

福島第二原子力発電所 2号機の安全確認の状況について

平成16年7月21日

東京電力株式会社

福島第二原子力発電所

東京電力(株)に対する確認事項（平成16年7月12日）

- 1 これまでの東京電力の全プラントにおける原子炉格納容器漏えい率検査における測定結果と室温の関係について示し、室温の変動が漏えい率測定にどのような影響を及ぼしていたのか、また、当該漏えい率の合否判定への影響の有無についてどのように検討していたのか説明されたい。
- 2 今回の一連の漏えい率検査において、室温の変動は何故記録されたのかその理由を示されたい。
- 3 「原子炉格納容器の漏えい試験規定」（J E A C 4 2 0 3 - 1 9 9 4）によれば、基準容器系原子炉格納容器外配管に対する検討を行い、格納容器外配管体積／基準容器系全体積は、某プラントの実績値として1／200、温度差3.5℃（格納容器外温度変化2.5℃、格納容器内温度変化1℃）として評価し、「過去の実績においては基準容器系原子炉格納容器外配管の長さが漏えい率に及ぼす影響は問題にならない」とされている。福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所の各プラントでこの評価の前提条件が担保されていることの確認は行われていたのか。
また、現時点で各プラントについてこれらの状況をどのように把握しているのか示されたい。

Q 1

これまでの東京電力の全プラントにおける原子炉格納容器漏えい率検査における測定結果と室温の関係について示し、室温の変動が漏えい率測定にどのような影響を及ぼしていたのか、また、当該漏えい率の合否判定への影響の有無についてどのように検討していたのか説明されたい。

(回答)

<測定結果と室温の関係について>

これまでの東京電力の全プラントの原子炉格納容器漏えい率検査における測定結果と室温の関係については、別添のデータ集（添付資料1-1）のとおりです。

<室温変動が漏えい率に及ぼす影響について>

今回収集した東京電力の全プラントの原子炉格納容器漏えい率検査における測定結果と室温の関係を整理すると、以下の通りとなります。

漏えい率は原子炉格納容器内温度、原子炉格納容器内露点温度といった種々のパラメータをもとに算出しており、室温のみの影響を受けるものではありませんが、各プラントの過去の実績について室温と漏えい量をグラフにまとめ、室温の変化による影響を検討しました。

室温と漏えい量の関係については、室温変化により以下のように大別することができます。

1. 室温が一定の場合

室温が一定に安定している場合、原子炉格納容器内外の温度変化が無く、漏えい量への影響は無いと考えられます。また、実績からも漏えい量への影響は見られません。

例①：福島第二原子力発電所1号機 第7回定期検査（定期検査、社内検査）

2. 室温が変化している場合

2.1 単調な変化

室温が一定（単調）に変化している場合は、その影響で漏えい量の傾き（漏えい率）が一定量だけ変化する可能性があります。その変化量を実際の漏えい量と区別し、グラフから読みとることは困難です。

例②：福島第一原子力発電所6号機 第16回定期検査（定期検査）（室温上昇ケース）

例③：福島第一原子力発電所3号機 第7回定期検査（社内検査）（室温下降ケース）

2.2 単調でない変化

室温が試験中に上昇から下降、或いは下降から上昇しているケースについては、室温の変化に伴い漏えい量が増加すると考えられますが、以下の事例のように室温変化の大きいもので、その追従性が見られるものがありました。

例④：福島第一原子力発電所 2 号機 第 15 回定期検査（定期検査）

室温が上昇、下降、上昇、下降（ $1.6^{\circ}\text{C}/11\text{h}$ ）、上昇と変化しており、漏えい量の変化にも若干の追従が見られます。

例⑤：福島第一原子力発電所 3 号機 第 7 回定期検査（定期検査）

室温が上昇、下降（ $2.87^{\circ}\text{C}/12\text{h}$ ）、上昇（ $2.52^{\circ}\text{C}/9\text{h}$ ）と変化しており、漏えい量の変化に若干の追従が見られます。

一方、以下のように、追従性が確認できない事例もありました。

例⑥：福島第一原子力発電所 2 号機 第 8 回定期検査（定期検査）

室温が下降（ $4.28^{\circ}\text{C}/18\text{h}$ ）、上昇（ $2.1^{\circ}\text{C}/6\text{h}$ ）しているが、漏えい量はほぼ一定の傾きで推移しています。

例⑦：福島第一原子力発電所 2 号機 第 8 回定期検査（社内検査）

室温が上昇（ $3.07^{\circ}\text{C}/\text{約 } 7\text{h}$ ）、下降しているが、漏えい量はほぼ一定の傾きで推移しています。

また、室温が変化している場合で下記の事例のように漏えい量が非常に小さい場合は漏えい量曲線に室温の影響がほぼそのまま反映されることとなるので、例⑨のように今回の室温が下がるケースにおいて漏えい率がマイナス値となる場合があります。

例⑧：福島第一原子力発電所 3 号機 第 19 回定期検査（社内検査）

例⑨：福島第二原子力発電所 2 号機 第 15 回定期検査（定期検査，1 回目）

<漏えい率の合否判定への影響>

今回収集したデータにおいて、検査結果で漏えい率がマイナスとなったものは今回の福島第二 2 号機（第 15 回、定期検査 1 回目測定）の事例のみでした。また、福島第一及び福島第二原子力発電所のこれまでの定期検査において、漏えい率を低くする傾向として室温変化の影響が最大のもの（福島第二 2 号機第 6 回， 0.7°C 低下）の影響評価

値は0.032%/日であることから、その際の漏えい率測定結果0.120%/日にこれを加算しても0.152%/日であり、判定基準0.45%/日以下を十分満足しています。

また、これまで検査結果が許容漏えい率に近いもの（過去最大のもので福島第一4号機第8回定期検査、0.320%/日）やマイナスになったものがなく、室温変化の影響に着目するニーズがなかったことから、室温が漏えい率の合否判定へ及ぼす影響の有無について検討はしておりませんでした。

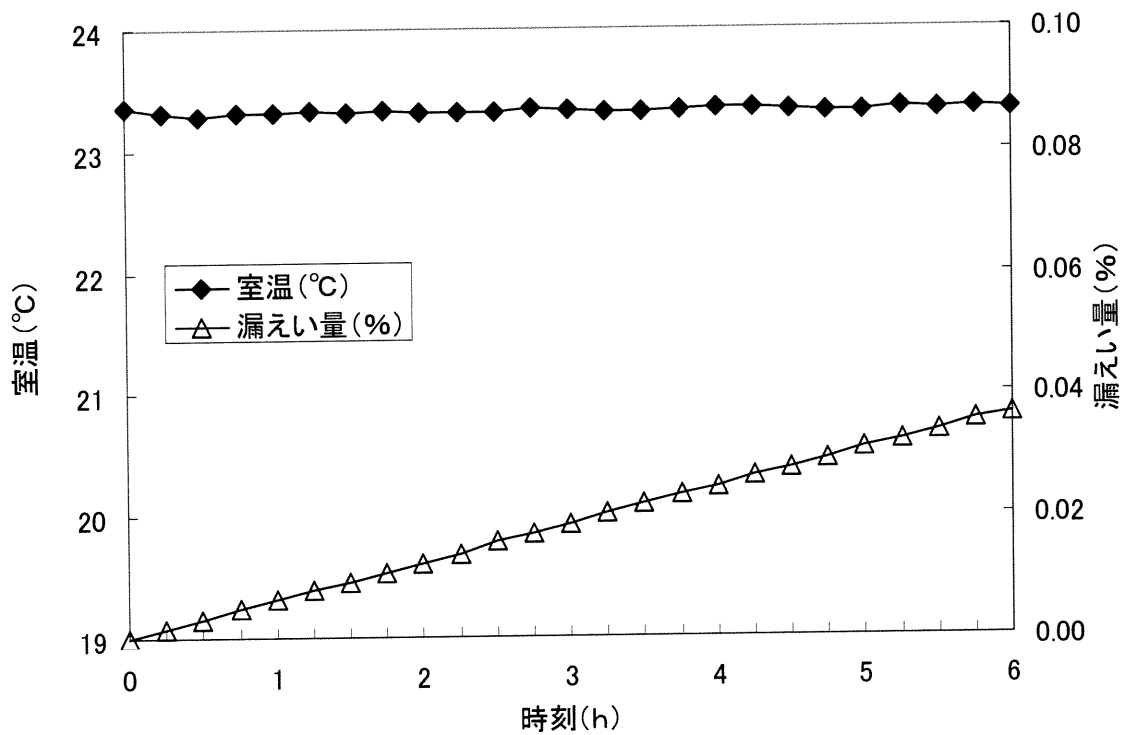
しかしながら、今回（2号機第15回、定期検査1回目測定）の漏えい率がマイナスとなったことから、その原因は室温の影響と考え、それを確認するため外気温度の影響が極力小さい状態（室温が安定している状態）において漏えい率を再測定したものです。

＜参考＞開始時より終了時の温度が低下していた定期検査結果一覧表

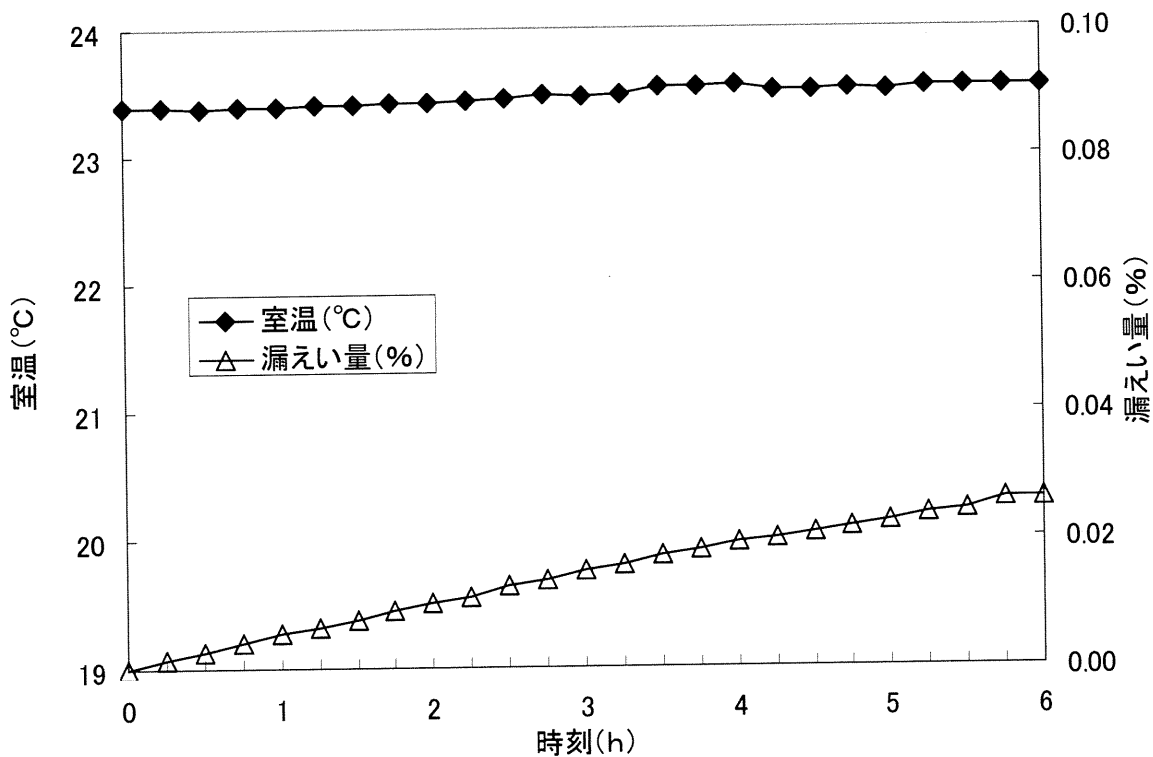
プラント名	定検回数	実施日	検査時間 H (h)	漏えい率結果 (%/日)	温度差(°C)		温度変化量 T2-T1 (°C)
					開始温度 T1	終了温度 T2	
1F-1	1	1971年11月19,20日	24.0	0.207	24.2	23.1	-1.1
	4	1975年12月24,25日	24.0	0.222	22.40	21.60	-0.80
	5	1978年1月10,11日	24.0	0.136	20.0	19.9	-0.1
	9	1983年1月13,14日	24.0	0.206	16.0	15.5	-0.5
	12	1986年11月18,19日	24.0	0.165	20.0	19.4	-0.6
	15	1991年6月14日	6.0	0.098	24.08	23.96	-0.12
	18	1995年6月8日	6.0	0.148	24.6	24.5	-0.1
1F-2	5	1982年1月29,30日	24.0	0.056	11.80	11.20	-0.60
	7	1984年10月4,5日	24.0	0.202	28.60	28.40	-0.20
	8	1986年2月3,4日	24.0	0.152	12.655	10.475	-2.18
	15	1996年3月5,6日	24.0	0.076	16.55	15.97	-0.58
1F-3	2	1978年11月16,17日	24.0	0.304	21.325	19.83	-1.495
	3	1980年4月10,11日	24.0	0.218	23.570	23.265	-0.305
	5	1982年11月1,2日	24.0	0.018	24.380	23.335	-1.045
	6	1984年1月24,25日	24.0	0.136	21.370	21.165	-0.205
	8	1986年5月8,9日	24.0	0.095	23.71	23.38	-0.33
	17	2000年1月31日	6.0	0.020	15.60	15.42	-0.18
1F-4	6	1985年8月20,21日	24.0	0.218	33.24	32.75	-0.49
	14	1996年7月8,9日	24.0	0.06	26.7	26.4	-0.3
1F-5	3	1981年9月1,2日	24.0	0.072	29.23	26.90	-2.33
	7	1986年8月13,14日	24.0	0.057	27.94	27.78	-0.16
	9	1989年5月26日	6.0	0.05	20.58	20.21	-0.37
	14	1996年2月8,9日	24.0	0.084	24.15	24.02	-0.13
1F-6	1	1980年12月22,23日	24.0	0.107	20.645	20.37	-0.275
	3	1983年4月18,19日	24.0	0.042	15.98	15.64	-0.34
	11	1994年1月27日	6.0	0.037	20.02	19.92	-0.10
	12	1995年6月19,20日	24.0	0.024	23.8	23.6	-0.2
	14	1998年5月19日	6.0	0.029	24.19	24.12	-0.07
	15	1999年8月31日	6.0	0.035	26.32	26.09	-0.23
2F-1	3	1986年2月5,6日	24.0	0.120	22.53	22.43	-0.10
2F-2	5	1990年6月25日	6.0	0.066	26.0	25.9	-0.1
	6	1991年11月1日	6.0	0.120	22.0	21.3	-0.7
	9	1995年12月4,5日	24.0	0.042	20.4	20.3	-0.1
	13	2001年3月5日	6.0	0.094	18.8	18.4	-0.4
2F-3	1	1986年9月16,17日	24.0	0.063	26.09	25.96	-0.13
	2	1987年12月21,22日	24.0	0.053	19.67	19.19	-0.48
	3	1990年9月21日	6.0	0.059	26.08	25.85	-0.23
	10	2000年2月28日	6.0	0.121	19.46	19.38	-0.08
2F-4	1	1988年11月17,18日	24.0	0.017	18.3	16.7	-1.6
	3	1991年6月27日	6.0	0.057	26.5	26.1	-0.4
	7	1996年12月10日	6.0	0.081	24.5	24.3	-0.2
	9	1999年6月28日	6.0	0.034	25.9	25.6	-0.3
	11	2002年2月15日	6.0	0.064	23.8	23.5	-0.3
KK-2	5	1997年3月3日	6.0	0.126	20.89	20.75	-0.14
KK-4	5	2000年5月22日	6.0	0.083	24.75	24.69	-0.06
KK-5	2	1992年11月2日	6.0	0.040	26.54	26.41	-0.13
	7	1999年6月28,29日	24.0	0.053	25.93	25.84	-0.09
KK-6	1	1998年1月12日	6.0	0.139	25.1	24.8	-0.3

①

福島第二1号機 第7回定期検査PCVL/T時データ(社内検査時)

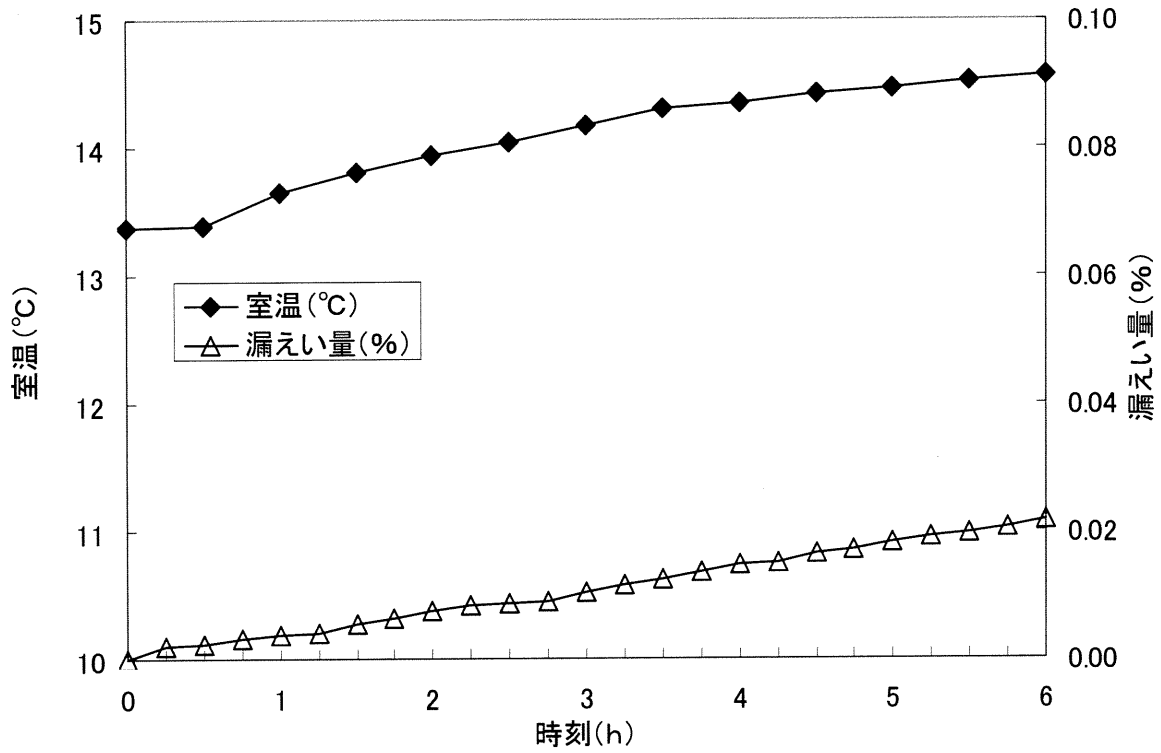


福島第二1号機 第7回定期検査PCVL/T時データ(定期検査時)



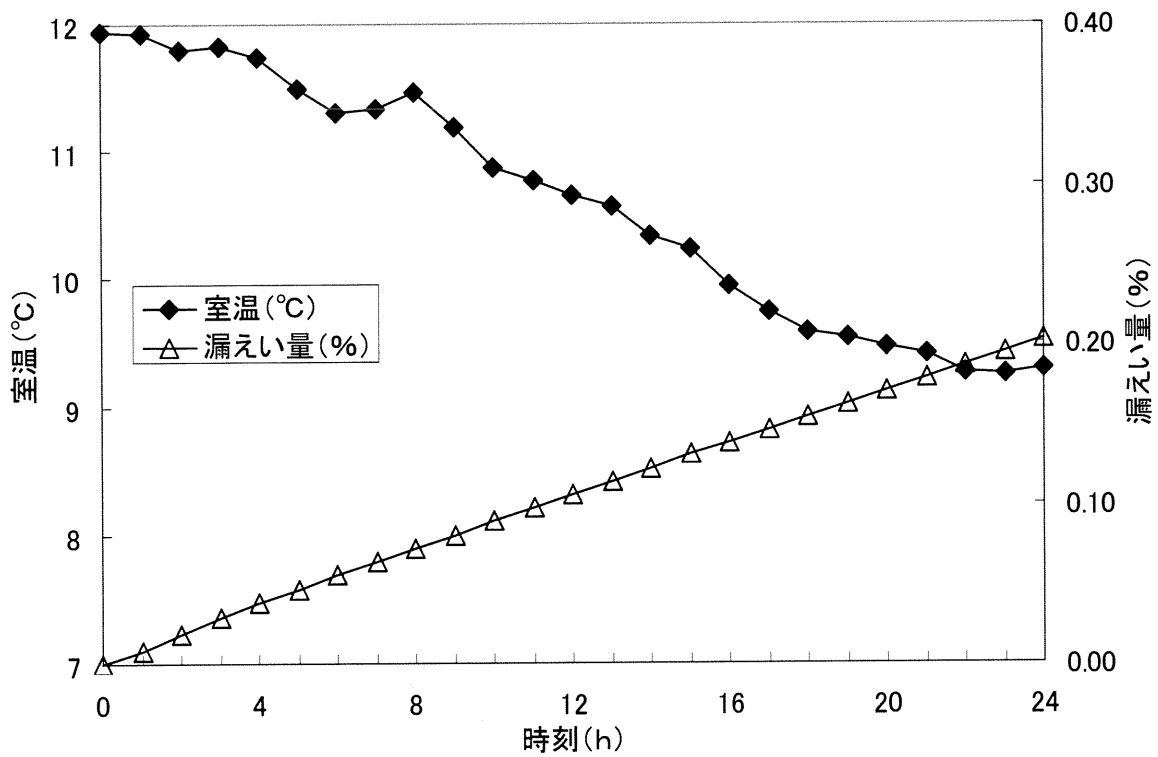
②

福島第一6号機 第16回定期検査PCVL/T時データ(定期検査時)



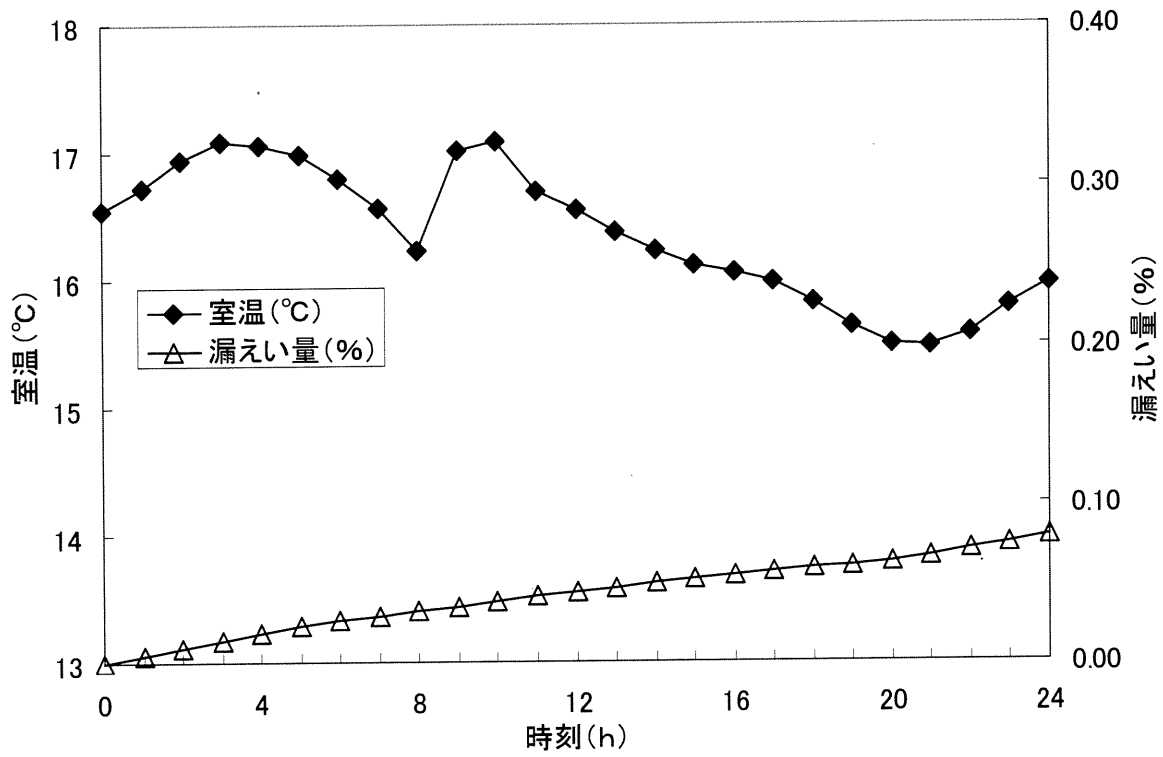
③

福島第一3号機 第7回定期検査PCVL/T時データ(社内検査時)



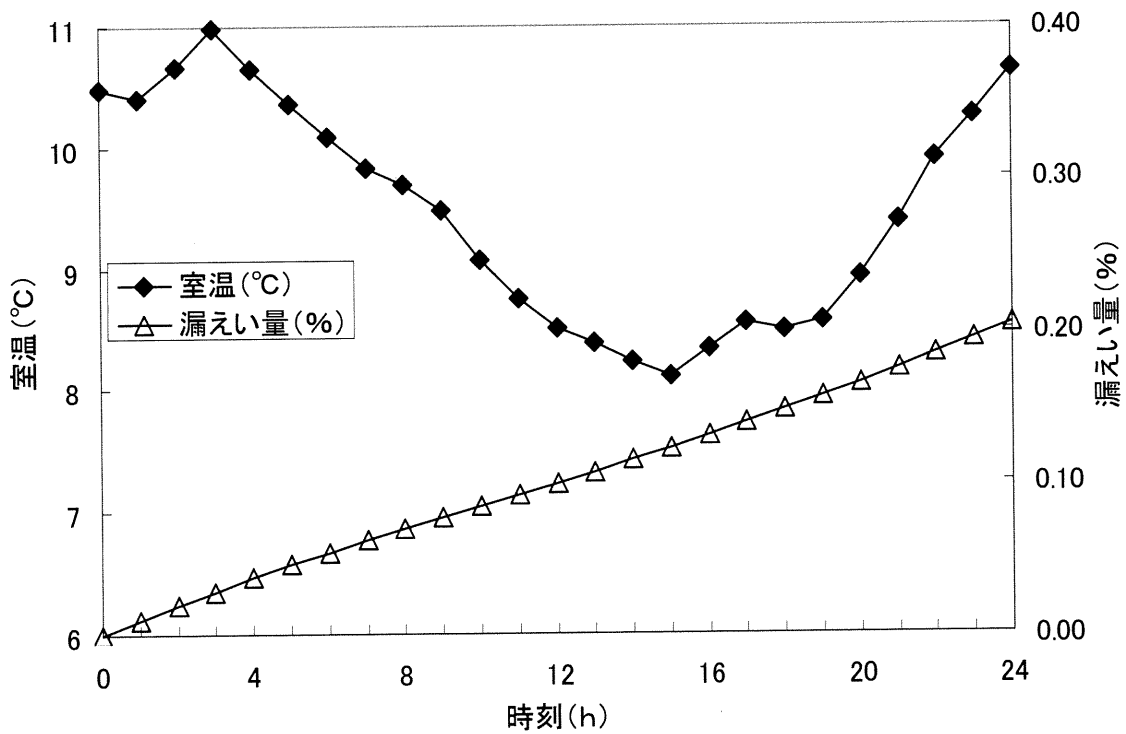
④

福島第一2号機 第15回定期検査PCVL/T時データ(定期検査時)



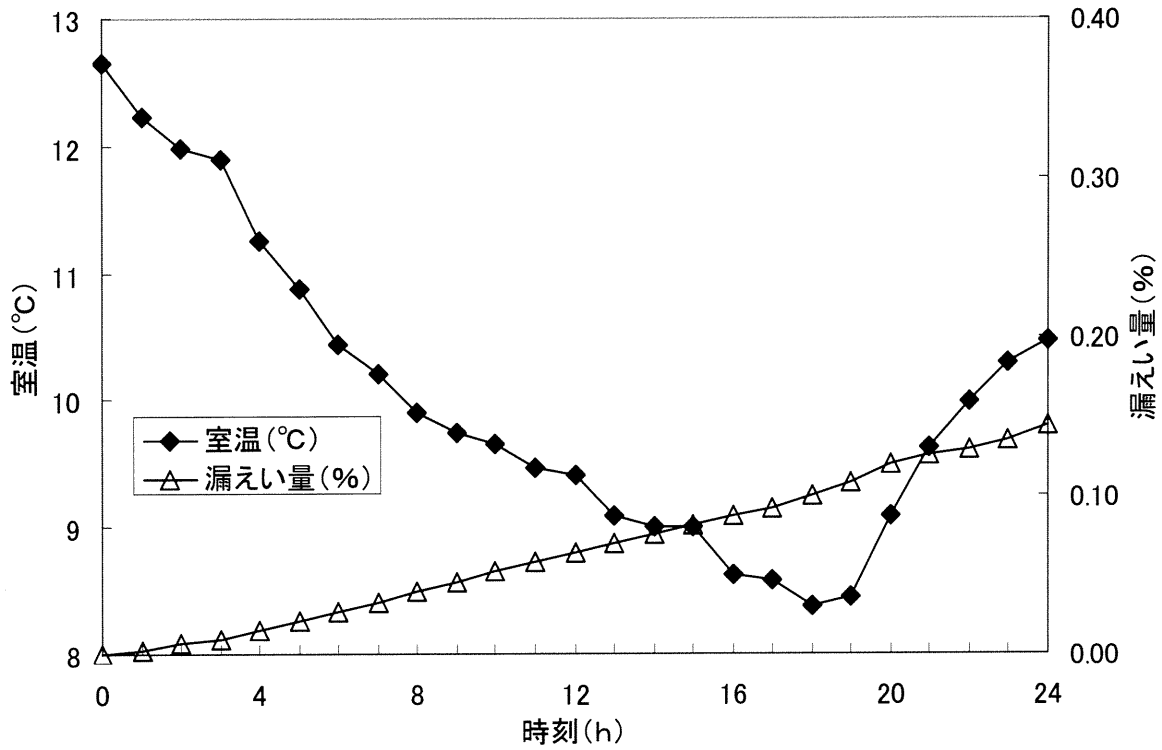
⑤

福島第一3号機 第7回定期検査PCVL/T時データ(定期検査時)



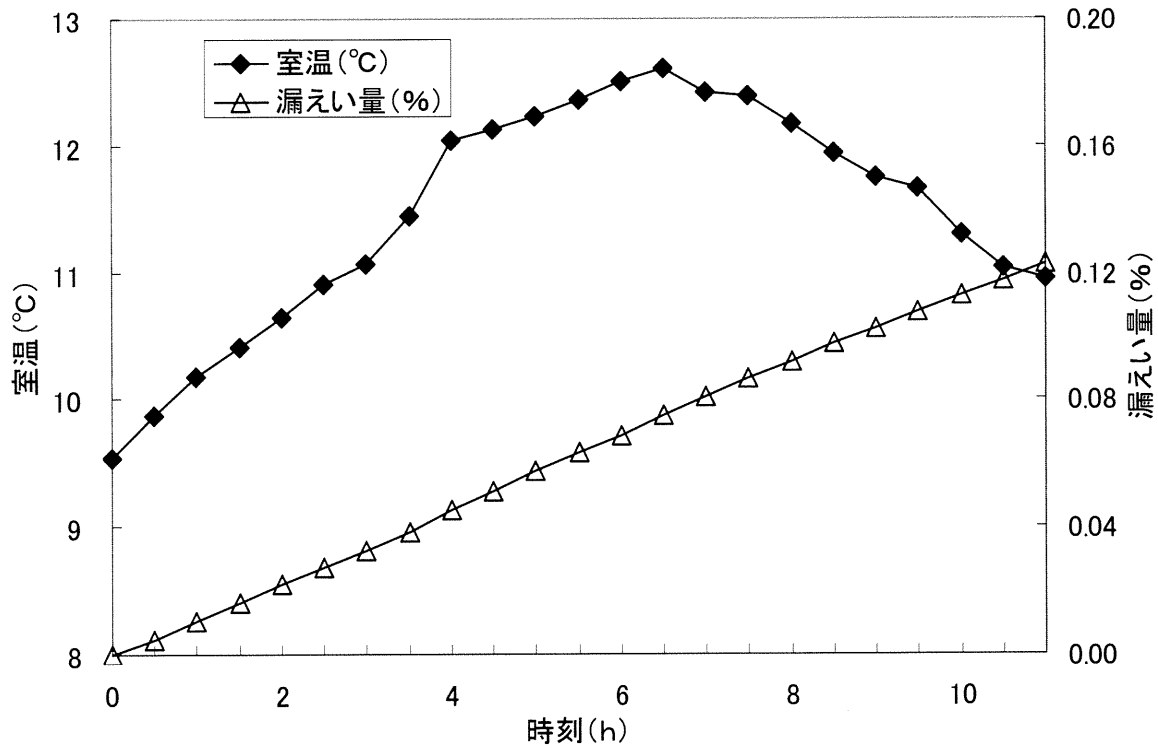
⑥

福島第一2号機 第8回定期検査PCVL/T時データ(定期検査時)



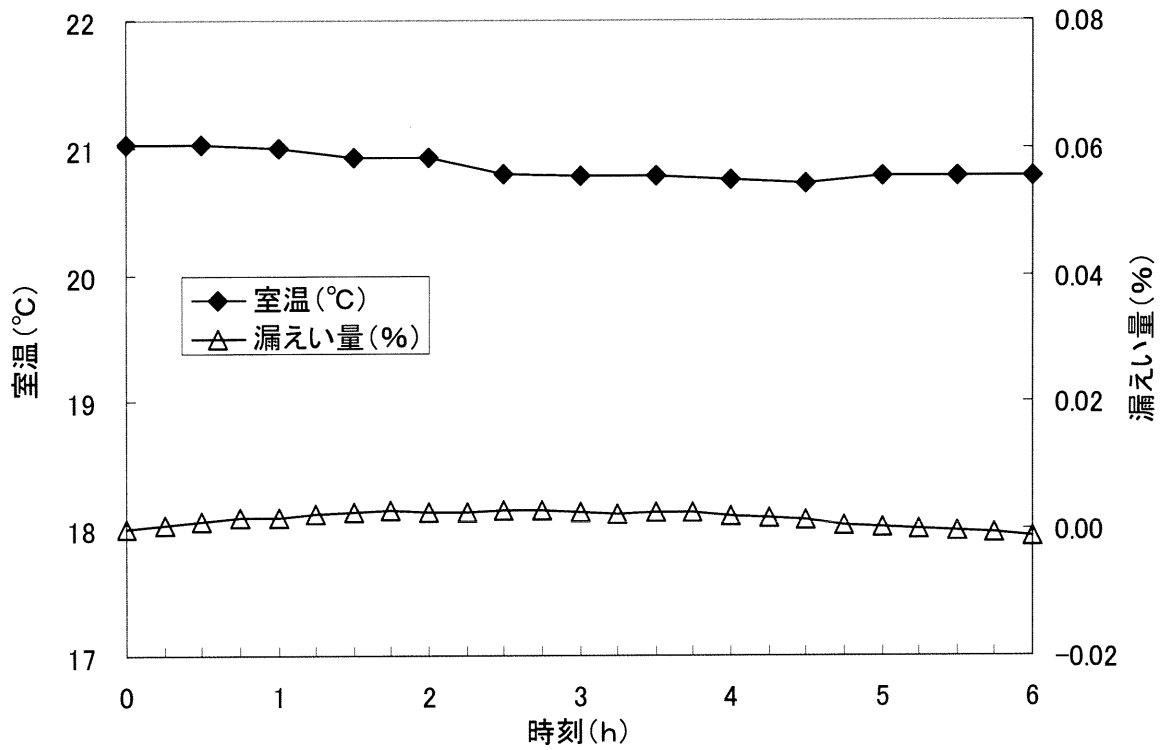
⑦

福島第一2号機 第8回定期検査PCVL/T時データ(社内検査時)



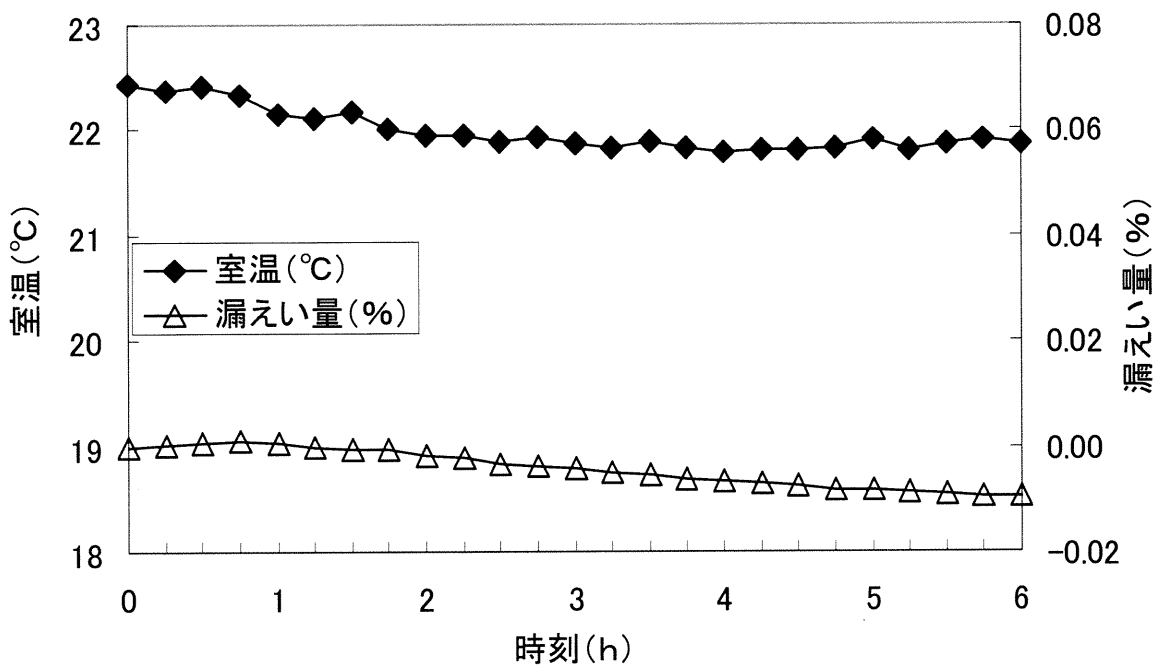
⑧

福島第一3号機 第19回定期検査PCVL/T時データ(社内検査時)



⑨

福島第二2号機 第15回定期検査PCVL/T時データ(定期検査時1回目)



Q 2

今回の一連の漏えい率検査において、室温の変動は何故記録されたのかその理由を示されたい。

(回答)

原子炉格納容器の漏えい率計算において必要な以下の4項目のデータについては、当社においてその値を検査成績書中に記載し、保管することとしております。

- ・ 原子炉格納容器内各温度 (°C)
- ・ 原子炉格納容器内各露点温度 (°C)
- ・ 原子炉格納容器内絶対圧力 (kPa abs)
(2号機および4号機については、原子炉格納容器内圧力と大気圧を別に採取し、原子炉格納容器内絶対圧力を算出)
- ・ 原子炉格納容器－基準容器差圧 (kPa)

室温については、17プラントについて調査した結果、従来から記録しておりましたが、漏えい率の計算に使わないデータであることから検査成績書に記載し公式データとして残すこととしておらず、記録したデータは工事報告書やメーカ内での保管データ、あるいは一部の検査成績書に残されておりました。

福島第二原子力発電所においては、今回の一連の漏えい率検査では特に厳格な検査を行っていたため、データ処理装置出力帳票等のバックアップデータを入手し保管していたものです。

Q 3

「原子炉格納容器の漏えい試験規程」(J E A C 4 2 0 3 - 1 9 9 4)によれば、基準容器系原子炉格納容器外配管に対する検討を行い、格納容器外配管体積/基準容器系全体積は、某プラントの実績値として1/200、温度差3.5℃(格納容器外温度変化2.5℃、格納容器内温度変化1℃)として評価し、「過去の実績においては基準容器系原子炉格納容器外配管の長さが漏えい率に及ぼす影響は問題にならない」とされている。福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所の各プラントでこの評価の前提条件が担保されていることの確認は行われていたのか。

また、現時点で各プラントについてこれらの状況をどのように把握しているのか示されたい。

(回答)

各プラントの建設時に原子炉格納容器漏えい率試験装置を設置する際には、「原子炉格納容器の漏えい試験規程」(J E A C 4 2 0 3 - 1 9 7 4, 1 9 9 0, 1 9 9 4)の要求に従い原子炉格納容器外配管体積を極力小さくするよう配慮しており、具体的には配管ルートが最短となる配置、あるいは配管口径を小さくする設計を行ってまいりました。

また、各プラントでこれまで実施された原子炉格納容器漏えい率検査においては、建設時に原子炉格納容器外配管体積を極力小さくする配慮がされ、室温の影響は小さいという前提で行っており、また検査結果が判定基準である許容漏えい率に近いもの(実績では、判定基準0.45%/日に対して福島第一原子力発電所4号機第8回の0.32%/日が最大値)やマイナスになったものがなく、室温変動の影響に着目するニーズがなかったことから、特に室温の影響に着目した評価はしておりませんでした。

今回、福島第一及び福島第二原子力発電所における原子炉格納容器外配管温度変化が漏えい率に及ぼす影響を評価したところ添付資料3-1のとおりであり、格納容器外配管体積/基準容器系全体積の割合は約1/64～約1/20となっております。どのプラントも格納容器外配管体積/基準容器系全体積の割合が、「原子炉格納容器の漏えい試験規程」(J E A C 4 2 0 3 - 1 9 7 4, 1 9 9 0, 1 9 9 4)の解説に例示されている某プラント(どのプラントが該当するか不明)の実績値(1/200)より大きい値となっておりますが、これは配管ルートの設計において原子炉建屋内各種機器の配置上の制約を受けるためです。

また、福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所において格納容器外配管の温度変化が仮に1℃/6時間であったとして漏えい率に及ぼす影響は、添付資料3-1のとおり0.021%/日～0.068%/日であります。

各プラントのPCV L/T時格納容器外配管温度変化影響評価結果

項目	1F-1	1F-2	1F-3	1F-4	1F-5	1F-6	2F-1	2F-2	2F-3	2F-4
プラント										
格納容器外基準容器系配管体積(m ³)	7.84E-04	8.31E-04	2.36E-03	1.52E-03	7.70E-04	1.37E-03	1.58E-03	9.94E-04	1.34E-03	1.03E-03
基準容器系全体積(m ³)	5.01E-02	4.32E-02	4.71E-02	4.58E-02	4.55E-02	5.14E-02	5.16E-02	2.91E-02	6.17E-02	2.92E-02
格納容器外基準容器系配管 基準容器系全体積	1/64	1/52	1/20	1/30	1/59	1/38	1/33	1/29	1/46	1/28
試験開始時格納容器外温度(°C)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
試験終了時格納容器外温度(°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
漏えい率に及ばず影響(%/日)	0.021	0.026	0.068	0.045	0.023	0.036	0.042	0.046	0.030	0.048

注) 温度変化1°Cあたりの影響をみるため、格納容器外配管温度を試験開始時21°C、試験終了時20°Cと仮定。