

超スマート社会をリードする 実践的IT人材の育成と 潜在的価値を持つサービスの創出

平成 29 年 3 月 17 日
一般社団法人 情報処理学会
CITP フォーラム

平成 29 年 4 月 19 日
一般社団法人 日本情報システム・ユーザー協会
アドバンスド研究会



本報告書の作成にあたって

情報システムは現代社会の重要インフラかつ新たな価値創造のプラットフォームとなっており、これらを支える情報技術者は高度な能力を有するプロフェッショナルであることが望まれる。情報処理学会では、情報処理国際連合（IFIP）の高度 IT 人材資格制度推進組織（IP3）の発足や、日本 i-Japan 戦略 2015「高度デジタル人材の認定・認証」の提言を受け、2014 年に認定情報技術者（CITP：Certified IT Professional）制度を創設した。その目的は、「高度な能力を持つ情報技術者を可視化し、その社会的地位の確立を図ること」で、3 年目を迎えた現在、個人認証、企業認定を合わせ全国で約 6,500 名が認証されている。

CITP 認証者の誕生に伴い、かねてより経済産業省産業構造審議会等で提言されていた高度 IT 人材育成のためのプロフェッショナルコミュニティの形成が可能となった。2015 年には情報処理学会 IT フォーラムの一つとして CITP フォーラムが設置され、CITP 有志による社会提言、外部の審議会・委員会への参画、人材育成、ピアレビューによる技術者自身のレベルアップなどのプロフェッショナルコミュニティ活動が開始されている。

特に、第 4 次産業革命を始めとする超スマート社会に必要な実践的技術者の育成や潜在的ニーズを持つサービスの社会価値創出について、「IT 人材育成分科会」および「社会価値創造分科会」を設置し、テーマを絞った研究活動を行っている。

これらの分科会は 2016 年度の JUAS アドバンスド研究会に採択され、「実践的 IT 人材の評価・育成研究会」、「潜在的ニーズを持つサービスの社会価値創出の研究会」として活動を行ってきた。

本報告書はこれまでの上記 CITP フォーラム分科会および JUAS アドバンスド研究会の活動成果を 9 つの論文・提言（パブリックコメント含む）に取りまとめたものである。

なお、各論文の著作権は執筆者に帰属する。

以 上

目次

【IT 人材育成分科会/JUAS 実践的IT人材の評価・育成研究会】

①CITEP 制度を活用した高度 IT 人材の育成

～超スマート社会を支える実践的技術者育成～ 中電シーティーアイ 松田信之

I 日本 IT 技術者の労働環境	
1. IT 技術者国際比較ー日本の IT 技術者は 5 か国の中で最も学ばず、能力も低い	3
2. 日本のソフトウェア産業が米国に後れを取った理由	4
3. 日本企業における IT 技術者の現状	7
4. 大学教育	11
II 日本の IT 業界の動向	12
1. 日本の IT リーディングカンパニー事例…ソフトバンクの IT 統括方針	12
2. 変革にさらされる大手 IT ベンダー	13
3. 情報子会社にとって大きなチャンス	13
4. 大学教育の新しい方向性	14
III CITEP 制度を活用した高度 IT 人材の育成	15
1. CITEP 制度の概要	15
2. 中電シーティーアイにおける CITEP を活用した人材育成の試み	16
3. 企業内コミュニティ+全国大コミュニティによる学びの場の形成	18
おわりに	19

②ソフトバンク（IT 統括）の人材育成について

ソフトバンク 鈴木忠之

1. ソフトバンクグループにおける人材育成の仕組み	21
2. IT 統括における人材育成の取り組み	22

③人工知能時代の IT 人材育成

デジタルフィールド 赤根大吾

1. 人工知能の人材育成への影響	25
2. 人工知能時代の IT 人材育成	26

④小学校段階におけるプログラミング教育と CITEP との連携

株式会社野村総合研究所 五十嵐智生

1. はじめに	29
2. 予想される課題	30
3. プログラミング教育を行う指導人材の養成と確保（ティーチングアシスト（TA）制度）	31
4. ティーチングアシスト（TA）を養成するための指導方法と教材の確立	33
5. まとめ	35
小学校学習指導要領案に関するパブリックコメントの提出について	36

⑤人材能力を実務ベースで可視化する

住友電工情報システム株式会社 岡崎四郎

1. はじめに	37
2. 情報システム子会社のスキル定義	37
3. 認定	40

【社会価値創造分科会/ JUAS 潜在的ニーズを持つサービスの社会価値創出の研究会】

⑥CITP による社会価値創造の取組み	日本 IBM（株） 赤坂 亮
1. はじめに	42
2. CITP による社会価値創造	43
3. 社会価値創造分科会取り組み概要	43
4. まとめ	44
 ⑦日本を元気にする攻めの IT -組み合わせ型のビジネス課題解決-	 中電シーティーアイ 荒木 岳文
1. はじめに	45
2. 攻めの IT に必要なもの	45
3. 組み合わせ型のビジネス課題解決	46
4. 机上検証	48
5. まとめと課題	49
 ⑧映画鑑賞における視覚障害者の QoL（Quality of Life）	 日本電気株式会社 岡田 克彦
1. はじめに	50
2. 世界の視覚障害者の映画鑑賞の QoL	50
3. 音声ガイド普及団体活動と社会状況	51
4. 音声ガイド作成者のスキルと社会環境	53
5. 現状の課題のまとめ	53
6. 課題解決の提案	54
7. まとめと今後の展望	55
8. おわりに	55
 ⑨初中級プロマネのための 現場で活かせ！統計情報	 ハイマックス 土屋俊樹
はじめに	57
1. 統計値の見方	57
2. 現場での活用法	59
さいごに	66
 2016 年度 CITP フォーラム役員および分科会メンバー	 68

CITP 制度を活用した高度 IT 人材の育成 ～超スマート社会を支える実践的技術者育成～

松田 信之

(株)中電シーティーアイ 取締役人財開発センター長

CITP 制度創設の背景の一つには、日本の IT 技術者の社会的地位が低いことがある。現在日本は米国に IT イノベーションで大きく差を開けられているが、その理由も同じと考えてよいのではないだろうか。本論文では、その背景を、米カリフォルニア大学バークレー校 Robert E. Cole 名誉教授と同志社大学 中田喜文教授との合同研究論文、“The Japanese Software Industry: What Went Wrong and What Can We Learn From It?” を基に分析する。

そしてこの現状を打破し IoT を始めとする超スマート社会に必要な人材を育成するため、日本の先進的な IT 企業がどのような考え方で人材育成を行っているのかを探るとともに、CITP 制度を用いた人材育成について中電シーティーアイの取り組み事例を紹介する。

I 日本の IT 技術者の労働環境

1. IT 技術者国際比較－日本の IT 技術者は 5 か国の中で最も学ばず、能力も低い

IPA（（独）情報処理推進機構）が 2016 年 11 月 25 日に公開した調査研究[2]によると、日本、アメリカ、ドイツ、フランス、中国の 5 か国の中で日本のソフトウェア技術者は、

- ・仕事満足度や主観的生産性といった心的生産性指標が最下位（図 1、2）
- ・週実労働時間は最長となり、賃金も低い（図 3、4）

などが明らかになっている。本調査研究を担当した同志社大学の中田喜文教授は、「日本のソフトウェア技術者を取り巻く労働環境は、長時間労働とそれに見合わない心的労働生産性の両面から見て、速やかに改善を必要とする」と指摘している。

図1 仕事満足度による比較※

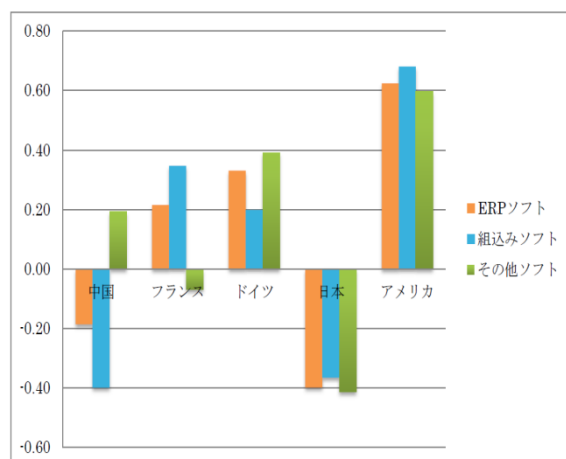
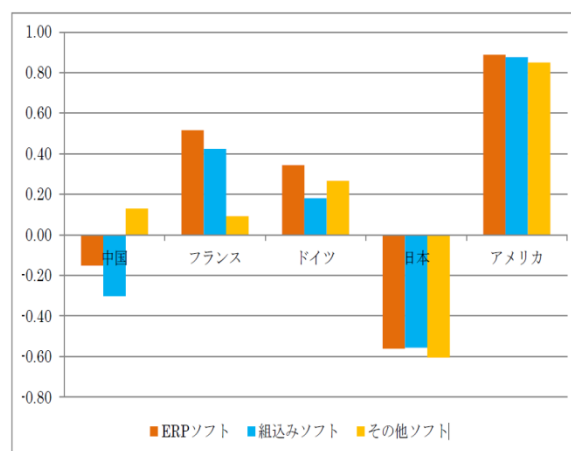


図2 主観的生産性指標による比較※



※主成分分析（平均：0，標準偏差 1）プラスは全体より高くマイナスは低いことを示す

図 3 時給の年齢プロフィール

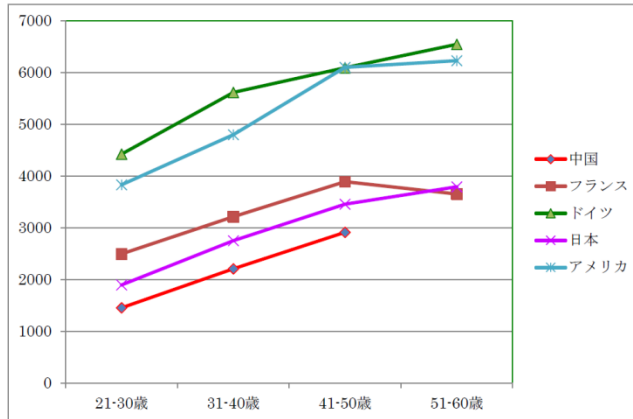
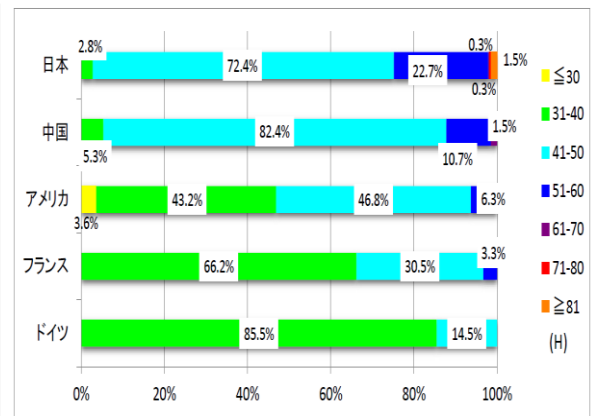


図 4 週実労働時間別の分布割合

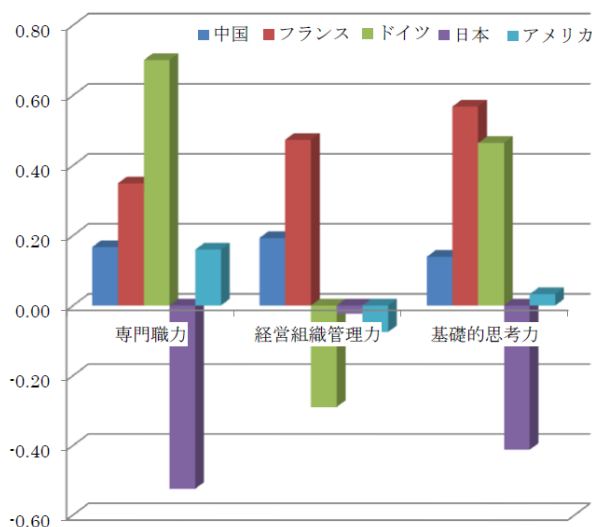


さらに下記の調査結果はショッキングである。

- ・日本のソフトウェア技術者は、三つの能力（専門職力、経営組織管理力、基礎的思考力）全てが、5ヶ国平均以下であり、とりわけ専門職力、基礎思考力の低さが際立つ(図5)
- ・全く自己啓発を行っていない者の割合が 28%と 5ヶ国中最も高い。また自己啓発時間/週が 10 時間を超えている者の割合は、1.7%とドイツと共に最も低い(図6)。

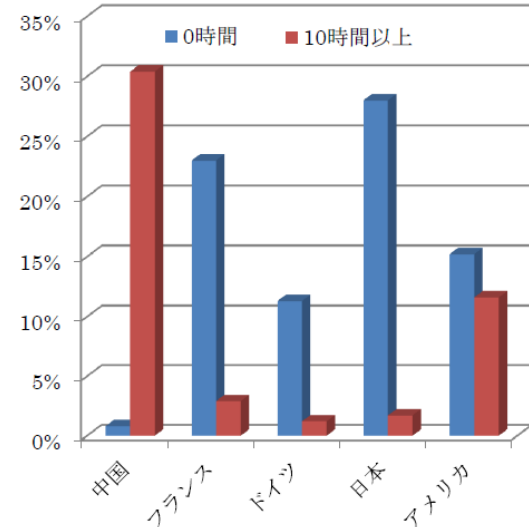
要するに日本のソフトウェア技術者は5か国の中で最も学ばず、能力も低いのである。

図 5 三つの能力変数の5ヶ国比較※



※主成分分析（平均：0，標準偏差 1）プラスは全体より高くマイナスは低いことを示す

図 6 週当たりの自己啓発の時間



なぜ日本の IT 技術者はこのような環境に置かれてしまったのだろうか？

この原因について、米カリフォルニア大学バークレー校の Robert E. Cole（ロバート・コール）名誉教授と同志社大学 中田喜文教授との合同研究論文、“The Japanese Software Industry: What Went Wrong and What Can We Learn From It?”（日本のソフトウェア産業：何が間違っていて、そこから何を学ぶことができるか？）[3]を参考に考えてみたい。

コール氏はシリコンバレーや日本の IT 業界を研究テーマにしている。

2. 日本のソフトウェア産業が米国に後れを取った理由

この論文でコール教授らは幾つかの要因を指摘している。

（誤訳があるといけないため原文を併記する。なお、引用順序は原文とは一致しない）

①過度なアウトソーシングとカスタマイゼーション

The current dominant software factory model reflects the cumulative impact of two factors. The first is excessive outsourcing and the second is excessive customization.

We can identify a possible inflection point in the early 1990s that would have altered the strong movement toward the domestic outsourcing and narrowing of IT capabilities at Japanese large firms. Large firms spun off their IT departments as domestic subsidiaries and came to rely more on these and other system integrators and their subcontractors. A common incentive of these initiatives was to reduce labor costs.

The Japanese software industry has largely created “blue collar” jobs for those of modest software skills in software factories in the IT service sector. This has been a huge factor inhibiting software innovation.

It is plausible that had large Japanese firms decided instead to maintain more of their in-house capabilities, these firms would have been much more able to recognize new IT opportunities, to develop in-house software that more closely met internal and external customer needs.

現在の大手ソフトウェア産業モデルは積み重なってきた2つの要素から影響を受けている。一つは過度なアウトソーシングであり、もう一つは過度なカスタマイゼーションである。

筆者たちは日本企業が1990年代に行った、国内でのアウトソースやIT能力の縮小の動きについて、警告すべであった転換点として認識できる。日本の大企業はIT部門を子会社化し、他のシステムインテグレーターやその下請け会社に任せるようになった。これらの動きは労働コストの削減が動機になっている。

日本のソフトウェア産業はソフトウェア工場として浅いソフトウェアスキルしか持たない大量の「ブルーカラー」の仕事を作ってしまった。これがソフトウェア革新を拒む大きな要因となっている。

もし日本の大企業が代わりに内製力をより高める決断をしていたら、お客様の内外のニーズによりマッチしたソフトウェアを内製する新しいITの可能性を認識できたであろう。

②(ハードで成功してきた)日本のトップリーダーはソフトウェアを理解していない

At Japanese firms in the copier/printer business such as Ricoh, Canon, and Toshiba, the hierarchy of decision making and status has been mechanical or chemical engineers at the top, then electronic engineers, with software engineers a long way down at the bottom.

It is a widespread view in the Japanese IT industry even today, that much of Japanese top management continues to be ill informed as to IT's value creation potential and its competitive benefits.

Thus, the lesson here for those policy makers seeking development of their IT industries is the importance of educating top institutional leaders in all domains on the value creation power of IT. Even if they are not going to develop their own software, firms need the capabilities to monitor and evaluate the rapidly evolving global IT landscape. Similarly, executives in all departments need the capabilities to interact intelligently with IT specialists to make strategic IT purchases and deployment decisions.

リコー、キャノン、東芝のようなコピー/プリンターの会社では、意思決定やステータスのヒエラルキーは機械屋や化学屋がトップについてきており、電子技術者やソフトウェア技術者ははるか下の方に底に沈んでいた。

今日でさえ、日本のIT産業に広くみられる傾向は、日本のトップマネジメントの多くがITの価値創造力や競争力に資することについて誤った認識を持たされ続けてきたことである。

したがって、IT産業の発展を模索している政策立案者にとっての教訓は、ITの価値創造について、全部門の組織的リーダーへ教育することの重要性である。例えば彼ら自身でソフトウェアを開発していなくても、企業は世界で急速に発達するITの全容をモニターし評価する能力が必要である。同様に全部門の役員は戦略的にITの購入・導入判断するために、ITスペシャリストと知的な交流ができる能力が必要である。

③大学コンピュータサイエンス教育の遅れ

Some 20% of software developers in the U.S. have some amount of graduate school education compared to 10% in Japan. The gap in PhDs is even larger than suggested by this 10% difference. Until recently, the majority of Japanese PhDs in engineering were earned by industrial researchers in Japanese companies. These degrees (ronbun hakase) are awarded by the employees' former university, typically after many years of R&D research. No coursework is necessary, only submission of a dissertation with some articles published in well-regarded journals.

Notable also has been the long, slow process of incorporating state of the art software knowledge into the curriculum of Japanese Faculties of Science and Engineering.

They relied heavily on U.S. created standards of IEEE-CS (Institute of Electrical and Electronics Engineers-Computer Science) and ACM (Association of Computing Machinery) for successive curriculum upgrades, but with long delays each time right up to 2007. Six years was the typical gap. Moreover, the standards were often outdated even when they were adopted in the U.S.

In summary, there is ample evidence that the Japanese educational establishment was slow to incorporate strong software education into the curriculum and that it still lags.

PhD students at the best U.S. universities experience rigorous coursework and practicums and not a few go on to envision and then create and sustain a whole new world, e.g., UNIX, relational databases. Startups founded by those with PhDs include Adobe, Qualcomm, Google, Sun, Cadence, Synopsys, VMware, and Symantec. PhD contributions are where the Americans have excelled.

アメリカのソフトウェア開発者の約 20% が大学院卒なのに対し、日本は 10% である。PhD 取得者はもっと差が大きい。最近まで、日本の工学 PhD 保有者のほとんどが日本企業での研究者であった。これらの「論文博士」学位は何年もの研究の後、卒業した大学で与えられている。教育用プログラムを受ける必要はなく、過去に有名な論文誌に掲載されたいくつかの論文とともに博士論文を提出するだけでよい。

日本の理工学部のカリキュラムに最新のソフトウェア知識を導入するのに長いプロセスがかかってきたことは明らかである。コンピュータサイエンスのアメリカの標準である IEEE-CS と ACM に過度に依存し、そのアップグレードは 6 年遅れていた。アメリカでさえこの標準はしばしば時代遅れであった。

要するに強いソフトウェア教育をカリキュラムに導入する日本の教育体制の確立が遅く、今も遅れているのは明らかである。

米国の有名大学の PhD を目指す学生は厳しい教育用プログラムと実習を積んでおり、そのうちの少なくない者が新しい分野-例えば UNIX、リレーショナルデータベース等-を切り開く道に進んでいる。このような PhD 保有者が起こしたベンチャーには Adobe, Qualcomm, Google, Sun, Cadence, Synopsys, VMware, and Symantec がある。PhD 保有者の貢献が米国の秀でたところである。

④ベンチャーおよびベンチャーキャピタル市場の低迷

本項目についてコール教授らは多くの紙面を割いているため、要約のみを下に記す。

- ・日本の大企業は新しい分野に参入するとき部署を新設するか子会社を作り親会社の社員を充てるが、彼らは親会社の慣習を守ろうとしチャレンジしない。
- ・新しいベンチャーが革新的ソリューションを作ったとき、日本の大企業はそのベンチャーを利用せず既存のサプライヤーなどの「ケイレツ」に同様のソリューションを求める。
- ・日本の企業買収市場が弱く、リスクなベンチャー企業のデューディリジェンスは行われない。

⑤英語力、英語教育の弱さ

Japan typically ranks among the lowest-scoring Asian nations in English language proficiency scores.

Japanese leaders could have set Japan on a more positive trajectory for IT by instituting strong English language skill requirements for

日本はアジアの中で決まって英語の能力が最下位にある。

日本のリーダーが IT 技術者に堪能な英語スキルを身に付けさせていれば、IT 産業はより積極的な道筋をたどってきたかもしれない。これは日本の

IT engineers. This would have greatly widened the pool of capable Japanese IT specialists with easy access to the latest global developments in IT, thereby increasing the numbers of IT professionals who understood their significance.

有能な IT 技術者の蓄積の幅を広げ、世界で繰り広げられる最新の IT 開発により容易にアクセスできたであろう・・・その重要性を理解した IT プロフェッショナルの数を増やしなう。

3. 日本企業における IT 技術者の現状

コール教授らの論文が指摘する課題について、日本の IT 技術者の実態を見てみたい。

(1) 米国ユーザ企業 IT の技術者数は日本の約 10 倍、全 IT 技術者の 2/3

具体的に事業規模が同じ日米のユーティリティ企業の情報部門を比較してみる(図 7)。

日本のユーティリティ企業の IT 技術者は 170 名、全従業員に対する比率は 0.9%であるのに対し、米国ユーティリティ会社[4]は 1600 名、8%となっており、日本の約 10 倍もの IT 技術者がいる[5]。ただし情報子会社も含めるとほぼ同じとなる。

図 7 日米ユーティリティ企業の IT 技術者数比較

	A電力	パシフィックガス & エレクトリック
従業員数	18,000名	20,000名
IT技術者 (全従業員比率)	170名 (0.9%)	1,600名 (8%)
情報子会社	1,000名	—
合計IT技術者数 (全従業員比率)	1,170名 (7%)	1,600名 (8%)

IPA の統計[6]から日本全体を俯瞰すると、IT 技術者数は米国 330 万人に対し日本 102 万人と 31%に留まり、総労働人口比率 43%や実質 GDP 比率 37.5%に対してかなり少ない。

また、米国では全 IT 技術者の 2/3 がユーザ企業に在籍している。コール教授らが指摘するように日本では 1990 年代当初に情報部門を子会社として設立する流れができ、現在では従業員千人超企業の 4 割が情報子会社を設立している。そのため日本のユーザ企業に在籍率は 25%に留まっている(図 8)。

図 8 日米の IT 技術者数比較と雇用先

	IT 技術者数(万人)		技術者の在籍分布	
	米国	日本	米国	日本
ITサービス企業	94	77	28%	75%
ユーザ企業	236	25	72%	25%
合計	330	102	—	—

(2) 日本はアウトソーシング、米国はスピード重視の内製

日経 BP で 30 年余り IT 記者を務めてきた谷島宣之氏は著作「ソフトを他人に作らせる日本、自分で作る米国」(日経 BP 社)で日米のシステム開発方法の違いについて、「日本企業は社内にソフト開発技術者をあまり抱えていないため IT 企業に外注するが、米国企業は社内にソフト開発技術者がおり内製できる」と述べ、具体的なデータとして図 9 を示して

いる。日本では外注が 70%を占めるのに対して、米国はバランスが取れており、競争優位につながる戦略的なソフトを内製している。

図 9 日米の IT 調達(投資)方法の違い

	パッケージ	外注	内製
日本	10%	70%	20%
アメリカ	29%	34%	37%

先日、上記米国ユーティリティ企業 PG&E の元 CIO John Keast 氏から話を聞くことができた[7]。要点は以下の通り。

- ・米国電力会社は受け身 (Reactive) から、能動的・積極的 (Proactive) に変化。システム開発もスピード感を求められ、効率的な開発を目指している。
- ・PG&E 社はほとんどアジャイル開発。テンプレートやパッケージの利用、テスト自動化などの工夫でテスト工数の削減に努めている。
- ・電力会社としては自動化を進めて人減らし (SE というより従業員全体) の方向。そのためにシステムでアセットマネジメントや予測が重要となっている。
- ・PG&E 社の IT チームが 1600 人もいるのはスピード感を求めた結果であり直接雇ったほうが早い。

米国ではジョブディスクリプションによる有期雇用が基本となっているので、技術者の流動性が高く、終身雇用の日本とは一概に比較できないが、スピードを求めるために内製力を重視していることがわかる。

(3) アウトソーシングの歴史ープロフィットセンター化の明暗ー

日本では 1980 年代に情報部門を別会社化し、優秀な人材を集め、コンサルから開発までの外販事業で IT 部門をプロフィットセンターにしようとする動きが活発化した。先陣を切ったのが野村総合研究所 (NRI) やオービス総研である。NRI では NCC (野村コンピューターセンター) が 1984 年に、それまで培ってきたシステム開発・運用の知見を活かした「システムクリニックサービス」を開始し、野村総合研究所のシステムコンサル部隊を統合する形で NRI が設立されている (1988 年)。当時は大型計算機を用いた業務機械化のブームが始まったところで、これを検討する企業から高く評価された[8]。この成功事例をめざし、多くの企業が情報部門を子会社化し外販拡大による事業拡大を目指したが、NRI のように成功した事例はわずかであり、ほとんどが情報部門をコストセンターとして切り出した形になった。現在では「情報子会社問題」として認識されている[9]。

(4) アウトソーシングの副作用

プロフィットセンターを目指した情報子会社の成功例は少なく、結果としてコール教授らが指摘するように、日本の IT 業界はコスト削減を第一優先としたアウトソーシングになってしまった。この構造は日本の産業や雇用の安定に寄与してきた面もあるが、筆者のこれまでの経験から、副作用もある。具体的に見てみる。

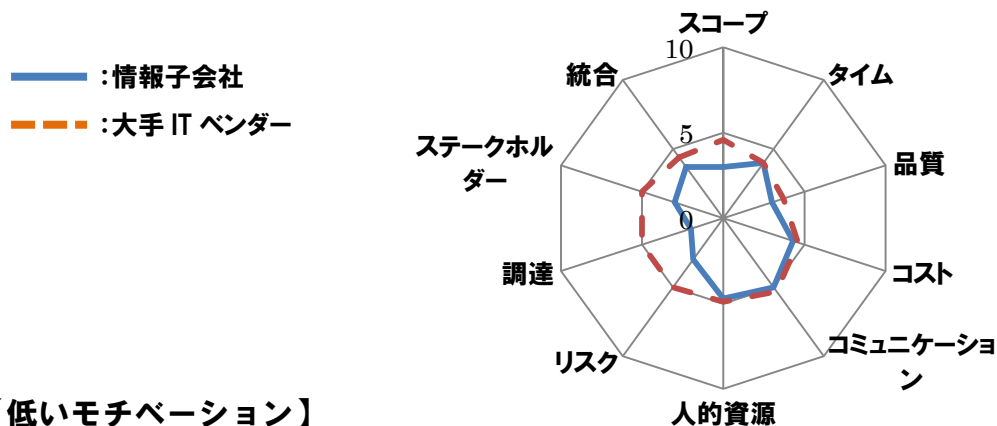
【スピード・業務効率】

アウトソーシングでは開発プロセスの分断が発生し、内製と比べると、予算確保（最低 1 年）や委託手続き（RFP、見積もり、査定・選定、決済…3 ヶ月以上）などの余分なプロセスを必要とする。例えばベンダーとその開発子会社では両社それぞれにプロジェクトマネジャー（PM）を配置したり、開発委託契約を結ぶための事務作業が発生している。日立製作所ではこうした無駄を撲滅するため情報子会社を本体に吸収した[18]。

【スキルの偏り】

アウトソースの形態はいろいろあるが、例えば情報子会社を持つユーザ企業の場合、システム開発において、企画工程やプロジェクト管理を情報部門が受けもち、製造を情報子会社が受け持っている場合がある。予算管理、業務主管部との交渉、リスク管理などは情報部門が受け持つため、情報子会社は製造に集中できるが、反面、統合マネジメント、ステークホルダー管理、リスク管理といったスキルが洗練されにくい。図 10 はある情報子会社と大手ベンダーの社員のスキルの比較であるが、この傾向が表れている。

図 10 情報子会社と大手ベンダーの PM スキル比較



【低いモチベーション】

図 11 はある情報子会社の社員満足度調査である。入社数年を経たあたりからリファレンス（約 150 社の平均）と比べ満足度が低下し、その状態が管理職になるまで続いている。俗にいう脂がのった世代の満足度が低いのである。これは冒頭の IPA 調査結果と一致する。

ハーズバーグの動機づけ・衛生理論を借れば、情報子会社の社員は提案する機会が少ない（達成感）、何年も同じシステムの保守を担当する（仕事そのもの）など動機付け要因が低い環境にあるのではないかと推測される（図 12）。

図 11 一般会社と比べた情報子会社の社員満足度比較

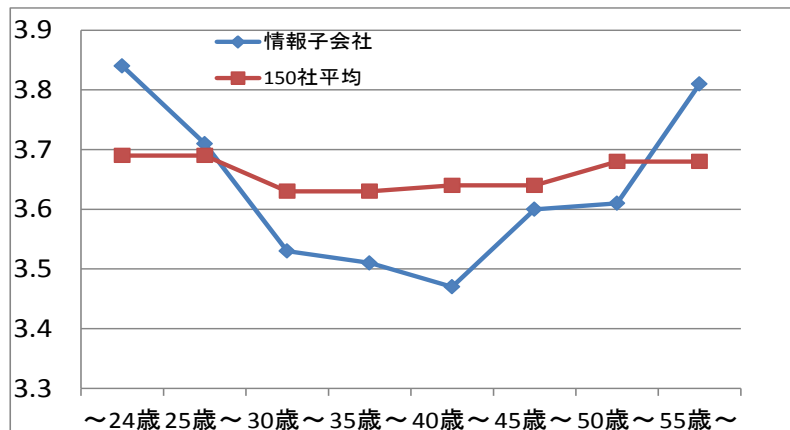


図 12 ハーズバーグの動機づけ理論による情報子会社の社員満足度が低い要因(仮説)

動機付け要因	情報子会社で満足感が低い環境要因(仮説)
達成	提案する機会がなく、言われたとおりに実施することが最も安全
承認	やって当たりまえ、失敗すると怒られる、褒められたことがない
仕事そのもの	何年も同じシステムの保守
責任	任されることが少ない、長い間部下が付かない
昇進	長い間昇進がない、昇進の基準があいまい
成長	成長を感じられる物差しがない

【ブラックボックス化】

日本では基幹システムをスクラッチ開発してきたところが多く、特に早くからメインフレーム上で開発した基幹システムは多くの保守要員を必要とするため、保守のための情報子会社を設立してきた。これら大規模システムは長く利用されているため、設計した技術者は退職し、保守の子会社要員は全体の把握が困難なため、ブラックボックス化しやすく、再開発の大きなリスクとなっている。

日本ではこれまでに大きな社会的影響を与えたみずほ銀行のシステム障害 [10] や特許庁システムの開発失敗 [11] はこのブラックボックス化にあり、筆者自身も基幹システム再開発でこの問題に直面したことがある。米国で主流であるパッケージをベースとした内製では、パッケージのブラックボックス化対策はパッケージベンダーに任せることができ、システム保守に多くの人員を割かなくても済む。その分、IT人材を新サービスの開発など競争力強化に充てることができる。

【頻発する IT 訴訟】

日経コンピュータ2016. 10. 13号では日本で頻発するIT訴訟を取り上げ、日本のIT産業は成熟どころか退化の道を進んでいると警告している。

IT関連の法的諸問題に詳しい内布東京経済大学教授は、日本でIT訴訟が頻発する原因は「(日本の)殆どのユーザは、ソフトウェア開発の能力を持たないので、独力で内作できず、ベンダーに委託開発(中には、企画・提案段階からの丸投げ委託)をせざるを得ない。すると、ユーザ・ベンダー間のソフトウェア開発に対する意識・知見等に大きなギャップが生じることが多いので、それだけにこの委託取引を巡ってトラブルが生じやすく、裁判沙汰となる可能性も高くなる。」とし、内製力の欠如を指摘している [12]。

また、「米国では、多くのユーザは、自企業内に基幹業務システムの維持や管理に必要なソフトウェア技術者を擁し、これまでに内作した各種業務システム用のソフトウェア資産も豊富に蓄積していると考えられる。そこで、新技術を導入した基幹業務システムを構築する場合においても、できるだけ適合したパッケージソフトを採用し、これまで内作して蓄積した既存ソフトを改良するなどして利用して、当該新システムのソフトウェアを開発(内作)することが多いと思われる。」とし、裁判が日常茶飯事となっている米国でソフトウェアの委託開発を巡る裁判事例が殆ど漏れ聞こえてこないと指摘している。

実際、筆者も「System development, trial, lawsuit, suit」などで英文検索してみたが、特許侵害の記事は出てくるが、IT訴訟の事例を見つけ出すことができなかった。

4. 大学教育

(1) 実践力に乏しい新卒者

コール教授らは日本の I T 系大学のカリキュラムは米国と比べて時代遅れで、実践的ではないと指摘しているが実態はどうであろうか。

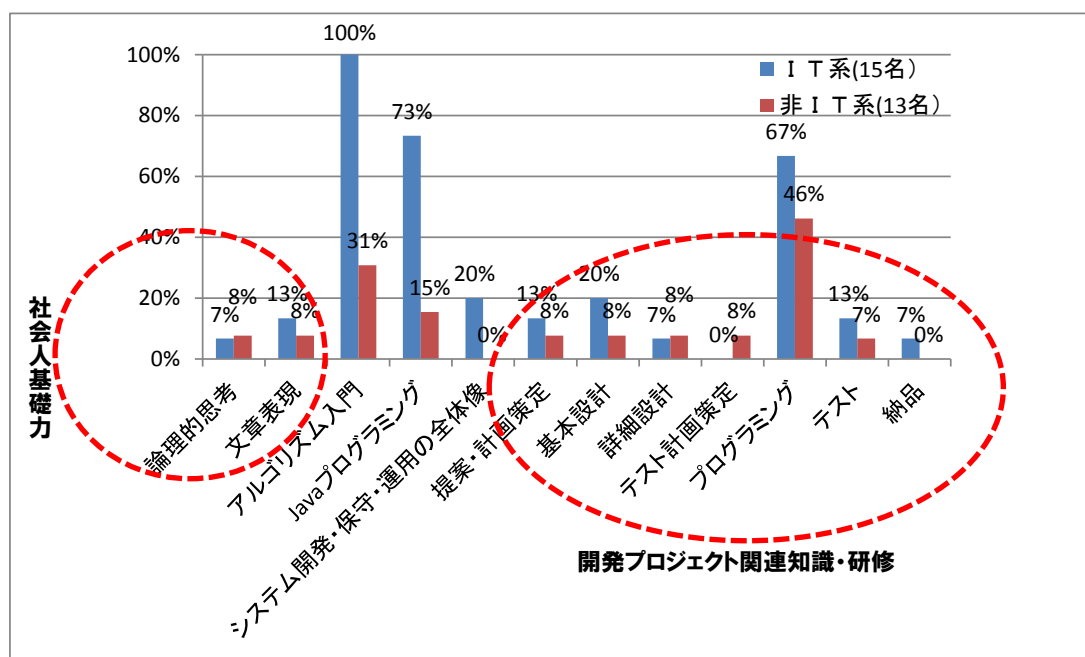
中電シーティーアイでは早期の即戦力を狙い、図 13 の基本項目について 2 か月間の新入社員研修を行っている。特に論理的思考や文章表現力については力を入れている。

図 13 中電シーティーアイでの新入社員研修基本項目

分野	基本項目
論理的思考	論理的思考
	文章表現
プログラミング基礎	アルゴリズム入門
	Java プログラミング
保守・運用	システム開発・保守・運用の全体像
総合演習	提案・計画策定
	基本設計
	詳細設計
	テスト計画策定
	プログラミング
	テスト
	受け入れテスト
	納品

平成 28 年度大卒新入社員 28 名に対し、上記 4 分野 13 項目について大学での履修有無をアンケートした結果が図 14 である。プログラミング基礎の履修率は高かったものの、それ以外については約 1 割程度しかない。特に論理的思考や開発プロジェクト（提案・計画策定～納品）については I T 系の学部出身 15 名のうち 2 名程度、非 I T 系 13 名のうち、1 名程度となっており、現在の大学のカリキュラムでは殆ど履修できていないことが分かった。中電シーティーアイでは今年度から入社 4 年目に対し、改めて実践的なプロジェクト入門研修を実施している。

図 14 中電シーティーアイ新入社員の出身校での IT 基礎項目履修率



(2) 新卒 IT 技術者は米国の 1/4、総人口比△17%、GDP 比△11.5%

IPA 調査 [13] によれば、日本の大学の情報系学科卒業生数は 1.6 万人。米国の 6.3 万人の 26%であり、総労働人口比率 43%や実質 GDP 比率 37.5%と比較してかなり少ない(図 15)。

また、日本のユーザ企業が採用する新卒 IT 技術者の内、IT 専門カリキュラムを受けた割合が 1/4 以下 (23%) となっており、専門性は高くない(図 16)。

図 15 教育機関による IT 技術者供給量 (万人)

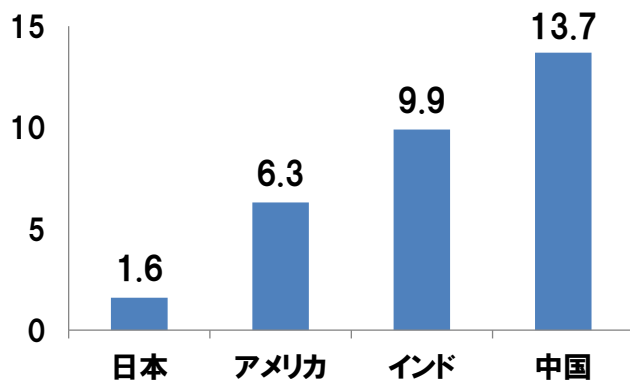
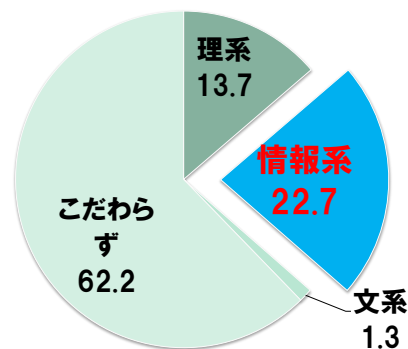


図 16 ユーザ企業新卒 IT 担当の出身



II 日本の IT 業界の動向

「シリコンバレーがやってくる」[14]…米国のプラットフォーマーが推し進めるデジタル変革が世界の大企業をあわてさせている。GE は 30 万人の全社員にプログラム教育を行い、デジタル内製化力を高め、デジタル革命をリードしようとしている。これに対し日本の先進的な IT サービス企業や IT ベンダーはどのようなことを考えているのだろうか。

1. 日本の IT リーディングカンパニー事例…ソフトバンクの IT 統括方針

日本の IT サービス提供会社で高い競争力をもつソフトバンク。CIPF の一人であるソフトバンクの鈴木氏に寄稿していただいた論文[15]からその競争力の源泉を探ると、

- ・内製化
- ・カスタマーエクスペリエンスの向上
- ・イノベーションを生ませる制度

が大きなキーワードとして浮かびあがってくる。特に内製化について鈴木氏は下記のように述べている。

「ソフトバンクが日本テレコム、Vodafone を買収した当時から、明確なメッセージとして発信したのが内製化であった。なぜ内製化するのか？すべてにおけるスピードを上げることと、コストを大幅に下げることが目的であった。加えて情シス社員に対しては IT 資格を取得することが大いに推奨された。それに並行して、社員にシステムリプレイスを経験させ、ベンダー依存率を下げていった。また、そのあとも、Willcom, e-Access と買収が続いたので、内製の経験値は蓄積される。今では内製化は当たり前となり、「できない＝発注」という構図は少ないと感じる。またリリースや障害復旧にも同じように内製化が求められ、「現在ベンダーによる解析中です」といった回答も少ない。」

また、カスタマーエクスペリエンスの向上についてはトップダウンの取り組みをしている。筆者はソフトバンクのユーザインターフェイスは他のキャリアの中で一番使い易く、短時間にできると感じていたが、その理由がわかった気がする。

「社員の CX 向上策として、アンケートがある。ソフトバンク(株)は「数字」による根拠に基づく説明を求める会社である。社内のいたるところでアンケートを実施している。

2010 年ごろに Twitter で一般の方が孫正義への質問や改善を要望すると、本人が「やりましょう!」と返事をしていた。現在も国内での Twitter フォロワーランキングで 5 位であり、フォロワー数は 250 万人となっている。孫正義が「やりましょう!」といってから、「できました!」までを最速にするため、社内が一丸となって対応した記憶がある。いまではこれの社内版が存在し、依頼と回答についてイントラにて各組織のトップがコミットしている。」

このほかにも鈴木氏の論文には超スマート社会を勝ち抜くための人材育成のヒントが述べられているので是非一読いただきたい。

2. 変革にさらされる大手 IT ベンダー

日本の大手 IT ベンダーに求められる役割が、これまでの顧客企業のシステム化による業務効率化(SI)から、AI、IoT などを用いたビジネス変革の支援に変化しつつある[16]。大手 IT ベンダーでは、「協創」や「共創」[17]という言葉でデジタル変革の方法論を発表し従来のシステムインテグレーション事業からの転換を訴えるとともに、迅速に対応する組織を作るため、子会社の製造部隊を本体に吸収したり、分散している子会社を統合する動きが活発になっている[18][19][20]。

今後ユーザ企業は、デジタル変革に対応するため、フロントオフィス業務や生産現場の IT 化など重要な業務の内製化を進めると予想される。ガートナー ジャパンは「2019 年までに、3 社に 1 社以上の企業が、フロントオフィス・アプリケーションの開発/運用のために、IT 人材を事業部門に配置するようになる」と予測する[21]が、これはソフトバンクの鈴木氏の論文で述べられているように、ユーザインターフェイスの良し悪しが顧客獲得の要になってきているからである。

日本のユーザ企業が IT 内製力の重要性を気づき始めた時、日本の大手ベンダーの多くが大きな変革にさらされるだろう。

3. 情報子会社にとって大きなチャンス

(1) 情報子会社の強み

今、日本の転職市場で IT 人材の争奪戦が行われている[22]。IT 人材の中途採用求人数が 25 か月連続で最高となり、職種別の平均倍率が 2.29 に対し IT 職種は 9.29 倍と突出している。特に最新技術を持っている技術者のニーズが高いそうだ。前述したように日本の IT 技術者は量・質とも足りておらず、IT 内製力の重要性に気づき始めた企業が実践的な IT 技術者を求め始めており、この動きはますます大きくなると思われる。

一方で、情報子会社をもつユーザ企業は、ある程度必要な技術者を確保していると言える。また、情報子会社の技術者は親会社の業務知識を有しており、ユーザ企業の IT 現場も知り尽くしている。これは IT ベンダーにはない大きな強みである。

(2) 学びのモチベーションをどう高めるか？

情報子会社はユーザ企業の連結決算の範囲内であり、前述したマイナス面・スピード・業務効率、知識の偏り・等、組織体制面に起因する要因は工夫すれば是正可能と思われる。一方、情報子会社のモチベーションの低さは自らが解決しなければならない。これまでは技術面でも親会社の決めることに従ってきたが、これからは上記強みを生かし、先回りするくらいの先見性や技術力が必要となる。IT 分野の技術進歩の速さはこれまでドッグイヤーと呼ばれてきたが、シリコンバレーがもたらす破壊的なビジネス変化のスピードはさらに速い。逆にこの変化の速さに追従し自らアンテナを立て自ら学んでいき、自らの成長を実感することができれば、それがモチベーションの源泉となりうる。IT 現場と業務知識に強く、最新の技術を自ら学ぶ実践的な技術者が多くいる情報子会社は、親会社の競争力を高めることができる。

4. 大学教育の新しい方向性

(1) 情報学として「社会価値創造」を定義

平成 28 年 3 月 23 日、日本学術会議は IT 系大学教育カリキュラムの質を保証するための参照基準として「情報学分野」を策定した[23]。これは平成 22 年に文部科学省からの依頼を受け、日本学術会議情報学委員会情報科学技術分科会が検討してきたもので、情報学の定義を

「情報学は情報によって世界に意味と秩序をもたらすとともに、社会的価値を創造することを目的とし、情報の生成・探索・表現・蓄積・管理・認識・分析・変換・伝達に関わる原理と技術を探究する学問である」とした。

ここで特筆すべきは情報学の定義に「社会的価値の創造」が加わったことである。平成 26 年 7 月の中間報告[24]では情報学の定義は

「情報学は情報によって世界に意味・価値を与え秩序をもたらすことを目的に、情報の生成・探索・表現・蓄積・管理・認識・分析・変換・伝達に関わる原理と技術を探究する学問である」と

としていた。これを改め「社会的価値を創造することを目的とし」が強調的に加られている。現在、デジタル革命、デジタル変革、第 4 次産業革命、デジタルトランスフォーメーション等、呼び方は様々ではあるが IT 技術によって新たなサービスが次々生まれ、既存の産業が破壊されつつある中で、情報学の定義として新たな価値創造が入ったことは画期的であると思う。

(2) 実践的技術者の育成

コール教授らが指摘する通り、今までの日本の IT 系大学、大学院のカリキュラム標準 J07[25]は、2008 年に 6 年前のアメリカの IEEE-CS と ACM の基準を採用して作られており、時代遅れでかつ実践的なトレーニングが少なかったようである。

今回策定された情報学の参照基準では、これまで確立された 5 つの分野、CS : Computer Science 計算機科学、CE : Computer Engineering 計算機工学、IS : Information System 情報システム、SE : Software Engineering ソフトウェア工学、IT : Information Technology : 情

報技術を網羅するとともに、新たに文系の社会情報学を加えた体系になっている。

また、ジェネリックスキルとして論理的思考、問題発見、課題解決、コミュニケーション、リーダーシップなどこれまでは社会人になってから教えなければならないスキルも含まれている。

さらにはその学習方法には従来の講義、演習に加え、プロジェクト学習（PBL：ProjectBasedLearning）も新たに加えられており、1．4で述べたような課題（実践力に乏しい新卒者）の対策として期待できる。

III CIPF 制度を活用した高度 IT 人材の育成

～超スマート社会を支える実践的技術者育成～

1 章では現状の IT 技術者が置かれた環境について、日本が米国のデジタルイノベーションに大きく遅れた理由と照らして考察した。2 章では日本が直面する超スマート社会に対し、日本の IT リーディングカンパニーがどのような方針で臨もうとしているのかを考察した。

米国に比べ IT 人材は量・質ともに不足し、モチベーションも上げづらい産業構造にある日本は、どのように IT 力を高めデジタル革命を切り開いていけばいいのだろうか？

筆者は IT 技術者の一人として、置かれている立場や仕組みを嘆くのではなく、自ら学び、自らの能力を磨き、会社や社会の要請に応じていくことでその社会的地位を向上すべきであり、CIPF 制度がその一助となるのではないかと考える。

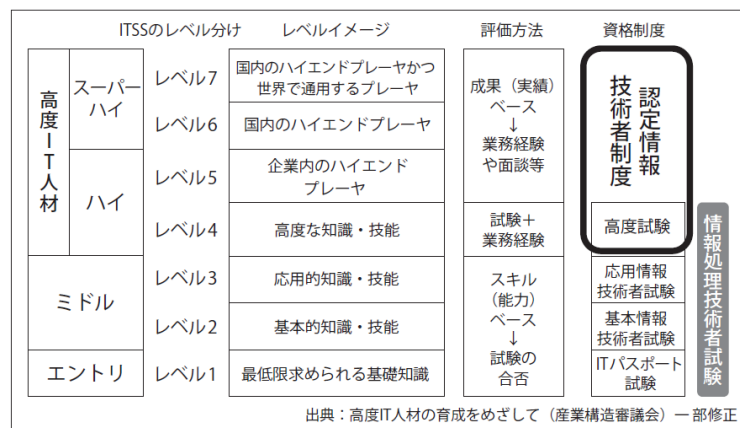
この制度を定着させることができれば、優れた人材を発掘し、彼らの視野を広め、オープンイノベーションに必要な外部キーマン人脈を形成することが可能である。また、学会・大学や現場の実践的技術者との交流によって、大学が持つ最先端技術の企業への還流や、逆に大学の実践的カリキュラムへの支援も可能と考える。

1. CIPF 制度の概要

（1）優れた IT 技術者の可視化

CIPF 制度の目的は第一に「高度な能力を持つ情報技術者を可視化し、その社会的地位の確立を図ること」[1]である。つまり IT 技術者に対し自発的に技術向上を促すとともに、IT 技術者の能力を客観的に評価する尺度を提供することにある。その尺度は ITSS（IT スキル標準）をベースにしており、能力を 7 段階に分け、レベル 4 以上の上級技術者が CIPF の対象である（図 17）。

図 17 ITSS と CIPF の関係



筆者は CITP の能力の中で、「自ら学ぶ」能力をもっとも重視する。なぜならばこれからの超スマート社会では、技術やビジネスフレームワークは常にしかも高速に進化してゆくため、この能力が無ければついていけないし、リーダーシップも取れないからである。CITP の取得はこの「自ら学ぶ」能力を持っていることを証明していると言える。

(2) CPD による高度 IT 人材の継続的研鑽

CITP 制度の最大の特徴は国際的な技術者認証 ISO/IEC17024（適合性評価）および ISO/IEC24773（ソフトウェア技術者認証）に準拠していることであるが、そのポイントは「資格の 3 年更新」と「継続的研鑽（CPD: Continuing Professional Development）」にある。具体的には下記活動にポイントを与え 3 年間で 150 ポイント以上が資格更新の条件となる。すでに CPD は各学会を中心に発行が始まっている(図 18)。

① CITP としての能力を磨く活動

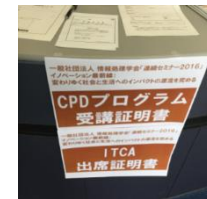
講演会・講習会等の受講、シンポジウム・研修会・見学会、コミュニティ活動参加など

② プロフェッショナル貢献活動

技術発表、執筆活動、特許申請、後進の指導、公的機関の委員、論文の査読、講演など

繰り返しになるが、今後の IT 分野では「自ら学ぶ」能力が最も重要であり、CDP ポイントによる 3 年更新は、その能力が維持されていることを証明していると言える。

図 18 CPD の発行



2. 中電シーティーアイにおける CITP を活用した人材育成の試み

(1) CITP 取得支援制度

中電シーティーアイは中部電力の情報子会社であり社員の質は高いものの提案やコンサルテーションの機会は少なく、より高度な業務へのシフトや社員のモチベーション向上に努めているところである。

現在、新設された CITP 制度を用いた人材育成を試みている。筆者自らが CITP を取得するとともに、社員の資格取得やプロフェッショナル貢献活動を支援する制度を作り、これまでに 10 名が個人認証された。自社内のコミュニティ活動も開始している。

図 19 CITP 資格取得支援制度の全体像

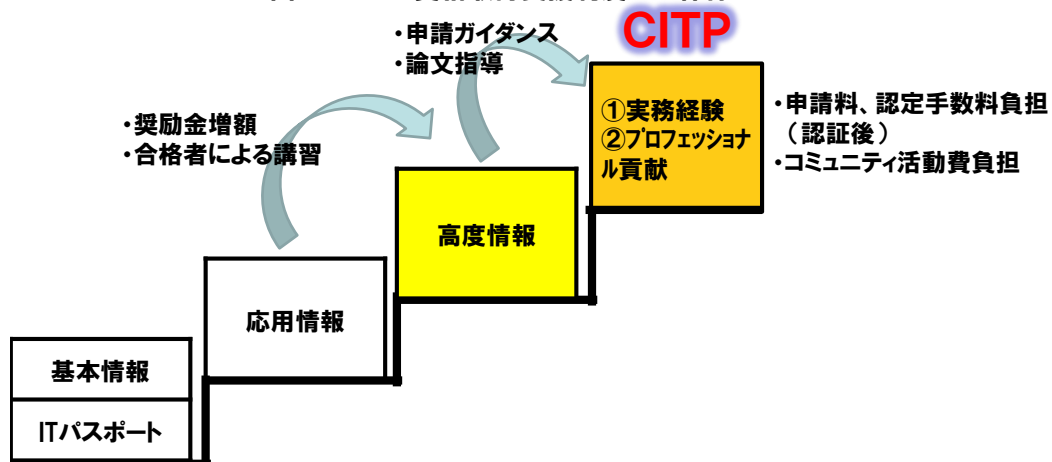
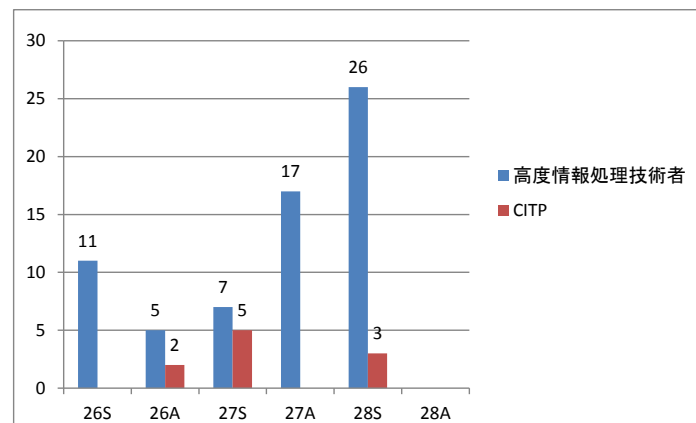


図 20 中電シーティーアイでの高度情報処理、CITP 合格者の推移



(2) 社内コミュニティ活動事例

中電シーティーアイでは社内 CITP の持つ優れたノウハウ、新技術、社内事例等について勉強会を行っている。講師には CPD6 ポイント、参加者には 2 ポイントを人財開発センターが付与している(図 21～23)。

図 21 中電シーティーアイ社内 CITP コミュニティ活動事例

No	タイトル	内容
1	ディープラーニングの概要	ディープラーニングの概要と仕組み
2	ディープラーニングの応用	ディープラーニング応用例と試行、ニューラルネットを利用した解析業務の事例紹介等
3	デジタルマーケティング入門	・事業戦略、ポートフォリオマネジメント、セグメンテーション・ターゲティング、マーケティングミックス、競合分析、イノベーター理論、Web マーケティング ・携帯メールマーケティング事業（さずなネット）の紹介
4	コミュニケーションワークショップ	ワークを実施することで、自分のコミュニケーションを振り返り、改善する「アイデア・行動」を自分で導き出すことを目指します。
5	ドローン	ドローンとは 安定したドローンのしくみ 電波の話 改正航空法 2016 年マストバイドローン

図 22 ドローンの飛行体験の様子



図 23 ドローンが捉える鮮明な映像



3. 企業内コミュニティ+全国大コミュニティによる学びの場の形成

CITP 企業認定された企業では中電シーティーアイのように社内コミュニティ活動を行っているところは多いはずである。社内コミュニティと全国大コミュニティ活動を組み合わせれば、IT 産業界の全体での学びの場を形成することが可能と考える(図 24)。

(1)CITP コミュニティ(全国大)

これまでに 15 回開催されている。本コミュニティの下に目的を明確にした分科会活動も置くことができ、現在「IT 人材育成分科会」、「社会価値創造分科会」の 2 つが活発な活動を行っている。これら分科会の活動成果は情報処理学会のソフトウェアジャパンや全国大会で発表されている。コミュニティ活動を通じ、優れた人材同士を交流させ視野拡大や人的ネットワークを広めることにより、特に今後企業にとって重要戦略となるオープンイノベーションに必要な人脈の形成も期待できる。

(2)情報処理学会、大学との交流

第 14 回コミュニティ(平成 28 年 12 月 9 日)では、静岡大学の湯浦教授をお招きし「高度 IT 人材のコンピテンシーについて」のテーマで講演会とディスカッションを行った。

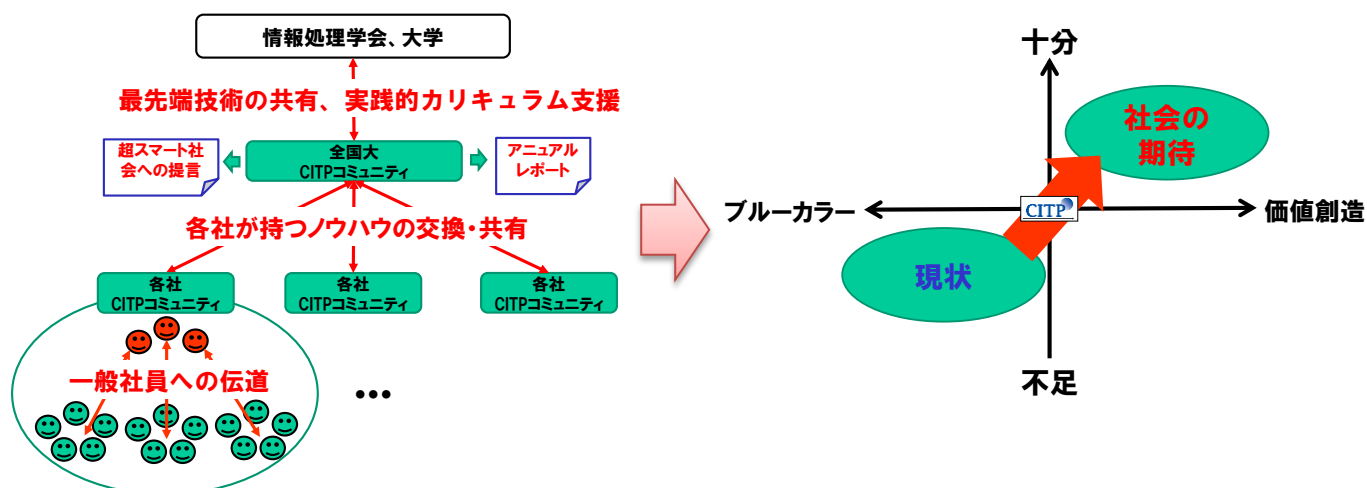
高度 IT 人材となっていくためには、技術や知識を学ぶだけではなく、それらを行動の中で発揮するためのコンピテンシー(competency)が求められるが、湯浦先生は実践的演習やビジネスコンテストなどの課外活動における、学生のコンピテンシー向上の測定方法や効果的な育成方法を研究されており、CITP にとっても後輩の育成面で大変参考になった。

CITP コミュニティは情報処理学会の活動の一つであり、学会に所属する大学や研究機関の協力を得やすい。CITP コミュニティを通じた産学交流により、学会の研究成果や新技術を企業へ還流したり、逆に企業が持つ実践的ノウハウを大学のカリキュラムや研究テーマに使うことが可能となる。

(3)アニュアルレポート、提言

現在 CITP コミュニティの分科会活動では「IT 人材育成分科会」、「社会価値創造分科会」の 2 つが活発な活動を行っているが、これらの活動成果をアニュアルレポートとして公開していくことを予定している。

図 24 CITP を活用した IT 産業界の学びの場の形成



おわりに

これまで日本の IT 技術者の立場は決して恵まれたものではなかったが、現在の IoT を始めとするデジタル変革が「高度な能力を持つ IT 技術者」の空前の需要を引き起こしている。H28 の高度情報処理試験受験者は前年度より 4 万人増加し、IT 職種の求人倍率は 9 倍を超え過去最高の状態が続いている。

日本の IT 技術者は、いまこそこの時流をチャンスとし、自ら学び、自らの能力を磨き、会社や社会の要請に応じていくことで、自らの地位を向上させるべきである。

情報処理学会が創設した CITP 制度は始まったばかりであるが、技術者はこれにチャレンジすることで学びのモチベーションを高め、全国の優れた人材とネットワークを形成することが武器になる。また、企業は優れた人材の発掘と後進の育成のサイクルを作ることができる。

本制度が IT 産業界の学びの仕組みを作り、全体の底上げの端緒になることを期待する。

【著者】松田 信之（まつだ のぶゆき）

株式会社中電シーティーアイ 取締役 人財開発センター長

1982 年中部電力入社、1989 年米国 BoeingComputerServices AI スクール修了、新規事業を含めた様々な IT プロジェクトにかかわり、2011 年 7 月から執行役員情報システム部長、2014 年 7 月から中電シーティーアイ取締役人財開発センター長 高度情報処理技術者（IT ストラテジスト、プロジェクトマネジメント） TOEIC875(2016/3)



参考文献

- [1] 旭寛治(2014)「認定情報技術者制度(1)－制度の概要－」『情報処理』第 55 巻第 8 号
- [2] 独立行政法人 情報処理推進機構 日本のソフトウェア技術者の生産性及び処遇の向上効果研究 (2016/11/25)
- [3]http://www.haas.berkeley.edu/groups/online_marketing/facultyCV/papers/Cole_Robert_The_Japanese_Software_Industry.pdf
- [4] PG&E Corporation Reports Full-Year and Forth-Quarter 2014 Results February 10, 2015
- [5] Karen Austin's Tech Talk:PG&E's IT Department Moved Mountains in 2012
- [6] 独立行政法人 情報処理推進機構 IT 人材白書 2010、2014
- [7] John Keast 氏 (PG&E 元 CIO) との電話会議メモ (2016 年 12 月 16 日)
- [8] システムコンサルティング事業の歩み nri
- [9]<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%83%85%E5%A0%B1%E5%AD%90%E4%BC%9A%E7%A4%BE%E5%95%8F%E9%A1%8C>
- [10] 調査報告書 2011 年 5 月 20 日
https://www.mizuhobank.co.jp/company/release/bk/2011/pdf/news110520_4.pdf
- [11] 特許庁情報システムに関する技術検証委員会
- [12] ソフトウェア開発を巡る法的紛争の動向－プロジェクトマネジメント責任を中心に－
- [13] 「グローバル化を支える IT 人材確保・育成施策に関する調査」 (2011/3/31)
- [14] <http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/watcher/14/334361/062600307/>
- [15] ソフトバンク (IT 統括) の人材育成について
- [16] 「富士通が必要とされなくなる」という恐怖 2016/12/08 ITPro
- [17] 大手 IT ベンダーの流行語「共創」って何だ、不可能に取り組む切実な事情 2016/06/09 ITPro
- [18] 4500 人転籍・異動で示す日立の本気 2014/10/22 ITPro
- [19] 富士通が国内 SE 子会社 3 社を吸収合併、デジタルビジネス拡大を狙う 2016/09/29 ITPro
- [20] NEC が SI 子会社 2 社を統合、AI や IoT へ要員を集結 2016/11/28 ITPro
- [21] ガートナー、2016 年以降の日本におけるソーシングと IT サービスの展望を発表
2015 年 12 月 9 日ガートナー ジャパン株式会社 プレスリリース
- [22] 日本経済新聞 2017 年 1 月 17 日朝刊
- [23] 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 情報学分野
平成 28 年 3 月 23 日 日本学術会議情報学委員会情報科学技術分科会
- [24] 情報学を定義する－情報学分野の参照基準 萩谷雅巳(2014)『情報処理』Vol155 No. 7 July2014
- [25] 情報専門学科カリキュラム標準 J07 について 笥 捷彦(2008)『情報処理』Vol149 No. 7 July2008

以 上

人工知能時代の IT 人材育成

赤根大吾^{†1}

概要：人工知能の進歩が人材育成に与える影響と、人工知能技術を応用していく段階での IT 人材育成に関するトピックについて論評を行う

1. 人工知能の人材育成への影響

人材育成は労働市場の需要と供給から強く影響を受ける。そのため、人工知能が労働市場に与える変化と、人材育成に及ぼす影響を整理する。著者は新卒採用活動で、就職活動中の学生たちに接する機会があるが、人工知能やロボット技術が雇用に与える影響については、彼らが非常に高い関心を示すトピックでもある。

1.1 雇用に対する（悪い）影響

人工知能による雇用への影響について、日本でいち早く警鐘を鳴らしたのは新井紀子『コンピュータが仕事を奪う』[1]だろう。この中で新井氏はコンピュータが単純労働だけではなく、知的な判断の必要な職業を置き換えることを予言している。

人工知能やロボットによる機械化が雇用に対して与える影響について論じた研究で、近年最も話題となっているのは、Frey 氏と Osborne 氏による『The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?』[2]だ。702 種類の職業に対して、機械学習の手法であるガウス過程分類を用いて、各々の職業の機械代替性の確率を計算したものだ。各職業の特徴として、アメリカ労働省のオンラインサービス O*NET のデータベースを利用し、未来のアメリカの労働市場に対する影響を予測している。その結果、アメリカにおける雇用の 47% が失われる危険性が高いとしている。また、野村総合研究所は同様の手法を日本のデータ^aに適用し、「日本の労働人口の 49%が人工知能やロボット等で代替可能に」という研究を発表している。[3]

一般に技術革新は人間の仕事を奪う。かつて、個人が撮影した写真は、写真の現像・プリントサービスを利用したものだが、デジカメとプリンタが普及したことで必要性は低下した。駅の改札では駅員が切符を確認していたが、今では切符の購入も改札も機械化されている。DTP の普及により、植字工や写真屋という職業を知る人も今は少ない。

余談だが、「コンピュータ=compute-r=計算する人」自

体、元々は人間の職業の一つであった。アメリカでは 1930 年代に航空機メーカーなど大量の計算を必要とする会社によって何百人もの「コンピュータ」が雇われていた。計算機が人間から仕事を、名前も含めて奪った事例である。[4][5]

1.2 雇用に対する（良い）影響

このように、「失われる職」が注目されがちだが、職は技術革新によって失われるだけではない。

銀行における ATM の導入は、短期的には銀行における雇用を減らす。しかし、ATM の導入によってもたらされるコストの低下により、多くの顧客を獲得し、新たな支店を多数設けられれば銀行全体としての雇用は増えることになる。

また、マクロ的には、技術革新がコストを下げると、物やサービスの価格が下がり、消費者は浮いたお金を別の消費に充てることができ、新しい産業を育てることにつながる。

実際、コンピュータも職業を失わせたわけではない。プログラマーや Web デザイナー、データサイエンティスト、アルゴリズムを駆使する株トレーダー[6]、ビットコインの採掘など、コンピュータの発展以前には想像すらできなかった職業だ。

1.3 人工知能による雇用に対する変化はこれまでの技術革新と異なるか？

機械化、自動化による労働力の置き換えはこれまでも徐々に進んできたものである。では、人工知能やロボットによる技術革新はこれまでの変化とどのような違いがあるのだろうか？

Ford『ロボットの脅威』によれば、過去の変化において、ルーティンワークを行っていた労働者は機械化によって職を失っても別の産業のルーティンワークに移ることができた。しかし、今日の自動化の波は急速に、かつ産業の垣根なく広がっており、別の産業にルーティンワークが残されておらず、機械ではまだ実行不可能な高スキルな分野を選ぶ必要がある。(Ford 氏はそのための教育や投資の効果に懐疑的なようだ。)[7]

1.4 無くなるのは職業ではなくタスク

McKinsey のレポートでは、機械化の影響を考えるにあた

^{†1}(株)デジタルフィールド 東京都羽村市

^a労働政策研究・研修機構が「職務構造に関する研究」で報告している 601 の職業

り「職業」ではなく、その職業が行う「タスクb」への影響を考えるべきとする。[8]考えてみれば、駅の改札が自動化されたからと言って、駅員という職業が無くなっている訳ではない。無くなったのは「改札に立って切符を確認する」というタスクだ。人工知能や機械による自動化の影響を考えるにあたり、「職業」という単位では粒度が荒いのかもしれない。

1.5 ここまでのまとめ

これまで述べた議論を踏まえると、労働人口全体において以下のような傾向が強まるだろう。

- 労働人口の産業間の移動（横の移動）が必要になる。
- ルーティンワークからスキルの必要な業務への移動（縦の移動）が必要になる。
- 学校教育だけでは不十分。就労後の期間において、必要なスキルが変化する可能性が極めて高い。
- 職業よりもタスクに着目する必要がある。

このような傾向に対応するための人材育成のミッションは次のようなものだと考える。

- 業界未経験者に対する適応のサポート。
- （機械代替性の低い）高度なスキル習得のサポート。
- 必要な業種、スキル、タスクの変化をいち早く掴んだ育成方針の展開。

2. 人工知能時代の IT 人材育成

人工知能時代の IT 人材育成とはどのようなものであろうか。ここからは IT 業界に限った人材育成について考える。本章では、長期的な視野ではなく、あくまで機械学習、深層学習の発展による第 3 次 AI ブームの範囲を議論のスコップとする。今後さらなる人工知能の発展があった場合には、異なる条件設定が必要になるだろう。

2.1 『The Future of Employment』における IT 系職業の扱い

前述の『The Future of Employment』の Appendix に、702 の職業の機械代替性の確率が掲載されている。このうち、Computer and Mathematical Occupations (SOC コードが 15-で始まるもの) を抽出したものが表 1 である。（順位が高いほど、機械代替性は低い。）

表 1 The Future of Employment で示された 702 の職業のうち、Computer and Mathematical Occupations の順位

順位	確率	SOC コード	職業
32	0.0065	15-1121	Computer Systems Analysts
69	0.015	15-1111	Computer and Information Research Scientists
109	0.03	15-1142	Network and Computer Systems Administrators
110	0.03	15-1141	Database Administrators

b原文では activities.

117	0.035	15-2031	Operations Research Analysts
130	0.042	15-1132	Software Developers, Applications
135	0.047	15-2021	Mathematicians
181	0.13	15-1133	Software Developers, Systems Software
208	0.21	15-1179	Information Security Analysts, Web Developers, and Computer Network Architects
209	0.21	15-2011	Actuaries
212	0.22	15-1799	Computer Occupations, All Other
213	0.22	15-2041	Statisticians
293	0.48	15-1131	Computer Programmers
359	0.65	15-1150	Computer Support Specialists
699	0.99	15-2091	Mathematical Technicians

コンピュータ関連で一番順位の低い Computer Support Specialists ですら 359 位で、全体的に上位にランクインしている。更には数学者 (Mathematicians) よりも上の順位に 6 つも入るなど、出来過ぎと言って良い結果だと思いがいかなだろう。IT 業界はひとまず胸をなでおろしても良いのかもしれない。

2.2 人工知能時代に必要な IT 人材

人工知能に関わる要素技術を「1. 中核技術」「2. 周辺技術」「3. 応用」と表 2 のように 3 つのグループに分けた。行う事業がこれらのグループのうちどこに関わるかによって、必要な技術が異なってくる。

表 2

分類	内容
1. 中核技術	機械学習、深層学習、強化学習、マルチモーダル学習、汎用 AI、ベイジアンネット
2. 周辺技術	クラウド、ビッグデータ、IoT、大量の計算能力、Python
3. 応用	自動運転、翻訳、広告、ペッパー、画像診断、防犯、監視

一つは、人工知能技術の中核技術だ。人工知能そのものを研究し、発展させるグループとなる。現在の第 3 次人工知能ブームを牽引するのは深層学習だが、汎用 AI など更に高度な人工知能の実現を目指したり、ベイジアンネットなど機械学習とは異なる手法での進歩を追求する。

二つ目の周辺技術として、クラウド、IoT、ビッグデータなどを挙げた。パスワードを並べただけのようも見えるが、これらはお互いに密接に結びついている。いささか極端だが、IoT 機器で得られた大量のデータをクラウドのス

トレージに**ビッグデータ**として蓄え、クラウドの**GPU 演算サービス**を利用して学習させる、という例を考えると、それら単体よりそれぞれの連携が重要であることがわかる。

三つ目は人工知能技術を応用して、新たな価値を創造し、ビジネスに活かすグループだ。

これらの分類は明確に線引きができないこともあるし、企業によっては複数の分類にまたがった事業を行っている。例えば、Google は DeepMind を始めとする人工知能の研究を進める「1. 中核技術」のグループであり、同時に、PaaS や SaaS などのクラウド事業を行いながら、そのサービスの中に人工知能技術を活用しているので、「2. 周辺技術」と「3. 応用」にも当てはまる。

情報処理学会の連続セミナーにおいて、Google の佐藤一憲氏は「ディープラーニングは Google にとっては既に研究段階ではなく枯れた c 技術で、サービスとして成果を回収していくフェーズ」と仰っていた。このように、現在のフェーズは「1. 中核技術」の成果と「2. 周辺技術」を利用して、「3. 応用」を行う段階であると考えられる。

2.3 応用例：深層学習でキュウリの仕分け

具体的な例を挙げよう。Google Cloud Platform Japan Blog では、ディープラーニングを用いてキュウリの仕分けを行う農家の取り組みが紹介されている。[9]

表 3

分類	内容
0. 学習データ	仕分け済みのキュウリの画像
1. 中核技術	機械学習，深層学習
2. 周辺技術	TensorFlow, OpenCV, Raspberry Pi 3, Arduino Micro, Cloud Machine Learning
3. 応用	キュウリの仕分け

キュウリの仕分けは熟練した経験者が「大きさ」「形」「質感」「凹凸」「キズ」などの要素を総合的に判断し等級別に仕分けしている。収穫のピーク時には一日中仕分け作業に迫られるが、熟練が必要なためパート労働を頼ることができない。

紹介されているシステムでは、7000 枚の仕分け済みのキュウリの画像を学習データとし、Google の機械学習ライブラリ TensorFlow を使ったディープラーニング認識エンジンでキュウリの等級を判断する。画像の撮影には Raspberry Pi3，ベルトコンベアや排出装置などの制御には Arduino を使っている。キュウリの曲がり具合や長さ、太さの均一さを認識して仕分けが可能とのことだ。

表 3 に、キュウリの仕分けの要素を表 2 と同じように分類した。「0. 学習データ」の列を加えている。忘れてならないことだが、機械学習には学習データが必要だ。この場

合、すでに所有しているキュウリを仕分けする人の経験が存在し、それを画像データとして機械可読なデータにできている点が重要だ。

2.4 人工知能技術を応用するために必要な 3 つの人材型

この事例は、これまでコンピュータが使われていなかった分野に人工知能技術を応用する場合の示唆に富む。必要なことを以下にまとめた。

1. 現在行われているタスクの「不便さ」や「機械化の可能性」に気付くことができる。
2. 学習に必要なデータがある。なければ、対象のタスクの特徴をデータ化する。
3. 人工知能技術や周辺技術を必要に応じて使いこなすことができる。

これはそのまま、以下のような 3 つの人材型に分類することができる。

ストラテジスト・アーキテクト系人材：

現在行われているタスクを、人工知能技術を用いて実現する企画を立案することができる。

組み込み技術系人材：

機械学習に必要な学習データが存在しない場合、そのデータを集める手段が必要となる。少ない計算・電力リソースの中でセンサ技術などを活用し、学習データとして用いるデータを採取する、現実世界を機械可読にするための人材。また、ロボットや装置の制御にも必要となる。

人工知能技術系人材：

人工知能に関係する人材の中で一番直接的でイメージがしやすい。機械学習や深層学習などの中核技術を理解し、周辺技術と豊富な計算・電力リソースを利用して、これまでコンピュータが行うことが難しかった認知や判断などのタスクを実現する。

清水亮氏はブログで人工知能人材を「人工知能ユーザ」と「人工知能研究者」に分けている。[10]

人工知能ユーザ	出来上がったニューラルネットワークの活用法を考える。
人工知能研究者	新しいニューラルネット理論を考える。

「人工知能ユーザ」と「人工知能研究者」では学習コストが大きく異なる。線形代数や統計などの数学スキルが求められる「人工知能研究者」と比べて、「人工知能ユーザ」の学習コストは低い。『よくわかる人工知能』[11]での対談で清水亮氏と松尾豊氏は、人工知能における日本のアドバンテージは、一次産業と二次産業への機械学習の応用にあると述べている。そのためには、IT 技術者はもちろん、IT 技術者に限らない多くの人材が「人工知能ユーザ」としてのスキルを身に着ける必要があるだろう。

c ソフトウェアの業界では「枯れた」は「安定した」という意味です。念のため。

2.5 新たな教育手法

組織内の人材が新たな知識やスキルを身につける際に、できるだけ効率的に学習できるよう、テクノロジーの進歩による新たな教育手法を採用することも必要だろう。

Massive Open Online Courses (MOOCs) はオンラインで本格的な大学の授業を受講できる。表 4 に代表的な MOOCs とその URL をまとめた。

表 4

名称	URL
Stanford Online	http://online.stanford.edu
Udacity	https://www.udacity.com
Coursera	https://www.coursera.org
edX	https://www.edx.org
JMOOC	http://www.jmooc.jp
Udemy	https://www.udemy.com

Udacity は Sebastian Thrun, Coursera は Andrew Ng といった人工知能の専門家が設立者として名を連ねている。The Economist によると, Thrun 氏は設立の訳を, 「AI 革命に対する解毒剤」と述べ, Ng 氏は, 「(自らの研究によって労働市場に影響を与える) AI 研究者としての社会的責任」と考えているようだ。[12] 利用しない手はない。

また, 個人の理解に応じて, 一人一人に適切なレベルの学習を提供する個別適応学習 (Adaptive learning) も, ビッグデータや人工知能の発展とともに, ますます盛んになるものと思われる。[13]

2.6 倫理との関わり

今後, IT 技術者が人工知能を扱うようになってくると, これまであまり関わりのなかったような倫理的な問題に直面することが考えられる。例えば, 以下は倫理の問題として有名な「トロリー問題」である。

トロリー (路面電車) が暴走している。もしあなたが何もしなければ, 線路に縛り付けられた五名の人々はひき殺される。もしあなたがスイッチを切り替えて, トロリーを別の線路に引き入れれば, 五人は助かる。ただし, 別の線路に縛り付けられている一人がひき殺されることになる。あなたはスイッチを切り替えるべきだろうか。(児玉聡『功利主義入門』[14]より)

このような問題は, かつて倫理学者が考えていれば良いものであったが, 現在では自動運転のプログラムが直面する問題になっている。どのような判断を下すプログラムを, IT 技術者は作るべきなのだろうか?

人工知能を扱う IT 技術者は, 技術だけでなく倫理的思考を学ぶ必要があり, 人材育成の立場からも, そのような教育カリキュラムを加えるなど, 配慮が必要であろう。

[15]

参考文献

- [1] 新井紀子: コンピュータが仕事を奪う, 日本経済新聞出版社 (2010).
- [2] Frey, C. B., Osborne, M. A., Dewey, D., Dorn, D., Flint, A., Goldin, C., Muellbauer, J., Newman, P., Higeartaigh, S., S, S. A. and Shanahan, M.: THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION? (2013).
- [3] 野村総合研究所: 日本の労働人口の 49% が人工知能やロボット等で代替可能に <https://www.nri.com/jp/news/2015/1512021.aspx> (2015).
- [4] : A survey of corporate IT, Let it rise, <http://www.economist.com/node/12411882> (2008).
- [5] : Return of the human computers, (online), <http://www.economist.com/node/21540393> (2011).
- [6] クリストファー・スタイナー: アルゴリズムが世界を支配する, KADOKAWA (2013).
- [7] マーティン・フォード: ロボットの脅威—人の仕事なくなる日, 日本経済新聞出版社 (2015).
- [8] Chui, M. and Miremadi, J. M. M.: Where machines could replace humans—and where they can't (yet), <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/Where-machines-could-replace-humans-and-where-the-y-cant-yet> (2016).
- [9] 佐藤一憲: Google Cloud Platform Japan 公式ブログ: キュウリ農家とディープラーニングをつなぐ TensorFlow, <https://cloudplatform-jp.googleblog.com/2016/08/tensorflow-5.html> (2016).
- [10] 清水 亮: いま日本に圧倒的に足りないのは人工知能に詳しい人材 - shi3z の長文日記 <http://d.hatena.ne.jp/shi3z/20150926/1443248077> (2015)
- [11] 清水 亮: よくわかる人工知能 最先端の人だけが知っているディープラーニングのひみつ, KADOKAWA (2016)
- [12] : Education and policy, Re- educating Rita, <http://www.economist.com/node/21700760> (2016).
- [13] 上松恵理子, 萩原静敏, 小宮山利恵子, Belton, S., 村上 裕子: ここまで来た! アプリケーションによる個人学習, 情報処理, Vol. 57, No. 9, pp. 884-903 (2016).
- [14] 児玉 聡: 功利主義入門 — はじめての倫理学, 筑摩書房 (2012).
- [15] 松尾 豊: 人工知能学会共同企画-人工知能とは何か?: [人工知能のホットトピック] 3.2 人工知能と倫理, 情報処理, Vol. 57, No. 10, pp. 985-987 (2016).

著者紹介



赤根大吾 (認定番号: 14000022)

(株) デジタルフィールド

取締役

ソフトウェア開発インフラの構築、継続的インテグレーション

の導入に従事。高度情報技術者 (テクニカルエンジニア (情報セキュリティ)、ネットワークスペシャリスト、プロジェクトマネージャ、IT ストラテジスト)。TOEIC 885 (2015 Apr)。

@dgakane on Twitter

小学校段階におけるプログラミング教育と CITP との連携

情報処理学会 CIP コミュニティ

(株) 野村総合研究所 五十嵐智生

【要旨】本研究は、小学校におけるプログラミング教育の義務化に向けて、情報システムを中心とした民間企業がどのような形で支援することが可能なのかを検討した内容を整理したものである。プログラミング教育は科目化されず、プログラミング的思考を既存科目で実現する必要があるが、研究機関、民間企業、地方自治体などの小学校関係者の連携により、英語などで既に実現している外国人指導助手（ALT）制度などを参考にするすることで、教育現場の負担を減らしプログラミング教育の実現が可能ではないかということを示した試案を含む検討のまとめである。

<キーワード>プログラミング教育、初等中等教育、官民連携、認定技術者 CITP

1. はじめに

平成 29 年 2 月 14 日「次期学習指導要領等の改訂案」¹を公表し、小学校段階における英語教育、プログラミング教育の義務化を発表した。新聞²では「変わる学び」として新しい教育に期待を寄せる一方「英語評価に教員苦慮」など、既存教科に加えて新たに始まる教育にどのように対処をするのか、教育現場の苦悩の声も紹介されていた。山本・他（2015）の整理では、小学生のプログラミング教育義務化の動きは、平成 25 年 6 月 14 日「日本再興戦略 JAPAN is BACK」としてアベノミクス「3本の矢」のひとつとして世界最高水準の IT 社会の実現の目標を達成するために、2010 年代には一人一台の情報端末の推進を実現し、義務教育段階からのプログラミング教育の必要性が記載され³た。また、内閣に設置されている高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（IT 総合戦略本部）では平成 26 年 6 月 24 日「世界最先端 IT 国家創造宣言」が改定され、プログラミング教育の必要性がうたわれたと施策を整理している。本研究では、急速な社会変化に伴い初等教育段階でのプログラミング教育の必要性が叫ばれる一方、教育現場からは、小学校教諭に「英語に加えてプログラミング教育まで担当させることは本当に実現可能なのだろうか」という意見⁴があることを受け、民間企業のシステムエンジニアによる、小学校

¹文部科学省 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第 197 号）平成 28 年 12 月 21 日 中央教育審議会

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm

²毎日新聞 14 新版 31 項 変わる学び「英語評価に教員苦慮」記事 平成 29 年 2 月 15 日

³

⁴朝日新聞 dot AERA 記事「2020 年度から小学校でプログラミング教育必修 でも教える人がいない！」平成 28 年 10 月 26 日

段階におけるプログラミング教育の支援はできないだろうかという検討を、民間企業に勤めるプロフェッショナル集団である、情報処理学会認定技術者（以下：CITP）5のワーキンググループで整理したものをまとめたものである。

2. 予想される課題

今回発表された次期学習指導要領には、プログラミング教育に関して科目化が見送られており、教科としての実践は求められていない。算数や理科に関しては具体的な情報システムを用いた取り組みが記載をされているが、その他の教科に関しては、指導に当たっては、コンピュータや情報通信ネットワークを積極的に活用して、情報の収集・整理や、実践結果の発表などを行うことができるように工夫することという表現にとどまっている。6プログラミング教育に期待されている、時代を超えて普遍的に求められるプログラミング的思考を育む教育の実施や、各小学校の実情に応じプログラミング教育を行う学年や教科を決め、指導内容を計画・実施してゆくことは、同時に導入される英語と重なることを考慮すると、プログラミング教育に対する現場の負担は重く、義務化の実現には工夫が必要である。英語の導入に際しては、高校・中学で既に取り組みされている外国人指導助手（ALT）7の導入が検討されているが、CITP の検討では、既に整備されている外国人指導助手（ALT）の仕組みと同じように、プログラミング教育に関しても、システムエンジニアによる指導助手（以下：ティーチングアシスト（TA））の仕組みが構築できないかという仮説の元に検討を行い予想される課題を洗い出した。

まず、小学校におけるプログラミング教育を実践しようと考えた場合、第一に、授業時間の確保の問題が挙げられる。科目化される英語とは異なり、既存科目の中でプログラミング的思考とされる実践を行うのであれば、総合的な学習の時間に取り扱うのが妥当という指摘が、山本・他（2015）よりされている。第二に、プログラミング教育を行う指導人材の養成と確保が必要である。文部科学省の平成 28 年度の学校基本調査によれば、日本全国の小学校数は 20,313 校であり児童数は 6,483,515 人（男子 3,316,608 人、女子 3,166,907 人）であり8、ティーチングアシスト（TA）の整備をしようと準備した場合、全国津々浦々にある小学校をカバーできる要員の確保は課題である。第三に、ティーチングアシスト（TA）を養成するための指導方法、教材も確立していないため整備の必要がある。

5情報処理学会 HP 情報処理学会認定技術者（CITP）制度 <http://www.ipsj.or.jp/citp.html#anc2>

6文部科学省 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）【概要】：第2部 第1章2．小学校（情報技術を手段として活用する力やプログラミング的思考の育成）

7 JET プログラム HP 外国人指導助手（ALT）説明箇所 <http://jetprogramme.org/ja/positions/>

8文部科学省 学校基本調査平成 28 年度 II 調査の概要

http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2016/12/22/1375035_2.pdf

3. プログラミング教育を行う指導人材の養成と確保(ティーチングアシスト(TA)制度)

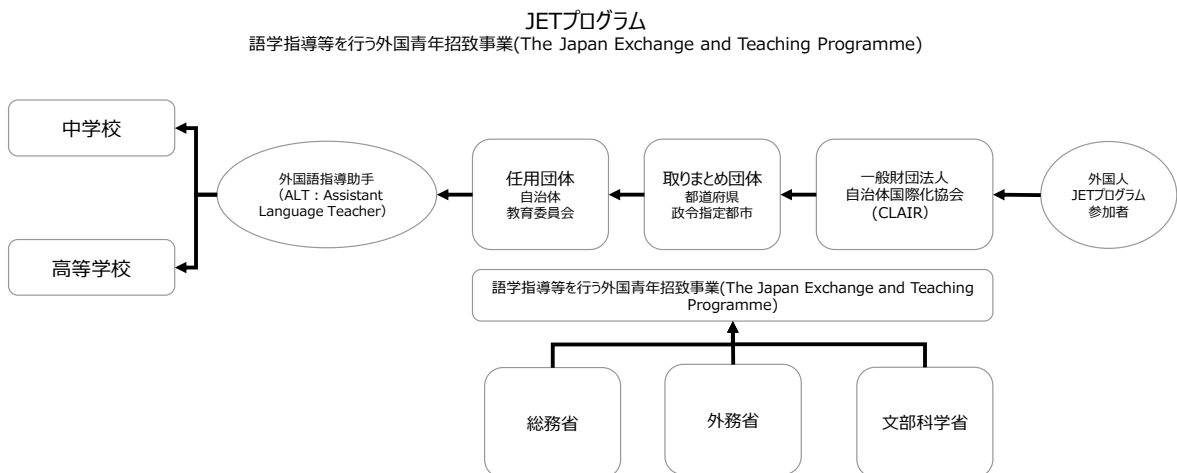
CITEP による課題整理では、第一に授業時間の確保、第二にプログラミング教育を行う指導人材の養成と確保、第三にティーチングアシスト (TA) を養成するための指導方法と教材の確立を挙げたが、第一に関しては、民間企業による支援では殆ど貢献するところがないとして検討が割愛された。本項では、第二のプログラミング教育を行う指導人材の養成と確保に関して、外国人指導助手 (ALT) 制度を先行事例にティーチングアシスト (TA) 制度の整備は可能かを検討した。小学校においては 2002 年度から、3 年生以上を対象として「総合的な学習の時間」を用いて国際理解教育の一環として外国語会話を教えることが可能となっており、教師と英語指導助手 (ALT) の指導上の相互理解や指導行動にどのような影響を与えるのかなど、わが国においても先行研究が進んでいる。菊田・牟田 (2001) 英語指導助手 (ALT) 9 に関しては、昭和 62 年度に開始された制度は、平成 28 年度の 30 年間に招致国は 4 ヶ国から 40 ヶ国に、参加者は 848 人から 4,952 人へ規模を広げ、現在は、45 都道府県と 20 政令指定都市を含む約 1000 の地方公共団体が準備した受け皿団体で参加者を受け入れている。義務教育における指導者には教員免許の資格保有など厳しい条件が設けられているが、英語指導助手 (ALT) に関しては、総務省、外務省、文部科学省、英語指導助手 (ALT) 推進の外郭団体を整備し、都道府県、政令都市の取りまとめ団体と連携することで外国語教育のための課題をクリアしている。プログラミング教育でも英語同様に、英語指導助手 (ALT) 方式に習い、民間企業に勤めるシステムエンジニアがティーチングアシスト (TA) として、小学校教諭の支援をすることができないか整理を行い、文部科学省や地方自治体などの小学校関係者と実現可能性について協議するべきではないかという結論に至った。(参照：図 1、図 2)

<図 1：外国語指導助手 ALT 制度方式>

外国語指導助手ALT制度方式の仕組み

英語補助教員TA制度の提供スキーム

一般財団法人自治体国際化協会（CLAIR）の情報を元に筆者整理

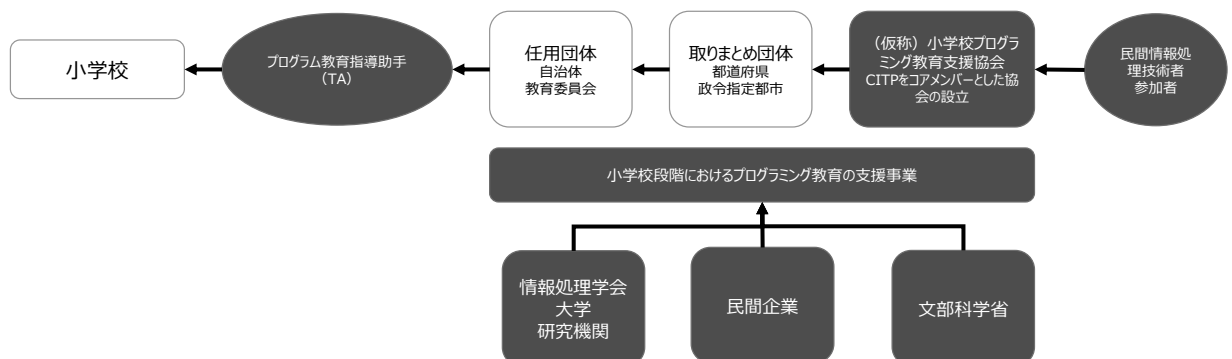


<図 2：ティーチングアシスト（TA）制度検討案>

プログラミング教育TA制度方式の仕組み案

プログラミング教育補助教員TA制度の提供スキーム（イメージ）

小学校段階におけるプログラミング教育の支援事業



4. ティーチングアシスト(TA)を養成するための指導方法と教材の確立

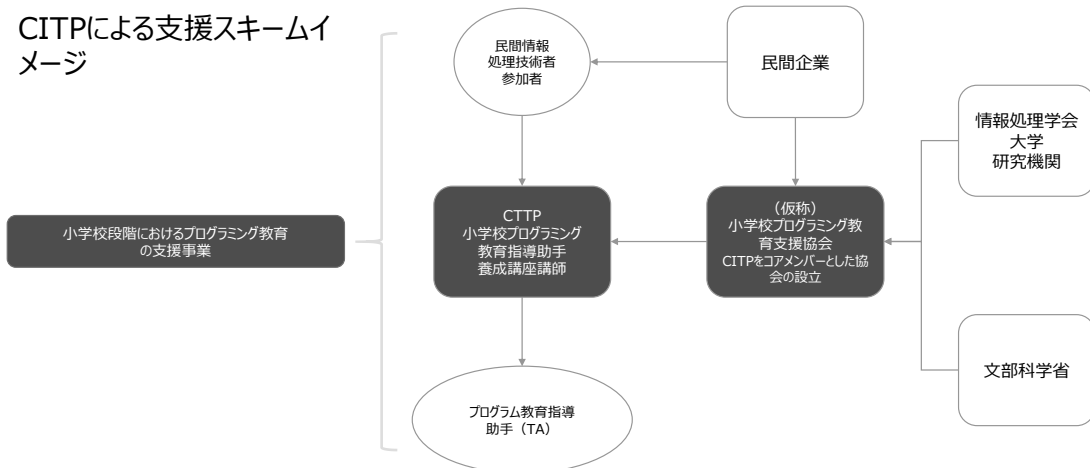
第三に、ティーチングアシスト (TA) を養成するための指導方法と教材の確立に関しては、外国人指導助手 (ALT) 制度を先行事例に、要員を確保する研修方法や研修体制を検討すると共に、具体的なティーチングアシスト (TA) の指導内容やカリキュラムに関して検討をする必要がある。ティーチングアシスト (TA) に求められているものは、プログラミング言語の教育であると、情報システムの専門家は誤解しがちであるが、次期学習指導要領では特定のプログラミング言語の学習を意図するものではないことが明記されており、プログラミング教育に期待されている、世代を超えて普遍的に求められるプログラミング的思考の習得に向けた活動を、いかに実現するのがティーチングアシスト (TA) にも求められる点は注意が必要である。

例えば、水谷・岩本 (2006) の先行研究によれば、子供たちに人気のあるロボットを素材としたプログラミング教育では、小学生でもひらがなコマンドの使用で制御用プログラムの作成が可能であり、ロボットの制御としてロボットの動作とプログラムの関係を理解させることが容易であることが明らかとされている。ロボットを題材に学習要素を分解して検討すると 1) アクチュエータや機構に関する機械工学的要素、2) センサの利用に関する電気工学的要素、3) 動作などを制御する情報工学的な要素、4) 電池などエネルギーに関する要素など多岐にわたっており、単純なプログラム言語教育にとどまらない、プログラミング的思考の教育実現のヒントが詰まっている。現在、プログラミング教育は総合的な時間で対応することが想定されるが、ロボット等の学習対象を工夫することにより、理科や図画工作などで利用できる要素が多分にあり、科学技術に初等教育の段階から興味を持たせる効果という意味で意義深いと考える。CITP の検討では、先行事例研究を通じて、小学生のプログラミング教育による、論理的な考え方、問題解決能力を得られる指導方法と教材の確立は可能であると考えている。わが国の大学研究機関等には、プログラミング教育の為の先行事例が沢山あり研究機関と民間企業、地方自治体など小学校関係者と連携することにより、プログラミング教育の指導者であるティーチングアシスト (TA) 養成の指導方法と教材も同様に可能だと考える。(参照: 図 3、図 4)

<図 3 : CITP による TA 養成実施スキーム案>

CITPによるTA養成実施スキーム案

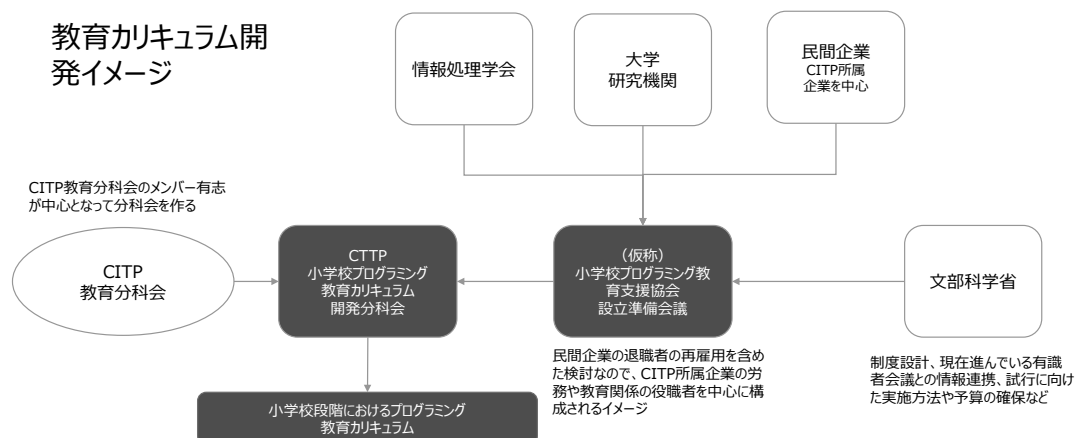
民間の技術者をCITPが訓練し教育補（TA）教育を行う（仮説）



<図 4 : CITP・大学研究機関協力案>

CITP・大学研究機関協力案

CITP・情報処理学会と大学研究機関が協力し教育カリキュラムを開発する（仮説）



5. まとめ

上記のように、小学生におけるプログラミング教育には、大きく三つの課題があり、授業時間の確保を除くプログラミング教育の指導者数の確保と、プログラミング教育の指導者養成の指導方法と教材の開発に関しては解決策の検討が可能である。既に実現している外国人指導助手（ALT）制度を先行事例として研究することで、外国人を民間企業のシステムエンジニアと置き換え、ティーチングアシスト（TA）制度の実現可能性の検討をすることで、小学校の教育現場で危惧されている「プログラミング教育を果たして現場で展開することができるのか」という課題に対してひとつの解を示すことができる。実現のためには、国内の研究機関と民間企業、地方自治体など小学校関係者と連携することを検討し始める必要がある。わが国の情報システム産業の発展のためにも CITP は、このような活動で社会貢献をしたいと考えており、検討を推進する予定である。

<参考文献>

- (1) 今泉 俊, 橋浦 弘, 松浦 佐, 古宮 誠. ブロック構造の可視化環境によるプログラミング学習支援(オープンソースやデバイス技術を活用した学習環境/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2009 09/05;109(193):45-50.
- (2) 大西 淳, 高山 直. 学生の学習意欲を維持・発展させるプログラミング実験への取り組みとその結果. 日本高専学会誌: journal of the Japan Association for College of Technology 2014 10/31;19(4):57-64.
- (3) 大谷 み. 小学校外国語活動の「いま」と「これから」の課題: 島根県教員へのアンケート調査結果をもとに. 島根大学教育学部紀要. 教育科学・人文・社会科学・自然科学 2014 12/25;48:1-10.
- (4) 大谷 み, 築道 和. 小学校外国語活動における ALT の活用の在り方に関する基礎的研究: ALT に対する予備的調査を通して. 島根大学教育学部紀要. 教育科学・人文・社会科学・自然科学 2009 12/25;43:21-29.
- (5) 守山 正, 松原 伸. 対話からの地域保健活動: 健康教育情報学の試み / 守山正樹, 松原伸一著. 東京: 篠原出版; 1991.
- (6) 小出 由, 米山 秋. 低学年における新たなプログラミング教育の取り組み. サレジオ工業高等専門学校研究紀要 2009;35:141-144.
- (7) 小山 万. 2AB2 ビスケットを使ったプログラミング指導: 児童はプログラミングの授業のどんなところを楽しんでいるのか(情報教育の新しい流れ, 課題研究, 教育情報と人材育成～未来を育む子供たちのために～). 年会論文集 2015 08/29(31):166-169.
- (8) 山本 利, 本郷 健, 本村 猛, 齋藤 実, 永井 克, 石田 祐. 2AB3 初等中等教育におけるプログラミング教育の必要性: プログラミング教育の教育的意義(情報教育の新しい流れ, 課題研究, 教育情報と人材育成～未来を育む子供たちのために～). 年会論文集 2015 08/29(31):170-173.
- (9) 新開 純, 早勢 欣, 宮地 功. 協調的作問環境を活用したプログラミング教育の試み(ブレンディッドラーニングにおけるメディアの役割/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2012 09/22;112(224):23-26.
- (10) 松原 伸. 学校におけるプログラミング教育: 新教育課程準拠: 支援システムとその利用 / 松原伸一著. 東京: オーム社; 1990.
- (11) 松原 伸. ソーシャルメディア社会の教育: マルチコミュニティにおける情報教育の新科学化 / 松原伸一著. 東京: 東京: 開隆堂出版; 開隆館出版販売 (発売); 2014.
- (12) 松原 伸. デジタル環境論: デジタル環境が及ぼす人間生活への影響 / 松原伸一著. 京都: ナカニシヤ出版; 2004.
- (13) 森 秀. Scratch を用いた文系大学生向けプログラミング教育. 日本教育工学会論文誌 2010 12/20;34:141-144.
- (14) 水谷 好, 岩本 正. 教育用ロボットキット梵天丸を用いた小・中学生のためのプログラミング教育(ロボットを用いたプログラミング教育/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2006 07/08;106(166):43-48.
- (15) 満尾 貞. 英語活動における小学校担任と ALT の役割(授業力-大学全入時代の大学英語教師). JACET 全国大会要綱 2006 09/02;45:55-56.
- (16) 王 文, 李 峰, 板谷 雄. プログラミング教育における魅力のある e-Learning 教材の開発と評価(e-Learning における学習評価/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2006 11/11;106(364):31-36.
- (17) 田代 久, 岩本 正, 水谷 好. ロボットを用いた小学校におけるプログラミング教育の研究: 教育用ロボット「梵天丸」「いろは姫」の仙台市における活用事例から(ロボットを用いたプログラミング教育/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2006 07/08;106(166):49-52.
- (18) 竹野 茂. 小学校英語担当教員のための英語発音講座. 宮崎公立大学人文学部紀要 2013 03/08;20(1):241-249.
- (19) 菊田 怜, 牟田 博. 公立小学校の英会話活動において指導行動が及ぼす効果. 日本教育工学雑誌 2001 12/20;25(3):177-185.
- (20) 野口 孝. コンピュータの仕組みを直感的に理解できるプログラミング教材の開発(プログラミング教育・学習/一般). 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 2014 10/11;114(260):7-10.

小学校学習指導要領案に関するパブリックコメントの提出について

2016 年 2 月 14 日、文部科学省から小学校学習指導要領案等に関するパブリックコメントの募集があり、情報処理学会から下記の意見を提出することを CITP 有志が起案し、学会に送付した。

文部科学省初等中等教育局教育課程課 御中

一般社団法人 情報処理学会
会 長 富田 達夫

意見：

情報処理学会では、IT スキル標準レベル 4 以上の上級技術者を対象に IT スキル標準で定められたスキル評価方法に基づき、所定のレベルに相当する能力を有すると判定された技術者を「認定情報技術者 (CITP)」として認証する制度を実施しています。現在 6000 名を超える技術者が CITP に認定されています。この度、プログラミング教育が義務化されることが小学校学習指導要領案で明示されたことは、情報リテラシーの裾野を広げるという意味で大変評価しています。情報教育を伴う今次改定に、CITP が有志を募り、民間人として小学生のプログラミング教育に貢献ができないか、ワーキンググループを作り具体策を検討しています。

小学校学習指導要領案を拝見しましたが、算数と理科に関しては、具体的な一方で、算数と理科以外の科目に関しては、「指導に当たっては、コンピュータや情報通信ネットワークを積極的に活用して、情報の収集・整理や、実践結果の発表などを行うことができるように工夫すること」としか記載がなく、今次改定で示されているプログラミング的思考の教育を、小学校現場の創意工夫だけで進めることは無理がある印象を受けました。また、小学校教諭は担当する教科が幅広いことに加え、英語の教科化に伴う負担増などを考慮すると、教科化されていないプログラミング教育を同時に進めなければならない教諭の負担が大きすぎると認識しています。

CITP 有志は、検討を進める中で、外国語指導助手 (ALT) 制度のプログラミング教育版を整備することができないかと考えています。ALT 制度を参考に自治体国際化協会に準じたプログラミング教育の受け皿を設けることで、民間の現役 SE や退職者 SE などを訓練し、プログラミング教育助手 (TA) として全国の小学校に派遣できないかを考えています。今回の答申では、プログラミング教育の実現化のために、国、教育委員会、小学校現場、関係団体、民間や学術機関が連携すると記載されています。私たちは、民間や学術機関の一員として、今次改定の実現を望んでいます。小学生のプログラミング教育の円滑な実現のためにも、是非、具体的な推進に向けて、民間などの関係団体との連携もご検討下さい。

以 上

人財能力を実務ベースで可視化する

岡崎四郎^{†1}

概要：システム開発、維持の為にはスキルが必要である。特に情報システム子会社において、このスキルが明確に定義されておらず、見えない事が課題になっている。実務に必要なスキルを定義し、可視化する試みに取り組んでおり、検討中の案を紹介する。

キーワード：人財能力,情報システム子会社,ITSS

1. はじめに

情報システム子会社においては、二つの問題が起きている。一つ目は、「IT プロジェクトにおいて、チーム編成が適切に行えず、プロジェクトが目標を達成できない」であり、企業 IT 動向調査 2014[1]によると、500 人月以上のプロジェクトにおいて、43.9%の企業が「予定より超過した」と回答している。情報システム子会社 S 社の調査においても、1 億円以上のプロジェクトの約 40%で納期遅延、コスト超過のいずれかが発生しており、同様の傾向とみる事が出来る。二つ目は、「社員のスキルレベルに応じた教育が体系立てて実施できていない事」がある。スキルレベルが見えない為、学習意欲も低迷し、スキルレベルが停滞するという負のスパイラルに陥っている。

一つ目の問題については、「プロジェクトで必要なタスク、スキル、必要レベルが十分に定義されていない」、「個人のスキルが評価できていない」事が原因と考えられる。この結果、「プロジェクトでのチーム編成において、スキル面、レベル面での過不足評価が出来ない」事になっていると考える事が出来る。

二つ目の問題については、「スキルの種類、レベルによって、教育方法が十分に準備できていない」、「各人のスキルレベルを評価す

る手段が十分ではない」が原因と考えられる。

この問題の因果関係を整理すると、スキルの種類の定義が不十分であり、レベル評価が実態に合う形で実施できていない。結果として、効果的な教育方法を準備する事もできず、チーム編成の為の基準を作成する事もできなくなっている、と考える事が出来る。

そこで、最優先の施策は、タスク、スキルの定義、及び「情報システム子会社として必要なロール」を定義する事と考え、これを実施した。そして、スキルレベルを客観的に把握する方法も検討した。タスク、スキルの定義には、IT スキル標準(以下、ITSS)[2]を活用した上で、社内管理職へのインタビュー、過去の IT プロジェクトの実績からの必要スキルの抽出を行った。ロール、タスク、スキルを定義した後は、IT プロジェクトに必要なスキルと、個人のスキルを比較する事で、IT プロジェクトのチーム編成の効率向上、成功率向上を狙う事とした。また、客観的な指標で個人のレベルの見える化、適切な教育計画の提供、能力向上の見える化を行う事でスキル向上への正のスパイラルも狙っている。

2. 情報システム子会社のスキル定義

(1) 情報システム子会社の役割

情報システム子会社は IT 企業であると共に、事業部門と密接な関係を持つ。したがって、「IT 技術力」があると共に「業務理解力、企画力」が大きな強みである事を認識し、こ

^{†1} 住友電工情報システム(株)
Sumitomo Electric Information Systems Co., Ltd.

の強みをもって、新たな事業やサービスの創出を推進する事が情報システム子会社の重要な使命である。

IT 人材白書 2015[3]では、「攻めの IT」を担う人材を求めている。この人材は、業務プロセスの変革、現行ビジネスの拡大/拡充の為の新たな販路や顧客開拓支援、新たな事業やサービスを生み出すための事業部門との協業や支援、IT とビジネスの融合領域において新たなサービスを創出する必要がある。情報システム子会社 S 社においても部課長を中心に必要な人材像についての調査を行った結果、業務の知識、IT 専門知識の両方のスキルへの要望が出た。これらの調査を元に、ロール(役割)、スキル(業務スキル、IT スキル)の観点について整理した。

(2) ロールの定義

従来は、要件定義フェーズで必要とされるロール、業務知識や IT スキルが曖昧になっていたため、不十分な要件定義やベストではないアーキテクチャの選択などにより、納期遅延やコスト超過が発生していた。また保守性の悪いシステムの発生もこの問題が影響している。価値のある IT 実現の為には、上流工程や採用するアーキテクチャの評価検討に力を入れるべきであり、新たなロールとして企画を含む要件定義を重点的に担当する上流 PL、外部設計以降を担当する下流 PL、最適なアーキテクチャを選択する技術担当を設ける必要がある (表 1)。

＜表 1＞ 現状及び見直し後のロール

・現状					・見直し後				
開発フェーズ	PM	PL	SE	PG	開発フェーズ	PM	PL 上流	PL 下流	技術 担当
要件定義	-	-	-	-	要件定義	-	◎	-	△
SYS要件定義	△	○	◎	-	SYS要件定義	△	○	◎	△
基本設計	△	○	◎	-	基本設計	△	△	◎	○
詳細設計	△	○	◎	○	詳細設計	△	△	○	△
製作・UT	△	○	○	◎	製作・UT	△	-	△	-
結合テスト	△	○	◎	-	結合テスト	△	△	○	-
総合テスト	△	○	◎	-	総合テスト	△	○	○	-

◎：主担当 ○：担当 △：直接業務以外の補佐

これによりこれまで PM や PL が万遍なく取り組んでいた業務を細分化し、それぞれに

必要な業務知識と IT スキルを明確に定義することができると考える。再定義するロールと ITSS の職種との対応を表 2 に示す。

＜表 2＞見直し後ロールと ITSS 職種の対応

略称	ロール名称	ITSS
PL上流	プロジェクトリーダ上流	コンサルタント
PL下流	プロジェクトリーダ下流	ITアーキテクト
PM	プロジェクトマネージャ	プロジェクトマネジメント
技術担当	技術担当	ITスペシャリスト
SE	システムエンジニア	アプリケーションスペシャリスト
PG	プログラマ	システムデベロップメント

(3) スキルの定義

ロールについて ITSS との対応を取った事で、IPA が提供する「i コンピテンシ ディクショナリ」(以下、iCD) [4]を基準にスキルの検討を可能にした。iCD においてはメソドロジ、テクノロジーの両面でのスキルが定義されている。iCD のタスク、スキル関連表からタスクおよびスキルを抽出し、社内に必要なスキルセットを厳選した。(表 3)

＜表 3＞iCD から対応タスクを抜粋

	タスク			スキル
ロール	大分類	中分類	小分類	スキル
PL上流	IT戦略策定・実行推進	基本方針の策定	1	...
		IT化計画の策定	4	...
		IT戦略実行マネジメント	7	...
		システム企画立案	5	...
		システム化構想の立案	14	...
	システム要件定義・方式設計	システム化計画の策定	2	...
		業務・システム要件定義	1	...
		ITサービス要件定義	4	...
		情報セキュリティ要件定義	4	...
		システム化要件定義	5	...
PL下流	システム要件定義・方式設計	セキュリティ要件定義	3	...
		システム方式設計	3	...
		システム化要件定義	5	...
		セキュリティ要件定義	3	...
		システム方式設計	2	...
	運用設計	開発準備	2	...
		システム運用設計	2	...
		ITサービス設計	1	...
		移行設計	4	...
		移行の方針と計画の策定	2	...
ハードウェア・ソフトウェア製品導入	問題の調査と分析	2	...	
	導入設計	2	...	
	ハードウェアの導入	2	...	
	ソフトウェアの導入	2	...	
	ハードウェアの導入	2	...	

	タスク			
ロール	大分類	中分類	小分類	スキル
PM	プロジェクトマネジメント	プロジェクト立ち上げ	3	...
		プロジェクト計画策定	12	...
		プロジェクト進捗と実行管理	14	...
		プロジェクト終結	3	...
		プロジェクト個別の品質マネジメント	3	...
技術担当	基礎システム構築	基礎システム設計（共通）	1	...
		基礎システム設計（プラットフォーム）	1	...
		基礎システム設計（データベース）	2	...
		基礎システム設計（ネットワーク）	2	...
		基礎システム設計（システム管理）	1	...
		基礎システム設計（情報セキュリティ）	1	...
		基礎システム構築・テスト（プラットフォーム）	2	...
		基礎システム構築・テスト（データベース）	2	...
		基礎システム構築・テスト（ネットワーク）	2	...
		基礎システム構築・テスト（システム管理）	2	...
SE	アプリケーションシステム開発	基礎システム構築・テスト（情報セキュリティ）	2	...
		ソフトウェア要件定義	5	...
		ソフトウェア方式設計	6	...
		開発環境構築	2	...
		アプリケーション共通基盤設計・構築	3	...
		業務プロセス設計	1	...
		ソフトウェア詳細設計	4	...
		ソフトウェアコード作成・単体テスト	4	...
		ソフトウェア結合テスト	3	...
		システムテスト計画策定	2	...
システムテスト	システムテスト実施	2	...	
	運用テスト	2	...	
	セキュリティテスト	セキュリティテスト計画策定	2	...
		セキュリティテスト実施	2	...
		セキュリティテスト	3	...
移行・導入（システムリリース）	移行	3	...	
	導入	3	...	
	PG	アプリケーションシステム開発	開発環境構築	2
アプリケーション共通基盤設計・構築			3	...
業務プロセス設計			1	...
ソフトウェア詳細設計			4	...
ソフトウェアコード作成・単体テスト			4	...

この表では、基礎から高度まで網羅されているが、一般化された技能である。一方、社内で教育しなければならない内容、メンバー編成の際に確認する内容としては、「社内技術、ツールに対しての習熟度」であり、「事業分野毎フェーズ毎の業務経験」が大きなウェイトを占めている。社内固有のスキル、業務については、随時、変わっていくものである。変化に対して柔軟に対応できる能力を評価する為には、一般技能の評価を外すことは出来ない。この為、一般技能、固有技能は共に必要なものと考え個別に定義する事とした。結果として、最終的に、標準 IT スキル(メソドロジー、テクノロジー)、固有 IT スキル(テクノロジー)、業務スキル(メソドロジー)でスキルセットを構成する事にした。

(4) 業務スキルの定義

業務革新を推進するにあたり、外部コンサルタントであれば、上位層が達成しようとしている最終ゴールからブレークダウンしていく事で業務革新を達成しようとする。最新のコンサルティング手法、分析ツール等を用いて、効果的な課題解決を目指す施策を立案していく。机上では施策は整合するが、運用を開始してみると当初の想定とは異なり、立ち上げまでに時間がかかる事が多くある。これを回避、軽減する為には業務担当者が多くの時間を使い、実際の現場業務を見て、現場に受け入れられるものを作り、定着化に尽力する必要がある。しかし、現実的には物理的な時間、コミュニケーションの不足等で実現困難な状況である。

この点において、情報システム子会社が果たすべき役割が多いといえる。コンサルタントには苦手な、現場の「泥臭い作業」を進んで行う事が出来る。短い期間では理解する事が困難な風土を理解している。実際の業務に対しての専門家であり、過去からの経験も成功、失敗共に豊富に持っている。この経験、知識を生かし、情報システム子会社が主体となり

業務革新を進めていく事が迅速な目標達成につながると考える。

この為には、IT についての専門家であると共に、業務について精通している事が情報システム子会社には必要であり、業務に対してのスキル、経験の可視化に取り組む事が必要であると考えた。

部課長へのインタビューを進める事で、システム企画立案タスクに、事業分野業務毎の業務スキルが必要である事がわかった。企業風土の違い、管理指標の優先度の違いは、事業部門の違いとして把握する事とした。加工型、組立型、プロセス型の生産方法の違いは「製品種別」の違いとして評価する事とした。受注生産品、カタログ生産品の営業方法の違い、生産管理の違いは「販売」の違いとして評価する事とした。これらにより事業分野毎に必要な業務をマトリックス表として作成し、サービス／製品別、販路別、顧客別に分類、詳細化することを進めた。(表 4)。

＜表 4＞事業分野毎に必要な業務を抽出

		営業 マーケティング		生産管理														
				販売		製品開発				設計		生産計画				工場管理		
		国内	海外	受注	おかげ	加工	組立	プロセス	製品 設計	製造 設計	年間	月間	品質	原価	納期	現場	金型	梱包
事業部A																		
事業部B																		
事業部C																		

ロジスティック				購買		外注		その他コーポレート																	
生産管理				原料		全		部分		資材		固定 資産		消耗品		経理		財務		総務		企画		経営	
製品				原料		物流																			

このマトリックス表を業務スキルの単位とし、知識の有無、経験の有無の可視化、能力向上へ活用する事とする。

また、インタビューの中で、現状では「業務知識」と言われている能力が、明確に定義されていない事が問題である事もわかってきた。

業務知識

＝①現状分析力

＋②業務の目的およびあるべき姿についての知識

＋③業務を実現する為の業務、システム設計の知識

＋④業務を実現する為のシステム開発実施経

人材の個別能力が詳細に測定できることで、チームとしての能力を可視化出来る事になる。これにより不足している人員のスキルレベルが明確になり、どのフェーズで不足しているかも明確になる為、計画的な調達への活用を行えることを期待する。それだけではなく、有効に活用できていなかった各個人のスキル、経験を有効に活用することも期待できる。

人材の育成への活用の面では、取り組む方向性を見えるようにする。目標値と実績の達成度を見えるようにする。これを活用し、教育者と被教育者の情報の共有、適切な指導の実施をサイクルとして実現できるようにする事が重要である。まずはロール別の能力の可視化を行い、この PDCA サイクルにつなげる事を目標とする。表7は、プロジェクト管理能力を事業部門毎に見えるようにし、横の広がり为目标として考える例である。

＜表 7＞個人別ロール別のスキル PM

PM	大分類 スキル分類	XXX事業部門					YYY事業部門				
		営業	生産 管理	ロジス ティクス	購買	コーポ レート	営業	ロジス ティクス	購買	コーポ レート	
プロジェクトマネジ メント	プロジェクト立ち上げ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	YYY事業部の PM管理能力、経験 強化を目指す
	プロジェクト進行管理	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	プロジェクト完了	4	4	4	4	4	0	0	2	2	
	プロジェクト支援	3	3	3	3	3	0	0	0	0	
	プロジェクト間の相互支援	3	3	3	3	3	0	0	0	0	

表8は、要件定義の実績がある PL がシステム企画立案を今後進める為に、必要なスキルを見る為の例である。スキル面、業務面でのスキルレベルを可視化し、能力研鑽に活用していきたい。

＜表 8＞個人別ロール別のスキル PL 上
流

PL上流	大分類 スキル分類	XBC業務部門					S1100 20010	S1200 10010	S20000 10010	S20000 10010	S30000 10010
		営業	生産 管理	ロジス ティク	購買	ポー レート	(教職) システム 企画主 任	(企管) システム 企画主 任	(企管) システム 案件計 画法	(企管) システム 案件計 画法	(実務) システム 案件計 画法
システム企画立案	システムに構想の立案 システムに計画の策定 企画・システム案件立案 IT案件に構想立案 情報セキュリティ案件立案	0	0	0	0	0	2	2			
		0	0	0	0	0	2	2			
		0	0	0	0	0	2	2			
		0	0	0	0	0	2	2			
		0	0	0	0	0	2	2			
システム案件立案・方	IT案件に構想立案 情報セキュリティ案件立案 セキュリティ案件立案 システム方式設計 開発管理	0	0	0	0	0			4		
		0	0	0	0	0			4	4	
		0	0	0	0	0			4	4	

システム企画立案
の経験を積み、能
力を高める

営業、生産管理、
ロジスティクスの業
務スキルを強化

(2) 課題

定着化し、陳腐化させない為に、業務経験を簡易に反映させる方法についての検討が重要な課題である。また上位レベル者の評価について、客観的評価者の確保方法も考えてい

く必要がある。スキルが最新化していく事に対応して、継続的な能力研鑽は必要である。スキルレベルの有効期間、更新期限の設定などを十分に考えていかなければならない。

参考文献

- [1]日本情報システムユーザ協会 2014 企業IT 動向調査 2014,
<http://www.juas.or.jp/servey/it14/book.html>
- [2]経済産業省 2011 ITスキル標準V3 2011,
http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/download_V3_2011.html
- [3]IPA 2015 IT人材白書2015,
<https://www.ipa.go.jp/files/000045391.pdf>
- [4]IPA 2015 iコンピテンシディクショナリ,
https://www.ipa.go.jp/jinzai/hrd/i_competency_dictionary/

岡崎 四郎（認定番号：14000011）

住友電工情報システム(株)

製造業のシステム企画、設計、プロジェクト管理に従事。IoTと生産技術を駆使したスマート工場づくりを促進しており、企業の生産最適化、グローバル化をIT面からサポートしている
高度情報処理技術者（AN、AU、PM、SA、DB）



CITP による社会価値創造への挑戦

情報処理学会 CITP コミュニティ
日本アイ・ビー・エム株式会社 赤坂 亮

概要

欧米と比較して日本は、生産性向上と国際競争力の強化が課題となっている。課題解決のために、IT を単なるコストではなく、価値創造の源泉とするトレンドが強まっている。高度な専門知識と豊富な業務実績を有する情報技術者（CITP）はプロフェッショナルコミュニティ活動を通じて、社会価値創造への取組みを開始しており、その概要を紹介する。

キーワード

CITP、社会価値創造、価値共創、プロフェッショナルコミュニティ、プロボノ、デザイン思考、東日本大震災、復興支援

1. はじめに

我が国の国際競争力は、10 年以上に渡り、20 位前後と低迷している。日本経済を活性化させ、我が国の国際競争力を強化するためには、社会価値の総量を高める必要があると考える。近年、AI や IoT に代表されるように情報システムを価値創造の源泉とするトレンドが強化されている。今後、高度な専門知識と豊富な業務実績を有する情報技術者（CITP）がプロフェッショナルとして、社会価値の創造に直接的に貢献することが期待されている。

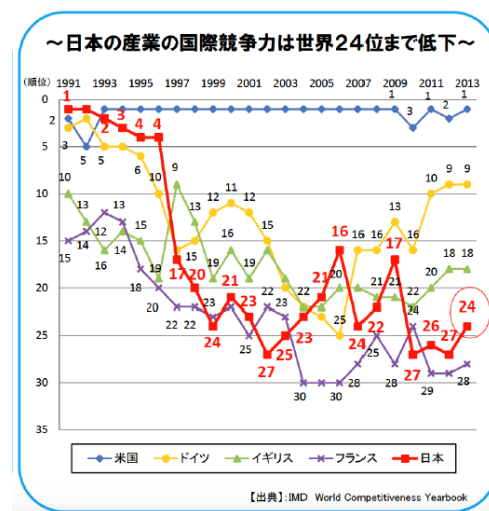


図1 日本の国際競争力

出典：総務省 ICT 国際競争力強化・国際展開に関する懇談会（第1回会合）

2. CITP による社会価値創造

CITP コミュニティは、CITP に認定された技術者同士の交流を通じた自律的な質の向上を図る場として設立されている。社会提言、外部の審議会・委員会等への参画、情報分野における教育・人材育成活動などを含め様々なプロフェッショナル貢献活動を推進し、ピアレビューによる高レベル情報技術者の評価等により企業の枠を超えた社会貢献と技術者自身のレベルアップに資することを目的としている。

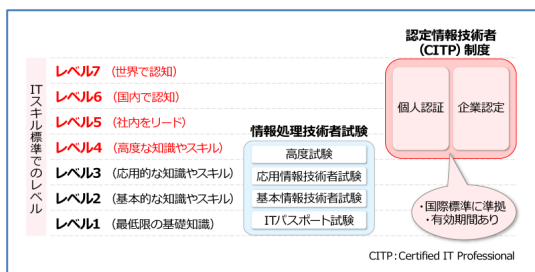


図2 CITPの位置づけ

出典：日経コンピュータ (2014/08/19)

社会価値創造に向けた取り組みを加速するため、CITP コミュニティ内に分科会を設け企業数 10 社・参加者 15 名にて 2016 年 4 月より活動を開始している。

実践可能なプラクティスを調査・研究し、成果を共有、実践。企業の競争力に加えて日本の国際競争力の向上に貢献することを目的としている。個人認証、企業認定、ユーザ、ベンダ企業を問わず、CITP から広く参加者を募っている。

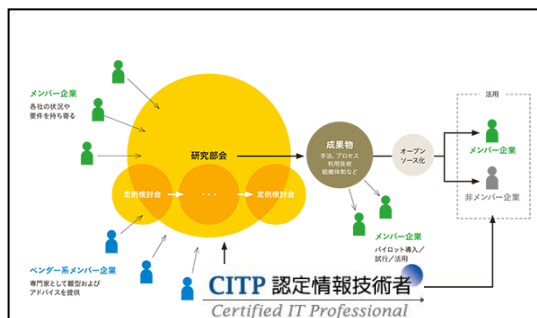


図3 社会価値創造に向けた活動イメージ

出典：ITR, ITEG を参考

3. 社会価値創造分科会取り組み概要

本項において、社会価値創造分科会の取り組みの概要を紹介する

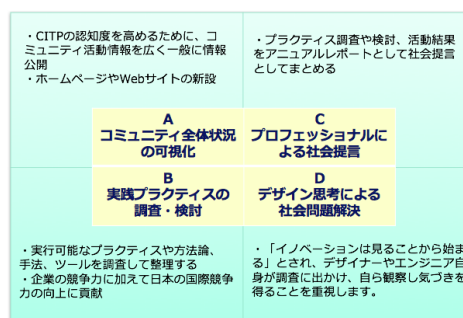


図4 社会価値創造分科会の取り組み

・CITP の認知度を高め、広くコミュニティの活動状況を公開するために Web サイトを作成。



図5 CITP ホームページ

<https://citpblog.wordpress.com/>

・実行可能なプラクティスや方法論、手法やツールを調査しプロフェッショナルとして社会価値に貢献するための提言を整理。

・提言内容は、IT 人材育成、教育支援、震災復興支援、攻めの IT 投資など各プロフェッショナルの強みを活かした内容で、アニュアルレポートとして公開を予定

・提言に留まらず、CITP 自らが実践的に問題解決に取り組むために新規プロジェクトの立ち上げも企画している。イノベーションは見ることから始まるとされ、CITP 自身が調査に出かけ、自ら観察し気づきを得ることを重視する。

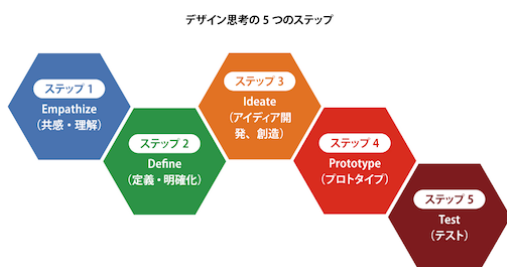


図6 デザイン思考の5つのステップ

デザイン思考の考えを参考に、CITP が社会問題の解決をリードする試みである。

具体的なテーマとして、震災復興支援を予定している。東日本大震災から 5 年が経過、現地では被災者のメンタルヘルスの問題、孤独死、不登校出現率の増加など目に見えない問題が悪化している。

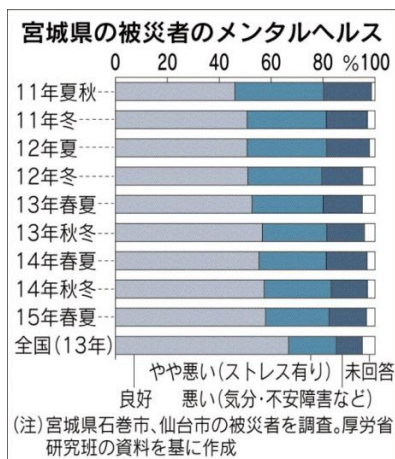


図7 東日本大震災被災者のメンタルヘルス

出典：日本経済新聞 2016/3/19

CITP が実際に現地を訪れ、被災地が現在どうなっているか、現地はどのように考えているか、どのような問題があるのかを共感・理解するステップを企画している。

4. まとめ

日本は、生産性向上と国際競争力の強化が課題となっている。課題解決のために、IT を価値創造の源泉とするトレンドが強まっている。CITP はプロフェッショナルコミュニティ活動を通じて、社会価値創造への取組みを開始した。

今後も JUAS での発表、アニュアルレポート、新規プロジェクトの実践を通じて社会価値創造に取り組んでいく。

赤坂 亮

(日本 IBM 株式会社
グローバル・ビジネス・サービス事業本部
シニアマネージング
コンサルタント)



【略歴】日本 IBM でヘルスケア・ライフサイエンス事業を中心に医療ビッグデータ分析による価値共創や、コグニティブサービスによる価値創出に取り組んでいる。医薬産業研究所・医療健康分野のビッグデータ活用研究会員、情報処理技術者(ST、AU、PM、SM、SA、DB、SC)、PMP。

以上

日本を元気にする攻めの IT -組み合わせ型のビジネス課題解決-

情報処理学会 CIPF コミュニティ
(株) 中電シーティーアイ 荒木 岳文

【概要】日本は欧米諸国と比較して「攻め」の IT 投資が消極的であり、これによって国全体の産業構造にも大きな影響が生じると危惧される。この状況を打開するための仕掛けとして CIPF ワーキンググループで「組み合わせ型のビジネス課題解決」を立案。具体的な内容の検討や机上検証結果などをまとめたものである。

<キーワード>攻めの IT、サービスの組み合わせ、CIPF

1. はじめに

日本は、欧米諸国と比べ攻めの IT 投資割合が少ないと言われる。一般社団法人電子情報技術産業協会（以下：JEITA）／IDCJapan 株式会社の調査(図 1)によると、米国企業の IT 投資意欲が「攻め」の IT に大きく傾倒しているのに対し、日本は「守り」の IT に主眼が置かれている。差異の理由は国民性、働き方の価値観、など種々考えられるが、この差に起因して、IT および IT 関連ビジネスにおける欧米諸国対する大きなディスアドバンテージが発生している。昨今 IT が関与しないビジネスを探すこと自体が困難であり、日本における産業存続にも大きなインパクトがあると考えられる。

このような状況に危機感を持ち、経済産業省より 2015 年に示された「攻めの IT 活用指針」においては、中小企業をモデルとした攻めの IT 活用の段階的なステージ、攻めのビジネス課題に対する IT 活用例など示された。また、同年より攻めの IT 経営銘柄、攻めの IT 中小企業百選が選出され、制度面でのバックアップが広がっているが、成功事例の共有に留まる面が大きく、具体的な打ち手が示されていないのが現状である。

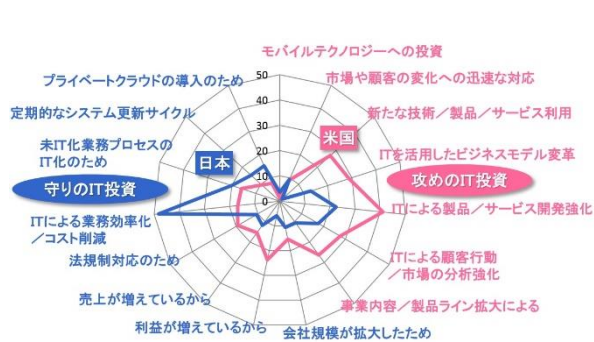
IT プロフェッショナル集団であり、これまで主に「守り」側の IT を担ってきた情報処理学会認定技術者（以下：CIPF）がこのような状況に貢献できることは何か、をワーキンググループで整理したものをまとめたものである。

2. 攻めの IT に必要なもの

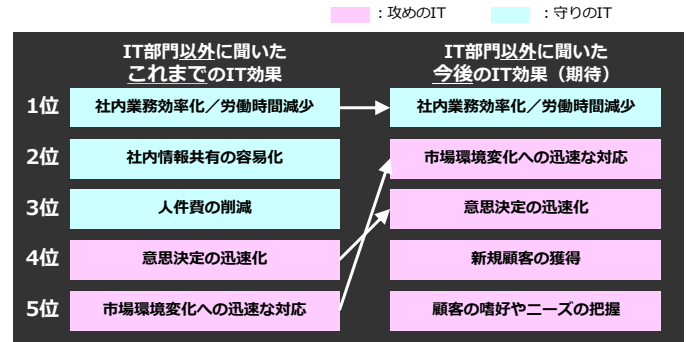
先の JEITA の調査において日米企業の IT 投資意欲に対する差異が明確になった一方、日本の IT 利用部門から見た今後の IT への期待も明らかとなった(図 2)。IT への期待が「守り」から「攻め」に転じており、市場環境変化への迅速な対応、意思決定の迅速化などに対する寄与が求められている。

この流れを加速するような仕組み・仕掛けは何かについてワーキングで議論したところ、IT システム整備・アイデア発掘・資金調達・人材活用・データ分析・ルール整備など様々挙げられたが、結局は全てが必要であり、これらを組み合わせるスピード・価値を出して

「攻め」のビジネス課題を解決する「組み合わせ型のビジネス課題解決」こそが必要ではないかという仮説を立てて検討を行った。



＜図 1：IT 予算を増額する企業における増額予算の用途＞
出典：JEITA / IDC Japan(株)
「IT を活用した経営に対する日米企業の相違分析」調査結果(2013 年 10 月)

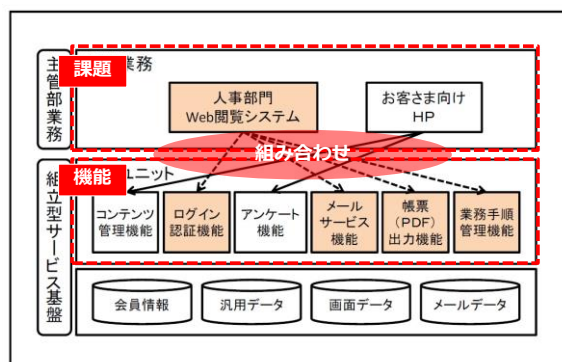


＜図 2：IT 利用部門における IT 効果の期待＞
出典：JEITA / IDC Japan(株)
「IT を活用した経営に対する日米企業の相違分析」調査結果(2013 年 10 月)

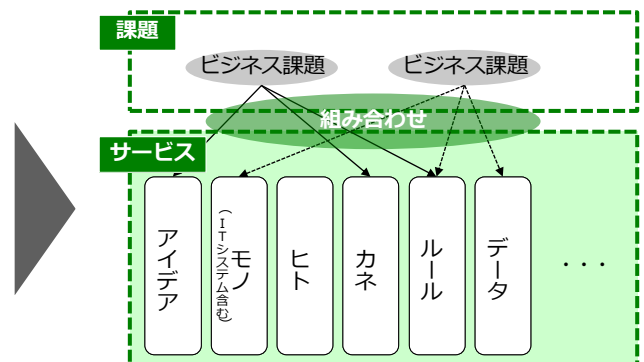
3. 組み合わせ型のビジネス課題解決

「組み合わせ型のビジネス課題解決」の検討に当たっては「組み合わせ型のシステム開発手法」を参考とした。当社の親会社である中部電力においては以前よりアプリケーション部品を組み合わせたシステム開発手法を採用しており、開発の短期間化などに寄与してきた。アプリケーションを提供機能ごとにユニット分割して共通機能として整備、これらの共通機能を複数組み合わせることでアプリケーションを構成する仕組みである。この枠組みを流用して、サービス（可能であれば既存の流通しているサービス）を組み合わせることで、ビジネス課題を解決に結びつけるという仮説モデルを設定した。

組み合わせの部品となるサービスについては、議論で上がった「アイデア」「モノ（IT システム含む）」「ヒト（人材）」「カネ（資金）」「ルール」「データ」の 6 点をジャンルとして設定、この 6 点の詳細化・具体化、組み合わせ方式などを検討した。



＜図 3：組み合わせ型のシステム開発＞
出典：BITS2015 簡単に業務システムが開発できる組み立て型サービス基盤の構築
<https://evesys.unisys.co.jp/public/file/document/download/256>

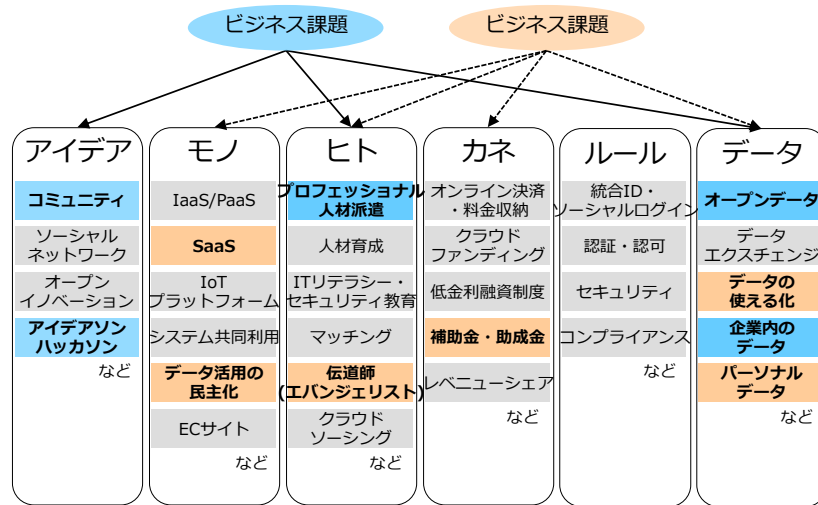


＜図 4：組み合わせ型のビジネス課題解決モデル＞

○サービスの詳細化

サービスの組み合わせにあたり、図 4 に示したサービスの粒度（アイデア、モノなどのジャンル単位）では取り扱いが困難であるため、それぞれの詳細化を実施した検討の切り

口を「攻めの課題解決」「IT システム以外の要素も含める」など定め、網羅的かつ汎用的なサービス群へのブレークダウンを行った。詳細化したサービスの例を図 5 に記す。



<図 5: 詳細化したサービス群>

○サービスの具体化 (実サービスとのマッピング)

「組み合わせ型のビジネス課題解決」が効果的に機能するか否かの検証に当たり、組み合わせる対象のサービスは架空のものではなく市場の実サービスである方が望ましいと考えたため、ワーキングにおいて前述の詳細化したサービス群に対応する実サービス (Business 向け/Consumer 向け) をマッピングして整理した。マッピングは執筆時点も継続中であるが、一部を抜粋して表 1 に記す。

<表 1: 代表的な実サービスとのマッピング (抜粋) >

ジャンル	サービス (カテゴリ)	具体的な実サービス (例)
アイディア	コミュニティ	facebook、LINE@、マチマチ など
	ソーシャルネットワーク	facebook、twitter、LINE、Skype、LinkedIn など
	オープンイノベーション	NEDO ピッチ、Innovation Leaders Summit、Osaka Innovation Hub など
	アイデアソン・ハッカソン	ハッカソン運営ガイド (Google) など
モノ	IaaS/PaaS	各社 IaaS サービス、各社 PaaS サービス
	SaaS	Salesforce (営業支援)、freee (会計)、Misoca (請求書発行)、Bizer (士業への相談)、サイボウズライブ (グループウェア)、Office365 (オフィスソフト・メール)、Skype (ビデオチャット)、Dropbox (ストレージ)、Togetter (キュレーション) など
	IoT プラットフォーム	AWS IoT、Predix (GE)、Lumada (日立)、IFTTT/myThings など
	データ分析の民主化	Google Trend、Yahoo! つぶやき感情分析、クチコミ@係長 (ホットリンク)、Tableau、PowerBI (マイクロソフト)、Amazon QuickSight など
カネ	オンライン決済・料金収納	Paypal (米・日)、Yahoo!ウォレット (日)、SPIKE (日)、Stripe (米・日)、Pay.jp (日)、Paid (日)、BizPay (日)、BitCoin (米・日)、LINE Pay (日)、Apple Pay (米・日) など
	クラウドファンディング	Kickstarter (米)、Indiegogo (米)、Makuake (日)、Readyfor (日) など
	低利融資制度・補助金・助成金	日本政策金融公庫、日本政策投資銀行、自治体独自の融資制度、金融機関独自の融資制度、ミラサポ/施策マップ (検索ツール)、J-Net21/支援情報ヘッドライン (検索ツール) など
	レベニューシェア	レベニューシェア契約書テンプレート など

4. 机上検証

ここまで組み合わせのパーツとなるサービスに関しての詳細化、具体化を進めたが、ここで改めて「組み合わせ型のビジネス課題解決」の実現性を机上で検証する。複数の課題シナリオを設定し、それぞれについてどのような解決プランが考えられるかをワーキング内で評価した。ここではそのうち 2 点を紹介する。※以下、下線部がサービス（パーツ）を指す

○課題シナリオ 1：自社製品を使った新ビジネス

課題）継続的に取り扱う自社製品販売とは異なる自社製品を使った革新的なビジネスを立ち上げたいがビジネスアイデアが社内から出てこない

解決）社内に眠る企業内データを革新的なビジネスアイデアの種とするため、プロフェッショナル人材（IT コーディネータ、CIP など）に協力を依頼し、データの分類および可視化を進める。

コミュニティなどで集った賛同企業合同によるアイデアソンを自治体などのバックアップを得て開催。可視化したデータを提供する。

審査員はプロフェッショナル人材（インキュベータ、アクセラレータなど）にスポットで要請。

○課題シナリオ 2：農業技術・ノウハウを学ぶ塾

課題）北米の専業農業は規模が大きく投資余力も高いため、先進的な技術の試行による生産性向上などの好循環が生まれている。日本では用地も限られるため、同じモデルは組めない。良い方法は？

解決）「○○地域で農業プロフェッショナル講座を開く」というコンセプトを掲げ、クラウドファンディング（Readyfor など）で運営資金、講師資金の出資を募る。
＜寄付型 or 報酬型＞

農業エバンジェリストにスポットで講師を依頼、オフラインで実施するとともに出資者などにもオンライン動画配信（Youtube Live など）受講を可能にする。さらに、大学とのコラボレーション、地域ブランドとの紐づけなどを行い、継続的な活動を目指す。

本机上検証においては、具体化された組み合わせパーツが可視化されていたため、解決シナリオをゼロから検討する場合と比較するとシナリオの幅が広がる（気づきが多い）とともに、具体的な議論に没頭することができた。参加者が組み合わせを考えることに集中できたためと想定する。

一方、組み合わせパーツが整備されていても、それぞれの解決シナリオを形成するまでは多くの時間を要した。慣れないうちは組み合わせにも大きな労力が必要であるため、効果のあった組み合わせは公開・共有する仕組み（レシピ化など）が有用である。

5. まとめと課題

日本における攻めの IT の流れを加速する仕掛けとして「組み立て型のビジネス課題解決」を提起し、具体的なサービスとのマッピング、組み合わせの机上検証を実施した。定性的な評価にとどまったが、解決シナリオの幅の広がりなどの効果が示された。この効果をさらに高めるには、以下のような課題が存在すると思う。

1) 継続的な更新

CITP ワーキングでは IT 系の視点が多く、選定したサービス内容に偏りが見られる。世界ではどんなサービスが存在し、どのようなシーンで役立つかについて、様々な分野の専門家の見解を集約し、最新情報へのアップデートなども継続的に実施できる仕組みが必要である。

Wikipedia のような、ある程度の自浄作用を持った集合知形成の枠組みが有効と想定する。

2) SI ビジネスの在り方

検討内容と直接的には関連しないが、本取り組みは、これまで日本の多くの SI 事業者が得意としていた「ものづくりの IT」とは大きく思想の異なる課題解決モデルである。SI 事業者が有するスキルセットについても、IT コア技術だけではなく世界のサービスに関する幅広い知識ノウハウを獲得することで、これからの企業競争力の源泉になり得るものと考ええる。

荒木 岳文

(株) 中電シーティーアイ

中電シーティーアイにて自治体データセンタの構築、BtoC 向け PaaS プラットフォーム設計などを経て、現在はビッグデータ処理基盤運営、および IT 企画業務に従事。

高度情報処理技術者（セキュリティ、ネットワーク）、IT コーディネータ。



映画鑑賞における視覚障害者の QoL (Quality of Life)

NEC 技術士会会長 岡田克彦

概要：2009 年から 8 年間、映画作品における情報保障として音声ガイド（映画の視覚的な情報を補うナレーション）をボランティアとして作成してきた。音声ガイドは視覚障害者や、高齢者など視力の弱くなった者に情報保障として有用とされる。しかし現在、TV 放送（解説放送と呼ばれる）の普及率は 5%未満である。さらに映画においては、1 年間に公開される映画のうち、音声ガイドをつけた作品は全体の 1%に満たず、その提供方法も一般に理解は進んでいない。2016 年 4 月から障害者差別解消法が施行されたが、欧米のような福祉先進国のように情報保障の義務化は未だ困難な状況にある。結果として、日本で映画を楽しもうとする視覚障害者らは、多くの作品でボランティアのサポートなしに映画を鑑賞し楽しむことが出来ない状況にある。

あるべき社会としてどのような仕組みが必要か、またそこに至るために、社会の変革として技術が何をなすべきか。今後高齢者大国になると想定される日本において、情報保障の必要性はさらに増して行く。全ての人が映画や TV が楽しめる、充実した生活を維持できる“タイムリーに情報保障サービスを提供し続けられる持続可能な社会”にして行くにはどうすべきか、音声ガイド作成者及びボランティア団体で情報インフラ強化などの運営を携わった立場より述べる（この論文は会社業務とは直接関わらない内容である）。

キーワード：情報保障,ユニバーサルデザイン,バリアフリー,社会的責任,障害者差別解消法,QOL,映画

1. はじめに

視覚障害者と一緒に映画を楽しむバリアフリーを推奨する団体で、IT インフラ整備のサポートを 8 年にわたり実施しながら、音声ガイドの必要性を社会へ提言している。

音声ガイドは四半世紀前のアメリカで発明された、映画や放送などで視覚のみで伝えられる情報を視覚障害者にタイムリーに伝えることを可能にする情報保障のナレーションである。欧米は、この四半世紀に、映画やテレビなどに対する情報保障を整備し、音声ガイドを常に映画館で聞けるほどに社会を変革させた。これに対し、日本の音声ガイド普及率は低

く情報保障による視覚障害者の Quality of Life 確保の分野で、欧米より著しく遅れている。この現状を打開するために情報インフラとして何が必要なのか、そしてその解決方法についてまとめる。

2. 世界の視覚障害者の映画鑑賞の QoL

アメリカでは 1990 年「障害を持つアメリカ人法（ADA 法）」が制定され、障害者への配慮が義務化された。放送業界を牽引する WBGH グループが DVS というキャプションや副音声（解説放送）の音声ガイド放送を開始し、映画業界でも 3 大映画館会社が音声ガイドのついた映画の上映サポートを公約するに至った。今では公開されるほとんどの映画作品に音声ガイドが付き、デジタルスクリーンを持つ映

画館の 52%超で音声ガイドつき映画が楽しめる。

欧州においても同様の動きがあり、イギリスでは 1995 年に同様の法律を制定し、2010 年にも取り組みを加速する法律を追加している。その結果、イギリスの音声ガイドの作品における普及率は 84%（人気作品は音声ガイド付）、上映館では 756 館中 300 館が音声ガイド付きで映画上映している。最寄り音声ガイド上映館の上映時間もインターネットで検索できる。日本の隣国である韓国においてはどうかというと、2008 年に障害者差別禁止法、2011 年に放送法が改正され、放送事業者に音声ガイド等のサービスが義務化された。

日本においては 2013 年に障害者差別解消法が制定され、2016 年 4 月に施行された（対応を義務化はされていない）。総務省は放送事業者に情報保障サービスについて、2017 年までに字幕 100%、音声ガイド 10%という形で努力目標を課している。ただし映画上映においては定められていない。

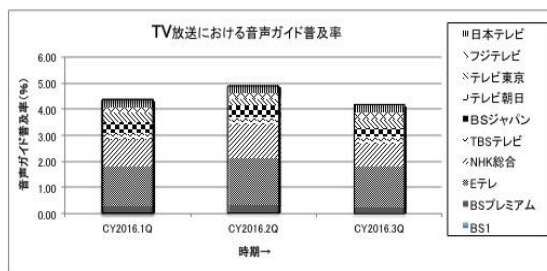
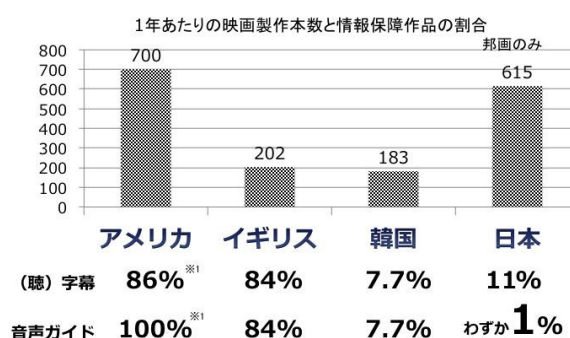


図1 TVの音声ガイド普及率（5%未満）
（シティ・ライツ調査）

TV では施行前 3%程度であったが解説放送が民放の映画やアニメ放送でも増えてきている。2016 年 7 月に全国一斉に最新映画で音声ガイドをつけたアニメ映画も公開された。それでも、TV 放送で言えば全体の放送時間の約 5%に満たず（図 1）、映画鑑賞においては公開映画に音声ガイドがつくのは年間で 1%未

満（6 本程度）である。欧米に普及している音声ガイド鑑賞可の常設映画館は日本では 1 館というレベルである（ユニバーサルシアター・チュブキ・タバタ）。

図 2 に各国の映画における情報保障の様子をグラフ化した。海外と日本で極端な格差がある。日本の障害者、特に視覚障害者は他国の先進国に比べ著しく低いサポート環境を甘受している。



※1 2010年サンプリング調査結果 ※2 日本は2014年邦画615本 洋画569本。洋画に日本語ガイドは皆無

図2 世界の映画制作数/年と情報保障
（NPO 法人 MASC 調査[4]）

以下の表に各国の音声ガイド作成費用について整理する。一般に広く音声ガイドを提供できている国においては、その単価も比較的低い。日本とアメリカでの1分あたりの音声ガイド作成費用は約3倍の開きがある。製作費用が高いことで、多くの映画制作に音声ガイドが取り入れられず、コストの大幅増が見えている為に義務化も進まないと推察する。

	アメリカ	イギリス	韓国	日本
音声ガイド製作費用/分	2000円～3000円	3000円程度	8000円程度	9500円程度

図3 各国1分あたりの音声ガイド製作費用（映画）

3. 音声ガイド普及団体活動と社会状況

日本で公開される映画に情報保障を行い共に鑑賞する目的で団体シティ・ライツ(2016

ヘレンケラー・サリバン賞受賞(代表))が 2001 年に設立され多くの普及活動が成されて来た。

音声ガイドの普及も兼ねた団体活動の一つに同行鑑賞会という活動がある(図 4)。誘導ボランティアが視覚障害者をトラブルの無いように誘導し映画館で一緒に公開中の映画を見る。映写室に入れてもらった熟練ガイド製作者が即興で音声ガイドを行う。ガイドは FM 電波で発信され、視覚障害者は FM ラジオで受信し音声ガイドを聞く。鑑賞後は食事会を兼ねて情報の補足を行う。作品数、地域や対応回数が限定された活動であるが対象者に与える影響は大きい。

現在、日本で同様に音声ガイドを提供する団体は 17 団体となり、音声ガイドの制作人口も微増した。しかし未だ音声ガイドは社会に認知されているとは言い難い。情報保障が当たり前に行われる社会を実現するために、多くの人にそのツールと作成手段を知らせるべきである。2017 年には音声ガイド自体を題材にした映画[12]も公開される予定であり、今後の認知の拡大に期待したい。

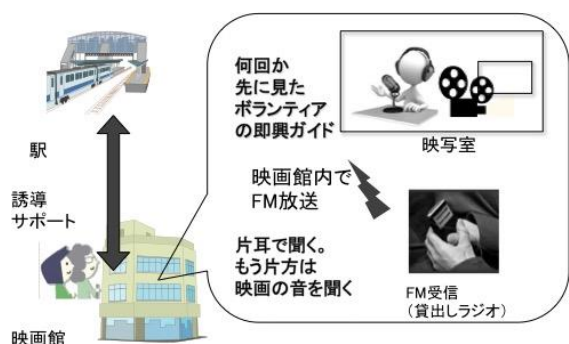


図 4 同行鑑賞会の実施イメージ

また、NPO 法人 MASC では、普及の活動として 2015 年に UDCast というスマートフォンアプリを映画館で使い、一般公開映画に情報保障を行う試みを行った。2016 年にはさらに製作時に音声ガイドを提供する映画に関して、

全国の映画館で、スマートフォンを持ち込むことで音声ガイドを聞ける運用を開始させた。2016 年には劇場公開作品が数作品になり、2017 年はさらに加速する予定(既に累計 20 作品を超えている)である。今後情報保障手段の認知とともに、この手法において劇場新作映画の一部については情報保障を提供できない問題を解決できると考える。その為にも今後はたくさんの音声ガイドを効率よく作る手段及び制作者の人数確保も必要になってくると考えられる。

これとは別に古い映画に関して音声ガイドを付けた映画を貸し出す事業が 2013 年から厚生労働省補助事業(日本点字図書館事業受諾)のサピエ図書館で始められている。現在約 250 作品が視覚障害者に貸し出し可となっている。ただしここでも、より多くの作品に音声ガイドをつけるために音声ガイド制作者の工数が確保できることが課題となっている。

この他に、準最新作品に対して各ボランティア団体などが支援し映画祭にて上映することが行われている。この上映はそれほど数が増えておらず、年に全国で 10 件程度、かつ 2016 年の障害者差別解消法施行後にも、上映出来ないケースが発生している。原因は映画会社との許諾調整(具体的には監督によるチェック)が日程的に間に合わなくなることである。映画会社及び映画監督は映画の著作権、同一性保持権を所有している。映画という著作物が不当に物語を書き換えて伝えられないようにする必要な権利であるが、障害者の情報保障を行う際には壁となることが多い。多忙な監督に対して、後からつけられる音声ガイドの確認に時間が取れないことが多く、連絡等も含めた時間調整の中、情報保障付き上映が困難になっていくのである(2016 年の該当ケースでは、連絡のついた監督により半年

後に再度映画の上映会が実施されたが定期的映画祭の一部でないことなどから参加人数は1/2 以下となった)。映画会社や監督が簡単に確認できる音声ガイドの質の指標がないことが問題を複雑化していると分析する。

4. 音声ガイド作成者のスキルと社会環境

話を少し変え、音声ガイドの制作とその環境という面で整理をしたい。セリフや音の間に、シーンの変化やセリフで表されない状況を言葉で追加して説明するナレーションである。情報をただ伝えるだけではなく、映画では本編の映画の良さを損なうことなく飽きずに見続けることができるよう、ガイド作成には特有のスキルが求められる。

例えば、時代劇の映画で寝床をベッドと呼んでは興ざめである。地域特有の衣装なども知識に関わらず矛盾なく受け入れられる言葉でナレーションしていく必要がある。失明の時期（経験値）に関わらず、物のイメージがわく情報を与える必要もある。音声ガイドの対象者は主に視覚障害者と目が疲れやすい高齢者だが、晴眼者（見える人）も初めて見る映画をより深く理解することが可能になる。よって対象者は広く、音声ガイドの作成は熟練が必要となる。

アメリカなどの多くの先進国では「ディスクライバー」という職業をする者により、映画の音声ガイドが制作されている。日本ではその職業は定着しておらず、数としてはボランティアが圧倒的に多い。仕事として音声ガイドを手掛けられる人が”新作の映画を手がけるのに十分な数だけいる”、かつ”ボランティアが音声ガイドの質を視覚障害者の立場から高める”、さらに”社会の若年層や興味本位で音声ガイドに触れたいと思う人に、容易に作業が開始できる環境が提供できる”、そうい

う社会が理想だと筆者は考える。

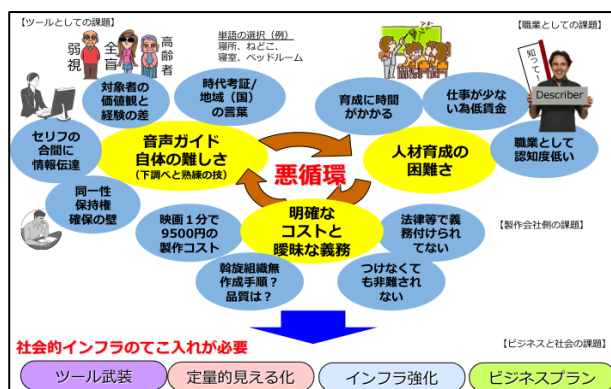


図5 音声ガイドと取り巻く環境

興味本位でも音声ガイドに触れたいと思う人に、容易に作業が開始できる環境が提供できる必要があると考えた場合、著作権の「同一性保持権」に抵触しないように作品が適切に扱われながら、音声ガイドの質が悪くとも簡易に作ることができ、短時間で適切に修正が加えられる社会的インフラの整備が必要である。

5. 現状の課題のまとめ

短い時間に多くの検討行い凝縮された言葉で伝えるようとする音声ガイドは、その作品の内容により、機械的ではないケースバイケースの対応を一語一語に対し求められる。それ故、作品の一部となれる様に、音声ガイド自体も作品性を考える高いスキルが必要とされる。その結果、現在は高品質な音声ガイドが作れる極めて少数の者が音声ガイドを作っている。

結果として、音声ガイドの制作は少数にて制作が行われ、時間がかかり、高価なものにならざるを得ない。しかし、この状況では社会にはなかなか浸透しない。これをなんとかテコ入れを行い、社会的インフラ整備を行う

ことで、悪循環が断ち切る必要があると考える。

6. 課題解決の提案

今までの議論を整理し、音声ガイド制作においては以下の3点が主な課題と考える。

- ① 同一性保持権の確保、及び音声ガイド自体の品質の客観的指標が示せること
- ② 安価・短期間に無理なく音声ガイドを制作できること、
- ③ 人材の確保（育成）、職業としての確立すること

第一の指標については、音声ガイドと作品の過去のデータを突き合わせ、AI解析（ビッグデータ解析）と作風のパラメータ化などより指標を作り視覚化し、同一性保持権の監視と作成時の警告を行うように組み入れていくことが考えられる。

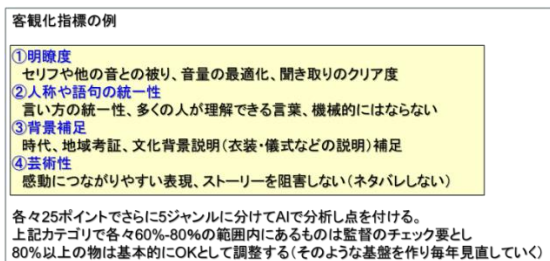


図6 音声ガイド作品に対する客観的指標例

第二の課題、音声ガイド制作作業の中では、作品の場面や歴史的な事実、また時代考証などを含めた表現の方法を模索するための調査といった 1) 地道な調査作業や、2) 場面の变化ごとに人数や時刻の移り変わりの記載、限られた秒数（リミット）で可能な 3) 音声ガイドの語句の選択肢を選ぶことが必要になる。これらの作業を AI 技術などの最新技術を用いて省力化することが可能と考える。

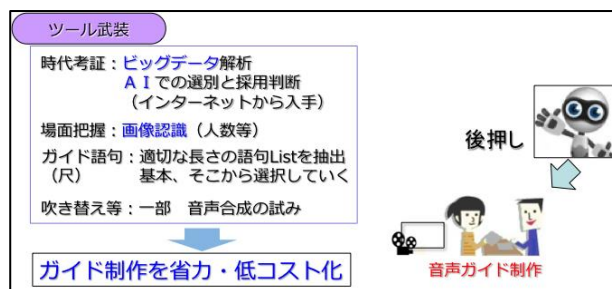


図7 最新技術を活用し作業した省力化

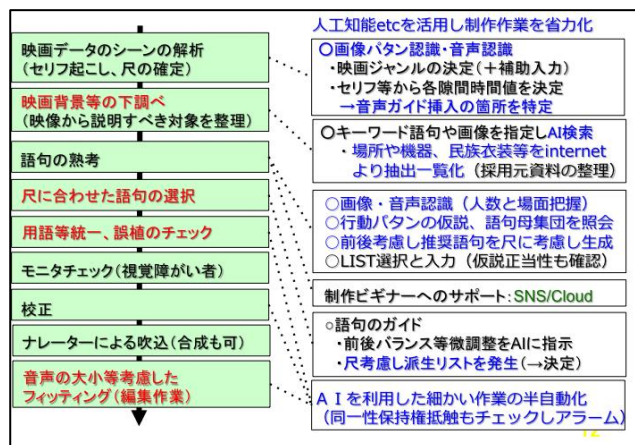


図8 制作フローとAIの活用

具体的には、インターネットにキーワードや画像の一致などを検索し下調べを省力することや画像解析して場面の移り変わりを検知すること、さらに音声ガイドのデータを蓄積しAI解析を行い、セリフの間などの時間に選択可能な語句の選択肢をあらかじめリストとして用意する（足りない場合は入力させ、さらなる候補として分析に加える）ことで、音声ガイド制作段階においても省力化が可能であり、その結果、短時間で安価に制作できると考えられる。

第三の人材の確保（育成）と職業としての確立に関しては、ビギナーのサポートと育成と共に資格取得への道を示し、資格取得により高度なスキルを持つとして優先的に映画会社に斡旋できるように進めることが有効と考える。

例えばツールでビギナーをサポートするこ

とと共に、ツール実施環境を Cloud 化し、かつ SNS などの相互支援環境を構築することで熟練者であるボランティアを含めたサポーターによる情報提供・サポートを行う。また、ビギナーの新規語句登録や、作品作成などにたいしてポイント付与などの評価を行う仕組みを構築する。このポイントが増えることで資格申請が可能となるように進めればモチベーションの確保と優秀な実務者を育成できるのではないだろうか。

7. まとめと今後の展望

現状の対処と持続的な取り組みが必要だと説明してきたことを以下にまとめる。

1) 迅速に安価に音声ガイドが作れる環境を整備

AI 解析を含めたサポートを行う Cloud 型ツールの提供を行う

2) 人材の確保

SNS などのサポート、評価環境の構築と資格取得までの見える化の実現する

3) 客観的指標の提示

作品分析を行い、著作権（同一性保持権）を尊重しながらも音声ガイドを初心者が作りだせるように作品の品質の客観的指標を AI 分析で提示し、必要な際にだけ調整をするように制度化する

音声ガイドの客観的な指標が提示でき、ボーダーライン以外の映画の確認を調整せずに済むようになれば、映画会社や監督がチェックしなければならない映画の数を極端に減り、映画祭を含めた準新規上映作品の音声ガイド制作において効果があると考えられる。音声ガイド環境の整備は安価に音声ガイドが短時間で作れることを可能にし、スキル向上と共に高

スキル者を優遇する仕組み作りができれば音声ガイド制作者を増加させ、さらに、音声ガイドを普及することにつながる。

一旦、テコ入れにより、音声ガイド制作者の人口が増え、容易に音声ガイドが取り入れられるようになれば、ハードルが下がり障害者差別解消法における対応の義務化が可能になると考える。無理なく映画館の音声ガイド提供の義務化がされれば、欧米同様に持続可能な社会として地域限定ではなく日本のどこでも音声ガイド付き映画が上映され、映画館で障害者が楽しめる対応ができるのではないだろうか。

人工知能とビッグデータ分析を活用し、制作作業を省力化



8. おわりに

視覚障害者に対する映画の情報保障は不十分である。それを支えるために技術的に可能な提案をし、2020 年に向けて活動し、実現していきたい。AI 学習に関しては IBM (株) などより無料の API のサポートが提供されており、今後これらや、ソリューションを提供する NEC the WISE などの AI 技術を用いて、社会に貢献するビジネスモデルの構築、社会ソリューションの実装検討を進めていきたい。

謝辞

数多くのインスピレーションを与えてくれるバリアフリー映画鑑賞推進団体シティ・ライツのスタッフの方々に感謝する。

参考文献

- [1]About Solution of QoL with movie appreciation by the Blind and Low Vision People (IAUD2016 in NAGOYA, Katsuhiko Okada, 2016)
- [2]視覚障害者の映画鑑賞に関わる QoL (生活の質) 向上について (IPEJ Journal, 2017, Feb. 岡田克彦)
- [3]新通コム (2016). 映画上映に関するバリアフリー対応に向けた障害者の視聴環境の在り方に関する調査事業
(http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2016fy/000144.pdf)
- [4]NPO 法人メディア・アクセス・センター (2015). 映画上映に関するバリアフリー対応に向けた障害者の視聴環境の在り方に関する調査事業
(http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/000192.pdf)
- [5]視覚障がい者の DVD 鑑賞について (IAUD2010 in Hamamatsu, Katsuhiko Okada, 2010)
- [6]バリアフリー映画鑑賞推進団体 シティ・ライツ (2005). 視覚障害者の映画鑑賞要望に関する調査研究
- [7]Cronin, Barry J. Ph.D. and Robertson King, Sharon, MA. (2007). "The Development of the Descriptive Video Service". National Center to Improve Practice.
- [8]Josephson, E. (1968). "The social life of blind people (Research series no. 19)". New York: American Foundation for the Blind.
- [9]Kirchner, C. (1985). "Data on blindness and visual impairment in the U.S. (2nd ed.)". New York: American Foundation for

the Blind

[10]Lifestyles and time and money costs of being blind. (1990). Unpublished manuscript, Social Research Department, American Foundation for the Blind, with Mississippi State University Research and Training Center in Blindness and Low Vision.

[11]DVS® is a Registered Service Mark of the WGBH Educational Foundation. Descriptive Video Services is a Service Mark of the WGBH Educational Foundation.

[12]音声ガイドを対象にした映画 (河瀬直美監督)「光」カンヌ映画祭パルム・ドール狙う
(<http://eiga.com/news/20161031/1/>)

岡田 克彦

日本電気 (株)

スーパーコンピュータのハードウェア開発、並びにコンピュータ・システムの企画・開発・運用サポートに従事。NEC 技術士会・会長。

日本技術士会・神奈川県支部では支援委員として活動中。

高度情報処理技術者 (IT ストラテジスト、情報セキュリティ・スペシャリスト)、技術士 (情報工学)。



初中級プロマネのための 現場で活かせ！統計情報

土屋俊樹

(株式会社ハイマックス 第3事業本部 シニアコンサルタント)

はじめに

昨年 10 月にソフトウェア開発データ白書の最新版（2016-2017）(*1)が発表された。より情報が豊富になり、新たな分析情報も加えられ非常に充実した内容となっている。これだけの豊富な内容にもかかわらず IPA のサイトでは無償でダウンロードも可能となっている。関係者の方々の努力に頭の下がる思いである。

さて、非常に豊富な内容ではあるが、この膨大な統計値の情報量に圧倒されて、ほしい情報がどこに記載されているのか分からず戸惑うエンジニアも多いのではないだろうか。

事実、筆者も周りのエンジニアからも、「あの数値はどこに記載されているのか？」という問い合わせを受けることが少なからずある。

そこで、今回はデータ白書の膨大な情報の中から著者が実際に現場でよく使う統計値、もしくは参考になるであろうと思われる統計値を、その簡単な使い方とともに紹介したいと思う。特に初級から中級プロジェクトマネージャーの方には、開発の際の定量情報として注目し、経験と勘に頼るだけの開発でなく、工学的なアプローチでも開発を進めてほしい。

データ白書を編纂されている方々からすると、おいしい箇所だけイイところ取りせず細部までしっかり読み込んでほしい、と叱られそうであるが、IT 現場のためと思ってお許しいただきたい。日々現場で懸命に闘っている IT エンジニアに少しでもお役にたてれば幸いである。

尚、今回紹介する統計値の扱い方については、筆者の理解に基づいて記載しているものである。理解不足による誤用等があれば、その責は筆者にあるのであらかじめご了承ください。

1. 統計値の見方

1-1. 統計値の全体像

今回、取り扱う統計情報を、利用目的に応じて大きく①生産性、②工程別比率、③品質にカテゴライズし、システム開発工程にマッピングしたものが下表である。(図 1-1) 読者のそれぞれの利用局面において参照されたい。

図 1-1. 取扱い統計情報の全体像

カテゴリ	システム開発工程					
	要件定義	基本設計	詳細設計	制作	結合テスト	総合テスト
生産性		言語別 SLOC 生産性				
		業種別 SLOC 生産性				
		工程別 SLOC 生産性				
		設計書ページ数生産性				
工程別比率		工程別実績工数比率				
		工程別実績月数比率				
		要件定義工程比率				
品質		SLOC 規模 レビュー指摘			テストケース数	
		頁あたり レビュー指摘	レビュー指摘		検出バグ数	

1-2. データ白書の見方

データ白書は統計情報なので基本的に記載例のような形が多い。表の見方を簡単に説明する。

<記載例>

図表 8-4-41 主開発言語別 SLOC 生産性の基本統計量（新規開発、主開発言語グループ）

[SLOC/人時]

主開発言語	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
COBOL	124	0.533	3.233	5.168	7.557	21.745	5.930	3.850
C 言語	74	0.005	3.078	5.036	8.111	325.239	11.644	37.860
VB	80	0.900	4.245	7.406	11.780	159.965	11.011	18.576
Java	357	0.359	3.135	5.346	8.950	90.868	8.241	10.566

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

<表の各項目の意味>

- ① N : 集計したプロジェクト数。例の場合 Java で 357 プロジェクトの統計値になる。
- ② 最少 : 統計値の中の最小値。
- ③ P25 : 25 パーセンタイルという。元の数値を昇順に並べて最小値から 25 パーセント目の値。

- ④ 中央：中央値のこと。数値を昇順に並べて、ちょうど真ん中の値。50 パーセンタイル。
- ⑤ P75:75 パーセンタイルという。数値を昇順に並べて最小値から 75 パーセント目の値。
- ⑥ 最大：統計値の中の最大値
- ⑦ 平均：統計値の平均値
- ⑧ SLOC／人時：SLOC は Source Lines of Code の略。コメント、空白行を除いたプログラムのステップ数。人時は、一人の 1 時間あたりの工数。人日は 8 人時（1 日 8 時間）、人月は 160 人時（1 ヶ月 20 日）となる。

注目してほしいのは平均値ではなく中央値である。個々の数値のバラツキが大きい場合、平均値より中央値の方が、より実態に近いと思われるからである。Java の場合、中央値は 5.346 なので、1 時間あたり約 5.3 ステップ、1 日あたり約 42.8 ステップ、1 か月あたり約 855.3 ステップの生産性となる。

また、表上に記載されている用語も説明する。

○開発 5 工程：基本設計、詳細設計、製作、結合テスト、総合テストのことである。

○新規開発：統計は基本的に新規開発と改良開発に分かれる。本レポートでは主に新規開発を扱う。

○主開発言語グループ：開発言語が、COBOL、Java、C、VB のいずれかである。

尚、データ白書にも詳細な解説が記載されているので、より詳しく知りたい方はそちらを参照されたい。

2. 現場での活用法

では、実際の現場ではどのように活用するのか見てみよう。

2-1. 見積り時に活用できる統計情報

(1). 生産性

改めて言うまでもなく、開発言語の生産性がわかればシステムの規模（総ステップ数）から全体開発工数（人月）を算出することができる。

$$\text{全体開発工数（人月）} = \text{総ステップ数} \div \text{生産性（ステップ数／人月）}$$

●言語別 SLOC 生産性

開発言語別の生産性は下表の通りである。数値は人時であることに注意が必要。

図表 8-4-41 主開発言語別 SLOC 生産性の基本統計量（新規開発、主開発言語グループ）

[SLOC／人時]

主開発言語	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
COBOL	124	0.533	3.233	5.168	7.557	21.745	5.930	3.850
C 言語	74	0.005	3.078	5.036	8.111	325.239	11.644	37.860
VB	80	0.900	4.245	7.406	11.780	159.965	11.011	18.576
Java	357	0.359	3.135	5.346	8.950	90.868	8.241	10.566

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

人月に換算した生産性は、下表の通りである。

SLOC 人時→SLOC 人月換算

[SLOC/人月]

主開発言語	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
COBOL	124	85	517	827	1,209	3,479	949	3.850
C	74	1	492	806	1,298	52,038	1,863	37.860
VB	80	144	679	1,185	1,885	25,594	1,762	18.576
Java	357	57	502	855	1,432	14,539	1,319	10.566

新規開発、開発 5 工程（基本設計～総合テスト）での Java の生産性は、855 ステップである。昔から開発現場では、1K ステップ＝1 人月の生産性、と言われているが、データ白書からも、ある程度裏付けのある数値であることがわかる。

尚、この生産性は開発 5 工程での生産性であることに注意したい。単にコーディング、単体テストをするだけならば、1K ステップ＝1 人月では低すぎる。工程別の生産性は後述する。

●業種別 SLOC 生産性

業種別の生産性は下表の通りである。

図表 8-4-37 業種別 SLOC 生産性の基本統計量（新規開発、主開発言語グループ）

[SLOC/人時]

業種	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
製造業	88	0.84	4.68	7.70	12.55	76.12	10.73	10.77
情報通信業	98	0.01	2.88	4.82	7.97	90.87	7.50	10.55
卸売・小売業	55	0.72	4.25	6.14	9.73	82.58	9.02	11.74
金融・保険業	204	0.53	2.54	4.19	6.72	159.97	6.78	13.35
公務（他に分類されないもの）	64	0.41	4.14	7.16	9.02	325.24	12.39	40.01

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016・2017

人月に換算した生産性は、下表の通りである。

SLOC 人時→SLOC 人月換算

[SLOC/人月]

業種	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
製造業	88	134	749	1,232	2,008	12,179	1,717	10.77
情報通信業	98	2	461	771	1,275	14,539	1,200	10.55
卸売・小売業	55	115	680	982	1,557	13,213	1,443	11.74
金融・保険業	204	85	406	670	1,075	25,595	1,085	13.35
公務	64	66	662	1,146	1,443	52,038	1,982	40.01

製造業の生産性が高く、金融・保険業の生産性が低いのが興味深い。一般的に金融・保険業は、システム障害発生時の影響が大きいことから、高品質なシステムが求められるため、十分なコストと時間をかける必要がある。よって他業種に比べ生産性が低くなるのだろう。

●工程別 SLOC 生産性

工程別の生産性は下表の通りである。

図表 7-7-2 工程別 SLOC 生産性の基本統計量（新規開発、主開発言語グループ）

[SLOC/人時]

工程	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
基本設計	342	0.1	24.4	43.9	85.9	2,855.4	101.6	245.5
詳細設計	342	0.0	20.7	38.0	75.5	4,788.2	94.9	296.9
製作	342	0.0	12.4	20.1	38.3	1,221.1	44.3	110.1
結合テスト	342	0.0	20.5	39.2	73.0	3,314.9	108.0	352.5
総合テスト（ベンダ確認）	342	0.0	29.1	63.8	145.8	66,000.0	500.6	4,115.4

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

人月に換算した生産性は、下表の通りである。

SLOC 人時→SLOC 人月換算

[SLOC/人月]

工程	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
基本設計	342	16	3,904	7,024	13,744	456,864	16,256	245.5
詳細設計	342	0	3,312	6,080	12,080	766,112	15,184	296.9
製作	342	0	1,984	3,216	6,128	195,376	7,088	110.1
結合テスト	342	0	3,280	6,272	11,680	530,384	17,280	352.5
総合テスト（ベンダ確認）	342	0	4,656	10,208	23,328	10,560,000	80,096	4,115.4

単に工程毎に生産性を見ると、製作工程では中央値で約 3.2K ステップとなっている。詳細設計まで終わっていれば、コーディング、単体テストで月に約 3K ステップ製造できるということである。設計工程では、製作工程の約 2 倍の生産性がある。基本設計と詳細設計であまり生産性が変わらないことは興味深い。

●設計書ページ数生産性

今回新しく追加された統計値である。小計行を加えた。

図表 7-2-6 SLOC 規模あたりの設計書ページ数の基本統計量（新規開発、主開発言語グループ）

[頁/KSLOC]

工程	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
基本設計	113	0.15	3.32	6.09	13.07	54.80	10.08	10.34
詳細設計	113	0.36	5.91	10.72	23.48	611.29	21.90	58.32
小計				16.81	小計			31.98

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

1K ステップあたり、基本設計書は約 6 ページ分、詳細設計書は約 10 ページ分の分量になる。この数値により、システム開発規模（総ステップ数）から、設計書のページ分量がある程度見積れるようになるので参考にできる。

例えば、10K ステップ規模の場合、基本設計書は 60 頁、詳細設計書は 100 頁くらいになるということである。

(2). 工程別比率

データ白書には、工程別に工数、および工期の比率の統計値がある。これは中々面白い数値で、ウォーターフォール型開発の場合、開発の各工程でどのような工数配分になっているかわかるので有難い。

●工程別実績工数比率

図表 7-1-13 工程別の実績工数の比率の基本統計量（新規開発）

[比率]

工程	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
基本設計	799	0.001	0.103	0.152	0.208	0.589	0.164	0.090
詳細設計	799	0.011	0.121	0.169	0.220	0.533	0.173	0.076
製作	799	0.018	0.264	0.337	0.423	0.847	0.352	0.132
結合テスト	799	0.002	0.120	0.169	0.223	0.588	0.178	0.087
総合テスト	799	0.000	0.071	0.117	0.177	0.564	0.132	0.086
小計				0.944	小計		0.999	

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

工程別比率では、中央値は 5 工程の合計が 100%にならないので、平均値で見てみよう。比率を図示すると下図のようになる。(図 2-1) 大きく設計工程、制作工程、テスト工程で括るとおおよそ 3 分の 1 になっている。(図 2-2) これは見積りの時の工程別の工数バランスを見るときに参考になるのではないだろうか。

図 2-1. 工程別工数比率を図示

基本設計 (16.4%)	詳細設計 (17.3%)	制作 (35.2%)	結合テスト (17.8%)	総合テスト (13.2%)
-----------------	-----------------	---------------	------------------	------------------

図 2-2. 設計・制作・テスト工程で区分け

設計工程 (33.7%)	制作 (35.2%)	結合テスト (31.0%)
-----------------	---------------	------------------

●工程別実績月数比率

次に実績月数つまり工程別にかかった期間の統計値である。

図表 7-1-3 工程別の実績月数の比率の基本統計量（新規開発）

[比率]

工程	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
基本設計	309	0.016	0.155	0.201	0.262	0.533	0.216	0.092
詳細設計	309	0.026	0.138	0.184	0.228	0.645	0.189	0.079
製作	309	0.047	0.202	0.248	0.306	0.902	0.262	0.103
結合テスト	309	0.016	0.119	0.165	0.212	0.604	0.172	0.081
総合テスト	309	0.014	0.091	0.149	0.208	0.765	0.162	0.097
小計				0.947	小計		1.001	

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

図 2-3. 工程別実績月数比率を図示

基本設計 (21.6%)	詳細設計 (18.9%)	制作 (26.2%)	結合テスト (17.2%)	総合テスト (16.2%)
-----------------	-----------------	---------------	------------------	------------------

図 2-4. 設計・制作・テスト工程で分け

設計工程 (40.5%)	制作 (26.2%)	結合テスト (33.4%)
-----------------	---------------	------------------

実績工数（工数）と実績月数（工期）を比較すると、設計工程は工数より工期の方の比率が大きく、逆に制作工程はその逆になっている。これは、少ない要員体制で長く時間をかけて設計し、短い期間で一気に製造するという一方で、一般的な要員の山積みと合致しているのではないだろうか。基本に忠実な開発プロジェクトが多いのだと思う。

●要件定義工程比率

システム開発案件が開始される際、要件定義工程の工数見積りの妥当性を検証することは難しいと思う。要件の難易度によってかなり差が出てくるからだ。データ白書では開発 5 工程と要件定義工程の比率の統計値がある。参考にすると良いかもしれない。

図表 7-1-15 要件定義工程も含めた工程別の実績工数の比率の基本統計量（新規開発）

[比率]

工程	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
要件定義	442	0.001	0.046	0.082	0.130	0.672	0.098	0.076
開発 5 工程	442	0.328	0.870	0.918	0.954	0.999	0.902	0.076
小計				1.000		小計	1.000	

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

図表 7-1-5 要件定義工程も含めた工程別の実績月数の比率の基本統計量（新規開発）

[比率]

工程	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
要件定義	201	0.026	0.112	0.154	0.230	0.743	0.182	0.102
開発 5 工程	201	0.257	0.770	0.846	0.888	0.974	0.818	0.102
小計				1.000		小計	1.000	

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

工数では、開発 5 工程に対し約 1 割程度の要件定義工数が必要であることがわかる。また期間としては中央値で 15%程度の要件定義期間を確保する必要があることがわかる。筆者が従事する流通系のシステム開発と比較すると、いささか要件定義に工数・期間を掛け過ぎのような気がするが、データ白書で集計されているプロジェクトは、ほぼ成功しているプロジェクトなので(*2)、逆に言えばプロジェクトを成功させるためには、要件定義工程に十分な工数と期間を掛けることが大事なのだということが理解できる。

2-2. 品質評価時に活用できる統計情報

品質評価に使える統計値として、主に設計工程ではレビュー指摘数、テスト工程ではテストケース数、検出バグ数が挙げられる。

(1). 基本設計工程

●SLOC 規模あたり基本設計書レビュー指摘数

図表 7-3-2 SLOC 規模あたりの基本設計レビュー指摘件数の基本統計量 [件/KSLOC]

N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
436	0.000	0.753	2.381	5.025	300.000	6.396	19.352

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

中央値で基本設計 1K ステップあたり約 2.3 件の指摘である。一般的なウォーターフォール型開発では、設計工程段階ではまだ製造に着手しておらず、1K あたりのレビュー指摘数、と言われても実感しづらいかもしれない。よってより実態に近いページ数あたりのレビュー指摘数の統計値がある。

●ページ数あたり基本設計書レビュー指摘数

図表 7-3-5 ページあたりの基本設計レビュー指摘件数の基本統計量 [件/ページ]

N	最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
270	0.000	0.110	0.281	0.620	10.000	0.580	0.991

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

中央値では、基本設計 1 ページあたり 0.28 件の指摘、つまり 10 ページで 2.8 件のレビュー指摘件数が目安となる。

(2). 制作工程

制作工程でのレビュー指摘数は、SLOC 規模当りのものが欲しいが、回答数が少ないためデータ白書には記載されていない。おそらく大半のプロジェクトは、例えばソースコードレビューであれば、開発対象プログラム全量に対してではなく、サンプリングでレビューしているからであろうか。参考として、工数あたりのレビュー指摘件数を記載する。

●レビュー指摘数

図表 7-3-7 工数あたりの製作工程レビュー指摘件数の基本統計量 (2) [件/160 人時]

N	最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
174	0.0	45.7	121.5	290.3	18623.8	316.9	1420.5

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

(3). テスト工程

テスト工程では、テストケース数と検出バグ数の統計値がある。数ある統計値の中でもこの数値が現場で一番使われる数値ではないだろうか。この数値自体は、顧客からも求められることが多いと思われる。データ白書ではテストケースと検出バグ数を同表上に記載している。

図表 7-5-16 テスト工程別 SLOC 規模あたりのテストケース数、検出バグ数の基本統計量（全開発種別） [件/KSLOC]

工程	N	最少	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
結合テスト（テストケース）	901	0.125	16.422	39.022	91.364	63800.000	232.774	2266.010
総合テスト（テストケース）	963	0.017	4.460	12.439	34.721	15200.000	98.561	760.056
結合テスト検出バグ数（現象）	891	0.000	0.528	1.296	2.538	700.000	3.421	24.212
総合テスト検出バグ数（現象）	911	0.000	0.065	0.296	0.854	64.300	1.013	3.357
結合テスト検出バグ数（原因）	413	0.000	0.428	1.175	2.369	700.000	3.849	34.597
総合テスト検出バグ数（原因）	414	0.000	0.063	0.200	0.726	32.066	0.756	2.112

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017

●テストケース数

何をもって1ケースとカウントするのか、プロジェクトによって基準が違うので、標準偏差が大きい値になっているのだろうか。ともあれテスト計画策定時の目安となる統計値がテストケース数である。中央値でみると、1K ステップあたり、結合テストで約 40 ケース、総合テストで約 12 ケースのテストが必要となっている。

●検出バグ数

中央値で見ると、1K ステップあたり、結合テストで 1.3 件、総合テストで 0.3 件の検出バグ数である。全体の大半のプロジェクト（P25～P75）でも、結合テストでは、0.5 件～2.5 件の範囲内であり、総合テストでは、0.06 件～0.8 件の範囲内となっている。プロジェクト特性を考慮しつつ品質目標としてこの範囲内を目指すべきだろう。

2-3. 工程別の成果物量

今回、新たに工程別の成果物量と工数に強い相関関係があるプロジェクトの分析も加えられた。強い相関関係は一般的なウォーターフォール型開発に言えることなので掲載する。

図表 7-8-17 開発規模あたりの成果物量及び成果物量あたりの工数の中央値の一覧（新規開発、主開発言語）

開発工程	要件定義	基本設計	詳細設計	製作	結合テスト	総合テスト (ベンダ確認)
データ数	78	147	141	573	367	345
開発規模当りの成果物量の中央値	KSLOC 当りの要件定義書ページ数 (ページ /KSLOC)	KSLOC 当りの基本設計書ページ数 (ページ /KSLOC)	KSLOC 当りの詳細設計書ページ数 (ページ /KSLOC)		KSLOC 当りの結合テストケース数 (ケース /KSLOC)	KSLOC 当りの総合テストケース数 (ケース /KSLOC)
	1.27	5.93	12.12		32.58	8.83
成果物量当りの工数の中央値	要件定義書ページ当りの要件定義工数 (人時/ページ)	基本設計書ページ当りの基本設計工数 (人時/ページ)	詳細設計書ページ当りの詳細設計工数 (人時/ページ)	KSLOC 当りの製作工数 (人時 /KSLOC)	結合テストケース当りの結合テスト工数 (人時/ケース)	結合テストケース当りの総合テスト工数 (人時/ケース)
人時→	13.76	5.21	2.9	54.03	1.1	2.56
人日→	1.72	0.65	0.36	6.75	0.14	0.32
人月→	0.086	0.033	0.018	0.338	0.007	0.016

出典：ソフトウェア開発データ白書 2016-2017 をもとに人日、人月換算を追記

前述の生産性やケース数の統計値と若干異なるが、ほぼ近い値である。データ白書に記載がある通り(*3)、成果物量がわかっているとき、もしくは工数がわかっているときに、その逆の値を確認するときに使えるかもしれない。

おわりに

データ白書に記述してある通り、統計値の使い方には注意が必要である。(*4) 数値自体をそのまま適用せず、あくまでも参考値として扱い、そこに照らし合わせて自分のプロジェクトの特性を加味して、適用する定量数値を決めるべきであろう。とはいえ、このような統計値にあまり馴染みのない IT エンジニアには、まずはここに紹介した統計値を、自分のプロジェクトと実際に比較してみることをお勧めする。そこで興味をもった、もしくは疑問をもったならば、ぜひデータ白書自体を参照してみてほしい。当レポートで扱っていない情報が満載されている。そしてその情報を、ぜひ自分の現場プロジェクトに活かしてほしい。

さいごに、長年にわたりソフトウェア開発データ白書を発表している IPA、および関係各社、関係者の方々に深く感謝したい。筆者も一エンジニアとして同書を大いに活用させていただいています。

【著者略歴】 土屋 俊樹（つちや としき）

株式会社ハイマックス 第3事業本部第3部 シニアコンサルタント

主に大手流通小売業向けシステム開発にプロジェクトマネジャーとして従事。

近年はエンドユーザーシステム部員向けの人材育成研修の企画・講師も担当する。

情報処理技術者（ST、PM、AE、DB、SM、SC）。

参考文献、および脚注

- [1] 「ソフトウェア開発データ白書 2016-2017」 情報処理推進機構
<https://www.ipa.go.jp/sec/publish/tn12-002.html>
- [2] 同書 P75 図表 4-14-3 実績の評価（QCD）
- [3] 同書 P228 7.8 工程別の成果物量と工数 【備考】
- [4] 同書 P34 3.5 白書利用にあたっての注意事項

2016 年度 CIPF フォーラム役員および分科会メンバー

平林 元明 情報処理学会 CIPF フォーラム代表／（株）日立製作所 公共システム事業部 主管

（株）日立製作所にてオペレーティングシステムの開発および運用管理ミドルウェアの開発に従事。情報処理相互運用技術協会（INTAP）OSMIC 室長として各社運用管理ミドルウェアの連携を推進。内閣府・内閣官房情報化参与 CIO 補佐官（最高情報セキュリティアドバイザー）として政府情報システムの最適化を推進。総務省 CIO 補佐官連絡会議 情報技術 WG リーダ、経済産業省 文字情報基盤 推進委員会委員、（独）情報処理推進機構（IPA）TRM 検討 WG 主査、TRM 推進委員会 副委員長、文字情報基盤 運用検討 WG 委員長、調達におけるセキュリティ要件研究会委員等の政府関連委員会に参画し、静岡大学情報学部 客員教授など歴任。（一社）電子情報技術産業協会（JEITA）IT サービス調達政策専門委員会 委員長。

【幹事】

赤坂 亮 日本 IBM（株） グローバル・ビジネス・サービス事業本部 シニアマネージングコンサルタント

日本電気（株）にて大手製薬業向けのシステム企画・開発業務に従事。現在は、日本 IBM で製薬・ライフサイエンス事業を中心に医療ビッグデータ分析による価値共創や、サービス学における戦略立案支援技術の開発に取り組んでいる。企業 IT 力向上研究会・IT 人材の意識改革 WG 委員。慶應義塾大学・福澤諭吉記念文明塾 幹事。情報処理技術者（ST、AU、PM、SM、SA、DB、SC）、PMP。

畠山 卓久 富士通（株） サービスプラットフォーム戦略企画室

現在、富士通株式会社にて、ソフトウェアデリバリーサービスの企画、開発、運用に従事。

松田 信之 （株）中電シーティーアイ 取締役人財開発センター長

1982 年中部電力入社 新規事業を含めた様々な IT プロジェクトにかかわり、2011 年 7 月から執行役員情報システム部長、2014 年 7 月から中電シーティーアイ取締役人財開発センター長。高度情報処理技術者（IT ストラテジスト、プロジェクトマネジメント）。

岡田 克彦 日本電気（株） IT プラットフォーム事業部 技術エキスパート

日本電気（株）にてスーパーコンピュータのハードウェア開発、並びにコンピュータ・システムの企画・開発・運用サポートに従事。NEC 技術士会・会長。日本技術士会・神奈川県支部では支援委員として活動中。高度情報処理技術者（IT ストラテジスト、情報セキュリティ・スペシャリスト）、技術士（情報工学）。

岡崎 四郎 住友電気情報システム（株） システムソリューション事業本部

チーフマネージャー

製造業のシステム企画、開発、プロジェクト管理に従事。2012 年以降、IoT によるものづくり革新のために生産技術と情報技術の連携、融合を進めている。情報処理技術者（AN、AU、PM、SA、DB）。

浜本 拓 （株）ラック IT プロフェッショナル統括本部

（株）ラックにて、主に金融業、サービス業のシステム開発案件にプロジェクトマネージャーとして参画。汎用系からオープン系、Web、モバイルと幅広く経験。

2015 年よりプロジェクト監査、人材育成に従事。情報処理技術者（PM）。

赤根 大吾 （株）デジタルフィールド 取締役

（株）デジタルフィールドにて、ソフトウェア開発インフラの構築、継続的インテグレーションの導入に従事。社内では人材育成、CISO を担当。情報処理技術者（SV、PM、NW、ST）。

鶴澤 亨 （株）日立製作所 アプリケーションサービス事業部

主に官公庁のオープン系システム開発から運用管理、アプリケーション生産技術、フレームワーク開発などに従事。近年は人材育成、技術情報輸出管理などを担当。情報処理技術者（PM、SM、AE、NW、SU）。

三宅 博文 NECソリューションイノベータ（株） 第一組込ソリューション事業部
上級プロフェッショナル

日本電気（株）及びNECソリューションイノベータ（株）にて携帯電話など組込製品の設計、開発に従事

【アニュアルレポート担当】

土屋 俊樹 （株）ハイマックス シニアコンサルタント

主に大手流通小売業向けシステム開発に統括プロジェクトマネージャーとして従事。近年はエンドユーザーシステム部員向けの人材育成研修の企画・講師も担当する。情報処理技術者（ST、PM、AE、DB、SM、SC）。

【賛助会員】

旭 寛治 一般社団法人情報処理学会

林 雅弘 一般社団法人情報処理学会

【人材育成分科会/JUAS 実践的IT人材の評価・育成研究会】

松田信之(コーディネータ) （株）中電シーティーアイ

鈴木 忠之 ソフトバンク株式会社

赤根 大吾 デジタルフィールド

五十嵐 智生 株式会社野村総合研究所

岡崎 四郎 住友電気情報システム(株)

松田 行正 住友電気情報システム(株)

増田 和也 住友電気情報システム(株)

水野 剛 （株）中電シーティーアイ

【社会価値創造分科会/JUAS 潜在的ニーズを持つサービスの社会価値創出の研究会】

赤坂 亮(コーディネータ) 日本 IBM (株)

岡田 克彦(コーディネータ) 日本電気株式会社

平林 元明 （株）日立製作所

畠山 卓久 富士通（株）

荒木 岳文 （株）中電シーティーアイ

浜本 拓 （株）ラック

鶴澤 亨 （株）日立製作所

土屋 俊樹 （株）ハイマックス

表紙絵 古澤優子 「想い出」

1968 埼玉県生まれ

1988 東京芸術大学美術学部日本画専攻卒業 安宅賞受賞

1992 東京芸術大学美術研究科修士課程絵画専攻日本画修了

2002 上野の森美術館大賞展 一次賞候補

第2回トリエンナーレ豊橋 星野真吾賞展

2006 第17回臥龍桜大賞展（岐阜県美術館、他）

2007 「福」屏風展 SAKURA FESTIVAL(サンフランシスコ)

第18回臥龍桜大賞展（岐阜県美術館、他）

その他、多数

（ハイマックス 土屋俊樹氏推薦）



関連 Web サイト

CITP

○情報処理学会認定情報技術者制度

<http://www.ipsj.or.jp/citp.html>

○情報処理学会 CITP フォーラム

<http://www.ipsj.or.jp/it-forum/CITP.html>

○CITP コミュニティ

<https://citpblog.wordpress.com/>

一般社団法人 日本情報システム・ユーザー協会（JUAS）

○JUAS HomePage

<http://www.juas.or.jp/>

○JUAS 活動紹介（研究会活動）

<http://www.juas.or.jp/activities/members/>