

マイクロコンピュータの特性を生かした教師用資料 太陽の動きを中心として

三島嶽志・前田健悟・桃井凡夫
尾道三一*・山下太利

Teacher Resources by Means of a Microcomputer Motion of the Sun

Takeyuki MISHIMA, Kengo MAEDA, Tsuneo MOMOI
Mitsukazu ONOMICHI* and Tairi YAMASHITA

(Received 31, October 1983)

Since the motions of the astronomical objects is subject to time and position, it is difficult for teachers to obtain and prepare the necessary data in print. A micro-computer, however, can simulate the motion and immediately gives it to them. Hence, we have attempted to provide elementary and junior high school teachers with the resources about the motion of the sun by the microcomputer. In this paper, the following are given: (1) the variation of the sun's altitude with time, (2) the motion of the sun at different seasons, (3) the motion of the sun at different locations, (4) changes of the time and azimuth at rise of the sun in a year, (5) Changes of the altitude of southing and length of day in a year, and (6) the altitude and azimuth of a constellation.

緒 言

最近、小・中学校にもニューメディアの一つとしてマイクロコンピュータ(以下マイコンと略す)の導入がされ始め、その積極的な活用のための研究が望まれるようになった。すでに一部では事務処理や成績処理に用いられ、授業にも使われ始めている¹⁻⁵⁾。我々は今まで学生に対してマイコンのプログラミングや操作の指導を行ってきたが⁶⁻⁸⁾、マイコンは教育資料のデータベースとしても非常に有効と思われるので、今回は印刷物では得られないマイコンの特性を十分に生かした教育資料作りを試みた。

一般に天体の運動に関する資料は、場所と時間に依存するものが多いため、十分な資料は印刷物としては得られない。これらの問題は、任意の場所、任意の時刻のデータを素早く算出することが可能なマイコンを利用することにより解決できる。すでにアマチュア天文学の分野では利用されているが⁹⁾、教育資料としては一般的ではない。そこで、小・中

校の教育内容を踏まえたうえで、使いやすい教師用の資料作りを行なった。作成したプログラムは、太陽の動きに関するものが中心である。用いたマイコンはNEC PC-9800シリーズである。

学 習 内 容

天体の学習は、小学校では主として4年と6年、中学校では1年で行なわれる。天体教材の内、太陽の動きに関する学習指導要領の内容は次の通りである。

小学校4年 C. 地球と宇宙 (1)イ

太陽及び月は、絶えず動いていて、東の方から出て南の空を通り、西の方に入ること。

小学校6年 C. 地球と宇宙 (1)イ

季節によって気温が違ふのは、太陽の高さや昼間の時間の長さに関係があること。

中学校1年 (2) 地球と宇宙 ア (イ)

四季の星座の移り変わりなどから、地球の公転が推論でき、また、季節による太陽高度の変化から地軸の傾いていることが推論できること。

観測箱、棒や透明半球等を用いて、時刻とともに

* 医療技術短期大学部

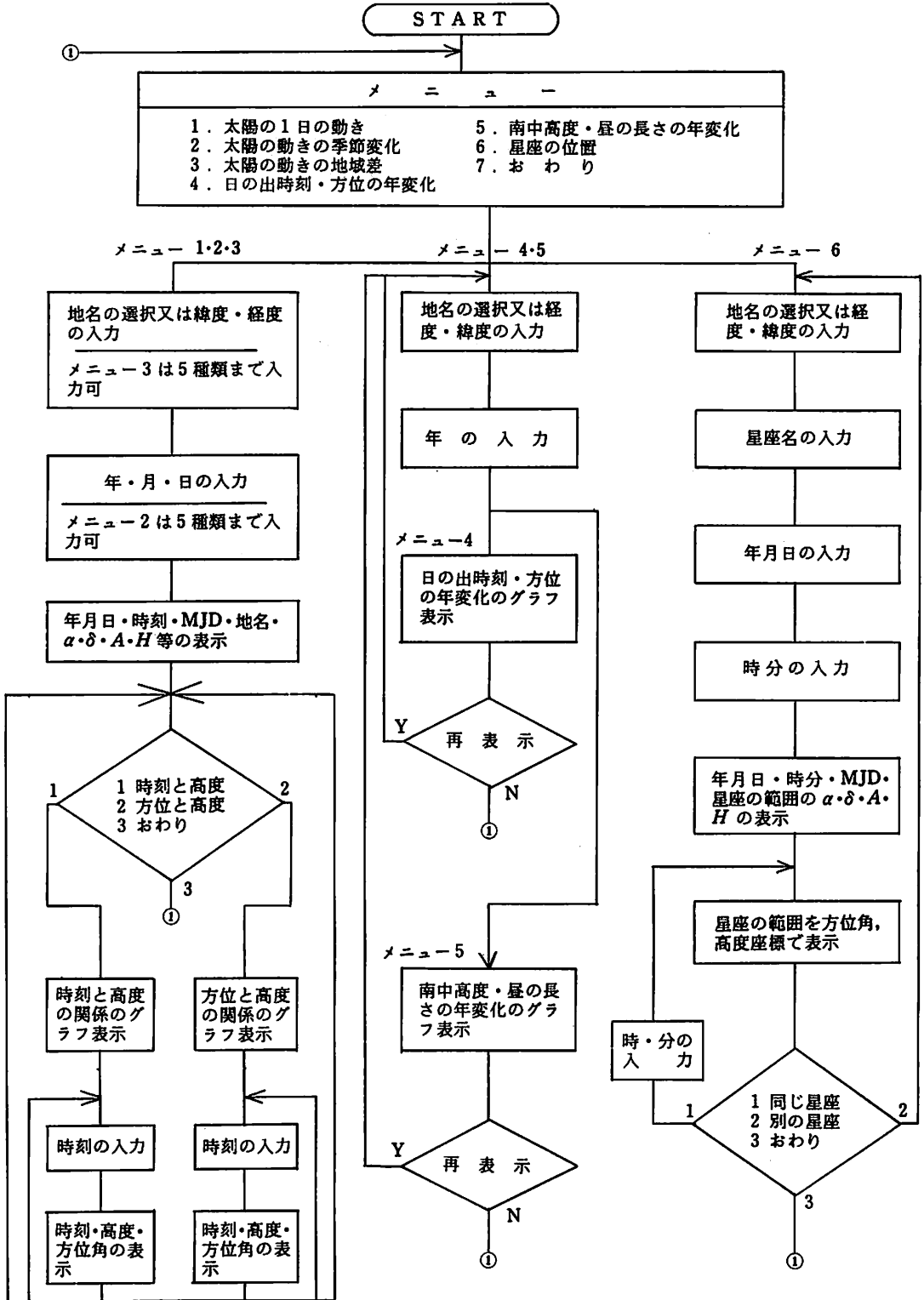


図1 プログラムのフローチャート

変化する太陽の高度や方位の観測が中心となり、小学校6年、中学校1年では季節による太陽高度、昼の長さの違い等の観測結果をもとに学習を進めていく。これらのデータは、子供に実測させるが、教師は、前もって学校の所在地でのデータを中心に知った上で指導計画をたてる必要がある。本資料は、このようなときのために作成した。

プログラミング

プログラムのフローチャートは図1に示してあり、メニューに示すように太陽に関するものが5本、星

座に関するものが1本よりなる。

太陽に関するプログラムは、地名の選択と年月日の入力により種々の計算を行ない、太陽に関するデータをそれぞれのプログラムに応じて表示するようになっている。

図2(a)には、太陽に関するプログラムに共通している部分のフローチャートを示してある。

まず、ディスプレイに表示された地名の中から目的の地名を選択する。表示地名以外の地名を入力する場合は同時に地名の経度、緯度を入力する必要がある。次に表示したい年、または年月日を入力する。

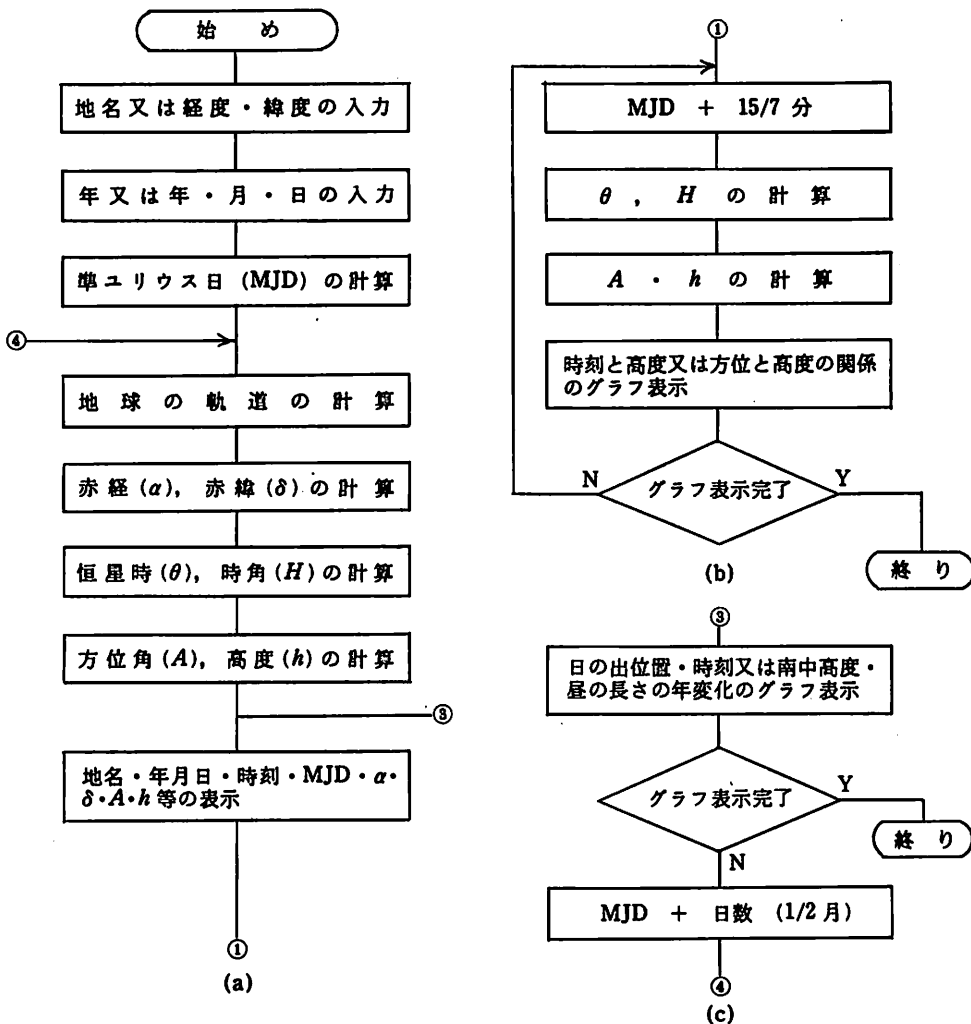


図2 太陽に関するプログラムの基本部分のフローチャート

- (a) 共通な部分
- (b) 日変化の表示部分
- (c) 年変化の表示部分

以上の入力により、以後はマイコンが入力した地点の、年の場合はその年の1月1日12時、年月日の場合はその日の12時の準ユリウス日(以下MJDと略す)を計算する。地球の軌道を計算し、地心赤道座標での太陽の赤経、赤緯を計算する。MJD、経度から恒星時を、恒星時、赤経から時角を計算し、下記の式を使って太陽の方位角と高度を計算する。そしてメニュー1~3では、ディスプレイに地名、年月日、時刻、MJD、赤経、赤緯、方位角、高度等を表示するようにした。

太陽の方位角 A 、高度 h は、土地の緯度を φ 、太陽の赤緯を δ 、時角を H とすると

$$\cos h \cdot \cos A = -\sin \delta \cdot \cos \varphi + \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \cos H$$

$$\cos h \cdot \sin A = \cos \delta \cdot \sin H$$

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos H$$

で表わされる。3式から、マイコンの持っている三角関数TAN, ATNを使って A と h を求める。

図2(a)に続いてメニュー1~3のようにディスプレイに1日の太陽の動きを連続して表示する部分のプログラムのフローチャートは(b)に示してある。表示は横軸に時刻または方位、縦軸に高度をとった入力出来る地名が日本全国にわたることと、夏至の日の表示を考慮して、時刻は4時から20時まで、方位角は240度から120度まで、高度は90度まで表わせるようにした。ディスプレイ上では横軸が448ドット、縦軸が288ドットに対応する。そのためドットの間隔は、時間は15/7分、方位角は15/28度、高度は5/16度となる。

太陽の軌跡は、ドット単位で表示した。そのため、4時を基準にして、MJDの値に15/7分を次々に加えながらその都度恒星時、時角と計算し、上式で方位角と高度を計算し、横軸に時間または方位角をとってディスプレイに表示させた。

日の出、日の入りの時刻は高度が0となる時刻、南中時刻は高度が最高となる時刻とし、計算して画面の下方または右方に表示させた。

赤経、赤緯は時間とともに変化するが、本プログラムでは計算の行程を少なくして、ディスプレイへの表示までの時間を出来るだけ短くするため、12時の赤経、赤緯の値を全ての時刻の値として用いた。教材用の資料であるのでこれで十分である。

季節または場所の違いによる太陽の動きの違いは、各季節や各場所の太陽の軌跡を前と同様の方法で計

算し、同一画面に重ねて表示させるようにした。

図2(c)には、メニュー4、5のように日の出の時刻と方位、南中高度と昼の長さの年変化を表示する部分のプログラムのフローチャートを示してある。各月の1日と15日の値を計算し、1年の変化を24点で表わした。昼の長さは日の出と日の入りの時刻の差とした。

星座の位置のプログラムも、プログラムの流れは太陽の場合とほぼ同様である。地名の選択の後に星座名の選択を行ない、表示したい年月日、時分を入力する。星座に属する各星の赤経と赤緯はDATA文としてプログラムの中に書きこまれているから、赤経、赤緯までの計算過程は不要である。マイコンは各星の赤経、赤緯を読みとり、一番大きい赤経、赤緯、一番小さい赤経、赤緯の2点の方位角、高度を計算し、2点を結ぶ線を対角線とする長方形を横軸に方位角、縦軸に高度をとって表わすようにした。長方形の範囲をおおよその星座の範囲と考えることができる。同じ星座については更に時分を入力し、同一画面に別の時刻の星座の範囲を重ねて表示することもできる。

表示結果とその考察

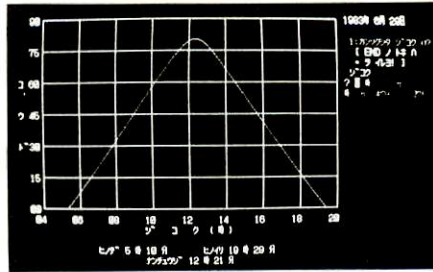
図3(a)にはメニュー1のプログラムで熊本を選択し、1983年6月29日を入力した場合のディスプレイの表示結果である。入力した日時、その日の12時0分のMJD、太陽の赤経、赤緯、方位角、高度などが表示される。この表示はメニュー4、5を除くプログラムの初めになされ、表示内容もほぼ共通している。

図3(b)は、(a)の表示後、「時刻と高度」を選択した場合に表示される。横軸に時刻、縦軸に高度をとってあるので、子供の観測結果と一致し、教材、および資料として有効に使用することができる。(b)の表示後、太陽の高度を数値として得たい時刻を入力すると、画面の右側に時刻、方位角、高度が表示され、同時に太陽の軌跡上の対応する点に○印がつけられる。この操作を繰返した場合の表示結果を(c)に示す。子供に太陽高度の観測をさせる場合の観測時の正確な値を知るのに役立つ。

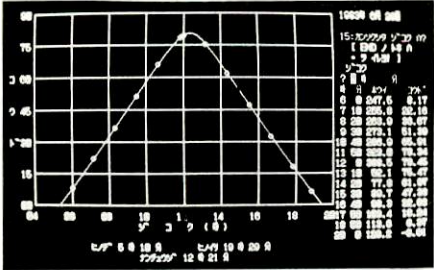
図3(d)は、「方位と高度」を選択した場合に表示されるもので、横軸が方向になっている。天文学的には方位角をとるべきであろうが、使いやすさを考慮して、真南を0度とし、東向きと西向きにそれぞれ[度]をとって表わした。この後、時刻を入力すると、(c)と同じように時刻、方位角、高度が表示され



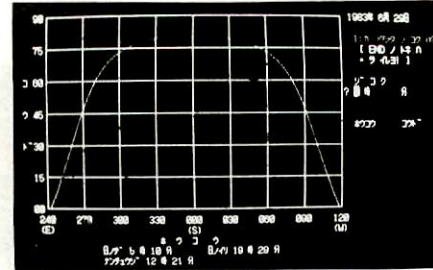
(a)



(b)



(c)



(d)

図3 (a) 入力データとMJD, 赤経, 赤緯, 方位角, 高度等の表示
 (b) 時刻と高度との関係
 (c) 時刻, 方位角, 高度の表示
 (d) 方向と高度との関係

る。

表示されたデータは、プリンターに出力することもできる。勿論、ディスプレイと同じ画面をハードコピーすることもできる。

図4には、メニュー2のプログラムで熊本を選択し、1983年6月25日、9月23日、12月25日の夏至、秋分、冬至付近の日を入力した場合の季節の違いによる太陽高度の日変化の違いの表示を示してある。このプログラムは5回まで年月日を入力できるし、また、図3(d)と同様に横軸を方向にとっても表示できる。小・中学校の季節による太陽高度と気温との関係や地軸の傾きとの関係の指導のための教材や資料として用いることができる。

図5には、メニュー3のプログラムで那覇、大阪、

札幌を選択し、1983年8月10日を入力した場合の場所の違いによる太陽高度の日変化の違いの表示を示してある。このプログラムも5地点まで入力できるし、横軸を方向にとっても表示できる。地域差を知る資料として役立つ。

図6には、メニュー4のプログラムで東京を選択し、1983年を入力した場合の日の出時刻と日の出方向の年変化の表示を示してある。この場合も、日の出方向は方位角を用いず、真東を0度として北向きと南向きへ[度]をとって表わした。

図7には、メニュー5のプログラムで東京を選択し、1983年を入力した場合の南中時の太陽高度と昼の長さの年変化の表示を示してある。図7、8とも小・中学校の太陽と季節や気温の指導の教材や資料

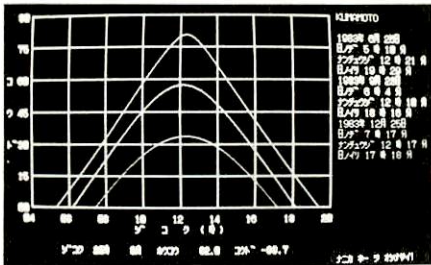


図4 季節による太陽高度の日変化

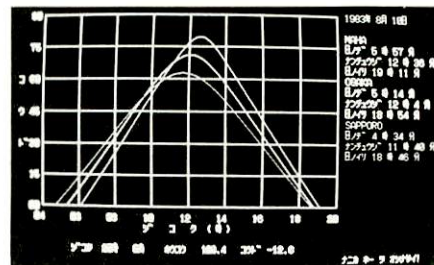


図5 場所の違いによる太陽高度の日変化

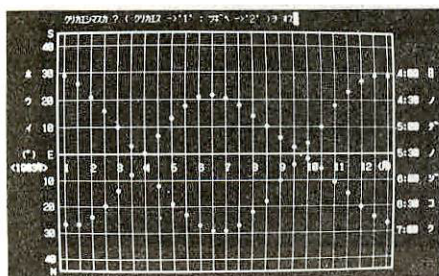


図6 日の出時刻と日の出方向の年変化

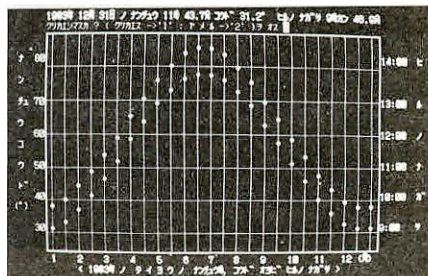
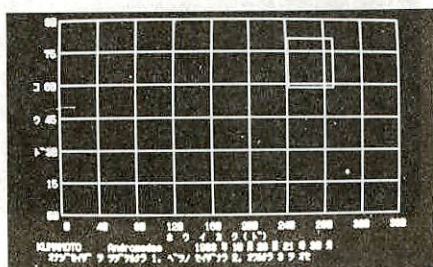
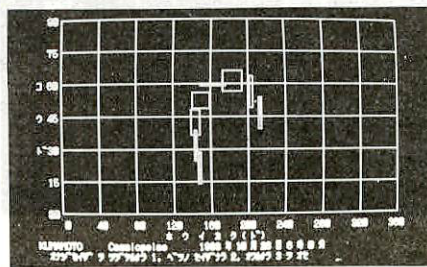


図7 南中高度と昼の長さの年変化



(a)



(b)

図8 (a) 星座の範囲
(b) 1.5時間おきの星座の範囲

として用いることができる。

メニュー4、5のプログラムとも任意の年月日を入力して、その日の日の出、日の入り時刻、方位、あるいは南中時刻、南中高度、昼の長さを知ることができる。また、南中時刻は、他のプログラムでも知ることができるが、南中時刻がわかれば、その時刻の影の方向から南北線が決められるので非常に便利である。

図8(a)には、メニュー6のプログラムで熊本とアンドロメダを選択し、1983年10月26日と21時30分を入力した場合の星座の範囲を示してある。また(b)には、カシオペアを選択し、19時30分から1.5時間おきに27日の6時まで時刻の入力を繰返した場合の表示結果を示してある。星座の指導に用いることができ、また、問題作成時にあたっては、時刻、方位等でより正確な問題を作成することができる。

いずれのプログラムも、任意の地点のデータが得られるので、地域に密着した資料が利用でき、地域差を知ることでもできる。そのため、子供の関心を高める指導計画がたてられ、よりよい学習が期待できる。

結 言

マイコンを用いて、太陽に関する領域を中心に、

小・中学校の教師向けの資料作りを行った。教材研究時に本プログラムを使用することにより、学校の所在地での学習する時期を中心にした太陽や星座の動きを十分に把握することができ、よりよい指導計画をたてることができる。また、子供の観測したデータを吟味したり、教材として直接利用することもできる。マイコンは、天体教材のように場所や時間に依存する資料のデータベースとして非常に有効である。一部星座に関する資料も作ったが、今後は月を含めて更に内容を充実させていきたい。また、実際に教育現場で使用し、その効果を確かめたい。

文 献

- 1) 中島 博：物理教育, 27, 227(1979).
- 2) 金城啓一：物理教育, 29, 58(1981).
- 3) 山田盛夫・大橋 博：物理教育, 29, 216(1981).
- 4) 三島嶽志・桃井凡夫・前田健悟・尾道三一・山下太利：熊本大学教育学部紀要, 自然科学, No. 30, 29(1981).
- 5) 平田邦男：科学と実験, 33, No. 13, 31(1982).
- 6) 山下太利・前田健悟・桃井凡夫・三島嶽志・尾道三一：熊本大学教育学部紀要, 自然科学, No. 31, 5(1982).
- 7) 三島嶽志・前田健悟・桃井凡夫・尾道三一・山下太利：熊本大学教育学部紀要, 自然科学, No. 31, 33(1982).
- 8) 三島嶽志・尾道三一・前田健悟・桃井凡夫・山下太利：熊本大学教育学部紀要, 自然科学, No. 32, 49(1983).
- 9) 中野主一：マイコン宇宙講座, 広済堂出版(1983).