

第41回日韓技術士会議資料

2011.10.14



目 次

第 41 回日韓技術士会議にあたって～感謝と決意の Message～

内村 好 (UCHIMURA, Konomu) 1

基調報告 伊藤 徹 (ITO, Tetsu) 3

災害大国 NIPPON からの発進

Departure from Country with many disasters, Nippon

吉川 謙造 (YOSHIKAWA, Kenzo) 4

(第 1 分科会)

副座長 田中 俊生 (TANAKA, Toshio) 電気電子部門

日本の Energy に於ける石炭の位置付けと炭鉱技術移転

水野 正勝 (MIZUNO, Masakatsu) 資源工学部門 24

東 ASIA における Infra 維持管理の動向

稻垣 正晴 (INAGAKI, Masaharu) 応用理学部門 28

(第 2 分科会)

副座長 曾武川 淳 (SOMUKAWA, Atsushi) 衛生工学部門

Project Management and 地球一周 Cruise

増子 邦宏 (MASHIKO, Kunihiro) 建設、応用理学、総合技術監理部門 32

減災対策・災害復旧における建設業を中心とした事業継続計画 (BCP) と地域継続計画 (DCP) のあり方

磯打 千雅子 (ISOUCHI, Chikako) 建設、総合技術監理部門 42

(第 3 分科会)

副座長 高堂 彰二 (KODO, Shoji) 上下水道、総合技術監理部門

事故・故障の原因調査における法工学

平野 輝美 (HIRANO, Teruyoshi) 化学部門 50

技術士による技術倫理活動の実践 ET の会（技術者倫理研究会）の活動報告

水野 朝夫 (MIZUNO, Asao) 上下水道、衛生工学、総合技術監理部門 54

(第 4 分科会)

副座長 富田 武彦 (TOMITA, Takehiko) 経営工学部門

考・自然災害・人為災害（人知の限界、情報の価値）

宮原 宏 (MIYAHARA, Hiroshi) 建設部門 60

日本における再生可能 energy の可能性と技術者の役割

小方 弘成 (OGATA, Hironari) 機械部門 66

(第 5 分科会)

副座長 田吹 隆明 (TABUKI, Takaaki) 情報工学部門

地球温暖化に対する日本の最先端の空調技術-室内・業務用空調Systemについて-

時合 健生 (TOKIAI, Takeo) 化学部門 71

日本における創薬研究所の Sustainable 建築の Trend～The trend of sustainable building of pharmaceutical laboratory in Japan～

沼中 秀一 (NUMANAKA, Shuichi) 衛生工学部門 77

銀 Nano 粒子薄膜の新規な発色 Novel colored Ag nanoparticle films

前田 秀一 (MAEDA, Shuichi) 化学、総合技術部門、平野 輝美 化学部門、今井太智、橋本智 83

基調講演、分科会発表者略歴 88

第 41 回日韓技術士会議開催にあたって

～感謝と決意の Message～

2011 年 10 月 14 日

公益社団法人 日本技術士会

会長 内村 好 Uchimura Konomu

私は本年 6 月に日本技術士会の会長に就任しました内村 好でございます。この度、歴史と文化に満ち、韓国東南圏を代表する政治、経済の中核都市であり、この夏には世界陸上選手権大会が開催されるなど、世界に誇れる国際都市でもあります大邱市で開催される第 41 回日韓技術士会議に出席することを大変楽しみにしてまいりました。このような盛大な会議を企画し、準備して頂いた韓榮成 韓国技術士会会长ならびに朴慶夫 韓日技術士交流委員会委員長はじめ韓国技術士会の皆様に敬意と感謝の意を表したいと思います。

日本側について申し上げますと、日本技術士会は 1951 年に設立され、本年 2011 年は記念すべき 60 周年に当たります。日本の技術士はこれまで 21 部門で 7 万人を超え、日本技術士会の会員も 1 万 4 千人に達しました。ここまで築き上げてきた「伝統」を基礎に、科学技術の進歩や社会変化に対応した「革新」を目指すこととしています。この会議も昨年の下関市での 40 周年記念大会を区切りとして、ここ大邱市から、また新しい両国の技術士の交流が始まることを期待しております。幸い、最近では本来の会議の他に青年技術士のサッカー競技による交流や、女性の立場から技術を語り合う女性技術士の交流も回を重ねて定着して参りました。そうしたところから新しい芽吹きが生まれ、この会議の裾野を更に広げてゆくことと信じております。

この 3 月 11 日我が国では東北地方太平洋沖を震源とする Magnitude9.0 の巨大地震が発生しました。最大高さ 14m を超す大津波が三陸沖の海岸の町を襲い、2 万人近い死者・行方不明者と多くの家屋の流出という悲惨な被害が発生しました。また、この地震津波によって引き起こされた原子力発電所の事故とそれに続く放射能拡散により、何万人もの福島県の住民が避難を余儀なくされました。科学技術の進歩は人類に繁栄と大きな幸福を与え、我々技術者はその先頭に立って歩んできました。しかし、このような自然の猛威の前では、まだまだ人類の英知が不足していることを謙虚に認めなければなりません。今回の東日本大震災を技術者として真摯に受け止めて参りたいと思います。

このような状況の下、新しい動きもあります。我が国においては、自然災害への防御のあり方や復興への街づくりにあたって新たな理念を導入することが提案されています。Energy 政策についても国民の間に新たな議論が沸き起こっています。これらの課題は単に日本の問題でなく、同様に風水害が多く、原子力発電の割合の高い韓国でも問題を共有できると思いますし、全世界的な Theme でもあります。この度の日韓技術士会議の Theme は「自然と人工災害対策における技術士の役割」であり、今までに我々技術者に課された時宜を得た大きな課題であります。両国技術士による熱心な討議を期待します。

なお、この東日本大震災に対しては、世界中から暖かいお見舞いの言葉と物心両面での多くの支援を頂きました。特に距離の近い韓国からは震災直後から官民挙げて多くの支援を頂き、被災された方々だけでなく日本国民全体が感謝の気持ちを持ちました。韓国技術士会からは、早々にお見舞いの言葉と義援金を頂き、日本技術士会から被災地に届けました。日本技術士会を代表しまして、ここに改めてお礼の言葉を申し上げます。

既に震災から半年経ちましたが、まだ被災地では多くの方々が、不自由な生活を強いられています。それでも、人々は前を向き少しづつ復興へ向けて歩み始めました。我々はこの困難な状況から必ず立ち上がる決意を貴國のみならず世界に発信して参りたいと思います。

最後になりましたが、この度の会議は韓国そして日本からこのように多くの技術士、そして同伴の方々の参加をいただきました。ここに厚く御礼申し上げたいと存じます。有難うございました。

基調報告

この度、御地大邱広域市において、かくも盛大に第 41 回日韓技術士会議が開催されたことをお喜び申し上げます。

この一年間、韓国技術士会韓日技術士交流委員会、それに大邱広域市の技術士の皆様、さらに関係する各位が一丸となって努力された結果であり、深く敬意を表する次第であります。

この度の大邱での第 41 回日韓技術士会議が新たな出発点となり、さらなる日韓技術士交流が推進されてゆくものと確信しております。

3 月 11 日に発生しました東日本大震災に対して、韓国技術士会から丁重たるお見舞いと多額の義援金を頂戴いたしました。早速、義援金につきましては、しかるべき筋を通じて被災地へ届けました。ここに韓国技術士会 韓榮成会長、朴慶夫韓日技術士交流委員長はじめ会員の皆様に衷心より厚く御礼申し上げます。

さて、日本技術士会日韓技術士会議実行委員会の活動を中心に申上げたいと存じます。

先ず日本技術士会について申し上げます。日本技術士会は今年 4 月に公益法人法の改正に伴い、より公益性の高い公益社団法人となりました。これにより一層の公益性の高い業務を遂行することが可能となりました。

6 月には通常総会において役員の交代があり、高橋修会長が退き、内村好副会長が会長に就任いたしました。また、20 年以上の委員歴を持ち 10 年以上日韓技術士実行委員長を務めました中山輝也委員長も退き、私、伊藤徹がこの度委員長となり、中西利美委員が委員長を補佐いたします。中山委員長が長年にわたり牽引してくれました実績を私が引継いで参りたいと存じます。合わせて委員も新しく任命されております。委員会の今年度の日頃の活動といいたしましては、第 40 回下関での会議の総括。この度の第 41 回会議の準備、韓国の経済、技術情報の蒐集や分析、そして研究を重ねております。

この度の会議の Theme は「自然と人工災害対策における技術士の役割」であります。これは、本年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に代表される自然災害（地震、津波、そして原子力発電所の事故）に対して、今まさに技術士としてどのように対応すべきかが問われており、日本の近隣諸国のみならず世界的に直面している喫緊課題であります。この Theme については、韓国も同様の問題を抱えており、両国の基調講演を受けて分科会でも引き続き検討されます。

この会議は技術士の友好交流が第 1 の目的であります。相互の技術士の交流と一層の友好親善を図ることが根底にあります。且つては両国が避けては通れない障害もありましたが、これまで、私たちがそれを乗り越えて 40 年間も交流を続けてきましたのであります。両国の技術士の皆様、ならびに両国の技術士会を通して、これまで以上に両国の実務的交流が発展できることを確信しております。

本日はこのような盛大な会議を開催されました韓国技術士会 韓榮成会長や朴慶夫委員長はじめ、皆様にここで改めて御礼申し上げ、基調報告とさせていただきます。

2011 年 10 月 14 日

公益社団法人日本技術士会 日韓技術士会議実行委員会

委員長 伊藤 徹

災害大国 Nippon からの発進

公益社団法人日本技術士会

東北本部長 吉川謙造

世界は地球温暖化防止 (CO₂ の削減) と、持続可能 (Sustainable) な社会の構築に向かっている。

Energy・資源の乏しい日本は、資源の大量輸入国であることに加えて、地震・津波・火山噴火・台風や前線による集中豪雨・冬の豪雪などがあり、災害大国という大きな Handicap を背負っている。

2011年3月11日14時46分、日本は東北地方から関東地方一帯の太平洋岸は、M9.0 という巨大地震と高さ 10m 以上の大津波に襲われ、三陸沿岸の多くの都市が壊滅的な被害を受け 2万人を超える死者・行方不明者が発生した。これに加えてこの災害で福島県で稼働中の原子力発電所が被災して原子炉の冷却機能を失い、放射能漏れを起こすという大惨事となった。

災害の復旧は日本の得意分野であるが、原発事故は今までに経験したことがない。被害は周辺住民の避難にとどまらず、農・牧畜・水産製品の放射能汚染にまで広がり、被害総額は国家予算の半分を大きく超えると予想され、日本の将来は予断を許されない状態に陥っている。

日本は、これまで防災と Energy 問題を別々に考えてきた。しかし「東日本大震災」における原発の事故は、改めてわが国が自前の Energy を持たないことの危うさと、国内における災害克服（防災）の重要性を再認識させることとなり、原子力政策を見直すきっかけとなった。

資源の乏しい日本では、原子力発電は Energy・環境問題・過疎対策を解決する Clean Energy の切札として国策とされてきたため、原発への依存率は大きく、総発電量の 25%を担う存在となっている。

従って今回の事故があったからといって、ただちに脱原発へと向かうのは現実的でなく、国内で有力な代替(Alternative)Energy 産業が育つまでは、今の政策の範囲内で問題を克服しなければならない。当面は System の「安全基準」を見直し、既存施設の安全性の向上を図りながら操業を継続することになるだろう。

一方、見方を変えれば、自然災害は Energy の集中現象 (Hot Spot) である。

この Energy を人類にとって有効な力に変えることができれば、日本は地震（津波）と洪水という 2 つの災害を克服し、あわせて豊富な資源・Energy を持つ国になることができるはずである。

そのためには、日本の防災戦略を、専守防衛型から先制攻撃型に転換して、国土を資源的に活用できる国に変えていくべきである。

具体的には、日本の近海に集中する Plate Energy を、大深度 Boring と精密弾性波探査により岩盤中の Stress 集中箇所として検出し、この Stress が地震や津波として放出される前に、Energy として取り出す技術を開発する。この Project は Start の時期が大切で、それは今が最良である。

さらに、日本の国土上に降る雨を無駄に海に捨ててしまうことなく有効に貯留して、水の不足する国々に提供する「国土水がめ構想」を実施することである。これら 2 つの Project には、50 年の歳月と計 200 兆円の資金を要すると試算される。

これは一見膨大な数字に見えるが、日本の経済力と技術力があれば十分に実現可能である。

この災害を大きな Chance ととらえ、今こそ日本は Energy・環境問題と災害問題をあわせて解決する国家 100 年の計を打ち出すべき時である。これは、かつての米国の Apollo 計画のように、国民に大きな希望と勇気を与え、将来の国の発展に大きく寄与すると確信する。

Departure from Country with many disasters, Nippon (Abstract)

Chief of the Tohoku Branch,

The Institution of Professional engineers, Japan Yoshikawa Kenzo

The world goes to the social construction that is prevention of global warming (reduction of the CO₂) and sustainable development. Poor Japan of Energy, resources adds it to being a mass import of resources country, and there is heavy snowfall in concentrated downpour, the winter with an earthquake, a tsunami, a volcanic eruption, a typhoon and the front and carries big Handicap called the disaster large country on my back.

In Japan, the pacific coast of the Kanto district whole area was attacked from the Tohoku district at 14:46 on March 11, 2011 by a giant earthquake called M9.0 and massive tsunamis more than 10m in height, and many cities of the Sanriku coast suffered crushing damage, and a dead person, the missing person more than 20,000 occurred. A nuclear power plant operating by this disaster in addition to this in Fukushima suffered from it and lost the cooling function of the nuclear reactor, and it was a catastrophe to wake up a radiation leak.

The restoration of the disaster was expertise of Japan, but has not experienced the nuclear plant accident so far. The damage does not remain for the refuge of neighboring inhabitants and opens for the radioactive contamination of agriculture, live stock farming, the fisheries product and is expected when I am big, and the total damage exceeds half of the national budget and falls into the state that it is not permitted a guess in the Japanese future.

Japan regarded the issue of Energy as disaster prevention separately until now.

However, I would let you realize the danger of our country not having independent Energy some other time and importance of the disaster conquest (disaster prevention) in the country again, and the accident of the nuclear power generation in "the East Japan great earthquake disaster" was a chance to review an atomic energy policy.

Because the nuclear power generation has been done with a national policy as a trump card of Clean Energy solving Energy, environmental problem, depopulation measures in poor Japan of resources, the dependence on nuclear power generation rate is big and comes to carry 25% of total generation quantity.

Therefore, you must overcome a problem within the present policy until what leave for the de-nuclear power generation promptly is not realistic, and the substitute (Alternative)Energy industry that is influential in the country is brought up because there was this accident.

I review "a safety level" of System for the time being and will continue the operation while planning the safe improvement of the existing institution.

If I review "a safety level" of System for the time being and change , a viewpoint, the natural disaster is intensivephenomenon of Energy. (Hot Spot)

If control finishes being over this Energy, Japan can overcome an earthquake (tsunami) and two disasters of the flood.

Furthermore, it can become the country having abundant resources, Energy.

To that end, I switch a Japanese disaster prevention strategy to a preemptive attack type

from a strictly defensive only national security policy type and should change it into the country which can apply a country in resources.

Specifically, I detect Plate Energy concentrated in the sea near the shore of Japan by large depth Boring and precision elastic wave exploration as bedrock Stress concentration points and develop a technique to take out as Energy before this Stress is released as an earthquake and a tsunami. Time of Start is important for this Project, and it is the best now.

Furthermore, it accumulates effectively without throwing away the rain which it rains on a country of Japan in the sea idly and is to carry out "a country water jar design" to provide in the countries to lack of the water.

It is calculated as a test when I need time of 50 years and a fund of 200 trillion yen in total in these two projects. This looks like numbers enormous at a glance, but is feasible enough if there are economic power and technology of Japan.

It is time to propose the plan for national 100 years I regard this disaster as big Chance, and Japan puts Energy, an environmental problem and the issue of disaster together now, and to solve it.

This project will give big hope and courage to the nation like an American Apollo plan.

And, in the future in Japan, I will become splendid.

はじめに

世界は、地球温暖化防止（CO₂の削減）と、持続可能(Sustainable)な社会の構築に向かっている。

一方、石油・石炭・天然 Gas 等の資源に乏しい日本は、地震・津波・火山噴火・台風や前線による集中豪雨・冬の豪雪など災害の多発国という宿命を持っているが、これまでには自然災害に対する防災と、環境・Energy 問題を別に考えてきた。去る 2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分、日本は東北地方から関東地方一帯の太平洋岸を中心に、M9.0 という巨大地震と高さ 10m を超す津波に襲われ、三陸沿岸の多くの都市が壊滅的な被害を受け、2 万人を超える死者・行方不明者が出了ことと併せ、福島県で稼働中の原子力発電所が冷却機能を失い、放射能漏れを起こすという大惨事となった。

災害復旧は日本の得意分野であるが、原発事故は過去に経験がない。今は原発から半径 30 km 以内の周辺住民の避難に加え、農作物、畜産製品の汚染等の被害が広範に広がり、これらの收拾の見通しは立っておらず、終息までの被害総額は国家予算の半分を大きく超えると予想され、日本の経済に大きな影響を与え、予断を許さない状態になっている。

これまでの日本の原子力発電は、Energy・環境問題・過疎対策を解決する国策として推し進められ、総発電量の 30% 近くを担う存在となっていた。今回の事故があったからといって、ただちに脱原発へと向かうのは現実的でなく、国内で有力な代替 Energy 産業が育つまでは、今の政策を維持しつつ、問題を克服しなければならず、当面は「安全基準」を見直しつつ、既存施設の安全性の向上を図ることになるだろうが、改めてわが国が自前の Energy を持たないことの危うさと、防災の重要性を再認識させることになった。一方、見方を変えれば、自然災害は Energy の異常集中 (Hot Spot) 現象である。

この Energy を Control して、一部を人類にとって有効な力に変えることができれば、日本は地震(津波)・洪水という 2 大災害を克服し、あわせて資源・Energy を持つ国になることができる。そのためには、国民の合意にもとづき、日本の防災戦略を専守防衛型から先制攻撃型に転換し、国土を戦略的に活用すべきで、今こそ Energy 問題と災害問題を併せて解決するべきである。具体的には、

- a) 日本近海に集中する Plate Energy を岩盤中の Stress として検出し、この Stress が地震や津波として放出される前に、Energy として取り出す技術を開発する。(地震予知も可能になる)
- b) 日本の国土に降る雨を無駄にすることなく、有効に貯留して、水が不足する国々に提供する「国土水がめ構想」を実施する。……………ことである。

これには 50 年の歳月と 200 兆円の資金を要すると試算され、一見膨大な数字に見えるが、日本の経済力と技術力をもって（しかも Start の時期を失しないように）すれば、十分に実現可能で、米国の Apollo 計画に匹敵する国家 Project になり得るだろう。

災害に打ちひしがれた国民に希望と勇気を与え、今回の災害を Chance に変えなければならない。

I. Sustainable Developmentへの道

今の人類文明を支えているのは、Solar Energy と地下資源である。

1950 年代以降の日本の急成長要因は、日本が「資源を持たない国」であり、国内産業に気兼ねなく、世界中から安価な原材料を輸入し、自由に使えたことによる。しかし今、世界の資源は枯渇の兆しを見せ始め、他国からの供給が絶たれれば、日本は何も持たない国になってしまう。これは日本だけでなく、今は地下水に頼っている国も、同様な運命にあると考えられる。

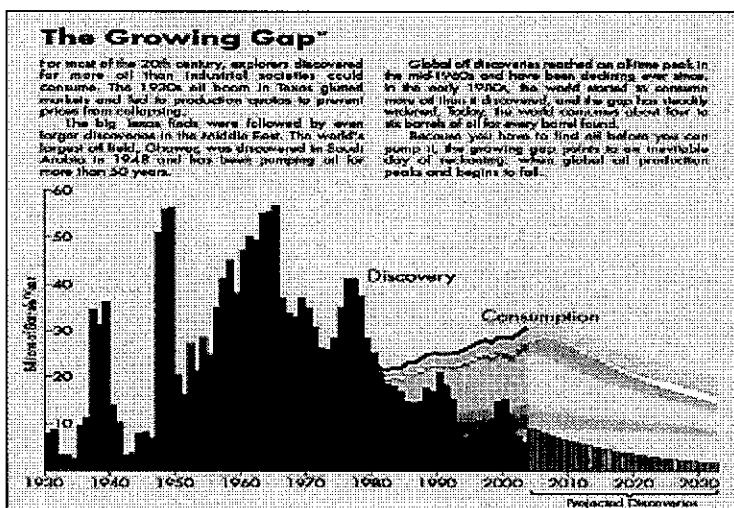
Solar Energy は無限であるが、石油、石炭は 40~150 年の寿命といわれ、地下資源は Uranium 資源と未開発の Oil-Shale や Methane-hydrate などを加えて、数百年で掘り尽してしまうだろう。

これは人歴史から見れば、産業革命以降のほんの短期間である。(図一 1)

「持続可能な社会」とは、これらの地下資源(減耗資産)に頼らず、半永久的に供給される循環 Energy の範囲内で人歴史が生き続けるということであり、地球温暖化防止(CO₂削減)とは、有限な化石燃料から Solar Energy などの Renewable Energy への転換を別の視点で示したものである。

1970 年に発表された Club of Rome's Report は、地球の容量内で生存できる人口の適正値を提示しているが、それから 40 年を経過して人口の急増にともなう食料・Energy 不足は、すでに現実のものとなりつつある。時間の遅速はあっても、わが国も持続可能な社会へと移行しなければならない。

石油発見量・消費量の Gap(1854~2050 年)



※出展:GIGAZINE、URL:http://gigazine.net/news/20060515_oil_18592050/

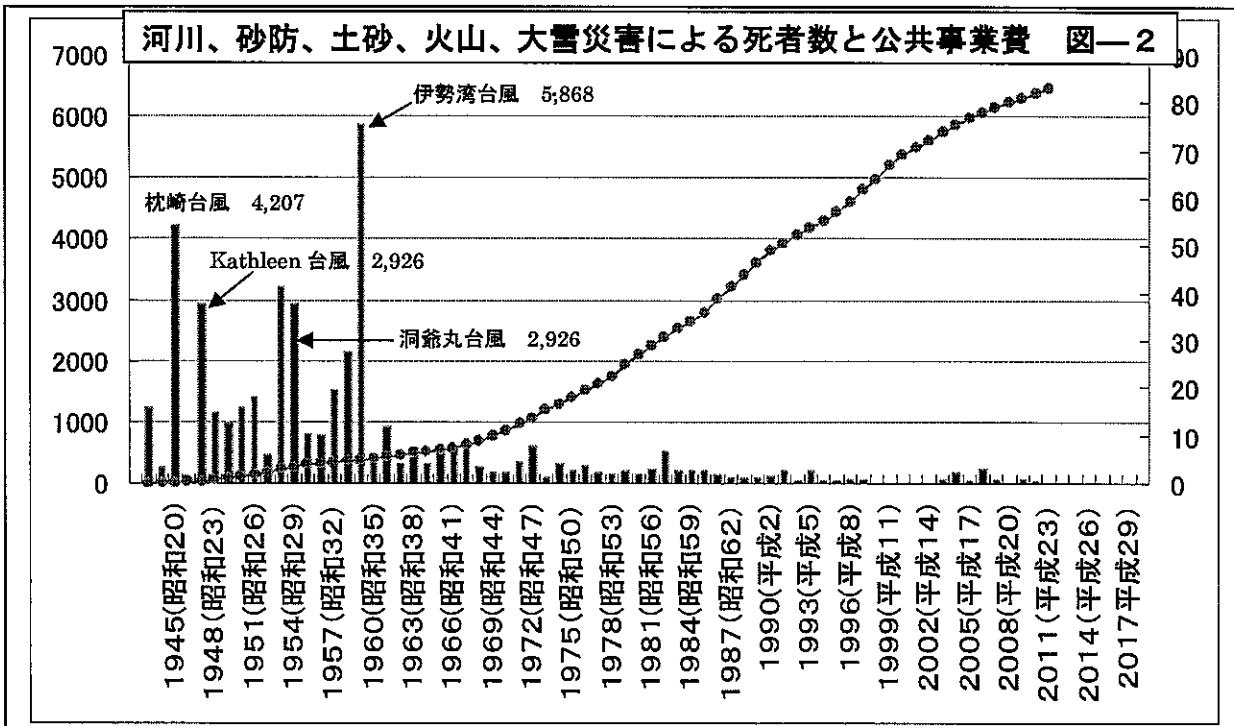
図一 1

一部には、江戸時代の循環型社会へ戻れば良いという意見もあるが、日本一国に限ってみても、今の人歴史を 1/3 に減らし、電気と石油・石炭に依存しない生活に戻すというのは現実的ではない。さらに、今の自由主義経済下では、資源を次世代のために温存するという選択肢は考えられないから、この問題は走りながら解決しなければならない。これから日本は独自の国家戦略を持ち「世界中から頼られ、信用される国」になるべきである。以下に示すように、50 年の時間と大略 200 兆円を投入すれば、日本は有史以来悩まされてきた地震(津波)と水害という 2 大災害を克服して安全な国家となり、加えて Energy と水と言う人歴史生存に不可欠な 2 大資源を世界に供給できる国になることができる。

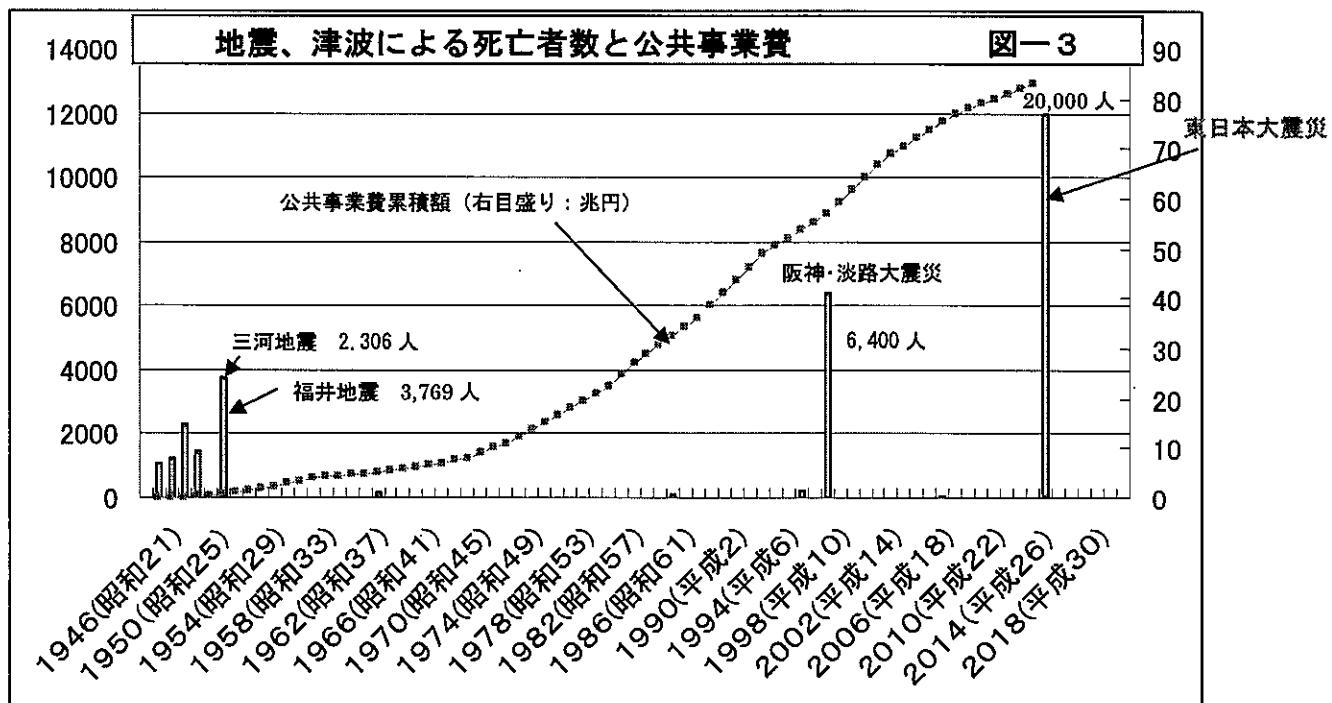
また日本は、国土の周囲に未開発の天然資源を賦存する広大な経済水域を有している。これらの資源を有効に使い、恒久的な Energy 開発までの時間を十分に持つことが出来る。

II. 防災(Countermeasure for Natural-disaster)は専守防衛型から先制攻撃型へ

防災に対する考え方には、先制攻撃(Self-defense)型と専守防衛(Preemptive-attack)型の2つがある。例えば治水(河川)事業を例にとれば、これは「危険な場所」を特定して、その安全度を順次高めていく「先制攻撃型」である。図-2に見られるように、公共事業費(投資額)の累積が7兆円を越えた時点から、顕著に死者が減少している。



(国土Report 2000のDataを基に、一部加筆修正を加えた。部分的に推定値を含む)



しかし、地震や津波のようにGuerrilla的に襲ってくる災害に対しては「専守防衛型」すなわち、防災の基本は「回避+復興」である。原因を取り除かず「被災→復興の繰り返し」ではいつまでたっても日本は安全な国土にはならない。

図－3は同様に、国土保全の公共事業費の累積額と地震・津波による死者数を示した。建物の耐震性向上から小規模地震の犠牲者は減っているが、想定外の地震が人口密集地を襲えば重大災害になり、事業費の累積が防災効果に繋がっていない。今後も専守防衛型で行くとすれば、重要な施設はすべて震度7に耐えられ、津波に対しては海岸線すべてに20m以上の防波堤を築くことになるが、これは事実上不可能に近い。そしてそれら施設の完成後も、国民はいつまでも地震におびえ続けなければならない。

地震は日本列島の下にもぐりこむ Plate によって、地殻内に蓄積された Stress Energy の放出(破壊)で、津波はこれに伴う海底地形の急激な変状の結果である。このような機構が分かっていながら、どこで地震が発生するかが分からぬということは、地盤内や深海底が肉眼で直接見ることができないことと、微小な変化は短期間では検出できないためである。(地震は30年～150年、今回は千年といわれる)

発想を切りかえ、地中の Stress を20～30年かけて観測(検出)し、破壊(地震)の発生前にこの Energy を取出すことができれば、地震(津波)を防止～軽減できる可能性がある。

この技術開発は宇宙開発などに比肩する Big Project になるが、成功すれば地震予知が可能となり、Energyを得ることが期待できる。これが先制攻撃型の「防災」である。Projectには不確定要因があるが、研究の進展にともない新しい技術が生まれ、科学技術の進歩が期待できる。目的どおりの成果が得られれば日本は真の安全大国になり、永続的な発展が約束される。

Project Startの時期は、地中の Stress がある程度放出された地震後数年以内が最適である。

III. 日本は潜在的な資源大国

21世紀の世界に不足するものは、「食料・水・Energy、その他の地下資源」である。

日本の食料自給率は40%、石油はほとんど産しない。だから日本は海外から原材料を輸入してこれを高度な技術力で加工する技術立国の道しかないと言われてきた。しかし後述するように国土の自然条件を有効に活用することで、資源大国になれる可能性を有している。

日本は、a) 高度な技術力を持つ人的資源のほかに、b) 地震・Geothermal Energy 資源、c) 水(雨水)資源など有望な資源がある。この内で現在有効に活用されているのはa)だけである。

例えば日本は世界一の地震(津波)大国である。この Energy は Plate の移動によるものであるが、温泉や地熱発電でごく一部を利用する他、大部分は放置され地震と津波を引き起こしている。

河川の水についても同様である。これまでの河川行政は治水を主目的としてきた。

日本に降る雨(水)量は他国に比して豊富であるが、急峻な地形上に降った雨は大きな位置(運動)エネルギーを持ち、これが破壊力として発揮されれば土砂災害である。一方制御し、貯水や落差工などで運動 Energy を Control できた水は貴重な資源であるが、その大部分を海へ放流している。

今は暴れん坊のこの二つであるが、この力を Plus に変えれば素晴らしい資源になる。

国土を利用するにあたり、今まで自然と共生するという考えが主流で、自然を制御し利用するという考えは少なかった。しかし戦後65年を経て土木技術は飛躍的に進歩し、自然の持つ可能性を安全に活用できる段階に到達しつつある。災害の Energy を有用な資源とするには30年～50年の時間と新しい技術開発に加え、200兆円というお金が必要だが、人類数百万年の歴史から見ればこれはほんの短期間であり、わが国の Infrastructure 投資額から見て決して不可能な数字ではない。

従来の価値基準からいえば、人的資源以外にはほとんど見るべきものを持たないと思っていた国が、発想を切替えて、国土条件(地形・地質・気候のすべて)を生かしきることができれば、将来は明るものとなる。さらに後述するように、この Project は原子力行政の再構築にも寄与できる可能性がある。今回の大震災は、国の Energy と建設行政見直しの最大、最後の Chance である。

IV. 国土の潜在力

IV—1. 地震 Energy と地熱資源 (Plate Energy)

1. 地震発生の Mechanism

日本の周辺は 4 つの Plate がぶつかりあっており、世界の陸地面積の僅か 0.3% しかない日本の周辺に、世界中の地震 Energy の 10~15% 以上が集中して発生している。(図—4、5)

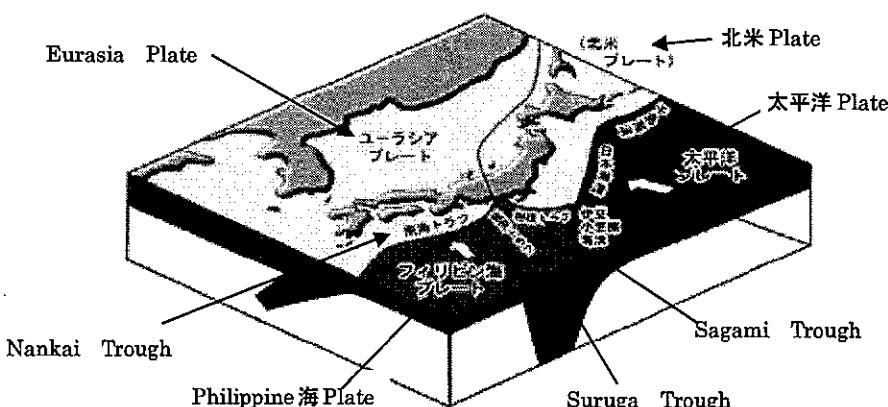
Plate の移動を原因とする地震は、今まで制御できない Energy として、災害の面（予測技術を含めて）を主体に考えてきたが、これを継続的に供給される運動 Energy としてみれば、ほとんど無限（少なくとも数百万年単位）と考えることが出来る。

世界中でもっとも Energy を取出すのに有利な場所は、Plate 同士が衝突し沈みこむ場所、すなわち日本の近海などの地域である。しかし現在は地熱発電や温泉以外では、この Energy を利・活用する技

術は未発達である。
岩盤中に蓄えられた Stress Energy を一部でも有効に取り出すことができれば、わが国は無限の Energy を手に入れることができる。

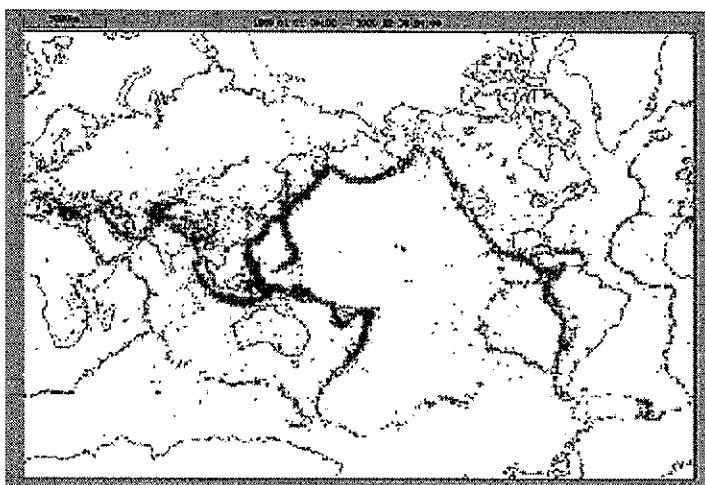
従来の地震予知では、統計処理または、空気中の電磁波の変化、地下水位の変動、放電現象など、間接的な手段に頼る「予兆」に主眼をおいていたため、地震の発生場所を特定して対策を講じることは、不可能と考えられてきた。これは深さにおいても同様である。しかし、過去の事例から地表部に甚大な被害をもたらす地震の深度は 50

日本に関する地震 Plate



図—4

1990 年から 2000 年までの世界の地震の震央分布 (Magnitude 4.0 以上, 深さ 50 km より浅い地震)



図—5

km 以浅と考えて良いから、調査・研究の範囲を絞り込むことができる。(表—1)

Plate の運動と地震、火山の関係模式図

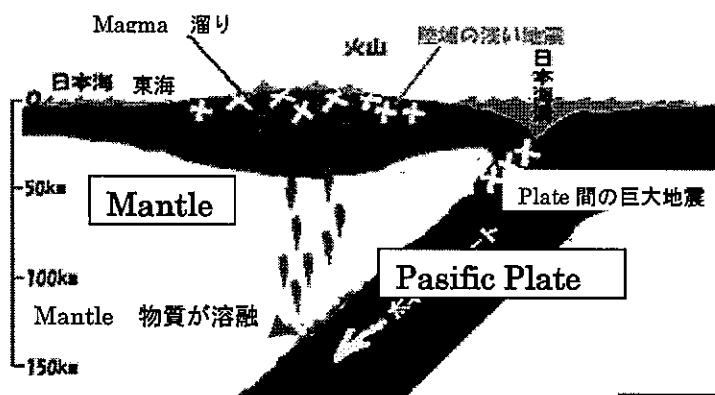


図-6

※出典：気象庁、<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/whltp/2-1.html>

2. 津波との関連

今回の震災では津波の被害が大きかった。波高は場所によって 10~15m (一部では 30m超) に達し、岩手、宮城、福島 3 県の太平洋沿岸を中心に多くの家屋・建物、船舶・漁業施設に被害を与え、20,000 名を越える死者、行方不明者を出した他、東電の福島第一原発に大きな Damage を与えた。

ここで、地中に蓄えられた Stress は、a) 津波を伴わない陸上（直下型）の地震、b) 沿岸域で発生し、津波を伴う急激な揺れを伴う地震、c) 津波のみを発生させるゆっくり（Slow）とした地震、d) 津波も揺れも伴わない、さらにゆっくりした、「ずれ=動き」の 4 つの Type で放出される。

d) については実質的な被害はないので記録に残らず、c) の津波も、死傷者が出なければ記録に残ることは少ない。しかし地質学的にはこのような津波の痕跡が確認されており、日本の近海ではさらに多くの津波が発生した可能性がある。この c) 、d) の Energy も利用可能な Energy である。

津波の発生機構は未だ完全に解明されているとは言えず、地震の震源域（Asperity）と、津波が発生した海底の変動の関係などの詳細は、今後の調査を俟つ必要があるが、従来の防災対策では別々に考えていた地震の揺れと、津波が一つの原因（Stress の放出）によるものであれば、その元である「岩盤中の Stress」を検出し、取り出すことで一挙に解決に結びつく可能性がある。

岩盤中の Stress を人工的に取り出すことがどんな影響を与えるか不明であるが、地震発生時における変動量を大幅に上回ることはない予想される。津波の予知と防護については今後の研究課題だが、地中の Stress 測定し、重力異常などと併せて、詳細な海底地形の調査を継続して行い、これと地表部、地中 Stress を併せて解析することで、より精度の高い予測が可能になると思われる。

さらに、津波は南米の Chili や、Sumatra 等、地球の裏側で発生したもののが日本に達することもある。これらについてもわが国の防災技術を移転すれば、問題の解決が期待される。

3. 具体的方法

微小地震も含めて被害の大きな地震の発生深度は、50 km 以浅のものが圧倒的に多い。（表-1）この深度までを対象にして地中に累積した Stress を測定し、その取出し研究開発を行う。

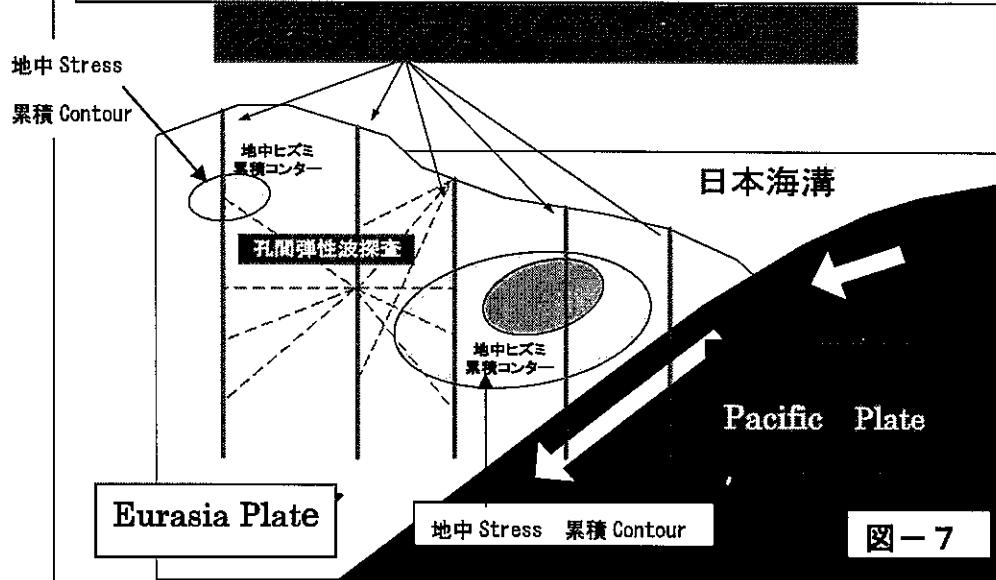
調査範囲は日本全土を含み、日本海から太平洋側沖合 2~300 km (日本海溝まで) とし、この範囲を合計 1,000 本 × 50 km の Boring を Grid 状に配置して Cover する。

(表一 1)

日本の主な被害地震（震源の深さ）

発生年月日	地震名	M	最大震度	震源の深さ(km)	死者・行方不明者	津波
明治 24(1891)年 10 月	濃尾地震	8	-6	-	死者 7,273	
明治 27(1894)年 10 月	庄内地震	7	-5	-	死者 726	
明治 29(1896)年 6 月	明治三陸地震	8.2	(2~3)	-	死者 21,959	○
明治 29(1896)年 8 月	陸羽地震	7.2	-5	-	死者 209	
大正 12(1923)年 9 月	関東地震(関東大震災)	7.9	-6	-	死・不明 10万5千 (焼死者を含む)	○
大正 14(1925)年 5 月	北但馬地震	6.8	-6	-	死者 428	
昭和 2(1927)年 3 月	北丹後地震	7.3	6	-	死者 2,925	○
昭和 5(1930)年 11 月	北伊豆地震	7.3	6	-	死者 272	
昭和 8(1933)年 3 月	昭和三陸地震	8.1	5	-	死・不明 3,064	○
昭和 18(1943)年 9 月	鳥取地震	7.2	6	-	死者 1,083	
昭和 19(1944)年 12 月	東南海地震	7.9	6	-	死・不明 1,223	○
昭和 20(1945)年 1 月	三河地震	6.8	5	-	死者 2,306	○
昭和 21(1946)年 12 月	南海地震	8	5	24	死者 1,330	○
昭和 23(1948)年 6 月	福井地震	7.1	6	30	死者 3,769	
昭和 58(1983)年 5 月	日本海中部地震	7.7	5	14	死者 104	○
平成 5(1993)年 7 月	北海道南西沖地震	7.8	5	34	死者 202 不明 28	○
平成 7(1995)年 1 月	兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)	7.3	7	16	死者 6,434	○
平成 12 年(2000 年)10 月	鳥取県西部鳥取県西部地震	7.3	6 強	10	負 182	
平成 13 年(2001 年) 3 月	安芸灘(芸予地震)	6.7	6 弱	46	死 2 負 288	
平成 15 年(2003 年) 5 月	宮城県沖	7.1	6 弱	71	負 174	
平成 15 年(2003 年) 7 月	宮城県北部[宮城県中部]	6.4	6 強	12	負 677	
平成 15 年(2003 年) 9 月	釧路沖[十勝沖](十勝沖地震)	8	6 弱	42	死 1 不明 1 負 849	255cm
平成 16 年(2004 年)10 月	新潟県中越地方(新潟県中越地震)	6.8	7	17	死 68 負 4,805	
平成 19 年(2007 年)3 月	能登半島沖(能登半島地震)	6.9	6 強	11	死 1 負 356	22cm
平成 19 年(2007 年)7 月	新潟県上中越沖(新潟県中越沖地震)	6.8	6 強	17	死 15 負 2,346	32cm *
平成 20 年(2008 年) 6 月	岩手県内陸南部(岩手・宮城内陸地震)	7.2	6 強	8	死 17 不明 6 負 426	
平成 21 年(2009 年) 8 月	駿河湾	6.5	6 弱	20	死 1 負 319	36cm
平成 23 年(2011 年) 3 月	東北太平洋沖(東日本大震災)	9.0	7	24	死十不明 28,000	15m+

地中 Stress 測定、取出し実験 Image 図



図—7にProjectのImageを示した。

4. 必要な技術開発

地殻の内部で自然界が Balance を保とうとする現象は、地震と火山噴火である。

この Project はその内の地震（津波も含む）について、Control しようというものである。自然は地中に蓄積された Stress Energy を定期的に放出しているが、その方法は急激な破壊（＝地震）か、ゆっくりとした破壊（海中で起きれば津波）の2種類であり、水（海水）の存在が運動形態に影響している可能性がある。Project の問題点は、Stress Energy をどのように取り出すかの技術的問題解決がなされていないことである。

Plate 間の Energy の利・活用については、開発上の問題は純粹に技術的な研究開発に限定され、これに対する研究・技術開発は次の2つに分けて行うことが考えられる。

① 地中 Stress の経年的変化の測定技術

Plate の衝突によって地下の岩盤中に蓄積される Stress (Energy) を経年的に知る方法として、弾性波の伝播速度測定、Over coring、A E (Acoustic Emission)、孔壁にかかる圧力の直接測定等、種々の方法があるが、20～30年にわたって刻々に変化する Stress 量を精密に測定する方法を開発する必要があり、従来に無い大深度 Boring の掘削をはじめ、多くの技術開発が必要である。

- a) 大深度 Boring (50,000m) の掘削技術
- b) Boring 孔内への弾性波探査測定機器や孔内地圧測定装置の設置技術
- c) 精密な相互位置関係の測定技術（誤差 1 cm 以内）
- d) 2 孔間弾性波伝播速度又は孔壁変状状況の定期的測定（1 年毎に 20～30 年継続）

（これは Sholtz 理論で予言されていたことと一致する。Sholtz は地震発生の予兆現象としているが、予知をさらに進めて事前に危険箇所（状態）を取り除くことに繋げる）
- e) 測定結果の解析から、岩盤内の Stress 蓄積箇所の検出

(ここまでができれば、地震予知（危険度判定、順位付け、発生時期の判定）が可能になるが、本 Project を推進する過程で、地中 Stress の形態と挙動（Stress は岩盤中を伝播し、一箇所に止まらず移動する？）を解明できれば、より正確な予知につながる）

- ② 地下深部の岩盤に蓄積された Energy を取出す技術
 - a) Stress Energy の電気 Energy (等) への転換技術
 - b) Energy 取り出し装置の必要個所への設置方法 (地下数 10 km)
 - c) 地下深部からの Energy の移送方法

5. 費用と効果

具体的な数量と概算費用は次の通りである。

50 km (50,000m) の大深度 Boring を全国で 1,000 本掘削すると	
50,000m／本 × 1,000 本 × 1,000,000 円／m =	50 兆円
その他計測器設置、観測 (50 年)	5 兆円
<u>Stress Energy 取り出し装置設置 (含開発費)</u>	<u>50 兆円</u>
合 計	105 兆円

すなわち、50 年で概算 100 兆円を必要とする Project となる。

現段階では採算性は検討できないが、阪神淡路又は東日本級の大地震一つを予知（防止）できたとしても、直接的な効果だけで 10~20 兆円以上になり、さらにそこから Energy を取出すことができれば、その効果は大きなものとなる。

6. 問題点

Plate 間の Energy 利・活用については、多くの技術開発が必要であるが、既存技術の延長と応用で十分に実現可能と考えられる。

そして、地下深部の岩盤の一部分から、Stress を取り出した時の周辺 Block への影響の解明が絶対不可欠である。従ってこの点では Simulation だけでなく、実証実験も必要である。

まして 50 km より深部の状況は予測できない。本 Project の最大の問題点は、成果が得られるまでの時間が長い、という点である。

しかしこの結果を待ってから本格的な Project を Start させたのでは、時期を失する。

30 年後の時点では、今回の地震で地中の Stress を放出した地盤に、すでに相当程度の Stress の蓄積が進行しているからである。すでに不均質である状態を Start 時点にして「そこからの変化」を測定したのでは、真の危険箇所を抽出できるという保障はない。また Stress の蓄積を待つという「間接手段」をとらなくても、Plate が日本列島の下にもぐりこむ前に、海溝の直下で直接に Energy を取り出すという、画期的な方法も考案されるかもしれない。

しかし自然界では、この運動 Energy に放射性物質の崩壊熱なども加わり、地盤の破壊+流動化+熱、噴火等の総和で Balance を取っていると考えられることから、この手法で 100% の Energy を取り出せる保証は無く、すべてこの方法で解決できるという考えは早計である。

従って、一度地盤中の Stress の状態を計測するのが、より確実であろう。

IV-2. 水（雨水 Rain Water）資源

1. 日本の雨水資源の現状と将来

日本は温帯の Monsoon 地帯に位置し、世界有数の多雨国家（冬季の雪も）である。（図-8）

水質は国内のどこででも無処理で飲めるほどに良質で、一部地域を除けば水（雨水）はあり余る資源である。従来の雨水に対する考えは、限られた範囲（農業・漁業・飲料水・工業用水・発電など）での水資源以外は、災害（水害）の要因と考えられていた。しかし戦後 65 年を経過して、治水の面では格段の整備が進行し、河川行政は治水中心から利水中心に向かう時期が到来しつつある。

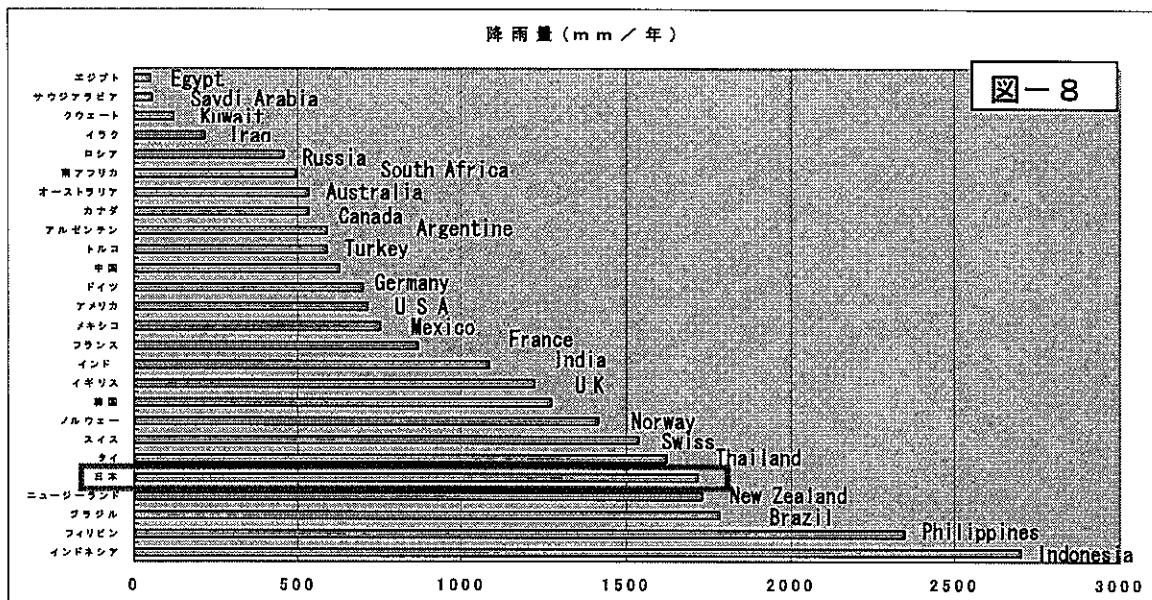
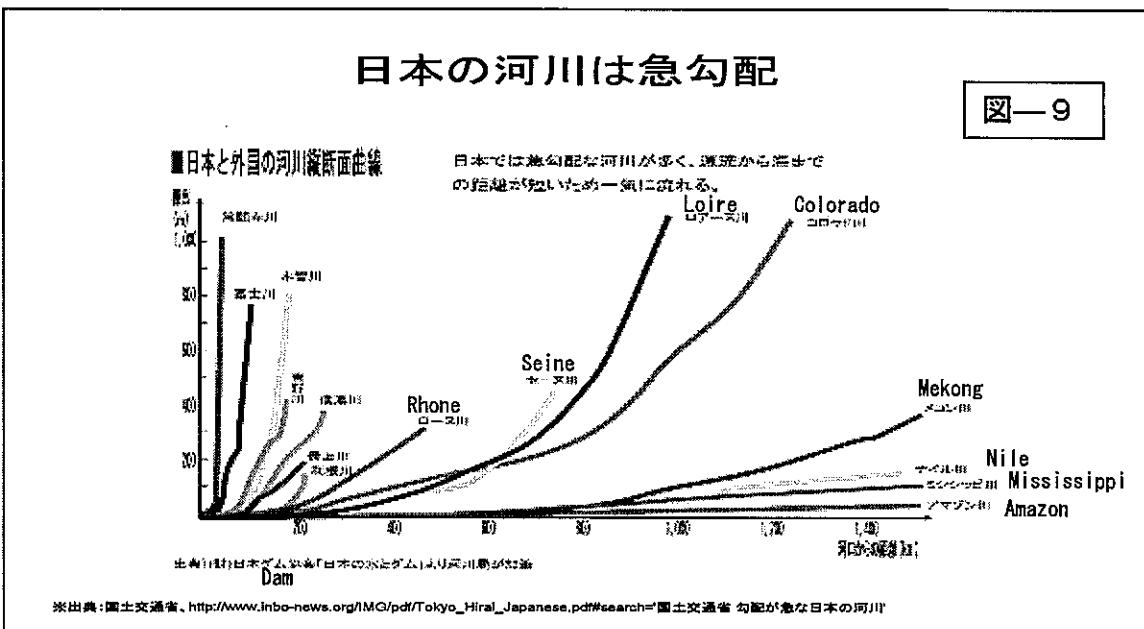


図-9に、わが国と世界の代表的河川の勾配を示した。日本の河川は勾がきつく降雨が短時間で海に流出してしまう。従って河口付近に貯水適地を求めなければならず、河口堰や海中の貯水設備を考える必要がある。

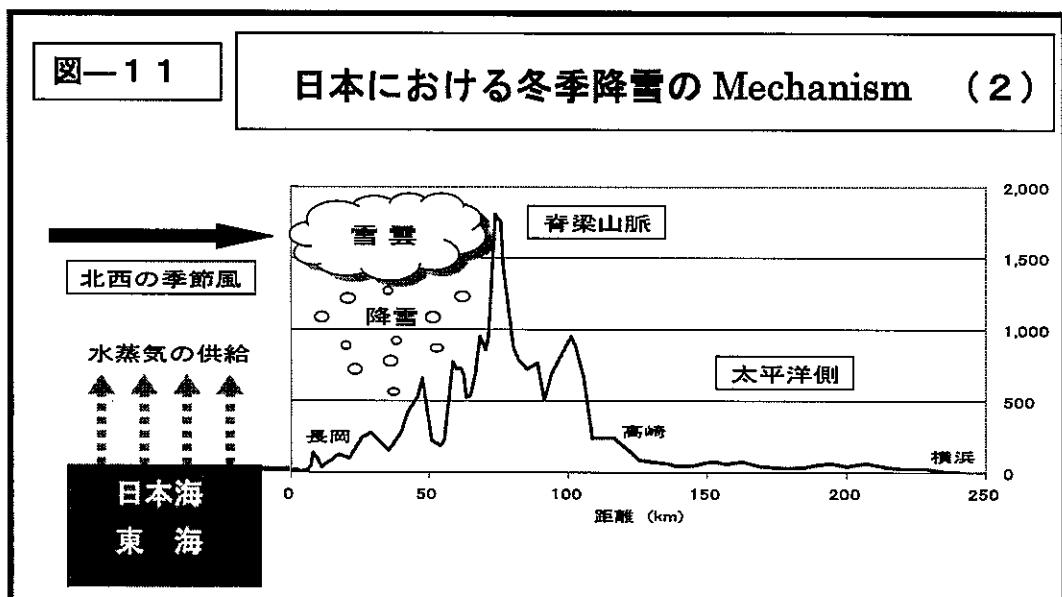
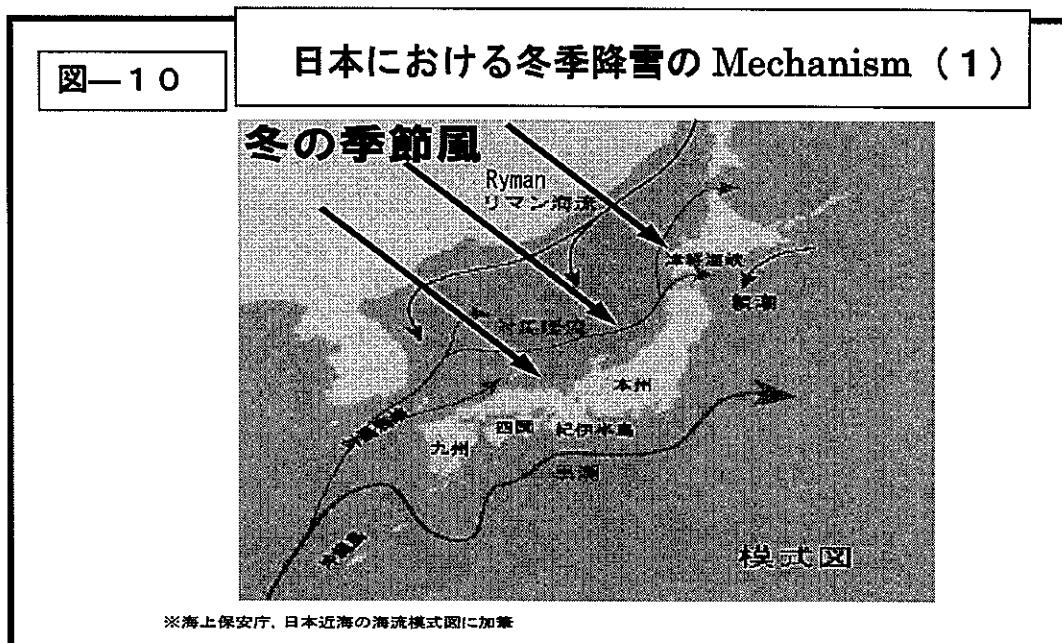
日本の河川は急勾配

図-9



一方、日本の西側海岸は、冬季の累積積雪量が 10m を越す地域が多くあり、特別豪雪地帯になっている。その原因是北西の季節風と日本海を北上する暖流（対馬海流）と、脊梁山脈の存在であり、

これは世界に例のない気象+地形条件である。(図一10、11)



2. 河川行政の転換

① 治水から利水へ、そして日本の水から世界の水へ

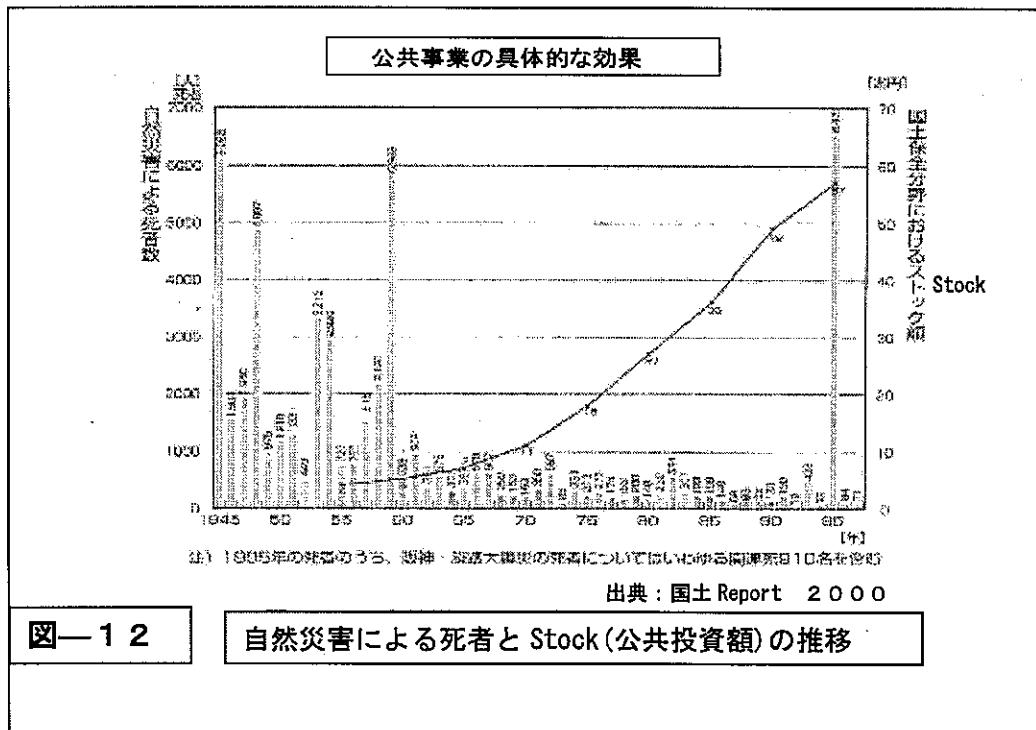
河川（水）は、治めるものから利用する時代へと移行している。(図一2)今までの日本の水行政は、国内の治水と、水需要を中心に行われてきた。これからは日本の水は世界の資源になる。

この政策を推進するために、

- 日本の全河川を、治水河川と利水河川に仕分けする。。
- 雨水を管理するため、関係省庁を統合した組織、(仮称) 雨水資源省の創設を提言する。

図一2は、公共事業の Stock 量と自然災害による死者数を表す Graph である。(図一1,2 の再掲) 公共事業の累積効果とともに、土砂災害の危険度が小さくなっていることを示している。

また国土交通省によると、2006年までの洪水の65%が内水被害であるとされ、このDataからも大河川の外水洪水は沈静化し、治水事業の Needs は充足されつつある。



これからの治水事業は河川の整備率などで表すだけでなく、整備が進んだ河川を別管理の河川に格上げし、今後は利水中心の運用をすべきである。利水の対象は海外も含まれる。

これらに加えて、日本には国際河川ではなく、自国の川を自由に利活用できるという有利性を有している。これらの利点を生かし、国土上に降る雨水を資源物資にして世界に貢献すべきである。

②. 雨水資源省（仮称）設立の提案

国土に降る雨（雨水）を国有化し、わが国の戦略物資にするため、次の提案を行う。

- a) 国土交通省による国内全河川の仕分け（治水河川と利水河川*）

*治水河川：未だ洪水・土石流の危険度が高く、今後も整備が必要な河川

*利水河川：整備状況が一定水準に達し、治山・治水より利水中心の河川に昇格させたもの

- b) 利水河川（水系）を総合的に管理・活用するため、国土交通省+農林水産省+環境省+経済産業省+総務省による新しい（仮称）雨水資源省（水資源局）の創設（法律の改正）。

③. 雨水 Business の提案

世界には水の使用量が日本の半分以下の国が多数ある。

水が貿易市場を形成するには時間がかかるかも知れないが、安全でおいしい水を安定的に供給すると宣言すれば、中国・Australia、砂漠地帯の諸国からの引き合いがあることは確実で、Business Chance は大きい。当面は原料輸送船の帰り荷の Ballast 水や、Tanker による輸送が主流になるが、将来は近隣諸国への Pipe-line の布設なども必要になるであろう。

3. 技術的問題と実施方法

① 国土水がめ構想

具体的には、日本全土の諸河川に Dam や貯水池をできるだけ多く設け、これらのすべてを地下 Tunnel や水路などで結び、さらに地盤や地下の施設などに貯留するなどして、日本の国土全体を巨大な貯水池として運用し、水の供給国へと転換する政策（国土水がめ構想）を推進することである。

昭和47年に発刊された日本列島改造論（田中角栄）は大きな話題を呼び、当時の日本の開発方向

を示すものとなったが、結果的にはこの政策が地価の高騰・物価高をひき起し、政治家の利権と結びつき土建国家を作ってしまったという反省もある。しかしこの間に蓄積された日本の土木・建設技術は、Dam、Tunnel、橋梁、高速道路、新幹線、高層Building等、どれをとっても世界の一流になっており、併せて地震災害等の対応と復旧技術も世界のTop-levelを保っている。

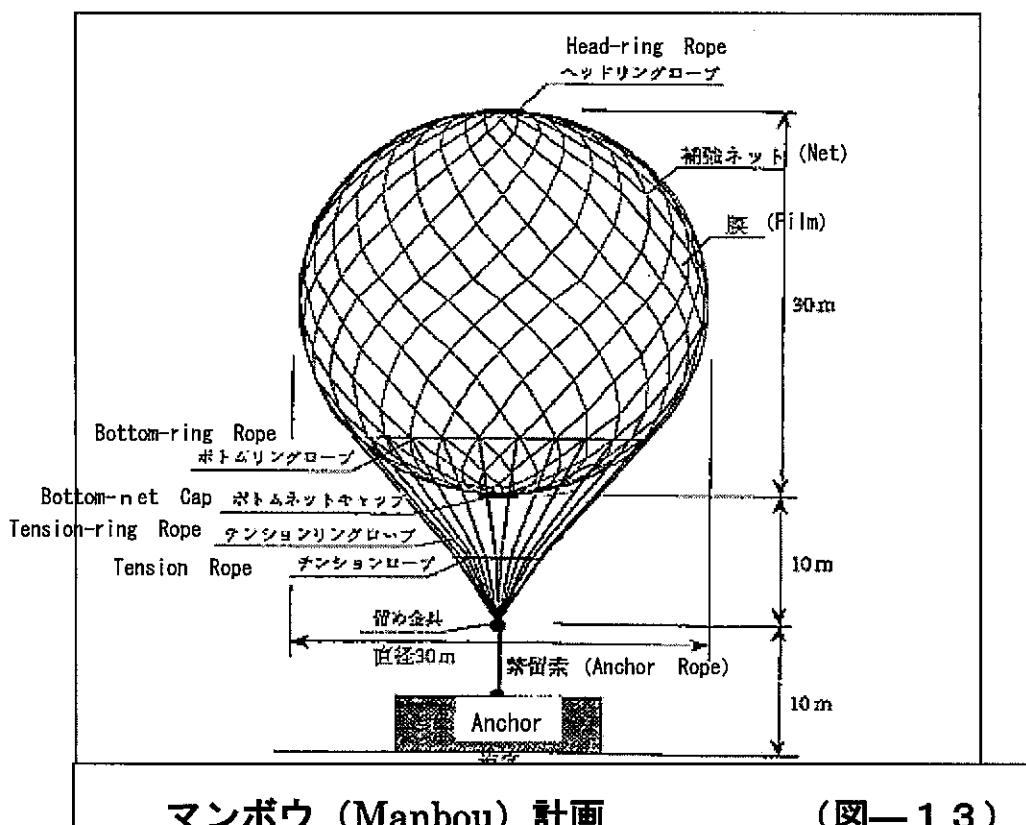
ところが今、この技術(者)が行き場を失い大きな失業者問題へと発展しようとしており、このような状態があと数年(10年)も続ければ、これらの技術者は四散してしまい、首都圏に大地震などが発生しても対応できず、地形・地質的に脆弱な国は間違いない大打撃を受けることになるだろう。

戦後66年が経過し、全国的なDamの配置が計画された50年前とくらべて社会情勢は大きく変り、今では当時の計画変更が必要なところも少なくない。しかし、水問題は国内から全地球的、国際的な視点への転換が求められ、日本の技術力と、世界中の Dam-site 候補地は貴重な人類の共有財産として大切にしなければならない。また、過疎化の進む中山間地はあらたに水資源供給地という視点で再評価すべきで、この政策が実現できれば、日本は大きな世界貢献が出来るだけでなく、今まで捨てていた余剰水が利益を生み、雇用対策と中山間地問題も解決できる。必要な資金は約100兆円、建設に要する期間は約50年程度と試算されるが、この資金には世界中の投資 Money を集めることが可能である。

一方、国土の利用面から、あまり集落地を集約化して無人地帯を拡大すると、安全保障上に問題が生じるので、観光地、温泉地などの適切な配慮と Balance のとれた国土の利用計画が不可欠である。

②. マンボウ (Manbou) 計画

上記の水がめ構想 Project に加えて、大河川の河口付近または海中に、淡水を大規模・安全に貯留する技術として、下に示すような淡水貯蔵 Plant を建設し、現地実験を行うことを提案する。



<Manbou 計画 Test Plant の規模と期間>

10,000ton 建設 1年 実験 3年

100,000ton 建設 1年 実験 5年

1,000,000ton 建設 1年 実験 5年

<調査の内容>

- 潮流の影響・風と波浪の影響
- 底棲動植物・漁業・航路への影響等 調査を実施

4. 費用の試算

このProjectに必要な費用は、以下の通り約100兆円と試算される。

① 調査費

地形・地質・環境調査 (2年間) 0.2兆円

Tunnel、Dam、諸設備設計費 1兆円

② 導水・貯水 Tunnel (大断面) (全国に10本掘削)

$100 \text{ km} \times 6,000 \text{ 千円/m} \times 10 \text{ 本} = 60 \text{ 兆円}$

③ 貯水 Dam (100個所: 総貯水量 30億ton)

$3,000 \text{ 億円/個所} \times 100 \text{ 個所} = 30 \text{ 兆円}$

④ 放水路、地下浸透井戸等

一式 = 3兆円

⑤ 大容量 Pump 等送水施設 (100個所)

$500 \text{ 億円} \times 100 \text{ 個所} = 5 \text{ 兆円}$

⑥ 大型 Computer による管理施設 0.3兆円

⑦ 淡水の積み出し装置・諸設備 (全国に10個所)

$500 \text{ 億円} \times 10 \text{ 個所} = 0.5 \text{ 兆円}$

小計 100.0兆円

⑧ その他

水輸送 Tanker 又は Oil Tanker の改造 (20万ton級) 20隻 別途

大陸までの海底 Pipe-line 敷設 10,000 K.m 別途

5. 資源量と収入

日本の国土全体 (面積 36万km²) に年間平均 1,500mmの降水があり、うち 5%が有効な水資源として利用できると仮定すると、

$$360,000 \times 10^6 \text{ (国土面積: m}^2\text{)} \times 1.5 \text{ (降水量: m)} \times 0.05 \text{ (5\%)} = 2.7 \times 10^{10} \text{ m}^3 \\ = 270 \text{ 億 ton (m}^3\text{) / 年}$$

これを 100円/m³で取引するとすれば、2.7兆円/年の国庫収入が期待でき、100兆円は、約37年で回収できる。

6. 展望

① 水資源の基本問題

地球上の降水量には大きな地域差があるが、自国の食料・水・Energy 等を完全に他国に依存するのは、植民地を別にすれば安全保障上問題が多く、水が乏しい地域は長い歴史の中でその条件下での生活を確立しているのが通例である。

従って水 Business には2つの方向が考えられる。

- a) 水が乏しい地域、国々に対して自国内での水源開発や地下水の 100%活用と、上下水道、Dam・水路、水の Recycle 技術などを輸出・援助する。Africa 諸国のように経済力の乏しい途上国はこの方法を望む可能性が大きい。
- b) 産油国等、豊富な外貨を有する国々は、海水の淡水化や真水の輸入で水の需要を満たして

いる。これらの国々に限定すれば、水 Business の可能性はある。

国際会議の場等で、日本が有利な投資先であることを積極的に PR する努力も必要。

② 国内の利権問題

日本の自然は海、山、川が一体となっている。また河川水は（既得）利水権が錯綜している。

河川水については既存の産業（農・林・水産業・鉱工業等）と利権の調整が必要である。

③ 環境問題

従来の自然改造は比較的ゆっくりと進められてきたが、本 Project はこれを一気に加速させ未経験分野に大きく踏み込む危険性があるため、次の検討が必要である。

a) 複雑で脆弱な地質の脊梁山地に、大断面・長大 Tunnel を掘削したとき、予測できない災害を引き起こさないか？また、施工だけでなく長期的な維持管理ができるのか？

b) 地下水の強制涵養が大規模な Land-slide や山地崩壊を引き起こさないか？

V. これからの建設業（日本の建設業の位置づけと役割）

日本の Grand Design は、産業振興と国土保全・防災を併せて考えなければならない。日本の産業は、

- ① 自動車、家電等 Globalization が成功し、世界の市場で競争ができるもの
 - ② 国防、消防、警察のように外注せず、すべて直轄で行わなければならないもの
 - ③ 教育、食料、Energy、防災等、①と②の中間にあってきめ細かい国家戦略が必要なもの
- の 3 者に分けて考えるべきである。

日本は地震、火山噴火、津波、台風、集中豪雨、大雪などの災害が、数年毎に発生を繰り返す世界有数の災害大国であるが、先人はこれらの災害と上手につきあい、高度な技術力と組織を整備してきた。その中で建設産業は軍事力を放棄したわが国において警察・消防と同じ役割の一部を担ってきた。軍事力の強化は周囲の国々に危機感を与えるが、建設投資は非難を受けることはなく国土の利便性と安全性を高め将来の災害に備える一石二鳥の政策といえる。しかし今回の災害が発生するまで、この産業は切り捨てられる危機にあった。災害は毎年違った所で短くて数年、長いときは数十年の期間があるのが普通である。だから普段はあまり必要性が感じられず、一朝事有るときだけ頼りにされることになる。しかし、国の安全は食料や Energy と同じように、完全な自由競争にゆだねることなく、地域ごとに必要かつ十分なものを維持しなければならない。それぞれの地域ごとの災害に迅速に対応できる機材と技術者集団をもつ企業を育て、脆弱な国土を守る。これが建設業界の務めである。

50 年後に 2 Project が完成し、これが機能しあはじめるまでの建設産業の役割は明確だが、その後は膨大な既設 Infrastructure の maintenance、災害対応としての地すべり・土砂崩れ（これは日本が造山帯に位置することから避けられない）という業務の平準化が期待される。そしてその時には国土の安全を守るという高い使命感を持った技術者集団が誕生するはずである。

日本が本当に安全で安心して住める国家になるためには、さらに膨大な Infrastructure の追加投資が必要で、これらの完成まで、建設業界はいささかも躊躇してはいけない。

VI. 日本の Energy 政策

原子力発電は、CO₂を発生しない Clean な準国産 Energy として、国内の発電量の 25~30%を占めているが、今回の事故で原発を安全かつ完全に制御する技術には未完成の部分もあることが明らかになった。40 年以上にわたって運転を続けてきた福島第 1 原発が想定外の津波で冷却水のポンプが停止し、冷却機能が失われ、放射能漏れが生じたため、半径 20km 以内の住民が避難、30km 圏内は屋内退避～

自主避難、周辺地の原乳、野菜等が放射能に汚染され、既存産業と生活権がおびやかされるという、深刻な事態に陥っている。原子炉の安全性は、「絶対安全」を建前としてきたが、設計時における耐震基準は、通常の地震の最大加速度 500～800gal（一部は 1,000gal）程度を考慮している。

しかし 1995 年の阪神・淡路大震災では 800gal、2008 年 6 月に発生した「岩手・宮城内陸地震（直下型）」では、4,000gal、東日本大震災では 2,500gal という最大揺れ（加速度）が記録されたことから、この規模の直下型地震に見舞われたら、日本の原発が絶対安全といえる保証はなく、日本の原子力政策は見直しを迫られることになる。さらに、世界有数の原子力燃料 Recycle 施設（六ヶ所村）を有しながら、高 Level 放射性廃棄物の保管方法は未だ研究途上にある。図—5 に明らかのように、わが国には大地震が発生しないと保障できる地域は皆無と言えるから、数千年～数万年の管理が必要という Risk をおかして、処分地を受入れる地域（自治体）を探すことは極めて難しい。

しかし、IV—1 章で提案した技術開発が成功し、人工的に地震に安全な地域を作り出すことができれば、問題解決の道が拓ける。具体的には、原発や地下貯蔵庫の周囲を特別監視地域に設定し、この周辺の 100～数 10 km の範囲を上に述べた方法で、岩盤中の Stress を取り出し続ければよい。

これが成功すれば国内の任意の場所に人工的な地震空白地を作れる可能性を意味し、地震、津波に対しては万全とは言えなかった原発の安全性の向上に加えて、核廃棄物問題も併せて解決できる。

(表—2)

原子力と Plate Energy の比較

Energy 政策	Energy 転換の原理	問題点（新技術）		将来問題
		Merit	Demerit	
原子力	核分裂 →熱 Energy →電気	① すでに 40～50 年の稼動実績あり ② CO ₂ を出さない ③ 既存産業が形成されている ④ 過疎地の雇用創出に有効	① 制御技術が未確立 (技術は外国の輸入) ② 新・増設に住民の合意形成が難しい ③ より厳しい地震、津波対策が必要 ④ Uranium も長期的には枯渇資源 ⑤ 廃炉技術未解決 ⑥ 原発事故が発生すると、広域汚染が発生	① 高 Level 廃棄物の処分場の管理（長期的保管）問題 ② 科学兵器（原爆）に転用可能（軍事技術）
Plate	Plate の移動 → 地盤の Stress Energy →?	① 純国産 Energy ② CO ₂ を出さない ③ 成功すれば新産業が生まれる	① 実績なし（世界初取組み） ② 新技術の開発が必要 a) 50,000m の長尺 Boring b) Stress 蓄積場所の検出 c) Stress Energy の取出し技術 ③ 費用（収入）算出不能	① 環境の汚染は小さく、途中放棄しても、自然環境を悪化させない。 ② 開発の途中段階で地震予知が可能 ③ 成功すれば無限の国産 Energy を得られる ④ 純平和利用に限定

おわりに

今回の東日本大震災で、日本は Energy 政策と防災の見直しを迫られることになろうが、このとき基本となる中・長期構想をしっかりと樹立する必要がある。世界の Energy の動向は、目前、多様化、分散化に向かうと思われるが、わが国は Plate Energy の検出とこれの利・活用で地震・津波等から国土を守り、併せて無限の国産 Energy を手に入れる可能性を有している。

高度な科学技術を用いて災害を制御することが、自然の摂理（倫理）に適合するかどうかの議論は必要であるが、長期にわたって多額な研究開発費を必要とする Project は、従来の原子力政策や海洋開発、宇宙開発と類似したものになるだろう。

しかし原子力産業では、System のさらなる信頼性向上が不可欠になったことに加えて、今後数千年以上にわたって管理が必要な「高 Level 放射性廃棄物の長期貯蔵」という未知の分野に踏み込む必要がある。一方、Plate Energy の利活用は従来技術の延長線上にあり、将来にわたって危険な物質を発生し続けるなど、自然環境に対する悪影響は少ないと考えられる。併せて、日本に十分にある（雨）水資源を活用できれば、日本の再生は可能だろう。

日本は世界有数の倫理国家である。今回の国難に対して「いい気味だ」と思っている国も少しはあるかもしれないが、圧倒的な世界の世論は「日本を救おう！」である。世界中の国々が日本の支援を表明してくれている。そしてそれ以上に「日本大好き」の国がいっぱいあることも、忘れてはならない。

そんな国の人々は、日本が元通りに復興するだけでなく、さらに元気になってくれることを望んでいる。日本が軍事力以外で大きな Power を持ち、再び世界の指導的な立場に復帰する事を心から喜んでくれるはずである。日本はこの熱い期待を裏切ってはならない。

本 Project に必要な 200 兆円を、50 年間で調達するとすれば 4 兆円／年が必要になる。

この資金調達の目途は当然考えなければならないが、海外からの投資や、日本の将来のための投資という名目で、高齢者に年金の一部を協力してもらうなど、種々の方法が可能であろう。

いずれにしても、国民に希望を与え、長期的な国家運営に専念できる政治を期待したい。

以上

参考文献

- ・世界が目を見はる日本の底力 ROM International 著 KAWADE 夢新書 2011. 6
- ・再生可能 Energy 電力の集中供給か地域分散型供給か
—Desertec 構想と再生可能 Energy · Methane— 今泉みね子 岩浪「科学」Column Germany 環境政策通信 N o. 4 2011. 2
- ・自助論 Samuel Smiles (竹内 均訳) 三笠書房 2010.10
- ・日本は世界 4 位の海洋大国 山田吉彦 講談社α新書 2010.10
- ・特集 南海 Trough 巨大地震、首都直下地震 岩波「科学」 2010. 8
- ・特集 地震の予知とその活用 土木学会誌 2010.11
- ・公共事業が日本を救う 藤井聰著 文春新書 2010.10
- ・正々堂々と「公共事業の雇用創出効果」を論ぜよ 藤井聰著 日刊建設工業新聞社 2010. 6
- ・とてつもない日本 麻生太郎 新潮新書 2007. 6
- ・土地の文明—地形と Data で日本の都市の謎を解く— 竹村公太郎著 P H P 研究所 2005. 6

日本の Energy に於ける石炭の位置付けと炭鉱技術移転

水野正勝（資源工学）

Abstract

In Japan fossil fuel accounts for 80% of energy supply. And almost of supply depends on overseas countries. The amount of coal consumed is going on increasing. Stable supply of coal is important for Japanese development. For collaborative relationship with developing countries which produce coal, training program for mining engineers is enforced.

1 はじめに

気候変動問題への対応が地球規模の課題となっている中、Energy 供給において一定の役割を担っている石炭の現状を概観し、日本に於いてその安定供給の確保策の一環として実施されている、途上国の技術者に対する研修事業について紹介する。

2 世界の Energy 供給構造

世界の Primary energy の供給構成推移と発電電力量構成推移を見てみると、Oil shock 以前、石油は低廉、且つ利便性の高い Energy として広く活用され、世界の Primary energy の 44.6%を占めていた。また、発電電力量構成においても、石油火力発電は 20.9%を占め、石炭火力発電 (40.0%)、水力発電 (23.0%) に次ぐ位置にあった。しかし、各国が石油依存度低減、Energy 効率向上の諸施策を講じた結果、2007 年現在、Primary energy に占める比率は 34.3%となり、発電部門においては石油火力発電の比率は 5.6%に大幅低下した。石油代替 Energy として、特に発電部門で利用が拡大したのが Natural gas である。2007 年に火力発電で 20.9%、Primary energy に占める比率も 20%を上回った。

石炭は、価格安定性、供給安定性から、世界中で利用されている。2000 年以降、新興国・発展途上国での Energy 急拡大に対応し、2007 年における Primary energy 供給に占める割合は過去最高の 26.4%となっている。

石炭は、自国で安価に手に入る Energy として生産国でその多くを消費する地産地消型の Energy である。このため、生産量に比べて貿易に供される数量は少なく、世界の全生産量に占める貿易量（輸出量）の比率は、1990 年以降 13~18%で推移している。

3 我が国の Energy 供給構造

1970 年代の二度の Oil shock を踏まえ、過度な石油依存構造から転換するため、官民が一体となって技術開発とその導入促進に向けて取り組んだ経緯がある。こうした石油代替 Energy 施策の結果、石油依存度は第一次 Oil shock 時の 8 割から、2000 年には 5 割を下回る水準にまで低下した。特に電力分野においては、火力発電所の燃料転換や大型化、燃焼技術の向

上等により発電の高効率化を図ると共に、原子力発電所の増設へと電源開発の軸を移すことにより、石油依存度の大幅な低減を実現した。しかし、Primary energy 供給に占める化石燃料の割合は依然として 8 割と高水準で推移しているのが現状である。その中で、石炭の占める割合は徐々に高まっており、2007 年で 21% である。また、発電電力量のうち石炭の占める割合は近年増加し、2007 年に 25% となっている。

4 我が国における石炭の位置付けと Clean coal technology

石炭は、他の化石燃料に比べ可採年数が約 130 年と長く、世界各地に幅広く分布し、供給安定性が高く、経済性に優れている。他方、燃焼過程における単位発熱量当たりの CO₂ の排出量が大きい等、環境面での制約要因が多いという課題を抱えている。

我が国は、消費する石炭のほぼ全量を輸入に依存している。年間約 1 億 8 千万 ton を輸入する世界最大の石炭輸入国である。

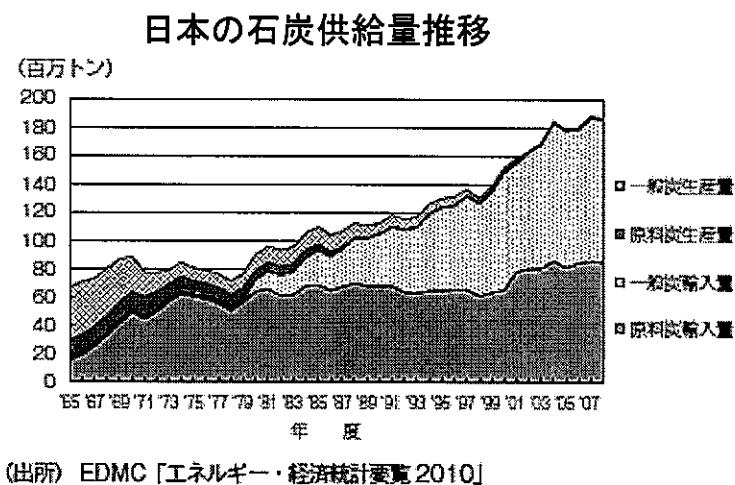


図 1：日本の石炭供給推移

我が国は、戦後の経済復興に当たり唯一の国内資源であった石炭の生産拡大を図り、これを重点的に発電と製鉄に活用し、民生の発展に活用してきた。その後、国内産業の発展に伴う資源 Energy 需要の急激な拡大と Energy に対する Cost 削減の要請から、重油燃料の自由化路線への転換により、石油利用が急激に拡大された。そのため、国内石炭産業は不況構造業種に指定され、石炭産業構造調整へと移行した。1973 年に起こった石油危機により、我が国の Energy 政策は、石油代替 Energy 政策が機軸となり、石炭、天然 Gas、原子力、新 Energy 等の石油代替 Energy の利用が促進された。

- 我が国にとっての石炭資源の重要性を箇条書きにすれば次のようになる。
- ・ Energy 資源に乏しく、その 100% 近くを海外に依存している我が国にとって、石油、天然 gas に比し、長期に利用可能である石炭は、供給安定性が長期に維持できる Energy 資源である。
 - ・ 石油や天然 gas が、中東や Russia 等に偏在しているのに比べ、石炭は我が国に近い Asia に広く賦存し、供給安定性が高い。
 - ・ 価格的にも石油、天然 gas に比べ、安価で価格安定性があることから、

高い経済性を有する。

- ・我が国は Primary energy 供給全体の 80%を海外の化石燃料に依存しており、供給安定性、経済性に優れた石炭を利用していくことは、我が国の産業競争力に影響を及ぼす Energy 価格を安定的に維持していく上で極めて重要である。

地球温暖化対策の観点から、石炭の持つ CO₂排出に係わる課題解決が求められる。即ち Clean coal technology の開発と導入の取組が行われている。これは石炭利用において、「Energy 効率の向上」と「環境負荷低減」を両立するための技術である。具体的な技術開発を以下に列記する。

- ・高効率石炭火力発電

石炭資源のほぼ 100%を海外に依存する我が国としては、より効率的に石炭を燃焼させ電気 Energy を得るため高効率発電技術の開発・導入に取り組んできている。現在、我が国の石炭火力発電は、世界最高水準の発電効率（41.6%）を達成している。

- ・CO₂回収・貯留技術（Carbon Capture and Storage : CCS）の開発

石炭火力発電所などで化石燃料を燃焼することで多量に発生する CO₂を排 Gas から分離して地中もしくは海洋の深くに貯留・隔離する技術である。CO₂を分離回収する各種技術、地中貯留技術等の技術開発が進められている。

5 炭鉱技術海外移転事業

中長期的な世界の石炭市場は、Asia 地域を中心とした需要の増加、産炭国の自家消費の増加等から、需給が逼迫し厳しくなる様相を呈している。我が国は、世界最大の石炭輸入国であり、且つ石炭需要は 1992 年以降増加傾向にあることから、国際的な石炭の安定供給の確保を図りつつ、我が国が安定的に石炭資源を獲得することが重要な課題となっている。

今後、中国、Vietnam、Indonesia 等の海外産炭国の炭鉱においては、坑内掘りへの移行や採掘箇所の深部化・奥部化の進行が見込まれることから、我が国の優れた炭鉱技術の移転を通じて、Asia 地域の石炭需給安定と我が国への石炭安定供給確保に資することを目的として、2002 年度から 2006 年度まで、5 年間の炭鉱技術海外移転事業を行い、2007 年度から産炭国石炭産業高度化事業として、発展的に継続実施している。

本事業に講師或いは指導員として参加しているので、概略を紹介する。

(1) 国内受入研修

中国、Vietnam 等の炭鉱技術者を研修生として受け入れ、炭鉱現場を活用した受入研修を実施し、「人から人へ」の技術移転を行うことにより、我が国の優れた炭鉱技術の海外移転を行うことを目的とする (Indonesia は 2009 年度で終了)。

研修内容は次の通りである。

- ・中国

①保安管理者向け Course : 保安監督技術・手法等

- ②炭鉱管理者向け Course：炭鉱の保安向上に必要な技術・手法等
- ③炭鉱技術者向け Course：主に Boring 技術、通気技術、機器保全・自動化・省 Energy に関する技術等

・ Vietnam

- ①炭鉱管理者向け Course：保安管理、生産管理、労務管理等
- ②炭鉱技術者向け Course：通気管理、Gas 管理、保安管理、救護、Boring 技術、採炭技術、掘進技術、機器保全・自動化、省 Energy に関する技術等

研修期間は、7週間から14週間である。

研修事業が始まってから現在までの研修生の受入数の実績は下表の通りである。

	2002～2006	2007～2010	計
中国	481	346	827
Vietnam	585	441	1026
Indonesia	325	113	438
計	1391	900	2291

(2) 海外派遣研修

日本人技術者等を指導員として中国、Vietnam、Indonesia 等に派遣し、各国の炭鉱に即した研修を実施することにより、我が国の優れた炭鉱技術の海外移転を行う。

研修内容は次の通りである。

- ・中国：坑内保安技術、管理技術等
- ・Vietnam：採掘技術、坑内保安技術等
- ・Indonesia：採掘技術、坑内保安技術等

派遣指導員数の実績は下表の通りである。(単位：人・回・炭鉱)

	2002～2006	2007～2010	計
中国	213	200	413
Vietnam	406	813	1219
Indonesia	375	692	1067
計	994	1705	2699

6 おわりに

今まで日本の電力供給は、原子力、Natural gas、石炭を中心として Best mix を推進してきた。石炭火力発電は CO₂ 排出の問題はあるものの、需要変動に柔軟に対応できる利点があり、高効率の技術開発と相俟って今後も重要であると考えられる。Mining engineer として炭鉱技術移転事業に参加し、我が国の安定的な石炭供給確保と発展途上国の技術力向上に少しでも貢献していきたいと考えている。

参考資料

METI 資源 Energy 庁資源・燃料部石炭課編：地球を救う Clean Coal
METI 編：Energy 白書 2010 年版

東 Asia における Infra 維持管理の動向

応用理学 稲垣 正晴

Abstract : Industrial revolution took an initiative role to urbanization and construction of infrastructure. Europe was a front runner. East Asia followed it after a long term. Once it broke, the speed of construction is amazingly fast. Pushing-forward mind made us concentrate to only construction. As a result maintenance issue has been left behind. Necessity for maintenance has been recently cited. Conventional inspection methods, which highly rely on human works, do not function well. Instead, total management system using huge database is expected to work well. We introduce recent tendency on maintenance works in East Asia region by showing actual examples.

1. 序

欧米に始まった産業革命以来、社会の都市化と Infra 整備は急速に進んだ。Asia では欧米に遅れをとったものの、日本では 150 年前（明治維新）から整備が始まった。Asia では第二次大戦後なかなか整備が進まなかつたが、ここ数十年の進歩には目を見張るものがある。今や、欧米に比肩する Infra が急速度で建設されている。それに伴い、Infra の維持管理問題も急速に頭をもたげてきた。今後の維持管理の動向についてまとめた。

2. 東 Asia 諸国の Infra 整備の歴史

欧米に比べ、かつて東 Asia 地域における近代的 Infra 整備は遅れていた。Infra 整備は都市化と相俟って進む傾向がある。図 1 は、東 Asia 諸国における都市化の変遷状況である。日本では、19 世紀後半より近代的な Infra 整備が始まった。関東大震災や第二次世界大戦による Infra の大規模破壊を経験したものの、1960、70 年代の高度成長期に現代的 Infra 整備は大幅に進んだ。韓国でも、1980 年代の高度成長期、中国ではさらにその後から急速に整備が進み、現在も加速的に進んでいる。

欧米に比べ、Asia における整備速度は極めて速いのを特徴とする。これは、国是として

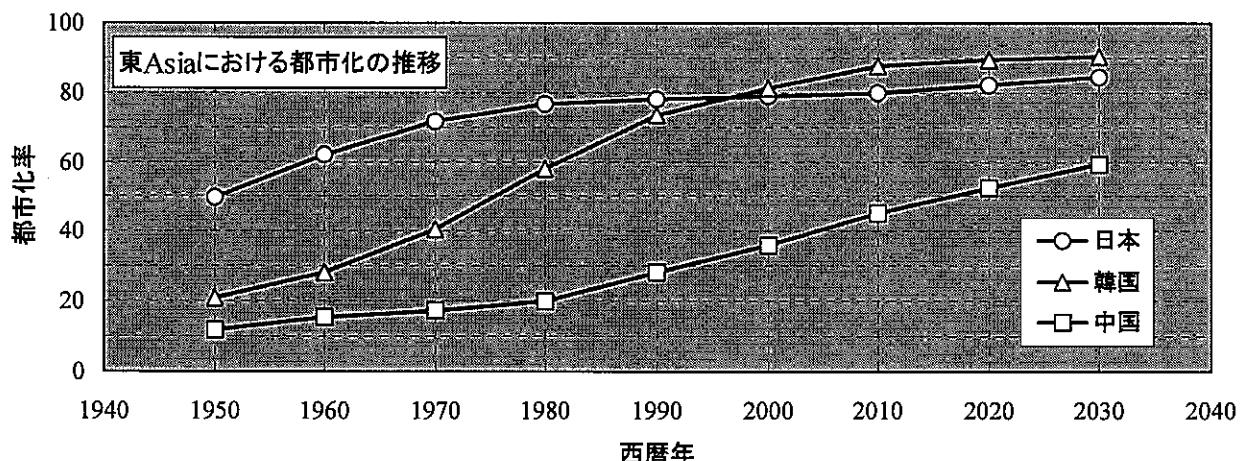


図 1 東 Asia における都市化の推移（開発金融研究所報 2004 年 8 月 20 号より抜粋転載）

国主導で強烈に邁進してきたという実情があるためである。それだけに、維持管理の問題を置き去りにしてきた感がぬぐえないのも事実である。Infra は必ず老化・劣化をするものであるから、必ず Maintenance を必要とする。中国では、2005 年に上海地下鉄 4 号線までが開通していたが、万博開催の 2010 年には 13 号線に及んでいた。これは、整備 Infra が将来一気に維持管理対象となることを示しており、今のうちからその対策を取って行く必要性が叫ばれている。

近代において、土木技術の革新的進歩により、道路、橋、Tunnel、Building などの構造物建設に人類は邁進した。このような技術黎明期においては、建設に意識がとらわれており、将来維持補修がやりやすくなるような工夫を設計に入れることまでは、考慮されないことが多かった。Infra 整備に関して先進地域である欧米では、倣う前例がなかったため、建設技術以外の維持管理技術にはあまり意識が及ばなかった。本来後進地域では、先進地域の失敗を回避しながら進めるという Merit を持っているはずである。しかし実際には、先進地域に追いつこうとする意識が先に立ち、建設に邁進する傾向が強く、結局 Maintenance も考慮したゆとりのある開発は期待できない傾向にある。

3. 維持管理手法の変遷

東 Asia 地域では、現在、Infra の維持管理を効率的に実施して行こうという動きがある。壊れたら作り直すという考えではなく、設備の Life cycle cost を考慮した効果的な維持補修を戦略的に行うという、いわゆる Strategic management の考え方である。このためには、当該 Infra の現況を知ることが必要である。これまでのように、目視観察と代表箇所における抜き取り的な検査で判断をするのではなく、現況を丸ごと捉え、Database 化し、総合的に判断するという手法である。Database 化には、大量の Data を、しかも迅速に取らなければならない。もはや、人間の目視観察に頼っているわけにはいかない。また、より客観的な Data を取得しなければならない。それを実現するために、物理的な手法が導入されることとなった。

4. 事例紹介

4.1 CCD 画像による Tunnel 壁面変状調査（台湾）

Tunnel の維持管理は、従来目視観察と削孔によって行われてきた。21 世紀に入り、物理的手法を使用した調査法が待望されるようになった。調査速度と調査量の要求から必然的な動きであった。台湾では 2010 年あたりから Tunnel の壁面撮影が実施されるようにな

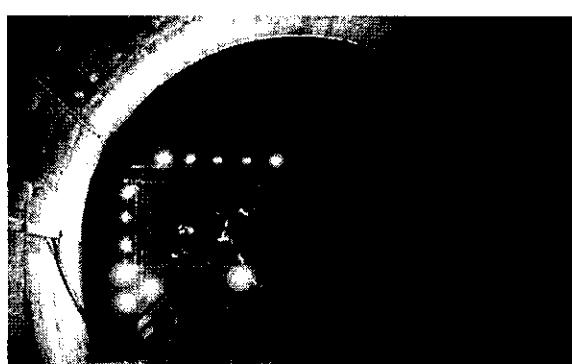


図 2 探査状況



図 3 Tunnel 壁面画像

ってきた。これは日本でもつい最近の動向であるが、公共事業に関する予算等で慎重な日本に対して、積極的な台湾では、今後、鉄道 Tunnel のみならず、道路 Tunnel や水路 Tunnel にもその適用が広がっていく形勢にある。(図 2, 3)

4.2 物理計測型道路点検車（中国）

路面の健全度は円滑な交通の確保に欠かせない条件である。健全度を示す重要な要素は、ひび割れと平坦性である。日常点検では、ごく限られた断片的な情報しか得ることができない。的確な維持管理のためには、全体を客観的に把握する必要がある。このために、中国では、道路検査車の導入が始まっている。Digital Camera による路面撮影と、Laser による平坦性測定を走行しながら行い、Database を完備させる。この Database をもとに、戦略的維持管理を目指そうとしている。(図 4)

4.3 高速 Tunnel 内空断面測定（中国）

中国の地下鉄建設速度は驚異的である。長江最下流の上海地下鉄では、軟弱な砂地盤をかかえ、Tunnel の変形を監視する必要がある。膨大な設備（Tunnel）の変形状況を迅速に把握するためには、走行しながら内空断面を測定する必要がある。このために、Laser と Camera を組み合わせた光切断法を利用した内空断面測定 System が開発された。この System は、検査車に搭載され、内空断面の Database 化を目指す。(図 5, 6)

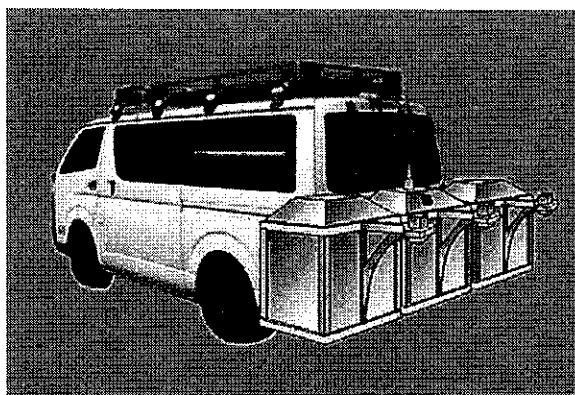


図 4 道路点検車概念図

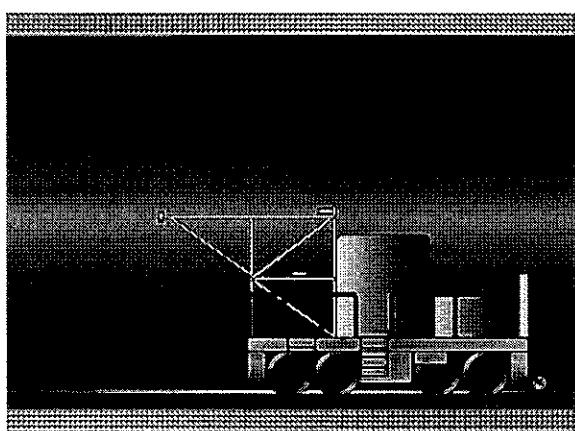


図 5 Tunnel 検査車概念図

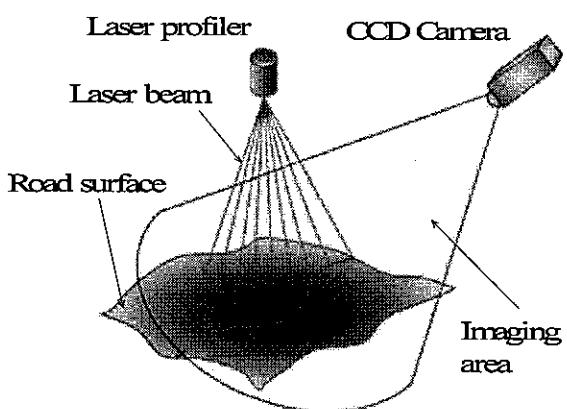


図 6 光切断法原理

4.4 路面下空洞探査（日本）

日本では20世紀後半から車載型の地中 Radar を用いた路面下空洞調査を実施している。埋設管が多数迷走する大都市の地下には空洞発生の原因が内在しており、現実に道路陥没が頻発していた。地中 Radar 方式は大きな効果を挙げ、東京都内でも年間 300 箇所以上に上る大小空洞を発見し、陥没事故に対する抑止力となっている。(図 7, 8)



図 7 路面下空洞探査車

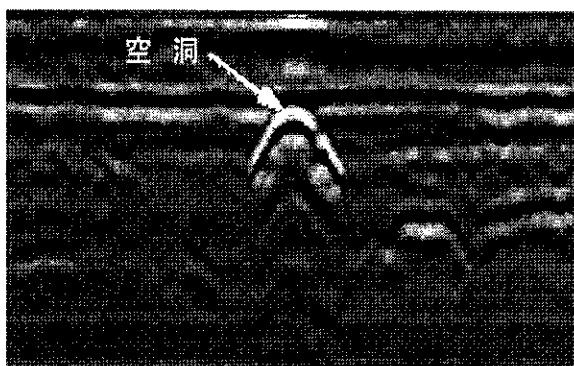


図 8 空洞の地中 Radar 記録

4.5 Radar 式無人異物探査（露伊米英日）

これは、現在研究中の技術である。Russia の基幹機器技術をもとに、欧州（伊、英）の応用技術、米国の融合技術、日本の解析技術を結集して、共同研究が行われている。地中埋設物や地中状況を平面表示する電磁波式 Holographic Radar を利用し、自動的に Data 取得する Robot 型 Radar System が現在研究開発中である。（図 9, 10）

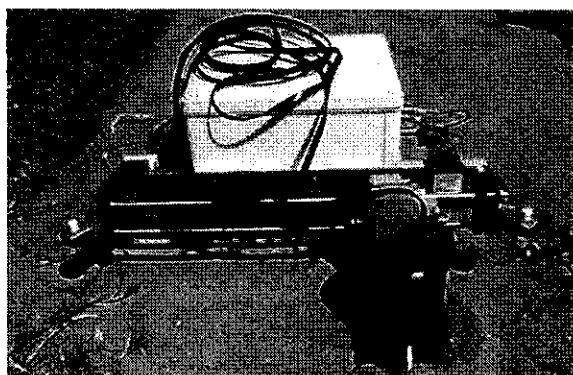


図 9 Robotic System (Prototype)

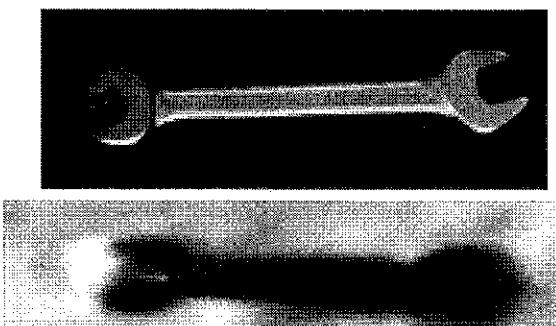


図 10 実物（上）と Holographic Radar 記録（下）

5. まとめ

かつて欧米に現出した Infra 整備 Rush の時代が、いま正に、ここ東 Asia で現実のものとなっている。これはあたかも経済発展の Speed に呼応するように起こっている感がある。経済が疾走しているときは、将来の維持管理についてじっくり検討し、総合的な設計を施す余裕はないようである。膨大な Infra を相手にするためには、これまでの人に頼った管理法では間に合わない。幸いなことに、近年種々の物理的手法を用いた調査法が開発されており、東 Asia 諸国の中では、この手法を利用していこうという機運が生じている。適切な手法の適用により、維持管理が効率的に行われるようになることは、当地域の発展にとって、非常に好ましいことである。

参考文献

- 1) 飯味淳，“東アジアにおける都市化とインフラ整備”，開発金融研究所報, 2004 年 8 月, 20 号

Project Management and 地球一周 Cruise

増子邦宏（技術士/建設、応用理学、総合技術監理）

Abstract

The author participated in the 86 days' around the world cruise and enjoyed himself in its attractive programs on board a gorgeous ship of the old good days. He has been applying the project management which he had learned through his 46 years' career as a civil engineer, to his daily peaceful life after retirement. So he laid out an elaborate plan for him to achieve his targets esteeming the cruising life as a project in advance. During the whole navigation he carefully watched human, safety and geology which have always been his concern. He was amazed by the emergency drills on board because of no discipline nor active incentive, was forced to change the call ports due to the burst of riots in the Arabic countries, was escorted against the possible pirates' attack by the worships of the Japanese Self Defense Force along the land and around the offshore of Somalia and was shocked with the breaking news of the East Japan Earthquake Disaster in March. The author is to introduce some events through the view point of the project management in addition to the features of this unforgettable cruise.

1. まえがき

著者は 2011 年 1 月 23 日から 4 月 18 日まで元豪華客船による 86 日間地球一周に参加して、比類なき Cruise の醍醐味を味わった。同時に Arab 政府運動の過激化および東日本大震災の勃発などの内外の激動に危機管理への意識を高め、この間 8 ヶ月に得た体験および知見は、既に下記の形でまとめられている：

「私の人生設計図」：4 月 16 日 洋上 Venture 大学/起業家講座で発表済

「地球一周 Cruise と地質」：7 月 25 日 地球科学者 Union 談話会で講演済

「地球一周 Cruise、日本と自然災害」9 月 15 日に日本観光通訳協会で講演済

本稿では前半でこれら原稿から Cruise の記述を抜粋、同時に Project Management 視点からの展開と評価を、後半では帰国後の防災活動と最新の知見を紹介・考察する。

船旅へ参加する動機は世界常識では「豪華に漫遊」かもしれないが、低価格で大衆性を売り物とする当 Cruise では「人生へのご褒美」（老人）あるいは「自分を見直す」（若者）のどちらかに大きく 2 分される。そして乗客の具体的目的は以下のどれかであろう：
①食事や演芸・娯楽など船上生活および寄港地、さらに一定期間離船して観光を満喫
②離船後の仕事・結婚あるいは趣味に役立つ新たな人間関係の構築
③日々行われる教室とか講演に出席して語学・芸術・運動などの習得
④自分が持ち込んだ Theme あるいは教材を集中して自習。
私は全部が当てはまるとも言えるが、本音を言うと最大動機はなんと
「狭い個室での単調生活への適応実験」で、最大目的は④であった。なお今回乗船した Oceanic 号は 38,772Ton、全長 229.4m、全幅 29.4m で横浜を起点・終点として赤道に沿

う 18 地点に東廻りで寄港して地球を一周した。乗客 750 名(定員 1550 名)のほとんどが日本人だったが Crew 幹部は欧州人で、船内の公用語は日本語と英語だった。

2. Project Management の適用

私は技術士[総合技術監理] (Professional Engineer, 기술사) とび労働安全 Consultant の両国家資格を併せ所持する総合建設業出身の土木技師として Project Management [以下 PM] (프로젝트 관리) の社会への啓蒙を自分の責務と心得ており、2 年前に発表した 「Project Management and 安全」 (第 39 回日韓技術士会議) の概要を以下に紹介する：

♪Project は「異業種(多国籍を含む)の人達が Team で働くような環境の中で初めと終りがあり、目標達成のために良く計画された作業」である。PM は「Schedule 策定や人員手配、予算・進行管理にとどまらず、Project 達成に向けて作業手順を整え、問題点の把握や処理、組織内外の調整で意思を決定する手法」である。技術士〔総監〕は全般を見渡し、財務など含めた広範な問題解決を目的として、経済性・人的資源・情報・安全・社会環境の 5 管理からなる PM を行う。この際、図-1 に示した Trade off(相反)に対処すると同時に、労働安全実務で成果を収めている Risk Management(<http://www.roudoukyouku.go.jp>)を採用する。Trade-off is a situation where you make a compromise between two things, or where you exchange all or part of one thing for another in consideration of maintaining each factor within its appropriate range.更に Risk=Possibility X Consequence で評価できる。Project における「目標」は SMART(Specific, Measurable, Agreed, Realistic, Time constrained)に設定する (Just Enough Project Management/ Curtis R. Cook, The McGraw-Hill Companies)。♪

船旅しかも 3 カ月にも及ぶ長旅は初めての私は SMART に準じて、以下のように明確な目標を設定した：①皮膚病養生のために日々の入浴が不可欠だった私は、一人部屋(2 万円/人・日、Shower 付き)ではなく、二人部屋(4 万円/室・日、20m²、浴槽付き)を一人で利用 ②利便そして最悪事態を想定して必要と思われる資機材(Massage・運動機器、炊事機器・飲食物、書物・DVD、ITC 機器など)を完璧に準備。四人部屋(1 万円/人・日)では荷物は 2 点/人に限定が、個室には制限がなく全荷物(15 点)を搬入可 ③第一目標を「基本漢字 180 字を媒体とした 5 カ国語例文集」編集と Vietnam 語と韓国語例文の暗記、第二目標を「船内各種講座の内、実用性が高い科目を厳選し積極的に参加」④関心がある人の親交を深めるために名刺、名刺 Folder、PC および Camera を準備、常時携帯。⑤各寄港地でのあわただしい観光(滞在 24 時間以内)には魅力を感じず、まだ見たことがない Pyramids/Egypt を除き、主催会社が準備する Optional Tour には一切参加しない。当 Cruise の成果を技術士の 5 管理項目に従って PM としての評価を以下で行う。

3. 経済性管理

- ① 当 Cruise は 1983 年に数名の大学生が部活動的に起業、国際交流 NGO へと大成長してきた経緯から Staff と一般乗客に若者が多い。Staff は乗船費免除が当然としても Crew

図-1 PMの5管理とTrade Off

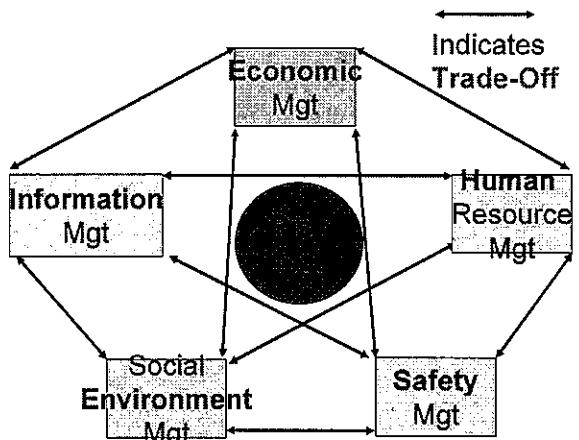


Photo-1 The captain wears no outfit.



ではなくお客様待遇、大半が無給の Volunteer として与えられた分担職務をこなす。

- ② 豪華客船では主客室が二人部屋で 3~10 万円/人・日と高価だが、当 Cruise では最多の四人部屋が 1 万円/人・日とかなり安価である。NGO 本支部で Arbeit して乗船費が減額(1000 円/時)、経済的余裕がない若者でも簡単に参加できる仕組みが卓越している。
 - ③ 私が参加を決めた本音「68 歳の独居老人が来るべき施設収容や闘病にあたり、20m² の個室で晴耕雨読的生活が可能か」は One Room への適応に問題はなく、自炊をしない限り独居老人の所持道具は 4Bags で完璧である。また具体的な第一目標(5 カ国語例文集)および第二目標(実用性が高い船内講座)は乗船前から開始して 100% 達成できた。
 - ④ 3 カ月の乗船で希望する大半の技術が無料で習得でき B/C(価格対効果)が高い Culture School であり、国籍・年齢・貧富を問わず万人に 1 回は乗船を勧めたい。

4. 人的资源管理

- ① 乗客 750 名の内 250 名が 20-35 歳、500 名が 55 歳-89 歳、Staff の外人(米国 20 名、韓国籍 4 名、英仏西南米各 1 名)と、確認できた中国籍・韓国籍各 1 名を除き乗客は全員が日本人、Crew 300 名は 20 数国籍で Hotel 部門は Indonesia 人と Philippines 人が多い。
 - ② NGO・主催会社・Crew の 3 組織が並列、各最高責任者は Cruise Director・事務局長・船長である。主催会社の株主が NGO の幹部だから両者は一心同体と見られるが、新聞広告に「旅行企画・実施」は主催会社と明記されており、乗客が契約した相手もあくまで主催会社であり、NGO でない現実を知らない乗客が圧倒的に多い。Hard 面担当の主催会社を Soft 面で NGO Staff が Volunteer として好意的に支援すると、私は納得している。
 - ③ Staff を PM 的観点から見ると、一部の監理者を除いて全員が優秀な Project Manager で、自らの担当分野を見事に Management していると評価する。Staff には NGO 職員の他に、水先案内人(報酬代わりに高級船室を無償で提供されて、特別講演をする文化人)、CC(船上では同時通訳、寄港地では添乗員をする Communication Coordinator)、語学教職員を含み各 10 名から 15 名からなる。この中で最高に評判が良いのが 5 倍以上の厳しい選抜を経た CC で、多語学の達人であるだけでなく、無給にも関わらず「乗客に奉仕」という

使命感に燃えていた。ところが NGO の活動方針に共鳴し縁故採用された Staff の中には、何かの信念に陶酔とか乗客へ自己主張できる立場をひたすら享受している人がいた。

- ④ 年収の半分に相当する乗船料を支払い、3 ヶ月間も仕事あるいは家庭を離脱できるという恵まれた環境にいるためか、乗客には多彩で魅力的な人が多い。Hula Dance を踊りまくっていた姉さん達、紙・布と竹だけで立派なお神輿を製作した小父さん達の生き生きした顔が鮮明に思い出される。高齢者と青年が自由に交流でき、老人は若者から活力を、若者は老人から智恵と経験をもらえるこのような場は、現代の日本には他にないだろう。

5. 情報管理

東日本大震災の発生 2 時間後には緊急通告を掲示するなど迅速な対応をした主催会社に私は感激したが、その後の新聞情報の開示が遅くて乗客からの不満が大きかった。船が東へ進むに連れて船内時計を深夜 12 時に 1 時間進ませるという時差調整が数日ごとにあり、すべての船内時計は正しく深夜の内に調整されていたが、全乗客が最も目にする機会が多い 8 階 Lounge に置かれた船内時計だけが正午近くまで前日の船内時間のまま無調整で表示されていることが頻繁だった。この間違えた時間を見て Tour 出発時間に遅れる乗客が出るに及んで、時計が 1 週間以上も撤去されたが、まさにこの NGO の無秩序を象徴していると感じた。なぜならこの 8 階の時計だけが NGO の管理下にあり、neat に調整されていた他の時計はすべて主催会社の管理下と知ったからだ。

6. 安全管理

- ① 乗船して一両日後に乗客全員の緊急避難訓練があった。On hearing the general emergency alarm, put on the warm clothing, a head covering, and proceed to the Muster Station carrying your life jacket. と船室内に掲示された通りに素直に防寒着と頭を守る物を着用して、救命胴衣を持って集合場所へ飛んで行った。驚いたことに指示された服装の Crew および Staff が誰一人いなかった。彼らは野球帽すら被らず、防寒具も着ずに夏用制服あるいは半袖 shirts だけの普段の軽装だった。それを既に 10 回以上乗船経験がある Cruise Director に直接進言すると、上記の退避時の服装規定は知らないどころか、「Staff にお客様の前では帽子を取って話すように今朝指示した」との返事に唖然とした。主催会社の事務局長への Claim で効果があったようだが、食堂・Hotel 部門の Crew を対象とするその後の訓練で野球帽を被った人が 1/3 で、救命 Boat を下ろす際に保安帽・命綱を着用した作業員は 1/2 で、点呼の上級 Crew 全員が救命衣も帽子も着用していなかった。訓練は乗客と Crew に分けて 4 回は実施され可能な限り立ち会ったが、緊迫感は皆無でただ形式的にやっていた(Photo-1 & Photo-2)。船友となった元海上自衛官曰く「こんな訓練ならやらない方が良い」。次に寄港した Peru では港湾作業員が、日本の建設現場と同様に、保安具を正しく着用していたのと対照的だった(Photo-3)。

- ② 建造後 46 年経ち世界で運航中の唯一の Steam Ship、人間ならいつ PPK(ピンピンコロリ) してもおかしくないご老体。Toilet などの配管 Trouble、Elevator 故障は乗船時の保安検査日常的で、雨漏れは必ず階段は Buckets で埋まる。船長の出身地 Italy での乗船時

Photo-2 Workers wear no safety gears.

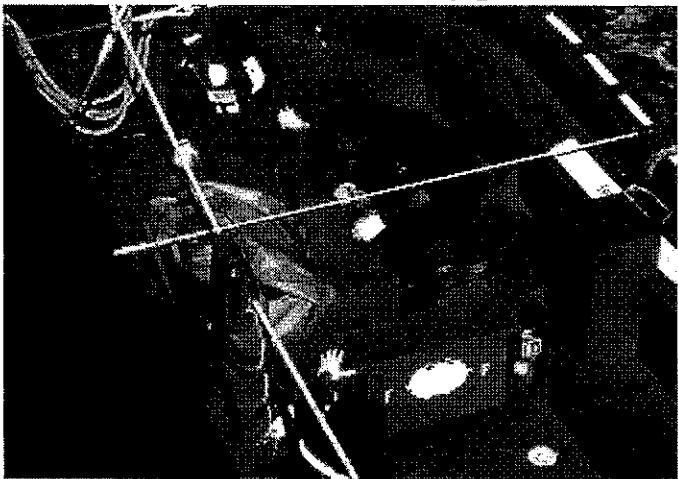
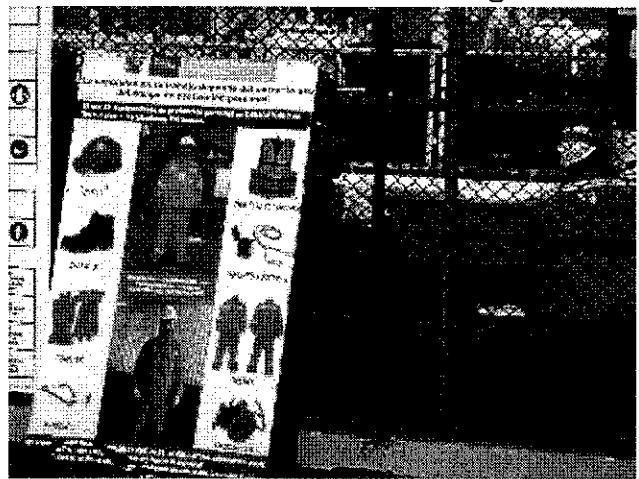


Photo-3 Workers in Peru wear all gears.



の保安検査で警告 Buzzer が鳴り続けているのに、検査官は仲間同士の談笑に夢中だった。Safety=安全(anzen/日, anjohn/韓, anquan/中, antoan/越)、Security + Reassurance=安心(anshin/日, ansim/韓, anxin/中, antam/越) …と、東 Asia の「安心」に相当する言葉は欧米にはないらしく、洋の東西で感覚が異なる。造船および通信技術が格段と進歩、近年は海難事故が減少かもしれないが、「1000 人以上が乗った船舶の沈没 Risk は 1000 年に一度の確率で発生した東日本大震災より高い」と深刻にとらえるべきだ。8 月 17 日に天竜川で川下り船が転覆、乗客 23 名全員が救命衣を非着用で 60 年間の運航で初めて 5 名の死亡事故が起きた。同教訓と世界各地のテロを他山の石として生かすことを願う。

- ③ 今回観察して最も残念だったことは、NGO・主催会社・東京・本船内のどこにも危機管理 Manual とか BCP とかの存在が感じられなかったことだ。非常時に自動的に機能する体制が整備されていれば、財政破綻国の Greece で” Support Japan! ”を声高に訴える募金活動を強行するとか、震災の最新情報に日々飢えていた乗客あてに日本からの新聞が寄港地ごとに届かないという稚拙な Miss はなかったはずである。なお BCP (Business Continuity Plan : 事業継続計画) は災害発生時に操業を中断しない、あるいは早く復旧できる計画で阪神大震災直後から多くの企業で採用、著者は広義の PM の一種と見る。
- ④ 高齢者が多い Cruise では毎回 1 名は病死者が出るらしい。今回故人となつた 84 歳と相部屋だった同年代 3 人が言う「俺もああいう PPK で逝きたい」。乗船直前に I pad を新規購入した故人から質問されて困った私も彼らと一緒に献杯した。因みに英語ができない後期高齢者の彼らが急変を当直の外人 Crew へ伝えた英語は “SOS, Doctor” だった。

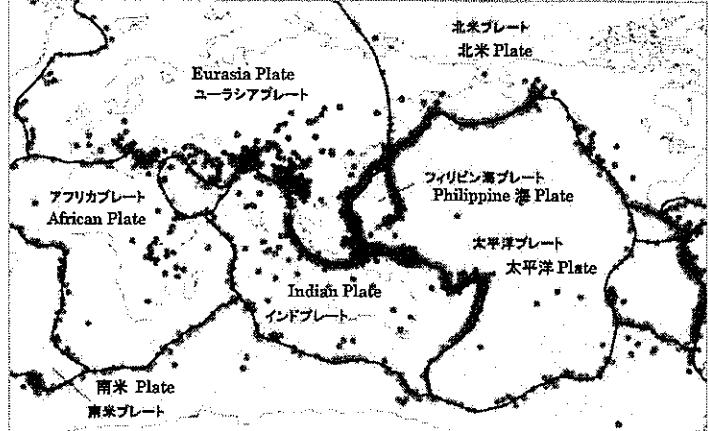
7. 社会環境管理

- ① 横浜出港後 2 週間後に Arab 世界で民主化運動が激化、当初予定の Libya は寄港中止したが、独裁政権が崩壊直後の Egypt には予定通りに上陸した。Pyramids 観光では外国人客は我々以外には見当たらず、観光警察の護衛があったとは言え、焼き討ちになった政府 Bldg や幹線道路の要所ごとにいる戦車に戦慄を覚えた。早朝出発の観光 Bus が Cairo から港に戻ったのは深夜で、一人の運転手が交代なしで 17 時間以上も長時間乗務して、事故が起きなかつたことは幸いであった。Risk Management の観点から分別ある老人とし

図-2 Cruise 航路



図-3 世界の Plate 震源



ては、「日本政府が渡航禁止を勧告した国への上陸は辞退すべきだった」と反省している。

- ② Saudi Arabia から 3 日間の紅海および Somalia 沖は海賊出没域ということで、日本の護衛艦に挟まれて 9 隻の民間船(本船以外は外国籍の Container 船)が隊列を組んで航行した。Crew 側の万全なる対応 (Bridge 以外にも船内 3 位置で 24 間の監視体制、放水準備、船周囲を有刺鉄線) には安堵し、多くの乗客が海上自衛隊に感謝、熱烈 Fan に転じた。
- ③ 東日本大地震の勃発直後に日本人乗客数名が急遽帰国、また米仏政府が自国民を日本から緊急避難させたことには納得した私であったが、多くの外国人 Staff や Crew が、横浜への帰港を拒否して Singapore および Manila で途中下船したことは大 Shock だった。
- ④ 航路(図-2)を震源分布(図-3 <http://j-jis.com>)に重ねてみた。なんと Panama 運河で南北米両 Plates が、Morocco とか地中海沿岸で Eurasia・Africa 両 Plates が、Chile・地中海沿岸・Philippines は日本並みに地震の影響が大きい。すなわち Plate Tectonics 視点から航路を見ると、まさに世界で Plate 相互の衝突地域に沿って巡検したと言える。

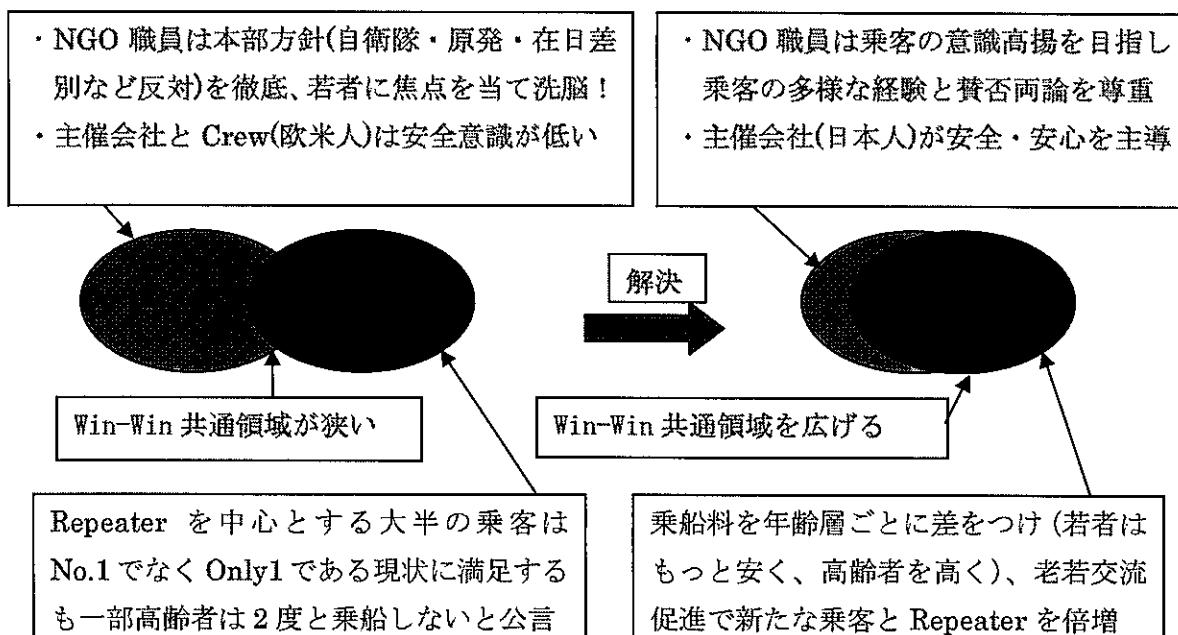
8. Trade Off and 改善案

人的資源管理と経済的管理、また安全管理との間には Trade Off が顕在、相互関係と改善方法を図-4に示す。Hotel の Lobby に相当する 8 階 Lounge 中央部に NGO 事務局、すなわち Staff のたまり場がある。Glass 張りで乗客が自由に入室できるが、Staff の対応が悪いとの不評が絶えなかった。Staff の稚拙な対応に、2 度とこの Cruise には乗らないと公言していた中高年が 10 数名はいたことは確かである。また改善案とか不満を Staff に伝達して無視された経験がある Repeater の大半は当 Cruise でしかない魅力を再び享受したいがために、2 回目の乗船からは「乗せて頂き感謝」に徹している。不善は「見ざる・聞かざる・言わざる」で Cruise を楽しむ寛容と忍耐に長けた人物ばかりだ。図-4 の改善案は関係者間の調整が必要だが、NGO 幹部の意識改革あるいは強力な統率力をもつ Leader の登場で簡単に実現可能で、少なくとも緊急避難訓練に関して現行のように Crew 任せにせず、主催会社幹部が率先垂範する日本式で Crew を主導して欲しい。

9. 洋上 Venture 大学と人生設計図

船内行事の内で最大の功績を挙げたものが洋上 Venture 大学/起業講座であろう。

図-4 人的資源管理と安全を中心とした Trade Off と解決提案



同大学で20歳～35歳の正規学生22名に早朝授業で課せられた人生設計図を、聴講した私の作品を図-5に示す。同図はI学長（服飾会社会長）が提唱する「過去はすべて善」に基づき自らの過去をPositiveにとらえて現在を正視して、将来の方針を1枚にまとめたものである。船上で親しくなったStaffを含む老若男女20数名とは帰国後も東京・九州・関西・長野・および岐阜で再会するなど家族的な交流が継続中である。特に8月20日には上記学長が岐阜で主催された第3回立志教育Forumに出席して、自分が目指す『お役立ち山』と将来の『夢』を語った8名の中学生の発表に深く感動した。その後の懇親会で、多方面でご活躍され才色兼備で知られるI会長夫人が「私は幼少の頃から志なんか持ったことはありません」と自己紹介された。その発言を「日本の謙譲美の発露」とは知る由もないVietnam留学生V君が「先生は子供の時から『お役立ち山』を沢山越えられてきましたね」と言う。私は帯同した教え子男女2名に、Forum開始前に図-5を説明して彼等自身の人生設計図の作成を宿題として課していたが、その時まで意識すらしなかった我が栄光に気づいた。私は「進学・就職・結婚…の各部分工期で検査に合格、最良ではなかったが『お役立ち山』を乗り越えてきたのだ。すなわち「猛勉強して有名校に入学、一流企業に入社、美人妻を娶り、海外勤務して資産を残し、都心に住宅・Resortに別荘をもつ。老後は健康で悠々自適の生活をおくり、100歳でPPK」。という我が人生Projectは筋書き通りに順風満帆に進捗中で、既に行程の70%が進捗済みと言える。自己の人生をPM的に見直すのに有用なToolとして同様式を日韓技術士各位に推奨したい。

10. 東日本大震災の被災地訪問

7月末に5日間累積降雨量が1000mmを越える豪雨が新潟県・福島県および韓国を襲って洪水が起きた。6月から8月は被災した長野県栄村(3月12日の直下型地震)、千葉県

図一5人生設計図

洋上大学学長が実践中の「過去はすべて善」と「一生感動・一生勉強・一生青春」にならって作成
2011年4月13日 初版作成 増子邦宏(68歳、独居老人、現時点では介護・支援不要)、8月15日

西暦	1942	52	62	72	82	92	2002	12	22	32	42
年齢	0歳	10	20	30	40	50	60	現在	70	80	90
区分	学校教育	大手総合建設業/終身雇用、34年間常勤	土木設計業(非常勤)								
経歴	小学校	中高大	子会社 技術研究所15年	海外支店15年	高1履修・資格取得 高2、看護入学	高3、漢方入学					
自己啓発	Boy Scout	新工法開発・TQC・要人接待・Project Mgt	両親介護	慈々自適/留学・地質・安全							
居住地	大分 福島 東京 京都 甲府	東京仙台横浜八王子Indonesia中国Guan越南韓国	東京川崎越南	富士山麓(山中湖別荘)							
道筋/事件	天安門事件	△	△				PPK				
趣味	暗い青春(愛蔵戦争)主任研究員・営業所長・現場所長・支店部	高校再入学	東日本大震災、PeaceBoat初美船(第72回)								
国際資格 教訓・手法	音楽・Sport不得意	Golf場社長	→遭難船体験後にPB再乗船予定 空氣・水に満ちた森の生活、富士山日帰り								
経験・出会い	英語	中語、Indonesia	越境・隣境	国内研修＆温泉・地質巡査							
	そなえよつねに	英検1級・Guide合格 HomeHelper2級	技術士など建設関連7資格取得								
	「Market In > Product Out」、「相手を変えるよりも、自分を改善」、PDCA/Risk Management										
	同窓会は小中各2校(東京・京都・甲府)高校・大学、OB会はBoyScout。会社は技研・海外に権力出席										
資産 家族	同級生 隊長 教授 中・越での現地Staff、同業者	地質・安全の技術士・越奈え子・PB船友	(清酒併せ飲め)(どの国でも人は浪花節的言動と金で動く)(昨年度8名中7名日本留学、1級合格者へは1000円贈呈)								
評価・方針	本給預金・赤坂自宅 川崎親宅/遠慮山中別荘確立5%利確保で株	老人の社会貢献は元気で自立してPPK(洋上大学学長)									
	結婚/出産 離婚⇒海外	弟・両親逝去	再婚?								
	見合34回(美女は城と同じで外観は美、中は空虚、息子結婚)										
	類似資格は同時に・英検1級/Guide、技術士建設応用理学、1級土木 中国語、Vietnam語、韓国語、日本語は東南Asia語(漢字表記可能) 「新聞雑誌で世界が分る」⇒Guide(政治)、技術士(理工学常識)に合格	九州、Vietnam、中国、韓国で地質温泉を探訪									

浦安市(液状化)、岩手県八戸市・宮古市・宮城県石巻市(三市とも津波被災)を視察、静岡県地震防災 Centerを見学した。各種防災行事にも参加、大震災後半年経過した今日でも東日本大震災報道が絶える日はなく、今までに得られた知見などを列記する：

- ① 本番を想定した真剣な訓練を日常的に実施してきた自衛隊・海上保安庁・米軍、消防・警は、行政が想定外とした現場でも指揮系統が機能して賞賛されている。自衛隊は延べ1000万人(総数10万人の1/2)を動員、予備役を初めて召集させた。Volunteerも経験豊かなNGO、新入社員研修の企業および実習の大学と言う組織力が強い団体の評価が高い。
- ② 自治体は自らが被災して不眠不休で献身的に働いているにも関わらず、自衛隊と比較すると影が薄い。他県から応援に駆けつけた地方公務員は延べ57000人にも達するが、お客様扱いされた場合が多く、結果的に被災自治体と一体化した機動的Teamを組むことはなく、本来なら被災自治体が自らこなすべき住民対応まで自衛隊に丸投げした。
- ③ 「阪神淡路まちづくり支援機構」を参考に技術士会・税理士会など18士業が共同で組織した「災害まちづくり支援機構」が支援協定済みの東京都と共に「東日本地震復興案と東海地震対策に関する Seminar」を聴講：平時からの体制準備を各士業が連合して自治体に提案して必要な経費は公的に確保。各自治体に支援体制ができていないことが顕在化、県全体が全滅と言う前提で他県に任せるとためには他県に渡すBack Upが必要。
- ④ 技術士会第7回全国防災連絡会議での知見：科学は人類、特に防災に貢献してきた。原発事故を謙虚に反省するが、過去をすべて否定するのではなく、冷静な判断が必要である(会長挨拶)。「悲観的に想定して楽観的に準備」。
- ⑤ Cruiseで活躍したNGOは震災直後から今日までVolunteerを継続的に現地派遣して高い評価を受けている。東京で事前講習をして被災地までの移動(Bus)や食住を手配、被災地での行動は5人一組、1週間で人員交代、炊き出しするSystemが見事に機能している。

- ⑥ Cruise で一緒した村民 S 夫人の案内で視察した栄村で Volunteer 作業から戻ってきた男女学生 5 名と船友 I 氏に会った。連続 9 日間の肉体労働の I 氏が元気なのはあの礼儀正しい学生達と一緒に、すなわち船上生活と同じ環境だからと思った (5 月 25 日日記)。
- ⑦ 宮古市田老地区で訪れた高さ 10m の巨大防潮堤では元同僚 T 役員の従姉妹を含む数十名が津波を見物していて犠牲になった。解体 OK と赤 Paint で書いた建物が点々と残り、原爆投下直後の広島の写真を見るような悲惨な気持になった (5 月 31 日日記)。

11 おわりに / Cruise の感想と今後の防災

地球一周の感想を問われると、「自転車の倍速(30km/時)で 24 時間走り続けると 60 数日で一周できる地球は狭く、港と運河以外に他船とまったく出合わない海は広い」と私は答える。そして他の豪華船との違いを問われると「当 Cruise では船内活動の多くが素人 Staff および乗客 Volunteer で運営されているから Only1 の魅力がある」と説明する。「舞台は学芸会程度」とか「貧乏人に恋が芽生える Love Boat」と評した水先案内人がいたが、私を含む多くの寛大な乗客にとって大した問題でない。とは言え世界のどこにも他に比較すべき Rival がいない現状ではこれ以上の進化は望むべくもなく、類似の Cruise が近隣国で生まれることを願う。特に造船業で日本を凌駕した韓国が Yen 高 Won 安のこの機に、日本の小母さん達を取り込む新鋭船を就航させて欲しい。乗客の選択肢が広がるだけでなく、航空機業界の LCC 成長と相まって、より安価で魅力的な韓流 Cruise が誕生すれば、今までに増して日韓文化圏の更なる緊密化と拡大が期待できるからである。技術士としての防災への思いや共感した新聞記事などを以下に列挙する：

- ① 自治体・消防団などとの接触を深め、防災および被災地支援活動を積極的に進めていく。
- ② Volunteer の多くが保安帽着帽は結構だが、官民を通して救命衣の着用者がほとんどいない。津波とか豪雨の被災地は防潮堤・護岸の多くが弱体化しており大震災の犠牲者の死因の 90% 以上が水死だった事実から被災現場では救命衣着用が不可欠と主張したい。
- ③ 旅行会社が宿泊や交通手段を確保した Volunteer Tour を募集しており、たとえ労働なしでも観光・買物・慰問でも、被災地に貢献できるようになった。2005 年に Hurricane で壊滅状態になった米国 New Orense が今日復旧できたのもこの Volunteer Tour の成果と知った (9 月 4 日日経)。まさにこれが船上の起業講座で学んだ社会起業(社会貢献や変革を目指す事業を起こす)の好例だろう。「自立力をつけるという意味で Empowerment と言う。Volunteer と被災者の縁が就業とか起業する時の力になる」(7 月 4 日山梨日日)。
- ④ 「校舎の耐震改修は平均 80% で東海地震への警戒心が強い静岡 98.2%、神奈川 97.7%、愛知 95.5% が高く、広島 59.1%、山口 61.7%、茨城 64.1% が遅れている」(8 月 25 日産経)。
- ⑤ 「釜石市の小中学生 3000 人全員が無事避難できたのは『率先避難者たれ』の手引書の通りに自主的に避難を始めた中学生に小学生が従ったからである」(7 月 16 日山日)。
- ⑥ 「関西広域連合が岩手県の災害対策本部に席をもらい、大阪と和歌山が岩手の支援を分担、他の府県と融通して長期的な広域応援を実現した最初の Case」(8 月 28 日山日)。
- ⑦ 「防災を考える場合に重要な点は最悪の被災 Scenario が描いて、自らの組織の弱点を徹底的に洗い出し、BCP で防災意識が共有することである」(8 月 31 日日経)。

- ⑧私が 34 年間奉職した会社では BCP が機能して、被災現場が必要とする資機材を震災の翌日には迂回路を使用して迅速に届けた。すべてを一瞬の内に失って倒産の危機にある被災した中小企業に遠隔地の同業他社から人員・資機材を持ち込んで、その地元企業名で事業の再開できる BCP を研究したい。この際に広域的 BCP として韓国など近隣国まで拡大すると、日韓技術士の 40 年間にわたる親密な交流を実際に役立てることができる。
- ⑨本番を想定した組織的災害対策を真剣に推進してこなかった自治体や、松島基地で F2 戦闘機を 18 機も水没させた航空自衛隊の危機管理を糾弾する Mass Media は、まだいない。国家機能が低下した時に外敵の攻撃から国民を守るのが自衛隊で、この主務は他機関で代替できない。国民を自然災害から守り被災者を支援するのはあくまで国とか自治体の本来の業務ではないか。被災者に支援物資を届けるのは他県の自治体職員とか宅急便会社に指示すればすむ。飲料水の配水は他県の水道局員、重機操作やガレキ整理は他県の建設業者というように専門家へ外注可能で、自衛隊が本来やるべき任務でない。それどころか自衛隊が国防を疎かにして他組織ができる雑務を安請合すべきではないのだ。
- ⑩消防団を中心防災・災害復旧隊を各自治体に設立する。責任者は首長が兼任、自治体職員を出向・自衛隊・警察OB を採用により、訓練・防災教育・被災地支援を日常業務とする。重機とか復旧資材を確保して初動体制を整え、復旧より準備に金と時間を投下！
- ⑪Boy Scout の標語が「そなえよ つねに」/Be Prepared で初代総長後藤新平の教えは「人のお世話にならぬよう、人のお世話ををするよう、そして、報いを求めぬよう」である。
- ⑫「自然もすごいけど、人間もすごい。昔から立ち上がっててきた」。「日本は Open for Business (通常業務をこなしている)、今は日本買いの好機である (4 月 30 日朝日)。
- ⑬Cruise の成果を問われると「船上で多く老若男女と知己を得たこと」と躊躇なく答える。船で知り合った 30 代の男女が 9 月 10 日に挙式する熊本で船友 10 名と、最優秀な CC 夫婦が野尻湖畔で 9 月 23 から 25 日に主催する「Enjoy Nature & English 合宿」で船友 7 名と再会する。私の Stay Young の旅は、まだ果てしなく続く…。

Photo-4 A cherry tree growing from granite

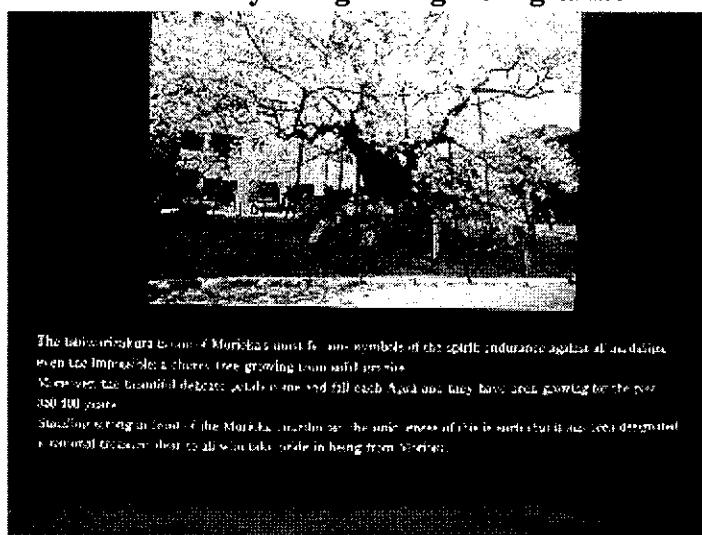
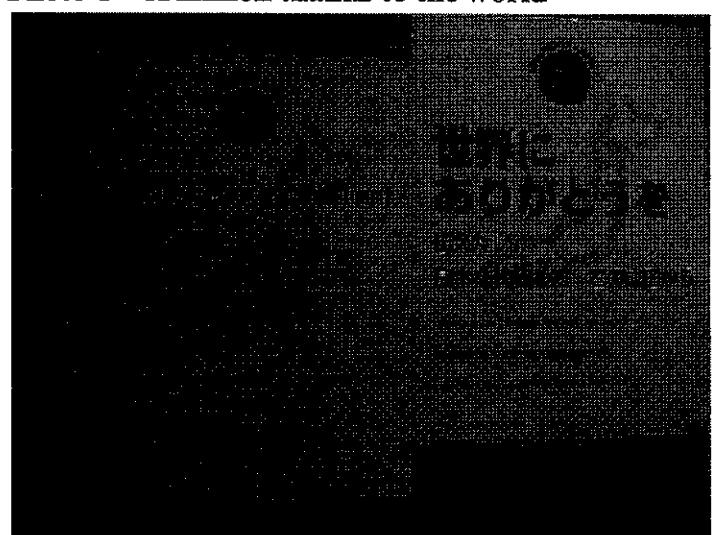


Photo-5 A million thanks to the world



反論とかご意見歓迎、chimsaigon@nifty.com あてに遠慮なく mail してください。以上

減災対策・災害復旧における建設業を中心とした 事業継続計画（BCP）と地域継続計画（DCP）のあり方

磯打 千雅子（建設／総合技術監理）

Abstract

This study is performed based on experience on past disasters and our achievements on planning BCP with construction industries. The new management method is expected on disaster recovery. In this study, in order to introduce a new concept of the regional continuity management, in which it is important to maintain the social function in the daily living area of residents in the post-disaster period. Introducing this method we will achieve the necessary disaster reduction measures and determination of priority for disaster restoration with the points of view of local residents. Because we believe the highest priorities on disaster recovery are the life of stricken area residents and the maintenance of social function in the stricken region.

1 はじめに

被災した地域が居住や経済活動、社会的機能を維持・継続していくためには、地域に在する行政や企業の役割が重要である。2011年3月に発生した東日本大震災における被害では、多くの市町村の庁舎が津波で流されるという被害を受け、行政機能が喪失するという事態に陥った。また、企業についても、沿岸部の水産加工会社の市場、加工場、冷蔵施設が被災し、漁船、漁具、漁網が流出する被害を受け事業再開の目処が立たない状況である。

このような状況に備えるための対策として、近年、事業継続計画（Business Continuity Plan：BCP）の策定が推進されている。しかし、我が国におけるBCPの策定率は大企業で27.6%，中堅企業で12.6%と低く、普及啓発には未だ多くの課題が残されている¹⁾。

四国地方においては、平成22年1月時点で南海地震が今後30年以内に60%の確率で発生すると予測されており、大規模災害発生の切迫性が指摘されている。特に、香川県は四国地方の中核拠点が集中し、全国規模の企業の重要な拠点ともなっていることから、防災対策の整備は急務であり、個別組織の事業継続対策が急がれる。個別組織の事業継続が遅れは、地域のLifelineや道路・鉄道等 Infrastructureの復旧の遅れに繋がり、地域の継続力の低下を招く。これらの施設の早期復旧は地域の生活者や地域経済の復興の大前提であり、個別組織の事業継続の遅れは許されない状況にある。災害発生直後の災害復旧対応においては、地域の実情に精通した建設業の担う役割は大きく、建設業の事業継続が地域の継続力向上に大きく寄与す

ると考えられる。

筆者が2008年9月に香川県内企業を対象に行った防災対策及びBCPに関するQuestionnaire調査では、BCPを策定済みの企業は16%であり、その内訳は資本金10億円以上の企業が72%を占めており、中小企業にいたっては6%と、BCPの策定率は低いことがわかっている²⁾。建設業においては、BCP策定率は41%と全業種の16%に比較して高いものであったが、その内訳は資本金10億円以上の企業が多くを占めている。また、Questionnaire結果から、BCP策定率が向上しない原因として、策定に必要なKnow-how・Skillの不足や、BCPに関する社内の意識啓発の必要性があげられ、これら課題を解決し、建設業のBCP策定を支援することが、地域継続力の向上に繋がると考えられる。

本論文では、災害復旧において重要な役割を担う建設業のBCP策定支援活動を通して得られた知見や既往災害時の建設業の対応事例から、地域継続Managementのあり方について検討し、その一つの方向性を示したい。

2. 地域継続Managementの必要性

2.1 事業継続計画(BCP)の概念

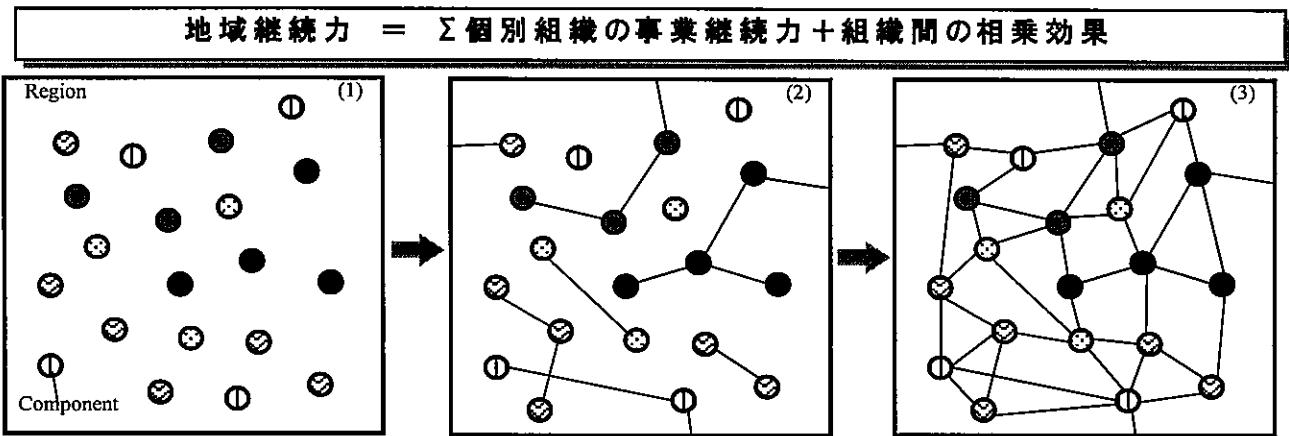
BCPとは、災害や事故等の様々なRiskが発生した場合、事業資産の損害を最小限にとどめつつ、中核となる事業の継続あるいは早期復旧を可能とするために、平常時に行うべき活動や緊急時における事業継続のための手段などを取り決めておく計画のことである。BCPが実践された場合は、災害発生後の効果的な事後対応によって、早期に事業復旧に着手が可能となり、円滑な事業継続が展開されることが期待されている。

2.2 地域継続計画(District Continuity Plan:DCP)の必要性

BCPは、組織や企業等により個別に策定されているが、企業等の事業継続を考えた場合、地域全体の維持・継続なくして企業等の維持・継続はありえない。このため、地域全体の維持・継続の観点での地域継続計画(District Continuity Plan:DCP)の検討が必要である。特に、災害復旧等の緊急対応においては、個別企業の対応のみならず、行政及び企業間の連携が不可欠であり、組織や企業が個別に検討するBCPの「点」の整備ではなく、それらが有機的に連携した「線」及び「面」での地域継続の対策の検討が必要である。

既往研究では、西川ら³⁾がDCPについて「業務商業地の地区あるいは地区郡の全体を対象として、企業の従業員や来街者、地域住民等の安全性を高めると共に、立地する企業の事業継続に資するため、災害の防止や応急対応、復旧・復興のあり方について記された計画」と定義している。本研究で考える「地域継続」の概念を図-1に説明する。

図-1では、地域を構成する要素「点(1)」が「地域継続」といった目的において「線(2)」として有機的な連携を図り、その連携がさらに発展、密となりやがて地域をCoverする「面(3)」となることを示している。



○は個人、家庭、近隣組織、企業、Infrastructure、地域資産、拠点等、地域を構成する要素全て

図-1 地域継続力の概念

「点」は、地域を構成する要素（例えば、個人、家庭、近隣組織、企業、Infrastructure、地域資産、拠点等である）すべてを指す。

このような連携・線の連鎖が面となり、地域全体の事業継続力を担保するものとなり、ひいては地域の持続的発展に寄与すると考える（図-2参照）。

2.3 既往災害における 災害復旧対応の課題と地域 継続 Management の必要性

地域継続 Management とは、地域を構成する要素が図-1(3)に示す状態を目指し、生活者の視点での復旧の優先順位検討や必要な減災対策の実現等を目的に、平常時から対策の実施、及び災害発生後の対応活動について事前に取り決め、その運用を図ることである。

図-3は、地域継続計画の概念を示したものである。地域が図-1の(1)～(3)に示す状態を継続するための Process は、図-3に示す3段階にあると考える。

第1は、上下水道、電気、道路、鉄道等の地域 Infrastructure・Lifeline の復旧であり、第2は、個別組織、施設の復旧であり、第3は、組織間の関係性の復旧である。

図-3に示すとおり、地域の継続には、第1段階として地域 Infrastructure の復旧が不

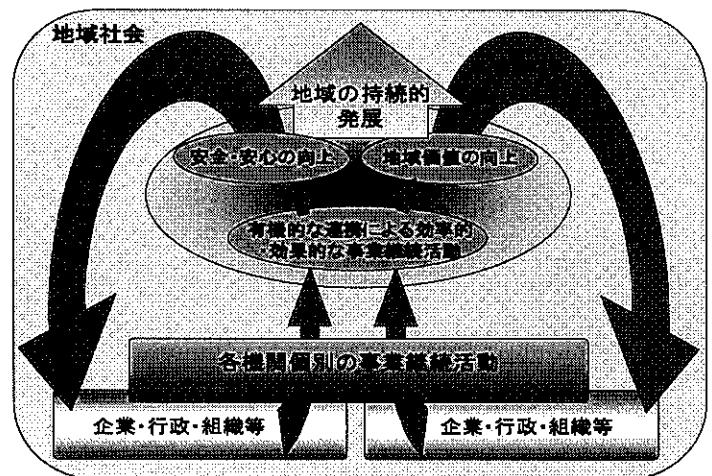


図-2 地域の持続的発展
※鍵屋ら⁴⁾を一部改変

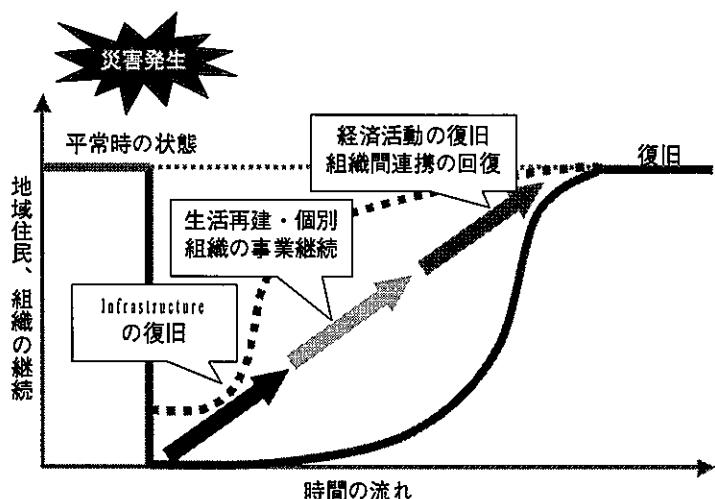


図-3 地域継続計画 (DCP) の考え方

可欠である。復旧にあたっては、地域に存在する建設業の役割が重要であり、建設業が災害発生後に緊急対応が可能である必要がある。

平成 16 年 8 月に香川県を襲った台風 16 号は、香川県内で 2 万棟を超える家屋の浸水被害をもたらし、死者 1 名が犠牲となるなど甚大な被害となつた⁵⁾。当時、災害復旧に携わった建設業者への聞き取り調査では、行政や建設業協会からの連絡が錯綜し、情報伝達が混乱した。また、復旧対応は、事務所近隣の被災箇所ではなく、遠方の被災箇所へ指示される、行政の管轄境界で道路復旧が途切れる、被災地住民の生活道路の復旧が後回しにされるなど、様々な課題が露呈した。

中野ら⁶⁾が行った調査結果より、平成 20 年岩手・宮城内陸地震では、建設業者が地元企業であるために地域の状況をしっかりと把握できていたこと、建設業が地域から信頼され、行政と協会相互の関係が緊密であったこと、何よりも建設企業間の協力体制が構築されていたことにより、臨機応変でかつ迅速な対応が地域の復旧・復興に大きく貢献した。

このように、被災地域の早期復旧を実現するにあたっては、行政、協会、建設企業における情報伝達の一元化と平常時からの相互協力体制の確保等、関係機関における緊密な連携が重要である。さらには、生活者の視点でのきめ細やかな対応が必要であり、その実現にあたっては地域の事情に精通している地元建設企業が果たす役割は大きい。

このため、災害復旧において、各機関個別の事業継続にとどまることなく、地域全体の社会的機能の維持・継続を目的とした地域継続 Management の概念を導入することにより、地域の早期復旧、早期生活再建が実現されると考えている。

3. 地域継続 Management 導入に向けた建設業の BCP 策定支援

筆者らは、「香川県建設業 BCP 研究会」において、2009 年 9 月 30 日に第 1 回勉強会を開始した。研究会の目的は、地域における建設業の役割として、地域全体の継続計画（DCP）策定を念頭に、平常時から四国地方整備局、香川県、市町との連携、災害発生後の復旧活動の円滑化を図ること、参加企業における BCP 策定支援や香川県内での BCP の普及などである。勉強会は現在も継続しているが、以下、筆者らが実施した 2009 年 9 月から、2010 年 1 月までの間に計 5 回の勉強会の成果について述べる。

勉強会では、まずは参加企業の BCP 着手を目的に BCP 認定⁷⁾の取得を目指した。開催に先立ち、自社の防災力を評価する Questionnaire 調査を実施、また、勉強会終了後には勉強会の効果測定 Questionnaire を行った。

具体的には、「災害時の事業継続力認定審査要領」⁷⁾に基づく 6 項目の計画（A 重要業務の選定と目標時間の把握、B 災害時の対応体制、C 対応拠点の確保、D 情報発信・情報共有、E 人員と資機材の調達、F 訓練の実施）に取り組むこととし、認定の対象となる建設企業 22 社を対象に、計 5 回の勉強会を実施した。参加企業の 70% は資本金 5,000 万以下の地元企業である。

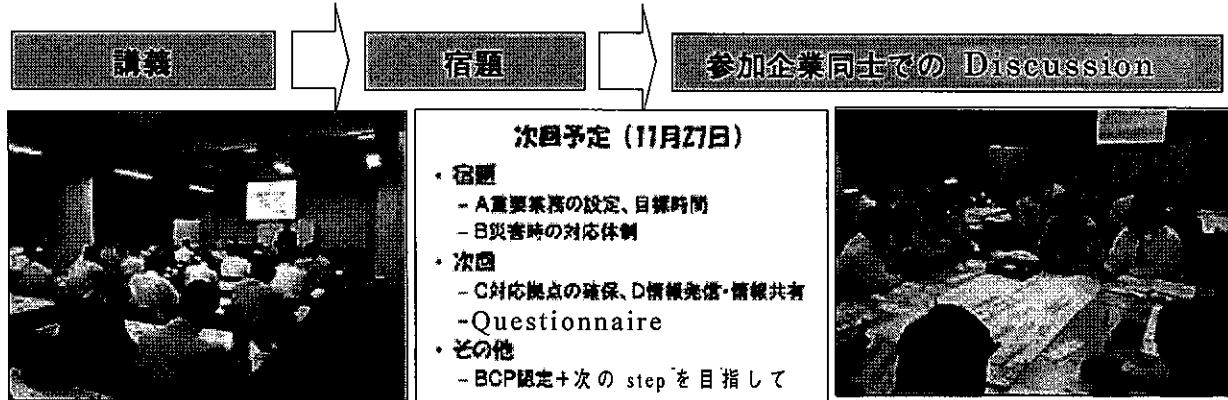


図-4 香川県建設業 BCP 勉強会の流れ

勉強会は、単なる講義形式ではなく、事前に提示された課題に対する作業結果を各企業から持ち寄る Group 討議形式をとった(図-4 参照)。

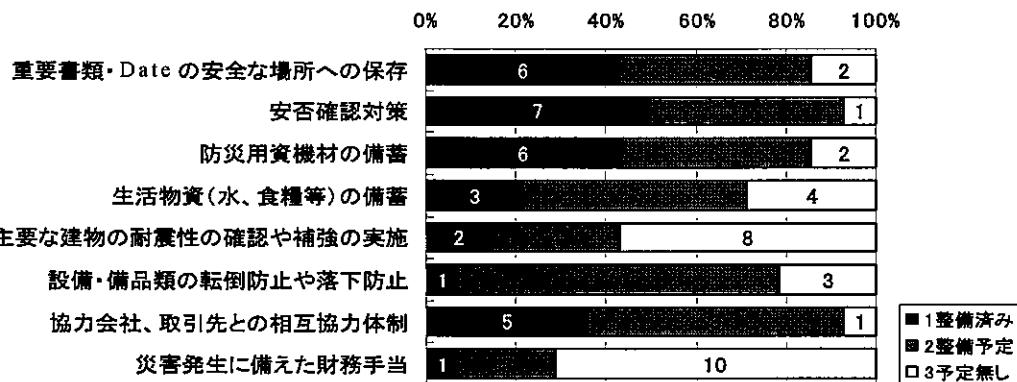
Group 分けは、企業の所在地により、香川県を西讃・中讃・東讃・高松市の4地域に分割することにより、県内全域を対象とした一般論ではなく、各地域の実情をふまえた Discussion が行われるよう配慮した。

勉強会に先立ち、現状の防災対策・事業継続対策への取り組み状況に関する Questionnaire 調査を実施したところ、参加企業の内、既に BCP を策定済みの企業は、1社のみの状況であった。BCP 着手のきっかけでは、「企業の社会的責任・情報提供の観点から」に次いで、「四国地方整備局 BCP 認定取得のため」が挙げられており、BCP 認定取得制度による、一定の BCP 普及効果が示唆された。

勉強会は、表-1 に示した内容で実施した。勉強会の実施状況について、会終了後に実施した Questionnaire 結果を用いて概説する。

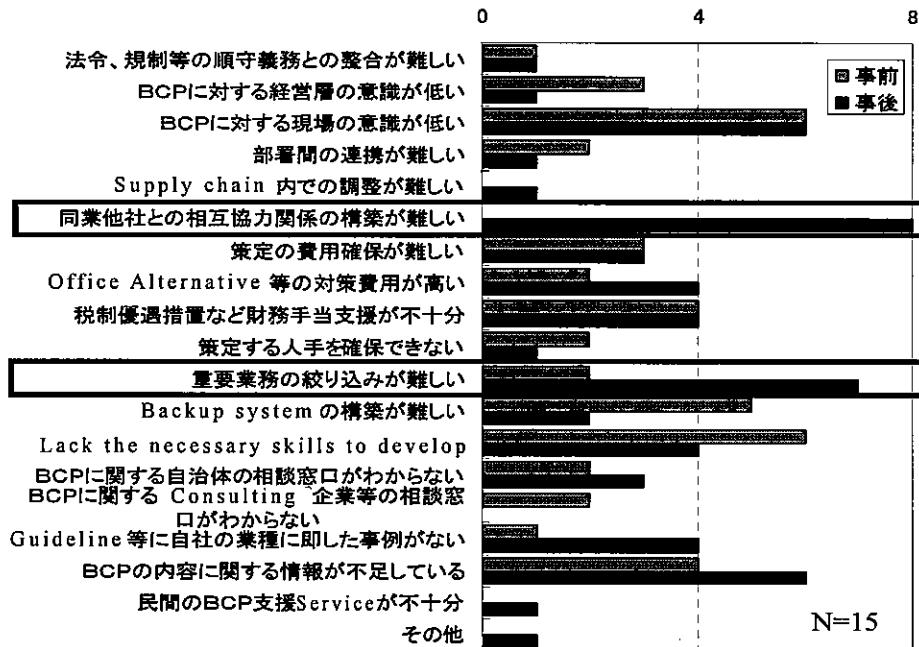
表-1 勉強会の実施結果

	開催概要	内容
第1回 (9/30)	初回 Kick off	Working Group 進め方・検討方針 社内体制・準備が必要な資料など
第2回 (10/30)	被害想定の考え方 重要業務の選定と目標時間	A B項目の説明
集中 (11/12)	A B項目の結果共有 対応拠点の確保、情報発信・情報共有、人員と資機材の調達、訓練の実施	A B項目の報告 C D E F項目の検討方針
第3回 (11/27)	A B項目の結果共有 拠点確保と情報発信について	A B項目の報告 C D項目の検討方針
第4回 (12/24)	C D結果共有 人員と資機材、訓練について	C D項目の報告 E F項目の検討方針
第5回 (1/29)	E F結果共有 課題と改善方法について	E F項目の報告 全体のとりまとめ



BCP 策定着手をきっかけに、新たに整備した対策

図-5 事後 Questionnaire(1)



BCP 策定上の課題（事前・事後比較）

図-6 事後 Questionnaire(2)

Group Discussionによる勉強会の実施方法については、半数の企業が「満足」と回答しており、その理由としては、「自社だけで計画を立てていると、意見や考えが滞り、問題にぶつかると先に進めず堂々巡り状態であったが、他社との Discussion の中で良い Hint や情報が得られ、これから活かしたい」との意見があげられた。一方で、「どちらでもない、不満」と回答した理由は、「方法は良いが宿題をやってきていない業者とは Discussion になりにくい。Discussion の意見などに温度差がある。会社の規模により考え方方が様々であるため、明確な答えがでない。」との意見があった。

勉強会で実施した A～F の項目では、「A：重要業務の選定と目標時間の把握」について、全ての企業が検討が難しいと回答している。その理由は、「国、県、市がばらばらではなく、きちんと連携した Manual を作成してもらわないと、優先順位を決めていても、混乱するのではないか」「経営上の判断を優先する必要があり、策定 Team のみの判断では決定できない」との意見があった。

「D：情報発信、情報共有」では、「BCP の認知度がまだ低いため、主に県、市町等は個人名、連絡先は控えて欲しいといわれることが多かった」との意見があり、BCP の認知度はまだまだ低いことが示唆された。

「E：人員と資機材の調達」では、「災害時にいつもの協力会社より最近つかっていない業者の方が町内で近いから歩いてでも行けるため、業者の選定にまよった」との意見があげられ、BCP の作成を通じて、災害時の対応を想定した平時の対応を考えるきっかけが得られたようである。

図-5は、BCP 策定をきっかけに新たに整備した対策を示している。ほとんどの企業がすぐに着手できる対策については、整備済み・整備予定としている。一方で、耐震補強や財務手当等、費用や対策整備に時間を要する対策については、着手が鈍る傾向がある。

図-6は、BCP策定上の課題を事前・事後で比較したものである。「同業他社との相互協力関係の構築が難しい」は、事前は回答した企業がいなかつたにもかかわらず、事後では約半数の企業が該当すると回答している。また、「重要業務の絞り込みが難しい」は、事後において該当企業が大幅に増加した。BCP策定を通じて、自社のみの対応ではなく、同業他社や行政、地域との協力の必要性が認識されたといえる。

自社のBCPで検討した対策の実現にあたり同業者・行政・地域との連携・協力の必要性については、ほとんどの企業が該当すると回答している(図-7参照)。

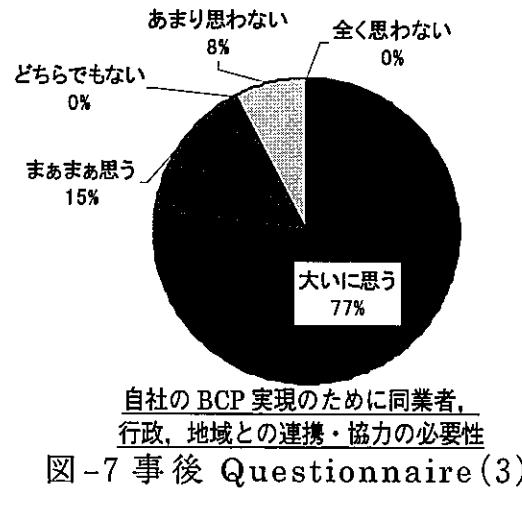
その理由は、「災害復旧は建設業の使命ではあるが、家族等の安全が確保されていなければ活動することはできない。地域の中で支援する体制が整っていることが必要。」「行政は、国から市町まで指示系統を一本化して、地域の地理や業者を把握している建設業協会との連携を密にすることが必要」との意見があった。さらに、「策定段階から関係機関とできる限りの意見交換をし、それを盛り込んだ上で策定することが必要」「自社だけでできることは限度がある。当社単独でのBCPで地域をCoverできると思わない。同業他社や地域での連携及びNetworkづくりが必要。BCP対策を起点とした地域連携が生まれると良い」「異業種との連携も必要」「地域との連携が不可欠」との意見があった。

災害復旧対応にあたっては、2.3節の既往災害の課題で述べたように、関係機関の情報伝達の一元化、災害復旧に関わる関係機関におけるあらたな指揮命令系統の確立と平常時からの相互協力体制の確保等が必要であり、BCP策定を通じて各企業に必要性が認識された。また、大学への要望として「各企業がばらばらに、BCPにおける重要業務として災害復旧活動を計画するよりも、行政等統括的な上部組織が復旧の優先順位を定め、Top-downで県外業者も含めて担当を割り振るべき。今回のBCP勉強会も有益ではあったけれども、それに加えて企業単独では構築不可能な、大きな枠組みの構築や行政への働きかけをお願いしたい。」との意見があった。

4. おわりに

既往災害時の課題や、BCP勉強会を通じた各企業の意見から、災害復旧にあたっては、ある一定の圏域を対象としたあららしい枠組みが必要である(図-8参照)。あららしい枠組みの中で、指揮命令系統の確立、情報共有の一元化、復旧の優先順位の検討、平時からの相互協力体制の確保等、地域継続Managementの視点での対応策が必要であると考えている。

BCPの策定率が未だ低い状況においては、DCP策定は難しい状況である



ものの、個々企業が BCP を策定する際に、在する地域の DCP を念頭においた BCP を考えることにより地域全体の継続力向上が図られると考える。

今後においては、四国地域全体を見据えた地域継続 Management の実現に向けて、大学を中心とした協議会を設置し、地域継続計画の策定に着手する予定である。

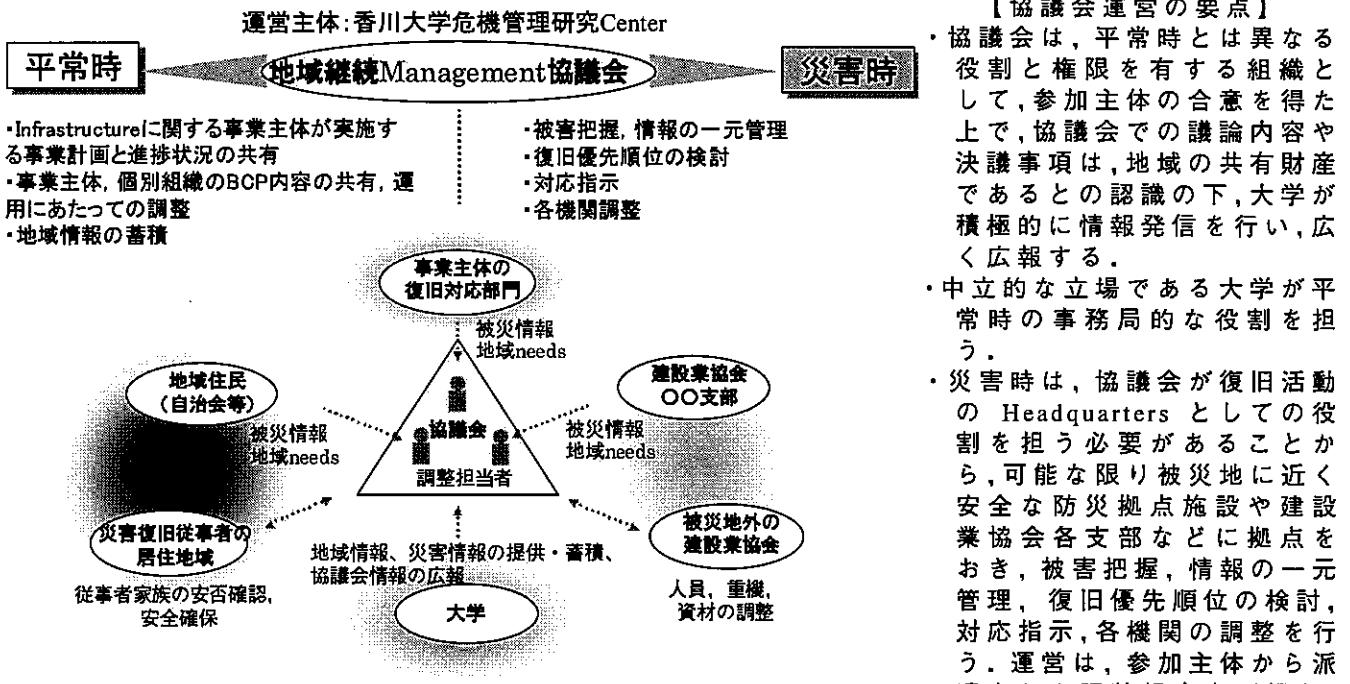


図-8 地域継続 Management 協議会の運用 Image

参考文献

- 1)内閣府防災担当:企業の事業継続及び防災の取り組みに関する実態調査、事業継続計画策定促進方策に関する検討会、2010年3月。
- 2)磯打千雅子、白木渡:香川県内企業の防災対策・事業継続計画の現状と課題について、第23回信頼性 symposium 講演論文集, pp.122-127, 2008年12月。
- 3)西川智・紅谷昇平・永松伸吾・野中昌明:業務商業地におけるDCP実現に向けた企業参加による地域防災活動、地域安全学会梗概集(21)pp.101-104, 2007年11月。
- 4)鍵屋一・磯打千雅子:事業継続計画(BCP)における地域貢献・連携の研究、第25回(2009年度秋季)地域安全学会梗概集, pp.61-64, 2009年11月。
- 5)消防庁:平成16年台風第16号による被害状況(第11報), 平成16年9月15日, 17:00分現在。
- 6)中野晋・上野勝利・上月康則・佐溝時彦・村上仁士:最近の被害地震における建設業の応急対応に関する hearing 調査、安全問題研究論文集 Vol.4, pp.107-112, 2009年11月。
- 7)四国建設業BCP等審査会:災害時の事業継続力認定審査要領, 平成21年10月。

事故・故障の原因調査における法工学

平野 輝美（化学）

Abstract

Do you know how the word Forensic Engineering. For easy understanding, will be better explained using a similar concept "forensic medicine". We will introduce Forensic Engineering and framework for analysis of accidents and incidents in industrial fields.

1 法工学

法工学という言葉をご存知だろうか。欧米では Forensic Engineering と訳される。理解を簡単にするためには、類似の概念を用いて説明した方がよいかもしない。みなさん“法医学”という言葉はお聞きになったこともあるでしょう。法医学では、裁判等において問題となった事象について、法曹関係者に対して医学的見地から解析や判断などの支援を行うことを意味する。法医学では、人身事故や事件など医学的もしくは医師による対応が求められる内容について主に実施されるのだ。法医学に対して、技術的観点から事故・故障や事件に対する調査・解析や判断などの支援を実施すること、これを法工学として提示する。

1.1 法工学概論

社会では、機械設備などの多くの製造に使用する設備など、自動車や鉄道などの輸送システム（system）など、食品や医薬品などの最寄り品製造ラインなど、日々、多くの事故・故障や事件が発生している。これらの事故・故障の原因調査・解析・再発防止・安全確保など、いわば工学者（もしくは Engineer）が行うべき業務について法工学という概念がある。

著者らは、「法工学概論-事故・故障調査フレームワーク（framework）」（有限会社納諾相研究所, ISBN 978-4-9905828-1-4）をまとめた。本書は、法医学に対する法工学を実施すべき主体として、明確な第三者の立場を有すること、工学的な解析や理解において基礎的素養を有すること、技術士法による倫理的制約・守秘義務・公益優先責務などを課せられている技術士が最も適していることを提示している。「法工学概論-事故・故障調査フレームワーク（framework）」の内容を紹介し、技術士による業務の可能性を説明しよう。

1.2 米国における法工学の歴史

米国で法工学の考え方が明確に認められたのは、製造物責任法による技術鑑定の要望が大きくなってきたことに関連する。製造物責任による賠償

請求には、しばしば技術的な解析や判断・鑑定が必要であり、法工学技術者が必要とされるようになったのである。米国技術士会(National Society of Professional Engineers)の傘下に米国法工学会(National Academy of Forensic Engineers(NAFE))が1982年に設立された。NAFEでは法工学を「法的システム(system)に存在する事実または存在可能な関連事項について、争点を解決する代替案の提示を含めて、工学技術の理論(science)と技(art, わざ)を応用すること」と定義している。一方で、技術士(Professional Engineer)資格を持たない法工学技術者の活躍も活発化していたことから、NAFEとは別に法工学協会(Forensic Engineering Associate)が1980年に結成されている。これら以外でも、法工学技術者と法科学者の会(The Society of Forensic Engineers and Scientists)や米国法科学学会(American Academy of Forensic Sciences)といった団体がある。

1.3 日本における法工学の歴史

日本において法工学の考え方が明確に示されたのは、昭和55年(1979年)に結成された法工学研究懇談会であろう(第1図参照)。本懇談会は、社団法人日本技術士会の有志による研究会として活動開始し、法工学に関する概念構築を先駆的に実施している。

この懇談会の参加者として「法工学概論-事故・故障調査フレームワーク(framework)」の著者である矢部氏、そして日韓技術士会議実行委員長であった本田氏などが参画していた。

その後、法工学的な考え方は事故・故障調査や原因解析に適用され、保険における損害評価などに活用してきた。しかし、概念的にまとめられたものとして提示されたものは無かった。

2 法工学概論における法工学

2.1 法工学の取扱うべき範囲

法工学において取扱う内容は、人が関連する事故や事件以外の全てのトラブル(trouble)である。人が関連する場合は、医師法により医師による対応が求められる。人が関与しない場合では、その事故・故障は、工学的な概念や考え方を基礎として解析し、原因究明を図り、再発防止と安全・安

55.9.10

第1回 法工学研究懇談会

9月10日 午後5時より日本技術士会会議室で開催した。
出席者(五十音順) 川又 3a(建設), 来栖 勲(衛生工学・水道)
高橋 駿雄(生産管理), 堀 泰明(化學), 三宅 正造(化學),
矢部五郎(応用理学). 計6名, ほかに出席希望者1名
があつた.

はじめに懇談会 舉足について矢部から説明があり,
20年後の技術士業務として定着させ子ためには、新しい
「法工学」のジネルを聞く方向で自由討論を行つた。

特許係争, 欠陥住宅, 災害防止, 紛争の事前予防等
について技術が関与する問題.

法工学と司法工学との内容の相異, 学門としての確立の必要性

などについて話が出た。

次回(10月8日)は 関連する問題の情報を持ち
寄ることを予定している。

この懇談会は参加自由, 会費無料です。

第1回 第1回法工学研究懇談会の記録

心の確保を図る事が求められるのである。

第2図に、法工学概論に提示される法工学の取扱うべき範囲と弁護士・裁判所等の範囲を示す。また、法工学に関連する工学的・技術的分野の例を示す。

第2図に示すように、社会のトラブル(trouble)を解決するシステム(system)である裁判・弁護士に対して、解決に役立つあらゆる科学的・工学的な情報を提示し、分析・測定・調査などを背景として、経験や学識に基づく判断として提示する事が法工学の領域と考えられるのである。

2.2 法工学と技術士

法工学で対応するような事故・故障は、多くの工場やプラント(plant)などの製造現場における機械設備や資材などを扱う上では好ましくないことである。しかしながら、事故・故障は少なからず発生する。法工学的知見を活用して、このような事故・故障の調査を行う主体に求められる幾つかの必須的な要因がある。一般に考えられるのは次のような要因である。

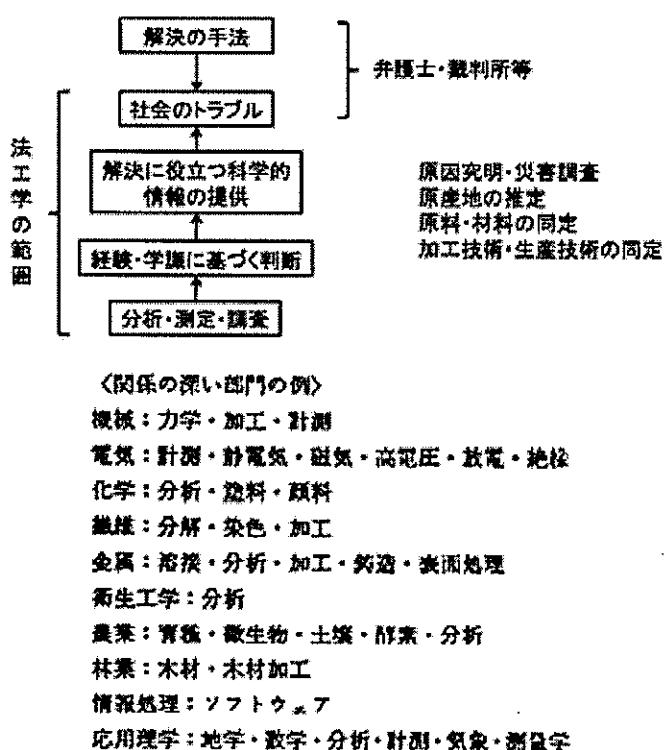
- 1) 事故・故障に関連する技術分野の専門的知識や経験を有している
- 2) 事故・故障の当事者と利害関係がない
- 3) 中立・独立の立場を有する

適切な専門を持つ技術士は、これらの要因を最も満たしていることが多い。そして、実際に技術士が事故・故障などの原因調査・解析を担うことがある。

2.3 事故・故障調査の標準的手法

技術士に限らないことであるが、現実に発生した事故・故障のような事象を調査・解析して、その原因を理解するためには、実施すべき手順の原則がある。創造工学研究所と産業科学研究所では、このような原則を法工学的事故・故障調査フレームワーク(framework)としてまとめた。事故・故障調査フレームワーク(framework)を活用する事で、効率的な調査を行うことが可能となり、原因の解析、そして安全・安心の確保に寄与することができる。

事故・故障調査フレームワーク(framework)として、調査における標準的な手順を以下に示す。



第2図 法工学の範囲と関連分野

- (1) 事件・事故・故障に関する背景研究
 - (a) 物的証拠および観察に基づく情報等を記録した書類
 - (b) 製造物・製品やサービス (service) などに直接的に関連する書類等 (実証的情報)
- (2) 破損・故障した製造物・製品の実験室的検査
- (3) 破損・故障モード (mode) と破損・故障メカニズム (mechanism) の判定
- (4) 原因解明 (シミュレーション (simulation) / 実証)
- (5) 事件・事故・故障の再構成による事件・事故経過の推定
- (6) 事件・事故・故障の原因・因果関係と責任の判定
- (7) 報告書作成
- (8) 報告書における勧告・意見

実際の事故・故障調査では、これらの全ての手順を実施する必要はないかもしれない。一部は実施されないこともあろう。しかしながら、フレームワーク (framework) の全体を理解しながら調査を進める事は極めて重要なことである。

3 事故・故障調査と技術士

3.1 事故・故障調査の将来動向

米国において、法工学に対する要望が増加した事は、製造物責任法に関する技術鑑定の要望として顕在化したことが理由であると考えられる。今後、我々の身の回りでも多くの事故・故障に関して、その解決において裁判等の社会的システム (system) を活用する機会が増えていくであろう。

当然ながら、示談により解決される事も増えると思われるが、基本的な社会的トラブル (trouble) の解決は、法的な考え方を背景として対応することになる。たとえ示談であっても、法的な考え方による判断に沿った結論に至る可能性が大きいのである。すなわち、もし裁判になったならば・・・と考えることに大きく影響されることはあるに違いない。

このような状況を考慮すると、今後、たくさんの事故・故障などの社会的トラブル (trouble) において、法工学的な調査・解析が求められることになろう。そして、その実施において、本報告で示した標準的な事故・故障調査フレームワーク (framework) は絶大な効果を發揮することが期待されるのである。

3.2 日本と韓国における技術士の活用

韓国における法工学の現状については、共同講演者の李康鎬氏の解析に譲る。聞くところによると、韓国において事故・故障調査において技術的鑑定や法工学的解析の要望は大きくないうようである。しかし、今後は増大する事が予想される。そのときには、技術士による法工学的な調査や解析が求められることになる。

技術士による技術倫理活動の実践

ET の会（技術者倫理研究会）の活動報告

水野 朝夫（上下水道／総合技術監理、衛生工学）

Abstract

Base of the technological ethics activity of the author is “ET no KAI”. “ET no KAI” started and became year seventh. After it starts of ET, the author is involved in the project and the activity as the management member. In this report, it introduces “ET no KAI” and the activity case (ex. Regular meeting, the meeting for the study of technological ethics, Technology Cafe, Engineering Ethics Education in Science and technological university & College of Technology, etc.) .

1 はじめに

筆者が技術倫理の学習を始めた切掛けは、2005年1月に名古屋で開催された技術士 CPD 中央講座・技術者倫理講演会への参加でした。そして、同年2月5日に『ETの会』発起人会に参加し、『ETの会』設立に関与しました。参加の動機は、当時業務で公共事業の営業・見積もり・実施設計・工事業務等を遂行しており、非倫理的な行為を行わないように気をつけるため、倫理観を養う必要を感じたからです。

『ETの会』での技術（者）倫理の学習では、公共事業関連技術者倫理研究 Group に参加し、教材として杉本泰治、高城重厚共著「第三版大学講義 技術者の倫理入門」を用いて、技術倫理の基礎を勉強し、また、当時発生した事件・事故を技術倫理面から検討したり、さらに Mailing list (ML) による Mail での意見交換や、月1回（当初は、第3日曜日に開催）の研究会での Group meetings を通じて、討論を行ったりして、技術倫理についての知識を深めて参りました。

さて、2005年5月に発足したETの会も7年目の活動となりました。手探りで始めた活動も、年4回の例会、年8回の研究会、Technology Cafe、理工系大学・工業高等専門学校における技術者倫理教育、年会誌「技術倫理と社会」の発行、日本技術士会での発表を始め、大学等での講演等、当会の Member の活動範囲は益々広がりつつあります。

筆者は、『ETの会』発足以来、運営 Member として活動の企画・実施に携わってきました。以下、本報告書では、『ETの会』の活動内容を広く社会に広めるために、『ETの会』の活動目的や、活動事例を紹介します。

2 ET の会とは

『ETの会』は公益社団法人 日本技術士会中部本部に属する技術倫理研究会です。新しい価値の創造を目指す中で、「未知との遭遇」に期待をかけ、

そして Ethics の ET をとり、「ET の会」と命名しました。

本会は、「従来の Consulting Engineer (CE) の資質に倫理性を重ねることで、Professional Engineer (PE) への道を模索する技術士個人の資質向上と研鑽に資すること」を基本的目的として発足しました。研究成果は広く情報発信して「一般社会の技術者への倫理判断向上」に寄与すると共に、「技術士の社会的認知の向上」を目指しています。

2.1 活動目的

先ず、ET の会の活動目的を示します。目的は次の 5 つです。

- ① 技術者倫理の理解・研究をとおして、ET 会員の資質向上を図ること。
- ② 研究活動の成果の公表・発信をとおして、技術士と公益社団法人 日本技術士会の地位向上をめざすこと。
- ③ 技術者倫理の多面性を研究して、倫理実践への道をひらくこと。
- ④ 倫理事例を収集・検討して、将来「ET の会」の中に「技術士倫理委員会」、「倫理相談室」の設置をめざすこと。
- ⑤ 会員相互の切磋琢磨と情報交換をはかり、もって会員技術士の活動を支援すること。

2.2 主な活動

現在実施している主な活動を以下に示します。

(1) 年 4 回の ET 例会と年 8 回の ET 研究会の開催

技術者倫理の研究・実践をとおして、会員の資質向上を図るために、ET 例会を年 4 回開催（内、1 回は総会を兼ねる）し、外部講師を招いた講演会などを行っています。また、ET 研究会を例会月以外の月に開催（年 8 回開催）し、勉強会と個別研究の展開を図っています。

(2) 大学・工業高等専門学校等への出講、等

研究活動の成果発信をとおして、技術士の一層の PE 化を図るために、大学(理工系)・工業高等専門学校等教育機関や、公共組織・企業への出講機会を創出しています。また、月刊「技術士」や技術者倫理研究事例発表大会への投稿、機械学会などの学会活動へ参加しています。

(3) Technology Café の開催

市民への技術 Literacy を磨くために、なごや環境大学と連携して Technology Café を開催しています。

(4) 関係学会や他の技術倫理研究会との連携

技術者倫理の多面性を研究して、効果的な倫理実践への道をひらくために、名古屋工学倫理研究会 (NEEF)、工学教育協会、南山大学社会倫理研究所、名工大技術倫理研究会、科学技術社会論学会、応用哲学会、等関係学会や研究会へ参加・連携を推進しています。

(5) 運営体である幹事会の定例開催と ML 等による E-mail 交信

「ET の会」組織の維持発展のために、「ET の会」の Homepageなどを活用して、運営体である幹事会（年 12 回開催）や登録会員を恒常に拡大し、ML 等による E-mail 交信での議論を喚起し、登録会員への Follow-up の充実を図っています。

(6) E T会誌「技術倫理と社会」発刊

E T の会の研究成果は、公表の是非を倫理的な観点で判断して、研究誌の編集、刊行（毎年 4 月第 2 土曜日）を行い、積極的に情報発信しています。

3 活動事例

以下に、前章の(1)～(3)の活動事例を紹介します。

3.1 E T 例会

前述のとおり、E T 例会は年 4 回（4 月、7 月、10 月、1 月）開催しております。『E T の会』発足当時は、前半では外部講師による講演会、後半では各研究 Group による成果発表を軸としていました。会員が本来業務等の活動で多忙であり、研究活動が途絶えがちであったため、現在では自由討論に切り替わり、定着しています。

自由討論の内容は、例会 Theme や外部講師の講演内容に合わせ、例会担当幹事が話題提供して議論を進めます。議論には外部講師も参加します。E T 例会の特徴は、議論の時間が多いことです。

E T 例会では過去 27 名の外部講師先生が登壇されています。

前半の講演では、外部講師の持ち時間は 100 分間です。通常 60 分間が講演時間、40 分間の質疑応答時間です。その後に 20 分間の休憩時間を設けています。

この時間配分は、議論好きな E T 会員のためだけでなく、講師の先生によつては、講演に熱が入りすぎて 60 分間で説明が終了しない場合があるからです。設立総会の折りに、Schedule を 10 分刻みで組んだため、講演が 20 分以上延びて Schedule が大幅に狂ったことがありました。その反省で Risk 対策として、ゆったりとした Schedule を組んでいます。

後半の自由討論では、例会担当幹事の持ち時間は、1 時間 40 分間（総会のときは 40 分間）です。その後に例会全体の余裕時間として、まとめの時間を 20 分間取っています。このようにゆったりとした Schedule を組みますと、議論が白熱しても進行に融通ができます。ET 会員は、議論好きですから、議論が中途半端ですと、不完全燃焼になります。

しかし、ただ、一度だけ、これでも十分対応できなかつたことがあります。60 分間の講演時間では時間切れとなり、結論が説明できなかつたので、時間を延長したところ、それでも説明できず、ずるずると延長に継ぐ延長となり、自由討論の時間をすべて費やし、例会の終了時間まで、しっかり使つた兵（つわもの）の外部講師がおられたことがありました。筆者は、この講師が他の講演会で中途半端に終了したことを体験していましたので予想はしておりましたが、まさかここまでとは思いませんでした。

3.2 E T 研究会

E T 研究会は、当初 4 つ研究 Group が 2 つに分かれて別々に行っていましたが、各々の研究内容の共有化は、年 4 回の例会での報告だけでは十分に満足できないなどの理由で、合同で研究会を行うことになりました。そ

して、前半は市販の技術倫理関連の図書（表1参照）による勉強会形式に、後半は個別研究に基づくET会員による発表形式に、という2部構成で行うことになりました。

前半の勉強会では、ET会員が毎回、図書の1章ずつ内容を解説し（60分間）、その内容に関して参加者全員で議論します（40分間）。図書を解説する担当会員だけでなく、他の会員も議論に参加して討議するため、図書の内容を深く掘り下げるることができます。探究を行うことで技術倫理に関して理解が深まり、大学等で出講する講師候補が育ってまいります。

今までに使用した図書は4冊。2011年度から5冊目となります。現在使用している5冊目の図書は、当会の副代表幹事である比屋根均が、名古屋大学の博士課程に在籍中に作成した「私家本」です。この図書をET研究会で議論してBrush upし、来年正式に発刊する予定です。個人の努力の結晶ですが、当会から発刊される第1号の技術倫理の教科書となります。

表1 勉強会で用いた技術倫理関連の図書

①杉本泰治他：「技術者倫理入門第三版」、丸善、2005
②藤垣裕子編：科学技術社会論の技法、東京大学出版会
③札野順編：放送大学教材「技術者倫理」、財団法人放送大学教育振興会、2004
④野城智也：「実践のための技術倫理」、東京大学出版会、2005
⑤比屋根均：明日の社会人・明日の技術者のための「技術と倫理の入門」、私家版、2011

後半は、「個別研究に基づくET会員による発表」の他、「大学等で出講する講師のPre講義」、「緊急課題に対するET会員の分析・検討報告」などを行っています。時間構成は、やはり発表（60分間）、議論40分間です。2011年度は、事故・事例研究の事例化として、「JR西日本事故の再考」や3・11緊急対応として「東日本大震災どのように受け止め。考えるか」等、ET会員の技術士としての立場に立った討論を中心に行ってています。

3.3 理工系大学・工業高等専門学校での技術者倫理教育¹⁾

「ETの会」では2006年以来、Omnibus方式により大学、工業高等専門学校（以下、「高専」と記載）において技術者倫理教育を行ってきました。現時点では岐阜大学工学部、豊橋技術科学大学、豊田工業大学、鈴鹿工業高等専門学校、三重大学大学院地域Innovation学研究科においてOmnibus方式での技術者倫理教育を行っています。各大学、高専での非常勤講師は4～7名で構成しており、1名当たりの担当時限数は2～4時限です。

ここでは、「ETの会」による技術者倫理教育への取り組み、特に表2に示したOmnibus方式の利点について説明します。

まず、1つ目の「①各講師の専門分野を活かした講義」では、非常勤講師となる各々の技術士の専門分野に配慮し、Syllabusおよび担当する講義内容を決めています。そのため、講義、特に事例を用いる場合、講師自らの専門性や

表2 ETの会によるOmnibus方式の利点

- | |
|-------------------|
| ① 各講師の専門分野を活かした講義 |
| ② 企業内技術士の参加も可能 |
| ③ 大学側のRequestへの対応 |
| ④ 講義の質を一定以上に担保 |

経験を活かすことができます。

2つ目。Omnibus 方式を採用する場合、各講師は 2～4 時限を担当します。そのため、「②企業内技術士も非常勤講師として参加が可能」となります。実際の技術の現場で起こっている問題なども話題として講義に取り込むことができます。

3つ目は、「③大学側の Request への対応」が可能なことです。ある大学の工学部には土木建築系の学科がありません。そのため大学側から『ET の会』に「非土木建築系の技術士で Omnibus 方式の非常勤講師を構成して欲しい」という Request がありました。これに対し、「ET の会」では非常勤講師を非土木建築系の技術士から選任しました。

「ET の会」では現時点で総勢 14 名の技術士により大学等での技術者倫理教育への出講に対応しています。技術士の技術部門は特定の分野への偏りが少ないため、大学等からの要求にも柔軟に対応できるわけです。

4つ目は『ET の会』の活動、すなわち、講義の質を担保するための「ET 研究会」内での取り組みです。Omnibus 方式では、複数の講師が担当するため、「④講義の質を一定以上に担保」する必要があり、新たに非常勤講師になる技術士は、「ET 研究会」にて必ず「pre 講義」を実施しています。これは、『ET の会』の会員を前にして大学での講義の 1 回分に相当する内容を行います。それに対し参加者から厳しい意見や批判や修正意見が交わされます。これを経た上で非常勤講師として大学での講義に望んでいます。ここでの経験は、新任講師の講義の改善に大きく役立っているほか、既に非常勤講師としての活躍している技術士にも自らの講義への反省や改善を促すものとなっています。

「ET の会」では、さらなる改善に向けての取り組みとして、毎月開催される ET 幹事会において、各大学での講義の状況の報告や大学側から提供される情報などを共有しているほか、電子 Mail により講師相互で頻繁に講義に関する情報の交換をしています。また、「ET の会」での研究成果を適宜講義に取り込み、講義内容の充実を図るよう考慮しています。

3.4 Technology Café²⁾

Technology Café とは、Science Café の技術者版です。休日の午前中（10:00-12:00）のひと時、喫茶店のような Relax できる空間にて、日ごろ縁のない市民に対し、技術士が最先端技術について、わかりやすく解説します。

進行は、講師が最初に Theme に沿って 20～30 分程度の話題提供を行ない、ついで、Coffee break を設け、講師と参加者との質疑、意見交換、議論という形式で行われます。

科学技術とは縁のない一般市民が「技術」に関する話題を楽しめるように日夜、Theme、趣向に工夫を凝らしています。

聴講者に少しでも興味をもっていただくため、講師たちにより、以下のような、さまざまな工夫をしています。

- ① 実物を持って来る
- ②お茶会を開く

③動画を効果的に使う

④家庭で実施・検証

Technology Café の参加者には、企業で活躍している技術者や技術者の OB も参加されますので、時折難しい質問が出てまいります。しかし、ある専門分野を持つ技術士も複数参加していますので、講師の専門範囲を超える質問に対しても Cover します。



写真1 Relaxして受講する風景



写真2 Coffee break time

技術者は、自分の専門技術について得意です。しかし、ある技術が一般市民の心情に沿って説明することは技術者にとって困難です。この困難さは、技術者と一般市民の思考 Pattern の違いに由来します。両者の溝を埋めるためには定期的に一般市民に対して技術的説明を行う訓練が必要です。そして、その場を提供する役割として Technology Café は機能します。

4 まとめ

以上、「ETの会」の活動状況を報告しました。

技術者倫理について学んできた研究成果をこの6年間余の活動を通じて広く情報発信し、実践を通じて自らの Level-up を図っております。そして、一般技術者への倫理判断向上に寄与し、公益社団法人日本技術士会および技術士の社会的認知と評価向上を目指してまいりました。

その活動内容については、前述の ET 会誌「技術倫理と社会」(創刊号 - 第 6 号) に示しております。参考にしてください。

技術の進化によって市民生活の質や利便性は向上していますが、高度化する技術を一般市民が理解していくことは難しく、私たち技術者にとってますます高度な専門知識と能力が求められている。

このような状況において、以上の事例に示した活動の開催・運営を通して、さまざまな Stakeholder と技術 Communication する場を共有しながら自己の技術研鑽を継続的に実践する所存です。

【注記】

- 1) 橋本英樹：ET の会の Omnibus 方式による大学・高専での技術者倫理教育、月刊技術士記念特集号、日本技術士会、2011（発行予定）
- 2) 倉地晴幸、小方弘成 山口正隆：市民との Technology Café を通じての技術研鑽、月刊技術士記念特集号、日本技術士会、2011（発行予定）

考・自然災害・人為災害(人知の限界、情報の価値)

A study of, natural disasters and man-made disasters (limits of intellect and information value)

宮原 宏(建設)

まえがき

東日本では想定外とされる1000年来の大災害「自然災害・地震・津浪」「人為災害・原子力発電所と石油化学 Plant の爆発」が起きた。その他に日本の各地で洪水・土砂災害が起きた。この複合した天変地異での落命者、避難生活を余儀なくされている方々に心よりご冥福とお見舞いを申し上げます。同時に被災者の救援、復旧・復興に支援活動されている方々に敬意を表します。

人為災害は一刻も早い終息と正確な原因究明、再発防止と情報公開が望まれる。震災後は我国の各界が総力をあげて対処しているが未知の事項もあり容易ではない。今回の実態を冷静に捉え災害列島で継続して生きるために課題と対応を考える。

§1 序論 災害をどう受け止め、何を学び次へ繋げるか

今回の大災害は近代史における3度目の国難 Turning point になるのではないかと考える。一口で言い難いが「天罰」と言う人もいるが、私は「文明災」だと受け止めている。過去2回の「国難」打開は「Paradigm Shift」で乗り越えたが何故か次の課題を背負った。

第1回は、1853年米国海軍東印度司令長官 Matthew Calbraith Perry が軍艦4隻で来航に端を発する。時の為政者は文明の格差の下に不平等条約を結び開国を余儀なくされた。その後の明治新政府は立憲君主制の下に国策として富国強兵殖産振興を掲げ西洋文明・文化に追いつけるべく総力をあげた。日露戦争に辛勝して世界の1等国になったと錯覚した。以後の国政の維持・発展のためには国内では満たされない天然資源の不足が強く意識された。

第2回は、近隣国に「天然資源」を求め太平洋戦争を仕掛けたが無条件降伏で敗戦した。時の為政者の誤算は「不適格情報」からの国策推進である。全ての事は秘密裏に進められた。国民には一方的な情報のみが知らされた。米国との圧倒的な軍事力の差で日本の主な都市は破壊され、広島、長崎の原爆投下で全て終えた。

絶対権力者・GHQの支配下で新憲法が制定され国の体制は「Paradigm Shift」した。旧体制の指導者達は公職追放され財閥は解体された。敗戦直下では自給自足が余儀なくなり国民は困窮した。中でも食糧難には米国の援助を受け急場を凌いだ。

国策は平和国家を志向し民需中心の科学技術産業貿易立国を目指した。資源小国の産業の死活に関わる Energy 政策は、石炭→石油→原子力、夢の高速増殖炉へと Shift した。

第3回は、東日本大震災・津波、その後の洪水・土砂災害である。日本列島は自然災害が多発する地域に位置する。過去の大災害の経験から建造物や各種の製品の安全性を確保する技術基準を法律等で規定し Compliance を課して施行しているが想定以上の事態が起きている。「技術基準法」は技術専門性が高く立法府での審議は無理である。行政が有識者からなる審議会を設けて原案を造り審議され然るべき手続きを経て法制化される。

今回の大震災後に地震関係、原子力関係の専門家(有識者)が Mass-media を通し色々と解説されたが一般国民には理解不能なことがあり信頼性に疑問を残した。

目下の課題として Energy 政策の見直しは必然であるが、今後の日本は災害を1日も早く立直させることができる国家の運営体制「Paradigm Shift」して取り組む覚悟がいる。

§2 潜在する多様な災害(危機) 増殖する負荷

日本列島の先祖は多くの災害を経験し「経験智」を蓄え教訓として次世代へ伝えてきた。問題は近年の文明の発達に伴い広域に人工物を造り国土の様相が相当変わったのではないか。現代に生きる我々は実利の生活に追われ「経験智」を正しく継承出来ていないのではないか。「想定外」とされた今回の地震・津波も記録されてあった。貞觀地震869年、慶長三陸1611年、明治三陸1896年、昭和三陸、等がある。これらは通説では、M=8.3～8.6程度とされてきたが今回の地震・津波記録からM9級ではないかと推定されている。その後の調査で今回と過去の波の高さと範囲が明らかになりつつあるが、原子力発電所「設計条件」で軽視された結果となったと思える。特定有識者(Group 村人)は他者の意見を採り入れない権威主義的な体質があるのでないか「安全神話」が造られた。

2-1 自然災害の予知→告知に限界

自然を冷静に正しく理解することが第一歩と考える。銀河系の地球は太陽から影響を強く受け活動している。地球上には水があり、空気があり、地殻から活火山が活動し、大陸の Plate は動いている。そこに多様な植物と動物が生かされている。

自然災害が繰り返す日本に必要なことは地球を取り巻く「陸、海、空、地殻」の情報を詳細に捉えて自然災害に向き合うことである。災害関係の研究開発は世界的規模で進行中であり最近の Remote sensing の技術が地球の様子を相当な精度で掴んでいる。気象衛星、GPS の活用も進んでいる。個別の研究成果は優れても全体として有効に機能するのかが問題である。地球のことでもまだ解明されてない事項が沢山ある。基本的な取り組みとして、地球の歴史と人間の歴史との「時間軸」の桁違いを意識して対応すれば展望が開けると考える。

・陸・海、空、地殻の情報

基本情報(Data)として最も肝心な地球の空間情報が正確に Catch され一般市民が活用できる様に公開されているか問題である。国内の陸の Data は可視化され整備が進んでいる。日本列島周辺の海の情報(海面下)は可視出来ず未知の領域が多い。空(大気圏情報)は近年著しく進歩したが、陸、海、と異なり刻々と変化する特徴がある。地殻については資源探査分野が陸地だけでなく海洋部を含み先行し技術的な限界があるが今後に夢と希望が残されている。海水を Zero にしたし地球の姿図の完成が待たれる。

・地震・津波・高潮の予知

繰り返される地震災害を減らす為に地震予知の研究が色々な機関で実施されている。成果は実用の域までになってない。日本列島の地震の Hazard Map は作成され公表されている。Map をどのように活用するかは行政機関や市民の判断に委ねられた形になっている。

一方には予知是不可能であるから相当な研究費用は耐震対策に充てるのが意味があるとする専門家もいる。現在では地震発生後すぐに Catch された Data は TV で緊急地震情報として、時間、場所、規模、津波の注意等が Timely に伝えられる体制が確立している。

・台風・洪水・稲妻・落雷・竜巻などの予知

気象衛星の観測が台風の発生、規模、進路予測が可能で被害予防と避難に活用されている。局部的な集中豪雨については観測史上初めての事態が起きているが一応機能している。天気予報は最近では行政区画毎にきめ細かく予報する技術が完成していると言える。

・土地の変状 移動、沈下、地滑り、がけ崩れ、浸水

陸地の空間は国土地理院が主体となり応分の精度で作成されてある。地方自治体ごとに過去の記

録から危険地帯、危険箇所などが都市計画図(Map)に表記されている。

・豪雪について

予測は可能であり対策も可能である。最近の異常と思える気象の変化と過疎化の進む社会構造の変化が問題を深刻化する恐れがある。

2-2 人為災害(事故)は繰返す

「ものづくり」に携わる技術者達は Design concept の中に製造物がもたらす色々な事態を Image して安全を造りこみ製造物が社会に貢献出来ることを期待している。製造物を実際に運用・活用・利用する人達には Manual(含む取扱説明書)を明記して Trouble を起こさないような対応をしている。問題は何事も完全なものではなく「限界」がある。経年変化で事態が変わることが常である。ここに情報 Gap が生じてはならない。

災害(事故)を生むのは人間が持つ次の3つの特性に問題が潜んでいると考える。

- ① 人間は間違いを犯す動物である。
- ② 人間は事に慣れてくると注意力が散漫になる。
- ③ 人間の根底には自己中心に行動する傾向がある。

組織文化の中には暗黙の了解と集団心理が働く事もある。赤信号みんなで渡れば怖くない。困った事に、法律違反、Rule 違反は日常的に無くなることはない。

2-3 潜在する災害

誰でもが可視出来る□物的なものと直接見えない□制度的なものに分けて考える。

① では、人間は生活の利便性、合理性を高めるのに多種多様な人工物を造ってきた。有害な化学物質、危険物質などはまだ Black Box のものがある。人為災害として典型的な形で現れたのは、足尾銅山の鉛毒、水俣の水銀汚染、Asbestos 塵肺、今回の放射能汚染である。その他、薬害、食中毒、地球温暖化で日本の亜熱帯化による感染症の広がりの恐れが潜在する。

② では、組織の細分化と複雑な法制(規制)が責任と解決をたらし回して先送り曖昧にする。政治は Populism に成りがちで国民は過大に期待するが満たされることは少ない。政治の結果として各種の補助金等の累積・国債残高は GDP 2倍、世界金融市場での格下げがある。加えて専門家も説明が困難な円高がある。

§3 災害(危機)にどう向き合うか 防災・減災への備え

3-1 危機管理計画

全官公署庁、企業は災害対策として BCP(Business Continuity Plan)を作成して運用している。内容は組織の特徴によるが社会環境の変化を意識して陳腐化しないように最善を期するために定期的に見直し(Rolling)して健全性の維持と損害の軽減(減災)に努めている。個人や家族にも BCP の基本理念を入れた防災・減災計画の作成が求められる。

今回の大災害の体験から大勢の日本人は平凡であっても日常生活の維持・継続の重要性が身に染みこまされた。災害の怖さは生命・財産と日常生活が壊されることである。財産は再生可能であるが生命は取り返せない。

家族の BCP に関連する Tool として地域や学校や職場等で作成された Card 等がありそれらを参考にできる。住んでいる自治体では Hazard Map をはじめ災害対策、避難場所など周辺土地環境の特徴が整理されておりこれ等を活用する事が基本になる。

我が家家の BCP 計画の Point は社会とのかかわりを整理しておくことである。特に依存関係を明確に

しておく。防災・減災 Safety-net 公助(国、自治体)共助・互助(町内会、PTA、Volunteer)、自助(家族、親籍縁者)があるがこれらに独自の重みづけをする。

例、公助=(0~5)%、共助・互助=(5~10)%、自助=(85~95)%

3-2 専門家の役割

専門家と一般市民の間には、防災・減災の技術知識について「情報の格差」が存在する。

例えれば医師と患者の関係で現在は医師は Informed Consent の義務があり Second Opinion も受け入れる事が当たり前になってきた。日常生活では新聞・TV 報道は必需品である。これ等を上手に活用する術がいる。災害時には生の情報の他に解説者付き記事があるので技術の専門家の間では立場や経験によって意見が分かれることが多く一般市民は何を信じてよいか戸惑う。情報 Literacy を高めて災害に向き合う事になる。その場合に次の3.Stageを考える。

- ① 平常時 市民の目線に立って「災害の大事は小事で収まるように」防災・減災技術の伝達 (Communicator) 者となり支援する。
- ② 災害時(有事時) 訓練された人材と機動力、自給力など完結した公務員、消防、警察、自衛隊など。技術者は保有する知識経験を以て補完する。2次災害を起こしてはならない。
- ③ 災害復旧・復興時 行政、被災地、被災者の生の要請を正しく受け止め Speedy に対応する。技術者の能力は未知数である故に求められる期待 Gap を起こしてはならない。

3-3 公助(保護、保証、救護、支援)

① 平常時の国の役割

法を制定し国民の生命財産を保護し安心と安全を保証する。国民は法律の下に平等であるがあぐらをかくことは許されない。憲法は私有財産の保護を謳っているので個人の財産権を主張できるが公益が優先する場合は規制されるものがある。

国土開発の基本計画 Grand design がある。これ等は公益優先で策定され個人の権利・利害はその次である。係り深いのは、①土地基本法、②国土総合開発法、③都市計画法、④河川法、⑤道路法、⑥建築基準法、⑦自然環境保全法、⑧文化財保護法等、がある。

災害の関連では、A.災害対策基本法が最上位にある。地方自治体は「防災計画書」を作成して市民と情報を共有して、①平常時、②有事時、③復旧復興時など役所の権限と義務、市民団体等との協定者などを謳っている。これに関連する法、震災対策、火山対策、予防対策、応急対策、災害復旧及び財政措置、台風関係、阪神・淡路大震災関係、原子力施設対策関係、B.消防法、木造建築が主であった都市の火災の経験から学び詳細な規制がある。

火災に関しては事故が起きると法令順守、再発防止と反省されるが何故か繰り返される。

3-4 共助・互助(信頼と協力)

日本の社会構造の原状を国勢調査を Base にして新旧を含め正しく把握しておくことが基本になる。我が国は Gemein schaft(共同社会→成員が感情的に融合して結合、□血縁の家族、□地域の村落、□友愛の組織、都市住民)の関係が全国的に機能していた。近年この構造が大きく変った Gesell schaft(成員が利益的関心に基づいて結合、成員間は親密に見えても疎遠である)化が急激に進んだ。理由は地方の過疎化、都市の過密化である。最も深刻なのは少子高齢化による人口構造の変化である。

地方の基礎自治組織体の劣化が各所にみられる。平成の市町村合併が進んだが農村部では自

立できない限界集落もある。都市部の地域では旧住民と新しく移住した住民(Invader)が混在する。これらが健全な形の融合した Community が機能するのに親子2世代に跨る時間として約30~50年位かかる。日本人の気質は保守的で Shy で排他的な側面がある。

社会的大事件が引き金になって新たな動きが始まる。先の阪神淡路大震災後に自発性が高い互助組織として NPO、NGO が生まれた。経験を積んだ NPO 等の皆さんが今回の東日本大震災の支援に活躍している。

特に日常の重要性が意識され連携して、地域は地域で衛る事の大切さが再認識された。社会に Stock されている共有財産(Hard ware ,Soft ware)の活用が望まれる。町内・消防、水防、近隣の自営業商業の Network、PTA、老人 Club、Sport・趣味同好会、など潜在する助け合いの力がより一層進化すると考えられる。(3人寄れば文殊の知恵)

3-5 自助(心構え)

家族・個人が全ての事において自立・自律する事が基本になる。

- ① 平常時には災害に備えて考えられる準備はしておくこと。
 - ② 有事時(特に大地震)これが大きな問題である。災害特に家族が揃っている場合は何とかなる。それ以外の時は社会が用意している防災・減災、避難対策の実態を利用できるように家族全員把握しておくこと。出来るなら訓練、学習体験をする事が必要である。
- 最も心すべきことは自主、自立を高めることである。他者への依存度は低い方が望ましい。風評には惑わされないだけの基本的な知識を各自が備える必要がある。

§4. 総括(社会の情報環境の功罪)

災害も起きてしまえば過去である。過去は取り戻すことは出来ないが、災害の記録は明日への教訓・知恵となる。尊い犠牲を無にしないために活用しやすい形に社会的にも個人的にも情報化する事が望まれる。災害の情報発信者は、報道機関、政府、自治体、学会・研究機関、Think tank 企業など多種多様でありそれぞれに発信手段は独自のものが用意されている。

問題は一般庶民が情報を正しく受け止めることができるか出来ないかである。情報の入手方法や Timing 等で理解力格差が生じることがある。最近は情報の発見と伝達、蓄積と活用手段の利便性が高まり便利である。人は限定された時間と空間の中で生きている。その中で長い間に生活習慣が染み付くがそれが原点になって行動規範や価値観が生まれる。社会が複雑になるにつれ日常の場で何かにつけ利害関係者間の対立が起き社会を不安定にしている。

今回の大震災の発生は午後2時46分と明るい昼間であり TV を通して現地の生の様子がいち早く伝えられた。全国民が前代未聞の事態に茫然とした。非常緊急事態に何が一番頼りになるのか考えさせられた。

政府関係者の記者会見は現場の情報とのずれがあり後手後手になった。縦割り行政の弱点がさらけ出される結果となった。

むすび

複合した大災害は島国日本の庶民の潜在力と Mentality について深く考えさせられた。多くの国民は神の存在など信じていないが「困った時の神頼み」が心に潜在する。これまでに社会が困難に遭遇した時、我慢に耐え何とか乗り切ってきた。困難の現実を踏まえ悲觀しては先が見えない「七転び八起き」の精神を生かして奮起できる。今回もそうした底力で復旧・復興は確実に出来

る。従前の社会の System をこの機会に抜本的に改革して新しい文明・文化の構築が期待できる。災害後6か月が過ぎた人為災害地の未来は全く視界が開けてこない。被災した地域では粘り強く力を合わせ復興に動き出している。今回も罹災者の皆さんが困難な状況の中で無秩序的な状態にはならなかつた。此の事が日本人の美德として外国特派員から世界に発信された様だがこれにはいさか違和感を感じる。人間本当の危機の時は一時的に思考停止状態になる。日本人の特徴として事にまともに向かい対峙する姿勢ではなく背中を向けてうずこまり災いが過ぎることを選択する。有事時に期待されている政界、財界、学界など各界の指導者層の対応はまちまちであった。総体として説明は曖昧で自己の立場の堅持が見え見えで責任回避の姿勢が見られた。「想定外」が Mass media を通じて一般化してしまつた。自然災害、人為災害、その複合災害は正確に捉えて今後の対応が望まれる。科学技術の失敗はやはり反省に立ち新規の科学技術で解決するのが相当であると考える。

参考資料

- 1朝日新聞 東日本大震災1-6特集その他、2日本経済新聞経済 教室その他
- 3雑誌「Newton」2010年の各号 4 NHK 東日本大震災特集番組、その他

日本における再生可能 energy の可能性と技術者の役割

小方 弘成（機械）

A voice of "We should reduce nuclear power generation, and switch to renewable energy" rose after Fukushima nuclear plant accident occurred. However, can we really switch to renewable energy? I would like to inspect the possibility of renewable energy of Japan, and mention the role of engineer.

1 はじめに

日本では 2011 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）が発生、この地震と津波によって東京電力福島第一原子力発電所では大量の放射性物質の放出を伴う深刻な原子力事故（以下、福島原発事故）となった。発生当初、政府や電力会社の発表を聞く限りでは事故の規模や被害は最小限であるかのように感じられたが、その後、正しい情報が伝えられるに従い、放射能汚染や電力不足など社会への影響が甚大であることが明るみにでた。この福島原発事故の発生により、「危険な原発はもう要らない。安全で二酸化炭素も排出しない再生可能 energy による発電に転換すべき。」という声が高まり、あらためて再生可能 energy への期待が大きく膨らんできた。これほどまで急速に原発が否定されるようになった理由は 2 つ考えられる。ひとつは政府や電力会社の情報開示の遅れや不正確さ、対処の悪さなどに対する怒りからきたものである。もうひとつは本質的な問題で、原子力に対する恐怖や不安によるものである。今回の事故で、放射能の影響による怖さや核反応を自由に操れる技術を未だ人類が保有していなかったという現実を遠い外国ではなく日本国内で目の当たりにしたのはたいへん衝撃的な出来事であった。原子力の代替 energy として石炭や石油などの化石燃料は将来の枯渇と温暖化 Gas(Greenhouse gases)排出の問題があり適さない。そこに救世主のように返り咲いたのが太陽光や風力など clean で安全な再生可能 energy であった。しかし、頼りにしていた原発の信頼が失われたからと言って太陽光や風力にすべてを託しても大丈夫なのだろうか？再生可能 energy の本当の実力や弱点についてもしっかりと把握した上で energy 転換の議論に入り、今後の技術開発に取り組むべきである。

2 再生可能 energy

発電などに利用可能な energy 資源は、表 1 に示すように枯渇性 energy と非枯渇性の再生可能 energy に分類される。石炭や石油に代表される枯渇性 energy は埋蔵量に限りがあり消費するといずれ枯渇してしまうが、再生可能 energy は自然現象の中から取り出すため利用しても枯渇する心配がない。日本では太陽光、風力が 2 大 energy と言われている。枯渇しないと

言うと夢の energy と思いがちだが注意しておくべきことがある。枯渇性 energy は energy 源の状態で保存しておき必要に応じて燃焼や反応を行って発電などに利用できるが、再生可能 energy は、energy 源が自然環境の中で取り出せる状態になっているときしか利用できないものが多い。例えば太陽光は昼間、光が降り注いでいるときだけで、夜間や日陰となる場所では使えない。風力は風が吹いているときだけで、無風のときや風の穏やかな地域では使えない。さらに光や風の強弱によって energy は大きく変動するが、太陽光や風力の発電装置は自然界で得られるほぼ最高の状態における発電能力を仕様として表示しているため、それだけの発電能力がいつでも自由に得られるものだと勘違いしている人も多い。

表1 Energy分類

枯渇性 Energy	化石燃料(石油、石炭、天然Gas)
	核燃料
再生可能 Energy	太陽(光、熱)
	風力
	地熱(浅部、深部、Magma)
	水力
	Biomass(農産物、可燃性廃棄物)
	海洋(海流、潮流、海洋温度差)

3 発電能力の比較

2大再生 energy と言われる太陽光と風力を取り上げて、現状の発電能力を原子力発電と比較、代替え energy として可能性があるかを探ってみる。

3.1 太陽光発電

太陽光が地表に与える energy 強度は、夏至のときに最大の 1338W/m^2 であるが大気の影響により約 50% 減衰する。現在の主流である Si 結晶型太陽電池の変換効率を 15% とすると最大の発電能力は $1338 \times 0.5 \times 0.15 = 100\text{W/m}^2$ である。季節により日射条件が変わるために最も energy 強度の弱い冬至ではこの半分の発電能力になる。実際には天候や気温にも大きく左右され、周辺機器の損失の影響もあるため、この最大発電能力の値が得られる可能性はきわめて低い。

3.2 風力発電

風がもつ energy は[受風面積]、[風速の 3 乗]に比例する。風車には多くの形式が存在するが、風力発電に多く用いられ効率面でも優れている水平軸の propeller 型風車の効率を 40%、設置した地点に 12.5m/sec の風が常時安定して吹いていれば最大の発電能力は $0.5 \times 1.225 \times 12.5^3 \times 0.4 = 480\text{W/m}^2$ となり太陽光の 4.8 倍である。仮に太陽光と同等の発電能力を得るならば風速は 7.4m/sec でよい。ここまで比較では太陽光より風力が優れているように見えるが、発電の安定性という面では太陽光のほうが勝っている。太陽光は地域や季節による変動はあるものの地点が決まれば日射量は精度よく推定でき不安定要素は天候に絞ることができる。ところが、風力は予測するのが難しい上に変動の幅も大きく非常に不安定である。さらに日本は台風襲来時を除いて風は弱く一部の沿岸部や山岳地帯を除いて、年平均風速は 6m/sec 未満の場所が大半である。いくら優れた風車であっても風が吹かなければ発電できず、設置したからと言って仕様どおりの

発電能力が得られる保証はない。風力発電を有効に活用するには、安定して強い風が吹いている場所をいかに見つけ出すかということに他ならない。

3.3 原子力発電との比較

現在、日本で運転可能な原子力発電施設は 54 基で合計 4884 万 kW、日本の年間発電量の約 30%をまかなう能力を有している。原子炉の形式や施設の構成など違いがあるが 1 基あたりの発電能力は約 100 万 kW と言える。名古屋から最も近い浜岡原子力発電所（静岡県御前崎市）は 3 基の原子炉が運転可能で合計 360 万 kW の発電能力を備え、敷地は約 160 万 m²である。この原子力発電所を太陽光や風力を利用した発電施設で置き換えるとどれくらいの敷地が必要なのか比較してみる。太陽光は Module 設置角度を 30 度として敷き詰め、風力は Rotor 直径 75m の 2000kW 級風車を必要な間隔を保って配置して、付帯施設は含めず算出した。発電能力は先に算出した最大発電能力を用いている。表 2 に比較した結果を示すとおり、原子力に比べると広大な敷地が必要となることがわかる。風力の 13,200 万 m²というのは、実に中部国際空港島全体の 22 倍にあたる面積に相当する。

結果から太陽光や風力は原子力に対して広大な敷地が必要であり、国土の狭い日本では用地確保の面で非常にきびしい状況となることが予想できる。また、再生可能 energy の最大の弱点

は必要なときに所定の発電量が得られる保証がなく、発電量の不足を補うために他の枯渇性 energy を利用した発電施設か、変動幅を吸収できる容量の蓄電設備を併設する必要がある。以上から現状の太陽光や風力をそのまま原子力の代替え energy として活用することは難しいと考える。

表2 発電方式による敷地面積比較

方式	面積(万m ²)	倍	備考
原子力	160	1	
太陽光	4,200	26	設置角度30°
風力	13,200	80	2000kW級 1800基

4 今後の技術開発

それでは、今後どのような技術開発を行っていけばよいのだろうか。技術革新が行われれば代替 energy としての可能性が出てくるものだろうか。太陽光も風力も従来から研究開発が活発に行われ性能は向上しており、既に成熟期に到達していると考えられる。特に風力発電におけるここ 30 年の推移は大径化（受風面積拡大）による出力増加であり、翼形状改良などの要素技術よりも大型構造物の建造技術に依存してきたと言える。

現在、最も期待されているのは飛躍的な性能向上、具体的には小型化である。energy 密度の低い再生可能 energy から効率よく発電を行うことは難易度も高いが、従来とは異なる energy 変換方式の研究にも積極的に取り組むべきである。また、当面は現状の方式による発電をできるだけ有効に活用するために、周辺技術（例えば変動を吸収するための蓄電技術や、より効果的な設置場所を短期間で見つけ出す探査技術など）の開発に傾注すべきと考える。

5 電力需要増加と社会変化

次に電力 energy を消費する側の状況について論じる。日本では 1980 年から 2000 年の 30 年間で年間発電量が 4,850 億 kWh から 9,565 億 kWh のおよそ 2 倍に増加している。2000 年以降の伸びは顕著でないため、主に 1980 年代後半の Bubble years を含んだ 20 年の間に電力消費が著しく増えるような社会変化が起きている。家電製品の進化と氾濫(personalization、大型化)、情報化社会 (IT 革命、Video game)、単身世帯の増加、24 時間営業、All 電化住宅、Wheelchair accessible など、快適性と利便性を追い求めて文明生活を発展させ謳歌してきた。家庭や職場は電気製品や設備で満たされ生活は間違いなく快適で便利になった。従来は電力を必要としなかった機器も制御を加えるために電子機器に生まれ変わり、地球環境保護と称し資源や廃棄物の削減のために IT 技術を活用した機器も登場している。

私たちは電力 energy が無尽蔵なものと錯覚していたのではないだろうか？今回の福島原発事故の影響で計画停電の実施や、節電が余儀なくされ、そのことに気づきはじめた人も多数いる。しかし、一度便利で快適になった生活を今さら元に戻すことはなかなかできないだろう。現在、政府が要請している節電の内容では電力需要を大幅に削減することは不可能である。

6 技術者の役割

再生 energy は、現状のままでは原子力を代替できる実力はない評価した。それにも関わらず、一般市民が大きく期待を膨らませているのは、問題点や課題を正しく理解できていないためである。この状況の中で私たち技術者はどうすればよいだろうか。

6.1 公衆優先原則に基づいた技術開発

技術者は、公衆の安全、健康、および福利を最優先にしなければならない。再生 energy に携わっている技術者には、できるだけ早い時期に市民の期待に応えるべく、飛躍的な性能向上を実現するための技術開発に取り組んでほしい。電力を消費するさまざまな機器や設備に携わる技術者には、これまでのように利便性や快適性を単純に追求する思想を見直し、機器や設備が有する機能や Services がもたらす価値と、消費 energy の balance を考慮して技術開発に取り組んでほしい。

6.2 正直性に基づいた説明責任

再生 energy のことを正しく理解できている一般市民はまだ少数である。すべての技術者は一般市民（公衆）との間に専門技術に対する literacy に大きな溝があることを認識した上で、その溝を少しでも埋める活動を積極的に行ってほしい。特に報道 media や企業から発信される情報は偏っている場合があるため、その内容を補完して一般市民が正しく理解できるように導くことが非常に重要な役割であり、その分野の専門家としての責務である。しかし、技術者は企業などの組織に属していることが大半であり一般市民と接する機会は非常に少ない。また、しかし、ひとつの組織の中だ

けで活動していると、柔軟な思考回路が錆付き価値観が偏ってしまう可能性がある。価値観を回復するために一般市民との Communication は非常に有効である。技術者が一般市民と Communication を取るには、次のような機会がある。

①業務を通じた Communication

- ・販売現場や使用現場に出向いて直接対話する機会を設ける
- ・社会と意思疎通する場を設け、情報発信して反応を分析する

②一人の技術者として業務と関係ない Communication

- ・自らが一般市民となり、他の製品・Services の技術者と対話する
- ・学協会や他の団体を通じて、専門（得意）分野の講師となる

このような機会を逃さず、有効に活用したい。また、一度だけでなく継続して対話することが重要である。相互交流を深める機会を重ねていくことで、一般市民の素朴な疑問や否定的な意見を受容できるようになり、幅広い倫理観をもって行動できるようになる。とかく技術者は自分の見識が最良・最高と思いがちになる場合があるが、一般市民との Communication でその検証ができるることは、技術者の自己研鑽として非常に意義深く有益なことである。

7 おわりに

人類はこれまで快適性と利便性を求めて文明生活を築いてきた。本報では日本の事例を取り上げて論じたが、新興国の経済発展や人口増加を考えると energy 問題は地球規模で深刻な状況を迎えつつある。私たち技術者は、苦難を乗り越え問題を克服しながら技術開発を行い、地球環境を守りながら人類の発展に貢献していくかなければならない。

Latest Technology of Air Conditioning against Global Warming Countermeasures in Japan (Room and Commercial Air Conditioning System)

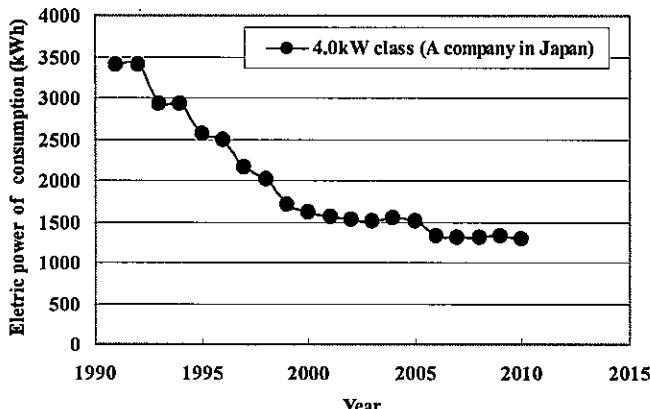
Takeo Tokiai (Chemistry and Dr. Eng)

Abstract

This paper introduces the latest technology and the history of development about air conditioning system in Japan. In particular, it is reported that the key technologies in terms of heat exchanger, compressor, inverter and electric motor make rapid progress for saving energy. Moreover, I introduce that the topics and the view of the latest technology of air conditioning friendly to human and nature will contribute to save energy against global warming countermeasures.

1. The change of saving energy in Japan

The change of saving energy (SE) was the sequence of events and progressed as shown in Figure 1 in Japan.



Sequence of events(1990～2010)
[Four key technologies]
▪Heat transfer
▪Compressor
▪Electric motor
▪Inverter

Fig.1 Decrease of electric power of consumption (4.0kW class)

It would be cheap at half that the price of present power rate (about 28,000yen) as comparison with 15 years ago. The electric power charge of 28,000 yen at present is half as much as that of 15 years ago. What is the reason why increased SE? It was found that SE increases as follows.

- (1)The development of four key technologies for SE since 1990
- (2)The good influence of law for SE as well known "Top Runner System" which Japanese government adopted the policy since 2005

It should be cleared the excellent target of SE of air conditioning system (ACS) which was decided with "Top Runner System" as well as copy machine, TV, refrigerator, and microwave oven etc. After all, many manufacturing maker of ACS should be cleared the excellent target

which was reached the highest SE. Then, the performance of SE was accelerated to increase about ACS and other electric appliances for home and commercial uses.

2. Principle of air conditioning system

ACS is harnessed heat transfer with compressed gas (refrigerants). This heat transfer is caused air conditioning with drawing heat from indoor to outdoor. In the opposite direction of heat transfer, ACS is heating. Principle of this system (ACS) is shown in Figure 2 (CO_2 refrigerants).

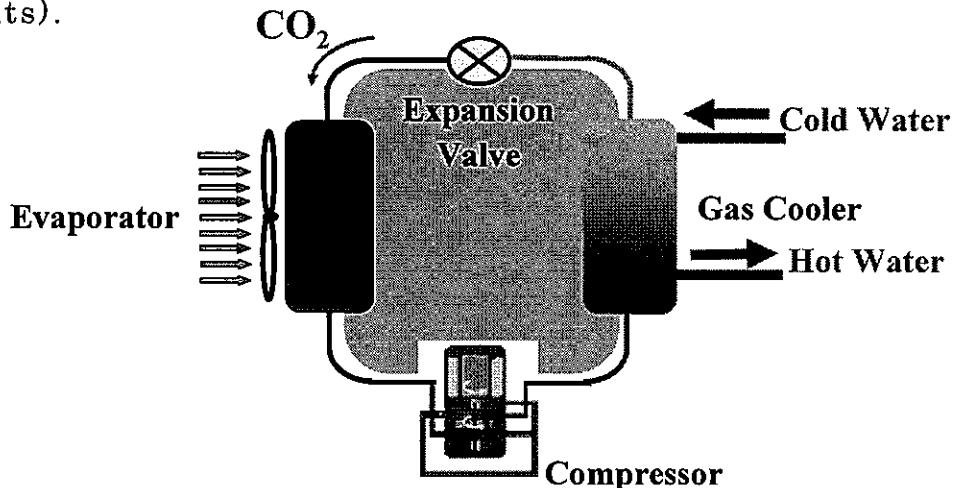


Fig.2 Principle of air conditioning system (CO_2 refrigerants)

3. Four key technologies of air conditioning system

There are four important key technologies. Heat exchanger technology functions to heat transfer between refrigerant and air. Compressor technology is to compress refrigerant. Electric motor technology functions to rotate compressor. Inverter technology operates electric motor efficiently. Four key technologies are advanced, and so, it is realized that Japanese ACS has the highest performance of SE in the world.

3.1 Development of heat exchanger technology

Heat exchanger is composed of tube and fin. Tube material is copper mainly, and fin shape is thick aluminum plate. It is important that surface area of heat exchanger is increased for contacting air. In case of ACS, for example, heat transfer route is "room air \Rightarrow fin \Rightarrow tube \Rightarrow refrigerant" on indoor machine. Heat is taken in room. Conversely, heat transfer route is "refrigerant \Rightarrow tube \Rightarrow fin \Rightarrow outer air" on outdoor machine. Heat on room is released outdoor. The heat exchanger is evolved that thermal conductivity increases and heat transfer is expanded. It is devised to increase surface area and thermal

conductivity that fin shape and inner tube are various and complicated as shown in Figure 3. In addition, heat exchanger is tried to accumulate. As a result, the performance of heat exchanger is twice as much as that of 20 years in Japan.

The change and high-performance of heat exchanger using air system

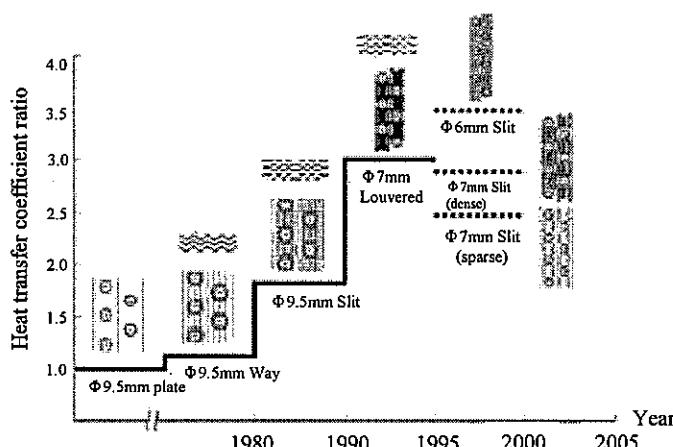


Fig.3 High - performance of heat exchanger in Japan

3.2 Development of compressor technology

The input power of consumption accounts for amount to about 80~90% on compressor. Consequently, efficiency of compressor is increased in decreasing load of electric motor. The ratio of input power of consumption in air conditioner is shows in Figure 4.

There are several types of compressors. The mechanism of compressor as well known rotary type compressor is introduced. Inner structure of rotary type compressor is cylinder - shaped. There are composed of roller and vane in space. Cylinder has suction port and discharge port. Electric motor turns round, refrigerant is suctioned and compressed. This compressor mechanism is shown in Figure 5.

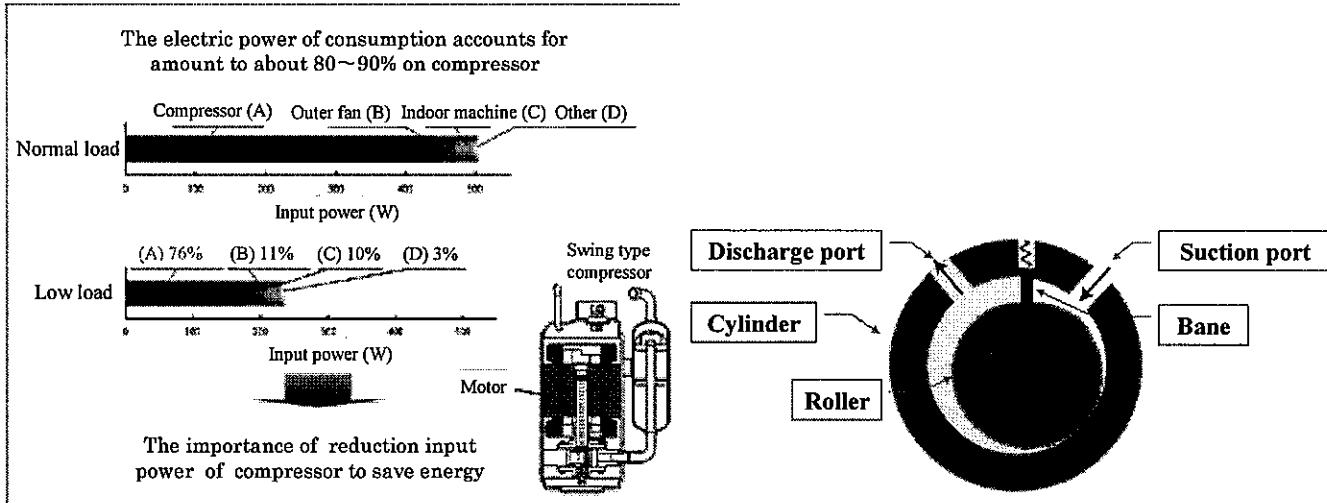


Fig. 4 Distribution map of input power ACS (Swing type)

Fig.5 Mechanism of rotary type compressor (right - handed rotation)

Compressor performance ($\eta_m \times \eta_v$) composes of mechanical efficiency (η_m) and volume efficiency (η_v). When roller is rotated, friction is produced between vane and roller. The friction increases electric power and decreases mechanical efficiency (η_m).

On the other hands, when compressed refrigerant leaks on contact point of between roller and vane, the amount of circulation of refrigerant decreases. As a result, volume efficiency (η_v) decreases. The greatest concern for the present is how to increase mechanical efficiency (η_m) and volume efficiency (η_v) of compressor.

It is necessary to increase mechanical efficiency (η_m) and volume efficiency (η_v) that processing precision of parts of a machine improvement, materials strength increases, part weight lightens, and various parts are developed to decrease friction.

As well known other typical compressor, for example, are scroll type compressor, screw type compressor, and swing type compressor etc.

3.3 Inverter technology

Before inverter technology spread, alternating current (AC) motor was rotated at characteristic frequency (for example 50Hz or 60Hz in Japan). Accordingly, when indoor room temperature decreases, AC motor is stopped. When indoor room temperature increases, AC motor is started. Control of motor switch on and off to keep fixed room temperature, again and again. However, after inverter was introduced, inverter makes rapid progress of controlling room temperature.

Once function of inverter is convert alternating current (AC) to direct current (DC), and is convert AC at another frequency. The inverter changes frequency of AC periodically and freely. And then, the change of frequency is able to rotate motor variably. Hence, the inverter is able to control room temperature fully, and operate to ACS at the best condition of fuel efficiency as shown in Figure 6.

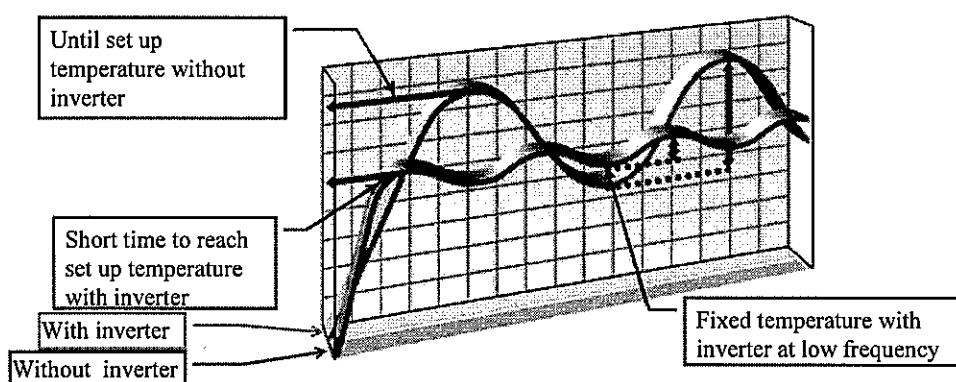


Fig.6 Inverter technology of controlling ACS (Daikin Co. Ltd. HP)

3.4 Electric motor technology

The realization of ideal control at the best condition of fuel efficiency has been involved in development of electric motor technology. Electric motor is evolved with innovative technology. The innovative technology is called IPM (Interior Permanent Magnet) motor. IPM motor structure is composed of rotating rotor to insert magnet. Formerly as well known IPM motor principle, however, it had been much difficult to make practicable IPM motor. The practicable IPM motor was made first in Japan and it has been used since 1996 in the world.

Conventional electric motor rotates with using force (magnetic torque=F1) which pulls against each other between outer magnet and rotor magnet. On the other hands, IPM motor force composes magnetic torque (F1) and magnetic reluctance torque (F2). The advantage of IPM motor is to use two forces (total motor torque of F1 and F2) at the same time as shown in Figures 7 and 8.

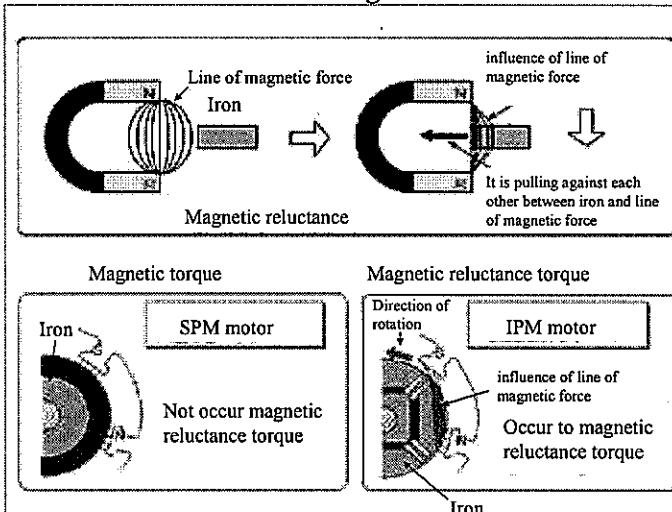


Fig.7 IPM motor principle

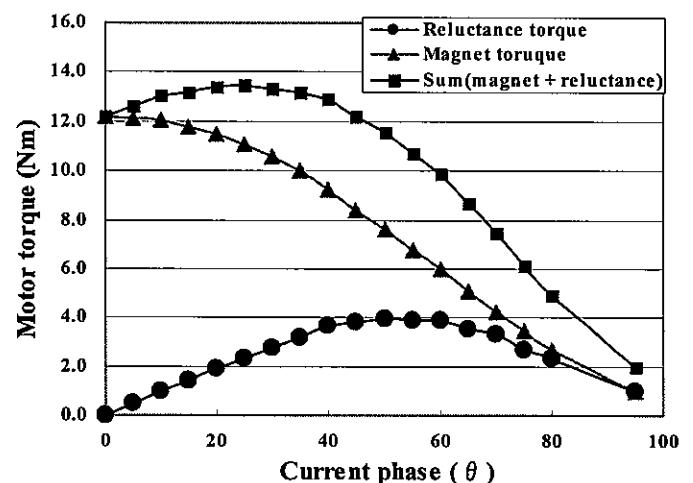


Fig.8 Total motor torque of F1 and F2

As a result, IPM motor realizes to set up room temperature sooner than conventional motors do, and has high performance of SE. Moreover, the strong point of IPM motor has been able to rotate within the range of low frequency as shown in Figure 9.

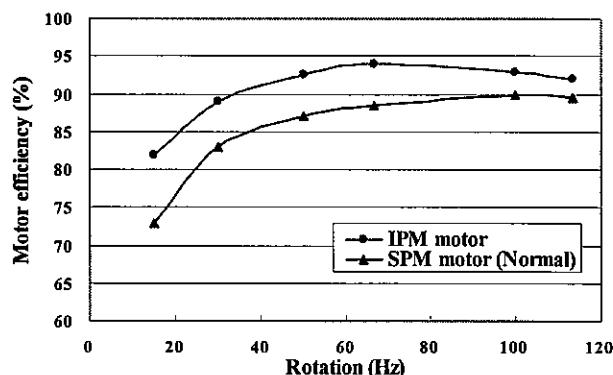


Fig.9 IPM motor efficiency

Because of rotation within the range of low frequency, inverter is able to control room temperature in detail and contribute to save energy. At the present time, frequency is about one thirds and lower than that of 10 years ago. The IPM motor technology can be applied to hybrid car and other field of study. The IPM motor attracts a great deal of considerable attention to realize saving energy of making great strides.

The developments of technology concerned with heat exchanger, compressor, inverter and IPM motor have advantages which have been improve to save energy and will be contribute against global warming countermeasures (GWC) in Japan and world.

4. Future of air conditioning system

4.1 Non-stress, human and nature friendly air conditioning system

In the future, the request of ACS is comfortable space (house) as well as SE, cooling and heating. For example, the concrete requests are humidity control, air stream control and clean air control etc. Put ACS in another way, it is called "non-stress, human and nature friendly air conditioning system (ACS)"

The comfortable the wind - chill with controlling humidity and air stream, and the change for the worse of atmosphere to prevent with automatic clean air system have been taken concrete shape. The notable technologies are various sensor of feeling man existence which is controlled air stream and temperature to correspond man position and motion in space (house and room). These sensors are able to feel amount of man activities, and have the function which prevent the space from cooling and heating too much.

4.2 View of air conditioning system

The demand of ACS will be increasing in the world. , It is expected that Asian demand of ACS will expand explosively and this market size is about thousands millions. In addition, European, North and South American are interested in high SE of ACS. Their demand will expand gradually, because of heat wave and consciousness of GWC.

The world market have been grown, the latest commercialization of new model will be keen competition more and more. However, the high technology of Japanese manufacturing maker (MM) has attracted a great deal of other country MM and public attention. The Japanese excellent technologies (JET) are now the driving force behind the world technology of ACS, and go ahead very much.

Finally, the writer will hope that JET is contributed to WCS and both interesting and instructive for Korean MM and Korean public attention.

日本における創薬研究所の Sustainable 建築の Trend

The trend of sustainable building of pharmaceutical laboratory in Japan

沼中秀一（衛生工学部門）

Shuichi Numanaka (Environmental Engineering)

Abstract

Pharmaceutical companies have made various efforts for CO₂ reductions, because pharmaceutical research laboratories have been so called "The highly energy consuming buildings". In this paper, sustainable architectures are introduced for pharmaceutical laboratory buildings. Those are selected as leading projects of CO₂ reduction in Japan. The methods of sustainability have varieties that include passive design, mechanical and electrical engineering, visualization of energy consumption for building users (researchers), workplace productivity of researchers.

1. Background

1.1. Features of Laboratories: Compatibility with "Safety for human body" and "Energy saving"^[1]

Factory employees of pharmaceutical companies take part in energy saving actively and have positiveness for CO₂ reduction. On the other hand, in pharmaceutical laboratories, it was difficult to show the effect and outcome of efforts to reduce CO₂ by researchers. Because research activities have complex process and priority for researchers is to get research results and drug discoveries. Most of laboratories are highly energy consumption buildings, which contain much exhaust for safety of human body against chemical materials. Fresh air intake is balanced by exhaust for laboratory facilities, the air change rate is 20~60 air-change/h, compared with office building of only 1~2 air-change/h. Much volume of ventilation consumes much energy, but it is difficult to reduce exhaust for laboratory facilities simply. Because codes and regulations require the face velocity of sash opening of fume hood, so that it is important to reduce air volume with keeping rules. In recent years, VAV(Variable Air Volume) system is introduced which operates together with sash opening of fume hood.

1.2. Global Warming

Absorption by plants and sea assist CO₂ balance on the planet. However, since

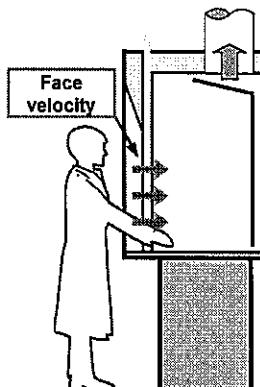


Figure 1
Face Velocity

the industrial revolution, the amount of carbon dioxide is increasing that is emitted by human being. Density of CO₂ in the atmosphere has been growing every year. In order to stabilize the concentration of CO₂, it is necessary to balance the amount of emission and absorption.^[2] According to the data of 2007^[3], total global CO₂ emission is 28.83 billion t- CO₂. Among them, the rate of Japanese emission is about 5%.

1.3. The Tohoku-Pacific Ocean Earthquake

Earthquake that occurred on March 11, 2011 caused tsunami. And nuclear power plants in Fukushima Prefecture stopped working. Therefore, the capability of electrical power supply reduced. As Japanese people, it is important to conserve energy.

2. Overview of the Sustainability for Pharmaceutical Research Building

2.1. Viewpoint of Architecture

- (1) It is necessary to have passive design to take in daylight and to control solar heat load.
- (2) Mechanical and electrical engineering is also important. Facilities are required to eliminate the waste of water, air volume, heat and electricity.

2.2. Viewpoint of Researchers

- (1) It is necessary to make scheme to address energy conservation. And it is important to make the visualization of energy consumption for users.
- (2) Attractive communication spaces and meeting spaces are required to improve research intellectual productivity.

3. Governmental Support for Sustainable Building Construction^[4]

In Japan, the whole nations are making efforts to reduce CO₂ emission. However, the amount of CO₂ emission of residential sector and office sector have tendency to increase. Therefore, as a part of the effort, Government (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) have carried out a scheme that is called "Leading business of CO₂ reduction for residence and building ". The scheme is financial support to leading projects of sustainable architectures. Opening the results of these projects to the public is expected the next three things.

- (1) The other projects will refer to sustainability.
- (2) Energy consumption of whole country will reduce.
- (3) Market value of residences and office buildings in Japan will Increase.

This paper introduces two construction projects of pharmaceutical laboratories that have been selected as leading projects of governmental support scheme. The details are as follows.

4. Details about Sustainable Methods of Pharmaceutical Laboratory Building

4.1. Takeda Pharmaceutical Company Limited Shonan Research Center^{[4][5]}

(1) Outline of Architecture

- a) Architect; Plantec Architects INC, Takenaka Corporation
- b) Address; Fujisawa, Kanagawa Pref.
- c) Site area: 250,000 m², d) Total floor area: 308,000 m², e) 10Floors
- f) Construction Schedule; Jun. 2009 ~ Mar. 2011

(2) Passive Architecture

(2-1) Landscape design

The site has been located in the biotope network area. Based on the design concept of "A Laboratory in a Forest", the waterfronts (spring, pond) and woods have been conserved in the site.

(2-2) Architectural planning

Typical laboratory has tendency to be designed as closed and massive building. In contrast to typical laboratory, this building has been separated several parts to introduce natural light, wind, greenery, and view. In addition, the following elements have been introduced.

- a) Green roofs
- b) Blinds and solar shading fins
- c) Roof top windows

(3) Advanced mechanical and electrical technologies

Various techniques have been installed to eliminate the waste of energy consumption by lighting, ventilation, heat, and water.

(3-1) Techniques to eliminate the waste of lighting; natural light utilization, motion sensor lighting, LED, high-efficiency lamp

(3-2) Techniques to eliminate the waste of ventilation; VAV air conditioning system, air conditioner (air volume which has been linked with exhaust air volume), night mode air conditioning

(3-3) Techniques to eliminate the waste of heat; recovering exhaust heat system, high-efficiency refrigerator, large temperature difference cold water supply

(3-4) Techniques to eliminate the waste of water; recycling water of drainage of air conditioner, water saving closet bowl and urinal, inverter pump for pure water supply

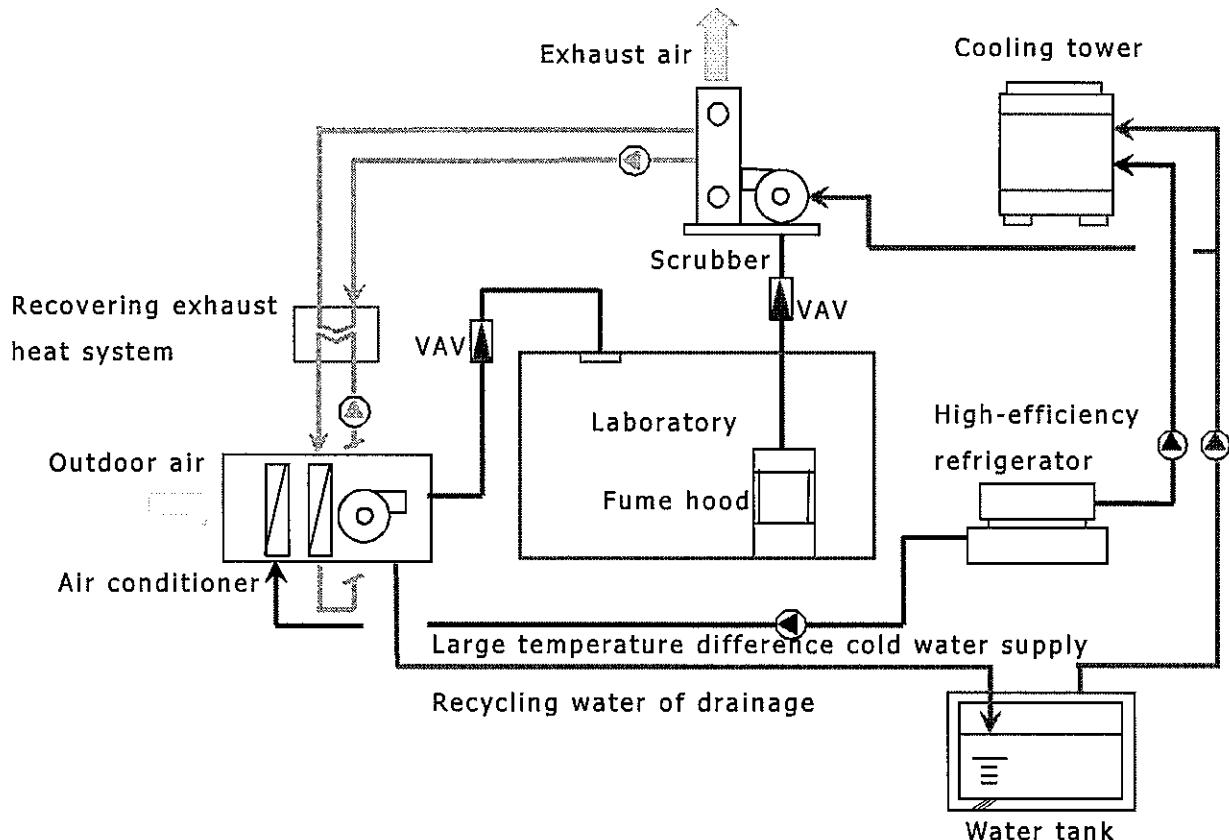


Figure 2 Advanced CO₂ reduction technologies

(4) Energy management by visualization for users

Environmental communication tools have been installed to make users have awareness for environment-friendly. The tools are fume hood control system, BEMS (Building Energy Management System), solar panels, photovoltaic street lights.

The reduction of CO₂ emission for this building has been estimated about 30% compared with average laboratories.

(5) Communication Spaces for workplace productivity

Various meeting rooms and refresh rooms have been located along the corridor to communicate with other research teams formally and informally. These layouts aim to create serendipity, and researchers are expected to develop many medicines.

4.2. Shionogi Pharmaceutical Research Center(SPRC4)^[4]

(1) Outline of Architecture

- a) Architect; Takenaka Corporation
- b) Address; Toyonaka, Osaka Pref.
- c) Site area: 34,627.97 m², d) Total floor area: 44,000 m², e) 5 Floors
- f) Construction Schedule; Sep. 2008~Jul.2011

(2) Architectural planning

Corridors have been located around the building. The corridors have the role of thermal buffer zone. This part is called "The Triple Louver Skin System". This system is composed of three layers of walls and window frames and louvers. This system has contributed to control the heat load in the building. Workplaces have been located the center of the floors, and the workplaces have various interior design. These various workplaces increase the communication of researchers, and improve intellectual productivity of researchers. Indirect natural light has been introduced into the center of the building which is reflected from the penthouse.

(3) Mechanical and electrical systems

High-efficiency equipments have been installed for CO₂ reduction.

- a) High-efficiency lighting fixtures
- b) Fume hood of air volume saving type; 40% reduction in the amount of exhaust (but the safety for experiment is kept)
- c) Recovering exhaust heat system; exhaust heat loss from laboratory is recovered
- d) Hot and cold water supply with large temperature difference; by taking large temperature difference between supply and return for air conditioning
- e) VAV air conditioning system; ventilation to match the exhaust with fume hood sash opening
- f) Inverter control pump; inverter control system fits the cold or hot water supply volume to the heat load
- g) Night mode air conditioning; 20% reduction of airflow rate at night

(4) Energy Management

Visualizations of conservation efforts and visualizations of waste of energy have been operated by using BEMS effectively. The visualizations have been expected to make researchers have ecological sense. In-house eco-points have been planned as incentives for ecological sense of researchers. By opening the ecological activities of this laboratory to the public, the information will contribute to the CO₂ reduction in Japan.

5. Conclusion

Mechanical ventilation such as fume hood has been installed to control air quality around people (researchers) in laboratory. The amount of the ventilation is not able to decrease easily because of regulations for face velocity at fume hood sash. As a feature of laboratory, energy consumption by air conditioning load is higher than that of office building. Therefore, in order to reduce air conditioning loads, it is important to install not only the energy-saving ventilation system but also the user's visualization system.

In this paper, new methods have been described for the sustainability of two

pharmaceutical laboratories construction projects. These projects completed just this year, and both projects have been selected as leading projects of CO₂ reduction and sustainability in Japan.

I hope that all buildings will continue to improve the sustainability not only in Japan but also in the world by spreading the technologies introduced in this paper.

References

- [1] S.Numanaka, T.Odajima; Proposal of methodology and optimization tool to achieve safety and energy saving for highly energy consuming building, such as laboratory; World Sustainable Building Conference SB08 Melbourne (2008)
- [2] Ministry of the Environment; Home Page; <http://www.env.go.jp/>
- [3] Tokyo Electric Power Company; Home Page;
<http://www.tepco.co.jp/index-j.html>
- [4] Building Research Institute; Home Page;
<http://www.kenken.go.jp/index.html>
- [5] H.Matsumoto, T.Yamaoka, T.Sawada, T.Ito, F.Soeta, H.Sakaguchi, S.Numanaka, S.Taguchi, H.Senoo, N.Sato, M.Inoue, E.Miyanaga, N.Ide; Takeda Pharmaceutical Company Limited Shonan Research Center : The Magazine of Building Equipment Aug. 2011: Association of Building Engineering and Equipment

銀 Nano 粒子薄膜の新規な発色 Novel colored Ag nanoparticle films

今井太智、橋本智、平野輝美（化学）前田秀一（化学／総合技術監理）

Daichi Imai, Satoru Hashimoto, Shuichi Maeda (Chemistry/GTPM)

Abstract

The focus of this present work is concerned with a novel and facile method for obtaining colored Ag nanoparticle films using an aqueous solution of sulfide as a coloring agent. In the presence of calcium sulfide, the color of the films, initially silver, changes to pale yellow, deep yellow, purple, blue and green. On the other hand with sodium sulfide, the color of the film does not change very much. We found that the key technology in obtaining successful color changes is to control the temperature of the calcium sulfide solution and the dipping time of Ag nanoparticle films in the solution. Our scanning electron microscopy studies indicate that the color of the films depend on the particle size of the surface Ag nanoparticles. This direct and simple method is very practical. One of potential applications of the Ag nanoparticle films is the application as imaging materials.

1 Introduction

There has been increasing interest in Ag nanoparticles which have various colors. For example, Jin and co-workers¹⁾ have reported that colloidal Ag nanoparticles which have spherical morphology can be converted into larger ones which have prismatic morphology by photoinduced method. The light-irradiation process results in Ag nanoparticle colloids which have a variety of colors depending on the irradiation time. However, from the industrial point of view, this irradiation process in the colloid system is not preferable since it requires 70 hours for the conversion of Ag nanoparticles. Recently, we have discovered a novel method for preparing colored Ag nanoparticle films.²⁾ In this method, the target for color change is not Ag nanoparticle colloids but Ag nanoparticle films. More specifically Ag nanoparticle films made by silver mirror reaction are colored by dipping them in an aqueous solution of calcium sulfide. To the best of our knowledge, this is the first time to control the colors of Ag nanoparticle films by using chemicals.

Our method does not require any coating process. Therefore the method has at least three advantages which distinguish it from that previously reported.¹⁾: 1) controlling colloid stability in a coating liquid is not necessary; 2) quick color change with low energy can be expected since only color treatment to the surface (not bulk) of the film is required; and 3) applications as imaging materials can be expected since it is possible to print contents on Ag nanoparticle films using the calcium sulfide solution as an ink. It is of great industrial interest how to control the color of the Ag nanoparticle films. Therefore, in the present work, we focus on the relationship between the preparation conditions and the resulting colors of Ag nanoparticle films. It is also of great scientific interest to elucidate the mechanism of the color change of our Ag nanoparticle films. In order to address the mechanism, these Ag nanoparticle films have been characterized in terms of their surface morphology and particle size by scanning electron microscopy.

2 Experiments

Ag nanoparticle films prior to the color treatment were made by silver mirror reaction. Synthetic procedure of the Ag nanoparticle films was described in the literature.³⁾

Typical procedures for coloring Ag nanoparticle films were carried out as follows: 4 pieces of ca. 10 x 10 mm Ag nanoparticle films stick to tips of chopsticks were dipped in a 50 ml of a 5 w/w%, 40 °C aqueous solution of calcium sulfide. The dipping was allowed to 20, 60, 100, and 200 sec. The surface of the pieces turned pale yellow, deep yellow, red and purple, respectively as illustrated in Fig.1. The pieces were then picked up, rinsed by de-ionized water, and dried in air. The same procedures were repeated for the coloration of the Ag nanoparticle films, changing the temperature and the concentration of the calcium sulfide solution (see Table1). The same procedures were also repeated in the presence of sodium sulfide solution.

Scanning electron microscopy (SEM) studies, in order to observe the surface morphology of the Ag nanoparticle films, were made using a Hitachi S-4800 instrument at an operating voltage of 3.0 kV.

3 Results and discussion

Some of representative colored Ag nanoparticle films are shown in Fig.2 with their preparation conditions. As described in the experiment section, our colored Ag nanoparticle films can be easily prepared by dipping them in an aqueous solution of calcium sulfide. It can be said that this direct and simple method is more practical than the complicated method previously reported.¹⁾

A summary of the experimental data showing the relationship between the preparation conditions and the resulting colors of the Ag nanoparticle films are presented in Table 1.

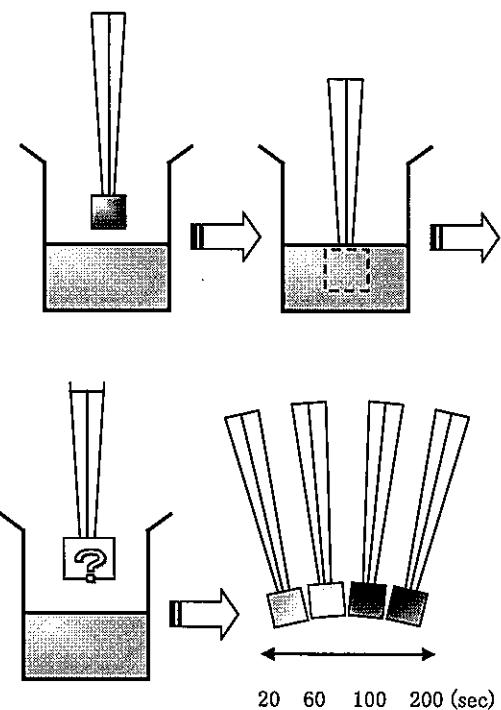


Fig.1 Schematic diagrams showing the coloration of Ag nanoparticle film in an aqueous solution of calcium sulfide.

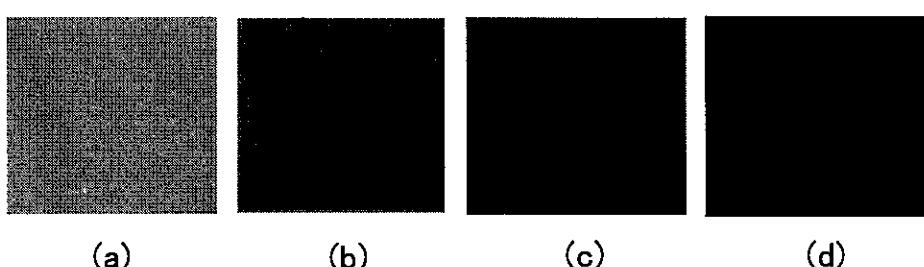


Fig.2 Ag nanoparticle films dipped in CaS; (a) non-colored Ag nanoparticle film, colored Ag nanoparticle film dipped (b) 20 sec, (c) 100 sec, and (d) 200 sec in a 5 w/w%, 40 °C aqueous solution calcium sulfide.

Table 1 Relationship between the preparation conditions and the resulting colors of the Ag nanoparticle films; the calcium sulfide concentration of (a) 1%, (b) 5%, (c) 10%, and (d) 20%, respectively.

		(a) calcium sulfide concentration of 1 %			
		temperature of the solution / °C			
		30	40	50	60
dipped time / sec	20	pale yellow	deep yellow	red	blue
	60	pale yellow	deep yellow	purple	green
	100	pale yellow	red	blue	green
	200	pale yellow	purple	green	brown

		(c) calcium sulfide concentration of 10 %			
		temperature of the solution / °C			
		30	40	50	60
dipped time / sec	20	pale yellow	deep yellow	red	blue
	60	pale yellow	red	purple	green
	100	pale yellow	red	blue	green
	200	pale yellow	purple	green	green

		(b) calcium sulfide concentration of 5 %			
		temperature of the solution / °C			
		30	40	50	60
dipped time / sec	20	pale yellow	deep yellow	red	blue
	60	pale yellow	deep yellow	purple	green
	100	pale yellow	red	blue	green
	200	pale yellow	purple	green	brown

		(d) calcium sulfide concentration of 20 %			
		temperature of the solution / °C			
		30	40	50	60
dipped time / sec	20	pale yellow	deep yellow	red	blue
	60	pale yellow	deep yellow	purple	green
	100	pale yellow	deep yellow	blue	green
	200	pale yellow	purple	green	brown

Comparing Table 1 (a)-(d), we found that the concentration of the calcium sulfide, at least in the range of 1-20 w/w% does not affect the color change of Ag nanoparticle films very much. On the other hand, as shown in columns in Table 1 (a)-(d), there is clearly a strong correlation between the color change of Ag nanoparticle films and the temperature of calcium sulfide solution. Essentially, as shown in rows in Table 1 (a)-(d), the same trend is observed in the relationship between the color change and the dipping time of Ag nanoparticle films in calcium sulfide solutions.

In other words, the key technology in obtaining successful color changes of Ag nanoparticle films is to control the temperature of the calcium sulfide solution and the dipping time of Ag films in the solution.

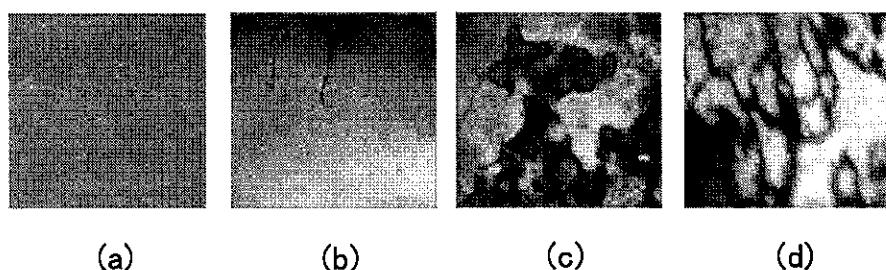
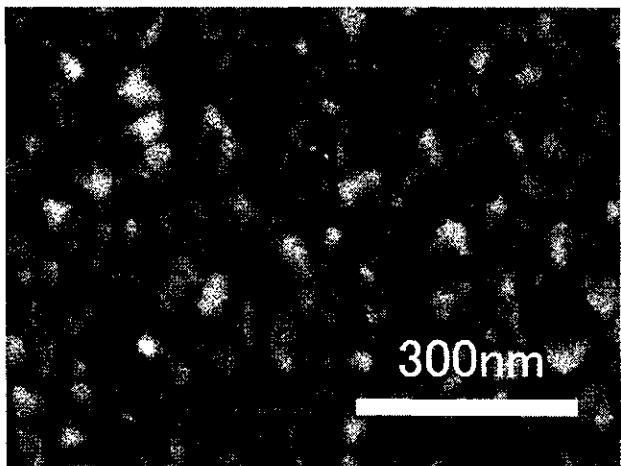
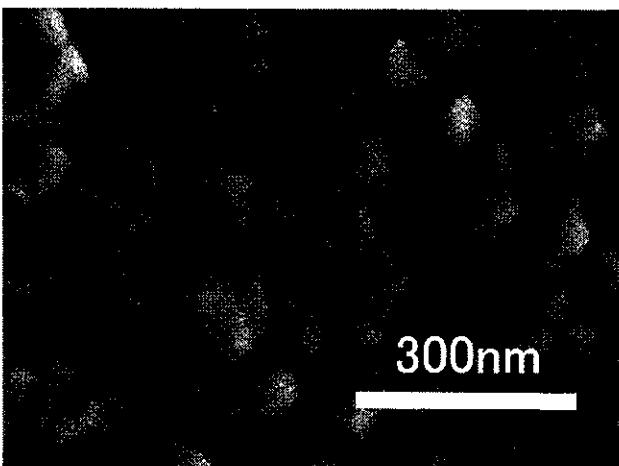


Fig.3 Ag nanoparticle films dipped in Na₂S; (a) non-colored Ag nanoparticle film, colored Ag nanoparticle film dipped (b) 20 sec, (c) 60 sec, and (d) 100 sec in a 1 w/w%, 50 °C aqueous solution sodium

On the other hand with sodium sulfide, the color of the film does not change very much as shown in Fig.3.



(a) Non-colored piece



(b) Colored piece

Fig.4 Scanning electron micrographs of (a) non-colored piece and (b) colored piece (5 w/w%, 40 °C calcium sulfide solution, 200 sec dipped) of Ag nanoparticle films.

Why the Ag nanoparticle films change their colors in the presence of calcium sulfide solution? In order to address this question, the surfaces of the Ag nanoparticle films are characterized using SEM. The scanning electron micrographs depicted in Fig.4 show the non-colored piece and colored piece (5 w/w%, 40 °C calcium sulfide solution, 200 sec dipped) of the Ag nanoparticle film. The particle size of the non-colored piece (Fig.4 (a)) has particulate dimensions in the range of 10-60 nm. Clearly the particle size of the colored one (Fig.4 (b)) is larger than the dimensions of the non-colored one and the range is in 50-100 nm. Thus the particle size may play an important role in the coloration of the Ag nanoparticle films. It is well known that metal nanoparticles can absorb visible light of various wavelengths due to surface plasmon resonance and the wavelength depends on particle size, particle shape, and local refractive index.⁴⁾ In the case of Ag nanoparticles, as the diameter of the particle increases, the peak plasmon resonance shifts to longer wavelengths. For example, Oldenburg⁵⁾ observed that the peak plasmon resonance of 400 nm at the Ag nanoparticle diameter of 30 nm changes to that of 500 nm at the diameter of 80 nm. The absorbance of green light around 500 nm corresponds to the reflection of red-purple. Therefore, it can be said that this observation is in reasonably good agreement with the purple color shown in Fig.2 (d) of the Ag nanoparticles depicted in Fig.4 (b) whose diameter is in 60-100 nm. Thus with regard to the color change of Ag nanoparticle films, the surface plasmon resonance due to the particle size change of surface Ag nanoparticles can, a first approximation, be considered as one of the driving forces of the coloration.

4 Application areas of the Ag nanoparticle films

Our color-changeable Ag nanoparticle films have a number of potential applications including coating materials, imaging materials and optical memories, since the film is easy to prepare, low cost, and applicable to a large area. Promising candidates are the applications as imaging materials. And one of interesting candidates as imaging materials is for use in nail arts. In this potential application, an aqueous solution of calcium sulfide acts as a color agent for coloring nails covered with Ag films made by silver mirror reaction.

Finally we note that our Ag nanoparticle films have not only unique colors but also properties of metal, such as catalytic effect and electrical conductivity.⁶⁾ Therefore, there may be lots

more applications in the other fields. For example, given well-documented antibacterial activity of silver, the Ag nanoparticle films might have biological applications.

5 Conclusions

We described the preparation and characterization of novel colored Ag nanoparticle films which have a wide range of potential applications. It is found that the key technology in obtaining successful color changes of Ag nanoparticle films is to control the temperature of the calcium sulfide solution and the dipping time of Ag films in the solution. Our SEM studies indicate that the color change of the Ag nanoparticle films may come from the surface plasmon resonance due to the particle size change of the Ag nanoparticle films by dipping in the solution of calcium sulfide.

6 Acknowledgments

We wish to thank Mr. Miyamoto and Mr. Haraki of the Technology Joint Management Office at Tokai University for their kind assistance with the SEM studies on the Ag nanoparticle films.

References

- 1) R. Ji R. Jin, Y. W. Cao, C. A. Mirkin, K. L. Kelly, G. C. Schatz and J. G. Zheng: Photoinduced conversion of silver nanospheres to nanoprisms, *Science*, **294**, 1901-1903 (2001).
- 2) S. Maeda, Y. Fujii, Y. Onaka, T. Suzuki, S. Hashimoto, T. Hirano, "Novel Ag nanoparticle films as imaging materials", Proceeding of Imaging Conference JAPAN 2011, pp 189-192 (2011).
- 3) S. Hashimoto and T. Hirano: Development and application of silver mirror reaction, *Tosogijyutsu*, **46**, 107-112 (2007).
- 4) A. Iwakoshi: Application of metal nanoparticles to print colorants, *Tehno-Cosmos*, **21**, 32-38 (2008).
- 5) <http://www.sigmadralich.com/materials-science/nanomaterials/silver-nanoparticles.html>
- 6) M. Ebisawa, S. Hashimoto, T. Hirano, S. Maeda, T. Iwanaga and Y. Mizutani: Permittivity model of structural colored metal surface, Proc. Applied Physics and Related Societies, 25a-KU-14 (2011).

基調講演、分科会発表者略歴

<p>伊藤 敏 (ITO, Tetsu) 技術士（建設、総合技術監理部門） 1951年生 島根大学農学部農業工学科卒業 ㈱Earth Techno 取締役 副社長 (公社) 日本技術士会 日韓技術士会議実行委員会 委員長、中国本部副本部長 (公社) 地盤工学会中国支部鳥取地域幹事 日本応用地質学会中四国支部幹事 鳥取地学会相談役 鳥取県さく井協会理事 専門：土質及び基礎、地下水、応用地質</p>	<p>吉川 謙造 (YOSHIKAWA, Kenzo) 技術士（建設、応用理学、総合技術監理部門） 博士（工学） 1965年 北海道大学工学部卒 (公社) 日本技術士会 東北本部長 仙台市宅地審議会 技術専門委員会 委員 前東北工業大学工学部建設 System 工学科 教授 現：非常勤講師 前（社）地盤工学会 東北支部長 前（社）建設 Consultants 協会東北支部長 前（社）日本上下水道 Consultant 協会東北支部長 前 東北測量設計協会 会長 専門：防災（地すべり、地盤災害）、環境、構造地質</p>
<p>水野 正勝 (MIZUNO, Masakatsu) 技術士（資源工学部門） 1966年東京大学工学部資源開発工学科卒。三井鉱山 ㈱入社、芦別鉱業所勤務。1989年三井石炭鉱業㈱芦 別鉱業所技師長。1996年 SUNCOH CONSULTANTS ㈱ 技術本部部長。2003年三井鉱山 Engineering ㈱社 長。2008年退職。専門：石炭採掘。</p>	<p>稻垣 正晴 (INAGAKI, Masaharu) 技術士（応用理学、総合技術監理部門） 1952年生 東京大学工学部卒、 ㈱WALNUT 取締役調査部長</p>
<p>増子 邦宏 (MASHIKO, Kunihiro) 技術士（建設、応用理学、総合技術監理部門） 1966年3月東京都立大学工学部土木工学科卒。同年 4月鹿島建設(株) 入社、技術研究所土質基礎部主任 研究員、中国・Vietnam 営業所長、Guam 島 Resort 開発監理所長、韓国 LNG 地下 Tank 技術指導工務部 長、海外事業本部営業部長・土木担当部長を歴任後 2000年3月に退社。2001年6月から現在まで(株) 梶川土木 Consultant 技師長、2004年6月から2007 年5月まで日本技術士会労働安全衛生 Group 副代表 幹事、2006年から現在まで地球科学者 Union 副代表</p>	<p>磯打 千雅子 (ISOUCHI, Chikako) 技術士（建設、総合技術監理部門）、博士（工学） 専門分野：地域防災、企業防災、BCP、危機管理 2011年香川大学大学院工学研究科卒 1996年-現在：日本 MIKUNIYA ㈱ 営業企画事業部 課長 2011年-現在：香川大学危機管理研究 Center 客員研 究員 その他：NPO 法人女性技術士の会、日本災害情報学会 企画委員、土木学会地震工学委員会・安全問題研究会・ 構造工学委員会・学会誌編集委員会 委員、NPO 法人 事業継続推進機構 幹事</p>
<p>平野 輝美 (HIRANO, Teruyoshi) 技術士（化学部門）、博士（工学）、日韓技術士会議実 行委員、埼玉県技術士会理事。埼玉県出身。1989年 東京理科大学修士課程修了。大手印刷会社勤務、機能性 Ceramics 薄膜及び粒子の開発及び商品化に従事。 2003年、平野技術士事務所代表、2009年創造工学研 究所所長、2011年株式会社 G G K 代表取締役、現在 に至る。2011年春に「法工学概論 事故・故障調査 の Framework」を出版した。法工学の活用を提案し ている。</p>	<p>水野 朝夫 (MIZUNO, Asao) 技術士（上下水道、衛生工学、総合技術監理部門）、(公 社)日本技術士会中部本部役員 & 技術委員会副委員長、 中部本部 ET の会代表幹事、愛知県技術士会役員、 (1999年技術士登録) 1951年生、東京工業大学工学部生産機械工学科卒業、 1975年-現在 NGK INSULATORS,LTD. 環境装置事業部にて、主に公共下水道や水処の PLANT の設備に関する企画、設計、試運転、維持管理等業務、 指導に携わった。2006年より環境経営統括部。会社全 体の環境管理業務及び社会貢献業務として、環境教育 や EPOC(Environmental Partnership Organizing CLUB)の運営事務局を担当。 技術者倫理等教育非常勤講師(豊田工業大学,岐阜大学, 鈴鹿高専,三重大,豊橋技術科学大学,中京大学)</p>

<p>宮原 宏 (MIYAHARA, Hiroshi) 技術士（建設部門） 1936 年 Seoul 生 日本大学理工学部建築学科卒 Miyahara Consulting Engineers. 主宰技術士 建築物の設計／工事監理、設計 V.E.、工事監査 耐震・耐久診断、建材研究開発、職員教育研修 IPEJ、防災支援委員会 委員</p>	<p>小方 弘成 (OGATA, Hironari) 技術士（機械部門） 公益社団法人日本技術士会中部 本部 ET の会幹事 1960 年生れ 関西大学工学部機械工学第二学科卒業 1984-現在 Panasonic ecology systems Co.ltd 主に研究開発に従事 換気扇、扇風機、空調装置の低騒音化、Active noise control の適用 産業用送風機器（建築設備用、半導体製造装置用）、風 力発電機器の開発設計 専門分野：構造 CAE、振動騒音、流体機器（送風機、 風車） 2008 技術士登録 2011 豊田工業大学非常勤講師</p>
<p>時合 健生 (TOKIAI, Takeo) 技術士（化学部門）、博士（工学） 専門分野：Ceramics 及び無機化学薬品、潤滑油（冷 凍機油） 1987 年：九州大学大学院 総合理工学研究科 材料開 発工学専攻修了(現在総合理工学府) 1999 年：博士（工学） 名古屋大学大学院 工学研究 科 応用化学専攻より授与 1987 年～-現在：出光興産㈱入社し出光石油化学㈱、 出光 Material 及び出光興産㈱石油 Gas 部を経て現 在、潤滑油部営業研究所(潤滑油に関する研究所) 2001 年～現在：青年技術士懇談会幹事（現在、青年 技術交流実行委員会）及び委員長を経て現在、化学 部会幹事</p>	<p>沼中 秀一 (NUMANAKA, Shuichi) 技術士（衛生工学部門） APEC Engineer (Environmental Engineering)、一級建 築士、設備設計一級建築士、建築設備士、一級管工事 施工管理技士、一級電気工事施工管理技士、CASBEE 建 築評価員 1969 山梨県生まれ 1994 東京理科大学大学院理工学研究科修士課程建築 学専攻修了 1994-現在 株式会社竹中工務店 所属団体・学会：日本技術士会、空気調和・衛生工学会</p>
<p>前田 秀一 (MAEDA, Shuichi) 技術士（化学、総合技術監理部門） 東海大学工学部光・画像工学科教授。1989 年慶應義 塾大学理工学研究科修士課程修了。同年王子製紙株 式会社入社。同社研究所にて情報記録用紙、光学部 材などの研究開発に従事。1992～1994 年英国 Sussex 大学博士課程にて、導電性高分子を研究。2010 年よ り東海大学工にて、e-paper、金属薄膜の発色の研究 に着手。技術士（化学部門、総合技術監理部門）。Ph.D (Sussex 大学)。日本技術士会における活動歴は、報 酬委員、青年技術実行委員など。また現在、化学部 会幹事、広報戦略特別委員。</p>	