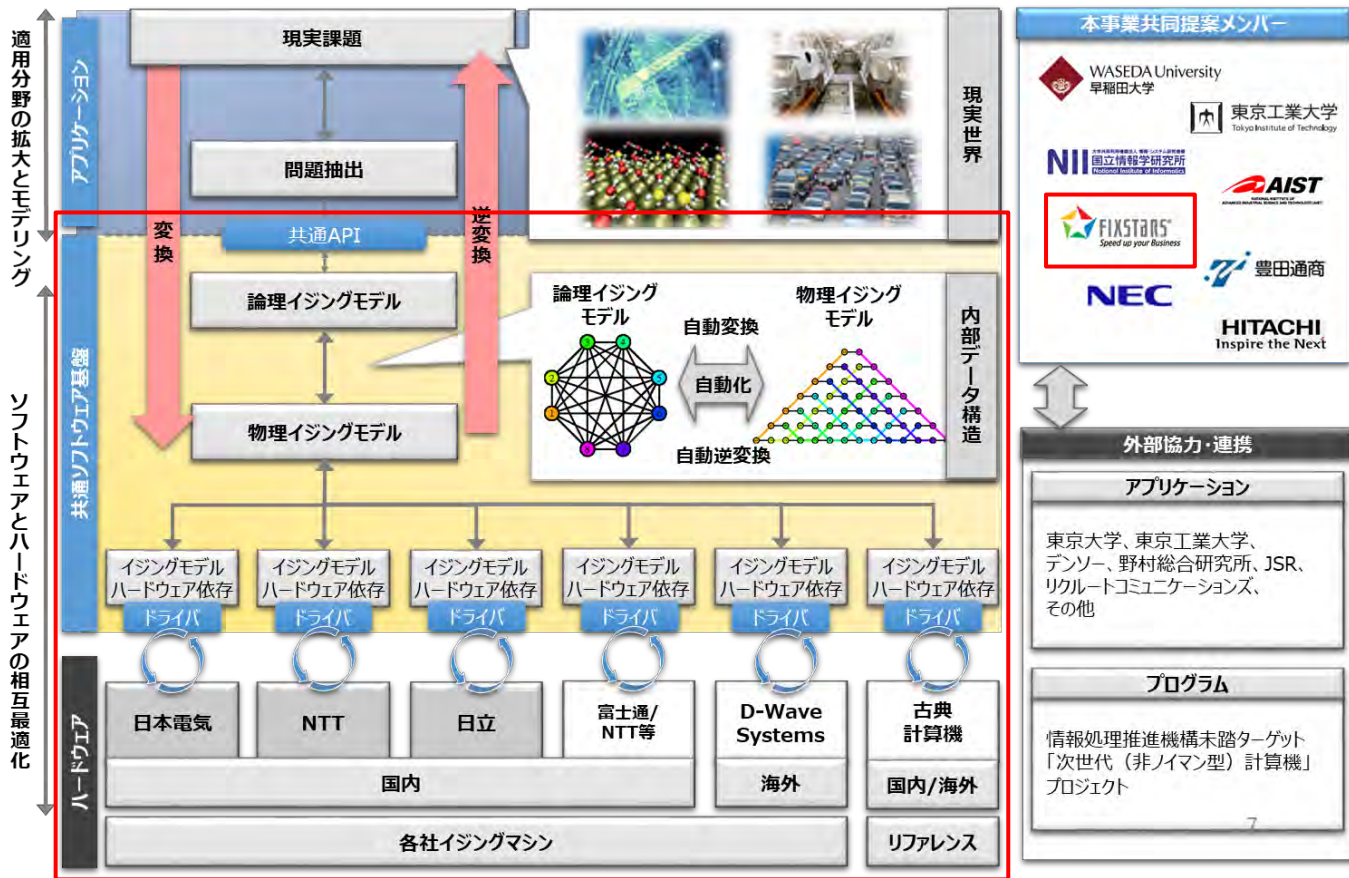
2021年

- 2月: 量子アニーリングク  
ラウドサービス「Fixstars  
Amplify」提供開始
- 10月: 子会社Fixstars  
Amplifyを設立
- 11月: Q-STAR 量子技術  
による新産業創出協議会  
に特別会員として加入

2022年

- 5月: Fixstars Amplify が  
Gurobi, IBM-Quantumを  
サポート
- 6月: 東洋経済主催シンポジ  
ウム「ビジネスを劇的に変  
える量子コンピューティ  
ングの可能性」に登壇
- 7月: 累計実行回数1,000万  
回突破

# 経産省 NEDO 「イジングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発」



# 内閣府SIP「次世代アクセラレータ基盤に関する研究開発」

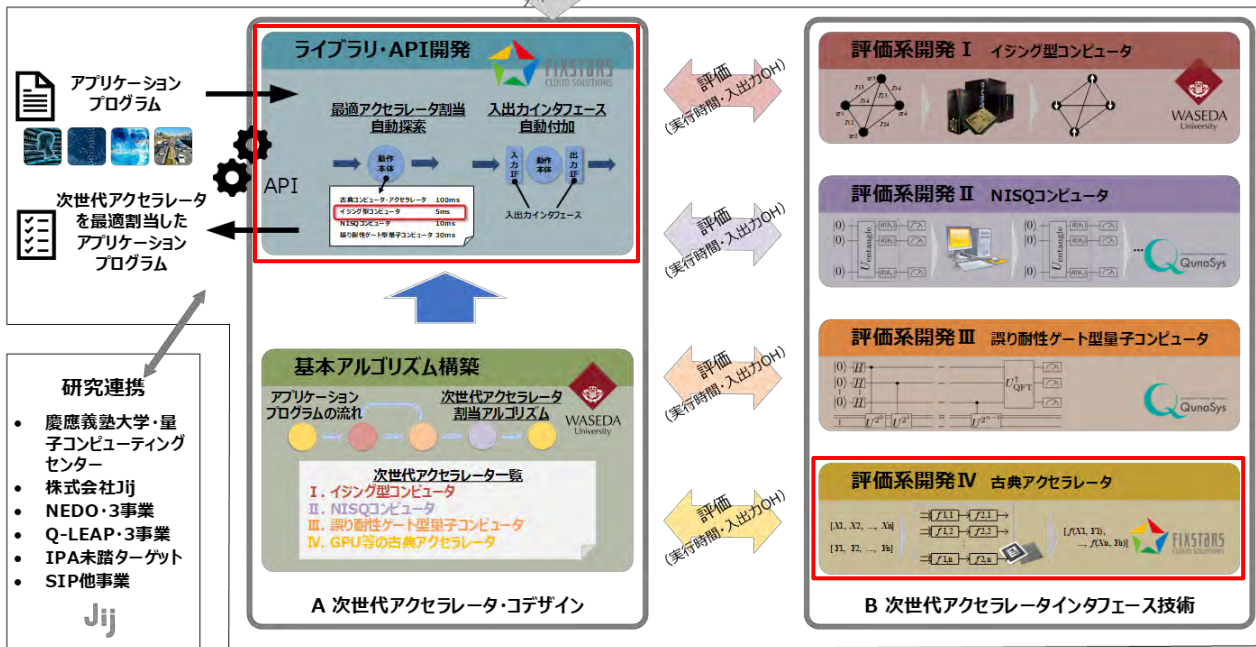
正式名称：「次世代アクセラレータを融合するコデザイン基盤に関する研究開発」

## C 次世代アクセラレータの社会実装の促進



さまざまな次世代アクセラレータ活用を目指す企業群によるコンソーシアムを拡大。コンソーシアムと連携し、社会課題に取り組む

API利用と  
フィードバック

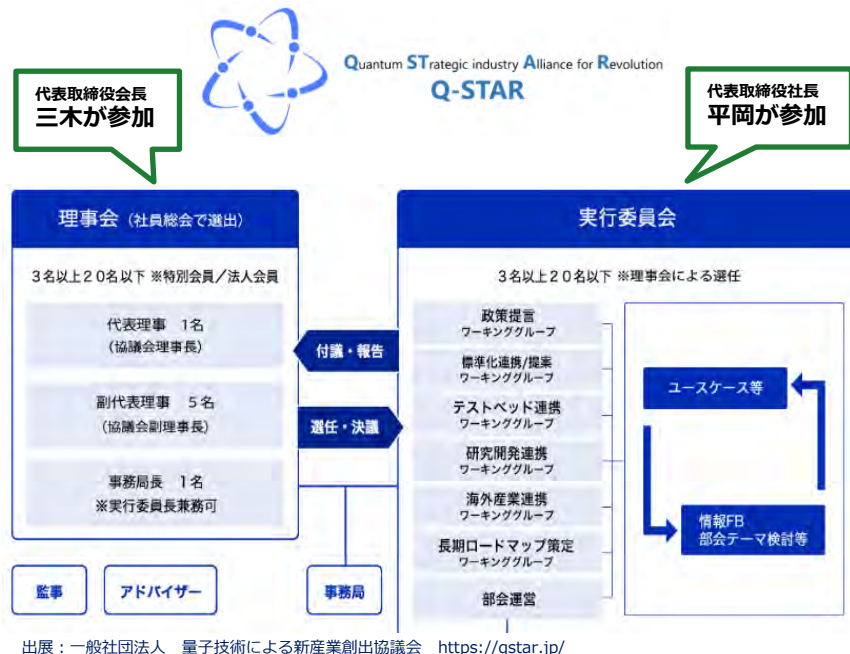




# 産業界との連携による社会実装の促進

## Q-STAR 量子技術による新産業創出協議会

量子関連の産業・ビジネスの創出を目的として設立された協議会



東洋経済主催シンポジウム

「ビジネスを劇的に変える量子コンピューティングの可能性」にCEO平岡が登壇しました



モデレーター

九州大学 藤澤克樹教授

パネリスト

ロート製薬株式会社 代表取締役会長 山田邦雄氏  
株式会社東芝 代表執行役社長CEO 島田太郎氏  
株式会社Fixstars Amplify 代表取締役社長 平岡卓爾

本セッションは、東洋経済オンライン並びに同社YouTubeで公開されています。  
東洋経済オンライン記事：<https://toyokeizai.net/articles/-/583900>

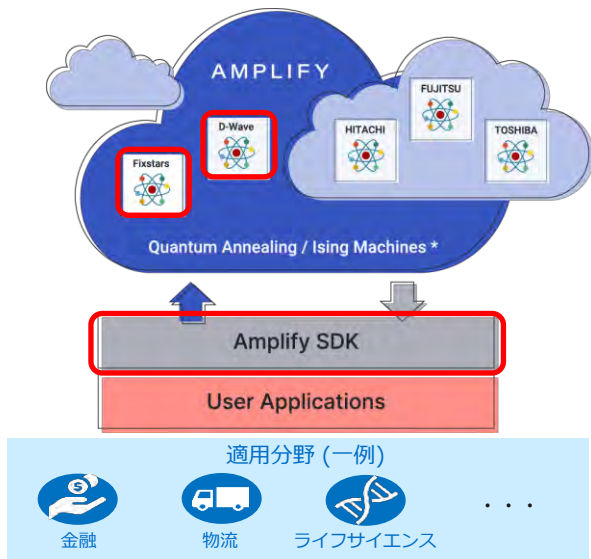
# Fixstars Amplify のご紹介

# クラウドサービス: Fixstars Amplify

- 量子コンピューティングを想定したシステム開発・運用のクラウドプラットフォーム
- 量子コンピュータや独自開発のGPUアニーリングマシンなど、組合せ最適化問題の専用マシンを効率的に実行できる

amplify.fixstars.com

## サービス概要



## 簡単

- SDKをインストールするだけですぐに使える (pip install amplify)
- ハードウェアの専門知識不要でアプリケーションが開発できる








## ポータブル

- **すべての**量子アニーリング/イジングマシンに対応
- **Fixstarsの26万ビット級**のアニーリングマシン実行環境も利用可能

## 始めやすい

- 評価・検証用途には開発環境と実行環境が**無償**で利用可能
- 多くのチュートリアル、サンプルコードを整備・拡充

# クラウドサービス: Amplify 対応マシン

<p>量子アニーリング・イジングマシン</p>  <p>標準マシン</p> <p>フィックスターズ Amplify Annealing Engine</p>	<p>量子アニーリング・イジングマシン</p>  <p>標準マシン</p> <p>D-Wave Systems 2000Q / Advantage</p>	<p>量子アニーリング・イジングマシン</p>  <p>富士通 デジタルアニーラ</p>	<p>量子アニーリング・イジングマシン</p>  <p>東芝 デジタルソリューションズ SBM</p>
<p>量子アニーリング・イジングマシン</p>  <p>日立製作所 CMOSアニーリングマシン</p>	<p>数理最適化ソルバー</p>  <p>Gurobi Gurobi Optimizer</p>	<p>ゲート式量子コンピュータ</p>  <p>IBM IBM Quantum</p>	<p>量子回路シミュレータ</p>  <p>Qulacs Qulacs</p>

<https://news.fixstars.com/2361/> : IBM Quantum対応 (6/14発表)

<https://news.fixstars.com/2199/> : Gurobi対応 (5/18発表)

# クラウドサービス: Amplify SDK

- Amplify SDK なら、アニーリングのプログラミングが圧倒的に短縮されます

## 通常のプログラミング

- 1. 課題を定式化**  
マシンのSDKやAPI仕様に合わせて物理モデルをデータ化
- 2. 論理モデルへ変換**  
目的関数をマシンの動作モデルで再定義
- 3. 物理モデルへ変換**  
マシン仕様や制約を考慮した物理モデルに再変換
- 4. マシンにデータを入力**  
マシンのSDKやAPI仕様に合わせて物理モデルをデータ化
- 5. マシンを実行**  
特定マシンのみで実行可能

## Fixstars Amplifyを用いたプログラミング

- 1. 課題を定式化**  
定式化された数式をプログラムコードで表現
- 2. マシンを実行**  
複数マシンの中から選択可能

SDKが提供するAPIが、自動で各マシンに合った形式へ多段変換をして入力。実行結果は逆変換をして、ユーザーにとって結果の解釈が容易な形式で返却されます。

## 実行方法

```
1 # 入力モデルの構築
2 q = gen_symbols(BinaryPoly, 2)
3 f = 1 - q[0] * q[1]
4
5 # 実行マシンの設定
6 client = FixstarsClient()
7 client.url = "http://xxx.xxx.xxx.xxx"
8
9 # アニーリングの実行
10 s = Solver(client)
11 result = s.solve(f)
12 values = result.solutions[0].values
13
14 # 結果の解釈
15 solution = decode_solution(q, values)
16
17 >>> print(f"result: {q} = {solution}")
18 result: [q_0, q_1] = [1, 1]
```

# クラウドサービス: Amplify Annealing Engine

- 進化の早いマシンの発展にも追従、Fixstars は26万ビット級マシンを提供



Fixstars Amplify AE



D-Wave Advantage

	標準マシン Fixstars Amplify AE	標準マシン D-Wave 2000Q/Advantage	日立 CMOS Annealing	富士通 Digital Annealer	東芝 SBM PoC版
装置型式	GPU	量子回路	デジタル回路	デジタル回路	GPU
最大ビット数	<u>262,144以上</u>	2,048 (16x16x8)/ 5,760 (16x15x24)	61,952 (352x176)	8,192 (DA2)/ 100,000 (DA3)	10,000
係数パラメータ	デジタル (32/64bit)	アナログ (5bit程度)	デジタル (3bit)	デジタル (16/64 bit)	デジタル (32bit)
結合グラフ	全結合	キメラグラフ/ ペガサスグラフ	キンググラフ	全結合	全結合
全結合換算ビット数	131,072	84/124	176	8,192 (DA2)/ 100,000 (DA3)	1,000
APIエンドポイント	Fixstars Amplify	D-Wave Leap	Annealing Cloud Web	DA Cloud	AWS

※評価・検証用途では無償提供

2022年5月 当社調べ

# 最適配置自動化サービス（物流梱包業務のDX）

## 業務内容：

梱包業務担当者（1チーム3名）を  
コンベア前のブースに割り当て

## 従来の方法：

前日夕方に、翌日の予測出荷目標数と  
出勤予定に基づいて、3人程度のリー  
ダーが相談し数時間をかけて決定



## 課題：

公平になるよう、様々な配慮を行う必  
要があり、割り当て担当者に心理的負  
担がかかっていた



国家プロジェクトSIP「光・量子を活用したSociety 5.0実現化技術」の一環として、住友商事、SCSK、ベルメゾンロジスコと、2019年より共同研究



<https://www.fixstars.com/ja/services/cases/amplify-bellemaison>

## 成果： → 2022年10月より実稼働開始！

アニーリング技術を活用して自動化・デジタル化

- 作業時間 → 15分程度に
- 心理負担 → ほぼゼロに



### 手動配置

一部事前配置  
自動配置結果の微調整



### 自動配置 (アニーリング)

各種条件を満たす形で  
未配置のメンバーを一  
括割り当て

割当業務の  
時間削減

担当者の  
心理的負担低減

配置情報の  
デジタル化

Smileboard  
Connectと連携

# ディスカッション



# 量子コンピュータ利用・開発環境

## ● ソフトウェア開発の課題

- 高度に専門的な技術領域のため開発者・研究者が少ない
- 専門家以外に量子技術の活用を拡げていくために必要なこと
  - (一般の) ITエンジニアが利用可能な開発環境・実行環境
  - 量子の専門知識が不要なソフトウェアスタック (ミドルウェア・ライブラリ)
  - 量子技術が役立つアルゴリズム・アプリの実証 (将来性を含む)

## ● 量子・古典技術の役割分担

- [量子] アルゴリズム: 量子計算技術を活かしたアルゴリズムの構築 (または古典アルゴリズム)
- [古典] ミドルウェア: 量子・古典アルゴリズムを呼び出して実行するライブラリ
- [古典] アプリケーション: ミドルウェアを活用した量子・古典ハイブリッドアプリ

# 量子ソフトウェア産業の振興

## ● Fixstars Amplify の狙い

1. 量子技術のもたらす利益に対して「需要」を作る
  - 現在提案されている量子アルゴリズムはそのままでは役立つアプリが多くない印象
  - アプリが実運用され続けなければ不要な技術となってしまう
2. 必ずしも量子技術だけで実現可能な社会実装に拘らない
  - 現在のところ実アプリにおいて一般には量子超越を達成していない
  - 量子・古典アルゴリズム両方で動作可能なミドルウェアと実行環境を提供
3. 量子技術のブレイクスルーが確立した後の乗り換え
  - 古典で実運用しながら量子への乗り換えを待ち構える
  - 常に最新の量子計算機への切替を可能にする

## ● Fixstars Amplify の海外展開

- 組合せ最適化に特化した公開クラウドプラットフォームとして国際的にもユニーク
- 海外提供の準備が整っている状況 (ドキュメント等の国際化含む)