

DX に向けたリカレント教育に対する教育内容の評価方法

林口 英治†1 鷲崎 弘宜†2

概要: 日本および企業にとってデジタルトランスフォーメーション(DX)人材の育成が急務となっている。それに対応して、各種の DX 人材育成に向けたリカレント教育が提供されている。しかし、それぞれのリカレント教育が、DX に必要なスキルを提供する程度を評価する事例は見当たらず、この点を明らかにする手法が求められている。今までに妥当な DX スキル標準を用いてリカレント教育を実際に評価した事例は国内および海外を見ても存在しない。当論文では、スキル標準にグローバルデファクト IT スキル標準と考えられる SFIA (Skills Framework for the Information Age) バージョン 8 のデジタルトランスフォーメーションビューを採用し、DX 人材育成リカレント教育の事例として、早稲田大学 enPIT-Pro スマートエスイーIoT/AI コース(SE IoT/AI コース)とスマートエスイーDX コース(SE DX コース)を取り上げ、DX スキルの観点で評価する。当論文にて、客観的に DX に向けた教育内容の評価に対する事例を提供することで、当手法をその他の各種 DX リカレント教育に適用し、今後のリカレント教育の発展に寄与すると考えられる。

キーワード: デジタルトランスフォーメーション、リカレント教育、DX スキル標準、SFIA、デジタルトランスフォーメーションビュー、スマートエスイーIoT/AIX コース、スマートエスイーDX コース

The evaluation method of the content of recurrent education for Digital Transformation

Eiji Hayashiguchi¹, Hironori Washizaki²

Received: March 11, 2023, Accepted: March 11, 2023

Abstract: The development of digital transformation (DX) human resources is an urgent task for Japan and its companies. In response, various recurrent education courses are provided for DX human resource development. However, there is no case to evaluate how much each recurrent education provides the skills necessary for DX, so a method to clarify this point is required. To date, there are no examples of actual evaluation of recurrent education using a valid DX skill standard, both domestically and internationally. In this paper, we adopted “the Digital Transformation View” of SFIA (Skills Framework for the Information Age) version 8 which is considered a global de facto IT skill standard as the DX skill standard, and used the Waseda University enPIT-Pro Smart SE IoT/AI course (SE IoT /AI course) and the DX course (SE DX course) as examples and evaluated from the viewpoint of DX skills sufficiency. By applying this evaluation method to various other DX recurrent educations and providing the first example of objectively evaluating the degree of adequacy of educational content for DX, we believe that it will contribute to the development of recurrent education in the future.

Keywords: Digital Transformation, Recurrent Education, DX Skill Standard, SFIA, Digital Transformation View, Smart SE IoT/AIX Course, Smart SE DX Course

1. はじめに

日本および企業にとってデジタルトランスフォーメーション(DX)人材の育成が急務となっている。それに対応して、各種の DX 人材育成に向けたリカレント教育が提供されている。しかし、それぞれのリカレント教育が、DX に必要なスキルを提供する程度は不明なのが現実であり、この点を明らかにする手法が必要であると考えられる。[3]に「企業、アカデミア、各種組織や機関などで行っている各教育プログラムを整理・体系化し、人材の育成目標に対して必要な教育を組合せていくことが望ましい」とあるように強くその必要性が求められている。しかし、今までに妥当な DX スキル標準を用いてリカレント教育を実際に評価した事例は国内および海外を見ても存在しない。当論文では、この状況に一石を投じるため、実際に妥当な DX

スキル標準によりリカレント教育の DX スキル充足度を評価した事例を示したい。

DX 人材育成リカレント教育の事例として、早稲田大学 enPIT-Pro スマートエスイーDX コース(SE DX コース)と IoT/AI コース(SE IoT/AI コース)を取り上げて DX スキルの観点で網羅率測定評価をする。評価するに当たり、DX に必要なスキル定義の標準として、200 か国以上で使用されている IT スキルのグローバルデファクト標準と考えられる SFIA (Skills Framework for the Information Age) の最新バージョンである V8 に示されたデジタルトランスフォーメーションビューを使用する。

SFIA V8 デジタルトランスフォーメーションビュー(SFIA V8 DX ビュー)と SE DX コースあるいは SE IoT/AI コースの比較方法につき提案し、比較結果に基づき SE DX コースと SE IoT/AI コースの DX 人材育成への網羅率測定評価をする。

†1 早稲田大学グローバルソフトウェア研究所招聘研究員

†2 早稲田大学グローバルソフトウェア研究所所長、教授

当評価方法をその他の各種 DX リカレント教育に適用し、客観的に DX に向けた教育内容の充足度評価することで今後の DX リカレント教育の発展に寄与すると考えられる。

当論文より得られる結果は、DX に向けたリスキリング教育を開発する研修会社や教育機関に、提供する DX リスキリング教育が DX において貢献する領域の客観的な把握と改善をするのに役立つと考える。

2. 研究課題

2022 年秋第 210 臨時国会における現政権の所信表明演説にて、個人のリスキリングの支援に 5 年で 1 兆円を投じるとの表明がされた。これを受けて、今年度からは色々な DX に向けたリスキリング教育コースが登場すると予測される。恐らくコース内容としては千差万別であろうが、客観的にコース内容を見定める準備が必要であると考えられる。そこで、当論文では下記の 3 つの研究課題に答える事を目標とする。これらは、客観的にコース内容の評価方法を確立するために寄与すると考えられる。

研究課題 1: DX 要員を育成すべきリカレント教育コースは数々登場しつつあるが、教育コース内容の評価すべき DX スキル標準として何が妥当か

この研究課題に向け、国内外の DX 対応したスキル標準を調査し、可能な限り説得性の高いスキル標準を選択する。

研究課題 2: DX スキル標準を活用した、リカレント教育の内容評価をするにはどのような方法が妥当か

この研究課題に向け、研究課題 1 で選択した DX スキル標準に対し、リカレント教育内容の記述粒度に着目した。粒度の大小による DX スキル標準との対応結果に基づき、妥当な粒度と方法を探る。

研究課題 3: 事例としての SE IoT/AI コースおよび SE DX コースは DX リカレント教育として、どのように評価ができるか

研究課題 2 からの妥当な方法を、早稲田大学 enPIT-Pro SE DX コースと SE IoT/AI コースに適用し、両コースの比較や評価を行い、参照となる事例提供を目指す。

3. SFIA V8 および SFIA V8 DX ビュー

3.1 SFIA V8

同一テンプレートで種々のリスキリング教育を評価する必要があるが、この基準とすべき IT 人材育成スキルテン

プレートとして SFIA([2])が最適と考えられる。SFIA は 200 か国以上の世界中で使用されており、グローバルデファクト IT スキル標準と言える。SFIA の最新バージョンは 2021 年 9 月に公開された Version 8(V8)がある。SFIA V8 は 121 個のスキルと各スキルに対して 7 レベルの責任レベルを定義している。

121 個のスキルは、

- 戦略とアーキテクチャ
- 変更と変革
- 開発と実装
- リレーションシップとエンゲージメント
- 引渡と運用
- 人材とスキル

の 6 つのカテゴリに渡り定義されている。

3.2 SFIA V8 DX ビュー

図 1 にあるように、SFIA V8 DX ビューは DX を実現するために必要なスキルを全 121 スキルの内 49 スキルで定義している。当論文では、研究課題 1 の教育コース内容の評価すべき DX スキル標準として、SFIA V8 DX ビューを用いる。

SFIA V8 DX ビューの 49 スキルは、下記の 4 カテゴリにバランス良く配備されている。

- ✓ デジタル戦略、イノベーション、投資 (14 スキル)
- ✓ デジタル文化、スキル、能力 (9 スキル)
- ✓ デジタルとデータの変換、変更、ガバナンス(14 スキル)
- ✓ デジタル技術の実現要因(12 スキル)

4. リカレント教育の内容確認方法

4.1 確認方法

当論文では、調査対象とするリカレント教育を構成する各科目の内容を確認し、各科目が SFIA V8 DX ビューが定義する 49 スキルのどれに対応するかの確認をすることから始める。例えば、図 2 にあるように、当リカレント教育は評価基準の SFIA V8 DX ビューのスキル 1、3、5、6、、、49 に対応するが、スキル 2、4、、48 には対応していない事が判明する。今後の当リカレントスキルの改善には対応していないスキルについてその原因を分析しておくことが必要と考えられる。

	Category	SKILL #	Skill Code	Skill Name
S F I A V 8 D X ビ ュ ー (4 9)	デジタル戦略、イノベーション、投資 (14)	1	ITSP	戦略企画
		2	INOV	イノベーション
		3	EMRG	最先端技術モニタリング
		4	URCH	ユーザー調査
		5	HCEV	ユーザーエクスペリエンス設計
		6	BPRE	ビジネスプロセス改善
		7	BUSA	ビジネス状況分析
		8	DENM	需要管理
		9	POMG	ポートフォリオ管理
		10	FEAS	実現性アセスメント
		11	INVA	投資評価
		12	STPL	エンタープライズとビジネスのアーキテクチャ
		13	PROD	製品管理
		14	MKTG	マーケティング
	デジタル文化、スキル、能力 (9)	15	OCDV	組織能力管理
		16	SORC	関連
		17	ORDI	組織設計と実装
		18	LEDA	コンピテンシアアセスメント
		19	TMCR	学習の設計と能力開発
		20	KNOW	知識管理
		21	CIPM	組織変更管理
		22	PEMT	パフォーマンス管理
		23	EEXP	従業員経験
	デジタルとデータの変換、変更、ガバナンス (14)	24	GOVN	ガバナンス
		25	BURM	リスク管理
		26	IRMG	情報管理
		27	SCTY	情報セキュリティ
		28	PEDP	個人データ保護
		29	DATM	データ管理
		30	PGMG	プログラム管理
		31	PRMG	プロジェクト管理
		32	PROF	ポートフォリオ、プログラムとプロジェクトのサポート
		33	DLMG	システム開発管理
		34	ITMG	テクノロジーサービス管理
		35	BENM	利益管理
		36	RLMT	ステークホルダーリレーションシップ管理
		37	FMIT	財務管理
	デジタル技術の実現要因 (12)	38	UNAN	ユーザーエクスペリエンス分析
		39	REQM	要件定義と管理
		40	MLNG	機械学習
		41	DATS	データサイエンス
		42	BINT	BI
		43	VISL	データの可視化
		44	ARCH	ソリューションアーキテクチャ
		45	DESN	システム設計
		46	BSMO	ビジネスモデリング
		47	CSMG	顧客サービスサポート
		48	SUPP	サプライヤー管理
		49	USEV	ユーザーエクスペリエンス評価

図 1 SFIA V8 DX ビューの 49 スキル

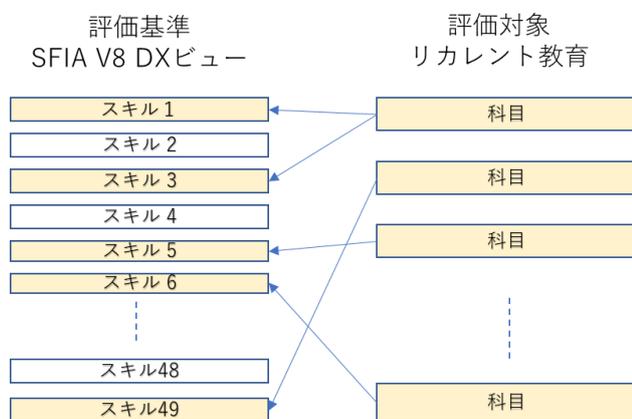


図 2 リカレント教育の内容確認方法

4.2 対象とするデジタル社会に向けたリカレント教育

4.2.1 早稲田大学 enPiT-Pro スマートエスイー

スマートエスイー(SE)は早稲田大学を中心とし、第一線の教育者・研究者・実務家が、超スマート社会を国際的にリードするイノベティブな DX 人材を育成する AI・IoT・ビッグデータ技術分野のビジネススクールとしての社会人リカレント教育プログラムである。本教育プログラムは、領域を超えた循環と総合的アプローチを特長とし、通信・物理、情報処理、アプリケーション、ビジネスの各領域を有機的につなぐ総合実践を通じて、新たな価値創造を推進するフルスタックかつビジネスマインド・技術を扱う人材を育成する。

4.2.2 SE IoT/AI コース

SE IoT/AI コースの教育プログラムの特長は下記である。

- フルスタック
ビジネス、アプリケーション、情報処理、通信・物理の 4 つの専門領域、総合実践を合わせた 5 つの領域をカバーする科目群から成る
- 専門性
各科目は深度に応じ、入門的な内容を扱う「エントリ」、情報系大学院レベルの専門知識を学ぶ「スタンダード」、実問題への応用力を養う「アドバンスト」の 3 段階があり、PBL (課題解決型学習) など実践的な教育を行う。
- 実践性
企業における実課題の解決を想定した「修了制作」を必須とします。修了制作はマンツーマンで指導する。

コースの体系は図 3 に示す。IoT・AI・ビッグデータの各技術を深めたうえで、領域を超えた価値創造をグローバルにリード可能な人材を育成する。

4.2.3 SE DX コース

SE DX コースの教育プログラムは、デジタル領域全体と DX の本質を理解し、新しいビジネスや業務体系の DX 推進を主導できる事を目指す内容である。コースの体系は図 4 に示す。



図 3 SE IoT/AI コースの体系

4.2.4 SE IoT/AI コースと DX コースの比較

コース比較：育成の対象・目標と人材像

DX コースは、DX やデジタルビジネスの企画・立案・推進等を担うデジタルビジネスデザイナーといった、DX 中核人材を育成することを目的としている。IoT/AI コースがエンジニア側から DX を推進する人材の育成であるの対し、DX コースはマネージャー側から DX を推進する人材の育成に重点を置いている。



図 4 SE DX コースの体系

コース比較：領域・学びの体系

講義は「ビジネス」「アプリケーション」「情報処理」「通信・物理」の 4 つの領域に分けられ、コースによって重点を置く領域が異なる。

4.3 対応方法の選択

SFIA V8 DX ビューと SE IoT/AI コースおよび SE DX コースの対応関係を調査するに当たり、最初に決定する必要があるのは両コースを構成する科目と SFIA V8 DX ビューの対応方法である。対応方法として考えられるのは、次の 2 つである。

① 科目の到達目標を使って対応する

両コースの各科目の到達目標を理解し、SFIA V8 DX ビューの 49 スキルと対応付ける

② 科目の到達目標をキーワード化して対応する

科目の到達目標をキーワード分解して、キーワードと SFIA V8 DX ビューの 49 スキルを対応付ける。

以下では、SE DX コースに対し①と②を行い、両者の結果を確認して対応付け方針を決定する。いずれの、方法を取るかに関わらず、対応付けにあたっては極力厳しく対応付けをして中途半端な対応付けを避ける事を意識し心掛ける必要がある。

4.3.1 到達目標 vs SFIA V8 DX ビュー

到達目標は SE DX コースに対して、SE サイトに科目ごとに記載されている。図 5 は 1 例として「D03 DX ビジネスゴール・戦略デザイン」科目の到達目標を示す。これに基づき、SFIA V8 DX ビューと対応付けした結果（作業の一部が図 6）、SE DX コースの全科目で SFIA V8 DX ビュー49 スキルのうち、20 スキルと対応づく結果となった。

D03 DX ビジネスゴール・戦略デザイン	
概要	DX の進展に向けたゴール指向の組織・ビジネス目標、戦略、および測定モデル化、分析および整合の概念と手法を学ぶ。
講師	野村 典文 (早稲田大学グローバル国際デジタル戦略研究センター 准教授) / 早稲田大学 / 山本 修一郎 (名古屋大学工学部情報工学) 准教授
到達目標	<p>以下を習得することを目標とする。</p> <p>DX の基本概念およびSDGsを含む周辺と進展に向けた課題を理解している。</p> <p>— 抽象化・構造化を通じてDXの必要性を明らかにして経営者や利害関係者の意思決定を支援できる。</p> <p>— 意思決定の支援に必要な価値分析、ゴールと戦略の概念と手法（特にビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリューチェーン分析、GQM+Strategies）を理解している。</p> <p>— 概念と手法の全体を枠組みおよびプロセスとして整理し、課題に適用してDXをチームで企画および説明できる。</p>
履修時間	履修コマ数：8コマ 応修単位数：12単位 取得単位数：1単位
履修時間	1 DX - デジタルビジネスの概念とSDGs 山本 修一郎 ハイブリッド 授業、ミニ演習
履修時間	2 DX - デジタルビジネスの課題と技術 山本 修一郎 ハイブリッド 演習、ミニ演習
履修時間	8 経営層へのプレゼン資料作成、プレゼン 山本 修一郎/野村 典文 ハイブリッド チーム学習
参考書	- 経済産業省、DXレポート2/21/22、2021-2022 - 山本 修、DXの基礎知識 - 具体的デジタル変革事例と方法論、近代社発行Digital, 2020 - Jeanne W. Ross はか、デザインド・フォー、デジタル持続的成功のための組織変革、日本経済新聞出版、2020
評価	レポート (100%)

図 5 科目の到達目標

- は科目ごとの達成目標がSFIA V8 DXビューのスキルに対応することを示す
- はいずれかの科目の達成目標がSFIA V8 DXビューのスキルに対応することを示す

分類	総合	総合	ビジネス
科目ID/科目名	D01 DXゼミ	D02 アジャイルビジネス検証	D03 DXビジネスゴール戦略デザイン
達成目標	<ul style="list-style-type: none"> - 実課題や環境を対象としてイノベーションを生む新たなデジタルビジネスモデルおよびDXを企画・開発できる。 - デジタルビジネスモデルおよびDXの企画について批評できる。 	<ul style="list-style-type: none"> - DXビジネスモデルに基づき、具体的にDXを推進するための組織や進め方を理解している。 - アジャイル開発、DevOpsの考え方やプラクティスを理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> - DXの基本概念およびSDGsを含む周辺と進展に向けた課題を理解している。 - 抽象化・構造化を通じてDXの必要性を明らかにして経営者や利害関係者の意思決定を支援できる。 - 意思決定の支援に必要な価値分析、ゴールと戦略の概念と手法（特にビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリューチェーン分析、GQM+Strategies)を理解している。 - 概念と手法の全体を枠組みおよびプロセスとして整理し、課題に適用してDXをチームで企画および説明できる。

Category	SKILL #	Skill Code	Skill Name	スキル説明	SE DX科目とSFIA V8 DXビュー対応
デジタル戦略、イノベーション、投資 (14)	1	ITSP	戦略企画	組織の行動、計画、およびリソースをビジネス目標に合わせるための戦略を作成および維持します。	●
	2	INOV	イノベーション	情報通信技術およびデジタル技術によって提供される機会を特定し、優先順位を付け、インキュベートし、実用化します。	●
	3	EMRG	最先端技術モニタリング	新しいテクノロジー、製品、サービス、方法、および技術を認識してアクセスします。	●
	4	URCH	ユーザー調査	観察調査手法を使用して、ユーザーの行動、ニーズ、動機を特定します。	
	5	HCEV	ユーザーエクスペリエンス設計	製品、システム、またはサービスとユーザーの相互作用および経験のための設計概念およびプロトタイプを開発します。	●
	6	BPRE	ビジネスプロセス改善	ビジネス活動を実行するための新しい、潜在的に破壊的なアプローチを作成します。	●
	7	BUSA	ビジネス状況分析	ビジネス状況を調査して、改善アクションの推奨事項を定義します。	●

図 6 SE DX コース到達目標と SFIA DX ビューの対応 (横軸の科目も縦軸の SFIA V8 DX ビューも一部を表示)

4.3.2 到達目標キーワード vs SFIA V8 DX ビュー

到達目標をキーワード化するにあたっては、各科目に対し到達目標から適当にキーワードに分解する作業が必要となる。キーワードはあらかじめ与えられていないので到達目標から人手でキーワード抽出する作業が必要となる。図7は1例として「D03 DX ビジネスゴール・戦略デザイン」科目の到達目標から抽出したキーワードを示す。これに基づき、SFIA V8 DX ビューと対応付けした結果 (作業の一部が図8)、SE DX コースの全科目で SFIA V8 DX ビュー49 スキルのうち 26 スキルと対応づく結果となった。

D03 DXビジネスゴール・戦略デザイン	
概要	DXの発展に向けたゴール指向の組織・ビジネス目標、戦略、および関連するモデル、分析および統合の概念と手法を学ぶ。
講師	野村 典文 (京大IT企業・デジタル戦略研究センター) 山本 隆利 (早稲田大学) 山本 修一 (名古屋国際大学)
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> 以下を習得することを目標とする。 - DXの基本概念およびSDGsを含む周辺と進展に向けた課題を理解している。 - 抽象化・構造化を通じてDXの必要性を明らかにして経営者や利害関係者の意思決定を支援できる。 - 意思決定の支援に必要な価値分析、ゴールと戦略の概念と手法 (特にビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリューチェーン分析、GQM+Strategies) を理解している。 - 概念と手法の全体を枠組みおよびプロセスとして整理し、課題に適用してDXをチームで企画および説明できる。
キーワード	DXの基礎概念、SDGの課題、DXの必要性を明らか、経営者や利害関係者の意思決定を支援、価値分析、ゴールと戦略の概念と手法(ビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリューチェーン分析、GQM+Strategies)を理解
準備時間・実施形態	ビジネス実務の応用
履修時間	履修コマ数: 8コマ 履修時間数: 17時間 取得単位: 1単位
履修時間	1 DX・デジタルビジネスの概念とSDGs
	2 DX・デジタルビジネスの理論と技術
	8 経営層へのプレゼン資料作成、プレゼン
参考書	経済産業省, DXレポート2/21/22, 2021-2022 - 山本 修一, DXの基礎知識: 各種デジタル技術とビジネスモデルと方法論, 岩波科学出版, 2020 - Jeanne W. Bask, ほか, デジタル・イノベーション: デジタル技術の活用とビジネスの再構築, 日本経済新聞出版, 2020
評価	レポート (100%)

図 7 到達目標キーワードと SFIA DX ビューの対応

4.3.3 対応方法の選択

SFIA V8 DX ビューと SE DX ビューにつき①科目の到達目標および②科目の到達目標キーワードとの対応結果を比較すると

- ①が 20 スキル、②が 26 スキルに対応する。

理由: ②の方の対応数が多いのは、一つ一つのキーワードで対応付けが出来き、①の到達目標の長い文章で対応を考えるよりもきめ細かい対応をする結果と考えられる。

- 対応付けは②の方が機械的に行える。
- 理由: キーワード毎の対応付けを確認していく作業は、①の到達目標の文章での対応を確認するよりも機械的で楽に対応付けられる。
- 対応付けは②の方が正確であると考えられる。
- 理由: ②では一つ一つのキーワード毎に順次機械的に対応確認を進め、全キーワードの対応確認すればよい。①の到達目標の文章の対応確認に比べ正確に科目としての対応確認できると考えられる。

と判明した。従って、SE IoT/AI コースおよび SE DX コースの SFIA V8 DX ビューとの対応付けは②の到達目標のキーワード化で行うとした。

科目ごとの達成目標キーワードがSFIA V8 DX ビューのスキルに対応する場合は対応キーワードで示す

●いずれかの科目の達成目標が SFIA V8 DX ビューのスキルに対応することを示す

科目ID/科目名	総合		総合		ビジネス	
	D01 DXゼミ	D02 アジャイルビジネス検証	D02 アジャイルビジネス検証	D03 DXビジネスゴール戦略デザイン	D03 DXビジネスゴール戦略デザイン	D03 DXビジネスゴール戦略デザイン
達成目標	実課題や環境を対象としてイノベーションを生む新たなデジタルビジネスモデルおよびDXを企画・開発できる。 - デジタルビジネスモデルおよびDXの企画について批評できる。	- DXビジネスモデルに基づき、具体的にDXを推進するための組織や進め方を理解している。 - アジャイル開発、DevOpsの考え方やプラクティスを理解している。	- DXビジネスモデルに基づき、DXを推進するための組織や進め方を理解している。 - アジャイル開発、DevOpsの考え方やプラクティスを理解している。	- DXの基本概念およびSDGsを含む周辺と進展に向けた課題を理解している。 - 抽象化・構造化を通じてDXの必要性を明らかにして経営者や利害関係者の意思決定を支援できる。 - 意思決定の支援に必要な価値分析、ゴールと戦略の概念と手法（特にビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリュチェーン分析、GQM・Strategies）	- DXの基本概念およびSDGsを含む周辺と進展に向けた課題を理解している。 - 抽象化・構造化を通じてDXの必要性を明らかにして経営者や利害関係者の意思決定を支援できる。 - 意思決定の支援に必要な価値分析、ゴールと戦略の概念と手法（特にビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリュチェーン分析、GQM・Strategies）	- DXの基本概念およびSDGsを含む周辺と進展に向けた課題を理解している。 - 抽象化・構造化を通じてDXの必要性を明らかにして経営者や利害関係者の意思決定を支援できる。 - 意思決定の支援に必要な価値分析、ゴールと戦略の概念と手法（特にビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリュチェーン分析、GQM・Strategies）
キーワード	実課題や環境を対象、イノベーションを生む、デジタルビジネスモデルおよびDXを企画・開発、企画について批評	DXビジネスモデルに基づき、DXを推進するための組織や進め方を理解、アジャイル開発、DevOps、考え方やプラクティスを理解	DXビジネスモデルに基づき、DXを推進するための組織や進め方を理解、アジャイル開発、DevOps、考え方やプラクティスを理解	DXの基礎概念、SDGの課題、DXの必要性を明らかに、経営者や利害関係者の意思決定を支援、価値分析、ゴールと戦略の概念と手法(ビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリュチェーン分析、GQM・Strategies)を理解	DXの基礎概念、SDGの課題、DXの必要性を明らかに、経営者や利害関係者の意思決定を支援、価値分析、ゴールと戦略の概念と手法(ビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリュチェーン分析、GQM・Strategies)を理解	DXの基礎概念、SDGの課題、DXの必要性を明らかに、経営者や利害関係者の意思決定を支援、価値分析、ゴールと戦略の概念と手法(ビジネスモデルキャンパス、バリュープロポジションキャンパス、カスタマーバリュチェーン分析、GQM・Strategies)を理解

Category	SKILL #	Skill Code	Skill Name	スキル説明	SE DX/DX SFIA V8 DX ビュー対応
デジタル戦略、イノベーション、投資 (14)	1	ITSP	職制企画	組織の行動、計画、およびリソースをビジネス目標に合わせるための戦略を作成および維持します。	●
	2	INOV	イノベーション	情報通信技術およびデジタル技術によって提供される機会を特定し、優先順位を付け、インキュベートし、新しいテクノロジ、製品、サービス、方法、および技術を確認してアセスします。	●
	3	EMRG	最先端技術モニタリング	最新調査手法を使用して、ユーザーの行動、ニーズ、動機を特定します。	●
	4	URCH	ユーザー調査	製品、システム、またはサービスとユーザーの相互作用および経験のための設計概念およびプロトタイプを作成します。	●
	5	HCEV	ユーザーエクスペリエンス設計	ビジネス活動を実行するための新しい、潜在的に破壊的なアプローチを作成します。	●
	6	BPRE	ビジネスプロセス改善	ビジネス状況を調査して、改善アクションの推奨事項を定義します。	●
	7	BUSA	ビジネス状況分析	新規サービスまたは既存のサービス機能またはボリュームの変更に対するビジネス需要を分析し、プロアクティブに機会を特定し、リスクを軽減します。	●
	8	DEM M	需要管理	プログラム、プロジェクト、および/または継続的なサービスのポートフォリオを定義および提供するための	●
	9	POMG	ポートフォリオ管理		

図 8 SE DX コース到達目標キーワードと SFIA DX ビュー（横軸の科目も縦軸の SFIA V8 DX ビューも一部を表示）

5. リカレント教育内容評価

SE IoT/AI コースおよび SE DX コースにつき、全科目につき到達目標のキーワード化を行い SFIA V8 DX ビューとの対応を調査し、コース内容の評価を行なった。図 9 は両コースと SFIA V8 DX ビューへの対応状況である。

5.1 SE IoT/AI コース

SE IoT/AI コースは 18 科目からなり、SFIA V8 DX ビュー49 スキルのうち 11 スキルと対応づることが確認できた。

5.2 SE DX コース

SE DX コースは 11 科目からなり、4 章 3 節 2 項で既述のように SFIA V8 DX ビュー49 スキルのうち 26 スキルと対応づることが確認できた。

5.3 SE IoT/AI コース、SE DX コースの評価

ここでの「評価」の意味合いは、それぞれのコースが目指す観点、つまり SE IoT/AI コースは IoT/AI の観点、SE DX コースは DX の観点から見た「対応網羅性の測定について」の評価」という意味である事に注意する必要がある。例えば、図 9 を見てみると、IoT/AI コースには#33 のスキルの「システム開発管理」に●があるが、DX コースでは非対応である。これは、IoT/AI コースの K10 クラウドサービス・分散システムからのキーワードである「分散システム」、「クラウドシステム」が対応すると考えたが、DX コースには対応する科目は無いためである。単純に対応数によりコースの優位性を示すのではなく、目指す観点で、SFIA V8 DX ビュー

との対応数は変わる事を留意する必要がある。

表 1 は結果の一覧表である。一覧表から

- SE IoT/AI コースは 18 科目で SFIA V8 DX ビューの 11 スキルと対応している。一方、SE DX コースは 11 科目で 26 スキルと対応づいている。これは、SE DX コースが DX を目指す観点で構成されている事実を示していると考えられる。
- SE DX コースが対応できていないスキル群は
 - ✓ 組織に関するスキル群 (#15-20)
 - ✓ プロジェクト実施に関するスキル群 (#30-33)
 - ✓ お金、利益に関するスキル群 (#35-37)

が分かる。これらのスキルは現実の企業での DX 化の実施においては極めて重要なスキルであると考えられるが、リスキリング教育としては十分カバーできない現実が浮き彫りになっていると考えられる

Category	SKILL #	Skill Code	Skill Name	スキル説明	SE IoT/AI コース	DX コース
SFIA V8 DX ビュー (54)	1	ITSP	組織企画	組織の行動、計画、およびリソースをビジネス目標に合わせるための戦略を作成および維持します。	●	●
	2	INOV	イノベーション	情報技術およびデジタル技術によって提供される機会を特定し、優先順位を付け、インキュベートし、適用します。	●	●
	3	EMRG	最先端技術モニタリング	新しいテクノロジー、製品、サービス、方法、および技術を認識してアクセスします。	●	●
	4	URCH	ユーザー体験	顧客調査手法を使用して、ユーザーの行動、ニーズ、動機を特定します。	●	●
	5	HELV	ユーザーエクスペリエンス設計	製品、システム、またはサービスとのユーザーの相互作用および経験のための設計概念およびプロトタイプを作成します。	●	●
	6	BPRE	ビジネスプロセス改善	ビジネス活動を実行するための新しい、潜在的に破壊的なアプローチを作成します。	●	●
	7	BUSA	ビジネス分析	ビジネス状況を調査して、改善アクションの提案事項を定義します。	●	●
	8	DEMM	需要管理	新規サービスまたは既存のサービス継続またはリソースの需要に対するビジネス需要を分析し、プロアクティブに管理します。	●	●
	9	POMG	ポートフォリオ管理	プログラム、プロジェクト、および/または継続的なサービスのポートフォリオを定義および提供するための管理フレームワークを開発および適用します。	●	●
	10	FEAS	高機能プラットフォーム	製品、サービスの実現可能性、および戦略的調整のためのビジネス要求オプションを定義、評価、および説明します。	●	●
	11	INVA	投資評価	可能な投資またはプロジェクトの魅力度合いをアセスする。	●	●
	12	STPL	エンタープライズおよびデジタルマーケティング	組織のテクノロジー戦略をそのビジネスミッション、戦略、およびプロセスと整合させ、アーキテクチャモデルを使用してこれを文書化し、評価、目標、ビジネスの実現可能性、成長、成熟、衰退から引退までのライフサイクル全体にわたる管理と開発を行います。	●	●
	13	PROD	製品管理	製品およびサービスの現在のまたは既存の市場を調査、分析、および改善します。	●	●
	14	MKTG	マーケティング	組織の能力をアセスし、改善を特定、優先順位付け、および実装するためのリーダーシップ、アドバイス、および実証サポートを提供します。	●	●
デジタル技術、スキル、能力 (9)	15	OCOV	組織能力管理	製品およびサービスの調達または試運転の管理またはアドバイスの提供。	●	●
	16	SORC	調達	製品およびサービスの調達または試運転の管理またはアドバイスの提供。	●	●
	17	ORGI	組織設計と開発	統合された組織構造と文化の計画、設計、および実装。	●	●
	18	LEBA	コラボレーションメント	SFIAなどのフレームワークを適用し、公式または非公式を開かず、あらゆる手段で知識、スキル、コンテンツ、および行動をアセスし、共有、交換、および活用します。	●	●
	19	IMCR	知識の設計と設計	知識を伝達し、スキルを開発し、行動を変革するためのリソースを設計および開発します。	●	●
	20	KNOW	知識管理	組織の価値を創造するための重要な知識を管理します。	●	●
	21	CPFM	組織設計管理	組織と人々を必要な状態に移行するための活動の計画、設計、および実装します。	●	●
	22	PEMT	パフォーマンス管理	合意された目標を達成するために個人およびワークグループのパフォーマンスを開発し、測定可能な結果をもたらすことにより、組織の成功に貢献します。	●	●
	23	EXEP	従業員体験	従業員の関与と働き方を強化し、従業員に力を与え、健康と福祉をサポートします。	●	●
	24	GOVN	ガバナンス	意思決定、利害関係者との関係の管理、および正当な権限の特定の目的のフレームワークを定義および適用します。	●	●
デジタル技術、スキル、能力 (9)	25	BURM	リスク管理	企業の功や健全性に対するリスクを管理するための組織全体のプロセスと手順を計画および実装します。	●	●
	26	RMNG	関係管理	デジタル化された情報と記録の完全なライフサイクル管理を計画、実装、および制御します。	●	●
	27	SCTY	セキュリティ	セキュリティ制御とセキュリティ管理戦略のフレームワークを定義および適用します。	●	●
	28	PEOP	個人データ管理	個人データの保護を促進するための管理および管理戦略のフレームワークを実装および適用します。	●	●
	29	DATM	データ管理	データの発見の管理、保護、最適化の計画、ポリシー、およびアクティビティを開発および実装します。	●	●
	30	PGMG	プログラム管理	特定のビジネス戦略と目的をサポートする一連の関連プロジェクトと活動を特定、計画、調整します。	●	●
	31	PRMG	プロジェクト管理	適切な管理ツール、コラボレーション、リーダーシップ、およびガバナンスを使用して、プロジェクトから合意された結果を達成します。	●	●
	32	PROF	ポートフォリオ、プログラム、プロジェクト管理	ポートフォリオ、プログラム、プロジェクト管理のプロセス、手順、フレーム、ネットワークに関するサポートとガイダンスを提供します。	●	●
	33	OLMG	システム開発管理	システム開発作業の計画、見積もり、および実行を、時間、予算、および品質の目標に沿って行います。	●	●
	34	ITMG	テクノロジービジネス管理	定義された組織のニーズを満たすためのテクノロジーベースのサービスの提供を管理します。	●	●
デジタル技術、スキル、能力 (9)	35	BENM	利益管理	プロジェクトやプログラムから予想される利益の出現と効果的な実装を予測、計画、監視します。	●	●
	36	RLMT	ステークホルダー・リレーションシップ管理	相互利益のために利害関係者の態度、決定、および行動に影響を与えます。	●	●
	37	PMIT	調達管理	財源の有効活用と管理を支援します。	●	●
	38	UNAN	ユーザーエクスペリエンス分析	システム、製品、およびサービスの使用状況を理解し、ユーザーエクスペリエンスの要件と設計目標を特定します。	●	●
	39	REQM	要件定義と管理	関係および運用ライフサイクル全体を通じて要件を管理します。	●	●
	40	MLNG	機械学習	経験とデータ適用により学習システムを開発します。	●	●
	41	DATS	データサイエンス	数学、統計、データマイニング、学習モデリングの手法を適用して、洞察を得たり、行動を予測したり、データから価値を生み出します。	●	●
	42	BINT	BI	洞察を提供し、意思決定を支援するために、定期的かつ回帰的の管理情報を提供、作成、および提供します。	●	●
	43	VSIL	データの可視化	グラフィック表現を使用して概念、アイデア、および事実を表示することにより、データの理解を促進します。	●	●
	44	ARCH	ソリューションアーキテクチャ	合意されたビジネス結果を実現するための多実体ソリューションアーキテクチャを開発し伝達する。	●	●
45	DESN	システム設計	指定された要件と合意されたシステムアーキテクチャを満たすようにシステムを設計します。	●	●	
46	BSMO	ビジネスモデリング	現実世界、ビジネス、またはゲーム状況の論理的表現または抽出した表現を作成します。	●	●	
47	CSMG	顧客サービスサポート	顧客サービスまたはサービスデスク機能の管理と運用を行う	●	●	
48	SUPP	サプライヤー管理	調達部隊、顧客、販売パートナーにアドバイスとサポートを提供します	●	●	
49	USEV	ユーザーエクスペリエンス設計	システム、製品、またはサービスをユーザーエクスペリエンスの目標、指標、および目標に沿って設計します。	●	●	
合計科目数					11	26

図 9 SE IoT/AI コースと DX コースの SFIA V8 DX ビューの対応状況

表 1 SE IoT/AI コースと DX コースの SFIA V8 DX ビューとの対応一覧表

SFIA V8 DX ビューの カテゴリ () 内はスキル数	SFIA V8 DX ビューの 対応スキル数と対応%	
	IoT/AI コース 18科目	DX コース 11科目
デジタル戦略、イノベーション、投資 (14)	4/14 =29%	10/14 =71%
デジタル文化、スキル、能力 (9)	0/9 =0%	2/9 =22%
デジタルとデータの交換、変更、ガバナンス(14)	3/14 =21%	5/14 =36%
デジタル技術の実現要因 (12)	4/12 =33%	9/12 =75%
Total	11/49 =22%	26/49 =53%

6. 研究課題の回答と考察

ここで、当論文の第 2 章で設定した 3 つの研究課題を結論付ける。

研究課題 1: DX 要員を育成すべきリカレント教育コースは数々登場しつつあるが、教育コース内容を評価すべき汎用的 DX スキル標準として何が妥当か

(回答と考察) 教育コースを評価するスキル標準は、グローバルに広く認知されている標準が汎用性や説得力の観点で優れていると考えられる。その点、当論文で採用した SFIA V8 DX ビューは考える最も妥当なスキル標準であると考えられる。近年、和製のスキル標準が各種提唱されている。しかし、どれを見てもグローバルな認知度には課題が残る。この点からも、SFIA V8 DX ビューの妥当性に勝るスキル標準は無いと言える。

研究課題 2: DX スキル標準を活用した、リカレント教育の内容評価をするにはどのような方法が妥当か

(回答と考察) リカレント教育を SFIA V8 DX ビューと対応する場合、科目の達成目標をひと手間かけてキーワード化して対応付けするのが、達成目標の長い文章を頼りに対応付けするより、より精緻な対応が可能と考えられる。

研究課題 3: 事例としての SE DX コースおよび SE IoT/AI コースは DX リカレント教育として、どのように評価ができるか

(回答と考察) コースを比較してみると、18 科目からなる SE IoT/AI コースに比べ、11 科目からなる SE DX コースのほうが DX に向けたスキルをカバーしている。これは、コースの目指す観点による網羅性の自然な違いであると考えられる。

7. おわりに

当論文ではスキル標準として SFIA V8 DX ビューを採用した。これは、SFIA が現在最もグローバルに普及していることより、採用する妥当性が高いとの観点からである。しかし、他にも各種のスキル標準が DX 対応を標榜している。例えば、欧州の European e-Competence Framework(e-CF)[10]、IPA の「デジタルスキル標準 (DSS)」[9]、iCD 協会が普及する i Competency Dictionary(iCD)[8]や ITSS-WINGS II[11]がある。今後はこれらを適材適所に採用することや比較検討する事も必要と考えられる。

DX に関するリスキリング教育は早稲田大学スマートエスイー以外も各種登場しており、これからも登場してくると思われるがこれらを当論文の手法により客観的に評価する事が利用者にとっては必要と考えられる。また、評価によりリスキリング提供者の内容改善も期待できる。

SFIA V8 には DX ビュー以外にも、アジャイルスキルビュー、DevOps スキルビュー、ビッグデータ/データサイエンススキルビュー、情報とサイバーセキュリティスキルビュー、エンタープライズ IT ビューが定義されている。リスキリング教育を複数のビューを組み合わせる複合的に評価することも考えられる。

なお、今回リスキリング教育の達成目標を人手でキーワード化し SFIA V8 DX ビューと対応確認した。今後、この作業を機械学習により自動化する試みも必要であると考えられる。

最後に当論文がリスキリング教育評価の一助となることが出来れば幸いである。

参考文献

- [1]スマートエスイー：スマートシステム&サービスおよび DX 推進を担う人材の産学連携育成
<https://www.waseda.jp/inst/smartse/>
- [2] SFIA 8
<https://sfia-online.org/ja/sfia-8/sfia-8>
- [3] 鷲崎弘宜、海外比較を通じた DX に関する日本の人材育成とリカレント教育、IPA DX 白書 2021, 2022.
- [4] Eiji Hayashiguchi, Hironori Washizaki, Katsutoshi Shintani, Daisuke Yoshioka, "The Competency-based Computing Curricula 2020 and SFIA 7 comparison focusing on Digital Transformation Age," IEEE World Engineering Education Conference 2022
- [5] Anod H. Alhazmi, Hanaa A. Yamani, "The Study of Digital Transformation Skills and Competencies Framework at Umm Alqura University," International Journal of Economics and Management Engineering, Vol. 15, No. 4, pp. 479-483, 2021.
- [6] Hayashiguchi, E., Endou, O. and Impagliazzo, J. "The i Competency Dictionary Framework for IT Engineering Education," IEEE World Engineering Education Conference 2018
- [7] Skills Framework for the Information Age (SFIA) <https://www.sfia-online.org/>
- [8] IPA IT Human Resource Development: i Competency Dictionary: http://www.ipa.go.jp/jinzai/hrd/i_competency_dictionary/index.ht

- ml
- [9] IPA 「デジタルスキル標準 (DSS)」
<https://www.ipa.go.jp/about/press/20221221.html>
- [10] European Norm (EN) 16234-1 European e-Competence Framework (e-CF), 2019
- [11] ITSS-Wings II
https://www.icda.or.jp/wp-content/uploads/2022/05/NEWS_icDA_WingsII-Release_20220509.pdf