

エクセルシミュレーションの講習授業の実施<DXの取組その①>

夏休み期間を利用した6日間で「エクセルを使ったシミュレーション」の講習を行いました。この講習では知的好奇心旺盛な生徒（約半数が1年生！！）を対象に「N次元球の体積と表面積について」をテーマとして、平常の授業での学びとは違った内容の取組を用意しました。この講習の前半では、まず3次元球（通常の球）の体積や表面積を区分求積という手法で求め、その方法を4次元の球に応用しました。さらに高次元へ一般化していく際、偏微分、ヤコビアン、 Γ 関数など大学の教養課程程度の数学が必要となりましたが、参加した生徒たちは持ち前の好奇心と積極性で新しい概念を吸収し、理解したばかりの大学数学を用いてN次元まで一般化していくことができました。講習の後半では、エクセルでのプログラミングの基礎を身に付けてから、講習の前半で登場したマクローリン展開に注目し、近似の次数を増やしていくと元の関数に近づいていく様子をグラフ化するため、プログラミングによってシミュレーションを行いました。

右)写真1 講習の様子 →

PCでシミュレーション用のプログラムを作成している様子。PCを持っていない生徒には学校で用意した。プログラミングには、関数を扱う数学的な知識と、関数を用いてデータを処理する情報学的な知識の両方が必要となる。シミュレーションが思い通りにできたときは、アプリなどを使って結果だけを見るのと違い、大きな達成感を感じた生徒が多かった。

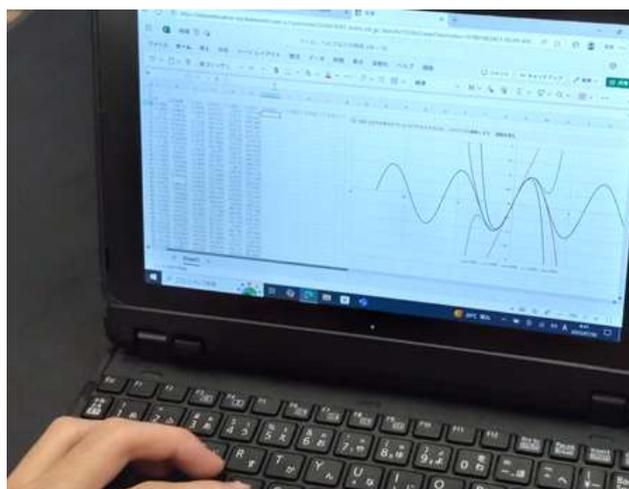


写真2 三角関数のマクローリン展開のグラフ化

近似の次数を増やすごとに、元の関数に近づいていく様子をシミュレートした。マクローリン展開をグラフ化する教材やアプリはたくさんあるが、結果を表示するだけでは得られない多くのことを身に付けることができる。

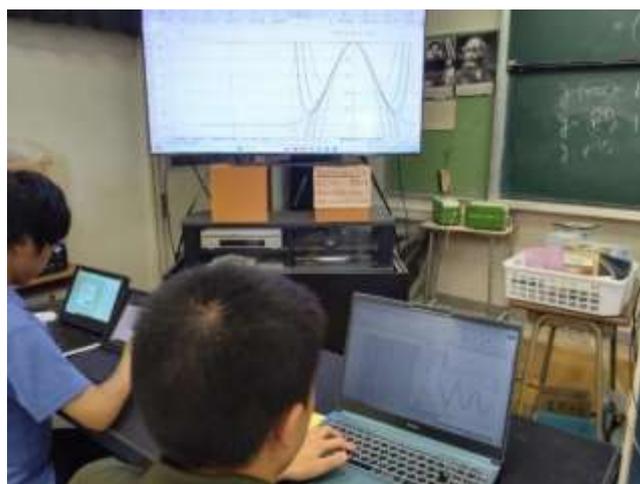


写真3 講習の様子

マクローリン展開でシミュレートした関数は、正弦関数・対数関数・指数関数・正規分布関数である。高校数学や物理でそれらの関数の近似が登場するが、なぜその近似が成立するのかを深めることができた

データサイエンスの取組～総合的な探究の時間～<DXの取組その②>

3年生の総合的な探究の時間において、有志を募り、今年度よりデータサイエンスの取組を行っている。この取組みは、毎週1回行っている総合的な探究の時間を利用し、社会課題などを、調べ学習や生成AI等だけで完結せず、自分たちの集めたデータを分析し、その分析結果をもとに社会課題への理解を深めていく取組である。

① 1学期の取組

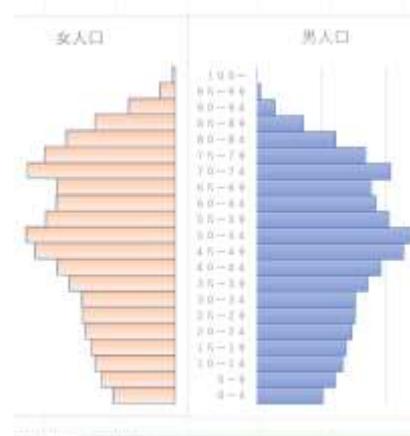
1学期は、日本の少子高齢化問題をテーマとし、コーホート分析という手法を用いて人口推移のシミュレーションを行い、有効な少子化対策について検証した。コーホート分析とは、年齢を5歳ごとに階層化し、階層別の出生率と死亡率から5年後の階層人口数を計算し、経年変化を分析する手法である。

最初にエクセル上でコーホート分析のプログラムを組んでシミュレーションを動かすトレーニングを行った。プログラミング技術だけでなく、関数の計算など吸収すべき知識はとて多かったが、自分たちが作成したシミュレーションプログラムによって、現在の合計特殊出生率1.25（一人の女性が生涯に産む子供の人数）のままではおおよそ1500年後には日本の人口が一人になってしまうことを確認した。また、仮に今すぐ非常に有効な少子化対策を行い、2.5という1960年代並みの出生率を今後維持したとしても、現在の人口に回復するのは2085年頃になるであろうということを確認し、少子化はすぐに解決できる問題ではないことを確認することができた。

コーホート分析によるシミュレーションの手法を習得した後、グループごとに分かれ少子高齢化について他国の政策や日本の過去の政策などの調査を行い、様々なデータを収集した。そして、グループごとに少子化問題の切り口を選び、どのような政策を行うとどのような効果が得られるかを学んだばかりのコーホート分析によるシミュレーションをもとに研究した。

研究のまとめとして自校や他校の先生方を前に発表を行い、研究内容を共有した。

2023年						2028年			
男人口	女人口	出生率	死亡率	出生率	5年後出生率	年齢	男人口	女人口	出生率
2048000	1982000	0.990645	0.990646			0-4	1680332	1702004	0.880610
2434000	2317000	0.890622	0.890628			5-9	2090028	1960375	0.820622
2850500	2703000	0.800632	0.800616			10-14	2420065	2318275	0.800632
2768000	2618000	0.890726	0.890786	0.8902	21667	15-19	2689781	2521886	0.890726
2982000	2868000	0.890926	0.890713	0.8924	234092	20-24	2154300	2113236	0.890926
3031000	2914000	0.890480	0.890731	0.8946	249884	25-29	2849187	2800003	0.890480
3042000	2929000	0.890687	0.890671	0.8944	238948	30-34	2823216	2810003	0.890687
3437000	3310000	0.890922	0.890622	0.8951	677746	35-39	3023689	2810236	0.890922
3828000	3540200	0.890894	0.890225	0.8953	234880	40-44	3427925	3302278	0.890894
4017000	4288000	0.890150	0.890811	0.8921	8214	45-49	3822886	4000000	0.890150
4797000	4678000	0.890907	0.890272	合計特殊出生率	出生数合計	50-54	4483287	4394126	0.890907
4088000	4059000	0.890180	0.890717	1.2013	3048188	55-59	4728941	4838738	0.890180



左上写真3 コーホート分析

関数プログラムを作成してシミュレーションを行った。

右上写真4 人口ピラミッド図

教科書や資料集によく掲載されている図を作成した。効果的な政策を行うとどのようなピラミッド図を描くのかシミュレーションを行った。

左下写真5 研究発表会①

パワーポイントによる発表。



写真6 研究発表会②

自分たちで組んだシミュレーションプログラムを使って、自分たちの考えた政策を実行した時の人口推移を検証した。



写真7 研究中のグループ活動

調べ学習がメインではないが、正確な調査結果の共有はグループ研究では必須。前提が違えばシミュレーションも雑になるため、真剣に議論していた。

② 2学期の取組

人口問題の研究発表会を終えた後、2学期は、経済政策についての研究を行った。クーハンデルというカードゲームを通じて、インフレーションや需要と供給による価格決定など、経済に関する概念を、体験を通して理解を深めていった。ゲームの前半は競売、後半は取引が中心となっており、ルールは単純であるがゆえに、競売の落札価格が需要と供給のバランスと場面によって決まったり、資金の流れをつかむことで取引の価格相場を予想できたりするなど、現代社会の経済



写真8 クーハンデル(カードゲーム)

1980年頃にドイツで誕生したカードゲームで、競売や取引を通してできるだけたくさんの種類のカードを揃えていくゲーム

のシミュレーションとして考えることができた。授業ではいくつかのグループに分かれて実際に何度かゲームを行った。

ゲームの流れを理解した後、教員から提示された経済政策を実現するゲームルールをグループで考え、経済政策を知らない他のグループがそのルールに基づいてゲームを行った。

例えば、教員から提示された経済政策が「落札価格の平均値を下げたい」であったとすると、この政策を実現するために「手元の所持金の50%以上を使ってはならない」などという

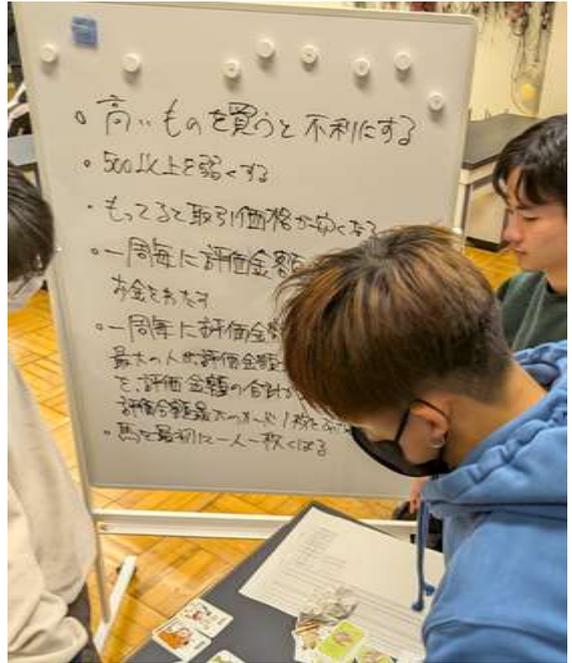


写真9 データを探りながらゲームを進行する

本来のルールに加え、相手チームが作った新たなルールを追加してゲームを進める。追加したルールにどんな政策の意図が含まれているかを推測しながらゲームを進める。

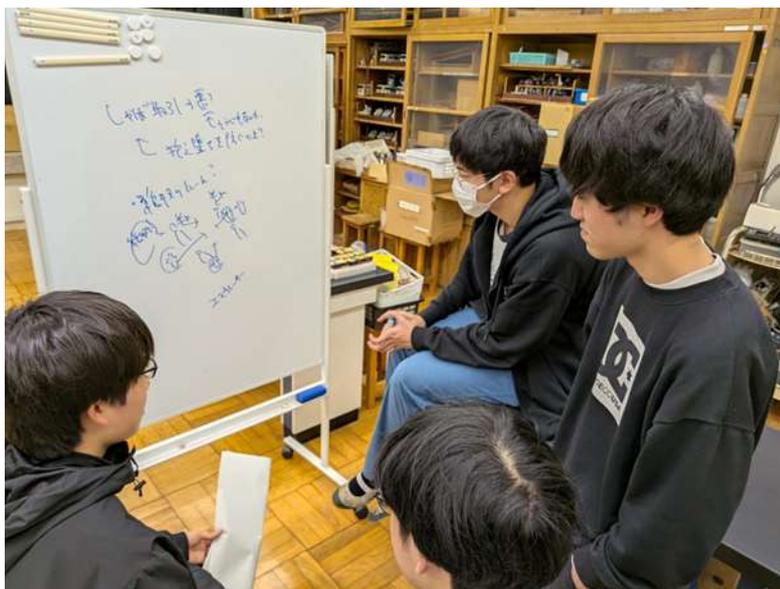
新たなルールが考えられる。このように教員から提示された経済政策を実現するためのルールをグループでつくり、経済政策を知らない相手チームにそのルールを伝える。相手グループはその追加されたルールに基づいてゲームを行い、ルールを決めたグループは落札価格などのデータを採取していく。

ゲーム終了後は、採取したデータを分析し、独自に考案した政策の実現度を表す指数を用いて追加ルールの有効性を検証した。実際にプレーしたチームは、追加ルールからどんな経済政策だったのかを推定した。



右)写真10 政策を実現する付加ルールを考える①

このグループは教員から提示された「高額商品の平均落札価格を下げ、低額商品の平均落札価格を上げる」という政策を実現するためのルールを考え、相手チームに伝える準備をしている



左)写真11 政策を実現する付加ルールを考える②

このグループは教員から提示された「取引価格の平均を上げる」という政策を実現するため、相手チームに課すルールを考えている。クーハンデルは前半のセリで商品を落札して仕入れ、後半で仕入れた商品をもとに高く売りつけたり、安く買い取ったりしてできるだけ沢山の商品を揃えていく。このゲームを現実世界に当てはめて考えると、現実世界では取引価格に応じた取引税が課されるとすると、税収を増やすには、取引価格の上昇が見込まれる政策が有効となる。直接税率を上げなくても、取引回数や取引額を大きくすることで税収を増やすことができる。

取引順	ロバ識別	資金一人当たり	取引動物	評価額	落札価格	落札価格マーケット INDEX	評価額	総平均	ロバ0	ロバ1	ロバ2	ロバ3	ロバ4	
1	1	1	90 イヌ	160	20	1.39	ニワトリ	10	118	33		137	21	
1	2	1	90 ニワトリ	10	10	11.11	アヒル	40	96	60	60	85	16	
1	3	1	90 イヌ	160	50	3.47	ネコ	90	125	57		100	18	
1	4	1	90 ブタ	650	70	1.20	イヌ	160	125	55	100		220	20
1	5	1	90 ウマ	1000	60	0.67	ヒツジ	250	190	60		110	243	20
1	6	2	140 ロバ	500	70	1.00	ヤギ	350	221	60		130	26	26
1	7	2	140 アヒル	40	60	10.71	ロバ	500	199		85	173	200	35
1	8	2	140 アヒル	40	60	10.71	ブタ	650	146	83		140	260	30
1	9	3	240 ロバ	500	150	1.25	ウシ	800	190	120	130	210	160	26
1	10	3	240 ウシ	800	210	1.09	ウマ	1000	151	90		170	255	23
1	11	3	240 アヒル	40	100	10.42	全動物		156	70	87	137	204	26
1	12	3	240 ブタ	650	150	0.96								
1	13	3	240 ヒツジ	250	110	1.83								
1	14	3	240 ウマ	1000	160	0.67								
1	15	3	240 ヤギ	350	130	1.55								
1	16	3	240 ブタ	650	130	0.83								
1	17	3	240 ウマ	1000	180	0.75								
1	18	3	240 アヒル	40	70	7.29								
1	19	3	440 ロバ	500	250	1.14								
1	20	4	440 ヒツジ	250	200	1.82								
1	21	4	440 ウシ	800	160	0.45								
1	22	4	440 イヌ	160	230	3.27								
							評価額	落札価格マーケット INDEX						
							ニワトリ	10	31.25					
							アヒル	40	9.19					
							ネコ	90	4.02					
							イヌ	160	3.73					
							ヒツジ	250	1.72					
							ヤギ	350	1.03					
							ロバ	500	1.03					
							ブタ	650	1.10					

左)写真12 追加ルールの有効性の検証

ゲーム終了後、自分たちの考えたルールが、政策を実現するために有効であったかどうかを検証した。ゲーム中に採っていただいたデータを分析する際、自分たちで考案した指標を用いて有効性の度合いを測った。授業では時間がなかったが、検証後にさらにルールを修正してより効果の高い追加ルールを考えるのも面白い。