

数理・データサイエンス・AI (MDA) 教育における 課題解決型学習 (PBL) のつくり方

2025年5月策定

筑波大学 数理・データサイエンス・AI (MDA) 教育推進室

目次

I.	はじめに	P3
II.	効果的なMDA教育の方法 = PBL	P4
III.	MDA教育におけるPBL授業の3類型	P5
IV.	「PBL教育の現状と課題」に関する調査結果	P6
V.	MDA教育におけるPBLづくりのポイント	P7
	I. 企画	P7
	II. 実施	P15
	III. 評価	P20
VI.	参考資料	P22

I. はじめに

世界では生成AIの普及が進み、あらゆる分野の学生が数理・データサイエンス・AI (MDA) の基礎的な素養とそれぞれの分野の問題解決への応用力を身につける学びの重要性が高まっている。こうした視点から文部科学省「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」の応用基礎レベルの学び過程においては、演習や課題解決型学習 (PBL : Project Based Learning) 等を効果的に組み入れることにより、実践的スキルの習得を目指すことが推奨されている。また、各大学・高専の教育目的、分野の特性に応じた適切なテーマを設定し、産業界や地域、自治体等とも連携し、社会での実例 (実課題および実データ) を題材とした講義を行うことが望ましいとされている¹。

しかし、PBLの準備や運営は、シラバスづくり、教材や試験問題の作成、評価といった従来型の授業に必要な準備や運営にとどまらない。企業等などから実課題や実データの提供を受けたり、企業等の実務専門家がグループワークに参加したりする場合には、担当教員はその準備のための連絡調整やデータの秘密保持などに膨大な時間と注意を要する。

そこで本資料では、MDA教育強化拠点コンソーシアム²の教育用データベース分科会³が実施してきたアンケート調査で浮かび上がってきたPBL授業を準備・運営する際に考慮すべきポイントについて、筑波大学数理・データサイエンス・AI (MDA) 教育推進室におけるPBLの取組事例を交えて紹介することによって、これからPBL授業の準備を始める教員、あるいは、すでに実施中のPBL授業の改善を考えている教員に参考情報を提供することとしたい。なお、本資料は、MDA教育において使われることを念頭に置いているが、他分野の教育においても参考にできるものとなっている。

II. 効果的なMDA教育の方法 = PBL

知識の提供という意味においては生成AIが人間の能力を凌駕しつつある現在、社会がMDA教育に求めている学生の能力は、与えられた問いに対して回答を出す能力ではない。取り組むべき問題が曖昧な状況にあっても、関係者と意見交換しながら問題を明確にし、関係者の多様な能力を組合せて、より価値の高い問題解決策を提案する能力である。換言すると、実社会の複雑でよくわからない状況に対して「知っていること」で対応するのではなく、よくわからない状況を分析可能なモデルとして説明し、様々なMDA手法を工夫して適用し、実行可能な「問題解決策を訴求力を持って提案できる」能力が求められている。

一方、Project Based Learning (PBL: **課題解決型学習**) は以下の特徴を備えている教育方法とされており、上記の社会がMDA教育に求めている能力を育成する教育方法として効果的であると考えられる。

- 1) **実社会の本物の問題を扱う (Authentic Problems.** 実社会の問題を扱うことで、学びの動機づけと応用力を高める) ^{4,5}
- 2) **探究中心の学習プロセス (Inquiry-Oriented Learning.** 問いを立て、情報を収集・分析し、仮説検証を行うことで、主体的学びを促進) ^{6,7}
- 3) **学際的・統合的な知識・スキルの習得 (Integrated Knowledge and Skills.** 複数分野の知識 (例: 統計・倫理・可視化) やスキル (協働・プレゼン) を横断的に習得) ^{8,9}
- 4) **学生主体の学習 (Student-Centered Approach.** 教員はファシリテーターとして関与し、学生が主体的に学ぶ) ^{10,4}
- 5) **成果物の作成 (Creation of Tangible Products.** 分析レポート、アルゴリズム、政策提案書など明確なアウトプットを通じて学びを定着) ^{7,8}
- 6) **協働学習 (Collaborative Learning.** チームで協力しながら課題に取り組むことで、相互理解・役割分担・対話的学びが深まる) ^{11,4}

III. MDA教育におけるPBL授業の3類型

実際に実施されているPBL授業にはいくつかの段階があり、1) 学生が主体的に問題設定とプロジェクト管理を行う度合い、2) 対象となる題材のリアリティ、3) グループワークのチームメンバーの多様性という3視点で分類できる。

3視点からPBL授業を大きく分類すれば以下の3類型に分けられる(図1)。**基本型**は、単一分野の学生からなるチームが教員の設定した題材に対して分析アプローチだけを選ぶ型。**半リアル型**は、複数分野の学生からなるチームが企業等から提供された題材から問題を設定し分析アプローチも選ぶ型。**リアル型**は、複数分野の学生と企業等の実務家等がチームを構成し、チームでの議論を経て問題を設定、学生自らプロジェクト管理を行う型(表1)。

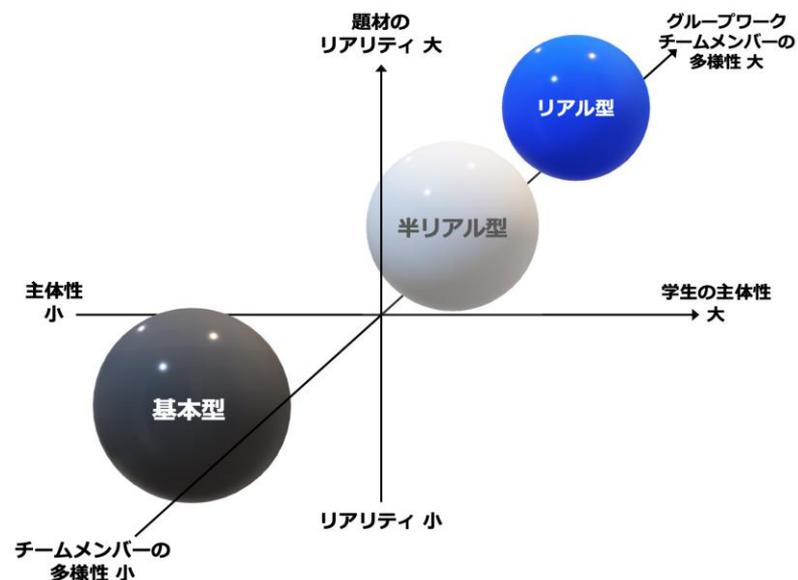


図1 PBL授業の3類型

表1 PBL授業の3類型の違い

	基本型	半リアル型	リアル型
学生の主体性	a. 学生による分析アプローチ選択	b. a+学生による問題設定	c. b+学生によるプロジェクト・マネジメント
題材のリアリティ	教員が設定(固定)	学生が複数の問題から選択(実課題・実データ)	学生と企業等実務専門家が議論を経て設定(実課題・実データ)
グループワークメンバーの多様性	単一分野の学生メンバー	複数分野の学生メンバー	多分野の学生メンバー + 参加する企業等の実務専門家

IV. 「PBL教育の現状と課題」に関する調査結果

教育用データベース分科会では2024年8月9日～9月13日にコンソーシアム会員校およびリテラシーレベルまたは応用基礎レベルの認定校（全552校）を対象に「PBL教育の現場と課題」に関するアンケート調査を実施した。その結果、7割の大学等は企業等と連携したPBL授業の実施を希望しているにもかかわらず、PBL授業を実施できている大学等は未だに43%に過ぎない、また、実施できている大学等の35%は未だに企業等から課題やデータの提供を受けていない。さらに、企業等との連携にハードルを感じた点として、企業等と連携できている大学等の半数以上（54%）が「（企業等との）調整の難しさ」を、18%が「個人情報保護等の法令遵守」を挙げている。

企業等との連携以外でハードルと感じた点については「指導できる教員の確保」、「授業準備の労力」および「教員のファシリテーション能力の確保」といった教員確保に関連する課題を8割超の大学等が挙げていることがわかっている。加えて、アンケート調査の自由記述欄には、グループワークの実施方法や学生や授業の評価方法についての質問が多く寄せられていた。

このアンケート調査結果を踏まえ、本稿では、社会での実例（実課題および実データ）を題材としたPBL授業をつくる際の3段階のポイントに焦点を当てて解説する。

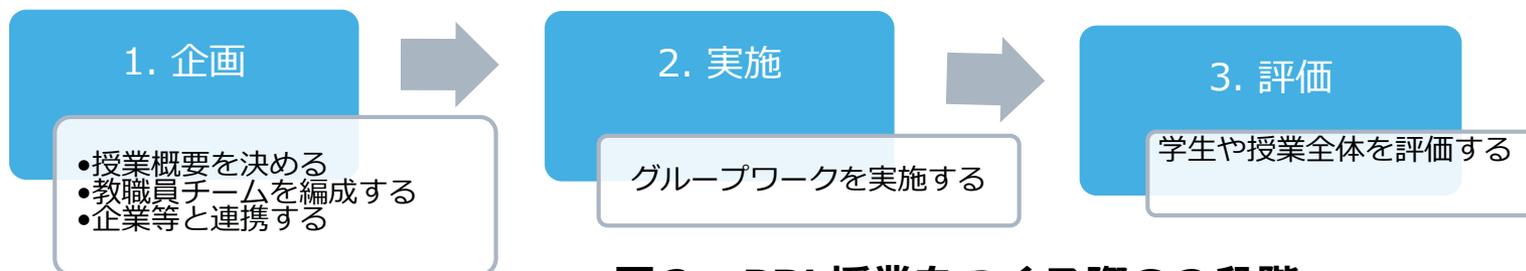


図2 PBL授業をつくる際の3段階

V-I. 企画

PBL授業の企画段階は、一般に、授業概要を固める、教職員チームを構築する、企業等と連携するという手順になる。しかし、想定していた数の教職員や連携企業等を確保できず授業概要の修正が必要になるといった揺れ戻しも起こりうる。

また、一般のPBLとMDA教育のPBLの企画段階における大きな違いは、MDA教育の場合には学びの題材となる現実社会の実データは企業、自治体等の中で変化し続けていて入手困難であったり、個人情報等守秘しなければならない機微なものが含まれていて細心の注意が必要となる場合がある点である。MDA教育のPBL授業の概要設計においては、できるだけリアルな実課題・実データの提供を得られるよう、参加候補企業等とのデータに関する調整期間を十分確保する等の配慮が必要となる。

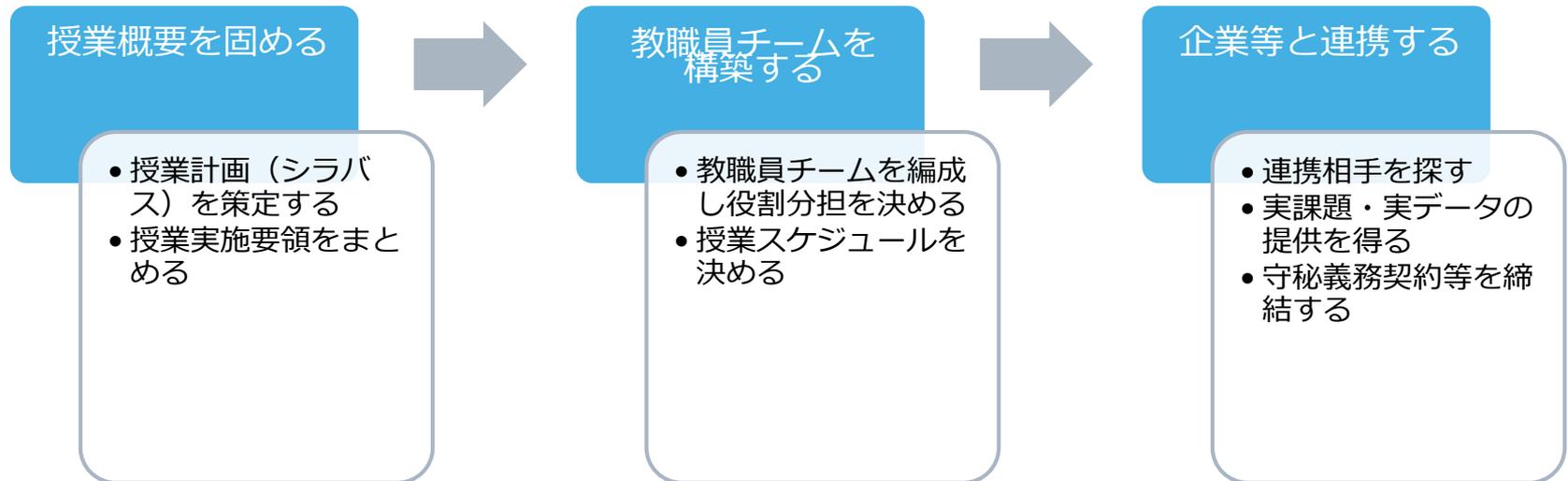


図3 PBL授業の企画段階の業務手順

注) 本頁「V-I. 企画」以降の内容は、主として博士前期・後期課程の学生を対象としたリアル型のPBL授業を念頭に置いているが、学士課程の学生を対象としたPBL授業においても参考にできるものとなっている。

V-I-1-① 授業計画（シラバス）を策定する

大学等の置かれている状況に応じて、PBL授業の設置目的、標準履修年次、時間数、単位数など授業計画（シラバス）の骨格は異なる。授業計画（シラバス）の骨格を考える際には、授業の到達目標（学修成果）に応じて、PBL授業の類型で示した3つの視点（i)学生に求める主体性、ii)授業で取り扱う題材のリアリティ、iii)グループワークに取り組むチームメンバーの多様性）から、そのPBL授業の性質を位置付けることから始めることが有効である。また、学期のすべての授業でPBL授業を提供しなければならないわけではなく、従来の授業や演習の中で3回分のみPBL授業とするといった柔軟なアレンジも可能である。

シラバスの標準的な項目としては以下の項目がある。

1. 基本情報（科目番号、科目名、授業携帯、標準履修年次、実施学期・曜時限等、単位数）
2. 担当教員等（担当教員名、Teaching Fellow・Teaching Assistant名、オフィスアワー等）
3. 受講によって得られる知識・能力等（学位プログラム・コンピテンスとの関係、授業の到達目標（学修成果）、他の授業科目との関連）
4. 授業内容等（授業概要、キーワード、授業計画）
5. 成績評価方法
6. そのほか受講上の留意点

筑波大学の博士後期課程学生を主たる対象とした「MDAトップ人材養成特別演習」のシラバス¹²と「筑波大学：シラバス作成のためのガイドライン」¹³へのリンクをVI. 参考資料に掲載しているので参照されたい。

V-I-1-② PBL授業の実施要領を策定する

PBL授業を関係者と協力して円滑に実施するために必要な細目を実施要領としてまとめる必要がある。多くの関係者が関わるPBL授業では、実施要領をドラフト段階で関係者と共有しフィードバックを受けて細部を修正し完成させる過程が関係者との合意形成過程となることがある。

実施要領の標準的な項目としては以下の項目がある。

1. PBL授業の目的
2. 担当教職員名・連絡先情報
3. PBL授業（対面）の教室番号
4. 使用するLMS, PC, クラウド環境、オンラインツールのアカウント設定方法
5. グループワークのメンバー編成の方法
6. メンバーの役割（リーダー/データ収集・整理/データ分析等）
7. グループワークにあたっての心構え
8. 成績評価の方法、
9. 中間・最終発表等のスケジュール・場所
10. チームまたは個人の最終提出物
11. そのほか受講上の留意点

筑波大学の博士後期課程学生を主たる対象とした「MDAトップ人材養成特別演習」の実施要領¹⁴へのリンクを巻末に参考資料として掲載するので参照されたい。

V-I-2-① 教職員チームを編成する

まず、参加する学生数や企業等の数に応じて教職員チームの規模を検討する。複数のグループワーク（GW）が同時に動く場合には、チーム毎に少なくとも一人の教員を配置して、GWのファシリテーションを行う。既存のMDA教育におけるPBL授業担当教員では対応できない課題分野のGWが成立した場合には、学内または学外からその課題の専門的知識をもとにファシリテーションできる支援教員、企業等の実務専門家やMDA教育におけるPBLを経験しているTF/TAを確保する必要がある。企業等の実務専門家を探す際には、経済産業省地域経済産業局を通して関係企業に協力要請したり¹⁵、複数の大学が共同で企業等に要請する場合¹⁶もある。

候補となる支援教員への参加依頼に当たっては、引き受けられやすい条件を予め検討しておくことが重要である。例えば、大学内部の教員の場合には、助言活動を支援するための研究費を提供する、業績評価の対象として特筆できる活動として位置付けるなどが考えられる。学外の教員の場合には、非常勤教員等の職位の提供などが考えられる。

また、担当教員、支援教員、実務専門家、TF/TAなど複数のスタッフが一つのGWに関わる場合にはスタッフ間の役割分担をGW開始前に明確にし互いに遠慮し合って助言を控えるような状態を避ける必要がある。さらに、会計管理や学外教員等との連絡調整を支援する事務職員やOn/Off-Lineのハイブリッド会合等のセットアップを支援する技術職員を確保することも欠かせない。

V-1-2-② PBL授業スケジュールを決める

通年実施、学期単位で実施、通年または学期単位の授業の中の数時間として実施、集中授業として実施、単位を付与しないイベントとして実施など様々な授業スケジュールが考えられる。ただし、学外の企業等から実課題・実データの提供を受けたり、企業等の実務専門家の参加を得たりする場合には、企業等関係者との実課題・実データの内容・条件調整や参加者の日程調整などに要するリードタイムを十分に考慮した上で授業計画を立てる必要がある。

下図は、筑波大学の「MDAトップ人材養成特別演習」の主な授業スケジュールの実例である。対面による3回の全体会合とオンラインによる週1回程度のグループディスカッションを授業の基本スケジュールとし、グループディスカッションの具体的な日程はチーム毎に決めている。実社会の第一線で活躍中の実務専門家による「プロジェクト・マネジメント」や「プレゼンテーション」に関する講義も導入している。

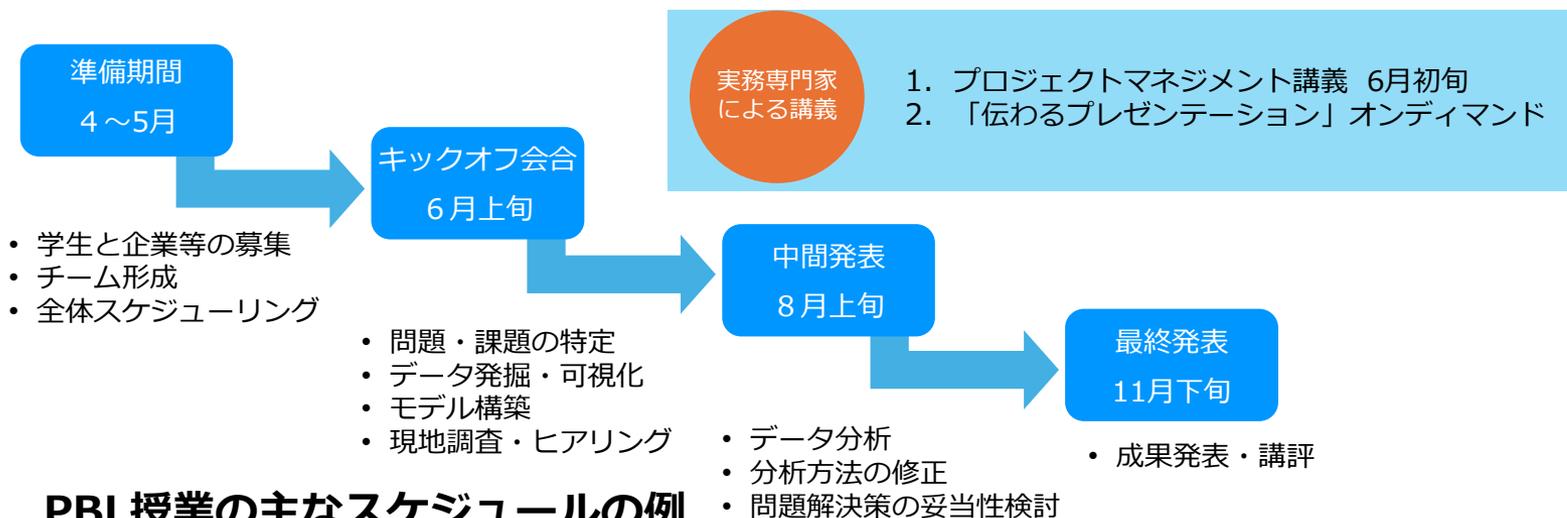


図4 PBL授業の主なスケジュールの例

V-I-3 企業・自治体等と連携する

応用基礎レベル・モデルカリキュラムでは「産業界や地域、自治体等とも連携し、**社会での実例（実課題および実データ）**を題材とした講義を行うことが望ましい」とされているが、大学等には企業等と連携したPBL授業を経験した教員がいるとは限らない。そこで大学等の担当教員は、1) 連携相手をどうやって探すのか、2) 企業等から実課題および実データをどのように提供してもらうのか、3) 実データを取り扱ったり、企業等の実務専門家がグループワークに参加する際の注意事項は何かという疑問に直面する。

1) 連携相手をどうやって探すのか

はじめに、既に大学等と一定の信頼関係が築かれている企業等に声がけする方法が考えられる。企業等に提供依頼する実課題・実データには顧客・製品情報など秘密情報が含まれているおそれがあることから、大学等が**包括連携協定**を締結したり、学位プログラム単位で**企業コンソーシアム**を組成したり、教員が**共同研究**を実施していたり、あるいは**幹部職員に卒業生**がいる企業等から声がけを始めることが効率的である。西日本地域では複数の大学と企業が設置している「**西日本アライアンス 共同PBL**」に参加する方法もある（大阪大学数理・データ科学教育研究センター）。

次に、既存ネットワークを活用できない場合には、大学等の**産学連携**や**社会連携の部門**や、**経済産業省の地域経済産業局**に相談することで大学等との連携に前向きな企業等の紹介を受けられる可能性がある。

さらに、大学等が就活支援目的で開催する業界研究セミナーに参加する**採用担当者**経由でアンケート調査して**企業等のPBL参加意向を確認**したり（筑波大学数理・データサイエンス・AI（MDA）教育推進室）¹⁷、大学等のAI研究所が地元企業からの**相談受付を契機として先方のPBLへの連携意向を確認**する方法も考えられる（久留米工業大学AI応用研究所）¹⁸。

2) 企業・自治体等から実課題・実データをどのように提供してもらうのか

大学等が企業・自治体等にPBL授業への実課題・実データの提供を依頼するに当たっては、PBL授業において学生と企業・自治体等とともに学び合う関係性にあって、大学等は企業・自治体等へ何らかの成果を出す責任を有する立場にはないこと明確にしておく必要がある。企業等によってはPBL授業参加によって利益につながる早期の事業開発を期待する場合もあるが、大学等と企業・自治体等がPBL授業において長期的な協力関係を持続するには、自治体等からの期待値を適切に管理することが重要である。

その上で、企業・自治体等の各部署は置かれている状況に応じて異なるPBL参加動機を持っている。研究開発部門は新しい製品・サービスのアイデアや実装といった**事業開発(A)**に関心があり、内部管理（研修）部門はデータサイエンス視点での**職員のリスキリング(B)**に関心があり、採用部門は**優秀な人材の獲得(C)**に関心があり、社会連携（地域貢献）部門は広い意味での**データサイエンス人材の育成(D)**に関心がある場合が多い。また、**中小企業はA)またはB)に関心の重点を置く場合が多く、企業規模が大きくなるとC)やD)にも関心を寄せる場合が多くなる**。さらに、企業・自治体等にデータサイエンス分野に精通している博士号取得者がいる場合には、その実務専門家は**非常勤講師等としてPBL授業に参加することに関心を有している場合があり**、その場合には、その非常勤講師等をチャンネルとして関係性を深められる可能性が高まる。¹³

大学等は、企業・自治体等の各部署や専門人材は上記のように異なるPBL参加動機を有している可能性があることを認識した上で、企業・自治体等の対応部門・対応者の関心に応じて、PBLに参加することの意義を説明することが効果的である。

3) 実データを取り扱ったり、企業等の実務専門家がグループワークに参加する際の注意事項は何か

企業等から提供される実課題・実データには顧客・製品情報など秘密情報が含まれているおそれがあること、また、企業等の実務専門家がPBL授業のグループワークに参加する場合にはその議論の中から知的財産が発生する可能性が高まることから、大学等は、企業等からの実課題・実データの提供や実務専門家のグループワーク参加に合意する前に、**秘密保持および知的財産の帰属と利用**の観点から細心の注意を払った**参加者間のルールを策定しトラブル発生を未然に防止しなければならない。**

具体的には、企業等から求められる文書形式に応じて**秘密保持契約書**または**秘密保持誓約書**といった形式の文書でルールを策定し予め合意しておく必要がある。知的財産の帰属と利用に関するルールについても秘密保持契約書または秘密保持誓約書の中で併せて規定される場合が多い。大学等の産学連携部門が上記文書の雛形を持っている場合があるので各大学等においてはそれらを参照されたい。また、企業等においても法務部門が雛形を策定している場合があり、大学等の雛形による文書との調整が必要となる場合がある。また、グループワークで用いる情報共有プラットフォームの利用やグループワークの遂行についての参加者間ルールを上記文書と一体的に策定する場合もある。筑波大学データサイエンス・エキスパート・プログラム「MDAトップ人材養成特別演習（PBL）」で用いている**誓約書雛形**¹⁹はVI. 参考資料にある通りである。

V-II 実施

PBL授業の実施段階は、履修説明会を開催する、グループワークのチームを編成する、全体会合を数回開催する、全体会合の間でグループワークを定期的の実施するという流れになる。全体会合では、参加チーム相互に進捗状況の発表・質疑を行い、それを踏まえて振り返り、最終発表に向けて分析アプローチの修正・深掘りなどを行う。

題材となっている問題を担当している企業等の実務専門家や実社会で活躍中のデータサイエンティストがグループワークメンバーとして参加している場合には、グループワークの初期の段階で、実務専門家やデータサイエンティストからどのような問題解決のアプローチやストーリー設定が企業等から採択され実行に移される可能性が高いかについての戦略的な助言を得ることが重要である。また、題材となる問題の解決アプローチについて専門的な知見からのファシリテーションを得るために、そのアプローチに知見を有する支援教員をグループワークに巻き込むことも重要である。

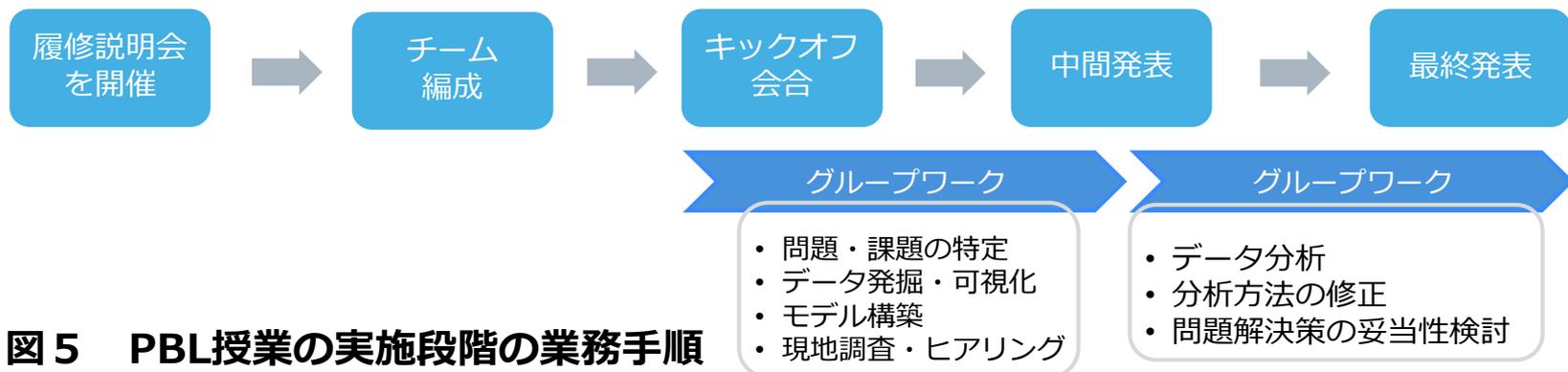


図5 PBL授業の実施段階の業務手順

V-II-1 履修説明会

グループワークが成立する履修生確保が不確実な場合には履修説明会を開催する必要がある。また、グループワークにおけるメンバー間の知的な化学反応を活性化させるために、できるだけ多様な分野からの学生の参加を得られるよう十分にリーチする広報を行うことが重要である。多くの履修生を惹きつけるために、企業等が提供する実課題の概要情報をあらかじめわかりやすく学生に提示するとともに、履修説明会においては、企業等の実務担当者が、直接、実課題の解決に取り組む意義について説明する機会を設けることも効果的である。

筑波大学の「MDAトップ人材養成特別演習」の場合、全学の学生にリーチするよう履修説明会開催ポスター（図6）を大学内各所、関連HPやデジタル・サイネージに掲示している。また、履修説明会においては企業等でその実課題の解決を担当している実務専門家が、直接、実課題の解決の意義を説明している。

データサイエンスに関心のある、すべての学位プログラムの学生の皆さんへ

本演習は、数理・データサイエンス・AI (Mathematics, Data Science and AI: MDA) を活用して、企業・自治体等と共に実社会の問題に取り組む問題解決型授業です。現場職員、真分業メンバ、データサイエンティストと交えたグループ議論をファシリテートし、問題解決策の立案をリードすることで、いま社会から真に求められている3つの力(分野融合力・実践力・卓越総合力)を養成します。データサイエンスに関心のある全ての学位プログラムの学生の皆さんのご参加をお待ちしております。

MDAトップ人材養成/育成特別演習

履修説明会 & 企業・自治体からのテーマ説明

2025 4/23 水

現地 + オンラインZoom

時間: 11:30~12:30 / 15:30~16:30

場所: 第三エリア3A416/春日エリア7A204

お申込み: 現地参加の方は当日受付も可ですが、オンライン参加の場合、前日までに事前申し込みが必要です。

MDAトップ人材養成/育成特別演習 今後の開催予定

グループワーク全体会合	6/5(木)午後	8/1(金)午後	11/25(水)午後
キックオフ会合	中間発表会	最終発表会	

学外実務専門家(非常勤講師)による講義

- プロジェクト・マネジメント講義 (6/5(木)13:40~15:00 or 16:30~18:00) (株)NTTデータ(株)大塚支店
- プレゼンテーション講義「伝わるプレゼンテーション」(株)スペースシステム(株)原田支店

本演習の特色 企業等の実務専門家と学生の学び合いで実社会の課題の問題解決に挑みます

企業・自治体等と連携したPBL(ワークショップ)授業

- 2023年度参加企業
 - 東NTTデータ ● 応用地産 ㈱
 - 関影商事 ㈱ ● つば市
 - PwCコンサルティング ㈱
 - 八千代エン지니어リング ㈱

MDAトップ人材養成特別演習

全学の博士前期学生 博士後期学生

実務・自治体 企業・自治体 講師・実務専門家 現場・実務メンバ

データ/ケースバンク 企業・自治体 現場・実務メンバ

詳細情報

科目番号	博士後期:OBL0003
	博士前期:OAL0014
実施学期	通年(6月~11月), 単位数: 2

お問合せ先 筑波大学MDA教育推進室 E-mail: mdainfo@un.tsukuba.ac.jp

図6 リアル型データサイエンスPBL(筑波大学「MDAトップ人材養成特別演習」)の履修説明会ポスター

V-II-2 グループワークのチームを編成する

PBL授業はどのような類型であったとしても学生が中心となってチームを構成しグループワークとして取り組むことが基本となる。このチームメンバー構成はその後のグループディスカッションの活性度および学生の学びの手応えに大きな影響を及ぼす。学生毎の取り組みたい課題・データの希望、担当教員から見たチーム内およびチーム間のデータサイエンス・スキルのばらつきなどを総合的に勘案してチーム構成を慎重に考える必要がある。

筑波大学の「MDAトップ人材養成/育成特別演習」の場合には、担当教員が、まず、履修学生（博士前期・後期）が参加したい複数の課題・データを順位付けして回答してもらい、その希望順位をできるだけ叶えるチームを組成し、次にスキルバランスの観点、専門分野の多様性確保の観点から調整する。さらに、各チームの課題内容に応じて、その課題ドメインに精通している支援教員に声を掛けて巻き込んで行くという手順を踏んでいる。また、チームのメンバー構成を検討する際には、右図で示されている関係主体それぞれがPBL授業に提供できるスキル・知見・資源とそれぞれがPBL授業から得るスキル・知見・資源とに好循環を起こさせる観点で検討を進めている。



図7 PBL授業の参加主体間の貢献とリターンへのループ

V-II-3 全体会合

PBL授業はグループワークが基本となるが、学生の取組意欲を刺激するとともに参加者全員で学び合う機会として全体会合を対面で複数回開催することが効果的である。また、キックオフ会合・最終発表会だけでなく、中間発表会を開催し進捗内容の発表・質疑を行うことは最終提案の質向上につながる。

キックオフ会合では、企業等が問題の詳細を説明し、学生が研究分野・データ分析経験などを紹介するとともに、チーム毎に問題解決アプローチについても意見交換し、自由にコミュニケーションし合える関係性を作るとともに、全体の作業スケジュールを決める必要がある。

中間発表会までに、現場訪問・関係者インタビューを行い、問題・課題を特定し、問題解決アプローチを絞り込み、可能であればプレ・データ分析を完了し、その成果を中間発表会で発表しコメント等を踏まえて最終発表に向けた作業方針を再構築することが望ましい。ただし、中間発表会は全体日程の制約で開催できない場合もある。

最終発表会では、チームメンバーの総力を挙げた成果として、分析の詳細説明に偏ることなく、企業等が問題解決行動を起こせるような実践的なプレゼンテーションを心がけることがポイントとなる。



図9 複数の全体会合の流れ

V-II-4 グループディスカッション

グループディスカッションでは、はじめに役割分担を決める。リーダー、チーム外との連絡調整を行う渉外、データ収集・管理、データ分析、プレゼン資料作成などの役割が考えられ、メンバー全員で議論してメンバー人数に応じて役割分担を決定する。

なかでも、リーダーには、メンバー間のコミュニケーションを活性化させ、メンバーそれぞれの異質な能力を融合し、企業等に受け入れられる実践的な最終提案を取りまとめてゆく総合力が求められる。博士前期・後期の学生を対象としている筑波大学MDAトップ人材養成/育成特別演習においては、原則、リーダーは博士後期学生が務めるよう指導している。

次に、メンバー間で日程を調整しグループワークのスケジュールを決めることとなるが、原則週1回程度の定例会を持ち、メンバーが定期的に進捗を相互に報告し合い、進め方を確認調整しながら進めて行く必要がある。また、企業等の実務専門家や実社会で活躍中のデータサイエンティストがチームメンバーに加わっている場合には、作業の進め方についての戦略的な判断や分析アプローチの基本方針を決める際には、そうした外部専門家と議論し助言を得ることが最終提案の実効性を高めるために極めて効果的である。

なお、最終提案の実践性を高めるためには、解決提案のドラフトを早めに完成させ、企業等の実務専門家や実社会で活躍中のデータサイエンティストにプレゼンし、得られたコメントを踏まえて提案内容をブラッシュアップしておくことも重要である。

V-III. 評価

PBL授業の評価は、**教員による履修生の評価、履修生によるPBL授業の評価、企業等によるPBL授業の評価、大学によるPBL授業全体の評価**に分けられる。4種類の評価を全てやらなければならないわけではないが、教員による履修生の評価と履修生によるPBL授業の評価は必須である。

教員による履修生の評価の際のグループワークの評価については、チームによる成果発表内容と発表会での質疑応対を、担当教員が支援教員や参加企業等の意見を踏まえて評価する。グループワークの中での個々の学生の評価については、個人レポート、チーム内の学生相互評価などで工夫する必要がある。チーム評価、個人評価の評価分類についてはFail/Pass評価もありうる。

履修生によるPBL授業の評価項目としては、1)PBL授業の準備は十分にされていたと思うか、2) 教員の説明や授業の進め方は適切であったか、3) 授業を通じてデータサイエンスへの興味や関心が高まったか、4) 総合的に判断して、この授業を受講して良かったと思うか、を5件法で問い、時系列変化を確認することが考えられる。また、最後に、5) 授業に関する改善点・感想などを自由にお書きください、教員の説明方法、配布資料、授業の進め方、難易度やグループワークの負荷など授業の改善につながるコメントを特に歓迎する、といった自由記述形式（1000文字以内）の回答を求めて、次年度の改善に繋げることも重要である。

企業・自治体等によるPBL授業の評価においては、企業・自治体等から参加している実務専門家、支援教員として参加している教員・非常勤講師、TA/RAなどに対するアンケート調査または対面調査を実施し、PBL授業から得られたもの、要改善点などを把握し次年度へ繋げる。PBL授業でグループワークを共にした学生を採用している企業等がある場合には、採用後の評価や大学教育への期待についてフィードバックを得て次年度に反映させることも重要である。

最後に、企業等の継続的な参加を確保するには、PBL全体の質の確保を図るための評価メカニズムを作っておく必要がある。たとえば、担当教員が、履修生及び企業・自治体等によるアンケート調査等をまとめた上で自己点検し、その自己点検結果を公表する。加えて、大学内に大学全体の教育の質の確保を担当する組織がある場合には、その組織が自己点検結果を評価し公表するメカニズムを構築することが望ましい。

VI. 参考資料

- 1) 数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）モデルカリキュラム～ AI×データ活用の実践 ～2021年3月策定、2024年2月改訂、数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアム（p.24）
http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model_ouyoukiso_20240222.pdf
- 2) 文理を問わず全国すべての高等教育機関の学生が、数理・データサイエンス・AIを習得できるような教育体制の構築・普及を目指すとともに、この分野を牽引できる国際競争力のある人材および産学で活躍できるトップクラスのエキスパート人材の育成を目指すことを目的としている全国の大学および高専で構成されるコンソーシアム。
<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/>
- 3) 同コンソーシアムに設けられている4つの部会のうちのひとつで、実データ・実課題を収集・整備、大学等が活用できる環境の整備を得ことを目的としている。
<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/activities3.html>
- 4) Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369–398.
3) Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Buck Institute for Education.
- 5) Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Buck Institute for Education.
- 6) Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In Sawyer, R. K. (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 317–334).
- 7) Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education: Theory, practice and rubber sling shots. *Higher Education*, 51(2), 287–314.
- 8) Barron, B. J. S., et al. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271–311.

- 9) Kolodner, J. L., et al. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495–547.
- 10) Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20.
- 11) Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In Sawyer, R. K. (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*.
- 12) 筑波大学「MDAトップ人材養成特別演習」のシラバス <https://x.gd/3EDiy>
- 13) 筑波大学：シラバス作成のためのガイドライン
<https://www.tsukuba.ac.jp/about/action-management/pdf/syllabus-guide.pdf>
- 14) 筑波大学「MDAトップ人材養成特別演習」実施要領へのリンク：to be added.
- 15) 経済産業省経済産業局のURL：<https://www.meti.go.jp/intro/data/a240001j.html>
- 16) 西日本アライアンス 共同PBLのURL：
<https://www-mmds.sigmath.es.osaka-u.ac.jp/structure/activity/workshop.php?id=86>
- 17) 筑波大学MDA教育推進室主催「業界研究セミナー」：<https://www.mda.edu.tsukuba.ac.jp/news/8115>
- 18) 久留米工業大学AI応用研究所 <http://aail.kurume-it.ac.jp>
- 19) 筑波大学データサイエンス・エキスパート・プログラム「MDAトップ人材養成特別演習」（PBL）の「参加誓約書」（<https://x.gd/gfW18>）および「参加条件」（<https://x.gd/3GXko>）。