

教科横断授業による協働的及び深い学びに関する一考察

佐熊悠生*・柴原宏一**

(2025年3月7日受理)

A Study on Collaborative and Deep Learning in Cross-Curricular Classes

Yuusei SAKUMA and Kouichi SHIBAHARA

キーワード: 学習指導要領, 深い学び, 協働的な学び, 教科横断授業, 生きる力

現行の学習指導要領の理念である「主体的、対話的で深い学び」を実現するためには、座学中心の普通科目と実習中心の専門科目の教科横断授業が効果的であることについて、二つの実践を通して「協働的な学び」及び「深い学び」の視点から考察した。

1 はじめに

高等学校では2022（令和4）年度入学生から、高等学校学習指導要領（平成30年告示）に基づく教育活動が本格的に始まった。2018（平成30年）度に幼稚園教育要領等が改訂されてから7年を経て、高等学校3年生までが「生きる力」を身に付けるという共通の理念の下で教育が行われるようになったのである。幼児・児童・生徒が「生きる力」を身に付けるために、各学習指導要領等において、いわゆる「資質・能力の三つの柱」を各学校段階でどのように育成するかについて言及している^{1), 2), 3), 4), 5), 6)}。そして、「資質・能力の三つの柱」を育成する学びの姿として「主体的、対話的で深い学び」という概念が提唱された。

学習者が「主体的、対話的で深い学び」を実現するためには、教員がそのような学びの場を提供することが重要である。「深い学び」とは「習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう」⁷⁾学びを意味し、学習者にこのような学びを提供する上で教科横断授業は効果があると考える。折しも、2024（令和6）年12月26日付け朝日新聞朝刊（東京本社版）の第1面に文部科学大臣が次期学習指導要領の内容について中央教育審議会に諮問したとの記事が掲載されたが、記事のタイトルは「教科横断授業 取り入れやすく」であった。

*茨城県立海洋高等学校 **茨城大学

本稿では、「普通教科の数学」と「専門教科の実習」間で教科横断授業を行ったが、教科の枠を越えるだけでなく、座学と実習という全く異なる授業形態間での実践から得られた知見を基に、「協働的な学び」及び「深い学び」についての論考を試みた。

なお、本稿は、佐熊が第3章、第4章、第5章を、それ以外を柴原が執筆した。また、実践を電子ファイル化して公表することについて、該当の生徒及び教員に説明し了解を得ている。

2 本実践に至る経緯

本実践は、三つの専門学科を擁するA県立B高等学校（以下「B高」という。）で行ったが、これまで著者らは、B高において二つの教科横断授業実践に取り組んできた。

まず、2021（令和3）年11月、C学科2年生の「数学A」で、プログラミング的思考力を育むことを目的に、「結果を得るためには一連の適切な手順が重要である」ことに焦点を当てた教科横断授業に取り組んだ。具体的には、C学科2年生の「総合実習」におけるクッキーの製作過程で得られたデータ（官能評価）を、「数学A」の授業で数値化し、更にはその数値を基にGeoGebra[®]でグラフ化した。そのグラフの分析結果と「総合実習」で得られた官能評価を関連付けることで、学科を越えた教科横断授業実践からプログラミング的思考力を育むことに取り組んだ。詳細は、「高等学校における教科横断型プログラミング教育の実践」⁹⁾を参照されたい。

更に2022（令和4）年4月から11月にかけて、佐熊とC学科教員はC学科3年生を対象に「課題研究」と「数学A」において教科横断授業を実施した。この実践では、さつま揚げを製造する過程で食材の組み合わせと味覚等の官能評価を数値化し、食材の理想的な組み合わせをグラフ上から考察することを通して論理的思考力の育成に取り組んだ。詳細は、「論理的思考力の育成を目指した教科横断型授業の実践」¹⁰⁾を参照されたい。この実践は民間企業との協働による商品開発に結びつき、生徒達は教室での学びを商品開発に結びつけるという「深い学び」を体験することができた。

これら二つの実践を通して、生徒達は自ら得た情報やデータに興味を持ち、それらについて友達や教員と話し合うなど、主体的に学びに向かう生徒達の姿を見ることができた。また、授業後の振り返りなどを見ても、一斉授業形式だけでなく生徒同士が関わり合う活動を取り入れることが、生徒の学習に対するモチベーション向上に寄与することが確認できた。これらのことから、体験活動を題材とした協働的な学習は、主体的、対話的で深い学びを実現するために重要であるとの確信が持て、C学科以外の学科でも同様の実践に取り組んだ。

B高のD学科では、2年生が9月に約2週間の、3年生が4月に約1か月の乗船実習を行い、船

表1 D学科2年生・3年生のとrikumi

期 間	内 容
2023年9月～11月	総合実習（2年乗船実習）
2023年9月～11月	授業実践Ⅰ：数学A「操船シミュレータデータ」を活用した授業（確率）
2024年4月～6月	総合実習（3年乗船実習）
2024年9月～10月	授業実践Ⅱ：数学A「乗船実習データ」を活用した授業（数学と人間の活用）

*2023年9月～11月の期間中、D学科（18名）は9名1班のA、B班に分かれて乗船実習を行うため、A班は9月～10月の期間中に、B班は10月～11月の期間中にそれぞれ実践することとした。

船運航に関する基礎知識や航海術を学ぶとともに、実践的な船内作業を経験するカリキュラムが組まれている。又、2023（令和5）年1月には乗船実習前に使用する「操船シミュレータ」¹¹⁾が新たに導入された。そこで佐熊は、2023年（令和5年）度D学科2年生の数学A「確率」の学習及び2024年（令和6年）度D学科3年生の数学A「数学と人間の活用」の学習で、操船シミュレータから得られるデータや乗船実習で得られるデータを活用した教科横断授業を試みた（表1）。

3 授業実践Ⅰ 2023年(令和5年)度「操船シミュレータデータ」を活用した授業(確率)

学習単元は教科書「新高校の数学A（数研出版）」第1章／第2節「5. 期待値」¹²⁾を基に、2時間扱いとした。指導案は、高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説数学編理数編数学A「（2）場合の数と確率」ア（ウ）、イ（ウ）」¹³⁾を参考に作成した。

（1） B高における「協働的な学びの充実」の必要性

「令和の日本型学校教育」の構築を目指して（答申）【概要】の第Ⅰ部総論の3②では「個別最適な学び」が「孤立した学び」に陥らないよう、探究的な学習や体験活動等を通じ、子供同士で、あるいは多様な他者と協働しながら、他者を価値ある存在として尊重し、様々な社会的な変化を乗り越え、持続可能な社会の創り手となることができるよう、必要な資質・能力を育成する「協働的な学び」を充実することも重要¹⁴⁾とされ、第Ⅱ部各論の3（4）では「高等学校においては……STEAM教育に取り組むとともに、教科等横断的な視点で教育課程を編成し、地域や関係機関と連携・協働しつつ、生徒や地域の実態にあった探究学習を充実」¹⁵⁾させると述べられている。B高では約9割の生徒が就職するという現状を考えると、社会的・職業的自立に向けて必要な基盤となる資質・能力や課題解決能力を育むために、生徒が興味・関心を持つ教科横断的な教材を使用し、協働的な学びを充実させることが重要であると言える。そのため、D学科2年生で、生徒が関心を示す「操船シミュレータ」を使用して協働的な学びの実現を試みた。本実践では、高等学校学習指導要領（平成30年度告示）を参考に授業の目標を以下の3点に設定するとともに、「協働的な学びの実現」を目指した。

- ① 生徒が興味関心を持つ操船シミュレータを使用して、仮想の気象条件下における航行時間の期待値を求められる知識や技能を身に付ける。
- ② 得られた期待値が、実際の航行時のどのような場面で活用できるかなどを考察する力と、その考察を言葉や文で表現する力を身に付ける。
- ③ 航行における数学の有意性を理解し、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を身に付ける。

（2） 単元について

ア 題材観

本単元は学習指導要領数学編（平成30年7月）数学A「（2）場合の数と確率」に位置付けられている。本単元のねらいは、D学科2年生の科目「航海・計器」の学習や乗船実習前に使用している「操船シミュレータ」を数学の授業で活用し、期待値を求め、その意味を理解させることで、航行における数学の有意性を理解させることである。特に、3年生での乗船

実習での教科横断的な学びを見据え、仮想の気象条件下での航行時間の期待値を題材とし、航行時の問題解決に期待値や確率の考えを利用できるようにするとともに、生徒達の操船技術の向上のきっかけを提供することを目指した。

イ 指導観

科目「航海・計器」の「航法」などに関係し、生徒が興味を持つ「操船シミュレータ」を用いた「航行時間の期待値」を題材とする。生徒が操船シミュレータで実際に航行し、そこで得られた航行時間をもとに、期待値の求め方と期待値の意味を理解させる。航行する際の気象条件の発生確率を簡単な確率であらかじめ設定しておくが、最後に生徒達には、期待値などの数学の知識が航行時のどのような場面で使われているかを考察させる。これにより、期待値や数学の面白さと航行時の発生事象に数学的分析が有意であることを伝え、生徒達が自ら航行時の問題点を主体的に考察し、解決方法を導き出す態度を育むことを目指した。

(3) 授業実践の概要

第1時

○問題（課題） 期待値の求め方を学習し、その意味を理解する。

- 1 例題で期待値の求め方を学習し、求めた期待値が意味していることを考察する。
- 2 練習問題を解き、期待値の求め方を確認する。

○まとめ（結論） 期待値を求めることができ、求めた期待値が何を意味しているのか理解している。

第2時

○問題（課題） 航行

時間の期待値は実際にどのような場面で生かせるか考察させる。

気象条件	①晴天・波弱	②晴天・波強	③雨・波弱	④雨・波強
発生確率	$\frac{1}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{4}{10}$

る。

問1 6月の気象条件を①から④の4種類とし、それぞれの発生確率を表2のように設定し、ワークシートに計測した航行時間を記入する。

問2 問1で求めた航行時間のデータを用いて、6月の航行時間の期待値を求める。

問3 問2で求めた期待値が、実際にどのような場面で生かせるか考察し、ワークシートに記入する。

問4 航行において、期待値などの数学の知識を用いて他にどのようなことを調べられそうか考察する。

○まとめ（結論） 期待値や確率を用いることで日常の問題を解決したり、航行時に役立ったりすることを理解している。

第3時

○問題（課題） 数学の授業で「操船シミュレータ」を教材として使用したことによる、生徒の変容を見る。

○まとめ（結論） 期待値の学習内容を概ね理解し、操船シミュレータの使用で生徒同士の対話が増加し、今後の航海や操船の深い学びにつなげることができる。

(4) 授業の分析

第2時では、授業冒頭に第1時の復習として、期待値の求め方とともに期待値は十分な試行回数がないとあまり意味をなさないことを再確認した。それは、期待値が何を意味しているのかを理解することが、社会の不確実な事象に対して確率や期待値などを使って数学的に解釈する上で重要だ

6月の天候とその確率は図の通りである。

天候	①晴れ&波弱	②晴れ&波強	③雨&波弱	④雨&波強
航行時間	2.5分	4.1分	4.3分	4.3分
確率	$\frac{1}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{4}{10}$

(1) 操船シミュレータを使用して、上の表のそれぞれの航行時間を求めよ。

$$2.5 + 8.2 + 12.9 + 17.2 = 40.8$$

$$4.08 \text{分}$$

(2) 6月の航行時間の期待値を求めよ。

図1

スし合うなど活発なコミュニケーションが生まれていた。

問2 (図1中の(2))では、6月の航行時間の期待値を求めるよう指示したが、求めることが

求めた期待値は航行でどのような場面で使えそうか。

どれくらいの燃料を使うのか

到着時間の到着時間が分かる

到着時間に合わせて網取りの人を呼べる

(1) 求めた期待値は航行でどのような場面で使えそうか。

- 燃料の予算を計算できる。
- どれくらいの時間がかかるかわかる。
- 現場や乗客に大任の時間を伝えられる。

図2 生徒2名の回答

(2) 航行において、期待値などの数学の知識を用いてほかにもどのようなことを調べられそうか？

今、船がどれくらいの重さか、7とどれくらいの航行時間にたれるのか。

(2) 航行において、期待値などの数学の知識を用いてほかにもどのようなことを調べられそうか？

天候が曇りやミミジの時の場合。
→ どの確率

(2) 航行において、期待値などの数学の知識を用いてほかにもどのようなことを調べられそうか？

その海域には他船が毎日どのくらいあるかを求めることができる。

図3 生徒3名の回答

からである。

問1 (図1中の(1))では、生徒達が実際に操船シミュレータを使用し、航行時間を計測した。生徒達を、2~3名の計4班に分け、それぞれの班が気象条件(天候)①~④から一つずつ選んで航行時間を測定した。その結果、航行時間は図1中の表のようになった。生徒達の間では、どのような操船をしているのかお互いに興味を持ちながら、同じ班の生徒同士だけでなく他班の者ともアドバイ

出来ない生徒には同じ班の生徒が教えるなど、協働的な学びの姿が見られた。生徒達自身で求めた航行時間を用いたことで、興味をもって期待値を求めている。

問3 (図2)では、問2で求めた期待値が航行のどのような場面で役立つかを生徒同士で考察させた。特に印象的だったことは、期待値から航行で消費される燃料を予想したり、その消費燃料にかかる予算の計算に使用したりするという考察があったことである。これは、数学の授業に先立って行われたD学科2年生の乗船実習で、燃料や水の補充のために寄港した経験があったことからである。このことから、生徒達の学びの中で数学と水産科目が教科横断的に結びついており、深い学びに繋がっていることがわかる。

問4では、航行において、期待値などの数学の知識をどのように活用できるかを考察させたところ、図3のような回答が得られた。生徒達は、設定された気象条件(①~④)をより正確に区分けしたり、船の重量などを考慮したりするなど、自ら改善点を見つけることができている。

た。また、海域ごとの船の交通量を調べることで船の事故発生率も調べられるのではという考えにまで発展させることができていた。授業の最後には、航行時の事象や問題に対して期待値や確率などの数学的な解釈が実際の航行に役立つことを理解させることができた。

第3時では、前時の授業後の生徒の変容をみるため、Google Formsでアンケートを実施した。回答者は16名で、質問内容は以下の5問とした。

問1 シミュレータを使用した期待値の授業は、どれくらい理解しやすかったですか？

問2 シミュレータを導入する前と比べ、授業への興味や参加度が向上したと感じますか？

問3 シミュレータを通して行ったグループワークは、みなさんにどのような影響を与えましたか？

問4 シミュレータを使用した授業で得た知識や考えは、自身の将来や他の科目のどのようなどころで応用できると思いますか？

問5 今後の授業でシミュレータをどのように活用してほしいと思いますか？

問1は「とても理解できた」が8名、「まあまあ理解できた」が7名、「あまり理解できなかった」が1名であった。**問2**は「はい」が15名、「いいえ」が1名であった。この結果から、生徒にとって関心のある学習教材を扱うことが学習内容の理解度を向上させる手立てになることが明示され、扱う学習教材や教員の発問の重要性がわかる。

問3では、生徒達から、

生徒1 グループの人と協力する事でいつもより印象（記憶）に残りやすい内容だった。

生徒2 2人1組だったのでコミュニケーションが取れて良かった。

という回答があり、操船シミュレータを使用したグループワークが協働的な学びを促進し、記憶に残る学習体験を提供できたと考える。

問4では、

生徒3 次の乗船実習の時にこれら学習した内容を活用できそうだった。

生徒4 機関士として働く時に1回の航海でどのくらいの確率でパイプや発電機などに異常がでるか分かりそう。

という回答から、本実践で学んだ知識や数学的な解釈を3年時の乗船実習や卒業後の船舶関係の仕事で応用できる可能性にまで考察できていた。また、数学の有用性や楽しさを感じることができたことは、生徒達の興味関心に合致した他教科の学習教材の使用が大きな理由であったと言える。その一方で、「わからない」と回答した生徒が3名いたため、後日、他生徒の回答内容を具体例として提示し、3年時の乗船実習を想定したフィードバックをした。

問5では、

生徒5 これらを使えば少なくとも学習した内容が記憶に残りやすいので積極的に活用して欲しい。

生徒6 期待値以外の計算法で船に使えるようなことをやりたい。

生徒7 他の港からのシミュレータでやってみたい。

という回答があった。**生徒5**、**6**にあるように、授業内で友人と実際の体験を通して学ぶことが、一つ一つの知識が関連性を持って記憶され、新たな好奇心を芽生えさせる原動力になると言える。生徒達には、3年時の乗船実習での生徒の深い学びを実現するために、乗船実習の際に**生徒4**や生

徒6のように疑問に思った事を指導教員に質問してくることを促し、航行時の発生事象に数学的分析が有意であることを伝えて授業を終えた。

(5) まとめと授業実践Ⅱに向けて

第2時では、学習教材として操船シミュレータを使用することで生徒同士のコミュニケーションが活性化し様々な意見や考えが生まれた。これにより、本実践の目的である「協働的な学び」の充実に大きく貢献したと言える。また、問3で航行時の現実的な課題の解決方法として期待値を活用する生徒の考察内容が見られ、数学の授業と水産科目の学習理解に繋がりを持たせることができたと言える。これは、教科横断授業の効果であり、数学が実社会の問題解決にどのように関わるかを体験的に学ぶことができたと言える。又、教科書の問題演習と体験的学習課題を組み合わせた授業が、生徒の課題解決能力や豊かな創造力を育み、協働的な学びを実現できることを再確認した。

第3時では生徒4の意見から、授業での学習や経験を、他教科や他分野の学びに発展させる機会をさらに増やしていきたいと考えた。学習意欲を喚起し、生徒の創造力を育むために、数学的な見方・考え方を様々な分野で働かせられるような題材を設定し、他教科との学びの接続を意識した授業計画が重要であると実感した。

更に、本実践の数学の授業に参加したD学科の水産科目の教員から、実際の航海や航行時の問題点や体験談を聞くことで、さらに多くの回答や考察が生徒から生まれ、生徒達のより深い学びに繋げることができた。

授業実践Ⅰを通して、生徒達は航行時の数学の有用性を実感し、この学びを3年次の乗船実習に活かそうとする姿勢が見られた。そのため、次の段階として、3年次の乗船実習で生徒達が航海日誌に毎日記録する航速、風速、気圧、気温、海水温などのデータを基に散布図を作成し、航行時のデータ間の関係性を生徒達に考察させるため授業実践Ⅱを計画した。

4 授業実践Ⅱ 2024年(令和6年)度「乗船実習データ」を活用した授業(数学と人間の活用)

学習単元は教科書「新高校の数学A(数研出版)」第3章「数学と人間の活動」¹⁶⁾であり、5時間扱いとした。指導案は高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説数学編理数編数学A「(3)数学と人間の活動」ア(ア)、イ(ア)」¹⁷⁾を参考に作成した。

(1) 学びの接続

授業実践Ⅰを終えて、AI等の急速な発展により様々な情報が容易に取得できるようになった社会で、生徒が身に付けるべき能力とB高の教育でどのような授業ができるかを考えた。「2050年を見据えた「シン・ニッポンイノベーション人材戦略」(案)」の「我が国のイノベーションに係る“状況”と“改善の兆し”」では、「正しい情報を見極めるとともに、「疑問を持ち、議論していく力」が一層重要」¹⁸⁾とされ、「我が国が目指す国家像と、そのために必要なイノベーション人材(大方針)」の中で示されている必要な力の中に「俯瞰的・統合的(インテグレーション)視点を持ち、問題発見・課題解決し、価値創造に向けてデザインする力」¹⁹⁾が挙げられている。このことから、ICT機器を活用してデータや情報を多角的な視点で分析し、自分の考えを表現する力が重要だと言える。さらに、学習した内容に疑問を持ち、主体的に考え直すことで得られる知識や経験

は、単なる蓄積にとどまらず学びを加速させる。そのため本実践では、2年生と3年生の学習に繋がりをを持たせるように工夫し、高等学校学習指導要領（平成30年度告示）を参考にして授業の目標を以下の3点にした。

- ① 乗船実習で得たデータを散布図などのグラフに整理する力を身に付ける。
- ② 散布図などのグラフから読み取れることを考察し、言葉や文で表現する力を身に付ける。
- ③ 航行における数学の有意性を理解し、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を身に付ける。

(2) 単元について

ア 題材観

本単元は学習指導要領数学編（平成30年7月）数学A「(3) 数学と人間の活動」に位置付けられている。本単元のねらいは、生徒が乗船実習で収集したデータを基に散布図を作成し、航行における数学の有意性を理解させることである。科目「航海・計器」との教科横断的な学習を通して、生徒達に操船技術の向上や航行時の問題、さらには日常を取り巻く問題の解決にICT機器を活用してデータを分析し数学的に考察できる力を身に付けさせる。

イ 指導観

「航海日誌データの考察」を題材とする。乗船実習で得られたデータを基に散布図やグラフを作成し、データ間の関係性について生徒間で考察させる。この協働的な活動を通して、航行で発生する事象に数学的分析が有意であることを伝え、生徒が主体的に航行における問題点等を考察できる態度を育む事を目指す。

(3) 授業実践の概要

準備期間（3年乗船実習期間中：2024年4月～6月）

- 1 乗船実習中の航海日誌データを記録するスプレッドシート（図4）を作成し、船内で毎日入力するように指示した。
- 2 スプレッドシートに入力するデータは、航海日誌に記入する「速力、風力、気圧、大気温、海水温」の五つのデータに、「体調不良者人数、パイプや発電機等の異常個数」を加えて七つとした。
- 3 新しい二つのデータ以外にも船内で調べたいデータがあれば、自由に入力するように伝えた。また、各日ごとのデータを入力することで、「速力、風力、気圧、大気温、海水温」のそれぞれの平均値が別シート（図5）で計算されるようにした。

日時：4月27日						
時刻 Hours	速力 Knot	風力階級 (0-12)	気圧 hPa	大気 ℃	海水 ℃	
1	10.8	2	1010	18	18.46	
2	10.7	2	1010	18	18.5	
3	11	2	1010	18	18.35	
4	9.9	2	1009.5	18	18.1	
5	10.8	3	1009.4	17	14.5	
6	11.4	4	1009.5	17	15	
7	12.2	2	1010	17.2	16	
8	11.4	4	1009.5	17.1	15.5	
9	11.2	4	1009.2	17.8	18.78	
10	10.8	5	1009.1	18.5	21.11	
11	11	4	1009.5	19	21.33	
Noon	11	3	1009.5	21.5	21.09	
13	10.7	3	1009	16	20.8	
14	10.8	4	1009	15	20.8	
15	11	3	1009	16	20.51	
16	11	4	1009	17	20.75	
17	11	4	1007.5	19	20.2	
18	10	2	1008.5	19.5	20.57	
19	9.8	4	1008.6	19.5	21.07	
20	8.8	4	1009.2	19.2	21.59	
21	9.8	3	1009.7	19	20.7	
22	9	3	1010.2	19	20.65	
23	8.8	3	1010.5	19.5	21.02	
M.N	9.8	2	1011	19	20.36	
備考						
体調不良者人数				1	平均速力	10.529166
パイプや発電機等の異常個数				0	平均風力	3.16666666
					平均気圧	1009.4333
					平均気温	18.078260
					平均海水温	19.405833

図4 航海日誌データ（日ごと）

日付	平均速力	平均風力	平均気圧	平均気温	平均海水温	体調不良者	パイプ発電機
4月25日	8.258333333	2.833333333	1004.125	20.36363636	18.49166667	9	
4月26日	9.44	2.958333333	1010.491667	20.24782609	19.15375	3	
4月27日	10.52916667	3.166666667	1009.433333	18.07826087	19.40583333	1	0
4月28日	8.445454545	2.230769231	1011.753846	19.80769231	18.46076923	1	
4月30日	9.533333333	2.428571429	1004.81875	18.67333333	16.10625	0	0
5月1日	2.606521739	2.543478261	1006.352174	14.77272727	15.77565217	0	0
5月2日	#DIV/0!	1.454545455	1013.954545	14.04545455	15.84181818		
5月3日	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
5月4日	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
5月5日	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
5月6日	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
5月7日	8.3	2.8125	1006.35	20.62	16.651875	0	0
5月8日	#DIV/0!	2.444444444	1007.388889	17.44444444	16.35111111		
5月9日	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
5月10日	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
5月11日	10.79285714	4.785714286	1016.357143	21.48461538	20.80357143		
5月12日	11.22083333	4.291666667	1013.183333	23.52173913	24.5075	0	0
5月13日	10.025	3.666666667	1009.104167	25.89130435	26.60125	1	
5月14日	9.641666667	3.375	1009.9375	28.71304348	29.02583333	1	0

図5 航海日誌データ（平均値）

第1時

- 問題（課題） 散布図について学習す

る。

- 1 散布図の基本事項を練習問題で確認。（数研出版「新高校の数学Ⅰ」pp.165～167）
・散布図から傾向を読み取り正、負、無相関を考察する。

○まとめ（結論） 散布図から正の相関、負の相関、無相関を求めることができる。

第2時

○問題（課題） スプレッドシートで散布図を作成する方法を学ぶ。また、散布図から、二つのデータ間にどのような関係があるか考察する。

- 1 航海日誌データから任意の日付のデータを選び、その散布図をスプレッドシートで作成する。
- 2 散布図から、二つのデータ間の関係性を考察する。

○まとめ（結論） スプレッドシートで散布図を作成でき、その散布図が示す相関から、二つのデータ間の関係性を文章で表現することができる。

第3時

○問題（課題） スプレッドシートで作成した散布図から相関を調べ、二つのデータ間にどのような関係があるか考察する。

- 1 4月27日の「航海日誌データ（図4）」のデータを使用して、速力と他四つのデータ（風力、気圧、気温、海水温）との相関を考察する。
- 2 散布図から、二つのデータ間の関係性を考察する。

○まとめ（結論） 散布図が示す相関を調べ、二つのデータ間の関係性を生徒同士で考察し、言葉や文章で表現することができる。

第4時

○問題（課題） 船の速力に影響する要因を考察する。

- 1 3人1班でA～F班に分け、それぞれの班に考察する四つの散布図を以下のように割り振った。（CとE、DとFは同じ散布図を使用。）
A：平均速力・平均風力 B：平均速力・平均気圧 C：平均速力・平均気温
D：平均速力・平均海水温 E：平均速力・平均気温 F：平均速力・平均海水温
スプレッドシートで作成した散布図に対して以下の問いを設定した。

問1 作成した散布図は、正の相関、負の相関、無相関のいずれか？

問2 なぜ問1のような結果になるのだろうか？

- 2 各グループが問1、問2の内容を発表する。
- 3 問3 今後、航行において「何の」データを調べてみたいか？また、「どのように」収集すればよいか？

○まとめ（結論） 作成した散布図から、因果関係を考察することの重要性を確認する。データを分析することで安全な航行に繋がることを理解できている。

第5時

○問題（課題） 数学の授業で「航海日誌データ」を教材として使用したことによる、生徒の変容をGoogle Forms（全5問）で見る。

○まとめ（結論） 散布図の学習内容を概ね理解している。航海日誌データの使用で生徒同士の対話が増加し、今後の航海や操船の学びにつなげることができる。

(4) 授業の分析

準備期間（3年乗船実習期間中）でのデータの入力において「体調不良者の人数と五つのデータとの関係性も調べたい」という意見から「体調不良者の人数」を、また、**授業実践 I** での生徒4の意見を反映させて「パイプや発電機等の異常個数」を加えた。

第1時では、二つのデータ間に関連があるかを調べる方法として散布図を活用する有効性を伝えた。また、練習問題を通して、散布図から正の相関、負の相関、無相関を判断させ、その相関になる理由を簡単に考察させた。

第2時では、初めにスプレッドシートで散布図を作成する方法を指導した。作成方法を簡単にするために、**図6**の左表に調べたい二つのデータを「値貼り付け」をするだけで散布図が作成される

横軸 (x)	縦軸 (y)
平均風力	平均速力
2.543478261	2.608521739
4	7
4.416666667	7.208333333
4	8.1
3.6875	8.128571429
2.833333333	8.258333333
2.8125	8.3
2.230769231	8.445454545
2.6	9.36
2.958333333	9.44
2.428571429	9.533333333
1.666666667	9.581818182
3.375	9.641666667
3.454545455	9.95
2.705882353	9.982857143
3.666666667	10.025
2.6	10.52
3.166666667	10.52916667
3.333333333	10.675
4.785714286	10.79285714
3.75	10.825
3.458333333	11.04583333
4.291666667	11.22083333

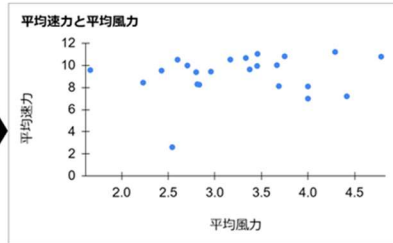
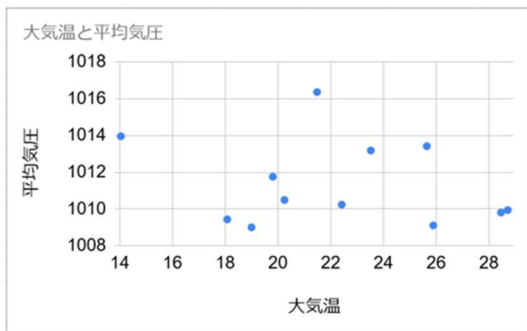


図6



問) 作成した散布図の考察	気温と気圧は関係しているのが気になった。 気圧が低いと気温は高い。 気圧が高いのに気温があまり高くはないときは天気が悪かった？
---------------	---

図7 生徒8の回答 (第2時)

<p>①正の相関？負の相関？無相関？ バラバラ！無相関</p> <p>②この散布図から何が分かるか？ 速力が早くても遅くても風力はバラバラ。</p>	<p>①正の相関？負の相関？無相関？ 無相関</p> <p>②この散布図から何が分かるか？ 速力の影響は気圧には関係しない。</p>
<p>①正の相関？負の相関？無相関？ 無相関だと思っ。</p> <p>②この散布図から何が分かるか？ 速力は大気温度によって変わっていないと思うから</p>	<p>①正の相関？負の相関？無相関？ 無相関</p> <p>②この散布図から何が分かるか？ 海水温度が変わっても速力には影響がない。</p>

図8 生徒4名の回答 (第3時)

ように佐熊が事前に設定したが、約4割の生徒がキーボード操作に苦手意識を持っており、特に「コピー、ペースト、切り取り」の基礎操作に難を示していた。生徒がこれから発展していくデジタル社会を生き抜くためには、教員がスプレッドシートやExcel、Wordを使用した授業を意識的に展開し、これらの操作に慣れさせることが非常に重要だと感じた。その後、散布図の作成に慣れさせるために「航海日誌データ」から二つのデータを自由に選ばせ、作成した散布図からどのようなことが分かるかを考察させた。**図7**の生徒8は、散布図から「気圧が低いと気温が高い」という考察したが、「14°C・1014hPa」の点において「気圧が高いのに気温があまり高くはないときは天気が悪かった？」と気圧と天気の関係性に新たな疑問を持ち始め、主体的に新しい学びに繋がっていた。生徒8以外にも、実習中に船酔いをした生徒が船の速力が船酔いに関係しているのではと予想し、「速力と体調不良者」の関係を調べる生徒もおり、自身の経験を数学的に検証している様子が見られた。

第3時では、4月27日の航海日誌データ (**図4**) の速力と他四つのデータの間にはどのような関係があるのかを自由に調べさせた。「速力・風力」を

3名が、「速力・気圧」を7名が、「速力と気温」を2名が、「速力と海水温」を2名がそれぞれ調べた。第4時で平均速力と関係のあるデータを「平均風力、平均気圧、平均気温、平均海水温」の中から調べる授業を計画していたため、おおよ

表3 相関係数

	風力・速力	気圧・速力	気温・速力	海水温・速力
相関係数	0.08174917448	-0.2122714642	-0.4524965053	-0.5226050048

その予想をさせたいと考え、作成した散布図から「①相関」と「②散布図から分かること」を回答させた。図8は生徒4名の回答であり、①の質問では、参加した生徒14名全員が「無相関」と回答し、②の質問では、無相関と回答した理由を自身の言葉で説明することができていた。四つの散布図の相関係数を佐熊が事前に調べたところ、表3に示すように「速力・気温」と「速力・海水温」の散布図を調べた生徒の何人かは、「負の相関」と回答すると予想していたが、全員が「無相関」と回答する結果になった。これは、強い相関を示す散布図にはならず、題材設定が適切でなかったことが原因だと考える。また、相関係数まで生徒に教えてから実施することで、本当に負の相関があるのかの真偽を調べるき

っかけを作ったり、散布図の外れ値を考察したりするなど新たな学びにつなげることができたと考える。授業の最後には、「今回はある1日（4月27日）だけのデータを使用して相関を調べたが、それぞれの平均値の相関も同じように無相関だろうか？」と問いかけ、第4時に繋げた。

第4時の冒頭に、扱うデータが1日だけでなく、航海中に収集したすべてのデータであることを強調し、「船の速力に影響する要因を、それぞれの平均値をもとに調べよう」と課題を提示した。図9は、四つの散布図「平均速力・平均風力」、「平均速力・平均気圧」、「平均速力・平均気温」、「平均速力・平均海水温」をもとに考察した4人の生徒の回答例である。四つの相関係数は表4に示されているが、問1では前時と同様に全員が無相関と回答した。これも強い相関を示す散布図になっていなかったことと、第3時の散布図が全て無相関になったことも理由であると考え

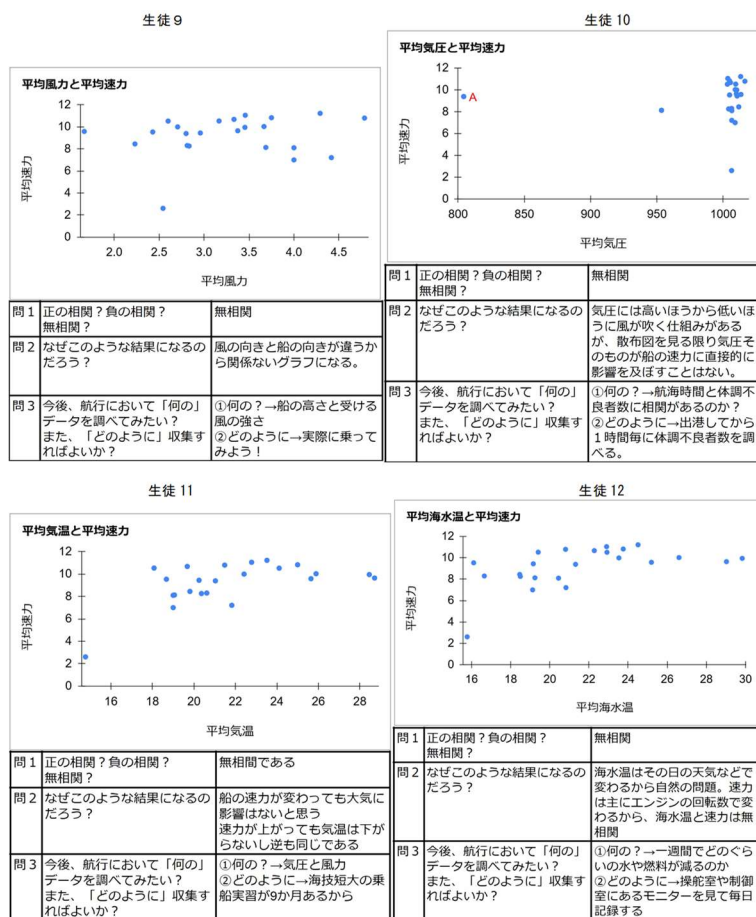


図9 生徒9～12の回答（第4時）

る。四つの相関係数は表4に示されているが、問1では前時と同様に全員が無相関と回答した。これも強い相関を示す散布図になっていなかったことと、第3時の散布図が全て無相関になったことも理由であると考え

表4 相関係数

	平均風力 平均速力	平均気圧 平均速力	平均気温 平均速力	平均海水温 平均速力
相関係数	0.1569736563	0.02199659045	0.5627088095	0.5325599157

問3において、「データを「どのように」収集

するか」という質問をした理由は、本実践で用いた「航海日誌データ」の正確性を考えて欲しかったからである。生徒9 (A班) は、風向きと船の進行方向がいつも一定ではないことから、直接的に風力が船の速力に影響しないと考察した。しかし、風が船に何かしらの影響を与えると考え、問3では船の高さと船が受ける風の強さの関係という新しい関心を示していた。生徒10 (B班) は、船の速力に気圧が直接的に関係しないと主張し、その根拠をインターネットで調べていた。根拠をもとに、自分の意見を述べる事が出来ており、この点は非常に良かったと考える。今回、外れ値の説明をしていなかったため、点Aを含めて考察を進めることになったが、生徒達に点Aについて考察させることで、正確なデータ収集の重要性や考察における妥当性を理解させることができた。また、生徒10は体調不良者の人数が航海時間に関係するのではと考え、問3ではそのデータの収集方法を班員と相談している様子が見受けられた。もともとは生徒の興味であった「体調不良者の人数」をデータ化したことで、新たな学びにつなげることができた。生徒11 (E班) は、速力が気温に影響を与えていないのであれば、気温も速力に影響を与えないと考え、それ以上の考察はなかった。教員から「本当に気温と速力の間に因果関係がないか」と問いかけることで数学I (1) 数と式の「命題」の学習につなげることもできた。さらに、命題の導入でデータ分析における因果関係の確認方法や証明の重要性を学ばせることもできると考える。生徒11 (F班) は無相関の理由を、海水温の変化と速力の変化に関係する原因が異なることに着目して考察していた。考察の中で、科目「航海・計器」の授業や乗船実習中でエンジンの仕組みや働きを学んだことが生かされており、教科横断的な学びを見ることができた。また、生徒11は授業実践Iの図2で「燃料の予算を計算できる」と回答したことを覚えており、前年度の授業内容が本時の授業に生かされていた。生徒達が問3を回答した後、ある事象をデータ分析する上で正確なデータの収集と具体的な分析方法の重要性を伝えた。授業のまとめでは、散布図から相関を調べる事が目的ではなく、そこから二つのデータの因果関係を考察することが重要であることを伝えた。

第5時では、前時の授業後の生徒の変容をみるため、Google Formsで以下の問1～問5のアンケートを実施した。回答者は17名であった。

問1 今回の授業について、どれくらい理解しやすかったですか？

問2 航海日誌のデータを使用することで、授業への興味や参加度が向上したと感じますか？

問3 3人1グループでの活動は、みなさんにどのような影響を与えましたか？

問4 今回の授業で得た知識や考えは、自身の将来や他の科目のどのようなところで応用できると思いますか？

問5 今後の授業で、航海日誌データをどのように活用してほしいと思いますか？

問1は「とても理解できた」が6名、「まあまあ理解できた」が10名、「あまり理解できなかった」が1名であった。問2は「はい」が16名、「いいえ」が1名であった。授業実践Iと同様に、生徒が興味・関心のある学習教材を使う有効性を実感した。

問3では、

生徒13 やり方がわからない人にアドバイスすることで他者に教える能力が向上した。

生徒14 3人の意見があることにより自分だけでは考えない意見があった。

生徒15 相手がわかりやすいように教えてあげたりしないといけないので、自分の言葉をまとめる力がついた。

という回答があり、グループ活動を通して、他者と協力して課題解決をする力や自身の意見を他者に分かりやすく伝える力の向上、新たな考えの発見につなげることができたと考える。また、問1で「あまり理解できなかった」と回答した生徒は、「自分の意見だけではなくて周りの意見も聞けてよかったと思う」と回答していた。この回答から、数学に苦手意識を持っており、普段の授業では積極的に質問をすることはなく、グループ活動にしたことで分からない内容を生徒に相談しやすい環境になったと考える。

問4、問5は、B高で学んだ船舶や航海を基にした深い学びを意識した問いである。

問4では、

生徒16 将来、乗船（小型船など）する際にどんな日が出港に適しているかを過去のデータから推測することができると思う。

生徒17 就職してからパソコンを使ってグラフの作成などを行ったりする時に、今回の数学の授業で得たことを生かしていきたいです。

といった回答があった。これらから、今回の学びを生徒自身の将来にどのように活用できるか考え、将来の職業や生活に活かそうとしている生徒が多かった。また、生徒17のように仕事におけるパソコン操作の重要性を理解し、その操作に長けておきたいと考えていたことは、生徒が今後の情報社会を生きていく上で有益な気付きであると考えられる。

問5では、

生徒18 今回の航海日誌と今乗っている生徒との日誌を比較するなど

生徒19 どんな条件が重なると船の揺れが大きくなったり、船酔いしやすくなるのかなど

生徒20 どのくらいの風速で燃料を多く消費するかを船で生かせられると思った。

という回答があった。生徒18の回答に見られるように、今後、乗船する後輩に引き続き使用してもらい、異なる時期の航海日誌データと比較することで、より広い理解や発見が得られるという提案は興味深く感じた。また、生徒19、生徒20の回答から、生徒の身近な問題を題材にしたことで、新たな問題提起を容易にできたと考えられる。

(5) まとめと今後の課題

第2時では、生徒のキーボード操作やオフィスソフトへの苦手意識が明らかとなった。GIGAスクール構想の一環として、B高では令和3年度の入学生から個人所有端末の持込利用を進めてきた。数学の授業では、本実践以外にも過去にタブレットを使用した授業を数回実践してきたが、毎授業タブレットを使用した授業はできていない。生徒がキーボードのタイピングやオフィスソフトの使用へ苦手意識をなくすためにも、例えば、Googleドキュメントやスプレッドシートによるレポート提出やグラフ作成をさせるなど、授業内での積極的かつ生徒の学びに効果的な使用を考えると強く感じた。

第3時で、散布図の結果から分かることを考察することが出来ていたことは本実践での一つの成果であると考えられる。グラフやデータの読み方を理解し、自分の意見や考えを言葉で表現することは、

数学の問題に限らず膨大な情報で溢れている現代社会を生きていくうえで必要な能力である。一方で課題として挙げられるのは授業構成である。第3時では、全員が「無相関」と回答する結果になったが、相関係数の求め方を先に学習させていれば、数名が負の相関と回答し、二つの因果関係について今回とは異なった議論が展開された可能性がある。さらに、第4時では、平均値にすると相関係数が正の相関を示すことに気づかせ、その原因について疑問を抱かせることができ、正確なデータ収集の重要性などについて議論を深めることができたと考えられる。教員の授業構成が、生徒が一つの授業でどのような学びを経験できるかに大きく影響することを改めて認識した。

第4時と第5時のアンケートからは、協働的な学びを通して、生徒達の新たな興味や関心につながるきっかけを作ることができたと考える。第4時の問3で生徒達の関心が高い「船舶・航海」に関するデータ分析に興味を持たせることで、B高卒業後も就職先や進学先で様々なことに疑問や興味を持ち、主体的に探求し続けるきっかけになってほしいと考えている。また、グループ活動にすることで、教え合いや考えの共有が活発に行われていた。生徒間で分からないことを他者に質問したり、すでに持っている知識を他者に伝えたりできる活動は、教員が一方向的に説明する一斉授業では実現が難しいため、授業内で効果的に取り入れていく必要があると改めて実感した。

5 まとめ

本実践の目的は、数学科の学びと水産科の学びとを結びつけた教科横断授業を通して、学習者に「協働的な学び」及び「深い学び」の場を提供することであった。そのため、D学科の生徒にとって関わりが深い「操船シミュレータのデータ」及び「航海日誌のデータ」を活用して数学の授業内容への興味や関心を高め、同じ班の生徒と協働して課題に取り組めるように工夫した。二つの授業実践から、「生徒の興味・関心に応じた課題設定」と「課題解決に向けた多様な他者との協働的な活動」の重要性を改めて確認した。この結果は、単に生徒の学習内容の理解度を向上させるだけでなく、膨大な情報で溢れ、予測が容易ではない現代社会において必要な課題解決能力や創造力の育成に貢献できると言える。特に、生成AIの登場で、今後、科学の進歩と人々が共存していくためには、多様な他者と関わりながらAIには考え出せない解決策や新しいアイデアを創出する力が不可欠だが、生徒達にとって本実践はそのきっかけとなったと考えている。一方で、本実践では基礎的な内容の定着のための時間が少なかったため、生徒一人一人の学習到達度に応じた学習教材の提供や教員からの適切なフィードバック、つまり「個別最適な学び」の必要性を改めて感じた。そのため、今後は、生徒が一人でじっくりと課題に向きあい、探究する時間を十分に設け、個々の進度に合わせた指導を取り入れることに取り組みたい。具体的には、AIドリル等を活用して生徒の理解や進度に合わせた難易度別の練習問題を作成したり、生徒の興味・関心から生まれた疑問についてICTを使用して考察させたりすること等が考えられる。また、協働的な学びの中で、各班が考察結果を発表し、他班や教員からフィードバックを受ける時間を十分に設けることで、生徒の学びがより深まることが期待される。B高は、実習船、操船シミュレータ、食品製造・販売、ダイビング施設など他校には無い設備があり、他校では体験できないカリキュラムが編成されている。これらを教科横断的に授業展開することが、生徒達の主体的な課題発見や多様な考えを持つ他者との協働

活動を促し、学習に対するモチベーションを向上させるとともに自信に繋がることを本実践で改めて実感した。「1 はじめに」でも触れたように、次期学習指導要領の諮問内容においても「教科横断授業の取り入れやすさ」が挙げられるなど、「主体的、対話的で深い学び」を通して「生きる力」を育む上で、今以上に教科横断学習が重要視されることが期待される。そのため、これからも教科横断授業に取り組み、生徒達が予測困難な社会でより良い解決策や新しいアイデアを生み出し、社会に貢献できるように「個別最適な学び」と「協働的な学び」を一体的に取り入れながら、他教科や実社会との繋がりのある「深い学び」のできる授業展開の開発に引き続き取り組んでいきたい。

注

- 1) 文部科学省『幼稚園教育要領』第1章/第2/1
(https://www.mext.go.jp/content/1384661_3_2.pdf, 2025年1月7日9時17分閲覧)
- 2) 内閣府・文部科学省・厚生労働省『幼保連携型認定こども園教育・保育要領』第1章/第1/3/(1)
(https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00010420, 2025年1月7日9時34分閲覧)
- 3) 厚生労働省『保育所保育指針』第1章/4/(1)/ア
(https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00010450&dataType=0&pageNo=1, 2025年1月7日9時39分閲覧)
- 4) 文部科学省『小学校学習指導要領』(2017), 4.
- 5) 文部科学省『中学校学習指導要領』(2017), 1.
- 6) 文部科学省『高等学校学習指導要領』(2018), 3.
- 7) 中央教育審議会『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)』(2016), 50.
- 8) GeoGebra(<https://www.geogebra.org/classic?lang=ja>, 2024年12月14日15時30分閲覧)
- 9) 佐熊悠生・伊藤雅浩・柴原宏一「高等学校における教科横断型プログラミング教育の実践」『茨城大学全学教職センター研究報告』(2021), 185-198.
- 10) 佐熊悠生・江幡友子・柴原宏一「論理的思考力の育成を目指した教科横断型授業の実践」『茨城大学全学教職センター研究報告』(2022), 136-150.
- 11) 操船シミュレータ(https://www.furuno.com/files/Brochure/349/upload/S-8000_catalog_J.pdf, 2024年12月14日15時36分閲覧)
- 12) 秋山仁他『新高校の数学A』(数研出版, 2021), 50-52.
- 13) 文部科学省『高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 数学編 理数編』(2018), 91-95.
- 14) 文部科学省『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～(答申)【概要】』(2021), 2.
- 15) 前掲書, 8.
- 16) 秋山他, 前掲書, 100-122.
- 17) 文部科学省 高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編 前掲書, 96-99.

- 18) 文部科学省『2050年を見据えた「シン・ニッポンイノベーション人材戦略」(案)』(2024), 2.
(https://www.mext.go.jp/content/20240902-mxt_chousei02-000037754_24.pdf, 2025年1月12日16時
3分閲覧)
- 19) 前掲書, 3.