

工学教育のデジタル変革とマイクロクレデンシャルの取り組み

Digital Transformation of Engineering Education and Initiatives of Micro-credential

井 上 雅 裕^{※1}
Masahiro INOUE

角 田 和 巳^{※2}
Kazumi TSUNODA

長 原 礼 宗^{※3}
Yukitoshi NAGAHARA

八重 横 理 人^{※4}
Rihito YAEGASHI

石 崎 浩 之^{※2}
Hiroyuki ISHIZAKI

辻 野 克 彦^{※5}
Katsuhiko TSUJINO

丸 山 智 子^{※6}
Tomoko MARUYAMA

芦 沢 真 五^{※7}
Shingo ASHIZAWA

The development of human resources capable of promoting digital transformation and green transformation is essential for achieving the Sustainable Development Goals and creating innovation. In this social context, COVID-19 has accelerated the digital transformation efforts of society and higher education institutions. Micro-credentials are attracting attention as a means of lifelong learning through flexible learning methods and certification of learning outcomes. Based on an international survey of frameworks of micro-credential, we propose an initiative for quality assurance and international mutual recognition of micro-credentials. Furthermore, the micro-credential design and implementation were shown at the Japanese Society for Engineering Education, and the prospects for international industry-academia collaboration in education and the use of micro-credentials were presented.

Keywords : Digital Transformation (DX), Engineering, Education, Micro-credential, Digital Badges
キーワード：デジタルトランスフォーメーション (DX), 工学, 教育, マイクロクレデンシャル, デジタルバッジ

1. はじめに

地球温暖化に伴う地球規模の気候変動により頻発する猛暑、豪雨、大型台風といった異常気象や自然災害の多発・甚大化は世界各地で報告されており、深刻な人的・経済的な被害が生じている。我が国は、持続可能な社会の実現のため2050年にカーボンニュートラル (CN)、温室効果ガス排出量の2030年度46%削減を目標にしており、技術革新と社会全体の変革であるグリーントランسفォーメーション (GX) の推進が急務となっている¹⁾。また、経済発展と持続可能な開発目標 (SDGs) の達成などの社会的課題の解決を両立する人間中心の社会としてのSociety 5.0は、都市や物などのフィジカル空間とサイバー空間のデジタル処理とを高度に融合させた社会として実現される²⁾。現在、これらのデジタルトранسفォーメーション (DX) およびGXを推進できる人材育成が工学教育には求められている。

このような社会背景のなかで、コロナ禍をきっかけに、社会と大学のDXの取り組みが加速している。日本工学教育協会では、2021年4月に「工学教育のデジタライゼ

ーションとデジタルトランسفォーメーションの調査研究委員会³⁾を設け、コロナ禍での経験を踏まえて高等教育の今後の展望⁴⁾をまとめ、2022年9月に「大学のデジタル変革 – DXによる教育の未来 – (東京電機大学出版局)⁵⁾を発刊した。

海外の複数機関からも同様に、コロナ禍の経験を振り返り今後の高等教育を展望する報告書が発行されている。米国MITからは2022年10月に「危機ときっかけ (Crisis and catalyst)、コロナの工学教育への世界的なインパクト」⁶⁾が発行された。ここには36カ国の大学幹部、大学教職員、教育専門家、学生のインタビューとともに、コロナ禍での緊急的な教育の対応と課題、そのなかで始まった新しい取り組み、教育改革の加速が述べられている。また、高等教育に関する情報技術の国際協会EDUCAUSEからは同じく10月に報告書「高等教育の変化、デジタルと文化の変革」⁷⁾が発行された。ここでは、大学トップマネジメント層への調査を含め、コロナ禍後の大学のあり方として、「コロナ禍前の状態に復帰する (Restore)」、「経験を活かして改善をする (Evolve)」、「変革の機会と捉える (Transform)」のどれを選択するかを問うている。

前記の図書と、2022年10月に相次いで発行されたこれらの報告書の内容には共通点が多い。簡潔に言うと、コロナ禍において学生間の交流が大きく阻害され、学生のメンタルや社会的繋がりなどウェルビーイングに大きく影響した。慣れないオンライン授業への対応のため学生と教員の両方が疲弊した。大学キャンパスの意義は教

2023年2月9日受付

*1 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
*2 芝浦工業大学工学部

*3 東京電機大学理工学部

*4 香川大学創造工学部

*5 三菱電機(株)

*6 愛媛大学教育・学生支援機構

*7 関西国際大学国際コミュニケーション学部

員が一方的な講義を行うところではなく、学生が能動的な交流によって学び合う場であること、知識の伝達にオンライン授業が向いていることが認知された。一方で、緊急対応で行ったオンライン授業、学習管理システム(LMS)の活用や、対面での国際交流の代替として実施したオンラインでの海外大学の遠隔授業や国際プロジェクトなど、コロナ禍が終息した後も活用できる経験が蓄積された。コロナ禍は高等教育を変革するきっかけになっていく。

2. 工学教育のデジタル変革

1章で述べたデジタル変革を踏まえた今後の工学教育のモデル⁵⁾を以下の5つの視点で示す(図1)。

まず、デジタル技術を学習者のために活用し、学修成果の向上を行い、障害を持つ方を含む多様な学習者に対応した包摂的な教育を実現することが重要である。

第2に教授法としては、対面の教育とオンライン教育の長所を組み合わせたブレンド型教育を高等教育機関が組織として導入し、その質保証の仕組みを構築する。さらに学習管理システム(LMS)に蓄積された学習データを分析し、活用するラーニングアナリティクスにより、学生の学修成果を向上させる取り組みが必要になる。

第3にテクノロジーと環境としては、仮想現実(VR)、拡張現実(AR)、メタバースなどを、多様な実験、遠隔での実験、海外の大学との連携実験や実習などに活用し、通常はコストや安全面で実施できない実験を体験することができる。

第4に教育制度として、複数の大学に跨り、生涯に渡る継続的な学びを実現する。大学卒業後も国内外の複数の大学で、国内外の場所を問わず継続的に学び続ける仕組みを構築し、その学修成果の証明として3章で詳述するマイクロクレデンシャル(Micro-credential)が発行される。

第5にオンラインを用いた大学間・国際・産学連携が進む。さらに、企業での従業員のリスキリングの需要拡大

により国際的な大学・企業・研修事業者・大規模公開オンライン講座(MOOCs:Massive Open Online Courses)などの連携による社会人教育のビジネスモデル変革が起きる。

3. マイクロクレデンシャル

産業構造の急速な変化への対応や1章で述べたDXやGXを推進できる人材の育成のために、大学で修得した知識だけでなく、卒業後も継続的に学習を行うことが期待される。異なる分野の知識やスキルを得る「リスキリング」(Reskilling)や自己の専門領域の能力を高める「アップスкиリング」(Upskilling)が必要になっている。

これに対して修士や学士などの学位プログラムを補完する教育として、特定の領域を比較的短期間で学び、その学修成果を証明するマイクロクレデンシャル^{8), 9)}(以下MC)が各国で注目されている。授業方法もオンラインやブレンド型教育などの柔軟な授業方法が使われる。

3.1 マイクロクレデンシャルの定義

MCは教育プログラム自体と教育プログラムの学修歴の証明という2つの側面を持つ。その定義は各国や地域により異なる。ここでは2022年にUNESCOが各国の定義を踏まえてまとめたMCの定義¹⁰⁾を用いる。

マイクロクレデンシャルは:

- (1) 学習者が知っていること、理解していること、またはできることを証明する、対象が重点化された学修成果の記録である。
- (2) 明確に定義された基準に基づいたアセスメントを含み、信頼できる提供者によって授与される。
- (3) 単独で価値を持ち、さらに他のマイクロクレデンシャルまたはマクロクレデンシャルの一部を構成したり、それらを補完したりすることができる(既習の学習の認定も含める)。
- (4) 関連する質保証が求める基準を満たす。

ここで各国やUNESCOで検討された経緯を踏まえた補足説明を行う。MCは特定の知識、スキル、コンピテンシーを習得したことを証明している。その対象が重点化されることで結果として学習時間も短くなる。対象となる学修成果(Learning Outcomes)が明確に定義され、アセスメントを行うことが条件である。MCの提供者としては高等教育機関だけでなく、民間の教育・研修機関、企業、学協会や専門家団体などが含まれる。MCは単独で価値を持つが、他のMCと組み合わせてより大きなMCとして認めたり、修士や学士などのマクロクレデンシャルの一部として認めたりすることができる。その際には既習学習の認定を含めることも想定される。MCはその質を重視しており、各国の関連する質保証の基準を満たす。

3.2 マイクロクレデンシャルの課題と枠組みの提案

学士や修士などの伝統的な学位に対しては国の制度があり、教育機関や教育プログラムに対し内部質保証や質保証機関による外部評価などが行われている。また欧州やアジア太平洋では国を跨った単位の認定の仕組みも構築されている。一方で、MCには質保証の仕組みが未だ

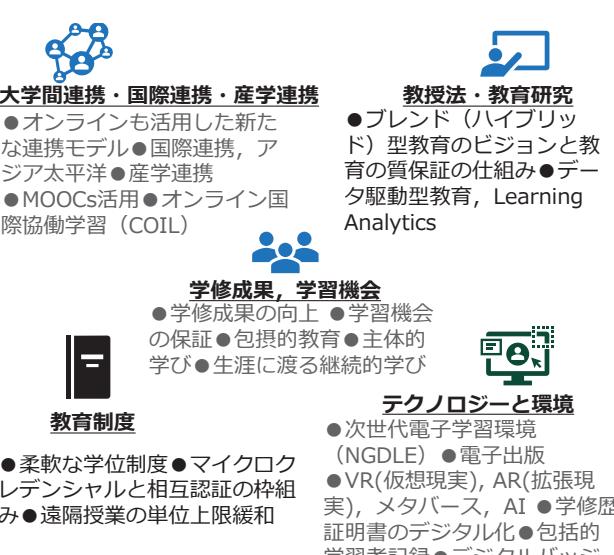


図1 工学教育のデジタル変革

表1 マイクロクレデンシャルの主要記述子

項目名	項目名（英語例示）	EU	Australia
発行日	Date of issuing	必須	必須
マイクロクレデンシャル名称	Title of the micro-credential	必須	必須
授与機関	Awarding body	必須	必須
発行国／地域	Country/Region of the issuer	必須	－
内容	Content/ Description	－	必須
学修成果	Learning outcomes	必須	必須
授業の方法	Form of participation	必須	必須
授業言語	Language	－	必須
学習量（総学習時間）	Learner Effort	必須	必須
評価の方法	Type of assessment	必須	必須
質保証	Type of quality assurance	必須	必須
レベル	Level	必須	－
修了書	Certification	－	必須
単位/その他の認定	Credit/ Other Recognition	－	必須
(受講) 前提条件	Prerequisites needed to enroll	選択	必須

整っていない。また、1つの大学で取得したMCを他の大学で単位やMCとして認定し、修士などの学位に必要な単位とする場合の仕組みも必要になる。さらに民間の研修機関やITベンダー、学協会、専門家団体などが発行したMCを大学が単位として認定する仕組みや条件も課題になる。

学習者が多様な機関から提供されるMCを比較し適切に選択することを可能とし、雇用者がMCを適切に評価し、提供機関の指針になる枠組み（フレームワーク）が必要である。多様なMCを客観的に明確に説明するために決められた項目を記述子と呼ぶ。記述子は、MCの枠組みのうち最も基本的な構成要素である。表1にMCの主要な記述子をオーストラリア¹¹⁾と欧州連合^{12),13)}の事例とともに示した。MCで先進的な取り組みをしているオーストラリアでは、高等教育、職業教育、産業界の全てを対象とするMCの共通の枠組み¹¹⁾を策定している。さらにその枠組みに沿ったMCの開発に対し国が助成金を出すなどの促進策を進めている。

ここでは、MCを構成する要素として国際的に必須条件として認識されている記述子を基に、日本におけるMCの記述子案としてまとめた。表1に示すようにMCの名称（Title of the micro-credential）や授与機関（Awarding body）、学修成果（Learning outcomes）とその評価の方法（Type of assessment）が明確に定義され、授業の方法（Form of participation）、学習量（Learner Effort）が決められていることである。このような記述子を国内で共通化することで、学習者がMCを比較し選択することが容易になる。さらにMCの枠組みの国際的な同等性を確保することで、国を跨ってMCを活用できる。

また、学習者のためにMCを比較し選択できるポータルサイトを構築する場合は、MCの主要記述子がそこに記載されることが必要になる。将来はそのポータルサイトにMCの評判やランキングなどが掲載されるとMCの質の向上や学習の促進に繋がる。

3.3 マイクロクレデンシャルのインパクト

各大学や機関がそれぞれの得意分野でMCをオンラインなどで提供することで、日本各地だけでなく、海外からも受講者が集まる。学習者は、複数の大学から自分に必要なMCを選択して学習し、これらを組み合わせることで自分のキャリアに沿った能力向上が可能になる。

また、大学の立場で見ると、MCは新しい教育プログラムとしての新事業の機会であり、18歳人口が減少するなかでリカレント教育での収入増につながる。また、MCは、優秀な学生を世界各国から獲得する手段としても位置づけられる。世界各国のトップ校が先行して修士課程に繋がるMCであるマイクロマスタープログラムを立ち上げ受講生を集めている。特徴あるMCを先行して提供する大学に受講生が集中する可能性がある。

3.4 マイクロクレデンシャルの開発方法

高等教育機関がMCを提供する際の開発方法には大きく分けて2通りの方法がある。

(1) 既存の教育プログラムベースに開発する

- 既存の修士や学士などの学位プログラムを分割して、学修成果が明確な教育プログラムとしてMCを提供する。例えば、既存の修士課程を学修成果が明確な区分で7-8単位のMCとして分割して提供する。MCの単位を積み重ねる修士学位に繋がる枠組みを同時に構築することが期待される。
- 既存の生涯教育講座を組み合わせることでMCを構築する。一般に生涯教育講座では学修成果のアセスメントが行われていないことが多い。MCとして構築する場合は明確な学修成果の定義とアセスメントを加える必要がある。

(2) 新しく教育プログラムを開発する

- 新規に教育プログラムを構築する際には、他の高等教育機関や産業界、MOOCs、学協会、専門家団体などと連携してMCを共同開発することで、高品質の教育プログラムをより多くの大学や企業の学習者を対象として、地域や国を問わず提供することができる。

4. デジタルバッジによるデジタル証明

4.1 マイクロクレデンシャルとデジタル証明の関係

MCが各国で定める教育の新しい仕組みであるのに対して、デジタルバッジ（Digital Badges）は情報技術であり、教育に限定されない汎用的なデジタル証明の手段である。比喩を用いるとMCが手紙であるならばデジタルバッジは書留郵便である。書留郵便であるデジタルバッジは手紙が改ざんされることなく確実に相手に伝えることが役割である。MCは各国の教育制度で記載された手紙である。日本語で記載されている場合もあるし、英語で記載されている場合もある。もしも手紙としてのMCに不備がある場合は、書留郵便であるデジタルバッジは、不備があるMCをそのまま改ざんされることなく相手に伝える。

すなわちMCへの信頼とは、MCの教育の質が保証されている信頼と、学習者が送って来たMCが本物であり偽造でないことの信頼の2つで構成される。前者はMCの教育の質保証の枠組みにより、後者はデジタルバッジなどの情報技術により達成される。

学修歴には学士や修士などの伝統的な学位と3章で述べたMCがある。学修歴を記録し証明する手段としては書面を用いる方法とデジタル証明を用いる方法がある。図2にこれらの学修歴とその証明手段の関係を示した。

デジタル証明自体は広い概念であり、証明書をPDFなどの電子ファイルとして発行したものと、デジタルバッジに分類される。デジタルバッジはMCなどの学修歴の証明だけでなく、行事への参加、各種の表彰、スキルの証明、資格証などの他に教育以外の分野にも使われる汎用的なデジタル証明手段である。さらにはデジタルバッジを国際協会である1 EdTechコンソーシアムが策定した国際規格がオープンバッジ（Open Badges）¹⁴⁾である。

学士、修士などの学位に対しては日本では紙の証明が用いられているが、世界各国ではPDFにデジタル署名を付与するデジタル証明が一般的に使用されている。

現在、各国や各機関がMCに対して各種のデジタル証明手段を採用している。日本ではデジタル証明の手段としてオープンバッジが企業や大学で採用が始まっており、MCの証明手段としてもオープンバッジは親和性が高い。

学修歴

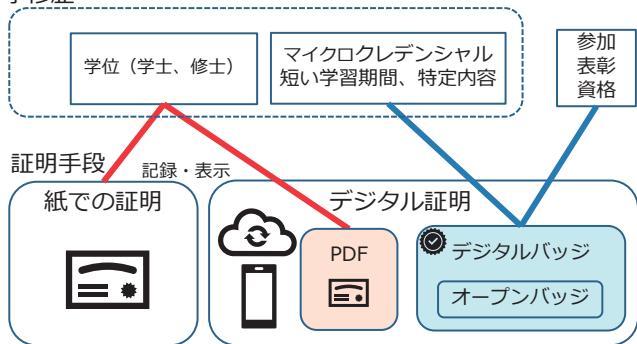


図2 学修歴とその証明手段の関係

4.2 マイクロクレデンシャルの証明をデジタルバッジで行う

ここでは、MCの証明書をデジタルデータで発行する手段としてオープンバッジを用いることを想定する。オープンバッジには、バッジのプロパティとして名称(name), 発行者(issuer), 説明(description), 取得条件(criteria)などが用意されている。オープンバッジの規格では、「説明(description)」とは「成果の短い説明(A short description of the achievements)」と定義されている。一方で「取得条件(criteria)」は「成果を得るために方法を記載したURIまたは文書(URI or embedded criteria document describing how to earn the achievement)」である。この定義を踏まえ、オープンバッジのプロパティの「取得条件(criteria)」にMCの記述子を構成する学修成果(learning outcomes), 評価の方法(type of assessment), 学習量(learner effort), 質保証(type of quality assurance)などの複数の項目を記載することにした。学習者がMCを比較して選択することを容易にするためにオープンバッジのメタデータにMCの記述子を記載するガイドラインを決めておくとバッジを用いてのMCの相互比較が容易になる。

5. 日本工学教育協会でのマイクロクレデンシャルの取り組み

大学教育を取り巻く環境は大きく変化している。大学のデジタル変革の動向を理解したうえで、学習者本位の観点から大学が創意工夫に基づく教育研究活動を行い、保証すべき質を担保しつつ先導性・先進性のある教育システムを構築する必要がある。日本工学教育協会は日本技術者教育認定機構と連携して研修プログラムを構築した。そのプログラムでは、工学教育のデジタル変革を知識として理解するだけでなく自職務において推進できる教職員の育成を目的とし、学修成果を評価してMCを発行する計画を進めている。

5.1 研修プログラムの設計

大学のデジタル変革の理解や自職務でのデジタル変革の取り組みのための知識とスキルを必要としている教員、職員や企業の人材開発部門の方を対象として、教育プログラムを設計した。1章で述べた「大学のデジタル変革 - DXによる教育の未来 -」⁵⁾を教科書として、「工学教育のデジタライゼーションとデジタルトランスフォーメーションの調査研究委員会」³⁾の委員と外部講師が研修プログラムの講師を務める。

研修プログラムを下記の3回に分割しており、各回が講義とグループ演習を含め4時間である。研修は対面とオンラインのハイブリッド形式で開催し、遠隔地の受講者が参加できる形態とした。また、グループ演習は対面の受講者は対面グループで行い、オンラインの受講者はオンライングループで行うが、両方のグループともに文書は全てオンラインに統一し、活動内容の共有やディスカッションが容易にできる形式とした。

(1) 第1回ワークショップ：大学のデジタル変革を俯瞰し、教育のモデルの変化と今後の動向を理解する。オ

- ンライン教育やMCにおける教育の質保証を学ぶ。
- (2) 第2回ワークショップ：学習者本位のデジタル技術の本質を理解し、学習や教務におけるデジタル技術の具体的な適用方法を学ぶ。
 - (3) 第3回ワークショップ：大学のモデルの変革、特にリカレント教育の最新動向を共有後に、大学と企業の連携によるリカレント教育の推進を考える。

5.2 マイクロクレデンシャルの設計

3章で述べたMCの記述子を用いて、以下のようにMCを設計した。記述子は日英を併記している。

- (1) マイクロクレデンシャル名称 (Title of the micro-credential):マイクロクレデンシャル:工学教育のデジタル変革, Micro-credential:Digital Transformation of Engineering Education
- (2) 授与機関 (Awarding body): 日本工学教育協会, Japanese Society for Engineering Education
- (3) 内容 (Content/ Description): デジタル変革による教育のモデルの変化、オンラインやブレンド型教育とその質保証、マイクロクレデンシャルと学修歴のデジタル化、学習者本位のデジタル技術、リカレント教育の推進方法を学習する。
- (4) 授業の方法 (Form of participation): 対面またはオンラインでの講義およびグループでの討議。
- (5) 学習量 (Learner Effort): 授業時間15時間（講義とグループ討議）、自習時間15時間（自習、課題）、0.67単位に相当。
- (6) 学修成果 (Learning outcomes):
 - ・大学のデジタル変革を俯瞰し、教育のモデルの変化と今後の動向を踏まえ、自職務への影響と対応を提示できる。
 - ・オンライン教育やブレンド型教育とその質保証を理解し、自職務への展開を検討できる。
 - ・マイクロクレデンシャルと学修歴のデジタル化を理解し、自職務での位置づけを説明できる。
 - ・学習者本位のデジタル技術の本質を理解し、学習や教務におけるデジタル技術の適用方法を説明できる。
 - ・リカレント教育、リスクリキングの現状と今後を理解し、自職務での推進方法を検討できる。
- (7) アセスメント (Type of assessment): 全3回のワークショップを学習し、その内容に対して指定の小論

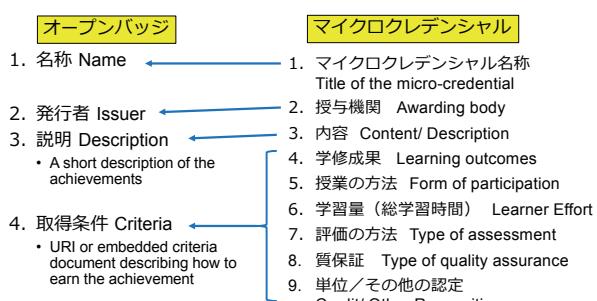


図3 オープンバッジのプロパティとマイクロクレデンシャルの記述子の関係

文の提出と評価を受ける。

5.3 オープンバッジの発行

研修では2種類のオープンバッジを発行する。

- (1) マイクロクレデンシャル (学修証明):「大学のデジタル変革」ワークショップシリーズ全3回を受講し、学修成果のアセスメントを受け合格した者にMCをオープンバッジの形態で発行する。MCの記述子とオープンバッジのプロパティとの関係は図3のように対応付けた。
- (2) 参加証:「大学のデジタル変革」ワークショップ1回の受講に対して各1つのオープンバッジを参加証として発行する。受講と受講後のアンケートのみでバッジを発行する。これはMCではなく参加証明である。

6. 国際的な連携教育とマイクロクレデンシャルの活用の展望

前章まで述べた工学教育のデジタル変革とMCの展開を踏まえて、国際的な大学間、産学連携でのリカレント教育、リスクリキングのモデルを提案する。

アジアの世紀である21世紀に、日本の大学がアジアの大学と連携し、国際連携、産学連携により新しい教育モデルを構築し、人材育成をリードすることが期待される。

図4にアジアの大学との連携によるオンラインと対面を組み合わせた工学教育、リカレント教育、マネジメント教育に関する構成案を示した。ここでは国内外の大学が複数の科目から構成される教育モジュールを提供する。例えば、IoTやロボティクス、AIやデータサイエンス、デジタルトランスフォーメーション、マネジメントに関する教育を国内外の各大学がオンラインや対面授業の併用で提供し、これに対し単位やMCを発行する。

受講生は国内外企業の社員や大学院生であり、講師は大学教員だけでなく企業の実務家やエキスパートを迎えることで先端的技術や実践的教育を行う。企業にとっては、1企業では提供できない多様な教育を社員に対し実施することが可能となる。日本の大学とアジアの大学が連携したプログラムを提供する環境で、異文化間コミュニケーション、リーダーシップなどの能力を高めることが可能となる。

既に、東南アジアでは、大学や各種機関における短期

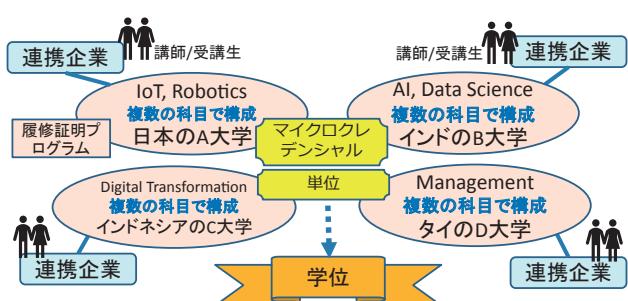


図4 國際的な連携教育とマイクロクレデンシャルの活用の展望

学習プログラムや各種の行事において、修了証（certificate）が頻繁に発行されており、また参加者側もその入手が主要な参加目的となっている。その動機の1つは、就職あるいは転職活動において、自己学習に取り組んでいることを証明することである。しかしながら修了証は主催者が任意に発行しており、発行に際して学修成果が評価されていないものも多く、玉石混合の状況である。

アジア太平洋地区で質保証を伴うMCが発行され、MCの枠組みを相互に承認することで、国内および国を跨る高度人材の育成と活用が促進されることが期待される。

7. おわりに

持続可能な開発目標（SDGs）の達成とイノベーション創出のためにはデジタルトランスフォーメーション（DX）とグリーントランスフォーメーション（GX）を推進できる人材育成が必須である。これには、大学卒業後も継続的な能力開発が必要である。

本文では、工学教育のデジタル変革のモデルを提示し、MCの課題と対応策を提示した、さらに日本工学教育協会でのMCの設計と実装の具体的な取り組みを示した。

産業界において雇用のグローバル化・流動化が進む中で、各国の教育機関や他社で教育を受けた人材を正確・公正に評価するためにMCを活用することが期待される。また、各企業での従業員教育においてMCを発行する際には、高等教育機関による質保証に対する支援やMCの認定などの連携が望まれる。

世界各国では、DX、GXなどの社会変革やイノベーション創出の人材育成やリスクリミングの手段としてMCを位置づけて官民が連携して推進している。我が国においても産官学の密接な協力によりMCの取り組みを加速したい。

謝 辞

本研究は新技术振興渡辺記念会とJSPS科研費22H01027の助成を受けたものである。工学教育のデジタライゼーションとデジタルトランスフォーメーションの調査研究委員会の委員各位と科研基盤研究（B）アジア太平洋地域の大学ネットワークにおけるマイクロクレデンシャル運用の実証研究の共同研究者各位に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 日本経済団体連合会：グリーントランスフォーメーション（GX）に向けて、2022、Webページ、<https://www.keidanren.or.jp/policy/2022/043.html>、参照日：2023-1-22
- 2) 内閣府：Society 5.0、Webページ、https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/、参照日：2023-1-22
- 3) 日本工学教育協会：工学教育のデジタライゼーションとデジタルトランスフォーメーションの調査研究委員会、Webページ、<https://www.jsee.or.jp/re>

searchact/researchcomt/digital、参照日：2023-1-22

- 4) 井上雅裕、角田和巳、長原礼宗、八重権理人、石崎浩之、丸山智子：大学教育のデジタルトランスフォーメーション、工学教育、70-3、pp.3-8、2022
- 5) 井上雅裕、角田和巳、長原礼宗、八重権理人、石崎浩之、辻野克彦、丸山智子、他：大学のデジタル変革—DXによる教育の未来ー、東京電機大学出版局、2022
- 6) Ruth Graham : Crisis and catalyst, The impact of COVID-19 on global practice in engineering education, New Engineering Education Transformation (NEET), Massachusetts Institute of Technology, 2022
- 7) John O'Brien : Higher Education in Motion: The Digital and Cultural Transformations, EDUCAUSE, 2022
- 8) OECD : Micro-credential innovations in higher education Who, What and Why?, OECD Education Policy Perspectives, 39, 22, 2021
- 9) 加藤静香(編著)、米澤彰純(解説)：高等教育マイクロクレデンシャル、明石書店、2022
- 10) UNESCO : 2022, Towards a common definition of micro-credentials, Webページ、<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381668>、参照日：2023-2-7
- 11) Department of Education : Skills and Employment, National Microcredentials Framework, Australian Government, 2021
- 12) European Union : A European approach to micro-credentials, Webページ、https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/european-education-area/a-european-approach-to-micro-credentials_en、参照日：2023-2-7
- 13) European Union : Proposal for a Council Recommendation on a European approach to micro-credentials for lifelong learning and employability-Adoption, Council of the European Union, 2022
- 14) 1EdTech:Open Badges, Webページ、<https://www.imsglobal.org/activity/openbadges>、参照日：2023-1-4

著 者 紹 介



井上 雅裕
1980年 早稲田大学大学院修了
学 位 博士（工学）
現 在 慶應義塾大学特任教授
芝浦工業大学名誉教授
専 門 システム工学、プロジェクトマネジメント、
IoT、工学教育
所属学会 日本工学教育協会
表 彰 工学教育賞（2021年、2019年、2014年他）