第105回全国算数・数学教育研究（青森）大会
令和5年8月10日（木）11：40～12：15
※第105回大会要旨集　p.233

中2での関数指導の改善

－ICT活用を含めた「みなすこと」の段階的指導－

お茶の水女子大学附属中学校
藤原　大樹

研究の背景　～教師の悩み～

「ある関数とみなすこと」は
関数の理解と活用の両面から
重要．（清野，2004）

「一次関数とみなすこと」は
「一次関数であること」とは
分けて，段階的に指導すべき．
（永田　藤原，2010）

単元の中でどんな教材をどんな
ねらいでどのように扱えば
よいのか…？（ICT活用は？）

「一次関数とみなすこと」に
ついての教材を分類して
“授業レシピ集”を作ろう！

→藤原（2023）春期研究大会

研究の背景　～段階的指導に向けた教材の分類～

1. 一次関数とみなすことを授業者が単元の中で段階的に指導する際，適切に教材を選べるように，既存の教材を次の観点で分類した．

A. 一次関数の定義からのずれ
- A1：点がほぼ一直線上に並ぶ
- A2：点が直線的な範囲に分布する

B. 一次関数の理論的な構造
- B1：もっていて，生徒が気付きやすい
- B2：もっていて，生徒が気付きにくい
- B3：もっていない

藤原大樹（2023）．一次関数とみなすことの段階的指導で扱う教材の分類と授業化．日本数学教育学会春期研究大会論文集．11．pp.95-102．
https://kyozai-db.fz.ocha.ac.jp/search/detail/760

研究の背景　～段階的指導に向けた教材の分類～

		B．一次関数の理論的な構造		
		B1：もっていて， 生徒が気付きやすい	B2：もっていて， 生徒が気付きにくい	B3：もっていない
A．一次関数の定義とのずれ	A1：点がほぼ一直線上に並ぶ	ダイアグラム(清水，2003) 追いつき算(清野，2004) ジェットフォイル(西村，2004) ばねばかり(田中，2003) 携帯電話料金(藤原，2010) 電球の比較(藤原，2010)	標高と気温(西村，2004) 鶏卵の重量(大澤，2005) 新車購入(新井，2010) 植物の蒸散(田中，2011)	湖の水位(松宮他，1987) 日本の借金(高橋他，2015) 安打新記録(藤原，2010) 河川の水位上昇 (藤原，2020) **ボディーソープ(本研究)**
	A2：点が直線的な範囲に分布する			北極域の海氷域面積 (山脇，2022) 自動車の保有台数 (新井，2005) スギ花粉(新井，2006) カマキリの卵と積雪量 (新井・西村，2010) 桜の開花(峰野，2017)

藤原大樹（2023）．一次関数とみなすことの段階的指導で扱う教材の分類と授業化．日本数学教育学会春期研究大会論文集．11．pp.95-102．
https://kyozai-db.fz.ocha.ac.jp/search/detail/760

研究の背景　～テクノロジーの活用～

2．教材を分類する過程で，授業化に際する着眼点として
「重視する活動」「テクノロジーの利用方法」「生徒の実態との関連性」
の3つを導出した．

特に，「テクノロジーの利用方法」について，

方法ⅰ	手作業で式を得る方法
方法ⅱ	端末の回帰機能で式を得る方法
方法ⅲ	端末で定数値を変えて視覚的に式を得る方法

に加え，

を示し，

「重視する活動」との関連や単元等の計画などについて考察した．

藤原大樹（2023）．一次関数とみなすことの段階的指導で扱う教材の分類と授業化．日本数学教育学会春期研究大会論文集．11．pp.95-102.　https://kyozai-db.fz.ocha.ac.jp/search/detail/760

研究の目的と方法

本研究の目的は，

「一次関数とみなすことの段階的な指導を，端末で一般式の定数値を変えて視覚的に近似式を得る方法を含めて実践し，指導への示唆を得ること」

とする．

そのために，先行研究を基に単元計画等を作成して実践し，動画や記述から分析する．

単元計画の作成

単元計画作成に際し，一次関数とみなすことに関する教材を，

①単元の導入から取り上げる．

②その上で，更に複数を段階的に取り上げる．

③確定的な見方(〇日と予測する)を不確定的な見方(〇日くらいと予測する)，

さらには確率的な見方(何％の確率で□日～△日になると予測する)につなげる．

ということを意識した．

第1時
「標高と気温」
(場当たり的な解決)
※西村圭一先生の実践（西村，2004）を参考

第15時
「ボディーソープ」
(未知の値予測)
※甚野隆洋先生の実践を参考

第16時
「北極域の海氷域面積」
(不確定的/確率的な見方)
※山脇雅也先生の実践（山脇，2022）を参考

（前年度は「地震の初期微動継続時間と震源距離」「ランドルト環」を扱った．）

第15時「ボディーソープ」の授業

0．授業構想

（1）「親子の会話」からの問題の発見・共感

息子「父ぃ！
　　新しいボディーソープを取って。
　　もう空っぽ！」
父　「はいはい、ちょっと待って～。
　　ん…？　あれ、ないよ。ない！」
息子「え゛～！　買っといてよ！」
父　「買いだめしといたのがまだあると思ったんだけどなあ。」
息子「確認しといてよ～。」
父　「面倒だから、そんなに頻繁に確認しないでしょ。
　　いつ空になるかがわかれば、
　　その日をメモしといて特売日に買うんだけどね…。」

（2）「空になるまでの日数」と依存関係にある変数の選択
T「何がわかれば求められそう？」（以下，想定対話）
S「使い始めてから空になるまでの日にち」
S「1日の使用量」　S「1日何プッシュか」
S「でも，各1プッシュが同じ量かわからない」
S「1プッシュ」S「重さなら測れる」
S「ボトルの重さがわかればいい！」

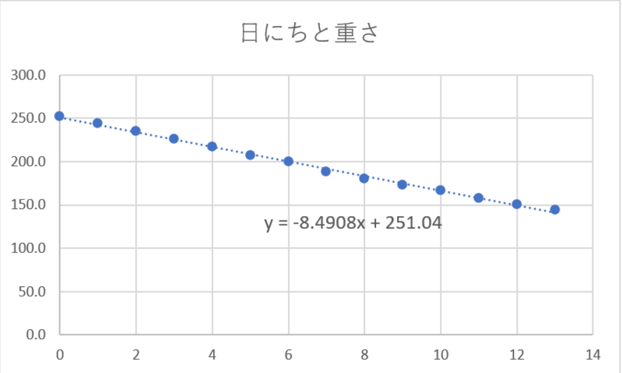
（3）授業者からの実測値の取得
筆者が計測した重さのデータ（下表）や
ボトルの重さ70g等から，空になる日を
予測する方法を考える．

9/5朝

※このデジタルスケールは，200g以下は0.1g単位で測れるが，200g以上は0.5g単位でしか測れない．

9月2日から毎朝計ったデータから、何月何日頃に空になるか予測する。
9/2,5,7,11,14くらいの飛び飛びにするか。

	日にち	重さ
9月2日	0	252.5
	1	244.0
	2	235.0
9月5日	3	226.0
	4	217.0
9月7日	5	207.5
	6	199.6
	7	188.2
	8	180.1
9月11日	9	173.3
	10	166.3
	11	158.1
9月14日	12	150.3
	13	144.0



計測し始めてからの日数をx日，ボディーソープの重さをy日とする．
（その後の活動に向けて，xとyの値は教師から提示することとする．）
生徒の実態に合わせ，
xの値を等間隔にしないで
提示することにした．

x (日)	0	3	5	9	12	…
y (g)	232.5	226.0	207.5	173.3	150.3	…

（4）予測・共有・検討
アナログやGeoGebraの方法iii（y=ax+bのa,bを変更して視覚的に近似）で予測．
進んだ生徒はいつから使い始めたかを予測．後で方法の共有・検討．

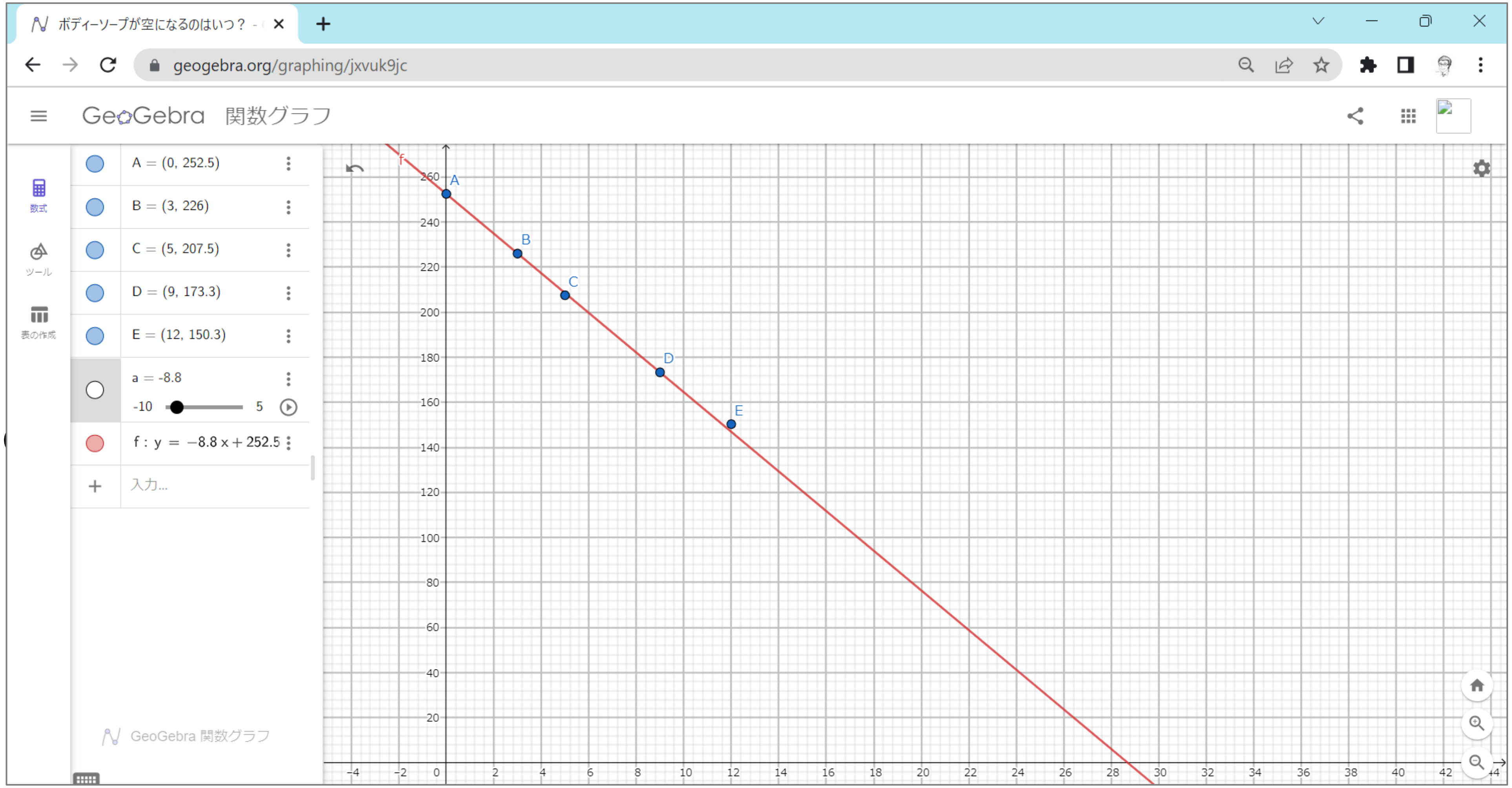
第15時「ボディーソープ」の授業

1．授業構想

重さを量り始めた9/2を初期値の「0日」とし，x日の重さをygとする

x (日)	0	3	5	9	12	…
y (g)	232.5	226.0	207.5	173.3	150.3	…

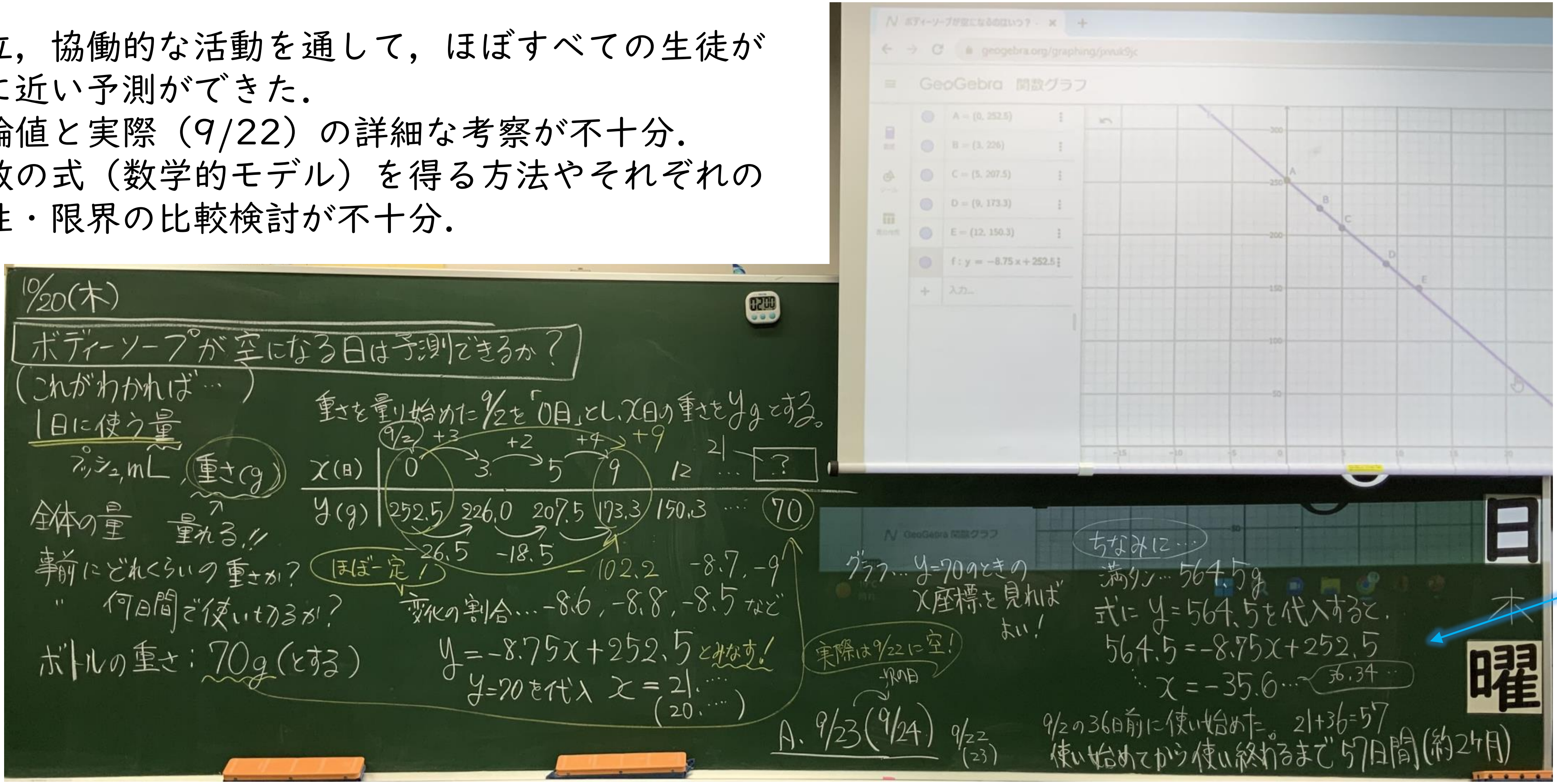
方法ⅲ（y=ax+bのa,bを変更して視覚的に近似）



第15時「ボディーソープ」の授業

2. 全体的な様子

〇自立，協働的な活動を通して，ほぼすべての生徒が実際に近い予測ができた．
△理論値と実際（9/22）の詳細な考察が不十分．
△複数の式（数学的モデル）を得る方法やそれぞれの有効性・限界の比較検討が不十分．



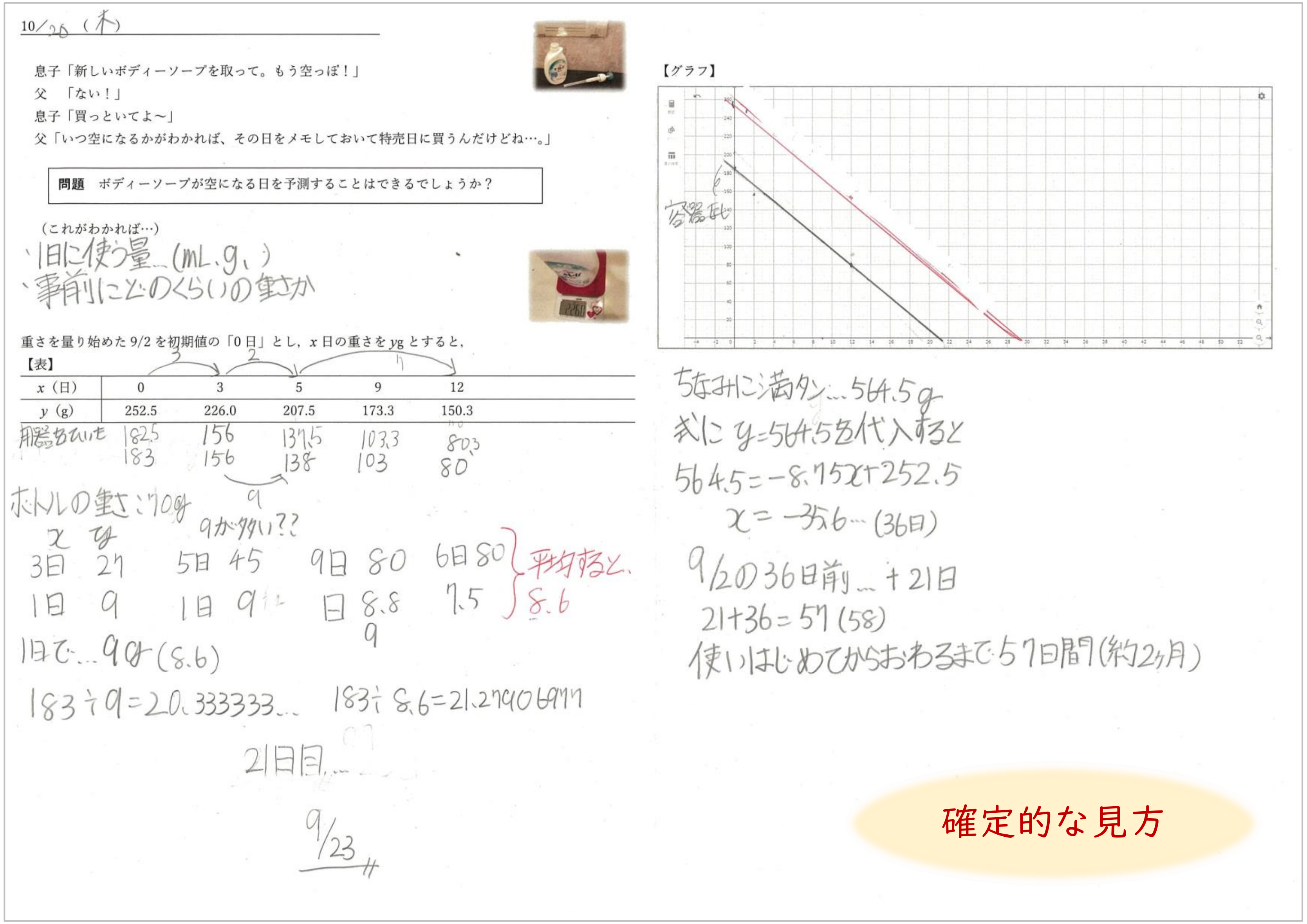
◎必然性をもって負の数が登場し，意味をもつ教材

第15時「ボディーソープ」の授業

3．生徒の活動の実際

- ４つの変域においてそれぞれの変化の割合を求め，（「9が多い？」とほぼ一定であることを確認した上で）平均している．一次関数の式を立てないで，算術的に予測している．
- 一次関数との関連は理解している．

（感想）今回は，一次関数が実際に身近で役に立っていると感じる問題を解きました．
この問題のように一次関数が身近にある問題の解決になっていることについて知ることができました．今回の場合いつなくなるのかなどを予想ができました．日頃の生活で数学を活用していける！と思いこれから生かしていきたいです！



確定的な見方

第15時「ボディーソープ」の授業

3. 生徒の活動の実際

- 最初は４つの変域での変化の割合を求め，平均したが，実測開始日から終了日までの12日間の変化の割合を求めている．一次関数の式を立てず，算術的に予測している．
- Geogebraで式を入力し，得られた結果が妥当か確かめ得ている．（動画より）

（感想）式を立てたあとにgeogebraを使うと，簡単に答えを導き出すことができた．
これから，身の回りの問題を関数を使って考えてみたいと思う．

10/20 （木）

息子「新しいボディーソープを取って。もう空っぽ！」
父　「ない！」
息子「買っといてよ～」
父「いつ空になるかがわかれば，その日をメモしておいて特売日に買うんだけどね…。」

問題　ボディーソープが空になる日を予測することはできるでしょうか？

（これがわかれば…）
・1日に使う量　むずかしい…
　プッシュ，mL，重さ(g)　量れる!!
・全体の量
・事前にどれくらいの重さか？
　〃　何日で使い切るか？

ボトルの重さ 70g

重さを量り始めた 9/2 を初期値の「0日」とし，x 日の重さを yg とすると，

【表】

x（日）	0	3	5	9	12
y（g）	252.5	226.0	207.5	173.3	150.3

ボディーソープの量　182.5　156　137.5　103.3　80.3

~~26.5　18.5　34.2　23~~

12日 = 102.2g 減
1日 = 8.516
≒ 8.5

182.5 ÷ 8.5 = 21.47…

21日でつかい終わる

22日だと使い終わるでけい～！になってしまう

9/23 日で終わる

実際は 9/22 に空.

x軸…(日)
y軸…(g)

【グラフ】

yが 70 の時の x座標を見ればよい.

ちなみに…
満タン…564.5g
式に y=564.5を代入すると
564.5 = −8.75x + 252.5　8.5
x = −35.6…　36.34
≒ −36

9/2 の36日前に使い始めた。
21 + 36 = 57
使い始めてから，使い終わるまで
57日間（約2ヶ月）

推そくかのう

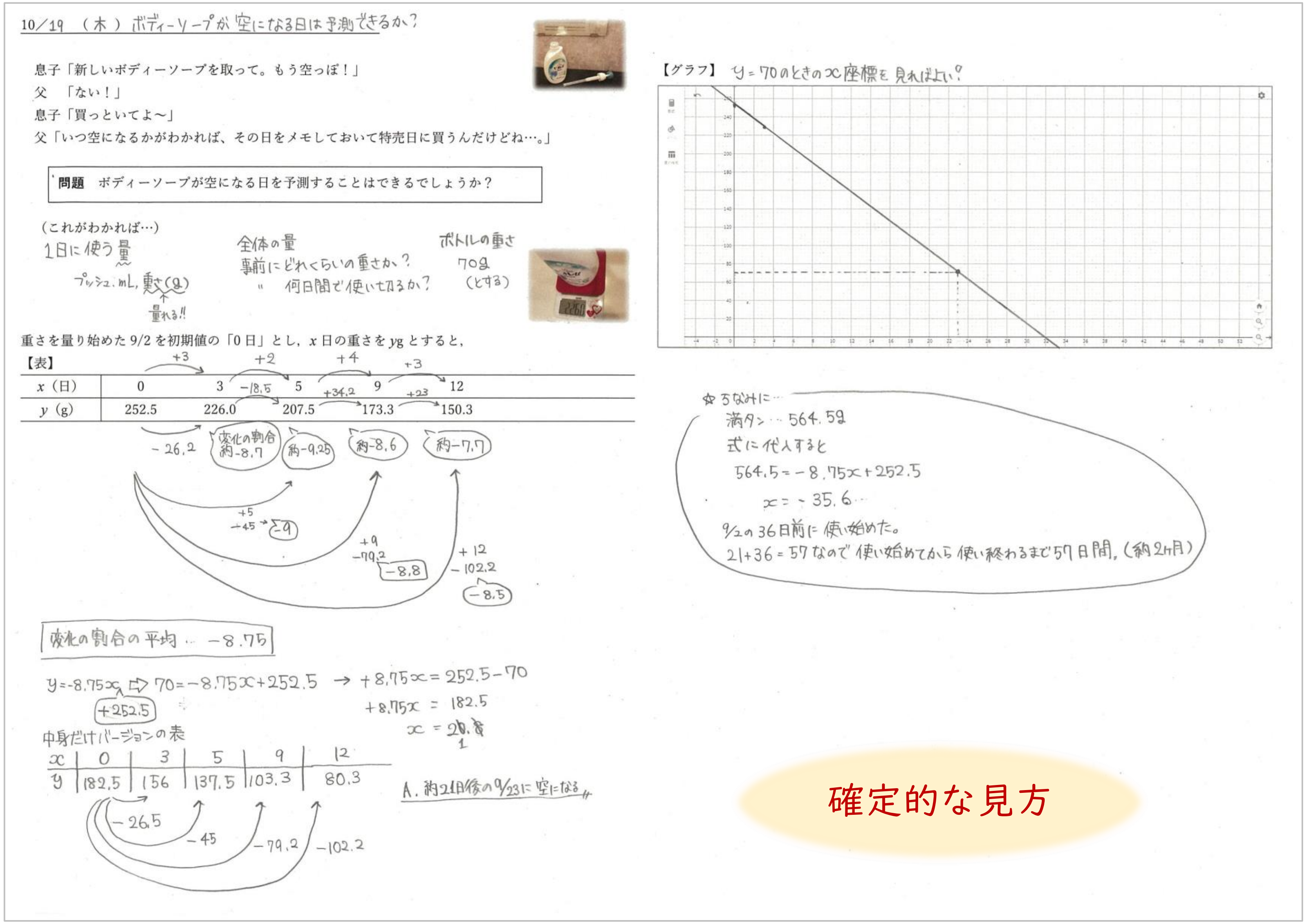
確定的な見方

第15時「ボディーソープ」の授業

3．生徒の活動の実際

- ４つの変域においてそれぞれの変化の割合を求め，平均している．一次関数の式を立てて，y＝70を代入してxの値を求めることで予測している．
- さらにボトル自体の重さを最初に減じて考察している．

（感想）身近なテーマで楽しかったです．（電卓が使えたので，複雑な計算をしなくてよかったからさらに楽しかったです）



確定的な見方

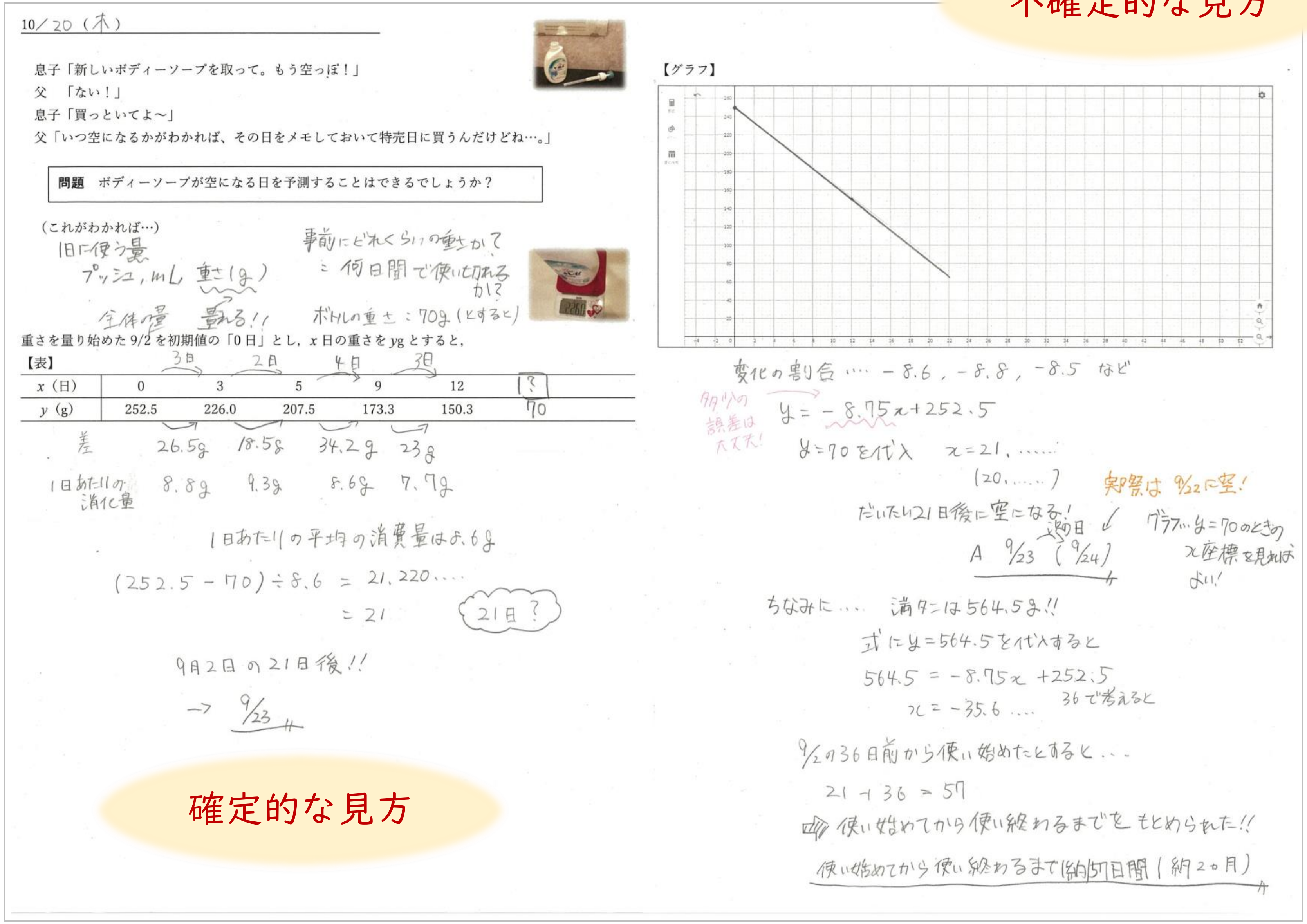
第15時「ボディーソープ」の授業

3．生徒の活動の実際

- ４つの変域においてそれぞれの変化の割合を「一日あたりの消化量」求め，平均している．一次関数の式は用いていない．
- 「多少の誤差は大丈夫」と記入．

（感想）日常生活での出来事を実際に関数を使って計算をしたりしておもしろかったです．ｙ=ax＋b の式をたてるのがまだ少し苦手なので今回の授業で自分がすぐにできないことを見つけることができてよかったです！

不確定的な見方



10／20（木）

息子「新しいボディーソープを取って。もう空っぽ！」
父 「ない！」
息子「買っといてよ～」
父「いつ空になるかがわかれば、その日をメモしておいて特売日に買うんだけどね…。」

問題 ボディーソープが空になる日を予測することはできるでしょうか？

（これがわかれば…）
1日に使う量
プッシュ，mL，重さ（g）
事前にどれくらいの重さかで
＝何日間で使い切れるか？
全体量 量れる!!
ボトルの重さ：70g（とすると）

重さを量り始めた 9/2 を初期値の「0 日」とし，x 日の重さを yg とすると，

【表】

	3日	2日	4日	3日		
x（日）	0	3	5	9	12	?
y（g）	252.5	226.0	207.5	173.3	150.3	70
差	26.5g	18.5g	34.2g	23g		
1日あたりの消化量	8.8g	9.3g	8.6g	7.7g		

1日あたりの平均の消費量は8.6g

$(252.5-70)\div 8.6=21.220\ldots$
$=21$

21日？

9月2日の21日後!!

→ 9/23

【グラフ】

変化の割合……－8.6，－8.8，－8.5 など

多少の誤差は大丈夫！

$y=-8.75x+252.5$

$y=70$ を代入 $x=21,\ldots\ldots$
$(20,\ldots\ldots)$

実際は 9/22に空！

だいたい21日後に空になる！ 何日

グラフ…$y=70$ のときの x 座標を見ればよい！

A 9/23（9/24）

ちなみに…… 満タンは564.5g!!

式に $y=564.5$ を代入すると

$564.5=-8.75x+252.5$
$x=-35.6\ldots$ 36で考えると

9/2の36日前から使い始めたとすると…

$21+36=57$

使い始めてから使い終わるまでをもとめられた!!

使い始めてから使い終わるまで約57日間（約2ヵ月）

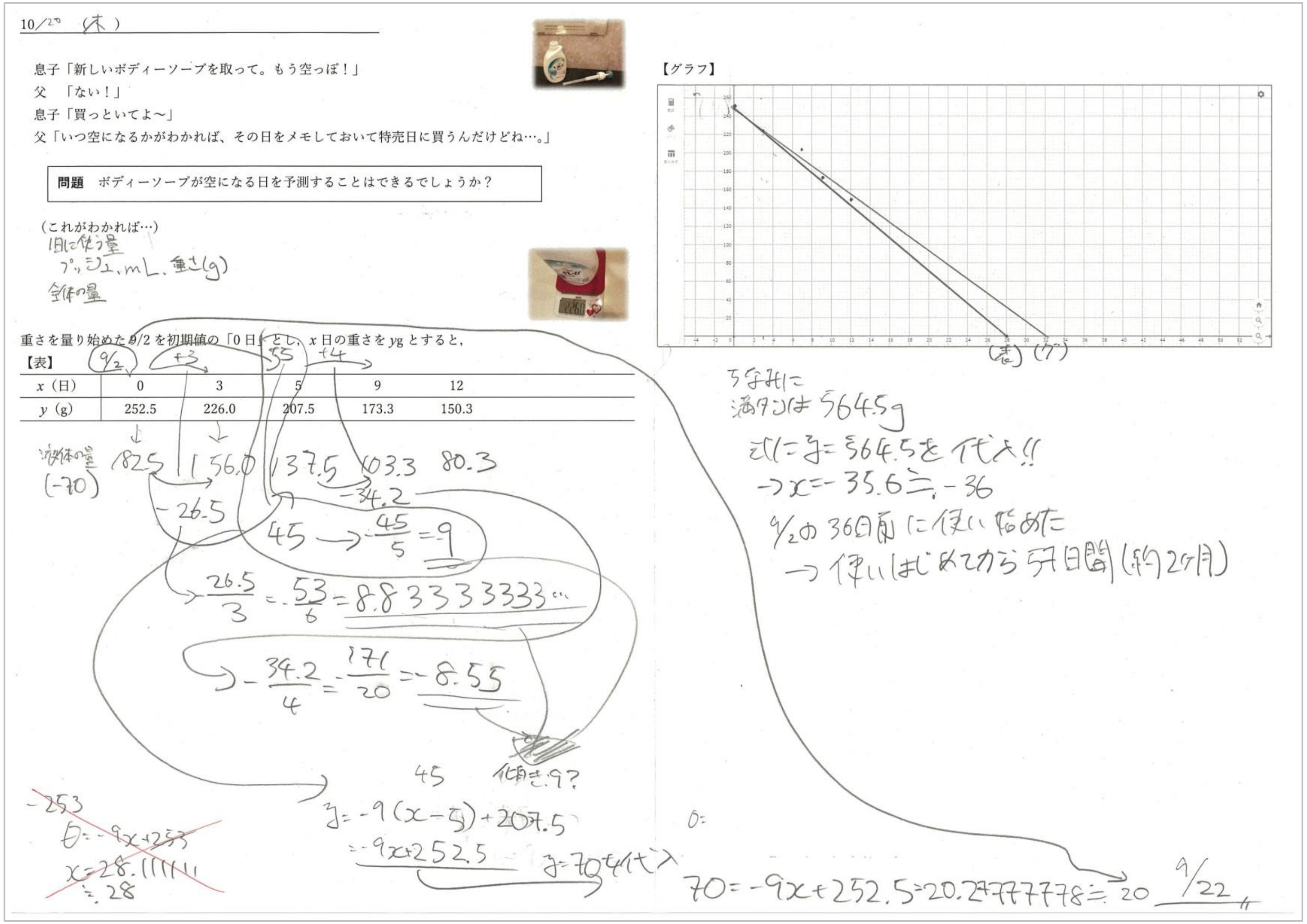
確定的な見方

第15時「ボディーソープ」の授業

3．生徒の活動の実際

- まず座標平面に点を打って直線のグラフをかいている．その上で，４つの変域においてそれぞれの変化の割合を求め，平均している．x＝5，y＝207.5から一次関数の式を立て，y＝70を代入してxの値を予測している．最後にGeoGebraでフィットする式を検討して記入している．

（感想）今回は日常生活で利用できる数学の使い方を学べてよかったです．そんなに使い所はないかもしれないけど，一人暮らしとかになったときにうっかり買っとくのを忘れていたら大変なので使える機会があったら使いたいと思います．



10/20（木）

息子「新しいボディーソープを取って。もう空っぽ！」
父　「ない！」
息子「買っといてよ～」
父「いつ空になるかがわかれば、その日をメモしておいて特売日に買うんだけどね…。」

問題　ボディーソープが空になる日を予測することはできるでしょうか？

（これがわかれば…）
1日に使う量
プッシュ、mL、重さ(g)
全体の量

重さを量り始めた9/2を初期値の「0日」とし，x日の重さをyg とすると，

【表】

x（日）	0	3	5	9	12
y（g）	252.5	226.0	207.5	173.3	150.3

液体の量(−70)　182.5　156.0　137.5　103.3　80.3

−26.5　45 → 45/5 = 9

26.5/3 = 53/6 = 8.8333333…

−34.2/4 = 171/20 = −8.55

45　傾き:9?

y=−9(x−5)+207.5
=−9x+252.5　y=70を代入

~~−253~~
~~日=−9x+253~~
~~x=28.111111~~
~~≒28~~

【グラフ】

（右）（ア）

ちなみに
満タンは564.5g
式にy=564.5を代入!!
→x=−35.6≒−36
9/2の36日前に使い始めた
→使いはじめてから57日間（約2ヶ月）

70=−9x+252.5=20.2777778≒20　9/22

第15時「ボディーソープ」の授業

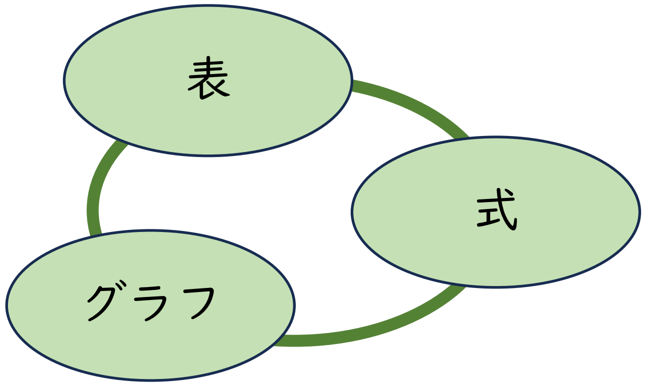
4．授業の考察

表から大体の変化の割合を求めて関数の式を立て，y＝70のときのxの値を求める反応，GeoGebraで一般式y＝ax＋bの定数a，bの値を変えて点に近い式を視覚的に得る反応が多かった．

一次関数とみなしてよいかを点の並び方から判断したり，手計算で得た式をGeoGebraに入力して得たグラフから妥当性を確かめたりする姿から，これらの活動の事前指導（グラフのよさ等）を設けたり，生徒の反応を予想してよりよい「みなし方」手立てを検討するなどの必要性が示唆される．

例）よりよい「みなし方」に向けた指導の手立て

・一次関数とみなしてよいのかを確認する場面を設ける．
　→S「変化の割合が大体等しくなりそうだよ」
　　S「座標平面上に点をとると大体一直線上に並んでいるね」
・未知の値を一旦予測し終えた後，誤りがないかどうかを，
　異なる方法（例えばグラフ）でも確認する態度を推奨する．



第16時「北極域の海氷域面積」の授業

1．授業構想

（昨年の島根大会での山脇雅也先生の実践発表を拝聴し，山脇先生にデータ提供やGeoGebraの使用についてご相談をしました．
→快くご対応くださり，心より感謝申し上げます．）

（1）問題の発見・共感

白熊や北極の氷の画像から関心を高め，

問題を理解する．（気象庁の広報担当職員）

（2）値の組と座標平面上から大まかな予想

・結果の予測を取り上げた上で，

直線を引かない方法と引く方法を

軽く取り上げる．（新たな方法に期待）

（3）じっくり考察

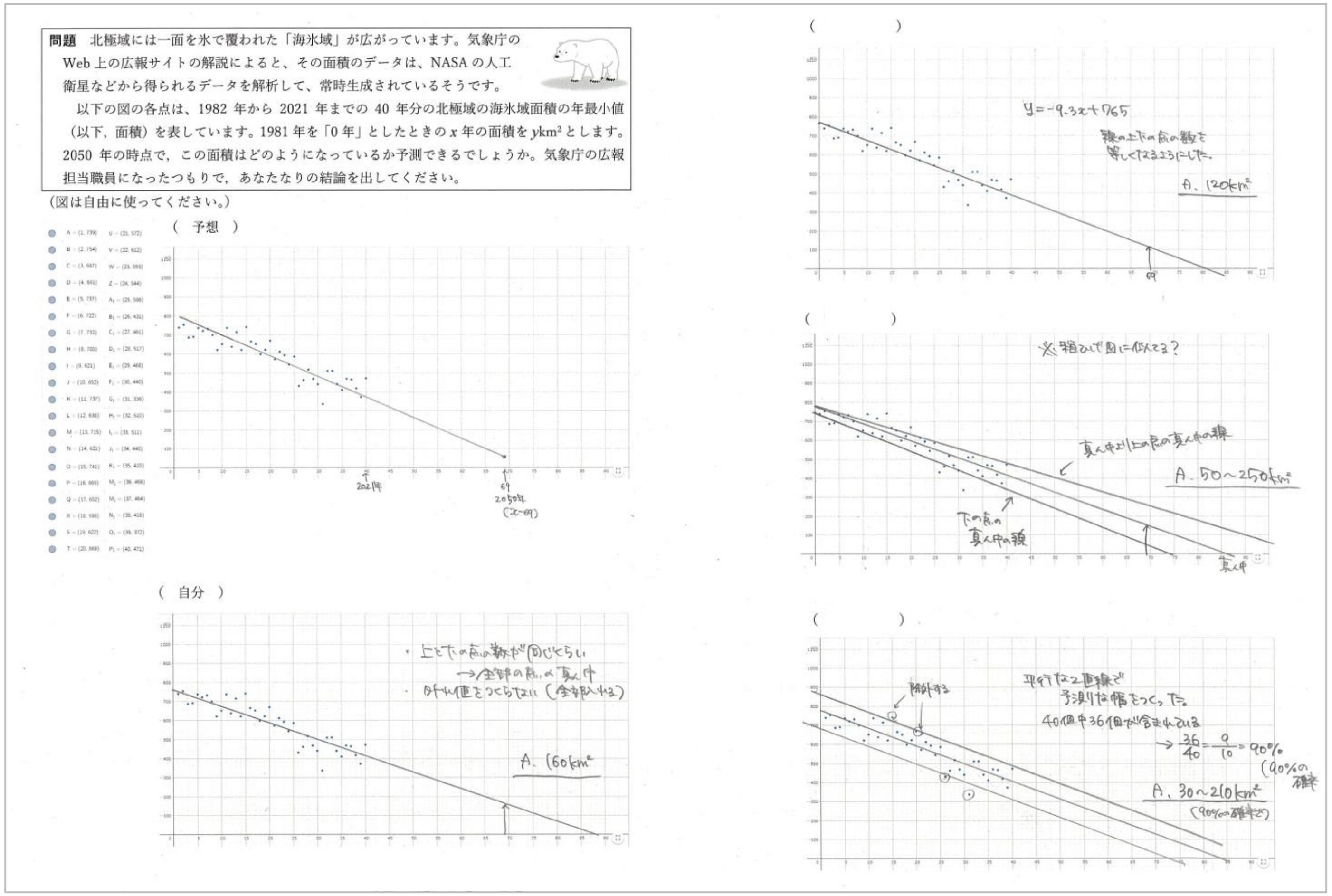
電卓とGeoGebraを自由に使用．対話も許可．

（4）多様な方法の発表と比較・検討

不確定な見方と確定的な見方を踏まえ，

確率的な見方については生徒の状況により

授業者から補足する方針とした．



問題　北極域には一面を氷で覆われた「海氷域」が広がっています。気象庁のWeb上の広報サイトの解説によると、その面積のデータは、NASAの人工衛星などから得られるデータを解析して、常時生成されているそうです。

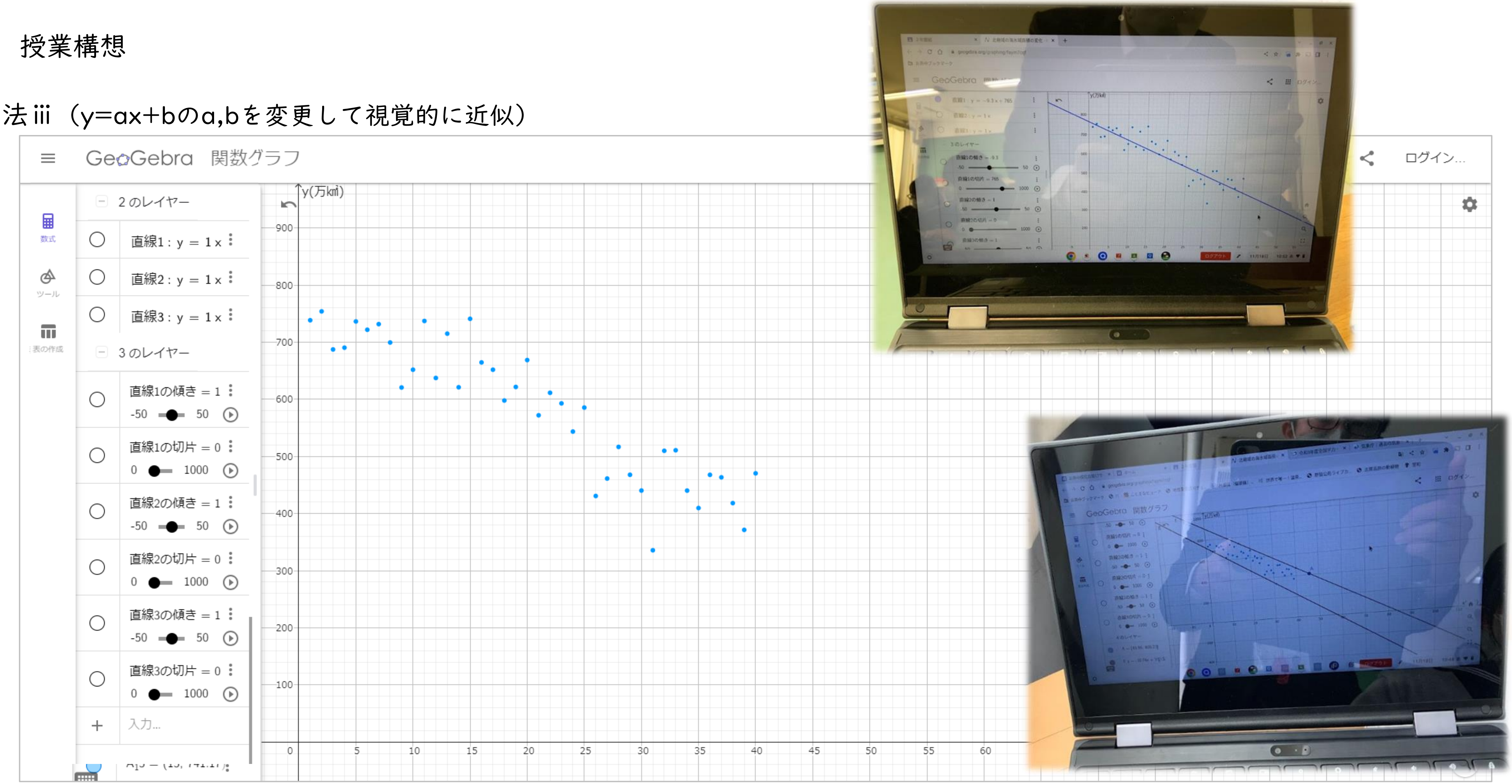
以下の図の各点は、1982年から2021年までの40年分の北極域の海氷域面積の年最小値（以下，面積）を表しています。1981年を「0年」としたときのx年の面積を$y$km^{2}とします。2050年の時点で，この面積はどのようになっているか予測できるでしょうか。気象庁の広報担当職員になったつもりで，あなたなりの結論を出してください。

（図は自由に使ってください。）

第16時「北極域の海氷域面積」の授業

1．授業構想

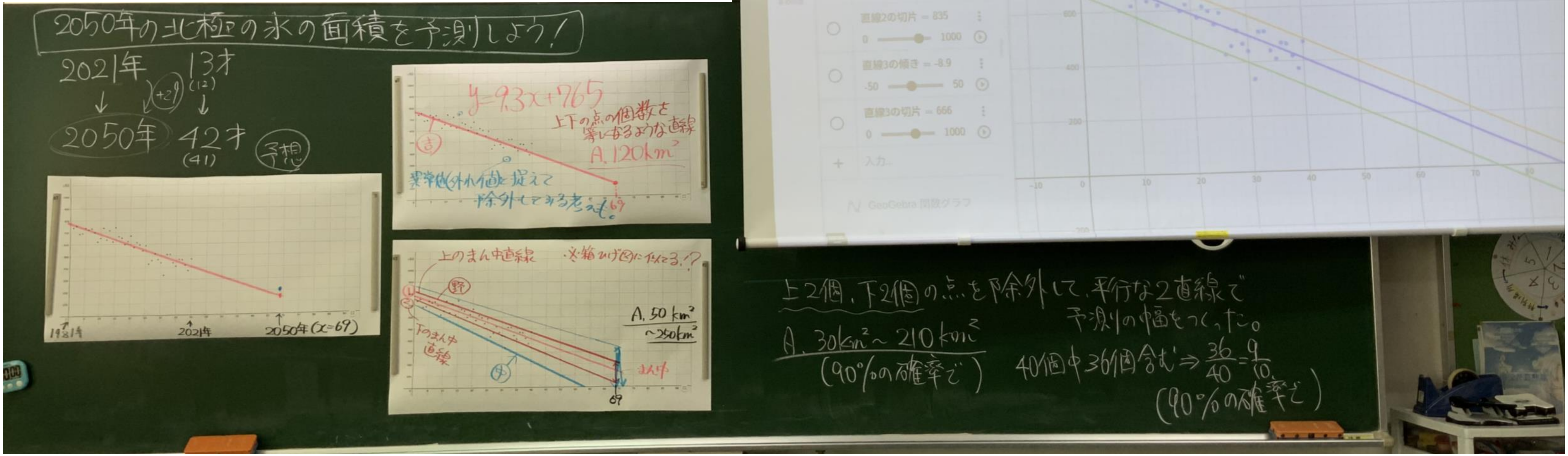
方法ⅲ（y=ax+bのa,bを変更して視覚的に近似）



第16時「北極域の海氷域面積」の授業

2. 全体的な様子

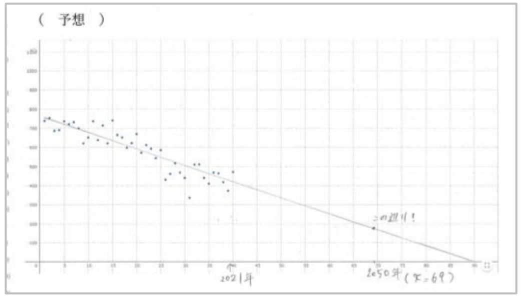
〇複数の方法の共有やそれぞれの有効性・限界の検討を通して，確率的な見方のよさに触れられた．
〇[redacted]割の生徒が点の集合を直線で挟んで考えた．
〇GeoGebraの使用が試行錯誤に生かされていた．
△得られた式や結果を元の事象に照らして解釈することが不十分であった．

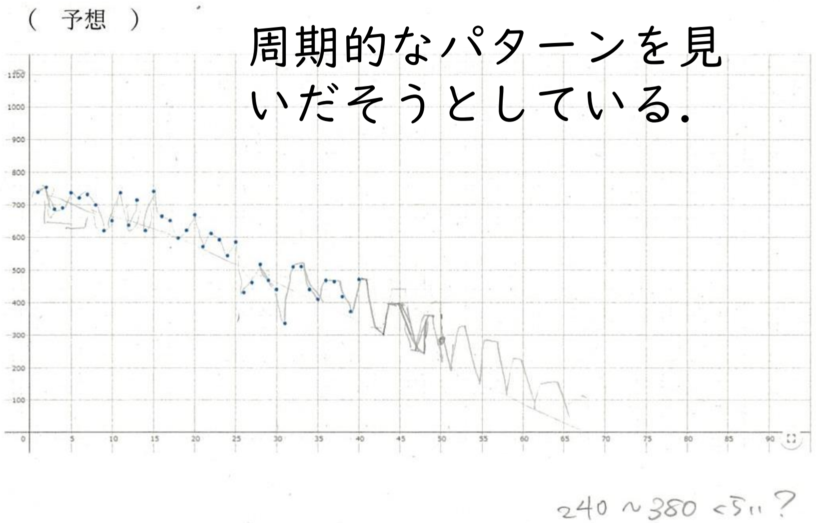
第16時「北極域の海氷域面積」の授業

3．生徒の活動の実際（予想）

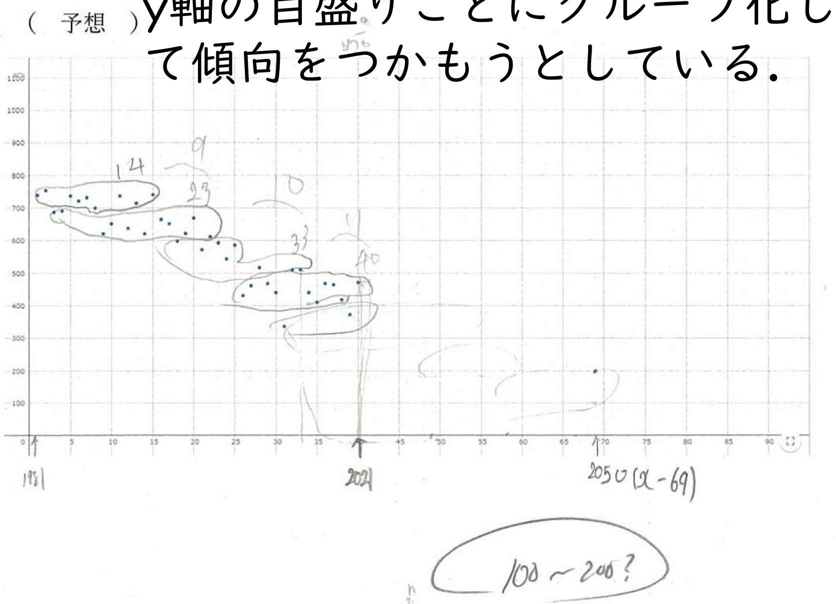
データを提示する前に点の並び方を予想するように問いかけると，
ほぼ全生徒が右下がりの直線を手でジェスチャーした．



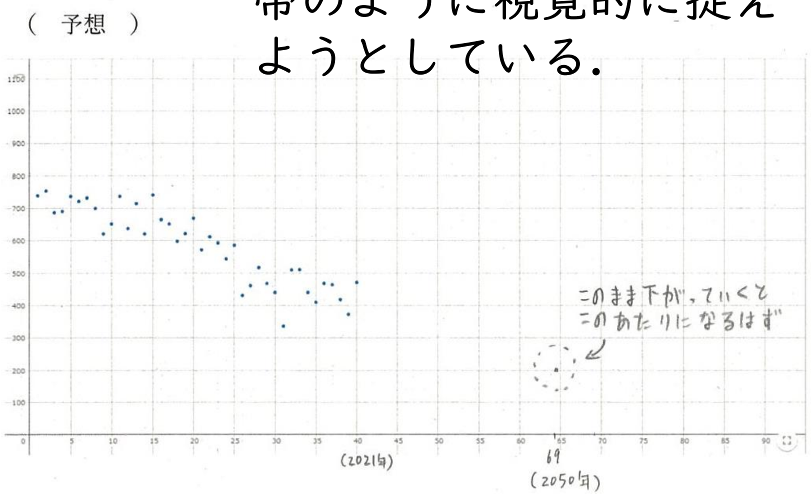
その後，予想を書く場面ではほとんどの生徒が
直線を引いていたが，そうでない生徒も４人いた．



周期的なパターンを見いだそうとしている．



y軸の目盛りごとにグループ化して傾向をつかもうとしている．



帯のように視覚的に捉えようとしている．

第16時「北極域の海氷域面積」の授業

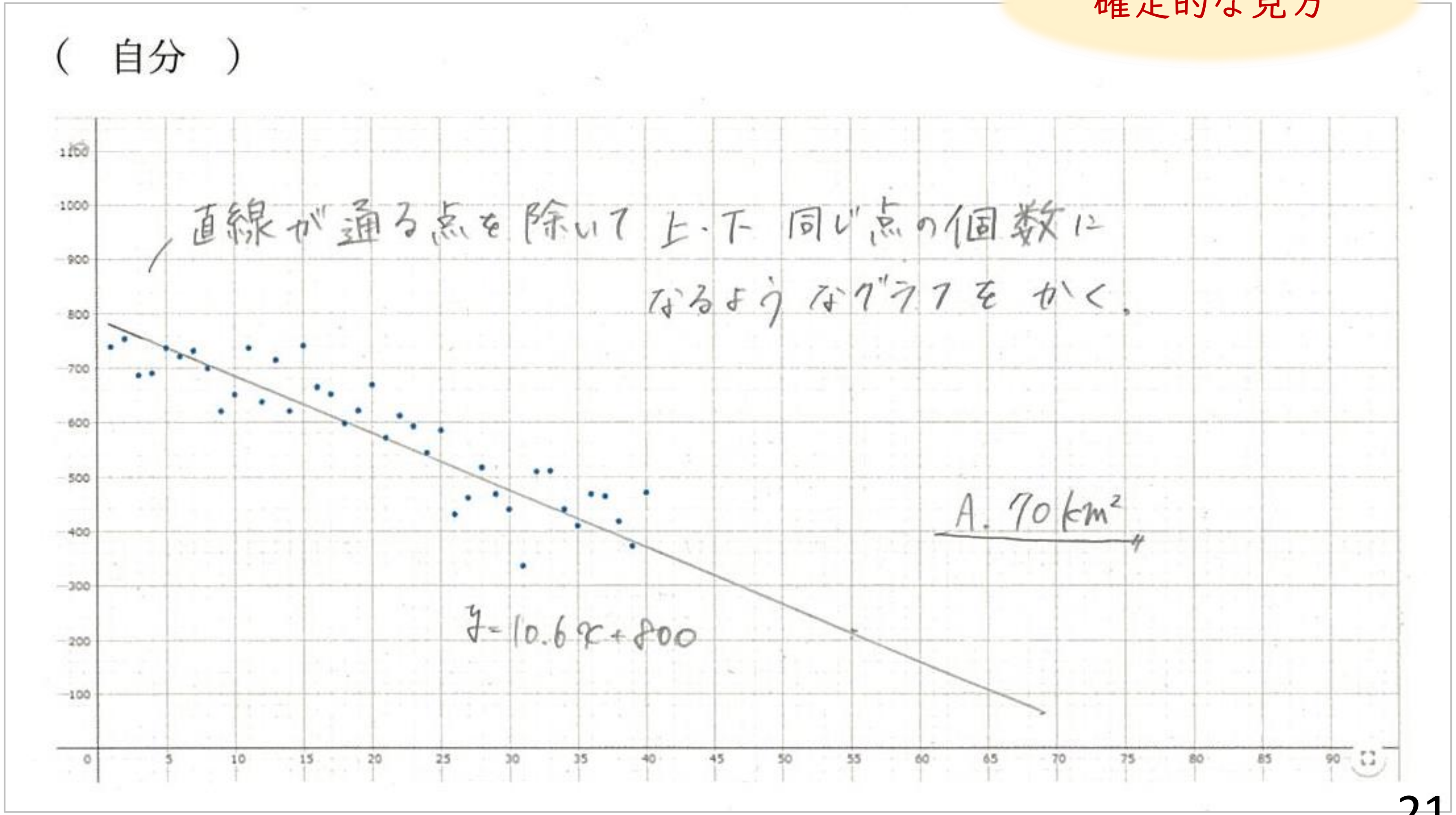
3. 生徒の活動の実際

確定的な見方

上下が同じ点の個数になるように直線のグラフをかき，x＝69のときのyの大体の値をグラフから読み取っている．(他にも8人ほど)

T「なぜ上下同じ個数にしたの？」

S「バランスがいいかなと思って…」



第16時「北極域の海氷域面積」の授業

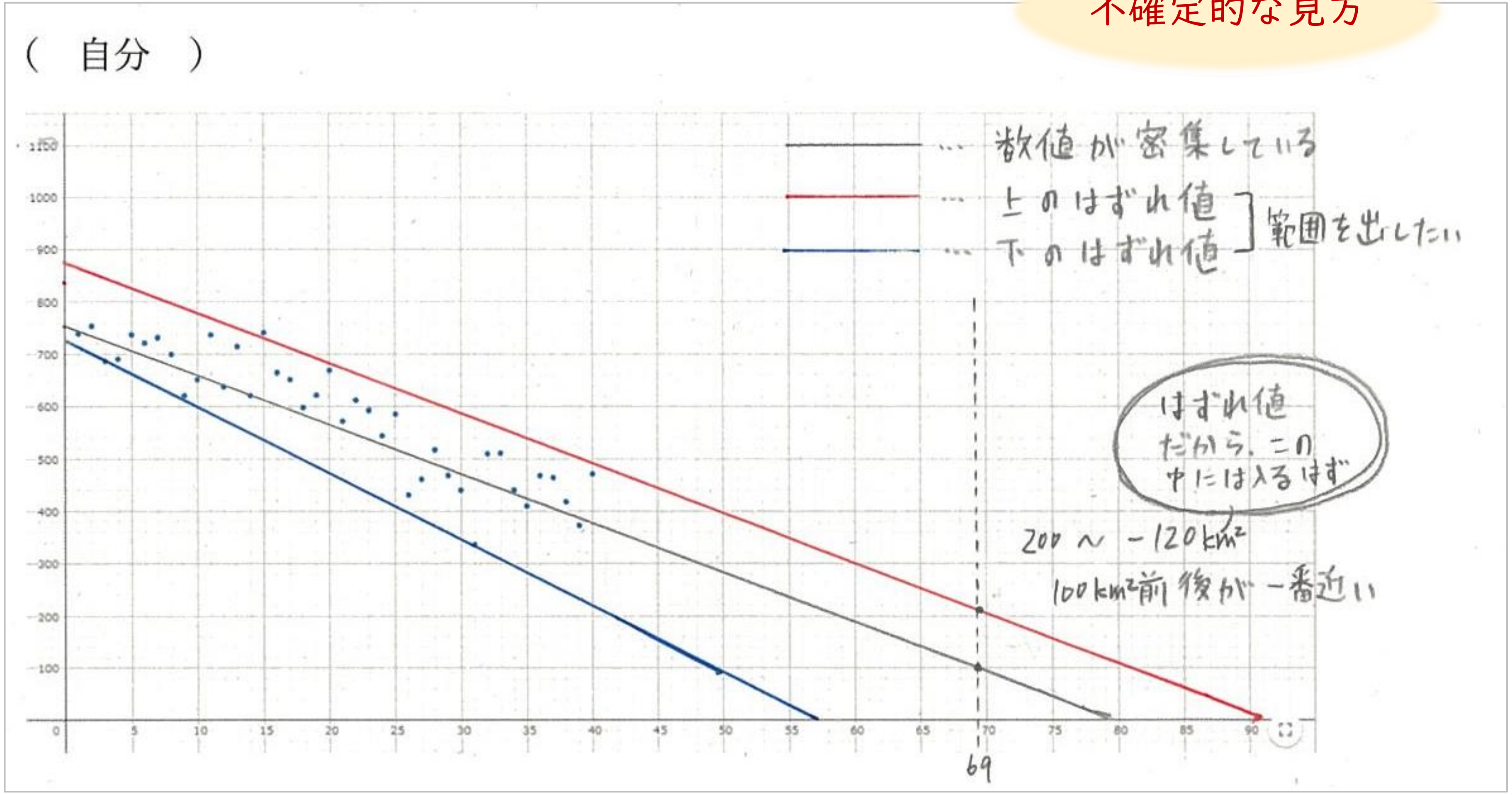
3．生徒の活動の実際

不確定的な見方

先ほどの生徒と同様に３本の直線を引いているが，外側の点を含め入れて分布の範囲で捉えている．

T「この辺の点については どう考えたの？」

S「外れ値？…みたいな感じで除外しました．」



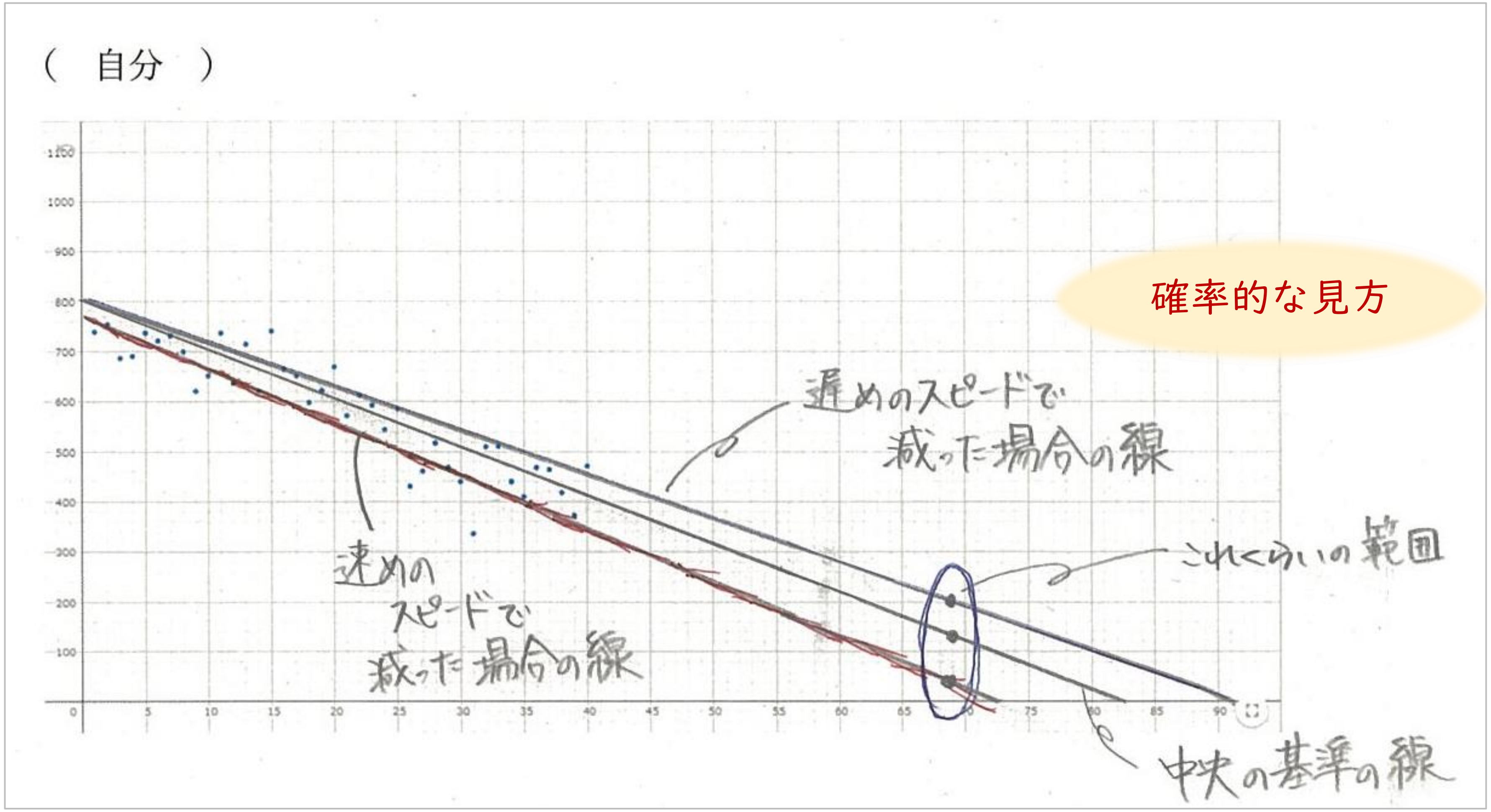
第16時「北極域の海氷域面積」の授業

3．生徒の活動の実際

まず「中央の基準の線」を引き，次いで「早めのスピードで減った場合の線」と「遅めのスピードで減った場合の線」をそれぞれ直線で引き，その間に挟まれる辺りの値を読み取ろうとしている．

T「この辺の点についてはどう考えたの？」

S「外れ値？…みたいな感じで除外しました．」



T「まず中央を見て，次に中央値の中央値を見る…って，何かに似てない？」

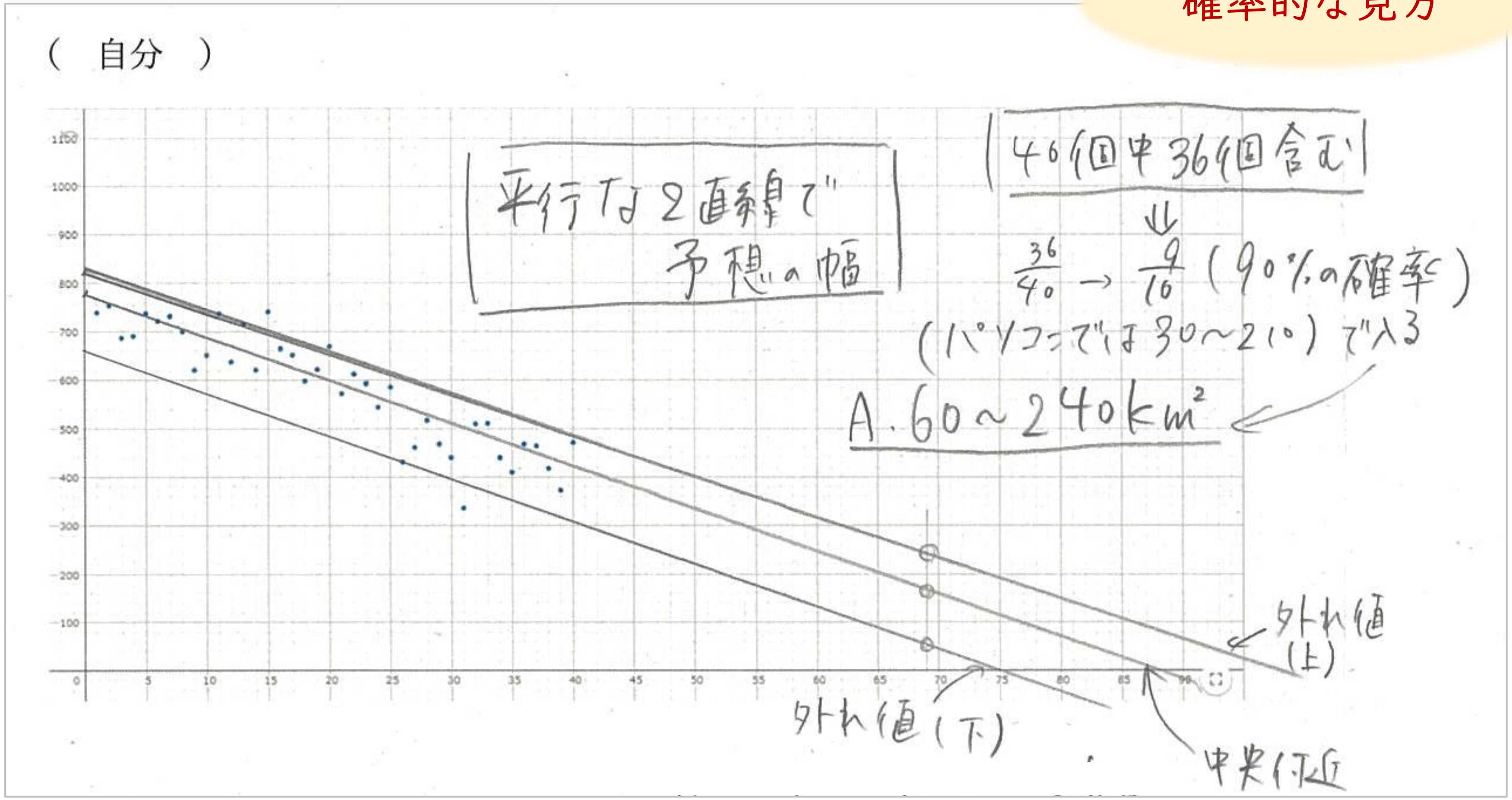
S「箱ひげ図だ！　全然考えてなかった！（笑）」

第16時「北極域の海氷域面積」の授業

3. 生徒の活動の実際

確率的な見方

まず「中央付近の線」を引き，上下2個の点を外れ値と捉えて除外して2本の直線を1本目と平行に引き，その間に挟まれる辺りの範囲の値を読み取っている．



T「40個のうち上下2個ずつを外したのはどうしてなの？」

S「ただ，なんとなく…．」

➡ 確率のように捉えることができることを授業者から紹介した．

➡「どの方法が説得力があるか？」と問うと，この方法が最多であった．

第16時「北極域の海氷域面積」の授業

4．授業の考察

不確定的な見方をする生徒は多かったが，確率的な見方をする生徒は少なかった．解決の目的に照らして妥当な予測の精度と確率の高低を話題にするなど，確率的に捉えるよさを生徒が感じられるような意図的な手立てが必要であると示唆される．

例）確率的な見方を引き出すための手立て

・解決の目的に照らして妥当な予測の精度と確率の高低を話題にする．

→「皆さんは，気象庁の広報担当職員，でしたよね？」（的確な表現の必要性に気付かせる）

「『大体このくらい』でよいでしょうか？」（予測した値の範囲が広すぎることに気付かせる）

「この予測はどの程度当たる見込みですか？」（確率的な見方につなげる）

・確率の学習を終えてから近い時期に実施する．

・小学校から，確率的な見方（どの程度起こりやすいか）を系統的に経験できるようにする．

成果と課題

1．本研究の成果

- 実践を通して，以下の手立てが得られたこと

第15時「ボディーソープ」の授業

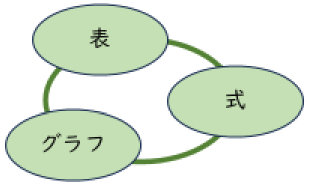
授業の考察

表から大体の変化の割合を求めて関数の式を立て，y＝70のときのxの値を求める反応，GeoGebraで一般式y＝ax＋bの定数a，bの値を変えて点に近い式を視覚的に得る反応が多かった．

一次関数とみなしてよいかを点の並び方から判断したり，手計算で得た式をGeoGebraに入力して得たグラフから妥当性を確かめたりする姿から，これらの活動の事前指導（グラフのよさ等）を設けたり，生徒の反応を予想してよりよい「みなし方」手立てを検討するなどの必要性が示唆される．

例）よりよい「みなし方」に向けた指導の手立て

・一次関数とみなしてよいのかを確認する場面を設ける．
　→「変化の割合がだいたい等しくなりそう」
　　「座標平面上に点をとるとだいたい一直線上に並んでいる」
・未知の値を一旦予測し終えた後，誤りがないかどうかを，
　異なる方法（例えばグラフ）でも確認する態度を推奨する．



16

第16時「北極域の海氷域面積」の授業

授業の考察

不確定的な見方をする生徒は多かったが，確率的な見方をする生徒は少なかった．解決の目的に照らして妥当な予測の精度と確率の高低を話題にするなど，確率的に捉えるよさを生徒が感じられるような意図的な手立てが必要であると示唆される．

例）確率的な見方を引き出すための手立て

・解決の目的に照らして妥当な予測の精度と確率の高低を話題にする．
　→「皆さんは，気象庁の広報担当職員，でしたよね？」（的確な表現の必要性に気付かせる）
　　「『大体このくらい』でよいでしょうか？」（予測した値の範囲が広すぎることに気付かせる）
　　「この予測はどの程度当たる見込みですか？」（確率的な見方につなげる）
・確率の学習の後に実施する．
・小学校から，確率的な見方（どの程度起こりやすいか）を系統的に経験できるようにする．

25

2．今後の課題

- 「C関数」領域の学習で確率的な見方を引き出す学習指導について，「Dデータの活用」領域の学習指導や小学校での確率的な見方の経験と関連付けて検討すること．
- 生徒の具体的な姿から確定的な見方，不確定的な見方，確率的な見方について詳細に考察，分析すること．

参考・引用文献

新井仁(2005)．事象を読み取る力を高める関数領域の指導のあり方に関する研究－グラフ電卓を問題解決の道具として－．日本数学教育学会誌，87(5)，12-19. https://doi.org/10.32296/jjsme.87.5_12

新井仁(2006)．スギ花粉飛散量予測を題材とした関数領域の指導について．日本数学教育学会誌，88(11)，11-18.　https://doi.org/10.32296/jjsme.88.11_11

新井仁(2010)．統計資料を取り入れた関数領域の教材開発に関する研究－統計資料の数学的モデル化の実践を通して－．日本数学教育学会第43回数学教育論文発表会論文集，241-246.

新井仁・西村圭一(2010)．データに対する多面的な見方を育成する数学的モデリングの教材開発．日本科学教育学会年会論文集，34，133-136. https://doi.org/10.14935/jssep.34.0_133

藤原大樹(2010)．一次関数とみなすことの指導についての事例的研究．日本科学教育学会年会論文集，34，137-140.　https://doi.org/10.14935/jssep.34.0_137

藤原大樹(2015)．生徒が新たな数学を生み出す数学的モデリングの指導－中学校数学科の関数領域に着目して－．日本科学教育学会年会論文集，39，101-104. https://doi.org/10.14935/jssep.39.0_101

藤原大樹(2016)．数学的モデリングにおける近似の考えに否定的な生徒の長期的な意識変容．日本科学教育学会年会論文集，40，331-332. https://doi.org/10.14935/jssep.40.0_331

藤原大樹(2023)．一次関数とみなすことの段階的指導で扱う教材の分類と授業化．日本数学教育学会第11回春期研究大会論文集．95-102.

藤原大樹・大谷実・野口千津子・水谷尚人(2021)．数学的に考える資質・能力を育成する学習指導と評価(2)－指導と評価の一体化を目指した「一次関数」の実践－．第103回全国算数・数学教育研究(埼玉)大会発表要旨集，314.

松宮哲夫・柳本哲・桝田尚之・森裕一・吉野谷成史・工藤満也(1987)．湖の数学－現実性を持つ課題の総合学習－．大阪教育大学数学教室 数学教育研究，17，53-67.

峰野宏祐(2017)．変数を生成・選択する活動を軸にした「桜の開花予想」の指導の再考．日本数学教育学会誌，99(9)，3-11.　https://doi.org/10.32296/jjsme.99.9_3

西村圭一(2001)．数学的モデル化の授業の枠組みに関する研究．日本数学教育学会誌，83(11)，2-12.　https://doi.org/10.32296/jjsme.83.11_2

西村圭一(2004)．数学と社会をつなげる力を育成する1次関数の学習指導に関する研究－単元構成と教材開発を中心に－．日本科学教育学会年会論文集，28，285-288. https://doi.org/10.14935/jssep.28.0_285

永田潤一郎(2004)．「比例としてみなす」ことのよさについての考察，日本数学教育学会誌，86(3)，13-20.　https://doi.org/10.32296/jjsme.86.3_13

大澤弘典(2005)．鶏卵の重量についての探究活動．日本数学教育学会誌，87(1)，2-8.　https://doi.org/10.32296/jjsme.87.1_2

清野辰彦(2004)．「仮定の意識化」を重視した　数学的モデル化の授業－「一次関数とみる」見方に焦点をあてて－．日本数学教育学会誌，86(1)，11-21. https://doi.org/10.32296/jjsme.86.1_11

清水宏幸(2003)．比例とみて問題を解くことのよさを感じさせる指導．日本数学教育学会誌，85(11)，25-30.　https://doi.org/10.32296/jjsme.85.11_25

杉山吉茂(1999)．高度情報化社会に対応する数学教育カリキュラムの構想．杉山吉茂(研究代表)．高度情報化社会に対応する数学教育カリキュラムの開発に関する総合的研究.

高橋達也・鈴木直・國宗進・熊倉啓之(2015)．1次関数とみなす活動を重視した学習指導．静岡大学教育実践総合センター紀要．24．43-52.