

# W3C/Keio WAD (Web Architecture Drafting)

## ポジションペーパー 【概要編】

(2017 年 12 月版)

山上俊彦

IoT 事業本部, ACCESS

Email: Toshihiko.Yamakami@access-company.com

**Abstract**—2017 年 12 月下旬のキックオフ、ただちに年末年始の休暇で、世の中が早い成人式 (1 月 8 日) を終えて 1 月 9 日から本格的に企業活動が始まって 1 ヶ月少々しかないうちに、最初の目標の 2 月末はすぐ近くにやってきた。本資料は **Web Architecture Drafting** アドホックのポジションペーパーのうちの 1 本である。

**Keywords**—W3C/Keio, Web Architecture, Policy making.

### I. はじめに

W3C はインターネットにおけるもっとも権威ある団体であると思う。Forbes は W3C Director の Tim Berners-Lee を現代における最も影響力のある百人に選んでいる。日本のインターネット活動は慶應義塾大学が W3C のアジアにおけるホストを引き受けて以来、20 年にわたる先進的な歴史がある。この歴史を引きつぎ、さらに、人類全体にポジティブなインパクトを与えるのが W3C の使命である、と多くの日本会員が感じている。

今回、W3C/Keio において、日本のデジタルエコノミーの今後の根幹を成すような Web Architecture の文書を作ることになった。Web Architecture?, 20 年前なら、それは HTTP と HTML によるハイパーテキスト基盤による世界であった。しかし、現在のクラウドと IoT と AI とモバイルアプリの世界において、Web Architecture とは何であろう。21 世紀において、また、その中における日本において、Web が作り出す「つながる世界」「つながる経済」「つながる社会」「つながる文化」がますます大きな役割を持つことは疑いのないこととして、多くの W3C 日本会員に受け入れられるだろう。

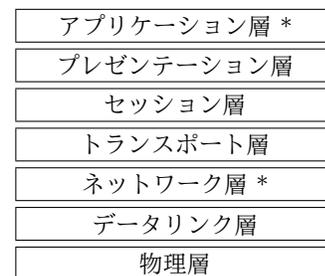
しかし、それを形にするには想像を超えた難題であった。今回、W3C/Keio と日本支部会員の熱意と尽力によって、WAD (Web Architecture Draft) を完成させることのために、ポジションペーパーの 1 本をここに述べる。

本資料は現段階ではアドホックグループの方向性を定めたり、最終形態を決めたりするものではない。

ご笑覧、ご批判いただければ幸いである。

### II. WEB ARCHITECTURE の要素

Web Architecture の要素は次のようなものになる:



\* は遠隔エンティティ間の相互接続がある層

図 1. OSI の 7 層ビューモデル

- レイヤード・ビュー
- API
- ツール群
- 実行基盤
- データの意味記述群
- Best Practices 群
- 規格や技術の相関関係

実際のインターネットにおいては、セキュリティ層が重要になる。しかし、それ以外となると、ほとんどのアプリケーションは単にアプリケーション層で課題を解決しているのが現実である。

OSI の 7 層モデルによれば、プレゼンテーション層でさえ、ほとんどのアプリケーションでは実際にはトランスポート層の上でアプリケーション層と一体で実装されている。oneM2M などはアプリケーション層の下に共通レイヤを持っているが、その共通レイヤは AllJoyn などと結合したときには全く使われず、単なる土管と化している。

古き良き OSI の 7 層ビューモデルを図 1 に示す。この中で OpenFlow などの SDN (Software-Defined Network) はレイヤ 2 からレイヤ 4 ままで一括して扱われる。これを考えると、遠隔エンティティ間の相互接続がある層はアプリケーション層だけになるということかもしれない。

プロビジョニング	シーケンシング	アクション	マッチング
ディスクバリエーション	モニタ	セキュリティ保護	データ転送

図 2. API 群の例

ブラウザ	アプリ
HTML	Web API
HTTP	CoAP
TCP/IP	Non-IP (LPWA など)

図 3. Web API 中心のレイヤ的構成

規格や技術の相互関係といえば、oneM2M のようなものがあるが、浸透しているとはいいい難く、一般に適用できる不偏性を追求した結果、レイヤも界面も抽象的なものになり、インパクトに欠けることになりかねない。

API やツールはどちらかという付加的な位置付けになる。研究レベルでは Things.js など IoT 向けのミドルウェアプラットフォームもあるが、それが直接次世代の Web アーキテクチャを構成するものになるかは難しい。

API は書けばきりがない。あえて API をアーキテクチャ上の要素としてグルーピングして書くと一例は図 2 のようになる。

Web API による API エコノミーがサービスインフラをドライブするという可能性もある。この場合、レイヤ的構成は図 3 のようになる。ここでの Web API は RESTful API を想定している。たとえば、IoT (モノのインターネット) においてもクラウドに連携して Amazon AWS IoT の API を使うとすれば、モノの接点を除けば、エッジからクラウドまでの段階では Web API 中心の構成によって大部分は実現できる。

REST とは REpresentational State Transfer の略である。RESTful API とは REST 原則に基づく Web システムの HTTP インタフェースのことである。REST 原則を図 4 に示す。

RESTful API のバグトラッカーの例を表 I に示す。ウェブアプリケーションが普遍化し、より便利でコンテキストを理解したアプリケーションができるようになって、HTML5 から API の標準化がさかんになった。IoT でもデバイス API の標準化は進んでいる。

1970 年代から 1980 年代にかけて図 5 に示すように 2 つの標準化流派の戦いがあった。

API 派はソフトウェアは最後は API を書くものだからという立脚点だったが、当時の技術ではクロスプラッ

- すべての情報が URI で表現できること
- HTTP をベースとしたステートレスなプロトコルであること
- 情報の内部に他の情報へのリンクを含めることができること
- 情報操作が HTTP プロトコル (GET, PUT, ...) で全て行えること

図 4. REST 原則

表 I. RESTful API のバグトラッカーの例

Path	Method	記述
/tracker/{product-id}/	GET	プロダクト記述とバグレポートを取得
	POST	新しいバグレポートを生成
	PUT	プロダクト記述を更新
	PATCH DELETE	サポートされない プロダクト記述と関連バグレポートを削除
/tracker/{product-id}/{bug-id}	GET	バグレポートを取得
	POST	サポートされない。
	PUT	バグレポートを更新
	PATCH DELETE	サポートされない 当該バグレポートを削除
/tracker/*/*	OPTIONS	リソースに対し許されるオペレーションを発見
	HEAD	リソースに関するメタ情報を検索

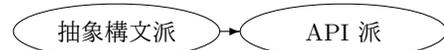


図 5. 1970-1980 年代の 2 つの標準化流派の戦い

トフォームで API が同じように動くことはほとんど期待できなかったため、抽象構文派が勝った。その後、抽象構文派が四半世紀にわたって標準化をリードしたのであるが、今の W3C は API 優勢である。API の標準化によって相互接続性が確保できるところまで実行環境が進化したかと思うと隔世の感がある。API は動きさえすればどう定義してもよく、API の標準化の巧拙を判断する基準はないと個人的には思っていた。実際に API が付加価値を生み出す世界になってみると、現代技術の動的性質が静的性質を凌駕していることに時代の流れを感じる。

HTML5 の標準化に反対した会員企業は稀であるが、IBM と ACCESS は数少ない 2 社である。かつて XHTML のエディタが日本の石川さんだったことを覚えている人は少ないと思う。XHTML は Modularization を進めたが、HTML4.0 のセマンティクスをコピーしなかった。このため、ブラウザのビヘイビアを見るためには古い HTML を参照せざるを得ず、HTML が聖典として残ることになる。

ブラウザ実装者は論理的な整合性よりちゃんと動いて参照しやすい規格を好むので HTML5 が出てくることになる。私は個人的にはこれは退化だと思っているが「ソフトウェアが世界を食う」というトレンドの中では API 優位は今後も進むであろう。

WoT (Web of Things) においては、プロトコルの変換と API を除くと、W3C が本質的にコミットしているのは「モノ」の定義、である。

実際の、Facebook や Google が大量の Web データをマイニングしている領域、あるいは Amazon や Google が AI スピーカーで個人の部屋の中の音声までもすべて格納してデータ解析している領域は、個人的な推測に過ぎないが、標準的な作業はほとんど寄せせず、企業内の内部データ形式が使われている。圧倒的に私企業が 10 億ユーザ単位で個人情報を集めている現実に対して、モノの記述という起点は弱弱しく感ずる。

実際、2000 年代にセマンティック・ウェブが誕生したときにも、あるいはディープラーニングが勃興したこの 5 年くらいも、他人が記述して選択したデータ記述は信用できず、自前主義のデータ定義が跋扈していると個

表 II. 共通根幹テーマの例

項目	概要
Point of Trust	誰が誰、何が何なのかの「信頼」の根源の管理。
意味記述	相互連携する上での、モノ、サービス、カネ、人、企業の意味記述。
ログ	blockchain などオープン管理する上でのサービスのログの標準記法。

表 III. 要求条件の例

項目	概要
電子政府	現在のサービスを電子的に代替し、簡便・高速・手間いらず、を実現する。 個別省庁がデータを保有するのではなく、政府官庁が一体としてデータを管理し、利用コンテキストに基づいてアクセスするという形態にし、不要なインタラクション、重複、冗長をなくし効率化する。
産業	産業のサービス・バリューチェーンを電子化し、連携し、データによる電子的 KANBAN, KAIZEN を推進する。 「データは 21 世紀の石油」を体現し、大量のデータから効率化・高付加価値化の知見を高速・リアルタイムに抽出することを支援する。
UX	ユニバーサル・デザインであり、幅広いユーザ・セグメントにとって使いやすい、障壁の低い、フラストレーションのない UI であること。
安定性・信頼性・可用性	安定性・信頼性・可用性が高いこと。
セキュリティ	なりすまし、盗聴、改ざん、サイバーアタック、マンインザミドル攻撃、などへの耐性が高く、実用に耐える。

人的には思う。

モノと API の連携は自動化と高速化を生む。

### III. 根幹は何？

さまざまなユースケース、サービスを考えた場合、レイヤ構成の Web Architecture を考えるのは至難に近い。逆にいうと IoT と Web(HTML) とアプリの根幹になるテーマは表 II のようになる。ログがアーキテクチャ要素かどうかは疑わしいが、「データは現代の石油」だからまんざらでもないかもしれない。

### IV. 要求条件

ユースケースが抽出されたら、集約し、優先順位を作り、そこから共通の要求条件を抽出する。要求条件を表 III に示す。これも考えればきりが無いが、何かないと議論にならないのでとりあえず、書き始めた。

### V. 未来世界観

#### A. 情報通信による巨大な変化の到来

プロ野球を見ているだけでも、経済の中心は明らかに転換している。プロ野球球団にも新聞や電鉄から情報通信産業に移りつつある経済の重心が表れている。人類がかつてもっていた信念が次々と科学の進展によって打ち破られたようすをルチアーノ・フロリディ教授が「第四の革命」[18] で解説したものを図 7 に模式的に示す。

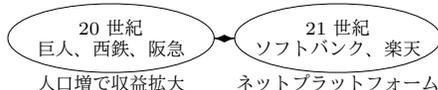


図 6. プロ野球に見る経済の重心の変化

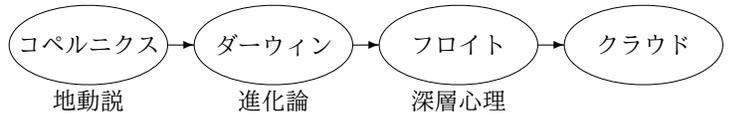


図 7. 科学の進歩による人間の信念の棄却



図 8. ネットの進化のビジョン

人間は世界の中心にしていると信じていたが、地動説に打ち破られた。人間は生物界の頂点にしていると信じていたが、進化論に打ち破られた。人間は理性的だと信じていたが、精神分析に打ち破られた。最後に、知の世界に君臨しているという信念も、その看板を下ろす日が近づいている。% item 人間はずでに「知識の支配者」ではない

数十億人の生活を実際に変革し、新しい当たり前に引き込んできたインターネットの過去 30 年の進化を振り返るのも示唆深い。ネットの進化のビジョンは図 8 に示す ([10] に加筆)。インターネットは PC、モバイル、ソーシャル、の順に始まった。大学の同窓会ネットから始まった Facebook は 20 年で 20 億人になった。もし Facebook がひとつの国だとすれば、世界最大の国である。ビジネスモデルがないと笑われていたが、今や、世界最大の広告代理店であり、その力は米国大統領選挙をも動かしたとも言われる。2010 年くらいに世界の某巨大広告代理店の CEO が敵は Google だ、といったとかいう話がある。そのときは警鐘のつもりだったかもしれないが、10 年もたたずして、いまや現実社会の広告代理店が Google や Facebook と戦うところを想像できないほどになった。デジタルマーケティングの誕生と圧倒の始まりである。

私がインターネットを使い始めたのは 1980 年である。その時にはインターネットで流れるすべての情報を毎日読みつくすことも可能だった。モバイルインターネットは日本では ACCESS が携帯電話上で動くブラウザ技術を NTTDOCOMO に売り込んだ時から始まった。ソーシャルインターネットは DeNA や GREE が開始 3 年で 1000 億円の売り上げをあげる急成長ビジネスの原動力になった。私はこのとき「仮想世界錬金術」という本を上梓させていただき、ソーシャルなファクターがコンピュータによる行動誘導を通じて世界を変えていくことを述べた。ソーシャルなインターネットはソーシャルグラフを通じてサービスを伝搬させる。これは 1890 年にラジオが発明されて以来の大発明だと BJ Fogg 教授は述べている。人間の定義は変わり、「携帯電話でゲームをする生き物」になった。これは後戻りできない変化である。

今は「ソフトウェアが世界を食う」が始まったところであり、デジタルエコノミーの入り口、IBM や Gartner の言うデジタルトランスフォーメーションの始まりである。このあと、シンギュラリティが起こり、最後はシンギュラリティエコノミーになる。人々はシンギュラリティの中で社会構築を模索する [12] [6]。

表 IV. 「つながる」の未来の世界観の一例

ケース	概要
従来	人間がアクションし、あるいは機械が設定されることによつて「つながる」。
未来	高水準ゴールが設定され、ゴールが解決することによって人間用あるいは「モノ」用アプリケーションが相互作用する。データ解析やセキュリティ保護やプライバシー保護などもゴールベースで定義される。

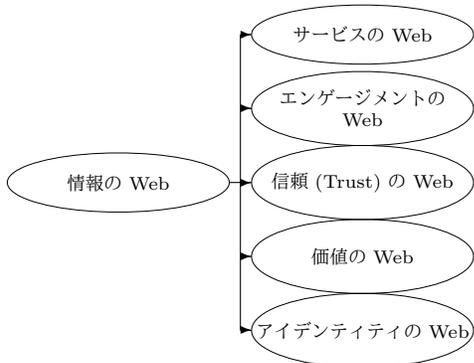


図 9. 「つながる」(web) の高水準概念へのシフトの例

### B. 「つながる」の未来世界観

先進的なデジタル経済を構想する上で、次世代の「つながる」とは何かを考えることが重要である。20 世紀にはデータ交換ができるだけで大変なブレイクする一であった。今やなにもかもが通信可能という点ではつながってきている。更に高次のセマンティクスにおいて「つながる」、次の「つながる」とは何かというのは挑戦的な課題である。

相当、実際になんでもつながってきており、さらに技術的だけでなく、社会の変革も起こっている。FinTech 先進国の中国では、WeChat Pay や AliPay が経済社会のありかたまでも現実に変えて、WeChat Pay によって現金を持ち歩かなくなってきた。想像を超えて進む現実変化の前に、さらにその次の「つながる」を構想するのは相当困難である。

「つながる」の未来の世界観の一例を表 IV に示す。高水準のゴールベースは研究的には面白いが、政策提言的には難がある。それとも AI 時代だからいいのかもしれない。議論の余地あり。

図 9 に示すように単にデータが交換されるだけでなく、サービス、ビジネス、価値、安心・安全やエンゲージメント（参画、関与）が重要になってくる。

サービスの Web は Web API で実現しつつある。

エンゲージメントの Web は完全には実現されていないが Facebook などの実名 SNS はその第一歩になる。

信頼の Web はまだまだ道半ばである。アルゴリズムと高速計算が駆動する迷惑メールと詐欺メールの大量生産を防ぐために何かの高速で自動的なメカニズムが必要なことは間違いない。

サービスの Web はビジネスの Web につながる。ここではビジネスの Web をより広くとらえて、価値の Web とした。情報飢餓時代には単に情報を交換するだけで価

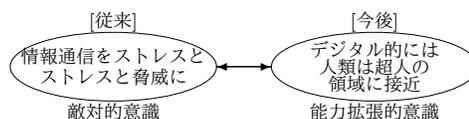


図 10. デジタル的には人類は超人の領域に近づいている

表 V. デジタル化で人類が超人化している例

例	概要
通信	電波の届かないところのない限り、世界中のどこにいる友人とも一瞬につながって顔を見ながら無料で会話できる。
旅行	世界中の遺跡、大通り、建築物、などに一瞬で行って、周りの様子を無料で見学ができる。場所によっては美術館の中や海底でも見られる。
研究	世界中のほとんどの研究論文に電子的にアクセスしタイトル、要約、時には全文すべてを無料（時には有料で）読むことができる。
予約	世界の 400 を超える航空会社の飛行日程を組み合わせて、最短時間、あるいは最安のルートをたちまち無料で検索できる。
交友	どんな政治家、実業家、宗教家、エンターテイナーであろうとも、友達との友達くらいでたどって無料でコンタクトすることができる。
移動	一瞬で近くにいる一般ドライバーに自分の移動要求を伝え、タクシーよりしばしば安い料金で目的地まで運んでもらえる。
投資	インデックスファンドや ETF によって世界中のほとんどすべての株に平均的に投資することがクリックひとつでできる。
位置判定	世界中どこにいても現在位置を非常に高い精度によって判定できる。写真によっては撮影位置について同じような位置判定ができる。
写真	撮影した写真を容量無制限にクラウドに保存できる。

値があった。情報洪水時代には価値のない情報は邪魔なだけである。価値の Web をどう創るか、も道半ばである。成果報酬制の広告はバナー広告に比べれば進歩しているともいえる。一方、リターゲティング広告によっていっそうぎくなっているともいえる。広告主の価値提供とは別の意図で一度でも Web を見れば、それに関する広告がひたすら表示され続けるからである。

アイデンティティの Web は「人間のアイデンティティ」とは何か、という課題に行きつく。これも Facebook などで一部は実現されているが、まだ技術先行であり、アイデンティティの価値が Web で最大に高められているとは言えない。むしろ、プライバシーの危機は高まっているとも言える。欧州では、EU 一般データ保護規則 (GDPR) が 2018 年 5 月から適用されようとしているが、どのようにしてアイデンティティの広い認識と個人の保護を両立させるかは難しい課題である。

ネットが労働環境と産業環境に変化を与えているのを脅威だと感じている人も多い。実際には、図 10 に示すようにデジタル的には人間は超人の領域に近づこうとしている。あまりにも身近で当たり前の現代のインターネットが、どれほど恐るべき能力を人間に与えているかは再認識してもよいと思われる。

人間が超人化しているという違和感を覚える人も多いと思う。人間が超人化している例を表 V に示す。

これらはほんの数十年前まではどんな巨富を傾けても実現不可能なことであった。超人になっても人間が幸せになれないとしたらその理由は人間の内面にある。技術進歩の前にそちらのほうを考察するほうが先かもしれない。

現代のインターネットはかつてのマスメディアと違

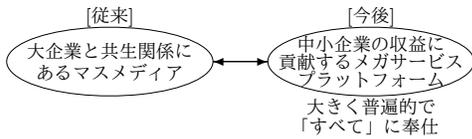


図 11. 中小ビジネスを支援するプラットフォーム

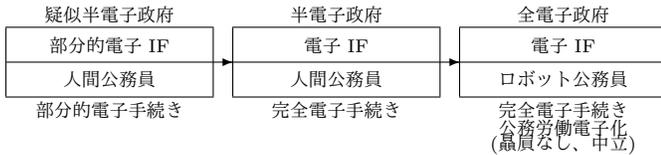


図 12. 電子政府の 3 段階モデル

って、スモールビジネスを支援することが可能になっている。これも注視すべきトレンドである。もちろん、Google、Facebook などは人類史上例を見ない巨大企業である。ただし、そのレベルのプラットフォームは指を折って数えるくらいしか存在しない。しかもそれらとの競争においては時価総額数兆円レベルの企業でも大苦戦している。Twitter や Salesforce が最後には小さすぎて身売りしなければならぬ、というレベルの競争がインターネットにはある。

一方、メガプラットフォームの上では、強力なマッチングとソーシャルグラフの機能を利用してスモールビジネスが繁栄する余地がある。スモールビジネスは起業精神と雇用の確保の上で重要な位置を占めている。

知り合いの税理士事務所の社長さんは SEO だけで倍々ゲームで売り上げを伸ばしている。あるとき SEO のデータを見ていて、平日のクリック率が非常に低いことに気が付いた。どこの税理士に頼むなんていうのはだいたいオーナー社長が決めている。総務部長がどれだけクリックしても関係ない。オーナー社長というのは忙しいので、自分の会社の税理士事務所が不満だと、土日とかに時間を割り当てて代替案を検討する。こういうときに、インターネット系の会社は土日休んでいるので頼りにならない。というわけでこの社長さんは自分でスマホで SEO をするようになった。そうすると面白いように売り上げが増え、その売り上げをまたすべて検索連動広告につぎ込むことによってまた成長している。社長さんは笑って「私がやっていることは税理には全く関係なく、スマホで検索連動広告を最適化しているだけです」とのことだった。

中小企業のオーナー社長というのはいい高齢者である。そのようなセグメントに対してさえ、スマホ向け検索連動広告が大きな効果を持っている、というのは驚きである。他の若い層に対するインターネットの支配的効果は押し知るべしである。

### C. 未来の電子政府

デジタル経済を支える政府も新しいデジタル化の洗礼をあげていくと予想される。電子政府の 3 段階モデルを図 12 に示す。

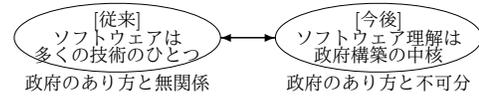


図 13. ソフトウェアが世界を食う時代の政府のあり方

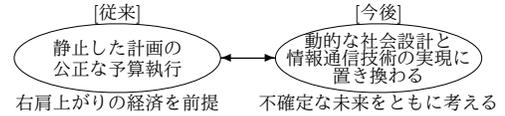


図 14. 多くの政策は情報技術の実現に置き換わる

第一段階の疑似半電子政府というのは 21 世紀初頭に試みられた、「電子的にもできる」政府手続きを提供する政府である。さまざまな惰性が働き、このような部分的実現は多くの場合、うまくいかない。日本では、2001 年の「e-Japan 戦略」がこれに該当する。今回は第二段階の半電子政府、を目指す。すべての手続きは電子化必須である。電子化しない場合には特別の理由を明示しなくてはならないことになる。本来は第三段階にいきやすいように第二段階を定義すべきであるが、ロボット公務員による政府というのは人間も悪いし、デリケートな問題を多く含むのでここでは議論しないことにする。

「ソフトウェアが世界を食う」[1] 時代の政府のあり方を図 13 に示す。かつては机上の計画に基づき、静止した長期計画が与えられ、粛々と公正な予算執行をしていた政府の役割は、国民とともにプロセスの中で考えるように変わっていく。この変化を図 14 に示す。例えば、犯罪履歴者の貧困対策も警察や検察や福祉関係部署の個別の施策ではなく、長期的な公的機関との交流記録を踏まえた、実際に個別の犯罪履歴者がどうなっているかのトラッキングを可能にする。犯罪服役者の就業困難と再犯は大きな社会問題であるが、単なる個別施策ではなく、ワークフローとして、時系列的データ捕捉を通して、行政プロセス自体が、問題をより深く理解し、解決方法を生み出していくプラットフォームとして機能するようになる。大量のデータを正確に記憶して連携させ推論するデータ解析プラットフォームがなければできない作業である。

情報通信技術による社会設計と運用による現状認識による問題解決サイクルを図 15 に示す。

米国の貧困者支援対策（フードスタンプ）でも、対象者の把握、通知、スタンプの配信などのプロセスが情報通信で連携することによって、さまざまなプロセスの問題、ユーザビリティ、などの課題がリアルタイムで把握され、問題解決に役にたっている。情報通信技術は単なるポイントでの便利なサービスではなく、問題解決のフィードバックサイクルの中に深く埋め込まれつつある。また、そのようなフィードバックサイクルを政府機能の中に埋め込み、問題に高速に対応できる行政機能が求め

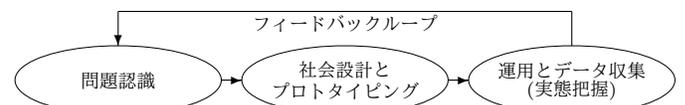


図 15. 情報通信による問題解決サイクル



図 16. 18 世紀からの政治風景の変遷

られている。

#### D. 高速計算が世界を動かす

ソフトウェアの進展はさまざまな領域に影響を及ぼしている。例えば、ウイルスチェッカーである。インターネットのウイルスチェッカーはほとんど機能していない。ウイルスを送るたびにソースを変更してコンパイルしなおせば、ウイルスは毎回違ったプログラムとして送信される。いくらウイルスをチェックして登録しても同じウイルスは二度とこない。ウイルスチェッカーという概念自体がソフトウェア化によって無意味になっている。

高速計算もそうである。Flash Boys [17] で問題になったように、機関投資家は高速計算で株式取引をしている。0.1 秒は計算機にとって十分に長い。人間の投資家が反応するよりも早く、証券取引所と高速回線、高速コンピュータで結んだ機関投資家は圧倒的な技術優位性を投資効果に変えることができる。

ユーザがクリックする 0.1 秒の間にユーザの属性を判定し、その属性に合う広告主の間でオークションをやって最高値をつけた広告を出稿する。それが現代のウェブ広告である。0.1 秒には人間が介入する余地がない。

計算機の高分散プラットフォームは政治風景さえ変えつつある。図 16 に 18 世紀からの政治風景の変遷を示す。マスメディアがない時代には人々はそれぞれ地域毎に生きていた。情報は地域で地産地消されていた。情報の権威は地域毎に確率された。

新聞、ラジオ、TV などのマスメディアが確立すると、それらの影響圏毎に国民アイデンティティが生まれ、国語が生まれ、国民国家が形成されていった。

やがてインターネットが生まれ、SNS が人間の生活や情報接点の中心になると、予想もできない分断国家が生まれてきた。その最先端の例が 2016 年米大統領選挙であった。すでに 2012 年の米大統領選挙において、オバマ陣営は SNS を強力に使い、スイングステートの投票者掘り起こしにソーシャルグラフと SNS による影響者判定に力を発揮した。共和党側もグロースハックを駆使し、資金集めに SNS を利用したので、どちらも SNS 時代をフル活用していた。

2016 年の米大統領選挙はトランプ大統領が勝った歴史的選挙であった。オバマ時代から分断されてきた米国の分断はさらにはっきりした。それは単なる党派、意見の分断に留まらなかった。SNS の個人的に最適化するニュースを送信する技術は政治的にも最大限に利用された。共和党右派と民主党左派に送られるニュースは同じ米国の同じ政治状況を表すものとは信じられないほどの分断を示していた [2]。全く違う情報をもとに投票するのであるから状況認識も判断も違い、妥協などあり得るはずもない。SNS が駆動する現代の分断性、不透明性、非妥協性、不寛容性がそこにはある。

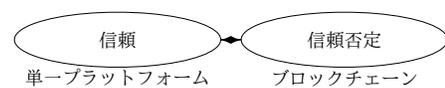


図 17. 現代における信頼と信頼否定のせめぎあい

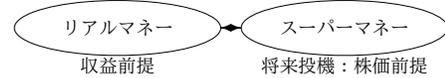


図 18. 21 世紀を動かすスーパーマネー

分断された社会には信頼の否定が技術的にももたらされている。図 17 に示す。

信頼技術と信頼否定技術はどちらも強力になり、どちらによっても社会を成立させられるようになってきている。これを選択するのは国民自身である。

もともと現在のブロックチェーンブームを見ると、昔の 1990 年代のインターネットブームを見るようである。「インターネットって何?」という疑問が「インターネットは HTML、では HTML の会社を買え、HTML の会社といえばオン・ザ・エッジ」という流れになり、オン・ザ・エッジ改めライブドアがスーパーマネーの力を借りてリアルマネーの世界に殴り込みをかけたのである。

ライブドアの挑戦は実らなかったが、改めて、ふりかえると、そこに 2 つの流れがある。図 18 にリアルマネーとスーパーマネーのせめぎあいを示す。今や富の源泉としてのスーパーマネーは世界を席卷している。富の不平等を生み、新規事業を投資マネーによるギャンブルに変えている。

もうひとつはリアルマネーとの戦いに敗れた堀江貴文氏が有形希少資源から無形希少資源への転換をとらえ、関心を独占することによって富を創り出していることである。電子社会への転換は物理社会での富の源泉からの転換を示している。図 19 に情報爆発による単位情報あたりの関心の減少による「関心」の希少資源化へのシフトを示す。

#### E. 未来の「アプリケーション」

つながるとは何か、ということを考える上では単なるデータ交換ではない、さらに意味的に高次元なレベルを考えることが必要になる。

グローバルに相互接続できるものは OSI の 7 層ビューモデルではネットワーク層とアプリケーション層しかない。ネットワーク層の「つながる」は完成し、次の付加価値はアプリケーション層において作られる。次の付加価値の源泉を考える上で「アプリケーション」の新しい意味を考えることが必要になる。

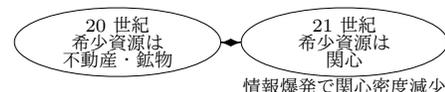


図 19. 希少資源の転換：21 世紀に関心経済

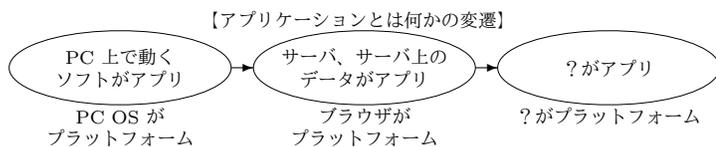


図 20. アプリケーションとは何かの変遷

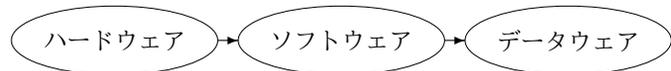


図 21. ハードウェア、ソフトウェア、データウェア: コンピュータの機能実現の遷移

アプリケーションとは何かということについて Tim O'Reilly [2] が非常に興味深い示唆をしている。これを図 20に示す。

人々は PC やスマホの上で動くブラウザをアプリケーションだと思っているが、実際には、ユーザが享受する利便性の本質はサーバ側で動くソフトウェアやそのソフトウェアが読み込むデータの中にある。つまり、サーバ側にあるコードとデータがアプリケーションであり、それをユーザのために動かすプラットフォームがブラウザなのである。

この次の遷移は何かを洞察することが重要である。すなわち、「次世代のつながるを動かすアプリケーションとは何で、そのアプリケーションをユーザに提供するためのプラットフォームとは何か」、という問いに答えることにある。

アプリケーションもソフトウェアコードによって作られるかどうかは定かではない。私は Tim O'Reilly がハードウェア、ソフトウェア、インフォウェアを 1998 年に提起 [2] したことから、データウェアと呼んでみたい。図 21に示す。データ + 機械学習のアプローチのほうが、アルゴリズムをプログラミングするよりも開発コストが安上がりになりつつある [8]。従来のようにアルゴリズムを静的にプログラミングするのではなく、データを分析し、アルゴリズムを動的に生成するというアプローチが採用されることが増えている。このようにしてデータと AI の組み合わせで作られる機能構築方法ここでは「データウェア」と呼ぶことにする。データウェアがソフトウェアを駆逐していく可能性もある。

### F. ソフトウェアは何を定義するか？

API を定義するという事は図 22に示すように何かをソフトウェア定義することである。現行のソフトウェア定義された何物かの例を表 VIに示す。

このトレンドは続くと思われる。今後の「ソフトウェアで定義される何物か」の例を表 VIIに示す。

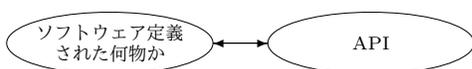


図 22. ソフトウェア定義された何物かと API の関係

表 VI. 現行の「ソフトウェア定義された何物か」の例

例	概要
OS	Software-Defined Computer. コンピュータの機能である計算や記憶を API を介して使えるようにしたもの。
SDN	Software-Defined Network. ネットワークのリレーやスイッチやルーティングを API を介して使えるようにしたもの。
SDS	Software-Defined Storage. 物理層の実現を仮想化して、Amazon S3 のように API で利用できるようにしたもの。

表 VII. 今後の「ソフトウェア定義された何物か」の例

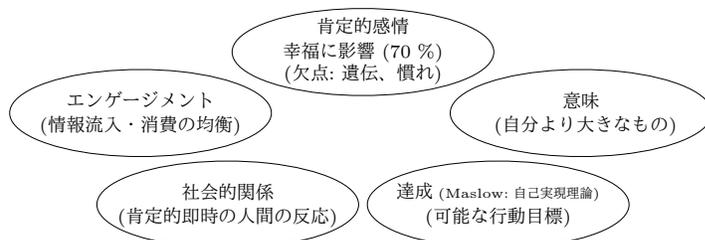
例	概要
SDGOV	Software-Defined GOVERNment. 行政機能 (申告、納税、問い合わせ、登録など) を API を介して使えるようにしたもの。
SDECO	Software-Defined ECOnomy. 発注、決済、照会、領収、報告書、トラッキング、マッチング、警告などの経済関 API を介して使えるようにしたもの。
SDSOC	Software-Defined SOCIety. 共感や帰属や信頼など社会の機能を API で利用できるようにしたもの。
SDHAP	Software-Defined HAPiness. 幸せの機能を API で利用できるようにしたもの。

なお、定義される対象が一文字だと SDG が Sustainable Development Goal なのか Software-Defined Government なのか区別がつかないので、この表では 3 文字にしてみた。

この中で、一番、議論になったのは SDHAP、ソフトウェア定義された幸福である。世界の国が経済大国を目指し GDP(国民総生産) の拡大を目標にかけ、毎日、経済指標をテレビや新聞で流し続けたら、人間はそれを目指すようになってしまう。では幸せを目指すためには GDH(国民総幸福) の拡大を目指そう、というのがブータンである。これは素晴らしいアプローチであるが、残念ながら、幸福を一次元的に測るのは無理である。行動経済学の興隆を見てもわかるように人間の幸福は「期待」と「プライミング」に影響されるからである。しかし、一次元でなければ、個人ひとりひとりについて人造幸福を制御することは決して不可能なことではない。ポジティブ心理学による幸福の 5 つの要素を図 23に示す [9]。

世界のスマホのゲーム売り上げはどんどん伸びている。例えば、身近な日本の例でいえば、2016 年の国内ゲーム市場規模は過去最高の 1 兆 3801 億円 (ファミ通調べ) で、スマホを含むオンラインプラットフォームが 75 % を占めている。実際にオンラインプラットフォームのゲームをしているユーザの頭の中にはノルアドレナリンやドーパミンがどんどん出ている。

インターネットを介して脳内に麻薬を打ち込んでいるのと同じである。API によって脳内に麻薬をうちこむ



・ソーシャルアプリ → 「幸福」のデジタルハッキングの一形態

図 23. ポジティブ心理学による幸福の 5 つの要素



図 24. SDGOV のアーキテクチャの一例

表 VIII. 21 年前との時価総額上位企業の比較 (カッコ内は時価総額 (単位兆円))

順位	1996.12.5	2017.10.11
1	NTT (13.2)	トヨタ (22.6)
2	トヨタ (12.2)	NTT (10.9)
3	東京三菱銀 (10.5)	ソフトバンク (10.5)
4	住友銀 (6.1)	三菱 UFJ (10.2)
5	第一勧業銀 (5.7)	NTT ドコモ (10.1)
6	富士銀 (5.5)	KDDI (7.6)
7	日本興行銀 (5.4)	JT (7.4)
8	三和銀 (5.2)	キーエンス (7.3)
9	松下電器産業 (4.2)	ゆうちょ銀 (6.3)
10	野村證券 (3.6)	任天堂 (6.2)

技術、それがオンラインゲーム、とくに 24 時間持ち歩くスマホゲームなのである [9]。

Web Architecture としてフォローするのは SDGOV, SDECO であり、SDSOC、SDHAP は今後の課題になりそうだ。

SDGOV のアーキテクチャの一例を図 24 に示す。

Facebook, Google, Amazon, など、新しい企業がトップに上りつめる米国産業界に比べて日本企業の新陳代謝は今ひとつである。

2017 年 10 月に日経平均が 21 年ぶり高値を付けた段階での 21 年前との時価総額上位企業の比較を表 VIII に示す [13]。

民営化株が加わり、銀行株が低迷し、情報通信株が伸びたといえそうだが、産業を塗り替える企業が出てきたとはいいがたい。

比較年次は違うが表 IX に示すように世界の時価総額企業トップ 10 は大幅に入れ替わり、トップ企業の時価総額は大幅に伸びている [14]。ソフトバンクを除くと、日本で携帯電話キャリアインフラ企業以外の情報通信企業が伸びていないという点から、イノベーションを促進する文化的背景についても考える必要がある。

18 世紀以後の産業革命を本質的には千万人単位の遊休労働資源の遊休活用と見れば、図 25 に示すように 21 世紀に残るフロンティアは女性、シニアとなる。

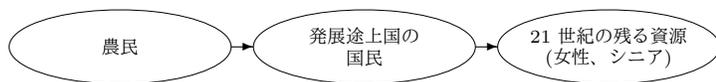


図 25. 産業革命以後のイノベーションが活用した遊休資源を持つフロンティア

表 IX. 1992 年末と 2016 年末時価総額上位企業の比較 (カッコ内は時価総額 (単位億ドル))

順位	1992.12.31	2016.12.30
1	エクソンモービル (759)	アップル (6176)
2	ウォルマートストアーズ (739)	アルファベット (Google) (5386)
3	GE (730)	マイクロソフト (4832)
4	NTT (713)	バークシャーハサウェイ (4016)
5	アルトリア・グループ (693)	エクソンモービル (3743)
6	AT&T (680)	アマゾン・ドット・コム (3563)
7	コカコーラ (549)	フェイスブック (3324)
8	パリバ銀行 (545)	ジョンソン・アンド・ジョンソン (3134)
9	三菱銀行 (539)	JP モルガン・チェース (3088)
10	メルク (499)	GE (2795)

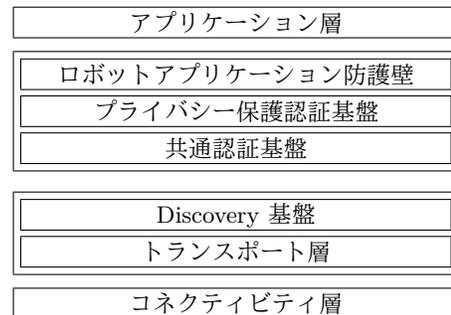


図 26. Web Architecture 第 0.2 版 (2017 年 12 月 20 日 b)

女性やシニアがオンデマンドのリアルタイム・マーケットプレイスに進出することを支援することによって、利用ベース・エコノミーによる産業変革の一翼を担うことになる。Uber に代表されるようなリアルタイム・マーケットプレイスは柔軟に労働する労働者を支えるモデルとしてこのようなイノベーションの考え方と親和性が高い。

## VI. WEB ARCHITECTURE

アーキテクチャのもっとも基本的な形態はレイヤ型のモデルである。レイヤ型モデルは「何を議論しないか」「何を抽象化するか」を明らかにするには便利なものである。Web の広がりを見ると Web Architecture を定義することは困難であるが、一例としてたたき台を示す。

さまざまな技術要素、ユースケース、要求条件、基盤要素の検討を鑑みると、図 26 のような Web Architecture が検討する上での案となる。

W3C TPAC 2017 では、W3C で AI を標準化しないのか、という議論もあった。通常の (古い) 感覚でいえば、AI は明らかにアプリケーション層であり、インターフェース界面としてはアーキテクチャの規定範囲外である。それがどう変化するかは課題である。

次世代の Web の世界観とは何なのか、というのは現代の高度に発達したインターネット・サービスのその次を考える、という極めて難しいチャレンジだった。

表 X. 3つの出力の構成

対象	文書構成
政策立案者向け	イントロ。実現されるサービス（ユースケース）。ランドデザイン（アーキテクチャ）。政策提言1（電子政府）、政策提言2（産業政策）、政策提言3（イノベーション教育）。
経営者向け	イントロ。企業社会の課題。デジタルトランスフォーメーションのランドデザイン（アーキテクチャ）。企業変革提言1（デジタル会社）、企業変革提言2（エコシステムイノベーション）、企業変革提言3（Webによる働き方改革）。
一般向け	イントロ。実現されるサービス（ユースケース）。未来社会に向けて（女性、シニアの活用、総活躍社会）。

表 XI. オープンデータのカテゴリ

カテゴリ	概要
ユニバーサル	普遍的に利用される基本的語彙を定義する。業界横断的な語彙も定義される。
業界	業界で共通で定義される語彙を定義する。産業や領域や地域において共通に使われる語彙を定義する。
組織	組織内で共通に使われる語彙を定義する。ビジネスやサービスや企業体に固有の語彙を定義する。

出力はそれぞれ聴衆別に表 Xに示すような構成になる。

デジタル化することにより、直接連携したり、データを解析して制御したり調和させたりすることができる。

Web Architectureの今後の役割のひとつにオープンデータの基盤を提供することがある。データの記述を共通化することによって、データを共有することが可能である。また、直接データを共有することができなくても、蓄積したデータをあとで解析し、連携させることができる。

オープンデータの記述には表 XIに示すような3つのカテゴリーがある。

2010年代にAIは急速な進歩をとげた。AIの進歩を表 tab:ai-stages-180106に示す。

2012年以後、深層学習は長足の進歩を遂げた。すでに囲碁・将棋の名人が勝てないレベルのAIが出現している。相当高度な知能を体現するAIが生まれた最新事情の特徴を図 27に示す。

1980年代にすでに多層のニューラルネットワークで

表 XII. AIの発展段階

段階(時代)	基本要素	概要
第一段階(1960年代)	ルール	定理証明などの応用を目指し、ルールの蓄積と演繹によって高度な推論を行う。
第二段階(1980年代)	知識ベース	実世界知識やエキスパート知識を蓄積し、高度な推論を行う。
第三段階(2010年代)	深層学習	大量のデータを分散処理し、多層ニューラルネットワークにより高度な推論を行う。

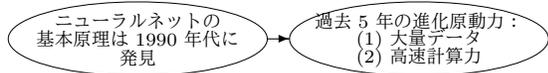


図 27. 高度な知能を実現するAIの最新事業の特徴

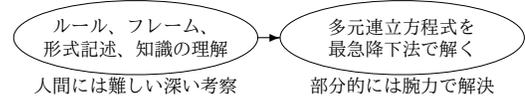


図 28. 深層学習の成功を読んだAIのパラダイムシフト

どのような方程式も解けることはわかっていたが、深いニューラルネットワークを計算するための計算資源がなかった。30年たち、ムーアの法則（18ヶ月毎に計算能力が2倍になる）を単純にあてはめると100万倍になっているわけである。かつて1年かかった計算が1時間足らずでできるようになっていることになる。原理原則の進化以上に、高速な計算資源が利用可能になっている。また、それがクラウドのようなエラスティック・コンピューティングで実現できていることが大きい。

エラスティック・コンピューティングにおいては、電気と同じように、使ったら使っただけ課金する、すなわち、大きな初期投資不要で計算を始められるという利点がある。またクラウドの課金は毎年ムーアの法則を適用して安価になっている。このため、だれでも深層学習のモデル学習を試行錯誤できる。

データが何故重要か、それはAIの進展、特に深層学習と呼ばれる多層ニューラルネットワークの研究の進展を見ればわかる。毎年1.5兆枚以上のデジタル写真がオンラインで共有されている[2]。これらのデジタル写真は深層学習による画像の認識に貴重なデータを提供している。

クラウドによって大量のデータ処理、データ蓄積が可能になった。このことはMicheal Nielsenの深層学習についてのオンラインコース[16]を読めばよくわかる。簡単にいってしまうと深層学習の成功は図 fig:paradigm-shift-of-ai-180110に示すようなパラダイムシフトによってできている。

N個の変数の多元連立方程式はn個の方程式があれば解ける。これは基本的な代数の知識である。

100億個のデータがあれば100億個の連立方程式が解け、1兆個のデータがあれば1兆個の連立方程式が解ける。このことはごく最近まであまり真剣に考えられなかった。

これをくつがえしたのがクラウドによる計算能力の爆発とSNSによるユーザによるデータ投稿の爆発である。世の中には膨大なデータがあり、膨大な計算量を要する多元方程式も工夫して加速すれば解けてしまう、ということである。深層学習の進展をひとことといえば、そういうことだ[15]。

データを収集し、データを解析するプラットフォームとしてのWebが大きな役割を担うことになる。

深層学習の研究が示しているのは「アルゴリズムの巧妙さ<データの多さ」ということである。アルゴリズムの巧妙さ以上に、データが大量にあるということが、学習するモデルの質の向上に貢献する。

Facebook, Google, Amazon, Appleなどのモバイル四強を除けば、個別の企業が世界全体のデータを集めるのは極めて困難である。個別の組織がオープンデータを公

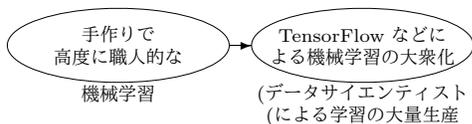


図 29. ツールと知識共有: 深層学習の大衆化による大量生産化

開し、他社の公開データを集積して新しい知識を抽出し、付加価値を作るようになる。

深層学習の興味深いところは、図 29に示すように大衆化による機械学習の大量生産を可能にしているところである。蒸気機関が産業革命を起こしたのは、蒸気機関車や蒸気エンジンとして誰でもエネルギー革命の成果を使えるようになったからである。Google の MapReduce は 2003 年に発表された。2006 年に OSS の Hadoop が公開されるようにこによって、誰もが Google の発明した並列分散基盤を使いこなし、大量計算を行えるようになった。人類の劇的進歩は高度付加価値作業の大量生産によって促進される。

インターネットの本質が「人間がつながる」ことから「データをつなげ利用する」インフラになっていく。

## VII. むすび

Web Architecture は進行していくデジタルトランスフォーメーションを理解し、次のビジネスエコシステムを構想する上での基盤となるものである。20 年前には Web Architecture はブラウザ（当時は単なる一アプリケーションにしか過ぎなかった）を実現するためのプロトコルスタックにしか過ぎなかった。ソフトウェアが世界を飲み込み、世界の産業構造が強くデジタル化を意識する中、すべての産業はデジタル化し、デジタル化を前提に社会と経済を考える必要がでてくる。

世界中で単にデータを送受信するだけなら、フルスケールの「つながる」が実現されつつある。Web Architecture は次のレベルに到達し、次の世代の「つながる」とは何か、を考える上での、世界を洞察するフレームワークとしての存在になっていくと思われる。人とモノと情報がすべて相互につながりあい、単体では作成しえない高いレベルの付加価値を作り、世界の生産性と人々の福祉に貢献するためにはどうすればいいのか、を考えるために、アドホックグループではさまざまな観点から検討を行った。

プロトコル、API、レイヤードビュー、ユースケース、デジタル社会、検討する範囲は広範に及んだ。いくつかの検討は荒唐無稽であり、現実社会との関係がまだ見えないものもあった。また、抽象的なビジネスフレームワークも、具体的な着地点を見つけ、外の議論との整合性を見出すのは困難を極めた。

そのような試行錯誤の中でポジションペーパーは少しずつ作られていった。

本資料はあくまでも 2017 年 12 月時点でのポジションペーパーのうちの 1 本である。今後、さらなる検討の進行を待ちたい。

## ACKNOWLEDGMENT

The author would like to thank Mr. Michimasa Uematsu and Dr. Tomy Kamada for their encouragement.

## REFERENCES

- [1] Mark Andreessen, *Why software is eating the world*, The Wall Street Journal, 2011
- [2] Tim O'Reilly, *WTF? What's the Future and Why It's Up to Us*, 2017.
- [3] Tim Ferriss, *The Tribe of Mentors*, 2017
- [4] John Rossman, *The Amazon Way: 14 Leadership Principles Behind the World's Most Disruptive Company*, 2014
- [5] Peter Thiel, et al. *Zero to One: Notes on Startups, or How to Build the Future*, 2014
- [6] Toshihiko Yamakami, *Framework of Emotion for the Singularity in a Social Context*, ICACT2017, pp. 468-472, Phoenix Park, Korea, February 2017
- [7] Toshihiko Yamakami, *A View Model of API Economy in City Platform as a Service*, ICSESS2017, pp.95-98, Beijing, China, November 2017
- [8] 白石俊平, もう、アルゴリズム自分で書いている場合じゃない? 機械学習が開発手法を変える *de:code 2016* セッションレポート <https://html5experts.jp/shumpei-shiraishi/19195/> 2016
- [9] 山上俊彦, 人造幸福を作り出すコンピュータ技術 ゲームをビッグビジネスにした「夢中」の創造の原理 <https://www.slideshare.net/ToshihikoYamakami/in-japanese-70119797> 2016
- [10] 山上俊彦, インターネットとは何か, <https://www.slideshare.net/secret/pxgqVyVPIgEHgu>, 2017.
- [11] 山上俊彦, API エコノミーとは何か? それはどこへ続く道なのか, <https://www.slideshare.net/ToshihikoYamakami/apieconomyandiotindigitalbusiness-api2017-in-japanese>, 2017
- [12] 山上俊彦, シンギュラリティ哲学: 超知能時代の教養の行方 <https://www.slideshare.net/ToshihikoYamakami/a1706talk-singularityphilosophy170627-in-japanese> 2017
- [13] 日経, 時価総額上位、21 年で様変わり ソフトバンクは 17 倍, <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO22125850R11C17A0EN2000/2017>
- [14] フィナンシャルスター, 時価総額上位企業 (1992 年と 2016 年) / グローバルでは大きな変化、日本は同じ顔ぶれ <https://finance-gfp.com/?p=2042>, 2017
- [15] 山上俊彦, サルでもわかるディープラーニング入門 (2017 年), <https://www.slideshare.net/ToshihikoYamakami/2017-71233526>
- [16] Michael Nielsen, *Neural Network and Deep Learning*: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/> (online course), 2017
- [17] Michael Lewis, *Flash Boys*, 2014
- [18] ルチアーノ・フロリディ, 第四の革命 情報圏 (インフォスフィア) が現実をつくりかえる, 2017