

## Japan engineers knew tsunami could overrun plant

日本のエンジニアは、津波が工場をのみ込むことがわかっていた。  
(オーストラリアの代表的新聞、ザ・エイジ、4月8日号より)

Over the past two weeks, Japanese government officials and Tokyo Electric Power executives have repeatedly described the deadly combination of the most powerful quake in Japan's history and the massive tsunami that followed as "soteigai", or beyond expectations.

この2週間で、日本政府当局者と東京電力の幹部は、日本の歴史の中で最大となった地震と予想を超えた想定外の大規模な津波による致命的な二重災害を繰り返し説明している。

When Tokyo Electric President Masataka Shimizu apologised to the people of Japan for the continuing crisis at the Fukushima Daiichi nuclear plant he called the double disaster "marvels of nature that we have never experienced before".

東京電力の清水正孝社長は、これまでに経験したことがない自然の驚異の二重災害とも言える、福島第一原子力発電所での継続的危機について、日本国民に対して謝罪した。

But a review of company and regulatory records shows that Japan and its largest utility repeatedly downplayed dangers and ignored warnings - including a 2007 tsunami study from Tokyo Electric Power Company's senior safety engineer.

しかし、日本と国内最大の公益事業が何度も危険性を無視し、東京電力安全技術官の2007年の津波の研究を含む警告を軽視してきたことを、東電の調査結果や記録などが示している。

"We still have the possibilities that the tsunami height exceeds the determined design height due to the uncertainties regarding the tsunami phenomenon," Tokyo Electric researchers said in a report reviewed by Reuters.

ロイター通信の調べでは、東京電力の研究者たちは"津波現象の不確実性から、まだ津波の高さが設計の想定を超える可能性がある"と言っている。

The research paper concluded that there was a roughly 10 per cent chance that a tsunami could test or overrun the defences of the Fukushima Daiichi nuclear power plant within a 50-year span based on the most conservative assumptions.

研究論文では、最も慎重な仮定に基づいて、50年以内におよそ10%の確率で、津波が福島第一原子力発電所の防護を超える可能性がある」と結論づけていた。

But Tokyo Electric did nothing to change its safety planning based on that study, which was presented at a nuclear engineering conference in Miami in July 2007. しかし、東京電力は2007年7月マイアミでの原子力工学会議で発表した研究に基づいた安全性の計画について、なにひとつ変更しなかった。

Meanwhile, Japanese nuclear regulators clung to a model that left crucial safety decisions in the hands of the utility that ran the plant, according to regulatory records, officials and outside experts.

一方、定期的な記録や職員、そして外部の専門家によれば、日本原子力規制当局は、重要な安全上の意思決定を現場まかせにしておく既存の業務体系を放置してきた。

Among examples of the failed opportunities to prepare for disaster, Japanese nuclear regulators never demanded that Tokyo Electric reassess its fundamental assumptions about earthquake and tsunami risk for a nuclear plant built more than four decades ago. In the 1990s, officials urged but did not require that Tokyo Electric and other utilities shore up their system of plant monitoring in the event of a crisis, the record shows.

災害対策としての失敗例の中で、日本の原子力規制当局は、40年以上前に建てられた原子力発電所の地震と津波のリスクについて、その基本的な仮定を見直すよう東京電力に要求したことはなかった。記録から見るに、1990年代に東京電力およびその他の公共事業に対し、危機的状況での彼らのシステムにおける工場監視の強化を促しはしたが、強く命じたわけではなかった。

Even though Japan's Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA), one of the three government bodies charged with nuclear safety, catalogued the damage to nuclear plant vent systems from an earlier earthquake, it did not require those to be protected against future disasters or hardened against explosions.

日本の三大政府機関の1つとして、原子力の安全性を管理する原子力安全保安院(NISA)は、以前の地震による発電所の通気システムへの損傷を記録していたにもかかわらず、将来の災害や爆発からの保護に対して強化を求めることをしなかった。

That marked a sharp break with safety practices put in place in the United States

in the 1980s after Three Mile Island, even though Japan modelled its regulation on US precedents and even allowed utilities to use American disaster manuals in some cases.

日本では米国のスリーマイル島原子力発電所の事故などの先例をモデルとして規制法案を作り上げ、いくつかのケースでは、米国の災害マニュアルを使用していたが、事故後 1980 年代に米国で行われてきた安全政策とは結果が全く違うものとなった。

Ultimately, when the wave was crashing in, everything came down to the ability of Tokyo Electric's frontline workers to carry out disaster plans under intense pressure.

最終的には、今回波が押し寄せてきたときには、強い圧力の下、防災計画を遂行する東京電力の現場労働者の能力にすべてがゆだねられることとなった。

But even in normal operations, the regulatory record shows Tokyo Electric had been cited for more dangerous operator errors over the past five years than any other utility. In a separate 2008 case, it admitted that a 17-year-old worker had been hired illegally as part of a safety inspection at Fukushima Daiichi.

しかし、東京電力では、過去 5 年間通常の稼働状況でも、危険な操作ミスが他の公益企業よりも多く行われていたことが、規定記録によって明らかにされている。2008 年の別のケースでは、福島第一原発での安全検査に 17 歳の労働者が、違法に雇われていたことを認めた。

"It's a bit strange for me that we have officials saying this was outside expectations," said Hideaki Shiroyama, a professor at the University of Tokyo who has studied nuclear safety policy. "Unexpected things can happen. That's the world we live in."

原子力安全政策を研究している東京大学の城山英明教授は、「想定外のことだと言われても、それは少しおかしい。予期せぬことが起こる可能性がある。それが私たちが住む世界だ。」と語った。

He added: "Both the regulators and TEPCO are trying to avoid responsibility."

城山教授は、「原子力規制当局も東京電力も、責任を回避しようとしている。」と付け加えた。

Najmedin Meshkati, a professor of civil and environmental engineering at the

University of Southern California, said the government's approach of relying heavily on Tokyo Electric to do the right thing largely on its own had clearly failed.

南カリフォルニア大学土木環境工学の Najmedin Meshkati 教授は、適切な処置をとるにあたり、東京電力に大きく依存した政府のアプローチは、明らかに失敗だと述べた。

"The Japanese government is receiving some advice, but they are relying on the already badly stretched resources of TEPCO to handle this," said Meshkati, a researcher of the Chernobyl disaster who has been critical of the company's safety record before. "Time is not on our side."

チェルノブイリ災害の研究者でもある Meshkati 教授は、「日本政府はいくつかのアドバイスを受けているが、彼らは東京電力に対応してもらおうよう依存し続けている。」と東京電力の安全記録に対して批判的な見解を示していた。「時間は限られているのだ。」

The revelation that Tokyo Electric had put a number to the possibility of a tsunami beyond the designed strength of its Fukushima nuclear plant comes at a time when investor confidence in the utility is in fast retreat.

東京電力に対する投資家の信頼が失墜しているさなかに、東京電力は福島県原子力発電所の設計を超える津波の可能性を予測していたことが明らかにされている。

Shares in the world's largest private utility have lost almost three-fourth of their value - \$US30 billion (\$29 billion) - since the March 11 earthquake pushed the Fukushima Daiichi nuclear plant into crisis. Analysts see a chance the utility will be nationalised by the Japanese government in the face of mounting liability claims and growing public frustration.

3月11日の地震により福島第一原子力発電所が危機におちいってから、世界最大の民間公益企業の株価は、ほぼ3/4の価値；30億米ドルを失っている。責任追及の声や広がる国民の不満に直面する東京電力が、国有化されるのではないかとアナリストたちはみている。

## **AN 'EXTREMELY LOW' RISK**

The tsunami research presented by a Tokyo Electric team led by Toshiaki Sakai came on the first day of a three-day conference in July 2007 organised by the

International Conference on Nuclear Engineering.

“極めて低い”とされたリスク

2007年7月に開催された原子力工学に関する国際会議の中で、3日間の初日に酒井俊明氏率いる東京電力チームは、津波研究を発表した。

It represented the product of several years of work at Japan's top utility, prompted by the 2004 earthquake off the coast of Sumatra that had shaken the industry's accepted wisdom. In that disaster, the tsunami that hit Indonesia and a dozen other countries around the Indian Ocean also flooded a nuclear power plant in southern India. That raised concerns in Tokyo about the risk to Japan's 55 nuclear plants, many exposed to the dangerous coast in order to have quick access to water for cooling.

それは、業界の常識を揺るがした2004年のスマトラ沖地震をきっかけとした日本のトップ公益企業による取り組みの数年間の成果としての発表であった。その災害では、津波がインドネシアやインド洋周辺の他の諸国を襲い、南インドの原子力発電所をのみこんでしまった。このことにより、冷却用の水を容易に取り込めるということで危険な海岸地帯に位置する日本の55の原子力発電所のリスクに対する懸念が高まっていた。

Tokyo Electric's Fukushima Daiichi plant, some 240 kilometres north-east of Tokyo, was a particular concern.

東京から約240km北東の東京電力の福島第一発電所は、特に懸念された。

The 40-year-old nuclear complex was built near a quake zone in the Pacific that had produced earthquakes of magnitude 8 or higher four times in the past 400 years - in 1896, 1793, 1677 and then in 1611, Tokyo Electric researchers had come to understand.

過去400年の間に1611年、1677年、1793年、1896年と、4回もマグニチュード8以上の地震が起きていた太平洋地域における地震帯の近くだと東京電力は認識しながら、核施設が建てられ40年が経過している。

Based on that history, Sakai, a senior safety manager at Tokyo Electric, and his research team applied new science to a simple question: What was the chance that an earthquake-generated wave would hit Fukushima? More pressing, what were the odds that it would be larger than the roughly six-metre wall of water the

plant had been designed to handle?

この歴史から、東京電力安全統括管理者の酒井氏と彼の研究チームは、次のようなシンプルな疑問に対して新しい知識を用いた。「地震による津波が福島を襲う確率はどれくらいか。もっと言うと、発電所が対応可能と設定していたおよそ6メートルより大きい津波が発生する可能性は、どのくらいあるのか。」

The tsunami that crashed through the Fukushima plant on March 11 was 14 meters high.

3月11日に福島原発を襲った津波は、14メートルの高さだった。

Sakai's team determined the Fukushima plant was dead certain to be hit by a tsunami of one or two meters in a 50-year period. They put the risk of a wave of 6 meters or more at around 10 per cent over the same time span.

50年間で1-2メートルの津波でさえ福島原発は壊されると判断し、その間に6メートル以上の津波が来る確率は10%と見込まれていた。

In other words, Tokyo Electric scientists realised as early as 2007 that it was quite possible a giant wave would overwhelm the sea walls and other defences at Fukushima by surpassing engineering assumptions behind the plant's design that date back to the 1960s.

また、2007年初頭には既に東京電力の科学者たちは、1960年代に設計された発電所の技術より上回る巨大な波が福島の海の防波堤などをのみこむ可能性があることを認識していた。

Company Vice President Sakae Muto said the utility had built its Fukushima nuclear power plant "with a margin for error" based on its assessment of the largest waves to hit the site in the past.

東京電力副社長の武藤栄氏は、最大の波が発電所を襲うという想定をもとに「多少の誤差」を含めて、福島原子力発電所は建設されたと述べた。

That would have included the magnitude 9.5 Chile earthquake in 1960 that killed 140 in Japan and generated a wave estimated at near six metres, roughly in line with the plans for Fukushima Daiichi a decade later.

これは、日本で140人が死亡した1960年のマグニチュード9.5のチリ地震にもあてはまる。日本では140人近くが死亡し、およそ6メートルと推定される津波を引き起こした。この数字が10年後の福島第一発電所建設におけるおおよその想定数字と一

致している。

"It's been pointed out by some that there could be a bigger tsunami than we had planned for, but my understanding of the situation is that there was no consensus among the experts," Muto said in response to a question from Reuters.

ロイター通信の質問に対し、武藤氏は「私たちが想定していた以上の津波が起こったとの指摘があるが、今回の状況における私の理解では、専門家同士の見解の一致が見られなかった。」と返答した。

Despite the projection by its own safety engineers that the older assumptions might be mistaken, Tokyo Electric was not breaking any Japanese nuclear safety regulation by its failure to use its new research to Fukushima Daiichi, which was built on the rural Pacific coast to give it quick access to sea water and keep it away from population centres.

古い想定には誤りがあったかもしれないという、安全技術士たちの独自の意見にもかかわらず、東京電力は、海水までの迅速なアクセスが可能な太平洋沿岸に建設された福島第一原発に対して新たな調査で安全性を強化することはなかった。

"There are no legal requirements to re-evaluate site related (safety) features periodically," the Japanese government said in a response to questions from the United Nations nuclear watchdog, the International Atomic Energy Agency, in 2008.

2008年に国際原子力機関、国連原子力監査機関からの質問に対し、日本政府は「定期的に安全機能を再調査するような法規制はない。」との回答を示した。

In fact, in safety guidelines issued over the past 20 years, Japanese nuclear safety regulators had all but written off the risk of a severe accident that would test the vaunted safety standards of one of their 55 nuclear reactors, a key pillar of the nation's energy and export policies.

実際には、過去20年間に発行された安全ガイドラインでは、日本の原子力安全規制当局は、国のエネルギーとその輸出政策の中枢でもあった55個の原子炉の1つの安全基準を揺るがす大変な事故に関するリスクを軽視していたのである。

That has left planning for a strategy to head off runaway meltdown in the worst case scenarios to Tokyo Electric in the belief that the utility was best placed to handle any such crisis, according to published regulations.

公開されている規制法によると、最悪なシナリオ下での制御不能なメルトダウンを回避する戦略が計画されていないまま、発電所はあらゆる危険な場合でも対応できると信じられていた。

In December 2010, for example, Japan's Nuclear Safety Commission said the risk for a severe accident was "extremely low" at reactors like those in operation at Fukushima. The question of how to prepare for those scenarios would be left to utilities, the commission said.

例えば、2010年12月に日本原子力安全委員会は、福島で稼働しているような原子炉では重大な事故が起こるリスクは、“極めて低い”。そのような事故への対応策は、発電所に任せていると述べていた。

A 1992 policy guideline by the NSC also concluded core damage at one of Japan's reactors severe enough to release radiation would be an event with a probability of once in 185 years. So with such a limited risk of happening, the best policy, the guidelines say, is to leave emergency response planning to Tokyo electric and other plant operators.

1992年の日本原子力安全委員会政策ガイドラインでは、日本の原子炉において、重度の損傷により放射能が放出されることは、185年に一度の確率だとまとめた。限定的なリスクが起こった場合の最善策については、東京電力やその他の発電所業者の緊急対応策による、とされていた。

## PREVENTION NOT CURE

Over the past 20 years, nuclear operators and regulators in Europe and the United States have taken a new approach to managing risk. Rather than simple defences against failures, researchers have examined worst-case outcomes to test their assumptions, and then required plants to make changes.

対応ではなく防止を

過去20年間にわたり、欧米の原子力事業者や規制当局は、リスク管理に対して新しい手段を採用してきている。不具合に対する単純な防御よりも、研究者たちは、彼らの仮説を分析して最悪のケース結果を検討し、変更を加えていくよう発電所に求めてきた。

They have looked especially at the chance that a single calamity could wipe out



an operator's main defense and its backup, just as the earthquake and tsunami did when the double disaster took out the main power and backup electricity to Fukushima Daiichi.

地震と津波が引き起こした二重災害により福島第一原発の主電力とバックアップ電力が奪われたように、たとえ単一の災害であってもオペレーターの主防衛もバックアップも全滅する可能性があることを彼らは特に検証してきた。

Japanese nuclear safety regulators have been slow to embrace those changes.

Japan's Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA), one of three government bodies with responsibility for safety policy and inspections, had published guidelines in 2005 and 2006 based on the advances in regulation elsewhere but did not insist on their application.

日本原子力安全規制当局はこれらの変更を受け入れるのが遅れている。

安全政策と検査を受け持つ 3 つの政府機関の 1 つでもある日本原子力安全保安院 (NISA) は、他所の規制の進歩に基づいたガイドラインを 2005 年と 2006 年に発表しながらも、それらの実用化を主張しなかった。

"Since, in Japanese safety regulation, the application of risk information is scarce in experience - (the) guidelines are in trial use," the NISA said.

Japanese regulators and Tokyo Electric instead put more emphasis on regular maintenance and programs designed to catch flaws in the components of their ageing plants.

NISA は、「日本の安全規制では、リスク情報の適用は極めて経験不足のため、ガイドラインは、試用目的として使用されている。」と述べた。

その代わりとして、日本の規制当局と東京電力では、定期的なメンテナンスと老朽化している発電所の主要部品の欠陥を判断するプログラムの設計などに重点を置いてきた。

That was the thinking behind extending the life of the No. 1 reactor at Fukushima Daiichi, which had been scheduled to go out of commission in February after a 40-year run. But shutting down the reactor would have made it much more difficult for Japan to reach its target of deriving half of its total generation of electricity from nuclear power by June 2010 - or almost double its share in 2007.

この考え方は、40 年間の稼働予定であった福島第一原子炉(1号機)の延長が背景にあった。しかしながら、原子炉を止めることで、2007 年度のおよそ倍の供給もしくは

2010年6月までに原子力からの発電量を総発電量の半分とする目標を達成することはより一層困難なものになっていたかもしれなかった。

The Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) figured it could reach the target by building at least 14 new nuclear plants, and running existing plants harder and longer. Fukushima's No. 1 reactor was given a 10-year extension after Tokyo Electric submitted a maintenance plan.

Safety regulators, who also belong to METI, did not require Tokyo Electric to rethink the fundamental safety assumptions behind the plant. The utility only had to insure the reactor's component parts were not being worn down dangerously, according to a 2009 presentation by the utility's senior maintenance engineer.

経済産業省(METI)は、少なくとも1箇所の新しい原子力発電所を構築し、既存発電所の今まで以上の稼働を実施することで目標を達成する可能性があると思込んでいた。

東京電力のメンテナンス計画の提出後、福島第一原子炉(1号機)は10年の延長が決まった。

経済産業省に属する安全規制当局は、発電所の背景にある基本的な安全性の想定を東京電力に求めなかった。東京電力は、2009年に保守技術官によって発表された、原子炉の構成部品の摩耗が危険なレベルにはいたっていないということを保証するだけであった。

That kind of thinking - looking at potential problems with components without seeing the risk to the overall plant - was evident in the way that Japanese officials responded to trouble with backup generators at a nuclear reactor even before the tsunami.

On four occasions over the past four years, safety inspectors from Japan and the International Atomic Energy Agency (IAEA) were called in to review failures with back-up diesel generators at nuclear plants.

このように、発電所全体のリスクを見ないまま、構成部品の潜在的な問題を見る考え方は、まさに津波が発生する前に原子炉のバックアップ発電機に発生したトラブルに対する日本政府の対応の仕方に顕著に表れていた。

過去4年間で4回にわたり、日本の安全検査官と国際原子力機関(IAEA)は、原子力発電所のバックアップディーゼル発電機の不具合の立ち入り検査をした。

In June 2007, an inspector was dispatched to Fukushima's No. 4 reactor, where the backup generator had caught fire after a circuit breaker was installed improperly, according to the inspector's report.

"There is no need of providing feedback to other plants for the reason that no similar event could occur," the June 2007 inspection concluded.

The installation had met its safety target. Nothing in that report or any other shows safety inspectors questioned the placement of the generators on low ground near the shore where they proved to be at highest risk for tsunami damage at Fukushima Daiichi.

2007年6月に回線ブレーカーが不適切に設置された後に、バックアップ発電機が火災を起こした福島第4原子炉(4号機)に派遣された検査員の報告書は、「同様のことが発生する可能性はないので、他の発電所への情報提供を行う必要性はない。」と結論づけていた。

安全性の基準に合った設置をしていた。安全検査官が、福島第一原発で最も津波のリスクが高い所として証明していた海岸近くの低地に発電機が設置されていたことを問題としていたとは、どこにも記述されていない。

## **'GET OUT, GET OUT'**

Japanese nuclear regulators have handed primary responsibility for dealing with nuclear plant emergencies to the utilities themselves. But that hinges on their ability to carry them out in an actual crisis, and the record shows that working in a nuclear reactor has been a dangerous and stressful job in Japan even under routine conditions.

### **“逃げろ、逃げろ”**

日本原子力規制当局は、緊急事態への対応に対する主な責務を発電所自身に与えている。しかし、実際に起こっている危機の中では、彼らの遂行能力によって事態は左右する。通常であっても、原子炉内での作業は、危険でストレスの多い仕事だということを記録は物語っている。

Inspectors with Japan's Nuclear Energy Safety Organization have recorded 18 safety lapses at Tokyo Electric's 17 nuclear plants since 2005. Ten of them were attributed to mistakes by staff and repairmen.

2005年以来、東京電力の17箇所の原子力発電所において、18の安全管理の過失が日本原子力安全組織の検査官によって報告されている。そのうち10個については、スタッフと修理工の過失に起因していた。

They included failures to follow established maintenance procedures and failures to perform prescribed safety checks. Even so, Tokyo Electric was left on its own to set standards for nuclear plant staff certification, a position some IAEA officials had questioned in 2008.

その中には、既存のメンテナンス作業や決められた安全確認作業に伴う過失が含まれていた。それでも東京電力は、2008年にIAEA当局から疑問視されていたにもかかわらず、原子力発電所スタッフ認可の基準設定は一任されたままであった。

In March 2004, two workers in Tokyo Electric's Fukushima Daini plant passed out when the oxygen masks they were using - originally designed for use on an airplane - began leaking and allowed nitrogen to seep into their air supply.

2004年3月には、着用していた通常航空用の酸素マスクから窒素を吸い込み、東京電力の福島第一原子力発電所に勤める2名の方が亡くなった。

The risks also appear to have made it hard to hire for key positions. In 2008, Toshiba admitted it had illegally used six employees under the age of 18 as part of a series of inspections of nuclear power plants at Tokyo Electric and Tohoku Electric. One of those minors, then aged 17, had participated in an inspection of the Fukushima Daiichi No. 5 reactor, Tokyo Electric said then.

The magnitude 9.0 quake struck on Friday afternoon of March 11 - the most powerful in Japan's long history of them - pushed workers at the Fukushima plant to the breaking point as injuries mounted and panic took hold.

このようなリスクによって、重要な役職への人材採用も難しくなっている。

2008年、東京電力と東北電力の原子力発電所の検査の一部で、18歳未満の従業員を不法雇用していたことを東芝が認めた。その中の17歳の未成年者が、福島原子力発電所の第5原子炉(5号機)の検査にも加わっていたことを東京電力も認めた。

3月11日金曜日の午後に襲ったマグニチュード9.0の地震は、日本の歴史上最大となったが、負傷者の増加やパニック続きに福島原子力発電所で働く従業員の限界まで追いやった。

Hiroyuki Nishi, a subcontractor who had been moving scaffolding inside Reactor No. 3 when the quake hit, described a scene of chaos as a massive hook came crashing down next to him. "People were shouting 'Get out, get out!'" Nishi said. "Everyone was screaming."

In the pandemonium, workers pleaded to be let out, knowing a tsunami was soon to come. But Tokyo Electric supervisors appealed for calm, saying each worker had to be tested first for radiation exposure. Eventually, the supervisors relented, threw open the doors to the plant and the contractors scrambled for high ground just ahead of the tsunami.

地震が起きた際に第3原子炉(第3号機)の中の足場で動いていた下請け社員の西ヒロユキさんは、巨大な金属が隣に落ちてきた、とその状況を描写する。「皆が逃げろ逃げろと大声で叫んでいたんです。」。

作業員たちは、その修羅場の中で、津波がすぐに押し寄せてくることがわかっており、避難させるよう求めた。

しかし東京電力の統括者たちは、まずは従業員ひとりずつの放射能被曝のテストをする必要があるとして、冷静になるよう訴えた。最終的には、上司たちが折れ、発電所の扉を開けて作業員たちは津波よりも高いところへとはい登っていったのである。

After the wave receded, two employees were missing, apparently washed away while working on unit No. 4. Two contractors were treated for leg fractures and two others were treated for slight injuries. A ninth worker was being treated for a stroke.

In the chaos of the early response, workers did not notice when the diesel pumps at No. 2 ran out of fuel, allowing water levels to fall and fuel to become exposed and overheat. When the Fukushima plant suffered its second hydrogen blast in three days the following Monday, Tokyo electric executives only notified the prime minister's office an hour later. Seven workers had been injured in the explosion along with four soldiers.

津波がひいた後、2名の従業員が行方不明となった。第4原子炉(第4号機)での作業中にもみ込まれたのは明らかである。2名の請負者は、脚の骨折の治療を受け、他2名は軽傷の治療を受けた。第9原子炉の作業員は、脳卒中の治療を受けていた。

最初の混乱時には、第2原子炉のディーゼルポンプの燃料切れによる水量レベルの低下と燃料の露出と過熱に作業員たちは気づいていなかった。

津波発生の日曜日の3日後の月曜日に2度目の水素爆発が福島原発で起きた際、東京電力の幹部は一時間後に首相官邸に通知しただけだった。その爆発により、7名の作業員と4名の自衛隊員が負傷していた。

An enraged Prime Minister Naoto Kan pulled up to Tokyo Electric's headquarters the next morning before dawn. "What the hell is going on?" reporters outside the

closed-door discussion reported hearing Kan demand angrily of senior executives. Errors of judgment by workers in the hot zone and errors of calculation by plant managers hampered the emergency response a full week later as some 600 soldiers and workers struggled to contain the spread of radiation.

On Thursday, two workers at Fukushima were shuttled to the hospital to be treated for potential radiation burns after wading in water in the turbine building of reactor No. 3. The workers had ignored their radiation alarms thinking they were broken.

激怒した菅直人内閣総理大臣は、翌朝夜が明ける前に東京電力本社に怒鳴りこんだ。「何をやっているんだ！」と上層幹部に怒鳴り散らした菅首相の声は、部屋の外にいた取材者たちにまで聞こえた。

作業員の誤った判断と発電所管理者の誤った計算が、緊急時の対応を妨げ、1週間後約600名の自衛隊員と作業員は放射能拡散の沈静化に苦勞することになった。

木曜日には、第3原子炉(第3号機)の建屋内での水中での作業後に放射能被曝の可能性がでた福島原発の作業員2名が病院に運ばれた。作業員たちは、放射能アラームが壊れていたと思い、無視していた。

Then Tokyo electric officials pulled workers back from an effort to pump water out of the No. 2 reactor and reported that radiation readings were 10 million times normal. They later apologised, saying that reading was wrong. The actual reading was still 100,000 times normal, Tokyo Electric said.

The government's chief spokesman was withering in his assessment. "The radiation readings are an important part of a number of important steps we're taking to protect safety," Chief Cabinet Secretary Yukio Edano told reporters. "There is no excuse for getting them wrong."

その後東京電力関係者は、第2原子炉からポンプで水を吸い上げることを止め、放射能の測定値が通常の数値の1,000万倍の数値を記録したと報告した。後になって、数値に誤りがあったことを謝罪し、実際の測定値はそれでも通常の数値の10万倍だと東京電力は発表した。

枝野幸雄官房長官は会見の場で「放射能数値は、安全を守るために不可欠なステップの重要な部分であり、間違えることなど言い訳はできない」と記者団に告げた。

## **VENTS AND GAUGES**

Although US nuclear plant operators were required to install "hardened" vent systems in the 1980s after the Three Mile Island incident, Japan's Nuclear Safety

Commission rejected the need to require such systems in 1992, saying that should be left to the plant operators to decide.

### 通気管と計器

スリーマイル島の事故後、1980年代に米国の原子力発電所は“強化製”通気管システムの設定を義務付けられたにもかかわらず、日本原子力安全委員会は原子力発電所に決定権を委ねると言い、1992年このようなシステムの必要性を否定した。

A nuclear power plant's vent represents one of the last resorts for operators struggling to keep a reactor from pressure that could to blow the building that houses it apart and spread radiation, which is what happened at Chernobyl 25 years ago. A hardened vent in a US plant is designed to behave like the barrel on a rifle, strong enough to withstand an explosive force from within.

The US Nuclear Regulatory Commission concluded in the late 1980s that the General Electric designed Mark I reactors, like those used at Fukushima, required safety modifications.

25年前にチェルノブイリで起こってしまったように、放射能拡散を防ぐ建屋を吹き飛ばすほどの圧力から原子炉をから守りつづけることに苦心を重ねる操作員たちにとって、原子力発電所の通気管は最後の手段の一つである。米国の発電所にある強化製通気管は、ライフル銃の銃身のように内部からの強い爆発力にも十分に耐えられるように設計されている。

米国原子力規制委員会は、GE社設計によるマークI原子炉の通気管は安全性の修正が必要である、と結論づけた。それは、福島原発で使用されている通気管も同じである。

The risks they flagged, and that Tokyo did not heed, would come back to haunt Japan in the Fukushima crisis.

First, US researchers concluded that a loss of power at one of the nuclear plants would be one of the "dominant contributors" to the most severe accidents. Flooding of the reactor building would worsen the risks. The NRC also required US plants to install "hard pipe" after concluding the sheet-metal ducts used in Japan could make things much worse.

"Venting via a sheet metal duct system could result in a reactor building hydrogen burn," researchers said in a report published in November 2008.

彼らが掲げたリスクは、日本政府は気にも留めなかったわけだが、この福島危機で日本に再びつきまとうだろう。

まず、米国の研究者は原子力発電所での電源損失は、大事故を引き起こす大きな要因となると述べていた。原子炉建屋の洪水被害は、リスクを悪化させる。NRC は、日本で使われている板金通気管は事態の悪化に拍車をかけることになるという見解を示し、米国内の発電所に強化製通気管の導入を求めた。

「板金通気管システムによる排気は、原子炉建屋の水素爆発の原因になる可能性がある」と、2008年11月の報告書で研究者は述べていた。

In the current crisis, the failure of the more vulnerable duct vents in Fukushima's No. 1 and No. 3 reactors may have contributed to the hydrogen explosions that blew the roof off the first and left the second a tangled hulk of steel beams in the first three days of the crisis.

The plant vents, which connect to the big smokestack-like towers, appear to have been damaged in the quake or the tsunami, one NISA official said.

Even without damage, opening the vulnerable vents in the presence of a build-up of hydrogen gas was a known danger. In the case of Fukushima, opening the vents to relieve pressure was like turning on an acetylene torch and then watching the flame "shoot back into the fuel tank," said one expert with knowledge of Fukushima who asked not to be identified because of his commercial ties in Japan.

現在の危機では、福島第1および第3原子炉の脆弱性を伴う通気管の不具合によって水素爆発が発生した可能性がある。それにより、屋根が吹き飛び、後には絡み合った鉄梁が残された。

大きな煙突のような塔に接続されている発電所の通気管は、地震や津波で破損しているようにみえると原子力安全保安院の関係者は語った。

たとえ損傷がなくとも、水素ガスの圧力が高まっている中で脆弱性を伴う通気管を開けることは危険だとされていた。福島原発の場合、通気管を開けて圧力を下げるとは、アセチレンランプをつけて燃料タンクに噴出する炎を眺めるようなものだ、と福島原発に詳しい専門家は言っていた。

Tokyo Electric began venting the No. 1 reactor on March 12 just after 10am. An hour earlier the pressure in the reactor was twice its designed limit. Six hours later the reactor exploded.

The same pattern held with reactor No. 3. Venting to relieve a dangerous build-up of pressure in the reactor began on March 13. A day later, the outer building - a concrete and steel shell known as the "secondary containment" - exploded.



Toshiaki Sakai, the Tokyo Electric researcher who worked on tsunami risk, also sat on a panel in 2008 that reviewed the damage to the Kashiwazaki-Kariwa nuclear plant. In that case, Tokyo Electric safely shut down the plant, which survived a quake 2.5 times stronger than it had been designed to handle.

3月12日10時直後に、東京電力は第1原子炉の排気を始めた。1時間前の原子炉の圧力は、設定限度の2倍もあったのである。6時間後、原子炉が爆発した。

3月13日には、同じ作業が第3原子炉でも開始され、危険なレベルにある圧力を下げる試みがなされた。翌日、コンクリートと鉄からなる2次格納容器とされている外側の建物が爆発した。

津波のリスクに取り組んでいた東京電力の酒井利明研究員は、2008年に柏崎刈羽原子力発電所の損傷を見直す公開討論会でパネラーとして参加していた。そのケースでは、東京電力は設定よりも2.5倍強い地震時に、安全に発電所の稼働を止めた。

Sakai and the other panelists agreed that despite the successful outcome the way the ground sank and broke underground pipes needed for firefighting equipment had to be considered "a failure to fulfill expected performance".

Japanese regulators also knew a major earthquake could damage exhaust ducts. A September 2007 review of damage at the same Tokyo Electric nuclear plant by NISA Deputy Director Akira Fukushima showed two spots where the exhaust ducts had broken.

No new standard was put in place requiring vents to be shored up against potential damage, records show.

この成功にもかかわらず、酒井氏は他のパネリストとともに、地面が沈没し、消火設備に必要な地下パイプが壊れたことは、想定内の機能を果たすことができなかった過失とみなすべきであるという意見で一致した。

日本の規制当局は、大地震で排気通気管が損傷することを認識していた。2007年9月の同じ東京電力原子力発電所の損傷報告で原子力安全保安院次長の福島章氏は、2箇所では排気通気管の損傷が確認されたことを示した。

潜在的損傷を被らないよう通気管の強化を求める新しい基準はいまだできていない。

Masashi Goto, a former nuclear engineer who has turned critical of the industry, said he believed Tokyo Electric and regulators wrongly focused on the parts of the plant that performed well in the 2007 quake, rather than the weaknesses it exposed. "I think they drew the wrong lesson," Goto said.

元原子力技術者で、現在業界の評論家になった後藤政志氏によれば、2007年の地震の際に、間違ったことに東京電力と規制局は、明るみになった脆弱性よりも、発電所でうまく稼働した部分に目を向けていると述べた。「彼らは誤った教訓を導き出してしまったのです。」と後藤氏は続けた。

The March 11 quake not only damaged the vents but also the gauges in the Fukushima Daiichi complex, which meant that Tokyo Electric was without much of the instrumentation it needed to assess the situation on the ground during the crisis.

"The data we're getting is very sketchy and makes it impossible for us to do the analysis," said David Lochbaum, a nuclear expert and analyst with the Union of Concerned Scientists. "It's hard to connect the dots when there are so few dots."

3月11日の地震は、通気管の破損だけでなく福島第一原発の計器も破損させた。これにより、危機的状況の中で状況把握に必要な手段を東京電力が持ち合わせていなかったことになる。

核の専門家であるデービッド・ロックバーム氏や事態を憂慮する科学者同盟(UCS)は、「手元にあるデータは、とても不完全であり、分析が不可能だ。ほんの少ししかない点をつなげることは難しい。」と述べた。

In fact, Japan's NSC had concluded in 1992 that it was important for nuclear plant operators to have access to key gauges and instruments even in the kind of crisis that had not happened then. But it left plans on how to implement that policy entirely to the plant operators.

実は、1992年に、当時まだ起きたことのないような危機的状況に際し、重要機器へのアクセスを原子力発電所が事前に備えておくことは重要である、と日本原子力安全協会はまとめていた。しかし、具体的な方針の決定は、すべて原子力発電所に委ねていた。

In the Fukushima accident, most meters and gauges were taken out by the loss of power in the early days of the crisis.

That left a pair of workers in a white Prius to race into the plant to get radiation readings with a handheld device in the early days of the crisis, according to Tokyo Electric.

They could have used robots to go in.

福島事故では、初期の段階で電力が失われ、ほとんどの計器類は使いものならなか

った。

このため、初期段階では手動機器を使って放射能測定値を測るために、防護服を身にまとった作業員が現場に残り、炉内へ走り込んで作業をしなければならなかった。ロボットを使っての作業もできたはずだ。

Immediately after the tsunami, a French firm with nuclear expertise shipped robots for use in Fukushima, a European nuclear expert said. The robots are built to withstand high radiation.

But Japan, arguably the country with the most advanced robotics industry, stopped them from arriving in Fukushima, saying such help could only come through government channels, said the expert who asked not to be identified so as not to appear critical of Japan in a moment of crisis.

津波直後、福島原発で使えるようにフランスの核専門業者がロボットを送っていたと欧州の核専門家は述べている。ロボットは、高い放射能にも耐えられるように造られている。

しかし、最も先進的なロボット産業を誇る日本では、政府経由の支援しか受け取れないとして福島への輸送を止められたのだ、と匿名希望の有識者は言っている。