

Digital Transformation

Connected IndustryとAPIエコノミー

越塚 登 (Noboru Koshizuka)

東京大学情報学環 副学環長・教授

YRPユビキタス・ネットワーキング研究所 副所長

Data-Drive Society

データ駆動型社会

データは 宝




宝は守れ？

守ると腐るのがデータ

データを巡る3点セット

- 1 Open Data**
オープンデータ → **公共オープンデータ**
- 2 Industrial Data**
産業データ → **つながるデータ**
- 3 Personal Data**
個人データ → **PDS、情報銀行**



技術背景 1

AI／機械学習の進展

マイクロコンピュータの時代
(1980年代)



インターネットの時代
(2000年代)



IoT + AIの時代
(2020年代)

人口知能をめぐる動向

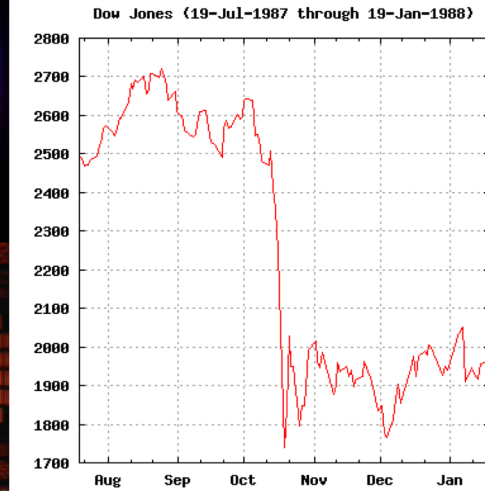
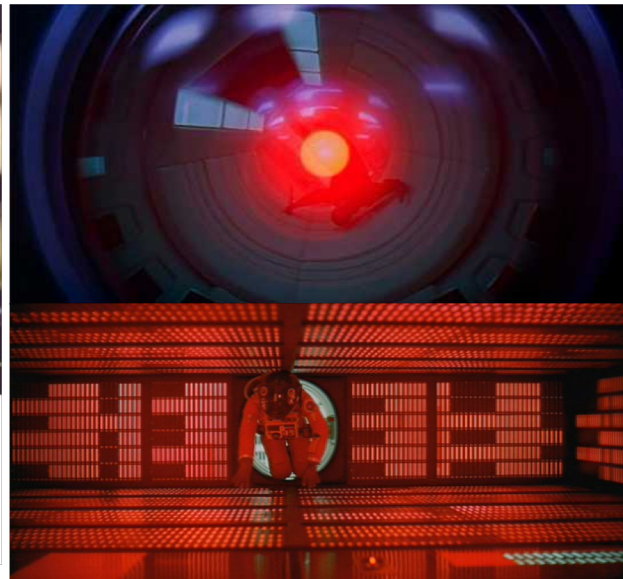
- 第1次AIブーム（1950～60年代）＝探索＋推論の時代
 - ▶ AI (Artificial Intelligence) の提唱（1956）
 - ▶ 数学の定理証明
 - ▶ チェスをさすコンピュータ
 - ▶ 等
- 第2次AIブーム（1980年代）＝知識の時代
 - ▶ Expert System
 - ▶ 医療診断
 - ▶ 第5世代コンピュータ（日本）
 - ▶ 等
- 第3次AIブーム（2010年代～）＝機械学習、Deep Learningの時代
 - ▶ WebとBig Dataの発展
 - ▶ 計算機能力の向上
- 等

人工知能、AI、Artificial Intelligence

John McCarthy, 1957

2001年宇宙の旅 / 2001: A Space Odyssey (1968)

Back Monday

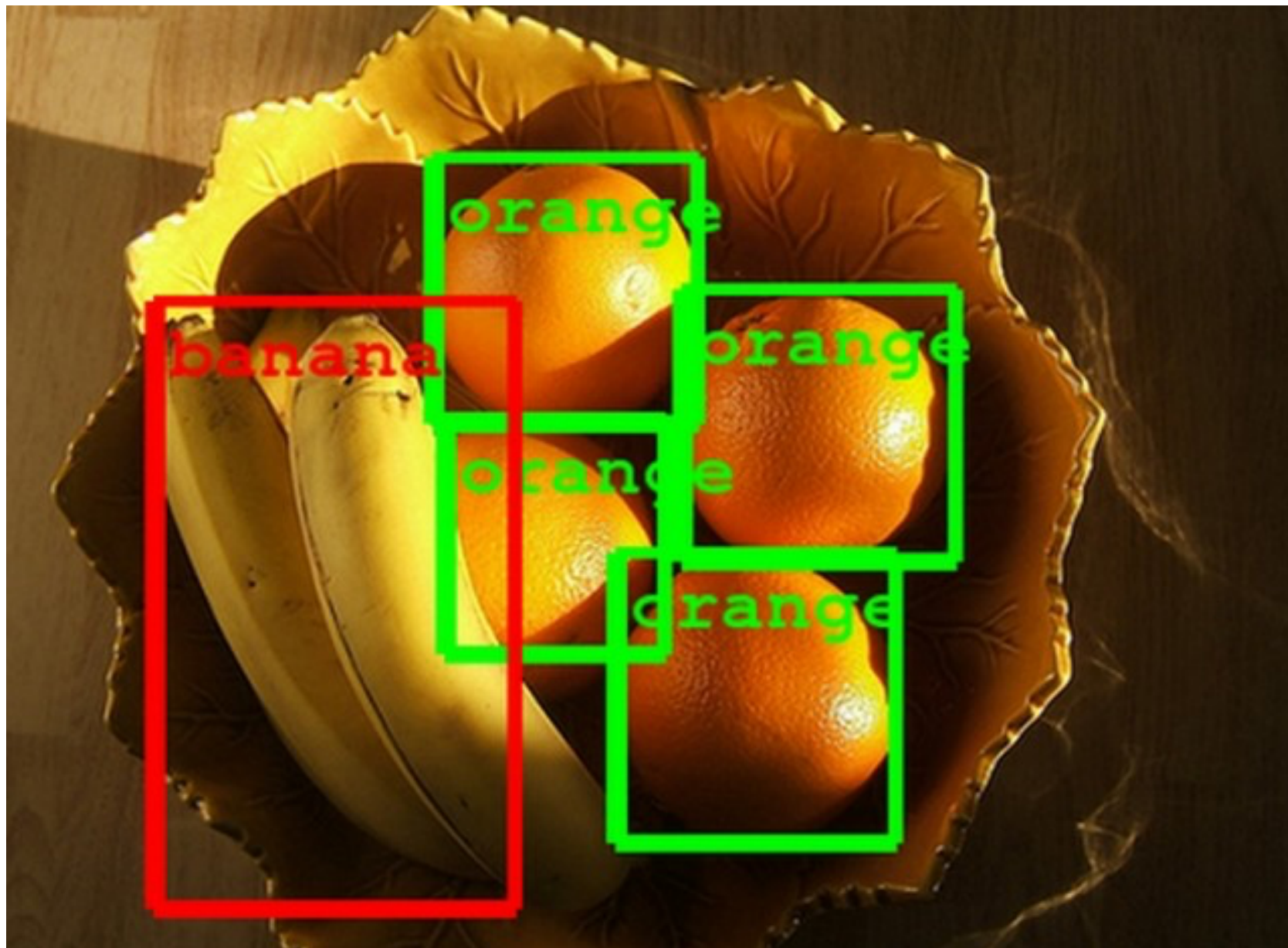


2016年, Google AlphaGo がプロ棋士 (囲碁) に勝利



2013年 コンピュータがはじめてプロ棋士に勝利

機械学習によって機械は目をもった




機械学習によって機械は目をもった



機械の**カンブリア爆発**... とも言われる

“Data Hungry”

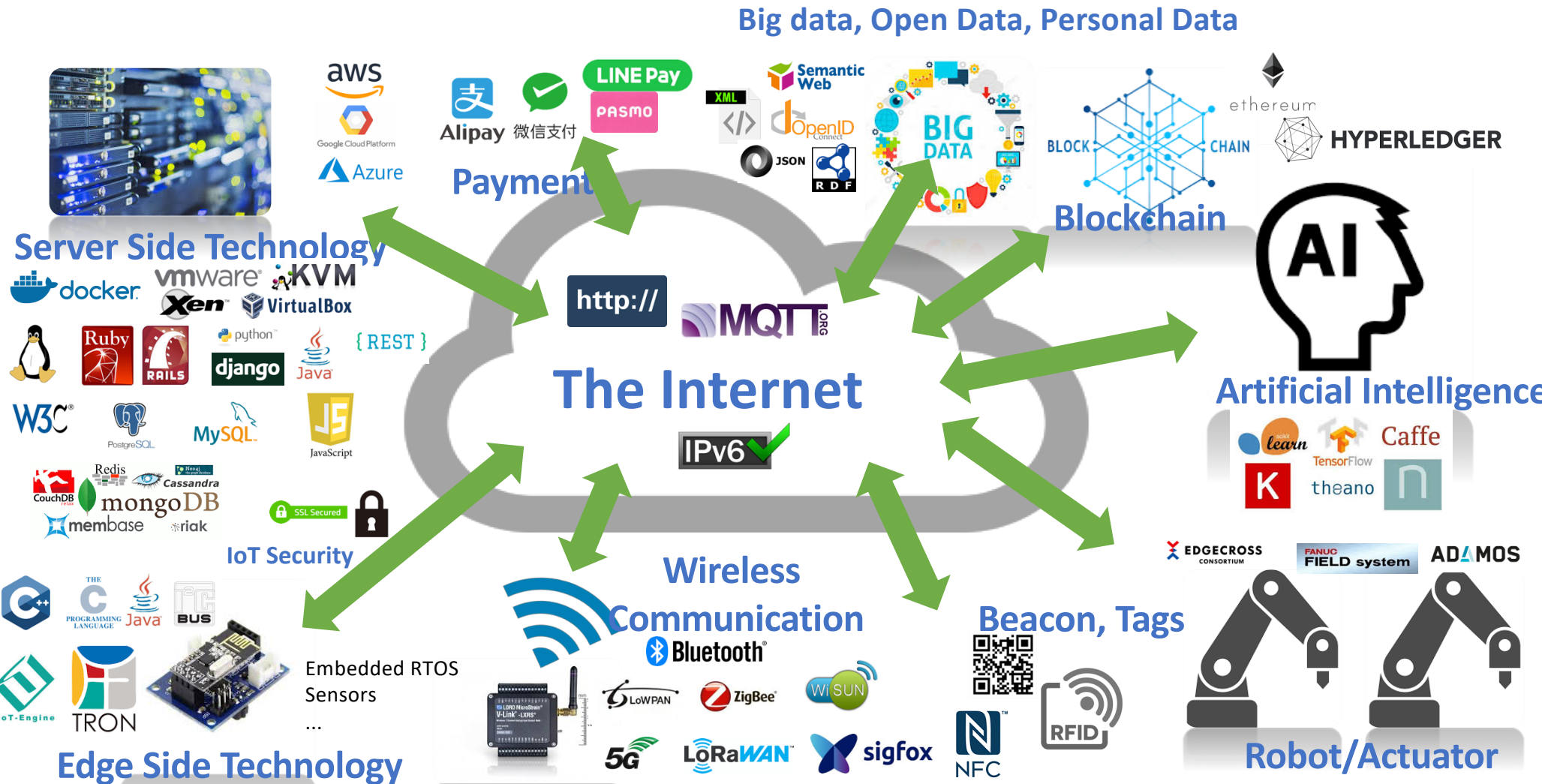




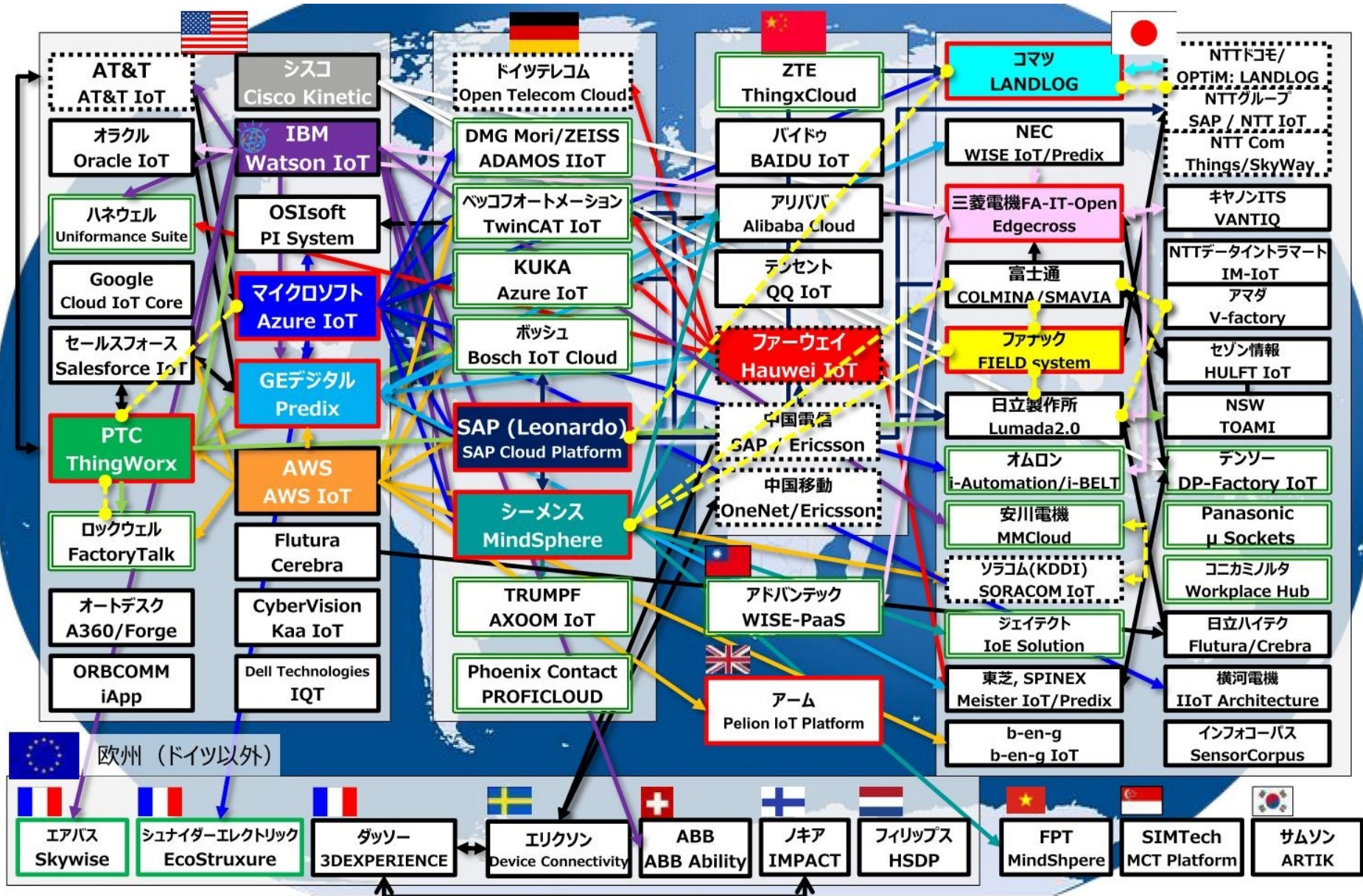
技術背景 2

IoTは難しい（技術的に）

IoT Architecture and Technology



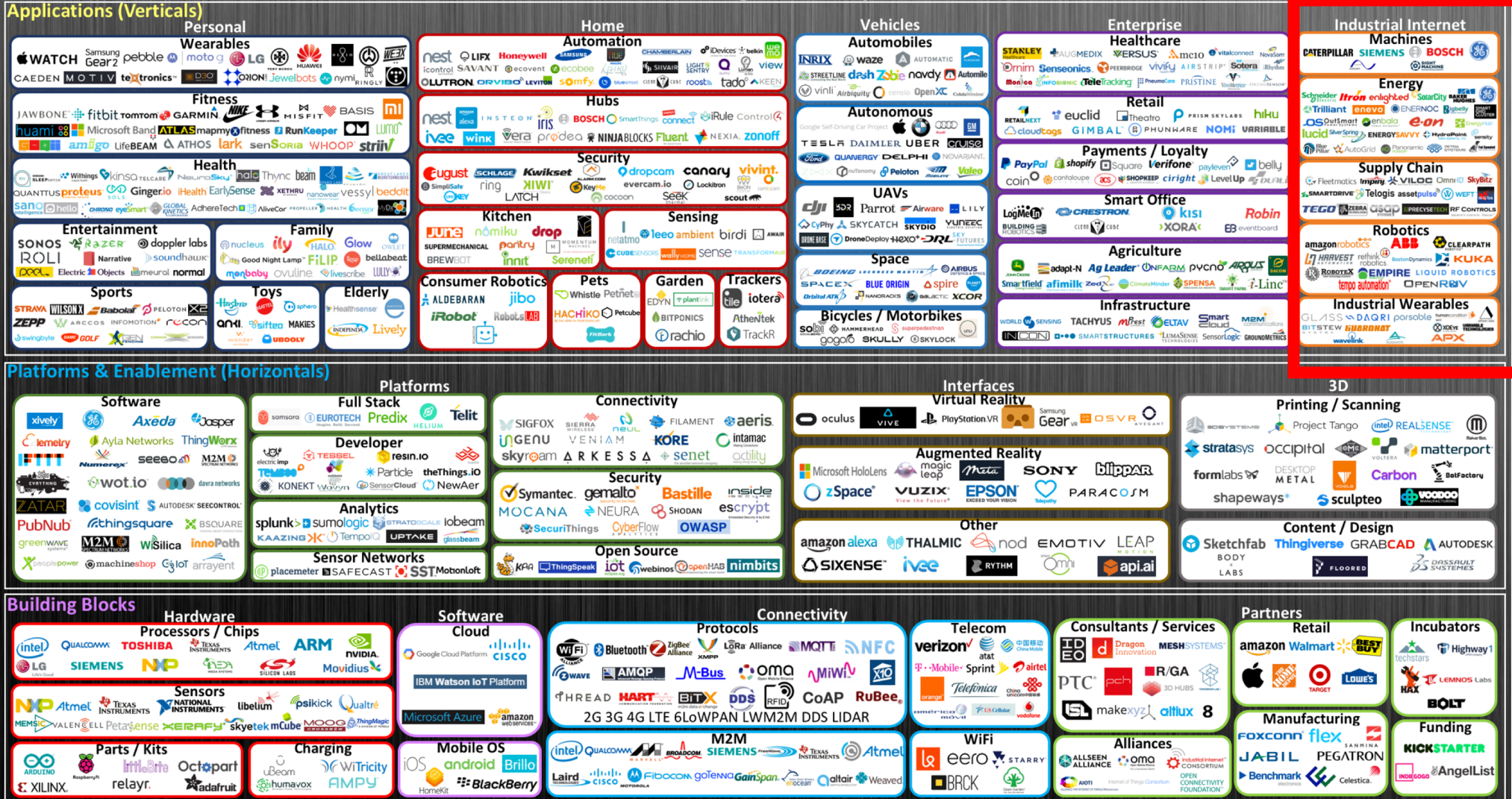
IoT Platform動向



Internet of Things Landscape 2016

Matt Turck: "Internet of Things: Are We There Yet? (The 2016 IoT Landscape)", Mar. 28, 2016.
<http://mattturck.com/2016/03/28/2016-iot-landscape/>

Internet of Things Landscape 2016

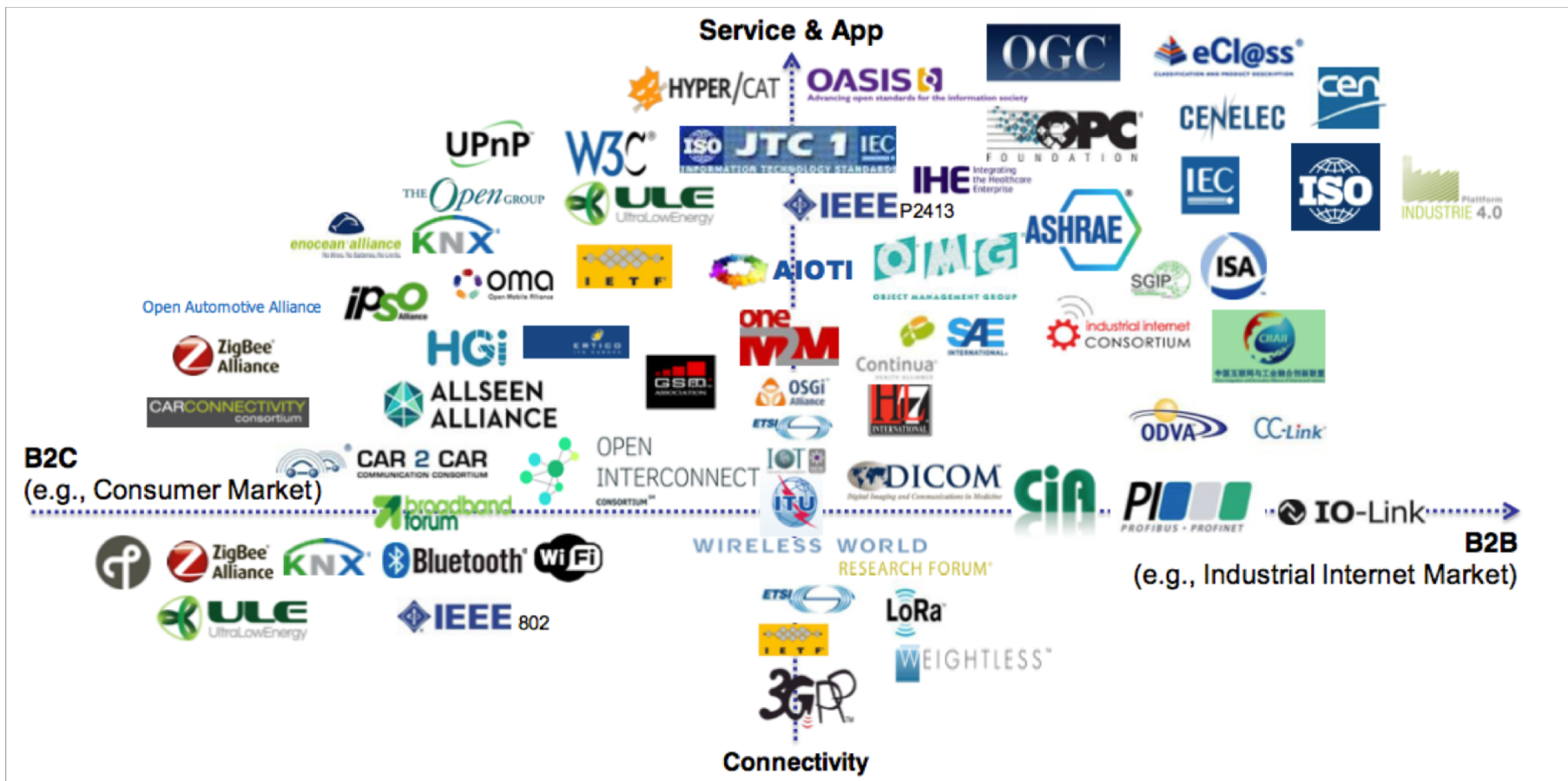


© Matt Turck (@mattturck), David Rogg (@davidjrogg) & FirstMark Capital (@firstmarkcap)

FIRSTMARK

IoT Standardization Landscape

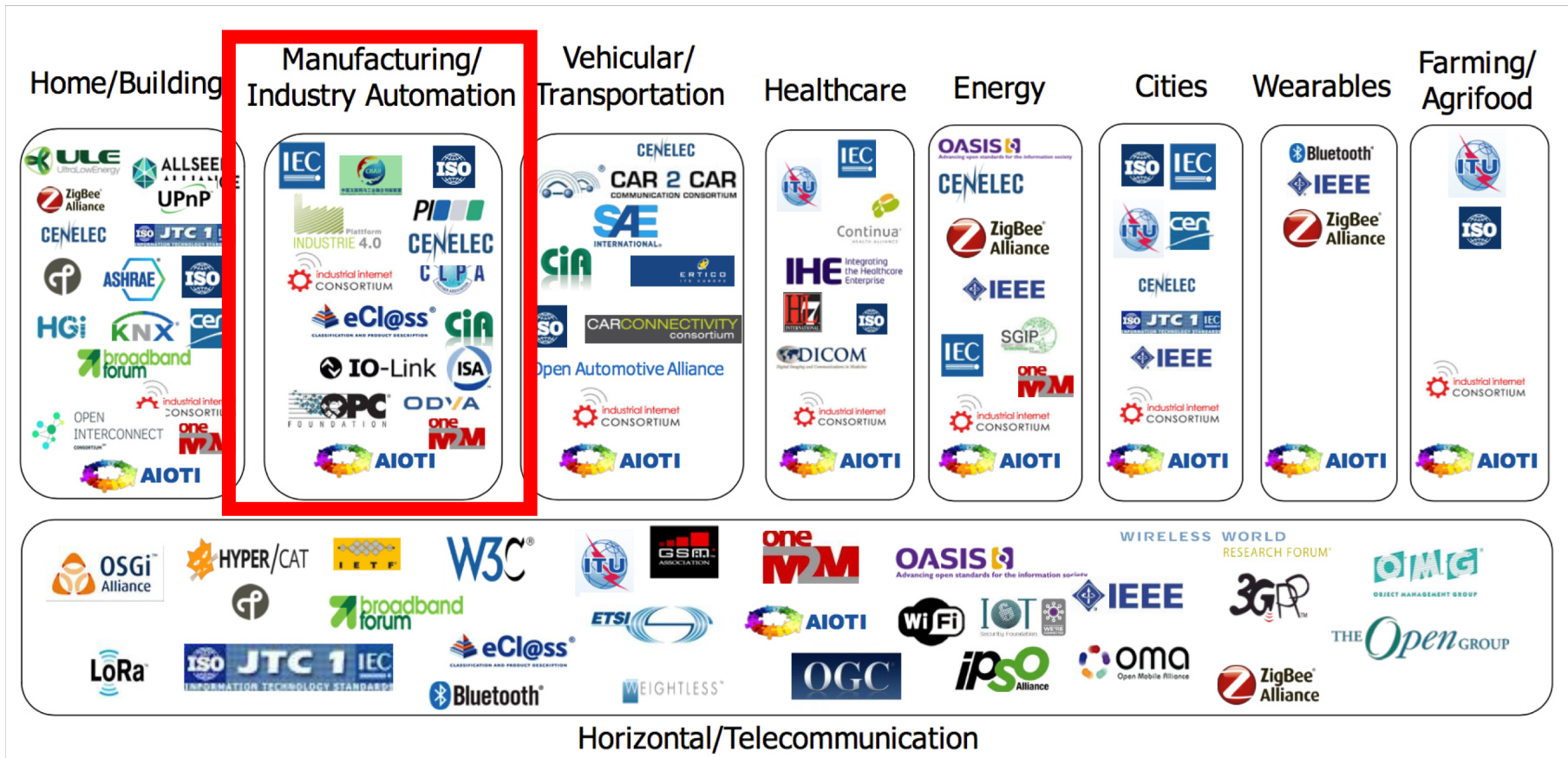
Juergen Heiles: "AIOTI Alliance for Internet of Things Innovation", The workshop "Platforms for connected Factories of the Future", Brussel, Oct. 5~6, 2015.
http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2015-44/11_heiles_11948.pd



"Too many standard organization !!"

Many related vertical and horizontal activities

Juergen Heiles: "AIOTI Alliance for Internet of Things Innovation", The workshop "Platforms for connected Factories of the Future", Brussel, Oct. 5~6, 2015.
http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2015-44/11_heiles_11948.pdf



Too many standard organization

完全な (or 強い) 標準化は無理

技術背景 2



技術背景 3

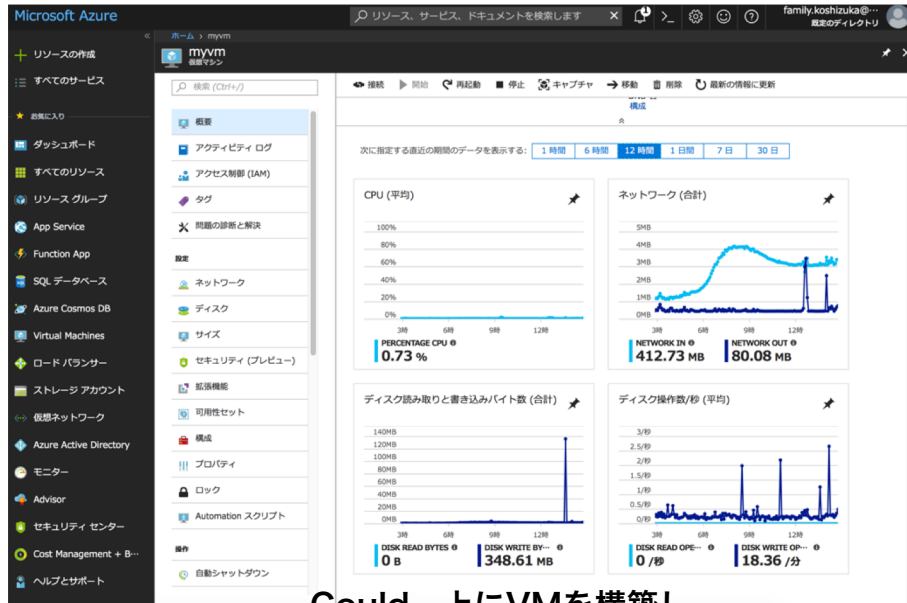
ソフトウェア開発効率の劇的向上

開発**環境**・開発**手法**の変化

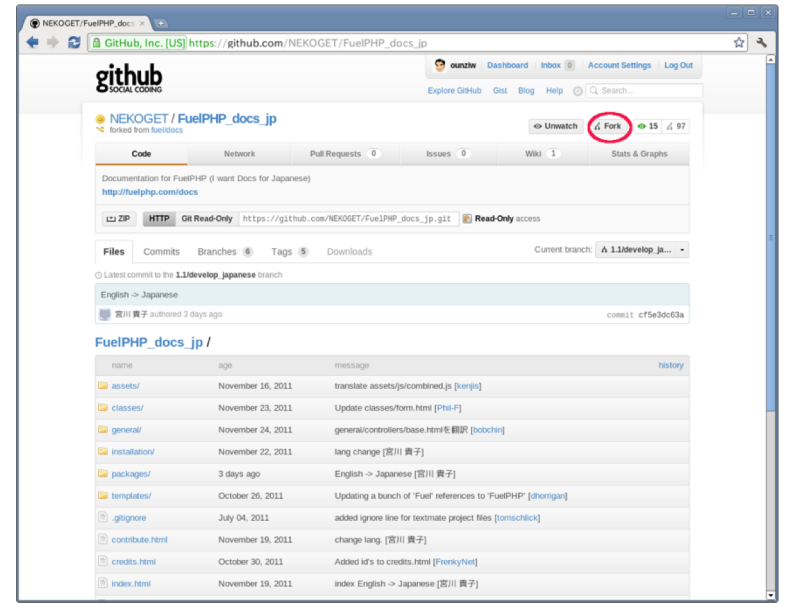
昔は、C + gdb (GNU Debugger)

```
Terminal
Title Edit View Search Terminal Help
$9 = 9
(gdb) x big
0x9: Cannot access memory at address 0x9
(gdb) p &big
$10 = (int *) 0x7fffffff51c
(gdb) x/b 0x7fffffff51c
0x7fffffff51c: 0x09
(gdb) x
0x7fffffff51d: 0x00
(gdb) x
0x7fffffff51e: 0x00
(gdb) x
0x7fffffff51f: 0x00
(gdb) step
23     if (big > 10) i=i%10;
(gdb)
24     return(i*temp);
(gdb)
25     }
(gdb)
main () at test.c:11
11     for (i=1;i<=10;i++){
(gdb)
```

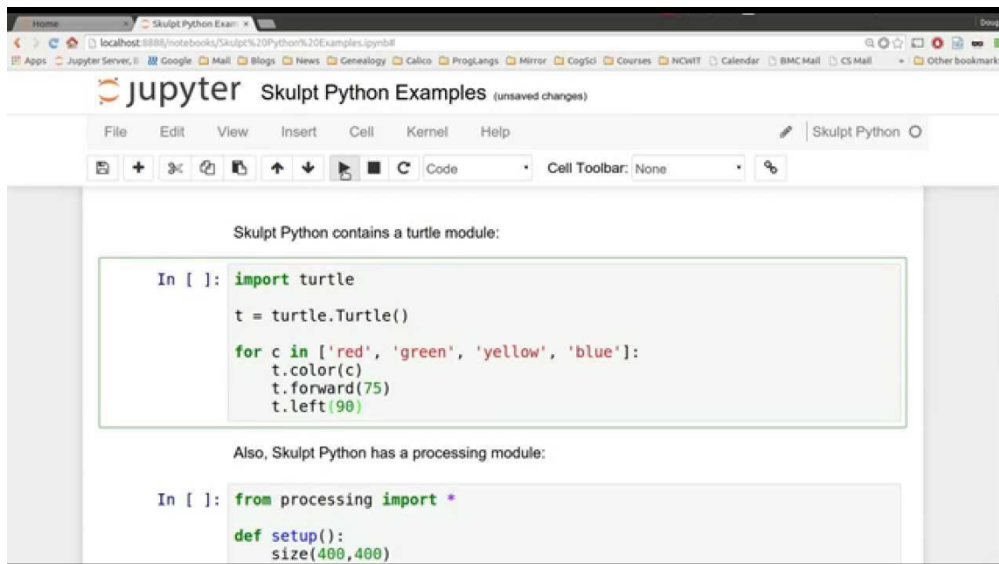
現代は、システムそのものだけでなく、開発環境もクラウド化



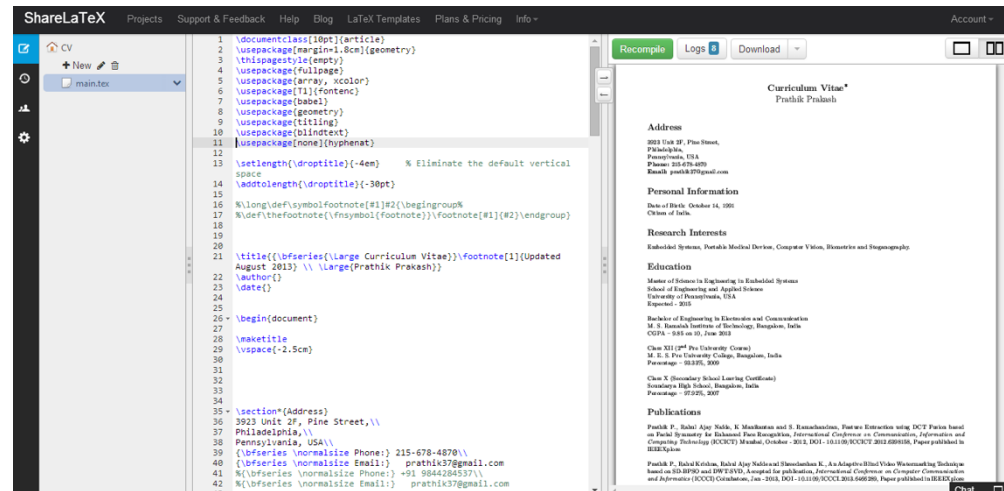
Could 上にVMを構築し



github



jupyter



ShareLatex

Neural NWのCloud開発環境

HOME EDIT TRAINING EVALUATION
DATASET CONFIG

Components

- IO
- Loss
 - SquaredError
 - HuberLoss
 - BinaryCrossEntropy
 - SigmoidCrossEntropy
 - CategoricalCrossEntropy
 - SoftmaxCrossEntropy
 - KLMultinomial
- Parameter
 - Parameter
 - WorkingMemory
- Basic
 - Affine
 - Convolution
 - Deconvolution
 - Embed
- Pooling
 - MaxPooling
 - AveragePooling
 - SumPooling
 - Unpooling

Layer Property

C Convolution

Name	Convolution
Input	3, 224, 224
OutMaps	64
KernelShape	7, 7
WithBias	False
BorderMode	same
Padding	3, 3
Strides	2, 2
Dilation	1, 1
Group	1
BaseAxis	0
ParameterScope	Convolution

Training x Validation x Runtime x +
100% ACTION

The main graph shows a sequence of operations: Input (Dataset: x) with shape 3, 256, 256; MulScalar (Value: 0.0039215686) with shape 3, 256, 256; ImageAugmentation (Shape: 3, 224, 224) with shape 3, 224, 224; Convolution (KernelShape: 7, 7) with shape 64, 112, 112; BatchNormalization (m) with shape 64, 112, 112; ReLU with shape 64, 112, 112; MaxPooling (Shape: 3, 3) with shape 64, 56, 56; Convolution_2 (KernelShape: 3, 3) with shape 64, 56, 56; BatchNormalization_2 (g, v) with shape 64, 56, 56; ReLU_2 with shape 64, 56, 56; Convolution_3 (KernelShape: 3, 3) with shape 64, 56, 56; BatchNormalization_3 (g, v) with shape 64, 56, 56; Add2 with shape 64, 56, 56; ReLU_3 with shape 64, 56, 56; Convolution_6 (KernelShape: 3, 3) with shape 128, 28, 28; BatchNormalization_6 (g, v) with shape 128, 28, 28; ReLU_6 with shape 128, 28, 28; Convolution_7 (KernelShape: 3, 3) with shape 128, 28, 28; BatchNormalization_7 (g, v) with shape 128, 28, 28; Add2_3 with shape 128, 28, 28; ReLU_7 with shape 128, 28, 28; Convolution_9 (KernelShape: 1, 1) with shape 128, 28, 28; BatchNormalization_9 (g, v) with shape 128, 28, 28; Convolution_11 (KernelShape: 3, 3) with shape 256, 14, 14; BatchNormalization_11 (g, v) with shape 256, 14, 14; ReLU_10 with shape 256, 14, 14; Convolution_12 (KernelShape: 3, 3) with shape 256, 14, 14; BatchNormalization_12 (g, v) with shape 256, 14, 14; Add2_5 with shape 256, 14, 14; ReLU_11 with shape 256, 14, 14; Convolution_16 (KernelShape: 1, 1) with shape 256, 14, 14; BatchNormalization_16 (g, v) with shape 256, 14, 14.

Training

Evaluation

Overview

Statistics

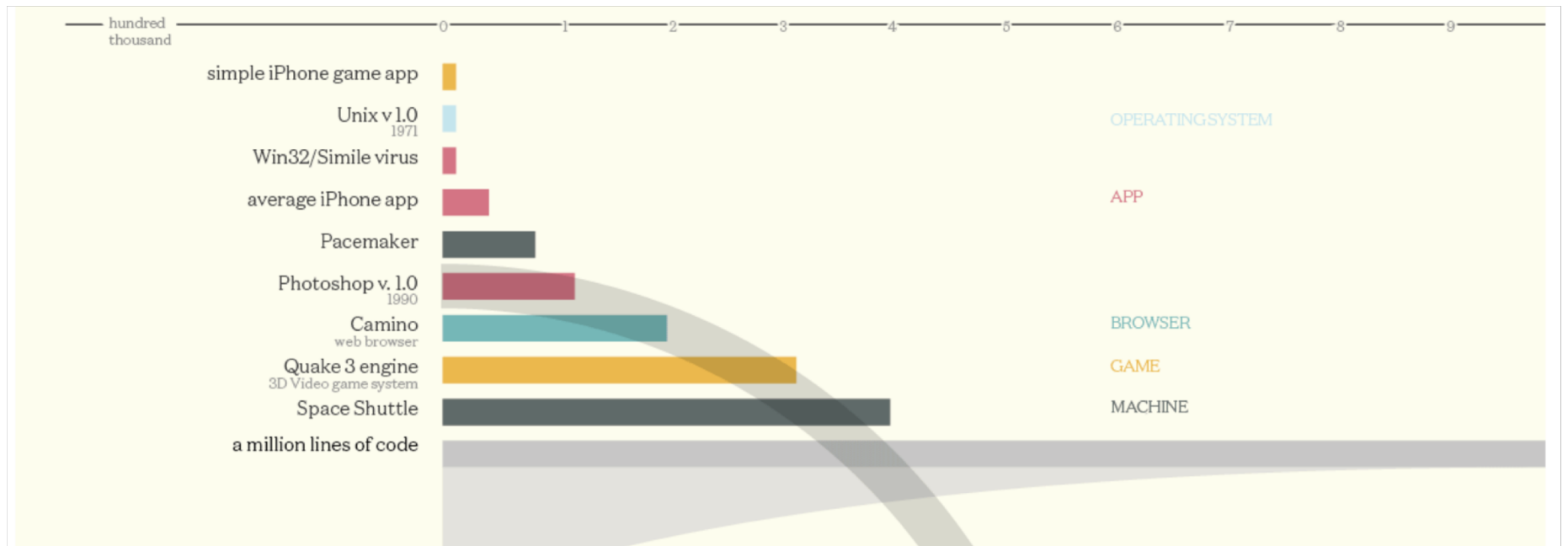
Output	14,544,361
CostParameter	21,814,696
CostAdd	5,145,040
CostMultiply	3,935,232
CostMultiplyAdd	3,663,761,408
CostDivision	1,000
CostExp	1,000
CostIf	4,365,312

Tasks

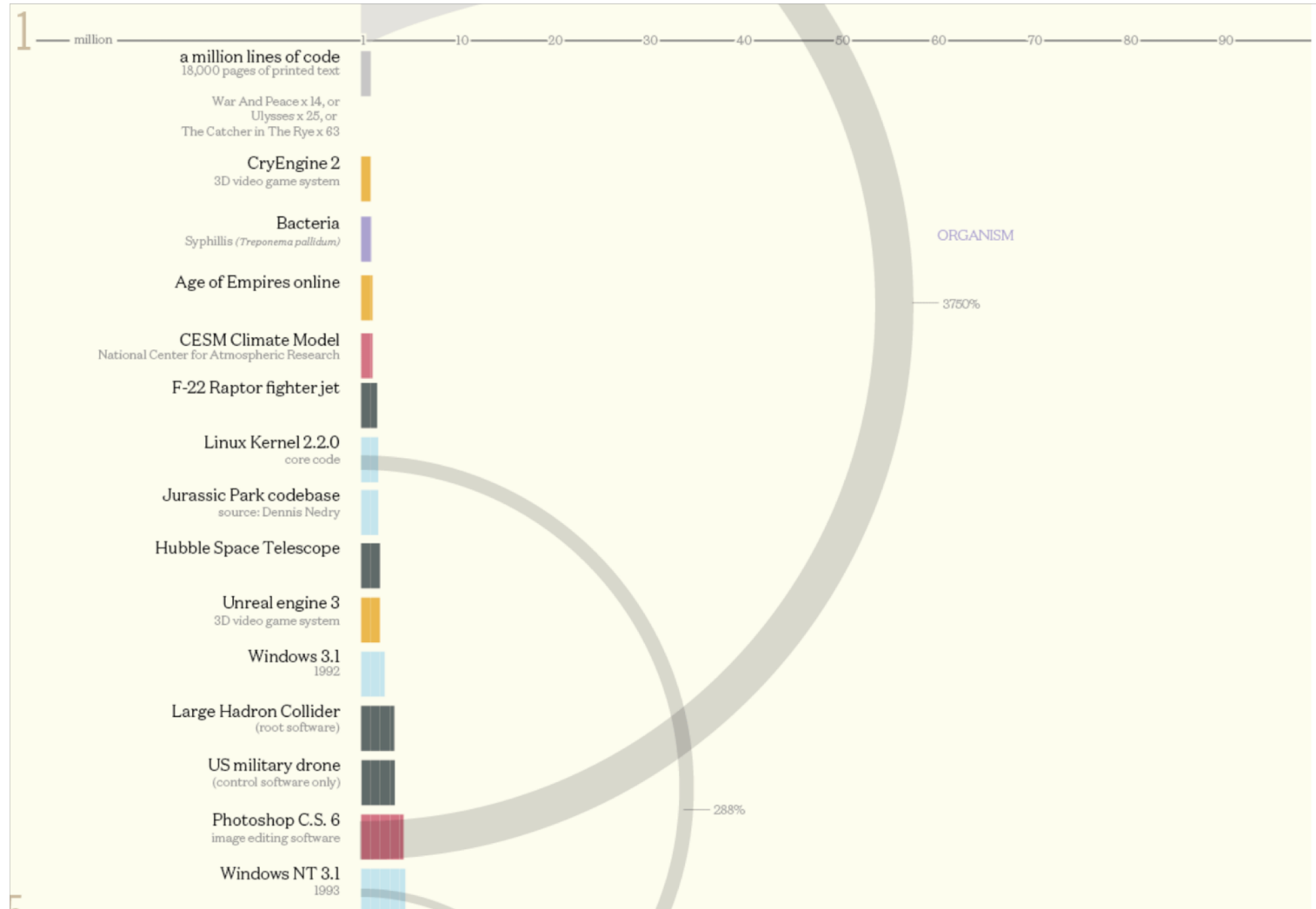
Training: ----

Evaluation: ----

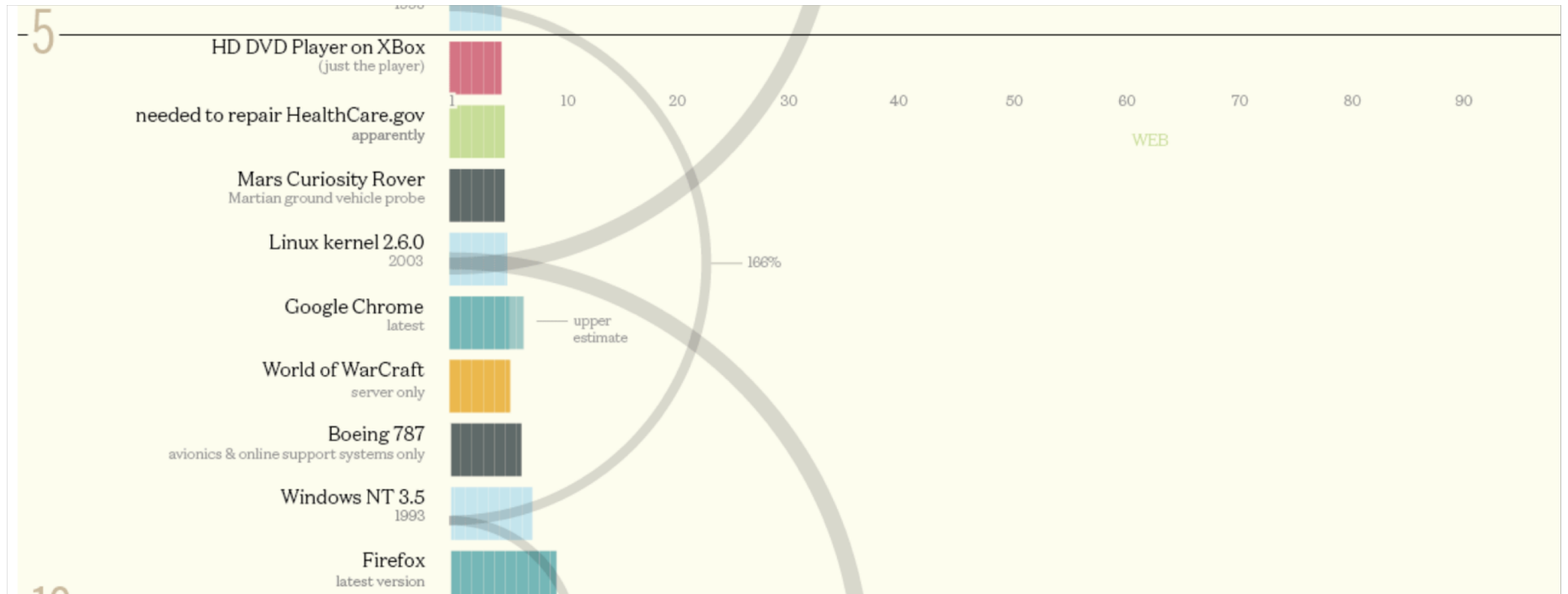
10万行レベル



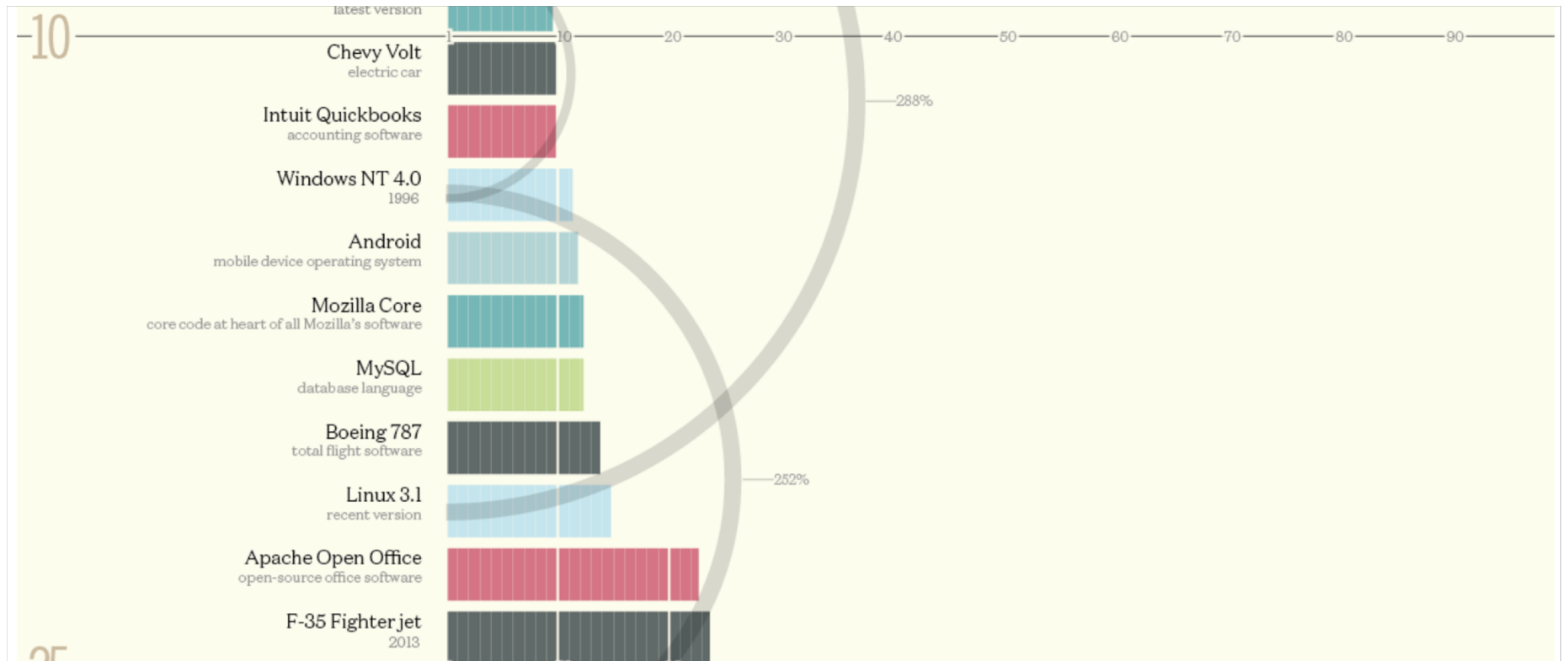
100万行レベル



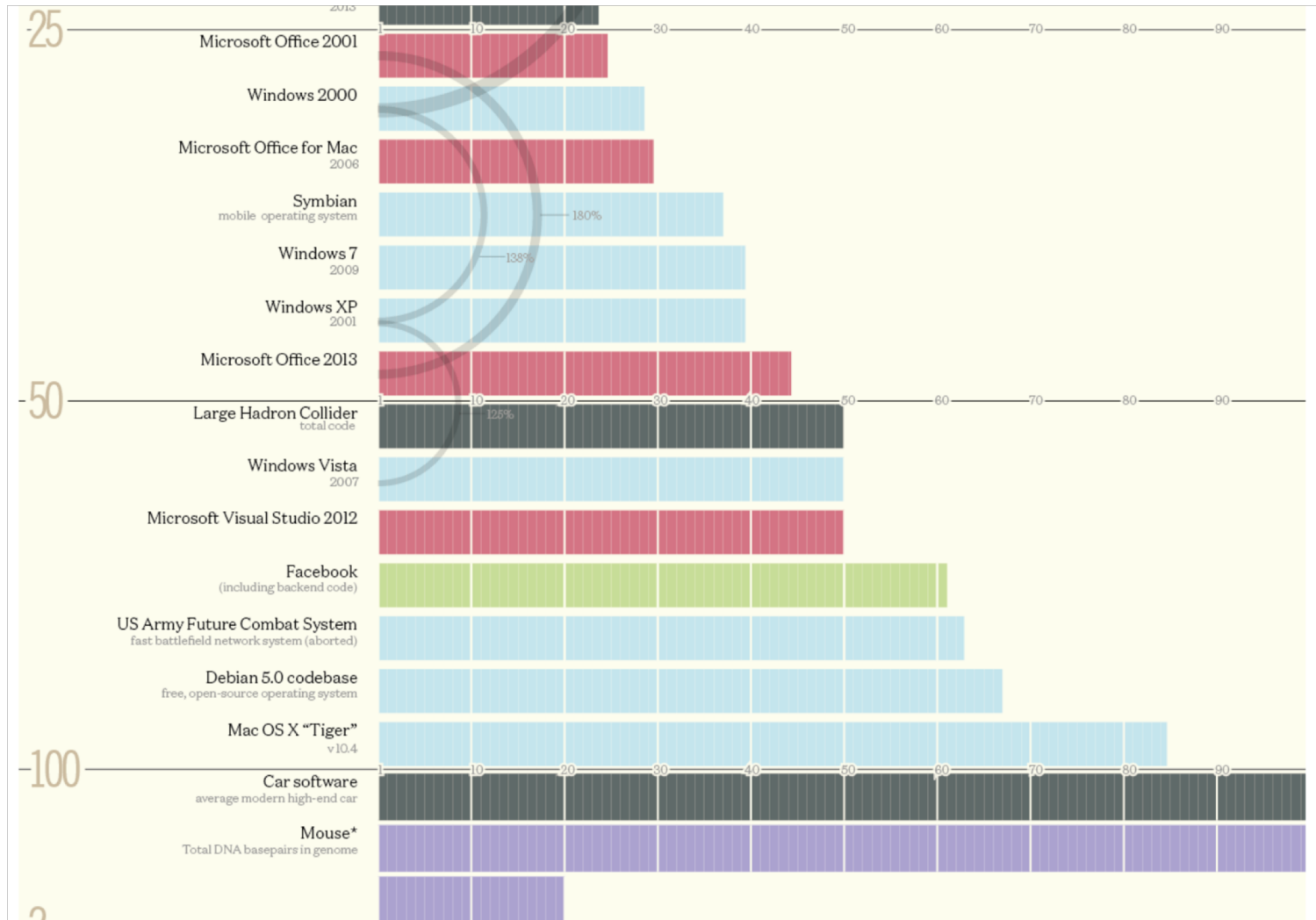
500万行レベル



1,000万行レベル



2500万～1億行レベル



Google = 20億行レベル



ソフトウェア開発効率の向上

結果としてのシステムの巨大化
レガシーシステムの置換も可能？


技術背景 3

まとめ

- (1) AIの進展、しかしData Hungry状態
- (2) 技術とプレイヤーの多角化、標準化が困難
- (3) ソフトウェア開発効率の向上



これを前提として
Connected Industrieどうするか？



**産業構造の流れは...
APIエコノミー化による産業再編**

データ流通のリーダーシップ (安部首相ダボス会議、G20)

プラットフォーム規制の議論 (GAFA, BAT, ...)

顧客からデータへの集中化のイメージ (Big brother型)

競争領域は上位階層へ



データ

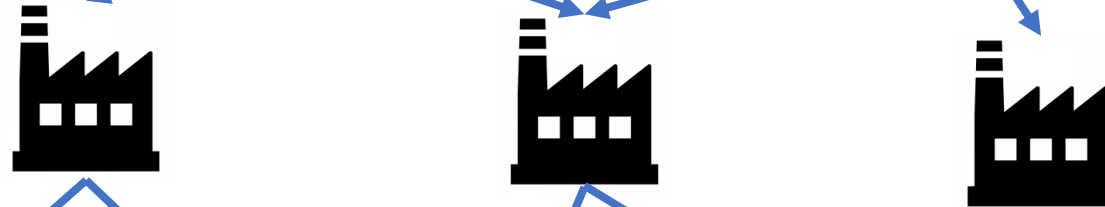


世界の知識
(データ) を独占

製造装置
ベンダ



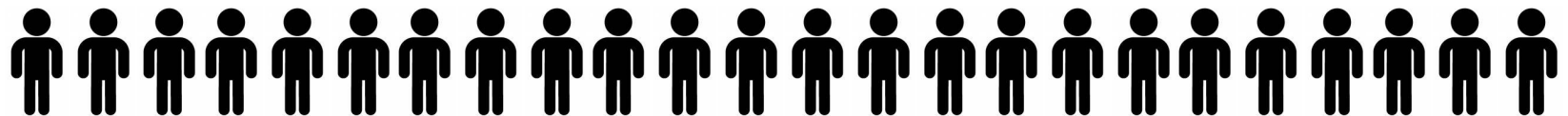
工場



店舗



顧客

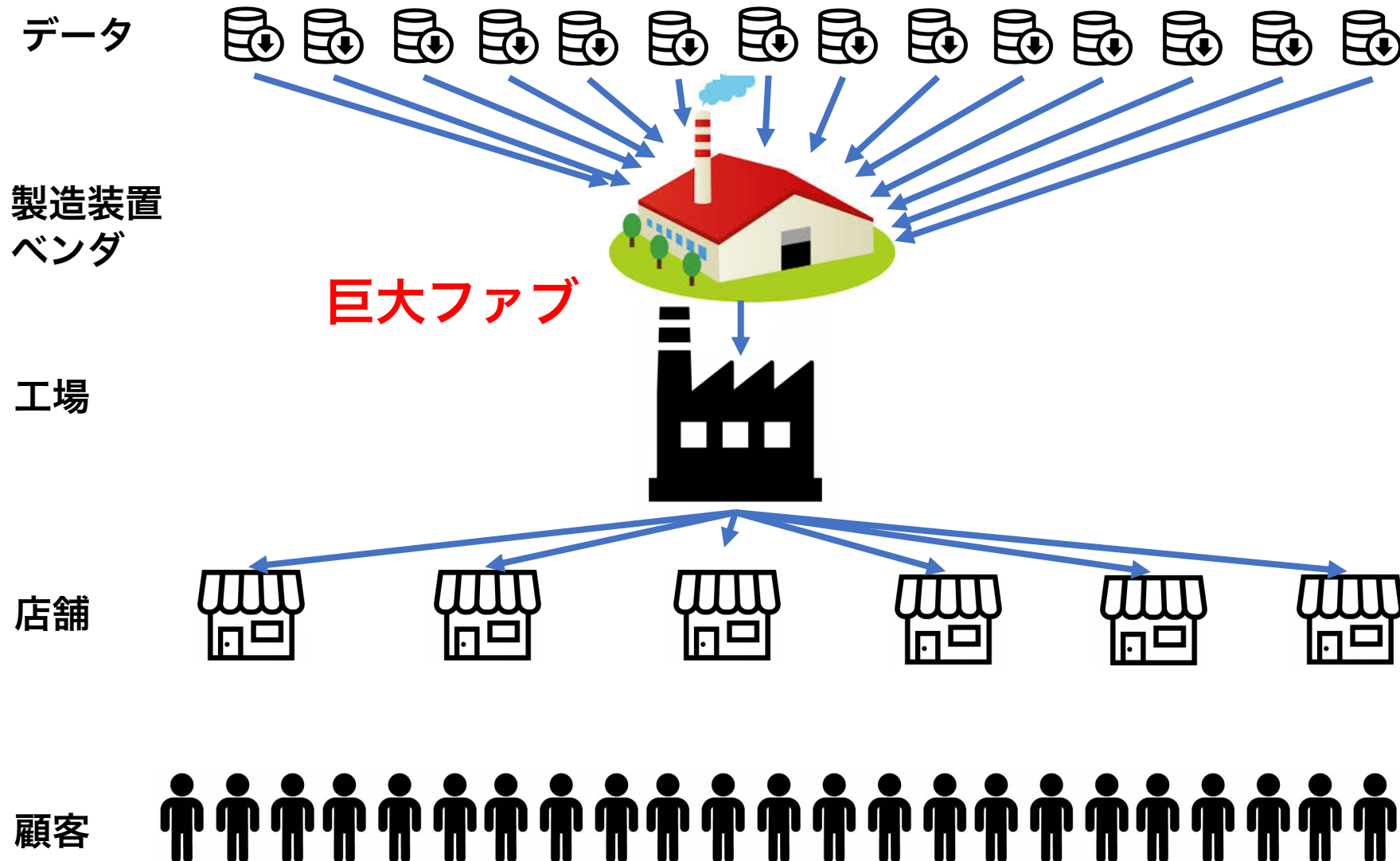


データの独占によってBig Brotherに寡占されるのか？

データレイヤは専門特化した多様な企業群か？
むしろ集約するのは、製造装置ベンダや工場か？

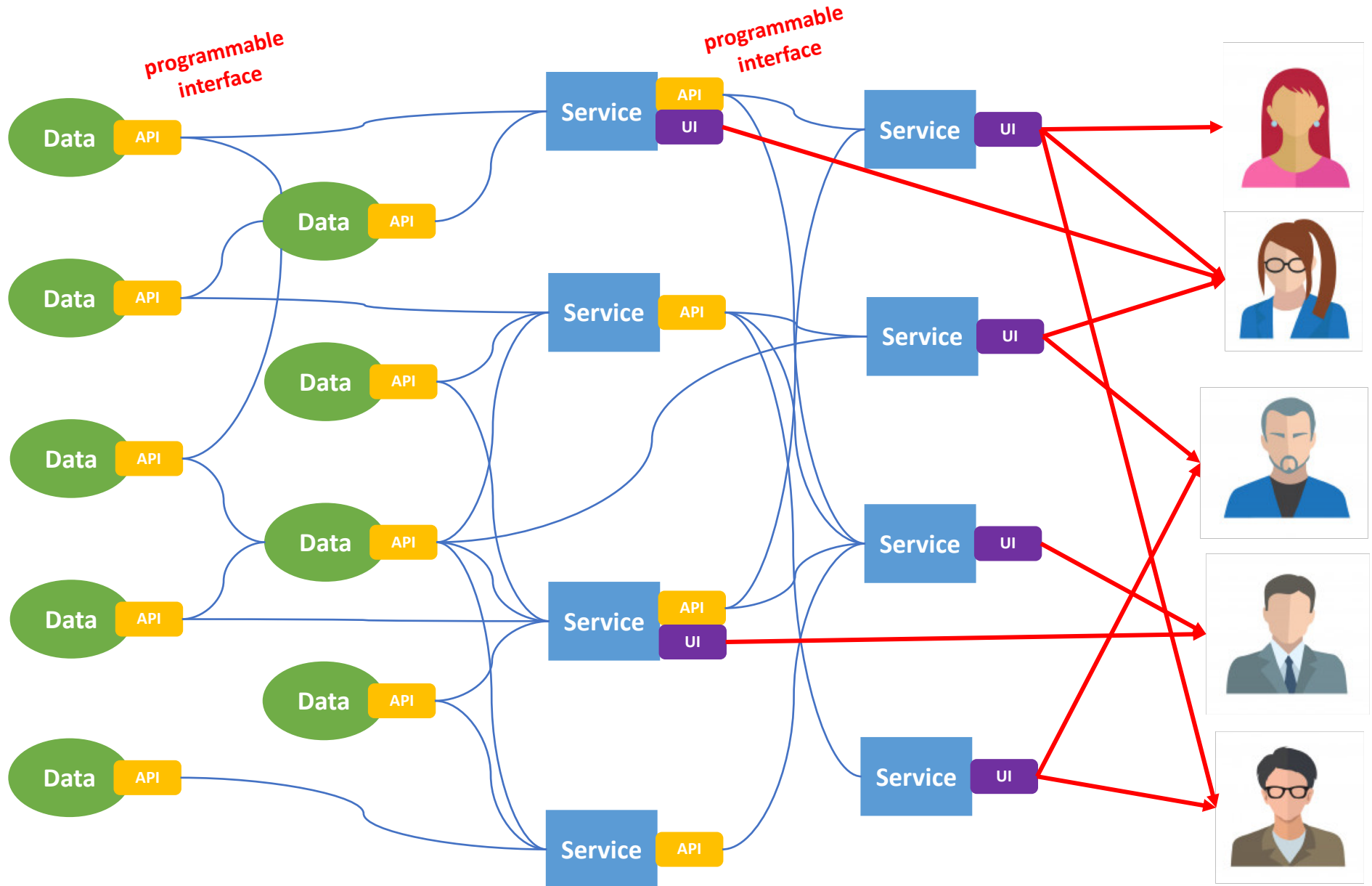
競争領域は上位階層へ

知識集約型ファブレス（データ）企業



ファブレス企業の状況などみると、むしろ真ん中が寡占化？

API-Based Architecture



現状の統合化された公共交通サービス

施設設備

輸送業務

販売、情報提供、決済、サービス...

利用者



統合化ビジネスモデル

MaaS: Mobility as a Services

施設設備

輸送業務

販売、情報提供、決済、サービス...

利用者



- 鉄道会社
- バス会社
- タクシー会社
- スマートパーキング
- 自家用車
- 自家用自転車

公共交通
オープンデータ

ナビゲーション

スマホ決済

乗換案内

スマートパーキング

カーシェア

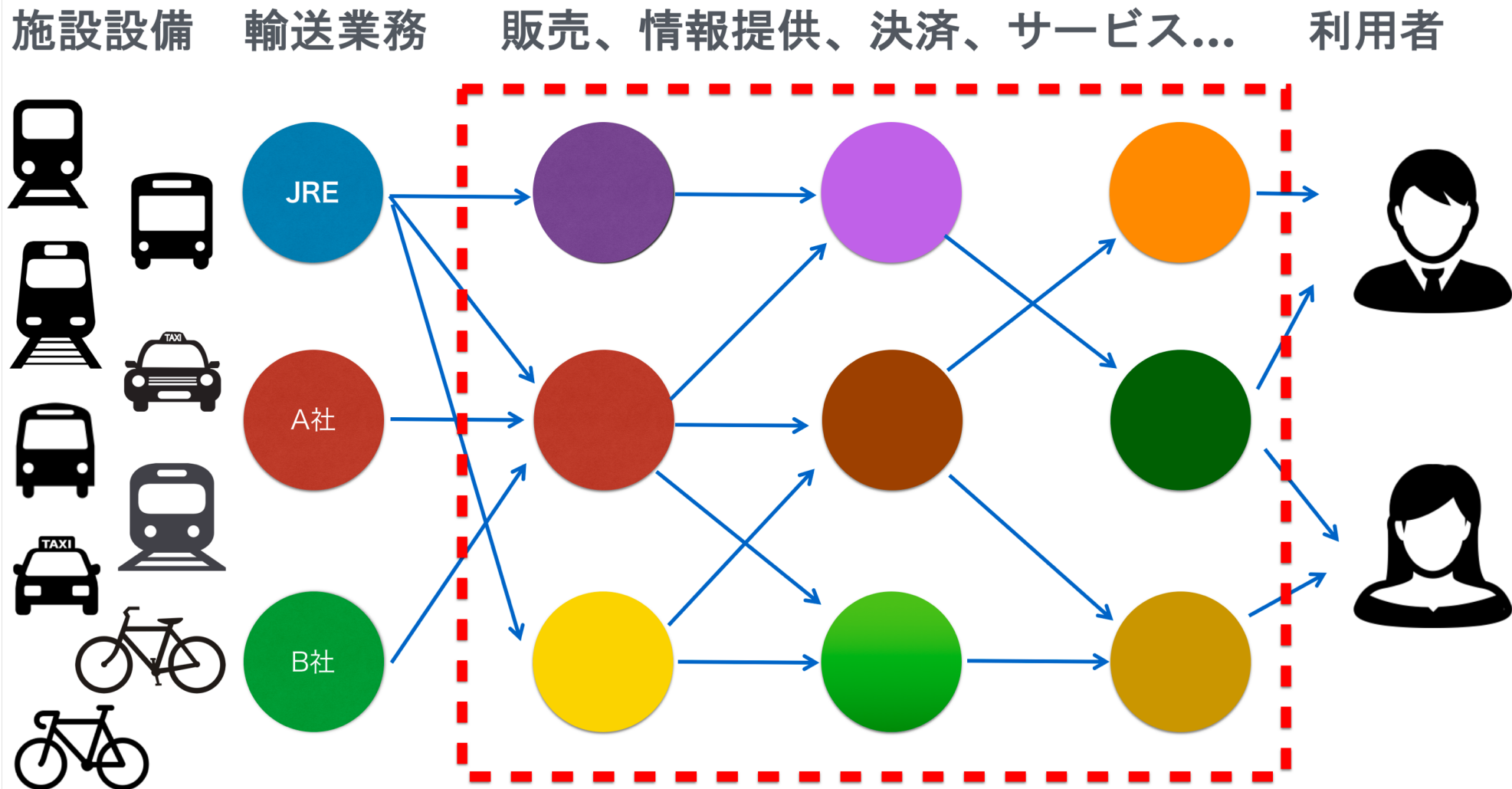
Uber (配車)

バイクシェア

配送



公共交通の分業化、Unbundle-Rebundleによるネットワーク化



公共交通事業の分業化、Unbundle-Rebundleによるネットワーク化

現状の垂直統合型ビジネスモデル（例：金融）

資金保管



資金運用

資産管理サービス

利用者



統合化ビジネスモデル

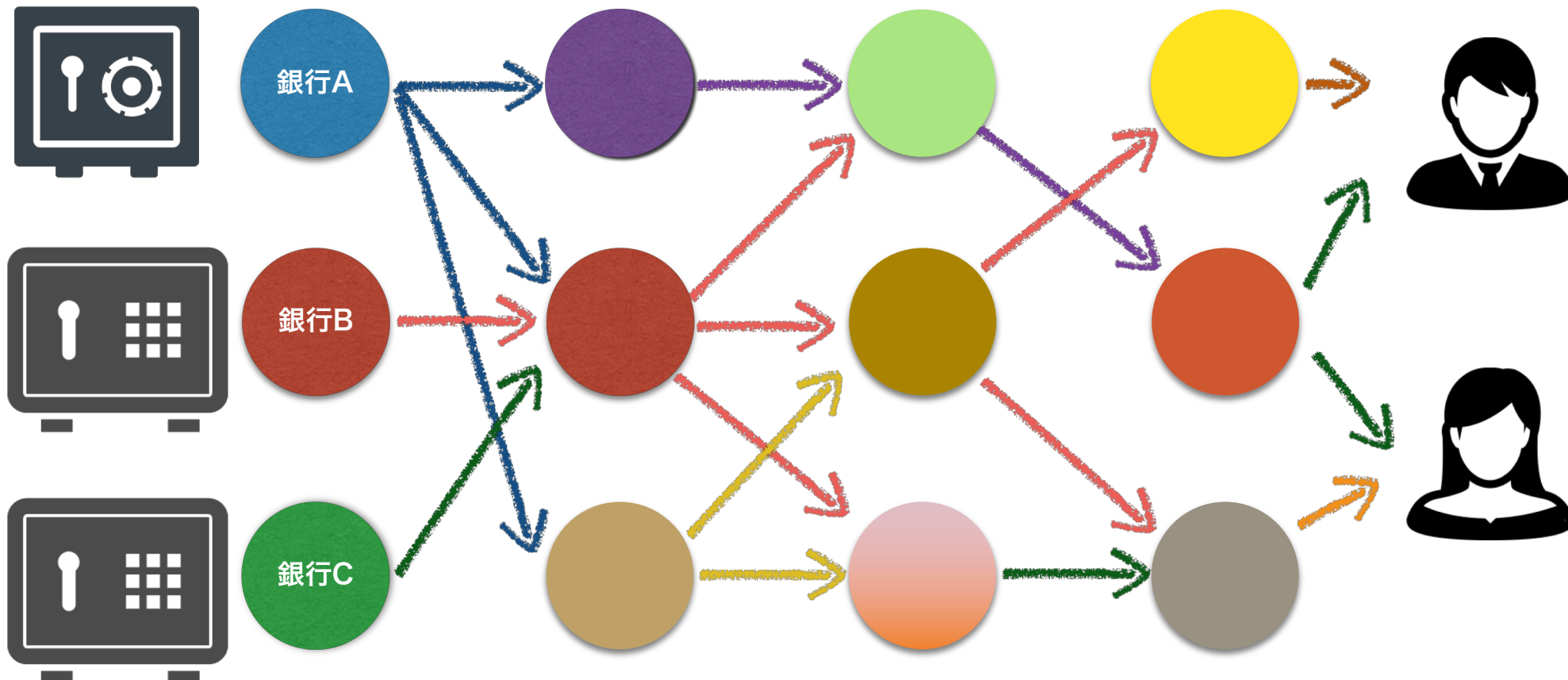
Fintech以後のUnbundle-Rebundleされた世界

資金保管

資金運用

資産管理サービス

利用者



金融サービスのunbundle-rebundle

寡占化・集中化ではなく、むしろ多様化・分散化

社会には集中・集約できない部分が残る

- 空間などの自然環境は必然的に分散した状態
 - ▶ 第一次産業、資源産業、など
- それに応じて人も分散 → 今後も地球上に経済密度が濃い部分と薄い部分が併存し続ける
 - ➔ やはり「100万円×1,788件型ビジネス」のニーズはなくなるのではないのでは？
- 広く薄くのビジネスモデルは、世界にも存在、しかし、米国Silicon Valley的プレイヤーは決して狙わないのでは？（日本の活路？）

寡占化・集中化が進むとはいえ、顧客の多様性は残存

- 多様な顧客へのカスタマイズはどうするか？

- Industrie 4.0が掲げた、**Mass Customization**は本当に可能か？
 - ▶ Mass Customizationできなければ、個々の顧客にカスタマイズするPlayerは残存するはず

データ分野の集中は本当に可能なのか？

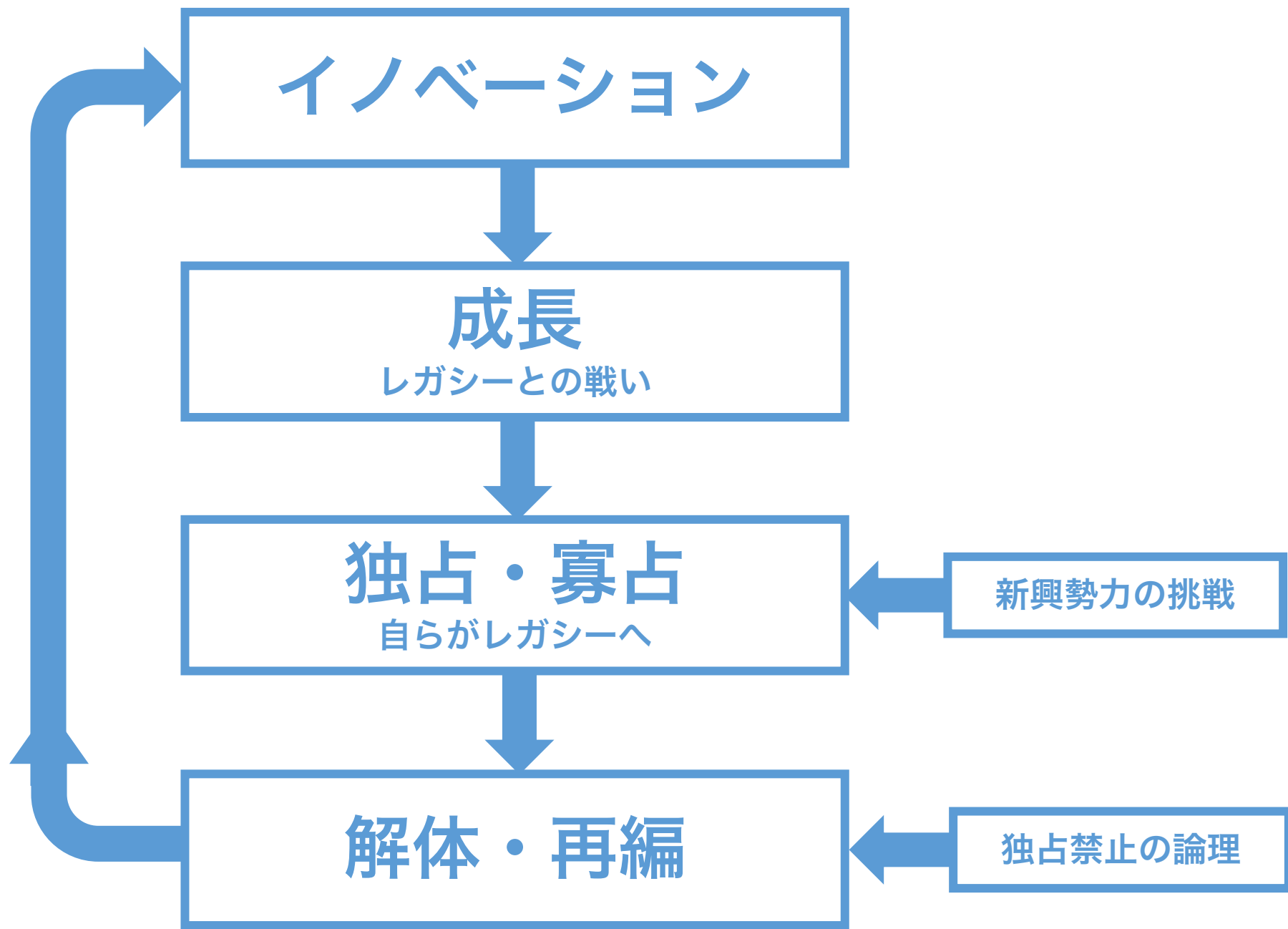
- 今後は、高水準なIntelligenceが求められるなか、一社で全方位対応する「総合型」企業はありえないのではない？

- 特定の専門性に特化し、高水準の人材を世界から大量に集めた**専門特化＋知識集約型企业**
 - ▶ 半導体はこの方向
 - ◆ PC界でのレガシーIntelが寡占化するわけではない
 - ◆ 組込のARM、AIのNVIDIA

- 知識（データ）が集まる階層はおそらく多様化、中抜きになる階層こそに寡占化が進むのでは？
 - ▶ （例）ファブの大規模化、ファブレス企業側は多様化

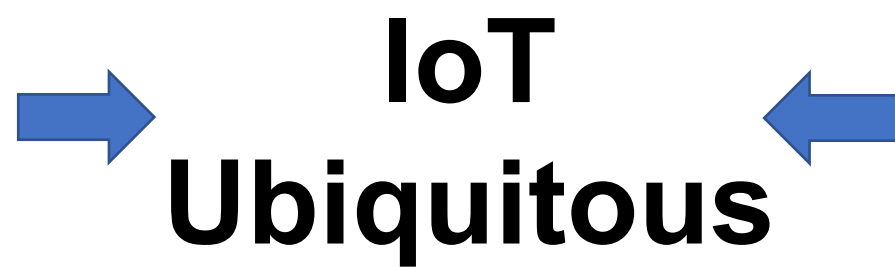
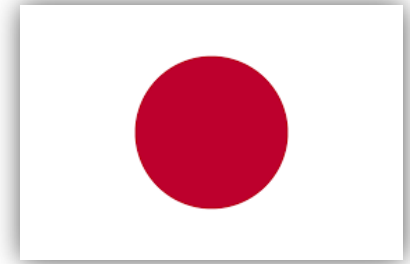
イノベーションサイクル Innovation Cycle

独占と解体の歴史



電信、電話、大型計算機、PC、データ？...

あらゆる分野での現象



ネットの家電化
PCの家電化

家電のネット化
家電のPC化

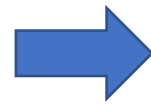


頭脳の機械化

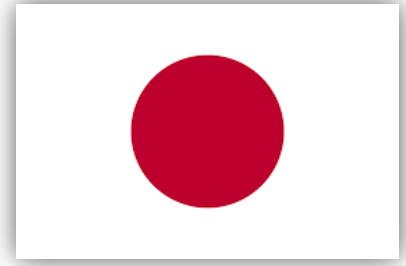
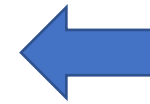
機械の頭脳化



情報産業の
製造業化



**Connected
Industry**



製造業の
情報産業化



ご静聴ありがとうございました。