

令和5年度土木学会中部支部調査研究委員会 事業内容報告

カーボンニュートラル実現に向けて社会変革を考える教育方法の検討委員会

代表者岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 角野 晴彦

1 目的

持続可能な開発の三側面は、環境・社会・経済である。2050年カーボンニュートラル（CN）に伴うグリーン成長戦略は、エネルギー生成、物流、製造等の技術変革と、それに伴う環境・経済の好循環に留まっている。ここでは社会変革が欠落している。本委員会の目的は、CN実現に向けて、技術革新と社会変革（国民行動の変化）の2つの社会変容が車の両輪のごとく、まさしく循環型「社会」の形成を促す教育方法の確立である。

2 活動実績

4～6月：社会人、高専生、小学生（あるいは中学生）を対象にして、これまで調査してきた港湾・臨海部におけるCNの理解度を整理した。

7～9月：実験実習を導入しながら解決できる複数の課題を提案した。7月20日、9月19日に委員長、副委員長、幹事長でのオンライン委員会を開催し、提案内容を精査した。PBLの受講者の理解度に合わせて、PBLの設計を始めた。

10～12月：PBLを設計、制作した。

12月25日：豊橋技術科学大学にてPBLを試行した。対象は、岐阜高専、豊田高専、豊橋技術科学大学の学生とした。

1～2月：PBLの試行の結果を整理した。

3月21～22日：豊橋技術科学大学にて対面式の委員会を開催し、活動を振り返った。

3 開発する教育方法の概要

我々は、令和4年度にCNポートに関するアンケートを56名の技術者を対象に実施した。その結果、CNポート実現のため実施すべき事項は、全国民への啓蒙・啓発と企業等での人材育成と示唆された。本研究は、企業等での人材育成に注目し、進路を考える高専生から社会人を対象としたCNに関する教育方法を開発する。本教育方法の受講者は、学習に多くの時間を割けない。学習の定着度を高めるためには、教育に議論を含めることが効果的とされている。そこで開発する教育方法は、ファシリテーションを取り入れた約180分の短時間PBL（課題解決型授業）とする。ファシリテーションは、問題解決を促進するコミュニケーション技術である。PBLは、グループワークを伴い様々な教育効果を上げる、その一方で、長時間（期間）を要する。開発する教育方法の時間ではPBLとしての深い探究を行えない。本PBLは、ファシリテーションの理解と実践によって、短時間で課題解決に向かうようにした。

4 PBLの設計

本PBLの課題は、港湾付近の土地あるいは海域を利用し、ブルーカーボン（BC）を拡大、排熱を有効利用する事業を実現させる行動計画の作成とした。

本PBLの構成、設計項目、予定時間を表1に示す。班の人数は、4～5名とした。本PBLの課題解決は、一般的なPBLにおける課題解決である制作にファシリテーションを取り入れ、短時間PBLを可能にした。

5 PBL の実行

本 PBL は、令和 5 年 12 月 26 日に実施した。本 PBL の受講者は、高専 2 年生から大学 3 年生で、合計 17 名であった。各項目の実施時間を、表 1 に示す。

(1) 知識導入、情報収集・計算

知識導入は、講義形式とした。内容は、CN、ファシリテーション、PBL、港湾の役割、CN ポート、BC、港湾の排熱とした。

情報収集・計算では、まず、土地あるいは海域の利用方法を選択させた。利用方法は、こちらから提示した。提示した利用方法は、BC の拡大では昆布養殖・アマモ場造成等、排熱の有効利用ではいちご栽培・コーヒー栽培等であった。次は、利用できる土地あるいは海域の面積を求めた。利用する土地あるいは海域は、こちらから提示した。面積の求め方は、配布した地図に予め描いたマス目を数えさせた。最後は、選択した利用方法による CO₂ の吸収・削減量と利益を計算させた。計算する前に CO₂ 原単位、J-クレジット（J

ブルークレジット）を含む一連の計算方法、前提や仮定を説明した。計算では、配布した iPad を利用させた。CO₂ の吸収・削減量と利益は、面積を入力すると計算されるようにした。

各利用方法における CO₂ の吸収・削減量と利益の計算の過程のうち、排熱の有効利用について、表 2 に示す。ここでの利益は、排熱で温めた温室で栽培した作物を販売した商品利益と、CO₂ 排出削減による J-クレジット利益を足して求めた。J-クレジット利益は、国が認証する制度によって CO₂ 等の排出削減量・吸収量を「クレジット」に変換して得られる。利用できるとする排熱の量は、エネルギー損失を考えず、1 ヶ月間で名古屋港に停泊する外航船のコンテナ船からの排熱とした。

(2) 課題解決

本 PBL は、受講者の属する業種の立場で課題解決を行わせる。今回の受講者は学生のため、受講者は指定した業種を演じて課題解決を行った。演じる業種は、行政機関、エネルギー業、製造業、建設施工業とした。

課題解決の流れが一目でわかるように、A0 用紙 1 枚にまとめたワークシートを用意した。課題解決に用いた問題解決型ファシリテーションは、論理（論点の繋がり）を平面的に模式し、その上で問題発生の原因、解決策、行動計画を考える手法である¹⁾。具体的には、表 1 に示す 5 段階に分けて進めた。本報告では解決策の発散以降について説明する。PBL で用いたワークシートのうち、解決策の発散を行った用紙の一部を図 1 に示す。図 1 には、解決策の発散にお

表 1 本 PBL の構成と時間

構成	項目	予定時間 (分)	実施時間 (分)	
準備	知識導入	15	25	
	自己紹介	6	6	
	使用する道具の確認	1	1	
	話し合いの役割の決定	4	5	
	話し合いのルールの決定	4	3	
	情報収集・計算	17	20	
休憩		10	10	
課題解決	説明	2	4	
	問題解決型	原因の発散	17	16
		原因の収束	8	9
	ファシリテーション	解決策の発散	44	40
		解決策の収束	11	14
	会議	行動計画作成	7	9
評価	達成度評価試験	15	15	
	合計	161	177	

表 2 排熱の有効利用による CO₂ 排出削減量と利益

選択肢	面積 m ²	利益 千円	CO ₂ 削減量 kg-CO ₂	商品利益 千円	J-クレジット 利益 千円
いちご	100	1,736	844	379	1,356
コーヒー	100	2,341	844	985	1,356
カカオ	100	2,532	825	1,207	1,325

ける意見の広げ方を加筆した。個々の受講者に、選択した利用方法の実現のため必要な行動を挙げ、付箋に書かせた。ここでの行動は、受講者の属する（演じる）業種の立場で、原因の発散で整理した各視点、図1における「昆布を養殖する環境」から考えさせた。班では、視点に必要な行動を、目的と具体案に分類させた。講師は、その状況を把握して、具体案の結果の予想から新たな具体案や目的を挙げるようコーチングした。この狙いは、試行錯誤を経て行動計画の具体策を出させるためである。

その後、解決策の収束では、班で属する（演じる）業種の立場から、各解決策の実現（実行）性と事業実現への貢献度を評価し、行動計画を作成させた。

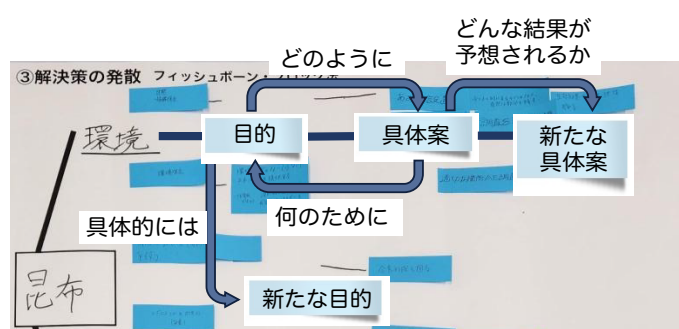


図1 解決策の発散を行った用紙の一部

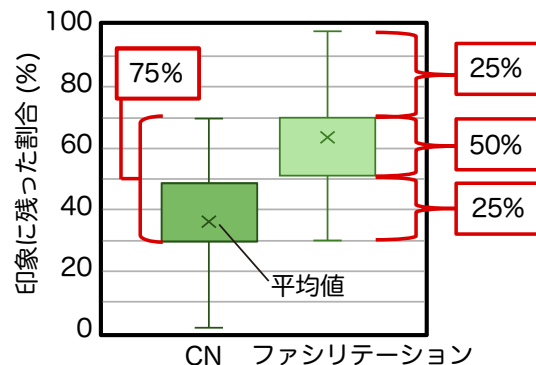


図2 本PBLの印象評価

6 PBLの評価

本PBLの実施時間を表1に示す。予定時間を超えた項目の多くは、講義や説明を含む内容であった。班での活動を含む内容は、コーチングの改善によって短縮できると考えられた。

達成度評価試験に含めたアンケートの結果を、図2の箱ひげ図に示す。設問は、「今日の授業の中で印象に残ったのはCNとファシリテーションで何%?」である。受講者の75%がCNが印象に残った割合を30～70%とした。印象に残った割合は、CNとファシリテーションに大きな偏りは見られない。ファシリテーションをPBLに取り入れること、180分の短時間でCNとファシリテーションを学習することは可能であると示唆された。

また、本PBLで受講者は業種を演じた。受講者の演じる業種に対する理解度の把握、理解度が低い場合の対策が必要であった。

7 まとめ

本委員会は、ファシリテーションを取り入れたPBLを開発し、180分でCNを学習できた。議論を含めた教育方法は定着度が高いとされていることから、本PBLの学習内容が仕事において長く意識されることを期待したい。

8 外部発表

神宮司琉羽、角野晴彦、松本嘉孝、市坪 誠、仕事においてカーボンニュートラルを意識するための短時間教育法の開発、土木学会第79回年次学術講演会、2024.9発表予定

参考文献

- 1) 大石加奈子、エンジニアリング・ファシリテーション、森北出版、2011