

研究論文

「高大連携教室」開催の時期と高校生の学習進捗・発達段階の関係

尾崎宏和, 藤井恒人, 佐藤友久, 國見裕久 (大学教育センター)

“Training Program for High School Students for Connecting to University”: Season and School Grade of the Implementation in Consideration of Students’ Development of Their Study and Awareness

Hirokazu OZAKI, Tsunehito FUJII, Tomohisa SATOH and Yasuhisa KUNIMI
(Center of Higher Educational Development)

要約: 「グローバル科学技術者入門プログラム」は、理工系を選択する高校生、大学初年次生を対象として、入試改革を含む高大接続における諸課題に取り組んでいる。本プログラムの主要行事「高大連携教室」では、受講する高校生が学習内容を記録し、複数の教員が生徒の学習の進捗や成長過程を確認できるポートフォリオシステムを導入した。そして、これまでの連携教室で実施した生徒対象のアンケートから、開催の時期による教育効果の違いが推測され、それに基づき教室の内容やレベルを設定する必要性が示唆された。

[**キーワード:** 高大連携教室, ポートフォリオシステム, 開催時期, 高校生の学習と意識の発達]

1 はじめに

1.1 グローバル科学技術人材養成プログラムの実施

現代社会には、食料、エネルギー、環境、ライフサイエンスなど、単純には解決できない様々な科学の課題が山積、混在している。東京農工大学は、農学部、工学部の双方でこれらの課題に取り組んでおり、研究と教育において果たす(べき)役割は大きい。そして、東京農工大学で教育を受ける人材は、近い将来、研究者や技術者として専門の立場から諸課題に取り組むことが期待される。それにおいては、国内の枠を越えた論理的思考力や判断力、表現力などの能力が求められる。

一方で、現在の大学入試は筆記試験を中心とし、暗記による知識の多寡を問うものになっている。そのため、高等学校では知識伝達・注入型の授業が行われ、試験ではあらかじめ用意された正答に対する知識の再生レベルが1点刻みで評価される。このような試験対策型の学習は、知識への偏重と非受験科目の軽視だけでなく、実験や実習の体験や論理的思考法の育成の不足を招いている

(下田・筒井, 2012)。そして、このような学習方法は他の分野への発展や意欲・関心を喚起することがなく、また、もとの意欲や関心を過小評価してしまうことも懸念される。また、試験後や大学への入学後には、意欲の減衰、受験選択科目以外の学力不足、順序だてた考察が苦手となるなど、これまでの学習が継承されない問題が、学部初年時の学生に生じている(下田・筒井, 2012)。さらにいえば、意欲や関心の不足は、連鎖的にグローバル化対応の遅れももたらしていると考えられる。

このように、現行の大学入試制度下にある高校～大学初年次の教育は、知識の獲得や理解を進める喜びを得るという本来の目的が、試験に合格することを目的とするシステムへと反転する危険性を有している。「高大接続」の問題や「高大連携」や重要性は、これまでも中央教育審議会による答申(1999, 2008)などによってたびたび指摘されてきた。さらに、2014年末に提出された新たな答申(中央教育審議会, 2014)では、現行の大学入試制度を改革することの必要性が強く指摘されている。

東京農工大学は、これらの課題へ取り組み、本学の入試制度の改革にも資することを目的として、「大学教育再生加速プログラム(AP事業)・テーマⅢ 高大接続」によ

り「グローバル科学技術者入門プログラム(Introduction to Global Science : IGS プログラム)」を2014年度より実施している。IGS プログラムは、理工系を選択する高校生や大学学部初年次学生を対象とし、学部入学前後の生徒や学生が、生活や学習の中で抱いた科学的な関心を、その後の学習発展や専門的な研究にスムーズに引き継ぐこと、世界規模の視野をもった研究者や技術者へと育つための有意なきっかけを提供することを目標としたプログラムである。

1.2 高大連携教室の実施とポートフォリオ(学習履歴記録) システムの導入

「高大連携教室」は IGS プログラムの主要行事で、1～2泊の合宿形式で開催される。本教室は高校2年生を対象とし、これまでに2015年3月、8月、12月に開催された。また、次回開催は2016年3月を予定している(表1)。受講生は、現代社会における科学の役割、論理的思考法と応用的展開の方法、科学英語の基礎を座学や実習(図1)を通じて学び、本学学生(日本人および留学生の学部生、大学院生)との交流や本学の研究施設を用いてそれらを実体験する。さらに、グループワーク(図2)においては各回の連携教室におけるテーマ(表1)に関して科学が果たす役割や、それによる解決方法の提案を班単位で実施する。これにより、多様な視点や意見の存在を認識したり、コミュニケーションの能力が培われたりすることが期待される。

本プログラムでは、連携教室に参加する生徒(～学生)が本教室や高校で学習する内容を記録し、蓄積してゆくことのできる「ポートフォリオ(学習履歴記録)システム」を導入した。今後大学院までの科学活動を一貫して記録でき、教員は生徒～学生の学習内容や履歴を確認できる。各記述には、教員から迅速に助言や返答を行うことのできるシステムとし、生徒(～学生)の意欲を高め、成長を評価する手段としても活用される。したがって本システムは、試験時の知識に偏重する評価に風穴を開けるものとなることが期待される。

1.3 本研究の目的

高大連携教室には、理系の進路を選択した高校生が大学入試対策の勉強を強いられる中、意欲や関心を持続し、さらにはそれを高めるための“駆動源”となることが求められる。前述したように、高大連携教室は高校2年生を対象として、これまで2015年3月、8月、12月に行われ、

本年3月にも実施予定である。高校の第二学年は、高校生活にじゅうぶんに慣れ、学年後半には大学受験を少しずつ意識し始める時期に該当し、学習面、心理面ともに大きく成長する時期であると考えられる。また、我々は連携教室への繰り返し参加を歓迎しており、8月参加者のうち5名は12月にも参加した。したがって、各回で生徒の発達段階に対応した発展的な内容を設定することが求められる。

そこで本研究では、まずポートフォリオシステムの運用面の課題を示し、次に2015年3月と8月(高2の終わり)と高2の半ば)に行われた高大連携教室の実施内容とその効果や実施時期における課題を検証する。

表1 「高大連携教室」の実施年月日とテーマ

| 実施年月日 | テーマ |
|--------------------|---|
| 2015年3月25～27日 | 食料, 環境, ライフサイエンス, エネルギー, 先端技術 (生徒が自由選択) |
| 2015年8月4～5日 | エネルギー問題 |
| 2015年12月26～28日 | 環境問題 |
| 2016年3月28～29日 (予定) | 食料, 環境, ライフサイエンス, エネルギー, 先端技術 (生徒が自由選択) |

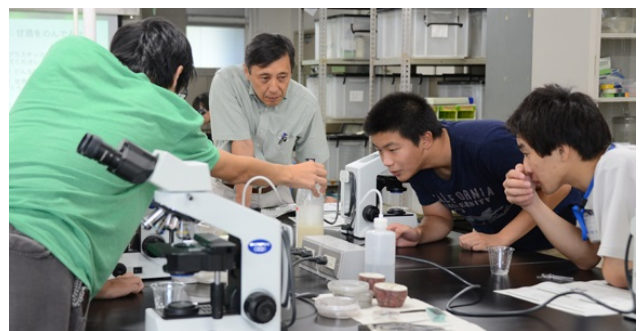


図1 高大連携教室における実験実習(微生物観察)の様子(2015年8月4日)



図2 高大連携教室におけるグループワーク・プレゼンテーションの様子(2015年8月5日)

2. ポートフォリオシステム

2.1 高大連携教室におけるポートフォリオシステムの活用

ポートフォリオシステムの記載項目は、「現在の学習・研究活動の内容」、「現在取り組みたい課題」、「将来のキャリアプラン」、「資格の取得状況」とした。これは、『長期的展望』を考えながら具体的な『短期的実績』を積み上げ、『中期的計画』を実現させる3段階の構造とするためである(表2)。またこの他、完全自由記述式の「活動報告欄」もある。本システムにおける各記載カテゴリでは、文章での記載だけでなく、図表や写真も添付でき、課題研究や実験の結果や考察を、表、写真、図としても記録することが可能である。また、記録文章やイメージ図などを保存した後、次のアイデアを新たに記録・蓄積できるため、生徒・学生は調査や研究に関する進捗、考察、今後の予定や関心、将来構想を発展的に自身で検討できるとともに、その過程を教員が確認することができる。

このようなシステムにおいて、教員側は生徒・学生の成長過程を確認・把握するだけでなく、それぞれの新規記載に対して迅速に返信・助言をし、生徒・学生の意欲を高めていくことが求められる。当初は、各生徒の記入の有無を頻繁に一人ずつ確認し、返答を行った。しかしその後、システムのカスタマイズを行って更新履歴の確認機能を新たに追加し、容易で迅速な対応を可能とした。

表2 ポートフォリオシステムの記載内容の構造

| | | |
|----------------|----------|-------------|
| 将来のキャリアプラン | 私の将来像 | 自由記載・添付ファイル |
| | 私の将来像 | 自由記載 |
| | それはいつごろ | 自由記載 |
| | そのためのプラン | 自由記載・添付ファイル |
| | 教員コメント | 自由記載 |
| 今取り組みたいこと | 取り組み内容 | 自由記載 |
| | 活動時期 | 年月日または年月 |
| | プランニング | 自由記載・添付ファイル |
| | 教員コメント | 自由記載 |
| 学習, 研究, 進路, 課外 | 分類 | 分類から選択 |
| | 活動年月日 | 年月日または年 |

| | | |
|------|--------|-------------|
| 活動 | | 月 |
| | 活動タイトル | 1行で記載 |
| | 成果と課題 | 自由記載・添付ファイル |
| | 感想 | 自由記載 |
| | 備考 | 自由記載 |
| | 教員コメント | 自由記載 |
| 取得資格 | 取得年月日 | 年月日 |
| | 資格名 | 1行で記載 |
| | レベル/点数 | 1行で記載 |
| | 目標レベル | 1行で記載 |
| | 備考 | 自由記載 |
| | 教員コメント | 自由記載 |

2.2 ポートフォリオシステムの活用による教育効果

高大連携教室の前後において、生徒は、日常の学習や課外活動、連携教室の内容や学習に関する内容や成果、感想や意見をポートフォリオシステムに記載している。例えば、「今回の学習事項を今後の高校での学習に応用し、論理的な思考方法を定着させたい」、「科学を学ぶ時は日常生活と結び付けて理解したい」、「高校では理論の展開については学ばないが、今後は実験結果を事前に予想したり演繹的に考えたりしたい」など、学習に基づく今後の展望に関する考えを寄せた。とくに優れた生徒においては、科学における論理的考察手法(電磁誘導と相対性理論)、科学における英語の役割や科学論文における英語の使われ方(Science English)、発表の準備や発表時のポイントと実体験との照合(グループワーク・発表)などを、自身の言葉で再整理して記述した。これらは、意欲や関心の拡大を図り、学習の進捗過程を重視しながら論理的な思考法を育成するという本プログラムの目標に合致するものである。

このように、ポートフォリオシステムの導入は、生徒(～学生)に対して学習内容を筋の通った文章として整理・復習をする機会を提供し、いっそうの理解進展を促したと考えられた。これは、生徒(～学生)の学習記録の蓄積と教員による生徒の興味の事前把握や事後評価への活用だけでない効果といえる。言うまでもなく、これらに対する返信や助言は前述の更新確認機能を用いて欠かさず行っている。今後、これらの生徒(～学生)が、本システムを長期にわたって活用することが望まれる。

2.3 ポートフォリオシステム運用の課題

まず、本ポートフォリオシステムを、高校生や大学生が利用することが大切である。生徒・学生と教員とが、常時的、継続的に意思疎通や意見交換を円滑に進めるには、教員からの迅速な返信がポイントである。前述した更新履歴の確認機能はこのことを最大の目的としている。

それ以外にも、現行のポートフォリオシステムには改良可能な点をもつ。たとえば、生徒・学生の新規登録の手続きを簡素化すること、進級・進学時における学年や学籍番号の変更が現状は各人確認しながら手動で行う操作を容易化することなどが挙げられる。細かい点では、通常利用時における記述操作で、クリック回数の削減やクリック位置の変更により簡便性を向上させることも望まれる。

本ポートフォリオシステムは、当初より IGS プログラム以外への利用拡大も想定されてきた。現在では本学内で中学生対象の EPOCH プログラムでも使用されている。複数プログラムでの共有の場合、それぞれの目的や方向性、それに伴い生徒・学生に対して求める記述の項目をどのように統一させるか、または各プログラムの目的に応じて特化させるなどの調整および設定が必要となる。これらは予想されてきた点であるため、2 プログラム間での調整により運営されている。ただし、システムメンテナンス会社に対する本学の筆頭窓口教員は、各プログラムが生徒・学生に求めるポートフォリオの記述内容などの考え方、利用の状況を理解しておく必要がある。今後、本ポートフォリオシステムの利用が学内の他のプログラムにさらに広がる場合、筆頭窓口教員への負担分散も課題となろう。さらには、各プログラム専用の内容を構築するために、システム内のある階層以下はそれぞれを切り離す必要性、同一仕様でも運用に完全に分離する可能性も考えられる。これらの場合は、メンテナンス会社へのプログラミングの依頼と予算の点がかかわってくる。

3. 「高大連携教室」の効果と課題

3.1 調査の方法

IGS プログラムでは、高大連携教室の実施の前後において、参加する生徒に対してアンケート調査を実施した。事前調査はポートフォリオシステムを用い、事後調査は現地で配布した書式に記載し回答する形式である。これらのアンケートでは、(1)応募の動機、(2)過去の来学経

験、(3)英語学習に対する関心、(4)高大連携教室の内容の難易度およびスケジュール密度に対する意識、(5)開催日における他の予定の有無、(6)参加しやすい時期(学年と季節)、(7)大学受験における農工大の志望度や受験方法が主な点である。本研究では、これらの質問のうち、興味深い回答結果が得られた(4)以降の各項目に着目して考察する。

ここで、対象生徒は2015年の3月と8月の連携教室に参加した高校2年生それぞれ31名と15名である。前者と後者では学年が異なっており、対象とする母集団および人数にも違いがあることから、本研究は予備調査的な性格も有するが、今後開催する連携教室へ参加する生徒の状況の予測や教室内容の構築に有効であると考えられる。また、今後も同様の調査を継続する予定である。これら調査の蓄積は、高大連携教室の内容や本学の高大接続/連携事業の発展をもたらすものと考えられる。

3.2 結果および考察

3.2.1 「高大連携教室」の内容の難易度およびスケジュール密度に対する高校生の意識

まず、1泊2日から2泊3日という限られた時間内に盛り込む内容を、生徒はどの程度理解し、余裕をもって取り組むことができたか把握することは、高大連携教室を効果的に運営するために欠かせない。

教室内容の難易度についての質問は、「全体に難しく、理解するのが大変だった」、「やや難しかったが、何とかついていけた」、「難易度はちょうどよく、自分に合っていた」、「やや易しかったが、これでよかった」、「かなり易しくて、物足りなかった」の5つとし、回答は単一の選択とした。また、スケジュールの密度感については、「全体に詰め込みすぎで、内容をこなすのが大変だった」、「忙しかったが、何とかついていけた」、「ちょうどよかった」、「まだ少し余裕があった」の4つの中から1つの回答とした。

結果として、内容の難易度については、「難易度はちょうどよく、自分に合っていた」と回答した生徒は、高校2年8月では20% (15名中3名) だったが、高校2年3月では29% (31名中9名) に増加した。一方で、「やや難しかったがなんとかついていけた」は前者では80% (15名中12名) を占めたのに対し、後者では45% (31名中14名) に減少し、「やや易しかったがこれでよかった」との回答も6.5% (31名中2名) あった(図3)。

内容の難易度に関する感覚

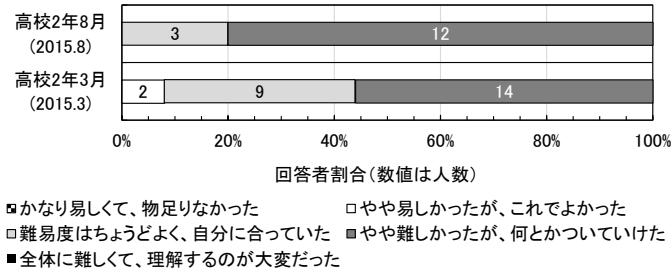


図3 高大連携教室の内容の難易度に対する意識

スケジュールの密度に対する感覚は、高校2年8月には「全体に詰め込みすぎで、内容をこなすのが大変」を選んだ生徒が6.7%（15名中1名）みられた。しかし高校2年3月はその回答は無く、むしろほぼ同割合（6.5%、31名中2名）が「まだ少し余裕があった」と回答した（図4）。

スケジュールの密度に関する感覚

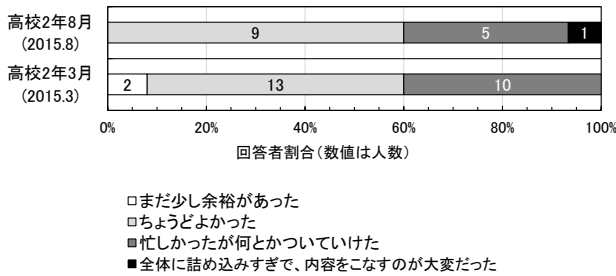


図4 高大連携教室スケジュールの密度に対する意識

以上の結果から、高大連携教室の内容への理解度や難易度に対する感覚は、高校2年8月よりも、3月の方が良好だったと推測される。これは、高校での学習の進捗、受験期を目前としての意識上昇などが関わると考えられた。したがって、大学入学後における学習への接続も視野に入れる高大連携教室の教育効果は、高校2年の3月がそれ以前よりも高いと推測される。このことは、高校生の発達段階や学習到達度を、連携教室の参加者選考基準や教室内容の設定を、開催の時期に応じて検討する必要を示している。

3.2.2 農工大受験に関する意識

本学の連携教室に参加する高校生は、教育や研究の内容への興味や、進学を視野に検討しているなど、東京農工大学に対して何らかの程度の興味を有していると考えられる。そこで、本学を一般受験する場合と特別入試を受ける場合のそれぞれに対する志向性を事後アンケート

で質問した。回答は、「とてもそう思う」、「まあそう思う」、「あまりそう思わない」、「まったく思わない」の中から1つの選択とした。

その結果（図5）、大学（農工大）受験への意識は時期で異なることが伺われた。すなわち、高校2年8月では、農工大を一般入試で受験したいかとの質問に、「とてもそう思う」が23%（7名）、「まあそう思う」が10%（3名）と3分の1弱（10名）が肯定的に回答し、否定的な回答は10%（3名）、残り13%（2名）が無回答だった。高校2年3月になると、「とてもそう思う」は55%（17名）、「まあそう思う」は26%（8名）で、否定的な回答はなく、無回答は19%（6名）だった。特別入試に関しては、高校2年8月は「とてもそう思う」は27%（4名）、「まあそう思う」は40%（6名）で、否定的な回答は20%（3名）、残り13%（2名）が無回答だった。高校2年3月では、「とてもそう思う」は29%（9名）、「まあそう思う」は13%（4名）、否定的な回答は35%（11名）、残り23%（7名）が無回答だった。

このように、一般入試、特別入試に関わらず農工大を何らかの方法で受験したいと答えた生徒は、高校2年8月は全参加者の87%（13名）だったのに対し同学年3月は100%（31名）に上昇した。受験の方法別では、一般入試での本学受験に肯定的だったのは高校2年8月は回答者の54%、全参加者の67%だったのに対し、高校2年3月になると回答者全員（全参加者の81%）に上昇した。一方、特別入試への意向は、8月よりも3月の方が希望度合いが低く、一般入試に対する回答傾向とは逆だった（図5）。高校2年3月の方が一般入試への志向が強まり特別入試に対してはそれが低下する傾向は、無回答者を考慮に入れても同じだった。

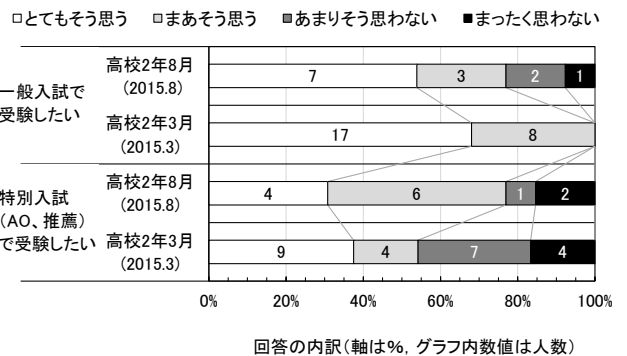


図5 本学の受験および受験方法に対する意識

特別入試への志望の度合いを、一般入試に対する意向ごとに検討した。高校2年8月には、一般入試に強い興味

はない（一般入試に対して「あまりそう思わない」と回答）生徒2名は特別入試に対して肯定的な回答を寄せた（図6 上段）。一方高校2年3月は、回答者は全員とも一般入試に肯定的で、うち半数は特別入試も検討していることが示された（図6 下段）。

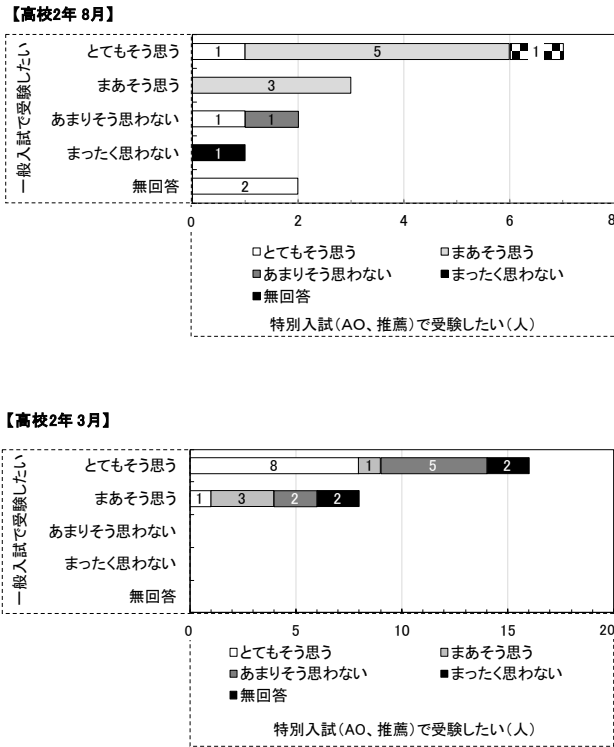


図6 一般入試志向度合別での特別入試に関する意識（上段：高校2年8月，下段：高校2年3月）

以上から、高校2年3月と比べ、同学年8月の時点では本学に対する志向は流動性が大きいこと、特別入試への期待感が相対的に高いことが示された。3月において一般入試への志向が強まるのは、それまでの間に学習が進捗することや、高等学校での進路指導でまずは一般入試での受験を検討させることが関わると考えられた。また、必ずしも推薦やAOなどの特別入試が合格しやすいわけではないという、より現実的な判断が時期の進捗に伴い進むこと（森下，2013）もかかわっていると推測された。

このように、高校2年生でもその時期により、農工大への志望度や受験方法に対する意識が異なる点が見出された。本結果は、一般的に知られる受験意識動向とはほぼ合致しており、おおむね妥当なものと考えられる。しかし、高大連携教室に参加する生徒の多くは本学を志望する層であるため、今後は他大学における類似の調査とも結果を比較することが望まれる。一方で本結果は、今後

も農工大が高大連携教室を開催するにあたり、本学やそれと同レベルまたは類似分野の大学を志望する高校生に焦点をあて、生徒の意識変化と、大学としてどのような生徒の入学を望むのかという点の考慮が大切であることを示している。

3.2.3 「高大連携教室」の実施時期に対する意識

連携教室に参加しやすいと感じる時期として、高校1年と2年の各夏、冬、春の休み、高校3年の夏休みの7つの時期から複数選択で回答を求めた。その結果、「高校2年の夏」を選んだのは、8月の生徒は20%（56回答中の11回答）、3月の生徒は33%（58回答中19回答）で、どちらにおいても最多を占めた。次に多かったのは、8月は「高1の夏」の10%（6回答）、3月は「高1の夏」、「高1→2の春」、「高2の冬」いずれも17%（10回答）だった。しかしこれらは、8月、3月ともに「高校2年の夏」選択数の約半分で、高校2年の夏休みに対する希望が強いことが伺われた（図7）。

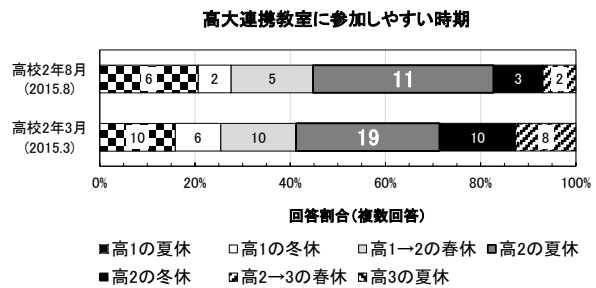


図7 高大連携教室に参加しやすい学年と季節に対する意識

本質問については、自身が参加した時期に対して肯定的な返答が出やすいと思われる。しかし実際、高校2年の夏休みは高校生活にも十分に慣れ、受験勉強に追われる必要もないことから、高大連携教室のような外部主催のプログラムや高校での部活動など、課外活動へ参加しやすい時期である。また、高校2年夏は部活動等の盛んな時期であるため、連携教室に興味はあっても部活動を選択する生徒もいると考えられる。したがって、高大連携教室への関心は潜在的に高い可能性もある。

高大連携教室開催日において、生徒は他に用事があったか複数選択で質問したところ、高校2年8月は60%（15回答中9回答）が部活動や補習など学校の用事を挙げ、40%（15回答中6回答）がとくに用事はなかったとし、「塾・予備校」の選択者はいなかった。高校2年3月になると、とくに用事はなかったと回答したのは同じく40%（30回答中12回答）だったが、用事があったとし

た生徒は、部活動や補習など学校の用事が 33% (10 回答)、塾や予備校などが 20% (6 回答)、プライベートの予定が 6.7% (2 回答) で、受験へ対応を開始する生徒が増えつつあることが伺われた (図 8)。

高校 2 年 8 月の方が同学年 3 月よりも参加しやすいとする傾向は、後者の方が教育効果が高いと考えられた点、IGS プログラムが入試改革を視野に入れた取り組みである点と相反する面をもつ。ここで、塾・予備校と高大連携教室はどちらも受験や進路に対する活動という点で共通すると捉えれば、とくに用事がなかった生徒と合せ、8 月は 40% だったが 3 月は 60% に上昇した。これらの点からは、高校 2 年 8 月は進路にかかわる活動とともに部活動を含む各種活動へ参加しやすく、3 月になると進路にかかわる意識から、高大連携教室のような行事に対して参加の意識が高まっていると推測できる。

開催時期に対する意識の点からも、高大連携教室で扱う内容の難易度、開催のスタイル、実施の時期は、本学やそれと類似するレベルや分野の大学を志望する高校 2 年生がもつ意識の時期的推移の考慮が求められることが示された。

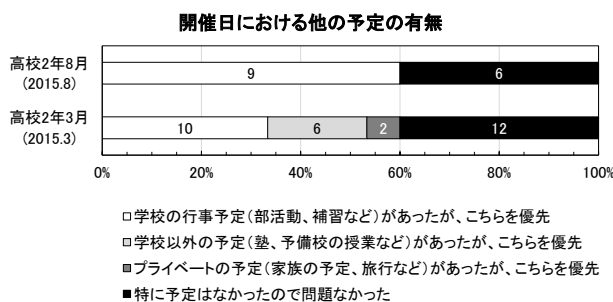


図 8 高大連携教室開催日における他の用事の有無

4 結論

ポートフォリオシステムの導入は、高大連携教室に参加した生徒の学習進展を促進していることが示された。一方で、システム運用の簡易化や複数プログラムでの使用時における調整などは課題である。

高大連携教室は、生徒からは高校 2 年の夏が参加しやすいと回答する傾向が強かった。しかし、その教育効果は受験を意識し始める高校 2 年 3 月の方が高いことが示唆された。調査対象者数はまだ少ないが、以上の結果は、本学や本学と類似レベル・分野の大学を志望する高校生における進路意識の時期的動向であり、高大連携教室の内容や到達目標レベルを開催の時期に応じて段階的に設定する必要性を示している。そして、今後開催する連携

教室においても生徒の意向調査を継続し、他大学で行われている高大接続事業などとも比較して検討することが求められる。

IGS プログラムは本学の入試改革における端緒である。2015 年度末には、前年度末に行われた高大連携教室に参加した生徒 (2015 年 3 月の受講者) の本学受験結果が最終化する。今後、これら生徒 (学生) へポートフォリオシステムの継続活用を促したり、高大連携教室に対し先輩としての協力を依頼したりするなかで、教育効果を継続して検証することも、IGS プログラムが負う課題である。

5 謝辞

東京農工大学高大連携教室への参加校の教職員の皆様、本学と連携協定を結ぶ高等学校その他の高等学校の教職員の皆様、本学および本学大学教育センターの教職員の方々へ、IGS プログラム運営への理解と多大な協力に心より感謝いたします。また、アンケートへの丁寧な回答を寄せてくれた連携教室参加の高校生、高校生への助言や大学案内に協力してくれた本学学生の方々に、お礼と今後の発展への祈念を申し上げます。

6 参考文献

- 下田 正・筒井和幸 (2012) 「大学入試が若者たちの学びに与える影響」『大学の物理教育』第 18 号, pp. 105-109.
- 中央教育審議会 (1999) 「初等中等教育と高等教育との接続の改善について (答申)」
- 中央教育審議会 (2008) 「学士課程教育の構築に向けて (答申)」
- 中央教育審議会 (2014) 「新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育、大学教育、大学入学者選抜の一体的改革について (答申)」 (中教審第 177 号)
- 森下陽一郎 (2013) 「地域拠点校としての進路指導の在り方」, pp. 85-97, 東北大学高等教育開発推進センター編『大学入試と高校現場—進学指導の教育的意義』, 235p., 東北大学出版会, 仙台。

科学技術の「不確実性」に対する創造的思考構築プログラムの設計

岩田 陽子 (大学教育センター)

Design of the program on constructing the creative thinking for “the uncertainty” of the science and technology

Yoko IWATA (Center for Higher Educational Development)

要約:

科学技術と社会とが密接な関係にある時代の中で、理工系に特化した大学における教育として、科学技術の「不確実性」をどのように予測し、向き合い、取り扱うかという点に関する能力をいかに育むかという点は、国際社会における日本のプレゼンスを高めるうえで極めて喫緊の課題である。本論文は、科学技術の「不確実性」について、未来の「予測不可能な課題」を想像するための創造的思考構築を育むためのプログラム設計を試みたものである。研究方法としては、科学技術の「不確実性」に対する創造的思考構築プログラムを仮説的に設計し、実践結果（特に学習者のアンケートを中心に）の分析および検証を踏まえ、最終的なプログラム設計を試みる仮説検証型によるプログラム設計の方法を採った。最終的には、プログラム設計にあたり、1.リアルな環境で、想定外の常識に囚われず、社会との関係性を視野に入れた思考をさせるための設計、2.目標にとらわれない評価を重視するゴール・フリーによる設計、3.「アイデアの創出」を中核に置きつつも、「収斂」「深化」への導きという3点が重要であることが明らかとなった。

[キーワード: グローバル教育, 創造的思考, 科学技術の不確実性]

1 はじめに

科学技術と社会とが密接な関係にある時代の中で、理工系に特化した大学における科学技術教育は、極めて重大な責務を背負うことになる。特に科学技術の「不確実性」をどのように予測し、どのように向き合い、どのように取り扱うかという点に関する能力をいかに育むかという点は、科学技術の専門家教育を考えるうえで極めて重要であるといえる。単に、科学および技術の専門的知識をインプットしたり、科学実験のスキルを高めたりするだけでは培われるものではない。こうした背景を踏まえ、本論文では、東京農工大学の後期に集中講義として開講した「グローバル・アカデミー」での取り組みを通じ、科学技術の「不確実性」に対する創造的思考構築プログラムの設計を試みた。

2 科学技術の「不確実性」と社会との関係性

科学技術の「不確実性」について改めて整理すると、①科学そのものの不確実性、②技術に伴う不確実性、③人間が介在することによって生ずる不確実性、の3点で説明できる。

まず、①科学そのものの不確実性とは、現時点における科学では未だ明らかになっていないために生ずる不確実のことである。例えば、現時点において血液検査のみで染色体異常を発見できると断言できる科学的根拠はない。次に、②技術に伴う不確実性とは、現時点における技術では絶対に安全、安心とはいえないために生ずる不確実のことである。例えば、現時点において血液検査による染色体異常を発見する絶対的な手法は確立していない。最後に、③人間が介在することによって生ずる不確実性とは、人間が介在することによって常にヒューマンエラーや意思決定の誤りが生ずる可能性があるというこ

とである。

これら①～③は、いずれも関連しており、①が明らかになれば②もより確実になるし、②がより確実になれば③の可能性が減少する。このように科学技術の「不確実性」に関しては、科学、技術、そして人間という側面を踏まえて意思決定していかなければならない。特に1990年代後半頃から、③の部分における科学技術の「不確実性」に注目が集まった。

具体的には、1999年7月にハンガリーのブダペストで開催された世界科学会議の影響が大きい。この会議において、「社会における科学と社会のための科学」という考え方が示されたことにより、科学技術と社会との関係性に関する課題が顕在化してきた。実際、日本においては、2001年10月7日に「科学技術社会論学会 (Japanese Society for Science and Technology Studies)」が設立された。科学技術社会論学会初代会長の小林 (2007) は「トランス・サイエンス」という言葉を引用し次のとおり説明している。

自然環境に拮抗する人工物環境の拡大によって深刻化する地球環境問題、情報技術や生命技術の発展に伴う伝統的生活スタイルや価値観との相克など、社会的存在としての科学技術によって生じているさまざまな問題が、社会システムや思想上の課題として顕在化してきている

このように人間が介入することで生ずる科学技術の「不確実性」は、科学技術が進展すればするほどその取り扱う問題も増えていくことは言うまでもない。特に、科学技術を専門に学ぶ学生たちには、科学技術の「不確実性」に対して、いかに想像力豊かに思考できるか、さらには、予測不可能な「不確実性」を創造できるかは極めて重要なポイントであることが考えられる。

3 グローバル・アカデミーでの取り組み

科学技術の「不確実性」に対する創造的思考構築として、どのようにプログラムを設計していけばよいかを検討するために、東京農工大学の後期に集中講義として開講した「グローバル・アカデミー」(以降、GAと略す)の取り組みを活用した。このGAとは、2015年度に東京農工大学にて新たに設置された科目であり、将来的に国際社会の中において日本のプレゼンスを高めることに貢献し得る人材の育成をめざし取り込まれたプログラムである。

対象は、学部1年生から修士2年生まで、44名が参加

した。内訳は、学部1年生：10名、学部2年生：4名、学部3年生：11名、学部4年生：7名、修士1年生：9名、修士2年生：3名である(参加者44名を5～6名を1チームとし、9チームに分けた)。

本プログラムは、他者との信頼関係構築に向けたグローバルコミュニケーション力の育成と、創造的思考を高めるための国際新規事業開発力の育成との大きく2つの内容で展開された。特に、科学技術の「不確実性」に対する創造的思考の構築としては、後者の創造的思考を高めるための国際新規事業開発力の育成が関連している。なお、「創造的思考」が取り上げた背景には、科学技術の「不確実性」ということについて、現在の延長線上で「予測される課題」に向き合うこと以上に、未来の「予測不可能な課題」に向き合うことの難しさを理解させる意図があった。前章で述べた通り、科学技術を専門に学ぶ学生たちに、科学技術の「不確実性」を理解させるうえで、予測不可能な「不確実性」をいかに想像力豊かに創造させるかが重要なポイントとなるからである。

| 日時 | プログラム |
|---------------------------|--|
| 2015/10/17 13:00-17:00 | 1. テーマに関するレクチャー 【テーマ】 A) ライフスタイルイノベーション B) 食の国際化 C) 自然共生 2. ゼロベースによるアイデア創出 ・ブレインストーミング →Homework: アイディアに関するリサーチ |
| 2015/10/31 9:00-17:00 | 3. リサーチ結果の共有 ・発表⇒フィードバック 4. 未来の観点からのアイデアの検討 ・カバーストーリーの構築 →Homework: アイディアをカタチにする |
| 2015/11/7 9:00-15:00 | 5. 多角的検討 ・アイデア発表 ・フィードバック ・アイデアに対する課題抽出 |
| 2015/11/8 ～11/20 | 6. 最終アイデアの構築 ・アイデアのコンセプト構築 ・発表ストーリーの構築 |
| 2015/11/21 ～12/11 | 7. アイディアの深化 ・フィードバックによるアイデア深化 |
| 2015/12/12 | 8. 発表会 |

表1: GAにおける後半プログラム

本プログラムは、表1の流れで展開し、A)~C)の各テーマについて各3チーム×3テーマ=9チームにて活動を行った。全体の方針や必要な知識のインプット等については全員で活動し、具体的なアイデアを創り上げるフェーズに関しては、テーマ別の活動で実施した。

3.1 設計思想

まず、「創造」という言葉について、整理をしておく。「創造」については、「創造とは、問題を解決する、素材の組み合わせ、新しい理論への変換を可能にする、新たな視点の発言である」(伊東, 1983)、「創造とは、豊富なデータベースを背景にしたイメージおよび概念の跳躍的結合であり、それらの集中的核化である」(馬場, 1983)、「異質の情報郡を組み合わせ、統合したものが、社会レベルあるいは個人レベルで新しい価値を生ずる過程と結果」(高橋, 1983)、「目的を発見し、その実現の方法を発見すること、すなわち目的と方法を選択し設定する思考様式と行動様式が創造力」(谷, 1983)などのように定義づけられている。共通している点は、「新たな視点、価値、概念、発見」という点である。科学技術の「不確実性」に対する創造的思考力を高めるには、不確実であることに對し、既存の枠で、自身の常識のみで思考するのは「不確実性」を想定することが難しい。そのために、「新しい視点、価値、概念、発見」につながり得る創造的思考を高めることは極めて重要であろう。

こうした背景を踏まえ、本プログラムは、「創造的思考」を高めるためのしかけとして、次の3つの設計思想に基づき設計した。

第一に、学習者の主体的に創造力を高めるためのしかけとして、いわゆる企業等の事例に基づくケースメソッドではなく、企業が実際に展開中である新規事業開発の一端を担う形で設計した。そのために、今回は、IT企業、流通、建設会社、3社の協力の下、実際に企業で取り組んでいる新規事業開発のテーマに基づき展開をした。

第二に、ゼロベースでのアイデア創出へのしかけとして、未来思考を取り入れた。3~5年の近い将来における新規事業ではなく、10~30年のやや遠い将来における新規事業をターゲットとし、現在から未来へ積み上げに思考するのではなく、まずは、ありがたい未来を描き、その未来を実現するためのアイデアを創出する方式を採用した。未来思考を取り入れた背景には、常識にとらわれない斬新なアイデアを創出させるための意図があった。

第三に、科学技術と社会との関係について思考させるために、アイデアを実現したときに社会がどのように変革しているのか、どのような社会が構築されているのかを思考させるフィードバックを取り入れた。また、学生一人ひとりにも科学技術と社会との関係性を思考させるためのレポート課題の実施を導入した。

上記3点の設計思想に基づき、リアルな環境で、想定外の常識に囚われない思考をしつつ、社会との関係性を視野に入れた思考をさせることで、科学技術の「不確実性」に對し、創造的思考を引き出すべく設計を試みた。なお、最終的には、学生たち自身に、「創造的思考を構築する」ということに向き合わせ、自分たちなりに「創造的思考の構築とは何か」に對する「答え」を導かせることを最終目標とした。

3.2 ゴール・フリー設計に基づく創造的思考の構築

3.1の設計思想に基づき、「教育的に」学習者にどのように創造的思考の構築をさせるかを検討するにあたり重要なポイントとなったのが、教育設計の考え方であった。

今回は、教育評価の観点から、工学的アプローチではなく、羅生門のアプローチを採用し、設計を行った。

| ポイント | 工学的アプローチ | 羅生門のアプローチ |
|----------|---|--|
| 教育設計の考え方 | 教師の意図的な教育計画・「行動目標」に基づいた教材精選・配列による設計を重視し、合理的な授業づくりを追求する。 | 一般的な目標のもとに創造的で「即興を重視する」授業を追求する。 |
| 意図 | 学習者を一定の目標に到達させること | 学習者を能動的で多面的な学習活動を展開すること |
| 評価の考え方 | 目標に準拠した評価を重視する。 | 目標にとらわれない評価を重視する。学習者と教員や関係者およびテーマとの「出会い」から生まれる学習の価値をさまざまな視点から解釈する。※その様相が映画「羅生門」と重なるため、「羅生門的アプローチ」と命名された。 |

表2：工学的アプローチと羅生門的アプローチの特徴

表2の通り、羅生門的アプローチは、ゴール・フリーによる設計であり、目標にとらわれない評価を重視するものである。今回の教育プログラムは、創造的思考を育むものであり、新規国際事業開発という「新たなものを

創造する」という主旨があることから、学生たちが導き出すアイデアに明確な答えがあるわけではない。目標を明確にするには、創造的な思考によって創出されたアイデア、つまり「答え」を作っておく必要があるが、そうした「既存の答え」に導く方法では、学習者の主体的な創造性を育むべく、学習者自らを多面的で能動的な活動へと導くことは難しい。

こうした背景を踏まえれば、本プログラムを設計するには、工学的アプローチよりも羅生門的アプローチが適していると言える。従って、今回は、羅生門的アプローチにより、ゴール・フリーによって設計をした。

こうした教育設計の考え方に基づき展開したGAにおける学習者の創造的思考の構築プロセスは表3の通り設計した。

| プログラム | 創造的思考構築プロセス |
|--|---|
| 1. テーマに関するレクチャー 【テーマ】 A) ライフスタイルイノベーション B) 食の国際化 C) 自然共生 2. ゼロベースによるアイデア創出 ・ブレインストーミング →Homework: アイディアに関するリサーチ | ■フェーズ1: 創出 ・テーマの概況を知る ・何にもとらわれず、自由にアイデアを出す |
| 3. リサーチ結果の共有 ・発表⇒フィードバック 4. 未来の観点からのアイデアの検討 ・カバーストーリーの構築 →Homework: アイディアをカタチにする | ・各自のテーマに対する「関心事」を発掘する ・想定外、常識外のアイデアを導き出す |
| 5. 多角的検討 ・アイデア発表 ・フィードバック ・アイデアに対する課題抽出 | ・時間（過去、現在、未来）の観点、ビジネスの観点、科学技術の観点など多様な観点から多角的に検討する |
| 6. 最終アイデアの構築 ・アイデアのコンセプト構築 ・発表ストーリーの構築 | ■フェーズ2: 収斂 ・アイデアの焦点を絞り、収斂する |
| 7. アイディアの深化 ・フィードバックによるアイデア深化 | ■フェーズ3: 深化 ・アイデアを深化させる |
| 8. 発表会 | ・アイデアを評価する |

表3: GAにおける創造的思考の構築プロセス

なお、創造的思考構築のプロセスとしては、表3の通り、フェーズ1: 創出、フェーズ2: 収斂、フェーズ3: 深化というプロセスを辿ることとした。これは、ゼロベース思考を中核とした創造的思考を中核に置きつつも、最終的には、チームでアイデアを発表することを見据え、多様なアイデアを収斂させるフェーズ、アイデアの内容を深めていく深化させるフェーズを設定した。

特に、創造的思考の構築をするうえで、フェーズ1のアイデア創出に相当の時間と労力をかける設計となっている。科学技術の「不確実性」に向き合うに辺り、現在の延長線上で「予測される課題」に向き合うこと以上に、未来の「予測不可能な課題」に向き合うことの難しさを理解させる意図があったからである。したがって、フェーズ1は意図的にプログラム全体の7~8割近い時間をかけ、相当の時間と労力をかけることとなった。

3.3 産学協創体制の構築

3.1 および 3.2 の設計思想を実現するために、生の事業開発テーマを取り扱い、IT 企業、流通、建設会社、3社の協力の下、産学協創体制を構築し、展開された。

本プログラムの全体設計および推進については、大学側の運営責任者（筆者）にて行い、テーマに関するレクチャー、アドバイス、フィードバック等の側面で企業側が参画する形を採った。産学協創体制の具体的プロセスおよび役割分担については表4の通りである。

原則として、本プログラムは教育プログラムであることから、全体の方針決定、授業の運営、学生のアイデア創出および深化に関する設計については大学側にて担当した。企業側は、テーマに関する知識のインプットやアイデア創出時のアドバイスやフィードバックに注力した。なお、今回の試みとして、企業側は、社会貢献的な形で関与するのではなく、企業内では創出し得ないアイデア、つまり、将来的に企業で真に新規国際事業開発として活用できる可能性のあるアイデアへと導くことを共通目標とした。つまり、大学側の目標としては、「創造的思考の構築」をめざし、企業側としては「新規国際事業開発につながり得るアイデアの創出」をめざすことにより、双方にとって意義ある活動にするしかけを組み込んだ。

このような体制により、大学だけでは実現し得ず、かつ、企業側としても単なる社会貢献ではない形で大学の教育プログラムに関与する新たな試みとなった。


| | プロセス | 大学側 | 企業側 |
|---|------------------------------------|--|---|
| 1 | テーマ決め | 大学シーズをい かせるテーマを 模索 | 企業として将来 的に取り組むべ きテーマを模索 |
| 話し合いによる決定 | | | |
| 2 | テーマに関する 教育的育成観点 の設定 | テーマに関する 思考を深めるう えでのポイント を整理 | |
| 3 | テーマに関する レクチャー | | 企業概要、テー の趣旨、市場動向等 の講義を実施 |
| 4 | アイデア創出 のためのグルー プディスカッシ ョン | アイデア創出 に向けた全体方 針の決定、授業 運営を担当 | アイデア創出 に対するアドバ イスを担当 |
| 5 | アイデア深化 のためのグルー プディスカッシ ョン | アイデア深化 のための全体方 針の決定、学生 フィードバック を担当 | アイデア深化 のためのアドバ イスを担当 |
| 6 | アイデア発表 | アイデア発表 に向けた方針決 定、フィードバ ックを担当 | アイデア発表 に対するフィー ドバック、アドバ イス、評価を担当 |
|  | | | |
| | 目標 | 創造的思考の構 築 | 将来の新規国際 事業開発につな がり得るアイデ ィアの創出 |

表4：産学協創造体制によるプロセスおよび目標

4 学生の創造的思考の構築プロセスの分析

前章の設計思想によりプログラムを実践した結果、学生は実際にどのように思考を構築したのか、学生へのアンケートおよびインタビューに基づき分析した。

まず、フェーズ1：創出、フェーズ2：収斂、フェーズ3：深化という3つのフェーズの中で、各自が各フェーズの思考の目的を達成できたと感じたか否かについてアンケートを実施した。

まず「フェーズ1：創出」については、88%が「できた」と感じており、ゼロから新たなものを創り上げることへの達成感があったことが伺える。その根拠として、次のような意見を挙げている。

・ブレインストーミングを通じて、枠にはまらない、一見、見当違いなアイデアも尊重することができました。

- ・何度も新しいアイデアを考え直し、今あるアイデアに足りないものが何なのかを常に考えたことで、徐々に「創出」に近づいていけたように思う。
- ・各々が突拍子もないと表現をされても良いような方向から積極的にアイデアを出し、基盤となるアイデアを創出できたと感じたため。
- ・各メンバーの価値観が異なる中で、全員にとって納得のいく中核のアイデアを導き出せたため。
- ・自分が持っている考えを自由に披露できる寛容さがグループ内にあった。
- ・複数回の議論により、普段焦点が当てられないものに注目することで、私たちの抱える社会的問題を解決する、斬新かつ技術的に実現することが可能なアイデアを出すことができたこと。また、その中核となるアイデアに納得し、実現させたいと思うことができたこと。

一方、達成できなかったと感じた学生12%の学生は、その根拠として、次のような意見を挙げている。

- ・メンバーのアイデアが比較的既存のものに近く、斬新さに欠けているのではないかと心配が常にあった。
- ・アイデアを付箋に書いてメンバーで共有しあう過程で、なかなか多くのアイデアが浮かばなかった。自由な発想で意見を出そうとしたが、今まで「自由に」という意識をして思考したことがほとんどなく、新規なアイデアを次々と出すことは難しかった。

フェーズ1：創出については、「一人ではチームで思考したこと」や「見当違いと思われるアイデアや稚拙と思われるアイデアも臆することなく共有しあえた環境」が、「できた」という達成感へ寄与したことがうかがえる。今回、9チームの発表に対する評価を協力企業に依頼したところ、アイデア創出については9チーム中7チームが「魅力的なアイデアが創出できた」と評価された。こうしたことも踏まえれば、フェーズ1に関しては「アイデアを創出する」という目標は達成できたといえる。

なお、本プログラムの大きな目的は「創造的思考」の構築であり、そういう意味では、フェーズ1への達成感が88%あったということから、まず、本プログラムの目的は大方が達成されたといえよう。

次にフェーズ2：収斂については、「できた」と「できなかった」が50%と意見が分かれた。

まず、「できた」と感じた根拠としては、次の意見を掲

げている。

- ・メンバーが出し合った案について、互いに指摘し合いながら、複数の案の統合などを行い、案に磨きかけたこと。
- ・できたと言ってもこのフェーズは一筋縄ではいきませんでした。軸は早期に決まりましたが、どの要素を盛り込めば魅力的な案になるか終盤まで議論がありました。
- ・テーマが決まった後に出たそれぞれの解決策を種類ごとにまとめ、実現しやすそうなもの、今後できなさそうなもの、技術革新があればできそうなものなどに分類することによって行った。

一方、「できなかった」と答えた学生は、その根拠として次の根拠を掲げている。

- ・フェーズ2の段階である程度志向が固まってしまった。
- ・アイデアが広がりすぎて収集がつかなくなってしまった。
- ・メンバー同士でのアイデアの共有が不十分な箇所があったためできなかった。

フェーズ2については、アイデアの軸を定めることができたかできなかったかで分かれた。また、軸を定めるための時間が不足していたことも大きい。そのため、収斂する上で、科学技術の「不確実性」と社会、特に未来における社会を意識できた学生とできなかった学生の格差が生まれた。各個人で意識できていても、それがチームの議論では反映できなかったり、まとまりきらなかったりというところが格差につながったことが考えられる。チーム全員が共有の意識を持つまでに導くほどの時間が不足していたということが大きな要因であることがうかがえる。

最後に、フェーズ3については、「できた」が42%、「できなかった」が58%となっている。

まず、「できた」と感じた学生が掲げた意見は下記の通りである。

- ・私たちの班の研究力は高かったと思います。そのために固定概念にとらわれてしまうこともありました。過去にある例より魅力的で「新しい」案の創出にむけて細部までこだわることができたと思います。
- ・絞った価値にかかわりそうなありそうな現在の研究情報を収集した。また、それらの技術と相互作用を生み出すような仕組みも考えることで、持続的な成長が可能なものへと発展させることができた。
- ・さまざまな意見について、「なぜ」そう思う？という深

掘を繰り返すことで、事実関係をはっきりさせたり、個人の思い違いが発覚したり、より根本にある問題点を可視化することができたと思います。

一方、「できなかった」と感じた学生が掲げた意見は下記の通りである。

- ・深化させるまでの時間がなかった。
- ・リサーチ不足だった。関連する事業、背景などについて、フェーズ2の段階からきちんとリサーチをしながらまとめていくことでより効果的にアイデアを深化でき、説得力のあるものに仕上げられたのではないかと考えています。
- ・間に合わなかった。
- ・どこに焦点を当ててアイデアを深化していくかという点をはっきりさせないまま、その後のグループ内の話し合いを進めていた。このため、目的が無いまま、浅いアイデアだけが一方的に増え続けたことにより、時間を無駄にしてしまった。その結果、時間が足りなくなり、個人が出したアイデアをほぼそのままの形で採用したことで、深化が足りない、偏ったアイデアとなってしまった。

フェーズ3については、フェーズ2と同様に、アイデアの軸を早い段階で定められたと感じた学生は達成感を味わったが、最後まで軸が定まらなかったと感じた学生は消化不良に終わった。このフェーズ3についても、時間的に不足していたことの影響は大きいことが考えられる。当然、科学技術の「不確実性」が未来さらには社会に与える影響までを考慮できた学生とそうでない学生の格差はさらに広がった。

ここまでのことを踏まえ、次の2点で整理できる。

- ・アイデアの創出、特に「ゼロベースからのアイデア創出」に関しては、プログラムの大半の時間をかけたこともあり十分に導くことができた。
- ・アイデアを収斂させ、深化させるには時間が足りず、消化不良に陥った。その結果、科学技術が未来および社会に与える影響（「不確実性」の考慮）にまで思考できた学生は半数以下に留まり、思考の構築フェーズに格差が生じた。

一方、このプログラムの最終目標としていた、最終的に学生は思考を構築するとはどのようなことであるかを自分なりに見つけ出すということについては、次のような意見が挙がった。

- ・思考を構築する方法はハウツーとして様々なものがあ

るが、それを知ること、実践する中でオリジナルのものを作り上げていくのだと感じた。そしてなにより、文字で見るだけでなく実践している人、得意とする人と共同で作業を行うことが自分の中に新たな思考法を取り込む一番の方法のように感じた

- ・直感的な発想と論理的な考えを混合させることで、新たな思考を生み出していくということだ感じた。

- ・思考の構築には常に客観的な自分が必要であると感じました。例えば、自分の出したアイデアには思い入れがありますが、本当に有用なものを吟味するときには、思い入れという主観を取り除く必要があります。また、事業プランの軸を決める際やその軸に沿って深掘りしていく際にも、常に俯瞰的な立場から自分の進んでいる道を眺め、本質の道からそれていることを見つけたならば、惜しむ気持ちを押しつけて後戻りしなければなりません。今後も社会に出たときには思考を構築する場面が多々あると思います。その時には、アイデアに熱くなる部分と地に足をつけて見守る部分とを意識して臨みたいと思います。

- ・自分や周りをいつも以上に客観的に見ることが大切だと感じました。また、自分をいったん切り離さないと革新的なアイデアは生まれないと感じました。

- ・「思考を構築する」ということは、とにかく非常に難しく、エネルギーを必要とすることである、と痛感しました。実際の現場で思考を構築している人と比べると、ごくわずかな時間であり、内容も甘い部分ばかりだと思えますが、GAを通じて「生みの苦しみ」を味わったように思います。また、苦しいことだからこそ自身で意識的に負荷をかけないと思考はできないし、思考により得られることはとても尊いのだと感じました。どうしても自分に甘くなってしまいがちな自分ですが、もっと自分の頭を使って思考することを課していかななくてはいけないと思いました。

- ・「思考を構築する」には、複数の人間が必要だと強く感じました。単独でアイデアを練ると、どうしても、個人の価値観に偏りがちで、抜け目の無い「思考」は構築できないと思います。複数の人間が、アイデアを出し合い、互いにフィードバックを行うことで、多方面からの「思考」へのアプローチが可能となり、最終的に、抜け目の無い、例えばイノベーションにつながる「思考」が構築されるのだと思います。

- ・普段の大学生活で出される課題には正解があるため、考えているときも「わかる」か「わからない」かのどち

らかでした。それがGAでは自分はわかっていて十分に説明しているつもりでも理解されなかったり、時には話している最中に自分の主張がわからなくなってしまったりということが多々ありました。しかし自分の言葉で説明することで自他共に理解を深めることもできたと感じています。グループワークも貴重な経験でした。人数がいる分だけアイデアがありました。多くの案の中から絞るよりも、何も案が出ない大変さの方がずっと大きかったので、今後同様の機会があれば、きわものの案こそ大切にしようと感じました。

- ・今回の経験を通じて、今まで慣れていた思考の仕方から一旦離れて、全く新しい思考をすることの難しさを痛感した。GAの事業開発が始まってからは、常に頭のどこかで何かヒントになりそうなことが転がっていないか考えながら生活していたように思う。そのくらい、ゼロから1を生み出すことはエネルギーが必要であるように感じた。しかし、今まで研究などで培った論理的思考力は今回のGAでの思考法でも役立ったと感じている。また、今回は私の班では6人のメンバーで活動していた。私はグループのメンバーのそれぞれが違った側面から考えて発言し、アイデアをブラッシュアップしていくことで、思考の構築がされていったように感じている。決して一人ではこのような思考法でアイデアを生み出すことが出来なかつたろう。そのため、今回の「思考を構築する」のようにハードルの高い目標があるときは、周りの人との信頼関係を築いて、チームプレーで取り組むことが大切なのではないかと感じた。今後、社会に出て何か高い目標に向かっていかなければならない時は、必ず今回のGAの経験を思い出し、周りの人たちとの関係を大切にして、取り組んでいきたいと思う。

- ・思考の構築は簡単に見えて実は様々なステップを踏む必要があるということ、身を持って体験できたと思います。特に、一度自分が持っている考え方を捨てる勇気がないと、新しいものを受け入れることはできず、結果的に同じ思考の軸にすがりつくような考えしかできないのだということを強く感じました。また、様々な方向から一つの物事を見つめる・思考するということは、ある意味自分自身を見つめることと同一なのではないかということにも気付かされました。

この「思考を構築する」という点に関しては、各フェーズにおける「できた」「できない」に関わらず、学生各々に思考構築の意味を導き出していることがうかがえる。創造的思考を構築すること難しさや客観的視点の必

要性, チームでアイデアを構築することの重要性など, 創造的思考の構築は複雑で難解であり, 一筋縄ではいかないことについての「気づき」が見られる. つまり, 最終的には, 大方の学生が, 「思考を構築する」ということに向き合い続け, 自分なりに「創造的思考の構築とは何か」に対する「答え」を導くことができたといえる.

さらに, 科学技術の「不確実性」に至るまで思考できた学生は, 次の意見を述べている.

まず, 大前提として, おそらく多くの人の共通認識として持っていることだとは思いますが, 科学技術は人が幸せであるために使うべきだと考えます. ただし, 現在「人類にとっての幸せ」であると広く信じられていることが, 他の生物や地球(環境)にとっても幸せなのか, また, それは本当に人類の幸せなのか, と常に疑い続ける視点は忘れてはいけないと思います. 長い間行われてきた事や広く認められてきたことは, 深く考えられる事がなく yes とされることが多いからです.

実際に科学技術を日常生活の中に取り入れる場合には, 企業や国の利益を最優先するのではなく, 本当にその技術は安全で国民にとって有益であるか(かつ企業の利益も上がるか)を熟慮すべきです. しかし, ある時点でできる最大限の検証を試みても, 利用を開始した後にその科学技術の危険性が判明することは十分にあり得るでしょう. 安全性を判断する条件も, 科学技術の恩恵を享受する人々の価値観も, 時代と共に常にどんどん変化していくため, 「100%大丈夫」と言い切れることはないと思います. だから, 「考える」ことが重要であり, 考えて納得して選択を重ねて行くことが, 最終的に全てでないかと感じています. 個々人が思考して自身の意見を持つことの必要性, 重要性という点, 非常に当たり前のことのように聞こえますが, 果たして日常生活において出来ているのか, と顧みてみると, 不十分であるように感じています. 特に, トランス・サイエンスの問題については, 「正答」があるわけではないため, 熟考の上での意見を持つこと, そしてその意見に責任を持つことが必要だと思えます. 100%がない以上, リスクを負いながら科学技術を利用する, という選択をするかしないか, だと考えます. ここで「意見」というのは, 著名人や専門家の見解に対しての賛成/反対ではなく, 自分自身の思考で生まれ, 自分の言葉で紡がれたものことです. 科学技術の起こしうる事象は, 科学である以上(我々の想像を超える可能性はあっても)変化し得ないですが, それをどう捉えるかは, 各個人だと思います. 自身の意見

を持って選択したもので不利益を被った場合と, 選択を他人任せにして同じ結果が起こった場合では, 感じ方が異なるでしょう. 他人任せの結果が悪ければ, (そうした責任は自分にあるにも関わらず)外部に責任を求められ, そもそも他人任せで物事が決定されていく社会では, 一部の権力者の暴走を許してしまいます.

と言いつつ, 意見の反映されやすさや, その意見が世に広まるか否かは, 権力や社会構造によりある程度制限されていることは事実です. さらに, 権力を差し引いても, 世の中で起こっている全ての出来事を把握し, 深く理解することはおそらく不可能で, 個人が干渉できる範囲となることも限定されてきます.(専門分野であるなど, ある程度の知見がないと議論の土台にまず立てない.) そういう観点から言うと, 考えて意見を持ったところで, それが科学技術を採用するか否かという場面において, その意見の持つ影響力は微々たるものかもしれない.

政治のあり方や, 政治への国民の参加具合なども, 考えなければいけない問題であるとは思いますが. しかし, もっと根本にある問題は, 考えるということの重要性を教えられないことがなく, また実感することもなく, 生きている人が多いことだと思います. 真のグローバルエリートを育てる教育とは, という話にも繋がりそうな気がしています.

「意見」発信をする人が増えるとしたら, 一方的・感情的な意見が飛び交う社会ではなく, もっと深い思考で組み立てられた意見が溢れる社会になると良いな, と思っています. そうなれば, 意見の対立で非難し合うことも減るのではないかと, 個人的には期待しています.

この意見では, 科学技術による恩恵とリスクについての認識について, さらにそのために「考える」ことの重要性や各個人がきちんと意見を持つことの重要性などについて述べられている. 科学技術の「不確実性」に対し, どのように向き合い, どのように取扱い, どのように思考するかということについての気づきが見て取れる. 最終的に大方の学生がこうした気づきに導くまでに至れば, 科学技術の「不確実性」に対する創造的思考の構築という本来の目的を果たすことはできるであろう.

こうした分析を踏まえ, 最終章にて科学技術の「不確実性」を基盤とした創造的思考構築プログラムを再設計する.

6 科学技術の「不確実性」を基盤とした 創造的思考構築プログラムの再設計

前章の分析結果を踏まえ、現プログラムを改編し、科学技術の「不確実性」に対する創造的思考構築プログラムを再設計するに辺り、次の3点のポイントが重要であることが考えられる。

- ・リアルな環境で、想定外の常識に囚われず、社会との関係性を視野に入れた思考をさせるための設計
- ・目標にとらわれない評価を重視するゴール・フリーによる設計
- ・「アイデアの創出」を中核に置きつつも、「収斂」「深化」への導きも確保した設計

まず、1点目と2点目については、学生の88%が「アイデアの創出」に対する達成感が感じられたこと、さらには、学生各々に「思考構築」に対する考えが深まったことから今回の設計により十分な機能を果たしていることがうかがえる。

一方、3点目については、収斂および深化への導きが不十分であることを踏まえ、次の2点が課題であることがうかがえる。

- ・「フェーズ1：創出」を中核に置きつつも、「フェーズ2：収斂」「フェーズ3：深化」に関しても十分な時間を確保する。そのために「フェーズ1：創出」部分をスリム化させる必要がある。
- ・「フェーズ2：収斂」および「フェーズ3：深化」のプロセスでは、さらに科学技術の「不確実性」について思考させるしかけを組み込む必要がある。

まず、ポイント1点目で掲げた「フェーズ1：創出」のスリム化の工夫として、創造的思考への導入をスムーズにさせる必要がある。そのために、冒頭で「思考する」プロセスを提示し、創造的思考のイメージづくりを取り入れるという解決策が考えられる。また、テーマに関するレクチャーにおいて、事前に「想定内のアイデア」の提示や、ある程度の「リサーチポイント」を提示し、知識のインプットを取り入れることで、より創造的思考をする上での知見が深まることが考えられる。さらに、創出に向けたリサーチについては、リサーチする内容、ポイントを共有してからリサーチに入ることが必要であることが考えられる。学生のアンケートにあったように「チームで同じ目的を共有することの難しさ」があるため、早い段階から「共有」ということを意識した活動へと導く必要があるといえよう。

次に「フェーズ2：収斂」と「フェーズ3：深化」の時間確保については、フェーズ2において、教員等による多角的問答により焦点を絞る中で思考させる時間を増やし、フェーズ3においては、アイデア実現後の社会を構想し、その構想を具体化させる時間を増やすことが考えられる。さらに、「フェーズ3：深化」においては、アイデア実現により未来における社会にどのような影響があるのか、「不確実性」についての検討もさせる必要があるといえよう。こうした分析を踏まえ、再設計したプログラムが表5である。

| プログラム | 創造的思考構築プロセス |
|--|--|
| 0. オリエンテーション ・「思考する」プロセスの理解 | |
| 1. テーマに関するレクチャー ・テーマに関する概況 ・想定されるアイデアの提示 ・リサーチポイントの提示 | ■フェーズ1：創出 ・テーマの概況を知る ・テーマに対し、「想定される課題」について理解を深める。 ・想定外の、常識や枠に捉われない発想でアイデアを創出する。 ・複数出たアイデアに関し、どのようなリサーチをすべきか、そのポイントを共有する |
| 2. ゼロベースによるアイデア創出 ・ブレインストーミング ・リサーチポイントの共有 | |
| 3. リサーチ結果の共有 ・発表⇒フィードバック | ・リサーチ結果を共有するとともに、アイデアが実践された未来を描く ・実現された未来がどのような社会になっているのか、また、そこで起こりうる課題を抽出する |
| 4. 未来の観点からのアイデアの創出と課題抽出 ・カバーストーリーの構築 ・アイデア実現後の未来に生ずる課題の抽出 | |
| 5. 最終アイデアの構築 ・アイデアの軸を定める ・アイデアの中核（コンセプト）を固める | ■フェーズ2：収斂 ・多角的問答により焦点を絞る。 ・アイデアの中核を図解等で描く |
| 7. アイディアの深化 ・社会もしくは事業等への展開に向けた深化 | ■フェーズ3：深化 ・アイデア実現後の社会を見据え、アイデアを深化させる。 |
| 8. 発表会 | ・アイデアを評価する |

表5：創造的思考構築プログラム再設計

7 今後の課題

本論文で提示しているプログラムは、科学技術の「不確実性」に対する思考を構築する一つとして創造的思考

の構築を試みたプログラムであるが、理工系に特化した大学であるからこそ、中核として、理工系に関する高い専門性という観点からの思考は欠かせない。しかし、高い専門性が柔軟な思考の障害になることも確かである。今回、専門的研究に入っている院生たちが12名いたが、その多くが、自身の専門性から離れることが難しく、また、現実的な課題からの論理的解決策の導きという手段を選択する傾向が強かった。科学技術の「不確実性」を検討するにあたり、一方で、こうした現実的な課題からの論理的解決策の導きが重要であることも確かである。しかし、科学技術と社会という観点から思考した場合、「不確実性」の多くが、予想外を予想することで未来を予測する思考が求められている。このように、専門的研究に従事している院生向けのプログラムとしては、現実的な課題からの論理的解決策の導きという手段と、今回のような未来予測型による創造的思考による導きという手段との2つから検討させる必要があるのではないかと。もしくは、専門的知見の高い院生たちに対しては、さらなるアドバンス版としてプログラムの工夫が必要なのではないかと。

今回はこうした課題について検討し、さらに科学技術の「不確実性」に対する創造的思考構築プログラムとして改編をし続けることが今後の課題である。

8 参考文献

- ・岩田陽子 (2012) 「科学教育における公民的資質育成単元のモデル」『公民教育研究』vol.20, PP.17-32
- ・文部省大臣官房調査統計課 (1975) 『カリキュラム開発の課題：カリキュラム開発に関する国際セミナー報告書』
- ・小野沢美明子 (2005) 「「総合的な学習の時間」の「工学的アプローチ」批判：「羅生門的アプローチ」を支える評価観転換の必要性」『教育学雑誌』(40), PP.33-47
- ・日本創造学会編 (1983) 『創造の理論と方法』共立出版
- ・日本創造学会編 (1984) 『創造の諸型』共立出版
- ・ミグダル (1992) 『理系のための独創的発想法』長田好弘訳, 東京図書
- ・川喜田二郎 (1993) 『創造と伝統』祥伝社
- ・川喜田二郎 (2010) 『創造性とは何か』祥伝社新書