

日本におけるリカレント教育の可能性 2  
—テキサス大学のサイバーセキュリティ教育—

The Future of Recurrent Education in Japan II:  
The Cybersecurity Education in the University of Texas

塚原 修一\* 濱名 篤\*\*

Shuichi TSUKAHARA Atsushi HAMANA

抄 録

日本が参照し得る米国のリカレント教育の事例として、テキサス大学サンアントニオ校のサイバーセキュリティ（CS）教育を分析した。この大学は新分野であるCS課程を米国で早期に設置した。社会人学生を含めて学修成果が重視され、実際の・体験的な課程として評価が高い。教育・研究とともにCSの普及啓蒙活動がなされた。CSには防御側と攻撃側の戦いという側面があり、ゲームの競技会やそれを介した才能の発見につながった。リカレント教育は最近の日本の政策課題である。本稿の示唆として、CSはリカレント教育に適し、共同体全員の仕事であり、教育課程の構造化と柔軟性の均衡が重要である。

I 研究対象と先行研究

サイバーセキュリティ（cybersecurity, 以下ではCS）とは、人が知覚できない、法律用語にいう電磁的方式で記された「情報の安全管理」と<sup>1)</sup>、電子計算機とその相互接続により構築された「情報システムおよび情報通信ネットワークの安全性と信頼性の確保」をさす（サイバーセキュリティ基本法2条, 2014年）。CSの歴史は電子計算機が登場した1940年代以降が主となる。初期の課題は、情報システムの信頼性の確保、情報の盗難・漏洩対策、個人情報保護、電子計算機に感染するワーム・ウイルス対策などであった。1990年代からインターネットが普及すると、情報システムや情報通信ネットワークへのサイバー攻撃が新たな脅威となった（村野 2015）。これを視野に入れた新しい語がCSである。

著者らはテキサス州のリカレント教育に注目し、成果基盤型教育（Competency-Based Education, CBE）の組織統率コースを調査した（塚原・濱名 2020）。続編である本稿の対象はテキサス大学サンアントニオ校（University of Texas at San Antonio, UTSA）のCS教育であり、その特色は新しい分野であることと旺盛な人材需要にある<sup>2)</sup>。先行研究を国立国会図書館などで探索したところ、CSに関する和書・和論文は少なからずあるが<sup>3)</sup>、テキサス大学のCS教育にかかわるものは調査のかぎりでは発見できなかった。

---

\* 関西国際大学客員教授 教育総合研究所客員研究員

\*\* 関西国際大学基盤教育機構 教育総合研究所学内研究員

## II UTSAのCS教育課程

### 1. UTSAの概要

UTSAが立地するサンアントニオ市はテキサス州の西部にあり、州内で2番目に人口が多い都市である。市内には19世紀から軍の基地があり、1940年以降は市の発展をささえてきた。陸軍のフォート・サム・ヒューストン基地には第5軍の本部と保健科学学校がある。空軍のランドルフ基地には教育訓練隊の本部が、ブルックス基地には航空宇宙医学校が (Encyclopedia Britannica 2019)、ラックランド基地にはサイバー軍の本部がある (Wikipedia 2021)。

UTSAは1969年に設立され、現在の入学者は約3万人である。当初は経営、教育人間発達、人文芸術、理学、公共政策の5学部で、工学部、建築建設計画学部、学際探索課程 (University College) を増設した (UTSA Institutional Research and Analysis 2021)。これより早く、1959年に南テキサス医学校 (South Texas Medical School) が創設され、歯学部、看護学部、連合健康科学部を増設して、1972年にテキサス大学健康科学センターサンアントニオ校 (University of Texas Health Science Center at San Antonio) となった。

### 2. 理学部計算機科学科

UTSAのCS教育は理学部、経営学部、工学部で行われる<sup>4)</sup>。理学部の計算機科学科では、2000年に情報セキュリティ専攻を設置した。2001年には基盤保証安全センター (Center for Infrastructure Assurance and Security, CIAS) を設置して、専門分野の教育訓練や研究とともに、地域共同体をサイバー攻撃から防衛するための学外支援活動を展開した (CIAS 2020b)。2007年には理学部にCS研究所 (Institute for Cyber Security) が設立された。

理学部の入学者数は5,400名で、11学科のうち計算機科学科に4専攻 (CS, クラウドとシステム, ソフトウェア工学, データ科学) がある。2018年にはCS専攻にサイバー運営コース (Cyber Operations Track) が設置された。計算機科学科の卒業要件は、一般共通科目42単位、学科の共通科目48単位、専攻科目24単位、自由選択科目6単位である。修士課程には2専攻 (計算機・情報セキュリティ, ソフトウェア工学) があり、修士号の取得には、修士論文の執筆 (修士論文6単位を含めて30単位を取得。2～3年を要する)、研究プロジェクト、科目履修 (指定された10科目30単位を取得) という選択肢がある。

### 3. 経営学部情報システム・CS学科

経営学部では、2003年に経営管理学士 (基盤保証) と理学修士 (情報技術) 基盤保証専攻の学位授与が認められた。情報・基盤安全教育研究センター (Center for Education and Research in Information and Infrastructure Security) が2010年に設立され、2017年に安全分析学サイバーセンター (Cyber Center for Security and Analytics) と改称された。

経営学部は11学科からなり、入学者数は学士課程6,000名、修士856名、博士83名、合計して約7,000名である。情報システム・CS学科に2専攻 (情報システム, CS) がある。CS専攻にはオンライン課程もあり、7章で述べる変換学習研究所が開発した。CS専攻の卒業要件は、一般共通科目39単位、経営学

部の共通科目54単位、専攻科目30単位である。5つの副専攻（CS、デジタル鑑識、情報システム、ネットワーク・データセンター管理、技術経営論）もある。この学科の修士課程は12専攻からなり、そのひとつがCS専攻である。教育課程の例として、CS副専攻（8科目24単位）は次のようである。

- ・CS基礎（必修4科目）：経営のための電気通信入門、ネットワークの安全確保、情報の保証と安全確保、侵入検知と不適切事象対応
- ・CS科目（2科目選択）：基本システムの安全確保、安全な電子商取引、情報保証政策、デジタル鑑識分析、情報システムと物理システム
- ・情報システム科目（1科目選択）：技術経営、事業管理

情報システム・CS学科の学生数は、2005年秋から2014年秋まで約500名であったが、急増して2018年秋には1,422名となった。専攻別にみると、情報システム専攻が減少し、CS専攻が増加している。CS専攻の学士号の授与数は、2006-07年が6名、2009-10年から2015-16年までは年間30名ほど、2016-17年は70名、2017-18年は94名である。理学修士（情報技術）の授与数も増加している。

#### 4. その他の教育訓練課程

工学部の入学者数は3,300名で、電気・計算機工学科の学士課程と修士課程にCSの科目がある。

病原体突発研究課程（Certificate in Pathogenic Outbreak Investigations）は、国土安全保障省が資金を提供する学際的な履修証明課程（15単位）で、生物学、情報システム、CS、計算機科学、計算機工学の学生を対象とする。生物学とデジタル分野の「病原体」の類似性に注目して、その同定、伝播の予測、緩和を研究する。修了プロジェクトにより学際的学習を強化し、現実世界での実践を経験する。

2015年にUTSAは、最初の6大学のひとつとして、CS分野の官民協力について米国陸軍予備軍と覚書を交換した。軍側のねらいは、この分野に対する中学・高校生の興味の喚起、この分野に関心のある兵士の募集、この分野の兵士の教育訓練、サイバー部隊の退役者の就職支援などにあり、軍、大学、民間の雇用主、地域共同体に利益があるという（Ferdinando 2015）。翌年にUTSAは、予備軍兵士の教育訓練費用として連邦政府から47万ドルを受領した（Carver 2016）。

### III 基盤保証安全センター

基盤保証安全センター（CIAS）副センター長のハリソン博士（Keith Harrison）によれば、CSは専門家だけでなく全員の仕事である。たとえば、ひとりがウィルス汚染メールを開けばシステム全体に危険がおよぶ。パスワードを記した紙がパソコンに貼ってあり、それがテレビのニュースで放映されたという事件もある。CS文化の醸成が必要である。CSは学位が必須ではなく、職業資格をもつ専門家が活動する領域であり、学校のほか、講習会、訓練、ゲーム、競技会においてCSの学習ができる。

CIASは7億ドル以上の資金を得て教育訓練を行ってきた。対象は学生、国土安全保障省、専門家であり、Security+, CISSP（Certified Information Systems Security Professional）、認定ホワイトハッカー（Certified Ethical Hacker）などの資格取得を目的とするものもある。そのほか以下の活動を行っている。

## 1. ゲームの開発と競技会

学生を対象としたサイバー防御ゲームを2004年に企画し、翌年に西部地区で開催した競技会が全国大学サイバー防御競技会（National Collegiate Cyber Defense Competition）に発展した。大学人や産業人を対象とした「パノプライ」（Panoply）も開発した。2009年には空軍協会と協力して中学・高校生を対象とした「サイバーパトリオット」（CyberPatriot）を開発し、中学・高校生の競技会が行われている（National Collegiate Cyber Defense Competition 2019）。2016年には10歳以上を対象としたカードゲーム「サイバー脅威の防御者」（Cyber Threat Defender）を公表して、CSへの関心を高める学校教材とした。5歳以上を対象とした「サイバー熊さん家族」（CyBear Family）も作成し、大人向けの事項と子ども向けの内容をあわせて紹介している（CIAS 2020a）。

## 2. サイバー攻撃への対応支援

CIASはさまざまな州、共同体、組織に訓練を提供したが、地域の政府・警察の多くにはCS戦略がなく、危機管理担当者を含めて理解が乏しい。そこで、実験用の情報ネットワークを作成してサイバー攻撃の実験を行い、その経験をもとに全国CS即応事業体（National Cybersecurity Preparedness Consortium）を他の4大学と結成した。この事業体は、2004年から地域や民間に対して、国土安全保障省緊急事態管理庁の認定を受けた教育課程によってCSの訓練、演習、技術支援を提供している（National Cybersecurity Preparedness Consortium 2020b）。また事業体は、共同体のCS成熟度モデル（Community Cyber Security Maturity Model）を開発した。対象（国家、州、地域社会、組織）と領域（認識、情報共有、政策、計画）ごとに、CS成熟度を5段階であらわす3次元のルーブリックで、現状把握、改善の行程表、共通理解の枠組などに利用できる（National Cybersecurity Preparedness Consortium 2020a）。

CIASは、サイバー攻撃の防御に有効な情報共有組織の設立を支援している。1998年以降、金融、通信、電力、緊急時対応など重要な社会基盤領域に情報共有分析センター（Information Sharing and Analysis Center, ISAC）が設立された。のちに、それ以外の領域や地域にも情報共有分析組織（Information Sharing and Analysis Organization, ISAO）の設立が推奨され、その長期的な発展をうながす基準組織（Standards Organization）への資金配分が決定された（大統領令13691, 2015年）。UTSAは国土安全保障省から基準組織に指定され（Cybersecurity & Infrastructure Security Agency 2015）、ISAOの設立を支援している。

## IV 新たな計画

### 1. データ科学部

UTSAのCS教育は3学部で行われ、57科目が開設されている。これらの関連学科をまとめたデータ科学部の設置が進行中で2023年春に完了する。この学部は5学科（電気・計算機工学、計算機科学、情報システム・CS、経営科学・統計、数学）からなり、CSに関連した4つの学士号と3つの修士号が授与される（UTSA 2020）。データ科学部の規模は年間の入学者数が3,500名以上となる。この分野では首都につぐ大規模な集積であり、州内では最初の学部としてUTSAの地位をさらに強固にすると期待されている。

る。研究については、テニユアのある教員が80名以上、CSを研究する教員は20名以上となる。この学部に移行する学科の博士の学生数は、電気・計算機工学科が約90名、計算機科学科が75名、情報システム・CS学科が35名、経営科学・統計学科が約10名で、合計は約200名である。過去10年間にCSの研究で博士学位を取得した者は、計算機科学科で35名、電気・計算機工学科で5～10名である。

## 2. 国家安全保障協力センター

データ科学部に隣接して国家安全保障協力センター (National Security Collaboration Center, NSCC) がおかれ、2021年に開設された (UTSA 2021)。初代センター長のウォルシュ将軍 (Guy Walsh, 退役空軍准将) によれば目的は3つあり、第1は全米の情報教育とCS教育の改善である。NSCCは繁華街に位置し、1階を教育センターと博物館にして児童生徒や市民がNSCCの活動や成果を眼にできる。情報技術への理解を深め、CS文化を醸成することが期待される。

第2は国家安全保障を強化する研究の実施で、これには自然災害と、被害の軽減、災害からの復旧が含まれる。すでに30をこえる企業と政府機関が契約をおえてセンター内に施設を確保している。米国の課題のひとつは、CS能力が連邦にはあるが地域に乏しいことである。そこで国土安全保障省の資金により、安全保障の自動化と反応 (Security Orchestration and Response) という研究課題を設定した。学問分野は人工知能、仮想現実感、データ分析にくわえて、量子暗号、量子計算機などに拡張したい。

第3は人材開発で、現状では大幅に不足している。主要企業のCISO (Chief Information Security Officer, 最高情報セキュリティ責任者) を輩出して、本学がCISO大学となることを期待する。

## V 学生の学習状況

### 1. 学生および社会人学生

UTSAの入学者のうち、留学生は3%、州外生は2%で、それ以外は州内生である。人種別には、ヒスパニックが55%、白人が23%である (2018年, UTSA Office of University Communications and Marketing 2019)。経営学部の情報システム・CS学科と理学部計算機科学科では、学部学生の8割が国内出身である。UTSAの3年生の4割は、コミュニティカレッジで準学士を取得して転入した学生である。コミュニティカレッジの学費がUTSAより低いことが理由である。コミュニティカレッジで基礎科目を履修した学生は転入に成功しやすい。コミュニティカレッジで取得したCS科目は、UTSAでは既習単位としてあまり認定されず、CSに関する準学号士を取得した学生は不満をおぼえる傾向がある。CSの準学号士課程は州内に15件あり、10校のコミュニティカレッジが提供しているが (Cybersecurity Guide 2020)、民間資格の取得をめざすものが多いようにみえる。

経営学部にはCSの学号士を取得するオンライン課程がある。完全なオンラインで、世界中から参加できる。仕事を中断できない社会人を対象に想定し、学費は通学課程よりも高額である。現在は発足して3年目で、学生数は300名余である。学生の多くは経歴の転換を目的とする。学号士を有する者が多く、2年ないし2年半の専門教育を履修すれば卒業できる。優秀な学生は履修をさらに短縮できる。職業や

家庭と学業の両立は容易ではないが、既習単位が数多く認定されて1年間で卒業した者もいる。

経営学部情報システム・CS学科の修士課程の学生は7～8割が国内から、うち7割が州内からである。修士の学生には2つの大きな集団がある。ひとつはCSの職にあつて管理職に昇進したい者、もうひとつはCSの職に転じたい者である。かつては、修士学生のほぼ全員が有職者であったが、この3～4年は学部から直接に進学する学生が増えて現在は2割ほどになった。フルタイム学生は1年で、パートタイム学生は2年で修士を取得できる。有職の学生のために、修士の科目のほとんどは夜間に開講される（週末の開講は少ない）。CSを専攻する有職の学生の多くは2科目を履修して、週のうち2日間に登校日とする。修士のオンライン課程がまもなく提供される。理学部計算機科学科と工学部電気・計算機工学科では、修士課程の学生の4～5割が有職者であり、フルタイムの学生は留学生である。

## 2. 履修・インターンシップ・進路

ニウ教授 (Jianwei Niu, 理学部計算機科学科, データ科学部の初代学部長予定者) は、CSの履修について主専攻と副専攻の組み合わせを学生に推奨する。プログラミングなど計算機の詳細に興味があれば、計算機科学を主専攻、CSを副専攻とする。計算機の応用に興味があれば、CSを主専攻、計算機科学を副専攻とすることで、プログラミングの強力な基礎が得られる。理学修士 (情報技術) CS専攻の特色ある科目として、「安全リスク分析」では、秘密保持契約をむすんだ学生チームが企業や団体への侵入テストや脆弱性評価を行う、実務的な教育を10年ほど行っている。「情報技術の戦略的経営」は、修士の学生がセキュリティの経営的機能を理解するためにおいた科目である。

インターンシップについて、テキサス州とくにサンアントニオ市にはCSに関連する企業や政府機関が多くあり、学生はそうした機関で夏休みに10～12週の有給のインターンシップを経験する。受け入れ先 (聞き取り調査で例示された) は次のようであり、サンアントニオ市に立地するものも多い。

政府機関：空軍第24軍 (サイバー軍, 2019年以降は第16軍, 市内の基地に本部, 任務は地球情報収集, 監視と偵察, 情報・電子戦, 情報作戦), 連邦捜査局 (FBI) サイバー班, 空軍特別捜査局 (U.S. Air Force Office of Special Investigations), 中央情報局 (CIA), 国防総省国家安全保障局 (NSA), 国防総省国防情報システム局 (Defense Information System Agency), 海軍情報戦システム司令部 (Naval Information Warfare Systems Command)。

企業：USAA (United Services Automobile Association, 軍人軍属等を対象とした金融保険業, 市内に本部), Rackspace (クラウド提供), Harland Clarke (支払業務等の提供, 市内に本社), Denim Group (CS, 市内に本社), KPMG (世界的な監査法人), Ernst & Young (同左), ManTech (政府向けの安全保障技術会社), Digital Defense (CS, 市内に本社), Raytheon Technologies (軍需品製造), Valero (石油輸送, 市内に本社), H-E-B (340店を展開する食料雑貨店, 市内に本社), Booz Allen Hamilton (コンサルタント), Chevron (国際石油資本), Tesoro (石油精製), Lockheed Martin (航空宇宙分野の開発製造), Northrop Grumman (軍需品製造), マイクロソフト, アマゾン, グーグル (いずれも州内に事務所)。

CSの学生に対する求人は多く、6桁（10万ドル）の給与を提示するものもある。学生が望めば、就職を条件に月2,000ドルの給付奨学金を在学中に得られる。学士と修士の学生はおおむね就職指向であり、こうした人材需要もあって、学生を大学院に進学／残留させることには成功していない。博士課程はきびしい途であるが、博士課程の学生は大学の教育助手か政府資金による研究助手に採用して、授業料や諸費用をまかない、生活費として月2,000ドルほどを支給できる。

## VI 外部からの評価

### 1. 卓越した学術拠点の認定

この制度は1999年にはじまり、当初は国防総省国家安全保障局により、2004年から国土安全保障省と協同して運営された。大学等の教育課程の内容や水準等を年ごとに認定するもので、連邦政府による資金配分などの条件となる。初年次は7校が認定され、2019年には313校が認定されている（National Security Agency and Department of Homeland Security 2019）。UTSAでは、2002年に理学部計算機科学科のCS専攻が情報保証・サイバー防御（Information Assurance and Cyber Defense）の認定を受けた（CIAS 2020b）。2008年には経営学部情報システム・CS学科が情報保証教育（Information Assurance Education）の認定を受けた（UTSA College of Business 2020）。2014年に専門分野を細分化する制度改正がなされ、上記の2つは再認定され、経営学部情報システム・CS学科のデジタル鑑識専攻が情報保証・サイバー防御の認定を受けた（Gonzalez 2014）。2018年には理学部計算機科学科CS専攻がサイバー運営（Cyber Operations）の認定も受けた（UTSA Department of Computer Science 2018）。

### 2. 受賞と大学順位

2010年にはCIASが空軍協会のヴァンデンバーグ賞を受けた。「サイバーパトリオット」ゲームの競技会への支援が航空宇宙教育に対する貢献と評価され、Northrop Grumman（前出）、Science Applications International Corporation（情報分野などの研究開発会社）と共同受賞した（Air Force Association 2010）。

大学順位については、2014年にPonemon研究所の調査でUTSAが1位となった。CS教育機関に対する、米国の情報技術ないし情報セキュリティ従事者による評価を調査したものである（Ponemon Institute 2014）。2016年にはUniversities.comによるCS分野の大学院の順位表でUTSAは2位となった。講評によれば、UTSAは体験型CS教育により、実際の仕事の機会に学生を導くことに注力している。経営、理学、工学の3学部による多分野教育が提供され、学生は充実した設備を利用できる。CSの学内文化が活発で、全国大学サイバー防御競技会の訓練施設や、学生による計算機安全協会がある。陸軍予備軍の協定校として教育を実施し、陸軍と空軍の予備士官訓練課程は包括的であるという（Universities.com 2016）。

## VII これまでの経緯

この章ではUTSAにCSが導入された経緯を考察する。はじめの2つの節は、テキサス州知事の産業発展構想にはじまり、先行するオースチン市と、それを追うサンアントニオ市の計画について記述する。

3節では、CS教育を含む、テキサス大学の挫折した壮大な計画を取り上げる。

### 1. オースチン市の企業誘致

1982年にテキサス州知事は石油と農業に依存した経済成長からの脱却を構想し、州内の各市に企業の誘致を呼びかけた。翌年になされた電子計算機研究開発会社（Microelectronics and Computer Technology Corporation, 連邦政府が主導した企業連合）の誘致運動はその最初の事例で、サンアントニオ市、ダラス市、オースチン市が参加した。サンアントニオ市は本命とされたが、UTSAの工学部の設置 [1983-84年に最初の学士号を授与] が遅かったため早期に候補からはずれたとされる（福嶋 2015, 23）。このときはオースチン市が誘致して全国から注目され、1988年には官民共同の半導体製造技術研究組合であるSEMATECH（Semiconductor Manufacturing Technology Institute）の誘致にも成功した。

オースチン市の主な雇用先は、かつては州政府と大学であったが、のちに人口が35万人（1980年）から66万人（2000年）に倍増した。研究大学、大学発ベンチャー企業群、高度技術企業などの集積と交流により地域の発展をはかる、産業クラスター政策の成功例とされている（Kabir 2008, 96-98）。2005年には、オースチン・サンアントニオ間の130キロをむすぶ都市間高速道路35号線にそって産業クラスターの回廊を形成する事業が進められた（有田 2009, 18-19, Smithson et al. 2003）。

### 2. サンアントニオ市の地域計画

一方、サンアントニオ市は生物医学分野の発展をはかった。1983年に同市は、1990年を目標とした包括的地域計画として『目標90年』（Target '90）を公表した。そのなかで、テキサス大学健康科学センターサンアントニオ校（UTHSC）の予算を確保して卓越した教育研究拠点とし、他大学の関連学部、南西研究所（Southwest Research Institute, 市内の非営利研究所）、市内の軍の医学機関などと連携して、生物医学研究において同市を州内の指導的な立場にするとした（Cisneros 1983, 16-21, 69-73）。この計画にそって1985年にはUTHSCの提案をもとにテキサス研究技術財団（Texas Research and Technology Foundation）を設立し、研究学園地区（Texas Research Park）の用地6平方キロを同財団に寄附して、テキサス大学の生物工学研究所（Institute of Biotechnology）を設立した（Smilor et al. 1987, 65-68）。

『目標90年』には工学もあげられた。UTSAに「工学の大学院を博士課程まで実現する。ソフトウェア工学などの分野において卓越した研究拠点としての評価を得る」とあり（Cisneros 1983, 18）、半導体製造などハードウェアで先行するオースチン市との競合を避けて、ソフトウェア工学による地域発展をめざした。UTSAがCSを選択した理由は解明できていないが、安全保障を任務とする軍の基地が市内にあり、その方面からの要望はあり得たであろう。ソフトウェアは無形の制作物であり、ものづくりを主とする新設の工学部よりも、設立時からの組織である理学部と経営学部が主導したのではないかと。

米国には1990年代までCSの国家政策を統率する機関がなく、各省庁間の調整がなされず統一性に欠けていた（情報処理振興事業協会 2001, 34）。その後、1998年には大統領決定指令63により、重要な社会基盤領域においてサイバー攻撃に対する情報共有組織（前述したISAC）の設立が推奨された。2001年の



同時多発テロをへて、2003年に国土安全保障省が発足してCSを所管し、2010年には4軍（陸、海、空、海兵隊）にサイバー軍が設置された。2000年にCS教育課程を発足させたUTSAは早期に参入した大学のひとつで先見性があった。のちにCSへの関心が高まると、市内の基地に関連施設が立地して、関連企業も立地し、人材需要が増加して、市当局も支援を強めてCSにおける地域の集積が形成されていった。

### 3. 変換学習研究所

2016年にテキサス大学機構を訪問調査したとき、次のような説明を受けた（濱名 2019, 98-99）。

- ・全米で百万人のCS人材が必要となることを前提に教育課程を開発している。
- ・ナレッジグラフという手法で、3千以上のコンピテンスを重層的に構造化して把握できる。
- ・コミュニティカレッジの履修証明課程から、学士、修士、拠点大学の博士課程まで、階層別に標準化した教育課程をテキサス大学機構が作成して、各大学に供給する計画である。
- ・学習者自身の水準、就学可能な年数、学習可能な時間などに応じた選択によって、新たな領域の学び（学び直し）を制度的な枠組みをこえて可能とする設計である。

この説明にいたる経緯は次のようである。2010年代にテキサス大学機構は情報システムの整備をはかり、最大5千万ドルの投資による変換学習研究所（Institute for Transformational Learning, ITL）を2012年に開設した。ITLは2つの課題に着手した。ひとつは成果基盤型への教育の再編成（CBE化）で、学位課程を分解し、入学から卒業までの学修内容を〔上述のナレッジグラフにより〕地図の形に整理して積み上げ可能にする（McNeal 2016）。もうひとつが「総合教育経験」（Total Educational Experience, TEx）という名の学習基盤システムの開発で（University of Texas System 2011）、オンライン授業をタブレット端末やスマートフォンに配信して、学修の進捗を学生ごとに把握するよう設計された（Fain 2014）。

2015年には、ITLが開発した教育課程がテキサス大学リオグランデバレー校の健康医科学部に開講された（Fain 2014）。生物医科学士を授与する課程で、オンライン学習、対面学習、実験、臨床実習を組み合わせ合わせた混合課程である（University of Texas System 2015）。しかしTExに不具合があり<sup>5)</sup>（McNeal 2016）、ITLはSalesforce社と提携して2017年秋までに改良版を完成させるとした（Straumsheim 2016）。ITLは、UTSA経営学部のCS専攻のオンライン化を主導して2018年に開講したが（Carver 2017）、7,500万ドルを支出したのち不採算を理由として同年に廃止され（Haurwitz 2018）、壮大な計画は完成しなかった。

## VIII まとめ

本稿の記述は次のように整理されよう。

(1) UTSAは米国で早期にCS教育を開始した大学のひとつである。ソフトウェア工学による地域発展計画からはじまり、CSに焦点がしばられて理学部と経営学部が主導した経緯から、この大学のCSは理学、経営、工学と多分野にわたる。国家安全保障局の認定を受け、充実した設備を活用した実際的で高水準のCS教育が高く評価されている。今後は大学院における研究者養成の充実が期待される。

(2) 変換学習研究所（ITL）による教育課程のオンライン化（混合課程化）はリオグランデバレー校

の生物医科学士課程において、CBE化はUTSA経営学部のCS専攻において実現された。学習基盤システム（TEx）の開発については資料が乏しく推測にとどまるが、小規模に実用化して運用しながら改良する方式がよかったように見える。教育課程の階層別の標準化は、国家学位資格枠組みを特定の領域で作成することにあたるから、さらに長期を要する課題であった。

(3) CSは計算機科学ないしソフトウェア工学の一分野である。この大学のCS課程は学修成果の質への関心が高く、通学課程と（それより高学費の）オンライン課程、若年学生と社会人学生に対して、有職者に夜間開講などの配慮したうえでほぼ同一の教育を提供している。コミュニティカレッジで取得したCS科目は専門科目の既習単位としてあまり認定できないと述べられていたが、上述した教育課程の階層別の標準化が完成していれば、いくらか改善できたように思われる。

(4) 教育研究のほか、教育訓練の学外提供、普及啓蒙、共同体支援などが幅広くなされている。「共同体の全員の仕事」というCSの特質と、早期に参入したことの帰結であろう。CSには防御側と攻撃側の戦いという側面があり、それがCSゲームの競技会や、それを介した才能の発見につながっている。

(5) テキサス州には「60×30TX」という高等教育計画があり、進学率の上昇、修了者数の増加、市場性のある技能の獲得、学費負担の軽減の4つを目標とする。UTSAのCS教育は最初の3つに対応しているが、学費負担は軽減されず、学外の奨学金や卒業後の高収入への期待などに依拠している。

最近の日本ではリカレント教育が政策課題のひとつとなり、中央教育審議会の答申（2018年）に盛り込まれ、岸田政権は教育未来創造会議を設置して検討を開始した（2021年）。本稿からの示唆として、第1にCSはリカレント教育に適している。東京電機大学のCS課程の調査（小杉・塚原 2019, 37）によれば、この課程には社会人学生が多く、教育内容は「学としてより現場のノウハウの塊」である。実務経験はその修得に寄与すると考えられ、情報分野の実務経験をへてCSを学ぶ、社会人の（学び直しというより）学び足しの課程として定着する可能性が高いように見える。第2にCSは専門家だけでなく共同体全員の仕事である。成人を広く対象とする社会教育から、リカレント教育による職業人養成や、大学院における高度専門家育成まで、多層的なCS教育の展開が期待される。CSゲームの国内の競技会は、サイバーパトリオットがCyberSakuraの名で2020年に実施された。第3に新しい分野であるCSでは、教育課程の構造化と、変化や進歩に対応する柔軟性の均衡が重要である。

**【附記】** 本研究はJSPS科研費19H01694の助成を受けた。

#### **【注】**

- 1) 情報セキュリティ（information security）は「情報の機密性、完全性、可用性の維持」と国際標準に定義され、電磁的な情報の安全管理と、紙に書いた情報などを含める広い意味とがある。
- 2) 日本のCS人材養成は試験制度が早く、当時の日本情報処理開発協会が情報セキュリティアドミニストレータ試験を2001年から実施し、2009年から2016年までは情報セキュリティスペシャリスト試験、それ以降は情報処理安全確保支援士試験と内容・名称を変更して継続された。教育機関では2004年に

情報セキュリティ大学院大学が開学し、団体では2001年に日本ネットワークセキュリティ協会が発足した。CS人材の需給状況については丸田（2015）があり、総務省（2018）は2020年の不足数を19万人と推計した。東京電機大学の佐々木良一教授は2016年の訪問調査のさい、8万人が不足という当時の政府の推計に対して、コアとなる専門家の必要数は数千人と予測した（小杉・塚原 2019）。

- 3) 国立教育政策研究所教育図書館の教育研究論文索引では情報セキュリティで40件（CSは0件）が抽出された。大学や学校の情報セキュリティ教育が中心である。国立国会図書館ではCSで1,672件、情報セキュリティでは7,366件が抽出された。代表的な書籍に名和小太郎『情報セキュリティ』みすず書房（2005年）がある。教科書では山田恒夫『情報のセキュリティと倫理』放送大学教育振興会（2014年）、山田恒夫・辰己丈夫『情報セキュリティと情報倫理』同（2018年）をあげたい。この書は情報セキュリティと情報倫理を結びつけるが、ゲームを開発して競技会を開催した米国とは対照的である。
- 4) UTSAの聞き取り調査を2019年12月に行ったが、本稿ではできるだけ資料にそって記述する。
- 5) 指摘された主な課題と想定される原因（カッコ内）は次のようである。学習が遅れた学生の早期発見と対応（TEExの不備）、医療専門職となる学生の自覚不足（ナレッジグラフの不備）、学生によって異なるネット環境への対処（オンライン教育の前提条件の確認不足）。いずれも初期故障といえよう。

## 【文献】

有田智一「アメリカにおける地域クラスターの形成と都市形成の関連性—オースチン都市圏を対象として」、『IBS Annual Report 研究活動報告2008』計量計画研究所, 17-23, 2009。 <https://www.ibs.or.jp/wp-content/uploads/2009/01/s2008-2-3.pdf>

小杉礼子, 塚原修一「東京電機大学の情報セキュリティ技術者課程」, 濱名篤（編）『人口減少社会における大学の役割の再構築と地域創成人材育成プログラムの開発的研究』関西国際大学, 33-37, 2019。  
情報処理振興事業協会『米国におけるコンピュータへの不正アクセス（クラッキング）とサイバーテロ対策の実態調査』経済産業省委託事業, 2001。 [https://www.ipa.go.jp/security/fy12/contents/crack/sekitoku/report\\_USA.pdf](https://www.ipa.go.jp/security/fy12/contents/crack/sekitoku/report_USA.pdf)

総務省「我が国のサイバーセキュリティ人材の現状について」, 2018。 [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000591470.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000591470.pdf)

塚原修一, 濱名篤「日本におけるリカレント教育の可能性—米国テキサス州のCompetency-Based Educationを手がかりに」『教育総合研究叢書』14号, 1-14, 2020。

濱名篤「社会人の学び直しとしての大学教育」, 濱名篤（編）『人口減少社会における大学の役割の再構築と地域創成人材育成プログラムの開発的研究』関西国際大学, 89-101, 2019。

福嶋路「クラスター形成のダイナミズムと組織化」, 『Transactions of the Academic Association for Organizational Science』4(2), 21-30, 2015。 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/taaos/4/2/4\\_21/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/taaos/4/2/4_21/_pdf)

丸田佳織「研究開発体制・人材育成・ITリテラシー・情報倫理」, 三菱総合研究所『情報通信技術の進展とサイバーセキュリティ』国立国会図書館, 79-93, 2015。 [https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_](https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_)

9104283\_po\_20140308.pdf?contentNo=1

村野正泰「情報通信技術の進展とサイバーセキュリティ」, 三菱総合研究所『情報通信技術の進展とサイバーセキュリティ』国立国会図書館, 1-20, 2015。 [https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_9104276\\_po\\_20140301.pdf?contentNo=1](https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_9104276_po_20140301.pdf?contentNo=1)

Air Force Association, AFA Announces 2010 Hoyt S. Vandenberg Award, *AFA News*, 2010. [https://secure.afa.org/media/press/2010/VandenbergAward\\_2010.asp](https://secure.afa.org/media/press/2010/VandenbergAward_2010.asp)

Carver, Joanna, UTSA cyber warrior program receives federal funding, *UTSA Today*, 2016. <https://www.utsa.edu/today/2016/09/cyberwarriors.html>

Carver, Joanna, UTSA launches first online degree program in cybersecurity, *UTSA Today*, 2017. <https://www.utsa.edu/today/2017/04/onlinecyber.html>

CIAS, Cyber Threat Defender, 2020a. [https://cias.utsa.edu/ctd\\_instructors.php](https://cias.utsa.edu/ctd_instructors.php)

CIAS, Mission & History, 2020b. <https://cias.utsa.edu/mission.html>

Cisneros, G. Henry, *San Antonio: Target '90 Goals and Decisions For San Antonio's Future*, 1983. <https://texashistory.unt.edu/ark:/67531/metaph636985/m1/1/>

Cybersecurity & Infrastructure Security Agency, Information Sharing and Analysis Organizations (ISAOS), 2015. <https://www.cisa.gov/information-sharing-and-analysis-organizations-isaos>

Cybersecurity Guide, Cybersecurity degrees in Texas: Your guide to choosing a school, 2020. <https://cybersecurityguide.org/states/texas/>

Encyclopedia Britannica, San Antonio, 2019. <https://www.britannica.com/place/San-Antonio-Texas>

Fain, Paul, Competency, Texas-Style, 2014. <https://www.insidehighered.com/news/2014/11/06/competency-based-health-profession-credentials-university-texas-system>

Ferdinando, Lisa, Army Reserve launches private-public partnership for cyber warriors, 2015. [https://www.army.mil/article/142994/army\\_reserve\\_launches\\_private\\_public\\_partnership\\_for\\_cyber\\_warriors](https://www.army.mil/article/142994/army_reserve_launches_private_public_partnership_for_cyber_warriors)

Gonzalez, Katherine, UTSA one of 44 U.S. institutions named a National Center of Academic Excellence in Information Assurance/Cyber Defense, 2014. <https://www.utsa.edu/today/2014/09/cybersecurity.html>

Haurwitz, K. M. Ralph, UT System shuts Institute for Transformational Learning to cut costs, *Statesman*, 2018. <https://www.statesman.com/NEWS/20180208/UT-System-shuts-Institute-for-Transformational-Learning-to-cut-costs>

Kabir, Jobaid, Industrial Cluster in the Austin Area: The Austin Technopolis Case Study, in Kikuchi, Akifumi and Tsuji, Masatsugu, *The Flowchart Approach to Industrial Cluster Policy*, 71-108, Palgrave Macmillan, 2008.

McNeal, Marguerite, The University of Texas Reimagines the Path to a College Degree., 2016 <https://www.edsurge.com/news/2016-03-22-the-university-of-texas-reimagines-the-path-to-a-college-degree>

National Collegiate Cyber Defense Competition, History of CCDC, 2019. <https://www.nationalccdc.org/index.php/competition/about-ccdc>

National Cybersecurity Preparedness Consortium, The Community Cyber Security Maturity Model, 2020a. <https://www.nationalcpc.org/ccsmm.html>

National Cybersecurity Preparedness Consortium, The National Cybersecurity Preparedness Consortium, 2020b. <https://www.nationalcpc.org/about.html>

National Security Agency and Department of Homeland Security, *Celebrating 20 Years with the Centers of Academic Excellence in Cyber Defense 2019*, 2019. [https://www.caecommunity.org/sites/default/files/CAE\\_Book\\_Version\\_1.6-2.pdf](https://www.caecommunity.org/sites/default/files/CAE_Book_Version_1.6-2.pdf)

Ponemon Institute, 2014 Best Schools for Cybersecurity, 2014. <https://www.ponemon.org/local/upload/file/2014%20Best%20Schools%20Report%20FINAL%202.pdf>

Smilor, W. Raymond, Kozmetsky, George and Gibson, V. David, *The Austin/San Antonio Corridor: The Dynamics of a Developing Technopolis*, IC2 Institute Working Paper WP-1987-03-01, 1987. <https://ic2.utexas.edu/pubs/the-austinsan-antonio-corridor-the-dynamics-of-a-developing-technopolis/>

Smithson, Robert, Adams, Lance, Stacey, Steven and Evans, Eliza, *Catching the Next Wave in the Corridor: The Convergence of Biotechnology, Nanotechnology and Information Technology*, IC2 Institute, University of Texas at Austin, 2003. <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/19058>

Straumsheim, Carl, A Force in the Software Market, 2016. <https://www.insidehighered.com/news/2016/10/03/u-texas-system-salesforce-team-build-out-learning-platform>

Universities.com, 10 Best Cyber Security Graduate Programs, 2016. <https://www.universities.com/articles/10-best-grad-schools-cyber-security/>

UTSA, School of Data Science, 2020. <https://provost.utsa.edu/sds/>

UTSA, National Security Collaboration Center, 2021. <https://nsc.utsa.edu/>

UTSA College of Business, History, 2020. <https://business.utsa.edu/about-us/history/>

UTSA Department of Computer Science, Cyber Operations Truck, 2018. <https://cs.utsa.edu/cyberoperations>

UTSA Institutional Research and Analysis, Degrees Awarded, 2021. <https://www.utsa.edu/ir/content/dashboards/degrees-awarded.html>

UTSA Office of University Communications and Marketing, *Fast Facts 2019*, 2019. <https://www.utsa.edu/about/doc/fastfacts.pdf>

University of Texas System, Regents Authorize \$50 Million Investment for UT System Institute for Transformational Learning, 2011. <https://www.utsystem.edu/news/2011/08/25/regents-authorize-50-million-investment-ut-system-institute-transformational-learning>

University of Texas System, UT System launches first all-digital, no-paper textbook degree program at UT Rio Grande Valley, 2015. <https://www.utsystem.edu/news/2015/08/25/ut-system-launches-first-all-digital-no-paper-textbook-degree-program-ut-rio-grande-valley>

Wikipedia, Lackland Air Force Base, 2021. [https://en.wikipedia.org/wiki/Lackland\\_Air\\_Force\\_Base](https://en.wikipedia.org/wiki/Lackland_Air_Force_Base)

## Abstract

A research of cybersecurity (CS) education in the University of Texas at San Antonio (UTSA) was conducted as a case study of recurrent education that Japan can refer to in the United States. The findings were summarized as follows. (1) UTSA is one of the first universities that started CS education in the United States. The CS courses were set up in the faculties of science and business administration. USTA provides practical CS education and its reputation is high. The online course was developed by the Institute for Transformational Learning and offers almost the same content as a face-to-face course. The main content of the CS course consists of computer science and the accumulation of actual CS know-how. (2) Along with the education and research, a wide range of off-campus dissemination and community support activities are carried out. One of the characteristics of CS is the battle between the defender and the attacker, which leads to the CS game competitions and makes it possible to discover talent through it. (3) The Texas state government has a higher education plan with four goals: increasing the rate of enrollment, increasing the number of graduates, acquiring marketable skills, and reducing the burden of tuition fees. The CS education in UTSA supports the first three, but not the fourth, relying on the corporate scholarships and the expectation of high income after graduation. (4) The recurrent education has become a policy issue in Japan. The implications for Japan are as follows. a) CS is suitable for a recurrent education. b) CS is a field of work for all members of the community, not just experts. The development of multi-layered CS education is expected. c) It is important to balance the structuring of the CS curriculum with keeping the flexibility to respond to progress.