

Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

- Record of Oral Presentation at International Forum on Nuclear Safety -

Jan, 1992

TOKAI WORKS

POWER REACTOR AND NUCLEAR FUEL DEVELOPMENT CORPORATION

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松4-33

動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所

技術開発推進部・技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :
Technology Management section Tokai Works Power Reactor and Nuclear
Fuel Development Corporation 4-33, Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun,
Ibaraki-ken 319-11, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation)1992

Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

- Record of Oral Presentation at International Forum on Nuclear Safety -

O.YAMAMURA	T.YAMANOUCHI	K.TAKAHASHI
T.SUGIYAMA	Y.KUNO	T.NAKAI
K.KOBAYASHI		

A b s t r a c t

The 3rd International Forum on Nuclear Safety was held on January 21, 1992 in Tokyo.

During the forum, Mr. Osamu YAMAMURA, Director of Tokai Reprocessing Plant, presented a speech titled "Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant" in Speech Session, and explanation about "Recent Major Incidents at TRP" in Panel Discussion.

This report summarizes the presented paper(written in English and Japanese), draft of oral presentation, and OHP sheets for the forum.

Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

東海再処理工場の安全運転

山村 修^{*1} 山内 孝道^{*2} 高橋 啓三^{*3} 杉山 俊英^{*4}
久野 祐輔^{*5} 中井 俊郎^{*6} 小林健太郎^{*7}

要 旨

1992年1月21日に第3回原子力安全国際フォーラム（原子力安全委員会主催）が東京で開催された。

本フォーラムにおいて、山村再処理工場長が「東海再処理工場の安全運転（Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant）」と題して講演を行い、また、パネルディスカッションでは「最近の主なトラブル（Recent Major Incidents at TRP）」と題して報告を行った。

本レポートは、フォーラムに用いた予稿（英文及び和文）、口頭発表原稿（英文及び和文）及びOHPを取りまとめたものである。

^{*1}再処理工場長 ^{*2}工務部長代理 ^{*3}核燃料取扱主任者 ^{*4}化学処理第一課長代理
^{*5}工務部分析課 ^{*6}管理課 ^{*7}工務部技術課

目 次

1. フォーラム予稿（英文）	1
2. フォーラム予稿（和文）	10
3. 講演原稿「東海再処理工場の安全運転」（英文）	18
4. 講演原稿「東海再処理工場の安全運転」（和文）	24
5. パネルディスカッション報告「最近の主なトラブル」（英文） ...	31
6. パネルディスカッション報告「最近の主なトラブル」（和文） ...	38
<hr/>	
7. OHP（講演及びパネルディスカッション）	44

1. フォーラム予稿 (英文)

Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

A PAPER PRESENTED AT INTERNATIONAL FORUM ON NUCLEAR SAFETY

TOKYO, 21 JANUARY 1992

SAFETY OPERATION OF TOKAI REPROCESSING PLANT

Osamu YAMAMURA

Tokai Reprocessing Plant, Tokai Works

Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation

Tokai-mura, Ibaraki-ken, Japan 319-11

Tel: 0292-82-1111, Telefax: 0292-82-2321

ABSTRACT

Since the start of hot operation in 1977 at Tokai Reprocessing Plant (TRP), the total amount of reprocessed fuel reached about 600 tons of irradiated fuels. Almost 15 years of operational experiences demonstrated the safety, feasibility and industrial validity of oxide fuel reprocessing technology in Japan.

This paper describes the following three areas, the present operational status, plant modification procedure and trouble experiences at TRP, from the point of view of safety. The role of Plant Security Regulation, Safety Superintendent, Regulatory Periodical Inspection are presented in the first part, which also shows the value of radiation exposure of personnel and amount of activity discharge from the plant. The installation of new effluent discharge pipe line is presented as an example of plant modification in the second part. The incidents occurred recently are briefly analyzed at last.

1. Present Status of TRP

1.1 Operational History and Achievement

1.1.1 History of TRP

The reprocessing project of the PNC was started in September 1956 when the Atomic Energy Commission(AEC) of Japan decided that reprocessing of spent fuel and treatment of radioactive waste should mainly be done by the Atomic Fuel Corporation(AFC), the predecessor of PNC. In 1959, an Advisory Committee for

reprocessing was formed within the AEC to formulate a guideline for development of the reprocessing technology. In conjunction with the recommendations put forward by a survey team which visited overseas reprocessing plants, a decision was made to construct a pilot reprocessing plant using the advanced technology developed by other countries.

In 1963, the AFC entered into a contract with the Nuclear Chemical Plant(NCP) of UK for a preliminary design of the plant, and in 1966 a detailed design was started by the Société Générale pour les Techniques

Nouvelles(SGN) of France. Since 1968, in parallel with the ongoing detailed design, the governmental licensing procedure had been followed and permission for plant construction was granted by the Japanese Government in 1970.

Plant construction was started in 1971 as a joint venture of SGN-JGC of Japan. The Plant was completed in 1974 and hot testing started in September 1977 after completing the U testing utilizing unirradiated uranium. The operational license was given after passing the Governmental inspections by the end of 1980. Up to the end of 1991 the total amount of reprocessed fuel from LWRs and the ATR Fugen(Advanced Thermal Reactor using heavy water as the moderator) was almost 600 tons.

1.1.2 Amount of Reprocessed Fuel, Major Maintenance Activities and Scheduled Shut-down of Plant Operation

1.1.2.1 Amount of Reprocessed Fuel

The total reprocessed fuels from the start of hot operation on 22nd of September 1977 to the end of 1991 is 576.9 tons of oxide spent fuel. The number of spent fuel assembly and amount of spent fuel is as follows, BWR:2027 assemblies of 359.9 tons, PWR: 578 assemblies of 211.7 tons, and ATR Fugen Mixed Oxide Fuel:34 assemblies of 5.2tons, which gave us valuable experiences for MOX fuel reprocessing.

The amount of plutonium nitrate recovered as a final product was about 3.9 tons, and most of Pu has already been sent to Pu conversion plant for use at the ATR Fugen, the experimental FBR Joyo, and proto-type FBR Monju.(see Figure 1.)

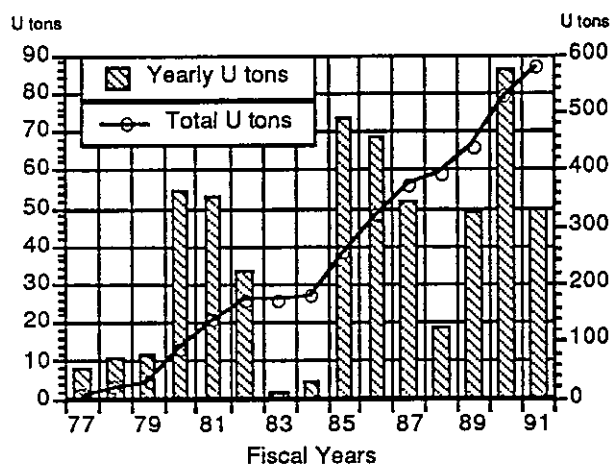


Figure 1. Reprocessed Amount at TRP

1.1.2.2 Major Maintenance Activities

(1) Remote Repair of Dissolver R10 and R11

In April 1982, a small amount of radioactivity was found in the steam condensate from a dissolver. After confirming that one of the two dissolvers R11 had small defects which consist of pin holes in the welded part on the barrel of dissolver, operation was resumed using R10 dissolver until February 1983 when dissolver R10 had same kind of defects. The remote repair technology had been developed, and from September to November 1983 the in-situ repair of two dissolvers was carried out successfully first time in the world.

(2) Installation of New Dissolver R12

Leakages in the two dissolvers occurred rather unexpectedly and subsequently the third dissolver was installed in a spare dissolver cell. A new dissolver R12 was fabricated with improved material and welded lines were eliminated from the inside steam jacket as for the design. A fabrication of dissolver was finished in April 1984, and was installed by the end of November 1984.

(3) Repair of Acid Recovery Evaporator

During the final stage of hot testing in August of 1978, a minor leak was detected which was caused by pin holes of welded part of heating tube in the acid recovery evaporator, and an exchange of whole part of evaporator was done after decontamination and dismantling of leaked evaporator by the end of December 1979. However, the new one leaked again in February 1983 caused by corrosion of heating tube, and at that occasion only boiler part of evaporator was replaced with domestic produced materials. The repairing period was seven months which was shorter compared with former one.

1.1.2.3 Scheduled Shut-down of Plant Operation

The operation of TRP became steady and stable since 1985 after many modifications and improvements, however, the requirement of increasing the reprocessed amount at the TRP is stronger than before because of demand for more plutonium of the ATR and FBR fuel cycle development.

The design capacity of TRP is 0.7 tons per day, and operational license permits the TRP to reprocess up to 210 tons per year. However it was difficult to reach this maximum, because of yearly regulatory inspection, the physical inventory takings(PIT) of nuclear material and periodical maintenance works. The operational total days of TRP per year had been

calculated as about 170 days, and assuming the average plant efficiency factor of 60% the derived yearly production of TRP had been about 70 tons.

For the improvement of the production rate, one is augmentation of operation days and another is to ameliorate the plant performance factor. The operational yearly days were increased by shortening of maintenance and regulatory inspection period, and for the plant efficiency factor, it became clear to improve and modify the fuel assembly shearing process and clarification process for dissolved fuel solution. In the long range, it was also obvious to prevent the sudden stop of plant operation, which will be caused by failure of major equipment due to corrosion. Therefore the scheduled shut-down of plant operation was set to replace the acid recovery evaporator, and to make modification of fuel assembly shearing process, clarification process etc..

(1) The Replacement of the Acid Recovery Evaporator

The first acid recovery evaporator leaked in 6000 hours of use, and the leak of second one was occurred in 13,000 hours use. The material of evaporator was 25%-chromium and 20%-nickel alloy of stainless steel, and the conservative estimation was that the third evaporator would leak again in 13,000 hours of use, which was expected around the half of 1988. On the other hand, the development of corrosion resistant material was done continuously since the day of first evaporator, and it became evident that the 95% titanium and 5%-tantalum alloy material shows a good corrosion resistance behavior in this corrosive environment.

The decision was taken to replace the third evaporator with the new one made of Ti-5%Ta alloy. This work was started in June 1988 and was performed smoothly within scheduled 11 months period, based on the old experiences of two times replacement so far.

(2) The Replacement of Plutonium Solution Evaporator

The design of original plutonium evaporator was to connect the washing column to boiler part with the flange, and the material of former one was stainless steel and latter one was corrosion resistant titanium. For the column part a pin hole defect appeared in year 1982 after 10,000 hours of operation and in-situ repair was done. In year 1984 the replacement of whole evaporator was done after 12,000 hours of operation.

The decision was made to replace this evaporator because of 9,000 hours of operation, and the material of column part was chosen as Ti-5%Ta alloy to

prolong the operational life. The improvement was made to remove the flange connection by welding the titanium and Ti-5%Ta alloy. The replacement was done in the cell within three months.

(3) Modification of Boiler part of Acid Recovery Distillator

The acid recovery distillator was fabricated from the stainless steel, and in February 1981 the corrosion leakage was occurred on the part of heating coil after 13,000 hours of use, and repair work was done within 1.5 months. In 1984 the boiler part of distillator was replaced within 4 months.

The new distillator was installed to replace the old one which operation time was about 13,000 hours of use. The new distillator has separable heating tubes from boiler part of distillator for easy maintenance.

(4) Modification of Fuel Assembly Shearing Machine

Many modification works for internal parts of shearing machine were done to improve the operability and maintenance ability.

(5) The Addition of Second Pulsed Filter

The clarification method of the TRP was to use pulsed filter. The filtration of dissolver solution clogs the sintered stainless filter gradually and finally it will necessitate the replacement of filter cartridge affecting the plant.

To improve the plant efficiency factor, the second pulsed filter was added in the clarification process. The new type of valve for changing use of both filters was developed to install inside cell for easy maintenance and high fidelity. The modification works inside cell was done after tedious decontamination of equipments and piping, and working time was limited because of still rather high radiation dose. The time of total installation work was more than one year after delay of four months for final modifications.

1.1.2.4 Evaluation of Major Modifications on Plant Performance

The scheduled shut-down of plant operation for modification work continued 15 months, and the PNC person who is involved in this work were around 500 and the number of contracted workers of constructor and engineering firms were about 1,600 (about 100,000 man-day). The accumulated radiation dose of person was 5 man·Sv (500 man·rem), which is higher than average 1-2 man·Sv/year of record of the TRP operational staffs exposure rate.

The original intention of improving the plant was to increase the yearly processing amount from 70 tons

to 90 tons. The start of operation from the major modification works was in the end of September 1989 and after one year in September 1990 the reprocessed amount was 83 tons of spent fuel and during the year 1990 from January to end of November 99 tons of fuel was reprocessed.

1.1.3 Plant Security Regulation, Manuals for Safety Operation and Committee for plant safety

1.1.3.1 Plant Security Regulation

To operate a reprocessing plant in Japan, operator is required by the Regulatory Law (Law for Control of Nuclear Source Materials, Nuclear Fuels and Reactors) to stipulate a Plant Security Regulation (PSR), and to get approval on PSR from the Prime Minister. The content of PSR is specified in the Regulatory Ordinance for Control of Spent Fuel Reprocessing Operations as follows;

- (1) Organization and work-scope of employee and supervisors
- (2) Safety education and training for employee
- (3) Handling of special devices and equipments required special control for safety
- (4) Safety evaluation for operation
- (5) Setting of control areas, security areas and surveillance areas around plant, and control of intervention
- (6) Monitoring of effluent discharge of airborne and to marine
- (7) Radiation control of dose equivalent, radioactivity concentration and surface contamination
- (8) Management of radiation detectors and methods of measurement
- (9) Surveillance and inspection methods for routine operation
- (10) Periodical inspections
- (11) Handling of nuclear materials for transportation, reception, shipping and storage
- (12) Disposal of radioactive waste
- (13) Environmental surveillance near the site including the sea discharge point
- (14) Procedure for emergency situation
- (15) Keeping of records related to security
- (16) Others related to security of plant

1.1.3.2 Manuals for Safety Operation

PSR specified many important requirements, specifications and operational limits of value, however more detailed standards and manuals are necessary for the operation. Operational Safety Standards, Radiation Control Standard and Criticality Prevention Standards are established to keep the operation safely.

1.1.3.3 Committee for Plant Safety

To comply with the PSR, the Safety Evaluation Committee of TRP is founded to examine, (i) Modification of above mentioned Standards, (ii) Important matters related to operation, (iii) Important matters related maintenance, (iv) Investigation and prevention method related to unusual situation and emergency situation, (v) Licensing application for modification of TRP. Members of this committee are selected within employee of Tokai Works.

1.1.4 Safety Superintendent

State Minister for Science and Technology Agency (STA) will give a license to applicant who succeeded in the examination for Safety Superintendent for Handling Nuclear Material. Regulatory Law requires operator of reprocessing plant to inform the Prime Minister of the name of Safety Superintendent chosen within employee who hold this license. The responsibility of safety Superintendent is to supervise the security connected with the handling of nuclear material. The more detailed duties of Safety Superintendent is defined in PSR.

1.1.5 Regulatory Periodical Inspection

The Regulatory Law stipulates that a Regulatory Periodical Inspection (RPI) should be conducted within 12 months after getting the permission from the Prime Minister for previous RPI. The actual RPI is conducted by STA officials. The inspection goals are stated in the Regulatory Ordinance for Control of Spent Fuel Reprocessing Operations as follows;

- (1) Alarms, emergency generators, safety protection systems or related equipment react in accordance with working conditions defined in application documents which was submitted for licensing of Installation of TRP.
- (2) Capacities of radioactive waste treatment facilities are above the values defined in application documents.
- (3) Performances of radiation control facilities are satisfactory compared with application documents.
- (4) Radiation doses and air contamination level are below the values shown in application documents.
- (5) Protection system for criticality control and confinement capability for radioactivity are satisfactory compared with application documents.
- (6) Activity level of product is below the values defined in application documents.
- (7) Recovery rate of product is above the values defined in application documents.

In TRP, the operators themselves conduct periodical (yearly or monthly) inspections for devices,

equipments and installations in accordance with the PSR and Operational Safety Standards.

The items and numbers of inspections are different mainly dependent on the importance of objects for operators' self-governing inspections and regulatory inspections.

1.1.6 Others

Safety Exercises

Emergency exercises are routinely performed to prepare the proper actions of employee in case of incident and accident. The exercises are periodically conducted;

- Emergency situation exercise (Tokai Works emergency exercise)
- Abnormal situation exercise (evacuation exercise of criticality incident, loss of utility exercise)
- Unusual event exercise (Fire exercise, exercise for contamination of employee)
- Fire extinguish exercise, first aid exercise

Group Oriented Activities

In TRP, since the August 1986, the group activity, which is called reprocessing small group activity (in Japanese, Saishori Shou-shudan Katudou, SSK) related to the operation of plant has been started and it is very dynamic. The numbers of group are 82 circles and total participants are 555 employee by the end of March 1991.

In every six month, SSK convention is held to present the activities of circles representing eight Sections in TRP. Each circle is selected from the Section SSK meeting occurred previously. The awards are presented to winners for their achievements. The category of theme is widely distributed from, quality control, safety, efficiency, cost reduction, standardization, etc.. SSK is one of key activity to promote safety culture in TRP.

1.2 Radiation Exposure Control of Plant Personnel

Radiation control at TRP is based on the authorized regulation in Japan and the ALARA principle. Occupational exposure is limited in the regulations, i.e. effective dose equivalent limit of 50 mSv in a year. The control area is divided into three types of area, which are called green area, amber area and red area respectively. Red area is the cell type rooms containing instruments or vessel with high level of radiation, where personnel is usually prohibited entering into except for repairing or replacing the equipments. To minimize exposure and avoid excessive exposure of an individual in the plant, investigation levels for exposure are set over three months, e.g. 3 mSv for effective dose equivalent.

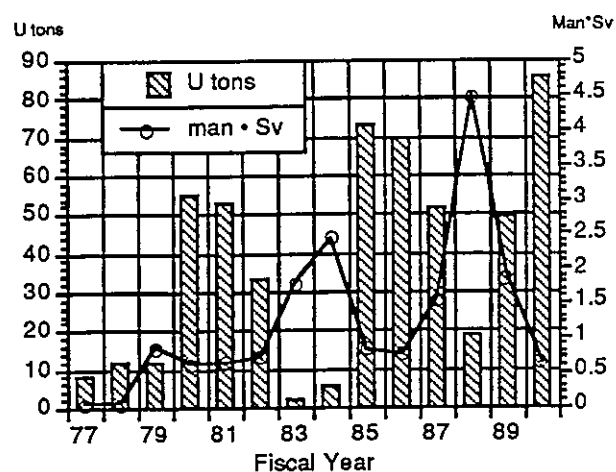


Figure 2. Radiation Exposure at TRP

Measurements of radiation fields are conducted for the purpose of avoiding excessive exposure of personnel and confirming that working environment is satisfactory for operations. Exposure rates and concentrations of airborne radioactive materials are measured continuously by the automated monitoring system. signals of detectors are centralized into the health physics panels in the safety control room. Annual collective dose equivalent was around 1 man·Sv during normal TRP operation.(see Figure 2.)

1.3 Activity Discharge from the Plant

In the normal operation of TRP, low level radioactive effluent are discharged to the atmosphere and the ocean under rigid control. Radiation exposure to the public around the plant have been estimated for the potential pathways with the site specific parameters such as food consumption, concentration factors of marine organisms and meteorological condition.

External exposure due to gamma ray from ^{85}Kr and internal exposure via inhalation and oral intake of radionuclides are evaluated for the airborne effluent. External exposures to contaminated fishing net and fishing boat are considered as pathways for fishermen. External exposure to contaminated beach and internal exposure via oral intake of marine products are evaluated for the liquid effluent.

Estimated annual effective dose equivalents are only less than 0.1 percent of the annual effective dose equivalent limit for the public recommended by the International Commission on Radiological Protection (ICRP) since the operation of the TRP was started in 1977.

The sea discharge amount of β was reduced by additional installations of liquid treatment evaporators,

and atmospheric ^{129}I discharge is adequately controlled by installations of silver impregnated filters for iodine trap.(see Figure 3.)

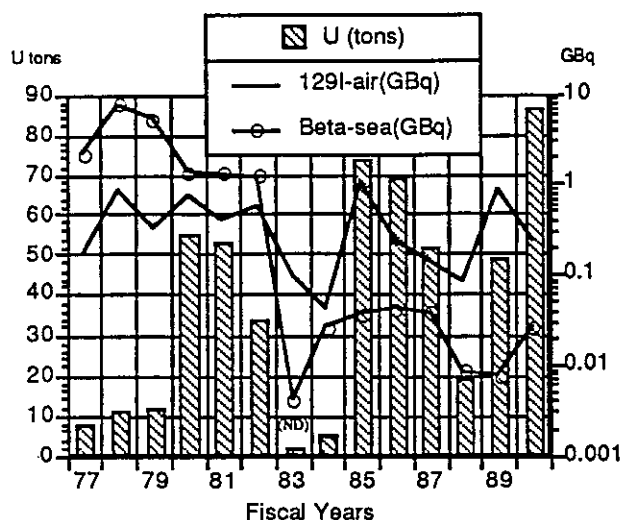


Figure 3. Activity Discharge

The results of environmental monitoring including the values of effluent discharge are submitted to "Central Evaluation Advisory Committee for Environmental Radiation Monitoring", which is the advisory group of Nuclear Safety Commission (NSC), for assessment of monitoring result. The assessment results are reported to NSC and are published by NSC's periodical.

Recently, monitoring of ^{14}C atmospheric discharge was included in monitoring program of TRP, because of its not negligible effects compared with other nuclides, after the licensing procedure of installation of new marine discharge pipe line and evaluation of ^{14}C discharge.

2. Plant Modification Procedure

2.1 Licensing Procedure

Operator of reprocessing plant is permitted to operate plant only after pass the inspection and getting the approval of Prime Minister. To modify the licensed facilities, same licensing procedure is applied according to the Regulatory Law.

2.2 Installation of New Effluent Discharge Pipe Line

The new effluent discharge pipe line was installed last year. The discharge point from the old pipe line will be reclaimed by Tokyo Electric Power Company and Electric Power Development Company to construct coal fire power plants, therefore, the installation of new pipe line became necessary.

The pre-hearing for the application for modification of Initial Application Document was started in July 1989 between STA officials and PNC staffs, and an application was submitted by the end of 1989. During licensing the auxiliary application for minor change was added in August 1990, and finally the application was permitted by the end of 1990. In parallel with this licensing, a pre-hearing for the application for the Design and Procedure for Construction of new pipe line was started December 1990, the formal application was proposed January 1991 and approved by the end of January.

The construction work was onset beginning of February and was completed by the end of October 1991. The application for regulatory inspection was submitted February, and three time inspections was conducted before getting licensing by the end of October 1991.

3. Incident

3.1 Criteria for Reporting of Incident

The Regulatory Ordinance for Control of Spent Fuel Reprocessing Operations specifies the incident reporting criteria for facility operator, and request them to inform soon to the Minister of STA of incident's situation, and within ten days to submit report indicating the circumstance, cause and preventive measure etc..

Criteria for reporting of incident indicated in the Ordinance is as follows;

- (1) Theft or disappearance of nuclear material.
- (2) Malfunction of reprocessing facility (except minor one which affect the operation of facility insignificantly).
- (3) Abnormal leakage of spent nuclear fuels etc..
- (4) Radiation of facility operator exceeds or possibility of exceeding the effective dose limit specified in other Ordinance.
- (5) Occurrence of injury or possibility of injury (except the normal and not related radiation and minor injury) .

3.2 Analyzed Incident

Iodine Release Caused by Solution Leakage in Valve Gallery

(1) Date: Oct. 4th, 1989

(2) Summary: Solution containing the ^{129}I was leaked from the union of valve, and ^{129}I was discharge from the stack.

(3) Effect: Annual discharge limit of ^{129}I is 1.66GBq((45mCi), and released amount in this incident was only 0.08GBq(2mCi). The estimated dose value from the discharge was $0.012 \cdot 10^{-6}\text{Sv}$.

(4) Preventive method:

(i) Leakage detection device was installed in this cell,

- (ii) Manual for checking of valve was modified,
- (iii) Manual for checking of equipments in case of increasing of ¹²⁹I discharge was revised.
- (5) Lesson: To prepare reasonable manual to cope with the increase of ¹²⁹I discharge even with small amount.

Power Supply Failure Caused by Electrical Incident

- (1) Date: Feb. 13th, 1991
- (2) Summary: There was a short-circuit accident resulted in death of a contracted worker who was engaged in modification work at the second power switching station. The power supply was discontinued during 1.5~2.5 hours at Denitration Facility, High Active Liquid Waste (HALW) Storage Facility, Second Bituminized Waste Storage Facility and Second High Active Solid Waste Storage Facility.
- (3) Effect: There was no abnormality in the process and installations after resupply of power. There was no discharge of radioactive material, and no increase of the temperature of HALW solution was observed.
- (4) Preventive method:
 - (i) To prevent an electrical incident, high voltage luminiferous indicators were installed inside switching box and panels were attached outside, and improvement of the procedures related to electrical work was done,
 - (ii) To improve the reliability of electrical supply, breakers of base line connectors were duplicated, and coordinations of protection were modified.
- (5) Lesson: The power supply system would be conceived to coordinate for protection sequence with detailed cares for selecting breakers etc..

Stoppage of Dissolver Operation Caused by Pressure Surge

- (1) Date: Mar. 8th, 1991
- (2) Summary: During the dissolution of PWR fuels, the internal atmospheric pressure of dissolver was exceeded above 0.2kg/cm² caused by augmentation of dissolution reaction. Supply of HNO₃ and steam was interrupted, and cooling of dissolver was started. Additionally, water was poured into dissolver to control the dissolution.
- (3) Effect: No effect for employee and environment.
- (4) Preventive method: Operational manual was revised to mitigate the pressure surge such as decreasing of HNO₃ supply flowrate.
- (5) Lesson: To analyzed carefully the precedent same kind of events with regards to safety.

Leakage of Effluent Sea Discharge Pipe Line

- (1) Date: Aug. 27th, 1991
- (2) Summary: In summer inter-campaign, the periodical inspection by operator discovered the defect of

effluent sea discharge pipe line. The investigation using the remote operated miniature TV device inserted in pipe line uncovered the small hole 20mmø near seaside. The operation was recommenced by the beginning of November using newly installed sea pipe line.

(3) Effect: The estimated effective dose was 0.0055mSv for public, postulating that the effluent was discharged fully at seaside and leakage was initiated just after the last periodical inspection one year ago.

(4) Preventive method: The cause of defect was supposed that waves, during the storm, made the damage to the uncovered pipe which was usually buried under sand. For the new pipe line, there will be no problem because new one was buried more deeper and protective coating of pipe was improved.

(5) Lesson: The aging of devices, equipments and installation is inevitable, therefore, the surveillance of aging, preparing of alternative equipment or operational redundancy will be required.

4. Conclusion

The design of main process of the TRP was made in abroad and the improvements and developments were done from the start of construction to today to accommodate the various situations in Japan, specially to decrease the amounts of effluent discharge from the plant. The environmental impact has been minimized from the start of operation.

In 15 years of TRP operation, there is no major accident which affect the plant safety and plant personnel. Even minor incidents were well cautioned and analyzed to improved plant safety.

The initial aim of demonstration of safety of oxide fuel reprocessing was fully achieved, and recovered plutonium has been thoroughly used for PNC's reactors, "Joyo", "Fugen" and "Monju". The future plan for the TRP is to toward the more R&D oriented areas.

REFERENCE

- (1) NAKAJIMA, K., NAKAMURA, Y., "Results and experience of nuclear fuel cycle technology development by PNC: Operating experience with the Tokai Reprocessing Plant", Nuclear Power Experience (Proc. Int. Conf. Vienna, 1982), Vol. 3, IAEA, Vienna (1983) 825-829
- (2) TSUJI, T., YAMANOUCI, T., TAKAHASHI, K., FURUKAWA, H., "Development and Improvement of Reprocessing Technology at the Tokai Reprocessing Plant", Proceedings of an International Symposium on the Back End of the Nuclear Fuel Cycle: Strategies and Options, IAEA, Vienna, 1987, IAEA-SM-294/60 (433-444)
- (3) OMACHI, S., YAMANOUCI, T., MATSUMOTO, K., "Decadal Operational Experience of the Tokai Reprocessing Plant", International Conference on Nuclear Fuel Reprocessing and Waste Management "RECOD 87", Proceedings Vol. 1, Paris (1987) 195-202
- (4) SHINOHARA, K., "Environmental Dose Assessment for Low-Level Radioactive Effluent Discharged from Tokai Reprocessing Plant", Proceedings of the CSNI Specialist Meeting on Safety and Risk Assessment in Fuel Cycle Facilities, Tokyo (1991) 361-367
- (5) TAKASAKI, K., EBANA, M., NOMURA, T., "Radiation Control System at Tokai Reprocessing Plant", Proceedings of "RECOD 91" Vol. 1, Sendai (1991) 219-223
- (6) MIYAHARA, K., YAMAMURA, O., TAKAHASHI, K., "The Operational Experience at Tokai Reprocessing Plant", Proceeding of "RECOD 91" Vol. 1, Sendai (1991) 49-54

2. フォーラム予稿（和文）

東海再処理工場の安全運転

原子力安全国際フォーラム

(東京、1992年1月21日)

東海再処理工場の安全運転

動力炉・核燃料開発事業団

再処理工場長 山村 修

要約

1977年にホット試験を開始して以来、東海再処理工場で処理した使用済燃料は約600トンに達している。この15年間にわたる運転経験により、日本における酸化物燃料再処理技術の安全性、実効性、工業的適応性が実証された。本論文においては、現在までの運転実績、施設改造の手続き、トラブル経験について、主に安全面に重点をおいて述べる。始めの部分では、保安規定、核燃料取扱主任者、定期検査の役割、従事者の被ばく実績及び工場からの放射能放出実績等についても触れ、次に施設改造の手続きについては、海中放出管の移設工事を例として説明し、最後に最近に生じたトラブル事例について、簡単に解析した結果を示す。

1. 東海再処理工場の現状

1.1 運転経緯・実績

1.1.1 東海再処理工場の歴史・沿革

動燃の再処理プロジェクトは、1956年に原子力委員会により「使用済燃料の再処理及び放射性廃棄物の処理は、主に原子燃料公社（動燃の前身）が行う」と定められたことにより、開始された。

1959年に原子力委員会の下部委員会で、再処理技術の指針を定めるために再処理専門部会が設立された。1962年には、専門部会の海外調査団の調査結果も勘案して、海外で開発された技術を導入してパイロット工場を建設するとの決定がなされた。

1963年には原子燃料公社は、英国のNCP社に予備設計を発注し、1966年からは仏国のSGN社により詳細設計が開始された。1968年からは、原子力委員会の再処理施設安全専門部会の審査も詳細設計に並行して実施され、1970年に内閣総理大臣の認可を受けた。

工場の建設は、SGN-JGC共同企業体と契約締結

後、1971年に開始された。建設は1974年に終了し、ウランを用いた試験の終了後、1977年から実際の使用済燃料を用いたホット試験を開始した。

国の所定の検査を受けて1980年末に使用前検査合格証を受領した。

1991年末までに再処理した軽水炉及び新型転換炉からの使用済燃料の総計はほぼ600トンに達している。

1.1.2 運転実績、主要機器交換工事及び計画停止

1.1.2.1 運転実績

1977年から、1991年末までの再処理量は、酸化物燃料で576.9トンに達している。集合体数及び処理量は、BWR燃料で2027体、359.9トン、PWR燃料で578体、211.7トン、ATR"ふげん"燃料で34体、5.2トンであり、"ふげん"のMOX燃料処理は貴重な経験となった。

回収された最終製品の硝酸プルトニウムは、約3.9トンであり、大部分のプルトニウムは既に、プルトニウム転換工場に送られ、"ふげん"燃料、高速実験炉"常陽"、高速原型炉"もんじゅ"の燃料に用いられている。(図1参照)

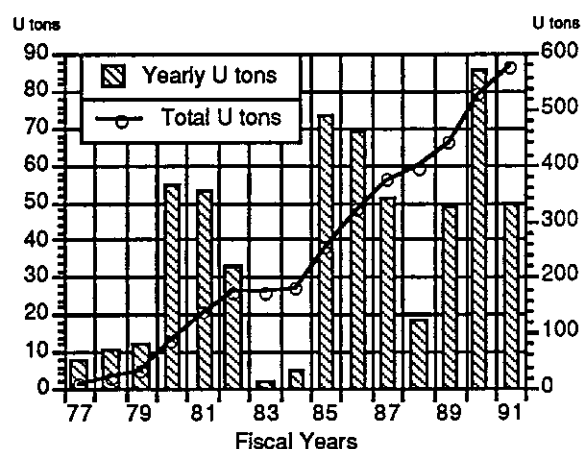


Figure 1. Reprocessed Amount at TRP

1.1.2.2 主要機器交換工事

(1) 溶解槽R10及びR11遠隔補修

1982年4月には、溶解槽からの蒸気凝縮液中に微量の放射能が検知された。調査の結果、2基設置している溶解槽の内の1基R11の溶解バレルの溶接部にピンホール欠陥があることが判明した。運転は残りの1基R10を用いて再開した。しかし1983年2月にも、同様の欠陥が生じた。遠隔補修装置を開

発して、1983年9～11月に2基の溶解槽に対して世界で初めて現場補修を成功裏に実施した。

(2) 新溶解槽R12設置

2基の溶解槽に漏洩が相次いで発生したので、予備の溶解槽セルに3基目の溶解槽を増設する工事を行った。新溶解槽R12は改良された材料で製作され、加熱ジャケット内から熔接線を除く設計とした。溶解槽本体の製作は1984年4月に完了し、1984年11月末には設置を終えた。

(3) 酸回収蒸発缶の補修

ホット試験の終了近くの1978年8月に酸回収蒸発缶の加熱チューブの溶接部に漏洩があり、蒸発缶全体を除染解体した後に新酸回収蒸発缶を据え付けた。更に、1983年2月にも加熱チューブそのものの腐食による漏洩が生じて、国産材料で製作した新加熱部を取付ける交換工事を行った。この交換工事は7ヵ月と前回の交換工事より短かった。

1.1.2.3 計画停止

種々の改造・改善により、1985年からは東海再処理工場の運転は安定したが、ATR及びFBR開発のためのプルトニウム供給のために処理量を増加させる必要が生じた。

東海再処理工場の設計処理容量は0.7トン/日であり認可上限容量は210トン/日であるが、保守作業、定期検査、核物質在庫量調査(PIT)のために、この上限値に近づくのは難しかった。年間の運転日数は170日と計算され、運転中の稼働率を60%とすると年間の処理量は70トンとなっていた。

処理能力を増加させるためには、運転日数又は運転中の稼働率を増加させる道がある。例として、運転日数を長くするためには保守及び定期検査の期間を短縮し、稼働率を向上させるためにはせん断工程及び清澄工程を改良することが考えられた。長期的には、腐食で生じる主要機器の故障による運転停止をふせぐことが重要であった。よって、計画停止により酸回収蒸発缶を交換し、せん断機、清澄工程等を改良する工事を実施した。

(1) 酸回収蒸発缶交換

第一代酸回収蒸発缶は6,000時間の運転で、第二代酸回収蒸発缶は13,000時間の運転後に漏洩を生じた。第三代酸回収蒸発缶の材質は25%Cr-20%Ni合金SUS鋼であり、第二代蒸発缶と同様であることから、13,000時間で漏洩が生じる可能性があり、その

時期が1988年半ばと推定された。また、別途、新材料の開発が進められており、厳しい腐食環境ではチタン95%タンタル5%合金が耐食性に優れていることが判明した。第三代酸回収蒸発缶をTi-5%Ta材で製作したものと交換する決定がなされた。この作業は1988年6月より開始され、前2回の経験を生かして11ヵ月で順調に終了した。

(2) プルトニウム溶液蒸発缶交換

プルトニウム溶液蒸発缶の当初の設計は、耐食性に優れたチタン材で製作された蒸発部を、SUS製の洗浄塔部をフランジで接続する設計となっていた。1982年には10,000時間の運転後に洗浄塔部にピンホール状の欠陥が生じたので現場補修がなされた。1984年には12,000時間使用した蒸発缶全体を交換した。この蒸発缶についても、運転時間が9,000時間に達したので、洗浄塔部においてより長い運転時間が期待できるTi-5%Ta合金を用いて交換することとし、蒸発部のチタンと塔部のTi-5%Taの接続は溶接とした。セル内での交換工事は3ヵ月で終了した。

(3) 酸回収精留塔改造

酸回収精留塔はSUS製であり、13,000時間の使用後の1981年2月には加熱チューブに腐食による漏洩が生じて、1.5ヵ月で補修作業が完了した。1984年には蒸発部全体を4ヵ月で交換した。この蒸発部の運転時間が13,000時間に達したので、加熱チューブを蒸発部から分離できる保守性を改良したものと交換した。

(4) 燃料せん断機改造

燃料せん断機について、運転性、保守性を改善するため、せん断機の内部部品を改造、交換した。

(5) バルスフィルタの追加設置

東海再処理工場の清澄工程においては、バルスフィルタを用いている。溶解溶液を濾過するにしたがい、焼結SUS製フィルタの目詰まりが生じて、フィルタそのものを交換する必要が生じて、工場の運転に影響を与える。稼働率を向上させるため、従来はバルスフィルタは1基のみ設置されていたが、更に1基を追加することとした。フィルタの切り替えのために保守性、信頼性に配慮した新型のバルブがセル内に設置された。セル内の改造工事は機器・配管の入念なる除染後に行われ、またセル

内での作業時間も比較的に高い線量率のために制限された。全作業期間は最終手直しのための4ヵ月の遅れを含めて1年以上を要した。

1.1.2.4 改良工事の工場稼働に与える影響

計画停止は15ヵ月にわたった。工事に関与した動燃の人員は約500名、エンジニアリング会社、工事会社の人員は1600名に達した（約100,000人日）。工事における集団実効線量当量は5人シーベルト（500人レム）であり、通常の東海再処理工場における1～2人シーベルト／年より大きかった。

工場改造の当初の目的は、年間の処理量を70トンから90トンに増加させることであった。大改造工事の終了後、1989年9月に運転を再開したが、その1年後の1990年9月までの処理量は83トンであり、1990歴年の再処理量は99トンに達した。

1.1.3 保安規定、安全作業基準、安全専門委員会

1.1.3.1 保安規定

再処理工場の運転のためには、原子炉等規制法に従い、保安規定を定めて事業開始前に内閣総理大臣の認可を受けなければならぬことが定められている。

その保安規定の内容については、再処理事業規則に再処理事業者が、その工場または事業所について、保安規定に定めるべき事項として以下の通り定められている。

- (1) 再処理施設の操作及び管理を行う者の職務及び組織
- (2) 再処理施設の従事者に対する保安教育
- (3) 保安上特に管理を必要とする設備の操作
- (4) 再処理施設の操作に関する安全審査
- (5) 管理区域、保全区域及び周辺監視区域の設定並びにこれらの区域に係る立入制限等
- (6) 排気監視設備及び海洋放出監視設備
- (7) 線量当量、放射性物質の濃度及び放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度の監視並びに汚染の除去
- (8) 放射線測定器の管理及び放射線測定の方法
- (9) 再処理施設の巡視及び点検並びにこれに伴う処置
- (10) 再処理施設の定期自主検査
- (11) 核燃料物質の受け渡し、運搬、貯蔵その他の取扱い
- (12) 放射性廃棄物の廃棄
- (13) 海洋放出口周辺海域等の放射線管理

(14) 非常の場合にとるべき処置

(15) 再処理施設に係る保安に関する記録

(16) その他再処理施設に係る保安に関し必要な事項

1.1.3.2 安全作業基準

保安規定には多くの重要な要件、仕様、運転制限値が定められているが、しかしながら運転のためにはもっと細かい基準等が必要であり、安全作業基準、放射線管理基準、臨界管理基準を作成して定めている。

1.1.3.3 再処理施設安全専門委員会

また、再処理工場には、再処理施設安全専門委員会が設置され、①上記の基準類の改廃、②再処理施設の運転に関する重要事項、③再処理工場の保守に関する重要事項、④非常事態又は異常事態の原因調査及び対策に係る事項、⑤再処理工場の設置変更、施工認に関する認可に係る事項について、審議している。

委員会のメンバーは東海事業所内の有識者から、選任される。

1.1.4 核燃料取扱主任者

科技庁長官は、科技庁長官の行う核燃料取扱主任者試験に合格した者に免状を与えることになっている。施設者は、核燃料取扱主任者免状を有する者のうちから核燃料取扱主任者を選任して、選任した日から30日以内に内閣総理大臣に届出ている。

核取の職務は、核燃料物質の取扱に関して、保安の監督を行うことになっており、その職務内容については、保安規定に定められている。

1.1.5 定期検査

規制法の定めにより、再処理施設のうち政令で定めるものの性能について、内閣総理大臣が毎年1回定期に行う検査を受けなければならないことが定められている。

総理府令で定める技術上の基準は、次の各号に掲げている項目である。

1. 申請書等及びその添付書類に記載した警報装置、非常用動力装置その他の非常用装置、安全保護回路及び連動装置（一定の条件が充足されなければ機器を作動させない装置をいう。）が、申請書等及びその添付書類に記載した条件において確実に作動すること。

2. 放射性廃棄物の廃棄施設の処理能力が、申請書等及びその添付書類に記載した能力以上であること。
3. 主要な放射線管理施設の性能が、申請書等及びその添付書類に記載した性能を満足するものであること。
4. 再処理施設中、人が常時立ち入る場所、再処理施設の使用、特に人が立ち入る場所、その他放射線管理を特に必要とする場所における線量当量率及び空気中の放射性物質の濃度が、申請書等及びその添付書類に記載した値以下であること。
5. 核燃料物質が臨界に達することを防ぐ能力及び使用済燃料等を限定された区域に閉じこめる能力が、申請書等及びその添付書類に記載した能力を満足するものであること。
6. 製品中の原子核分裂生成物の含有率が、申請書等及びその添付書類に記載した値以下であること。
7. 製品の回収率が、申請書等及びその添付書類に記載した値以上であること。

東海再処理工場においては、保安規定及び安全作業基準に従い、運転者が自主的な定期検査を行っている。

検査対象及び検査頻度に関して、国の行う定期検査と施設側が行う定期検査には、対象物の重要度に応じて、差異がある。

1.1.6 その他

安全に関連した訓練

事故・異常時に備えて従業員が適切な行動をとれるよう、緊急時訓練が定常的に実施されている。

定期的に行われる訓練としては；

- 一非常事態訓練（東海事業所非常事態訓練）
- 一非常事態訓練（臨界退避訓練、ユーティリティ供給停止訓練）
- 一異常時訓練（火災訓練、汚染対応訓練）

小集団活動

東海再処理工場においては、1986年8月以来、再処理小集団活動(SSK)が開始され、現在も精力的に実施されている。小集団の数は1991年3月末で、82グループで構成員は555人に達している。6ヵ月毎にSSK大会が開催され、工場内8課からの代表サークルが発表を行う。各課の代表サークルは課の

選考会で選ばれる。SSK大会において優秀チームは表彰される。サークルが選ぶテーマは、多岐にわたっており、品質管理、安全、効率、コスト低減、標準化等である。

SSKは東海再処理工場における安全カルチャーを向上させるために、重要な役割を担っている。

1.2 従業員の被ばく

東海再処理工場においては、作業員及び作業環境の放射線管理は、国内の規則及びALARA原則に従い実施されている。職業上の被ばくは年間50mSvに制限されている。管理区域は3つに分類されており、グリーン区域、アンバー区域、レッド区域と分かれる。レッド区域は高レベルの線量が予測される場所で通常は人の立ち入りが禁止される。

被ばくを抑制し、また過剰の被ばくを避けるため、3ヵ月間の実効線量当量3mSvを超える被ばくがある場合には原因を調査することとしている。

作業環境の測定は、作業員の過剰の被ばくを避けるために行われており、空間線量当量率及び空気中の放射性物質濃度は自動化したモニタリング・システムで測定されている。検出器の測定データは安全管理室の放射線管理パネルで集中管理されている。

運転開始以来、現在までに作業員が線量限度以上の被ばくを受けることはなく、年間の集団実効線量当量も通常運転時には1人シーベルト程度に抑えられている。（図2参照）

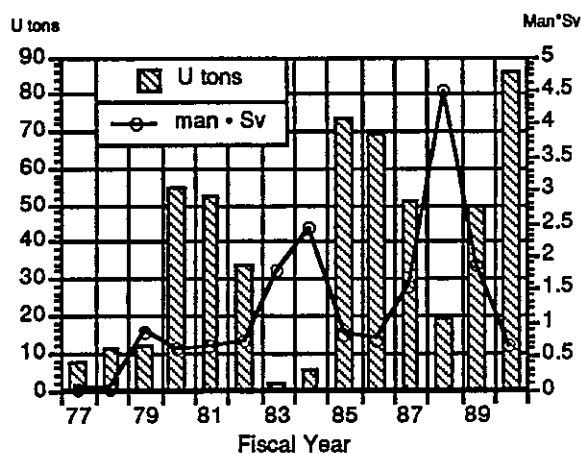


Figure 2. Radiation Exposure at TRP

1.3 放出放射能

東海再処理工場においては、極低レベルの廃液は海洋放出管を通じて、海洋に、また排気はスタ

ックより行われる。工場周辺の公衆に対する工場からの排出物に起因する放射線被ばくについては、被ばくにいたる潜在的な経路について、地域に固有の値をもつ食物摂取量、海産物の濃縮係数、大気拡散条件を考慮して、評価している。

大気放出に関しては、Kr-85によるγ線による外部被ばく及び放射性核種の摂取による内部被ばくについて評価されている。汚染された漁網及び船体からの被ばく経路も漁民に対して評価される。汚染された海岸からの外部被ばく及び海産物摂取による内部被ばくも、海洋放出に起因するものとして評価される。

1977年に運転を開始して以来、推定される年間の実効線量当量は、ICRPの公衆に対する勧告の0.1%以下に過ぎない。

β放射能の海洋放出量は、廃液処理のための蒸発缶設備の追加設置により減少しており、大気中のよう素129の放出は、銀添着よう素除去フィルタの設置により適切に管理されている。(図3参照)

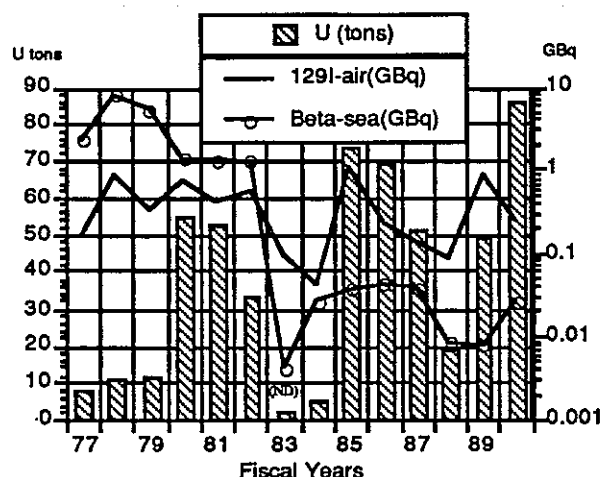


Figure 3. Activity Discharge

環境モニタリングの結果及び放出量は、原子力安全委員会の下部組織である環境放射線モニタリング中央評価専門部会に、評価の妥当性を審議するために報告される。評価結果は原子力安全委員会に報告され、またその定期刊行物で公開されている。

最近、東海再処理工場の環境モニタリングと関連して炭素-14の放出モニタリングが実施されることとなった。炭素-14の評価上の影響が他の核種と比較して無視できないこともあり、海中放出管の移設の安全審査の際に同時に審査された。

2. 新增設・改造工事

2.1 許認可手続き

規制法に従い、再処理事業者は、総理府令で定めるところにより、再処理施設の工事及び性能について内閣総理大臣の検査を受け、これに合格した後で新增設した再処理施設を使用することとされている。

使用前検査においては、再処理施設が、①その工事が認可を受けた設計及び工事の方法に従って行われていること、②その性能が総理府令で定める技術上の基準に適合するものであること、が確認されて合格証が交付される。

2.2 新增設例（新海中放出管設置）

海中放出管移設に係わる許認可の手続きについて概要をしめす。

まず、設置承認申請書の変更を行うために、規制当局と予備ヒヤリングを1989年6月より開始し、同年12月には正式申請を行い、途中で補正申請を1990年8月に行い、1990年12月に承認を受けている。

設計及び工事の方法の認可申請については、1990年12月より予備ヒヤリングを行い、1991年1月に申請を行い、同月中に認可を受領して、翌月から着工し、1991年10月には工事を終了している。

使用前検査については、施工後に認可取得後の1990年2月に申請を行い、3回に使用前検査受験後の1991年10月に合格証を受領している。

3. トラブル

3.1 規制法に基づく報告基準

再処理規則第21条により再処理事業者は、次の各号に該当するときは、その旨を直ちに、その状況及びそれに対する処置を10日以内に長官に報告しなければならないと定められている。

- (1) 核燃料物質の盗取または所在不明が生じたとき
- (2) 再処理施設の故障（再処理に及ぼす支障が軽微なものを除く。）があったとき。
- (3) 使用済燃料等が異常に漏洩したとき
- (4) 放射線業務従事者について、線量当量限度を超え、または超えるおそれのある被ばくがあったとき
- (5) 前各号のほか、再処理施設に関し人の障害

(放射線障害以外の障害であって軽微なものを除く。)が発生し、又は発生するおそれがあるとき

3.2 トラブル事例

分離精製工場のバルブ・ギャラリーにおける溶液漏洩に起因するよう素放出

- (1)発生年月日；1989年10月4日
- (2)概要；よう素129を含んだ溶液がバルブの継手部から漏れて、排気筒から放出された
- (3)影響；よう素129の年間の放出基準値は1.66GBq(45mCi)であり、本トラブルで放出された量は0.08GBq(2mCi)であった。この放出量に応じた実効線量当量は 0.012×10^{-6} Svであった。
- (4)防止策；
 - (I) 漏洩検出装置が適切に設けられた。
 - (II) バルブ点検マニュアルが修正された。
 - (III) よう素129の放出量が増加した場合の機器点検マニュアルが修正された。
- (5)教訓；よう素129の放出量の増加に対して、増加量が少なくても、適切なマニュアルで対応すること。

感電事故による停電

- (1)発生年月日；1991年2月13日
- (2)概要；第二中間開閉所の改造工事にたずさわっていた工事会社作業員が短絡事故により死亡した。脱硝施設、高放射性廃液貯蔵場、第二アスファルト固化体貯蔵施設、第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設において、1.5～2.5時間の停電が生じた。
- (3)影響；復電後には、プロセスには異常は認められなかった。放射性物質の放出はなく、高放射性廃液の温度も上昇しなかった。
- (4)防止策；
 - (I) 感電事故を防ぐため、分電盤内部に発光高電圧表示器を設置し、分電盤の外側には高電圧の表示を行い、電気作業に関する手順を改善した。
 - (II) 給電の信頼性を向上させるため、母線連絡の遮断器を二重化し、また保護協調をはかるための改良を行った。
- (5)教訓；給電システムの設計においては保護シーケンスの協調を取る場合に、遮断器の選択等で十分に注意を払うこと。

溶解槽内圧上昇に伴う運転停止

- (1)発生年月日；1991年3月8日
- (2)概要；PWR燃料の溶解において、溶解反応の促進のために溶解槽の内圧が上昇して、制限値 0.2kg/cm^2 を超えた。硝酸供給と加熱蒸気供給が停止され、溶解槽の冷却が開始された。更に溶解反応を抑えるため水が注入された。
- (3)影響；従業員及び環境への影響はなかった。
- (4)防止策；運転マニュアルを改訂し、硝酸供給量を減少させる等の圧力上昇を緩和する用にした。
- (5)教訓；本トラブルに先立つ類似の事象により注意深く配慮すべきこと

海中放出管の漏洩

- (1)発生年月日；1991年8月27日
- (2)概要；夏のインターキャンペーン期間中の海中放出管の定期検査において異常が検知された。放出管に挿入された自走式TVカメラを用いた検査で20mmφの穴が波打ち際で発見された。新設された放出管を用いて工場の運転は11月始めに再開された。
- (3)影響；放出管からの漏洩が前回の検査直後から始まり、また放出廃液の全量が欠陥部から放出されたとの仮定でも、公衆に対する実効線量当量は0.0055mSvに過ぎない。
- (4)防止策；欠陥の発生の原因は、本来は砂の下に埋設されている放出管が大波により、砂がとりさられ波の影響を受けたと推定される。新放出管は旧放出管よりも深く埋設されており、また配管の保護被覆も改善されている。
- (5)教訓；装置、機器、施設の劣化は避けがたい面もあり、よってサーベイランス（監視）、代替物の準備また、運転上の余裕度を保つことが必要となろう。

4. 結論

東海再処理工場の主工程の設計は海外においてなされたが、建設の開始から現在まで、日本の国情に応じて多くの改善・開発がなされており、特に工場からの放射能の放出低減について努力を重ねてきた。工場運転当初より環境に与える影響はミナミに抑えられてきた。

この15年間の運転において、工場の安全性そのもの、また従業員に影響を与える重大な事故は生じていない。マイナーなトラブルに対しても注意を払い、工場の安全性をより向上させるために評

価してきた。

当初の目的である酸化物燃料再処理の安全性を実証する目的は十分に達成された。回収されたプルトニウムは動燃の運転する原子炉、“常陽”、“ふげん”、“もんじゅ”の燃料製造に用いられている。

東海再処理工場の今後の使命は更に、研究・開発を目指したものとなろう。

参考文献；

- (1) NAKAJIMA, K., NAKAMURA, Y., "Results and experience of nuclear fuel cycle technology development by PNC: Operating experience with the Tokai Reprocessing Plant", Nuclear Power Experience (Proc.Int.Conf.Vienna,1982), Vol.3, IAEA, Vienna, 1983, 825-829
- (2) TSUJI, T., YAMANOUCI, T., TAKAHASHI, K., FURUKAWA, H., "Development and Improvement of Reprocessing Technology at the Tokai Reprocessing Plant", Proceedings of an International Symposium on the Back End of the Nuclear Fuel Cycle: Strategies and Options, IAEA, Vienna, 1987, IAEA-SM-294/60, 433-444
- (3) OMACHI, S., YAMANOUCI, T., MATSUMOTO, K., "Decadal Operational Experience of the Tokai Reprocessing Plant", International Conference on Nuclear Fuel Reprocessing and Waste Management "RECOD 87", Proceedings Vol.1, Paris(1987) 195-202
- (4) SHINOHARA, K., "Environmental Dose Assessment for Low-Level Radioactive Effluent Discharged from Tokai Reprocessing Plant", Proceedings of the CSNI Specialist Meeting on Safety and Risk Assessment in Fuel Cycle Facilities, Tokyo(1991) 361-367
- (5) TAKASAKI, K., EBANA, M., NOMURA, T., "Radiation Control System at Tokai Reprocessing Plant", Proceedings of "RECOD 91" Vol.1, Sendai (1991) 219-223
- (6) MIYAHARA, K., YAMAMURA, O., TAKAHASHI, K., "The Operational Experience at Tokai Reprocessing Plant", Proceeding of "RECOD 91" Vol.1, Sendai(1991) 49-54

3. 講演原稿 (英文)

Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

Osamu YAMAMURA

TRP/PNC

(OHP - Theme)

Thank you Mr. Chairman.

In my presentation today, I would be focussing on the recent status of the Tokai Reprocessing Plant from the point of view of safety operation.

I would like to briefly talk about the history of the Tokai Reprocessing Plant, first.

And next, major maintenance activities including scheduled shut-down.

(Then) I would introduce the safety system for safe operation of reprocessing plant, followed by radiation exposure control and activity discharge control as examples for the plant safety control.

Finally, I explain the plant modification procedure showing a recent example of effluent discharge pipe line.

(OHP - History of TRP)

The reprocessing project of the PNC started in September 1956 when the Atomic Energy Commission(AEC) of Japan decided that reprocessing of spent fuel and treatment of radioactive waste should mainly be done by the Atomic Fuel Corporation(AFC), which is the name of the predecessor of PNC.

In 1963, the AFC entered into a contract with the Nuclear Chemical Plant(NCP) of UK for a preliminary design of the plant, and in 1966 a detailed design was started by the SGN of France.

Since 1968, the governmental licensing procedure had commenced and a permission for the construction of the plant was granted by Japanese Government in 1970.

Plant construction started in 1971 and that was finished in 1974, followed by uranium testing and hot testing. The operational license was given after the Governmental inspections by the end of 1980.

Since then TRP has been in operation except for a few shut-down periods.

(OHP - Reprocessed Amount at TRP)

Well, next, I would like to show the record of the amount of processed fuel. Totally, 577 metallic U tons of spent fuel consisting of 360 tons of BWR fuel, 212 tons of PWR fuel and 5 tons of ATR Fugen Mixed Oxide Fuel have been processed over ten-year-operation.

The periods when the amount of processed fuel shows no remarkable increase were spent for repair or maintenance of the plant, which should be talked next.

(OHP - Process Flow Diagram)

Okay, now, let me talk about the major maintenance activities and scheduled shut-down for replacement and modifications of equipments.

This viewgraph shows major processes which interrupted the continuous operation of whole process.

At TRP, almost all the causes decreasing the plant efficiency have come from processes such as shearing, dissolution, clarification, and evaporation.

(OHP - Acid Recovery Evaporator)

First of all, repair of the acid recovery evaporator. During the final stage of hot testing in August of 1978, a minor leak was detected which was caused by pin holes of welded part of heating tube in the acid recovery evaporator, and an exchange of whole part of evaporator was done after decontamination and dismantling of leaked evaporator by the end of December 1979.

However, the new one leaked again in February 1983 caused by corrosion of heating tube, and at that occasion only boiler part of evaporator was replaced with domestic produced materials.

The life time of the first evaporator and the second one are 6000 hr. and 13000 hr., respectively. Because of the same material of the evaporator, 25%-chromium and 20%-nickel alloy of stainless steel, the life time of the third generation was estimated 13000 hours, which was expected around the half of 1988.

The decision was taken to replace the third evaporator with the new one made of Ti-5%Ta alloy, which is expected to give a good corrosion resistance behavior in this corrosive environment.

This work was started in June 1988 and was performed within scheduled 11 months period, based on the previous experiences.

(OHP - Acid Recovery Distillator)

The acid recovery distillator made from stainless steel was corroded and a leakage occurred on the part of heating (pipe) coil in 1981 after 13000 hours of use. The repair was made for the leakage. The distillator was replaced by a new one in 1984.

Another replacement by a new distillator with separable heating tubes, made of Ti-5% Ta, from boiler part for easy maintenance, was taken place after 13000 hours operation of the second distillator.

(OHP - Pu Solution Evaporator)

The original plutonium evaporator was designed such that the stainless steel washing column was connected to the titanium boiler with flange.

A pin hole appeared in the column in 1982 after 10,000 hours of the operation. In-situ repair was then made by welding. In 1984, replacement of the whole evaporator was done after 12000 hours of its operation.

Estimating the life time of the evaporator 9000 hours based on the operation experience with first one, the washing column was replaced by a new improved one adopting the material of Ti- 5%Ta

alloy, where welding was employed instead of flange. It took just 3 months.

(OHP - Shearing Machine)

Next, -- shearing machine.

Operational difficulties frequently occurred after a few hundreds tons of spent fuel processing, which were caused by wear and tear of moving internal parts, deposition of fuel powder, and sticking of fuel rods or tips.

Many modification works for internal parts, which is the most complicated of shearing machine, were made in order to improve the operability and maintenance ability.

(OHP - Flow Diagram of Clarification Process)

Dissolver solution is clarified by pulsed filter. The filter element has to be washed periodically and finally it necessitates the replacement of filter cartridge, which affects the plant operation rate. The second pulsed filter was, therefore, added in the clarification with newly developed valves.

(OHP - Annual Operation Mode)

Well, I gave just 5 examples of major maintenance work including their modification. For the improvement of the rate of operation, augmentation of operation days and amelioration of the plant performance factor seem to be important.

The operational yearly days were increased by changing the form of regulatory annual inspection. Namely, 172 operation days previously performed turned out to be 200 days.

In addition for the plant efficiency factor, it was essential to improve and modify the fuel assembly shearing process and clarification process for dissolved fuel solution, as also shown now.

In consequence, annual amount of reprocessed fuel has been increased 90 tons per year since 1989.

In the long range, it was also obvious that the sudden stop of plant operation caused by failure of major equipment results in the requirement of long period for repair or replacement. Therefore shortening of maintenance by planning scheduled shut-down is also another important factor to improve operation rate. The scheduled shut-down would consequently contribute to the increase of total annual operation rate.

(OHP - Safety System of Safe Operation)

Okay, next, I would like to explain the safety system of safe operation for TRP.

To operate a reprocessing plant in Japan, it is required by the Regulatory Law to stipulate a plant security regulation, PSR, and to get approval of the Prime Minister on PSR.

PSR specified many important requirements, specifications and operational limits of value, however more detailed standards and manuals are necessary for the operation. Operational Safety Standards, Radiation Control Standard and Criticality Prevention Standards are established for this purpose.

To comply with the PSR, the Safety Evaluation Committee of TRP is founded to discuss and inquire the safety matters concerning the plant.

Another hand, Regulatory Law requires operator of reprocessing plant to inform the Prime Minister of the name of Safety Superintendent chosen within employee who hold a license for Safety Superintendent for Handling Nuclear Material.

The responsibility of safety Superintendent is to supervise the security connected with the handling of nuclear material.

The Regulatory Law stipulates that Regulatory Periodical Inspection (RPI) should be conducted within 12 months after getting the permission from the Prime Minister for previous RPI.

The actual RPI is conducted by STA officials.

The inspections stated in the Regulatory Ordinance for Control of Spent Fuel Reprocessing Operations are as follows;

- Safety protection systems such as alarms, emergency generators and that for criticality;
- Capacities of radioactive waste treatment facilities;
- Performances of radiation control facilities;
- Radiation doses and air contamination level; Confinement capability for radioactivity;
- Activity level of product; and
- Recovery rate of product

(OHP - Safety Exercise and Group Activity)

Regarding the security for the reprocessing safety, on the other hand, many efforts such as safety exercise and group activity have been so far made. Emergency exercises are routinely performed to prepare the proper actions of employee in case of incident and accident. The exercises shown here are periodically conducted.

With respect to the group activity, we have started it called "reprocessing small group activity" since August 1986. Each group consisting of 5-10 members deals with themes covering quality control, safety, efficiency, cost reduction and standardization. The members voluntarily choose their own themes and discuss the solution for them. These are key activities to promote safety culture in TRP.

(OHP - Radiation Exposure at TRP)

Radiation control at TRP is based on the regulation authorized in Japan and the ALARA principle. Occupational exposure is limited in the regulations, namely, effective dose equivalent limit of 50 mSv in a year.

To minimize exposure and avoid excessive exposure of an individual in the plant, investigation levels for exposure are set over three months, for instance, 3 mSv for effective dose equivalent. Measurements of radiation fields are conducted for the purpose of avoiding excessive exposure of personnel and confirming that working environment is satisfactory for operations. Exposure rates and concentrations of airborne radioactive materials are measured continuously by the automated

monitoring system.

Annual collective dose equivalent was around 1 manSv during normal TRP operation shown in this figure.

(OHP - Activity Discharge)

In the normal operation of TRP, low level radioactive effluent are discharged to the atmosphere and the ocean under rigid control. Radiation exposure to the public around the plant have been estimated. The annual effective dose equivalents are only less than 0.1 percent of the annual effective dose equivalent limit for the public recommended by ICRP ($1 \text{ mSv} / \text{年}$) since the operation of the TRP was started in 1977.

The sea discharge of beta was reduced by additional installations of liquid treatment evaporators, and atmospheric I-129 discharge is adequately controlled by installations of silver impregnated filters for Iodine trap.

The results of environmental monitoring including the values of effluent discharge are submitted to "Central Evaluation Advisory Committee for Environmental Radiation Monitoring", which is the advisory group of Nuclear Safety Commission (NSC), for assessment of monitoring result. The assessment results are reported to NSC and are published by NSC's periodical.

(OHP - Installation of New Effluent Discharge Pipe Line)

Okay, finally I would like to show you a little bit about the licensing procedure for plant modification using recent example of the new effluent discharge pipe line.

Operator of reprocessing plant is permitted to operate plant only after passing the inspection and getting the approval of Prime Minister. To modify the licensed facilities, same licensing procedure is applied according to the Regulatory Law.

The new effluent discharge pile line was installed last year.

The discharge point from the old pipe line will be reclaimed by Tokyo Electrolytic Power Company and Power Development Company to construct coal fire power plants, therefore, the installation of new pipe line became necessary.

Required procedure for the permission of the operation is as shown here. Namely, pre-hearing for the safety on the modification, licensing, construction, regulatory inspection and operation.

The time to be necessary was also shown here.

The recent incidents, given in the proceedings, would be discussed at a later session. So it should be excluded in this presentation.

(OHP - Photograph)

Okay, to conclude,-- I would like to emphasize that the form and the system for safe and stable operation of reprocessing plant has been established throughout our 15-year-experience at TRP. And also the initial aim of demonstration of safety of oxide fuel reprocessing is fully achieved.

-----Thank you for your attention.-----

4. 講演原稿 (和文)

Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

Osamu YAMAMURA
TRP/PNC

(OHP - Theme)

議長、ありがとうございます。

本日の講演では、安全運転という観点からみた東海再処理工場の最近の状況についてお話ししたいと考えます。

まず、東海再処理工場の歴史について簡単に述べ、次に工場の計画停止に実施した作業も含めた主要メンテナンス（実績）について紹介します。

そして再処理工場安全運転のための保安システムについて、続いて工場の安全管理の例として、放射線被ばく管理、環境放出管理についてお話いたします。

最後に、最近実施した海中放出管の移設を例にとり、工場の改造における手続きについて説明したいと考えます。

(OHP - History of TRP)

動燃の再処理プロジェクトは、1956年に日本の原子力委員会が、使用済燃料の再処理及び放射性廃棄物の処理は主に（動燃の前身であります）原子燃料公社が行う、と定めた時点から開始されております。1963年には原子燃料公社は、英国のNCP社に予備設計を発注し、1966年からは、フランスのS G N社により詳細設計が開始されました。1968年からは、国の許認可が始まり、1970年、国の認可を受けております。これに基づき建設は、1971年に開始され1974年に終了しております。つづいてウランを用いた試験及びホット試験が行われました。1980年に国の使用前検査を受けた後、運転が認可されましたが、これ以来2,3の主要停止期間を除き工場は操業をつづけてきております。

(OHP - Reprocessed Amount at TRP)

続きまして処理累積記録について紹介したいと思います。これまで10年以上にわたり実施してきた処理の実績は、トータルで577トンに達しており、このうち、BWR燃料は、360トン、PWR燃料は212トン、そしてATRふげん燃料5トンとなっております。（図で）処理量の増加が小さい期間は、工場の補修やメンテナンスに要したものです。これについては次にふれたいと考えます。

(OHP - Process Flow Diagram)

さてそれでは、主要メンテナンス実績及び機器交換や装置改良・改造のための計画停止について説明したいと考えます。本図では、これまで工場の連続運転を停止させた要因である主なプロセスを示しております。東海工場では、工場の稼働率を低下させるほとんどの原因が、せん断工程、溶解工程、精澄工程そして蒸発濃縮工程に起因していることがわかります。

(OHP - Acid Recovery Evaporator)

まず、酸回収蒸発缶の補修です。

ホット試験の最終ステージであった1978年夏、酸回収蒸発缶伝熱管の溶接部にピンホールが生じたことにもとづき軽微な漏洩が検出されました。

そのため蒸発缶の除染及び撤去、そして全体の交換が1979年12月までに実施されました。

しかし1983年2月に再度伝熱管の腐食による漏洩が検出されたため、今度は加熱部のみの交換を国産材料にて実施致しました。

最初及び、第2代目の蒸発缶の寿命は、それぞれ6000時間、13000時間であったため、前と同材料で製造された第3世代の蒸発缶の寿命は、13000時間と見積りました。すなわちおよそ1988年の半ばまでもつことを意味しております。第3世代の蒸発缶には本腐食環境下で良好な耐食性を示すチタン-5%タンタルを採用することを決定しました。交換作業は、これまでの経験を基に実施され予定通り11カ月で行うことができました。

(OHP - Acid Recovery Distillator)

ステンレスで製作された酸回収精留塔には、13000時間使用後の1981年に加熱チューブの部分に腐食による漏洩が生じました。このときは、補修は容易に実施することができました。一方、(その後)1984年に、全体の交換が実施されましたが、これについては、13000時間稼働した時点で、メンテナンスが容易な分離可能型加熱チューブ(チタン-5%タンタル製)をもつ新精留塔が製作設置されました。

(OHP - Pu Solution Evaporator)

最初のプルトニウム蒸発缶は、ステンレスの洗浄塔がチタン製のボイラーとフランジで接続されるというように設計されていきました。1982年、10000時間使用した時点で洗浄塔にピンホールが生じました。この時点では、現場での溶接による補修により対処し、

12000時間稼働時の1984年、蒸発缶全体の交換が実施されました。これについても最初の蒸発缶の実績から、その寿命を9000時間と推定し、チタン-5%タンタル合金を採用した塔部との交換が行われました。このとき、接合部はフランジに代わり溶接が採用されております。当交換に要した時間は、わずかに3カ月でした。

(OHP - Shearing Machine)

次にせん断機ですが、

装置の不具合は、数百トン処理した時点でしばしば発生致しました。これらは、内部駆動部の破断や摩耗、燃料粉の析出、燃料棒または燃料先端のつまり等により生じるものであります。(そのため)せん断機で最も複雑な内部駆動部について操作性とメンテナンスの容易性を向上させるため、多くの改良がなされました。

(OHP - Flow Diagram of Clarification Process)

溶解液は、パルスフィルターにより清澄されますが、そのフィルターエレメントは定期的に洗浄しなければならず、最終的にはフィルターカートリッジの交換を必要とするようになります。これにより、稼働率は低下します。そのため、第2系統としてのフィルターが設置されました。この際、新たに開発したバルブが採用されております。

(OHP - Annual Operation Mode)

さて、(これまでに)改造も含め5つのメンテナンス例を示しましたが、稼働率向上のためには、操業期間の増加、運転中の稼働率を改良させることが重要であります。

年間操業日数は、定期検査の形態を変化させることにより増加されました。すなわち以前の172日という実績は、これにより200日になりました。

さらに工場稼働率の改良には、先に示しましたように燃料集合体せん断工程、溶解液の清澄工程の改良・改造が重要であると考えました。

これらの検討の結果、年間再処理量は、1989年以来、年間90tに増加しております。

長期的には、主要機器の故障による突然の操業停止は、その補修または交換に長時間を必要とすることは明かと考えます。そのため計画停止を設定することによりメンテナンス期間を短縮することは、操業率を改良するための、もう一つの重要な因子であります。計画停止は、結果としてトータル年間操業率の上昇に貢献するものと考えます。

(OHP - Safety System of Safe Operation)

さて次に、TRPの安全運転についての保安システムについて説明したいと思います。わが国では、再処理工場を運転するためには、保安規定（PSR）を設定し、さらにこれについて内閣総理大臣の認可を受けることが規制法上要求されております。

PSRには、多くの重要な要件、仕様、運転の制限値が定められていますが、運転のためには、より詳細な基準、マニュアル等が必要となります。安全作業基準、放射線管理基準、臨界管理基準がこの目的で設定されています。

また、PSRに従い、工場のいろんな安全にかかる問題を調査、審議する目的で再処理施設安全専門委員会が設置されております。

一方、施設者は、核燃料取扱主任者資格を保有する従業員の中から核燃料取扱主任者を選任し内閣総理大臣に届けることが規制法上決められております。核取の職務は、核物質の取扱に関し保安の監督を行うことであります。

規制法には、定期検査について、前回の定検で内閣総理大臣の合格を受けてから12カ月以内に（新たに）定期検査を受検するよう明記されております。実際の定検は、科学技術庁によって実施されます。

総理府令で定める定期検査に関する項目は以下の通りであります。

- ・ 警報装置、非常用動力装置、臨界警報装置のような安全保護系について
- ・ 放射性廃棄物の廃棄施設の能力について
- ・ 放射線管理施設の性能について
- ・ 空気中の放射性物質の濃度、線量当量、放射性物質の封じ込め能力について
- ・ 製品中の核分裂生成物の濃度について
- ・ 製品の回収率について

(OHP - Safety Exercise and Group Activity)

一方、再処理の保安に関し、安全のための訓練やグループ活動というようなものが、これまで取り入れられてきました。非常事態訓練は、事故・異常時に備え従業員が適切な行動を取れるよう行われております。ここに示した訓練の項目は、定期的に（繰り返し）実施されます。

グループ活動については、1986年8月より「再処理小集団活動」と呼ばれる活動を実施してまいりました。5～10名のメンバーからなる各グループは、品質管理、安全、効率、コスト低減、標準化と多岐にわたるテーマを取り扱います。

また、メンバーは、そのテーマを自発的に選び、解決策を議論します。これ等は、安全カルチャーを向上させるために重要な役割をになっております。

(OHP - Radiation Exposure at TRP)

TRPにおける放射線管理は、国内規定及びALARAの原則に従い行われている。職業上の被ばくは規則で定められており、実効線量当量限度は年間50 mSv（ミリシーベルト）であります。

しかし工場の従業員の被ばくを下げ、過度の被ばくを防ぐため、3カ月当りの原因調査レベルを設定しております。たとえば実効線量当量は、（3カ月当り）3 mSvとなっております。

作業環境の測定は、作業者の過度の被ばくを避けるため、及び作業環境が運転に当たり満足なものであるかを確認するために実施されます。空間線量率及び空気中の放射性物質濃度は、自動モニタリングシステムで連続監視されております。

本図に示すように、年間集積被ばく線量も通常運転時には1 manSvに抑えられております。

(OHP - Activity Discharge)

TRPの通常運転において、低レベルの放射性物質が、的確な管理のもと、大気、または海洋に放出されます。（そのため）工場周辺の公衆への放射線被ばくの影響については、これまで評価が行われております。TRPが1977年に操業を開始して以来、ICRPの勧告である公衆の年間被ばく実効線量当量の0.1%以下に過ぎません。

ベータ放射能の海洋放出は、廃液処理蒸発缶の更なる追加設置により減少しております。また大気系のヨウ素放出についても銀添着フィルターの設置により適切に管理されております。

放出値を含めた環境モニタリングの結果は、原子力安全委員会のアドバイザリーグループである環境放射線モニタリング中央評価専門部会に、モニタリングの結果を評価するために提出されます。本評価結果は、原子力安全委員会に報告され、定期刊行物で公開されております。

(OHP - Installation of New Effluent Discharge Pipe Line)

さて、最後に、最近設置した海中放出管の例を用い、工場改造に際し必要となる許認可手続きについて簡単に示したいと思います。

再処理事業者は、（国の）検査及び内閣総理大臣の許可をうけた後でなければ、施設の運転を行うことはできません。認可された施設を改造する場合も規制法に従い、同様の許認可手続きが適用されます。

新放出管は、昨年設置されました。旧放出管の位置は、火力発電所建設に伴い埋め立てられることになっております。そのため新放出管の設置が必要となったわけです。

必要となる許認可手続きは、ここに示すとおりです。すなわち改造に関する安全についてのプレヒアリング、（設計及び工事の方法についての）認可、建設、使用前検査、そして運転となります。（本手続き等に）要した時間は、ここに示す通りです。

なお、予稿集にあります最近のトラブルについては、後のセッションにて議論致したいと考えますので、ここでは割愛させていただきます。

(OHP - Photograph)

最後に、東海工場では、これまでの15年の運転経験を通し、再処理工場の安全・安定運転のためのシステム及び運転フォームが、確立できたことを強調しておきたいと考えます。また酸化物燃料再処理の安全性をデモンストレーションするという所期の目的は充分達成できたものと考えます。

ご静聴ありがとうございました。

5. パネルディスカッション報告 (英文)

Recent Major Incidents at TRP

Recent Major Incidents at TRP

Osamu YAMAMURA
TRP/PNC

(OHP - Recent Major Incident at TRP)

Thank you, Chairman.

The major incidents arose at TRP during last 2 years are summarized in my paper. 4 incidents relating to TRP were reported in writing to STA officially : one is the Iodine Release to Atmosphere, second is the Power Supply Failure, next is the Pressure Surge in the Dissolver, and the latest one is the Leakage of Effluent Discharge Pipe.

(OHP - Japanese Event Scale of Recent Major Incidents)

In Japan, the influence degree has been introduced for evaluating scale of incidents since 1989. The influence degree shows the rank of influence on public, employees and facilities, and indicates importance of an incident objectively.

It is difficult to compare the Japanese influence degree to the IAEA's one, because their scales are different each other. The influence degree of incidents which I will explain from now are shown this table.

Okay, I will explain one by one in little bit more detail.

(OHP - Dissolver Off-gas Treatment Process)

This viewgraph shows the ventilation system of Dissolver Off-gas, abbreviated DOG. The DOG is washed in these columns and exhausted from Main Stack through HEPA filters and AgX filters. The NO_x component and a part of iodine are removed from DOG and retained in washing solution.

When the dissolving operation was started on September 28th, 1989 the iodine monitor indication of Main Stack was increased little bit larger than normal level. After many detailed investigations, on October 4th, small amount of leakage of washing solution from this column was found at an union connection of a valve, which is contained in Valve Gallery Cell. A part of iodine involved in this leaked solution was vaporized and discharged to the atmosphere through Cell Ventilation System rather than DOG Ventilation System.

The released amount of iodine-129 in this incident was about 0.08 GBq in total. Please note that the annual discharge limit of iodine-129 to the atmosphere is 1.66 GBq. The estimated dose value for public due to this incident was only 0.012 μ Sv.

As countermeasures, a leak detection device was installed on the floor of this cell. The manuals for checking the valves in this cell and similar Valve Gallery Cells were revised to ensure the tightness of valve connecting portions. The manual for checking in case of iodine monitor indication increasing was also revised in order to identify the original fault more quickly.

The behavior of iodine in the reprocessing process is rather complex, and it is important to prepare the reasonable and effective manual to cope smoothly the abnormal discharge of such nuclides into environment, even if, so small amount.

(OHP - Diagram of Electoric Power Supply)

Next one is a power supply failure which caused the electric power off for a few hours in some buildings of TRP.

In TRP, the electric power is supplied by double lines with emergency generator, as shown in this diagram, in order to keep the power anytime, without discontinuity in any case.

(OHP - Diagram of Electoric Power Supply-2)

On February 13th, 1991 there happened a short-circuit accident resulted in death of a contract worker at Second Power Switching Station. The short-circuit with human body was happened at this point. Immediately the breaker B2 was tripped to open and power supplying line was switched from 2 to 1.

(OHP - Diagram of Electoric Power Supply-3)

Normally, the baseline breaker Bb should be tripped simultaneously, however it was still on because of its lower sensitivity. Therefore, the breaker B1 was also tripped. Then, emergency generators started up and began power supplying.

(OHP - Diagram of Electoric Power Supply-4)

However, both breakers Be1 and Be2 were tripped similarly. Finally, power supply from this station was completely stopped.

(OHP - Layout of TRP)

Due to this accident, the power supply was stopped for about 1.5 to 2.5 hours at Denitration Facility, High Active Liquid Waste (HAW) Storage Facility, 2nd Bituminized Waste Storage Facility, and 2nd High Active Solid Waste Storage Facility. An emergency generator was prepared to start, but it was not used after all.

There observed no abnormality in the processes nor installations after power recovered. The temperature increase of HAW was not observed, or less than 1 deg. C. There was no discharge of radioactive materials into the environment due to this incident.

(OHP - Diagram of Electoric Power Supply-5)

To prevent similar electric incidents, high voltage indicators were installed inside and outside of switching boxes in Station. Working procedures were also reviewed and improved. In order to improve system reliability, the baseline breaker was duplicated and coordination of protection was modified.

As a lesson, the designing power supply system requires appropriate coordination for protection, including careful selection of circuit elements such as breakers.

(OHP - Heating/Cooling System for Dissolver)

The third one is the pressure surge of dissolver. This viewgraph shows the two barrel and one slab type dissolver used at TRP. This dissolver is operated batchwisely. The chopped fuel is received in baskets in these barrels, immersed in initial water. To start dissolution, heating steam is supplied to these jackets and nitric acid is fed continuously.

On March 8th, 1991, during dissolving operation, the inside pressure of dissolver was exceeded above 0.2 kg/cm². The pressure sensor detected it and protection circuit was functioned automatically : heating steam was switched to cooling water, feeding of nitric acid was stopped, and about 80 l of water was pour into the dissolver to suppress dissolving reaction.

Due to this incident, dissolution operation had interrupted for about 1 day. There was no effect for operators, environment, and installation.

Similar phenomena, but smaller ones, had been observed before. To mitigate such sporadic and sudden reaction, the operation manual was revised such as timing and flowrate of nitric acid feeding.

In terms of the safety, similar precedents, even though smaller, should have been investigated and analyzed in detail.

(OHP - Layout of Effluent Discharge Pipe Line)

The last one is the leakage of Effluent Discharge Pipe.

The treated effluent had been discharged into ocean, about 1.8 km offshore, with this pipe line. On the other hand, the construction of a new harbor adjacent to PNC-Toaki Works was already started in order to built a coal power station and current discharge pipe line had to be moved. As you can see in this viewgraph, the new pipe line is longer than current one. The installation work of the new pipe line had started in the beginning of 1991.

The pipe line had been checked periodically, actuary once a year, to ensure its soundness. The major test is applying pressure using water after plugging the end point of the pipe line. On August 27th, 1991, when the new pipeline was near to be used, during the periodic checking, the leakage was found somewhere along with the pipe line laid under the ground or the seabed. After detailed investigation, the leak point was identified at beach, 3 to 4 m under the ground. Because digging sand at beach is quite difficult, the pipe was cut in the land portion after excavation in order to insert a remote operated TV device in the pipe for detailed observation of leak point.

The pipe diameter is about 20 cm and the distance from cutting point to beach is more than 100 m.

(OHP - Photograph)

This picture shows the special vehicle with small TV camera.

(OHP - Photograph)

Using that remote device, a penetration hole with about 2 cm of diameter was found under the beach, as shown in this picture. The characteristics as a circular hole suggests that the penetration was caused by the partial corrosion maybe due to some defects of outer coating of carbon steel pipe, which prevents the direct contact of carbon steel and sea water.

The installation of the new pipe line was completed in the end of October and TRP operation resumed with this new pipe line in the beginning of November with about 2 months delay.

(OHP - Improvement of New Pipe Line)

The new one is improved for such failure, for example, being buried deeper and selecting polyethylene as the coating material, rather than asphalt.

Assuming the entire effluent between the previous checking and this time, about one year, was discharged from the leaking point at seaside, the effective dose for public was estimated to be about 5.5 μ Sv.

As a lesson, the aging of equipment and installations is inevitable, therefore, surveying the progress of aging appropriately and preparing alternatives for the worst or operational redundancy should be considered.

Okay, those are the major incidents arose at TRP recently.

(OHP:Photograph)

TRP has started the hot operation since 1977. During 15 years operation, there was no major incident which affected the safety of the plant, plant personnel, or environment. Even minor incidents were well cautioned and analyzed to improve the safety.

I am convinced that the strict posture to maintaining the safety is now essential to expect the steady growth of nuclear energy, considering the earth that can not be replaced and more comfortable life of the mankind

Thank you.

6. パネルディスカッション報告 (和文)

Recent Major Incidents at TRP

Recent Major Incidents at TRP

(OHP Recent Major Incident at TRP)

ご紹介いただき、有難うございます。

私の原稿に、東海再処理工場で過去2年間に起こりました、主なトラブルを概説しております。これらのトラブルは、科学技術庁に報告されております。先ず第一に、ヨウ素の放出量であり、第二に一部施設での停電、次に溶解槽内圧上昇、そして最後に海中放出管の漏洩であります。

(OHP Japanese Event Scale of Recent Major Incidents)

日本では、1989年から、トラブルの評価尺度として影響度階を導入しております。この影響度階は、公衆への影響、従事者への影響、施設への影響をそれぞれのランクで表わし、トラブルの大きさを客観的に表わそうというものです。

日本の影響度階は、IAEAの度階と尺度が異なっているため、直接比較するのは難しいのですが、これから説明しますトラブルの影響度は、この表に示しました通りです。

それでは、一事象毎に詳しく説明させていただきます。

(OHP Dissolver Off-gas Treatment Process)

この概要図は、略称DOGと呼んでいます、溶解オフガスの換気システムを表しています。DOGはこれらの塔で洗浄され、HEPAフィルターやAgXフィルターを通し、主排気筒から排気されます。窒素酸化物やヨウ素の一部は、DOGから除去され洗浄液に残っています。

1989年9月28日、溶解作業を始めた際に、主排気筒に据えつけられたヨウ素モニタの指示値が通常値より多少高い傾向を示しました。多くの調査の結果、その年の10月4日に、このバルブギャラリーセルにあるバルブの継手部から、洗浄液が漏れているのが発見されました。この洗浄液に含まれるヨウ素の一部が気化し、セル換気系を経由して、DOG換気系からの放出に加えて、大気圏に放出されていたことになります。

このトラブルによるヨウ素129の総放出量は、約0.08GBqでした。大気圏へのヨウ素129の放出量は年間で1.66GBqに制限されています。また、このトラブルにより公衆に対する被曝線量は、わずか0.012μSvと推定されています。

本トラブルの対策としては、このセルの床に漏洩検知装置を設置しました。また、このセルと類似のバルブギャラリーセルを点検する要領書を、バルブ継手部分の気密性を保証するような観点で改訂しました。更に、ヨウ素モニタの指示が増加した場合に対応するための要領書も、発生原因がすみやかに同定できるように改訂しました。

再処理工程のヨウ素挙動は複雑です。従いまして、このような核種が環境に異常に放出されるという事態に対応するために、合理的な又は効果的な要領書を用意することが重要なことと考えています。たとえその放出量が少量であった場合に対しても同様のことが言えます。

(OHP Diagram of Electoric Power Supply)

続きまして停電ですが、これは、東海再処理工場のいくつかの建屋が停電したというものです。

このダイアグラムに示します様に、東海再処理工場では非常用発電を有する2系統から電力が供給されています。これは、いかなる場合にも途絶えることなく電力を供給し続けるためのものです。

(OHP Diagram of Electric Power Supply の2)

1991年2月13日、第二中間開閉所におきまして改造工事に携わっていました工事会社の作業員が短絡事故により死亡しました。人体による短絡事故はこの部分で起こっています。その際すぐに、遮断器B2が開放となり電力供給系が2号系から1号系へ切り替わりました。

(OHP Diagram of Electric Power Supply の3)

通常、母線連絡のための遮断器Bbも同時に開放となるはずだったのですが、その低感度の理由から切り換わりませんでした。従いまして遮断機B1も開放となり、その結果、非常用発電機が作動し、電力が供給されることとなりました。

(OHP Diagram of Electric Power Supply の4)

しかしながら、非常用系のBe1とBe2の両遮断器も同様に開放となり、最終的にこの第二中間開閉所からの電力供給が完全に跡絶えてしまいました。

(OHP Layout of TRP)

このトラブルにより、約1.5時間から約2.5時間の間、脱硝施設、高放射性液体廃棄物貯蔵施設、第二アスファルト固化体貯蔵施設、そして第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設が停電しました。非常用発電機が作動したにもかかわらず役割を果たせなかったわけです。

復電後、これらの施設における工程や設備には異常がなかったことを確認しております。高放射性廃液の温度上昇も観察されませんでした。また、環境への放射性物質の放出もありませんでした。

(OHP Diagram of Electric Power Supply の5)

同様の感電事故を防ぐために、第二中間開閉所の分電盤の内部と外側に高電圧表示器を設置しております。また、電気作業に関する手順も改訂し、改善しております。更に、給電システムの信頼性の向上を目的として、母線連絡遮断器を2系統とし保護協調をはかるための更新を行っております。

このトラブルの教訓から、電力供給システムの設計においては遮断器のような回路部品の注意深い選定を行い、適切な保護協調をとる必要があるものと考えております。

(OHP Heating/Cooling System for Dissolver)

3つ目のトラブルは溶解槽の内圧上昇です。この図は、東海再処理工場で使われています2バレル、1スラブタイプの溶解槽を表わしています。溶解はバッチ単位で行われており、剪断した燃料はこれらのバレル内のバスケットに装荷されます。これらのバレルにはすでに水が入っています。溶解を始めるために蒸気がこれらのジャケットに供給され、更に硝酸が連続供給されます。

1991年3月8日、溶解運転中に、溶解槽内圧が0.2 kg/cm² を超えました。圧力センサーがそれを検知し、保護回路が自動的に作動しました。蒸気は冷却水に切り換わり、硝酸の供給が停止し、そして、約80 lの水が溶解反応を抑えるために溶解槽に注入されました。

このトラブルの影響で、溶解運転は、約1日中断しました。従業員や環境、そして機器への影響は特にありませんでした。

以前にも軽微ながら同様の現象が観察されてきました。まれに突然起こる反応を緩和するために、硝酸供給量と供給時期などの観点で運転要領書を改訂しました。

また、安全の点から、同様の先例を詳細に検討、分析しています。

(OHP Layout of Effluent Discharge Pipe Line)

最後になりましたが、海中放出管の漏洩について説明させていただきます。

処理した廃液は、この図に示しましたように1.8 km離れた海洋にパイプラインで放出しています。一方で、火力発電所建設のために東海事業所に隣接する新しい港の建設がすでに始まっています。そのため従来の放出管を移動する必要がありました。この図でお分かりの通り、新放出管は従来のものより長くなっています。この新放出管の敷設工事は、1991年の初めに始まっています。

従来の放出管はその健全性を保証するために、毎年定期的に検査しています。

主な検査は、放出口を閉じた状態で工業用水により加圧する方法をとっています。新放出管の使用を直前にひかえた、1991年8月27日、自主検査の際、放出管のどこかに漏洩があることが発見されました。詳細調査の結果、漏洩箇所が汀線で地下3～4 mの所であることが推定されました。汀線の砂を掘ることが困難であることから、地上部分を掘り、放出管を切断しました。この切断作業は遠隔TV装置を放出管内に挿入し、漏洩箇所の詳細調査を行うための作業でした。

放出管の径は約20 cmであり、切断箇所から海岸までは100 m程度あります。

(OHP 自走式小型TVカメラ)

この写真は自走式小型TVカメラを写したものです。

(OHP 円形貫通部)

この遠隔TV装置の使用により、この写真に見られるように、直径が約2cmの円形の穴が波打ち際で発見されました。穴が円形であるという特徴から被覆材が何らかの影響を受け、それにより局部腐食が進行し放出管が貫通したものと思われます。この被覆材は、カーボンスチール製のパイプと海水の直接接触を防ぐためのものです。

新放出管の敷設工事は昨年10月末に完了しました。そして、新放出管を使用しての東海再処理工場の運転は、約2ヶ月遅れの11月初めに再開しました。

(OHP Improvement of New Pipe Line)

新放出管は今回のようなトラブルに対して、改善がなされています。例を挙げますと、新放出管は従来の放出管より深く埋設されていますし、被覆材にはアスファルトよりも優れているポリエチレンが選ばれ、使用されています。

全体の放出量は、前回の検査から今回の検査までの間の約1年間、汀線の漏洩箇所から放出されたと仮定しますと、公衆に対する被曝線量は約 $5.5\mu\text{Sv}$ と評価しています。

今回の教訓から、機器の劣化と更新は避けられず、それゆえに特有の劣化の進行を適切に監視すると共に、最悪事態に対する代替方法の準備、あるいは運転上の余裕度についても考慮する必要があると考えています。

以上、これらが最近、東海再処理工場で起こった主なトラブルです。

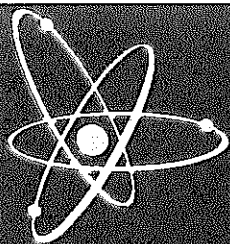
(OHP 全景写真)

東海再処理工場は1977年から使用済燃料を用いた運転を行っています。この15年間の運転で、工場の安全や従業員、あるいは環境に対して影響を与える重大なトラブルはありませんでした。軽微なトラブルと言えども、十分に注意を払い、安全性の改善のため評価を加えてきました。

私は、かけがえのない地球と人類のより豊かな生活を考えますと、原子力エネルギーの着実な発展を期待するものであります。そのためには、安全性の維持に対して厳格な姿勢をとることこそが、その本質であると確信しております。

御静聴、有難うございました。

7. OHP（講演及びパネルディスカッション）



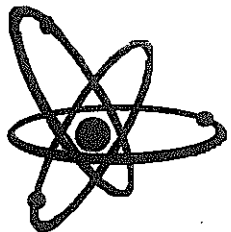
Safety Operation of Tokai Reprocessing Plant

Osamu YAMAMURA

Tokai Reprocessing Plant (TRP) , PNC

1. History of TRP
2. Major Maintenance Activities
3. Safety System for Safe Operation of TRP
4. Radiation Exposure Control
Activity Discharge Control
5. Plant Modification Procedure

Tokai Reprocessing Plant



History of TRP

PNC TN8100 92-004

	'63	'64	'65	'66	'67	'68	'69	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82
Preliminary design																				
Detailed design																				
Licensing																				
Construction																				
Chemical test																				
U test																				
Hot test																				
Governmental inspection																				
Operation																				

Tokai Reprocessing Plant

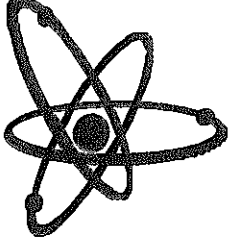
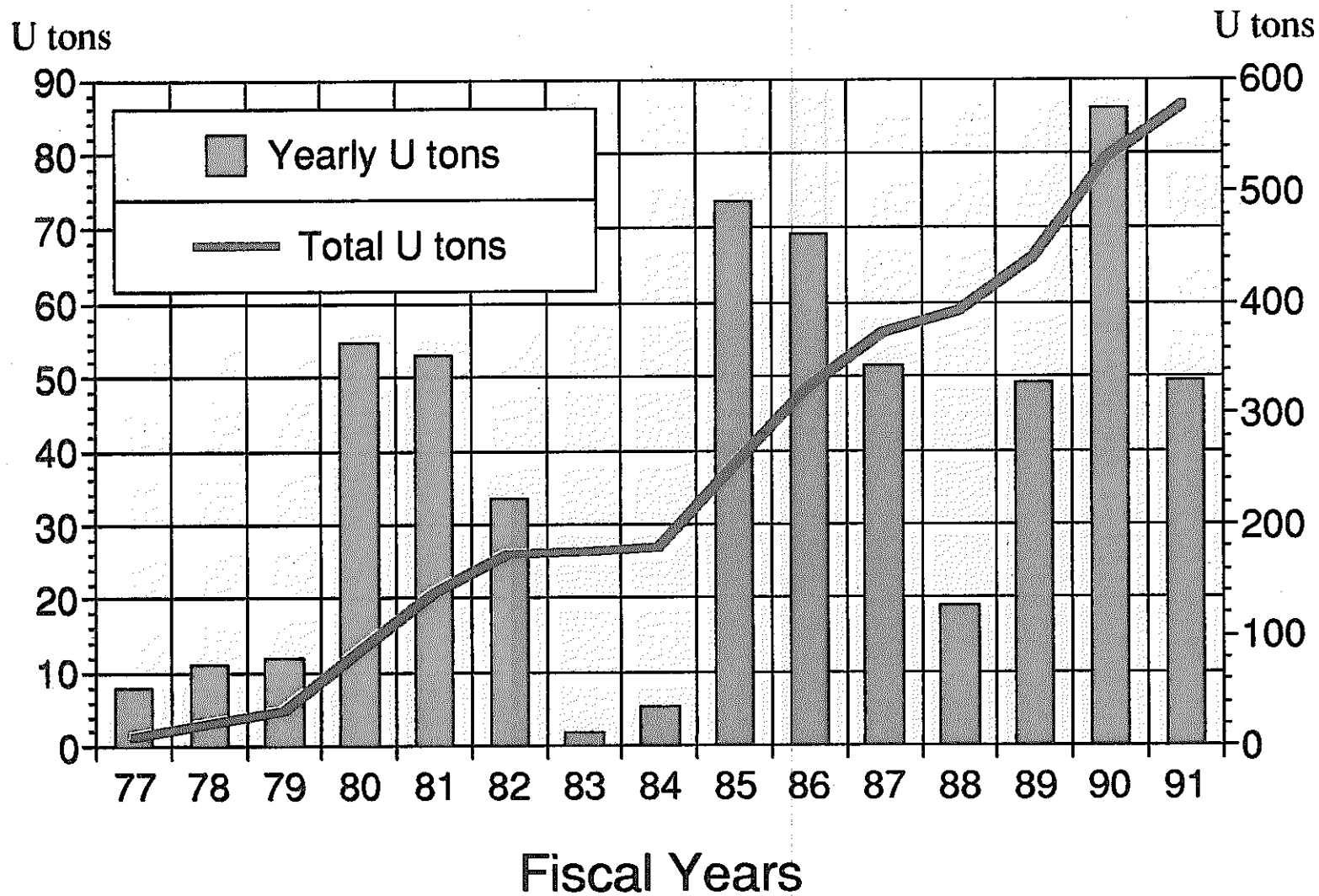
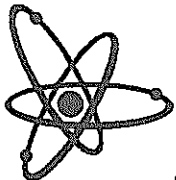


Figure 1. Reprocessed Amount at TRP



Tokai Reprocessing Plant



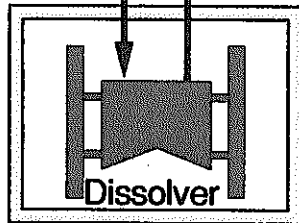
Spent Fuel



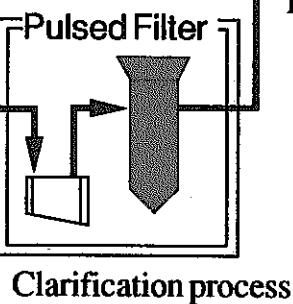
Pool

Mechanical treatment process

Shearing Machine

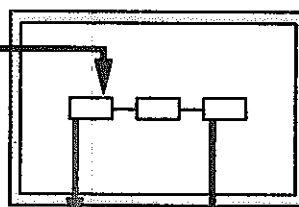


Dissolution process

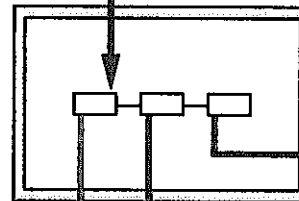


Clarification process

HAW

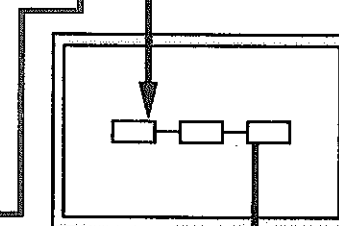


1st extraction cycle

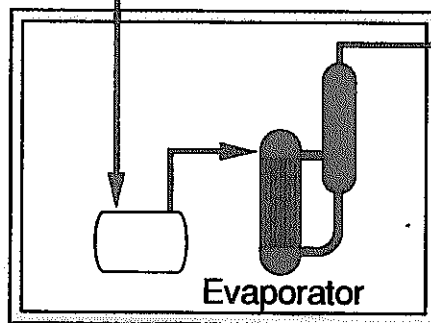


2nd extraction cycle

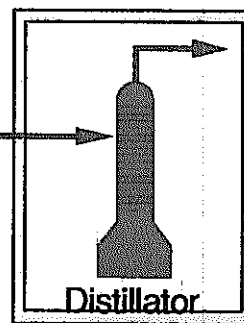
U purification cycle



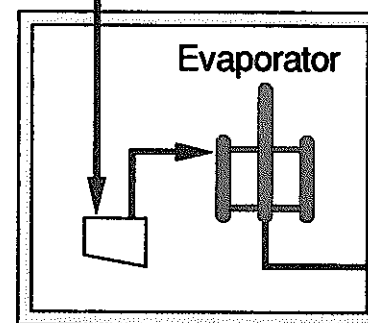
Pu purification process



Acid recovery concentration process



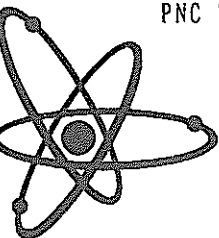
Acid recovery
distillation process



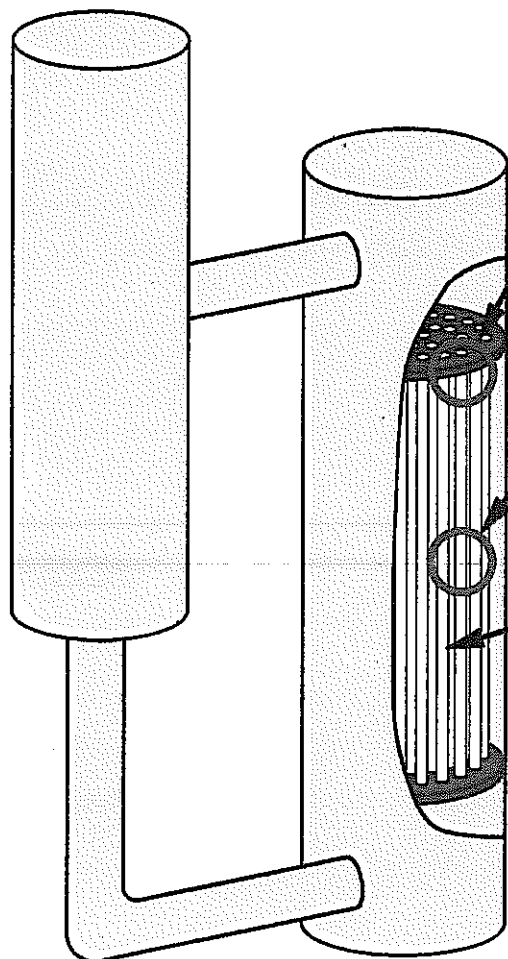
Pu concentration process

Pu storage

Process Flow Diagram



Column



**1st Generation
Pin-holes at Welded part**

**2nd Generation
Pin-holes at Tubes**

Heating Tube

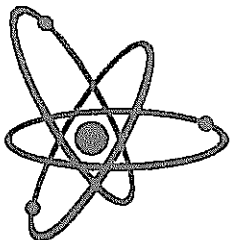
**3rd Generation
Preventive Replacement**

**4th Generation
Made of Ti-5Ta**

Boiler

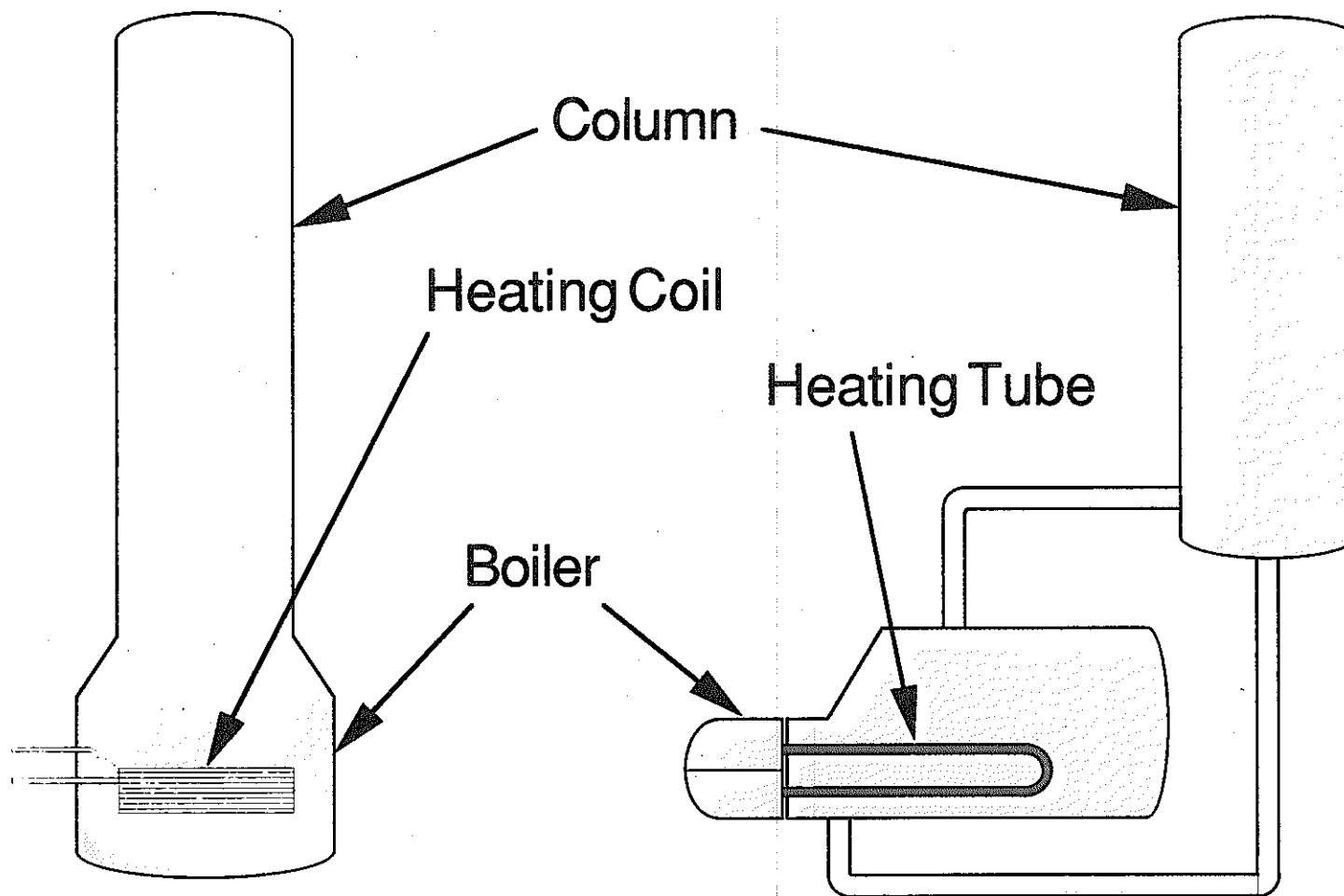
Acid Recovery Evaporator

Tokai Reprocessing Plant



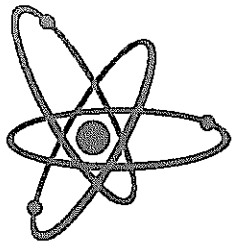
Before Modification

After Modification



Acid Recovery Distillator

Tokai Reprocessing Plant



Column

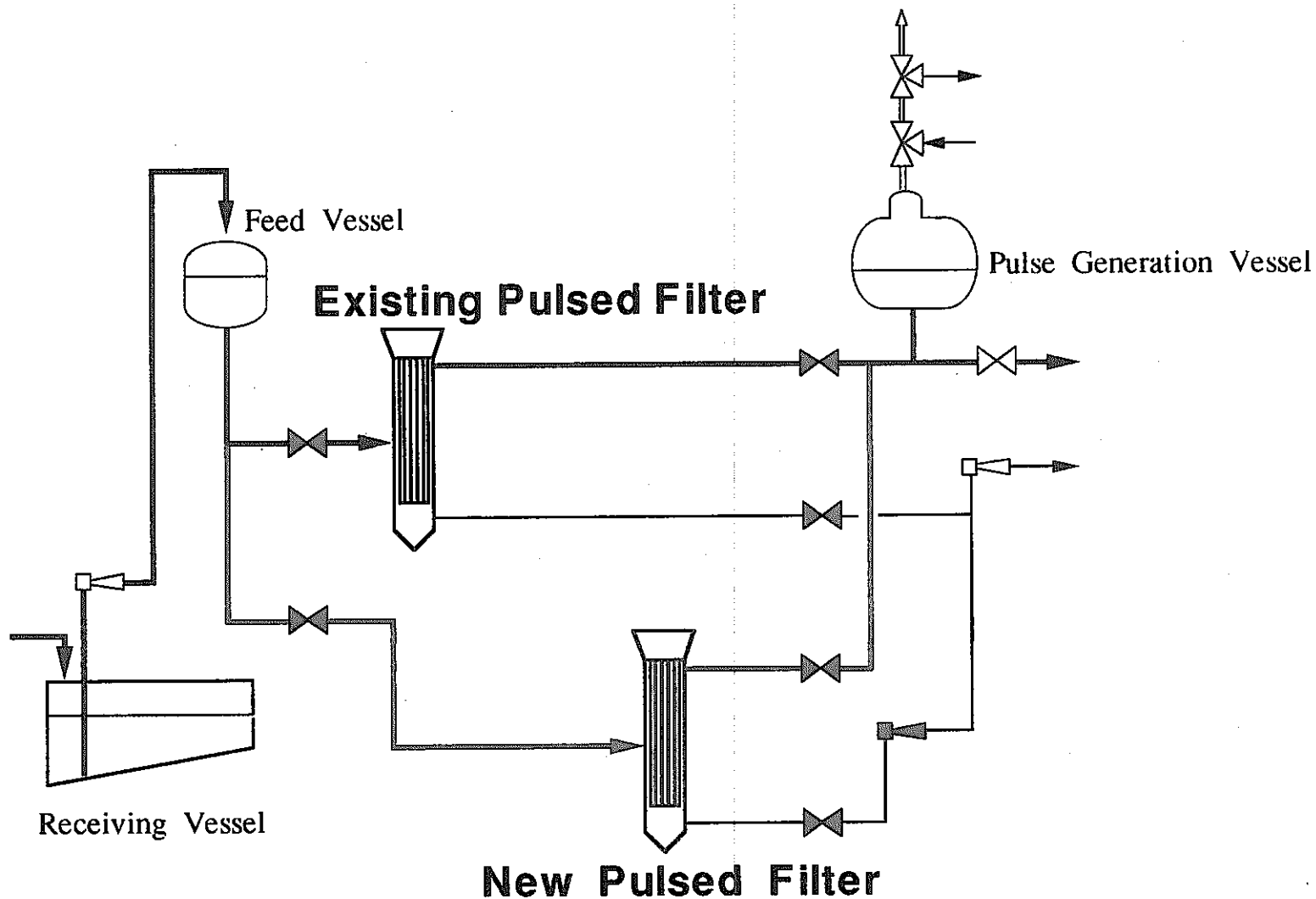
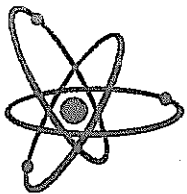
Flange

to Ti - 5Ta

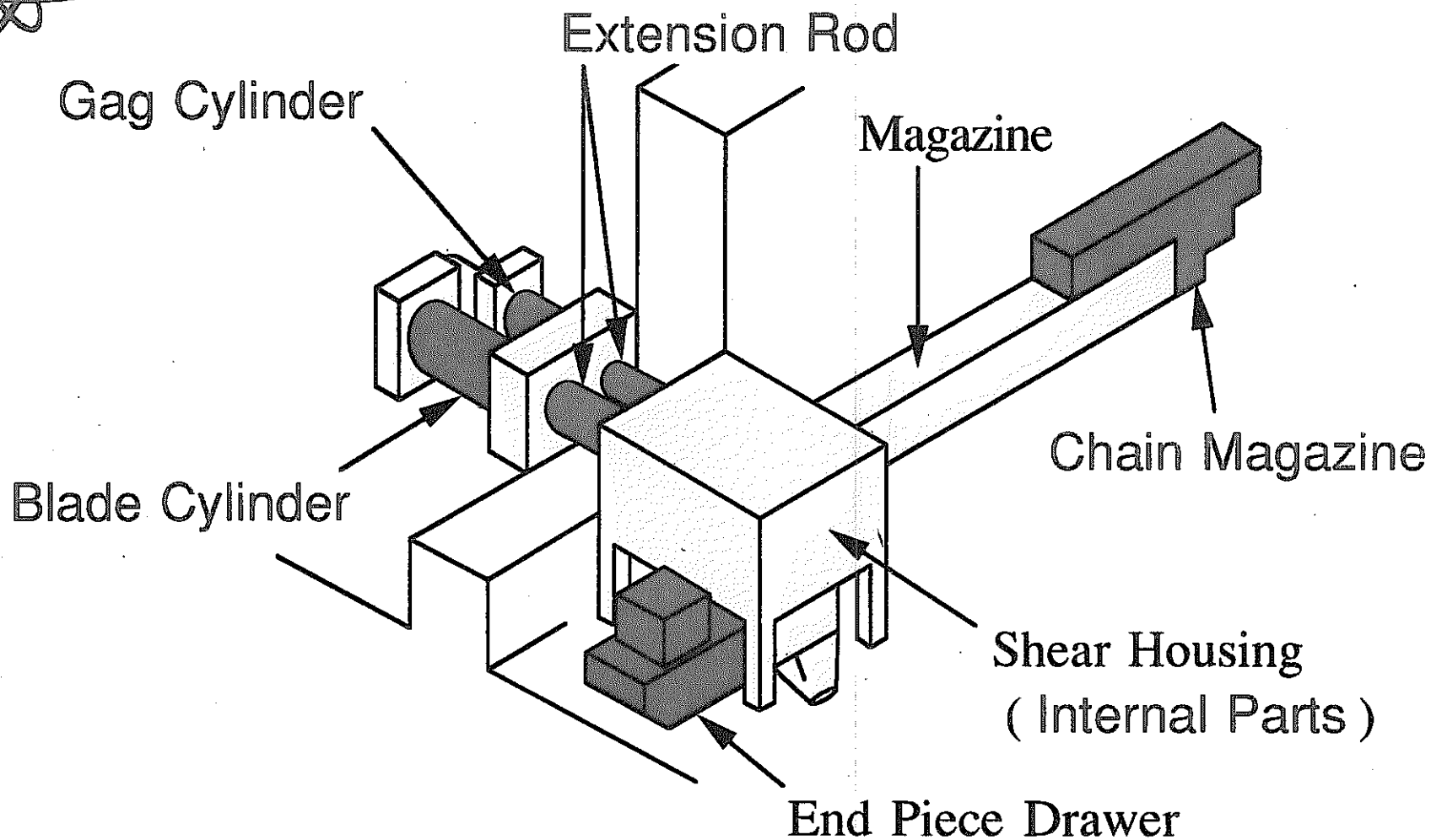
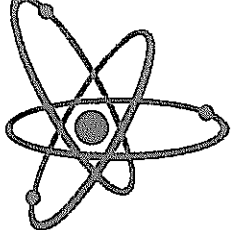
Welding

Boiler

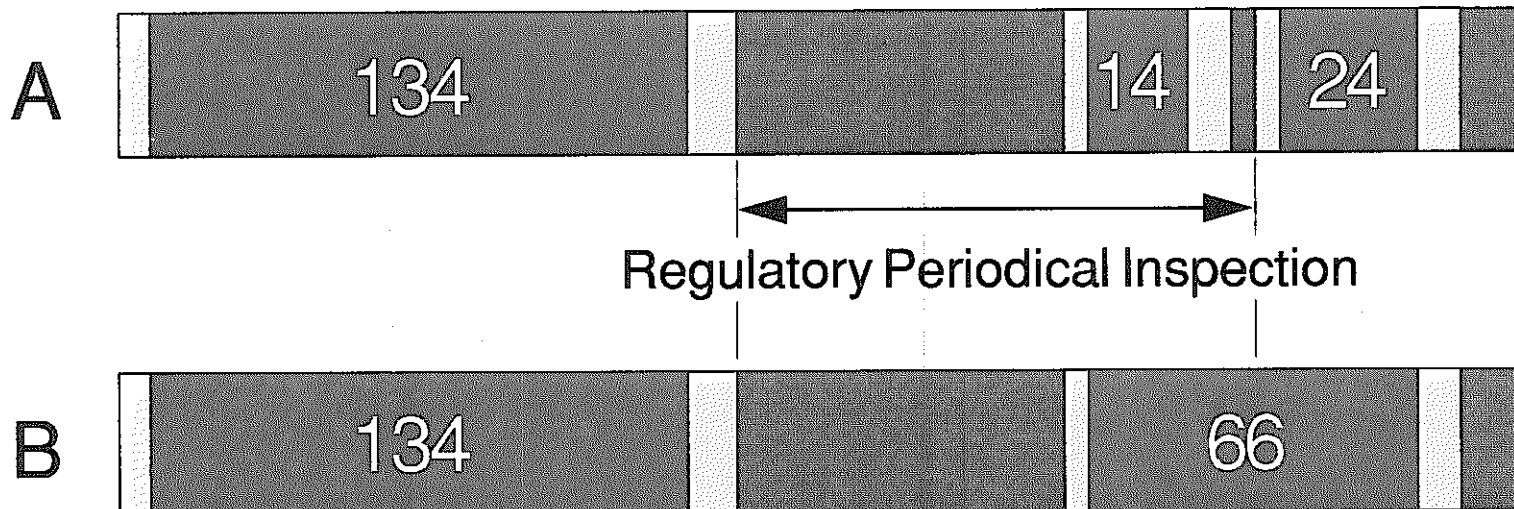
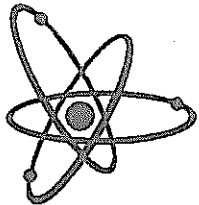
Pu Solution Evaporator



Flow Diagram of Clarification Process

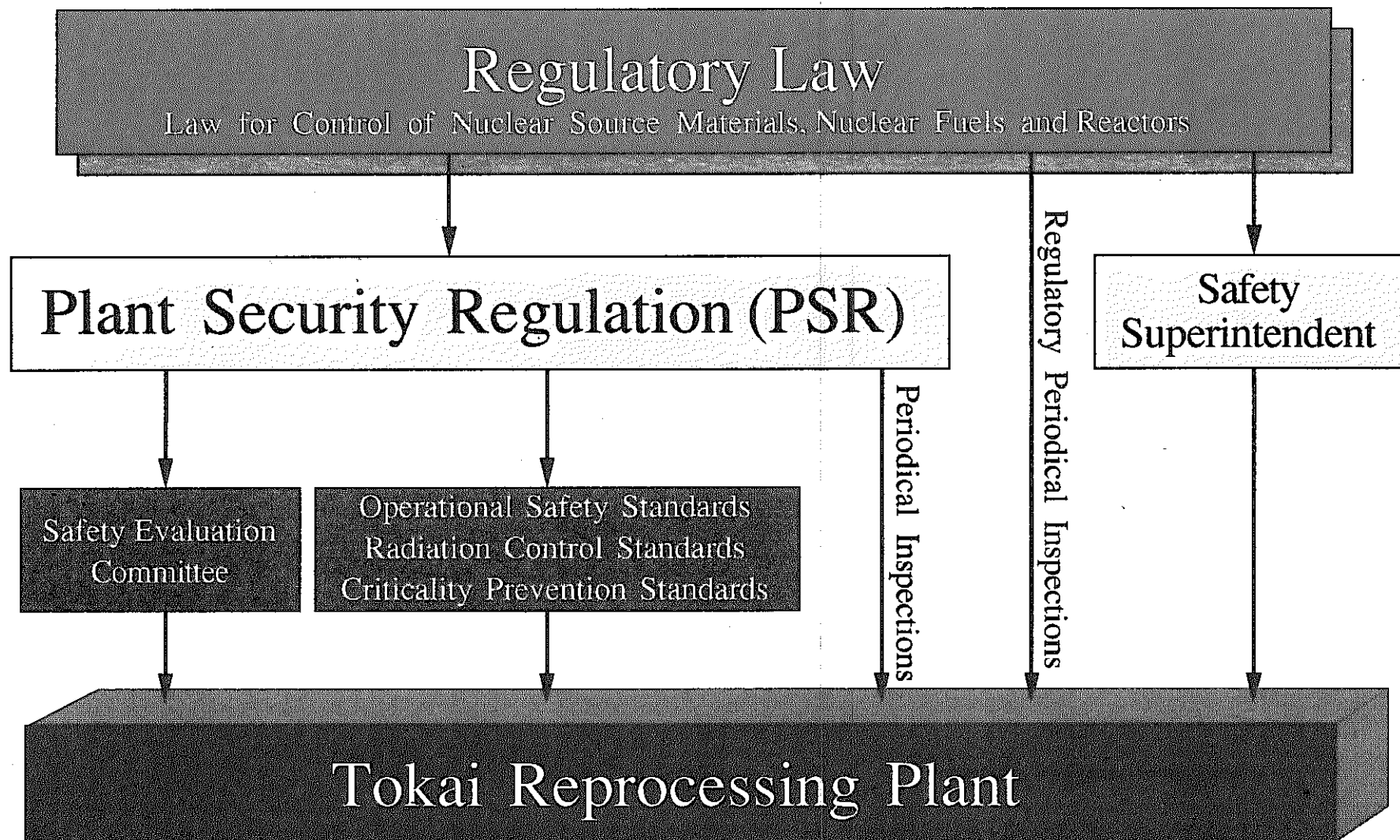
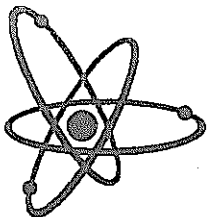


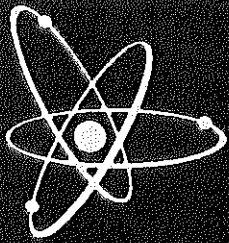
Shearing Machine



	Operation			Efficiency	/year
	I.C	Preparation	AF		
A	130days	63 days	172days	58%	70tons
B	123days	42 days	200days	64%	90tons

Annual Operation Mode





Safety Exercises

1. Emergency Situation Exercise
2. Abnormal Situation Exercise
3. Unusual Event Exercise
4. Fire Extinguish Exercise

Group Oriented Activities

Small Group Activity

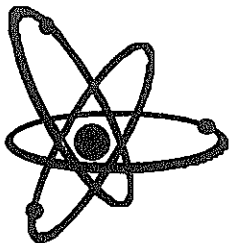
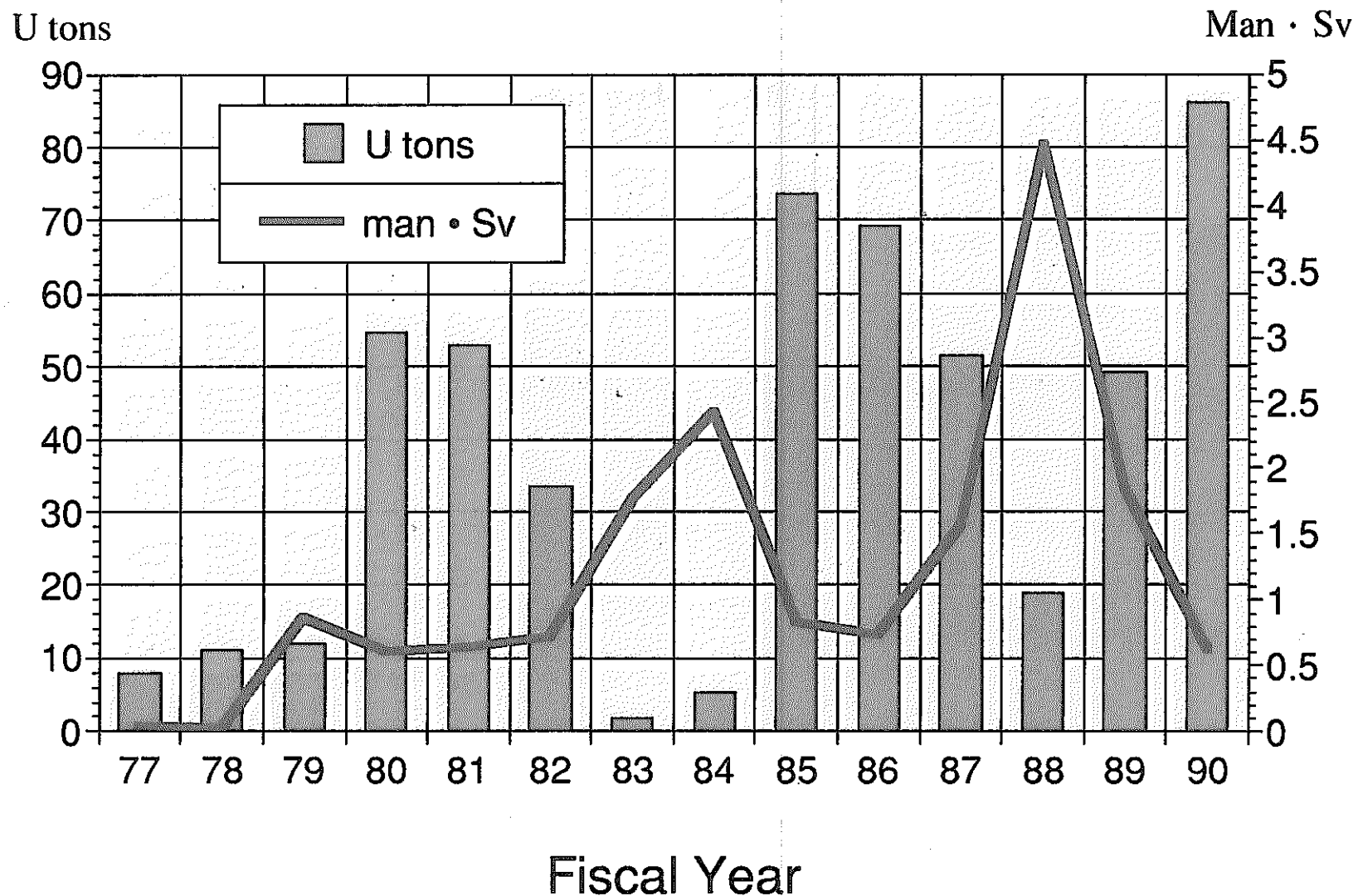


Figure 2. Radiation Exposure at TRP



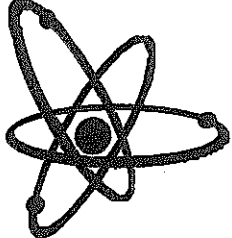
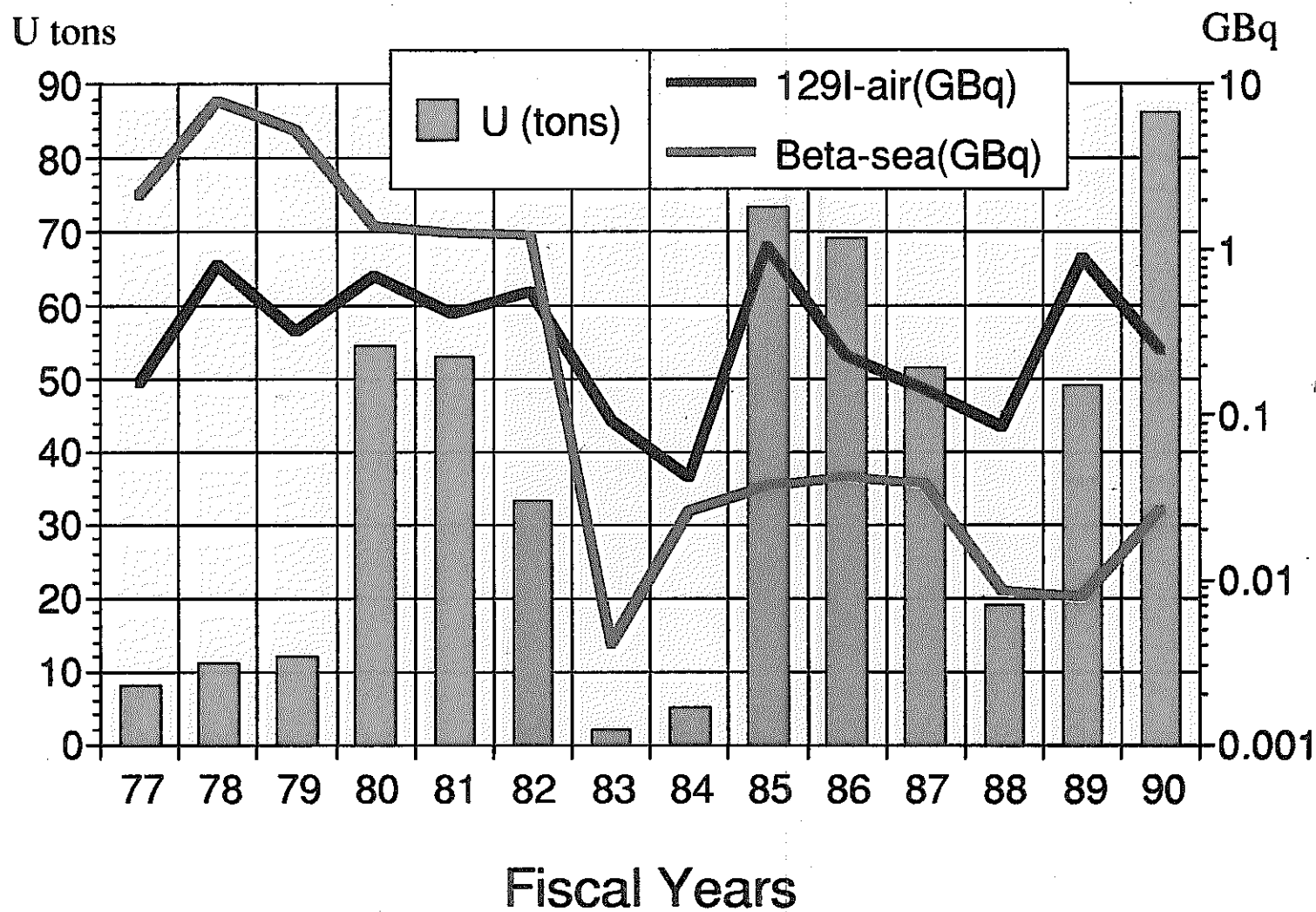
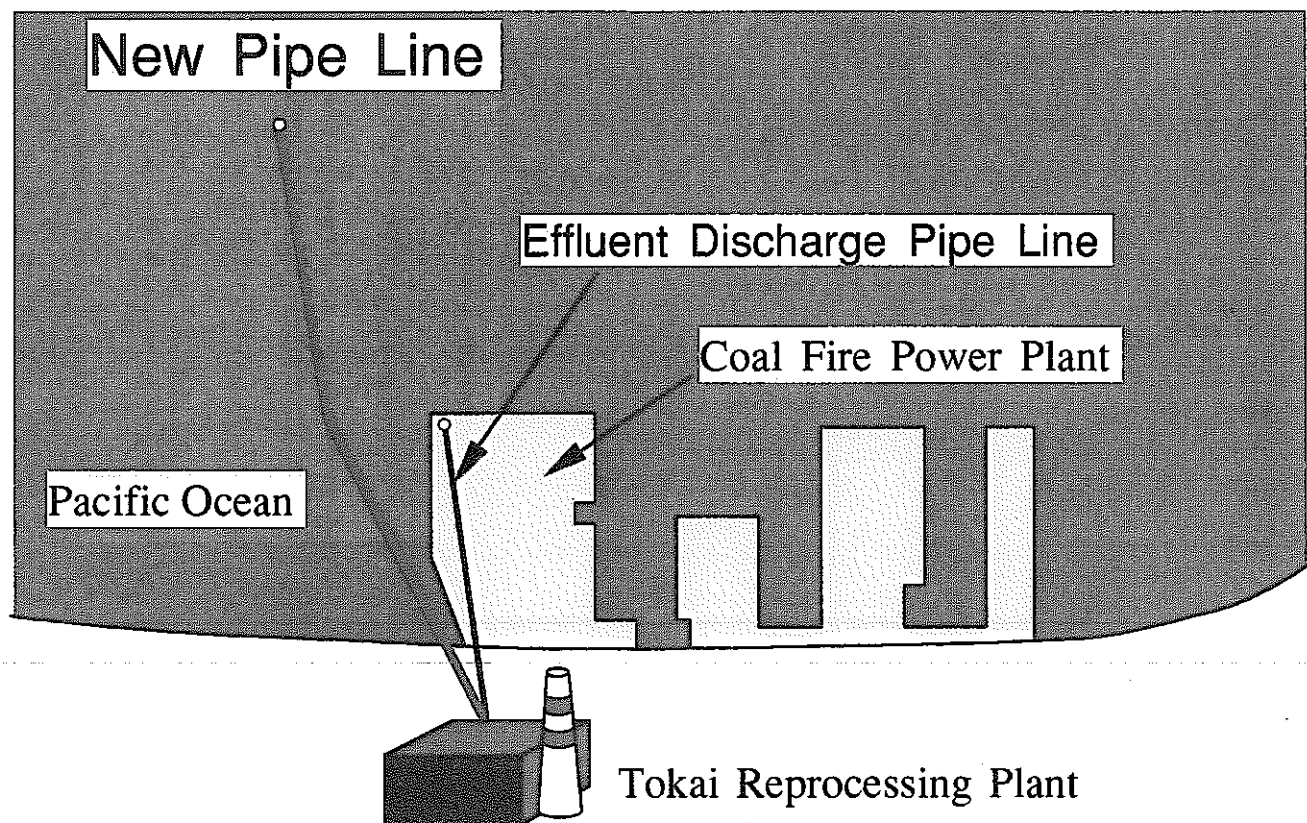
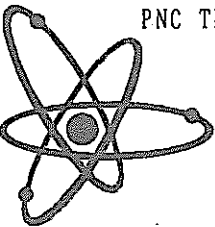


Figure 3. Activity Discharge



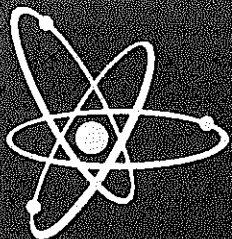
Tokai Reprocessing Plant



	'89	'90	'91
Pre - Hearing	■		
Licensing		■	
Construction			■
Regulatory Inspection			■
Operation			■

Installation of New Effluent Discharge Pipe Line

Tokai Reprocessing Plant



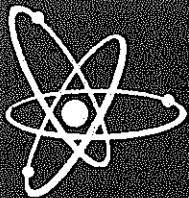
Recent Major Incident at TRP

Osamu YAMAMURA

Tokai Reprocessing Plant (TRP) , PNC

1. Iodine Release to Atmosphere
2. Power Supply Failure
3. Pressure Surge in the Dissolver
4. Leakage of Effluent Discharge Pipe

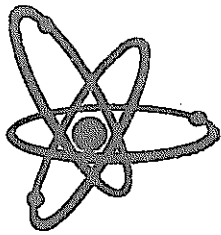
Tokai Reprocessing Plant



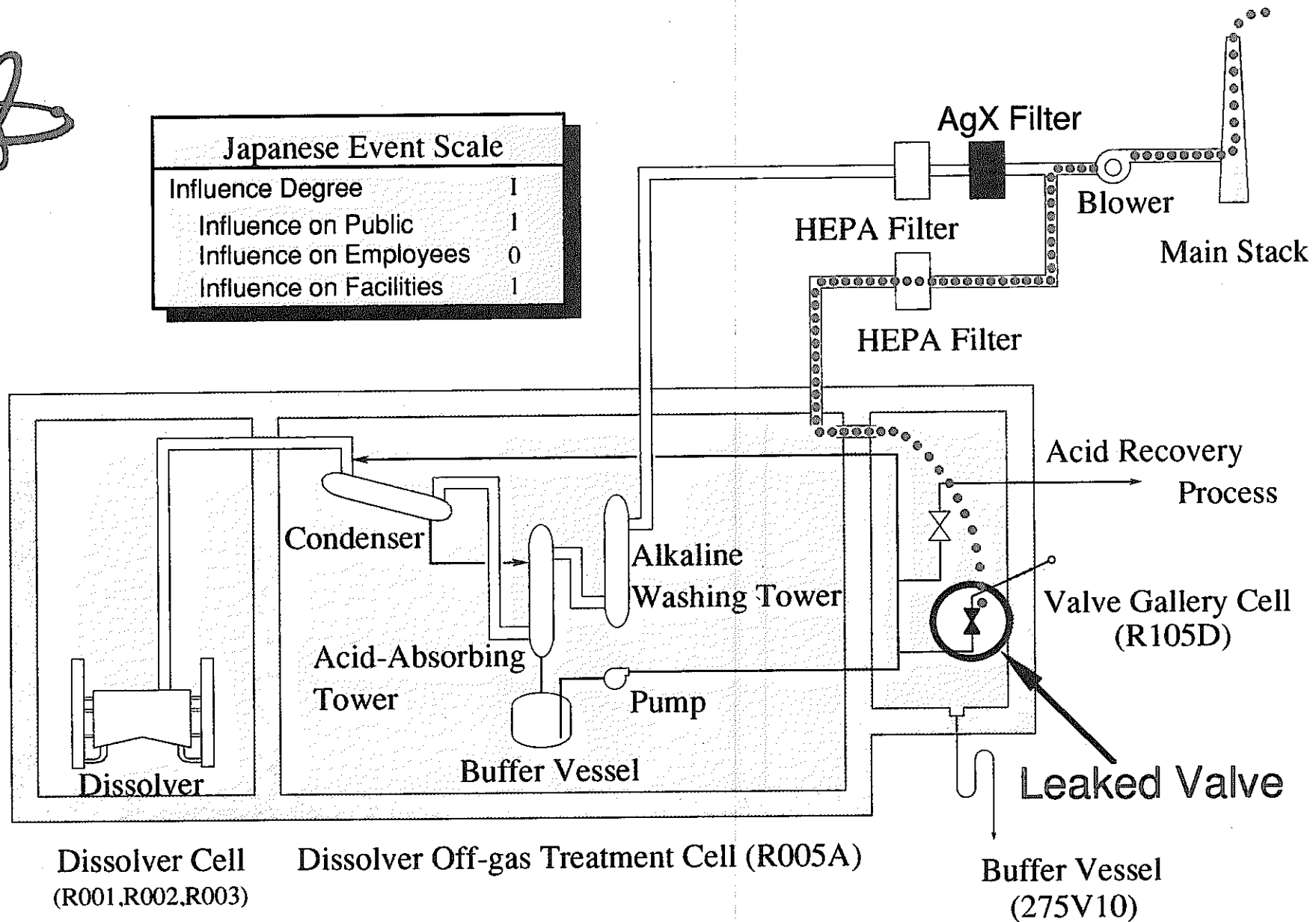
Japanese Event Scale of Recent Major Incidents

Incidents	Influence Degree		
	on Public	on Employees	on Facility
Iodine Release to Atmosphere	1	0	1
Power Supply Failure	0	0	2
Pressure Surge in The Dissolver	0	0	1
Leakage of Effluent Discharge Pipe	0	0	1

Tokai Reprocessing Plant



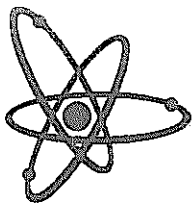
Japanese Event Scale	
Influence Degree	1
Influence on Public	1
Influence on Employees	0
Influence on Facilities	1



PNC TN8100 92-004

Dissolver Off-gas Treatment Process

Tokai Reprocessing Plant



Japanese Event Scale	
Influence Degree	II
Influence on Public	0
Influence on Employees	0
Influence on Facilities	2

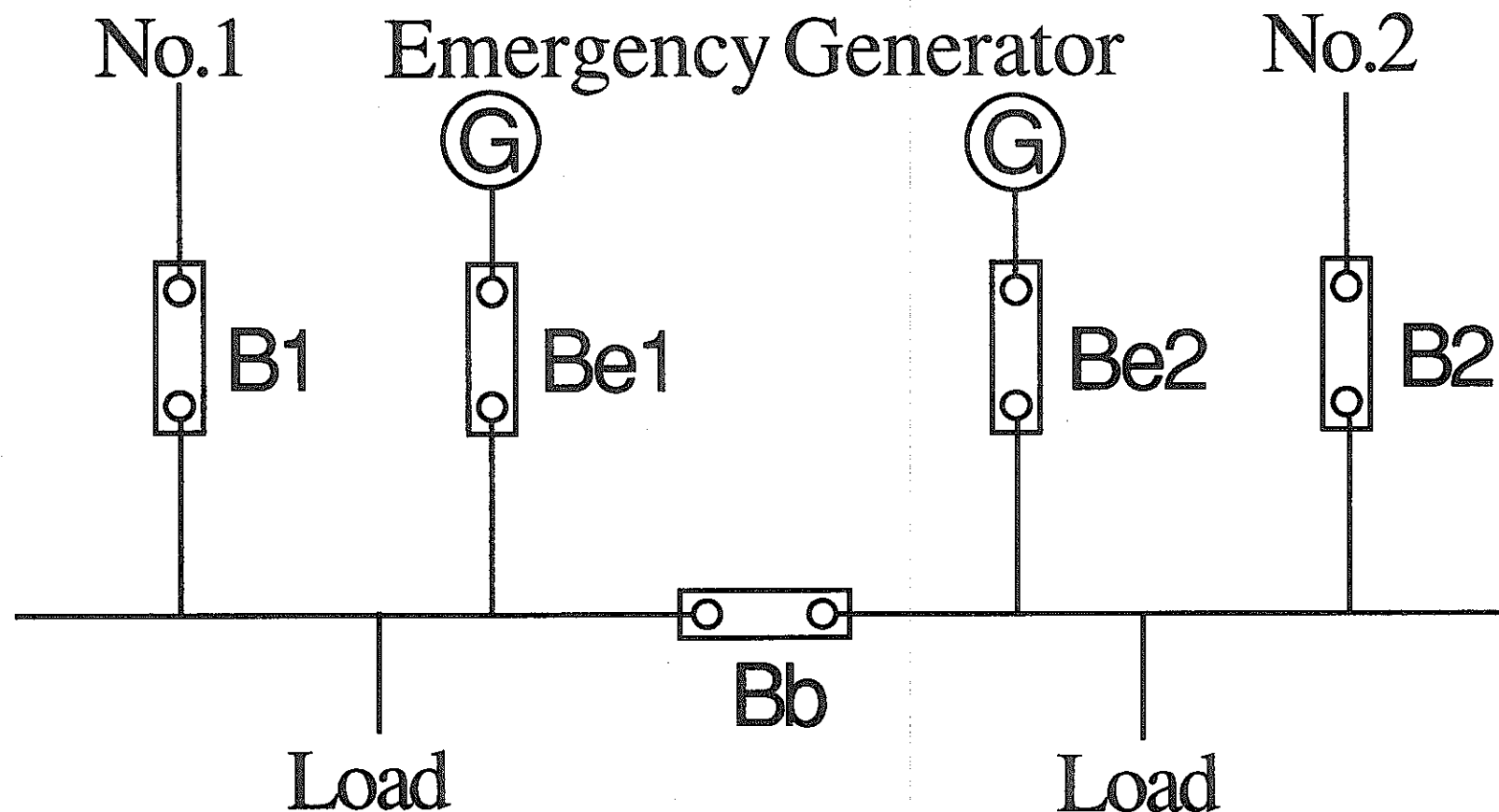
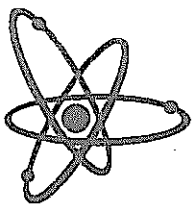


Diagram of Electric Power Supply



Japanese Event Scale	
Influence Degree	II
Influence on Public	0
Influence on Employees	0
Influence on Facilities	2

PNC TN8100 92-004

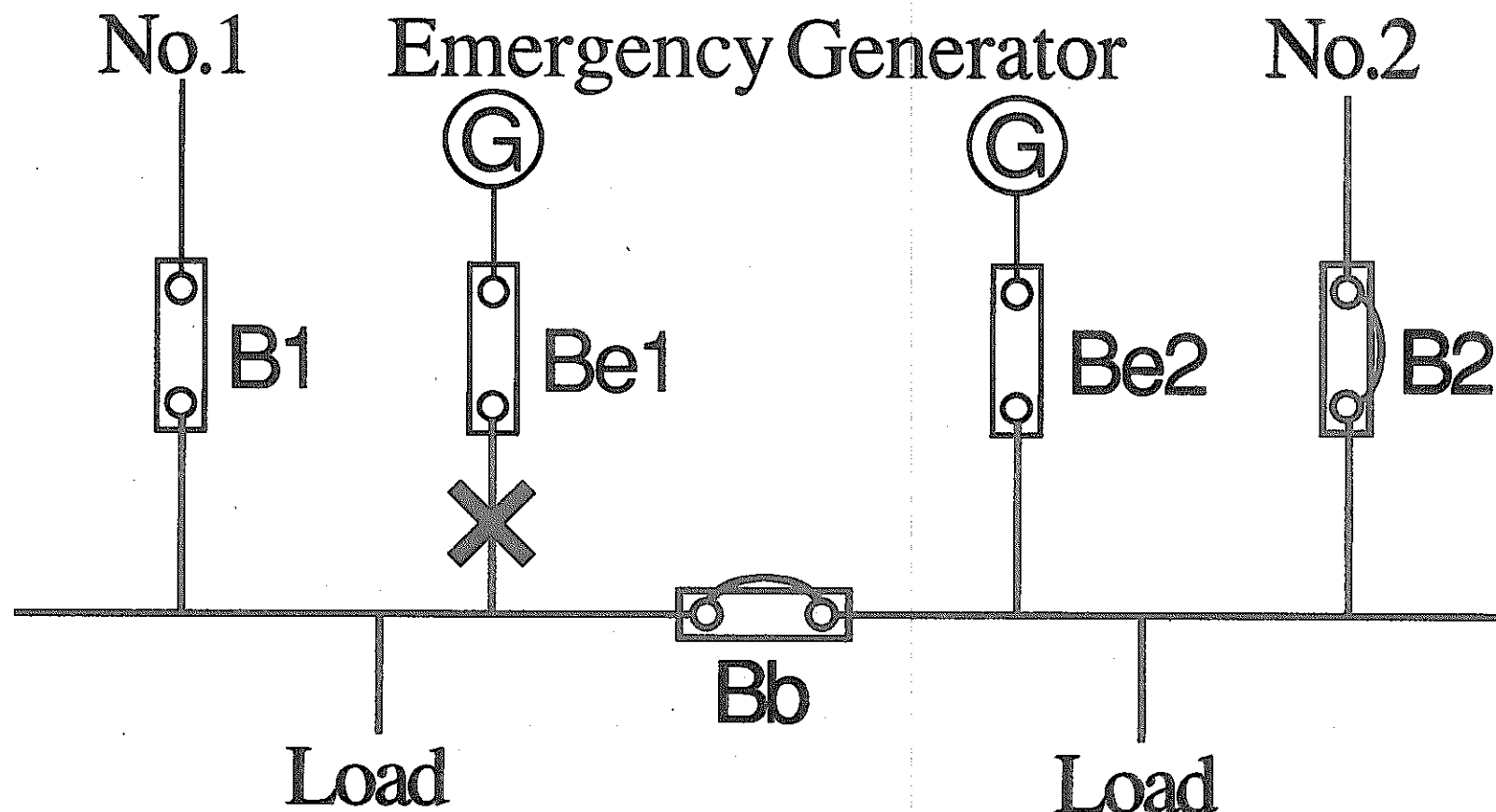
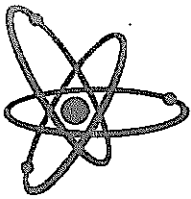


Diagram of Electric Power Supply



Japanese Event Scale	
Influence Degree	II
Influence on Public	0
Influence on Employees	0
Influence on Facilities	2

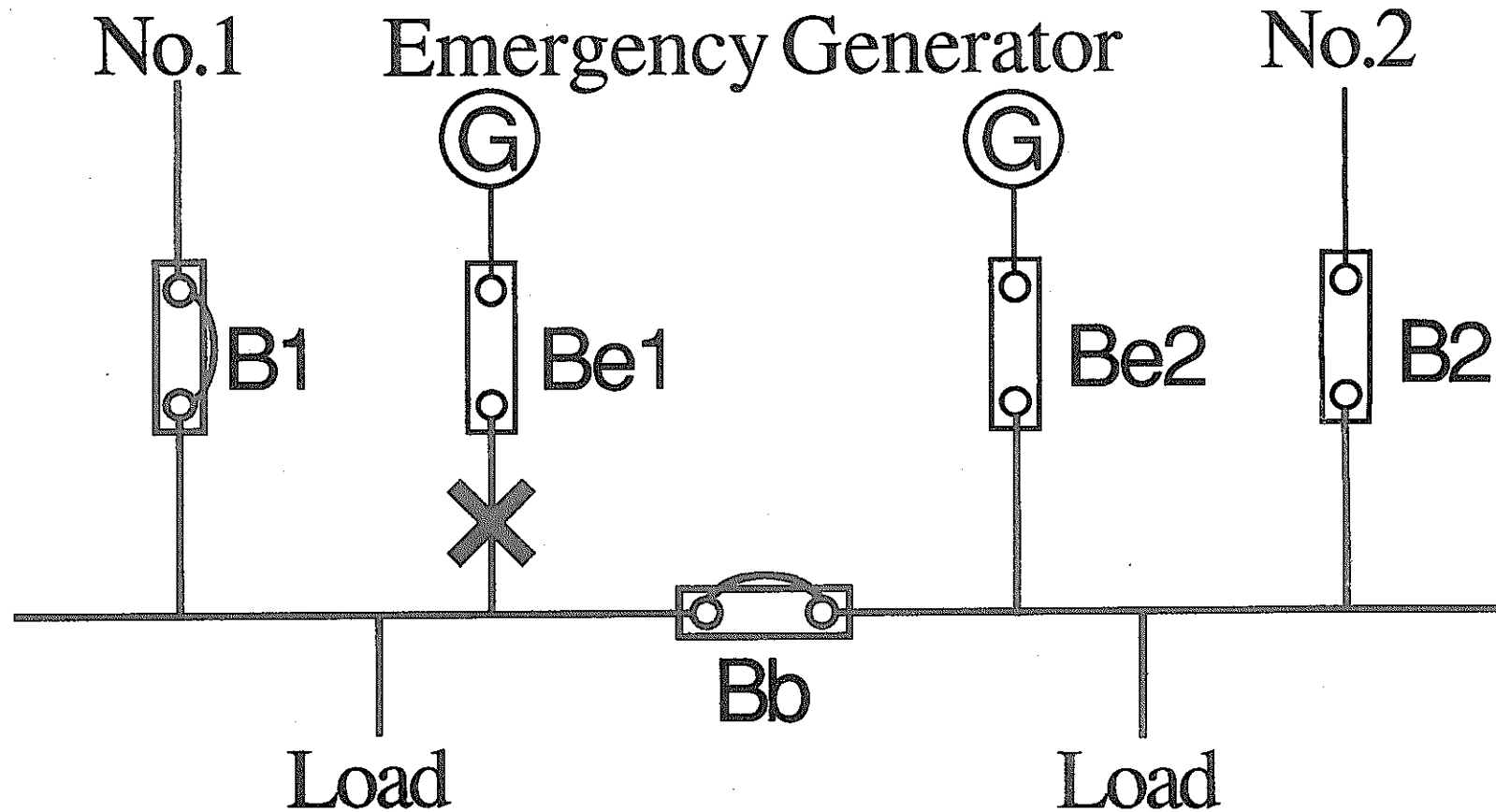
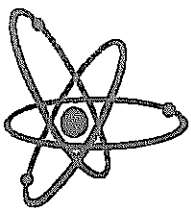


Diagram of Electric Power Supply



Japanese Event Scale	
Influence Degree	II
Influence on Public	0
Influence on Employees	0
Influence on Facilities	2

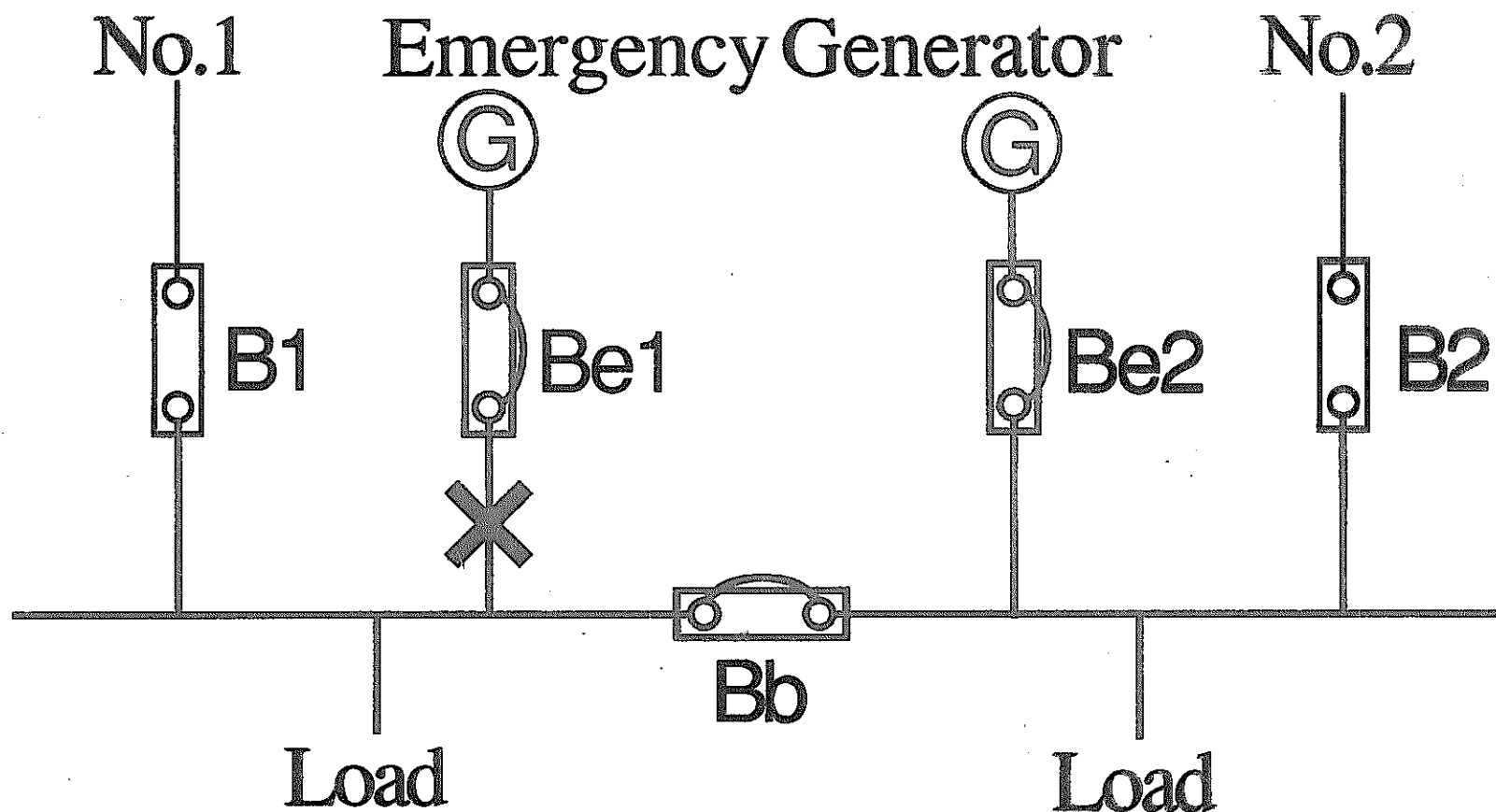
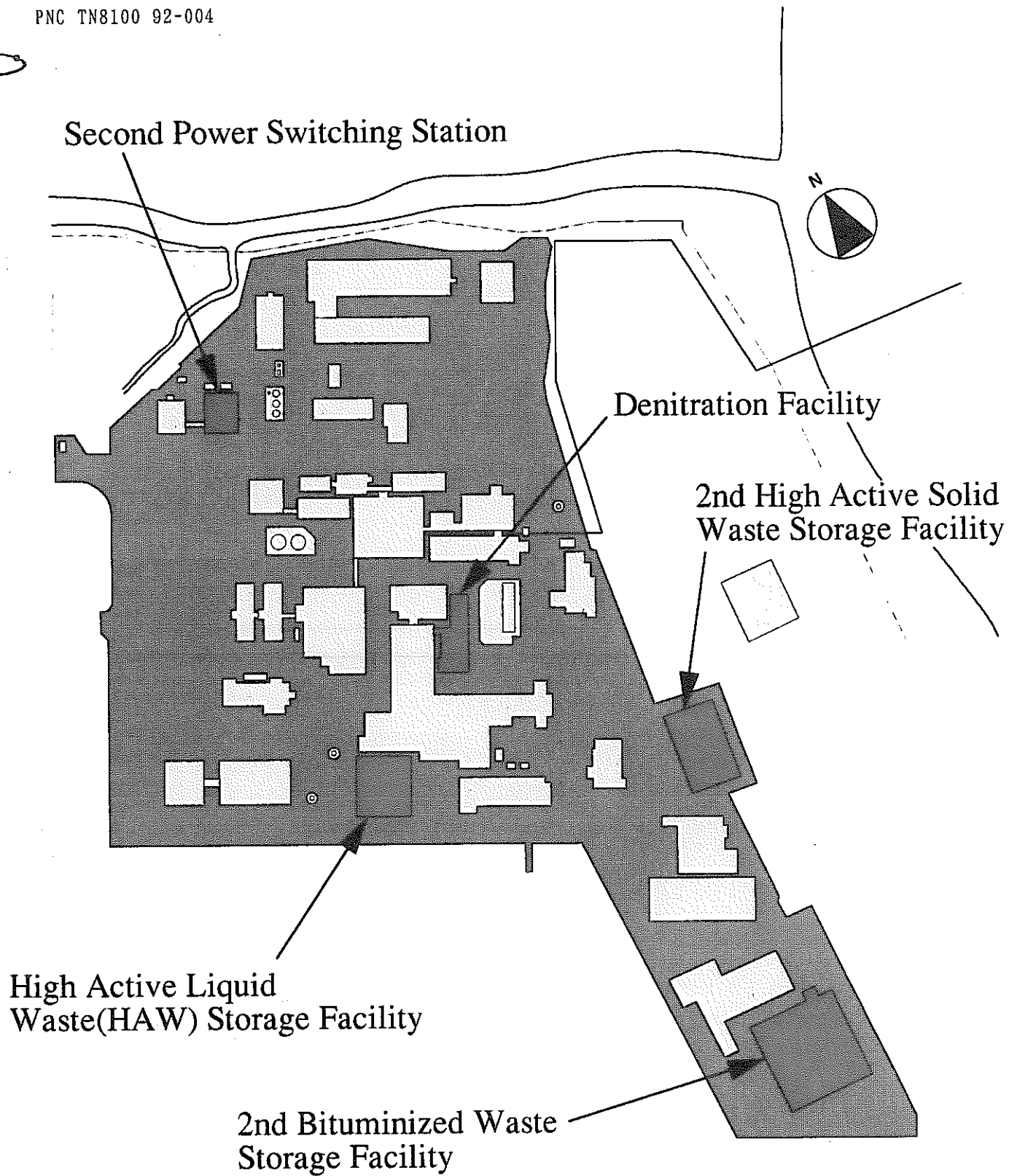
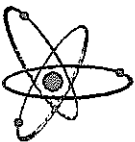


Diagram of Electric Power Supply



Layout of Tokai Reprocessing Plant

Tokai Reprocessing Plant

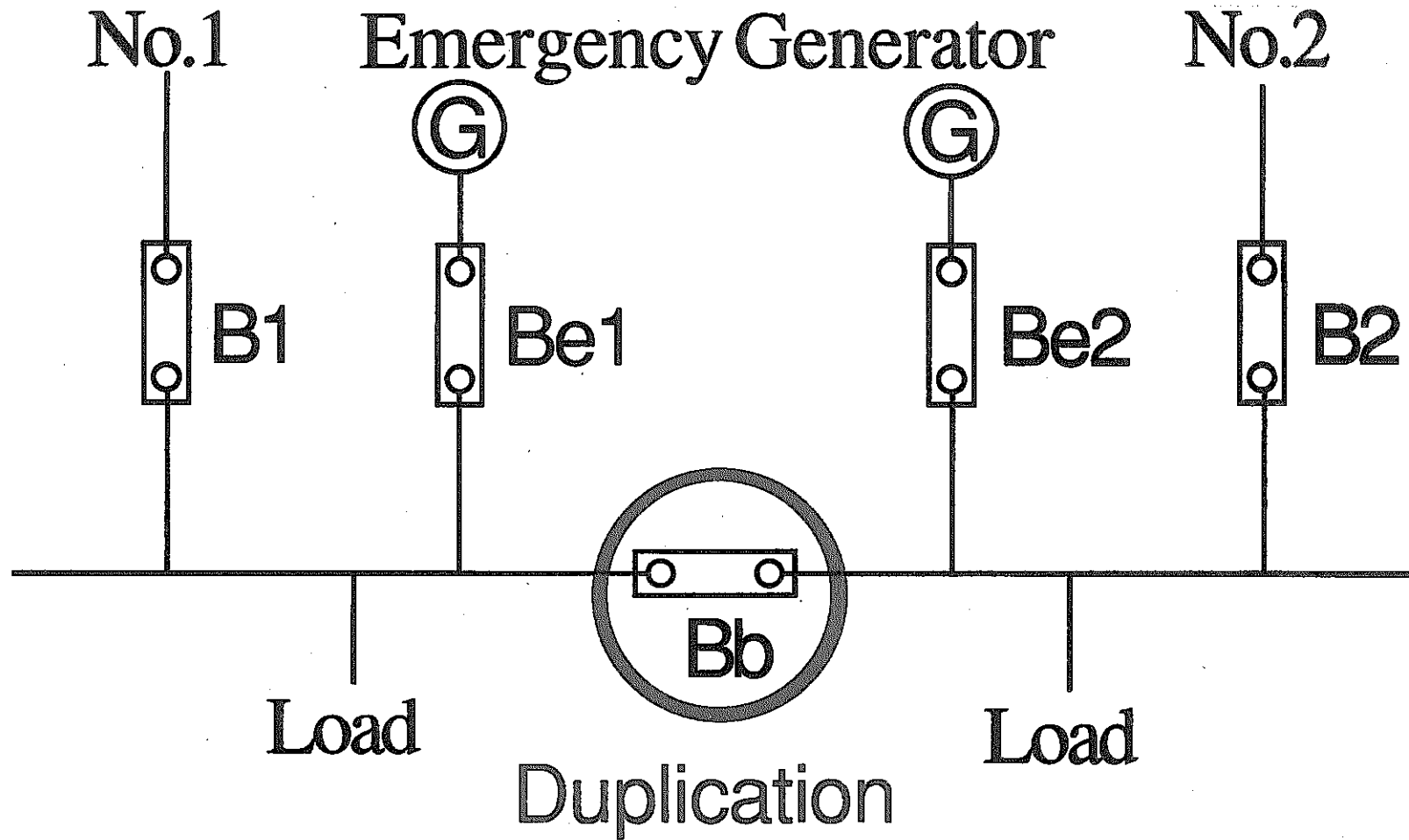
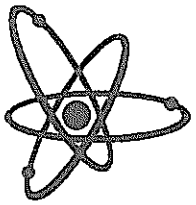
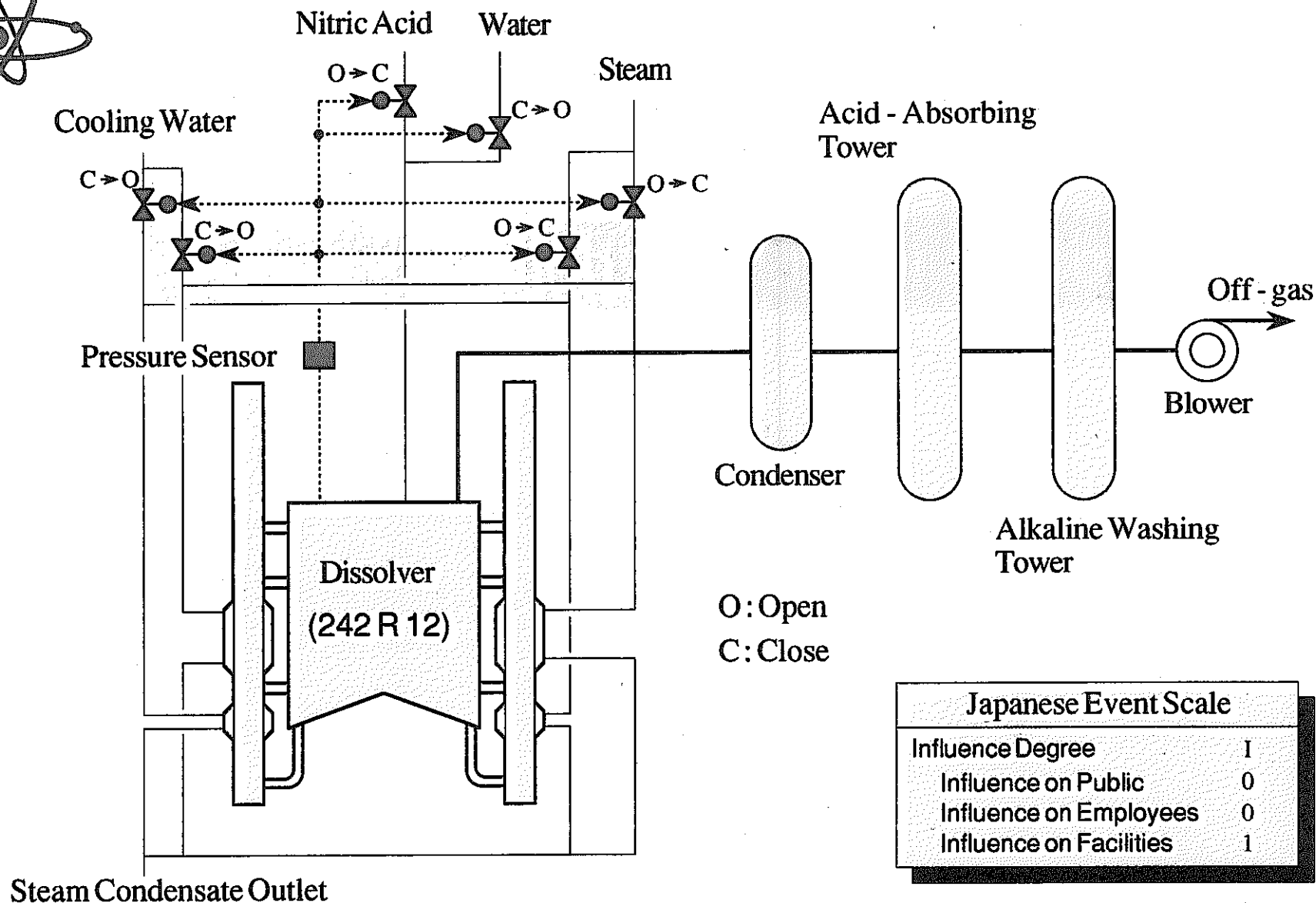
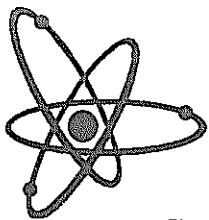
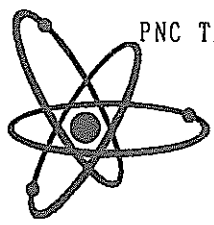


Diagram of Electric Power Supply



Heating / Cooling System for Dissolver



Tokai Reprocessing Plant

Cut Point

Shin - kawa

Shore Line

Leak Point

Effluent Discharge Pipe Line

New Pipe Line

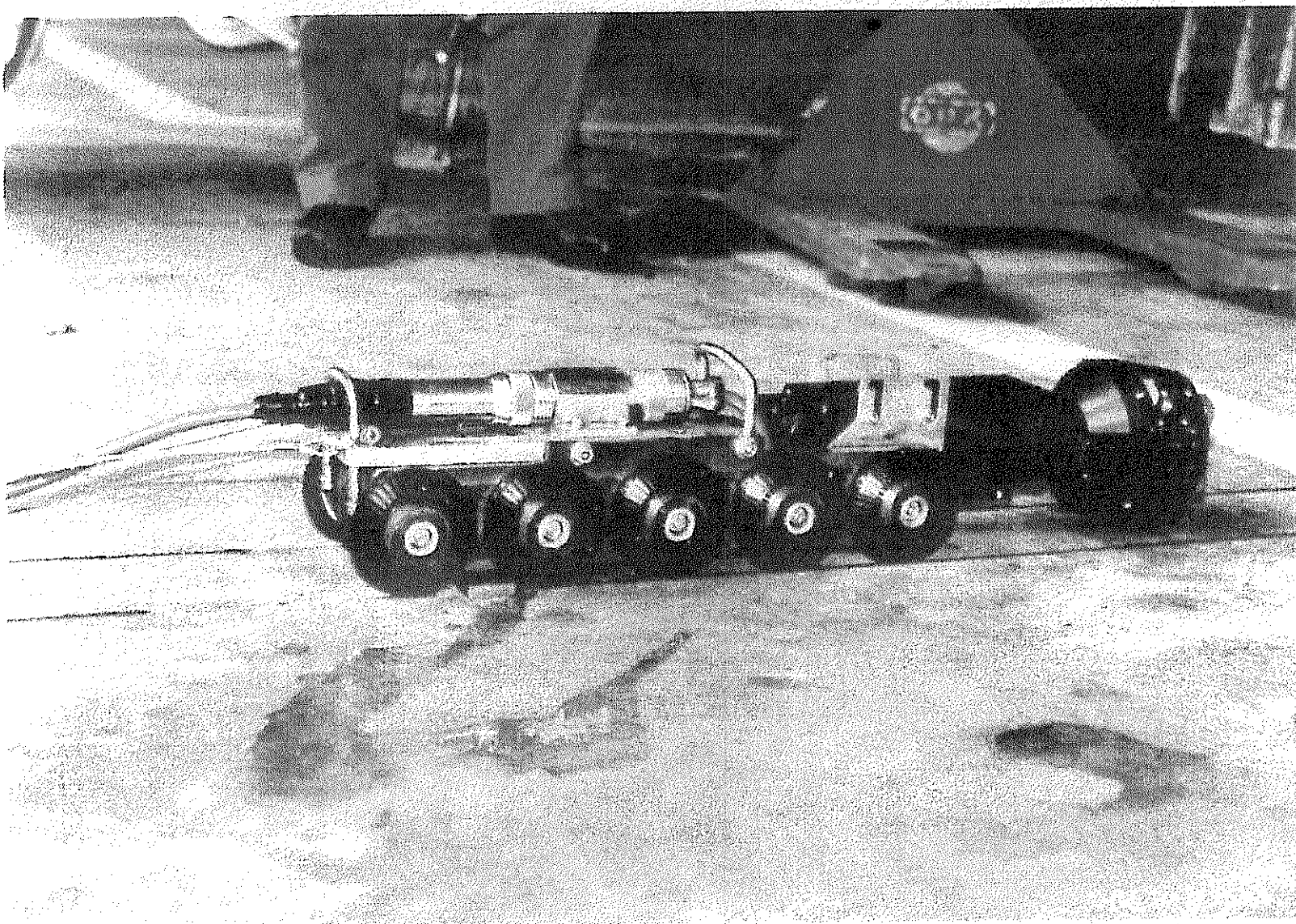
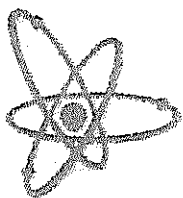
N

Japanese Event Scale

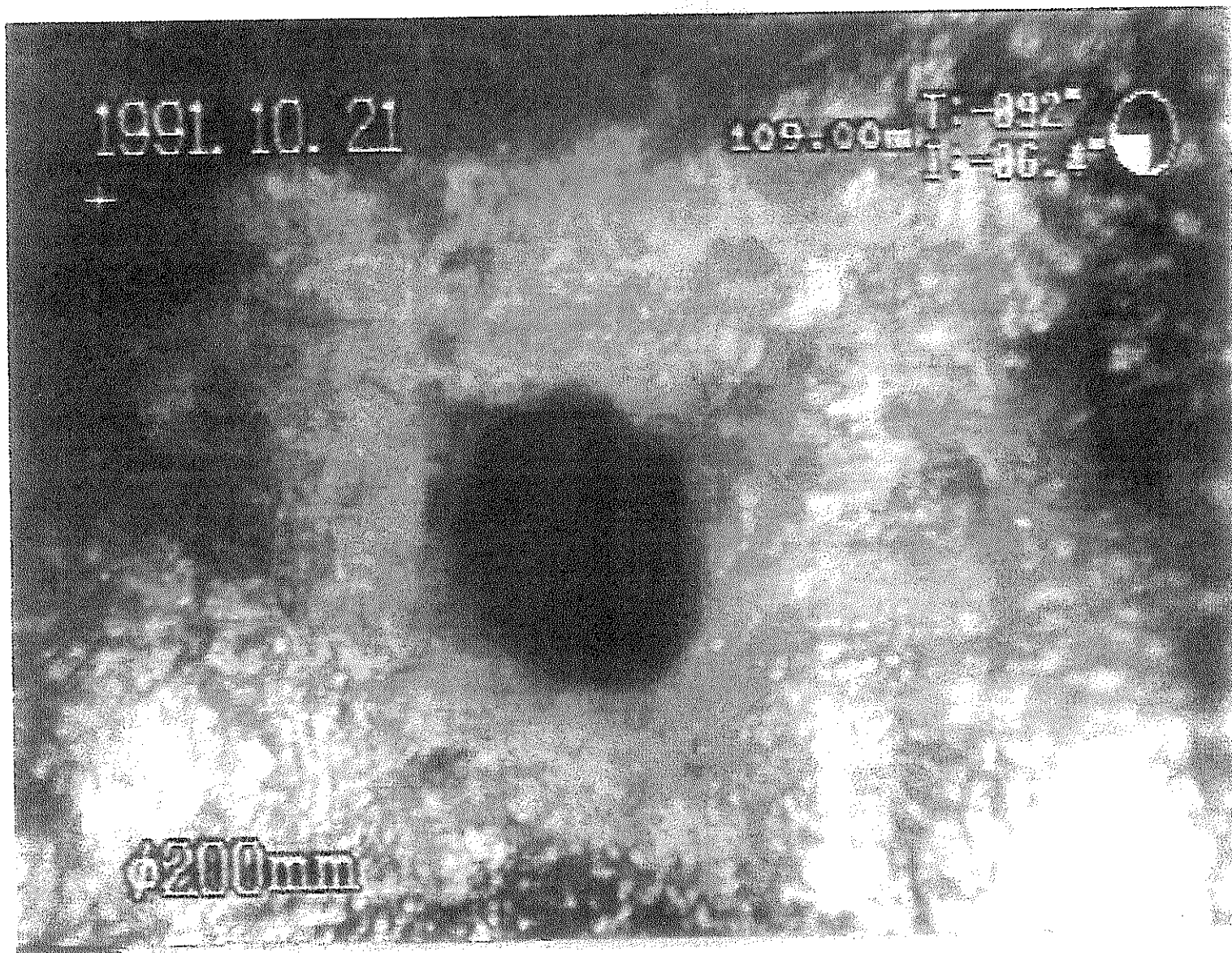
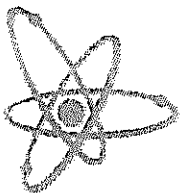
Influence Degree	1
Influence on Public	0
Influence on Employees	0
Influence on Facilities	1

Layout of Effluent Discharge Pipe Line

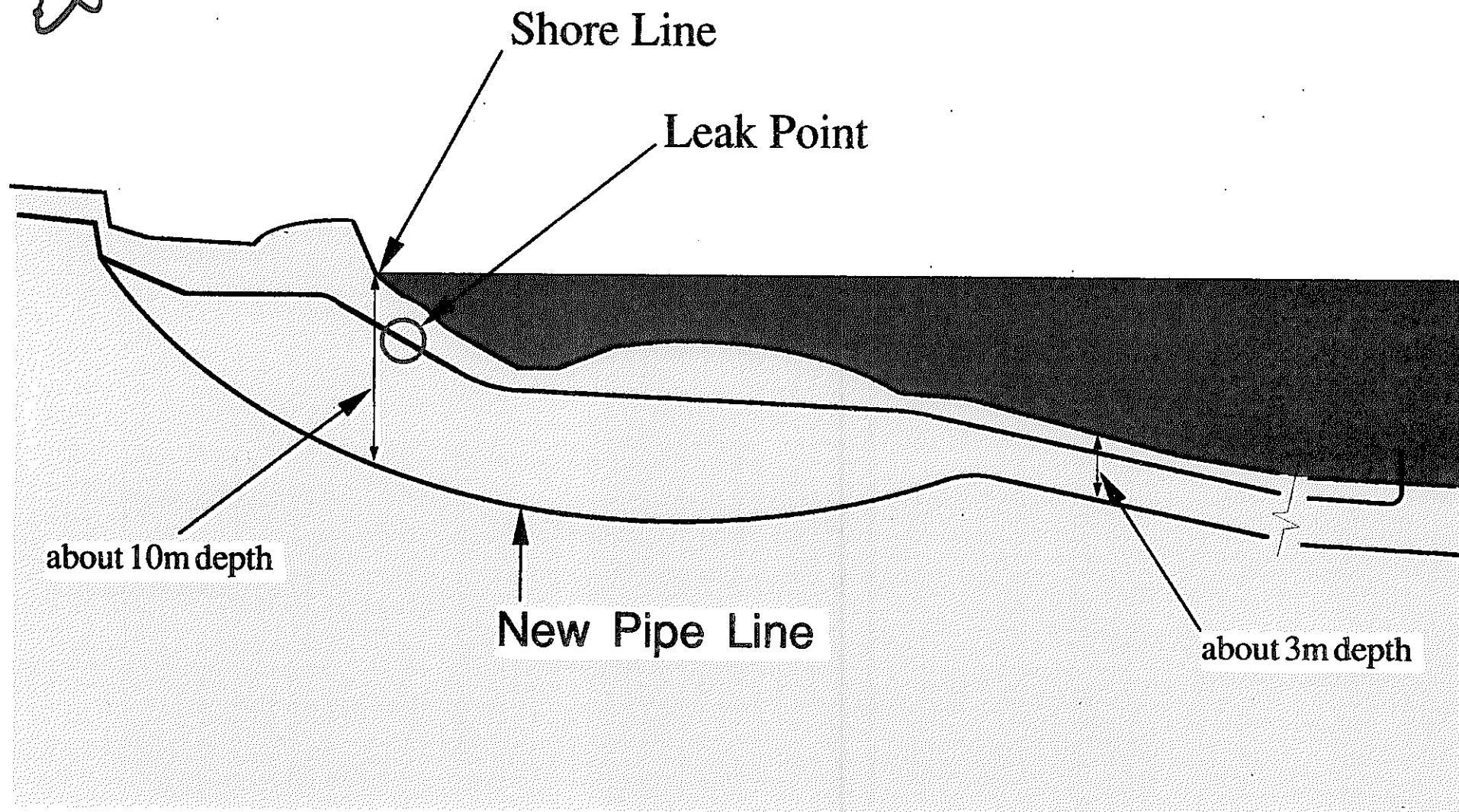
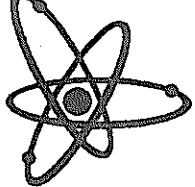
Tokai Reprocessing Plant



Tokai Reprocessing Plant

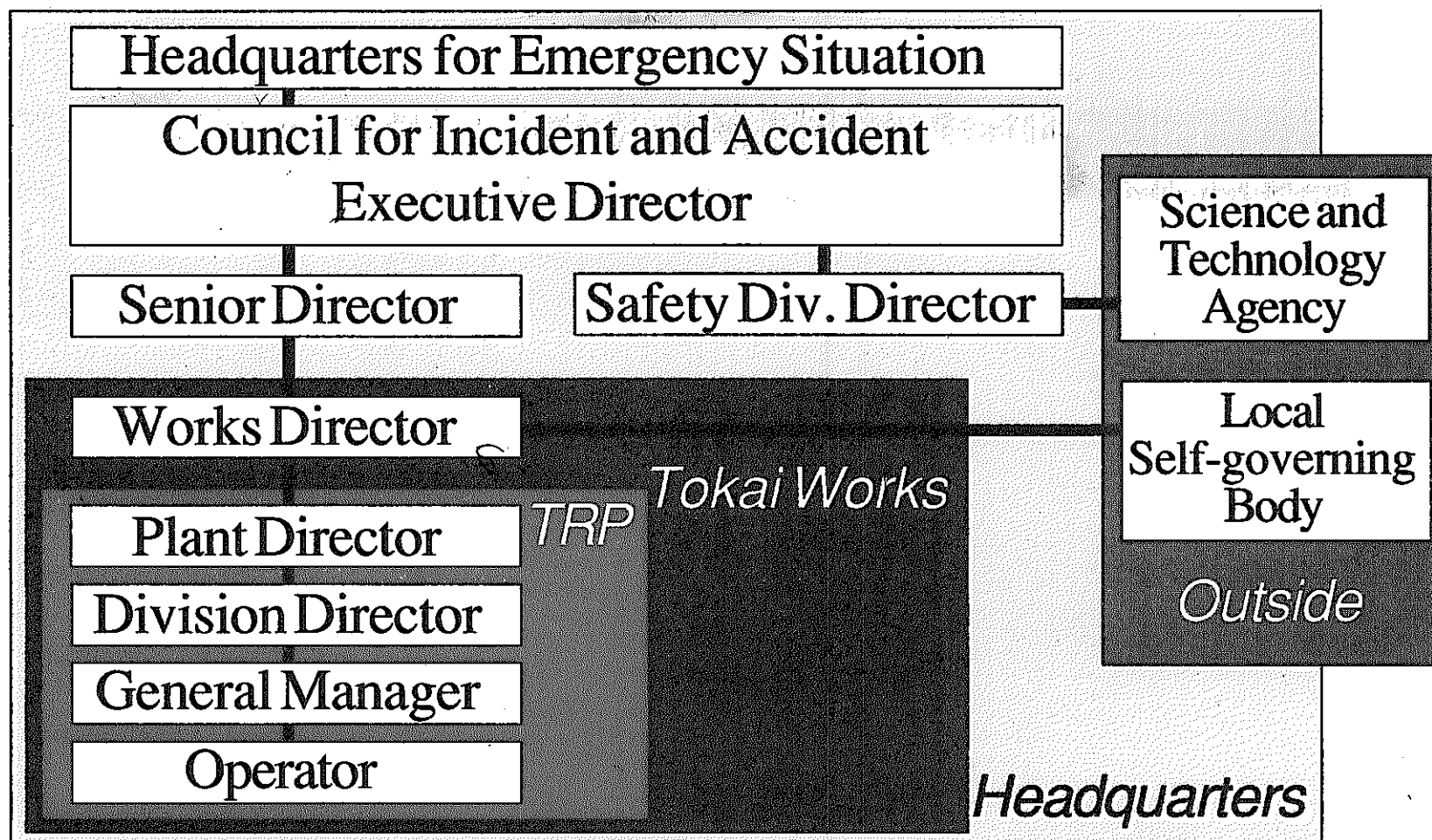
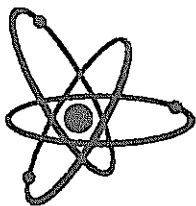


Tokai Reprocessing Plant



Improvement of New Pipe Line

Tokai Reprocessing Plant



Dispatch Flow of Incident and Accident