

福島第一原発事故と理研仁科センターの対応 －現地でのスクリーニング、電力不足と熱電併給装置－

○理研 藤縄 雅

1 まえがき

平成23年3月11に発生した東日本大震災により東京電力（東電）福島第一原子力発電所では、接続する送電鉄塔が全て倒壊した。さらに地震発生30分後には、津波が押し寄せ、非常用発電設備が水没した。この時点で電源喪失に至り、結果として、1号機から3号機がメルトダウンし、2号を除く1から4号機が水素爆発を起こした（図1）。理研仁科センター（RNC）においても、3月16日には、施設内の放射線管理区域よりも、屋外の放射線線量が大きいと言う異常事態に見舞われ、事の深刻さを体験する事となった。

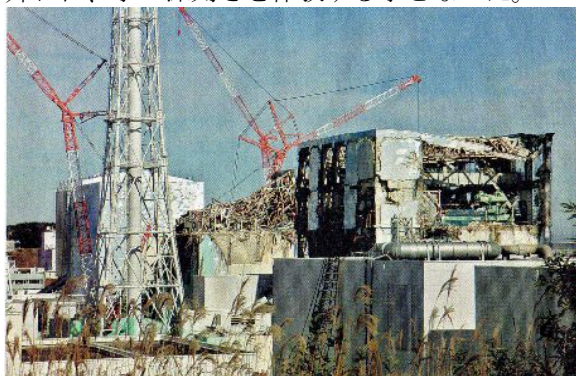


図1 水素爆発後の東電福島第一原発

RNCのほぼ全員が放射線作業従事者である事を生かし、文部科学省（文科省）災害対策室医療班の要請に従って、福島における避難指定区域からの避難民の緊急被曝スクリーニング作業に人材、器具と車両他を提供すると共に、各種放射線測定作業を行った。さらには、電力不足に対応し、実験計画の見直し、熱電併給装置（CGS）の増設他に取り組んだ。

以下に、その対応について報告する。

2 各加速器の被害状況

マグニチュード9.0の大地震による各地の加速器施設の被害は、次の通りである。

1. 東北大学：校舎も含め重大被害、一部復旧断念^{1) 2)}
2. 筑波地区：筑波大と産総研重大被害
3. KEK：重大被害を受けたが復旧^{3) 4)}
4. J-PARC：重大被害を受けたが復旧⁵⁾

一方、福島県郡山市 南東北病院の陽子線治療装置、筑波大学の陽子線治療装置及び、放射線医学総合研究所の重粒子線加速器「HIMAC」は無傷であった。著者が勤務する、RNCにおいては、20年前の既設建屋内の真空ダクトの溶接部にクラックが入った程度で、極めて軽微な被害であった。

最大の問題は、被害確認運転に要する電力についても計画停電等があり、運転に大きな制約を受けた。結果として、上記以外の被害は発見されず、RNCのRIビームファクトリーの耐震設計は、加速器本体、建屋、付帯設備を含め良好であった。

尚、当日は震源地から800 km離れた大阪大学においても、大きく長い揺れを体感したとの事であった。

3 現地における緊急被曝スクリーニング作業

RNCは、文科省の要請により、大阪大学が幹事を務める原子核物理研究者と、OBより構成された原子核物理学フォーラムの一員として現地支援作業に参加した。主たる作業は、福島県庁医療チーム配下で、避難指定地域からの避難民の被曝線量測定を行い、その人達の不安を取り除くと共に、万一除染が必要な場合は、現地に駐在する自衛隊に除染を依頼する体制で臨んだ。

我々メンバーがスクリーニングを担当した範囲では、県が決めた13 kcpmを超えた被測定者は、幸いな事に皆無であった。

1) スクリーニング活動の流れ

保健所関係者を主体とした各自治体、電源開発と日本原子力発電を加えた電気事業連合会（電事連）、原子力工学関連の学部を持つ国立大学（京都大学、福井大学他）と広島大学、長崎大学の医学部、そしてRNCが所属する核物理フォーラムが、数名ずつのチームを編成した。スクリーニング参加の前日までに、耐震性に優れた県庁となりの自治会館に設置されていた災害本部に登録する。朝のミーティング（8時：道路事情が回復した5月からは8時半）で県内各所のスクリーニング会場に割り振られ出発する。（図2）



図2 福島第一原発を中心として半径に描いた地図、赤ダイヤ印は、著者が参加したスクリーニグ会場。

各会場までは、自力移動でRNCはレンタカーを準備した。レンタカーは、新幹線が不通の時は、RNCのある和光市で、新幹線が那須塩原まで開通した時は、塩原にて、そして4月29日に完全復旧した以降は福島で借りた。当初は関西核物理のメンバーを、和光から現地まで同乗運搬する事も重要な業務であった。

各会場は、その場所毎に状況が異なった。設置、受付、測定、記録まで全て我々で行う所と、各地の市町村が前面に出て、我々は測定と実施証明書の発行が主の所などがあった。いずれにしろ、被災者、被測定者に対して親身になって、可能な限り話し相手になる事も重要な職務であった。

著者は3月、5月、8月と大学が休みの間を利用して現地に赴いたが、3月末は被測定者が約130名/日、5月連休中は、70名前後/日であった。8月上旬は20名前後/日であった為、県庁の役人1名と著者の計2名で対応した。最終日は人繰りが付かず、県庁の依頼で1日滞在を延長した。

2) スクリーニングにおける線量測定

測定に用いた測定機材を表1、外形を図3、4に示す。

表1 測定装置

1	Scintillation Counter ALOKA γ Survey meter TCS-172 NaI シンチレーター	単位 μ Sv/h
2	Geiger-Muller counter (GM Survey Meter) Type:TGS-133 ALOKA ガイガーカウンター	単位 cpm
3	Electronic Personal Dosimeter Thermo Fisher Scientific EPD-N2 ポケット線量計	単位 μ Sv
4	Quixel Landauer badge NAGASE landauer TYPE K フィルムバッジ	単位 μ Sv



図3 左が1番のGM、右が2番のシンチレーター



図4 左が3番フィルムバッジ、右が4番ポケット線量計。

表の1番は、被測定者もしくは物品の測定に用い、前述の如く13 kcpmが暫定判定基準値であった。

2番は測定場所の空間線量を測定し、Back groundの少ない場所を探す事他に使用した。

3番4番は我々が身につけて自身の被曝線量の測定に用いたが、3番は1回5日程度では表示範囲以下であった。しかし、放射化した骨材を使用して建設した最新のマンションでの異常被曝の発見に貢献し、長期被曝に対する有効性を示した。

表2に 著者の活動日数と被曝量を示す。

表2 スクリーニング参加日数と被曝量

	福島滞在期間	被曝量	平均	距離
1	2011年3月29日～4月2日	18 μ Sv	3.6 μ Sv/日	50 km
2	2011年5月 4日～5月8日	20 μ Sv	4.0 μ Sv/日	40 km
3	2011年7月29日～8月3日	25 μ Sv	4.1 μ Sv/日	22 km
注: 距離は福島第一からの距離				
1. 郡山市と川俣町				
2. 川俣町と田村市				
3. 広野町と青木村				

平均線量が回を重ねる毎に増加したのは、発電所により接近した事によると思われる。

3月30日に川俣町にて、広島大医師の指導の下、子供を対象にした、甲状腺の測定を行った。

2番のシンチレーターを子供の甲状腺表面に直接触れ、空間線量との差を調べた。室内でも空間線量の低い場所を選び、30日のみで24名を測定した子供の他に希望する保護者も測定対象としたが、異常値は観測されなかった。

3月末時点の川俣町の屋外空間線量は $2\mu\text{Sv/h}$ 前後であった。(同じ場所でも床の種類で2倍程度の差が出る。)4月1日の郡山のビックパレットも比較的線量が高く屋内で約 $0.12\mu\text{Sv/h}$ 、屋外では $0.9\mu\text{Sv/h}$ であった。いずれも2番による測定である。この日は大変忙しく被測定者数は、245名であった。測定に参加して気が付いた点は次の通り

- ① 不安なのか毎日測定に来るリピーターが見られる。
 - ② 30 km圏内などに立ち入りした人が、その帰りに検査を受けに来る。
 - ③ 原発関係者がタ方検査を受けに来る。
- 上記②③の為、夕刻が忙しくなる。この傾向は夏まで続いた。

著者は、「スクリーニング済証」を発行する係が多かったが、これが無いと医者が診療を拒否する、臨時避難所に入れないなどと俄かに信じられない現実があったようだ。

5月22日より20 km圏内の避難区域住民の2時間に限りマイクロバス10台前後を使用して集団で行う時帰宅が始まり、こちらも人手が必要となった。この帰宅は、経産省と東電が主催し、環境省、文科省が協力する体制であり、県民が東電を信じていない為、我々が中立な立場としての役割であった。著者の場合は、7月末に20 km圏近くの広野町にて富岡町と楡葉町の人々の一時帰宅後の測定に参加した。(図5)



図5 広野町体育館前に作られた仮設測定場所

参加者の被曝量の測定には、2番のポケット線量計が用いられた。7月31日の楡葉町の人々は0から $1\mu\text{Sv}$ と比較的少ないが、外で除草作業をした人は $13\mu\text{Sv}$ を記録した。第一原発に近い富岡町は、20から $30\mu\text{Sv}$ と屋内2時間にも係らず私の福島滞在5日分に相当した。

8月2・3日は福島市飯野青木地を担当し福島市内であるが、屋外 $1.4\mu\text{Sv/h}$ 、屋内 $0.36\mu\text{Sv/h}$ と大きな数値であった。同時期の会津は屋外で $0.14\mu\text{Sv/h}$ と極めて低く、観光客の心配を払しょく出来るものである。

表3にRNCとRNCの属する大阪大学が幹事の核物理フォーラムのスクリーニング参加者を示

表3 核物理とRNCのスクリーニング参加者

	内 容	3月	4月	5月	6月	7月	8月	計	比率
1	RNCの出面	6	13	12	5	2	1	39	
2	RNCの人工	10	35	37	13	5	2	102	28.3%
3	移動のみ	7	19	10	5	2	0	43	
4	核物理総数	109	99	94	39	11	9	361	100%

1. RNCよりスクリーニングに参加した人数
2. RNCの作業人日数
3. RNCの移動日数
4. 核物理フォーラムの作業人日数

す。核物理フォーラムは原子核物理を研究する大学、加速器施設に勤務する人々、関連OBと広く門戸を開けて参加者を募ったものである。RNCも当初は実験者を対象としたが、直ぐ人材不足となり、加速器施設関係者や企画計画部門にまで対象を拡大した。呼びかけは、「出来れば高齢者で男性」著者は自身最適と考え志願し、加速器部門の鎚矢となり、そして現地より無事戻った事で加速器部門の参加者が増加した。

3月と4月は、東北新幹線が不通の為、阪大のメンバーはRNCまで公共交通機関を利用し、RNCが用意した車に便乗し現地に向かう必要があった。RNCは全体の28.3%の占有率で、最大の貢献をした。

現地では、人以外にもペットや物、野菜や果物の測定も行った。

RNCの放射化物の基準は100 cpm以上であり、13 kcpm以下であっても、我々が高めと感じるものは、丁寧に洗う事を推奨した。屋外から帰宅した際には、手洗いうがいの慣行、靴底の除染、洗濯、入浴の重要性を説明した。屋外での飲食は体内に放射化物を入れる恐れがある事、屋外での化粧直しは放射化物を塗りこむ危険性を説明した。

福島の活動期間中の被曝線量を、仮に連続して5年間従事したと換算すると、約 7.5mSv となり、放射線業務従事者の一般的上限である 100mSv/5年 を大幅に下回る。逆に一般市民の平常時の基準である年間 1mSv を1.5倍上回る事となる。

4 放射線線量測定他

1) エリアモニター

RNCは放射線管理施設であり、エリアモニターと呼ばれる機器で、周囲の放射線量を常時測定している。3月16日に突然RNCの空間線量が急上昇した。図6に線量の推移のグラフを示す。

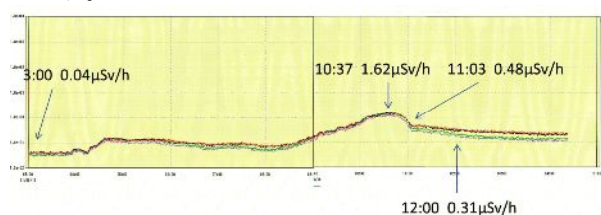


図6 埼玉県和光市にあるRNCのエリアモニターの数値
 $0.04\mu\text{Sv/h}$ が2桁上の $1.62\mu\text{Sv/h}$ をしめし、その後 $0.48\mu\text{Sv/h}$ に高止まりした。現在はほぼ正常である。

この現象を受け、理化学研究所は、和光市役所に情報を提供すると共にホームページに毎日の数値を掲載⁶⁾している。

加速器の運転員は、夜間休日等の安全管理室が閉鎖している間は、監視業務を代行している。以後、数値が急上昇する事象は発生していない。

2) 土壌測定

文科省は、福島県の放射線土壌汚染地図作成を計画し、各研究所や大学と共に、RNCも土壌の現地でのサンプリングとRNCでの精密測定に協力し、U8容器と呼ばれる専門の容器に入れられた294個のサンプルを30人日の工数をかけて測定し、文科省のホームページ⁷⁾に地図として、一般に公表されている。

3) その他

空気中の浮遊粒子に含まれる放射線量の測定を、専門家が1年間毎日行った。

また依頼に応じ、福島産の桃、海産物、飲料水、土壌等の測定も行ったが異常はなかった。

5 電力不足と熱電併給装置 (CGS)

加速器は、比較的消費電力が大きい研究施設である。地震と津波により、東電の多くの発電所がトリップし、再起動までに多くの時間を要した。これにより、加速器の健全性を確認する為の電力が不足した上に、計画停電と言う信頼性の無い発表に加速器運転計画が影響を受けた。

図7・8は2010年と12年の電力消費を示す。

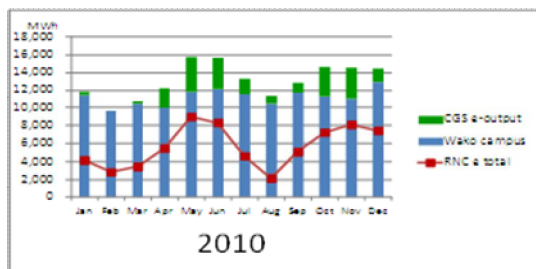


図7 赤線がRNCの消費電力、春と秋に実験のピークがある。これが例年のパターンである。

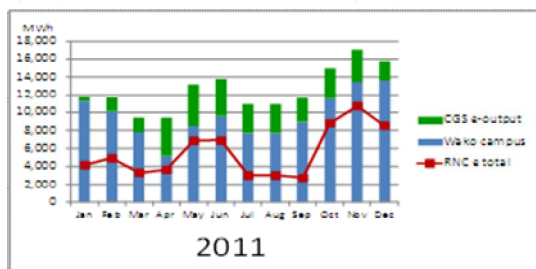


図8 緑色がCGSの出力、青色が東電よりの買電。夏の3ヶ月は加速器を完全停止した。秋から冬は例年の1.5倍の消費をした事を示す。

RNCは、ガスタービンを中心とするCGS⁸⁾を世界の加速器施設に先駆けて2003年に導入運転開始しており、これを昼間6.5 MWの最大電気出力で運転し夜間は熱負荷に応じておこない年末まで連続運転を行った。

この運転により、法律で定められた15%の削減を満足すると共に、例年、契約で決められた16日間を東電からの受電電力を30%以上削減する代わりに、報奨金が支給される夏季操業調整を、昨年は、先方の要求により68日間行った結果、RNCには経済的利点があった。

6 まとめ

RNCは福島第一原子力発電所事故という、未曾有の危機に対し、自分たちで出来る事を探し果敢に実行した。RNCよりも大きな組織他に比較しても貢献度は大と言える。

- 1) RNCのCGSは平時のみならず、非常時には極めて有効であることが再認識され、理化学研究所和光キャンパスに、1.5 MW ガスエンジン (GE) 2台のCGS導入が紆余曲折を経て決まり、遅すぎ、小さすぎとの批判の中、2012年秋に発電を開始する予定である。尚 民間会社経営の東京ディズニーリゾートは5.75 MW 4台を昨年の夏までに導入済である。
- 2) RNCのRIビームファクトリーの耐震基準 (垂直0.3G、水平0.15G いずれも地上レベル) は極めて有効であったと言える。

「参考文献」

- 1) 浜 広幸 2011年3月11日大震災からの復旧「加速器」Vol. 9, No. 2, 2012 (92-98).
- 2) 涌井 崇志, 伊藤 正俊他 東北大学サイクロトン・ラジオアイソトープセンター加速器施設の震災被害と復旧状況 「加速器」Vol. 9, No. 2, 2012 (99-107).
- 3) 小野 正明 東日本大震災におけるKEKB リン グ の 被 害 「 加 速 器 」 Vol. 9, No. 2, 2012 (65-73).
- 4) 榎本 収志 東日本大震災におけるKEK 電子陽電子入射器の被害について 「加速器」Vol. 9, No. 2, 2012 (81-85).
- 5) 小関 忠, 長谷川和夫, 金正 倫計 東日本大震災後の J-PARC 「 加 速 器 」 Vol. 9, No. 2, 2012 (74-80).
- 6) <http://www.riken.go.jp/engn/r-world/topics/110314/monitoring.html>
- 7) <http://ramap.jaea.go.jp/map/>
- 8) 藤縄 雅, 矢野安重 大型加速器用無停電電源としての熱電併給装置の実績と考察 「加速器」Vol.8, No.1, 2011 (18-25)