

The Student Teaching in STEM Teacher  
Education Program at Northern Arizona  
University, United States

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-03-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 奥村, 仁一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00028704">https://doi.org/10.14945/00028704</a>

# 論文

## 米国ノーザン・アリゾナ大学における STEM 教員養成の 授業実践実習の構造

奥村仁一

(静岡大学 STEAM 教育研究所・静岡市立清水桜が丘高等学校)

### The Student Teaching in STEM Teacher Education Program at Northern Arizona University, United States

Jin-Ichi Okumura

#### Abstract

The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology recently began establishing a new system for improving the qualifications of teachers. One of the measures of this new system is to reform teacher training at the university level. The Ministry also asked universities to improve the contents of the teaching courses so that they can acquire the necessary practical coaching knowledge and skills in schools.

This research describes the process of implementing student teaching methods in the STEM teacher training program at Northern Arizona University, in Arizona, USA. STEM education is a learning method in which teachers lead students in exploratory and practical project-type learning that crosscuts many disciplines in the field of education. Due to these findings, the use of STEM education methods like these are important because they allow a more practical, hands-on approach for student teacher candidates.

As a result, a recruitment course was established, and students were given the opportunity to confirm their intentions as to whether or not they really wanted to become teachers through training and experience in a school environment. In addition, a student teaching program was set up that could cultivate practical leadership while learning step-by-step experiences in order to link theory and practice. At the end of the course, 80-day Apprentice teaching was offered. In this apprenticeship it was possible for a teacher candidate to experience and learn about teachers' work in general, including not only subject guidance but also student guidance, class creation, and school management, et al.

The results of these surveys in the U.S. were considered to be helpful in observing a way to implement student teaching practice in teacher training program in Japan.

**Keywords :** U.S. teacher education program, Student Teaching, practical coaching knowledge and skills, STEM education

#### 1. 米国 STEM 教員養成の背景

米国では、科学教育分野において STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 教育改革が進行している。STEM 教育が連邦法で示され、「ハイクオリティの教師、校長、その他の地域の学校リーダーの養成」が示されている(長洲・出口, 2017; 佐藤・熊野, 2017)。米国では質の高い STEM 教員が強く求められており、大学の教員養成課程において育成へ向けた実践的な取り組みが行われている。STEM 教育は児童・生徒が自らの実生活や実社会に関連した課題を見出し、その解決に向けて教科横断的かつ協働的に主体的な学習を行う学習方法である。その最も有効な学習方法の一つが課題基盤型学習 (Project-Based Learning, 以降 PBL と略す) であることが示されている (Harland, 2011; Krajcik & Shin, 2014)。生徒の主体的なプロジェクトによる探究的学習が行われる STEM 学習ではグループ活動や実験室での探究活動等による様々な体験的な学習形態を伴うため (Bybee,

2013), STEM 教員には、個々やグループの生徒へ対応できる指導力が求められている。STEM 教員養成においても実践的指導力を育成するプログラムが実施されていると考えられる。

#### 2. 本研究の目的

米国における STEM 教員養成プログラムについての論文は多数あるが、先行研究をまとめて考察した Wilson (2011) に多く見ることができる。米国では州の独自性が認められており国による基準は基本的には存在しないため、Wilson は STEM 教員養成について、大学には 1200 以上のプログラムが存在し、130 以上の代替ルートと少なくとも同数の導入プログラムが存在すると述べている。

一方、日本での米国の科学教員養成に関する報告は、4 大学について調査・報告している吉田 (2006) 等、数多く見られる。STEM 教員養成については奥村 (2021) が報告し

ている。しかしプログラム全体の概要は示されているが、授業実践実習(教育実習)の実施方法の詳細等は報告されていない。

上野ら(2005)は日本と諸外国の教員養成を比較し、アメリカの教員養成カリキュラムは「1年次より教育実習等を体系的・継続的に組み込み(年次において力点の異なる実習を行う)、学生が実践的な学びへ移行しやすいようにしていくことを意図して設計されている」と報告している。そこで本稿では、STEM教員の実践的指導力育成に重要な意味を持つと考えられる米国の教員養成プログラムの授業実践実習に着目し、その実施方法や特徴、配列等の構造を調査した。ノーザン・アリゾナ大学(Northern Arizona University, 以降、NAUと略す)の科学教育学習センター(Center for Science Teaching and Learning, 以降 CSTL と略す)で行われている STEM 教員(中学校・高等学校の STEM・科学・数学の教員)養成コースの授業実践実習(student teaching, 以降 ST と略す)等の設定の概要を報告する。

### 3. NAUにおける教員養成の概要

NAU はアリゾナ州北部のフラッグスタッフ市(Flagstaff)に位置する州立大学である。フラッグスタッフ市は米国初の STEM city に認定された STEM 教育先進都市であり、STEM 教育が強く推進されている。NAU では K-12 学年の教員養成を行っているが、K-5 学年の教員養成は教育学部(College of Education: COE)が担っている。一方、6-12 学年の STEM・科学・数学教員養成は環境・森林・自然科学系学部(College of the Environment, Forestry, and Natural Science)内に CSTL を設置し行っている。COE, CSTL とともに、アリゾナ州で唯一、教育者養成認定協議会(The Council for the Accreditation of Educator

Preparation : CAEP)から全国認定教員教育プログラム(Nationally Accredited Teacher Education)の認定を受けている。

CSTL が実施している教員養成プログラム(Professional Education Program : 以降 PEP と略す)は NAU Teach と名付けられている。NAU Teach はテキサス大学で STEM 教員養成のために 1997 年から実施されている UTeach という PEP をベースとしている。NAU Teach では、理論と実践・体験により深い理解を導くことにより科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、数学(Mathematics)を融合した高い専門性を持った STEM 分野の教員の養成ができるとしている。そして教員志望の学生は受講開始の早期に教育現場体験ができ、自ら教員を目指す意思と適正を確認する機会を得ることができると特徴となっている (NAU CSTL, 2018a)。現在、全米で UTeach を採用している大学は 46 大学におよぶ (UTeach Institute, 2021)。また全国で 3272 名のプログラム卒業生を輩出しており、全米で教員養成が 20% 近く減少している(2012-13 年度)時期に、UTeach 採用大学では STEM 教員養成が 40% 近く増加していることも示されている (UTeach Institute, 2017)。また NAU CSTL では約 200 名の STEM 教員を育成し(2011-2018 年度)、74% の卒業生が教職に定着していることが示されている (NAU CSTL, 2018a)。

### 4. NAU Teach の講座と内容

NAU Teach を選択するためには、希望学生は第一専攻科目(first major, 以降 FM と略す)が決定しており各 FM のアドバイザーとの面談・確認済みであることや、30 単位以上の専門学科科目の修得等の条件が課される。NAU Teach の講座配列は、特に STEM 教員のニーズに焦点

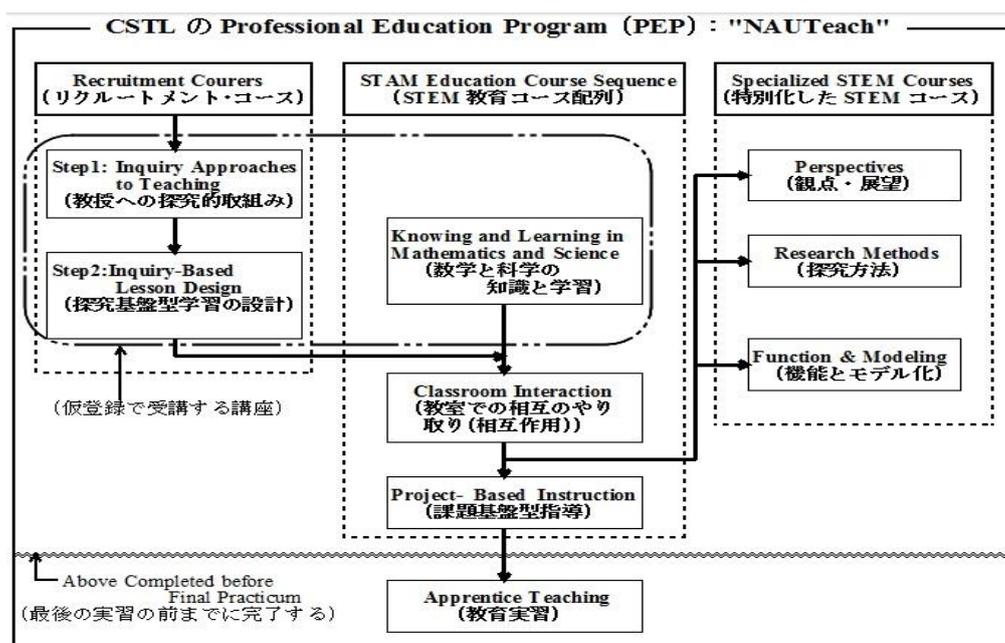


図1 NAU Teach カリキュラムの全体像 (NAU Teach Student Handbook, CSTL より和約を加筆, 奥村, 2021 より)

を当てコース設定されている(図1)。このうち、ST 等の実習が設定されているのは以下の講座である。

#### 4.1 リクルートメント・コース(Recruitment Courses)

ステップ1, 2の2段階制で講座が行われる。迷っている学生も含め将来教員を目指す可能性のある全ての学生が参加可能な入門講座(採用講座)となっている。仮登録により受講する。講座は以下の2講座である。

Step.1: 教授への探究的取り組み(Inquiry Approaches to Teaching)(TSM-101)

Step.2: 探究基盤型学習の設計(Inquiry-Based Lesson Design)(TSM-102)

Step.1では3~6学年の授業観察実習(school observation, 以降S0と略す)が3時間と3時間分の授業案(lesson plan, 以降LPと略す)作成及びSTが含まれており、Step.2では7又は8学年のS0が2時間と3時間分のLP作成及びSTが含まれている。このStep.1, 2のS0, ST体験学習により、学生は教職への適性と意志等について考える機会が与えられる。

#### 4.2 STEM教育コース配列(STEM Education Course Sequence)

入門編の体験的学習内容を更に深めるため、理論と実践の関連性に着目し体験的な学習を深め、体験によるエビデンスをベースとしたアプローチにより教育内容と教育学の知見の統合による学びを行う。

・「数学と科学の知識と学習(Knowing and Learning in Mathematics and Science)」(TSM-301/303): 仮登録により受講する。個々の学習コンテンツを社会・教室と関連付けて学習する視点から理論を学ぶことの意義を探究する。そして社会的課題の文脈の中で探究的な学習について体験的に学ぶ。学校現場等において10時間分(600分)の教育体験実習を行う。この実習では学習支援の必要な生徒に対し個別学習支援を行う(後に詳細を説明する)。

・「教室での相互のやり取り(相互作用)(Classroom Interactions)」(TSM-350): 教室での様々な学生とのやり取り(相互作用)を通じて、コンテンツ開発に焦点を当て、さまざまな教授活動を分析するための理論的・実践的なフレームワークを学ぶ。学校現場での10時間のS0と3時間分のLP作成及びSTを含む。

・「課題基盤型指導(Project-Based Instruction)」(TSM-450): 課題を基盤としたおよびプロジェクトを基盤とした、カリキュラム開発の過程に重点を置いた授業が展開される。学生はプロジェクト基盤型の授業計画を開発し、高等学校でSTを実践し分析する。高等学校で15時間のS0と5時間分のLP作成及びSTを含む。

#### 4.3 特別化したSTEMコース(Specialized STEM Courses)

特別化したSTEMコースでは、STEM教員にとって特に重要な教育コンテンツの知識と体験を学習し、複数教科の学位要件を満

たす。6講座が設定されているが、STが単位修得条件となっている講座は無い。

#### 4.4 教育実習(Apprentice Teaching)

全ての講座修得後に、実際の学校(中学校または高等学校)で教育実習(Apprentice Teaching, 以降ATと略す)が80日間、実施される。学校現場でのATを行うための適格要件として、PEPの全学科およびFMにおける研究プログラムの単位取得の完了すること、NAUでの全教科・科目のGPAが2.5以上であること、アリゾナ州教育者能力評価(Arizona Educator Proficiency Assessment: AEPA)または国家評価系列(National Evaluation Series: NES)の教科知識試験を受験していること等が課される。

### 5. 教員養成コース(NAU Teach)の授業の実態

#### 5.1 実態調査の対象講座

2019年春学期(spring semester)の2019年1月14日~5月9日までの16週間において実施されたS0, STを含む講座を、センター長および授業担当者の許可を得て聴講し調査した。大学での授業では、特にS0, STに関連する内容に着目して授業内容の記録を行った。また実習校の校長・担当教員(cooperate teacher, 以降CTと略す)の許可を得てSTの観察調査及び写真撮影を行った。

聴講した授業と聴講時間数は表1に示す。リクルートメント・コースのTSM-101とTSM-102はFMの授業と重なって受講できないことがないよう配慮して同じ授業が2セット設定されていた。

また3週間の授業観察(S0)週間(observation week)と、3週間の教育実習(ST)週間(teach week)が別途設定されており、専門教科(FM等)の授業等のない希望日に割り振られて、市内の中学校で体験学習を行う。TSM-495は、コースの最後に設定されているATと併せて実施される授業であり、隔週実施である。

#### 5.2 各講座のST実施状況の調査結果

##### 5.2.1 TSM-101: 教授への探究的取り組み(Inquiry Approaches to

表1 聴講した講座と受講時間数(授業時間は大学の教室等で実施する場合の1回の授業時間を示す。また校外で行われたS0・ST等の授業時間は含まない。)

コース名	講座番号	授業時間	実施回数	欠席回数	参加割合
リクルートメントコース	TSM-101	75分	25回	2回	92.0%
	TSM-102	75分	24回	2回	91.7%
STEM教育コース配列	TSM-350	90分	36回	4回	88.9%
	TSM-450	75分	29回	2回	93.1%
	TSM-495	90分	10回	0回	100%

### Teaching) (リクルートメント・コース Step. 1)

学生数 14 名(全員 1 年生のため FM はまだ未定), 教員は数学・科学の 2 名で担当していた。

はじめの 2 週間の授業は教員より課題基盤型探究 (Project-Based Inquiry, 以降 PBI と略す) 授業の体験と説明が行われた。模擬体験授業では、「マシュマロタワーの作製」と「犯人を探せー指紋を科学する」の 2 つの PBI が行われた。そして授業後に教育スタンダードの関連部分や PBI ではない授業との比較についての話し合いや説明が行われた。また 2 週目には学生は中学校へ行き 1 回目の S0(S01)を行った(以降, 1 回目の学校訪問・授業観察を S01, 2 回目を S02 のように表す)。学生は専門科目の時間割が異なっており授業見学に行ける曜日や時間が異なるため, 学期 2 週目にあたる 1 月 21 日~25 日に各自で S0 に行き CT のサインをもらった観察シート (observation seat) を大学教員へ提出することになっていた。またこの S0 の際に CT と LP の打ち合わせを行い, 中学校の学習計画に沿った単元の内容に基づいて LP の授業内容が話し合われた。

3~5 週目の授業で 1 回目の LP(LP1)の作成が行われた(以降, 1 回目の LP を LP1, 2 回目を LP2 のように表す)。ST は 2~3 人のグループで行われるため, 各学生の専門科目の時間割の空き状況等を考慮してグループが作られ, 話し合いながら LP が作成された。また 5 週目には学生同士で模擬授業が実施され, お互いの LP についての意見や改善点を出し合ったりした。

6 週目に 2 回目の S02 が行われた。グループごとに中学校を訪問し, S0 および CT への LP1 の説明が行われ, CT の指導で LP1 の修正等が行われた。その後大学教員の指導により LP の修正が行われ, 完成した LP1 は大学教員と CT にオンラインで提出された。そして 7 週目に中学校で LP1 による ST (ST1)が行われた(写真 1) (以降, 1 回目の ST を ST1, 2 回目を ST2 のように表す)。授業は 3 人の学生が 1 時間分の授業内ではほぼ均等に主指導, 補助, 観察・記録を交代で行った。

8 週目の授業では大学教員・CT からのフィードバック用紙を使って, ST1 の振り返りと改善についての話し合いが行われた。また LP1 を踏まえた LP2 の作成が開始された。そして翌 9 週目には S03 が行われ, 中学校担当教員から LP2 のアドバイス等が直接行われた。

10~11 週目で LP2 の完成と LP3 の作成が開始され, 12 週目に LP2 の内容で ST2 が行われた。さらに 13~14 週目には ST2 の振り返りと LP3 の作成・改善が行われ, 15 週目に ST3 が実施された。

最終週の 16 週目には最終試験 (final exam) として学生のプレゼンテーションによる発表試験が行われ, 本講座で学んだことや体験したこと等についての発表が行われた。

### 5.2.2 TSM-102 : 探究基盤型学習の設計 (Inquiry-Based Lesson Design) (リクルートメント・コース Step. 2)

学生数 41 名(数学専攻 20 名, 科学専攻 21 名), 数学・科学の 2 名の教員で担当していた。



写真 1 TSM-101 の中学校での ST (左) と ST 後の指導 (右) の様子  
(右写真: 左が中学校の指導教員, 右奥が大学教員)

はじめの 3 週間の授業では「5E レッスン (5E Lesson)」「STEM 教育の工学 (engineering)」「モデル化 (modeling)」等のテーマについて体験や討論を交えながら学生主体で学習が行われた。4・5 週目の授業で 3 回分の LP の全体の構想を全学生で考え, 大学教員と CT へ提出された。6・7 週目に 2 度の S0 が実施され, 併せて CT から LP についてのフィードバックが行われた。これを受けて LP の構想の修正や変更が話し合われ LP 全体の最終案を決定し, 再度 CT へ提出された。7 週目の授業で ST を行う 2~3 人のグループが作られ, 7 週目からグループごとに LP1~3 作成が行われた(写真 2 左)。この講座の LP では「モデル化」「工学」の視点から「ものづくり」による教材開発がグループごとに要求された。各グループは ST で用いる教材モデル等をメーカーラボ (maker lab) と呼ばれる工作室で作成した。

9 週目に LP1 に沿って ST1 が実施された。ST は 2~3 人のグループで, 主指導, 補助, 観察・記録を分担して行うが, ST 単位で入れ替わって行われた点が TSM-101 と違っていた。つまり TSM-102 では 3 回の ST のうちの 1 回分を一人で行う形式で実施された。ST1 後の大学の授業では, 振り返りと教員からのフィードバックを踏まえて LP2 の変更・改善が行われ, 10 週目には LP2 の内容で ST2 が, 11 週目には LP3 の内容で ST3 が 3 週間連続で ST が行われた。12~15 週目の授業では, 中学生のアンケート結果の集計と内容の考察, ST の振り返りとまとめ, LP の修正や改善, スタンダードとの関連性の考察, ルーブリックと評価法についての学習等が行われた。

最終週 (16 週目) には, 学生のプレゼンテーション方式での最終試験が実施された。

### 5.2.3 TSM-350 : 教室での相互のやり取り (相互作用) (Classroom Interactions) (STEM 教育コース配列)

学生数 22 名(数学専攻 12 名, 科学専攻 10 名), 講座担当教員は数学・科学を専門とする 2 名であった。

この講座では, 州のスタンダードに関連する教科の内容ばかりではなく, 学校で起こる様々な問題についての学習も行われていた。例えば, 問題行動を起こす生徒への対応, いじめ問題, ADHD の生徒や保護者への対応, 性同一性障害 (DIG) の生徒への対応, 携帯電話や SNS の使用についての注意やオンライン上で起こる問題への対応等である。これらの諸課題について問題解決型学習 (Problem-Based Learning) を主とした学生の話し合いによる学習が行われていた。また英語が第一言語ではない生徒



写真2 TSM-102 のLP 作成(左)と TSM-350 の模擬授業(右)の様子

(English Language Learner : ELL) やその保護者への対応, 人種や宗教による習慣の違いへの対応など, 禁忌とされるが実際に学校現場で問題となっている内容等についてもディベートなどが行われていた。教育に関連する法律についても詳しく説明が行われていた。

LP 作成およびST は, 数学・科学の内容で行われていたが, 例えば「公平性(equity)と平等(equality)について」等のテーマを各学生が決め, そのテーマを盛り込んで LP を作成していた(写真2右)。ST は2名のグループで行うが, LP は個人で作成し学生が自分のLP に従ってST を行い, もう1名は補佐をしていた。S0 は1週目, 15・16週目とST を行う9・10・12週目を除く他の全ての週に1回(1時間)ずつ計10回行われた。

ST の様子はビデオ撮影され, 録画映像による振り返りが13～15週目に行われた。授業者の学生がLP の概要や授業実施上のテーマ等を説明した後, 録画映像のポイントとなる数か所について説明や分析が報告された。その内容や生徒のアンケートの分析結果を踏まえて, 授業とテーマについて学生同士で討論が行われた。ルーブリックを用いた評価方法についても発表・討論が行われた。

16週目には最終試験としてST を踏まえた上で, 各学生のテーマについて発表が行われた。

#### 5.2.4 TSM-450 : 課題基盤型指導 (Project-Based Instruction) (STEM 教育コース配列)

学生数9名(数学専攻5名, 科学専攻4名), 講座担当教員は数学・科学を専門とする2名で担当していた。

この講座では, 教科横断的なSTEM 教育の視点から課題基盤型の授業開発・実践に関連する理論や実践に焦点が置かれた授業が展開されていた。授業では, まず, 何故STEMなのか, PBI とは何か等の理論を学び, 実際に学生はPBI によるSTEM 授業体験



写真3 TSM-450 のLP 作成(左)と TSM-495 の実習校での指導(右)の様子(右写真: 手前が高等学校の科学(理科)と数学のCT, 奥左が大学教員, 奥右が実習生)

をした。その後, PBI によるLP 作りを行った。この講座では, 「クラス・ユニット(Class Unit)」と呼ばれる学生全員で作成するLP と, 「個人ユニット(Individual Unit)」と呼ばれる個人の「心ひかれる課題(Driving Question)」により作成されるLP の2種類のLP を作成した(写真3左)。S0 は16週目を除く各週に1時間(1回)ずつ, 計15回行われた。S0 の際にCT にLP の報告・相談なども行った。

高校生の興味・関心についてのアンケート調査が行われ, その結果を踏まえて5週目の授業で, 学生全員の話し合いによりクラス・ユニットのLP のテーマが決定した。LP は数学・科学スタンダードが求める学習を含む実生活のトピックがテーマとして設定された。そして学生全員で5時間分のLP を両スタンダードを踏まえて検討した。クラス・ユニットのLP の作成と並行して個人ユニットのLP の作成が8週目から開始した。学生はクラス・ユニットでの体験や学習内容を活用し, またクラス・ユニットでは採用されなかった意見や方法を導入し個人ユニットのLP の作成を行っていた。即ち, 学生全員で行うクラス・ユニットのLP 作成体験が個人のLP 作りに生かされ, また個人のLP 作成の際に生じる疑問の解決がクラス・ユニットのLP 作成に生かされ, 学生は両LP 作成を交互に体験しながら課題基盤型の授業開発を体験的に学んでいく仕組みになっていた。

12週目に高校で連続した5日間のCTの全ての授業時間を使ってST が行われた。異なる授業集団ごとに組み合わせを変えた2～3名のグループでST を行った。各ST 実施日の放課後には, 大学教員・CT を交えて, ST 内で生徒から出された質問等の情報共有と対応策等のミーティングが翌日ST に向けて行われた。13～15週目の授業で全ST の振り返りとLP の修正等が, 高校生のアンケートやCT からのフィードバックを踏まえて行われた。また併せてその内容は個人ユニットのLP の修正・改善へ活用された。

16週目に最終試験として, 個人ユニットのLP について, 各学生から模擬授業による発表が行われた。

#### 5.2.5 TSM-495 : 教育実習セミナー (Apprentice Teaching Seminar, AT)

学生数20名(数学専攻7名, 科学専攻13名;通学生17名, オンライン受講生3名), 教員は, 数学1名・科学2名の計3名で担当していた。

市内または自分で希望した地域の中学校または高校で1学期(semester)分にあたる80日間のAT を行う。そして隔週月曜日の放課後に大学講義室またはオンライン(遠隔地でAT をしている学生)で90分間の大学での授業(Apprentice Teaching Seminar)に参加する。大学の授業では主として学生から教育実習状況の報告や問題点の報告・相談, 質問等が出され, 大学教員が関連する理論の説明や回答・アドバイスがされた。さらに大学教員からは履歴書の書き方指導や就職のための手続き等の説明が行われていた。また実習生が研究授業をビデオ撮影した動画をオンラインで提出し, 大学教員がそれに対してフィードバ

ックする等の指導が定期的に行われていた。

大学教員は実習生に対する指導として、授業以外に期間中に最低5回は実習校へ行き個別の授業観察・評価・指導を行う。

1回目(first week meeting)は大学教員と実習生がCTの授業観察を行い、その後3者面談を行った。4～5週目に2回目、8週目に3回目の訪問(mid term meeting)が行われ、実習生の授業観察・評価・指導が行われた。3回目の訪問指導では、大学教員・CTとも最終審査に用いられるルーブリックで中間評価を行い、その評価内容を基に実習生に対して指導を行った。4回目の訪問は12～13週目に同様の指導が行われた。16週目に5回目の訪問(final meeting)が行われ、授業観察、ルーブリックを用いた最終評価と指導が行われた(写真3右)。また学校訪問は実習生やCTからの依頼により追加で訪問・指導することも見られた。

ATでは学生がLP作成、授業の実施、ルーブリックを使った評価、宿題の作成や評価等、教科指導の全てに関わる職務を段階的に体験学習していた。CTへの質問調査から、学生は真面目で意欲が高く新たなSTEM教材の開発等も積極的にを行うため、受け入れ側のCTや学校・生徒にとっても良い影響があるというコメントを得た。また学生への質問調査からは、生徒との人間関係構築の体験やCTの生徒や保護者への接し方、学校での教員間の人間関係の様子など、長期実習でなければ分からなかったことを学ぶことができたなどの意見が聞かれた。インタビューした全学生は、ATの経験で、教員の仕事の大変さを理解した上で教職に就く決心ができたと言っていた。

### 5.3 各講座におけるSO, LP作成, STの配列の比較

NAU TeachのSTは段階的に学習・経験できるプログラム構成となっていた。各講座におけるSTの特徴を表2にまとめて示す。

仮登録により受講するリクルートメント・コースのTSM-101

では、大学教員から与えられたスタンダードの学習内容から2～3名のグループでLPを作成する。またSTは1回の授業を3分割してグループの学生が交代で行う。SOとLP作成、STの配列が、概ね「SO-1→LP-1→ST-1→SO-2→LP-2→ST-2→SO-3→LP-3→ST-3」となっており、「SO→LP→ST」を繰り返しながら段階的に体験学習できるようになっていた。

TSM-102では、3回のSTは3週間連続で行われる。LPを全体構想を予め作成しておき、各LPは全体構想に合わせてSTの実施状況を踏まえて順次作成していく。従って配列は概ね「全体のLP(全LP)→SO-1→全LP(LP-1, LP-2)→SO-2→全LP(LP-2, LP-3)→ST-1→(LP-2)→ST-2→(LP-3)→ST-3」となる。STは、グループ3名の学生が3回のSTのうち1回分の授業を主指導者として担当する仕組みで行われていた。

学生は「STEM教育コース配列」のTSM-301/303を仮登録により受講する。TSM-301/303にも10時間分の教育体験実習が設定されているが秋学期(fall semester)のみに開講されるため(図4参照)、本調査期間である2019年度春学期(spring semester)には講座設定がなかった。そこで筆者は2019年度秋学期に受講調査を行った(31回中30回に参加(参加割合96.8%))。TSM-301/303では他の講座のようなSOやLPの作成、STではなく、チュータリング(tutoring)と呼ばれる個別教育体験実習を10時間分行う。学生は希望実習内容やFMの時間割の空き時間状況等の条件から、以下の三種類の中から実習内容を選択する。

- (1) 市内の中学校での授業参加および実験観察等の個別指導の補助
  - (2) 市内の中学校での希望生徒による放課後学習の個別指導の補助
  - (3) 市内にあるネイティブアメリカンの生徒のための公立寮(public dormitory)で夕方に行われる個別学習指導の補助
- このうちの一つを選択し、学期内に分散させて10回の教育体験

表2 NAU Teachの授業実践実習(ST)等の構造のまとめ

コース	講座番号	学生数	教員数	SO	ST	ST対象学年	SO・LP作成・STの配列	STへの学生の関与	LPの特徴	備考		
リクルートメント・コース	TSM-101	14名(2集団の合計)	2名(科学・数学各1名)	3時間	3時間	3-6学年	SO1→LP1→ST1→SO2→LP2→ST2→SO3→LP3→ST3	1時間を3分割して3人が分担当する。1人が主指導、1人が補佐、1人が観察・記録を分担。	PBIの基礎と入門的体験学習	仮登録で受講する		
	TSM-102	41名(2集団の合計)	2名(科学・数学各1名)	2時間	3時間	7-8学年	全LP→SO1→全LP(1,2)→SO2→全LP(2,3)→ST1→(LP2)→ST2→(LP3)→ST3	3回のSTのうちいずれか1回分を1人で担当する。他の2人は補佐と観察・記録を分担。	モデル化・工学の視点から「ものづくり」による教材開発と活用			
STEM教育コース配列	TSM-303	15名	1名	個別教育体験(チュータリング)を10時間行う								
	TSM-350	22名	2名(科学・数学各1名)	10時間	3時間	7-8学年	(SO+LP)→ST STは3週間連続で同じ生徒集団に行う	テーマの類似する2名1組みで行う。自分のLPを1人で3時間主指導し、もう1人は補佐。	学校で起こる諸問題を踏まえた授業体験	本登録後に受講する		
	TSM-450	9名	2名(科学・数学各1名)	15時間	5時間	10-12学年	(SO+LP)→ST STは5日間連続で行われる	クラスユニットのLPを1人5回のSTを異なる2～3人の学生が共同で行う。	グループ・個人によるPBI授業の開発と実践			
教育実習(AT)	TSM-495	20名	3名(科学2名・数学1名)	80日間の教育実習(AT)を行う							現場体験からの課題・疑問の理論的解決策の検討、就職への準備学習	全講座終了後に行う

実習を行う。

TSM-350 はSO を学期を通して 10 時間行い、同時進行で LP を作成する。LP の内容は SO の際に CT と相談しながら、教育スタンダードの中から学生自身で決める。併せて学生は LP の学習内容以外のテーマを別途個別設定し LP に盛り込む。ST は 2 名 1 組で 9～12 週目にほぼ 3 週連続で行われる。また ST の様子はビデオ録画され、録画映像は振り返りに活用される。SO, LP 作成, ST の配列は、「(SO+LP)→ST」となる。

TSM-450 は、教科横断的な STEM 教育のカリキュラム開発と実践に重点を置いており、学期を通して 15 時間分の SO を行った上で 5 時間分の LP を作成し、1 週間毎日 ST を行う。LP はクラス・ユニットと呼ばれ、学生全員で 1 つの学習内容の 5 時間分の LP を作成するが、別に個別ユニットの LP も作成する。個別ユニットの LP はクラス・ユニットの LP を追い掛ける形で同時進行しながら交互に作成され、クラス・ユニットの LP 作成の経験・学習内容を生かして作成が行えるようになっている。ST は異なる組み合わせの 2～3 人組で 1 人 5 回行われる。SO, LP 作成, ST の配列は、概ね「(SO+LP)→ST」となる。

TSM-495 では、80 日間の教育実習(AT)が義務付けられる。教員の勤務と全く同じ時程で教員の仕事を体験する。隔週月曜の大学での授業では、実習内容に関連する理論を学習・確認することができる。

いずれの講座においても、「SO→LP→ST」が繰り返されながら学生が学びや経験を深めていけるようプログラムされていた。この繰り返し学習は、「調査と実践のサイクル (Cycle of Investigation and Enactment)」と呼ばれ NAU Teach の Framework にも示されており、学習サイクル (Learning Cycle) の基本となる (図 2) (NAU CSTL, 2018b)。そして学生の体験的学習の段階に応じて異なるパターンで知識と実践の往還が行われるプログラムになっていた。また各講座の SO, LP, ST の経時的実施状況を図 3 に示す。各講座は同時に受講できないようになっており、4 年間を通して体験学習しながら、順次スキルアップしていくようプログラムされている。つまり受講生は TSM-101→TSM-102→(TSM-301/303)→TSM-350→TSM-450→TSM-495 の順で受講し、ほぼ毎年 ST を行う。「NAU Teach 学生ハンドブック (NAU Teach Student Handbook)」(NAU CSTL, 2018c) には、異なる学年からでも受講できるようにどのような順序で講座を受講するのかを示した学習計画表がある (図 4)。この図にも、TSM-301/303 以外の ST を課す各講座は同時に受講できないことが示されている。

さらに NAU Teach には大学卒業後の 2 年間は「無料導入プログラム (Free Induction Program)」という無料の新人教員サポート・プログラムも用意されている。また全米 46 大学で実施されている UTeach 卒業教員および NAU Teach 卒

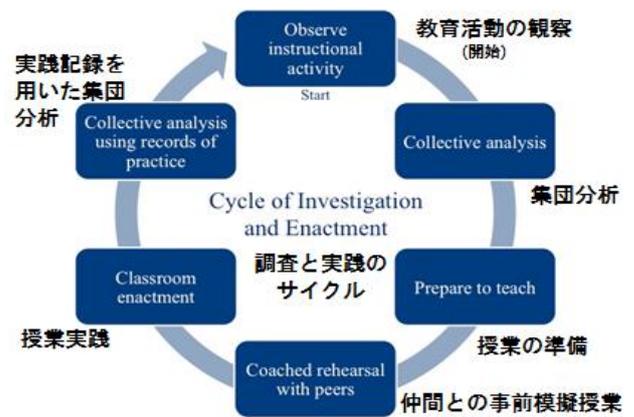


図 2 NAU Teach における調査と実践のサイクル (Cycle of Investigation and Enactment) (NAU Teach Framework for Ambitious Mathematics and Science Teaching, 和約を加筆)

	TSM-101	TSM-102	TSM-350	TSM-450	TSM-496
1week(1/14-1/18)				SO	class1
2week(1/21-1/25)	SO1		SO & LP	SO	
3week(1/28-2/1)	LP1		SO & LP	SO	class2
4week(2/4-2/7)	LP1	LP1*2*3	SO & LP	SO	
5week(2/11-2/15)	LP1	LP1*2*3	SO & LP	SO & C-LP	class3
6week(2/18-2/22)	SO2	SO1	SO & LP	SO & C-LP	
7week(2/25-3/1)	ST1	SO2	SO & LP	SO & C-LP	class4
8week(3/4-3/8)	LP1/LP2	LP1*2*3	SO & LP	SO & C-LP/1-LP	class5
9week(3/11-3/15)	SO3	ST1	SO & LP	SO & C-LP/1-LP	class6
10week(3/25-3/29)	LP2	ST2	ST1	SO & C-LP/1-LP	class7
11week(4/1-4/5)	LP2/LP3	ST3	ST2	SO & C-LP/1-LP	
12week(4/8-4/12)	ST2	Feedback & review	ST3	ST1~5	class8
13week(4/15-4/19)	LP2/LP3	revise	Video review + SO	SO & C-LP review	
14week(4/22-4/26)	LP3	revise	Video review & SO	SO & I-LP	class9
15week(4/29-5/3)	ST3	revise	Video review & SO	SO & I-LP	
16week(5/6-5/9)	Final Presentation	Final Presentation	Final Presentation	Final Presentation	class10

□ は学校見学 (School Observation) を示す  
 □ は研究授業 (Student teaching) を示す  
 TSM-450 の C-LP は Class Unit の LP を、I-LP は Individual Unit の LP を示す

図 3 各講座の授業実践実習関連学習内容の配列 (TSM-301/303 の教育体験実習は含まれていない)

Progression Plans for NAU Teach Courses

Starting Year		Fall		Spring		Fall		Spring		Fall		Spring	
Freshman		TSM 101	TSM 102	TSM 301/303	TSM 350	TSM 360	TSM 404-	TSM 450-	TSM 495/595				
Sophomore			TSM 101	TSM 102	TSM 301/303	TSM 350	TSM 360	TSM 404-	TSM 450-	TSM 495/595			
Junior				TSM 101	TSM 102	TSM 301/303	TSM 350	TSM 360	TSM 404-	TSM 450-	TSM 495/595		
Senior					TSM 101	TSM 102	TSM 301/303	TSM 350	TSM 360	TSM 404-	TSM 450-	TSM 495/595	

図 4 NAU Teach コースの受講計画 (NAU Teach Student Handbook より)

業教員のネットワークが構築されており、卒業後も各地域で卒業生同士のつながりが持てるようになっている。

## 6. 考察とまとめ

NAUの授業実践実習のシステムは、段階的で継続的な体験的学習により実践力のあるSTEM教員を養成する仕組みができていた。STは複数講座内に複数回設定されており、授業で学習した理論を踏まえて学校現場で実践・体験学習する。「調査と実践のサイクル」(図2)により、「理論」と「実践」を往還しながらエビデンスに基づく実践的指導力の基礎を身に付けられるようになっていた。そして学生の体験的学習の段階に応じて様々なパターンでLP作成やSTが実施されることにより学びが段階的に深まっていくプログラムとなっていた。また、科学と数学をFMとする学生が協働的に体験学習を行うことにより、それぞれの専門的視点からの意見交換により教科横断的な広がりや深化が見られた。最後には80日間のATが設定されており、学習指導の実践的指導力だけでなく、生徒指導、保護者対応、学級経営や学校運営等のあらゆる教師の仕事を体験的に学ぶことができる。TSM-495の授業では、現場実習での課題や疑問の討論や理論に基づくアドバイスや実践内容についての理論的背景の確認等が行われていた。さらにSTの録画映像の分析に基づく指導や大学教員の定期訪問なども行われていた。その結果、大学卒業時にはSTEM教員として活躍できる探究的学習の指導力を実践的に身につけることができていると思われた。新たな指導方法や教材開発力を持った新任教員は赴任校でも初年度から頼りにされる存在となっていると現場教員からも聞いた。

翻って日本の教員養成における教育実習をみると、「教職に関する科目(中:31,高23単位以上)」に位置付けられ「小中:4週間,高2週間程度」となっている(文部科学省,2011)。教育実習の課題として、「実習期間が短い」「実習受け入れ校の負担が大きい」「教員を志望していないにもかかわらず実習しようとする学生が多い」などが示されている。しかし大学における教員養成教育の中でも教育実習は学生の力量形成の契機として、また教職意識に影響する経験として、重要な意義を持つことは論を俟たない(岩田,2018)位置付けとなっており、「教員の仕事と意識に関する調査」(愛知教育大学,2016)によると、全国の小・中・高校の教員を対象とした調査で8~9割の教員が「教育実習・教職実践演習」が役に立った授業(科目)と感じていることが示されている。日本においても多くの大学で独自に学校体験実習や教育インターンシップ等の体験型プログラムを導入・実施したり、教員養成系大学・学部で教育実習の分散実施・積み上げ方式による実施を行うなどの継続的に教育実習が体験できる取り組みが見られる。しかし一方で学部授業や卒業研究との二重履修問題等もあり、「理論と

実践の往還による実践的指導力」を育成する「日常的な教育実習」環境を構築しにくいとの指摘もある(黒崎,2006)。

米国で推進されているSTEM教育は日本では学習指導要領に位置付けられていないが、関係する構成要素が揃っていることや課題意識や育成すべき資質・能力の考え方は共通性が見られることが指摘されている(新井,2018)。また教科横断的な学習の視点から、STEM教育は日本の新学習指導要領が求める資質・能力の育成に関連性があることが示されている(松原・高坂,2017)。さらに「Society 5.0に向けた人材育成」(文部科学省,2018)ではSTEAMやデザイン思考が必要であること、「統合イノベーション戦略2020」(内閣府,令和2年7月7日閣議決定)ではこれからの社会の中で生き抜いていくために必要な力の育成に向け、各教科での学習を実社会での課題解決に生かしていくための教科横断的な教育法であるSTEAM教育を推進することが示されている。しかし佐藤(2015)は、「一般的に言って、日本の教師は教科書の知識を教えることについては優秀であるが、教科書の知識を学問背景に結び付けて発展的に教えることについては不十分であり、教科書の知識を学問の学びとして生徒が探究する課題にデザインする能力において不十分である」と指摘している。一方松原・高坂(2017)は、日本において重視される資質・能力が教科横断的な学習によって育成され得ることをSTEM教育における統合の度合いと関連付けて説明し、統合の度合いに応じた教員の役割を示している。

米国のSTEM教育では生徒の主体的・協働的な探究学習を教科横断的に行う。教科専門性と実践的指導力を両立して育成するため、NAU Teachは教育学部ではなく環境・森林・自然科学系学部内に設置されたCSTLで実施され、授業内でPBLやPBIなどの指導力を教科横断的・体験的に育成することに力点を置いた養成プログラムとなっていた。各講座内にS0,STが設定され、LP作成やSTを複数年にまたがり継続しながら各講座を通して段階的に体験し、最後に80日間のATを行う。このような実践的指導力の育成に力点を置いた教員養成プログラムの在り方は、今後の日本のSTEM/STEAM教員育成の在り方の参考に資するものと推察される。

## 7. 今後の課題

本稿ではSTEM教員養成における授業実践実習(教育実習)の構造調査の報告を行ったが、具体的な指導案や授業内容の詳細について報告が及ばなかった。今後の課題としたい。

## 謝辞

本研究、調査にあたって多大なるご指導・ご協力を賜りましたNorthern Arizona University Center for Science

Teaching and Learning所長のPradeep M. Dass博士を初め、同センターの多くの先生方に厚く感謝、御礼申し上げます。特に多くの授業に快く受け入れて下さり、資料・情報提供をして下さいましたD. Thompson博士、S. Cardenas博士、J. Johanson博士、B. Seaudrie博士、S. Fray先生、T. Fuller先生、R. Woodruff先生、L. Giffen氏に深く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 愛知教育大学(2016) 教員の仕事と意識に関する調査、  
[https://www.aichi-edu.ac.jp/center/hato/mt\\_files/p4\\_teacher\\_image\\_2\\_160512.pdf](https://www.aichi-edu.ac.jp/center/hato/mt_files/p4_teacher_image_2_160512.pdf) (accessed 2020. 8. 1.)
- 新井健一(2018) これまでのSTEM教育と今後の展望, STEM教育研究, Vol.1, p3-7.  
[http://www.j-stem.jp/wp/wp-content/uploads/2018/12/journalvol\\_01-3-7.pdf](http://www.j-stem.jp/wp/wp-content/uploads/2018/12/journalvol_01-3-7.pdf) (accessed 2021. 4. 1.)
- Bybee, R.W. (2013) The Case for STEM Education Challenges and Opportunities, NSTA press.
- Harland, D. J. (2011) STEM Student Research Handbook, NSTA press.
- 岩田康之(2018) 教員養成系大学における教学改善とIR-HATOプロジェクトの取り組みからー, 情報と科学の技術, 68巻3号, 105-110
- Krajcik, J. S. & Shin, N. (2014) Project-based Learning. In R.K. Sawyer (Ed.), The Cambridge handbook of the learning sciences, 2<sup>nd</sup> edition, New York: Cambridge University Press.
- 黒崎東洋郎(2006) 実践的指導力の基礎を育成する日常的な教育実習の展望, 岡山大学教育学部研究集録, 第131号, p131-139.
- 松原憲治・高坂将人(2017) 資質・能力の育成を重視する教科横断的な学習としてのSTEM教育と問い, 科学教育研究, Vol.41, No. 2, 150-160.
- 文部科学省(2011) 教員養成の段階で修得すべき内容について(補足資料),  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo/11/001/shiryo/\\_icsFiles/fieldfile/2011/10/31/1312531\\_02.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo/11/001/shiryo/_icsFiles/fieldfile/2011/10/31/1312531_02.pdf) (accessed 2019. 5. 30.)
- 文部科学省(2018) Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる, 学びが変わる～,  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/other/detail/\\_icsFiles/fieldfile/2018/06/06/1405844\\_002.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/fieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf) (accessed 2019. 5. 30.)
- 長洲南海男・出口憲(2017) 米国のSTEM教育, エネルギー省(DOE)のエネルギー教育・その1ーEnergy Literacy教育そしてNGSSとの関連ー, エネルギー環境教育研究, Vol. 11, No. 1, 3-10.
- 内閣府(2020) 統合イノベーション2020(令和2年7月17日閣議決定),  
[https://www8.cao.go.jp/catp/togo2020\\_honbun.pdf](https://www8.cao.go.jp/catp/togo2020_honbun.pdf) (accessed 2020. 8. 1.)
- NAU Center for Science Teaching and Learning (2018a) Undergraduate Program—NAU’s Center for Science Teaching & Learning and NAU Teach program  
<https://nau.edu/cst1/undergrad/> (accessed 2019. 5. 30.)
- NAU Center for Science Teaching and Learning (2018b) NAU Teach Framework for Ambitious Mathematics and Science Teaching
- NAU Center for Science Teaching and Learning (2018c) Northern Arizona University NAU Teach Student Handbook 2018-19.
- 奥村仁一(2021) 米国ノーザン・アリゾナ大学におけるSTEM教員養成プログラムの概要と評価, STEM教育研究, Vol. 3, 3-13.  
[http://www.j-stem.jp/wp/wp-content/uploads/2021/03/vol103\\_01\\_3-13.pdf](http://www.j-stem.jp/wp/wp-content/uploads/2021/03/vol103_01_3-13.pdf) (accessed 2021. 4. 1.)
- 佐藤学(2015) 専門家としての教師を育てる, 岩崎書店
- 佐藤真久・熊野善介(2017) 米国における環境STEM(E-STEM)教育の環境教育的意義ー米国におけるE-STEM教育の取組動向の把握とミネソタ州におけるE-STEM教育実践校の事例研究を通してー, エネルギー環境教育研究, Vol. 11, No. 2, 3-14.
- 上野ひろ美・松川利広・小柳和喜雄(2005) 教員養成」におけるカリキュラム・フレームに関する予備的研究, 奈良教育大学教育実践総合センター研究紀要 14, 147-155.
- U Teach Institute (2017) U Teach at 20,  
<https://institute.uteach.utexas.edu/sites/institute.uteach.utexas.edu/files/uteach-annual-report-report-2017.pdf> (accessed 2021. 4. 1.)
- U Teach Institute (2021) U Teach Programs Nationwide,  
<https://institute.uteach.utexas.edu/uteach-programs-nationwide> (accessed 2021. 4. 1.)
- Wilson, S. M. (2011) Effective STEM Teacher Preparation, Induction, and Professional Development. Commissioned for the Workshop on Successful STEM Education in K-12 Schools, convened by the Board on Science Education with support from the National Science Foundation, 1-23.  
[https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasse/site/documents/webpage/dbasse\\_072640.pdf](https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasse/site/documents/webpage/dbasse_072640.pdf) (accessed 2020. 11. 22.)
- 吉田淳(2006) 諸外国では理科教員の養成や研修でどのような内容を扱っているか(その8), 化学と教育, 54巻3号, 175-178