

第40回日韓技術士会議資料

2010.10.17



目 次

第 40 回日韓技術士会議にあたって	高橋 修 (建設/総合技術監理)	.....1
基調報告	中山 輝也 (応用理学)	.....3
グリーンテクノロジーと技術士の関わり		
A Green Technology and the role of the Professional Engineers	伊藤 徹 (建設/総合技術監理)	.....5
(第 1 分科会)		
Green Data Center の構築、および ZEB の開発と展開	掛川 昌俊 (機械/衛生工学/総合技術監理)	.....19
食品廃棄物の有機固形化物完全消滅型水素・Methane 製造法の開発	井上 陽仁 (衛生工学)	.....27
(第 2 分科会)		
日本に於ける製品安全と S G mark 制度	小林 武夫 (建設/総合技術監理)	.....31
豪雨で発生した土石流と発生原因および対策について	河内 義文 (建設/応用理学)	.....37
室内空気質の規制と健康	深田 晃二 (衛生工学)	.....45
(第 3 分科会)		
科学技術の光と影—技術者倫理—		
Light and shadow of the technology—Engineering Ethics—	氷上 克一 (上下水道)	.....52
技術士による omnibus 形式の技術者倫理教育の実践	目山 直樹 (建設), 田村 隆弘 (建設), 原 隆 (建設)	.....58
(第 4 分科会)		
電気自動車時代の道路交通と Smart grid	岡村 幸壽 (電気電子/総合技術監理)	.....62
IT 戦略立案に関する方法論と実践	南野 猛 (情報工学/総合技術監理)	.....66
(第 5 分科会)		
中国ビジネスを通じて感じた日本の製造業の強み~電線製造技術者の考察~		
The advantage of the Japanese industries impressed through business in China	根本 英俊 (化学)	.....74
タンパク質融合技術による ATP 合成酵素の生化学的解析		
Biochemical study of ATP synthase using fusion protein technique	三留 規誉 (生物工学)	.....80
草の根の国際協力		
International cooperation at the grassroots level	八百屋さやか (修習技術者 生物工学部門)	.....84
基調講演、分科会発表者略歴		.....90

第 40 回日韓技術士会議開催にあたって

2010 年 10 月 17 日（日）

社団法人 日本技術士会

会長 高橋 修

第 40 回日韓技術士会議を、ここ山口県下関市で開催するにあたり、一言ご挨拶申し上げます。本日は、韓国技術士会の韓 榮成会長、韓日技術士会議実行委員会の朴 慶夫委員長はじめ多くの韓国技術士会の方々にご参加いただいております。韓国からはるばる下関市にお越しいただきました韓国技術士会の皆様を心から歓迎いたします。また、開催地であります山口県の二井関成知事、下関市の中尾友昭市長、その他多くのご来賓の方々にご臨席を賜っております。誠にありがとうございます。日本技術士会会員の方々も全国から大勢のご参加をいただき、日韓技術士会議が本年もこのように盛大に開催されますことを、心より嬉しく思っております。

昨年 12 月 Denmark にて開催された気候変動枠組条約第 15 回締約国会議、所謂 COP 15 は、先進国と新興工業国、開発途上国の間で利害が対立し、目だった成果を挙げることなく事実上失敗に終わりました。COP 16 は今年 11 月、Mexico で開催される予定となっておりますが、各国間の対立が解けず、目覚しい議論の進展は望めない状況です。このように地球温暖化問題は政治的には行き詰まりを見せておりますが、技術的には地球温暖化問題の解決に向けて更に議論が進められ、問題解決に向けた諸施策が着実に実行に移されなければなりません。温暖化 Gas の排出削減へ向けた技術的 Innovation が世界から期待されており、この期待にわれわれ技術士は応えなければなりません。

このような状況下、昨年の本会議は Incheon 市にて開催しました。「低炭素緑色成長時代の技術士の役割」を Main Theme に掲げて有意義な議論が展開され、大きな成果が得られました。それを受け、今年の本会議は「Green Technology と技術士の関わり」であります。この Theme のもと、日韓両国に留まらず東北 Asia さらには世界全域に視野を広げ、地球環境問題をはじめとする諸課題に日韓が協力して如何に貢献できるかを議論したいと思います。本会議を通して、活発そして有意義な議論が展開されることを期待しております。

本年は、日韓技術士会議が 40 周年の節目を迎える年ですが、これまでの皆様方の活動について、日本国政府から「永年に亘る日本と大韓民国との技術協力の促進」として評価され、この 7 月日本技術士会と韓国技術士会は同時に「外務大臣表彰」受賞の榮譽を受けました。誠に喜ばしいことであり、40 年の長きに亘り日韓技術士会議を継続して開催してこ

られた、両国技術士会の実行委員会の歴代委員長はじめ関係者の皆様の絶大なご尽力に対し、心から敬意を表します。

ここ下関は、歴史的に韓国と深い関わりを持っております。今から 100 年以上前の 1905 年に下関と釜山を結ぶ関釜連絡船が就航を開始し 1945 年の終戦時まで続きました。戦後、一時期この関釜連絡船は運航が中止されていましたが、1970 年に関釜 Ferry として復活し、今日に至っていると聞いております。この航路は長い間日韓を結ぶ動脈として機能し、最近では物資の輸送に留まらず、毎日多くの Business 客と観光客を運ぶことにより、日韓の交流に多大な貢献をしております。また、下関は日本人の大好きな「ふぐ」の日本一の産地であります。冬が旬ですが、10 月というこの季節でも賞味できると思います。皆様には是非、日本一おいしいふぐ料理をここ下関で味わっていただきたいと思っております。

技術や技術者倫理に国境はありません。今後もこの日韓技術士会議を通して、日韓の技術交流の絆を強め、結果として東北 Asia をはじめ世界の平和と繁栄に貢献していきたいと願っております。

最後になりましたが、本会議の開催にあたり、このように立派な準備をしていただきました日韓両国の実行委員会、日本技術士会中国支部、開催地山口県、北九州市の皆様には厚く御礼申し上げますと共に、本会議を通じて両国技術士会がますます発展することを祈念いたしまして、私の挨拶とさせていただきます。

以上

基調報告

最初の日韓技術士会議が始まって今年で40周年となり、日韓両国の技術士にとっては記念すべき年であります。40周年の会議に当地下関に多勢の韓国技術士、そして日本の技術士にお集まりいただき、盛大に開催することが出来たことに、ここで厚く御礼申し上げます。また、40年に亘る日韓両国技術士会の交流を日本国政府に高く評価され、今年7月、両国の技術士会は団体として外務大臣表彰を受賞しました。

さて、この日韓技術士会議の40年の流れについて触れてみます。

1971年、両国間の外交及び政治の課題を超越して、韓国側からの申し入れに基づき将来、世界へ向けての技術発進を目指し、交流議定書が調印されました。以来、毎年、韓国と日本の間で交互に懇親と見学を主たる行事として行われてきました。1979年の第9回会議に至り、適当な話題を取り上げるシンポジウム形式に改めました。その後、会議で共通の課題を取り上げるため、1988年日本側に日韓産業構造調査研究委員会を、韓国側に韓日産業構造調査研究委員会を設置しました。この委員会において日本、韓国が相互の産業構造の調査研究を行い、この結果を日韓技術士会議に発表して参りました。さらに毎年、「日韓合同委員会」を事前に開催することにより、共通のテーマに基づく議論として統一し、国際会議の体裁を整えてきたのです。

1990年頃、新たな展開を求める観点から、両国の地方都市での会議開催について提案がありました。それまでは両国合せても30人に満たなかった参加者が、1992年の第22回の会議からは100人を超えるようになり、今日の日韓技術士会議の拡大と充実に繋がったものと思います。その後、両国の津々浦々、山間地の名勝を訪ねながら地方都市での開催が大イベントとして定着し、これまで地方都市開催として18回となり、通算では40回目を迎えたわけです。

この地方開催は、開催する地方では地域の活性化を図る機会でもあり、さらに技術士のPRを兼ね、地域に大きく社会貢献しているのです。

昨年は10月7日～9日まで、韓国技術士会総力挙げての第39回日韓技術士会議（仁川会議）が開催され、大きな成果を上げて無事終了しました。この仁川開催にあたり、技術士である仁川市の金振英仁川市都市計画局長のご指導の下、市をあげての積極的なご協力とご支援がありました。本年度の表彰は李庭満、金憲鎮、宋俸鉉技術士3名ですが、金振英都市計画局長のご功勞を高く評価しようと特別表彰を行うことになりました。

この度の40周年という記念すべき会議の準備について説明申し上げたいと思います。昨年夏からスタートした日本での委員会の開催は11回に及びました。中国支部、特に山口県の技術士の皆さんの運営委員会とは予備調査を兼ねて昨年7月29日、30日及び12月12日、13日に当地下関で合同会議を開き、本日の向け作業を行ってまいりました。一方、韓国との日韓合同委員会は朴慶夫委員長、李康鎬、全相伯両顧問、全相求事務局長が来日し、本年4月10日、11日に開催しました。さらに細部をつめるため、朴慶夫委員長が単独で3回ほど来日し、直接、運営にあたる山口県技術士会の皆さんと打合せを重ねて参りました。

この度のテーマは「Green Technology と技術士の関わり」であり、このテーマについては両国で慎重に十分な検討を加えました。両国で委員の全員一致のもと、時勢に合致したものとして取り上げたのであります。このテーマに合わせて分科会も充実させております。私共は午前を「学ぶ時間」、午後を「発表討議の時間」、夕刻を「友好親善交流の時間」とし、また、翌日においては「産業研修・交流の時間」を設定しています。どうぞ会議関連の行事終了まで全てにご参加いただけますよう、お願い申し上げます。

最後になりましたが、(社)日本技術士会中国支部の皆様、特に山口県の技術士の方々、そしてご多忙中、献身的なご奉仕をいただいた下関観光コンベンション協会の皆様に厚く御礼申し上げます。

なお、サッカー競技や研修視察には九州支部のお力添えをいただいたことをご披露し、改めて感謝の意を表します。有難うございました。

2010年10月17日

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 中山 輝也

グリーンテクノロジーと技術士の関わり

A Green Technology and the role of the Professional Engineers

建設 伊藤 徹

要 旨

私たち人類は化石燃料を大量に消費することによって、人口の急増と経済発展をしてきた。今、私たちは大量消費の経済社会からの脱皮、変革を求め、新たな社会を構築しようとしている。これを持続的社會、循環型社會、低炭素社會の構築と呼んでいる。このような社會の構築過程において Green technology が生まれた。

Green technology は持続可能な社會を構築する上で重要な技術革新である。本文では Green technology の生まれた背景と概念について述べる。

Green technology で大切なことは、有限な地球資源の循環性構築に向けた技術の開発である。太陽 energy によって育まれた地球 system の中で、自然の力と生物の力を活かすことである。Green technology と技術士の関わりにおいて、技術士に求められている能力は、異なる分野の技術を coordinate する技術力である。

Abstract

We, humankind, maintained a rapid increasing population and economic growth under mass consumption of fossil fuel. We are going to build the new society, so-called sustainable society, recycling society or low carbon society, leave from the economic society under mass consumption (by new conception). A Green technology was requested in such a social conceptual change.

The Green technology is the key conceptual technology to realize the sustainable society. So, I would like to provide a brief overview of the background and the concept of the Green technology. It is important to develop the technology for keeping the circulative system of limited resources of our planet, the earth, using by natural or biomass power cultivated by solar energy. In this turning era, Professional Engineers bear the role of managing and coordinating the technology in the different field.

はじめに

私たちは今、化石燃料を大量消費することによって経済発展をしてきた 20 世紀社会からの脱皮、変革を求めようとしている。それを持続的社會、循環型社會、低炭素社會の構築とよんでいる。

温室効果ガス (Greenhouse Gas, GHG) の排出削減により、地球温暖化とそれに伴う気候変動を緩和しなければ、将来、世界の惨状が悲惨なものになりうると私たち自身が容易に想像できたため、このような社会構築の実現へ向けて努力している。

地球温暖化緩和策として、二酸化炭素 (CO₂) を減らすための技術として注目されているのが Green Technology である。Green Technology は単に CO₂ を減らすのみでなく、人類に課せられている持続可能な社會を構築する上で重要な技術革新である。

本文では Green Technology の生まれた背景とその概念について述べる。次に、これまで利用してきた石炭、石油に代表される太陽 energy の stock 型消費 system

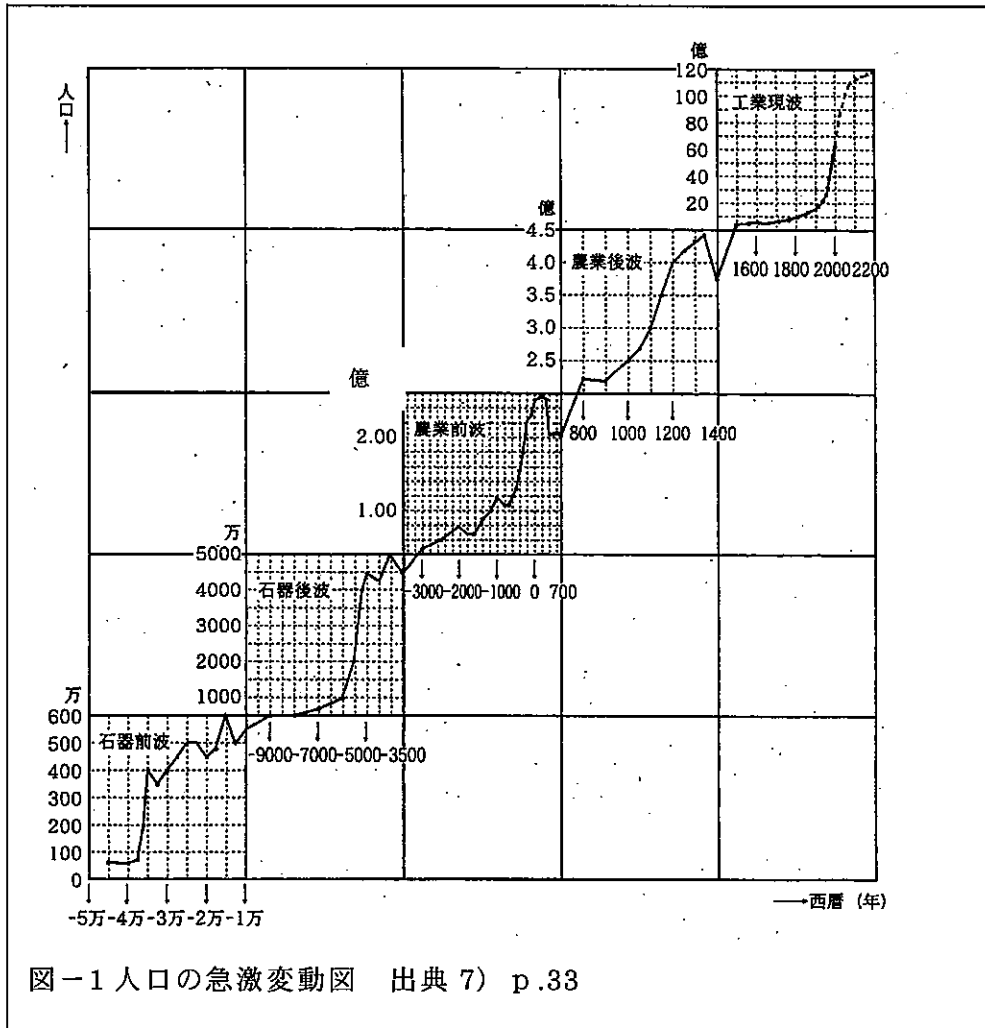
から、太陽 energy そのものを生かしていく flow 型循環 system の転換の必要性と持続可能な社会の形成、Green Technology 概念と主な技術について述べる。

1. 地球温暖化問題とは

人類が誕生してからいくつかの大きな変革があった。太陽 energy のみを物質循環の動力としていた時代、つまり森林が主体であった狩猟時代では物質循環は無限であった。その後、作物を育てるようになると効率的な生産性向上を図るために物質循環が断ち切られ、施肥を伴う人工的な農法により物質循環を成立させていた。これを農業革命と呼んでおく。

しかし、産業革命（1760年頃）以後の生産→消費→廃棄という一方向のみの流れは物質循環を断ち切ってしまった。消費 energy の急増、石炭から石油へと太陽 energy が stock された化石 energy を消費するとともに、多くの地球資源、鉱物、水資源を消費していった。しかも、消費された物質は廃棄物として物質循環系にも載らないうえに、多量の汚染物質をまき散らして物質循環系をさらに狭めていった。このような人間生活における大きな変革は、図-1 に示すようにその都度人口の急激な増加をもたらしてきた。

産業革命以後の人口の幾何級数的増加は、消費する資源 energy 量つまり環境負荷を幾何級数的に増加し、人類が地球に対して要求しているものが、地球が提供できる能力を超えるまでになってしまった。図-2、図-3 に示す CO2 経年変化、地球温度変化において示されるように、産業革命以後の環境負荷が幾何級数的に増加していることが顕著に見られている。



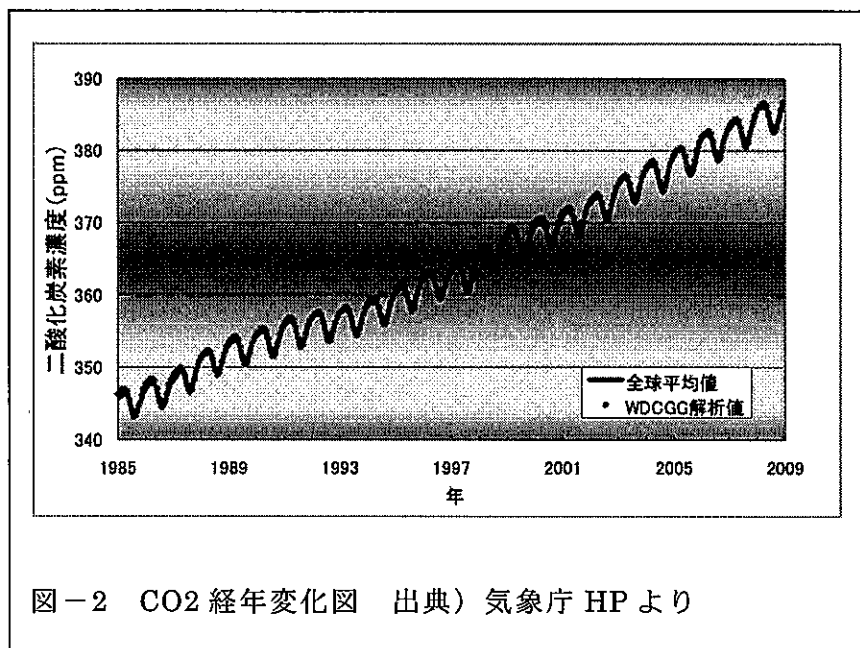


図-2 CO2 経年変化図 出典) 気象庁 HP より

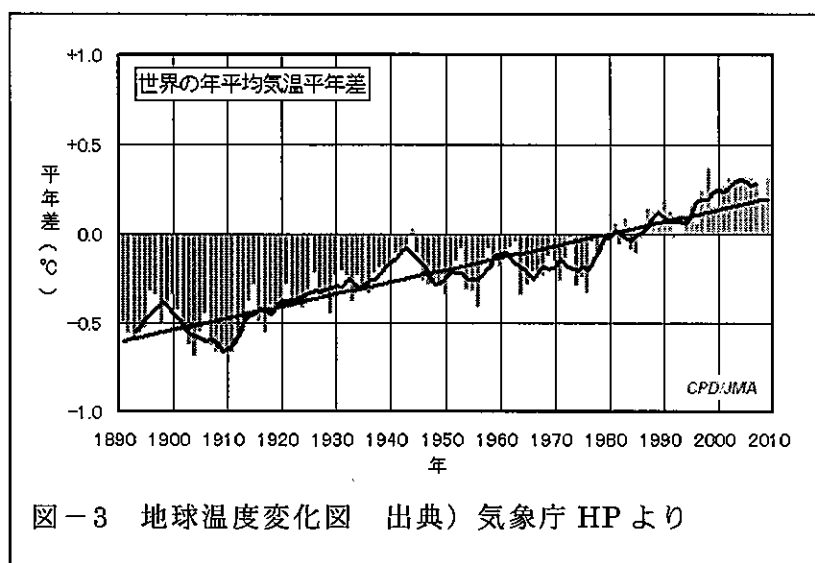


図-3 地球温度変化図 出典) 気象庁 HP より

本来の地球 system における水・大気循環系は図-4 に示す通りである。産業革命以降の物質循環の乱れは、自然生態系における cycle balance を崩壊し、生物相、森林、地形への影響、地表生態系の変化、山地斜面崩壊、海岸浸食、養分流出、土壌浸食、地下水・灌漑水の蒸発と塩類集積などを発生させ、結果として人間活動が自制されることとなった。

人類の生存様式としては太陽 energy と物質循環との観点から以下の type に分類される。

- ①Flow 依存型循環 System : 狩猟採取 Type、農耕牧畜 Type
- ②Stock 依存型消費 System : 工業化文明 Type

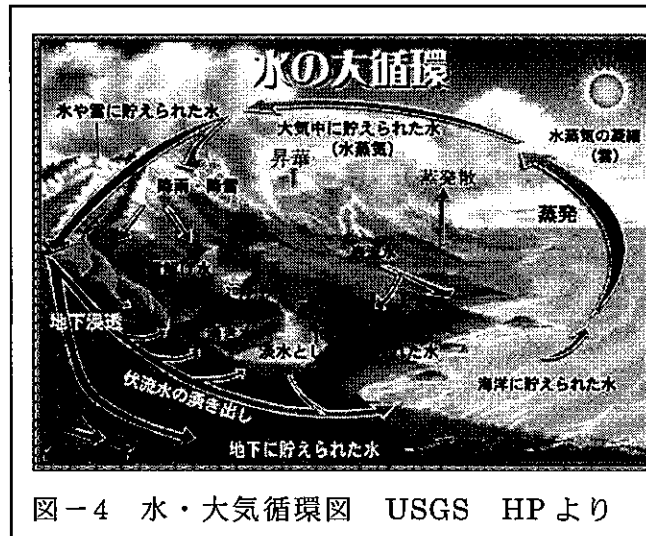


図-4 水・大気循環図 USGS HP より

地球温暖化の問題とは、太陽 energy 利用の Flow 依存型循環 system から Stock 依存型消費 system へと大きく転換したために生じたものである。そして、これは現在起きている問題ではなく、今のまま人間活動を続けていけば将来大変なことが起きるといふ科学的推論に基づく問題である。推論方法についての異論はあろうけれども、将来を見据えたうえで、地球温暖化と stock された太陽 energy の枯渇化は不可避であり、人類と地球の持続可能な社会の形成に向けて速やかに対応策を取るべきである。

2. 2020 年問題とは

2020 年問題は 1972 年に Roma Club という民間の Think tank (MIT のメドウズ(Meadows)の計算結果) が発表した「成長の限界(Limits to Growth)」という Report に基づいている。この Think tank は世界各国の科学者、経済・教育・各種分野の学識経験者 100 名で構成され、資源、人口、軍備拡張、経済、環境破壊などの全地球的な問題に対処するために設立されたものである。成長の限界には図-5 のような世界人口と資源、食糧、工業生産、汚染の simulation による将来状況が示されている。

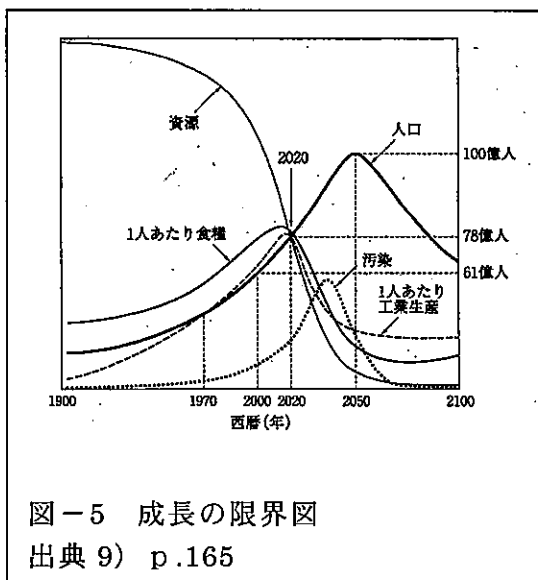


図-5 成長の限界図
出典 9) p.165

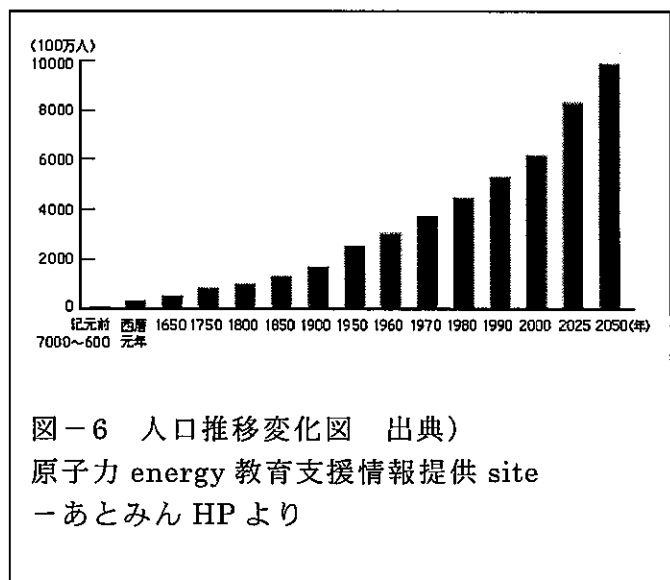


図-6 人口推移変化図 出典)
原子力 energy 教育支援情報提供 site
-あとみんな HP より

図-5に示すように1972年発表では2000年の人口予測は61億人であったが、図-6のように2000年の世界人口は61億2000万人であり、30年前の予測とほぼ一致したことからこのReportが再評価されている。

予測では人口 peak は2050年に100億人に達し2100年では65億人程度となり、資源は減少をたどりながらやがては枯渇する。食料・工業生産は2020年には減少を始める。つまり、2020年は地球の「成長の限界」の年となることを予想している。その後2050年までの人口の増加と以後の人口減少、資源の減少・枯渇、汚染拡大により食料、工業生産ともに急減して行く。2020年以後、人類の生存条件は急激に悪化するというReportである。

「成長の限界」は1972年に第1作を、1992年第2作「限界を超えて」、2005年第3作「成長の限界－人類の選択」と発表し、その間の data を追加して simulation を示してきた。その結果は現実の動きが scenario 通りに進んでいることを示しており、第3作では人類は行き過ぎてしまっていることを示し、警鐘を強く鳴らしている。

この予測には地球 system 論を用いてはいるが、気候変動予測は input されていない。ICPPの第4次評価報告書では確定的ではないとしながらも、地球温暖化や気候変動の原因が90%以上の発生確率で人為起源であるとしている。このことを考慮すれば、このまま気候変動が推移すれば成長の限界が早まることも推測されることとなる。

2020年問題に示される図-5は、地球温暖化問題に対して、地球の有限性、地球生命維持 system の有限性を示しており、そのことに対する対策の必要性に対する認識が理解しやすい Model である。

3. Green Technology への流れ

経済学的には、20世紀までの経済は生産性重視の大量生産、大量消費で代表される Flow 経済であり、このために生産量に比例して大量の energy を消費し、資源の枯渇化、地球温暖化問題を生じることとなった。そこで、適正生産、適正消費を目標とする Stock 経済への転換を求める動きが生まれてきた。

一方では、Stock 型太陽 energy の消費から Flow 型太陽 energy の利用へと、energy 利用の転換が重視されてきた。

このように経済的には Stock 経済へ、Energy 利用上からは太陽 energy の Flow 型太陽 energy 利用へと流れの中で生まれてきたのが Green Technology である。これらの特徴を表-1に示す。

表-1 Flow 経済と Stock 経済との比較 Energy 利用上からの分類

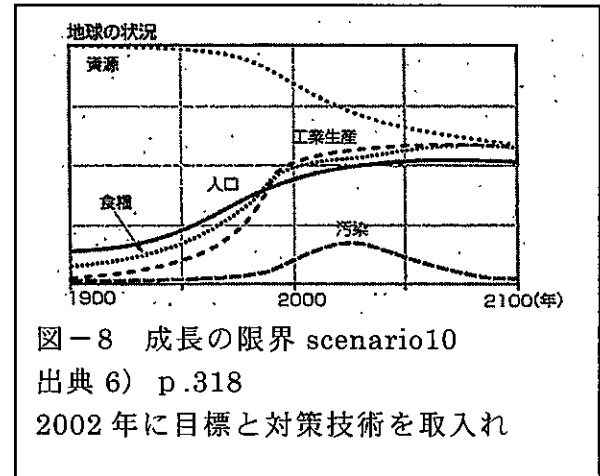
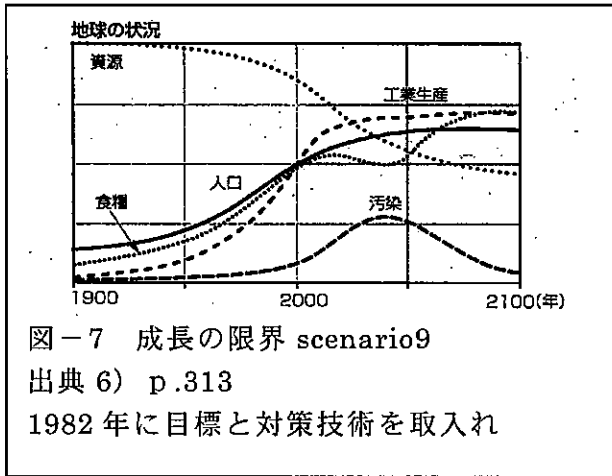
Flow 経済	Stock 経済	Stock 型 energy	Flow 型 energy
高度成長	安定成長	木炭、石炭、石油	太陽光
大量消費	適正生産	天然 gas	太陽熱
使い捨て製品	長持ち製品	Oil sand	風力、水力
製造業	Service 化	Metanhydore-do	波力
輸出主導	内需主導	Uranium	地熱
環境破壊	環境保全		Bio 燃料
地下資源枯渇	地下資源活用		水素
中央集権	地方分権		

Stock 型太陽 energy の消費における問題は、人口急増による全体で消費する資源や energy 量、いわゆる環境負荷の幾何級数的増加による環境問題の発生であった。表-2 には、環境問題が発生してから Green Technology 開発へと至る世界的な提言等の主な流れを示している。日本においては、1973 年の Oil shock 以後、持続可能な開発、循環型社会、Green Technology の開発へと至るのに 20 数年を要しており、速やかな問題解決への対応としては時間がかかりすぎているようにも思われる。

表-2 Green Technology 開発への世界の主な動き

年	主な出来事	主な提言・対応策
1972	Rome Club 成長の限界	2020 年問題の提起
1973	第 1 次 Oil shock (第 4 次中東戦争)	省 energy 対策、非化石 energy への模索
1984	Our Common Future 環境と開発に関する世界委員会	持続可能な開発 Sustainable Development
1992	Agenda21・Rio 宣言	持続可能な開発を実現するた めの実行計画
1993	環境基本法	循環型社会
1997	地球温暖化防止総合戦略 京都議定書	Green Technology の開発 GHG 削減目標の設定
2008.7	Green New deal 発刊	
2008.11	Global Green New deal	Bam Ki-moon 6 つの point
2009.1	Green New deal	Barack・Obama Clean Energy・雇用拡大
2009.9	鳩山首相	2020 年までに 1990 年比で GNG の 25%削減
	ICCP 報告書	第 1 次 (1990) 第 2 次 (1995) 第 3 次 (2001) 第 4 次 (2007)

「成長の限界－人類の選択」では、人口と工業生産を安定させる目標を取り入れ、かつ、汚染、資源、農業に関する技術を加えた場合の simulation 結果を示している。図-7 は 1982 年に目標、技術を取り入れた場合、図-8 は 2002 年に取り入れた場合である。この結果では、人口と工業生産を安定させる目標と汚染、資源、農業に関する技術を 20 年早く取り入れることによって、経済がより高い水準での安定化が読み取れる。持続可能な社会の構築にはより早い対応が大切であることを示している。



4. Green Technology の概念と主な技術

20 世紀での技術革新は「より速く」「より強く」「より大きく」「より高く」に代表される key word のもとで環境破壊と汚染を拡大してきたともいえる。このことは私たちの願望を満たすものではあった。しかし、21 世紀は環境の世紀ともいわれるように「低燃費」「低炭素化」「廃棄物最小化」「再生可能」「資源循環」を key word とする、環境保全に関する技術革新、すなわち Green Technology が求められている。

Green Technology は環境保全にかかわる system 技術であり、異種技術の複合により全体最適を目指す system 工学である。その目的とするところは、環境負荷の低減と資源保護と再生利用である。

このためには、革新的な energy・環境技術の開発を行うことが必要不可欠であり、主な技術開発の方向は以下に示すとおりである。

- 省 energy 技術の開発 (産業、民政、運輸)
- 非化石 energy の導入 (太陽光発電等の再生 energy)
- 世界的な植林、森林保全等の推進
- 気候変動に対応する技術 (農林水産業、災害)
- CO₂ の分離回収と地下・海洋への貯留技術開発

現在進められている技術について、大きく 6 の Category と生産、消費、廃棄に関わる項目に分類して表-3 に示す。

各 Category に相当する一例を以下に示す。(【 】は Category)

例えば、1g の金を採取するためには、間接的に 350kg もの膨大な物質を生産途中で廃棄しているという計算もある。使用済みの金の再生技術のみではなく、このような間接的消費分をいかにして少なくするための技術、あるいは、いかにして地球循環 cycle に還元するための技術に目を向ける必要がある。【材料・輸送】

そして、その過程では多くの energy が消費されるため、その energy の生成、貯蔵、効率と情報が基本的な技術として開発に目が向けられている。【energy】

多くの産業過程にあっては非石油製材料の開発や、再生材料の利活用技術が開発されるとともに、生態系を重視した水循環系の保全技術、食糧確保のための循環型農業、生活圏域の保全と生態系保全のための防災・土木事業における技術開発など多方面の分野における技術が開発されている。これらの産業過程において

は様々な輸送手段により多くの energy と材料の廃棄も行われており、この点に関する技術も開発されている。【材料、産業、輸送】

これら多方面における優れた技術を、地球環境 system の中にいかにして取り入れていくのかという点が、全体最適 system としての Green Technology として位置づけられるものとする。

表-3 Green Technology の分類

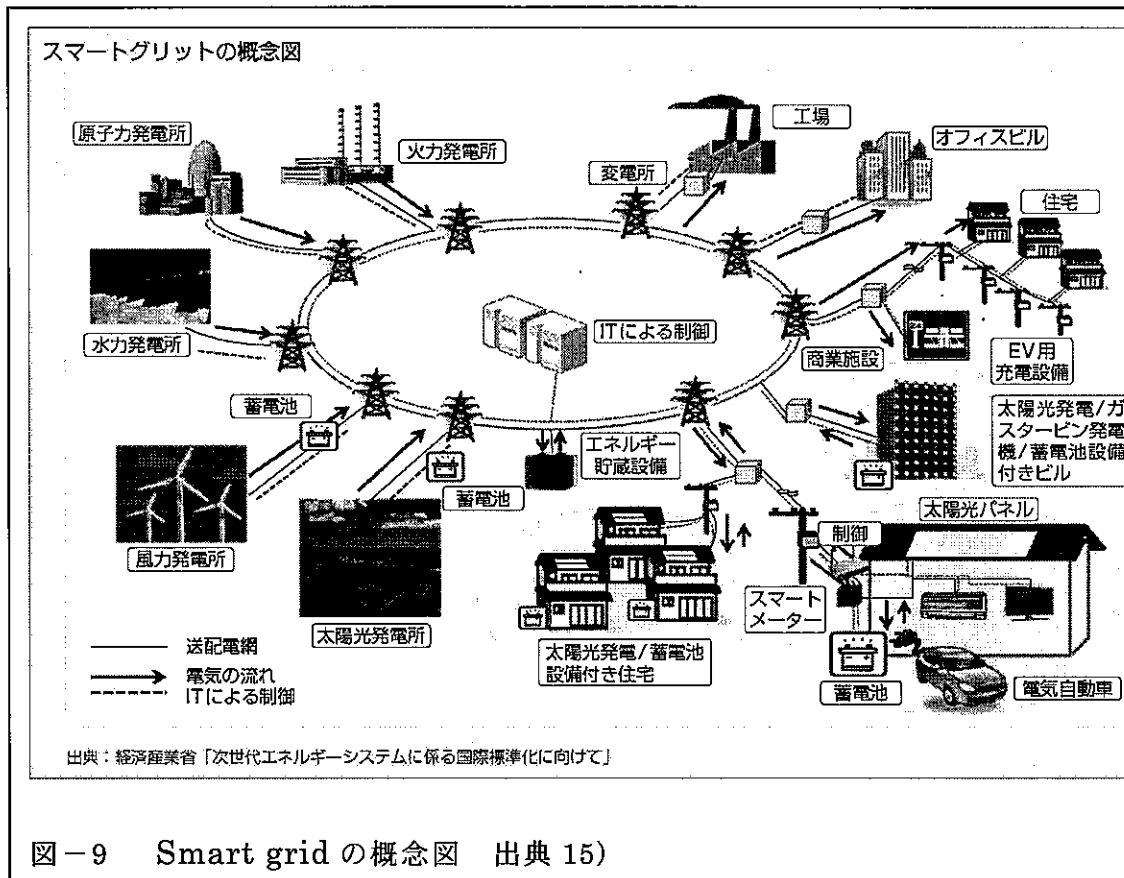
分類 Category		生産 Produce	消費 Consumption	廃棄 Disposal	環境目的 Purpose
Energy	効率と情報 Efficient, Information	化石燃料効率化 Smart Grid	省 energy 住宅	CO2 回収	負荷低減
Energy	生成 Generation	再生可能 energy 新 energy 原子力	太陽・風力住宅	再生 energy 新 energy	負荷低減
Energy	貯蔵 Storage	蓄電池 Lithium Ion	省 energy 住宅		負荷低減
材料過程 Material Process		省エネ住宅/工場 省 energy 家電 汚染物質分解 除去 Rare metal 回収 低炭素材料資材	省 energy 住宅 高気密断熱 Reform Rare metal 回収	廃材再利用 汚染物質分解 除去 食品回収 bio 利用	負荷低減
産業過程 Industrial Process	自動車産業	省エネ自動車 CO2 排出抑制	省エネ製品購入 燃料浪費防止	回収再利用 バイオ	負荷低減
	水産業	養殖水産	食生活見直し	保存再利用	資源保護 資源再生
	農林業	循環型農業 農作物保存 品種改良 森林保護	農作物保存 節水利用 植林 Carbon offset	排水浄化 bio・再利用 bio	
	水資源産業	水資源循環水 処理	節水利用	回収再利用	
	土木建設業	防災減災対策	防災減災訓練 防災教育・訓練	回収再利用	
輸送効率 Transportation		大量輸送 幹線輸送 新交通 system	公共交通利用 梱包再利用	梱包回収利用	負荷低減

日本では 1995 年から科学技術基本計画が策定されており、2011 年からの第 4 期基本計画の策定が進められている。2009 年の新成長戦略に基づき 2020 年を見据えた成長分野として、Green Innovation と Life Innovation の 2 本柱が示されている。第 4 期計画はこの 2 本柱を Platforms として検討される方針である。その主な方針を以下に示す。

4. 1 再生可能 Energy への転換

再生可能 energy への転換に向けて、太陽光発電、Biomass 利用技術、風力発電、水力発電、地熱発電、太陽熱利用海洋 energy (潮力・波力発電) など、多様な energy 技術の開発・活用を多面的、戦略的に進めることが必要である。

図-9 に示すように個々の技術の展開とともに、多様な再生可能 energy の大量導入に向けて、Smart grid、蓄電池や情報通信技術の活用による電力系統安定化 system の構築を推進することも不可欠である。



4. 2 Energy 供給・利用の低炭素化

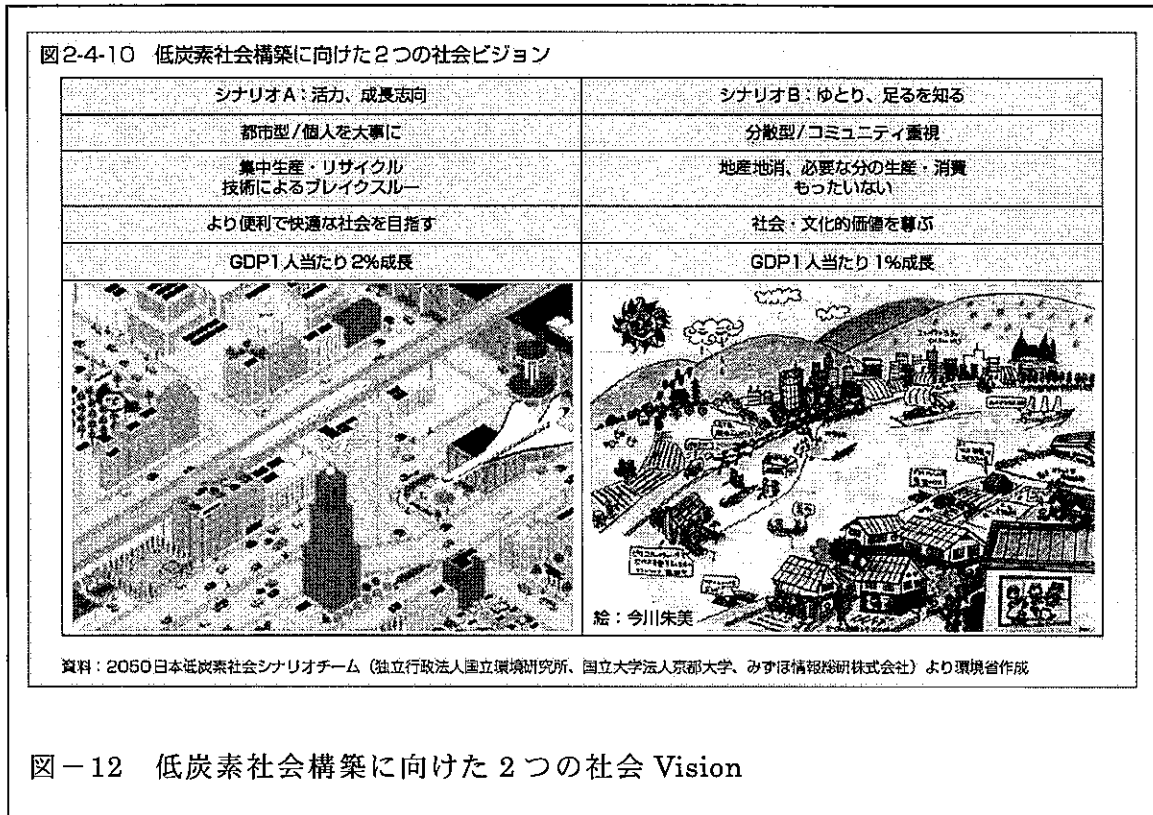
我が国の Energy 供給は、化石燃料を主力としており、次いで原子力発電に依存している。Energy 供給は様々な技術分野にまたがっているため、各分野における低炭素化と供給の効率化を加速的に進めることにより、温室効果 Gas 削減に貢献できるとともに、関連産業の活性化や雇用創出が期待できる。

- ①原子力発電による社会の低炭素化の推進
- ②化石資源の効率的な使用
- ③製造 process の環境調和

4. 3 Energy 利用の効率化・Smart 化

我が国は世界 Top Class の省 energy 技術の研究開発を持続的に推進してきたが、特に、省 energy 技術のさらなる効率化、さらに Smart Grid、Energy Management などによる革新的な Total System の確立が重要である。(図-10、図-11 参照)

Energy の効率化・Smart 化については、研究開発による Breakthrough 創出、新しい Innovation 創出が大いに期待される。特に、これまでの概念にとらわれず、



4. 5 Life Innovation

科学技術基本計画では Life Innovation を、心身ともに健やかで長寿を迎えたいとの目標のもと、国民が豊かさを実感できる社会の実現を目指すこととしている。

しかし、いま求められているのは、持続的社会における Life Style をどう進めていくべきかを優先して実行することである。それは、従来のような物欲社会からほどほどに満足を知る知足社会へと、Life Style を転換していくことである。やみくもに働き、がむしゃらに消費してきた生活から、物質的制約の中にもゆとりと生き甲斐を見出し、環境への対応を重視した生活への転換である。

省食料、省資源、省 energy で環境負荷の少ない生活様式を作り、精神的には充実した生き方を作る。江戸中期に日本人が構築していた環境制約条件に対応した知足社会、Life Style の構築こそ、Life Innovation のあるべき姿ではないかと考える。そこで大切なのは美意識、精神性、人生観、公共性、人間性などの非物質的価値に対する重視ではなかろうか。

5. 技術士の役割

人類願望の物欲社会における充足と不足の解消は、20 世紀の技術革新によりおおむね達成されたといえよう。そして、21 世紀は人類へ地球温暖化防止のための環境制約、特に GHG の排出制約と気候変動への適応策が課せられた。

このような状況における人類の願望とは、石油、Rare Metal、食糧、電力などの不足を解消することであり、Bio 燃料による再生 energy による Gasoline、軽油の代替え、Rare Metal の Recycle、気候変動に耐性を有する穀物の品種改良、自然災害への対策などの技術革新である。

ここで重要な点は、生産力の増大を図るのではなく、持続性、循環性、低炭素性を目指す点にある。それは以下の3点に集約される。

- ① 有限な地球資源の循環性に向けた技術開発
- ② stock 型太陽 energy の消費 system から、flow 型太陽 energy を活用していく地球循環 system の構築
- ③ 地球循環 system 構築のための技術革新

この実現のためには、自然の力を生かすこと、生物を豊かにすること、生物を活用すること、そして異なる分野の技術を coordinate する技術力が求められる。

現在開発されつつある Green Technology は、この自然の力、生物の力を活かし、異なる技術分野を統合していく技術力に注目度が高いといえる。

たとえば図-13 を例に「山から海まで」の技術開発を考えてみる。

気候変動による山腹崩壊の発生は、森林や地形、地表生態系への直接的な変化や影響を及ぼし、人間生活圏域の中小河川の中下流域までその影響を及ぼすこととなる。その中下流域では農林水産業や工業を中心とした人間生活圏が集中しており、気候変動による災害が発生すれば、energy、物流、各種産業過程にまでも影響を及ぼすこととなる。個々には優れた技術が開発されているが、これらを総合的に判断して他分野に適用していくことが求められている。

技術士の役割は科学技術に関する高等の専門的応用能力を最大限活かして、直面している地球の現状を正しく見据え、将来の地球のあるべき姿を持続社会構築のために、国民、企業、政策立案者に対して、法的制度、行政体制そして革新的技術の提案を行い、その実現に対して寄与することにある。

そのためには、先進的科学技术の先取りや異なる分野での技術を取りまとめる総合調整力と分かりやすい提案力が技術士に求められる。

持続的社会的構築のように地球 system に関わる人類共通の問題解決に当たっては、全地球的な国際協力のもとで共通課題への解決に努力していくことが重要である。



図-13 山から海への災害
出典 14) p.8 に加筆

おわりに

GHG 排出削減による持続的社會、循環型社會、低炭素社會の構築が、經濟成長と環境保全との關係においてどのような位置付けとなるかとの考えから、本文を取りまとめた。

私の結論としては、太陽 energy の Flow 依存型 system の構築により、經濟成長を進めることは可能であると考えている。ただし、従来のように生産—消費—廃棄の一方向の流れではなく、これらを Recycle とした循環型 Spiral による經濟発展と考えている。經濟学的には Stock 型經濟の構築である。

特に消費の立場からは、個人、企業ですぐにでも取り組める方法はいくらかもあるものの、従来からの生活様式に対する Paradigms の変更をいかに伝えていくかが大きな課題となっている。このためには、政策を含めた制度や体制づくりと教育が大切であり、技術士として分かりやすい説明、提案力を身につけることが重要であるとする。GHG 排出規制のための最先端の技術を異なる業種へ導入のためには、総合的な技術力や技術の統括力を身につけることが重要であるとする。

図-14 に示すように太陽 energy によって育まれた豊かな自然と水に囲まれた地球 system の中では、それを人類、生物圈の共生のために有効活用し、「山から海までの」太陽 energy の Flow 依存型 system を構築することが最も重要であるとする。



図-14 水と私たちの暮らし

出典) 地学団体研究会「series・自然だいすき③」に加筆

参考文献

- 1) 文科省 (2010) : 科学技術基本政策策定の基本方針案
- 2) 文科省 (2009) : 平成 21 年版科学技術白書
- 3) 環境省 (2009) : 平成 21 年版環境白書
- 4) 国土交通省 (2009) : 平成 21 年版日本の水資源
- 5) IPCC 翻訳版 (2009) : IPCC 地球温暖化第四次レポート気候変動 2007
- 6) D・H・メドウズ他 (2005) : 成長の限界ー人類の選択、ダイヤモンド社
- 7) 古田隆彦 (1998) : 凝縮社会をどう生きるか、NHK
- 8) 佐和隆光 (2009) : グリーン資本主義、岩波新書
- 9) 日本第四紀学会編 (2007) : 地球史が語る近未来の環境、東京大学出版会
- 10) 松井孝典 (2007) : 地球システムの崩壊、新潮選書
- 11) 稲垣正晴 (2002) : 持続可能な社会における技術士の役割、
第 32 回日韓技術士会議基調講演
- 12) 市村一志 (2009) : 低炭素社会を目指した緑色成長戦略と担い手、
第 39 回日韓技術士会議基調講演
- 13) 熊本一規 (2009) : 持続的社会、循環型社会、低炭素社会と技術、技術士 2009.8
- 14) 土木学会 (2005) : 必須!! 防災知識 小学校低学年冊子
- 15) 環境省 (2010) : 平成 22 年度環境白書

Green Data Center の構築、および ZEB の開発と展開

(ZEB:Zero Energy Building)

Global 環境・Energy 研究所 掛川昌俊

技術士(機械、衛生工学、総合技術管理)

1. はじめに

全世界において地球温暖化が進み、あらゆる面で Green 化が喫緊の課題となっている。現在の時代に生きる技術者として、そのような市場のなかでなにができるのか、そして社会にどう貢献していけるのかを考えていきたい。ここでは、現在の高度情報化された社会で重要な役割を担う Data Center の Green 化、および省 Energy から話を進めて、Net での Energy 消費量が0、つまり消費した Energy は自家生産する ZEB (Zero Energy Building) について概要を述べる。

2. Green Data Center の構築

2.1. Data Center の背景

(1) Data Center とは

Data Center とは、Server, Storage, Network 機器などの ICT (Information & Communication Technology) 機器を専用に収容して運用する空間と、それらの機器と運用を支援する設備機器を収容する空間を指す。

Data Center は Business 環境の変化や社会環境の変化に伴い、役割と能力を進化させてきた。その役割は、Cloud computing の登場や少子高齢化・環境問題などの社会の課題に対する IT 利用活用分野の拡大により、ますます重要度を増している。

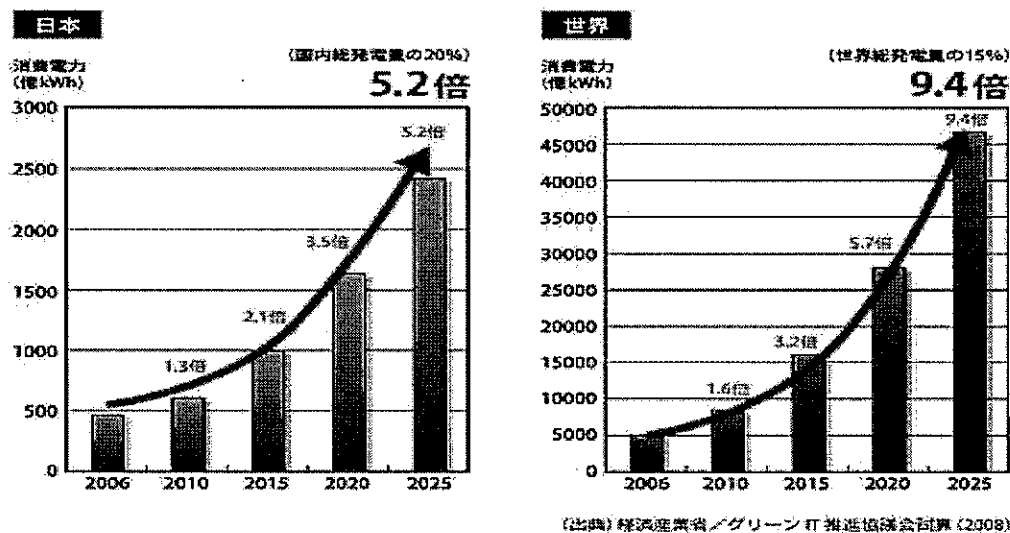


図 1. PC、Server、Network 機器、TV を合わせた消費電力量の推移¹⁾

(2) 要求事項

地球温暖化が喫緊の課題となっている現在において、Data Center は熱負荷密度が高く Energy 消費が大きいため省 Energy が求められている施設である。Cloud computing の加速度的普及により、Data Center の総消費 Energy がますます増加する傾向にある中で、温室効果 gas 排出量を削減する方策を実施することが急務である。

高度情報化社会の基盤としての Data Center は、その System down が社会的混乱を招くことになる。そのため、高い評価基準は重要 system の冗長化が進み、機能を一瞬たりとも停止させない高い信頼性を構築することが求められる。

(3) 評価基準

「こちらの Data Center の評価格付けは Tier3 ですか Tier4 ですか?」といった問合せが、Data Center を Outsourcing する際に外資系金融企業から求められるようになってきている。Tier とは米国 The Uptime Institute が規定した Data Center 設備の信頼性に関する評価基準である。

表1. Tier 評価基準 (The uptime institute, 抜粋)

項目	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
電源供給	1	1	1 active 1 alternative	2 active
自家発電機	N	N+1	2N	2N
	運転時間に制限がある		運転時間に制限がない	
電源容量	<1kW	1~2kW	>3kW	>4kW
UPS	N	N+1	N+1	2N
空調設備	N	N	N+1	2N
Free Access	300mm	450mm	750~900mm	750~1,000mm
稼働率(Availability)	99.671	99.741	99.982	99.995

2.2. Green Data Center

(1) 冷気、熱気の混合損失の防止

空調された冷気は、Rack の前面から Server に吸込まれ、背面から熱気として排気される。冷気と熱気を混合させず、混合損失を防止をすることが重要である。

Rack の前面と前面、背面と背面を向かい合わせて Rack を配置することで、冷気と暖気を分離することができる。空調機からの冷気を直に Server 前面に供給し、Server 背面からの高温排気を混合させることなく空調機に戻すことで空調効率を高める。(図2. Hot Aisle / Cold Aisle 空調方式参照)

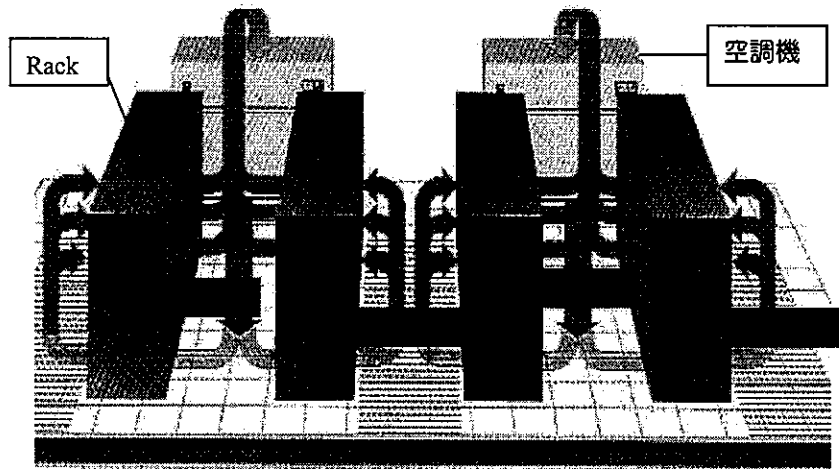


図 2. Hot Aisle / Cold Aisle 空調方式

(2) 配線 Route および Air Flow Route の確保

Data Center の機能停止を回避するため、生命線である通信配線、電源配線は冗長化 (A 系、B 系) され多量の配線が輻輳する。Space を有効に活用して高信頼性の配線 Route を確保すると同時に、IT 機器の発熱負荷を処理するために空調の Air Flow Route を確保しなければならない。床下 (Raised floor) が空調の Air Flow Route の場合、床下 (Raised floor) の配線が空調 Air Flow の障害とならないように配慮が必要である。

(3) 評価指標

Data Center の運用 Cost は、電力料金が多くを占めており、その削減は Data Center 事業者にとって大きな課題である。さらに、地球温暖化防止の観点から、Data Center が消費する Energy 量も問題視されるようになり、Data Center の効率を図る必要性が生じてきた。環境性能指標として代表的で着目されているのが PUE (Power Usage Effectiveness)、DPPE²⁾ (Datacenter Performance Per Energy) である。

□ PUE (Power Usage Effectiveness)

一般的に、PUE は Data Center 全体の消費電力を、Data Center 内に収容された IT 機器の消費電力で割った値である。

$$PUE = \frac{\text{DataCenterの消費電力}}{\text{IT機器の消費電力}}$$

IT 機器以外の消費電力のほとんどは空調設備が占めており、空調設備の性能が PUE に大きな影響を及ぼす。PUE は空調設備の性能を表す指標であるが、IT 機器の性能については評価していない。

□ DPPE (Datacenter Performance Per Energy)

DPPE は空調設備効率ら IT 機器及び Facility の省 Energy 性能も考慮した指標で、

様々な Approach による省 Energy 努力が反映されるものである。

$$DPPE = \frac{IT機器稼働率 \times IT機器能力}{DCEnergy - GreenEnergy} = ITEU \times ITEE \times \frac{1}{PUE} \times \frac{1}{1 - GEC}$$

$ITEU$ = Data Center の機器利用率

$ITEE$ = IT 機器の定格 (処理) 能力 / IT 機器の総定格消費電力

GEC = Green (自然 Energy) 電力 / Data Center の総消費電力

2.3. Commissioning (性能検証)

計画・設計時に織り込まれた仕掛けが、意図する性能を発揮しているかどうか、Data Center が稼働する前に検証しなければならない。

これは Commissioning の一環であり、国によりその内容と Scope は異なる点があるようであるが、日本では建築設備の性能検証指針³⁾で、「性能検証とは、環境・Energy ならびに使いやすさの観点から、使用者の求める対象 System の要求性能を取りまとめ、設計・施工・受渡しの過程を通して、その性能実現のための性能検証関連者の判断・行為に対する助言・査閲・確認を行ない、必要かつ十分な文書化を行ない、機能性能試験を実施して、受け渡される System の適正な運転保守が可能な状態であることを検証することである。」と記されている。

意図する性能が確保されているか検証するためには、機器単体の試験、設備 System の試験、防災設備を含めた連動試験等について、何をどこまでやればいいのかを事前に検討を行い見極め、計画を立てて実施することである。そうすることで高信頼性を確保することが可能となる。

CIBSE Commissioning Management⁴⁾を参照して、Commissioning を行い信頼性の高い Building を構築するために、あるべき Consulting Engineer の立場・役割の一案について表 2 に示す。

表 2. Situation and role of consulting engineer (Proposal)

Activity	Contractor (general, sub)	Commissioning authority	Consulting engineer
Design, Specification	Liaise Assist	Advise Coordinate	Review Comment
Performance Testing	Carry out Monitor progress	Direct, Witness Record result	Carry out check Verify
Operation	Monitor	Diagnosis	Consultation

3. ZEB の開発と展開

3.1. 背景

“SOFT ENERGY PATHS”これは Amory Rovins 氏が 1977 年に出版された本の題名で、化石 Energy に依存した社会「More is better」の危険性に対して警笛を鳴らして、人類が再生可能 Energy で生きていく道「Enough is best」を示唆している。

この本は、筆者が 1980 年代に大学に在学した際の熱力学の Text でもあった。機械製図、実験および Repot 作成、微分方程式を解くといったことに明け暮れる日々を送っていた中で、“SOFT ENERGY PATHS”を Text とした熱力学の授業は、自主的な Group 研究を中心に行なわれ大変新鮮に感じた。今でもその時の記憶は鮮明に脳裏に蘇る。

Amory Rovins 氏は 1982 年に Rocky Mountain Institute 設立している。この建物は標高 2,200m の高地にあり、気温は氷点下 20 度から 40 度にまで下がる厳しい自然環境の中はあるが、超断熱仕様の外壁や開口部、建物中央の Green house に入る太陽熱とその蓄熱 system など、様々な省 Energy の工夫と太陽 Energy の活用により、真冬でも月々の電気代が 5dollar で済むと言う。

ZEB とは一次 Energy 消費量を、建築物・設備の省 Energy 性能の向上、On Site での再生可能 Energy の活用等により削減し、年間の一次 Energy 消費量が Net で 0 又は概ね 0 となる Building のことである。技術の進歩(省 Energy 技術、断熱技術、太陽光発電、風力発電、地熱発電、他)と共に、実現と展開の現実味が増してきている。

3.2. ZEB 開発の現状

(1) 実現と展開に向けた政策目標

ZEB の実現と展開に向けて、欧米を中心に政策目標が示されている。

英国では、2008 年 3 月に財務大臣が「2019 年までに全ての新築非住宅建築物を Zero Carbon 化する」と野心的目標を発表された。

米国では、Energy 自立安全保障法(2007 年)において、以下を目的とする「Net-Zero Energy Commercial Buildings Initiative」が規定された。

- 2030 年までに、米国で新築される全ての商業 Buildings
 - 2040 年までに、米国の既存の商業 Buildings の 50%
 - 2050 年までに、米国の全ての商業 Buildings
- を ZEB とするための技術・慣行・政策を開発。普及する。

(2) ZEB の開発実施例

Singapore では、Building Construction Authority's(BCA) Academy が既存の建物を 2009 年に改装して ZEB として完成した。太陽 Energy を有効に活用している。屋上の太陽光発電に加えて、Mirror ducts で昼光を Building の内部に取りこみ自然照明として利用している。また、Solar chimneys (熱吸収大)を利用して換気 System により、室内の暖まった空気を排出

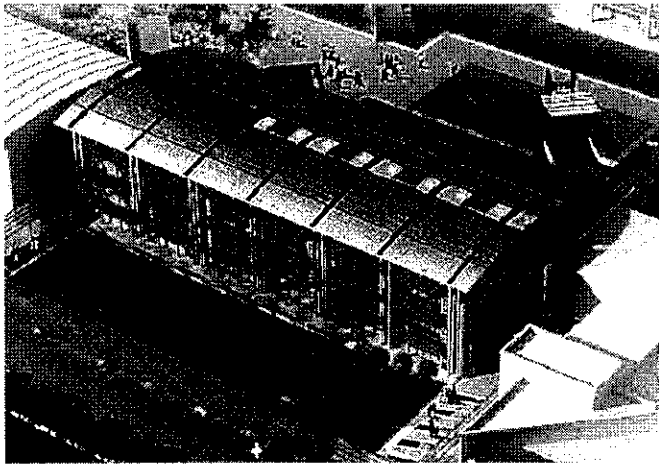


図 3. Singapore BCA Academy-Zero Energy Building⁵⁾

して、対流により冷たい空気を部屋に導入する。昼間は余った電気を Grid に供給し、夜は不足分を Grid から受電しており、昨年竣工からの 供電・受電の実績累積で Zero Energy を実現している。詳細については BCA Academy から URL(http://www.bcaa.edu.sg/zero_energy_building.aspx)に ZEB の内容が紹介されているので参照されたい。

上海で Exposition が“Better City, Better Life”を theme に 2010 年 5 月～10 月にかけて開催された。そのなかで、Best City 実践区では建設実践例として London から ZED (Zero Energy Development) Pavilion が出展されていた。上海の気候を考慮して、Zero Carbon (Energy) を実現した建物である。その外観を写真 1. に、Concept 図を図 4. に示す。



写真1. 上海万博 London PAVILION

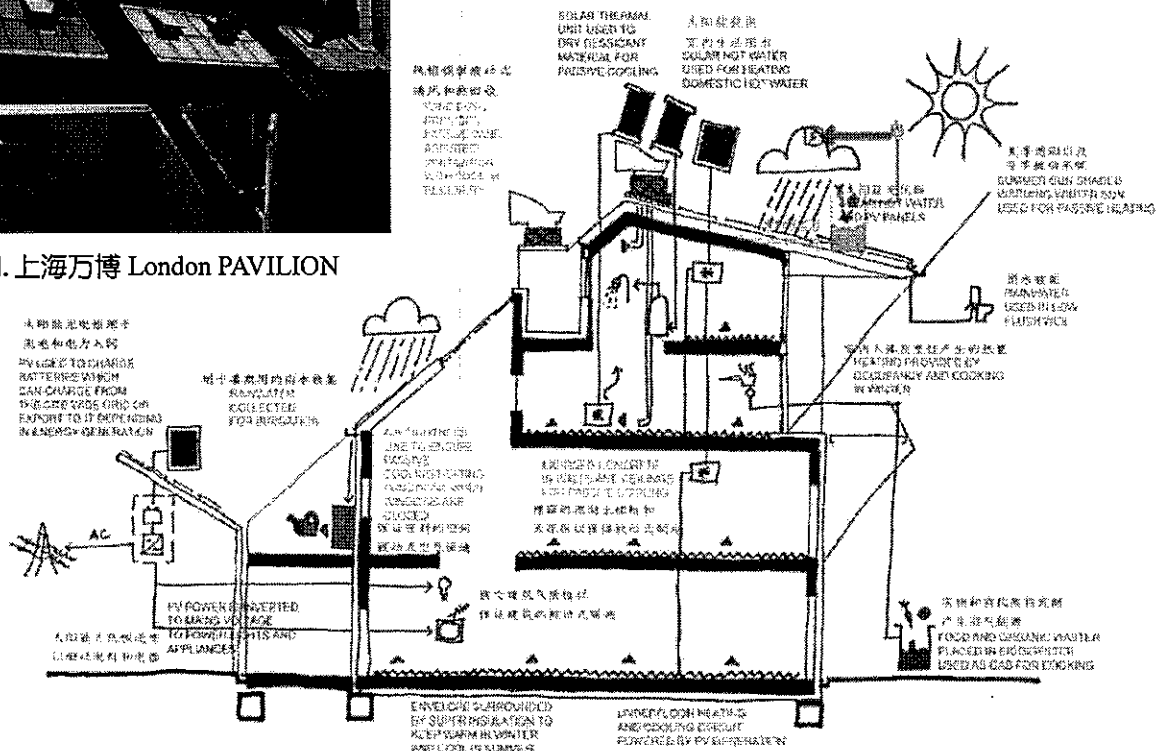


図 4. 上海万博 ZED PAVILION 概念図⁶⁾

また、Hamburg からは高断熱の独特な建築物(写真2参照)が展示されていた。窓は Glass 3層構造であり、窓枠と躯体の間の断熱施工をしている映像が紹介されていた。外部と室内との熱貫流率は、全面的に $1W/(m^2K)$ 以下であり高い断熱性が確保されていた。

Air-conditioning や Heating が不要で、年間を通して室温を $25^{\circ}C$ 前後に保ち、Energy 消費量は通常の建物の 10%とのことである。屋上には太陽光 Panel が張りつめられ、また、地熱を Energy 源として活用していた。



写真2. 上海万博 Hamburg PAVILION

3.3. ZEB の実現と展開にむけて

(1) 施策のあり方

ZEB の実現と展開に向けて、市場改革を促進していくが必要である。そのためには、①制度・規制、②技術、③支援・誘導、④社会への情報発信・啓発の Balance を良く取り進めていくことが必要である。その際に、①制度面、②技術面、③Work style 面の 3 つの Innovation を加速することが必要となる。ZEB の目標達成を、新産業育成の Chance と捉えるべきである。

(2) Commissioning の必要性

ZEB を開発し展開していくためには、各種の省 Energy 技術、断熱技術、太陽光発電、風力発電、地熱発電、他を状況に応じて有効に組み合わせ、System として性能を発揮しなければならない。そのためには、各種省 Energy 技術、及び各種発電技術の最適 Matching を図る (Coordinate する) 技術者が必要である。

また、ZEB が竣工してから、Energy 収支が Net0 を維持していくためには各種機器・設備、及びそれらを組み合わせた System が計画・設計通りであり最適稼働しているか、性能検証 (Commissioning) を継続的に行なっていくことが重要である。

4. 将来展望

将来の ZEB はどうあるべきか考えるとき、その枠組みとして考えておくべき点として、社会構造の変化が挙げられる。世界各国で生活する人々の年齢分布の時間変化、高齢化を考えると ZEB の開発を行なっていくことが重要であろう。

平成 21 年度版の高齢社会白書によると、日本の高齢化率は世界でも最高水準となり、65 歳以上の高齢化率は 22.1%となっている。今後、日本は総人口が減る中で、高齢化率は

増加を続け 2055 年には 40.5%になると見込まれている。また、世界の高齢化も進んできており、これまでに経験したことがない高齢化社会になると見込まれている。高齢化先進国であり、その高齢化問題を解決していくことは、そのknow-how,技術は他の国へ展開されていくことになる。

ZEB の開発を高齢化社会を考慮して行なうにあたり、高齢者の身体に優しい住環境空間を考えていきたい。床段差等が無い Barrier Freeに加えて、空調 System については、放射空調 System を提案したい。放射空調とは放射伝熱によって熱が伝えられるため、風の流れによる Draft (不快感) がなく、室内温度にむらがなく静かで快適度が高い System である。また、熱搬送を空気搬送でなく水搬送で行なうことで、低 Exergy 化が図れ、Energy の効率の利用という点で優れた System といえる。

5. おわりに

いまから約1億 2,000 万年前には日本列島は形を形成しておらず、大陸から大きな川が流れ込む広大な盆地があった。そしてその地では恐竜が繁栄し生死を懸けた戦いを繰り広げていた。しかしその恐竜も絶滅し、いまでは人類が地球上に生存し科学技術を発展とともに各地に文明・文化を繁栄させていくことになる。

これからの時代を生き抜いていくためには、今おかれた環境を把握して柔軟に変化していくことであろう。“We must change to remain the same” と映画「山猫」のなかで Burt Lancaster 氏が言ったように、未来に向けて我々人類が存在し続けるには、変化していかなければならない。どう変化していくかは我々の“英知”にかかっており、科学技術が重要な役割を担っていくであろう。

経済の発展には資源・Energy の消費は不可欠である。しかし、天然資源の枯渇、地球温暖化防止を考えた場合、小国で資源が乏しいということは、Energy を自給自足する生活を技術力で構築していく trigger になる。共に小国である島国の日本と、半島の韓国の技術者が協創して、大陸を技術力で席巻していく、そんな時代を共に築いていくことを期待いたします。

<引用、参考文献>

- 1) 経済産業省 / Green IT 推進協議会試算資料、2008 年
- 2) Green IT 推進協議会 Data Center の省 Energy 度評価手法[DPPE]、2010 年
- 3) (社) 空気調和・衛生工学会 建築設備の性能検証指針、2004 年
- 4) CIBSE Commissioning Management Commissioning Code M, 2003 年
- 5) GRENZONE PTE LTD, NEWS UPDATE Web 発表資料, 2009 年
- 6) 上海万博 London ZED PAVILION 配布資料、2010 年

以上

食品廃棄物の有機固形化物完全消滅型水素・メタン製造法の開発

井上 陽仁（衛生工学）

Abstract

In this system, the hydrogen is produced from food waste by high-rate hydrogen fermentation, and its drain water and residual food waste are dehydrated and segregated into liquid and solid with 80% water content. The liquid is converted to methane by high-rate methane fermentation with using UASB method, and the solid is completely converted to gas by supercritical water gasification.

1 はじめに

本技術開発は、食品廃棄物から高効率エネルギー回収を行う「水素・メタン発酵生産、残渣の超臨界水バイオガス化」のシステム確立を図るものであり、廃熱を利用した物理化学的溶解と後段の生物プロセスでの溶解・水素発酵を組み合わせ、難溶解有機物の高効率溶解技術を開発し、食品廃棄物全般の処理を実現する。そして、本システムを事業所、地域社会へ普及させる枠組みを構築し、最終的に地域ネットワークモデルを提案するものである。

本技術開発では、広島県北広島町にある製パン工場に実証施設を設置し、工場から排出される残渣と食品廃棄物として安定的に供給されるレストラン残渣を中心に実証試験を行った。

2. システムの概要

本システムは、食品廃棄物を高速水素発酵して水素を得るとともに、排水と残渣は脱水処理して液相と含水率 80% の固相に分離する。液相は UASB 法で高速メタン発酵し、固相は超臨界水ガス化で完全にガス化を行う。本システムの特徴は以下のとおりである。

【システムの特徴】

- 高含水率の食品廃棄物をコンパクトな設備で、高速高効率なエネルギー回収の実現
 - ①エネルギー回収率 : 60% 以上（従来型メタン発酵 : 40~46%）
 - ②総合エネルギー効率 : 29% 以上
 - ③全体の処理時間を 30 日間から 4 日間程度に短縮
- 未消化発酵残渣も超臨界水ガス化技術によって完全ガス化し、エネルギー回収

- 既存工場等に本プロセスを設置しても、既設排水処理施設に負荷を増やさずにエネルギー回収可能

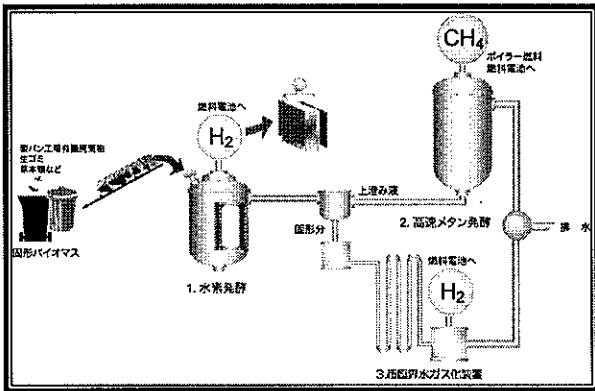


図1 処理フローの概要



写真1 実証施設全景

3 実証プラントにおける連続運転の評価

3.1 想定処理フロー

想定処理フローは、図2に示すとおりである。

バイオ水素化・バイオガス化プラントでは、バイオ水素ガス、バイオガス、超臨界水ガ

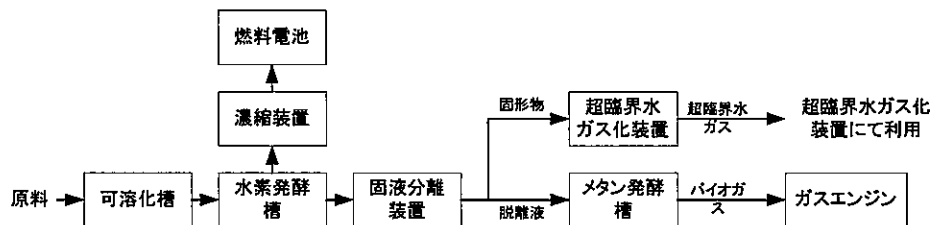


図2 想定処理フロー

スの3つのガスが得られる。これらのガスのうち、バイオ水素ガスについては燃料電池の燃料、超臨界水ガスについてはガスエンジン燃料として利用し、プラント内利用を原則とする。一方、バイオガスについては、プラント内で必要となる電気・熱を賄うために必要な分はプラント内で利用することとし、余剰分については外部供給を行うことを前提とした。

3.2 エネルギーバランス

2.5t/日クラスのバイオ水素化・バイオガス化プラントのエネルギーバランスの検討結果は図3に示すとおりである。

原料の保有熱量については、実験に供したレストラン残渣の成分分析結果に基づき設定した。

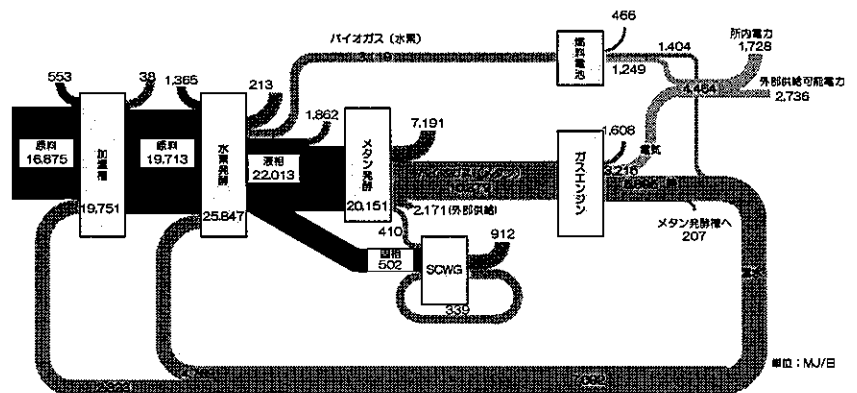


図3 エネルギーバランスの検討結果

可溶化槽及び水素発酵槽の加温・保温に必要な熱量はエンタルピー計算により設定した。メタン発酵槽の加温・保温に必要な熱量は、脱水ろ液を 37℃に維持するために必要なエネルギー量とした。また、超臨界水ガス化に係るエネルギーロス量については、実証試験結果を参考に設定した。

3.3 総合エネルギー効率

本システムにおける総合エネルギー効率は表 1 に示すとおりである。

本評価指標は、使用するエネルギー量と実際に利用できるエネルギー量との比率を表すものである。本システムにおける総合エネルギー効率は 29.1%となり、目標の 29%を上回る効率を確保することができた。

3.4 エネルギー回収率

本システムにおけるエネルギー回収率は表 2 に示すとおりである。

本評価指標は、投入したエネルギーに対する得られたエネルギーの比率を表すものである。本システムにおけるエネルギー回収率は 61.6%となり、目標の 60%を上回る回収率を確保することができた。

表 1 総合エネルギー効率

			エネルギー	
インプットエネルギー			16,875 MJ/日	
消費エネルギー	熱	水素・メタン発酵	2,323 MJ/日	
		可溶化槽加温等	4,769 MJ/日	
		水素発酵槽加温等 メタン発酵槽加温等	207 MJ/日	
	電力	水素・メタン発酵	432 kWh/日	
		超臨界水ガス化	45 kWh/日	
	ガス	超臨界水ガス化	749 MJ/日	
小計			9,776 MJ/日	
生産エネルギー	熱	燃料電池	1,404 MJ/日	
		ガスエンジン	5,895 MJ/日	
	電力	燃料電池	347 kWh/日	
		ガスエンジン	893 kWh/日	
	ガス		2,581 MJ/日	
	小計			14,344 MJ/日
アウトプットエネルギー				
			熱	0 MJ/日
			電力	763 kWh/日
			ガス	2,171 MJ/日
			小計	4,918 MJ/日
総合エネルギー効率 = (外部供給可能電力量 + 外部供給可能熱量) ÷ 原料保有熱量				29.1 %

表 2 エネルギー回収率

			エネルギー	
インプットエネルギー			16,875 MJ/日	
消費エネルギー	熱	水素・メタン発酵	2,323 MJ/日	
		可溶化槽加温等	4,769 MJ/日	
		水素発酵槽加温等 メタン発酵槽加温等	207 MJ/日	
	電力	水素・メタン発酵	432 kWh/日	
		超臨界水ガス化	45 kWh/日	
	ガス	超臨界水ガス化	749 MJ/日	
小計			9,765 MJ/日	
ガスの保有熱量				
			水素ガス	3,119 MJ/日
			メタンガス	12,960 MJ/日
			超臨界水ガス	339 MJ/日
			小計	16,418 MJ/日
エネルギー回収率 = (水素ガスの熱量 + メタンガスの熱量 + 超臨界水ガスの熱量) ÷ (原料保有熱量 + 加温・保温用熱量 + 所内動力)				61.6 %

4 地域普及モデルの検討

4.1 事業モデルの検討

バイオガスは、地域住民の目につきやすく、かつ、地域課題解決に資す

る方法により利用することが望ましい。

本検討のモデルとした広島県 K 町では生活交通の確保・拡充が課題となっており、長期総合計画において、バス路線の再編やデマンドタクシーの導入が計画されている。デマンドタクシーは、2006年10月から順次導入されており、地域の足として重要な役割を果たしている。

そこで、バイオガスは、以下の効果を期待し、デマンドタクシーの燃料として利用することとした。

【期待される効果】

1) 地域バイオマスの活用と新エネルギーの利用促進

- 住民が排出したバイオマスから回収した新エネルギーをまちづくりのツールの1つとして利用することにより、住民参加のまちづくりを行うことができる
- 新エネルギーを活用した生活水準の維持が可能である。

2) 地域の活性化

- バイオガスを“地域の足”の燃料として利用することにより、住民の行動範囲が広がり、その結果、地域の活性化が期待できる。

3) 地域の絆の深まり

- デマンドタクシーへの利用により、地域内の助け合い(都市域の住民がその他地域の住民を助ける)にもつながる。

4.3 経済性及び普及効果

モデルの経済性の試算結果は、表3に示すとおりである。

プラントの建設費、維持管理費及び人件費に係る負担額は31,000円/t程度となる。一方、既存の焼却施設の維持管理費は32,000～35,000円/t程度であることから、本モデルは、十分に競争性があるといえる。

表3 経済性の試算

		数 値
処理量[t/年]		750
プラントの建設費	建設費[千円]	125,000
	補助率[%]	50
	償却期間[年]	15
	建設費の負担額[円/t]	5,556
プラントの維持管理費[円/t]		12,000
人件費	人件費単価[千円]	5,000
	プラント運転員数[人]	2
	人件費の負担額[円/t]	13,333
プラント建設・運転に係る負担額[円/t]		30,889
既存焼却施設の維持管理費[円/t]		32,000 ～35,000

5 おわりに

本技術開発は、環境省地球温暖化対策技術開発事業(2007～2009)により、広島大学、サッポロビール(株)、(株)島津製作所及び広島県立総合技術研究所西部工業技術センターとの共同で実施したものである。

今後も、食品製造業等における自社処理(オンサイト処理)及び市町村や廃棄物処理業者等による集合処理を対象とした製品化に向け、技術開発を継続する予定である。

日本に於ける製品安全と S G mark 制度

小林 武夫 (建設 / 総合技術監理)

Abstract

In order for us to spend truly rich daily life, an ensuring safety of daily necessities used always conveniently and the consumer's appropriate use of them are important. "Consumer products safety law" was enacted in 1973 and was revised in 2000, and it has been operated up to the present time. This paper reports on the outline of "The foundation of Japan Metal Household Inspection Center" of the inspecting agency of SGmark system, that is related to "The foundation of Consumer Product Safety Association" established based on "Consumer products safety law", the SGmark system and PL Center.

1 はじめに

私たちが真に豊かな日常生活を送るために、日頃便利に使用している日用品の安全性確保と消費者の適切な使用が重要である。日本においては1973年に「消費生活用製品安全法（消安法）」が制定され、2000年に改定され現在まで運用されている。ここでは「消安法」に基づき設立された「(財)製品安全協会」と S G mark 制度、S G 認定に関わる検査機関の中の「(財)日用金属製品検査 Center」、P L Center の概要について報告する。

2 (財) 製品安全協会

2.1 (財) 製品安全協会の目的

1973年10月に「消費生活製品安全法」(消安法)に基づき、消費生活用製品による一般消費者の生命又は身体に対する危害の発生の防止を図るために消費生活用製品の安全性の確保に関する業務を行うとともに、消費生活用製品によって生じた損害のてん補を円滑に実施するための業務を行うことを目的として通商産業省(経済産業省)所管の特別認可法人として設立された。

2000年12月1日、「通商産業省関係の基準・認証制度等の整理及び合理化に関する法律」の制定により、「消安法」が改定されたことに伴い、財団法人製品安全協会となった。

2.2 (財) 製品安全協会の業務

消費者が日常使用する製品の欠陥による事故を未然に防ぎ、安全性の高い製品を提供し、消費者の利益を保護するため。

- (1) 製品の安全性に関する認定基準の作成
- (2) 認定基準に基づく安全性の認定及びSG markの表示
- (3) SG mark付き製品の欠陥による人身事故に対する賠償措置
- (4) 製品の安全性に関する試験・検査、調査・研究並びに情報・資料の収集及び提供
- (5) 製品の安全性向上に関する啓発及び広報
- (6) 製品事故に関する紛争処理等
- (7) 製品の安全性向上に関する国内外の機関との連携

を実施する。

3 SGmark 制度について

3.1 SGmark とは

SG mark は、SafetyGood（安全な製品）の略称で、財団法人製品安全協会が定め、構造・材質・使い方などからみて、生命または身体に対して危害を与えるおそれのある製品について、安全な製品として必要なことなどを決めた基準を財団法人製品安全協会が定め、この基準に適合した製品にのみ表示される。

製品に表示されているSG mark

3.2 SG mark 表示の仕組み

SG mark は基準に合格してから表示することが出来る。

基準に適合しているかの審査・検査・試験」と「②Lot 認定」の2方式がある。

①工場等登録・型式確認

工場等登録・型式確認では、継続して基準に適合する製品を製造する能力があるかどうかを審査するもので、次の流れによる。

(例)



工場登録申請→工場審査→合格→表示に関する契約→型式確認申請→型式試験（委託検査機関）2～5年毎（製品により異なる）→合格→表示交付申請→SG mark 表示。

②Lot 認定

SG 適合検査申請→初回検査（破壊検査）→合格→Lot 認定申請（合格から6箇月以内）→Lot 抜き取り検査→合格→SG mark 表示。

3.3 S G mark 付き製品の follow-up

S G mark 製品が市場に出回った後、登録工場に対する事後調査および試買検査を実施し、たえず安全性の確認を行い不適合が認められた場合は改善指導を行う。

3.4 委託検査機関

現在、財団法人製品安全協会の委託検査機関としているのは次のとおりである。

・国内

(財)日本車両検査協会、(財)日本繊維製品品質技術 Center、(財)日本文化用品安全試験所、(財)日用金属製品検査 Center、(財)化学技術戦略推進機構、(財)化学物質評価研究機構、(財)日本洋傘検査協会、(財)日本ガス機器検査協会、(中)軽金属製品協会試験研究 Center、(財)日本食品分析 Center、(財)日本燃焼機器検査協会、(財)日本化学繊維検査協会、(財)建材試験 Center、(財)日本紡績検査協会、(財)自転車産業振興協会(株) ULJAPAN、(財)電気安全環境研究所。

・海外

Underwriters laboratory Inc、SGS US Testing Co.,inc、TUV Rheinland Product Safety GmbH、TUV product Service GmbH、Laboratoire National d'Essais、Societe General de Surveillance S.A、SGSJapan、韓国生活環境試験研究院、(財)韓国化学試験研究院、台湾經濟部標準檢驗局、江蘇檢驗檢疫自行車檢測中心。

3.5 S G mark 被害者救済制度

S G mark 付き製品の欠陥による、人身事故と認められる場合、事故原因、被害の程度などに応じて、被害者一人当たり1億円を限度に賠償する制度である。

損害賠償にあたっての要件は次のとおりである

- ① S G mark 付き製品に欠陥があったか。
- ② 被害者の人身事故が S G mark 付き製品の欠陥によって起きたか。
- ③ どの程度の損害が発生したか。

3.6 S G mark の認定対象製品

S G mark の認定対象製品として基準のある主要品目は次のとおりである。

・乳幼児用品

Ku-han、★乳幼児用 Bed、Playpen、乳母車、子守帯、Pipe 式子守具、歩行器、乳幼児用 Highlawlac、乳幼児用椅子、乳幼児用 Highchair、乳幼児用 Table 取り付け式座席、乳幼児用移動防止柵、

幼児用三輪車、足踏式自動車、ぶらんこ、一人乗り用ぶらんこ、滑り台、幼児用鉄棒、鯉幟用矢車、鯉幟用繰出式 Paul。

・福祉用具

棒状杖、手動車椅子、歩行車、歩行補助車、電動介護用 Bed、電動立ち上り補助椅子、入浴用椅子、PortableToilet、簡易腰掛便座。

・家具・家庭用品

Plastic 浴槽蓋、★浴槽用温水循環器、住宅用 SpringMattress、湯たんぽ、郵便受箱、ToiletpaperHolder、ShoppingCar、住宅用 Aluminum 合金製梯子、住宅用金属製脚立、住宅用 Aluminum 合金製多関節脚立、粘着 Hook、食器棚、育児用筆筒、二段 Bed、Range 台付収納庫、家庭用簡易物干し、圧着式簡易棚及び棒、回転 Hangar、座椅子、金属製折畳椅子。

・台所用品

☆家庭用圧力鍋及び圧力釜、金属板製鍋、Aluminum 板製鍋、CookingHeater 用調理器具、油こし器、家庭用氷かき器、缶切り。

・Sports・Leisure 用品

金属製 Bat・繊維強化 Plastic 製 Bat、野球用 Helmet・軟式野球用 Helmet 及び Softball 用 Helmet、野球及び Softball 用捕手 Helmet、野球投手用 Headgear、野球及び Softball 用胸部保護 Pad、RollerSkate、In-LineSkate、SkateBoard、KickSkater、BeachParasol、水中 Mask、BadmintonRacket、Golf 練習用 Net、GolfClub 用 Shaft・GolfClub、屋外用 HandballGoal、移動式 SoccerGoal、一般運動用 Mat、跳び箱、跳び箱用踏切板、Volleyball 器具、移動式 Basket 装置、釣下げ式 Basket 装置、体育運動用緩衝 Pad、Karabiner、登山用 Helmet、☆登山用 Rope、Camp 用 Tent、Trekking 用 Paul、Ski、Ski 靴、Ski 用締め具、雪山 Leisure 用 Helmet、雪用 Leisure 用 Headgear、竹刀、剣道具。

・家庭用 Fitness 用品

家庭用 Treadmill、家庭用自転車 Ergometer、Stepper、Rowing 器具、跳び縄、Expander、ぶら下がり器具、筋力 Training 器具。

・園芸用品

園芸用花台、手動式芝刈機、高枝鋏、屋外用携帯 Burner、家庭園芸用噴霧器。

・自転車用品

自転車、自転車用・電動車椅子等用及び歩行遊具用の Helmet、自転車用幼児座席、自転車用空気 Pump。

・その他



☆乗車用 Helmet、自動車用携行 Jack、自動車用油圧式 GarageJack、自動車用 Windowuossha 液、ShoppingWagon、携帯用簡易 GasLighter、綿棒、学童用傘、★携帯用 Laser 応用装置。

☆特定製品「PSCmark 丸形」(PSCmark が無いと販売不可)

★特別特定製品「PSCmark 菱形」
(PSCmark が無いと販売不可)

4 消費生活用製品 P L Center について

消費生活用製品 P L Center は、消費生活用製品全般を対象として、製品に関連する事故・苦情に関する Trouble を迅速に解決することを目的に設立された中立・公正な紛争処理機関であり、消費者からの相談の内容などを整理した上で、消費者と企業との話し合い（相対交渉）を円滑に進めるために必要な情報の提供や Advice を行う。
必要な場合には、斡旋・調停（弁護士・技術専門家・有識者による中立・公正な審査）を行う。

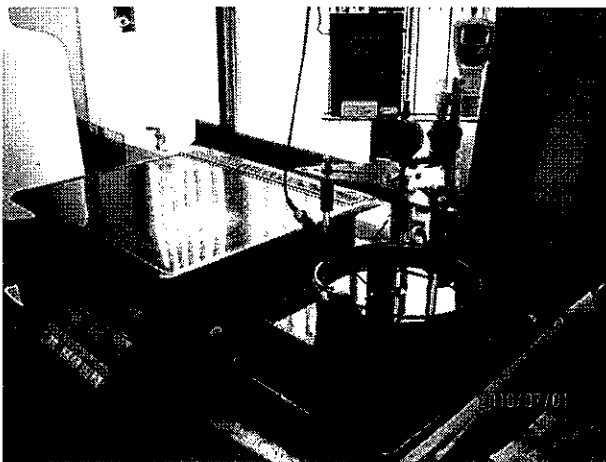
	特定製品	特別特定製品
特定製品	<ul style="list-style-type: none"> 家庭用の圧力なべ及び圧力がま 乗車用 Helmet 登山用 Rope 	<ul style="list-style-type: none"> 乳幼児用 Bed 携帯用 Laser 応用装置 浴槽用温水循環器
Mark		

※上記は2008年8月末現在です。
最新情報は製品安全協会web Site
<http://www.sg-mark.org/> 等で確認してください。

5 (財) 日用金属製品検査 Center について

(財) 日用金属製品検査 Center は、1957 年輸出検査法に基づく通商産業大臣認可法人として「(財) 日本金属洋食器検査協会」を設立、1988 年に多様化する消費生活日用品の品質・性能の向上及び安全性の確保、日用金属製品産業の健全なる発展に寄与することを目的として「(財) 日用金属製品検査 Center」に名称変更した。

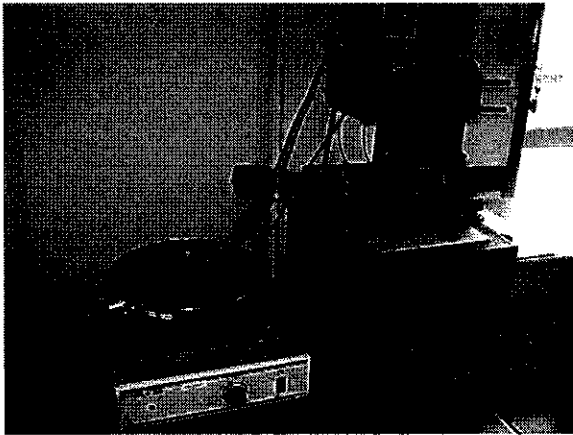
(財) 製品安全協会の委託検査機関として日用金属製品の S G 検査を行うとともに、日用金属製品に関わる試験・検査業務（性能・耐久性・安全性・製品 Claim 原因究明等）を実施している。



IH・CH 検査器



取っ手の繰り返し強度試験



磨耗試験機

平成 21 年度の製品 Claim 内容

製品種類	個	Evaporator	Kettle	Handle	金属製品類	家庭用調理器具類	合成樹脂製品類	Class 製品類	その他	合計
変質内容	(32)	(4)	(22)	(0)	(46)	(14)	(0)	(0)	(16)	(134)
錆・変色・腐食等	21	1	18	0	18	12	0	0	29	99
異物・付着物等	(22)	(1)	(26)	(0)	(6)	(4)	(0)	(0)	(11)	(71)
	22	5	14	9	6	5	0	0	10	62
塗膜・剥離等	(30)	(34)	(6)	(0)	(1)	(6)	(0)	(0)	(6)	(94)
	12	19	2	0	1	3	0	0	6	43
異臭等	(9)	(6)	(17)	(0)	(0)	(2)	(4)	(0)	(12)	(58)
	5	1	5	0	0	1	1	0	2	15
破損等	(48)	(18)	(13)	(25)	(7)	(16)	(4)	(16)	(15)	(163)
	21	11	9	44	12	19	4	15	20	155
その他	(21)	(10)	(19)	(0)	(2)	(5)	(1)	(1)	(31)	(90)
	32	11	11	0	2	3	0	2	11	72
合計	(181)	(75)	(104)	(25)	(62)	(47)	(9)	(16)	(90)	(609)
	118	48	59	44	39	43	5	17	78	446

() は前年度

6 消費者庁と(独)製品評価技術基盤機構(NITE)

2009年に消費者庁が発足し、製品事故は消費者庁へ一本化して報告され、調査の段階で公表されることとなった。

調査に必要な場合は(独)製品評価技術基盤機構(NITE)に技術上の調査が指示されることになる。

事故内容	件数	事故内容	件数
火災	114	機能故障	5
発煙・発火・過熱	6	転落・転倒・不安定	95
点火・燃焼・消火不良	0	操作・使用性の欠落	9
破裂	3	交通事故	14
Gas爆発	2	誤飲	0
Gas漏れ	0	中毒	15
燃料・液漏れ等	2	異物の混入・侵入	0
化学物質による危険	4	腐敗・変質	0
漏電・電波等の障害	0	その他	34
製品破損	12	無記入	0
部品脱落	3	計	318

7 おわりに

消費者は毎日何らかの製品を使って生活している。多くの製品は製造者が自信を持って送り出しているはずである。しかし、使用する側から見て必ずしも100%満足出来るとは限らない。設計・製造・表示の何れか又は全てが原因となりうる。

最近企業の存命を危うくする製品事故により、「安全・安心」が重要視されている中「安心は見えない」とも言われており、危険を排除するRiskAssessmentの必要性が高まっている。我々技術的観点から製品の設計から安全性に関わることも必要と考える。

豪雨で発生した土石流と発生原因および対策について

河内 義文（建設／応用理学）

Abstract

Debris flow in Yamaguchi and Hofu downpour in July 2009 took much human life and property. As a result of having analyzed it using FEM about the origin of the mud flood, next became clear. The cause understood that it was geological feature structure, the thinness of the surface soil, vegetation. Also introduce about the debris flow traps by irrigation ponds and argued about the appropriateness of the measures method of construction.

1 はじめに

2009年7月21日に山口県中央部を襲った豪雨では、日降水量は防府市で観測史上最大の275mm、山口市では観測史上第2位の277mmを記録した。また、この豪雨での6時間降水量は防府市で220mmとリターンピリオド（return period）が250年、山口市の266mmは600年と極めて稀な降水現象であることが指摘されている。（図-3）¹⁾

このような豪雨により図-1に示すように、山口市と防府市の境界付近を中心に土石流が多発した。これら土石流は、高速に流下した泥流状の土石流に特徴付けられ、防府市で14名の死者、23戸の全壊家屋を出すなど大きな被害が報告されている。



図-1 山口市・防府市境界付近で発生した土砂災害位置図（アジア航測㈱阪口和之氏提供）

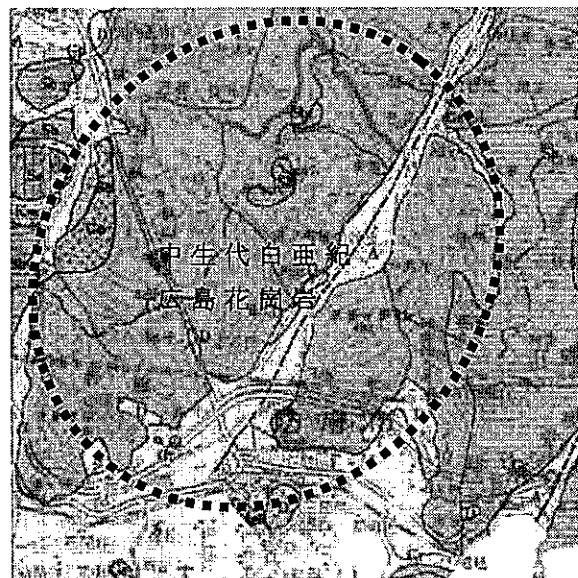


図-2 調査地の地質図²⁾

2. 土石流の概況

2.1 地形および地質

土石流が発生した範囲には、図-2の地質図に示されるように中生代白亜紀に形成された広島花崗岩が分布している。付近の山容は、写真-1に示すように堅岩が露岩し、まさ土化した風化残積土は谷部分に非常に薄く分布するのが特徴である。

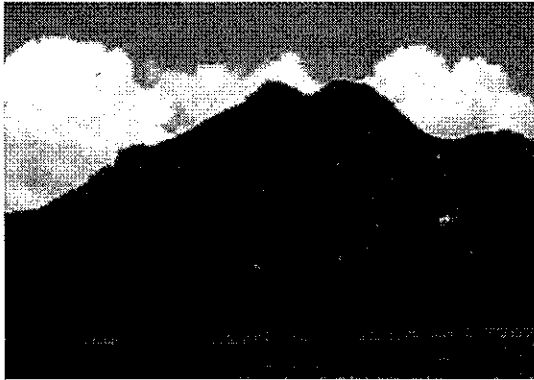


写真-1 花崗岩が露岩する調査値周辺の典型的な山容（右田岳）

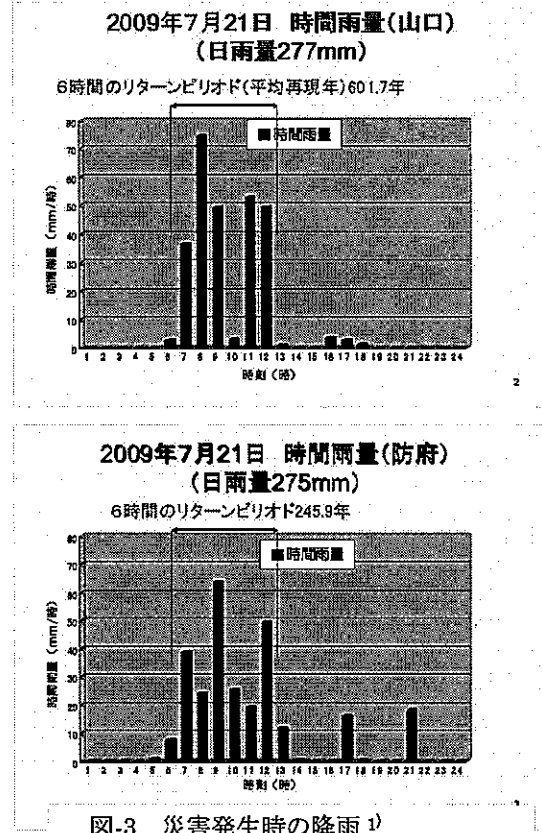


図-3 災害発生時の降雨¹⁾

2.2 土石流の特徴

① 15～20°程度の源頭部で発生し明瞭な沢地形ではない。

写真-2に示すように1.0m程度の厚さの風化残積土層を有する特徴がある。崩壊地の植生状況は50%が広葉樹林、これに松及びシダ(Fern)を加えた面積は93%を超える⁷⁾。

② 中流域には花崗岩が露岩し、堆積物は流亡している。(写真-3)

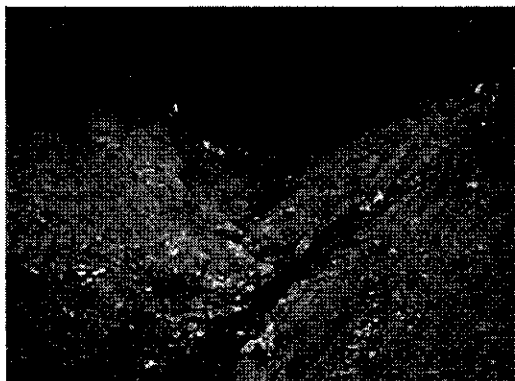


写真-2 源頭部。20°程度の勾配。表土の厚さは約1.0m、シダ及び低木広葉樹林（山口市千坊）

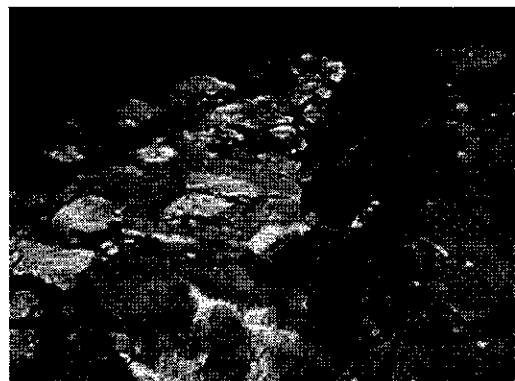


写真-3 土石流は中流域の1km間で堆積土を全て流亡させている。傾斜約6°（山口市山口尾）

③ 山体に衝突しても停止しない。

写真-4に示すように末端部では90°曲流している。曲流後の堆積物は砂を主体とし、写真-5に示す流下痕や写真-6に見られる葉理が観察さ

れ、密度は $0.22 \sim 0.36^3$ と非常に小さいものと推定されている。

④ 勾配 4° 以下の平地に至っても数百 m 停止しない。(写真-4)

3. モデル(Model)斜面の非定常浸透流解析(Finite element method)

3.1 斜面モデル(Model)

上記の泥流の特徴に基づいて斜面モデル(model)を作成して、斜面@FE(群馬大学工学部建設工学科編)⁴⁾を用いて非定常浸透流解析を行った。モデル(Model)斜面は以下の特徴を持つものとした。

(1) 土層構成

写真-2 で示されるように現地の観察状況から、表土層(腐植土 A0 層)が非常に薄いことが特徴である。解析は風化土の表面が表土で覆われているかどうかの 2 ケース(Case)行って比較した。

① 表土層(厚さ 0.3m、植物の根系で緊縛された腐植土、透水係数 $5E-06\text{m/s}$)。不飽和領域の堆積含水率は地盤表面で 0.3 とした。

② まさ土層(decomposed granite)(厚さ 1.0m、強風化部およびかつての土石流でもたらされた二次堆積物、透水係数 $5E-05\text{m/s}$)。不飽和領域の堆積含水率は地盤表面で 0.3 とした

③ 花崗岩(透水係数 $2E-07\text{m/s}$)

(2) 斜面勾配

斜面勾配は土石流発生斜面の状況を考慮し、源頭部斜面は約 25° の斜面勾配、中流域は 5° の斜面勾配とした。

(3) 降雨強度

図-2 に示す「アメダス(Automated Meteorological Data Acquisition System)山口」2009年7月21日6時~13時の降雨波形を地表面からモデル(Model)内に与えた。

3.2 解析結果

解析結果は表土のあるなしにかかわらず7時台の 36.5mm/hr から8時台の 74.5mm/hr の最大降雨までは、地表からの浸透があり、まさ土内の地下

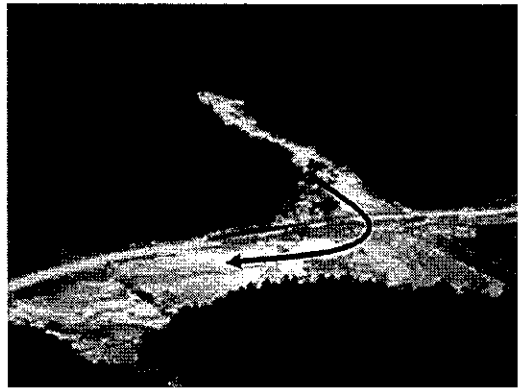


写真-4 土石流は末端部で 90° 曲がって流下している(山口市千坊)

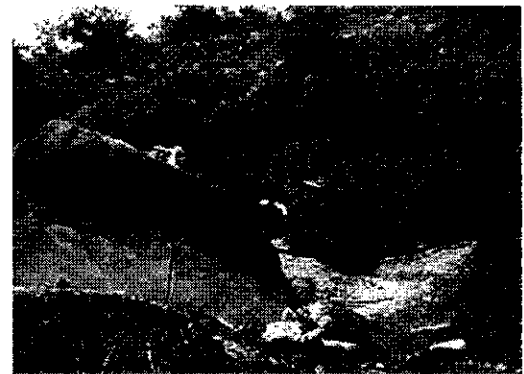


写真-5 土石流の流下痕(防府市神里川南)



写真-6 土石流の末端部付近で観察される葉理面を持つ砂の堆積(防府市石原)

水流速も安定していた。

9時台には49.5mm/sの降雨が継続するが、図-3に示されるように表土がある場合は、まさ土層内の地下水流速・流量は変わらず安定している。一方で表土のない場合、まさ土層は完全に飽和し降雨は地中に浸透することが出来ない状態となる。まさ土層内には激しい地下水の流下が見られる。地形変化部付近を中心に地下水は地表に噴出し、表流水と共に地表付近の緩んだ砂を流下させるものと推定される。

また、源頭部斜面内には部分的に難透水性の表土の堆積もあり、この部分ではまさ土層と表土層に透水性の逆転があることで、キャピラリーバリア (capillary barrier) が発生し、まさ土層内を集積流が表層に噴出して⁵⁾ 斜面崩壊が発生したことも考えられる。

表土層が欠如しているのは、二次植生のアカマツ (Japanese red pine) が枯死衰退した後シダ (fern) 類が繁茂したことから、成立するべき広葉樹など灌木類が抑圧されたことで、林相遷移が良好に進まなかったこと、成立した広葉樹林も貧栄養状態で貧弱であることなどが原因であると推定される。

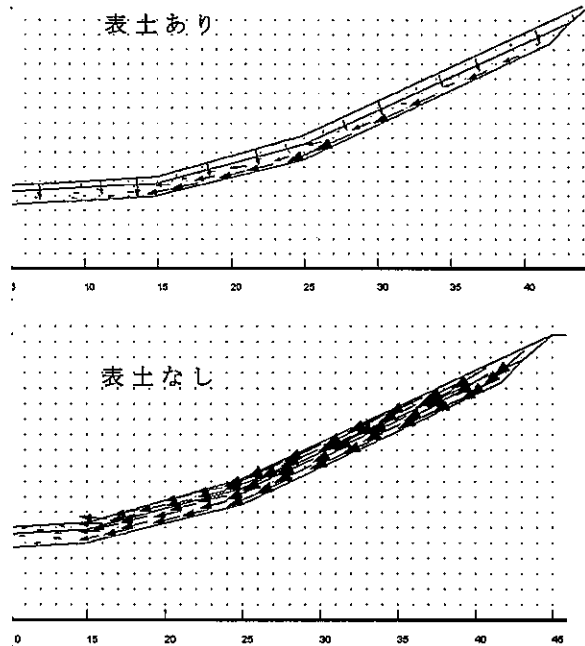


図-3 非定常浸透流解析結果 (9時台の解析結果)

4. 溜池 (Irrigation pond) に流入した土石流と溜池の防護効果

4.1 溜池に流入した土石流

写真-7に示す斧磨 (おのときい) 溜池 (防府市大道切畑東畑)、長尾溜池 (防府市大崎山田)、江良溜池 (山口市上小鯖江良) では上流から流出した土石流が溜池に流入している。土石流末端部に礫の堆積は観察されない。溜池はこれら土石流を停止させており、下流の新幹線盛土などを守る結果となっている。

4.2 溜池の土石流防護・貯留効果

今回の土石流では、治山ダム (dam) の土石流防護効果が確認されているが、同じく前項で示したように、溜池も土石流の防護機能を発揮している。これらの溜池はいずれも改修年度が比較的最近であることから、洪水吐の計画は

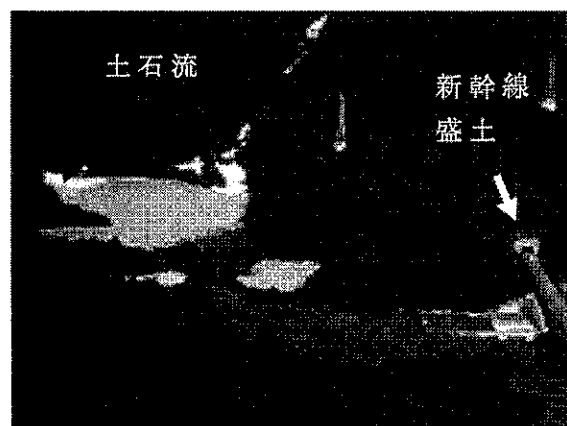


写真-7 斧磨溜池の被災状況

200年確率雨量を用いて行っており、さらに設計洪水位からの余裕高も1.5m以上が確保されている⁸⁾。この確率雨量は山口地域では70~80mm/hrに相当する。流入する土石流のピーク(peak)流量は200 m³/s程度、ピーク(peak)流量の継続時間は40~60秒程度と推定される³⁾。したがって、溜池に流入するピーク(peak)時土石流量は10,000 m³程度であり、洪水吐機能と余裕高を併せると貯水面積5,300 m²の長尾溜池であっても、堤体上の越波が防げている。溜池堤体は安定性もフィルダム(High earth dam)に準じて計画されており、上流側が洪水位に達しても1.2以上の安全率が確保されている。よって、洪水時には洪水吐の越流水はそのまま下流に供給されるものの、土石流は貯水のウォータークッション(water cushion)が効果し溜池内に滞砂させることが判明した。

5. 土石流対策の問題点と復旧・対策工法

5.1 被災山地が抱える土石流対策の問題点

平成20年3月に山口県は防府市の土砂災害警戒区域を指定している。山口県土石流災害検討委員会報告書⁶⁾によると、今回の土石流と土砂災害警戒区域との関係は、土石流が発生した53溪流のうち、42溪流が警戒区域内、11溪流が警戒区域外となっている。また、警戒区域指定のある179溪流で土石流は発生していない。同報告書では「流域面積が比較的大きく溪流長が長い溪流で土石流が発生している傾向が見られるが、同様な流域面積と溪流長でも土石流が発生していない溪流もあること、また混在している溪流の数が限られていることから、土石流が発生しなかった要因を断定することは難しい」とあり原因は究明されていない。

一方で、山口県の「平成21年7月21日豪雨山地災害対策検討委員会」報告書⁷⁾によると、「山腹被災地の平均崩壊深は1.0~1.5mが崩壊箇所434箇所中355箇所(81.8%)を占め、平均傾斜は25~30°が216箇所(49.8%)を占めている」とされている。

下流域では土石流に至る土砂を供給した山腹崩壊の状況、3章で述べた解析結果に基づいて、警戒区域指定のある溪流での土石流発生の有無、すなわち発生箇所と未発生箇所の違いを見直すと、以下のようにまとめられる。

- ①発生箇所の山地は写真-8に示すような未風化岩盤の露頭が観察される状態、すなわち風化残積土が非常に薄く、植生も貧弱な状態である。
- ②未発生箇所の山地は、写真-9に示すように未風化岩盤の露頭はなく、比較的風化が進行していると推定

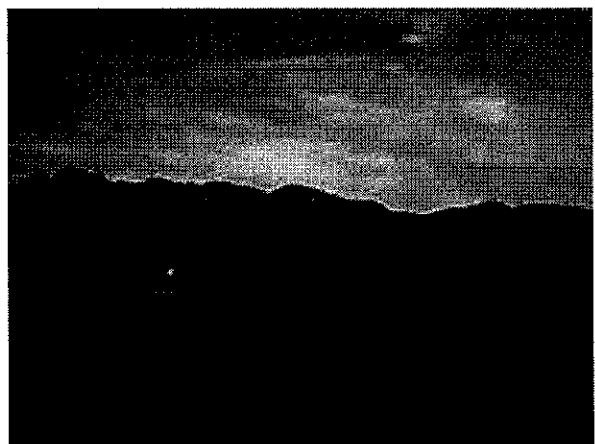


写真-8 土石流発生溪流の多い斜面

され、表土状態も良好で樹林化へスムーズ(smooth)に遷移している状態である。

よって、対策のキーポイント(key point)は薄い表土と貧弱な植生ということになり、これに基づいて全国基準ではなく、ローカルスタンダード(Local standard)によって警戒区域を見直すことが可能であると考えられる。



写真-9 土石流発生溪流の少ない斜面

5.2 対策工と評価

5.2.1 堰堤工

土石流が発生した溪流には砂防堰堤、治山堰堤が設置されている。これらは、今後推定される土砂量に基づいて設計されているものと評価されるが、今回の災害で露呈した満砂状態に至った堰堤工は土石流流下速度をやや低減させるだけであることを考えると、万全の対策であるとは言い難い。

① 定期的な土砂取り除きが可能な道路施設

② 定期点検と補修のストックマネジメント(stock management)的なソフト(software)事業

③ 貯水して4章で述べた溜池のような防護機能等を併せれば、さらに効果的対策である。

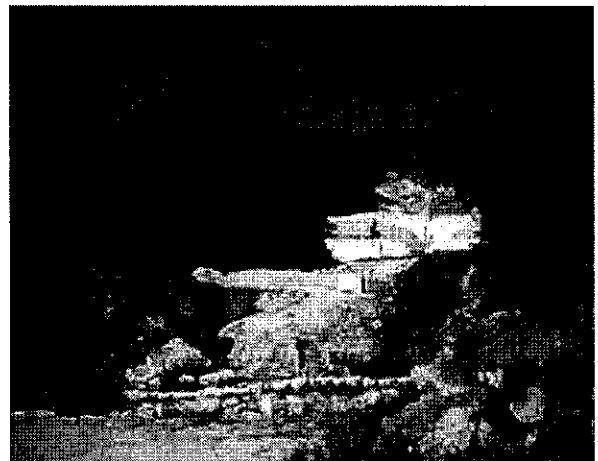


写真-10 堤防による土石流対策工

(防府市神里)

5.2.2 緑化工

3章で述べた土石流の主な原因の一つである薄い表土と低木広葉樹のいわゆる貧弱な植生対策として源頭部斜面に写真-11に示すようなマット植生工(vegetation mat)が設置されている。この手法では、当面は外来草本類のみの植生となり、いずれ遷移する樹林も山地災害対策検討委員会報告書に示された崩壊発生部の50%を占めた低木広葉樹林を再度造ることにしなければならない。

したがって、特に崩壊発生部周辺には本来花崗岩地域に適し、薄い土壌を緊縛できる植生であるアカマツ(Japanese red pine)林の造成をする必要がある。そのためには、松枯れ対策として写真-12に示す抵抗性松(pine wood nematode resistance pine)の植栽が必須であるのは言うまでもない。

5.2.3 溜池

稲作では多量の淡水が必要であり、特に稲の育成期に少雨傾向にある西日本地域では、梅雨期の降雨を溜池によって貯留し利用してきた。溜池は全国 21 万箇所中、兵庫 43,972 箇所、広島 21,010 箇所、香川 16,304 箇所、山口 11,976 箇所、大阪 11,230 箇所と西日本地域が上位 5 府県で約半数を占める。

治水目的をもつ建設系のいわゆる多目的ダム(multipurpose dam)の治水では、夏季制限水位を設置し、3月頃から徐々に制限水位に低下させ梅雨期の豪雨に備えている。また8月からは台風期の制限水位まで上げることになる。この手法では、夏季の農業用水量が大きい時期には貯水量が少なくなるので、農業用の備えには不十分であるのはいうまでもない。

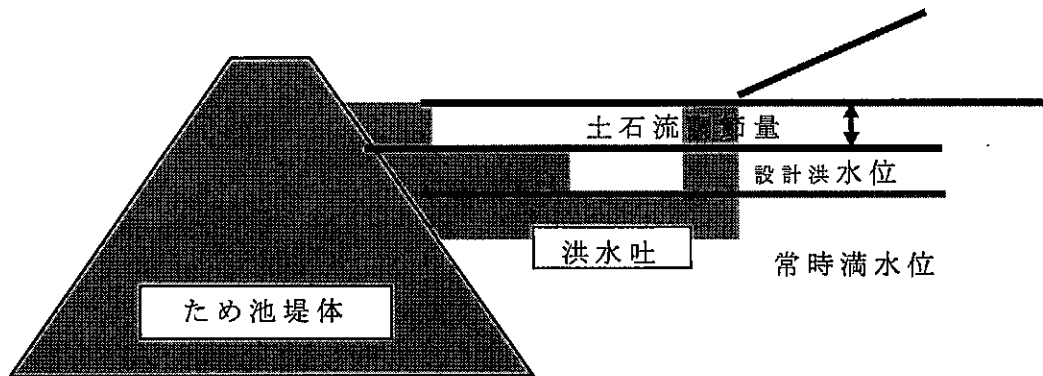


図-5 洪水吐調節機能を有するため池洪水吐の構造例

一方、前項で示した農業用の溜池は、西日本で降水量が多い梅雨期に十分な用水を確保し、夏場の渇水に備え、できるだけ満水を保つことになっている。これは治水対策から考えると計画管理されていない状態であり、治水対策には利用不可能と判定されるであろう。

確かに常時満水位状況であれば、洪水吐調節容量はなく、流域からの流入水は洪水吐からそのまま排出されるだけと考えがちであるが、

- ① 流域面積/貯水面積が 30 以下の溜池では貯留効果により洪水流量ピーク値が流入量より幾分小さくなる。(20%以上見込める場合もある)
- ② 図-5 に示す模式図のように洪水吐を 2 段構造とし、余裕高を調整するなどして治水容量を組み込んだ改修計画とする。

この対策は、特に時間雨量の大きいいわゆるゲリラ型の豪雨(*guerrilla type heavy rain*)に対応可能である。

溜池は、一般的に貯水面積に比較し水深が浅いことから天然の池と類似している。また利水目的であるため天然の池より水は短期間で入れ代るため、富栄養化のリスク(*risk*)は小さく水質は安定している。さらに、それぞれの環境に適した動植物が生息し多様性を保っている。したがって、元来農耕地同様に日本の農村環境の一翼を担う構造物であるといえる。

溜池は、その寿命の長さの特徴をもっている。大阪府の狭山池は日本書

紀にその名を留め、香川県の日本最大の溜池といわれる満濃池は 8 世紀初頭の築造とされるが、改修を経て現在も充分使用に耐えている。このように土構造物とする限りは寿命の長さは証明済みであり、その意味では数百年を経れば天然物となんら変わらない風景と生物環境との馴染みも違和感が全くなくなることを示している。

今後の溜池整備では、洪水吐など止むを得ない場合を除いては可能な限りコンクリート (concrete) の使用を控え写真-11、12 に示すような水生植物を利用した保護対策を行えば、より環境に配慮し長寿命の土木構造物となり得ると考える。

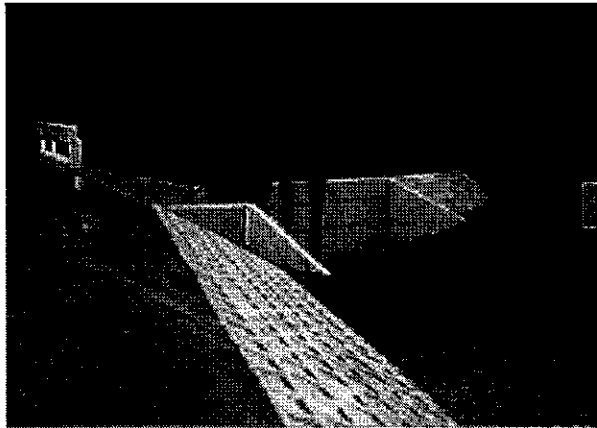


写真-11 従来型のため池上流保護



写真-12 水生植物を利用した保護工

6. まとめ

- ① 花崗岩地帯で発生した土石流は密度の小さい泥流であった。
- ② 土石流は表土が乏しく、風化層厚さ 1.0m 程度で新鮮な岩盤が浅く分布し、20° 程度の斜面で発生しているが、FEM 非定常解析結果で発生機構を解析することができた。
- ③ 溜池は土石流を防護し、下流への被害を食い止めている。この機構の解明、即ち貯水池の貯留効果を利用した治山・治水は今後の土石流対策に有効と考える。

参考文献

- 1) アメダス (山口・防府) 2009 年 7 月 21 日
- 2) 山口地学会: 新版山口県地質図、1995
- 3) 黒田佳祥ほか: 2009 年 7 月防府真尾・石原地区において発生した土石流の流出規模に関する研究、第 5 回土砂災害に関するシンポジウム論文集、2010.8
- 4) 群馬大学工学部建設工学科: 斜面@FE. Ver. 1.3
- 5) 中野政詩、宮崎毅、松本聰、小柳津広志、八木久義: 土壌圏の科学、朝倉書店、pp. 52-53、2000.
- 6) (山口県) 土石流災害検討委員会報告書、2010.1
- 7) 平成 21 年 7 月 21 日豪雨山地災害対策検討委員会報告書、2009.12
- 8) 農業土木学会: 土地改良事業設計指針「溜池整備」(2006)

室内空気質の規制と健康

深田晃二（衛生工学部門）

Abstract

Temperature, humidity, wind velocity, dust, carbon monoxide (CO) and the carbon dioxide (CO₂) have been regulated as the indoor air quality. The Sick House Syndrome patients who are poor physical health, skin hazard and dysautonomia caused by the chemicals released from plywood, glue, paint and carpet, and the MCS (Multiple Chemical Sensitivity) patients have been increased.

A legal revisions have been made aimed to improve indoor air quality. Building Standards Law was revised in 2002-2003, Maintenance of Sanitation Law in Buildings (abbreviation) was also revised in 2004, and a Volatile Organic Compound (VOC) was strictly regulated.

Was the effect to the health hazard as expected? , and what' s the future problem.

1 CO₂濃度と換気量の考え方

大気の組成は大略、窒素(N₂)78%、酸素(O₂)21%、アルゴン(Ar)1%、二酸化炭素(CO₂)0.03~0.04%のほか、水蒸気や微量のヘリウム(He)、ネオン(Ne)などを含んでいる。酸素(O₂)と二酸化炭素(CO₂)の変動は労働衛生上の管理対象となる。

表-1 呼気の組成(高木健太郎ほか, 昭43)¹⁰⁾

成分ガス	窒素(N ₂)	酸素(O ₂)	二酸化炭素(CO ₂)
[%]	79.1~80.0	14.5~18.5	3.5~5.0

人間の呼気の組成を表-1に示す。居住環境は人間の呼吸や室内排気などによりCO₂濃度は高まっていく。汚染されていく室内環境に外気を取り入れて換気を行うことにより濃度を一定の水準に管理する。

1.1 外気CO₂濃度の変化

大気中のCO₂濃度はAn Inconvenient Truth(AL GORE)やIPCC第4次評価報告などに示されるとおり世界的に上昇傾向にあり、地球温暖化との関連が強く指摘されている。平均濃度は図-1のように380ppmを越えて400ppmに迫りつつある。

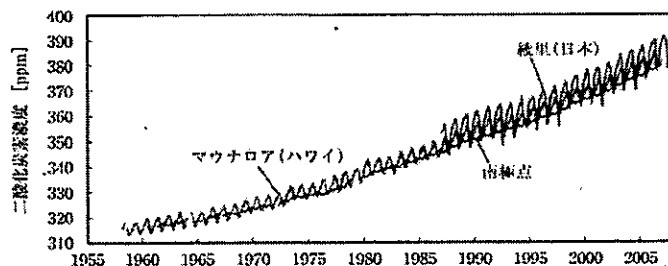


図-1. 大気中の二酸化炭素濃度の経年変化

1.2 環境基準

測定が困難な他の有毒ガス(gas)などの影響を考慮した代表的な空気汚染の程度として CO₂ 濃度を用いる事が多いが、その濃度と有害度の関係を表-2 に(0.1vol%=1,000ppm)、また各種の CO₂ 環境基準を表-3 に示す。

表-2 二酸化炭素(CO₂)の汚染の指標としての許容濃度と有害度(佐藤 鑑)¹⁶⁾

濃度 [vol%]	意義	摘要	備考
0.07	多数継続在室する場合の許容濃度 (Pettenkofer の説)	CO ₂ そのものの有害限度ではなく、空気の物理的・化学的性状が CO ₂ の増加に比例して悪化すると仮定したときの、汚染の指標としての許容濃度を意味する	建築物衛生法および建築基準法の値
0.10	一般の場合の許容濃度 (Pettenkofer の説)		
0.15	換気計算に使用される許容濃度 (Rietschel の説)		
0.2~0.5	相当不良と認められる		
0.5以上	もっとも不良と認められる		
4~5	呼吸中枢を刺激して、呼吸の深さや回数を増す。呼吸時間が長ければ危険。O ₂ の欠乏を伴えば、障害は早く生じて決定的となる		
~8~	10 分間呼吸すれば、強度の呼吸困難・顔面紅潮・頭痛を起こす。O ₂ の欠乏を伴えば、障害はなお顕著となる		
18 以上	致命的		

表 6-11 二酸化炭素の各種環境基準¹¹⁾

	法律 など	基準値 [ppm]	備考
一般環境	建築基準法, 建築物衛生法	1000	中央管理方式の空調設備
	学校環境衛生基準	1500	
	興行場条例, 公衆浴場ならびに旅館業衛生管理	1500	
	屋内プール(都条例細則)	1500	
	WHO Indoor Air Quality	920	
	ASHRAE	1000	
労働環境	事務所衛生基準規則 (労働安全衛生法)	1000	中央管理方式の空調設備 (吹出し口) 空調設備なし
	日本産業衛生学会許容濃度 (= ACGIH)	5000	

米国などで石油危機 ('70年代) 後、省 energy 化のために CO₂ 許容値を 2,500ppm に緩和して、新鮮空気導入量を減らしたためにシックビル症候群 SBS(sick building syndrome)が多発した。SBSは在室者が何らかの不快を訴える症状で原因は明確ではないが、揮発性有機化合物(VOC)や煙草の煙、塵埃、臭気などの複合汚染の結果と考えられている。日本では建築基準法や建築物衛生法の CO₂ 許容値 1,000ppm を維持したので大きな問題とならなかったといわれているが、労働安全衛生法(事務所基準、空調設備なし)と ACGIH の 5,000ppm は基準値としては高すぎる。

労働安全衛生法施行規則第 585 条には、二酸化炭素濃度が 1.5% を越える場所には関係者以外立入禁止として隔壁などの措置を講じるよう規定している。

1.3 必要換気量の算出式

室内環境基準を達成するのに必要な換気量は一般に次式で算出される。

$$Q_p = \frac{M}{C_i - C_o}$$

ここに、

室内汚染室発生量 M を表-4 とし、外気 CO₂ 濃度と環境基準の関係を

M : 室内における汚染質発生量 [m³/h]
 C_i : 室内の汚染質設計基準濃度 [m³/m³]
 C_o : 取入れ外気の汚染質濃度 [m³/m³]

表したのが図-2である。この図の例で示されているとおり、外気 CO₂ 濃度 300ppm で室内許容濃度 1,000ppm、作業強度は極軽作業で、計算上 31.5m³/h の外気を必要とする。

表-4 労働強度別二酸化炭素(CO₂)吐出し量¹⁷⁾

エネルギー代謝率 RMR	作業程度	CO ₂ 吐出し量 [m ³ /(h・人)]	計算採用 CO ₂ 吐出し量 [m ³ /(h・人)]
0	安静時	0.013 2	0.013
0~1	極軽作業	0.013 2~0.024 2	0.022
1~2	軽作業	0.024 2~0.035 2	0.030
2~4	中等作業	0.035 2~0.057 2	0.046
4~7	重作業	0.057 2~0.090 2	0.074

注 基礎代謝時の酸素消費量を 0.0122 m³/h・人、安静時の酸素消費量を基礎代謝時の 20% 増とすると、作業時の酸素消費量は

$$0.0122(RMR+1.2)$$

呼吸商を 0.95 とすると、二酸化炭素吐出し量は

$$0.011(RMR+1.2)$$

建築基準法で要求する必要換気量は

一般の居室では

$$V = 20 A_f / N \quad \dots\dots (3-17)$$

V : 有効換気量 [m³/h]

A_f : 機械換気の場合は、

居室の床面積 - 20 × 有効開口部面積 [m²]

中央管理方式の空調調和設備では、居室の床面積 [m²]

N : 1人当りの専有面積 [m²/人], N ≤ 10

特殊建築物の居室では、式(3-18)において

A_f : 居室の床面積 [m²]

N : 1人当りの専有面積 [m²/人], N ≤ 3

であり、人数は (床面積/N) 以下となり、一人当たり 20m³/h 以下の外気量となる。空調設備設計の実務では一人当たり取り入外気量を一般的に 30m³/h としているので、建築基準法上では問題はない。

図-2 の例で外気 CO₂ 濃度を現状の 400ppm とすると極軽作業 (エネルギー(energy)代謝率 0.8) で 36.7m³/h、軽作業 (同 1.5) で約 50m³/h の外気量が必要になってくる。逆に現状の外気量では室内濃度が上昇することになる。

これらは最大負荷 (設計人数在籍時) での計算であるが、今後の空調外気量の決定時には注意すべき事項である。最大負荷時に室内環境基準を達成

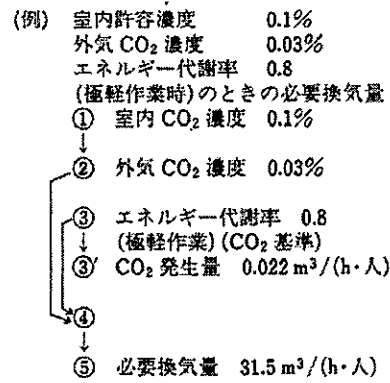
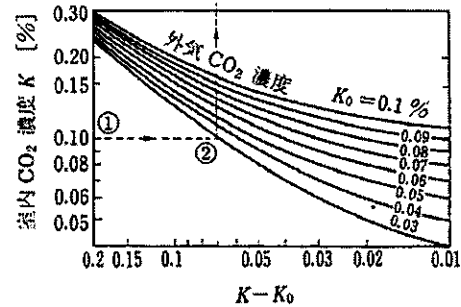
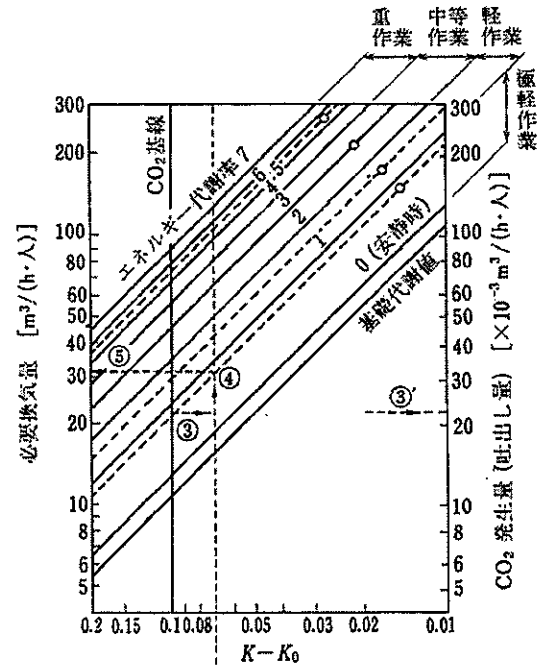


図-2 労働強度別二酸化炭素(CO₂)許容濃度と必要換気量¹⁷⁾

し、人のいない時など不要時に導入外気量を制限して省 energy を図る方策を採用する必要がある。

健康被害をもたらす CO₂ 単独濃度が 3,000ppm~3,500ppm と言われているが、冷暖房の省 energy 化と称して換気量を減らしたり、安易に許容値を大きくすることは室内環境を悪化させ危険であり行うべきでない。

2 酸素 (O₂)

O₂ の環境への影響度を図-3 に示す。法規では空気中の酸素の濃度が 18%未満の状態を酸素欠乏という。「酸素欠乏等」という場合は「硫化水素(H₂S)の濃度が 10ppm を越える状態」も含まれる。酸素量が 16%を下回ると酸素欠乏症の症状が現れ始め、10%前後では不安定な精神状態になり、8%以下になると生命が危険なる。肉体労働で energy 消費が大きくなれば酸素消費が増加するため、酸素濃度の限度を 18%未満にならないように換気する必要がある。この換気には純酸素を用いてはならないことになっている。また 18%未満の場所への立入禁止の措置をとる必要がある(労働安全衛生法施行規則 585 条)。

3 その他の室内環境基準

建築基準法、建築物衛生法に規定されるその他の環境基準を表-5 に示す。このうち一酸化炭素(CO)とホルムアルデヒド(Formaldehyde:FA:HCHO)についてみていく。

4 一酸化炭素 (CO)

一酸化炭素 (CO) は赤血球のヘモグロビン(Hemoglobin)と結合し窒息さ

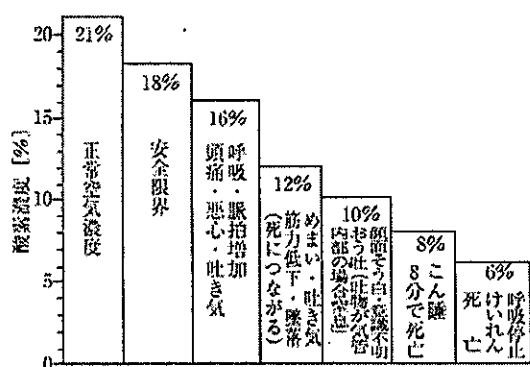


図-3 酸素濃度低下の健康影響³⁰⁾

表-5 室内環境基準

建築基準法施行令 129 条の 2 の 6-3
建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令第 2 条

浮遊粉塵の量	空気 1 m ³ につき 0.15 mg 以下
一酸化炭素の含有率	10/1 000 000 以下
二酸化炭素の含有率	1000/1 000 000 以下
温度	1) 17°C 以上 28°C 以下 2) 居室における温度を外気温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと
相対湿度	40% 以上 70% 以下
気流	0.5 m/s 以下
ホルムアルデヒドの量	空気 1 m ³ につき 0.1 mg 以下

注 1) 建築基準法では中央管理方式の空気調和設備が対象であるが、建築物衛生法では中央管理方式以外の空気調和設備および機械換気設備にも適用される。
2) 学校においては学校環境衛生の基準に同様の規定があるが、通常、建築基準法・建築物衛生法に準じて設計されている。

表-6 一酸化炭素の健康影響¹⁷⁾

濃度 [ppm]	ばく露時間	影 響
5	20 min	高次神経系の反射作用の変化
30	1 h 以上	視覚・精神機能障害
200	2~4 h	前頭部頭重、強度の頭痛
500	2~4 h	激しい頭痛、恐心・脱力感・視力障害・虚脱感
1000	2~3 h	脈拍こう進、けいれんを伴う失神
2000	1~2 h	死亡

注 一酸化炭素中毒に関する許容値は、濃度・ばく露時間・作業強度・呼吸強度・個人の体質の差などで、それを設定することは難しいが、ヘンダーソンによれば、濃度 [ppm] × 時間 [h] < 600 であるといわれる。

せる。CO の環境への影響度を表-6 に示す。労働安全衛生法における地下駐車場排出ガス(gas)障害予防対策要綱や前述の ACGIH では 50ppm の基準値を採用しているが、人が常駐する事務所等への排気漏洩を避け、基準値 10ppm を守るようにする。

5 ホルムアルデヒド(Formaldehyde:FA)

2003 年 7 月 1 日施行された建築基準法改正でシックハウス(Sick House:和製英語)症候群対策として揮発性有機化合物(VOC)の規制が行われた。全ての建築物の居室が対象である。

(1) 規制対象となる化学物質

クロルピリホス(Chlorpyrifos)及びホルムアルデヒド(Formaldehyde:FA)

(2) クロルピリホス(Chlorpyrifos)の使用禁止

居室を有る建築物にクロルピリホス(Chlorpyrifos)を添加した建材の使用禁止。

(3) 内装仕上げの制限 (ホルムアルデヒド(FA)の使用面積制限)

建築建材は FA の発散量によって第 1 種 (使用禁止)、第 2 種 (F☆☆)、第 3 種 (F☆☆☆)、規制対象外 (F☆☆☆☆) に区分される。換気設備による換気回数が「0.5 回/h 以上 0.7 回/h 未満」と「0.7 回/h 以上」のどちらに該当するかによって使用できる「FA 発散建築材料」の等級ごとの使用できる建材面積が変わってくる。

(表-7) 内装仕上げに使用するホルムアルデヒドを発散する建材の制限

建築材料の区分	ホルムアルデヒド (FA) の発散	JIS, JASなどの表示記号	内装仕上げの制限
建築基準法の規制対象外	少ない	F☆☆☆☆	制限なしに使える
第3種ホルムアルデヒド (FA) 発散建築材料	↑ (0.02-0.005mg/m ² h)	F☆☆☆	24時間換気の換気回数により建材使用面積が制限される
第2種ホルムアルデヒド (FA) 発散建築材料	(0.12-0.02mg/m ² h)	F☆☆	
第1種ホルムアルデヒド (FA) 発散建築材料	↓ 多い(0.12mg/m ² h越)	IEE2, FC2 又は表示なし	使用禁止

(注)規制対象となる建材は次の通りで、これらには、原則としてJIS, JAS又は国土交通大臣認定による等級付けが必要である。

木質建材(合板、木質フローリング、パーティクルボード、MDFなど)、壁紙、ホルムアルデヒドを含む断熱材、接着剤、塗料、仕上げ塗材など

(4) 天井裏等の制限

天井裏等は、下地材をホルムアルデヒド(FA)の発散の少ない建材とするか、機械換気設備で天井裏等も換気できる構造とする。

(5) 換気設備の義務づけ

ホルムアルデヒド(FA)を発生する建材を使用しない場合でも、家具からの発生があるため原則として全ての建築物に機械換気設備の設置を義務づける。(24時間換気)

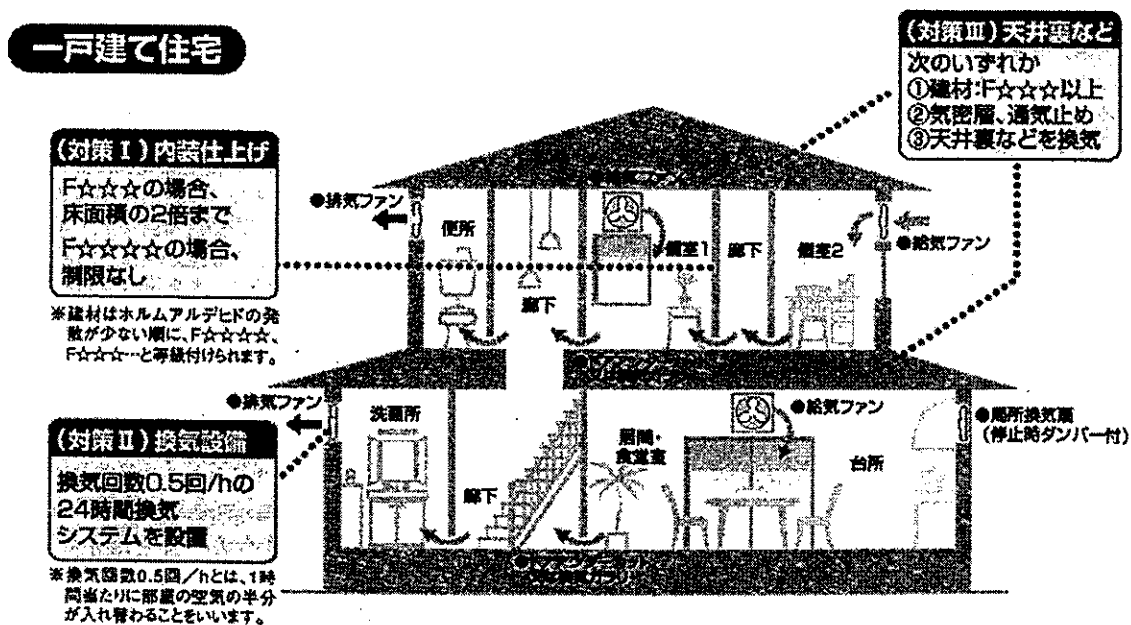


図-4 ホルムアルデヒド対策

5.1 揮発性有機化合物 Volatile Organic Compounds (VOC)

ホルムアルデヒド(FA)、トルエン(toluene: C₆H₅CH₃)、キシレン(C₆H₄(CH₃)₂)などの化合物はシックハウス(sick house syndrome)の原因物質として指定されている。これらの室内濃度指針値又は目標値を表-9に示す。また各種VOCの総体としてのTVOC(Total VOC)の人体に対する影響を表-8に示す。

表-8 TVOCの影響⁶⁰⁾

TVOC濃度[mg/m ³]	反応	ばく露範囲
<0.20	無影響	快適範囲
0.20~3.0	刺激/不快感がありうる	多要因ばく露範囲
3.0~25.0	刺激/不快感 頭痛がありうる	不快感範囲
>25.0	頭痛に加えて神経毒性	毒性範囲

5.2 ホルムアルデヒド(FA)規制強化

住宅におけるFA使用建材の規制により集合住宅などの機密性の高い居室でのVOC問題の発生は聞かれなくなった。

2006年にFAを使用する職種の労働環境調査が行われた結果、政省令が改正されFAが特定化学物質の第3種から第2種に変更され取るべき措置が厳しくなった。同年5月からはFAに関する装置の設置・移転/変更計画を30日前までに労働基準監督署へ届出する事が必要になった。

2009年3月より適用されたFAの管理濃度は0.1ppmであり、半年に

一度、作業環境測定士による測定が義務付けられた。

FA等を扱う屋内作業場については、密閉式設備、局所排気装置又はpush-pull型換気装置を設置することやそれらの性能要件も定められた。

局所排気では発散源に近い所に吸入口を設ける事、FAは空気よりやや重たいために上方よりも下方又は側方吸引排気が有効であること等が注意事項としてあげられる。

5.3 規制強化の影響

ホルムアルデヒド(FA)の40%水溶液はホルマリン(Formalin)といわれ、大学・病院等で解剖、病理検査、標本作製等で広く用いられているが、現状設備では管理濃度基準をみたすことができず労働安全衛生法違反となる。吸排気装置の設置が急務であるが、多額の出費を伴うため予算措置が早急に必要である。

他の産業分野においてもプラスチック(Plastics)原材料・防腐剤・防しわ剤・湿潤架橋剤・接着剤などで多様に使われており、同様の吸排気設備の見直しが迫られている。

6 おわりに

住宅では、かび(mold)、ダニ(tick)、化学物質などでアレルギー(allergy)を引き起こすものがある。VOC、殺虫剤、可塑剤などによって化学物質過敏症が起きたりする。原因は究明されつくされていないが、アトピー性(atopic)皮膚炎(dermatitis)等が増えている中、建築設備的に対応できるものは今後とも積極的に対応していきたい。

表-9 各種VOCの室内濃度に関する指針値または暫定目標値

揮発性有機化合物	毒性指標	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド FA(HCHO)	ヒト吸入暴露における鼻咽頭粘膜への刺激	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)
トルエン toluene	ヒト吸入暴露における神経行動機能及び生殖発生への影響	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm)
キシレン $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	妊娠ラット吸入暴露における出生児の中樞神経系発達への影響	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20 ppm)
パラジクロロベンゼン P-dichlorobenzene	ビーグル犬経口暴露における肝臓及び腎臓等への影響	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)
エチルベンゼン Ethylbenzene	マウス及びラット吸入暴露における肝臓及び腎臓への影響	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)
スチレン Styrene	ラット吸入暴露における脳や肝臓への影響	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)
クロルピリホス Chlorpyrifos	母ラット経口暴露における新生児の神経発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppb) ただし小児の場合は、0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007 ppb)
フタル酸ジ-n-ブチル Phthalic acid	母ラット経口暴露における新生児の生殖器の構造異常等への影響	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppm)
テトラデカン tetradecane	$\text{C}_5\text{-C}_{16}$ 混合物のラット経口暴露における肝臓への影響	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル Phthalic acid	ラット経口暴露における精巣への病理組織学的影響	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6 ppb)
ダイアジノン Diazinon	ラット吸入暴露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppb)
TVOC	国内の室内VOC実態調査の結果から合理的に達成可能な限り低い範囲で決定	暫定目標値 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

科学技術の光と影

— 技術者倫理 —

Light and shadow of the technology
— Engineering Ethics —

氷上克一（上下水道）

HIKAMI, Katsuichi (Water Supply & Sewerage)

Abstract

Since the Industrial Revolution, the technology made a remarkable progress. But on the other hand, the technology drew various environmental troubles. Today, I will discuss about "Light and shadow of the technology" mainly "water".

Industry uses a large quantity of water. And used water will be discharged to a river or an ocean. The wastewater must be purified before discharge. It is an important thing to manage the wastewater from industrial processes as well as to manage the productivity of products.

The one of engineer's duties is a management for the environment with the global norms.

1 緒言

一般に、多くの場合「科学」と「技術」は「科学技術」とつなげて用いられる。技術という用語はもともと「わざ」という意味合いが強い。しかし、「科学技術」とつなげて用いた場合は単なる「わざ」ではなく「近代技術」のようなある程度体系づけられたもので、「科学」と「技術」をはっきりと区別することが難しいものになる。「科学」は人文科学、社会科学、自然科学の総称であったが、19世紀後半以降は自然科学を意味することが多くなった。「科学技術」を和英辞典で引くと、“scientific technique” や “technology” と出てくる。そこで本論では「科学技術」は「技術」と同じこととして論じることにする。

産業革命以来、科学技術の進歩は目覚ましいものであった。工業機械や鉄道のために鉄の需要が増し、盛んに製鉄が行われた。はじめは木炭によって製鉄を行っていたが、木材が不足してきたために石炭を使うようになった。生産性を上げるために機械を開発し生産効率が上がったが、山は木を切られて丸はだかになり、空気は石炭により汚れ、大気汚染も激しくなった。交通手段も従来馬車や船舶であったものが、石炭を用いた蒸気機関が主流になり一層大気汚染が激しくなった。生産性が上がり、日常生活も便利になった反面、森林が減少し山の保水力が低下し、その上、大気汚染

も進行するという状況になった。ここに科学技術がもたらした光と影を見る。このように、生活の利便性のために周囲の環境破壊が起こることに対して、当時の科学技術者はどう考えていたのだろうか。今回は、科学技術の光と影を「水」を中心に考える。

2 水問題の光と影

2.1 人間と水の係わり

生命体は簡単な構造の有機化学物質が化学反応を繰り返して原始生命体になったと考えられている。繰り返し化学反応を行う際に太陽からの強力な紫外線と共に水が関与した。化学反応は気体や液体の流動媒体の中で行われる。生命体に至る有機物の化学反応は海水の中で行われたと考えられる。生命体には多くの水が含まれていることや、生命体に含まれる無機塩類は海水のそれと似ているからである。人間は原始生命体の変化を繰り返した結果の産物である。

人間の成人の体は 60% が水である。また、人は 1 日に大・小便や皮膚からの蒸発、呼気などで 2.5 liter の水を体外に排出している。その分の水を体内に供給する必要がある。体内の水が不足すると体内の無機塩類濃度が上がりすぎて細胞内の化学反応が正常に行われなくなる。これが脱水症状である。cholera のような病原菌によって下痢が続くと体内の水分がどんどん体外に出て体はしぼんでいってついに死んでしまう。このような脱水症状になったら sports drink のような電解質を含む水を飲ませて体外にでた水分を補給しなければならない。生命体である人間は水なしでは生きられない。人類は昔から水辺に拠点を設けて生活してきた。現在砂漠になっている地域でもかつては川が流れ人々が生活していたところがある。

水が汚れを洗い流し、生物の命の源となっていることから、水は清いものとして信仰の道具として使うようになった。世界のさまざまな地域で行われている儀式には水が使われている。川に入って沐浴して身を清めたり来世を祈ったり、滝に打たれて精神統一を図ることもある。

その他輸送手段や物の運搬にも使われ、水は飲用以外でも人類の生活上欠くことのできないものである。国際河川を持つ国同士では上流と下流との水争いがしばしばある。また井戸からの水汲みでも時として嫌がらせをしたりすることがある。特に近年のように水不足が続いている地域ではその可能性が強い。

2.2 産業の発展と水環境

わが国の水利用は、農業用水、生活用水、工業用水に大別され、その割合はそれぞれ 66%、19%、15% となっている。これは新しく河川や地下水から補給する水の割合で工業用水は新しい補給水の約 3.7 倍の水を回収して使っている。この回収水を加えると工業用水使用量は農業用水とほぼ同じ程度になる。産業で利用される水は淡水と海水があり冷却水など多量に

利用する水は海水を用いる場合が多い。ここでは淡水の使用量についてだけ論じることにする。

産業の中で水を多く使う業種は化学工業、鉄鋼業、pulp・紙・紙加工品製造業の3業種で、用水多使用3業種といわれていて、工業用水使用量全体の約71%を占めている。この3業種のうちpulp・紙・紙加工品製造業の水回収率は45%程度であるが化学工業と鉄鋼業では80~90%で工業用水回収率の平均値の78%を上回っている。水回収率の増加は水使用量が増加した頃より顕著になっている。このことは排水規制が厳しくなり水の価格が高くなった時期と符合する。

水の使用形態の区分を図2に示す。生活用水は飲料水、調理用水、洗濯用水、風呂水、掃除用水、水洗便所用水、散水等に使われる。

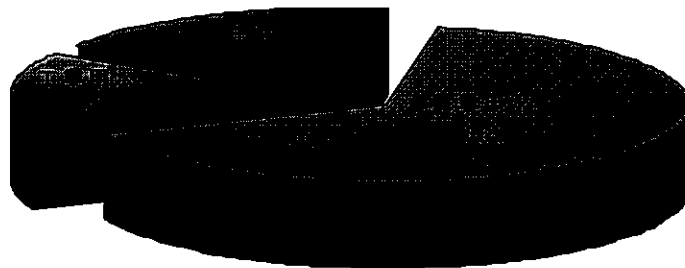


図1 水使用形態(「日本の水資源」参照)

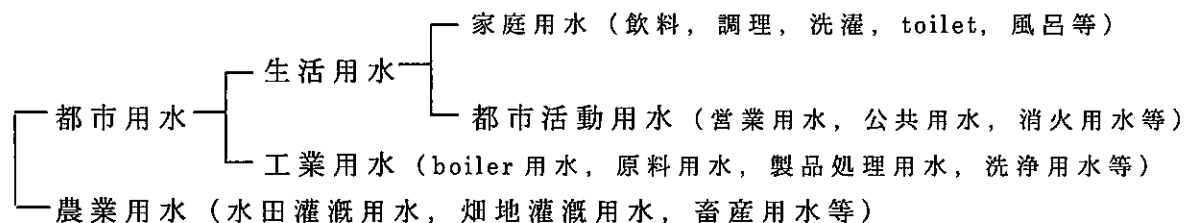


図2 水使用形態の区分(「日本の水資源」参照)

日本は1955年に経済成長時代に入り、公共投資、民間設備投資や輸出が拡大された。この経済成長によって産業は急速に発展したが、一方では公共用水域の水質汚濁が急速に進んだ。水俣病(Minamata Disease: Caused by Mercury Poisoning)やItai-itai病(Itai-itai Disease: Caused by Cadmium)の発生が顕在化したのもこのころからであった。廃水を流す方も放流先の水を使う周辺住民も廃水に対する認識がほとんどなかった。産業が盛んになり製品は売れ給料もどんどん上がり景気が良くなったが、そこにはとんだ落とし穴が待っていた。工場からは汚染された水が川に流れ、その水を飲んだ人は病気になり一生苦しむことになる。産業の発展がもたらした水環境の表と裏である。

2.3 使う水と捨てる水

日本では古くから「川の水は三尺流れればきれいになる。」と言われて来た。これは川が汚れた水をきれいな水に戻そうとする自浄作用のことで、

川底の石が汚れを捕まえて石の周りにはいる微生物などの働きできれいにすることを表している。また、流れの速いところでは水中に空気を巻き込み微生物などの働きに必要な酸素を取り込み、流れの遅いところでは汚れを沈殿させる作用もある。

わが国の水利用の水源は 87% が河川水で、使った水を再び川へ戻す case が多い。使う水の水質はそれぞれ基準がある。最も淡水使用量の多い農業用水は水中に含まれる物質が、作物に取り込まれるため十分吟味する必要がある。法的拘束力はないが農業用水水質基準が 1970 年に作成された。農業には大量な水が使われるため、水道水や工業用水のように使うところで処理することはできない。したがって生活排水や工場排水を水域に放流する際に処理してきれいな水にする必要がある。農業の場合、農場からの排水は農業用水として利用された水だけでなく雨水も一緒に排出される。農場での水の挙動は複雑で、地下に浸透するもの、作物に取り込まれるもの蒸発するものがあり水の balance を取ることは難しい。

水利用を農業用水、生活用水、工業用水と大別したが、それぞれからの排水も含めて関係を図示すると図 3 のようになる。

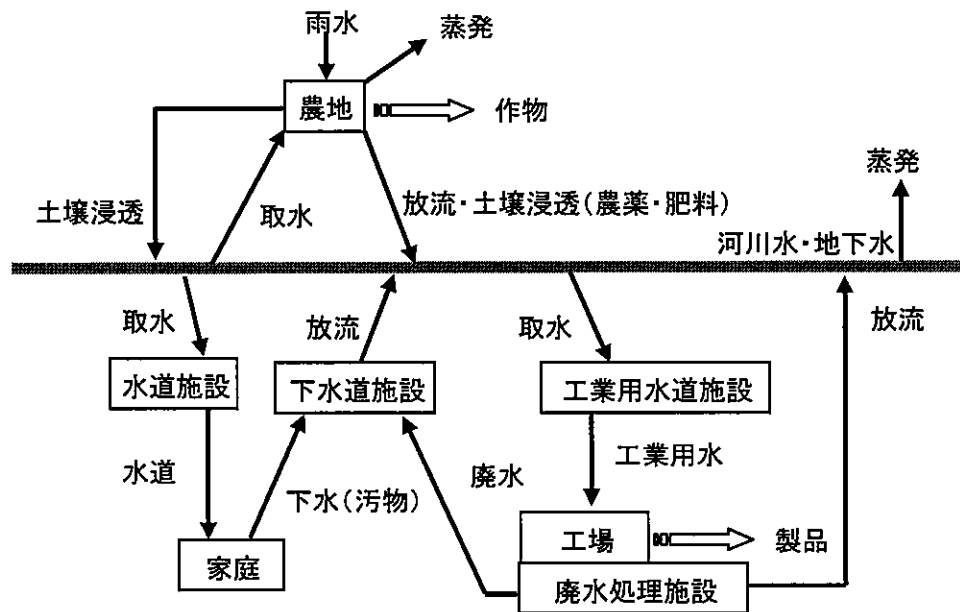


図 3 用水と廃水の関係図(原図：氷上)

農業で使用された肥料や農薬は土壤に浸透され地下水に入ったり、そのまま水域に排出される。そこで分解されるものや分解されずに残留するものがある。農地から流出して生活用水や工業用水の水源に入った農薬や肥料は水道施設や工業用水道施設で処理される。生産を重視して効率のよい肥料や農薬を化学系のものに頼ってきた反面その残留したものが生活用水や工業用水の水源に入りそれぞれ使う前に処理しなければならないことになった。農業における水利用の光と影である。最近では化学系肥料や農薬

代えて、環境に配慮して生物系の肥料や農薬を用いる有機農業が増えている。

生活用水として使う場合、水源の水質が清澄であれば浮遊物質を取り除くろ過工程程度の処理で良いが、水源の汚濁がひどいとさまざまな処理を行わないと水道水として供給できる状態にならない。

一方、生活で使った排水は下水に流され下水処理場や浄化槽で処理されて公共用水域に放流される。

工場で使われる産業用水は、工業用水道や直接地下水をくみ上げて使用する場合がありますが優良な製品を作るためにさらに水処理を行って清澄な水にして使う。特に半導体工場で使う水はこれ以上きれいにならないというくらいの超純水を使用する。食品工場でも使用する水に対して病原菌はもちろん有害物資が絶対に混入しないように注意を払っている。

工場で使った水は排水として工場の外へ排出されるが、その前に排出先の公共用水域の基準に従う必要がある。特に水質については周辺環境保全のためにも注意を払う必要がある。1960年代から70年代にかけてのわが国の高度経済成長期には生産の効率やcost削減に気を取られ、排水について配慮されなかった結果、Itai-itai病や水俣病の公害病が発生し大きな社会問題となった。環境に配慮すると経費がかかるということで積極的に取り組む企業は少なかった。しかし工場排水による健康被害や漁業被害は頻発し企業と周辺住民との紛争が激化し廃水処理に対して企業も取り組まざるを得ない状況になってきた。行政も1970年末の第64回臨時国会（公害国会）で「各省庁ばらばらな公害行政の一体化を図るべき」という議論を受けて1971年7月に環境庁が設立された。公害裁判では被害者に有利な判決が次々に出、公共用水域の規制も基準が整備されるなど企業を取り巻く情勢は従来のような工場からの排水を垂れ流すことが許されなくなってきた。きちんと廃水処理をして公共用水域に流さないで工場の操業停止などの厳しい指導・命令が下るようになった。そのため公害対策は金がかかるからと放置することはできない状況になってきた。企業もただ単に排水を処理して基準に合った水質をするだけではなく廃水処理による有価物の回収やenergy回収・有効利用に目を向けるようになってきた。その結果、工場で使用する淡水使用量の回収率は78.7%にもなっている。中でも冷却水などは最も高い回収率である。

3 科学技術者の役割

経験や勘に頼ってものを作っていた時代は別として、生産には科学技術が関与し、重要な役割を担っている。特に、水はその性質においてものをよく溶かすため製造の際の洗浄や混合や反応に多く用いられる。生産量が少ない時代には使用した水をそのまま川や湖や海に流しても周辺環境の持つ自浄作用で周辺環境へ影響を及ぼすことは少なかったが、多量生産をするようになると使用済みの汚れた水は周辺環境へ影響を及ぼす。

水問題は世界的な課題でもある。19世紀の開国以来、西欧の技術を吸収

し学んできた。その中からわが国独自の技術も生まれ、世界に誇れるものもたくさんできた。21世紀を迎えた現在、人工衛星を利用して世界のさまざまな国と交信もでき様子も分かるようになってきた。地球全体をひとくくりに考えてもよい時代となってきた。これからの科学技術者は、今までのように自国の倫理感で物事を判断することなく、地球という星の一住人という観点から科学技術を発展させ、人類の未来を明るくものにすることがある。地球温暖化問題で温室効果 gas(GHG)のひとつであるCO₂をどれだけ削減するかで議論している。各国は必ずしも同じ方向を向いて議論しているとは思えない。いまこそ世界の科学技術者が我々人間がこの地球上で快適に過ごす道筋を示す時と考える。

我々科学技術者が水を取り扱う時に留意しなければならない事項を列記すると、以下のようなになる。

- ①水を利用する際に、河川の維持水量の確保や地下水の過剰汲み上げによる地盤沈下が起こらないにする。
- ②水の回収利用を検討する。下水の再生利用を検討する。
- ③工場からの廃水は、生産効率の向上と製品コスト低減も考慮して、廃水からの有価物の回収を積極的に行う。
- ④工場で生産に使う水を処理するために、薬品の使用を極力避け、使用する場合はできるだけ自然由来のものを使用する。
- ⑤常に廃水処理技術の前進をはかり、周辺環境保全に努める。
- ⑥世界の水問題に積極的に係わる。

4 結語

日本の技術者も世界で通用する技術者が多くなりつつある。技術開発も世界規模になり、自分の持っている科学技術の能力を他国で発揮するようになると、世界で通用する規範が求められる。今回、水問題を取り上げてわれわれが対応しなければならない規範、すなわち技術者倫理について考えてきた。専門技術者は、ともすれば狭い視野でものを見たり、自分の経験した、あるいは学んだ知識が最良であると錯覚しがちである。

しかし、世界は広くほかの見方をする人もいる。そこで必要になるのが技術者の倫理である。倫理についてひとりで考えていると独善になってしまうので、機会あるごとに brush-up が必要である。いま、世界で通用する技術者に必要なことは、自己研鑽をしながらよりどころとなる規範である技術者倫理を整理し修正していくことである。日本の技術者が世界の技術者になるためにも、技術者倫理を正しく理解する必要がある。

技術士による omnibus 形式の技術者倫理教育の実践

目山 直樹 (建設)

田村 隆弘 (建設)

原 隆 (建設)

Abstract

This paper reports on the results of omnibus style classes in 'ethics for engineers,' conducted by 5 professional engineers actively engaged as technical personnel.

The effects of these classes were tested in a mock preliminary engineer examination. The exam results indicate that students' capacity to comprehend and analyze ethical issues for technicians had improved relative to their level before attending the lectures.

1 はじめに

1.1 日本の技術者教育における技術者倫理の位置づけ

日本の技術者教育では、1999年11月に設立された日本技術者認定機構(以下、JABEEと呼ぶ)による大学教育 program の認定が制度化されたことに呼応するかたちで、「技術者倫理」が技術者教育 program に位置づけられるようになった。

ちなみに、2001年に3大学で教育 program が認定されたのをはじめ、2008年度までの8年間に、158教育機関の409programsがJABEE認定を受けている。¹⁾

1.2 高等専門学校における技術者倫理教育

高等専門学校(修業年限5年。高等学校3カ年+大学学部前期2カ年に対応。以下、高専と呼ぶ。図-1参照)では、専攻科(大学学部後期2カ年に相当)でJABEE認定と技術者倫理教育をほぼ同時期に取り組んできた。

本稿では、山口県周南市にある徳山工業高等専門学校(以下、徳山高専と呼ぶ)土木建築工学科における「技術士による omnibus 形式の技術者倫理教育」の取り組み事例について報告する。

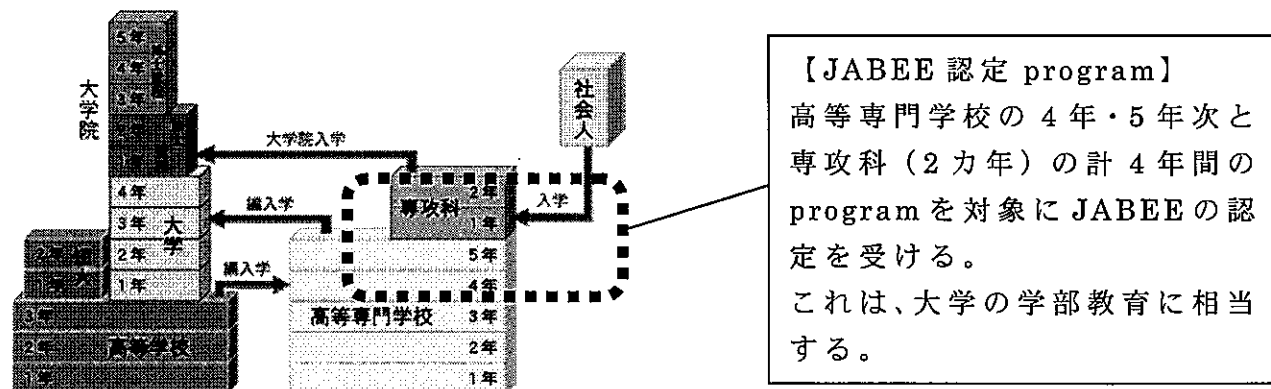


図-1 高専の教育体系²⁾とJABEE認定programの対象

2 徳山高専の技術者倫理教育

徳山高専専攻科（3専攻）では、2001年より技術者倫理を授業科目として導入し、2004年にJABEEによる教育 program の認定を受けた。専攻科の技術者倫理は、技術者倫理の分野を研究している専門家を非常勤講師として招聘し実施している。

一方、本科土木建築工学科では、5年生を対象に技術者倫理教育を行っており、実際に consulting 企業で活躍している実務家が、omnibus で講義を行う形式をとっている。以下では、この omnibus 形式の技術者倫理教育とその実践と成果について報告する。³⁾

3 omnibus 形式による技術者倫理の講義

3.1 講義体制の概要

土木建築工学科では、高専専任教員（技術士）と実際に consulting 企業等に勤務する 5名の技術士（非常勤講師）が共同で講義を進める方法をとっている。役割分担として、非常勤講師は、それぞれの経験に基づく講義を行い、高専専任教員は講義全体を統括・運営している。

講師は、表-2に見られるように建設部門、上下水道部門の多様な分野・科目の技術士からなる。開始当初は機械部門、金属部門の技術士も参加していたが、7年間で入れ替わりがあり、現在の形に落ち着いている。

3.2 講義内容

(1) 講義の進め方

講義は本科5年生後期の1単位で、2時限（90分）を計15回実施する。第1回は「導入部」として技術者倫理が必要とされる背景について学ぶ。

第2回以降は omnibus 形式の「theme別講義」とし、1 theme を2回の講義で、計6例の theme を扱う。「総括」として第14回に技術者倫理に関する技術士第一次試験の模擬試験を行った後、第15回でまとめを行う。

表-2 講師の属性とそれぞれの役割分担・講義 theme

講師	所属	氏名	技術士部門	役割分担・講義 theme
非常勤	Consultant	河村志朗 KAWAMURA Shiro	建設・総合技術監理 (土質及び基礎)	建設と環境保全に関する事例 建設と品質管理に関する事例
非常勤	Consultant	山本美子 YAMAMOTO Yoshiko	上下水道・総合技術監理 (下水道)	下水処理場建設に関する事例
非常勤	Consultant	貞升孝昭 SADAMASU Takaaki	建設・総合技術監理 (鋼構造及び concrete 構造)	設計と品質管理に関する事例
非常勤	公務員・水道局	福富弘幸 FUKUTOMI Hiroyuki	上下水道(水道)	上水道事業と公務員の立場に関する事例
非常勤	Consultant	目山直樹 ⁴⁾ MEYAMA Naoki	建設(都市や地方計画、道路)	建築・都市における事例
教授	徳山高専	原 隆 HARA Takashi	建設(鋼構造及び concrete 構造)	総括
教授	徳山高専	田村隆弘 TAMURA Takahiro	建設(鋼構造及び concrete 構造)	総括

(2) theme別講義 (omnibus形式) の組立て

theme別講義では、学生40名が、各々6名程度のgroup(班)に分かれ、初回は講師の説明の後、group討議を行う。

班員は交代で座長を努め討議を進める。

班員は各自の意見をまとめ、個人report

(A4で1枚)を作成する。座長は班で討議した結果をとりまとめ、班ごとの報告書(PowerPointで3-5枚)を作成する。

2回目は各班の報告書を座長が発表し、class全体で討議を行う。この際、講師が全体のcoordinationを行うとともに、発表に対し解説する。

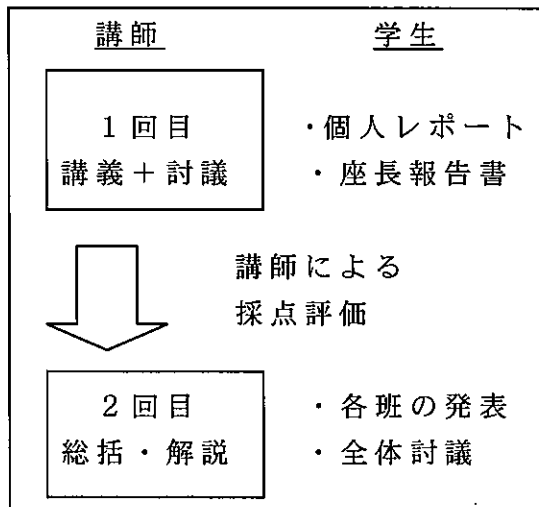


図-2 theme別講義の組立て

(3) theme別講義の例：下水処理現場建設に関する事例

担当講師： 技術士（上下水道部門・総合技術監理部門（下水道））

講義の概要：講義の冒頭では、「技術者とは、倫理とは」、「技術者の心構え」について解説する。その後、themeとした下水処理場建設に係わる問題について説明し、以下の3つの課題を与える。

課題1：地元住民の不安、要望への対策

課題2：守秘義務の遵守と過大設計の回避

課題3：予測値の信頼範囲とその説明責任

学生は、各班単位で1つ以上の課題を選択して、まず個人で解答を作成する。2回目では、先に述べたように各班の座長が班員の意見をまとめて発表し、class全体で討議する。全ての発表を終えたところで「今回の課題は、公衆優先、信頼関係、真実性原則などを考えるものであった。・・・重大な結果をもたらす危険性のあるものごとを掴むこと、見逃さないこと」など、再度この問題の要点を解説し、theme全体を振り返る。

3.3 評価方法

omnibus形式での講義を進めるにあたり、学生の成績評価における教員の評価基準の整合性と作業性の観点から、右のような統一した評価項目を設け、各講師が採点評価した。

最終的な成績評価は、6回の個人reportと、座長としての評価、そして、試験成績を総合して評価する。

4 講義成果

4.1 学生の成績

図-2は、導入期(第1回)と最終回(第15回)に実施した技術士一次試験模擬問題の結果である。第一次試験では正答数15問中8問以上(5割以上)が合格とされている。今回の結果では、導入期 examinationで50.0%が

○個人reportの評価視点

- 1) 問題を的確に捉えている
- 2) 文章作成能力がある
- 3) 意見の主張ができる

○座長報告書の評価視点

- 1) groupをまとめる能力がある
- 2) 要点を的確に捉えてまとめている
- 3) 発表能力がある
- 4) 文章作成能力がある

class の平均合格率であったのに対し、最終回の examination では 87.5% となり、受講後は明らかに成績が向上したといえる。

2 回の examination に共通して出題した問題について、正答率の変化をみると、公益通報者保護法に関する問題 (内部告発) で 23% から 50% に飛躍的に向上した。これは、受講者が倫理に関する専門用語等の知識が豊富になったと同時に、倫理問題に対峙したときの分析手順や判断能力が向上した成果と言える。

また、回を追うごとに、学生の report の内容が充実する傾向があり、様々な問題に向き合い、問題を見る視点やその分析手法を理解出来たことの成果と考えている。

4.2 学生の授業評価

学生による授業評価の結果 (最高4点) では、syllabus通りの授業が行われていること (3.14) や、講師の意欲 (3.03) は、学生にも高く評価されているが、「先生の説明は理解しやすい」の評価が 2.80 とやや低い。講義に出てくる専門用語が理解を難しくさせているものと思われるが、講師の側に講義の工夫が期待されていると考える。

5 あとがき

日本では、近年の 10 年で技術士制度の見直しや JABEE への対応などに伴い、高等教育機関において技術者倫理教育が本格的に取り組みられるようになった。そのため、多くの教育機関が、どのような手段で技術者倫理を理解させるか試行してきた。

本稿の「omnibus 形式による技術者倫理教育」も、そのような試みの一つであり、7 年を経て、手法が定着しつつある。ただし、本稿の事例は、社会で活躍されている技術士の方々の協力を前提とし入るため、所属企業・機関の理解や支援を抜きに成り立ちえない。

一方、日々実務に携わる技術士による講義は reality に富んでおり、教科書によって受ける講義とはひと味違ったものとして、学生には新鮮に受け入れられてきた。

今後の課題として本講義の水平展開、すなわち技術士による omnibus 形式の技術者倫理教育の手法・成果を公表し、多くの教育機関で活用されるよう、展開できる受け皿や仕組みを提供していく必要を認識している。今後も関係者一同で様々な観点から議論を重ね、技術士会とも協力しながら本講義をますます充実したものに発展させて行きたい。

末尾ながら、本講義に会員技術士を派遣いただいた山口県技術士会並びに講師の所属機関各位に深甚なる謝意を表し、結びとしたい。

【注記】 1) 日本技術者認定機構ホームページ等の公表資料による

2) 徳山高専の home-page より (<http://www.tokuyama.ac.jp>)

3) 田村隆弘・原隆：技術士による omnibus 形式の技術者倫理教育、工学教育 Vol. 54 (2006)、No. 1 pp.1_142-1_148 で既報の内容を含む。

4) 目山は 2004-2009 年度の間、非常勤講師として徳山高専の技術者倫理を担当し、2010 年度からは専任教員として講義に参画している。

電気自動車時代の道路交通とスマートグリッド

岡村 幸壽（電気電子／総合技術監理）

Abstract

A great deal of introduction of the electric car(EV) has a big impact upon the road traffic and the electric power system. This paper describes the possibility of the cooperation to the road traffic and the smart grid.

A CO2 emission is little and a fuel cost is low in the EV. In the road traffic field, innovating on the environment, the safety and the road structure is expected by the non-contact electricity supply and the development of the automatic operation technology. In the electric power system, it connects with the smart grid technology and the utilization of the load leveling and the natural energy, the realization of the system stabilization are expected.

1 まえがき

自動車は大きな技術革新の時を迎えており、その本命は電気自動車と予想される。これまでの道路交通はガソリン(Gasoline)自動車を代表とする化石燃料型の自動車を前提として考えられてきたことから、電気自動車時代を想定した道路交通計画の検討が今後求められる。一方、道路と同様に巨大なインフラ(Infrastructure)である電力システム(system)においても、電気自動車は新たな電力需要機器であると同時に、分散設置型の蓄電装置として大きな期待が寄せられている。電力システムにおいては、自然エネルギー(Energy)の有効利用等に資するマイクログリッド(Micro grid)が研究されてきており、昨今ではスマートグリッド(Smart grid)に注目が集まっている。本論文は、これらの技術動向を利用者視点で整理するとともに、電気自動車を介在とする道路交通とスマートグリッドの協調・連携の可能性について述べる。

2 電気自動車の開発動向

2.1 電気自動車の性能

電気自動車は、表1に示すようにCO2排出が少ない低炭素型車両であり、燃料コスト(Cost)の面でも有利である。車両価格が低下し、航続距離や充電ステーション(Station)の整備等の課題が解決されれば、普及が加速されると予想される。

2.2 電気自動車用バッテリー

現在、我が国で商品化されている電気自動車は三菱自動車工業のi-MiEV(軽自動車)である。i-MiEVのバッテリー(Battery)はリチウムイオン(Lithium-ion)電池を用いており、総電力量は16kWh、10・15モード(Mode)

交流電力量消費率は 125Wh/km、電動機の出力は 25kW である。2010 年 12 月発売予定の日産リーフ（普通自動車）はバッテリー 24kWh、電動機出力 90kW である。

表 1 電気自動車とプラグインハイブリッド車の性能比較

	ガソリン自動車	ハイブリッド自動車(HV)	プラグインハイブリッド車(pHV)	電気自動車(EV)
CO2 排出	1	1/2 程度	1/2~1/3 程度	1/4 程度
燃料コスト	約 8.2 円/km	約 4.2 円/km	3.8~2.5 円/km	2.2~0.7 円/km
航続距離	900km 程度	1600km 程度	1600km 程度	160km 程度
供給エネルギー	ガソリン	ガソリン	ガソリン+電気	電気
車両価格	150 万円程度	230 万円程度	未定	400 万円程度

2.3 給電

家庭での 200V 給電では 8 時間程度、急速給電ステーションでは 30 分程度の給電と言われており、従来のガソリン車のように 10 分程度の給油に比べて時間がかかる。バッテリー交換ステーションも検討されており、タクシー (Taxi) 等の業務用では普及すると見られている。

最近、非接触給電方式の研究が進められており、給電のバリエーション (Variation) を増やすものとして期待されている。例えば、路面下の給電コイル (Coil) や架線から常時給電を受けながら走行することも考えられる。

2.4 V2G

乗用車が全て電気自動車等 (EV 及び pHV) に切り替わったとしたときの、電気自動車等と電力系統との充放電可能量の想定量 V2G (Vehicle to Grid) 電力を試算すると表 2 のようになる。主要各国の V2G/全発電電力を見ると、いずれの国も 1 を上回り、日本や EU の V2G 潜在能力が高いことがわかる。

表 2 国別乗用車保有台数と V2G 電力 (2008 年度)

国	乗用車台数 [千台]※1	V2G 電力 @15kW/台 [GW]	全発電電力 (平均)[GW]	V2G/全発電 電力
日本	57,865	868	113	7.68
アメリカ(US)	135,882	2,038	493	4.13
中国	38,389	576	378	1.52
韓国	12,484	187	49	3.81
EU	236.353	3,545	577	6.14
世界	710,805	10,662	2,174	4.90

(※1) 乗用車台数の出典：国土交通省 HP (2008 年度統計)

3 道路交通へのインパクト (Impact)

3.1 道路構造

電気自動車は航続距離の問題からガソリン車よりも頻繁な充電が必要と言われており、コンビニ (Convenience store) 等への充電器も広がってはい

るが、電気自動車本格導入に応えられるレベルとは考えにくい。そこで、非接触給電技術を用いて、路面下あるいは架線から充電しながら走行することが考えられる。架線式の場合、路面電車と電気自動車が共存して走行するイメージ (Image) である。路面下の場合は、道路の舗装構造から見直していく必要がある。これらのインフラを整備する場合、当然ながら充電だけでなく、路車間で情報のやり取りも可能とし、ナビゲーション (Navigation) や自動走行といったことも可能になる。

また、自動走行等、安全対策が充実することにより、車両走行に必要な道路幅が縮小可能となり、歩道や自転車道の拡幅など、道路空間の多様な利用が可能となる。このことにより、上下水道や電線管など道路地下空間の利用や工事も容易になる。

3.2 交通流

電気自動車は車の速度や加速度を高い精度で制御できるため、自動運転し易いシステムと言える。電気自動車の自動運転が可能になると車体と車体の間隔を縮めて縦列走行などが可能となり、渋滞を低減できる。

頻繁な給電が必要となることから渋滞が発生し易くなるという見方もあるが、非接触式による常時給電が実現すれば問題は解決する。

3.3 安全性

走行支援や衝突防止など先進の ITS 技術の開発が進められているが、電気自動車は電動機制御のためこれらの制御対象として応答性が良く、融合し易い。路車間の連携も進み、スマートウェイ (Smartway) が実感できるものとなる。

3.4 環境

電気自動車は走行中には排ガス (Gas) が一切出ないため、最も環境に優れており、過去に多く発生した道路環境問題に対する費用が削減できる。環境性と安全性の向上により、より人に近い場所での走行が可能となる。

3.5 道路インフラ・利用者サービス

排ガスがないため、トンネル (Tunnel) 内排気装置の低減が期待できる。駐車場では給電が新たなサービス (Service) 品目となる。また、充電器のリアルタイム (Real time) な空き情報や待ち時間情報の提供、充電器の予約、新しい充電施設ができた際のカーナビ地図の更新、充電施設の位置を踏まえた走行経路の案内など、電気自動車を支援するサービスが展開される。

4 スマートグリッドの展開

4.1 負荷平準化

深夜電力を利用して電気自動車を充電することによ

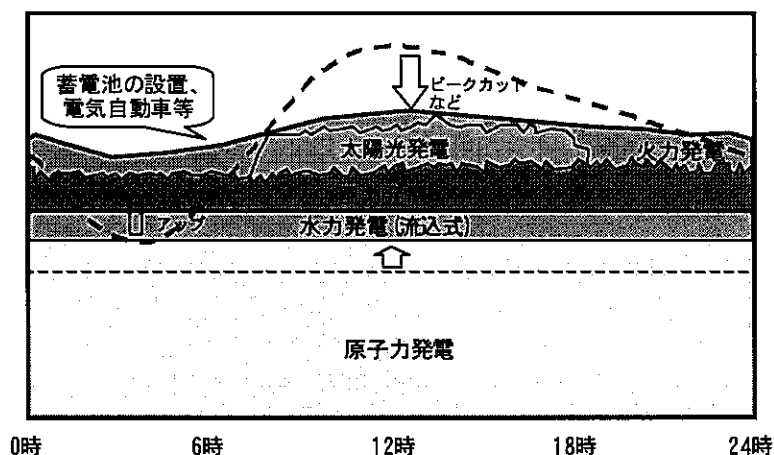


図1 負荷平準化

り、系統全体における負荷平準化を図ることが期待される。

4.2 自然エネルギーの有効利用

家庭においては、太陽光発電等の自然エネルギーで発電した電気を電気自動車に充電することで、昼間の軽負荷時の自然エネルギー有効利用が可能となる。日本では自然エネルギーの全量買取が検討されているが、電圧上昇時には系統から切り離されるため、世帯や街区単位で需給調整を行い、有効利用することが考えられる。

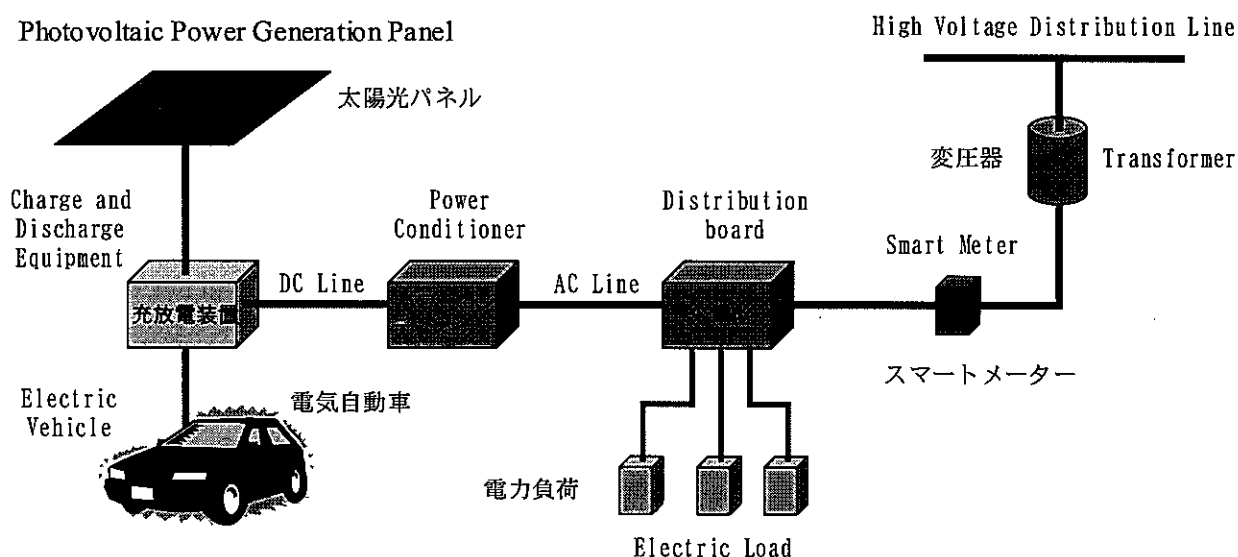


図2 太陽光発電世帯における電気自動車充放電システムの概要

4.3 CO2 排出量削減・コスト縮減

一般世帯では、電気自動車等は深夜電力での充電が一般的であり、これによるボトムアップ (Bottom-up) 効果により、CO2 排出が小さく発電単価の安い大規模電源の稼働率を向上させる。さらに、平日使われない電気自動車等の充放電を制御して蓄電池として積極的に活用することも考えられる。協力者にはインセンティブ (Incentive) が与えられる。

4.4 系統安定化

電気自動車のバッテリーを使って系統の変動を吸収しようという研究も行われている。これにより、大規模停電の防止や設備余裕の縮減などが可能となる。

5 まとめ

電気自動車の大量導入は道路交通と電力システムに大きなインパクトを与える。電気自動車は世界的に官民挙げて開発競争が行われ、技術進展が著しい。これを受けて、電力システム側でもスマートグリッドの展開における主要なアイテム (Item) として取り込みを進めている。道路交通は公共インフラのため取り組みが遅れがちであるが、ITS 技術の新たな展開として研究の加速が期待される。

IT 戦略立案に関する方法論と実践

南野 猛（情報工学／総合技術監理）

Abstract

In recent years, "Management and IT" have been rapidly changing as the environments surrounding them have been becoming complicated.

In this paper, I will consider "The Integration of Management and IT" in terms of (1) the IT strategy, (2) the methodology which decides on the IT strategy and (3) the IT human resources.

1 はじめに

経営とIT (Information Technology) は、それを取り巻く環境も技術も変化し、複雑化している。

日本では40～50年前に現場のコンピュータ化(Computerization)が始まった。現在ITは、あらゆる産業の基盤となり、企業経営の大きな要素となっている。このような背景の中で経営とITの融合について、主として人材面から、そしてGreen Technorogyの面からの考察を試みる。

2 IT 投資動向

日本における最近 10 年の IT 投資動向を概観すると、図 1 に示すように経済成長率と、ほぼ連動していることが分かる。ただし景気回復期においては数年の遅れをもって追随している。これは企業団体において、IT に関わる予算を Cost と見る従来からの考え方が根強いことを窺わせる。

JEITA（電子情報技術産業協会 (Japan Electronics and Information Technology Industries Association)）の報告によると、日本の企業が IT 投資対象として選択している項目の中で、北米のそれを比率で上回っているものは、「業務プロセス(Process)の効率化」、「業務 Cost の削減」そして「ペーパーレス(Paperless)化」で、下回っているものは、「競争優位の獲得」、「新規 Business・製品の開発」、「新規顧客の獲得」などである。同報告では、「戦略的な IT 投資項目」への日本企業の投資比率は、北米のそれと比較して 20 ポイント以上下回っている。

筆者は、日本の IT 投資は、相も変わらず現場の効率化・Cost 削減中心の、いわば「守りの IT 投資」であると受け止めている。

グローバル(Global)なメガコンペティション(Mega-competition)で勝ち残ってゆくためには、「攻めの IT 投資」を推進する必要があるのではないだろうか。

3 攻めの IT 投資に必要なもの

攻めの IT 投資を実施するためには、より長い将来 (Time span) とより広い視野 (Scope) を見渡して立案した経営戦略が必要である。IT では、この経営戦略に基づいた、経営者から現場までが共有できる「IT 戦略」の確立が重要である。先に述べたように、40~50 年前の「現場のコンピュータ化 (Computerization)」には戦略は必要がなかった。人間が行っていた業務の一部を IT システム (System) に置き換えて、より効率的に、より正確に実施すれば良かったのである。

経済成長率

IT投資Trend Index

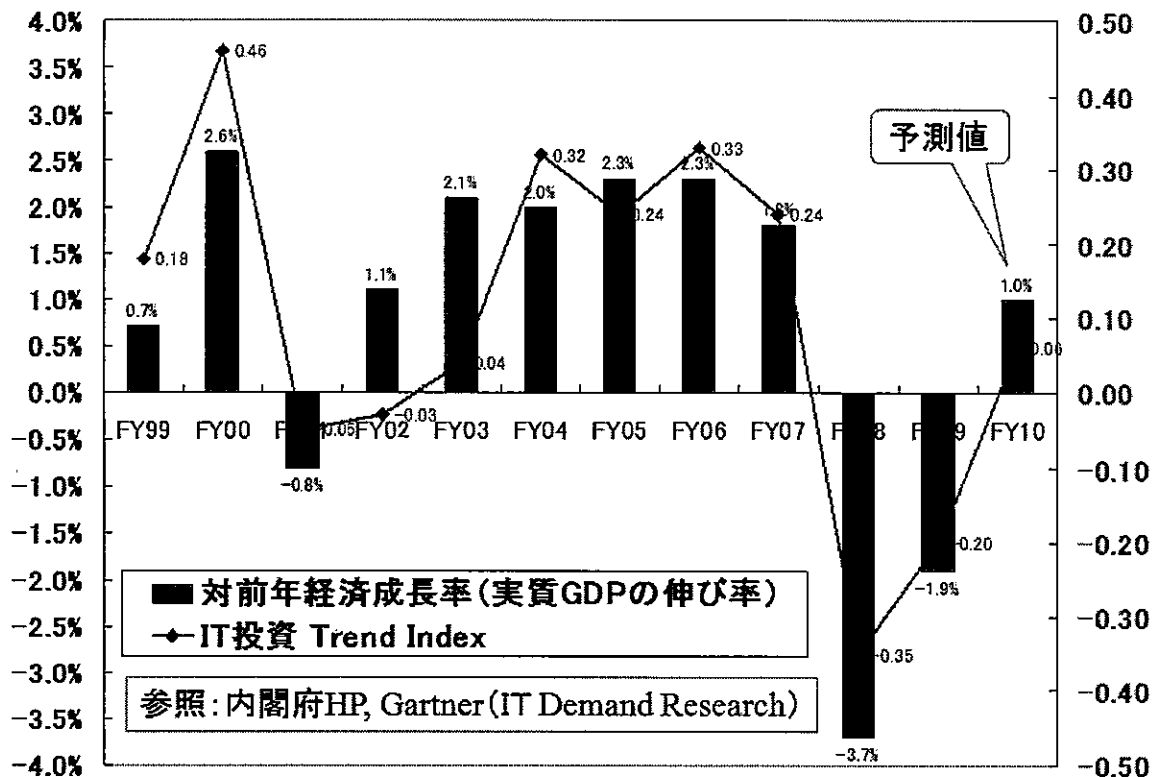


図1. IT投資動向の経年変化と前年度経済成長率の相関

4 より広い視野

ここで、「より広い視野」について考えてみる。図2に示すように個人の作業範囲や部門内など狭い範囲 (Scope) から出発し、企業・団体全体を視野とし、最終的には、その企業・団体と関連するサプライヤー (Supplier: 部品や原材料などを供給してくれる別会社など) や販売会社及び顧客・消費者までも含む大きな視野に立った IT システム (System) を構築すべきである。

このような大きな Scope の IT システム (System) を構築するためには、IT 戦略が不可欠である。既存 IT システム (System) の改善や品質向上は重要事項であるが、大きな Scope の IT 戦略は PDCA (Plan-Do-Check-Action) cycle からは生まれては来ない。PDCA cycle をも俯瞰するような戦略の立案に必要なものは何であろうか。

5 IT戦略立案に必要なもの

IT戦略立案に必要なものは、以下の4つであると筆者は考える。

- (1) IT戦略立案をリード(Lead)する人材
- (2) IT戦略を理解し実現してゆく革新度の高い組織
- (3) IT戦略を形式知化する方法論(Methodology)
- (4) IT戦略の指針となる形式知化された経営戦略

第4項の経営戦略は形式知化の程度に差こそあれ、どの組織にも存在するものとして、第1項から第3項までを少し掘り下げてみる。

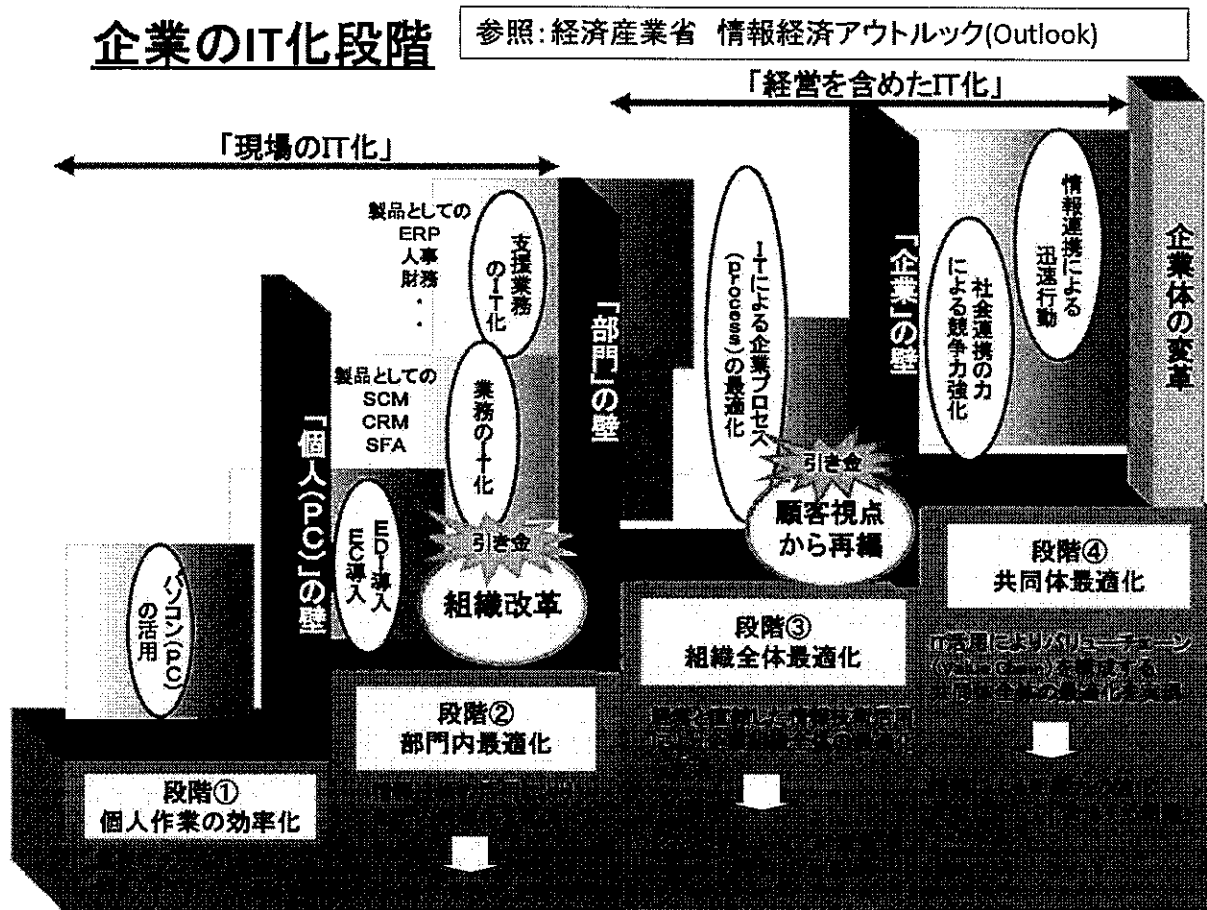


図2. IT投資の視野(Scope)

5.1 IT戦略立案をリード(Lead)する人材

この人材に相当するのは、CIO(Chief Information Officer)であると筆者は考えている。CIOは全責任を担うか、もしくはCSO(Chief strategy Officer)との共同責任でIT戦略の立案を行う。JEITAの報告書によると、日本において専任のCIOが存在する比率は5.8%、米国のそれは64.7%であり大きな開きがある。

経営層の一人として、経営層全体からの支援を獲得し、名実ともにIT戦略立案をリード(Lead)する人材の育成と配置が望まれる。

5.2 IT戦略を理解し実現してゆく革新度の高い組織

IT戦略が立案されたばあいでも、それをITシステム(System)として具現化するには、組織全体が高い革新度を有していることが不可欠である。

筆者は、組織・業務の革新を伴って初めてIT投資は、経営に貢献する、と考えている。

このためには組織の一人一人が高い技術や見識を有するのみならず、高い志をもってIT戦略を実現する戦士でなければならない。

5.3 IT戦略を形式知化する方法論(Methodology)

筆者はIT戦略立案を都市計画作成に例えている。ほとんどの都市計画は、既にオフィスビル(Office bldg.)や住宅が存在し人が働き、人が暮らす場になっている。ごく稀な場合を除いて無人の原野に都市を造ることはない。

IT戦略も同様に全くコンピュータ化(Computerization)されていない組織・業務の将来を描くわけではない。現存するITシステム(System)の将来像を描くことになる。

この場合、既存ITシステム(System)を意識し過ぎると良い結果を得ることが出来ないと筆者は考えている。つまり既存システムの現状分析や問題点分析だけから将来像を描くことはできないと考えている。

つまり始めは既存ITシステム(System)に目をつむって将来像を描き、その後、将来像と現状を比較して、将来像に至る道筋を示すことがIT戦略の形式知化であると筆者は考えている。

形式知化の方法論(Methodology)として、筆者が学び実践してきたのがEA(Enterprise Architecture)である。

6 EA(Enterprise Architecture)の概要

EA(Enterprise Architecture)は、フレームワーク(Frame Work)を使用して、ITシステム(System)を表現するものである。数多くのフレームワーク(Frame Work)の中から、米国連邦政府で最も多く利用しているFEA(Federal Enterprise Architecture)を例として図3により説明する。

まず、ITシステム(System)を4つの階層で表現する。上位層からBA:政策・業務体系(Business Architecture)、DA:データ体系(Data Architecture)、AA:適用処理体系(Application Architecture)、TA:技術体系(Technology Architecture)で成っている。

最初に企業の経営方針(目的と原則)に基づき、例えば5年後の理想(ToBe)Modelを描く。次に理想Modelと相対するために現状(AsIs)Modelを描く。IT戦略ビジョン(Vision)を描く趣旨からも、理想Modelに重きを置き、現状Modelは、多くの時間や工数を掛けずに描くことが望ましい。

このようにして描かれた理想Modelに至る道筋(Road Map)を「移行Management計画」と呼び、これが最も重要である。また、移行Management計画を作成するときには、Businessや技術の標準を十分に意識することも忘れてはならない。

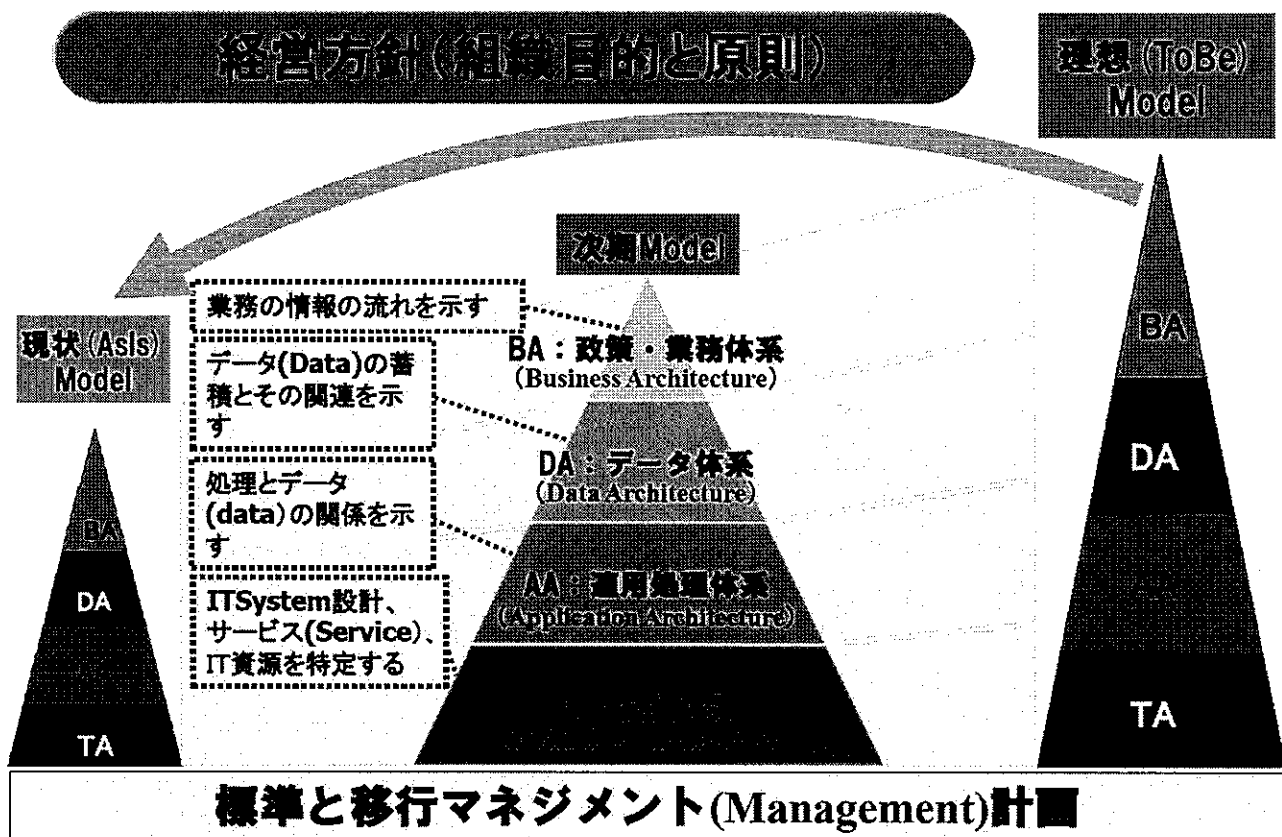


図 3. EA(Enterprise Architecture)の概要図

7 IT 戦略ビジョン(Vision)立案の実践

筆者は複数の自治体、政府機関や電力会社で IT 戦略ビジョン(Vision)の作成を lead してきた。出来上がった理想 Model や移行 Management 計画などを中核とする IT 戦略ビジョン(Vision)も大切であるが、筆者は、そのプロセス(Process)こそ重要であると考えている。

例えば、有る自治体で地域介護福祉 System の理想 Model を描いたことがある。関係する組織・団体の中堅要員からメンバー(Member)を構成した。彼らを一時的にだが、日常業務から解放し、将来を考えてもらったのだが、柔軟で豊かな発想から、多くの提案がなされた。理想 Model を話し合ってもらっている内に、すぐにでも実行できる施策が数多く提案されたことは予想外の成果であった。また、多くの要員が元気になり、人のネットワーク(Network)が構築されたことも大いなる成果であった。

8 おわりに一人材育成への考察

筆者は 37 年間にわたり IT ベンダ(Vender)で SE(Systems Engineer)として働いてきた。社内の Project Manager 認定制度を創設し、数千人の認定 Project Manager を育成した。合わせて EA(Enterprise Architecture)技術者認定制度を創設し、図 4 の通り約 1,600 人の認定技術者を育成した。

2009 年 4 月から大学の教員になり、学生に「プロジェクトマネジメント(Project Management)」、「待ち行列理論」、「問題解決法」と「表現と意思

疎通」などを教えている。学生には、将来どのような技術者や研究者になろうとも、常にグローバル(Global)に考えること、そして組織の経営戦略やIT戦略を意識すること、を教えている。

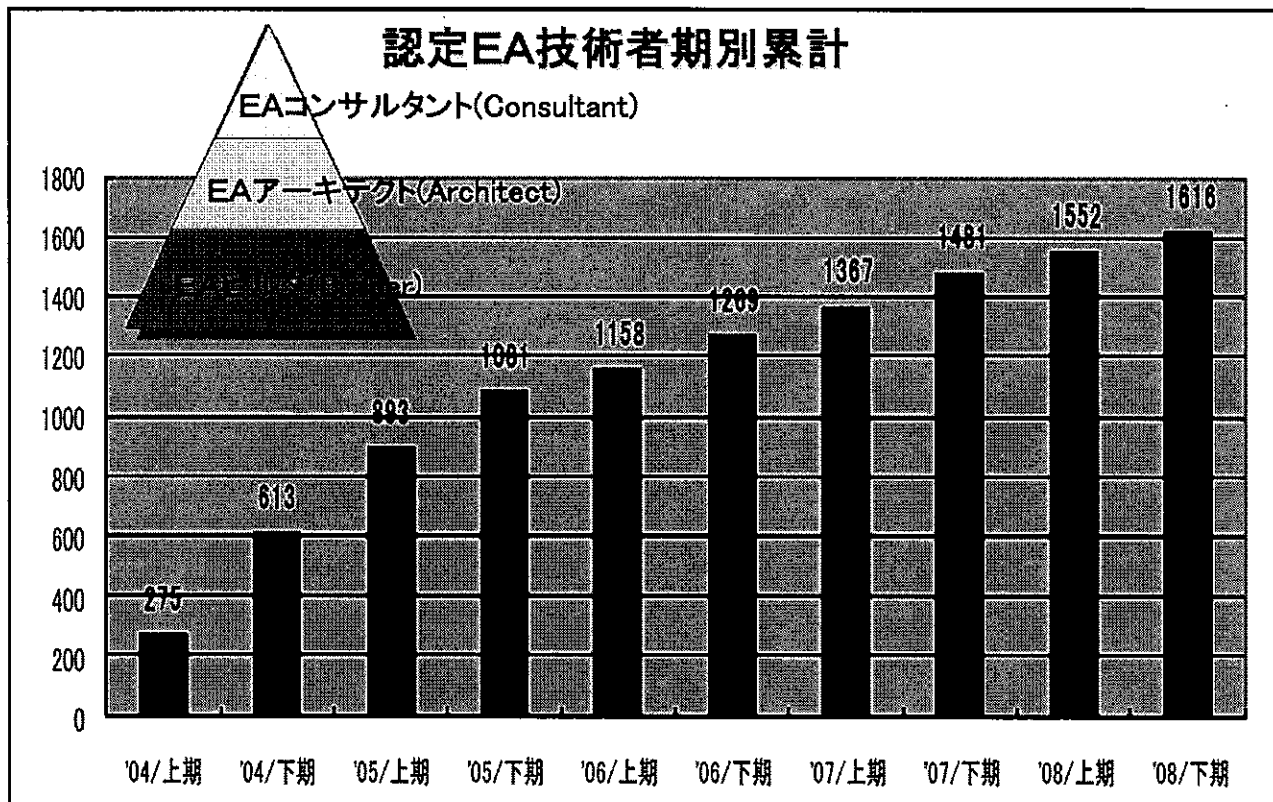


図4. EA(Enterprise Architecture)技術者育成実績

筆者は目的や目標が漠然としているために手戻りが生じたり、混乱したプロジェクト(Project)も経験してきた。プロジェクト(Project)の混乱は、プロジェクト(Project)期間の延長、時間外労働の増加や応援者の移動などが発生してしまう。グリーン(Green)ITの面からも、明確なIT戦略ビジョン(Vision)をもち、計画通りにプロジェクト(Project)を遂行することは重要である。

参考文献

- (1) 「日米IT投資比較分析調査報告書」, JEITA,
<http://it.jeita.or.jp/infosys/report/summary2007/07-kei-1/index.html>
- (2) 「情報経済アウトック(Outlook)2003」, 2003. 05. 28, 経済産業省
- (3) 「IT投資動向に関する海外調査」, 2005. 8, ガートナー(Gartner)
- (4) 「EA基礎研修教材」, 2009. 03. 17版, 日立製作所
- (5) 「企業IT動向調査」, JUAS, 2010. 04. 07
- (6) 「EA策定ガイドライン(Guide line)」, 日経BP社, 2005. 1
- (7) 「日本のIT市場予測」, 2010. 2. 3, ガートナー(Gartner)

筆者（南野猛）の略歴等

1. 略歴

1948年	茨城県日立市にて誕生
1972年	日立製作所入社 37年間官公庁・公共分野のSE業務に従事
1995年	<情報処理技術者試験委員（～2003年）>
2000年	プロジェクトマネジメントオフィス業務に従事
2002年	エンタープライズアーキテクチャ関連業務を兼務
2003年	<経済産業省 EAパイロットプロジェクト委員>
2008年	<文部科学省政府委員><日立技術士会企画委員長>
2009年	日立製作所定年退職、広島工業大学情報学部教授に就任
2010年	日本技術士会・中国支部・情報・経営工学部会顧問に就任

2. 取得資格

1986年	情報処理システム監査技術者（ほかに AE,NE,SW,FE）
1991年	技術士（情報工学）
2001年	工学博士
2003年	技術士（総合技術監理）
2004年	PMP(Project Management Professional) , PMI
2005年	認定 EA コンサルタント
2006年	APECエンジニア(Information)
2008年	認定 EA アーキテクト
2008年	EMF (Engineers Mobility Forum)国際エンジニア

3. 主要著作

2001年	「顔画像および身体情報計測の不登校 カウンセリングへの応用」	博士学位論文
2003年	Project Management for Decision Makers	Learning Tree© International社
2003年	View of Project Management for Decision Makers	Learning Tree© International社
2003年	プロジェクト経験者のためのプロジ ェクトマネジメント「上級編」	(株)日立インフォメーションアカデミー社
2004年	「EA策定ガイドライン」	日経BP社（35名の共著）
2005年	政策業務参照モデル(BRM)活用ガイド	経済産業省(14名の共著)
2005年	業績測定参照モデル(PRM)活用ガイド	経済産業省(14名の共著)
2005年	「EA概論と動向及び取組み」	(株)日立インフォメーションアカデミー社
2009年	P2M活用事例集	PMAJ（日本プロジェクトマネジ メント協会）編集

4. 所属学会等

日本技術士会，国際 P2M 学会，国際 CIO 学会，日本感性工学会，PM 学会

論文集原稿様式について

メインテーマ「Green Technology と技術士の関わり」

●第40回日韓技術士会議（山口県下関市）

論文題目締め切りは2010年8月16日

論文原稿締め切りは2010年9月16日

発表用パワーポイントは2010年10月8日

分科会発表は2010年10月17日午後、

海峡メッセ下関

第1分科会：環境、資源、エネルギー、食糧

第2分科会：建設、安全、防災

第3分科会：技術倫理、技術資格、技術教育

第4分科会：電気、電子、情報、機械

第5分科会：英語発表

原稿等の提出先は、日本技術士会事務局の籠原氏です。

論文原稿様式

●日韓技術士会議論文集原稿作成用テンプレートによる

●1ページ目は、表題部を除き35行。2ページ以降は41行。

●漢字と英語を多様（カタカナ表記の場合は英語をカッコ書き）し、年号は必ず西暦にする。

●英文の梗概をつける（200字程度）

●執筆者名は、氏名と部門だけにする。部門はカッコ書きとする。

●英文原稿でも題名と著者名は日本語併記とする。

●執筆者略歴を作る（原稿本文とは別紙）。英文原稿でも日本語で作成。

●検討を要する場合は締切の2週間前に提出し、意見交換を行うこと。

●印刷製本を行うため事務局提出期限を厳守のこと。

●論文原稿は4ページを原則とし、プラス2ページまでは可能とする。

パワーポイント原稿様式

●発表はパワーポイントを使用し、形式は自由とする。

●漢字と英語を多様（カタカナ表記の場合は英語をカッコ書き）し、年号は必ず西暦にする。

●図表を多用すること。

●会場では逐次通訳となるため、パワーポイント原稿を事前に通訳へ渡すこと。

●発表者は、発表原稿のCDまたはUSBメモリーを予備として持参すること。

●発表時間は最長40分（逐次通訳となるため実質の発表は20分）程度となる。

中国ビジネスを通じて感じた日本の製造業の強み~電線製造技術者の考察~

The advantage of the Japanese industries impressed through business in China

根本英俊 (化学部門)

Hidetoshi Nemoto (Chemistry)

Abstract

In recent years, Japan has been struggling with its economic depression. The rank of Japan in the world economy is declining and many industries including the wire and cable industry have not yet succeeded in breaking out of the stagnancy. On the contrary, China, with its rapidly growing economy, is now becoming the central player of Asia and has started to lead the whole world.

In 2009-10, the author of this paper had a chance to research and investigate raw materials used for electric cables in China, and got some information on materials and labor circumstances of Chinese wire and cable industries.

Surprisingly, the difference between the prices of chemical materials in China and Japan were not as significant as we have expected, and Chinese companies are experiencing some difficulties in maintaining a steady workforce. It can be seen from these facts that the Japanese wire and cable industry can still have advantages over those in China in the product categories that require high quality materials and a skilled workforce. I believe that the path Japan has to follow to break through the current difficult economic situation is concentrating on the products where we have such competitive advantages over other countries by continually refining our manufacturing technology.

1. Introduction

Japan's economy has been staggering for almost 20 years. Struggles through the "lost decade" in the 1990s, "collapse of the IT bubble" in 2001, and "Lehman shock" in 2008 prevented the chance of its recovery each time. However, Asian countries, especially China, have continued strong economic growth, and quickly recovered from the economic crisis due to the US real estate bubble collapse. Now China is leading the world economy.

Before 2009, I was in charge of the domestic compounding section in the cable production department. At that time, I had very limited knowledge of the Chinese business environment, because I had only taken two business trips to China and viewed only the surface of Chinese business operations.

My basic impression of China at that time was "the world's factory", exporting large quantities of low-cost products based upon utilizing its inexpensive labor force. Many Japanese companies, including Hitachi Cable, started their cable manufacturing in China to maintain cost competitiveness and catch up with the market price.

Being deeply involved in the business with China since July 2009, I have been given

the opportunity to reconsider the best practice on current and future cable industry in Japan and China.

2. Japan vs. growing China

Japan is still keeping the second place in world economy but its GDP is staggering after recording its peak of \$5.3 trillion in 1995. On the other hand, China shows more than 8% of annual GDP growth in recent years and is forecasted to take the place of worlds' second best in 2010 (see Fig.1). Survey of the "Most desirable country in the Asian region as a base for operations in various categories (FY2009)" performed by the Ministry of Economy, Trade and Industry shows that China is No.1 in all categories, not only as a manufacturing base but also a R&D base or central headquarters for the Asian region in which Japan used to be considered to have advantages [1] (Table1). Many people feel that the center of Asia is shifting from Japan to China, especially the Shanghai region, by only seeing the scale and activity of the auto show in Shanghai compared to that in Tokyo.

3. Business tasks in China

From July 2009 to June 2010, I engaged in technical consulting at an electric wire and cable factory based in eastern China. My business tasks involved investigating and testing of raw materials used for wires and cables manufactured in China.

Conventional plastic insulated electric wires are coated with polymers such as PVC (Polyvinyl chloride) and PE (Polyethylene), which contain various additives in order to add function such as flame resistance and weather resistance (Fig.2).

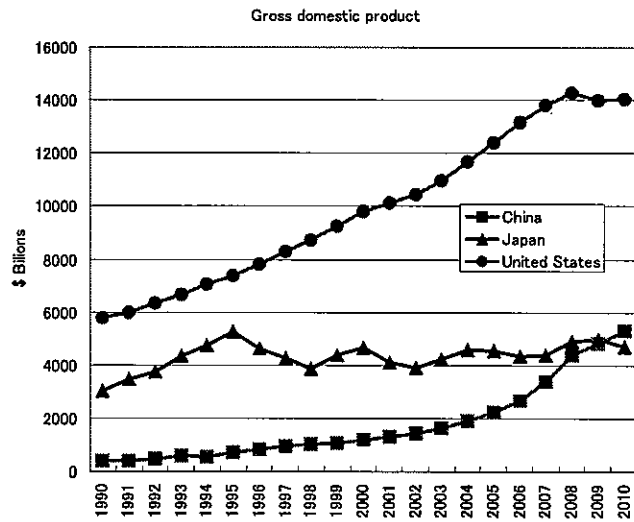


Fig.1 GDP of Three Economies

*2009,2010:IMF staff estimates

Source: IMF

Table1

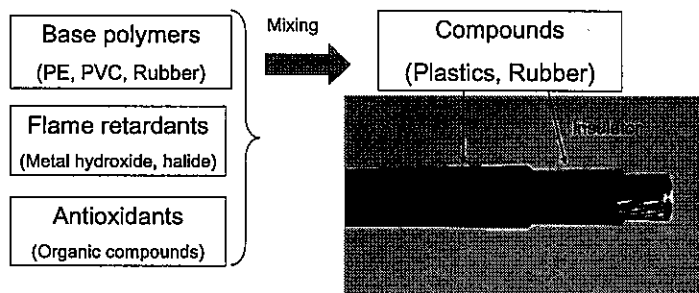
Most desirable country in the Asian region as a base for operations in various categories (FY 2009 survey)

	Japan	China	India	Hong Kong	Singapore
Central headquarters for Asia region	8%	①35%	8%	11%	②14%
Manufacturing base	1%	①53%	②11%	1%	1%
R&D base	②15%	①24%	14%	1%	6%
Back office	6%	①32%	②15%	8%	12%
Distribution base	2%	①48%	6%	4%	②9%
Financial Base	8%	①24%	7%	②18%	17%
Sales base	6%	①42%	6%	②11%	9%

*One country/region selector for each category

*Percentage out of 180 companies (including 30 with presence in Japan), excluding companies that did not respond to the survey

Source: Survey on Attitudes of Foreign-Affiliated Companies toward Direct Investment in Japan (METI: 2009)



(CV) Hitachi cable, Ltd

Fig.2 Wire compounds

In recent years, with a growing requirement for environmentally friendly technology, so called green-tech, to realize sustainable social growth, there is an ever-increasing market demand for green-tech cables. We anticipated that green-tech cables could be key products in order to be competitive in the wire and cable market in China.

The green-tech products such as RoHS compliant, halogen-free and heavy metal-free cables require high quality, advanced function materials for both covering plastics and additives.

I surveyed and gathered various materials for green-tech cables that were commonly used among Chinese wire and cable industry and examined them by on-site pilot manufacturing in one of Hitachi Cable's affiliate companies in China.

4. Raw materials for electric wires and cables in China

4-1. Investigation of polymers

What surprised me through the investigation was that the prices of polymer materials, such as PE and PVC in China were not so different compared to those imported from Japan. (The import tax and other additional costs are not considered). There were no significant market price differences of these materials between China and Japan.

China has become an oil importing country since 1993, and it is predicted to rely on imported oil for 50% of its demand in 2010. When raw material costs are equivalent, the total cost of petrochemical products such as polymers are highly dependent on the scale of chemical plants.

Fig.3 shows the prices of EVA (Ethylene Vinyl Acetate), PVC and CPE (Chlorinated Polyethylene) in China compared to those in Japan.

The prices of EVA and PVC in the Japanese market are lower than those in the Chinese market, due to the fact that the scale of chemical plants for EVA and PVC in Japan and China are almost equal. (Note that this relation will be different if you import Japanese material to China.)

For CPE, the price in China is much lower than in Japan. China is the biggest market for CPE, and because Chinese companies have scrambled to increase production capacity, China now supplies over 60% of the world demand.

In China, however, CPE is mostly used as construction materials that do not require electric properties. I could find only a few CPE grades that had the necessary characteristics for electric wire and cable applications.

Also, due to the overwhelmingly huge market in China, the manufacturers seem so focused on mass production of high-volume products that they do not always respond to

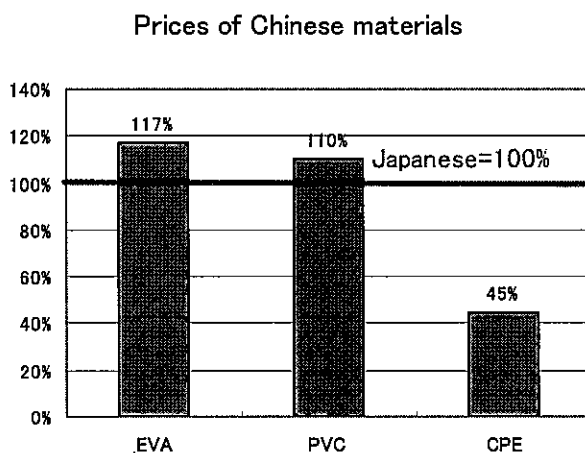


Fig.3 Prices of Chinese materials
*Prices of Japanese materials = 100%

the special requests from cable manufacturers in a timely manner.

But this situation may sometimes change because of the volatile Chinese market which has many foreign companies emerging domestic businesses entering it every year, and where many construction projects of large-scale plants are planned and new technologies are continuously being developed.

4-2. Investigation of metal hydroxide

Major products of Japanese cable and wire companies are green-tech cables such as halogen-free and heavy metal-free cables.

Many of the conventional cables contain restricted substances in the RoHS directive such as lead, chromium compounds and PBDE.

In the RoHS compliant lead-free electric wire, these hazardous substances are expelled and replaced with other substances.

In addition, the halogen substances that generate toxic and harmful halide gas when burned are replaced with polyolefin and metal hydroxide in halogen-free cables (Fig.4).

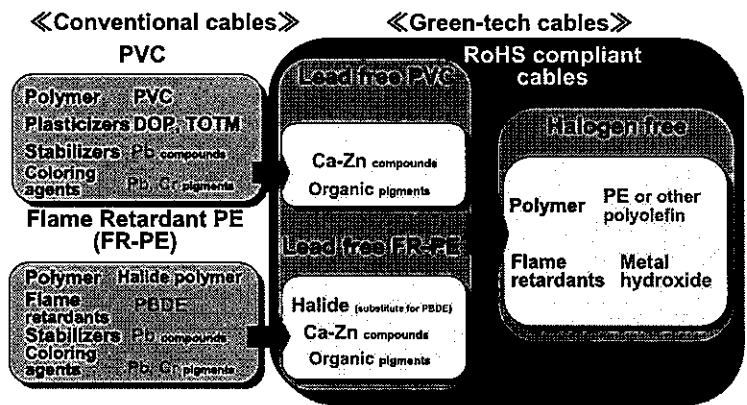


Fig.4 Green-tech cables

In order to maintain all performances of conventional wires and cables without using heavy metals, halogens or other RoHS restricted substances, application of high quality organic and/or inorganic (mineral) ingredients are indispensable.

China is a mineral rich country. In many cases, various kinds of Chinese origin mineral materials used such as fillers and flame retardant additives for plastic compounds are available at low prices. Some of them are being exported to Japan. However, considering the application for heavy metal-free or halogen-free electric wires and cables, it is difficult to find suitable materials with satisfying characteristics in all aspects.

For example, surface treated metal hydroxide is the key material for halogen-free, flame retardant electric wires and cables. The higher anti-flammable wires and cables require the richer metal hydroxide containing polymers in order to achieve superior flame retardant performance. Therefore, it is not too much to say that the property of metal hydroxide has a decisive influence on the overall quality and performance of the final products. [2]

In 2009-10, I contacted 29 metal hydroxide suppliers in China to get samples, select some of the best among these and apply to pilot-productions. The results were unsatisfactory. Undesirable re-cohesion and uneven dispersion of metal oxide particles in the compound occurred due to the immature particle surface treatment technique, which resulted in the poor mechanical properties, especially low elongation rate. The

impurities contained in metal oxide raw materials degraded the electrical abilities such as insulation resistance.

Although China has rich mineral resources within its territory, its processing technologies such as purification, pulverization and surface treatment are still under development.

5. Labor force in China

Generally speaking, labor cost in China is low. Monthly salary of an average worker in eastern China is about 2,000RMB (USD300), almost 1/10 of a Japanese worker. It gives a big advantage to labor-intensive industries.

For wire and cable production that requires many manual procedures such as connectorizing, termination and harness assembly, the lower labor cost in China is very attractive.

Hitachi Cable, as well as other wire and cable companies, owns several affiliate companies in China for this purpose.

So far, this low cost work force has been supported by accepting large numbers of migrant workers from the less-developed economic areas of inland China. But the situation is changing.

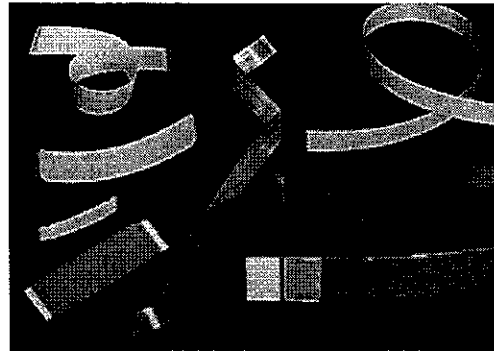
China's government is placing emphasis on various measures to narrow the economic gap between inland China and coastal districts so that the wages are gradually increasing and the worker shortage is becoming apparent.

In addition, China's government is aggressively supporting infrastructure investments and taking measures to boost domestic demands as a driving force of China's current economic growth. [3]

Given this situation, wire and cable companies are forced to transform their factories in China from labor-intensive facilities to the supply base of more advanced and value-added products aiming at the expanding Chinese domestic market. But advanced value-added products require skilled workers who can only be fostered through long period of job experience. However, it will be a big challenge to wire and cable companies in China to hold enough educated and skilled workers under current employment circumstances where half of the employees would quit within six months.

6. Advantage of the Japanese industries and way to grow

As stated above, I found discrepancies with my previous image of China that, to produce in China does not always have advantages over producing in Japan with regard to material cost and quality. Also labor-intensive industries have some problems such as the rise of labor cost and high mobility of workers.



(FFC) Hitachi cable, Ltd

Fig.5 Cable assemblies

Environmental conservation and energy saving are the strategic technology areas for the Japanese wire and cable industry. By concentrating on these areas, we can still have competitive advantages in the world due to availability of high quality materials a skilled work force.

Costs of raw materials and energy will continue to rise with the market growth of developing countries. To keep providing more environmentally-friendly products by applying lower energy consumption and environmentally harmless production methods is the style of Japanese "Monozukuri".

- References -

- [1] Current Status and Issues Facing Japanese Industries METI (Feb.2010)
- [2] A. Nakayama, H. Kimura, K. Watanabe, Y. Kondo, Y. Ota, S. Iwata; Development of Ecological Wire and Cable "Eco-Green" ; Hitachi Cable Review No.18 (1999)
- [3] 2010 White Paper on International Economy and Trade p.91 (Jul.2010)

タンパク質融合技術による ATP 合成酵素の生化学的解析
 Biochemical study of ATP synthase using fusion protein
 technique

三留規誉 (生物工学)
 Noriyo Mitome (Biotechnology)

Abstract

F_0F_1 -ATP synthase is one of the most ubiquitous protein and key enzyme for bioenergetic conversion. Interestingly, this enzyme is composed of two motors: the ATP-driven F_1 motor and the proton-driven F_0 motor. In this article, I introduce my recent study of ATP synthase using biochemical technique and genetic engineering. I also introduce a trend of international meeting of bioenergetics.

1-1 F_0F_1 -ATP synthase

ATP supports nearly all the cellular activities that require energy. ATP synthesis is the most prevalent chemical reaction in the biological world, and F_0F_1 -ATP synthase (F_0F_1) is one of the most ubiquitous, abundant proteins on Earth. This enzyme is located in plasma membranes of bacteria, thylakoid membranes of chloroplast, and inner membranes of mitochondria, and synthesizes ATP from ADP and inorganic phosphate using $\Delta\mu H^+$ across the membrane (Fig. 1). The reverse reaction is also catalyzed by F_0F_1 in which protons (H^+ s) are pumped by ATP hydrolysis. This enzyme is an energy converter between the two forms of energies ($\Delta\mu H^+$ and ΔG of ATP/ADP). It is important to analyze how it works and what the molecular feature is.

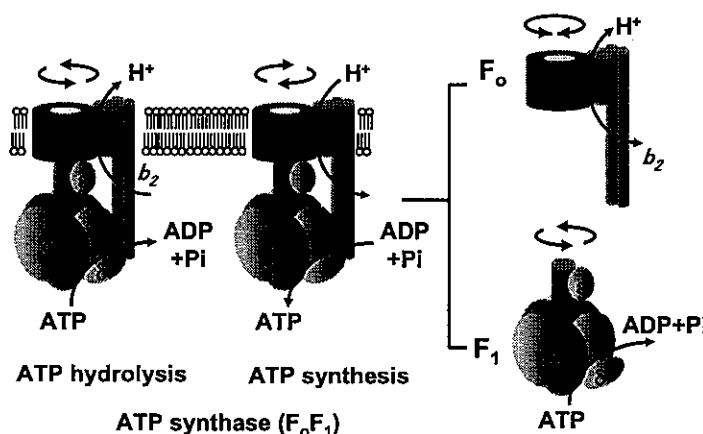


Fig.1. F_0F_1 -ATP synthase(F_0F_1)

1-2 F_0 motor and F_1 motor

F_0F_1 is composed of two portions, a water-soluble F_1 , which has catalytic sites for ATP synthesis/hydrolysis, and a membrane-integrated F_0 , which mediates proton translocation. The

bacterial enzyme has the simplest subunit composition, $\alpha_3\beta_3\gamma\delta\epsilon$ for F_1 and ab_2c_{10-11} for F_0 . F_1 is reversibly detached from F_0 and is by itself a rotary motor driven by ATP hydrolysis, in which a central stalk made of γ and ϵ subunits rotates relative to the surrounding $\alpha_3\beta_3$ hexamer ring. Remaining F_0 portion in the membrane acts as a proton channel that mediates proton translocation across the membrane. F_0 is also a rotary motor driven by H^+ -flow in which c -ring rotates relative to the ab_2 subunits during proton transport.

It was a breakthrough that J. Walker reported the crystal structure of F_1 part of F_0F_1 in 1994 (Abrahams J.P. *et al* 1994 *Science*). It was natural to imagine that conformational changes of the catalytic β subunit in cooperation with the other two β subunits induce rotation of the central shaft. Prof. Yoshida demonstrated the rotation of F_1 motor and J. Walker and P. Boyer (advocator of rotation mechanism of F_0F_1) were awarded the Nobel Prize in 1997. Then, the study on F_1 -motor have been well progressed.

2-1 How many c -subunits are in the ring?

On the other hand, the study of F_0 -motor is not so much understood. I studied rotation mechanism of F_0 -motor throughout the doctoral degree work at Yoshida-laboratory in Chemical Resources Laboratory. First, I focused my effort on determination of a copy number of c -subunit in c -ring. A copy number of c -subunit in c -ring should be equal to the number of transported protons per a single revolution of the c -ring, which directly defines the H^+/ATP ratio. So far different number of c -subunits in c -ring were reported for various F_0F_1 ; 10 copies in an yeast mitochondrial F_1-F_0c complex (X-ray crystal structure, D. Stock *et.al* 1999 *Science*), 11 in the purified c -oligomer of *Ilyobacter tartaricus* (atomic force microscopy and transmission cryoelectron microscopy, H. Stahlberg *et.al* 2001 *EMBO Rep*), and 14 in the purified c -oligomer of chloroplast F_0F_1 (atomic force microscopy, H. Seelert *et.al* 2000 *Nature*). To obtain the definitive number of c -subunit in the functional F_0F_1 from thermophilic *Bacillus* PS3, I generated various F_0F_1 mutants with genetically fused 2-14-mer c -subunits. Then, I found that F_0F_1 with c_2 , c_5 , or c_{10} retained ATP synthesis and other activities (Fig.2). Thus, I concluded that the copy number in functional *Bacillus* PS3 F_0F_1 is a decamer.

This achievement settles the

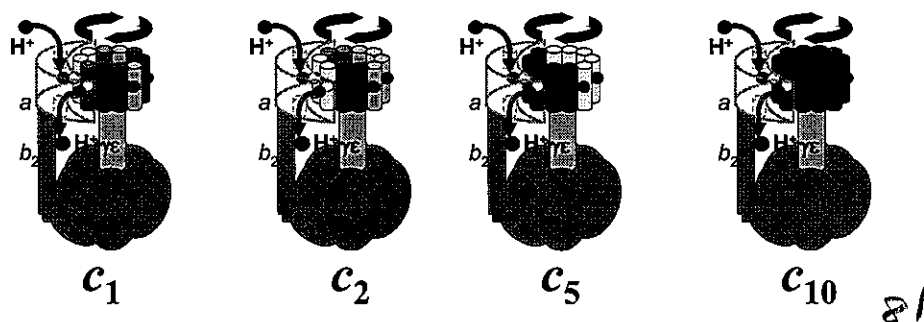


Fig. 2 F₀F₁ with c_2 , c_5 , or c_{10}

controversy on the copy number of *c*-subunits in *c*-ring. This finding is astonishing because F_1 has 3-fold symmetry. This result indicates noninteger 10:3 H^+/ATP ratio and a new mechanism of permissive elastic coupling (Mitome *et.al.* PNAS 2004). I was selected as a speaker to present this work in Gordon Research Conference in 2004.

2-2 Role of R169 residue of F_0a subunit in the *c*-ring rotation

Next, I investigated a role of R169 of F_0a in the *c*-ring rotation coupled with proton translocation using the mutant $(c_{10-a})F_0F_1$ in which ten F_0c and F_0a were all genetically fused as a single polypeptide (Fig.3). This $(c_{10-a})F_0F_1$ had a native-like structure because proton-coupled activities appeared on cleavage of *c*₁₀/*a* linkage. We found that $(c_{10-a})F_0F_1$ did not mediate passive proton flow but $(c_{10-a})F_0F_1$ with *a*R169A mutation did. Thus, the large, positively charged residue of the conserved Arg in F_0a must ensure proton coupled *c*-ring rotation by preventing wasteful proton short-circuit (Mitome *et. al.* Biochemical Journal 2010). Then I had opportunities to speak this work in International Biophysics Congress (2005 Montpellier) and in Gordon Research Conference (2006).

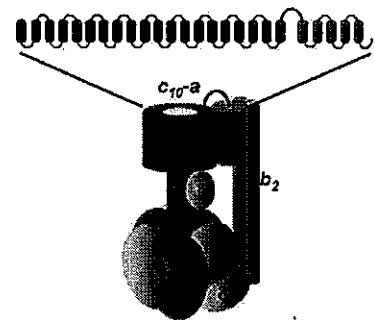


Fig.3 $(c_{10-a})F_0F_1$

3 Gordon Research Conference

Early summer time, at the age 27 years old, I attended and presented my work in an international meeting. The meeting was "Gordon Research Conference" and held in the east of America, New Hampshire state. This conference is mostly held in dormitory of high school and there is session in the morning and evening. We take breakfast, lunch and dinner with the participants and discuss our research. At night, we drink and communicate with each other. This conference is to present newest work which has not been reported. The participants of this conference are J. Walker who is Nobel winner and famous researchers of my field. First, I was attending the meeting by poster presentation. In the poster session, J. walker came and ask me "Did you do the *c*-ring work?" so I explained my work in front of my poster. He said "Your work is very nice, it is almost perfect." At that night, organizer came up to me and said "Would you present your work

in the third day of the session? It was such a honor opportunity for me. My presentation was a big success. This was a very good experience for me.

In 1931, when Neil E. Gordon held the "Gordon Research Conference", there was only 1 discipline. But now, there are 621 disciplines. 311 in 621 disciplines are biology field. The 311 disciplines cover all the field of biology. This conference is held every 1 to 3 years. 180 disciplines were held at the year 2009, 193 at 2010, and 211 will be held in the year 2011. Every year, superior researchers from all over the world participate in this conference. It is held many times but not so many researchers know this. The reason is this conference doesn't publish abstracts and articles. Also, there is a rule not to report contents of the conference.

It is important to attend the conference such as Gordon Research Conference and study the newest research and technology. You can extend your researches farther field by discussing the topic with the member with the same interest. I feel a lot of express in new finding and technology, and have the will to develop the technology and conduct research.

草の根の国際協力
八百屋 さやか
(修習 生物工学部門)

International cooperation at the grassroots level
Sayaka YAOYA (Biotechnology)

Abstract

There are about 160 so-called “developing countries” in the world, and about 80 percent of the people in the world have some problems. JOCV (Japan Overseas cooperation volunteers) are dispatched to many developing countries, as one of JICA (Japan International Cooperation Agency)’s volunteer activities. Author have supported to the technical skill of environmental education that focused to solid waste management in Nepal for two and half years. The situations of the developing countries are absolutely different from advanced countries such as weather, infrastructure, culture, habit, nationalism, so when JOCV have to import a new technology they have to deeply understand the situation of local area. The author introduced new composting method which makes fertilizer from organic waste aim to reduce waste and rise awareness for environment. The method is by the same a long-established method using microorganism what is called “low technology” which added some improvement. Actually, some cases of import technology are easily adaptable to developing countries rather than high technology from advantage countries. This compost technology begins to be expected one of the sustained solutions of solid waste problem in Nepal now.

1. Japan’s International cooperation

1-1). About JICA

Each of developing countries have their own problems, such as disease, lack of drinking water, no access to education, lack of food, poor living environment, lack of infrastructure and immature economic activities. The main reason is the lack of money-poverty causes various problems. However only

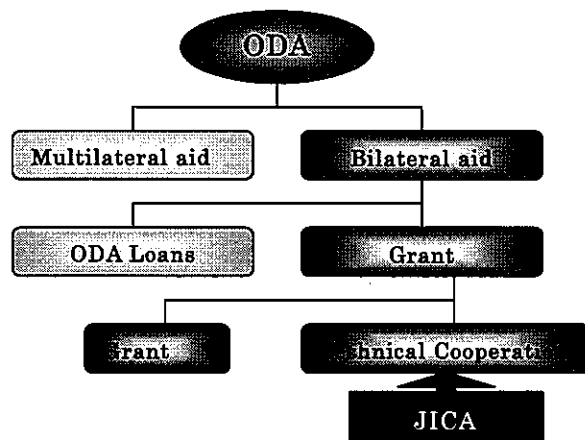


Figure. 1 Types of ODA

providing money and products could never be the solution. What's important is to foster human resources who know how to use the money and resources well within the country. The idea behind Japan's international cooperation is to develop appropriate social frameworks and system together with local people, in order for them to implement economic activities and build a stable society on their own.

JICA is responsible for technical cooperation in the Official Development Assistance (ODA) provided to developing countries by the Japanese Government. For example, they dispatch experts with knowledge, techniques and experiences as well as volunteers to developing countries. They also invite people in charge of building developing countries to Japan and provide trainings.

1-2). JOCV program for developing country

The JOCV program is one of JICA's volunteer activities.

The dispatch of JOCV program assists and promotes the overseas activities of young people (ages 20 to 40) who wish to cooperate in the economic and social development of developing countries. There are various JOCV activity areas, such as agriculture, forestry and fishery, civil



Figure. 2 Scene of volunteer Activity

engineering, health and hygiene, education and culture, sports, etc. Volunteer choose the type of work in which they can utilize as much of their skills, experience and knowledge as possible, and usually stay in a country for two years. Currently, about 2400 people are involved in activities in about 80 countries.

2. Rising issues in developing countries

With the progress of development in developing countries, we need to cope with the new problems. It is environmental issues such as water pollution, air pollution, deforestation, loss of biodiversity and solid waste problem, and they are having a negative influence on the life and health of local people.

2-1). Current problem of urban area of Nepal

Kathmandu the capital is located center in Nepal and have a function of politics, economy and trading market. Because of the lay the land is basin, capital area that around Kathmandu is called Kathmandu valley. There are 5 municipalities within 3million people. Because of rapid population growth and urbanization due to the migration of people in Kathmandu valley from different part of the country has caused several issues in the city area. The population density is 10,758/km², and it keeps on increasing steadily.

Solid waste was not a big problem in the old days in the Kathmandu valley. People there had their own method to get rid of the household waste. Solid waste issue was immediately happened due to rapid urbanization in the valley and changing lifestyle and consumption habits. It may be other

type of the causes of the increase influx new waste which is made from new materials from neighbor rinsing countries like to India and China. Most of all municipalities where in Kathmandu valley can't afford to manage the problem by themselves, so a new waste management technology and system



Figure. 3 Waste pickers are collecting valuable wastes in dumping site.

urgently needs to be introduced to address the present waste problem Since 2005, JICA dispatched experts for solid waste management in Kathmandu valley to support several programs such as construction of landfill site, nurturing local staffs and give many facilities (collection vehicles and computers, etc). By this study, it was improved a part of solid waste management system which is collection, transportation and final disposal than before. But it caused new problem in waste disposal at landfill sites. The landfill sites have been a very sensitive issue for a long time. Often arousing vicious opposition from the adjacent communities, severely interrupting waste collection and disposal. Therefore, the waste collection by municipality sometimes is stopped by the reason and it is difficult to stability control. In addition to that, there is not enough left the span of landfill site. Because of the prospects for construct a new landfill site is still far from certain. Solid waste management in urban area immediate needs a solution for it.

Toward solving the waste problem, government and municipality are gradually changing their countermeasure from reducing wastes to constructing a new landfill site. Beside, it is also important to raise public awareness in order for sustainable solution of waste management. Some municipalities are already trying it through implementing environmental events suchlike clean up campaign, compost training and plastic collection, but it is not enough so far. Because of the poverty situation that people barely keep their living can't afford to pay attention to environmental issues.

2-2). Serious situation of Infrastructure

Nepal is the world's second richest country in natural water resource. However, unfortunately, people of Nepal have not been able to utilize the benefit of this exclusive and precious natural resource. As a consequence, 16 hours of load shedding (power cut) had been imposed every day in the dry season (in 2010), and the situation is not expected to change for upcoming several years. Central government agencies and municipalities are responsible for providing basic services, such as drinking water, electricity and road etc, but most often the agencies and municipalities are not in a position to expand their network due to shortage of funds, lack of their installed system and lack of proper planning for the rapid population growth in Kathmandu area. Especially, drinking water supply and electricity are most serious problem. Although the supply rate is 72% in city area, the citizens can't receive it daily. The supply is sometimes provided only 2hour on once a week. Electricity and water supply are very effective for every work, so that donor countries have to grasp enough the local situation when they support in developing country. For sustainability, we should consider when we make a new system or activity, how could the local people keep the system by themselves after we go back from the developing country.

3. Volunteer activities

I was dispatched from JICA to Lalitpur municipality located 3km from Kathmandu city. The request from my office Environment & Sanitation section in Lalitpur municipality was to give environmental education which focus on solid waste problem for five pilot schools. At first, I have taught 3R (Reduce, Reuse, Recycle) education for students and also I tried to import new composting technology that everyone can start easily. Since more than 70% of the municipality waste are organics such as kitchen garbage, market waste and sawdust, they have been a cause of odor and some diseases from noxious insects etc. It is definite that it

will be key to solution of waste problem to reduce organic waste using by compost technology. Compost was already started to be used in Lalitpur municipality, but the method was only 2 ways. To more easy to start and to be able to do all of household, to introduce of new technology was needed as add a new option.



Figure. 4 Compost training to women's group with Local NGO.

Takakura composting method which was imported to Nepal in cooperation with Kitakyushu city office, IGES¹ and Mr. Koji Takakura² in March 2009. This method is one of fastest and efficient method of composting household waste to make the best of microorganism. The microorganism is not special. Since fermentative microorganisms which perfectly suit composting inhabit our immediate surroundings, anyone can easily make effective compost by finding and culturing them. This native microorganisms are increased fermenting bed is made by rice husk and rice bran which can easily obtained in Nepal. And increased native microorganisms eat organic waste swiftly when the waste is mixed in there. The temperature of organic mass exceeds 60 degrees centigrade during the fermentation process. Because of heat, disease-causing bacteria, parasites, pest eggs, weed seed and other materials that are present in organic mass and are harmful to humans, animals and plants will die or be inactivated. As a result this composting fertilizer is to be hygienic and safe. This compost program have promote in collaboration with local NGO to take root new compost technology at the hands of local people. I have trained 600 households with NGO and a regular monitoring program have been implemented to get feedback and to give advice for better quality of the compost. On the other hand, the waste can be managed at the point of generation.

¹ Institute for Global Environmental Strategies

² Jpec Co., Ltd. Wakamatsu Environment Research Institute

4. For a better tomorrow for all

The current situation of waste management in the Nepal has invited many problems, which are threat to the environment and human health. However government and municipality tend to attach importance to construct a new landfill site, first priority should be given to source reduction and public awareness for its solution.

Takakura composting method is not a high-tech but just like to use complicated machines or elaborated materials, it requires only local materials readily available, and what the so-called 'low technology'. It become meaningless if imported new technology cannot be sustained by local people by own fair hands.

Consequently, it is not so easy to provide support to other countries with different situations for each country. Donor country should introduce of appropriate technology after well understanding the state of affairs of the other country.

"Think globally, Act locally" I sincerely hope the compost technology will contribute to the alleviation of waste problems and recover of urban environment toward beautiful Nepal.

