



JAEA-Technology

2013-004

Irradiation Behavior Analyses of Metallic Fuel Pins for Sodium-cooled Fast Reactors

Tomoyasu MIZUNO, Shin-ichi KOYAMA, Takeji KAITO, Tomoyuki UWABA
and Kenya TANAKA

Fast Reactor Fuels and Materials Technology Development Unit
Advanced Nuclear System Research and Development Directorate

May 2013

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-
Technology

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

Irradiation Behavior Analyses of Metallic Fuel Pins for Sodium-cooled Fast Reactors

Tomoyasu MIZUNO, Shin-ichi KOYAMA, Takeji KAITO, Tomoyuki UWABA and Kenya TANAKA

Fast Reactor Fuels and Materials Technology Development Unit
Advanced Nuclear System Research and Development Directorate
Japan Atomic Energy Agency
Oarai-machi, Higashibaraki-gun, Ibaraki-ken

(Received February 27, 2013)

A metallic fuel concept, which consists of U-Pu(TRU)-Zr metallic fuel slug and oxide dispersion strengthened ferritic steel (ODS) cladding, is considered to be an alternative for sodium-cooled fast reactor (SFR) cycle system. The capability of the U-Pu(TRU)-Zr metallic fuel with ODS cladding under a high burnup condition was evaluated by a simplified calculation program developed in JAEA.

The fuel temperature profiles, gap width profiles, and radial temperature distribution at EOL were evaluated. Those results show that the fuel pin has enough safety margin to fuel melting under the irradiation. Also, the profiles of plenum gas pressure and the cladding deformation after irradiation were evaluated. Those results show that the fuel pin has enough plenum volume to avoid considerable cladding deformations by plenum gas pressure.

In case of 0.4 % Am bearing fuel, calculation result shows that fuel centerline temperature becomes high, but increase from U-Pu-Zr fuel is insignificant.

It is deemed from the obtained results that the metallic U-Pu-Zr fuel pin having the specifications and irradiation conditions used in this investigation would be irradiated moderately up to approximately 140 GWd/t with well integrity.

Keywords : Fast Reactor, Metallic Fuel, Fuel Performance, ODS, Calculation Code

ナトリウム冷却高速炉のための金属燃料ピンの照射挙動解析

日本原子力研究開発機構 次世代原子力システム研究開発部門
燃料材料技術開発ユニット

水野 朋保、小山 真一、皆藤 威二、上羽 智之、田中 健哉

(2013 年 2 月 27 日 受理)

ナトリウム高速冷却炉(SFR)の開発では、燃料の副概念として、U-Pu(TRU)-Zr を成分とする金属燃料スラグと酸化物分散強化型フェライト鋼（ODS）による燃料ピンが検討されている。この燃料ピンの高燃焼度への適用性について、JAEA で開発した簡易プログラムを用いて評価した。

燃料温度履歴、ギャップ幅履歴、照射末期の径方向温度分布を評価した結果、燃料ピンは照射中に燃料溶融に対して十分な裕度を持つことが示された。また、プレナムガス圧履歴と照射後の被覆管の変形プロファイルの評価結果から、燃料ピンのガスプレナム体積を十分に確保しているため、ガス圧による被覆管の変形が生じないことも示された。

0.4wt%の Am 添加燃料では、燃料中心温度の上昇が計算されたが、U-Pu-Zr 燃料と比較してこの温度上昇分は僅かであった。

これらの結果から、本研究で検討した燃料仕様と照射条件において、U-Pu-Zr 金属燃料ピンは約 140GWd/t まで健全に照射できると考えられる。

Contents

1. Introduction.....	1
2. Outline of calculation program.....	1
3. Calculation conditions.....	1
4. Results and discussions	2
5. Conclusion	3
References	3

目 次

1. 序論	1
2. 計算プログラムの概要	1
3. 計算条件	1
4. 結果と考察	2
5. 結論	3
参考文献	3

List of table

Table 1	Behaviors evaluated by the calculation program.....	4
Table 2	Designed fuel specifications and irradiation conditions	5

List of figure

Fig.1	Geometrical model of the calculation program	6
Fig.2	Flow chart of the calculation program	6
Fig.3	Axial distribution condition of LHR.....	7
Fig.4	Axial distribution condition of cladding midwall temperature	7
Fig.5	Profile condition of LHR.....	8
Fig.6	Profile condition of cladding midwall temperature	8
Fig.7	Temperature profiles at X/L=0.9	9
Fig.8	Temperature profiles at X/L=0.7	9
Fig.9	Temperature profiles at X/L=0.5	10
Fig.10	Temperature profiles at X/L=0.3	10
Fig.11	Temperature profiles at X/L=0.1	11
Fig.12	Profiles of gap width up to 1×10^4 hr	11
Fig.13	Radial distribution of fuel temperature at X/L=0.9	12
Fig.14	Radial distribution of fuel temperature at X/L=0.7	12
Fig.15	Radial distribution of fuel temperature at X/L=0.5	13
Fig.16	Radial distribution of fuel temperature at X/L=0.3	13
Fig.17	Radial distribution of fuel temperature at X/L=0.1	14
Fig.18	Profile of pressure on the cladding inner surface	14
Fig.19	Cladding deformation after irradiation	15
Fig.20	History of fuel center temperature at X/L=0.5	15
Fig.21	History of fuel center temperature at X/L=0.7	16

1. Introduction

In feasibility studies on a commercialized fast reactor cycle system in Japan, a sodium cooled reactor core design has been investigated.¹⁾²⁾ A fuel pin concept consisting U-Pu-Zr metallic fuel slug and oxide dispersion strengthened ferritic steel (ODS) cladding has been considered to be an alternative concept to the conventional concept consisting of MOX fuel and ODS cladding for the sodium cooled reactor core.³⁾

In the present work, to investigate the serviceability of the U-Pu-Zr metallic fuel pin under a high burnup condition, some calculations of irradiation performances of the fuel pin were conducted by a simplified calculation program developed in JAEA.

The irradiation behavior models and fuel properties for the analytical code were selected based on the information of metallic fuel characteristics including fuel properties and irradiation behavior obtained from open literatures and collaborative research activities with the Central Research Institute of Electric Power Industry.

2. Outline of calculation program

A simplified calculation program for U-Pu(TRU)-Zr metallic fuel performance analysis has been developed. This program is an R-Z system and models the thermal behaviors of a fuel pin during irradiation using 10 axial nodes, each having 26 radial nodes, 20 of which are for the fuel region and 6 for the cladding region. Mass transports in the direction are not taken into consideration, except for FP gases released into the plenum space and fuel-cladding gap. The program is limited to analyses of fuel pins having a smear density not over 75%T.D. Table 1 shows the evaluated behaviors. Some conservative and simplified models as follows were incorporated into the program;

- 1) For the FP gas release, the fractional release rate under irradiation was taken as the constant value of 90 %,
 - 2) For the fuel and cladding mechanical analyses, the fuel-cladding contact pressure under irradiation was taken as the constant value of zero, because it was reported that no considerable contacts between fuel and cladding were obtained in the case of fuels having a smear density of less or equal to 75%TD.⁴⁾ Only the stress-strain analysis of cladding due to the plenum gas pressure were conducted,
 - 3) For the fuel restructuring and fuel constituents migrations, they were not taken into account,
 - 4) For the penetration of bonding sodium into cavities or porosities in fuel, it was not taken into account.
- The finite difference analysis procedure is applied to the thermal analysis, and the stress-strain analysis procedure based on the generalized plane strain is applied to the mechanical analysis of cladding. Figures 1 and 2 show the geometrical model and flow chart of the program, respectively.

3. Calculation conditions

Table 2 shows fuel specifications and irradiation conditions for this investigation. A fuel pin having a

metallic U-Pu-Zr slug with the ODS cladding was taken for this investigation. The bonding material filling the fuel-cladding gap was sodium. The level of bonding sodium was up to the top of the fuel column. The irradiation time was taken as 2205 days (3 cycles). The maximum neutron fluence was taken as $5.50 \times 10^{23} n \cdot cm^{-2}$, then the maximum local burnup was evaluated to be as 140 GWd/t. The coolant inlet temperature was taken as 668K. Calculations were conducted at the following 5 axial positions; X/L = 0.9, 0.7, 0.5, 0.3, and 0.1. Axial distribution conditions at BOL and EOL of LHR and cladding midwall temperature are shown in Fig. 3 and Fig. 4, respectively. Profile conditions of LHR and cladding midwall temperature at each axial position of the calculations are shown in Fig. 5 and Fig. 6, respectively.

These conditions are based on the current results of feasibility studies on a commercialized fast reactor cycle system in Japan.³⁾

4. Results and discussions

From Fig. 7 to Fig. 11, the evaluated fuel temperature profiles at each axial position are shown. It is easily seen that fuel temperature increased with burnup in the early stage of each cycle and slightly decreased with burnup in the later stage of each cycle. The evaluated gap width between fuel and cladding at each axial position are shown in Fig.12. It is easily seen that the gap between fuel and cladding were plugged in the early stage of the irradiation and the gap conductance did not affect the fuel temperature. Then, the obtained temperature profiles were attributed to the profile conditions of LHR. From Fig. 13 to Fig. 17, the evaluated radial temperature distributions at EOL of each axial position are shown. It is easily seen that no anomalies were found in the radial temperature distributions. It can be seen from those results that the fuel pin had enough safety margin to fuel melting under the irradiation.

Figure 18 shows the evaluated profiles of pressure on the cladding inner surface due to the plenum gases. Figure 19 shows the evaluated cladding deformation after the irradiation. It is easily seen from the results that the fuel pin had enough plenum volume not to cause considerable cladding deformations by plenum gas pressure.

Therefore, it is concluded that the metallic U-Pu-Zr fuel pin having the specifications and irradiation conditions used in this investigation would be irradiated moderately up to approximately 140GWd/t with well integrity.

Figures 20 and 21 show the fuel centerline temperature of 0.4%Am(in heavy metal) bearing fuel. In this calculation Am contribution was assumed to be the same as that of Pu and fuel thermal conductivity in Am bearing fuel slightly decreases. Therefore, fuel centerline temperature of Am bearing fuel is slightly higher than that of U-Pu-Zr fuel, which is indicated as broken line in Figs. 20 and 21. The difference of these temperatures is limited within one degree C. The contribution of Am inclusion may not be significant when the Am content is less than 1% of heavy metal.

5. Conclusion

Some calculations of irradiation performances of the fuel pin were conducted by a simplified calculation program developed in JAEA to investigate the serviceability of a fuel pin, consisting of metallic U-Pu-Zr fuel slug and ODS cladding, under a high burnup condition.

The fuel temperature profiles, gap width profiles, and radial temperature distribution at EOL were evaluated. Those results show that the fuel pin has enough safety margin to fuel melting under the irradiation. Also, the profiles of plenum gas pressure and the cladding deformation after irradiation were evaluated. Those results show that the fuel pin has enough plenum volume not to cause considerable cladding deformations by plenum gas pressure.

In case of 0.4%Am bearing fuel, calculation result shows that fuel centerline temperature becomes high, but increase from U-Pu-Zr fuel is insignificant.

It is deemed from the obtained results that the metallic U-Pu-Zr fuel pin having the specifications and irradiation conditions used in this investigation would be irradiated moderately up to approximately 140GWd/t with well integrity.

References

- 1) Y. Sagayama, "Feasibility Study on Commercialized Fast Reactor Cycle Systems (1) Current Status of the Phase-II Study", Global 2005, No.380, Tsukuba, Japan (2005).
- 2) S. Kotake, et al., "Feasibility Study on Commercialized Fast Reactor Cycle Systems / Current Status of the FR System Design", Global 2005, No.435, Tsukuba, Japan (2005).
- 3) K. Sugino et al., "Advanced Metal Fuel Core Design Study for SFR in the "Feasibility Study" in Japan", Global 2005, No.399, Tsukuba, Japan (2005).
- 4) G. L. Hofman, R. G. Pahl, C.E. Lahm, and D. L. Porter, "Swelling behavior of U-Pu-Zr fuel", Metallurgical Trans. A, vol. 21A, pp.517-528 (1990).

Table 1 Behaviors evaluated by the calculation program

Evaluated fuel behaviors
Temperature distribution
Thermal expansion
Fission gas release
Swelling
Evaluated cladding behaviors
Temperature distribution
Thermal expansion
Void swelling
Creep deformation due to plenum gas pressure
Cladding corrosion due to FPs
Cladding liquid phase penetration
Creep damage

Table 2 Designed fuel specifications and irradiation conditions

Item		Unit	Value
Fuel	Type		Slug
	Outer diameter	mm	6.496
	Density	%TD	100
	Pu cont.(including MA)	wt.%	11.47
	Zr cont.	wt.%	6.0
Fuel colum length		mm	750
Plenum	upper	mm	1350
Cladding	Material		ODS
	Inner diameter	mm	7.5
	Outer diameter	mm	8.5
	Thickness	mm	0.5
Bonding	Material		Sodium
	Filling level	mm	up to fuel column
Irradiation duration		day	2205 (1cycle : 735)
Max. LHR		W/cm	347
Max. Cladding midwall temperature		K	878
Max. Neutron fluence(>0.1MeV)		n/cm ²	5.50E23
Max. Burnup (local position)		GWD/t	140
Coolant	Material		Sodium
	Inlet temperature	K	668

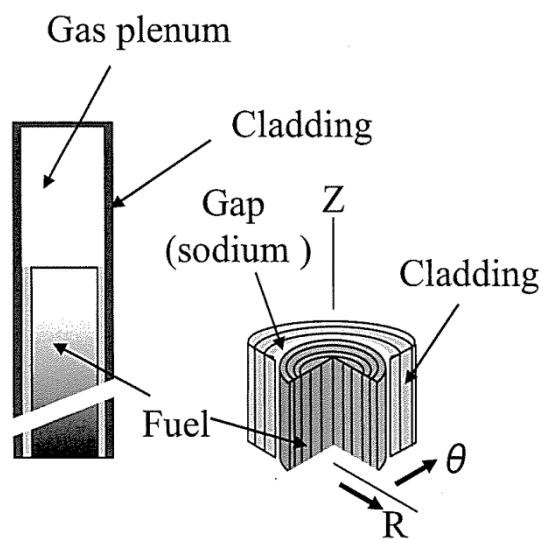


Fig.1 Geometrical model of the calculation program

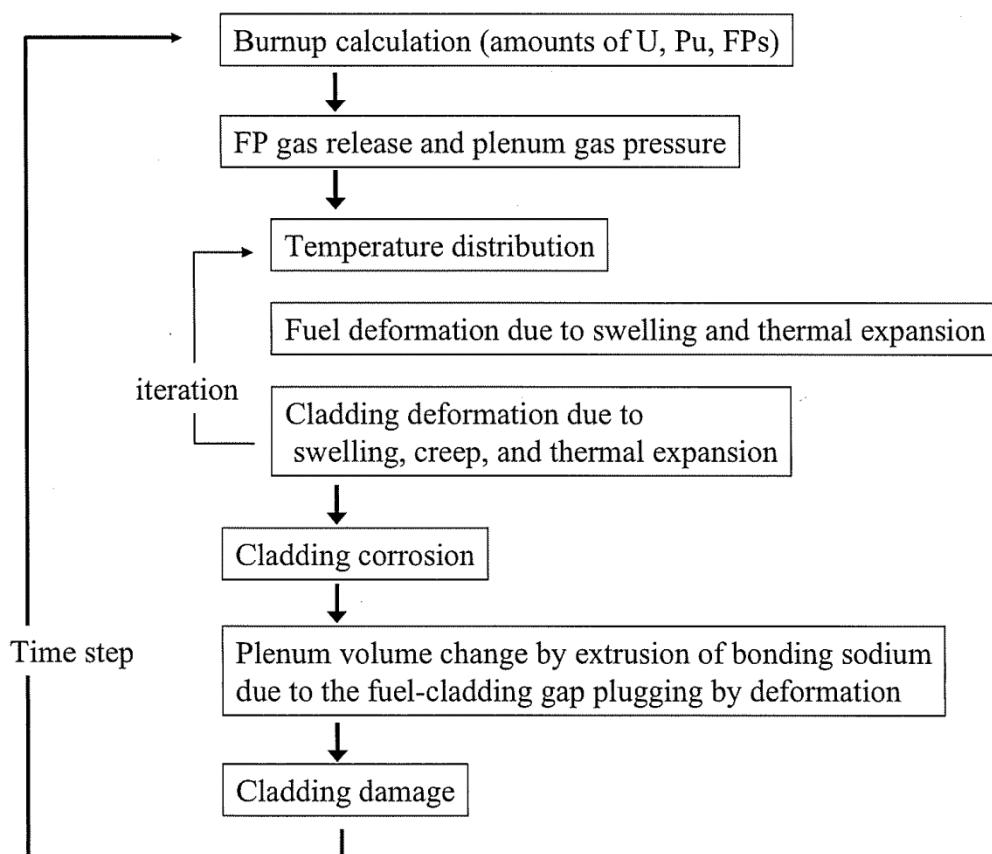


Fig.2 Flow chart of the calculation program

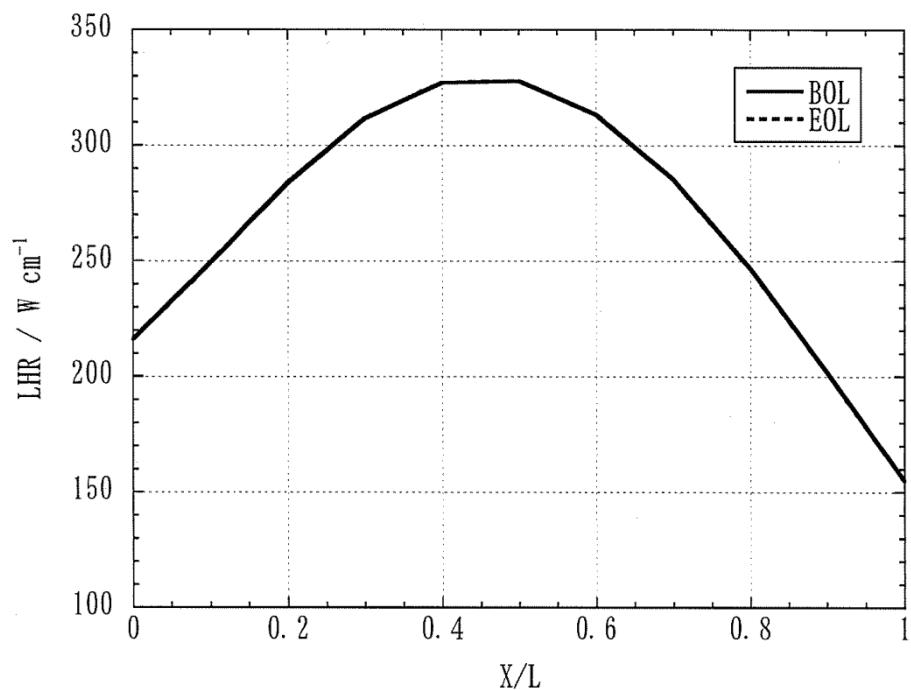


Fig.3 Axial distribution condition of LHR

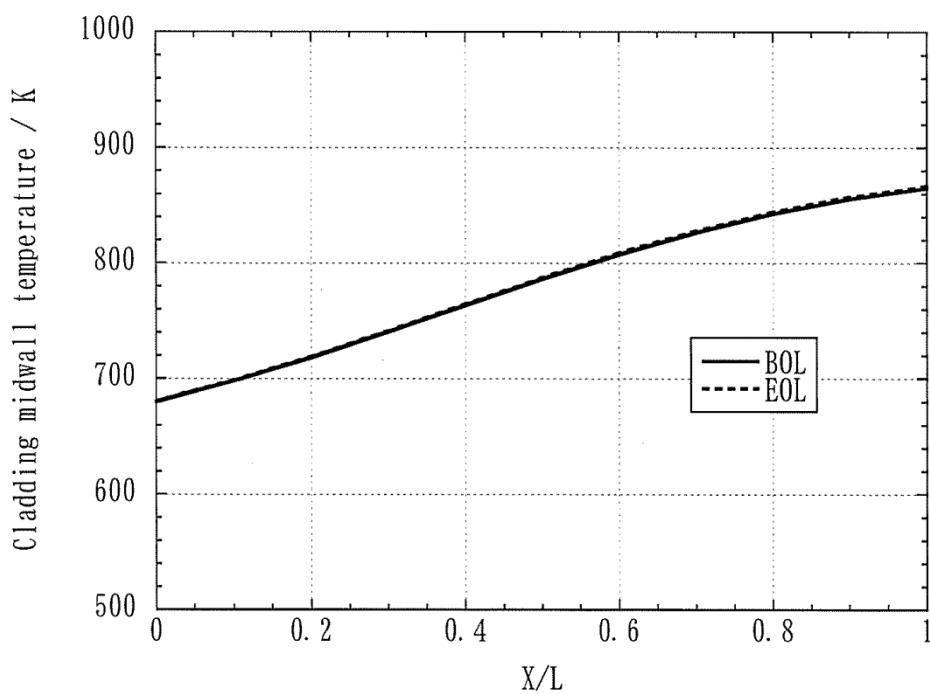


Fig.4 Axial distribution condition of cladding midwall temperature

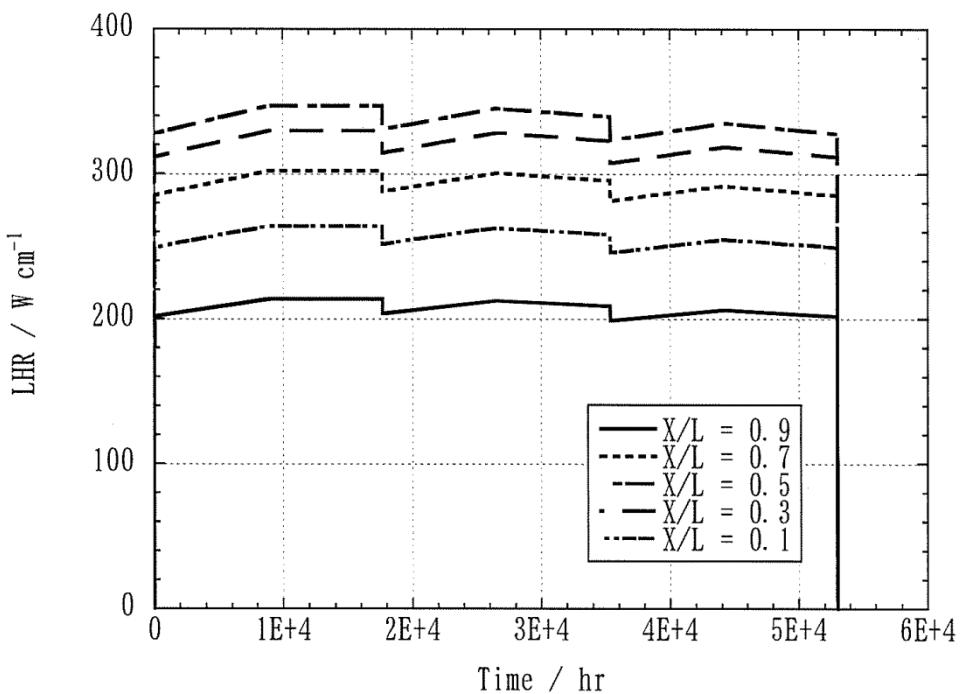


Fig.5 Profile condition of LHR

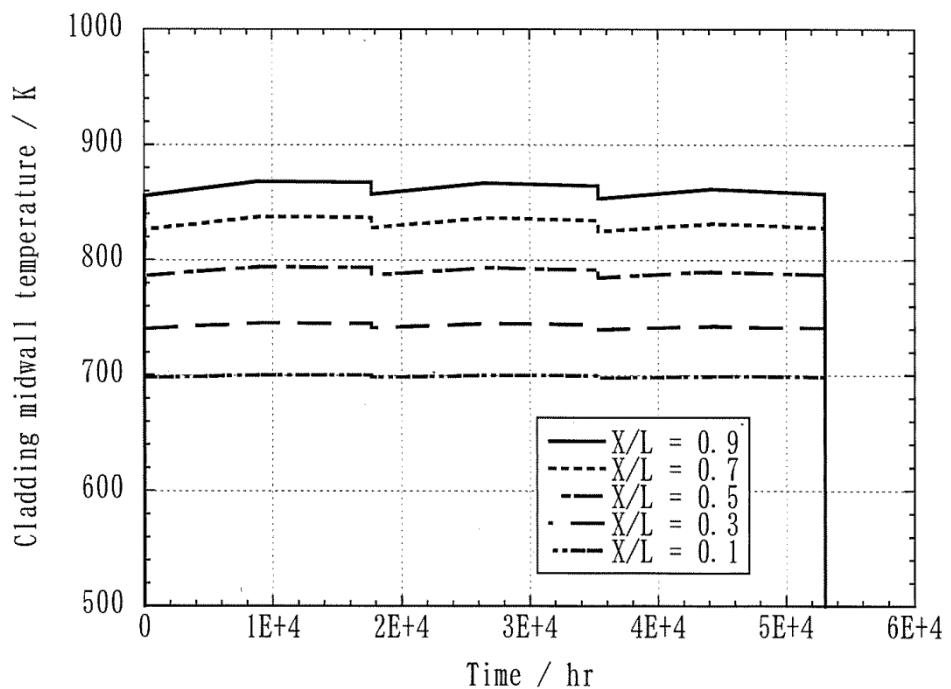


Fig.6 Profile condition of cladding midwall temperature

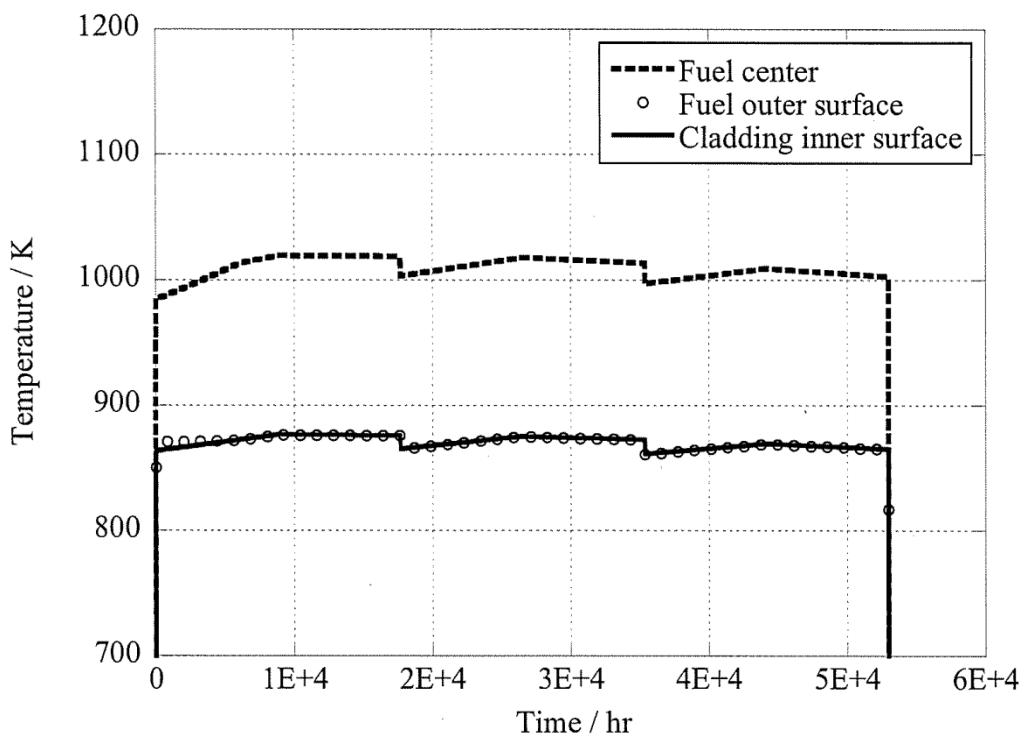


Fig.7 Temperature profiles at $X/L=0.9$

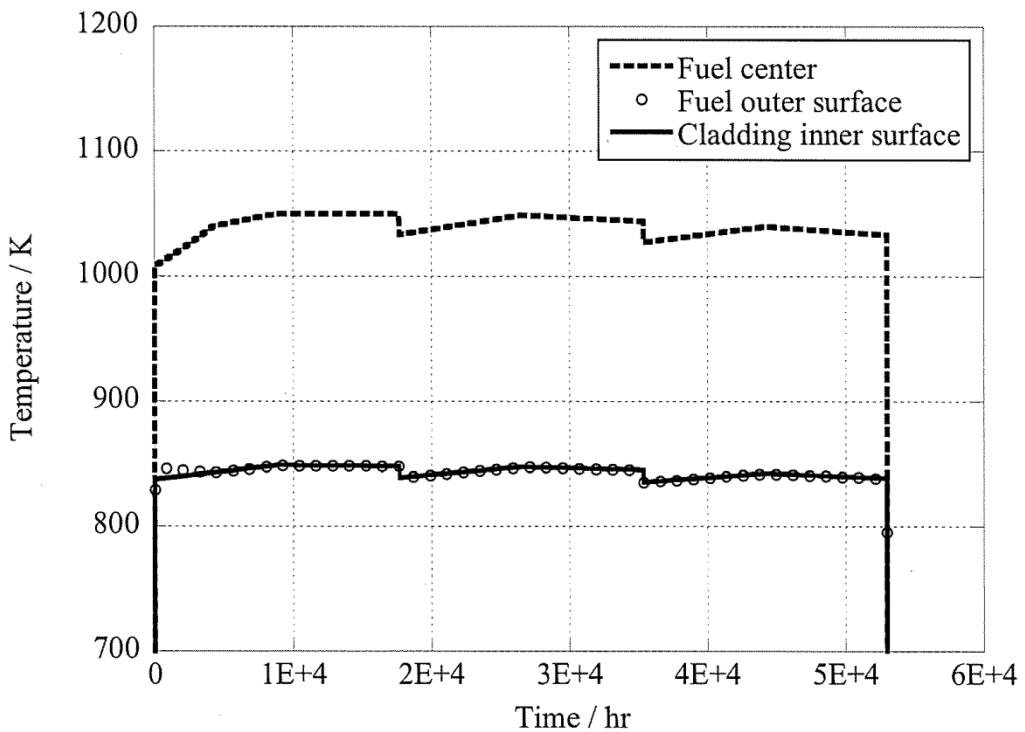


Fig.8 Temperature profiles at $X/L=0.7$

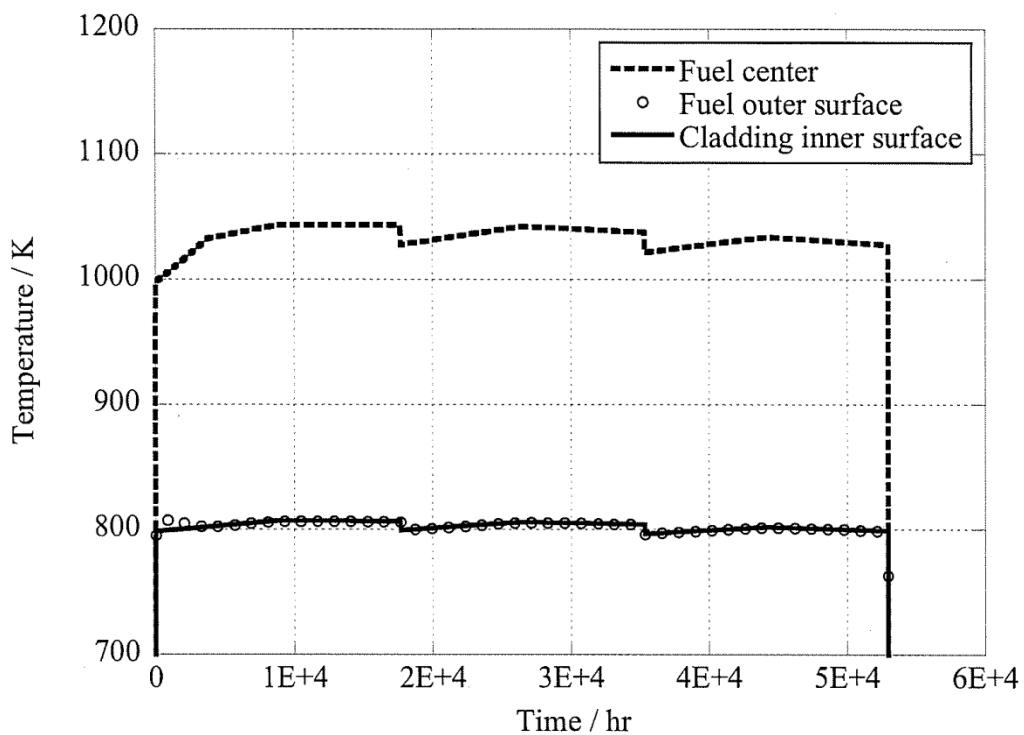


Fig.9 Temperature profiles at $X/L=0.5$

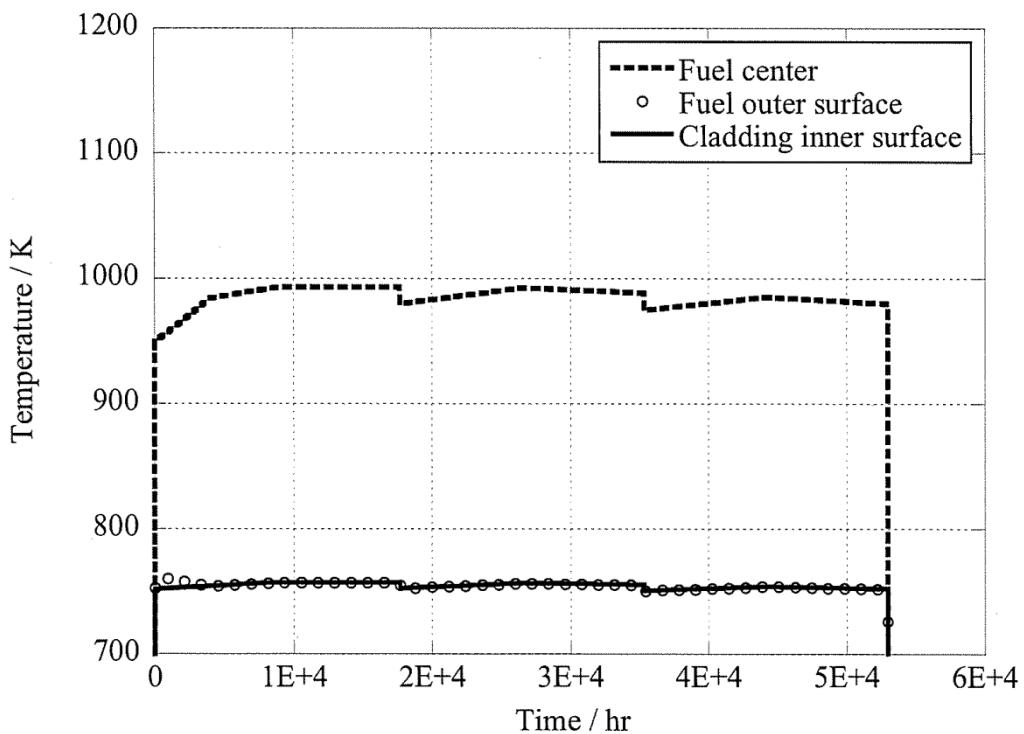


Fig.10 Temperature profiles at $X/L=0.3$

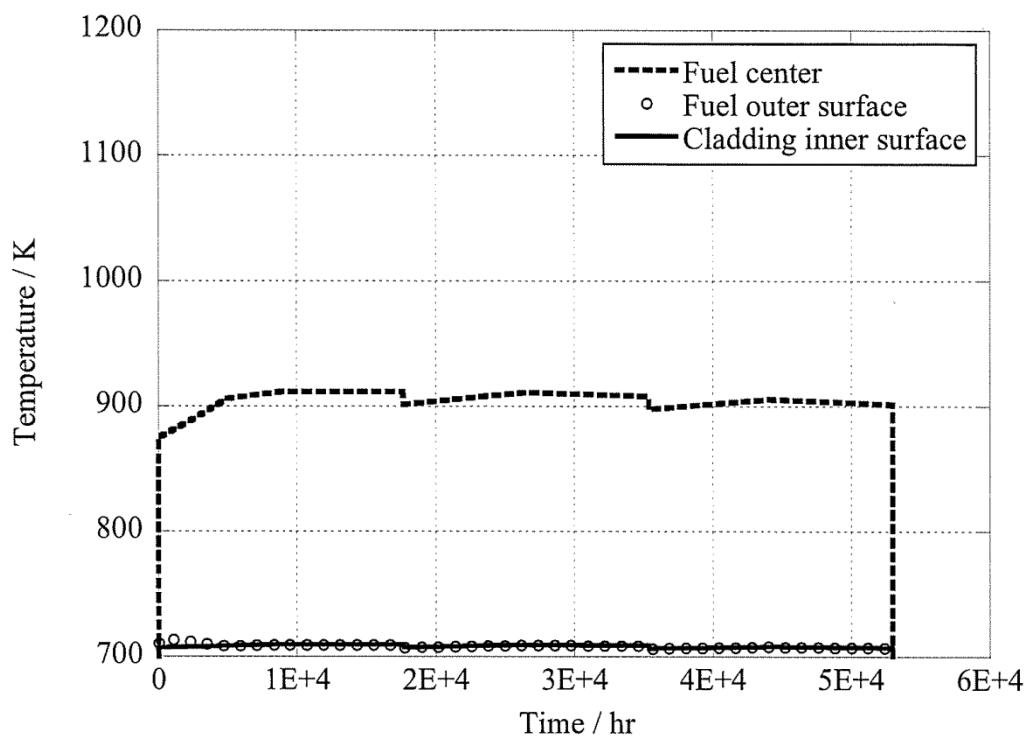


Fig.11 Temperature profiles at $X/L=0.1$

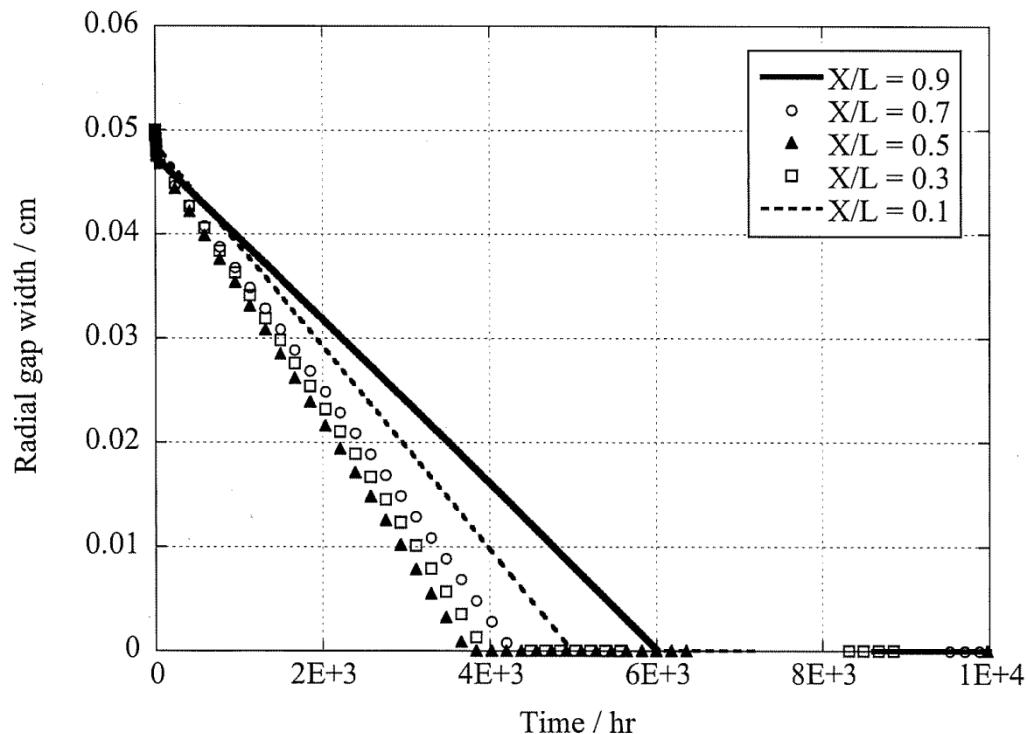


Fig.12 Profiles of gap width up to 1×10^4 hr

(From $1E4$ hr to the end of irradiation, the gap was found to be plugged at each axial position.)

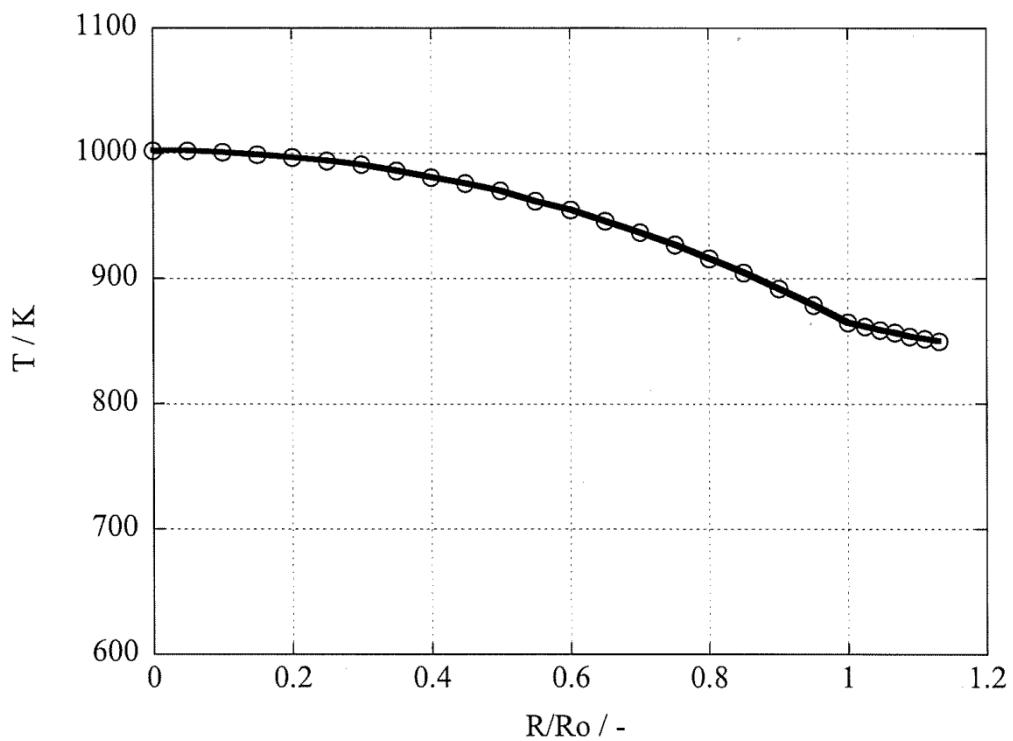


Fig.13 Radial distribution of fuel temperature at $X/L=0.9$

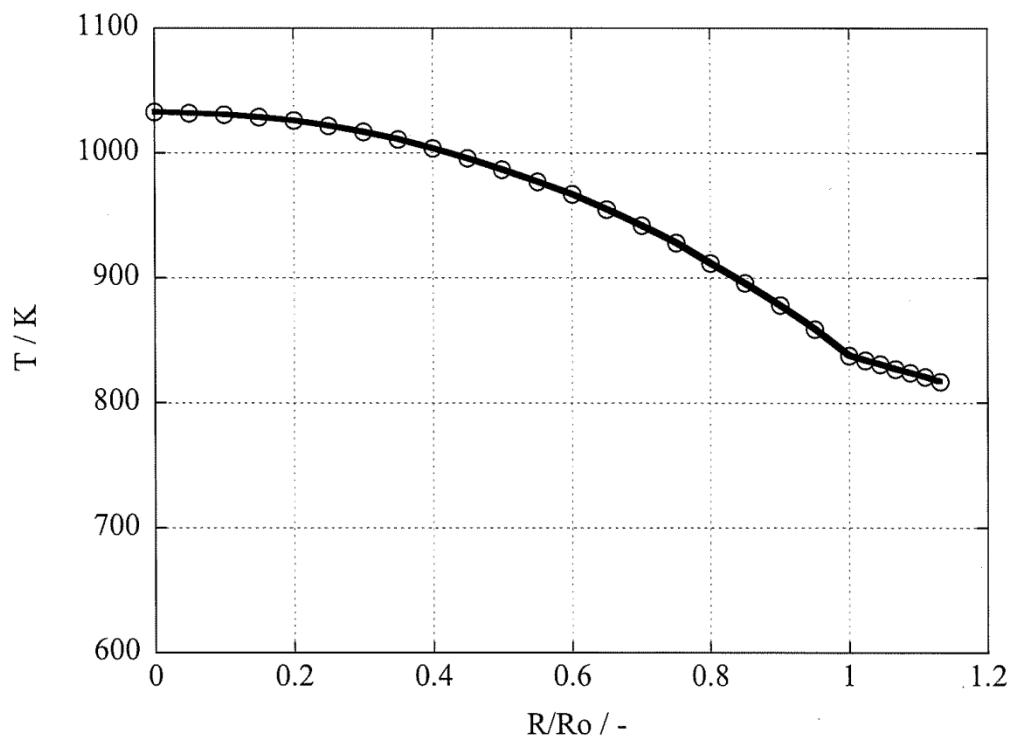


Fig.14 Radial distribution of fuel temperature at $X/L=0.7$

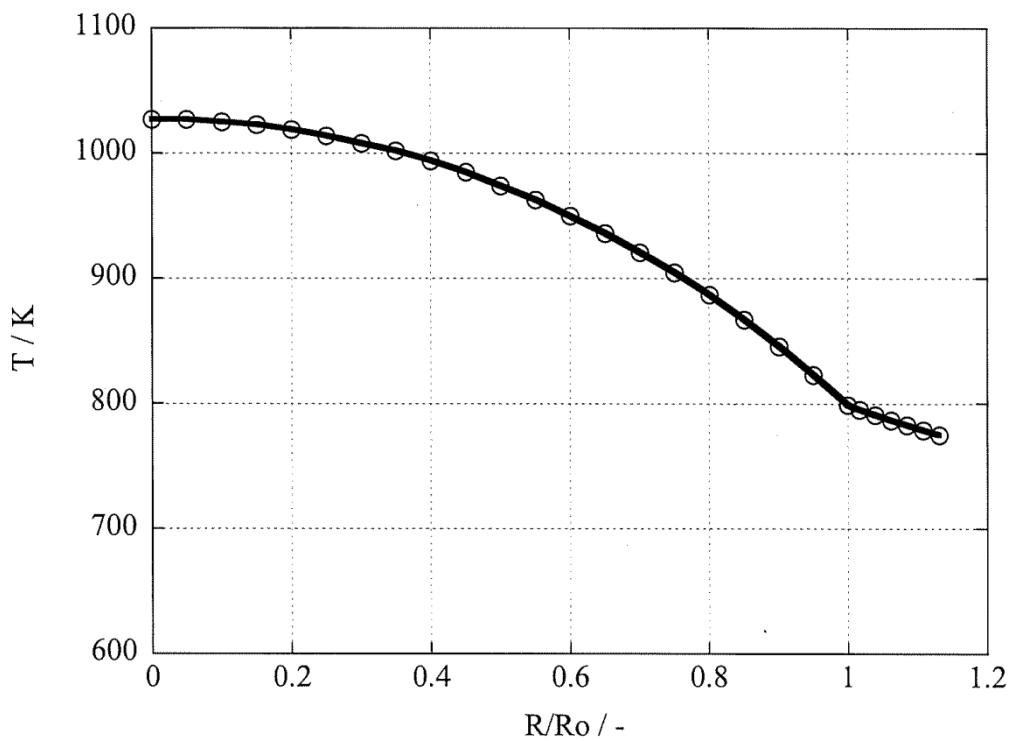


Fig.15 Radial distribution of fuel temperature at $X/L=0.5$

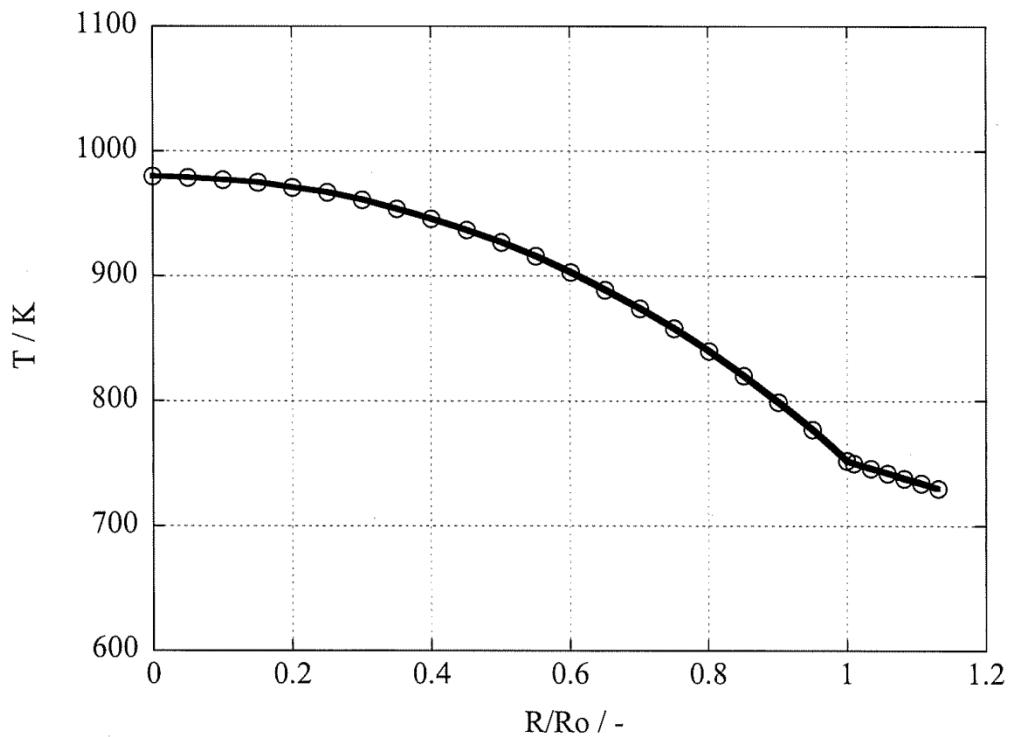


Fig.16 Radial distribution of fuel temperature at $X/L=0.3$

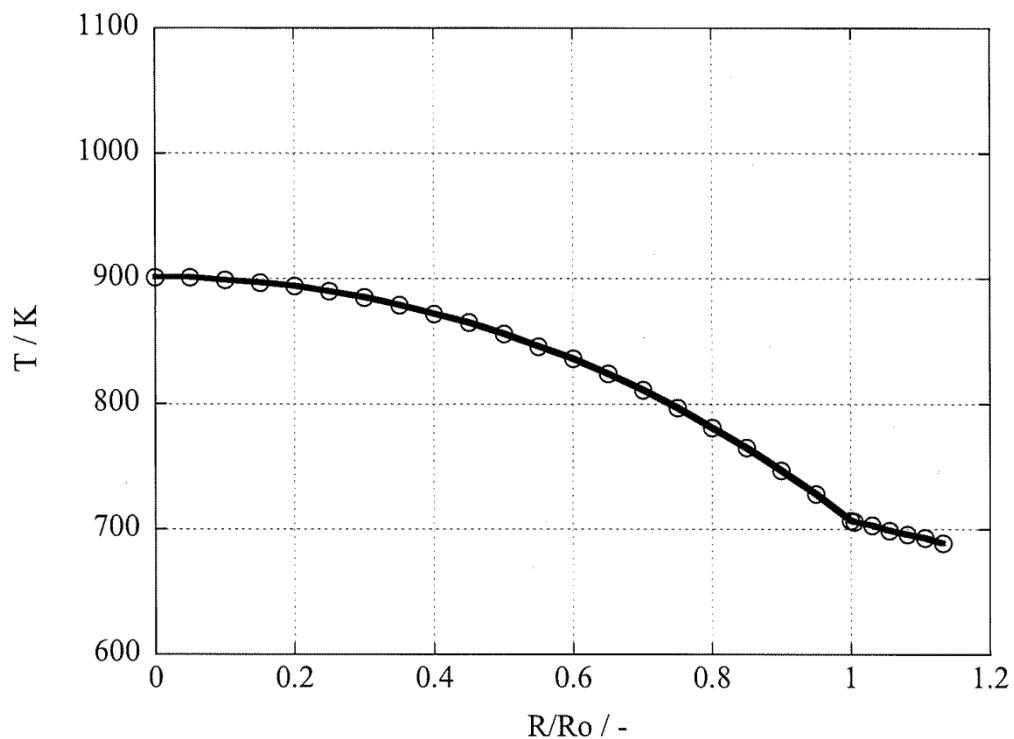


Fig.17 Radial distribution of fuel temperature at $X/L=0.1$

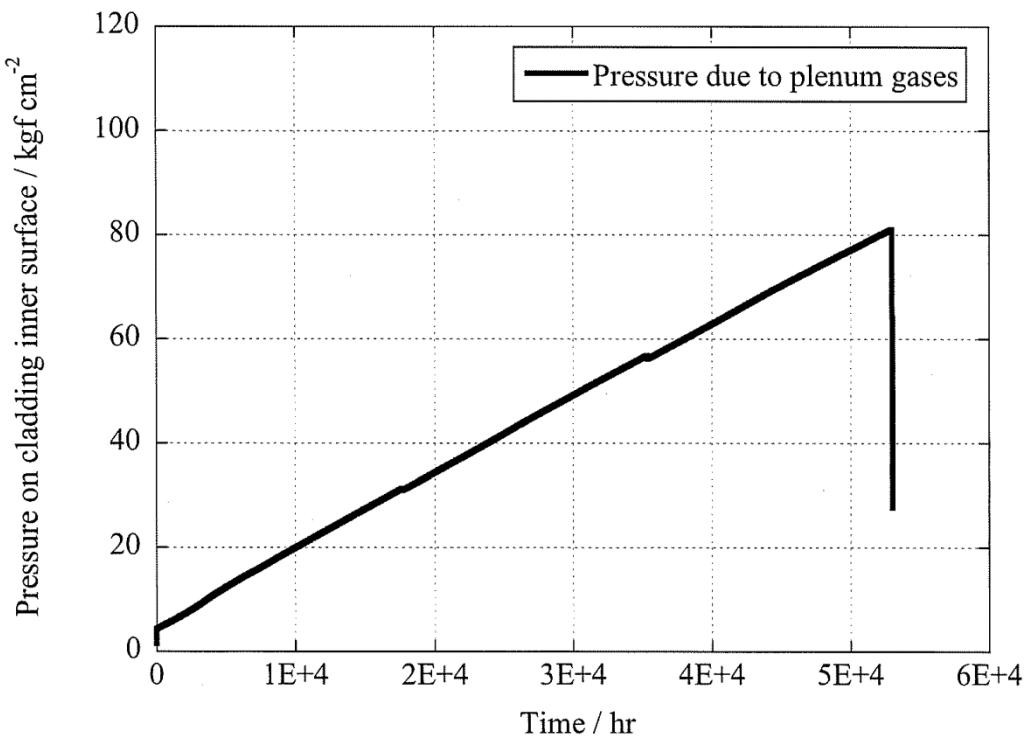


Fig.18 Profile of pressure on the cladding inner surface

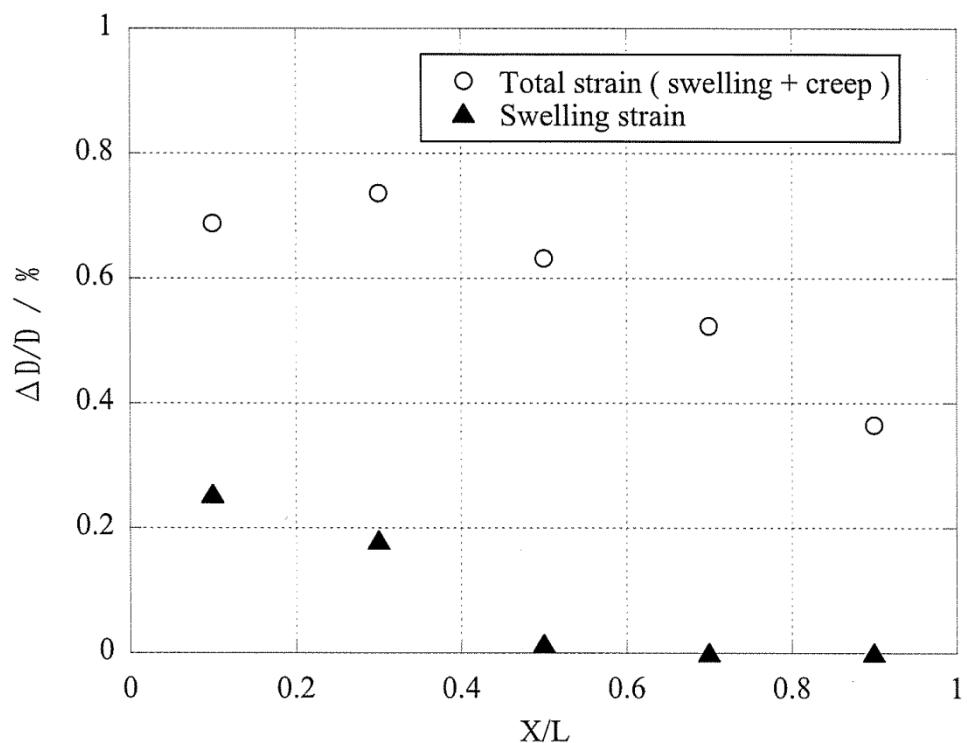


Fig.19 Cladding deformation after irradiation

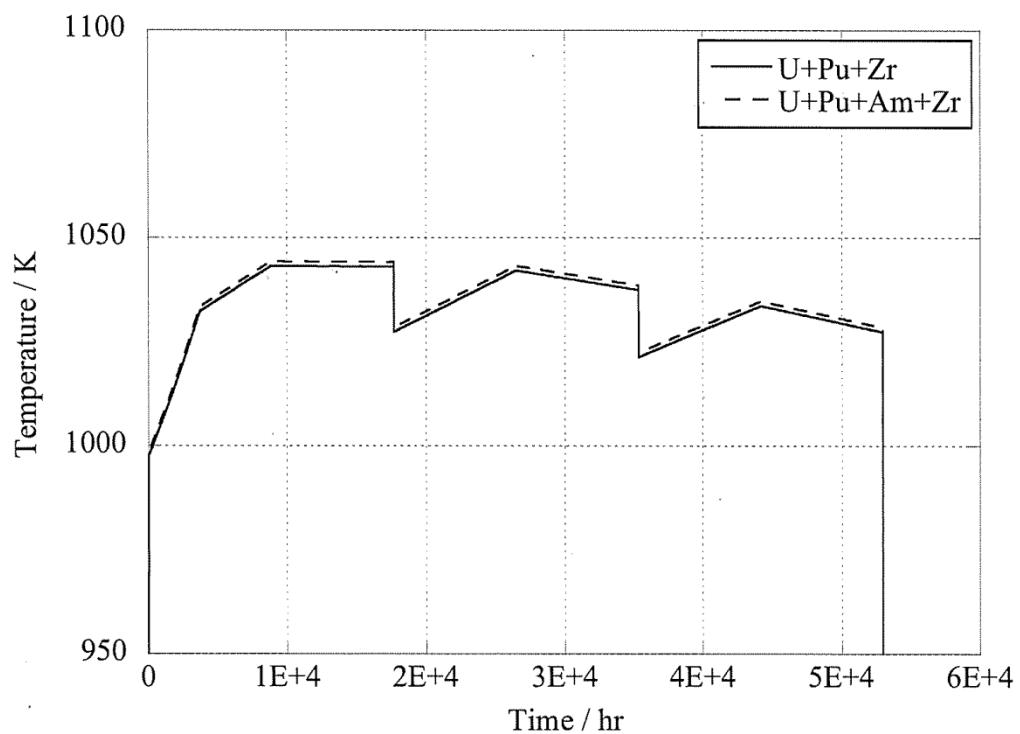


Fig.20 History of fuel center temperature at X/L=0.5

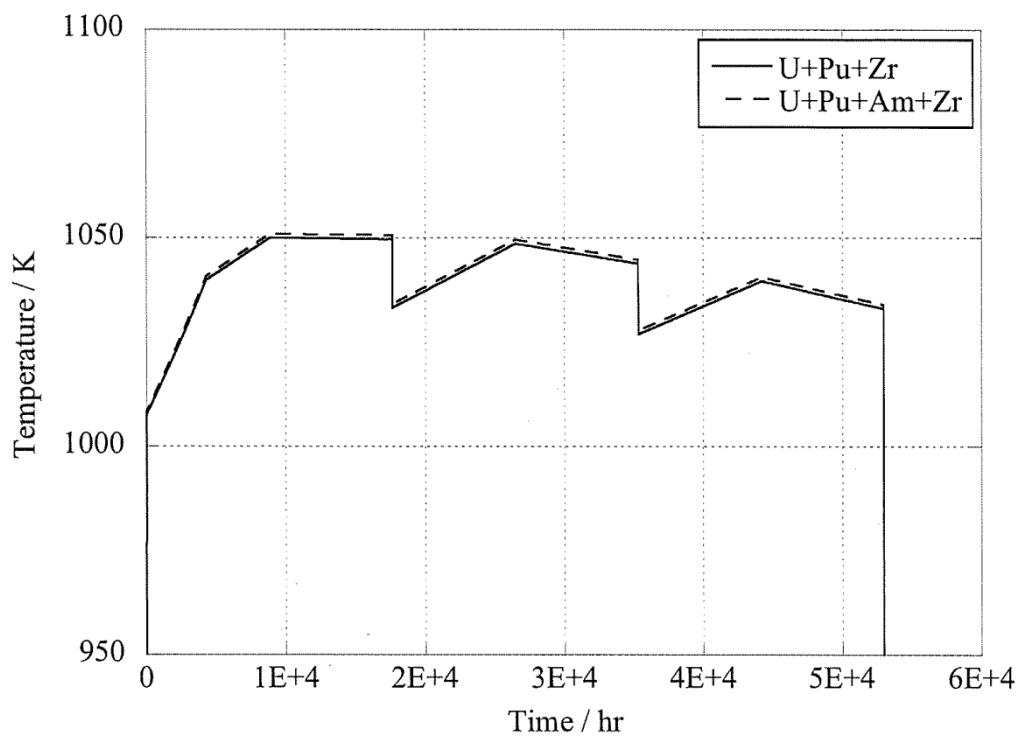


Fig.21 History of fuel center temperature at $X/L=0.7$

国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m^2
体積	立方メートル	m^3
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s^2
波数	毎メートル	m^{-1}
密度、質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m^2
比體積	立方メートル毎キログラム	m^3/kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m^2
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) 、濃度	モル毎立方メートル	mol/m^3
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m^2
屈折率 ^(b)	(数字) 1	1
比透磁率 ^(b)	(数字) 1	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) とも呼ばれる。

(b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	他のSI単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)
波数	ヘルツ ^(d)	Hz	m^2/m^2
力	ニュートン	N	s^{-1}
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m^2
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	$N\cdot m$
仕事率、工率、放射束	ワット	W	J/s
電荷、電気量	クーロン	C	$m^2 kg s^{-3}$
電位差(電圧)、起電力	ボルト	V	$m^2 kg s^{-3} A^{-1}$
静電容量	ファラド	F	$m^2 kg^{-1} s^4 A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	$m^2 kg s^{-3} A^{-2}$
コンダクタンス	シーメンス	S	A/V
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2
インダクタンス	スエンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C	K
光束度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)
放射性核種の放射能 ^(f)	ルクス	lx	lm/m^2
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq	s^{-1}
吸収線量、比エネルギー分率、カーマ	グレイ	Gy	J/kg
線量当量、周辺線量当量、方向性線量当量、個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg
酸素活性	カタール	kat	$m^2 s^{-2}$
			$s^{-1} mol$

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかしあ接頭語を付した単位はもやはヨーロッパ語ではない。

(b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は表示されない。

(c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。

(d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。

(e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。

(f) 放射性核種の放射能(activity referred a radionuclide)は、しばしば誤った用語で“radioactivity”と記される。

(g) 単位シーベルト(PV.2002,70,205)についてはICPMT勧告(OI-2002)を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	SI基本単位による表し方
粘度	パスカル秒	Pa s	$m^4 kg s^{-1}$
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	$m^2 kg s^2$
表面張力	ニュートン每メートル	N/m	$kg s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m^{-1} s^{-1}=s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	$m^{-1} s^{-2}=s^{-2}$
熱流密度、放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	$kg s^{-3}$
熱容量、エンントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2 kg s^{-2} K^{-1}$
比熱容量、比エンントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	$m^2 s^{-2} K^{-1}$
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^3 s^{-2}$
熱伝導率	ワット每メートル毎ケルビン	W/(m K)	$m kg s^{-3} K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール每立方メートル	J/m ³	$m^1 kg s^2$
電界の強さ	ボルト每メートル	V/m	$kg s^3 A^{-1}$
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	$m^3 sA$
表面電荷密度	クーロン毎平方メートル	C/m ²	$m^2 sA$
電束密度、電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	$m^2 sA$
誘電率	フアラード每メートル	F/m	$m^3 kg^{-1} s^4 A^2$
透磁率	ヘンリー每メートル	H/m	$m kg s^2 A^2$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2 kg s^2 mol^{-1}$
モルエントロピー、モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	$m^2 kg s^2 K^{-1} mol^{-1}$
照射線量(X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1} sA$
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	$m^2 s^{-3}$
放射強度	ワット每ステラジアン	W/sr	$m^4 m^2 kg s^{-3}=m^2 kg s^{-3}$
放射輝度	ワット每平方メートル每ステラジアン	W/(m ² sr)	$m^2 m^2 kg s^{-3}=kg s^{-3}$
色素活性濃度	カタール每立方メートル	kat/m ³	$m^{-3} s^{-1} mol$

表5. SI接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10^{24}	ヨーダ	Y	10^1	デシ	d
10^{21}	ゼタ	Z	10^2	センチ	c
10^{18}	エクサ	E	10^3	ミリ	m
10^{15}	ペタ	P	10^6	マイクロ	μ
10^{12}	テラ	T	10^9	ナノ	n
10^9	ギガ	G	10^{12}	ピコ	p
10^6	メガ	M	10^{15}	フェムト	f
10^3	キロ	k	10^{18}	アト	a
10^2	ヘクト	h	10^{21}	ゼット	z
10^1	デカ	da	10^{24}	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=1/(60)= (n/10800) rad
秒	"	1"=1/(60)'=(n/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1m ² =10 ⁴ m ²
リットル	L	1L=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	$1eV=1.602 176 53(14) \times 10^{-19} J$
ダルトン	Da	$1Da=1.660 538 86(28) \times 10^{-27} kg$
統一原子質量単位	u	$1u=1 Da$
天文単位	ua	$1ua=1.495 978 706 91(6) \times 10^{11} m$

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バー	bar	$1 bar=0.1 MPa=100 kPa=10^5 Pa$
水銀柱ミリメートル	mmHg	$1 mmHg=133.322 Pa$
オングストローム	Å	$1 Å=0.1 nm=100 pm=10^{-10} m$
海里	M	$1 M=1852 m$
バーン	b	$1 b=100 fm^2=(10^{-12} cm)^2=10^{-28} m^2$
ノット	kn	$1 kn=(1852/3600)m/s$
ネーピル	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	$1 erg=10^{-7} J$
ダイニン	dyn	$1 dyn=10^{-5} N$
ボアズ	P	$1 P=1 dyn s cm^{-2}=0.1 Pa s$
ストーケス	St	$1 St=1 cm^2 s^{-1}=10^4 m^2 s^{-1}$
スチルブ	sb	$1 sb=1 cd m^{-2}=10^4 cd m^2$
フォント	ph	$1 ph=1 cd sr cm^{-2}=10^4 lx$
ガル	Gal	$1 Gal=1 cm s^{-2}=10^{-2} ms^{-2}$
マックスウェル	Mx	$1 Mx=1 G cm^2=10^{-8} Wb$
ガウス	G	$1 G=1 Mx cm^2=10^{-4} T$
エルステッド	Oe	$1 Oe \triangleq (10^3/4\pi)n A m^{-1}$

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「 \triangleq 」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリ	Ci	$1 Ci=3.7 \times 10^{10} Bq$
レントゲン	R	$1 R=2.58 \times 10^{-4} C/kg$
ラド	rad	$1 rad=1 cGy=10^2 Gy$
レム	rem	$1 rem=1 Sv=10^{-2} Sv$
ガンマ	γ	$1 γ=1 nT=10^{-9} T$
フェルミ	fm	$1 fm=10^{-15} m$
メートル系カラット		$1 メートル系カラット = 200 mg = 2 \times 10^{-4} kg$
トル	Torr	$1 Torr = (101 325/760) Pa$
標準大気圧	atm	$1 atm = 101 325 Pa$
カロリ	cal	$1 cal=4.1858 J (15^\circ C \text{カロリー}) , 4.1868 J (IT \text{カロリー}) , 4.184 J (\text{熱化学カロリー})$
ミクロ	μ	$1 \mu=1 \mu m=10^{-6} m$

