

報告**2016 年春の天文教育フォーラム****教科書：読む、読ませる、書く**

高梨 直紘（東京大学 EMP）、鴈野 重之（九州産業大学）

1. はじめに

2016 年度の春の天文教育フォーラム[1]が、3月14日(月)の17:00より18:30まで、日本天文学会春季年会の会場である首都大学東京南大沢キャンパスにて開催されました。今回のテーマは「教科書：読む・読ませる・書く」で、約100名の参加者がありました(図1)。座長の鴈野よりフォーラムの趣旨について説明を行った後、テーマに沿って3名の方からそれぞれ話題提供をしていただきました。

学生や一般の人々が天文学を学ぶためのツールは、日々多様化しています。ネットメディアなど新しい媒体や、動画サイト、多くの講演会、サイエンスカフェなどが市民権を得ている現代において、知を伝えるための方法論も変わってきていると言えるでしょう。

ここ20年ほどの間に教科書は質・量ともに大きな変化をとげてきています。このような変化の原因は、どこにあるのでしょうか。書き手は、どのような考え方の下で執筆しているのでしょうか。また、読み手にとっての教科書の位置づけは、どのように変わってきているのでしょうか。大学での教育内容の質的保証や、学校教育の先にある生涯教育の重要性も考慮すべき現在、「教科書」にはどんな可能性があるのでしょうか。学生を教育する上で教科書を読ませる側、書く側、企画する側からそれぞれ意見をいただき、それを元に議論を深めていくことを目的に、今回の天文教育フォーラムは企画されました。本稿では、その内容について報告します。



図1 会場の様子(以下、撮影は松本直記氏)

2. 学生・若手研究者へのアンケート調査

最初に、事前に行われたアンケート調査の結果について司会から報告を行いました。今回の天文教育フォーラムには、教科書を実際に使っている学生や若手研究者の立場を代表した登壇者がいません。そこで、事前にアンケート調査を実施して、学生や若手研究者が教科書に対してどのような意識を持っているのかを調べました。アンケートは2016年2月21日～3月4日かけてオンラインで行われ、合計116名から回答がありました(回答結果は、天文教育フォーラムのサイトから閲覧できます[1])。回答者は学部生、大学院生、ポストドクター(PD)が主で、そのうち7割弱を修士・博士課程の大学院生が占めていました(図2)。

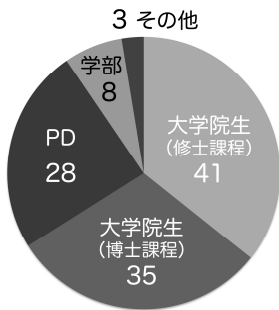


図2 回答者の内訳

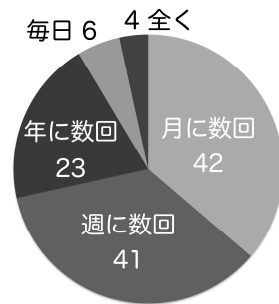


図4 持っている教科書の利用頻度

アンケートの結果、持っている教科書の冊数は数冊程度から 20 冊以上まで幅があることがわかります (図 3)。しかし、その使用頻度については大半が週や月に数回程度であり、毎日使うという人は多くないこともわかります (図 4)。修士・博士・PD 別に持っている教科書の冊数、使用頻度を見てみると、年次が進むにつれて持っている教科書の冊数は増えて、一方で使用頻度は落ちると言う (当然と言えば当然な) 結果となりました (図 5)。

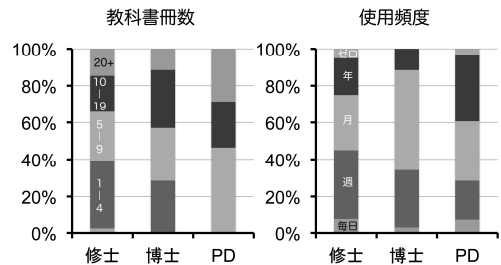


図5 教科書の冊数と使用頻度の経年変化

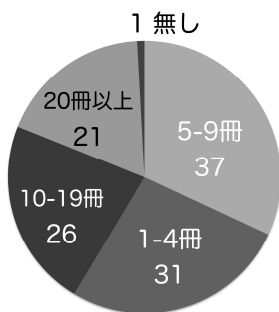


図3 持っている天文分野の教科書の冊数

アンケートでは、教科書の長所と思われる点 (図 6) や、逆に短所と思われる点 (図 7) についても調査を行いました。その結果、長所としては基本的な内容・数式が網羅されていることや、日本語で読める事が多くの回答者がポジティブに考えていることがわかります。一方で、値段が高いことや最新の話題が抜けていることが教科書の短所であると考えられる回答者が多かったようです。

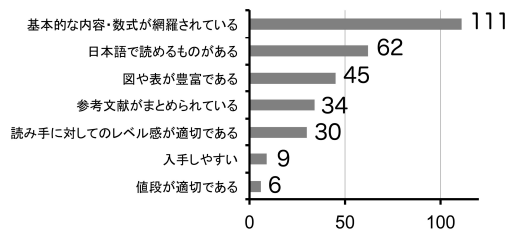


図6 教科書の長所と思われる点

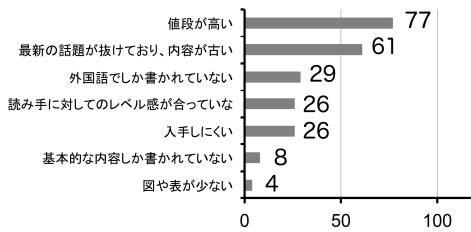


図7 教科書の短所と思われる点

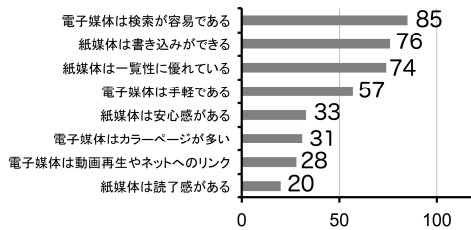


図8 紙媒体の書籍と電子書籍の違いとして注目する点

また、紙媒体の書籍と電子書籍の違いではどのような点に注目しているのかについても尋ねました(図8)。電子媒体では検索が容易であることが、紙媒体では書き込みができたり、一覧性に優れていたりすることを挙げる回答者が多いことがわかりました。

アンケートでは最後に、教科書への期待を自由記述で書いてもらいました。その中でも多くの方が触れたのは、値段についてでした。「もっと安くしてほしい」「営利目的無しに教科書を作るのであれば、もう少し教科書の値段を安くできないか、もしくはインターネット上での公開という形にできないか」という意見に加え、「特に絶版になって値段が何万円にも跳ね上がっているものを電子媒体で安く販売してもらえるとありがたい」など、絶版本をリーズナブルな値段で入手できることへの期待も寄せられました。

また、「気になった事項だけ調べたいという使い方もよくあるので、索引を充実させてほしい」「注釈や途中計算がしっかり載っている

と教科書としては嬉しい」など、より使い勝手の良い教科書への期待もありました。「名著と言われる教科書の日本語訳版がもっと増えるとありがたいと思う」「より多くの教科書が安価で日本語で読めると学習の効率が上がる」などの声は、偽らざる学生の声でもあるでしょう。

3. 教育者の立場から：真貝寿明氏

講演者として最初に登壇されたのは、大阪工業大学教授の真貝寿明氏です(図9)。真貝氏は在職されている大阪工業大学だけでなく、他大学や一般市民向けの生涯教育の現場でも教鞭を執られており、さまざまな背景を持った学生の教育に携わっています。教科書を使って教育する立場であると同時に、ご自身でも多数の教科書を執筆されており、そのような経験も含めて話題を提供していただきました。



図9 真貝寿明氏

最初に真貝氏が紹介されたのは、最近の大学の状況についてです。AO入試などさまざまな入試形態があるため、同じ学部に入ってきた学生でも、その学力には大きな違いがあります。加えて、ノートを取ることや、そもそも勉強することに慣れておらず、先の展

望が見えない中で「勉強はつらいもの」と思い込んでいる学生が多いそうです。このような状況を踏まえた時に、どんな教科書が望まれるのでしょうか。

真貝氏は、まず大事なはとにかく見通しが良い教科書であることだと説きます。いま学んだことが、いったい全体とどのようにつながるのか。全体像が見える事で、学ぶモチベーションが維持できると考えるのです。例えば、三角関数の積の積分を学ぶ時にはそれがフーリエ級数解析で必要なことを意識させるのです。それに加えて、学力にばらつきがある学生が自分のレベルに合わせてどこを重点的に学べば良いのかをわかりやすく示したり、身近な話題を取り入れたコラムなどが入っていたりすることも大事だと指摘されました（例えば、真貝氏の執筆した「徹底攻略微分積分」[2] や「日常の『なぜ』に答える物理学」[3] 等は参考になるでしょう）。

一方、一般市民向けの生涯学習では状況が全く異なります。シニアを中心とする受講生は、講義に対する熱心さが大学生と違うと真貝氏は言います。席は前から埋まり、講義 10 分前には全員が揃います。また、質問も非常に多く（ただし、講義内容と関係がないものも多いそうです）、なんとといっても指定した教科書をきちんと読んできてくれるそうです。彼らに提供すべき教科書は、自ずと学生に向けたものとは異なってくるはずで

以上を踏まえて、真貝氏が強調されたのは、教育のあり方の変わり目にあることを意識して教科書の使い方を考えることでした。アクティブ・ラーニングや反転授業、ICT 教育など最近耳にすることの多くなったキーワードは、いずれも教育に対する新しい考え方です。

教師には、専門的知識を体系的に教えるという従来の役割に加えて、講義を設計するコーディネータとしての役割や、上手に仕切る

ファシリテータの役割も求められるようになっていきます。さまざまなニーズに応えるためには、教科書には常に学習の流れがわかりやすく示されることは当然として、学ぶ者が興味を持つ題材や、学ばせる課題の提供・教える内容に取捨選択を許すような工夫も求められてくるでしょう。これから先、従来の紙媒体の教科書だけでなく、電子媒体の特徴を取り入れた新しい教科書のあり方を含めて、教材を工夫していく余地が多分にありそうです。

4. 執筆者の立場から：岡村定矩氏

続いて法政大学教授の岡村定矩氏に、教科書を執筆する立場から話題提供をしていただきました（図 10）。岡村氏は約 40 年前に中学生向けの理科の教科書の執筆に関わられたのを皮切りに、ご自身の専門分野の教科書、天文学全般を取り扱った教科書（辞典）、さらには文理融合の内容を扱った教科書など、多くの教科書を執筆されてきました。講演では、教科書の執筆にあたってどのようなことを意識されてきたのか、その変遷についてご紹介いただきました。

まずお話しいただいたのは、天文学分野の教科書についてです。まだオンラインの論文



図 10 岡村定矩氏

アーカイブもなく、図書室に届く学術誌やプレプリントを読んだり、海外の研究会に行つて最新の研究の情報を入手したりするしかなかった 1980 年代においては、教科書の執筆は恵まれた研究環境にいる者の責務だと感じた岡村氏は述べます。今では信じられませんが、当時は銀河天文学や観測的宇宙論を扱った日本語の教科書は皆無に近く、その分野を体系的に学んでいける教科書の執筆を意識されていたそうです。1999 年に出版された教科書「銀河系と銀河宇宙」[4] は、まさにそのような観点から執筆されたものとなっています。これから専門性を深めていく学部生の利用を想定して、豊富なデータを収録し、参考文献表や研究に有用なカタログ、アトラスのありかがまとめられた教科書になっています。

一方で、日本天文学会の創立 100 周年を記念して 2007 年から配本の始まった「シリーズ現代の天文学」では、特に第 1 巻「人類の住む宇宙」[5] に対して強い思い入れがあることを紹介されました。「国語、算数、理科、社会」に次ぐ新しい科目「自然誌(仮称)」を作り、宇宙にある地球とその上に住む人類を俯瞰的に見るための科学知識を人々がみな学ぶようにするためには、まず大学レベルでそのような教科書がある必要があります。これは、天文教育普及研究会が提言する「総合理科」[6] と同じ発想で、時代の要請でもあると岡村氏は述べます。専門分野を深く学んでいくための教科書とはまた違った知の統合化の視点から、この教科書が設計され、執筆されたことがわかります。

岡村氏が東京大学から法政大学に移ってから執筆された「理系ジェネラリストの手引き」[7] も、新しい視点から編まれたユニークな教科書です。岡村氏が所属する法政大学創生科学科は、2011 年にできた新しい学科です。“理系、文系を問わない広い分野に進出でき

る能力と意欲を持つ理系ジェネラリスト”を育てる事を目的としており、この教科書はまさにそれを体現した内容になっています。どのような人材が社会に必要とされているのか、そこに天文学など基礎科学はどんな価値を提供できるのかといった視点は、今後ますます重要となっていくことでしょう。

最後に、中学理科の教科書についての話題提供がありました。どのような過程を経て中学理科の教科書が作られていくのか、岡村氏の経験に基づいて詳細にご紹介いただきました。岡村氏は、中学理科の教科書は中学生だけが読むことだけを想定している訳ではないと言います。親が共に読み、家族で科学を語り合うことで、社会の科学リテラシーを向上させることができると説きます。また、大学生を観察していると、実は中学校の理科で学んだ実験のやり方や報告のまとめ方が、強い影響を及ぼしているように思われるそうです。日進月歩で進む科学の世界を体系的にわかりやすく学ばせることはもちろんですが、それに留まらず、対象に応じてさまざまな教科書の役割があることがわかりました。

5. 出版社の立場から：浦山 毅氏

最後に、慶應義塾大学出版会の浦山毅氏が登壇されました(図 11)。浦山氏は、共立出版で書籍や雑誌の編集に携わった後、東京電機大学出版局を経て現職に至っており、長く出版業界に関わっていらした方です。その浦山氏の視点から、編集者が見た大学教科書というテーマで話題提供をしていただきました。

まずご紹介いただいたのは、編集者にとっての理系教科書の定義です。それは、体系化された知識が、独習可能な形でまとめられているものを指します。単なる雑学の寄せ集めでは無く、その教科書で学ぶことで、その分野の過去・現在・将来を見通すことが要件となります。専門書や学術論文を読む前段階に



図 11 浦山 毅氏

読むべきものとして、大学の理系教科書を位置づけることができるでしょう。

このような教科書が、誰でも入手可能な手頃な価格で安定的に供給されることが望ましいでしょう。また、日進月歩の科学の歩みに対応してその内容が更新されていくことも必要です。裏を返せば、そのためには値段を下げるのに十分な部数を印刷し、適切な在庫管理の下で、出版社が潰れずに読者に教科書を供給し続ける必要があります。

しかし、それを実現することは難しい状況にあります。教養課程が廃止され、大学のカリキュラムが多様化することで、以前のように大部数で教科書が売れていくということがなくなっているのです。大学の新入生のレベルが多様化しているため、学生に合わせて教科書の内容を減らしたり、飽きさせない工夫をしたりする必要もあります。一方で、専門の細分化が進んだことや執筆者である研究者が多忙になったこと、教科書を書いてもそのコストに見合う評価が得られなくなったこと等から、教科書の書き手が減ってきていることも、新たな教科書を企画することを難しくしています。

教科書の価格を下げて欲しいという学生や若手研究者の声に対しても、現実はなかなか厳しいと浦山氏は指摘します。出版社にとって、制作費や版下の作成費がかかる初版よりも増刷の場合の方が利益率はずっと高くなります。増刷できる本の著作権をたくさん持っていることが、出版社の経営的安定につながります。しかし、少部数しか出ない教科書は増刷で利益を上げることが難しく、企画を社内を通すことが簡単ではないのです。必然、教科書の値段を上げることで利益を確保せざるをえなくなります。

これは、電子出版であっても状況は変わりません。電子化するコストやそれを販売網に載せるコスト、必要に応じて改訂するコストなどは、紙媒体の教科書と同じようにかかってしまいます。メンテナンスコストを出版社が支払えなくなれば、電子出版でも絶版があり得ます。電子化すれば安くできる、というわけではないのです。

専門領域が細分化していくことも、問題を難しくしています。良い教科書を企画するには、当然のことながらその分野に通じた編集者が関わることが望ましいでしょう。しかし、今や特定の分野のみに強い編集者を抱える余裕が出版社にはありません。仮に教科書の企画が立ったとしても、専門的内容であるが故に、その企画書を社内を通すことに苦労することになります。また、書き手の側も自分の専門領域については詳述できるものの、読者が求めるより広い範囲のテーマについては自ら新たに勉強するか、他の書き手と組んで書かざるを得ません。このように、以前に比べて教科書を出版することが困難な時代に突入していると言えるでしょう。

6. 終わりに

今回の天文教育フォーラムでは質疑応答の時間を十分に取ることが出来ず、講演者からの話題提供までで終わってしまいましたが、提起された論点はいずれも教科書に留まらず、天文教育や普及のあり方を考える上で重要なものであったと思います。

誰が、なんのために、いつ、なにを、どのように学ぶのかということと無関係に、教科書のあり方を考えることはできません。さらに、インターネットのようなインフラが当たり前になり、さまざまなデジタル技術が誰でも使えるようになったことは、大きな環境の変化だと言えます。そして、これらの観点はいずれも、教科書のみならず、天文教育や普及のさまざまな場面で必要となってくるものと言えるでしょう。今回の天文教育フォーラムをきっかけのひとつとして、教科書についての議論がより広がって行くことを期待したいと思います。

文 献

- [1] 天文教育フォーラム
<http://tenkyo.net/forum.html>
 [2] 真貝寿明 (2013) 『徹底攻略 微分積分』、共立出版。

- [3] 真貝寿明 (2015) 『日常の「なぜ」に答える物理学』、森北出版。
 [4] 岡村定矩 (1999) 『銀河系と銀河宇宙』、東京大学出版会。
 [5] 岡村定矩編 (2007) 『人類の住む宇宙』、日本評論社。
 [6] 天文教育普及研究会 (2015) ‘次期学習指導要領についての要望書’
 [7] 岡村定矩他編 (2015) 『理系ジェネラリストへの手引き』、日本評論社。



高梨 直紘



鷹野 重之

* * * * *