

大阪商業大学学術情報リポジトリ

オブジェクト指向プログラミングの効果的学習順序
の検討ープログラミング講習会での実践をもとにー

メタデータ	言語: ja 出版者: 大阪商業大学商経学会 公開日: 2020-12-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 樽磨, 和幸, 小林, 俊和, TARUMA, Kazuyuki, KOBAYASHI, Toshikazu メールアドレス: 所属:
URL	https://ouc.repo.nii.ac.jp/records/953

This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0
International License.



オブジェクト指向プログラミングの 効果的学習順序の検討

—プログラミング講習会での実践をもとに—

樽 磨 和 幸
小 林 俊 和

1. はじめに
2. 講習会の内容と参加者の評価
3. オブジェクト指向プログラミングの効果的学習順序に関する考察
4. おわりに

1. はじめに

公益財団法人全国商業高等学校協会（以下「全商協会」と称す）が従来から会員校の教員を対象として実施している商業教育講習会¹⁾で、2009年度から「Java 言語によるオブジェクト指向プログラミングの基礎」を学習するコース（以下「本コース」と称す）が開講されている。全商協会が主催する高校生向けの検定試験の1つである情報処理検定試験のプログラム分野に2013年度からJava 言語の問題が出題されることから、これに対応する形で本コースが導入された²⁾。同時に、2009年度から教員免許更新制³⁾が始まったことを受けて、免許状更新講習を兼ねる形として実施されている。筆者達は、本コースの開講初年度から全商協会の依頼により講師を担当している。

本稿は、筆者達が2009年度から11年間（11回）にわたって担当してきた本コースの実施内容をまとめるとともに、そこでの学習テーマであるオブジェクト指向プログラミングの効果的学習順序に関して考察するものである。

1) 全国商業高等学校協会のホームページ (<http://www.zensho.or.jp/puf/aboutus/activites.html>) には、商業教育講習会の位置づけが以下のように記述されている。

【商業教育講習会】全国の高等学校の商業科教員を対象に、「会計実務」・「情報処理」・「ビジネス経済」等の先端分野について、大学教授を中心とした専門講師による講習会を開催し、教員の資質とスキルの向上を図り、商業教育の活性化に資しています。なお、本講習会の「会計実務」と「情報スキル」は、文部科学省の「教員免許状更新講習会」として認定されています。

2) 全国商業高等学校協会、「情報処理研究部の今後の方向（2020年3月18日UP）」、オンライン、http://www.zensho.or.jp/puf/download/dl/joho_houkou.pdf（2020年3月20日アクセス）によると、2022年度の出題範囲改訂にともないJava 言語は廃止される予定である。

3) 文部科学省、「教員免許更新制」、オンライン、http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/koushin/（2020年3月20日アクセス）

本コースは、プログラミング初級者を対象として4日間の日程で開講されており、Java 言語を使用してオブジェクト指向プログラミングの基礎を理解することを目的としている。この目的を達成するために、学習項目を以下の3つに大別して実施している。

A : Java プログラミングの基本を学ぶ

B : Java 言語による制御構造の記述方法を習得する

C : オブジェクト指向の考え方と記述方法を理解する

市販のテキスト等で取り上げられている一般的な学習順序は、A → B → C の順である⁴⁾。本コースにおいても当初は A → B → C の順序で実施していたが、近年は A → C → B の順序で実施している。そこで、両者を比較して、本コースのような集中講義形式の講習会において、どのタイミングでCの「オブジェクト指向の考え方」を学習するのが適当かを講習会参加者に対するアンケート調査の結果にもとづいて考察した。その結果、A → C → B の順、すなわち、オブジェクト指向の考え方を先に学習し、その後、オブジェクト指向の復習を兼ねつつ制御構造の記述方法を学習する方が、参加者の理解度に関する自己評価値が高いという結果を得た。

本稿では、まず、商業教育講習会において筆者達が担当したコースの内容と運営する上で工夫したいいくつかの項目を紹介し、参加者へのアンケート調査の結果をもとに講習会参加者の満足度を評価する(第2章)。次に、オブジェクト指向プログラミングの効果的学習順序について考察する(第3章)。最後に、本稿の内容をまとめる(第4章)。

2. 講習会の内容と参加者の評価

2.1 目的・概要

本コースは、商業高校の教員向けに開講している全商協会主催の商業教育講習会の複数のコースの1つ「(第3班)情報スキルを伸ばす講義と実習I」で、夏期休暇中の4日間で実施している。本コースは免許状更新講習を兼ねており、免許状更新講習として受講する教員は、全日程の受講を条件に「選択領域(18時間以上)」として履修認定される。

本コースの概要を、免許状更新講習申し込み用のページ⁵⁾の記述から引用する。

【講習の概要】 プログラミング初心者を対象に、Java プログラミングの概要を解説した後、Java プログラミングの基本(クラス概念・変数とデータ型・基本アルゴリズムの記述など)からオブジェクト指向プログラミングを学び、簡単なプログラム作成ができる知識と技能を習得できるよう講義と実習を行います。

4) たとえば、高校の授業用の教科書「中沢興起(2013)『最新プログラミング オブジェクト指向型言語』、実教出版」の第2章「プログラミング基礎」は、「プログラミングの手順」、「データの入出力と演算」、「アルゴリズムの表現技法」、「条件判定と繰り返し」、「オブジェクト指向の考え方」の順(A → B → C)になっている。一方、「梅原嘉介(2006)『文系のためのJava入門』、工学社」では、「クラスとオブジェクトの作り方」、「クラスとオブジェクトの実践」、「基本的なJavaプログラミングに挑戦しよう」の順(A → C → B)である。ただし、後者の順の教科書、参考書は極めて少数である。

5) 文部科学省、「教員免許管理システム運営管理協議会」、オンライン、<http://www.kyoin-menkyo.jp/menkyo-pubsys-web/pubuser/>(2020年3月20日アクセス)

表 1 講習会日程と参加者数

実施年度	実施日	会場	参加者数 (A)	免許状更新講習対象者数 (内数) (B)	B/A
2009	8/10 (月) ~ 8/13 (木)	東商業	24	8	33.3%
2010	8/2 (月) ~ 8/5 (木)	東商業	30	15	50.0%
2011	8/1 (月) ~ 8/4 (木)	東商業	39	21	53.8%
2012	7/24 (火) ~ 7/27 (金)	OBF	44	21	47.7%
2013	7/23 (火) ~ 7/26 (金)	OBF	36	14	38.9%
2014	7/22 (火) ~ 7/24 (金)	OBF	26	16	61.5%
2015	7/21 (火) ~ 7/24 (金)	OBF	23	12	52.2%
2016	8/3 (水) ~ 8/6 (土)	OBF	16	7	43.8%
2017	7/31 (月) ~ 8/3 (木)	OBF	26	15	57.7%
2018	8/7 (火) ~ 8/10 (金)	OBF	31	22	71.0%
2019	8/5 (月) ~ 8/8 (木)	OBF	25	13	52.0%
合計			320	164	51.3%

※東商業：大阪市立東商業高等学校

※ OBF：大阪市立大阪ビジネスフロンティア高等学校

本コースの特徴は、目的をオブジェクト指向プログラミングの基本を理解することとし、そのためにJava言語を使用するというスタンスを取った点にある。Javaは言語自体よく洗練されたオブジェクト指向言語であるので、オブジェクト指向の考え方を理解するためには適している。

2.2 講師・参加者

本コースは、筆者の1人（樽磨）を講師とし、もう1人の筆者（小林）を実習補助員とした2名体制で実施している⁶⁾。2009年度から2011年度は大阪市立東商業高等学校を、2012年度以降は大阪市立大阪ビジネスフロンティア高等学校を会場としている。全国の高等学校の商業科教員を対象として参加者を募っているが、同時期に同レベルの講習会を東京会場（全商会館）で実施していることもあり、筆者達が担当する大阪会場は西日本エリアからの参加者が主となっている。過去の講習会日程と参加者数を表1に示す。過去11回の講習会で、163校からのべ320名の教員が参加した。このうち約半数（51.3%）は、免許状更新講習対象者である。また、11名の教員は、本コースに複数回参加している。

2014年度以降は、講習会初日のガイダンス時にプログラミング経験の有無についてのアンケート調査（任意提出）を実施している。結果は、表2と表3に示す通り、参加者の4分の3強（76.3%）がプログラミング経験者であり、5分の1強（21.4%）がJava言語によるプログラミングの経験者である。プログラミング初心者を対象としたコースであるが、高校で情報処理関連の授業を担当している教員が主として参加している。自由記述欄には、「今回の

6) 初年度のみ、講師1名のみで実施した。

表2 プログラミング経験に関する調査結果

開催年度	参加者数	アンケート回答者数 (A)	プログラミング経験者数 (B)	プログラミング経験者率 (B/A)	Java経験者数 (C)	Java経験者率 (C/A)	Java経験者率 (C/B)
2014	26	19	13	68.4%	3	15.8%	23.1%
2015	23	20	16	80.0%	5	25.0%	31.3%
2016	16	15	10	66.7%	3	20.0%	30.0%
2017	26	23	17	73.9%	3	13.0%	17.6%
2018	31	30	25	83.3%	7	23.3%	28.0%
2019	25	24	19	79.2%	7	29.2%	36.8%
合計		131	100	76.3%	28	21.4%	28.0%

表3 情報処理関連授業担当経験に関する調査結果

開催年度	回答者数	情報処理検定試験					ITパスポート	基本情報	課題研究	プログラミング	その他	特になし
		ビジネス情報部門	プログラミング部門									
			マクロ	JAVA	COBOL	VB						
2014	19	17	0	0	4	0	3	0	4	7	2	2
2015	20	13	0	0	8	0	4	1	2	13	1	3
2016	15	12	0	0	4	0	3	2	4	4	1	1
2017	23	22	3	4	8	6	8	2	5	12	1	1
2018	30	25	3	4	9	2	11	2	7	16	1	3
2019	24	23	5	3	5	4	3	1	4	11	1	1
合計	131	112	11	11	38	12	32	8	26	63	7	11
	割合	85.5%	8.4%	8.4%	29.0%	9.2%	24.4%	6.1%	19.8%	48.1%	5.3%	8.4%

授業で多くのことを学びたい」、「4日間実りのある時間にしたい」、「高校での授業で生徒に還元したい」といった内容が記されており、学習意欲の高い参加者が多い。ただし、授業でJavaプログラミングを教えている教員においても、必ずしも十分な理解ができていない部分もあることを想定して、参加者全員を区別することなくプログラミング初級者として対応している。

2.3 学習内容

本コースの学習範囲は、全商協会の「情報処理検定試験 プログラミング部門」第2級におけるJava言語の出題範囲の大部分に加えて、第1級の内容を一部含んだものとしている。図1で網かけされている部分は、プログラミングの基礎とJava言語におけるオブジェクト指向プログラミングの基本的な部分に相当する項目である。この部分の内容を4日間で学習する。プログラミング初級者を対象にJava言語でオブジェクト指向プログラミングの基礎

の考察で詳しく論じるが、2009年度から2014年度はABCの順序で実施し、2015年度から2019年度はACBの順序で実施した。ABCの順序で実施した回とACBの順序で実施した回の代表的な年度の計画表を図2(1)、(2)に示す。

2.4 教材と学習環境の工夫

市販のテキストは使用せず、大学の授業用に独自に作成したテキスト（授業ではプリントとして配布）を使用している。独自テキストの目次を図3に示す。学習の補助としてLMS⁸⁾上に構築したWebページを用意し、ここで、教材（PDF化したテキスト全文とそこで扱っている例題・練習問題のソースプログラム等）を配布するとともに、講習内容の要点を整理復習することを目的としたオンラインの小テスト、参加者同士のディスカッション用の掲示板等を提供している⁹⁾。参加者からの要望もあり、講習会で使用したWebページは、講習会終了後も年度末までは参加者に公開している。

1日4時限を基本としており、各時限（90分）は、前半で簡単な例題プログラムを作成・実行し、これをもとに基本項目を学習する。後半は各自で理解度を確認するための小テストに解答した後、練習問題の作成・実行に取り組む。このような実習主体の学習形式とした。後半の練習問題への取り組みの時間は、参加者同士で相互に助けあい、講師と実習補助員が随時質問に答える形をとっている。例題や練習問題には、模型を動かしたり図を描いたりする題材は使用せず、キャラクタベースの入出力に限定した簡易なプログラムのみを使用している。また、参加者のプログラミング経験の有無や理解度のばらつきを考慮して、練習問題は全員が取り組んで欲しい基礎的な内容から、余裕がある者にチャレンジして欲しい発展的な内容まで段階を分けて提示している。

プログラムの作成・実行には、統合開発環境のeclipse¹⁰⁾を利用している。2009年度から2014年度までは、会場校の教室PCに事前にインストールしたものを使用し、作成したプログラムは都度参加者が持参したUSBメモリに保存するという環境で実施した。しかし、講習会で利用した実習環境を、講習会後に参加者が自身のPCもしくは所属高校のPCに構築するのは少しばかりハードルが高いという指摘があった。そこで、2015年度以降は、「eclipseによるプログラミング環境の構築」も講習内容に含むこととし、実習の最初に参加者が持参したUSBメモリにeclipseをインストールしてもらった。そして、講習会期間中はUSBメモリ内のeclipseを利用して実習するようにした。このように、eclipseがインストールされたUSBメモリさえあれば、いつでもどこでも講習会期間中と同様のプログラミング実習ができる環境を提供している。

8) 使用したLMS (Learning Management System) は moodle である。Moodle.org、[open-source community-based tools for learning]、オンライン、<http://moodle.org/> (2020年3月20日アクセス)

9) 実際は掲示板でのディスカッションはあまりなく、主に課題で作成したプログラムを参加者間で共有するために利用した。免許状更新講習対象者は、閉講式前に小テストに再解答することとし、理解度を確認することで合否判定基準とした。表2、表3のもととなったデータは、moodleのフィードバック（アンケート）機能を利用して収集している。

10) Enabling Open Innovation & Collaboration | The Eclipse Foundation、オンライン、<https://www.eclipse.org/> (2020年3月20日アクセス)

1日目	①10:00～10:50	ガイダンス	
	②11:00～12:00	【第1部 基礎レクチャ】 第1章 コンピュータ内部での情報処理の仕組み、第2章 プログラム言語	A
	③13:00～14:30	第3章 Javaの特徴、第4章 プログラム開発環境eclipseを使う	
	④14:40～16:10	【第2部 Java言語によるプログラミング入門】 第1章 メッセージを表示する、第2章 計算結果を表示する	
2日目	⑤ 9:00～10:40	第3章 キーボードから入力したメッセージを表示する、第4章 入力したデータをもとに計算する	
	⑥10:50～12:10	第5章 条件分岐① (if構文)、第6章 条件分岐② (switch構文) (割愛)	B
	⑦13:00～14:30	第7章 条件分岐③(複雑な条件式)、第8章 課題学習(1)	
	⑧14:40～16:10	第9章 繰り返し①(while構文と do while構文)、第10章 繰り返し②(for構文)	
3日目	⑨ 9:00～10:30	第11章 繰り返し③(2重繰り返しと無限ループ)、第12章 課題学習(2)	
	⑩10:40～12:10	【第3部 大量のデータを取り扱う】 第1章 配列の利用①、第2章 配列の利用② (割愛)	C
	⑪13:00～14:30	第3章 ファイルの利用と例外処理、第4章 課題学習	
	⑫14:40～16:10	【第4部 オブジェクト指向プログラミングの基礎を学ぶ】 第1章 メソッドの利用	
4日目	⑬ 9:00～10:30	第2章 オブジェクト指向プログラミング① (クラスからオブジェクトを生成する)	
	⑭10:40～12:10	第3章 オブジェクト指向プログラミング② (アクセス制御とカプセル化)	
	⑮13:00～14:00	第4章 オブジェクト指向プログラミング③ (コンストラクタ)	
	⑯14:10～15:10	第5章 オブジェクト指向プログラミング④ (クラスの継承と拡張)	
	補15:20～16:20	第6章 課題学習	

※ 2014年度に使用したテキストの章立てにもとづいている (図3参照)。

※ 1日目から3日目までの16:10～16:30は、質問・ディスカッションの時間を取っている。

図2(1) 2014年度の講習会計画表 (ABCの順)

1日目	① 9:30～10:40	ガイダンス・アイスブレイク・講習会用の準備	
	②10:50～11:50	【第1部 Javaプログラミングをはじめよう】 第1章 基礎レクチャー：プログラム言語とは？ Javaの特徴	A
	③13:00～14:30	第2章 Javaプログラミングを体験しよう～eclipsePortableのインストールと利用～	
	④14:40～16:10	第3章 メッセージを表示する/Javaソースプログラムの基本構造	
2日目	⑤ 9:00～10:30	第4章 変数の利用と計算処理	
	⑥10:40～12:10	【第2部 オブジェクト指向プログラミングの基礎を学ぼう】 第5章 クラスとオブジェクト	C
	⑦13:00～14:30	第6章 フィールド変数/メソッド① (引数とオーバーロード)	
	⑧14:40～16:10	第7章 メソッド② (引数とセッタメソッド)	
3日目	⑨ 9:00～10:30	第8章 メソッド③ (戻り値とゲッタメソッド)	
	⑩10:40～12:10	第9章 コンストラクタ/アクセス制御、第10章 クラスの拡張と継承 (割愛)、第11章 課題学習 (割愛)	B
	⑪13:00～14:30	【第3部 Javaプログラミングの基礎を学ぼう】 第12章 キーボードからのデータ入力	
	⑫14:40～16:10	第13章 条件分岐① (if構文)、第14章 条件分岐② (switch構文) (割愛)	
4日目	⑬ 9:00～10:30	第15章 繰り返し① (while構文とdo～while構文)	
	⑭10:40～12:10	第16章 繰り返し② (for構文)、第17章 課題学習(1)、第18章 課題学習(2) (割愛)	
	⑮13:00～14:30	第19章 配列の利用①、第20章 配列の利用②	
	⑯14:40～16:10	第21章 ファイルの利用と例外処理 (割愛)、課題の実践、クーリングダウン	

※ 2019年度に使用したテキストの章立てにもとづいている (図3参照)。

※ 1日目から3日目までの16:10～16:30と4日目の16:10～16:20は、質問・ディスカッションの時間を取っている。

図2(2) 2019年度の講習会計画表 (ACBの順)

ABC パターンのテキスト ¹¹⁾	ACB パターンのテキスト ¹²⁾
<p>【第1部基礎レクチャー】(78ページ)</p> <p>第1章 コンピュータ内部での情報処理の仕組み</p> <p>第2章 プログラム言語</p> <p>第3章 Java の特徴</p> <p>第4章 プログラム開発環境 eclipse を使う</p> <p>【第2部 Java 言語によるプログラミング入門】(192ページ)</p> <p>第1章 メッセージを表示する</p> <p>第2章 計算結果を表示する</p> <p>第3章 キーボードから入力したメッセージを表示する</p> <p>第4章 入力したデータをもとに計算する</p> <p>第5章 条件分岐① (if 構文)</p> <p>第6章 条件分岐② (switch 構文)</p> <p>第7章 条件分岐③ (複雑な条件式)</p> <p>第8章 課題学習 (1)</p> <p>第9章 繰り返し① (while 構文と do-while 構文)</p> <p>第10章 繰り返し② (for 構文)</p> <p>第11章 繰り返し③ (2重繰り返しと無限ループ)</p> <p>第12章 課題学習 (2)</p> <p>【第3部大量のデータを取り扱う】(68ページ)</p> <p>第1章 配列の利用①</p> <p>第2章 配列の利用②</p> <p>第3章 ファイルの利用と例外処理</p> <p>第4章 課題学習</p> <p>【第4部オブジェクト指向プログラミングの基礎を学ぶ】(106ページ)</p> <p>第1章 メソッドの利用</p> <p>第2章 オブジェクト指向プログラミング① (クラスからオブジェクトを生成する)</p> <p>第3章 オブジェクト指向プログラミング② (アクセス制御とカプセル化)</p> <p>第4章 オブジェクト指向プログラミング③ (コンストラクタ)</p> <p>第5章 オブジェクト指向プログラミング④ (クラスの継承と拡張)</p> <p>第6章 課題学習</p>	<p>【第1部 Java プログラミングをはじめよう】(80ページ)</p> <p>第1章 基礎レクチャー: プログラム言語とは?</p> <p>第2章 Java プログラミングを体験しよう</p> <p>第3章 メッセージを表示する / Java ソースプログラムの基本構造</p> <p>第4章 変数の利用と計算処理</p> <p>【第2部オブジェクト指向プログラミングの基礎を学ぼう】(144ページ)</p> <p>第5章 クラスとオブジェクト</p> <p>第6章 フィールド変数 / メソッド① (引数とオーバーロード)</p> <p>第7章 メソッド② (引数とセッターメソッド)</p> <p>第8章 メソッド③ (戻り値とゲッターメソッド)</p> <p>第9章 コンストラクタ / アクセス制御</p> <p>第10章 クラスの拡張と継承</p> <p>第11章 課題学習</p> <p>【第3部 Java プログラミングの基礎を学ぼう】(172ページ)</p> <p>第12章 キーボードからのデータ入力</p> <p>第13章 条件分岐① (if 構文)</p> <p>第14章 条件分岐② (switch 構文)</p> <p>第15章 繰り返し① (while 構文と do-while 構文)</p> <p>第16章 繰り返し② (for 構文)</p> <p>第17章 課題学習 (1)</p> <p>第18章 課題学習 (2)</p> <p>第19章 配列の利用①</p> <p>第20章 配列の利用②</p>

図3 独自テキスト「親切な Java」の目次

11) 大学での授業科目「ビジネス・プログラミングⅡ(通年科目)」用に作成した資料で、2009年度から2014年度の講習会において使用した。4部構成で全444ページである。

12) 大学での授業科目「ソフトウェア開発論Ⅰ(半期科目)」用に作成した資料で、2015年度以降の講習会において使用した。3部構成で全396ページである。

表4 講習内容に関する参加者の評価（2019年度）

2019年度	1日目		2日目		3日目		4日目	
よく理解できた	24	100.0%	20	83.3%	20	83.3%	20	83.3%
難解である	0	0.0%	4	16.7%	4	16.7%	4	16.7%
やさしかった	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
改善されたい	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%

2.5 参加者の満足度に関する評価

講習会最終日の閉講式前に、全商協会が講習内容等に関するアンケート調査を実施している。このアンケートには、1日ごとの講習内容について「よく理解できた」、「難解である」、「やさしかった」、「改善されたい」のチェック欄が設けられている。直近の2019年度のアンケートにおける、それぞれのチェック欄にチェックされた数を集計した結果を表4に示す。1日目は回答者の全員が、2日目以降も80%以上が、「よく理解できた」と自己評価している。また、「改善されたい」の欄へのチェックはなかった。以下は、自由記述欄に記載された内容である。

- ・有意義な4日であった。資料も説明もわかりやすく、勉強になった。ありがとうございました。（同様多数）
- ・それぞれの先生にペースを合わせてもらって授業が進み、大変助かった。ホームページ上の小テスト、チェックテストが毎回励みになった。
- ・次はこれよりクラスアップした内容の研修があれば、是非参加したい。
- ・先生の講座はとてわかりやすく、今後も是非継続して欲しい。

このアンケート調査結果から、現行の講習内容は参加者にとってほぼ満足できる内容であると評価できる。過去の講習会を含む評価は、第3章の考察で論じる。

3. オブジェクト指向プログラミングの効果的学習順序に関する考察

3.1 問題提起

オブジェクト指向とは、プログラミングをする上でなくてはならない概念であり、避けて通れないものであるが、理解するのがむずかしい。これを効率よく理解するためには、「オブジェクト指向が先かアルゴリズムが先か」という問題がある。たとえば、大城正典他(2016)¹³⁾は、以下のように述べている。

現状のオブジェクト指向プログラミングの教育では、学生はプログラミングの初期段階からオブジェクト指向の概念に直面することになる。オブジェクト指向の概念、たとえ

13) 大城正典、永井保夫（2016）「プログラミング初学者を対象としたオブジェクト指向プログラミング教育システムの提案」、『情報教育シンポジウム2016論文集』114-121。

ば「オブジェクトとは何か?」、「クラスとは何か?」などの本質的な概念の理解をすることは容易ではないのが現状である。／われわれが実施しているオブジェクト指向プログラミングの教育では、構造化プログラミングの知識で理解できるプログラムを先に提示するために、オブジェクト指向の基本的な概念の把握が不十分なまま、クラスを用いたプログラムを教える場合が多い。その結果、なぜ「オブジェクト」と「クラス」が必要となるかが理解されないまま、プログラミングの教育が進められることになってしまう。

前述したように、本コースでは学習項目を以下の3つに分けて実施している。

A：プログラミングの基本（画面表示、変数と計算処理）

B：制御構造（条件分岐／繰り返し）

C：オブジェクト指向の基礎（フィールド／メソッド／コンストラクタ／カプセル化）

このとき、講習期間中どのタイミングでCのオブジェクト指向の考え方を学習するのがよいだろうか？ 以下では、ABCの順で学習する場合とACBの順で学習する場合の長短所を整理し、講習会での実践結果を踏まえて検証する。

3.2 学習順序による長短所

ABCの順は、オブジェクト指向の考え方を意識しないで、すなわち後回しにして、Java言語によるプログラミングに慣れることを先行させ、その後でオブジェクト指向の考え方を学習するものである。一方、ACBの順は、先にオブジェクト指向の概念や機能などを理解しつつJava言語でこれらを記述する方法を学び、次に制御構造の記述を含んだプログラミングを学習するものである。

本コースでは、2009年度から2014年度まではABCの順で実施した。この順序での学習は、旧来のプログラミング学習者（手続き型言語の学習経験があるもの）にとってはなじみやすい。また、制御構造を先に学ぶことで、それ以降は条件分岐や繰り返し処理を使用した興味深い例題を扱えるというメリットがある。一方、オブジェクト指向の考え方を学習する機会が講習会の最後の段階になることから、反復学習による知識の定着の時間がとれないというデメリットがある。

また、ABCの順では、オブジェクト指向の概念と記述法を学習する前に、この部分をブラックボックスにしてJavaプログラミングの基礎やキーボードからのデータ入力の記述法を学習することになる。この場合、学習者が戸惑うであろう点、また、講師が説明に苦労するであろう点の具体例を挙げると以下のようなものがある。

図4は、「A：プログラミングの基本」で取り上げる例題プログラムの一部である。ここでは、

- 1) 6行目のmainメソッドを定義する部分に多くのワードが使われているが、それらの意味するところは、「C：オブジェクト指向の基礎」で、メソッドの引数、戻り値、アクセス制御等を学習することで明らかになる。ABCの順序では、講習会の最後の段階でこれらを学習するので、それまではおまじない的に記述せよと説明することになる¹⁴⁾。
- 2) 7行目と8行目の変数の型宣言において、整数型のintは小文字で始まっているが、文字

14) これは、ABCの順でもACBの順でも同じ問題であるが、ACBの順の方が早期に疑問を解決できる。

列型の String は大文字で始まるのはなぜか？ を正確に理解できるのが講習会の最終日になってしまう。なぜなら、クラス型 (参照型) 変数とプリミティブ型変数との違いは、「C: オブジェクト指向の基礎」でクラス概念を学習することで理解できるようになるからである。オブジェクト指向プログラミングにおいては参照型の理解が重要であるにもかかわらず、それまでは本質的な理解ができないことになる。

- 3) 図5は、キーボードからのデータ入力を含むプログラムの例である。プログラムの8行目は、Scanner クラスからオブジェクトを生成する記述である。この部分を「java.util パッケージに用意されている Scanner クラスから new 演算子でオブジェクトを作成し、Scanner クラス型 (参照型) のオブジェクト変数 sc に代入する。なお、Scanner クラスのコンストラクタの引数として System.in を指定している。」と説明したいのだが、ABC の学習順序では、説明文に使われている用語の多くが未学習のものであり、追って理解できるのでそれまでは決まり事として記述するようにと説明することになる。

以上の問題点は、学習の早期段階で「C: オブジェクト指向の基礎」を学習することであ

```

1 package ex4_1;
2 /*
3 例題 4 数値計算と変数の利用法をマスターしよう
4 */
5 public class Keisan {
6     public static void main(String[] args) {
7         String title = "計算結果";           //変数の型宣言と初期化
8         int wa, sa, seki, shou;           //変数の型宣言
9         //計算結果の代入
10        wa = 9 + 2;

```

図4 変数の型宣言を学習するための例題 (部分)

```

1 package ex12_1;
2 import java.util.Scanner;                 //インポート宣言
3 /*
4 例題 12 キーボードからデータ入力する方法をマスターする
5 */
6 public class KeyinEx1 {
7     public static void main(String[] args) {
8         Scanner sc = new Scanner(System.in); //オブジェクト生成
9         System.out.println("あなたの名前を入力ください。");
10        String name = sc.next();           //データの読み込み
11        System.out.println(name + "さんを登録しました。");
12        sc.close();                       //終了処理
13    }
14 }

```

図5 キーボードからのデータ入力を扱う例題

る程度回避できる。このような理由から、本コースでは、2015年度以降、ACBの順序で実施している。ただし、この学習順序では、講習会の後半まで条件分岐や繰り返しなどの制御構造を使った例題が（学習前なので）使えないというデメリットがある。

しかし、オブジェクト指向の基本的な考え方を学習する上で制御構造（条件分岐と繰り返し）の記述は必要ないと割り切ってしまうと、「A:プログラミングの基本」で変数と計算処理、結果の画面出力といったごく基礎的なことだけを学習しておけば、それ以外の知識を必要としない例題を使って「C:オブジェクト指向の基礎」を学習することは十分可能である。こうしてオブジェクト指向の考え方を学んだ後に、「B:制御構造」を学習する。この段階でオブジェクト指向の考え方が復習できる例題を使用することで、反復学習による知識の定着が可能になる。また、先に問題点の具体例3)で挙げたキーボードからのデータ入力を含むプログラムは、オブジェクト指向の考え方を理解する上で格好の素材になる。

こういった理由から、限られた時間でA、B、Cの3項目の内容を学習する場合は、ACBの順序の方が学習効果が高いように思える。また、講師側にとってはブラックボックス的な項目を極力少なくして説明できるというメリットがある。

3.3 講習会参加者のアンケート調査にもとづく評価

では、参加者側すなわち学習者側の評価はどうだろうか？ 2.5節で紹介した参加者に対するアンケート調査の回答データを用いて、間接的ではあるが学習者側の評価を確認することができる。

図6は、1日ごとの講習内容について「よく理解できた」と「難解だった」の回答数の比をプロットしたものである。各日の内容は、図2の講習会の計画表に対応している（図中に帯で示している）。ABCの順で実施した回の代表として2014年度のアンケート結果を、ACBの順で実施した回の代表として2019年度のアンケート結果を示している。

アンケート結果を見ると、ABCの順で実施した2014年度（▲印）は、「よく理解できた」の回答数の比は1日目と2日目で80%を超えている。しかし、オブジェクト指向の学習に入

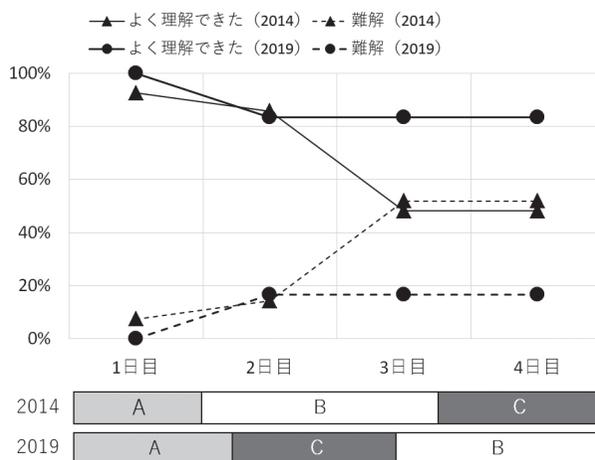


図6 2014年度と2019年度のアンケート結果比較

る3日目と4日目では50%を下回っている。このことから、参加者の半数強はオブジェクト指向プログラミングの内容の理解が消化不良の状態で講習会を終えていると判断できる。一方、2019年度（●印）は、オブジェクト指向を扱う2日目に「よく理解できた」の回答数の比が減少している。しかし、その後は減少することなく、1日目から4日目に至るまで80%以上を保持している。

図7は、11年間（11回分）のアンケート調査結果を、ABCの順序で実施した前半の6回と、ACBの順序で実施した後半の5回に分けて、1日ごとの加重平均を取ったものである。年度によって参加者のプログラミング経験の程度に差があること、また、学習項目の多寡、課題学習に費やす時間など、内容を若干変更していることから、多少傾向はばやけているが、図6と同様の傾向がみられる。すなわち、ABCの順序では、学習を進めるにしたがって「よく理解できた」の回答数の比は減少し、最終日には「難解である」の回答数が「よく理解できた」の回答数を上回っている。一方、ACBの順序では、2日目で「よく理解できた」の回答数の比は下がるが、それ以後の落ち込みはないという傾向がみられる。

ABCとACBのどちらの順序で学習する方が効果的かについては、さまざまな要因があるので、このデータからだけで結論付けることはできないが、期間が限定され、全日程を通して欠席者がいない本コースのような場合には、ACBの順序での学習、すなわち、オブジェクト指向の考えを先に学習することで、プログラムの初級者にとってよりストレスの少ない学習が実現でき、講習会終了時点での満足度を高めることができると評価できる。

4. おわりに

2009年度から2019年度まで、Java言語を使用してオブジェクト指向プログラミングの基礎を理解することを目的としたプログラム初級者対象の講習会（本コース）を実施した。本稿では、11年間（11回）にわたって実施した本コースの内容と、運用する上で工夫したいくつかの項目を紹介し、参加者へのアンケート調査結果から、現行の内容が参加者の満足度が

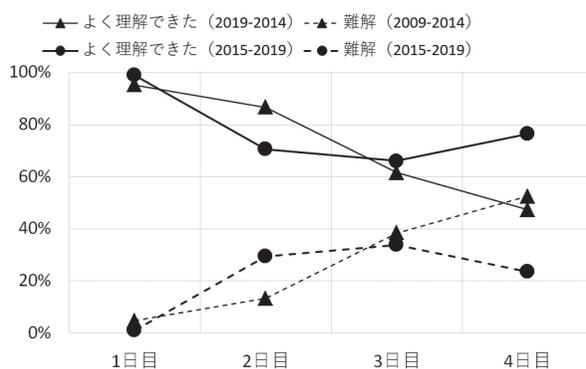


図7 2009-2014年度と2015-2019年度のアンケート結果比較

高いものであることを確認した。

プログラミング教育を担当する教員にとって、現在主流であるオブジェクト指向プログラミングの考え方を正しく理解しておくことは、自身が授業内容を計画し、授業を運営していく上で重要である。そのために、短期間の講習会における学習でその本質を理解するために、どのような順序での学習がよりよいかを検証した。

市販されている多くのテキストの内容は、オブジェクト指向の考え方を意識しないで、すなわち後回しにして、プログラミングに慣れることを先行させ、その後でオブジェクト指向の考え方を学習するという順序（本稿ではABCと表記）で構成されており、これらのテキストを用いた場合、学習順序もこれに準じたものになる。本コースにおける実践から得られた結果として、限られた時間でオブジェクトプログラミングの基礎を学習する方法の1つとして、先にオブジェクト指向の概念や機能などを理解しつつJava言語でこれらを記述する方法を学び、次に制御構造の記述を含んだプログラミングを学習するという順序（本論ではACBと表記）が有効であることを示した。

学習者のプログラミング経験の有無や既知の内容の多寡、また、学習に費やせる時間等の制約により、一般化して論じることはできないが、プログラムの初級者を対象とした短期の講習会において、オブジェクト指向の考え方を効率よく学習する方法として、学習順序に着目した1つの見解を示した。

謝辞

本稿で報告した講習会の機会を与えていただき、また、アンケート調査結果を提供いただいた公益財団法人全国商業高等学校協会、会場を提供いただいた大阪市立東商業高等学校、大阪市立大阪ビジネスフロンティア高等学校、講習会に参加いただいた高校教員各位に感謝する。

参考文献

- Enabling Open Innovation & Collaboration | The Eclipse Foundation、オンライン、<https://www.eclipse.org/> (2020年3月20日アクセス)
- Moodle.org、『open-source community-based tools for learning』、オンライン、<http://moodle.org/> (2020年3月20日アクセス)
- 全国商業高等学校協会、「アクティビティ」、オンライン、<http://www.zensho.or.jp/puf/aboutus/activites.html> (2020年3月20日アクセス)
- 全国商業高等学校協会、「検定」、オンライン、<http://www.zensho.or.jp/puf/download/exam/range/info.pdf> (2020年3月20日アクセス)
- 全国商業高等学校協会、「情報処理研究部の今後の方向 (2020年3月18日UP)」、オンライン、http://www.zensho.or.jp/puf/download/dl/joho_houkou.pdf (2020年3月20日アクセス)
- 大城正典、永井保夫 (2016) 「プログラミング初学者を対象としたオブジェクト指向プログラミング教育システムの提案」、『情報教育シンポジウム2016論文集』、114-121.
- 中沢興起 (2013) 『最新プログラミング オブジェクト指向型言語』、実教出版.

梅原嘉介 (2006) 『文系のための Java 入門』、工学社.

文部科学省、「教員免許管理システム運営管理協議会」、オンライン、<http://www.kyoin-menkyo.jp/menkyo-pubsys-web/pubuser/> (2020年3月20日アクセス)

文部科学省、「教員免許更新制」、オンライン、http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/koushin/ (2020年3月20日アクセス)