

地球学をめざしてー私の研究遍歴ー

安成 哲三

(名古屋大学地球水循環研究センター・教授)

yasunari@hyarc.nagoya-u.ac.jp

<http://mausam.hyarc.nagoya-u.ac.jp/~yasunari/index.html>

日本気象学会夏の学校 参加各位：

この度は講演できずに申しわけありません。この資料をお暇な時にでもご笑覧ください。私がお話したかった内容が、だいたい書かれています。もし、質問、コメントなどがありましたら、いつでもお送りください。今回の学校の盛会をお祈りしています。

<ついでに案内>

来る9月14日ー16日、京都国際会議場で、以下の国際会議が開催されます。同時通訳付きで、どなたでも参加できますが、事前登録が必要です。ぜひ多くの若い研究者、学生諸君の参加を期待します。

持続可能な社会のための科学と技術に関する国際会議 2011

ーグローバルな持続可能性の構築に向けて：アジアからの視点ー

<http://www.sci.go.jp/ja/int/kaisai/jizoku2011/ja/index.html>

要旨：

私は、大学院修士課程から日本気象学会に所属して、かれこれ 40 年近く、ずっと「気象学・気候学」の研究をやってきたことになっている。確かにこれまで書いた論文の大部分は、気象学関係の雑誌に掲載されている。しかし、私の関心事は、狭い意味での気象・気候の現象だけでなく、いつも地球の諸現象であったし、今もそれは変わっていない。そもそも、学部時代の（当時は「課題研究」と称した）卒論は、「チリ・パタゴニアにおける古地磁気学的研究」で、卒業証書には、「主として地質学鉱物学を専攻」となっている。気象学を本格的（？）に勉強したのは、修士課程に入ってからで、当時発行されたばかりの Holton の Introduction to Dynamic Meteorology を、仲間と一生懸命輪読したことをよく記憶している。修士論文は「南半球中緯度における衛星気象学的研究」であったが、博士課程に入ったとたん、名大水圏科学研究所（当時）の雪氷学グループが始めたネパールヒマラヤでの氷河研究プロジェクトに参加することになり、結局、博士課程 3 年間の大部分は、ヒマラヤでの気象と氷河の観測で終わった。ヒマラヤは、私のアジアモンスーン研究のきっかけとなり、以来、私をモンスーン気象の専門家とみている人も多い。1980 年代には、モンスーンもからめた熱帯の大気・海洋相互作用の研究を、海洋学者と一緒に進めた。1990 年代半ばに、多くの研究者と協力して国際プロジェクト「アジアモンスーン エネルギー・水循環研究観測計画（GAME）」を推進したが、この時は、水文学の人たちとの共同研究であった。名古屋大学に来てから進めた 21 世紀 COE プログラムでは、「太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学」という大それたタイトルで、今度は固体地球科学や超高層物理学の人たちとの連携を進めた。そして、今は、理工・文理融合による「地球学から基礎・臨床環境学への展開」を、グローバル COE プログラムとして進めている。

こんな研究遍歴をみると、この人はいったい何をやりたいのだろうかと思うかもしれない。しかし、私の中では、いつも一貫しており、興味は常に「地球」であり、「地球・生命・人」であったともいえる。考えてみれば、既存の学問分野や学会は、人の都合で作られたのであり、決して地球や自然の理解の必然からきたものではない。

ここでは、大学学部時代から、私が何を考え、何をやってきたかを、ざっと振り返ってみたい。皆さんのこれからの研究、あるいは人生に、何らかのヒントにでもなれば幸いである。



(1) 大学学部時代(1966-1971)

中学・高校時代から山好きで、大学でも山岳部、2回生(年生)からは探検部に所属していたので、とにかく生の自然に接する学問がやりたかった。特に、「地球」に関するサイエンスがやりたかったが、あまり勉強をしたわけではない。適当に山に登り、適当に本を読み、遊んでいた学生時代であった。ただ、進化論で有名な C. Darwin が書いた「ビーグル号航海記」を読んで、パタゴニアにぜひ行きたいと思いたち、志を同じくする二人の友人と学部の2、3回生は、チリ・パタゴニアに行くために走り回った。とにかく「チリ・パタゴニア氷河・古地磁気調査」隊なるものを編成して、3年生の時に出發することができた。おかげで1年留年。本として出版するつもりで書いたこの時の記録は、結局は出版に至らなかったが、35年後、岩波書店の「科学」に15回に分けて連載されることになった(文献1-15)。卒論はこの関係で、「チリ・パタゴニアにおける古地磁気調査」なるタイトルの研究であった。学部時代の不摂生がたたったのか、院入試の時に健康診断で、軽度ながら「肺結核」と診断され、卒業を待たずに実家のある神戸市の療養所に入院。結局、1年休学した。卒論も実は、療養所で、同室の中学生に製図など手伝ってもらいながら作成した。

(2) 大学院修士課程(1972-1974)

修士課程では、プレートテクトニクスをやるつもりだったが、大陸移動に伴う気候変化も面白そうだと思う、大学院は地球物理学専攻の気象学関係(防災研災害気候学研究室)に進む。海まで迫ったパタゴニア氷床のすばらしさと不思議さが忘れられず、今でいう大気水収支法などを用いてパタゴニア氷床の質量収支と気候変動の関係を迫ろうと考えたが、当時はまだ再解析データはもちろん、現地の高層観測データなどもなく、ギブアップ。テーマを変えて、南米最南端のパタゴニアになぜ(年間数千ミリ以上の)大量の降雪があるのかをまず知ろうということではじめたのが、NOAA(当時は ESSA)から提供され始めた気象衛星写真を用いた南半球の大気大循環と低気圧活動の研究だった。当時はまだ、南太平洋は天気図の空白地帯(!)だった。気象衛星の写真をマニュアルでデジタル化したり、工学部情報工学科にしかなかった高精度ディジタイザーを借りたりしてデジタル化し、統計解析をして修士論文「南半球中緯度偏西風帯の衛星気象学的研究」をまとめた。チリ・パタゴニアの大量降水は、太平洋からの偏西風が山脈にぶつかって降る単なる地形性降水ではなく、赤道地域から延々と伸びた SPCZ(South Pacific Convergence Zone)が常に南米南端にかかり、次々に低気圧がぶつかるためであることが明らかになった。2年かかってようやくこの一部を気象集誌(JMSJ)に出したのが私の最初の JMJS 論文(文献16)であった。私の指導教官は京大防災研究所の中島暢太郎教授であったが、当時理学部に赴任されたばかりの廣田勇先生(当時助教授)は、多くの助言・指導をしてくださった。

(3) 大学院博士課程 (1975-1977)

あまり考えずに博士課程に入ったとたん、研究室の（そして山岳部の）先輩から「ヒマラヤの氷河・気象のプロジェクトが名大の樋口（敬二）研究室を中心に始めるが、参加しないか」と言われ、これもあまり考えずに、ただヒマラヤに行けると思って参加した。ネパールヒマラヤ氷河学術調査（GEN）という名前で始まったプロジェクトは、その後も、実質的に継続されており、現在は、環境学研究科雪氷学研究室で引き継がれており、1974年頃から現在に至るネパールヒマラヤにおけるいくつかの氷河の大規模な後退などの長期変動が明らかになっている（例えば、Fujita and Nuimura, PNAS, 2011）。結局、博士課程の3年間のうち、D1では8月から翌年2月までの7ヶ月間、D3では5月から11月の7カ月間、のべ1年以上をネパールヒマラヤでの観測で過ごすことになった。観測の中身は、高度4420mに設置した観測所に滞在して、定時の気象観測のほかに、周辺の降水量観測、氷河の測量などに時々かける程度で、ヒマラヤの素晴らしい景色を楽しみながら、いたってのんびりした時間が流れていった。2回の長期滞在で、モンスーン季も含むヒマラヤの四季を経験することができた。この時に体験したヒマラヤでのモンスーンの降水現象や雲の動きなどが、モンスーンそのものに興味を持ったきっかけであり、アジアモンスーンの気象学気候学的研究は、現在まで続いている。数年（1973-1978）続いたGENの観測研究の成果や研究にまつわる苦労話などは、「ヒマラヤの気候と氷河」として、まとめられている（文献17）

(4) 京大東南アジア研 助手時代 (1977-1982)

修論をまとめた論文1本以外はヒマラヤでの観測報告的な論文をまとめただけで博士課程は終わり、どうしようかと思っていたら、京大東南アジア研究センター（現在の東南アジア研究所）で東南アジアの気候やモンスーンを研究する若い人が欲しいという声が偶然にもかかり、採用された。当時はポストク研究員などほとんどなく、私よりも早く学位を取得した仲間の多くは、（研究室に籍はあっても、塾や予備校教師などのバイトで食いながら、細々と研究を続けている）「オーバードクター」と呼ばれる身分であった。そのような時代に、学位もなくなりたい論文もなく助手に採用されたのは、まさに奇跡に近かった。強いて言えば、ヒマラヤでのフィールド経験を買ってくれたのかもしれない。採用してくれた教授に「私は何をすればいいですか？」と聞いたところ、たいして期待しているふうでもなく、「博士論文を書いて、はよう出ていくことやな。」と言われた。

ヒマラヤのモンスーンで体験した雨に、2、3週間の周期性があったので、これが何かを解析を始めたところ、インド洋からヒマラヤへの北上する位相の30-40日周期変動が顕著に見えたので、これらを論文としてまとめた（文献18, 19, 20）。これが結局、学位論文になり、また、気象学会の若手対象の山本賞（現在の正野・山本論文賞）をいただくことにもなった。これらの論文は、現在でも多く引用されており、現在の被引用回数は3編で700前

後になっている。ちょうど 1979 年に大規模な国際的観測プロジェクト MONEX（モンスーン実験計画）があり、この年の季節内変動に、私が指摘した 30-40 日周期変動が非常に顕著に現れたため、国際的にも注目されることになった。MONEX のリーダーであり国際的な熱帯気象・モンスーン研究者だった T. N. Krishnamurti 教授（フロリダ州立大）や村上多喜雄教授（ハワイ大学）から突然の招待状をいただいたのも、この頃であった。

東南アジア研究センター（以下、略してセンター）は面白い研究所だった。東南アジアの地域研究を学際的に進めるところで、専門性を重視する姿勢はむしろネガティブにみられた。私はまだ学位取得の仕事があるので、専門の気象学気候学研究を進めることは、かなりおおめにみられていたが、それでも、「稲作の起源に関する南方的要素」などの研究プロジェクトに参加し、沖縄での調査などにも参加し、気候学的視点からの貢献も求められるなど、戸惑いながらも、さまざまな自然と文化、歴史、農業や社会の問題に対する視野を広げるよい機会でもあった。センターでの研究生活は 5 年間だけであったが、その時得られた経験と人脈は、現在進めているアジアの環境や持続可能性に関する研究にも大きな助けとなっている。

（5）筑波大学での 21 年（1982-2002）

気候学の吉野正敏先生に声をかけられて、筑波大学の地球科学系に異動した。講師、助教、教授と、通算で 21 年間、お世話になり、多くの学生、院生諸君と研究・教育を楽しみながら、大いに進めることができた。1984~1985 年にはフロリダ州立大学の Krishnamurti 教授の下で 1 年間研究を行った。

1) 大気・海洋・陸面（雪氷）相互作用としてのアジアモンスーンの研究

研究テーマは、大気と陸面（大陸）そして海洋の相互作用がからむアジアモンスーンの変動とその地球規模の気候への影響がまず第一の興味となった。また、ヒマラヤでの GEN プロジェクトから、気候と雪氷現象のつながりも、もうひとつの大きなテーマとなった。手がけたテーマは、

- ・アジアモンスーンの季節内変動、経年変動の実態解明
- ・雪氷と気候の相互作用、雪氷気候学
- ・アジアモンスーンと ENSO（エルニーニョ・南方振動）の相互作用の実態解明
- ・気候システムの変動と大気・海洋・陸面（大陸）相互作用

などである。1990 年代に入ると、気象研究所の GCM（大気大循環モデル）を用いた共同研究により、ユーラシア大陸の積雪が気候に果たす役割も調べた。特に気候変動を考える時に重要な単位年としての monsoon year の提唱（文献 21, 22）や、アジアモンスーンが大気・雪氷相互作用などを通して、グローバルスケールの気候変動に能動的な役割をしていること（文献 23, 24）などを指摘した 1990 年前後の論文は、現在も多く引用されている。（特に文献 21~24 を参照。）これらの研究は「天気」にも解説されている（文献 25）。

2) GAME (アジアモンスーン エネルギー・水循環研究観測計画) の提案と遂行

上記の 1) で行われた研究は、基本的に全球・広域の観測データ解析と GCM を用いた研究で特にアジアモンスーンの維持と変動に重要とされているチベット高原を含むユーラシア大陸での大気・陸面相互作用は実際にどうなっているだろうか、という疑問がつきまっていた。そのためには、実際の観測研究をやるしかないなと思っていたところ、水文学や雪氷学分野でも、観測での陸面・流域と大気の相互作用がどうなっているかという疑問を持っている研究者が多いことが分かってきた。ちょうど、世界気候研究計画(WCRP)の一プログラムとして、GEWEX(全球エネルギー・水循環研究計画)が走り出しており、アジアモンスーンこそ、GEWEX に重要な研究であるとの確信が得られ、熱帯・モンスーン気象学、水文学の若い研究者とも連携して GEWEX アジア(モンスーン)版として、GAME(GEWEX Asian Monsoon Experiment)を提案した。GAME の科学的根拠や設立経緯などについては(文献 26, 27, 28)を参照してほしい。

幸い、文部省測地学審議会(当時)で GAME の建議(政府による正式の提言)がなされ、国際的にも GEWEX の正式のプロジェクトの一つとして認められ、1996 年から 2002 まで長期的な予算措置もされて GAME は開始された。現地での観測に加え、1998 年を集中観測年と位置付け、高層観測も含めたアジア地域全体での強化観測を行い、気象庁が 4 次元データ同化による再解析を行い、GAME 再解析データが作成された。このデータの解析は、日周変化を含めたアジアモンスーンに関わる気象学、水文学的な過程と大陸スケールでの大気と陸面の相互作用の研究大きな進展をもたらした(文献 29)。

ところで、若い研究者の中には、このようなプロジェクトに参加することに、消極的な人が意外と多い。プロジェクトには様々な雑用があり、そのようなことをさせられるのはごめんだ、それよりすでにあるデータで論文を書いているほうがいい、というような考えであろう。それに対し、気象学気候学を含む地球科学は、基本的に新しいデータを取ることが重要であること、プロジェクトはまさにそのためである、ということをおは GAME を通して強く感じている(文献 30, 31)。

(6) 名古屋大学(+JAMSTEC/地球フロンティア研究プログラム) (2002-)

少し個人的な事情もあり、2002 年に、筑波大学から名古屋大学の現在の研究センターに異動した。場所を変えたら、研究テーマも、心機一転、とまで言わなくても、新しい視点の研究を始めようと思っていた。そのひとつが気候と植生の相互作用である。

1) 気候・植生相互作用

GAME での熱帯から寒帯までのさまざまな観測結果をみて、地表を覆う植生が、陸の上ではかなり重要な役割を果たしていることに気がついた(文献 32, 33, 34)。20 世紀初頭にドイツの気候学者ケッペン(Koppen)は、植生と気候に非常に良い対応関係があり、気候が

植生を決めているという考えを出したが、植生がむしろ気候を決めている、あるいは気候と植生に動的な平衡関係があるという側面が見えてきた。なぜ、アジアにのみ、強大なモンスーンがあるのか、チベット高原の役割に加え、植生（生命圏）も重要な役割を果たしているのではないか、という疑問も湧いてきた。実際、JAMSTEC の研究者と行った GCM による数値実験は、このことを強く示唆する結果を出した（文献 35, 36, 37）。ちょうど、名古屋に赴任したとたんに始まった 21 世紀 COE プログラムでは、この問題も含めて進めようと、「太陽－地球－生命圏相互作用系の変動学」というタイトルで提案し、採択された。なぜこの問題が興味深いかというと、地球気候の維持と変化を、物理法則だけでなく、生物の論理も含めて考えねばならないという、ややこしく、しかし、challenging な問題も巻き込むことになるからだ（文献 38, 39）。名古屋大学地球科学科を創設された島津康男先生は、「シームレス地球」を提唱されたが、この「シームレス地球」の見方を、より発展させ、新たな地球観をつくりだす柔らかな頭が必要だ。この問題は、地球環境を考える上でも非常に基本的な問題であり、21 世紀 COE プログラムの終了時に作成した教科書でも詳しく述べ（文献 40）、さらにこの問題をより永続的に考えるための学内バーチャル研究組織として、地球生命圏研究機構 (SELIS) を設立した。

2) 地球・生命圏・人間圏の相互作用－人類の持続可能性をどうすべきか？

地球生命圏（生物圏）を問題にするということは、その一員である私たち人類が、地球と生命圏の中で、どのような役割を演じているのか、あるいは演じるべきか、という価値観を含む問題に踏み込まざるをえない（文献 40）。特に、モンスーン・アジアには世界人口の約 60% が集中し、農業・工業を含む経済活動は気候と生態系を大きく変えつつある（文献 41）。このような中で、私たちは何をどうすべきか（文献 42）？ 現在進めているグローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」では、文・理・農・工などの知を超えた新たな環境知（あるいは地球知）ともいべきパラダイムの構築をめざしている。（GCOE の HP 参照 <http://w3serv.nagoya-u.ac.jp/envgcoe/index.php>）

地震・津波・洪水・干ばつなどの自然災害への対処も含めて、地球の持続性を考える上で、モンスーン気候を基本とするアジア地域は、まさにホットスポット（ホットエリア）であり、この地域の生態・気候系をどう維持できるか、あるいはすべきか、私のこれからの人生の課題である。

しかし、このような問題に対しては、若い方々の知恵と行動力こそ、不可欠である。

（後記：私の「地球学の精神」は、学生の時に読んだ、何人かの科学者や哲学者による「古典的な」本にも触発されている。これらの本から私が何をくみ取ったかは、文献 43 に紹介している。ご参照ください。）

[文献]

安成の HP から pdf でダウンロードできます.

<http://mausam.hyarc.nagoya-u.ac.jp/~yasunari/index.html>

例えば,

HP-V-38 は HP の業績リストの [V. 科学エッセイ, 他] における 38 番の論文です.

[pdf]をクリックすると, その論文がダウンロードできます. 選んだ文献は, 英文のオリジナル論文はできるだけ避け, 和文で解説的に書いたものを中心に選んでいます.

本文中の文献 No. :

- 1-15 : 安成 哲三, 2004-2005 : チリ・パタゴニア 1968-69 ある学生探検の記録
第 1 回~第 15 回 科学, 74(4) - 75(6) 岩波書店 (HP-V-38~52).
- 16 : Yasunari, T., 1977: Stationary Waves in the Southern Hemisphere Mid-latitude
Zone Revealed from Average Brightness Charts. J. Meteor. Soc. Japan, 55, 274-285.
[HP-II-3]
- 17 : 安成哲三・藤井理行, 1983: ヒマラヤの気候と氷河 ー大気圏と雪氷圏の相互作用ー,
東京堂出版, 254pp. [HP-I-1 ただし, 目次および序・あとがきのみ]
- 18 : Yasunari, T., 1979: Cloudiness Fluctuations Associated with the Northern
Hemisphere Summer Monsoon. J. Meteor. Soc. Japan, 57-3, 227-242. [HP-II-6]
- 19 : Yasunari, T., 1980: A Quasi-stationary Appearance of 30 to 40 Day Period in the
Cloudiness Fluctuations during the Summer Monsoon over India. J. Meteor. Soc.
Japan, 58, 225-229. [HP-II-11]
- 20 : Yasunari, T., 1981: Structure of an Indian Summer Monsoon System with around
40-day Period. J. Meteor. Soc. Japan, 59, 336-354. [HP-II-12]
- 21 : Yasunari, T., 1990: Impact of Indian Monsoon on the Coupled Atmosphere/Ocean
Systems in the Tropical Pacific. Meteor. & Atmos. Phys., 44, 29-41. [HP-II-25]
- 22 : Yasunari, T., 1991: The Monsoon Year ーA New Concept of the Climatic Year in
the Tropics. Bull. American Meteor. Soc., 72, 1131-1138. [HP-II-27]
- 23 : Yasunari, T., A. Kitoh and T. Tokioka, 1991: Local and Remote Responses to
Excessive Snow Mass over Eurasia Appearing in the Northern Spring and Summer
Climate. ーA Study with the MRI・GCMー. J. Meteor. Soc. Japan, 69, 473-487.
[HP-II-29]
- 24 : Yasunari, T. and Y. Seki, 1992: Role of the Asian Monsoon on the Interannual
Variability of the Global Climate System. J. Meteor. Soc. Japan, 70, 177-189.
[HP-II-32]
- 25 : 安成哲三, 1992: 地球気候システムにおけるアジアモンスーンの役割, 天気, 39,

- 401-408. [HP-II-31]
- 26 : 安成 哲三, 1994: アジアモンスーン エネルギー・水循環研究観測計画(GEWEX Asian Monsoon Experiment; GAME). 天気, 41, 459-464. [HP-III-56]
- 27 : 安成 哲三, 1999: 第59回気候問題懇談会報告 アジアモンスーン エネルギー・水循環研究観測計画(GAME) —アジアモンスーン変動と水循環の予測へ向けて—. 測候時報, 66, 19-23. [HP-III-74]
- 28 : 安成 哲三, 2001: アジアモンスーン地域における気候・水循環変動の研究. 学術月報, 54-5, 498-505. [HP-III-81]
- 29 : 安成 哲三, 1998: GAME 強化観測期間(IOP)を迎えて一季節変化する太陽入射エネルギーはアジアモンスーンをどのように駆動しているか—. 天気, 45, 501-514. [HP-III-68]
- 30 : 安成 哲三, 2003: 気候の研究とは何だろうか? WCRP-JSC24 に出席して. 天気, 50, 871-874. [HP-III-86]
- 31 : 安成 哲三, 2007: 国際研究プロジェクトとは何だろうか? —GAME から学んだこと—. 天気 vol. 54, No.2, p131-136. [HP-III-91]
- 32 : 安成 哲三, 2001: 東南アジアの熱帯雨林にはシベリアからの寒気が必要?, 科学, 71, 1193-1197. [HP-III-78]
- 33 : 安成 哲三, 2003: モンゴル草原はどう維持されてきたか?: 生態気候システム学的序説. 科学, 73-5, 555-558. [HP-III-85]
- 34 : 安成 哲三, 2007: 地域・大陸スケールでの植生・気候相互作用, 天気 54, 929-932. [HP-III-94]
- 35 : Yasunari T., K. Saito and K. Takata, 2006: Relative Roles of Large-scale Orography Land surface processes on Global Hydro-climate. Part I . Revisit to Role of Land-Atmosphere Interaction on Asian Monsoon System. J. Hydrometeorol. 7, 626-641. [HP-II-103]
- 36 : Saito K., T. Yasunari and K. Takata, 2006: Relative Roles of Large-scale Orography and Land surface processes on Global Hydro-climate. Part II . Impacts on Hydro-climate over the Eurasian Continent. J. Hydrometeorol. 7, 642-659. [HP-II-104]
- 37 : Takata, K., K. Saito and T. Yasunari, 2009: Changes in the Asian monsoon climate during 1700-1850 induced by pre-industrial cultivation. Proc.Nat. Acad. Sci.,USA, doi:10.1073/pnas.0807346106 [HP-II-122]
- 38 : 安成 哲三, 2005: アジアモンスーンは森を創り, 森はアジアモンスーンを維持する —水循環をととした気候と生命圏の相互作用—名大トピックス No.149 [HP-V-55]
- 39 : 安成 哲三, 2009: 基調講演「地球環境におけるアジアの生態気候系の重要性—ユーラシア大陸における気候・生態系相互作用とその変化—」, 「椛山人間学研究」第4号 p7-p26

[HP-V=73]

- 40 : 渡邊誠一郎, 檜山哲哉, 安成哲三, 2008 : 新しい地球学-太陽 - 地球-生命圏相互作用系の変動学—名古屋大学出版会, ISBN978-4-8158-0590-6 [HP-I-30 序章のみ]
- 41 : 須藤健悟, 高田久美子, 竹村俊彦, 神沢博, 安成哲三, 2010: 植 生改変・エアロゾル複合効果がアジアの気候に及ぼす影響の評価, 低温科学, 68, 129-136 [HP-II-135]
- 42 : 安成哲三・米本昌平, 1999: 地球環境とアジア, 岩波講座「地球環境学」 第2巻, 岩波書店, 302pp. [HP-I-15]
- 43 : 安成 哲三, 2007 : 古典から読む「地球学」の精神, 岩波科学ライブラリー132, ブックガイド文庫で読む科学, 岩波書店編集部編, p81- p 92 [HP-I-28]