

東日本大震災から学んだこと、 伝えなければならないこと： 一研究者からのメッセージ

米 永 一 郎*

1. はじめに

2011年3月11日(金)に発生した東日本大震災(M9.0)によって、東北大学も人的・物的両面で甚大な被害を受け、研究と教育での活動の停止・遅滞を余儀なくされた。材料系分野でも、青葉山のマテリア・開発系は地震動により、倒壊は免れたものの建物自体への深刻な被害を受け、危険建物として立ち入りが禁止され、現在建て替えが進められている。また、女川や貞山堀など沿岸部にあった農学研究科や学友会関係の施設は津波により壊滅的被害を受けた。結局、30棟弱の建物・施設の建て替え、実験装置・機器等約7,000台の破損・修理により、被害総額は800億円弱とされている。また卒業式の中止、入学式の5月への延期、仮設・借用施設等への研究設備・装置の移設、そこでの研究再開など、研究や教育の両面にわたり大きな影響が出た。その直後の極限状態から2年を経過した現在、建て替えは緒に就いた段階ではあるが、多くの建物の補修・改修は終わり、学内では研究および教育両面での活動がほぼ以前の平常状態に復旧してきた。さらに、災害科学研究所が設置されるなど、新しい使命に向けた歩みも始まった。

ここでは、震災から今日まで、その中で、材料物性に携わる一人の研究者として感じたこと、今後に伝えたいことを記させて頂く。ただ、ここで私は35年前の大学院生のときに宮城県沖地震(1978年6月12日、M7.4)を経験していることに加えて、今回の震災において極度に大きな被災となったわけでもない。そのため、やや一呼吸置いた記述となることをご了解頂きたい。

2. その時、その夜

東日本大震災の発生した2011年3月11日(金)午後2時46分、私は仙台市中心の片平地区にある金属材料研究所の研究室(7階建てビルの5階)において、前日開催した男女共同参画セミナーの後始末を済ませ、月末の学会発表の準備をして

いた。その時、携帯と非常放送設備のスピーカーからの“ブー、ブー…”という地震予告音が鳴りはじめた。前々日の地震(2011年3月9日午前11時45分)の余震か、すぐに収まるだろうと思ったが、その揺れの大きさはこれまで経験がなく、そのうちに本棚からファイルや本が落下しはじめ(しまった、扉を閉めてなかった!と悔やむ)、さらにコップや皿が割れ、ものが倒れる大きな音が聞こえだした。隣室の秘書さんへ声をかけて、机の下へ隠れた。途中で2、3度揺れが収まったようにも感じたが、すぐに強い揺れが繰り返し、まだ続くのか…、ついに予想されていた地震が来たのか…、と思いつつ、早く収まることをじっと待った。その異常に長い揺れは結局3分間続き、やや収まった段階で、こわごわ机の下から出ると、本棚から落ちたファイルや本が、足の踏み場もなく床いっぱい散乱し、机上にあったはずのノートパソコンがその上に落ちていた(図1)。

直後、ガス・水の栓を締め、実験室の新型変形試験機やポンベが床に倒れ、またほとんどの装置が動いたこと、ただ転倒を危惧した電子顕微鏡など2階や1階にあった装置はそ



図1 震災直後の研究室。(a)と(b)は居室、(c)と(d)は実験室。

* 東北大学教授；東北大学金属材料研究所(〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)
 Message of a Researcher in Sendai to Our Futures; Ichiro Yonenaga (Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)
 Keywords: The Great East Japan Earthquake, March 11, damages, restoration, research continuity, sustainable research style, responsibility as a researcher
 2013年1月7日受理

れほど被害がなさそうなことなどを概観しながら建物外の指定避難場所へ集合し、そこで研究室メンバー全員の顔を見て安心した。驚いたことに、地階の結晶育成装置で実験をしていた院生は、それほど大きな地震とは認識してはいなかった。一方、研究所に隣接するビルの避雷針や、さらに少し離れた高層ビルのアンテナが折れ曲がって落ちそうになっている光景には戸惑った。

その後帰宅し、自宅内の状況(家具の移動、転倒、割れたガラス・陶器等の散乱した状態ではあったが、何もできず)をざっと見た。その時点で家族とは連絡できてはいなかったが、室内にいなかったため避難できたと判断した。その後恩師宅を訪問し、安否を確認した。そして再び研究所へ戻り、研究室内の状況を細かく把握するとともに、気づいた範囲での電源開閉器の遮断と給水元栓の閉鎖等を実施した。また、事務担当者と同じ建物の5, 6, 7階の研究室も見回った。一部床に水がたまっており、それが薬品に起因しない、安全なものかの判断に時間を要した。そして、6階以上では光学顕微鏡の床への落下、大型実験装置の転倒、配管の折れ曲がりなど、我々グループの研究室の状況とは較べものにならないほどの甚大な被害であることを目の当たりにした。

当夜は、自宅と研究所を何度か往復した。家族とは電話、メール等で直接連絡することはできなかったが、人伝に知合いの所へ避難したことを聞いた。そして研究所へ戻る際、研究所に近い最新の高層ホテルの非常用電源による窓明かりで若干心が落ち着いた。結局、留学生・外国人研究者を含めた30~40名程度の方々と共に1階の会議室と講堂に留まり、休んだ。私自身は研究室の机の下で横になったが、何度も携帯の地震予告音と余震でほとんど寝ることができなかった。なお、当日はラジオ等の不備により、津波による未曾有の被害や福島での原発関係の情報は全く得ていなかった。

3. 被害状況、復旧

翌日、本研究所の安全対策担当者を中心に可能な教員・職員で緊急の対策本部が研究所講堂に設置された。翌々日13日夕刻には電力が復旧した。同時にメールが使用できるようになった(私の記録では最初の送信は午後5時31分である)。メール不通の間、多くの方々から安否確認と励ましを頂いており、関係者共々無事であることを手短かに発信した。また、一週間後の国際会議は参加辞退の手続きを行った。(その段階では、ラジオ等も利用できるようなにはなったが、この段階でも東京電力福島第一原子力発電所で深刻な事態に関する情報は得てはいなかった。)

その後、研究所首脳は帰郷を待って、部門代表者による対策会議が毎朝開催されるようになり、3月末日まで継続された。その過程で、本学の方針に従い、25日の卒業式・学位授与式の中止、学生・院生の離仙・帰省勧告、非常勤職員の自宅待機等の措置が進められ、さらに職員に対しても日中のみ、および許可域のみとする入所制限が徹底された。その間に月末に開催が予定されていた各種国内学会の中止の連絡がきた。また、4月から採用予定の外国人研究者から東京電力

福島第一原子力発電所事故(以下、福島原発事故)の影響を危惧した家族からの反対を理由として雇用辞退の申し入れがあった。さらにそのことを熟慮し、準備し始めていた4年後の国際会議開催について、その提案を中止した。このように、研究室での復旧活動が制限された段階では、多くの方々と同様、PCで可能な原稿の準備や投稿論文の改訂を行った。結局、3月末までは日中の9~17時は研究所ないし研究室、夕方から夜間は自宅の復旧を行った。また研究所内にはボランティアとして、津波被害地域の復旧支援に携わった方も多数おられた。

3月末にかけて、二次被害ゼロを念頭に教員が分担して、研究所内全室の被災状況の把握と、PCを含め個々の実験装置の全てについて電源と配電盤等の元電源の遮断、全給排水管の閉栓が徹底的に行われた。特にガス漏れ、転倒したガスボンベについては注意が払われた。その後、建物毎、階毎に漏電漏水について安全確認しながら基幹電源上流から下流への順次投入、および給排水管が開栓され、各研究室での復旧が開始された。ただ、大容量の電力を必要とする施設や装置の復旧は大幅に遅れた。中性子関係のグループも研究の中断が続いた。

被災状況の把握には私も加わり、他研究室の状況もつぶさに見た。被害状況を概括すると、1, 2階では実験装置・機材にはあまり大きな被害はなく、それに対して6階以上の上層階になると幾何級数的に甚大なものになっていた。例えば、実験装置や実験台の転倒、机上の顕微鏡や硬度試験機の落下、割れたガラス片の散乱、塩ビ・金属配管の切断・屈折、ケースから飛び出した試料・試験片等の散乱などが見られた。その被害は、震源に対する建物の向きや、同じ階でも建物の端か、中央か、階段・エレベータ等の構造物に近いかなどによって著しく異なり、地震動と被害の関係の複雑さを痛感した。本研究所の建物は立ち入り禁止とはならなかったが、多数の微細なひび割れが壁や柱に発生し、樹脂を使った補修が2012年夏に終了したところである。

4. 研究室の復旧

震災当日の被害状況の概観から、私は1週間で復旧し、実験再開と判断していたが、研究所全体の安全確認が慎重になされたようで約3週間を要した。我々の研究室では、ようやく3月23日から復旧活動と地震対策を開始できるようになった。以下、参考までに我々研究室の被災と復旧の経緯を記す(図1参照)。研究室は5階に居室が、そして1, 2, 5階に主要な実験装置がある。震災翌日の12日、グループメンバーがいつも使うゼミ室について、倒れた食器棚を起こし、落ちた電子レンジを元に戻し、割れたガラスや陶器の破片を簡単に片付けて居住可能な空間を確保し、そこを基地として活動することとしていた。研究室の被害状況を纏めると、書棚は前年10月に設置した書籍落下防止器具が有効に機能した。ただ、机上の本棚にあった書籍・ファイル等はほとんど落下していた。研究室内の実験器具・装置は1階、2階の実験室の電子顕微鏡、X線回折顕微装置には被害はな

く、5階の装置も地震によって、多くが移動したが、転倒は免れた(surfingとメールには書いた記憶がある)。おそらく揺れた装置がそのキャスターなどで移動することによりエネルギーが緩和され、転倒を免れたものと思われる。冷却水循環装置は転倒しなかったが、揺れたために貯水槽の水が床にこぼれていた。多数の大型のガスボンベ(7 m³)がボンベ立てのチェーンから抜け出て床に転倒した。それに対しては二重のチェーンによる緊縛の必要性が認識され、ボンベ立ての改修と床固定を金研工場の迅速な支援の下で行った。ただ、5階の実験室に設置していた新型変形試験機は転倒した。この試験機は4月7日深夜の余震によっても転倒し、旧型試験機と大きな違いを見せた。おそらく最近の試験機の駆動部が軽量小型化し重心が高いという構造的要因を反映したものであろう。最終的にボルトで床に固定した。その他、電子スピン共鳴(EPR)装置内の間隙に設置してあったガラス製クライオスタットが破損し、CCD検出器や電子顕微鏡用特殊ホルダー、直流安定化電源が床に落下した。また、小型の空冷式真空ポンプは停電により冷却不能となったため、ピンホールが生じ、使えなくなった。(空冷式は便利ではあるが、このような障害が発生しやすいことは、今後の導入の検討点となった。)

我々研究室での復旧と地震対策は院生の復帰もあり、4月初旬にはほぼ終了し、4月6日にシリコン結晶の回転引き上げ(CZ)法による育成を開始した。そして、地震から一ヶ月後の4月11日、いろいろお見舞いや励ましを頂いた国内外の方々に、お礼と復旧状況の報告を兼ねてメールを送った(図2)。また、その年2011年、翌2012年に開催された国際会議に出席した際、上記の写真等を使って被災例と復旧状況を報告し、お見舞いや励ましへのお礼を述べると共に、福島原発事故に関するお詫びを行った。

ここで、図2(b)に転位のバーガスベクトルを書いたが、それについて補足する。地震は地殻の変形で、それは結晶転位と同じ概念の転位が担う。以前から講義でも宮城県沖地震を例に、アスベリティ⁽¹⁾と析出物固着が類似するなど、結晶転位を説明するために用いている。マグニチュード、地殻の弾性定数、地震域の大きさから転位のバーガスベクトルが平均として10 mであることを見積もった。(このような転位論に基づく地震の変位量概算は、2004年12月のスマトラ沖大地震のときから始めていた。転位屋の性かもしれない。)

5. 情報発信

先述のように、直後から安否の問い合わせと励ましのメールを多数頂いた。そのような中で、研究所や大学のキャンパスが海岸から離れていること、また福島から約100 kmであることを返信し、無事を伝えた。また、多くのグループ、例えばドイツのユーリッヒから、電子顕微鏡の利用機会提供の申し出を頂いた。ただ、これらは、いわゆる風評による影響とも思われる。メディアなどにより津波などの被害が大きく報道されたことから仙台や東北大学は二度と復興できない深

We stood up, took off helmet and have come back on the frontier of DEFECT Physics.



(b) 2011 Tohoku earthquake and tsunami March 11, 2011

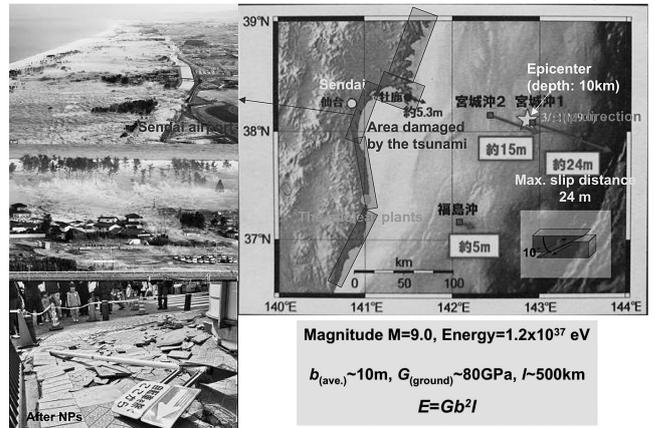


図2 2011.4.11に発信したお礼のメールに添付した図。(a)は研究室メンバーの集合写真と研究室の震災直後と復旧した状態、(b)地震と津波被害に関する概要報告。

刻な状況になったと判断されてしまった可能性もある。同時に、本学・本所も被害状況をHP等で発信していたが、その際正確な情報を、適切に伝え得ていただろうか?特に、正確かつ適切な用語が用いられたかについては検証されるべきであろう。例えば、collapseとtoppleとは全く違う事態を想起させる。

ただ残念ながら、原発に関しては、海外の方が、少なくとも当地に留まり復旧に取りかかろうとしたものより正確な情報をつかんでいたことは否めないであろう。いわゆる原子力ムラに絡む構造災⁽²⁾かもしれないが、これについては別報⁽³⁾にゆずりたい。

6. 学んだこと、伝えたいこと

震災以後、多くの人が車のガソリンが半分程度になったら給油している。また、当研究室でも一日分の食料と水を人数分備蓄している。経験を踏まえた策である。

さて、2001年9月11日の同時多発テロ以来、災害等の緊急事態・非常事態におけるBusiness continuity plan (BCP)⁽⁴⁾ないしbusiness continuity and resiliency plan

(BCRP)が注目されてきている。字義の如く、あらかじめ最悪の事態を想定した危機管理と復旧計画であり、企業、組織等の生き残り策である。実際、東日本大震災でもそのプランに沿って復旧を成し遂げた企業もあると聞く。大学、研究所等、機関としてもその策定は不可欠であろう。詳細は専門の資料に譲り、ここでは一人の研究者としてそのような事態に耐える、常日頃の研究スタイルについて考えたい。

まず、研究者が最も恐れることは、理由の如何に問わず、研究の中断であろう。蓄積されたデータ・貴重な試料の喪失もそれに当たるであろう。そのような事態へは日常的な姿勢や管理によって被害を最小限にとどめることが可能なこともある。ただ、基本的にはそれは研究者本人でしかできないことであるかもしれないが、たとえ微々たるものでも、人類の知的財産として同僚にも知悉できうように配慮する必要があることを認識すべきだろう。

所内の安全確認に加わったことは先述したが、その際多量の試料・試験片等が床に散乱した状況を目にした。恐らく研究者本人でもそれらの区別や同定は無理と直感した。このような状況に至らないようにするためには、日常的に蓋付きの試料ケースに保管する、試料毎に詳細を明記することを最低限として、整理さらに廃棄も含めて適切な管理を行うことが不可欠であろう。私達グループでは、育成した結晶は所定のバックに入れ、さらに区分して蓋付きのバスケットに保存し、それを床置きにしている。

地震によって電子データは影響を受けることはなかったが、農学研究科(女川)では津波で研究室と自宅においたデータの全てを失ったケースがあると聞く。またハードディスクのクラッシュによるデータ喪失で青くなることを見聞する。クラウドを含めた複数の記録媒体への日常的なバックアップ、またクラシックではあるが重要なデータの紙媒体での記録も有効であろう。また、実験データは速やかに整理し、研究グループでの討論を通じた共有化、さらに適切な時点での公開に向けた文書化をきめ細かく進めることが必要であろう。もちろん、そのためには研究のプライオリティとセキュリティに関する意識啓発と確認をすることが前提である。

今回の震災で、多くの実験装置が転倒等は免れたものの、特に精密装置はその調整に時間を要した。さらに、青葉山キャンパスの立ち入り禁止となった建物からは学内の可能な施設や仮設のプレハブ施設への装置の移設が行われた。また、本研究所も、わが国の材料科学の中核的拠点の使命として共同利用研究の緊急公募を行い、それら学科・研究科の研究者の研究継続機会を提供した。このような実験装置・機材の共同利用は緊急事態・非常事態に限らず、研究資材の高効率活用化として一層推進されるべきではなかろうか?一研究者としては、例え装置が故障ないし利用できなくなったとしても、当惑し、立ち止まってしまわず、可能な装置を探す努力が必要である。

次に、最も重要な研究課題であるが、今回のように緊急事態において研究停止に追い込まれる状態があるかもしれない。その時は自身が如何に多様なポケット(研究課題)を持っ

ているかがキーとなる。私は研究室の若い人に、1/3は研究室に関するテーマを、1/3は研究室の学生・院生の指導や支援を、そして残りを自身独自のテーマに取り組んで欲しいとお願いしている。その比率は時期や進行状況などいろいろな要因で変動するであろう。また、特定の課題へ100%などの過度の集中を避けること、中長期的計画と短期的計画を常に検討しておくことが肝要である。研究組織として、特定の課題に集中することはその自滅への道であろう。

イギリスの友人から、「君らは団体旅行を、我々は個人旅行を好む。それが安全であり、誰かは生き残れると考えるからだ。」とよく言われる。東洋の農耕民族に対し、西洋の狩猟民族としての血のなせる意識であろう。ただ、今回の震災のように、情報が限られた、ないし途絶された状況の中でも、戒厳令下のように命令に唯々諾々と従うのではなく、独自に状況を判断し、必要なことを適切に実施することは最も必要である。そして、その能力を一層育むよう心がけることが肝要ではなかろうか?そのような暗中模索状態での行動について、研究者は常に未踏の課題へ答えを求めすることに挑戦している存在として、極めてタフである必要があり、またその範となる責めを負っていると考える。

7. おわりに

おわりに震災後、多くの方々からお見舞いと励ましを頂いた。厚く感謝する。まだまだ携帯の予告音や細かい振動があると身構えてしまうが…、以上、参考にして頂ければ幸いである。(尚、東北大学の震災記録は「みちのく震録伝」⁽⁵⁾へ収録が進められている。地震対策としては東京消防庁のHP⁽⁶⁾が参考になる。)

文 献

- (1) A. Hasegawa: *Aoba Scientia*, **1**(2003), 2-3.
- (2) 松本三和夫: 知の失敗と社会—科学技術はなぜ社会にとって問題か—, 岩波書店(2012).
- (3) 井野博満: まてりあ, **52**(2013), 153-157.
- (4) 丸谷浩明, 指田朝久: 中央防災会議「事業継続ガイドライン」の解説とQ&A—防災から始める企業の事業継続計画(BCP), 日科技連出版社(2006).
- (5) みちのく震録伝:
<http://shinrokuden.irides.tohoku.ac.jp>
- (6) 東京消防庁:
http://www.tfd.metro.tokyo.jp/life/bou_topic/jisin/life00.html (英語版含む)



米永一郎

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
1980年 東北大学大学院工学研究科博士課程単位取得退学
1980年 東北大学金属材料研究所助手
1997年 東北大学金属材料研究所助教授
2006年 東北大学金属材料研究所教授
専門分野: 結晶欠陥物性学(拡張欠陥構造・物性制御), 結晶育成
◎Si, SiGe, GaN等種々の半導体材料を中心に、材料中の血管の構造と特性をマルチスケールで研究中、転位と不純物の反応による物性制御を進めている。また東北大学での男女共同参画や女性研究者支援事業に取り組む。
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★