

■ 報告書

第3回未来社会を担う人材育成のための多角連携フォーラム
～課題発見と問題解決につながる観察力を育む～

□日時 2016年3月13日（日）13:30～17:00

□場所 神戸大学瀧川記念学術交流会館

□主催 神戸大学発達科学部・人間発達環境学研究科、神戸大学サイエンスショップ

□共催 総合地球環境学研究所

開催の趣旨

グローバル化を目指して社会全体が変様して行く中、多様な価値観が複雑に交錯しながら変化が絶えず生じることで、将来の不確実性も大きくなっています。そのような環境の中で、ビジネスや産業、その他の社会セクターにおいては、自ら課題を発見し自発的に探究を進めていく研究者的な資質を持った人材が求められるようになってきています。同時にアカデミアの研究者も、専門的な知識や能力だけでなく、幅広い視野、企画力やコミュニケーション能力、さらにコーディネート力などが求められるようになってきています。このような資質と能力を持った人材を育成するには、中等教育、高等教育を通じて、自発的な学びや研究活動を支援する環境の提供が必要です。

社会の中での大学の役割が厳しく問われる今日、大学は自らの役割を再定義するだけでなく、その社会との連携が重要になってきています。大学は、産学官民の連携に始まり、高大連携、地域連携の中核としての役割を果たすことも期待されています。一方で最近では、高校と産業界の連携や、小中高の異校種の連携なども始められており、枠組みを越えて人材育成を行う必要性が認識されつつあります。このような状況において、自ら課題を発見し他者と協働しつつ研究能力を発揮して課題解決に当たる人材、社会性とリーダーシップを兼ね備えた研究者的資質を有する人材の育成には、初等中等教育・高等教育関係者、産業界、行政、市民が互いに協力し合い、人材育成のビジョンや実践事例に関する情報を共有し、相互に意見交換し合うネットワークの形成が重要ではないでしょうか。高校や小中学校で探究型人材育成教育に関わる教員の方々や、企業で経営や人材育成に携わる方々と、大学で教育に関わる者との間で忌憚のない意見を交換する場を提供できればと考え、この多角連携フォーラムを企画いたしました。

第3回目にあたる今回は、課題発見と問題解決につながる観察力を育むにはどうしたらよいかという問いを取り上げることにいたしました。課題を発見するには、現実をしっかり捉える「観察力」がなくてはなりません。その観察力をいかに育てていくかについて、みなさまと共に考える機会を持てればありがたいと考えます。21世紀に求められる人材の育成、特に「未来の市民」、「未来の科学者」、「未来の政策立案者」を育成するためにビジョンを共有し、その協働によって持続可能な社会を共同で作り上げていくことに関して、意見交換と交流の機会となりますことを願っております。年度末の多忙を極める時期ではありますが、ふるってご参加くださいますようお願いいたします。

プログラム

13:30 - 13:40	開会の挨拶
	基調講演
13:40 - 14:40	「進む世界のコンピテンス基盤型教育 ―今、どのような資質や能力が求められているのか―」 鈴木 誠（北海道大学 高等教育推進機構・大学院理学院自然史科学専攻）
	話題提供1
14:40 - 15:05	「環境研究を通して養う観察力 ―京都府立洛北高校SSH事業への協力事例から―」 熊澤輝一（総合地球環境学研究所）
	話題提供2
15:05 - 15:30	「デザイン思考による視点と着眼点 ―木も見て森も見る―」 祇園景子（神戸大学連携創造本部）
15:30 - 15:50	休憩
	話題提供3
15:50 - 16:15	「ナチュラリストの卵が考える『観察力』」 勝原光希（神戸大学大学院 博士前期課程）
	話題提供4
16:15 - 16:40	「新しい時代に必要な資質や能力を入試でどう測るか？」 内村 浩（京都工芸繊維大学教育研究基盤機構）
16:40 - 17:20	ディスカッション
17:20 - 17:30	閉会の挨拶
17:40 - 19:50	交流会（瀧川記念学術交流会館 食堂）

第 3 回未来社会を担う人材育成のための多角連携フォーラム ～課題発見と問題解決につながる観察力を育む～

日時 2016年3月13日(日) 13:30～17:00

場所 神戸大学瀧川記念学術交流会館

(蛭名) 皆さん、こんにちは。私は神戸大学サイエンスショップの蛭名と申します。今日は「第3回未来社会を担う人材育成のための多角連携フォーラム」に多数お越しいただき、ありがとうございました。それぞれの大学、高校、小中学校、企業などいろいろなところで、いろいろな人材育成に取り組んでおられると思いますが、それらが連携して共通のことに向かって協力するにはどうしたらいいかを話し合う場として設定しました。それでは、今日は特に「観察力」に焦点を当て、多数の先生方に問題提起していただくことになっています。

開会に当たり、神戸大学学術研究推進本部学術研究戦略企画室(URA)の瀧和男室長にご挨拶をお願いいたします。

開会の挨拶

(瀧) URA という組織は3年ほど前から動いています。どちらかというと、教育よりも研究のマネジメントのセクションなのですが、なぜそのような部署の人が出てきているのか、疑問を持たれる方もいらっしゃるかと思います。われわれは大学のミッションとして、教育と研究と社会貢献を掲げていますが、非常に変化の激しい時代になって、教育と研究は切り離せなくなってきているのではないかと思います。そこで、私がここにいる理由の説明を兼ねて、教育と研究に関する話を簡単にさせていただきます。

私はちょっと変わった経歴を持っていて、国のプロジェクトに10年携わり、大学教授を10年務め、大学発ベンチャーの半導体の社長を10年務めました。半導体というと、記憶に新しいのは、例えば日本で半導体がどんどん駄目になっていって、最後に残っているルネサスエレクトロニクスも非常に厳しい状況になった。ダイナミックメモリーを作っていた会社はアメリカに買収されてしまった。それから、つい先日は、液晶のシャープが台湾の会社の傘下に入ることになってしまった。これは、私がやってきたエレクトロニクスの世界からいうと、ちょっと震え上がるようなことです。

この10年に満たない間にグローバル化がものすごく急速に進んだためだと思いますが、取りも直さずグローバル競争が激化しているのだと思います。それで、文部科学省を筆頭にして「科学技術イノベーションをもっと起こせ」と声高に叫び、大学は「イノベーション人材を生み出せ」と非常に言われているわけです。この流れをくんで、出口志向の研究、役に立つ研究、社会にそのまま喜ばれる研究をする方向性やプロジェクト型の研究などいろいろな話が出てきているのですが、発想の転換を伴わないと、こういうことはなかなかできません。簡単にいうと、大人の教育ほど難しいものではなく、大学でも若い先生方に頼るしかないのではないかともいわれます。このように、研究のマネジメントあるいは研究戦略を考える上でいろいろな議論が出てきています。

特に今日の話の中心である観察力の隣ぐらにある話かもしれないのですが、プロジェクト型でやろうとすると、自分の考えを整理して伝えたり、相手の話を整理しながら聞いたり、することが非常に重要になります。しかし、そういうことはあまり鍛えられてきていない感じがします。今日の話の中にも出てくるアクティブラーニングは、そのあたりを鍛える手段ではないかと思うのですが、グローバル化、イノベーションにおいて求められる素質として、自分の考えを整理して伝えたり、相手の話を整理しながら聞いたり、それを支えるものとして何に目をつけるかという部分を育てるのは非常に有用だと思います。

私は研究のマネジメントをしながら、人を育てることの非常に重要な部分に最近特に気が行くようになっていきます。大学へ来てからでは遅くて、もっと若いうちから発想の転換に誘導できるような人をたくさん育てなければ、イノベーション人材も、科学技術イノベーションも、グローバル化も、なかなか心もとないと思います。その一角を成す観察力に関しては、非常に期待するものが大きいと考えています。

私もこの取り組みに期待する者の一人として、今日は最後まで聞かせていただきたいと思います。ご講演いただく先生方も、フロアから議論に参加していただく皆さんも、どうぞ最後までよろしく願いいたします。活発な楽しい議論にしていだければと思います。

(蛭名) それでは、最初に基調講演として、北海道大学高等教育推進機構および大学院理学院自然史科学専攻の鈴木誠先生にお話しいただきます。鈴木先生、よろしく願いいたします。

基調講演「進む世界のコンピテンス基盤型教育—今、どのような資質や能力が求められているのか—」

鈴木 誠 氏（北海道大学高等教育推進機構・大学院理学院自然史科学専攻）

皆さん、こんにちは。今回のテーマは観察力です。最後は観察力という言葉に落とし込みたいと思うのですが、世界で今広く求められている資質と能力として、コンピテンス基盤型教育が叫ばれていますが、それは一体何なのかということから、最終的にはものを見る観察力に話を収斂させたいと思っています。

1.はじめに

私は北大の中で「カエル屋」と呼ばれています。先ほどアクティブラーニングという言葉が出てきましたが、学生を動かして目標を達成する授業をしています。大学ではもう、「カエルや両生類がおまえの専門だろう」などと言われています。しかし、もともとはバクテリアが専門で、バクテリアの寄生性の研究をしていました。今はもう完全に両生類です。仕事としてファカルティ・ディベロプメント（FD）や、北大では5年後に入試改革があるので、入試改革の事実上の責任者を務めています。詳しいことはまだ申し上げられなくて、2年後にプレスリリースがあると思うのですが、発想を全く変えた新しい入試を考えています。

研究としては、意欲の構造解析をしています。バンデューラ¹の思考力に着目して、意欲のコンサルティングなどを行っています。また、フィンランドの教育が有名になる前から、フィンランドの教育課程や入試問題の分析などをしていて、割と詳しいかもしれません。翻訳本も出しています。あとは、フィンランドとの比較のために、フランスのバカロレアの実験のパフォーマンス評価をしています。高校生に対して実験をして、その評価を分析しています。そして、今日のテーマにも関係するコンピテンス基盤型科学教育の研究を2010年から連続して、科学研究費基盤研究B・Aとして行っています。

昨年11月13日、パリでテロが起きました。実はあの2日後、私はコンピテンスの研究の関係でパリに入る予定だったのです。現地に電話したら、「ちょっと来られる状況ではない」と言われました。まさに世界は混沌たる時代になり、1月に2日間ほど行って来たのですが、平穏な生活は戻っているものの、パリ市民の表情は硬かったです。仲のいい地元古レコード屋の店主と話したのですが、かなり決意めいたことを話

¹ バンデューラ（Albert Bandura、1925年・）カナダ/アメリカの心理学者

していました。もう解がないのです。この問題を掘り下げていくと、フランスの1970年代の経済政策や移民の問題から答えを求めていかなくはなりません。まさに世界は、移民問題も含めて解のない世界に突入しました。これはあらゆる面で皆さんお感じになっていることだと思います。

限られた時間で、内容を三つに絞り込んでお話ししたいと思います。「求められるさまざまな資質と能力」、「コンピテンス基盤型教育とは何か」ということ、最後に、「今、なぜ観察力なのか」です。

2.求められるさまざまな資質・能力

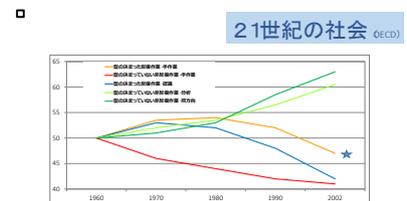
今から、能力に関するスライドを八つほど出します。アットランダムに出しますので、ご覧ください。

これは経済協力開発機構（OECD）が随分前に公表した、これからどんな仕事が必要かを示したグラフです。昔は、答えが決まった仕事が多かった。例えば $1+1=2$ です。ところが、これからは $X+Y=5$ のような解のない世界です。しかも、型の決まっていない非反復型の仕事が増え続けてきます。OECDは21世紀に入ったとき、こう予測していました。つまり、われわれは今まで解がある世界で生きてきたが、これからは解がないので、自分で見つけなくてはなりません。

それを受けて、教育学者の本田由紀²さんは『多元化する「能力」と日本社会』で能力についてまとめました。今までの能力は基礎学力、標準性、知識力などで、こういうものは入試でも測っていたでしょうし、みんな平等、同質のものです。しかし、これから必要な近代型能力とは、俗にいう生きる力（問題解決能力）、多様性や新奇性、モチベーションです。また、ネットワーク能力も特に重要だと説いています。これは非常にインパクトがあって、日本中でいろいろ取り上げられたと思います。

「社会人基礎力」という言葉をよく耳にします。経済産業省の資料から引っ張ってきたのですが、「前に踏み出す力」「考え抜く力」「チームで働く力」の三つの能力が必要です。それぞれいろいろな方がいろいろな言葉を使うので、当然その次元にはずれがあります。

経産省は、いわゆる「学士力」も必要だと言いました。平成27年4月の添付資料に「学士力」という言葉が登場するのですが、大学でこういう力を身に付けて、社会に送り出さないと科学技術・学術審議会人



- 多元化する「能力」と日本社会
本田由紀 [005]
- | | |
|---|---|
| <p>近代型能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 基礎学力 標準性 知識量 知的操作速度 共通尺度での比較可能な資質 順応性 協調性 同質性 | <p>ポスト近代型能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 生きる力 問題解決能力 多様性 新奇性 意欲 創造性 個別性 個性 能動性 ネットワーク能力 交渉力 |
|---|---|



- 学士力：
科学技術 学術審議会人材委員会 第40回 配付資料 平成20年4月
- 知識・理解 文化、社会、自然 等)
 - 汎用的技能 ロミュニケーションスキル、数式的スキル、問題解決能力等)
 - 態度 志向性 自己管理能力、チームワーク、倫理観、社会的責任等)
 - 総合的な学習経験と創造的思考力

² 本田 由紀 (ほんだ ゆき、1964年-) 日本の教育学者、現東京大学教授

材委員会で初めて明らかにしました。そこにも「問題解決能力」という言葉が出てきます。

アメリカも今、教育改革が急務です。2013年に次世代科学基準(NGSS)を作り、教育・研究を進めようという動きがあります。NGSSが生まれる前に開かれたセミナーの報告書でも、いろいろな能力やスキルが必要であるとされ、そこでも問題解決能力(Nonroutine problem solving)が必要だといわれています。

経済同友会の昨年の報告書を見ると、やはりここにもいろいろ書かれているのですが、「変化が激しい社会で課題を見出し、チームで協力して解決する力(課題設定力・解決力)」、恐らく問題解決能力を指しているのでしょう。あるいはコミュニケーション能力が必要とされています。こうして、いろいろな方がいろいろな角度や次元から、いろいろな指摘をするのですが、共通して問題解決能力が一つのキーワードになっていることがお分かりだと思います。

昨年5月に公表された第5期科学技術基本計画の中間取りまとめの資料によると、「科学技術イノベーション人材の育成・流動化」に向けて、「主体的に行動する力」「既存の枠組みに捉われない自由で柔軟な発想による企画力」「組織力」などが必要と書かれています。「起業家マインド」が出てきているのも面白いですね。起業家マインドには、外に起こす部分と内的なインナーワールドの部分がありますが、そういう教育をなささいということです。まさにこのあたりは問題解決であり、初等中等教育からやりなさいと言っています。

ここに書いてあるように、デジタルデータを使った問題解決型の数理・情報教育とはまさにアクティブラーニングであり、これが第5期科学技術基本計画に盛り込まれようとしています。というわけで、「問題解決能力」は、これから非常に重要なキーワードだといえます。

別の角度で見えます。これは、フィンランドの中学校の教育課程です。一番上は母国語です。フィンランドは9年間一貫教育ですから、1年生から9年生までいます。フィンランド語を母国語とすると、もちろんサーミ語を取ってもいいのですが、第2言語はスウェーデン語になります。そうすると、この中学校の場合、母国語の他にA-languageで英語、B-languageでスウェーデン語を学びます。要するに、中学3年の段階で彼らは3カ国語を話しているわけです。向こうの語学は話すことが中心ですから、要するに話すことが彼らにとって生き抜くツールなのです。一番下を見ると、選択の言語があります。つまり、この中学校では卒業時に4カ国語話せています。つまり、先ほど指摘した能力以外にも、言語がこれからの能力としての一つのキーワードになってくるところを申し上げたいのです。

- Exploring the Intersection of Science Education and 21st Century Skills (2011)
 - 1) Adaptability
 - 2) Complex communication/social skill
 - 3) Nonroutine problem solving
 - 4) Self-management/self-development
 - 5) Systems thinking

- 企業が求める人材像と必要な資質能力 (経済同友会 2015)
 - ・ 変化が激しい社会で、課題を見出し、チームで協力して解決する力 (課題設定力・解決力)
 - ・ 困難から逃げずそれに向き合い、乗り越える力 (耐力・毅力)
 - ・ 多様性を尊重し、異文化を受け入れながら組織を高める能力
 - ・ 価値観の異なる相手とも双方向で真摯に学び合う対話力 (コミュニケーション能力)

- 第5期科学技術基本計画に向けた中間取りまとめ 総合科学技術イノベーション会議基本計画専門調査会 (2015-5-28)
 - ④ 基礎的力の育成・強化
 - ① 科学技術イノベーション人材の育成・流動化
 - ・ 主体的に行動する力
 - ・ 既存の枠組みにとられない自由で柔軟な発想による企画力
 - ・ 高度・専門的な知識に基づいた読解力
 - ・ 多様なトピック間の連携を可能にする交渉力・組織力
 - ・ 起業家マインド
 - ② 初等中等教育段階から柔軟な思考や斬新な発想の重要性を認識した知識が重要
 - ③ デジタル化・データ駆動型社会の進展に伴う教育・学習環境の変化
 - ④ 科学的態度を身につけ、自ら課題を見出し学習する力 (自ら興味を引出す体験型プログラムの導入)
 - ⑤ 自ら課題を見出し学習する力 (科学的なアプローチの第一歩とも見える体験型)を導入
 - ⑥ 基礎的力の育成
 - ⑦ アニル・プレイヤー教育への取組



現在は知識基盤社会といわれますが、国家財政は破綻寸前、高度情報化社会です。これが今のわれわれ日本の姿でしょう。私がない頭で考えると、10年後はきっとナショナリズムがすごくなっているけれども、食糧危機は間違いないし、国際紛争もすごいだろう。また、日本はiPS細胞を持っていますし、医療革命は進むかな。でも、間違いなく社会は複雑化し、解のない世界に突入するだろう。

では、そういうときにどういう人材を育成しなければいけないかを考える必要があります。どうやら、求められるのは問題解決能力です。でも、もう一つ **Plurilingualism**（多言語活用能力）もこれからの能力として日本は絶対持っておかなければなりません。

3. コンピテンス基盤型教育

私はもともと民間企業で細菌学を研究したこともあり、現在はキリンビールに吸収されている協和発酵という会社にいました。人事に籍を置いていた時期があるのですが、そのとき人事課長はよく「一朝一夕にはいかぬ人材育成」と言っていました。「採ってしまった人を育てるのは非常に難しい。だから、採る前の段階で見極めなければならないんだ」と盛んに言っていました。これは初等中等教育も多分同じだろうと思います。非常に長い時間をかけなければ、なかなか人の能力を育むことはできません。

ところが、日本の場合、生活科や総合的学習、情報科などがある一方、昔は理科なら物理・化学・生物・地学の4科目必修の時代がありました。サイエンティフィック・リテラシーと言われ、3.11の大災害が起きたのに、今は地学が必修になっていません。時間がやはり限られているのです。伸ばすべき能力を明確にした合理性・効率性が必要だということがこのあたりから読み取れます。

誰のための基盤型なのか、一部のいわゆるエクセレンスのためなのか、それとも全体なのか。そもそもその教科がなぜ必要なのか。最近、DeSeCo (Definition and Selection of Competencies) のコンピテンスが示した三つのカテゴリーの能力は、本当に日本の理科教育で求められる能力と資質なのかという議論があります。そもそも教育とは文化ですから、文化的背景のないものはあり得ないわけです。このあたりから現在、コンピテンス基盤教育をどう組み込んでいくかということが研究対象になっているわけです。

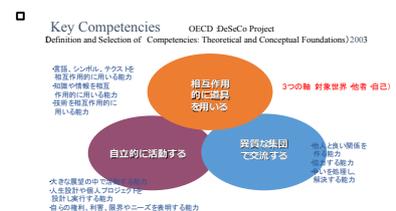
言葉の整理をしておきたいと思います。「コンピテンス (Competence)」と「コンピテンシー (Competency)」の違いです。私の立ち位置を最初に説明しておきたいと思うのですが、「コンピテンシーはコンピテン

スの集合概念」です。これは立田慶裕³氏の本に書いてあるのですが、この視点で行きます。つまり、コンピテンスの集合概念がコンピテンシーです。もともとコンピテンスとは、スパーム・コンペティション (Sperm Competition) という「競争」です。生物分野にそういう言葉があるのですが、「競争」に対する派生語で、もともと人材マネジメントで使われた言葉です。競争に打ち勝つ能力です。それが教育にも入ってきて、現在「コンピテンシー」と盛んに使われるようになりました。一応、「Domain of Competence」が上位概念です。複数形がコンピテンシーで、一つ一つの能力や質がコンピテンスです。「知識、技能、態度を包含する包括的かつ永続的な概念、実践力」が今の定義になっています。

コンピテンスとは何か。あまりこの話をすると、釈迦に説法になってしまうのですが、われわれが学生の頃は、いわゆる動機付けの概念で紹介されていました。1965年ごろ、動機付けの一つとして「有能感」という言葉で世界に紹介されました。でも、その前に Chomsky⁴が 1963年ごろに「能力」の定義をして、現在「コンピテンス」は「能力」と訳され、広く市民権を得ています。これは、企業の人材育成や人事考課などの場で能力指標として使われました。あるいは株取引にもこの言葉が使われた時期があります。それが徐々に教育の方に寄り始めたのです。一つは、医学教育で「コンピテンス」という言葉が使われてきました。もう一つは、有名な DeSeCo のプロジェクトでコンピテンスが教育に入ってきました。

これは DeSeCo のキー・コンピテンシーの有名な図です。これから 21 世紀を生きていく上で、子どもたちにどのような力が必要なのか。世界史の研究者が集められて、2 年近い議論を踏まえた上で、三つのカテゴリーをつくりました。一つは、相互作用的に道具を用いる力がこれから必要である。PISA という国際学力調査はこの力を測ります。でも、ヨーロッパには移民の問題があり、コミュニケーション能力や異質な集団と交流する力も必要です。しかし、それも結局はモチベーションです。この DeSeCo プロジェクトの優れている点は、能力を三つの軸できれいに整理した点です。といっても、OECD なので、経済がベースになっていることは押さえておかなければなりません。

これが教育に持ち込まれました。歴史をひもといていくと、最初は全米の教員養成改革です。これがどんどん広がって、産業界に飛び火しま



³ 立田 慶裕 (たつた よしひろ、1953 年-) 日本の教育学者、現神戸学院大学教授

⁴ エイヴラム・ノーム・チョムスキー (Avram Noam Chomsky、1928-) アメリカの言語学者、哲学者

した。イギリスでは、国レベルの基準として全国共通職業資格（NVQ:National Vocational Qualification）が策定され、職業教育の中でコンピテンス基盤型教育が定着していきます。現在の EU 諸国では、イギリスから飛び火してくるのですが、そのコンピテンスの基本的な理念をしっかりと受け継いで、問題発見・解決および認知能力の開発、個人からチームワーク・グループワークへの変換、持続的学習や能動的学習などの能力要素の重視が進み、コンピテンス基盤型教育がどんどんと入っていくことになります。

1990年代からは、アメリカ医学教育のカリキュラム改革にも入って行きました。昔は内科、外科、細菌学といった、われわれがよく知る個別学問体系でした。これはもともと、1500年代ヨーロッパのパドヴァ大学⁵を中心とした主題中心型のカリキュラムがベースにあるのでしょうか。その反省に基づいて、1990年以前は統合型のコア・カリキュラムが動いていました。

ところが、医師にはすることがたくさんあるし、倫理観においても、コミュニケーションスキルにおいても、たくさんの能力が必要です。こんなことをしては、それらが育まれません。もっと整理していこうということで、1990年代後半ごろからコンピテンス基盤型教育がスタートします。現在はさらに進化して、例えば千葉大などでは、アウトカムベースの教育も進められています。

ブラウン大学⁶医学部の有名な九つのコンピテンスがあります。ブラウン大学では1990年代、臨床医学と基礎医学の研究者がものすごく議論して、九つのコンピテンスをまとめました。要するに、態度や認知面、スキルを包含した概念です。ブラウン大学では、これからの医者は効果的なコミュニケーション能力を持った学生が必要なので育みましょうというものです。その中にもやはり問題解決能力という言葉が出てきます。

□ ブラウン大学医学部の9つのコンピテンス

- 1 効果的なコミュニケーション能力
- 2 基礎的臨床技術
- 3 医学の実践における基礎科学の応用
- 4 診断、マネジメント、予防
- 5 生涯教育
- 6 自己の自覚、自己のケア、人としての成長
- 7 社会、地域におけるヘルスケア
- 8 モラルによる理由づけと臨床倫理
- 9 問題解決能力

慶應義塾大学医学部では2年前に、「卒業コンピテンスの領域」を定めました。これでコンピテンス基盤型教育が整備されたとおっしゃっていました。プロフェッショナルリズム、医学知識などの必要な力の中に、「科学的探究」という言葉が書いてあります。

それをちょっとのぞいてみると、さまざまな問題解決のキーワードが出てくるのです。慶大医学部生は卒業時に、科学的思考に基づいた批

⁵ パドヴァ大学 イタリアの大学

⁶ ブラウン大学 米国の私立大学

判・討論ができる、研究の立案ができる、必要な科学情報を得られる、未解決の医学的な問題を理解し仮説を立てて解決する具体的な方法を立案・実践できる。こういう育むべき資質を明記して、コンテンツとして整理しています。この中に外科や解剖学や組織学などのさまざまな内容のものが入ってくるのです。こういう教育が現在走っていて、合理的に能力を育もうとしています。

フィンランドでは、今年秋から新しいナショナル・コア・カリキュラムが始まります。2014年に発表され、約2年の準備期間があって、今年からスタートです。この1冊で全教科の内容が書き込まれていて、2004年から去年まで走ったカリキュラムと比べて150ページほど増えているのですが、それでも日本と比べるとはるかにコンパクトです。

コンピテンス基盤型が極めて進化した形で記載されています。七つのコンピテンスが明らかになっています。この七つのコンピテンスを9年間プラス高校でも育みなさいということが示されています。

1～2年生、3～6年生、7～9年生（日本でいう中学生）の三つのフェーズにまたがっていて、教科ごとにこういう基本的な力を育むということが書かれています。読むと非常に面白くて、数学なら数学で、全部書き換えられています。

例えば中学校の生物では、私の訳が怪しいのですが、「思考力と学び方を学ぶ力」を育みます。「生徒が学習の中でアクティブな役割を果たし、自ら目標を立て、自分の作業をメタ認知できるように促すことや、集中力を保つために、テクノロジーなどのツールを使えるように指導する」とナショナル・コア・カリキュラムに書かれています。自ら目標を立ててやるのは、まさに問題解決の一つのフェーズです。

こういうマトリックスが実はあって、そこに対応するコンピテンスと学習内容群と指導の仕方が記載されています。全教科について、これが書かれています。

これは2年生の絵です。「環境と自然の学習」なので、日本でいえば小学校の理科です。理科と芸術が融合した授業の子どもたちの作品です。子実体（キノコ）がここまで描けたらもう立派です。でも、普通はないハートも描かれています。やはり芸術とのフュージョンで描かれているのです。QRコードが貼ってあって、スマートフォンを近づけると、子どもたちが作ったストーリーが出てきます。子どもたちは自分で図書館に行ってお本を調べ、調べたことをこの中に書いています。あるいはキノコがあった森を自分で撮った動画が出てきたり、過去のいろいろな作品がそのまま取められたりして、ここは自由なのです。

7つのコンピテンス
OPETUSHALLITUS UTBILDINGSSTYRELSEN 2014)
Domain of Competence

1. 思考力と学び方を学ぶ力 (1)
2. 文化の理解と相互作用と表現能力 (2)
3. 自己のケアと周囲のケア、そして日常生活を安全に生きることへのスキル (3)
4. 多様な読解力 (4)
5. ICTに関するスキルと能力 (5)
6. 個の自立のための職業スキルの獲得と起業家精神の育成 (6)
7. 持続可能な未来を構成するために自ら参加し影響を与える力 (7)

鈴木 誠 コンピテンスに基づく「新しい教育課程の創造」理科の教育2016年2月号

目 録	中学校 生物(1)	目標にかかわる 学習内容群	対応するコンピ テンス
生物学的知識と理解			
T1	動物界の基礎的クワタリティを概観し、異なる動物系を比較し、植物や動物の種を区別できるように理解を深める。	11-14, 16	1.4, 1.5
T2	植物体の構造と生命機能を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	11-15	1.4, 1.5
T3	植物界の多様な多様な生命形態を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	11-14, 16	1.4, 1.7
T4	進化論の基礎と生命の多様性を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	11, 14, 15	1.1
T5	11の発展とシステムの理解を深めるように理解を深める。	15	1.3, 1.7
T6	動物界の多様な生命形態を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	14, 17	
生物学的スキル			
T7	基本的な生物と動物界について概観が深まるように指導する。	11-15	1.1
T8	動物界の多様な生命形態を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	11-15	1.1, 1.5
T9	動物界の多様な生命形態を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	11-14, 16	1.5, 1.6, 1.7
T10	動物界の多様な生命形態を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	11-15	1.1, 1.5
T11	動物界の多様な生命形態を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	16	1.2, 1.3, 1.7
生物への態度と価値に関する目標			
T12	自然と生物界に対する関心や、自然入浴の関心と自然への愛護を深めることができるように指導する。	11-15	1.7
T13	動物界の多様な生命形態を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	16	1.7
T14	動物界の多様な生命形態を概観し、動物の構造と機能を比較し、異なる動物系を区別できるように理解を深める。	16	1.5, 1.7



つまり、先ほどの七つのコンピテンスのうち、「1.思考力と学び方を学ぶ力」「4.多様な読解力」「5.ICTに関するスキルと能力」ともう一つ、「6.起業家精神」です。これはまさに問題解決がベースです。こういうものを小さい頃から育むための仕掛けがこの中に込められているのけです。

これはフィンランドの大学入学資格試験の問題です。今日この後、内村先生から日本の例が出てくるのですが、フィンランドの大学入学資格試験は1科目6時間で、問題は全部で4問です。ジョーカー・クエションが二つあって6問あるのですが、基本的に4問を6時間で答えます。1日1科目しかなく、全て論述式です。

「胃のバイパス手術は深刻な肥満の治療法として普及してきており、減量を持続させることが可能である。図は胃の入り口で胃を切り離し、小腸に直接つなげる方法を示している。これは消化管の働きにどのような影響を及ぼすか」。これを高校生が答えなくてははいけません。

昔は開腹手術ですが、今は内視鏡で胃の部屋を小さくして、下から十二指腸を引っ張ってきます。こういう手術をすると、人体にどういう負荷が掛かるのかということを経験者は答えるわけですが、恐らく頭の中でオペの様子がイメージできないと、この問題に答えることは極めて難しいです。

手術によって胃の形態も変わりますし、いろいろな健康維持のリスクだけでなく、食べた物がダイレクトに落ちてくるわけですが、すると、ダンピング症候群といって、嘔吐や食に対する恐怖心といったメンタル面でのマイナスが起きます。手術すれば当然、リンパ液の循環不全などいろいろなことが起きてきます。そういう体のさまざまなことを理解できないと、この問題を答えることはできないのです。

例えば、消化器系の形態変化力が理解できていないと、論述は答えられません。それから、通過障害です。先ほどダンピング症候群と言いましたが、前期と後期の両方があるそうで、ペプシンなど消化液の分泌量が低下したり、浸透圧の高いものが落ちると非常に気持ち悪くなったりします。インスリンの過剰分泌が低血糖になる可能性もあります。

オペによるいろいろな障害、食事制限によるストレス、それから消化器系の配置が変わるので、バリウムなどの検査には対応できず、内視鏡検査もなかなか難しくなります。また、手術自体にも危険性があります。

結局、高校生は解を求めるために、さまざまな基本的なことを勉強しなければ答えにたどり着かないのです。でも、先ほどのような問題のトレーニングは高校では行いません。彼らは学んだ素材を総動員して解を

8 Roux en Y Gastric Bypassを元にした、消化器系の機能に関する論述

8. Mahdollisuus vähentää painoa on yhä useampi raskaana olevien hoitovaihtoehto. Katsotaan, miten vatsan sisäänkirjitys vaikuttaa ruoan ja juoman kulutukseen ja ruoansulaukseen. Mitkä ovat vaikutukset ruoansulaukseen?



8. 胃のバイパス手術は、深刻な肥満の治療法として普及してきており、減量を持続させることが可能である。図は胃の入り口で胃を切り離し、小腸に直接繋げる方法を示している。これは消化管の働きにどのような影響を及ぼすか？

求めます。まさに入試という場で問題解決が進められています。この国がいかに関題解決能力を意識した教育をしているかが分かると思います。

教科書を見ても、一個一個の素材に関する学習をしています。中学校の教科書にしても日本ではまず考えられないような非常に詳細な内容ですし、高校の教科書では、十二指腸周辺の消化酵素の分泌などが書かれています。小学1年生の教科書では、きちんと人体の基礎から学びます。これを総動員して彼らは一つの解を求めます。



大学入学資格試験を分析すると、毎年必ず問題解決に近い、探究に近い設問が出てくるのです。特に面白いのは実験計画で、ちょこちょこ出題されます。実際、フィンランドの教育現場でも、高校生に実験計画を立てさせて、教師がOKしないと次に進めないような授業が行われています。入試問題という一つの切り口から見ても、この国が意図的に問題解決能力を育もうとしていることが見えてきます。

これは、小学2~3年で教える Luonnonkirja (自然教育) の教科書です。葉身のページです。大学の形態学の授業でも使えそうなものが出てきます。植物の多様性を学ぶのですが、しっかり正確にものを捉える力を育もうとしています。



1年生の教科書を見ると、丸、三角、四角という図形の基本形があって、それに自然を当てはめて見えています。しっかりものを見るのが意図的に教育の中に組み込まれています。

4. 今、なぜ研究なのか

これは琳派の酒井抱一⁷の作品です。私が大好きな絵師の一人で、去年京都で琳派展があったときに私も行っていろいろ見てきました。琳派もそうですし、伊藤若冲⁸もそうですが、彼らが若い頃に描いた静物画はものすごく精緻です。非常に正確にものを描き、やがて独自の世界に昇華していくわけです。「茄子に蝨(きりぎりす)」という傑作は、キリギリスをよくここまで精緻に描いたなど驚嘆します。もちろんデフォルメするシーンもあるのですが、いかに生物をしっかり捉えているかということです。ものを生み出す力は問題解決能力と極めてリンクすることなのですが、そのベースになるのがこのあたりから読み取れるわけです。



⁷ 酒井 抱一 (さかい ほういつ、1761年-1829年) 江戸時代後期の江戸琳派の絵師

⁸ 伊藤 若冲 (いとう じゃくちゅう、1716年-1800年) 江戸時代中期の絵師

私はピカソ*9が13歳のときの傑作「初聖体拝領」の実物を、震災の前日にバルセロナのピカソ美術館で見ました。ものすごく精緻に描き込んだところと、デフォルメしているところがはっきりしています。これは姉ローラの洗礼の場面を絵にしたそうです。でも、彼は10年後、キュビズムの出発点ともなった「アビニヨンの娘たち」を描いています。



私は「アビニヨンの娘たち」について東京藝大の油絵の教授にインタビューしたとき、キュビズムですから2次元に3次元のものを押し込めた絵なので、「随分狂っています」と言ったら、彼はそうは言いませんでした。「ベースは見事なデッサンである」と言うのです。「いや、これは狂っているじゃないですか」と私が言うと、「そうじゃないんだ」と言うのです。ピカソが10歳のときに描いた精緻なデッサンが残っています。つまり、ものを生み出すベースに何があるかが、このあたりから見えてきます。ものを見る力です。

私が好きなバイオリニストのヒラリー・ハーン*10は、抜群のテクニックで独自のメロディーをたたき出します。私が好きなベーシストのリチャード・ボナ*11のサウンドを聴くと、いかに正確に音取りができているかが分かります。この二人には共通点はありませんが、こういう音の世界の人たちにもベースにものを正確に捉える力があります。ものを生み出す力のベースはやはり、ものを見る力になってくることになるわけです。

創造性を構成するものについて、Guilford*12や Torrance*13などいろいろな方が論じています。次元の違う言葉をまとめてみたのですが、ものを生み出すには恐らくこういう力が必要なのでしょう。認知関係でも、情報収集・処理、ロジックの組み立て、メタ認知は問題解決能力の一端です。恐らく問題解決能力とは、創造性を構成する概念の一部に組み込まれているのでしょう。ここにはこだわりも当然必要です。先ほどの酒井抱一にせよ、ピカソにせよ、こだわりがなければものが生み出されません。こういう力も当然必要ですし、正確に見る力も必要になります。

情報収集・処理したり、対象物を捉えたりするには、今日のお題である観察する力が必要です。

9 パブロ・ピカソ (Pablo Picasso, 1881年-1973) スペイン/フランスの画家、彫刻家

10 ヒラリー・ハーン (Hilary Hahn, 1979年-) アメリカのヴァイオリニスト

11 リチャード・ボナ (Richard Bona, 1967年-) カメルーン出身のジャズ・フュージョンベーシスト

12 ジョイ・ギルフォード (Joy Paul Guilford, 1897年-) 1983年アメリカの心理学者

13 トーランス, E.P. (E Paul Torrance, 1915-2003) アメリカの心理学者

しかし、観察といっても外なのか、内なのかをしっかりと見極める必要があると私は考えます。

外に対する観察ならば、一つは正確にものを捉える力、実験や観察を通して物事を正確に捉える力、分析する力が必要です。さまざまな視点から多面的、多角的に捉える力も必要です。こだわる力も必要です。羅列的に書きましたが、こういったいろいろな力の総体が恐らく観察につながってくると思います。

でも、内への観察力も必要です。この両方がなければ、恐らく観察は成立しないだろうと考えます。それは芸術家が有利です。実は私の長女は売れない日本画家なのですが、彼女は絵を描くとすぐ破ります。われわれの立場からすると、「やめろ。もったいないだろう。きっと30年ぐらいすると高く売れるかもしれない」とくだらない考えが浮かぶのですが、破ってしまいます。それは、自分をメタ認知しているのです。こだわりもあるわけです。

メタ認知できる力は非常に重要です。自分が見たものや課題解決の過程を振り返る力です。これも観察力を高める上で、われわれは育んでいかなければなりません。メタ認知にはいろいろなフェーズがあって、課題の把握、状況の把握、目標の設定、解決のプランニング、解決の情報処理などと先行の知見で言われているのですが、これからはメタ認知が外への観察力として必要です。実は、メタ認知は自己効力を構成する主要概念でもあって、そういうメタ認知力が高い人は、モチベーションが高いといわれています。

ものを生み出す(問題解決する)には、外と内への観察力が必要です。これが今日の私の結論なのですが、今は確かに解のない世界に突入しています。そこで与えられているのが問題解決能力、あるいは起業家精神です。自分で解を見つけていかなくってはなりません。間違いなく、今の子どもたちはその世界に飛び込んでいるわけです。それは一朝一夕にはいきません。恐らく幼児期から大学までの教育が繋がらないと、人材育成などできないのです。そういうときのキーワードは問題解決能力であり、その基礎的なものとして観察力が重要です。

観察力にはさまざまな力が必要であり、例えば幼稚園のときにキノコや葉の絵をしっかりとスケッチさせたり、そういう積み重ねが観察力にやがてつながっていくだろうと私は考えます。事実、フィンランドの幼児教育はこれをすごくやっています。森に行くと、葉っぱ一つをとにかく正確に描きなさいという教育をやっていて、非常に興味深い知見を得ることができます。

以上、ばらばらと話をしました。これで終わりにしたいと思います。
ありがとうございました（拍手）。

（蛭名） 今のご講演に関して、質問および議論の時間にしたいと思います
ますが、何かご質問などはありますでしょうか。

求められる資質としてコンピテンス、コンピテンシーというお話が
あって、その問題解決が重要である。問題解決に至るまでに観察力が必
要だけれど、観察力の中にもいろいろな要素があって、正確性など幾つ
かのことを指摘されたと思うのですが、いかがでしょうか。

（伊藤） 神戸大の伊藤です。メタ認知が自己効力を構成する上で重要
だという話が最後の方であったのですが、芸術家が自分の作品を破壊す
るときには、メタ認知の結果、多分満足できないというか、それで命を
絶つ人もいると思うのですが、その辺のメタ認知と自己効力のつながり
について、もう少しお話を伺えるとありがたいのですが。

（鈴木） 良い例かどうか分かりませんが、野球選手のイチローは絶え
ず、自分のことをただ見ているようなコメントをします。「今日の僕は
そこにもいない」というようなことをただ平然と話しています。トップ
アスリートはそうして自分を振り返るシーンがとても多いのです。ウサ
イン・ボルトが世界記録を出したときのコメントは、極めて自分をメタ
認知していて、インタビューに対して自分のまずいところもきちんと
語っています。

この自己効力の構成概念の一つにメタ認知があることは先行研究で
明らかになっていて、自分を振り返ることができるということは、自分
なりに何らかの動機があるわけです。ですから、お答えになるかどうか
分かりませんが、僕にもできる、私にもできるという気持ちを持つのは、
自分の学習過程や学習状況が分かっているからでしょうし、学習課題を
分かっているからでしょうし、イチローは特にこれにたけているのです
が、目標設定やプランニングもできています。これによってモチベー
ションが非常に高くなるのです。

（伊藤） レベルの低い尋ね方になるかもしれませんが、先ほどのス
ポーツ選手の例では、高いパフォーマンスや成果を出す人たちはメタ認
知の力を持っているというふうに聞こえたのですが、例えばメタ認知を

非常に徹底した結果、自分の無力さを思い知るようなケースや、メタ認知の能力は低いけれどもなぜか根拠のない自信を持っているケースもあるような気がします。その辺はいかがでしょうか。

(鈴木) それはもう少しメタ認知を細かく分析しないと分かりません。ちょっと話がずれるかもしれませんが、逆の見方をしてみましょう。例えば子どもが、今の自分に何ができて、何を分かっているのかという自らの学習課題を把握できるかどうかは、学びの動機に大きく影響しますよね。モチベーションが低ければ自分の学習意欲も分からないでしょうし、自分の学習意欲が分かっているならば当然何らかのモチベーションがあるわけです。

メタ認知と自己効力にはそういう関係があるのです。例えば理科の授業で今日の目標をきちんと示して、子どもたちにそれを納得させ、自分なりの目標設定ができれば、当然そこに何らかのモチベーションが働きます。それに対して、非常に高次の概念ですが、どういう手法で課題を解決できるかを探ったり、課題解決のための情報収集ができれば、モチベーションは高くなります。これができなければ当然低いわけです。

自己効力が高くて、ネガティブになってしまうのは、状況をよく見て分析的に捉えないと分からないのですが、恐らくもっと別のファクターがあるような気がします。例えば自分の作品を見て、失望して自殺してしまったりする場合はちょっと違うような気がします。後でまた整理してお答えします。

(伊藤) もう一つ簡単な質問なのですが、千葉大でアウトカムベースの医学教育の動きがあるという話は、その後の話の慶應大のように、獲得すべきものから出発して、こういう要素の教育が必要だということと同じ内容だと理解すればよろしいでしょうか。

(鈴木) そのとおりです。

(蛭名) 先ほどの観察のところでは、外の観察と内の観察が出てきたのですが、そのあたりのことで質問はありますか。

(瀧) 神戸大の瀧です。非常に面白く聞かせていただきました。内の観察の中に、分析的、包括的ということが特に出てこなかったのですが、そのあたりについては何かございますか。内の観察のどういうところをしっかりとやらせたらいいのか。

(鈴木) とても難しい質問ですが、授業では自分が現在取り組んでいる課題研究なり、その課題状況をきちんと把握させることが必要です。ただ振り返るだけでなく、「今日は、どこまでできているの」「何が分かって、どういうところに問題があるの」という一つ一つのポイントを押さえることが大事です。それから、プランを立てさせてチェックしながら、「あなたはどこまで進んでいるの」とその状況をきちんとフィードバックしてやりとりする。それに対して小さな目標を立てたり、すぐ成功体験ができるような目標を組み込んでいく。それを総括して、一つの問題解決として、プランもできますし、情報収集もできるのです。メタ認知は、五つのフェーズに分かれています。それを細かく分けて、今取り組んでいる課題に対してサジェスションを与えることによって行われ、内への観察力が恐らく育まれます。メタ認知にはまだ他にも要素があるかもしれませんが、先行研究はこの五つのフェーズの考え方が定番にはなっています。

(瀧) 私がこのことを聞いた理由を少しだけ補足すると、大学の若い先生を相手に、例えば申請書の添削指導をしているときに、「ところで、あなたの考えはそもそもどういうことなの」と聞きたくなることがしばしばあって、自分が考えたこと自体の分析がよくできていないケースがあったので、質問させていただいたのです。

(鈴木) 分かりました。難しいですね。メタ認知ができているのに、「でも、違うよね」という話が先ほど少しあったと思いますが、それは恐らくメタ認知の焦点が定まっていないからではないかという気がします。メタ認知とは、自分の課題や状況、プランをしっかりと振り返ってみる力ですので、本当にそれができているかどうかをきちんと捉えなければなりません。あるいは普段のパフォーマンスを見たり、レポートを見たりして、そういうことを総合的に判断して、自己効力が現在どういう状況かを見ていかないと、なかなか正確に子どもを捉えることは難しいです。だから、「でも、違うよね」というずれになってしまうのだろうと私は思っています。

(Q1) A社のHと申します。私たちはいろいろなテストの結果を生徒に返しているのですが、例えば数学のテストの場合、数学を勉強しなければならないと思うだけでは、数学の点数は上がりません。自分が問題を解けなかったときに何ができなかったのかを理解できないといけないし、批判的思考力や創造的思考力を自分で付けていかなければならないと思ったときに、子どもたち自身が批判的思考力とは何かを分かっているといないと、そのための活動はできないと思うのです。先生が言えばそのままできるというものでもないのです、どういうふうに生徒にフィードバックしていけば汎用的な力を付けられるのか、お聞かせいただきたいと思えます。

(鈴木) とても難しい問題ですが、評価とは何かということになると思えます。評価というのは、合わせ技でないとは分からないわけです。例えば測定尺度で見たり、パフォーマンスで見たり、あるいは面接で見たり、合わせ技でこういう傾向があるという見方をしないといけないわけです。それを子どもたちに返していく地道な積み重ねが、そういうものを育むことになっていくと思うのです。

例えばある問題ができなかったら、どこにつまずいているのかを具体的に指示して、そのときに割とハードルの低い問題を与えて越えさせ、成功体験をつくる。そういういろいろなパターンの積み重ねをやっていかないと、なかなか目標とする力を育むことは難しいです。

そこには教師と子どもとのパイプの問題もありますし、子どもに一朝一夕で「これが解ですよ」とは言いにくいのですが、われわれがとかく陥りがちなのは、接点での評価を評価と思って、それを評点にしてしまうことです。でも、評価というのはもっとダイナミックであり、エバリュエーション、価値付けることです。だから、動的な意味がとてもあって、とにかく子どもからあらゆる手段で情報を集めます。試験やペーパーテストはとても意味がありますが、面接も意味があるし、パフォーマンステストも意味があります。それらを総合的にかき集めて、「この子はこういう傾向である」「こことここが落ちているから、君どうなの」というトータルな描きをしないと、なかなか子どもは動きません。同時に、ネガティブなフィードバックは悪です。ポジティブなフィードバックをたくさんしてあげることがそういう改善につながると思えます。

(蛭名) 今の件に関して、例えば高校などで課題研究などを指導していて、こういう問題に行き当たることもあると思うのですが、そういうことで何かコメントやご経験のある方はいらっしゃいますか。

(Q2) 私は高等学校教育に携わっていて、非常に気になることがあります。メタ認知等々の問題や、観察力を得ながら課題研究をするのは分かるのですが、先生がおっしゃった中に、なぜその教科があるのだろうかという話がありました。高校にはいろいろな教科があります。先生の話の中でフィンランドの中学校の教科に関する話がありましたが、フィンランドでは教えることは教えるけれども、どういうポイントで教えるかというコンピテンスをきちんと計画的に捉えた教科が設定されているのではないかと思いました。

そこでちょっとお聞きしたいのですが、日本の今の教育では、カリキュラムが何のためにできているのかということはほとんど考えられていないですね。脳科学的にもう少し考え合わせながら、カリキュラムをもう一度考え直さなくてはいけないのか、そのカリキュラムの設定が問題なのか、それともカリキュラムの中の評価、どういう能力を教えるためにこのカリキュラムが出来上がっているのかということを考えるべきなのか、その辺をお聞きしたい。

(鈴木) コンピテンス基盤型のもう一つの利点は評価なのです。コンピテンスを明らかにするだけでなく、コンピテンスに基づいてコンテンツをそろえるだけでなく、それをどう評価するかという裏が実は仕組みられています。医学教育は到達点をはっきりして、理念をはっきりしている、割とそれができやすい。では、われわれがやっている通常の教科教育はどうするのかというと、ベースには理念が必要です。理念を基にして、目標ができて、その下に戦略ができる形になりますよね。そこをしっかりと押さえた上で、カリキュラムを作り、学習コンテンツをそろえないと、なかなか望むべき子どもたちを育成するのは難しいと思います。

今の学習指導要領は、私は割によくできていると思うのですが、もう一步踏み込んでいった方がいい。あまり踏み込み過ぎて能力を示し過ぎると、逆に現場の硬直を招くので、非常に微妙なさじ加減が必要ですが、もう少し具体的な言葉で、求めるべき資質を示していった方がよろしいと思います。

フィンランドがなぜあのような教育をしているかという、ナショナル・コア・カリキュラムの中に「起業家精神」という言葉が書いてあります。あの国は北欧の小さい国で、人口も北海道と同じ500万人ほどしかいなくて、東はロシア、西はスウェーデンという強国に常に支配されてきました。そういう国が生き残っていくには、やはり自分で起業しなくてはならず、自ら問題解決をしていかなければならないという共通理解ができてしまっているのです。ですから、ああいう形で小さい頃から自分で探し、自分で正確にものを捉え、こだわり、いろいろな語学も操れるという仕組みがうまく行っているのです。向こうでは「シェアリング」という言葉がよく使われますが、フィンランドではシェアしながら、合理性を特色とした形が仕組みられています。これから日本の教育環境やカリキュラムを考える上で、そういう視点が必要なのだろうと私は考えます。

(蛭名) それでは、鈴木さん、ありがとうございました(拍手)。

引き続き、1番目の話題提供ということで、総合地球環境学研究所の熊澤輝一先生にお話しいただきます。よろしくお願いします。

話題提供 1

「環境研究を通して養う観察力—京都府立洛北高校 SSH 事業への協力事例から—」

熊澤 輝一 氏（総合地球環境学研究所）

今回の発表では、文科系高校生の環境研究に対して、私ども地球研が試行錯誤してきた取り組みから、環境や社会への観察力を身に付けるための術を考えてみたいと思います。

私たちは、人材育成に関してはど素人です。しかも、ど素人が環境学というマニュアルのない学術領域のコンテンツを提供しています。その中で、どういった形で高校生に環境研究を進めてもらえるかという、ある種の奮闘記のようなものと思ってください。

1.地球研について

総合地球環境学研究所の英語名は **Research Institute for Humanity and Nature** で、地球環境学の総合的研究を行う大学共同利用機関の一つとして 2001 年 4 月に創設されました。変わった研究所で、生態学、農学、水文学、文化人類学、考古学などのいろいろな分野の研究者が在籍しています。基本的に「環境問題の根源は人間の文化の問題にある」という立場に立っています。もはや文系だか理系だかよく分からないところですよ。

一般に「持続可能性」という言葉がありますが、地球の現状を持続する姿、持続させるためにどうすればいいかといったことを扱います。私どもはもう少し前向きに「未来可能性」という言葉を立てていて、「地球はこうあるべきだね。そもそもこうじゃないとね」といったところから、今の状況や将来の在り方を考えることをコンセプトにしています、それを基に研究を進めています。

現在、研究プロジェクトは 8 本通っています。分野や領域はさまざまですが、③に「砂漠化」と書いてあるのはアフリカとインドでのプロジェクトで、そうかと思えば、過去の日本の歴史と気候変動の過程を比較するプロジェクトがあったり、もっと長期的に縄文時代からどんな変化があった、その中でどんな人間社会のシステムがあったのかというロング・ターム・サステイナビリティについて研究している「小規模経済プロ」、あとは生物多様性に関わるものも結構多かったです。それから、最後にあるのは食と農の在り方に関するプロジェクトですが、プレリサーチの段階のものです。

現在の研究プロジェクト

番号	名称	略称
①	統合的水資源管理のための「水土の知」を伝える	水土の知プロ
②	東南アジア沿岸域におけるエリアケイバビリティの向上	エリアケイバビリティプロ
③	砂漠化をめぐる風と人土	砂漠化プロ
④	地球環境知形成による新たな commons の創生と持続可能な管理	地球環境知プロ
⑤	アジア環太平洋地域の人間環境安全保障—水・エネルギー・食料連鎖	環太平洋ネクサスプロ
⑥	高分解能古気候学と歴史・考古学の連携による気候変動に強い社会システムの探索	気候適応史プロ
⑦	地域に根ざして小規模経済活動と長期的持続可能性—歴史生態学からのアプローチ	小規模経済プロ
⑧	生物多様性が駆動する栄養循環と流域圏社会—生態システムの健全性	栄養循環プロ
⑨	持続可能な食消費を実現するライフワールの構築—食農システムの転換に向けて	食と農プロ

といった形で、文科と理科というくくりではなく、総合的に全ての知識を動員して環境問題について考えていく研究スタイルを取っています。いろいろな大学機関、研究所のいろいろな分野の研究者に参画していただきながら、プロジェクトが構成されています。

2.環境をテーマにした課題研究

そんな地球研に依頼が来ました。京都府立洛北高校という進学校が、文科省から指定を受けて推進しているスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の授業を地球研と連携して行いたいというのです。特に理科系については京都府立大、京都工芸繊維大学、京都大学などと連携してやっているのですが、文系の人を対象にしてほしいと依頼がありました。対象は中高一貫コースの2年生です。環境に関する課題研究を行い、人と自然との関係について考察すること、それだけがタスクになっていました。

平成25年度から始まり、過去2年間は寺田匡宏特任准教授が担当しました。彼は博物館学や歴史、阪神淡路大震災の記憶などを研究していたのですが、彼が基本的に体制を構築して、3年目に彼と入れ替わりで私が担当し、まだ1年目です。これまでに13タイトルの研究が行われています。最近の高校生はどれもキャッチーなタイトルを付けるのが趣味なのか、タイトルのセンスは抜群ですね（笑）。例えば「貧者の炎を賢者の炎へ」というのは、一斗缶で火を燃やして、焼き畑の状態を再現して、その周りの温度を計測してみました。「京都の寺社仏閣を守る」では防災の観点があったり、「京の町並み 今・昔」では過去の京都の町並みと今の町並みを比較したり、内容はさまざまです。

ただ、面白いことに、文科系の人に研究してもらっている割には理系的な調査に走りたがるという不思議な傾向にあります。理由は私には分かりませんが、結果的にそうなっています。しかし、そうではないところもあります。例えば「TUCHI NO OWARI」は陶芸、陶土の話です。いろいろな文化の側面から、陶土を扱っている方にお話を伺うという文科系らしい取り組みだったと思います。

ということで、環境をテーマにした課題研究をほぼ1年かけて行います。前半の最初の7回ぐらいは講義と演習の組み合わせです。所長が出ていって講義する回もあります。演習は、各講義担当の教員・研究員がそれぞれに趣向を凝らしたメニューを提供します。このときは、自分が問題だと思ふ状況を絵にして議論するという演習を Steven McGreevy 准教授が行っていました。

これまで行われた研究

年度	班	題目	担当者
平成25年度	1	貧者の炎を賢者の炎へ ～焼き畑について考える	寺田匡宏 特任准教授
	2	京都の寺社仏閣を守る ～おボウサンのボウサイ	
	3	現代社会における電力消費量	
	4	鴨川における水質調査	
	5	野良猫問題から考えるコモンズ	
平成26年度	1	Do you 打水? ～京都と町打ち水～	熊澤
	2	京の雛のペンギンはんら	
	3	京の町並み 今・昔	
	4	Tsuchi no Owari ～Real Paradise Ground～	
平成27年度	1	京都市の住環境と騒音	熊澤
	2	マリリンモンロー現象に迫る! ～迷惑風の利用～	
	3	Teen Love	
	4	琵琶湖における水環境利用の変化	

平成 25 年度は最終的にはポスターセッション、地球研の研究者などが参加した上でディスカッションを行いました。翌年からは、一般市民にも公開しようということで、私どもの研究所で開いている地球研市民セミナーで報告会を行ったりして、市民の方にも意見を頂くような取り組みをしています。今年も行いました。

そういった形でプレゼンテーションが行われて、終わった後にポスターセッションを行い、市民の方や研究者とディスカッションするといった形で進めています。

講義ラウンドがこのようにガイダンスの 1 回を含めて 7 回あって、いろいろな研究者が自分の専門に沿って話し、とにかくわらわらとインプットするのが講義・演習のラウンドです。

これが終わって、7 月に入った頃に、まずテーマ設定のための発表会を行います。そこで仮テーマを決めて、いろいろな研究者から意見をもらいます。次にデータ収集や調査・考察を行って、中間発表をします。その後、京都サイエンスフェスタでのポスター発表を経て、成果をとりまとめる中で再びポスターを作成し、最後に市民セミナーでの報告、最終的な学内での報告という流れになっています。

特徴としては、文科系の生徒が対象なので、基本的には人間活動に関わる環境や持続可能性の課題を扱います。制約条件はこれだけです。課題を設定して、要因を分析したり、解決策を提示していくためには、それに応じた手法や分析概念を選んでいく必要があります。お題によってやり方を変えていくある種の器用さとこだわりのなさが要求されます。

平成27年度のメニュー①ー講義ラウンド

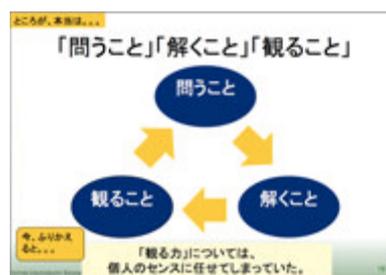
期	日程	講師	題目(仮)	場所
第1講	4/23	阿部健一教授	地球環境問題と文化	地球研
第2講	5/7	清水典典研究員	アフリカの子どもを通して『文化』の 見方を考える<観る>	滝北 高校
第3講	5/14	鎌田かおる研究員	写真で『記憶』の軌跡つなぎ〜『風 塵から何を学べるか』を考えてみよ う〜<観る>	滝北 高校
第4講	5/21	野 宏博研究員	人がなぜノゾグをするのか<観る >	地球研
第5講	6/4	Diiven McGreevy 特任助教	持続可能なフードプリント、フード、 とフューチャー。食糧体系の転換を 考えよう<観る>	地球研
第6講	6/11	安成碧三所長	気候変動と地球環境	滝北 高校

3. 取り組みを振り返って

まず研究の基本から話さねばということで、研究テーマは基本的に 5W1H の問いを立てて、目的を見て、結論を出すものだというふうに言いました。

目的を果たすためには、調べなければならないことを整理して、考えの枠組みを作り、調べて、結果を整理し、結果を用いて分析や考察を行います。そうして結論を出そうという流れを伝えました。伝わったかどうかは自信がありません。とはいっても、もともとは賢い子たちのようなので、うまくまとめてくれていました。

「問うこと」「解くこと」「観ること」のうち、「問うこと」と「解くこと」については伝えました。その一方で、「観ること」については、個人のセンスに任せてしまっていたことが大きな反省点でした。今回機会を頂いたので、三角形の図を書いて、反省を表に出してみました。



そういった主観や想像力の行使、個人的な視野をどうやって育てていくのか。特にこういう環境や社会を扱う場合、一見すると既に知っている分野だったり、経験していることだったりします。そのため、常にとらわれたり、引っ張られたりしながら問いを設定していくことになります。そういう中で、自分の生きてきた環境や社会に対して問い直しを行うには、それができるだけのある種の訓練や思考の道具が必要になってくるのではないのでしょうか。

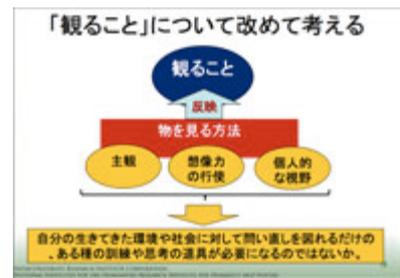
そういった観察力を養うために必要な訓練や思考の道具が、三つほど挙げられます。今思えばこういうことを提供したのだなという例を紹介していきたいと思います。

一つ目は、理論の眼鏡で問題を考えられるようになること。二つ目は、物事を比較する中で問題を考えられるようになること。三つ目は、現場に身を置いて、違和感を探ることで問題を考えられるようになること。このあたりは結果的に、ある種コンテンツとして提供していたのだなというものを紹介させていただきます。

一つ目の「理論の眼鏡で養う観察力」は、今年提供できたかどうかはちょっと分からないのですが、平成 25 年度にいい例がありました。「野良猫問題から考えるコモンズ」というテーマです。地域に野良猫がたくさんいて困っている状況を、宝が池、木津川台、山科川、出町柳の四つのケースを使って説明していきました。そのうち、宝が池と木津川台のケースと山科川、出町柳のケースを類型化して、違いを比較しました。

そこで使われているのは「コモンズ」という共有資源に対する考え方です。管理が行われなくなって放置されている状況が気付かれたことで対策が取られた木津川台と、気付かれないまま苦情もなく放置されていた出町柳などのケースを比較して、形にしたものです。そういった「コモンズ」や「オープンアクセス」という概念を用いて問題を理解することで、ものの見方を養った結果、こういう研究結果が出てきたと考えられます。

二つ目の「比較の中で養う観察力」については、先ほどの講義ラウンドで今年、清水貴夫さんという文化人類学の研究者による演習がありました。何をしたかという、ピューリッツァー賞を受賞した「ハゲワシと少女」という写真があります。ご存じの方も多いと思いますが、少女がほとんど飢餓状態でずっと待っているところにハゲワシがいるという写真です。その写真についていろいろなライターが記事を書くわけです。その 3 種類の記事を、三つの班それぞれに渡して、それについて説明してもらいました。説明の内容は全く実は違ったものであり、それぞれの発表を聞き、理解することによって、文化相対主義なるものを理解しようとする演習でした。



もう一つは、鎌谷かおるさんという近世日本史の研究者による演習です。生徒が持参した昔の写真などを使って、同じ場所の数十年を経た写真を見比べる中で物事を見ていこうという演習でした。そういった比較の中でものを見ていくことがまず一つあります。

それから、地球研はフィールド重視の研究所ですので、これは大事だと思うのですが、三つ目の「現場に身を置くことで養う観察力」です。「琵琶湖における水環境利用の変化」というテーマで、フィールドに出ました。琵琶湖の水環境の利用について、年代の変化とともに地域の人々の関心・意識が失われてきているのではないかということを知発の問題意識とした研究グループでした。彼らは実際に高齢者の方々にインタビューしていたのですが、その一環として当時の嘉田由紀子知事にもインタビューして、琵琶湖の水を飲んでみたりもしました。インタビューをしながらしっかり把握するという意味では重要だったのですが、いかんせん時間が足りませんでした。とはいっても、きっと現場に身を置くことで、何らかの大量の情報を仕入れることができたのではないかと思います。ただ、これを処理するにはなかなか時間がかかると思います。

一方、「マリリンモンロー現象に迫る！」は、学校を対象にした研究です。渡り廊下に入ってくる迷惑風でスカートがめくれるマリリンモンロー現象を防ぐことを研究課題にしました。ここでこれを取り上げたのは、高校生という彼ら、彼女らにとってよく知っているフィールドだからです。鈴木先生の話にもあったように、正確さを理解するためにはよく知っているフィールドできちんと物事を見て、何が起きているのかを調べることになかなかの意味があるのではないかということに気付いたので、紹介させていただきます。

渡り廊下のデザインが決まるまでには、当初はもう少し開放的に見えるように上部を開けるはずだったのですが、プールが見えてしまうから駄目だとクレームが入って、変更になった経緯がありました。ある種のコンフリクトが起こった上でのデザインの決定です。これは例えば環境アセスメントなどを考える一つの好例になると思います。

学校という場を使って、細かいことをきちんと把握することと、先ほどの琵琶湖のようにきちんと現場に出て広くしっかり把握することの両方が必要ではないかと思われます。

最後に、「Teen Love」という研究テーマは、好きなことだと問題解決どころか処方箋まで書いてしまうという例です。10代の恋愛を幸福研究の一環として扱ったものですが、要するに、いつ、どうすれば出会うことができ、きちんとお付き合いできるようになるか、アンケートで調べ、最後はマニュアルまで作りました。「バレンタインまで週3回を目



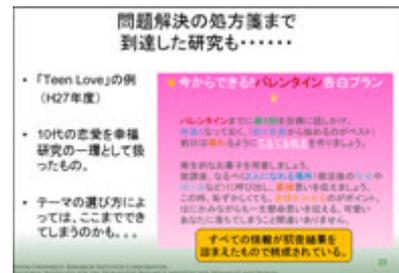
(4)現場を身を置くことで養う観察力①

・「琵琶湖における水環境利用の変化」の例(H27年度)



(4)現場を身を置くことで養う観察力②

・「マリリンモンロー現象に迫る！
～迷惑風の利用～」の例
(H27年度)



標に話しかけ、仲よくなっておく」「表情を見せるのがポイント」など、全ての情報が調査結果を踏まえたもので構成されています。これは問題解決を最終的にソリューションの形にしています。彼女たちがどこまで理解してくれていたかは分かりませんが、学術的にはすごく意味があると私は解釈しました。

ということで、1年目の私の試行錯誤の結果について説明させていただきました。どうもありがとうございました（拍手）。

（蛭名） 熊澤さん、どうもありがとうございました。今のお話に関して、質問等あり

ましたら、よろしくをお願いします。

（内村） 京都工芸繊維大学の内村と申します。観察力の育成はとても素晴らしい取り組みだと思うのですが、京都で行われている高大連携のスローガンとして、「草の根の高大連携」があります。一つ目は教員中心の個人的な交流を大事にすること、二つ目が双方向性、一方的に与えるのではなくお互いに学び合うこと、三つ目が対等であること、四つ目は自主的活動です。

最初の二つの観点からいうと、高校の先生たちとの個人的な交流や関わりはどうだったのかということ、逆に高校の先生たちとの交流の中で、特に今回は観察力の育成の観点で、学び取ったことなどがもしありましたらお願いします。

（熊澤） 高校の先生との交流は、三宮先生とは本当に細かく準備の議論をさせていただいています。ただ、正直なところ、三宮先生と、金山先生という日本史の先生だけでした。ですので、そういう意味では幅広く関わっていないという状況です。ただ、そこで学び取ったことにはつながるとは思います。特に、三宮先生は生徒のことを信頼して、あまり口を出しません。ただ、機材など必要なところは出すという距離の取り方を学ばせてもらいました。

もう一つは、生徒自身が設定した課題に対して、例えば風力だったら理科の先生に聞けば分かるとか、誰に聞けば分かるかを大体知っていて、生徒自らがいろいろな先生に働きかけて、聞いているような状況があります。私も指導に入っていたのですが、個別の話については私よりも得意な先生がいらっしゃるので、生徒自身が聞きにいて、私は全体のス

トリーを環境学として整理するところに注力するような関係で進めていました。

(Q3) 神戸大学附属中等教育学校の N と申します。私も高校の教員をしていて、自分の学校でも課題研究をしています。講義ラウンドが 7 回で、ここでいろいろな観察力を身に付けたりした上でテーマ設定に入ると思うのですが、テーマ設定、そしてデータの期間がとても短いと感じました。一番難しいテーマ設定の部分を一体どのようにしているのか、特に生徒はいろいろなテーマを持ってくると思うのですが、そこにどのくらいアドバイスを入れているのかを教えてくださいと思います。

(熊澤) そこが実は反省点の一つなのです。例えば演習ラウンドの一部では、問いの設定につながるような演習、例えばこのテーマだったらどういう研究ができるかとか、そういう形に近い演習は行って、慣れるようなことはやってもらっていました。ですが、それだけであって、特に今年度に関しては、研究テーマや課題設定を生徒自身に委ねて考えてもらってしまいました。ですので、テーマ設定、データ収集の期間が短くても完遂できたのは、生徒の力と手戻りが少なかったことによると思います。来年度はもう少し課題を設定するプロセスに関与できたらなどは思っています。あと、先輩からいろいろ聞いているのかもしれないという部分はちょっと感じました。

(Q3) 一番難しいところだと思うのですが、全て生徒が持ってきたテーマでやっていると理解していいでしょうか。

(熊澤) 今年は初発のテーマ設定から変わることはなかったです。というか、大きくは変わってはいません。それを基にストーリーを作る作業、テーマ設定に関する報告会や中間発表会でいろいろコメントを出したりして、修正してもらいました。例えば「マリリンモンロー現象に迫る！」では、発電の話に行こうか、迷惑な状況をどうするかという話にしようかと、ストーリー的に迷ったというブレはあったのですが、幸いにも初発のテーマ設定はそれほど変わることはなく、それをストーリーとして作り上げることに注力するだけで済みました。

(Q4) S大学のSと申します。Nさんの質問とも少しかぶるのですが、テーマを決めてから実際に調べて発表するまでの期間がとても短かったように思うのです。秋の京都のサイエンスフェスタのときは、ポスターセッションか何かで発表されていたように思うのですが、テーマ設定から結果発表までに、どれくらいの頻度で勉強会などの活動をされていたのか、その一つのグループに何人ぐらいの生徒が関わっていたのか、そのあたりを少しお聞かせいただけたらと思います。

(熊澤) ありがとうございます。講義の枠は週に1回、木曜日の2コマだけです。ただ、テーマ設定の発表会のタイミングが夏休み前なので、夏休み中にアンケート調査などの作業をしていました。秋口に入ってそれを取りまとめて、第1段階の取りまとめを中間報告やサイエンスフェスタのタイミングで行いました。本当は第1段階を終えて、追加調査をしてまとめ上げるぐらいが大学の卒論に近付けるレベルで、追加調査をした班もあったのですが、何となく追加分析のような形でまとめ上げたところで、全体のまとめを1月ごろにはやっていかななくてはならないというスケジュールでした。

1班当たり大体3~5人です。

(Q5) 文系の学生ということでしたが、理系・文系の定義としては、2年生のときに理科系の化学や生物を選んでいない生徒という意味ですか。それと、結局は理系の研究テーマになっているとおっしゃったので、その後、理系に転向してはどうかと思いました。

野良猫問題の話でこの間、野良猫に餌をやっている人が近所の人に訴えられて、数百万円単位の罰金を取られたことがあったようです。こういう法律関係も文科系かもしれませんが、いろいろな考えがあるのだなというのがありました。

(熊澤) 文系・理系の区別ですが、まず中高一貫なので、恐らくカリキュラムが違うようです。ただ、SSH担当の先生は地学の先生だったりするので、よく分かりません。

(Q5) そこでやってくれる文系の人たちが育ってくれば、日本のために。

(熊澤) 規範論的な考え方を高校の間に徹底的に身に付けてもらい、あまりかわいくない高校生を生み出すのも大事だと思うので、そういう方向にぜひ行ってもらえればと思います。そういう班もあってもいいのではないかと思います。

(蛭名) 熊澤さん、どうもありがとうございました(拍手)。

それでは、2番目の話題提供を、神戸大学連携創造本部の祇園景子さんからお願いします。

話題提供 2

「デザイン思考による視点と着眼点—木も見て森も見る—」

祇園 景子（神戸大学連携創造本部）

こんにちは。本日は大きく四つについて、お話ししようと思っています。一つ目は、解は一つではないことがたくさんあるということ。二つ目は、普通にただ見ているだけでは何も答えは出てこないの、どこから観察するか（視点）を考えることが重要だということ。三つ目は、観察したことに対してどのような意味を見いだすか（着眼点）を考えることが大事であること。四つ目は、その視点と着眼点を考えるには、個々の要素と全体を同時に行き来しながら観察することが大事だということです。

1.デザイン思考とは

デザイン思考をご存じの方は結構少ないと思います。そもそもデザインというのは、辞書を引くと、「建築・工業製品・服飾、商業美術などの分野で、実用面などを考慮して造形作品を意匠すること」「図案模様を考案すること。また、そのもの」「目的を持って具体的に立案・設計すること」と書いてあります。

例えば「お湯を沸かすものをデザインしてください」と言われたら、皆さんの家庭にあるやかんのようなものを思い浮かべると思います。だけど、お湯を沸かせばいいので、別にやかんでなくてもいいですよ。電子レンジなども、解決の答えとしては出てくると思います。デザインとは広義には、必ずしも解が一つではない課題に対して、さまざまな角度から実現可能な解を見つけ出していくことだといえます。

必ずしも解が一つではない課題は、「悪設定問題」と呼ばれます。混沌とした時代と皆さんおっしゃいますが、何が混沌としているかという、解が一つではなく、莫大な数があるため、どれを選んだらいいのか分からないから混沌としていると感じているだけで、答えが一つもないわけではないのです。なので、解は一つではないことを認識して見ていくことが重要になると思います。

デザイン思考とは、この悪設定問題に対して、さまざまな角度から実現可能な解を見つけ出そうと、革新的でイノベーティブなアイデアをどんどん出すために、デザイナーが頭の中で繰り返し広げていることを体系化したものです。デザイナーは頭の中で思考を発散、収束させて、そういうことを繰り返し行っています。

2.IDEOのマインドセット

デザイン思考は、アメリカのデザイン会社である IDEO が一躍有名にした言葉です。IDEO は、アップル・マッキントッシュのマウスを作り出した会社です。パソコンがなかった時代、キーボードはタイプライターなどがあったので既存のものでしたが、手を置いて動かして、指で押してクリックしたら動くような道具をデザインしたのが IDEO です。「クリック」という言葉ができたのも、その頃です。

IDEO の CEO は「デザイン思考はマインドセットである」と言いました。マインドセットとは、人間が中心であるということ、多様性を生かすということ。「できる」という信念を持つこと、取りあえず試すということの四つです。これらのマインドセットを持って、思考の発散、収束を繰り返すといいと言っています。今日は、「人間が中心」「多様性を生かす」の二つだけを少し簡単に紹介したいと思います。

私は駅や職場で階段を使いません。「歩くのが超めんどくさい」と思って使わないのですが、フォルクスワーゲンの「fun theory」のプロジェクトのように、階段に鍵盤が描かれていたら、ひよっとすると使うかもしれないです。コペンハーゲンの地下鉄の階段に鍵盤を描いたら、66%以上の方が階段を使うようになりました。すごくないですか。彼らがなぜこういうことをしているかという、小さなお子さんをチャイルドシートにおとなしく座らせるにはどうしたらいいかを考えたときに、楽しいことが人の行動を変える一番のモチベーションになると考えたからです。これがまさしく人間中心だと思うのです。徹底的にユーザー目線になることをデザイン思考では推奨しています。

これは少し古いデータなのですが、2004 年の「ハーバード・ビジネス・レビュー」という雑誌に載ったグラフです。横軸にチームメンバーの参加者の専門の多様性、縦軸にイノベーション度を取って、開発された技術をプロットしたものです。参加者の専門性が低いと平均的な話ばかり出てきます。多様性をどんどん上げていくと、ものすごくしょうもない話がたくさん出てきて、イノベーション度の平均はどんどん下がっていきます。しかし、「おっ」と思うようなブレイクスルーになるアイデアは、多様性を上げないと出てこないことが証明されています。多様性を生かして、イノベティブなアイデアを出すことがデザイン思考の基本になっています。

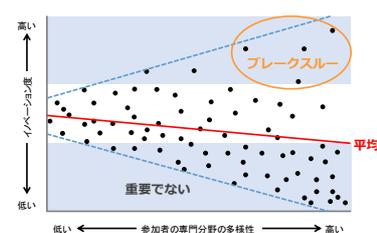
3.木も見て森も見る

解がたくさんある状態で、人間を中心に多様性を生かして考えていくのですが、科学の世界では解は一つなのでしょうか。

fun theory



多様性を活かす！



Perfecting Group Publications, Harvard Business Review, Vol. 82, Issue 6, Sep 2004

突然ですが、シマウマの体の模様はなぜ、しましまなのでしょう。例えばライオンに食べられないように草と同化するためなど、理由は多分いろいろあると思います。

実はこのしましまの話も、2014年の「ネイチャー・コミュニケーションズ」に載っていて、科学者が真面目に研究しています。

答えは一つではありません。「ライオンに食べられないため」という答えが一番よく出てきます。その他に「もてるため」、異性にもてるためのファッションとしての説があります。「体温を下げるため」、しまの白と黒の部分が同じように太陽に当たると当然黒い方が温度が上がります。すると、白と黒の部分で空気の対流が起こり、体温が下がるというものです。あとは「虫に食べられないため」、シマウマは1日に200ccぐらい血を吸われるそうですが、しましまのおかげでツェツェバエがしまの細かいところに集まらないそうです。ツェツェバエがしましまを嫌うため、彼らはしましまになったという説もあります。

なので、科学には答えが一つでないことが幾つかあります。答えが一つと思ひ込むことが実は差別にもつながります。だから、答えが必ずしも一つだと思ひ込まないことが大切です。

そして、この解を複数探そうと思うと、視点を考えなければなりません。どうしても人間中心、ユーザー中心というデザイン思考の考え方に基づいて、捕食者に食べられないためにはライオンの視点にならないと分からないですし、ファッションは異性のシマウマの視点に立たないと分からないですし、体温を下げるのは自分中心、吸血虫にかまれないためにはツェツェバエ中心の視点になって考えなければならないことになります。

視点を考えるには、しましまをじーっと見ているだけでは分からないのです。

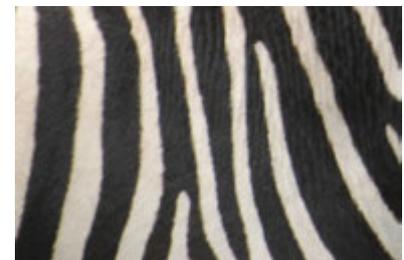
これを分かろうと思うと、しましまを持っているシマウマだけを見ても駄目です。もっと俯瞰的に、木を見て森も見ることが必要になります。シマウマは群れでいますし、しまを取り巻く環境としてはライオンやハエだけでなく、草もあるし、温度もあるし、体温もあるし、空気もあります。これを一度俯瞰して見て、そこから一つずつ丁寧にどこを視点に置くかを注意しながら観察したとき、答えを複数導き出すことができると思います。

では、視点が決まったら、今度はどこに意味を見いだすかという着眼点を考えないといけません。今回はライオンに視点を当てて、ライオン中心でシマウマのしまを見たとします。草の中に入っているシマウマの

科学の解は1つではない...



どこから観察するか=視点を考える



木も見て森も見る



どのような意味を見出すか=着眼点を考える



視点で森を一回見てみると、捕食されない状態になっているかもしれません。

あるいは、シマウマがたくさんいる状態かもしれません。ライオンはこういう状態の場合、どこまでが一つの個体かどうか判別しにくくなるそうです。そういう見方も意味付けもすることができます。なので、一回しまから離れてみて、全体を俯瞰してみる。そしてまた、しまの意味を考えてみる。これが木も見て森も見るということになります。

なので、いろいろな解を探そうと思うと、一回全体を俯瞰して、何が中心なのかを考えてみる必要があります。ウマかもしれませんし、ひょっとしたら群れを中心に考えなければならないかもしれませんし、ライオンを中心に考えなければならないかもしれません。はたまたハエかもしれません。たくさんの視点があるので、これを一人で考えるには限界があります。なので、いろいろな人と対話しながら、その視点をたくさん探していくことが重要になります。多様性を生かして、視点をできるだけ探してみて、そして観察していくことが重要になってくると考えています。ご清聴ありがとうございました（拍手）。



(蛭名) 祇園さん、ありがとうございました。それでは、質問やコメントがあれば頂きます。

(瀧) 神戸大の瀧です。大変面白く聞かせていただきました。一つちょっと解説を頂きたいのですが、木を見る作業にしても、木にはいろいろあります。全体を捉えるときに、いろいろな人がてんでんばらばらに言ったとき、誰が統合するのでしょうか。

(祇園) 全員で統合すればいいと思います。それは可視化しないと駄目です。一人で個々の要素を見いだして分析していくことはできると思うのですが、それを統合するには、一人一人が可視化したものを一度全て集めて共有すればいいと私は考えています。

(蛭名) 他に質問、コメント等ありますか。

(祇園) デザイン思考もやり出したら奥が深いので、これだけでは多分理解し切れないかもしれません。また何かの折に、話しかけてください。

(内村) 「三人寄れば文殊の知恵」という言葉があります。最初の前半部分は個人の頭のマインドセットということで、後半は一緒に対話しながら知恵を出し合うということでした。後半の部分で具体例など何かありましたら。

(祇園) 多様性を生かすと解が複数出てくるということですよ。具体例は結構難しいですね。私は分子生物学を志すただのリケジョですが、普段の理系の研究などでは、自分で研究して実験して出てきた事象を一人で観察しますが、必ずデータを全員に見せてプレゼンして皆さんの意見を頂くのは多分、学会の場になると思うのですが、そこでは全く異なる視点からのとても有用な意見がたくさん得られます。それらを反映して、次のステップに進むと思うので、やはり多様性は重要だと思っています。

(蛭名) だから、科学のコミュニティ自身がそういう多様性を確保する制度をつくっているということですよ。

(祇園) そうですね。私はそう思う。

(蛭名) では、祇園さん、どうもありがとうございました(拍手)。

(伊藤) フォーラムの後半は、お二人の方にご講演を頂いた後、ディスカッションに移りたいと思います。

最初の講演は、神戸大学大学院人間発達環境学研究科で博士前期課程に在学されている勝原光希さんです。勝原さんは高校時代から、神戸地区のアルゼンチンアリに関する研究活動を通して、AO入試を経て神戸大学発達科学部に入学され、学部時代には生態学会でポスター賞等、学生としてではなく研究者として受賞されたと記憶しています。現在は、M1で植物繁殖生態学、送粉生態学等を研究されています。勝原さん、お願いします。

話題提供 3

「ナチュラリストの卵が考える『観察力』」

勝原 光希（神戸大学大学院博士前期課程）

僕自身は、生態学の研究をしています。高校のときにはアルゼンチンアリの研究を少しだけしていたのですが、今日はそのときの体験などをお話しさせていただきたいと思います。今回のフォーラムは「観察力」がテーマなので、最後にまとめとして、普段生態学をやっている人間がよい観察をするために意識していることや考えていること、今回また考え直してみたいことなどをお話しさせていただけたらと思います。

1.自己紹介

私は神戸生まれ、神戸育ちで、神戸高校から AO 入試でこの神戸大学にやってきました。現在は生物多様性研究室に所属して生態学、特に植物の繁殖生態学や送粉生態学、花と虫の関わりあいの研究をしています。普段は、思い切りフィールドに出て、その場で観察をベースに研究したり、観察から研究のアイデアを得たりなどしています。そこで今回、このお話を頂けたと思うのですが、経歴を見てもらうと分かるように、バリバリの都会っ子です。生態学をやっている人は、結構昔から田んぼに囲まれて暮らしていた人や、昆虫マニア上がりの人、博物館っ子の人がとても多いのですが、僕自身はそういうわけでもなく、高校、大学で生態学という学問に出合って、興味を持って取り組んでいるという感じになっています。

2.生態学と観察

タイトルにナチュラリストという言葉を使わせていただいたのですが、ナチュラリストとはまず、自然主義を奉ずる人、自然主義者です。辞書を引くともう一つ、「動植物などの自然を愛好する人、またはその研究をする人」と書かれています。

過去の偉大なナチュラリストたちを調べてみると、進化論のダーウィンであったり、『ファーブル昆虫記』が日本でとても有名なファーブルだったり、ノーベル賞を受賞したローレンツは鳥の刷り込みの研究で知られています。ひなが生まれたとき、最初に見た動くものを親だと認識するという行動を発見して、動物行動学の基礎を作った人です。この人がすごくナチュラリストだと思うのは、家にいろいろな動物を飼って、そこで家族と一緒に暮らし、常日頃から鳥を観察して、そのような豊富な観察から多くのことを発見し、記述してきた人だからです。

現在、ナチュラリストは幅がとても広く、人によって解釈がまちまちですが、そもそもナチュラリストという言葉がどこから生まれてきたかははっきりして、ナチュラルヒストリー、博物学、自然史を研究する人、博物学者を指す言葉であると認識されています。

昔は博物学が結構盛んで、動物であったり、植物だったり、鉱物であったり、自然に関わるものの収集や分類を行ってきた学問です。日本語の Wikipedia などによると、「博物学は、現在は存在しない学問なのではあるが」などと書いてあったりしますが、きっとそのようなことはなくて、形を変えて博物学の考え、ナチュラリストの考えは受け継がれているだろうと僕は捉えています。

では、博物学者のモチベーションが何であったかという、収集や分類を通じて、対象を体系化することにあっただけです。自然をシステムチックに捉え、○○は○○の仲間だと分類することで、自然の体系化を図りたいというモチベーションで博物学が行われてきたと考えられます。

その試みは今も、動物学、植物学、鉱物学に代表されるように続いていて、自然を何とか体系化できないかと考えられているのですが、そのやり方は多少変わっています。今は、DNA の配列を調べたりするような分子生物学的な手法で、植物や動物の分類を行っています。鉱物に関しても、見た目の観察ではなく、元素同定を行うことで分類が行われています。つまり、自然を体系化したいという博物学の目的に関しては、手法を変えてこういう学問に受け継がれているのです。

英語版の Wikipedia でナチュラルヒストリーの項目を調べると、ナチュラルヒストリーの伝統のようなものは、生物学の中でも特にエコロジー（生態学）に受け継がれているというふうに書かれています。

博物学の目的自体は、植物学、動物学のような個別な学問で受け継がれているのですが、生態学にはむしろ手法自体が残っています。興味の観点自体は違うけれども、観察を通して自然を捉える姿勢やその手法が生態学には残っているのではないかと僕は考えています。

現代の生態学は、博物学的研究が行ってきた観察をベースに、実験や数理的な理論が組み合わさって構成されており、生態学的な研究は、この三つの連関によって行われているわけです。

そこで、僕は生態学の話しかできないので生態学の話をしていただくのですが、実際に観察というものがどのように研究で生かされているのかという事例を、僕の研究の中からご紹介させていただきます。僕の研究の細かい内容ではなくて、どのような思考のプロセスをたどってそ

のような研究が行われているのかという話はあまり聞く機会がないと思うので、せっかくなのでこの機会にお話しさせていただけたらと思います。

まず、ツユクサという植物を知っている方は多いと思うのですが、道路脇や田んぼ脇などどこにでも咲いている花です。その花に非常によく似たケツユクサがあります。苞（ほう）に毛が生えている全く別の種類の花で、雑種を作らず、中間的な種がないということが分かっています。その二つがどこに咲いているのかを調べると、同じ所にも咲いていることを観察から発見しました。

そうすると、同じ所に咲いているのはいいとして、虫はどうやってこの二つを認識しているのでしょうか。花はすごく似ているのですが、同じだと思っているのか、違うものと思っているのかを見るために、まず送粉者の観察をしてみました。青系の2色は三つの調査地で、ケツユクサからケツユクサ、ツユクサからツユクサに送粉したものを表していて、赤系の2色は、異なる2種の花の間を移動したものを表しています。すると、実際に野外では虫の行き来があるということが観察によって明らかになりました。

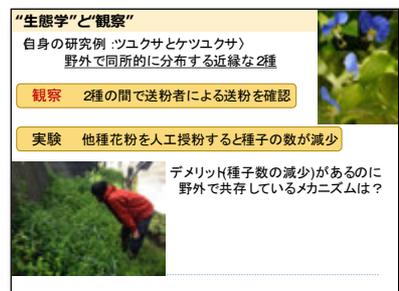
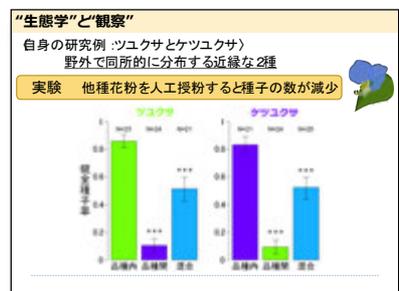
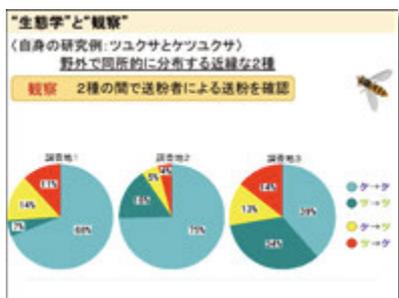
そうすると、この観察から一つ疑問が出てきました。雑種ができない以上、異なる種類の花粉をもらっても何もいいことはないはずなのです。

それはデメリットになっているのではないかということで、観察から得たアイデアを実験で証明しました。単純に、別の種類の花の花粉を人工的に授粉します。すると、種の数が減ることが分かりました。この実験で一つの結果が得られたわけです。他の種類の花粉が付くとあまりよくないのです。

この二つの結果を組み合わせると、野外で花粉を運んでくるハチやハナアブといった送粉者は、実験すると花粉が運ばれてきたときには種数が減ってしまうというデメリットがあります。デメリットがあるのに、どうして野外で共存しているのかという疑問が生まれてきます。

そこでまた観察するのですが、なぜ共存しているのだろうと思いつつ、その花に来る虫たちを眺めていると、こういうことが分かったので。

送粉者というのは、ランダムに花を飛んでいるわけではなくて、近い花から順番に飛んでいきます。その方が効率がいいから当たり前といえば当たり前です。かつ、花の方も全体的にはツユクサとケツユクサは混ざって咲いているのですが、よくよく見てみると、ツユクサの周りにはツユクサがまとまって咲いていて、ケツユクサの周りにはケツユク



サがまとまって咲いています。何かそういう特徴があるのではないかと
いうことに、観察から気付きました。

そこで、2m×2mの小さな枠を張って、その中で花の数を数えて虫の
移動を見てみると、ツユクサの多い所では、ツユクサからツユクサに
行っている回数が多くなります。逆にツユクサが少なくケツユクサが多
い所では、ケツユクサからケツユクサに行くのが多くなることが分かり
ました。

そうすると、この観察から、2種がそうやってパッチワーク上にまと
まって咲いていることが共存を促進しているのではないかと、それが共存
しているメカニズムなのではないかということに気付くわけです。

そこで、これは現在進行中なのであまり話せないのですが、数理モデ
ルを使って仮想的に黒色の花とグレーの花の分布のコンピューターモデ
ルを構築しました。近くから花粉が来るという前提を置いて、世代を
重ねていくとどうなるかというモデルを構築し、次は観察から得られた
アイデアを理論によって試すということを行っています。

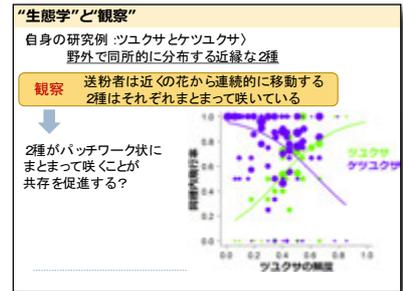
そうして考えると、僕が野外でやっている生態学の研究は、観察して、
実験して、また観察してと、行ったり来たりするわけです。

結局、観察とは観察自体が新たな発見となるパターンと、観察がアイ
デアをくれて、そこから次に実験や理論研究を行って、それが新たな発
見となるパターンの二つがあるのではないかと僕は考えました。

観察自体が新たな発見となるのは博物学者、ナチュラリストっぽくて、
何か昔風な感じがしますし、観察からアイデアを得て理論研究や実験を
行うのは、今風な感じがすると思うのですが、そうでもなくて、博物学
という学問はなくなっていない。まだまだ未解決、未観察の問題もあ
ります。

スライドの中の左側の写真は神戸大学理学部の先生が去年、屋久島で
発見された新種のランです。右側の写真はつい先日プレスリリースされ
たのですが、ハチに見えるけれどもガです。九州大学のグループが沖縄
で発見した新種です。観察自体が新たな発見となるのがきっとまだま
だあるのです。もう新種など出ないだろうと思いがちなのですが、まだ
まだ観察されていない領域、観察されていないものはたくさんあるの
ではないかと考えています。

左の写真は多分皆さんあまり知らないだろうと思いますが、ウラシマ
ソウという植物です。マムシグサやテンナンショウといったサトイモ科
の仲間ですが、植物園などに行くときたまたま置いてあります。花の中
から釣り竿のようなものが伸びていて、これが浦島太郎の釣り竿に似てい



“生態学”と“観察”
現代における生態学と観察)
・観察自体が新たな発見となる
(博物学者 ナチュラリスト的? 昔の話?)
・観察がアイデアを与え、実験・理論研究が新たな発見となる
(生態学者・エコロジスト的? 今風?)
未解決(未観察?)な問題もまだまだ...

http://www.tokushima-u.ac.jp/japanese/news/pressing/cchokusan-press20160213_01web.pdf <http://www.kyushu-u.ac.jp/press-release/index.php>

“生態学”と“観察”
現代における生態学と観察)
・観察自体が新たな発見となる
(博物学者 ナチュラリスト的? 昔の話?)
・観察がアイデアを与え、実験・理論研究が新たな発見となる
(生態学者・エコロジスト的? 今風?)
未解決(未観察?)な問題もまだまだ...

からウラシマソウという名前が付いています。このひよろつとしたものが何のためにあるのかは、まだ分かっていません。

右の写真はヤブツバキです。そこら辺の山で採ってきたものです。ツバキは花ごとぼとっと落ちるのはご存じだと思いますが、花びらが一枚一枚ぱらぱらと落ちるのではなく、花ごとぼとっと落ちるのです。だから、お見舞いなどに持っていくと縁起が悪いなどと言われます。先日気付いたのですが、花粉や蜜などが結構残っているのです。ツバキの側からすると、まだ蜜が残っているのに花を落とすのは何か損している気がします。でも、なぜ蜜がある状態、花粉が付いている状態でぼとっと花が落ちるのか、僕が調べた限りではまだ分かっていません。

そのように、自然の中には未解決、未観察の問題自体、結構残っているのではないかと思います。

3.自身の体験から

私は高校時代、SSHの授業で課題研究を行ってきました。そして、去年の秋ごろから2月ごろにかけて、兵庫高校の授業に参加させていただき、高校生が何かテーマを決めて半年間研究を行う授業に、教える立場としてという少し言い過ぎなのですが、お手伝いをするような係として参加させていただきました。そこで、自分の高校時代と、この間高校生を見た感じを少し振り返って、お話しさせていただきたいと思います。

まず自分の高校時代、「特定外来生物アルゼンチンアリの港島への侵入」というテーマで研究をしていました。港島はポートアイランドのことで、アルゼンチンアリはその名のとおり、アルゼンチンから入ってきた外来のアリです。かなりの不快害虫で、建物などに入っては迷惑をかけていることを知ったので、それをちょっと研究してみようということで1年間研究したのですが、振り返ってみると多くの失敗があって、行き当たりばったりの研究計画でした。今回振り返ってみて、特にまずかったと思うのが定量的なデータの不足で、観察はそれなりにたくさんしたという自負があります。

港島に通ってアルゼンチンアリをいっぱい探して、いろいろな実験などを試してみました。アルゼンチンアリに何をしたら防除できるか、洗剤をかけてみたり、酢をかけてみたり、いろいろ試したのですが、記録が残っていないのです。これが今回のテーマの観察力にもすごく関わってくると思うのですが、観察したことは残さなければなりません。今考えると当たり前ののですが、そういうことがきちんとできていませんでした。

この研究は、定量的なデータがあまり出なかったので、最終的にはアルゼンチンアリの警鐘ビラを作って、こういう被害や生態なので、皆さんアルゼンチンアリのことを認識してくださいというようなアウトリーチ活動に落ち着いたのですが、こういうことがもう少しできたらよかったのになあと、今になってみると思います。

教える立場としては、兵庫高校1年生の「創造基礎」の授業に、研究活動のお手伝いを何かしてもらえないかということで参加しました。見た目がそっくりなミツバチとハナアブを題材に取り上げ、ハナアブがミツバチのグループに擬態しているから似ているということを高校生に教えてあげて、「そっくりだけど細かいところを見ていくと何が違うのか」という研究活動をしました。

「『先入観のない観察』一長一短」と書いているのは、先入観を持って観察すると、それに縛られてしまって大事なものを見落とすかもしれない。むしろ先入観のない観察から大発見は生まれるということです。自分が教える側として半年間で終わらせなければならないと思うと、何の知識もない状態では何も見えてこないと言ったら大げさですが、この半年では終わらないのではないかと最初は感じました。そこで、どういうふうに着目したらいいかということで、行動の違い、系統の違い、形態の違いに注目して探してみたらという働きかけを少しだけしてあげて、知識を付けさせると、スケッチなどもうまくいって、僕としては結構いいものができたと思います。

4.よい観察のために

僕たちのようにとにかく野外で観察することをなりわいとしている研究者は、「とにかくフィールドに出て観察することが大切だ。観察ベースで物事を考えて、観察からこそ新しい発見がある」とよく言われるのですが、「そうでもないぞ」と言う人もいます。

そこで、「生態学初心者がうける、ありがちな2つのアドバイス」を挙げました。これは皆さんから何か意見を頂けるといいと思うのですが、一つは、「フィールドで自然や生物から学ぶ以上のことはもう何もない。とにかく自分の対象としている調査地に行って、何よりも野外観察をすべきだ」という意見です。もう一つは、「そもそもバックグラウンドの知識がなければ何が新しい発見かさえ分からない。まず生態学を始めるに当たって、その学問のバックグラウンドを勉強して、今まで何が言われていて、ここまで分かっているということを身に付けるべきだ」という意見です。それで野外に行って、例えば何かの論文で読んだこと、何かの本で読んだことが「野外でもそうになっていたんだ」と発見するようなプロセスが成長する上で大事なのだという考え方です。では、

実際どちらが正しいのかと僕も最初戸惑ったのですが、こういうことを皆さんとお話しできたらいいなと思います。

僕なりに生態学をやっている、よい観察のために必要だと考えたことを少しだけお話しします。

先ほど紹介したローレンツは「誰もが見ていながら、誰も気づかなかったことに気づく。それが研究である」と言っています。よい観察のために必要なことは、二つあると思っています、今日の話でとてもよく出てきたような感じがします。一つは「どの視点から見るのか」を明確にする必要があると思います。

その視点は、祇園さんの話にもあったように、近付いてみたり遠くで見たりすることもそうなのですが、僕が思うのは自分なりの立ち位置を理解することです。知りたいこと、知らないこと、知っていることが何なのか、最初のお話にもあったようにメタ認知の話になると思うのですが、自分が何に興味を持っているのか、自分が観察する前に何を知りたいと思っているのか、自分の興味の対象を客観的に理解していることが、いい観察にとって必要ではないかと考えています。

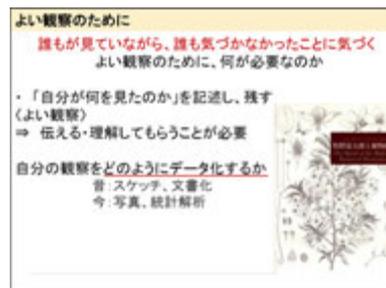
ナチュラリストの視点、エコロジストの視点、異なる視点から違ったものが見えると思うのですが、これらの明確な興味をたくさん持っていることが必要なのではないかと思います。

もう一つは、「自分が何を見たのか」を記述して残すことです。僕の高校時代の失敗からなのですが、博物学的研究にとって、観察ベースと同じくらい大切なのがきつと記述することなのです。

ここに牧野富太郎博士の植物のスケッチを載せたのですが、スケッチすることは大切です。なぜなら、今日のお話にもあったように、まず正確に物事を捉えることが大切だからです。それと、伝えて理解してもらうためにもこういう過程が必要だからです。

自分の観察をデータ化しようと思うときに、口で言っても分からないわけです。例えばこの植物とあの植物のどこが違うか、だからどうなのだという話を口で言っても、うまく説明できないことがしばしばあると思うのですが、そういうときに自分の観察をどうやって人に納得してもらえるようなデータにするかを少し考えるといいのではないかと思います。

昔はそれこそスケッチだったり、本にまとめたりすると思うのですが、今の時代は写真であったり、統計解析なども人に納得してもらえる一つの手法ですし、観察したものを伝えて、相手にも気付いてもらう技術も観察力のうちに入るのではないかと今回考えてみました。



何かまとまりのない話で申し訳ないのですが、これで終わらせていただきたいと思います。

(伊藤) 勝原さん、ありがとうございました。一つ二つ、質問があればお願いします。

(熊澤) 地球研の熊澤です。一つ聞きたいのですが、ツユクサとケツユクサのところで、「デメリットがあるのに野外で共存するメカニズムは？」という問いまで練り上げましたよね。その問いにたどり着くまで、特に共存という概念にたどり着くまでのプロセスについてもう少し詳しく教えてください。

(勝原) 実はこの間にもう一つ入っていて、実験というか観察です。人工授粉した結果と、虫がお互いに行き来している結果の後に、野外でも実際にこういうデメリットがあるのかという実験を一つ行っています。その時点で、野外でもデメリットがあるのかをどのように証明しようかと考えたときに思いついたアイデアが、枠を張って花の数を数える実験です。相手が多いところほど、種がたくさん減り、デメリットがたくさんあることが分かれば、きっとそのデメリットを証明していることになるだろうと考え、2m×2mの枠を張ったわけです。

その過程で、「これはツユクサの多い所、ケツユクサの多い所があるのではないかと考えて、むしろそこを見てから共存の考えに至ったというか、局所的に見れば共存していないけれど、大局的に見て共存しているように見えるという考え方に至りました。うまく答えられているか分からないのですが、最初から共存機構について解明しようと思って出たというよりは、その現象を見て、「これは共存機構につながっているのではないかと」という考え方をしたのです。

(熊澤) とても大事なコメントだったような気がしました。ありがとうございました。

(伊藤) 他はいかがでしょうか。後ほどディスカッションの時間を取ってあるので、取りあえずこれで勝原さんの講演を終えたいと思います。ありがとうございました。

次の講演に移る前に、観察力の鋭い方はお気づきだと思うのですが、私は自分が何者かを名乗るのを忘れたような気がします。神戸大学人間発達環境学研究科のサイエンスショップを担当している伊藤と申します。それからもう一つ忘れていたのが、全て終わった後に交流会がありまして、事前申し込みなしでも参加できます。有料ですが、よろしければぜひ受付にお声を掛けていただければと思います。

次は、京都工芸繊維大学教授の内村浩先生にご講演いただきます。内村先生は高校で教鞭を執られた経験もお持ちですが、学習心理学、理科教育、教育評価等のご専門で、大学入試センター試験や法科大学院適性試験その他、OECD-PISA、TIMSS等の委員もお務めになった経験をお持ちです。では、よろしくお願ひします。

話題提供 4

「新しい時代に必要な資質や能力を入試でどう測るか？」

内村 浩 氏（京都工芸繊維大学教育研究基盤機構）

こんにちは。私からは教育現場の臨床的な立場から、現実的、具体的な話題を提供したいと思います。私は高校と大学の両方を経験してきたという立場から話題を提供したいと思います。

1.高校から大学に移って見えてきたこと

私が 12 年前、高校 28 年間の経験を経て大学に移ってから、いろいろ見えてきたことがあります。

今は理科教育法という教科を幾つかの大学で教えていますが、まず最初の時間にモデル授業をやって見せています。以前、ある学生の感想でこんなものがありました。「理科って、本当は面白いんですね」。京都大学理学部の学生でした。1 週間後にその学生に声を掛けて、「君は理学部だよ。理科が好きだから入ったんじゃないの？」と言いました。すると、その学生は「自分は高校時代、理科の授業を面白いと思ったことは一度もない。努力と忍耐でやってきたんです」と言うのです。よく聞けば実験も全然やっていない。先生から実験を見せてもらったこともないのです。私が「君が先生になったとき、生徒たちに同じように努力と忍耐で教えるのかね」と問うと「いえ、そんなことは二度と経験させたくないで、一生懸命勉強する」と言ってくれました。受験中心の授業を受けてきたことが見えてきます。

私はいろいろな問題を学生に出すのですが、そのときにある女子学生から出た言葉は、「解き方を習っていないので、できなくても当然でしょう」でした。一から十まで全て教えてもらうティーチング中心の授業を受けてきたことが見えてきます。

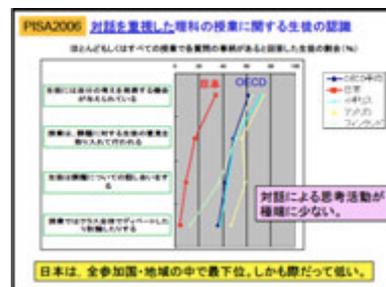
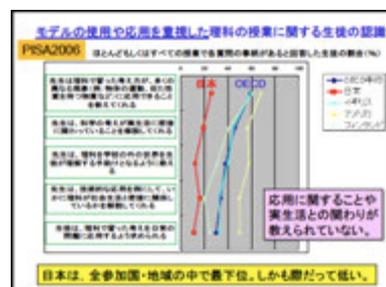
そこで、理科教育法では、こうした学習観、指導観を変えることが最大の課題になっています。そのためには言って聞かせても駄目なので、アクティブラーニングを取り入れています。最終的には学生たちはグループで話し合いながら一つの授業を計画し実践しています。ディスカッションも自分たちで進行しながらやっています。しかし、やらせっ放しにはしていません。私は先ほどの学生達の模擬授業について理論や考え方を伝えるミニ講義をしていますし、3 週間後にはかなり膨大なレポートを書いてもらいます。

そうして 1 年間の授業が終わったときに、どのように指導観が変わったかを調査してみました。指導観が減った項目は、逆に言えば授業を受

ける前はこういう認識を強く持っていた可能性が高いです。例えば受験中心の考え方、「授業中に問題集を使った演習が不可欠である」「学習にとって大切なのは勉強と努力である」。「受験を視野に入れた授業を行うのは当然である」と強く考えていた。さらにはティーチング中心の考え方です。「実験結果の結果を生徒が誤って解釈しているときは教師がすぐにその誤りを指摘し、教えてやるのが大切」や「教師が正確な手順を生徒に伝え、予想外の結果になるのを防ぐようにした方がよい」という考えが強かったわけです。

逆に増えた項目は、ラーニング中心の考え方です。「他の生徒の意見を聞いたりグループで活動することが必要不可欠である」「クラス全体で話し合うこと」などです。あるいは「生徒自身が実験・観察の計画を立て実行することが大切」「たとえ時間がかかっても生徒自身がその誤りに気付くように導くべきである」というふうになりました。すなわち、先ほどの2人の学生以外にも、全体的な傾向としてこういうことが見えてきました。

さらに国際学習到達度調査でも日本の理科授業の特徴が見えてきます。例えばPISAの調査では、応用に関することや実生活との関わりが教えられていないという結果が出ています。日本は全参加国地域中で最下位、しかも際立って低いという結果が出ています。実験が少ない点ではワースト3位です。それから対話による思考活動が極端に少ない。これも最下位で、しかも際立って低い。生徒には自分の考えを発表する機会が与えられていません。それから話し合いをする機会もありません。



2.新しい入試で何をどのように測るか？

そういう実態を受けて、なぜ入試改革が出てきたかを整理します。

目標とするのは、新しい社会で力強く学ぶ人を育てるということです。そのためには学び方を学ぶ、学ぶ楽しさを知る、学習観を変えることが徹底的に重要になります。小中高大それぞれにアクティブラーニングを中心とした改革が行われていますが、大学入試だけがなぜか立ち遅れています。そこをうまく改善しようということなのです。

この入試改革の理念をいち早く導入し、具体化している入試としてダビンチ入試を紹介します。ダビンチ入試では、受験生はいわゆるエントリーシートのようなものを書きます。いろいろ資料も付けて自分を分析

的に書きます。これはどのような高校生活を送ってきたかは将来を予測する重要な指標になるからです。

そして全員に対してスクーリングテストとして、午前中は模擬講義を受けて試験をします。講義の資料が手元にあって、講義中にとったメモを持ち込んで受けます。午後は言語能力を測るために、文章読解、小論文を行います。

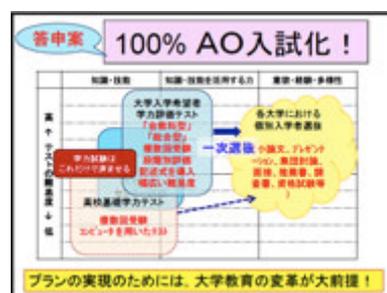
次に、一次選抜の合格者を対象にして学科別にいろいろなユニークな試験を行います。デザイン経営工学課程は商品の開発者を育てる学科で、3種類の試験のうちプレゼンテーションの試験では、会社の新製品企画会議のような場を設けて、お題を与えられてディスカッションをする様子を見えています。

それから情報工学課程もユニークです。仲間と相談しながら問題を解決します。卒業研究のゼミのように、仲間と一緒にディスカッションします。最終的には個人でレポートを書くのですが、ここではアクティブラーニングをやっているわけです。

それから、電子システム工学課程では実際に実験をして、実験計画力、観察力を直接測ろうとしています。

この入試が面白いのは、合格者のアンケートを取ると、ほぼ全員が「すごく楽しかった」と書いてあります。高校ではまだ味わえない大学の講義を経験し、みんなで一緒に考えてディスカッションするというアクティブラーニングが入っています。「入試とは思えなくて、逆によい勉強をさせていただいた気がしました」という声もありました。目指しているのは選抜よりもむしろ接続を意識して、たとえ不合格でも受けてよかったと思える入試、いい経験をして帰ってもらうことを目指しています。

今度、中教審が答申している内容は、このダビンチ入試に考え方がよく似ています。まず、大学入試センター試験を取り払って新しいものを作るわけですが、いろいろな特徴があります。学力評価テストには、教科を解体した総合型、合教科型、複数回受験などの特徴があります。そして、個別大学での選抜に移ります。これだけ見ると、単にセンター試験がなくなって、それに代わる試験が出てくるだけかと思われませんが、大間違いです。個別入試の中に学力試験などありません。いきなり小論文、プレゼンテーション、集団討論、面接です。これをしようと思うと、当然一次選抜をしなければなりません。一次選抜の材料として学力評価テストを使います。これだけで学力試験を済ませます。しかも東大・京大を受ける学生にも選別性が必要になってくる万能ツールを作ろうとしています。



つまり、100%AO 入試なのです。こういう入試は理想の形かもしれませんが、本学のように数百人のレベルの大学では可能ですし、実際に成果を上げています。それを 50 万人レベル、全ての大学でやろうというわけです。しかし、そのためには大学自体が変わらないと駄目です。アメリカ型の大学では、割とアバウトに入れて後で淘汰することも可能ですが、日本のように定員が決まっています、入ったら全員卒業させなければならないというシステムにはなじまないわけです。

そういう中で、ようやくイメージ問題例が出されました。記述式問題を入れるということで、国語、数学、英語の例が出されました。しかし、考え方の方針を示す趣旨で作成したものであって、本物とは違うと書いてあります。

次に、物理のイメージ問題例も公表されました。この問題は、非常に現実的な問題です。きちんとモニター調査も行っていますし、実際にそのまま出しても問題がない、完成度の高い問題になっています。

問題例 1、太陽光の探究です。ここではセンター試験の良さを継承しつつ、活用力、思考力、表現力を測り、さらに実験計画能力を測ると言っています。探究活動の学習成果も測るとしています。

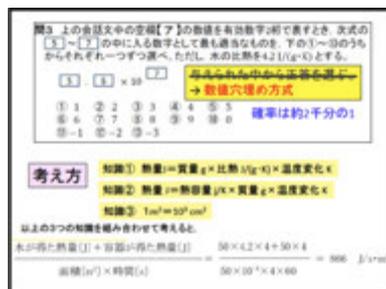
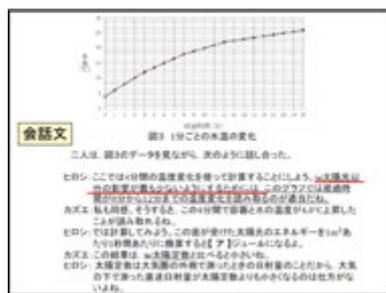
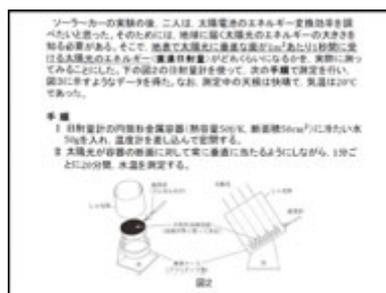
問題は、2 人が探究活動をするという文脈なのですが、ここでは太陽から来るエネルギーを測定するために、装置を使って太陽光を受けます。その中に 50cc の水が入っていて、断面積は 50cm²です。そして、その温度を測ります。

そういう装置を理解した上で、測定結果のグラフが示されています。ここではヒロシ君とカズエさんが対話しながら思考活動をしていきます。ヒロシ君が、「4 分間の温度変化を見よう」ということで、「8 分から 12 分まで」という提案をします。

そこで第 1 問ですが、ヒロシさんがその時間を選んだ根拠が問われます。答えは「容器の水温が周囲の水温に近いところだから」です。

次の問題は、1 秒間当たり、1m²当たりで換算する問題なのですが、今までとの違いはエネルギーの数値を穴埋めする点です。そうすると、偶然で正答となる確率は 2000 分の 1 になります。考え方としては、まず面が受けた太陽光のエネルギーを計算し、それを面積と時間で割って、単位時間、単位面積当たりを求めるというごく基本的な数学的な考えを使いますし、さらに物理で勉強した知識を組み合わせるという問題です。

次の問題では、太陽定数という概念の定義が与えられます。大気圏の上で受けるエネルギーのことなのですが、それを使って地球が 1 秒間に受けるエネルギーをどうやって計算するかという問題です。



太陽定数に地球の断面積をかければいいのですが、正答率はかなり悪いと思われま。物理で斜めに当たったときの見積り方の考え方は習っていますが、その考え方を使わなければならない場面で、その知識を思い出して適応することができなかつたという傾向が出てきます。今の教育のいろいろな問題点も見えてくるでしょう。

最後の問題です。二人はさらに探究を続けました。カズエさんが太陽定数を地上で測ろうとしています。そこで、ヒロシ君が「いろいろな角度で測ってみて、考えてみてはどうか」と言っています。

実験結果の表1には、時刻や太陽高度、気温などが記載されています。使わないデータも入っています。

そこで、表1から必要なデータを抽出してグラフを作成して求めなさいという問題です。すなわち、大気の厚さがずっと薄くなってゼロになったときの値が太陽定数なので、そう推測すればいいのですが、できません。

この物理のイメージ問題について、ある物理学者は「知識はすぐに剥がれる。知識が必要なならその場で調べればいけれども、ここで問われている考え方は重要である」とコメントしています。

以上のように、この問題では、探究のプロセスをそのままダイレクトに測ろうという構成になっています。

問題4 上の右図又の平緯度(φ)の太陽定数は、大気層の上端で太陽定数(太陽定数)に比べて約何%減少したか(φ=0°のとき)とある。大気層を有する地球表面に1秒間に入射する太陽光のエネルギーを「太陽定数」、地球の半径を「R」を用いて求めたい。次の式(1)~(3)の中から大気層の上端で最も適切なものを、下の1~3の中からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、大気層の厚さは地球の半径に比べて非常に小さいものとする。

【式】
地球表面に1秒間に入射する太陽光のエネルギー
= (1) πR^2 (2) $2\pi R^2$ (3) $\pi R^2 \sin \theta$

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ -2 ⑦ -3 ⑧ 1/2 ⑨ 3/2 ⑩ 1/3
⑪ 2/3 ⑫ 4/3 ⑬ 3/4 ⑭ 3/8 ⑮ 3

正解率は約5万分の1

参考: 半径φの円の円周 $2\pi r$
半径φの円の面積 πr^2
半径φの球の表面積 $4\pi r^2$
半径φの球の体積 $\frac{4}{3}\pi r^3$

二人はさらに探究を続けることにした。

カズエ: この日射量を知って、何となく太陽定数の大きさを求めることはできないかな?

ヒロシ: いろいろな太陽高度のときに日射量計を太陽に向けて垂直日射量を測定し、グラフを書いて考えてみよう。下のようない図を使って説明すると、太陽高度がφのとき、太陽光が大気層を通過した距離は、大気層の厚さを1とすると、 $1/\sin \theta$ となるね。ここでは、先に、太陽定数の上から大気層を通過した距離に比例して減衰すると考えてみよう。

図4 ヒロシ君が使った説明図

二人は、快晴の日、いろいろな太陽高度で垂直日射量を測定し、得られたデータを表1にまとめた。そして、このデータからグラフを作成して太陽定数を推定することにした。

表1 測定から得られたデータ

時刻	太陽高度φ	日射量	気温	気圧
09:00	30°	1.00	23.0℃	1013
10:00	45°	1.20	23.5℃	1012
11:00	60°	1.50	24.0℃	1011
12:00	75°	1.80	24.5℃	1010
13:00	90°	2.00	25.0℃	1009

※ 時刻と太陽高度は、日射量計で高度の変化を自動で取り出した時の中央値を示す。

問題: 表1から必要なデータを抽出してグラフを作成し、ヒロシ君が考えたような仮定に基づいて推定される太陽定数を有効数字2桁で表せよ。次の式(1)~(3)の中から大気層の上端で最も適切なものを、下の1~3の中からそれぞれ一つずつ選べ。

推定される太陽定数 = (1) $\frac{1}{2}$ (2) $\frac{1}{3}$ (3) $\frac{1}{4}$ 100 W/m^2

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9
⑩ -1 ⑪ -2 ⑫ -3

3.学力調査と選抜テストの違い

さて、大事な視点があります。学力調査と選抜テストの考え方は違います。すなわち学力調査は集団についての傾向分析をするのが目的であり、何を測ってもいいのですが、選抜テストは、個人についてランク付けしなければなりません。どちらが上で、どちらが下かということです。目的が全然違います。

選抜テストは、大げさに言えば個人のランク付けです。一生がかかっているテストです。しかし、その中に測りやすい力と測りにくい力があります。今回は測りにくい力にチャレンジしようとするのはいいのですが、ランキングや選抜の目的で A 君の主体性は B 君よりも上か下かを測ろうとしても測れません。測れない力もあるし、測ってはいけない力もあります。そういう峻別が必要です。

考え方 < 学力調査と選抜テストとの峻別 >

学力調査 集団について、傾向分析のため 育てたい力	選抜テスト 個人について、ランク付けのため 測りたい力
---	---

知識・技能

- 思考力・判断力・表現力
- 主体性・多様性・協働性
- 政治への参加意欲・態度 (18歳選挙権)

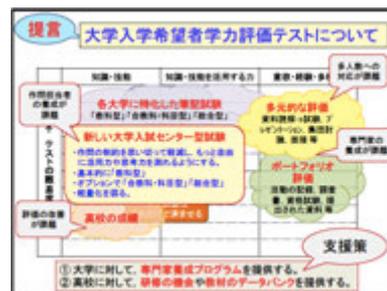
測りやすい力

測りにくい力

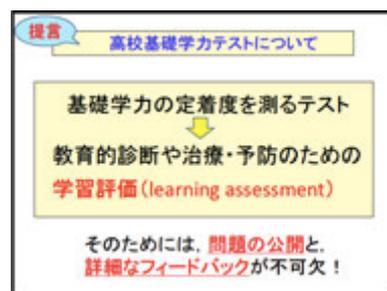
測れない力

測ってはいけない力

新しい大学入試センター型試験を少し見直すことを提言したいと思います。しかし、悪いところがたくさんありますから、これまでの作文上の制約をゆるめて改善します。その上で、各大学の筆記試験は外せません。特に理工系では、例えば微分積分がないのはリスクがちょっと大きいので、各大学が努力して筆記試験を作るべきでしょう。しかし今とは違った新しい力を測る努力が必要です。余力があれば、多角的な評価やポートフォリオ評価などを入れるといいでしょう。高校の成績もぜひ使いたいですね。しかし、そのためにはいろいろな課題があります。



そして、支援も要ります。総合的に改善を考えなければなりません。それから、高校基礎学力テストは、基礎学力の定着度を測るためのテストであり、点数やランクで示します。ところが、本来は教育的診断や治療・予防のための学習評価でなければなりません。そのためには、やはりどういう問題だったかを公開する必要がありますし、詳細なフィードバックが不可欠です。しかし、今考えられているのは Computer Based Test であり、基本的に問題は非公開です。



新テストについて、いろいろなチャレンジがされますし、いろいろな課題があります。しかし、新しく開発された問題をうまく教材に活用するといったかもしれません。ありがとうございました。

(伊藤) 一つ二つ、内村先生のご講演に質問があればお受けしたいと思います。

(Q5) 40年ほど前の高校入試に兵庫方式というものがあったのですが、ご存じですか。理系や文系の中に英語も寄せ集めて、そのテストに加えて内申書を加味したものだのですが、すぐに破綻してしまいました。やめた理由は、普通の勉強はそこそこの成績でしたが、中学時代に教科テストを受けるための勉強をしていなかったで、大学入試でぐんと落ちたからです。兵庫県の県立高校の学力は大幅に落ちたといわれます。だから兵庫県は私立高校の方が充実している。

(内村) 分析する価値があると思います。

(Q6) T大学のMといいます。ダビンチ入試というとてもオリジナルな入試をされていますが、そういう人材をダビンチ入試で入れた後、彼らを生かすようなカリキュラムは京都工芸繊維大学

でどのように用意されているのでしょうか。それから、一般入試で入ってきて、普通に受験勉強しかしてこなかった学生と、ダビンチ入試で入ってきた学生が混ざったときにどうなっていくのでしょうか。

(内村) まず二つ目の部分については、精細な追跡調査をしています。よくある AO 入試のパターンとしては、AO 入試の基礎学力がよくないので、せっかく入ってもドロップアウトするケースが実際にあります。しかし、本学はそうではありません。学力試験は特にしていないのですが、合格者の模試の成績は同等です。ドロップアウト傾向の出現率は一般入試より少なく、半分しかありません。入試で何を測っているかという設計、デザインが重要です。入学したら、AO の学生に対して特別なことはしません。ただし、入学前教育は徹底的に丁寧にやっています。

こういう結果が出ていることで注目されて、最近によく取材などを受けます。しかし、その裏には綿密な学習論あるいはテスト理論に基づいた設計・分析があります。

(Q6) 主体的な学びができそうな子が結局、ダビンチ入試で入ってくるわけですが、普通のカリキュラムの中で持続していくのですか。

(内村) まず主体的な学びを直接測ったわけではありません。恐らくここで測ったのは期待値です。本当に地頭が育っているかどうか。そういう地頭が育っていれば、こういう問題に対してきちんと成績を獲得できるだろうという期待値です。ですから、ここに入ってきた学生たちが一次選考で高得点を取れたということは、大学で新しいこと、習っていないことをどんどん学んで理解し、それを活用して表現するという学習活動に、十分適応できるお墨付きをもらったということです。二次の最終選考ではその学科特有の本当に測りたい力をストレートかつ総合的に測っているという設計になっています。

ディスカッション

(伊藤) 予定では5時20分までですが、10分ほど延長させていただいて、5時半までディスカッションの時間とさせていただきます。今日はせっかく多様な方々にご参加いただいていますので、最初に皆さま方の立場で何かご発言があればお受けします。何かございますか。

(岡田) 神戸大学の岡田です。私は理科系の人間ではなく、社会科学系の人間なもので、皆さんの話を聞いて、私自身まだちょっとよく分からないところがあるので、ぜひお聞きしたいと思います。

鈴木先生のお話の最初に、フランスの話が出てきました。最後の内村先生の話でも、新しい時代に必要な資質の話が出ました。恐らく今の時代、解が複数あってなかなか出ないという話の中で、新たな課題解決能力が必要だということで、観察が出てきたのだと思います。ただ、私がかつと分かりにくいと思うのは、解が出ない問題をどう考えるのかです。つまり課題をどう考えていくのかということです。というのは、最初のフランスの話は言うまでもなく、宗教対立であったり、文化の対立であったり、双方が正当性を主張していて、客観的にどちらが正しいかがなかなか分からない問題だと思います。

ところが、例えば原発の問題を考えてみると、どちらが正しいかというよりは、解がまだ見つからない問題ではないかと考えるわけです。途中でナチュラリストの勝原さんがお話しされたように、科学というのは真理が一つであり、その真理を見つけることが課題になっていると思うのですが、なかなかこれが見つからないから一生懸命に真理を探そうとすると考えるわけです。私は社会科学系なものですから、つついそうというふうに考えてしまうのですが、解を見つけられないような問題を、いわゆる理科系人材の観点からどのように捉えるのか。この点でもし皆さんにお考えがあれば、ぜひお聞かせいただきたいと思います。

(伊藤) 解が見つからない問題をどのように考えるかというのは、もう少し具体的に。

(岡田) 端的に言うなら課題をどう考えるか。課題を発見する課題をどのように捉えているのかということ。

(内村) 科学的に考えられる問題と、そうでない問題の峻別が必要なのです。PISA の調査で明らかになったこととして、日本の学生が非常に苦手なのは、目の前にいろいろな複雑な状況があったときに、この問題は科学的な命題かどうかをまず峻別する力です。その上で、実際に解が見つからない問題はたくさんあって、不良構造化問題と認知心理学では言っています。特に作文や絵画などがそうですね。だから、まず問題自体にそういう違いがあることを見つけた上で、自然科学で扱う問題が全て一つの解であるとは限らないというのは先ほどお話があったとおりなので、単純に白か黒かと考える姿勢自体が私はあまり好きではないのです。能力の捉え方も混沌としていて、もっと複雑でダイナミックで多様であるという捉え方が、むしろこれからの教育問題を考えるときにはいいのではないのでしょうか。そのとき、理系だから、文科系だからという分け方も、それでいいのでしょうかと思ったりもしています。

(伊藤) 他はいかがでしょうか。何かコメントはありませんか。

(鈴木) 私が一番強調したいのは、今の理科教育において、正確にものを捉える学習が非常に減ってきていることです。例えば生物領域でいうと、形態学や組織学がだんだん消えていって、ゲノム中心になってきました。私が小さい頃は継続観察させられて、アサガオなどいろいろな植物の成長を日々観察させられた経験があるのですが、今の入学生を見ても、ものを正確に見る力、経験知から捉える力が非常に減ってきています。それを払拭するには、こういう問題解決能力の切り口からアプローチしていくことがものすごく大事だという意味で、先ほどのフランスを例に解がないということを申し上げましたが、そこから論を導いたわけです。

(伊藤) 解がない、解が一つではないというのは、価値とソリューションが関わってきて、どういう価値を重んじるかによってソリューションが変わってきているということであり、人間社会として何を優先するかという部分まで目を向けないと、パリのテロにしても原発の事件にしても、ソリューションが得られないような問題になってしまうので、理系の人もそういうところに視野を広げることが必要な時代ではないかと常々感じています。他に今の点について何かご発言はありますか。

(岡田) 私もその問題が社会科学と自然科学とで違うのか、それとも一緒なのか、あるいはこれを一緒にしていくことが大切なのか、私どもの学部も文理融合を掲げている以上、このあたりは考えていかなければならないとずっと悩んでいるものですから、むしろそちら側からどういう意見が出るのかというふうにお聞きした次第です。むしろ私は、その部分をどこかつなげていなければならぬとは考えているのですが、なかなか接点をどう位置付けていけばいいのかということに悩んでいるものですから、それでお聞きした次第です。

(伊藤) 他にいかがでしょうか。今日のテーマは「課題発見と問題解決につながる観察力を育む」ですが、少し気になったのは、どの発達段階でどういうトレーニングや教育を施せば、一番よくそれが育つかという点だったのですが、鈴木先生の講演の中では、「幼稚園時代から」というような言葉も入っていたように思います。深くものを観察することや固執性は、割と人間の個々の気質に関わる部分があると思うのですが、幼少期から大切に育てることの重要性と併せて、大学でもそういう教育の努力をされていますけれども、発達段階の時期も含めて、何をどの段階で施すかということについて何かあればお聞かせいただけますか。

(鈴木) とても難しいことだと思うのですが、例えばセンスというものがあります。これは理科でとても大事な部分だと思うのですが、小さい頃から感覚的に育てなければならぬところだと思うのです。データを見ていて、ちょっとの誤差が分かるというのはセンス、感覚的なものだと思うのです。それは情操教育を見ても明らかのように、幼少期に育てなければならぬものと、成長が進んだ段階で育てているもの、また大学に入って再び正確性を問うものがあり、スパイラルなものもありますし、直線的なものもありますし、そこをうまくミックスしながら伸ばすべき資質というものがあります。

ただし人間はしょせん70%は水ですので、だらしない動物です。ですから、それで全てが解決できる問題でもなく、非常に難しい。少なくとも、ものをしっかり見る力、先ほど地頭という言葉がありましたけれど、ぐっと耐えてしっかり取り組む力、集中力といったものが幼少期に育むべき資質でしょうし、そういうものをきちんと振り分けて、コンピテンス基盤型教育をデザインしなければいけないと思っています。そういうことを私たちは今やっているわけです。

(伊藤) 勝原さんは割とうまく育った事例ではないかと思うのですが、発達段階に何かこういうことが自分の成長で役に立ったようなことはありますか。

(勝原) 高校のときのSSHの活動の一環で、比較的いろいろなことを見せてもらえたことがよかったと思っています。僕は高校に入った時点で生物に一番興味があったのですが、それ以外の分野に関しても施設に見学に行ったり、人が来て話をしてくれたりしました。その部分でいえることは、今日は自分の興味を明確にするという話をしたのですが、自分が本当に興味があることとそれほど興味がないことの両方を与えてもらったのはよかったかなと思います。

(伊藤) SSHの教育がそれなりに。

(勝原) そうですね。

(伊藤) 文科省とJSTに代わってお礼を申し上げます。勝原さんの自己紹介の最後に、「同世代の研究者を志す友人を募集中」とあるのですが、今日は同世代が少なくてすみません。観察力を育むことについて、どの時期にどんなという問題提起をしましたが、何か。

(Q7) 今の問題で、鈴木さんや伊藤先生が言われたとおりで、幼少期に決定的に決まることだと私自身は思っています。親たちの教育は非常に大きいわけで、今は核家族になってしまっているのが非常に問題が大きいと思うのですが、感性は原点だと思うのです。そういうベーシックなことは、教育などでできるものではないと思っています。私自身、田舎で戦前生まれですけども、疎開で四国へ帰って、田舎の野山で遊んで、いろいろなことを見たり聞いたりしましたが、そういう感性は持って生まれたものだと思います。

親たちがそういうことをうまくリードできるかどうかは大きな問題だと思います。

幼少期に感性を育て、大学に行って研究者になるのだと思います。その途中の高校・大学の時代にあるのは、入試のために一生懸命勉強す

るテクニックだけであって、ベースになるのは幼少期に育ったものが開花したのだと思うのです。だから 100 人が 100 人、そのとおりにはいかないかも知れませんが、大切なのではないかと思います。

(伊藤) 内村先生は今のことを含めて、いかがですか。

(内村) 私はボーイスカウトのリーダーをずっとやってきて、幼稚園児も教えてきました。今まで小中高大の全部を教えてきたのです。鈴木さんがおっしゃったとおりで、閾値というのか、そのときでないで育てられない才能や能力はあるのです。それを私たちはよく認識しないといけない。だから、大学に入ってから鍛えればよいというのでは遅いことがたくさんあります。だからこそ、小中高大で共通の目標を持って、そういう視点で教育改革を考えていかなければならない。おっしゃるとおりだと僕は思います。

(Q7) 私は生き物の中では鳥がかなり詳しいのですが、つい最近も小学 3 年生の自然観察会に 60 人ぐらい連れて行くと、先生がちょっと列を離れた子どもたちをあまりにも怒鳴りつけるのです。私も驚いて、先生もいらいらしているわけです。これでは、とてもではないが小学校の教育になっていないと感じました。私は教員の免許は持っていましたが、そういう感想を最近持っています。

(蛭名) 本題から少し外れるかもしれないのですが、たまたま昨日、発達科学部の幼児教育の専門家である北野幸子先生と話をすることがあって、幼児教育の指導者の重要性が日本ではあまり認識されていないのだけれども、それは非常に重要で、外国ではそのような研究が非常に進んでいる一方、日本ではそこがとても遅れているそうです。幼児教育は家庭が大事だといわれますが、それだけに任せると、よい教育をしている家庭とそうでない家庭の格差は広がる一方です。

そこで、幼児教育の指導者が入ることで、そうでもない家庭でもよい幼児教育ができるのだけれども、そこが非常に欠落していて、それに対する研究も非常に遅れているということでした。その中で特に印象的だったのが、落ちこぼれだけではなく、「浮きこぼれ」という上位何パーセントかの子どもへの対応が日本では全然されていなくて、それに

対する研究もアメリカなどでは非常に進んでいるけれども、日本では立ち遅れているのが問題だという話を思い出しました。

(伊藤) 制度的には幼稚園や保育園？

(蛭名) 幼稚園ぐらいのところだと思います。幼稚園の先生が、先ほどの理科系的な観察や問いを立てることに訓練を受けていない場合が多いということだと思います。

(Q7) 先生を教育しないと駄目ですね。

(鈴木) ただ、直接体験させればいい、実験させればいい、観察させればいいだけでは、決して資質は育まれないと思うのです。幼児も同じで、日本では左か右かの議論が多くて2項対立が多いのですが、幼児にもきちんと自然体験をさせることです。例えばカブトムシが死んでしまったときに、図鑑を見たり、検索したり、必ず他のエビデンスで間接体験させることです。そういう両面がないと、なかなか資質のいい子は育まれません。日本の理科教育で欠けてきているのはその辺だと思っていて、自然に出した方がいい、体験させた方がいいといっても、ある程度エビデンスベースの教育もきちんと幼児期からしなければならないだろうと思っています。

(伊藤) 今日は多角フォーラムということで、教育産業の方もたくさんお見えですけれども、今の幼少期から大学まで、年代を越えたいろいろな発達段階での教育ということで何かご発言があれば。

(Q8) Sといいます。高校教育に関係しています。皆さんのお話を聞きながら、私自身が随分悩んでいるのは、学校にカリキュラム、教科、科目がありますが、これらがどうしてそのように設定されているのかという問題です。それから、教える先生方がその教科目を教える必要性についてどう思っておられるのかという問題。それから、年齢に応じて教育が必要だということです。その点は私自身、まだまだ不完全です。科学的に解明されていない部分に脳科学があるのですが、その部分をもう

少しひもときながら、分かっている範囲内でも構造と機能という形で、脳の研究をしながら取り組んでいかなければならないだろうと思います。

やはり子どもはその年齢に応じて習得する項目があるようです。今の脳科学ではシナプスが一番多くなるのは8カ月らしいです。その辺を考えると、遺伝もちろんありますが、やはり家庭教育が非常に大事です。だから教育があるわけです。遺伝という個性は変わらないと思いますが、そこから大脳皮質、大脳新皮質の段階を経て、人間の脳は発達していくわけですから、その段階をおいた教育をもう少し考えなければならぬだろうと思います。

今日の話の中で、文系・理系という話がありましたが、対象は社会であるか、自然であるかの違いであって、サイエンスというリテラシーには変わりはないわけです。そして、実際に教育はもう一度きちんと整理して、いわゆる育む脳、学ぶ脳、そして癒やす脳ということで、人間は生まれてから死ぬまで常に教育がなければならぬし、傲慢になった瞬間に仕事する。だから、まだまだ分からない部分があるのだというのは、ここにお集まりの科学者の先生方が常日頃、まだまだ不完全で分からないからこそ次の研究が始まると思われているところだと思いますので、教育に関しても今後それぞれ、まだまだ研究が必要ではないかなと思います。

(伊藤) では来年、脳科学の研究者でも呼んで、補完します。非常に残念なのですが、そろそろ予定時間を過ぎていきますので、これでディスカッションを締めくくりたいと思います。それでは閉会の挨拶を神戸大学人間発達環境学研究科長の岡田章宏先生にお願いします。

閉会の挨拶

岡田 章宏（神戸大学人間発達環境学研究科長）

この会は、今回で 3 回目でございます。ただ、この前に実は「理系 AO 入試が開く科学者のトビラ」というフォーラムが 7 回ほど続いたので、今回で 10 回目になろうかと思えます。10 年続けてきて、私も何回か出席させていただいているのですが、大変活発な議論を展開していただき、しかも中身は大変充実しています。今日も 5 人の先生方、大変興味深く、とても面白いお話を聞かせていただきました。今後こういう形で議論が進んでいくこと、そしてその議論を何らかの形にしていくことが求められると思います。そういう意味では、皆さんには今後ともますますご協力を頂きながら進めていきたいと思っていますので、何とぞよろしくお願い致します。本日はどうもありがとうございました（拍手）。

（蛭名） 皆さん今日はどうもありがとうございました。

講演者プロフィール

鈴木 誠

北海道大学・高等教育推進機構/大学院理学院自然史科学専攻 科学コミュニケーション講座 科学教育研究室 教授。協和発酵、中学校教諭、高等学校教諭を経て、2000年北海道大学・高等教育機能開発総合センター助教授、2003年同教授、現在に至る。日本理科教育学会賞（2003年）、日本理科教育学会賞（1996年）、東レ理科教育賞（1992年）受賞。著書に『「ボクにもできる」がやる気を引き出す』（東洋館出版社、2012年）、『フィンランドの理科教科書・生物編』（化学同人、2014年）、『人体を学ぶための理科「Vol.1 細胞からだを作る60兆個の細胞たち」』（医学教育映像センター、2011年）他。

熊澤 輝一

1999年東京工業大学工学部社会工学科卒業。2006年同大学院総合理工学研究科環境理工学創造専攻博士後期課程単位取得退学。博士（工学）。専門：環境計画。大阪大学サステイナビリティ・サイエンス研究機構、立命館大学立命館グローバル・イノベーション研究機構を経て、現在は、総合地球環境学研究所 研究高度化支援センター・助教。総合地球環境学とアントロジー工学の融合研究に従事。

祇園 景子

2002年神戸大学大学院自然科学研究科博士前期課程修了。神戸大学遺伝子実験センター、サントリーホールディングス株式会社植物科学研究所などにて内分泌かく乱物質（環境ホルモン）や遺伝子組換え植物に関する研究に従事。2011年福山大学にて博士（工学）取得。2014年度文部科学省COIビジョン対話事業に神戸大学が採択されたのを機にシステムデザイン思考を学び、ワークショップのファシリテーターとして活動。

勝原 光希

2014年神戸大発達科学部卒、神戸大大学院・人間発達環境学研究科・博士前期課程在学中。所属は生物多様性研究室。専門は、植物繁殖生態学・送粉生態学。同世代の研究者を志す友人を募集中。

内村 浩

京都工芸繊維大学教授。博士（心理学）。専門は、学習心理学、理科教育、教育評価。広島大学理学部を卒業後、28年間の高校教員を経て、2004年より京都工芸繊維大学。これまでに様々なタイプの高校と大学でアクティブラーニング型の授業を実践してきた。

OECD-PISA、TIMSS、大学入試センター試験、文科省教育課程実施状況調査、法科大学院適性試験、高校教科書などの委員を歴任。主な著書として、『認知心理学から理科学習への提言』、『生徒指導・進路指導』、『授業に活かす！理科教育法』など。

プログラム

- 13:30-13:40 開会の挨拶
13:40-14:40 基調講演
「進む世界のコンピテンス基盤型教育
—今、どのような資質や能力が求められているのか—」
鈴木 誠（北海道大学 高等教育推進機構・
大学院理学院自然史科学専攻）
- 14:40-15:05 話題提供 1
「環境研究を通して養う観察力
—京都府立洛北高校SSH事業への協力事例から—」
熊澤輝一（総合地球環境学研究所）
- 15:05-15:30 話題提供 2
「デザイン思考による視点と着眼点
—木も見て森も見る—」
祇園景子（神戸大学連携創造本部）
- 15:30-15:50 休憩
- 15:50-16:15 話題提供 3
「ナチュラリストの卵が考える『観察力』」
勝原光希（神戸大学大学院 博士前期課程）
- 16:15-16:40 話題提供 4
「新しい時代に必要な資質や能力を入試でどう測るか？」
内村 浩（京都工芸繊維大学教育研究基盤機構）
- 16:40-17:20 ディスカッション
17:20-17:30 閉会の挨拶
17:40-19:50 交流会（瀧川記念学術交流会館 食堂）

お申し込み・お問い合わせ先

神戸大学サイエンスショップ

【E-mail】 fm-16@h.kobe-u.ac.jp

【FAX】 079-803-7979（電話番号はFAX番号と同じですが、
担当者が不在の場合もありますのでご了承ください）

お申し込み方法

参加ご希望の方は、以下をご記入の上、メールまたはFAXにて、左記までお申し込み下さい。

- ・参加者氏名（漢字・カナ）
- ・連絡先（住所・電話番号・
メールアドレス）
- ・所属団体・部署・役職等
- ・交流会（参加／不参加）

お申し込みの際にいただく個人情報
は、本フォーラムの運営と今後の
同趣旨のイベントのご案内以外
には利用いたしません。今後ご
案内が不要の場合は、その旨お
し出ください。

第3回 未来社会を担う人材育成のための 多角連携フォーラム

～課題発見と問題解決につながる観察力を育む～

2016年 3月 13日（日） 13:30-17:30

場所：神戸大学瀧川記念学術交流会館

主催：神戸大学発達科学部・人間発達環境学研究科，神戸大学サイエンスショップ
共催：総合地球環境学研究所