

REPORT ON DOSIMETRY PROBLEMS AND SUMMARY OF  
A VISIT TO U.S. SCIENTIFIC ESTABLISHMENTS

線量測定問題に関する報告および  
米国の研究機関へ出張報告

HARUMA YOSHINAGA, Ph.D. 吉永春馬



## TECHNICAL REPORT SERIES

### 業 績 報 告 書 集

The ABCC Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, advisory councils, and affiliated government and private organizations. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

ABCC 業績報告書は、ABCC の日本人および米人専門職員、顧問、評議会、政府ならびに民間の関係諸団体の要求に応じるための日英両語による記録である。業績報告書集は決して通例の誌上発表に代るものではない。

REPORT ON DOSIMETRY PROBLEMS AND SUMMARY OF  
A VISIT TO U.S. SCIENTIFIC ESTABLISHMENTS

線量測定問題に関する報告および  
米国の研究機関へ出張報告

HARUMA YOSHINAGA, Ph.D. 吉永春馬\*

Approved 承認 23 April 1964



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION  
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of  
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES · NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
and  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE  
with funds provided by  
U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION  
JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH  
U.S.A. PUBLIC HEALTH SERVICE

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会

広島および長崎

米国学士院－学術会議と厚生省国立予防衛生研究所  
との日米共同調査研究機関

(米国原子力委員会、厚生省国立予防衛生研究所および米国公衆衛生局の研究費による)

\* Professor, Department of Radiation Biology, Research Institute for Nuclear Medicine and Biology, Hiroshima University  
広島大学放射能医学研究所放射線生物学教室教授

Consulting physicist to the Department of Radiology  
ABCC放射線部顧問物理学者

## FOREWORD

### 序

*This report of dosimetry problems and resume of a visit to United States scientific establishments was prepared by Dr. Haruma Yoshinaga and submitted to the Division of Medical Sciences, US National Academy of Sciences-National Research Council, as a result of his visit during 5 January-25 February 1964 to the United States arranged through a travel fund by the US Public Health Service under the auspices of the US National Academy of Sciences-National Research Council.*

*Included is a list of establishments visited by Dr. Yoshinaga and personnel he met while in the United States, many of whom have direct connections with ABCC.*

この線量測定問題に関する報告および米国の研究機関への出張報告のまとめは、吉永春馬博士により作成され、米国学士院－学術会議医学部長に提出されたものである。なお、今回の渡米（1964年1月5日－2月25日）は、米国学士院－学術会議のご配慮によって米国公衆衛生局から支出された旅費により可能になったものである。

本報告には、吉永博士が滞米中訪問した各研究機関と会見した人々のリストも載せた。会見した人々の多くは、ABCCと直接関係をもつ人々である。

## CONTENTS

### 目 次

Report of Dosimetry Problems and Recommendations for ABCC Dosimetry Studies 線量測定問題に関する報告およびABCCの線量測定調査に対する勧告事項 .....	1
Summary of Visit to U.S. Scientific Establishments 5 January-25 February 1964 研究機関への出張報告, 1964年1月5日 - 2月25日 .....	5
Scientific Establishments Visited and Listing of Personnel 訪問した研究機関および会見者名 .....	19

## REPORT OF DOSIMETRY PROBLEMS AND RECOMMENDATIONS FOR ABCC DOSIMETRY STUDIES\*

線量測定問題に関する報告およびABCCの線量測定調査に対する勧告事項 \*

In accordance with the agreements reached, I have visited a number of institutions in the United States, with special interest in the dosimetry studies in progress there and special emphasis on exposure to diagnostic medical X-ray. The program of the United States Public Health Service, now in progress, was particularly interesting to me. I visited Sloan-Kettering Institute, Johns Hopkins University, the Division of Radiological Health at Rockville, and Emory University, each of which is participating in this program. I also visited other institutions engaged in various dosimetry, but found the program of the USPHS to be the most extensive one.

The principal items on my agenda were as follows:

*An evaluation of the status of the dosimetry work currently being conducted on the ABCC project in Hiroshima.* My work as a consultant to ABCC has concerned dosimetry of exposure to medical X-ray. The reasons for such a program at ABCC include the usual ones of knowing exposure dose incurred during examinations of patients, and also the need to know the relative dose contributions by roentgenological examinations at ABCC and community hospitals and clinics in Hiroshima and Nagasaki, the eventual aim being an estimate of cumulative exposure by medical X-ray and the atomic bombs.

In accordance with this, subjects at ABCC were surveyed in 1962 to determine whether they had experienced exposure to medical X-ray during the 3 months prior to interrogation, and the location and type of diagnostic medical X-ray (ABCC Technical Report 9-63). This survey was designed in accordance with the findings of an earlier survey (ABCC TR 7-62). On completion of the survey of subjects, a survey of the hospitals and clinics was conducted in which these subjects indicated they had experienced

さきに成立しました契約に基づき、米国で進行中の線量測定調査と診断用X線照射に特に重点を置きまして、米国にある多くの研究所を訪れました。現在進行中の米国公衆衛生局の研究計画は私には特に興味がありました。私は Sloan-Kettering 研究所, Johns Hopkins 大学, Rockville の放射線保健局および Emory 大学を訪れましたが、それぞれがこの公衆衛生局の計画に参加しております。私は線量測定に従事している他の研究所も訪れましたが、米国公衆衛生局が行なっているプログラムが最も広範にわたるものであると思いました。

私が受けたおもな質問事項は次のとおりでありました。

広島における ABCC の研究計画で現在実施中の線量測定状況の評価。ABCC 顧問としての私の仕事は医療用 X 線照射の線量測定に関係しております。ABCC にこのようなプログラムが存在する理由は、医療用 X 線および原爆放射線の累積推定線量を求めることを目標として、検査時に患者が受ける照射線量を知り、あわせて広島・長崎の ABCC、および両市における病院および医院で実施する X 線検査の相対的な線量の寄与を知らねばならないことにあります。

これに基づきまして、患者が面接3か月前に医療用 X 線照射を受けたかどうかということと、診断用 X 線検査を受けた場所およびその種類を知るために、1962年に ABCC で対象者を調査しました (ABCC 業績報告書 (TR) 9-63)。この調査はそれ以前の調査所見 (ABCC TR 7-62) により立案されたものであります。対象者の調査が終了したのち、対象者が医療用 X 線照射を受けたと回答した病院および医院について調査を実施しました (ABCC TR

\*Report from Dr. Yoshinaga to NAS-NRC, dated 27 March 1964

吉永春馬から米国学士院-学術会議あて1964年3月27日づけ報告書



exposure to medical X-ray (ABCC TR 11-63). Following this, an attempt was made to apply the dosimetry data of other investigators to these exposures, but the factors of exposure varied widely and such data could only be applied to exposures incurred at ABCC because of limitations of the parameters in other hospitals and clinics (ABCC TR 22-63).

On completion of the survey of the 100 hospitals and clinics in Hiroshima and Nagasaki at which the subjects at ABCC indicated they had experienced exposure, all of these hospitals were revisited to determine radiation quality employed at the time of exposure of the subjects. Then, dosimetry studies at ABCC were begun, using Mix-D material to determine dose incurred by scattered radiation outside the X-ray direct beam, and a phantom, the likeness of an average Japanese adult, containing a human skeleton and material resembling that of human lung tissue was also used. Sensitive dosimetric apparatus of two kinds, selected because of relative independence of energy in the diagnostic range, and including small dosimeters which can be placed in the active bone marrow at various points were used with the phantom which was constructed to facilitate this. This dosimetry project will soon be completed and reported.

In every such project, there are errors of varying magnitudes. In the dosimetry work at ABCC, a constant effort has been made to reduce such errors wherever possible, in all phases. Considering the aims of the program of ABCC, the aims of the dosimetry project as expressed above, and the constant efforts to achieve as great accuracy as possible, it is felt that the dosimetry work currently in progress at ABCC is fulfilling its purpose quite well.

*An evaluation of similar studies being done elsewhere with recommendations as to approaches which could be helpful to the ABCC study.* Recently, I observed the studies in progress in the USPHS program, as well as at other institutions. The program of the USPHS is a much larger undertaking, with a different purpose than that of ABCC, and is nation-wide, while that of ABCC concerns populations of two cities, with special reference to the individuals who experienced the atomic bombs. At the same time, there are some similarities, since the ABCC study was also based on a

11-63). そこで、別の調査員の線量測定データーをこれらの照射例に適用しようとしたが、照射因子が大きく異なっていたし、このような資料は他の病院および医院ではパラメーターに制約がありますので、ABCCで受診した例のみ適用することができました (ABCC TR 22-63)。

ABCCの対象者がX線照射を受けたという広島および長崎における100の病院および医院について調査を実施したのち、再びそれらの施設を訪問して、対象者が受けた放射線の線質の情報を求めました。それからABCCにおいて線量測定調査が開始されました。X線の主要線束以外における散乱線による線量を求めるために、Mix-D材料と人間の骨格および人間の肺臓組織に近似するものをもつ普通の日本人成人の大きさのファントムを用いました。診断域でのエネルギーの相対的な独立性のため、2種の感度のよい線量測定器が選ばれ、あわせて骨髄の各所内に挿入のできる線量計を使用しました。ファントムはその規格に応じて作りました。この線量測定調査は近く完成し、報告することになっています。

このような研究には、程度の差はあるにせよ誤差があります。したがって、ABCCにおける線量測定においては、すべての面でできる限りこのような誤差を少なくするように常に努力しております。ABCCの研究目的、上述したような線量測定の目的およびできるだけ高い正確度を達成しようとする不断の努力にかんがみて、ABCCで現在進行中の線量測定業務は、その目的を十二分に達成しつつあるものと存じます。

ABCCの研究のためになると思われる研究方法についての勧告とよそで実施中の同じような調査の分析。最近、私は米国公衆衛生局ならびにその他の施設で進行中の調査を見学しました。米国公衆衛生局のプログラムは、ABCCのプログラムの目的とは異なった目的をとり、はるかに大規模であります。米国公衆衛生局のプログラムは全国的なものであるのに反し、ABCCでは原爆被爆者を中心とした2都市の人口集団が対象であります。また同時にABCCにおける研究は、患者の調査、病院調査、

patient survey, a hospital survey, a dosimetry study in the hospitals to determine radiation quality, and finally, reproduction of instances of exposure at ABCC using phantom material.

During my visit to some institutions in the United States, I observed some techniques which could be incorporated into the dosimetry study at ABCC, particularly those which could be used in assessing bone marrow dose but these would involve equipment not now in use of ABCC.

*Formulation of projected dosimetry studies which would contribute to this goal.* Despite the fact that the current dosimetry study is nearly completed, there is a need to continue the present interest in this field. The reasons for this are that there are constantly changing conditions of exposure in Hiroshima and Nagasaki, though admittedly these may be somewhat slow. Secondly, in order to confirm or otherwise qualify current results, there is a need to have such a continuing study. With this in mind, in January 1964, we began another survey of subjects at ABCC, to determine their exposure to medical X-ray, radiation therapy and occupational exposure to ionizing radiation. This survey will continue for an indefinite period, and will be evaluated after some 6 months' duration. We believe that little improvement could be made in this portion of the program.

Continued cooperation in the form of consultation in the fields of epidemiology and statistics are needed, not only in the evaluation of results but also in the planning of studies before they commence. There is a need to determine the activity of hospitals and clinics during the past years, when no dosimetry studies such as we are currently conducting existed. Accordingly, we have designed a survey form which will aid in ascertaining the number of examinations of various types and the number of films used of various sizes, during each year since 1945 in Hiroshima and Nagasaki. While the reliability of such a study is open to question, it is the best means available to determine the number and type of examinations which have been conducted during the past. This also should be instrumental in comparing dose due to medical X-ray and the atomic bombs.

放射線線質を判定するための病院における線量測定調査、そして最後に、ABCCでのファントムによる照射例の再現に基づくものでありますから、若干の類似性はあります。

米国のいくつかの施設を見学中に、私はABCCにおける線量測定調査に用いることのできる若干の技法を観察しましたが、これらの技法には特に現在ABCCで使用していない骨髄線量を評定することのできる装置を必要とします。

この目標に寄与する線量測定調査計画の概要。現在の線量測定調査はほとんど終了していますが、この分野に対する現在の関心を持続する必要があります。その理由としては、第1に、広島・長崎では照射条件が、緩慢ではあるが絶えず変化していることであります。第2に、われわれの現在の調査を確認または修正するには、このような継続的な調査を行なう必要があります。これに留意して、1964年1月にABCCの対象者について診断用X線、放射線治療および職業上の電離放射線照射などによる線量の測定を目的とした調査を開始しました。この調査の期限はありませんが、約6か月たってから評価を行なう予定であります。この分野では改善できる点はほとんどないと思います。

調査結果の評価ばかりでなく、調査開始前の調査の企画にも、疫学および統計学の分野から協議の形で協力を求める必要があります。われわれが現に実施しているような線量調査がなかったころまで、病院および医院の業務をさかのぼって調べる必要があります。したがって、1945年以来、広島・長崎において毎年実施された検査についてその数、種類とその使用フィルムの枚数と大きさを調べるのを容易にするために、調査書式を考案しました。このような調査の信憑性には問題がありますが、過去に実施された検査の数および種類を調べるためには、これは最善の方法であります。これはまた医療用X線および原子爆弾による線量を比較するのに役立つと思われます。



When the above information has been obtained, additional studies in dosimetry can be conducted. The survey material available will assist in the detection of changes in factors of exposure used after the recent dosimetry study. Such changes since the last survey will necessitate additional dosimetry. Major changes in the years since 1945, both in numbers of examinations and factors of exposure, should be shown by the survey of hospitals and clinics. These will also demonstrate the need for additional dosimetry.

*Specific recommendations for a program to achieve increased continuity in the study and the development of more definitive dosimetry data.* Above are described certain programs which are in progress or will be in progress in the near future to assure continuity of the study; namely, the surveying of subjects at ABCC, and the surveying of hospitals and clinics in Hiroshima and Nagasaki to determine the number of examinations conducted and films used since 1945. Cooperation in the form of consultation in the fields of epidemiology and statistics are extremely important and should be assured, both in planning and in evaluation. Since repeated reference to the factors of exposure in determining dose are necessary, provisions should be made so that electronic computers can be used in dose calculations.

*Formulation of additional training in certain aspects of dosimetry from the Japanese point of view and standpoint of my staff at the Research Institute for Nuclear Medicine and Biology, Hiroshima University.* Since it will be necessary to perform dosimetry studies in the future based on the survey in progress and the survey which soon should be instituted, it is necessary to have continued assistance of a physicist trained in this field. This dosimetry cannot be performed until the data obtained from the current survey and future survey have been obtained and evaluated. As I mentioned above, some techniques which are used in dosimetry studies currently in progress in the United States could be applied to the study at ABCC in the future. Therefore, it is recommended that Dr. Shigetoshi Antoku, consulting physicist to the Department of Radiology, ABCC, visit the United States for

上述の資料が入手されたら、別の線量測定調査を行なうことができます。入手される調査材料は、最近の線量測定調査後に用いた照射条件の変化の発見を容易にしましょう。最後の調査以降のこのような変化に対しては、さらに線量測定を行なう必要があります。1945年以降の検査数および照射条件に見られたおもな変化は、病院および医院の調査によって判明します。これらもさらに線量測定の必要性を立証するでしょう。

より明確な線量測定資料を求めるにあたって、調査にいま少しの継続性を付与するためにはどんな特別企画を行なうべきか。前述は、調査の継続性を確保するため、現在進行中または近い将来実行する企画であります。すなわち、ABCC対象者調査と1945年以降に実施された検査件数および使用されたフィルムの数を調べるための広島・長崎両市の病院・医院の調査がこれであります。疫学および統計学の分野から協議の形で協力を求めることは、企画と評価の面においてきわめて重要であって、確保されねばなりません。線量測定には、照射条件を再三参照しなければならないので、電子計算機を線量計算に用いることができるように準備をする必要があります。

日本人としての観点から、また広島大学放射能医学研究所の職員としての見地からみた線量測定のある面に関する特別研修について。将来の線量測定調査は、目下進行中の調査および間もなく開始される調査に基づいて実施しなければなりませんので、この分野で訓練を受けた物理学者の助力が引き続き必要であります。この線量測定は、現在の調査および今後の調査から資料を入手し評価するまでは行なうことができません。さきに述べましたように、現在米国で進行中の線量測定調査に用いられている技法の若干は、今後ABCCにおける調査に応用することができます。したがって、このような技法および機械装置について研修を行なうため、ABCC放射線部嘱託安德重敏博士が渡米されるよう推奨いたします。安德氏

the purpose of making an active study there of such techniques and apparatus. On his return, he should resume an active part in the study in dosimetry at ABCC, incorporating such apparatus and techniques. This will permit him to qualify the results of studies about to be completed and in which he has been particularly active.

From my observations in the United States, it would seem that Dr. Antoku's time could be most profitably spent at Sloan-Kettering Institute and Johns Hopkins University and Rockville. If an arrangement could be made for Dr. Antoku to spend the majority of 1 year at either Sloan-Kettering Institute or Johns Hopkins University and then the remainder of that year at Rockville, this would be a most beneficial program. If possible, it would seem advisable for him to participate in some project to be in progress at the institution where he spends the majority of his year. Obviously, the schedule for that period should be confirmed in advance of his departure for the United States.

By the time the above studies are completed, perhaps reassessment of dose due to the atomic bombs will be completed and the contributions of exposure to the A-bombs and other sources can be compared.

It was a pleasure for me to have had the opportunity to visit all of the institutions and meet with their members thus making it possible to compile this report. I trust that the recommendations I have made will be informative and useful.

#### SUMMARY OF VISIT TO US SCIENTIFIC ESTABLISHMENTS 5 JANUARY - 25 FEBRUARY 1964\*

研究機関への出張報告, 1964年1月5日 - 2月25日 \*

On 6 January, I visited Argonne National Laboratory and first met Dr. W. K. Sinclair, with whom I discussed problems concerning the effect of fast neutrons. This discussion was very interesting and we were able to cover some problems which we at the Research Institute for Nuclear Medicine and Biology in Hiroshima had encountered in some of our earlier work. Following this, I met Dr. P. F.

は帰国後, このような機械装置および技法を用いて, ABCCにおける線量測定調査に積極的に参加されることになりましょう. この研修は, 氏が特に積極的に参加し, ほとんど完了しようとしておられる調査の成績を修正することを可能ならしめるものであります.

米国で観察しましたところでは, 安德氏はその研修期間を Sloan-Kettering 研究所, Johns Hopkins 大学および Rockville (放射線保健局) で最も有効に過ごすことができると存じます. もし安德氏が Sloan-Kettering 研究所または Johns Hopkins 大学のいずれかで1年の大部分を過ごし, 残余の期間をそのどちらかの施設および Rockville で過ごすよう手配できれば, 最も有益でありましょう. もしできれば, 研修期間の大部分を過ごす研究機関で進行中の研究に安德氏が参加することが望ましいと存じます. もちろん, 研修予定は渡米前に前もって設定する必要があります.

上記の諸調査が完了するころまでには, おそらく原子爆弾の放射線量に関する再評価が完了し, 原爆およびその他の線源からの放射線の寄与を比較することができます.

すべての研究機関を訪れ, その職員のかたがたに会う機会を得ましてこの報告書を作成できましたことは, 私の喜びとするところであります. 私の勧告事項が参考になり有益であれば幸甚に存じます.

1月6日 Argonne 研究所を訪れ, まず Dr. W. K. Sinclair に会い, 速中性子の効果に関する問題を論じた. この会談は非常に興味のあるもので, 広島大学放射能医学研究所の研究活動の初期に遭遇した問題まで論及することができた. このあとで Dr. P. F. Gustafson に会い, 自然パッ

\*Report from Dr. Yoshinaga to ABCC dated 25 March 1964 吉永春馬からABCCあての1964年3月25日づけ報告書

Gustafson with whom I discussed certain problems concerning natural background radiation. Dr. Gustafson's studies concern the theoretical aspects of this subject. Subsequently, I met with Dr. J. Kastner who described the results of his studies in the same field, but he used tissue-equivalent ionization chambers. Dr. Kastner's work included neutron flux studies concerning cosmic radiation. It was interesting to note that the results of Dr. Kastner confirmed the theoretical studies of Dr. Gustafson.

During my original talk with Dr. Sinclair, I expressed an interest in dosimetry concerning medical X-ray exposure, and he was kind enough to arrange a meeting with Dr. H. Lucas, of the Bone Physics Section. Dr. Lucas' studies concerned the chemical constitution of bone. Most of the discussion centered on dosimetry in connection with dose to the bone marrow incurred by internally distributed radioisotopes by contamination. Dr. Lucas' studies did not include dosimetry in connection with diagnostic medical X-ray, as such. Following my discussion with Dr. Lucas, I met Dr. R. Holtzman. Dr. Holtzman's studies included those on excretion of radium<sup>226</sup>. I had some questions concerning this, specifically concerning the excretion curve described by the expression  $t^{-b}$ . Following this, I met Dr. M. Finkel whose studies included the pathological changes in bone; specifically, the production of sarcoma in bone as a result of deposition of  $\text{Sr}^{90}$ , in laboratory animals (dogs and rats). Dr. Finkel's studies did not include dosimetry, but covered pathological changes, growth and microscopic studies, as well as autoradiography.

During my visit to Argonne, I also met Dr. F. S. Williamson, who guided me to observe the experimental atomic reactor. I also met Drs. Zelle, Brues and Marinelli, and incidentally had a very enjoyable lunch with Drs. Brues and Marinelli. I concluded my visit to Argonne National Laboratory on 7 January.

On 7 January, I also visited the University of Chicago, Department of Medicine, where I met Dr. R. K. Blaisdell who kindly arranged a meeting for me with Dr. L. H. Lanzl, head of the section of Medical Physics, Department of Radiology. Some of our discussion involved Health Physics; specifically, the duties of health physicists in departments of radiology in the United States. We also

クグランド放射線に関する問題を論じた。Dr. Gustafsonの研究はこの問題の理論的な面を扱うものであった。その後 Dr. J. Kastner に会って、同じ分野の研究についてその結果を聞いたが、Dr. Kastner は組織等価電離箱を用いて、宇宙放射線に関する中性子束の研究も行なっている。Dr. Kastner の研究成績が Dr. Gustafson の理論的研究を立証していることは興味深いものであった。

Dr. Sinclair との最初の談話で、私は医療 X 線照射に関する線量測定に興味があることを述べたところ、かれの親切な手配で骨物理の Dr. H. Lucas と会うことができた。Dr. Lucas の研究は骨の化学的構成に関するものであった。会談の大部分は、汚染により内部的に分布された放射性同位元素によって、骨髓に受けた線量についての線量測定問題が中心であった。Dr. Lucas の研究の対象は診療用 X 線についての線量測定ではなかった。Dr. Lucas との会談後 Dr. R. Holtzman と会った。Dr. Holtzman の研究には  $\text{Ra}^{226}$  の排出に関するものがあった。これについては特に  $t^{-b}$  によって示される排泄曲線について若干の疑問をもった。このあとで Dr. M. Finkel に会ったが、かれの研究には骨の病理学的変化、特に、実験用動物(犬およびラット)における  $\text{Sr}^{90}$  の沈着の結果として骨肉腫の誘発があった。Dr. Finkel の研究は線量を対象としていないが、病理学的変化、成長、および顕微鏡的研究やラジオオートグラフィ所見を報告していた。

Argonne を訪問中に Dr. F. S. Williamson にも会い、氏の案内で実験用原子炉を見学した。Zelle, Brues および Marinelli の諸氏にも会い、Dr. Brues および Dr. Marinelli と大いに愉快地昼食をとともにした。1月7日に Argonne 研究所の訪問を終えた。

1月7日 Chicago 大学医学部を訪れ、Dr. R. K. Blaisdell に会った。同氏の好意で放射線学教室医学物理研究室主任 Dr. L. H. Lanzl に会うことができた。かれとは保健物理学、特に、米国における放射線部門の保健物理学者

discussed the programs as they are outlined in this field in the United States.

During this visit, I was also able to observe some of the equipment used in radiation research, including a linear accelerator, a Van de Graaff unit of 2 million electron volts, and also a cobalt unit of 3 kilocuries.

Incidentally, during my visit to Chicago, I had a very enjoyable evening and dinner with the Blaisdells'.

On 9-10 January, I visited the University of Michigan. Unfortunately, I was not able to meet Dr. G. H. Whipple who was absent for several days. I did meet Dr. D. E. Barber, assistant of Dr. Whipple in the School of Public Health. I expressed my interest in the field of health physics and asked about the curriculum of the health physics program at the University of Michigan. Dr. Barber introduced me to Dr. Burns who is a member of the health physics staff, whose primary interest is in biochemistry. Dr. Burns' specific interests at that time were in the field of the effect of radiation on bacteria, and I was able to observe some of his equipment. Dr. Barber also showed me the equipment used in the spectroanalysis of scattered X-ray.

During my visit to the University of Michigan, I also met Dr. S. Simons, head of the Physics Section, Department of Radiology, Alice Crocker Lloyd Radiation Therapy Center of the University. Dr. Simons demonstrated to me the self-recording system of the depth dose distribution in radiation therapy.

While at the University of Michigan, I also met Dr. J. V. Neel and during the course of our conversation explained to him briefly about our program of dosimetry in the field of diagnostic medical X-ray in Hiroshima. Dr. Neel seemed to be favorably impressed, stating that the program was an important one, and interesting. I was able to obtain some of his impressions as to the people in the United States who are interested in similar studies there.

On 13-14 January, I visited Roswell Park Memorial Institute. Unfortunately, I was not able to meet Dr. J. T. Grace, Jr. who had appointments in surgery and elsewhere at that

の任務について会談した。また米国におけるこの分野のプログラムについても論じあった。

この訪問中に、研究に用いられている線型加速器、2 Mev の Van de Graaff 装置および 3 Kc のコバルト装置を見学した。

Chicago 訪問中 Blaisdell 家で楽しく夕食をとにした。

1月9、10日に Michigan 大学を訪れた。Dr. G. H. Whipple は数日間不在で残念ながら会うことができなかったが、公衆衛生学部で Dr. Whipple の補佐の Dr. D. E. Barber に会った。私は保健物理学の分野に関心があることを述べ、Michigan 大学における保健物理学の教科課程について尋ねた。Dr. Barber の紹介で保健物理学教室の一員である Dr. Burns に会った。氏の専攻は生化学である。その時の Dr. Burns の特別な関心は、細菌に対する放射線の効果にあった。なお、その研究に用いられる器具も見学した。Dr. Barber には散乱 X 線のスペクトル分析に用いた器具を見せてもらった。

Michigan 大学訪問中に同大学の Alice Crocker Lloyd 放射線治療センター、放射線部、物理学課長 Dr. S. Simons にも会った。Dr. Simons による放射線療法における深部線量分布の自動的記録装置の実演を見学した。

Michigan 大学にいる間に Dr. J. V. Neel にも会い、広島における診療用 X 線の線量測定調査について簡単に説明した。Dr. Neel はその調査は重要で興味深いものであると述べ、この調査に好感をもたれたようである。米国で同じような研究に関心をもつ人々についてのかれの所感をいくらか知ることができた。

1月13、14日に Roswell Park Memorial 研究所を訪れた。遺憾ながら Dr. J. T. Grace, Jr. はその時に外科手



time. I did meet Dr. Krohmer, the chief physicist of the Radiation Therapy Section, who showed me the Radiation Therapy Department and explained various aspects in their program of treatment-planning. Dr. Krohmer introduced me to Dr. M. A. Bender, chief of the Nuclear Medicine Section of the Department of Radiology. Dr. Bender explained to me the routine work in their department, and included descriptions of the diagnostic use of various radioisotopes in their department, including work with  $\text{Co}^{60}$ ,  $\text{Cr}^{51}$ ,  $\text{Fe}^{59}$ ,  $\text{I}^{131}$ , and  $\text{Br}^{82}$ . I also met Dr. Castro, radiotherapist, who briefly confirmed some other points concerning treatment-planning. I also met Dr. Y. Yagi, research fellow in biochemistry, who kindly invited me through the Biochemistry Section, showing some of the equipment and techniques used.

On 14-15 January, I visited the University of Rochester. Here, I met first Dr. H. Blair, chairman of the Radiation Biology Department, who showed me a list of subjects in which the department was primarily interested, and from which I could select ones which would be of special interest to me. One subject in which I am interested is dosimetry by means of glass beads and rods. I met Dr. H. D. Maillie who was conducting studies using glass-bead dosimeters to determine energy distribution in laboratory animals (dogs). Following this, I had an interesting discussion again with Dr. Blair concerning the recovery of laboratory animals exposed to X-ray and neutrons, including some details of time-dose relationship to  $\text{LD}_{50}$  using high dose and low dose rates and the effects obtained.

Dr. Blair also introduced me to Dr. R. S. Quick, physicist, with whom I discussed duties and programs of health physicists in their department.

On 16 January, I visited Controls for Radiation, Incorporated, Cambridge, Massachusetts and met Mr. I. A. Berstein, president of this concern. He demonstrated to me the lithium fluoride thermoluminescence dosimetry unit. This impressed me as being a very useful and accurate means of measuring dose, especially in very small cavities, such as in parts of the bone marrow.

術とそのほかにも約束があったので、会うことができなかった。放射線治療課の主任物理学者 Dr. Krohmer に会った。かれは放射線治療課に私を案内し、治療計画の種々の面について説明した。Dr. Krohmer の紹介で、放射線部の核医学課の主任 Dr. M. A. Bender に会った。Dr. Bender はその放射線部における通常の業務について説明し、また同部における  $\text{Co}^{60}$ ,  $\text{Cr}^{51}$ ,  $\text{Fe}^{59}$ ,  $\text{I}^{131}$ ,  $\text{Br}^{82}$  などの放射性同位元素の診断的使用について説明された。放射線治療医 Dr. Castro にも会い、治療計画について若干の説明を受けた。生化学の研究者 Dr. Y. Yagi にも会い、生化学課に案内され、器具と技法を見学した。

1月14, 15日に Rochester 大学を訪れた。ここではまず放射線生物学教室主任 Dr. H. Blair に会った。その教室の主要な研究テーマの目録を見せてもらい、その中から特に興味があるものを選出するよう勧められたので、蛍光ガラス玉と針による線量測定を選んだ。そこで実験動物(犬)におけるエネルギー分布を測定するためにガラス玉放射線量計を用いて研究を行なっておられた Dr. H. D. Maillie に会った。このあとでX線および中性子の照射を受けた実験動物の回復について、Dr. Blair と再び興味ある討論をし、高線量率と低線量率との  $\text{LD}_{50}$  の場合の時間-線量関係およびその効果についてかなり詳細にわたって論じあった。

Dr. Blair の紹介で物理学者 Dr. R. S. Quick に会った。そして同教室における保健物理学者の任務およびプログラムについて氏と論じた。

1月16日に Massachusetts 州 Cambridge 市の Controls for Radiation 社を訪れ、その社長, Mr. I. A. Berstein に会った。氏は弗化リチウム熱発光線量測定装置について説明された。これは特にきわめて小さな空洞、たとえば、骨髓内の線量を測定するのに非常に便利かつ正確な手段であるとの印象を受けた。



At Massachusetts General Hospital, I met Dr. L. L. Robbins, who in turn introduced me to Dr. E. W. Webster, chief of the Physics Section, Department of Radiology. Dr. Webster demonstrated to me the planning system in radiation therapy used in their department, and equipment. I also met Dr. Putraid. There were no studies in progress at that institution which were similar in nature to ours in Hiroshima, however.

On 17 January, I visited Massachusetts Institute of Technology, and met Dr. R. D. Evans, who in turn introduced me to Dr. C. J. Maletskos. Dr. Maletskos explained studies in progress concerning dose using a whole-body scintillation counter in patients who have ingested  $Cs^{137}$ , (5 cases) and  $Ra^{226}$ . The latter cases are those who received  $Ra^{226}$  in their occupations, including watchdial painters (320 cases). The cesium study consisted of 2-year observations of each patient to determine the changes in the body burden. The radium studies, of course, are for an indefinite period, continuing into the future.

Following this, I visited Dr. Shields Warren at the Cancer Research Institute. Dr. Warren explained to me that there were five main programs in progress at his institution: Biochemistry of enzymes; enzyme metabolism; medical X-ray dosimetry; internal radiation from  $C^{14}$ ; and genetic effects of radiation, especially chromosome aberration. Dr. Warren pointed out that the studies concerning medical X-ray dosimetry will be reported in *Radiology*, February 1964. The latter study is being conducted by Mr. Cowing. These dose measurements were made at the surface of the body of the patient. The study was performed in the New England states. My impression of that study is that it is a fine point of reference, but that it does not take into account some of the finer points which we are attempting to do in our study in Hiroshima and Nagasaki.

On 20 January, I visited Yale University. Unfortunately, I was not able to meet Dr. Hutchinson who was then in England. Dr. Hutchinson arranged a meeting for me with Dr. L. Skarsgard, chief of the Physics Section of the Department of Radiology, Grace New Haven Hospital. Dr. Skarsgard explained some of their studies to me; one of them of

Massachusetts 総合病院では Dr. L. L. Robbins に会い、次いで放射線部物理課の課長 Dr. E. W. Webster に紹介された。Dr. Webster からは同部で用いられている放射線治療計画および器具について説明を受けた。Dr. Putraid にも会った。しかし、この研究所で進行中の研究のうち、広島におけるわれわれの研究と同じ性質のものはなかった。

1月17日 Massachusetts 工科大学を訪れ、Dr. R. D. Evans に会い、氏の紹介で Dr. C. J. Maletskos に会った。Dr. Maletskos の説明によれば、氏は  $Cs^{137}$  のとり込み (5例) および  $Ra^{226}$  を受けた患者について、全身シンチレーション計数装置を使用し線量測定を行なっておられる。後者が職業上  $Ra^{226}$  を受けた人々であって、時計の文字盤塗装工 (320例) が含まれている。 $Cs$  の調査では人間負荷の変化を測定するため各患者を2か年間観察する。 $Ra$  の調査は、もちろん、無期限に行なわれる予定である。

このあと、癌研究所の Dr. Shields Warren を訪れた。Dr. Warren はその研究所で進行中の5つのおもなプログラム、すなわち、(1) 酵素の生化学、(2) 酵素代謝、(3) 医療用 X 線線量測定、(4)  $C^{14}$  による内部照射、(5) 放射線の遺伝的影響、特に染色体異常について説明された。Dr. Warren によれば医療用 X 線線量測定に関する調査の結果は、1964年2月、*Radiology* に報告の予定である。あとの調査は目下 Mr. Cowing が実施中で、その線量測定は患者の表面線量でなされた。その調査は New England の州で実施された。この調査に対する私の感じは、研究の焦点は結構であるが、広島・長崎のわれわれの調査において実施しようとしているような細かい点は考慮に入っていないということであった。

1月20日 Yale 大学を訪れた。残念なことには Dr. Hutchinson は渡英中であり、会うことができなかった。氏は私のために Grace New Haven 病院放射線部物理学課長 Dr. L. Skarsgard との面談を手配しておられた。Dr. Skarsgard からかれらの研究について説明を受けた。

particular interest was RBE and fibroblast cultures in laboratory animals, using a 200 MEV linear accelerator. The study consisted of observation of nuclides of hydrogen, helium, lithium, nitrogen, carbon, oxygen, and argon. The results of these studies were very interesting to me. Following this, Dr. Skarsgard introduced me to Dr. Kligerman. Dr. Skarsgard showed me the radiation therapy equipment at Grace New Haven Hospital, and demonstrated their methods of treatment planning. Here, I also met Dr. H. Flanders, whose studies included observations of destruction of DNA in phage.

On 22-24 January, I visited Sloan-Kettering Institute. First, I met Dr. J. S. Laughlin, who introduced me to Dr. E. Epp. Dr. Epp showed me the phantoms which are in use in the department, including the pressedwood and water phantoms, and the methods of measuring dose. Both gonadal and bone marrow dose are being determined for various examinations. At present, they are conducting dosimetry in connection with the USPHS program. In this program, dosimetry concerning chest examinations (roentgenography) has been completed. The studies which are now being conducted are those of fluoroscopy. In this connection, I was shown the methods by which the field size and field distributions are being ascertained in fluoroscopic procedures; incidentally, this consists of the use of a jacket which the patient wears and which houses a sheet of X-ray film which records field size. The determination of field size and field distribution is made at Rockville, and this information is then sent to Sloan-Kettering Institute, where the bone marrow and gonadal dose determinations are actually made. Frankly, we covered so many details concerning the dosimetry that it is impossible to include them at this point.

Next, I met Dr. L. Zeitz who was kind enough to show me details concerning a study of the quantity of zinc contained in the DNA molecule, using an X-ray absorption method.

Next, I met Dr. K. Corey who showed me the techniques used there in the calibration of X-ray dosimetric apparatus. In order to do this, three separate X-ray units are maintained, in the energies of 250 kvp, 150 kvp and 50 kvp. These units are maintained only for calibration, emphasizing the importance of

特に関心をもたれるものの1つは、200 MEVの線型加速器を用いて行なう実験用動物におけるRBEおよび線維芽細胞培養であった。その研究には水素、ヘリウム、リチウム、窒素、炭素、酸素およびアルゴンの核種による観察があって、その成果は非常に興味深いものであった。このあとで、Dr. Skarsgard から Dr. Kligerman に紹介された。Dr. Skarsgard の案内で Grace New Haven 病院における放射線治療用の器械を見学し、治療方法について説明を受けた。ここで Dr. H. Flanders にも会ったが、氏の研究にはフェージにおけるDNAの破壊についての観察が含まれていた。

1月22-24日には Sloan-Kettering 研究所を訪れ、まず Dr. J. S. Laughlin に会った。氏の紹介で Dr. E. Epp に会った。Dr. Epp のところでは同部で使用しているプレスウッド・ファントムと水ファントムおよび線量測定方法を学んだ。種々の検査の生殖腺および骨髄の線量を測定中である。現在、米国公衆衛生局の研究計画の一環として線量測定を実施中である。このプログラムで、胸部検査(レントゲン撮影法)に関する線量測定は終了していた。現在実施中の調査は、透視診断法に対するものである。また透視検査の照射野の大きさおよび照射野の分布を決定する方法を見ることができた。患者が1枚のX線フィルムをはめ込んだジャケットを着ると、照射野の大きさが記録されるのである。照射野の大きさおよびその分布の測定は Rockville で実施され、その結果は Sloan-Kettering 研究所に送付され、そこで骨髄および生殖腺線量測定が実際に行なわれる。率直にいうと、線量測定についてあまりに詳細にわたったので、ここでそれらを記載することはできない。

次に Dr. L. Zeitz に会い、X線吸収法を用いて、DNA分子に含まれている亜鉛量の研究について詳細に見ることができた。

次に Dr. K. Corey に会い、X線の線量測定器の較正に用いられる技法を見せてもらった。このために250kvp、150kvpおよび50kvpのエネルギーを有する3つのX線装置が設けられている。これらの装置は較正だけのためであって、器具の較正とその保持の重要性が強調される。この

maintenance and calibration of equipment. There were many details in respect to this work, which cannot be covered here.

Next, I met Dr. H. Q. Woodard, who worked on the preliminary determinations of active bone marrow, a report of which was submitted to the United Nations. Dr. Woodard discussed some of these problems, including the factors for correction of bone marrow dose in cases of external exposure to X-ray and gamma radiation.

In visiting this institution, I was impressed by the strenuous efforts by Dr. Laughlin and members of his staff to utilize all sections of the division to increase the accuracy of every contributing section in order to arrive at the most accurate results attainable.

I also met Dr. W. Siler of Dr. Laughlin's department who showed me the electronic computer section (IBM) which is used in treatment planning. We also discussed the effectiveness of the use of the betatron, including the limitations of the betatron, in that the pulsing character of the radiation produces a very interesting phenomenon; namely, the high density ionization in tissue. This has been applied in radiation biology studies there. However, clinically, only the electron beam of the betatron is in use in the treatment of neoplasms.

Dr. K. Sugiura, pathologist, Sloan-Kettering Institute, guided me to Walker Laboratory, also of Sloan-Kettering Institute, in Rye. I was shown the overall plan of the laboratory and work being performed in conjunction with Sloan-Kettering Institute itself. Of special interest was the equipment and systems employed in the testing of various chemotherapeutic agents and biologicals in laboratory animals, in screening them prior to proposed clinical use.

On 27-28 January, I visited Brookhaven National Laboratory, where I first met Dr. V. Bond, who arranged my schedule in this institution. At this time, and also the following morning, I discussed with Dr. Bond absorbed dose to the bone marrow by neutrons, fast, slow, and thermal, and we exchanged information and impressions, the results of our studies in Hiroshima and the studies at Brookhaven. He also described some of the results obtained in terms of RBE, using both

研究の詳細については、紙面の都合でここで述べることはできない。

次に Dr. H. Q. Woodard に会った。女史は造血能を有する骨髄の予備測定を行ない、その報告書を国連に提出された。X線およびガンマ線の外部照射による骨髄線量の修正因子を含めて、これらの問題について論及された。

この研究所を訪れて、Dr. Laughlin ならびにその職員がその部門の全課を活用して、できる限り最も正確な結果に到達するため、参加各課の研究手法の正確さを強めるようなゆまなない努力をしているのを見て感動した。

Dr. Laughlin の部の Dr. W. Siler にも会い、治療計画に使用している電子計算課 (IBM) を見学した。放射線のパルス特性、すなわち、組織内に高密度電離を起こすことが非常に興味ある現象であることや、ベータトロンの限度も含めてベータatron使用の有効性についても論じた。そこではこれが放射線生物学に応用されていた。しかし、臨床的にはベータトロンの電子線のみが新生物の治療に使用されている。

Sloan-Kettering 研究所の病理学者、Dr. K. Sugiura に Rye にある Sloan-Kettering 研究所に所属する Walker 研究室に案内してもらった。その研究室全体と Sloan-Kettering 研究所と連携で実施している業務を見ることができた。最も興味があったのは、臨床的使用前のテストにあたって、種々の化学的薬品および生物学的製剤を実験動物に試験するのに用いられる器械および体系であった。

1月27, 28日 Brookhaven 研究所を訪れ、まず Dr. V. Bond に会い、この研究所における私の予定を組んでもらった。その時および翌朝に、速中性子、遅中性子および熱中性子による骨髄吸収線量について、Dr. Bond と話しあい、広島におけるわれわれの研究の結果と Brookhaven の研究の結果について資料と意見を取りかわした。氏は、小さな実験動物とより大きな実験動物とを用いて、RBE

small and larger laboratory animals, the latter results being more applicable to man. I also showed Dr. Bond some of our results on RBE studies concerning individuals who were exposed to the atomic bombs.

Next, I met Dr. C. Robinson, physicist, and we discussed LD<sub>50</sub> results using gamma and X-radiation. He pointed out the different results obtained using gamma and X-radiation in terms of the LD<sub>50</sub> obtained at 5 days and that obtained at 30 days. I mentioned to him the importance of selecting a single indicator or group of indicators as a means of observing the reactions obtained, such as cellular change in intestinal mucosa, etc. He agreed with this point.

Next, I met Dr. J. Archambeau, radiologist, who is studying thermal neutron capture therapy. He presented some of his results, and added that they do not feel that there is real hope in the use of such a form of therapy clinically.

Next, I met Dr. J. S. Robertson. He described some of the studies being conducted in connection with gonadal dose incurred by diagnostic and therapeutic use of I<sup>131</sup>. A result of 45 milliroentgens per millicurie was given, concerning which I had some questions, especially concerning the effective half-life of the administered radioisotope, such as iodine, but unfortunately, we could not finish the discussion, because of time limitations. He was kind enough to give me some of his reprints.

Next, I talked with Dr. J. L. Bateman, who described studies concerning neutron energy and RBE in organ weight loss, using laboratory animals (mice). I also met Dr. Tislar who discussed depth dose of high energy proton beam. Next, I met Dr. C. Borg who talked briefly concerning "Electron Spin Resonance" as applied to radiolysis radical.

Next, I met Dr. E. P. Cronkite who described the equipment and method used in the radiation by Co<sup>60</sup> of the peripheral blood of the cow. The exteriorized peripheral blood is returned to the animal, and hemopoietic studies are conducted to observe changes. He kindly gave me many reprints concerning these studies.

について入手した若干の結果についても述べられたが、後者の結果の方が人間によく適用できる。私も原爆被爆者について行なっているRBEの調査結果の若干をDr. Bondに説明した。

次に物理学者 Dr. C. Robinson に会い、ガンマおよびX線放射線を用いた場合のLD<sub>50</sub>について論じあった。氏はガンマおよびX線照射後5日目と30日目におけるLD<sub>50</sub>から見たガンマおよびX線照射結果の相違を指摘された。私は反応を観察する手段としては、たとえば、腸粘膜などにおける細胞変化など、1つの指標または指標群を選択することの重要性についてかれと話した。氏はこの点について同意見であった。

次に放射線科医 Dr. J. Archambeau に会ったが、氏は熱中性子捕獲療法を研究しておられた。かれにその結果の若干を見せてもらったが、臨床的にはこのような療法を使用することについては希望がもてると思っていないことを付言された。

次に Dr. J. S. Robertson に会った。氏は診断ならびに治療に使用する I<sup>131</sup> による生殖腺線量について実施中の若干の研究について述べられた。45mr / mc の結果を示されたが、それについて私には若干の不審な点があった。特に、投与した放射性同位元素(たとえばヨード)の実効半減期について疑問があったが、残念ながら時間に制限があったので、最後まで検討することができなかった。氏の好意でその研究に関する別刷を得ることができた。

次に Dr. J. L. Bateman に会った。氏は実験動物(マウス)を用いて、臓器重量減少における中性子エネルギーおよびRBEに関する研究について述べられた。高エネルギー陽子線束の深部線量について論じられた Dr. Tislar にも会った。次いで Dr. C. Borg に会ったが、かれは放射線解離基に応用される「電子スピン共鳴」について簡単に話された。

次に Dr. E. P. Cronkite に会ったが、氏は雌牛の末梢血液の Co<sup>60</sup> 照射線に使用した装置および方法について述べられた。外に取り出した末梢血液は雌牛に再び戻され、その変化を観察して造血機能の研究が行なわれた。これらの研究に関する別刷を氏から提供してもらった。



I next met Dr. F. P. Cowan, chief of the Health Physics Division. I requested information of Dr. Cowan concerning the system of health physics in Brookhaven Laboratory, and the methods used in this work. I also obtained some reprints concerning this matter. After this, Dr. R. G. Fairchild showed me the 5 megawatt medical pile. During my visit to Brookhaven, I also met Dr. R. A. Conard, who described very briefly some results of the work in the Marshall Islands.

On 29 January, I visited Columbia University where I first met Dr. H. H. Rossi who arranged for me to meet Dr. R. Rugh and Dr. Goodman. I first met Dr. Goodman who described results obtained in 14 MEV neutron flux studies. These results were determined by small tissue-equivalent ionization chambers which were developed in his department.

Next, I met Dr. R. Rugh who described disturbances in the fetus as a result of radiation. He mentioned the effects of castration in laboratory mice, which, following radiation exhibited an increase in the  $LD_{50}$ . This was particularly interesting to me, since some of our studies are very similar in nature. We agreed to exchange information concerning these studies in the future.

Next, I met Dr. Jacob Furth, at Delafield Hospital. Dr. Furth in turn arranged for me to meet Dr. C. B. Braestrup, who explained the treatment-planning system at the hospital. Dr. Braestrup also showed me the plans which he made for the department, particularly the design for the Radiation Therapy Department, and I was impressed by the convenient arrangement of these rooms.

On 30 January, I visited the hospitals of the University of Pennsylvania and first met Dr. R. H. Chamberlain, who introduced me to Dr. J. Hale, chief physicist, who showed me all parts of the Radiology Department, including Therapy, Diagnosis, and the Basic Studies Division. Treatment planning was demonstrated, including determination of depth-dose distribution. The techniques of treatment, including positioning of patients, were very accurate. During my visit, I also met Dr. E. Pendergrass briefly, and during the noon hour, was able to attend a conference which concerned a report of a case.

次いで保健物理部長 Dr. F. P. Cowan に会った。私は Brookhaven 研究所における保健物理の制度およびこの業務において用いられた方法に関する資料を Dr. Cowan に依頼した。これについても別刷を入手した。このあとで Dr. R. G. Fairchild には 5 メガワットの医用原子炉を見せてもらった。Brookhaven 訪問中に、Dr. R. A. Conard にも会ったが、氏は Marshall 群島における研究成果についてごく簡単に述べられた。

1月29日Columbia 大学を訪れ、そこでまず Dr. H. H. Rossi に会い、私が Dr. R. Rugh および Dr. Goodman に会うことができるよう手配してもらった。初めに Dr. Goodman に会い、氏は14MEV中性子束研究において得られた結果について述べられた。これらの結果は、かれの部門で開発された小さな組織等価電離槽によって測定された。

次に Dr. Rugh に会い、氏は放射線照射による胎児における障害について述べられた。かれは実験用マウスにおける去勢の影響について言及され、放射線照射後、 $LD_{50}$  の増加を示したことを話された。これはわれわれの研究調査と類似しており、私には特に興味があった。将来これらの研究の成果を交換することに意見が一致した。

次に Delafield 病院で Dr. Jacob Furth に会い、かれの手配で Dr. Braestrup と会った。Dr. Braestrup は同病院における治療計画について述べられた。また同部門のために氏が立てられた計画特に、放射線治療部の構成を見せてもらったが私はこれらの部屋の便利な配置には感心した。

1月30日に Pennsylvania 大学病院を訪れ、まず Dr. R. H. Chamberlain に会い、次いで主任物理学者 Dr. J. Hale に紹介された。治療、診断および基礎部門を含む放射線部の全部門に案内され、深部線量分布の決定と、治療計画について説明を受けた。患者の体位のとりせ方などの治療技法は非常に正確であった。訪問中に Dr. E. Pendergrass ともちっと会って、昼の時間に症例報告についての会合に出席することができた。



On 31 January, I visited Johns Hopkins Hospital, where I met Dr. R. H. Morgan very briefly, who arranged a meeting for me with Mr. L. M. Bates, physicist. He showed me the equipment used in the study of dose in medical X-ray, primarily diagnostic medical X-ray. Some of this equipment is presently under construction; it is arranged in conjunction with a number of electronic computers (IBM), and in such a way that it should be very sensitive and accurate. A high degree of accuracy was also reflected in other aspects of their dosimetry studies, such as optical density determinations and studies of the output measurements of X-ray tubes.

Next, I met Dr. M. W. Donner, chief of the Diagnostic Division who showed me the apparatus in his department. He introduced me to Dr. P. N. Goodwin, chief physicist, who showed me the various therapy apparatus in the department, and described the system used by the physicists in the department, and their duties. He also discussed the training program of radiology technicians.

On 3-4 February, I visited the USPHS, Division of Radiological Health, Rockville, where I first met Dr. A. B. Brill and then Dr. J. Gitlin. I explained the purpose, method and techniques of our dosimetry program in Hiroshima and Nagasaki. I pointed out to them that their program and ours differ considerably in purpose and aspects of planning, but the techniques used in the dosimetry itself are rather similar. Dr. Gitlin explained the epidemiological and dosimetric aspects of their study. Briefly, the initial part of their study consisted of a survey of households which were selected by sampling the census, throughout the United States, during which the interviewers questioned members of the household concerning any medical X-ray exposure which they received during the 3 months prior to interrogation. Secondly, each hospital which incurred exposures to these subjects was visited to verify exposure and determine the factors used in such exposures. Thirdly, the conditions of exposure were reproduced in the laboratories of Johns Hopkins University, Sloan-Kettering Institute and X-ray Exposure Control Laboratory of the USPHS, all using a variety of techniques and phantoms. Incidentally, at Rockville, they are concerned mainly with the estimation of

1月31日 Johns Hopkins 病院を訪れ、そこでごく短時間 Dr. R. H. Morgan に会い、物理学者 Mr. L. M. Bates との会合の手配をしてもらい、医療用 X 線の線量、主として診断用 X 線における線量調査において用いられる器械を見学した。この器械のうちあるものは、目下製作中であり、それは電子計算機 (IBM) 系統を用いて、ごく敏感で正確に成績が得られるように組み立てられている。線量測定その他の面、たとえば、黒化度測定および X 線管の出力測定の研究においても高度な正確性が反映されていた。

次に診断科の主任 Dr. M. W. Donner に会い、その部門における装置を見せてもらった。氏は主任物理学者 Dr. P. N. Goodwin に私を紹介された。かれは同部にあった種々の治療器械を私に見せられ、また、その部の物理学者たちが用いている方式およびかれらの責務について述べられた。氏はまた放射線技術員の養成プログラムについても言及された。

2月3、4日 Rockville の米国公衆衛生局保健物理部を訪れ、そこでまず Dr. A. B. Brill に会い、次いで Dr. J. Gitlin に会った。私は広島および長崎における線量測定プログラムの目的、方法ならびに技法について説明した。Rockville のプログラムとわれわれのとは、目的および企画の面で相当に異なっているが、線量測定それ自体に用いられている技法は概して類似していることを指摘した。Dr. Gitlin はその調査の疫学および線量測定について説明された。かれらの調査の最初の部分では、全米にわたる国勢調査を標本抽出することによって選択された世帯を調査し、この調査実施中に調査員はその家族員に対して、面接3か月以前に受けた医療用 X 線照射の有無について尋ねた。第2に、これらの対象者に対して照射を行なった各病院を訪れてその照射を確かめ、照射条件を求める。第3に、Johns Hopkins 大学の研究所、Sloan-Kettering 研究所および米国公衆衛生局の X 線照射管理研究所において、種々の技法およびファントムを用いて、照射状態が再現された。Rockville では主として患

output of the apparatus and the field size used in the exposure of the patients. The basic studies of dosimetry are being done at Johns Hopkins University, including dose incurred by scattered radiation to gonads and bone marrow. However, the majority of the dosimetry is being done at Sloan-Kettering Institute in Dr. Laughlin's department. At Rockville, at least eight separate electronic computing systems and eight programmers will analyze this material. At this time, the estimation of exposure dose, gonadal and bone marrow, is being done at Sloan-Kettering Institute, and the analysis of material will be done very soon.

It is readily seen that the purposes of the these studies are different from ours, but the methods to ascertain extent, involving epidemiology are similar. The techniques used in the dosimetry are quite similar, since we have used similar approaches to determination of dose, both inside and outside the direct beam of X-ray, and we have used refined dosimetry apparatus which is similar to some of that in use at Sloan-Kettering Institute. Obviously, in the future, some collaboration in this work is desirable, and this of course is our plan.

Next, I met Dr. T. Ditchek of the X-ray Exposure Control Laboratory, USPHS. He explained to me that the field size and factors of exposure indicated by the hospital which incurred exposure are analyzed at this laboratory. He demonstrated to me the method and the equipment used in this study. It was also explained to me that the Department of Radiology, Emory University is collaborating in the dosimetry work.

On 5 February, I visited the National Bureau of Standards and first met Dr. H. O. Wyckoff, chief of the Radiation Section. He showed me the equipment used in the standardization of ionization chambers, including the free-air chambers. Incidentally, they have three types of free-air chambers, operating in the ranges of 5-60 kv, 20-60 kv, and 60-250 kv, and an additional free-air chamber which is used for calibration of cobalt 60 apparatus and other high energy X-ray apparatus. I also saw other interesting equipment here.

I next met Dr. M. E. Ehrlich, who is studying the radiation quality dependence of film badge dosimeters. Incidentally, this involves a

者の照射に使用された照射野の大きさおよび発生器の出力の推定に当たっている。散乱放射線による生殖腺ならびに骨髓線量の測定の基本的調査が、目下 Johns Hopkins 大学で実施中である。しかし、線量測定の大部分は Sloan-Kettering 研究所の Dr. Laughlin の部門で実施中である。Rockville には少なくとも8つの電子計算組織があり、8人のプログラマーがこの材料を解析する。現在、生殖腺および骨髓線量の推定は、Sloan-Kettering 研究所で実施中であり、解析はごく近々に行なわれる。

この研究とわれわれの研究の目的は違っているが、疫学を含む調査方法はある程度類似していることが容易にわかる。われわれはX線の主線束内外の線量決定に対して、同じような方法を取り、また Sloan-Kettering 研究所で使用する器具と同じような高級な線量測定器を用いており、線量測定技法は類似している。将来、この研究業務においてはある程度の共同研究が望ましいことであるが、それはもちろん、われわれの計画するところでもある。

次に米国公衆衛生局X線管理研究所の Dr. T. Ditchek に会った。氏は照射を行なった病院が提供する照射野の大きさおよび照射の因子などの資料がこの研究所で解析されていると説明され、またこの研究で用いた方法および器具について実物を見せながら説明された。この線量測定の業務について、Emory 大学の放射線学教室が提携していることも述べられた。

2月5日米国標準局を訪れ、まず放射線課長 Dr. H. O. Wyckoff に会い、自由空気電離槽をはじめ電離槽の標準化に用いられた器具を見学した。ここには5-60kv, 20-60kv および60-250 kv の範囲で操作する3つの型の自由空気電離槽、コバルト60の装置の較正に用いられる自由空気電離槽、ならびにその他の高エネルギーX線装置がある。そのほかにも興味ある器具を見学した。

次に Dr. M. E. Ehrlich に会った。女史はフィルムバッジ線量計の線質依存性を研究中である。これには単色X線

filtration technique to exclude certain short and long wave X-rays in an attempt to obtain a monochromatic X-ray beam.

On 6 February, I visited the National Institute of Health and met first Dr. H. L. Andrews, who showed me the whole-body counters, one of the plastic type and the other of the NaI crystal type. He also showed me the radioisotope waste system. He then introduced me to Dr. Brace, chief radiologist of the Therapy Division who showed me their equipment, including a Van de Graaff machine. He also explained the treatment-planning system in their department.

Next, I met Dr. Hathaway, chief radiologist of the Diagnostic Division who showed me the equipment in that part of the department. It was of interest to me that he had made diagrams of each diagnostic unit in the department with values of leakage radiation at locations throughout the room. She kindly furnished me with a table which indicated gonadal dose incurred by each examination in the department.

On the evening of 6 February, I was invited to dinner by Dr. Cannan, with Dr. Dunham, Mr. Gardner, Dr. Miller, Dr. Brill, and Mr. Jablon and this was most enjoyable.

On 7 February, I visited the National Academy of Sciences where I met Dr. F. Seitz and Dr. S. D. Cornell, at which time I expressed my appreciation for their assistance.

On the same day, I visited the US Atomic Energy Commission and met Dr. C. L. Dunham again, and his staff. We discussed the RBE of fast neutrons with relation to biological effects and in connection with the A-bomb. Some fine points were discussed which need not be mentioned here. Dr. Dunham kindly sent me three progress reports of their studies.

On 10-14 February, I visited Oak Ridge National Laboratory, where I first met Dr. J. A. Auxier and with him and Mr. Cheka discussed problems in the study of fast neutrons, in connection with the A-bombs. Later, we dined with Dr. Karl Z. Morgan, Director of the Biophysics Division and continued our discussions. I met again with Dr. Morgan at a later date. We covered many details which cannot be mentioned here.

Next, I met Dr. E. G. Silver who showed me the pile, reactor, fast neutron source, and isochronic cyclotron.

束を求めるために、ある種の長波長および短波長X線を除外するところの濾過法が用いられる。

2月6日米国衛生研究所を訪れ、まず Dr. H. L. Andrews に会い、プラスチック型全身計数装置ならびに NaI クリスタル型全身計数装置を見学した。また放射性同位元素の廃棄物施設も見せてもらった。それから治療課の主任放射線科医 Dr. Brace に紹介され、Van de Graaff 器械などの器具を見学した。また同部における治療計画についても説明を受けた。

次に診断部の主任放射線科医 Dr. Hathaway に会い、同部のその分野における装置を見せてもらった。Hathaway 女史は各診断装置を図示してその部屋各所に認められる放射線の漏洩値を記載しておられたが、これは私には興味深いものであった。なお、同部において各検査による生殖腺線量を示す表を提供してもらった。

2月6日、Dr. Dunham, Mr. Gardner, Dr. Miller, Dr. Brill, Mr. Jablon らとともに Dr. Cannan から晚餐の招待を受け、たいへん楽しい時を過ごした。

2月7日、私は米国学士院を訪れ、そこで Dr. F. Seitz ならびに Dr. S. D. Cornell に会い、かれらの援助に対し感謝の意を述べた。

また同日、米国原子力委員会を訪れ、再び Dr. C. L. Dunham ならびにその職員に会った。われわれは速中性子の生物学的作用の RBE および原子爆弾について論議した。詳細な点も論じたが、ここでは特に記載しない。Dr. Dunham からは調査研究の3つの進捗状況報告書を送ってもらった。

2月10-14日、Oak Ridge 研究所を訪れた。まず Dr. J. A. Auxier に会い、氏と Mr. Cheka と原子爆弾の速中性子の研究における問題について論じた。その後、生物物理学部長 Dr. Karl Z. Morgan と食事をともにし、討議を続けた。Dr. Morgan とは後日会う機会を持った。細部に触れて論じたが、ここでは紙面の都合で記載することができない。

次に Dr. E. G. Silver に会い、バイル、リアクター、速中性子源およびアイソクロニック・サイクロトロンを見学した。

I next met Dr. Snyder who explained some of his experimental studies concerning fast neutrons in laboratory animals, analogous to changes to be expected in the human body, using the Monte Carlo method. We exchanged some information concerning these studies. Dr. Snyder sent me some reprints of his work.

I next visited Dr. R. D. Birkhoff, Radiation Physics Section, of the Health Physics Division, who showed me the laboratories. Dr. Arakawa guided me during this tour. This was very interesting, but needs no special comment. I next visited the Waste Disposal Section and observed the basic studies concerning waste disposal techniques.

Next, I met Dr. B. R. Fish of the Health Physics Technology Section, who is studying the mass of radioactive particles in connection with emergencies which might occur in atomic energy. I next met Dr. S. J. Auerbach, Ecology Section, who explained studies concerning the contamination of the TVA area, including contamination of shellfish as a result of waste disposal from Oak Ridge.

I next visited Dr. Randolph of the Biology Division, and we discussed the biological reaction of 14 MEV fast neutrons. During my visit to this section, I was able to attend a seminar which was conducted by Dr. Upton on the subject of carcinogenesis. I also visited ORINS, and met Dr. G. Andrews. At the present time, they are constructing a whole-body counter. I was shown the various materials which they have studied in the selection of a material of the best quality for use in the construction of a whole-body counter. These studies appeared to be of very high quality.

On 17 February, I visited St. Joseph's Infirmary, Atlanta, the visit having been arranged by Emory University. Here, I met Dr. J. T. Godwin; his assistant, Dr. M. Johnson, guided me to the Georgia Institute of Technology, experimental reactor. There were many interesting aspects of this, which I will not mention here since it would necessitate much detail.

I next visited Emory University and met Dr. H. S. Weens. I was shown the equipment used in the study of gonadal and bone marrow dose in diagnostic medical X-ray, in conjunc-

次いで Dr. Snyder に会い、氏は速中性子によって人体に起こると予想される変化を実験動物を用いて、モンテカルロ法を適用した速中性子の実験的研究について述べられた。これらの研究について意見の交換をした。Dr. Snyder からその研究に関し若干の別刷を入手した。

次に保健物理学部の放射線物理課の Dr. R. D. Birkhoff を訪れて、Dr. Arakawa の案内でその研究室を見る機会を得た。これは非常に興味があったが、ここでは特に述べない。次いで廃棄物処理課を訪れ、廃棄物処理の技法に関する基礎的な研究を観察した。

次に保健物理学工学科の Dr. B. R. Fish に会った。氏は原子力産業において起こるかもしれない危急な事態に関連して放射性粒子の大きさの問題を研究中である。次いで生態学課の Dr. S. J. Auerbach に会い、氏から Oak Ridge の廃棄物処理による甲殻動物の汚染を含めた TVA 地区の汚染に関する研究を説明してもらった。

次に生物学部の Dr. Randolph を訪れ、14MEV 速中性子の生物学的反応について論じた。同部訪問中、Dr. Upton が行なっておられた発癌現象をテーマとしたゼミナールに出席することができた。また Oak Ridge 原子核研究所も訪れ、Dr. Andrews に会った。現在、全身計数装置を建造中である。全身計数装置の建造に用いる最優秀材の選択においてかれらが調査したいろいろの材料を見せてもらった。これらの調査研究はきわめて高度のものであると思われた。

2月17日、Atlanta 市 St. Joseph 病院を訪れたが、この訪問は Emory 大学によって手配されたものである。ここでは Dr. J. T. Godwin に会い、氏の補佐 Dr. M. Johnson に Georgia 工科大学へ案内してもらい、実験用原子炉を見た。これについては多くの興味ある面があったが、これはあまり詳細にわたるものであるから、ここでは述べない。

次に Emory 大学を訪れ、Dr. H. S. Weens に会った。米国公衆衛生局と共同で行なっている診断医療用 X 線における生殖腺および骨髓線量の研究で用いられている器具を見学し、その使用法を説明してもらった。実施中の調



tion with the USPHS. The method was explained to me. The studies being conducted there include basic ones pertinent to the overall project. They are not concerned with the epidemiological aspects of the dosimetry program of the USPHS. The phantoms in use are of several types; pressedwood, rice, etc.

My impression of the program there was that it did not include as many aspects suitable for our purposes as those in the studies of Sloan-Kettering Institute and Johns Hopkins University.

On 19 February, I visited General Atomic Division of General Dynamics Corporation, San Diego and met Dr. W. F. Bethard. In their Medical Division, they are operating a TRIGA atomic reactor. Dr. Bethard's studies concerned the content of Ca, Mn, Mg, etc. in the human blood as applied to preservation of blood. Dr. Zeitlin guided me in my visit there. There were very many points of interest to me during this visit.

On 20-21 February, I visited UCLA and met first Dr. B. Cassen of the Department of Nuclear Medicine and Biology. In their department, measurements of fallout are being conducted, using a filter paper and NaI method. This method is new in that the filter paper is usually ashed, but their method enables the analysis directly of a rolled filter paper which is exposed to the NaI crystal. This is of importance in that in the case of the ashed filter paper method, some of the iodine is evaporated, and this is not the case in their method.

I also met Dr. Japlin but did not have but a brief discussion with him. Dr. Cassen had arranged a meeting for me with Dr. J. L. Leitch. He is conducting a study which is very close in nature to one which is being conducted in our department by Dr. Antoku; namely, a study of a mechanism of protection by AET (a protective agent), by means of dose-rate effect (fractionated radiation).

Next, I met Dr. T. J. Haley, who is conducting studies of protective agents, by means of observation of damage to the intestinal mucosa. I also met Dr. N. S. MacDonald who showed me the whole-body counter in his laboratory.

査研究には、総合研究に関連する基礎的なものが含まれている。それらは米国公衆衛生局の線量測定プログラム  
の疫学的な分野に関するものではない。使用のファントームにはプレスウッド、米など数種のものがある。

そこで行なわれていたプログラムについて私の感じたことは、Sloan-Kettering 研究所および Johns Hopkins 大学の研究面ほどには、われわれの目的に合致した多くの面が含まれていなかったということであった。

2月19日、San Diego 市にある General Dynamics 社の General Atomic Division を訪れ、Dr. W. F. Bethard に会った。その医学部門では TRIGA 原子炉を運転している。Dr. Bethard の研究は血液の保存に応用される人間の血液中の Ca, Mn, Mg, などの含有量に関するものであった。その訪問では案内に Dr. Zeitlin をわずらわした。この訪問中私にとって興味深い点がたくさんあった。

2月20日、21日、Los Angeles 市にある California 大学を訪れ、まず核医学・生物学教室の Dr. Cassen に会った。同室においては濾紙および NaI 法を用いて、降下物の測定を実施している。この方法は普通濾紙を灰化し、NaI 結晶にさらされている巻き濾紙を直接解析できるという点で新しいものである。これは濾紙灰化法の場合、若干の沃素が蒸発するが、この方法による場合は蒸発は起こらないという点が重要である。

Dr. Japlin にも会ったが、氏とは短時間話したにすぎない。Dr. Cassen は私のために Dr. J. L. Leitch との面談を手配して下さった。氏はわれわれの研究室において安德氏が実施している研究、すなわち、放射線量率効果(分画照射法)に基づく AET(保護剤)による防護機序についての研究の内容にごく類似したものを実施中である。

次に Dr. T. J. Haley に会った。氏も腸粘膜の損傷を観察することによって保護剤の研究を実施しておられる。また Dr. N. S. MacDonald にも会い、その実験室の全身計数装置を見せてもらった。



On 25 February, I visited the University of California at Berkeley. I was not able to meet Dr. Lawrence. I first met Dr. C. A. Tobias, with whom I had a discussion concerning fast neutron studies and neutron flux. He introduced me to Dr. R. Wallace, who is conducting studies concerning the high energy ion beam. I also met Dr. C. Sondhaus, with whom I discussed studies of RBE of the fast neutron. My studies have concerned 14 MEV neutrons, whereas his has centered mainly about fission neutron, and we agreed to exchange information in the future. I was guided through the entire Lawrence Radiation Laboratory.

On 26 February, I visited the US Naval Radiological Defense Laboratory and met Dr. L. J. Cole. Dr. Cole is conducting studies concerning chromosomal aberrations, hepatomas, and leukemia in experimental animals. These studies include comparison of result of chronic exposure and acute exposure to ionizing radiation. He is conducting studies of injury to the hematopoietic system as a result of exposure to the fast neutrons. I was interested to know whether studies of the effect of the absorption by bone trabeculae and its effect on the bone marrow dose were being taken into consideration, but he indicated that they were not.

This resume is necessarily brief in respect to each institution and department which I visited. It is a chronological summary which points out the highlights of points of interest during my trip.

2月25日, Berkeley 市にある California 大学を訪れたが, Dr. Lawrence には会うことができなかった。まず Dr. C. A. Tobias に会い, 速中性子の研究および中性子束について論じた。氏から高エネルギーイオン束に関する研究を実施中の Dr. R. Wallace に紹介された。また Dr. C. Sondhaus ととも会い, 速中性子の RBE の研究について論じた。私の研究は14MEV 中性子に関するものであるが, Dr. C. Sondhaus のは主として分裂中性子を中心としており, われわれは今後情報交換を行なうことに意見が一致した。Lawrence 放射線研究所を隈なく見学した。

2月26日, 米国海軍放射能防御研究所を訪れ, Dr. L. J. Cole に会った。Dr. Cole は実験動物における染色体異常, 肝癌および白血病について研究を実施中である。これらの研究には, 電離放射線の反復照射および一回照射の結果の比較検討が含まれる。氏は速中性子照射の結果生じる造血器系障害についての研究を実施中である。骨梁の放射線吸収の影響およびその骨髄への影響についての研究が考慮されているかどうかを知りたいと思っていたが, 氏はこれは考慮されていないことを述べられた。

この概要は私が訪れた各研究所および部門について簡潔に述べたものである。これは日順を追った要約であって, 出張中に関心をもった重要点を示したものである。

#### SCIENTIFIC ESTABLISHMENTS VISITED AND LISTING OF PERSONNEL

##### 訪問した研究機関および会見者名

6-7 January 1964

##### ARGONNE NATIONAL LABORATORY

W. K. Sinclair	J. Kastner
M. R. Zelle	R. Holtzman
A. M. Brues	M. Finkel
L. D. Marinelli	F. S. Williamson
P. F. Gustafson	H. Lucas

7 January

##### UNIVERSITY OF CHICAGO

R. K. Blaisdell  
L. H. Lanzl

9-10 January

##### UNIVERSITY OF MICHIGAN

D. E. Barber	C. S. Simons
Burns	J. V. Neel

13-14 January

##### ROSWELL PARK MEMORIAL INSTITUTE

Krohmer	M. A. Bender
Y. Yagi	Castro

14 - 15 January

UNIVERSITY OF ROCHESTER

H. Blair  
R. S. Quick  
H. D. Maillie

16 January

CONTROLS FOR RADIATION INC., CAMBRIDGE

I. A. Berstein

MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL

L. L. Robbins  
E. W. Webster  
Putraid

17 January

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

R. P. Evans  
C. J. Maletskos

CANCER INSTITUTE 癌研究所

S. Warren

20 January

YALE UNIVERSITY

L. D. Skarsgard  
M. Kligerman  
H. Flanders

22 - 24 January

SLOAN-KETTERING INSTITUTE

E. Epp	H. Q. Woodard
J. S. Laughlin	K. Sugiura
L. Zeitz	W. Siler
K. Corey	

27 - 28 January

BROOKHAVEN NATIONAL LABORATORY

V. Bond	R. A. Conard
E. P. Cronkite	Tislar
C. Robinson	D. C. Borg
J. Archambeau	R. G. Fairchild
J. S. Robertson	F. P. Cowan
J. L. Bateman	

29 January

COLUMBIA UNIVERSITY

H. H. Rossi	J. Furth
R. Rugh	C. Braestrup
Goodman	

30 January

UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA

E. Pendergrass  
R. H. Chamberlain  
J. Hale

31 January

JOHNS HOPKINS HOSPITAL

R. H. Morgan	M. W. Donner
L. M. Bates	P. Goodwin

3 - 4 February 1964

US PUBLIC HEALTH SERVICE 米国公衆衛生局

A. B. Brill  
J. Gitlin  
T. Ditchek

5 February

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS 米国標準局

H. O. Wyckoff  
M. E. Ehrlich

6 February

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH

米国予防衛生研究所  
H. L. Andrews  
Brace  
Hathaway

7 February

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES 米国学士院

F. Seitz  
S. D. Cornell

US ATOMIC ENERGY COMMISSION 米国原子力委員会

C. L. Dunham

10 - 14 February

OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY

K. Z. Morgan	R. D. Birkhoff
W. S. Snyder	E. T. Arakawa
J. A. Auxier	B. R. Fish
J. S. Cheka	S. J. Auerbach
E. G. Silver	M. L. Randolph

14 February

OAK RIDGE INSTITUTE OF NUCLEAR STUDIES

G. Andrews

17 February

ST. JOSEPH'S INFIRMARY

J. T. Godwin  
M. Johnson

EMORY UNIVERSITY

H. S. Weens

19 February

GENERAL ATOMIC, SAN DIEGO

W. F. Bethard  
H. R. Zeitlin

20, 21 February

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, LOS ANGELES

B. Cassen	N. S. MacDonald
A. J. Steen	J. L. Leitch
Japlin	T. J. Haley

25 February

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY

J. H. Lawrence	C. Sondheim
R. Wallace	C. A. Tobias

26 February

US NAVAL RADIOLOGICAL DEFENSE LABORATORY

米国海軍放射能防御研究所  
L. J. Cole