HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	「科学技術と社会」への多角的視点を涵養するためのシリアスゲームデザイン授業の開発・実践
Author(s)	標葉, 靖子; 福山, 佑樹; 江間, 有沙
Citation	科学技術コミュニケーション, 24, 45-54
Issue Date	2018-12
DOI	10.14943/86613
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/72236
Type	bulletin (article)
File Information	JJSC24_4_shineha.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

報告

「科学技術と社会」への多角的視点を涵養するための シリアスゲームデザイン授業の開発・実践

標葉 靖子[1]，福山 佑樹[2]，江間 有沙[3]

Development and Practice of Designing a Serious Game Class to Cultivate a Diversified Perspective on Science, Technology, and Society Issues

SHINEHA Seiko[1], FUKUYAMA Yuki[2], EMA Arisa[3]

要旨

近年，科学技術が高度に発展していることに伴い，科学技術と社会を取り巻く問題もまた複雑化してきている．本研究では，そうした科学技術と社会を取り巻く問題への多角的視点を涵養することを目指し，大学１，２年生を対象とした，学生自らが科学技術と社会をテーマとしたシリアスゲームを作成する「科学と社会をつなぐゲームデザイン」授業の開発・実践を行った．本稿では，当該授業の実施概要を報告するとともに，当該授業を受講した学生のふりかえり・レポート記述の内容から，「科学技術と社会」について考える上で，ゲーム作成というプロセスを活用することの可能性と課題について考察する．

キーワード：シリアスゲーム，科学技術と社会，高等教育

Abstract

Tremendous scientific and technological progress has increased the complexity of the social issues related to science and technology (hereinafter referred to as STS issues). To cultivate a diversified perspective on STS issues, we have developed a first and/or second year undergraduate class titled: “Designing a Serious Game: Communicating between Science, Technology, and Society.” In this paper, we present a practical summary of the class, and discuss the possibilities and challenges of utilizing the game design process to think about STS issues with reference to the students’ reflective reports.

Keywords: serious game, STS, higher education

1. はじめに

科学技術の発展に伴い，その安全性や倫理面，社会・経済的な影響等，社会の問題がますます複

2018年4月25日　受付　2018年10月16日　受理
所　属：1. 東京工業大学　環境・社会理工学院イノベーション科学系
2. 明星大学　明星教育センター
3. 東京大学　政策ビジョン研究センター
連絡先：shineha.s.aa@m.titech.ac.jp

雑化してきている．そうした「科学技術と社会」に関わる問題を俯瞰的，多面的にとらえ理解する，あるいは当該問題の解決に取り組むための方法論として，「科学コミュニケーション」「科学リテラシー」や「クリティカルシンキング」などをキーワードに具体的な事例を考えるための入門書が2000年半ば以降刊行されている（藤垣編，2005；伊勢田ら編，2013；廣野，2013）．加えて近年では，教育を始めとする社会の諸領域の問題解決のために利用されるゲーム，すなわち「シリアスゲーム」（藤本 2007）の活用が注目されている．

藤本（2007）によると，ゲーム学習には「モチベーションの喚起・維持」「全体像の把握や活動プロセスの理解」「安全な環境での体験学習」「重要な学習項目を強調した学習体験」「行為・失敗を通した学習」などのメリットがあるという．科学技術と社会の問題を扱う際に取り上げられる事例には過去に重大な問題を引き起こした事件などが含まれており，学習者が実際に体験することは危険であるか不可能であることが多い．また問題にかかわる事象は膨大であるため，重要な項目を強調し，全体像を理解することが求められる．このため，科学技術と社会の問題を理解するための方法論としてのシリアスゲームの活用は理に適っていると考えられる．

実際にシリアスゲームを活用するにあたっては，既存のゲーミング/シミュレーションでそのまま利用できそうなものはないか，あるいは参考にできそうなゲームの枠組みはないか等を考慮し，目的にあったゲームを活用・デザインすることとなる．いずれにせよ，ゲーミング/シミュレーションを開発する際には，対象テーマに関する本質的な内容を理解した上でシステムをモデル化するというプロセスが必然的に必要になる（グリーンブラット 1994）．例えば，フレーミングやアクターの多様性，システムに内包されているトレードオフ構造やジレンマを見極め，ゲームシステムにどう落とし組むかを考えるといったことである．

本稿ではこのプロセスに着目して，特定のテーマに限定せず，学生自身の興味・関心を出発点としたゲーム作成を通して「科学技術と社会」を考えるという，よりメタな活動での学びの可能性を検討することとした．具体的には，大学１，２年生を対象に，学生自らが科学技術と社会をテーマとしたシリアスゲームを作成することを通して科学技術と社会への多角的視点を涵養することを目指す「科学と社会をつなぐゲームデザイン」授業の開発・実践を行った．本稿では，当該授業の実施概要を報告するとともに，受講学生のふりかえり・レポート記述の内容から，「科学技術と社会」について考える上で，ゲーム作成というプロセスを活用することの可能性と課題について考察する．

2. 授業開発・実践

2.1. 授業趣旨

本授業は，大学１，２年生を対象とした４日間の集中ワークショップ型授業（２単位）である．本授業では，「科学技術に特に関心が高いわけではない中高生を想定対象とした，科学技術と社会を取り巻く問題について学べるアナログゲーム（ボードゲーム，カードゲーム等）を作成する」という一連のプロセスを通して，科学技術と社会への多角的視点の獲得を目指す．一連のプロセス遂行には，問題を微視的/巨視的にとらえ，問題の構造や要因，ジレンマ等を見極め，初見で楽しく遊びかつ学ぶことができるゲームシステムやルールを設定する力が求められる．

なお本授業のいう「科学技術と社会への多角的視点を獲得する」とは，科学技術と社会を取り巻く課題を俯瞰的，多面的にとらえられるようになることを意味する．具体的には，「科学技術についての知識」「問題のフレーミング[1)] やアクターの多様性」「内包されているジレンマやトレードオフ構造」「科学技術が持つ幅広いインパクト[2)]」「科学と政治の不可分性/科学技術への市民参加」それぞれの観点からの視座を獲得することとした．

2.2. 準備・人員配置等

本授業実施のための準備として，グループワークしやすい可動式の机とイスのある教室を確保した．またゲームシステムやメカニクス[3]を考える際に参考とするための体験/参照用アナログゲーム（表１）[4]，ならびにゲーム試作品作りのためのワークショップ材料[5]を準備した．授業実施にあたっては，教育工学・ゲーム教材開発を専門とする教員１名がゲーム設計や試作品作りのファシリテーションを行い，科学技術社会論及び人工知能について詳しい教員１名，生命科学や材料科学系企業の研究開発・関連政策の動向等に詳しい教員１名が，学生の選ぶテーマに関する知見提供やコメント等のサポートを担当した．またアナログゲーム開発経験のある社会人１名に，ゲーム制作での学生の支援（システム，バランス調整等のアドバイス）を依頼した．

表１　本授業で準備した体験用アナログゲームの一例

ゲーム名	概要
nocobon	科学と社会に関わる謎を水平思考で解き明かす, コミュニケーション型推理ゲーム
キープクール（第４版）	地球温暖化を抑えながら各地域がそれぞれの経済発展を目指す, 交渉ゲーム
ファウナ	動物 360 種の生息地/体長を賭けながら獲得ポイントを競う, クイズ&ベッティング系ゲーム
パンデミック—新たなる試練	全員で連携をとることで, 致死病原体の感染を食い止めつつ治療薬を開発する, 協力ゲーム
ラドラボ—Dr. ウーノの放射線研究所	基礎的な「放射線の種類と遮蔽物の関係」を模した, 二人対戦型ゲーム
ナショナルエコノミー	目指すは国民的大企業. マクロ経済の要素を取り組んだ, ワーカープレイスメントゲーム

これらゲームを選定したのは, 科学技術と社会にかかわるテーマであることの他に, それぞれ特徴の異なるゲームシステム（ルール・遊び方）であることが理由である．ゲーム詳細は以下 URL を参照のこと（全て 2018 年 3 月 19 日閲覧）: nocobon（標葉ら 2017）, http://science-interpreter.c.u-tokyo.ac.jp/nocobon/; キープクール, http://sgrk.blog53.fc2.com/blog-entry-2817.html; ファウナ, http://sgrk.blog53.fc2.com/blog-entry-1499.html; パンデミック, http://sgrk.blog53.fc2.com/blog-entry-2637.html; ラドラボ， http://www.tansan.co/radlab; and ナショナルエコノミー, https://bodoge.hoobby.net/games/national-economy.

2.3. 実施対象

首都圏にある総合大学の学部１，２年生向け授業として，「科学と社会をつなぐゲームデザイン」授業を 2016 年度（８/２-５）および 2017 年度（８/１，３-５）の２回実施した．いずれも夏休み期間を利用した４日間の集中授業として開講し，受講学生は 2016 年度が 24 名（文系６名，理系 18 名），2017 年度が 17 名（文系４名，理系 13 名）であった．

2.4. 実施の流れ

当日の授業の流れを表２に示す．

2016 年度について，まず Day１は，「科学技術と社会」についての講義，教育現場や科学コミュニケーションの場で活用されうる既存のアナログゲームの体験，学生自身が関心のある「科学技術と社会」テーマのアイデア出しを行った．

Day２は，ゲーム教材をつくる上で重要な理論とその評価法についての講義ののち，テーマ関心の近い学生同士をグループとした１グループ３-５名の６グループに分かれ，ゲーム作成のためのコンセプト/企画づくりを行った．実際のゲーム制作の手順は図１の通りである．

Day３は教員及びゲーム制作の支援を依頼したアナログゲーム開発経験のある社会人からゲームシステムに関するフィードバックを受けながらプロトタイピングを行った．作成したプロトタイプを用いて，グループ内およびクラス内でのテストプレイ＆相互フィードバックを行うことで，ゲームシステムやルール等の修正・調整を行った．

最終日（Day４）は，プロのゲーム開発者や実際の利用者を想定した高校教員，科学技術にあまり関心のない他大学の学生をゲストプレイヤーとして招き，受講学生が作製したゲーム作品を実際にプレイしてもらったのち，受講学生から各試作品のコンセプト等を発表した．その後，ゲストプレ

表２　「科学と社会をつなぐゲームデザイン」授業の構成※

2016 年度		2017 年度	
Day 1 8/2	・導入 & 科学技術と社会に関する講義（105 分） ・カードゲーム体験, 解説・議論（30 分） ＜昼休憩＞ ・ボードゲーム体験, 解説・議論（120 分） ・テーマに関するアイデア出し（60 分）	Day 1 8/1	・導入 & 科学技術と社会に関する講義（105 分） ・カードゲーム体験, 解説・議論（30 分） ＜昼休憩＞ ・テーマ&グループ決め（60 分） ・テーマに関する予備調査（90 分） ・予備調査結果の発表＆フィードバック（40 分） ・ゲーム体験, 解説・議論（120 分） ・Day 2 に向けた課題の説明（15 分）
Day 2 8/3	・ゲーム教材開発についての講義–1（105 分） ＜昼休憩＞ ・調査 & コンセプト構築（150 分） ・コンセプト/ルール/ペラ企画・発表（105 分）	中日	調査（自主活動）
Day 3 8/4	・ゲーム教材開発についての講義–2（45 分） ・試作品づくり（180 分, 別途昼休憩あり） ・クラス内テストプレイ（120 分）	Day 2 8/3	・調査結果の発表＆フィードバック（60 分） ・ゲーム教材開発についての講義–1（105 分） ・コンセプト構築＆ルール/ペラ企画（105 分）
Day 4 8/5	・試作品の最終調整・完成（105 分） ＜昼休憩＞ ・ゲーム発表&デモ（120 分） ・ゲスト講評, ふりかえり, まとめ（120 分） ・片付け	Day 3 8/4	・ゲーム教材開発についての講義–2（45 分） ・試作品づくり（180 分, 別途昼休憩あり） ・クラス内テストプレイ（120 分）
		Day 4 8/5	・試作品の最終調整・完成（105 分） ＜昼休憩＞ ・ゲーム発表&デモ（120 分） ・ゲスト講評, ふりかえり, まとめ（120 分） ・片付け

※2 単位相当の学習時間 を 4 日間に割り振っている.

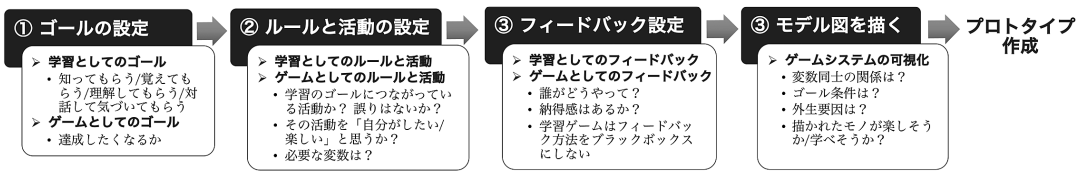

図１　シリアスゲーム制作の手順

イヤーに面白くて学べると感じた作品に投票してもらい順位を決定した．最後に 4 日間の授業のふりかえりとして，「2.5. 評価方法」に示す 2 点について議論し，授業を総括した．

2017 年度は，2016 年度の授業構成にいくつか変更を加えた．大きな変更点は，Day 1 のゲーム体験とテーマ決めの順番を逆転させたこと，ならびに Day 1 と Day 2 との間に 1 日間の調査期間（自主活動日）を設定し，Day 2 の冒頭でその調査内容をグループごとに発表させ，その内容に対し教員からフィードバックを行ったことである（表 2 下線部）．このように変更したのは，2016 年度実践の結果，学生にゲーム作成（手段）と科学技術と社会を多角的に捉える（目的）との逆転が見られたためである（詳細は「3. 結果および考察」で後述する）．

2.5. 評価方法

2016 年度の受講学生には最終レポートとして，以下表 3 に示した 2 点について各自の意見を記載することを求めた．提出のあった 22 名のレポートについて，その記述内容の整理を行い，本授業目的の達成状況や改善点等を考察した．なお本授業目的の達成状況については，「科学技術と社会への多角的視点」の項目に関わる言及の有無で判断した（具体的な分類の定義等は，「3.2 学生レポー

表3　各年度における最終レポートの課題

2016年度	1. 本授業でのゲーム開発を通して考えたこと/学んだこと（1,000字程度）
	2. ゲームというツールで「科学技術と社会」ついて考えることの可能性と課題について（2,000字程度）
2017年度	1. 本授業を通してテーマについて考えたこと/学んだこと（1,500字程度）
	2. ゲームというツールで「科学技術と社会」ついて考えることの可能性と課題について（1,500字程度）
	3. その他, 意見・感想

※前年度からの変更箇所は下線で示した.

ト記述内容の分析」で後述する）. 2017年度は，最終レポートの記載項目を以下3点に変更した. 提出のあった17名のレポートについて，その記述内容の整理を行い，本授業目的の達成状況や改善点等を考察した.

3. 結果および考察

3.1. ゲーム作品（学生作品）

2016年度（6グループ），2017年度（4グループ）それぞれの授業で作成された学生作品のタイトルおよびキーワードは，表4の通りであった. 以下，面白くて学べるゲームとして，ゲストプレイヤーから最も高い評価を得た2作品（2016年度優勝作品「Baretter」，2017年度優勝作品「猫カフェバイオニャン」）について概説する.

表4　本授業で学生が作成したシリアスゲーム作品

	ゲーム名（キーワード）	コンセプト［学生原文ママ］
'16	Baretter（情報リテラシー, SNS）	中高生 vs. 特定厨 ー個人情報を守れ！
	No Food, No Life（食糧問題, 安全保障）	食糧からみた世界の格差 ～保存・廃棄・援助のジレンマ～
	Your town（都市開発, 環境保護）	自然環境破壊をする都市開発をする一方で、自然環境保護とのバランスを考えよう
	めざせ大農場主！（遺伝子組換え作物）	農法を独自に選択していい収入をめざす
	山本山（生物多様性, 生態系）	プレイヤーの選択により, 山本山の生物のバランスを保つネイチャーシミュレーションゲーム
	AIcar（人工知能, 自動運転）	AI化が進む社会で生きていくジレンマを考えてほしい
'17	猫カフェバイオニャン（遺伝子操作）	動物を増やしていくゲームを通して、遺伝子操作の二面性に触れてもらう
	みどり（持続可能な開発, 環境/社会/経済）	持続可能な開発の多面性を知り、それぞれの国の立場を体験する
	Research & Development（科学, 学術の発展と社会）	色々な研究を積み重ねて、暮らしに必要なインフラを一から整備しながらも、知のプロフェッショナル社会への道を突き進もう
	学校を作ろう！（学校現場へのAI導入）	身の回りをAI/IT化していくことの利便性と危険性

3.1.1. Baretter（2016年度　優勝作品）

「Baretter」とは，SNSの「Twitter」と個人情報が「ばれる」をかけたもので，プレイヤーはSNSに投稿する人とその投稿を見る人とに分かれ，前者はできるだけ個人情報（趣味，年齢，住所）がバレないよう投稿し，後者はそこから個人情報を見つけようとする. SNSに投稿した内容から,「個人」が容易に特定できることを実感させるゲームである. 実際にプレイをした審査員・教員からは，あり触れた投稿内容から個人情報を推測していく知的興奮の大きさ，ルールがシンプルでプレイ時間が30分で完結することなど，情報リテラシー授業への取り入れやすさが高く評価された.

3.1.2. 猫カフェ　バイオニャン（2017年度　優勝作品）

プレイヤーが猫カフェ経営者となり，振ったサイコロの目に従って猫を増やしていくことで，病気や社会の変化等の影響を受けつつ，より多くのポイント獲得を目指すゲームである. 猫の種類によって獲得できるポイントが異なるため，プレイヤーはポイントを使って,「エラブニャン」（着床前診断),「クミカエニャン」（遺伝子組換え),「デザイニャン」（デザイナーベイビー）を選択し,

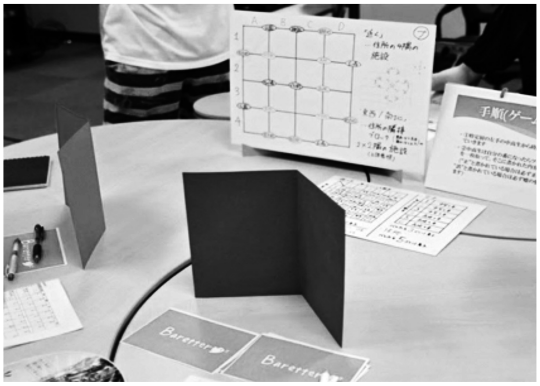
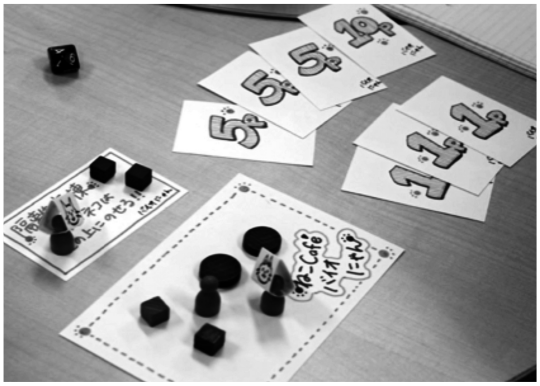

図２　「Baretter」（左）および「猫カフェバイオニャン」（右）

欲しい猫を得られる確率を操作することができる．実際にプレイをした審査員・教員からは，「動物倫理の観点からゲーム単体での利用は危険であり，講義や振り返りとの組み合わせが重要である」との指摘がなされたものの，ゲーム自体のシンプルさとエンターテイメント性の高さ，それでいて遺伝子操作に関わる基本用語や，「遺伝的多様性」，「優生思想」といった概念を理解できるように設計されている点が高く評価された．

3.2. 学生レポート記述内容の分析

最終レポートについて，2016 年度（n＝22）および 2017 年度（n＝17）それぞれの記述内容を精査し，「科学技術と社会」への多角的視点に関わる観点での言及が有ったかどうかをカウントした．その結果を表 5 に示す．

まず 2016 年度の事後レポート（n＝22）において，本授業でのシリアスゲーム開発プロセス，とりわけゲームの学習目標やルールを設定するための調査やグループディスカッションを通して各自が扱ったテーマを科学技術と社会の観点から俯瞰的・多角的にとらえられていたことを表わす記述があった学生は 22 名中 17 名であった．しかしながら，そのうちの 10 名は，ゲーム開発におけるゲームバランスの取り方や教材作り，グループで成果物を出すことについての言及が主であり，科学技術と社会について考えることは副次的になっていた[6]．さらにゲーム作りの楽しさが先行し，ゲーム作成中に科学技術と社会について考えていたことがうかがえる記述は一切ない学生が 5 名であった．

2016 年度のこの結果を受け，2017 年度は授業構成・順番を変更（cf.「2.4 実施の流れ」）するとともに，最終レポートでは，ゲーム開発の詳細についてではなく，自分たちが扱った科学技術テーマについて振り返ることを明確に指示した．そのため，提出のあった 17 名のレポートは全て「科学技術と社会」への多角的視点に関する振り返りが主となり，2016 年度に一部学生で認められたゲームデザインの楽しさに目を奪われ題材のことが二の次になってしまうという，目的と手段の逆転現象

表５　最終レポート記述内容の分析結果

	2016 (n=22)	2017 (n=17)
「科学技術と社会への多角的視点」に関する振り返りが主となっている	7	17
「科学技術と社会への多角的視点」に関する言及はあるものの，ゲーム作成（手段）に関する言及が主となっている	10	0
ゲーム作成（手段）への言及しかない	5	0

はほとんど認められなかった．これは，授業構成・順番の変更によって，題材についての調査・発表により重きを置く形となったこと，また授業冒頭で提示する最終レポート課題でテーマについての振り返りを明確に求めたことで，本授業の第一の目的は面白いゲームを作ることではなく，自分たちが扱う題材について深く理解することなのだという点を学生が常に意識しやすくなったことによるのではないかと考えられる．

次に，2016 年度，2017 年度の最終レポートそれぞれについて，「科学技術と社会」への多角的視点に関わる具体的な言及内容を表 6 に従い分類し，カウントした結果を表 7 に示す．

表 6　「科学技術と社会への多角的視点」に関する言及の分類

分類名	分類の定義	具体的な記述例
科学技術についての知識	本授業での活動を通して、当該テーマに関わる、それまで有していなかった、あるいは誤解していた科学的知識を新たに獲得したこと, 無知の知への気づきの言及	“当初は「AI が情報を管理する社会」について考えることを検討してた。しかし AI について調べていくにつれて、そもそも AI が人間を超えるという特異点の存在自体が曖昧であること, 特異点を超えたからとって AI が人間を管理する側に回るとは必ずしも言えないことなどがわかり, ...”（2017 年度, 学校を作ろう！/学校現場への AI の導入）
フレーミングの多様性	当該テーマに関わる利害関係者の多様性や、それぞれの立場・視点・考え方の違いから、問題のとらえかたや重要視していることの違いが生じることへの言及	“何を最終的なゲームとしての勝ち負けにするかで議論があった. 都市がどれくらい発達したかが一番わかりやすいお金を基に勝敗を決めるべきだという意見や, 環境との両立を伝えるべきだから環境への優しさも加味すべきだという意見など, 様々な意見が生じ, ...”（2016 年度, Your town/都市開発, 環境保護）
ジレンマ構造	当該テーマに何らかのトレードオフやジレンマ構造が含まれていることについての言及	“自分自身や自国とは異なる視点から問題に向き合うことで, ニュースを見ているだけでは理解できなかったであろう, 一つ一つの行動の意図まで含めて考える機会となった. 「道徳的」な選択だけでは問題を解決し得ないジレンマを体感することは, ゲームのほかの教材では非常に困難であると言ってもいいであろう.”（2016 年度, No Food, No Life /食糧問題・安全保障）
幅広いインパクト	科学技術の研究・開発が持ちうる，中長期的な学術的インパクトや社会的・経済的インパクトの広がりについての言及	“（調べていく中で）...世間的にも学術的な研究はあまり評価されていないことがわかりました. しかし, 基礎研究や学術研究は全く無駄ではありません.（中略） これらの例は基礎研究, 学術研究が実用につながった例ですが, 研究の価値は実用につながることだけでなく, 知識を得ることそのものにも価値があります.（2017 年度, Research & Development/科学, 学術の発展と社会）”
科学-政治の不可分性	科学技術が関わる社会の意思決定における政治性や, 意思決定プロセスへの市民参加に関する言及	“その研究成果に対して一般人の視点からその利用の是非を考える必要があります。研究を始める以前に成果が社会に悪影響を及ぼす可能性がある研究であれば、はじめからその研究を行わないという考え方もあるそうです。（中略）しかしながら、どちらにしろこれから行われる研究に対して世間が監視するのは大切なことですし, ...”（2017 年度, 猫カフェ バイオニャン/遺伝子操作）

表 7　最終レポートに記述のあった「科学技術と社会への多角的視点」

	2016 (n=22)			2017 (n=17)			
	人数※1	言及箇所※2		人数	言及箇所		
		項目 1	項目 2		項目 1	項目 2	項目 3
科学技術についての知識	2 (9%)	2	1	9 (53%)	9	1	0
フレーミングの多様性	8 (36%)	6	4	13 (76%)	13	1	0
ジレンマ構造	10 (45%)	5	5	10 (59%)	7	3	0
幅広いインパクト	0 (0%)	0	0	2 (12%)	2	0	0
科学-政治の不可分性	1 (5%)	0	1	1 (6%)	1	0	0

※1 最終レポートにおいて、当該分類についての言及があった人数.

※2 当該言及が最終レポートの項目のどこで確認できたか（各項目の内容については表 3 を参照のこと）. 同一レポートの項目 1, 2 のいずれにおいても言及があった学生もおり、各項目のカウントの合計は人数と一致しない.

まず，「科学技術についての知識」を新たに獲得したことを示唆する記述のある学生の割合は，2016 年度では 9 %だったのに対し，2017 年度では 53%となっていた．これは 2017 年度に 1 日間の調査日を設け，発表・フィードバックの時間を新たに設けたことによる効果だと思われる．知識インプットの効率を考えれば，講義等の他の手段の方がより適切なケースもあると思われるものの，ゲーム作成という目的が調査に対するモチベーションの喚起・維持に繋がっていたようである．また，2016 年度では最終レポートの項目 1 を「本授業でのゲーム開発を通して考えたこと/学んだこと」としていたため，項目 1 の記述がゲーム作成（手段）に関するチームプレイの難しさやパラメータ調整の苦労に関する言及が主となってしまっていたのに対し，2017 年度では，項目 1 を「本授業を通してテーマについて考えたこと/学んだこと」と変更したことで，テーマについての学びを意識して記述したことによる効果も考えられる．

次に「フレーミングの多様性」については，まさにゲームのゴール，プレイヤー設定を考える過程で議論されていた．特に，2017 年度では 76%の学生が最終レポートの項目 1 の中で言及していた．また「ジレンマ構造」についても，ゲームのルール，システムを考える上での重要なポイントとして議論されていた．ジレンマをどう組み込むかは，ゲーム自体の面白さに関わる部分でもあり，この視点については，2016 年度，2017 年度のどちらでも言及する学生は比較的多かったと言える．

一方，「幅広いインパクト」については，2016 年度はゼロ，授業改善後の 2017 年度でも 12%にとどまった．課題が「短時間（40 分以内程度）で楽しめるルールが単純化されたゲームの作成」であること，また本授業ではゲーム制作のための時間が限られているため，想定されるアウトカムを超えた「幅広いインパクト」すなわち，社会・経済・文化等様々な領域への中長期的な影響にまで踏み込んで議論することは困難であったと考えられる．同じく，科学–政治の不可分性についても，2016 年度，2017 年度ともに言及があったのは 1 名のみであった．これらの視点については，別途講義や議論等でのインプットが重要であると思われる．

4. まとめ

本稿では，大学 1，2 年生を対象としたシリアスゲームデザイン授業の開発・実践結果について報告した．まず，初年度（2016 年度）について，実践の結果，科学技術と社会をテーマとしたシリアスゲームの作成を通して科学技術と社会への多角的視点を涵養しうる可能性が示唆された．一方で，ゲーム開発の楽しさが先行し，各自が取り上げた科学技術と社会に関わる問題についてほとんど意識できていなかった学生も確認された．

そこで次年度（2017 年度）は，Day 1 と Day 2 との間に休みを入れ，テーマについて理解するための調査時間を増やすとともに，ゲーム制作についての講義に入る前にテーマについての調査結果を発表・フィードバックを得られるよう授業の流れ・スケジュールを改善し，授業実践を行った．その結果，改善した設計でのシリアスゲームデザイン授業には，科学技術と社会を取り巻く問題のフレーミングの多様性，ジレンマ構造への意識や理解を効果的にうながす可能性があること，その一方で，限られた時間の中でゲームシステムに落とし組む必要があることなどから，テーマやルールの単純化や焦点化に議論が集中し，幅広いインパクトや科学–政治の不可分性にまで踏み込んだ議論を行うことは困難であること等が示唆された．なお，初年度から次年度への結果の変化には，レポート内容変更と授業内容変更の双方が影響していると考えられるため，この 2 つの影響について，今後より詳細に検討する必要がある．

その他，授業実施にかかる課題として，教員・学生双方への作業負荷の大きさが考えられる．これに関しては，本授業ではフリーテーマでスタートしたが，既存のゲームシステムと類似の構造的

問題を持った科学技術と社会のテーマに予め絞る，あるいはテーマが先にある場合は，教員側があらかじめ扱いたい問題の構造やフレーミングについていくつかパターンを考え，ベースとなるゲームシステムを用意することで，ゲームバランスの調整やルールの追加/削除等のマイナーチェンジで対応できるようにする等，学生が実施するデザインプロセスの省力化も重要なポイントになるだろう．今後は，「科学技術と社会への多角的な視点」の定義を含め，主観評価だけによらない評価方法を検討していくこと等が課題である．

付記

本研究は，日本科学教育学会第 41 回年会での発表を発展，加筆修正したものである．

謝辞

本研究のためにご協力下さった，学生，審査員，学生のゲーム開発をサポートくださった方，すべての皆様に心から感謝申し上げます．

注

1）フレーミングの定義は，Entman（1993）による．
2）科学技術の「インパクト」評価についての議論は，標葉（2017）に詳しい．
3）ゲームのルールやメカニクスそのものは，「自然法則を利用した技術開発」には該当しないことから，特許権による保護の対象外となる．そのため，同じシステム（遊び方）にそれぞれ異なるフレーバー（テーマ，ストーリーなど）を載せるというやり方でゲーム開発がなされることも多い．なお作成したゲームシステムに適したボードやカード等のハード，ソフトウェア等を開発した場合は，実用新案や特許権，または著作権による保護の対象となりうる．
4）表 1 で示した体験用ゲームの他に，研究者が制作もしくは監修した教育用アナログゲームの例として，京都大学宇宙総合学研究ユニットが開発した「宇宙箱舟」（水町ら 2013；ダウンロードサイト　https://www.usss.kyoto-u.ac.jp/hakobune/，2018 年 3 月 19 日閲覧），人工知能学会会員有志で結成された研究人生を楽しむ会が開発した「Happy Academic Life 2006」（山川ら 2006；ダウンロードサイト　http://academiclife.info/download/，2018 年 3 月 19 日閲覧），「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」（文部科学省）の一環として開発された防災教材「クロスロード」（矢守ら 2005；吉川ら 2009；詳細紹介サイト http://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h20/11/special_02_1.html，2018 年 3 月 19 日閲覧），NPO 法人市民科学研究室が開発した生活習慣対策ゲーム「ネゴバト」（江間・兵藤 2015；紹介サイト　http://www.shiminkagaku.org/negobato/，2018 年 3 月 19 日閲覧），英国で開発されたカード・ゲーム DEMOCS（Deliberative Meeting Organized by Citizens）の遺伝子組換え・翻訳版をもとに，くらしとバイオプラザ 21 が改良した「バイオ・カード・ゲーム」（真山ら 2009；ダウンロードサイト　http://www.life-bio.or.jp/topics/topics613.html，2018 年 3 月 19 日閲覧），京都大学 iCeMS が協力・対話スキル向上のた目の人材育成プログラムの一つとして企画・開発した「TATEWARI」（塩瀬ら 2016；紹介サイト　http://www.cosaic.co.jp/games/tatewari.html，2018 年 3 月 19 日閲覧）等を取り上げた．
5）ゲーム試作品を作るための材料としては，一般的な文房具・筆記具（カッター，ハサミ，定規，マジック，のり，テープ等）の他に，A 4 サイズラベルシール，丸型カラーシール，6 面サイコロ，多面体サイコロ，厚紙，色紙，名刺サイズ用紙，カラーチップ（複数色），おはじき，木製コマ（複数色），タコ糸，モール等を準備した．
6）どちらの振り返りが主であるかは，便宜上，記述の分量の多寡で判断した．

●文献：

江間有沙, 兵藤好美（2015）.『医学的な視点』と『生活者の視点』間のジレンマと交渉―生活習慣病対策ゲーム〈ネゴバト〉の看護学生用教材への利用可能性―. 日本保健医療行動学会雑誌, 30（1）: 61–71.

Entman, Robert. M. (1993) Framing: Toward Clarification of a Fractured Paradigm, *Journal of Communication*, 43(4): 51–58. DOI: 10.1111/j.1460-2466.1993.tb01304.x.

藤垣裕子編（2005）科学技術社会論の技法. 東京大学出版会.

藤本徹（2007）シリアスゲーム―教育・社会に役立つデジタルゲーム. 東京電機大学出版局.

グリーンブラッド・キャシー・スタイン（1994）新井潔, 兼田敏之 訳. ゲーミングシミュレーション作法. 共立出版.

廣野喜幸（2013）サイエンティフィック・リテラシー: 科学技術リスクを考える, 丸善出版.

伊勢田哲治, 戸田山和久, 調麻佐志, 村上祐子編（2013）科学技術をよく考える: クリティカルシンキング練習帳, 名古屋大学出版会.

真山武志, 吉澤伸介, 外山博視, 佐々義子.（2009）. リスク・コミュニケーションの方法としてのバイオ・カード・ゲーム（BCG）の実践――遺伝子組換え作物の事例. 日本リスク研究学会誌, 19（4）: 4_3–4_10.

水町衣里, 磯部洋明, 神谷麻梨, 黒川紘美, 堂野能伸, 森奈保子, 塩瀬隆之（2013）. 教材としての宇宙: 答えのない課題を扱う教育プログラム『宇宙箱舟ワークショップ』. 宇宙航空研究開発機構研究開発報告, 12: 19–45.

標葉隆馬（2017）「インパクト」を評価する―科学技術政策・研究評価―, 冷戦後の科学技術政策の変容: 科学技術に関する調査プロジェクト報告書（調査資料 2016–4）, 国立国会図書館, 39–53.

標葉靖子, 江間有沙, 福山祐樹（2017）科学技術と社会への多角的視点を涵養するためのカードゲーム教材の開発. 科学教育研究, 41（2）: 161–169.

塩瀬隆之, 加納圭, 江間有沙, 工藤充, 吉澤剛, 水町衣里.（2016）難易度の高い協力型ボードゲームによる縦割り組織思考の克服, 研究報告エンタテインメントコンピューティング（EC）, 2016-EC-39（6）: 1–4. http://id.nii.ac.jp/1001/00158026/

山川宏, 市瀬龍太郎, 太田正幸, 加藤義清, 庄司裕子, 松尾豊.（2006）. Happy Academic Life 2006: 研究者の人生ゲーム: ゲーム型キャリアデザイン学習教材の開発. 人工知能学会誌, 21（3）: 360–370.

矢守克也, 網代剛, 吉川肇子（2005）. 防災ゲームで学ぶリスク・コミュニケーション―クロスロードへの招待. ナカニシヤ出版.

吉川肇子, 杉浦淳吉, 矢守克也（2009）. クロスロード・ネクスト―続: ゲームで学ぶリスク・コミュニケーション. ナカニシヤ出版.