

現代基礎教養としての“複雑系の視点”とMAS

-鳥取大学における教養教育実践事例-



第16回MASコンペティション

2016.03.04.

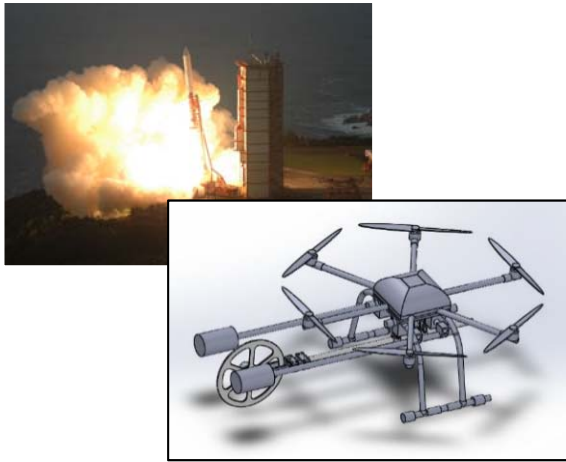
鳥取大学工学研究科・機械宇宙工学専攻
鳥取大学工学部ものづくり教育実践センター
助教 三浦 政司

自分自身でMASを構築することを通して
複雑系の視点について学ぶ教養教育を
やってみました

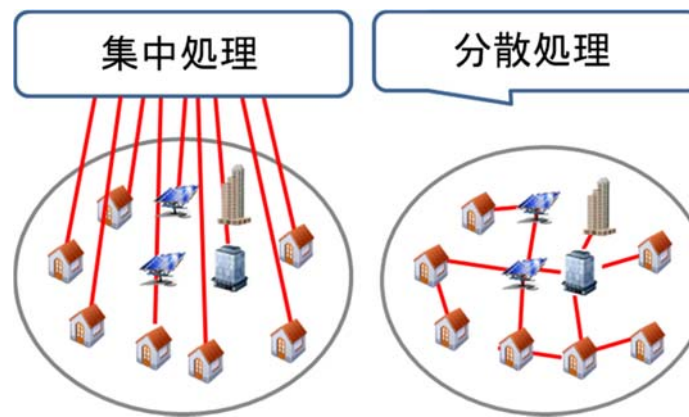


自己紹介

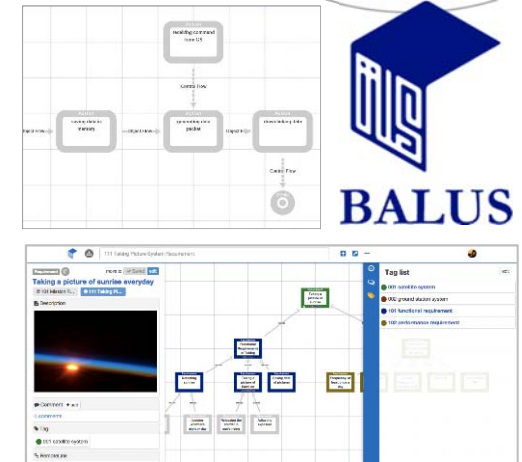
- 三浦 政司 (みうら まさし)
- <http://m-miura.jp/>



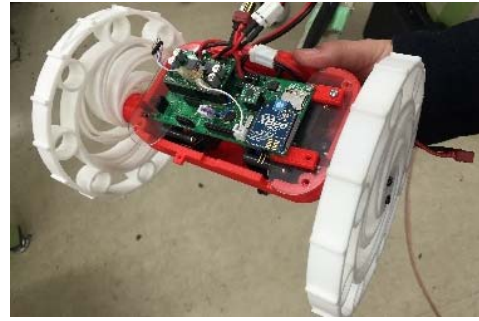
航空宇宙工学（誘導制御）



分散協調制御



設計開発プロセス



創造性教育・ものづくり教育

分野を問わず，身につけて欲しい



- 個別の要素にだけ着目するのではなく，要素間の関係性について考える
- 要素の振る舞いに還元しきれない，創発現象について知る
- エージェントベースなアプローチで様々な現象をモデリングする

工学部

地域学部

農学部

医学部

鳥取大学の学部構成

話を聞いているだけでは，身につかない



工学の専門科目（講義型）



Ideate



Design



Presentation



Make

製品開発に取り組むPBL

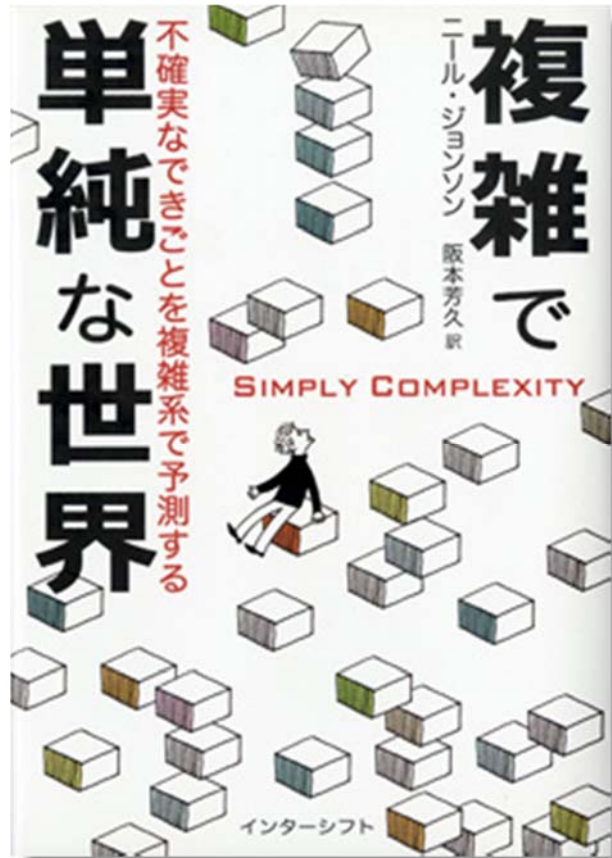
同じように：



鳥取大学全学共通科目「教養ゼミ」

様々な分野のテーマについて、少人数でのゼミナール（輪読）形式により、教員と学生、学生同士が親密なコミュニケーションを取りながら学ぶ。
また、自ら調べ、発表し、議論する参加型の授業を通じて、大学生としての基本的教養を身につける

2013年前期「複雑系の世界」を旅する



テキスト

ニール・ジョンソン「複雑で単純な世界」

授業内容

- 各週に定めた範囲のテキストを読んて来る
- ワークシートに沿って内容を確認
- 関連するシミュレーションをつかってグループ活動またはディスカッション

受講生

工学部 1 年生× 2 人

地域学部 1 年生× 1 人

医学部 1 年生× 2 人

2013年前期・ワークシートの例



1. ワーク

No.	問	回答																					
1	「創発現象」とは何か？テキストの文中の言葉を使って説明して下さい.																						
2	この章では「創発現象」の具体例が数多く挙げられています. この章で挙げられている具体例について, 右の表の空欄を埋めて下さい.	<table><tr><th>具体例</th><th>エージェント</th><th>競争資源</th></tr><tr><td>渋滞</td><td>①</td><td>②</td></tr><tr><td>市場価格暴落</td><td>③</td><td>金融商品など</td></tr><tr><td>自律惑星探査</td><td>④</td><td>⑤</td></tr><tr><td>バーの混雑</td><td>⑥</td><td>⑦</td></tr><tr><td>⑧</td><td>株トレーダー</td><td>⑨</td></tr><tr><td>⑩</td><td>水や空気の分子</td><td>—</td></tr></table>	具体例	エージェント	競争資源	渋滞	①	②	市場価格暴落	③	金融商品など	自律惑星探査	④	⑤	バーの混雑	⑥	⑦	⑧	株トレーダー	⑨	⑩	水や空気の分子	—
具体例	エージェント	競争資源																					
渋滞	①	②																					
市場価格暴落	③	金融商品など																					
自律惑星探査	④	⑤																					
バーの混雑	⑥	⑦																					
⑧	株トレーダー	⑨																					
⑩	水や空気の分子	—																					
3	「複雑系」は世界を理解するための新しい考え方です. これに対して, 従来の (古い) 考え方をテキスト中では何と読んでいるでしょう?																						

2013年前期・グループワーク

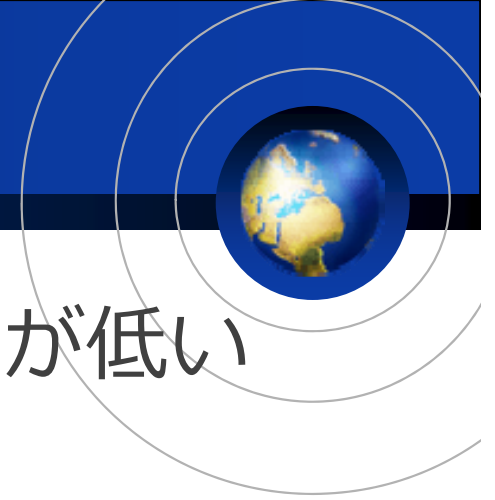


2013年前期・振り返りシートより



- 「複雑系」という言葉からして、分かりにくそう、難しそうと思っていた。学習をし、テキストを読み進めていくうちに、「複雑系」がとても身近なものとして感じるできるようになった。また、視野も広がったと思う。
- 複雑系について意識し、いろいろ考えたことで、ものの見方も少し変わったと思います。もう少し、自分でも学んでいきたいと思いました。
- 複雑系については、その言葉の意味すらはっきり理解はできなかったけど、何となくこういう事なんだろうという感覚的なものはつかめた気がする。

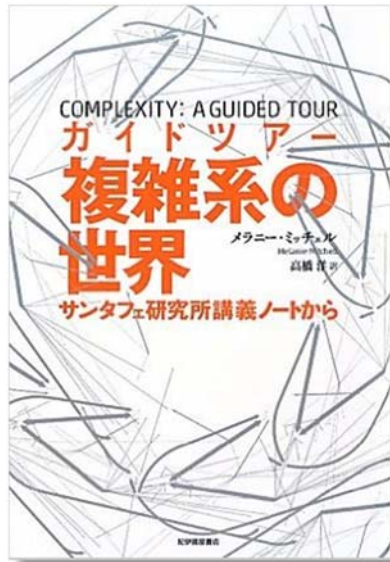
2013年前期・課題点



- テキストやシミュレーションへの理解度が低い
- 「解説する」が多くなってしまった
- 創発現象への感動が少なかった（ように見えた）
- “複雑の視点”を知ることはできたが，身に付けることはできなかった（ように見えた）



2014年前期「複雑系の世界」を旅する



テキスト

メラニー・ミッチェル, 複雑系の世界
山影進, 人工社会構築指南

授業内容

- テキストの内容に関するまとめと発表
- artisocのチュートリアル
- グループワークによるMASの企画とシミュレータの構築 (PBL形式)



受講生

工学部 1 年生 × 2 人

医学部 1 年生 × 2 人

+ 工学部 2 年生 × 1 人 (聴講)

プログラム①

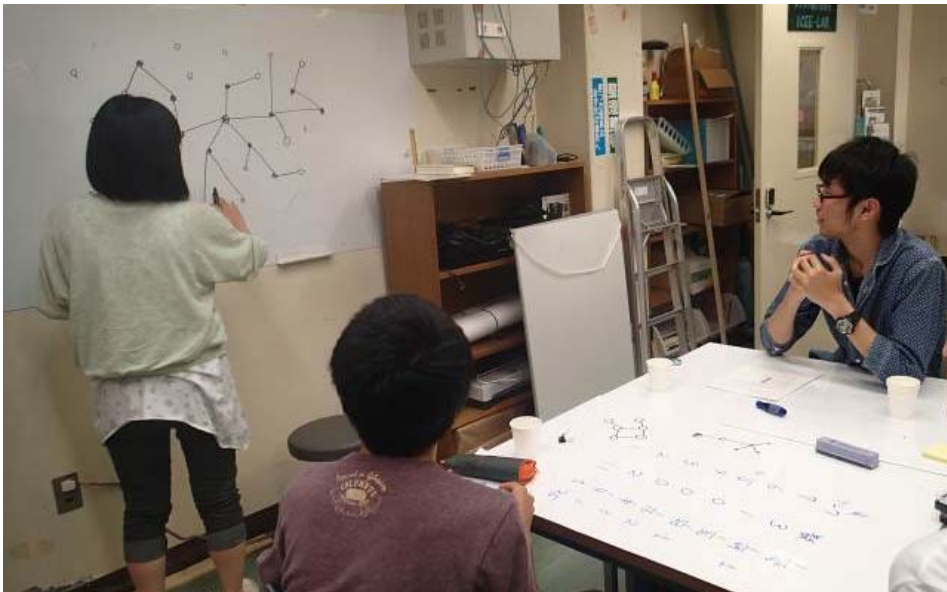
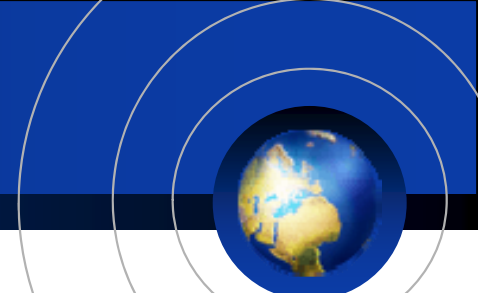


回	日 程	内 容・テーマ
1	4月09日(水)	ガイダンス・読書のコツ
2	4月16日(水)	テーマ1：複雑性とは何か？
3	4月23日(水)	MAS（マルチエージェントシミュレーション）に挑戦1
4	5月07日(水)	テーマ2：進化と生命
5	5月14日(水)	MASに挑戦2
6	5月21日(水)	MASに挑戦3
7	5月28日(水)	テーマ3：ネットワーク思考
8	6月04日(水)	様々なMAS
9	6月11日(水)	MAS アイデア発表会
10	6月18日(水)	独自 MAS プロジェクト
11	6月25日(水)	独自 MAS プロジェクト
12	7月02日(水)	独自 MAS プロジェクト
13	7月09日(水)	独自 MAS プロジェクト
14	7月16日(水)	独自 MAS プロジェクト
15	7月23日(水)	独自 MAS プロジェクト発表会・まとめ
	8月06日(水)	最終レポートの提出
	2015年3月	目標：MAS コンペティションにて対外発表

前半：テキスト&チュートリアルパート



テーマディスカッション



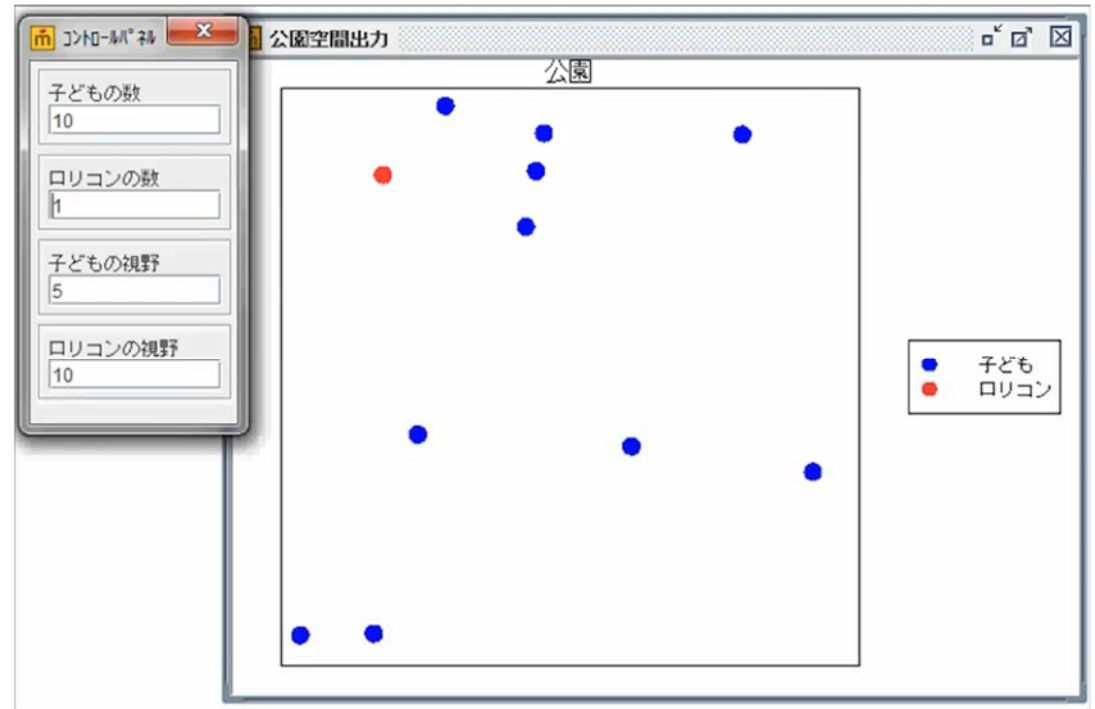
章	タイトル	授業テーマ	全読書コース	ノーマルコース	要点コース
	はじめに	4月16日	4/9~4/15 ころ	4/9~4/15 ころ	4/9~4/15 ころ
第1章	複雑性とは何か?	4月16日	4/9~4/15 ころ	4/9~4/15 ころ	4/9~4/15 ころ
第2章	力学、カオス、そして予測		4/16~4/29 ころ		
第3章	情報		4/16~4/29 ころ	4/16~4/29 ころ	4/16~4/29 ころ
第4章	計算		4/16~4/29 ころ	4/16~4/29 ころ (分からなくてもOK)	
第5章	進化		4/16~4/29 ころ	4/16~4/29 ころ	4/16~4/29 ころ
第6章	初歩の遺伝学		4/16~4/29 ころ		
第7章	複雑性の定義と測定基準		4/30~5/6 ころ	4/30~5/6 ころ	
第8章	自己複製するコンピュータープログラム		4/30~5/6 ころ	4/30~5/6 ころ (分からなくてもOK)	
第9章	遺伝的アルゴリズム	5月7日	4/30~5/6 ころ	4/30~5/6 ころ	4/30~5/6 ころ
第10章	セル・オートマトン、生命、そして万能計算		4/30~5/6 ころ	4/30~5/6 ころ	
第11章	粒子による計算		4/30~5/6 ころ		
第12章	生物系における情報処理	5月7日	4/30~5/6 ころ	4/30~5/6 ころ	4/30~5/6 ころ
第13章	コンピュータ上で類推を実現する		5/6~5/27 ころ		
第14章	コンピュータモデリングの展望		5/6~5/27 ころ	5/6~5/27 ころ	
第15章	ネットワークの科学	5月28日	5/6~5/27 ころ	5/6~5/27 ころ	5/6~5/27 ころ
第16章	現実世界へのネットワークサイエンスの適用	5月28日	5/6~5/27 ころ	5/6~5/27 ころ	5/6~5/27 ころ
第17章	スケーリングの謎		5/27~6/11 ころ	5/27~6/11 ころ	5/27~6/11 ころ
第18章	複雑化する進化の理論		5/27~6/11 ころ		
第19章	複雑性の科学の過去と未来		5/27~6/11 ころ	5/27~6/11 ころ	5/27~6/11 ころ
	あとがき		5/27~6/11 ころ	5/27~6/11 ころ	

シンプルかつ印象的なMAS例を準備

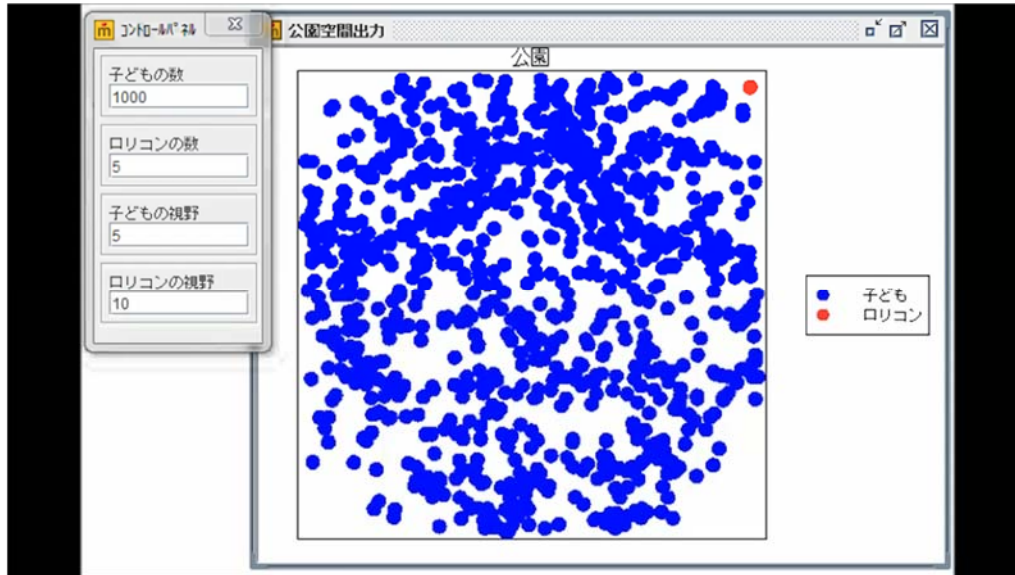


ネコ/ネズミモデル

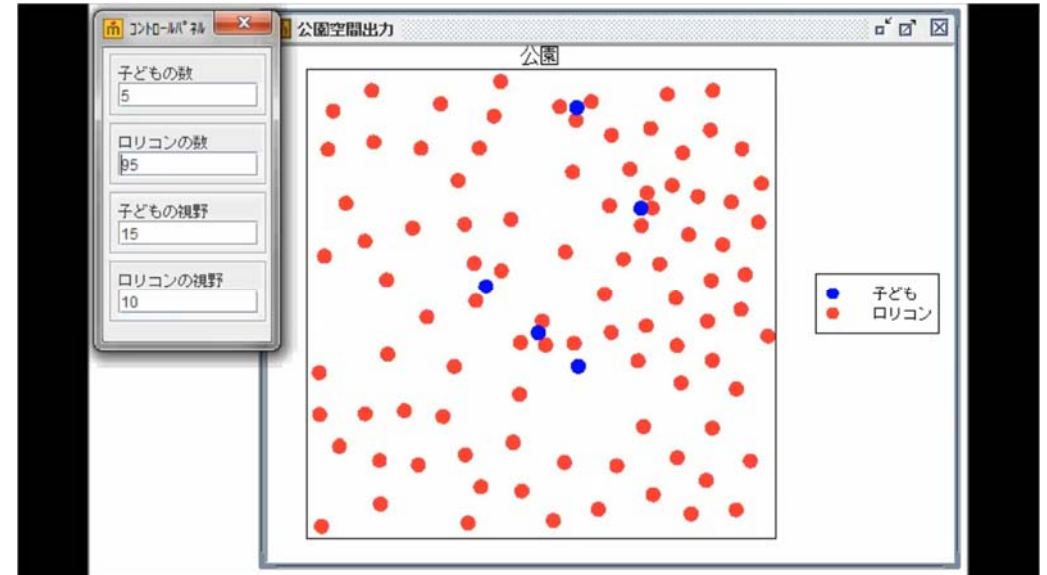
- ネズミ
近くのネコから逃げる
- ネコ
近くのネズミを追いかける
近くのネコから逃げる



ネコ/ネズミモデルMAS



(前半) ネズミだらけの場合
(後半) ネズミの目がいい場合

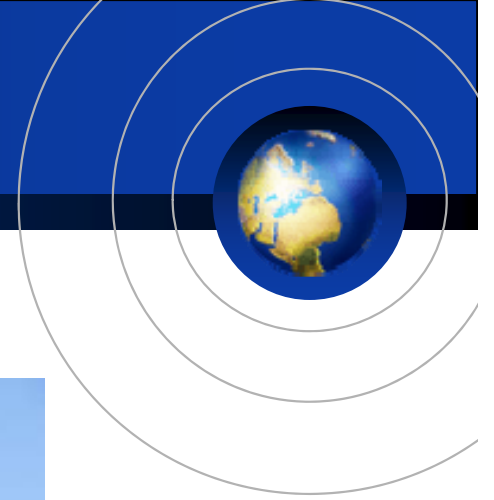


ネコだらけの場合

後半：独自MASプロジェクト



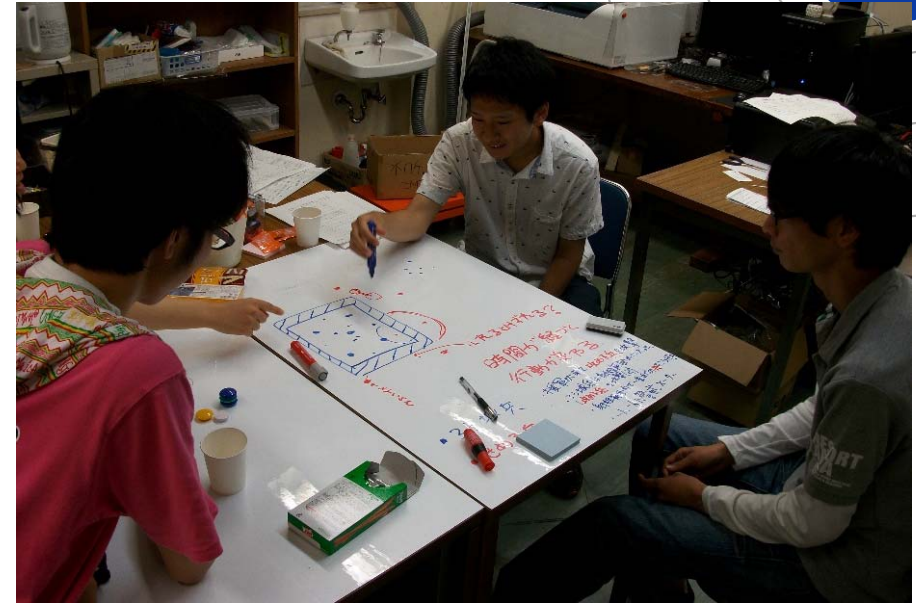
受講生が選んだテーマは・・・



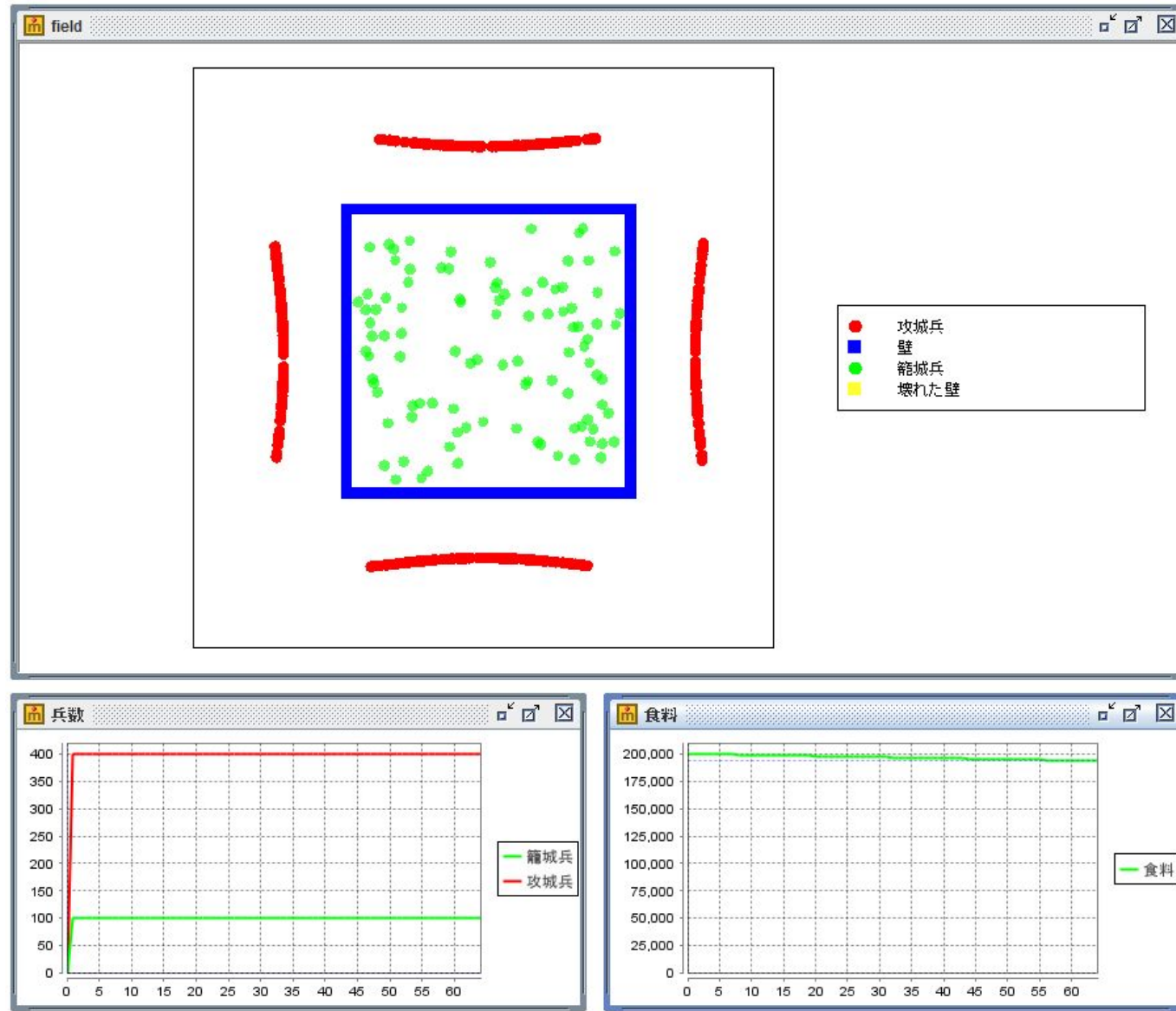
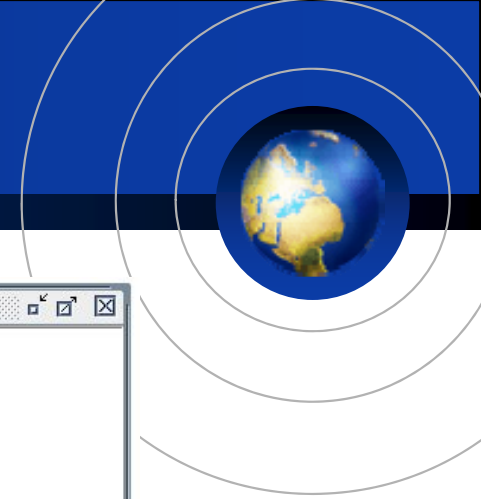
鳥取城跡

地元鳥取の史事である鳥取飢え殺し(1581年)を題材にして
「籠城戦」をテーマに

プロジェクト活動

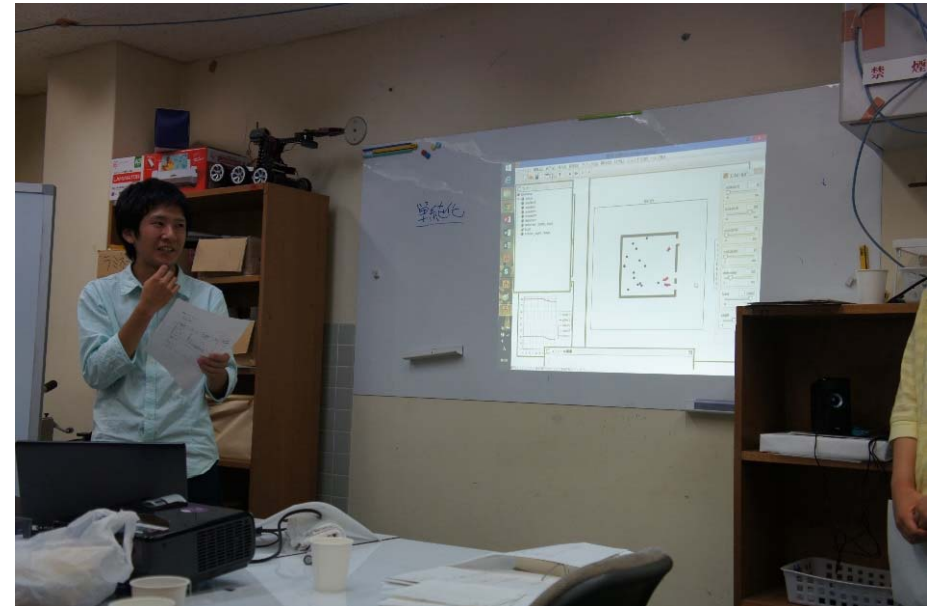
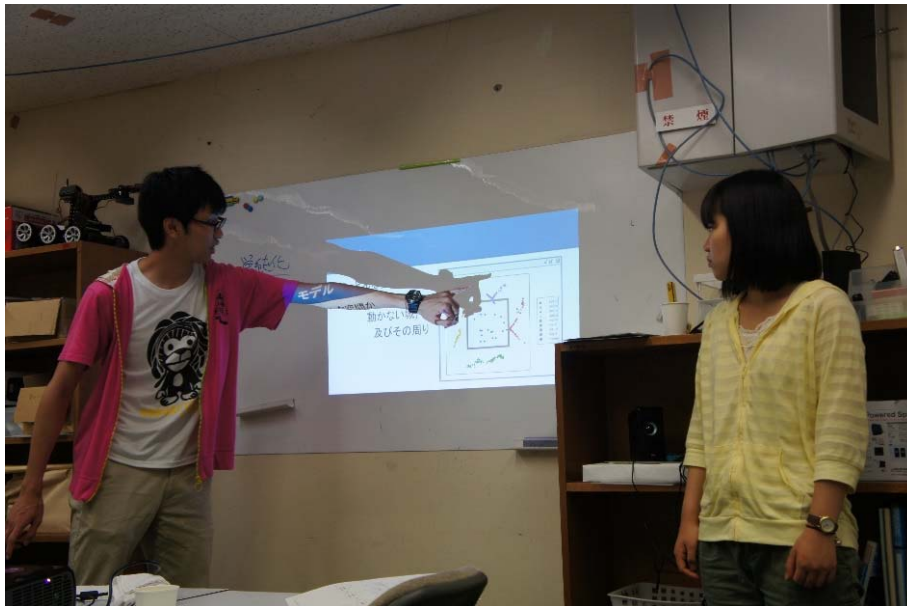
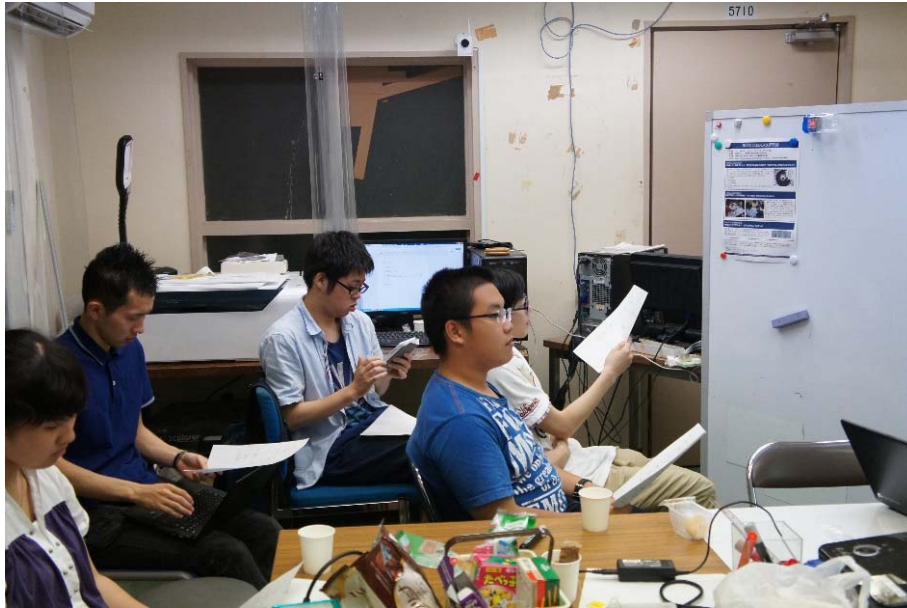


籠城戦MASを構築

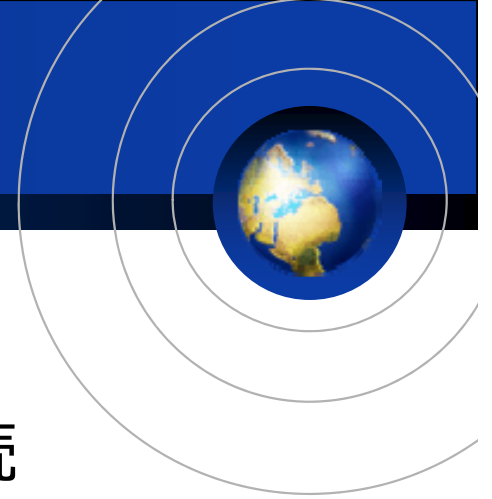


※授業の活動を含めた最終的な成果物

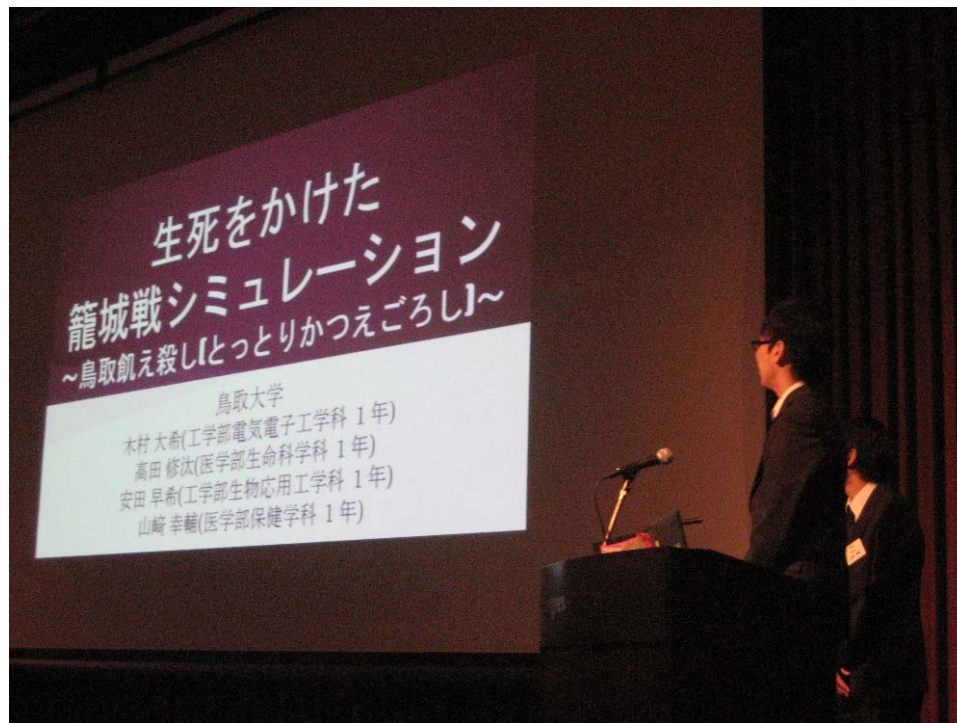
プレゼンテーション



授業終了後も



- 8月はじめ：教養ゼミは終了
- 11月～2月：自主的にMASプロジェクトを継続
- 3月：MASコンペに出場

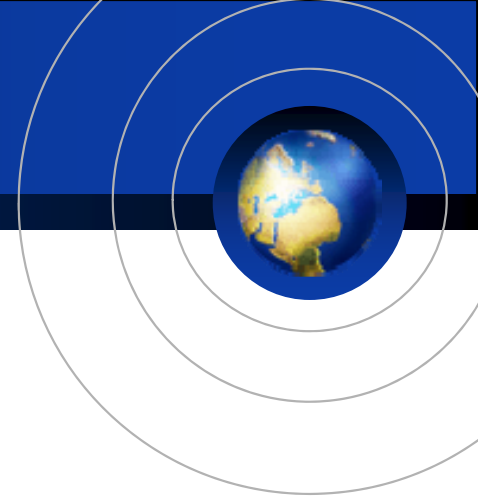


第15回MASコンペ
(2015.3)



授賞式

アンケート調査（事前）



question	yes	no
「複雑系」という言葉を知っていますか？	0	4
「マルチエージェントシミュレーション」という言葉を知っていますか？	0	4
プログラミングの経験がありますか？	0	4

アンケート調査（事後）



A-1. 複雑系という考え方について

1. 理解できなかった/向上しなかった
2. 少し理解できるようになった/少し向上した
3. 理解できるようになった/向上した
4. とても理解できるようになった/とても向上した

<理由>

A-2. 身の回りの複雑系について

1. 理解できなかった/向上しなかった
2. 少し理解できるようになった/少し向上した
3. 理解できるようになった/向上した
4. とても理解できるようになった/とても向上した

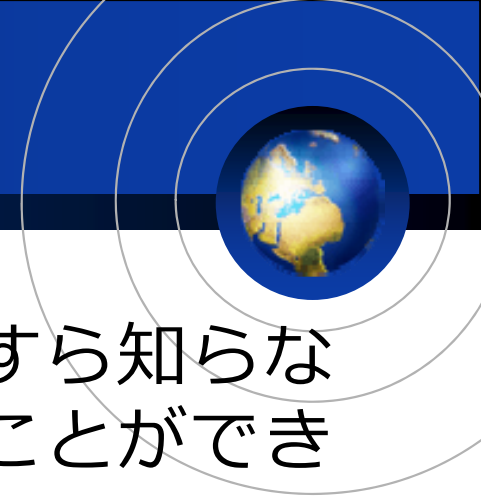
<理由>

アンケート調査（事後）



No.	授業の前後で理解やスキルが向上しましたか？	いいえ	向上した	とても
1	複雑系という考え方に関する理解	0	2	2
2	身の回りの複雑系に関する理解	0	3	1
3	複雑系科学の重要性に関する理解	0	0	4
4	プログラミングのスキル	0	3	1
5	MASを構築するスキル	0	4	0
6	シミュレーション結果を考察するスキル	0	3	1
7	プレゼンテーションのスキル	0	1	3
8	グループワークのスキル	0	1	3
9	新しいことを学ぶスキル	0	3	1
10	大学での学びに対する意欲	0	2	2

アンケート自由記述より



- 授業を受けるまでは複雑系という概念の存在すら知らなかったが、授業を通して自分なりに解釈することができるようになったと思うから
- 身の回りには複雑系で考えることができるものが数多くあると考えられるようになった
- 最終的な結論としては、「世の中の物事はすべて複雑系によって成り立っている」とのことなので
- この出来事も複雑系なのではないかと身の回りのものを見るようになった
- 医学から経済学まで、本当にいろいろなところで役立っていると知ったから
- 神経や細胞の働きが複雑系の動きをするので今後の学習でそれらを理解するのに役立つと感じた

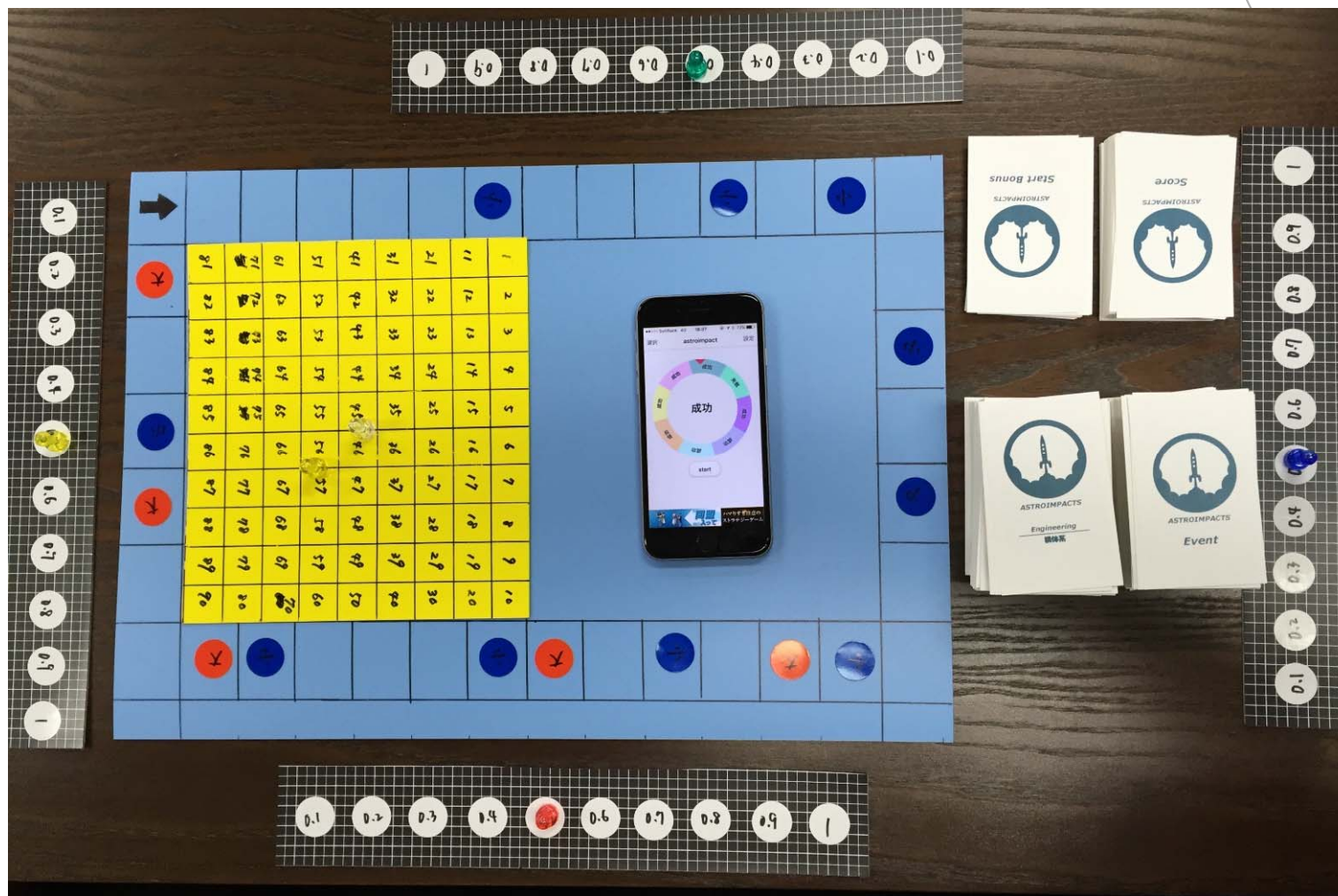
2014年前期・課題点



- エージェント行動の詳細について、**曖昧な部分や場合わけの漏れ**があるままコーディングに進んでしまう
 - コーディングしながらモデルを修正することになってしまった
 - プログラミング技術の制限からモデルを考えてしまう場面があった
 - コーディングの技術的サポートが難しくなってしまった

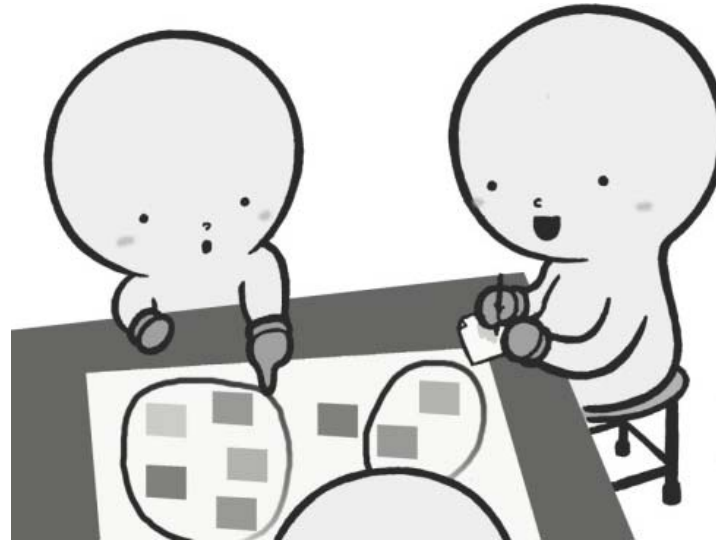


「ゲームづくり」に着目



宇宙開発体験ゲームのペーパープロト

ゲームをつくる $\div$ MASをつくる



ルール

相互作用

意思決定

ゲーム
(ルール + プレイヤーの意思)



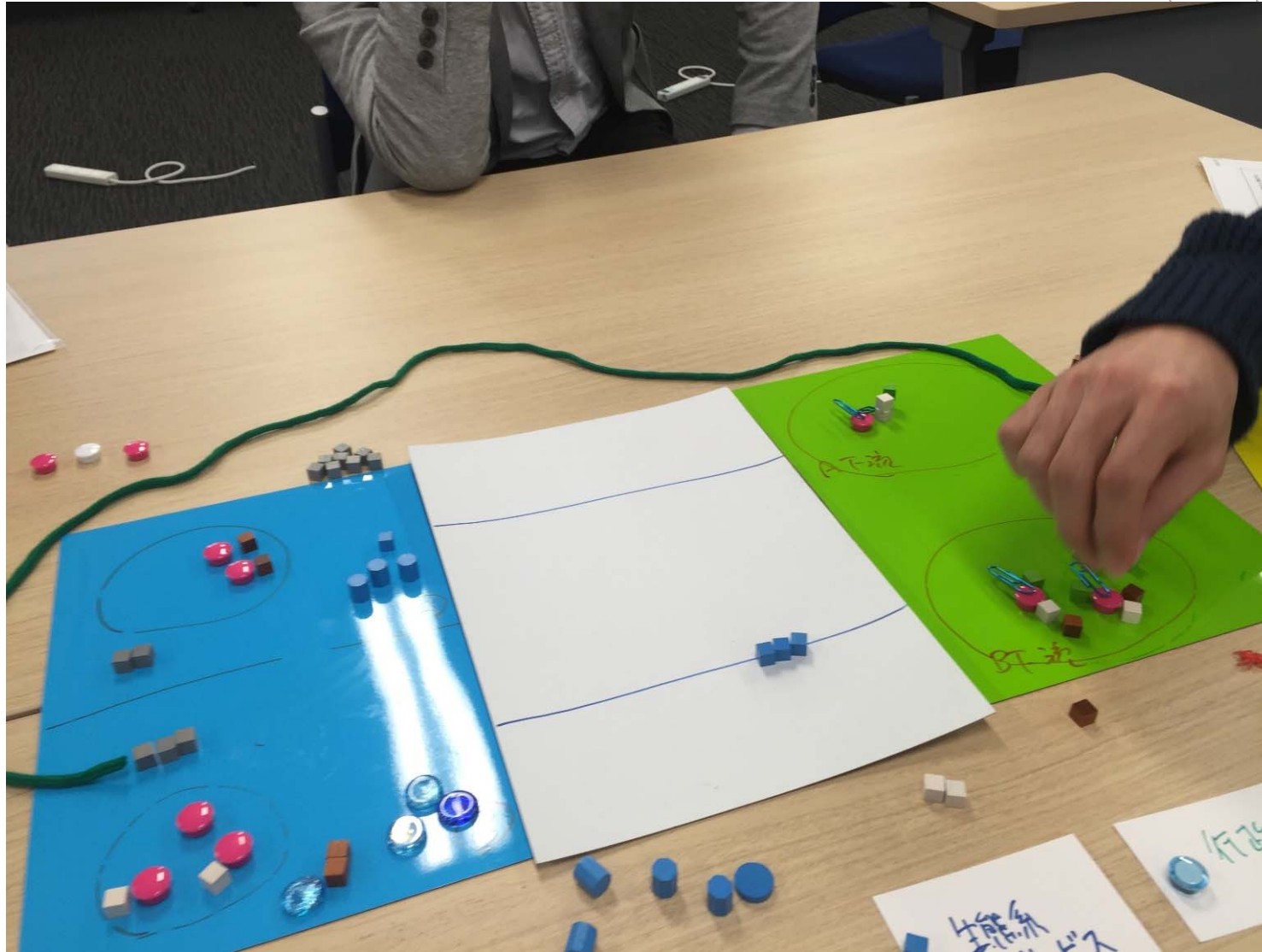
自由意志行動

アルゴリズム



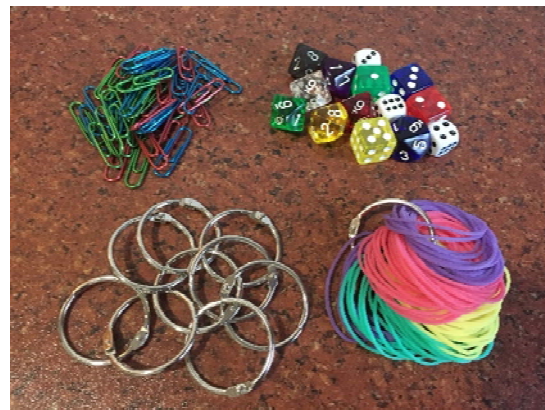
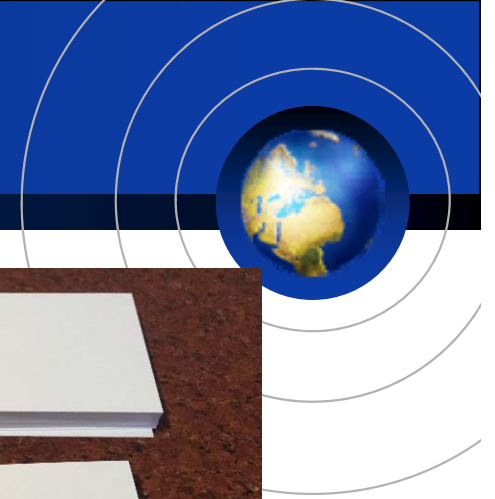
Figure 1. The effect of the concentration of the *Agrobacterium* suspension on the transformation efficiency of *Agrobacterium* strains.

試行実践②



生態系サービスと環境保全政策

準備したもの

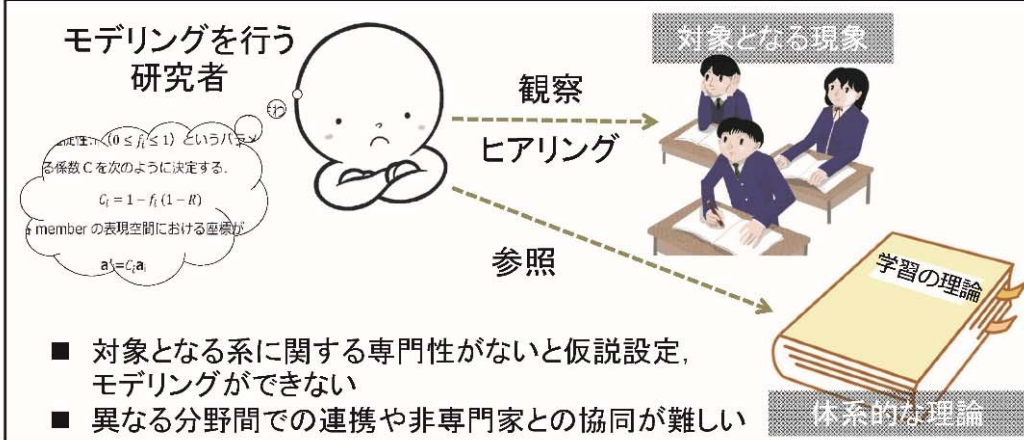


有用な対話手法になり得るのでは？



- 実務家，ステークホルダ，異分野専門家の経験知・暗黙知を活用して有用性の高いモデリングができる
- 特定の場所，地域，組織等に関する個別具体的なモデリングができる
- エージェントベースアプローチによる社会現象の研究・応用を拡大

従来の方法



提案する手法



まとめ



- artisocを活用して，受講生自身がMASを構築し，複雑系の視点やモデリングの手法を実践的に学ぶ教養教育を展開している
- テキストの読解とMASのチュートリアルを交互に配置し，反転学習的な進行にすることによって，効果的な授業設計を実現できた（と思う）
- MASとゲームの共通点に着目し，ゲームのプロトタイピングを活用した対話手法によって，より効果的な授業できるのではないかと考えている（H28前期試行予定）
- ゲームプロトタイピングの応用は，実務家や非専門家が持つ暗黙知・経験値を抽出し，より妥当性・有用性の高いエージェントベースモデリングを行うための手法になり得ると考え，研究面でも試行を進めていく