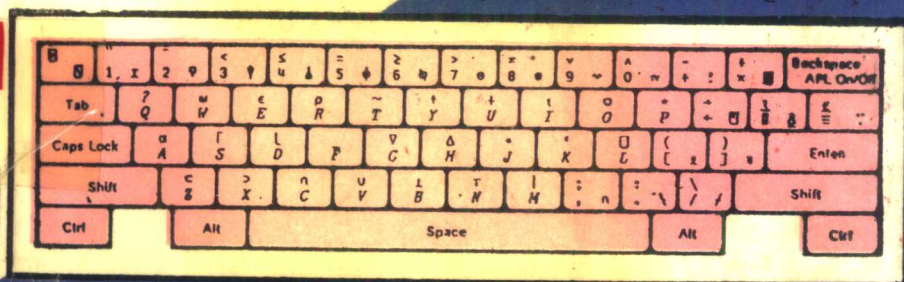


程序设计语言

基础 APL

解说与例题解析

西川利男 日本 IBM 公司 著
叶 素 冉全印 译



IBM PC 101 Key Enhanced Keyboard with APL2 Character Set

科学技术文献出版社

6. - 2

程序设计语言

基 础 APL

解说与例题解析

西川利男 日本 IBM 公司 著
叶 素 冉 金 印 译

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

程序设计语言 APL 是一种翻译型的会话语言,算法新颖,结构严谨,功能极强,使用方便。它特别适合用数组进行运算,又称“矩阵语言”,便于进行复杂的科学技术计算、事务处理和建立数据库等。使用 APL 语言,人们就可以像使用计算机那样方便地操作计算机。

全书共分两部分:(一)基础篇;(二)应用篇。通过具体的实例,深入浅出地介绍了 APL 语言的基本用法、特点及与其他程序设计语言的区别。

本书是学习 APL 语言的入门参考书,可供计算机工程技术人员、大专院校计算机专业师生、计算机爱好者、微机用户参考。

另外,出版社同时发行两个软件(TRY APL2, I-APL),它们可使微机增加 APL 语言的功能,以便读者学习 APL 语言和在计算机上实践

西川利男 日本アイ・ピー・エム(株)

基础からのAPL

(日)サイエンスハウス,1991

程序设计语言

基 础 APL

解说与例题解析

西川利男 日本 IBM 公司 著

叶 康 冉金印 译

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

南京林业大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

850×168毫米 32开本 8印张 200千字

1993年11月第1版 1993年11月第1次印刷

印数:1—4000册

科技新书目:300—200②

ISBN 7-5023-2005-9/TP·103

定 价:6.00 元

译 者 的 话

APL 语言是当今世界上广泛流行的一种通用程序设计语言。它是一种翻译型的会话语言，其算法新颖，结构严谨，功能极强，使用方便。特别适于用数组进行运算，因而又称“矩阵语言”。APL 语言便于进行复杂的科学技术计算、事务处理和建立数据库等，现已广泛用于科研、管理、工业、商业、金融、教育等领域。

现在，计算机程序设计语言种类繁多，各有所长。用户可以根据各自的需要选择合适的语言。APL 以前只能在大型通用计算机上运行，使用受到限制。近年来，已有可以在微机上使用的各种 APL 软件，价格低廉，程序资源丰富。因而，APL 的用户迅速增加，应用日趋广泛。

为了普及 APL 语言，满足我国广大读者学习和使用的需要，现将日本西川利男博士和日本 IBM 公司合著的《基础 APL》一书译成中文。本书关于 APL 的基础论述深入浅出，通俗易懂，应用实例题材广泛，解说详尽，是一本很好的 APL 语言的入门教材。原书目前已为日本几所大学用作教科书。译者相信，本书也能为我国的计算机工程技术人员、大专院校计算机专业的师生、微机用户、计算机爱好者所喜爱。

为了便于读者学习和使用 APL 语言，日本三枝协亮先生，英国 Camacho 夫妇欣然同意将他们的 TRY APL2 和 I-APL 软件随同本书的出版在中国复制发行。

本书从开始翻译到出版，始终得到原作者西川利男博士的诚挚帮助，还得到日本橘川孚先生和原出版社饭箸泰宏先生的帮助，以及朱毅、周玉垠、王遐、朱文达、任志民、甘炳煌、任惠敏、严

寒梅等的关心和支持。

译者在此谨向他们表示衷心的感谢。

限于译者水平，错误和不妥之处在所难免，恳请读者指正。

译 者

1993 年 6 月

致 中 国 读 者

APL (A Programming Language) 是加拿大数学家 K. E. Iverson 创立的一种极为独特的程序设计语言，其特点大体可以分为术语和功能两个方面。

首先讲一下术语。BASIC 和 FORTRAN 等程序设计语言，使用了 read、write、for~next、if~then~else 等英语关键字，而 APL 与之不同，使用独特的 APL 文字进行处理。Iverson 是数学家，发明了由 1, 2, 3, …… 这些数字或 +、-、= 之类的记号延伸而来的用于计算机处理的独特文字，并使用这些文字进行程序设计。可以说，这些文字是以功能为基础想象出来的计算机世界的象形文字。

一谈起文字，共同使用汉字的日本人和中国人格外感慨。不言而喻，汉字是从古至今一直在使用着的象形文字。对使用字母 A, B, C…… 的欧美国家的人来说，有时觉得汉字似乎很神秘，但有时他们自己也不知不觉地搬用了这种强有力的工具。

APL 文字确实是由汉字发展而来的一种计算机文字。例如，表示把数据按顺序排列起来这个意思，APL 的记号是 $\downarrow$ 和 $\uparrow$ ，这与当初造汉字“上”和“下”时的想法如出一辙。这不正是人类共同的、谁都能明白的表记方法吗？在 Iverson 的诞生地——加拿大，不仅讲英语的人多，讲法语的人也很多，人们常说：与其利用英语 read, write 等，不如不受英语的束缚为好。这是跨出国门，向人类共同的交际媒介迈进的第一步。我颇有同感，想来中国的各位读者也有相同的看法吧。

其次讲一下功能。APL 比至今流行的程序设计语言 FORTRAN、COBOL、BASIC,甚至现在的 C、PASCAL 等都方便,而且功能更强。首先是方便,APL 对于用户来说是一种简单易用的语言,这是因为 APL 不是编译型语言,而是翻译型语言。若是用 FORTRAN 和 C 语言,写出源程序后,必须经过编译、连接才能运行。而 APL 和翻译型语言 BASIC 同样,一旦输入进行处理的程序就能立即执行,并且 APL 不必对使用的变量及其类型等进行说明。尤其,与 BASIC 比较,它处理数组的能力特别强,并且还备有许多功能极强的函数。APL 十分适合用于科学技术计算、统计计算、数据库等方面。

另一方面,虽然 APL 曾经是只能在大型计算机上运行的语言,但由于最近计算机硬件的迅速发展,今天,它在小型计算机、个人计算机上都能随心所欲地运行了。APL 现在已成为一种可以不拘计算机硬件的大小,在科学技术、商业等所有领域里都极为有用的通用程序设计语言。

国际 APL 联合会聚集了全世界的 APL 用户,每年召开一次学术交流会。今年(1993 年),会议将在 Iverson 的故乡加拿大的多伦多召开,世界各国的研究成果将在会上发表。目前,很多国家都有 APL 的学会和研究会。在日本,APL 协会也很活跃,经常举办研讨会、发行学术刊物等。

众所周知,计算机最初是在科学技术领域里发展起来的,现在已成为各个领域现代化不可缺少的重要工具。程序设计是必要的基础知识,就象人人都必须掌握数学一样重要。希望中国的各位读者务必了解并使用 APL 这一独特的、方便而又功能极强的程

序设计语言。

5年前，叶素在日本筑波工业技术院下属研究所中与我相识，得以学习 APL。此后，将拙著译成中文，克服了许多困难，现在终于进入出版阶段了。拙著若能有助于日本和中国的科学技术合作，本人不胜欣喜。

正好一年前，我访问了南京，中山陵、明孝陵、灵谷寺等名胜，还有那紫金山郁郁葱葱的自然景色，至今令人难以忘怀。

田川利男

1993年5月

基 础 APL

前 言

本书是日刊工业新闻社 1986 年发行的《实用 APL》的新版。实际上前书今年已绝版。但是，《实用 APL》一书已被几所大学采用作为教科书，就此绝版实在可惜。幸运的是，与平素好友——科学社社长饭箸泰宏先生谈及此事，饭箸先生表示乐意承担再版，使我们颇感欣慰。另一方面，日刊工业新闻社书籍编辑部部长户张至圣先生也爽快地允许该书再版。

新版本和原版本在书名和装订等方面虽有所不同，但内容基本相同。一如既往，希望本书能对更多的初学者有所裨益。

在新版发行的过程中，不仅上述二位先生，还有许多人都给予了热情的支持和帮助，因为人数很多，恕不在此一一列举。作者实在不胜感激，在此谨表谢意。

作者代表 西川利男

1991 年 1 月

实 用 APL

(原书名)

序 言

APL (A Programming Language) 是 K. E. Iverson 于五十年代后期创立的, 无论从哪一方面说, 它都是一种历史颇为长久的通用程序设计语言。但近年来, 作为面向用户系统的高效会话型程序设计语言来说, 它又是一种特别引人注目的新语言。

其原因可以从硬件和软件两方面来考虑。APL 是十分适合于用数组进行处理的程序设计语言, 作为它的硬件环境, 必须有大的可供自由使用的存储空间, 然而, 这种限制由于最近虚拟存储计算机的出现而取消了。而且, 随着半导体技术的进步, 即使在各种微机上, APL 也逐渐能够运行起来。在软件方面, 具有以广义数组为代表的多种功能的 APL2 已付诸使用。此外, 还出现了日本语 APL 等, APL 的应用范围越来越广。

值此之际编写本书, 目的是使开始学习 APL 的初学者学会使用 APL, 同时对那些使用过 APL, 而又想进一步提高其使用效果的中级程度的人也能有所帮助。为了使读者更好地了解本书的特点, 下面叙述本书的构成和执笔经过。

第一部分 基础篇 执笔 西川利男

第二部分 应用篇 执笔 浜田节雄

在第一部分基础篇中, 从 APL 的简单使用方法开始, 解说如何使用 APL 的各种函数进行数据处理, 如何编制 APL 程序等基本技巧。这部分是为 APL 的初学者, 特别是为至今已会使用 BASIC、FORTRAN 等其他程序设计语言的人了解 APL 的优点而编写的。本书的作者之一西川曾在其所在的工业技术院筑波研究中

心为利用 RIPS (研究情报处理系统) 的用户举办过 APL 讲习会。实际上, 基础篇是以这个讲习会的资料为基础, 增加、补充而成的。

在第二部分应用篇中, 给出了涉及各种各样问题的 30 个应用实例, 通过解说问题和进行解答, 举例说明 APL 程序的编制方法。所述内容从比较简单的平均值、文字检索, 直到事务处理、数值解析等, 讲述了许多实用的、相当高级的 APL 程序设计的技术诀窍。这部分内容已以专题讲座“这些问题用 APL 怎么写?”的形式在日本 IBM 公司的内部刊物上连载。这次由同一作者浜田以此为基础, 面向一般读者加以修正、补充而成。

这样, 第一部分和第二部分由于执笔的经过不同, 体裁、文风、说明方法等会因作者而异。然而, 为保持各自的特点, 本书特意按其原貌编写。例如, 在第一部分中始终站在初学者的立场上, 解说可谓不厌其烦。另一方面, 在第二部分里, 特意保留了原来在 IBM 公司内部刊物上刊载时生动活泼的语言。

鉴于以上原因, 也可以把第一部分和第二部分作为各自独立的两篇来读。然而, 两个作者的愿望是一致的, 都希望读者能在进行程序设计现场的计算机终端前, 坚持使用 APL 来解决日常的数据处理问题。

本书从执笔到出版, 承蒙各方面的关照。工业技术院筑波研究中心的各研究所, 从 APL 用户的角度提出很多建议。在 APL 的设备以及技术方面, 得到在工业技术院情报计算中心担任系统工程师设计的日本 IBM 公司太田宏一先生的帮助。最后, 本书从计划到编辑、出版, 得到日刊工业新闻社出版局深作照夫先生、户张至圣先生的关照。在此谨表深切的谢意。

西川 利男

浜田 节雄

1986 年 6 月

目 录

● 基 础 篇 1

第一章 引言——现在为什么要用 APL? 2

1.1 APL 的特点 7

1.2 APL 的发展过程 12

第二章 APL 的简单用法 15

2.1 键盘 15

2.2 进入 APL 世界 16

2.3 和 APL 系统简单会话 17

2.4 退出 APL 世界 33

第三章 APL 的函数 34

3.1 函数型语言 APL 34

3.2 原始函数、系统函数和用户定义函数 37

3.3 数值运算的原始函数 38

第四章 数组和数组操作函数 44

4.1 APL 的数组数据 44

4.2 标量、矢量、矩阵、数组和秩 (rank) 44

4.3	数组之间的运算和匹配.....	48
4.4	代入←、形状与变形ρ、矢量化，(逗号)	50
4.5	自然数列生成函数ι (iota)	53
4.6	轴 (axis) []	56
4.7	连结 (catenate)，(逗号)	57
4.8	加轴连结 (laminate) []，(逗号)	60
4.9	倒置 (reverse) 和旋转 (rotate) ρ ⊖	64
4.10	转置 (transpose) \	67

第五章 数组操作的算符 73

5.1	什么是算符 (operator)	73
5.2	归并 (reduction) $f/$ ， $f \backslash$	73
5.3	扫描 (scan) $f \backslash$ ， $f \backslash$	76
5.4	内积 (inner product) $f \cdot g$	77
5.5	外积 (outer product) $o \cdot f$	80

第六章 数组元素的操作

——APL 程序设计的窍门 82

6.1	数组元素的操作模式.....	82
6.2	条件测试的原始函数.....	84
6.3	从数组数据取出元素.....	88
6.4	根据条件取出数据及程序设计实例.....	96
6.5	适用例子——求素数的问题	102

第七章 字符数据的操作和格式化 107

7.1	APL 中字符数据的处理	107
-----	--------------------	-----

7.2	内部表示和字符表示	108
7.3	格式函数	110
7.4	输入输出处理	112
7.5	编码函数和译码函数	114
7.6	编码和译码的应用实例	116
第八章	用户定义函数——APL 的程序	121
8.1	什么是用户定义函数	121
8.2	用户定义函数的形式和作法	122
8.3	用户定义函数的自变量和返回值、全局变量、 局部变量	126
8.4	APL 中的结构化程序设计	129
8.5	APL 中的递归调出	131
8.6	工作区和系统代码	135
第九章	APL 的新发展	138
9.1	APL2	138
9.2	微机 APL	142
9.3	结束语——APL 的心脏	143
●	应 用 篇：例题解说	147
例题 1	给数组加指标	149
例题 2	附加条件的平均值	150
例题 3	字符检索	152
例题 4	情报检索	154

例题 5	简单方程	156
例题 6	公式输入和数值积分	159
例题 7	和其他语言的比较	162
例题 8	APL 的惯用句型	166
例题 9	制表程序	169
例题 10	数据合计	173
例题 11	标准偏差和相关系数	177
例题 12	时间序列数据的处理	180
例题 13	最小二乘法和回归系数	182
例题 14	作图问题	185
例题 15	文字统计	188
例题 16	蒙特卡罗法	191
例题 17	正态随机数	194
例题 18	模拟	198
例题 19	日历问题	201
例题 20	猜年龄	204
例题 21	职业棒球赛成绩表	208
例题 22	输入数据的校核	212
例题 23	频数表	215
例题 24	排得分顺序	217
例题 25	矩阵的作法	220
例题 26	矩阵的规一化	224
例题 27	常微分方程	227
例题 28	偏微分方程	231
例题 29	一次方程组的迭代解法	234
例题 30	APL 的运行时间	238
附录:	APL 原始函数和算符一览表	241

基 础 篇

A

- 引言……现在为什么要用 APL?
- APL 的简单用法
- APL 的函数
- 数组和数组操作函数
- 数组操作的算符
- 数组元素的操作……APL 程序设计的窍门
- 字符数据的操作和格式化
- 用户定义函数……APL 的程序
- APL 的新发展

第一章 引 言

——现在为什么要用 APL?

人们把现代称为第二石器时代,这是因为古代人类曾经使用过的石器的化学成分有元素硅,今天电子工业不可缺少的集成电路等半导体元件的成分,同样也有硅。现代工业技术从基础直到人们的日常生活领域,可以说都是以这种硅技术为支柱的。因此,利用计算机的信息化社会将成为今后时代的最大特征。

仅仅就在几年前,计算机进入工厂、学校、甚至日常生活时,使计算机运行的工作,还只有称为程序员的职业人员才能完成。现在,这已成为极其平常的事情了,无论是谁都有必要编程序,无论是谁都有必要操作计算机,这就好比开汽车,过去只有称为司机的职业人员才能开,而现在你、我都能开,已经进入了所谓的私人汽车时代。因此,与其说汽车运行的原理,不如说汽车怎样驾驶更为重要。计算机的情况可以说与此完全相同。

计算机有硬件和软件两个方面,两者都是重要的。由于微机得到了前所未有的普及,现在硬件的价格已经比较低廉,因而可以方便地使用。但在另一方面,计算机的软件还较少,特别是微机,本来就是为了个人多样化的使用而制造的,市售的软件不能说完全够用了,用户自己编程序无论如何都是必要的。今后软件将成为广泛应用计算机的重点。一个人人都是程序员的时代即将到来。因此,计算机程序必须尽可能地简单、容易、方便。

作为程序语言,虽然 BASIC 可以满足这种需要,并且已经非常普及了,但是,不一定能说用它就可以十分得心应手地解决一切问题了。人们还希望有更加适合于人,有助于人的思考,比它功能更强的程序语言。

首先请看下面的图 1.1,想不到这样的图案用简单的程序就