

アルゴリズム革命の衝撃：
人工知能(AI)とシリコンバレーがもたらす
次なるディスラプション

Kenji E. Kushida, Ph.D
Stanford University
Canon Institute for Global Studies
9/21/2016

自己紹介： 櫛田健児

- 東京育ち、日米ハーフ、インターナショナルスクール出身
- スタンフォード大学で経済学、東アジア研究専攻。
- カリフォルニア大学バークレーで政治学博士号
- 現在スタンフォード大学アジア太平洋研究所 (APARC) Research Scholar
- CIGS International Research Fellow
- Stanford Silicon Valley – New Japan Project プロジェクトリーダー
- 専門：日本の政治経済、シリコンバレー、IT（日本の「ガラパゴスIT市場」、コモディタイゼーション、クラウドなど）

日本の一般向け著書：

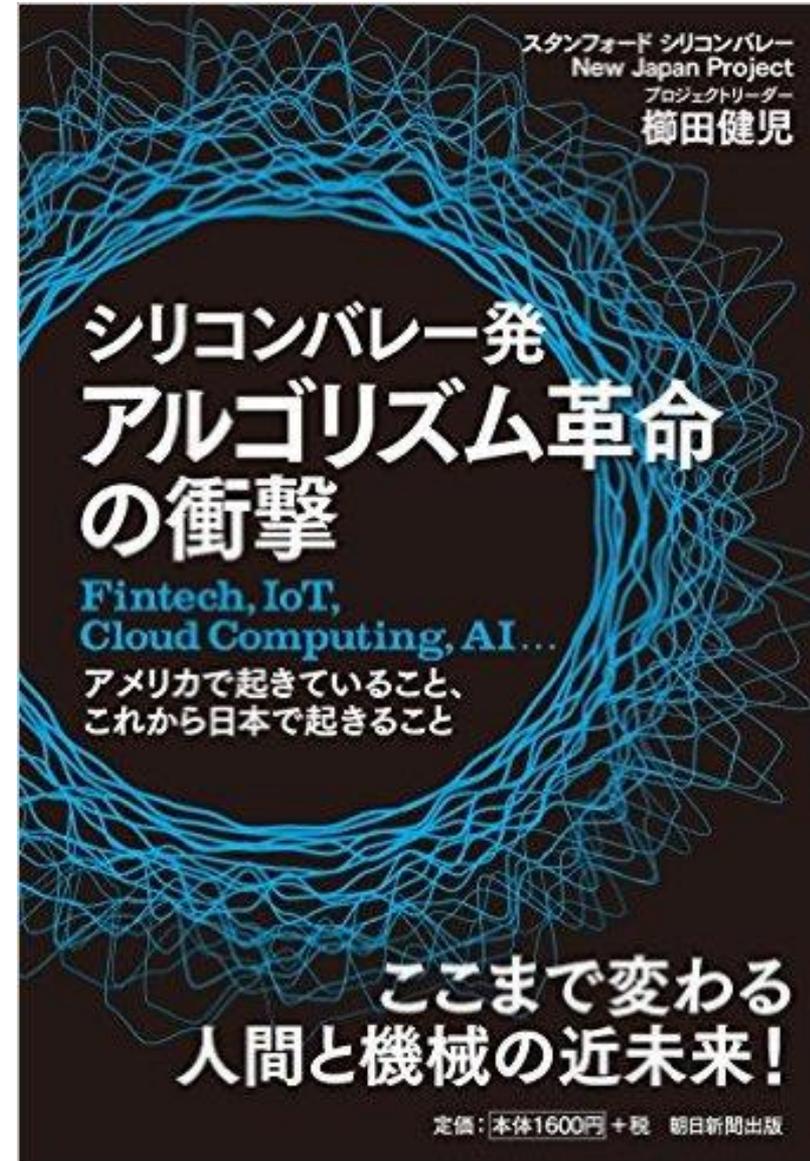
- [『バイカルチャーと日本人』](#) (2006年中公新書ラクレ、2015年アマゾンキンドル改訂版)
- [『インターナショナルスクールの世界』](#) (2008年扶桑社、2013年アマゾンキンドル)

感謝

「アルゴリズム革命の衝撃」出版

Thank you!

- CIGS
- 朝日新聞出版
- Stanford Silicon Valley –
New Japan Project 協賛企業



今日の話

- 最近、「AI=Artificial Intelligence=人工知能」という言葉を目にするが、本質的にはどうなっているのか？
- 急に自動運転、Fintech、ロボティクス、IoT (Internet of Things)などがホットになっているが、その根底はどういう力学で動いているのか？
- なぜシリコンバレーから革新的な技術やビジネスモデルが生まれているのか？

AI=Artificial Intelligence=人工知能

- 一番簡単に言うと、パターン認識(データ、画像、音声)
- イメージとしては、ソフトウェアアルゴリズムが事前にパターンをプログラムされて、それを認識するというより、データからパターンを認識する
 - 「データがアルゴリズムを書く」イメージ
- 様々な種類(Machine Learning, Deep Learning, etc)
- 様々なタイプ(Neural Networks, etc.)

AI=Artificial Intelligence=人工知能

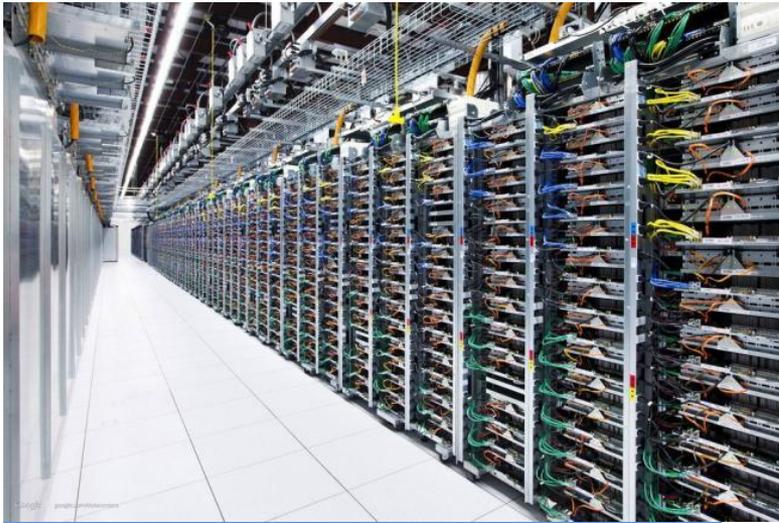
- 現在のAIの飛躍的な伸びは専門家も驚き
- DeepMind (UKのスタートアップ) → 2014年にGoogle 買収
 - (垣間見えるシリコンバレーの仕組み)
- DeepMind → AlphaGo → 2016年3月、囲碁の世界チャンピオン、イ・セドルを破る
- しかし、これはAI革命の序章に過ぎない。。。

Google, DeepMindの衝撃

- DeepMindはグーグル内部のもの
- AlphaGoにどれだけのプロセッシングパワーをぶつけたのかは外部からはわからない
 - (垣間見せるシリコンバレーの仕組み: 秘密厳守主義とオープンイノベーションの絶妙なバランス)
- 2016年7月、GoogleがDeepMindを自前のデータセンターの空調オプティマイゼーションに活用
- → 目標＝消費電力の軽減

そもそもグーグルのデータセンターとは

「ソフト」というイメージだが実は巨額の設備投資：
1000億円級のデータベースを世界各地に保有

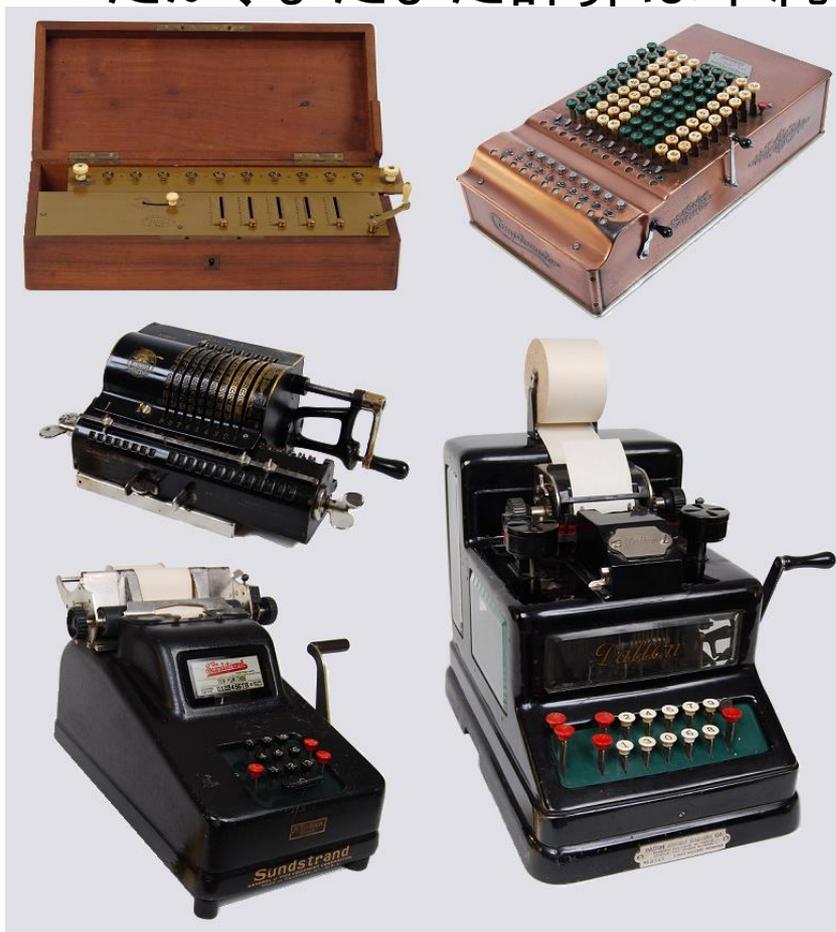


グーグルは人類の資源配分を大きく変えた

- グーグルは検索エンジンとして知られているが、実は人類史上希に見る、資源配分を大きく変えた革命児である
- もともと人類史上、情報の蓄積と処理能力は希少リソースだった
 - 石板、数字、手書きの本、読める人や算数、数学が出来る人はごくわずか。。。
 - ゲーテンベルグのPrinting Pressで本が量産できるようになって「知識」という希少リソースが力の源の一つだった教会の独占的ポジションが崩壊
 - しかし、計算と情報の蓄積はまだまだ希少リソースがゆえに人力もかかり、コストもかかった

稀少リソースの情報処理と蓄積の歴史(1)

1880年代から機械式計算機が発明され、戦後まで使われたが、まだまだ計算は単純。。。蓄積も紙に印刷

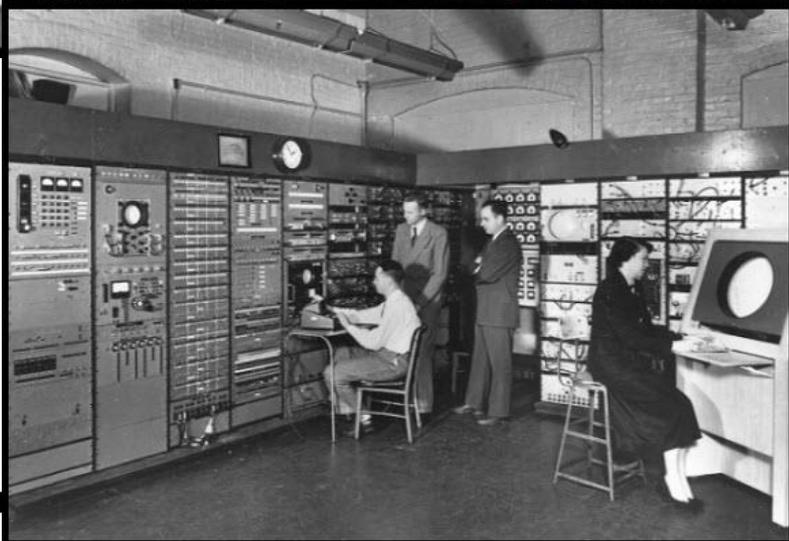
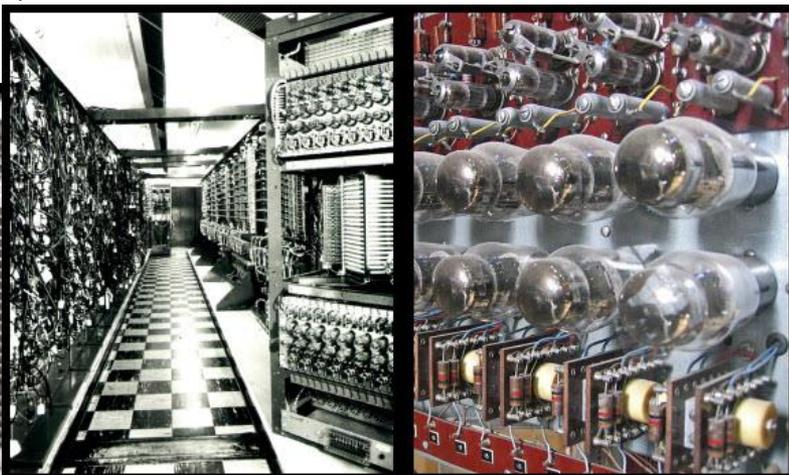


希少リソースの情報処理と蓄積の歴史(2)

そしてコンピューターの発明。。。だがまだまだコンピューティングパワーと情報蓄積は希少リソース



半導体発明前: 1940年代、50年代、
真空管ベース



<http://tinyurl.com/y8knoou>

希少リソースの情報処理と蓄積の歴史(3)



1955年のIBM702 メモリーは10KB

10KBのエクセルファイル(名前、所属、メールアドレス)。。。50人分。。。本日の講演受付情報の3分の1以下
(でも水素爆弾開発の時期)

1958年、AN/FSQ7
サッカー場半分、重さ275トン！
(約15KBほど)

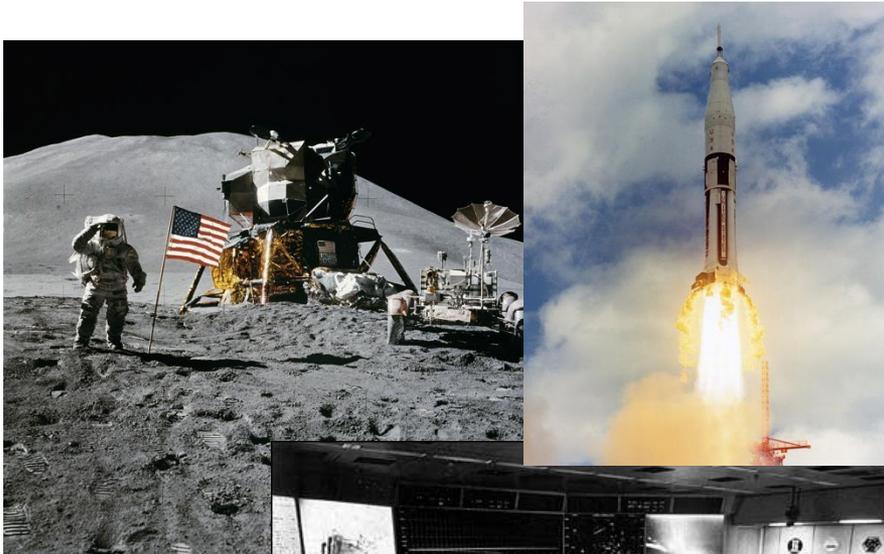


<http://tinyurl.com/y8knoou>

人類の情報処理能力の劇的な向上

単純計算すると:

1969、人類を月に送ったアポロ計画のメインシステム
= 1983年の任天堂ファミリーコンピュータとほぼ同等



=



人類の情報処理能力の劇的な向上

1985年に世界で最も早いスーパーコンピューター=Cray 2
=2014年発売のiPhone6はその6倍
=Cray2の数 = 2, 3台、スマホ出荷台数は2015年だけで15
億台



x 6 =

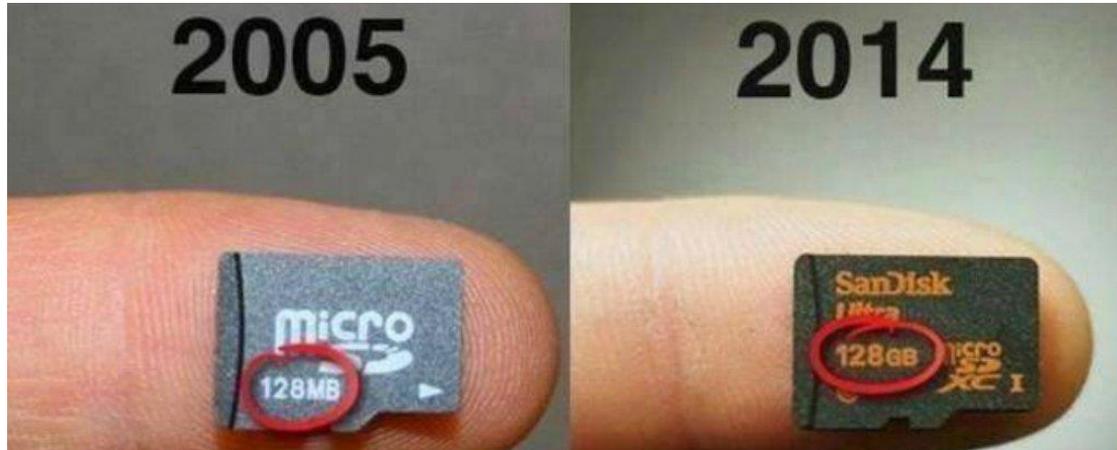


人類の情報処理能力の劇的な向上

20世紀を通してみると、Processing Powerの向上は**76兆倍**
(William Nordhaus)

- そして、ムーアの法則は2000年以降、さらに続いた
- 2014年のインテルのハイエンドチップ: 43億のトランジスタ数、22ナノメートルの幅
- (1974年は2400個)、ここに来るまで40年
- 2016年半ば: 72億個、14ナノメートル→2年で倍増

人類の情報蓄積能力の劇的な向上



128GB = 128MBの1000倍

2000年台後半からはクラウドコンピューティングの話へ。。。。

- 2004年、マイクロソフトのHotmail: 10MB
- 2004年、グーグルの Gmail開始: 1ギガ

人類の情報蓄積能力の劇的な向上

2000年台後半からはクラウドコンピューティングの話へ。。。。

グーグルがもたらした衝撃

- 2004年、マイクロソフトの無料Hotmail: 10MB
- 2004年、グーグルの無料Gmail開始: 1GB (100倍)
- 2005年、Gmail 2GB
- グーグルの新しいロジック: コンピューティングリソースを希少リソースではなく、豊富なリソースとして捉え、コモディティーをアルゴリズムで最適化 = "Computer as Warehouse"
- 2016年、グーグルは16TB (TB=1000GB)
- 2015年、アマゾンが年間60ドルで個人向けの上限無限ストレージ

豊富なコンピューティングリソースで。。。

- 外部リソースで「仮想スーパーコンピューター」
- 「無駄遣い」でも大丈夫
 - しかも人ゲノムを使った分析などは難しいところをあえて待つ
- 実験や新しいサービスの劇的なスケールアップ、(＋スケールダウン)が可能
 - 初期SNSの悲劇 vs. Facebook
 - Uber, Lyft, AirBnBを可能に
 - インフラを持たなかったNetflix, Dropbox
- ユーザー企業は入れ替えなし、常に最新版
- 劇的なコスト削減、フレキシビリティ向上
- 働き方を変えられる
- セキュリティの概念
- グーグルは2012年のデータセンターがもう時代遅れ

そしてAIの時代へ

- 歴史的には何度もブームがあり、氷河期が続いた
- 1950年台からのパターン:
 - セオリー(理論)のブレークスルー → 期待 → 商用化をトライ → プロセシングパワーが足りず妥協 → ブームが終わり、氷河期
- 60年代、IBMやBell Labs (アメリカが大企業モデルだった頃)
- 80年代、スタンフォード、MIT、特にスタンフォードからスタートアップ(しかし、プロセシングパワーが足りず、ハイエンドの1000万円ワークステーション+ソフトがPCで稼働可能に。。。しかもソフトのラーニングが単純

そしてAIの時代へ

- AIはラーニングが基本なので、ラーニングをさせる仕組み（例えば人の脳のneural networkを参考にしたアーキテクチャー）は二つのインプットリソースが必要：
 - 1) 膨大なプロセッシングパワー → クラウド
 - 2) 豊富なデータ → スマートフォンとクラウド
- そこから飛躍的にセオリー（理論）の問題が色々予想以上に解け、急発展
- AIの研究者の価値が高騰（グーグル自動運転の例）

AIの本当の衝撃（今日の目玉）

- グーグルはDeepMindでデータセンターの空調の効率を40%も向上
- 15%の電力消費減
- そして次の衝撃は。。。

シロモノ家電 ならぬ 「シロモノAI」

- 例えば月10ドルでDeepMindを誰でも使えるようになったら。。。実はすぐそこまで来ている
- 何を最適化させますか？（物流？あらゆるロジスティクス？人事？我々が予想しないこと。。。スマホの例）

AIはアルゴリズム革命を加速させる

アルゴリズム革命

人間の活動がソフトウェア・アルゴリズムによって革命的に変化している。Formalized → expressed by algorithms → split apart, transformed, recombined



高

下

中

生産性の変化

人間の活動が自動化に向けて加速

1960年代のオフィス作業 → 現在のスマホとPCは何人分？

- IoT (Internet of Things, テスラの例、ウェアブルの進化)
 - 本質はあらゆるものが測れるようになる
 - ファンクションが根本的に後から変えられる
 - 自動化へのインプットとその物が自動化を加速
- 誰がどこを動かすのか？ (コンソーシアム注目の盲点)



人間の活動が自動化に向けて加速(2)

- Industrie 4.0でデータフローの逆転、カスタマイズ
 - Industrie 4.0の説明
 - 工場での情報の流れでのインテリジェンスのロケーションが下から上
 - 作業員のワークステーションのカスタマイズ
 - ラーニング
- 著者は政治、産業、学術(AI研究所)

人間の活動が自動化に向けて加速 (3)

- メディア (Netflix, ロボライター)、コモディティ vs ハイエンド
- Fintech (何をどう測る? 保険の例。ゲノム解析の例)
 - リスクをどう測るか (IoT)
 - どこまでプロダクト・サービスをカスタマイズできるか (マージナルコストほぼゼロで)
 - 対人サービスをローコストで自動化、スタートアップの場合は低コストでスケール化
- 政策課題: どこまでどういうデータを使っているのか (ゲノム解析)
- シェアリングエコノミー、Uberの例 (自動運転、ダイヤモンド予想 (昨日の台風とタクシーの例。。。日本人が待っているほど余裕がないはず))
- 産学連携のパターン
 - AIの例: Carnegie MellonとUber, Google → Otto → Uber

AI と IA

労働はどうなるのか、という議論

- Artificial Intelligenceで失われる職はローエンド。。。？
- Intelligence Augmentationでローエンドからハイエンド
 - コマツの例
- 政策インプリケーション: 労働に対する政治の違い
 - 米国、北欧、フランス系、日本

政策インプリケーション

- 必要資源はデータ
- データ採取のコスト低下、フレキシビリティの上限はイマジネーション

- 個人データはどこまで匿名化？
 - ゲノムデータと生体データをも位置情報と組み合わせ（個人から軍の動きまで）
 - 誰がそのデータを持っていいのか？
- 「データ匿名化」基準の政策のポテンシャル
- 日本のチャンスはデータ採取？
- 超高齢化社会は「後続者のいない先行者」の「ガラパゴス」のパターンではなく、むしろチャンス？

なぜシリコンバレーが最前線なのか

- 新規企業(スタートアップ)はベンチャーキャピタル(VC)投資によって支えられているので、**急成長**をしなくてはならない
 - (VCは投資先がIPOかM&Aをしないとリターンが得られない。VCは投資家のファンドを運営しているのでリターンが必要)
- 人間の活動を自動化させた方が急成長が見込める
- 既存の組織、コスト体制、レガシーITシステムがないスタートアップの方が自動化に突き進めて行ける
- 大企業はスタートアップと共存(オープンイノベーション)をするか、ディスラプトされるか、という選択肢が加速している

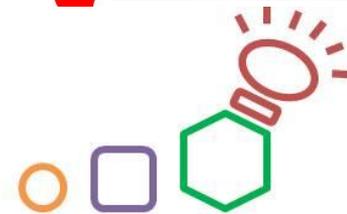
課題：シリコンバレー活用へ

- 活用するにはまずはシリコンバレーを理解
- シリコンバレーで起こっているディスラプションの本質を理解
- シリコンバレー活用法を模索、学ぶ
- シリコンバレーと共存するための「活用」へ。。。。



Stanford

SILICON VALLEY NEW JAPAN
PROJECT

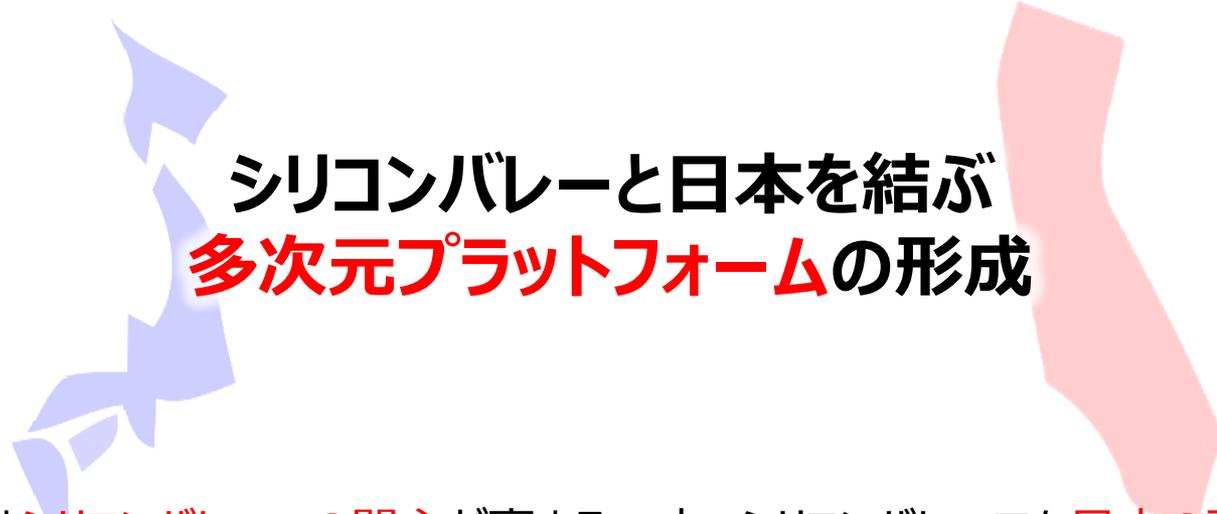


STANFORD JAPAN PROGRAM,
SHORENSTEIN ASIA-PACIFIC RESEARCH CENTER

US-ASIA TECHNOLOGY MANAGEMENT CENTER,
SCHOOL OF ENGINEERING

WWW.STANFORD-SVNJ.ORG

プロジェクトの目的

A stylized map of Silicon Valley in California, USA, with a blue arrow pointing upwards and to the right, and a red arrow pointing downwards and to the right.

シリコンバレーと日本を結ぶ 多次元プラットフォームの形成

背景：日本ではシリコンバレーへの関心が高まる一方、シリコンバレーでも日本の再評価が進む

1. シリコンバレーの研究とその研究に基づいた政策評価
2. SV-Jの人脈ネットワークの形成
3. シリコンバレーでの産学連携の研究

プロジェクトのコアメンバー

以下のメンバーを中心に、スタンフォード大学のアジア太平洋研究所・日本プログラムと工学大学院アジア・米国技術経営研究センターがプログラムの運営および研究活動を担います



榎田健児（くしだけんじ） スタンフォード大学アジア太平洋研究所日本研究員

- ・ 専門分野：情報通信、クラウドコンピューティング、ビッグデータ、ITサービス革命、政治経済
- ・ 日本語での一般向け著書：『バイカルチャーと日本人：英語カプラスαを探る』（中公新書ラクレ）
- ・ シリコンバレーでの日本系スタートアップの研究、シリコンバレーの研究、日本における外資系企業の政治経済分析
- ・ 日本企業や政府へのアドバイザー、提言も行ってきた



Richard Dasher US-Asia Technology Management Center所長

- ・ 日本政府の科学技術政策へのアドバイザー
- ・ 東北大学経営運営協議会委員 総長顧問（唯一の外国人）
- ・ 文部科学省、世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）委員
- ・ シリコンバレーの企業やインキュベーターへのアドバイザー、役員



星岳雄（ほしたけお） スタンフォード大学アジア太平洋研究所日本プログラム所長

- ・ 専門分野：経済学、金融、コーポレートガバナンス等
- ・ スタンフォード大学ビジネススクール教授
- ・ NBER（National Bureau of Economic Research）研究員



牧兼充（まきかねたか） スタンフォード大学アジア太平洋研究所日本研究員

- ・ 専門分野：イノベーション、アントレプレナーシップ、科学技術政策、大学の技術移転
- ・ 博士(経営学)。科学技術・学術政策研究所国際客員研究官を兼務。
- ・ 慶應義塾大学において大学発ベンチャー育成プログラムの立ち上げに従事した他、政府・大学などの委員として大学発ベンチャーの発展に寄与してきた。

プロジェクトのコンポーネント

本プロジェクトでは、以下の5つのコンポーネントを中心に活動致します

- ① 連続公開フォーラム、
人脈ネットワーク構築
- ② 研究・出版
- ③ 政策研究と政策評価
- ④ 国際研究会
- ⑤ アウトリーチ

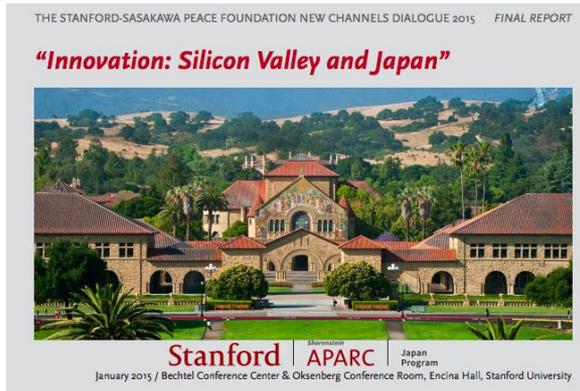
その他の活動(アウトリーチ)(例)



日米VCカンファレンス「Moment 2015」

シリコンバレーにて米国を代表するベンチャーキャピタリストと出会い、語り、未来を共創する「場」

主催 経済産業省
共催 スタンフォード大学
運営 WiL、有限責任監査法人トーマツ



Stanford-Sasakawa Peace Foundation New Channels Dialogue 2015

「Innovation: Silicon Valley and Japan」

笹川財団との共催により、日米の次世代のダイアログの場。



Cross-Pacific Technology Innovation Partnership (TIP) Seminar

経済産業省及びNEDOとの協力により、日本のアントレプレナーとシリコンバレーのコミュニティの交流を支援。



スタンフォード大学の学生を対象としたアイデアコンテスト。航空会社のマーケティング戦略について、学生がチームに分かれて発案。

Stanford University

2016年9月1日現在のスポンサー一覧

ダイヤモンド・スポンサー



FUTURE

プラチナ・スポンサー

KOMATSU

ゴールド・スポンサー



2016年9月1日現在のスポンサー一覧(続)

シルバー・スポンサー

 ANA Inspiration of JAPAN

A STAR ALLIANCE MEMBER 

 DBJ Development Bank of Japan

KPMG AZSA

 NRI 未来創発
Dream up the future. Nomura Research Institute

 Rakuten

 TechFirm Group

戦略的パートナー

 IGPI Industrial Growth Platform, Inc.

 ishin

 週刊 BaySpo
The Japanese Weekly Entertainment Paper

Stanford University

終わりに、AIディスラプションに備えて

- 櫛田のThe DeepMind Question:
 - 御社、御行では月額10ドルのDeepMind, どう使いますか？
 - 社内の誰が使うんですか？
 - どこから反対が来るとおもいますか？
 - 妥協なしで驚くほどオプテマイズできるところは脅威ですか？
 - じゃあ今から社内の組織を含め、準備した方がいいのではないのでしょうか？
 - 歴史的にはアメリカの製造業で同じことが起こった時、日本のリーン生産方式に対抗できなかつたらところの多くは潰れました。。

ご静聴ありがとうございました