他教科との連携を図る題材選択

山口県立岩国高等学校教諭
山下 裕司

1. 他教科との連携

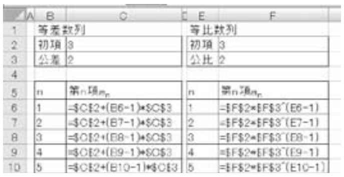
新学習指導要領で掲げられている「他教科との連携」についてはあまり議論されていないように思います。どのような連携が求められているのでしょうか。教科「情報」に対する理解は進んでいないように思います。教育委員会，管理職，そして同僚の教員へ教科「情報」の存在意義を広めていく必要を感じます。私は元来，数学科の教員ですが，数学科に限定せず，他教科にまで踏み込んで連携を取ることが必要だと感じます。ほとんどの教員は教科「情報」を履修していないのですから，まずは教科「情報」について他教科の教員との連携が必要です。そのためには「情報」で取り扱う題材を他教科の内容に求めることから始めてはどうでしょうか。また，題材だけでなく他教科の教員を共同研究者・実践者として一緒に取り組むことが大切です。これによって情報科への理解を深めてもらうことになります。他教科との連携とはこのような形で実現できるのではないでしょうか。

この記事では，他教科との連携を実現するための授業実践事例を紹介します。物理・化学・生物・地学や数学との連携を取ることによってそれらの教科の内容を深めることができ，かつ情報教育においても題材を豊富に選択できる利点があります。いわゆる受験科目に重点を置く進学校では教科「情報」が疎んじられるという状況があります。その状況は題材次第で変えていくことを実践で示す必要があります。進学校でこそ教科「情報」の増単位を必要と思われるようにするための試みです。
（ここで使用した Excel ファイルはメールをいただければお送りいたします。
E-mail: yamashita.yuushi@gmail.com ）

2. 数学に題材を求める

2.1 等差数列と等比数列

まず，表計算シートに，等差数列と等比数列の一般項の式を入力しておきます。そして指定したセルに初項と公差・公比を入力すれば等差数列・等比数列がたちどころに数十項表示されることを体験させます。数列を学び始めた生徒にとってはいわば数列の原体験となります。



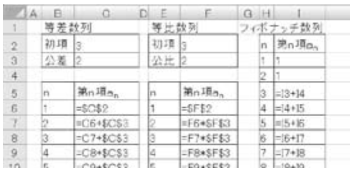
	A	B	C	D	E	F
1		等差数列			等比数列	
2		初項	3		初項	3
3		公差	2		公比	2
4						
5		n	第n項a_n		n	第n項a_n
6		1	=$C$2+(B6-1)*$C$3		1	=$F$2*$F$3^(E6-1)
7		2	=$C$2+(B7-1)*$C$3		2	=$F$2*$F$3^(E7-1)
8		3	=$C$2+(B8-1)*$C$3		3	=$F$2*$F$3^(E8-1)
9		4	=$C$2+(B9-1)*$C$3		4	=$F$2*$F$3^(E9-1)
10		5	=$C$2+(B10-1)*$C$3		5	=$F$2*$F$3^(E10-1)

等差数列と等比数列

公式を覚え，それを利用することは紙の上で体験できますが，教科書の練習問題は上手に解けても数列の何たるかがわかっていない生徒が少なからずいることに気づかされます。初項と公差・公比をいろいろと変えながら具体的に数列を表示してみることは数列に触れる原体験として有意義だと思います。

2.2 漸化式

今度は漸化式を利用して数列を表現してみます。教科書では漸化式はもっぱら一般項を求めるための式として登場しますが，実は一般項よりも漸化式のほうが構造が単純であり，利用されることが多いのです。一般項が不明な数列であっても漸化式がわかれば表現できることは体験させておきたいことです。



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		等差数列			等比数列		フィボナッチ数列		
2		初項	3		初項	3		n	第n項a_n
3		公差	2		公比	2		1	1
4								2	1
5		n	第n項a_n		n	第n項a_n		3	=I3+I4
6		1	=$C$2		1	=$F$2		4	=I4+I5
7		2	=C6+$C$3		2	=F6*$F$3		5	=I5+I6
8		3	=C7+$C$3		3	=F7*$F$3		6	=I6+I7
9		4	=C8+$C$3		4	=F8*$F$3		7	=I7+I8
10		5	=C9+$C$3		5	=F9*$F$3		8	=I8+I9

漸化式

2.3 数列の和

数列の和についても同様に，和の公式を用いた方法と，漸化式 $S_{n+1} = S_n + a_{n+1}$ を用いた方法の二通りで表現してみます。公式の意義，漸化式の意義

について理解が深まるものと思います。

	A	B	C	D	E	F
1			等差数列			
2		初項	3			
3		公差	2			
4						
5		n	第n項a_n	公式による和 S_n	漸化式による和 S_n	
6		1	3	=B6*($C$2+C6)/2	=$C$2	
7		2	5	=B7*($C$2+C7)/2	=E6+C7	
8		3	7	=B8*($C$2+C8)/2	=E7+C8	
9		4	9	=B9*($C$2+C9)/2	=E8+C9	

数列の和

2.4　πの近似値

ここまでの手法とライプニッツの公式

$\pi = 4(1/1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + \cdots)$

を利用してπの近似値を求めることができます。

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		n	符号列	奇数列	符号列/奇数列	符号列/奇数列の和	πの近似値
3		1	1	1	=C3/D3	=E3	=4*F3
4		2	=C3*(-1)	=D3+2	=C4/D4	=F3+E4	=4*F4
5		3	=C4*(-1)	=D4+2	=C5/D5	=F4+E5	=4*F5
6		4	=C5*(-1)	=D5+2	=C6/D6	=F5+E6	=4*F6
7		5	=C6*(-1)	=D6+2	=C7/D7	=F6+E7	=4*F7
8		6	=C7*(-1)	=D7+2	=C8/D8	=F7+E8	=4*F8
9		7	=C8*(-1)	=D8+2	=C9/D9	=F8+E9	=4*F9
10		8	=C9*(-1)	=D9+2	=C10/D10	=F9+E10	=4*F10

πの近似値

1000項，10000項まで計算すると，とても面白い近似値（途中の小数位は異なるがそれより下の小数位が合致する近似値）を目にすることになります。数式を理解しただけでは体験できない結果です。

2.5　データの分析

今回の学習指導要領改訂で「数学Ⅰ」に加わった「データの分析」の単元はコンピュータで処理するのが適切な題材の宝庫です。だからといって，数学の授業ではコンピュータを用いた実習を行う余裕はないのが実情です。数学科と連携して，この単元の実習を情報科が担うのも面白いと思います。情報の授業でこの単元の実習をどのように展開していくかについては，数学科の先生方と共有したいものです。平均や分散・標準偏差を計算する理論の部分は数学の授業で行い，実際に算出する体験を情報の授業で行うのです。

ここでは興味を引く工夫が必要かもしれません。例えば，平均や標準偏差を当てるゲームをしてみます。平均は何とか推測できるにしても標準偏差は最初は何が何だかわからないでしょうが，そのうちに標準偏差が大体どのくらいなのか当たるようになります。データのグラフ表示にも工夫したいところです。

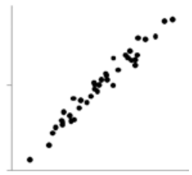
	A	B	C	D
1		x	x−X	(x−X)^2
2		=INT(RAND()*100)	=B2−$B$8	=C2^2
3		=INT(RAND()*100)	=B3−$B$8	=C3^2
4		=INT(RAND()*100)	=B4−$B$8	=C4^2
5		=INT(RAND()*100)	=B5−$B$8	=C5^2
6		=INT(RAND()*100)	=B6−$B$8	=C6^2
7				
8	平均X	=AVERAGE(B2:B6)	分散	=AVERAGE(D2:D6)
9			標準偏差	=SQRT(D8)

平均，分散，標準偏差

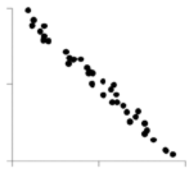
また，平均偏差も求めておき，標準偏差と比較するのも面白いと思います。

次に，相関係数rを計算させる仕組みを表計算シート上に作成し，データから散布図を描かせて，計算した相関係数との関係を体験することができます。$-1 \leqq r \leqq 1$であること，$r = 0$となる分布がどのような状態かを体験すること，直線上に並んだ分布は相関の強弱と相関係数の値との関係を感じ取る体験は必要であると感じます。

教科書で扱われている例は次のようなものです。

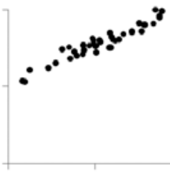


$r = 0.9$　の散布図



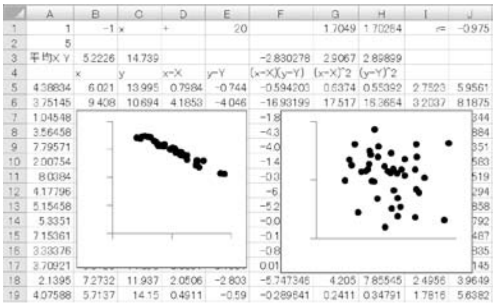
$r = -0.9$ の散布図

では次のような散布図になった場合，相関係数はどうなるでしょうか。



数学の教員も即答するにはためらいます。分布が原点を通る直線でなくても相関係数が1に近づくことや，2変数がともにランダムに分布しなくても相関係数が0に近づくことなどを実際に算出させることで理解させることができます。

また，ここで示したような様々な分布を発生させる技術も体験させておきたいところです。様々な分布を発生させ，その散布図と相関係数を眺めることで，相関係数とは何であるかがはじめて体感できる，いわば相関関係の原体験といえるのではないでしょうか。



散布図

3. 物理に題材を求める

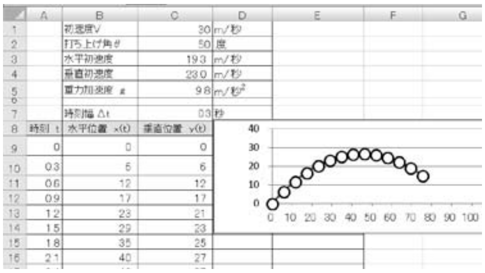
3.1　二次関数に従った打球の軌跡

物理との関連として「物体の運動」に注目しました。数研出版『物理基礎』[4] p.33 ～ p.35 には斜方投射についての記述があります。物体を斜めに投げ上げた場合の動き，いわゆる放物運動です。これをシミュレーションすることを情報科での実習題材として取り上げてみました。

まずは，垂直方向の位置を

$$y = v_0 \sin\theta \cdot t - 1/2\,g\,t^2$$

という物理基礎で学ぶ二次関数で表現してみます。

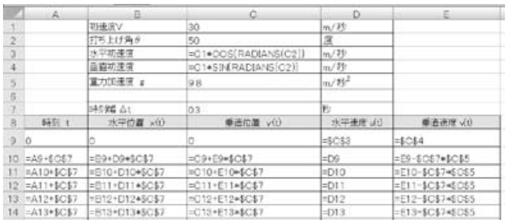


放物運動

当然ながらきれいな放物線を描くことができます。物理基礎の授業ではここまでです。ここから情報科ならではの展開ができます。

3.2　差分方程式による打球の軌跡

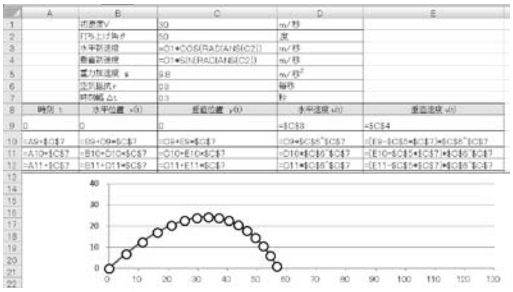
次に $\varDelta t$ の値を調整できるようにして差分方程式による打球の軌跡を描かせてみます。二次関数の描く放物線とずれを生じるところが面白いところです。$\varDelta t$ が大きいと 3.1 と比べて，打球の飛距離が伸びてしまいます。$\varDelta t \to 0$ にすると 3.1 の結果と同じになりますが，計算量→∞となることを感じ取ることができます。今話題のスーパーコンピュータ京が必要となる理由などにも話題を膨らませることができますし，実施する学年によっては微分の話にも触れることができます。



差分方程式による打球の軌跡の計算

3.3　空気抵抗を考慮する

最後に空気抵抗を考慮した軌跡を描いてみます。



空気抵抗を考慮した打球の軌跡

実際の打球の動きに近づけることができました。ホームランの打球の実際の初速度(55m 毎秒程度)と飛距離(125m 程度)のデータと照らし合わせて近い結果が得られたならばよいモデル化ができたといえるでしょう。

4. 生物に題材を求める

4.1　生態系のバランスをシミュレーションする

生物との関連として「生態系のバランス」に注目しました。数研出版『新編 生物基礎』[5] p.144 ～ p.145 には次のような記述があります。

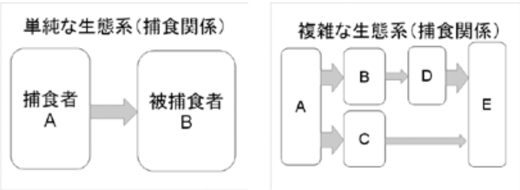
「…生態系はそれぞれ，それを構成するいろいろな要素の総合的なバランスのうえに成り立っており，これを生態系のバランスという。」

「生態系のバランスは，極相に達した森林などのように，構成する生物の種類が多く，複雑な食物網をもつ生態系ほど保たれやすく，農耕地など，生物の種類が少なく比較的単純な生態系では，バランスがくずれやすい，と考えられている。」

大変興味深い内容です。情報の授業でこの内容を裏付けるようなシミュレーションができないかと考えました。

4.2　どのようにモデル化をするか

単純な生態系と複雑な生態系における生命個体数をシミュレーションしてみます。



生態系のモデル化

実際にモデル化を数式モデルで表現していくと，個体数の変化には様々な要素が関係してくることに気付きます。

例えば，個体数の数式モデル例として次のように設定してみました。

n ＋ 1 月目の B の個体数

＝（n 月目の B の個体数 − 被捕食数）

×（1 ＋出生率）×（1 −死亡率）

出生率や死亡率を算出するための数式モデルが必要になります。そこで，それらをモデル化をする際に必要な要素として，どれだけ充分に捕食することができたかを示すパラメータを「食充足率」として次のように定義しました。

食充足率＝捕食できた数 / 最大捕食数

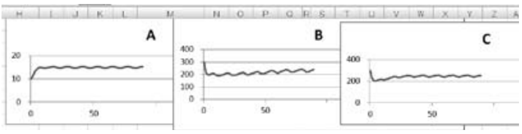
さらにモデル化をする際の仮想環境における適正な個体数を設定しておき，現在の個体数の比率を「存在率」として次のように定義しました。

存在率＝現在の個体数 / 適正な個体数

	A	B	C	D	E	F	G
1	算出月数	100					
2	平均気温	20					
3	気温変動幅	15					
4	生命体		A	B	C	D	E
5	適正個体数		10	200	200	20000	10000000
6	初期個体数		10	300	300	10000	10000000
7	最大増加率／月		0.1	0.1	0.1	0.3	0.1
8	活動ピークの気温		25	25	25	25	25
9	活動気温の標準偏差		15	10	12	13	12
10	Aが捕食する最大個体数		0	1	1	0	0
11	Bが捕食する最大個体数		0	0	0	1	0
12	Cが捕食する最大個体数		0	0	0	1	0
13	Dが捕食する最大個体数		0	0	0	0	1
14	Eが捕食する最大個体数		0	0	0	0	0

個体数の変化のシミュレーション

また，シミュレーションを試すうちに環境が一定であると特定の生命体のいわゆる独り勝ちになりやすいことに気付きました。そこで，気温の変化を設定に加えることにして，各生命体の活動が活発になる気温帯をそれぞれ個別に設定することにします。そのパラメータを「活動率」と呼び，各生命体が最も活動的となる気温と，活動率の変化を正規分布とみ



個体数の変化のグラフ

たてて標準偏差を設定することにしました。

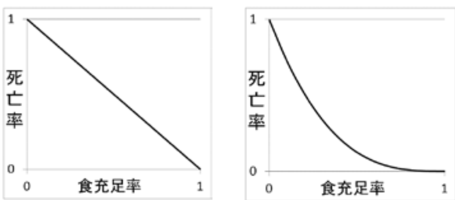
モデル化に必要な様々な初期設定を表計算シート上に入力しておき，それらのパラメータを変化させながら，生命個体数の変化を調べていきます。

個体数をグラフで表示させます。すぐに絶滅してしまうケースや個体数が振動をしながら安定するケースがあります。複雑な生態系のほうが生態系のバランスが保たれやすいことを示せれば成功です。

4.3 パラメータの相関関係を微調整する

このモデル化とシミュレーションには VBA を用いました。4.2 で示した数式モデルの部分だけは生徒に提示しますが，お膳立てをこちらで用意することになり生徒は初期設定を変えては VBA を実行してシミュレーション結果を眺めるだけになってしまいました。現実に近いシミュレーション結果を残すことよりも，生徒が数式モデルを試しながら考案できることが大切だと思います。

また，パラメータ間の関係を設定するための知識技術は数学との連携で情報で培うことができるように思います。例えば，食充足率と死亡率の関係を設定する場合，下図の左のグラフよりも右のグラフの関係が適切です。このような微調整を生徒が自在にできることが理想です。数学 I のレベルで可能なのです。



パラメータ間の関係

参考文献

1）日本情報科教育学会全国大会講演論文集
2）全国高等学校情報教育研究会全国大会　論文集
3）大島利雄ほか『数学 I』数研出版，2012 年
4）國友正和ほか『物理基礎』数研出版，2012 年
5）嶋田正和ほか『新編 生物基礎』数研出版，2012 年