

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

考察日本三菱電機公司及社團法人同位素協會

服務機關：行政院原子能委員會

出國人職稱：科長

姓名：劉文熙

出國地區：日本

出國期間：91年11月4日至9日

報告日期：92年1月29日

412 / 009200557

## 目 次

壹、	摘要.....	2
貳、	行程紀要.....	3
參、	過程與心得.....	4
肆、	結論與建議.....	11
伍、	附件.....	13
	一、 三菱電機公司輻射檢測系統資料	
	二、 放射性物質混入廢鐵之對應檢討會議程	
	三、 日本輻射異常廢鐵處理流程及業者調查委託書、調查結果報告格式	

## 壹、摘要

本次赴日本考察行程，主要包括參訪三菱電機公司能源及工業系統中心及社團法人日本同位素協會。三菱電機公司是日本核能工業的重要一環，除生產許多核電廠重要組件外，亦開發設計許多輻射防護上先進之偵檢設備，本次之參訪重點即針對該類設備進行了解，希能藉此掌握輻射檢測儀器設備之最新發展，作為管制上之參考。另一行程為參訪社團法人日本同位素協會，並出席該協會召開之「放射性物質混入廢鐵之對策檢討會」，參觀該協會之同位素生產及廢射源接收貯存設施，及進行射源管理之研討與經驗交換。

中日雙方關係密切，社會環境相似，因此許多核能方面之管理、經驗及技術可以交流。三菱電機公司目前所開發之三項輻射檢測系統，可謂十分切合現今輻射作業場所及核子意外處理之需要，本會為輻射安全管制之主管機關，若能持續收集國際先進之輻射防護之設備資訊，提供各界參考，對於提昇國內輻射之能力，應有相當之助益；日本同位素協會在輻射應用及輻射防護上擔任十分重要的角色，兼具有學術與技術雙重功能，又是主管機關倚重的支援機構，值得加強雙方之聯繫與交流，而日本方面對於無主射源及射源意外事故之處理經驗及防範措施，值得我們借鏡與參考。

## 貳、行程紀要

本次考察行程自民國九十一年十一月四日至十一月九日止共六日，行程如下：

<u>日 期</u>	<u>行 程</u>
十一月四日	搭機赴日本大阪再轉至神戶
十一月五日	參訪三菱電機公司能源及工業系統中心
十一月六日	由神戶搭乘火車赴東京
十一月七日	參訪社團法人日本同位素協會，並出席該協會召開之「放射性物質混入廢鐵之對策檢討會」
十一月八日	參觀該協會之同位素生產及廢射源接收貯存設施，及進行研討與經驗交換
十一月九日	搭機返國

## 參、過程與心得

### 一、參訪三菱電機公司能源及工業系統中心

主要考察其輻射偵測設備暨相關產品，了解其最新開發應用之技術，包括：

- (一) 數位輻射監測系統 (Digital Radiation Monitoring System)
- (二) 光纖輻射偵測系統 (Fiber Optic Sensing System)
- (三) 表面污染偵檢器 (Surface Contamination Monitor)

該三項設備均為十分先進之產品 (資料如附件一)，對於提昇輻射作業場所之安全及保障民眾安全，將有顯著的幫助。

#### 1. 數位輻射監測系統：

可應用在核設施，大型輻射作業場所，屬於多偵測點之區域監測系統，該系統之每一區域偵測器均含有 Distributed Controller，測得的訊號經處理後直接輸出 Dose Rate Data，透過區域數位網路可直接傳至中央電腦作監控。其特色為：

- (1) 偵檢器採用半導體偵檢頭，具有長使用壽命，高解析度之功能。
- (2) 區域偵檢器具有即時雜訊處理功能。
- (3) 區域偵檢器含有 Distributed Controller，可直接輸出數位資料至中央電腦，較傳統之監測電腦為輕巧，並更具成本效益。
- (4) 資料傳輸透過數位網路，減少電纜之使用，較為經濟。

#### 2. 光纖輻射偵測系統

其特色為：

- (1) 採用專利開發之閃爍光纖。光纖上有 100 組顯示單位，每一單位有紅、黃、綠三

種燈號，來顯示（警示）輻射強度，而強度顯示之閾值可自行設定。

- (2) 可使工作人員在輻射區域減少曝露，以達到有效之輻射管理。

### 3. 表面污染偵檢器

1999年9月日本茨城縣東海村 JCO 核燃料處理工廠臨界事故後，造成人員受到輻射曝露，並有放射性物質外釋，導致事故現場半徑 350 公尺內之居民緊急疏散，半徑 10 公里內之居民在屋內掩蔽。鑒於緊急疏散民眾需進行身體表面放射性污染之檢測，需大量的人力與檢測儀器，而使用傳統所使用的手提式的污染偵檢器，需耗費較長的時間，造成處理速度緩慢。因此日本政府要求三菱電機公司設計開發效能更佳之檢測設備，以因應輻射意外事故之緊急需求。

#### (1) 特性

- 利用公司專利之光纖閃爍技術開發出全新之表面污染偵測器。
- 檢測值之波動極小。
- 短時間完成檢測：10 秒/人（傳統：5 分鐘/人）
- 可測出身體之污染部位。
- 適合受污染者篩檢：120 人/小時。
- 容易組裝、拆解及搬運（現場組裝及調校僅需 30 分鐘）。

#### (2) 應用

當發生核子事故需進行緊急應變措施，進行民眾疏散後，檢測出受放射性污染的民眾，並進行除污作業，此為相當耗費人力的作業，若能採用此類的偵檢設備可在短時間之內組裝完成，並快速進行受污染者之篩檢，在處理效率及人力運用方面，均屬極佳之選擇。

## 二、財團法人日本同位素協會簡介

### 1. 該協會創立於 1951 年 5 月，其宗旨如下：

- (1) 交換放射性同位素之使用及使用結果之資訊。
- (2) 進口大宗之放射性同位素後，依使用者需求，分成小單位，以減輕使用者的成本負擔。
- (3) 藉由發行刊物，舉辦訓練及演講，提昇處理放射性同位素之安全。

### 2. 協會之組織如下：

- (1) 現有會員 6300 人。
- (2) 協會由常務理事會負責運作，其成員來自日本主要應用放射性同位素之科學界、工程界與醫界中的學者。
- (3) 協會秘書處人員約有 140 人。

### 3. 協會之主要活動

#### (1) 設有各種委員會：

- 理工學委員會
- 生命科學委員會
- 醫學及藥學委員會
- 輻射防護人員委員會
- 其他常設及臨時委員會

#### (2) 編輯與出版

- Isotope News

針對會員發行之雜誌型月刊，介紹關於放射性同位素之最新議題與資訊。

註：最近本人與同仁共同撰寫乙篇介紹我國處理廢鐵輻射異常物經驗之文章，獲該協會接受，預定本年三月於 Isotope News 以日文刊出。

- Radioisotopes

由會員投稿發行之論文月刊，以日、英文發行。

- 圖書及小冊。
- 操作放射性同位素安全之訓練教學錄影帶。
- 舉辦放射性同位素在物理科學、輻射防護及其他研究領域之年會。
- 提供各類放射性同位素訓練課程。
- 供應放射性同位素及醫核藥物。
- 接收及處理放射性廢棄物。
- 輻射處理之調查。
- 活度測定，分析及除污之服務。
- 各類放射性同位素、輻射應用及輻射防護之諮詢服務。

### 三、出席「放射性物質混入廢鐵之對應檢討會」

國內自民國 83 年起，便開始推動鋼鐵業者對其廢鐵原料及產品進行輻射檢測之制度，由於業者通力合作與配合，使得整個檢測防範措施順利執行，不僅檢出許多放射性的污染廢鐵及射源，亦累積相當多的處理經驗。此次訪問日本同位素協會時，正值該協會舉行「放射性物質混入廢鐵之對應檢討會」（議程如附件二），因此受邀出席會議，一方面了解日方處理模式，一方面交換我國之處理經驗，同時，亦傳達日方出口至我國廢鐵夾雜射源之資訊。

檢討會出席人員包括主管機關文部科學省官員、鋼鐵業者、鋼鐵聯盟代表及同位素協會人員。本次會議的第一項主題為廢鐵中發現夾雜放射性物質之處理案



例報告及研討，由鋼鐵廠就所發現之個案提出說明，並透過意見交換達到經驗交流的目的。另一議題為主管機關文部科學省官員進行法令之解說及宣導，介紹IAEA之國際基本安全基準（BSS），說明爾後法令規定之趨勢走向，並提示於2004年將依國際基本安全基準之建議，實施新的管制規定，期望業界應及早規劃因應。

會議最後之綜合討論時，本人即提出日本出口至我國之廢鐵多次夾雜有輻射異常物，並以投影片顯示照片及分析結果資料，表達我國至為重視與關切之意。與會之同位素協會人員於研究投影片資料後，表示其中部分應為日本之產品，其餘則無法確認，文部科學省之官員亦表示重視，並希望進一步了解詳細情形。

#### 四、日本廢鐵輻射異常物之處理

與同位素協會人員進行廢鐵輻射異常物處理之座談討論及經驗交換，了解日方在整個處理架構及流程與國內之方式明顯不同。日本鋼鐵業者發現有輻射異常廢鐵時，先直接向輻射防護專業公司通報，再由該公司轉報至同位素協會，協會一方面陳報主管機關，一方面擬定方案，交由專業公司執行調查工作，專業公司完成調查將結果報告協會，協會最後擬定處理方案交由專業公司進行調查、接收及分析（處理流程及業者調查委託書、調查結果報告格式如附件三）。

在我國廢鐵輻射異常物之調查處理工作，全由主管機關一手包辦，無民間專業機構參與協助，而在日本同樣之調查處理，涉及技術之部分，全由屬於民間之協會與專業公司負責，主管機關之角色僅止於監督與指導，如此之分工，可讓民間的專業力量得到培植與發揮，而主管機關得以更專注於政策制定與法規訂定，是一個十分值得我們思考的方向。

## 五、日本射源意外事件

由於國內於民國九十一年間發現射源遺失事件，之後進行全國射源普查亦發現少數帳料不符情事，因此本次參訪同位素協會便特別了解日本方面發生之射源意外事件及其對策，希望能做為參考與借鏡。

1. 日本自 1958 年至 2001 年之間共計發生 131 起輻射意外事件，分類統計如下：

射源遺失	46%
超曝露	19%
污染	11%
無主射源	7%
其他	17%

2. 射源遺失（包括失竊）部分，依核種統計為：

鐳 226	(38%)	37MBq—2GBq
鈷 60	(21%)	37MBq—740MBq
鎳 63	(16%)	370MBq—555MBq
銻 192	(9%)	

3. 射源遺失按持有單位類別統計為：

醫院診所	52%
研究實驗室	13%
大學內設施	10%
工廠	10%
非破壞檢驗	5%
運送途中	3%
其他	7%

4. 發生射源遺失之可能原因：
  - 操作人員對於輻射防護知識或法規認識不足
  - 醫院未置有輻射防護人員
  - 疏忽所使用射源之紀錄
  
5. 防止射源遺失的對策：
  - 主管機關經常稽查各項紀錄
  - 加強輻射防護人員及操作人員之教育訓練
  
6. 無主射源  
產生之原因：
  - 非法持有（鐳 226）
  - 非法棄置（鐳 226）—經常發生
  - 自國外夾雜於廢鐵中非法輸入（鈷 60、銫 137、其他）—最近開始發現  
許多鋼鐵廠已經裝設門框式輻射偵檢器
  
7. 近期發現之嚴重無主射源事件
  - 2000年4月於 Wakayama  
進口廢鐵中之不銹鋼罐含銫 137（230MBq），  
銻 241（1.8GBq）
  - 2000年5月於神戶  
廢鐵中發現醫用鐳 226 射源
  - 2001年3月於 Yamaguchi  
進口廢鐵中之不銹鋼罐含銫 137（5.5GBq）
  
8. 日本政府採取防範無主射源之措施
  - 政府五個省（部會）簽署廢鐵中輻射源之文件  
（2000年8月）  
約60處海關配備一部輻射偵檢器
  - 針對妥善管理放射性物質設立特別諮詢委員會  
（2000年8—12月）
  - 在 FNCA（Forum for Nuclear Cooperation in Asia）提議進行有關用過輻射源安全管理之國際合作計畫（2000年11月）

## 肆. 結論與建議

- 一. 隨著輻射應用之普遍，輻射防護技術應同步提昇，方能對於輻射工作人員、一般民眾及環境提供最大保障。三菱電機公司目前所開發之三項輻射檢測系統，可謂十分切合現今輻射作業場所及核子意外處理之需要。本會為輻射安全管制之主管機關，若能收集國際先進之輻射防護之設備資訊，提供各界參考，對於提昇國內輻射之能力，應有相當之助益，亦能協助業界做好人員安全防護之工作。
- 二. 參訪三菱電機公司後，感覺到一個國際化大企業，對於管理、制度、服務之嚴格講究；簡報、討論、參訪的系列安排得井然有序；接待人員專業與敬業的態度；工廠生產作業之整齊規劃與效率流程及產品之研發成果，令人印象極其深刻。可見一單位之生存發展，除了組織架構健全外，非常重要的是規劃管理，逐級的分層負責，明確授權，在一致的政策方向上，所有員工便能全力以赴，創造不凡的業績與成就。
- 三. 日本同位素協會在輻射應用及輻射防護上所擔任的角色，與本會核能研究所十分類似，供應許多輻射源及核醫藥物，也接收放射性廢料，對外提供輻防專業服務，是主管機關的技術支援單位。而核研所除了在技術層面上全力支援本會外，如能在主動性方面加強，積極掌握外界之需求，加強對外輻射防護服務之功能，扮演民間與本會之間的橋樑，則對於本會之管制機能將有莫大之助益。此外，日本的輻射防護專業公司，即相當於國內經本會認可之輻射防護業者，在整個輻射防護體系中，亦扮演相當關鍵的角色，提供第一線之輻防技術服務；從這裡便值得我們進一步思考，對於國內之輻射防護業者如何加重其在輻射防護上之功能，成為本會管制上之重要助力。

四、對於無主射源的防範及處理方面，我國之規劃與做法，事實上較日本方面更為完整與落實，尤其在鋼鐵廠輻射檢測這一環，特別徹底嚴謹，據日本保健物理學會的資料，僅半數之日本熔煉鋼鐵廠裝設有門框式輻射偵檢設備，而國內則全數裝設；此外，國內除了在法制面上已考量到射源管制之問題，實際執行面上更額外加強，包括建立新的電腦管理系統及網路線上申報射源狀況，都是十分先進的做法，當可確實有效管理輻射源。另外，進口廢鐵夾雜輻射源（無主射源）問題，按中日兩國之經驗，似有日趨嚴重之情形，雖我國鋼鐵廠已建立防範機制，然發現輻射源後續之處理及退運事宜，牽涉甚廣，仍需及早妥善規劃因應。

## 伍、附件

## 附件一、三菱電機公司輻射檢測系統資料

# Mitsubishi Radiation Monitoring & Related Products

Digital Radiation Monitoring System  
Fiber Optic Sensing System  
Surface Contamination Monitor



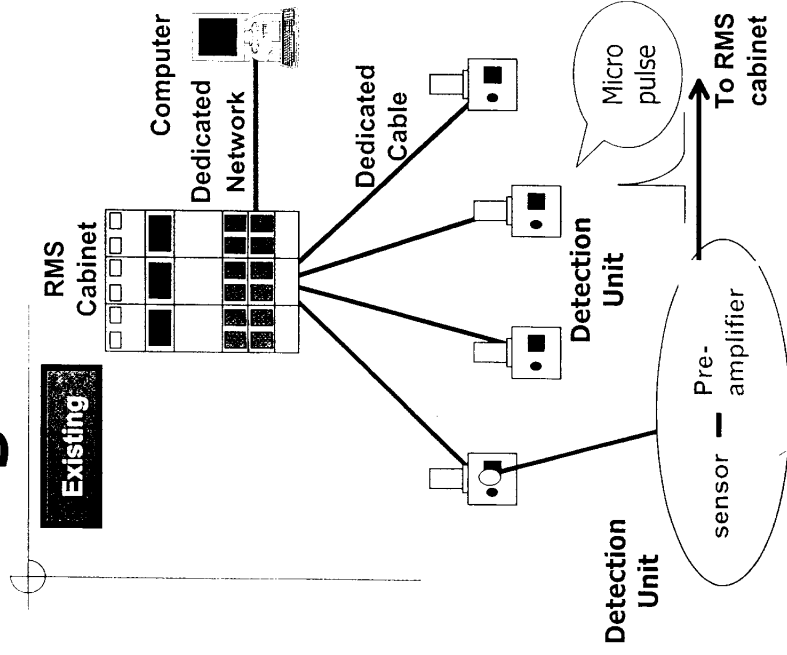
JEXN-1630-B017

All rights reserved. Mitsubishi Electric Corporation  
Part of the whole of this document may be translated  
reproduced in any form without prior permission.

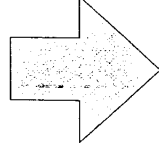




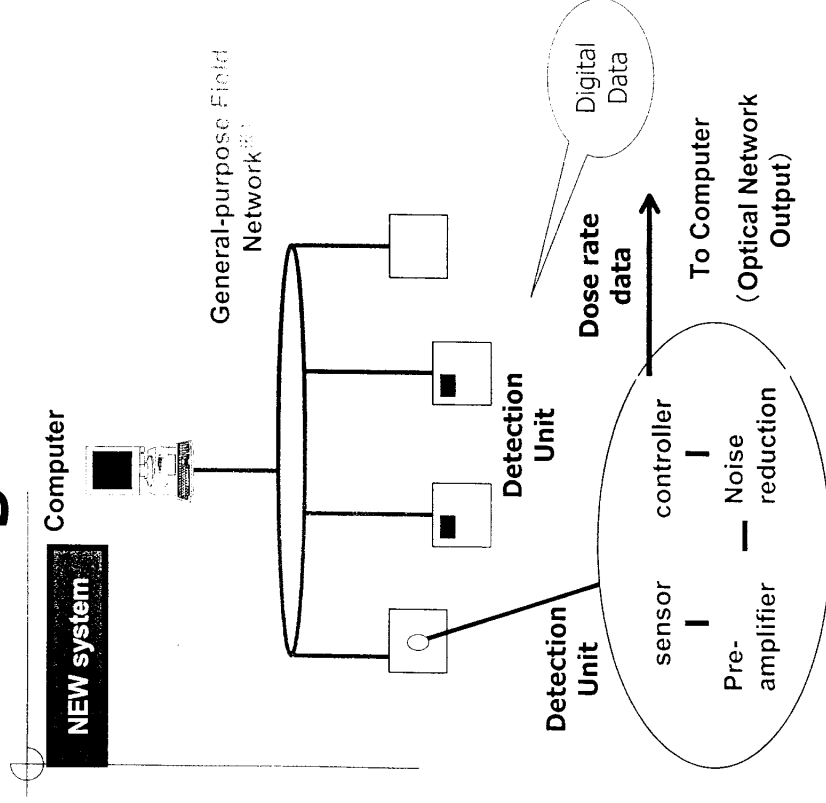
# Digital RMS: Configuration



- ◆ Existing System:  
Long Transmission Lines
  - S/N Rate Recovered by **Noise Reduction Techniques**

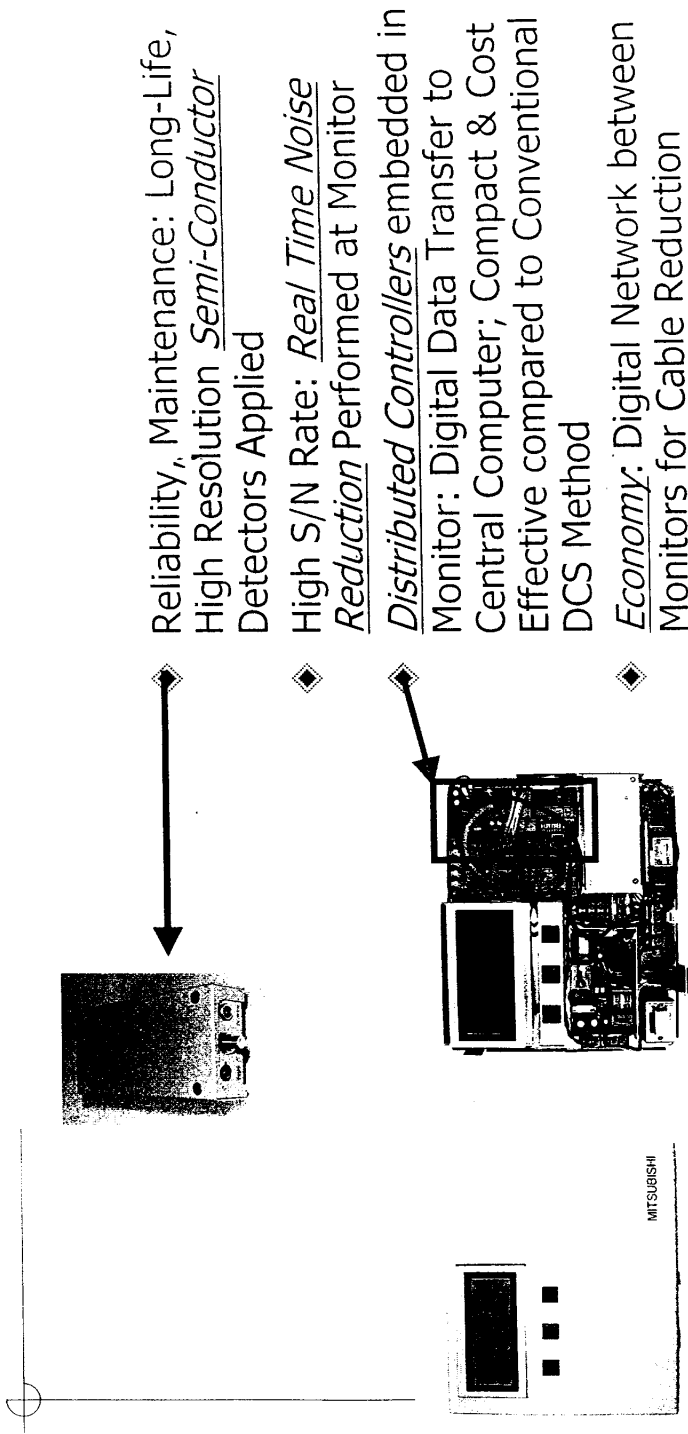


# New Digital RMS: Configuration



- ◆ New System:
  - ◆ **Distributed Controllers** embedded in each Monitor
    - Digital Data Transfer: to Central Computer: **High S/N Rate** by Construction
    - Use of Digital Network: **Cables Reduction**
  - ◆ **Semi-Conductor Detectors Employed**

# New RMS: Features



JEXN-1630-B017

All rights reserved - Mitsubishi Electric Corporation, Any part of this document shall not be copied or transferred in any form without prior permission.

# RMS - The Operating Station



## Engineering Function

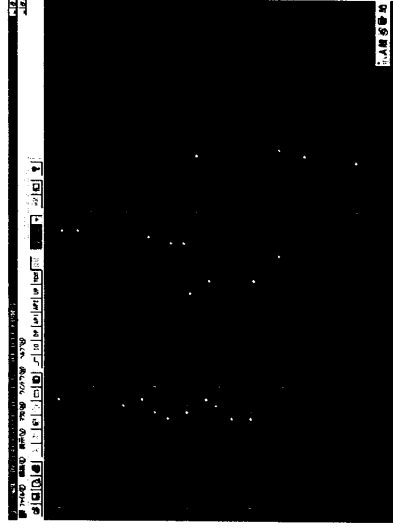
The POL(Problem Oriented Language) programming for monitoring system:

### Easy programming

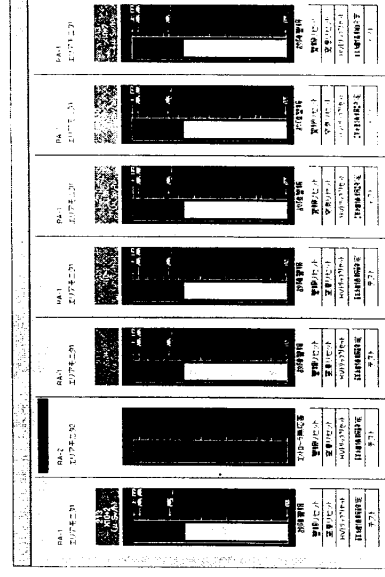
Created program is downloaded to each monitor unit through the Network.

## Operation Function

- “Monitoring mapping display”
- “Trend graph display”
- “Alarm display”
- “Report writing”
- “Setting of Measurement conditions”
- “Automatic test function”.



POL creation screen



Monitor screen example (list screen)



MITSUBISHI  
ELECTRIC

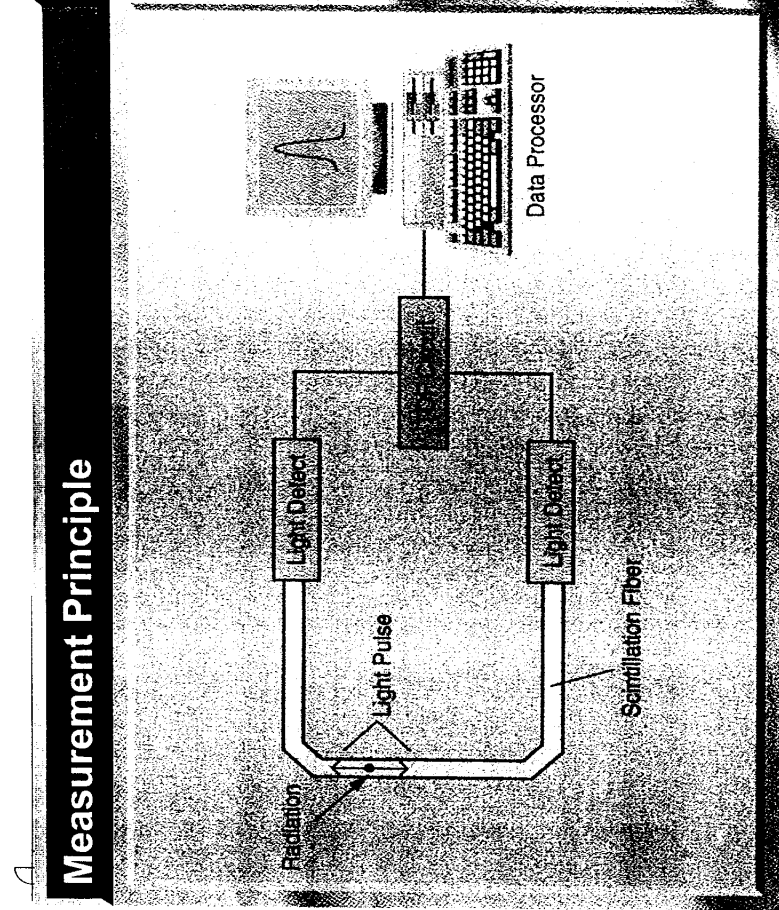
JEXN-1630-B017

All rights reserved. All other functions, names, figures, and  
part or the whole of this document shall not be copied or  
transferred in any form without prior approval.

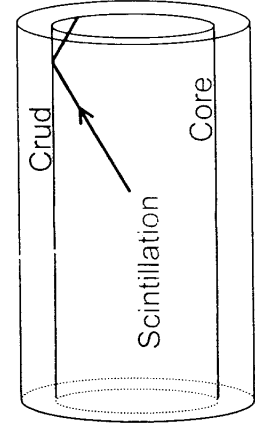
# Contents

- ◆ Digital Radiation Monitoring System
- ◆ Fiber Optic Sensing System
- ◆ Surface Contamination Monitor
- ◆ Summary

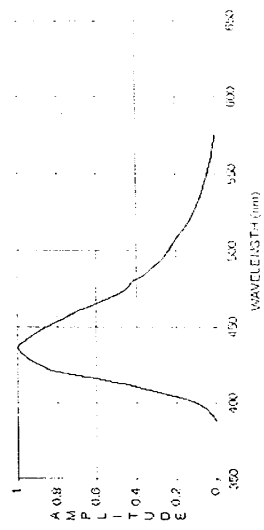
# Fiber Optic Radiation Sensing System



Scintillation Fiber



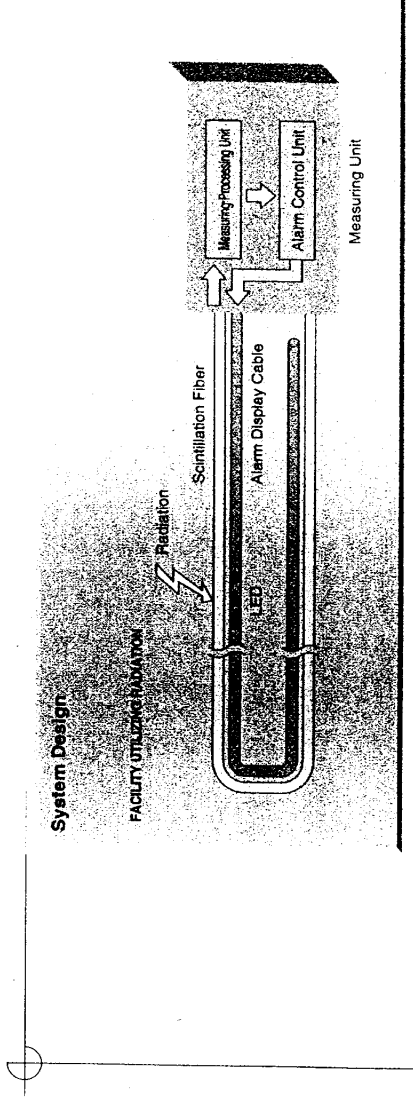
An example of Emission Spectrum



JEXN-1630-B017

All rights reserved Mitsubishi Electric Corporation. Any part or the whole of this document shall not be copied or transferred in any form without prior permission.

# Fiber Optic Radiation Sensing System



- Real Time Detection of the Radioactivity along the Continuous Range of the Fiber: Safety of the facility verified at a wide range.
- Effective radiation management enabled due to less exposure of personnel to the radioactive location.

## Features

- 3 colored display with red, yellow, and green (LED).
- Threshold levels adjustable
- Display points less than 100
- Each display module can be separated
- Blinking period 2 sec (lighting 1 sec.)

## Specification



JEXN-1630-B017

All rights reserved. Mitsubishi Electric Corporation. Any part or the whole of this document shall not be copied or transferred in any form without prior permission.

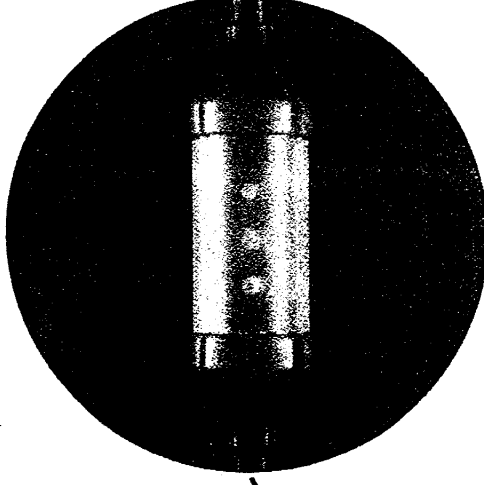
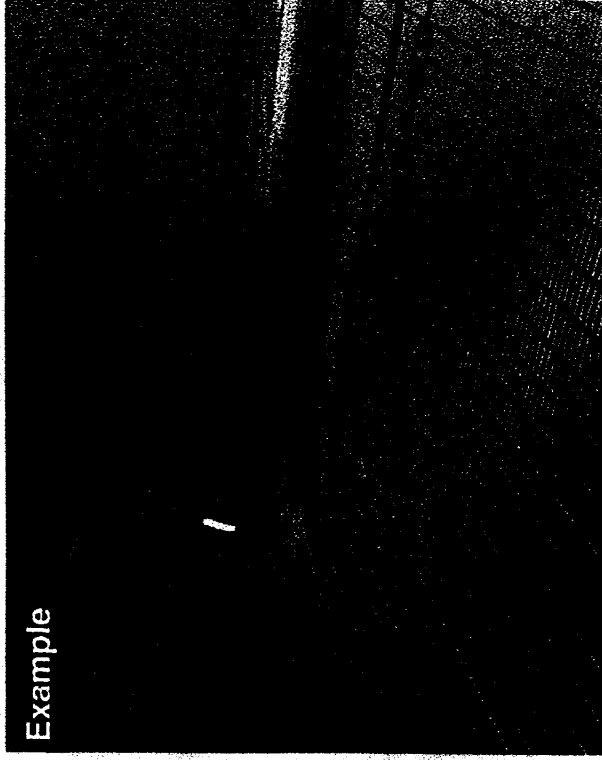


# Fiber Optic Radiation Sensing System

Application Example

Alarm Displaying Cable System

Example



Alarm Display Element



JEXN-1630-B017

All rights reserved. Mitsubishi Electric Corporation. Any part or the whole of this document shall not be copied or transferred in any form without prior permission.

# Contents

- ◆ Digital Radiation Monitoring System
- ◆ Fiber Optic Sensing System
- ◆ Surface Contamination Monitor
- ◆ Summary



JEXN-1630-B017

All rights reserved - Mitsubishi Electric Corporation. Any part or the whole of this document shall not be copied or transferred in any form without prior permission

# Characteristics

- ◆ A Completely New **Surface Contamination Monitor** which utilizes the **Optical Fiber Scintillator**
- ◆ Measurement Values with **Small Fluctuation**
- ◆ **Short Time** Measurement
- ◆ **Detection of Contaminated Part** of the Body
- ◆ Optimum for Screening of Contamination
- ◆ Easy to Build & Decompose, Carrying

# Cost Performance

◆ **Measurement Time**

Existing: 5 min/person

New: 10 sec/person

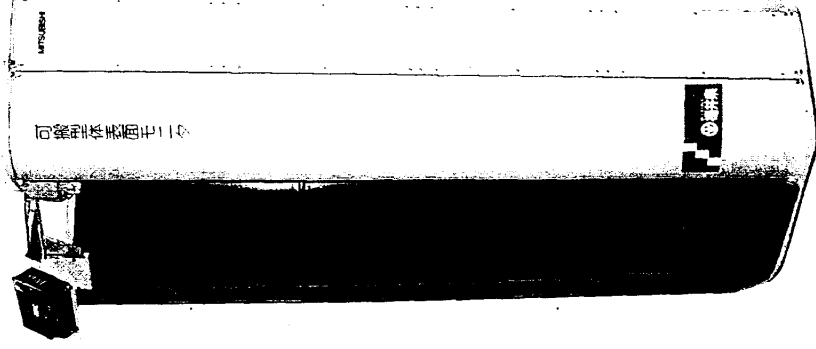
◆ **Capacity**

Existing: 5 people/Hr

New: 120 people/Hr

◆ **Economy**

1/3 Cost of Existing  
Monitors

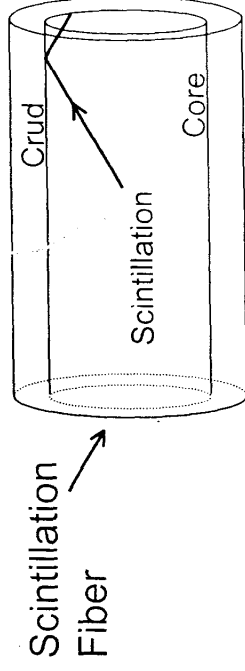


JEXN-1630-B017

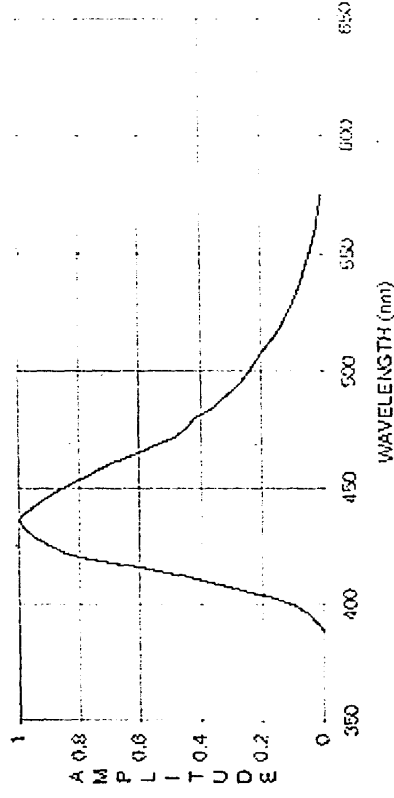
All rights reserved. Mitsubishi Electric Corporation. Any part or the whole of this document shall not be copied or transferred in any form without prior permission.

# The Scintillation Fiber

The Fiber consists of the Core and the Crud. Light is emitted (Scintillation) when the incoming Radiation Reacts with the Core, and the emitted Light will travel along the core until it reaches the Photo-multiplier, which transforms it into Electric Signals. Some Analog/Digital Calculations follow to convert the result into terms of Radioactivity.



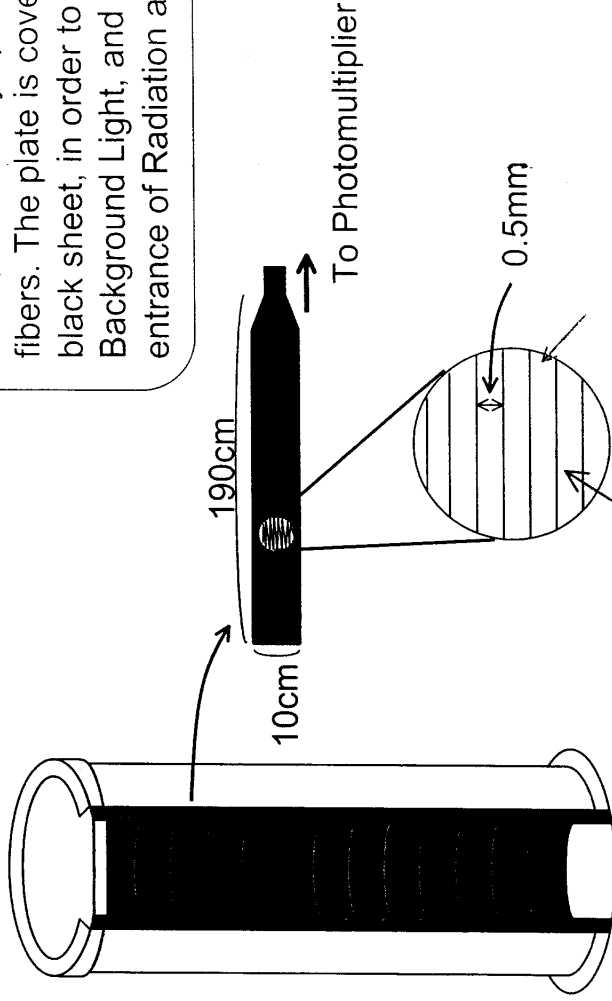
An example of Emission Spectrum



# The Monitor

**The Scintillation Fiber Plate**

200 Fibers are embedded onto one Plate, without any space between fibers. The plate is covered with a black sheet, in order to shut out Background Light, and to allow the entrance of Radiation at the same time.



**Radiation**

JEXN-1630-B017

All rights reserved Mitsubishi Electric Corporation. Any part or the whole of this document shall not be copied or transferred in any form without prior permission

# Performance

## ◆ Resolution

- Finer than 0.4Bq/cm<sup>2</sup> ( $\beta$  Spectrum of Sr90) for more than 10sec.
- Finer than 4Bq/cm<sup>2</sup>( $\gamma$  Spectrum of Cs137) for more than 10sec.

## ◆ Precision

- $\pm 20\%$  (Measurement Error by a Surface-like Radioactive Source)

## ◆ Set up- Adjustments Time

- Less than 30 min.

# Equipment Specifications

- ◆ Detector: Optical Scintillation Fiber
- ◆ Measurement Device: Signal Conditioner, Power Supply
- ◆ Display: Contaminated Part, Radioactivity, SAFE/UNSAFE Condition
- ◆ Required PC: Windows, HDD4GB, with MCA
- ◆ Weight: 90kg
- ◆ Power Supply: 100VAC, 50/60Hz, L.T.150VA
- ◆ Environment: 0-40°C, 80%Rh, 1 atm pressure





# Summary

- ◆ Digital RMS with Distributed Controllers
  - High S/N Ratio
  - Reduction of Cables
- ◆ Fiber Optic Sensing System
  - 1-Dimensional Continuous Measurement
- ◆ Surface Contamination Monitor
  - 2-Dimensional Continuous Measurement
  - Improved Economy and Capacity



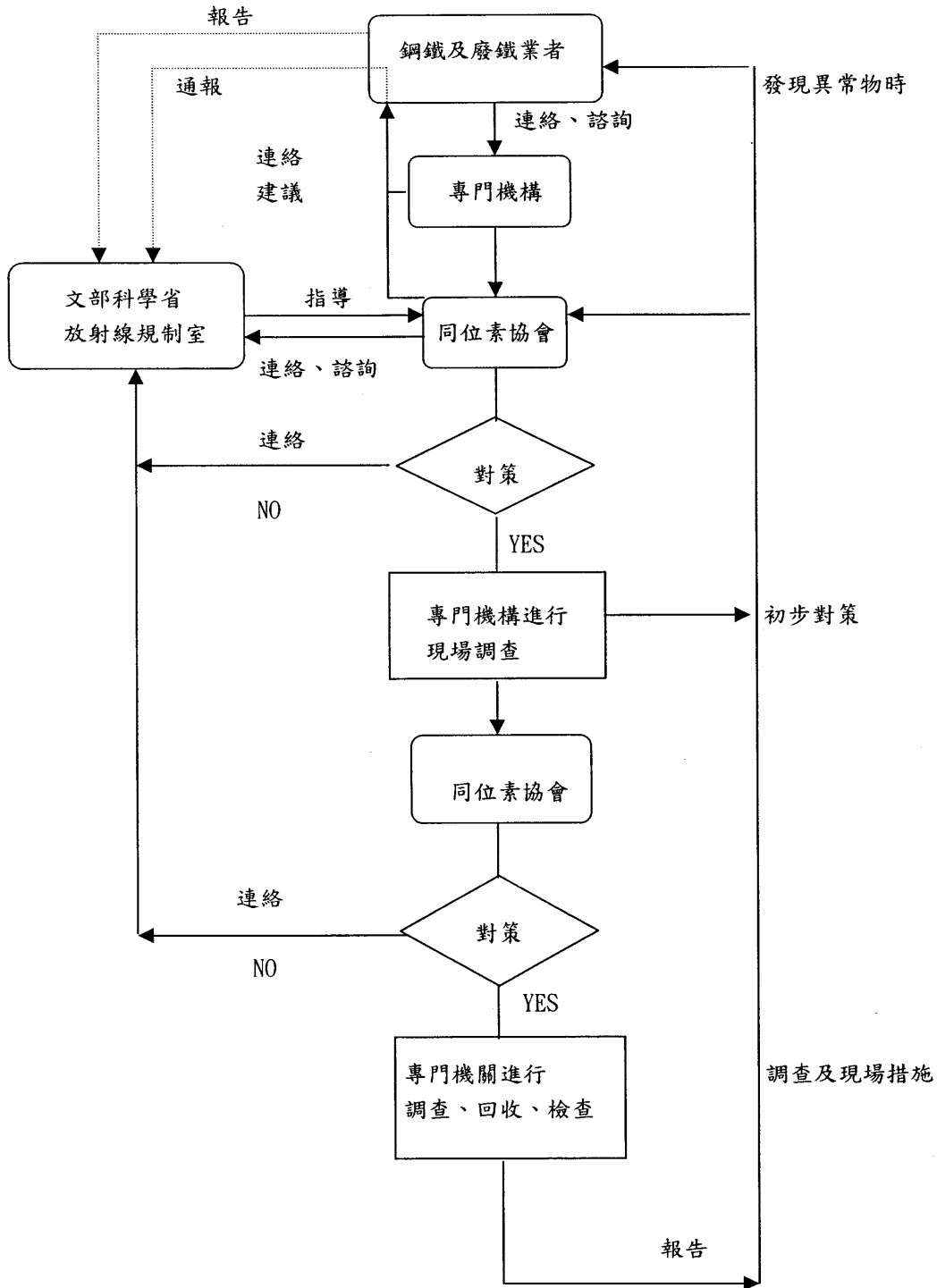
附件二、放射性物質混入廢鐵之對應  
檢討會議程

## 放射性物質混入スクラップ対応検討会議事次第

- 1 日時：平成14年11月7日(木) 10:00～12:30
- 2 場所：日本アイソトープ協会第三会議室
- 3 議題
  - (1) 放射性物質混入スクラップの対応事例について
  - (2) IAEA 国際基本安全基準(BSS)の規制免除レベルについて
  - (3) その他
- 4 配布資料
  - 資料 1 放射性物質混入スクラップ対応検討会委員名簿
  - 資料 2 IAEA 国際基本安全基準(BSS)の規制免除レベル

附件三、日本輻射異常廢鐵處理流程及  
業者調查委託書、調查結果報告格式

# 日本輻射異常廢鐵通報處理流程圖



註：專門機構包括同位素協會及輻防專業公司

# 調查委託書

平成 年 月

先生

(委託者) 單位  
姓名

簽章

## 調查委託書

委託調查下列物件

1 發現者聯絡資料 地址： 電話： FAX：
2 發現地點 地址： 電話： FAX：
3 發現地點周圍狀況 (請附相片)
4 異常物現狀 (請附相片)
5 異常物的周圍狀況 (保管場所、保管方法、防止人員靠近之措施) (請附保管場所之圖片、相片) (請附保管場所周圍狀況之圖片、相片)
6 異常物的形狀、尺寸、材質 (請附能辨識異常物形狀之圖片、相片)
7 輻射劑量 偵測器：門框偵檢器、輻射偵檢器 (GM、閃爍、游離腔、其他) 測定值：距異常物 2 公尺處 _____ 距異常物 1 公尺處 _____ 距異常物 50 公分處 _____ 異常物表面 _____
8 異常物來源 國內 都道府縣名稱： 公司名稱： 輸入 輸入國名：
9 發票寄送單位、付費者 公司名稱： 付費者：單位 姓名 簽章 地 址： 電話號碼：

# 放射性物質調査結果報告書（例）

平成 年 月 日

放射性常質調査結果報告書													
調査場所													
調査日期		平成	年	月	日	時	分	～	年	月	日	時	分
現場状況				現場状況 及異常物 相片									
異常物詳細資料													
測定結果													
1 空間劑量率			偵測器			測定日			平成 年 月 日				
測定點											BG		
測定値 $\mu\text{Sv/h}$	表面												
	1m												
2 表面汚染			偵測器			測定日			平年 年 月 日				
測定點											BG		
汚染値	cpm												
	Bq/cm <sup>2</sup>												
3 核種定性・定量			偵測器			測定日			平成 年 月 日				
測定點													
結果	核種												
	活度				Bq			Bq			Bq		
措置及洩漏特殊事項													
調査者			單位			姓名							