

充填固化体用放射能評価プログラムの健全性について

1. はじめに

充填固化体用放射能評価プログラム内には現時点においてワーニング要因が存在しているものの、放射能評価結果に影響を与えるものではないため、充填固化体用放射能評価プログラムは健全であると考えているが、検証結果の更なる信頼性向上のため以下の検証を実施した。

なお、メーカーが実施した検証内容・検証結果については、北陸電力がメーカーの現地で立会調査を実施し、日本原燃が北陸電力による立会調査の結果を確認することで、問題がないことを確認した。

【検証内容】

- ①メーカーで保有する充填固化体用放射能評価プログラムのソースコード内に存在するワーニング要因が除去されていることを確認する。
- ②ワーニング要因除去後、コンパイルチェック時にワーニング発生しないことを確認する。
- ③ワーニング要因除去前後の充填固化体用放射能評価プログラムに模擬データを入力し、ワーニング要因除去前後で出力値に差異がないことを確認する。
- ④ワーニング要因除去前後の充填固化体用放射能評価プログラムに実機の廃棄体データ(今年度搬出予定分の廃棄体のデータ)を入力し、ワーニング要因除去前後の出力値と、実機の廃棄体(今年度搬出予定分の廃棄体)の帳票結果を比較し、差異がないことを確認する。

2. 検証結果

(1) 「検証内容①」に対する検証結果

- ✓ ワーニング要因除去前後の充填固化体用放射能評価プログラムのソースコードを比較することで、ワーニング要因除去後のソースコードには、ワーニング要因となる記述が削除されていることを確認した。

(2) 「検証内容②」に対する検証結果

- ✓ ワーニング要因除去前後の充填固化体用放射能評価プログラムのソースコードをコンパイルした結果、ワーニング要因除去前に発生していたワーニングが、ワーニング要因除去後、発生しないことを確認した。

(3) 「検証内容③」に対する検証結果

- ✓ ワーニング要因除去前後の充填固化体用放射能評価プログラムにおいて、4種類ある分岐(パス)全てにおいて、放射エネルギー出力前の値から放射エネルギー出力後の値まで正しく引き継がれているとともに、ワーニング要因除去前後の値に差異がないことを確認した。

(4) 「検証内容④」に対する検証結果

- ✓ ワーニング要因除去前後の充填固化体用放射能評価プログラムで測定した出力値と、実機の廃棄体(今年度搬出予定分の廃棄体)の帳票結果を比較し、差異がないことを確認した。

3. 添付資料

- (1) 低レベル放射性廃棄物搬出検査装置 均質・均一固化体放射能評価プログラム誤りについて - 充填固化体プログラム(ワーニング除去)検証結果 -

以上

低レベル放射性廃棄物搬出検査装置

均質・均一固化体放射能評価プログラム誤りについて

— 充填固化体プログラム(ワーニング除去)検証結果 —



1 実施目的

(1) 背景


低レベル放射性廃棄物搬出検査装置 均質・均一固化体放射能プログラム誤り事象において、充填固化体放射能評価プログラムは、プログラム検証の結果、正常であることが確認されている。プログラム検証のうち、コンパイル検証時に確認されたワーニングに関しても、放射能解析に影響の無いことを確認している。

(2) 目的

本検証では、均質と充填の切り分けをより確実にするため、ワーニングが発生しないようプログラム改造を実施した場合でも、放射能解析結果が変わらないことを示すことにより、現状の充填用プログラムが問題無いことを確認する。

(3) 実施例

実施例として、至近に搬出が計画されている北陸電力株式会社志賀原子力発電所の直接充填固化体プログラムを対象とし、メーカ工場にて実機と同等の条件により確認する。



2 実施内容

本検証に関し、以下の手順で実施する。

(1)プログラムの改造

- ・使用するファイル：メーカーで所有するソースファイル
- ・使用する実行ファイル：ワーニングが削除の変更前/変更後の2種類

(2)模擬データによる全パス確認

- ・使用するデータ：模擬データ(メーカー所有のスペクトルデータ) (各パス(全4ケース))
- ・確認内容：プログラム変更前後で出力値に差が無いこと

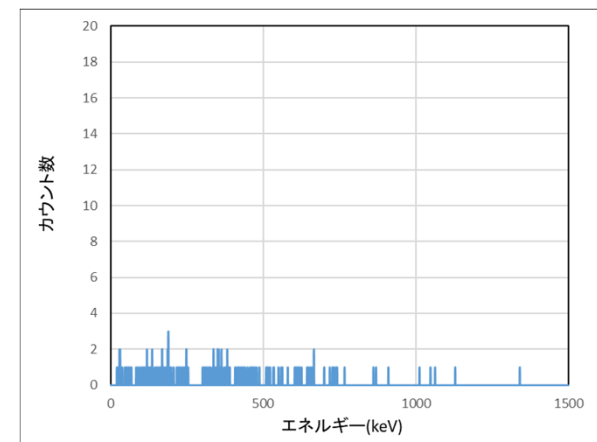
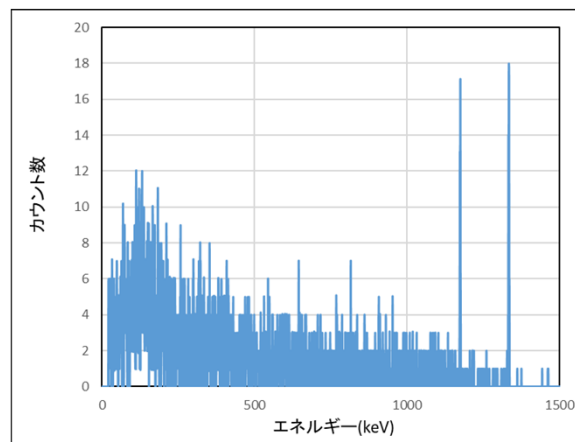
(3)実機の廃棄体データによる確認

- ・使用するデータ：実機の廃棄体データ
(申請区分(3申請)のCo-60最大/最小、Cs-137検出データ：計7件)
- ・確認内容：プログラム変更前後で出力値に差が無いこと、帳票値と同じであること

廃棄体スペクトルデータ例

左図：Co-60最大

右図：Co-60最小



3 プログラム改造内容

志賀向けの直接充填プログラムにおいてコンパイルによるプログラムの検証において確認された2つのワーニングに関し、ワーニングが発生しないよう改造を実施する。また、引数誤りに関しては、コメントアウトにより無効化されておりワーニングは発生していないが、コメントを削除することによる影響の有無を確認する。

No.	項目	改造内容（添付1参照）
1	変数(CP0)が配列のデータ型と一致しない	当該ワーニング部はその後の計算に使用されていない。そのため、配列とデータ型が同じ変数を当該部で使用する。
2	変数(RMT)の値が定義されずに使用されている	変数RMTは放射能評価に使用していない変数であるため、当該部を削除する。
3	コメント中に“C060”、“C058”の記載がある。	当該コメントを削除する。

上記改造により、コンパイル時にワーニングが発生しないことを確認した。（添付2参照）



4 検証に使用する計算機

本検証に使用する計算機と実機計算機との比較を以下に示す。メーカーの型式やCPUには相違があるが、本検証は放射能計算機内でクローズするものであることより、OSが同じであれば、CPUの値に違いが合っても、放射能解析結果に影響はないことより、検証に使用する計算機は適切であると考えらる。

なお、後述の帳票の値と本検証の計算結果が同一であることから、適切であると言える。

No.	項目	本検証の計算機	実機計算機
1	メーカー・型式	Panasonic CF-R9 (ノートPC)	日立 HF-W6500 (デスクトップ)
2	OS	WindowsXP Professional	WindowsXP Professional
3	CPU	Intel(R)Core(TM)i7 CPU620U (1.06GHz)	インテル®Celeron® Mプロセッサ (1.3GHz)
4	メモリ	2GB	2GB
5	コンパイル環境	Compaq Visual Fortran 6	Compaq Visual Fortran 6

5 実施結果(模擬データによる各パスの確認)

メーカー所有の模擬データ4件を用いて、以下の評価を実施した。

(1)メーカー所有のソースファイルより作成の実行プログラムによる評価 (Before)

(2)メーカー所有のソースファイルよりワーニング文を削除し、作成した実行プログラムによる評価 (After)

それぞれの評価結果より、以下を確認した。

- ① ワーニング文削除前後において、全てのパスで放射エネルギー出力前から出力後まで正しく数値が引き継がれている (全パス検証)。
- ② 放射エネルギー出力前、後において、ワーニング文削除前後での評価結果が同じ。

充填固化体全パス条件

No.	IC0 フラグ	CS>>Co 判定
充①	0	Yes
充②	0	No
充③	1	Yes
充④	1	No

メーカー所有の模擬データによる評価

No.	IC0 フラグ	CS>>Co 判定	固化体 重量 [kg]	放射エネルギー出力前		放射エネルギー出力後	
				Co-60 放射能濃度 [Bq/ton]	Cs-137 放射能濃度 [Bq/ton]	Co-60 放射能濃度 [Bq/ton]	Cs-137 放射能濃度 [Bq/ton]
充①_Before	0	yes	382	8.681E+08	1.788E+09	8.681E+08	1.788E+09
充①_After	0	yes	382	8.681E+08	1.788E+09	8.681E+08	1.788E+09
充②_Before	0	no	382	8.716E+08	9.162E+08	8.716E+08	9.162E+08
充②_After	0	no	382	8.716E+08	9.162E+08	8.716E+08	9.162E+08
充③_Before	1	yes	382	6.707E+04	3.133E+09	6.707E+04	3.133E+09
充③_After	1	yes	382	6.707E+04	3.133E+09	6.707E+04	3.133E+09
充④_Before	1	no	382	7.089E+04	1.361E+05	7.089E+04	1.361E+05
充④_After	1	no	382	7.089E+04	1.361E+05	7.089E+04	1.361E+05

6 実施結果(実機の廃棄体データによる確認)

「① メーカー所有のスペクトルデータによる全パス検証で問題ないこと」及び「② ワーニング文削除前後で評価結果が同じであること」が確認できたため、志賀原子力発電所の廃棄体データ7件について同様の評価を実施した結果、評価結果について問題ないことを確認した。

志賀原子力発電所の廃棄体データによる評価

No.	固化体重量 [kg]	放射エネルギー出力前		放射エネルギー出力後	
		Co-60 放射能濃度 [Bq/ton]	Cs-137 放射能濃度 [Bq/ton]	Co-60 放射能濃度 [Bq/ton]	Cs-137 放射能濃度 [Bq/ton]
No. 1_2335033HR1L_Before	411	1.773E+07	6.782E+05	1.773E+07	6.782E+05
No. 1_2335033HR1L_After	411	1.773E+07	6.782E+05	1.773E+07	6.782E+05
No. 2_2335170HR1L_Before	320	2.635E+06	2.190E+05	2.635E+06	2.190E+05
No. 2_2335170HR1L_After	320	2.635E+06	2.190E+05	2.635E+06	2.190E+05
No. 3_2335200HR1L_Before	305	5.238E+04	1.466E+05	5.238E+04	1.466E+05
No. 3_2335200HR1L_After	305	5.238E+04	1.466E+05	5.238E+04	1.466E+05
No. 4_2336034HR1L_Before	508	1.665E+05	6.657E+05	1.665E+05	6.657E+05
No. 4_2336034HR1L_After	508	1.665E+05	6.657E+05	1.665E+05	6.657E+05
No. 5_2336114HR1L_Before	653	4.022E+06	2.444E+05	4.022E+06	2.444E+05
No. 5_2336114HR1L_After	653	4.022E+06	2.444E+05	4.022E+06	2.444E+05
No. 6_2336267HR1L_Before	676	4.462E+05	2.167E+06	4.462E+05	2.167E+06
No. 6_2336267HR1L_After	676	4.462E+05	2.167E+06	4.462E+05	2.167E+06
No. 7_2336273HR1L_Before	642	2.741E+05	1.643E+06	2.741E+05	1.643E+06
No. 7_2336273HR1L_After	642	2.741E+05	1.643E+06	2.741E+05	1.643E+06

7 実施結果

志賀原子力発電所の廃棄体データの解析結果（3桁表示）と、帳票値を比較したところ、値が合致していることを確認した。

以上の検証によりワーニング部の削除前後で評価結果は同じであり、帳票値と合致していることから、プログラムに問題はないことが実証されたと言える。

志賀原子力発電所帳票値との比較


No.	固化体重量 [kg]	解析結果（3桁表示）				帳票			
		Co-60 放射エネルギー [Bq]	Co-60 放射能濃度 [Bq/ton]	Cs-137 放射エネルギー [Bq]	Cs-137 放射能濃度 [Bq/ton]	Co-60 放射エネルギー [Bq]	Co-60 放射能濃度 [Bq/ton]	Cs-137 放射エネルギー [Bq]	Cs-137 放射能濃度 [Bq/ton]
No. 1_2335033HR1L_Before	411	7.29E+06	1.78E+07	2.79E+05	6.79E+05	7.29E+06	1.78E+07	2.79E+05	6.79E+05
No. 1_2335033HR1L_After	411	7.29E+06	1.78E+07	2.79E+05	6.79E+05				
No. 2_2335170HR1L_Before	320	8.44E+05	2.64E+06	7.01E+04	2.20E+05	8.44E+05	2.64E+06	7.01E+04	2.20E+05
No. 2_2335170HR1L_After	320	8.44E+05	2.64E+06	7.01E+04	2.20E+05				
No. 3_2335200HR1L_Before	305	1.60E+04	5.24E+04	4.48E+04	1.47E+05	1.60E+04	5.24E+04	4.48E+04	1.47E+05
No. 3_2335200HR1L_After	305	1.60E+04	5.24E+04	4.48E+04	1.47E+05				
No. 4_2336034HR1L_Before	508	8.46E+04	1.67E+05	3.39E+05	6.66E+05	8.46E+04	1.67E+05	3.39E+05	6.66E+05
No. 4_2336034HR1L_After	508	8.46E+04	1.67E+05	3.39E+05	6.66E+05				
No. 5_2336114HR1L_Before	653	2.63E+06	4.03E+06	1.60E+05	2.45E+05	2.63E+06	4.03E+06	1.60E+05	2.45E+05
No. 5_2336114HR1L_After	653	2.63E+06	4.03E+06	1.60E+05	2.45E+05				
No. 6_2336267HR1L_Before	676	3.02E+05	4.47E+05	1.47E+06	2.17E+06	3.02E+05	4.47E+05	1.47E+06	2.17E+06
No. 6_2336267HR1L_After	676	3.02E+05	4.47E+05	1.47E+06	2.17E+06				
No. 7_2336273HR1L_Before	642	1.76E+05	2.75E+05	1.06E+06	1.65E+06	1.76E+05	2.75E+05	1.06E+06	1.65E+06
No. 7_2336273HR1L_After	642	1.76E+05	2.75E+05	1.06E+06	1.65E+06				

8 まとめ

本検証により、充填固化体プログラムの検証が適切に実施され、下記 1) 、 2) により検証は十分に妥当性があり、現状のプログラムが問題無いことを確認した。

- 1) 模擬データによる各パスの確認により、各パスが正常に動作し、変更前後で出力値に差異が無いことを確認した。
- 2) 実機の廃棄体データによる確認により、変更前後で出力値に差異が無いこと、および、帳票値と一致することを確認した。

なお、プログラム修正を行うことにより、ワーニングは生じないことを確認した。



10 添付1:プログラム改造内容(2/2)

2. 変数(RMT)の値が定義されずに使用されている

```
Anago1.for - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

rmt1 = rmt * roumt1
rmtw = rkinco / rmt1

1行、1列 100% Windows (CRLF) ANSI
```

変数RMTは放射能評価に使用されていないことより、RMTに関する部分を削除する。

3. コメント中に“C060”、“C058”の記載がある

```
*Resupd.for - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

ccc DEN = C060 /WT / 1000

ccc DEN = C058 /WT / 1000

77行、9列 100% Windows (CRLF) UTF-8
```

当該コメントを削除する。

当該コメントを削除する。

11 添付2:ワーニング対応

<改造前>

<改造後>

The screenshot shows a compiler window with two lines of warning messages. The first line is: `E:\Hi1CS2\Anago_NN_Before\Anago1\plasma.for(75) : Warning: Alignment of variable or array is inconsistent with its data: EQUIVALENCE (CP0 , ICOND(1608))`. The second line is: `E:\Hi1CS2\Anago_NN_Before\Anago1\Anago1.for(275) : Warning: Variable RMT is used before its value has been defined rmt1 = rmt * round1`. A status bar at the bottom left shows: `ANAG01.exe - 0 error(s), 2 warning(s)`. Three red callout boxes point to these elements: the top one says "CP0とICOND(1608)の変数の型が合っていない", the middle one says "変数RMTが値を代入せずに使われている", and the bottom one says "ワーニング2件".

CP0とICOND(1608)の変数の型が合っていない

E:\Hi1CS2\Anago_NN_Before\Anago1\plasma.for(75) : Warning: Alignment of variable or array is inconsistent with its data: EQUIVALENCE (CP0 , ICOND(1608))

変数RMTが値を代入せずに使われている

E:\Hi1CS2\Anago_NN_Before\Anago1\Anago1.for(275) : Warning: Variable RMT is used before its value has been defined rmt1 = rmt * round1

ANAG01.exe - 0 error(s), 2 warning(s)

ワーニング2件

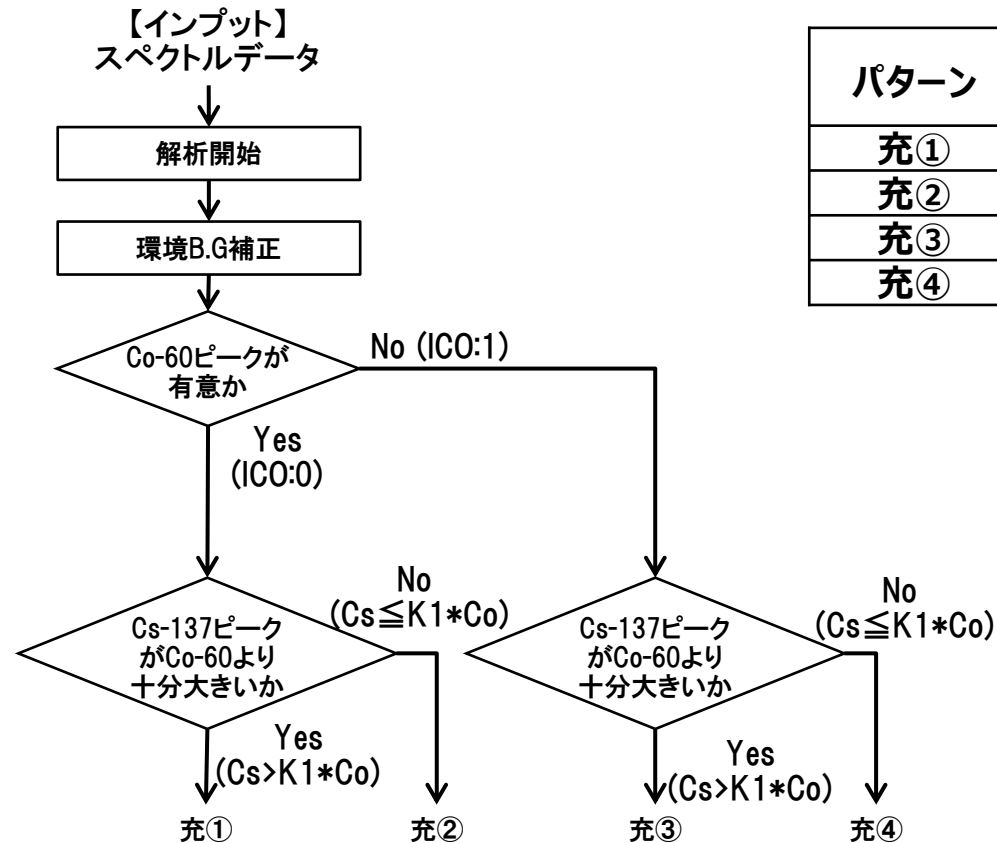
The screenshot shows a compiler window with a clean status bar at the bottom left: `ANAG01.exe - 0 error(s), 0 warning(s)`. A blue callout box points to this status bar and says "ワーニング0件".

ワーニング0件

ANAG01.exe - 0 error(s), 0 warning(s)

12 添付3: 直接充填固化体の放射能評価プログラム全パス検証 (志賀原子力発電所)

志賀原子力発電所の直接充填固化体は放射能評価プログラム分岐上の4パターンの入力による全パス検証を行う。



パターン	ICO フラグ	Cs > K1 * Co
充①	0	Yes
充②	0	No
充③	1	Yes
充④	1	No

K1; 固有の係数