

エネルギー・資源学会 新春座談会

「地震災害とエネルギー・環境・人間」



はじめに—私の震災体験記—

野村 皆さま、大変お忙しい中、ご出席いただきまして、ありがとうございます。

本日は当学会恒例の新春座談会ということで、地震災害とエネルギー・環境・人間というテーマでお話を進めていきたいと思っております。

その前に、私がきょう司会をつとめます経緯をお話いたします。実は、昨年6月5日に、学会誌の編集委員会がございまして、その席で越後委員長から阪神・淡路大震災をエネルギーの視点からみるという企画をしてはどうかとお話があり、その場で私が指名されたわけでございます。

私は工学部で石炭とか重質油の処理技術の研究に携わっておりますが、関西電力が出している「縁」という雑誌の5、6月号にライフライン復旧の記録を公表しておられたのを読んで、こういう詳細な事実を皆さんに知っていただくだけでも、有意義ではないかと考えてお引き受けした次第でございます。

きょう、お集まりの皆さんは全員関西地区に住んで

出席者

碓井 照子氏

奈良大学文学部地理学科助教授

金山 慎治氏

関西電力(株)電力システム室工務部長

小堺 和泉氏

(株)神戸製鋼所 神戸製鉄所設備部長

芝野 博文氏

大阪ガス(株)取締役産業エネルギー営業部長

橋 英三郎氏

大阪大学工学部建築工学科教授

*野村 正勝氏

大阪大学工学部分子化学専攻教授

*は司会者

おられますから、程度の差はありますけれども、この震災を経験しているわけです。そこで、最初に、ご自分の震災体験をお話いただこうかなと思います。

初めに、大阪ガスの芝野さん、お願いします。

芝野 私の家は大阪南地区の河内長野で、震度が3程度でしたから、個人的には被害はありませんでした。揺れの激しさに起こされ、テレビをつけて規模の大きさを知ったということです。

弊社はエネルギー供給の特別な義務を負っておりますが、会社は兵庫を中心に非常に大きな被害を受けました。全従業員は約1万人ぐらいいるのですが、5時46分に地震があって、即座に出動できた者はかなり少数でありました。災害時における出勤の手段が今後大きな問題になるんじゃないかと思います。

野村 関西電力の金山さんはいかがでしたか、

金山 私は高槻に住んでいるものですから、揺れが震度4位であったのかと思います。たまたまあの日は起きてテレビを見ていたものですから、そういう意味では寝床の中で経験したわけではないので少し余裕がありました。

私の家は停電してから再び点灯するまで20分位かかりましたから、相当大きな事故だと判断して6時過ぎには社員に出勤するように指示したのですが、まさか大阪の地下鉄がとまっているとは思わず、6時45分ぐらいに会社へ電話したらまだ着いておりませんで、それから自分も最寄りの電気を制御している場所へ出社して、そこで情報を収集しました。で、京阪電車が動いていることがわかり、屋前にやっと本店にたどりついたという状況でございました。

野村 神戸製鋼の小塚さん、大変だったんですね。

小塚 私は姫路ということで特に家の被害はなく、いつもあの時間はコーヒーを飲みながらテレビを見ていたのですが、相当ひどい揺れだということですぐチャンネルを切り替えてNHKが数分後報道を開始しました。ただ、私が勤務します事業所の震度がなかなか出てこない。いつもは電車通勤でクルマはめったに乗らないのですが、すわクルマだということで娘のクルマを借りて家を出る直前、子供が「どうも高速道路が不通らしい」というので駅まで行きますと、全部がたがた。下手に動くよりも、何かの情報を得てから家を出ようかなということでもたまたま六甲山の裏に住んでいる部下と6時半ごろ連絡がとれて「山の方から街に出ると、会社にたどり着ける」というので、通ったことのない道を試行錯誤しながら神戸市内に入ったのは9時を過ぎていました。それを見て愕然としました。と申しますのは、西あるいは北の方は見た感じ、そう被害は大きくなかったのですが、トンネルを出て街を見てびっ



野村 正勝氏

くりした。橋そのものがあちらこちらで落ちている。クルマで数キロ先の会社になかなか着かない。多分1時間半か2時間手間取った。ようやくたどり着いたのが11時前だった。そして事業所の中の状況を見て愕然としたというのが震災当日の午前中の印象でした。

野村 橋先生はいかがでしたか。

橋 当日、ふとんの中で起きていまして、私のマンションは9階建てですが、多分1階は震度3ないし4、9階の私の部屋は4ないし5で、ガラスが割れたり、足にけがをしたり、ピアノが50センチずれたり、そういったところでした。

すぐクルマで大学に行きましたら、7階にある私の研究室はスチールキャビネットが倒れて、かなりひどいことになっておりました。で、大学に来られる建築の先生は交通が途絶えて大学におられず新聞社からいろいろ電話がかかってくるのに対応しておりまして夕方には朝日新聞社から緊急座談会に出席をという依頼があり、何とかかけつけてコメントしたようなことでした。

野村 ありがとうございます。碓井先生はいかがでしたか。

碓井 自宅は奈良ですが、ちょうど朝早く起きていまして、地震が起こったときには何が何だかわからないですぐにストーブのところに消しに行ったのです。それから、2階に子供たちが寝ていましたので、すぐに「どうだった?」と聞いて、そのあとテレビをつけました。NHKのアナウンサーが西宮かどこかでしたか「真っ暗で見えません」というようなことで、被害は大きいのか少ないのかまだわからない状況だったんです。そのうちに、だんだん火事の現場とかが報道されて大変だなと思いましたが、奈良ですので、非常に

大きな被害だというのは午後になってからわかりました。

野村 私は兵庫県の川西市に住んでいるんですよ。家が壊れるというのはなかったんですが、すごい激しい揺れで、とにかく起きることができないという揺れが40秒ぐらい続いたでしょうか。そのあと電気が消えていましたし、テレビも下に落ちておりました。たまたま手元に携帯ラジオがあったから、これがいい情報源になったと思うんです。すぐにつけて、それからあと2時間くらいがあったという間に過ぎたように思います。

一番最初電気がつかなかったの、ろうそくの灯が頼りでしたが、ガスは出ていた、水道も出ていたといます(注 屋前にはガスも水道も停止)。

大学へ着きましたのは10時ごろでしたか、途中道路はそんなに混んでいなかった。私は川西から吹田の方に行きますので、そこはそんなに混んでいなかったということですよ。

芝野 生命を失ったとか、けがをしたとか、家が壊れたとか、いろいろありますけれども、ライフラインという観点から水の大切さも知りました。私は翌日に、現地の西宮市の今津まで入ったのですが、汚い話、便所が全部流れないんです。会社の中の施設がもう山盛りです。下水道が完備されての水洗便所でしょう。あの中で水が来なくなると、大変なことです。

ライフライン復興への対応(1)電力・ガス

野村 ライフラインの話に入る前に、今日用意しました復興への足どりという毎日新聞からとった資料を見ていただきたいと思うんです。(表1)

1月17日地震が発生した段階で停電約100万戸、断水約95万戸、ガス停止約85万戸、電話不通約10万戸と書いてありますね。23日になりまして、被災地の停電がほぼ解消した。3月29日兵庫県の水道がほぼ復旧した。4月11日、ここでガス復旧率99.9%ということで、大阪ガスが復旧宣言をされています。5月26日には3月期決算で関西電力が767億円、大阪ガスが430億円の特別損失計上、こういうのを見ますと、いわゆる関西電力、大阪ガスが大変な被害を受けたということがよくわかるわけです。関西電力の金山さんから復旧についてお話を始めていただきたいと思います。

金山 お配りしました資料の中で、近畿地方の地図で薄く書いている範囲(図-1)が電気がとまりました範囲ですが、京都府のごく一部と、大阪府の北部地区、それと兵庫県の南東部で停電が発生しております。今の先生のお話では100万軒ということですが、5時46分の時点では260万軒停電していたわけです。図-2の折れ線グラフが停電件数の時間推移をあらわしたグラフですが、地震発生から7日目に応急送電が完了しました。

しかし、留守のお客様の場合には電気を送ると家屋が損壊している場合には事故などの問題があります。

家の直前まで電気が行ったのがこの時点でございます。あとはお客さんと相談しながら送った事情でございますから、完全に終わったのはもう少し後ということになります。

野村 それじゃ、大阪ガスの芝野さんから。

芝野 阪神大震災における被害と復旧という資料を見てください。我々ガス会社では製造所から出るガス圧は10~40kg/cm²でこの供給管を高圧導管と呼んでいます。それを10kg/cm²以下の中圧に圧力を落

表1 復興への足どり

- | | | |
|----|----|--|
| 1. | 17 | 停電約100万件、断水約95万戸、ガス停止約85万戸、電話の不通約10万戸。 |
| 18 | | 死者2,000人超す。
東灘区のカス貯蔵タンクからガス漏れ、住民8万人に避難勧告。 |
| 20 | | 東海道新幹線の京都-新大阪間復旧。 |
| 23 | | 停電ほぼ解消、死者5,000人突破、避難生活は31万人に達する。 |
| 3. | 10 | 兵庫県が5,000億円の震災対策費を盛り込んだ94、95年度補正予算案を議会に提出。 |
| 29 | | 兵庫県の水道ほぼ復旧。 |
| 31 | | 貝原知事「仮設住宅3万戸完成」と発表。 |
| 4. | 8 | 山陽新幹線の姫路-新大阪間全面復旧。 |
| 11 | | ガスの復旧率99.9%に、大阪ガスが「復旧宣言」 |
| 5. | 19 | 約1兆4,300億円の震災対策費を盛り込んだ国の95年度第1次補正予算成立。 |
| 26 | | 3月期決算で関西電力は767億円、大阪ガスが430億円の特別損失計上。 |

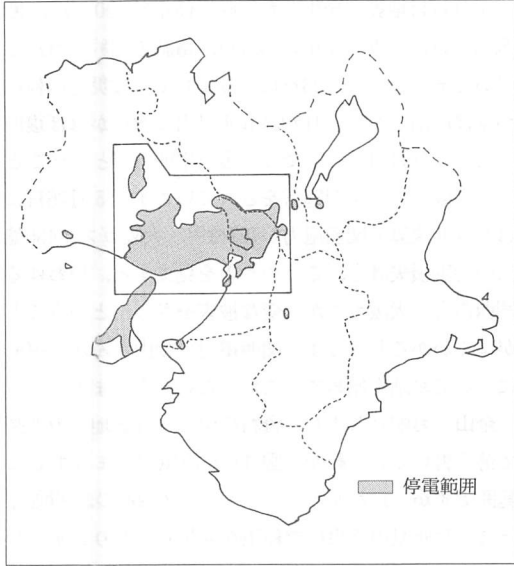


図-1 地震発生時の停電範囲283.6万kW(約260万坪)

とし、更に一般家庭には100~200mmH₂Oの低圧ラインでガスを供給しております。地震による都市ガス供給停止地域の図(図-3)ですが、現在我々はスーパーブロックといって8ブロックに供給区域を大分割し本社の中央指令室から24時間監視しております。そこでガス圧が低下するとか、ガス漏れが起きると遠隔操作によりこのブロック単位でガスが止められるように

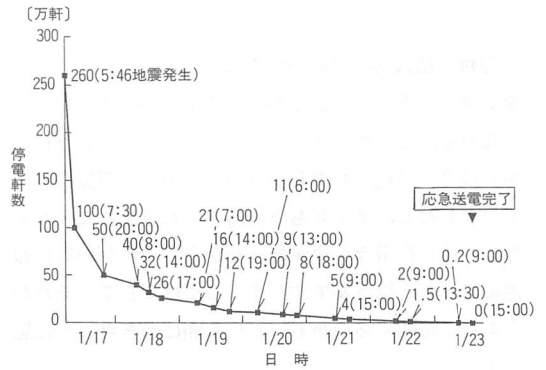


図-2 停電件数の時間推移

なっております。さらにこのブロックを細分化して、ミドルブロックと呼んでおりますのが、55あります。今回止まったのが大阪北の7と神戸の1, 2, 3, 4という5ブロックを全部止めました。この戸数が新聞で発表されております85万7,000戸ぐらいの数であります。これ以外に大阪市内でも若干供給できなかった地域もございます。新聞に出ておりました電力、水道、ガスのようにライフラインの中でガスの復旧が一番遅れ、地震発生後3カ月経過した4月11日に復旧宣言をしました。(図-4)

その長時間を要した理由は、都市ガス供給停止後の復旧手順という資料にあります。(図-5) この辺がちよっ

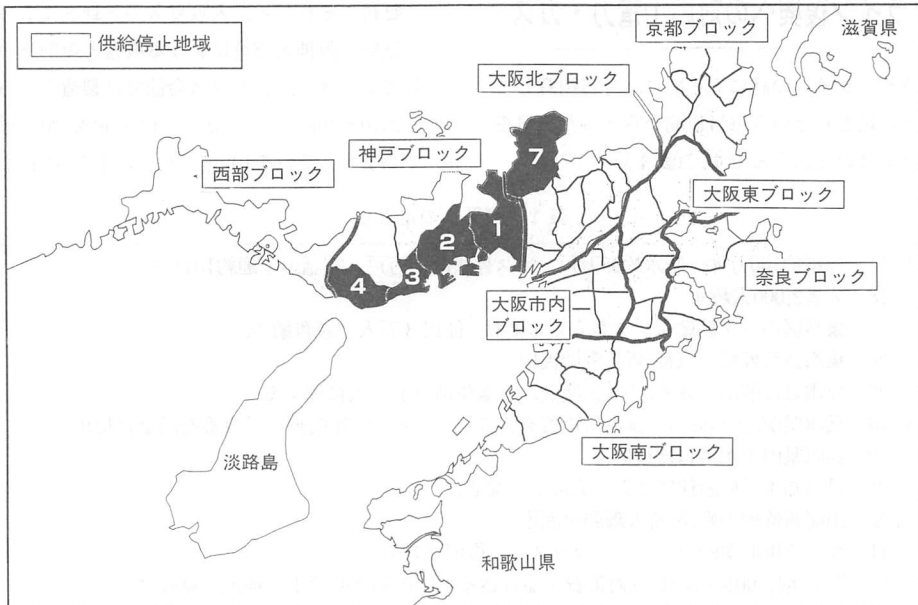


図-3 地震による都市ガス供給停止地域

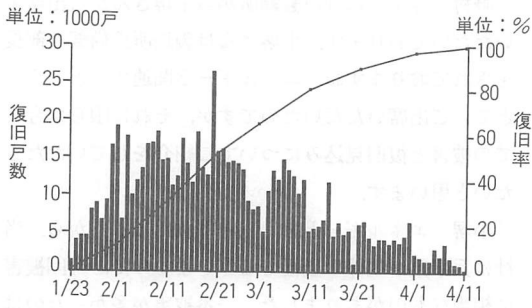
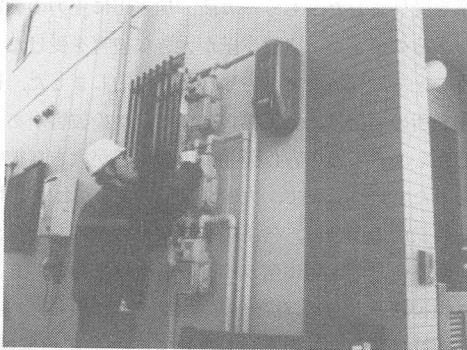
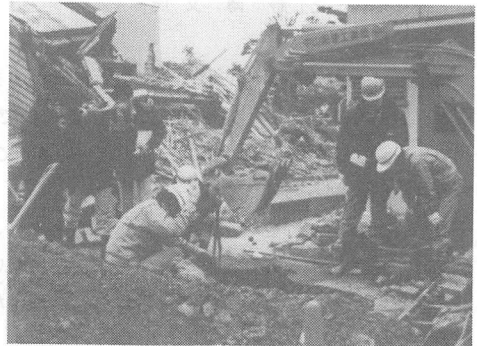


図-4 ガス供給の復旧戸数と復旧率の推移

と電力と違うところで、今回、80数万戸止めたんですけども、この80数万戸を1軒ずつ全部我々の手でガスコックの閉栓にまわりました。家庭へはガスが流れても一切入りませんよという状態にして、復旧にかかるというわけです。導管の復旧が終わると再び各家庭を訪問し、家屋内の配管に漏れがないかどうかということに圧力をかけて、漏れチェックをするわけです。それがオーケーになって初めてガスが通せるという工程を1軒ずつ踏みますので、非常に時間がかかりました。特に導管の補修工事で困ったのが差し水といまして、ガス管に水が入る。ガス管が壊れているところ



1



2



3



4

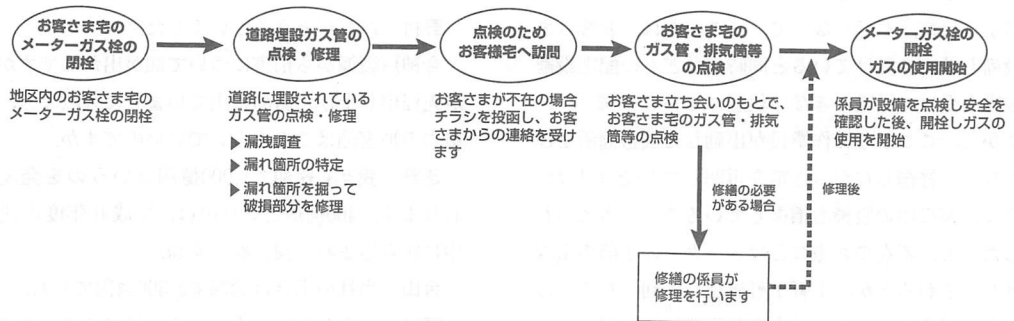


図-5 都市ガス供給停止後の復旧手順



芝野博文氏

は、得てして水道管が壊れている。水道管に穴があきますと、数キロぐらいの圧力を持っておりますので、それで土を巻き上げて、サンドブラストといいまして、砂でガス導管を削るわけです。

それでガス管がおれてなくても、穴があくということがあり、そこに水が入りまして、その水抜きにたいへん手間がかかる。これが復旧の一番難航した理由なんです。

野村 今、大阪ガスから詳しい復旧の手順が示されましたが、関西電力について金山さんから補足してください。

金山 ガスさんと同じで電気も電圧の高い系統から3ステップか4ステップかけて電圧を落としてお客さんのお宅までお届けするんですけど、この地図(図-1)で大阪ですとか、京都ですとかというようなところは私たちの電力系統のみの損傷で停電しているところですから、こういうところは別の系統から電力を持ってきて、切り替えれば復旧しました。それで7時30分に停電件数を100万軒に出来たわけです。お客さんのところへ行く手前までは、当社の判断で大体復旧しますけれども、私たちの変電所を最後に出る段階からは電圧も低くなって、ここからは、お客さまの設備も被害を受けていると同時に私どもの配電設備も被害を受けて送電できない状態になっていました。ですから、ここからは作業員が出勤して被害箇所をひとつひとつ修繕しながら送電を再開していきました。この時、家の中の設備も損傷していることが考えられましたので、不在のお宅などはメーターの手前の電線を外してまわるとか、1軒1軒確認して回ったことは私どもも同様です。これは大変な作業でしたが、6千人の作業員を動員して復旧作業に当たりました。

野村 きょうは神戸製鋼所から小堺さんをご出席をいただいております。小堺さんは製鉄所設備部の部長をされておりますね。エネルギーと関連するというところで、ご出席いただいたのですが、それに限らず今までの被害と復旧見込みについてご紹介をしていただきたいと思います。

小堺 エネルギーとちょっと離れたところから、当社は兵庫県が主体の会社でございますので、今回被害に相当なものがありました。一番被害が多かったのは製鉄所2カ所でございます。神戸製鉄所は今回震度7というか、中心的な位置にありますので、壊滅的な打撃を受けました。もう一カ所、加古川に主力の製鉄所があるのですが、原料岸壁が大きな被害を受けたということで、物流面で苦労しながら復旧しました。神戸製鉄所の場合は、全工場がながしかの被害がありましたし、こちらの方は製品の出荷岸壁が大きな被害があったということで、大変な期間を要したわけです。神戸製鉄所の場合は、各工場を順次立ち上げをしながら、最終4月の中旬に全ライン立ち上げまして、6月には両製鉄所ともほぼ従来の生産ラインに戻った。ただ、本社は関連会社の本社も含めてほとんどが倒壊、また神戸地区の厚生施設が東灘区にありましたので、これもほとんどの社宅が倒壊、半壊いたしました。総額1,100億円ぐらいの被害です。この借金を何年かかるかわかりませんが、これから返していかなきゃならないということで、今、全社総力をあげて対策をとっているのが状況です。

神戸製鉄所の場合は電力、水が完全に遮断されました。燃料は都市ガスはほとんど使っておりませんので、大きな被害はなかったのですが、電気、水がなかったら、手も足も出ないというのが改めて痛感したということです。それと関連には、震災当日から昼夜兼行で仮設電源等々を引いてもらいました。おかげで復旧については予定より早めることが出来ました。

野村 ありがとうございます。

今神戸製鋼から損害について額が出たんですが、私が先程申し上げた新聞に出ていました大阪ガス、関西電力の被害額はこのぐらいいいのですか。

芝野 我々も総額で1,900億円というのを発表しております。400何億というのは、平成6年度の決算の中に組み込まれた損害額ですね。

金山 当社の場合は総額で2,300億円でした。

野村 大変な損害が出ているわけでございます。電力とかガスというエネルギーの話をしていただいたん

ですが、先程芝野さんからご指摘がありましたように、水ですね、これはライフラインの1つとして非常に重要だというご指摘を受けましたので、橋先生にちょっとお調べをいただいた状況をお話いただけますでしょうか。

ライフライン復興への対応(2)水

橋 私は建築の耐震構造の方ですので、少し畑違いなんですけれども、バランスからいって水も必要だろうということで、兵庫県企業庁の8月末での調べを中心に簡単に水道被害復旧について申し上げたいと思います。

まず、断水につきましては、神戸、阪神間、淡路地区の震源に近い10の都市、7つの町におきまして、震災直後約90%が断水しております。この地域の全戸数は約140万戸で、126万戸が断水したことになります。これを給水人口に直しますと、300万人以上となります。幹線配水管の損傷率はといいますと、平均2キロメートルに1カ所の割合で損傷を受けています。これは少ないような感じがしますが、あくまで平均値であって、ご存じのように西宮、神戸、あるいは西宮の各市は被害のレベルの低い北部地域も含んだ平均ですので、震源域では大体500mに1ヶ所、あるいはもっと短い300mに1ヶ所といったような比率かと思えます。トータルでは3,766ヶ所の幹線被害となっています。

家庭に引かれている給水管につきましては、約16万ヶ所です。次に被害の内容ですけれども、最も多いのは継ぎ目の外れでして、次に亀裂や折れるといった被害が続いています。折れたりしたのは古い形式の鑄鉄管を使ったものでした。少し粘り気のある鑄鉄管は比

較的折れたりしなかったようです。注目すべきは、伸縮可能な離脱防止用継ぎ手です。不等沈下に対応して使われたものですが、結果的には耐震として対応したんだと思います。神戸市で約6%ぐらいその継ぎ手が採用されていましたが、それについてはほとんど被害が生じていません。そのほかに、貯水池、浄水場、ポンプ場に被害がありますけれども、これは省略させていただきます。

次に、復旧につきましては結論だけを言いますと、尼崎、川西、明石などが1月下旬、10日ないし2週間ではほぼ完全復旧。もちろん、10軒ないし100軒ぐらい数字の漏れがあるかもしれないけれども、それから、伊丹、宝塚が2月上旬、西宮、芦屋が3月下旬、最後に神戸市が4月中旬ということに一応なっています。ただし、95%ぐらいは2月下旬にほぼ先ほどの断水管所は復旧しております、あとの5%が、4月下旬までかかったというようなことです。復旧工事の難しさにつきましては先ほど大阪ガスの芝野さんがおっしゃられたように、パンクを修理するように1つ1つ圧をかけて漏れる個所を見つける。ところが、圧がなかなかかからない、それから上に建物が倒れている、ということで時間がかかったということです。市庁舎の水道局が6階にあって、圧壊したということも大きく影響もしています。

野村 それから、精油所等の被害はどうかということを私の方から触れておきます。実はコスモ石油の堺精油所の福井所長をお願いをして資料を集めてみました。それが配布しました神戸の石油コンビナート施設の被害状況の資料です。これに関して、1月18日に神戸の東灘区のカスタムタンクからガス漏れということで、住民8万人に避難勧告が出たというのが記憶にありますね、これも大事に至らなかったということで不幸中の幸いだと思っております。コスモ石油の堺精油所の資料(表2)を見ていただきますと、装置、運転設備被害、液状化等についてここに書いておられますけれども、大体ほかの堺地区にあった精油所もこれと似たり寄ったりの被害であったということでありまして、それで一応石油精製関係の被害状況をお話させていただきました。

学会会報で見たのですが、大体地震とかこういった災害のときにはまず、下水道とか、ごみの処理施設を復旧して、それから供給系施設、上水道、あるいは電気、ガス、交通等を復旧させるのが、災害復旧の鉄則であるということを書いておられまして、今回の



橋 英三郎 氏

表2 コスモ石油 堺製油所の被害状況

- ・地震計：204.0Gal
- ・装置運転：軽油脱硫装置の加熱炉のセンターウォール脱落のため運転停止。他の装置は運転続行。
- ・設備被害：上記加熱炉，防油堤ひびわれ，タンク液面計作動不良（48基）道路地盤沈下。
- ・液化化等：タンクヤード，道路（非舗装），配管敷に多数発生。10～20cm陥没。

場合は逆であったという指摘がございます。

きょうは、奈良大学から碓井先生がご出席いただいていますけれども、先生からいただいたファックスの中でがれきの撤去状況調査を行っておられますので、この辺環境がらみの関係で少しお話をいただきたいと思います。

ライフライン復興への対応(3)がれきの撤去

碓井 私には GIS (Geographic Information Systems: 地理情報システム) という情報システムを研究しておりまして、これはコンピュータに地図を載せて、そして分析するという、日本では施設管理部門で非常に広がっているんです。その立場から今回京都大学の防災研究所の亀田弘行教授と一緒に防災GIS活動というのを展開しています。復興事業の効率化のためにコンピュータを使って、地図情報を駆使しながら、復興事業をボランティア的に応援するものなんです。2月9日の段階で何が困ったかという、交通の情報がわからないということがございました。一体どこの道が通れるのか、全くわからない。これを何とか、調査できないかということがありまして、私ちょうどうちの大学で就職のオリエンテーションをやっておりましたので、大学のオリエンテーション室に、京都大学の角本繁助教授と一緒に行きました。現地調査をするからボランティアを手伝ってこないかと言いましたら、80人ぐらいの学生が賛同してくれまして、すぐ2月9日にがれきの撤去調査と交通不能箇所現地調査を始めたのです。淡路島を除きまして、ほぼ兵庫県全域に当たるわけですが、そこの地域に入りました。

調査の結果、生活道路が震災地域に関しまして2,020ヶ所の道路が交通不能になっていることがわかりました。1万分の1の地図に赤で×印を学生がしてくれたものを見ましたら、ほとんどの主要道路のがれきは撤去されているんですが、生活道路、避難所のあるようなところの小さな道路は2,020ヶ所にわたって、クルマが通れない状況でございました。それと同時に、家屋の解体とがれきの撤去がそろそろ始まりましたので、

2月9日段階でほぼ震災地域全域について調べましたところ、ほとんど手つかずの状態でしたが、1,374ヶ所ほど点々と、ほんとにゴマをふったような状況で撤去されていました。(図-6) その中にも例えば銀行とか、すぐ営業活動をしなきゃいけないようなところは自力で始めていました。それから、伊丹地区とか、自衛隊に近いところ、大阪に近いところは復興が少し始まっておりまして、神戸地区はほとんどがまだでした。この調査を2週間ごとにずっと調査しましたが、学生が非常にがんばってくれまして、交通費が奈良から行くと2,000円かかるんですが、1,000円しか払えない。全くのボランティア調査だったんです。けれども、この調査で生活道路の交通不能箇所は3月末にはほとんどなくなっておりました。ですから、これはライフラインの復旧と合わせながら、適宜なされていったんじゃないかと思います。

そのころから、倒壊した家屋のがれきの撤去業務が本格化したしました。我々、それを1ヶ月単位でずっと調べて、7月に第8回の調査を全域でやっておりますけれども、これは1軒1軒の調査です。住宅地図にチェックしていくという、非常に気の遠くなるような調査なんです。調査に追われまして、電算機の入力が若干遅れております。それで、県が出ております倒壊家屋解体処理状況という3月31日現在のものを見ますと、一応震災地域で解体が必要な家屋は13万1,457



碓井 照子氏

戸とかなり多い。そのうち神戸市が7万3,817西宮市が2万6,554で、解体の進捗率を見ますと、神戸市で25%、西宮市でも20%、一番進んでおりますのが北淡町で55%に達している。あそこは比較的消防団の活動が目立つところ。地域組織の強さが原因だと思います。がれきの撤去が復興の根底にあります。ライフライン関係の復旧がようやくおさまった3月頃から、解体業務がようやく本格化してくる。この理由の背景にはライフラインの復旧だけではありません。家屋が私有財産なので、行政の側で膨大な資料をチェックしなければならないことが最大の理由なんです。

それで我々が2月からやりましたことは、長田地区で窓口の業務にコンピュータを導入いたしました。がれきの撤去業務の効率化を図りました。当時、がれき撤去業務をどうしていいか、わからない。2月の初めの段階ですから、お手上げの状態でございます。長田地区は非常にひどい状況でしたので、長田区役所に学生と教員が泊まり込みまして、申請書の書類からチェックしていきました。一番の問題点は正確な住所がわからないと、台帳上の位置の同定ができないことです。この建物はその人の所有であるかどうかのチェックです。それで、窓口でコンピュータに地図を入れまして、来られた方にこの場所だというふうにチェックしていただきますと、非常にわかりやすいわけですね。そうしますと、撤去業者にこの地域を撤去しなさいという、

効率のよい発注ができる。もう一つは、連続して何軒も撤去しなきゃいけない家があっても、真ん中の家が撤去申請を出していないと、撤去できないわけです。また、道路幅が2メートル以下の非常に狭いところでは、手作業で撤去しなきゃいけない。効率の悪いことが起こりますので、撤去業者がいやがるという差別化も起こりました。そういう中で、コンピュータを使ったGISの導入と申しますのは、非常に効率をあげました。

野村 どうもありがとうございました。

ライフライン復旧への問題点

芝野 先ほど野村先生が、何が一番遅れたとおっしゃいました？

野村 いわゆる処理系施設、下水道、ごみを復旧し、それから、供給系施設を復旧することが災害復旧の鉄則であると、今回はそれが逆であったというわけですね。そういうことを書いておられる方がいるんです。

芝野 若干意味合いが違うかもしれませんが、我々大阪ガスでは病院、ホテル、火葬場それから焼却場、といった公共性の強いところに対してガスの復旧を最優先してきましたので、おっしゃった内容は少し問題があるという気がします。

小堺 私もその先生の資料はちょっと言い過ぎと違

調査、入力：奈良大学地理学科防災調査団
 使用ソフト：RINZO DIMSIS, ARC/INFOで作製
 使用地図：国土地理院：数値地図（1000分の1）、ゼンリンの電子住宅地図

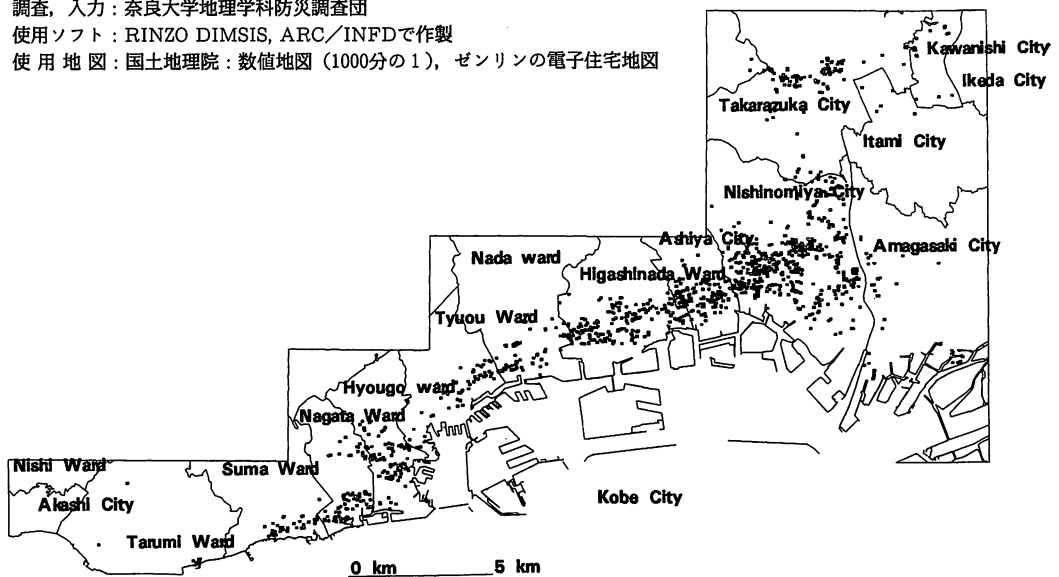


図-6 ガレキの撤去状況（1995年2月9日、10日）

うかなと思います。実際、確かに排水、汚水処理系とか、焼却処理というのをバランスよく早く復旧しなければいかんでしょうけれども、やっぱり電気がついてもらわないと、まずガスが来ないことには、僕がその中でずっと泊まり込んでおった感覚からいうと、確かに後手を踏まないようには進めないといけません、先ほど芝野さんのトイレで困ったという話もありましたように、すぐに困るのはそこなんです。

金山 電気の例で言いますと、ほかの電力会社の応援で、移動用発電機車を52台集めまして、病院、避難所、警察、そういう一番電気を必要としておられるところへ、私たちの線が復旧する前にまず電気をお送りすることに努めました。

橘 排水、下水のことに關しては、運河を閉め切って仮設沈殿槽とし、塩素消毒をして、そこを仮の下水処理場としたような……。いろんな方がいろいろ工夫をされたことが調べていくとわかるんですけども。

野村 少し舌足らずだったと思いますが、今回の震災では寒い時期だったので、この種の問題が大きくならなかったと指摘しているようです。さて今回関西電力、大阪ガス、神戸製鋼、非常にご苦労されたと思うんです。そこで、現地で指揮を執られたかどうかは別として、その辺から地震が起こったとき、どう対処したらいいのかという指針になると思うんですね。そういう経験を我々はきちっと残さないといけないと思うんです。いい機会だと思いますので、大阪ガスの芝野さんいかがでしょうか。

芝野 復旧作業への障害の資料を見てください（資料省略）。写真をつけておりますが、やはり1つは情報手段だと思います。いかに現地の被害状況を、どのように情報収集するかということです。我々は社内電話でもかかりにくかったんです。通信衛星とか、そういう手段も加えて、情報収集手段というのが今後どうあるべきかということをよく考えるべきです。交通渋滞と書いてありますけれども、交通整理が全然できてない。緊急車両のマル緊マークがあったんですが、全然そういうものはおかないしに緊急車車線を走っているクルマがたくさんあるわけです。今回、たまたま助かったのは陸路以外にかなり船を使いまして、我々の西島工場から西宮の今津へ船を出したり、弁天町からメリケン波止場へ船を出したり。だから、神戸地区というのは陸上以外に海上があったということで大分助かっているわけです。

野村 それはパイプ類とか、工具類とか……、

芝野 いろんな材料の面ですね。それから、食料品とか含めて、船が使えたということ。もし京都が今回の神戸の状態だったら、恐らく動きがとれなかったんじゃないか。陸上しか行くところはないんですね。

それ以外にも放置車両とか、違反駐車をやたら目につくわけですよ。写真を見ていただきますと、こんなクルマやガレキ、ごみの状態の中で作業しなければなりません。

碓井 それに関連して、防災GISというタームがちょっと流行になってきたんですけども、アメリカのノースリッジ地震の被害の報告書なんですけど、1年かけて、防災GISをつくったわけなんです。要するに、被害の状況を早くつかまえるということが今回できなかったわけですね。それで総理大臣の判断も遅れたということです。まず被害の予測ができるような、それも人工衛星を使って、それからマルチメディアを使ったようなものができるように、初動体制に適應した防災GISをつくっていかうということが今かなり進んでいます。

復旧、復興に対応できるような情報システムをつくる必要があります。今、防災関係については、防災GISの構築が必要じゃないかと思います。これのプロトタイプはアメリカでかなりできていますし、カナダの危機管理決定システム支援システムもあります。これはカナダで民間と企業と大学がジョイントプロジェクトを組みまして危機管理に対応したような情報システムを構築したんですね。こういうものを日常的に構築しておく必要がまず第一点です。

今回、一番感じましたのは交通渋滞なんです。交通渋滞は道路のネットワーク情報を地震以外のところが共有しておりましたら、あらかじめどこから車はいってくるかわかりますから、ここをどこで規制したらいいとかということコントロールできるんですね。けれども、今回は震災地域の外からコントロールするのは非常に難しかったですね。現在考えられているのは、建設省なんかで、私も委員なんですけど国土院のGIS研究会が発足して、この半年ぐらいで空間データの整備事業の検討をするんですけども、日本全域をかなりの大縮尺な空間（地図）データを整理して、推移・管理をしていかうという計画です。大阪が震災に遭ったとしても、東京でコントロールできるという機構をつくっていかうということが今、検討されています。それから、大阪ガス、関西電力でもかなり施設管理システム、ファシリティ・マネジメント（FA）を独自にされているわけで、地方自治体でも道路台帳の整備

とかやっているわけですから、そういうものをインテグレーションして、共通のベースでどこからでもアクセスできるオンラインをつくるようなシステム化をしていかなきゃいけないんじゃないでしょうか。今流れとして、1つの方向性がここに見えるのではないかとと思うわけですね。

野村 ありがとうございます。関西電力の方からそういう動きのお話をお願いします。

金山 先ほど私が復旧を7日と申しましたが、あれはほんとの応急復旧でございまして、私たちの電気というのは夏に一番多く使われるんですけども、それに向けて仮復旧をやりまして、やっと昨年の夏ピークは乗り切ったんです。一番苦労しておりますのは、地中線の復旧があまり進んでいないんです。被災した地中線は損傷度合いが掘り起こしてみないと判断出来ないのです。道路はがれきがなくなっても、国道2号、43号線の交通規制の結果、一般のクルマは全部住宅街へ入ってきます。そういう中ではなかなか警察の道路掘削の許可がでないんです。この作業が今一番手間取っています。

野村 将来は少しあとにして、要するにこういう震災が起こったときに、地方の電力会社がどう対処していくのかという、それに今回の経験も後に残したいという意味で…。

金山 一番復旧作業で助かったことは、今回たまたま私も自前の通信網が完全な状態で使えたことです。神戸支店の社屋が人は住めない状態だったんですけども、そこに集中している通信設備はほぼ完全な状態で残りましたので、情報の配信はうまくいったんです。地震がもう少し強くて被害を受けていたら復旧作業がうまく進まなかった可能性があるものですから、今は神戸だけでなく、京都も、大阪の支店もいかに通信設備を分散していくかというのを一番問題にしておるんです。やはり情報の収集配信はたまたま今回はうまくいったけれども、非常に重要なことだと言うことを今回の教訓にしています。

芝野 我々も一緒ですけども、企業の場合には1つのポリシーのもとに、整然とした行動ができます。しかし行政の面では各市町村の考え方があって一元管理は難しいですね。

野村 小堺さん、その点いかがですか。

小堺 ちょっと話が変わるかもわかりませんが、神戸本社が全壊しましたが、2本社制をとっており東京にも本社がありますので、最初はそこが対策本



小堺和泉氏

部ということでした。先ほどちょっと話ができましたけれども、神戸の場合は海がありましたので、救援物資を船で、ほとんど陸上交通に頼らなくて済んだ。それと製鉄所は電力、ガスも同じなんですけども、高温溶融物を扱ったり、爆発危険物などもたくさんありますので、比較の日ごろからそういう防災訓練といいますが、地震を前提には全然やったことないんですけども、水害であるとか、爆発とか、想定訓練が過去それなりにきちっと組織だってやってきたせいもありまして、今振り返ってみて反省というよりはよくあそこまですまくみんながきっちりと対応したなあというのが僕の印象ですね。それに社内専用通信ラインが生きていたということと、神戸は発祥の地ということで全国にある事業所の方々が、地の利がわかっているのだから、どういふふうな形で支援をやったらいいか良く理解していただけました。それが支援物資、復旧物資の手配がうまくいったのかなという気がします。ただ、これから将来に向けてどうか、何をしておくかということ、コストとの絡みもありますし、どこまで手を打つか。例えばユーティリティでも、地下の埋設配管、ケーブル等も相当被害を受けましたけれども、じゃ全部別な方法でやりかえるかということ、そうはなかなかいかないというのが今の悩みですね。

野村 ありがとうございます。時間もまだ少しあるのですが、橘先生、いろいろお話をいただいたんですけども、エネルギー・環境・人間という副題をつけたんですが、こういうことから今回の大震災を通して先生の提言をいただくと、ありがたいのですが。

エネルギー・環境・人間

橋 今回の阪神大震災は膨大なエネルギーが消え去った。都市を1つ建設するために、ダンプも走るでしょうし、エネルギーを使って製造した鋼材、コンクリートが必要でしょう。そういう膨大なエネルギーがかなり消えてしまった。もう1度またいんな環境の犠牲を強いながら、エネルギーを使って都市再開発をしていかなければいけない。ですから、今回の地震というのは、エネルギー的な立場から見ると、そういう見方もできるのではないのでしょうか。

最近、環境、省エネルギーと、非常にストイックで何か清教徒的なそういう風潮があるわけなんですけれども、私はエネルギーは今の程度使っても、一向に構わないんじゃないかと思っています。これは前に電力、ガスと2人座っておられ、怖いから言っているわけじゃないんですけれども。(笑)今まで我々は勝手気ままにエネルギーを使ってきて、これから若い人にエネルギーを始末しなさいというのは、私個人としては言いたくない。それから、発展途上国の人にとりましても同様で、先進国がこれまでずいぶん浪費したにもかかわらず今更これを抑えなさいといわれても納得しないでしょう。あるいは中東の石油で生計を立てている国がある訳ですから、そういう面で石油を始末しようというのも、これも感心しない。で、エネルギーを使っても構わないんですけれども、問題は、そのエネルギー

の使い方だろうと思うんです。実感としては、長い間かかって、先ほども言いましたように、エネルギーを使って建設された町が一瞬にして多くがガレキとなったというような、これは結果的にはエネルギーが有効に使われなかった。これではせっせとエネルギーを製造したかいないわけです。で、予想外の地震が起こったにせよ、もちろんその責任の一端は私どもにもあるわけなんですけれども……。

ただ、幸い今回の地震で明るい面もございまして、それは先ほどの水道管のジョイントの話もありますし、それからお配りしました資料ですけれども(図-7)、これは免震構造の効果を示しています。上が普通の構法で、下が免震構造のもので、2棟は隣り合った3階建てのものでその屋上の記録です。免震構造とは建物の下にアイソレータ(写真1, 2)を入れた建物です。こういうように都市というものをエネルギー消費の成果としてみますと、それを有効に生かすためには例えばこうした新しいテクノロジーを積極的に使ってはどうかと思えます。免震構造は、過去10年間で大体70件ぐらい日本で建っているんですけれども、多分この1年間でそれぐらい、あるいはそれ以上の免震構造が申請に出てくるのがわかっておりますし、96年はもっとふえると思えます。

わが国は経済大国なんですけれども、人口大国でもあるんですね。もはやロシアの3分の2の人口を有し世界で7番目の人口です。しかも、1次エネルギーの90%は輸入している。我々は経済的に軟着陸していく

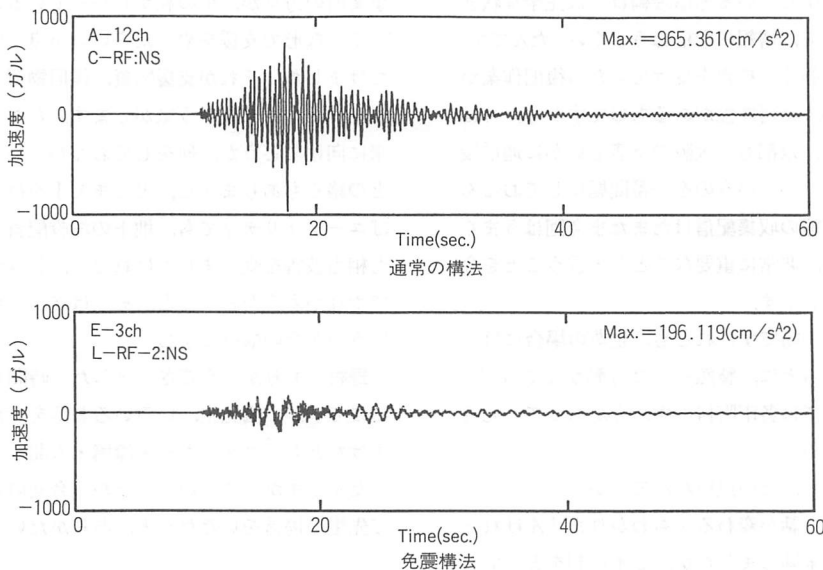


図-7 兵庫県南部地震(1995年1月17日5時46分) NS成分記録波形

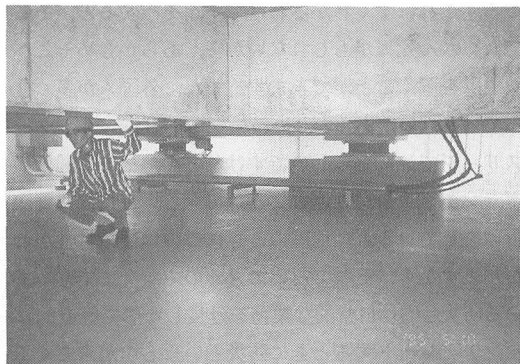


写真1 1階床下に配されたアイソレータ

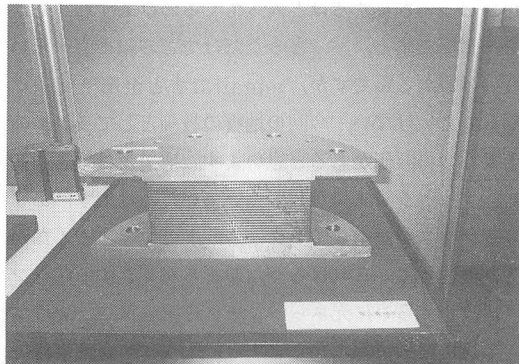


写真2 アイソレータの断面図

ために、そういうテクノロジーで貿易をささえなければいけない。若干こじつけの感もなきにしもあらずですけれども、エネルギーを大切にするという意味で、都市防災とか、そういう意味で耐震的な都市をつくるというのがこれからの必要なことではないでしょうか。単に耐震的だけではおもしろくないんで、別にパリとか、ウィーンを見習えというわけではありませんけれども、エネルギーを費やしがいいのある都市づくり、あるいは施設づくり、徐々に我々の町がきれいになり、しかも地震に対して安全だというような方向にエネルギーを有効に使えば一生懸命エネルギーをつくられている方に報いられるのではないかと感じております。

野村 ありがとうございます。それじゃ、碓井先生、ちょっと実際に調査されまして、感じられたことがたくさんあると思うんですけれども、ご提言をお願い致します。

碓井 一番感じましたのは、4月に入りまして、現地調査が膨大になってきましたので、奈良大学の中に奈良大学防災調査団をつくり、人海戦術でやったんですね。で、現地へ行って、紙つづりの情報として、帰ってきてUNIXのワークステーションに入力したんですけれども、それはある意味で古いスタイルなんです。現地から情報をデジタルに入れていく形をとらないといけないんです。ですから、例えばマップが入った携帯型のパソコンをこれはアメリカなんかでは実用化しているんですが、地図データがコンピュータに入っていますから、現地でがれき撤去をちょっちょつと入れていけば、それは即データベースになるわけです。そういうふうにならないといけないわけです。そうすると、例えば道路の配管工事にしても、配管工事をしたい人はそこで図面を修正できるようなシステム、要するに現場が直接データベースに直結しているような、

データをキャプチャーする人がデータをつくる人であるというシステムが必要です。それが今後要るんじゃないか。そうなる可能性は多分にあると思うんです。その1つはまずGPSという技術ですね、人工衛星で位置が確定できる。もう1つは、国がある程度の空間データベースを大縮尺で、これはまあ2,500分の1か1,000分の1ぐらいの大縮尺の共通のデータベースを整備する必要があります。これはイギリスには既にあるわけです。それを携帯のパソコンに載せて、そして配管にしても何にしても現地ですべてを直してしまうというデータベースの実験。それでオンラインで使えるというふうになってくれば、非常にいいんじゃないか。今我々一生懸命データベースをつくっているんですけれども、ちょっとシステム的にはお金がありませんから。これからデータを取得する方法が変わると考えています。

もう1つ、感じましたのは、先ほどのエネルギーの話なんですけれども、大きな電力会社なり、ガス会社がありまして、供給を一括してやるというネットワーク型になっているんですが、そのネットワーク型を管理するところの情報化が遅れているということが1つございますね。もう1つは、ネットワーク型は必ずしも1点集中型でなくてもよいか、ノードで分かれていますから、たくさんのハブのようなノードがあってもいいということで、分散集中型というんですかね、そのような形のネットワークをもっと考えていく。それをサポートしてくれるのは、やっぱりインターネットみたいなものじゃないかと思っておりますけれども、分散集中型のきめの細かなネットワークというものをつくっていけば、エネルギーが分散して、なおかつ集中管理することができると思うんですけれども。

橘 私はe-mailを使っておりまして、膨大な情報

が毎日うんざりするほど入ってくるわけですね。しかも、封筒ですと、パッとみただけでごみ箱に直行というのはわかるんですが、e-mailですと全部チェックしないといけな。今回の地震の教訓としてラジオの重要性の再評価があると思います。被災者は地震当初からずっとラジオにかじりついてきたわけですね。あまりアクセスが簡単なインターネットですと、みんながアクセスして、これはもうたちまちパンクする。シングルポールぐらいに光ネットワークを張らないといけな。特に地図情報になりますと、1枚につきメガ単位で情報量が出ますので、やはりラジオとの併用というのが、いいのじゃないかと思えます。

碓井 そこで、今考えられるのはそういう空間データのインフラストラクチャーをきちっと政府がお金をかけて整備をすべきじゃないかと思うんです。そういう整備ができれば、その上にいろいろなことが考えられるのじゃないかと思うんです。

小堺 今回感じたことはいろんなインフラ整備にしても、例えば震災対応だと、いつ来るかわからんものにはなかなか投資をしづらいところがありますし、コンセンサスを得るのも難しい。また来たときに関係者というか、みんながそれを自由に使えないと、機能しないということで、やはり企業なり、行政の方が日常的に使えて、いざというときにそれが威力を発揮するという仕組みじゃないと、ある目的だけのためのシステムというのは、なかなか機能しないし、いざとなったとき役立たないんじゃないかなという気がするんです。

碓井 そのとおりなんです。それで、ノースリッジのときなんですけれども、カリフォルニアでGISにいろいろお金をかけて、特に施設管理なんかでいろいろやってきました。じゃあ、防災にどのように役立つのか、考えなさいということで、既存の施設管理が防災に如何に役立つか検討したわけですね。そうすると、家屋台帳とかが入っておれば、そこに建物の築造年代が入っていますよね、そうすると危険な地域はあらかじめわかるわけですね。そうすると、今までしてきた日常業務から、防災ということまで、非常に日常業務から防災が直結しているという認識があります。何も取り立てて防災用のというのでなくて、日常的にそういうデータベースをつくっていけば、それが防災に使えることが可能だといったことです。やはり特別なシステムじゃなくて、日常業務風のもの、防災に役立つ。例えば1つの例を言いますと、老人がたくさんいると

ころ、これはすぐわかるわけですね。そうすると、そこでたくさん死ぬかもしれないから、あらかじめそこへ救急隊を置くことができます。また、外国人が多く住んでいる地域があらかじめわかれば、これはノースリッジでやったらいいですけども、そこに通訳のボランティアを送り込むことができる。日常的に健康管理をしていると、地震のときにこの地域の特性がわかりますから、それで対応できるので、今まで言っている防災GISは日常的な業務を延長した形で総合的にインテグレートするときに防災というものが出てくるんじゃないかということです。

今後の対策

野村 それじゃ時間もかなり過ぎてきましたんで、神戸製鋼の小堺さんから今回は非常にうまく機能したとおっしゃったんですけども、今後どういうふうはこの経験をもとに対策を考えておられるのですか。

小堺 これが一番難しい。どこまでやるか、頭が痛いところですね。確かに大きな被害があって、復旧工事をしたところについては、耐震設計も見直していますが、小修理のものは従来のままですね。どこまで手を打っておけばいいかというのはなかなかきちんとできないというか、悩みですね。これはまだ最終決定していない部分もたくさんあるんです。ただ、企業の責任としては働いている方を守らなければならないということ、どんなことがあっても地域の方に迷惑をかけない、というのを大前提に今いろいろ悩みつつ、具体的な対策を立てて、一部は取り組んでいます。まあこれもやればやるほどキリがないということで、非常にそこら辺が悩みなんです。ちょっとご質問の答えにもなりませんけれども、実態はそういうことです。

橘 アメリカ西海岸の場合はご存知のようにサンアンドレアス断層があって構造がシンプルで、再現期間をかなり正確に予測できるんですが、日本の場合の内陸性地震は、地震構造が複雑すぎて、その辺がわからないので、余計判断に困る。

野村 それじゃ、金山さん。

金山 いま、電気設備は資源エネルギー庁でどうあるべきかというところを検討中なんですけれども、たまたま宮城沖地震なんかで電気設備が被害を受けた例がございまして、そのあと大分勉強しまして、特に加振設備で実際につくった機械を揺らすというような手法もありまして、現行基準のものは極めて強いものに

なっています。今回もそういう結果が出ているものですから、現行基準そのものは大きく変えなくても設計値等はそのままでもいいのかなと思うんですけれども、液状化対策についてはまだ甘いところがあると思われるので、勉強しなければと考えています。それと特に配電柱なんかは家が倒れてきますから、なかなか自前の強度だけではいかないところがありますので、壊れても復旧がしやすいという観点が必要だなとも考えています。

それともう1つは先ほども言いました情報の収集と配信、これはどんどんハードがよくなってきますから、これをきちっと構築しなければいけないということがあります。

それと、お客様にも自家発電設備がございまして、本来私たちが送れなくなっても相当量の発電をさせていただけるんですけれども、今回はそういう設備が地震により損壊したり、長時間の停電で燃料が無くなった、そういうこともありまして、やはり保守面や設備面で当社のコンサルタント的な動きも必要なとも考えています。あとは、社内でも何が提言できるかなということで、1つは碓井先生がおっしゃいましたように、神戸へ電気を供給するのは今のやり方でいいか、拠点となるところの分散とか、それから大阪にはどのようにするのがいいかとか、やはりこれまではノードをちゃんと構築したつもりではおりましたが、今回の神戸の地震を見まして、新しく作る時には少しは変えてやらなきゃいけないとか、いろいろ勉強しているところでございます。今後とも努力したいと思っております。ありがとうございます。

野村 それじゃ、最後になりますけれども、芝野さん。



金山慎治氏

芝野 今ちょっと金山さんがおっしゃったように、今回ある面では技術の実証ができているものがたくさんあるんですよ。我々耐震設計だとか、耐震材料だとか、そういう耐震をいろいろやっておりますけれども、パイプラインという観点からすれば、結果としてその成果が実証されたと思うんです。それにちょっと触れておかないといかんと思うんですけれども、お渡しした別の資料の中に過去の地震の規模をガス事業という観点から比較しております。そうしますと、今回過去と想像もできないほど、規模が違うわけです。そういう中で実証できたことはたくさんあります。1つは高圧導管、それから中圧導管はほとんど壊れていないんです。溶接鋼管は、無傷なんです。もう1つは先ほど言われてました液状化ですが色が黄色くついているところは全部液状化したところなんです。例えば鳴尾浜からポートアイランド、六甲アイランドの埋め立て地でほとんど液状化しているわけです。しかし、助かったことに、この新しい埋め立て地はほとんどポリエチレン管を使っており、このPE管が今回ほとんど無傷。PE管というのは、釧路地震でも立証されているんです。エネルギーの供給システムとして今後はPE管の普及と高圧導管のネットワークをどうしていくかという課題があります。

もう1つは、各家庭の皆さんのメーターにマイコンメーターを取り付けております。これは200GALの震度を感知しますと、バルブがすぐ自動遮断します。それが現在70%ぐらいの普及なんですけれども、それがほとんど正常に作動したことが実証されております。したがって、そういうポリエチレン管と耐震継ぎ手の導入促進と、それからマイコンメーターの普及促進ということを実践すれば、相当地震に強いガス供給システムができあがるという自信をもちました。いろんな面で技術的に実証できたものを今整理しております。これは非常に大切なことじゃないかなと思っております。それから、電力もそうなんですけれども、我々ガス事業者として応援体制は日本瓦斯協会を通じてでき上がっておりまして、今回の震災で大阪ガスは約6,000名、北海道から沖縄まで、全国から3,700名の方々に応援していただきました。これらの貴重な体験を踏まえ、先生もおっしゃったように、地震に強いガス供給システムのあり方や、緊急時の体制のあり方等をこれから検討していきたいと思っております。

野村 時間が少しオーバーをいたしました。今日は震災から8ヶ月近く経ったこの時期にこういう座

談会が開けたということは大変有意義だったと思います。特に皆さんがお忙しい中を貴重な資料を準備して頂き、資料を見ながら大震災からの困難な復旧を極めて正確に把握することが出来ました。心から感謝致し

ます。それではこの辺で終わりたいと思います。

文 献

関西電力㈱広報誌「縁」1995年No. 64. P. 27-P. 34

