

イノベーション人材育成を志向したアクティブ・ラーニング ～高専-長岡技術科学大学との接続を意識しながら～

下郡啓夫^{†1} 市坪誠^{†2} 山口隆司^{†2}

概要: 文部科学省国立大学改革強化推進事業本事業「三機関が連携・協働した教育改革」では、高等専門学校-技術科学大学の統合した連続性をもつ教育カリキュラムを協働で開発、イノベーション人材の育成を目指している。

本稿では、「三機関が連携・協働した教育改革」のうち、高専-長岡技術科学大学連携による、イノベーション人材育成のための教授法としてのアクティブ・ラーニングの設計について述べる。

キーワード: 三機関連携事業, アクティブ・ラーニング

Active Learning which Aims for Fostering Innovation-oriented Human Resources ～To Deepen the Collaborations with KOSEN and Nagaoka University of Technology～

AKIO SHIMOGOORI^{†1} MAKOTO ICHITSUBO^{†2}
TAKASHI YAMAGUCHI^{†2}

Abstract: This Tri-Institutional Collaborative/Cooperative Educational Reform Project was selected by the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology as a National University Reform Enhancement Promotion Project. Toyohashi University of Technology, Nagaoka University of Technology and the National Institute of Technology (KOSEN) are now actively driving the project forward together. In this paper, we deal with active learning which aims for fostering Innovation-oriented human resources, especially collaborated between Nagaoka University of Technology and KOSEN.

Keywords: Tri-Institutional Collaborative/Cooperative Reform Project, Active Learning

1. はじめに

文部科学省国立大学改革強化推進事業本事業「三機関が連携・協働した教育改革」[1]（以降、三機関連携事業という）では、平成25年3月に長岡技術科学大学・豊橋技術科学大学・国立高等専門学校機構の三機関が連携協定を締結の上、高等専門学校（以降、高専という）-技術科学大学の統合した連続性をもつ教育カリキュラムを協働で開発している。

本稿では、三機関連携事業、特に高専-長岡技術科学大学の連携として進めている、イノベーション人材育成のための教授法としてのアクティブ・ラーニングについて述べる。

2. 三機関連携事業におけるイノベーション人材の定義と育成観点

ここでは、三機関連携事業で考えている、イノベーション人材について述べる。

イノベーションについては、シュンペーター[2]、一橋大学イノベーションセンター[3]をはじめ、様々な定義があり、それに応じて、イノベーションを推進する人物像も多数存在する。

本稿においては、鈴木・市坪[4]による定義により、以下のとおり、イノベーション人材を定義する。

「新しい製品やサービス、新しい生産や流通の手段・方法、および、それらを実現可能にする新しい技術を開発し、顧客にこれまでにない新しい価値をもたらして新規需要を創出できる人材」

また上記定義から、三機関連携事業におけるイノベーション人材の育成観点として、以下の2点に着目する。

(a)新しい価値の創造

(b)新しい技術の開発

2.1 新しい価値の創造

第一のイノベーション人材の育成観点である「新しい価値の創造」とは、知識や経験を加工・変換して、新たな価値を生み出すことを意味する。

^{†1} 函館工業高等専門学校
Hakodate Institute of Technology, Hakodate College

^{†2} 長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

実施、アムシューラーは図1のように、特許を5段階に区分しているが、特許の中でも発見、すなわち本質的な新しいシステムの開発は1%以下しかなく、99%は既存の知識・経験に基づき創り出していると述べている。

レベル5	発見	本質的な新しいシステムの開発	1%未満
レベル4	新しい概念	既存のシステムの、新世代に関するコンセプトや主要な機能を行う原則の変更	4%未満
レベル3	メジャーな改良	既存のシステムに対する大幅な変更	18%未満
レベル2	マイナーな改良	既存のシステムに対するわずかな改善	45%未満
レベル1	明白な解決策	確立された解決案	32%未満

図1 アンシューラーの特許の5段階

上記アンシューラーの特許の5段階を前提に、三機関連携事業では、図2のような知識の構造を想定している[5]。

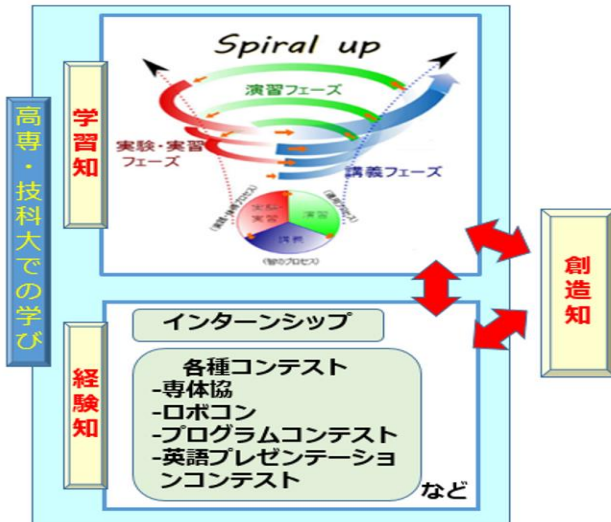


図2 三機関連携事業における新しい価値の創造

すなわち、三機関連携事業において、講義で一般科目・専門科目の知識を学習し、それに基づいて演習、実験、実習を組み込み、これらの組み合わせからスパイラル教育による学習知の蓄積をしていく。またインターンシップやロボコン等の各種コンテストといった、さまざまな教育経験機会による経験知も蓄積していくことで、既存の開発技術の理解などをしていくこととなる。一方、そのような知識を変換・加工しながら、新たな創造知を生み出す。それぞれの知はすべて相互に作用することとなる。

三機関連携事業では、特に自然科学・数学に関する知識と専門分野に関する高度知識を重要視している。

2.2 新しい技術の開発

四ツ柳[5]は、科学と技術の進歩が加速度的となり、技術の寿命も分野によっては数年で陳腐化する中、「創造性」とともに、「複雑化・複合化した技術領域の対応」などの技術者に求められる資質も次第に高度化してきていると指摘している。そのようなニーズに応えるために、高専が育てるべき実践的技術者像として、次のような企画、設計等を含む広義のデザイン能力をもつ者と提言している。

- 複合領域ヘデザイン対応能力を持ちながら、自信のある専門工学分野に関する基礎的素養を持つ創造力あるエンジニア

上記のようなエンジニアがもつ資質の1つに、高専ではエンジニアリングデザイン能力（以降、ED とする）を挙げている[6][7]。ED については複数の表現があるが、本稿では角野[8]の以下の3つを問題解決に向けて相互に活用できる能力のこととする。

- 知識・技術的学力・技術力等という「学力・実技」
- コミュニケーション能力・使命感・自立心・倫理観等という「人と関わる力・意識」
- 課題抽出・構想・実行等という「思考力・行動力」

三機関連携事業では、上記 ED を、イノベーション人材の2つの育成観点から捉え直し、日本総研[9]の知見も入れながら、図3のように整理した。

		創造性			問題解決プロセス			
		I. 学習知	II. 経験知	III. 創造知	I. 課題設定	II. 解決策作成	III. 実施	IV. 振り返り
主体性の発揮	A 自ら考える							
	B 自ら決断する							
	C 自ら取り組む							

図3 新たな技術の開発のマトリックス

すなわち、先の「新しい価値の創造」の3つの知識を変換・加工することを創造性と名付けることとする。そのような創造性を働かせながら、問題解決をしていくこととなるが、その解説策の具体にしたものを技術とする。つまり、技術を、創造性を生かし、問題解決プロセスを経て生まれる生産物と捉える。また、それを支える基盤として主体性を位置づけ、個人と組織両面を考えるものである。

	(1) Establishing and maintaining shared understanding	(2) Taking appropriate action to solve the problem	(3) Establishing and maintaining team organisation
(A) Exploring and Understanding	(A1) Discovering perspectives and abilities of team members	(A2) Discovering the type of collaborative interaction to solve the problem, along with goals	(A3) Understanding roles to solve problem
(B) Representing and Formulating	(B1) Building a shared representation and negotiating the meaning of the problem (common ground)	(B2) Identifying and describing tasks to be completed	(B3) Describe roles and team organisation (communication protocol/rules of engagement)
(C) Planning and Executing	(C1) Communicating with team members about the actions to be/ being performed	(C2) Enacting plans	(C3) Following rules of engagement, (e.g., prompting other team members to perform their tasks.)
(D) Monitoring and Reflecting	(D1) Monitoring and repairing the shared understanding	(D2) Monitoring results of actions and evaluating success in solving the problem	(D3) Monitoring, providing feedback and adapting the team organisation and roles

図 4 PISA2015 の協働的問題解決の枠組([10]より抜粋)

それは、PISA2015 の問題解決フレームワーク[10]において、図 4 のように、個人の問題解決スキルと協働的問題解決スキルの両面を想定しているが、この両面は今後の時代変化に対応する人材育成には、その観点が不可欠と考えるからである。

3. 三機関連携事業におけるアクティブ・ラーニングの展開について

ここでは、前章で述べたイノベーション要件を満たす人材を、アクティブ・ラーニングによりどう育てようとしているのかについて触れる。

3.1 モデルコアカリキュラム

平成 22, 23 年度先導的の大学改革推進委託事業「技術者教育に関する分野別の到達目標の設定に関する調査研究」報告書[11]では、大学における実践的な技術者教育における、学生の最低到達目標が示された。

一方、国際的には、IEA 京都会議や AHELO など高度専門職業人養成に関して学習到達度の目標を作成する動きや相互承認の動きが加速する状況にあった。

こうした中、国立高専 51 校を設置する国立高専機構は、高専教育の特性を踏まえた内容を確立すべくモデルコアカリキュラム（試案）[12]を策定した。

ここには、国立高専のすべての学生が到達すべき最低限の能力水準と習得内容を意味するコア（ミニмумスタンダード）が示されている(図 5)。

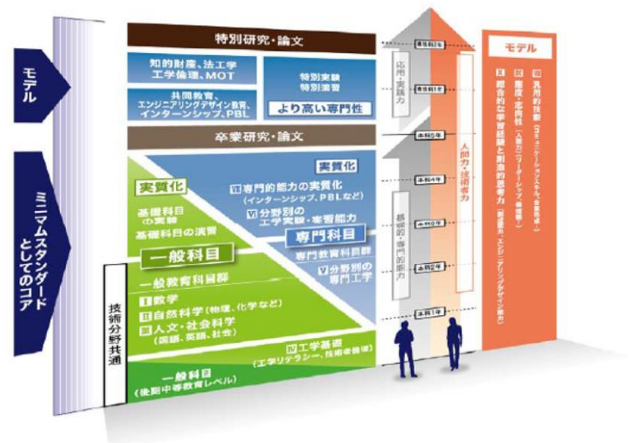


図 5 モデルコアカリキュラムの概念図([12]より抜粋)

また、モデルコアカリキュラムは、教員が何を教えるかではなく、学生が何をどこまで理解できたか、教育の量から質への転換も図るものである。言い換えれば、最低限の知識の定着、すなわち創造性を支える学問知・経験知・創造知とともに、「新しい技術の開発」で求められる、主体性・問題解決プロセスの獲得といった能力の育成を主眼とした教育内容・方法の高度化が求められている。三機関連携事業では、その両者を同時にかつ段階的に育成する教育方法として、アクティブ・ラーニングを考えている。

3.2 改訂版ブルームタキソノミー

三機関連携事業が求めている、アクティブ・ラーニングを実現していく場合、学問知・経験知・創造知とともに、主体性・問題解決プロセスについても、どのような段階を経て育成されているのか、整理する必要がある。

モデルコアカリキュラム（試案）では、高専本科卒業生および専攻科修了生が、いずれの高専を卒業・修了しても共通に到達すべき共通の到達目標を明らかにし、広く社会に対して一定の知識・能力の質の保証をするため、各能力について、改訂版ブルームタキソノミーにおける 6 段階の認知プロセスの次元（図 6）で整理している[13]。

1	知識・記憶レベル	思い出すことができる（認識する、関連ある知識を思い起こす）
2	理解レベル	重要な概念や方法の意味を理解し、必要に応じて活用できる（解釈する、例証する、要約する、推測する、比較する）
3	適用レベル	応用的な事例や問題の解決に知識・理論・情報を利用できる（遂行する、実践する）
4	分析レベル	複雑な課題に対して、要素がどう関連しあっているか識別、焦点化、組織化（統合・要約の整理・構造化）できる。原因を考えられる。
5	評価レベル	基準や規範に基づいて判断できる（調整する、発見する、観察する、検証する、批評・判断する）
6	創造レベル	全体を組織化するために要素を新たに組み立てる。要素を新たに再組織化できる（生み出す、計画・設計する、作り出す）

図 6 改訂版ブルームタキソノミーの 6 段階の認知プロセスの次元

3.3 三機関連携事業のアクティブ・ラーニングの段階的設計

前節では、教育内容・育成能力の段階的設計について触れたが、ここではそれをどのように教授していくのか、アクティブ・ラーニングの段階的設計について述べる(図7)

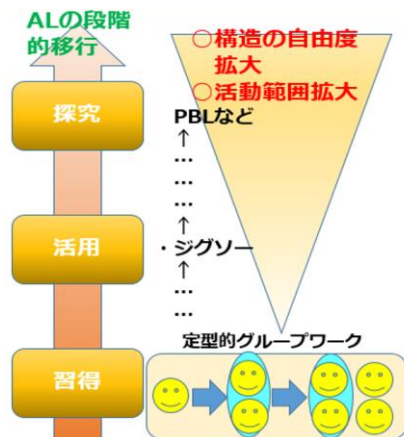


図7 三機関連携事業のアクティブ・ラーニングの段階的設計

三機関連携事業では、理解の発達段階にあわせて学習活動をはめ込むとともに、そこに協調的問題解決プロセスの育成段階も意識しながら、アクティブ・ラーニングを段階的に育成することを構成することを想定している。

4. おわりに

講演では、上述したアクティブ・ラーニングの段階的設計にそって、4つの授業展開について紹介する。

- (a)主体性・問題解決能力の基盤づくりを意識した、数学の授業
- (b)数学、ICTを活用した、ジグソー法による食品安全問題を考える授業
- (c)PBL
- (d)Innovation Idea Design(高専一長岡技術科学大学連携プロジェクト)

現在三機関連携事業では、高専と技術科学大学との、教育のシームレスな連続性を担保すべく、モデルコアカリキュラム(試案)の構想を取り入れたカリキュラムマップなどを作成している。

今後は高専教員と技術科学大学教員の人事交流と、共通のFD研修、教育・研究評価システムなどの開発が必要と

なる。

謝辞 本研究は、文部科学省国立大学改革強化推進事業『三機関が連携・協働した教育改革』の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 文部科学省国立大学改革強化推進事業“三機関が連携・協働した教育改革”. <http://www.nagaokaut.ac.jp/j/annai/sankikan/> ,(参照 2013_03)
- [2] シュンペーター. 経済発展の理論: 企業者利潤・資本・信用・利子および景気の回転に関する一研究. 岩波書店, 1977.
- [3] 一橋大学イノベーション研究センター編. イノベーション・マネジメント入門, 2001.
- [4] 鈴木信貴, 市坪誠. 高専・技術科学大学におけるイノベーション人材の育成. 研究・イノベーション学会年次学術大会講演要旨集, 2015, vol. 30, p.412-415.
- [5] 小畑秀文. 創造的・実践的技術者の育成を担う高専教育(文部科学省第3回「理工系人材育成に関する産学官円卓会議」資料), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/068/gijiroku/_icsFiles/afieldfile/2015/10/20/136283_4.pdf ,(参照 2015_09_25)
- [6] 四ツ柳隆夫. 国立高専の現状と展望. 工学教育, 2003, vol. 51, no. 1, p. 5-10.
- [7] 岡根正樹, 小林淳哉, 市坪誠, 黒田大介, 桜庭弘, 野口健太郎. 国立高専機構におけるモデルコアカリキュラムその3—分野横断的領域と教育モデル—. 工学教育研究講演会講演論文集, 2012, vol. 60, p.142-143.
- [8] 福政修. 高等専門学校における技術者教育の歩み. 電気設備学会誌, 2012, vol. 32, no.5, p. 328-332.
- [9] 角野晴彦, 黒田大介, 堀内匡, 藤田直幸, 小林淳哉, 市坪誠. 高等専門学校(高専)におけるエンジニアリングデザイン(ED)教育の実施状況. 工学教育, 2011, vol. 59, no. 6, p. 65-71.
- [10] OECD. “PISA 2015 DRAFT COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING FRAMEWORK”. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf> ,(参照 2013_03)
- [11] 千葉大学. 文部科学省平成 22, 23 年度先導的の大学改革推進委託事業 技術者教育に関する分野別の到達目標の設定に関する調査研究報告書, 2014
- [12] 国立高等専門学校機構. モデルコアカリキュラム(試案), <http://www.kosen-k.go.jp/pdf/mcc20120323.pdf> 2012 ,(参照 2012_03_23)
- [13] 小林淳哉, 黒田大介, 岡根正樹, 市坪誠, 野口健太郎, 横井克則. 国立高専機構におけるモデルコアカリキュラムその2—到達レベルの設定にみる基本的な考え方—. 工学教育研究講演会講演論文集, 2012, vol. 60, p. 140-141.
- [14] 市坪誠, 油谷英明, 小林淳哉, 下郡啓夫, 本江哲行. 授業力アップ アクティブ・ラーニング. 実教出版, 2016.