

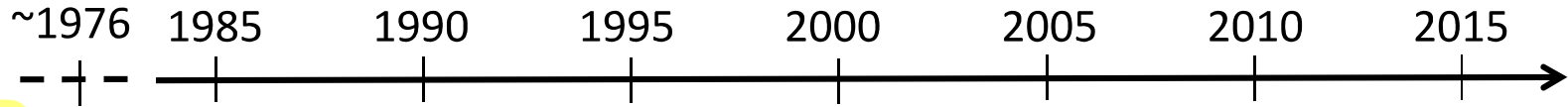
# 教科書への思いの変遷

岡村定矩

法政大学理工学部創生科学科

日本天文学会春季年会  
教育フォーラム  
2016/3/14 首都大学東京

# 教科書との関わりの系譜



## 東京書籍 「中学理科」

海野和三郎先生の  
下請(アルバイト)

1992  
編集委員

ほぼ4年ごと製作

2004  
編集代表

ほぼ4年ごと製作

## 自分の 研究分野

1985  
銀河形成論に関する  
観測的諸問題

講義ノート

1986  
銀河天文学

1991  
Extragalactic Astronomy and  
Observational Cosmology

1999  
銀河系と銀河宇宙

講義ノート

2012  
銀河天文学と観測的宇宙論

## 天文学全般

放送大学出版教材  
(分担執筆)

1997, 2000(分担)  
天体と宇宙の進化 I

2008(分担)  
宇宙観の歴史と科学

2001(編著)  
天文学への招待

2011(中村、岡村)  
宇宙観5000年史

2003(訳)  
オックスフォード  
天文学辞典  
辞典

2003(編著)  
天文の事典

2012(編著)  
天文学辞典

日本天文学会創立100  
周年記念出版事業

2007-2009(編集委員長)  
シリーズ現代の天文学

## 文理融合

法政大学理工学部創生科学科  
第1期生卒業記念出版

2015(編著)  
理系ジェネラリストへの手引き

著作権の関係で公開できません

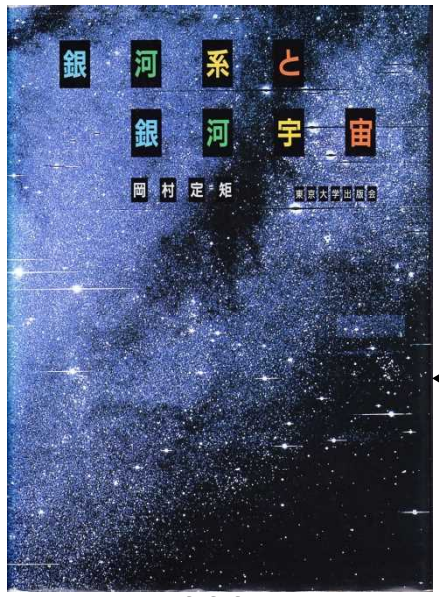
東京書籍中学理科「新しい科学」H28本

後半に話します。

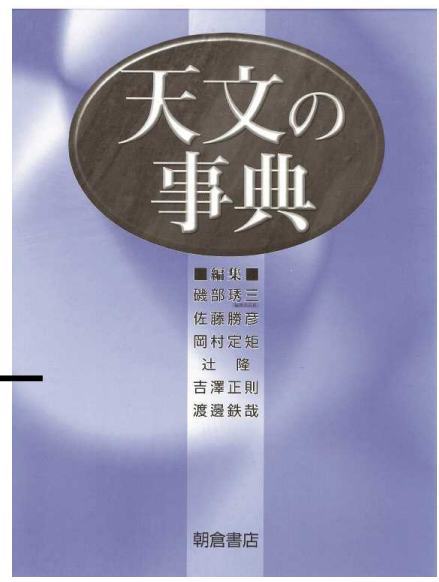
前半はこちらから



講義ノート  
1985/1988/1990/2012



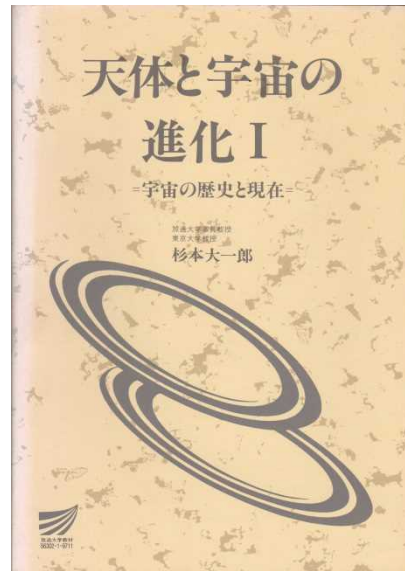
1999



2003



2001



1997/2000



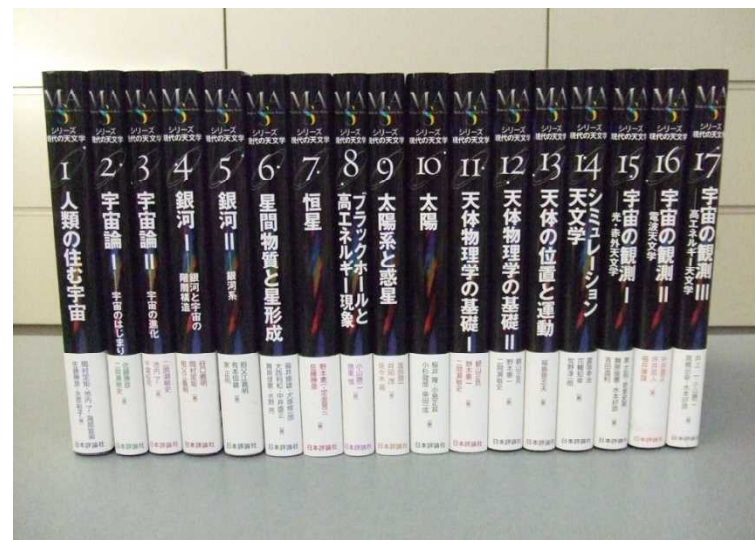
2008



2011



2003



2007-2009

天文教育フォーラム2016春季年会



2012年

4

# 私の講義ノート

銀河形成論に関する観測的諸問題

銀河形成論に関する観測的諸問題

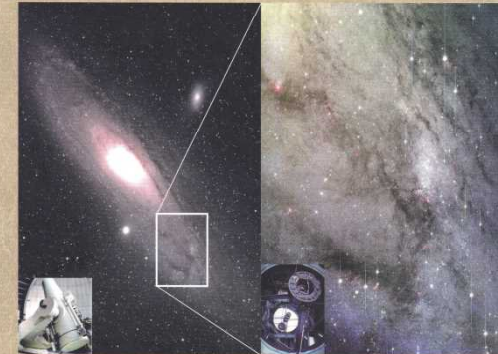
恵まれた研究環境にいる者の責務

1985年  
京大理学部宇宙物理教室  
での集中講義資料

銀河天文学

1988年  
東大大学院での講義資料

銀河天文学と  
観測的宇宙論



2012年3月  
岡村定矩

東京天文台木曾観測所  
岡村定矩  
(1988年1月)

## Extragalactic Astronomy and Observational Cosmology

Extragalactic Astronomy and Observational Cosmology<sup>1)</sup>

by  
Sadanori Okamura

Kiso Observatory  
Institute of Astronomy, The University of Tokyo  
Mitake-mura, Kiso-gun, Nagano-ken, 397-01 Japan

1990年

バンドン工科大学+マレーシア  
でのIAU International School for  
Young Astronomers の講義資料

Table of Contents		page
I. Introduction to Optical Observation of Galaxies Optical Telescopes/ The Night Sky Light/ Imaging Observation/ Photoelectric Photometry/ Spectroscopy/ Wide-Field Spectroscopic Observation/ Signal-to-Noise Ratio		1
II. Fundamental Properties of Galaxies Fundamental Constituents of the Universe/ Scale of Galaxies/ Classification of Galaxies/ Quantitative Classification of Galaxies		11
III. Kiso Photometric Survey of Bright Galaxies in the Local Supercluster Practical Procedures of Galaxy Photometry/ Photometric Accuracy		21
IV. Dark Matter History/ Cosmological Dark Matter/ Observational Results/ Summary		31
V. Dynamics of Spheroidal Stellar Systems Introduction/ Fourier Quotient Method/ Velocity Dispersion/ Summary		39
VI. Large-Scale Structure of the Universe Superclusters/ Voids/ CIA Redshift Survey/ Deep Pencil-Beam Surveys		42
VII. Distance Indicator Relations Principles of Distance Determinations/ Physics of the Relations/ Problems in Practical Applications/ Determination of the Hubble Constant $H_0$ : History, Present Status, Prospect		51
VIII. Expanding Universe and the Cosmological Parameters Friedmann Models/ Determination of $q_0$ , $H_0$ , $q_0$ , and the Age of the Universe		64
IX. Deviations from the Hubble Expansion Peculiar Velocity/ Large-Scale Streaming Motion/ Great Attractor		72
Epilogue: How Far Have We Seen the Universe?		80

<sup>1)</sup> Notes of the 10-hour lecture given at XVII-th IAU-ICTP International School for Young Astronomers, 28 May - 13 June, 1990, Universiti Kebangsaan Malaysia (Bangi) and Akademi Lani Malaysia (Melaka).

パワポファイル

2012年  
東大での約20年間の講義の  
まとめ(定年退職の記念)

<http://hikari.astron.s.u-tokyo.ac.jp/~okamura/GA-Lecture/> だれでもアクセス可

# 私の講義ノート

## IV Spheroidal Systems a Dynamics.

### 4.1. Introduction.

#### 4.1.1 観測の困難

E, SO, Smbulge → gas の少ない (古い) system → 特線は少ない。  
星の吸収線と dynamics と研究。  
吸収線 { 古い S/N → 測定時の誤差大  
長い露出時の必要

Spheroidal systems は optically thin



大型望遠鏡 (D > 4m) + 新しい分光器 + 赤外線検出器  
→ 1970年代後半から吸収線に gas free systems の  
観測が本格化した。

#### 初期観測例

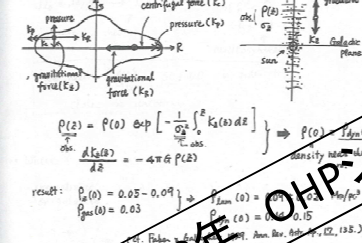
- "Dynamics of Early Type Galaxies" by Bertola & Capaccioli, Ap.J., 281, L95, 1978
- I. The Rotation Curve of the Elliptical Galaxy NGC 4497, Ap.J., 281, 487, 1978
- II. The Rotation Curve of the SO Galaxy NGC 4578, Ap.J., 281, 497, 1978
- III. The Rotation Curve of the SO Galaxy NGC 4962, Ap.J., 281, 498, 1978
- "The Discontinuity between Elliptical and Disk Galaxies" by Bertola & Capaccioli, Ap.J., 281, L95, 1978
- Ellipticals & Disk galaxies の 単位質量を正規化した momentum に  
大きな discontinuity がある。
- "Velocity Dispersions and Mass-to-Light Ratios for Elliptical Galaxies" by Faber & Jackson, Ap.J., 284, 668, 1976.
- $L \propto \sigma^4$  relation

"Relation (?) in 13 Elliptical Galaxies" by Illingworth, Ap.J., 218, L63, 1977 →  $\sigma \propto L^{0.2}$

## IV. Dark Matter

### 5. History

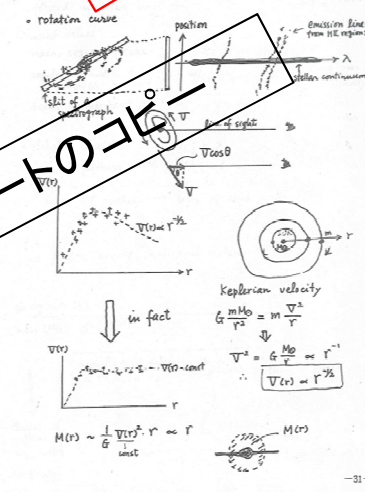
#### (1) Solar Neighborhood (~1940-)



#### (2) cluster of galaxies (1937-)

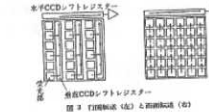
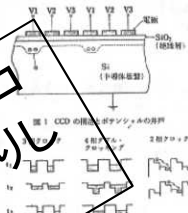
virial theorem →  $M_{dyn}$   
(see text)  
coma cluster (Sandage 1977, Ap.J., 86, 217)  
Sandage 1970, Ap.J., 222, 213  
 $M_{sun} \sim 10^{14} M_{sun}$   $M_{dyn} \sim (6.5-33) \times 10^{14} M_{sun}$   
 $M_{dark} \sim 10$

#### (3) Flat Rotation Curve of galaxies

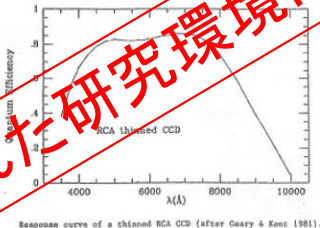


## 5.3.2. Charge-Coupled Device (CCD) による表面分光

### (1) CCD の原理と特性

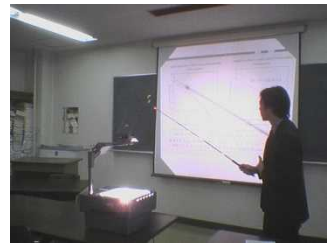


川上肇 "CCD の現状と展望" 天文月報, 1982年2月号



quantum efficiency ~80%  
at peak (写真の高感度)  
Linearity  $10^3$  以上  
Dynamic range  $\geq 10^3$   
Readout noise ~10 ~100  
熱雑音は  $-110^\circ\text{C}$  以下に冷却して用いるとほとんど無視できる。(数 e<sup>-</sup>/pixel/frame)  
↓  
Readout noise の減少が最重要課題  
元雑音に蓄積された光子の readout noise よりも充分大きくなるように露光時間を遅くする。

岡村 定矩 (1988年1月)



<http://lifehacking.jp/2009/11/examples-of-bad-presentation/>

恵まれた研究環境にいる者の責務

10.4 ライマンブレイク銀河 (LBGs) とライマンの森林銀河 (LAEs)

高赤方偏移 ( $z > 3$ ) 銀河の代表例

ライマンブレイク銀河 (LBG) とライマンの森林銀河 (LAE)

この分野の重要な観測結果

LAEs と BCGs

Luminosity Function of LBGs

Lyman  $\alpha$  Emission (LAE)

1990年 OHPノートのコピー

2012年  
パワポファイル 東大での約20年間の講義の  
まとめ(定年退職の記念)  
<http://hikari.astron.s.u-tokyo.ac.jp/~okamura/GA-Lecture/> だれでもアクセス可

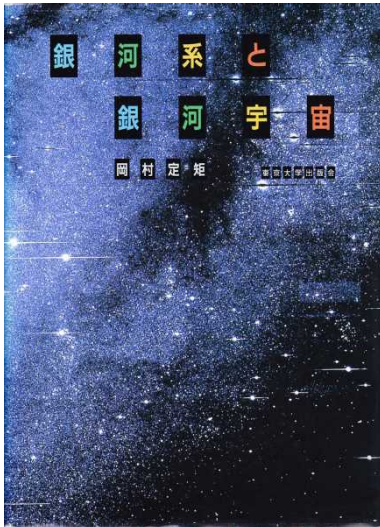
はじめに

(銀河天文学と観測的宇宙論 2012年)

私が講義ノートを印刷配布するのはこれで四度目です。最初は「銀河形成論に関する観測的諸問題」というタイトルで1986年のことでした。1985年に京都大学理学部から集中講義の依頼が来ました。この時の講義で使った資料を欲しいという希望が思いの外多くの聴講者から寄せられたのがきっかけです。インターネットは天文分野にはまだあまり普及しておらず、GoogleもSAO/NASA Astrophysics Data Systemもない時代でした。図書室に届く新着の学術誌やプレプリントを読むか、国際研究会に出かけるかしか、世界の研究の最前線を知る方法はありませんでした。たくさんの学術雑誌を購読し、世界の多くの研究機関からプレプリントや年次報告などの情報が届くことが、「良い研究環境」の中心的な要素でした。講義ノートを印刷配布した背景には、恵まれた環境にいる者の一人として、ある種の責任という思いもありました。

助教授になった1987年に東京大学の大学院で講義をすることになりました。これを機に、前回の講義ノートにかなり大幅な加筆をして「銀河天文学」と題したノートを1988年に印刷配布しました。観測の見地から見た銀河天文学や宇宙論の講義は日本の大学ではまだ極めて数少ない状況でした。同じ頃に東京大学でこの分野の講義を担当した池内 了氏、家 正則氏らと、「良い教科書を作らないといけないね」と話していたことを思い出します。多種多様な教科書や解説書が書店に並ぶ現在では想像もできない状況だったのです。このような状況下で、これからこの分野を学ぼうとする人のための入門知識をまとめるというのが私の講義のスタンスでした。

1988年にはインドネシアのバンドン工科大学で一週間の集中講義をしました。このときに、「銀河天文学」の英語版を作りました。その後まもなく1990年に、主に発展途上国の若者のために国際天文学連合(IAU)が開催する「International School for Young Astronomers」がマレーシアで開催され、その講師として10コマの講義を依頼されました。日本でも上記のような状況でしたので、アジアの他の国の状況は容易に想像できました。そこで英語版を簡易製本して参加者に配布したのです。



1999年

東大理学部天文学科3年生「銀河天文学」の講義を基にした。

表紙写真はSuprime-CamによるM31の画像  
(まさに撮れたて！)

まえがき

天文学は現在とても面白いフェイズにある学問である。高度な技術を駆使した新しい観測装置の登場によって、電磁波のほとんどすべての波長域での観測が可能になり、これまで見えなかった宇宙の姿が次々と明らかになってきている。なかでも銀河の観測と、それを基にした観測的宇宙論の研究はまさに日進月歩である。30年前の私がそうであったように、天文学を志したばかりでほとんど基礎知識のない学部学生に対して、この分野の現状を概観しそれぞれの興味に従ってさらに深く学んで行くためのガイドラインとなるような教科書を作りたいというのは、かなり前からの私の願望であった。



## (中略)

本書の特徴は、それぞれの問題についてさらに詳しく勉強したい人のために、参考文献表をつけたこと、定量的なデータを数多く提示したこと、銀河のカタログやアトラスなど実際に研究や調査を行う上で有用な資料の所在を示したこと、である。インターネットの発達により、文献や資料の調査は一昔前に比べれば格段に容易にしかも早く出来るようになったが、本書の性格上このような形で載せるのにもそれなりの意義があると考えたからである。文献はスペースに限りがあるので、場合によっては代表的なものというより新しいものを掲げたところもある。新しい文献から過去の代表的な文献を探すのは容易だからである。このような工夫をしたので、天文学をこれから学ぶ学部学生ばかりでなく、大学院生や他分野の研究者、天文学一般の講義をする大学教官の方々にも使っていただけるのではないかと考えている。

# 章ごとにまとめた参考文献表

全部で501文献

フォーマットは名著 Miharas and Binney 'Galactic Astronomy' のものに準じた。

226 文 献

1890-1924, (New York : Cambridge Univ. Press).

[R1] Russell, H.N. (1914) : The spectra and other characteristics of the stars, *Popular Astronomy*, **22**, 342.

[S1] Shapley, H. (1918) : Studies based on the colors and magnitudes in stellar clusters, Seventh paper, *Ap. J.*, **48**, 154.

[S2] Shapley, H. (1918) : Studies based... Sixth paper, *Ap. J.*, **48**, 89 ; Studies based... Ninth paper, *Ap. J.*, **49**, 24.

[S3] Shapley, H. and Curtis, H.D. (1921) : The scale of the universe, *Bull. National Res. Coun.*, **2**, pt. 3, no. 11 (May 1921), p.171.

[S4] Struve, O. and Zeberg, V. (1962) : Astronomy of the 20 th Century, (New York : Macmillan).

[V1] van Maanen, A. (1916) : Preliminary evidence of internal motion in the spiral nebula Messier 101, *Ap. J.*, **44**, 210.

[V2] van Maanen, A. (1923) : Investigations on proper motion. Tenth paper, *Ap. J.*, **57**, 264.

[V3] van Maanen, A. (1935) : Internal motions in spiral nebulae, *Ap. J.*, **81**, 336.

第2章 銀河系

[M6], [B5], [R3] は本章全般にわたって参照した。1960年代までの銀河系の研究は[B7]によくまとめられている。

[A1] Alarde, C. (1999) : Analysis of the OGLE microlensing candidates using the image subtraction method, *Astr. Ap.*, **343**, 10.

[A2] Allen, C.W. (1973) : Astrophysical Quantities, (London : The Athlone Press).

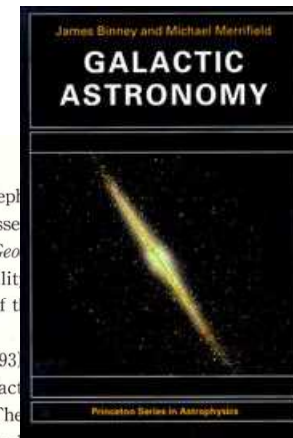
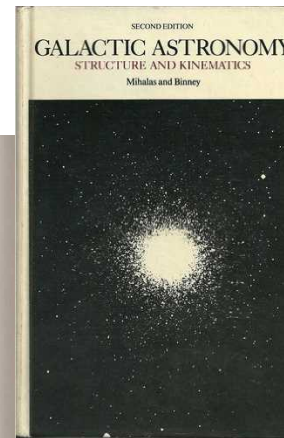
[A3] Alcock, C. et al. (1993) : Possible gravitational microlensing of a star in the Large Magellanic Cloud, *Nature*, **365**, 621.

[A4] Alcock, C. et al. (1997a) : The MACHO project : 45 candidate microlensing events from the first-year Galactic bulge data, *Ap. J.*, **479**, 119 ; (1998) : Errata, *Ap. J.*, **500**, 522.

[A5] Alcock, C. et al. (1997b) : The MACHO project Large Magellanic Cloud microlensing results from the first two years and the nature of the Galactic dark halo, *Ap. J.*, **486**, 697.

[A6] Alcock, C. et al. (1998) : EROS and MACHO combined limits on planetary-mass dark matter in the Galactic halo, *Ap. J.*, **499**, L9.

[A7] Alcock, C. et al. (1999) : The MACHO project LMC variable star inventory.VIII. The recent star formation history of the Large Magel-



227

from the Cepheids and Grevesse elements : solar, *Geo* Data Facility Society of t

et al. (1993) on the Galactic (1944a) : The central region of the Andromeda Galaxy, NGC 147 and NGC 185, two new members of the local group of galaxies, *Ap. J.*, **100**, 147.

[B2] Baade, W. (1963) : Evolution of Stars and Galaxies, ed. C.P. Gaposchkin, (Cambridge : Harvard Univ. Press), Chap. 20-21.

[B3] Bahcall, J.N. (1984a) : Self-consistent determinations of the total amount of matter near the sun, *Ap. J.*, **276**, 169 ; (1984b) : K giants and the total amount of matter near the sun, *Ap. J.*, **287**, 926.

[B4] Bessel, M.S. and Stringfellow, G.S. (1993) : The faint end of the stellar luminosity function, *Ann. Rev. Astr. Ap.*, **31**, 433.

[B5] Binney, M. and Merrifield, M. (1998) : Galactic Astronomy, (Princeton : Princeton Univ. Press).

[B6] Blaauw, A. (1963) : The plan of selected areas, in Basic Astronomical Data, (ed. K. Aa. Strand), (Chicago : Univ. Chicago Press), p.383.

[B7] Blaauw, A. and Schmidt, M., eds. (1965) : Galactic structure, (Chicago : Univ. Chicago Press).

[B8] Blitz, L. and Spergel, D.N. (1991) : Direct evidence for a bar at the Galactic center, *Ap. J.*, **379**, 631.

[B9] Burstein, D. and Heiles, C. (1978) : HI, galaxy counts, and reddening : Variation in the gas-to-dust ratio, the extinction at high Galactic latitudes, and a new method for determining Galactic reddening, *Ap. J.*, **225**, 40 ; (1982) : Reddenings derived from HI and galaxy counts : accuracy and maps, *A. J.*, **87**, 1165.

[C1] Cardelli, J.A., Clayton, C., and Mathis, J.S. (1989) : The relationship between infrared, optical, and ultraviolet extinction, *Ap. J.*, **345**, 245.

[C2] Chiba, M. and Yoshii, Y. (1998) : Early evolution of Galactic halo revealed from HIPPARCOS observations of metal-poor stars, *A. J.*, **115**, 168.

[C3] Crawford, M.K. et al. (1985) : Mass distribution in the Galactic cen-

## 付録2 シュミット望遠鏡による主な撮像サーベイ

216

付 録

### 付録 2 シュミットによる主な撮像サーベイ

略号	サーベイ領域	乾板+フィルタ	天域数	観測期間	略称
パロマーシュミット					
POSS-I (B)	$-30^\circ < \delta < +90^\circ$	103 a-O+ none	936	1949-56	パロマー・スカイサーベイ
POSS-I (R)		103 a-E+ Plexiglass 2444	936		
POSS-II (J)		III a-J+ GG 385	897 (894*)	1987-1999	第二次パロマー・スカイサーベイ
POSS-II (R)	$0^\circ < \delta < +90^\circ$	III a-F+ RG 610	897 (891*)		
POSS-II (I)		IV-N+ RG 9	886 (894 (780*))		
USNO (J)	$0^\circ < \delta < +90^\circ$	III a-J	894	1995?-99	(位置天文用)
UK シュミット					
SERC (J)	$-90^\circ < \delta < -20^\circ$	III a-J+ GG 395	606	1974-87	ESO/SERC 南天サーベイ
E (J)	$-15^\circ < \delta < 0^\circ$	III a-J+ GG 395	288	1979-90	赤道帯サーベイ
E (R)		III a-F+ RG 630	288 (272*)		
SERC (I)	$-90^\circ < \delta < 0^\circ$	IV-N+ RG 715	894 (767*)	1984-	近赤外サーベイ
AAO (R)	$-90^\circ < \delta < -20^\circ$	III a-F+ OG 590	606 (583*)	1989-	第二次南天サーベイ
H $\alpha$	銀河面	Tech-Pan + H $\alpha$ 659	233 (108*)	1997-	H $\alpha$ サーベイ
	マゼラン雲	Tech-Pan + H $\alpha$ 659	40 (24*)		
ESO シュミット					
ESO (B)	$-90^\circ < \delta < -20^\circ$	II a-O+ GG 385	606	1973-78	ESO クイック B サーベイ
ESO (R)	$-90^\circ < \delta < -20^\circ$	III a-F+ RG 630	606	1973-88?	ESO/SERC 南天サーベイ

\* 1999年4月現在の撮影枚数(Reid, N., Tritton, S. B., および Parker, Q. A. よりの私信(1999)).

## 付録3 主な銀河のカタログとアトラス

付録 3 主な銀河のカタログとアトラス

217

### 付録 3 主な銀河のカタログとアトラス

シュミットサーベイから作られたカタログ(眼視検査によるもの)

#### Morphological Catalogue of Galaxies (MCG)

Vorontsov-Velyaminov et al. (1962-68), (Moscow : Moscow State Univ.)  
全4巻. POSS-Iより15等より明るい銀河約29000個をリストアップ.

#### Catalogue of Galaxies and Clusters Galaxies (CGCG)

Zwicky et al. (1961-68), (Pasadena : California Institute of Technology)  
全6巻. POSS-Iより15.5等まで完全になるように拾った約28000個の銀河と9700個の銀河団のカタログ.

#### Uppsala General Catalogue of Galaxies (UGC)

P. Nilson (1973) : Acta Uppsala Univ. Ser. V., A, Vol. 1  
赤緯-2.5度以北のPOSS-Iから14.5等より明るい12921個の銀河を収録. 均質性がよいと定評がある.

#### The ESO/Uppsala Survey of the ESO (B) Atlas

A. Lauberts (1982), (Garching : ESO)  
ESO クイック B サーベイより約16000個の銀河(直径が1分以上)を収録.

#### Southern Galaxy Catalogue

Corwin (1985), (Austin : Univ. Texas Press)  
SERC (J) サーベイから5481個の銀河を収録.

そのほかの銀河カタログ

#### Shapley-Ames Catalog (SA)

Shapley, H. and Ames, A. (1932) : Annals of the Harvard College Obs., 88, No. 2  
写真観測による初めての銀河だけのカタログ. 13等より明るい1249銀河を収録.

#### Reference Catalogue of Bright Galaxies (RCBG)

de Vaucouleurs, G. and de Vaucouleurs, A. (1964), (Austin : Univ. Texas Press)  
2599銀河のデータと参照文献, SA以来30年間の銀河観測の集大成(完全性はない)

#### Second Reference Catalogue of Bright Galaxies (RC 2)

de Vaucouleurs, G. et al. (1976), (Austin : Univ. Texas Press)  
RCBGの増補改訂版. 4364銀河のデータの集大成(完全性はない)

#### A Revised Shapley Ames Catalog of Bright Galaxies (RSA)

Sandage, A. and Tamann, G. A. (1980, 1987), (Washington : Carnegie Institution of Washington)

SA銀河のすべてに対し, 後退速度(距離)や形態分類などを与えたもの.

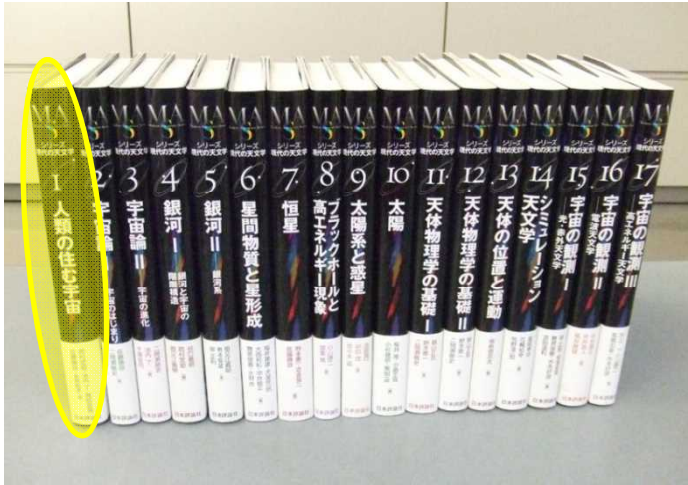
#### Nearby Galaxy Catalog

Tully, R. B. (1987), (Cambridge : Cambridge Univ. Press)  
後退速度が3000 km s<sup>-1</sup>より小さい近傍の2367銀河を収録. 局部超銀河団の研究によく用いられる.

#### Catalogue of Principal Galaxies (PGC)

Paturel, G., Fouqué, P., Bottinelli, L. and Gouguenheim, L. (1989), (Observatoires

# 「シリーズ現代の天文学」 全17巻



日本天文学会  
創立100周年記念出版事業

2002.10－2009.12(約7年間)

執筆者延べ264人

日本天文学会事業報告より抜粋

2009年12月に第11巻が配本され、創立100周年記念出版事業「シリーズ現代の天文学」全17巻の刊行をついに完了した。岡村が編集委員長を当時の田原博人理事長より依頼されたのが2002年、以来松田卓也、祖父江義明、土佐 誠、國枝秀世と計5人の理事長の下で、執筆者総勢250人を超える事業を、まさに日本天文学会の総力を挙げて実施してきた。予定を大幅に遅れたことは遺憾ではあるが、ここに全巻刊行の報告ができることは大きな喜びである。



## 「人類の住む宇宙」を個人的に献本した方への書面（抜粋）

私にとっては**思い入れのある本**「人類の住む宇宙」が最近できあがりました。一冊お届け致しますので、ご笑覧いただけると幸いです。

私は最近の**「高校地学」の履修率の低さと地学教育の将来**を大変心配しています。地球環境問題やサステナビリティがこれだけ社会の関心を集めているにもかかわらず、その基本要素である**「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**が国民の間にほとんど普及していないような気がしています。これは、履修率の低さに加えて、現在の「地学」教育には、まさに東大の小宮山総長が説かれる**「知の統合化」**が欠けている結果ではないかと考えています。

そのような背景から私は、初等中等教育の段階から、**国民みんなが学ぶ科目**として、「国語、算数、理科、社会、自然誌」となるような、「国語、算数、理科、社会」に次ぐ**新しい科目、「自然誌（仮称）」**が作れたらよいと個人的に思うようになっていきます。

新しい科目を作るためには、最も高い大学レベルの教科書を作り、それを基礎にして、初等中等教育のレベルにあわせて適切な教科書を作る必要があります。いつかそのような**大学レベルの教科書**を作ってみたいとしばらく前から考えていました。たまたま**今回そのような思いを試してみる機会に恵まれました**。その結果できたのが「人類の住む宇宙」なのです。

# 「国語、算数、理科、社会」に次ぐ新しい科目、「自然誌(仮称)」

と同じ流れの提言など

日本地球惑星科学連合 2005, 2007

すべての高校生が学ぶべき地球人の科学リテラシー  
— 高等学校「理科」における**全員必修科目の創設**とその  
内容に関する提言 —

[http://www.jpгу.org/education/20050729\\_doc.html](http://www.jpгу.org/education/20050729_doc.html)  
[http://www.jpгу.org/education/20070928\\_doc.html](http://www.jpгу.org/education/20070928_doc.html)

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 **すべての児童・  
生徒が現代の宇宙観を学べるために**

<http://tenkyo.net/seimei/shidou2015.pdf>

日本学術会議 2016年2月8日

科学者委員会・科学と社会委員会合同 広報・科学力増進分科会

これからの高校理科教育のあり方

<http://www.sci.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t224-1.pdf>



← これは主に  
地学分野  
2007

教養理科  
(仮称)

総合理科

理科基礎  
(仮称)

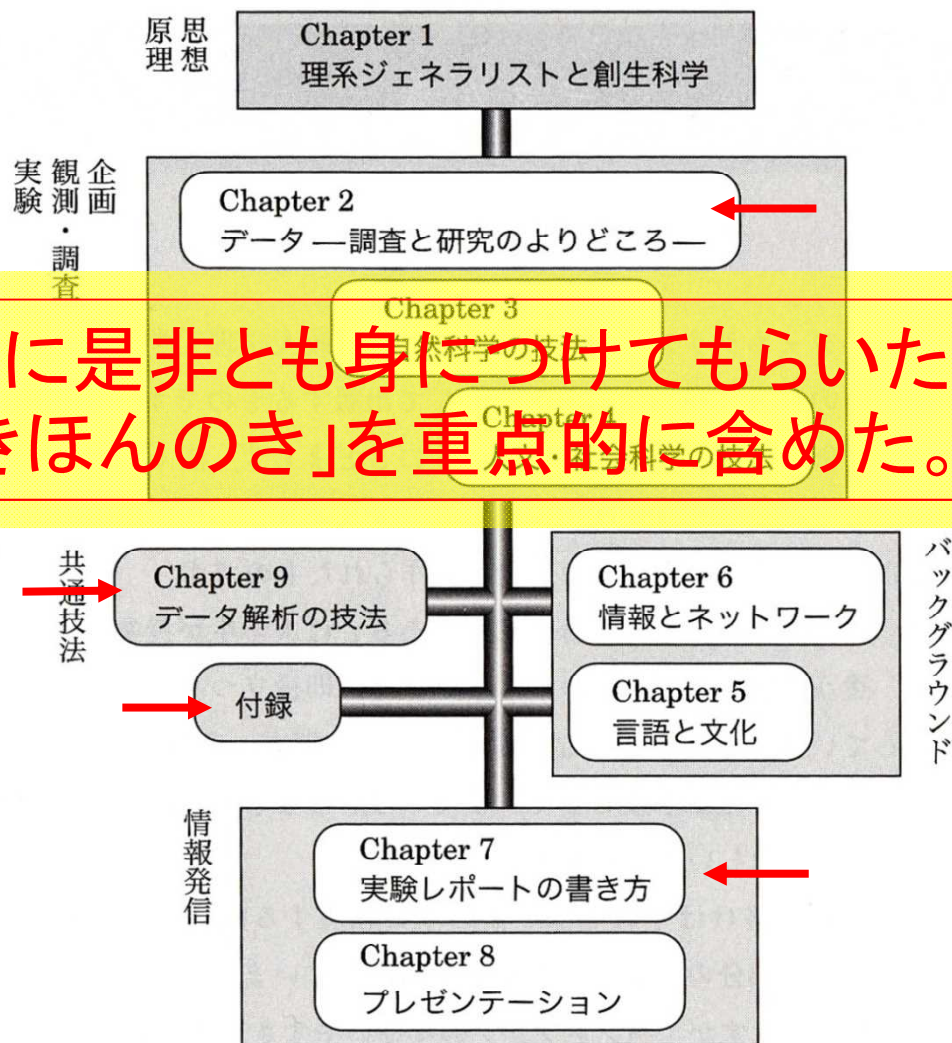
物、化、生、地の全てを含む

# 法政大学工学部創生科学科 第1期生卒業記念出版

創生科学科の指定教科書

2015年3月24日出版

創生科学科の専任教員21名  
全員が(多寡はあるが)執筆



学生に是非とも身につけてもらいたい「きほんのき」を重点的に含めた。

## 企業の人事担当者や卒業生が共通して言う「大学生に期待する特性」

### (1) 最低限の社会的要請に応える特性

- ハキハキ挨拶ができ、明るく一緒にいるだけで楽しくなる。
- 約束ごとや時間が順守できる。
- 心身共に健康で、多少のストレスにへこたれない。
- 楽しいコミュニケーションができる。
- Yes, Noをはっきり言え、その客観的根拠を言える。
- 適切に空気が読める。
- 基本的社会正義を知り、それを実践できる勇気をもつ。

### (2) 社会を許容する特性

- 他人の痛みが感じられる優しい心を持つ。
- 奉仕の心が持てる。



- 他人の話をじっくり聞くことができ、その話に適切に応答ができる。
- 仲間の感じていることを察しながら仲間をリードできる。
- 異文化を拒絶するのではなくその中に価値を見出す努力ができる。

### (3) 社会を駆動するための特性

- 消去法で自分の道を選ぶのではなく、自らの自己実現のために道を選ぶことができる。
- 与えられたテーマが何であれ、そこに面白さを発見できる。
- 指示を待つのでなく、上司や同僚の思いを感じとり自ら仕事を進めることができる。
- 自らの考えに基づき積極的に提案できる。
- 仲間や組織に働きかけ新たな仕事を創ることができる。
- 言語能力に優れ、物怖じすることなく海外展開にも積極的である。
- 将来像が混沌とした中でも企業や組織で新たな道筋を見いだせる。

これに加えて6つの特性 →

**理系ジェネラリスト**

# 法政大学工学部創生科学科 第1期生卒業記念出版

創生科学科の指定教科書

2015年3月24日出版

創生科学科の専任教員21名  
全員が(多寡はあるが)執筆

アマゾンのカスタマーレビュー



「理系ジェネラリスト」とタイトルにはあるが、理系・文系関係なく、大学を卒業した社会人として求められる知とリテラシーを網羅した一冊。科学・技術に留まらず、人文・社会科学分野まで幅広く視野に入れており、その中から特に重要と思われるポイントを、編者の視点で大胆に抜き出している。ちょっとここは手厚すぎるのでは？と思うような部分もあるが、そういう部分は執筆者の思考の枠組みの基礎をなす部分だと思って読めば良いだろう。

社会人にとっては、昔確かに習ったはずなので「はて、なんだっけ？」と忘れていたことを簡単に調べるためのハンドブックとして使える。学生さんにとっては、大学を卒業するまでにどのような知やリテラシーを身につけることが求められているのか、学習していく上での指針となるだろう。

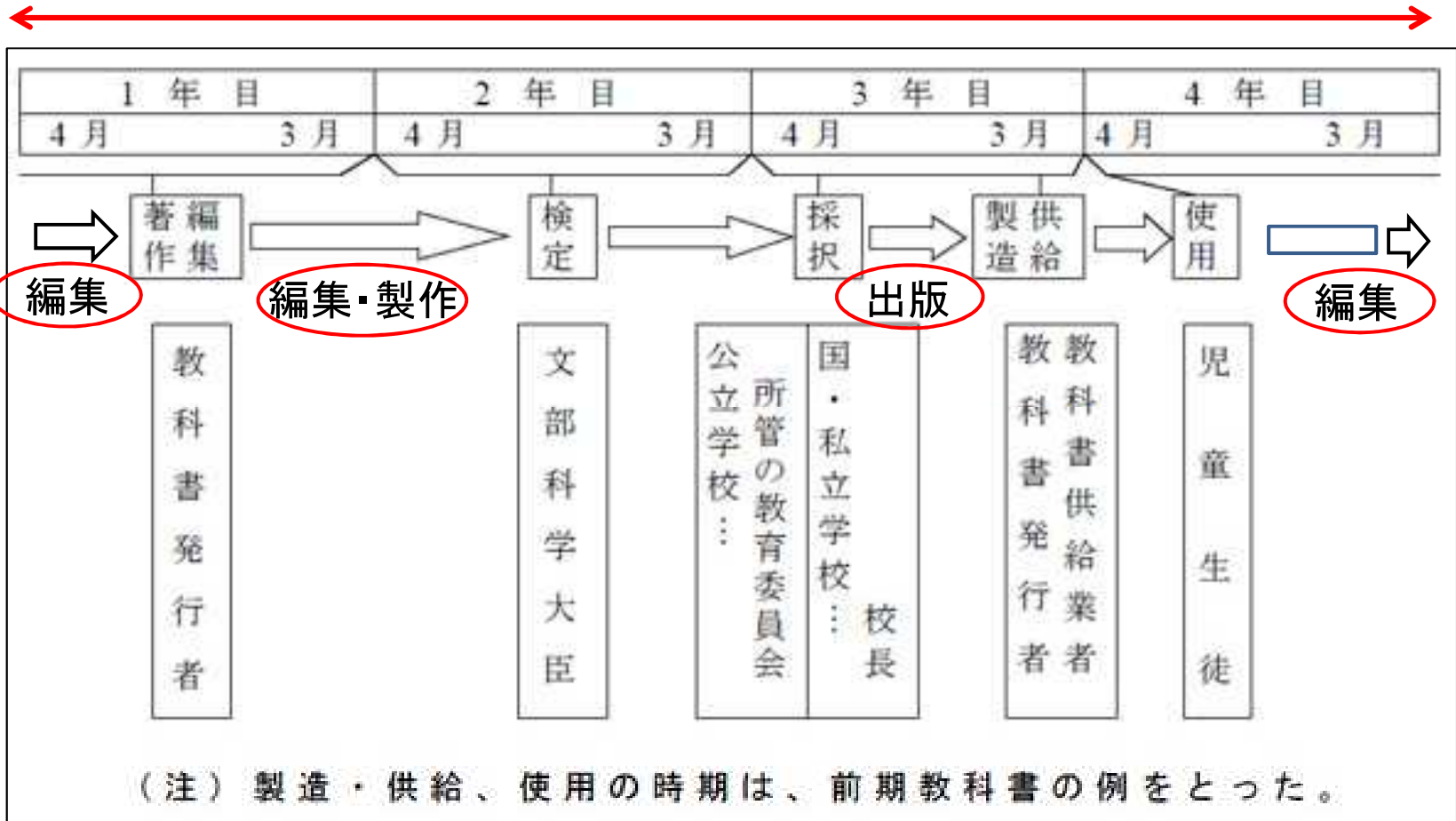
こういう文理を超えたリテラシーを扱う本は意外と少ないように思う。この本に続く形で、さまざまな視点から知を俯瞰した本が出てくることも期待したい。

東京書籍 「新しい科学」 H28本（中学理科教科書）

著作権の関係で公開できません

# 教科書の製作から使用までの流れ

4年周期 (学習指導要領が変わらなくても教科書は変わる)



文部科学省ホームページより

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/kyoukasho/010301.htm#04](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/010301.htm#04)

# 小・中・高等学校の教科書の検定・採択の周期

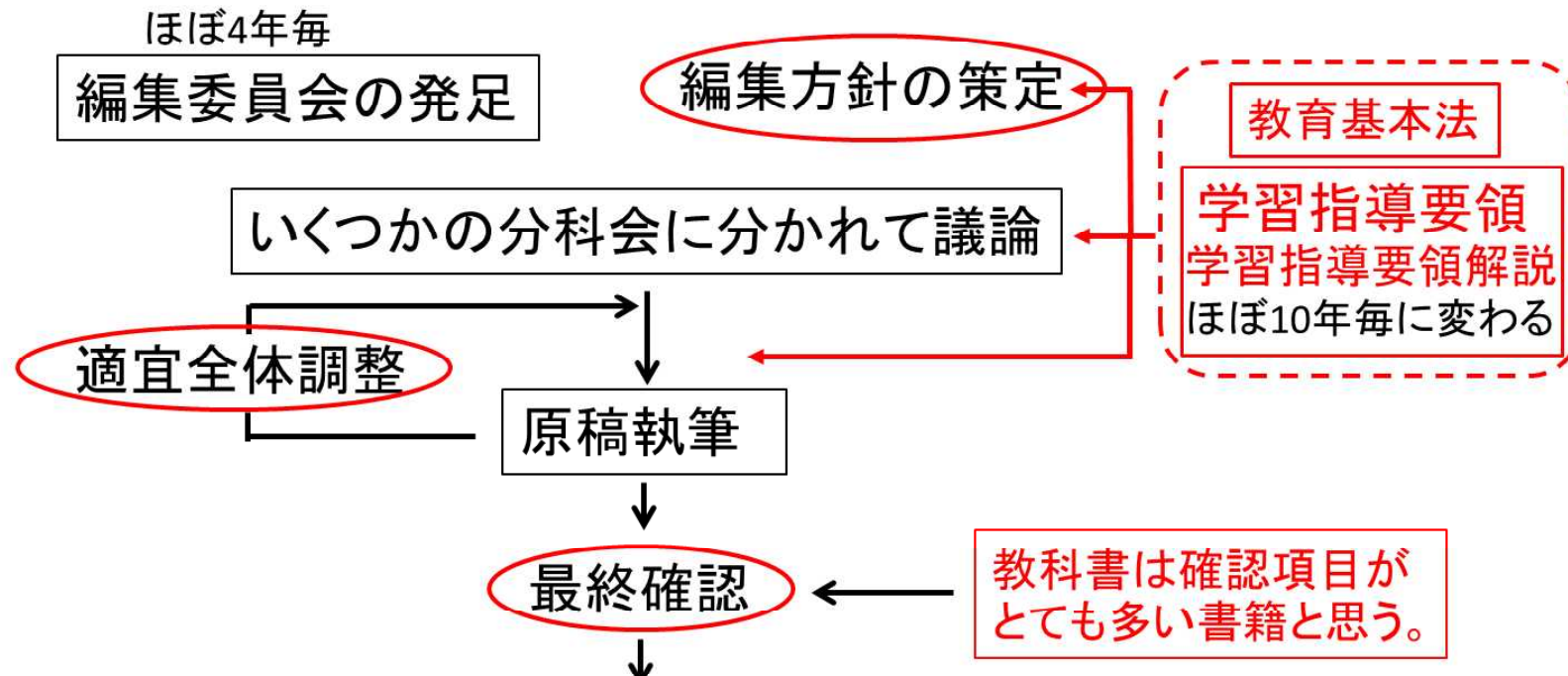
学校種別等区分		年度(西暦)									
		21 (2009)	22 (2010)	23 (2011)	24 (2012)	25 (2013)	26 (2014)	27 (2015)	28 (2016)	29 (2017)	
小 学 校	検定	◎				◎				◎	
	採択		△				△				
	使用開始	○		○				○			
中 学 校	検定		◎				◎				
	採択	△		△				△			
	使用開始		○		○				○		
高 等 学 校 ※	主として 低学年用	検定	◎		◎			◎			
		採択		△		△			△		
		使用開始			○		○			○	
	主として 中学年用	検定		◎		◎			◎		
		採択			△		△			△	
		使用開始				○		○			
主として 高学年用	検定					◎			◎		
	採択						△				
	使用開始	○						○			

必ず必ず確認してください

- ◎: 検定年度  
 △: 前年度の検定で合格した教科書の初めての採択が行われる年度  
 ○: 使用開始年度(小・中学校は原則として4年ごと、高校は毎年採択替え)
- 太線以降は、新教育課程の実施に伴う教科書についてである。  
 平成20・21年改訂
  - ・小学校学習指導要領(平成20年文部科学省告示)...平成23年度から全面実施予定
  - ・中学校学習指導要領(平成20年文部科学省告示)...平成24年度から全面実施予定
  - ・高等学校学習指導要領(平成21年文部科学省告示)...平成25年度から学年進行により実施予定(以下略)

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/kyoukasho/010301.htm#04](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/010301.htm#04)

# 編集から完成までの流れ(東京書籍中学理科の場合)



# 検討の観点と 内容の特色

## 目次

<b>教育基本法・学校教育法・学習指導要領総則との関連</b> .....3	教育基本法、学校教育法及び学習指導要領総則との関係は適切か。
<b>理科の目標及び内容（学習指導要領との関連）</b> .....3	学習指導要領との関係は適切か。 学習指導要領の目標達成のための手だてが的確に示されているか。 今日的な教育課題との対応は図られているか。
<b>組織・配列・構成・分量</b> .....5	指導計画作成上の配慮がなされているか。 単元の構成・配列及び分量は適切か。 「発展的な学習内容」は、適切に取り上げられているか。
<b>観察・実験</b> .....6	目的意識をもって観察・実験を行うように配慮されているか。 科学的に探究する能力の育成が重視されているか。 事故防止について適切な配慮がなされているか。
<b>資料</b> .....7	学習資料について適切な配慮がなされているか。
<b>表現・表記</b> .....7	文章表現や表記・用語などは適切か。 レイアウトや図、写真などは適切か。 色覚特性に対して適切な配慮がなされているか。 文字の大きさ、行間などは適切か。
<b>印刷・造本</b> .....8	用紙や印刷・製本は適切か。

教科書は、確認項目がとても多い書籍と思う。

教育基本法・学校教育法・学習指導要領総則との関連

理科の目標及び内容（学習指導要領との関連）

組織・配列・構成・分量

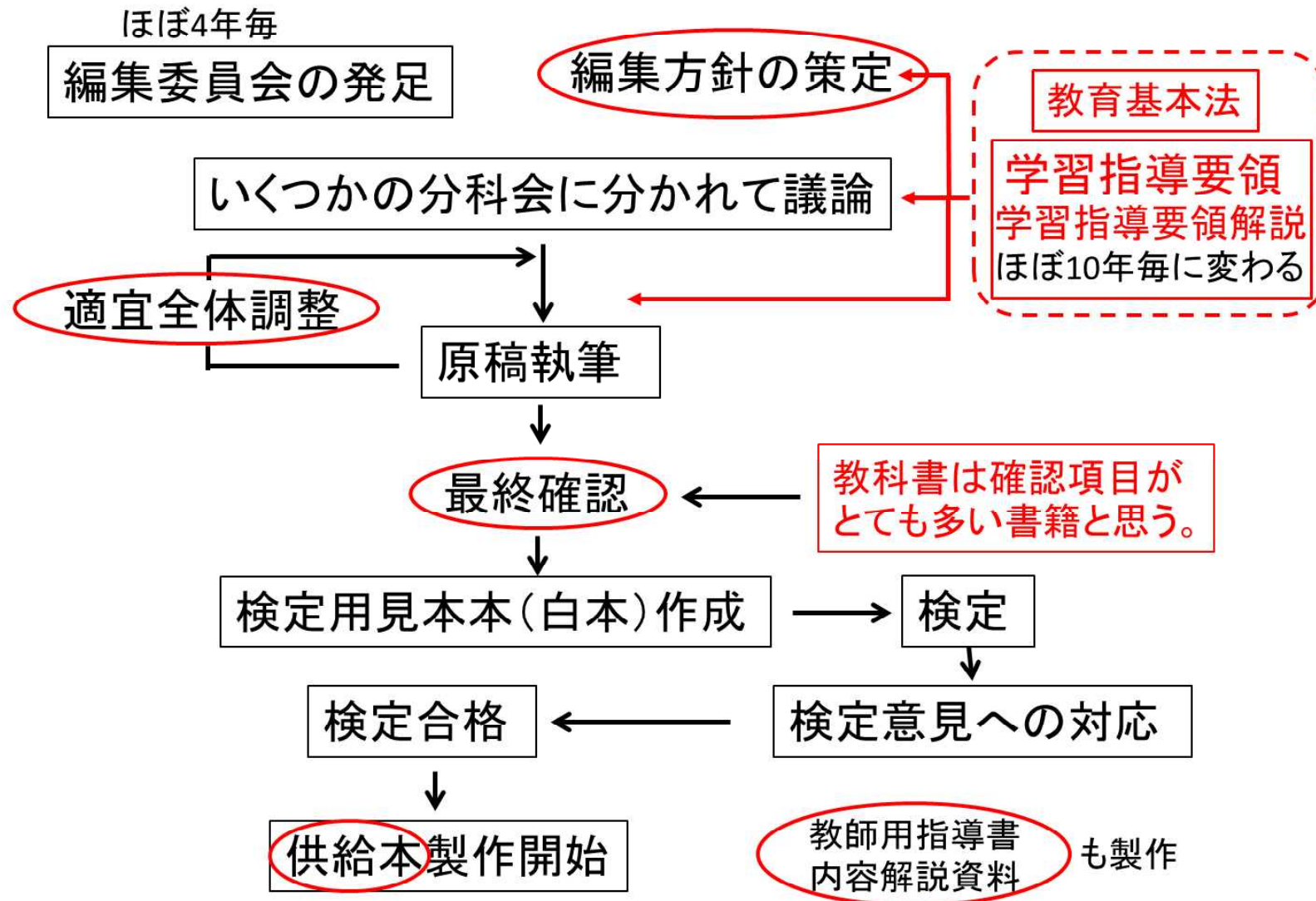
観察・実験

資料

表現・表記

印刷・造本

# 編集から完成までの流れ(東京書籍中学理科の場合)





# 東京書籍中学理科「新しい科学」平成28年本

## 著作関係者

### 代表

岡村 定矩 法政大学教授 東京大学名誉教授

藤嶋 昭 東京理科大学学長

荒井 豊	共栄大学教授	佐藤健太郎	サイエンスライター	西原 寛	東京大学教授
飯牟禮俊紀	葛飾区立青葉中学校副校長	左巻 健男	法政大学教授	秦 明徳	島根大学特任教授
五百川 裕	上越教育大学准教授	島村 一司	久米島町立久米島西中学校校長	八田 明夫	鹿児島大学名誉教授
伊藤 聡	中央区立城東小学校副校長	清水 秀登	港区立青山中学校副校長	平賀 博之	広島大学附属福山中学校副校長
大木 聖子	慶応義塾大学准教授	清水 誠	埼玉大学名誉教授	平山 静男	九州女子大学准教授
大久保秀樹	墨田区立桜堤中学校教諭	真行寺千佳子	東京大学准教授	堀 哲夫	山梨大学名誉教授
大津 豊隆	豊島学院高等学校教諭	鈴木 隆	東北文科大学教授 山形大学名誉教授	前川 哲也	お茶の水女子大学附属中学校教諭
岡田 行雄	帝京大学短期大学教授	隅田 学	愛媛大学教授	前田 京剛	東京大学教授
小川 義和	国立科学博物館	高橋 修	東京学芸大学准教授	牧野 順子	品川区立荏原第六中学校副校長
小倉 康	埼玉大学准教授	高畠 勇二	元練馬区立開進第一中学校校長	松村 讓兒	杏林大学教授
加藤 圭司	横浜国立大学教授	田中 幸	晃華学園中学校・高等学校教諭	三浦 郁夫	気象庁
金勝 一樹	東京農工大学教授	丹沢 哲郎	静岡大学教授	山路 裕昭	長崎大学教授
久保田裕人	東京都立小石川中等教育学校教諭	堂園いくみ	東京学芸大学准教授	山谷 安雄	練馬区立旭丘中学校校長
小荒井千人	慶応義塾湘南藤沢中・高等部教諭	中村 雅浩	成城学園中学校・高等学校教諭	結城千代子	埼玉大学講師
小池 啓一	群馬大学教授	名越 利幸	岩手大学教授		
古屋 康則	岐阜大学教授	西野 栄正	千葉大学名誉教授	東京書籍株式会社	ほか 2名

- ・約4年周期の改訂毎に編集委員会を作って編集・執筆に当たる。
- ・編集委員会は主に中高の現場教員と大学教員。
- ・他の社の編集委員を兼ねることはほとんどない。

東京書籍では奥付に編集代表のメッセージを載せている。

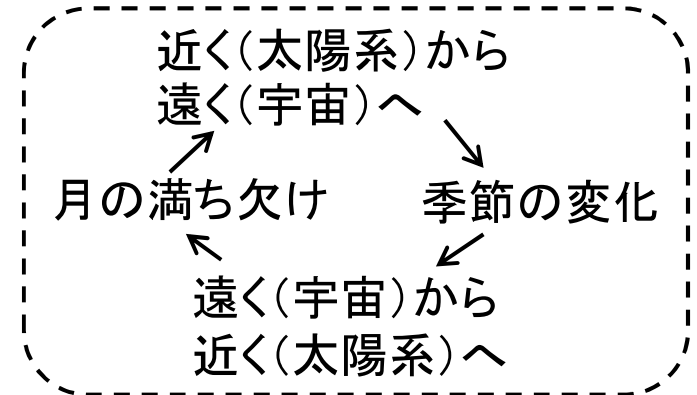
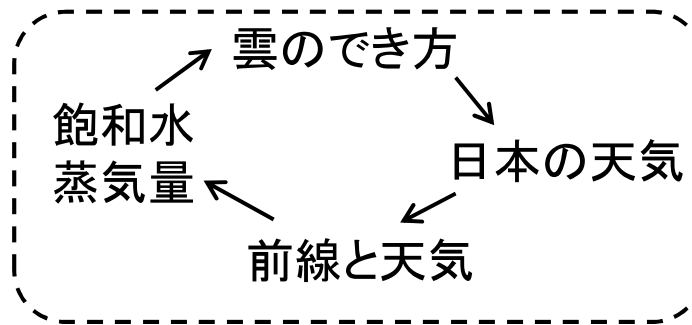
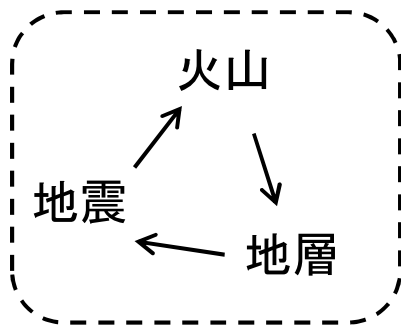
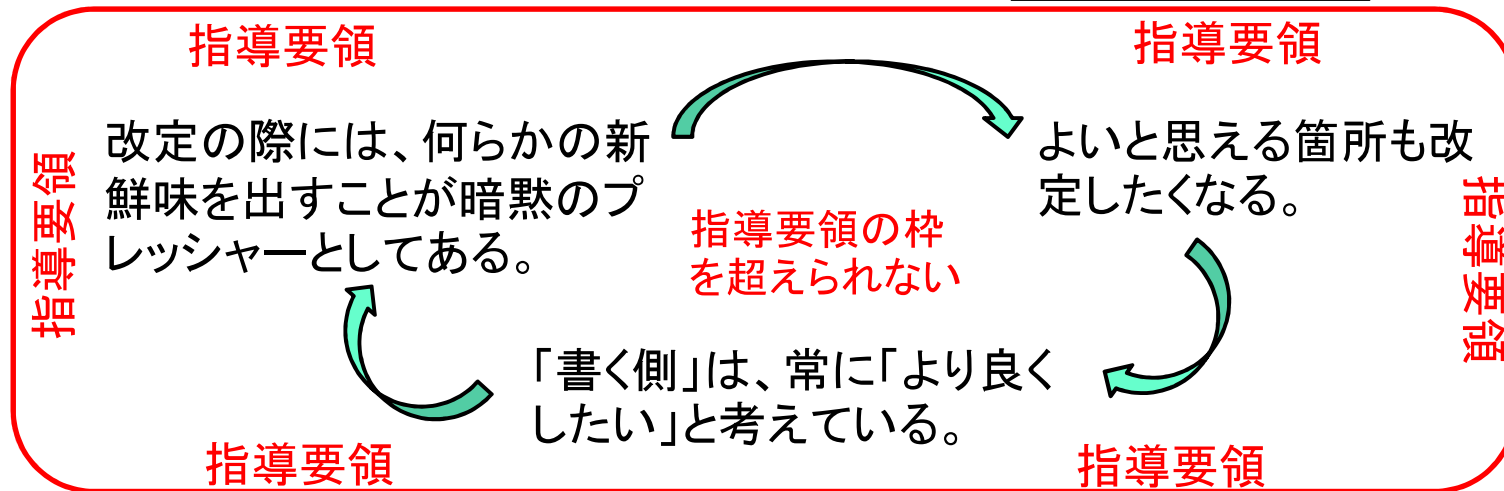
### ● 保護者の皆様へ

はじめて手にするものを見る赤ちゃんの目は好奇心できらきら輝いていますね。お子さんが、この好奇心をずっと持ち続けて成長して欲しいと誰でも思うことでしょう。現代社会は日進月歩の技術に支えられていますが、その技術の基礎は好奇心を持ち続ける「科学する心」にあります。忙しい現代では、多くの方が何が不思議なのかを考えることすらなくなりました。保護者の皆様もぜひお子さんと一緒に、この教科書で「科学する心」に触れてみませんか。皆様にも新しい発見があり、会話も弾み、お子さんの学ぶ意欲もきっと高まるでしょう。保護者の皆様と一緒に学ぶ教科書になって欲しいと思っています。(岡村定矩)

親(大人)が読むことで、社会の科学リテラシーが上がるという希望を込めた。

# 個人的な感想

改訂は4年ごと



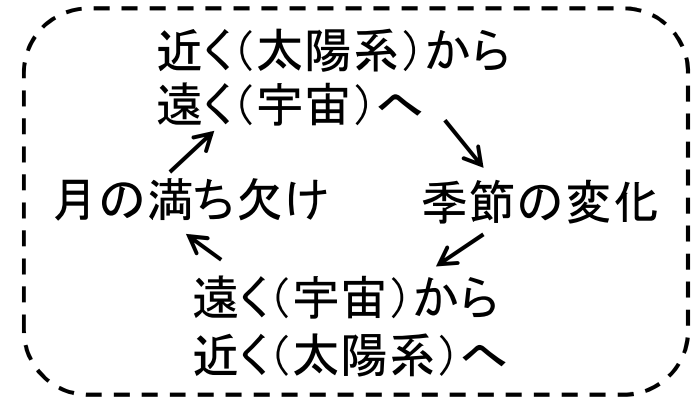
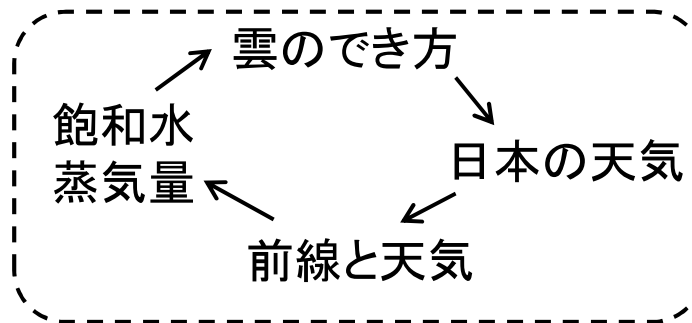
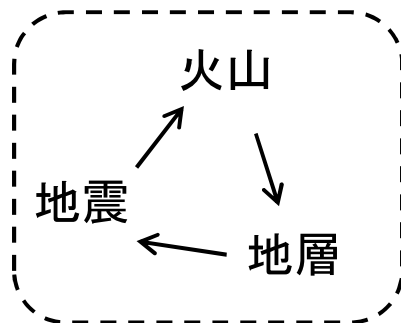
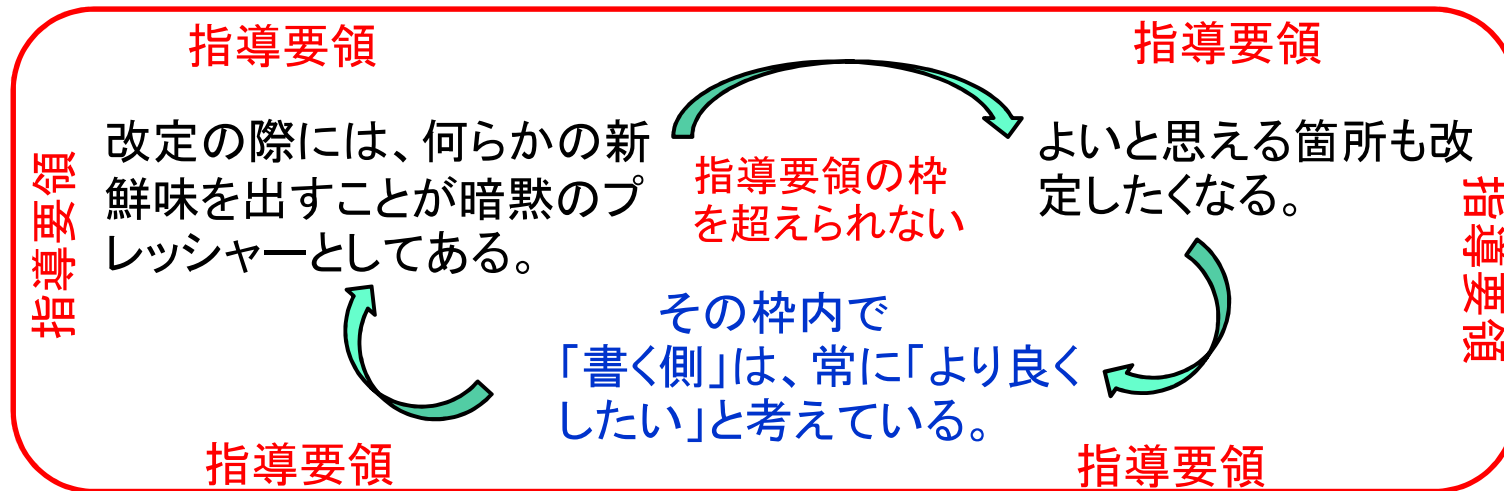
改定を2-3回繰り返すと元に戻る??

その間の技術の進歩は著しい (1960-2016の教科書の変遷)。

# 1960-2016の教科書の変遷

著作権の関係で公開できません

# 東書中学理科個人的感想のまとめ



改定を2-3回繰り返すと元に戻る??

その間の技術の進歩は著しい (1960-2016の教科書の変遷)。

教員の質がしばしば問題にされるが、編集委員会で会う現場の先生はみなさんとても素晴らしい。編集部在意気も高い。

## 法政大学で学生実験を担当して気がついたこと

中学理科の教科書はとても  
大きな影響力を持っている!?

「結果」と「考察」

何を「結果」に書いて、何を「考察」に書くか？

得てして、結果は表やグラフの提示のみ、それらから分かったことは「結果から分かったこと」～「考察」に書くような傾向が見られる。

# 創生科学基礎実験I (1年生)のレポート例

## 仮提出の例

### 1 目的と概要

振り子を用いた4種類の実験を行う。1つ目は、おもりの質量と周期の関係調べる実験。2つ目は、糸の長さとの関係調べる実験。3つ目は振幅の角度との関係調べる実験。4つ目は、Elvisを用いて振り子の周期を測定した。また、1つ目の実験と2つ目の実験から重力加速度を推測する。

### 2 実験に用いる装置

振り子

SGウォッチ (時間計測用ソフトウェア)

## 3 実験方法と結果

### 3.1 課題1

#### 3 実験方法と結果

#### 3.1 振り子の運動①

20cmの糸を取り違う質量のおもりを用いて周期を測定する。そのデータをExcelに入力し処理した。データを特徴づける値をまとめた。

振り子の長さ[m]	0.2	0.2	0.2
質量[kg]	0.01	0.02	0.05
試行	1周期[s]	1周期[s]	1周期[s]
平均	0.89545	0.88895	0.889825
標準偏差	0.019016	0.005967	0.022613
周期の測定誤差	0.006013	0.001887	0.007151

### 3.2 課題2

#### 3.2 振り子の運動②

同じ質量のおもりを用いて、糸の長さを変化させた。そのデータをExcelに入力し処理した。データを特徴づける値をまとめた。

実験レポートの書き方  
が1回の注意事項!!  
をよく読むこと。

おまじき

後69

公開添削の注意をメモ書きしている(感心な学生)

表と図(別紙)がおいてあるだけ

結果を文章で書く

有効数字!

1テーマの実験  
(2週4コマ)

終了の4日後

1年生は図は手描き。  
仮提出時は貼り込まなくて別紙でよい。

レポート仮提出

コメントを書き込み、  
A,B,C等の評価を付ける(2日間)

3週目の実験日

返却した仮レポートを見ながら公開添削

良悪両極端のサンプルを見せ、共通性の高い問題点を解説して修正させる(2コマ)。

1週間後

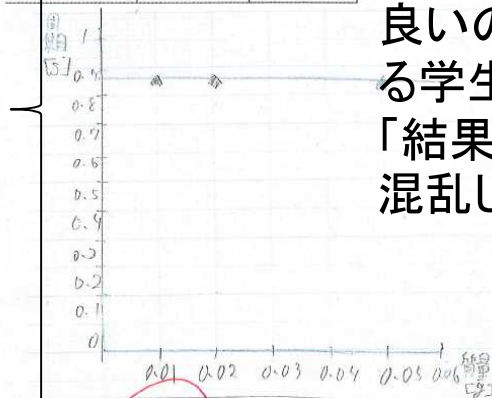
本提出

## 本提出の例-1

1 つ目の単振り子の質量をかえて行う実験では錘の質量はそれぞれ 10g、20g、50g、200g の 4 種類用意されているためその中から 3 つを選んで実験を行う。測定する錘の質量を選んだらそれぞれ錘をテグスとつないで振幅をストップウォッチで測定する。測定する振幅についてであるが、実験者が錘から手を離してから錘が 8 回往復する時間をストップウォッチで正確に測定する。1 つめの実験では質量のみをかえて行うのでそれ以外のテグスを吊るす高さや振幅の幅はいずれも同じ条件で実験を行う必要がある。

3.1 質量と周期の表

おもりの重さ	平均周期	標準誤差
0.01	0.874	0.046533
0.05	0.875	0.000983
0.02	0.872	0.001698



3.1 質量と周期のグラフ

『ここに「考察」を書いても良いのですか』と聞いてくる学生が少なからずいる。「結果の記述」と「考察」が混乱している。

結果と文章で書け

## 本提出の例-2

測定結果を Excel に打ち込み重さごとに 10 回のデータそれぞれの 1 周期平均を求め平均周期を出し、標準偏差と誤差範囲を求めたものを表 1 に示した。錘の重さ(kg)を x 軸、平均周期(s)を y 軸として散布図を作成した。その散布図を図 1 に示した。

表 1 測定結果の処理後

長さ(m)	0.2	0.2	0.2
質量(kg)	0.02	0.05	0.2
平均周期(s)	0.8734	0.8703	0.8827
標準偏差(s)	0.0066	0.012	0.0068
測定誤差(s)	0.0021	0.0037	0.0021

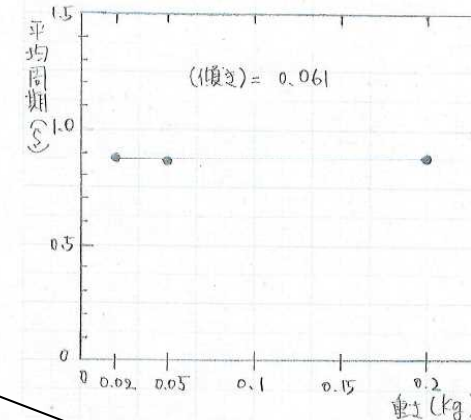


図 1 平均周期と錘の重さの関係

図 1 より誤差棒は正負ともに測定誤差でとっているが、誤差が小さく記号に隠れてしまった。

3.2 振り子の長さや周期の関係性を調べる実験

表と図がおいてあるだけ。それから何を読み取るのか、何がわかったのかが書かれていない。

結果と文章で

し

4 結果 電圧3Vの場合の結果をまとめると、下の表のようになる。  
電流計が大きくふれた…○, わずかにふれた…△, 全くふれなかった…×

	電流計の針がふれたか	電流値	電極付近
1 食塩水	○	60 mA	気体が発生していた。
2 砂糖水	×	0 mA	変化は見られなかった。

結果

- ・実験の結果を正確に書く。
- ・自分の考えや感想は入れずに、実験からわかる事実だけを書く。

- ・食塩水やうすい塩酸の電極付近では、気体が発生していた。また、うすい塩酸では一極付近が変色していた。電流が流れた水溶液では電極付近に変化が起こった。

実験器具を用いて、どのよ

考察

- ・結果からわかったことを自分なりに考えて書く。
- ・結果が複数あるときは、箇条書きに分けて書くとわかりやすい。
- ・実験の目的や予想に照らし合わせて、結果から判断できることやその根拠を書くことよい。
- ・いくつかの考察をまとめて、明らかになったことを結論として書いてもよい。

↑  
H28本から「結果を文章で書く」ことを例示した。

- 5 考察
- ・砂糖水やエタノールの結果から、電流が流れない水溶液もあることがわかる。
  - ・豆電球が点灯しなくても、発光ダイオードが点灯した水溶液があったことから、電流が流れる水溶液には、電流の流れ方にちがいがあることがわかる。
  - ・電流が流れることと、電極付近で変化が起こっていることには関係があるのではないかと考えられる。しかし、なぜ電流が流れるのかについては、まだ疑問が残る。

新たな疑問やさらに追究してみたいと思ったことを書いてもよい。



## 法政大学で学生実験を担当して気がついたこと

中学理科の教科書はとても  
大きな影響力を持っている!?



高校理科ではあまり  
レポートを書かせたり  
しない?

改訂の度に、レポートの書き方を工夫して行くことはとても重要なことかも知れない。