

【副読本 資料 ①】

『イノベーション、経営企画、開発戦略、
人材育成分野 参考教材』

日本型組織（政府・企業）を 活かした デジタル人材育成・ 産業形成マニュアル

2026/02/14

登 大遊

本資料は、独立した一研究者として自己の責任で技術研究および戦略立案手法のアイデアを述べるものであり、登の所属している各組織の見解を示すものではありません。また、本資料は個人で作成したメモであり、内容には誤りがある可能性があります。誤りを発見されましたら、dnobori@cs.tsukuba.ac.jp までお知らせいただければ幸いです。一部の部分は、他の配布資料と重複しています。

目次

はじめに — 日本型組織の真価	4
概要	15
第 1 章 総論—日本型組織（大企業・政府機関）の驚くべき可能性.....	16
第 1 節 日本型組織の価値と現在の問題.....	16
1 日本型組織の価値.....	16
2 日本企業および日本の役所の強さと魅力	18
3 日本型組織の問題点：自ら有する最高価値の資源の埋没と忘却	19
4 日本型組織は世界最高レベルの人材育成と ICT 技術開発が可能	21
第 2 節 日本組織で驚異的な技術革新が生ずる要因	24
1 日本の発展とソフトウェア技術の停滞について	24
2 日本の戦前・戦後の 2 回の技術発展の成功要因	26
第 3 節 日本製 ICT システム技術の可能性	30
1 日本のソフトウェア技術の勝負の不開始	30
2 日本技術の復活	34
3 日本人はこれからシステム技術領域でどのように大成するか	43
第 4 節 米国での実例の紹介	50
1 UNIX の実例（米国の電話会社 AT&T 社）.....	50
2 「インターネットの発生」（米国国防総省の社内問題解決）.....	53
3 「UNIX オペレーティングシステムと C 言語の発生」（AT&T の社内問題解決）	54
4 「ルータの発生」（スタンフォード大学の社内問題解決）.....	54
5 「HTTP、Web の発生」（CERN の社内問題解決）.....	54
6 「Java の発生」（Sun Microsystems の社内問題解決）.....	55
7 「クラウドサービスの発生」（Amazon の社内問題解決）.....	55
8 まとめ	56
第 5 節 日本型組織での高度な技術革新の自然発生	56
1 現在の日本型組織にみられる問題点	56
2 これからの日本型組織の技術革新	59
第 2 章 各論 I— システムソフトウェアおよびサイバーセキュリティ領域 の開拓	67
第 1 節 理論	67
1 概説	67
2 日本における世界最高レベルのサイバーセキュリティの実現	68
3 米国のサイバー技術開拓の成功の本質は人材育成・技術自作・試行錯誤主義 ...	70

4	民主的なサイバー空間の実現の必要性と知識の普及の重要性.....	72
5	行政機関や大規模組織における試行錯誤の必要性	75
6	世界のサイバー空間発展とセキュリティ実現における日本の役割	76
7	ブートストラップ問題の解決の必要性	78
第 2 節	戦略	79
1	サイバーハイテクノロジーによる試行錯誤環境の実現.....	79
2	サイバーセキュリティおよびサイバー技術の基礎的能力の取得に必要な素材の整備	85
3	リアルなサイバー空間に密着したサイバーセキュリティ技術開発の実現.....	89
第 3 章	各論 II —コンピュータ技術革新に必須の基礎知識の習得方法 ..	94
1	概説.....	94
2	システム技術が分かる人材は希少になってしまった	95
3	アプリケーション領域は客室に相当し、システム領域は船体に相当する	95
4	システム領域 (= 船体、造船) 能力の獲得は、問題解決・競争力維持・技術革新に必須である	96
5	システム領域の理解を深めることは、アプリケーション開発でも有益である ...	98
6	米国 IT 企業に代表される技術開発者と経営者達は、システム技術を深く理解している.....	100
7	人材希少性により、システム技術の勉強は、その勉強コストを上回る利益を生み出す	100
8	システム領域に関する勉強・探索は、どのような領域を対象として、どれくらい深く行なえばよいか.....	101
9	どのようにすれば、複雑高度なシステム領域を楽しく自然に探索する意欲が生じるか	104
10	コンピュータシステムとネットワークシステムは併せて習得する必要がある ..	107
11	ネットワークシステムは、インターネット領域と、通信インフラ領域から成る	110
第 4 章	各論 III — 日本国政府はどのようにすれば国内最高レベルの ICT 人材を発掘育成できるか	111
1	問題 — 国内トップレベル人材の圧倒的不足.....	111
2	解決策 — 日本国政府が国内トップレベル人材を獲得する方法.....	120
第 5 章	まとめ	129

はじめに — 日本型組織の真価

概説

日本が 20 世紀に各種産業分野で成し遂げた、世界を驚かせたあの輝かしい奇跡的技術革新（しかも、戦前・戦後の二度も発生している。）は、21 世紀でも発生し得る。それは、まず、ICT 領域で発生する。日本におけるコンピュータ・ソフトウェア能力の弱さは、「デジタル敗戦」等と呼称される。しかし、実際には、日本はこのデジタル分野では、未だ本気で世界と戦ったことが一度もない。それは、極めて単純な理由による。ソフトウェアやインターネットの発展期が始まる 1990 年頃、日本企業は、すでに他のあらゆる産業で世界一豊かになっていたためである。既存収益事業の維持拡大が重要であった。そこで、ICT の技術革新は、日本企業に負けつつある経済的危機を脱却し、新分野で競争力を得たいと切望した米国を中心に真剣に行なわれた。その結果、形成されたのが、米国企業を中心とする私設 ICT 技術者集団（日本人は、これらを「GAFA」的企業と呼ぶことがある。）による最近 30 年間の驚異的なソフトウェア技術革新であった。このように、「デジタル敗戦」は、不存在である。歴史をみると、日本は、科学技術の領域において、西洋に 30 年くらい遅れて着手し、短期間で元の西洋諸国を追い抜く技術革新を起こせることが分かっている。ICT 技術についても、これが起こるであろう。

日本型組織

その過程で極めて重要な役割を果たすのが、一見非効率・非合理で肥大化した、伝統的な日本の大企業や大規模役所等である。日本の大企業や役所は、巨大な村のようなもので、幅広いレイヤ（物理から抽象まで）を 1 組織（または 1 グループ）ですべて有している場合が多い。各組織の中に、すべてが宿る。いわゆる小宇宙を構成している。

各日本型組織は、学校の比喩でいうと、専門学校や単科大学ではなく、総合大学（ユニバーシティ）のような存在である。ある 1 つの総合大学に赴いて、「この大学の活動は何か？」と尋ねても、おそらく極めて長大で抽象的で高尚な説明が帰つてくる。

るであろう。何でもやっていることは分かるが、いったい何なのか、結局訳が分からぬ。たとえ学長に聞いても、よく分からぬであろう。学長も、よく分かっていないのである。総合大学はさまざまなレイヤを持つており、選択と集中を行なつていないので、活動は全体的に同時に進行する。そのことに価値がある。

総合大学と似たように、企業内にすべてを内包しているような、まさに「ユニバーシティ的組織」と呼べるような巨大組織は、日本に豊富に存在する。ここで言うユニバーシティ的組織の対義語は、おそらく、短期的な合理性・効率性を目指したアウトソーシングにより、中核部分のみを残し、周辺部分をちりぢりにしてしまった組織である。日本型組織は、無意識的に、必死に合理化・効率化を避けてきた。

著者は、NTTにも属しているが、例えば、「NTT」は、何かを選択・集中して活動していない。NTTが全体として何をやっているのか、どこに向かうのか、誰にも知らない。恐らく、社長も株主も知らない。したがって、NTTは、ユニバーシティ的組織である。

NTTと同様に、幅広い領域の生産設備・製品・役務・人材・体制・研究機能を、1つの組織グループで有している日本型ユニバーシティ的組織は無数にある。

日本の役所も同じである。例えば、「経済産業省の活動は何か?」、「IPA(独立行政法人情報処理推進機構)の活動は何か?」と聞いても、極めて複雑であって、誰にも全体が説明できないし、全部は分からぬ。よって、日本の役所は、ユニバーシティ的組織である。

日本型組織では、長年勤めている内部者であっても、「うちの組織内に、こんなものが、内部にあつたのか。」としばしば驚くように、村や街のようになっていて、少し離れた部門には原住民が住んでいるらしいという噂がある程度である(誠に素晴らしいことである)。組織が広すぎて、内部で、一生出会わないのである。向こうも、こちらのことを知らない。まさに、小宇宙、小世界である。このような面白い構造体であるから、ある日本組織について、全体でみても、個別をみても、何をやっているのか、どこに向かうのか、恐らく、企業であれば社長にも株主にも、役所であれば大臣にも国会議員にも分からぬし、誰も計画的制御ができない。しかし、それで良いのである。これこそが、日本型組織の良さであり、長期的に大きな価値を

実現することになる。この理論は、以下で詳しく述べる。

大規模日本型組織は、基本的に、単一組織で必要なすべてのレイヤを内包し、自組織で完全にそれらを所有し、必要な人材や技能を自組織に集めた状態を維持してきた。組織内を十分に探せば、取り扱う何れのレイヤについても、トップクラスの専門家が発見される。社会の縮図的に、組織内に分散して生息しているのである。業務の主要な部分はすべて社内能力で維持管理し、それに必要な人材を継続的に育成してきた。日本組織は、ICT技術発展とグローバル化に伴う、選択と集中、外注、機能分化による合理化の世界の潮流に反した状態を維持してきた。日本型組織は、村社会のようである。個人の意思ではなく集団的思考に、合理主義ではなく非合理・無為的思想に、理論ではなく空気で動く。よって、日本型組織における意思決定は、株主主導または経営者主導では行ない得ない。そういう西洋的合理主義のリーダーシップは、日本型組織では通用しない。村では、村長が何か言つても、昔ながらの仕事をしている村の者たちは聞かないし、下手に変革を主導しようとすると血祭りに上げられる。日本型組織でも、管理職・社員・職員たちは、効率化に無意識に反対し、あえて使いづらい手段（遅いコンピュータ、使いにくいシステム、おかしな規則集）を愛用して、忙しい素振りをし、悠々と業務を行なっている。

一般論 — 日本型組織の非合理性・非効率性・集団的思考に対する批判の存在

この大規模日本型組織のいわゆるサラリーマン的・官僚主義的な、合理化への集団的抵抗運動を目の当たりにするとき、われわれ日本人は、個人としては、その抵抗運動を、非効率で企業価値に反する行為、究極的には人類社会の発展価値に反する行為であるという感情を抱き、そのように個人的に批判する。ところが、その批判していた人たちが、一夜明けて企業や官庁へ出勤し、組織人として、自席に座るや否や、組織的な合理化への抵抗運動を開始するのである。会議では必ず非合理的方向で物事が決まり、個人は誰も反対できない。すなわち、皆合理・効率を支持する各個人ばかりであるが、組織的思考に組み込まれた瞬間に、突然、驚くべき強力な非合理・非効率運動を開始するのである。前述のとおり、日本型組織は組織的思考に沿ってのみ動き得るので、非合理・非効率運動は、組織的決定とされる。株主・

経営者による合理的リーダーシップは、極めて困難である。よって、西洋型企業にみられるような選択と集中、外注、機能分化による合理化は、あまりなされていない状態にある。そして、各組織の構成員は、個人の意思と組織的意思の差異という、おおいなる矛盾を痛感している。その矛盾が、現代の日本型組織のサラリーマンのストレスの本質である。これは、働き過ぎによるストレスではない。効率化をすべきと個人的に考えているにもかかわらず、組織的非効率に加担してしまうという、矛盾状態で生じるストレスである。

さて、ここまででは、従来の日本型組織に対する批判の理論に基づいた一般論である。わざわざ書くまでもない。普通は、この後に、上記のような日本型組織の問題を批判した上で、西洋合理主義を見直し、選択と集中、機能分化、内製でなく契約に基づく外注主義による再構成を行なうにはどうすれば良いかという論が長々と続く。

反論 — 技術革新領域の 99%の部分は、一組織ですべてのレイヤを内包するようなユニバーシティ型日本型組織のみが発掘可能である

著者は、このような通説と全く逆の発想に立つ。すなわち、上述のような、非効率性・非合理性を内包した多数のユニバーシティ型日本組織が、この数十年間の世界における合理化の津波（株主および経営者による短期利益追求を目的としたリーダーシップ）に呑まれることなく、奇跡的に、各社・各組織とも、今まで無事に生き残ったことこそが、これから長期的日本の価値の源泉となり、その総額は、合理化によって生じ得た短期的価値を、大きく上回る考える。われわれ日本人は、全世界的な長年の合理化の波に秘かに耐えて、この日本型組織の生存という大いなる価値を実現できたことを祝うべきである。なぜならば、多レイヤ（物理的・産業的生産設備から、それを統制管理する体制、販売営業体制、研究開発体制）を、単一組織内に保持し、巨大な事業領域中に必要なそれらすべての面倒を自組織内で社員・職員だけで見ることができる資源・人材・ノウハウが、すべて、1つの組織体の中で全部揃っている状態は、極めて希少性が高いからである。希少性は、同じ物が他に存在困難であればあるほど高い。前記のような性質を温存してついに生き残ったユニバーシティ的日本組織と同じものを、西洋諸国を含めた他国が、一から作

ることは、不可能か、莫大なコストがかかる。他国は、合理化により焼け野原になり、日本のようないわば意味不明な総合的大企業は稀である。日本だけ、西洋的合理化の波に対して全く無傷で、または回復可能な浅い傷だけで、多数生き残った。

一組織ですべてのレイヤを内包するユニバーシティ型日本型組織が、合理化の津波から生き残り、効率化のための機能分化による焼け野原になった世界の中で、今なお日本でのみこれほど豊富に存続していることこそが、これから、技術革新の発掘可能性において、世界に対して、圧倒的な優位性を持つ。合理化・機能分化がなされた組織で発生することができる技術革新の量と質は、表面的なものに限られ、発掘にはすぐに限界がやってくる。表面的部分を超えて、産業の生産手段や複雑高度な業務と密接に関連した、いよいよ最もおいしい部分に差し掛かると、特定機能に分化されてしまった合理的組織は、たちまち、ツルハシの歯が折れるのである。これと比較し、日本型の奥深いユニバーシティ型組織の中で発生し得る技術革新の量と質は、自組織の有する道具だけで、際限なく簡単に掘り進めることができるのである。日本の多数の各組織は、今や、それぞれこれを同時並行して行なうことができる状態である。日本以外の、合理化による焼け野原により機能分化された先進的・合理的な組織には、もはや、それは困難である。日本ほど豊富にこういった企業が存在する国はない。

各国は、ユニバーシティ型日本型組織がなくとも、総合大学における研究が可能であるという反論が成り立つ。しかし、ユニバーシティ型日本型組織内からのみアクセスできるような、深く堅い岩盤を削ることで初めて発掘できるような技術革新は、総合大学による研究では決して代替できない。技術革新の発掘可能性は、狭いレイヤだけを見て実験室の机上のみで探求を行なう場合と比較して、広いレイヤを統合的に見て実物の多レイヤを内包した生産設備に関連して探求を行なう場合のほうが、比較にならないほど高くなる。大学としてユニバーシティ組織が存在しても、大学は生産手段を持たないので、現実と密接に関連した技術革新の推進ができない。加えて、技術革新には相当な熱心さが必要であるが、企業人でなければ自らの問題として熱心に探求する意欲も生じづらい。大学人は、企業を訪ねて共同研究するしかないが、企業の壁は高く、実問題と密接に関連した研究は困難である。し

かも、合理化による焼け野原により、外国企業は、すでに機能分化されてしまっている。

長年、世界の潮流に逆らい、身売りや外資系コンサルティング業者による誘惑にも打ち克ち、非合理性・非効率性・单一体の堅持を貫くことによってついに生き残った豊富なユニバーシティ型日本型組織の真価は、世界最強であり、これからその価値が発揮される。これは、世界的にみて、驚異的な優位性である。単に ICT 分野の技術革新だけでみても、相当な可能性が見込まれる。いわゆる GAFA 的新興企業は、ICT の可能性のうち氷山の一角、せいぜい 1%くらいを掘ることができる。この 1%の領域に、合理化の焼け野原によって分化されてしまった全世界の企業人やスタートアップ IT 企業等の全員が集まり、いわゆるレッド・オーシャン化している。彼らは、1%しかアクセスできない。残り 99% の水面下の氷山の部分を掘ろうとしても、彼ら GAFA 的新興企業は、歯が立たない。そもそも、見えない。日本に運良く豊富に生き残ったようなユニバーシティ型組織だけが、この残りの 99% の部分を、全部発掘することができる。目先の短期的利益のために合理化をしてしまった企業の有していた、金鉱を掘るために必要な高度なツルハシは、全部劣化して折れてしまった。日本型組織だけが、硬度の高いツルハシを全部温存しているのである。

日本において秘かに進行した奇跡的現象

なぜこのような奇跡が日本で起きたのか。日本型組織は、人々の集団的思考で動作する。日本では、各個人の意思とは全く無関係に、独立した、別の人格が生まれる。この組織的人格が一体何を考えているのか、各個人は分からぬ。組織的人格の活動スピードは極めて遅く、数十年単位であることもある。各個人は、組織的人格が何らかの戦略を立てて活動しているのか、それとも何の戦略もなくサイコロを振るように決めているのか、想像も付かない。今回の件についても、日本型組織としての人格が、強固に、自ら西洋的合理化・効率化に反対してきた意義を、外国人も、日本人も、認識していない。皆、日本型組織は単に遅れているだけだと錯覚をしてきた。日本型組織は 20 世紀に大いに成功したので、1990 年代前後に世界に

おいて最大級の権威を有していた。その権威ある賢いはずの日本型組織が、なぜ、何の意味も戦略もなく、賢さを使わず、正しい流れに対して意味なく抵抗しているのか、誰にも分からなかつた。日本型組織の遅れを尻目に、世界中の合理的な株主や企業経営者たちは、企業の機能分化による合理化を完了し、高収益と高価値を叩きだした。西洋的企業概念では、各期の利益が最優先であるためである。それと引換えに、企業の機能分化により、ツルハシは劣化し、将来の技術革新の芽がじわじわと摘まれた。大規模で高度複雑な動作主体を作り上げるために、膨大なコストと時間をかけてきたのに、短絡的目的のためにこれを一瞬で切り落としたのである。そうすれば、もう元には戻らない。全世界的にこの手の合理化が流行している間、日本型組織は、多大な犠牲と非合理・非効率性と経営悪化という短期的リスクを払ってでも、その流れから自らを隔離し、ガラパゴス化し、長期的利益のために、非効率なユニバーシティ型組織であり続けることを選択した。人々から、大いに遅れていると批判されても、反論をせずに、批判に耐えてきた。反論したければ、それは簡単なことであった。権威ある日本企業が、「ユニバーシティ型組織であり続けることで、そうでなければ決して発掘できない 99% の技術革新部分を後から開拓できるという価値を保護したほうが、長期的に合理的である。」と言えば、世界中誰もが納得する。しかし、このことは、日本型組織という独立的人格の観点からは、最高級の秘密としておきたかったのである。日本企業は過去の実績に基づいて世界的権威を持っているから、上記のようにいつたん反論してしまうと、世界中の競合各国が誤って合理化の道に突き進んでいる最中に、ユニバーシティ型組織であり続けることの価値をうっかり気付かせてしまい、こぞって、世界中、皆その合理化の流れを止めてしまうことになる。日本人の集団的思考は、戦略的に、あえて何も言わないことに決めた。あえて、大企業で目立つ技術革新も行なわなかつた。技術革新を行なってしまうと、ユニバーシティ型組織を維持することの利点が諸外国に明らかになってしまふ。そこで、批判は放つておいて沈黙を維持し、世界が合理化の焼け野原になったことを確認した後に、ようやく、ユニバーシティ型組織としての本来価値である技術革新を、ゆっくりと再開すればよいという無意識的戦略であつた。こうすれば、もはや世界中から競合はなくなり、技術革新領域の 99% のうち

ほとんどすべてを日本が総取りすることができるようになる。日本型組織は、このような後に世界をおおいに震撼させることになる戦略を全く明かさず、真意を世界中に伝えずに、これまで得た体力を最大限使って冬眠し、かなりのリスクを負った上で、うまく完遂することができた。非合理であり続けることによる危険にも耐えて、ついに、全世界が合理化の波に呑まれた後に、生き残ることに成功したのである。これが、恐るべき日本人の無意識的・集団的思考の 20 世紀末～21 世紀にかけての最大の成果である。

日本型組織においては、長年、経営者もサラリーマンも一体となって、前述のように、組織的かつ無意識的に合理化・効率化に抵抗してきた。また、日本において個人（特に経営者、政治家等）の発案で何か合理的なことをしようものなら、何をしても、必ずおかしな非合理的な物が社内から飛来してきて色々と付着し、結果として、非合理で非効率な、名状しがたいおかしな物が出来上がるるのである。これは、企業でも役所でも同じである。物理業務でもデジタルでも同じである。これは、間違つてそうなってしまうのではなく、むしろ、日本人全体の総体的な思考として、あえてそう選択して実施しているように見える。この意味不明な現象の発生を、われわれ日本人は、各個人としては、こういう組織的行動パターンには何の意味もないどころか、むしろ本来価値や可能性を大きく毀損しているのではないかと毎日ひどく心配してきた。そして、西洋的合理性を取り入れている外国企業の個人リーダーシップが發揮された場合の価値と比較して、われわれ日本型組織には、大いなる逸失利益が生じているのではないかという心配がいつも生じてきた。欧米や中国の大企業の変革や、ほとんどデジタル技術開発のみに注力をしているいわゆる GAFA 的新興企業の台頭と、それらの短期的な高いパフォーマンスを横目に、われわれ日本は相当取り残されてしまい、追い付くことがもはや困難になりつつあるという焦燥が、いつも生じてきた。これが、これまでの日本社会のストレス要因であった。

このような、日本型組織における合理化・効率化・機能分化への抵抗によるストレスや短期的損失と引換えに、日本型組織は、非効率性を犠牲にしてもユニバーシティ型組織としてあり続けることによる、今後取り返すこととなる何百倍もの長期的利益を得ることを選択することができた。そのためにかけたコストと時間には、

投資として、大きな価値があった。われわれ日本人は、これから、技術革新の発掘可能性のある部分の 99% の部分、すなわち、ユニバーシティ型組織でなければ発掘できないブルー・オーシャン部分を、他国企業からの競合も受けすことなく悠々と開拓し、日本型組織においてこれらを総取りすることができる。一番大変な時期は、もうすべて過ぎ去ったのである。あとは、黄金時代が待っているだけである。

技術革新の再開

これから迎える黄金時代において、必要なことは、わずかである。まず、われわれ日本人が、集団的思考として、多大なコストを支払ってでも、この戦略を意図的にとってきたことを組織的に思い出し、日本型組織における技術革新を再開させることである。何十年も眠ってしまっていたので、目が覚めるには、数年間はかかるということである。

次に、われわれが眠っていた間に、それなりに世界は進化していて、ソフトウェアやインターネットが発達している。昔と異なり、技術革新には ICT の要素を組み込むことが必須になっているので、ICT に関する技術革新に必須の技術要素を若干勉強する必要がある。そうすれば、それを足がかりに、日本型組織では発掘不可能な 99% の技術革新領域を発掘することができるようになり、単に国際競争力が復活するだけでなく、豊かになった日本から、その発掘成果を、余剰価値として、合理化による焼け野原になった世界中に分け与えることができる。現代の技術革新の発掘において、ICT は、技術革新の可能性の大海上の入口をこじ開けるための手段である。入口を突破しなければ、発掘可能な要素に辿り着かないので、その意味で ICT に関する技術革新能力を、必要なわずかな部分だけでも良いので、各日本型組織の人材が、確実に身に付ける必要がある。いったん入口さえ突破してしまったら、中にあるものはすべて、既存の日本型組織の力とノウハウに基づいて自然に身に付ける ICT 技術革新能力を共に掘り進めることができる。合理化されてしまった他国企業が掘れない部分を全部、掘ることができる。そのために必要なことは、歴史に学べばよい。われわれ日本人が、明治時代・大正時代の頃に表面的入口を突破するために西洋で発達していた科学技術と工学（蒸気機関、造船、鉄道、etc）の共通

的初步的原理を勉強したのと同様に、現在型の科学技術の共通的初步的領域である、コンピュータ、インターネット、通信システムの動作原理を知って、ある程度これを自由に操作できるようにする必要がある。少なくとも重機の構造や操作方法に詳しくなければ、大工場の建設は不可能であるということである。

もちろん、コンピュータ、インターネット、通信システムを勉強して、その部分を技術革新しても良い。しかし、ICT 技術革新は、本質的目的ではない。単に明治時代に蒸気機関や造船を勉強したのと同様に、その入口として勉強をし、必要に応じて自ら革新を行なうべき部分である。いわば道具である。次第に、物理的産業、物理的生産手段に密接に関連した、多種多様な領域における技術革新が、自然に発生する。その達成し得る量・質のレベルが、分化されてしまった企業と比較して、ユニバーシティ型企業内では、数百倍産出可能なのである。

21 世紀の日本の果たす役割

長年意図的に眠っていた日本型組織が起き出してからやがて明らかになる、他では到底アクセスできない領域における驚異的な技術革新の発掘による価値は、再び、世界を驚かせるであろう。その鍵は、日本人特有の集団的思考文化、特に伝統的日本企業のようなユニバーシティ型組織の一見非効率・非合理的な集団的思考と、その思考主体である集団人格によって、極めて長期間に渡り、世界によって悟られることなく秘かに進行していた無意識的戦術によるものであった。日本人集団が、歴史上、長年行なってきた、結果的に大きな国家的利益と継続の実現を得るに至ったわれわれの行動パターンに沿って、またしても利益を得たという訳である。

日本のこのような超長期的・集団的戦略的思考方法は、おそらく構造化が可能であり、体系的に研究され、再現可能なものとして、世界的の色々な場面で、必要に応じて取り入れられ、普及するであろう。これにより、日本発祥の文化の世界への重要な貢献が、世界史上、はじめて実現されるのである。

本書のすべての部分は、著者が単独で執筆したものである。著者による最近の他の組織における講義、問題解決のための議論、アイデアの考案（例えば、筑波大学

での講義、NTT 東日本の改革、IPA におけるサイバー技術研究戦略立案) のために、著者が単独で作成したメモ文書群を元にしている部分がある。したがって、著者の他の成果物と類似した内容や構造が出現する部分がある。

概要

第 1 章では、日本型組織において、それぞれが蓄積してきた資源・人材・体制・ノウハウ・設備等が必要に応じて活用され、技術革新が発生するメカニズムを述べる。米国においても、技術革新は計画主義や合理的発想ではなく、むしろ非合理的な遊びの要素と試行錯誤によって発生している実例を述べる。日本型組織において今後の技術革新を行なうために必要な最小限度の手順を述べる。

第 2 章では、現代型の技術革新を行なうにあたって、何を行なうにも必須となるシステムソフトウェア領域とサイバーセキュリティ領域に関する能力の獲得の必要性と、それらによって生じる価値を述べる。そして、長年眠っていた日本において、まずは米国・中国並みにそれらの領域に関する基礎的体力を身に付けるために必要な手順を述べる。

第 3 章では、システムソフトウェア領域等を必要最小限に開拓する際に必要な知識を、どのようにして具体的に習得すれば良いか、若い人材に対してその習得の必要性とインセンティブを伝えるにはどのようにすれば良いかを述べる。

第 4 章では、非合理・非効率な日本型組織の代表的存在である日本政府において、ICT に係る技術革新の余地が豊富に存在する可能性を述べる。日本政府は単一の組織として有する重要かつ分散的な大量の基幹システム群や重要な業務システム群を有しており、一つの組織に入るだけでこれらの豊富な分量と質のシステムを全部見ることができる民間企業は 1 つも存在しない。これをもとに、技術革新が生まれ、全世界的に同等の問題に困っているさまざまな企業や政府組織で広く使われる技術が誕生する可能性があることを述べる。そのためには、コンピュータのトップレベル人材を国に集積する必要があり、コンピュータ以外の領域すでに採り入れられて成功している 2 層構造をコンピュータ領域でも構築し、かなり閾値を高く設定して選抜した最高級の人材を集め、そのためには、既存手法と同様に、高レベル人材に特権を付与するべきであると述べる。そのために必要な魅力を作り出す手段も述べる。

第1章 総論—日本型組織（大企業・政府機関）の驚くべき可能性

第1節 日本型組織の価値と現在の問題

1 日本型組織の価値

日本において、革新的なICT技術を、どのように生み出せば良いか。

米国のシリコンバレーに代表されるようなスタートアップ的事業者や、突出した個人の経営的・投資的判断能力に依る投資家群を主流とした技術革新を、日本にも引き起こせば良いという考え方が一般的である。その手法は、既存手法として米国およびその他の国で既に確立されている。

著者は、日本においては、米国型既存手法ではなく、別の新たな可能性こそを追求するべきであると考える。日本においては、米国のシリコンバレーに匹敵する資源・人材・体制は、日本型組織（特に、政府機関や大企業等）に蓄積されてきた。日本人達は、個人の先鋭的判断や個人的な責任の引き受けを好まず、組織的・集団的思考で責任を分散させ、ある種の非合理性をもって、空気的に物事が動いているかのような状態を作り出すことを好む。日本人達は、歴史的にみても、緻密な計画性、合理性の追求を追求するのではなく、結構行き当たりばったりで試行錯誤的に物事を進め、その結果として上々の結果を出しており、結果として存続と繁栄に成功している。このような性質が大規模に自然に顕われているのが日本企業や日本政府である。

実は、前記のような日本的な非合理・非計画主義的・自律的／自然主義的な考え方と、後に詳しく述べるような、世界中で現在利用されている革新的なICT技術が生まれた際における技術革新者達の考え方は、かなり共通していると思われる。日本でも、ICT技術以前のさまざまな技術発展の歴史を振り返ると、江戸時代末期から明治、大正、昭和にかけてさまざまな革新が行なわれ産業が発展したが、これが大いに成功した原因は、前記のような日本人独特の考え方と、外圧的要因とともに西洋から次々に外来した（ハイカラ官僚とハイカラ事業家たちが西洋に行き必死で勉強

をしてきた) ハイカラな科学技術や社会制度が奇妙な(けつたいな)形で結合したことによるものであるように見える。日本では、いつでも、一応誰かが何かの契機で、集団的行動原理としての空気を巻き起こし、大計画を立ててリスクを負い、資源を投じるもの、それがその計画通りにうまくいくことはそれほど多くなく、他方で無価値な結果になるかというとむしろ逆であり、大変奇妙な形で、予想されていない結果として、極めて大きな価値が生まれるのではないか。そのような日本人の行動パターンによる日本人達自らが感じる面白さと、それが自律的・無為的に発生する成果に変換されて実際に現実化する現象を目の当たりにすることによる驚異の開花の感覚が、昭和またはそれ以前に日本企業や日本政府組織に元気があった理由ではないだろうか。日本型組織は、今後の技術革新で再び世界トップになるために持つべき資源・人材・設備・環境・体制をすでに全部持っており、単にそれを技術革新のために使っていない状況を自ら選択している状態にあるのではないか。

上記のような仮説が正しいとすれば、多くの日本型組織には、重要な二つの潜在的可能性が存在し、これは現実化可能な要素として、すでに組織内に存在するということになる。

一つ目は、日本型組織から、その人材たちが、自ら、世界を圧巻するような革新的な技術を作り出せる可能性である。ICTは技術革新の本質ではないが、ICTの技術革新はかなり容易なので、まずそこからリハビリ的に行なうのがよい。ほとんどすべての業種において、ICT技術をユーザーとして使いこなしている状態にある。ICTにおいては、ユーザーと技術革新者との間の垣根がきわめて低い。そして、すべての業種の企業、すべての事業領域の役所において、ICTが好きな人材がある割合で存在する。そこで、日本型組織の広大な社内において、ICTに関する技術開発や試行錯誤のために利用できる資源や情報を把握し、前記のような物好きな各社員たちが、それらを活用して色々なICT試行錯誤を行なうことを促進するか、少なくとも、妨げない仕組みを作れば、価値がある技術が自然に生まれてくるものと考える。日本型組織の人材は、海外システム提供企業(例えば、Google, Amazon, Cisco等)を超える、さらに洗練されたコンピュータやネットワークのシステム技術や製品・サービスを作り出すことができるであろう。

二つ目は、一つ目で述べたさまざまな日本の組織内の ICT 技術革新者たちは、形式上は別々の組織に属しているけれども、さまざまな組織で成果が出て頭角を現わせば、彼らは必要に応じて組織の壁を越えてゆるやかな連携・協力体制を形成することになるが、それが日本の将来にとって決定的な価値を有することになるという可能性である。すなわち、彼らの非公式的連携関係として始まった日本組織間の相互の接続は、価値のある組織間協力チャネルとして機能し、それを元に日本の多数の組織間の信頼関係と共同連携体制が確立され、極めて大規模な自律的・分散的な連合体が成立し、次第にこれがオフィシャル化していく強固なものとなった後に、これらの構成要素の組織・人材がいっせいに同期して力を集中させると、全世界において他に匹敵する者がいない程の極めて力強い能力を、全世界に対して発揮し、世界中で役立つ製品、サービス、インフラ、オープンな技術等を次々と供給し、やがて日本は再び世界の産業、経済、政治的安定における中心的存在となることが可能である。日本人は、今後の世界発展に対してかなり大きな貢献をすることになり、日本の潜在的存在価値が世界歴史的に現実化することになる。もちろん、日本の経済力と国際競争力は復活し、日本のさまざまな問題も解決される。

2 日本企業および日本の役所の強さと魅力

(1) 単一主体で複数レイヤを保有する高度・複雑・強固な現用設備

日本企業および日本の役所の強さと魅力は、一つの組織体において、広大な領域で現に稼働するオペレーション体制と、これを支えるシステム群、ソフトウェア群、膨大な知見が詰まった社内文書・ノウハウ群ならびに色々な物理的な設備群をすべて所有、運営、管理しているところにある。各組織内において、これらの既存コンポーネント群は、密接に結合しており、かつ、クリティカルに、決して絶えることなく、日々確実に動作している。こういったものをそれぞれ持っている日本型組織が合わさって、現在の日本の国全体の活動を実際に支えている。この決してダウンすることが許されない、かつ、高速・高性能・高機能・低コストな仕組みを支える複雑な機構・人材・設備・部品・システムが、現に構築され維持されている。さらに、一応それを回すことで安定した利益が得られ、今まで極めて長い基幹を経て存続している。日本型組織の有するこういった既存資産の品質、重要性、複雑性およ

び価値は、外国の諸企業と比較して、かなり高い。

(2) 日本型組織の社内蓄積価値は海外を大きく凌駕

日本型組織は、最高品質・性能の仕事を実現するため、長年、組織内において高度な事務処理能力および技術力を醸成するとともに、毎年優秀な学生を積極的に採用し、彼らによる膨大な量の知的作業の営みの結果、多数の豊富な組織的・情報的資産を作ってきた。

組織内に積み重ねられてきた数十年分の試行錯誤の軌跡と結果は、現有する組織や、これを支える人材や設備と同等以上に価値がある。日本型組織の現在の優秀な人材たちは、これらを、新たな技術、方法、製品、サービスの開発を実施する際に大いに発想や問題解決に役立てることができる。これは、できかけのスタートアップ企業や、いわゆる GAFA 的な私設 ICT 技術者集団のようにコンピュータ本位の表面部分のみに集中して技術革新を行なう組織や、継続年数が短いか、または、政変や企業経営の変化によって次々と蓄積価値を捨ててしまうような他国の組織には決して真似できない、貴重な知恵の集合であり、数十年にわたる莫大な人件費投資の結果であり、我々日本型組織の現在および将来の競争力の根源である。さらに、日本型組織、幸いにも、まがいなりにも、事務作業にコンピュータや LAN を採り入れてきたため、実は、こういった貴重な過去の資産の多くは、各組織の内部に、電子的に組織内に多数残存している。

このように、日本型組織は、よく日本企業と比較される Google、Amazon、Microsoft 等の ICT 技術企業と比べものにならない程、素晴らしい資産や資源を有している。これらを適切に活用すれば、米国企業を超える、より良い、競争力の高い技術を生み出すことは可能である。

3 日本型組織の問題点：自ら有する最高価値の資源の埋没と忘却

ところが、日本型組織は、現在、これらの組織内の資産を、新たな技術、製品、サービス、方法等の開発のために、すなわち面白い遊びの要素を踏まえた試行錯誤のために、十分適切に活用できていない。それだけではない。自らこれらの極めて価値の高い資産を所有していることを忘れてしまっている場合が、かなりある。

例えば、膨大な物的資産としてだけみても、日本型組織は皆、物理的な生産設備、施設・建物、室、コンピュータ、通信設備、対外取引関係（特に希少なリソースを比較的安価に調達できる仕入先との契約関係）、グローバル IP アドレスなどのコンピュータネットワーク資源といったリソースは、豊富に存在する。恐らくその水準は、世界一である。ところが、各社は、社内においてすでに確立された大規模ルーチンワークのみを前提としてこれらのリソースを運営管理し、管理も、運営も、ほとんど細分化してしまっていて、さらには、外注してしまっていることが多い。これらのリソースにはかなりの余剰分（余剰というよりも、一生日の目を見ないところに存在しているリソース）があり、その余剰は、資本主義における余剰という概念の存在意義からして、本来は技術革新のために利用されるべきである。日本型組織の本社・本庁からは、こういったリソースの利用どころか、情報把握・取得すら困難である（原理的には、かなりの時間をかけてリソースの一覧を集約できるかも知れないが、その間に状態は次々に変わるので、結局原理的に現在利用可能なリソースを知って直ちに利用することは、困難である）。優秀な組織内社員・職員自らが何らかの技術研究のためにこれを適時に利用することは全くできない。日本型組織は、技術革新のためのリソースを膨大に有しているのに、何を何処に持っているのか知らず、技術革新のためにこれらのリソースの余剰分を利用する方法を持っていない。すなわち、灯台下暗しである。

さらに、これまで膨大に蓄積された豊富で貴重な事業開発、技術革新のノウハウが詰まった社内作成の資料類を、組織（物理的には、組織内で技術革新を行ないたい人材）が自ら検索しようとしても、たいてい、必要なときにまったくこれらにアクセス・検索できない。確かに組織内に物理的に存在するとしても、色々と探し当てて辿り着くまでに、いわば RPG ゲームのような具合で、色々な人に聞いて回る必要があり、膨大なコストがかかる。

加えて、日本型組織では、さらなる重大な問題が発生している。二度と手に入らないこれら貴重な資産（作るために莫大な人件費を投じてきた）は、倉庫やファイルサーバーに保存されていることが多いのであるが、わずかなストレージ・コストを節約するために、これらを、一定年数経過後、定期的に廃棄しまっている。確かに、他者権利情報であれば、不要なものは安全のためできるだけ削除することは合理的

である。しかし、組織が自ら長年の間投資をして社員・職員の膨大な時間を使って精錬されてきた、組織が完全な所有権を有している情報は、人件費として投資した金銭が変換されて生じた生産資本であり、莫大な価値を伴うのであるから、決して削除してはならないはずである。驚くことに、多くの日本企業や役所では、これらが、放っておくと削除されてしまう仕組みになっているのである。役所において、公文書の保管期限は、その期限までは必ず保管しておくことを義務付けるものであり、それを越えたら破棄をしなければならないというものではないが、何でも破棄してしまっている。これにより、短絡的には、誤った文書が存在していたことによる責任回避に役立つが、それは組織的利益ではなく、職員等の個人的利益である。継続年数が多ければ多いほど、文書群を捨てずに保管することによって、複利的にどんどんとその価値が増加する。組織内の管理者が個人的利益を追求するために組織的利益を損なうのは、いわば背任である。このような管理者の意図によって、膨大かつ回復不能な損失が、日本組織では、日々発生している。これは、今後の技術革新の可能性を大きく制約する危険を伴う、極めて重要な問題であるので、後に詳しく述べる。

4 日本国組織は世界最高レベルの人材育成と ICT 技術開発が可能

(1) 日本国組織にはすでに優秀な人材がほとんど揃っている

日本型組織は、いくつかの重要な問題を解決したならば、これから、組織内の宝庫にある重要な投資成果である情報資産と、外国企業やスタートアップ企業には真似することができない膨大な技術革新や試行錯誤に利用可能な余剰リソースを、これまでに採用した、およびこれから採用する優秀な社員・職員たちを経て、適切に活用することができるようになる。そうすれば、我々は世界最高レベルの人材育成、優秀人材の獲得、技術開発が可能となり、比較的短い期間で、米国 ICT 技術企業以上の驚くべき技術を多数生み出すことが可能である。

日本型技術革新においては、人材育成と試行錯誤の並列化によるスケールの実現が重要となる。日本型組織は、皆、これを実現できるキャパシティを有する。各米国 ICT 技術企業は、一見巨大なように見えるが、これは技術が確立されて運営フェーズに入った後から大量の人を雇っているので、大きく見えるのである。

Microsoft や Google 等の技術創成期をみても、技術革新を引き起こした優秀な人材の数はそれほど多くない。したがって、日本型組織にすでに存在する物好きな社員・職員たち + α で、彼らを超えることは十分に可能である。

(2) 日本型組織はオープンで公正で人気があり国際社会の先頭になれる

また、日本型組織は、戦後長い間かけて、独占的・閉鎖的・低品質・粗悪・攻撃的・貿易摩擦性向・経済貪欲的なネガティブイメージをほぼ完全に脱却し、現在は、極めてオープンで公正で人気があるような風体として、国際社会にそのイメージを確立している。これは、われわれの日本国憲法の遵守、自由民主主義、平和主義、品質重視、国際協調、誠実な（しかし適当な）外交関係、事実上まともな情報収集能力・通信傍受能力を持った政府諜報機関が存在しないことによる安心感、全世界に張り出した日本企業の支店網とそれらが販売するさまざまな高性能な製品のイメージによる全世界地域密接の発展への貢献、全世界で影響力がある人物との対話等、数々の日本人達のこれまでの施策の成果である。

日本組織のうち、日本企業は、ユーザー思いでオープンな技術を提供してくれるというイメージを全世界的に獲得することができる。社内で生まれた技術を単に商用化して短期的利益を追求するだけでなく、その大半を原則としてオープン化し、国際社会において、技術の構成要素や内部実装を知りたいと思う方々に、広く提供していくことができる。国際社会の ICT 技術のユーザーは、米国や中国の企業等の自社本位的な製品を、他に代替物がないので利用させられているが、日本企業がより良いものを作れば、日本企業はより信頼されるであろう。また、複雑に見えるコンピュータ技術、通信技術というものは、魔法のように突然に生じるものではなく、比較的単純な構成要素を正しく組み合わせれば作れるのだが、その基本的方法が分からぬるので（周囲に分かっている人がおらず、勉強する方法もない）、この世界に入ることができない発展途上国の方々も多い。日本組織が ICT 技術を生み出し、その作り方をオープンにすることで、それを追う形で、そういった発展途上国の方々が ICT 産業を立ち上げることができることにも資することができ、彼らの生活の糧を彼らが自らの努力で実現することを手助けすることもできるようになる。このようにして、ICT 技術を作ることに興味を持っていただける方々が、国際社会に増

えることを目指すのである。このようにすれば、日本はさらに国際社会から慕われるようになり、日本本位の視点でみても、長期的に極めて良い安定が実現できる。現代の国際社会では、昔のように戦力の確保だけでは資源獲得ができない、資源獲得には良好な国際関係の維持が何よりも重要であるためである。日本はなおさら不戦のポリシーを貫いているので、戦力に訴えて資源獲得ができない。よって、日本は普通の国よりもさらに良好な国際関係の獲得維持が必要であり、そのためには、世界各国の人々によるICT技術革新（ICTに限らないが）を日本が教えることができる程度のレベルになることが、極めて重要である。日本は、昭和・平成において、工業分野、科学技術分野ではこれを行なってきたが、現在は他国のはうがより高い能力を手に入れていたりする。これと比較して、ICT分野はまだまだ未開拓だから、日本が高いレベルを有する状態になって、かつ、秘密を出し惜しみせず世界の人々に共有する立場をとれば、高い価値を認めてもらえるであろう。

さらに、日本企業・日本政府は、「世界で最も保守的でよくわからない安定的大国で、かつ、成長が止まり、衰退が始まつて大いに困っている国家」という、全世界的イメージを有しているから、仮に日本社会が再び技術革新を達成して成長を復活させることができたならば、その手法や知見について、国際社会でも広く共有するのである。同じ問題に困っている先進国が多いからである。おそらく、多数の先進国も、総じて、相応に優秀な人材を国内に抱えているけれども能力が埋没していて、最先端の技術開発のための試行錯誤を行なう元気が生じないという問題を均しく抱えているのではないだろうか。そういった他国や、他国の組織内人材の方々は、この問題を解決する実例として日本を見て、大いに勇気付けられる。各国の各組織において次第に固有の資産と人材が活用される。どの国どの組織にも、その国や組織しか有しておらず、貴重な、しかし活かす方法をすっかり忘れてしまっている貴重な財宝が眠っているものである。それを各国が氷解して活用し始めるのである。そうすれば、世界中で至るところで様々な試行錯誤が進み、やがて有益な技術（これはもちろん、ICT技術に限らず、国際競争力のある各国発の多数の技術の意味である）が豊富に生み出される。いったん発展が停止してしまって衰退しそうになっている先進国においても、それぞれの国の得意な領域で、高い技術の競争力が復活し、それ

ぞれの得意分野において、世界中で評価され、これにより、各国に大きな価値が生まれる。

そうすれば、日本と同様に停滞の問題が生じている様々な他の先進国も、経済的に復活し、各国が豊かになれば、不安が少なくなり、世界の諸問題についても、自然に解決することになる。日本および日本型組織における技術革新復活という契機が、成長停滞問題やさまざまな環境問題を有する多数の国における問題を解決するきっかけとなつたと国際的に評価されれば、そのことは、われわれ人類にとって望み得る栄誉のうち、最も高い名誉であることができる。

日本がすでに有する資源・人材だけで、実際に上記の栄誉ある結果の実現は、物理的にも論理的にも可能である（そして、それが本当に達成できる可能性が高い順に並べた筆頭国が日本である。これだけ潜在的に高い能力・リソース余剰・規模・人材が蓄積されている国は、他にない。）が、そのためには、それを活用しなければならない。技術革新における活用は、計画主義ではうまくいかないので、自然な発芽を促す必要がある。そこで、まず、われわれは日本型組織の内側にある莫大な潜在的可能性と、発芽可能性を妨げている比較的小さな（しょうもない）問題に目を向ける必要がある。

第2節 日本組織で驚異的な技術革新が生ずる要因

日本中の数多くの日本型組織（企業・官公庁・大学等）において、世界最高レベルの人材育成と国際的に通用する新たな技術の創成が自然になされることを目指すために、まず、日本人のこれまでの技術革新の歴史とパターンに着目する。

1 日本の発展とソフトウェア技術の停滞について

（1）日本は西洋の科学技術の習得と発展改良により成功した

日本は、戦前・戦後に西洋の科学技術を真剣に学び、これを次第に改良して、数多くの分野で、世界中で使われる製品やサービスを生み出した。日本人は、西洋の技術と競争可能な高い価値のある物を作る必要に迫られ、これらの実現に、実に真剣に熱中して取り組んだ。これにより、日本は経済的に栄え、他国との独立対等関係を実現でき、内需と貿易により、国富が実現され、各企業や各自の人生も自然に

豊かになった。日本におけるこれら既存技術の発展は、切実な経済的問題の解決、日本人ならではの内外融合および優秀な人材による試行錯誤によって、成し遂げられた。

(2) 日本の ICT 技術、特にソフトウェア技術はこれからである

しかし、その最終段階（1990 年頃から）において、ソフトウェア技術という分野が登場したが、その時には、日本技術企業たちは、すでに十分に豊かになってしまっていた。そのため、我々日本人は、ソフトウェア技術分野について真剣に取り組みをしてこなかった。現代版ソフトウェア技術（インターネット技術、クラウド技術等に関係する領域）の発展の黎明期に、米国にその役割のほとんど任せてしまった。日本人は、ソフトウェア技術に関して、努力をしていなかった。豊かさに甘んじて、懈怠をしていたのである。その間、日本に貿易戦争に負けた米国人たちは、ソフトウェア技術育成のため、大いに努力をしていた。この日本のタイミングの悪さについては、後述する。そして、現在、まさにソフトウェア技術の育成が不十分であったことが直接または間接的な原因となり、日本産業全体が、ソフトウェア技術を生み出せず、使いこなせない状況が生じている。日本企業は、そういったものをうまく使う他国企業やソフトウェア基盤技術で霸権を有する外国系システム提供企業との間において、国際競争力上、危機的な状況に直面している。

しかし、日本人の技術優秀性は、戦前・戦後の技術革新実績により、すでに証明されている。我々は、既存他産業と同様に正しくこのソフトウェア技術分野への取り組みを行えば、必ず、世界中で使われる競争力のある良い ICT 製品やサービスを、豊富に産出することができるようになる。そして、直接的には莫大な直接的国富が得られることになる（例えば、Google, Amazon, Microsoft 等の主要米国ソフトウェア企業 5 社の海外収益合計は 1,249 億ドルであり、日本の貿易黒字 1,721 億ドルのなんと 70% に匹敵する金額規模である^①）。

幸いにも、日本は、まだソフトウェア技術において海外（米国・中国）に敗れてい

^① ロイター通信 2020/08/11 記事

https://jp.reuters.com/article/idJP00093300_20200811_00220200811

ない。なぜならば、詳しくは後述するが、まだ日本はこの分野で何もやっていなかったからである。「デジタル敗戦」という言葉がマスメディアにあるが、誤りである。まだ、戦っていないので、敗戦の事実は不存在である。われわれは、これから互角に米国・中国と勝負することができる。米国・中国の技術革新は、かなり四面楚歌の状況で能力の限界まで費やして、現在のレベルを達成している。我々日本人・日本企業は、より余裕をもってこれらを超越することが可能である。実はこのことは、米国・中国にとっても利益になる。日本という良い競争相手が生まれるためである。

そして、日本にソフトウェア技術分野の力が付けば、この分野はあらゆる分野と直接、密接に関連しているから、直接的収益や直接的経済効果のみならず、色々な産業に対して、裾野が大いに広がり、次第に日本全体の多様な産業の競争力強化が実現できることになる。

すなわち、日本人が戦後に半導体・家電・自動車等に力を入れ、これらが世界中で大いに売れたことが要因となり、これら以外の国内産業も大いに栄えたように、これから日本人は ICT 技術に力を入れ、これを初めとした多種多様な分野で国際競争力のある製品サービスやそのための技術を作り、よって、日本の有する様々な領域の多数の困難な問題（経済的・政治的・福祉的問題）は、自然に解決されることになるのである。

しかしながら、そのためには、日本人ならではの条件が整う必要がある。

2 日本の戦前・戦後の2回の技術発展の成功要因

これから日本において生ずることとなるソフトウェア技術の発展と経済的復活を、正しく実現するためには、日本の戦前・戦後の技術発展の成功要因を検討する必要がある。これには、大きく三つの要因が存在する。

第一要因 国難の存在

第一は、国難の存在である。戦前戦後の日本人は、経済的欠乏を脱却し、外国と対等独立を果たし、国を豊かにして、生活条件も向上させたいという切実な需要を有していた。この開国後と戦後の2度に大きく生じた切実な需要に応えるために、

その後の苦労を伴う勤勉と工夫の精神が、大いに発揮された。

日本人はまず外国人の技術を見て驚き、最初はこれに屈服させられた上で、技術力の劣位が原因で経済的に辛苦を味わうものの、いずれ同じようなものを何とかして作り出してけしからぬ外国と対等な存在になりたいと考え、ひそかに努力を開始し、ついには外国を超えるものを作ってしまうという性質がある。

第二要因 外来技術の習得と日本語での知識共有による技術革新への参加者の増加

第二は、外来技術の吸収とより良い技術の創成である。第一要因（前述）の発生によりついに潜在的能力の発揮が始動された（叩き起こされた）日本人は、明治以降、外来技術を盛んに勉強した。しかし、日本人のユニークな点は、外来技術を単に西洋の原型のまま真似するのではなく、外来技術を、日本に長年蓄積されてきた東洋的な物の考え方ならびに日本語・日本の組織文化（第1節で述べたような、一種の非合理性・二面性を有する、日本人特有性質。日本人自らであっても法則をよく理解しておらず無意識的に遍在する思考法則）に、よくなじむように、これらを程良く混合・変形・同化させたいと考え、これを正確に、しかも遊びの心と共に、実行したのである。これは、単に西洋文化を模倣することよりも難しく、長く苦しい投資と労作作業が必要となつた。しかし、日本人たちが得られた物は労力投資量の何倍も大きかつた。これにより、一連の日本語記述文献や、日本人同士での技術の共有が実現された。これで、日本で技術革新に加わることとなつた多数の人材は、外国技術原典にいちいち当たる必要がなくなり、かなりのレベルまで日本語・日本人同士で物事を理解できるようになつた。よって、日本国内で多くの人々が育成され、日本国内で多数の人々が容易に技術開発に参加できるようになり、試行錯誤の規模と多様性が生まれたのである。これに、西洋合理主義からみると極端・非合理ともみえる日本人の徳性が程良く合わさって効果が発揮され、国際競争力のある技術（極めて高い品質と性能）が、自然に実現したのである。日本では、このような愉快な技術進化の盛り上がりは、少なくとも、明治以降（主に大正期）と戦後（高度経済成長期）の2度生じている。この歴史や、途中で形作られた日本語主体の技術文献ならびに当時の技術者・研究者・学者たちの本気の思考過程は、文書として記録されており、現代でも、各種分

野に渡り豊富に確認することが可能である（当時の様子がわかる文献や当時の文章等は、インターネット上の記事や現在流通されている書籍にはそれほどまとまっていない。デジタル化もなされていないものが多い。図書館等で、当時の本物の書籍類にあたったほうが正確で面白い）。

第三要因 組織内での試行錯誤と技術的資本の蓄積

第三は、組織内における試行錯誤による人材育成とこれによる質の高い技術資本の蓄積である。日本では、第二要因（前述）によって整備され始めた基礎的基盤の上で、教育を受けた一定の優れた学力と問題解決能力を有する多様な人材が、日本中の各組織（一部の財閥的大企業・多くの中小企業および官庁等）に入社し、大いに活躍をした。彼らは、各分野における外来技術の習得と試行錯誤を、単なる職業技術者的な給与目的だけでなく、人生最大の価値、すなわち自己実現の機会として、楽しんで日々行なった。この異様な熱気も、当時の書籍・雑誌で感じができる。これにより、日本の各組織では、人材がどんどんと育成され、これらの人材が独自性を有する技術を開発することに成功し、さらにそれをもとにして次の技術革新に取り組めるという、一連の非常に素晴らしいサイクルが確立した。その結果の各組織のノウハウは、原則として日本語で文書化され、社内秘伝の工夫教本として社内に資本として蓄積され、入社した者のみが勉強、参照することが許される他にはない教材として、その組織の魅力を高め、また、一部分は書籍雑誌を通じて社会に共有することで、さらに優秀な人材を惹き付ける競争力にもなった。

上記の三つの要素による日本の技術進化は、科学技術に限ったことではない。文系的領域の技術発展も、同じであったようである。たとえば、「社会のインフラストラクチャ技術」である法律・行政の分野の明治以後の急速な発展は興味深い。当時、日本は外国と対等独立を果たし経済的基礎を実現することが切実な需要であった。日本人たちは、不平等条約を外国に押し付けられ、たいへんけしからんので何とかしないといけないと考えていた（上記の第一要因と同じ）。そこで、日本人の勤勉性と工夫精神により膨大な先進国の経済及び法制度（仏、独、英、伊）を勉強し始め、ついにはこれらの各国の相互に異なる諸制度をうまく日本的に混合・変形・同化することに成功し、日本独自のシステムを作り上げ（アジアの国々の政府関係者が日本

に勉強に来る程であったという)、さらには、日本各地の国内事業家、行政官、裁判官等がこれを日常的に容易に活用できる程度に、膨大な文献が日本語で構築された。これはさらに醸成され国内で独自に各種文献の蓄積がなされた(上記の第二要因と同じ)。そして、優秀な人材が行政や法律の分野に入り、大いに創意工夫と試行錯誤を凝らして各組織内で技術を高めていき、同時に社会で高まった知見が共有され活発に議論がなされた(上記の第三要因と同じ)。その結果、日本は、母国語で安定した練度の高い社会システムを開発・実装・運用することに成功した。これらの安定した資本主義を実現するための社会システムは、前記の戦前・戦後の日本の技術立国の成功のための基礎的インフラとなっており、その末裔が現在の安全安心な豊かな日本社会である。この他にも、日本では、軍事技術、経営技術、生産技術等の様々な分野の成長・発展パターンにおいて、上記の三要素がみられる。我々は、これらの日本の成功要因の軌跡を、明治以降の豊富・膨大な資料群から、容易に辿ることができる。

このように、我々日本人は、様々な分野において、上記の珍奇な三つの要素が揃ったときに、驚異的な力を發揮することができる。

最近の中国のコンピュータソフトウェア技術の発展をみていくと、中国語で記述された豊富な技術文献が2010年頃から充実し始めており、中国の多数のICT人材はそれらの信頼できる中国語の文献で育成されているようである。

よって、最近の中国のICT技術の著しい発展についても、昔の日本と同様に上記の三要素が成立し、その発展の基礎となっているように思われる。

日本が世界有数の技術力を獲得した実業分野としては、当たり前であるが、造船、鉄鋼、化学、自動車、工作機械、半導体、通信機器、家電、建築等、様々なものがある。これらは、前記の三つの成功要素が偶然または必然に生じて、その結果日本人が大いに試行錯誤・技術革新を行なった結果生じた富である。これらの日本の高い技術成果物は、大いに世界中で通用し、現在であっても、日本技術には一定の優位性がある。

第3節 日本製ICTシステム技術の可能性

1 日本のソフトウェア技術の勝負の不開始

(1) 日本も1980年代まではコンピュータ技術が強かった

意外にも、ICTの分野も、例外ではなく、日本はそれなりに強かつた時代がある。20世紀後半(1970-80年代)には、コンピュータ技術において、日本は、極めて優秀な技術力と競争力を持つに至っており、世界のコンピュータ社会の実現に大きく貢献していた。もちろん通信分野においても例外ではなく、日本が米国技術に倣い自ら開発した様々な通信システムの品質も極めて高かった。信頼性がある通信システムとして、世界中で使われた。

(2) 現代日本のコンピュータ技術弱体化の理由は何か

しかし、それから40年経過した現在の日本のICT技術、特にソフトウェア技術の国際競争力は、極めて低い。その原因是、決して、日本人がICT技術に向いていないということではない。それでは、その原因は何か。

【誤り風説その1】日本人の思考能力が複雑なICT技術に向いていない

ここで、日本人の思考特性や能力が複雑かつ論理的なソフトウェア開発に向いていないとして卑下する説が存在する。しかし、これには根拠がないどころか、日本の過去の実績と矛盾しており、誤りである。ICT技術開発に求められる能力と複雑さは、過去に日本が成功を収めた技術産業群で日本人が発揮した能力と同じである。同程度に取り組めば必ず匹敵する。

現に隣国の中国人たちも幅広いICT技術を米国から習得した後に、国際競争力がある技術を中国で多数生み出している。その結果、中東、アフリカ諸国におけるICTインフラ技術は製品の基礎から中国人たちが作っている。アジア人種がソフトウェアに向いてないという根拠は、全く存在しない。すなわち、日本人の思考特性や能力が複雑なソフトウェア開発に向いておらず、西洋人に負けたという訳ではない。負けたのではなく、そもそもまだ、真剣にやっていないだけである。

【誤り風説その2】日本人は国際戦略能力が劣っている／米国が邪魔をしてくる

これとは別に、日本人は国際戦略能力が劣っているからグローバルな技術普及ができるない、または米国等諸外国によって妨害されるから良いソフトウェア技術の輸出ができるないという説がある。これも誤りである。20世紀に、過去の各産業群（造船、自動車、工作機械、半導体、家電、建築等）で、優秀な日本製品は、日本人自らの手によって、米国ヨーロッパを初めとする各国先行企業のロビイングによる強い障壁と抵抗にも負けず、結局世界各国への普及を成し遂げていることと矛盾する。

1980年以降、日本企業の高品質な自動車が米国本土にも普及し、デトロイトの米国自動車産業が危機的状況になり米国で深刻な社会問題となった様子は記憶に新しい。トランジスタ、IC、家電も同様である。それでも日本人は負けなかつた。したがつて、日本人が最近ICT技術で負けているのは、外国に邪魔をされたというような外的要因によるものではない。この風説も根拠がない。

日本はICT技術に関する勝負を単に開始していないだけである

日本がICT技術において負けている原因は、日本企業が自らイノベーションを起こさなくなってしまったからである。日本人は、現在、ソフトウェア分野でグローバルな技術普及ができないのではなく、そもそも、グローバルに普及する価値がある、世界に通用するICT技術を、単に未だほとんど作り出していないだけである。すなわち、ICT技術において海外と勝負をして負けたのではなく、まだ勝負を開始していないだけである。

(3) 1990年代日本企業はすでに理想的状況に到達しており新分野であるソフトウェア技術の取り組みをする必要がなかった

日本人がICT技術能力の獲得に大いに遅れた理由は、より単純かつ幸福な状況に基づくものである。20世紀終盤、ちょうど世界のコンピュータ技術の基礎が完成し、これからいよいよソフトウェアが重要視されるという時代に差し掛かったとき、日本では、すでに前記で列挙したような豊かな実業による富が実現されていた。日本は、前記のような様々な先行産業が一定の成功を収めたことにより、すでに手に入れた技術資本に基づき、規模をある程度拡大してこれを運用すれば、継続的利

益が生じるという、ある意味理想的に見える段階に突入していた。

すなわち、100年以上前の明治維新後に、そして敗戦後に再び我々日本人が切望した、外国との競争力や国富、豊かな経済は、ついに本当に一度現実化してしまった。あとは、これを永続化すれば良いというように見える段階に入ってしまっていたのである。

1990 年代以降、優秀な人材は既存事業の拡大・運用に取り組んだ

日本企業がこの状況であったから、日本の優秀な人材は、新規技術の開発などしなくとも、既存事業（数十年前の先輩が技術革新によって確立してくれたありがたい技術に基づく事業）の永続化や規模拡大のために活躍するのが、当然合理的であるということになったのである。仮に、まさにソフトウェアが重要になり始めた 1990 年代ごろに、従来の戦前・戦後の日本の各種産業への取り組みと同じ程度の熱心さをもって、ICT 技術革新に熱中する若い技術者たちが日本組織に相当数存在したならば、現代の日本の ICT 技術の競争力は、すでに成し遂げた多種多様な産業と同じく、米国・中国・ヨーロッパ等よりも高いレベルに達し、世界一になっていたことは間違いない。しかしながら、前記のとおり、日本の豊かさゆえのタイミング不適合の発生により、1990 年代以降、日本では、ソフトウェア産業についてだけは、他産業と同じくらい熱心に取り組みをしようと考える優秀な人材が不足してしまった。企業のほうも、すでに長年確立されてきた蓄積技術に基づく運用のほうに熱心したほうが、目前の利益が上がる状況になっていたのである。

(4) 2020 年代になりそろそろ日本もソフトウェア技術に真剣に取り組まなければならなくなつた

日本企業は ICT 技術の単なるユーザーとしての能力すら育成してこなかつた

それから 20~30 年が経過し、もはや、日本企業は、ある既存技術を運用し続ければ永久に収益が得られるという理想は、現実には永続化できないという重大な問題に直面している。世界各国の多数の事業者たちは、高い技術力を身に付け、ソフトウェア技術やインターネットの仕組みや本質を理解し、これらを自らの身心の一部のように精密かつ大規模に使いこなし、さまざまな事業上の工夫を行なってき

た。他方、日本企業は、彼らと同等の高い ICT 技術を持たないどころか、そもそも前記タイミング問題が原因となり、人材育成が極めて遅れてしまった（というよりも、ICT 分野の実効的な人材育成を全くやっていなかった）。日本企業は、単なる ICT 技術ユーザーとしてだけ見ても、外国事業者たちと比較して、深刻な人材・能力不足に陥っている。よって、外国人新興事業者たちは、日本企業の様々な分野における競争力を搖るがすに至った。

外国企業はユーザーとしてだけでなく ICT 技術そのものの技術革新にも取り組んだ

そして、20世紀終盤から現在までの、このような地殻変動のまさに中核となったソフトウェア技術は、日本組織が過去の安定収益に安穩としていたことから、全く取り組んで来なかつた。米国は、日本にハードウェア競争で負けたが、その後50年間かけ、また日本に追い付きたいと切望する中国は20年間かけて、このソフトウェア技術領域に、着実・真剣に取り組んできた。その結果、世界においては、21世紀に入り、極めて進歩したシステムソフトウェア技術（OS技術、インターネット技術、分散ストレージ技術、ビッグデータ技術、クラウド技術、セキュリティ技術）が次々に登場し、AI技術等の高度なアプリケーション・ソフトウェア技術がこれらのシステムソフトウェア技術の上で動作可能となつた。高度なシステムソフトウェア技術と豊富なアプリケーション・ソフトウェア技術が一体となり、2020年前後には、現代社会を動かすエンジン基盤となつた。伝統的物理的産業のエンジン基盤である造船、自動車、半導体、化学等の技術と同じく、ソフトウェア技術は、様々な社会活動を支える基礎部分となつた。ソフトウェア技術を使いこなした新興事業者は短期間で競争力を得て、使いこなせなかつた先行事業者（日本企業等）を追い抜くことが容易となつた。そして、ソフトウェア技術そのものも産業分野として確立し（前記のようなOS、クラウドサービス等）、最も高収益かつ世界的影響力の強い分野となつた（前掲。GAFA等5社の海外収益は日本全体の貿易黒字額の70%に達している）。

このように、ソフトウェア技術の世界における進歩は、日本の既存各種産業の競争力を現実に搖るがしている。我々日本人は2020年頃になり、強い危惧感を得るに至つた。現在の状況が續けば、ある時点で日本企業の収益性はますます低下し、

日本企業は優秀な人材の獲得もままならず、新たな技術が生まれないという脱出不能な悪循環に陥る。長年蓄えてきた国富はますます減少し、日本は、各種の物理的欠乏に直面することとなる。これは、避けなければならない危機的な状況である。幸いにも、日本企業には優秀な人材が遍在している。彼らの ICT 技術への取り組みと技術革新のための試行錯誤がこれから並行的・連携的に行なわれることにより、この危機は、今からでも、解決することが可能である。

2 日本技術の復活

ここからは、明るい話題を述べる。日本社会では、伝統的に、正しい道筋の発見と努力の開始は、国難によって初めて始動される（前記第一の成功要因）。2020 年前後により、ようやく我々日本人は、最近の日本の国際競争力低下の根本問題は、日本の各組織における勤勉な技術研鑽、試行錯誤、人材育成、技術的資本蓄積の不足であるということを正しく認識した。そういうた技術の中でも、最も重要な技術は、ICT 技術である。前記のとおり、ICT 技術は各産業の技術の基礎となるものであるためである。日本企業では、ICT 技術をユーザーとして使いこなすこと、ICT 技術そのものを進歩させることの両方が必要である。

米中が 20 世紀終盤から苦労して現代型 ICT 技術の開発に取り組んでいる間に、我々日本人が真剣にこれに取り組んで来なかつたことの因果を、我々日本人は正しく被っている。その原因は我々日本人のみの責任である。全世界的な自由技術競争の当然の結果である。そして、我々日本人の間には、この問題をこれから何とかしなければならないという危機感を有している。そして、この問題を解決できたならば日本に山積される多数の問題も、これとともに解決するのではないかという素晴らしい希望が生まれている。そこで、日本社会における始動の条件である国難の存在と問題認識（第一の成功要因）は、ちょうど現在充足した。したがって、次に日本社会において発生する段階は、外来技術の習得と日本語での知識共有による技術革新への参加者の増加（第二の成功要因）、組織内での試行錯誤と技術的資本の蓄積（第三の成功要因）である。そして、これらの 2 つの段階は、これから並行して、日本国内の多数の企業や公的組織において、それらに広く遍在している優秀な人材によって、達成されることになる。

(1) 日本はまず ICT 技術のうち「システム技術」で世界一位となる

これから日本から高度な技術革新が行なわれ、国際競争力のある製品が多数出てくる余地のある、かつ日本人にとって得意となると考えられる最適な分野は何か。戦前戦後に、日本人が造船、自動車、工作機械、半導体、家電、建築等の基礎的産業群において高い優位性を示したことは、先に述べたとおりである。現代社会では、やはり ICT 分野に関連して、新たな技術革新が発生すると思われる。造船、自動車、半導体等に相当する基礎的技術は、「コンピュータシステム」、「通信システム」、「クラウドシステム」等の「システム技術」である（これは、ソフトウェア技術のみでなく、運用技術やハードウェア技術とも密接に関連する分野であるから、今後は、「システムソフトウェア技術」ではなく「システム技術」と表記することにする）。日本企業および日本人は、戦前・戦後と同じく、これから、この分野で、世界中で大成功を収めることになると考えられる。

(2) システム技術とは何か

コンピュータに関する「システム技術」とは、現在、世界中でほぼすべてのビジネス処理および日常消費生活に使われている、コンピュータ、ネットワーク、セキュリティ、モバイル、通信システム等の基盤技術の総称である。システム技術は、アプリケーション技術とは異なるが、アプリケーション技術に密接に連結されている。良いシステム技術は、さまざまなアプリケーションを広く歓迎し、それらのアプリケーションが活発に活動をすることができるコンピュータやネットワーク上の領域を確立し、保護し、統治し、特権レベルを独占して物理的権限を執行する。すなわち、システム技術は、アプリケーション技術に仕える管理者や統治者である。

システム技術については、海外（主に米国）において、1960 年頃から現代の 2020 年頃までに進化し、一応おおよその形が確立されている。たとえば、Windows や UNIX、macOS、Android や iPhone に代表される OS、Cisco や Juniper に代表される通信システム、Amazon の AWS、Microsoft の Azure、Google Cloud 等に代表されるようなクラウド・コンピューティング技術、これに関連するストレージおよびネットワーク技術、分散データ処理技術など、ある程度実用的なものがすでに世界中で開発されてきた。

まだまだ世界中のこれら米国企業の先行者のシステム技術は、荒削りであり、かなり不格好なもので不具合や快適性に欠ける点も多い。しかし、他に代替がないので、ICT ユーザーたちは何とかこれらを使っている。これから日本人が、あたかも昔の日本車や日本家電のように磨きをかけて、洗練し、完成型を生み出すことになるのである。このような日本の役割については、後述する。

システム技術の本質

システム技術は、物理的な産業性品で比喩すると、造船や自動車、航空機そのもの（より具体的には、船体、車体、推進、操舵部分等の、これらの物体を動作させるために欠くことができない各種要素およびそれらの要素を連携して統合的に動作させる一連の統制機構）を作る技術に相当する。実はこれらのシステム技術は、船や自動車等の物理的製品でいうと鉄板、ネジ、クギ、歯車に相当するような、より基礎的なプログラミング技術（例えばコンパイラ、スクリプト言語、フレームワーク）、ライブラリ部品群（例えば暗号化、圧縮、文字列処理、画像処理）、インターネット技術（例えば TCP/IP、DNS、負荷分散）、セキュリティ技術（例えば認証、認可、機密性保護）といった、無数のありふれた部品群をうまくつなぎ合わせた、有機的集合体である。細かい各部品過酷な、競争にさらされ、その開発においては、必ずしも投資対効果（収益）は高くない場合もある。ところが、これらの細やかな部品群を組み合わせて、ひとたび実用的な「システム技術」を作ることに成功したならば、そのような接着剤的部分にこそ、極めて高い価値が生じるのである。なぜならば、そのような組み合わせや統制こそが、最も難しい事柄であるからである。例えば、人間を骨、関節、筋肉、臓器等に分解してそれぞれのパートに値付けしても価値は低い。これらを接続する神経系と統制する頭脳があつてはじめて人間は高い価値を実現する。人体でいう神経系と頭脳およびそれらと各部品とのつながりそのものの様態が、システム技術に相当する。これと同じことである。人間という形は自然進化されて組み立てられてきたが、コンピュータのシステム技術は自然発生せず、我々人間が一生懸命に努力して組み立てなければならない。

最も高度かつ複雑な分野

良いシステム技術を作ることは、本質的に難易度が高い。システム技術は、現代社会において最も複雑かつ高度な分野である。なぜならば、すべての領域を本質的に理解している技術者と事業家たちのみが、システム技術の領域に手を出すことができ、技術革新を成し遂げられるためである。そのためには大いなる勉強と試行錯誤が必要であり、組織的体力と優秀な人材が必須である。特定のアプリケーション領域しか知らないエンジニアや、単に ICT を直接的利益のための道具としてしか利用していない事業家には、システム技術を組み立てることはできない。

一度開発に成功すると高収益が得られる

そのため、良いシステム技術をいったん作ることができたならば、その技術のオーナーにとっては、競争が非常に少ないという恩恵を受けることができる。一度良いものができれば、数十年間に渡って世界中で使われ、高収益が実現できる。なぜならば、良いシステム技術の上には、様々な「アプリケーション」が乗り、日々のユーザー向け活動を行なうことになるためである。たとえば、自動車を用いてバス会社を操業する、船を用いて豪華客船を運営するといった事業を行なうときには、必ず自動車、バス、船体を購入しなければならない。システム技術を獲得した企業は、これらのアプリケーション事業に対して透過的かつ公正・中立に、システムを提供する能力を取得する。各アプリケーション領域は競争が過酷で波が激しいが、いったん確立されたシステム技術領域は、海底のように穏やかである。したがって、システム技術を作るための道筋を辿り、正しく投資すれば、後から、広大な全世界的市場が手に入り、豊かな利益が生じる（我々日本人が戦前・戦後作ってきた物理的技術と同じである）。アプリケーションを作る人が無数に増えれば増えるだけ、そしてアプリケーションが競争になればなる程、システム技術だけは、高い収益を生み出す。

（3）米国先行者企業のシステム技術の弱点

2020 年時点では、Windows、AWS や Google 等のシステム技術が多くの領域を寡占している。しかし、これらの米国企業が作ったシステム技術やその製品・サービスは、まだまだ改善の余地がある。

荒削りであり洗練されていない

第一に、これらは、あたかも昔の米国製の家電製品や自動車のようなものであり、洗練されていない。確かに動作するにはするが、耐久性、保守性、品質、快適さ、セキュリティ、アフターサービスは十分ではない。一見安価のように見えるが、これらを満たそうとすると、実際にはかなりの追加的措置が必要で、相当なコストがかかる。ICT の住人は、これらを、今後 5 年間くらいのテンポラリーな道具として使うことはできるが、安心して使い続けることはできない。一度住み始めても、安心することはできない。あたかも 5 年ごとに立て直しを強いられる脆弱な建物のようなものである。実際に 5 年で地殻変動が起き、脆弱性が出て、アップデートも提供されなくなり、次第にうまく動かなくなり、定期的に、巨額のシステム・インテグレーション・コストを必要とする。

使用方法が複雑・難解であり、結局専門的システム技術の知識が必要となる

第二に、これらを正常に使うためには色々な難しいことを覚える必要がある。これは、ユーザー側に専門家が必要とされる程度に複雑である。ユーザーは、提供側企業の専制的技術者やマネージャーたちが興味本位でアドホックな思い付きで作った非民主的な気まぐれな理論に同意し、従わなければならぬ。表示されていない異常な挙動や、本来想定されているべき挙動に沿わずに、正常に動作しない場合の責任の所在も明確でなく、多くの場合は、提供者側の「仕様である」という後付けの抗弁によって（実際にはそもそも仕様などが存在していないことが多い）対応は拒絶され、被害を受けたユーザーは、自ら何とか回避策を見つけ出さなければならない。ユーザー側も、システムの内部挙動をある程度推測して不具合を回避する必要があり、そのため、結局ユーザー側にも高度なシステム技術の知識が暗黙的に要求される。

安心して長期間使用することができない

第三に、米国由来サービスは、次第に大規模化するに従い、細やかな対応がとても粗末にされている。ユーザーたちは、あたかも、朝起きると天井が崩落しているかも知れず、そのような場合に崩落の真の原因と責任の所在を追及しようとしても

その原因はブラックボックスの向こう側であり本当のこととは分からず、システム提供者からは表面的なことしか分からぬオペレーター経由で真偽不明な抗弁を聞かされ、画一的な対応をされ、不服があれば訴訟で解決せよという攻撃的な米国的文化の受け入れを強いられて、現実的コストで問題解決が困難であるかのような建物に入居して、幸運に頼って、その建物を用いた事業を日々行なうような緊張を強いられている。これは、貸主に借地借家法による保護がなく、借主が日々びくびくしながらリスクを負って入居することを強いられるような、貸主が圧倒的に有利な、発展途上国的情況に、よく似ている。

米国企業のシステム技術は提供者本位であり、彼らの利益が最優先される攻撃的な仕組みとともに提供され、真のユーザーの満足と安心を実現していない

すなわち、これら米国企業の先行のシステム技術の製品・サービスは、システム提供者本位の大規模合理的かつ攻撃的な製品・サービスなのである。決してユーザーのことを真剣に考えて作られ運営されている訳ではない。2020年代の海外のシステム技術というものは、がたついた使いづらい自動車、数年ごとに建て替えを強制させられるとても安住できない建物、細やかな部分の不具合や品質の向上のこだわりが欠けた快適でないユーザビリティ、問題発生時における使用許諾契約上の免責事項を盾とした責任回避の仕組みの付着があり、様々な不満をユーザーが持ちながらも、代替がないことから、やむを得ずこれらを購入して使用している状況にある。現在の米国企業先行型のシステム技術は、システム提供者側が王様であり、ユーザーがあたかも王様に従事する家来となるかのごとく、主従関係が逆転してしまっている。ユーザーはシステム提供者側の権力ときまぐれをおそれている。システム提供者側は独断で値上げをし、仕様変更をし、動作を改変し、安定した状態を切り捨てることができる。これらが、おおむね5年ごとに断行される。ユーザーは皆、不本意ながらこれに必死につき従っている。

(4) 世界中のユーザーは本心ではユーザーに優しいシステム提供者を求めているが、米国システム技術企業群はこれを満たしていない

このように、コンピュータ技術について、システム提供側企業がユーザーよりも強い力を持つてしまっている状態は、他の産業と比較するとアンバランスに見え

る。本来、ユーザーと提供側は対等な関係でなければならない。あるいは、ユーザーのほうが多少強くなければならない。それが健全な形である。しかし、このシステム技術領域における主従逆転のようなアンバランスな不健全な関係は、自由市場によって生じたものであり、その面で、一応は正当な結果である。ユーザーたちは、今や、力を持ったシステム提供側企業たちを非難することはできない。現在の不均衡が発生した原因は、品質が悪くてもそれなりに動作するシステム技術を作るには相応の努力が必要であるところ、そのような相応の努力を払ってきて、何とか動作するシステム技術を生み出すことができた企業の数が、かなり少なかったことにあら。前記の欠点がありながらもそれなりに動作するシステム技術は、市場での選択肢が数個しか無い。これらほとんどの選択肢が米国企業によって占められている。大規模米国企業の文化の本質は、上述のとおり、極端な企業側本位と合理主義によって支配されているので、その結果、現在、世界中のユーザーは、本心ではユーザーに優しいシステムの提供者を求めていながらも、そのような提供者が存在しないことになり、権力的システム提供者のサービスをいつも購入せざるを得ない状況となっている。

(5) 日本製システム技術・製品・サービスは穏やかなユーザー本位性を実現し、世界中のユーザーに本心によって選択され得る

これから日本人および日本企業が作ることができるシステム技術、製品、サービスは、前述した不完全な米国企業のシステム技術・製品・サービスよりも、より良く進化することができ、世界中のユーザーが真に望んでいる品質と安心感（これらは米国企業が提供してくれない）を提供することができる。

前述のとおり、幸運にも、システム技術領域における、現状の不健全なユーザー対提供企業間の主従逆転のアンバランス状態は、単なる自由市場競争の結果である。日本人および日本企業が、穏やかな姿勢で、かつユーザー本位の思想に基づき、より良いシステム技術と製品サービスを作るようにすれば、日本国内だけでなく、世界中（米国を含めて）のユーザーはこぞってこれを本心から支持して利用するであろう。従来日本が成功した家電、半導体、自動車、船などの分野の発展と同じことである。

日本製システム技術は世界中のユーザーが心から求めている安心を提供可能である

一旦、米国製システム技術よりも日本製システム技術のほうがユーザーに優しく、快適に利用でき、あまり考えずに継続運用でき、長持ちし、何か不具合があつてもかなり真剣にその内容を聞いてくれて問題解決をしてくれる安心感があり、わずかなレビューション低下リスクも過度・真剣に気にして、「使用許諾契約書」がどうであるとか裁判所で決着を付けろと言う攻撃的文化でもなく誠実に対応をしてくれるのではないかという期待が世界中のユーザーに生じたら、これまで蓄積してきた「日本製品」というブランド力は、ユーザーの意思決定に対し、強く効果的に作用し、日本製が選択される。

日本製は価格競争が可能である

価格の面でも、競争力の実現は可能である。システム技術は、物理的技術と比較して、作る段階で様々な面に気配りをして作れば、後から保守運用コストをとても抑えることができる。ポロポロと壊れる米国製のシステム技術よりも良いものができる。日本製のシステム技術製品やサービスとして、米国製と同じくらいの価格、またはさらに安価なものを実現できる。これも、過去の自動車、家電、半導体の実績をみると、日本人に可能であることは明らかである。価格の面でもほとんど同じか、より安価になれば、合理的な世界中のユーザーは、日本製をこぞって利用するであろう。

日本の政治的姿勢と評判は良く、日本技術はセキュリティ上各国で好まれる

さらに、日本の敗戦後 70 年以上の世界からみた政治的姿勢と評判は、誠に良い状況にある。アジア諸国は総じて日本を尊敬している。日本技術者たちはアジア諸国の経済発展に深く貢献してきている。我々日本人や日本企業の作る物には、決して裏がないという、セキュリティ上の観点からみても高いブランド力を、日本製のシステム技術は、世界中で確立することが容易である。西洋、東洋、イスラム等の陣営や政治関係にかかわらず、日本製は好まれる。中立的信頼感を世界中で実現可能である。

そもそも、コンピュータ、通信、セキュリティ技術を導入することは、そのユー

ザー組織が、自らの心臓部を、その技術提供元会社の手に委ねることと同義である。そこで、本心で米国製、中国製、イスラエル製といった国々と密接な関係を有する企業のシステム技術に重要な部分を委ねたくないと考える世界各国のユーザーはかなり多く存在する。アフリカ人、アラブ人たちは、中国製インターネットおよび5G通信システム技術を好んで導入している訳ではない。他にコスト面で適応する安価なものがないのであるから、仕方無くそれらを使っているだけである。同じ程度の品質・性能・価格で、日本製が実現できれば、こぞって日本製が選択されるであろう。

(6) 日本人はリバースエンジニアリングが得意であり、既存の世界中のシステム技術を元に新しいものを作れる

戦前・戦後の両方において、日本人の高い技術力は、海外の基礎技術の勉強に加え、現に動作している海外製の製品を分析し、リバースエンジニアリングを行ない、より良いものを作ってしまうという方法によって確立された。

ICTに関するシステム技術でも、ほとんどこれと同じことが可能である。まず、すでに世界中で確立されており、ある程度安定して動作する、かつ高機能なシステムソフトウェアの多くは、そもそもオープンソース化されている。たとえばLinuxである。現在、誰でもLinuxを適切に活用すれば、実用的な業務システムのOSや、長期的に安定稼働するVM基盤としてこれを用いることができる。しかし、色々な点でLinuxは荒削りである。これを使いやすく加工し、品質を高めれば、かなり短期間で、世界中で通用するOSやVM基盤技術を作り出すことができる。よって、日本人はこれから苦労してOS基盤やVM基盤などを一から作り上げる必要は全くなく、すでにあるこれらの技術を適切に加工して磨きをかけ、適切に組み合わせれば、高い日本製の品質を有するシステム技術を作ることができる。

クラウドサービス等の、その実装がオープンソース化されていない領域も存在する。たとえばAWSやGoogle、Microsoftのクラウドサービスの内部実装はこれらの私企業の営業秘密であり、門外不出である。ところが、これらの内部実装は、ICT技術についてその本質を理解している優秀な日本人技術者たちによって、サービスの仕様、挙動、ユーザーインターフェイス、API群、表示されるエラーメッ

セージ等を元にほとんど推測することができる。複雑に見えるこれらのクラウドシステム技術は、実際には、単純な部品の有機的結合である（例えば、少し前までは、AWS の VM は Citrix 社の仮想化製品を間接的に呼び出すことで動作していた）。そして、クラウド技術は、必ずしもハードウェアに近い部分から一から作る必要はなく、前記の Linux 等から取得できる OS 技術に磨きをかけければ、比較的容易に構築可能である。このようにすれば、日本人は、海外の先行者たちの各種システム技術よりも、高品質なを作ることが可能である。

3 日本人はこれからシステム技術領域でどのように大成するか

このように、我々日本人がある程度真剣にシステム技術を作り始めれば、たちまち米国や中国を追い越すことができ、自由市場の元で、世界中で本心から購入してくれるユーザーを多数確立することができ、莫大な価値を得ることができる。我々は、日本製の各種技術、製品、サービスが世界最高品質となり、膨大な富を得ることに成功した時代を、コンピュータに関するシステム技術の分野で、再び繰り返すことができる。

(1) システム技術の試行錯誤をする人材の母数を増やす

そのためには、システム技術を作る方法を勉強し、試行錯誤する必要がある。何よりも重要なのは母数である。試行錯誤の多様性が増すことが、日本から生まれる製品の質を決定するためである。現在の日本では、システム技術に精通し、国際競争力のある技術革新を行ない、製品サービスを開発できる人材の数は、まだ、きわめて少ない。1人が成すことができる複雑な思考と高度な試行錯誤の量には、生理学的にみて、時間的限界がある。したがって、スケーラビリティを実現するためには、どうしても人数を増やすなければならない。

戦前・戦後の日本をみると、化学、自動車、工作機械、半導体、通信機器、家電、建築等の分野で、さまざまな日本人が、さまざまな組織（財閥的大企業、中小企業、役所）でこれらを熱心に勉強し、色々な物作りの試行錯誤をした結果、日本では、短時間のうちに、高い技術レベルを有する人材が、多数育成された。これが日本の過去の勝因である。前に見たように、システム技術領域の革新方法も、従来型物理的

製品技術の革新方法と比較して大きく異なることはない。そこで、まずは、システム技術領域においても、これと同じことを、再度日本で発生させる必要がある。

高いシステム技術を持つ人材の育成は比較的短時間で可能である

幸いにも、高いレベルのシステム技術の習得は、日本企業が従来経験してきた物理的な技術の習得と比較して、より短時間で可能である。高レベルに達するまでには、もちろん一定の試行錯誤が必要であるが、物理的な物の試行錯誤にこれまで膨大な時間とコストがかってきた（たとえば、半導体、自動車、化学を考えてみるとよい）ことと比較して、システム技術の多くはコンピュータの中で発生する現象を制御するものであるので、それほどには、時間とコストがかからない。その証拠に、1998年に Google 検索エンジンの原型の試作を開始した大学院生たちが、この大規模統制技術を確立した 2003 年ごろまで 5 年間しかかっておらず、かつその 5 年後には、Google 社は汎用的なクラウド・コンピューティング技術開発（自社の内部で使っていた高スケールなシステム統制技術を社外の需要に応じて開放すること）まで作り出し、2008 年頃には、巨大なクラウドシステムが誕生している（偶然にも、Amazon 社が自社用のコンピュータ統制システムを社外の需要に応じて開放することを思い付き、EC2 と S3 というサービスとして提供を開始した時期とほとんど同時期である）。このことをみると、システム技術領域は、物理的な事象を対象とする従来科学技術と比較して、数倍もの速度での技術革新が可能であることが分かる。

自律的な試行錯誤のみが唯一の手段である

それでは、どのようにして人材の育成をすれば良いか。システム技術を代表とした、高いレベルの ICT 技術の習得に役立つ確実な研修方法といったものは、残念ながら、全く存在しない。良い教科書や専門書も稀にしか存在しない。したがって、現時点においては、組織による何らかの確実なマネージメント手法により、組織人材に対して高いレベルの技術習得と技術革新を生じさせることは、不可能である。

そもそもマネージメントを行なう側の管理職、研修を行なう側の講師が、ICT 技術の本質を理解できていない以上、経営者による具体的・個別的なすべての試みは、的外れに終わる。組織が人材育成に際して無理やりマネージメントを行なったり、

研修を行なつたりしても、残念ながら、それを実施または提供する側のレベルがそもそも低いものであるから、そのレベルを超える人材は決して育たない。高いレベルの人材を育てるためには、そういう人材が自然発生する環境を醸成することが理に適った手法である。システム技術の技術革新はマネージメントではなく自然発生によることは、後に述べる UNIX の発生のように、歴史上豊富な証拠が存在する（マネージメントを好む IBM からは、ついに実用的な広く支持される現代型オペレーティングシステム技術は発生しなかった。UNIX を作り上げたのは AT&T であり、後に述べるように、これは組織的な計画的な行動ではなかった。IBM PC 用の OS である MS-DOS を作り上げたのはいわゆるインチキ学生達によって創立された Microsoft であり、しかも零細企業から安く買い叩いてきたものをベースとした突貫工事であった）。

（2）日本型組織においては、高度な技術的試行錯誤の自然発生環境を復活させることが最重要である

したがって、多数の日本企業や役所の人材の中から、ICT 技術等の高度な技術習得と、新たな価値がある技術革新が発生するために最も重要なことは、それらが自然発生する環境を再び復活させることに尽きるのである。

現在世界中で普及している重要な ICT 技術をみると、そのほとんどは、程良く整った環境から自然に生じている。この分野では、計画的に作ろうとした技術はそれほどうまく作れず、価値を持たない（IBM の例のほか、AT&T が当初試みていた Multics の例など、大規模組織が計画的にシステム技術を作ろうとしてうまくいかない例が豊富に存在する）。別の目的で作っていたり、遊びで作っていたりした技術が、次第に磨かれていき、世界最大価値を有する技術になるのである。

良い技術が自然発生する環境というのは、放置されて荒れた環境とは異なる。荒れた環境は、秩序が低い。したがって、高度な秩序が必要とされる ICT 技術は、そこからは全く育たない。そこで、これには、全くの自由放任でもなく、かといって、計画や予算を基礎とした行動が要求されない、絶妙なコントロールが要求される。経営者は、統治をせず統治がされているように見える状況、自律的に秩序が保たれる環境を、人為的に作ることが必要である。

- (3) 高度な技術革新には時間要する。経営者に求められるのはその環境を維持することの細く長い安定した支援である

技術革新に時間がかかるように見えることは正常な現象である

たとえ技術革新に向いた環境を用意したとしても、技術革新は自然発生的であるから、予めスケジュールを決めて見通すことは不可能である。これは、最近の日本企業が慣れている計画主義と比較すると、一見、時間が余計にかかるように見える。

時間がかかるについて業を煮やす必要はない。戦前・戦後の技術発展期を再度思い出してみるとよい。日本の国際競争力を有する各種技術に係る新規の発明・発見は、綿密な計画主義の元では行なわれていない。日本企業が計画主義に傾向するようになったのは、技術が確立され、これを運用し規模拡大するフェーズになった時代よりも後である。したがって、計画主義のようなスケジュール間で思い通りに物事が進行しないという現象は、高度さ・複雑性・高競争力を有する技術革新という物事に内在的に存在する性質であり、正常な現象である。身体が成長しようとしているときに、無理やり引っぱってはならない。

高度・複雑な技術を自ら組み立てる技術力の獲得にはかなりの長期間を要する

システム技術のような高度・複雑な技術が成立するためには、関連する各種部分を有機的に結合し、同時に各部分も並行して進化する必要があるためである。

たとえば、素晴らしいオーケストラ集団がコンサート公演を行なう際には、会場で色々な準備・調整をしたり、楽器を運び込んだり、演奏者を揃えて意思統一をしたり、会の進行や照明等の打ち合わせをしたりする等の、膨大な準備活動が必要である。数週間前から時間をかけて現地で準備をすることも多い。このような準備段階にこそ、極めて長大な時間がかかるのである。この長い準備期間と比較して、実際に音楽がオーケストラで演奏されるのは、わずか數十分間である。

経営者が、システム技術を追求し試行錯誤する多数の若い優秀な人材に対して、

「もっと急げ」と催促をしたり、その内容について焦って過度に介入したりしようとすることは、あたかも、上記のオーケストラの準備段階の数週間の期間にやってきて、「音楽が鳴っていないではないか」、「早く演奏しろ」などと怒るのと同じである。これは、単に無駄なだけでなく、不利益のほうが大きいことは明らかである。

かといって、経営者が何ら注意を払わないと、今度は、若い人材たちの側では、次第に怠惰な気分が生じて、さぼって何もやっていないとか、必要な限度を超えてサボタージュしつつ遅く物事を進めるという現象（これは企業による信頼を被雇用者が裏切る重大な利益相反行為であり、被雇用者にとっては楽な割に毎日高い給与がもらえて、短絡的利益が生じるが、同じだけ会社に損害が生じている）が、必ず発生することに相場が決まっている。上記のオーケストラの例でいうと、担当者や責任者がのんきに何もやっていないとか、または一見あちこち走り回っている振りをしながらも実際には何も有益なことをやっていないかまたは無駄なことをやっており、いつまで立っても演奏の準備ができず、オーナーに損害が発生するということになる。

技術革新を自然に引き起こすための経営は本質的に難しい

必要な技術革新の速度は、その領域と性質ごとに、最適値が存在する。その最適値よりも、それよりも早く急かされると意味のあるものが組み立てられず、かといってゆっくりとやり過ぎるといつまでも完成しないということになる。速度が最適値±一定の許容範囲内に収まるようにすることが重要である。しかし、このコントロールは、当事者である技術者たちにしかできない。技術を取り扱っていない者は、適切な速度が分からぬからである。また、技術革新は、各技術者たちの内面において発生する心理的思考作業であり、進行状況は外からは見えないからである。そこで、経営者の側は、どうしても技術者を通じた間接的コントロールしかできない。これについて強く干渉すると技術者は失敗し、放置すると技術者は怠惰を起こして物事が進まない。大変に難しい話である。

そうすると、技術革新を目指すとき、経営者において必要なのは、自律的な活動を尊重しつつ、かつ必要な注意を払うという、一見相反するようにも見える絶妙なリスク・コントロール行為であるということになる。これは、両極端（放任または積

極的介入のいずれか)を行なう場合と比較して、かなり難しい仕事である。しかし、経営者というものは、そのような難しい仕事を適切に遂行するということの引換えとして、企業の場合は法人(株主)から、官公庁の場合は国民から、給与をもらっているのであるから、もちろん、何としても、この難しい仕事を遂行しなければならない。

そもそも、日本組織は果たしてこのような正しい絶妙な試行錯誤自然発生コントロール能力があるのかという心配も生じるのである。しかし、その心配は不要である。戦前・戦後の成長期において、日本企業はまさにそのような絶妙な経営を行なってきた実績があり、その結果多数の領域で日本の技術力は世界最大の競争力を実現したことから、日本企業でもこれが可能であることが証明されている。

そして、日本企業において、このような絶妙なコントロールを行なうことなく、放任か過度な介入かの両極端のいずれかに振れるようなマネージメントを行なうような管理者は、経営側ではなく、単なる事務的サラリーマンの長(事務長)である。

事務的サラリーマンの長(事務長)を技術革新のマネージメントに充ててはならない

近年の日本企業における誤りは、技術革新を試みる若手技術者集団のマネージメントに、事務長的な人材を充ててしまっていることがある。事務長の職務は、すでに確立された技術に基づく規模の拡大や確実な日々の運用において、欠くことが出来ない重要な仕事である。ところが、事務長に技術革新の試行錯誤を行なう若い人材のマネージメントをすると、全く役立たないどころか、不利益のほうが大きい結果になる。技術革新を試みる若手優秀人材たちと事務長との間では、求められる行動規範が全く異なるから、適切な関係は確立できない。結局事務長は技術者のやっていることが経営的に理解できず、自由放任または積極的介入の両極点のいずれかに振れてしまい、いずれも良い結果にならない。そこで、適材適所の観点から、事務長のような人材は、運用部門に専念してもらうべきである。

経営者は技術革新を直接管轄することが可能である

技術革新を行なおうとする人材のマネージメントを計画主義的なサラリーマン

的事務長に任せることができない以上は、技術革新に係る絶妙なリスク・コントロールと、日々の判断や必要な注意の配慮は、経営者自らが、関係する技術者集団と直接の信頼関係を確立し、ほとんど一体となって行なわなければならない。

幸いにも、自然な環境を維持するために要する単位時間ごとにかかる予算は極めて少なく、リスクも、計画主義と比較にならないほど低い。せいぜい全社のうち数パーセントの社員が係わる程度であるし（数人のみの場合もある）、社員にとっては、普段の仕事の合間に色々と試行錯誤を行なうための環境であるから、維持コストは極めて低い。長期的持続することのリスクは低く、得られるリターンは大きい。したがって、経営者が（事務長を経由せずに）直接に技術革新の部門の面倒を見るとしても、そもそもお金をあまりかけなければ、もともとリスクが低いのであるから、経営者の時間を大きく消費してしまう心配はない（結果として失敗しても重大な組織的影響が生じないので、相当程度、当事者たちの自律性に委ねることができる）。

このように考えると、実は、技術革新の初期の段階では、予算をできるだけ使わず、ほとんどリスクをとらないことが、何よりも重要であるといえる。米国 ICT システム技術（例えば UNIX、Microsoft、Amazon、Google 等）も、新たな技術を作り始めるときにはわずかなコスト・少ないリスクで開始している。うまく動作することが判明した後に、はじめて大金を投じているのである。これにより、成功したのである。

一方、近年の日本企業では、技術革新が発芽してきたと思ったら、最初から、日々の大規模構築運用業務と同じような感覚で、いきなり大量の予算を投じてしまうから、リスクが高くなり、ほとんど投機的になり、経営者は直接マネージメントできず（時間が足らなくなるため）、やむを得ず事務長の存在が必要になる。しかし、そのような環境では、結局何物も育たないのである。

第 4 節 米国での実例の紹介

1 UNIX の実例 (米国の電話会社 AT&T 社)

(1) UNIX は AT&T 社内コンピュータ・ルームで遊んでいた社員たちによって開発された

世界最大級の価値をもつ、高度かつ全世界的に普及した ICT 技術の例として、UNIXを見てみよう。UNIXが1969年にAT&T(アメリカのNTTのようなもの)の社内で作られたことは、有名な話である。

しかし、UNIXの開発は、実はAT&Tによる計画主義によるものではない。UNIXは、AT&Tの中のコンピュータ・ルームで遊んでいた数名の社員が、社内にあったGE製のコンピュータで「スペース・トラベル」という宇宙飛行ゲームを作っている途中に(より明確には、仕事をさぼってコンピュータ・ゲーム作りに嗜じている時に)思い付いたものである^①。そして、社員たちは、折角作った「スペース・トラベル」を社内の他のワークステーションにコピーしようとした。その直接的理由は、「スペース・トラベル」を最初に開発して動作させていた大型コンピュータは、AT&TがGE(General Electrics)社から借りていたレンタル物件であり、あるときこれを返却しなければならなくなつたためである。そこで、その大型コンピュータをGE社に返却してしまった後でも、仕事中にゲームで遊ぶためには、これを急いで会社にあるより小型のワークステーションにコピーしなければならなくなつたのである。しかし、CPUが異なり、単にコピーするだけでは動作不能であった。別のCPUで動作するように、ゲームを書き換えなければならない。しかし、ゲーム如きで一々そのような労力をかけるのはもったいないので、この際、CPUが異なつても移植できるプラットフォーム非依存なOSが欲しくなつた。そうすれば、ゲームでも、タイプライターでも、集計ソフトウェアでも、一度そのOS向けに書けば、どのコンピュータにも移植できるようになるはずであり、そのような基盤OSには価値があると考えたのである。1969年当時、そのような移植可能で実用的なOSは無かつた。そこで、AT&T社員たちは、自分たちでOSを一から作ってしまった。そして、

^① <http://www.bell-labs.com/usr/dmr/www/hist.pdf>

これを「UNIX」と名付けた。同時に、様々な異なるCPUのコンピュータで簡単にUNIXを動作させることができるように、CPU間で移植可能な「コンパイラ」と「プログラミング言語」が欲しくなった。当時、OSの記述はアセンブラー言語という、CPUごとに異なる言語で行なわれていたが、CPUが何種類もあると、OS開発の際にすべてのCPUのアセンブラー言語を覚えなければならず、これは大層な苦役であった。そこで、これを避けて、楽に各コンピュータにOSを移植できる手段として、新たなプログラミング言語を、自分たちで一から開発しようとしたのである。AT&Tの社員は自分たちでこれを作ることに成功し、「C言語」と名付けた。

AT&Tの中で会社の仕事と無関係に遊んでいた社員たちによって、UNIXとC言語が自然発的に開発されてしまったのである。

UNIXとC言語は、現在、世の中のほとんどのコンピュータで利用されている。Windows、Mac、iOS、Android、Linux、Cisco、Oracleといった製品群も、AIやビッグデータ、クラウドサービスに欠かせない各種ソフトウェアやこれを支えるスクリプト言語も、インターネットそのものも、自動運転自動車も、カーナビシステムも、家庭用ゲーム機も、テレビも、家電も、航空機運航システムも、送電システムまたは化学プラントの制御用ソフトウェアも、軍事技術も、IP電話交換機も、ほとんどすべて、C言語またはC言語の後継あるいは派生言語によって作られていて、UNIXまたはUNIXの派生OS上で動作している。

このように、UNIXとC言語は、現代の高度な社会の運行において、途方もない価値を提供している。したがって、AT&Tの中で社員たちが会社の仕事と無関係に遊んでいたことの価値は、計り知れないほど大きい。

(2) UNIXに様々な機能を追加した動機はAT&T社内の事務の問題の解決であった

さて、しばらくして、AT&Tにおいて、社員たちがUNIXやC言語の開発を継続しようとする際、新たなコンピュータを購入する必要が生じた。当時のコンピュ

ータは 1 台一千万円以上するので、とても社員たちの小遣いで購入することはできず、会社を説得しなければならない。ちょうど AT&T 社内には大量のドキュメント類を高速で検索したり、テキストエディタで編集したり、プリンタできれいに印刷したりしたいという需要があった。そこで、社員たちは、その需要に応えるツールを作るのだと会社を説得し、コンピュータを買ってもらった。現代の人であれば、「テキストファイルの検索など簡単である。新たにツール等作らなくても、UNIX のシェルと grep コマンドを利用すれば良いではないか。」と考えるであろう。その「UNIX のシェル」と「grep コマンド」^①こそが、まさに AT&T の社内の文書検索のためだけに発明されたプログラムだったのである^②。grep を実現するためには、ファイルシステム、シェル、パイプといった基本的なものを、一から全部作る必要があった^③。これは OS の改良を必要とする。このようにして現代の OS の概念の基礎が出来上がった。このように、UNIX は、AT&T の中で遊んでいた人たちが、最初は会社の業務と全く無関係に作り出し、しばらくしてさらに遊びたいので会社の何らかの業務と関連付け、そのためのツールを作る過程で、自然発生的に、今のような形に進化していったのである。決して、計画主義によるものではない。

(3) UNIX の開発は決して計画主義によるものではなかったが、開発者たちは自発的に AT&T の社内の問題を解決するために UNIX の拡張を開始した

AT&T における UNIX と C 言語の発明をみれば、大規模企業における高度な技術革新のためには、それらが自然発生する環境が必要であることは明らかである。そのような環境で社員たちが自主的に何か作り始めることが重要である。また、同時に絶妙な企業内の需要 (AT&T の場合は、大量の文書を検索・印刷したいというものであった) に関連付けて、それらの社員たちが、作りかけのシステムを役立てようとする機会の存在が重要である。AT&T の例の場合も、会社側が狙ってそのような機会を用意した訳ではない。これらは、社員たちの側からの自発的行動であった。

^① <https://en.wikipedia.org/wiki/Grep>

^② <https://www.youtube.com/watch?v=NTfOnGZUZDk>

^③ <http://www.columbia.edu/~hauben/book-pdf/CHAPTER%209.pdf>

したがって、会社としては自然な環境を作ることにはある程度積極的に行なうにしても、ひとたびその環境が確立されたならば、社員に対して、これをやれ、あれをやれという具合に、会社の側から仕事を押し付けてはいけない。社員たちが自発的に何か社内の問題を解決するツールを作りたいというように言い始めるまで待たなければならない。そのようにして自発的に生じた動機に基づく熱心度合いは、給与と引換えに依頼された単なるサラリーマン的仕事と比較して、何倍もの熱意が生じ、結果として良い技術ができるのである。

2 「インターネットの発生」（米国国防総省の社内問題解決）^①

1966 年、米国国防総省の一室には、MIT、カリフォルニア大学バークレイ校、空軍司令部の 3 箇所の異なるメインフレームに向けて 3 本の専用線でつながる 3 台の端末が置かれていた。これら 3 つのシステムの情報を統合利用することは困難で、3 台の端末を苦労して操作していたロバート・ティラーさん達は、ついに我慢できなくなり、「ARPANET」（現在の「インターネット」）を思い付き、構築をし始めた。

なお、核戦争に耐えることができる通信インフラを国防総省の主導で作ったという説があるが、これは、後に付け加わった理由である。ちょうど並行して、米軍において、ソ連からのミサイルをいち早く検知して迎撃するシステムを作るプロジェクトがあり、レーダーの基地と、迎撃のための基地が離れているので、その間を接続する通信システムが必要とされていた。参考書籍によると、その話は後からきた話である。ARPANET の構築の契機は、上記の 3 台の社内コンピュータ専用線の接続である。

^① 「The Origins of the Internet」 Katie Hafner

3 「UNIX オペレーティングシステムと C 言語の発生」(AT&T の社内問題解決)^{①②③④}

1969 年、米国 AT&T は、コンピュータで文書を書いていたところ、社内に大量のドキュメントが生じて、これらの検索ができず、人海戦術を余儀なくされていた。

そこで、ケン・トンプソンさんたち数名の社員は、大量の社内ドキュメントを高速に検索できるようにするため、自作 OS 「UNIX」を開発した。さらに、この過程で「カーネル」、「ファイルシステム」、「シェル」、「grep コマンド」等を実装する必要が生じ、新しいコンパイラ言語「C 言語」も同時に開発してしまった。

4 「ルータの発生」(スタンフォード大学の社内問題解決)

1982 年、スタンフォード大学には数千台の異なるプロトコルのコンピュータがあった。これらを相互に接続したネットワークを作り、インターネット (ARPANET) に接続する必要が生じた。当時、「ルータ」という製品は存在しなかった。同大学のレン・ボサックさん、サンディ・ラナーさん達は、大学内で多数のコンピュータ間を同軸ケーブルで配線し、相互通信できる仕組みを自分たちで考えていった。最終的に、これらを相互通信できる試作ソフトウェアと箱を自作できるようになった。これが、今の「Cisco IOS」である。これは他の大学や研究所も欲しがったので、自室でルータを多数組み立てて販売し初め、注文が殺到したが、大学では公式に商売ができないかったので、1984 年に Cisco 社を起業した。

5 「HTTP、Web の発生」(CERN の社内問題解決)^{⑤⑥}

1990 年、CERN (欧州原子核研究機構) では、多数の研究者が持ち込む異なる種類のコンピュータが乱立していた。研究者の入れ替わりが激しく、大量のドキュメントを確実に記録し整理しておく方法が存在せず、情報は日々失われていた。

^① 「The Evolution of the Unix Time-sharing System」<http://www.bell-labs.com/usr/dmr/www/hist.pdf>

^② 「On the Early History and Impact of Unix」<http://www.columbia.edu/~hauben/book-pdf/CHAPTER%209.pdf>

^③ 「grep - History」<https://en.wikipedia.org/wiki/Grep>

^④ 「Where GREP Came From - Computerphile」<https://www.youtube.com/watch?v=NTfOnGZUZDk>

^⑤ 「Answers for Young People」<https://www.w3.org/People/Berners-Lee/Kids.html>

^⑥ 「CERN: Information Management: A Proposal」<https://www.w3.org/History/1989/proposal.html>

この内部問題を解決するため、ティム・バーナーズ・リーさんにより、「HTML」、「HTTP」、「URL」という規格と、実際に動作する Web ブラウザ「WorldWideWeb」および Web サーバー「CERN httpd」が試作された。

6 「Java の発生」（Sun Microsystems の社内問題解決）^{①②③}

1992 年、Sun Microsystems 社の数名のチームは、「インターネット対応スマート家電」を作ろうとした。

しかし、既存の「C++言語」は複雑で大量のメモリを消費し、多種の不具合が発生する等して、開発コストがかさんだ。この社内問題を解決するために、新しいプログラミングのシステムを思い付き、1995 年までに、より軽量で開発し易い「Java 言語」を開発してしまった。

7 「クラウドサービスの発生」（Amazon の社内問題解決）^{④⑤}

2000 年、Amazon 社内は大量の Sun サーバーと Cisco ルータで動いており、年間 10 億ドルのコストが発生していた。これが原因で大赤字であり、ドットコムバブル崩壊もあり、資金調達困難で会社が倒産しそうになった。この社内問題を解決するために、急遽、コストがかかる Sun のサーバーを捨て、全部 Linux の自作サーバー群に置き換えて 80% のコストを削減する必要が生じた。

しかし、大量の Linux 自作サーバー群をどのように管理するかという難題が生じた。また、当時多数のプログラマーが、プロジェクトごとにそれぞれ独自に社内にサーバーやストレージを立ち上げており、各自の構築の手間も大変であった。

そこで、社員が、同時に、VM、ストレージ、ファイアウォールの構築管理を自

① 「High noon : the inside story of Scott McNealy and the rise of Sun Microsystems」
<https://archive.org/details/highnoon00kare/page/120/mode/2up>

② 「The 'Green team' and the secret development of Java」
<https://cybernews.com/editorial/the-green-team-and-the-secret-development-of-java/>

③ 「The History and Future of Java Programming Language」
<https://www.appdynamics.com/blog/engineering/the-history-and-future-of-java-programming-language/>

④ 「EC2 Origins」
<http://blog.b3k.us/2009/01/25/ec2-origins.html>

⑤ 「How Amazon exposed its guts: The History of AWS's EC2」
<https://www.zdnet.com/article/how-amazon-exposed-its-guts-the-history-of-awss-ec2/>

動化するための社内ソフトウェアを試作した。これがかなりうまくいき、社外にも同様の需要であることが分かったので、「Amazon Web Services (AWS。当時は EC2)」という名前を付けて、2006 年から、社外にも販売し始めた。これが、現代の「クラウドサービス」の起源である。

8 まとめ

上記のように、米国における主要なデジタル技術は、大企業や役所の中から生まれている。そして、これらは、計画主義ではなく、自律的な試行錯誤の結果、生まれているのである。これらのことから、高いレベルの人材を育てるためには、そういう人材が自然発生する環境を醸成することが理に適った手法であることが分かる。そうすれば、日本も、米国のように、多数の日本企業や役所の人材の中から、ICT 技術等の高度な技術習得と、新たな価値がある技術革新の豊富な発生が可能となる。

第 5 節 日本型組織での高度な技術革新の自然発生

1 現在の日本型組織にみられる問題点

現在、たいていの日本型組織の有する豊富な余剰リソース（特に、コンピュータやネットワークが好きな若者にとっての遊び場として利用可能な施設・設備・機材）、蓄積された情報資産、購買力、人材の豊かさと能力は、先に述べたような「UNIX」を開発した 1969 年の AT&T を、遙かに凌駕している。ところが、日本型組織では、現在、ICT に関する高度な技術革新がまことに発生しづらい。その理由は何であろうか。

（1）計画主義が支配し、技術上の高度な試行錯誤が全くできない

これは、現代の日本型組織には、1969 年頃の AT&T にあったような、また同じくらいの時期に多くの日本型組織にもあったような、試行錯誤を許容するような遊びの要素がなく、大規模業務運営を前提とした計画主義が組織内を支配していることにある。これは、一応莫大な予算を投じることができる反面、計画を立てて計画通りに実行しなければならないという行動規範しか組織に発生しないという結果

を招いてしまう。

もちろん、従来型の大規模な事業や業務の企画・運営（すでに確立された手法および技術に基づく企画・運営）は、既存の日本組織の継続発展にとって、極めて重要であり、組織価値の一つである。これをおろそかにすることはできないし、やり方を大きく変える必要も全くなき。既存の事業を回することで資源を獲得することが、技術革新のために必要な余剰資源になるためである。したがって、これらは、従来のままでよいのであるし、従来のまま温存しなければならない。

他方、日本型組織で、従来型の大規模事業・業務の企画・運営とは別に、技術革新を引き起こすためには、自然で自律的な試行錯誤を許容する特殊な空間がどうしても必要である。

そして、日本型組織内において、試行錯誤を許容する特殊空間は、既存の大規模業務と半分つながっているようにも見えて、半分は隔離されているように見えるという、極めて絶妙な半透膜のような隔壁で包含する必要がある。この絶妙な半透膜的な隔壁の透過度合いパラメータの設計と日々の運用こそが、鍵である。これを極端に不透膜にしてしまうと技術革新は起きず、完全に透過させてしまうと既存業務が崩壊するリスクが生じるので自由度を上げづらくなる。この膜は、単なるフィルタでなく、かなりインテリジェントなものでなければならない。特殊空間に集まる人々の精神性が、隔離膜の透過性と性質を決める。それが良好な範囲内に収まるための決定的な要素となる。そして、明治～昭和にかけて、日本が発展したのは、各日本型組織において、この技術革新を引き起こすための特殊な空間と、そこに自然に付随する特権の取扱いと、計画的・定型的業務との間の程良い分離と、リスク管理を、自然になっていたからであった。これこそが、長年継続してきた日本型組織の有する最大の文化的価値、資産である。組織内でそれらが失われてしまう前に、復古させることができるかどうかが、その組織の今後の存続と発展の鍵である。

20 年以上前には、日本型組織の内部の色々なところに、現在よりも豊富な試行錯誤の余地があった。ところが、最近 20 年間で、社内のほぼ 100% を、大規模業務企画・運営を前提とした、ゼロリスク主義の計画主義に支配させてしまった。これは、管理上は一見楽な道であった。人間は、2 種類の異なることを同時に考えて

実行することは難しいが、1種類ならば簡単だからである。しかし、これは、結果的に大きな逸失利益を生じさせた。

日本型組織には、これから少し ICT 試行錯誤を行なうだけで、1969 年当時の AT&T を上回ることはもちろんのこと、Amazon や Google、Microsoft をも上回る、幅広く深いレベルの試行錯誤に利用できるさまざまな組織内の蓄積技術や資源、現有設備、実際に有する顧客や対象業務者等が豊富に存在するにもかかわらず、組織経営上最も楽な方法である、すべてを大規模業務運営のための計画主義手法に支配させてしまった結果、最近 20 年間、日本型組織が作ることができた優れた技術や製品・サービス（米国 ICT 企業に負けることのない、国際競争力のある優れた成果物。ICT に限ったものではない）が、うまく作れていない。

（2）日本型組織で高度かつ面白い試行錯誤ができることが公知の事実となり、意欲を有する学生が日本型組織を敬遠する

このことにより、最近、日本型組織では、日本型組織のそもそもその価値である、既存組織を最大限に活用して試行錯誤をすることができるという、入社・入庁しなければ決して得ることができない特典的・魅力的環境が、ほぼ完全に消失してしまった。このことは、就職先を選択しようとする大学生たちの間で公知の事実である。日本型組織では技術革新に係わることができないと考えた、優れた日本の大学生・大学院生たち（大学・大学院で広く深く学問を学んだ日本を支えることができる集団）は、技術革新に主体的に参加したいと思う場合、日本型組織に志願しない。彼らは、代わりに Google、Microsoft のような外資系、あるいは、日本の技術系スタートアップ企業を選択する。

日本型組織は、実は膨大な魅力的な資源、設備、情報資産を有しているので、本来であれば就職市場において外資系を含む他組織に勝てるのであるが、あまりにも日本型組織の環境に自由・魅力がないという事実がすでに学生に伝わってしまい、日本型組織にとって有利な魅力的な事実の存在を訴求しても、技術革新に主体的に参加したいと思う大学生・大学院生たちの市場からほとんど無視されるようになった。結果として、高度な技術的または起業家的素質がある人材の獲得はますます困難になり、また、入社・入庁した人材を技術的に育成することも困難となった。こ

れによる悪循環が生じている。

(3) 技術革新が自然発生する環境を復活させる必要性

これによる教訓は、明らかである。日本型組織には、組織内に、大規模業務企画・用のためのルールや仕組みだけでなく、技術革新も同時に実現できる別のルールや仕組みが必要である。いかなる場合でも、決して社内の 100 パーセントを計画主義に支配させてはならない。数パーセントでよいので、技術革新が自然発生する環境を社内に作り出し（復活させ）、維持する必要があるのである。

2 これからの日本型組織の技術革新

そこで、日本の最大の課題は、これから、様々な潜在的可能性がある日本型組織に、これまでに述べたような技術革新（ひとまずは、ICT 技術革新を起こすことが、おそらく最も難易度が低い）が自然発生する環境を復活させ、維持することである。そうすれば、既存の社員・職員は自発的に技術研究を行なうようになり、自然発生的に色々な技術が生み出され、これらは競争力のある通信サービスとなり、またはオープンに公開されるソフトウェアとなって日本中に普及し、それを見たより優秀な人材がその組織に自然に集まつてくるという好循環が生じる。この好循環をさらに維持すれば、やがてその組織は、現在単に外国企業（Cisco, Juniper, Microsoft 等）から買ってきて使う側に回ってしまっているシステムソフトウェア、通信機器やクラウドサービス等の、さらに進化され洗練された新しい技術・製品を、自ら作り出すことができるようになり、これらは、世界中で普及することが可能である。そして、その組織を良い先例であると見た日本中の企業や役所等の人材も同じようなことを行なうようになる。これにより、日本から多数の ICT 製品が世界中で出て行くようになり、日本の国富が実現される。そして、日本の多くの問題が解決する。

(1) ユニバーシティ的非合理日本型組織で生み出される ICT 技術の豊富さと価値は、表面的コンピュータ新興企業群（GAFA 等）を大きく上回る

「はじめに」で述べた理論を、もう少し具体的に述べる。これから日本の競争力向上につながる最高レベルの ICT 技術に密接に関連する技術革新の中には、大規

模な日本型組織でしか成し得ない分野がかなりある。

他国の組織も、もちろん ICT の技術研究を行なっている。しかし、それらの他国他の社で生み出される可能性がある ICT 技術の範囲と、日本組織によって生み出される可能性がある ICT 技術の範囲・可能性は、質的に、大きく異なるのである。

さまざまな日本型組織には、次の重要な特徴がある。日本で稼働している大規模・伝統的な日本型組織は、今でも、現用の生産設備群とサービス群について、ほとんどすべてのレイヤにおいて社内のみで十分に知り尽くし、また、過去に蓄積された膨大な知的資産を、单一事業者として、長年あまり大きく変化することなく、かつ、自ら完全に物的に所有管理してきているという点である。合理主義により分化が進んでいる組織では、こういった特徴が見られず、ある特定のレイヤのことは分かるけれども、それよりも上または下のレイヤは、他の専門会社に外注して任せてしまう傾向にある。企業所有者（株主）のリーダーシップが強く、できる限りの合理化を経営陣に求める合理主義的企業は、選択と集中が進んでいく。学校でいうと、専門学校や単科大学（カレッジ）のようなものである。総合大学（ユニバーシティ）のように、組織内に入れば全レイヤについて一応一通り内部で把握・支配管理しているという状態は、経営学的にみると、短期的利益の数字が伸びないので、やめてしまつて、得意な部分だけに集中すべしという考え方である。合理主義、株主利益至上主義で行なうと、大抵はそうなる。しかし、伝統的日本型組織は、合理化の波に抵抗し、しぶとく生き残ってきた。従来の体制を極めて長い間承継して生き残っている組織の多くは、このような特定領域への分化の波から運良く保護され、ユニバーシティ的な、すべてを单一事業者で見ることができる、稀に見る総合的企業として、これから、技術革新の領域で、その価値を開花させるのである。

多くのグローバル企業が合理化の波で専門分化し、短期的なパフォーマンスをたたき出している間に、合理化に抵抗してきた伝統的日本企業群は、確かに、短期的には数字上の利益額は負けているであろう。ところが、そのようにして無意識にも非合理を残存してきた日本非合理企業群は、これから、数十年単位で、長期的に、短期的戦略を安易に取ってしまった外国合理的企業をゆうゆうと上回る価値を作

り出すことになる。短期的に専門学校や単科大学で勉強したほうが即戦力になると考えた人材を、長期的には、総合大学で奥深くまで勉強を重ねた効率が悪い人材が、後になって悠々と追い越していくことと同じである。

なぜ、カレッジ的合理的企業ではなく、ユニバーシティ的な非合理大規模企業のほうが、ICT 技術革新において有利なのだろうか。

実は、ICT 技術革新は、机上のコンピュータ上での試行錯誤だけで生み出すことができる部分は、簡単に触れる部分であり、わずかな氷山の一角なのであり、たいていすでに掘り尽くされているのである。ところが、水面下には莫大な富、新たな ICT 革新技術の発掘の可能性が眠っている。水面下の ICT 技術革新の余地というのは、実際の産業生産設備やそれに付随する多種多様な社内設備や社内システムを実際の題材とし、そういうしたものに必要に応じて触れながら行なう ICT 技術革新である。

氷山の例だと、水面下の部分を探求するためには、普通の人にとっては、極めて多大な苦労・苦痛が生じる。一度外に出て、冷たい水に潜っていき、何らかの方法で氷に穴を開ける必要がある。カレッジ型選択集中型企業では、とてもできない。他社に出かけていって、組織の壁を越えるコストが高すぎる。

しかし、ユニバーシティ非合理企業では、社内を探索すれば、なんと社内にほとんどすべてのレイヤのすべての要素・技術・人材・部品が見つかる。それがユニバーシティ（单一の中に万物が宿る）という言葉の語源である。技術革新が必要な現場も見つかる。これらに触れるとき、一度凍えるような外に出る必要も、不透明な氷に穴を空けて開拓する必要も無い。暖かい社内（比喩としての）を歩き回るだけで、凍える海に飛び込むことなく、容易く探求できるためである。单一社内（またはグループ内）の組織の壁は、会社の壁よりも、かなり低いためである。カレッジ型組織の人が、同じことを他社に出かけていって頼み込んで行なったり、色々見せてもらったりする場合と比較して、ユニバーシティ型非合理組織内では、探求コスト、接触コストは、おそらく、 $1/100$ 程度で済む。これにより、技術革新を行なう人材は、カレッジ型の企業では到達することができなかつた需要部分に余裕で辿り着くことができ、そのレイヤの知識も社内で教えてもらうことができ、本物を見ながら

勉強も可能であり、よって、低い試行錯誤コストで技術革新ができ、現場からのフィードバックを得て、革新的な ICT 技術を完成させることができる。そして生み出された技術は、まず、同種の問題を抱えているすべての世界中の産業者による極めて高い需要が生じる。次に、その技術を生み出す際に部品的に、または付隨的に形成されるさまざまな部分技術は、それぞれの部分として極めて高い価値を有し、他の領域における需要技術を組み上げる際にそのまま利用することができる。

ユニバーシティ的非合理日本型組織の資源、体制、ノウハウ、現有設備は、これまでの大規模事業のための実際的な問題解決によって生み出され、蓄積され、維持されている。ユニバーシティ的非合理企業は、上下ほとんどのレイヤをわずか一社で保有している。ユニバーシティ的非合理日本型組織における技術開発をするときは、これらをすべて活用することが可能である。これは、驚くべき優位性である。会社は、社員に対して、原理的には、それを必要に応じたリスク管理と共に、技術革新のために触ってもよろしい、実験してもよろしい、ということができるのである。Amazon、Microsoft、Google、Apple 等の新興事業者たちには、これがない。彼らいわゆる GAFA 的企業と、ユニバーシティ的非合理日本型組織との決定的な違いは、ここにある。彼らは、過大評価された時価総額は大きいものの、日本企業がふんだんに持っているこれらの物を、何も持っていないのである。価値すら、感じていない。彼ら新興事業者たちのコンピュータ・マニア起業家達の精神構造は、コンピュータやインターネットだけが全てであり、物理世界はそのために存在する低レイヤの代替可能な構成物である、というかなり自己本位的な考え方が、その基礎となっている。彼らは、物理産業は、コンピュータやインターネットを支えるための手段だと考えている。彼らは、広いレイヤに渡る大規模実物生産手段を持っていないし、それを広く深く勉強する意欲もないで、氷山の一角、コンピュータだけで完結するところしか、十分な実験や試行錯誤ができない。彼らももちろん実物生産手段の領域に一部進出してきている。半導体やコンピュータや無線通信設備の製造・設計はもちろん、データセンタ設計やロボティックスや自動運転や宇宙開発といったところにも手を出している。しかし、所詮はその程度である。

物理的産業空間は、彼ら新興事業者たちが触れることができるような甘いもので

はない。積算時間と投資してきた金額規模と蓄積された社内ノウハウと絶対的な安全品質管理がものを言う領域である。この点で、各ユニバーシティ的非合理企業群は、比較できない程の優位性を持っている。世界そのものは、物理産業と物理社会制度によって動いている。物理産業設備やこれを支える各種システム群と密接に関連する部分にこそ、ICT 技術革新における無限の可能性があり、世界中の富の大部分に対して対応する資格がある。ICT 技術革新全体領域において、コンピュータ本位の表面的考え方で開拓できる部分は、おそらく 1% くらいであり、それよりも小さいかも知れない。そういうた表面的部分はこれまで Amazon、Microsoft、Google、Apple 等の新興事業者たちや世界各国のコンピュータ・マニア企業達が熾烈な争いを繰り広げて日々開拓されてきた。残りの 99% は、物理的実物産業に触れることができる ICT 技術革新者だけが開拓できる。優秀な ICT 技術者は、世界中誰も、この一番美味しい 99% の部分に注目していないのである。日本人は、誰でも、日本に残された全世界的に希少な価値を放つユニバーシティ的非合理日本企業群に入社できるし、他の組織であっても、日本組織同士の既存の信頼関係で、共同で事業もできる。日本人の優秀な ICT 技術者が、各ユニバーシティ的非合理日本企業群の中で、歩き回って、これら残りの ICT 革新可能余地 99% のほとんど全部を全部開拓することも可能である。

これが、日本型組織が長年無意識で非合理性を堅持することによって行なってきた戦略であった。その表面的・現実的実装は、各日本型組織の内部における合理化に無意識に反対するサラリーマン的経営者や中間管理職たちの日々の抵抗によって形成してきた。われわれ日本人は、個人としては非合理を嘆くものの、組織としては非合理ができるだけ温存される様子を目の当たりにしてきた。個人として批評するときは、一体あの現象は何であるのか意味不明であると評論し、翌日、組織で自分の席に着くや否や、すぐに態度を変えて、組織的非合理に積極的に寄与するという、矛盾した行動様式を抱えてきた。これに何の価値があるのか、長年誰も分からなかつた。経営論的にみると、このような集団無意識的行動には、何の戦略もなく、単に組織自らの首を絞めているように見えてきたのである。

今や、日本型組織における合理化への無意識・組織的な長年の抵抗の真価は、明

らかになった。全世界的に、短絡的視点で企業の合理化・分化がなされていく過程において、短期的には優良企業、長期的には焼け野原状態になるその合理化の台風の波を、目立たないようにひっそりとやり過ごし、非合理的総合的組織の数が世界的に随分と減つて、総合的企業でなければ決して発掘することができない技術革新領域を誰も発掘できなくなつた後に、いよいよ日本の非合理的組織が、そのままの非合理性を保つたまま希少な存在として技術革新を復活し、前記の発掘余地のある技術革新領域の大部分を手に入れようという、誰も想像することができない大規模かつ無意識的作戦としての価値があつたのである。各日本型組織の内部における合理化に無意識に反対するサラリーマン的経営者や中間管理職たち日本人たちにおいても、この全体的戦略を、誰一人として明示的に意識せずに、企業の将来のために、耐え忍んで、全員で成し遂げた。このことは、驚くべき、究極のブルー・オーシャン戦略であったと言つて良い。他のいかなる国がこれを達成できるであろうか。

このようにして、ついにこの30年間を経て、世界中が合理化による焼け野原になつた今、温存された多数の日本型組織を擁する日本が復活し、合理化されてしまった組織からは生まれ得ないICT技術革新を、日本型組織に豊富に存在する人材母数による並列的な開拓により、また、世界的に熾烈な技術革新競争にさらされることなく、次々と生み出し、日本の技術力は、再び大手を振つて世界における今後の技術進歩の中心的存在として、平和に開花することになるのである。

(2) 優秀なICT技術を有する学生は、日本型組織内に存在する資源と問題のすべてを知れば、これに魅力を感じて必ず入社・入庁し、実際的問題解決のために、新たな技術を自然に生み出す

前記により、日本型組織は無意識的戦略として、あえて非合理の状態を維持したまま、長年潜伏していたことが明らかになつたが、世界が合理化の焼け野原になつた今、そろそろ復活して良い頃合いである。そのためには、若干行なうべき作業がある。

まず、優秀な学生たちに日本型組織の魅力を存分に訴求することが重要である。ICT分野で優秀な若手人材が入社したならば、ソフトウェア分野における技術革

新のために、自組織のリソースをすべて知つてもらい、その上で、これらの運営管理上・生産上存在する会社の問題を審らかに説明することは、極めて重要である。

なぜならば、日本組織にとって困っている現実的問題を解決するために能力を使うということこそが、そいつた若手高度人材の最大の喜びであると考えられるためである。先に述べた AT&T の例は、UNIX 開発継続の意欲が生じたのは、会社の有する大量の文書ファイルの検索を効率化するために何とかして欲しいという需要が会社側に存在していたところ、ちょうど UNIX を開発していた社員たちがこの問題を解決するために力を尽くした（そのために必要だと言って高価なコンピュータも会社に買ってもらえた）というものであった。すなわち、文書ファイルの検索という今となっては単純な問題からでも、UNIX を一から開発してしまうという意欲が生じるのに十分であった。

AT&T の例の当時は、ほとんどコンピュータは業務に利用されていなかった。これと比較して、現代社会では、ほとんどすべての組織で、業務や生産活動にコンピュータが使われていて、面白い課題は山積みである。業務や生産設備に直結する、各種ソフトウェア関連問題は、課題の宝庫である。これらの問題を、新たな技術を試作することによって解くという課題が与えられれば、能力の高い若手 ICT 人材は必ずこれに応じ、その問題はもちろん解決されるとともに、その過程で次々に新しい ICT 技術が発明されるであろう。

(3) 若手 ICT 人材が日本型組織内の各種の問題を解決する過程で高度な技術が自然に生まれる

たいていの日本型組織には、コンピュータソフトウェアやシステム技術に関するさまざまな問題が、現に存在する。生産設備と関係しているが、生産設備と関連した ICT 技術革新は、前記の理論により、世界中の他の ICT 技術革新者によって見向きもされていない現状があり、よって、汎用解決技術が存在せず、未解決のまま、運用でカバーされている。そこで、大規模企業など、これらのうち 1 つでも解決することができれば、それだけで何十億円、何百億円のコスト節約効果、または社内業務改善による現実的・直接的利益が生じるようなものもかなり転がっている。さらには、そういう過程によって作られた技術は、先に述べた AT&T の UNIX の例

のように、単に社内問題を解決するだけでなく、汎用的に世界中で使われる基盤的システム技術として、世界中に普及していくことができる。これらは、相応の能力を要する ICT 技術者にとっては実際に楽しいことであり、人生のすべてをかけて取り組みたいという自主的な意欲が生じる要因となるのである。このように、日本型組織において、様々な試行錯誤が可能で、豊富な経験が得られ、他社については到底作ることができなかつたような高度・高品質な競争力がある技術を作ることに成功し、しかも、外国系合理企業（前記の焼け野原企業）と比較して、相当な安定雇用が保障されているという強い魅力を感じた社員は、大学にいる優秀な後輩に対して、日本型組織を積極的に推奨するであろうし、また、このように良い評価は自然に広まるものである。そうすれば、Google や Amazon よりも日本型組織のほうが良さそうだという具合になり、さらに良い人材が入社志願してくることになる。このような好循環が何回か続き、各日本型組織は、いつの間にか、特定領域の技術革新において、世界最高レベルの技術革新企業になるのである。

第2章 各論I — システムソフトウェアおよびサイバーセキュリティ領域の開拓

第1節 理論

1 概説

前章では、日本社会および日本型組織における豊富な可能性を述べた。これを実現するためには、純粋なコンピュータやインターネットの領域、クラウドの領域、業務システムの領域、産業システムの領域等における、豊富な日本組織内の人材の並列的な試行錯誤と ICT 技術革新の開拓が重要になる。並列試行することによる母数を増やせば、革新的な技術が生まれる可能性も、母数に比例して高まるためである。

様々な ICT 関連領域のうち、いずれの部分を開拓する場合であっても、特に重要な共通的部分として、システムソフトウェア領域とサイバーセキュリティ領域だけは、基礎的な部分として、全員がある一定水準の能力を獲得しなければならない。すべての ICT における試行錯誤の出来栄えは、システムソフトウェア領域に関するある程度深い理解が鍵になる。システムソフトウェアの基本的な事柄を理解していないければ、いかなるシステムも動作効率が悪く、競争力が生じない。

また、サイバーセキュリティの実現は、食品業界・外食産業において決して食中毒を発生させないことの重要性と同等に、いかなる技術探求や業務適用においても重要である。われわれは、セキュリティ事故を決して発生させることがないよう、十分注意しなければならない。世界有数の ICT クラウド事業者である Google、Amazon、Microsoft 等は、膨大な顧客と情報を集中的に有しており、世界中で最も狙われる会社であるが、意外にも、クラウドや社内システムに攻撃者に侵入されて大量の顧客情報が流出するといった事態の発生件数はかなり少なく、より重要性または分量の低い日本企業等からしばしばハッキング被害が発生することと対称的である。少なくとも彼らと同じセキュリティ水準をわれわれが各組織で実現する

には、どうすれば良いのか。その鍵は、サイバーセキュリティ領域とシステムソフトウェア領域との密接な関係を理解することにある。

2 日本における世界最高レベルのサイバーセキュリティの実現

日本は、これから、世界最高レベルのサイバーセキュリティを実現することができる。そのためには、サイバー空間を織りなす技術や構成要素、動作原理等の本質を広く深く理解し、かつ自ら技術革新が可能な日本人の数を増やす必要がある。そして、彼らが実際に試行錯誤の結果新たなサイバー技術を作り出し、これらが自然に全世界で普遍的に利用される状況を作り出す必要がある。その具体的方法は、後述部分と、第3章で述べる。これにより、日本の組織やその人材が、サイバー空間の内側に埋没した単なるユーザーという現在の不満足な被治者の地位を卒業し、サイバー空間そのものを作っていく強力で高貴な治者の立場を獲得する必要がある。

サイバー空間における攻撃防御は、所詮は、サイバー空間の内側に留まった慌ただしい日常的出来事である。空間というものは、現実空間であっても、仮想空間であっても、その内側の住民たちを、平等・対等に扱う。我々日本人が、サイバー空間の中に単なる住民として留まっている限り、同空間内に対等に存在する全世界の攻撃者からの脅威に、常にさらされてしまう。

そこで、脅威に対抗するために、サイバー空間の中だけで小手先の対策を施す程度はできるかも知れない。お金を払ってブラックボックス製品を買ってきたり、組織内で様々な行為を禁止するルール等を事細かく制定したりする等、一時的・短絡的な対策を探るといった対策方法は、日本組織によく見られる。しかし、これらは、根本的解決になっていない。これらは、実効果が乏しく脆弱な対策であり、現実のさまざまな日々変化する脅威から逃れることはできない。長続きしないどころか、むしろ逆に、組織的なセキュリティリテラシの形成を妨げ、組織を危険にさらす。

それに、レベルの低い攻撃者であっても、もちろん同じ小手先の攻撃手法のアップグレードが可能であるから、両者とも攻防コストを払い続けなければならない。防御側は、いつでも、一定確率で攻撃側に負けてしまうリスクがある。日数が経てば、インシデントは必ず発生する。

このような典型的な日本組織にみられるようなサイバー的に脆弱なユーザーの視点と比べて、サイバー空間そのものの挙動をある程度自在に規定でき、随意にアップグレードする力を有している現代サイバー社会の実力者やそれらが集う組織の視点からは、物事は、全く次元が違つて見える。彼らサイバー空間の治者は、サイバー空間の中で様々な諸問題が発生しているときに、サイバー空間そのものの挙動を修正し、問題を根本から解決することができる。彼らは、統治対象のユーザーとは、対等な関係にはない。サイバー空間のユーザーは、攻撃側も、防御側も、彼らの手中にある。彼ら治者は、常に優越的な地位を占める。彼らは、対策コストを払い続ける必要があるサイバー空間の中の、我々日本人組織たちのようなユーザーから、利益を常に受け取ることができる。その利益を用いて、彼らは、サイバー空間の改良にますます投資し、価値を増加させる。

この構造が存在する限り、サイバー空間を作る側は、防御側・攻撃側の二者から、継続的に利益を得ることができる。被治者は、常に代償を支払う側に追いやられる。そのような強力なサイバー空間の統治者的立場を現在手に入れることに成功している、米国のシステム企業群ならびにサイバー技術開発者たちは、後に述べるように、素晴らしい努力家の存在である。彼らは、英知を集めて、現代のサイバー空間を作り上げてきた。その結果、極端な力のアンバランスが発生してしまった。現在の日本には、米国企業技術人と同水準の組織や人材の数は、今のところ、とても少ない。これをどのようにして増やすかという課題がある。

我々は、こういったサイバーセキュリティ上の大問題を解決しなければならない。そこで、重要なのは、これから我々日本人も、努力と工夫をして、サイバー空間そのものを作り出す側の統治者側の一員となることである。そうすれば、日本は、現在の一方的な脆弱構造を改善し、サイバー空間における実力者たちと対等な関係を実現することができる。

日本人が色々な技術を生み出したならば、その技術力、品質、中庸性は、世界中から信頼され、すんで使われ得る。日本人の能力は、20世紀に生み出した各種の製品で実証されている。サイバー技術であっても同じである。日本に高いサイバー技術能力を有する人材や組織がどんどん増えていくと、日本は、世界中のユーザ

一を受益者とした、高いレベルのサイバーセキュリティの実現に、大きく寄与することができる。

3 米国のサイバー技術開拓の成功の本質は人材育成・技術自作・試行錯誤主義

米国に代表されるサイバー実力国の人材たちは、その地位を手に入れるために、原始的には1960年代頃から、より活発な期間としては1980～1990年代頃から、ソフトウェアおよび通信システムの面に代表されるサイバー空間の構築のために、様々な努力と工夫を施してきた。

最高レベルのサイバー技術の活用とセキュリティの実現ならびに産業の成立は、既製品のブラックボックス的利用では、決して実現できない。そのため、彼らは、多数の人材が互いに独立した頭脳を用いてサイバー技術を様々に改良してきた。その過程で、競争力のある革新技術がいくつも開発してきた。

彼らはまた、そのための人材発掘・育成が重要であることを知っていた。堅牢性が信頼され世界中の重要な業務で利用されている米国系IT基盤製品やサービスを提供する米国企業群やその人材の能力形成の歴史をみても、このことは、明らかである。

例えば、Google社^①やAWS社^②は、OSや通信基盤に精通した人材を発掘・育成し、クラウド基盤のソフトウェアや認証基盤やファイアウォール等のセキュリティ機構等を、他社から購入したブラックボックス製品に頼らず、自ら作ることで、サイバー空間そのものと呼んで良い規模と普遍性を有する全世界的クラウドサービスや通信インフラストラクチャを実現している。Microsoft社は、OSやセキュリティの専門家を企業や大学から広く招聘し、社員として社内で自由に試行錯誤さ

^① https://services.google.com/fh/files/misc/security_whitepapers_march2018.pdf,
<https://cloud.google.com/blog/products/gcp/7-ways-we-harden-our-kvm-hypervisor-at-google-cloud-security-in-plaintext>,
<https://static.googleusercontent.com/media/gsuite.google.com/en//files/google-apps-security-and-compliance-whitepaper.pdf>

^② <https://aws.amazon.com/ec2/nitro/>, http://aws-de-media.s3.amazonaws.com/images/AWS_Summit_2018/June7/Alexandria/Introducing-Nitro.pdf,
<http://blog.b3k.us/2009/01/25/ec2-origins.html>, <https://www.zdnet.com/article/how-amazon-exposed-its-guts-the-history-of-awss-ec2/>

ることで、最も基礎部分のコードから全部自分たちで手作りすることに成功し、現代世界で最も広く使われている堅牢で安全な企業向け OS である Windows (NT と呼ばれる系列) やその周辺システム群を作り上げている^①。

これらの例における Google 社も AWS 社も Microsoft 社も、最初は他から手に入れたブラックボックス的既製技術を用いて、クラウド基盤や OS を暫定的に作り動かし始めるものの、そのような外来を加工しただけの品質やセキュリティには限界があることを知り、不完全さの原因を本質的に追求し、時間をかけてでも、完璧を目指して基礎から全部自社で作り直してきたのである。その結果として、彼らは皆、世界最高の品質と技術力を実現できているのである。

彼らが現に有するユーザー組織数と各組織の秘密情報の量と価値は、世界最大である。世界中のユーザーは、彼らのセキュリティ能力を信頼して情報を進んで預けている。日本政府ですら、最近は、彼らを信頼して、主権者である日本国民の秘密情報を彼らに預けている。すると、当然、彼ら米国主要 IT 企業には価値の高い秘密情報が集まっているので、世界中のサイバー攻撃者から狙われ、情報漏えいが多発していてもおかしくない。ところが、彼らの運営するシステムにおいて、日本組織などで頻発するような大規模セキュリティインシデントの発生は、今のところ稀である。

彼らがそのような高いセキュリティ能力を発揮できている理由は、彼らが現代のサイバー空間そのものを規定する技術を自ら作り出してきたことがある。そして、そのための努力を彼らが自然に行なえるのは、一度手に入れた治者の地位を維持するために、必然的に、世界最高の技術レベルの組織内での維持と発展が必要になるからである。組織的な努力を少しでも緩めると、直ちに落伍してしまうからである。それを避けるために、これらの先進的組織では、高いサイバー能力を有する人材が、常にさらに高い能力を得ようと、日々の試行錯誤を続けている。この能力は、組織全体に自然に浸透する。その結果として、彼らは、組織としても、極めて高いサイバーセキュリティ能力を実現できているのである。そして、そのサイバーセキュリ

^① Show Stopper!: The Breakneck Race to Create Windows NT and the Next Generation at Microsoft

ティ能力は、前述のように、米国内だけでなく世界中のユーザー企業に提供され、安全なサイバーセキュリティ空間の実現に大きく寄与しているといえる。

4 民主的なサイバー空間の実現の必要性と知識の普及の重要性

ところが、前述のような米国の人々の並外れた努力の結果、米国系の少数のIT事業者等は、そこに集う技術者たちの強力な能力を背景に、現代のサイバー空間において、アンバランスな程度に、強すぎる支配力を有してしまっている。これは、サイバー空間の利用者たちにとって、むしろ不利益に作用するおそれがある。奉仕者の能力と知識が異様に高まってしまうと、いつの間にか、奉仕者は支配者になってしまふ。これを防ぐためには、彼らに奉仕を受ける側の能力も相応に高めなければならないのだが、それが十分に実現できていない。サイバー空間に係る技術力の偏在と、ユーザーとの間の知識能力の格差の増大は、サイバーセキュリティ的観点から、もっとも危険な現象である。なぜならば、これは、長期的に、次の2つの問題を引き起こすためである。

第一の問題は、日本人のデジタル技術利用の観点からみた、長期的なセキュリティ上の安定性の問題である。外国の私営利企業には、日本企業や日本組織と異なり、日本に対して特別な忠誠心を有していない。日本に依存している我々日本人と異なり、彼ら外国人は、日本がどのような不利益を受けても致命的な影響を受けない場所にいるためである。彼らが我々日本人の利益となるように行動してくれる保証は、全くない。それどころか、利害相反が常に心配される。彼らの事業基盤、資産、指揮命令系統は外国の主権下にあり、外国人の株主の下にあり、外国のルールにより日本人から保護され、外国の法律によって運営されている。彼らが日本人を他の国の人たちと対等に取り扱ってくれて、長期的に保護してくれる保証はないし、外国人営利事業者に過ぎない彼ら提供者には、そのような長期継続的な忠実なサービスを日本組織や日本人に対して提供する義務はそもそも存在しない。いつでも、一方的な契約条件変更がなされる可能性がある。システムやデータを事実上人質に取られて、大幅に割高な金銭の支払いを突然要求される可能性もある。これらの経済的や契約的な問題よりも深刻な問題として、当該外国の法令の変化や国際情勢の変動により、日本に対するサービスが提供不能となったり、データが盗み見され、改

変されたりするリスクもある。これらは、すべていつでも突然に起こり得ることである。このように、外国人たちの意向によって、日本人のサイバー空間上の財産が侵害されるリスクが、現代の日本社会における、最も重要かつ深刻なサイバーセキュリティリスクである。日本人の利益と安全を確保するためには、このリスクを緩和しなければならない。

第二の問題は、サイバー空間そのものの非民主化の懸念である。サイバー空間は、すべての人々の社会活動を支え、すべての人々に恩恵を与えるためのワールドワイドな公共財である。サイバー空間の治者による意図的なルールの変更や新たな制約は、サイバー空間を利用するすべての人々に不利益を及ぼし、これらの人々の同意を得ずして、一方的に人々の権利や自由を制約するおそれがある。これを避けるためには、人々の側としては、サイバー空間の統治者と被治者の同一性を確保し続ける努力が必要である。物理的な社会空間において、一部の特權的な人々による社会の統治・支配が絶対化すると、治者はその使命を忘れ、被治者に不利益な統治が横行することは、歴史が示している。サイバー空間でもこれが発生するリスクがある。民主的な社会を維持するには、一部の人々の特權の絶対化を避ける必要がある。そして、統治者を常に全員で監視し、治者が被治者にとって不利益となるおそれがある行為を始めたならば、直ちに声を上げてそれを是正させなければならない。このような適切な権力バランスによる民主的な高セキュリティなサイバー空間を維持するためには、現代の物理社会空間においてそのようなセキュリティがどのように実現されているかが参考となる。我々は、日本国民として、小学校から高校にかけて、民主主義の理念と、これを実際に成り立たせるために必要な社会における権力分散の仕組みや、これらが確立されるまでの人類の歴史を、全員が一度は、一応均一的なレベルで学習してきている。これによって授かった知識に基づき、国民は政府を監視している。国民に対して不利益を及ぼすような為政者に対して、国民はいざとなれば一致団結して対抗できる。このような統治の仕組みに関する知識の全国員への普及により、日本社会の統治層の権力が人々の意思に由来する状態が維持されてきた。これにより、日本社会は、長年、安定的に成長してきた。これと比較して、今、サイバー空間では、基礎的知識は一部の実力者の間に偏在してしまっている。

今後、知識を知っている者と知らない者との格差が拡大すれば、知識を知っている一部の企業技術人たちが、そうでない人たちに不利益を与えることが容易である。治者の側にいる一部のサイバー企業技術人たちは、自由に好きなことを決めて、ユーザーに不利益を与えることができてしまう。人々は、対抗することができない。これは、権力を有する者の暴走を招く。その結果、サイバー社会は自滅するか、少なくともサイバー空間の価値が大きく毀損され、すべての人々が甚大な被害を受けることになる。この知識の偏在は、重大なサイバーセキュリティ上の脅威である。そこで、サイバー空間においても、サイバー空間を利用する人々に、理想的には全員が、サイバー空間の各種の構成要素の動作原理に関する基礎的な知識の広範囲を知っている状態に近づける必要がある。その知識群には、サイバー空間の根幹であるインターネットやコンピュータ等のシステムはどのように動作しているのかというような基礎的知識が含まれる。また、前述のような一部の強力な IT 事業者たちが作り運営している大規模サービスの動作原理はどのようにになっているのか、彼らの収益構造やインフラ構造上の弱点や社会構造上の弱点、法的な弱点はどこにあるか、有事の際に彼ら抜きで代替技術をどのように一から作れば良いか、というような、現代のサイバー空間で実力を有する企業やその人材固有の知識と同じだけの知識が、十分に含まれる必要がある。サイバー空間を利用する人々にこのような知識が普及したならば、これらの人々は必要に応じて一致団結し、一部の強力な IT 事業者たちが暴走をしてサイバー利用者に不利益を与えるような動きを抑制することができるようになる。これにより、現在の力関係のアンバランスは解消され、強力な技術を有する IT 事業者やその企業の人材は、暴走することなく、サイバー空間の人々の利益を優先して考えて行動するようになる。これにより、サイバー空間の人々と、一部の強力な技術的実力者との間での争いを避けることができ、全世界的なサイバーセキュリティが、長期安定的に実現する。

これらのサイバーセキュリティ問題を解決し、サイバー空間のすべての人々が、一部の能力の高いサイバー企業技術人たちの行動を民主的にコントロールし、権力のバランスを保ち、安定した発展を実現するためには、サイバー空間そのものを自在に操れる能力を有する人材の育成・増加と、サイバー空間の民主的状況の維持に

資する基礎的な知識の広範囲な体系化・普及とが、必要不可欠である。サイバー空間は全世界でつながっているので、それらの実現は、日本人のためにも、全世界の人々のためにも必要である。

5 行政機関や大規模組織における試行錯誤の必要性

前述のとおり、ほとんどすべての社会活動がサイバー空間に強く依存してしまっている現状をみると、日本人の権利と自由を保障するために、日本は、日本においてこれら米国の前例に匹敵する実力のあるサイバー産業が、少なくとも他国と独立・対等が成り立ち、日本国民自らの手で自らの国や主要産業で必要となるサイバー技術とセキュリティとを作り上げて維持できる程度の水準にまで、成長させる必要がある。

米国の例をみると、サイバー産業の成長においては、行政機関、大学、大規模公的企業の中における自作主義、試行錯誤主義が、極めて重要な役割を担ってきたことが分かる。単に民間努力であるとしてこれらを民間に放任するだけでは、米国のような高い価値を有するサイバー産業の実現は困難であった。米国の行政機関の職員たち自身が、手を動かして、長年、重要な技術や実験ネットワーク等の形成に、積極的に参加してきた。例えば、インターネット (ARPANET) は、行政機関である国防総省の事務的問題 (複数のネットワーク、複数の端末にまたがって事務作業を行なう際の煩雑性の問題) の解決を発端とし、国防総省関係者たちが自作し始めたネットワークである (なお、防衛技術研究の側面を帯びるようになったのは、事後的な話である)^①。同様に、現代 IT 社会の最重要基礎となっている UNIX や C 言語などは、電話会社 AT&T の文書検索等の事務問題を解決するために、同電話会社の社員たちが自作し始めた OS やプログラミング言語である^②。

このように、米国の歴史をみると、国や伝統的大規模組織は、高度な組織内人材が、自由に試行錯誤を行ない、新しい技術を実装する契機を作り出し、その過程を

^① 「The Origins of the Internet」 Katie Hafner

^② <http://www.bell-labs.com/usr/dmr/www/hist.pdf>

<http://www.columbia.edu/~hauben/book-pdf/CHAPTER%209.pdf>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Grep>

<https://www.youtube.com/watch?v=NTfOnGZUZDk>

支援するという重要な土壤的役割を、責任をもって果たしてきたことが分かる。

どのような組織でも、日常的・事務的な問題はありふれている。米国これらの成功例が示すことは、組織内の目先の問題を、決して既存手法を用いて人海戦術的に解決したり、製品購入や外注的手法により短絡的に解決しようとしたりすることなく、その問題と同種の問題を本質的に解決してしまう新たな技術的手法を探求するための試行錯誤を自由に行ない、それによって、予期しなかつたような画期的技術を生み出しているという点にある。

米国のインターネットや UNIX 等の誕生や発展の歴史をみると、我々組織人が気を抜くとすぐに陥ってしまうような計画主義や統制、マニュアル主義というような安易な解決法に頼ることなく、常に努力を行ない、組織構成員による自主的な探求と試行錯誤の欲求を重要視する考え方が、関係分野の発展のために、極めて重要なことが分かる。

6 世界のサイバー空間発展とセキュリティ実現における日本の役割

人材育成主義、自前開発主義、技術者の試行錯誤の尊重、完全を追求する姿勢等の米国の実力者的 IT 企業群の人材の美德と、国の行政機関や大規模な公的企業の人々の積極的関与といった特長は、思い出せば、日本人・日本組織も持っていて、19世紀・20世紀に十分に発揮していた特性である。日本が、戦前戦後に鉄鋼、造船、半導体、化学、家電、繊維、建設、工作機械、自動車等といった様々な分野で世界一を実現した際に、我々の先人たちが大いに発揮できていた長所と全く同じものである。そして、これらの精神は、今でも、日本社会から失われていない。しかし、日本は現代のサイバー時代にそれらの高い能力を、いまいち、発揮できていない。それは、ソフトウェアやインターネットの重要性が増した 1990 年代に、日本企業は前記の各種実業だけですでに世界中から大きな利益を得ていたから、もはや新たなソフトウェア技術等のイノベーションは不要で、既存手法のオペレーション拡大だけで大きな利益が生じる既に成立した機構に優秀な人材を注力させたほうが合理的であるという、特殊な状況（ある意味、一旦大成功した幸運な状況）が発生していたことによる。すなわち、日本組織は、1990 年代以降、新たな事業であるソフトウェアの面の技術探求にあまり注力しなくなってしまった現象は、すでに一度豊

かになったので、新分野を探求しなくても良くなつたという、比較的単純なタイミングの問題による原因が大きかったと考えられる。当時ちょうど米国は複数の産業分野で日本企業に敗れてしまったときに、1960年代からの努力が実を結び開花しつつあつた新分野であるソフトウェア産業に益々注力し始めたのである。そして、彼らは、前述のような忍耐強い努力の結果、今の繁栄を実現した。

第1章でも述べたが、このように考えると、日本は、決して「デジタル敗戦」をした訳ではない。いわば無気力相撲をしてきただけである。タイミングの問題でまだ一度も戦つていなかつた（真剣な興味がなかつた）だけである。ただし、気付けば相当長い期間、無気力であったことが原因で、最近の日本のデジタル国力は、米国・中国等の先進国との間で、大きく差を付けられてしまった。だが、日本人がこれから普通の努力で戦えば、余裕をもつて、世界一等になることができる。この点において、日本人は高度・複雑なソフトウェア技術習得に向かないのではないか等と悲観する必要は、全くない。日本人は、ソフトウェア技術と同じような高度・複雑な各種科学技術を西洋から吸収し、国内文化に即して理解し、知識を普及し、人材育成に成功し、ついには西洋を越えた歴史を有する。これは、そのままソフトウェア技術にも当てはまる。そして、本日時点でも、一部の日本人のソフトウェア技術者の能力は、潜在的に極めて高い。ただ、人数が少数であり、未だ個人レベルに留まり、組織的・社会的活動としてあまり表面化していない状態にあることが問題である。そこで、日本人の高レベルなソフトウェア技術習得をスケールさせ、社会還元されれば、この問題は解決可能で、日本は、たちまち世界トップになることができる。過去に日本が成功した各種産業群と同じく、全世界のサイバー空間での中心的地位を果たすことが可能になる。

ただし、そのためには、様々な点で、米国の成功要因に学ばなければならぬ。人材育成、自前開発、試行錯誤、行政や大企業の人材・資源の活用等が必要である。多数の日本組織に点在している多数の優秀な人材とこれからの若い人材が、自分たちの判断と責任・互いに独立した思考で、自由かつ多様性のある試行錯誤をし、本質的なサイバー技術を身に付けた上で、英知を高め、自ら技術改良を施し、全く新しい技術を作つていき、次第にこれらが統合的に作用し、強力な成果物が生じるよ

うな土壌を作る必要がある。これは何ら特別なことではなく、前述のような様々な科学技術分野で過去に日本組織が行なってきた活動と同じである。

日本の有する大きなアドバンテージは、これから行なわれるであろう前記のような活動のために、既存の大規模日本組織（行政機関・大学・企業）の人材、設備、知恵、事業、財産などの現有・実物資産を、存分に利用できる点にある。一つの国の中にこれほどまでに豊富な価値が組織的に統合され、現に稼働している安定した国、そしてそれらの経営者や技術者等の能力が質的にも量的にも高い、好条件にある国は、日本以外には存在しない。そして、各組織も、その中に、幅広いレイヤの実物設備、体制、ノウハウ、人材を有しており、あたかも、ユニバーシティのような構造（一つの中にすべてが宿る）のようになっている。これらの優れた日本の資産が、経年によって劣化してしまう前に、これらが各組織の適切な人材の自由な判断と責任において、正しく活用され、多数の人材が各組織において自然成長し、十分なサイバー能力が組織的に入手されたならば、日本経済は復活する。いったん人材育成と技術革新のサイクルが生じれば、それは心地良いものなので、日本の企業や組織、大学等から、さらに多様な人材が次々に生まれ、多様なサイバー成果物を限度なく生み出し、これらは世界に比類するものがない程の高品質・高信頼性・安全性を実現し、自然に世界中のユーザーに好まれて普及する。そうすれば、日本社会は、長年に渡り、国外から、大きな収益を得ることができる。日本の国際競争力や収益性は復活し、日本の諸問題は自然に解決される。そして、日本は、全世界のサイバースペースのユーザーのサイバーセキュリティの確保と、健全なデジタル世界の発展に大きく貢献でき、国際社会において、サイバーの面においても、名譽ある地位を占めることができる。

7 ブートストラップ問題の解決の必要性

上記のように、日本は世界トップレベルのサイバー技術能力を手に入れることができる潜在的能力を有している。そこで、日本が実際にその能力を発揮するためには、いくつかのブートストラップ問題を解決する必要がある。ブートストラップ問題とは、最初の第一歩をどのように歩み始めればよいかという問題である。岩盤の下に埋まっている原油を取り出すに、掘削のために原油を必要とするという類の問

題である。

現在、サイバー技術能力獲得の面において、日本の有する、早急な解決を要するブートストラップ問題は、(1) 各組織内におけるサイバー技術の試行錯誤を可能とする一番初めの環境構築の問題、(2) 各人材におけるサイバー技術に関する自主学習と創造性の発揮を可能とする一番初めの基礎的な知識習得の問題、(3) サイバー技術を改良・革新するためにはリアルな大量のユーザーの利用履歴や通信が流れる実験台的システムに密着するために必要なそのような題材的システムの確保の問題、の 3 つである。これらのブートストラップ問題の詳細と解決法は、後に詳しく述べる。ブートストラップ問題は、自然解決も可能であるが、生命の進化過程と同様、自然解消には極めて時間がかかる。米国はサイバー技術の先駆者であるが、これらを 1960 年代から長年少しづつ自然解決していき、現在まで 60 年間を要した。今から日本で同じ時間をかけても、先駆者と対等にはなれない。しかし、その先駆者の成功過程がすでに判明している現在において、かつ、すでに十分に豊富・優秀な多様な組織・人材・組織・資源を有する日本にとっては、これらのブートストラップ問題の解決は、先駆者よりも短時間で可能である。IPA の現代日本に対する役割と責任というものは、まさに、日本における情報処理分野でのこれらのブートストラップ問題の解決を達成することにある。これを解決できたならば、文字通り、日本国内のさまざまな組織・人材において、サイバー能力の獲得過程が起動（ブート）することになる。その後は、全国で並列分散的に、多様な人材と成果物が生まれる。その結果、日本は他の技術分野と同様に、世界一の地位を達することが可能となる。

第 2 節 戰略

上記の目標の達成のためには、以下のような戦略を取ることがよい。

1 サイバー人材育成および試行錯誤環境の実現

(1) 人材育成・試行錯誤環境の重要性

日本が高いサイバーセキュリティ能力を手に入れるためには、世界中で利用され得るサイバー技術を日本人が多数作り出す必要がある。そのためには、日本中の組

織に点在する潜在的な高度な人材が育成され、各組織において自由で多様なサイバー技術に関する試行錯誤を行ない、色々な試作品を生み出せる土壌を、各組織に作る必要がある。セキュリティシステムやクラウド基盤や OS やビッグデータや AI 基盤といった技術革新のためには、物理的な試作サーバーやネットワークを各組織の人材が自作し、実験し、改良することを可能にする物理的なサーバー置き場や基幹的インターネット接続、グローバル IP アドレスが必要である。複数の組織の人材が連携して共同作業を行なうための拠点間通信の仕組みも欠かせない。これらの環境的な資源・設備は、本来、高度な人材であれば、自作したり何らかの方法で調達したりできるものである。

(2) ブートストラップ問題の解決の必要性

しかし、世代交代により、最近、日本中のほとんどの組織から、そのような知見を有する人材や管理者はいなくなってしまった。1990 年代～2000 年代頃までは、様々な企業、役所、大学、研究所の中にはそのような試行錯誤を行える環境が存在した。それをサポートする中庸的管理スキルを有する優れた管理職たちも存在した。そのような面白い環境と自律性のある管理の下で育成されたデジタル人材たちが、その後 20 年間以上、現代の日本のデジタル社会を支えてきたのである。既存事業の円滑な運営と、それによって得た資金を新たな試行錯誤や技術革新に利用することの両立と、そのバランスの維持管理が、経営の本質である。ところが、最近の日本国内の各組織は、既存事業の運営にほとんどの優秀な人材と資源を割り当ててしまい、業務の革新や技術の探求に努力を割かなくなつた。その結果、自由な試行錯誤を許容する環境がかなり消滅してしまったので、現在の高度なサイバー人材の育成は困難な状況に陥ってしまっている。このブートストラップ問題を解決する必要がある。

(3) 日本政府の中に公共的遊び場を作り、ブートストラップ問題の解決のための起点として開放する

日本政府および関連組織の中に色々な公共的遊び場をいくつか作り、ブートストラップ問題の解決のための起点として開放することが可能である。

たとえば、IPA サイバー技術研究室は、まさに IPA 内部において上記のブート

ストラップ問題に直面し、これを自力で解決した組織である。IPAには、2017年頃、高度なサイバー技術の試行錯誤が許容される設備やルールがほとんど存在しなかつた。そこで、IPA内にサイバー技術研究室が作られ、彼らは、各種のサイバーセキュリティ技術を開発した。試行錯誤に必要な環境や設備などのインフラは、IPA職員が自分たちで構築した。絶妙なバランスが要求されるリスク管理も、職員が自分たちで実施した。

これにより、IPAには、わずか3年程度で、様々な成果が生じた。例えば、2020年には日本国内の多数の民間企業で利用されるサイバーセキュリティツール（リモートアクセスシステム）を作ることに成功した。また、日本国内の多数の行政機関（約半数の地方公共団体）で高い機密性を要する業務に利用される行政向けテレワークシステムを作ることに成功した。これらの成果は、今日の日本社会の企業活動と行政活動を支えている。IPAは日本有数の保守的な行政主体であるが、そのような最も制約の多い組織でも、前記のブートストラップ問題が解決できたのである。

IPAですらこのような環境が実現できたのであるから、日本中のほとんどの大企業や行政機関であれば、同様な環境の実現は容易なはずである。しかし、多くの組織の経営者たちや技術者たちは、IPAサイバー技術研究室のような、社員・職員たちが自主的な技術開発を行える試行錯誤環境を作りたいと考えていても、具体的にどのようにすれば良いか分からぬ場合が多い。これが、この問題の本質である。何も無いところから何かを作り出すのは、目隠しをして歩むようなもので、困難で、かつ危険である。

そこで、そのような組織や人材が組織毎にバラバラに試行錯誤実験環境（遊び場所）を作るのでなく、ヨーロッパにおける街の広場のようなイメージで、その第一歩として、まず日本政府の中のどこか（もちろん、IPAでもよいし、防衛装備庁関連施設で作ってみても良い）を起点として、非公式な形で日本型組織の人材技術研究を開始することができるようにするための最初の足がかりにすれば、そこで色々と遊んだ人材は、自己成長できる最小限の段階に到達できる。そのためには、IPAサイバー技術研究室の作ってきたような高度かつ複雑な実験ができるネットワーク、サーバー設置環境およびリスクを軽減するためのセキュリティシステム群を、それを起

点に水平に広げていって、それらを活用すると有益な試行錯誤ができる人材や組織に対して開放していくこともできる。新しくそういう環境を一から作っても良い。

(4) スケール拡大による試行錯誤の母数を増やすことの重要性

日本国内で、企業、大学、行政機関等に潜在している人材が同時並行的にサイバー技術研究を行えるようにして、母数を増やすことが必要である。有益なサイバー成果は、基本的に、試行錯誤を行なう回数や時間に比例して生じる。したがって、少人数の試行錯誤では、多くの多様な成果は得られない。多人数存在したとしても、合意を整えながら計画主義的に統一的に試行錯誤を行なうのでは、母数の意味がなく、成果は期待できない。原則として、多数の人材は、互いに独立した思考で、異なることを並列して試みなければならない。そのための環境をどのように増やすかが課題である。

現在、IPA サイバー技術研究室の上記環境をみると、限定的・小規模ながら、一部の人材の技術探求のために開放している。まず、サイバーセキュリティ人材育成プログラムに参加中の重要インフラ事業者からの受講生およびその卒業生たちに開放している。次に、IPA と連携関係がある一部の組織の職員たちに開放している。そして、IPA サイバー技術研究室の活動に興味を持って直接的にコンタクトをしてきた高校生、高専生、大学生等に対して、面談を行ない、潜在的に高度かつ複雑なサイバー成果を作り出す人材であると認めた者に対しても開放している。ただし、これらは小規模な人材育成につながっているが、物理的制約や管理上の側面から、スケールが困難である。そこで、これを特定少数の人たちだけを対象にするのではなく、幅広い日本中の組織と組織内人材を対象として皆で使える仕組みを考える必要がある。

(5) どういったものが必要か

ア. フェデレーションによるサイバー技術研究空間の全国広域・分散化

前記の IPA の例をみると、現在、IPA のサイバー技術研究室は、IPA 内にだけ、物理的に所在する空間である。IPA のサイバー技術研究室のようなものが、その本質を維持したまま、地理的に日本国内の様々な組織内に仮想的にどんどんと広く拡

張できる仕組みを実装する。色々な企業、役所、行政機関内において、物理的にはそれらの組織の空間に、それらの組織またはその周辺の人材が出入りして、色々なサイバー技術研究を行なうことができる仕組みを実現する。

この仕組みの実装は、様々なモデルが考えられる。1つのモデルは、物理的な統治は各組織の管理者の責任と権限で行なわれ、実験用ネットワークや拠点間連携などの共通部分は、日常的には各組織が集まつたオンライン合議体で行なわれ、究極的には、どこかの組織の責任と権限で行なわれるというものである。

イ. 大学生、高専生、高校生たちからのアクセスの容易性の実現のための大学との連携

前述のように、IPA の例では、サイバー技術研究室にはすでに大学生、高専生、高校生が出入りしているが、IPA は物理的に東京都にしか所在しないため、遠方の学生は多大な苦労をして夏休みなどにサーバー等を自動車などで運んで来るのである。聞くと、彼らの本来の所属の国立大学等では、仮に物理的な空間があつても、近年、大学のネットワークは、ポリシー等の規則が単なるユーザー向けのものしかないので、自由かつ本質的なコンピュータやネットワークの実験ができないのだという。そこで、このような日本全国の大学、高校、高専等における学生が希望する地方の場所に、サイバー技術研究室の実験ネットワークを延伸して、全国に分散した若手人材が互いに独立して、かつ、必要に応じて共同で、様々な実験を行なうことができる仕組みを作り出す必要がある。

ウ. 多数の行政機関に点在する優秀な人材のための試行錯誤環境の実現

日本全国には 1,700 以上の互いに独立した行政機関が存在する。そのほとんどは、地方公共団体である。彼らは、膨大な優秀な人材を有する。日本の制度の何よりも素晴らしいことは、各行政機関は互いに原則として独立して自由な決定と業務上の技術革新（たとえば、デジタル技術革新）を成し得る主体である点である。

ところが、近年、行政機関ではデジタル人材の育成が求められている一方で、必要な環境を整備する経験がなく、各機関内の実験環境は乏しい。大学等と同様に、行政機関においても、そこに点在する優秀な人材のための試行錯誤環境の実現を急ぐ必要がある。そのためには、全国の行政機関のうち希望する職員がいる組織を対

象として、仮想的に、実験用ネットワークを延伸し、その利用は各組織の管理者や技術者の自主性に任せることが良い。

そうすれば、これまで閉鎖的で外注業者に管理されてきた自由度の少ない環境が原因で進まなかつた人材育成、技術研究および高度なデジタル能力、サイバーセキュリティ能力の獲得が、全国の行政機関で一度に開花する。インターネット(ARPANET)は、米国の行政機関における事務的な問題を解決するために、職員たちが発案して作り始めたネットワークであることを思い出すべきである。

工. 警察・自衛隊等の多様なサイバーセキュリティ機関におけるサイバー能力の開花の実現

日本全国には、警察庁・都道府県警察や自衛隊等に代表される多数の公的なサイバーセキュリティ機関が存在し、サイバー空間上の国民の安全と権利の保護に貢献している。これらのサイバーセキュリティ機関は、全国に独立・分散しているので、多様性がある。また、扱う業務の特異性から、それらに点在する人材が業務に関連して高度・複雑なサイバー技術研究を日常的に行なうことで、極めて有益な成果が生じ得る。特に、警察組織・自衛隊組織は日本の一般的な行政組織や民間と隔絶されてきた歴史があり、かなりユニークな思考特性や慣習を持っている。そのため、一般的な組織からは生まれ得ないアイデアに基づく技術が発祥する可能性が高い。

ところが、これまで試行錯誤を許容する高度なサイバー実験環境を作ったことがない組織が多い。そこで、警察・自衛隊等の職員がある程度高度なサイバー試行錯誤を可能にする、自由度が高くリスクの低い環境を、希望する組織で利用できるようにするべきである。そうすれば、個別具体的な捜査活動・防衛活動とは全く無関係の、長期的な技術向上や人材育成が警察組織・防衛組織においても可能となり、それらの人材や技術により、長期的に、日本人の安全が実現され、権利が保護されるとともに、他ではなかなか発案しないような画期的・ユニークな社会一般で活用可能なデジタル技術が生み出される可能性が高まる。

オ. 民間企業との連携

上記各号で述べた技術研究環境の拡大活動は、公的機関内の人材にとどまらず、

民間企業内の人材に対しても有益である。多くの企業でも、上記各号のように、組織内で高度なサイバーセキュリティ能力の獲得や新しい技術革新に必要な、試行錯誤を許容する環境が不十分である。経営者たちは、最近、常にこの深刻な問題を考え、解決したがっているようである。優秀なデジタル人材を集めるためには、そのことが必要不可欠であるためである。しかし、ニワトリタマゴの問題が先行し、ポートストラップ環境を作り出せていない場合が多い。

そこで、日本企業に点在する優秀な人材のための試行錯誤環境の実現のために、試行錯誤と技術革新を許容する環境を、どこか中央的な場所から、仮想的に延長することにより、比較的短時間で実現することを可能とする。そうすれば、日本企業においてサイバーセキュリティの問題やデジタル化の問題の根本的解決に必要な各種試行錯誤の道すじを、それぞれの組織の人材が歩み始める。その結果として、日本の各企業のサイバーセキュリティは頑丈なものとなる。そして、より大きな価値として、全世界的に産業化可能な多数の競争力を有するデジタル技術が誕生する。

2 サイバーセキュリティおよびサイバー技術の基礎的能力の取得に必要な素材の整備

(1) 基本的文献群の充実の必要性

日本の各組織のサイバーセキュリティ能力とサイバー技術研究能力を高め、日本のサイバー能力問題を根本的に解決するためには、先に述べた自由な試行錯誤を可能とするサイバー実験環境の実現だけでは、十分ではない。仮に、すでに一定の基礎的知識を有している人材が、適切な試行錯誤環境を用いれば、そのような環境を用いて自らシステムやソフトウェアを構築し、その過程で試行錯誤を繰り返して、様々な知識を習得することが可能となる。ところが、そのようなことが可能な人材はわずかである。それ以外の多数にとって、環境や自由だけが与えられていたとしても、一体何から着手すれば良いのか、良く分からず、環境を使いこなすことは全く困難である。むしろ、コンピュータやネットワークに関する自由裁量だけが与えられた環境を、十分な基礎的知識を有しない者が利用すると、セキュリティ上のリスクが生じ、不利益な結果となる可能性のほうが高い。

そこで、まずは、最小限度のサイバー技術やセキュリティ知識の習得を行なう手段が必要である。これは、各人の人的な能力獲得に関するブートストラップ問題である。このブートストラップ問題を解決するためには、ある程度体系化された知識を効率良く習得する文献的手段が必要である。ところが、現代社会では、多くの組織や人材は、コンピュータ技術やシステムを、所与のものとして扱ってしまっている。そのため、単なる一ユーザーの視点から技術やサービスを利用するための書籍や Web 解説記事群は豊富に存在するものの、コンピュータ技術やシステムの動作原理・基本的知識や設計・実装技法を広範囲から細部まで主要な点で解説し、それを読めば、現在のサイバー空間そのものを構成する技術を改良したり、全く新しい技術を一から作り出したりするために必要な知識と考え方を伝授する文献は、十分に存在しない。

医学・土木・電気・化学などの理系分野、法律・経済・社会などの文系分野など、コンピュータ以外のほとんどの文系・理系の技術領域には、豊富な基本書群が存在する。これらの基本的文献群は、学生等の入門者にとって平易に読め、同時に極めて奥深い内容も豊富に記載されているので、技術革新を試みる人にとっても有益であるという特徴を有する。また、基本文献は、その分野の専門家になりたいと考える技術的人材のほか、企業や官庁の経営者や国政者などの意思決定者にも読めるような日本語で書かれているものが多い。これらは、必要に応じて俯瞰的に当該分野のある程度信頼できる知識を短時間で得るために役立つ。

これらの他の分野これと比較して、コンピュータやネットワーク技術に関する基本的文献群は、数が少ない。若干存在しているが、ほとんど絶版となつておらず、また、現代の高度・複雑なサイバー世界の構成技術に対応するアップデートが十分になされていない。一方、プログラミングやデータ分析手法や AI ライブラリの使い方、システム管理等に関する How-to 本は、多数存在する。これらの目的指向的な書籍群は、サイバー技術の一ユーザーとしての目先の問題解決には利用できる。しかし、How-to 本に頼っていては、知識は脆弱なままである。対象技術そのものの中身の仕組みを記述し、現在の技術を超える新たな技術を自ら作りたくなる程度に、対象技術の本質に迫るような内容を有する基本文献群が必要である。

現在、基本文献群が十分に存在しないことが原因で、自ら技術を作り出すことができるレベルの人材の育成手法、組織やコミュニティ内における口伝や試行錯誤のみに依ってしまっている。組織やコミュニティに依存した口伝的手法は、人的資源に頼るので、スケーラビリティに限界がある。また、試行錯誤のみに頼る手法では、前記のブートストラップ問題を解決できていない人材にとっては、目隠しして洞窟を歩かされるようなもので、それだけでは、成功は期待できない。

そこで、我々は、サイバー技術に関する基本的文献群を充実させ、高度なデジタル知識を身に付けたいと考える若手人材の自主学習、企業における既存製品を超える新たなデジタル技術の発明と実装ができる人材育成、日本組織の経営者・官僚・自治体・政治家等による、デジタルに関係する精度の高い（少なくとも、まともな）意思決定のための基本的な概念の正確かつ的確な理解の普及を実現する必要がある。

(2) サイバーセキュリティおよびサイバー技術に関する学習可能なコード群の充実の必要性

基本文献群の重要性は（1）で述べたが、文献はあくまで文章であり、ある程度抽象的な内容にならざるを得ず、理解を含めるために必要な具体性に欠ける面がある。サイバーフィールドの人材育成のためには、リアルに動作する設計例や実装例が必要である。サイバーの世界の実際の動作法則は、すべてコードによって実装されている。コードを書ける者が、サイバー空間そのものの実際の動作を規定できる権力者である。そのような実力者の数を増やす必要がある。そのために、様々なシステムソフトウェアのソースコードを読み、理解し、必要に応じて改造して遊んでみると、知識は大幅にアップグレードされる。正しく動作するシステムのコードを理解して初めて、自ら新しいシステムを構築したいという意欲とそのための能力が身に付く。

人材育成のためには、学習題材として、コード群とともに、それを解説する十分な量のコメントや解説文献が必要である。これは、普段利用しているような、または簡単に利用できるような、かつある程度高度・複雑なコード群と、その解説文書が必要である。なぜならば、自分が普段よく利用するソフトウェアやシステムのコードを参照することにより、コードを眺めればリアルなイメージが湧き、普段利用

している機能の背後の実装法をみることで興味深い好奇心が感じ、そのことから関心が長続きするためである。

また、高度さ・複雑さと、俯瞰的な学習容易性との両立のために、絶妙なバランスが必要である。例えば、Linux カーネルのソースコードは、高度さ・複雑さとしては最高であるが、分量が多すぎるので、俯瞰的な学習容易性は低い。したがって、ちょうど良いサイズで、程良く複雑な内容のコード群と学習のための解説文献の充実が必要である。例えば、1990 年代の教育用 OS である MINIX (学習目的の UNIX クローン) のコードは、両方の性質を満たした良い例であった。このようなものの現代適合版で、OS だけでなく、クラウド、通信、セキュリティ的要素を有するものがいくつか整備される必要がある。

(3) サイバー技術およびコード群の学習者に対するビジネス上のインセンティブの付与

新たな分野を学習する際には、長期間の忍耐が必要である。技術的関心のみでは、途中で退屈してしまい、また、関心が薄れてしまって、学習が続かない場合が多い。もちろん、サイバー技術を生み出すために必要な知識を手に入れたならば、それは将来仕事上で極めて有利になることは明らかである。これには、一定のインセンティブがある。しかし、それは学習者の視点からみると、とても先の未来の報酬であり、不確実性が高く、抽象的な利益に過ぎない。

そこで、学習者にとって、より近い将来に利益が得られることをイメージできるようにすれば、習得の意欲が増す。そのため、前記のような素材を提供する際には、知識・技術を習得することで比較的短時間でビジネス上のインセンティブ、すなわち経済的利益が生じるような意欲設計が必要である。

(4) 人材育成に必要な基本的文献群および解説記事を先人たちが分散して執筆する文化の形成の必要性

基本的文献群およびコード実例を用いた学習のための素材は、多様性が必要である。現代のサイバー世界の構成要素技術は、現実社会のそれと同じく、極めて広大であり、広い分野を網羅するためには、多数の先人たちが分散して基礎的知見を体系的に解説した素材や学習用ソースコードならびにその解説文書を書き、それらが

社会で共有される文化を形成する必要がある。この文化は、(1) で述べたような他の学問領域においては、書籍および専門雑誌として、長年存在する。コンピュータの分野でも、1990 年代頃までは、主に技術雑誌として存在していた。これらの技術雑誌の内容は入門に丁度良く、学習者や組織の意思決定者でも平易に読める一方で、かなり高度な内容も適度に盛り込まれており、専門家が読んでも大いに役立つものであった。しかし、2000 年代以降、現在までに、次第にこの文化が失われてしまった。我々は、これを現代版の形で復活させる必要がある。

3 リアルなサイバー空間に密着したサイバーセキュリティ技術開発の実現

(1) リアルなサイバー空間と実際のユーザーの利用や通信処理との密着の重要性

日本が世界一のサイバーセキュリティ対処能力を実現するためには、日本人の技術革新者たちは、リアルなサイバー空間と実際のユーザーの利用や通信処理を、サイバーセキュリティの観点から、実際に分析し、サイバー攻撃を検知し、これを遮断または緩和する体験を積み重ねる必要がある。実際のリアルなユーザーのシステム利用および通信を、いわば実験台として取り扱い、自らサイバーセキュリティ技術を改良し、または新しく生み出し、スケーラビリティ、パフォーマンスおよび精度を高める行為が必須である。そのためには、これまでに述べたような試行錯誤環境の充実やサイバー技術に関する知識の習得だけでは不十分であり、リアルなユーザーのワークフロー（システム利用）とトラフィックを取り扱う必要がある。できるだけ多くの多様なユーザーが、できるだけ異なった様々な目的で利用するシステムに密着することだけが、この問題を解決可能である。

我々日本人の模範となるべき、多数の米国系サイバー組織のサイバーセキュリティ能力は、極めて高い。彼らは、単に自らの情報システムを保護するためだけでなく、何百万社もの彼らの企業ユーザーをもすべて保護することができる世界最高レベルのセキュリティ能力を実現している。

彼らが世界トップレベルの高いセキュリティ能力が実現できている秘密は、彼らが現実の多数のユーザーのワークフローとその通信を、日々実際に処理し、それら

の多数のユーザーに対するサイバー攻撃の試みを検知し、様々な脅威を緩和するための技法の発展・改良（すなわち、サイバーセキュリティを実現するためのプログラムコード群の設計・実装）を日々行なっていることによる。これにより、高いスケーラビリティと可用性を実現しながら、かつ、子細な攻撃であっても検知・通知・遮断することができる能力を実現している。これにより、彼らは、いかなる高度なサイバー攻撃者よりも有利な地位を追求しており、実際にほとんどの致命的なセキュリティインシデントを防止できているのである。

ところで、彼らのサイバー製品のセキュリティ能力や品質も、当初はかなり粗雑で穴の多いものであった。例えば、1990年代のMicrosoft社のOSの例を思い出せばよい。Windows 95, Windows NT 4.0 や Windows 2000, XP などは、かなり脆弱なものであった（懐かしい）。しかし、それらの製品やサービスが幸運にも人気となり、20世紀以降、多数のユーザーが負荷をかけて重要な業務で利用するにつれて、様々な問題が顕在化した。そこで、彼ら開発者たちは、実際のユーザー負荷やサイバー攻撃を観察し、それらに対応するための技術改良を日常的に施してきた。これが20年以上も続いた。その結果、彼らの提供するシステムは、現在のように高品質・高セキュリティとなったのである。このことから、いかにユーザー利用と通信に密着した日常的技術改良行為が重要であるかが分かる。そして、上記のようなユーザー利用と通信に密着した日常的技術改良行為は、単にセキュリティ向上の面だけではなく、OS、ネットワーク、通信システム、クラウドシステム等の機能と性能の向上に必要な技術革新のためにも、有益である。技術革新者は、計画的に革新を行なうのではない。問題に直面したときに、革新を行なうのである。最初から完璧なものではなく、かなり行き当たりばったりの補修を繰り返してきた歴史がある。多数のユーザーの重みを当初の脆弱な基盤で支えていて、重みが増えてきて崩壊しそうになったときに、初めて、補強する技術を思い付いて実装するのである。これが、結果的に堅牢なシステムを実現するために、重要である。

（2）大量のユーザーに利用され大きな負荷や膨大な通信が流れる実験題材の必要性

そこで、高いレベルの技術革新のためには、技術革新を行なう潜在的能力を有す

る人材の手元に、現に大量のユーザーに利用され大きな負荷や膨大な通信が流れる実験題材（実ユーザーを扱う通信インフラストラクチャやオンラインサービス）が、用意されなければならない。仮にそのような実験題材が用意されれば、それを実際に取り扱うことによって発生する自らの技術の不足点が分かり、これを改良しようとする。これにより、高いレベルのサイバーセキュリティ技術が生じ、サービスの性能・機能・安定性が向上する。すると、評判が良くなり、多数のユーザーが生じる。多数のユーザーが生じると、ますます重い負荷や膨大な通信量が生じるので、これに対応するための技術革新が可能となる。この好循環を世界で最も大規模に実現しているのが、Amazon、Google、Microsoft 等の米国サイバー実力企業群である。

上記より、最初に何らかの現に大量のユーザーに利用され大きな負荷や膨大な通信が流れる実験題材が必要となる。これは、まさに、ブートストラップ問題である。

（3）実験題材としての実験的サービスの優位性

このブートストラップ問題を解決するためには、無償・無保証の実験的サービスを盛んに構築し、ユーザーに提供して、たくさん負荷をかけて利用してもらう方法が有効である。歴史をみると、インターネットそのものすら、長年、無償・無保証の実験的サービスであった。これにより、色々なユーザーが利用し、負荷が高まり、様々な性能やセキュリティの問題が生じた。これを、米国を中心とするユーザー兼管理者のような人材たちが、長年かけて改良してきたので、現代社会を支える今の安定したインターネットを作ることができたのである。

このように、無償・無保証の実験的サービスは、前述の米国サイバー企業等が提供するような商用サービスと異なり、高い品質・性能を有するレベルに達していくても、ユーザーに利用してもらえるという利点を有する。むしろ、無償・無保証のほうが、ユーザー数が増え、したがってユーザーによる利用の負荷が増える。そして、不具合が効率良く発見される。そうすると、はじめて提供者の側がそれに対応するための技術革新に迫られることになる。その結果、品質・性能が向上し、さらに新たな技術的資産を取得できるという好循環を生じさせることができる。

ところが、多数のユーザーに支持されるような実験的サービスを立ち上げるためには、先に述べたようなブートストラップ問題により、サイバー基礎技術の習得お

およびコードを実装する能力の獲得が必要である。これには、一定の年月がかかる。それらが成された後に、その能力を活用して、多数のユーザーを擁する実験的サービスを組み上げるには、さらに時間がかかる。時間は有限である。本日時点において、現役世代にある日本人が、その現役時間中に、米国のようなサイバー能力を超える世界トップの能力を身に付けるためには、これらにかかる時間を短縮する必要がある。そのためには、人材育成プロセスに必要な時間と、実験的サービスを生み出す環境の実現に必要な時間の並列化が必要である。

(4) どのようなものが必要か

ア. 実ユーザーが付いているサービスを実験題材目的としていじる

日本人・日本型組織が作ってきたインターネット実サービスの中には、現に多数のユーザーが付いており、膨大な利用負荷と通信処理が集中しているものもある。例えば、著者がわずかに作った物だけを例に挙げても、SoftEther VPN (2003年、IPA) の派生物である VPN Gate (2013年、筑波大学) は、全世界に年間 2,400 万人のユニークユーザーを有する。シン・テレワークシステム (2020年、IPA・NTT 東日本) は日本国内に 30 万人のユニークユーザーを有する。他にも日本人が作って現に大量のユーザーを擁するものは色々あるはずである。こういった実験題材を、サイバーセキュリティ技術等の実装・革新を目指す人材に対して、実験題材目的で開放するとよい。つまり、機密を守った上で、実サービスの内側をある程度好きに触って遊んでもらえるようにするのである。そうすれば、自然に安全かつ安定した大規模サービス基盤を作る方法が身に付くであろう。

イ. 大量ユーザーを獲得できる実験サービスの立ち上げを容易とする環境やツールの実現

前記 (1) で述べたような実験的サービスの数は未だ少数であり、多様性に欠ける。長期的には、より多くの実験的サービスを、多くの人々が立ち上げることが望ましい。しかし、大量ユーザーを獲得できる実験サービスの立ち上げの中にも、さらに入れ子構造となつた多くの細かいブートストラップ問題が存在する。日本の人材育成にとって、それらの問題すべてを車輪の再発明的に解決する時間は足りな

い。そこで、大量ユーザーを獲得できる大型の実験的サービスの立ち上げを容易とする環境を整備することが必要である。そのような環境は、前述したサイバー技術研究の試行錯誤のためのサーバーやネットワーク実験環境の延長線上に作ることが可能である。

第3章 各論II —コンピュータ技術革新に必須の基礎知識の習得方法

1 概説

第1章で述べたような日本組織・日本人材が様々なICT技術革新を引き起こすためには、第2章で述べたように、システムソフトウェア領域とサイバーセキュリティ領域が、共通的教養として必須となる。サイバーセキュリティ領域は結局はシステムソフトウェア領域と重なり合い、システムソフトウェア領域の出来に依存するので、システムソフトウェア領域こそが、最も根本部分の必須的習得領域であるといえる。

システムソフトウェア領域をある程度理解するためには、単にソフトウェアの観点だけ見ても不十分であり、ソフトウェアと密接不可分に結合するシステム全体の領域について広く理解し、少なくともユーザー + α の知識を有して、自由自在にこれらを道具として使いこなすレベルに達する必要がある。

このシステム領域は、(a) コンピュータ領域、(b) インターネット領域、(c) 通信領域、の3つに分かれる。

極めて重要な鍵は、以下の2点である。

第一に、(a), (b), (c) は、单一の頭脳で全部広範囲に、統合的に、ある程度深く理解しなければならない。米国等でICT技術革新に成功している組織の人材は、各個人が、それぞれ一人ずつ、これを理解している。そういう人材が複数集まって、初めて文殊の知恵になる。

第二に、(b) のインターネット領域と、(c) の通信領域は、決して混同してはならない。成立過程・思想が真逆であり、鋭く対立している。西側諸国—東側諸国との間の国境線のようなものである。(b) は試行錯誤的・自由民主主義的・自律連合的・合理的な性質を有し、(c) は計画主義的・強権的・單一支配的・非合理的な性質を有する。(b) と (c) を無理矢理融合させているのが、現在社会のインターネットや通信である。ICTの技術革新は、両足があるとすれば、左足はコンピュータの上に乗っており、右足はインターネットや通信の領域に乗っている。右足において、技

術革新が最も発生しやすい点、面白い点は、実は、(b) と (c) の根本的矛盾・衝突部分なのである。この (b) と (c) の衝突部分を理解し、それを自らの知識として分析・解剖して、その衝突問題の上に成り立つ高度な技術を作り出せるかどうかが、ICT 技術革新の鍵である。このことは、日本人でも、1990 年代～2000 年代のコンピュータや通信会社の人たちは、多くが理解していた。今は理解している人がリタイヤしてしまって、いなくなってしまった。この部分の知識を復活させる必要がある。

2 システム技術が分かる人材は希少になってしまった

今や、インターネットや OS 上では各種のソフトウェアやサービスやビッグデータ処理や AI 技術といったものが豊富に咲き乱れ、われわれはそういったサービスやアプリを使うだけでなく、自ら開発して普及させることもできる。このようなアプリケーションは、すべて OS や通信システムやインターネットといった、基礎的インフラストラクチャ（「システム領域」）の上で動作している。

ところが、これらの肝心のシステム領域について深く理解する人材は、大変少なくなってしまった。アプリケーション領域というものは、システムをユーザーとして使いこなす領域である。この上位レイヤは、勉強することが容易であるし、書籍やインターネット上の情報等の教材も数多く存在するので、日本でも世界でも、無数のデジタル人材が育成された。競争が激しいので、ある程度良いものを作つて普及しても、すぐに競争が現われる。苦労する割に長続きしない。

3 アプリケーション領域は客室に相当し、システム領域は船体に相当する

アプリケーション領域は、船の上における客室部分である。船の客室をあれこれと苦心して改造し、来客が見込めるレストランを経営してみても、やがて、同じ船の中に誕生する他のレストランに真似をされ、さらにより良いものを作られて、競争に負ける。

この比喩において、通信システムやコンピュータシステムの領域は、船の客室を運ぶ船体部分に相当する。船体は、構造躯体、エンジン、操舵系、燃料系、浸水対

策の隔壁などさまざまなメカニズムで構成されている。船の上は単純で使いやすいが、船の船体部分は、高度・複雑である。これらを理解し、制御することも大変で、さらに設計することは、もっと大変である。

4 システム領域 (= 船体、造船) 能力の獲得は、問題解決・競争力維持・技術革新に必須である

システム領域を作ることは、船体部分の設計と構築に似ている。アプリケーション領域を作ることは、客室部分の運営整備や、海路の運航といった、船会社の経営に似ている。もう少しこの比喩を用いて、船会社の視点から、システム領域の重要性を考えてみよう。船の上でレストラン経営や旅客や荷主対応を行なう企画部門の社員やサービススタッフなどは、船体について、熟知している必要はない。しかし、船を操縦する航海士や船長や、これらの者を擁する船会社の経営者においては、船体部分を含めた全体のアーキテクチャを深く理解している必要がある。

その理由は、3つある。

(1) 危機管理と問題解決のため

第一の理由は、危機管理と問題解決のためである。船で不具合が発生したときは、その原因をいちばんやく究明し、正常な状態に回復する必要があるが、そのためには船体内部の仕組みを全体的に理解している必要がある。

そうしなければ、復旧までの時間が長引いてしまい、最悪沈没するか、少なくとも評判が悪化し、競争に敗れるためである。

コンピュータ業界において、これは、日本の数多くのシステムに生じる病理的な不具合と、修理に膨大なコストがかかる理由は、業界のプロの技術者や経営者であっても、システム領域の全体を理解している人が希少でほとんどおらず、個別的に物事に対処しようとして、いつまでも根本原因が分からぬという現象が広範囲で見られる。基礎的知識は、いざ問題が発生したときに勉強しようとしても手遅れであり、あらかじめ長年をかけて習得しなければならない。

(2) 現在の技術水準のもとで実現可能性のある最大限のパフォーマンスと品質とを実現するため

第二の理由は、競争に勝つため、現在の技術水準のもとで実現可能性のある最大限のパフォーマンスと品質とを実現するためである。

他の競争船会社の運行する船便よりも、高速で快適なサービスを設計するためには、単なる精神的気合いだけでは実現不可能であり、船の航行やそれに付随する各種の調整といった、現実の物理法則とよく適合した船の運航方法を発案しなければならない。また、それに応じて適切な船体を選定して船会社に船体を発注し、船体の納入を受けて自ら構築する必要がある。その際には、競争力のための重要な要素である客室でのサービスを最良のものとするために、様々な内部装置や制御系にまつわる船体部分の特性と合わせて、船全体を設計する必要がある。これらの結果の善し悪しは、経営に直結する。したがって、船会社自らは、発注先の造船会社よりも詳しく船の細部を理解した上で、あれこれと造船会社に要望・指導して、場合によつては一体となって、最良の船体を構築する必要がある。これにより、最も高速で快適な航行サービスを実現でき、競争に勝つことができる。

(3) 現在の技術水準の限界を超える、新たな技術を発明するため

第三の理由は、現在の技術水準の限界を超えるために、多様性を有する新たな技術を発明するためである。

造船会社に船の製造を完全に依存すると、現在の技術水準に応じた船体しか製造してもらえない。すると、すべての船会社は互いに類似した水準の船を運航する結果となる。これでは、わずかな差異しか発生しない。複数の船会社は無数にあるので、過度な値下げ競争が生じて、利益はほとんどなくなってしまう。

この中で、現存技術水準を超える新しい技術的工夫を思い付けば、旅客や荷主が驚くようなより良いサービス（たとえば、従来の船が詰めなかつた荷物を詰めるとか、騒音振動が極めて静かである等）を開発でき、旅客や荷主たちに喜んで追加料金を払つてもらえる。

これを多様な方向で各船会社が行なえば、いずれの船会社も得をする。そうでなくとも、単純に、従来と同じサービスでも、運行コストを下げる船体技術的工夫を

発明すれば、他の船会社がそれを真似して再び競争になるまでの間は、利益が大幅に増えることになる。

したがって、新たな船体技術は次々に発明される必要がある。そして、船の実際の運航と密接に関連した領域で生じる技術的革新は、船会社でのみ発生し得る。造船所では思い付くことは不可能である。

そのためには、船会社は、新たな技術を発明するために、現在の船体部分の技術について、造船所よりも詳しい程度に熟知していなければならない。

5 システム領域の理解を深めることは、アプリケーション開発でも有益である

上記の船会社の比喩と同様に、コンピュータの世界でも、より良いアプリケーションを作るためには、より下位の部分、すなわち、システム領域の内側に入り込んで、その動作原理について本質的理解をする必要がある。アプリケーションの部分、すなわちシステム領域よりも上の部分だけを見ていても不十分であり、競争に負けるのである。

システム領域の本質的理解を深めて、初めて、性能と品質が高いアプリケーションを作ることができて、競争力が生まれる。

システム領域を理解していれば、自らのアプリケーションにおいて、何か問題が発生したときも、原因が直ちにわかり、解決ができる。

アプリケーションを動作させるための OS や Web サーバーやコンピュータやクラウドシステムやネットワークを、最適に選定でき、高速なシステムを、とても安価に実現できるようになる。

そして、ついには与えられた既存の OS、サーバーシステム、コンピュータ、クラウド、ネットワークの制約上では、満足できなくなる。何らかの技術革新を、これらのシステム領域において施したいという意欲が生じる。

すでにシステム領域について広範囲な理解を有している状態になっているので、あとは、少ない量の勉強だけで、新しい OS、新しい Web サーバー、新しいコンピュータ回路、新しいクラウドシステム、新しいネットワークというものを、自ら生み出すことができる状態になっている。

そこで、最初は既存のものに手を加えて改良し、小規模な技術革新を生み出す。そのうち、既存のものを改造するよりも自ら一から開発したほうがより良いものができると気付き、一から書き直すのである。

ところで、日本からもシステム技術領域に取り組む人材の数が増えて、システム技術領域の技術革新がなされることは、われわれの日本における最高の目標であり、これから 10 ~ 20 年以上かけて実現していくべきことである。

しかし、そのような最終的な輝かしい国家的目標の実現に至るはるか以前の前段階において、世の中にありふれている無数のアプリケーション技術者のうち一部でもよいので、システム領域に関する積極的進入が少しでも生じたならば、十分な利益が、そのアプリケーション技術者の仕事領域において得られるのである。

すなわち、アプリケーションから普段見えない領域であるシステム領域に関する内部的挙動や、その基礎となっているシステム設計者たちの思想を少しでも知つていれば、アプリケーションのプログラムコードを実装したり、各種のサーバープログラムを配置したりする際に、それを直ちに用いることができるのである。そのようなわずかな違いだけで、何百倍も実行速度が高速化するとか、通信速度や画面表示速度が改良されるとか、使用ネットワーク量や消費メモリや CPU 時間が削減されてクラウドサービスにおける課金が安価になるとか、不要な通信サービスやハードウェアを削減してコストや故障率が大幅に軽減されるといったようないつた、魔法のような現象が、容易く生じ得る。

わずかに、システム領域における内部的事柄を知っているか、知らないかという、知識の有無、センスの有無だけで、大いなる品質・速度向上、コスト削減、保守性の向上、柔軟性の強化等が実現できるのである。

そして、ほとんどの競合相手は自らのアプリケーションをとにかく仕様書通りに動作させるように表面的に取り繕うことに多量の時間を費やしているので、これに気付く人は極めて少ない。

そのようなアプリケーション本位の、もともと長期的に崩壊することが分かっているようなシステムの表面的な部分を取り繕うために時間の全部を使うのではなく、その部分は 10% くらい手抜きをしてよいので、10% の空いた時間でシス

ム領域の探求に取り組めば、やがて、一つ奥深い部分において経営者もユーザーも喜ぶような既存アプリケーションの抜本的改良の方法を思い付くことができる。

そのような価値の実現のためには、わずかな分量でよいので、日々、システム領域の探求を開始することが有利である。

6 米国 IT 企業に代表される技術開発者と経営者達は、システム技術を深く理解している

現在のデジタル世界を支えている IT 企業または各種技術である、UNIX (Linux 等の元になっている) も、Sun Microsystems 社の Java も、Microsoft 社の OS も、Google や Amazon のクラウド技術も、このような考え方により、創業または創作され、発展し、現在まで数十年間を経て成長して、高い価値を有するようになったのである。

こういったものを作り始めた技術者たちは、まずアプリケーション領域から入り、自らのアプリケーションを他人が作ったシステム領域を基礎として動作させ、それでは満足に思わなかったので、他人の作ったシステム領域をより深く探求し、不満足な部分を見つけ、そこに技術革新を施して、システムを作り替えてしまったのである。その具体例は、第 1 章第 4 節で述べた。

7 人材希少性により、システム技術の勉強は、その勉強コストを上回る利益を生み出す

前述したように、アプリケーション領域にとどまらずシステム領域まで本質的理解を深める人材は、現在、極めて高い希少性価値が生じている。そのような人材を必要なだけ確保しておくことは、コンピュータに次第に依存してしまった各企業の、経営上の重要な課題となりつつある。

アプリケーション技術と、システム技術と、可能であれば 20 年前にすでに希少であった回路設計技術の 3 つとも揃った企業は、最強の力を発揮することになる。現代の外資系 IT 企業の強さは、単一の企業でこれらの 3 つの分野を深く理解した技術者を真っ先に確保して手放さないことがある。外資系 IT 企業は、アプリケーション層の表面的技術者や、顧客との間の営業スタッフも雇用するが、これ

らは大量に市場に存在することから、代替可能な人材であるので、人材整理が必要になつたらすぐに解雇し、また必要になつたら雇用すれば良いということになっている。

ところが、システム技術まで分かる人材は希少で、ほとんど代替不可能である。回路設計技術となると、さらに希少で、決して代替不可能な人材であるといえる。

Apple は、独自の OS と共に、その OS を少ない消費電力で動作させる低コストな CPU の回路ごと開発している。Cisco や Juniper は、独自のルーティングソフトウェアと共に、そのソフトウェアの処理が足らない通信処理を高速で処理するチップを開発している。Google は、AI 処理を高速に実現できる独自のチップを開発している。

Java や商用 UNIX を発明してコンピュータの歴史を作り続けていた Sun Microsystems 社も、SPARC という独自の CPU を開発して優位性を築いてきた。このように、世界に冠たる IT 技術集団の企業は、アプリケーション技術者、システムソフトウェア技術者、回路設計技術者の 3 層をすべて擁しているのである。この並びでは、後者に行くほど希少性が高い。

これらの人材を必要なだけ確保し続けることが、IT 企業の存続条件であるから、厳しいリストラを必要とする場合も、これらの人材は、最後まで、手放すことがない。

よって、単に各個人の利益（社会における技術者としての価値）のことだけを考えても、システム技術領域（できれば、回路設計領域も含めて）に関する本質的理解を深めることは、そのための勉学のためのコストを大きく上回るだけの利益につながる。

8 システム領域に関する勉強・探索は、どのような領域を対象として、どれくらい深く行なえばよいか

コンピュータにおけるシステム技術領域に関する本質的理解を深めることは、希少な人材となるために重要であるとすれば、次に、市場価値があるとみなされる程度の希少性を得るために、具体的な 3 つの疑問が生じる。

第一に、地点と広さの問題がある。その対象領域をどのように選択するか、どのような範囲を選択するかである。

第二に、深さの問題がある。理解の程度は、最低限どの程度必要であるかというものである。

第三に、そのような勉強を新たに行なうことは、比較的辛いものであり長続きしないと思われるところ、どのようにしてこれを楽しく継続的に進めればよいかという問題がある。

システム技術領域に注目して取り組みをしようとするとき、発生しがちな誤りは、少数の領域だけに狙いを定めて、その部分について理解を深め、技術力を高めるという手法である。この方法は、システム領域がきれいに木構造になっていれば良いが、システム技術領域は計画主義的に構築されたものではないので、人間が生み出した構造物の中でも特に複雑・高度になっており、物理社会の複雑さとよく似ていって、きれいな木構造にはなっていない。ある一つの部分を理解するためには、芋づる式にかなりの部分を理解しなければならない。このシステム領域という複雑な密林を辿っていくとき、「これより先は自分の興味とは無関心である」というように思って、壁を作ってしまうと、深い理解を得ることはできない。

システム技術領域を拡大していくと、細分化されたさまざまな領域に分かれる。システム技術領域のうち、特にソフトウェア的な部分またはそれに近い部分（すなわち、純粋なハードウェア領域よりも上位レイヤの部分）のみを領域をみていくと、大雑把にみると、概説でも述べたが、(1) コンピュータ領域、(2) インターネット領域、(3) 通信インフラ領域に分類できる。

(1) を拡大すると、OS 技術、プログラミング言語技術、仮想マシン (VM) 技術、コンテナ技術、クラウド技術、ストレージ技術、セキュリティ技術、負荷分散技術等、色々なものが見えてくる。これらの大項目の中をみると、例えば OS の中はさらに細分化され、例えばメモリ管理、タスク管理、入出力、通信スタック、ファイルシステム、デバイスドライバ、等と無数に枝分かれしていく。これらの枝分かれした先に、さらに枝分かれが何層にも積み重なり、全体としてみると、OS の中だけでも、到底 1 人の人間がすべて理解できない程度の規模になっている。

(2) を拡大すると、データリンク技術、ルーティング技術、プロトコルスタック、インターネットサーバー技術、認証技術、制御通信技術、暗号通信技術、等とやは

り無数に枝分かれしていく。

(3) を拡大すると、伝送技術、収容技術、収容装置制御技術、設備およびノードの管理技術、加入者認証技術、等とやはり無数に枝分かれしていく。

そして、(1), (2), (3) は密接に関連しており、境界線は明確に可分ではない。ある領域の内容が、他の領域にも自然に顔を出すのである。いずれかの領域が、いずれかの領域の上位または下位に存在するということではなく、それらの部分部分が、互いに複雑に交じりあって存在している。

よって、要領よく最小の手数で理解しようとしても、中途半端な理解に終わるのみであり、その状態は、むしろ危険な可能性すらある。全体を理解してはじめて適切な判断を行なうことができる。

そういうても、システム領域全体は、現代の物理社会の複雑さに匹敵するか、それ以上の複雑性を有している。また、現代の人体の仕組みの複雑さに匹敵するか、それ以上の複雑性を有している可能性すらある。

システム領域の動作原理を、全部深く理解することは、誰にも不可能である。よって、ひとまずは自らの興味がある点や解決したい問題がある点を、重点的に掘り下げていって、その点を中心として、周囲を芋づる式に色々と見て回るという手法が良い。

これにより、各個人の個性が発揮された勉強方法が可能になるし、有利でもある。広く深いシステム領域は、そのどこの分野の事柄についてもそれを理解する人材はかなり希少なので、自らの興味に基づいて色々と勉強していったほうが、流行りの技術部分に集中するよりも、結果として、社会に求められる希少性が自然に得られるためである。

システム領域に関する本質的理解の程度の深さは再現なく深まる。深さを求め始めると、切りが無くなるので、少なくともこの程度の深さまで得られればひとまず満足であるという水準を、各個人が定めておく必要がある。その水準は個人によって異なるが、おおむね、自らが特に選択した対象領域に近い部分については、自ら、既存のシステム技術に関して不満足な部分を手を動かして大幅に改良したり、または根本的に一から作り直してしまう程度のシステム設計能力及びプログラミング

実装力が自然に芽生える程度の深さを目指すべきである。

これは一見高いハードルに見えるが、後述するような楽しみを採り入れた探求方法を用いて、システム領域を探索すると、比較的短時間でそのレベルに到達すると思われる。高校生、大学生で重要なプログラムを実装して世界中に公開している人は豊富に存在するが、彼らは皆、既存のシステムを見て、不満を感じ、新しいシステムを実装してしまった人材である。内容・分野にもよるが、ここで述べた程度の能力を得るために必要な日数としては、数年間もかかるのではないかと思われる。

次に、自らが技術革新を起こそうと思っている領域では無いけれども、技術革新を起こそうと考えている領域と直接的に密接に結合されている隣接領域については、その隣接領域を作り替えようとする際に必要な程度の深い理解は必要ではなく、その異なる領域をあたかもカプセル化されたライブラリのようにみなして、それを必要に応じて呼び出しして駆動させる際に、その隣接領域の内部的動作の癖や、どのようにしてそれを呼べば良いか、どのようにすればこのような挙動が発生するか、どのようにすれば不具合を上手く隠蔽することが出来か、という程度に、動作原理と実際の実際の大まかな細部を理解していれば、それで十分に足りると思われる。

その上で、特定の細部について分からなきがあれば、その都度色々と設計書を調べたり、コードを呼んだり、文献に当たつたり、インターネット上で調べ物をしたりすれば良いのである。

9 どのようにすれば、複雑高度なシステム領域を楽しく自然に探索する意欲が生じるか

先に述べた通り、システム領域の内部的理の能力を有する人材は極めて希少であるから、仮にその能力を手に入れたならば、その人材には、大きな経済的価値が生じることになる。

すると、個人の側としては、自らの人生上重要な、社会的価値を高めるという手段として、システム領域について是非とも詳しくなりたいと欲することは、利益追求のための行動の動機として自然に発生する当然の動機である。

ところが、コンピュータに限らず、いかなる学問領域であっても、社会的価値が生じる程度に勉強に励むという行動パターン、その利得だけを追求してそれに取り組む際には、大いなる苦痛が生じる原因となり、結局三日坊主で諦めてしまうことになりかねない。

特にシステム領域の問題は、表面的なアプリケーション領域と比較して、目に見えない部分、素早く動作してしまって訳が分からぬ部分等、日常生活から見ても、五感的にも、特徴が薄く印象に残りにくい極めて抽象的な領域であり、机上だけの勉強では、間もなく飽きてしまって、大いなる苦痛を感じ、効果も薄い。そこで、勉強が長続きするためには、何らかの工夫を施して、探求を楽しむようにするほうが有利である。そのためには、いくつかの方法がある。

まず、不完全性について面白く感じられるような（すなわち、インチキな・けつたいたい）部分を探して探求するという方法があり、これは、かなりうまくいく。

システム領域というのは、普段のアプリケーション領域、ユーザー領域から見えない舞台裏（バックステージ）の部分である。たとえば、来客用の通路や陳列されている見世物は一見きれいに見えているが、裏側に入り込んで内部行動を見てみると、信じられないことに、大変いいかげんに実装されていて、よくこのような具合で、なんとまあ、何十年も世界中の何万台のコンピュータの共通的重要処理が動いているものだ、というように、毎日何千万人の目を触れるとても重要な部分が、意外にインチキな実装になっていることを知り、その発見をとても楽しく思うものである。誰かその複雑怪奇な部分を書き直せばきれいになるのだが、事実上一応不具合なく動作しているようで、そのままに放つたらかしになっている部分が、主要なシステム領域のプログラムでも山ほどある。

次に、セキュリティ上の理由で表からは見えないようにしている部分について、どのように隠蔽して、分離や強制を実現しているのかというような、安全確保の仕組みを見て回るのも、大変に面白いと感じられるはずである。

システム技術領域では、複数のアプリケーションやユーザーを同じ空間に収容して、効率性を高めたり、必要な相互作用・共同作業を図ったりする必要がある。ところが、複数のアプリケーションやユーザーが隣と干渉すると、秩序が乱れて、正

常な活動が不可能になってしまう。

また、暴走したアプリケーションやユーザーを検出・特定し、その動きを速やかに予防または排除するという仕組みも必要になる。このような秩序維持のために、システム領域では、あたかも公安警察のような、裏側に隠れてこそこそと動く治安維持機能や、生安警察のような、実際に出てきて取り締まりをするような機構などが記述されている。

普段はアプリケーションまたはユーザーとして表側で振る舞っているときによく見かけるセキュリティや暴走排除の仕組みが、裏ではこのように実装されているのかということを見て、深く感心することになる。

また、このようなセキュリティの仕組みを見て回るときに、かなり極端な暴走状況を想定して仕組みが記述・実装されていることを感じるはずである。先人が想定して実装してくれたそういう記述・実装の基礎となっている実装者の豊富・多様な想像力を感じることができ、それに感動をするのである。

さらに奥深く進むと、大変重要なセキュリティ実現のための隔壁部分が、わずか薄皮一枚で隔てられている様子を、興味深く見つけることもできる。サイバー空間は、物理的な隔壁の質量よりも、薄皮でもよいのでその論理的意味合いの強さや周辺部分との整合性のほうが、実際のセキュリティ問題に対して高い耐性を示すのである。

大抵はこのような周辺を探索して歩くと、未知の脆弱性を発見してしまうものであるが、それもまた楽しみの一つである。

そして、単に対象物を静的に分析するというだけでなく、実際に動作している極めて重要なシステムを間近に裏側から見るというのは、何よりも楽しいことに感じられるであろう。

その上に何百万人ものユーザーの重要な仕事、通信、生活が乗っていて、少し間違えると全部クラッシュしてダウンしてしまって大変なことになるというようなシステムが、色々と存在する。

そういうシステムを表面からではなく、裏側から秘密の内部的通路を通して観察をするのである。これは、特にクラウドサーバー群や、インターネットシステムや、

電話会社の通信インフラ等の物理的なインフラの内部実装に近い部分を観察する際に向いている。

単なる 1 台のコンピュータの中で発生する様々なシステムソフトウェアの挙動は、自らのコンピュータの上で、仮想マシンやデバッガ等を用いて、いくらでも時間をかけて楽しむことができ、それはすべてのユーザーが可能なことであるので、それによって得られる体験の希少性価値は、他の人であっても恐らく同等のものが得られるのであろうという予測が成り立つ。

他方で、現用の実際の莫大な責任の重みがかかっているシステムに間近に接近をして、それがまさに先人達がコツコツと積み上げてきたシステムソフトウェアのプログラムコードによって寸分違わず円滑に動作しているという様子を目の当たりにすれば、自分もまたそのようなシステムソフトウェア技術を是非とも実装し、同じように何百万人ものユーザーの生活や仕事がかかった状態で現実の負荷をかけた状態でそのシステム・サービスを提供したいというような、根源的な意欲が、われわれの内側から、自然に湧き出してくることは、間違いが無いことなのである。

そのような意欲がわれわれの内側に一旦発生したならば、そのようなシステムやソフトウェアの設計や開発を現実化するために是非とも必須となる、システムソフトウェア領域に関する勉強に励もうと思うものである。

目前で見て感動したものと同じ程度の物を、寸法はもう少し小さいとしても、本質的な同等の動作をするようなもの（ミニチュア的なもの）を自ら少し作って遊びたいと考えるものである。そのような意欲がいったん発生したならば、自然に、色々と必要な勉強をして、システムを組んだり、プログラムを開発したりし始めるであろう。

10 コンピュータシステムとネットワークシステムは併せて習得する必要がある

システム領域について深く取り組む場合、コンピュータシステムとネットワークシステムは深く関連しており、併せて習得する必要がある。

すなわち、(1) コンピュータ領域、(2) インターネット領域、(3) 通信インフラ領域、の 3 領域のうち 1 つに狙いを定めて、残り 2 つは知らんと考えるのは大

いに不利である。

人間の身体は、頭脳、神経、器官が連なって 1 つのシステムを構成しているが、たとえば神経だけを他から分離して、それのみを拡大して研究の対象としても、人間の身体を理解することはできない。

特定部位について着目して考える場合も、全部がつながった状態を前提として色々と考える必要がある。そして、これらのつながりの部分間に、安易な境界線を引いて分離してはならない。ここから内は自らの責任で、ここから外は責任範囲外として区分してはならない。それは既存の手法に基づいて経営事務的な動作を繰り返す IT 業界のサラリー・マンの行なうことである。

われわれは、全体的視点を見た問題解決、最適化されたシステムの構築、及びシステムに関する必要に応じた技術革新を行なうことにより希少性入手しようとする以上は、IT 業界のサラリー・マンの行動様式とは全く別の行動をしなければならない。

すなわち、1 人で、(1) コンピュータ領域、(2) インターネット領域、(3) 通信インフラ領域、のすべての領域を、単体の頭脳で把握しなければならない。

これらを統合的に把握した 1 つの頭脳の個人的能力は、(1), (2), (3) をそれぞれ分離的に把握した 3 つの頭脳 (IT 業界の 3 名のサラリー・マン) が合わさって議論して生じる集団的能力を悠々と上回る。

その理由は、(1), (2), (3) をそれぞれ別々に理解した 3 名が合わさって無理矢理知恵を出し合って問題を解決するために必要なコミュニケーションコスト (物理的に発生する時間) が原因である。これは、単なるコストの問題ではない。コストの問題であれば、資本があれば解決できる。

ある複雑な領域を理解して問題解決をするための高度な思考を 1 つ頭脳の内部に一時的に保っておいた後に、それを保持している状態で、別のある複雑な領域を理解して問題解決をするための高度な思考を 1 つ頭脳の内部に一時的に保つておいて、この前者と後者との間で可能な限りの融合パターンを探索し、最適な解をその一時的な思考状態が消失するまでのタイム・リミットが到来するまでの間に見つけ出すためには、その一時的な思考状態が消失するまでの時間的猶予しかな

い。

(1), (2), (3) のように分化した 3 名の頭脳を揃えても、それらの頭脳の間の思考を瞬時に結びつける意思伝達方法が、現在の技術水準では、言語によるしかないのであれば、言語として頭脳の思考をシリアルライズ（書き出し）し、通信手段（音声、文字）で相手に渡し、受け取った人がこれをデシリアルライズ（読み取り）して理解するまでにかかる 3 名の間の通信遅延時間を超えると消失してしまうような一時的な思考状態に関連した集団思考は、原理的に行なうことができない。

よって、(1), (2), (3) のように分化した 3 名の頭脳は、仮に無限の時間をかけても、無限のコストをかけても、決して、1 人の単体の頭脳で (1), (2), (3) を統合的に把握している頭脳に勝つことができない局面が存在する。そして、そのような局面が生じるような最先端部分において、ようやく、価値のある技術革新を行なうことができる。

したがって、一人の人が、(1) コンピュータ領域、(2) インターネット領域、(3) 通信インフラ領域のすべての領域を理解し、これを自らの頭脳の中で統合的に把握した状態を作り出す必要がある。

(1), (2), (3) のように分化した 3 名の頭脳が、同じ組織に存在するだけでは、「組織的に」 (1), (2), (3) を理解していることにはならない。単に個別に理解しているバラバラの思考が存在するだけである。

このような單一人で広い領域を深く理解した状態の人材が、複数人集まってチームワークを行なえば、はじめて、複数人を集めて意味のある技術革新が生じ得る。相互に細かい得意部分は異なっても、総じて (1) コンピュータ領域、(2) インターネット領域、(3) 通信インフラ領域 のすべてを理解している人たちの間では、ある先鋭的思考を行なうとき、それを少ない言葉で表現して共有することが可能となるためである。

それによって、各人の思考が同時並列的に行なわれるならば、その思考過程で次々に発生する差分情報も、また、少ない言葉で互いに共有可能であり、短い時間で、同期が整うことになる。

すなわち、(1), (2), (3) を初めて「組織的に」理解していることになる。巨大な

頭脳が誕生していることと同一となる。

極めて優れた技術を生み出す外資系の大規模 IT 企業の人材の強みは、ここにある。巨大なクラウドサービス、検索エンジンサービス、AI サービスは、(1) コンピュータ領域、(2) インターネット領域、(3) 通信インフラ領域 をだいたい統合的に理解している個人の能力の結集で作られているのである。

11 ネットワークシステムは、インターネット領域と、通信インフラ領域から成る

インターネット領域と、通信インフラ領域とは、背景思想と、発達の歴史が異なる。インターネット領域は、ソフトウェア本位、情報処理主体（コンピュータ）本位、ユーザー本位であり、権限や責任の分散価値の実現の思想を基礎としている。

通信インフラ領域は、ハードウェア本位、通信事業者（NTT 等の電話会社等）本位、管理権力者本位であり、権限や責任の集中価値の実現の思想を基礎としている。

そして、現在のデジタル社会においては、この 2 つの領域が、別々のところから生じて発展てきて、互いに対立を繰り返しながら、一応、かなりけつた形で結合し、さらなるけつた形を生み出したが、それが事実上非常に良い状態で組み合わさっている。

この偶然の産物の上で、われわれは、大いなる利便性を受けているのである。あたかも東洋文化と西洋文化のような具合である（ところで、この東洋・西洋の 2 つの文化が融合された国が、日本であるため、日本は、誠にけつた構造になっている）。

この 2 つの、インターネット領域と、通信インフラ領域とを、1 つのものとして技術理解を試み、さらに技術革新をしようとすると、混乱することになり、成果が生まれにくい。

また、この 2 つのうち一方だけを重要とみなして、もう一方への取り組みを忘れる（知らずにいる）と、正しいアイデアを思い付くことができない。

重要なのは、この 2 つの構造や価値観の違いを両方とも把握した上で、両方とも吸収してしまうことである。

第4章 各論 III — 日本政府はどのようにすれば国内最高レベルの ICT 人材を発掘育成できるか

1 問題 — 国内トップレベル人材の圧倒的不足

(1) コンピュータシステムにおける正しい問題の解決方法

日本政府には、数多くのコンピュータシステムやコンピュータネットワークが存在しており、これらについて、解決をしたい様々な課題が存在する。個別の問題を解決するとき、① 表面的な建て増し旅館的手法（外注に頼っている場合、大抵はそのようになる）と、② 問題の本質と現在技術における当該問題に対する限界を理解した上で、当該問題を普遍的・終局的に解決してしまうことができる新たな技術革新を必要に応じて起こした上でそれを用いて解決する方法、の2方式がある。

① の方法は、実は問題の解決になっておらず、問題を覆い隠しただけなので、歪んだ構造を原因として、しばらくすると新たな問題が発生し、ある時、自らの構造を維持できなくなつて崩壊する。

② は、そのような事態が発生することを避けるための根本的問題解決を目指すアプローチである。現代 ICT 社会は、各組織の問題を ② のような考え方で解決しようとした勇敢な人々により、副次的に生み出された技術によって支えられている。それは、第1章第4節で豊富な実例を述べた。

日本政府内の話に戻ると、自組織内の当該システムの問題だけを考えても、長期的に見ると ② の手法が良い場合が多い。そして、② は自組織内の他のシステムにも適用できるし、政府内の他の省庁でも活用できるし、オープンソース化したり民間経由で製品化したりして、全世界の人々の同種の問題を解決するためにも利用できる。

上記 ① の仕事は、表面的知識を有する職業プログラマーであれば誰でも遂行できる。他方、② の仕事には、かなり高いレベルの人材が必要とされる。

② の仕事が可能な人材の生み出す価値は、自組織内においても、① の人材の生み出す価値の数十倍から 100 倍を超えることもあり得る。他方、② が可能な人材のコストは、① と比較してそれほど高額ではない（また、後述するように、② が可能な人材を高額報酬で誘引しても、全然来てくれないという問題がある。このことは、日本型組織をおおいに悩ませている。）。日本型組織が ② の人材を折角採用して、それなりに高級を支払っていても、すぐに転職してしまうというのである。NTT に入社した若い優秀な人材が、GAFA 的な企業に転職するという話が時々聞かれ、日経新聞に「GAFA 予備校」と揶揄される程度である^①。問題は、給与ではない。

(2) 日本政府のような大規模組織においては、既存システムの延命と革新を組み合わせた手法が必要で、これにはかなり高度な ICT 人材を必要とする

日本政府の有する多種多様なシステムを何とかすることは、非常に重要なタスクである。1990 年代くらいから脈々と作り上げられてきた国の事業に関する基幹業務システムや、現場的システム等、さまざまなものがある。各システムは、建て増し旅館のような構造になっている。

そこで、最近の ICT 若者には、よく、こういう伝統的システムを、革新的に一から作り直そうという急進的考え方方が発生する。ところが、従来の積み重ねてきたこの種の伝統システムには、色々な癖があり、その癖は、良い物であっても、良くない物であっても、実際の国の各方面の仕事の円滑な動作を、影で支えていることが多いと考えられる。これを一気に革新して立て直そうとすることは、単に難易度が高いだけでなく、それで立て直しをしてしまうと、表面的に今はなかなかわからなかつた業務上の重要な依存点が、実はこのような古いシステムに存在していて、それを急に取り去ってしまったことによるショックのほうが大きく、決定的に不利益が生じる可能性もかなり存在するのである。何事も、急に入れ換えてはダメで、リスクを少なくゆっくりと移行していく必要があるということである。世界の歴史をみると、それに成功しているコンピュータ・システムは、長く人気を得ている。それをやっていない過激派システムは、人気がなくなつて、誰も信頼しなくなり廃

^① <https://www.nikkei.com/article/DGKKZO65251250Y2A011C2TB1000/>

れるのである。

さらに、日本政府の有する重要なシステムは、周辺のいろいろな独立システムとの間で、接続関係にある場合もある。毎日のバッチ処理（集計処理）の結果、他のシステムにデータを渡すとか、逆に、受け取るというような関係である。そういう関係が、あるシステムから、周囲の数十に接続されているという例もある。その状態で、一度に新しいシステムに入れ換えるのは、きわめて高リスクである。間違いなくそれを実施するためには膨大な保証コスト（保証コストといつても、実際のところ、どれだけお金をかけても、おそらく失敗するので、失敗した場合の損害を何とかするための損害賠償責任保険金の前払いである）が必要になる。国には、そのような予算の余裕はない。

日本政府の有する様々な重要なシステムは、一応、「それなりの人気を博しているワンダー・ランドのアトラクション」のようなものであり、来客の機嫌を損ねることなく、今後も、長年維持し、かつ、それを裏側では少しづつ拡張・高効率化する、という必要が生じる。それが唯一、このような複雑システムを破綻させることなく、かつ、新しく革新する手法であるといえる。

このような問題は、日本政府のシステムに限らず、当然、日本企業や、世界各国や各国の大企業のそれぞれが有する 1990 年代から建て増ししてきた伝統旅館的システムのような多数の内部的機関ソフトウェア群に存在している。したがって、技術革新の発掘可能性が高い。

解決方法としては、従来のシステムの挙動やインターフェイスをそのままにして、内部エンジンをそっくりすぐ近くに建てた新しいモダン建物に二重につくり、その新しい内部エンジンのほうの動作をゆっくりと検証し、まあだいたい大丈夫だろうとなったら、古い旅館の入口から、新しいモダン建物に、来客にはわからないようにして内部パイプを接続する、というような方法が存在する。歴史的にみても、何十年間も革新を繰り返して今でも存在しているコンピュータ・システムは、そのような技法に基づいて、ユーザーに影響を与えず、かつ、技術革新を実現すると言うことに成功している。ところが、その方法はコンピュータ・マニアによって実務経験上得られたノウハウであり、そういった一部の人材の頭脳の中に暗黙知として存在するが、これまで、いまいちまともに文書化されていない。このあたりは、

後継育成のために、本質的知恵として文書化していく必要がある。

そして、究極的には、人類がこれから突き合わなければならない、重要システムの長期延命方法を実現するための、汎用的技術を生み出すという、技術革新を引き起こすことが、極めて大きな価値創造につながる。なぜならば、この問題は前述のとおり全世界の組織が困っている問題であり、これをより良く解決できる技術を作れば、莫大な需要があり、極めて大きな価値が生じるためである。

- (3) 政府の有する建て増し旅館型システム（アトラクション）は国に大量に存在するので、面白いと思っても、これらを全部奥深くまで探求し、問題を解決する（アトラクションをクリアして出てくる）には、母数が必要になる

先に、政府の有する建て増し旅館型システムを、「それなりの人気を博しているワンダー・ランドのアトラクション」と呼んだ。この手の面白いシステムは、所詮は、国の有する1巨大システムに過ぎない。国の重要なシステムは全部で大量（数百）あると考えられる。システムといつても、会計業務ソフトウェアから、公安的なソフトウェア（たとえば、出入国管理システム、犯歴データベースシステム）、防衛システム、事務的なソフトウェアのようなアプリケーションもあり、より下位レイヤにおける、通信ネットワークシステム、インターネットシステム等がある。そして、いずれも、その性質上秘密のシステムで、外からは見えない。

そのため、実は、これらのシステムには、高いレベルのICT人材からみて、大きな魅力がある。

すなわち、政府の有する建て増し旅館的な重要システムそれぞれについてみると、これらは、コンピュータやシステムの奥深くを知る者の視点でみると、一大ワンダー・ランドのアトラクションのようなものなのである。しかも、そのワンダー・ランドの存在は、誰も知らないのである。各省庁の内部のIT系職員も、自分のアトラクションだけは知っており、仕事としてそれを開発・保守（実際には、ベンダへの外注指示）をしているのであるが、自組織の部分しか知らず、政府全体としてみたときの一大ワンダー・ランドのアトラクションの集合という存在を認識していない。

そして、高いレベルのICT人材であっても、1人で、これらの一大ワンダー・ラ

ンドのアトラクション 1 つに入り込んでしまうと、これはもう、迷宮のようになつていて、大変面白いけれども、その問題を何とかして満足して出てくるには、トップレベルのコンピュータ物好きであっても、1 アトラクションあたり、数年間くらいかかるであろう。

(4) 単に人数を増やしても問題は解決しない

そこで、1 つのアトラクションに同時に取り組む人数をどんどん増やして、この時間を短縮する、という方法を用意に思い付くであろう。残念ながら、それはできない。この手の創造力、実装力、デバッグ能力、必要な技術革新を行なう能力は、いずれも、精神的作業で、原則として、互いに独立した单一の頭脳によつてしか行えない。異なる複数の頭脳が同時に 1 つの問題に取り組むとき、その頭脳の間の情報伝達オーバーヘッドが大きくなり、全体の動作速度が低下する。一つの方法として、さらに取り組みをレイヤーに分けて並行して取り組むという方式がある。ところが、この手の問題を本質的に解決する活動では、レイヤー間依存関係はかなり密接になり、複数人でレイヤー分割しても、結局他の人にに対する待ち時間が発生し、効率化されない。むしろ、不具合が増えて、1 人で全部やる場合よりも効率は悪くなってしまう。これまで、このような誤った人海戦術的なやり方で作ってきた結果が、このような日本の大企業や政府の建て増し旅館システム群であることからも、そのことは明らかである。そのため、システムの構造が硬直化し、その部分が互いに密結合し、他のシステムとも相互のビヘイビアに依存し、もはやいじれなくなってしまった。多数の凡庸な人たちが寄つて集つてシステムをいじると、そのようになるのである。

そこで、こういう複雑システムを深く手直しし、必要に応じて技術革新を引き起こすことで根本的に解決をするという、世界でも最も難易度が高い仕事は、主要な部分は、誰かがたつた 1 人で、または少なくとも数人だけで、取り組む必要がある。

(5) 国の有するおもしろシステムは、極めて数が多いので、コンピュータ・システム物好きをある程度の数集めて、並行して取り組む必要がある

日本政府の有する建て増し旅館のような、重要であるけれども造りが奇妙な形を

しているような、アトラクションのような「おもしろシステム」は、先に述べたように、数百存在すると思われる。先の理論で、1つのアトラクションに入ってしまうと面白くてなかなか出てこられない訳であるから、あるシステムの中に入って楽しんで見て回って、短期的な問題の解決法と、長期的な根本的革新法を考えることができる人が、日本政府全体として、かなりの人数（数百人）必要になると思われる。ところが、このようなコンピュータ・システム物好きは、誰でも良いという訳ではなく、次に述べるような要件を満たしていかなければならない。

(6) 必要なトップレベルのコンピュータ・システム物好きの要件

上記のような複雑な問題を解決することができる人材の要件は、どのようなものであろうか。

- ア. まず、コンピュータの特定領域のエンジニアリングに長けているだけの人材では、能力が不足している。コンピュータ、ネットワーク、セキュリティの領域について、すべて、単一上でトップレベルであることが必要である。
- イ. 次に、対象領域そのものに関する問題解決能力、技術的創造革新能力も、トップレベルである必要がある。誰か他の人が過去に作った既存のフレームワークやシステムソフトウェアを使いこなすことについてトップレベルであっても、これらの多種多様で複雑大規模なシステムの問題を本質的に解決するためには、既存のものだけを組み合わせて使いこなすだけでは不十分であるためである。必要に応じて新たな技術を生み出すことができる能力を有する必要がある。コンピュータ世界における歴史で、最も素晴らしいのは、汎用コンピュータしかないときに UNIX を作った人、アセンブラーしかないときに C 言語を作った人、C 言語しかないときに Java を作った人、RDBMS しかない時にビッグデータエンジンを作った人、マルチスレッドしかないときに言語レベルの非同期の仕組みを作った人など、既存のものでは目前の問題を根本的に解決できないと考えて、新たな技術的進歩を生み出した人たちである。これらの列挙した例は、かなり極端で世界最高レベルの例であるが、ここまで至らなくても、日本国内でト

ップレベルであれば十分である。

- ウ. そして、説明能力、責任負担能力、プロジェクトマネジメント能力、対外的調整能力、説得能力、リスク管理能力をある程度備えていることが必要である。各自が独立した頭脳で、自分の責任で、瞬時に判断をして行動を起こし、その結果、何か問題（損害）が発生したら、問題を回復するまで、必ず解決に取り組んで少なくとも元の状態（損害がなかった状態）に戻すという責任力が必要である。この能力は、初期状態はトップレベルである必要はなく、それなりに能力があれば良いという程度であろう。必要に応じて見聞きして理解・探求していけば、そのうちトップレベルになるであろうという程度の期待がある人材で足りる。
- エ. 加えて、単にコンピュータに関する仕事についてトップレベルであるというでは不十分である。それだけでは、上記のような問題解決は実現できない。日本の国や行政の仕組み、大規模組織の仕組み、動作原理について、必要なことを中級程度には理解している人材である必要がある。これらは、初期状態はトップレベルである必要はなく、必要に応じて見聞きして理解・探求していけば、そのうちトップレベルになるであろうという程度の期待がある人材で足りる。

まとめると、ア、イ の能力についてはトップレベルである必要があり、ウ、エの能力については一般的な行政職員の管理職と同等以上のレベルであれば足りると考えられる。

（7）人材発掘の方法

上記のような人材か、あるいは、少なくともそのような素質がある人材は、日本にも確実に多数存在するであろう。そこで、それらの方々を、これから少なくとも数十名、できれば数百名集める必要がある。

そのような能力を持つた日本人のトップレベル人材は、3種類あり得る。

- (a) 各組織（民間企業、外資、役所、大学）で、すでに、ある程度好き勝手にやっていて、収入 or 資産十分ある人材。ルールの枠外であり、たいていのことをやっても怒られない。これらは、人材ネットワークのつながりで見つけ

出すことが可能である。

- (b) 組織内の隠れキリスト教的人材。
- (c) 今はまだ小学生、中学生、高校生であるなど、社会的接点をもっていないけれども、その素質がある人材。

上記のうち、(a) は、人脉で見つかる。しかし、人脉の範囲が届かないところは見えないので、不十分である。さらに、(a) の人材各個人は、すでに社会生活上一定の満足を得ているので、なかなかこのような問題に興味を示してくれないのである。そこで、我々は、(a) と並行をして、(b), (c) を積極的に見つけていく必要がある。ところが、(b), (c) の発掘は、人脉だけではアクセスがかなり困難である。そこで、この問題について、解決策を考える必要がある。

(8) 国の有する現状の人材発掘の問題

これまで、いくつかの省庁で、上記のような能力を有する能力者を発掘するために、最近、いくつかの手段が試みられてきたようであるが、これらはうまくいっていない。

まず、数年前から、「GAFA は年収 3,000 万円くらいあるらしい」という噂が流れ、年収 3,000 万円で市場から人材を誘引するという方法が実行されたが、上記のような人材の十分な数の発掘には成功していない。

その後、日本政府では、もう少しまともな方法で ICT 人材を探ろうということになった。そこで、職業レベルの（大企業等における上位レベルの）人材を、短期的雇用により、それなりに集めることに成功した。ところが、その中には、上記のような各能力を兼ね備えたトップレベルの数は極めて少なく、ごく少数の有能な人材に多量の負荷が集中し、上記のような現実的問題の解決のためのスケーラビリティが確保できていない。

その結果、今の国のコンピュータの問題に関してみると、既存技術のユーザーとしてのエンジニアリングの問題解決能力が一定の者、リスクが低い方法で問題を解決することを好む者が多く集まっている状況にある。

しかし、国のシステムのような高度・複雑で特殊な領域には、前述のとおり、既存技術だけでは根本的解決が困難な場合が、数多くある。これらは、必要に応じて

新たな技術進歩を自ら行なうことにより根本的問題を解決するという手法でのみ、問題が解決可能である。そこで、各人材は、必要に応じて、自ら技術革新を進めか否かというリスクを取り、自ら判断して行動する必要があることになる。これは、経営に近い行為である。同一人において、技術に加え、経営に必要なリスク管理能力まで持っている人材が必要であるが、それは稀である。よって、ほとんどの人材は、ユーザーとして解決可能な低い水準の枠内で解決しようとして、無理やり物事を押し進めようとする。これが、建て増し旅館がさらなる建て増し旅館になる原因である。この方法では、さまざまな支障が出てくる。また、変化についてさまざまな抵抗も受けるので、それらの問題を 1 つずつ対処療法的に潰す必要が生じる。その仕事が無数に発生してしまい、結局、いつまでも問題が解決できない。そういった人材が疲弊する速度（自然圧）のほうが、解決数のスループットよりも速い状況になっている。これでは、原理的に、いつまでも仕事が終わらない。

現在の日本政府の ICT 人材確保方法は、短期的雇用で職業レベルのエンジニアを集め手法に依っている。このような職業的人材によって、ひとまず目前の問題を既存の不完全な技術の組み合わせで期限内に表面的に解決したことにするのである。これでは、数年～10 年くらいの時間的感覚で、必要な技術革新を自ら引き起こしながら取り組む能力を有する、国内トップレベルの人材は、集まらない。

（9）現在のコンピュータ人材採用方法の問題の本質

最近、国が実施している上記のようなコンピュータ人材採用方法の本質を考えてみよう。これは、従来の IT ベンダ丸投げ方式において丸投げされる側の社内 SE、下請け、孫請けの短期的問題解決作業員を、代わりに、国が直接短期雇用するという、単なる雇用方法の変形である。

それは、一見従来の手法よりも若干良いように見えるのであるが、その差異の程度は少なく、実は構造を変えることにより発生する不具合等の不利益が、変更による利益を上回るかも知れないというリスクも考えられる程度に、果たして全体として利益があるのかどうか明確に分からぬ状態になっているように見える。ただし、ICT 外部人材の直接雇用の仕組みを取り入れたことは、前例として、極めて価値がある。

そこで、日本政府は、次は、この流れを発展させ、いよいよ、本当に必要な作業、すなわち、「国に集める人材のレベル（選抜閾値）を、国内最高レベルにまで高める」という、避けて通れない最も難しい作業に着手する必要がある。その方法は、これから考えなければならない。

2 解決策 — 日本政府が国内トップレベル人材を獲得する方法

- (1) 国でトップレベル人材を発掘するには、「国の中重要な多数のシステムの内部構造を色々と見て回り、技術探究を可能にする特権」を与える必要がある

前述したような要素を満たすトップレベルのコンピュータ・システム物好きの多くは、すでに十分な仕事を有し、収入や財産があり、やりがいもあるので、給与のみを対価として発掘することは、なかなか困難である。

そこで、このような人材を発掘するために、どうすれば良いか。国の側が提供する対価は何か。それは、「他では手には入らない特権」を与える方法に尽きるのである。たいていこのような人材が民間企業に所属している時も、当該民間企業においては、「他では手には入らない特権」が与えられている。それが、こういった人材からみた組織の側が提供する市場価値である。

それでは、日本政府がこういった人材を確保するためには、どのような特権が有用か。おそらく、こういった人材は、政治的・行政的影響力や人脈や収入増加などの特権には興味を全く示さないであろう。そこで、これらの人材が共通的に興味を示す特権とは何か。

それは、先に述べたような国の中重要な多数のシステム（すなわち、こういった人材によって問題が解決されるべき対象システム）を、一大ワンダー・ランドとしてみたとき、それらのアトラクションに営業時間外に乗ってまわって遊んでも良いし、裏側を色々と見て回って、ここがこうなっていたんだなという具合に詳細に分析してもよいという、自由な技術探究を可能にする特権であると考えられる。これは、偶然にも、まさにこういった人材が仕事として期待されている仕事領域と、完全に重なるのであるから、特権と呼んで良いのかどうか謎であるが、トップレベル人材からみて極めて魅力的であることには間違いない。

そして、これは新しい話ではない。実は、従来も、30 年以上前から、この手の特権は、日本政府の有するシステム毎に存在していたのである。たとえば、ある省の A システムというおもしろアトラクションがあるとしよう。それに乗って遊んでみるとか、場合によってはその内部構造を探求した上で改良するとかいう仕事は、まさに、A システムを外部委託した先の B 社か、その下請け会社 C 社に入社すれば、上記のようなおもしろ特権を得ることは比較的簡単に可能であった。特権というよりも、それがまさに仕事の対象領域であるので、義務的仕事としてその特権を使いシステムを開発するという行為として自然に発生した正当な権限というべきである。ところで、トップレベルシステム物好き人材の立場を想像してみよう、この方法で入社しても、せいぜい A システムとか、同じ会社が受注している他の数個の国のシステムしか見られないのである。国の重要な多数のシステムを一大ワンダー・ランドとしてみたとき、アトラクションが全部で数百個あると思われるのに、これでは、何年間も 1 つのアトラクションだけの関係者向け裏切符とバックヤードの鍵をもらっているだけの状態であり、さすがに、飽きてしまうであろう。そのような人材が、他のおもしろシステム D システムを見るには、その外注先 E 社またはその下請け F 社に入社しないといけない。すなわち、1 つの雇用主の下では、同時に 1 つしかおもしろアトラクションが見えないのである。さらに、自らが直接的・義務的な仕事として担わされるシステムについてしか見えないことから、いかにコンピュータが好きな人材であっても、最初は面白いと感じていたとして、そのうち、当該システムに対する目前の義務的開発作業によって生じるかなり退屈なストレスが原因で、その面白いはずだった対象アトラクションは、次第に、つまらない色あせた単なる納品物に見えてしまうのである。

また、色々と素晴らしい過去の人たちが作った日本政府の有するコンピュータシステムを見て、その裏側を分析し、全部を見て統合的にそれを把握して、初めて新しいアイデアを思い付くというような行為を行なう際には、1 つのシステムだけを見ていてもだめで、色々と自由に見て回る必要がある。すなわち、トップレベル人材の雇用によって得られる仕事上の価値を最大限に引き出すためには、彼らが、全部のシステムを見て回っても良い、という特権的状態を、彼らに対して実現しな

ければならない。

この特権は、トップレベル人材からみて、極めて魅力的に見えるであろう。これは、日本政府だけが与えることができる。なぜなせば、日本政府は、日本政府に納品されたすべての情報システムに対する知財（ソースコード、マニュアル）を有しているためである。これらすべてのシステムを総体でみたとき、このような大規模のものは、世界中探しても、他のいかなる民間企業でも手に入らない。Google 社や Amazon 社のシステムも超えている。Google 社や Amazon 社に入社すれば、確かに、それらの単一の会社内のおもしろシステムの内部構造は見られるであろう。しかし、他社のものは決して見られない。また、世の中には多数のオープンソースのコード（Linux 等を代表とする）が公開されているが、それらは公開物であり、秘密のものではないので、特権ではなく、最高レベル人材はオープンソースのコードを見ても特権的喜びは感じない。最高レベル人材は、そういうオープンソースのコードの主要なものはすでに見飽きている。また、オープンソースは、業務システムよりも質が高い。同様に、Google 社や Amazon 社に入れば見ることができるこれらの会社の内部システムのコードも、質が高い。高レベル人材は、質が高い優れたプログラムコードは、見飽きているのである。彼らが、今見て面白いと感じるのは、質が高いプログラムではなく、むしろ、日本政府の有する多数の一大ワンダー・ランドのアトラクションのような、「質の低い、昔から存在する業務システムであり、それは質の低さゆえに（恥ずかしいので）外部に対しては秘密になっているが、なんと、国の特定の重要な業務は、全部それに依存してしまっている。」というような、おもしろアトラクション的なシステムのプログラム群、サーバー群、ネットワーク群であると思われるのである。

日本政府の有する多数の重要なおもしろシステムの一大ワンダー・ランドに匹敵するものを有する民間企業は、前述のとおり、世界中何処を探しても存在しないのであるから、これは、トップ人材からみた競争市場において、日本政府が提示することができる、ほとんど唯一の重要な差別点であると思われる。そのワンダー・ランドの各アトラクションを、それらを将来的に改良する行為のために、見て回つてよい（むしろ、見て回るのが仕事である）ということを実現する特権が得られたとした

ならば、そのような特権は他の場所では絶対に手に入らないことから、かなりの数の豊富なコンピュータ人材が、それを得たいと希望し、日本政府に志願してくるであろう。

そもそも、このような特権に興味を示す者は、その事実だけで、それに興味を示している時点で、一般平均よりもかなり能力があることが期待できる。しかし、日本政府が求めるべき人材の水準は、上級レベルにおける人材ではなく、最上級の、場合によっては国内で年に 1 名とか 2 名見つかれば良いという程度に、(1) のア、イ の能力を有する人材である必要がある。

そこで、現在の各省庁などで実施している人材採用の水準とは別に、新たに、ハードルを極めて高くした方法で人材発掘を行なう必要がある。これについて、以下で検討をする。

(2) 国の高度・複雑な仕事が形成・保持してきた秘密は、2 層構造の存在である

優秀な人材を発掘するためには、特権を与えることにして、かつ、特権を受けることができる人の数を限定するために、発掘におけるハードルを特に高くするという方法が役立つ。これは、実は、日本国が、コンピュータ以外のたいていの重要な分野で、これまで行なってきた普通のプロセスの一環であり、新しいものではない。

ア. たとえば、国会は、地元における熾烈な選挙に勝った、すなわち、人文・社会的知識によって培われた創造性、人脈力、責任感、人民から支持を得る能力等が最上級の者のみを、特権層である国会議員として採用している。彼らは、自らだけが処理することができる重要な局面では、自らの頭脳だけに頼って思考をし、他の人と独立して、瞬時に、正しい意思決定を行ない、その責任を負う。

イ. また、各省庁は、人文・社会的部分の経営を担う実務層として、さまざまな領域に関する知識を統合的に把握した上で、かなり高度な頭脳を駆使することができるかどうかを見極める公務員試験と面接を経て、特権層である公務員として採用している。彼らは、自らだけが処理することができる重要な局面では、自らの頭脳だけに頼って思考をし、他の人と独立して、瞬時

に、正しい意思決定を行ない、その責任を負う。

ウ. 加えて、裁判所は、憲法、法律、判例に関する知識を統合的に把握した上で、かなり高度な頭脳を駆使した上で高度複雑な問題を解決することができるかどうかを見極める司法試験と研修を経て、特権層である裁判官として採用している。彼らは、自らだけが処理することができるような重要な局面では、自らの頭脳だけに頼って思考をし、他の人と独立して、瞬時に、正しい意思決定を行ない、その責任を負う。

次に、2層構造について説明する。上記ア、イ、ウとは別に、国会には国会スタッフが、各省庁には事務職員が、裁判所には書記官が存在する。しかし、それらの人材は、自らの頭脳だけに頼って責任のある判断をすることはできず、創造性には限界がある。その代わりに、彼らは、長い間かけて安全確実なマニュアル群を作成し、それに基づいて集団的・組織的に行動をする。

このように考えると、国の主要な仕事は、いずれの領域でも、①単独の判断で自律的に活動を行なうことができる特権的な層と、②程度継続反復的に業務を回す一般的な層の2層構造となっているといえる。そして、この2層構造によって、国の立ち上げ以来、長年、高品質な業務が支えられてきたといえるのである。この2層構造のパターンについては、様々な批判があるものの、実際に長年に渡り日本の維持発展を支えてきたという実績があるので、結果的に高い価値を有した手法であるといえる。

ところが、国の仕事の中で、この2層構造から外れて遅れてしまっているのが、唯一、国のコンピュータ・システムの領域なのである。なぜ、遅れが生じたのか。それは、コンピュータ・システムがこれほどまでに重要な役目を担うことになるとすることが最近になるまで予期できなかつたので、未だ2層構造を構成するためには必要な人材選抜手段が用意されていないことが原因である。コンピュータは、従来は、紙に代わる便利なツール（いつでも紙に戻れる）として利用してきた。ところが、いつの間にか、主要な意思決定を行なつたり、業務そのものを再構成したりする際に、コンピュータ・システムがその基礎部分に入り込んでしまって、もはや後戻りができない点を経過した。しかし、その肝心な基礎部分のコンピュー

タ・システムが、前述の 2 層構造によって支えられておらず、本来特権層が有するべき枠を超えた思考能力と問題解決能力が、特権層不在により生じていない。これにより、硬直化したままのボロボロの状態で状態で回っており、結果、コンピュータソフトウェアが原因で生じている機能不足、拡張性のなさ、使い勝手の悪さや様々なおかしな制約が、国のすべての重要な仕事の制約になってしまっている。

このように、これまでの国のコンピュータ人材発掘方式は、2 層構造を作つておらず、特権を与えるべきトップレベル人材も、凡庸な職業コンピュータ人材も、すべて均一に扱つてしまっていた。というよりも、ごく最近まで、全部外注丸投げをしていたこともあり、そもそも、層が存在しない（0 層構造）状態になっていたといるべきである。ここで、最近、デジタル序的な直接人材雇用のやり方が発明され、ようやく、1 層構造が構成された。しかし、この状態では、凡庸な職業コンピュータ人材からのある程度の人気は生じるもの、トップレベル人材からみると、凡庸な職業コンピュータ人材に混ざつて到底仕事にならないと予測される職場にわざわざ出向いて行く者などいないはずであり、多少の報酬をもらえるとしても、わざわざ接近しようと思わないという現象が生じているのである。

これに加え、日本政府におけるコンピュータやネットワークに関する内部ポリシ一群の問題がある。これらのポリシ一群は、2 層構造がない状態で、フラットなルールとして決めてしまった。特に問題になっているのが、情報セキュリティに関する規定群である。これらは凡庸なコンピュータ技術者やユーザーたちを収容するルールと、トップレベルコンピュータ人材を収容するルールとの 2 つに分離して考える必要があるのだが、今のところ、その分離がない。そこで、仮にトップレベルコンピュータ人材が幸運にも日本政府に混じついていても、管理者達は、誤って、凡庸なコンピュータ技術者やユーザーたちを収容するルールにトップレベルコンピュータ人材を従わせてしまうであろう（このことにより、日本政府の側にも、人材の側にも、莫大な損失が発生する。本来価値が全く生かされなくなり、生産性は、わずか 10%くらいに減少してしまう）。トップレベルコンピュータ人材は、リスク管理も得意であるから、このことを予測するので、決して、国の実施するコンピュータに関する仕事には近付かないのである。

こういった問題を解決するためには、国におけるコンピュータ・システムの領域についても、2層構造を作ればよいということになる。そして、特権を与える対象の層のハードルを極めて高することを必須前提とし、その水準に一致する人材の数を、日本国中（役所、公的機関、民間企業、大学院生、大学生等）から、可能な限り多く発掘し、できれば、新たに育成していく必要がある。ここで、間違えてはいけないのは、現在の人材が不足しているという危機感に基づいて人数増加を焦るあまり、ハードルを若干でも低くしてはいけないという点である。一度ハードルを低くしてしまったら、もう元には戻せない。最高レベルでないように見える人材がある程度混じっている空間には、トップレベルの者はもはや集まってこなくなり、もはややり直しが効かなくなるのである。最初は得られる人数が少なくとも、得られる特権が話題になれば、隠れていた能力がある人たちがそれを聞いてやってくるし、しばらくすれば、新たな人材も育成されるので、人数は十分に揃うと思われる。あまり焦ることなく、10年くらいの感覚で発掘していくことが重要である。

（3）トップレベルの人材が問題解決をする間に革新的技術が生まれ、世界中に普及することになる

ここまででは、日本政府のシステムの問題を解決し、その結果、国の意思決定に資する情報を整理するために、トップレベルの人材が国の既存システムで遊べることの重要性を述べた。これらは、単に日本政府の行政事務という内側に閉じた話であった。

トップレベルの人材が国の既存システムで遊び、さまざまな問題を解決し始めるようになると、その付随的効果として、思ってもみない革新的なデジタル技術がいくつも自然発生することになる。これらは、国の業務以外でも、さまざまな領域で利用されるようになる。これらは、そのうちに、全世界的に普及し、日本の競争力のあるデジタル産業が世界に対して成立することになるのである。これらは日本の主要産業となって、日本の有する国際競争力の低下の問題を解決することになるのである。

ここで、单なる日本政府の行政事務に閉じた人材獲得の話題が、第1章で述べた、日本型組織からの驚異的なICT技術革新の可能性の議論につながるのである。

このことが起こることは、歴史をみれば明らかである。コンピュータやネットワーク等において、全世界に普及し、全世界を支配している技術は、いずれも、計画主義的に製造されたものではなく、大規模組織における既存のコンピュータに関する問題を解決するために、それらの組織内人材が、自らツールを作り、問題解決に供したところ、そのツールの目的問題が他の組織のコンピュータ・システムでも生じているものと同じであったことから、全世界的に一気に普及したというものである。

そういうものは無数にあるが、誰でも知っているクラスの最も有名な技術を並べると、「インターネットの発生」(1966年、米国国防総省の社内問題解決)、「UNIX オペレーティングシステムと C 言語の発生」(1969年、AT&T の社内問題解決)、「ルータの発生」(1982年、スタンフォード大学の社内問題解決)、「HTTP、Web の発生」(1990年、CERN の社内問題解決)、「Java の発生」(1992年、Sun Microsystems の社内問題解決)、「クラウド・サービス (AWS) の発生」(2000年、Amazon の社内問題解決)などがある。これらについて、詳しくは、第1章第4節で述べた。

これらの技術は、いずれも、多数の重要なおもしろコンピュータ・システムが組織内に存在する一大ワンダー・ランドのような組織において、トップレベルのコンピュータ人材が遊んでいたところ、最初に組織で頼まれた目先の問題を、既存デジタルツールを用いて解決しようとしてみて、既存デジタルツールの不十分な点の限界を知った上で、これを解決したいと思い、全く新たなデジタルツールを自ら作り技術的進歩を図つたら、それが汎用デジタル技術となり、世界中に普及したというものであった。その結果、現代の豊かなデジタル世界が形成されていて、現にわれわれは利益を受けている。たとえば、読者は、この PDF 文書をインターネット経由で受信し、読者のコンピュータの OS 上で動作する PDF ビューアで、画面上に、スムーズに表示することができている。そして、これらの技術進歩の多くは米国の行政部門や大規模組織を舞台として行なわれたのである。米国を中心として、1990 年以降の現在のモダンなデジタル産業が誕生し、米国はその大きな恩恵を受けることができている。

このように考えれば、日本でも、前記のようなデジタル技術革新が発生し、産業

が発展し、国際競争力の問題が解決するためには、トップレベルの人材が大規模組織のコンピュータ的一大ワンダー・ランドのさまざまなアトラクションで遊び、その各アトラクションの問題を解決するための新たなツールを生み出す必要があるということになる。日本の大企業においてもある程度は可能であることであるが、一大ワンダー・ランドのさまざまなアトラクションの数と面白さが最も豊富な単一法人は、日本政府である。よって、日本の個々の大企業だけでなく、日本政府において、この戦略を取ることが、日本政府にとっても、また、日本経済にとっても、最大限の効果を發揮する。

日本政府の組織内において、このような流れがいったん発生したならば、それは組織的な資本となり、既存システムに関連する業務領域はもちろん、それにより益々優秀な人材が発掘・育成されて日本政府に集積されることにより、組織の課題と国の課題を次々に解決していくことにもつながる。すると、日本政府はデジタル領域に関して社会から承認と支持と評価の高まりを得ることができる。さらには、本来業務に付随し、または派生した様々な活動領域において、日本政府が組織的に獲得したデジタル能力を活用して、創意工夫に富んだ様々な政策が展開できるようになり、国家および政府の存続可能性は満たされることはもちろん、政府に集まる優秀な人材の人生におけるさまざまな価値の実現を目指した創造性とが、やがて、世界に対して、無限大の広がりをみせ始めるのである。

第5章 まとめ

「はじめに」では、日本型組織の大きな可能性を述べ、経営者や社員・職員達が一丸となって、集団的思考として、長年、合理化・効率化に抵抗してきたことを述べた。日本型組織の特徴は、株主や経営者によるリーダーシップで物事を決めることができない点にある。日本型組織が集団的に非合理性という犠牲を払ってでも守り抜いた価値は、実は、単一組織で幅広い事業領域の全レイヤを広く深く網羅し、そのための設備・資源・人材・ノウハウをすべて単一組織内で所有支配しているという価値であった。これにより、合理化の波になって焼け野原になった世界各国の短期的な利益パフォーマンスを追求する企業と比較し、短い期間をみると価値が低下したかのように見えた。だが、その短期的に得ることができたはずの合理化による利潤を犠牲にしてでも、自らをそのままの形で存続させることに成功した巨大なユニバーシティ型日本型組織は、その内部にありとあらやるレイヤの要素を内包して現に存続しているので、そのような組織の内部における技術革新の試みにより、存在する発掘可能領域の 99%を発掘できる状態になった。コンピュータ本位で成立している GAFA 等の私設 IT 技術者集団や、元々優れた企業が合理化によって機能分化されてしまった西洋合理主義企業や、スタートアップ企業では、この 99% の領域の発掘に歯が立たない。彼らはこそって 1% の表面的領域のみを発掘し、この部分が、レッド・オーシャン化しているのである。ユニバーシティ型組織だけが、99% のブルー・オーシャンの部分を発掘可能である。全世界が合理化の津波に巻き込まれて、ユニバーシティ型組織が他国で減ってしまった後に、それらをほとんど温存してきた日本型組織たちが立ち上がり、技術革新を再開させる。これにより、日本人たちは、技術革新可能性領域のうち、最も価値のある 99% の領域を総取りすることが可能となる。そして、このことは、数十年間にわたる日本人的無意識戦略によって、他国に悟られることもなく、また日本人の各個人が認識することもなく、無事に成し遂げられた。最も大変な部分はほとんど過ぎ去った。日本人は、これから、わずかの手順を踏めば、再び、21 世紀における黄金時代に踏み込むことが可能である。

第1章では、このような日本型組織において、それぞれが蓄積してきた資源・人材・体制・ノウハウ・設備等が必要に応じて活用され、技術革新が発生するメカニズムを述べた。また、なぜ日本におけるICT技術、特にソフトウェア領域の能力が、この30年間近く米国等よりも遅れをとっているのか、その理由を述べた。米国においても、技術革新は計画主義や合理的発想ではなく、むしろ非合理的な遊びの要素と試行錯誤によって発生している実例を述べた。これらを踏まえて、日本型組織において今後の技術革新を行なうために必要な最小限度の手順を述べた。

第2章では、現代型の技術革新を行なうにあたって、何を行なうにも必須となるシステムソフトウェア領域とサイバーセキュリティ領域に関する能力の獲得の必要性と、それらによって生じる価値を述べた。そして、長年眠っていた日本において、まずは米国・中国並みにそれらの領域に関する基礎的体力を身に付けるために必要な手順を述べた。

第3章では、システムソフトウェア領域等を必要最小限に開拓する際に必要な知識を、どのようにして具体的に習得すれば良いか、若い人材に対してその習得の必要性とインセンティブを伝えるにはどのようにすれば良いかを述べた。必要な領域は、(a) コンピュータ領域、(b) インターネット領域、(c) 通信(電話会社)領域であり、各個人は、単一の独立した頭脳で(a),(b),(c)の3領域とも、一応必要最小限に統合的に理解していかなければならない旨を述べた。(a),(b),(c)の3領域をそれぞれバラバラに理解している3名が集まつても決して成し遂げられない思考が、1人が3領域を理解すれば、初めて成し遂げられることの理由を述べた。そして、(b) インターネット領域と、(c) 通信(電話会社)領域とは、全く別物であり、思想として鋭く対立しており、現実社会においてもこの根本的対立は今後も永続すること、その対立点を分析することにより、驚異的な技術革新がその衝突点から生まれ得るという理論とともに、(b),(c)の2つを決して混同することなく両方とも理解することの重要性を述べた。

第4章では、非合理・非効率な日本型組織の代表的存在である日本政府において、ICTに係る技術革新の余地が豊富に存在する可能性を述べた。日本政府は单一の組織として有する重要かつ分散的な大量の基幹システム群や重要な業務システ

ム群を有しており、一つの組織に入るだけでこれらの豊富な分量と質のシステムを全部を見ることができる民間企業は 1 つも存在しないことを述べた。そして、これらのシステム群には既存の問題があるが、これらを、全部作り直すこともせず、問題を放置することもせず、延命と移行との高度な融合によって解決することができる旨を述べた。そして、その手法の最中に技術革新が生まれ、全世界的に同等の問題に困っているさまざまな企業や政府組織で広く使われる技術が誕生する可能性があることを述べた。このような物事に取り組むためには、日本政府にはコンピュータのトップレベル人材を集積する必要があり、コンピュータ以外の領域ですでに採り入れられて成功している 2 層構造をコンピュータ領域でも構築し、かなり閾値を高く設定して選抜した最高級の人材を集め、そのために、既存手法と同様に、特権を付与するべきであると述べた。そして、トップレベルのコンピュータ人材が魅力を感じる特権とは、前記のように、単一組織である日本政府が有する既存システム群を、いわば一大ワンダー・ランドに並ぶアトラクションとして考えて、そのワンダー・ランドを自由に歩き回り、アトラクションを自由に見て回ってよく、その裏側から内部構造を分析して問題の解決を試行してよいという面白さの訴求が極めて有効である旨を述べた。

最後に、日本企業および日本役所の研究観察の結果として、これらの日本型組織が、戦後において驚異的に高パフォーマンスを発揮し、日本をおおいに豊かにすることになった歴史を有するにもかかわらず、現在その元気が感じられず、停滞してしまっていることに関する、著者の考察を述べる。

なぜ、日本企業や日本役所が、一見、昔のように元気がないのであろうか。なぜ、経営事務的に繰り返し同じことを行えてはいるが、新しい技術革新を起こす元気がほとんどないように見えるのだろうか。この現象が発生している根本的原因は、何であろうか。現在正常なプロセスを働かせることができない状態になっている原因は、何であろうか。

これについて、さまざまな説が唱えられてきた。色々と高度複雑な理論がある。そういうた理論で物事を解決できるのだろうか。われわれは、最も単純な、誰でも知っている理由を見落としているのではないだろうか。

過去の歴史をみて、また、実際に内部からいくつかの日本型組織を見てみた結果として、根本理由は、実は、極めて簡単なものであると感じられる。

すなわち、日本型組織は、単なる生命現象として、眠っているだけである。劣化も、衰退もしていない。企業活動、組織活動は、個人の活動と同様の生命現象である。組織は、単なる人の集合ではなく、単一の独立した「人」であり、「はじめに」で述べたとおり、人格が存在する。したがって、常にコンスタントに動作をすることはできない。集団組織においても、人間と同様に、心拍や呼吸のようなリズム、昼間と夜のようなリズムが存在する。ただし、それらの 1 日に相当する回転が数十年単位で極めてゆっくりであるため、波のように見えず、あたかも永続的に停滞してしまったように誤解されるのである。

毎日、8 時間くらい仕事を熱心にこなし、8 時間くらい適当に生活をして過ごし、8 時間くらい眠るという人間のサイクルを拡大して、今一度、身近な大企業・大役所を冷静に観察してみるとよい。

日本企業・日本役所の歴史は、戦前・戦後と存在するが、いま、戦後だけをみて、終戦後、ぼちぼち目が冷めて、復興し、真っ昼間（高度経済成長期）となり、夜まで必死に働いて、バブル崩壊とともに、主要な活動が終わって不景気となり、いったん眠りについたのである。しかし、よく観察すると、眠って休んでいる人間も、再び起きて活動することに備えるため、体を維持するための繰り返し作業を、内部的に行なっているではないか。やはり、日本型組織も、眠っている間も、ちゃんと、機械的・無意識的に、生命の継続維持活動を行なっているのである。これが、日本企業・日本役所の経営事務的作業、すなわち、決められたルール通りに毎日ひたすら同じことを前例主義で繰り返す、恐ろしく正確で高品質で単調な作業である。これらは無意識で行なわれているが、同時に、色々な夢（デジタル敗戦）など時々見ているのである。今、何よりも重要なのは、このままの状態で、心配をせずに放つておき、自然な睡眠時間を経過したのちに再び目覚めることである（ここでいう、眠っている日本企業という分析と、「はじめに」で述べた、合理化・効率化に抵抗し、ユニバーシティ的組織を維持している日本企業という分析とは、それぞれ、同一の事実を、2つの側面から見たものである。）。

すなわち、今は西暦 2023 年であるが、あともう少し待てば夜明けになり、日本型組織のうち一部から、最初に、仕方無く起きてきて、技術革新的作業をやり始め、そのうちに、再び昼間になり、驚異的な技術革新など行ない、新たな時代における社会のインフラと、他の企業が活躍できるための新たなインフラの仕組みを、作り始めることになるのである。

そして、同様に、単に眠っていた他の日本型組織も、日本役所も、これに引きずられて、仕方無く次々に起きてきては、それぞれ、日本の次の黄金時代を実現するための仕事に、そして、その後は、利益至上主義、環境問題、合理化・効率化の波によって傷ついてしまった全世界を再構築・復興するための仕事に、取り組み始めることになるのである。

「日本型組織（政府・企業）を活かしたデジタル人材育成・ 産業形成マニュアル」

2024年 登 大遊

dnobori@cs.tsukuba.ac.jp

本文書の一部または全部の再配布・転載・組織内資料等としての活用は差し支えありません。
ただし、著作者は、いつでも再配布・二次利用の停止を求めることができます。また、作成者は、本
資料の内容の正確性・妥当性と他人の権利の不侵害には十分注意しておりますが、これらを保証する
ものではないため、自己責任でご活用ください。本資料に記載されているすべての内容は、独立した
研究者としての意見であり、所属組織全体の見解を示すものではありません。