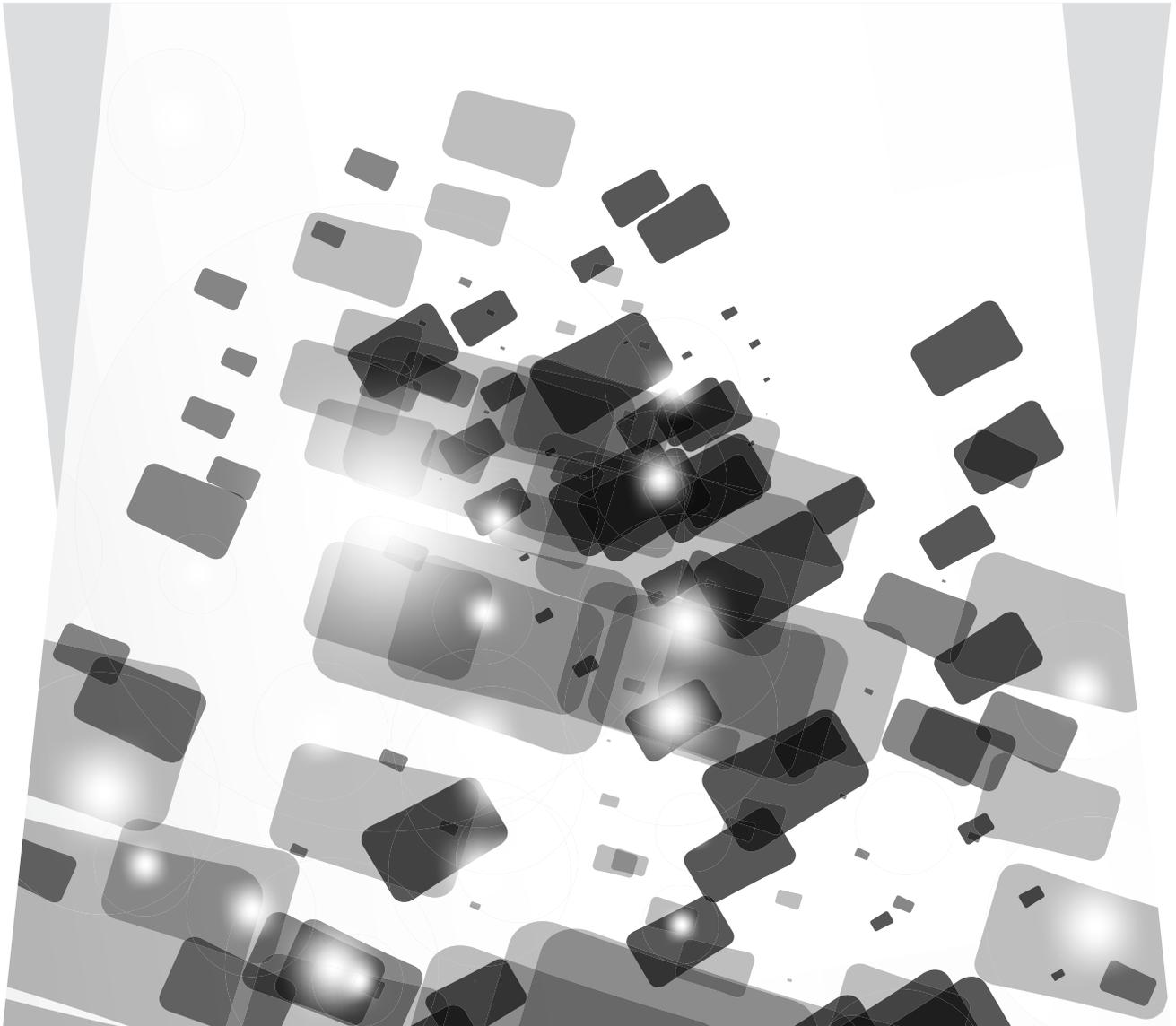


平成30年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」

人材ニーズ調査報告書



情報分野のための機動的な産学連携体制の構築と効果的な教育体制・手法の検証事業

平成30年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」

人材ニーズ調査報告書

目次

今後のICT中核人材に求められる資質に関する調査

－IT企業向けアンケート調査による分析を通して－

調査の概要	1
第1章 情報システム開発分野で活躍するIT人材に求められる資質	2
第2章 AIやビッグデータ分野で活躍するIT人材に求められる資質 ...	24
第3章 情報セキュリティ分野で活躍するIT人材に求められる資質 ...	51

今後のICT中核人材に求められる資質に関する調査

－IT企業向けアンケート調査による分析を通して－

調査の概要

本調査は、平成30年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の中、情報分野のための機動的な産学連携体制の構築と効果的な教育体制・手法の検証事業（二年目）として一般社団法人全国専門学校情報教育協会によって行われたものである。

本調査の主な目的は、次の3つである。

1. 情報システム開発分野で活躍するIT人材に求められる資質
2. AIやビッグデータ分野で活躍するIT人材に求められる資質
3. 情報セキュリティ分野で活躍するIT人材に求められる資質

それぞれに対してIT企業側の現在と5年後の重要度認識の傾向に注目する形でアンケート調査が行われた。

アンケートは、平成30年10月18日から11月9日の間に、一般社団法人東京都情報産業協会や一般社団法人神奈川県情報サービス産業協会、特定非営利活動法人日本ネットワークセキュリティ協会、一般社団法人日本スマートフォンセキュリティ協会に加盟中のIT企業、合計685社に送付され、そのうち49社（回答率7.1%）から回答が得られた。今回の調査ではユーザー企業は含まれていない。

第1章 情報システム開発分野で活躍するIT人材に求められる資質

1. 主力事業と今後の計画

現在の主力事業内容（複数該当する場合、売上高1位から3位までを選択）について聞いたところ、システム受託開発事業とする企業が40社で最も多く、技術者などの人材派遣事業が35社、パッケージソフトウェア開発・提供関連事業が21社という順で並び、多くのIT企業において上記の3つの事業が売上高上位となっていることがわかった。

最近、関心が高まっている組込みソフトウェア開発事業（16社）やインターネット・Web関連サービス、モバイルアプリの開発・提供（15社）が主力事業となっている企業も3割以上となっており、徐々に事業構造の変化が起きている。

一方、情報セキュリティ事業（10社）やIoT、ビッグデータ、AI関連サービスの開発・提供事業（8社）が主力となっている企業も15%以上を占めており、既に最先端IT分野に進出し成果を上げている企業も現れていることが分かる。

図表1-1 現在の事業と5年後の計画（無回答を除く）

	現在の事業	5年後まで縮小を検討中の事業	5年後まで新たに導入を検討中の事業
1. 業務改革・システムコンサルティング・IT投資評価、システム監査	6	1	7
2. システム受託開発	40	2	2
3. 組込みソフトウェア開発	16	2	2
4. 技術者などの人材派遣、提供	35	9	0
5. パッケージソフトウェア開発・提供関連など	21	0	5
6. インターネット・Web関連サービス、モバイルアプリの開発・提供	15	0	8
7. IoT、ビッグデータ、AI関連サービスの開発・提供	8	1	19
8. IDCサービス（ハウジング、ホスティング等）、その他運用サービスなど	4	1	2
9. ビジネスプロセスアウトソーシング（コールセンター運営、データ入力などを含む）	1	0	0
10. 情報セキュリティ	10	0	2

出典：本調査の結果をもとに筆者が作成

そのほか、業務改革・システムコンサルティング・IT投資評価事業が主力となっている企業が6社、システム監査事業やIDCサービス（ハウジング、ホスティング等）は4社、その他運用サービスなど、ビジネスプロセスアウトソーシング（コールセンター運営、データ入力などを含む）事業が1社という結果が得られた。

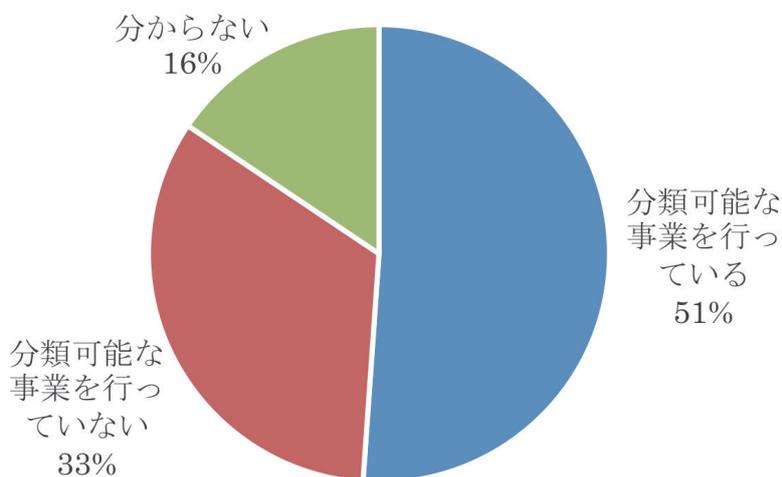
また、5年後まで縮小、あるいは導入を検討中の事業について聞いたところ、技術者などの派遣事業の縮小を検討中の企業が9社（5年後の導入を検討している企業は0社）で、付加価値の低い事業を中心に事業のリストラが始まっていることが分かる。

今後成長が著しいと期待されているIoTやビッグデータ、AI関連サービスの開発・提供事業の導入を検討中の企業が19社（39%）もあり、やはり現場の関心がヒートアップしていることがわかる。インターネット・Web関連サービス、モバイル・アプリの開発・提供事業についても導入を検討中の企業も8社（16%）があり、スマートフォン関連事業が今後さらに増えていく可能性が高いという点も注目される。

2. 情報システムの開発スタイル

IT企業における情報システムの開発スタイルについて聞いたところ、次のような結果が得られた。本調査では、情報システムの開発スタイルをウォーターフォール型開発とアジャイル型開発に分類した。前者は、ユーザー企業の既存事業の効率化やコスト削減を目的としたIT活用/要件定義が明確、確実性を重視するような開発スタイルである。后者は、ユーザー企業の事業の価値創造を目的としたIT活用/要件が不確実、スピード感を重視するような開発スタイルである。

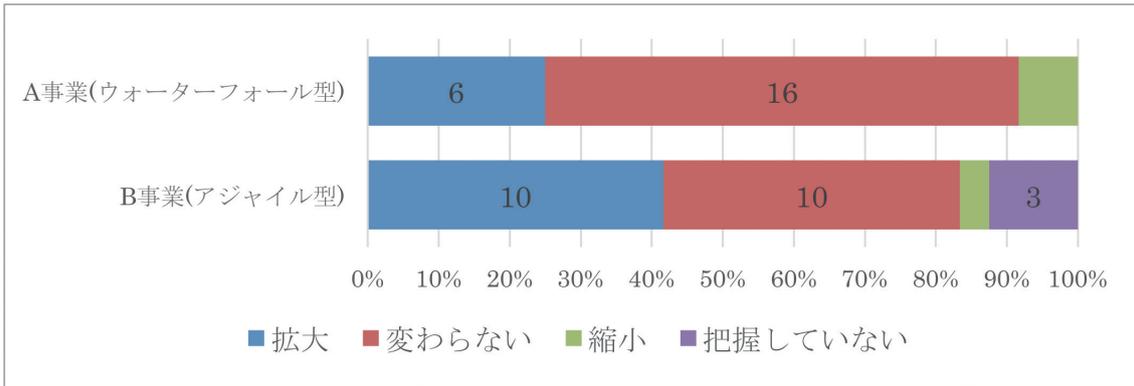
図表1-2 両者の分類が可能な事業を行っている企業の状況（無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに筆者が作成

調査の結果、まず両方が分類可能な事業を行っている企業は23社（51%）で、分類可能な事業を行っていない企業は15社（33%）となっており、半数ほどの企業がウォーターフォール開発とアジャイル開発の違いを明確に認識した形で事業を展開していることがわかった。

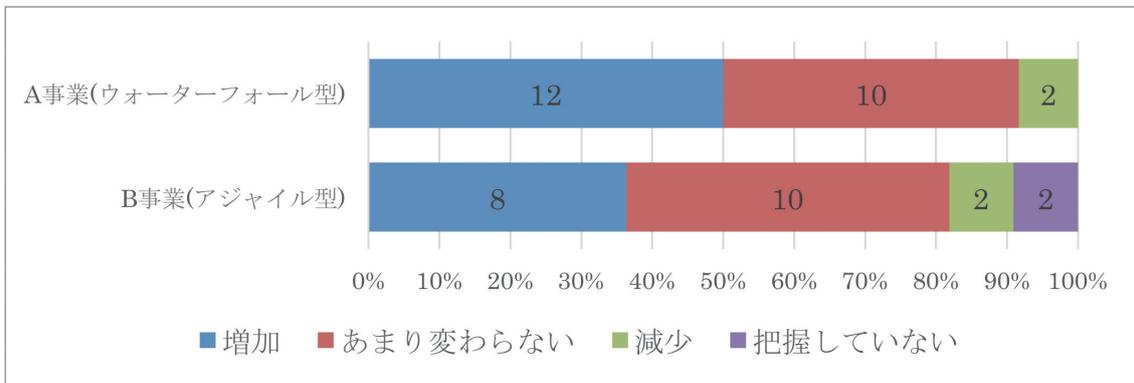
図表1-3 両事業の拡大・縮小傾向（無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに筆者が作成

両事業の拡大・縮小傾向について聞いたところ、ウォーターフォール型で情報システムを開発する事業が拡大傾向にあると答えた企業が6社で、変わらないと答えた企業が16社となっており、五輪開催に伴う大規模情報システム開発のニーズに備えての対策を検討中の企業が一部存在しているように見える。一方、アジャイル型で情報システムを開発する事業の中で拡大傾向にあると答えた企業は10社で、変わらないと答えた企業も10社という結果となった。

図表1-4 IT人材数の増減（無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに筆者が作成

この結果は、上記の図表1-1で示された「インターネット・Web関連サービス、モバイルアプリの開発・提供事業」において5年後に導入を検討中の企業が8社もある結果と相通じる面があり、モバイルアプリのほとんどがスピードの要求されるアジャイル型開発によって行われている現状と深く関わっていると思われる。

両事業にかかわるIT人材数の変化について聞いたところ、ウォーターフォール型事業に

かかわる人材数が増えるだろうと答えた企業は12社で、あまり変わらないと答えた企業は10社であった。一方、アジャイル型事業にかかわる人材数が増えると答えた企業は8社で、あまり変わらないと答えた企業は10社となった。両方において人材のニーズを感じている企業がかなり存在していることが分かる。

3. IT人材のニーズ

(1) IT人材の資質の変化

本調査では、IT人材白書 (IPA、2018.4、p.45) の「IT人材に求められる質」として取り上げられた要因 (14項目) をもとに、現在と5年後のIT人材に求められる資質の変化について調べた (図表1-5)。

現在と5年後のIT人材に求められる資質の変化を分析するには、項目ごとに現在と5年後の重要度における変化がポイントになる。そのような認識から本調査では、次のような方法で重要傾向の分析を行う。

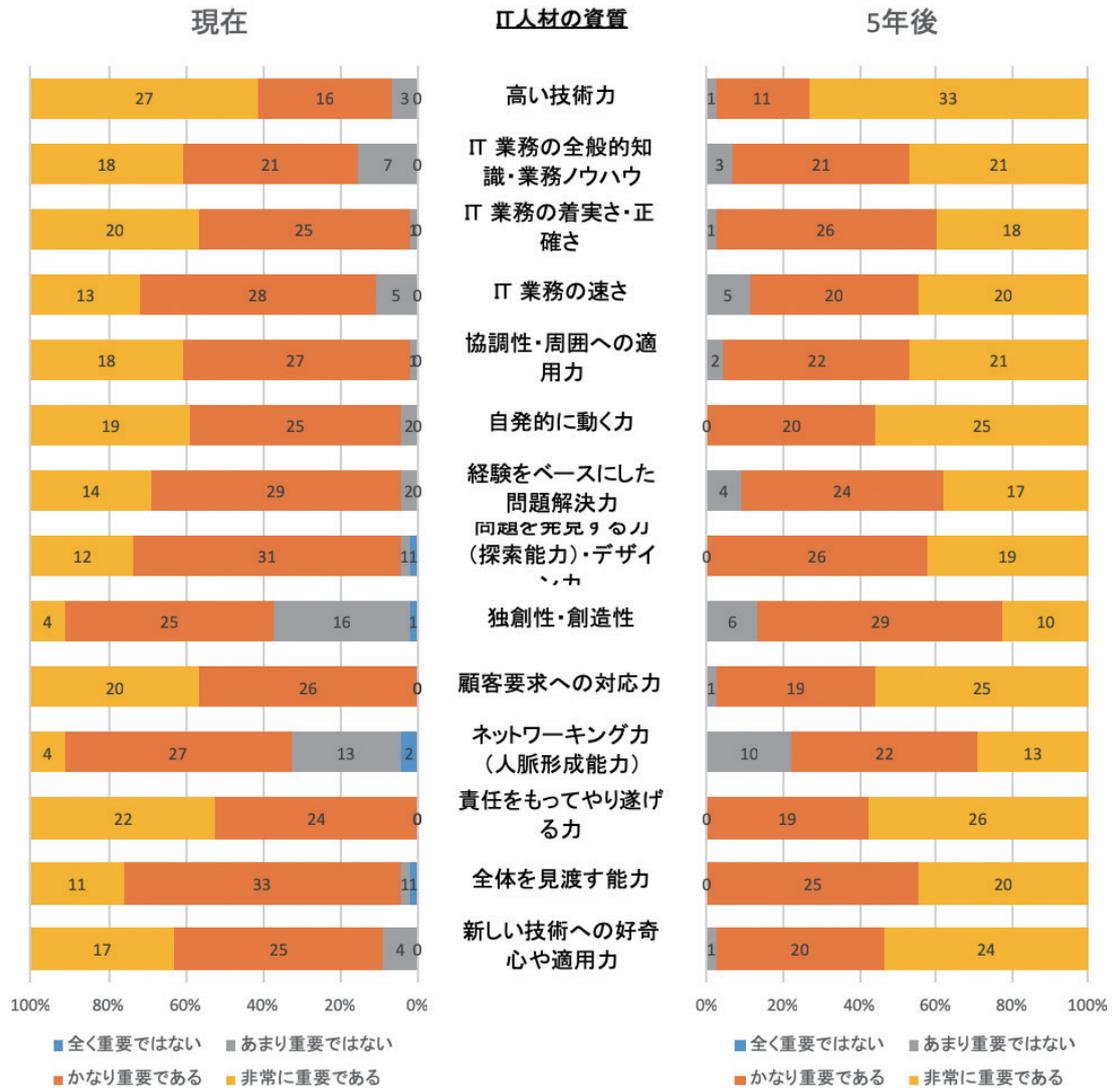
- ・重要度傾向A：(5年後：かなり重要である＋非常に重要である)－(現在：かなり重要である＋非常に重要である)
- ・重要度傾向B：(5年後：非常に重要である)－(現在：非常に重要である)

重要度傾向A (図表1-6) は、各項目に対して企業側が現在と5年後「かなり重要である」と答えた割合と、「非常に重要である」と答えた割合の合計値の変化を示すものである。一方、重要度傾向B (図表1-7) は、各項目に対して企業側が現在と5年後「非常に重要である」と答えた割合の変化を示すものであり、重要度傾向Aより重要度傾向Bのほうが重要度の傾向を厳密に捉えることができる。

各項目に対する企業側の現在と5年後の認識については、図表1-5のとおりである。

IT人材の資質のうち、現在と5年後との間で重要度の認識において変化が最も見られたのは、「独創性・創造性」(23.6%増)であり、次にネットワーク力(10.4%増)、IT業務の全般的知識・業務ノウハウ(8.6%増)、新しい技術への好奇心や適応力(6.5%)が続いている。ところが、「経験をベースにした問題解決力」(4.4%減)や「協調性・周囲への適応力」(2.3%減)、「顧客要求への適応力」(2.2%減)となり、これまでの重視されてきたIT人材の資質において今後、重要な変化が起こることが推察される。

図表1-5 IT人材に求められる資質の変化（無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに筆者が作成

一方、「非常に重要である」という側面から現在と5年後との間で重要度の変化をみると、「全体を見渡す力」（20.5%増）や「ネットワーキング力」（20.2%増）においてかなり大きな増加傾向がみられる。ところが、「IT業務の着実さ・正確さ」は3.5%減となっており、唯一減少傾向がみられる。これは今後、AIなどによるIT業務の自動化の流れを想定すると納得の行く結果ともいえる。

図表1-6 IT人材の資質の重要度傾向A（無回答を除く）

IT人材の資質	現在 (かなり重要+非常に重要)	5年後 (かなり重要+非常に重要)	増減分
高い技術力	93.5%	97.8%	4.3%
IT 業務の全般的知識・業務ノウハウ	84.8%	93.3%	8.6%
IT 業務の着実さ・正確さ	97.8%	97.8%	0.0%
IT 業務の速さ	89.1%	88.9%	-0.2%
協調性・周囲への適用力	97.8%	95.6%	-2.3%
自発的に動く力	95.7%	100.0%	4.3%
経験をベースにした問題解決力	95.6%	91.1%	-4.4%
問題を発見する力(探索能力)・デザイン力	95.6%	100.0%	4.4%
独創性・創造性	63.0%	86.7%	23.6%
顧客要求への対応力	100.0%	97.8%	-2.2%
ネットワーキング力(人脈形成能力)	67.4%	77.8%	10.4%
責任をもってやり遂げる力	100.0%	100.0%	0.0%
全体を見渡す能力	95.7%	100.0%	4.3%
新しい技術への好奇心や適用力	91.3%	97.8%	6.5%

出典：本調査の結果をもとに筆者が作成

図表1-7 IT人材の資質の重要度傾向B（無回答を除く）

IT人材スキル	現在 (非常に重要)	5年後 (非常に重要)	増減分
高い技術力	58.7%	73.3%	14.6%
IT 業務の全般的知識・業務ノウハウ	39.1%	46.7%	7.5%
IT 業務の着実さ・正確さ	43.5%	40.0%	-3.5%
IT 業務の速さ	28.3%	44.4%	16.2%
協調性・周囲への適応力	39.1%	46.7%	7.5%
自発的に動く力	41.3%	55.6%	14.3%
経験をベースにした問題解決力	31.1%	37.8%	6.7%
問題を発見する力(探索能力)・デザイン力	26.7%	42.2%	15.6%
独創性・創造性	8.7%	22.2%	13.5%
顧客要求への対応力	43.5%	55.6%	12.1%
ネットワーキング力(人脈形成能力)	8.7%	28.9%	20.2%
責任をもってやり遂げる力	47.8%	57.8%	10.0%
全体を見渡す能力	23.9%	44.4%	20.5%
新しい技術への好奇心や適用力	37.0%	53.3%	16.4%

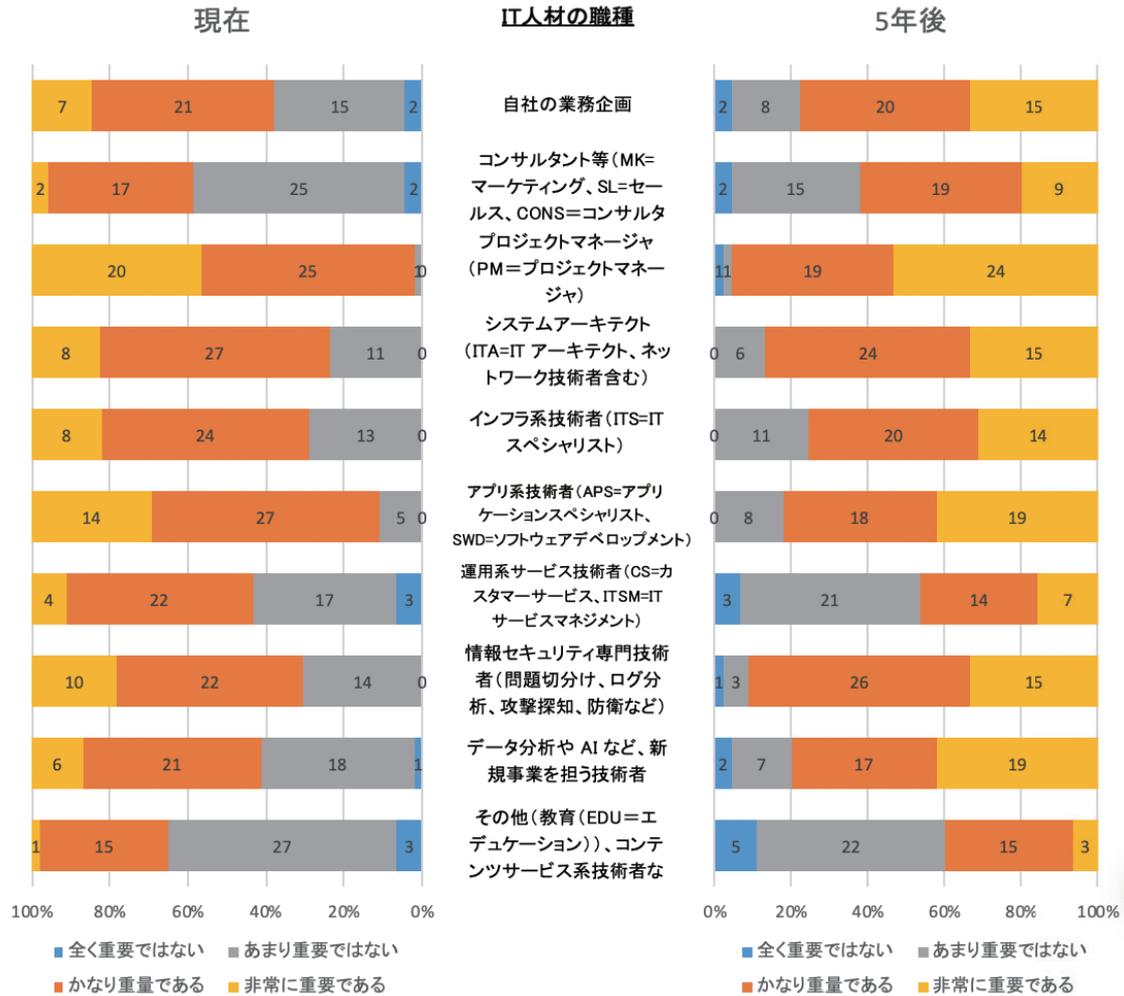
出典：本調査の結果をもとに筆者が作成

(2) IT人材職種の変化

IT人材白書 (IPA、2018.4、p.16) の「IT人材職種」の分類に従い、10項目のIT人材の職種に対して現在と5年後の変化について企業側の認識を調べた (図表1-8)。

各職種に対する企業側の現在と5年後の認識については図表1-8のとおりである。

図表1-8 IT人材職種の变化 (無回答を除く)



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

上記の図表1-6と同様のやり方で、重要度傾向Aをみると、IT人材職種のうち、現在と5年後との間で重要度の認識において変化が最も見られたのは、「情報セキュリティ専門技術者」(21.5%増)であり、続いて「データ分析やAIなど、新規事業を担う技術者」(21.3%増)やコンサルタント等(20.9%増)、自社の業務企画(15.6%増)においてもかなり需要が高まる傾向がみられた。

図表1-9 IT人材職種の重要度傾向A（無回答を除く）

	現在 (非常に重要+かなり重要)	5年後 (非常に重要+かなり重要)	増減分
自社の業務企画	62.2%	77.8%	15.6%
コンサルタント等 (MK=マーケティング、SL=セールス、CONS=コンサルタント)	41.3%	62.2%	20.9%
プロジェクトマネージャ (PM=プロジェクトマネージャ)	97.8%	95.6%	-2.3%
システムアーキテクト (ITA=IT アーキテクト、ネットワーク技術者含む)	76.1%	86.7%	10.6%
インフラ系技術者 (ITS=IT スペシャリスト)	71.1%	75.6%	4.4%
アプリ系技術者 (APS=アプリケーションスペシャリスト、SWD=ソフトウェア開発)	89.1%	82.2%	-6.9%
運用系サービス技術者 (CS=カスタマーサービス、ITSM=IT サービス管理)	56.5%	46.7%	-9.9%
情報セキュリティ専門技術者 (問題切分け、ログ分析、攻撃探知、防衛など)	69.6%	91.1%	21.5%
データ分析や AI など、新規事業を担う技術者	58.7%	80.0%	21.3%
その他 (教育 (EDU=エデュケーション)、コンテンツサービス系技術者など)	34.8%	40.0%	5.2%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

今後付加価値を生み出し難いとされている運用系サービス技術者 (CS=カスタマーサービス、ITSM=IT サービス管理) (9.9%減) やアプリ系技術者 (6.9%減) においては、減少傾向がみられた。ITシステムのメンテナンスやシステム開発など、AIにより自動化されやすいIT業務を中心に、企業側のIT人材職種のニーズが減少していくことが推察される。

一方、「非常に重要である」という側面から現在と5年後との間で重要度の変化をみると、情報セキュリティ専門技術者 (21.5%増) や自社の業務企画 (17.8%) は上記と同様の結果がみられたが、システムアーキテクト (ITA=ITアーキテクト、ネットワーク技術者含む) (15.9%) やコンサルタント等 (MK=マーケティング、SL=セールス、CONS=コンサルタント) (15.7%) の重要度も依然として続くことがわかった (図表1-10)。これは、上記の大規模ITシステム開発にかかわるIT人材数の増加を検討中の企業が10社 (約2割) も存在した結果と相通じる (図表1-4) 結果である。

図表1-10 IT人材職種の重要度傾向B（（無回答を除く））

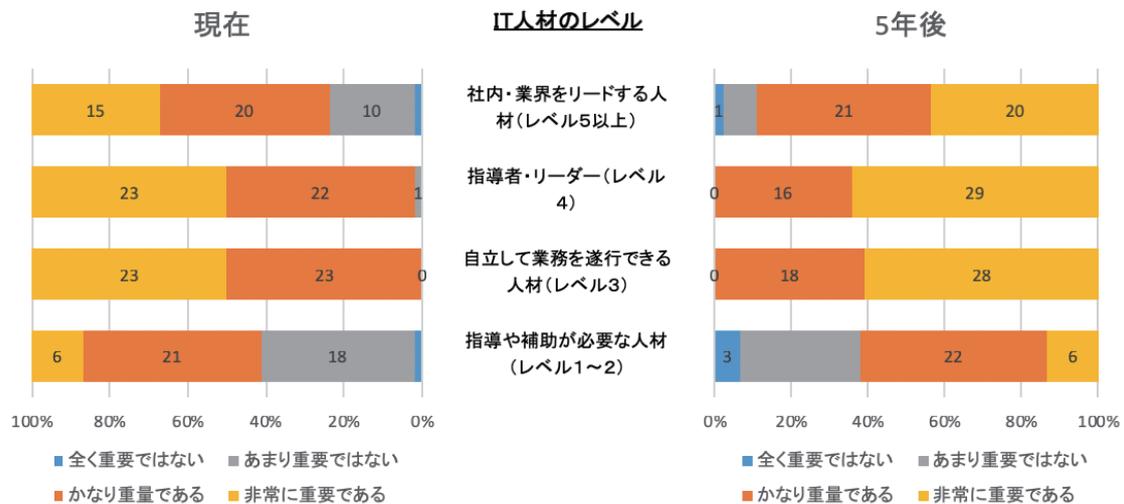
	現在 (かなり重要)	5年後 (かなり重要)	増減分
自社の業務企画	15.6%	33.3%	17.8%
コンサルタント等 (MK=マーケティング、SL=セールス、CONS=コンサルタント)	4.3%	20.0%	15.7%
プロジェクトマネージャ (PM=プロジェクトマネージャ)	43.5%	53.3%	9.9%
システムアーキテクト (ITA=ITアーキテクト、ネットワーク技術者含む)	17.4%	33.3%	15.9%
インフラ系技術者 (ITS=IT スペシャリスト)	17.8%	31.1%	13.3%
アプリ系技術者 (APS=アプリケーションスペシャリスト、SWD=ソフトウェア開発)	30.4%	42.2%	11.8%
運用系サービス技術者 (CS=カスタマーサービス、ITSM=IT サービス管理)	8.7%	15.6%	6.9%
情報セキュリティ専門技術者 (問題切分け、ログ分析、攻撃探知、防衛など)	21.7%	33.3%	11.6%
データ分析や AI など、新規事業を担う技術者	13.0%	42.2%	29.2%
その他 (教育 (EDU=エデュケーション)、コンテンツサービス系技術者など)	2.2%	6.7%	4.5%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

(3) IT人材のレベルの変化

IT人材白書 (IPA、2018.4、p.107) の「IT人材のレベル」の分類に従い、4項目のIT人材のレベルに対して現在と5年後の変化について企業側の認識を調べた (図表1-11)。

図表1-11 IT人材のレベルの変化（無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

各職種に対する企業側の現在と5年後の認識については図表1-11のとおりである。

上記の図表 1-6と同様のやり方で、重要度傾向Aをみると、「社内・業界をリードする人材（レベル5以上）」（13%増）の増加傾向が目立ち、他の人材のレベルにおける変化はさほどみられなかった。

図表1-12 IT人材のレベルの重要度傾向A（無回答を除く）

	現在 (非常に重要+かなり重要)	5年後 (非常に重要+かなり重要)	増減分
社内・業界をリードする人材（レベル5以上）	76.1%	89.1%	13.0%
指導者・リーダー（レベル4）	97.8%	100.0%	2.2%
自立して業務を遂行できる人材（レベル3）	100.0%	100.0%	0.0%
指導や補助が必要な人材（レベル1～2）	58.7%	62.2%	3.5%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

一方、「非常に重要である」という側面から現在と5年後との間で重要度の変化をみると、「指導や補助が必要な人材（レベル1～2）」を除いて、「指導者・リーダー（レベル4）」（14.4%増）や「自立して業務を遂行できる人材（レベル3）」（10.9%増）、「社内・業界をリードする人材（レベル5以上）」（10.9%増）という結果となり、このようなレベルのIT人材のニーズが今後高まっていく傾向になることが推察できる。

図表1-13 IT人材のレベルの重要度傾向B（無回答を除く）

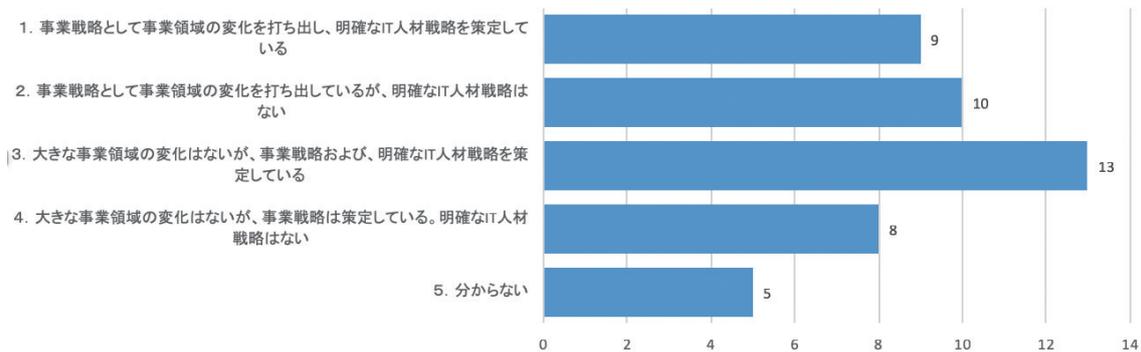
	現在 (非常に重要)	5年後 (非常に重要)	増減分
社内・業界をリードする人材（レベル5以上）	32.6%	43.5%	10.9%
指導者・リーダー（レベル4）	50.0%	64.4%	14.4%
自立して業務を遂行できる人材（レベル3）	50.0%	60.9%	10.9%
指導や補助が必要な人材（レベル1～2）	13.0%	13.3%	0.3%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

4. 事業戦略とIT人材戦略の整合性

今後、IT人材戦略の立案の際に、事業戦略との整合性は益々重要になっていると思われる。その意味で、両者の整合性の確保はとても重要な意味を持つ。

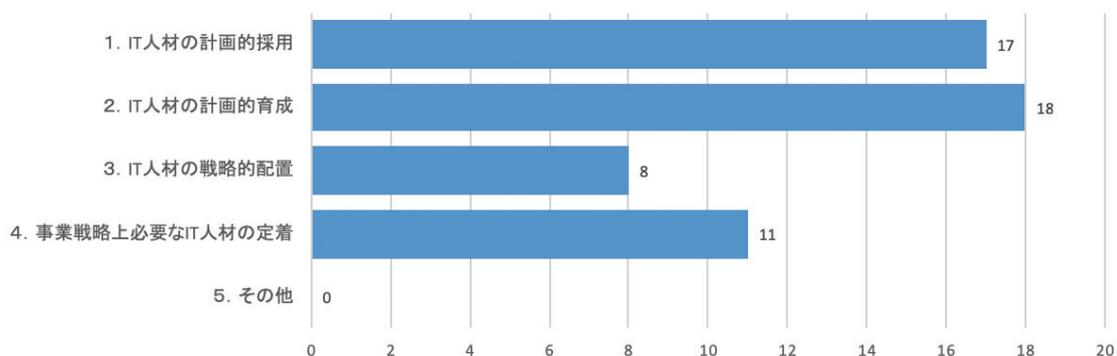
図表1-14 事業戦略とIT人材戦略の整合性（無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

調査対象の企業に両者の整合性について聞いてみたところ、最も多かった回答が「大きな事業領域の変化はないが、事業戦略および、明確なIT人材戦略を策定している」（13社）で約三割に上った。「事業戦略として事業領域の変化を打ち出しているが、明確なIT人材戦略はない」と答えた企業が10社（22%）も出ており、IT人材の確保から育成などを長期的計画のもと実行していない企業がかなり存在することがわかる。

図表1-15 IT人材戦略として行っていること（複数回答可、無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

一方、「事業戦略として事業領域の変化を打ち出し、明確なIT人材戦略を策定している」と答えた企業が9社（20%）もあり、その企業ではきちんとした事業戦略の実現に向けてIT人材戦略が策定されていることがわかった。

次にIT人材戦略として具体的に行っていることについて聞いたところ、「IT人材の計画的育成」（18社）や「IT人材の計画的採用」（17社）を行っている企業が多いことがわかった。一方、「事業戦略上必要な人材の定着」を実施している企業が11社になっており、上記の「事業戦略として事業領域の変化を打ち出し、明確なIT人材戦略を策定している」と答えた企業が9社（20%）という結果と相通じる結果といえる。

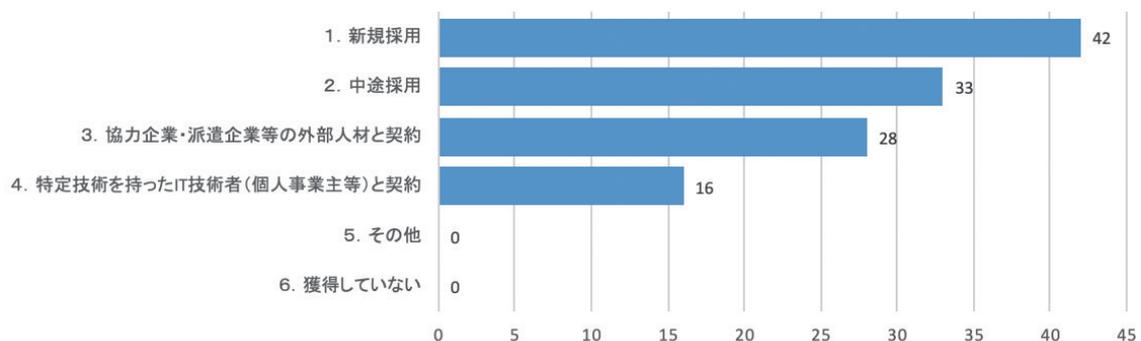
5. IT人材の獲得

(1) IT人材の獲得方法

過去1年間で、IT人材を獲得するために行ったものについて聞いたところ、「新規採用」（42社）、「中途採用」（33社）、「協力企業・派遣企業等の外部人材と契約」（28社）、「特定技術を持ったIT技術者（個人事業主等）と契約」（16社）というような結果が得られた。この中で、上位の3つの方法、つまり新規採用や中途採用、そして協力企業・派遣企業からの人材獲得は、従来からのやり方といえるが、特定技術を持ったIT技術者と契約という方法を通して人材を獲得できた企業が16社もあることに注目する必要がある。

昨今、多くの業界において不特定多数から経営資源を調達するクラウドソーシングが注目されているが、IT業界においても必要な人材のスキルを必要な時期に必要な分だけ活用することで、より柔軟なIT人材戦略の運用ができるようになっていける。そのような意味で特定技術を持ったIT技術者との契約から自社のITスキルを調達するやり方は、今後益々支持されていくと思われる。

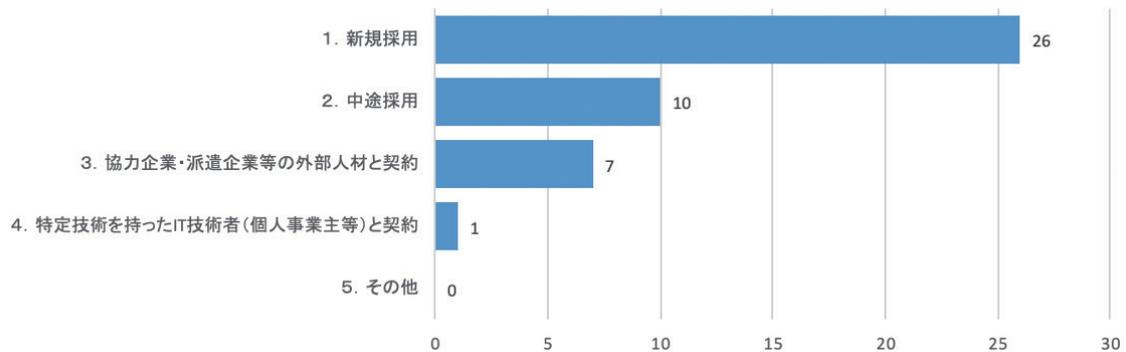
図表1-16 IT人材の獲得方法（複数回答可、無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

一方、最も多く人材確保できたIT獲得方法について聞いたところ、予想どおり新規採用(26社)、中途採用(10社)、協力企業・派遣企業等の外部人材と契約(7社)、特定技術を持ったIT技術者と契約(1社)という結果となった。

図表1-17 最も多く人材確保できたIT人材の獲得方法(無回答を除く)



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

(2) IT人材の獲得すべき知識

IT人材白書(IPA、2018.4、p.110)の「情報系学部・学科の出身者からの新卒IT人材が習得すべき知識」に従い、下記の10項目について現在と5年後の変化について企業側の認識を聞いてみた(図表1-18)。

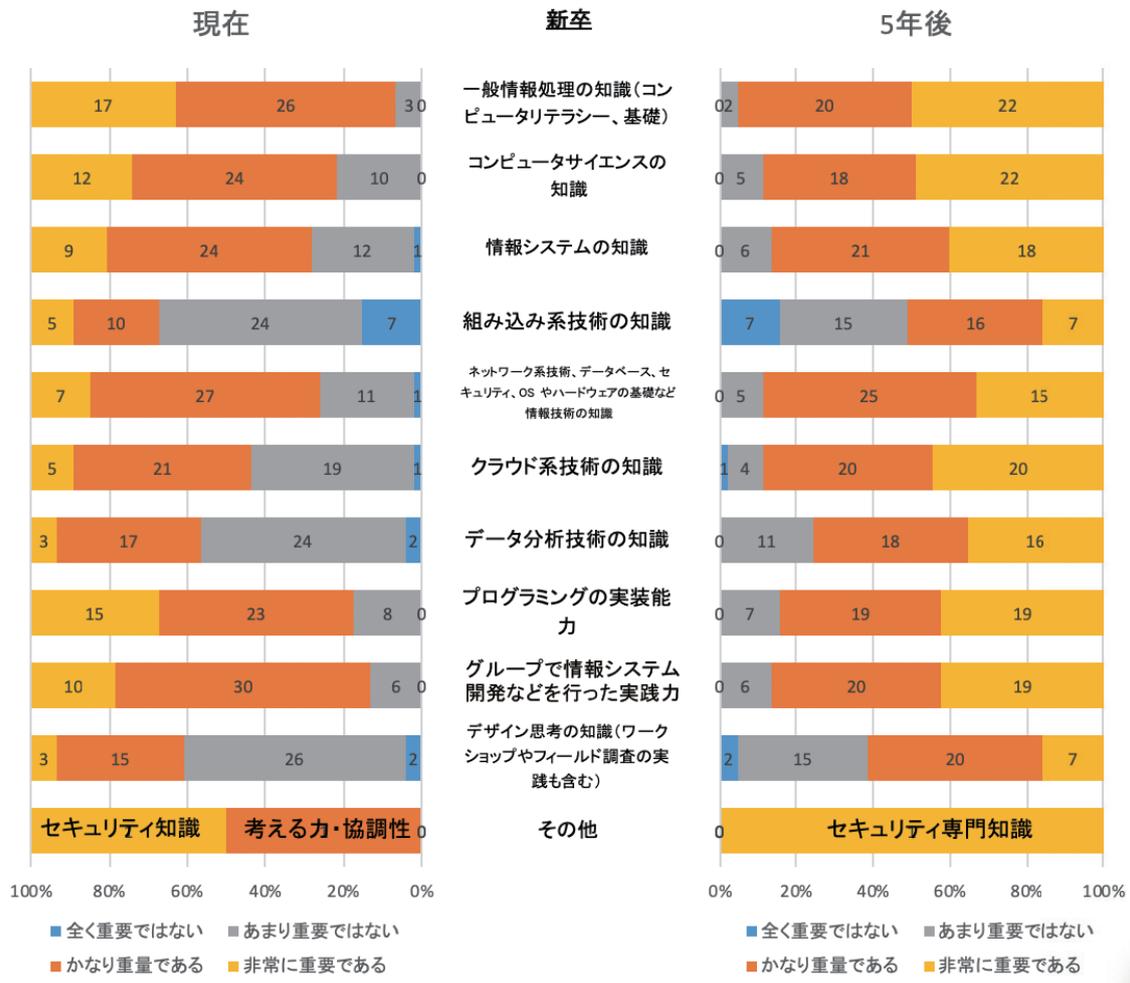
各項目に対する企業側の現在と5年後の認識については図表1-18のとおりである。

上記の図表1-6と同様のやり方で、重要度傾向Aをしてみると、クラウド系技術の知識(32.4%増)やデータ分析技術の知識(32.1%増)が他の項目を大きく上回って重要度の増加傾向がみられる。これは今後、情報システムの構築の際にビッグデータやIoT基盤のシステム設計が重要となっていくという予測によるものと考えられる。

一般情報処理の知識(コンピュータリテラシー、プログラミング基礎、情報システム、システム作成など)やプログラムの実装能力は「かなり重要である」と「非常に重要である」と答えた企業がそれぞれ9割と8割を超えており、その重要性の認識は今後も、変わることがないという点も確認できた。

一方、「非常に重要である」という側面から現在と5年後との間で重要度の変化をみると、上記と同様に「クラウド系技術の知識」(33.6%増)や「データ分析技術の知識」(29.0%増)、「コンピュータサイエンスの知識(データ構造とアルゴリズムや計算の概念など)」(22.8%増)が上位を占めるという結果が得られた。

図表1-18 「情報系学科出身者」からの新卒IT人材が習得すべき知識（無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

図表1-19 新卒IT人材が習得すべき知識の重要度傾向A

	現在 (かなり重要+非常に重要)	5年後 (かなり重要+非常に重要)	増減分
一般情報処理の知識(コンピュタリテラシー、プログラミング基礎、情報システム、システム作成など)	93.5%	95.5%	2.0%
コンピュータサイエンスの知識(データ構造とアルゴリズムや計算の概念など)	78.3%	88.9%	10.6%
情報システムの知識(情報システムの企画、設計、情報技術を用いた解決手法など)	71.7%	86.7%	14.9%
組み込み系技術の知識	32.6%	51.1%	18.5%
ネットワーク系技術、データベース、セキュリティ、OSやハードウェアの基礎など情報技術の知識	73.9%	88.9%	15.0%
クラウド系技術の知識	56.5%	88.9%	32.4%
データ分析技術の知識	43.5%	75.6%	32.1%
プログラミングの実装能力	82.6%	84.4%	1.8%
グループで情報システム開発などを行った実践力	87.0%	86.7%	-0.3%
デザイン思考の知識(ワークショップやフィールド調査の実践も含む)	39.1%	61.4%	22.2%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

図表1-20 新卒IT人材が習得すべき知識の重要度傾向B

	現在 (非常に重要)	5年後 (非常に重要)	増減分
一般情報処理の知識(コンピュタリテラシー、プログラミング基礎、情報システム、システム作成など)	37.0%	50.0%	13.0%
コンピュータサイエンスの知識(データ構造とアルゴリズムや計算の概念など)	26.1%	48.9%	22.8%
情報システムの知識(情報システムの企画、設計、情報技術を用いた解決手法など)	19.6%	40.0%	20.4%
組み込み系技術の知識	10.9%	15.6%	4.7%
ネットワーク系技術、データベース、セキュリティ、OSやハードウェアの基礎など情報技術の知識	15.2%	33.3%	18.1%
クラウド系技術の知識	10.9%	44.4%	33.6%
データ分析技術の知識	6.5%	35.6%	29.0%
プログラミングの実装能力	32.6%	42.2%	9.6%
グループで情報システム開発などを行った実践力	21.7%	42.2%	20.5%
デザイン思考の知識(ワークショップやフィールド調査の実践も含む)	6.5%	15.9%	9.4%

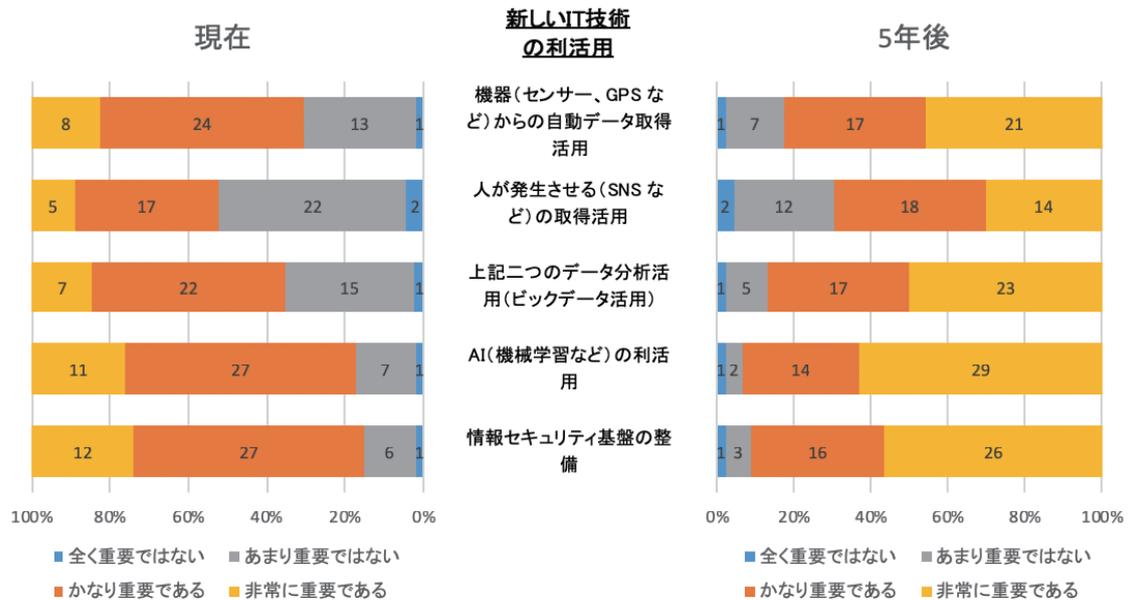
出典：本調査の結果をもとに著者が作成

6. 新たな変化への対応

(1) 変化への認識

IT技術の進展を企業側がどのように捉えているのかについて聞いたところ、企業側の現在と5年後の認識は以下のような結果となった(図表1-21)。

図表1-21 新しいIT技術の利活用に関する認識(無回答を除く)



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

このような結果に基づき上記の図表1-6と同様のやり方で重要度傾向Aをみると、「ビッグデータ活用」(22.5%増)、「人が発生させる(SNSなど)の取得活用」(21.7%増)、「機器(センサー、GPSなど)からの自動データ取得活用」(13.0%増)という項目が上位を占めており、ビッグデータやIoTの利活用についての関心が高まっている傾向がみられた。

一方、「非常に重要である」という側面から現在と5年後との間で重要度の変化をみると、「AI(機械学習など)の利活用」(39.1%増)、「ビッグデータ活用」(34.4%増)、「情報セキュリティ基盤の整備」(30.4%増)という結果となり、この場合においてもAIやビッグデータの利活用に重要度がかなり急速な増加傾向がみられる。

図表1-22 新しいIT技術の利活用の重要度傾向A

	現在 (かなり重要+非常に重要)	5年後 (かなり重要+非常に重要)	増減分
機器（センサー、GPS など）からの自動データ取得活用	69.6%	82.6%	13.0%
人が発生させる（SNS など）の取得活用	47.8%	69.6%	21.7%
上記二つのデータ分析活用（ビッグデータ活用）	64.4%	87.0%	22.5%
AI（機械学習など）の利活用	82.6%	93.5%	10.9%
情報セキュリティ基盤の整備	84.8%	91.3%	6.5%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

図表1-23 新しいIT技術の利活用の重要度傾向B

	現在 (非常に重要)	5年後 (非常に重要)	増減分
機器（センサー、GPS など）からの自動データ取得活用	17.4%	45.7%	28.3%
人が発生させる（SNS など）の取得活用	10.9%	30.4%	19.6%
上記二つのデータ分析活用（ビッグデータ活用）	15.6%	50.0%	34.4%
AI（機械学習など）の利活用	23.9%	63.0%	39.1%
情報セキュリティ基盤の整備	26.1%	56.5%	30.4%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

(2) 新技術利活用の推進方法

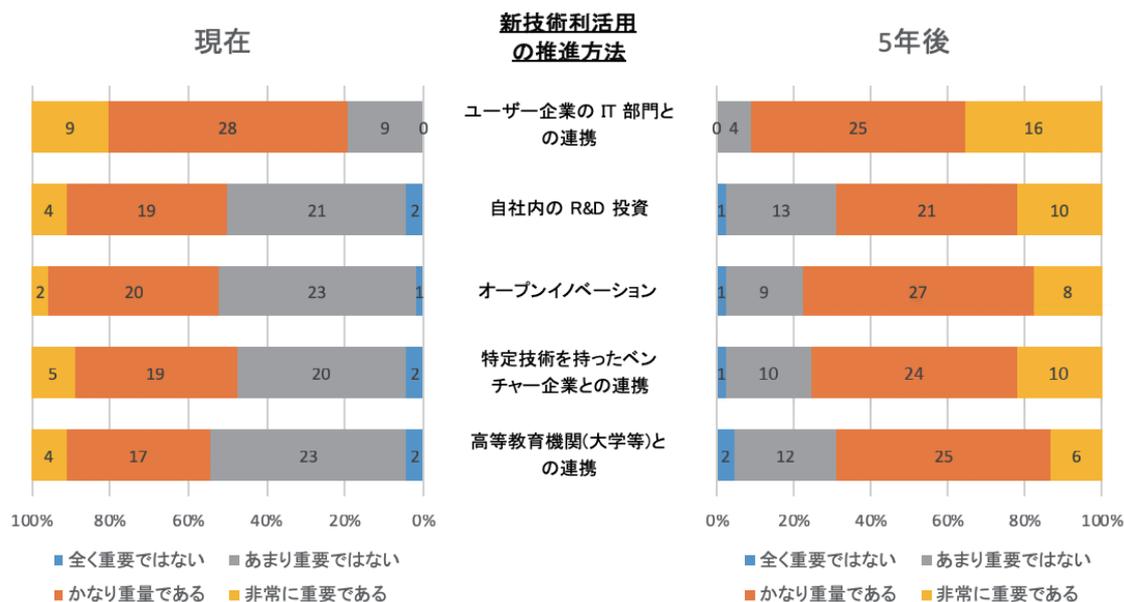
IoTやビッグデータ、AIなどの新技術利活用の推進方法について聞いたところ、企業側の現在と5年後の認識は以下のような結果となった（図表1-24）。

このような結果に基づき上記の図表1-6と同様のやり方で重要度傾向Aをみると、「オープンイノベーション」（30.0%増）、「特定技術を持ったベンチャー企業との連携」（23.4%増）、「高等教育機関（大学等）との連携」（23.2%増）などの項目において、重要度が増加傾向にあることがわかった。

一方、「非常に重要である」という側面から現在と5年後との間で重要度の変化をみると、「ユーザー企業のIT部門との連携」（16.0%増）、「自社内のR&D投資」（13.5%増）、「オープンイノベーション」（13.4%増）が上位を占めており、上記の重要度傾向Aとやや咬み合わないような結果がみられる。もう一つ、「高等教育機関（大学等）との連携」の重要度が重要度傾向Aでは、現在と5年後との間に23.5%も増加したのに対して、重要度傾向Bでは、現在と5年後との間に4.6%しか増加しておらず、他の項目よりかなり低い増加傾向がみられる。これは、新しいIT技術の利活用を「高等教育機関との連携」という方法で推進する必要性を強く感じている企業がまだ少ないということを表している。

今後、専門学校を含めて高等教育機関が新しいIT技術の利活用を産学連携という形でいかに推進していくかは重要な課題といえよう。

図表1-24 新しいIT技術の利活用の推進方法（無回答を除く）



出典：本調査の結果をもとに著者が作成

図表1-25 新しいIT技術の利活用の推進方法の重要度傾向A

	現在 (かなり重要+非常に重要)	5年後 (かなり重要+非常に重要)	増減分
ユーザー企業のIT部門との連携	80.4%	91.1%	10.7%
自社内のR&D投資	50.0%	68.9%	18.9%
オープンイノベーション	47.8%	77.8%	30.0%
特定技術を持ったベンチャー企業との連携	52.2%	75.6%	23.4%
高等教育機関(大学等)との連携	45.7%	68.9%	23.2%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

図表1-26 新しいIT技術の利活用の推進方法の重要度傾向B

	現在 (かなり重要+非常に重要)	5年後 (かなり重要+非常に重要)	増減分
ユーザー企業のIT部門との連携	19.6%	35.6%	16.0%
自社内のR&D投資	8.7%	22.2%	13.5%
オープンイノベーション	4.3%	17.8%	13.4%
特定技術を持ったベンチャー企業との連携	10.9%	22.2%	11.4%
高等教育機関(大学等)との連携	8.7%	13.3%	4.6%

出典：本調査の結果をもとに著者が作成

7. まとめと専門学校への示唆

本章の目的は、今後情報システム開発分野で活躍する人材に求められる資質に関するIT企業側の認識を現在と5年後の重要度認識の傾向の側面から調べることで、専門学校側のIT人材育成の方向性を示すことにある。分析に必要なデータはアンケート調査（685社のうち、回答が得られた企業は49社、回収率7.1%）から得られた。49社からの回答では、統計的に有意義な検証結果を導くことは難しい。本節では、本章の分析から明らかになったことや次年度の調査に繋がるヒント、検討すべき課題などを中心に言及する。

(1) 明らかになったこと

①主力事業

現在の主力事業の面では、システム受託開発や人材派遣、パッケージソフトウェア開発関連のような事業が依然として売上高上位を占めているものの、Web関連・モバイルアプリ開発や情報セキュリティ、IoT、AI関連サービス事業分野に進出し、業績を伸ばしている企業もかなり出てきていることがわかった。

5年後に向けて人材派遣のような付加価値の低い事業のリストラを検討中の企業も多く、成長の著しいIoTやビッグデータ、AI関連サービスの導入を検討中の企業が39%にも上り、現場企業の関心がヒートアップしていることが明らかになった。

②情報システム開発スタイル

情報システム開発スタイルに関して現状と5年後の計画を聞いたところ、ウォーターフォール型よりアジャイル型情報システム開発の拡大傾向が大きい。五輪関連の特需効果への期待もあってか、IT人材数の面ではエンタープライズ系企業向けのウォーターフォール型開発にかかわる人材の需要がアジャイル型開発の人材需要を上回る傾向がみられた。

③IT人材のニーズ

今後、求められるIT人材の資質として「独創性・創造性」や「ネットワーキング力」、「全体を見渡す力」などが重視されていく傾向が確認された。それに対してこれまで重視されてきた「経験をベースとした問題解決力」や「協調性」、「顧客要求への適応力」などは重要度において減少傾向がみられた。

今後、求められるIT人材の職種としては、「情報セキュリティ専門技術者」や「データ分析やAIなど、新規事業を担う技術者」へのニーズが高まる傾向が確認された。それに対して付加価値の低い運用系サービス技術者やアプリ系技術者へのニーズは、減少傾向がみられた。

IT人材のレベルとしては、唯一「社内・業界をリードする人材（レベル5以上）」へのニーズに増加傾向がみられた。

④事業戦略とIT人材戦略の整合性

ビジネスのデジタル化が急速に進む中、事業戦略とIT人材戦略の内容や両者の整合性は重要であるが、「事業戦略として事業領域の変化を打ち出し、明確なIT戦略を策定している」企業が20%となっており、大半の企業はデジタル化の大きな波に対してこれまでの事業戦略の見なおしや事業戦略と整合性のとれたIT人材戦略を策定していないことがわかった。

IT人材戦略の中身としてもほとんどの企業が人材の採用や計画的育成に力を入れており、人材の戦略的配置や事業戦略上に必要な人材の定着には目が向けられていないことも確認された。

⑤IT人材の獲得

IT人材の獲得に関しては、依然として新規採用や中途採用、派遣企業等からの調達が主流となっているものの、「特定技術を持ったIT技術者と契約」による人材獲得方法を採用している企業も少数派でありながら確実に定着しつつあることが確認できた。

IT人材が獲得すべき知識に関しては、クラウド系技術の知識やデータ分析技術の知識の重要度が今後かなり高まっていく傾向がみられる。一般情報処理の知識やプログラムの実装能力、コンピュータサイエンスの知識のようなITの基礎的分野に関しては、現在も5年後も変わることなく、重視されていくことも確認された。

⑥新たな変化への対応

昨今、急速に進展中のIoTやビッグデータ関連サービスの影響があっただけでなく、新たなIT技術の中でも「ビッグデータ活用」や「AI（機械学習など）の利活用」、「機器（センサー、GPSなど）からの自動データ取得活用」、「情報セキュリティ基盤の整備」分野の重要度において大きな増加傾向が確認できた。

新技術利活用の具体的推進方法としては、「オープンイノベーション」や「特定技術を持ったベンチャー企業との連携」の重要度において大きな増加傾向がみられた。一方、「高等教育機関（大学など）との連携」による新技術の利活用については、それを「非常に重要である」と答えた企業が他の方法の場合と比べて、かなり低いという結果が得られた。これは、新技術の利活用の際に、企業側が高等教育機関との連携の必要性をあまり感じていない、ということを示しており、高等教育機関側が重く受け止めるべき重要な課題として考えられる。

以上の調査結果は、平成29年度に行われた本事業の前回（一年目）の調査内容（平成29年度調査報告書、2018.2）と較べて、概ね一致している。

前回の調査では、今後の情報システム開発や中核人材の育成を検討するにあたり、最も重視すべき環境の変化は、「ビジネスのデジタル化やその先に繰り広げられていくオープ

ン・コネクテッドエコノミーの到来である」とした。

これまで社内向けのシステム構築やメンテナンス業務を主に担ってきた情報システム部門の役割は、昨今の情報システム自体のオープン化により、社外の様々なリソースとリアルタイムで密接につながっていく。それを促すもの要因として、オープンイノベーションやデジタル・プラットフォームの形成、さらにはコネクテッドエコノミーが挙げられた。

今回の調査で明らかになったように、現在、IT企業側はビジネスのデジタル化やAI、IoTの進展に対応すべく、多数の企業において高付加価値事業の開拓に向けて事業ドメインの見なおしを図りつつIT人材戦略においても新しいやり方を導入することで、新時代に対応できる人材を新しい方法で獲得する施策を懸命に模索中であるとみてよからう。

(2) 専門学校への示唆

以上のような分析の結果は、専門学校側に対して次のような示唆を与えてくれる。

①ITの基本に忠実した教育

AIやIoT、ビッグデータなどの最先端の技術が急速に普及していても、IT企業は専門学校を含めた高等教育機関に対して、いきなり高度なレベルの知識の習得より、ITの基本的レベルの知識やスキルを着実に習得できる教育体制を求めている（図表1-19）。

②単純な知識の習得より問題解決力の向上を目指す教育

基本に忠実ながらも、それを具体的に現場の課題解決に展開していける実践的スキルの習得を現場の企業側は期待している。それと関連するIT人材の資質として「独創性・創造性」や「問題を発見する力・デザイン力」、「自発的に働く力など」などの重要度が今後益々高まっていくことが確認された。

これは、専門学校側に対して今後のICT教育の方向性を知識習得型から問題解決型のほうに切り替える必要性を示唆してくれる重要なヒントともいえる。

③新事業そのものを生み出していける人材の養成

今後の時代においては、既に決まっている事業の枠組みを当たり前のように受け止めて自分に与えられた業務を忠実にやりこなす人材タイプより、新しい時代の変化や顧客側の未解決課題などを常に注視しながら、新しい事業の枠組みを生み出し実行していける人材タイプがIT企業の中核人材となる。「データ分析やAIなど、新規事業を担う技術者」の重要度が他の項目を大きく上まわったり（図表1-11）、「全体を見わたす力」や「ネットワーキング力」の重要度が今後大きく増加していく傾向などがまさにその根拠といえよう。

付加価値の生み出しにくい知識やスキル、業務、ビジネスなどは今後時代の流れの中で淘汰されていく。それに変わる新しい知識やスキル、業務、ビジネスをいかに自らの判断と能力で生み出していくかが勝負となる。そのような能力を養うことができる教育体験を

専門学校側がいかに構築し提供していくかが、まさに専門学校が次の時代に生き延びるためのカギと言える。

参考文献

- 1.日本情報システム・ユーザー協会（2017.3.1）、「デジタル化の進展に対する意識調査」、
<http://www.nri.com/jp/event/mediaforum/2017/pdf/forum247.pdf>
- 2.日本情報システム・ユーザー協会（2017.5）、「第23回企業IT動向調査」、https://www.saaj.or.jp/kenkyu/pdf/kenkyukai223_1.pdf
- 3.IPA（2018.4）、「IT人材白書2018」、<https://www.ipa.go.jp/files/000065944.pdf>
- 4.一般社団法人全国専門学校情報教育協会（2018.2）、平成29年度文部科学省委託「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」調査報告書
- 5.「今後のIT人材等に関するWEBアンケート調査」2016年3月

第2章 AIやビッグデータ分野で活躍するIT人材に求められる資質

1. 人工知能の活用と人材育成

1-1 アンケート調査における質問項目の概要と調査結果

アンケートの問いは、「御社においてAIやビッグデータ関連業務を担当する人材に求められるスキルについてお聞きします。下記のAIやビッグデータ分野の人材に求められるスキルは、御社では現在、どれほど重要ですか。また、5年先、そのようなスキルはどれほど重要になるとお考えですか。」というものである。

図表2-1および図表2-2は、人工知能分野にかかわる技術に対して、現在どのように認識しているかおよび5年後の重要性はどのように変化するかについてアンケートの回答結果を示したものである。各質問項目は、独立行政法人情報処理推進機構（IPA: Information-technology Promotion Agency）が提供するi コンピテンシ デクショナリ（i Competency Dictionary）におけるスキルデクショナリに基づいて作成されている。i コンピテンシ デクショナリとは、「企業が着実に成長していくために求められるタスク（業務）とスキル（能力）を体系的にまとめたもの」¹であり、タスクデクショナリとスキルデクショナリから構成されている。質問項目の選択は、スキルデクショナリにおける職種とスキルの対応表からデータサイエンティストにかかわる事項を参考に行っている。スキルデクショナリには人工知能に直接的に言及したスキルが用意されていないことから、最も関連度の高いスキルおよび職種としてデータサイエンティストを採用した。

図表2-1の各質問項目について順に解説を行う。はじめに「市場機会の評価と選定」²である。これは戦略にかかわるスキルであり、「ビジネス環境分析手法」「ビジネス戦略と目標・評価」「業界動向把握の手法」「経営管理システム」「経営戦略手法」「最新技術動向把握の手法」「市場調査手法」によって構成されている。先行調査（たとえば、野村総合研究所（2016）や総務省（2016））でも、データサイエンティストやAI人材に必要な能力としてビジネス関連の能力があげられていることから、本調査でもビジネス関連のスキルとして「市場機会の評価と選定」を取り入れている。

「要求分析手法」³は、企画にかかわるスキルであり、「要求の抽出手法」「要求の整理手法」「要求の仕様化手法」「要求の評価手法」「要件定義」によって構成されている。「非機能要件設計手法」⁴

1 超人材育成iCDオフィシャルサイト (<https://icd.ipa.go.jp/icd/>) 2019年1月23日閲覧。

2 「(戦略) 市場機会の評価と選定」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skillist?s=1>) 2019年1月23日閲覧。

3 「(企画) 要求分析手法」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skillist?s=11>) 2019年1月23日閲覧。

4 「(企画) 非機能要件設計手法」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skillist?s=12>) 2019年1月23日閲覧。

もまた企画にかかわるスキルであり、「プラットフォーム要件定義手法」「システム基盤の非機能要件設計」によって構成されている。これらのスキルは、顧客企業と自社および営業職と技術職を橋渡しするビジネス企画にかかわるものである。

「アーキテクチャ設計手法」⁵は、実装にかかわるスキルであり、「アーキテクチャ設計手法」「アプリケーションアーキテクチャ設計手法」「インダストリパッケージ設計・開発手法」「インフラストラクチャアーキテクチャ設計手法」「データアーキテクチャ設計手法」によって構成されている。「ソフトウェアエンジニアリング手法」⁶は、実装にかかわるスキルであり、「セキュリティ実装手法」「ソフトウェアデザイン手法」「ソフトウェアのモデリング手法」「ソフトウェア開発手法」「ソフトウェア製作手法」「ソフトウェア設計の表記手法」「開発プロセス設計手法」「開発環境設計手法」「ソフトウェア設計手法」「保守サービス提供手法」によって構成されている。「業務パッケージ活用手法」⁷は、実装にかかわるスキルであり、「業務パッケージ適用手法」「業務パッケージ導入手法」によって構成されている。「データマイニング手法」⁸は、「データ分析手法」「マイニングモデル手法」「テキストマイニング手法」によって構成されており、それぞれを質問項目として設定した。

「サービスの設計・移行」⁹は、利活用にかかわるスキルであり、「サービスの設計手法」「サービス移行方法」によって構成されている。「サービスマネジメントプロセス」¹⁰もまた利活用にかかわるスキルであり、「サービス提供プロセス遂行手法」「解決プロセス遂行手法」「統合的制御プロセス遂行手法」「開発プロセス遂行手法」によって構成されている。「サービスの運用」¹¹は、「サービスの運用手法」「システム運用管理手法」「ナレッジ管理手法」「運用オペレーション手法」「運用支援ツール手法」「サービスデスク運用手法」「スタッフィング手法」によって構成されている。

5 「(実装) アーキテクチャ設計手法」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skilllist?s=13>) 2019年1月23日閲覧。

6 「(実装) ソフトウェアエンジニアリング手法」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skilllist?s=14>) 2019年1月23日閲覧。

7 「(実装) 業務パッケージ活用手法」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skilllist?s=16>) 2019年1月23日閲覧。

8 「(実装) データマイニング手法」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skilllist?s=17>) 2019年1月23日閲覧。

9 「(利活用) サービスの設計・移行」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skilllist?s=21>) 2019年1月23日閲覧。

10 「(利活用) サービスマネジメントプロセス」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skilllist?s=22>) 2019年1月23日閲覧。

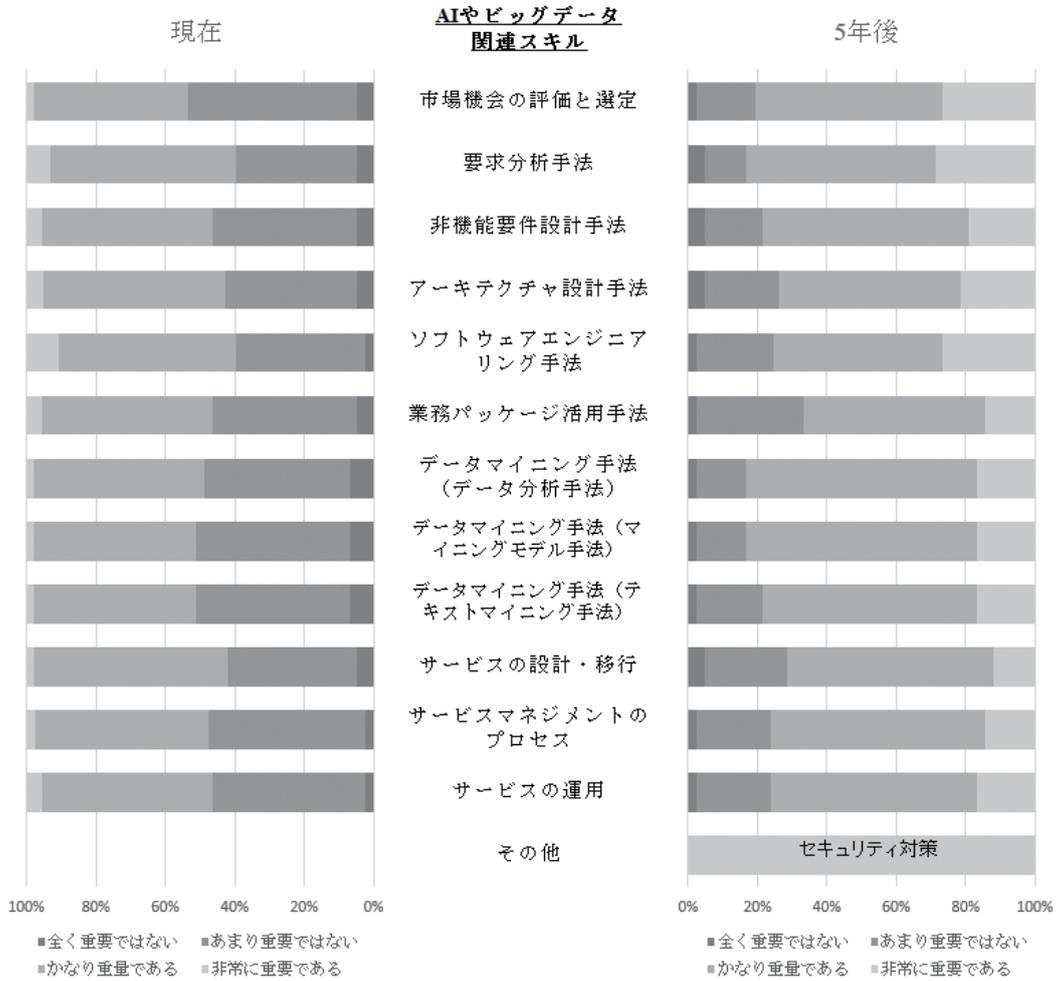
11 「(利活用) サービスの運用」のスキル例 (<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skilllist?s=23>) 2019年1月23日閲覧。

図表2-1 アンケートの集計結果

	現在				5年後			
	全く重要 ではない	あまり重要 ではない	かなり重要 である	非常に重要 である	全く重要 ではない	あまり重要 ではない	かなり重要 である	非常に重要 である
市場機会の評価と選定	2	21	19	1	1	7	22	11
要求分析手法	2	15	23	3	2	5	23	12
非機能要件設計手法	2	18	21	2	2	7	25	8
アーキテクチャ設計手法	2	16	22	2	2	9	22	9
ソフトウェアエンジニアリング手法	1	16	22	4	1	9	20	11
業務パッケージ活用手法	2	18	21	2	1	13	22	6
データマイニングデータ分析手法	3	18	21	1	1	6	28	7
マイニングモデル手法	3	19	20	1	1	6	28	7
テキストマイニング手法	3	19	20	1	1	8	26	7
サービスの設計・移行	2	16	24	1	2	10	25	5
サービスマネジメントのプロセス	1	19	21	1	1	9	26	6
サービスの運用	1	19	21	2	1	9	25	7
その他	0	0	0	0	0	0	0	1

出典: アンケート結果に基づき作成

図表2-2 アンケートの集計結果



出典: アンケート結果に基づき作成

次に図表2-3は、アンケートの回答結果に基づいて現在から5年後に向けて重要性が増加した程度および「非常に重要である」の増加程度を示したものである。重要性の増加とは、「全く重要ではない」および「あまり重要ではない」が、「かなり重要である」「非常に重要である」に移行した程度を示している。

重要性の増加率は、全ての質問項目で正の値となっており、現在から5年後にかけて重要性は増加すると認識していることがわかる。そのなかでも、「市場機会の評価と選定」および「データマイニング手法」が30%を超える増加率となっている。

「市場機会の評価と選定」は、「非常に重要である」の増加率も最も高い24.50%となっている。先行調査が明らかにしていたように、人工知能分野においては、人工知能をどのように用いるのかという戦略的意思決定がやはり重要であることが示唆される。関連して「要求分析手法」「非機能要件設計手法」の重要性増加率は20%を超えており、いわゆる「技術」的な能力だけではなくビジネス的能力が求められていることを示唆している。

「データマイニング手法」はそれぞれ30%を超える増加率であり、そのなかでもマイニングモデル手法は36.53%もの増加率となっている。これは近年の機械学習モデルの発展に影響されていると考えられる。

「非常に重要である」の増加率についても全ての質問項目で正の値となっており、現在から5年後にかけて非常に重要となるであろうと認識していることがわかる。そのなかでも、「市場機会の評価と選定」「要求分析手法」が20%を超える増加率となっている。一方で、「業務パッケージ活用手法」「サービスの設計・移行」は10%を下回っている。

「業務パッケージ活用手法」は、2019年現在利用可能なAIパッケージが少ないことから、5年後どのようなAIパッケージが登場するのかイメージが不鮮明だった可能性がある。同様に、「サービスの設計・移行」についても、5年後のAIパッケージの出現状況によって自社サービスの方向性および戦略は大きく変化しうるため、低い増加率となっている可能性がある。

図表2-3 重要性の増加率

	重要性の増加程度	非常に重要な増加程度
市場機会の評価と選定	33.98%	24.50%
要求分析手法	24.90%	22.29%
非機能要件設計手法	27.00%	14.86%
アーキテクチャ設計手法	19.80%	17.30%
ソフトウェアエンジニアリング手法	15.14%	17.53%
業務パッケージ活用手法	14.80%	9.98%
データマイニング手法（データ分析手法）	34.20%	14.75%
データマイニング手法（マイニングモデル手法）	36.53%	14.75%
データマイニング手法（テキストマイニング手法）	31.65%	14.75%
サービスの設計・移行	15.03%	9.87%
サービスマネジメントのプロセス	26.89%	12.31%
サービスの運用	24.56%	12.42%

出典: 筆者作成

全体的な傾向として、人工知能関連技術の重要性は全て増加している。これに関連して新たな変化への対応について行ったアンケート結果を確認する。その問いは、「IoTやビッグデータ、AIなどの技術の進展などによって、社会や産業、企業のあり方や人の働き方が大きく変化しています。下記のようなIT技術の進展に対して、御社では現在、どのように捉えていますか。また、5年先、今の捉え方はどのように変わるとおもいますか。」というものである。結果の一部を図示したものが図表2-4である。全ての質問項目において二桁以上の増加が示されている。「機器（センサー、GPS など）からの自動データ取得活用」と

は、IoTデバイスから得られる情報が主である。第5世代移動通信システムが稼働し始めることからIoTデバイスの重要性は増加すると考えられる。したがって、「機器（センサー、GPSなど）からの自動データ取得活用」が非常に重要であると認識している企業が増加している。「人が発生させる（SNSなど）の取得活用」は、既に利活用が進んでいる領域である。非常に重要であるの増加率が相対的に低いのは、SNSなどの情報を活用するのがユーザ企業であるということ、および現在既に活用が進んでいることが考えられる。たとえば、NTTデータはNECとTwitterデータを活用したシステムインテグレーション事業の市場拡大を見込んだパートナーシップを締結している¹²。「上記二つのデータ分析活用（ビッグデータ活用）」は、近年のビッグデータ利活用の動向を反映しており、今後もその重要性は増し続けていくだろうと認識していることがわかる。さらに「AI（機械学習など）の利活用」は、5年後に非常に重要である認識している企業が多く、増加率も39.13%となっている。

図表2-4 データの利活用にかかわる重要性の増加率

	重要性の増加程度	非常に重要な増加程度
機器（センサー、GPSなど）からの自動データ取得活用	13.04%	28.26%
人が発生させる（SNSなど）の取得活用	21.74%	19.57%
上記二つのデータ分析活用（ビッグデータ活用）	22.51%	34.44%
AI（機械学習など）の利活用	10.87%	39.13%

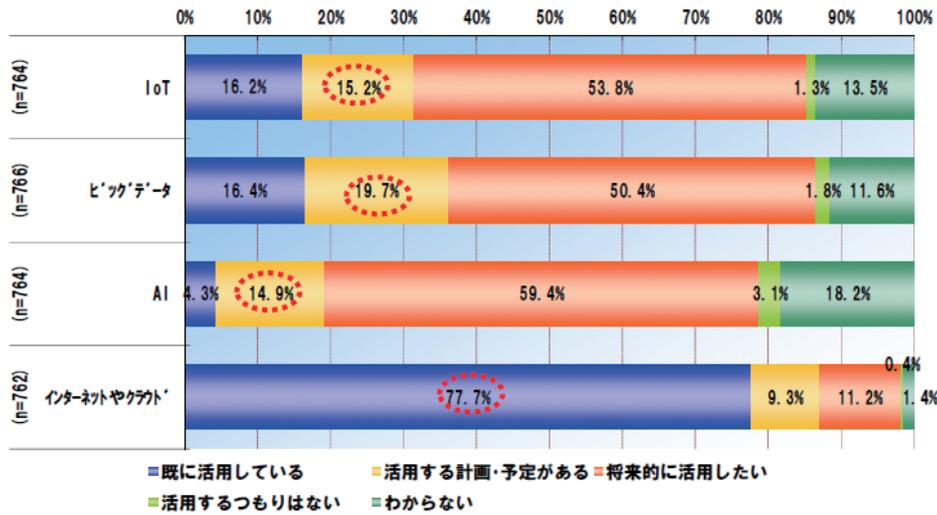
出典: 筆者作成

図表2-4は、ビッグデータの利活用に加えてAIの将来的な利活用の重要性が増加していることを示している。このように今後のAIに対する期待が大きい一方で、注意しなければならないことは現状のAIの活用状況である。図表2-5は、三菱UFJリサーチ&コンサルティングが行ったIoT、ビッグデータ、AIの活用状況を調査したものである。図表2-5に基づく、「AIを活用する計画・予定がある」のは14.9%、「将来的に活用したい」のは59.4%であるが、「既に活用している」のは4.3%である。つまり、今後AIを活用したいという意欲は高くとも、現状でAIを活用している企業は少数であることがわかる。

IoT、ビッグデータ、AIを「既に活用している」4.3%の業種別内訳が図表2-6に、規模別内訳が図表2-7に示されている。図表2-6からは、情報通信業がIoT、ビッグデータ、AIの活用を先進的に取り組んでいることがわかる。図表2-7からは、3001人以上の企業規模でIoT、ビッグデータ、AIの活用が進んでいることがわかる。

¹² NTTデータプレスリリース2018年10月30日「Twitterデータ活用ビジネスの市場拡大を加速」
<http://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2018/103000.html> 2019年1月23日閲覧。

図表2-5 IoT、ビッグデータ、AIの活用状況



出典: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング (2017a) 44頁, 図表41

図表2-6 IoT、ビッグデータ、AIを活用している業種別内訳

	IoT	ビッグデータ	AI
合計	16.2% (n=764)	16.4% (n=766)	4.3% (n=764)
製造業	18.7% (n=252)	12.7% (n=251)	3.6% (n=251)
情報通信業	30.6% (n=62)	30.2% (n=63)	12.9% (n=62)
運輸業	6.8% (n=44)	2.3% (n=44)	2.2% (n=45)
卸小売業	10.1% (n=129)	18.6% (n=129)	0.0% (n=128)
サービス業	15.7% (n=127)	15.7% (n=127)	4.0% (n=126)
その他	14.5% (n=145)	20.4% (n=147)	6.8% (n=147)

出典: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング (2017a) 45頁, 図表42

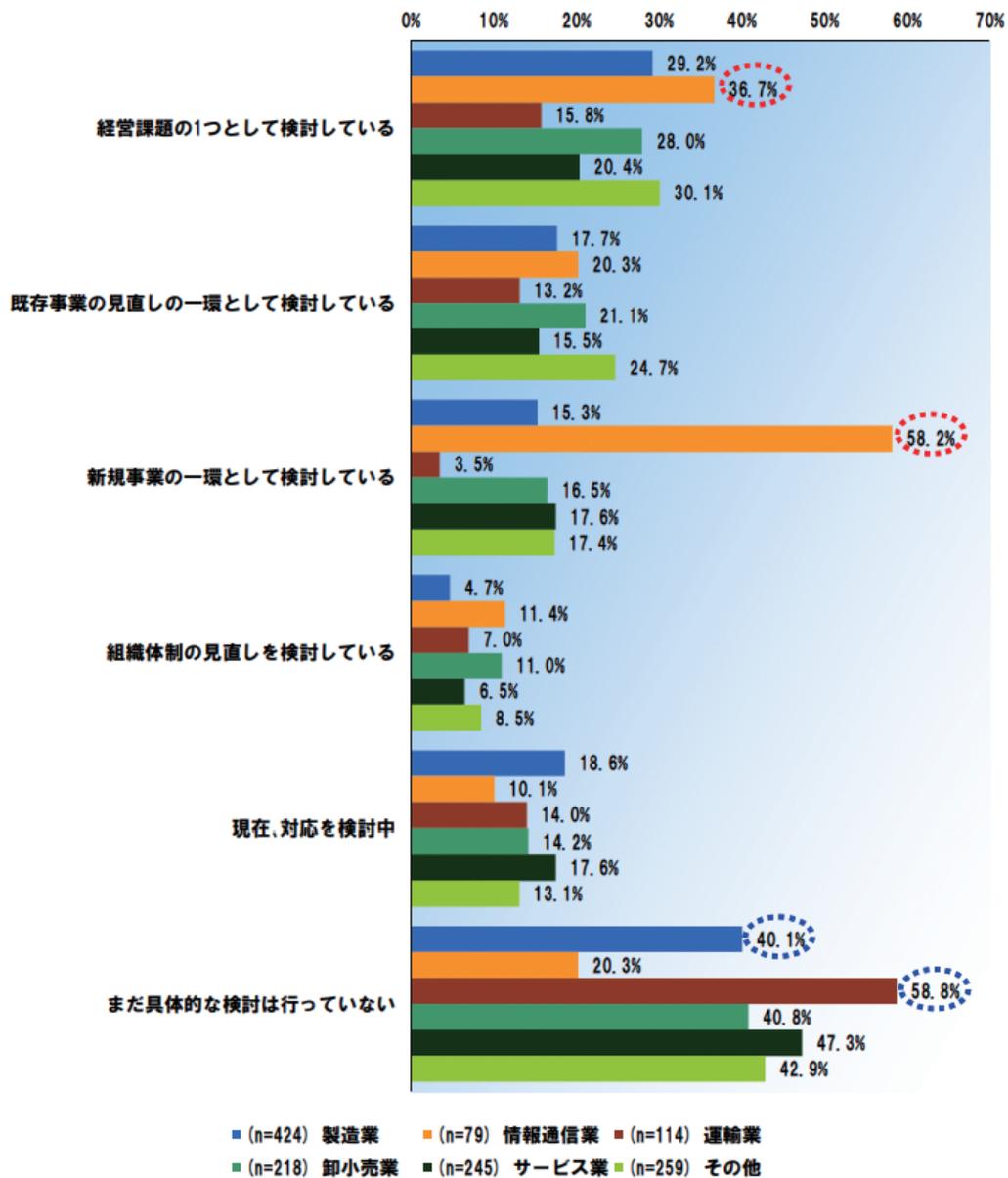
図表2-7 IoT、ビッグデータ、AIを活用している規模別内訳

	IoT	ビッグデータ	AI
合計	16.2% (n=764)	16.4% (n=766)	4.3% (n=764)
300人以下	9.4% (n=32)	9.4% (n=32)	3.1% (n=32)
301~500人	14.4% (n=202)	14.3% (n=203)	4.0% (n=201)
501~1000人	15.3% (n=216)	11.1% (n=216)	3.7% (n=216)
1001~3000人	14.8% (n=189)	16.9% (n=189)	3.2% (n=189)
3001人以上	24.0% (n=104)	32.4% (n=105)	7.7% (n=104)

出典: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング (2017a) 45頁, 図表43

図表2-8は、図表2-5、2-6、2-7と同様三菱UFJリサーチ&コンサルティングが行った調査であり、「IoT、ビッグデータ、AIの進展・普及を見据えての対応（対策）」について調査結果を示したものである。図表2-8に基づく、情報通信業は、IoT、ビッグデータ、AIを「新規事業の一環として検討している」（58.2%）、「経営課題の1つとして検討している」（36.7%）ことがわかる。

図表2-8 IoT、ビッグデータ、AIの進展・普及を見据えての対応（対策）



出典: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング (2017a) 42頁, 図表39

三菱UFJリサーチ&コンサルティング(2017a)における一連の調査結果を参考にすると、図表2-3で提示された全ての質問項目において重要性が増加していることを解釈できる。すなわち、現在は人工知能関連事業を行っていないが、5年後に向けて人工知能関連の新規事業を立ち上げようと考えている。それゆえに、人工知能関連のどのような分野に進出すべきか検討するために「市場機会の評価と選定」が最重要視されている。そのうえで、人工知能技術の差別化を図るために、データマイニング手法の重要性を認識しているということである。

1-2 専門学校とAI人材

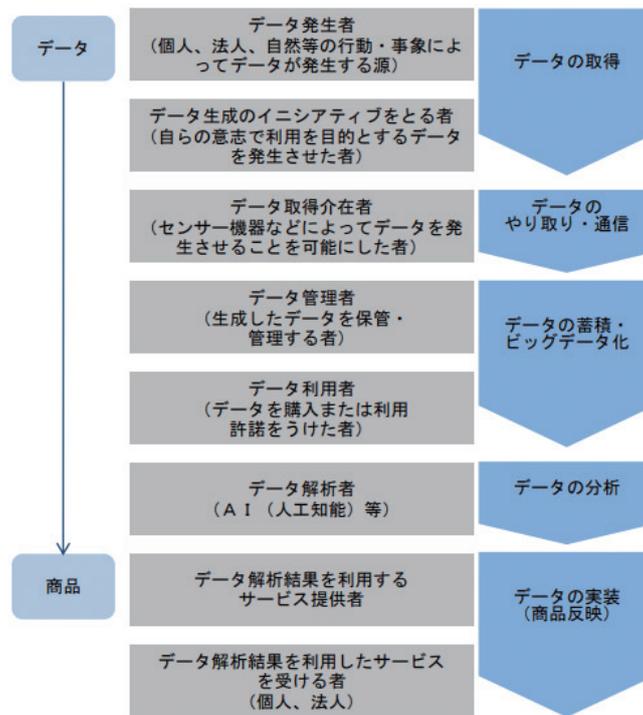
専門学校で育成可能なAI人材について検討するために、まずAI人材が担う業務と業務遂行能力について確認しよう。日本再興戦略のもとで設置された人工知能戦略会議が策定した「産業化ロードマップ」では、AI人材が備える能力として3つ提示している(人工知能戦略会議, 2017)。**①人工知能技術の問題解決(人工知能に関する様々な知識、価値ある問題を見つけ、定式化し、解決の道筋を示す能力)**、**②人工知能技術の具現化(コンピュータサイエンスの知識、プログラミング技術)**、**③人工知能技術の活用(具体的な社会課題に適用する能力)**、である。これら3つの能力を有する人材を大学・大学院で育成することが想定されている。「トップレベルのAI人材を、産学官の強力な連携のもと、即戦略として育成することが急務」(人工知能戦略会議, 2017, 10頁)と指摘されているように、3つの能力を兼ね備えるAI人材はかなりレベルの高い要求となっていることがわかる。確かに、3つの能力を兼ね備えたAI人材であれば、図表2-3で確認された重要性の高い業務を遂行可能であると考えられる。ただし、そのような人材育成を専門学校に委ねるのは過大である。

専門学校が育成可能なAI人材を検討するにあたって人工知能戦略会議が提唱する3つの能力を詳細に確認する。**①人工知能技術の問題解決には、(1)人工知能技術の先導的知識(知能情報学、知覚情報学、知能ロボティクス)、(2)人工知能技術の基盤的知識・関連知識(推論、探索、知識表現、オントロジー、認知科学、脳科学、感性・心理)、(3)汎用的能力(価値ある問題を見付ける能力、見付けた問題を定式化し、問題解決の道筋を示す能力)が含まれている。****②人工知能技術の具現化には、(1)コンピュータサイエンスの知識(アルゴリズムとデータ構造、データベース、アーキテクチャ、ネットワーク、IoT)、(2)プログラミング技術が含まれている。****③人工知能技術の活用には、ドメイン知識・ターゲット分野の知識(ものづくり、モビリティ、健康・医療・介護、インフラ、農業など)が含まれている。**ここで情報分野の専門学校の領域となるのは、人工知能技術の具現化である。

人工知能技術の具現化を理解するためには、データをどのように利活用するのかというプロセスを把握することが有用である。図表2-9は、データがサービス化するまでの流れを示したものである。人工知能関連事業を展開するためには、いわゆる人工知能による分析・学習だけではなく、分析・学習に必要な前後の工程を示している。渡部他(2018)は、データ利活用の事例調査から、利害関係者の分業構造を例示している。それが図表2-10

である。図表2-10では、データがサービス化するまでの流れに必要な業務を誰が担うのかを例示することによって、企業によってAI人材に求められる能力にはばらつきがあることを示唆している。

図表2-9 データ利活用の利害関係者とプロセス



出典: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング (2017b) 9頁

図表2-10 データ利活用における分業構造の例

利害関係者 (データ利活用における位置づけ)	自社 (A社)	顧客 (B社)	提携企業	
1. データ発生源 (組織、個人、自然等の行動・事象によってデータが発生する源)		○		データは顧客企業のB社工場内で発生
2. データを生成させた組織 (自らの意志で利活用を目的とするデータを発生させた組織)		○		A社にメンテナンスを依頼するためB社自らデータを生成
3. データ取得を介在した組織 (センサー機器等によってデータを発生させることを可能にした組織)			○	C社のセンサー機器を使用
4. データを管理する組織 (生成したデータを保管・管理する組織)	○			A社がB社から利用許諾を得て管理
5. データを利用する組織 (データを購入したまたは利用許諾を受けた組織)	○			
6. データを解析する組織 (AI (人工知能) 等を使ってデータを解析する組織)			○	データ解析はA社からD社へ委託
7. データ解析結果を利用したサービスを提供する組織	○			A社がメンテナンスサービスを提供
8. データ解析結果を利用したサービスを受ける個人や組織		○		B社がメンテナンスを受ける

出典: 渡部他 (2018) 73頁, 図表3-1

以上のことから、専門学校におけるAI人材育成の方向性は、①人工知能を活用するための一連の業務プロセスを遂行可能となる基礎的な能力を養成すること、②先進的な人工知能技術に触れられる特殊講義や講演会の実施、③一連の業務プロセスがどのような分業構造にあるのかを実体験として理解するための産学連携体制の構築である。

人工知能を活用するための一連の業務プロセスを遂行可能となる基礎的な能力とは、ビッグデータエンジニアに求められる能力と重複している。ビッグデータエンジニアリングに求められる能力は、「ビッグデータの蓄積・加工・処理といった実装技術」である（全国専門学校情報教育協会, 2017）。これに加えてAI人材としては、人工知能技術の活用能力が要求されるだろう。ただし、人工知能戦略会議（2017）で確認したように、一般的に想定されているAI人材とは極めて高度な専門知識を有した人物像である。専門学校ではこうした人材像を追求することはできない。専門学校で教育すべき人工知能の専門知識としては、基礎的な知識やスキルを教育した上で、それらの知識やスキルが実務の場でどのように活かされていくのかという人工知能技術の活用にかかわる網羅的な知識であると考えられる。それゆえに、特殊講義や講演会といった形で臨機応変な対応が可能となる講義形態が望ましいと考えられる。ただし、これは人工知能技術のさらなる汎用化によって標準的な人工知能技術パッケージが登場するまでの対応である。人工知能技術パッケージが流通するようになれば、そのパッケージを活用することができるような講義体系に変更することが必要となる。

もちろん、人工知能技術に特化した専門学校も想定されうるが、これは既存の情報系の専門学校の延長線上では実現不可能である。IT技術だけではなく、数学や統計学の知識が必要だからである。そうすると通常の専門学校では実現は困難である。よって、人工知能技術の専門人材としては、大学や大学院と分業とするか、あるいは専門職大学が必要となる。図表2-3で確認されたデータマイニング手法の重要性に対応するためには、既存の専門学校形式ではなく、専門職大学形式にて体系的な教育が必要となる。

最後に、人工知能技術を活用するための一連の業務プロセスを実際のデータを基に学習するためには産学連携体制が求められる。これは、人工知能を活用するための一連の業務プロセスを遂行可能となる基礎的な能力を養成する方向性でも、人工知能技術に特化した専門人材であっても必要である。それぞれが担う前後の工程がどのようになっているのか、チームとしてどのように活動することが求められるか、自社の業務と他社の業務の分業がどのように行われているのかを知ることが即戦略としては欠かせない。

近年発展の著しい人工知能技術分野は、その人材の必要性も急増している。しかしながら、AI人材であれば直ちにその華々しい領域を皆が担えるというわけではない。極めて高度な能力が求められるがゆえに人材が不足して需要が高まっているのである。専門学校としては、高度なAI人材を支える「人工知能技術がわかるビッグデータエンジニア」を養成することが実現可能な方向性であろう。今後のAI人材不足を克服していくために専門学校の役割は極めて重要である。

参考文献

- 1.三菱UFJリサーチ&コンサルティング(2017a)『IoT・ビッグデータ・AI等が雇用・労働に与える影響に関する研究会 報告書』厚生労働省委託 平成28年度 今後の雇用政策の実施に向けた現状分析に関する調査研究事業.
- 2.三菱UFJリサーチ&コンサルティング(2017b)『データ利活用促進に向けた企業における管理・契約等の実態調査 調査報告書』平成28年度産業経済研究委託事業.
- 3.野村総合研究所(2016)『ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究 報告書』.
- 4.人工知能技術戦略会議(2017)『人工知能の研究開発目標と産業化ロードマップ』.
- 5.総務省(2016)『情報通信白書 平成28年度版』.
- 6.渡部俊也・平井祐理・阿久津匡美・日置巴美・永井徳人(2018)「企業において発生するデータの管理と活用に関する研究」『RIETI Discussion Paper』18-J-028.
- 7.全国専門学校情報教育協会(2017)『平成28年度文部科学省委託「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略推進」事業 ビッグデータに対応したIT技術者育成のため学び直し教育プログラム整備と実証事業 調査報告書』.

2. IT人材の教育レベル

2-1 アンケート調査の結果の概観

本節では、AI・ビッグデータの分野における「現在の技術に対する認識」と「5年後の技術に対する認識」に関するアンケート調査の結果にもとづき、今後重要になると考えられる技術を明らかにする。

次ページの図表2-11は、「現在の技術に対する認識」と「5年後の技術に対する認識」ならびに、その回答割合の変化を示したものである。図表2-11は、2つの部分から構成されている。第1は、それぞれの技術に関する重要度に関する回答割合を示したものである。第2は、それぞれの技術に関する回答割合の変化を示したものである。回答割合の変化は、次の手順で求められている。

- (1) 「5年後のかなり重要である」＋「5年後の非常に重要である」－（「現在はかなり重要である」＋「現在の非常に重要である」）【第11列：変化(1)】
- (2) 「5年後の非常に重要である」－「現在の非常に重要である」【第12列：変化(2)】

図表2-11に示されるように本アンケート調査から、全体的な傾向としてビッグデータやAIに関連する技術が、今後、重要になるという回答が多くみられた。中でも、特にデータベース関連、クラウドコンピューティング関連、ネットワーク関連の技術に関して「非常に重要である」と回答した割合が15%以上増加しており、これらの技術は今後より重要になってくると考えられていることがわかる。この他にも、システム開発管理技術やITサービスオペレーション技術、ヒューマンインターフェース技術、計測・制御技術、法規・基準・標準などもより重要になると考えられている。他方、ソフトウェア関連の技術、システム保守・運用・評価、障害修理技術、組込み関連の技術については、他の技術に比べると現在よりも重要になるという回答の増加割合は小さい。

全体的な傾向としては、今後、AIやビッグデータに関連するIT技術者には、データベース関連の技術、クラウドコンピューティング関連の技術、ネットワーク関連の技術の3つの分野に関する技術やスキル、知識が求められるといえる。以下では、これら3つの技術の具体的な内容を整理する。

図表2-11 アンケートの回答割合とその変化

	現在				5年後				変化(1)	変化(2)
	全く重要ではない	あまり重要ではない	かなり重要である	非常に重要である	全く重要ではない	あまり重要ではない	かなり重要である	非常に重要である		
ソフトウェアの基礎技術	2.27%	27.27%	40.91%	29.55%	0.00%	17.07%	51.22%	31.71%	12.47%	2.16%
ソフトウェアの構築技術	2.27%	27.27%	47.73%	22.73%	0.00%	20.00%	50.00%	30.00%	9.55%	7.27%
ソフトウェアの利用技術	2.27%	22.73%	61.36%	13.64%	0.00%	12.20%	60.98%	26.83%	12.80%	13.19%
データベースの基礎技術 (データベース)	2.27%	15.91%	65.91%	15.91%	0.00%	4.88%	68.29%	29.27%	15.74%	13.36%
データベースの基礎技術 (リレーションモデル)	2.27%	22.73%	61.36%	13.64%	0.00%	12.20%	65.85%	24.39%	15.24%	10.75%
データベースの基礎技術 (情報管理)	2.27%	22.73%	63.64%	11.36%	0.00%	9.76%	65.85%	26.83%	17.68%	15.47%
データベースの構築技術	2.27%	20.45%	65.91%	11.36%	0.00%	12.20%	68.29%	21.95%	12.97%	10.59%
データベースの利用技術 (データベース応用)	2.27%	15.91%	68.18%	13.64%	0.00%	14.63%	58.54%	29.27%	5.99%	15.63%
データベースの利用技術 (データベース関連製品の利用技術)	2.33%	25.00%	63.64%	6.82%	0.00%	17.07%	63.41%	21.95%	14.91%	15.13%
データベースの利用技術 (ドキュメントとコンテンツ管理技術)	2.38%	22.73%	65.91%	4.55%	2.38%	17.07%	60.98%	21.95%	12.47%	17.41%
データベースの利用技術 (情報製品の設計技術)	2.27%	27.27%	65.91%	4.55%	2.38%	14.63%	63.41%	21.95%	14.91%	17.41%
データベースの利用技術 (データ照会・加工・クレンジング技術)	2.27%	29.55%	63.64%	4.55%	2.38%	17.07%	58.54%	24.39%	14.75%	19.84%
データベースの利用技術 (データマイニングツールの利用技術)	2.27%	31.82%	59.09%	6.82%	0.00%	14.63%	60.98%	24.39%	19.46%	17.57%
ネットワークの利用技術	2.33%	31.82%	56.82%	6.82%	0.00%	19.51%	56.10%	26.83%	19.29%	20.01%
クラウドコンピューティングの基礎技術	2.27%	27.27%	56.82%	13.64%	0.00%	21.95%	51.22%	31.71%	12.47%	18.07%
クラウドコンピューティングの構築技術	2.27%	31.82%	54.55%	11.36%	0.00%	21.95%	48.78%	34.15%	17.02%	22.78%
クラウドコンピューティングの利用技術	2.27%	29.55%	59.09%	9.09%	0.00%	17.07%	53.66%	34.15%	19.62%	25.06%
システムアーキテクチャ技術	2.27%	34.09%	50.00%	13.64%	2.33%	24.39%	51.22%	26.83%	14.41%	13.19%
システム開発管理技術	2.27%	25.00%	56.82%	15.91%	0.00%	12.20%	68.29%	24.39%	19.96%	8.48%
ITサービスオペレーション技術	4.55%	47.73%	45.45%	2.27%	2.33%	36.59%	53.66%	12.20%	18.13%	9.92%
システム保守・運用・評価	4.55%	38.64%	54.55%	2.27%	2.38%	34.15%	51.22%	14.63%	9.04%	12.36%
障害修理技術	6.82%	45.45%	43.18%	4.55%	4.65%	36.59%	51.22%	12.20%	15.69%	7.65%
組込みの基礎技術	9.09%	38.64%	43.18%	9.09%	9.30%	39.02%	39.02%	17.07%	3.82%	7.98%
組込みの利用技術	9.09%	40.91%	40.91%	9.09%	6.98%	36.59%	43.90%	17.07%	10.98%	7.98%
ヒューマンインターフェイス技術	4.55%	43.18%	40.91%	11.36%	0.00%	31.71%	56.10%	17.07%	20.90%	5.71%
計測・制御技術	11.63%	56.82%	29.55%	0.00%	7.14%	48.78%	39.02%	7.32%	16.80%	7.32%
法規・基準・標準	4.65%	40.91%	50.00%	2.27%	2.38%	21.95%	65.85%	12.20%	25.78%	9.92%
その他	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

(1) データベース：システム関連のスキル

データベースに関連する技術は、システムに関連するものである。アンケート調査では、データベースの技術に関しては、基礎的な技術から構築技術、利用技術まで一貫して今後、重要になると考えている企業が多い。以下、それぞれの技術について概観する。

データベースに関連するスキルとしては、①データベース自体に関する基礎技術、②リレーショナルモデルに関する基礎技術、③データベースの情報管理、④データベースの構築技術、⑤データベースの応用、⑥データベース関連製品の利用技術、⑦ドキュメントとコンテンツの管理技術、⑧情報製品の設計技術、⑨データ照会・加工・クレンジング、⑩データマイニングツールの利用技術が含まれている¹。

(2) クラウド・コンピューティング：システム関連のスキル

クラウドコンピューティング技術はシステムに関連するスキルであり、①クラウドコンピューティングの基礎技術 (IAAS、PAAS、パブリッククラウドなど)、②クラウドコンピューティングの構築技術 (CloudStack、Docker、HTML5、仮想マシンの暗号化など)、③クラウドコンピューティングの利用技術 (ネットワーク連携、クラウドと社内システムとの連携、仮想ネットワーク監視、物理ネットワーク監視など) が含まれている。

(3) ネットワーク

ネットワークの利用技術はシステムに関連するスキルであり、①ネットワークの管理 (トラフィック監視、性能管理、ネットワーク仮想化など)、②ネットワーク応用 (インターネット、イントラネットなど)、③ネットワーク製品知識 (ルーター、VoIPゲートウェイ、ネットワークマネジメントツールなど)、④業界固有のセキュリティ要件、事例 (業界標準、業界基準、通達)、⑤ネットワークシステムの評価 (シミュレーション手法の活用と実践、トラフィック計測と分析など)、⑥テレコミュニケーション (Webアプリケーション、ウェブサーバーの特性、ウェブ技術、ネットワークのハードウェアとソフトウェアの構成要素など) が含まれる。

本アンケート調査の回答では全体的な傾向として現在よりも5年後のほうが、それぞれの質問項目に対して、より重要になるという回答が増加している。その中でも、データベース関連の技術、クラウドコンピューティング関連の技術、ネットワーク関連の技術がより重要になると回答した企業の割合が多く見られた。さらに、これら技術の中でも、とりわけ「利用」に関する技術がより重要になると回答した企業の増加割合が、基礎技術や構築技術を上回っている。今後、データベース・クラウドコンピューティング・ネットワー

¹ IPAのウェブサイト内にある「iコンピテンシディクショナリ (iCD)」を参照のこと (https://www.ipa.go.jp/jinzai/hrd/i_competency_dictionary/download.html)。

クの「利用」に関連する技術やスキル、知識を備えた人材の育成が求められると考えられる。

これらに加えてヒューマンインターフェース²と法規・基準・標準³の2つが5年後には重要であるとの回答が多く見られた。ヒューマンインターフェース技術は、組み込み・計測・制御に関するスキルであり、①インターフェース設計（3Dグラフィック、GUIツールキット、インタプリタ、グラフィカルユーザーインターフェース、ヒューマンエラーの扱い、マルチメディア、ユーザビリティ標準など）、②ヒューマンインターフェース技術（GUI、アクセシビリティ、動画認識、学習機能など）、③人間系入力（キー入力、音声出力、表示出力など）が含まれる。他方、法規・基準・標準は、①セキュリティ関連法規（IT基本法、個人情報保護法など）、②その他の法律・ガイドライン・技術者倫理（コンプライアンスやプロバイダ責任法など）、③知的財産権（著作権法や不正競争防止法など）、④労働関連・取引関連法規（ライセンス契約、労働基準法など）、⑤標準化関連（ISO14001、ITサービスに関する国際標準など）が含まれる。今後は、IT技術者としての技術やスキル・知識に加えて、法令等に関する知識も求められるといえる。

2-2 関連する調査などによる指摘

(1) 日本のIT技術者の分布と日本企業のIT投資の状況

経済産業省情報処理振興課（2015）の資料によれば、日本のIT技術者は、ITサービス企業に75.2%、ユーザー企業は24.8%所属している。このような状況に対して、アメリカではITサービス企業に28.5%、ユーザー企業に71.5%の技術者が所属している。日本の場合、ユーザー企業に所属しているIT技術者の割合は小さいことがわかる。さらに、ITについても安定稼働のための運用・管理、セキュリティ体制の維持・運用といった「守りのIT⁴」を担っていることが指摘されている。

しかし、一般社団法人電子情報技術産業協会（2018）によれば、IT投資が極めて重要と

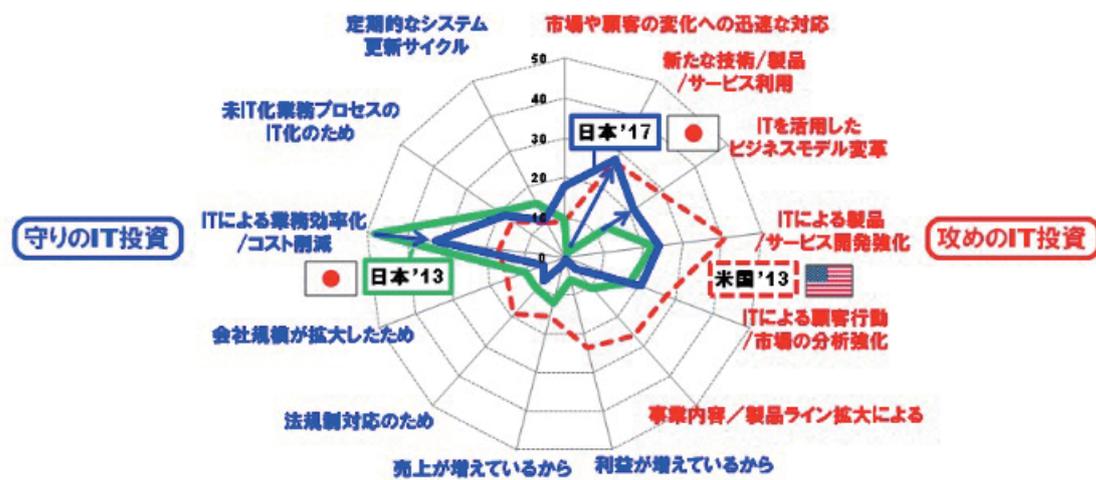
² iCDのウェブサイト内では、ヒューマンインターフェース技術を、①インタラクション設計、②インターフェース設計、③ヒューマンインタフェース技術、④人間系入力、の4つに分類している。各スキル項目の知識項目についてはiCDウェブサイト参照のこと（<https://icd.ipa.go.jp/icd/>）。

³ iCDのウェブサイトでは、法規・基準・標準のスキル項目を、①セキュリティ関連法規、②その他の法律・ガイドライン・技術者倫理、③知的財産権、④労働関連・取引関連法規、⑤標準化関連、⑥標準化関連（IoT関連）、⑦標準化関連（ITサービス）、⑧標準化関連（環境・品質）、⑨標準化関連（セーフティ）、⑩標準化関連（セキュリティ）、⑪標準化関連（ソフトウェア）、⑫標準化関連（プロジェクトマネジメント）に分類している。具体的な知識項目については、iCDのウェブサイト参照のこと（<https://icd.ipa.go.jp/icd/icd/skill-dictionary/skillref/skilllist?s=76>）。

⁴ 「守りのIT」に対して、「攻めのIT」とは、ビジネスにおけるIT活用の目利き、最新ITを用いた新ビジネスの提案、経営戦略の推進などである（経済産業省情報処理振興課、2015）。

考えている国内企業の割合が、2013年は16%であったが、2017年には26%に増加している。図表2-12は、IT予算が増える理由/用途について日本とアメリカを比較したものである。図表2-12に示されるように、2013年と比較して国内企業のIT投資は「守りのIT投資」から徐々に「攻めのIT投資」へとシフトしていることがわかる。今後は、「攻めのIT投資」に関連する技術やスキル、知識の習得がIT技術者には求められていくと考えられる。

図表2-12 IT予算が増える理由/用途



出典：一般社団法人電子情報技術産業協会（2018）、『2017年 JEITA / IDC JAPAN調査プレスリリース』より。

(2) IT企業とユーザー企業において求められている人材

次に、IT企業とユーザー企業における人材ニーズを、独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）の『IT人材白書2018 Society 5.0の主役たれ～企業・組織から、個人・チームの時代へ～』（以下、『IT人材白書2018』と表記する）にもとづき概観する。

『IT人材白書2018』では、IT企業のIT事業とユーザー企業のIT業務をそれぞれ課題解決型、価値創造型の2つに区分している（図表2-13参照）。そのうえで、IT企業とユーザー企業におけるIT人材の現状を整理している。『IT人材白書2018』では、IT企業とユーザー企業の双方において、①課題解決型のIT事業やIT業務よりも、価値創造型のIT事業やIT業務が拡大傾向にあること、②課題解決型のIT人材よりも価値創造型のIT人材の増加割合が大きいこと、③課題解決型のIT人材よりも、価値創造型のIT人材の方が質的な不足感が高いことが指摘されている。

すなわち、今日においては既存のシステムの効率化やコスト削減を目的としたIT活用である課題解決型から、徐々に新たな価値を創造することを目的とした価値創造型のIT活用にシフトしており、価値創造型の人材を育成していく必要があると考えられる。

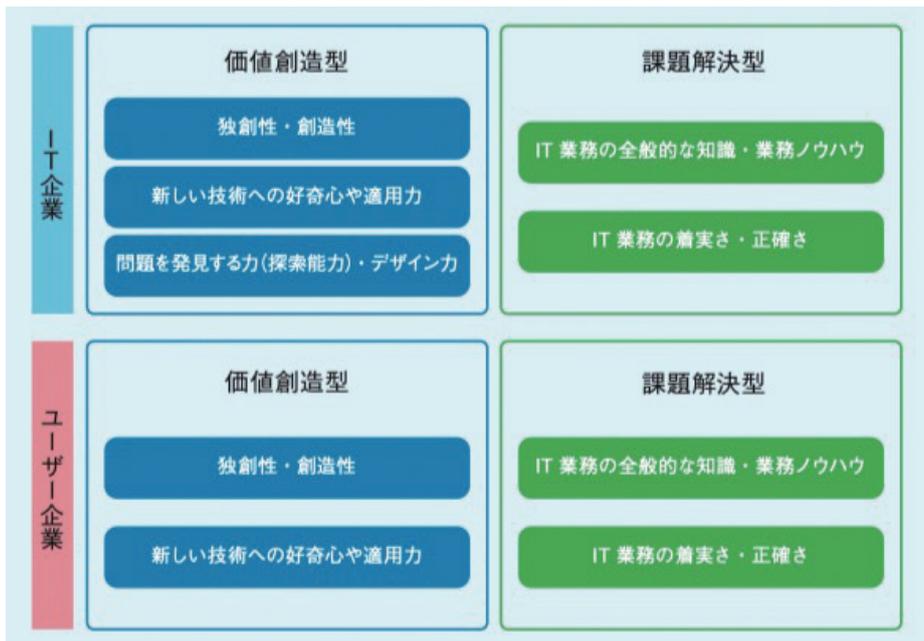
図表2-13 特性の違いによるIT事業・IT業務の分類

	IT企業のIT事業	ユーザー企業のIT業務
課題解決型	ユーザー企業の既存事業の効率化やコスト削減を目的としたIT活用／要件定義が明確、確実性を重視、主にウォーターフォール型で開発。	既存のシステムの効率化やコスト削減を目的としたIT活用／要件定義が明確、確実性を重視、主にウォーターフォール型で開発。
価値創造型	ユーザー企業の事業の価値創造を目的としたIT活用／要件が不確実、スピード感を重視、主にアジャイル型で開発。	価値創造を目的としたIT活用／要件が不確実、スピード感を重視、主にアジャイル型で開発。

出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p.23をもとに作成。

『IT人材白書2018』では、IT企業とユーザー企業の実務者に求められる質として、価値創造型と課題解決型に区分し、図表2-14のように整理している。図表2-14に示されるように、IT技術者と一括りにしても価値創造型と課題解決型のIT技術者で求められる特徴は大きく異なることがわかる。なかでも、価値創造型のIT技術者に求められる特徴として、①独創性・創造性、②新しい技術への好奇心や適用力、の2つはIT企業とユーザー企業の双方に共通して求められるものである。課題解決型のIT技術者はもちろん重要である。しかし、上述のように、価値創造型へのシフトが徐々に進んでいるなかでは、従来の技術的な教育に加えて、①独創性・創造性、②新しい技術への好奇心や適用力なども育むような教育・人材育成のあり方を模索していく必要がある。

図表2-14 実務者層に求められる“質”の特性による違い



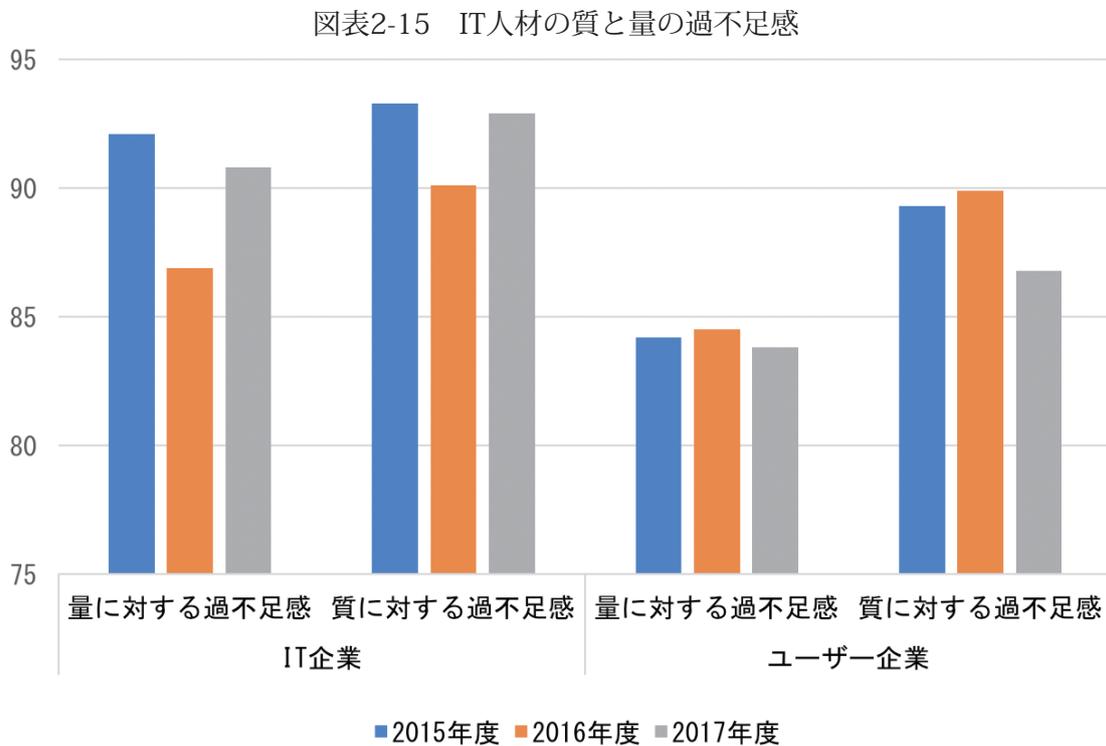
出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p.55より。

(3) IT企業とユーザー企業のIT人材の現状と今後の人材

次に、IT企業とユーザー企業のIT人材に関する現状と今後の育成等に関して『IT人材白書2018』にもとづき整理する。

a) 人材の量と質における過不足感 (p.99-102、p.141)

IT企業とユーザー企業の双方において、IT人材の量と質に関して「大幅に不足している」あるいは「やや不足している」という回答した割合を合算したものを示したものが図表2-15である。図表2-15に示されるように、量的にも質的にもIT人材の不足感が80%を超えており、改善の余地が大きく残されている。

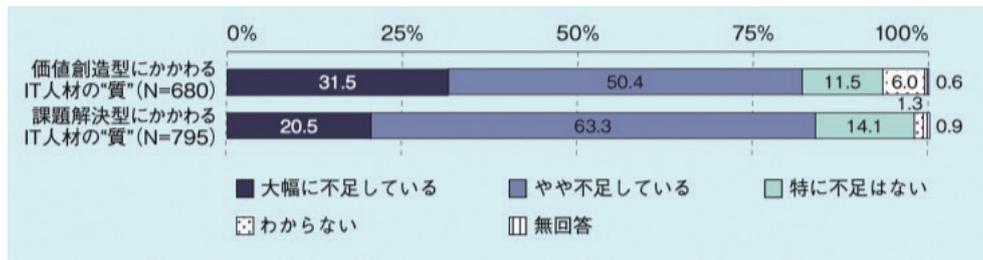


出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 99、101、141、142をもとに作成。

図表2-15に示されるように、年度ごとに量と質に関する不足感のばらつきは見られるものの、質の不足感がIT企業とユーザー企業の双方において質の不足感が量の不足感を上回っており、量も重要であるが、IT人材の質的な向上がより急務といえる。

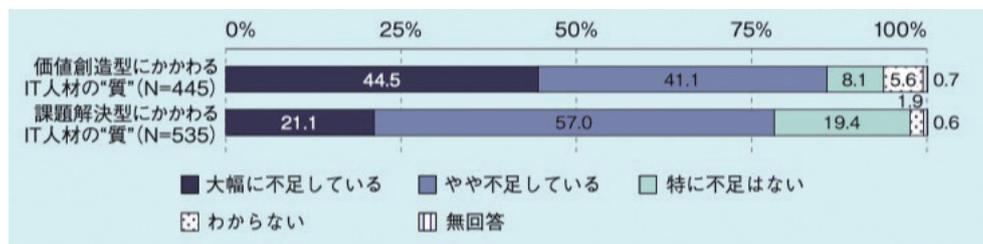
IT技術者の質的な不足感について価値創造型のIT人材と課題解決型のIT人材で比較したものが図表2-16と図表2-17である。

図表2-16 IT企業の特性格IT業務にかかわるIT人材の“質”の不足感



出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 37より。

図表2-17 ユーザー企業の特性格IT業務にかかわるIT人材の“質”の不足感



出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 42より。

図表2-16と図表2-17に示されるように、価値創造型に関わるIT人材と課題解決型に関わるIT人材の双方において、IT企業とユーザー企業とも不足していると回答している割合が高い。特に、価値創造型のIT人材の“質”が「大幅に不足している」と回答した割合は、課題解決型のIT人材の“質”の不足よりも大きい。

すなわち、IT人材についてはIT企業とユーザー企業の双方において、量的にも質的にも不足しているが、価値創造型のIT人材に対する不足が顕著であり、価値創造型のIT人材の育成が重要であると考えられる。

b) IT人材のレベル／重要と考え育成していきたいIT人材

IT企業とユーザー企業におけるIT人材のレベルと、今後重要であると考えており育成していきたいと考えているIT人材に関する認識を確認する。

はじめに、共通キャリア・スキルフレームワークのレベル定義を確認する。共通キャリア・スキルフレームワークでは、「人材に必要とされる能力及び果たすべき役割（貢献）の程度」にもとづき、7段階（レベル1からレベル7）で定義したものである。図表2-18は、共通キャリア・スキルフレームワークのレベルを定義したものである。

図表2-18 共通キャリア・スキルフレームワークのレベル

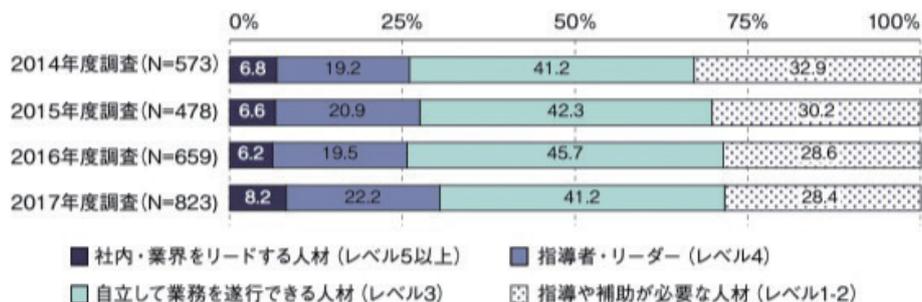
レベル	定 義
レベル7	「高度な知識・スキルを有する世界に通用するハイエンドプレーヤ」 業界全体から見ても先進的なサービスの開拓や事業改革、市場化などをリードした経験と実績を有し、世界レベルでも広く認知される。
レベル6	「高度な知識・スキルを有する国内のハイエンドプレーヤ」 社内だけでなく業界においても、プロフェッショナルとしての経験と実績を有し、社内外で広く認知される。
レベル5	「高度な知識・スキルを有する企業内のハイエンドプレーヤ」 プロフェッショナルとして豊富な経験と実績を有し、社内をリードできる。
レベル4	高度な知識・スキルを有し、プロフェッショナルとして業務を遂行でき、経験や実績に基づいて作業指示ができる。またプロフェッショナルとして求められる経験を形式知化し、後進育成に応用できる。
レベル3	応用的知識・スキルを有し、要求された作業についてすべて独力で遂行できる。
レベル2	基本的知識・スキルを有し、一定程度の難易度又は要求された作業について、その一部を独力で遂行できる。
レベル1	情報技術に携わる者に必要な最低限の基礎的知識を有し、要求された作業について、指導を受けて遂行できる。

出典：独立行政法人情報処理推進機構（2012）、『共通キャリア・スキルフレームワーク（第一版・追補版）』p.7より。

共通キャリア・スキルフレームワークに示されるように、レベル4以上はIT業界における勤務経験を有する人物を想定されている。共通キャリア・スキルフレームワークと対応する情報処理技術者試験は、レベル1がITパスポート試験、レベル2が基本情報技術者試験、レベル3が応用情報技術者試験である。なお、専門学校を卒業する学生が取得する資格は、レベル2あるいはレベル3である。

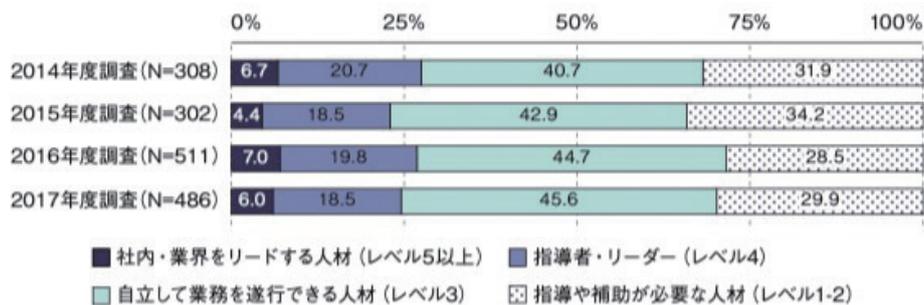
次にIT企業とユーザー企業それぞれにおける人材レベルを確認する。図表2-19はIT企業、図2-20はユーザー企業の人材レベルに対する回答結果である。

図表2-19 IT企業のIT人材レベル



出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 107より。

図表2-20 ユーザー企業の人材レベル

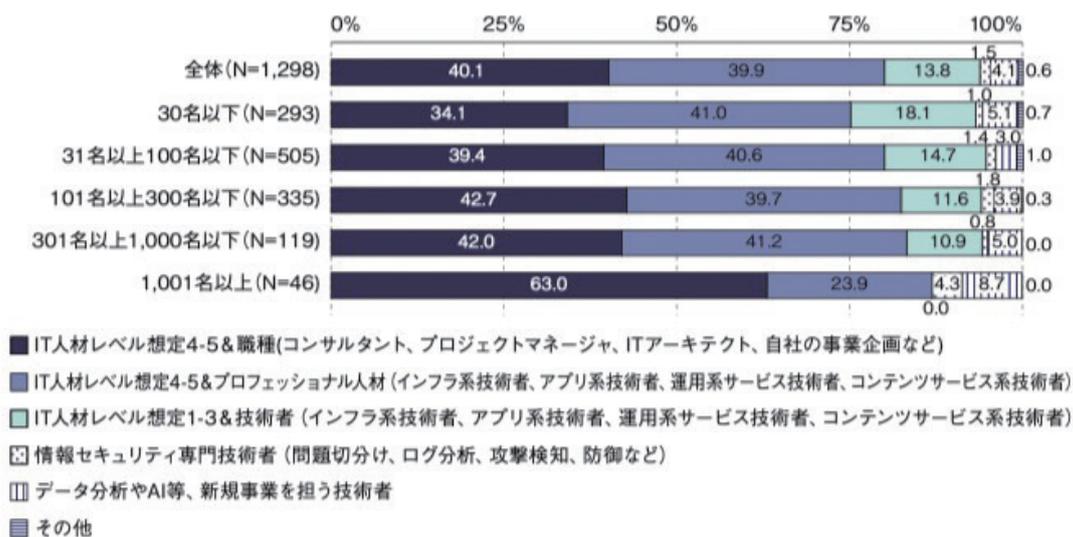


出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 145より。

図表2-19と図表2-20に示されるとおり、IT企業とユーザー企業の双方で自立的に業務を遂行できるレベルの人材（レベル3）以上の人材が70%近くを占めている。一方、IT企業とユーザー企業では僅かな差ではあるが、ユーザー企業の方が指導や補助が必要な人材（レベル1-2）の割合が高い。

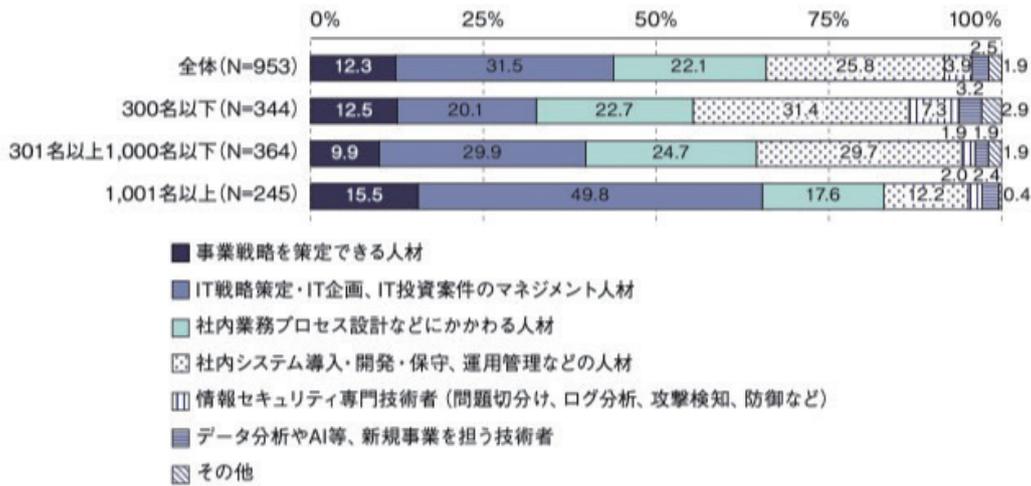
次に重要であると考え今後育成していきたいIT人材について確認する。図表2-21はIT企業において今後育成していきたい人材に関する回答を示したものである、図表2-22はユーザー企業において今後育成していきたい人材に関する回答を示したものである。

図表2-21 IT企業が重要と考え育成していきたいIT人材



出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 107より。

図表2-22 ユーザー企業が今後、重要と考え育成していきたいIT人材



出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 145より。

図表2-19から図表2-21に示されるように、現状ではレベル1からレベル3のIT人材が多いが、育成していきたい人材としてはレベル4からレベル5である。IT企業とユーザー企業では将来的なキャリアは異なるが、将来的にレベル4やレベル5のIT人材となるために、専門学校で学ぶ学生は卒業時にレベル2からレベル3の技術・スキル、知識を身につけていることが求められると考えられる。

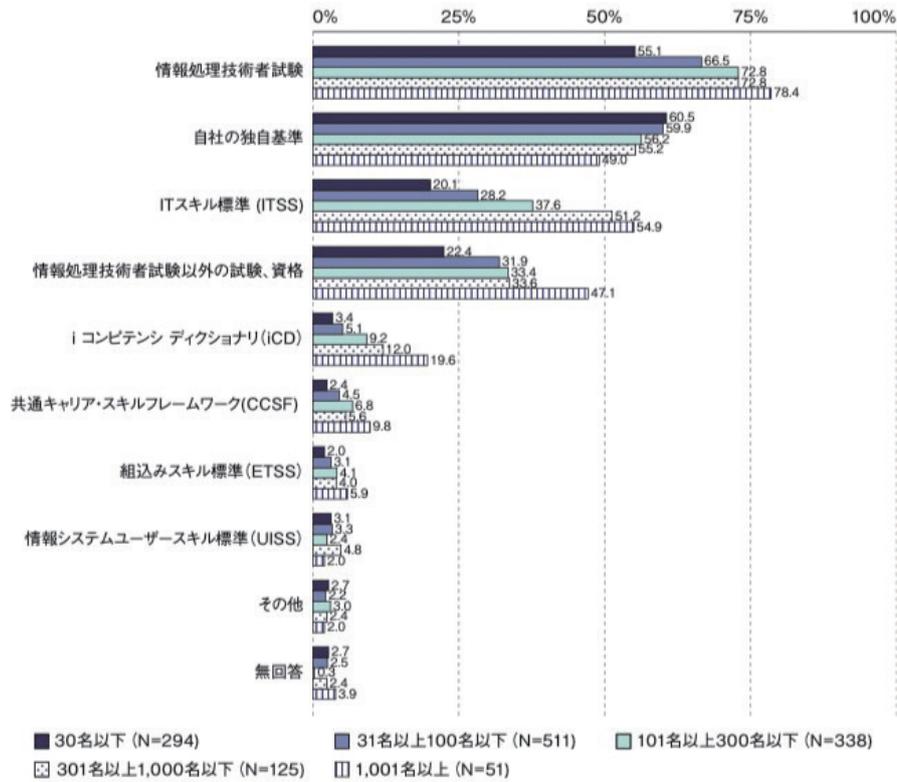
c) スキル把握の方法

次に、IT企業とユーザー企業が、従業員のスキルをどのように把握しているのかを確認する。次ページの図表2-23はIT企業における従業員のITスキルの把握、図表2-24はユーザー企業における従業員の把握方法を示したものである。

図表2-23と図表2-24に示されるように、IT企業とユーザー企業の双方で、IT技術者のスキルの把握方法として、情報処理技術者試験と自社の独自基準の2つの方法が突出して、利用されていることがわかる。

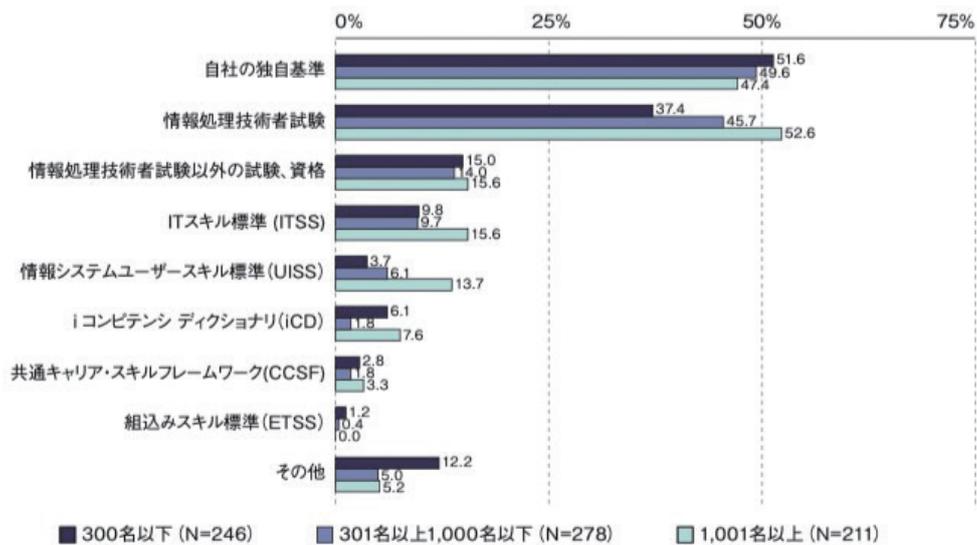
近年、情報処理技術者試験では、IoTやビッグデータなど、近年注目されている技術に関する問題も出題されている。業界や新技術の動向を含めた知識を習得しているのかどうかを判断する1つの目安となる資格として位置づけられていると考えられる。したがって、情報処理技術者試験で出題されるIoT、ビッグデータ、データベース、クラウドコンピューティング、ネットワークに関しては理解していることが求められているといえる。

図表2-23 IT企業がIT人材のスキル把握のために利用しているもの



出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 111より。

図表2-24 ユーザーがIT人材のスキル把握のために利用しているもの

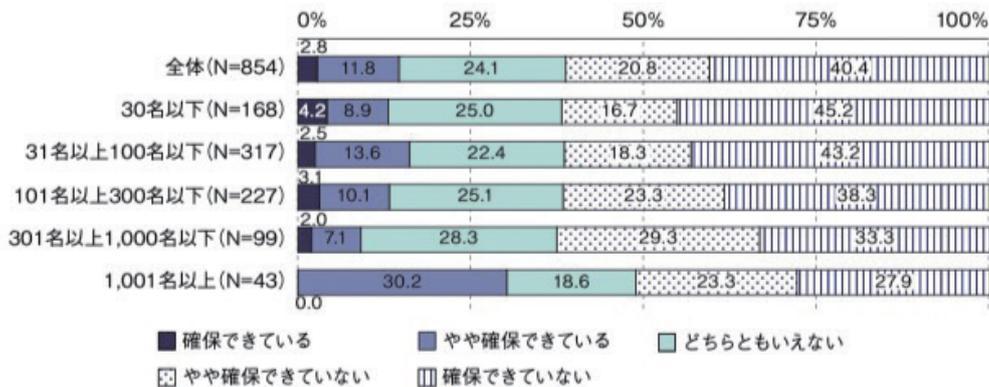


出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 149より。

d) IoTやビッグデータ、AI等に携わる人材の確保状況

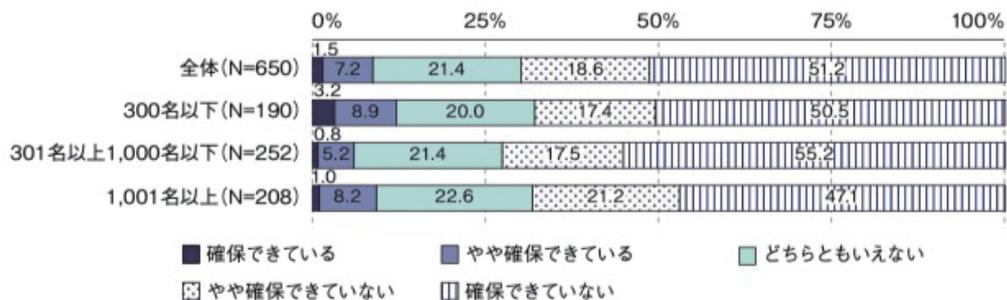
最後に、IoTやビッグデータ、AI等、近年、多く取り上げられるようになった分野におけるIT人材の確保状況について確認する。図表2-25はIT企業、図表2-26はユーザー企業におけるIT人材の確保状況を示したものである。

図表2-25 IT企業のIoT、ビッグデータ、AI等に携わる人材の確保



出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 117より。

図表2-26 ユーザー企業のIoTやビッグデータ、AI等に携わる人材の確保状況



出典：独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）、p. 155より。

図表2-25と図表2-26に示されるように、IoT、ビッグデータ、AI等に関わる人材については、IT企業もユーザー企業の双方において、「確保できていない」あるいは「やや確保できていない」の回答を合計した割合が50%を超えており、この分野におけるIT技術者の育成・輩出は急務であるといえる。

2-3 専門学校で育成する人材

専門学校に入学した学生⁵は、さまざまな授業を通してIT技術を学び、卒業時には基本情報技術者や応用情報技術者などの資格を取得している。すなわち、情報処理技術者としての基礎ならびに応用的な知識や技能を身につけて卒業している。これらの資格は、図表2-18で示されるレベル2ないしは部分的にレベル3に該当するものである。また、IT企業とユーザー企業では、従業員のIT人材のスキルを把握するために、情報処理技術者の資格などを参考にしていることから、産業界としては情報処理技術者試験で出題範囲に含む内容について、資格取得の有無は別としても、IT業界で勤務するうえで最低限習得していて欲しい、スキルや知識として捉えられていると考えられる。

本アンケート調査からは、データベース、クラウドコンピューティング、ネットワークなどの知識が、今後より重要な技術になることが明らかにされている。これらの知識が出題範囲となっているのは、基本情報技術者試験あるいは応用情報技術者試験である。したがって、専門学校としてはレベル2あるいはレベル3を想定した教育カリキュラムを提供し、将来的に高度IT人材となるための技術・スキル、知識を身につけた人材育成に取り組むことが求められると考えられる。

これらの技術に関する教育に加えて、価値創造型のIT人材の育成を検討する必要がある。価値創造型のIT人材に求められる“質”として、①独創性・創造性、②新しい技術への好奇心や適用力、(③問題を発見する力(探索能力)・デザイン力)が指摘されている。従来の教育に加えて、少人数のグループワークやPBL (Project-based Learning) など、近年、取り上げられることが多い新たな教育手法などを検討し、価値創造型のIT人材を育成していく必要があると考えられる。

5 ここでは高等学校卒業後、専門学校に入学する多くの学生の年代である18歳から20歳までを想定して記述する。

参考文献・資料

- 独立行政法人情報処理推進機構（2012）、『共通キャリア・スキルフレームワーク（第一版・追補版）』。
- 独立行政法人情報処理推進機構（2015）、「iコンピテンシディクショナリ2015解説」（<https://www.ipa.go.jp/files/000043109.pdf>）
- 独立行政法人情報処理推進機構（出版年不詳）、「情報処理技術者試験 情報処理安全確保支援士（登録セキスベ）試験パンフレット」（https://www.jitec.ipa.go.jp/1_13download/pamphlet_h31haru.pdf）
- 独立行政法人情報処理推進機構IT人材育成本部編（2018）.『IT人材白書2018 Society 5.0の主役たれ～企業・組織から、個人・チームの時代へ～』。
- 一般社団法人電子情報技術産業協会（2018）、「2017年JEITA/IDC JAPAN調査プレスリリース」（<https://www.jeita.or.jp/japanese/exhibit/2018/0116.pdf>）。
- 経済産業省情報処理振興課（2015）、「IT人材を巡る現状について」（http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/it_jinzai_wg/pdf/001_04_01.pdf）。

参考ウェブサイト

- 独立行政法人情報処理推進機構ウェブサイト（<https://www.ipa.go.jp/>）
- iCDウェブサイト（<https://icd.ipa.go.jp/icd/>）

第3章 情報セキュリティ分野で活躍するIT人材に求められる資質

1. アンケート調査結果から重視すべき知識及び技術

アンケート調査では、情報セキュリティを担当する人材に必要なペネトレーションテスター、フォーレンジック、マルウェアなどの知識、技術、ノウハウの現在と5年後の重要度に関して確認した。いずれの知識や技術は、現在において一定の重要度が認められているが、現在も高い重要度が認められつつも5年後にさらに重要度が増すものや現在も5年後も重要度が高い水準にあるものなど知識、技術によって差異が認められる。

専門学校が情報セキュリティ分野においてどのような知識や技術を教育現場に反映させていくべきか、あるいはどのようなカリキュラムを策定すべきかを考えたい。

1-1 情報セキュリティに求められるペネトレーションテスターの知識

ペネトレーションテスターは、通信ネットワークで外部と接続されたコンピュータシステムの安全性を調査するテスト手法の一つで、既に知られている手法を用いて実際に侵入や攻撃を試みる方式(IT用語辞典)である。以下にペネトレーションテスターで重視される各知識について回答を得た。

(1) HTTP v1.1 プロトコルの知識 (RFC 7230, 7231, 7232, 7233, 7234, 7235 ≡ rfc2616)

HTTP は、hypertext transfer protocolの略で、インターネットにおけるデータ転送の通信手順を定めた規格(プロトコル)である。そのプロトコルに関する知識にはRFC¹の7230 (Message Syntax and Routing) , 7231 (Semantics and Content) , 7232 (Conditional Requests) , 7233 (Range Requests) , 7234 (Caching) , 7235 (Authentication) ≡ rfc2616 (HTTP/1.1) などがある。

アンケートでは、HTTP v1.1 プロトコルの知識は現在「非常に重要である」(4.8%)「かなり重要である」(52.4%)の結果であり、「重要である」との合計割合は57.2%と約6割の水準である。「あまり重要ではない」(35.7%)「全く重要ではない」(7.1%)では、「重要ではない」が約4割(42.8%)である。

一方、5年後「非常に重要である」(11.9%)「かなり重要である」(57.1%)の結果であり、「重要である」との合計割合は69%である。「あまり重要ではない」(28.6%)「全く重要ではない」(2.4%)では、31%に止まる。

「重要である」の合計割合が、現在から5年後にかけて57.2%から69.0%と約12ポイント増加していることからHTTP v1.1 プロトコルの知識は重要度が大きく増すものと考えられる。

(2) スクリプト言語の知識

スクリプト言語とは、プログラミング言語のうちプログラムの記述や実行を比較的容易に行うことができる言語の総称 (weblio辞書) である。スクリプト言語はプログラム制作

¹ Request for Commentsの略。技術仕様の保存、公開形式である。

上必要となる基礎的な言語である。

アンケートでは、スクリプト言語の知識は現在「非常に重要である」(14.3%)「かなり重要である」(47.6%)の結果であり、「重要である」との合計割合は61.9%と6割を超える水準である。「あまり重要ではない」(33.3%)「全く重要ではない」(4.8%)では、「重要ではない」が約4割(38.1%)である。

一方、5年後「非常に重要である」(22.0%)「かなり重要である」(48.8%)の結果であり、「重要である」との合計割合は70.8%である。「あまり重要ではない」(26.8%)「全く重要ではない」(2.4%)では、29.2%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて61.9%から70.8%と9ポイント増加していることからスクリプト言語の知識は重要度が大きく増すものと考えられる。

(3) C, C++, Java 等の知識

C, C++, Java等は、プログラム開発上の基本言語である。

アンケートでは、C, C++, Java等の知識は現在「非常に重要である」(31.0%)「かなり重要である」(47.6%)の結果であり、「重要である」との合計割合は78.6%で約8割の水準である。前述のスクリプト言語(61.9%)と比較すると約17ポイント高い割合である。「あまり重要ではない」(16.7%)「全く重要ではない」(4.8%)では、「重要ではない」が約2割(21.5%)である。この結果はC, C++, Java等の知識はそもそもプログラム制作上欠かすことができない知識、つまり情報技術者として「当然の知識」との認識にあるものと推察される。

一方、5年後「非常に重要である」(31.0%)「かなり重要である」(52.4%)の結果であり、「重要である」との割合は83.4%である。「あまり重要ではない」(11.9%)「全く重要ではない」(4.8%)では、16.7%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて78.6%から83.4%と約5ポイント増加していることからC, C++, Java等の知識は5年後にさらに重要度が増すものと考えられる。

(4) ネットワークプロトコルの知識 (MAC, IP, TCP, UDP, Routing, VRRP 等)

ネットワークプロトコルは、ネットワーク上でデータを通信するための手順や規約のこと (weblio辞書) である。MAC², IP³, TCP⁴, UDP⁵, Routing⁶, VRRP⁷等はネットワークプロト

2 Media Access Controlの略で、LANなどで利用されるデータ伝送技術のこと (weblio辞書)。

3 Internet Protocolの略で、コンピュータネットワークにおける通信規約のこと (weblio辞書)。

4 Transmission Control Protocolの略で、インターネットで標準的に利用されるIPの上位プロトコルのこと (weblio辞書)。

5 User Datagram Protocolの略で、TCP/IPの基盤となるプロトコルのこと (weblio辞書)。

6 コンピュータネットワーク上のデータ配送経路を決定する制御のこと (weblio辞書)。

7 Virtual Router Redundancy Protocolの略で、複数のルーターを1つのIPアドレスで構成し1台のルーターが故障した際、予備のルーターにバックアップ機能を持たすことができるようにするプロトコルのこと (weblio辞書)。

コルの例である。

アンケートでは、ネットワークプロトコルの知識は現在「非常に重要である」(19.0%)「かなり重要である」(50.0%)の結果であり、「重要である」との合計割合は69.0%である。「あまり重要ではない」(28.6%)「全く重要ではない」(2.4%)では、「重要ではない」が約3割(31.0%)である。

一方、5年後「非常に重要である」(31.0%)「かなり重要である」(52.4%)の結果であり、「重要である」との合計割合は83.4%である。「あまり重要ではない」(14.3%)「全く重要ではない」(2.4%)では、16.7%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて69.0%から83.4%と約14ポイント増加していることからネットワークプロトコルの知識は重要度が大きく増すものと考えられる。

(5) オペレーティングシステムの知識 (Android, Linux, OpenBSD, NetBSD, Solaris, AIX, HPUX, Mac OS, Windows, ThreadX, TRON 等)

オペレーティングシステム (operating system) は、コンピュータを制御しアプリケーションソフトなどがコンピュータ資源を利用可能にするためのソフトウェアのことである。Android⁸, Linux⁹, OpenBSD, NetBSD¹⁰, Solaris¹¹, AIX¹², HPUX¹³, Mac OS, Windows, ThreadX¹⁴, TRON¹⁵等はオペレーティングシステムの例である。

アンケートでは、オペレーティングシステムの知識は現在「非常に重要である」(19.0%)「かなり重要である」(57.1%)の結果であり、「重要である」との割合は76.1%と高い水準である。「あまり重要ではない」(2.4%)「全く重要ではない」(21.4%)では、「重要ではない」が23.8%である。

一方、5年後「非常に重要である」(28.6%)「かなり重要である」(59.5%)の結果であり、

8 Googleが2007年に発表した携帯電話のオペレーティングシステム (OS) のこと。

9 UNIX互換のOS (IT用語辞典) のこと。

10 Openまたはnet Berkeley Software Distributionの略で、UNIX系OS及び関連ソフトウェア群 (IT用語辞典) のこと。

11 サン・マイクロシステムズのUNIX系OS製品 (IT用語辞典) のこと。

12 Advanced Interactive Executiveの略で、IBM社が自社コンピュータ向けに開発・販売しているUNIX OS (IT用語辞典) のこと。

13 ヒューレットパッカード (HP) が開発・販売しているUNIX OS (IT用語辞典) のこと。

14 ソフトウェアやプログラミングなどの分野で並列処理に対応したOS上でのプログラムの最小の実行単位 (IT用語辞典) のこと。

15 The Real-time Operating system Nucleusの略で、あらゆる機器、施設、設備にコンピュータが内蔵され、それらが相互に通信して連携動作する社会の到来を想定し、その中核となるコンピュータやアーキテクチャ (基本設計) を構築することを目指すプロジェクト (IT用語辞典) のこと。

「重要である」との割合は88.1%になる。「あまり重要ではない」(9.5%)「全く重要ではない」(2.4%)では、11.9%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて76.1%から88.1%と約12ポイント増加していることからオペレーティングシステムの知識は現在比較的高い割合にある中でさらに重要度が増すものと考えられる。

(6) 認証、暗号プロトコルの知識

認証、暗号プロトコルには、PKI¹⁶, 802.1x¹⁷, TLS¹⁸, LDAP¹⁹, Radius²⁰, Diameter, Kerberos²¹, HMAC²², AES²³, Y-00, BB-84 等の知識について確認した。

アンケートでは、認証、暗号プロトコルの知識は現在「非常に重要である」(14.3%)「かなり重要である」(50.0%)の結果であり、「重要である」との割合は64.3%と6割超の水準である。「あまり重要ではない」(50.0%)「全く重要ではない」(14.3%)では、「重要ではない」が6割を超える64.3%である。

一方、5年後「非常に重要である」(28.6%)「かなり重要である」(50.0%)の結果であり、「重要である」との割合は約8割の78.6%になる。「あまり重要ではない」(19.0%)「全く重要ではない」(2.4%)では、21.4%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて64.3%から78.6%と約14ポイント増加していることから認証、暗号プロトコルの知識は大きく重要度が増すものと考えられる。

(7) exploit²⁴ 等の環境構築、作成、実行、対処方法の知識

ここでは、情報セキュリティの脆弱性を指して使われるexploitに関する環境構築、作

16 Public Key Infrastructureの略で、公開鍵暗号やデジタル署名をインターネットによる通信のみで安全に運用するために築かれた社会的基盤 (IT用語辞典) のこと。

17 ネットワークに接続するコンピュータなどの端末を認証する方法を定めた標準規格 (IT用語辞典) のこと。

18 Transport Layer Securityの略で、インターネットなどのTCP/IPネットワークでデータを暗号化して送受信するプロトコル (通信手段) (IT用語辞典) のこと。

19 Lightweight Directory Access Protocolの略で、インターネットなどのTCP/IPネットワークでディレクトリサービスにアクセスするための通信プロトコル (IT用語辞典) のこと。

20 Remote Authentication Dial-In User Serviceの略で、ネットワーク上で利用者の認証や権限の付与、利用状況の記録などを行うための通信プロトコル (IT用語辞典) のこと。

21 ネットワークを通じてコンピュータ間で利用者の認証を行う方式 (IT用語辞典) のこと。

22 Hash-based Message Authentication Codeの略で、メッセージを送受信する際に相手が成りすましていないかどうかや、途中で改竄されていないかどうかを調べることができる認証符合 (IT用語辞典) のこと。

23 Advanced Encryption Standardの略で、共通鍵 (秘密鍵) の暗号方式 (IT用語辞典) のこと。

24 セキュリティ用語。情報セキュリティの脆弱性を指して使われる。

成、実行、対処方法について確認した。

アンケートでは、現在「非常に重要である」(7.3%)「かなり重要である」(36.6%)の結果であり、「重要である」との割合は43.9%に止まる。「あまり重要ではない」(48.8%)「全く重要ではない」(7.3%)では、「重要ではない」が5割を超える56.1%である。

一方、5年後「非常に重要である」(16.7%)「かなり重要である」(42.9%)の結果であり、「重要である」との割合は約6割の59.6%である。「あまり重要ではない」(35.7%)「全く重要ではない」(4.8%)では、40.5%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて43.9%から59.6%と約16ポイント増加していることからexploit等の環境構築、作成、実行、対処方法の知識は大きく重要度が増すものと考えられる。

(8) FPGA²⁵ プログラム、ハードウェアレイヤー (JTAG²⁶, CPU architectures) の知識

FPGAは回路規模が数万ゲート以上に及ぶ大規模で複雑なものであり、それに関する知識について確認した。

アンケートでは、FPGA プログラム、ハードウェアレイヤー (JTAG, CPU architectures) の知識は現在「非常に重要である」(4.8%)「かなり重要である」(33.3%)の結果であり、「重要である」との割合は約4割38.1%に止まる。「あまり重要ではない」(54.8%)「全く重要ではない」(7.1%)では、「重要ではない」が6割を超える61.9%である。

一方、5年後「非常に重要である」(16.7%)「かなり重要である」(42.9%)の結果であり、「重要である」との割合は約6割の59.6%である。「あまり重要ではない」(35.7%)「全く重要ではない」(4.8%)では、40.5%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて38.1%から59.6%で約21ポイントと大幅に増加していることからFPGA プログラム、ハードウェアレイヤー (JTAG, CPU architectures) の知識は現在から重要度が格段に増すものと考えられる。

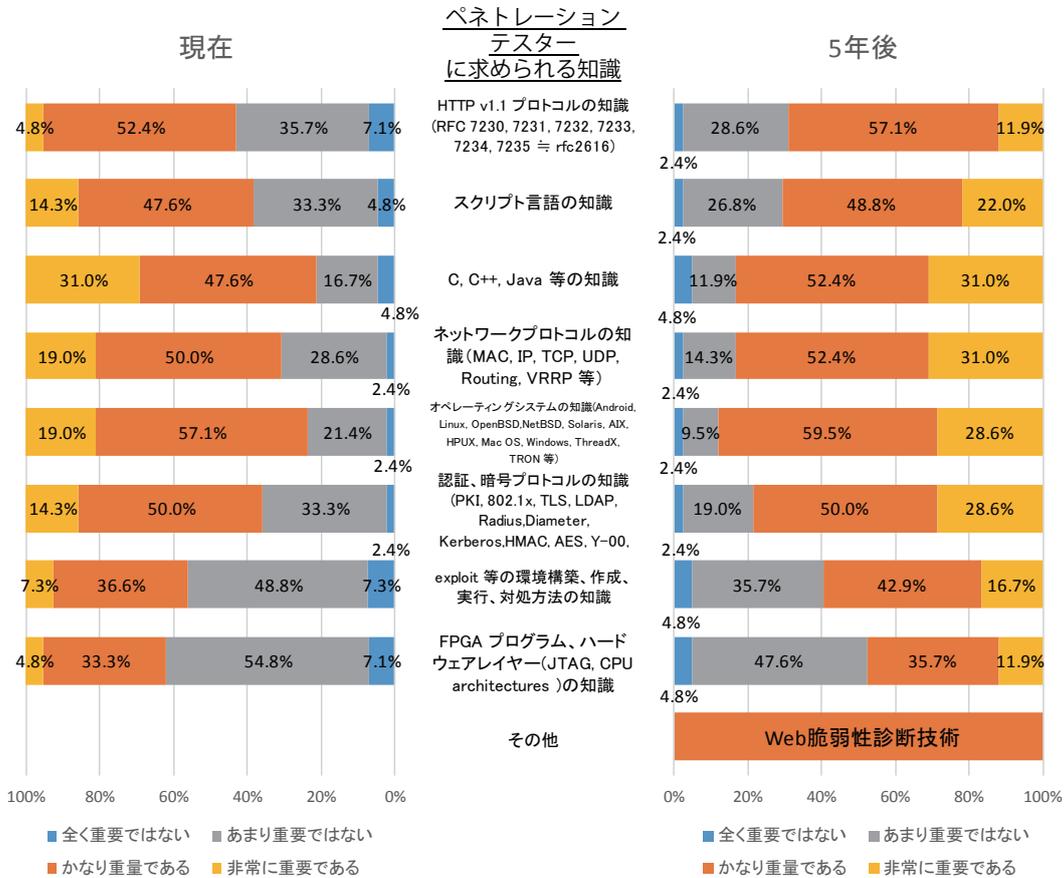
(9) その他

その他として、アンケート質問項目以外で、5年後「Web脆弱性診断技術」が「かなり重要である」との指摘があった。

²⁵ Field Programmable Gate Arrayの略。内部の論理回路の構造を何度も繰り返し再構成できる半導体チップ (PLD : Programmable Logic Device) のうち、回路規模が数万ゲート以上に及ぶ大規模で複雑なもの (IT用語辞典) のこと。

²⁶ Joint Test Action Groupの略で、半導体チップの検査用端子の仕様や端子を用いた検査手法の標準を定めた規格 (IT用語辞典) のこと。

図表3-1 ペネトレーションテスターに求められる知識



出所：アンケート結果を基に著者作成

1-2 ペネトレーションテスターに求められるスキル

ペネトレーションテスターは、その知識とともに実際のプログラミング制作などを担当し対応できるスキルが必要とされている。セキュリティ診断、オープンソースツールの開発などについて重視される各スキルについて回答を得た。

(1) セキュリティ診断

ここでは、脆弱性診断、ペネトレーションテストのスキルについて確認した。

アンケートでは、セキュリティ診断の知識は現在「非常に重要である」(21.4%)「かなり重要である」(42.9%)の結果であり、「重要である」との割合は64.3%と6割以上の水準である。「あまり重要ではない」(38.1%)「全く重要ではない」(0.0%)では、「重要ではない」が約4割38.1%である。

一方、5年後「非常に重要である」(40.5%)「かなり重要である」(45.2%)の結果であり、「重要である」との割合は8割以上の85.7%になる。「あまり重要ではない」(16.7%)「全く重要ではない」(0.0%)では、16.7%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて64.3%から85.7%で約21ポイントと大幅に増加していることからセキュリティ診断のスキルは重要度が格段に増すものと考えられる。

(2) オープンソースツールの開発

アンケートでは、オープンソースツールの開発のスキルは現在「非常に重要である」(4.8%)「かなり重要である」(45.2%)の結果であり、「重要である」との割合は5割の50.0%である。「あまり重要ではない」(45.2%)「全く重要ではない」(4.8%)では、「重要ではない」が5割となる50.0%である。

一方、5年後「非常に重要である」(21.4%)「かなり重要である」(57.1%)の結果であり、「重要である」との割合は約8割の78.5%である。「あまり重要ではない」(19.0%)「全く重要ではない」(4.8%)では、23.8%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて50.0%から78.5%で約29ポイントと大幅に増加していることからオープンソースツールの開発のスキルは重要度が格段に増すものと考えられる。

(3) スクリプト言語²⁷の実装能力およびコードのレビュー

スクリプト言語の実装能力およびコードのレビューは、php²⁸, python²⁹, shell³⁰, perl³¹等のスキルが必要とされる。

アンケートでは、スクリプト言語の実装能力およびコードのレビューのスキルは現在「非常に重要である」(14.3%)「かなり重要である」(52.4%)の結果であり、「重要である」との割合は6割超の66.7%に及びます。「あまり重要ではない」(31.0%)「全く重要ではない」(2.4%)では、「重要ではない」が3割を超える33.4%である。

一方、5年後「非常に重要である」(26.2%)「かなり重要である」(61.9%)の結果であり、「重要である」との割合は約9割の88.1%である。「あまり重要ではない」(11.9%)「全く重要ではない」(2.4%)では、14.3%に止まる。

27 プログラミング言語の一種で、OSやアプリケーションソフトの動作や機能などをプログラムの形で記述できるもの (IT用語辞典) のこと。

28 Hypertext Preprocessorの略で、Webサーバの機能を拡張し動的にWebページを生成するために用いられるプログラミング言語 (IT用語辞典) のこと。

29 簡潔で読みやすい文法が特徴的な汎用の高水準プログラミング言語 (IT用語辞典) のこと。

30 コンピュータのOSを構成するソフトウェアの一つで利用者からの操作の受け付けや利用者への情報の提示などを担当するもの (IT用語辞典) のこと。

31 Practical Extraction and Report Languageの略で、簡潔な記述や柔軟性、拡張性の高さが特徴的な高水準のプログラミング言語 (IT用語辞典) のこと。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて66.7%から88.1%で約22ポイントと大幅に増加していることからスクリプト言語の実装能力およびコードのレビューのスキルは相当重要度が増すものと考えられる。

(4) C, C++, Java 等の実装能力およびコードのレビュー

アンケートでは、C, C++, Java 等の実装能力およびコードのレビューのスキルは現在「非常に重要である」(26.2%)「かなり重要である」(54.8%)の結果であり、「重要である」との割合は約8割81.0%と高い水準である。「あまり重要ではない」(19.2%)「全く重要ではない」(2.4%)では「重要ではない」が21.4%に止まる。

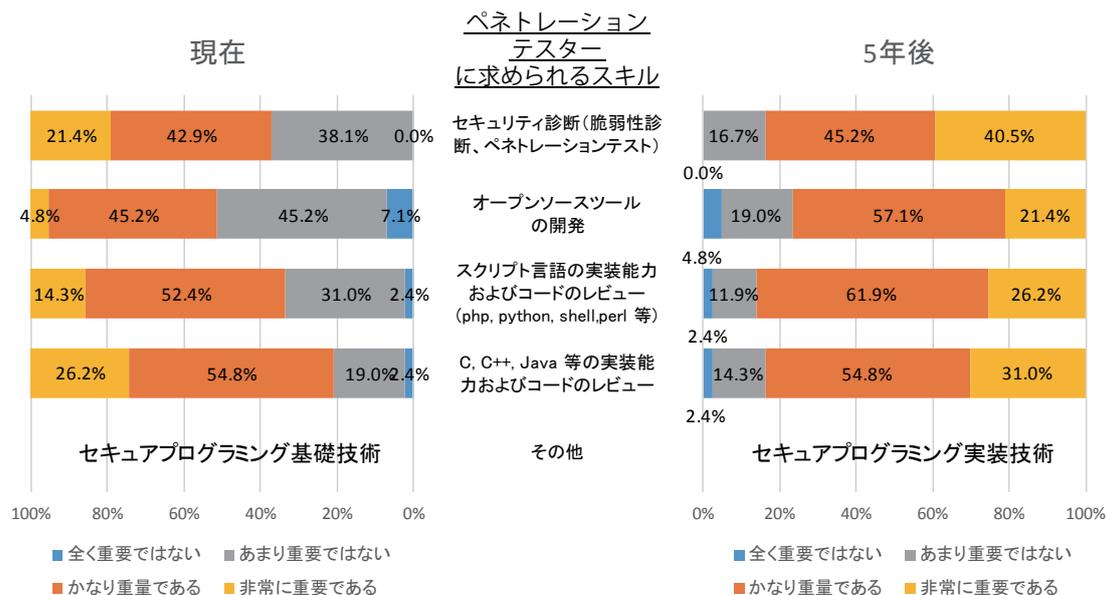
一方、5年後「非常に重要である」(31.0%)「かなり重要である」(54.8%)の結果であり、「重要である」との割合は約8割超の85.8%になる。「あまり重要ではない」(14.3%)「全く重要ではない」(2.4%)では、16.7%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて81.0%から85.8%と約5ポイント増加していることからC, C++, Java 等の実装能力およびコードのレビューのスキルは高い水準で現在そして今後とも重要度には変わりはないと考えられる。

(5) その他

その他として、アンケート質問項目以外で、現在、5年後ともに「セキュアプログラミング実装技術」が「かなり重要である」との指摘があった。

図表3-2 ペネトレーションテスターに求められるスキル



出所：アンケート結果を基に著者作成

1-3 情報セキュリティ分野の人材（フォレンジック技術者）に求められる能力

フォレンジック (Forensic) は、情報技術者の間では記憶媒体から法的証拠や手がかりをさがしだすことに使われる用語である。フォレンジック技術者は、記憶媒体から法的証拠や手がかりをさがしだす技術者である。ここでは、フォレンジック技術者に重視される各能力について回答を得た。

(1) インシデントレスポンス³²

アンケートでは、インシデントレスポンスの能力は現在「非常に重要である」(4.5%) 「かなり重要である」(52.3%)の結果であり、「重要である」との割合は5割超56.8%の水準にある。「あまり重要ではない」(38.6%) 「全く重要ではない」(4.5%)では「重要ではない」が43.1%に止まる。

一方、5年後「非常に重要である」(18.2%) 「かなり重要である」(59.1%)の結果であり、「重要である」との割合は約8割の77.3%である。「あまり重要ではない」(20.5%) 「全く重要ではない」(2.3%)では、22.8%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて56.8%から77.3%と約21ポイント増加していることからインシデントレスポンスの能力は重要度が格段に増すものと考えられる。

(2) フォレンジックツールの操作

アンケートでは、フォレンジックツール操作能力は現在「非常に重要である」(4.5%) 「かなり重要である」(43.2%)の結果であり、「重要である」との割合は47.7%で5割を下回ります。「あまり重要ではない」(47.7%) 「全く重要ではない」(4.5%)では、「重要ではない」が5割超の53.2%である。

一方、5年後「非常に重要である」(15.9%) 「かなり重要である」(56.8%)の結果であり、「重要である」との割合は約7割の72.7%である。「あまり重要ではない」(25.0%) 「全く重要ではない」(2.3%)では、27.3%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて47.7%から72.7%と約25ポイント増加していることからインシデントレスポンスの能力は今後重要度が格段に増すものと考えられる。

(3) フォレンジックアーティファクトの理解

アンケートでは、フォレンジックアーティファクトの能力は現在「非常に重要である」(6.8%) 「かなり重要である」(43.2%)の結果であり、「重要である」との割合は5割の50.0%である。「あまり重要ではない」(45.5%) 「全く重要ではない」(4.5%)では、「重要ではない」が5割の50.0%である。

一方、5年後「非常に重要である」(20.5%) 「かなり重要である」(52.3%)の結果であ

32 情報セキュリティにおいて発生した障害への(組織的)対応を指す。

り、「重要である」との割合は約7割の72.8%になる。「あまり重要ではない」(25.0%)「全く重要ではない」(2.3%)では、27.3%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて50.0%から72.8%と約23ポイント増加していることからフォーレンジックアーティファクトの能力は今後重要度が各段に増すものと考えられる。

(4) 脅威分析

アンケートでは、脅威分析の能力は現在「非常に重要である」(9.1%)「かなり重要である」(43.2%)の結果であり、「重要である」との割合は5割超の52.3%である。「あまり重要ではない」(43.2%)「全く重要ではない」(4.5%)では、「重要ではない」が47.7%で5割を下回る。

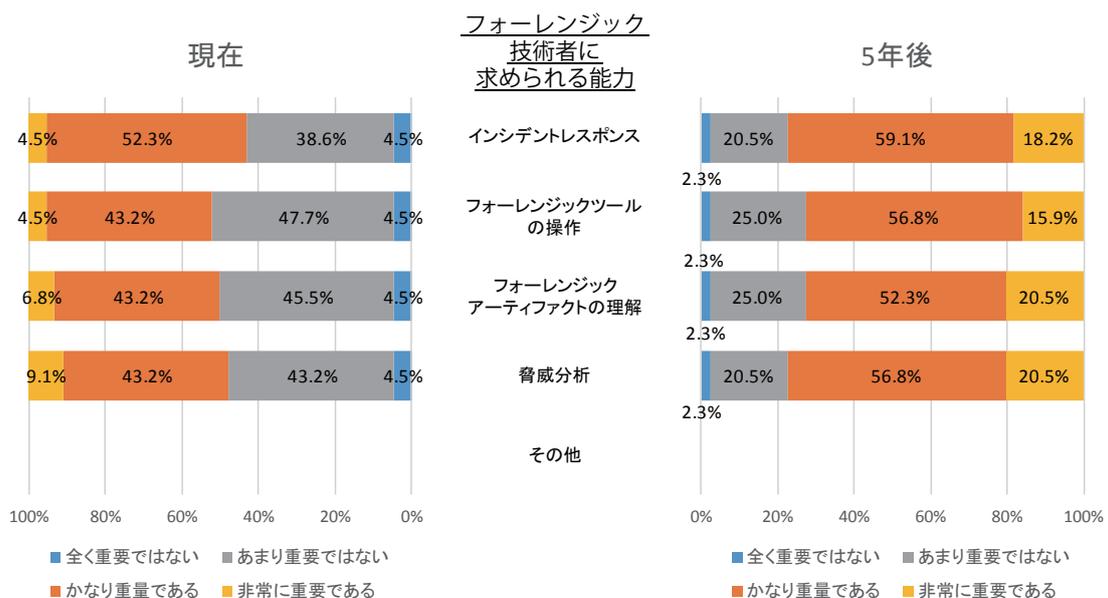
一方、5年後「非常に重要である」(20.5%)「かなり重要である」(56.8%)の結果であり、「重要である」との割合は約8割の77.3%になる。「あまり重要ではない」(20.5%)「全く重要ではない」(2.3%)では、22.8%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて52.3%から77.3%と約25ポイント増加していることから脅威分析の能力は今後重要度が格段に増すものと考えられる。

(5) その他

回答なし。

図表3-3 フォーレンジック技術者に求められる能力



出所：アンケート結果を基に著者作成

1-4 情報セキュリティ分野の人材 (マルウェア担当) に求められる能力

マルウェア (Malware) は、不正かつ有害な動作を行う意図で作成された悪意のあるソフトウェアや悪質なコードの総称³³である。以下にマルウェアで重視される各能力について回答を得た。

(1) マルウェア

アンケートでは、マルウェアの能力は現在「非常に重要である」(14.0%)「かなり重要である」(53.5%)の結果であり、「重要である」との割合は約7割の67.5%である。「あまり重要ではない」(27.9%)「全く重要ではない」(4.7%)では「重要ではない」が32.6%で約3割超である。

一方、5年後「非常に重要である」(27.9%)「かなり重要である」(51.2%)の結果であり、「重要である」との割合は約8割の79.1%である。「あまり重要ではない」(18.6%)「全く重要ではない」(2.3%)では、20.9%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて67.5%から79.1%と約22ポイント増加していることからマルウェアの能力は今後重要度が格段に増すものと考えられる。

(2) バイナリ解析³⁴

アンケートでは、バイナリ解析の能力は現在「非常に重要である」(11.6%)「かなり重要である」(34.9%)の結果であり、「重要である」との割合は5割以下46.5%に止まる。「あまり重要ではない」(46.5%)「全く重要ではない」(7.0%)では「重要ではない」が53.5%で5割超の水準である。

一方、5年後「非常に重要である」(0.0%)「かなり重要である」(54.8%)の結果であり、「重要である」との割合は5割超の54.8%である。「あまり重要ではない」(41.0%)「全く重要ではない」(3.2%)では、44.2%で一定の水準である。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて46.5%から54.8%と約8ポイント増加していることからバイナリ解析の能力は今後重要度が増すものの現在と大きく変わらないものと考えられる。

(3) 脅威分析

アンケートでは、脅威分析の能力は現在「非常に重要である」(14.0%)「かなり重要である」(44.2%)の結果であり、「重要である」との割合は約6割の58.2%である。「あま

³³ 日本ネットワークセキュリティ協会の定義。例として、ウイルス、ワーム、トロイの木馬、スパイウェア、キーロガー、バックドア、ボットなどがある。

³⁴ コンピュータ用語としては、データが「0」と「1」で表現されているデータ形式のこと、あるいは、テキストではない情報でデータが書かれているファイル一般のことである (IT用語辞典)。

り重要ではない」(34.9%)「全く重要ではない」(7.0%)では、「重要ではない」が41.9%で約4割の水準に止まる。

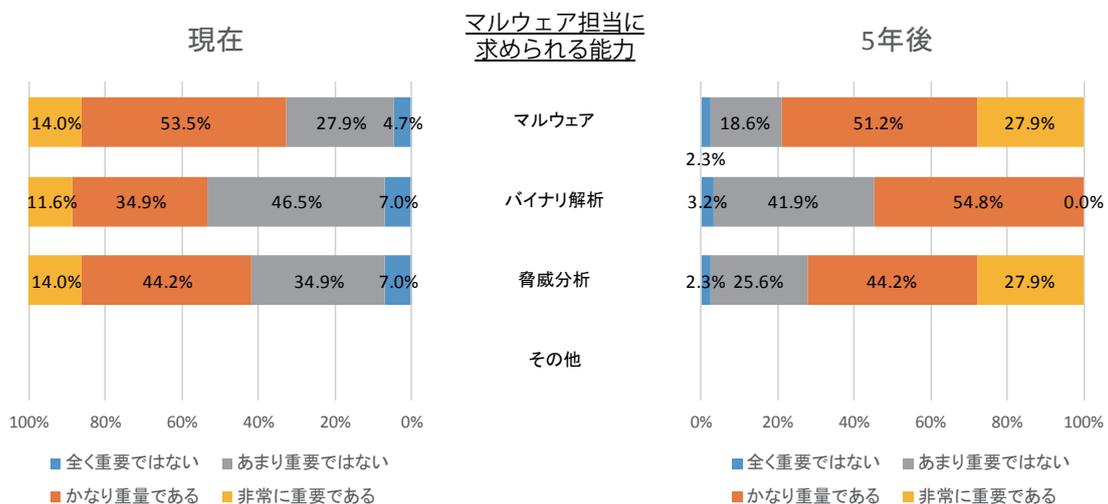
一方、5年後「非常に重要である」(27.9%)「かなり重要である」(44.2%)の結果であり、「重要である」との割合は約7割の72.1%になる。「あまり重要ではない」(25.6%)「全く重要ではない」(3.2%)では、27.9%で3割未満に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて58.2%から72.1%と約14ポイント増加していることから脅威分析の能力は大きく重要度が増すものと考えられる。

(4) その他

回答なし。

図表3-4 マルウェア担当に求められる能力



出所：アンケート結果を基に著者作成

1-5 情報セキュリティ分野の人材に求められる共通知識

(1) ネットワークセキュリティ (Firewall、VPN等の機能・役割)

アンケートでは、ネットワークセキュリティの共通知識は現在「非常に重要である」(33.3%)「かなり重要である」(48.9%)の結果であり、「重要である」との割合は8割超の82.2%である。「あまり重要ではない」(15.6%)「全く重要ではない」(2.2%)では、「重要ではない」が17.8%で約2割弱である。

一方、5年後「非常に重要である」(52.3%)「かなり重要である」(38.6%)の結果であり、「重要である」との割合は約9割の90.9%になる。「あまり重要ではない」(6.8%)「全く重要ではない」(2.3%)では、9.1%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて82.2%から90.9%と約8ポイント増加

していることからネットワークセキュリティの共通知識は高い水準で現在そして今後とも重要度には変わりはないと考えられる。

(2) コンピュータセキュリティ (攻撃手法、対策等)

アンケートでは、コンピュータセキュリティの共通知識は現在「非常に重要である」(28.9%)「かなり重要である」(55.6%)の結果であり、「重要である」との割合は8割超の84.5%である。「あまり重要ではない」(13.3%)「全く重要ではない」(2.2%)では、「重要ではない」が15.5%である。

一方、5年後「非常に重要である」(47.7%)「かなり重要である」(43.2%)の結果であり、「重要である」との割合は約9割の90.9%である。「あまり重要ではない」(6.8%)「全く重要ではない」(2.3%)では、9.1%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて84.5%から90.9%と約6ポイント増加していることからネットワークセキュリティの共通知識は高い水準で現在そして今後とも重要度には変わりはないと考えられる。

(3) Web セキュリティガイドライン

アンケートでは、Web セキュリティガイドラインの共通知識は現在「非常に重要である」(13.3%)「かなり重要である」(71.1%)の結果であり、「重要である」との割合は8割超の84.4%である。「あまり重要ではない」(13.3%)「全く重要ではない」(2.2%)では、「重要ではない」が15.5%である。

一方、5年後「非常に重要である」(34.1%)「かなり重要である」(54.5%)の結果であり、「重要である」との割合は約9割の88.6%である。「あまり重要ではない」(9.1%)「全く重要ではない」(2.3%)では、11.4%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて84.4%から88.6%と約4ポイント増加していることからWeb セキュリティガイドラインの共通知識は高い水準で現在そして今後とも重要度には変わりはないと考えられる。

(4) Web セキュリティプログラミング

アンケートでは、Web セキュリティプログラミングの共通知識は現在「非常に重要である」(11.4%)「かなり重要である」(61.4%)の結果であり、「重要である」との割合は7割超の72.8%である。「あまり重要ではない」(22.7%)「全く重要ではない」(2.2%)では、「重要ではない」が24.9%である。

一方、5年後「非常に重要である」(29.5%)「かなり重要である」(56.8%)の結果であり、「重要である」との割合は76.3%になる。「あまり重要ではない」(9.1%)「全く重要ではない」(4.5%)では、13.6%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて72.8%から76.3%と約4ポイント増加

していることからWebセキュリティプログラミングの共通知識は重要度が増すものと考えられる。

(5) Web アプリケーション

アンケートでは、Webアプリケーションの共通知識は現在「非常に重要である」(13.6%)「かなり重要である」(56.8%)の結果であり、「重要である」との割合は約7割の70.4%である。「あまり重要ではない」(27.3%)「全く重要ではない」(2.3%)では、「重要ではない」が29.6%である。

一方、5年後「非常に重要である」(20.5%)「かなり重要である」(63.6%)の結果であり、「重要である」との割合は84.1%になる。「あまり重要ではない」(13.6%)「全く重要ではない」(2.3%)では、15.9%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて70.4%から84.1%と約14ポイント増加していることからWebアプリケーションの共通知識は大きく重要度が増すものと考えられる。

(6) データベース

アンケートでは、Wデータベースの共通知識は現在「非常に重要である」(13.6%)「かなり重要である」(63.6%)の結果であり、「重要である」との割合は77.2%である。「あまり重要ではない」(20.5%)「全く重要ではない」(2.3%)では、「重要ではない」が22.8%である。

一方、5年後「非常に重要である」(25.0%)「かなり重要である」(59.1%)の結果であり、「重要である」との割合は84.1%である。「あまり重要ではない」(11.4%)「全く重要ではない」(2.3%)では、13.7%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて77.2%から84.1%と約7ポイント増加していることからデータベースの共通知識は高い水準で重要度が増すものと考えられる。

(7) 脆弱性の認識

アンケートでは、脆弱性の共通知識は現在「非常に重要である」(25.0%)「かなり重要である」(59.1%)の結果であり、「重要である」との割合は84.1%である。「あまり重要ではない」(13.6%)「全く重要ではない」(2.3%)では、「重要ではない」が15.9%である。

一方、5年後「非常に重要である」(36.4%)「かなり重要である」(54.5%)の結果であり、「重要である」との割合は9割超の90.4%である。「あまり重要ではない」(9.1%)「全く重要ではない」(0.0%)では、9.1%に止まる。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて84.1%から90.4%と約6ポイント増加していることから脆弱性の共通知識は現在と同様に高い水準で重要度が増すものと考えられる。

(8) コンサルティング

アンケートでは、コンサルティングの共通知識は現在「非常に重要である」(6.8%)「かなり重要である」(40.9%)の結果であり、「重要である」との割合は47.7%である。「あまり重要ではない」(47.7%)「全く重要ではない」(4.5%)では、「重要ではない」が52.2%である。

一方、5年後「非常に重要である」(15.9%)「かなり重要である」(50.0%)の結果であり、「重要である」との割合は65.9%になる。「あまり重要ではない」(31.8%)「全く重要ではない」(2.3%)では、34.1%と一定の水準である。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて47.7%から65.9%と約18ポイント増加していることからコンサルティングの共通知識は今後大きく重要度が増すものと考えられる。

(9) 文書作成

アンケートでは、文書作成の共通知識は現在「非常に重要である」(15.9%)「かなり重要である」(52.3%)の結果であり、「重要である」との割合は約7割の68.2%である。「あまり重要ではない」(29.5%)「全く重要ではない」(2.3%)では、「重要ではない」が31.8%である。

一方、5年後「非常に重要である」(18.2%)「かなり重要である」(54.5%)の結果であり、「重要である」との割合は7割超の72.7%である。「あまり重要ではない」(25.0%)「全く重要ではない」(2.3%)では、27.3%と一定の水準である。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて68.2%から72.7%と約4ポイント増加していることから文書作成の共通知識は重要度が増すものと考えられる。

(10) ブログなどでの研究成果の発表・公表

アンケートでは、研究成果の発表・公表は現在「非常に重要である」(4.5%)「かなり重要である」(34.1%)の結果であり、「重要である」との割合は4割弱の38.6%である。「あまり重要ではない」(47.7%)「全く重要ではない」(13.6%)では、「重要ではない」が5割超の51.3%である。

一方、5年後「非常に重要である」(9.1%)「かなり重要である」(43.2%)の結果であり、「重要である」との割合は5割超の52.3%である。「あまり重要ではない」(34.1%)「全く重要ではない」(13.6%)では、47.7%と一定の水準である。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて38.6%から52.3%と約14ポイント増加しているが、52.3%に止まることから研究成果の発表・公表は大きく重要度が増すものと考えられる。

(11) 最新技術への興味・関心

アンケートでは、最新技術への興味・関心は現在「非常に重要である」(20.5%)「かなり重要である」(61.4%)の結果であり、「重要である」との割合は8割超の81.9%である。「あまり重要ではない」(13.6%)「全く重要ではない」(4.5%)では、「重要ではない」が18.1%に止まる。

一方、5年後「非常に重要である」(36.4%)「かなり重要である」(50.0%)の結果であり、「重要である」との割合は8割超の86.4%である。「あまり重要ではない」(11.4%)「全く重要ではない」(2.3%)では、13.7%と一定の水準である。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて81.9%から86.4%と約5ポイント増加していることから最新技術への興味・関心は高い水準で現在そして今後とも重要度が変わらないと考えられる。

(12) 各種 OS に関するローレイヤーの知識

アンケートでは、各種 OS に関するローレイヤーの知識は現在「非常に重要である」(13.3%)「かなり重要である」(46.7%)の結果であり、「重要である」との割合は60.0%である。「あまり重要ではない」(33.3%)「全く重要ではない」(6.7%)では、「重要ではない」が40.0%と一定の水準である。

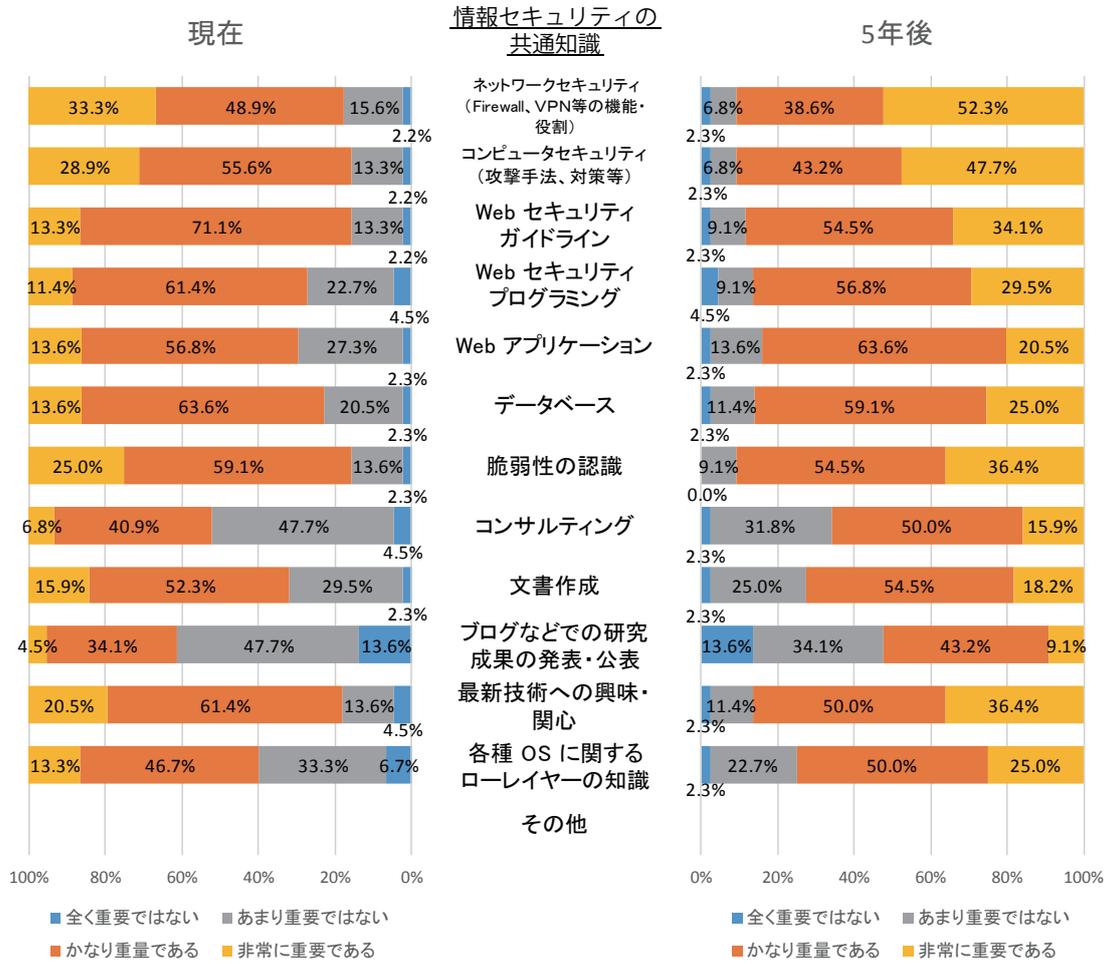
一方、5年後「非常に重要である」(25.0%)「かなり重要である」(50.0%)の結果であり、「重要である」との割合は75.0%である。「あまり重要ではない」(22.7%)「全く重要ではない」(2.3%)では、25.0%と一定の水準である。

「重要である」の割合が、現在から5年後にかけて60.0%から75.0%と15ポイント増加していることから各種 OS に関するローレイヤーの知識は大きく重要度が増すものと考えられる。

(13) その他

回答なし。

図表3-5 情報セキュリティの共通知識



出所：アンケート結果を基に著者作成

2 情報セキュリティ分野において必要とされる知識及び技術の体系

2-1 重要度傾向

アンケート調査結果をもとに「知識」の重要度に関する認識について「かなり重要である」「非常に重要である」の回答の「現在」と「5年後」の変化を検討する。回答の割合を次の式（5年後：かなり重要である＋非常に重要である）－（現在：かなり重要である＋非常に重要である）で算出し、これを「重要度傾向A」とした。同様に（5年後：非常に重要である）－（現在：非常に重要である）を「重要度傾向B」とした。「重要度傾向A」は、5年後から現在をマイナスした「重要度」である。「重要度傾向B」は5年後から現在をマイナスした「重要度」である。各質問項目の「重要」との認識を現在から5年後について検討した。

重要度傾向A：（5年後：かなり重要である＋非常に重要である）－（現在：かなり重要である＋非常に重要である）

重要度傾向B：（5年後：非常に重要である）－（現在：非常に重要である）

(1) ペネトレーションテスター知識

C, C++, Javaの重要度（重要度傾向A・B）は、現在も高い水準にあり5年後も増加傾向にある。この傾向は、他の知識にも同様に見られ基本的な知識の重要度が改めて確認できた。exploit等の環境構築とFPGAプログラム、ハードウェアレイヤーは、現在40%前後の重要度であり5年後は60%前後に増加傾向にある。ネットワークプロトコルと認証、暗号プロトコルは「非常に重要である」割合が現在から5年後にかけて12.4ポイント、14.3ポイントと他の知識と比べ重要度の割合が高くなっている。

情報セキュリティの分野においてはペネトレーションテスターの知識の習熟を基本としながらネットワークプロトコルと認証、暗号プロトコルのように情報セキュリティ関連知識の習熟が今以上に必要になるものと考えられる。

①重要度傾向A

図表3-6 ペネトレーションテスター知識 重要度傾向A

知識	現在	5年後	増加ポイント
HTTP v1.1 プロトコル	57.2%	69.0%	11.8
スクリプト言語	61.9%	70.8%	8.9
C, C++, Java	78.6%	83.4%	4.8
ネットワークプロトコル	69.0%	83.4%	14.4
オペレーティングシステム	76.1%	88.1%	12.0
認証、暗号プロトコル	64.3%	78.6%	14.3
exploit等の環境構築	43.9%	59.6%	15.7
FPGAプログラム、ハードウェアレイヤー	38.1%	59.6%	21.5

出所：著者作成

②重要度傾向B

図表3-7 ペネトレーションテスター知識 重要度傾向B

知識	現在	5年後	増加ポイント
HTTP v1.1 プロトコル	4.8%	11.9%	7.1
スクリプト言語	14.3%	22.0%	7.7
C, C++, Java	31.0%	31.0%	0.0
ネットワークプロトコル	19.0%	31.0%	12.0
オペレーティングシステム	19.0%	28.6%	9.6
認証、暗号プロトコル	14.3%	28.6%	14.3
exploit 等の環境構築	7.3%	16.7%	9.4
FPGA プログラム、ハードウェアレイヤー	4.8%	11.9%	7.1

出所：著者作成

(2) ペネトレーションテスタースキル

ペネトレーションテスタースキルは、各知識がC, C++, Javaを除いて現在から5年後にかけて重要度を増している。C, C++, Javaは現在(81.0%)も高い水準にあるが、5年後も約5%高くなっている。重要度傾向B「非常に重要である」の重要度増加割合が最も高い「セキュリティ診断」ではペネトレーションテスタースキルが重要であり基礎的な知識をもとにそれを実践できる、あるいは応用できるスキルが期待されている。同様に、オープンソースツールは、重要度傾向Aは現在50%、5年後に78.5%と28.5ポイントほど上昇するが、「非常に重要である」との認識は現在4.8%、5年後21.4%と16.6ポイント上昇している。ソースコードの一般公開はICTの進展にともない重要度が今後さらに増すとの認識がうかがえる。

①重要度傾向A

図表3-8 ペネトレーションテスタースキル 重要度傾向A

知識	現在	5年後	増加ポイント
セキュリティ診断	64.3%	85.7%	21.4
オープンソース ³⁵ ツール	50.0%	78.5%	28.5
スクリプト言語	66.7%	88.1%	21.4
C, C++, Java	81.0%	85.8%	4.8

出所：著者作成

②重要度傾向B

図表3-9 ペネトレーションテスタースキル 重要度傾向B

知識	現在	5年後	増加ポイント
セキュリティ診断	21.4%	40.5%	19.1
オープンソースツール	4.8%	21.4%	16.6
スクリプト言語	14.3%	26.2%	11.9
C, C++, Java	26.2%	31.0%	4.8

出所：著者作成

³⁵ 人間が理解しやすいプログラミング言語で書かれたコンピュータプログラムであるソースコードを広く一般に公開し、誰でも自由に扱ってよいとする考え方。また、そのような考えに基づいて公開されたソフトウェアのこと (IT用語辞典)。

(3) フォーレンジック

フォーレンジック (Forensic) は、情報技術者の間では記憶媒体から法的証拠や手がかりをさがしだすことに使われる用語である。そのインシデントレスポンス³⁶、フォーレンジックツール、フォーレンジックアーティファクト、脅威分析は、いずれも現在50%前後、5年後70%以上と重要度の増加がみられる。「非常に重要である」との回答でも同様な傾向がみられる。フォーレンジックは、システムやプログラム開発に止まらず企業や自治体においてサーバー攻撃などの対策を担当する人材に不可欠な知識・技術である。フォーレンジックの学習は、情報セキュリティ分野の重要性を勘案すれば必須項目といえる。

①重要度傾向A

図表3-10 フォーレンジック 重要度傾向A

知識	現在	5年後	増加ポイント
インシデントレスポンス	56.8%	77.3%	20.5
フォーレンジックツール	47.7%	72.7%	25.0
フォーレンジックアーティファクト	50.0%	72.8%	22.8
脅威分析	52.3%	77.3%	25.0

出所：著者作成

②重要度傾向B

図表3-11 フォーレンジック 重要度傾向B

知識	現在	5年後	増加ポイント
インシデントレスポンス	4.5%	18.2%	13.7
フォーレンジックツール	4.5%	15.9%	11.4
フォーレンジックアーティファクト	6.8%	20.5%	13.7
脅威分析	9.1%	20.5%	11.4

出所：著者作成

(4) マルウェア

マルウェア(Malware)は、「不正かつ有害な動作を行う意図で作成された悪意のあるソフトウェアや悪質なコードの総称³⁷」である。その対策としてのバイナリ解析や脅威分析があるが、現在から5年後において重要度は増している。バイナリ解析は、重要度傾向Aで現在46.5%、5年度54.8%と8.3の増加ポイントにあるが、重要度傾向B「非常に重要である」では、マイナス11.6ポイントである。バイナリの解析知識・技術だけでは、高度化するマルウェアの発見や対策に限界がある。システムやプログラムへの影響を考えれば、影

36 ウイルス感染、不正アクセス、情報漏えいなどのセキュリティを脅かしている事象に対して、原因の調査、対応策の検討、サービス復旧などを適切に行うということ (McAfee HP <https://blogs.mcafee.jp/10-727b>)。

37 日本ネットワークセキュリティ協会の定義。例として、ウイルス、ワーム、トロイの木馬、スパイウェア、キーロガー、バックドア、ボットなどがある。

響そのものの認識と多様な解決方策の発見・工夫ができる能力が求められていることが明らかである。また、脅威分析は重要度傾向B「非常に重要である」が現在14.0%から5年後27.9%へと倍増していることから「極めて重要度が高い」とする企業認識を理解することができる。

①重要度傾向A

図表3-12 マルウェア 重要度傾向A

知識	現在	5年後	増加ポイント
マルウェア	67.5%	79.1%	11.6
バイナリ解析	46.5%	54.8%	8.3
脅威分析	58.2%	72.1%	13.9

出所：著者作成

②重要度傾向B

図表3-13 マルウェア 重要度傾向B

知識	現在	5年後	増加ポイント
マルウェア	14.0%	27.9%	22
バイナリ解析	11.6%	0.0%	-11.6
脅威分析	14.0%	27.9%	13.9

出所：著者作成

(5) 共通知識

情報セキュリティにおいてネットワークセキュリティ、コンピュータセキュリティ、Webセキュリティガイドライン、Webセキュリティプログラミング、Webアプリケーション、データベース、脆弱性の認識は、いずれも現在70%～80%台と高水準であり、5年後にはさらに70%台後半から90%台に達している。なかでもWebアプリケーションは、現在から5年後にかけて13.7ポイントも重要度が増している。今後のICT環境を考えればWebアプリケーションの質的量的拡大は避けられないこともあり、その知識や技術の習得は不可欠といえる。これは、重要度傾向B「非常に重要である」ではネットワークセキュリティ、コンピュータセキュリティが現在既に高い割合であるにもかかわらず高い伸びを示している（19.0、18.8ポイント増）ことから明らかである。Webセキュリティガイドライン、Webセキュリティプログラミングは現在10%台ではあるものの5年後20%前後に大きくポイントを上げている。情報セキュリティ分野においては、ネットワークやコンピュータ、Webに関してまだまだ発展途上であり、企業は今後新たなセキュリティ問題が発生するとの認識にあると推察される。

一方で、コンサルティング、文書作成、研究成果の発表・公表は、情報セキュリティ担当者のクライアント対応として提案、報告書などの作成、成果の発表など付随的な能力を重視する傾向にある。文書作成（現在68.2%）を除いてコンサルティング（現在47.7%）や研究成果の発表・公表（現在38.6%）は5割以下の水準に止まるが、5年後コンサルティ

ング(65.9%)、研究成果の発表・公表(52.3%)はそれぞれ18.2、13.7ポイント重要度が高まるとの認識にある。また、重要度傾向B「非常に重要である」では、文書作成、研究成果の発表・公表がそれぞれ2.3ポイント、4.6ポイント増に止まることに対しコンサルティングは9.1ポイント増と高く、クライアント対応に業務の改善提案や指導ができるコンサルティング能力への期待が高いことが窺える。

最新技術への興味・関心は技術力を高めるモチベーションとして重要であり、それは現在も5年後も高い水準(81.9%→86.4%)にある。情報セキュリティの分野は、ICTの技術革新にともないさらなる進歩が見込まれる。こうした中で企業は情報セキュリティ担当者に最新技術への興味や関心を持ち続けることを期待しているのであり、そうした技術者を求めているといえる。

①重要度傾向A

図表3-14 共通知識 重要度傾向A

知識	現在	5年後	増加ポイント
ネットワークセキュリティ	82.2%	90.9%	8.7
コンピュータセキュリティ	84.5%	90.9%	6.4
Webセキュリティガイドライン	84.4%	88.6%	4.2
Webセキュリティプログラミング	72.8%	76.3%	3.5
Webアプリケーション	70.4%	84.1%	13.7
データベース	77.2%	84.1%	6.9
脆弱性の認識	84.1%	90.4%	6.3
コンサルティング	47.7%	65.9%	18.2
文書作成	68.2%	72.7%	4.5
研究成果の発表・公表	38.6%	52.3%	13.7
最新技術への興味・関心	81.9%	86.4%	4.5
ローレイヤーの知識	60.0%	75.0%	15.0

出所：著者作成

②重要度傾向B

図表3-15 共通知識 重要度傾向B

知識	現在	5年後	増加ポイント
ネットワークセキュリティ	33.3%	52.3%	19.0
コンピュータセキュリティ	28.9%	47.7%	18.8
Webセキュリティガイドライン	13.3%	34.1%	20.8
Webセキュリティプログラミング	11.4%	29.5%	18.1
Webアプリケーション	13.6%	20.5%	6.9
データベース	13.6%	25.0%	11.4
脆弱性の認識	25.0%	36.4%	11.4
コンサルティング	6.8%	15.9%	9.1
文書作成	15.9%	18.2%	2.3
研究成果の発表・公表	4.5%	9.1%	4.6
最新技術への興味・関心	20.5%	16.4%	-4.1
ローレイヤーの知識	13.3%	25.0%	11.7

出所：著者作成

3. 専門学校における情報セキュリティ教育で取り組むべきこと

アンケート結果では、現在そして5年後において情報セキュリティ分野の知識や技術はさらに重要度が増すと認識が明らかになってきた。ICTにおけるAI、ビッグデータ、IoTなどは年々進化するとともに急激なスピードで進化している。情報セキュリティ分野では、企業や国、自治体がICTの進化技術革新にともないハッカーによるシステムへの侵入、破壊や情報の搾取などかつてない脅威に晒されている。しかし、情報セキュリティの推進や対策の技術者不足は深刻³⁸であり、今後数十万人単位で技術者不足が指摘されている。また、情報セキュリティ技術者の育成内容が年々高度化していることから教育現場のカリキュラムの策定は困難を極めている。実務社会における情報セキュリティの高度化、実践的知識や技術への教育内容のギャップとそのキャッチアップは喫緊の課題である。

今回のアンケート調査結果を踏まえて、専門学校では基礎的な知識や技術の習得からその応用力、さらに実践的な場で通用する能力の習熟までのプロセスを明示し、情報セキュリティ教育にどのように取り組むべきかを示したい。

(1) 基礎的な知識と技術の習得

専門学校では、既に入門科目や基礎科目(必修科目)として1年次から教育している。アンケートの設問項目にあるペネトレーションテスター知識では、HTTP v1.1 プロトコル、スクリプト言語、C、C++、Java、ネットワークプロトコル、オペレーティングシステム、認証、暗号プロトコル、exploit等の環境構築、FPGA プログラム、ハードウェアレイヤーなど基礎科目と習熟することが望まれる。同様に、フォーレンジックやマルウェアの基礎を学習する。しかし、内容が多岐に渡ることから各年次の学習内容、カリキュラムの再編成が必要となる。

(2) 基礎的な知識と技術の応用

専門学校では、基礎的な知識と技術の習得を踏まえ、その応用として実習や演習を行っている。習得した知識や技術が一定の水準に達しているのか、じっくり考えて対策を講じることができるかなど実際の情報セキュリティ担当になることを想定して行われる。学生は、学習した成果を試すことができることにくわえ将来担当する業務内容のある程度実感することができる。

(3) 共通知識

学生は習得した知識や技術を活用する上で、作業現場でのコミュニケーションや企業内で重視される報告・連絡・相談から報告書の作成や顧客対応、提案・改善などのコンサル

³⁸ 経済産業省2016年度報告では、2020年に19万3000人の情報セキュリティ人材の不足が指摘されている。

ティングなど社会人・技術者として必要とされることを学習する。1年次からこうしたことを学習することは共同作業の円滑化が進み実習や演習の高い成果が期待される。

(4) 実践的知識・技術習得

学内の講義や演習では、教科書やテキストの内容の習熟には効果があるが、やはり企業との共同開発などで最先端の技術に触れることや作業現場特有の環境下に入ることは知識・技術の涵養をはじめ何より学生の質的成長に大きく資する。このことから産学連携に取り組む専門学校が多く一定の成果をあげている。しかし、情報セキュリティのようにまさに最先端の分野においては、従来型の産学連携では限界がある。セキュリティ診断や脅威分析ができる能力が求められる中で、情報セキュリティ技術者に求められる能力は今回のアンケート結果が示す通り情報セキュリティ特有の技術習得は高い重要度にある。

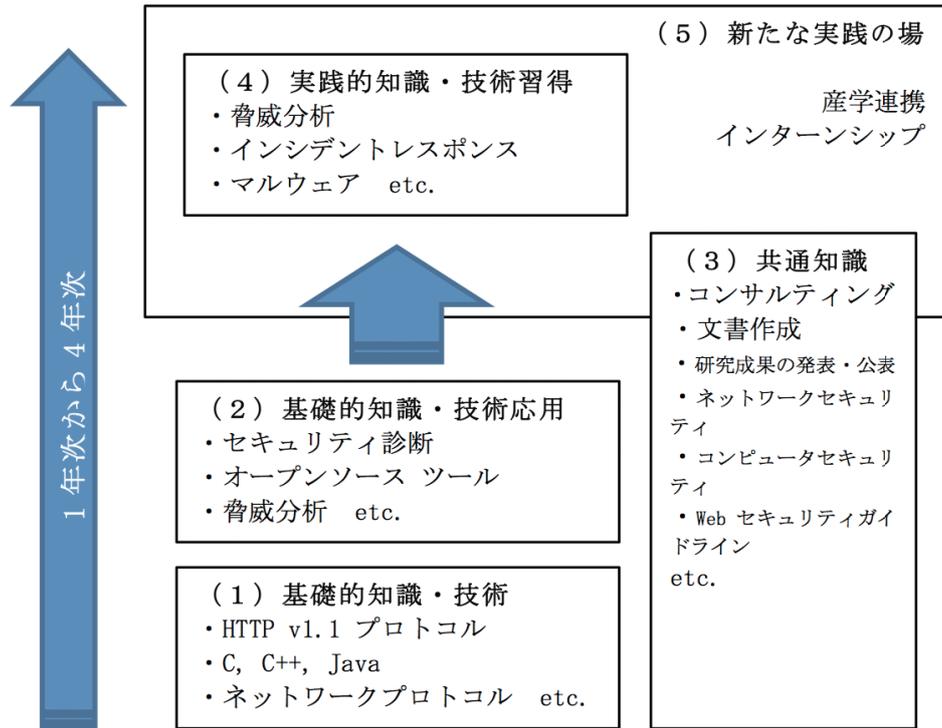
(5) 新たな実践の場

産学連携は、多くの専門学校で意欲的な取り組みがみられ学生の能力向上にくわえ高い就職率に結びついている。専門学校の中には産学連携とインターンシップ制度を活用することで、学生は就職目標を設定し産学連携先やインターンシップ先の企業で必要な知識や技術の習得を自覚することで学生教育の向上と就職目標の達成を具体化している。

しかし、情報セキュリティのように新たな脅威が年々高度化し従来の技術が陳腐化するような分野では、企業との新たな連携枠組みを再構築すべき時に来ている。情報セキュリティ技術者が不足していることが指摘される中、情報セキュリティの基本的な知識や技術の習得者の育成だけでは技術者不足を解決することは難しい。また、アンケート結果にある「最新技術への興味・関心」の重要度が高い割合にあるのは、情報セキュリティ分野がそれだけ最新技術を必要としているのであって、そうしたことに興味・関心をもつ人材への期待が大きいことに他ならない。情報セキュリティで度々登場するハッカーは、ホワイトハッカーあるいはブラックハッカーと言われるように、システム破壊などの脅威の分岐点に立つ存在である。学生が間違った認識に立てば進路を誤ることもあり得る。

情報セキュリティは、ICTの基本的な知識や技術の習得を基準としながらも必要とされる知識や技術はICTの技術革新、発展に大きな影響を受ける分野である。それだけに情報セキュリティを専門とする企業との産学連携は重要であると同時に、情報セキュリティ技術者の不足が指摘される今こそ、情報セキュリティ技術者を輩出する専門学校は重責を担いその役割は重要度を増しているのである。

図表3-16 専門学校の情報セキュリティ教育体系イメージ



出所：著者作成

平成 30 年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」
IT 分野の実践的な職業教育における企業内実習のためのガイドライン作成事業

人材ニーズ調査報告書

平成 31 年 2 月

一般社団法人全国専門学校情報教育協会
〒164-0003 東京都中野区東中野 1-57-8 辻沢ビル 3F
電話：03-5332-5081 FAX 03-5332-5083

●本書の内容を無断で転記、掲載することは禁じます。