

福島第一原発 1 号機原子炉建屋 4 階の 激しい損壊は何を意味するか

—改めて、地震動による IC 系配管破損の可能性を問う

田中三彦

たなか みつひこ
元国会事故調委員

地震動による配管等の損傷を示唆する未解明の現場的事実が存在する以上、福島原発事故と地震との関係について国会事故調が出した結論——安全上重要な機器の地震による損傷はないとは確定的には言えない、とくに 1 号機においては小規模の LOCA が起きた可能性を否定できない——それ自体は必然であり、不可避である。

本論考は、1 号機原子炉建屋 4 階の損壊状況を注意深く見直すことで 1 号機原子炉建屋の水素爆発がどこでどのようにして起きたかを推測し、それにもとづき 1 号機事故と地震との関係を具体的に検討したもので、以下がその結果である。

- > 1 号機の水素爆発はこれまで言われてきたように「原子炉建屋 5 階で起きた」のではなく、「最初に」4 階で起きた可能性がきわめて高い。
- > 5 階“でも”水素爆発は起きているが、それは 4 階での水素爆発に瞬間的に誘起された“二次的”なものと推測される。
- > 水素は、4 階に設置されている非常用復水器 (IC) の配管を經由して原子炉から原子炉建屋 4 階に移動し、そこで漏出した可能性が高い。
- > このことは、4 階内部を走る 2 種類の IC 系配管——蒸気管やドレン管 (凝縮水戻り配管)——のうちのどこかが地震動により破損し、その破損箇所から、燃料損傷に伴う水素が 4 階に漏出した可能性が高いことを意味する。
- > そのようにして 4 階に漏出した水素は温度がかなり高く、そのため自然発火した可能性が

ある。

本論考により、福島原発事故と地震との関係という重要な問題がごく基本的な部分においてさえまだ解決されていないという現実があることを、一人でも多くの人に理解してもらえればと思う。

また本論考を抛り所に、いまだに実現していない国会主導による福島第一原発 1 号機原子炉建屋 4 階の調査を、再度、強く求めたい。

水素爆発は 5 階より先に 4 階で起きている

本論考の大本は、国会事故調での調査ではあまり注意が払われなかったつぎの単純な事実、つまり、2 基の IC 本体 (復水器のタンク) ならびに関連する配管 (以下、IC 系配管) や機器類が設置されている 1 号機原子炉建屋 4 階の内部が凄まじいまでに損壊しているという事実である。具体的な議論に入る前に、まず 1 号機原子炉建屋 4 階内部の大まかな見取り図 (図 1) を二つ示しておく*1。

さて、東京電力 (以下、東電) は 2011 年 10 月 18 日、1 号機原子炉建屋 4 階に入り、IC 系配管や設備などが地震動で破損しなかったかどうかを調査している。その調査の様子は動画として記録されており、現在も東電のホームページで見ること

*1—図 1(a) は 2013 年 2 月 19 日に東京電力が公表した「福島第一原子力発電所 1 号機 4 階で発生した出水の原因について」に掲載されている 4 階の平面図に、筆者が有する情報を追加して作成したもの。図 1(b) は筆者による。

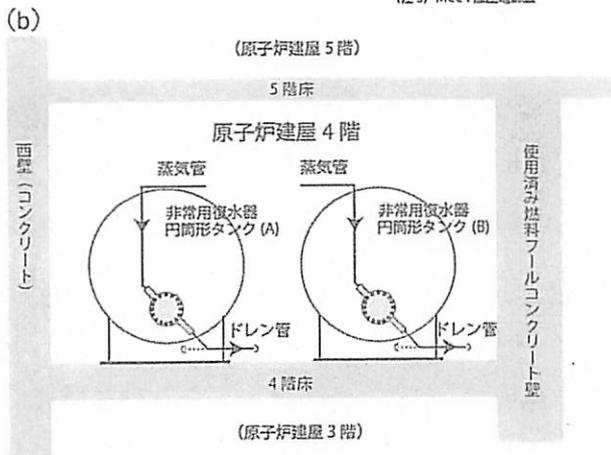
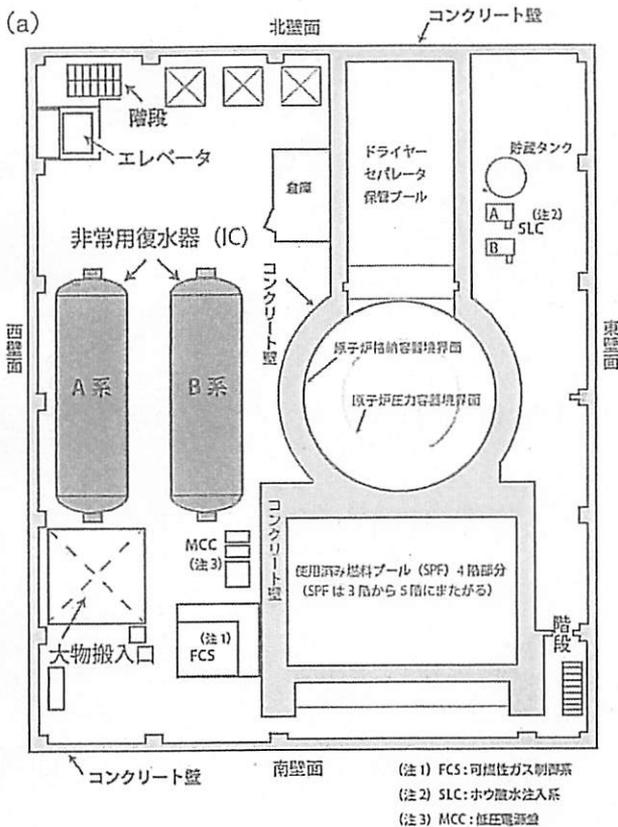


図1(a)―1号機原子炉建屋4階の概略の平面図

1号機原子炉建屋4階は実質的に非常用復水器(IC)のための階である。A系、B系2基のIC本体(直径約4.5m、長さ約13mの円筒形タンク)が南北方向に並置されている。

図1(b)―4階の大物搬入口側から見た非常用復水器

原子炉建屋4階には、2種類の主要なIC系配管が走っている。一つは原子炉圧力容器からの蒸気をIC本体へ導く「蒸気管」、もう一つは、IC本体から出て原子炉圧力容器へ戻る「ドレン管」(凝縮水戻り配管とも言う)である。この図には記されていないが、原子炉圧力容器からの蒸気管は建屋3階を経由して4階へ入る。またIC本体からのドレン管は、4階の床を複雑に這ったあと、3階を経由して2階まで降り、その後原子炉圧力容器へと戻る。

この図でとくに注意すべきは、2基のIC本体(タンク)と主要なIC系配管が、分厚いコンクリート壁に囲まれた密閉性の高い空間―図1(a)の左半分の領域―に収まっていることだ。なお、タンク下部の小円は、ドレン管と蒸気管が出入りするための管台である。

ができる*2。写真1(a)(b)はその動画から切り取ったものである。

また、東電は昨年8月と10月にバルーンを使って1号機原子炉建屋の5階(オペレーティングフロア)の損壊状況調査を試みている*3,*4。図2は4階の平面見取り図と、8月の調査の際にバルーンに取り付けたカメラが捉えた4階の損壊状況画像である。

写真1(a)(b)ならびに図2からすでに明らかのように、1号機原子炉建屋4階の内部はひどく損壊している。いったいなぜ4階はこれほど激しく破壊されているのか?

一般には、原子炉建屋5階で起きた大規模な水素爆発に伴う爆風が4階に激しく吹き込んだため、と考えられているし、多くの専門家もそう考えている。実際、東電は最終報告書で以下のように記している(波線は筆者による)。

非常用復水器本体が設置されている原子炉建屋4階では、5階での水素爆発の影響で天井の北側に破損開口部が生じ(筆者注1)、非常用復水器上部北側で爆風によると思われる保温材の脱落や瓦礫の散乱が認められた。また、非常用復水器本体南側の保温材が激しく脱落しているが(筆者注2)、原子炉建屋の機器ハッチ(吹き抜け)(筆者注3)側であり、5階で生じた水素爆発の爆風が、吹き抜けを通じて非常用復水器の保温材を損傷させたものと考えられる。なお、3階、2階においては保温材の脱落、飛散は認められなかった*5。

(筆者注1)写真1(b)参照

(筆者注2)写真1(a)参照

(筆者注3)上記文中の「機器ハッチ」(あるいは、「吹き抜け」、大物搬入口)は本稿における重要な

*2―<http://photo.tepco.co.jp/date/2011/201110-j/111021-02j.html>

*3―「福島第一原子力発電所1号機オペレーティングフロアの状況調査結果について」(2012年8月8日)

*4―「福島第一原子力発電所1号機オペレーティングフロアの状況再調査結果について」(2012年10月24日)

*5―東京電力「福島原子力事故調査報告書」(2012年6月20日、以下東電報告書)100頁

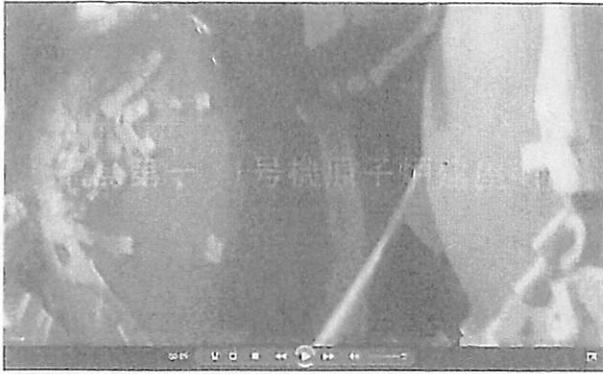


写真1(a)—金属製カバーや保温材が大きく剥ぎ取られた2基のIC本体
2基のIC本体(タンク)の金属製カバーや保温材が大きく剥ぎ取られている。左がA系の、右がB系のタンク。両タンクの斜め上にある5階の大物搬入口(後述)を通して光が射している。



写真1(b)—4階天井の大規模崩落
4階の北側の天井(5階の床)が大規模に崩落し、そこから太陽光が差し込んでいる。

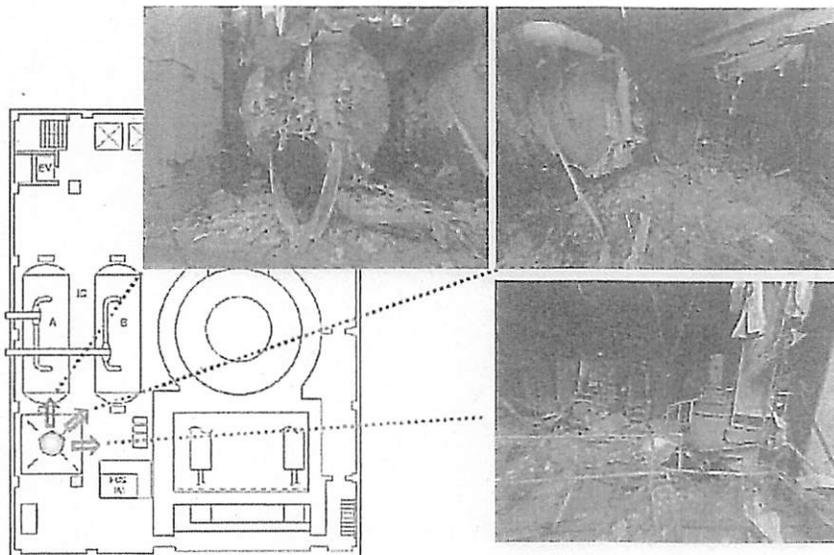


図2—バルーンから見た4階の損壊状況
5階で起きた水素爆発の影響によるものとは思えないほど、4階は激しく損壊している。

用語の一つなので別掲の囲みの解説を参照願いたい

しかし、4階が激しく損壊していることに対する上記の東電の説明のうち、とくに波線部分は、以下に記すように、国会事故調による聞き取り調査結果と辻褃が合わない。

国会事故調の報告書に記されているように、国会事故調は地震発生直後に1号機原子炉建屋4階で出水があった事実をまずA氏からの聞き取りで確認し、後日B氏からも聞き取りを行った*6。B氏は地震が発生する少し前まで5階で天井クレーンを操作しながら機器ハッチ(以下、大物搬入口)を

使って、1階から4階へ機材を搬入していた。機材搬入作業が終わり、5階の大物搬入口に蓋(写真2参照*7)をして4階へ降りてすぐ、出水に出くわしている*8。

つまり、1号機の原子炉建屋が水素爆発を起こす直前まで、5階の大物搬入口は写真2のように

*7—出所は原子力規制委員会事故分析検討会 2013年6月30日の資料

*8—B氏からの聞き取りの目的はあくまで出水原因の推定にあったから、当時筆者らは、地震発生直前に大物搬入口に蓋がされたという話と、水素爆発によって原子炉建屋4階が激しく損壊しているという事実とを、とくに関連づけて考えることをしなかったが、いま改めて、原子炉建屋4階がなぜこれほど損壊しているのかを考える中で、5階の大物搬入口に蓋がされていたという事実が5階水素爆発説と矛盾することに気づいた。

*6—国会事故調報告書(国会提出版、以下同)228~229頁

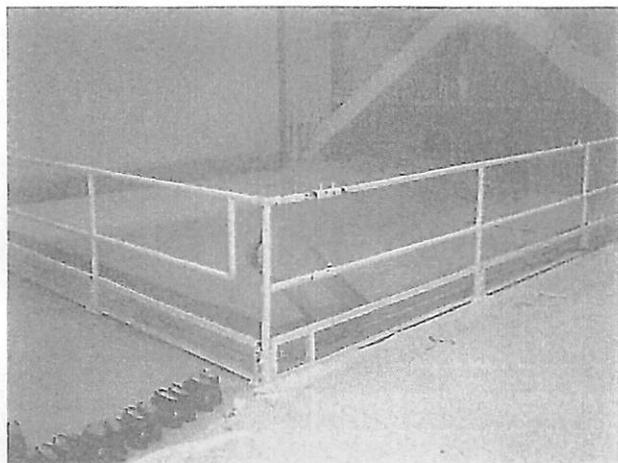


写真2—5階の大物搬入口は鉄製の蓋で閉じられていた
B氏からの聞き取りで、地震発生時、1号機原子炉建屋5階の大物搬入口は、この写真のように重い鉄製の蓋(約1.5トン)で閉じられていたことがわかっている。

重い鉄製の蓋(重さ約1.5トン。ほぼ大型乗用車の重量)で閉じられていた。このことは、東電の説明——「非常用復水器本体南側の保温材が激しく脱落しているが、原子炉建屋の機器ハッチ(吹き抜け)側であり、5階で生じた水素爆発の爆風が、吹き抜けを通じて非常用復水器の保温材を損傷させたものと考えられる」——が完全に誤りであることを意味する。東電の説明は、吹き抜け(機器ハッチ/大物搬入口)に蓋がされていないことを前提にしている。

写真2のように5階大物搬入口に蓋がされているとき、5階で水素爆発が起きたのであれば、蓋は爆風が4階へ吹き込むのを防ぐ一種の“防爆壁”の役を果たしたはずであり、4階があればほど激しく損壊することはなかったろう。もちろん、爆風がとてつもなく激しければ蓋は上から強い荷

機器ハッチ

原子炉建屋1階にトラックなどで運び込まれた大型の機器や機材を2階以上に搬入するために、2階から5階まで各階の床に設けられた一辺約5mの正方形の開口部。「大物搬入口」とも呼ばれる。大型の機器・機材の搬入は5階(オペレーティングフロア/オペフロ)の天井クレーンを操作することで行われる。各階の大物搬入口はその周囲が転落防止のための鉄柵で囲われているが、作業者の出入りが多い5階の大物搬入口は、未使用時、鉄製の蓋で閉じられている。

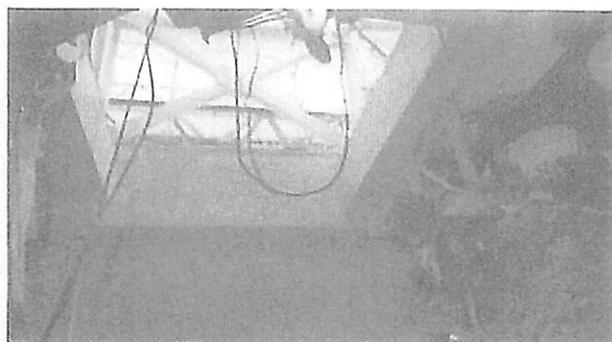


写真3—水素爆発で鉄製の重い蓋がどこかへ吹き飛んだ1号機原子炉建屋5階の大物搬入口

爆発直前までこの大物搬入口は重さ1.5トンの鉄製の蓋で閉じられていたことがわかっている。したがって、東電や多くの専門家が考えているように水素爆発が5階で起きたとすれば、大物搬入口を通して爆風が4階に勢いよく吹き込むはずはないから、4階が激しく損壊することはなかったろう。

重を受けて変形し、大物搬入口に引っかかっていたり4階に落下していたりはするだろうが、過去数回行われた東電による4階の調査で、そのような話は一度も伝わってこない。蓋の行方はわかっていない。写真3は水素爆発後、蓋がなくなった5階大物搬入口。本年3月28日に東電が4階に入ったときに撮影した動画*9、*10から筆者が切り取ったものである。

なお、水素爆発は5階で起き、それがまず写真1(b)のように4階の天井(5階の床)を崩落させ、その崩落箇所から吹き込んだ爆風が4階内部を激しく破壊し、同時に5階の大物搬入口の蓋を上方に吹き飛ばした、と考えることには無理がある。なぜなら、前述のごとく、5階の水素爆発は大物搬入口の蓋を上から下に強く押さえつける力を生み出すので、蓋が上方に舞い上がることはないからだ。

では、水素爆発はどこで起きたのか。5階ではなく4階で起き、そのため5階の大物搬入口の蓋が激しい爆風によって“上方へ”吹き飛ばされ、最終的には5階のどこかに(大物搬入口付近が濃厚と思われるが)、場合によっては原子炉建屋外に吹き飛ばされたと考えるのが自然だろう。また4階で

*9—この調査は川内博史・元衆議院議員(民主党)の求めで実現したと聞く。

*10—動画は東電のホームページに公開されている(<http://photo.tepco.co.jp/date/2013/201303-j/130328-01j.html>)。

水素爆発が起きたのであれば、4階内部がひどく損壊しているのも当然だろう。

ただし、爆発が4階だけで起きたと主張しているのではない。原子炉建屋5階も4階に劣らず激しく破壊されていることから、5階“でも”激しい水素爆発が起きたことはまずまちがいない。1号機の爆発当初から多くの専門家が指摘しているように*11、格納容器上部本体と格納容器上蓋とをボルトで結合しているフランジのシート面が高温に曝され、そこから水素が原子炉建屋5階に漏出し、そのため爆発前までにかなりの量の水素が5階に蓄積していたと合理的に推測される。しかし前述した理由から、5階の水素爆発は、あくまで4階での水素爆発によって瞬間的に誘起された“二次的な”爆発だったと考える必要がある。

原子炉建屋4階への水素ガス漏洩経路としてのIC系配管

後述するように、1号機原子炉建屋は、外から見ると激しく損壊しているのは5階だけだ。1号機の場合、5階は鉄骨にパネルを貼り付けた簡素な構造であるので、水素爆発でパネルが吹っ飛び、無残な姿をさらしている。しかし、4階で水素爆発が起きたとなれば、なぜ4階の壁は破壊されなかったのかという疑問が生じる。4階の壁は分厚い鉄筋コンクリートの壁だから損壊しなかったとも言えるが、しかし3号機の場合は全階鉄筋コンクリートの壁でありながら、水素爆発により、5階も4階も分厚い壁が激しく破壊されている。このことは、1号機の4階で水素爆発が起きていないことの証のようでもあるが、たぶんそうではないだろう。4階で爆発が起こると同時に、その爆風で5階の大物搬入口の蓋が開いた(あるいは、吹き飛ばされた)ため、爆発の威力がそがれ、4階の壁が破損しなかったと考えられる。5階の

*11—私の知るかぎりでは、東芝の元格納容器設計者でフランジ部のガスケット性能の研究をしていた後藤政志氏が、この問題をいち早く指摘していた。

大物搬入口を閉じていた鉄製の重い蓋は、水素爆発の際、いわばラブチャーディスク(破壊板)または安全弁のような役割を果たしたと見ることもできる。

原子炉建屋4階で“第一の”水素爆発が起きたとすると、ではその水素はどこからどのようにして4階に入ってきたのか、その経路を考えねばならない。

原子炉建屋4階ということでは直ちに思いつく可能な経路は、IC系配管である。もともと水素は燃料損傷に伴う水-ジルコニウム反応*12により原子炉圧力容器の中で生じているが、IC系配管はその原子炉圧力容器と文字通り“直結”している(図3*13参照)。直結しているIC系配管は2種類。一つは、原子炉圧力容器内の大量の蒸気をIC本体(復水器タンクA、B)へ導く「蒸気管」。もう一つは、IC本体(復水器タンクA、B)から出て原子炉圧力容器へ戻る(正確には、再循環系配管へ向かう)「ドレン管」(「凝縮水戻り配管」とも言う)である。この2種類のIC系配管が、原子炉建屋4階を走っている(既出の図1(b)参照)。

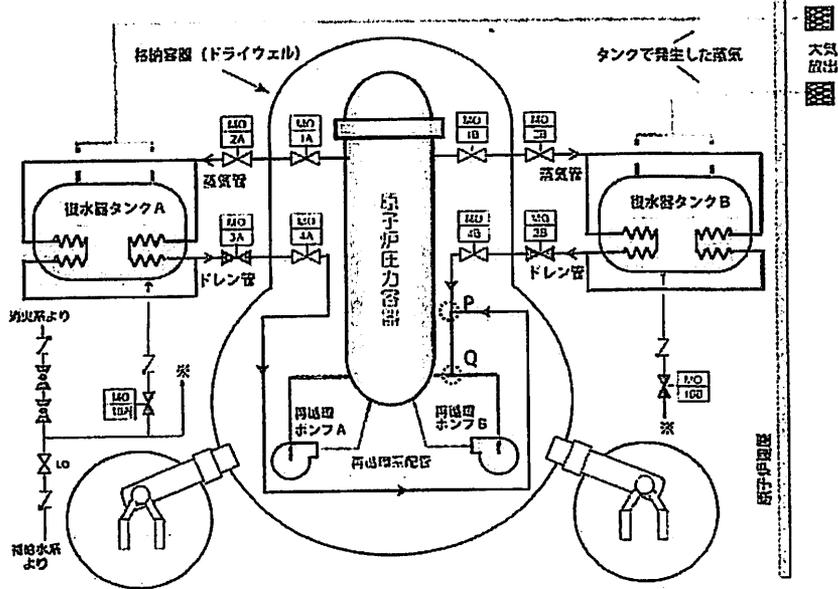
したがって、仮にそれらの配管のうちのいずれかに、地震動が原因で小破口はこ(Small Break. 管壁を貫通する小さな亀裂)が生じていたら、燃料損傷によって原子炉圧力容器内で生じた水素は、水蒸気や他のガスなどととも、その破口部位から継続的に原子炉建屋4階に漏れ出した可能性がある。そしてそのような場合、水素はもっとも比重が小さい気体だから、4階の大気や水蒸気などと混合することなく、IC本体のほぼ真上にある5階の大物搬入口を通して“すみやかに”5階に移動していく可能性があるが、現実にはそれは起こり得なかった。なぜなら、すでに記したように、5階の大物搬入口は蓋で閉ざされていたからだ。

5階の大物搬入口が閉ざされている場合、IC本体や関連配管が設置されている4階の西壁寄りの領域は、水素のように上方へ移動しようとする

*12— $Zr + 2H_2O(水蒸気) \rightarrow ZrO_2 + 2H_2$

*13—国会事故調の報告書 230 頁

図3—非常用復水器(IC)の配管計装図
 ICの系統はA, B, 2系統から構成されている。それぞれの系統は、冷たい水を蓄えた「本体」(タンク)、原子炉压力容器の上部から原子炉压力容器内の蒸気をタンクへ導く「蒸気管」、タンク内で蒸気が冷却されてできる水(凝縮水)を原子炉压力容器へと導く「ドレン管」(凝縮水戻り配管)、そして4個のMO弁(電動弁)からなっている(ICの機能と仕組みについては国会事故調の報告書等を参照)。本稿においてもっとも重要なことは、この図にある「蒸気管」と「ドレン管」が原子炉建屋4階を通っていることだ。燃料損傷に伴う水-ジルコニウム反応で原子炉压力容器内に水素が発生すると、その水素はそのままこれらの配管に入る可能性がある。したがって、蒸気管かドレン管に地震動により小破口(小さな貫通亀裂)が生じていたら、そこから水素が原子炉建屋4階に漏出する。なお、本図はあくまで水と蒸気の系統を示すもので、各構造物の実際の構造形状や大きさや位置関係などを示してはいない。



る気体に対しては、かなり密閉性が高く(図1(b)解説参照)、考え得る5階への水素移動経路は、実質的に4階の北壁と西壁が交差するところにある階段(図1(a)左上)しかないが、IC本体から少し距離があり、かつ開口面積が狭いことを考えると、この階段を通して5階へ移動した水素の量はそれなりに、概して水素は4階に滞留・蓄積する傾向にあったと考えてよいだろう。

なお、図3を見るとわかるように、たとえ、原子炉建屋4階内部を走るA系、B系のIC系配管(蒸気管やドレン管)のどこかに地震動によって小破口が生じてても、1A弁と2A弁のうち一つでも、あるいは1B弁と2B弁のうちの一つでも、水素爆発前に長時間「閉じて」いれば、原子炉からの水素がIC系配管の破口部から4階建屋に漏出することはなかった可能性がある。

表1は、東電が事故後4階に入るなどして調査したICの弁の開閉状況である*14。表中、○は開を、×は閉を、?は開か閉か不明を、それぞれ意味している。

仮にこの表が正しいとすれば、水素が原子炉建屋4階に漏出した可能性が高いのは非常用復水

表1—非常用復水器(IC)の弁の水素爆発前の状態
 ○：開，×：閉，?：不明。

非常用復水器 A 系		非常用復水器 B 系	
1A 弁	?	1B 弁	?
2A 弁	○	2B 弁	×
3A 弁	○	3B 弁	×
4A 弁	?	4B 弁	?

器A系の配管で、それに比べて非常用復水器B系の配管から水素が漏出した可能性は小さいかもしれない(それはB系の2B弁が「閉」であるからだが、じつは2弁は4階の床から少し上のところにあるので、たとえ弁が閉じていても、弁の少し手前に小破口が生じれば、そこから4階に水素が漏出する可能性がある)。

IC系配管の損傷の可能性と関連して、中央制御室で地震直後から1号機のICの操作に携わっていた某運転員が東電のある幹部に述べていたことで、いまでも筆者の記憶からどうしても離れないことがある。その運転員は、自動起動したICを手動停止したのは55℃/hrを守れなかったからか*15、と問われると、あっさり、55℃/hrは記憶にないと答え、またA系のICを手動で操作して

*15—ボイラーや化学プラントや原発には、運転中、压力容器や配管などに大きな熱荷重をかけないように、内部流体の1時間あたりの温度変化を55℃以下に抑える運転規則がある。100

*14—典拠は東電報告書の添付資料「添付8-8」

いたときの原子炉圧力の変化を問われると、最初はA系の3A弁を閉じると原子炉圧力は上がったが、その後は閉じても圧力は上がらず、逆に下がった気がする、と答えている。

国会事故調は、最初、IC系配管の破損による原子炉圧力の低下ともとれる運転員のこの発言に注目したが、弁を開けても圧力は上がらずに下がった、という発言を裏付ける原子炉圧力の客観的なデータが存在しなかったため、それ以上の調査は行わなかった。しかし東電は、本年5月10日、それまでその存在すらいっさい公表していなかった一連のデジタルデータを突然公開した。その中には、3月11日正午からSBO直前までの約3時間35分間、1号機の原子炉圧力がどのように変化したかを1分ごとに記録したデータや、非常用復水器の弁の1分ごとの開閉状態のデータが含まれている。

まだ軽々には言える段階ではないが、それらのデータを見ると、そこに運転員が言及していた圧力の変化らしきものを見て取ることができる。ただし、それがそのままIC系配管の破損を意味するのか、それともそれは正常な圧力変化なのかはいまのところわからない。

IC系配管の破口箇所から水素が漏えいした場合、その温度は、水素供給元である原子炉圧力容器の主フランジ付近の内部温度とほぼ等しいと考えられる。その温度が正確に何度かは不明だが(当然、時間によっても変化する)、一般に、水-ジルコニウム反応は燃料被覆管の温度が900℃ぐらゐから顕著になるとされていることから、少なくとも900℃前後はあったと推測される。したがって、仮にそれに近い温度の水素がIC系配管の破口部から原子炉建屋4階に漏えいしつづければ、最終的には、密閉性の高い原子炉建屋4階の空間において「自然発火による水素爆発」*16が起きる可能性がある。

年以上前からある欧米で使われてきた経験則。東電は、公式に、この運転規則を守るために運転員はICを停止したと言い続けているが説得力に欠ける。

*16—自然発火の温度は酸素混合比や測定条件などによって大

もともと、東電や多くの専門家が考えている“5階水素爆発説”には「着火源は何か?」という未解明の根本的な問いが付随している。原子炉建屋は分厚いコンクリート壁を有する頑丈な鉄筋コンクリート構造だが、1号機の場合、最上階の5階は、天井クレーンの走行を支える鉄骨にパネルを貼り付けた、かなり簡素な構造になっている。したがって、初春の冷たい外気に包まれていた原子炉建屋5階の室温は、爆発直前まで、あまり高くはなかったと推定され、自然発火は考えにくく、何か着火源がないかぎり5階での水素爆発は起こらない。着火源の代表的なものに電気火花があるが、全電源喪失のさなか、電気火花はあり得ない。東電は最終報告書で「何らかの理由で着火」と書くにとどめ、5階での水素爆発のきっかけになった具体的な着火源を挙げていない。

地震動によるIC系配管破損はないとする政府事故調と東電の論拠に対する見解

唯一最大の論点は、IC系配管(蒸気管やドレン管など)が実際に地震動により小破口を生じたかどうかである。そこで、報告書でそれを完全否定している政府事故調と東電のそれぞれの論拠に対して、簡単にコメントしておきたい。

政府事故調の論拠について

政府事故調が報告書に示した見解を簡単にまとめれば、つぎの四つを根拠にIC系配管の“破断”はなかったとしている*17。

- (1) 東電が公表している地震直後から津波襲来数分前までの主要パラメータの推移と運転操作が整合的である。
- (2) 原子炉の圧力や水位に急激な変化が見られない。
- (3) 地震直後にIC系配管が破断していれば

大きく異なり、水素の自然発火温度も文献によりかなりの幅があるが、大気中の自然発火温度は500℃前後である。

*17—政府事故調「中間報告」(2011年12月26日)84～87頁

ICに対するフェールセーフ機能が作動してICが機能しなくなったはずだが、そういうことは起きていない(それは、地震発生後にICが正常に自動起動していることから明らかである)。

(4) 仮にIC配管が破断したとすれば、「破断箇所から原子炉圧力容器内の放射性物質が大量に漏えいし」、1号機の原子炉建屋やタービン建屋の中が高線量に見舞われることになったはずだが、そうした「当直員の生死に関わる事態」を裏付ける証言は現場作業員から得られていない。

(1)はIC系配管の破損を否定する積極的な根拠にはならない。それは基本的につぎの(2)に対する以下の議論と同じである。

(2)の「原子炉の圧力や水位に急激な変化が見られない」は、地震動で原子炉系配管(原子炉圧力容器につながっている重要配管。IC系配管もその一つ)が破断したのではないかというすべての懸念や推論に対する第一の反論として必ず登場する。しかし配管破損には、小規模破口、中規模破口、そしていわゆるギロチン破断(配管が真二つに分断されること)を含む大規模破口まで、さまざまな種類や幅がある。このうち、原子炉の圧力や水位に“急激な変化”が見られるのは概ね原子炉系配管が中規模破口以上の損傷を負った場合で、小規模破口の場合は必ずしも急激な変化が観察されるわけではない。つまり、この(2)は適用できるのが概ね中規模破口以上に限られているにもかかわらず、それがいつも適用できるかのように書かれている。

(3)に関してもまったく同じことが言える。国会事故調の調査によれば、IC系配管が破断してフェールセーフ機能が作動し、その結果ICが機能しなくなるのはIC系配管が大破口が生じた場合である。つまり、小規模破口の場合、冷却材漏えいセンサーは漏えいを感じせず、そのためフェールセーフ機能は作動しない。

最後に(4)。これもまた同じだ。仮に地震動によりIC系配管がギロチン破断したとすれば、そこから大量の冷却材(水蒸気または水)が格納容器や

原子炉建屋に放出される可能性があり、場合によっては高線量に見舞われるだろうが、それは、地震動で燃料被覆管までが大規模に破損しているような特殊な場合だろう。IC系配管が破断したら、ただちに「破断箇所から原子炉圧力容器内の放射性物質が大量に漏えいし」、中央制御室にいる「当直員の生死に関わるような事態」が発生するとは思えない。

以上のように、地震動によるIC系配管の破損はなかったとする政府事故調の四つの論拠はすべて、大規模破口(ギロチン破断)に対するものだ。しかし原発事故で問題にすべき配管破損は、いつもギロチン破断のような大規模破口とはかぎらない。

1号機の事故で大規模破口が起きていないことは、2011年5月16日に東電がはじめて公表した大量のデータ(とくに原子炉の圧力と水位の変化)から明白である。注意を払うべきは、原子炉の圧力や水位の変化に即座に現れないようなIC系配管の破損がなかったかどうか、燃料損傷、燃料溶融、そして最終的には水素爆発まで関係するような小規模破口が生じていなかったかどうかだが、政府事故調の前掲の四つの否定的論拠はそれに対する答えにはまったくなっていない。

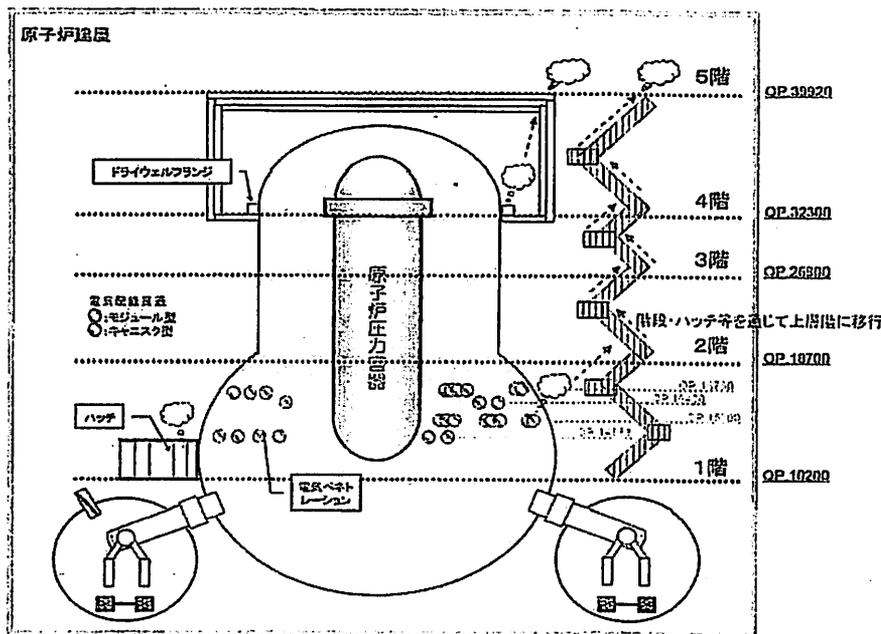
東電の論拠について

東電は、記録された実地震動をもとに1号機・非常用復水器の地震応答解析を行い、推定発生応力が評価基準値を「十分下回ることを確認した」*18、また「1号機の原子炉建屋に設置されている非常用復水器の本体、主要配管及び主要弁に原子炉の冷却材喪失となるような損傷の有無がないかを目視により確認した」*19(日本語が少し変だが原文のまま記す)ので、IC系配管は地震動で損傷を受けなかったとしている。

しかし、設計時に行われるような配管の地震応答解析を行って発生応力が許容値を十分下回ることをいくら確認しても、それをもって配管が損傷

*18—東電報告書の添付資料「6-7」(参考2)

*19—東電報告書100頁



推定漏洩経路はシステム構成の違いにより、1号機と3号機で若干異なる可能性あり。

図4—東電が最終報告書に示している1号機、3号機における水素漏洩の推定経路(東電報告書259頁から)

しなかったと断定することはできない。なぜなら、そのような解析では、配管それ自体の、あるいは配管の支持構造物などの「経年劣化」がまったく想定されていないからだ。さらに、現場の目視確認によって確認できる配管損傷となるとかなり大きなものに限られ、問題になるような小破口はとも目視で確認できるものではない。通常強度解析と目視確認という組み合わせだけで老朽化構造物の安全性を保証できないことは、過日の悲惨なトンネル内天井板落下事故からも明らかだ。

他の水素漏えい経路の検討

前述したような「4階水素爆発説」に対する別の反論があるとすれば、それは東電が最終報告書に記している以下のような議論にもとづくものと思われる。

東電は、水素爆発を起こした1号機と3号機の水素漏えいの経路は基本的には同じであるとして、図4を使いながら、つぎのように書いている*20。

1号機、3号機の原子炉建屋で発生した爆

発は、原子炉内の燃料損傷に伴い、水-ジルコニウム反応等により発生した水素が格納容器に移行し、最終的には原子炉建屋に漏えいしたものと考えられる。

明確な水素流出経路は不明であるものの、格納容器からの漏えい経路としては、格納容器上蓋の結合部分、機器や人が出入りするハッチの結合部分、電気配線貫通部等が挙げられる。結合部分では漏れ止めとしてシールするためにシリコンゴム等を使用しており、そのシール部分が高温に晒され、機能低下した可能性があると考えられる。水素は、主として格納容器のこのような場所から直接、原子炉建屋へ漏えい・滞留し、水素爆発に至ったものと推定される。

東電が上記文中で1号機と3号機の格納容器からの水素漏えい経路として挙げている「格納容器上蓋の結合部分」(ドライウェルフランジ)、「ハッチの結合部分」、「電気配線貫通部」(電気ベネトレイション)は、どれも水素が漏えいし得る部位ではあっても、それは必ずしもこれらすべての部位から格納容器内の水素が原子炉建屋に漏出したことを意味するものではないだろう。たとえば、実際には主に「格納容器上蓋の結合部分」から、水素が原

*20—東電報告書259頁

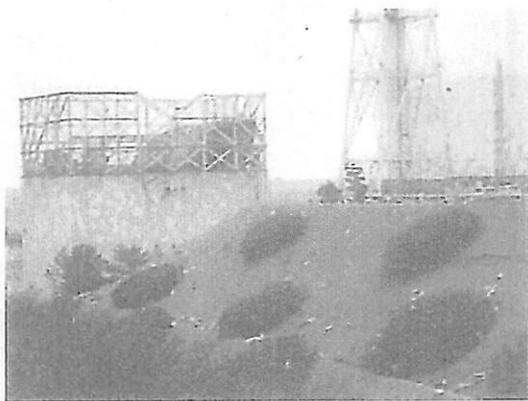


写真4(a)―爆発後の1号機原子炉建屋外観

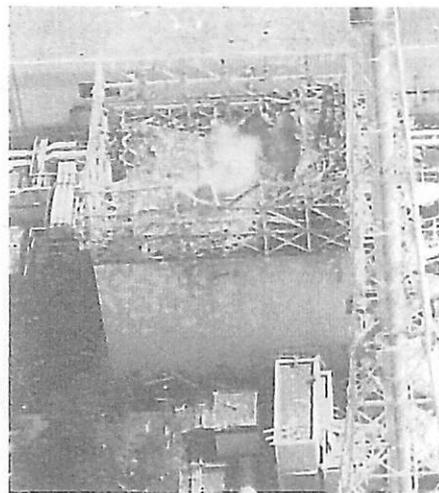


写真4(b)―空撮による1号機外観

子炉建屋(この場合は原子炉建屋5階)に漏えいしているのかもしれない。

東電は、格納容器の内部温度が300℃に上昇すると結合部のシール材(シリコンゴムなど)が損傷し、そこから水素が格納容器外へ(つまり、原子炉建屋内へ)漏れ出すと仮定している。しかし、格納容器の内部温度が300℃に達したからといって、ハッチあるいは電気ペネトレーションから必ず水素が漏えいするとはかぎらないだろう。なぜなら、水素はもっとも比重が小さい気体であり、格納容器内部を満たしている窒素や水蒸気などとの比重差が大きいから、それらと混合しにくく、格納容器内をすみやかに上方に移動したかもしれない。

そして、もしそういうことが起きていれば、格納容器から原子炉建屋への水素の漏えい経路は主として「格納容器上蓋の結合部分」(ドライウェルフランジ)になり、格納容器下部に位置する電気ペネトレーションやハッチから原子炉建屋1階への水素漏えいは、あったとしてもかなり限定的ではなかったと思われる。

また、少なくとも1号機では、実際にそれに近いことが起きていたのではないと思われる。なぜなら、水素爆発による1号機原子炉建屋の損壊状況が3号機のそれとはかなり異なっているからだ。

写真4(a)(b)と写真5(a)(b)は、それぞれ、水素爆発後の1号機の原子炉建屋外観と3号機の原子炉建屋外観である^{*21}。

写真4(a)(b)からわかるように、1号機の原子炉建屋の損壊は5階(オペレーティングフロア)にかぎられている。内部的には4階も大きく損壊しているが、これまで公表された動画を見るかぎり3階や2階の内部損壊はほとんどない。このことは1号機が水素爆発を起こしたとき3階以下の階層には水素がほとんど停留していなかったことを意味し、さらにそのことは、原子炉建屋への水素漏えいは主として原子炉建屋上部において——具体的には、5階と4階において——進行していた可能性が高いことを示唆していよう。より具体的に記せば、5階へは格納容器上蓋の結合部(ドライウェルフランジ)からの、4階へはIC系配管を通しての水素漏えいである。そして繰り返すなら、5階の大物搬入口の蓋が閉じられていたことから、水素爆発はまず4階で起き、ついで、瞬時にそれに誘発され、5階で水素爆発が起きたと推測される。

一方、3号機の場合は、5階はもとより4階も激しく損壊し(写真5(a)(b)参照)、さらに原子炉建屋北側の外壁も破損している(写真5(a))。この事実は、3号機の場合、原子炉建屋への主たる水素漏えいは1号機よりも低い階層で起きていて、1階の電気ペネトレーションやハッチからの漏えいだったかもしれないし、それより深い地下レベルで

*21—写真4(a)と写真5(a)は東電の公開写真、写真4(b)と写真5(b)はエア・フォート・サービス社提供による。

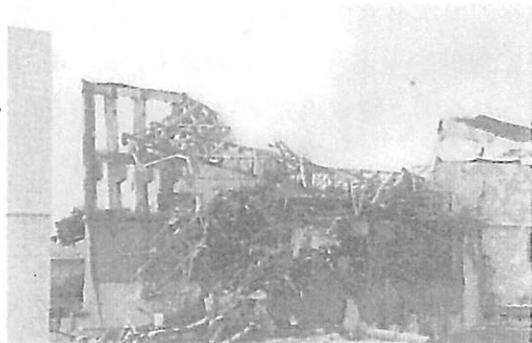


写真 5(a)一爆発後の 3 号機原子炉建屋外観

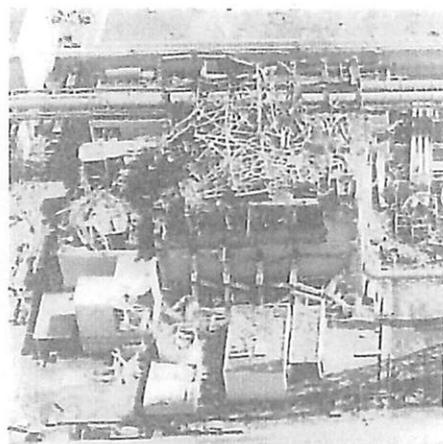


写真 5(b)一空撮による 3 号機外観

の水素漏えいだったかもしれない。

原子炉建屋 4 階における出水事象について

まず、誤解のないように述べておけば、国会事故調は、報告書で、地震発生直後に複数の作業員により目撃された 1 号機原子炉建屋 4 階における出水事象が IC 系配管からの出水であるなど一言も主張してはいない。そうであってもよい、そうでなくてもよい。要するに、解明されるべき重要な出水事象が地震直後に IC 本体が設置されている近くで起きているということを問題にしている。

一方、本論考においてこれまで述べてきた IC 系配管の小破口 LOCA は、この出水事象そのものであっても構わないし、そうでなくても構わない。3.11 の本震は揺れが大きく、継続時間も長かった。出水事象を目撃した作業員たちは、被曝を恐れ、激しい揺れの中、大急ぎで地上へ駆け下りている。だから、激しい地震動が終息するまでに 4 階で起きた別の知られざる重要な出水事象があったかもしれない。

最後に、出水事象に対す東電の現時点での判断を紹介しておく。すでに書いたように、東電は事故発生から 1 年が経過した昨年 3 月はじめ頃に、協力企業の社員 B 氏からの聞き取りを通して、4 階での出水の事実をはじめ具体的に把握したと

思われるが、昨年 6 月 20 日に公表された最終報告ではその出水事象について一切触れていない。

東電がその出水事象のための現場調査に乗り出したのは昨年 11 月 30 日のことで、そのときの調査結果をもとに、本年 2 月 19 日、出水事象に対する東電の現段階の見解をとりまとめた報告書を出している*22。東電はその報告書で、使用済み燃料プールの水が地震発生時にスロッシングを起こし、その水が 5 階のプール壁面に接続している空調ダクトに流入し、最終的にチャンバーの閉止板を変形させ、そこからプール水が漏れたとほぼ断定している。

実際に起きたことがそういうことであるならそれはそれでよいが、そう断定することにまったく問題がないわけではない。一つは、もともと空調ダクトに設けられたチャンバーは使用済み燃料プールのスロッシング対策用に設けられたものだから、それほど簡単に出水を起こすとは、容易に受け入れられる話ではない。福島第一原発の他号機や第二原発でも同じことが起きているのかどうか。もし 1 号機にだけ起きている事象であれば、その理由を力学的に説明する必要があるだろう。

さらに、目撃者の A 氏と B 氏の説明内容には食い違いも少なくない。最近、原子力規制委員会「事故分析検討会」は、本年 5 月末に 1 号機原子

*22—「福島第一原子力発電所 1 号機 4 階で発生した漏水について」(2013 年 2 月 19 日、東京電力)

炉建屋4階に現場調査チームを送り込んでいるが、その際、B氏からだけ聞き取り調査を行っている。しかし、B氏の話は作業者の人数や立ち位置などに関してA氏の話とは異なるし、A氏から見たB氏の位置、B氏から見たA氏の位置に関して異なる。さらに、B氏が現場調査チーム

に話した出水時の彼の立ち位置は、B氏が昨年2月に国会事故調に説明した立ち位置と、まったくちがう。出水事象がどのようなものだったかの結論を出す前に、東電も規制委員会も、A、B両氏からさらなる聞き取り調査を行う必要がある。

75年前には

日本の目高が濠洲で大量応召 Science 誌近号の報に依れば日本の目高(めだか)勢が Australia 聯邦 Queensland の Brisbane で蚊族征服の最適者たる事を認識され、大量の徴募を受けると云う耳寄りの話である。それは同国保健当局の主腦者 W. J. Fehlberg の指導実験に依って、この小魚の子子(ほうふら)を喰尽する性が他の何れの魚族よりも優れ、それには彼等が水面に近い表層に多数群集して子子の所在を逃さず襲撃する事、また他の魚族に先んじ敏捷に突撃を敢行し、飽食後と雖も突撃を緩めない事、彼等が気候風土の変化にも閉口垂れず一様の攻撃力を保存する事等が特に優秀な適格性として挙げられて居る。そこで同国では以後この目高勢の大量を生国日本から輸入して、主として睡蓮その他の水生花卉を育成する園芸池や、農場に於ける家畜の飲水溜等に放流せしめようと云う事であるが、これに依って従来かような場所

に薬品や油を用いて子子を殺す事を行って居た遣り方が、兎角植物や家畜其者にも害を及ぼし易かった欠点を同時に正し得る訳であると云う。
名古屋帝大の創設 かねてから計画中であった名古屋帝大の創設は先般来愈々具体化し、設立委員としては長岡半太郎、本多光太郎、大河内正敏の3博士が挙げられ、文部省や地元愛知県当局と密々協議が進められているが、大綱として次の諸事項の決定を見た：(1)名古屋帝大に創設すべき学部は医、理、工の3学部とする。(2)理学部には数学、物理学、物化学の3学科、工学部には機械、電気、応用物化学、金属工学、航空学の5学科を設置、医学部は現名古屋医大を改組継承する。(3)工学部では高校卒業生に限らず高工卒業生をも収容する。(4)開設時期は医学部は明年度、但し理、工両学部は15年度より開学の予定。

【科学】第8巻第10号(1938)「科学時事」より

雑誌『思想』9月号(2013)目次より

【思想の言葉】 —ノ瀬正樹

1933年9月ベルリンのマルティン・ハイデガーとカール・シュミット——新たな資料状況から

ラインハルト・メーリング

アムネスティー——法の原初形態 カール・シュミット

カール・シュミットとアムネスティー 牧野雅彦

〈資料〉トーマス・マンとパウル・ティリヒの間で交わされた四つの書簡

二人の亡命知識人の運命——トーマス・マンとパウル・ティリヒの間で交わされた四つの書簡をめぐって

深井智朗

近代中国における「民主・憲政」のゆくえ(中)——戦後・内戦期の政治と思想を中心に 野村浩一

アメリカ政治史と奴隷制問題(下)——妥協と破局の狭間で 紀平英作

サルトル『ユダヤ人問題の考察』再読(下)——大量死と社会契約の再構築 有田英也

岩波書店