

連載

動画を用いた天文教育普及【3】 動画教材の具体例と応用

渡辺謙仁、福江 純（大阪教育大学）

1. 前回の続き

前回（『天文教育』2009年9月号）は、動画を用いた天文教育の実際について解説した。今回は、著者らが開発している動画教材の具体例と、それらを含む e-Learning コースを紹介したい。これらの動画教材を利用すれば、例えば、星空案内人®（星のソムリエ®）資格認定制度などを支援することができるだろう。

以下、第2節で星空案内人®制度を支援する動画教材の開発に至った経緯、第3節で「望遠鏡のしくみ」の動画教材と e-Learning コース、第4節で「太陽系形成過程」や「星座をみつけよう」の動画教材を紹介する。

なお、これらの動画教材と e-Learning コースは、現在国内10地域で実施されている星空案内人®制度を念頭に置いて開発したものであるが、e-Learning コースとして公式に提供されているものではない点について注意されたい。

2. 星空案内人®制度を支援する動画教材の開発に至った経緯

星空案内人®（星のソムリエ®）資格認定制度とは、豊かな知識と経験からおいしいワインを選ぶソムリエのように、星空や宇宙の楽しみ方を伝える星空案内人®（星のソムリエ®）を資格認定し養成する制度である。資格取得者は、科学館や学校で星の観察会を指導したり、地域のボランティアとして観望会を開催したりするなど、まさに、星空への案内人として活動することが期待される。

資格は準案内人と案内人の2段階になっていて、それぞれの資格の認定を受けるには、「望遠鏡のしくみ」、「宇宙はどんな世界」、「望

遠鏡を使ってみよう」などの、講義科目と実技科目を受講、あるいは単位取得しなければならない（表1）。なお、講義科目の単位取得には、講座出席と単位認定レポートの合格が、実技科目の単位取得には、講座出席と単位認定チェックシートによる実技試験の合格がそれぞれ必要である。資格認定講座は山形大学で考案され、2003年から開始されたが、現在では北は青森から南は沖縄まで、国内10地域の天文台や科学館などで受講することができる（図1）[1]。

表1 認定講座開講科目と星空案内人®資格要件[1]

科目		準案内人	星空案内人
必修科目			
「さあ、はじめよう」	講義科目	単位取得	単位取得
「望遠鏡のしくみ」	講義科目	単位取得	単位取得
「星空案内の実践」	実技科目	受講	単位取得
選択科目			
「宇宙はどんな世界」	講義科目	3科目以上 受講	3科目以上 単位取得
「星空の文化に親しむ」	講義科目		
「星座をみつけよう」	実技科目		
「望遠鏡を使ってみよう」 または 「プラネタリウムを使ってみよう」	実技科目		

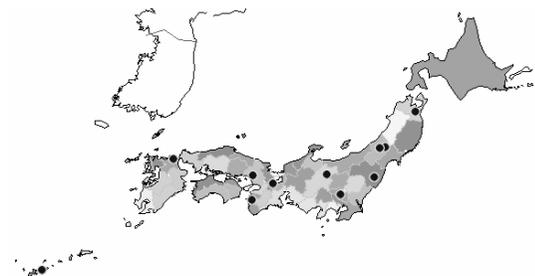


図1 星空案内人®資格認定講座開講地[1]
丸で示した所が開講地である。

この星空案内人®資格認定講座の e-Learning（オンライン学習）コースの開発

を行い、講座開講地から遠い地域での学習環境を改善しようとする試みが2007年度に行われた。山形大学において開講されている講座の講義科目である、「さあ、はじめよう」、「望遠鏡のしくみ」、「宇宙はどんな世界」、「星空の文化に親しむ」について授業が録画撮りされ、e-Learningのコンテンツとしてサーバーにアップロードし提供できる形にされた。しかしながら、実際にやってみると、「ライブの授業の録画は非常に不安定で実用上問題があることがわかった」[2]ことで、e-Learningによる学習環境の提供は中止された。

そこで我々は、e-Learning用に作り込んだ動画教材を開発することで、星空案内人®制度を支援する、e-Learningによる望ましい学習環境を提供できるのではないかと考えた。

3. 「望遠鏡のしくみ」の動画教材とe-Learningコース

星空案内人®講座の講義科目「望遠鏡のしくみ」の動画教材は、e-Learning用に作り込まれ、動画教材を含むe-Learningコースは、これを受講生に受講してもらうことで、科目の単位認定をすることを目指して開発されている。本節では、動画教材自体については簡単な解説にとどめ、e-Learningコースを中心に解説する。動画教材自体についての詳細は、[3]を参照されたい。

「望遠鏡のしくみ」の動画教材は実写を中心に構成されている。また、前回までに解説した「学習項目 (learning subsection)」[4]、「統合ビジュアル化 (integrated visualization)」[4]といった設計概念を適用している。

ここで、統合ビジュアル化について具体的にどのように適用したのか解説する。図2は、屈折式望遠鏡では凸レンズの焦点位置に実像が結ばれ、実像を接眼レンズで拡大して観察することを説明している場面である。画面中

段では、虫めがねとレーザー光線を用いて望遠鏡の原理を説明する実験の映像を表示している。ここでは、丸印を用いて接眼レンズを強調表示している。また、画面上段では中段と内容を合わせ、実際の望遠鏡から接眼レンズを取り外す映像を表示している。このような統合ビジュアル化により、学習者の理解を支援している。



図2 統合ビジュアル化を適用した教材の例

実際に動画教材を受講生に提示するときは、何らかのe-Learningコースが必要になってくる。e-Learningの利点の一つに学習経験のオーダーメイド化[5]が挙げられるため、受講生自身が様々な「教授資源 (instructional resource)」[6]を組み合わせ、自分にあったコースを構成できるようにする「ブレンド型学習 (blended learning)」[6]を実現すると良いと思われる。以下、コースのモデルとして、客観主義的コース、構成主義的コースの二つを提案する。

3.1 客観主義的コース

学習心理学における「客観主義 (objectivism)」「実証主義 (positivism)」とも言う[7]とは、学習を「客観的に捉えられる (誰が見ても同じ) 知識を身につけるプロセス」[7]として捉えるものである。客観主

義は、知識は文脈（状況）から切り離されても存在し得ると主張する。

客観主義の根底には「リアリティは人と独立して世界に実在している」という基本的前提がある。このような前提から、客観主義は学習心理学だけではなく、「西欧において19世紀に成長した強力な哲学の教義であり、科学と技術の勃興により、次第に力を増してきたひとつの社会運動だった」[8]。

学習心理学における客観主義は大きく、1960年代に隆盛を極めた「行動主義 (behaviorism)」[7]と、その後行動主義を基に発展した「認知主義 (cognitivism)」[7]に分けられるが、ここでは、認知主義に基づく教授設計モデルの代表格と言っても良いであろう、ガニエの「教授事象 (events of instruction)」[6]の考え方を取り入れたコースを紹介する。

ガニエによれば、“教授”とは、「学習の内的処理を支援するように設計された学習者の外側に存在する事象の集合体」[6]である。「望遠鏡のしくみ」の e-Learning コースでは、例えば下記のような方略で教授事象を受講生に提示することが考えられる。括弧内が教授事象になる。

e-Learning 自体の新奇性効果[6]により、「学習者の注意を喚起する」

動画の中で、「学習者に目標を知らせる」
記述式の課題で、「前提条件を思い出させる」

統合ビジュアル化が適用され、学習項目・学習単位[4]にモジュール化[6]された動画で、「新しい事項を提示」し、「学習の指針を与える」

○×テストで、「練習の機会をつくり」、「フィードバックを与える」

単位認定レポートで「学習の成果を評価する」

上記の教授事象のうち、補足が必要だと思われる事象について補足しておく。の「前提条件を思い出させる」とは、以前に学習した事項のうち、新しい事項の学習に必要な事項を思い出させることである。の「学習の指針を与える」とは、具体例の提示や図表を用いた解説などにより、理解や記憶を助けることである。の「新しい事項を提示」する時や「学習の指針を与える」時に、統合ビジュアル化や学習項目・学習単位といった設計概念が威力を発揮することになる。

客観主義的コースは、「LMS (Learning Management System)」(図3)と呼ばれるツールを用いて実施することを考えている。LMSは、指導者による教材の保管・蓄積、学習者への教材の適切な配信、学習者の学習履歴や小テスト・ドリル・試験問題の成績などを統合的に管理するシステムである。LMSを用いれば、容易に上記の教授事象が受講生に提示される。著者らは、大阪教育大学情報処理センターの協力により、オープンソースのLMSである「Moodle」[9]を立ち上げた。

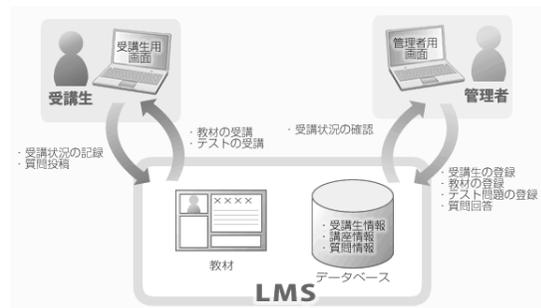


図3 LMS の概念図 [10]

3.2 構成主義的コース

学習心理学における「構成主義、構築主義 (constructivism, constructionism)」[7]とは、学習を「学習者一人ひとりが（各自異なる）意味を自ら構成していく過程」[7]として

捉えるものである。構成主義は 2000 年代に入り、「情報コミュニケーション技術 (Information and Communication Technology)」の発展とともに特にその重要性が認識され始めた。前項で解説した客観主義的な教授設計モデルは、知識を文脈から切り離して教授し、一見効率が良さそうである。しかし、教授設計者や指導者により脱文脈化された権威的な情報を、学習者らはもはや大人しく受け入れたりはしない。これに対し構成主義は、知識は文脈 (状況) から切り離されては存在し得ないと主張することから、「状況的学習観 (situated learning)」[11]とも呼ばれる。

構成主義を巡っては多様な議論が存在するが、それらの根底には「リアリティは社会的に構成される」[8]という基本的前提がある。このような前提から、構成主義は学習心理学だけではなく、「人文社会科学すべての領域において従来のアプローチに変わるラディカルな方向を指し示す思想として広がってきた」[8]。構成主義に基づく教授設計モデルの決定版と呼べるものは存在しない。それは、「研究者一人ひとりが構成主義に対して (各自異なる) 意味を自ら構成」し、「教育現場のリアリティは社会的に構成される」からである。

構成主義的コースは、動画投稿サイトの「ニコニコ動画」[12]をツールとして用いて実施することを考えている。ニコニコ動画は、視聴者が動画上にコメントを付けられることが特徴である (図 4)。動画上にコメントを付け、直接的にコミュニケーションを可視化するという「強力なコミュニケーション指向性」[13]を持つ。デジタルコンテンツ上に直接的な注釈を付けられ、コミュニケーションを誘発するという点で、ニコニコ動画は動画版の電子黒板であると言えよう。また、インターネット全般に言えることであるが、情報の参照が容易である。この情報の参照の容易さと強力

なコミュニケーション指向性に触発され、ニコニコ動画では既に投稿されている動画 (1次創作) やその「ネタ (seeds)」を加工して 2 次創作、3 次創作などを投稿することが活発に行われている。この現象を井手口は「類似者の更新」[13]と呼んでいる。ニコニコ動画は、ユーザーが受動的に動画コンテンツを視聴するだけではなく、知識の表出物としてのコンテンツを批評したり、既存のコンテンツを改善して新たなコンテンツを構築したりする機能を備えた、「知識構築 (knowledge building)」[14]のためのツールである。さらにニコニコ動画には、「ニコニココミュニティ」というコミュニティ機能があり、これを使えば一般のユーザーに公開になっている動画にも、コミュニティのメンバーだけのコメントを付けたり、メンバーが図を描ける機能が付いた「掲示板 (discussion board)」[6]でコミュニケーションを取ったりすることができる。つまりニコニコ動画は、構成主義的な教授設計モデルにおいて重要な、コミュニケーションを通して共同的な知識構築を行う学習に使えろと考えられる。

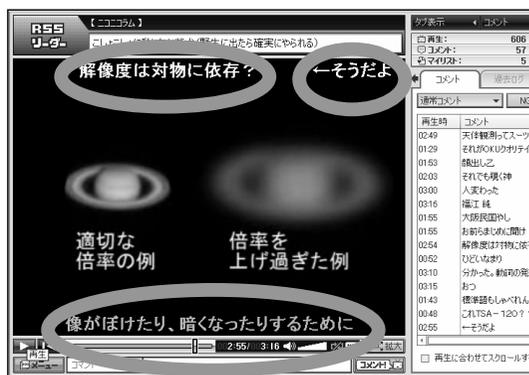


図 4 ニコニコ動画の再生画面

丸で示したように、視聴者が動画上にコメントを付けられる。

ニコニコ動画のように教育用に作られたのではないツールを教育に使えるのかという意見もあるだろうが、高等学校や高等専門学校において、「歴史教育や経済教育などの目的に利用した場合の MMORPG[15]の教育効果を検証」[16]する研究も進められている。

1970年代から1980年代にかけて、多額の研究費を掛けて「コースウェア(courseware)」と呼ばれる教育用に特化したソフトウェアが開発されたが、これらは十分に利用されず、むしろその後ワープロや表計算などの一般に市販されているソフトウェアが教育機関でも広く利用されることになった[17]ことを考えると、教育用に特化していない、一般に利用されているツールの方が、教育利用においても普及する可能性すらある。最近の具体例では、携帯ゲーム機のDS用に、様々な学習ソフトが作られていることなども有名だろう[18]。情報社会においては、教育用に作られたのではないツールでも、積極的に教育に使っていく姿勢の重要性が増していると言えよう。

ニコニコ動画をツールとして用いて「望遠鏡のしくみ」を学ぶ構成主義的コースでは、例えば下記のような学習活動を行うことが考えられる。

望遠鏡について、抱いているイメージや知っていることを掲示板に書く

科目の目的が、「天体望遠鏡の原理および構造、操作に必要な予備知識」[19]の修得であることを知る

目的への到達に役立つ、インターネット上のコンテンツを検索し、掲示板にリンクを張る

他の受講生やコーチ(案内人資格取得者)と掲示板などでコミュニケーションを取りながら、リンクを張られたコンテンツで学ぶ

学習に用いたコンテンツを批評し、改善されたコンテンツを構築する

構築したコンテンツを領域専門家(ここでは天文学者)に批評してもらい、修正したコンテンツを一般公開する

この科目で新たに構築された知識は何か、科目履修前の知識やイメージがどう改善されたのかを掲示板でのコミュニケーションを通してまとめ、振り返る

単位認定レポートを提出する

上記の学習活動のうち、補足が必要だと思われる活動について補足しておく。まず、と⑦はセットである。行動主義的な教授設計モデルでは、「スモールステップで失敗を回避するのが良い」[7]とするが、構成主義的な教授設計モデルでは、「失敗とその振り返り(リフレクション)を重視する」[7]。①の時点での知識などが、⑦に至るまでに犯した失敗を通じてどう改善したのかを⑦でまとめ、振り返る。③から⑥では、教授設計者が用意した動画教材はインターネット上に無数に存在するコンテンツの一つに過ぎず、使わなくても構わない。ニコニコ動画上の動画コンテンツ(教授設計者が用意した動画教材を含む)なら、コメント機能を用いて動画上で批評、質問、回答、注釈などができる。⑤では、教授設計者が用意した動画教材は加工して新たなコンテンツを構築するための素材として使えるようにする。⑥で完成し、一般公開されたコンテンツは、翌年以降の受講生が使える「遺産(legacy)」[5]になっていく。

e-Learningにおいては、コース内外の人的な教授資源の利用も容易である。コーチはコース内で唯一の権威的な情報源ではなく、インターネット上の無数の情報から知識を構築することを助ける「支援者(facilitator)」[20]である。案内人の資格を既に取得した人に活動の場を提供するため、案内人にコーチにな

ってもらえるのが良いだろう。コーチには様々な「談話 (discourse)」[14]を促し、共同的な知識構築を支援する高度なスキルが要求されるため、案内人の中でも構成主義的な教授経験のある教員経験者がコーチに適任かもしれない。また、上記の学習活動⑥では、領域専門家である天文学者もコース外の人的な教授資源として利用する。領域専門家は知識構築を修正するハイレベルの「認識的媒介 (epistemic agency)」[14]をする、重要な役割を担う。

構成主義における知識とは、学習者が自ら構成した各自異なるものであるため、構成主義的な教授設計モデルにおける評価は本来、知識構築の過程の観察や、知識構築の成果物であるコンテンツの評価によって行うものである。しかし上記の学習活動では、単位認定レポートという、客観主義的な評価が最終評価になっている。これは、星空案内人®制度が星空案内の文脈から知識を切り離し、客観的な知識として講義科目で教授する方略を取っていることによる。つまり、ここで提案する e-Learning コースは、客観主義の中での構成主義になっている。しかしそもそも、受講生が教授資源を組み合わせ、コースを構成するためのモデルの一つとして、構成主義的コースも提案しているに過ぎないのであるから、構成主義に拘泥するわけではない。「構成原理主義」に陥らず、学習者や学習課題に応じて「教育現場のリアリティを構成」していく姿勢が重要である。そして、講義科目という枠組みの中でも、なるべく星空案内の文脈から逸脱しない教授を心掛けるべきである。また、上記の学習活動⑥では、構築したコンテンツを領域専門家に批評してもらおうが、ここで構成主義に基づいた形成的評価を行っているとも言える。

柴田は「ハッピーの 2 乗の法則」[21]という言葉で、コミュニケーションの喜びを説く。

柴田の説に従えば、ハッピー (喜び) はコミュニケーションの重層度の 2 乗に比例すると思われる。案内人と観望会の参加者の間の層だけではなく、構成主義的な e-Learning コースを実施し、教授設計者とコーチの間、コーチと受講生の間、受講生と天文学者の間などの様々な層においてコミュニケーションを誘発すると、ハッピーは飛躍的に増加することになる (図 5)。

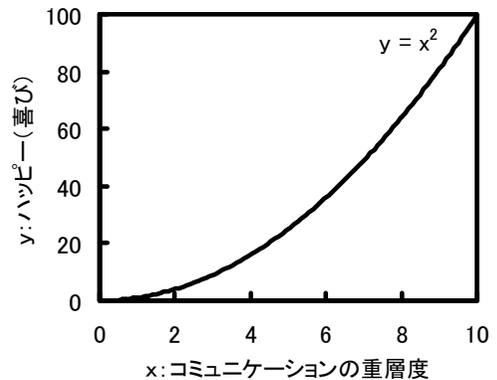


図 5 「ハッピーの 2 乗の法則」[21]の著者による解釈

構成主義的な e-Learning コースを実施し、様々な層においてコミュニケーションを誘発すると、ハッピー (喜び) は飛躍的に増加する (図は $y=x^2$ の場合)。

3.3 e-Learning コースの評価

従来、教材や教授コースの教育効果の評価は、〇×式テストや選択式テストなどの「客観的な」手法でデータを収集し、統計的にデータを処理し、確率的に仮説を検証することで行われて来た。このような客観的な手法で客観主義的コース、構成主義的コース、対面授業の教育効果を比較することもあるだろう。しかし、そのような手法で客観主義的コースの教育効果を評価するのは妥当だが、構成主義的コースの教育効果を評価するのは妥当で

はない。構成主義における知識とは、学習者が自ら構成した各自異なるものであり、客観的なテストで評価しようとする、構成主義的な知識観との整合性が取れなくなるからである。構成主義的コースの教育効果の評価は、学習者の知識構築の過程の観察や、知識構築の成果物であるコンテンツの評価によって行うものである[8]。つまり、異なる知識観に基づく教授コースの教育効果を、同じ評価規準で比較するのは妥当ではない。そもそも、対面授業の受講が困難な受講生に、e-Learning によるオーダーメイド化された学習経験を提供するために、e-Learning コースのモデルとして、客観主義的コースや構成主義的コースを提案しているのであるから、それら二つのコースのどちらが優れているのかや、対面授業に比べて e-Learning コースが優れているかを調べることは無意味である。

とは言え、星空案内人®制度の制度規則[18]を改正し、実際に講義科目「望遠鏡のしくみ」の e-Learning コースを提供できるようにするには、対面授業が無い e-Learning でも教育効果があることを示すデータが必要である。講義科目の単位取得には、単位認定レポートの合格が必要なことから、構成主義の知識観とは矛盾するが、e-Learning の受講でもレポートの合格基準に到達することを示せば良いのではないだろうか。

4. その他の動画教材

今回紹介した「望遠鏡のしくみ」の動画教材以外にも、大阪教育大学の卒業論文や実習授業などに合わせて、いくつかの動画教材を開発中である。

4.1 太陽系形成過程の動画教材

太陽系形成過程についての動画教材は、e-Learning 用に作り込んだわけではなく、星

空案内人®講座の講義科目「宇宙はどんな世界」の授業や自習、あるいは案内人制度を離れ、学校教育などでの利用を想定して開発している。つまり、実際の教材利用に関しては、教授設計者や指導者に任せる。動画教材は CG を駆使し、太陽系形成過程を視覚的に分かり易く解説することを目指している(図6)。

研究の最前線では大がかりな数値シミュレーションが行われ、その結果が美しい CG で表現されている[22]が、本動画教材では、定性的に重要な部分をピックアップして情報量を抑え、非専門家にとっても受け入れやすいものを目指している。詳細は[23]を参照されたい。

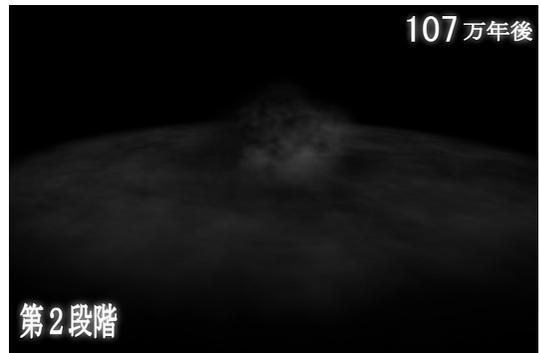


図6 CG を駆使した太陽系形成過程の動画教材[23]

4.2 「星座をみつけよう」の動画教材

動画教材「星座をみつけよう」も、現状では e-Learning 用に作り込まれているわけではない。大阪教育大学天文台の 51 cm 反射望遠鏡に取り付けた冷却 CCD カメラ「ST-9」[24]や、デジタル一眼レフカメラで撮影した画像を中心に構成し、星座を紹介したり、北極星の見つけ方や星座早見盤の使い方などを解説したりする予定である(図7)。

これらの動画教材に対しても統合ビジュアル化を適用し、矢印などによる強調表示をし

たり、夜空と星座早見盤を組み合わせて表示したりする予定であるが、実技科目の学習環境を e-Learning で提供するためには、それだけでは不十分であろう。星座早見盤のシミュレータを開発し、練習の機会の提供と技能の確認をしたりする必要があると考えられる。

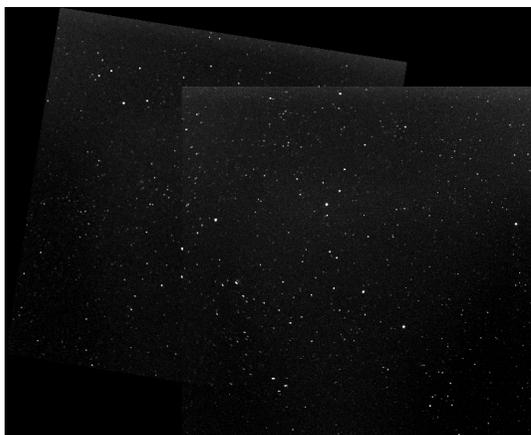


図7 ST-9[24]で撮影したカシオペア座統合ビジュアル化を適用し、北極星の見つけ方を解説する予定である。

5. 今回のまとめと次回予告

今回は、著者らが開発している、星空案内人®制度を支援する動画教材と、それを含む e-Learning コースを紹介した。「望遠鏡のしくみ」の動画教材は実写を中心に構成して e-Learning 用に作り込んでおり、客観主義的コースや構成主義的コースなどの中での提供を目指していること、太陽系形成過程の動画教材は CG を駆使して開発しており、利用に関しては現場に任せていること、「星座をみつけよう」の動画教材は冷却 CCD カメラやデジタル一眼レフカメラで撮影した画像を中心に構成しており、e-Learning 用に作り込む予定であることがご理解いただけたと思う。

次回は、今回までとは少し趣向を変え、動画を用いた広報活動などについて紹介する予定である。

謝 辞

大阪教育大学天文学研究室 2009 年度 4 回生の入澤直弘さま、衣笠友弥さま、宇宙科学研究室 2009 年度 3 回生の飯野瑛里子さまには動画教材開発に、大阪教育大学情報処理センターの佐藤隆土さま、尾崎拓郎さまには LMS の立ち上げにそれぞれ協力していただいたことをこの場を借りて感謝します。

文 献

- [1] <http://astr-www.kj.yamagata-u.ac.jp/yao/ann/>
- [2] 柴田晋平 (2007) 地域科学技術理解増進活動推進事業「調査研究・モデル開発」実施計画および実施状況報告(H19)「星のソムリエ資格制度の全国普及モデルの開発」
<http://ksirius.kj.yamagata-u.ac.jp/~shibata/doc/jstmodel2007/>
- [3] 入澤直弘 (2010) 「望遠鏡の仕組みに関する動画教材の作成」, 大阪教育大学教育学部卒業論文, 執筆中.
- [4] Yoshito YAMAMOTO & Hiroo HIROSE (2005) 'Improvement of e-Learning Materials by Introducing Concepts of Learning Unit and Integrated Visualization', Proceedings of the International Conference on Internet Computing (ICOMP'2005), pp.87-93.
- [5] Charles M. Reigeluth (Ed.) (1999) "Instructional-design Theories and Models : A New Paradigm of Instructional Theory" (Vol. II), Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- [6] R. M.ガニェら (2007) 『インストラクショナルデザインの原理』(鈴木克明ら 訳), 北大路書房.
- [7] 鈴木克明 (2005) 「教育・学習のモデルと ICT 利用の展望:教授設計理論の視座から」,

- 教育システム情報学会誌, **22**: 42.
- [8] 久保田賢一 (2003)「教育＝学習とは何なのか, あらためて考える (1) 構成主義が投げかける新しい教育」, コンピュータ&エデュケーション, **15**: 12.
- [9] <http://docs.moodle.org/ja/>
- [10] http://www.logosware.com/elearning/elearning_frame.php?link=LMS.htm&rep=1
- [11] 鈴木克明 (1995)「教室学習文脈へのリアリティ付与について—ジャスパプロジェクトを例に—」, 教育メディア研究, **2**: 13.
- [12] <http://www.nicovideo.jp>
- [13] 井手口彰典 (2008)「ニコニコ動画における音楽の流行現象について—CGM 環境とコミュニケーションの力学」, 鹿児島国際大学福祉社会学部論集, **27**: 1.
- [14] R.K.ソーヤー 編 (2009)『学習科学ハンドブック』(森 敏昭・秋田喜代美 訳), 培風館.
- [15] Massively Multiplayer Online Role Playing Game: 大規模多人数参加型オンラインロールプレイングゲーム。同時に多人数のプレイヤーがインターネットを介してサーバーにアクセスし、サーバー上に構築されたコミュニティで展開されるオンラインゲームであり、プレイヤー間のコミュニケーションを特徴とする。
- [16] 七邊信重 (2008)「東京大学『オンラインゲームの教育目的利用のための研究』プロジェクト」, 平成 19 年度シリアスゲームの現状調査報告書, pp.9-18.
- [17] 木村忠正 (2000)『オンライン教育の政治経済学』, NTT 出版.
- [18] 天文関係では「星空ナビ」というソフトがあり、大阪教育大学では、理科実習用の機器として、ソフトとセットで“ゲーム機”DS を購入している。
- [19] 柴田晋平 (2008)『星空案内人資格認定制度スタートキット 2008 年版』.
- [20] Ron Oliver & Jan Harrington (2000) ‘Using situated learning as a design strategy for Web-based learning’, In Beverly Abbey (Ed.), "Instructional and cognitive impacts of Web-based education", Idea Group Publishing, pp.178-191.
- [21] 柴田晋平 (2002)「こんな活動やってます(3)小さな天文学者の会とはどんな会か?」, 天文教育, **14** (6): 14.
- [22] 国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクト <http://4d2u.nao.ac.jp/top.html> などがある。
- [23] 衣笠友弥 (2010) 題目未定, 大阪教育大学教育学部卒業論文, 執筆中.
- [24] 視野が広く、大星雲などの見かけの大きさが大きい天体でも 1 枚の画像で撮れることが特徴である。星座の撮影にも適する。

渡辺謙仁 (大阪教育大学)

福江 純 (大阪教育大学)