Wiki を利用したもののづくり実験ゼミにおける創造的発想力の養成

Developing Creative Mindset Through Engineering Experiments with a Wiki-based Knowledge Sharing System

永 綱 浩 二^{※1}
Koji NAGATSUNA

吉 田 眞^{※1}
Makoto YOSHIDA

1. はじめに

東京大学では、教養課程の学生を対象とした「全学体験ゼミナール¹⁾ (駒場キャンパス)」と、工学部3・4年生を対象とした「創造的もののづくり実験プロジェクト²⁾ (本郷キャンパス)」, さらに大学院レベルでの「創造性工学プロジェクト」(以下、「創造的もののづくり実験」)を通じて、学生が異分野、異年代と交流して広い視野をもって共に成長し、創造性の向上に取り組んでいる。この創造的もののづくり実験には、「もの」を実際に作る過程における全ての局面での体験を通じて、学生の創造力を養成することと、その実験を通して、新たな創造的もののづくり教育法を開発する狙いがある。

創造的もののづくり実験の科目群のなかで、筆者らが担当するゼミ「無線IC (RFID) タグを利用して応用システムを作ろう」で取り組んでいる、学生の創造性開発と教育法開発の全体像を表1に示す²⁾。

本ゼミは、RFIDという素材を使って、最終的に社会の問題解決を目指すシステムを自由に創り出すというコンセプトで実施している。このため、大勢で一つの「モノ」に取り組むのではなく、むしろ個々人の興味と特徴を自由に反映できる利点がある。一方で、ゼミとしてのチームワークとチーム全体の目標共有が重要となる。

上記のような枠組みにおいて、Wikiと可視化機能に優れた検索エンジン「MIMAサーチ³⁾」を活用した情報共有を通じた、学生の創造的発想力の開発の仕組みと手法を開発した²⁾。本手法では、実験の際に使用する通常の実験ノートの内容に加え、学生自身が調査して得た情報や実験を通じて獲得した知識を、Wikiを活用して記録し、それらを、MIMAサーチを利用して検索し、学生間で共有する。本稿では、本手法の基本的な考え方と構成、実際の利用法及びその評価・考察について述べる。

表1 創造性開発の狙いと手法

教育・教育法としての狙い
1. 学生の創造力を、新たな「もの」を実際に自ら創る／作る過程における全ての局面の体験を通して養成する
2. この実践を通して、創造的もののづくり教育法を開発する
本プロジェクト・ゼミの狙い
1. 社会的ゴールを明確に想定し、共通の素材 (本プロジェクトではRFID技術) を利用して、解決法を創造する
2. 以上の体験を通じて、参加者が個々の個性と才能を活かして相互に研鑽し高めあいながら、創造力を養成する。特に以下の3要素の理解を深め、かつその能力の開発・向上を目指す:
2-1. 自己の理解と能力開発
2-2. 他者の理解とその能力開発
2-3. 集団活動の理解と集団形成能力の開発
Wiki導入の狙い
1. 情報共有と創造活動支援
1-1. プロジェクト活動でのコミュニケーションを円滑化
1-2. ヨコ (同輩), タテ (先輩・後輩, 指導者) のコラボレーション
1-3. 共通情報を元に編集し、さらに新しい情報・価値を創造
2. 活動で創造した全ての情報を電子情報化し、レポトリとして常に活用できる資源とする
2-1. 成果物, 履歴, 経過情報 (実験ノート類), 及び学生が得た知識 (暗黙知)・ノウハウ等の非定式, 非文書のものを含む
3. 本プロジェクト・ゼミの各能力開発の手段として利用するだけでなく教育へのWiki自体の利用法を開発する。
3-1. 実験ノートの作成, 編集, 再構成力
3-2. 他者の活動 (意見, 議論, 出力, 文書など) の理解力 他者への資料, 情報の提供力, 理解してもらう能力, 後輩指導力
3-3. 共同作業能力, 共創力チーム内での個々人の立ち位置の理解と尊重

2. 情報共有とゴールの共有

一般に、単に学生に対する働きかけだけで情報共有を促進することは困難であり、まして、情報共有のためのシステムをいきなり導入しても、それだけで情報共有が行われることは期待できない。そこで、まず、

平成22年1月22日受付

※1 東京大学大学院

各々が取り組む実験のゴールを学生間で共有させることとした。

これまで本ゼミにおいては、学生が自身の実験のテーマについてプレゼンテーションを行うことを必須としてきた。これには、学生に自身が取り組む実験の意義を明確に認識させる狙いがある。同時に、学生が他の学生の実験テーマについても深く理解することによって、個々の学生の実験のゴール（最終的な達成目標と目標）を共有しやすくするという目的もある。さらに、実験ゼミを継続履修する学生を、後輩学生のメンターとして明確に位置付けて任命している。これも、後輩学生のアドバイザーとして、様々な相談に乗ることで、相互の信頼関係を構築させ、実験のゴールに到達するまでのプロセスを後輩と一緒に歩むために行っているものである。

結果として、設定したゴールを学生同士が相互に理解するようになるので、共通の課題に共同で取り組むケースや、収集した情報を融通しあうケースが増えた。また、先輩学生は、後輩と接する際に自身の実験過程で収集した情報や獲得した知識を、自身の実験ノートを逐次示して説明することが日常的な習慣として定着した。

3. Wiki+MIMAサーチの採用とその経緯

以上のような状況からさらに一歩進めた情報共有と発想力を高めるために、実験経過に関する情報を、駒場・本郷のキャンパスに関らず、学生が随時互いに共有でき、同時にコメントの交換が可能な仕組みの導入を検討し、最も管理が容易なWikiを利用することとした。Wikiの採用については、本学で進められている「進化する教科書」プロジェクトで、教員の講義ノートをWikiとMIMAサーチの組み合わせで管理する手法が既に確立されているため、最適であると判断した。Wikiは、文書の登録、修正が容易であり、履歴を残すことができるため、実験の経緯の把握がしやすく、教員のコメントも反映されるというメリットがあり、学生の習熟も早いと予想した。

図1 MIMAサーチの検索結果

また、MIMAサーチをWikiと組み合わせることにより、学生によってWikiに投稿されたコンテンツは、随時検索が可能になるという大きな利点がある。さらに、本手法では、投稿されたコンテンツのコンテキストに基づいて、検索結果が視覚化されて表示される(図1参照)。このため、学生にとっても、既存のサーチエンジンの検索結果のように全てのリンクをクリックしなければ、自身が探しているコンテンツであるかどうか分からないという状況を避けられることも大きな利点であった。

MIMAサーチで検索したWikiのコンテンツの検索結果は可視化されて表示されるが、この際に自身にとって必要だと認識したコンテンツについては、画面上で自由に選択して、ツリー型のメニューに構造化してWikiに転送することが可能になっている(図2参照)。

つまり、自身が投稿したコンテンツと他の学生が投稿したコンテンツを自由に組み合わせて、自分にとって有用なコンテンツで自分なりの「教科書」を編纂できるという大きな効用がある(図3参照)。

一般に、ブラウザのブックマークに様々なWebのコンテンツを登録することは容易ではあるものの、徐々に管理が複雑かつ困難になっていく。しかし、Wikiではコンテンツを容易に管理することが可能で、自由に再編纂することができる。この点がコンテンツ管理という点からも評価できるポイントとなった。

4. Wiki+MIMAサーチによる情報共有の実践

前述のWiki+MIMAサーチを採用する方針を決定してから約半年後に、運用の開始を学生に宣言した。最初に、既に本ゼミを3～4年間継続履修している学

図2 コンテンツの検索と構造化

図3 構造化されたWikiコンテンツ

生を中心に、学生自身がこれまで書き溜めてきた実験ノートや実験の過程で獲得した情報・知識を、コンテンツとして掲載させた。次に、教養課程の1,2年生には自身の実験ノートをWikiで管理させるとともに、実験に不明な点がある場合や、難しい課題に直面した場合は、その状況の説明と共に質問としてWikiに投稿するように指導した(図4参照)。

運用開始当初の利用は低調であったが、先輩学生による投稿を契機に徐々にコンテンツが掲載され、教養課程の学生がそれらを閲覧し始めたことで、Wikiは日常的に利用されるようになった。

以下に学生によるWikiの運用事例を紹介する。

4.1 運用事例 1

制御系のシステムの構築に取り組んでいた学生は、場当たり的なプログラムの作成・修正が引き起こす「スパゲティ状態」の問題点を指摘するとともに、最終的に選択した解決策に到達するまでの経緯を説明している（図5参照）。

さらに、学生自身が書いたコードのうち汎用性が高いと判断したものは、サンプルコードとしてWikiにアップロードして、後輩の学生が再利用しやすい環境を用意している。

4.2 運用事例2

システムのコントローラを自作した学生は、電子工作の過程を、画像を用いて詳細に記述し、回路設計中に経験した問題点について解説を加えた。また、高校まで電子工作を経験したことがない学生が閲覧することを想定して、電子工作の入門書の紹介や、回路図の書き方、電子部品の取扱い方、はんだ付けの作業に関する注意事項についても掲載している。

図4 MediaWiki-メインページ

図5 MediaWiki-実験ノート

4.3 運用事例 3

ネットワークに接続された機器（リーダ／ライタ）との通信に市販のソフトウェアを利用していた学生は、通信処理の遅さを解消するために、機器との通信処理のコードを自分自身で書いた。コードはWikiにアップロードされ、学生によって共有されている。コードには全てのステップに詳細なコメントが付記されており、後輩学生にとって良い教材になっている（図6参照）。

5. 效果

5.1 学生間のコラボレーション

Wikiの導入に関しては、先輩となる学生が中心となって、後輩にとってどのような材料が必要となるか、実験にとってプラスになるかを考え、Wikiのコンテンツを編纂している。また、Wikiに掲載されているコンテンツに理解しにくい部分がある場合や、質問がある場合は、Wikiに質問を直接書き込むことで、先輩からのフォローアップを受けられるようになった。更に、学生が講義時間以外の時間に作業したい場合にも、Wikiを検索し、必要となるコンテンツを参照すれば単独でも作業が可能となるケースが増えた。

5.2 実験ノートの電子化と効果

当初からの期待として、Wikiのコンテンツを学生が編纂することによって、自身の実験の内容が時系列に整理され、同時に自身の考え方自体も整理されていくことがあった。この点については、「それまで見落としていた、問題の存在や、解決すべき課題が新たに認識できた」という感想が学生から得られている。

学生は自身の実験ノートが情報として共有されることを意識し、ノートの整理の仕方にも工夫をこらすようになった。また、数式や画像、動画を駆使して、読み手が理解しやすい実験ノートの構成を考えようとする意識が学生間で共有されている。

さらに、自身が掲載したコンテンツが、他の学生によってMIMAサーチで検索されることを想定して、関連コンテンツとの連携を考慮したコンテンツ構成を意識するようになった。これは自身で特定のキーワードを入力して検索してみれば、自身が作成した実験ノート等のコンテンツがどのように配置されるかを確

図6 MediaWiki-サンプルコード

認できるため、自身の作成物についてコンテンツとしての有用性がある程度判断できるからである。同時に、MIMAサーチの検索結果から、掲載されているコンテンツの内容に偏りがあることや、コンテンツが不足している分野も俯瞰して判断できることから、コンテンツ全体としての整合性のチェックができるという効果も大きい。

5.3 共創、創発

何よりも、Wikiを通じてだけでなく、学生間でそれぞれが抱えている課題について対話が活発に行われ始めたことは大きな成果である。特に、Wikiに投稿された比較的ハードルが高い課題について、複数の学生が議論を通じて知恵を出し合い、実際に実験機器を前に共同で解決策を講じようとするケースが日常的に見られるようになったことは大変心強い。

試行錯誤を繰り返す中で、自分達なりの解決策に到達できたという経験が、情報共有と共同作業の価値を認識させる良い手段となっている。同時に、学生の課題に取り組む姿勢が、「答えを探す」から「共に考える」へと変化したことは、創造性教育の狙い通りである。

Wikiを導入した当初は、自身が抱えている課題に関連のあるコンテンツを検索して学生が単独で解決策を探ろうとする傾向が見られた。しかし、前述の通り、学生はゼミの課外時間帯にもWikiを閲覧し、先輩学生から推奨された書籍や資料、或いは具体的な解決策についての情報を読むことによって、課題解決の糸口を掴むことができるようになり、まさに学生が「共に考える」ことが日常的な実践活動となっている。

6. 考察と評価

6.1 MIMAサーチの5ステップ

ここで、Wiki+MIMAサーチがどのように知識創造に寄与したかについて、モデルを示してまとめておく。

MIMAサーチ⁴⁾は、以下の通り、「眺める」から「分かる」までのアクションを通じて、情報の可視化のプロセスを支援する(図7参照)。

これは、学生が必要な知識や情報をWikiから探し出す際に経るステップだが、検索エンジンが目指す「探す」というステップがゴールになっているわけではない。学生にとっては、検索し、可視化された結果から、知識や情報の存在を俯瞰することで、必要な情報の特定ができることが「始まり」であり、そこが「ゴール」ではない。どのような知識や情報が、どのように「束ね」られ、「分類」され、それらが互いにどのように関連しているのかを「知る」ということが、一連の動作となる。そして、何よりも重要なことは、知識や情報の可視化のゴールは「分かる」ということである。つまり、可視化することで、探している知識や情報を探しあてただけでなく、それらが示唆することを読み取ることで、内容を理解できることが、目指すべき到達点

図7 MIMAサーチ情報可視化アプローチ

となる。

再度強調すべき点は、検索エンジンは学生にとって「答え」を探すためのツールではないということである。むしろ、検索エンジンは、議論のための「材料」を提供するものであり、学生は、探し当てたこれらの「材料」と、自身のアイデアを融合させることで、仮説を構築している。Wikiは「材料」が置かれている倉庫のようなものであり、MIMAサーチは、その倉庫から適切な「材料」を探し当て、可視化して示してくれるツールという位置づけとなる。

6.2 Wikiの知識創発のアプローチ

一方、MIMAサーチが探し当て、知識と情報の存在を俯瞰して見せてくれることで、Wikiは学生が必要としている知識と情報を無駄なく提供することが可能になる。学生は、それらを読み、関連している知識や情報にアクセスし、理解して「分かる」というプロセスに至る。ここまでは、MIMAサーチと共同で進められるプロセスである。実際にWikiが知識創発に寄与するのは、このプロセス以降である。以下にWikiの知識創発のアプローチを示す(図8参照)。

図にある4つ目のステップで、学生はMIMAサーチの検索結果に従ってアクセスした知識や情報から、自分なりの仮説を構築するが、ここから暫くは、WikiもMIMAサーチもツールとしてあまり利用されない。つまり、仮説構築から仮説検証に至るまでは、学生間の議論や実践が行われるため、Wikiには議論や実践の経緯のみが記録されるだけになる。ここが、前述の「探す」から「共に考える」へとモードが切り替わる転換点である。

「ツールが機能していないのであれば、ツールが導入されているメリットはない」という指摘がしばしばある。しかしながら、ツールが提供した「材料」をベースに議論が行われるわけであり、Wiki+MIMAサーチが価値を提供していないわけではない。むしろ、この仮説の構築と検証のプロセスにこそ、学生の学びのエッセンスがあり、まさに創発のプロセスであるといえることができる。

このプロセスで検証を経た仮説は学生間で知識とし

図8 Wikiの知識創発アプローチ

て共有され、後輩のために、「新たに獲得した知識」としてWikiに記録される。さらに、ここで獲得された知識は、各学生によって個々に管理されている自身のページのメニューに新たに登録される。こうして、新たな知識は、それまで蓄積されてきた知識に取り込まれ、新たな知識の「構造化」が完了する。

6.3 進化のステップ

Wikiの知識創発アプローチにおいて最も特徴的なのは「進化」のステップである。これは、他の学生が蓄積した知識や情報を、自身が持つ知識と合成することにより、新たな知識と情報の統合が行われ、学生自身の知識ベースが進化していくというものである。このステップは、WikiとMIMAサーチが組み合わされていることで可能になる。つまり、MIMAサーチで検索して発見した、他の学生が投稿した価値あるコンテンツを、自身が管理しているWikiのページのメニューに転送することを可能にしているため、コンテンツの合成を非常に容易に行うことができるのである。

Wiki自体はWikipediaでよく知られているように、情報の書き込みと編集が容易にでき、他の利用者と情報を共有できるツールであるが、これをMIMAサーチと組み合わせることで、学生の創造性を開発する機会を与えるツールに転換できたことは、非常に大きな成果だと考えている。

7. 今後の課題

WikiとMIMAサーチを組み合わせたツール化によって、学生の創造性開発の支援が可能になったものの、本ゼミで継続的に利用していくための「教育・学習法」としての完成までには幾つかの課題が残されている。以下に、今後解決すべき課題について述べる。

7.1 網羅性とレベルの差

本ゼミには教養課程の1年生から工学部の4年生までが参加しており、知識、スキルの両面において大きな差がある。そのため、4年生がWikiに記述した内

容は、新入生にとっては必ずしも理解しやすいものではないというケースがある。各学生には、後輩の理解レベルを考慮して投稿するよう指導しているが、説明的になりすぎて、かえって内容が冗長になるケースも見られる。コンテンツの網羅性を確保しつつも、冗長にならないようなコントロール手法をどう確立していくか、今後時間をかけて学生とも議論しながら具体化していく必要がある。

7.2 容易さの功罪

Wikiは便利だが、「先輩が残した知識や情報が容易に入手できるのは、後輩の学生にとって必ずしもプラスにならない」という指摘を先輩学生から受けている。例えば、サンプルコード等は内容を理解しなくても、そのままコピーしてしまえば利用可能となるため、「理解すべきポイントを押さえることなくコピーだけするのは問題だ」という指摘である。さらに、「様々な書籍や資料を読んで理解した上で、試行錯誤を繰り返して課題への解決策を導きだした経験は貴重なものであり、同様の経験を後輩がスキップしてしまうのはもったいない」という指摘もあった。

これらの指摘は的を射たものであり、ツールとこれまでの蓄積を活用しつつ自己研鑽を積み重ねるように、学生をどう指導していくかは、ますます利便性が向上する社会における大きな課題だと認識している。今後、学生との対話と教員グループでの議論を通じて、この課題に取り組んでいきたいと考えている。

7.3 著作権侵害への懸念

学生の投稿数が増えていくに従って、懸念されるのが、著作権の侵害である。学生は、書籍や技術資料に加え、Webに掲載された情報にもアクセスしており、その情報量は膨大である。しかし、それらを整理して、自分なりのコンテンツを作成する際に、情報の引用先を明確に示すことなく文章を転載するようなことがあってはならない。学生に対して著作権に対する意識をしっかりと持たせるための教育が必要であり、指導を徹底していきたいと考えている。

8. まとめ

WikiとMIMAサーチを融合させたことによって、学生の情報共有は、単発的でアドホックなものから、継続的で、ダイナミックなものへと大きく変化した。WikiとMIMAサーチを導入したことによって可能になった知識と情報の共有のプロセスを抽象化して整理すると以下の図の通りになる（図9参照）。

本方式によって得られた効果を表2にまとめる。

情報共有のプロセスは抽象化して図解すると、ほぼ例外なく凡庸なものに見える。これは、知識や情報を共有することで得られる「価値」を的確に表現できないためである。したがって、情報共有のプロセスをシークエンシャルな一連の手続きとして捉えると、その本

図9 Wiki + MIMAサーチの役割

表2 Wiki + MIMAサーチによって得られた効果

Wikiを利用することによって可能になったこと
1. 質問や課題を共有すること
2. 書籍や資料を通して学んだ知識（形式知）を共有すること
3. 共同で仮説を構築／検証し、そこで獲得した知識を掲載すること
MIMAサーチを利用することで可能になったこと
1. トピックマップ（コンテンツの分類を可視化表示する機能）でコンテンツを俯瞰して、必要な項目を特定すること
2. 質問が多い項目を纏めてFAQを編纂すること
3. 自身にとって価値ある知識や情報を合成して、自分だけの「教科書」を進化させること
教員にとって可能になったこと
1. トピックマップ（コンテンツの分類を可視化表示する機能）でコンテンツを俯瞰して、必要な項目を特定すること
2. 学生が取り組むプロジェクトの進捗状況を確認すること
3. 学生が抱えている課題を具体的に認識し、学生同士のコミュニケーションが正しい方向に進んでいるかをチェックすること

質を見誤る可能性がある。また、情報共有はツールを活用することで実現されるという考えも危険である。情報共有は単にツールの仕組みとしての「メカニズム」に重点を置くべきではなく、ツールと利用者との相互作用を考慮した「ダイナミズム」に重点を置くべきだからである。

WikiとMIMAサーチはあくまでも情報共有を補助するツールであり、情報の可視化によって学習者の発想力を高めるためのツールである。これらのツールの導入で一定の成果が約束されるわけではない。効果を上げるには、導入前に、「情報共有によって何が変わるのか、どのような価値が得られるのか」を利用者が十分理解しておかねばならない。即ち、利用者（ここでは学生）の間で、「共に発想し、実践し、共有して、創発すること」の意義が十分に理解されているか、あるいはその考え方が日常的に実践されていることが前提条件となる。この条件が整わなければ、可視化技術を

もってしても、情報共有が自然発生的に行われる可能性は極めて低い。情報共有のツールを導入してみたものの、前提条件が整っていないために、成果があがらない企業が多く存在することが何よりの証左である。

学生の情報交換と課題共有及び情報共有による共創、共同作業による解決策の模索と共有のためのWiki + MIMAサーチの活用はまだ緒についたばかりである。とはいえ、「創造的発想力は、個々に独立して学習する場合よりも共同で考え議論しながら獲得できる場合に、より大きく伸長する」というPBL（Project-Based Learning）の考えに基づけば、本稿で実践した方法とシステムは創造的発想力の開発の有効なツールの一つとなったといえる。今後さらに効果と問題点を把握し共創教育法として確立していきたいと考えている。

謝 辞

本研究は東京大学の「進化する教科書」プロジェクトに啓発されて企画し、東京大学工学系研究科美馬秀樹特任准教授のご助言を頂きながら行った。また、ソフトウェア等の実験環境も同准教授にご用意頂いた。心より感謝申し上げたい。

参 考 文 献

- 1) 永綱浩二, 吉田 眞：ものづくりゼミを利用した発想力と課題解決能力, 工学・工業教育研究講演会 講演論文集, pp.78-79, 2008
- 2) 永綱浩二, 吉田 眞：Wikiを利用したものづくり実験ゼミにおける創造的発想力の養成, 工学・工業教育研究講演会 講演論文集, pp.38-39, 2009
- 3) Mima, H., Ananiadou, S., Matsushima, K.: Terminology-Based Knowledge Mining for New Knowledge Discovery, ACM Transactions on Asian Language Information Processing, 5, pp.74-88, 2006
- 4) 藤原毅夫, 丸山茂夫, 伊東 乾：知識・構造化ミッション大学は表現する, 日経BP, pp.187-200, 2005

著 者 紹 介

永綱 浩二
イリノイ大学大学院修士課程修了
米国ITリサーチ・コンサルティング企業
ガートナーにて産業アナリストとして勤務、現在(株)インターステーツコンサルティンググループ 代表取締役社長
東京大学 工学系研究科 非常勤講師
玉川大学 経営学部 非常勤講師
上級教育士（工学・技術）
e-mail: tngtna@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp