

ICTを取り巻く今までとこれから

情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会（第19回）

2018年3月15日

 株式会社三菱総合研究所

30年前(1985年) ⇔ 現在(2018年) ⇔ 30年後(2050年)



		30年前(1985年)	現在(2018年)	30年後(2050年)
人関係	人口[人]	121,049,000	126,755,000※1	101,923,00※2
	合計特殊出生率[%]	1.76※3	1.44※3	1.44※2
	高齢化率(65歳以上)[%]	10.5※4	27.8※1	37.7※2
	世界人口[百万人]	4,863※5	7,550※6	9,772※6
	都市人口比率[%]	41.2※7	54.0※7	66.4※7
経済指標	国内総生産(PPP)[十億ドル] ※日本の数値は、名目	1,388※8 334,605十億円※9	4,932※10 539,254十億円※11	6,779※10
	世界GDP(PPP)[十億ドル]	12,402.1※10	75,845.1※12	
	我が国のランキング	2	4	8※10
その他	CO2排出量[トン]	182億※13	323億※13	357億※14
	食料需要※15	2000年:44.7億トﾝ = 1.55倍に => 2050年:69.3億トﾝ		
	自動車の年間生産台数[千台]	48,554※16	90,781※17	2億台との予測も ⇒保有台数が20億台に※18

※1)総務省統計局「人口推計(2017年8月確定値)」(2018年1月22日公表)
 ※2)国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成29年推計)」(出生中位(死亡中位)推計)
 ※3)厚生労働省「平成29年(2017)人口動態統計の年間推計」(2018年欄には、2016年の数値を記載)
 ※4)内閣府「平成28年版高齢社会白書(概要版)」
 ※5)総務省統計局「世界の統計」(2012年)
 ※6)United Nations “World Population Prospects” (2017 revision)
 ※7)United Nations “World Urbanization Prospects, the 2014 revision” (2018年欄には、2015年の数値を記載)
 ※8)IMF “World Economic Outlook Database October 2017”
 ※9)内閣府「平成27年度 年次経済財政報告」(1985年度数値)

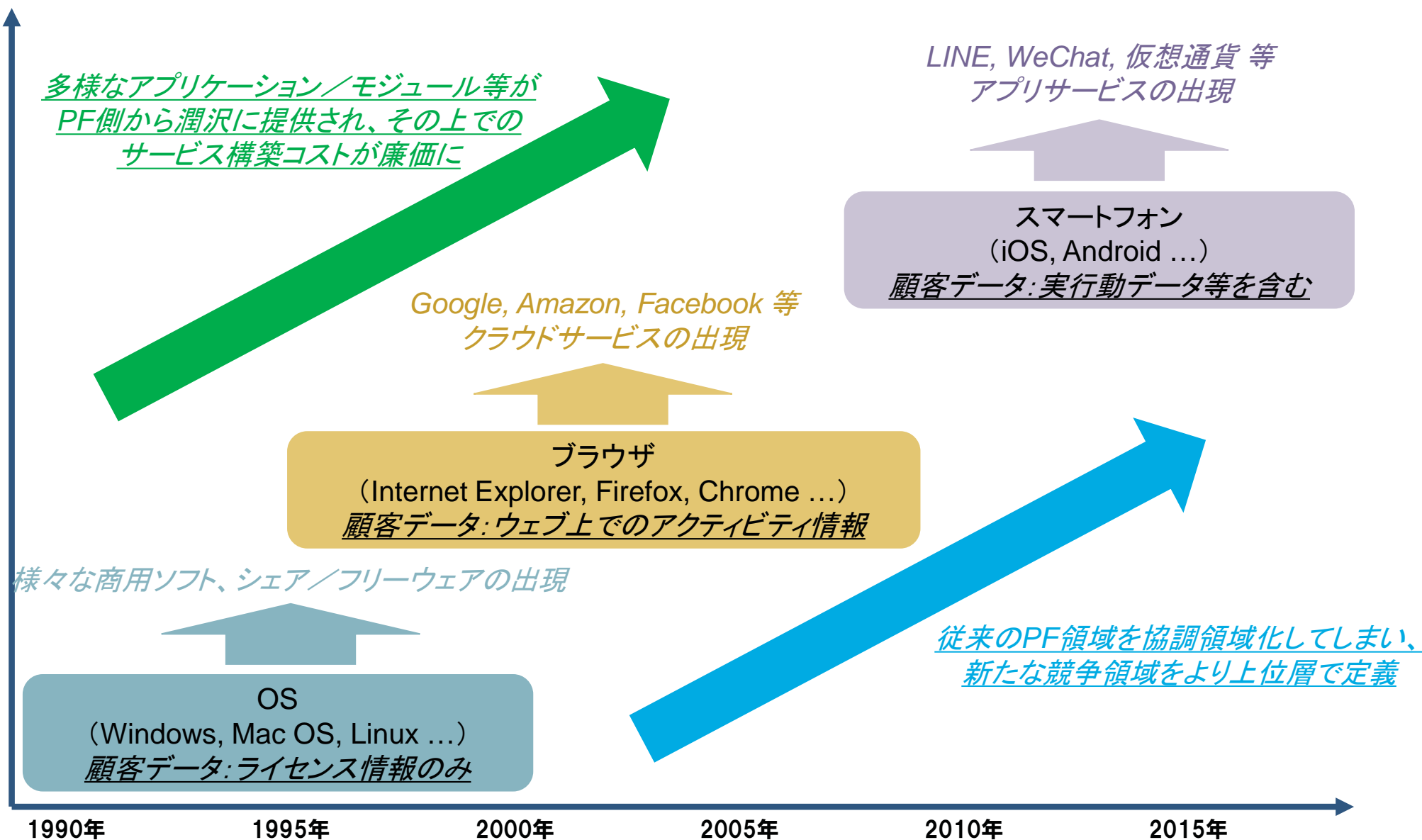
※10)PwC “The Long View How will the global economic order change by 2050?” (Feb, 2017)
 ※11)内閣府「国民経済計算(GDP統計)」(2016年数値)
 ※12)World Bank “Gross domestic product 2016”
 ※13)IEA “CO2 Emissions From Fuel Combustion Highlights 2017”
 ※14)IEA “World Energy Outlook 2017” (2018年欄には、2040年の数値を記載)
 ※15)農林水産省「2050年における世界の食料需給見通し」平成24年9月
 ※16)wikipedia “各国の自動車生産一覧” (1990年値)
 ※17)日本貿易振興機構「2015年 主要国の自動車生産・販売動向」(2016年9月)
 ※18)生活総研「未来年表」

過去30年でICTが変えてきた社会

	30年前	現在	変わったこと
計算機環境	CPU: 数MHz RAM: 数十～数百KB HDD: ～数十MB	CPU: 数GHz RAM: 数～数十GB HDD: 数百GB～	
通信環境	固定電話	スマートフォン	場所に対する制約からの開放 (どこでもコミュニケーション可能に)
	パソコン通信(数kbps程度)	ブロードバンド(1Gbps等)	
ICTの普及に伴い出現したサービス (例)	商店街／百貨店等	EC	時間に対する制約からの開放 (いつでも好きな時に必要な／ 欲しいものを利用可能に)
	レンタルビデオ	OTT	
	通訳等	機械翻訳	言語に対する制約からの開放 (誰とでもコミュニケーション可能に)
	現場作業等	IoT／CPS	場所に対する制約からの開放 (物理現象をデジタルに射影可能に)

いつでも、どこでも、誰(何)とでも、必要な情報のやり取りが可能に

ICTの進展に伴うプラットフォームのシフト



「ICTを使って効率的に」から「ICTだからできる」に

従来

従来、人がやっていたことをICTを使って、
効率的に処理できるように

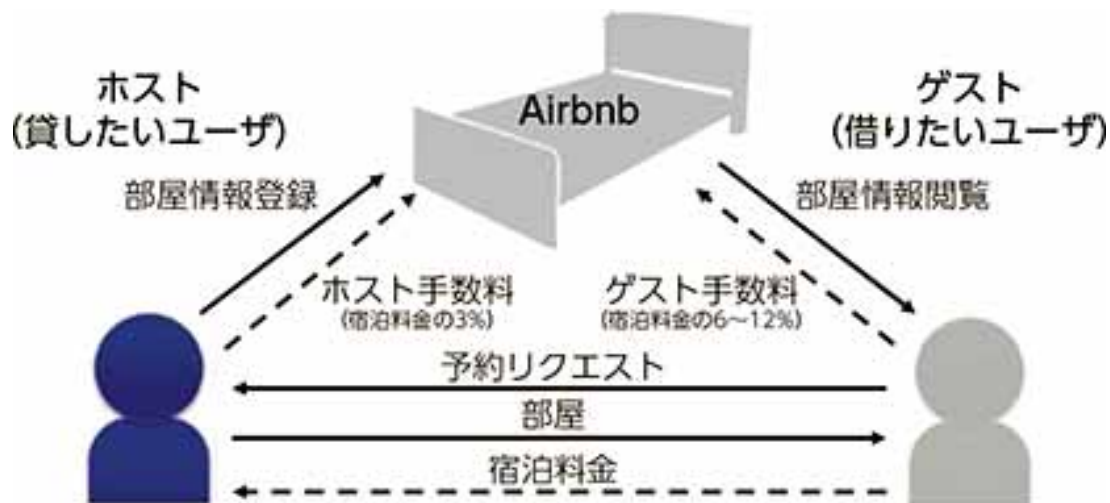
効率化という目的を達成するためのICT
(ICTに対する性能要求を定めやすかった)

最近

従来は、実行上人手でやるのが困難だった
ことが、ICTにより実現できるように

あることを実現するための手段としてのICT
(ツールとしてのICTを、どう組合せるかが重要)

シェアリングエコノミー



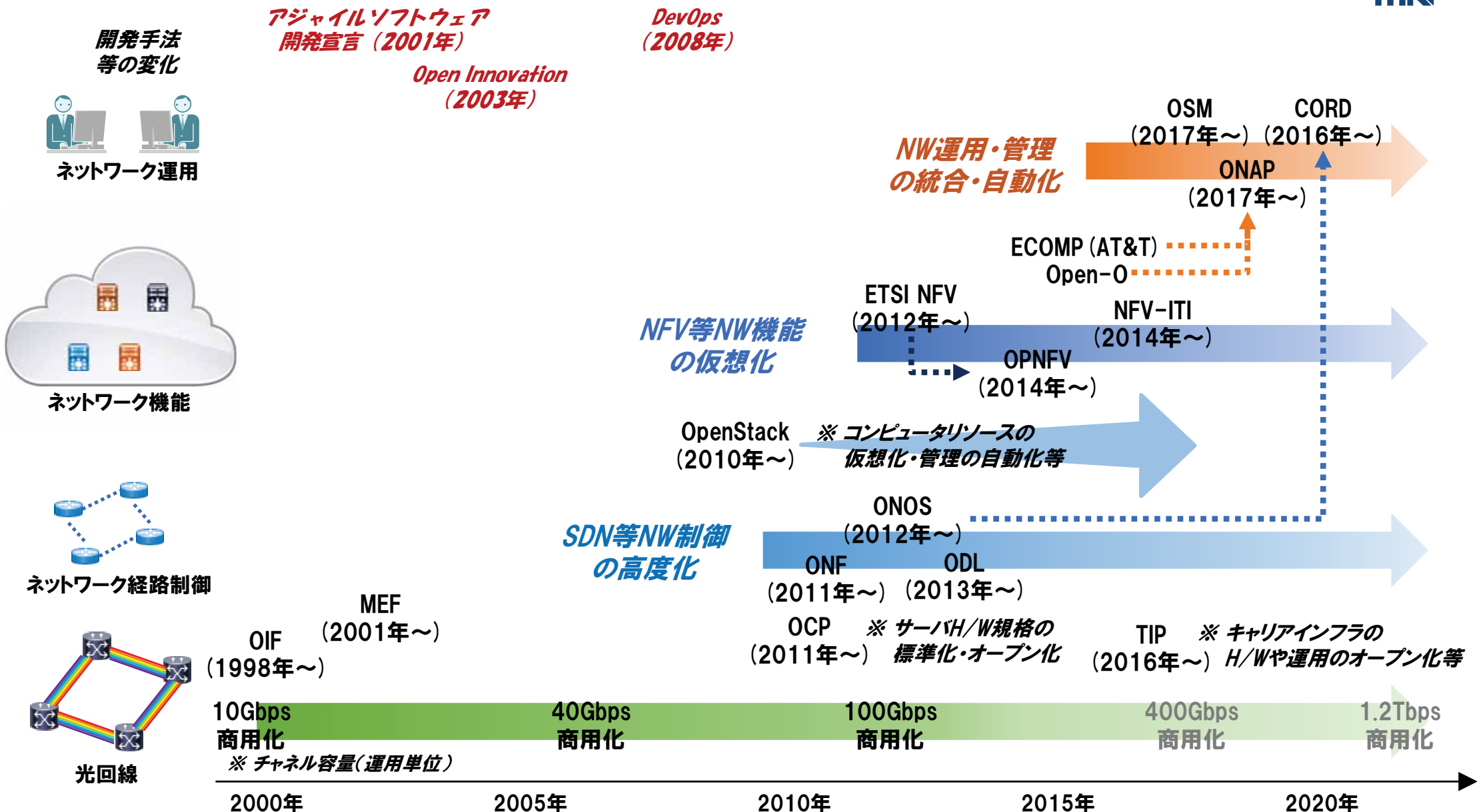
出所) 総務省「平成27年版 情報通信白書」

仮想通貨



出所) <http://www.mri.co.jp/news/press/uploadfiles/nr20170525.pdf>

ネットワークオープン化／仮想化の動向

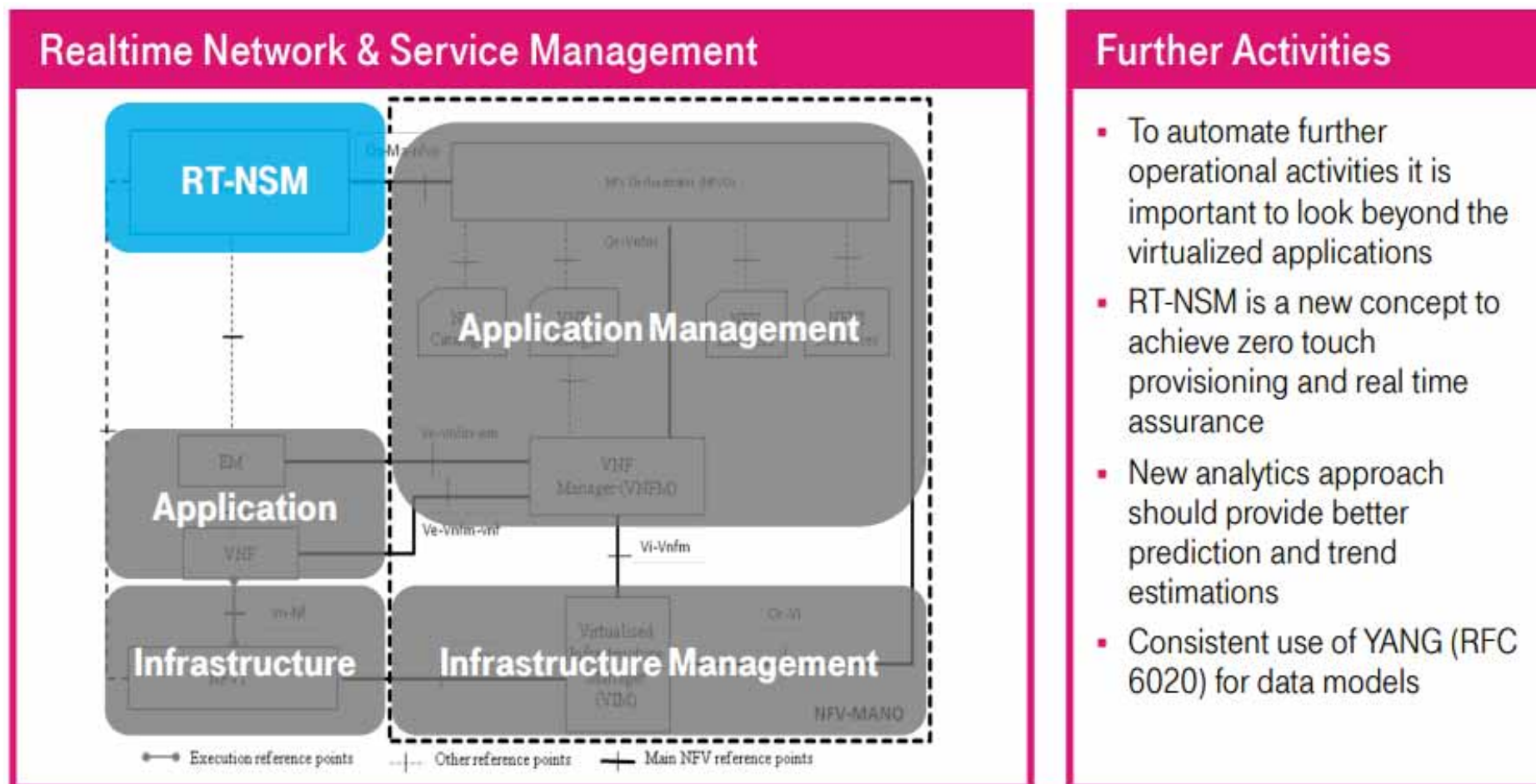


OIF: Optical Internetworking Forum, MEF: Metro Ethernet Forum, ONF: Open Networking Foundation, OCP: Open Compute Project, ODL: Open Day Light, TIP: Telecom Infra Project, NFV-ITI: NFV Interoperability Testing Initiative, OSM: Open Source MANO

【海外動向】 Zero Touch NSM (Network and Service Management)

2017年3月にドイツテレコムが15企業 (Amdocs, China Mobile, Ciena, Deutsche Telekom, DELL EMC, Ericsson, HPE, Huawei, IBM, Intel, Infosim, NEC/Netcracker, Nokia, Orchestral Networks, Telefonica and Viavi Solutions) と連携し、立ち上げた期間限定(3ヶ月間)の産業界プロジェクトで、SDN/NFV等を活用したネットワーク管理の自動化の在り方を検討。

※ PJを立ち上げたという報道はあるが、Webサイトや検討結果等は公開されていない模様

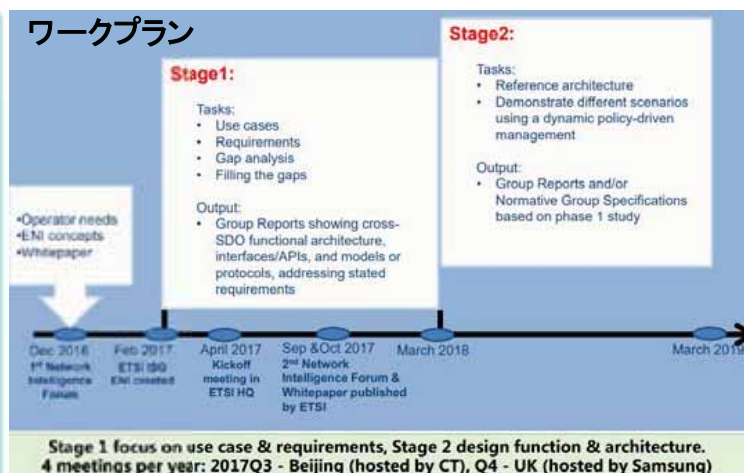
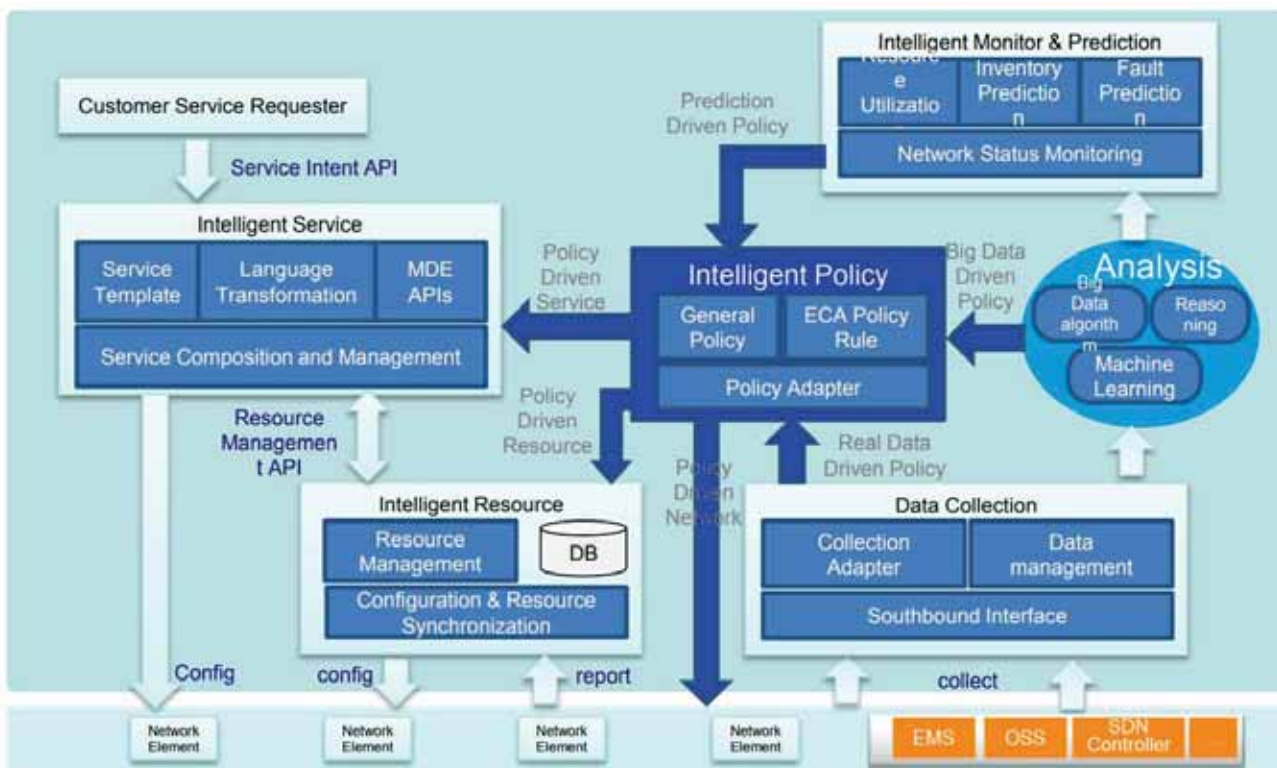


スライド) http://cloudify.co/brochures/DTAG_the_way_to_a_software_defined_operator.pdf
報道発表) <https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/new-approach-for-managing-networks-487382>

【海外動向】ETSI ENI (Experiential Network Intelligence)

2017年2月、ETSIにおいて、人工知能等の活用を通じたネットワーク運用の効率化実現を目指すための検討グループISG ENI (Experiential Network Intelligence) が設立された。約2年間かけて、ユースケース、要求、特徴、機能、ポリシー等の策定(Phase.1)、ENIアーキテクチャの定義及びPhase.1で定義した動的ポリシーマネジメント機能のデモンストレーション等を実施(Phase.2)するとしている。

チェアはHuaweiが務め、ADVA Optical Networking、Amdocs、Cadzow、CATR、China Telecom、Chunghwa Telecom、Convida Wireless、ETRI、University of Luxembourg、Intel、MeadowCom、Portugal Telecom、Samsung、Verizon、WINGS、Verizon、Xilinx、ZTE等20社以上が参加している。2018年3月時点で、Use Cases、Requirements、Context Aware Policy ModelingにおいてFinal draftが、System ArchitectureについてはEarly draftが提出されている。



出所) https://portal.etsi.org/Portals/0/TBpages/ENI/Docs/ISG_ENI_presentation.pdf
 出所) https://portal.etsi.org/Portals/0/TBpages/ENI/Docs/ISG_ENI_Presentationv2.pdf

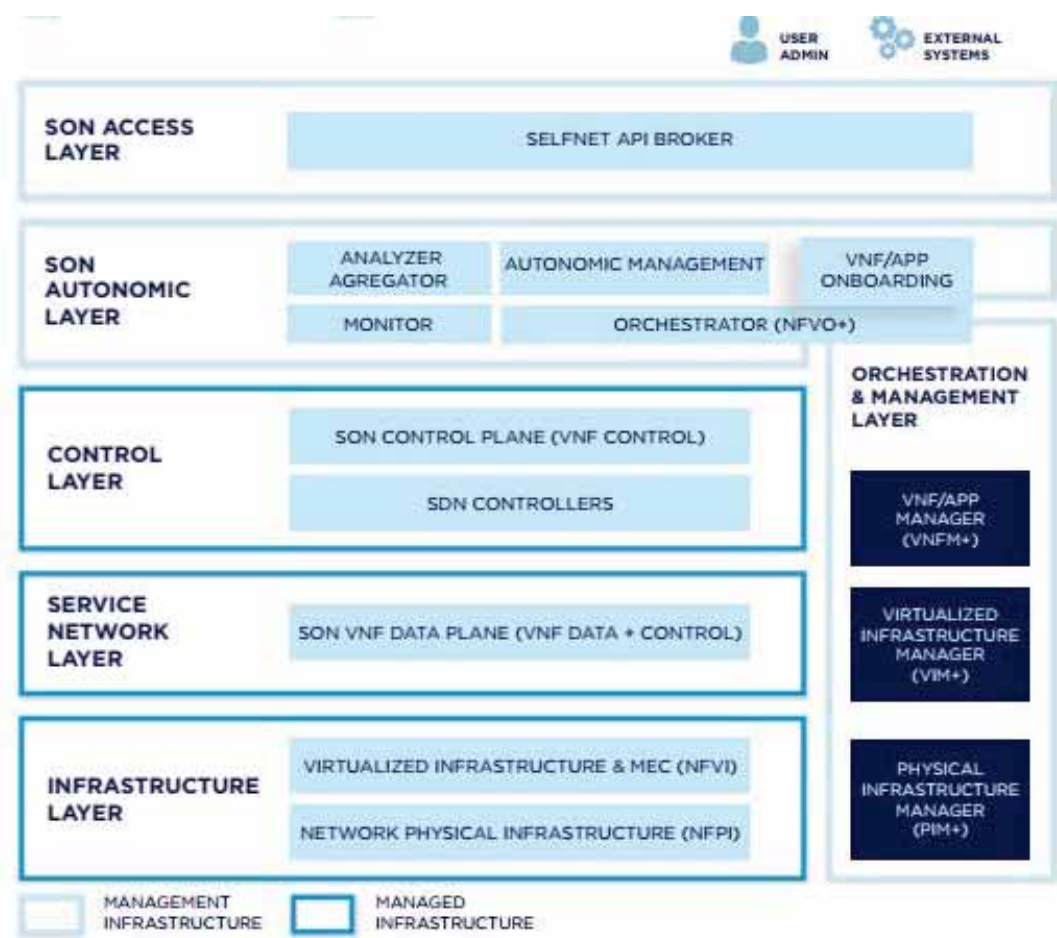
【海外動向】 Horizon2020 – 5GPPP SELFTNET



SELFTNETは、2015年7月に5G-PPPプログラムの一環で開始された研究開発プロジェクト(36ヶ月間)であり、EU6か国12パートナーが参加し、SDNやNFV等の技術を用いて構築された複雑なネットワークに対して、AI等の技術を活用することで自動化、効率化を実現するための研究開発を実施している。SELFTNETでは、分散型サイバー攻撃に対するSELF-PROTECTION、ネットワーク障害に対するSELF-HEALING、利用者のQoE等を実現するためのネットワークリソース動的制御等を行うSELF-OPTIMIZATION等を実現することを目標としている。2018年1月に、これらのユースケースに対するNFV/SDN app等に関する実装プロトタイプの実装成果物が発表されており、2018年5月には5Gにおける効率的なネットワーク管理に関する産業ワークショップを開催予定である。



PARTNERS

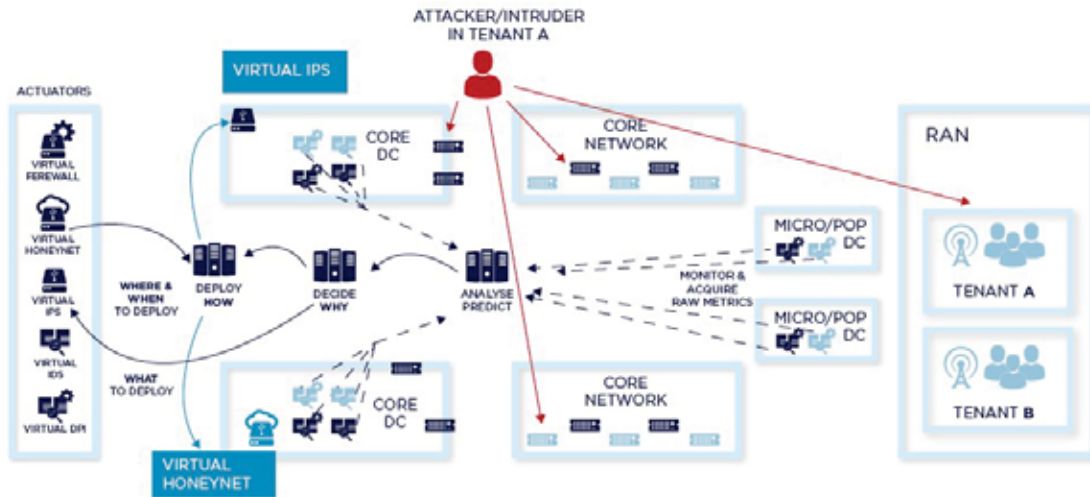


出所) <https://selfnet-5g.eu/wp-content/uploads/2017/05/SELFTNET-Flyer-2017.pdf>

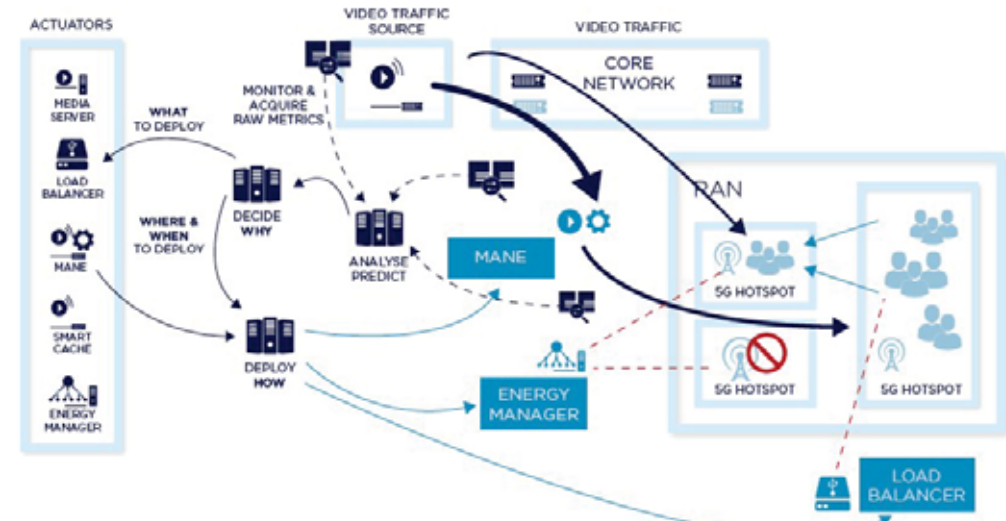
【海外動向】Horizon2020 – 5GPPP SELFTNET



Self Protection



Self Optimization



Self Healing



Self Optimization - Full scenario Architecture

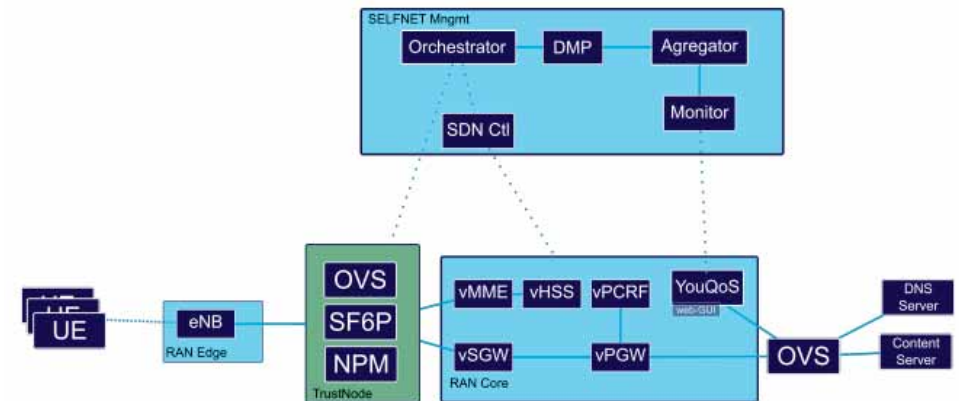


Figure 23: Full scenario architecture with TrustNode-Physical Network Function, adapting the functionality of Open vSwitch, IPv6 Traffic Shaper and Network Packet Marker.

出所) https://bscw.selfnet-5g.eu/pub/bscw.cgi/d74902-5/***/***/DOI-D3.4.html

出所) <https://selfnet-5g.eu>

【海外動向】NSF – Computer and Network Systems (CNS): Core Programs



NSFでは、コンピュータ(CSR: Computer Systems Research)及びネットワークシステム(NeTS: Networking Technology and Systems)の研究開発を推進するための研究開発プログラムを実施している。2017年の予算はCSR/NeTSあわせて、6,000万ドルであり、大学や非営利組織等を対象に毎年100~150の研究プロジェクトを採択予定。

NeTSでは、大きく4つの分野

- Network Analytics and Management
- Wireless Network Architecture and Protocols
- Next-Generation Virtualized Networks/Infrastructure
- Optical Networking

の研究開発テーマを募集しており、

Network Analytics and Managementにおいては、self-configuration、automated network management等がスコープに含まれている。

また、Next-Generation Virtualized Networks/Infrastructureでは、SDN/NFV等の技術を活用した仮想ネットワークにおいて、動的に仮想リソースが変化する場合の管理の在り方等がスコープに含まれている。

- 2017年度に開始されたNetSプログラムの例
 - “LayBack: Layered SDN-Based Backhaul Architecture and Optimization Framework for Small Cells and Beyond” Arizona State University (50万ドル)
 - “SMILE (SMart and Intelligent wireLess Edge framework) - Towards Smarter Network Edges for Next Generation Networks” Virginia Commonwealth University (49万ドル)
 - “Configuration Management for Mobility Support in Cellular Networks” Purdue University (20万ドル)

出所)

<https://www.nsf.gov/awardsearch/advancedSearchResult?ProgEleCode=7354,7363&BooleanElement=Any&BooleanRef=Any&ActiveAwards=true&#results>

• Network Analytics and Management

For wired and wireless networks, NeTS invites innovative solutions to the problems of network analytics and management, such as diagnostics, debugging, provisioning, operations, self-configuration and automated network management. NeTS also invites innovative solutions to problems of obtaining accurate information on network performance and impairments with a view to informing users of network behavior and potential bottlenecks. Research leading to an improved understanding and assessment of network users' Quality of Experience is sought. NeTS is looking for novel methods and semantics to describe, simulate and reproduce network state and evolution by better characterization of the heterogeneous physical layers underlying emerging networks, as well as by novel research towards the creation of representative synthetic datasets to enable reproducible research.

• Wireless Network Architectures and Protocols

A diverse multitude of novel physical layer technologies are emerging. Examples include ultra-wideband millimeter-wave communications, cognitive radios, free-space optics and visible light communications, high-bandwidth airborne and underwater communication platforms, and perpetually-operating energy-harvesting ultra-low power sensors. At the same time, advances in hardware, signal processing, and computing systems are promising an innovative suite of higher-layer services that can be deployed using wireless communications as a seamless enabler. Examples include wireless localization, virtualization, mobile sensing, and spectrum measurement. In order to realize the full promise of these developments, network architecture design strategies, principles and protocols need to be re-visited.

NeTS invites proposals that address architectural and protocol considerations of such greenfield wireless-enabled systems. NeTS welcomes proposals that are able to address key questions relating to high throughput, low latency, pervasive connectivity, information availability, reliability, and security, while supporting a rich set of higher-layer services in such systems. Proposers should consider critical operational parameters such as location management, identity management, user privacy, user mobility, power/energy constraints, network heterogeneity, spectral agility, and at-scale behavior.

• Next-Generation Virtualized Networks/Infrastructure

NeTS welcomes transformative ideas that advance technologies associated with Software Defined Networking (SDN) and Software Defined Infrastructure (SDI), and their uses. Examples of topic areas include:

- Next-generation protocols for control of virtualized infrastructure;
- Management of virtualized infrastructure, especially in cases where the virtualized infrastructure is dynamically changing;
- Techniques for mapping of applications onto virtualized infrastructure such that security, performance, resilience and other properties are preserved or enhanced;
- Approaches to deploying virtualized network functions at scale, and orchestration of complex service chains; Novel virtualization techniques for wireless networks spanning the home, access, enterprise and cellular network domains; and
- Investigations of models, platforms, toolchains, applications, and management (e.g., field reconfigurability) of emerging programmable packet processors in support of software-defined data planes.

• Optical Networking

Optical networks are challenged to continue to increase capacity to support the exponential growth of traffic and to deliver an agile, power- and cost-efficient network substrate that can be seamlessly integrated with future network architectures and dynamically tailored to application needs. NeTS invites transformative proposals that radically change the capabilities and push the limits of networks by leveraging developments in photonic technologies, integration, and signal processing and/or innovation in network architectures, control and management. NeTS is especially interested in proposals on future ultra-high-bandwidth systems capable of close integration with computation and storage at performance, power and cost factors superior to today's high-speed systems. NeTS also invites proposals that seamlessly integrate optical and wireless networks to enable agile, low-latency, robust high-bandwidth access networks.

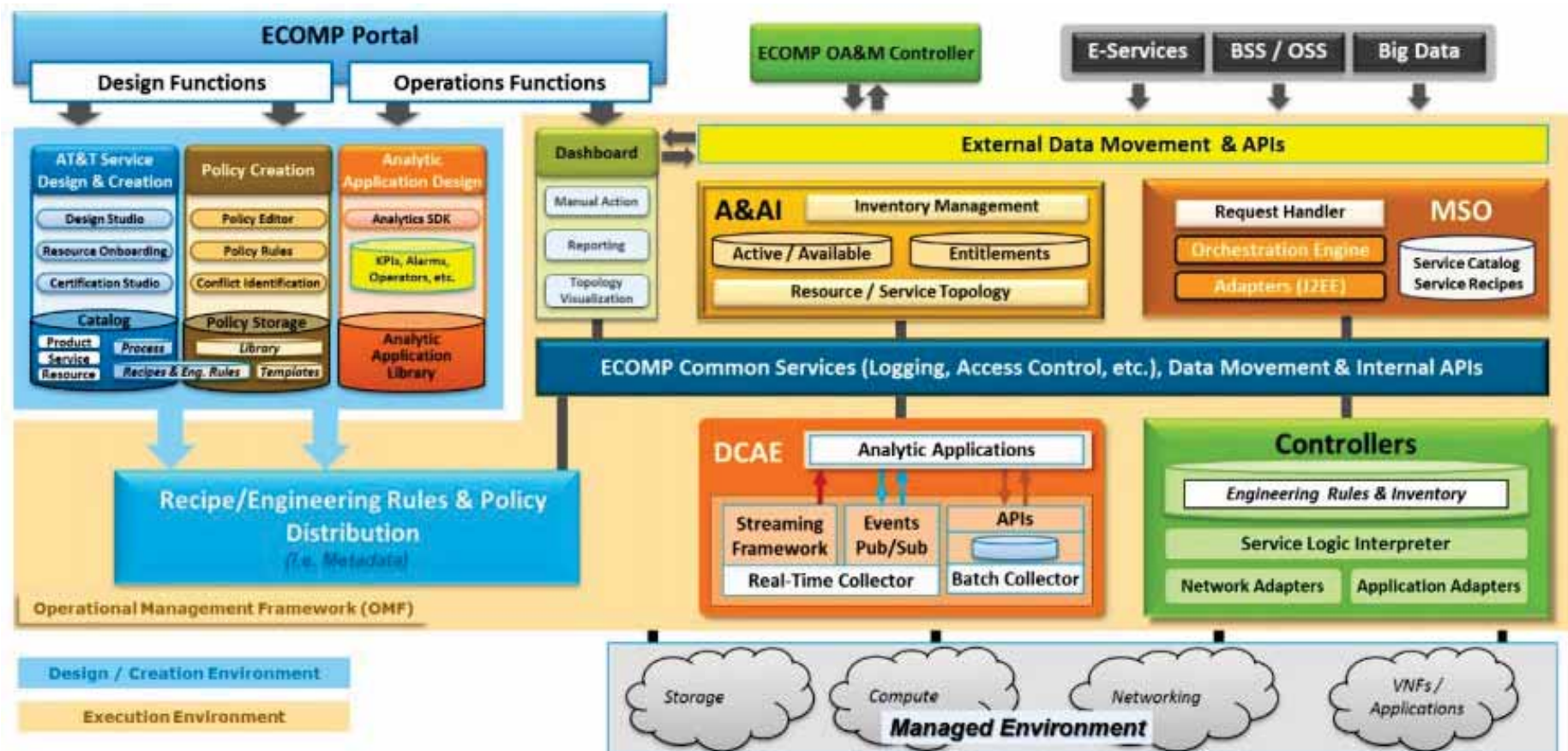
出所) <https://www.nsf.gov/pubs/2017/nsf17570/nsf17570.pdf>

AT&T: ECOMP

2015年に「同社の運用にかかるシステムのうち50%においてOSSを利用する」ことを目標に掲げて以来、OSSに向けた取り組みを積極的に行っており、2016年にOSS利用率が5%だったものが、2017年には10%まで拡大。

同社はネットワークの統合運用ソフトウェアであるECOMP (Enhanced Control, Orchestration, Management & Policy) をOSSとして公開しており、フランスのOrangeやカナダのBell Canada等がトライアルで利用。2017年に、Open-Oと統合され、ONAPとして現在開発中。

ECOMPのソースコード850万行のうち、公開されているのは550万行であるが、残りはAT&T固有のものであるとされる。



出所) <http://policyforum.att.com/wp-content/uploads/2017/03/ecomp-architecture-whitepaper-att.pdf>

AT&T: ACUMOS AI



2017年10月にAT&TとインドのTech MahindraがLinux Foundationの下でOSSベースのAIプラットフォームの開発を発表。AT&Tは創設メンバーとして、同社のIndigoをプラットフォームエンジンとして提供しており、プロジェクトとしては、AIのアプリケーション開発に利用できる共通ライブラリを集めたフレームワーク、及びその開発・実行環境を提供していくことを予定。プロジェクト自体は2018年から開始される予定となっており、現在参加者を募集している状況。



Join |

Making Artificial Intelligence (AI) Available To Everyone

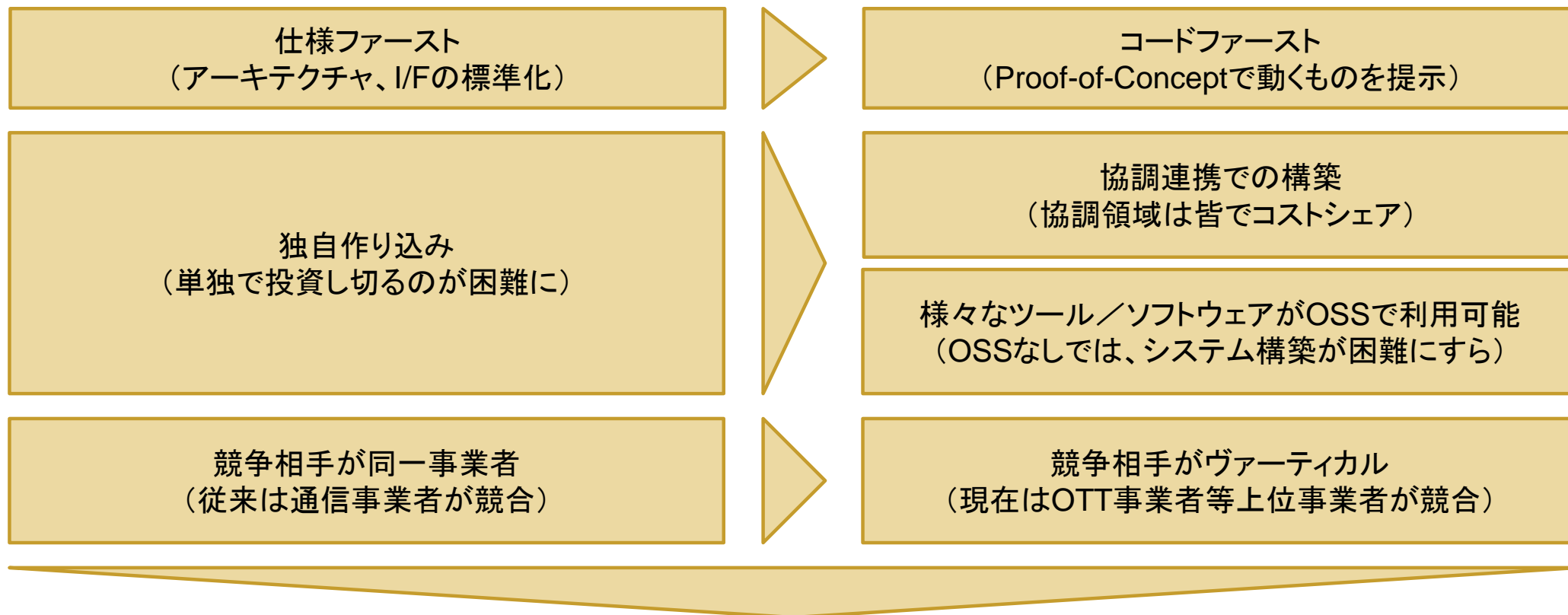


With the Acumos platform, we're working to create an industry standard for making AI apps reusable and easily accessible to any developer. AI tools today can be difficult to use and often are designed for data scientists. The Acumos platform will be user-centric, with an initial focus on creating apps and microservices.

The founding organizations include AT&T and Tech Mahindra. Others are invited to participate as members as the Acumos Project establishes its governance model.

出所) <https://www.acumos.org/>

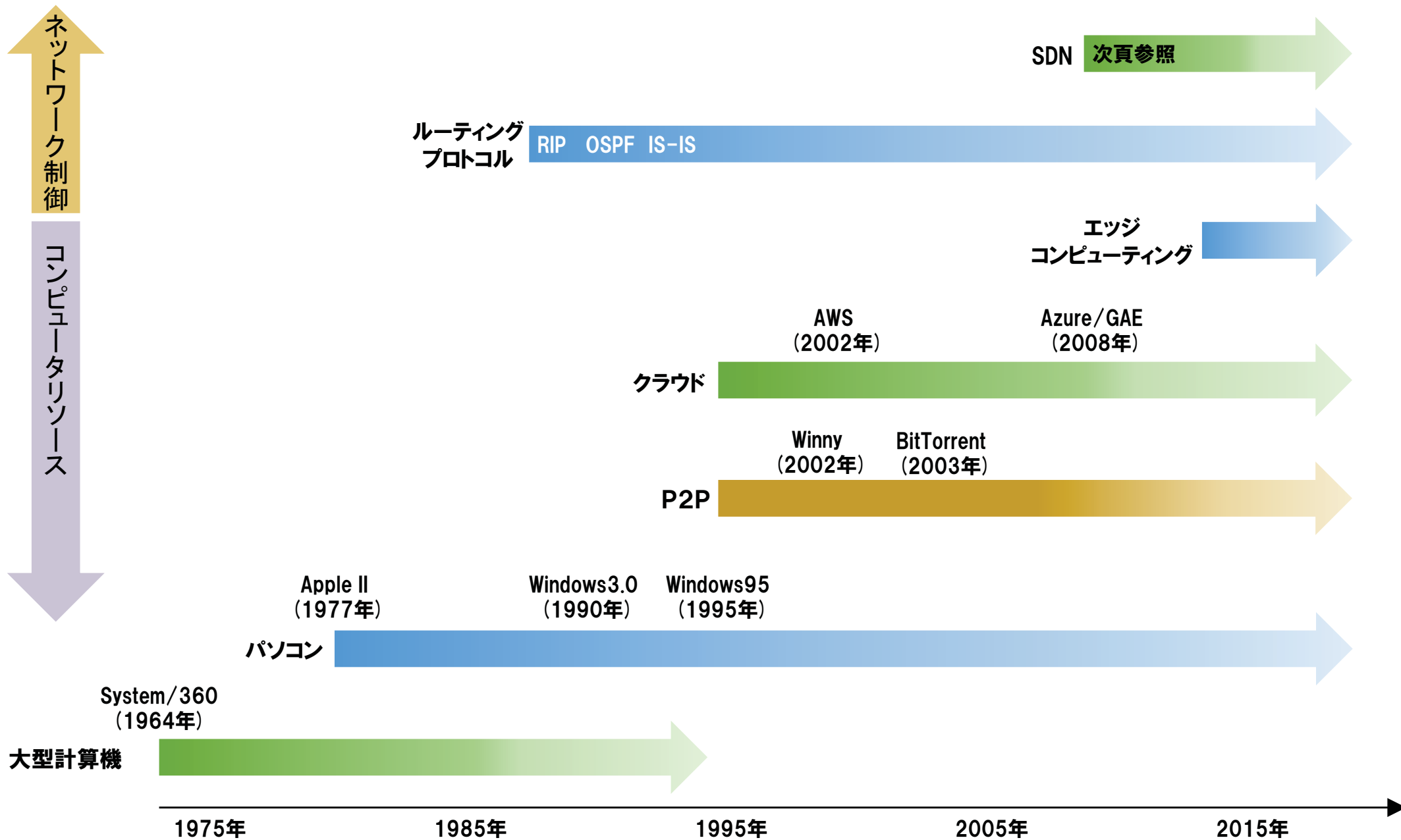
なぜ今OSS戦略を採用するのか？



① 仲間／コントリビュータを広く取ることで、ソフトウェアの成熟／実用化速度を上げる。
(自社の開発コストを相対的に低減させることが可能)

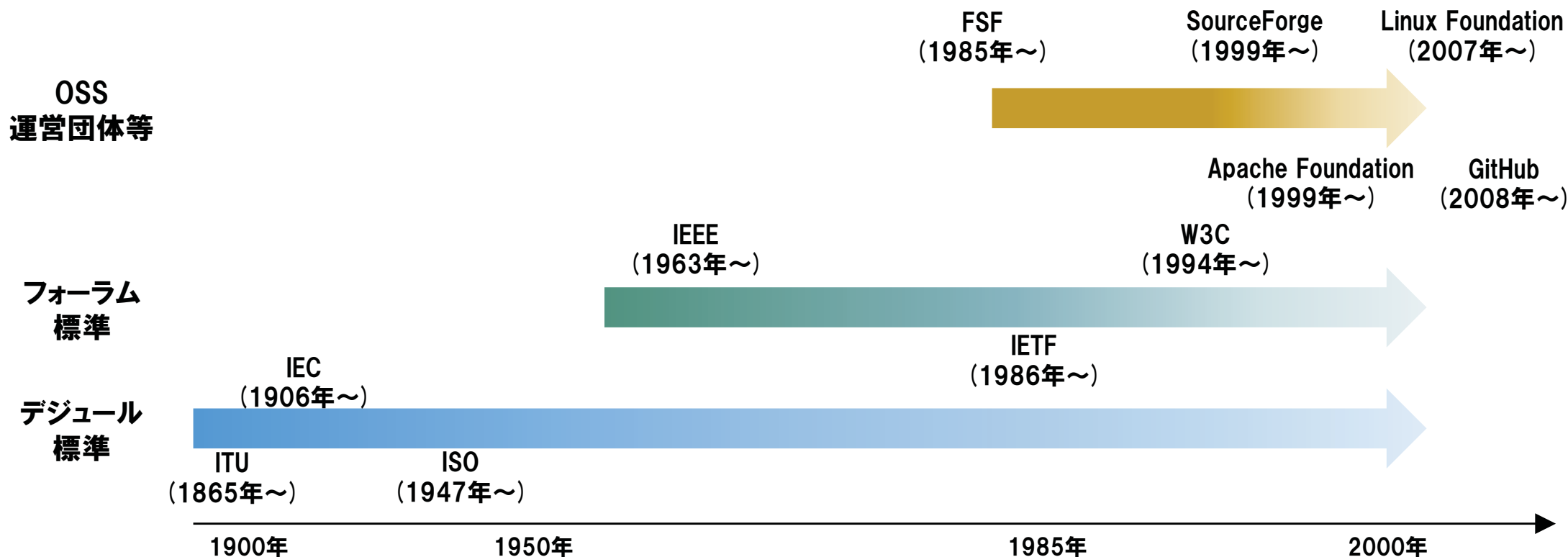
② OSSプロジェクトを先導することで、技術の方向性に対する主導権を握るとともに、エコシステム形成に際しても、先行者利得を得る。(協調領域／競争領域の切り分けを主導できる?)

【参考】集中と分散を繰り返すICTシステム

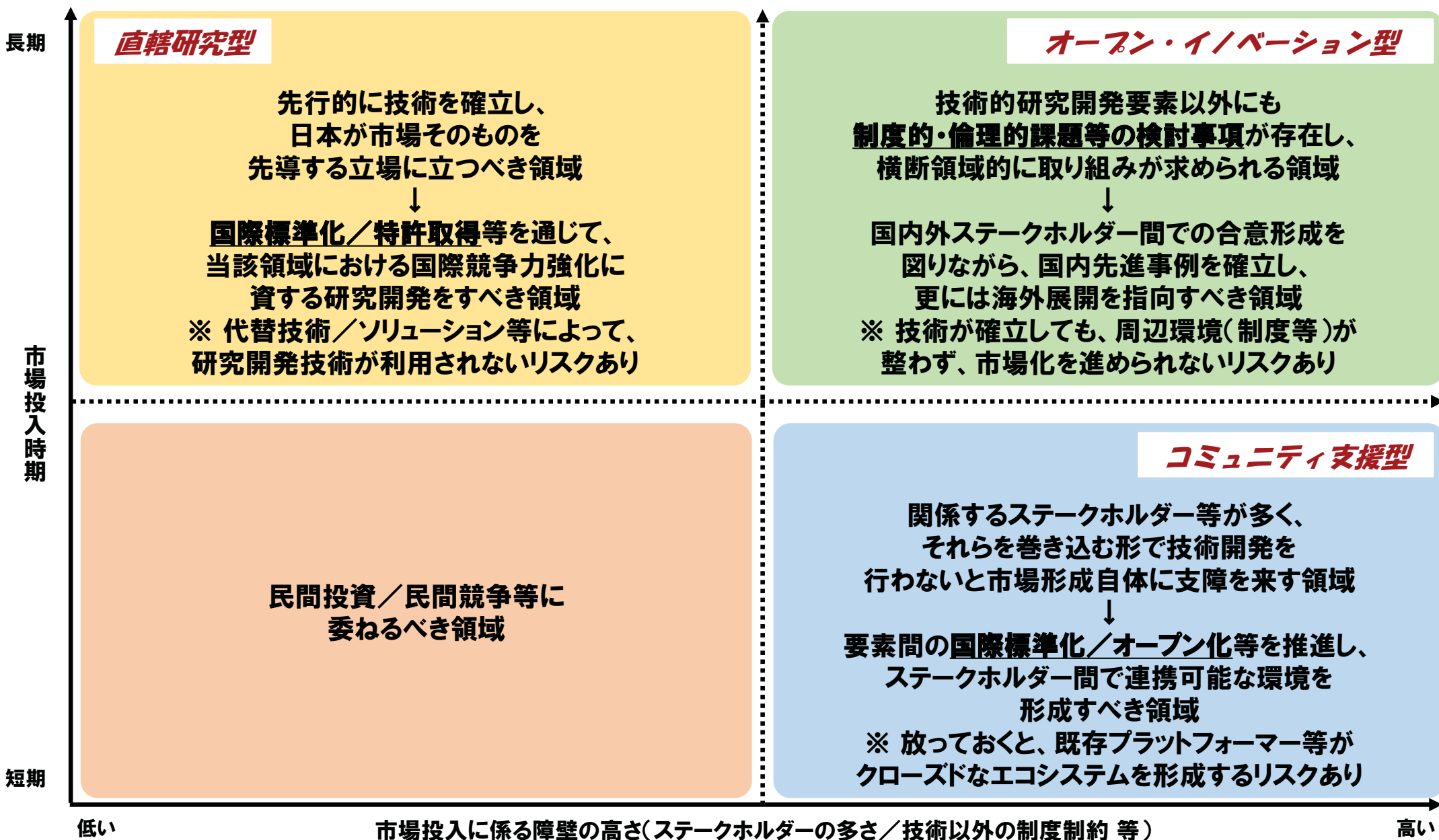


【参考】デジュール／フォーラム標準からコードファーストへ

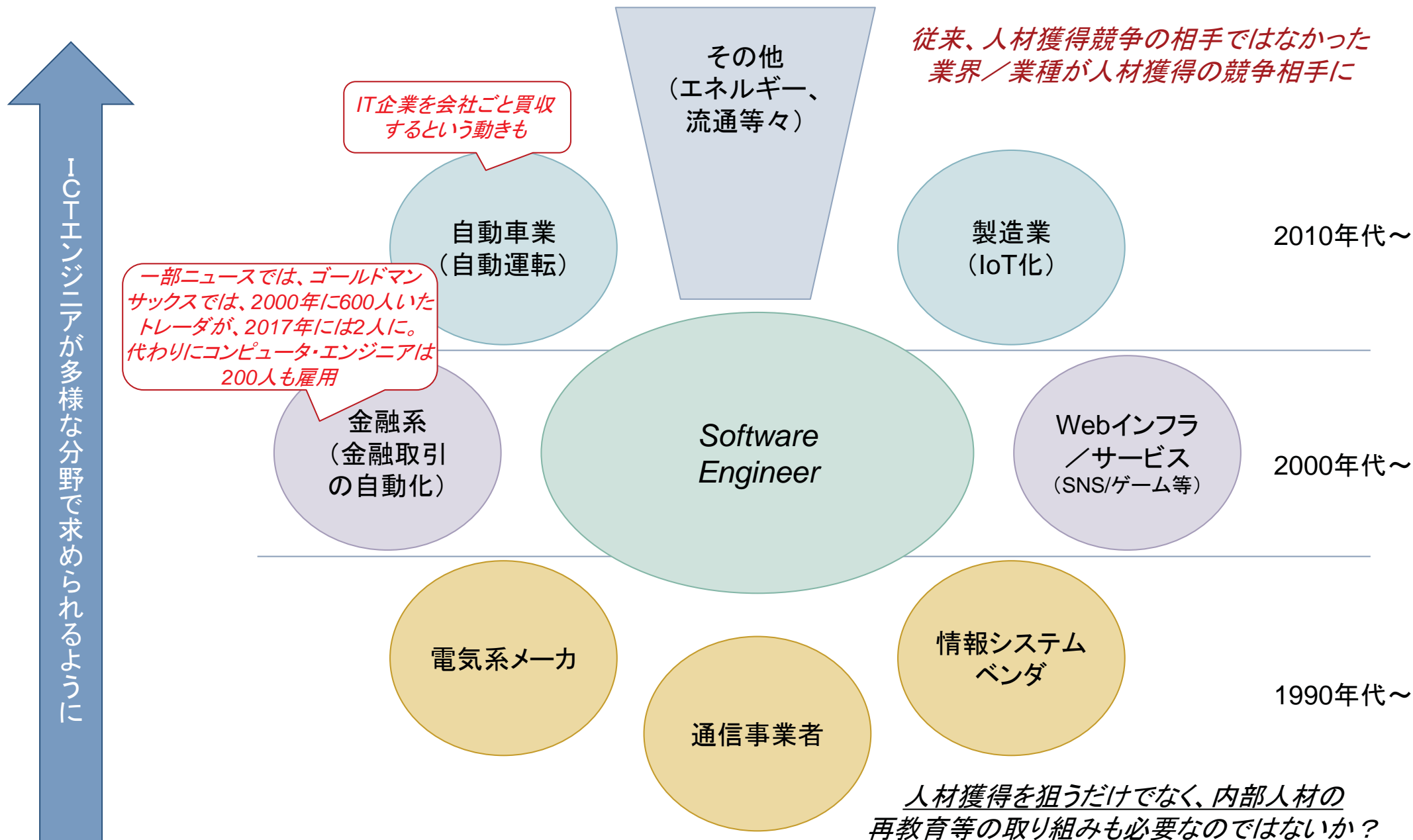
	デジュール標準	フォーラム標準	OSS運営団体等
位置付け	ITUやISO等公的位置付けの標準化機関において、明確に定められた手続きを通じて、規格を標準化	関心のある複数の企業等が参画し、当該領域における業界の実質的な標準を規格化	関心のある企業や個人が、OSSを開発・公開できる場を提供。動くコードを提供することを目的としており、規格化等を行わない。 ※但し、フォーラム標準と連携する場合もある
参加者等	主に国の代表	企業や個人等	企業や個人等
公開物等	標準化文書	標準化文書	ソースコード



今後の研究開発の進め方／アプローチ(イメージ)



ICT関連エンジニア争奪戦の状況



AT&Tにおける人材育成の取り組み



AT&Tでは、SDN/NFV、セキュリティ、データアナリシス、IoT等最先端の技術に対応する人材を確保するために、外部からそうした知見を有する人材を獲得するよりも、育成する方針を示しており、育成のために外部の大学等との連携を実施中。

We need experts in a variety of software specialties. These include network function virtualization, software defined networking, security, data analytics and the Internet of Things. Many of these technologies will be running on open source software. We even need our non-technical workers to be versed in those areas. Our salespeople, lawyers, accountants, recruiters, marketing experts and more also need to understand where we're going.

We know what we need. Rather than wholesale hiring of new talent from outside, we chose to place a bet on reskilling our people. Our Human Resource experts have outlined the plan. They're continuing to drive our effort to help employees expand or learn skills for the future. Some of that training is internal at AT&T. But we knew we also needed some outside help. We're joining forces with organizations like Georgia Tech, Udacity, the University of Oklahoma, Pace University, Champlain College and others. Furthermore, AT&T provides targeted tuition discounts to 32 universities like Stanford, Boston University and NYU-Poly.

出所) http://www.about.att.com/innovationblog/building_workforce

AT&T aspire

AT&T Aspire creates connections that drive innovation in education. Together, these connections are helping students and communities across America.

9,800 STUDENTS ENROLLED

Share [f](#) [t](#) [in](#) [v](#) [p](#)

Mobilizing Learning
When schools connect with technology, a fifth grader's world opens up.

Powering Career Skills
When people like Jacob connect with online tech degrees, their job options multiply.

Making Connections
When a student like Tim connects with a mentor like Elizabeth, his confidence grows.

Supporting What Works
When communities connect with proven strategies to help students achieve, graduation rates rise.

出所) <http://about.att.com/content/csr/home/possibilities/at-t-aspire.html>