

触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

「科学的思考」を武器にする ～例えば、PDCA 力（仮説と検証）～

ビック情報 山松節男

標準化研究学会、並びに日本生産管理学会のそれぞれ 2022 年度全国大会への寄稿 [9], [10]に大幅に加筆したものである。

本稿執筆の狙いは、実は科学的思考を鍛える訓練プログラムの PR である。一読の上、本プログラムの感想などお寄せいただければ幸いである。

触媒懇談会ニュースの No. 158 (人生三毛作) [7]で一部ふれた内容でもある。

1 はじめに

企業の若手社員 (文理) を対象とした科学的思考を鍛える演習主体のフル二日コースの訓練プログラムである。

この 2 年ほどかけて旭化成の水島製造所の人材育成委員会の協力を得て開発した。

このような訓練プログラム開発の必要性に気付かされたのは、触媒学会のキャタリシススクールで「実用触媒の開発」との演題で 10 年ほど前から講義をお引き受けしている、それが発端である [8]。

この講義では企業の触媒研究初学者を対象に研究開発の成功確率を高めるいくつかの定石、並びに科学的思考の「コツ」をお伝えしてきた。以来、科学的思考を鍛えること

を狙いとした体系的な訓練プログラムの必要性を痛感してきた次第である [2]～[6]。

2 「科学的思考」を鍛える訓練プログラム

科学的思考を論理的思考と誤解する向きが多い。実は懐疑的・批判的思考を併せたものである。それぞれに論理力、創造力と言いつ換えると分かりやすい。

これらの力を鍛えるのに、日々意識し習慣化することで、その場限りの知識としてではなくスキルとしての科学的思考が身に付く (科学的思考を武器にする)、そのような訓練プログラムをと考えてきた。

科学的思考の必要性に文理の垣根はない。経験に乏しい企業の若手社員たちを中心に例えば、

- ・考えの組み立て方・伝え方が弱みと感ずる若手社員 (文理)
- ・若手社員を指導したい管理職
- ・PDCA 力を鍛えたい若手の製造職・研究職・スタッフ

を受講対象に想定して開発した。受講者のレベル・業務に依らず共通して取り組んでいただける演習主体の実践的かつ実用的なプログラムとすることに意を砕いた。

『思考の構造化(考え抜く力)』 『文章の構造化(書く力)』 『PDCAの構造化(PDCA力)』

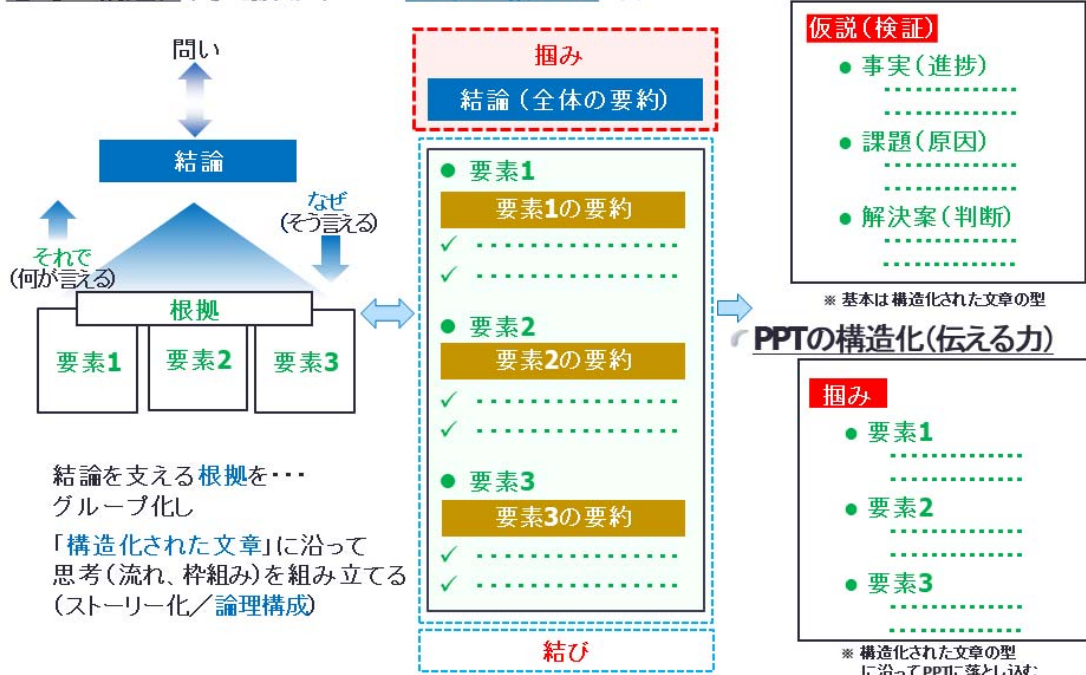


図1 基本は構造化された文章

3 学部生・院生に向けた訓練プログラム

今回、体系化した訓練プログラムを改めて眺め直し、企業の若手社員向けとしていた縛りを外して大学の学部生、院生にまで改めて対象を広げた。

レベルは下げない。代わりに演習は解答例を示しながら、予め定めておいた評価項目のリストに従い○×で演習ごとに「型」と「コツ」(後述)の改善点を受講者個別に直接フィードバックする。指摘した事項を順次、改善していけば受講者のレベルに応じたスキルが身に付く仕掛けである。誰一人取り残さないプログラムである。

受講者ごとに、改善点をフィードバックし届けるスタイルは好評である。

実は、既に東京農工大学、鳥取大学、東京都立大学、神奈川大学等でこの訓練プログラムに近いものを講義している。

いずれ企業で活躍が期待される方々にス

キルとしての科学的思考の要諦を腹落ちさせるニーズ・意義は十分にあるはずである。しかも彼らにとって魅力的でかつ取り組みやすいプログラムに仕上げたつもりである。フル二日の集中講義(あるいは15コマの通常講義)を想定している。

文系、理系を問わず科学的思考を武器にできれば、研究の世界、ビジネスの世界は当然として「人生の成功確率」が高まると前置きして講義を始めることにしている。そうすると、学生さんたちは水を打ったようにシーンとなる。

4 本プログラムの狙いと特色

まずこの訓練プログラムの狙い、特色等を紹介させていただきたい。

4.1 狙い

受講をお薦めしたいのは、
・科学的思考(論理力・創造力)の習慣を身

「(構造化された文章を書く)ことは「考える」こと

● 主題文・**括み**(結論)への要約

- ✓「なぜ(そう言える)」
- ✓「それで(何が言える)」

● 重要な事柄、要約した内容に対して…

- ✓「(それは)本当か」
- ✓「他に(考えられないか)」

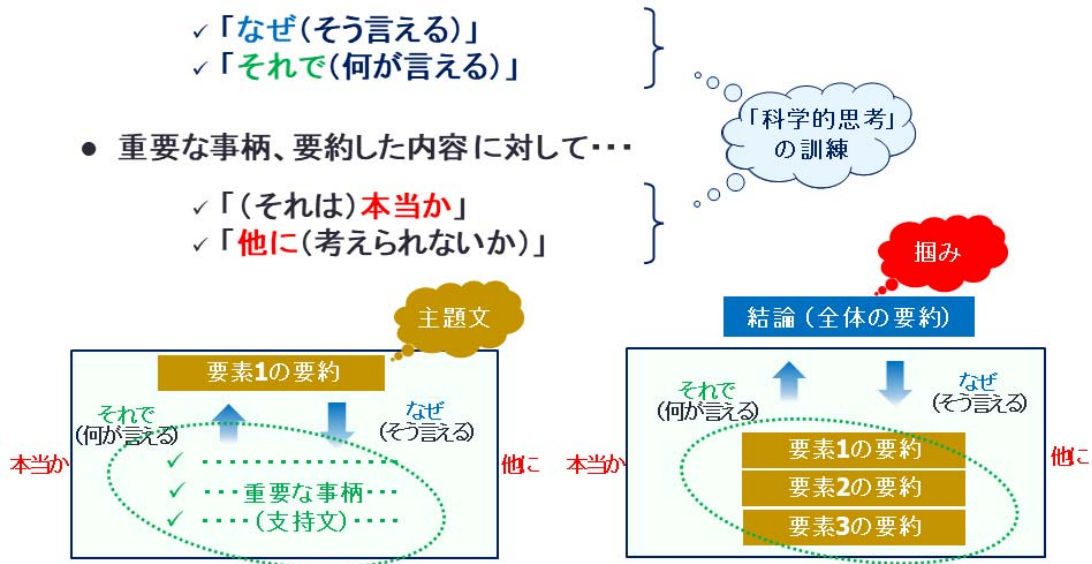


図2 科学的思考の訓練

に付けたい方

具体的には・・・

- ・文章が分かりにくい・論理的でないと言われる方
- ・「本質的な問題が何か」見抜けない・「課題が何か」設定に漏れが多いと言われる方
- ・「本当か・他に・なぜ・それで」とよく言われる方
- ・PDCA (仮説と検証) が回っていないと言われる方

4.2 特色

以下の3点にまとめられる

- ・科学的思考(論理的・懐疑的・批判的思考, 仮説・検証)を武器にする, その習慣が身に付くプログラム
- ・思考を組み立てる(広げる/深める)・伝える(論理的/分かりやすい), そのため

の「型」と「コツ」が演習を繰り返すことで段階を踏んで身に付くプログラム

- ・演習中心の実用的かつ実践的なプログラム

5 「科学的思考」を武器にする

では本プログラムでは科学的思考をいかに鍛え, 習慣化するか. それには科学的思考の「型」と「コツ」の二つを訓練する.

5.1 「型」

「型」とは, 一つには「構造化された文章(図1)の「型」である. 思考を組み立て, 伝えるための「型」である. 「構造化された文章」を書くことが, 科学的思考の訓練そのものであり, 科学的思考を鍛える基本である. 「書くことは考えること」である.

今一つは, 思考を組み立てる「型」として論理パターンの二つの「型」・論理構成の三つの「型」, 両者を訓練する. 本プログラム

表1 一日目カリキュラム / 「分かりやすく・論理的な文章」を書く

	カリキュラム	ポイント	演習	頁
Lesson 1	「科学的思考」を武器にする ～「書く」ことの意義～ 9:00～10:00	・「書く」ことは「考える」こと	配管詰まり	P5 ～ p25
Lesson 2-1	「構造化された文章」 ～掴み-本論-結び～ 10:00～10:30	・ 分かりやすく・論理的な 文章	分かりにくい文章	P26 ～ P42
Lesson 2-2	「流し読みできる」工夫 ～「見出し」、「主題文」～ 10:30～11:15	・ 視覚化	大型自動回転ドア事故	P43 ～ P66
Lesson 2-3	「掴み」の工夫 ～「掴み」～ 11:15～12:00 13:00～14:30	・ 結論先出し	大型自動回転ドア事故 スプレー塗装	P67 ～ P94
Lesson 2-4	「分ける」工夫 ～論理構成～ 14:30～16:30	・ 論点を分ける	チャレンジャー号爆発事故	P95 ～ P118
Lesson 3-1	「構造化された文章」の型に沿った 思考の組み立て方 ～2通りの論理パターン～ 16:30～17:00	・ ストーリー(論理構成)組み 立ての手順	HHK提案数減少・マンネリ化 (「漏れなく」書き出す)	P119 ～ P138

注) 演習3-1の解説 二日目教材のp5～p8

の中でここが一番の鬼門であろう。

「論理思考」の訓練プログラムでは思考の組み立てにロジックツリーが推奨されるが、本プログラムで訓練する「構造化された(階層化された)文章」を書きながら論理構成するほうが合理的である。アウトラインプロセッサ、あるいはテキストエディターを使えば手軽に構造化された文章を書くことができ、論理構成まで行うことができる。

ロジックツリーはアイデア出しに向くが、「構造化された文章」で論理構成すれば思考が一段とドライブされる。ロジックツリーのキーワード表現をセンテンス、しかもワンセンテンス・ワンメッセージとして書き出すだけで、考えが具体的かつ緻密に深まることになる。いかがでしょうか？

5.2 「コツ」

「コツ」とは、科学的思考で重視する「な

ぜ (Why So)」、「それで (So What)」に「本当か」、「他に」を加えた「本当か・他に・なぜ・それで」、これら四つのキーワードを自問自答する「コツ」である。

「構造化された文章」に沿って思考を組み立てる際に欠かせないのが、これら四つのキーワードである(図2)。大事なのは四つのキーワードを使いこなすコツ、及び思考組み立ての「型(二つの論理パターン、三つの論理構成)」を使いこなすコツである。

「本質的な問題が何か」見抜けない、あるいは「課題が何か」設定に漏れが多いと悩ましく感ずる方は多い。誰もが悩ましい。

これらの「型」と「コツ」が頭ではなくスキルとして身に付けば実は難しくはない。演習を繰り返し、実践的・実用的な訓練を行う。要は「型」を理解した上で「コツ」を飲み込み、日々意識して訓練する。

表2 二日目カリキュラム / 「考え(ストーリー)」を組み立てる

	カリキュラム	ポイント	演習	頁
Lesson 3-2	論理パターン-1 ～「考えの流れ」～ 9:00～10:00	・ 事実-解釈-意見	大型自動回転ドア事故 (「枠組み化」し書き出す)	P9 ～ p30
Lesson 3-3	論理パターン-2 ～「考えの枠組み」～ 10:00～12:00	・ 分解・フロー・比較	HHK提案数減少・マンネリ化 (「考えの枠組み」を変える)	P31 ～ P60
Lesson 3-4	あなたの意見は？ ～「考えの妥当性」～ 13:00～15:00	・ 本当か・他に・なぜ・そ れで	HHK提案数減少・マンネリ化 (「考えの枠組み」は妥当か)	P61 ～ P86
Lesson 4-1	PDCAのコツ ～仮説+検証～ 15:00～15:20	・ 仮説を立て、検証するサ イクル ・ バックキャスト		P87 ～ P95
Lesson 4-2	PDCAの論理構成-1 ～仮説/現状-課題-解決案～ 15:20～16:20	・ 課題(KPI)は何か？	PDCAを上手く回すには？ (「目標」を定量化下さい)	P96 ～ P114
Lesson 4-3	PDCAの論理構成-2 ～検証/進捗-問題-原因-判断～ 16:20～16:40	・ (進捗良・不良の)問題・ 原因は何か？	PDCAを上手く回すには？ (仮説を立て、現状を検証下さ い)	P115 ～ P126
Lesson 5	話し方の構造化 ～例えば、PPT(パワーポイント)～ 16:40～17:00	・ 論理構成・「行間」を簡 潔に伝える		P127 ～ P148

注) 本研修の振り返り(Lesson6) p149～p158

5.3 PDCAは「型」と「コツ」の応用

PDCAは「型」と「コツ」の応用であり、仮説・検証のサイクル(図3)を回すことである。

KGI, KPI まで理解していただくことを狙っている。本来これらは数値化・定量化することが望ましい。テーマによってはこれが難しい。その訓練も行う。

PDCA サイクルを回す解説本は多い。しかしながら本プログラムのように「科学的思考」から説き起こし、「構造化された文章」の型に沿って仮説・検証を回そうとする試みは見当たらないのではないかな。

6 カリキュラム(表1, 2)

カリキュラムを紹介する。主として四つのパートからなる。

6.1 文章の構造化(Lesson2)

「分かりやすく論理的な文章」とは何かを

理解し、使いこなしていただくことが狙いである。

訓練するのは、

- ① 掴み(結論先出し)
- ② 主題文(トピックセンテンスとも呼ぶ/簡潔に要約する、それで何が言える)
- ③ 論点を分ける

6.2 思考の構造化(Lesson3)

「構造化された文章」が理解できたら、この型に沿った思考の組み立て方(思考の構造化)の訓練に進む。以下の三つの論理構成を使いこなせることがゴールである。

- ① 考えを組み立てるときの論理構成/「考えの流れ?」・「考えの枠組み?」
- ② 考えを広げるときの論理構成/「論点に漏れはないか? (別の視点・広い視野・高い視座からの気付き)」
- ③ 考えの妥当性(判断)を問われたときの論理構成/「あなたの意見は?」

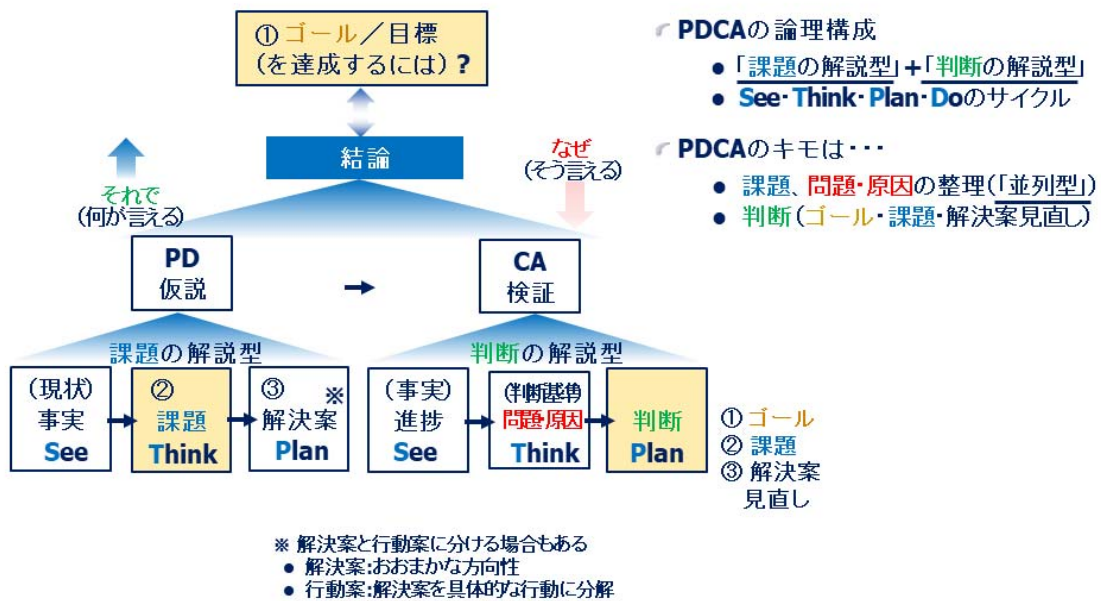


図2 PDCAサイクル

本プログラムは②、③の実用的かつ実践的訓練を重視する。「論理思考」の他のプログラムとの違い、それが売りの一つである。

6.3 PDCAの構造化 (Lesson4)

PDCAとは先に述べたように仮説を立て、進捗を検証するサイクルである。

以下の三つを訓練する。

- ① 課題の設定
- ② 進捗良否の問題・原因の掘り下げ
- ③ バックキャスト思考

実は、「考えの流れ」・「考えの枠組み」・「考えの妥当性」、これら三つの論理構成が理解できればPDCAを回すのはたやすい。

6.4 話し方の構造化 (Lesson5)

例えば、パワーポイント (PPT) の構造化をここでは訓練する。

- ① タイトル、第一階層の工夫
- ② 簡潔な表現
- ③ 階層化された話し方

実は、「PPTは簡潔に！」との指導を受け

てきた方が多いのではないか。指導してきた側も含めて「簡潔」を誤解している。その多くが行間の伝わらないPPTである[1]。

論理構成・行間（根拠）が簡潔に伝わるPPTのコツを理解していただく。

なお、学部生・院生が対象の場合にはLesson4 (PDCAの構造化) は軽く、一方でLesson5 (話し方の構造化) を丁寧に取り組ませるほうが彼らのニーズに応えることになると思うが、いかがだろうか。

7 おわりに

VUCA (変化 (Volatility), 不確実 (Uncertain), 複雑 (Complexity), 曖昧 (Ambiguity)) の時代である。しかも我が国はDX (D (Digital), X (Transformation)) の立ち遅れが指摘される。

このような時代に求められるのは「X」人材 (Transformation) ではないか。自分の頭で正解を考え抜くことができ、変革を推

進する人材である。

必要なのは、科学的思考を武器に自分の頭で考える力である。しかしながら科学的思考を習慣化できていない方が大半である。

「科学的思考を武器にする」体系的な訓練プログラム、しかも対象を特定の分野・領域・業務・世代に限定しない、そのようなプログラムをこの数年試行錯誤してきた。

本稿で述べたように定石(型)とコツがある。そして、その数はさほど多くない。

いくつかの大学で講義しての感想である。プログラムがハードであると答える方が多い。しかしながらお伝えする定石やコツあるいはプログラムの内容は、どうやら彼らのニーズにジャストミートしている。

講義を完走し終えた彼らの表情から伺えるのは、将来どんな職業を選ぼうとも「科学的思考が武器になる」、そのことに気付けたこと、そして科学的思考の入口に立てたことへの強烈な自信である。

本プログラム開発の意義を強く実感する瞬間である。

(引用・参考文献)

- [1] 佐藤将之:「amazonのすごい会議 ジェフ・ベゾスが生んだマネジメントの技法」, 東洋経済新聞社 (2020)
- [2] 山松節男:「書く力のコーチング. その狙い-理系企業人を目指す学部学生のための工学倫理教育(第1報)-」, 日本生産管理学会論文誌, 25(2), pp.49-54 (2018)
- [3] 山松節男:「書く力のコーチング. その狙い-理系企業人を目指す学部学生のための工学倫理教育(第1報)-」, 触媒学会, シニア懇談会 NEWS Vol.129 (2018)

- [4] 山松節男:「論理的プレゼンテーション力のコーチング」-理系企業人を目指す学部学生のための工学倫理教育(第2報)-」, 日本生産管理学会論文誌, 25(2), pp.55-60 (2018)
- [5] 山松節男:「プレゼン力-理系企業人を目指す学部学生のための工学倫理教育(第2報)-」, 触媒学会, シニア懇談会 NEWS Vol.132 (2018)
- [6] 山松節男:「科学的思考力-理系企業人を目指す学部学生のための工学倫理教育(第3報)-」, 日本生産管理学会第50回全国大会予稿集, pp.170-171 (2019)
- [7] 山松節男:「人生三毛作 ~人にできないことで、高齢者となった自分にできること~」, 触媒学会, シニア懇談会 NEWS Vol.158 (2022) .
- [8] 山松節男:「実用触媒の開発」, 触媒学会, キャタリシススクール, pp.90-103 (2022).
- [9] 山松節男:「若い方たちに向けた「PDCA力(仮説と検証)」を鍛える訓練プログラム-科学的思考力-」, 標準化研究学会第19回全国大会予稿集, pp.7-8 (2022)
- [10] 山松節男:「若い方たちに向けた「PDCA力(仮説と検証)」を鍛える訓練プログラム-科学的思考力-」, 日本生産管理学会第56回全国大会予稿集, pp.56-57 (2022)

謝辞: 本プログラムの開発にあたり、旭化成水島製造所 人材育成委員会には多くのヒント並びに貴重な事例を紹介いただいた。ここに深く感謝致します。

(令和4年10月8日)