

物理の教科書のランチを用いた理解

高須昌子

1. はじめに

2020年9月に開催された、教育のためのTOC日本支部[1]主催のイベント「おうちでTOCfe」において、「物理の教科書でランチを書いてみよう」[2]の進行役を担当させていただいた。本稿ではその内容を報告する。

2. イベントの概略と案内

イベント名「おうちでTOCfe」にある、「TOCfe」とは、「教育のためのTOC (Theory of Constraints、制約理論)」[3]である。ゴールドラット博士[4]によって始められたTOCの様々なツールが、教育向けに3つのツールにまとめられている。

「おうちでTOCfe」のイベントは、コロナのため外出を控えている中で、Zoomを用いて、TOCfeに関する相互の学びに役立てようという趣旨で、2020年の5月に始められた。月1度程度、休日の夜に開催されていて、誰でも自由に参加することができる。担当者は毎月変わり、TOCfeに関係したテーマを、担当者が自由に選ぶことができる。

私が担当させていただいた2020年9月の回の案内を図1にのせる。

**物理の教科書で
ランチを書いてみよう**

おうちでTOCfe
教育のためのTOC日本支部

2020/9/26(土)@Zoom
高須昌子

こんにちは、教育のためのTOC日本支部事務局です。
9/26(土)20時~21時に #おうちでTOCfe @Zoom を開催します。下記の案内をご覧ください。

【オンライン企画】おうちでTOCfe (2020年9月)

■概要
日時：9/26 (土)
開催：オンライン (Zoom)
テーマトーク：物理の教科書でランチを書いてみよう (進行：高須昌子)
フリートーク：参加者同士で自由に意見交換 (見学可)

■タイムテーブル
19:45 開場 (カメラとマイクの確認時間としてご利用ください)
20:00 前半：テーマトーク【録画あり、配信予定】
20:30 後半：フリートーク【録画なし】
21:00 終了
(途中参加、途中退席可)

■テーマトークについて
「教育のためのTOC」のツールの1つ、「ランチ」を使ったワークショップです。
受験勉強をする際に、まず教科書の理解が必要、とよく言われます。
教科書を理解するには、どうすればいいのでしょうか？
1つの方法が、ランチで整理することです。
今回は、ランチについて簡単に説明した後、物理の教科書の文章を例に、ランチを描く演習をします。
教科書の重要性、どの物理の教科書を勉強すればよいか、などについても説明します。
ランチが初めての方も大丈夫です。
また、物理の予備知識も不要です。
簡単な部分を題材にします。
受験勉強の方法がわからずに困っている高校生の皆さん、頑張っているのに模擬試験の成績が上がらない方、お子さんに志望大学に入ってほしい親御さんにも役立つ内容になっています。
当日は質問もできます。
ご興味のある方はぜひいらして下さい。

図1 イベントの案内文([2]より一部を掲載)

3 当日の進行

図2にイベントの進行の概略を示す。当日の与えられた時間は30分であった。最初に概略の話をして、次にブランチのワークを行った。その後、ワークの発表と議論があった。30分で一旦終了した後、質疑応答と議論の時間が30分あった。正規のプログラムは開始後1時間で終了し、その後は、自由な議論であった。

参加人数は最初の30分の部分で47名、Zoom終了時の21:50頃で20数名であった。Zoom開催であり、途中の出入りは自由であるので、大体の人数である。

担当の30分(図2の(1)(2)(3)の部分)の内容を次の4節から6節に述べる。

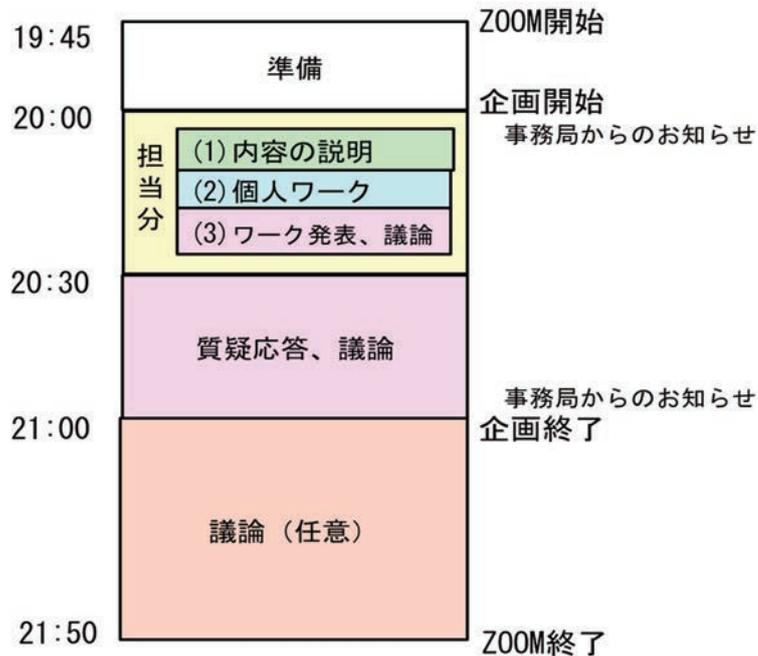


図2 当日の進行の概略

4. ブランチの方法

ブランチは、2節の最初に述べたように、ゴールドラット博士[4]によって始められたTOCのツールの1つであり、教育のためのTOC[3]の3つのツールの1つである。参考書[5][6]にも詳しい説明がある。

ブランチの基本を図3に示す。因果関係を下から上に矢印で表す。ある結果に対して2つ以上の原因が必要な場合は、図3(b)のように、楕円によって「かつ (and)」を表す。

ブランチによる図解は、これから述べるような教科書の分析に限らず、広く使える。たとえば、筆者が担当する大学1年ゼミでは、学生がソフトマター(やわらかい物質)の実験結果を予想したり[7]、将来の仕事を考えたりした[8]。また、市民対象の講座については[9]で述べた。

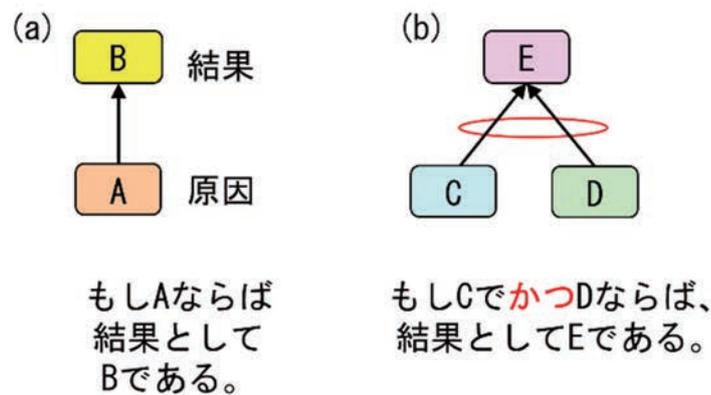


図3 ブランチの基本 (a) 原因が1つの場合、(b)原因が2つ必要な場合

5. 物理の教科書を題材にした理由

今回は、ブランチのワークの材料として、高校の物理の教科書を選んだ。教科書を選んだ理由は、高校生や受験生で教科書の重要性を認識していない人を見かけるためである。私が大学院生の頃に教えていた高校生が、「模試の問題がわかりません」と質問をした。その生徒に教科書にのっているような基本的な事項を尋ねてみたが、答えられなかった。教科書の基本的な事項を理解せずに、問題を解こうとしても、難しいと思う。

教科書は多くの著者によって書かれていて、何度も改訂され、文科省検定も経ている。大学の教員が入試問題を作成する際は、高校の教科書を参照している。そのように大事な教科書をしっかり理解しないで、いきなり問題を解こうとする傾向があるようだ。

一方で、「教科書が大事なことはわかったが、教科書を読んでも、文章が頭に入っていない」、「日本語が難しくてわからない」という声もある。では、どうすれば、教科書をきちんと読めるようになるだろうか。

1つの方法は、文章を図解することである。図解の方法の1つとして、前節で述べたブランチが役立つ。

6. ワークの題材とブランチ

高校の物理基礎の教科書[10]から、次のような文章をワークの題材としてあらかじめ選んだ。第3編「波」の第2章「音」の冒頭部分である。

太鼓をたたくと、太鼓の膜の振動によって、まわりの空気は圧縮と膨張をくり返す。このため、空気に圧力の高い部分（密部）と低い部分（疎部）ができ、空気の振動が波となって伝わる。

[物理基礎、数研出版、2020年発行、p.166][10]

教科書の元の文章は、最後の「波」が「縦波」になっているが、ワークの都合上、「波」に変更した。

当日は、参加者が各自ブランチを描く時間を約 10 分とった。その後、参加者に Zoom の画面共有で発表していただき、それに関して皆で議論した。

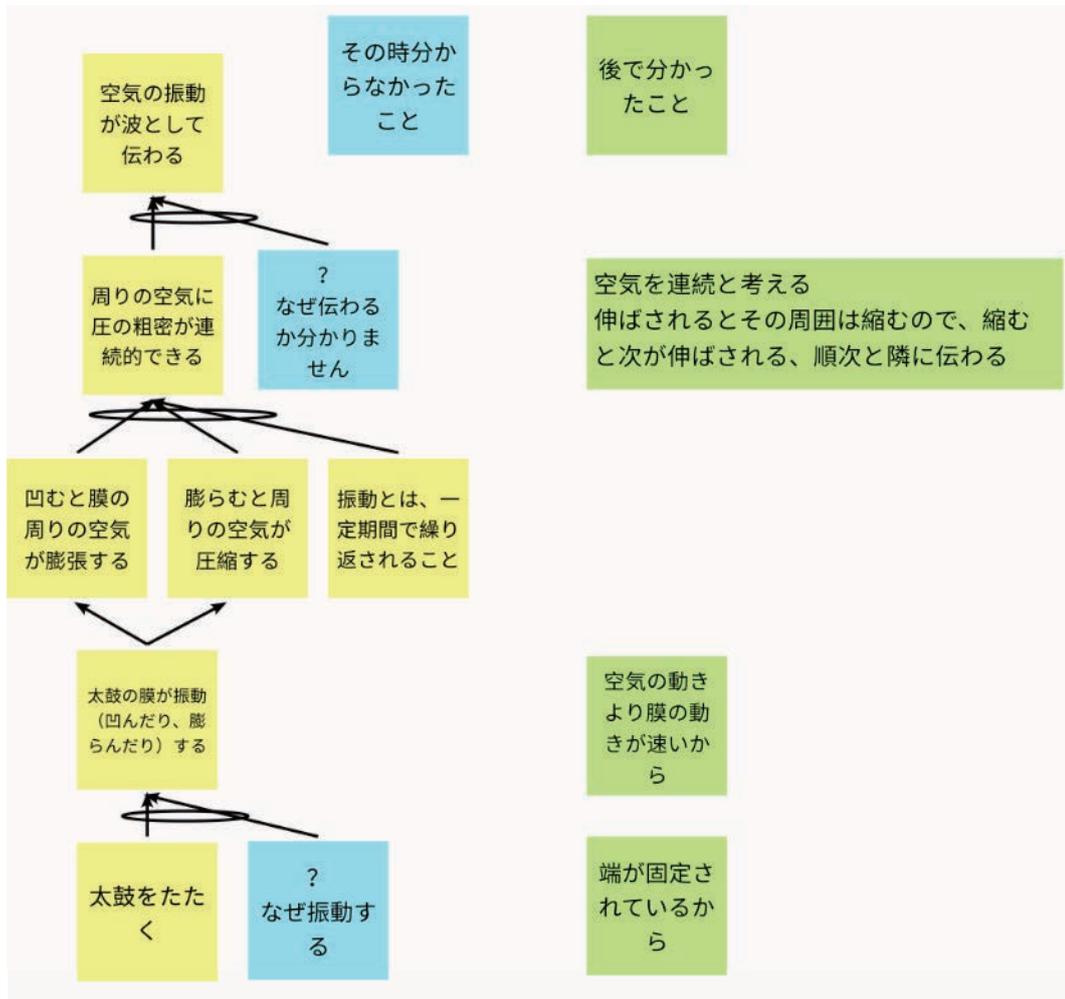


図 4 参加者のブランチ (渡辺勝也様の許可をいただいて掲載します)

図 4 に、参加者によるブランチの一例を示す。教科書の文章を元にした部分が黄色の箱、ブランチを描いた際の疑問点が青色の箱である。青い箱がブランチ内に書かれているのは、「この部分の理由が足りないのではないか」という意味である。緑の箱に書かれた内容は、皆の議論の中でわかったことであり、青い箱の中に書く候補である。この色分けは作成者ご自身で考えられたもので、わかりやすい。

ブランチを描く際は、ノートや付箋に手書きでもよいし、この例のようにコンピュータを用いてもよい。ブランチにすることによって、因果関係がわかりやすい。ブランチを作成する途中で、わからない点は、このように別の箱 (図 4 の青い箱) に書いておくとよい。

教科書を読む際に、「この文章がわからない」では範囲が広いが、このようにブランチにすると、「この箱の中のこの単語がわからない」「この矢印がわからない」「この箱に至る理由が足りないような気がする」などと、わからない部分を、より明確にできる。

7. 振り返り

今回は、「物理の教科書でランチを書こう」というテーマで参加者の募集をした。そのため、物理に多少の興味があり、論理にも興味がある人が参加していると考えられる。もし、通常の授業で、「物理が好きでない」かつ「論理も苦手」である学生が相手の場合は、今回ほどうまくいかない可能性がある。他の工夫が必要になるだろう。

通常の会場での開催だと、歩き回って、参加者がどのようなランチを書いているかを見ることができる。また、Zoom であっても、筆者が担当している 1 年ゼミ[7,8]なら 6 名程度なので、全員のランチを見ることができる。だが、今回は Zoom 開催で人数が多かった関係で、発表者以外の参加者がどのようなランチを書いているかは見ることができなかった。今回は気楽な会なので、全員のランチを見る必要はないのだが、もし授業で大人数の Zoom の場合は、オンラインの提出場所を用意する必要があるだろう。

今回のイベントでは、Zoom での開催により、遠方の方も気楽に参加することができた。今後も Zoom により学びの機会が増えるだろう。

今回は、予定のプログラムは 1 時間で終わったが、その後 1 時間近く、議論が続いた。Zoom 終了時間までに約半分の方々が残っており、教育に対する関心の高さが伺われた。今後、機会があれば、数学の教科書を題材に同様のワークを行ってみたい。

謝辞

イベントを企画して下さった、教育のための TOC 日本支部の若林靖永理事長並びに理事の皆様にお礼申し上げます。イベントの運営をされた竹ノ下知子様と奥田拓也様、ランチを作成して掲載許可を下さった渡辺勝也様、そして当日ご参加いただいた皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] 教育のための TOC 日本支部 <http://tocforeducation.org/>
- [2] 物理の教科書でランチを書いてみよう <https://www.facebook.com/events/326691311901336/>
- [3] TOC for Education <https://www.tocforeducation.com/>
- [4] エリヤフ・ゴールドラット著,三本木 亮 訳「ザ・ゴール」ダイヤモンド社、2001 年
- [5] 岸良裕司、きしらまゆこ「考える力をつける 3 つの道具」、ダイヤモンド社、2014 年
- [6] 飛田基「考える力の育て方」ダイヤモンド社、2017 年
- [7] 高須昌子 生命科学部 1 年ゼミにおけるソフトマター物理、大学の物理教育、**24** (2018) 104-107
- [8] 高須昌子 1 年ゼミにおけるキャリア教育-先輩インタビューの導入--、東京薬科大学紀要、**22** (2019) 43-48
- [9] 高須昌子 アクティブ・ラーニングによる論理力養成 -八王子いちよう塾講座の報告- **23** (2020) 41-46
- [10] 改訂版 物理基礎、数研出版、平成 28 年 2 月 23 日検定済、令和 2 年 1 月 31 日発行。